セミパラチンスク地域周辺住民等健康影響調査
（平成１３年度～平成 20 年度調査結果）

報 告 書

平成 22 年 3 月

財団法人 放射線影響協会

本報告書は、文部科学省のエネルギー対策特別会計委託事業による委託業務として、(財)放射線影響協会が実施した「原子力発電施設等放射線業務従事者等に係る疫学的調査」の一環として、平成13年度から平成20年度にかけて実施した「セミパラチンスク旧核実験場周辺住民の健康影響調査」の成果をとりまとめたものです。

セミパラチンスク地域周辺住民等健康影響調査
（平成１３年度～平成 20 年度調査結果）
報 告 書

Study on Health Effects of Radiation on Residents
around the Former Semipalatinsk Nuclear Test Site

（The Final Report of the 2001 - 2009 Study）

平成２２年３月

（March, 2010）

財団法人 放射線影響協会

Radiation Effects Association, Japan

緒 言

（財）放射線影響協会（以下「協会」）では、カザフスタンのセミパラチンスク旧核実験場における 456 回にも及ぶ核爆発実験により被ばくした実験場周辺住民の健康影響調査（以下「本調査」）を実施してきた。本報告書は、本調査が 2008 年度末で終了したのに伴い、これまでの成果をとりまとめて最終報告書とするものである。

日本の外務省は、国連での 1997 年の第 52 回総会および 1998 年の第 53 回総会において採決されたカザフスタン支援計画の決議を受けて、医療を中心とした支援を進めることとした。また、科学技術庁（当時）は科学的立場から資料の分析を行い、実験場周辺住民の健康影響調査の可能性について予備調査を行うこととして協会に予備調査を依頼した。協会はこれに応えて 1999 年から 2 年間の予備調査を行い、本調査の実施が可能であるとの結論に達し、2001 年 4 月から文部科学省による委託調査として本調査が開始された。

協会では調査計画、評価を行うために、2001 年度に疫学、医学、統計学、線量評価等の専門家からなる「セミパラチンスク健康影響調査委員会」を設置するとともに、カザフスタン国内の研究機関の協力を得て本調査を進めることとした。

2001 年 7 月から 2004 年 12 月までは、放射線影響調査・防護センターが調査協力機関として、汚染地域と非汚染地域の住民の情報の収集にあたった。2004 年 10 月にカザフスタン国内で核実験場管理の一元的権限を有する国立原子力センター（NNC）と「セミパラチンスク健康影響調査の実施に係る協力に関する協議議事録」を取り交わし、2005 年 1 月以降は NNC と協力して住民に関する情報等の収集を行った。2006 年度には 2005 年度までの調査情報をとりまとめ、中間報告書を作成した。2001 年度に本格的に始められた本調査は 2008 年度末をもって終了した。

本調査が終了したことに伴い、これまでに構築されたデータベース等の知的財産権が文部科学省から協会に移譲された。協会は NNC と「セミパラチンスク旧核実験場地域における健康影響調査の成果の有効な利用に関する協定」を締結し、知的財産権を両者で共有することとした。

今後の調査は NNC が国際科学センター（ISTC）プロジェクトに応募する等、調査の継続を目指すこととなった。協会では NNC が調査を継続できるよう協力するなど、NNC の実働を側面からサポートすることとした。

本調査はこの最終報告書をもって終了することになったが、これまで本調査にご協力してくださった関係者の皆様にあつく御礼申し上げるとともに、今後も協会の活動に対し、ご支援、ご指導を賜りたく、よろしくお願いいたします。

2010 年 3 月

財団法人 放射線影響協会
理事長 青木 芳朗

セミパラチンスク旧核実験場

実験場はカザフステップ(大草原)の中にある。地平線に見える黒い建物(核実験時にデータを取った建物:グサク=鵞鳥と呼ばれる)の辺りが大気圏内で核実験が行われた場所である。

第1回核爆発実験地跡

1949年8月12日の実験地跡は草に覆われた窪地で、実験用の鉄塔の跡(右上のコンクリート)が残されている。今でも線量率 6 ~ 10 μSv/h の放射線が検出される(2001年6月現在)。

目　次

概 要 …… 1

（1）調査の目的
（2）調査体制
（3）情報の収集、データベース入力およびデータ解析
（4）被ばく線量の計算
（5）被ばくと死因に関する予備的解析
（6）関連情報の収集および海外調査
（7）まとめと考察

I.　調査の目的と背景、経緯 …… 5

1．調査の目的
2．カザフスタンにおける核実験の状況
3．核実験による被ばくとカザフスタン国内の動向
4．核実験に対する国際的な動向と日本の対応
5．調査の開始と経過

II．調査体制 …… 10

1．日本国内における調査体制
2．カザフスタン国内における調査体制
3．協会と調査協力機関（CSPRE/NNC）との連絡・協議体制

III. 情報の収集、データベース構築およびデータ解析 …… 12

1.健康影響の解析･評価に必要な情報 …… 12
2.調査対象地域と調査対象集団 …… 12
（1）調査対象集団設定の経緯
（2）調査対象集団の概要
3.情報収集の方法 …… 18
（1）情報収集の手順
（2）それぞれの段階における作業

４.居住歴情報、死亡情報等のデータベース構築 …… 19
（１）データベースの基本構造
（２）データベースへの入力状況
（３）データの整理から解析までの手順
（４）データ解析システムの整備
５.入力したデータの整理と解析対象候補者の抽出 …… 21
（１）居住歴情報および死亡情報の整理、解析対象候補者の抽出
（２）抽出した解析対象候補者の情報の検討
（３）セミパラチンスク地域住民の死亡情報の整理
（４）医療情報の検証
１）臨床データの検証（肺がんの胸部単純Ｘ線を中心として）
２）病理組織診断の検証
３）ICD-10 コード化の信頼性に関する検証
６.被ばく線量の計算 …… 33
（１）ロシア計算方式による被ばく線量計算
（２）外部被ばく線量の計算
（３）放射性核種の吸入による内部被ばく線量の計算
（４）ヨウ素核種の経口摂取による内部被ばく線量の計算
（５）被ばく線量（実効線量）計算結果の集計
（６）被ばく線量計算に関する考察
１）生物学的方法（染色体検査）
２）物理学的方法（電子スピン共鳴法（ESR 法）による歯試料集積線量の測定）
（７）ロシア計算方式の検証と線量計算の精度向上に向けた検討

Ⅳ．被ばくと死因の関連に関する予備的解析 …… 53

１.予備的解析に用いたデータ …… 53
２.死因別の被ばく線量 …… 54
３.セミパラチンスク集団-Ⅰの内部比較による死亡率比の解析 …… 54
（１）解析の対象と方法
（２）解析の結果と考察
４.「Coxの比例ハザードモデル」による被ばく線量と死因の関連性の解析 …… 61
（１）解析の対象と方法
（２）解析の結果と考察

Ⅴ．関連情報の収集および海外調査 …… 67

１．学術集会への参加と発表および専門家招聘等による情報収集 …… 67

２．海外出張によるカザフスタンの調査協力機関、関係機関等との協議および関連情報の収集 …… 69

Ⅵ．まとめと考察 …… 73

１.平成13年度から平成20年度末までの調査のまとめ …… 73

（１）データベース作成

（２）被ばく線量の計算

（３）被ばくと死因との関係の予備的解析

２.考察および課題 …… 73

（１）調査対象集団

（２）前向き調査への移行

（３）被ばく線量計算

（４）核実験に関するデータの充実

（５）成果の取扱い

３.結　語 …… 75

Ⅶ.参考文献 …… 76

Ⅷ.用語の解説 …… 80

添付資料 …… 83

セミパラチンスク健康影響調査委員会 委員名簿 …… 255

本報告書における表記について

- **本文で使用した略号（本報告書で使用した略号であり、必ずしも一般に使用されている略号ではない。必要に応じて正規の用語を使用した。）**
  - ・協会：(財)放射線影響協会
  - ・本調査：協会が実施した「セミパラチンスク旧核実験場周辺住民の健康影響調査」
  - ・カザフスタン：カザフスタン共和国
  - ・STS：Semipalatinsk Nuclear Test Site（セミパラチンスク(旧)核実験場）
  - ・検討委員会：セミパラチンスク健康影響調査検討委員会
  - ・調査委員会：セミパラチンスク健康影響調査委員会
  - ・カザフ計算方式：カザフスタン国内で使われている被ばく線量計算方式。CSPRE から提供された。
  - ・ロシア計算方式：ロシア連邦保健省出版の「線量評価手法ハンドブック」に示された被ばく線量計算方式。生物物理研究所の Gordeev らにより検討・編集された。
  - ・線量評価手法ハンドブック：「大気中核爆発による放射性核種が存在する区域に定住する住人における累積吸収線量および実効放射線量の評価：手法ハンドブック」(ロシア連邦保健省から出版された。原本はロシア語)
  - ・CSPRE：Center for Study and Protection from Radiation Effects, Republic of Kazakhstan（放射線影響調査･防護センター、カザフスタン共和国）
  - ・NNC：National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan（カザフスタン共和国･国立原子力センター）
  - ・IRSE：Institute of Radiation Safety and Ecology（放射線安全･生態学研究所：NNC の 4 研究所の一つ）
  - ・住民登録所：カザフスタン共和国法務局住民登録所（Citizen Registration Office）
  - ・ICD-10：世界保健機関(WHO)から提示された疾病分類 International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems 10th Revision（疾病及び関連保健問題の国際統計分類 第 10 版）
  - ・P_{24}：対象とする各村内の一地点における核爆発 24 時間後の照射線量率（被ばく線量計算式の中で P_{24} 値として規定されている）
  - ・ISTC：International Sience and Technology Center（国際科学技術センター：日本・米・EU・カナダ等からの拠出金により、ロシア・CIS 諸国の核兵器等の研究者・技術者の平和目的研究を支援するために設立された国際機関で事務局本部はモスクワにある）
- **地名は現地の発音に準じたカタカナ表記とし、人名は英語表記とした。**
- **年 (年度) は場合により西暦または年号を用いたが、必要に応じて両方を記載した。**
- **「セミパラチンスク」市は現在では「セメィ」市と名前が変更されているが、必要な箇所以外は「セミパラチンスク」で統一した。**

概　要

科学技術庁は、1997 年（平成 9 年）の第 52 回国連総会および 1998 年(平成 10 年)の第 53 回国連総会の決議を受けて日本国外務省と国連が共催した「セミパラチンスク支援東京国際会議」(平成 11 年(1999 年)9 月)において、セミパラチンスク旧核実験場周辺住民の健康影響の予備調査を行うことを表明した。(財)放射線影響協会(以下「協会」)では、科学技術庁(平成 13 年 1 月に文部省との統合により文部科学省に改組)の委託を受けて平成 11 年 10 月から平成 13 年 3 月まで予備調査を行い、平成 13 年 4 月文部科学省に報告を行った。文部科学省ではこれ受けて本格的に疫学調査を行うこととし、協会に「セミパラチンスク地域住民の健康影響調査(以下「本調査」)」の実施を委託した。それ以降、協会ではカザフスタン共和国(以下「カザフスタン」)の調査･研究機関の協力を得て本調査を 8 年間にわたり実施し、平成 21 年 3 月をもって終了した。本報告書では、本調査が行われたこの 8 年間の経過、平成 20 年度末時点でのデータベースの構築状況、そのデータを使った予備的解析の結果等について取りまとめた。

（1）調査の目的

本調査は、国連決議に基づいたカザフスタンに対する国際支援を行うことおよび長期にわたる低線量放射線被ばくの健康への影響について科学的知見を得ることを主な目的とした。セミパラチンスク旧核実験場周辺の住民は、低線量放射線の複数回にわたる外部被ばくとともに、放射性降下物の吸入や食物を介した内部被ばくにより、低線量放射線の反復慢性被ばくをした。本調査を通して得られる結果は、慢性被ばくの健康影響を評価する上で科学的根拠を与える価値の高いものであり、我が国の放射線業務従事者のデータ(外部被ばく)および原爆被ばく者のデータ(外部被ばく)を補完するために、電源開発促進対策特別会計法に基づく「原子力発電施設等放射線業務従事者等に係る疫学的調査」の一環として、当協会の「倫理委員会」の承認を得て実施した。

（2）調査体制

調査の実施にあたり、日本国内においては、協会外の専門家で構成された「セミパラチンスク健康影響調査委員会」を設け、その下に必要に応じて専門分科会あるいはワーキンググループを設けて、調査の進め方や成果について検討・評価を行った。

カザフスタンにおいては、平成 13 年 7 月から公益法人 放射線影響調査･防護センター(CSPRE：Center for Study and Protection from Radiation Effects)が協会との協定の下に調査協力機関として現地での住民に関する調査等を担当した。平成 16 年 10 月からはカザフスタン共和国国立原子力センター(NNC：National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan)が協会と協定を締結し、調査協力機関として CSPRE を監督して調査を進めた。さらに平成 18 年 6 月からは NNC が NNC 内の放射線安全･生態学研究所に調査実施部門を設置して独自に調査を実施する体制を確立し、以後、NNC が一元的に現地調査を担ってきた。

（3）情報の収集、データベース構築およびデータ解析

本調査は、調査対象者の被ばく線量と死因情報をもとに統計解析を行い、核実験による放射線被ばくの健康影響を解析するためのデータベースを構築することを目的とした。このため、後向き調査（用語解説を参照）により 1949 年から 1963 年までの間に調査対象地域に居住した経歴のあるすべての住民を調査対象者として、居住歴情報と死亡情報の収集を行った。

被ばく調査地域として ① 東カザフスタン州の 4 村（セミパラチンスク集団-I：ドロン、ズナメンカ、カイナール、カラウール）および ② 東カザフスタン州ベスカラガイ行政区の各村（セミパラチンスク集団-II：ボルシャヤ・ウラディミロフカ、モスティク、チェルムシュキ、カノネルカ、セミヤルカ、イズヴェスツク、マラヤ・ウラディミロフカ、ベステレック、セメノフカ、ソスノフカ）を、対照調査地域として ③ パブロダール市周辺の 3 村（パブロダール集団-I：ケネス、ケンジェコール、ジャナアウル）および ④ パブロダール州 北・東部地域の 3 村（パブロダール集団-II：カチリ、イルティシュスク、シェルバクティ）を設定した。これらの村の調査対象者（1949 年から 1963 年までの間にこれらの村に居住したことのある全住民）について、公文書館、法務局住民登録所、軍歴記録所、がんセンター、住民からの聴取り調査等により、個人基本情報、居住期間、死亡情報等を収集し、内容を確認してデータベースに入力した。

平成 20 年度末時点でデータベースに個人基本情報が入力された調査対象者の数は、総数約 131,700 人である。被ばく調査集団（セミパラチンスク集団-I およびセミパラチンスク集団-II）の解析対象候補者（大気圏内で実験の行われた 1949 年から 1963 年までの居住歴が判明して線量計算が可能な対象者）は約 20,400 人、その中の生死判明者は約 16,800 人（生存者：約 7,500 人、死亡者：約 9,300 人）で、死亡者のうち約 9,000 人について死亡情報（死亡時年齢と死因、ICD-10 コード）が入力された。対照調査集団として設定した集団のうち、パブロダール集団-I の調査対象者は約 22,300 人であった。そのうち解析対象候補者は約 7,400 人、その中の生死判明者は約 4,500 人（生存者：約 1,750 人、死亡者：約 2,750 人）で、死亡者のうち約 2,750 人について死亡情報が入力された。パブロダール集団-II の調査対象者約 48,300 人のうち、解析対象候補者は約 12,000 人、その中の生死判明者は約 9,400 人（生存者：約 3,000 人、死亡者：約 6,400 人）で、約 6,400 人の死亡情報が入力された。これらの死亡情報については臨床検証、病理検証による診断精度の検証、および NNC による ICD-10（国際疾病分類第 10 版）へのコード化が適切に行われているか検証を行い、信頼性が高いことを確認した。なお、パブロダール集団-I は、環境汚染による健康影響の可能性があるため、当面、解析対象としての扱いは留保することとした。

（4）被ばく線量の計算

各個人の被ばく線量計算にあたっては、ロシア連邦保健省から出版された生物物理研究所の Gordeev らによる被ばく線量計算式（以下「ロシア計算方式」）を用いることにし、この計算方式に従ってコンピュータ・プログラムを作製した。また、文献や聴取り調査により、線量計算に必要な核実験関連情報、家屋の建材の遮蔽係数、年齢・職業に対応した 1 日あたりの屋外滞在時間およびミルク摂取量等のパラメータを整備し、各個人の居住歴、性別、職業、年齢等のデータに

基づいて各個人の被ばく線量を計算した。この計算結果について、生物学的方法(末梢リンパ球の染色体検査)および物理学的方法(電子スピン共鳴法(ESR)による歯試料集積線量の測定)による線量情報を用いて考察を行うとともに、ロシア計算方式の論理について検証を行った。

(5) 被ばくと死因に関する予備的解析

平成 20 年度末時点までのデータを使い、被ばくと死因の関係の解析を行った。

個人被ばく線量計算値と死因情報(ICD-10 による分類)に基づいてセミパラチンスク集団－I の内部比較により死亡率比を計算した結果、男性・女性ともに、全循環器系疾患および虚血性心疾患では線量の増加にともない死亡率が有意に増加した。また、「Cox の比例ハザードモデル」による解析でも、男性の循環器系疾患と女性の虚血性心疾患で線量の増加とともに死亡率の有意な増加が示された。中間データを用いた解析ではあるが、被ばくにより循環器系疾患、特に虚血性心疾患に有意の増加が認められたことは注目される。

(6) 関連情報の収集および海外調査

各年度 2～3 回カザフスタンを訪問し、調査協力機関あるいは関係機関等と調査実施体制の整備、調査実施計画、試料の収集、調査の進捗状況等、調査に関する協議および打合せを行うとともに、関連する情報の収集を行った。また、カザフスタン始め諸外国の専門家を招聘し、講演会や協議などを通して関連情報の収集を行った。さらに、国際会議や国内の学会に参加し、発表を行うとともに、意見交換や討議を行って関連情報を収集した。

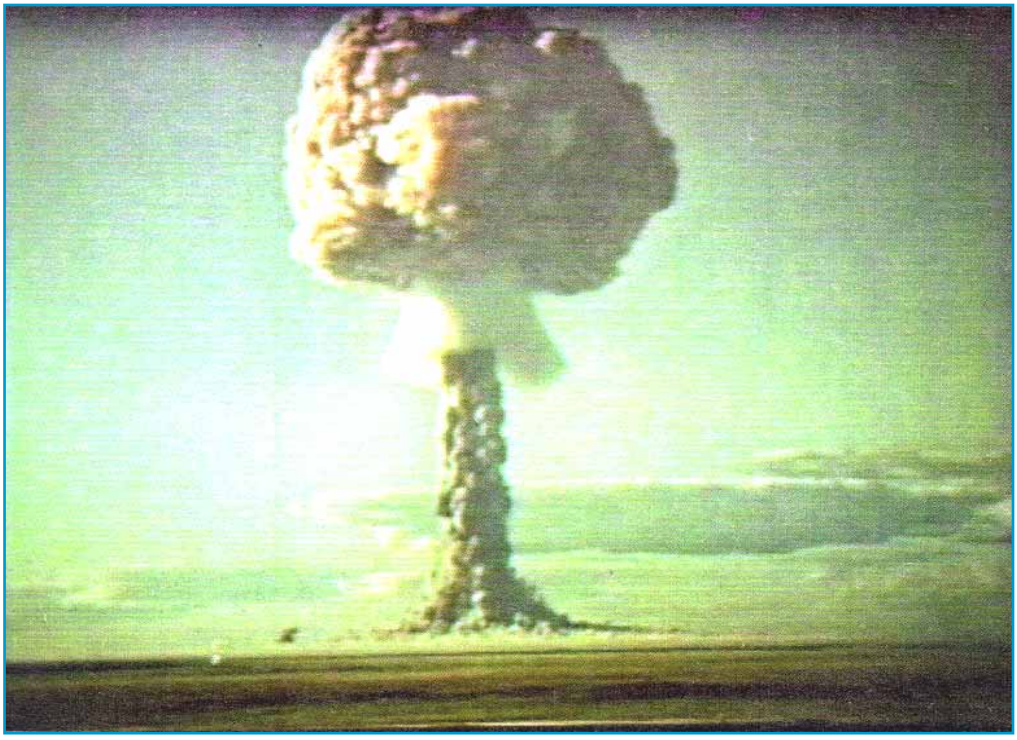
(7) まとめと考察

これまでの調査により平成 20 年度末現在で、被ばく調査地域の解析対象候補者のうち生死判明者は 16,800 人に達した。セミパラチンスク集団-I での内部比較による統計解析の結果、高線量被ばく者で循環器系疾患、特に虚血性心疾患が増加していることが示された。この結果は、国際的にも放射線被ばくによる非がん病変のリスクが注目されていることに鑑み、重要な所見である。

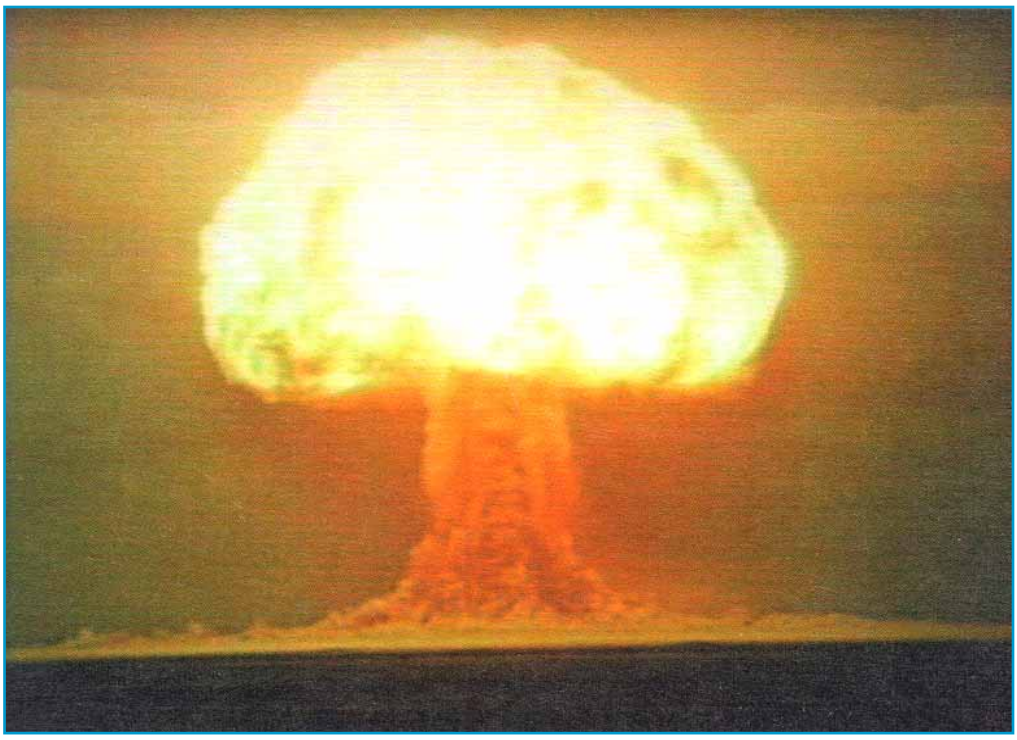
今後、この結果を確証し、被ばく線量との関連性を解析するためには前向き調査(用語解説を参照)によりデータを蓄積することが必要である。

協会のこれまでの調査により前向き調査を進めるための基本的なデータベースは構築された。また、NNC の調査実施部門では若い研究者が多く、協会ではこれらの若い研究者の育成にも力を入れてきた。これに対して、NNC の総裁からは「国連決議を完遂したのは日本だけである。」との謝辞をいただいた。本調査の終了に伴い、今後、カザフスタン自体がセミパラチンスクにおける被ばく者の調査を続け成果を出すことに期待したい。

NNC は International Science and Technology Center (ISTC)のプロジェクトに応募して調査を継続する意向を示している。今後のデータの集積により得られるであろう成果は、国際的にも重要なデータであり、人類の財産としても貴重なものとなるであろう。このためプロジェクトの提案書や報告書のレビューや情報交換等を通して、今後も日本の研究者によるカザフスタンが行う調査の支援が望まれる。



最初の核爆発実験（1949年8月29日）



最初の水爆実験（1953年8月12日）

Ⅰ. 調査の目的と背景、経緯

１．調査の目的

「セミパラチンスク地域周辺住民等健康影響調査」(以下「本調査」)は、国連決議に基づくカザフスタン共和国(以下「カザフスタン」)に対する国際支援と、長期にわたる低線量放射線被ばくの健康への影響、特に低線量放射線の慢性ないし反復被ばくによる健康影響について科学的知見を得ることを主な目的として実施された。

1960 年代から行われてきた放射線の生物影響研究では低線量放射線の人体への影響については依然として解明されていない点が多く、特に様々な被ばく様態に対応する低線量放射線被ばくの健康影響に関する科学的知識は未だ不足している。

このため、種々の方法による知見の集積が試みられており、その中で直接に人における影響のデータを得るための研究方法として疫学的方法がある。しかし、世界的に低線量放射線を反復して慢性的に被ばくした集団を対象とした疫学調査が実施できる地域は非常に少ない。本調査の対象としているセミパラチンスク旧核実験場周辺地域では、数十万人におよぶ幅広い年齢層の男女が、核実験による放射性雲からの外部被ばくと放射性降下物の吸入や食物摂取による内部被ばくの混合被ばくを長期間、複数回にわたり受けている。このような被ばくによる放射線の健康への影響を科学的に調査したデータは貴重であり、急性被ばくの健康影響調査として半世紀以上にわたり調査が行われている広島、長崎の原爆被爆生存者にも匹敵する規模で、実態に沿った慢性被ばくの健康影響の評価に科学的根拠を与える非常に価値の高いものである。

本調査は、我が国独自の影響評価データである放射線業務従事者のデータ(外部被ばく)、原爆被爆者のデータ(外部被ばく)を補完するために、電源開発促進対策特別会計法に基づく「原子力発電施設等放射線業務従事者等に係る疫学的調査」の一環として、当協会が設置した「倫理委員会」の承認を得て実施された。特に、外部被ばく・内部被ばくの両方を伴う低線量放射線の反復慢性被ばくによる健康影響に関する知見は、他の調査では得られない貴重なデータである。

２．カザフスタンにおける核実験の状況

第二次世界大戦後、現在までに全世界で約 2,030～2,110 回（2009 年 10 月現在）の核爆発実験が行われた。実験回数は、情報源により異なっているものもあるが、アメリカ 1,011～1053 回、旧ソビエト連邦 715～738 回、フランス 210 回、イギリス 45～47 回、中国 45 回、インド 3～6 回、パキスタン 2～6 回、北朝鮮 2 回とされている。他に南アフリカ共和国とイスラエルも核実験を実施したという疑惑が持たれている。このうち旧ソビエト連邦の核実験は、現在のカザフスタンの大草原地帯に位置するセミパラチンスク実験場(STS)で開始され、その後、北極圏のノバヤ・ゼムリャ島等でも行われるようになった(添付資料−1)。

カザフスタンは、ロシア連邦の南、中国の西に隣接しており、旧ソビエト連邦時代には連邦の一構成国(カザフ・ソビエト社会主義共和国)であったが、ソビエト連邦の崩壊に伴い 1991 年 12 月に独立した。独立当時の首都はアルマティであったが 1997 年に現在のアスタナへ移さ

れた。カザフスタンの面積は 2,717,300 km² で、2008 年時点での人口は 15,637,000 人である。石油、石炭、天然ガス、ウラン、亜鉛、金、銀、銅、鉄、鉛、クロム、ニッケル、ボーキサイト、マンガン、コバルト、硫黄、リン等の鉱物資源に恵まれている。

STS はポリゴン(Polygon)とも呼ばれ、カザフスタンの東北部にあり、中国からカザフスタンを経てオビ川に流入するイルティッシュ(Irtysh)川の西方に位置している。面積は約 18,500 km²で四国(18,300 km²)とほぼ等しい。この STS では、1949 年から 1989 年の約 40 年間に軍事目的および平和利用目的で 456 回(非公表実験を含めると 468 回とも言われている)の実験が行われた(添付資料-2)。この実験回数は世界の核実験場の中でネバダの 928 回についで二番目に多いが、影響を受けた人数は 100 万人以上で、ネバダの約 13,200 人とされる人数に比べて圧倒的に多い。放出された総エネルギーは、TNT 火薬約 18.6 メガトン相当で、広島に投下された原爆約 1,160 個分に相当する。特に 1949 年から 1962 年までは STS 北部にある実験フィールドで 118 回の地表および大気圏内核爆発実験が行われた。そのうち 30 回は地表、88 回は空中での実験である。地表実験のうち 5 回は不成功に終わった。

1963 年にアメリカ、イギリス、ソビエト連邦の 3 ヵ国が「大気圏内、宇宙空間および水中における核兵器実験を禁止する条約(部分的核実験禁止条約 : PTBT)」に調印し、10 月に発効したことを受け、それ以後は、STS 南西部のデゲレン地区と南東部のバラパン地区で地下核実験が行われた。デゲレン地区では 239 回(1961～1989 年)、バラパン地区では 109 回(1968 ~ 1989 年)の実験が行われ、このうち 4 回(Chagan、Sary-Uzen、Telkem、Telkem-2)は、クレーターを形成するための爆発(掘削実験)で、核爆発物は地下の浅い所に置かれていた。最初の掘削実験である 1965 年 1 月 15 日の核実験(Chagan 実験 : 140 kt の水爆実験)は最も規模の大きいもので、高さ 100 m にもおよぶ崖に囲まれた直径約 400 m、深さ約 100 m の「原子湖」(Chagan 湖)と呼ばれる湖が形成された。地下実験のうち 13 回は、放射性核種が大気中に漏出したとされている。

３．核実験による被ばくとカザフスタン国内の動向

核実験の中で、STS 周辺住民に大きな影響を与えたのは、大気圏内の核実験であった(**図１**)。最初の核実験は、1949 年 8 月 29 日午前 7 時に実施された。この最初の原子爆弾は、出力 22 kt のプルトニウム爆弾(長崎原爆ファットマンのコピー)で、地上 30 m の鉄塔の上で行われた。当時の風速は約 60 km/h で、巻き上げられた土塵に吸着した放射性核種を含む放射性雲は、事前に住民避難の処置が取られなかったため、風下に当たる北東方向のドロン村始め、その周辺の住民に被ばくをもたらした。

また、1953 年 8 月 12 日には、旧ソビエト連邦最初の水爆実験がこの試験場の地上 30m の高さで行われた。この爆弾の TNT 換算出力は 400 kt で広島に投下された原爆(16 kt)の 25 倍であった。この時は、政府はフォールアウトが予測される村の住民を 3 日間避難させたが、風速が予想より速く、避難が間に合わなかった村人が被ばくした。

実験期間中に被ばくした住民の多くは、STS 周辺、特に STS に隣接した旧セミパラチンスク州に居住していた人達である。

旧ソビエト連邦保健省は、1957 年に旧核実験場周辺住民の放射線被ばくの影響を調査するために第 4 診療所(Dispensary N4)をセミパラチンスクに設置した。この診療所は表向きは「ブルセラ病対策診療所：Antibrucellosis Dispensary」とされたが、通常の臨床および生物医学的活動に加え、セミパフチンスク州の住民の健康状態に関するデータの収集も行っていた。この診療所は後に 1991 年にカザフスタンがソビエト連邦から独立したことに伴い、国立の放射線医学環境研究所(Scientific Research Institute for Radiation Medicine and Ecology)となった。

一方、1989 年 2 月、カザフスタン平和活動家、Suleimenov 氏の呼びかけをきっかけに反核住民運動が始まり、同年 9 月にはネバダの被ばく者と連帯によるネバダ・セミパラチンスク運動として大きく展開した。これを受けて、1991 年 8 月カザフ・ソビエト社会主義共和国の Nazarbayev 大統領は STS 閉鎖を宣言した(添付資料-3)。1991 年 12 月 16 日、同国はカザフスタン共和国と国名を変え、ソビエト連邦から独立した。1992 年には核兵器の完全廃棄に向けた段階的削減を宣言し、1995 年 5 月に最後の核装置が除去されて非核兵器保有国となった。

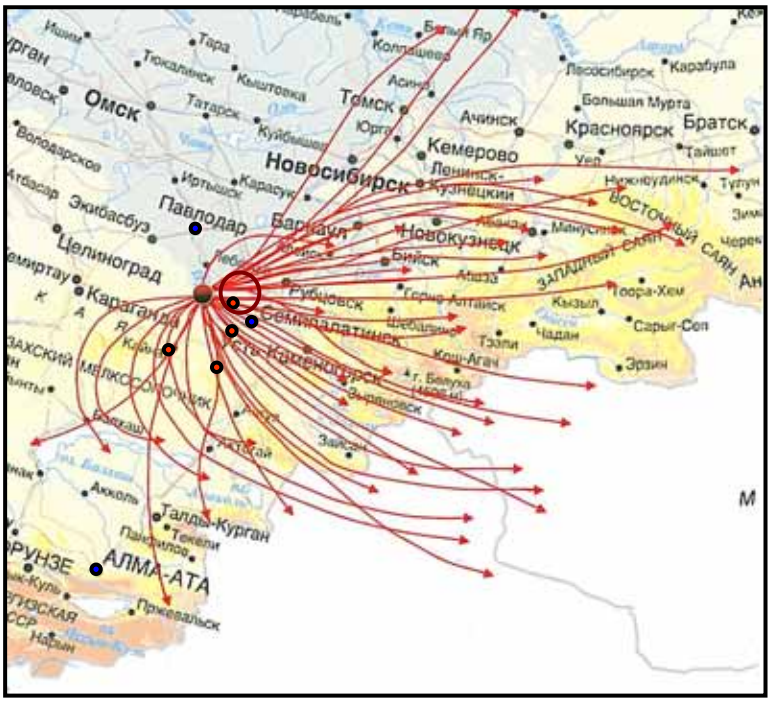


図１　大気圏内核実験時の主な放射性雲の飛跡

青い丸はセミパラチンスク市とパブロダール市、赤い丸はセミパラチンスク集団-I の 4 村、赤い輪はセミパラチンスク集団-II の各村のある地域を示す。

STS で第 1 回の核実験が行われてから 60 年となる 2009 年 6 月 18 日に記念式典が開催され、Nazarbayev 大統領は、北朝鮮やイランの核問題を挙げた上で、「ソビエト連邦崩壊後に世界 4 位の量の核兵器を引き継ぎながら、核兵器の放棄を決断したカザフスタンは、反核運動の世界的指導国の一つになった。5 ヵ国(カザフスタン、ウズベキスタン、キルギス、タジキスタン、トルクメニスタン)が条約を結び非核地帯になった中央アジアなどの先例を他の地域にも広げるべきだ」と述べている。

４．核実験に対する国際的な動向と日本の対応

中央アジア非核地帯化は 1993 年 9 月の第 48 回国連総会でウズベキスタンの Karimov 大統領によって提案された。1997 年 2 月にアルマティで中央アジア 5 ヵ国（カザフスタン、ウズベキスタン、キルギス、タジキスタン、トルクメニスタン）の首脳会議が開催され、非核地帯化の推進に関する 5 ヵ国首脳会議声明（アルマティ宣言）が発表された。その後、これら中央アジア 5 ヵ国は国連軍縮局と IAEA 専門家の支援により、ジュネーブ、アシガバット、タシケント、札幌、サマルカンドなどの都市において専門家作業会合を持ち、条約案を検討した。2006 年 9 月、これら 5 ヵ国の首脳はセミパラチンスク（現在の名は「セメィ」）で「中央アジア非核兵器地帯条約（Treaty on A Nuclear-Weapon-Free-Zone in Central Asia：通称、セメィ条約（Treaty of Semey）」に調印し、2009 年 3 月に発効した。

STS 周辺住民の被ばくについては、人道的問題、社会的問題として国際的にも高い関心が持たれ、国連では 1997 年の第 52 回総会および 1998 年の第 53 回総会において、カザフスタンへの支援計画「カザフスタンのセミパラチンスク地域における人々と環境の回復および経済開発のための国際協力とその調整」が採択された。

これに先立ち、1995 年にはカザフスタン共和国外務省から世界で唯一の原爆被爆国である日本に対し、核実験の人体および環境に与えた影響に関する合同調査の要請がなされた。また、1997 年 7 月に「ロシア・中央アジア対話ミッション」（団長：小渕衆議院議員）がカザフスタンを訪問した際には、Nazarbayev 大統領から、世界で唯一の原爆被爆国である日本に対しセミパラチンスク問題の解決のために支援して欲しいとの要請があった。これらの要請や 1997 年の第 52 回国連総会および 1998 年の第 53 回総会における決議に応え、日本は多くの支援や共同研究を実施してきた。これに対し、Nazarbayev 大統領は 2008 年 6 月に来日した際に、天皇陛下との会談において、STS 周辺での放射線被ばく対策など日本の援助等に対する謝意を表した。

2009 年 5 月 5 日に国連本部で核拡散防止条約（NPT）再検討委員会議の準備委員会が開かれ、2010 年 5 月に国連本部で再検討委員会議が開催されることになった。これに先立ち、2009 年 4 月 5 日、Obama アメリカ大統領はチェコの首都プラハで、核不拡散問題について「アメリカは核廃絶に向けて行動する道義的責任を有する」と演説し、4 年以内に兵器用核物質の拡散を防ぐ体制を構築するために、(1) 米ロの核軍縮交渉の促進、(2) 兵器用核物質の生産防止を目的とした新しいパートナーシップの構築、(3) 核の闇市場の撲滅－などを実施するとの方針を示した。一方、日本はカザフスタンと共に、国連本部で 2009 年 8 月 10 日から 9 月 30 日まで広島・長崎の原爆被爆とセミパラチンスク旧核実験場周辺住民の被ばくを紹介し、核廃絶を訴えるための展示会を開催した。

５．調査の開始と経過

日本の外務省は、1997 年の第 52 回国連総会（添付資料−4）および 1998 年の第 53 回国連総会における決議（添付資料−5）を受けて 1999（平成 11）年 9 月、国連と共催で「セミパラチンスク支援東京国際会議」を開催した（添付資料−6）。会議の席上で外務省は参加した 43 ヵ国に対して、

国連決議にある ① 医療支援、② 環境支援、③ 経済支援、④ 人道支援のうち、特に ① 医療支援を進める旨を報告し、科学技術庁(平成 13 年 1 月に文部省との統合により文部科学省に改組)は、科学的立場から既存資料の分析を行い、STS 周辺住民の健康影響調査実施の可能性を協会に委託して検討することを表明した(添付資料−7)。

平成 11 年 10 月、科学技術庁からの委託を受け、協会では外部有識者等からなる「セミパラチンスク健康影響調査検討委員会」(以下「検討委員会」)を設置し、健康影響調査実施の可能性の検討を諮問した。検討委員会は現地調査や現地専門家の招聘などにより情報収集を行い、予備調査の結果、「健康影響調査(疫学調査)の実施に必要な 2 つの情報、医療情報と線量情報が疫学調査の基礎資料として利用可能であると評価できることから、本格的健康影響調査の実施は可能であると考えられる。長期的視野にたった継続性のある調査研究の推進が必要である。」と結論し、平成 13 年 3 月、文部科学省に報告した(添付資料−8)。

文部科学省ではこの結論を基に疫学調査を進めることとし、協会に委託して平成 13 年 4 月から調査を開始することとした。協会では委託を受けて、調査計画の企画、調査成果の評価等を行うために疫学、医学、統計学、線量評価等の専門家からなる「セミパラチンスク健康影響調査委員会」(以下「調査委員会」)を設置し、カザフスタン国内の研究機関の協力を得て調査を進めることとした。

当初の平成 13 年 7 月から平成 16 年 12 月までは、カザフスタン共和国法務省東カザフスタン支所により認可登録された非営利組織の公益法人、放射線影響調査・防護センター(CSPRE : Center for Study of Protection of Radiation Effects, Republic of Kazakhstan)と共同調査についての合意文書「セミパラチンスク健康影響調査の実施に係る協力に関する協議議事録」(添付資料−9)、「セミパラチンスク健康影響調査の実施に係る協力のための日本国財団法人放射線影響協会とカザフスタン共和国社団法人放射線影響調査・防護センターとの間の協議議事録に関する了解文書」(添付資料−10)を取り交わし、これらの合意に従って会計年度ごとに契約を行い、現地における住民の情報等を収集した。

カザフスタン国内での調査をさらに円滑に進めるために、平成 16 年 10 月に、カザフスタン国内で旧核実験場管理の一元的権限を有する国立原子力センター(NNC : National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan)と「セミパラチンスク旧核実験場地域における健康影響調査の共同実施に関する会合の覚書」(添付資料−11)を取り交わし、平成 17 年 1 月以降 NNC と協力し、住民に関する情報等の収集を行った。平成 18 年度には平成 17 年度までの調査情報を取りまとめ、中間報告書を作成した。平成 20 年度末(平成 21 年 3 月 31 日)で本調査が終了したことに伴い、データベース等の知的財産権が文部科学省から協会に移譲された。これに伴い協会は NNC と「セミパラチンスク旧核実験場地域における健康影響調査の成果の有効な利用に関する協定」を締結して平成 20 年度末までに構築したデータベースおよび関連する事項の知的財産権を両者で共有することとした(添付資料−12)。

II. 調査体制

１．日本国内における調査体制

協会では「セミパラチンスク地域住民等健康影響調査」を開始するにあたり専門分野からの検討と調査の円滑な推進を図るために「調査委員会」を設置するとともに、調査実施上の具体的事項について検討するために調査委員会の下に分科会を設け、調査委員会の方針のもとに調査を進めてきた。

平成 13 年度は疫学分科会、線量分科会の 2 分科会を設置し、調査の開始に伴う調査計画、情報の収集整理の進め方、被ばく線量評価の進め方、電子計算機システムおよびデータベースの構築についての検討を行った。平成 14 ～ 15 年度は疫学・統計分科会、臨床・病理分科会、線量計算分科会、染色体分科会の 4 分科会を設け、調査実施方法、収集情報の検討と検証、被ばく線量評価と検証の進め方等について検討を行った。平成 16～18 年度は疫学･臨床分科会と線量計算分科会を設置し､その下に3つのワーキンググループ（臨床･病理ワーキンググループ、線量評価ワーキンググループ、染色体ワーキンググループ）を設け、調査実施方法、収集情報の検討と検証、被ばく線量評価と検証の進め方等についての検討を行った。平成 20 年度は、調査の進行状況等を考慮して調査委員会を改組するとともに、分科会およびワーキンググループを廃止し、必要に応じて専門家によるアドホックの検討会を開催して実務レベルでの検討を行った。

２．カザフスタン国内における調査体制

カザフスタン国内の体制に関しては、平成 13 年 4 月以降、調査協力機関の選定を進め、平成 13 年 7 月に CSPRE と合意の上、協議議事録と了解文書を取り交わし、CSPRE が調査協力機関として現地での住民に関する調査等を担当することとなった。その後、平成 16 年 10 月に NNC と協会とが協定を結び、平成 17 年 1 月から CSPRE に代わって本調査の調査協力機関となった。移行期の平成 17 年度には NNC が CSPRE の調査実務を監督・調整しつつ統括的に調査を進めたが、平成 18 年度から NNC が調査を一元化して行うために、NNC 内の放射線安全･生態学研究所（IRSE：Institute of Radiation Safety and Ecology）に調査実施部門を設置した。これに伴い、NNC 本部が管理運営を担当し、傘下の IRSE が調査実務を担う体制に移行した。平成19年度および平成20年度は､さらに調査実施の効率と調査に対する意識の向上のために、協会と NNC の協議・打合せを通して体制の強化に努めた。

３．協会と調査協力機関（CSPRE/NNC）との連絡・協議体制

CSPRE と協会の間のデータ通信に当たっては、調査データや報告書等は CSPRE に設置された電子計算機システムから無線で現地のインターネットプロバイダーに接続し、衛星回線を通してモスクワに送られ、地上回線で協会に設置した専用サーバに送られた。調査データは毎

月 2 回、CSPRE から協会に送られた。また、年 2 回、報告書の提出を受けた。さらに協会職員および専門家が年に 3～4 回、カザフスタンあるいはモスクワ等に出張し CSPRE と調査に関する打合せ・協議を行った。

平成 17 年 1 月以降は、NNC がデータを取りまとめて協会に送ることとし、NNC とはインターネット経由で電子メール等により常時、連絡を取る体制となった。NNC からは毎月 1 回、データベースおよび付属資料が協会に送られ、協会ではこれを集計して情報を確認するとともに、不備や矛盾があった場合には調査対象者を特定して、NNC とデータの確認、修正等の連絡を取り合った。また、四半期毎に NNC から報告書の提出を受け、データの収集状況のみならず、関連情報の入手、業務の進捗状況の把握を行った。さらに、年に 2～3 回、NNC を訪問し、打合せと協議を行い、現地での調査の進捗状況の確認を行うとともに、関連する情報を共有するよう努めた。

III. 情報の収集、データベース構築およびデータ解析

１．健康影響の解析･評価に必要な情報

核実験による放射線被ばくの健康影響を解析するために必要な情報としては､被ばく調査対象者それぞれの被ばく線量と死因(あるいは罹患)情報である。Gordeev らにより作成された被ばく線量計算式 (以下「ロシア計算方式」: p.33 参照)により個人の被ばく線量を計算するために、実験期間中に居住していた場所を特定するとともに、計算に用いるための核実験データ、住宅の建材､職業･年齢別の屋外滞在時間や食物摂取量等のパラメータの入手に努めた。一方、死因情報は住民登録所で入手した。

２．調査対象地域と調査対象集団

(1) 調査対象集団設定の経緯

調査の対象とした母集団は、1949 年 1 月から 1963 年 12 月の間に調査対象地域に居住したことのある住民全員とし、以下に示すように公文書館において、この期間に世帯文書に登録した住民を網羅的にリストアップし、データベースに入力した。

被ばく対象集団は空中および地表核実験が行われた 1949 年から 1963 年までの期間に被ばく調査地域として設定した村に居住した経歴を有する住民とし、対照調査集団はこの期間、対照調査地域として選定した村に居住した経歴を有し、かつ被ばく地域に居住した経歴のない住民とした。

被ばく調査地域として、旧セミパラチンスク州(現、東カザフスタン州の一部)の旧核実験場(STS)周辺の 4 村(ドロン、ズナメンカ、カイナール、カラウール)を選定し、平成 13 年度はズナメンカの、平成 14 年度からはドロン、カイナール、カラウールの住民を対象に、1949 年 1 月から 1963 年 3 月末までの期間に、これらの村に居住したことのある住民の個人基本情報(個人の姓名、性、生年月日、民族等)および医療情報(死因情報、死亡年月日)を収集し、情報を確認した上で、電子計算機入力を行った。これらの被ばく調査対象者を、暫定的にセミパラチンスク集団-I と呼ぶこととした。

対照調査地域としてパブロダール市郊外のケネス、ケンジェコール、ジャナアウル(現在のパブロダールスコエ)の各村を選定し、1949 年から 1963 年までの間にこれらの 3 村に居住していた住民について平成 15 年度から個人基本情報、居住歴、死因などの情報の収集を行ってきた。これらパブロダール州の各村の住民について、放射線被ばくあるいは放射性核種による汚染の有無を確認するために、ジャナアウル(パブロダールスコエ) の住民について、平成 17 年度に染色体検査を行ったところ、染色体異常が高頻度に見られ、環境汚染化学物質による影響を受けた可能性が指摘された。現地の状況を調査した結果、パブロダール市から南方のアクス市、西方のエキバスツズ市にかけては新しい工業地帯として発展している地帯であることが判った。このため、この調査対象者の集団は解析対象として適切か再検討する必要があり、パブロダール集団-I として分けて取り扱うこととした(**図２**)。

上記、セミパラチンスク集団-I の被ばく対象者についてロシア計算方式による線量計算を行った結果、セミパラチンスク地区住民の線量分布では 1.0 Sv 以下が大部分であり、統計学的検出力を高め、線量効果関係を解析するためには、さらに調査対象者の数を増やし、解析精度を高めることが重要であると考えられた。そこで新たに被ばく調査地域を追加することとし、

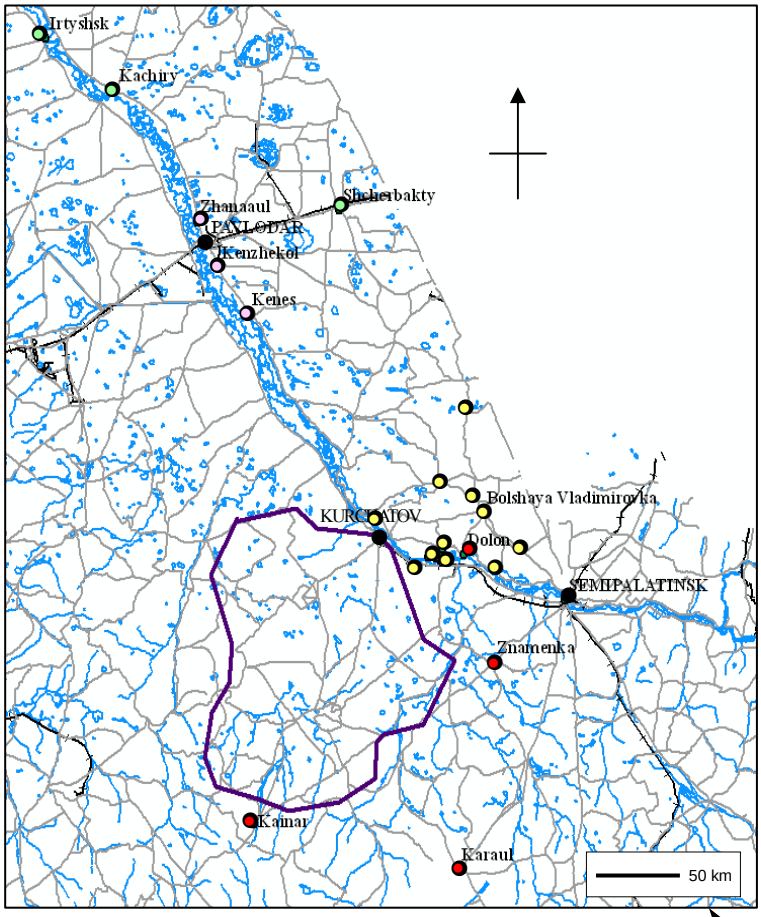
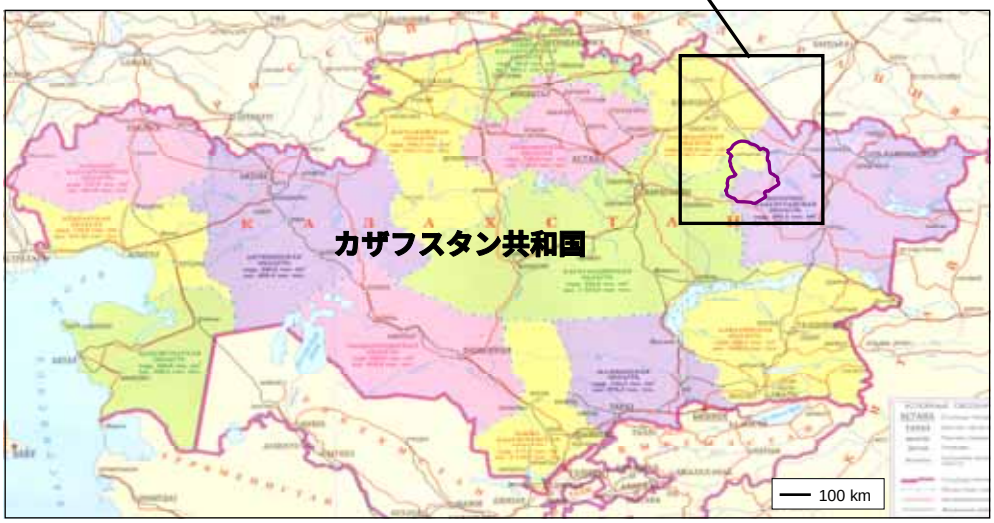


図２　調査対象地域

太い紫色の線で囲まれたところが旧核実験場である。その北東部の端に核実験の基地となった秘密都市、クルチャトフ(黒丸)があり、現在は NNC の本部と傘下の３研究所がある。さらに東方にセミパラチンスク(黒丸)がある。実験場の東方、南方が主な被ばく地域で、セミパラチンスク集団-I(ドロン、ズナメンカ、カイナール、カラウール：赤色）の各村、セミパラチンスク集団-II（ボルシャヤ・ウラディミロフカ、チェレムシュキ、モスティク、他：黄色)の各村がある。また、実験場の北方にはパブロダール(黒丸)があり、その周囲にパブロダール集団-I(ケネス、ケンジェコール、ジャナアウル：桃色)の各村が、その北方・東方にパブロダール集団-II（イスルティシュスク、カチリ、シェルバクティ：緑色)の各村がある。

拡 大



条件に合う地域として、核実験時の放射性雲の飛跡や線量測定データなどから、東カザフスタン州ベスカラガイ行政区でドロン村に近いボルシャヤ・ウラディミロフカ、マラヤ・ウラディミロフカ、モスティク、チェレムシュキ、ブデネ、イズヴェスツク、ベステレック等を選定した。これらの村はカザフスタン共和国政府により「高度被ばく地域」として認定されており、被ばく調査の対象地域とすることは適切であろうと考えられた。1949 年から 1963 年までの期間にこれらの村に居住したことのある住民について個人基本情報の収集を開始した。これらの被ばく調査対象者群を、暫定的にセミパラチンスク集団-II と呼ぶこととした。

放射線被ばくの健康影響を調査する場合、調査対象地域と環境がほぼ同じで、被ばくしていない地域の住民と比較することが有効であることから、新たに、被ばくしていない対照調査集団として、放射性雲が通過していない地域の住民を選定することとした。条件に合う地域として、パブロダール州北部・東部のカチリ、イルティシュスク、シェルバクティの 3 村は、比較的人数が多く、農村地帯であり、大規模な工場がないため公害の懸念もなく、また、パブロダール市から 85 km 以上も離れていて放射性雲の飛跡とは別の方向であるなど、新たな対照調査地域として適当であると考えられた。そのため、平成 18 ~ 19 年度に染色体の検査を行い、その結果、被ばくによる影響がないことを確認した上で、1949 年から 1963 年までの間にこれらの 3 村に居住していた住民について個人基本情報の収集を開始した。これらの住民を、暫定的にパブロダール集団-II と呼ぶこととした。

（2）調査対象集団の概要

1）セミパラチンスク集団-I　－ドロン、ズナメンカ、カイナール、カラウール－

平成 13 年度からズナメンカの住民について個人基本情報（氏名、性、生年月日、民族等）や医療情報（死因情報）の収集を開始した。平成 14 年度には、さらにドロン、カイナール、カラウールを選択し、調査を行った。これらの村は旧セミパラチンスク州における代表的な被ばく地域として「非常事態地域（Emergency area）」に指定されており、核実験時に測定された照射線量率のデータが公表されている。これらの村は**表１**に示すように実験当時の人口が比較的多く、村役場が置かれていて、独自の公文書館があり、世帯文書が保管されている。

表１　1950 **年当時の人口（単位は人）**

村	村全体の人口	主集落の人口
ドロン	1,215	958
ズナメンカ	1,757	1,092
カイナール	2,299	1,974
カラウール	2,387	2,387

2）セミパラチンスク集団-II　－ベスカラガイ行政区－

平成 18 年度に追加した被ばく調査地域はセミパラチンスク実験場に隣接している。この地域はカザフスタン共和国の法律「セミパラチンスク実験場における核実験で被ばくした人々の社会的保護に関する法律」の中で、「非常事態地域」あるいは「高度被ばく地域（Maximum exposure area）」に指定されている。新たに追加した被ばく調査地域はベスカラガイ行政区の 11

村（**図３**）で、モスティク、チェルムシュキ、ブデネが非常事態地域に、ボルシャヤ・ウラディミロフカ、マラヤ・ウラディミロフカ、イズヴェスツク、ベステレック、カノネルカ、セミヤルカ、セメノフカ、ソスノフカが高度被ばく地域に指定されている。

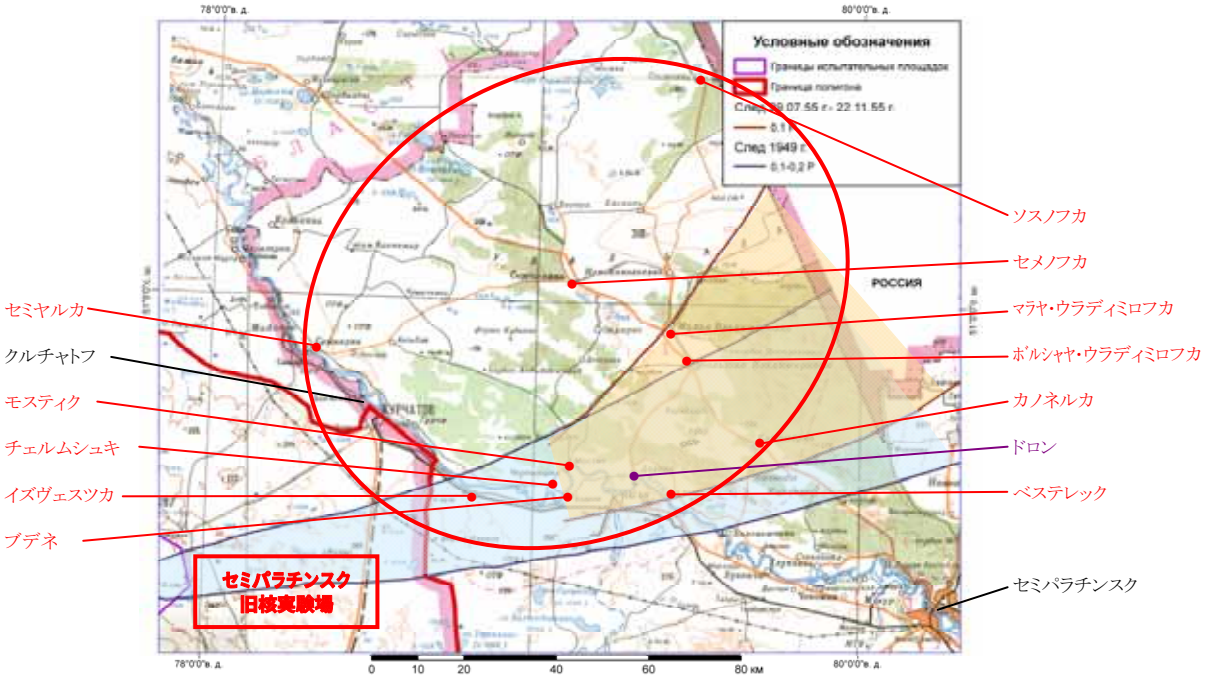


図３　ベスカラガイ行政区における被ばく調査地域

赤い線で示した左側がセミパラチンスク旧核実験場、赤い楕円形の範囲内に平成 18 年度に追加した被ばく調査地域が赤い点で、当初からの被ばく調査地域のドロン村を紫色の点で示している。水色の範囲が 1949 年 8 月の核実験による照射線量 0.1 ~ 0.2 R の範囲、ベージュ色の範囲が、1955 年 7 月と 11 月の実験による照射線量 0.1 R の範囲とされている。

これらの村やドロンがあるベスカラガイ行政区は東カザフスタン州の北西部にあり、同州の 19 行政区の 1 つで核実験場に隣接している。この行政区に属する集落は 33 あり、行政の中心地はボルシャヤ・ウラディミロフカである。行政区全体の人口は約 25,400 人で、24 の民族からなり、カザフ人約 17,400 人（67.4%）、ロシア人約 6,200 人（25.3%）、他約 1,800 人（7.3%）である。医療は、地域中央病院（25 床）と結核病院（51 床）が各 1 つ、診療所が 20 ある。この行政区の産業は農業が主で、穀物類の生産の他、醸造、酪農、林業などである。気候は東カザフスタン州やパブロダール州とほぼ同様で、大陸性気候で年間降雨量は少ない。

この地区は、STS の実験フィールドの核爆発中心地から、約 70 ~ 140 km 離れており、核爆発実験による被ばくを繰り返し受けた（**表２**）。特に 1949、1955、1961、1962 年の核実験の影響が大きい。この地域で最も著しい放射線被ばくは、1949 年に行われた核実験によるものである。

<u>1949 年 8 月 29 日の核爆発実験</u>：午前 7 時 00 分に実験フィールドのサイト P-1 で核爆発実験が行われた。出力は 22 kt、爆発の高度は 30m、地表面から雲の最先端に向かう大気圏中の上昇流の速度は 45-50 km/時間、当時の風速は約 60 km/時間で東北東への向きで、ドロン、モステ

ィク、チェレムシュキ、ブデネ、ボルシャヤ・ウラディミロフカ等に影響を及ぼした。核爆発中心地からボルシャヤ・ウラディミロフカ村までの距離は約 120 km であった。

表２　ベスカラガイ行政区に影響を及ぼした核爆発実験

実験年月日	サイト	核爆発	高さ (m)	目的	出力 (kt)	放射性降下物
1949.8.29	S-1	地表	30	開発	22	実験場外
1955.7.29	S-3	地表	2.5	開発	1.3	実験場外
1955.8.2	S-2	地表	2.5	開発	12	実験場外
1955.8.5	S-2	地表	1.5	開発	1.2	実験場外
1955.11.6	－	空中	1,000	開発	250	成層圏
1961.9.9	S-7	地表	0	緊急	0.38	実験場外
1961.9.14	S-7	地表	1	開発	0.4	実験場外
1961.9.18	S-7	地表	1	開発	0.75	実験場外
1962.9.25	S-5	地表	0	開発	7	実験場外
1962.11.11	S-3	地表	8	開発	0.1	実験場外
1962.11.26	S-7	地表	0	緊急	0.031	実験場外
1965.1.15	Balapan	地下	- 178	掘削（原子湖）	140	実験場外
1965.10.14	Sary-Uzen	地下	- 48	掘削	1.1	実験場外

注：開発－核兵器開発（核爆発の完全性）、緊急－緊急時の状況や事態の調査
掘削－掘削工事（人造湖の作出）

３）パブロダール集団-I　－ケネス、ケンジェコール、ジャナアウル－

対照調査地域として設定したこれらの村はパブロダール州のほぼ中央、パブロダール市の周囲にある。これらの地域はカザフスタン共和国政府からは被ばく地域として認定はされていないが、コンビナート地帯の中にある。ケンジェコールの周辺には、アクス合金鉄工場およびアクス発電所がある。アクス合金鉄工場の排出物の多くは再利用されずに灰処分区域に蓄積されている。この灰には有害な化学物質（モリブデン、リン、クロム、マンガン、銅、スズ、ニッケル、亜鉛、銀等の化合物）が含まれ、これらの地区では、アンチモン、ヒ素、カドミウム、タリウムなどを含む揮発性有毒物質や灰が風により拡散し、付近に汚染をもたらしている。一方、染色体検査を行ったジャナアウル（パブロダールスコエ）から 4 ~ 6 km の距離には、互いに近接する化学工場、石油精製工場および第 3 発電所等がある。

パブロダール市周辺には、1950 年代頃からドイツやソビエト連邦各地から多くの人が移住して来た。これは、ソビエト連邦政府は 1954 年頃から連邦傘下の国民に北カザフスタンへの移住を勧め、パブロダール市周囲でも様々な産業の興隆を促したことによる（この大規模な人の移動を「ツェリーナ tselina（developing the virgin lands）」と呼んだ）。しかし、ソビエト連邦の崩壊後、帰国した人が多く、2002 年のパブロダール州の人口統計局の発表では、過去 10 年間に 297,353 人がパブロダール州に転入し、461,621 人が転出しするなど人口の変動が激しい。

４）パブロダール集団-II　－カチリ、イルティシュスク、シェルバクティ

平成 18 年度から対照調査のための候補地としてカチリ、イルティシュスク、シェルバクティ 3 村を選定し、個人基本情報の収集を開始した。これらの村は ① パブロダール市から北北西または

東北東に 85 ~ 180 km 離れており、コンビナート地帯の大気汚染などの公害は及んでいないと考えられる。② セミパラチンスク核実験場(STS)から 200 ~ 300 km 離れており、実験時の風向き、線量測定データ等から実験の影響が及んでいないと考えられる。③ 村の人口が多く、実験当時から現時点まで村として存続し(村の規模が小さな場合は、他の村に吸収されるなどにより消滅したものがある)、公文書館で世帯文書(税金徴収のための人員や家畜などの記録)が保管されている(町になると世帯文書は使われなくなる)。④ 基本的に農業地域で、穀物・野菜などの生産、牛や羊の飼育が主な産業で被ばく調査地域と同様の生活環境である。□ 人口構成は、カザフ人 約 46%、ロシア人 約 34%、その他(ウクライナ人、ドイツ人等) 約 20%で、被ばく調査地域と類似の人口構成である。

これらの 3 つの村の概要を**表３**に記載した。また、1976 年以降の各村における人口の変動の状況を**表４**に示した。

表３　パブロダール集団-II における調査対象地域の概要

行 政 区	カチリ	イルティシュスク	シェルバクティ
施政開始	1938 年	1938 年	1928 年
面積	6,800 km^2	10,200 km^2	6,800 km^2
人口	25,000 人	28,000 人	25,000 人
行政センター	カチリ村	イルティシュスク村	シェルバクティ村
パブロダールからの距離	北北西 112 km	北北西 180 km	東北東 85 km
人口構成 カザフ人 ロシア人 ウクライナ人 ドイツ人 その他	 40.2% 43.3% 7.0% 5.3% 4.2%	 57.6% 23.8% 8.3% 5.6% 4.7%	 38.3% 36.2% 8.3% 6.8% 10.4%
主な産業	穀物・野菜・果物栽培 肉製品、ミルク、卵 ウール 木材	穀物・野菜・果物栽培 肉製品、ミルク、卵 ウール 木材	穀物・野菜・果物栽培 肉製品、ミルク、卵 木材
耕作面積	137,200 ha	212,000 ha	153,900 ha
牧畜	牛、羊、山羊、 豚、馬、鳥	牛、羊、山羊、 豚、馬、鳥	牛、羊、山羊、 豚、馬、鳥
学校	一般学校（38） 職業学校（１）	一般学校（38） 職業学校（１）	一般学校（37） 職業学校（１）
医療機関	一般病院（１） 結核病院（１） 外来診療所（11）	一般病院（１） 結核病院（１） 外来診療所（12）	一般病院（１） 結核病院（１） 外来診療所（10）

表４　1976 **年以降の人口の変動（単位：千人）**

行 政 区	1976	1977	1978	1980	1985	1993	1996	2005/2006
カチリ	47.9	45.2	44.8	44.2	31.7	40.3	34.8	25.1
イルティシュスク	46.9	35.1	34.9	44.8	32.1	41.8	37.4	28.1
シェルバクティ	39.0	38.2	24.6	37.2	25.4	38.3	33.4	25.0

３．情報収集の方法

調査の対象とした母集団は、1949 年 1 月から 1963 年 12 月までの間に調査対象地域に居住したことのある住民全員とし、以下に示すように公文書館においてこの期間に世帯文書に登記されたことのある住民を網羅的にリストアップし、データベースに入力した。調査対象者に関する情報の収集方法は以下の通りである。

（1）情報収集の手順

情報収集の手順は以下の通りである。

① 公文書館（Archives）で調査対象者のリストを作成し、データベースに入力する。

② 法務局住民登録所（Citizen Registration Office：以下「住民登録所」）でデータの確認を行うとともに追加データを入手し、データベースに入力する。

③ 聴取り調査、その他の方法によるデータの確認と追加、修正を行う。

（2）それぞれの段階における作業

1）公文書館（新歴史文書センター）

公文書館は原則的に行政区ごとに設置されているが、行政区役所のある村の他、行政区内の各地域の中心となる村にも置かれている場合がある。公文書館では課税を目的として 3 年ごとに更新される世帯文書（household book）を管理している。住民は毎年、世帯文書に署名することになっており、世帯文書には同じ家に住む人のデータ（氏名・性・生年月日・住所・親族関係・職業・民族・移動日と移動場所・新しい住所への到着日・死亡日・死因）が登録されている。家畜も課税の対象となっており、家畜の種類や数も登記されている。

本調査では、初めに公文書館で調査対象者のリストを作成するためのデータを収集した。世帯文書自体はノートに手書きされたもので、複数のページから必要な情報を含む部分を探し、氏名、生年月日（年だけの場合もある）、性別、民族、死亡年（年のみ。死因の記載なし）、職業（コルホーズ労働者、生徒など）の情報をノートに書写するか、あるいはコピーを取った。しかし、実際には世帯文書に記載されている家族構成のリストには正確な生年月日等が書かれていない場合が多く、また、ほとんどが婚姻や転出などにより情報が中断していた。

2）住民登録所

住民の登録を行う法務局の機関で各行政区にあり、出生、死亡、婚姻等に関するデータが保管されている。世帯文書のデータを確認するとともに追加データを入手してデータベースに入力した。住民登録所で得られる情報は以下の通りである。① 出生証明書：氏名、生年月日、両親の氏名とそれぞれの生年月日。② 死亡証明書：氏名、死亡年月日、および公式死因。なお死亡届けには医者からの証明書が必要である。③ 婚姻：夫婦の氏名、婚姻年月日、以前の氏名の変更データ。

ただし、住民が他の地域に転出した場合には転出先の詳細な情報は記録されておらず、転出後に死亡した場合にはもとの住民登録所では情報が得られなかった。

３）聴取り調査

調査対象者本人、家族、親類、知人等からの聴取り調査により得られた情報は入力済みのデータと照合し、追加データを入力した。さらに、調査対象となっている各村以外に、セミパラチンスク市やクルチャトフ市でも聴取り調査を行い、調査対象地域の外に転出した対象者についても可能な限り追跡調査を行った。

４）その他

軍歴記録保管所（徴兵期間：各行政区）、各地域のがんセンター（がん）、診断センター（がん以外の疾病）などの公的機関における情報調査、標本検査などによりデータの信頼性確認を行うとともに、入力情報の確認、追加、修正、補完を行った。

軍歴記録保管所では、男性対象者の一部について徴兵に関する情報が調べられ、調査の結果、居住歴の欠落部分の状況を把握できる場合がある。徴兵期間中の勤務地は軍事機密であるため不明である場合が多いが、召集地から離れた地域の部隊に配属されるため、セミパラチンスク地区で召集された対象者が徴兵期間中にセミパラチンスク核実験場における核実験で被ばくした可能性はほとんどないと考えられる。

各がんセンター・診断センターにはカルテが保管されているが、セミパラチンスクがんセンターでは 1990 年の火災により古いデータの多くが失われた。なお、それぞれの州のがんセンター・診断センターでは州内の病院からがん・疾病に関する情報を集めているが、電子化されていないため、調査対象者に関する情報の検索は困難である。

４．居住歴情報、死亡情報等のデータベース構築

（１）データベースの基本構造

収集したデータを収納するためのデータベースの基本構造は、平成 14 年度の調査開始時に決定し、その後、改良を加えた。**図４**に基本構造を示す。

（２）データベースへの入力状況

各調査対象集団における調査概況を**表５**に示した。セミパラチンスク集団-I では平成13年度から調査を行っており、調査対象者数、生存者数、死亡者数がかなり充実している。セミパラチンスク集団-II は平成18年度から調査を開始した。パブロダール集団-I は、平成15年度から調査を開始したが、住民の移動の頻度が高く、セミパラチンスク集団-I に比べ生死判明者の割合が少ない。パブロダール集団-II については、平成18年度から予備調査を開始し、平成19年度に染色体検査の結果を得て対照調査集団とすることに決定した。個人基本情報が入力された調査対象者の人数はかなり多いが、居住歴の精度を上げるには時間がかかる見通しである。なお、被ばく地での居住歴はあるが、主な居住地がセミパラチンスク集団-I、-II の各村の主集落以外で上記の集団に分類されない住民は「未確定」に分類した。

カザフスタンで入力されたデータベースは、毎月1回、協会に送られた。平成20年度末（3月末）に受領したデータベースにおける調査対象者の数は、セミパラチンスク集団-I：25,505人、セミパラチンスク集団-II：26,430人、パブロダール集団-I：22,055人、パブロダール集団-II：48,302人で、「未確定」の9,431人を加えて、総数131,723人であった。

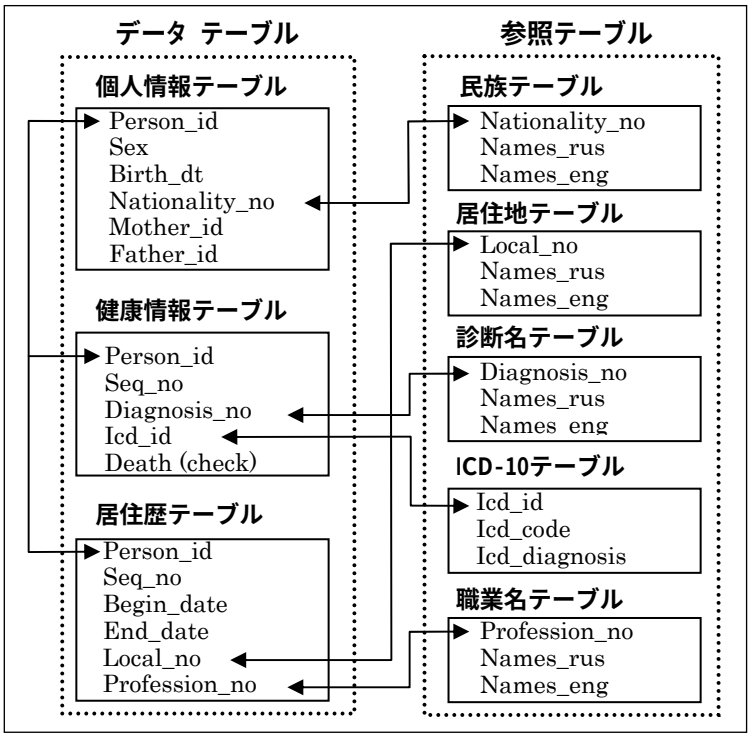


図４　データベースの基本構造

データは３つのデータテーブルに入力される。矢印はリンクを表す。

表５　各調査対象集団における調査概況

調査対象集団	村	染色体検査	臨床・病理検証	備考
セミパラチンスク集団-I（平成 13年度：調査開始）	ドロン	平成 15 年 9 月 男性 5 人	平成 14 年度：セミパラチンスクがんセンターの 97 症例を病理検証 平成 15 年度：セミパラチンスクがんセンターの 125 症例を病理検証平成 17 年度：セミパラチンスクがんセンターの 72 症例を病理検証 平成 19 年度：249 症例の ICD-10 コードを検証	住民の居住歴や死亡情報がかなり収集され、線量計算が可能である。 ESR 測定用の歯の収集 平成 14 年度:19 本 平成 15 年度:25 本 平成 17 年度:81 本
	ズナメンカ	平成 18 年 9 月 男性 5 人		
	カイナール	平成 14 年 11 月 男性 2 人、女性 1 人 平成 15 年 9 月 男性 5 人		
	カラウール	平成 15 年 9 月 男性 5 人		
セミパラチンスク集団-II（平成 18 年度：調査開始）	ボルシャヤ・ウラディミロフカ、マラヤ・ウラディミロフカ、チェレムシュキ、モスティク、ブデネ、ベステレック等			現時点では、実験の測定データや、住民の居住歴・死亡情報の収集が不十分である。
パブロダール集団-I（平成 15 年度：調査開始）	ケネス		平成16年度：パブロダールがんセンターの 50 症例を臨床検証、254 症例を病理検証 平成17年度：パブロダールがんセンターの 150 症例を病理検証	調査開始後、公害などの影響が大きいことが判明した。他地域への移住者が多く、住民の居住歴や死亡情報が十分には収集されていない。
	ケンジェコール	平成 16 年 11 月 男性 13 人		
	ジャナアウル	平成 16 年 11 月 男性 10 人		
パブロダール集団-II（平成 18 年度：調査開始）	カチリ	平成 19 年 1 月 男性 12 人、女性 12 人		平成 19 年度に、染色体検査の結果を受け、対照調査地域として決定した。
	イルティシュスク			
	シェルバクティ			

（3）データの整理から解析までの手順

毎月 1 回 NNC から送られてきたデータは、① 集計して以前のデータからの差分を調べるとともに、② 不備や欠落、矛盾などの過誤がないかを検査し、その後、③ 調査対象集団、村ごとに、居住歴情報、生死情報、死因情報等を整理集計して図示する。統計解析に当たっては、④ 分析の対象となる標本集団を選別し、⑤ 標本を抽出した後、⑥ 抽出標本を母集団と比較し同質性を検証し、⑦ 各村の年齢構成、民族構成、職業、性別などの特徴を調べるとともに、⑧ 抽出標本の死因を国際分類(ICD-10)により分類し集計する。

個人の被ばく線量はロシア計算方式に基づいて作製したプログラムにより計算する。まず、核実験に関するパラメータ等を用いて村ごとに ⑨ 外部被ばく線量計算用の「経過月別外部被ばく線量データテーブル」および ⑩ 内部被ばく線量計算用の「経過月別内部被ばく線量データテーブル」を作成し、次に、⑪ 核実験毎の物理的パラメータや各個人の生物学的パラメータおよび生態学的パラメータを基に、⑩と⑪の表を用いて外部被ばく線量と内部被ばく線量をそれぞれ計算し、それらを合算して実効線量を算出する。

次に、⑫ 上記⑧で抽出した標本につき、個人ごとの観察期間をもとに解析対象集団の人年計算を行うとともに、⑬ 解析対象とした集団全体について、および、⑭ ICD-10 コードで分類した死因ごとに被ばく線量範囲ごとの人数を集計する。これらの整理した情報をもとに、統計解析ソフトを使い、⑮ 被ばく対象者集団を線量範囲ごとにいくつかの被ばく群に分け、集団内部の比較による死亡率比を算出するとともに、⑯「Cox の比例ハザードモデル」を用いた解析により、被ばく以外に影響する要因の解析を行う。

なお、上記の丸数字は**図 5** 中の丸数字に対応している。

（4）データ解析システムの整備

上記のデータ解析の手順に沿い、データ集計から線量計算およびデータ統計解析に至るまでの一連の計算機プログラムを整備した。この計算機プログラム構成を**図 5** に示した。

5．入力したデータの整理と解析対象候補者の抽出

（1）居住歴情報および死亡情報の整理、解析対象候補者の抽出

入手したデータについて、上記のデータ解析手順に従って解析を進めた。その解析過程における検討結果を以下に示す。

1）カザフスタンの調査協力機関から送られてきたデータの検査と整理

NNC から協会に送られてきたデータについては、協会において不備、欠落、矛盾などの過誤がないかを確認し、NNC に照合の上、必要に応じてデータファイルを修正するよう連絡した。例として平成 20 年度末の平成 21 年 3 月時点のデータについて検出された入力情報の過誤を**表 6** に示した。これらは NNC において調査記録等で確認し、順次、修正を行った。

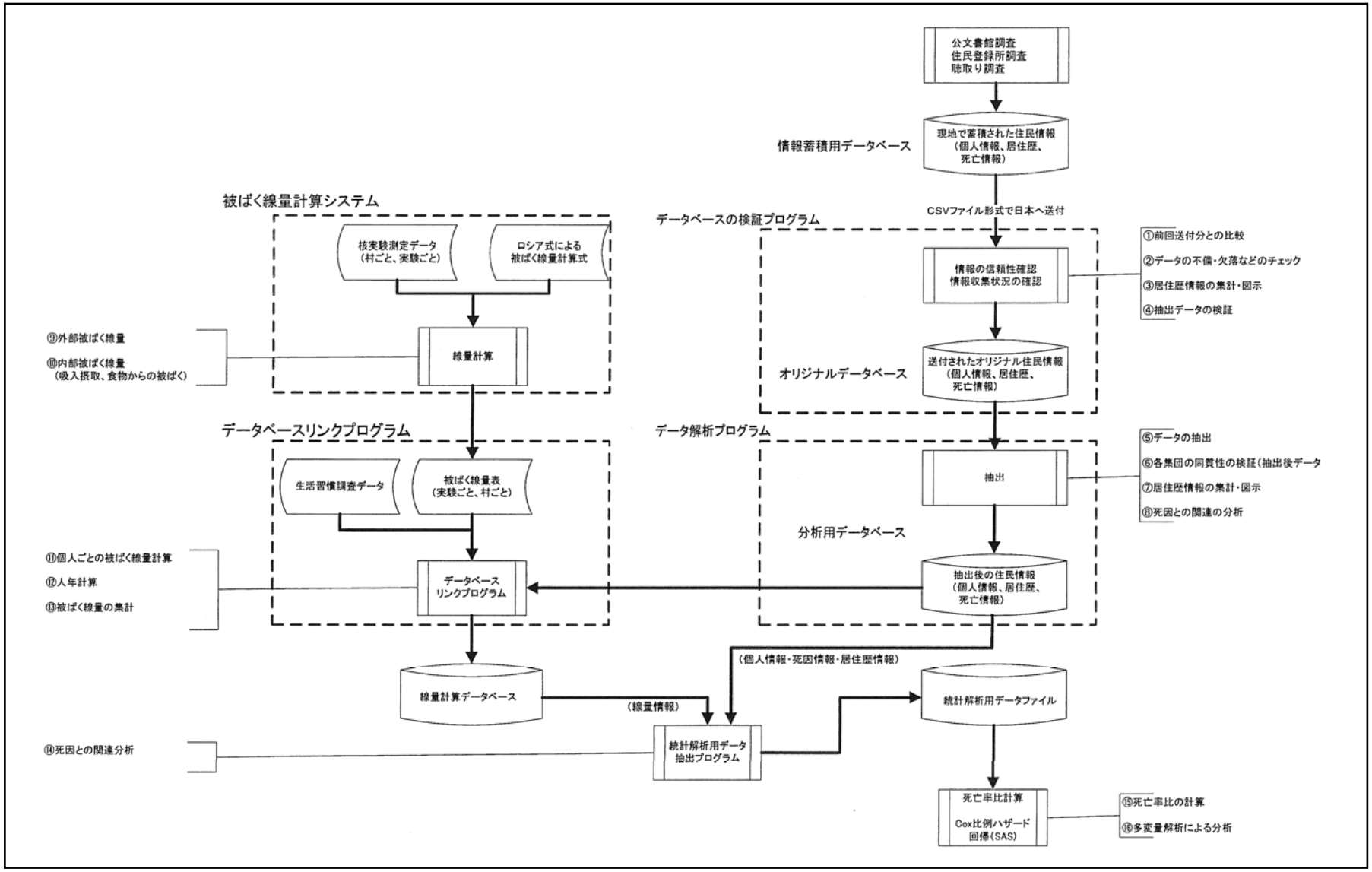


図５　データ統計解析までのプログラムの構成

表６　データベース入力情報の過誤

過 誤 の 内 訳	件数
個人情報関連	
出生日が不明	216
死因情報はあるが死亡日が不明	148
出生日 ＞ 死亡日	19※
1850 年以前に出生 または 2010 年以降に出生・死亡	35
セミパラチンスク DB とパブロダール DB の両方にエントリー	86
6 桁の person_id（通常は 7 桁または 8 桁）	1
死因情報関連	
主要な死因のチェック無し	15
複数の主要死因チェック	94
居住歴情報関連	
居住歴レコードの日付が不明	88
開始日 ＞ 終了日	108※
出生日以前または死亡日以降の居住歴	2,217 (2,213※)
居住期間の重複	899
（内、居住地が異なるもの）	334
1850 年以前または 2010 年以降の日付	5
居住歴レコードなし	20
その他	
地名コード（location_id）の重複	10
疾病コード（diagnosis_id）の重複	31
父親または母親とされる人物の性別の不正	114
父親または母親の生存期間外に出生	25,724
父親とも母親とも異なる民族	23,162

※ ソフトウェアの仕様上、日付データの月、日が不明な場合には、それぞれ 7、15 に置換されている（例：1949/08/??→1949/08/15、1963/??/??→1963/07/15）。

２）調査対象者の整理と分類

今回の報告書における解析では NNC から協会に送られてきた平成 21 年 3 月末時点の情報を用いた。居住歴データの整理と分類に当たっては、以下のような基準を用いた。

① 1949 年 1 月 ～1963 年 12 月の間に調査対象地域に居住した履歴がある調査対象者については、最も長い期間居住していた村を主居住地とした。

② 個人線量を計算するために、大気圏内で核実験が行われた 1949 年 ～ 1963 年の間の居住歴の充足の程度により調査対象者を S および A～D の 5 ランクに分類した。即ち 3 歳未満で死亡した調査対象者は居住歴の充足の程度にかかわらず「D ランク」とし、それ以外の調査対象者は居住歴充足率 100%の場合は「S ランク」、80～100%未満は「A ランク」、60～80%未満は「B ランク」、60%未満は「C ランク」とした。

平成 21 年 3 月末時点におけるデータベースの情報収集状況をまとめて**表７**に示した（詳細は添付資料-13 参照のこと）。これらの中から S ランク（1949 年 1 月 1 日 ～1963 年 12 月 31 日の居住歴が 100%判明）の住民を解析対象候補者として抽出した（**図６**）。抽出された S ランクの対象者数は 41,543 人、死亡情報は 19,265 件であった。

表７　各調査対象集団のデータ収集状況（平成 21 年 3 月末時点）

調査対象集団	居住歴ランク	調査対象者数	生死判明者数	生存者数	死亡者数	ICD-10付与数
セミパラチンスク集団-I	S	12,709	10,949	5,543	5,406	5,108
	A ~ D	12,796	1,927	327	1,600	1,454
	小計	25,505	12,876	5,870	7,006	6,562
セミパラチンスク集団-II	S	7,671	5,821	1,946	3,875	3,814
	A ~ D	18,759	1,266	179	1,087	936
	小計	26,430	7,087	2,125	4,962	4,750
パブロダール集団-I	S	7,408	4,497	1,750	2,747	2,746
	A ~ D	14,647	1,194	186	1,008	1,007
	小計	22,055	5,691	1,936	3,755	3,753
パブロダール集団-II	S	11,924	9,329	2,904	6,425	6,417
	A ~ D	36,378	2,550	709	1,841	1,841
	小計	48,302	11,879	3,613	8,266	8,258
未確定	S	1,831	1,282	470	812	767
	A ~ D	7,600	2,313	248	2,065	1,945
	小計	9,431	3,595	718	2,877	2,712
総　計	S	41,543	31,878	12,613	19,265	18,852
	A ~ D	90,180	9,250	1,649	7,601	7,183
	小計	131,723	41,128	14,262	26,866	26,035

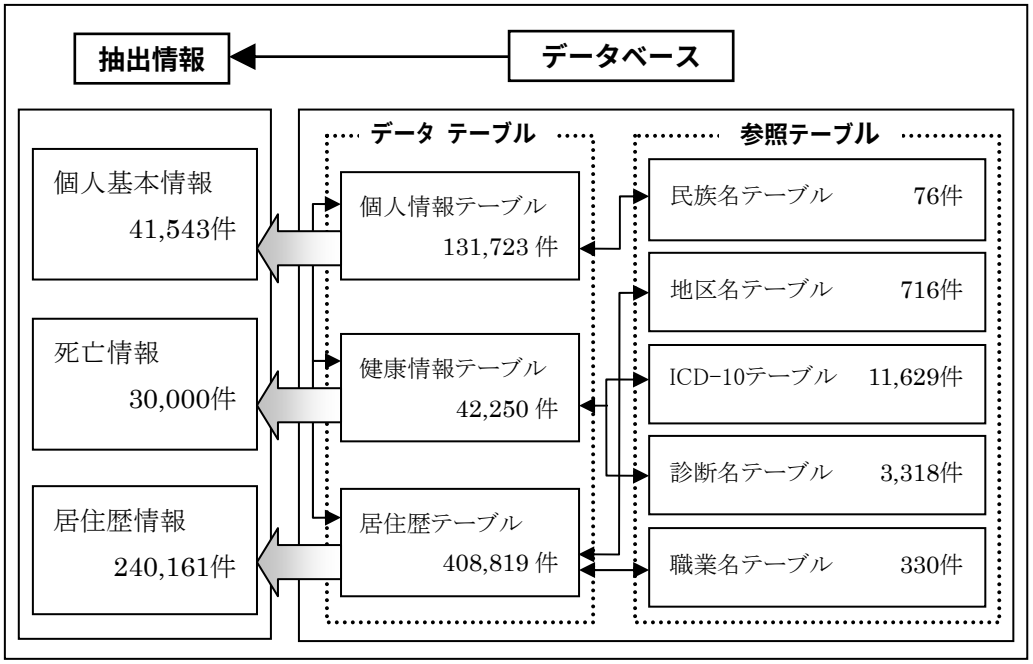


図６　データベースからの情報の抽出（平成 21 年 3 月末）

（2）抽出した解析対象候補者の情報の検討

母集団から収集されてデータベースに格納されたデータ（標本）をもとに、解析対象候補者（Sランクの調査対象者）を抽出した（抽出データ）。被ばく以外の条件が同質であるか、母集団、標本、抽出データそれぞれについて検討した。

1）各集団の特徴

i）セミパラチンスク集団-I：平成 13 年度の本調査開始時からズナメンカの住民の個人基本情報や死亡情報の収集を開始し、平成 14 年度からはさらにドロン、カイナール、カラウールの住民の個人基本情報や死亡情報の収集を行っている。これらの村は旧セミパラチンスク州における代表的な被ばく地域で、核実験時に照射線量の測定が行われ、データが公表されている。実験当時の人口が比較的多く、行政区役所あるいは支所が置かれていて、公文書館に世帯文書が保管されている。

ii）セミパラチンスク集団-II：平成 18 年度から調査を開始した被ばく調査地域である。主としてドロン周囲のベスカラガイ行政区の集落で、セミパラチンスク旧核実験場に隣接している。この地域は、カザフスタン共和国の法律「セミパラチンスク実験場における核実験で被ばくした人々の社会的保護に関する法律」の中で、モスティク、チェレムシュキ、ブデネが非常事態地域に、ボルシャヤ・ウラディミロフカ、マラヤ・ウラディミロフカ等が高度被ばく地域に指定されている。

iii）パブロダール集団-I：対象とした地域は被ばく地域とは認定されていない。本調査では平成 15 年度にパブロダール州のケネス、ケンジェコール、ジャナアウルを対照調査地域として選定し、1949 ~ 1963 年の間にこれらの 3 村に居住した住民の情報を収集している。平成 16 年度（2004 年度）に住民の染色体検査をした結果、染色体異常が高頻度に見られた。これらの村は工場地帯に隣接し、周辺に化学工場、石油精製工場、火力発電所、合金鉄工場などがあることから、環境汚染物質にばく露されている可能性が高いと考えられた。従って、対照調査集団としての取扱いについては、さらに慎重に考慮する必要がある。また、これらの村は人口の変動が激しく、ソビエト連邦崩壊後、もと居た国に帰国するなどで転出した人がかなり多い。2002 年のパブロダール州人口統計局のデータでは、過去 10 年間で 461,621 人がパブロダール州から転出し、297,353 人が転入している。

iv）パブロダール集団-II：平成 18 年度から予備的に調査を開始し、平成 19 年度にカチリ村住民の染色体検査の結果を受けて対照調査集団とすることに決定した。カチリ、イルティシュスク、シェルバクティ各村はパブロダール市から北方または東方に約 100 km 以上離れた農村で、核実験による影響のみならず、さらに工場からの環境汚染物質の影響もないと考えられる。村の人口が多く、公文書館に世帯文書が保管されているが、近年、人口が減少傾向にある。

2）標本および抽出データに関する検討

i）データの収集方法

a）セミパラチンスク集団-I：① 公文書館で 1949 ~ 1963 年に居住歴のある住民を調査対象者としてリストを作成し、さらに 2000 年までの世帯文書を調査した。次に ② 住民登録所の

住民登録で個人情報、死亡年月日、死因を調査した。その後 ③ 聴取り調査あるいは軍歴記録保管所、がんセンターなどでデータの確認と追加・修正を行った。

b）セミパラチンスク集団–II：当初は住民登録所で 1961 ~ 1963 年の住民登録を基に作ったリストに従って調査を行っていたが、その後、調査方法を従来の方法（1949 ~ 1963 年の世帯文書を調べ、1949 年 ~ 現在の住民登録所での個人情報収集と聴取り調査）に修正し、調査を進めた。

c）パブロダール集団–I：① 公文書館で 1949 ~ 1963 年に居住歴のある住民を調査対象者としてリストを作成し、さらに 2000 年までの世帯文書を調査した。次に ② 住民登録所の住民登録で 1949 ~ 2000 年の個人情報、死亡年月日・死因を調査した。その後 ③ 聴取り調査あるいは軍歴記録保管所、がんセンターなどでデータの確認と追加・修正を行った。

d）パブロダール集団–II：① 住民登録所で 1961 ~ 1963 年に居住歴のある住民を調査対象者としてリストを作成し、② そのリストに基づいて 1949 年 ~ 現在までのデータを収集した。その後 ③ 生存者から聴取り調査を行った。④ 平成 20 年 1 月以降は、セミパラチンスク集団–I と同じ調査方法に修正した。

ii）抽出前と抽出後の生存者、死亡者および生死未確認者の人数

各集団の抽出前の調査対象者全体、抽出後の S ランクと除外者（A ~ D ランク）について、生存者、死亡者および 生死未確認者の割合を比較した（**図 7**）。

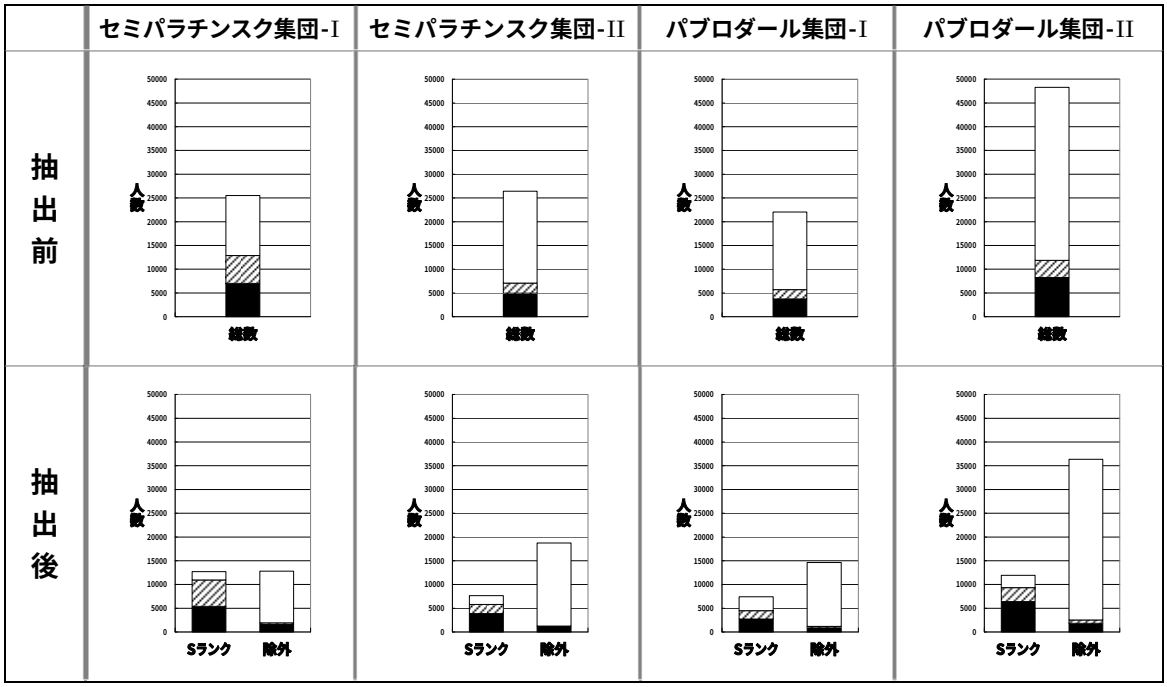


図 7　各集団の生存者、死亡者および 生死未確認者の人数

上段は全調査対象者について、下段は抽出後の S ランクと除外（A ~ D ランク）について生死未確認者（白色）、生存者（斜線）、死亡者（黒色）の人数を示した。

a）セミパラチンスク集団–I：抽出後の S ランクの人数は A ~ D ランク（除外）の人数とほぼ同数であるが、生死未確認者の割合はかなり小さい。

b）セミパラチンスク集団-II：抽出後の S ランクの人数は A ~ D ランク（除外）の人数に比べてかなり少なく、また生死未確認者の割合が大きい。今後、さらにデータ収集が必要である。

c）パブロダール集団-I：抽出後の S ランクの人数は A ~ D ランク（除外）の人数に比べて少なく、生死未確認者の割合が大きい。この地域は転出者が多く、多くの調査対象者については追跡が困難である。

d）パブロダール集団-II：抽出後の S ランクの人数は A ~ D ランク（除外）の人数に比べてかなり少ない。今後、さらにデータ収集が必要である。

以上のように平成 20 年度末時点では、セミパラチンスク集団-I については調査の経過も長く、かなりの充実が見られるが、他の 3 つの調査対象集団は未だ十分とはいえない。

iii）調査対象者数の年次別変動

調査対象者の居住歴は、死亡や転出に伴う行き先不明などにより打ち切られる場合が少なくない。カザフスタンでは日本のような戸籍制度がないため、転居した場合には、その多くは追跡できない。データの集計にあたっては生死未確認者と分類している。村・集団によって調査の進捗状況が異なるため、各年のデータ収集数に相違があり、調査対象者数の年次別変動パターンが異なる。以下、各集団の特徴を示す。

a）セミパラチンスク集団-I：1950 ~ 1963 年の間に情報収集が打切られたことによる生死未確認者の人数が多い。これは、公文書館で 1949 ~ 1963 年の世帯文書を基に調査対象者のリストを作成し、1949 ~ 1963 年の居住歴が 100%判明した調査対象者を S ランクとしていることによる。生死未確認者の多くは C ランクに分類されている。

b）セミパラチンスク集団-II：1963 年での打切りが多い。これは調査にあたり、始めに 1961 ~ 1963 年の住民登録で調査対象者リストを作成したことによるものであり、データ収集がまだ十分でないことを示している。

c）パブロダール集団-I：セミパラチンスク集団-I と同様なパターンを示している。しかし、セミパラチンスク集団-I に比べて、移住による行き先不明による生死未確認者の割合が大きく、ほとんどの未確認者が C ランクに分類されている。

d）パブロダール集団-II：1960 年から 1963 年の間の打切りの割合が大きい。これは当初住民登録所の 1961 ~ 1963 年の住民登録で調査対象者のリストを作成したこと、およびデータ収集がまだ十分ではないことを反映している。

セミパラチンスク集団-II とパブロダール集団-II については、現時点ではデータ収集が不十分である。セミパラチンスク集団-I やパブロダール集団-I との収集方法の違いが見られたため、平成 20 年 2 月にセミパラチンスク集団-I と同じデータ収集方法とするよう指示し、平成 21 年 2 月に再確認した。

iv）年齢分布

調査対象者から抽出した解析対象候補者が、母集団からランダムに取りだしたものと考えられるかどうか年齢構成を検討した。1949 年と 1960 年の各村の全調査対象者と抽出後の S ランクの調査対象者の年齢構成を比較した結果、ほとんど同じパターンを示したことから、母

集団からランダムに抽出したと見なすことができた。

また、抽出後の各調査対象集団における年齢構成を、カザフスタンの統計情報の旧セミパラチンスク州住民の年齢構成と比較検討した結果、近似した分布を示し、ランダムに抽出したと見なすことができた。なお各集団ともに 0～4 歳の人数が旧セミパラチンスク州住民の統計データに比べて少ないのは、データ抽出時に 3 歳未満で死亡した調査対象者のデータを除外していることによる。

v）民族構成

各調査対象集団における民族構成は次のような特性を持っている。

a）セミパラチンスク集団-I：ドロンは主にロシア人、ズナメンカとカラウールは主にカザフ人とドイツ人、カイナールは大多数がカザフ人で、文献とほぼ一致する。

b）セミパラチンスク集団-II：ベスカラガイ行政区では、カザフ人とロシア人がほぼ半数ずつである。

c）パブロダール集団-I：データベースでは村によりカザフ人とロシア人の割合が異なるが、核実験当時の民族構成に関する文献情報は得られていない。

d）パブロダール集団-II：現地の情報では、半数がカザフ人、残りの半数がロシア人、ウクライナ人、ドイツ人などの非カザフ人であったが、データベースではロシア人の割合が大きい。

vi）調査対象集団に占める死亡者の割合

各調査対象集団における死亡者の割合は、セミパラチンスク集団-I とパブロダール集団-I では村により多少の差があるものの、S ランクにおける死亡者の割合は 40%前後である。セミパラチンスク集団-II とパブロダール集団-II では、収集状況が未だ不十分で死亡者の情報量に比べて生存者の情報量が少ないため、セミパラチンスク集団-I、パブロダール集団-II に比べて死亡者の割合が高くなっている。

（3）セミパラチンスク地域住民の死亡情報の整理

S ランクの調査対象者（解析対象候補者） 41,543 人のうち、死亡情報がそろい、死因が判明している 18,852 人について、世界保健機関（WHO）の「疾病及び関連保健問題の国際統計分類 第 10 版：International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems 10th Revision」（以下「ICD-10」）に従って死因をコード化して分類した。

この中のセミパラチンスク集団-I の解析対象候補者（S ランク） 12,709 人のうち死亡者で ICD-10 コードが付与された 5,108 人について死因を**表８**に示した。この集団では循環器系の疾患が全死因の 42%を占め、特に虚血性心疾患、次いで脳血管疾患による死亡が多かった。また、新生物は全死因の 20%であった。

死因判明者のうち、新生物と診断された 1,035 症例について ICD-10 の小分類に従って集計し、件数の多いものを**表９**に示した。28%（289/1,035）が食道の悪性新生物、19%（199/1,035）が胃の悪性新生物で、両者を合わせた上部消化管の悪性新生物は 47%（488/1,035）を占めた。また、気管支・肺の悪性新生物は 13%（132/1,035）であったが、男女差が明瞭であった。他方、乳房の悪性新生物や白血病による死亡は少なく、それぞれ 2%程度であった。

カザフスタン全体の 1976 年以降の悪性新生物の罹患に関する統計データ（**表１０**）では呼吸器

系(気管支および肺)の悪性新生物、次いで食道と胃の上部消化管の悪性新生物の割合が多かった。他方、本調査における解析対象候補者では、上部消化管の悪性新生物による死亡率はカザフスタン全体の罹患率に比べてかなり高かった。しかし、呼吸器系の悪性新生物に関しては、カザフスタン統計の罹患率と解析対象候補者の死亡率はほぼ同程度であった。また、カザフスタン全体では、乳房や皮膚の悪性新生物の罹患率が比較的高かったのに対し、本調査における解析対象候補者の死亡率は低かった。

表８　セミパラチンスク集団-I における解析対象候補者の死因（平成 21 年 3 月末）

ICD10	死因となった疾患	男性	女性	合計
A00 ~ B99	感染症および寄生虫症	192	137	329
C00 ~ D48	新生物	578	457	1035
D50 ~ D89	血液および造血器の疾患ならびに免疫機構の障害	1	3	4
E00 ~ E90	内分泌、栄養および代謝疾患	13	15	28
F00 ~ F99	精神および行動の障害	7	4	11
G00 ~ G99	神経系の疾患	25	19	44
H00 ~ H59	眼および付属器の疾患	0	1	1
H60 ~ H95	耳および乳様突起の疾患	0	0	0
I00 ~ I99	循環器系の疾患	1,054	1,072	2,126
J00 ~ J99	呼吸器系の疾患	153	99	252
K00 ~ K93	消化器系の疾患	78	52	130
L00 ~ L99	皮膚および皮下組織の疾患	1	0	1
M00~M99	筋骨格系および結合組織の疾患	0	4	4
N00 ~ N99	尿路性器系の疾患	24	19	43
O00 ~ O99	妊娠、分娩および産じょく<褥>	0	30	30
P00 ~ P96	周産期に発生した病態	0	0	0
Q00 ~ Q99	先天奇形、変形および染色体異常	2	2	4
R00 ~ R99	症状、徴候および異常臨床所見・異常検査所見で他に分類されないもの	298	366	664
S00 ~ T98	損傷、中毒およびその他の外因の影響	93	23	116
V00 ~ Y98	傷病および死亡の外因	233	49	282
Z00 ~ Z99	健康状態に影響をおよぼす要因および保健サービスの利用	3	1	4
合 計		2,755	2,353	5,108

表９　悪性新生物の分類の中で件数の多い部位（平成 21 年 3 月末）

ICD-10	死因となった悪性新生物	男性	女性	合計
C15	食道の悪性新生物	153	136	289
C16	胃の悪性新生物	102	97	199
C22	肝および肝内胆管の悪性新生物	54	38	92
C34	気管支および肺の悪性新生物	113	19	132
C50	乳房の悪性新生物	0	22	22
C91 ~ C95	白血病	9	14	23
	その他の新生物	147	131	278
合計		578	457	1,035

なお、カザフ・ソビエト社会主義共和国保健省のデータでは、1976 年以降の旧セミパラチン

スク州の悪性新生物による死亡率は他の州と比べて必ずしも高くはない。

表10　悪性新生物と診断された患者の数（カザフスタン全体）

（カザフ･ソビエト社会主義共和国保健省のデータによる）

悪性新生物の部位	各年に悪性新生物と診断･登録された患者数					
	1976 年	1980 年	1985 年	1990 年	1995 年	1998 年
口唇	730	680	625	570	470	381
食道	2,708	2,776	2,508	2,413	1,863	1,800
胃	3,566	3,589	3,650	3,892	3,300	3,254
直腸	460	638	607	986	918	992
喉頭	343	401	455	549	516	415
気管、気管支、肺	2,403	2,955	3,661	5,231	4,609	4,324
皮膚	2,316	2,641	3,061	3,253	2,771	2,883
乳腺	1,067	1,353	1,645	2,031	2,221	2,544
子宮頚部	1,297	1,285	1,247	1,125	931	986
造血器・リンパ組織	582	652	874	1,247	1,096	1,106
合 計	15,472	16,970	18,333	21,297	18,695	18,685

（4）医療情報の検証

現地医療情報の正確性を検証するために、セミパラチンスクがんセンターおよびパブロダールがんセンターの症例および病理標本について、日本の専門家（臨床医・病理医）と現地の専門家の診断の比較検討を行った。

1）臨床データの検証（肺がんの胸部単純Ｘ線を中心として）

平成 16 年度にパブロダールがんセンターにおいてがんの疫学についての聴取り調査と 50 症例について胸部単純 X 線写真による診断の検討を行った。概要と検証結果は以下の通りである。

i）パブロダール州では、がんが疑われた場合は、全てパブロダール州診断センターまたはがんセンターで検査され、最終的にはがんセンターで確定診断となる。したがってパブロダール州のがんの疫学についてはがんセンターの症例を集計することにより把握することが可能であると思われた。

ii）パブロダール州がんセンターでは 1 年間で肺がん 300～330 例あり、パブロダール州の肺がんの頻度は 10 万人に対し 36 ～ 41 人であった。男女比では 96%が男性であり、女性の肺がんは極めて少なかった。

iii）肺がんの病期分類はⅠからⅡ期が 10～12%、Ⅲ期が 25%前後、Ⅳ期が 60%前後で、最近進行がんが増加傾向にある。ただし、この病期分類はがんセンターに CT がないため大部分は胸部単純写真での病期分類で、その精度には不確実性が残る。

iv）組織分類では 70～75%が扁平上皮癌で、腺癌、小細胞癌が極めて少ないのが特徴的であった。扁平上皮癌が高頻度に見られる原因として大気汚染による影響も考慮しなければならない。また女性の肺がんは腺癌と小細胞癌が主であり、男性・女性ともに近年小細胞癌が増加している。

v）50 症例の胸部単純Ｘ線写真を中心とした検証については以下の通りである。

a）50 症例の大部分は単純 X 線写真での診断であったが、胸腺腫 1 例、カルチノイド 1 例で、他の 48 例は明らかに肺がんの所見であった。

b）病期分類は前述のように単純Ｘ線写真のみでは困難である。

c）確定診断は大部分が気管支鏡、または喀痰細胞診で行われている。

d）他臓器の疾患や肺機能低下によって気管支鏡検査が施行不可能な症例でも、胸部単純Ｘ線写真から肺がんと臨床診断された症例もあった。しかし、他の疾患の鑑別が必要となる例は 50 症例の中にはなかった。

以上から、パブロダールがんセンターにおける肺がんの臨床診断は、病期を除いてかなり精度の高いことが検証された。

２）病理組織診断の検証

現地で診断され、記録されている病名の正確さを検証するために、セミパラチンスクがんセンターおよびパブロダールがんセンターの病理標本について、同一標本を日本の専門家とカザフスタンの専門家がそれぞれに診断し、診断の一致率を検討した。なお、現地の病理標本は、染色不良なものが多く、現地での専門家との検討の後、病理ブロックを日本に持ち帰り、再度、組織標本を作成し、必要に応じて特殊染色（免疫染色）を行い、診断の確認を行った。

i）セミパラチンスクがんセンターの病理組織標本

平成 14 年度は 96 症例の病理組織標本について検討した。現地での通常のヘマトキシリン・エオジン染色（HE 染色）のみによる顕微鏡観察だけでは診断が難しく、日本で特殊染色（免疫染色）を行って確定診断を得た例もあるが、日本の専門家とカザフスタンの専門家の診断の一致率は 98%であった。

平成 15 年度には、125 症例（調査対象者 55 例と対象者以外 70 例）の病理標本について検討した。この結果、日本とカザフスタンの専門家間の診断一致率は 100%であった。

平成 17 年度には、64 症例（食道 12 例、胃 13 例、大腸 13 例、肺 13 例、乳腺 13 例）について検討した。がんの診断の一致率は 100%であった（組織分類の細分類による診断一致率は 82.5%であったが、大きな診断の相違のある症例はなかった）。

ii）パブロダールがんセンターの病理組織標本

平成 16 年度は 228 症例（食道 51 例、胃 52 例、肺 45 例、乳腺 35 例、生検・手術材料 45 例）の検討を行った。この結果、がんの診断の一致率は 100%（組織分類の細分類による診断一致率は 95%）であった。

平成 17 年度は、病理標本 142 症例（食道 47 例、胃 46 例、肺 49 例）の検討を行った。その結果、がんの診断一致率は 100%（組織分類の細分類による診断一致率は 88.7%）であった。

細分類による診断一致率が比較的低かったのは胃癌で、日本では低分化型腺癌、パブロダールでは未分化癌と分類された症例が複数あったことによる。

iii）病理学的検証の結果と考察

a）セミパラチンスクがんセンターおよびパブロダールがんセンターともに診断の精度は高かった。病理組織診断の検証例における日本の診断との一致率は、がんとしては 100%、組織

型分類ではセミパラチンスクがんセンターが95.4%、パブロダールがんセンターが95.2%で、両センターともにHE染色のみでかなり正確に診断を行っていることが判明した。なお、セミパラチンスクがんセンターにおける症例の診断名と本調査のデータベースの診断名を照合した結果では、90%は正確に入力されていた。

b）パブロダールがんセンターの症例で診断一致率が比較的低かったのは胃がんで、日本では低分化型腺癌、パブロダールでは未分化癌と分類された症例が複数あったことによる。“未分化癌”については双方の診断基準が異なっている可能性がある。

c）パブロダールがんセンターの肺がんでは、扁平上皮癌が圧倒的に多く（全肺癌49例中、扁平上皮癌：41例（83.7%）、腺癌：7例（14.3%）、小細胞癌：1例（2%））、環境汚染との関連性の検討が必要である。

3）ICD-10コード化の信頼性に関する検証

平成20年度に病理診断名に対し正確にICD-10コードが付与されているか検証した。

i）検証の手順

NNCで入力しているデータベースでは、診断名はロシア語でのみ入力されている。このため、セミパラチンスク集団-Iの中から249症例を任意に選び、NNCで英訳した診断名について検証した。診断名は重複しているものを整理すると166であった。この診断名について日本の病理専門家が付けたICD-10コードと、NNCの専門家が付けたICD-10コードを比較して一致率を検討した。

一致の程度によって① 完全一致（NNCと日本のICD-10コードが一致した場合）、② ほぼ一致（ICD-10コードの大分類、中分類、小分類は一致しているが、細分類レベルで違う場合）、③ 近似（大分類、中分類あるいは小分類レベルでの相違はあるが、診断名からはどちらのICD-10コードも可と考えられるような場合）、④ 不一致（NNCのICD-10コードと日本でのICD-10コードが相違して適切ではない場合）の4つのカテゴリに分けた。

ii）検証の結果と考察

「ほぼ一致」の例について検討した結果、コードに些細な相違はあっても、大筋で診断に間違いはなく、また、統計解析を行う場合には、ICD-10コードの大分類、中分類、あるいは小分類レベルのコードを用いるため、解析に支障はないと考えられた。これらのことから、「完全一致」と「ほぼ一致」を合わせて一致率を評価した。

表11　ICD-10コードの一致率

	診断名：166	症例：249
一致	157（95%）	235（94%）
完全一致	135（81%）	211（85%）
ほぼ一致	22（13%）	24（10%）
一致せず	9（ 5%）	14（ 6%）
近似	4（ 2%）	9（ 4%）
不一致	5（ 3%）	5（ 2%）

検証した結果（**表11**）、166例の診断名に対するICD-10コードの一致率は95%（157/166）であり、また、もとの249症例レベルでの一致率は94%（235/249）であった。「近似」あるい

は「不一致」とされた症例はそれぞれ中分類あるいは大分類レベルでの違いが見られたが、いずれも分類に迷うような例であった。しかし、統計解析で重要と考えられる臓器・組織の疾患では、大分類 ~ 小分類で迷うような例はなく、統計解析に混乱を及ぼす可能性は極めて少ないことが明らかになった。

６．被ばく線量の計算

（1）ロシア計算方式による被ばく線量計算

個人の被ばく線量計算にあたっては、当初は、平成 13 年度に CSPRE から提供を受けた線量計算方法(以下「カザフ計算方式」)を用いることとしたが、平成 14 年度に、ロシア国立科学センター生物物理学研究所の Gordeev らがネバダ実験場の被ばく線量計算に用いられた計算方式を基に作成し、ロシア連邦保健省から出版した「大気中核爆発による放射性核種が存在する区域に定住する住人における累積吸収線量および実効放射線量の評価―手法ハンドブック」(以下「線量評価手法ハンドブック」: 添付資料−14)を入手し、平成 15 年度に、この被ばく線量計算式(以下「ロシア計算方式」)とカザフ計算方式、その他の計算方式を比較・検討した。この結果、ロシア計算方式が最も現実的であると判断し、以後、個人被ばく線量の計算に用いた。

１）被ばく経路と被ばく線量計算の概要

ロシア計算方式は、外部被ばく線量計算式と内部被ばく線量計算式から構成されている(**図８**)。協会ではロシア計算方式により外部被ばく線量の計算を行うにあたり、対象とする各村内の一地点における核爆発 24 時間後の照射線量率(計算式の中で P_{24} 値として規定されている)を基に、各実験、各村、性、年齢、職業ごとに、屋外滞在時間、放射性雲通過時間、建物の遮蔽効果係数等を勘案して実効線量について村ごとに 120 ヶ月分の一連の「経過月別外部被ばく線量データテーブル」を作成した。また内部被ばく線量の計算を行うために、P_{24} 値に基づいて大気、土壌、飲食物などの放射性核種濃度を算出し、その値から呼吸を介した放射性核種の吸入量および飲食物を介した体内摂取量を計算して実効線量を求め、村ごとに 120 ヶ月分の一連の「経過月別内部被ばく線量データテーブル」を作成した。

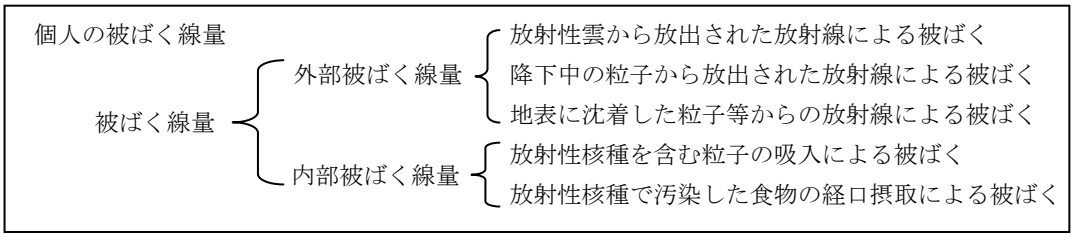


図８　ロシア計算方式による被ばく線量の計算

個人被ばく線量計算にあたっては、核実験毎に一義的に定まった出力、生成核種、気象条件等の物理的パラメータに加え、各個人の年齢、性別等の生物学的パラメータおよび職業、生活様式、食習慣等の生態学的パラメータを基に、上記の経過月別被ばく線量表から外部被ばく線量と内部被ばく線量を求め、それらを合算して実効線量とした。

2）核実験データ

ロシア計算方式を用いた被ばく線量の計算に用いるため、核爆発実施時刻、出力［TNT 相当 kt］、爆発高度［m］、風速［km/h］、実験地から測定地点までの距離［km］、照射線量率［R/h］等のデータを文献調査により収集するとともにカザフスタンの調査協力機関から提供を受けた(**表12**)。各村の核実験による被ばくの影響は放射性雲の飛跡によって異なるが、調査対象者の中には調査対象とした村以外の被ばく地域に居住したことのある者も少なくない。このため、そのような村での被ばく線量計算を組み入れるために、各村における核実験データも収集の対象とした。

これらのデータについて妥当性を検討し、放射性雲の飛跡などから適切と考えられるデータを選択し、線量計算用の入力パラメータとして用いた(**表13**)。ロシア計算方式では核爆発 24 時間後の照射線量率(P_{24} 値)を基に個人線量を計算することになっているが、照射線量率の測定は必ずしも核爆発 24 時間後に行なわれているわけではない。このため、下記の Wey-Wigner の式を用いて核爆発 t_1 時間後における線量率測定値(P_{t_1})から 24 時間後の照射線量率(P_{24} 値)を計算した。

$$P_t = P_{t_1} \cdot \left(\frac{t}{t_1}\right)^{-n} \quad \text{(Wey-Wigner の式)} \quad \rightarrow \quad P_{24} = P_{t_1} \cdot \left(\frac{24}{t_1}\right)^{-1.2} \quad \text{(24 時間後の線量率の計算値)}$$

また、ロシア計算方式で用いられた n 値は放出された放射性核種の崩壊による放射線の減衰を勘案した係数であり、その値 1.2 は、平成 19 年度のセミパラチンスク健康影響調査委員会における検証の結果、妥当であると判断された。

(2）外部被ばく線量の計算

1）外部被ばく線量計算の概要

ロシア計算方式による全身の外部被ばく線量計算にあたっては、核爆発から t 時間後における照射線量率をもとに、通過中の放射性雲からの放射線、降下中の放射性核種からの放射線、および地面に沈着した放射性降下物からの放射線による被ばく線量を合算して外部被ばく線量(実効線量)とした。今回行った線量計算の概要を**図9**に示した。また、この計算式に用いた入力パラメータを**表15**に示した。

W_R は放射線加重係数、W_T は組織加重係数で、ICRP の 1990 年勧告の値を用いた。K_{cloud} と K_{fall} は放射性雲ならびに地表に沈着した放射性降下物からの放射線に対する家屋の遮へい係数で、セミパラチンスク実験場の放射性雲飛跡において直接、建物や家で測定されたデータを用いた。**表14**に示した入力パラメータ以外のパラメータや記号等については、添付資料−15 を、また一連の計算式の詳細について添付資料−16 を参照願いたい。なお図中の括弧内の数字は、線量評価手法ハンドブックに示された数式の番号である。

表12　核実験24時間後の照射線量率 [R/h]

市 町 村	年月日	実施時刻	爆発出力 [kt]	爆発高度 [m]	風速 [km/h]	距離 [km]	24時間後の照射線量率(P_{24}値)[R/h]				出典
							測定値 (24時間後)	計算値 (24時間後)			
								計算値	測定値 (実験後の測定時間、h)		
B.Vladimirovka	1949/8/29	7.0	22	30	60	127	0.0011	–	–		C
Belokamenka	1949/8/29	7.0	22	30	60	122	–	0.0004	0.000036	(173)	B
Bobrovka	1949/8/29	7.0	22	30	60	345	0.018	0.0178	0.0003	(720)	A
Cheryomushka	1949/8/29	7.0	22	30	60	76	–	1.8000	1.8	(24)	B
Dolon	1949/8/29	7.0	22	30	60	118	1.3	–	0.098	(173)	ACR
Izvestkovoe	1949/8/29	7.0	22	30	60	76	–	0.0039	0.00036	(173)	B
Kanonerka	1949/8/29	7.0	22	30	60	135	0.24	0.2400	0.24	(24)	AC
Lokot	1949/8/29	7.0	22	30	60	240	0.26	0.2284	0.016	(220)	AB
Mostik	1949/8/29	7.0	22	30	60	90	0.085	0.1070	0.01	(173)	AB
Novopokrovka	1949/8/29	7.0	22	30	60	186	0.0019	0.0019	0.000125	(230)	AC
Semiyarka	1949/8/29	7.0	22	30	60	72	0.0007	0.0015	0.001	(33)	A
Akbulak	1951/9/24	13.2	38	30	26.4	155	–	0.7071	0.88	(20)	A
Kainar	1951/9/24	13.2	38	30	26.4	150	0.304	–	–		CR
Aigyrjal	1953/8/12	7.5	400	30	85.7	300	–	0.0436	0.04	(25.8)	AB
Karaul	1953/8/12	7.5	400	30	85.7	195	0.809	0.8094	0.18	(84)	ABCR
Sarjal	1953/8/12	7.5	400	30	85.7	110	–	1.2919	1.19	(25.7)	ABC
Tailan	1953/8/12	7.5	400	30	85.7	100	–	4.9779	3	(36.6)	AB
Kainar	1954/10/5	9.0	4	0	43.3	151	0.01402	–	–		CR
Znamenka	1954/10/30	10.0	10	55	53.3	137.7	0.000815	–	–		R
B.Vladimirovka	1955/7/29	8.0	1.3	2.5	36	127	0.0007	–	–		C
Dolon	1955/7/29	8.0	1.3	2.5	36	118	0.000412	–	–		CR
Kanonerka	1955/7/29	8.0	1.3	2.5	36	135	0.0006	–	–		C
Znamenka	1956/3/16	11.0	14	1	28.8	137.7	0.0229	–	–		R
Bobrovka	1956/8/24	6.3	27	100	86.4	345	–	0.0178	0.0003	(720)	AB
Isa	1956/8/24	6.3	27	100	86.4	100	–	0.0829	0.0014	(720)	AB
Tarkhanka	1956/8/24	6.3	27	100	86.4	364	–	0.0178	0.0003	(720)	AB
Ust-Kamenogorsk	1956/8/24	6.3	27	100	86.4	342	–	0.0711	0.0012	(720)	AB
Znamenka	1956/8/24	6.3	27	100	86.4	131.4	0.0754	–	–		R
Dolon	1958/1/17	13.3	20	500	43.2	118	0.002	–	–		R
Dolon	1961/9/9	9.8	0.38	0	28.8	118	0.0000825	–	–		R
B.Vladimirovka	1962/8/7	6.0	9.9	0	28.8	127	0.0011	–	–		C
Dolon	1962/8/7	6.0	9.9	0	28.8	118	0.00164	–	–		CR
Kanonerka	1962/8/7	6.0	9.9	0	28.8	135	0.001	–	–		C
Novopokrovka	1962/8/7	6.0	9.9	0	28.8	186	0.0011	–	–		C
Znamenka	1962/9/25	7.0	7	0	32.4	131.4	0.008	–	–		R
Znamenka	1965/1/15	12.0	140	-178	40	43.4	0.05	–	–		R

出典：**A**、ロシア連邦保健省付属医学・生物学・非常事態問題連邦局 国立科学センター生物物理研究所「セミパラチンスク実験場の核実験による影響を受けた特定の居住地における放射線状況」(2002/2003)；**B**、ロシア連邦保健省「セミパラチンスク核実験場：核実験の一般的な安全の確保」；**C**、K.Gorceev, et al. "Fallout from nuclear tests, dosimetry in Kazakhstan", Radiat Eviron Biophys 41 (2002)；**R**、CSPRE (Dr. Kurakina)からの提供

表13　各村における核実験 24 時間後の照射線量率 [R/h]

市 町 村	距離 (km)	年／月／日												
		49/8/29	51/9/24	53/8/12	54/10/5	54/10/30	55/7/29	56/3/16	56/8/24	58/1/17	61/9/9	62/8/7	62/9/25	65/1/15
Dolon	118	1.3000	–	–	–	–	0.0004	–	–	0.0020	0.0001	0.0016	–	–
Kainar	150	–	0.3040	–	0.0140	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Karaul	195	–	–	0.8094	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Znamenka	138	–	–	–	–	0.0008	–	0.0229	0.0754	–	–	–	0.0080	0.0500
B.Vladimirovka	127	0.0011	–	–	–	–	0.0007	–	–	–	–	0.0011	–	–
Cheremushka	76	1.8000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Izvestkovoe	76	0.0039	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Kanonerka	135	0.2400	–	–	–	–	0.0006	–	–	–	–	0.0010	–	–
Mostik	90	0.1070	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Semiyarka	72	0.0015	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Akbulak	155	–	0.7071		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Novopokrovka	180	0.0019	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0.0011	–	–
Sarjal	110	–	–	1.2919	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
U.Kamenogorsk	342	–	–		–	–	–	–	0.0711	–	–	–	–	–
Aigyrjal	300	–	–	0.0436	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Belakamenka	122	0.0004	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Brobrovka	345	0.0178	–	–	–	–	–	–	0.0178	–	–	–	–	–
Isa	100	–	–	–	–	–	–	–	0.0829	–	–	–	–	–
Lokot	250	0.2284	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Tailan	100	–	–	4.9779	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Tarkhannka	364	–	–	–	–	–	–	–	0.0178	–	–	–	–	–

*表 12 のデータを基に、市町村ごとにそれぞれの核実験 24 時間後の照射線量率を整理してまとめた。なお、網掛けのある地名は調査データベースに登録されている市町村で、それらの照射線量率は被ばく線量計算に反映されている。上段の 4 カ所はセミパラチンスク集団－I における調査対象地域、中段の 6 カ所はセミパラチンスク集団－II における調査対象地域とした市町村である。

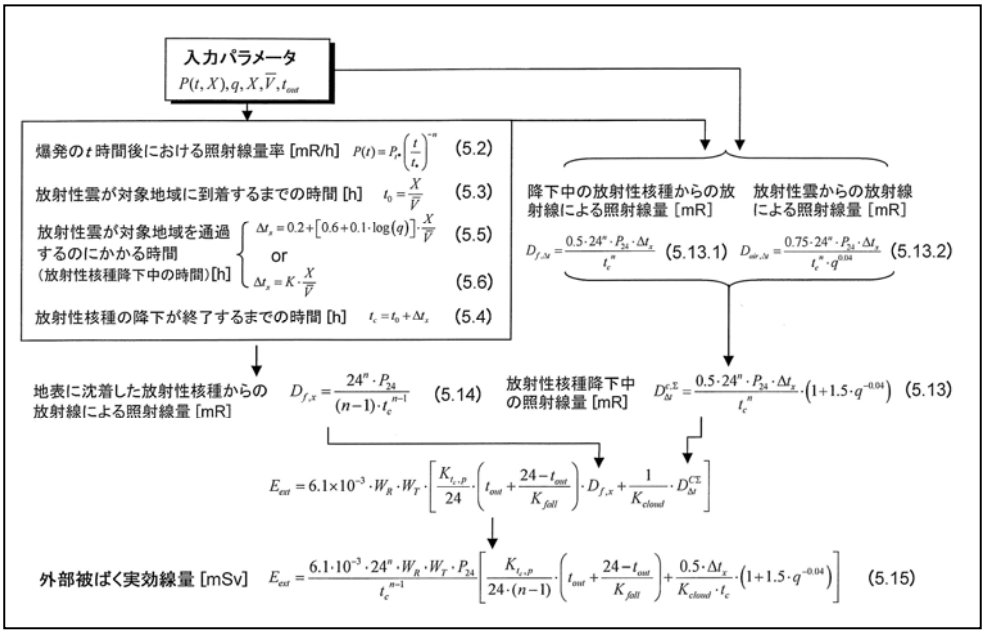


図９　ロシア計算方式による外部被ばく線量計算の概要

表14　入力パラメータ

パラメータ	記号	単位
爆発出力	q	kt
核爆発の地表からの高さ	H_{exp}	km
核爆発から 24 時間後の対象地域における照射線量率	P_{24}	R/h
核爆発中心からの対象地域までの距離	X	km
平均風速	V	km/h
1 日あたりの屋外滞在時間	t_{out}	h

2）年齢・職業と屋外滞在時間

ロシア計算方式では職業や年齢に応じた屋外滞在時間を考慮している。各村の聴取り調査時に収集した屋外滞在時間を基に、各年齢および各職業に応じた屋外滞在時間を線量計算用に整理した(**表15**)。18 歳以上の対象者については、職業に応じた屋外滞在時間を用いた。18 歳未満でも職業コードが入力されている場合には職業を優先した。

表15　線量計算に用いる年齢別・職業群別の屋外滞在時間

年齢(歳)	屋外滞在時間(h)	年齢(歳)	屋外滞在時間(h)	職 業 群	屋外滞在時間(h)
0	0.0	11	10.0	1. 酪農従事者	11.0
1	2.0	12	10.0	2. 集団農場従事者	14.0
2	3.0	13	10.0	3. 運転手、整備員	15.0
3	5.0	14	11.0	4. 会計士、教師、給与勤労者	5.0
4	6.0	15	11.0	5. 清掃作業従事者	6.0
5	7.0	16	11.0	6. 医療従事者	7.0
6	8.0	17	11.0	7. 郵便事業従事者	8.0
7	9.0			8. 畜産業従事者	18.0
8	9.0			9. 主婦、老人	8.0
9	10.0			10. 地域の指導者	9.0
10	10.0			99. 不明	8.0

表16　各職業群に含まれる職業

職 業 群	聴取り調査による職業
1. 酪農従事者	搾乳者
2. コルホーズ(集団農場)従事者	農学者、集団農場農民、林業労務者、牧畜業者、軍曹、守衛、飼育作業者、労働者、班長、穀物業者、牧夫、水路監視員、漁師、職務監督、猟師、乗務員、等
3. トラクター運転手、整備員	コンバイン運転手、整備士、トラクター運転手、等
4. 会計士、教師、給与労働者	会計士、レジ係、店員、家庭教師、通信係、集会所支配人、幼稚園長、研究所助手、調理人、給与労働者、簿記係、鍛冶屋、木工業、労働者、技術者、電話交換手、技師、旋盤工、銀行支配人、会計士、教員、経済学者、土方、電気工、仲買人、受付係、等
5. 清掃作業従事者	清掃業従事者
6. 医療従事者	看護士、救護員、獣医、薬剤師、等
7. 郵便事業従事者	郵便局員、オペレーター(通信士)
8. 畜産業従事者	牧夫、畜産業者
9. 主婦、老人	主婦、年金生活者
10. 地域の指導者	民兵、農業指導者、等

各調査対象者の職業は 001 ~ 345 のコード番号を付してデータベースに入力した。さらに、これらの職業を大きく 10 群に集約し、職業群ごとに線量計算用の屋外滞在時間を決めた。各職業群に含まれる職業の例を**表16**に示した。職業が不明の場合にはコード番号を「99」とし、屋外滞在時間は 8 時間とした。

なお、夏期と冬期では屋外滞在時間は異なっていたが、被ばく調査地域に影響をもたらした核実験のほとんどは 7 ~ 10 月に行われ、1 ~ 3 月に行われた計 3 回の核実験はいずれも線量率が低かったため、今回の線量計算には夏期の値を用いた。

3）被ばく線量計算における家屋の建材の影響

外部の線源からの遮蔽効果は、建材の種類、壁の厚さ等により大きく異なり、被ばく線量に個人差が生じる。家屋の主な建材は、レンガ、日干しレンガ、木材である。家屋の遮へい係数 K_{cloud} と K_{fall} は、核実験時に実際に建物や家屋で測定されたデータ（**表17**）に基づく係数を用いた。

表17　放射性雲と降下中の放射性核種からの放射線に対する遮へい係数（K_{cloud}）および地表に沈着した放射性核種からの放射線に対する遮へい係数（K_{fall}）

建築物の種類		K_{cloud}	K_{fall}
1	生産職場、事務所：レンガ造りの１階建	–	5.2
2	倉庫、生産職場：レンガ造りの２階建		
	– １階	–	7.4
	– ２階	–	6.0
3	事務所：レンガ造りの４階建		
	– １階	–	7.2
	– ２階	–	11.2
	– ３階	–	11.2
	– ４階	–	10 ± 3
4	住宅：レンガ造りの１階建	3 ± 0.5	10
5	住宅：レンガ造りの２階建		
	– １階	3 ± 0.5	17 ± 3
	– ２階	2 ± 0.5	11 ± 3
6	住宅：ログハウス、１階建	1.0	2.0 ± 1.0
7	建物：スラグ詰めの板張り	2.0 ± 0.6	5.0 ± 2.5
8	住宅：木造の２階建		
	– 地下室	–	30 ± 3
	– １階	2 ± 0.5	12
	– ２階	–	8
9	住宅：日干しレンガ造り	4 ± 1.5	13 ± 5
10	農場付属建物：日干しレンガ造り	1.12	6.3

セミパラチンスク地区の家屋の建材は、ドロン、ズナメンカおよびセミパラチンスク集団-II の各村ではほとんどが木造、カイナールとカラウールではほとんどが日干しレンガであった。

4）外部被ばく線量の計算結果

データベースに入力された調査対象者の居住地、居住期間、年齢・職業などの条件を入れて実験ごとの個人被ばく線量を計算した。セミパラチンスク集団-I とセミパラチンスク集団-II の調査対象者について個人被ばく線量を計算し、その結果に基づいて線量範囲ごとの解析対象

候補者数を集計して**表18**に示した。

ドロンおよびその近隣のモスティク、チェルムシュキでは 1949 年の実験の影響が大きかった。線量分布を見るとドロンでは被ばく線量 0.1 Sv 以下と 0.8 ~ 1.2 Sv の人数が多く、1.4 Sv 以上の人もいた。チェルムシュキではさらに高い線量(1.2 ~ 1.8 Sv)を被ばくした住民がいた。ズナメンカでは一回ごとの線量は小さかったが、断続的に被ばくした。カイナールでは 1951 年の実験の影響が大きく、0 ~ 0.1 Sv にピークが見られた。カラウールでは 1953 年の実験の影響が大きく、0.2 ~ 0.3 Sv にピークが見られた。なお、それぞれの村で 0 Sv とされた人は、各村に影響を与えた実験の時にはその村に居らず、影響がなくなってから移住して来た人、あるいは実験の影響がなくなってから生まれた人である。

表18　外部被ばく線量範囲と解析対象候補者数

実効線量 (Sv)	ドロン	ズナメンカ	カイナール	カラウール	B.ウラディミロフカ	モスティク	チェルムシュキ	カノネルカ	セミヤルカ	イズヴェスツカ	他(セミパラ集団-II)*	合 計
0	129	103	1,373	2,164	146	250	293	0	394	44	1,841	6,737
~ 0.01	1,026	77	211	49	3,100	15	5	14	535	23	46	5,101
~ 0.1	518	772	1,633	206	4	204	5	1	1	2	268	3,614
~ 0.2	35	829	505	347	1	1	0	148	0	0	20	1,886
~ 0.3	5	2	48	1,223	0	0	0	10	0	0	0	1,288
~ 0.4	0	1	5	217	0	0	0	0	0	0	0	223
~ 0.5	0	1	4	231	0	0	0	0	0	0	0	236
~ 0.6	0	2	6	75	0	0	0	0	0	0	0	83
~ 0.7	0	0	1	8	0	0	0	0	0	0	0	9
~ 0.8	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
~ 0.9	273	0	0	0	0	5	1	0	0	0	1	280
~ 1.0	238	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	239
~ 1.2	305	0	1	1	4	3	6	0	1	0	0	321
~ 1.4	25	0	0	0	1	3	78	0	0	0	0	107
~ 1.6	20	0	0	0	1	3	109	0	0	0	0	133
~ 1.8	15	0	0	0	0	2	76	0	0	1	0	94
~ 2.0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4
合 計	2,614	1,787	3,787	4,521	3,258	486	577	173	931	70	2,176	20,380

*他(セミパラチンスク集団-II)には P_{24} 値が不明な村が含まれるため、線量分布は不確実である。

(3) 放射性核種の吸入による内部被ばく線量の計算

1) 吸入による内部被ばく線量計算の概要

内部被ばくに関しては、核実験によって生成された放射性核種の吸入による摂取と経口による摂取に分けて内部被ばく線量の計算を行った。

吸入による内部被ばく線量計算の概要を**図10**に示した。通過中の放射性雲からの放射線による照射線量率に基づいて空気中の放射性核種濃度を計算するとともに、吸入線量係数に粒径依存性があることから生物学的に有効な径の粒子が取り込まれる割合を算定し、両者を基に吸入によって摂取される放射性核種の量を評価した。この放射性核種の摂取量に線量係数を乗じて実効線量を求めた。**表14**に示した入力パラメータ以外の計算に用いたパラメータ等については添付資料-15 を、また計算式の詳細については添付資料-16 を参照されたい。なお、**図10** 中

の括弧内の数字は線量評価手法ハンドブックに示された数式の番号である。

2）吸入被ばく線量の計算

今回の吸入被ばく線量計算にあたっては、線量評価手法ハンドブックに従い、線量への寄与が大きい放射性核種として、ヨウ素、ストロンチウム、セシウム、バリウムを対象に内部被ばく線量の計算を行った。

各核種の実効線量は**図10**の式(5.33)で計算される。この式における $g_{iT\tau}$ は時間 τ における放射性核種摂取量の合計(Bq)、d_i は放射性核種 i の線量係数である。

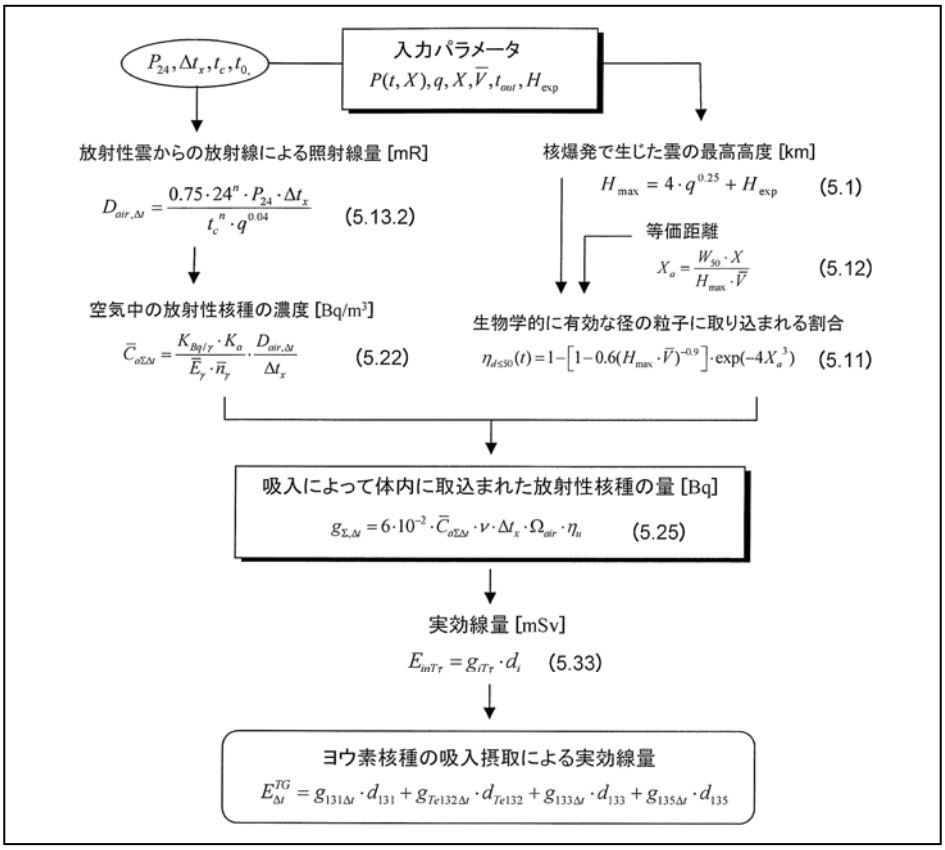


図10　ロシア計算方式を用いた吸入による内部被ばく線量計算の概要

放射性降下物の吸入により内部被ばくに寄与するヨウ素核種は ^{131}I, ^{132}I, ^{133}I, ^{135}I であり、^{132}I は ^{132}Te から生成する。上記の計算式をヨウ素核種に適応すると、ヨウ素核種による実効線量の計算は図中の最下段の式で表わされる。なお、この計算における放射性ヨウ素 ^{131}I, ^{132}Te,^{132}I, ^{133}I, ^{135}I の線量係数 d_i は、それぞれの年齢に対応した値(**表19**)を使った。また甲状腺の組織加重係数(W_T)は 0.05 を用いた。

3）吸入被ばく線量の計算結果

データベースに入力された調査対象者の居住地、居住期間、年齢・職業などの条件を入れて実験毎の個人被ばく線量を計算した。各個人の被ばく線量計算結果をセミパラチンスク集団-I とセミパラチンスク集団-II の住民の線量範囲と解析対象候補者数を**表20**に示した。

表19　年齢に依存した線量係数

核　種	線量係数（d_i :mSv/Bq）				
	1-2 歳	2-7 歳	7-12 歳	12-17 歳	17 歳以上
吸入摂取					
Iodine-131	7.2×10^{-5}	3.7×10^{-5}	1.9×10^{-5}	1.1×10^{-5}	7.4×10^{-6}
Tellurium-132	1.8×10^{-3}	8.5×10^{-6}	4.2×10^{-6}	2.6×10^{-6}	1.8×10^{-6}
Iodine-132	9.6×10^{-7}	4.5×10^{-7}	2.2×10^{-7}	1.3×10^{-7}	9.4×10^{-8}
Iodine-133	1.8×10^{-5}	8.3×10^{-6}	3.8×10^{-6}	2.2×10^{-6}	1.5×10^{-6}
Iodine-134	3.7×10^{-7}	1.8×10^{-7}	9.7×10^{-8}	5.9×10^{-8}	4.5×10^{-8}
Iodine-135	3.7×10^{-6}	$1,7\times10^{-6}$	7.9×10^{-7}	4.8×10^{-7}	3.2×10^{-7}
経口摂取					
Iodine-131	1.8×10^{-4}	1.0×10^{-4}	5.2×10^{-5}	3.4×10^{-5}	2.2×10^{-3}
Tellurium-132	3.0×10^{-5}	1.6×10^{-5}	8.3×10^{-6}	5.3×10^{-6}	3.8×10^{-6}
Iodine-132	2.4×10^{-6}	1.3×10^{-6}	6.2×10^{-7}	4.1×10^{-7}	2.9×10^{-7}
Iodine-133	4.4×10^{-5}	2.3×10^{-5}	1.0×10^{-5}	6.8×10^{-6}	4.3×10^{-6}
Iodine-134	7.5×10^{-7}	3.9×10^{-7}	2.1×10^{-7}	1.4×10^{-7}	1.1×10^{-7}
Iodine-135	8.9×10^{-6}	4.7×10^{-6}	2.2×10^{-6}	1.4×10^{-6}	9.3×10^{-7}

表20　放射性核種の吸入による内部被ばく線量範囲と解析対象候補者数

実効線量 (Sv)	ドロン	ズナメンカ	カイナール	カラウール	B.ウラディミロフカ	モスティク	チェルムシュキ	カノネルカ	セミヤルカ	イズヴェスツカ	他（セミパラ集団-II）*	合　計
0	193	181	1390	2182	150	254	293	3	394	44	1846	6930
~ 0.01	2421	1600	307	2200	3108	232	284	170	537	26	330	11215
~ 0.1	0	6	2090	139	0	0	0	0	0	0	0	2235
合　計	2614	1787	3787	4521	3258	486	577	173	931	70	2176	20380

*他（セミパラチンスク集団-II）には P_{24} 値が不明な村が含まれるため、線量分布は不確実である。

（4）ヨウ素核種の経口摂取による内部被ばく線量の計算

1）ミルク摂取による内部被ばく線量計算の概要

食物を介する経路では、放射性核種で汚染した牧草や飼料を摂取した家畜のミルクや肉を食べる経路と、放射性降下物で汚染した土壌で栽培した野菜や穀物を介する経路がある。しかし、肉、野菜、穀物等については保存期間や流通経路、摂取量等が充分には把握できておらず、また、ヨウ素以外の元素の放射性核種についても充分な情報が得られなかったため、線量計算は行なえず、今回はミルクを介したヨウ素核種による内部被ばくのみを計算した（**図11**）。家畜を介した放射性核種の摂取による内部被ばく線量計算のために、聴取りにより実験当時の住民の夏期間と冬期間におけるミルク摂取量を調査した。

2）ミルク摂取による内部被ばく線量の計算

被ばく調査地域に影響をもたらした核実験のほとんどが 7 ~ 10 月に行われ、1 ~ 3 月の 3 回の核実験では影響が小さかったため、線量計算には夏期間におけるミルク摂取量を用いた（**表21**）。17 歳以下の調査対象者に対しては年齢別のミルク摂取量を用い、18 歳以上の調査対象者については職業別のミルク摂取量を用いて被ばく線量を計算した。ただし、18 歳未満でも職業コードが入力されている場合には、職業による値を用いた。

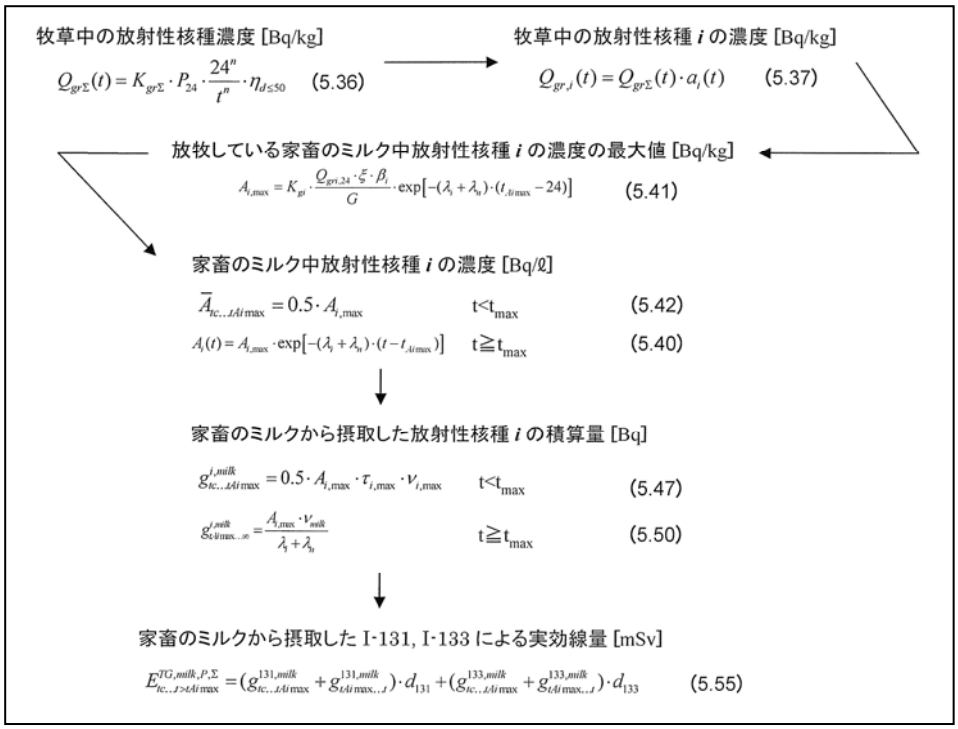


図11　ロシア計算方式を用いた食物を介する内部被ばく線量計算

表21　年齢別･職業群別のミルク摂取量

年齢・職業群		ミルク摂取量(ml/日)*
年 齢（歳）	0～2 歳	200（165）
	3～6 歳	500（470）
	7～17 歳	800（685）
職業群	1．酪農従事者	1,200（600）
	2．コルホーズ(集団農場)従事者	500（400）
	3．トラクター運転手、整備員	500（400）
	4．会計士、教師、給与労働者	500（300）
	5．清掃作業従事者	600（300）
	6．医療従事者	500（300）
	7．郵便事業従事者	600（300）
	8．畜産業従事者	1,100（500）
	9．主婦、老人	500（300）
	10．地域の指導者	500（400）

*参考のため括弧内に冬期間の平均ミルク摂取量を示した。

3）ミルク摂取による内部被ばく線量計算結果

セミパラチンスク地区の解析対象候補者の内部被ばく線量範囲と調査対象者数を**表22**に示した。ヨウ素核種の経口摂取による内部被ばく線量(実効線量)は 0.01 Sv 以下と小さかった。

表22　ヨウ素核種の経口摂取による内部被ばく線量範囲と解析対象候補者数

実効線量 (Sv)	ドロン	ズナメンカ	カイナール	カラウール	B.ウラデイミロフカ	モスティク	チェルムシュキ	カノネルカ	セミヤルカ	イズヴェスツカ	他(セミパラ集団-II)*	合 計
0	129	103	1,373	2,164	146	250	293	0	394	44	1,841	6,737
~ 0.01	2,485	1,684	2,414	2,357	3,112	236	284	173	537	26	335	13,643
合 計	2,614	1,787	3,787	4,521	3,258	486	577	173	931	70	2,176	20,380

*他(セミパラチンスク集団-II)には P_{24} 値が不明な村が含まれるため、線量分布は不確実である。

(5) 被ばく線量(実効線量)計算結果の集計

各被ばく調査対象者の被ばく線量は、上記の計算で得られた外部被ばく実効線量と放射性降下物質の吸入による内部被ばく実効線量およびミルク摂取による内部被ばく実効線量を合計して得た。対象地域ごとに各線量範囲に対応する調査対象者の数を集計すると共に、各村における調査対象者の平均被ばく線量を計算し、**表23**に示した。

表23　セミパラチンスク地区住民の被ばく線量範囲と調査対象者数

実効線量 (Sv)	ドロン	ズナメンカ	カイナール	カラウール	B.ウラデイミロフカ	モスティク	チェルムシュキ	カノネルカ	セミヤルカ	イズヴェスツカ	他(セミパラ集団-II)*	合 計
0	129	103	1,373	2,164	146	250	293	0	394	44	1,841	6,737
~ 0.01	1,020	76	188	48	3,100	15	5	14	535	23	46	5,070
~ 0.1	524	748	1,026	162	4	204	5	1	1	2	268	2,945
~ 0.2	34	853	1,109	338	1	1	0	107	0	0	20	2,463
~ 0.3	6	3	69	1,274	0	0	0	51	0	0	0	1,403
~ 0.4	0	1	7	219	0	0	0	0	0	0	0	227
~ 0.5	0	1	7	232	0	0	0	0	0	0	0	240
~ 0.6	0	2	6	75	0	0	0	0	0	0	0	83
~ 0.7	0	0	1	8	0	0	0	0	0	0	0	9
~ 0.8	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
~ 0.9	271	0	0	0	0	5	1	0	0	0	1	278
~ 1.0	236	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	237
~ 1.2	308	0	1	1	4	3	6	0	1	0	0	324
~ 1.4	27	0	0	0	1	3	78	0	0	0	0	109
~ 1.6	20	0	0	0	1	3	109	0	0	0	0	133
~ 1.8	15	0	0	0	0	2	76	0	0	1	0	94
~ 2.0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4
合 計	2,614	1,787	3,787	4,521	3,258	486	577	173	931	70	2,176	20,380
平均被ばく線量	0.374	0.084	0.111	0.260	0.004	0.155	1.429	0.168	0.003	0.067	−	0.184

*他(セミパラチンスク集団-II)には P_{24} 値が不明な村が含まれるため、線量分布は不確実である。このため全体の平均被ばく線量はこれらの村の調査対象者を除いた 18,204 人について計算した。

解析対象候補者についての集計の結果では、実効線量 0 ~ 0.3 Sv の人数が多かった。さらに 0.8 ~ 1.6 Sv にもピークが見られた。これらの調査対象者について被ばく線量と 1964 年 1 月 1 日時点の年齢との関連を**表24**に示した。被ばく線量の小さい住民の多くは若年者であり、被ばく線量の大きい住民の多くは中・高年者であった。

表24　セミパラチンスク地区住民における被ばく線量と年齢（1964 年 1 月 1 日時点）との関連

年 齢	線 量（Sv）																	合 計
	0	~0.01	~0.1	~0.2	~0.3	~0.4	~0.5	~0.6	~0.7	~0.8	~0.9	~1.0	~1.2	~1.4	~1.6	~1.8	~2.0	
0～9	3,436	1,259	470	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,224
10～19	374	734	679	543	304	23	10	3	1	20	43	33	7	12	12	1	0	2,799
20～29	283	818	672	389	360	65	35	7	7	1	136	26	33	45	18	8	0	2,903
30～39	184	731	286	363	191	22	45	12	0	1	48	46	89	30	19	27	0	2,094
40～49	90	395	185	240	156	17	22	5	1	1	7	31	51	5	17	18	0	1,241
50～59	92	429	128	260	104	37	36	5	0	0	11	41	50	6	23	25	1	1,248
60～69	77	234	57	216	83	23	35	19	0	0	7	16	36	1	17	6	2	829
70～79	44	93	35	123	59	15	21	12	0	0	3	13	12	3	12	2	1	448
80～89	16	20	10	41	31	4	8	5	0	0	2	4	4	1	3	0	0	149
90～99	6	3	2	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	17
100～	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
死亡*	293	307	153	207	112	21	28	15	0	1	20	27	42	6	11	7	0	1,250
合 計	4,896	5,024	2,677	2,443	1,403	227	240	83	9	24	277	237	324	109	133	94	4	18,204

セミパラチンスク集団-II のその他を除外した。*死亡は 1949 年 1 月～1963 年 12 月の間に死亡した住民数を示す。

表25　セミパラチンスク地区住民における被ばく線量と民族の関連

民 族	線 量（Sv）																	合 計
	0	~0.01	~0.1	~0.2	~0.3	~0.4	~0.5	~0.6	~0.7	~0.8	~0.9	~1.0	~1.2	~1.4	~1.6	~1.8	~2.0	
カザフ	4,034	1,443	1,889	1,842	1,319	221	229	83	9	3	65	77	74	34	43	29	3	11,397
ロシア	529	2,947	509	368	60	3	0	0	0	16	150	117	173	65	74	48	1	5,060
ドイツ	132	283	39	16	15	3	8	0	0	2	21	12	11	3	10	12	0	567
ウクライナ	57	151	143	167	2	0	0	0	0	1	7	7	24	3	0	4	0	566
その他	144	200	97	50	7	0	3	0	0	2	34	24	42	4	6	1	0	614
合 計	4,896	5,024	2,677	2,443	1,403	227	240	83	9	24	277	237	324	109	133	94	4	18,204

次に被ばく線量範囲別に民族の人数を**表25**に示した。なお、村別に集計した結果ではカイナールとカラウールではほとんどの人がカザフ人であったが、ベスカラガイ行政区(セミパラチンスク集団-II)のボルシャヤ・ウラディミロフカ、モスティク、チェルムシュキではカザフ人よりもロシア人の割合が大きく、ブデネ、セミヤルカ、セメノフカではカザフ人の割合が大きかった。

(6) 被ばく線量計算に関する考察

放射線被ばくによる健康影響を評価する場合には、個々の対象者について被ばくの有無と被ばく線量をできるだけ正確に把握する必要がある。このため、ロシア計算方式によって求められた被ばく線量推定値を使用することが適切か否かを確認するために、調査対象地域の住民の末梢リンパ球を用いた染色体検査および歯の電子スピン共鳴(ESR)法による被ばく線量推定を試みた。なお、これらの実施に当たっては、外部有識者で構成された倫理委員会の審議・承認を経て、被験者にこの調査の目的を説明し、対象者からこの調査の目的を理解し、協力する旨の同意書に署名を得た上で試料の提供を受けた。

1) 生物学的方法(染色体検査)

被ばく調査地域の住民については、被ばく線量の推定を行うため、また対照調査地域の住民については被ばくしていないことを確認する目的で、末梢血液中のリンパ球を用いて染色体検査を行った。

i) 試料の採取

a) 被ばく調査集団(セミパラチンスク集団-I)

平成14年度に、カイナール村の調査対象者のうち、1949年から1963年までの間カイナール村に住んで、主に戸外での作業に従事していた男性2名(いずれも1940年生れ)と女性1名(1940年生れ)および被ばくしていない対照者として男性2名(1959年生れと1957年生)について、平成15年度にはドロン村、ズナメンカ村、カイナール村、カラウール村の調査対象者のうち、1949年から1963年までの間、これらの村に住み、主に戸外での作業に従事していた男性、各村5名について、5~10 mℓのヘパリン採血を行った。

b) 対照調査集団(パブロダール集団-I、-II)

パブロダール集団-Iとして選定した村は「核実験による被ばくがない地域」であるとされたが、その科学的根拠を明らかにするために、平成16年度にケンジェコールとジャナアウル(パブロダールスコエ)の2村に1949年から1963年までの期間に居住していた男性23人から採血を行った。平成18年度に、新規に対照調査地域としたパブロダール集団-IIの中のカチリ村で男性12人、女性12人、計24人の採血を行った。

ii) 検査方法

染色体解析はロシアのDr. Snigiryova(MRIDS : Moscow Research Institute of Diagnostic and Surgery、後にRSCRR : Russian Scientific Center of Roentgenology and Radiology)に依頼して実施した。血液試料は当日あるいは翌日(採血後24時間以内に)、室温でDr. Snigiryovaに届けられ、ギムザ染色による通常法(Solid Gimsa Staining)、およびG

バンド分染法(G-banding)を用いた不安定型染色体異常の解析、FISH 法(蛍光 in-situ ハイブリダイゼーション法)による安定型染色体異常の解析が行われた。

末梢血リンパ球の培養と染色体標本の作製は、標準マニュアル(IAEA, 2001)によった。検査方法の概要は以下の通りである。

a) 培養：末梢血液中のリンパ球の培養は採血後 48 時間以内に開始した。末梢血リンパ球をウシ胎仔血清とフィトヘムアグルチニン(PHA)を添加した RPMI1640 培養液に入れ、37℃のインキュベーターで 48 時間培養した。

b) 標本作製：培養終了 2～3 時間前に、コルセミドを加えた(コルセミド処理により、分裂細胞の紡錘体形成が阻害され、分裂中期細胞が蓄積する)。細胞は 75 mM KCl 溶液で 20 分間、低張処理を行い、カルノア液(メタノール-酢酸液)で洗浄・固定した。その後、カルノア液を加え細胞浮遊液とし、スライド標本作製まで-20℃で保存した。染色時には染色に先立ちスライドグラスに細胞浮遊液を滴下し、スライド標本を作製した。

c) 染色：ギムザ染色、G バンド分染法、および 1、4、12 番染色体の FISH 染色を行った。不安定型染色体異常検出のための通常のギムザ染色標本および G バンド分染標本は標準的な方法に従って作製した。FISH(蛍光 in situ ハイブリダイゼーション)染色では、第 1、第 4、第 12 番染色体(ゲノムの 19%)に対するプローブ(Metasystem 社(ドイツ)製)を使用した。

d) 顕微鏡観察：顕微鏡による観察で 100 個の分裂中期細胞を分析し、染色体数の異常、構造上の異常、転座等について検討した。不安定型染色体異常の解析に当たっては、2 つの動原体をもつ染色体を二動原体染色体として分類した。また、安定型染色体異常の解析に当たっては、多くの場合、相互転座には随伴断片は見られないので相互転座と不完全転座はまとめて扱った(Wu et al., 1998)。明らかに単純な相互転座は 1 事象として数え、2 つのセントロメアをもち 2 色に染められた染色体は 2 動原体、dic(AB)として分類した。1 つの染色体に転座が 2 つ、または 2 本以上の染色体で最低 3 個の切断端を含んでいると判断したときには複雑転座として数えた(Savage & Simpson, 1994)。

iii) 検査の結果と考察

a) 被ばく調査集団（セミパラチンスク集団-I）

被ばく線量の評価には RSCRR の細胞遺伝学研究室で作成した検量線が使用された。この検量線は、46±2 歳の健康なモスクワ住民 15 人(女性：10 人、男性：5 人)から採取した末梢血リンパ球に種々の線量のガンマ線(0.102 Gy/分)を照射し、FISH 法により完全転座と不完全転座の出現頻度を測定した結果に基づいて作成された。

平成 14 年度のカイナール住民の染色体の解析結果では、被験者の女性と対照者には染色体異常は認められなかったが、被験者の男性 2 人には染色体異常が検出され、被ばく線量はそれぞれ 0.70 ± 0.26 Sv、0.93 ± 0.26 Sv と推定された。

平成 15 年度のドロン、ズナメンカ、カイナール、カラウール 4 村住民の染色体の解析結果では、転座の出現頻度はモスクワ住民に比べてはるかに高い値を示し、転座の出現頻度の低い 4 人を除いた被験者 14 人の被ばく線量は、0.16 ~ 0.59 Sv と推定された。

b）対照調査集団（パブロダール集団-I、-II）

平成16年度にケンジェコールとジャナアウル(パブロダールスコエ)2村の住民から採血した標本を、平成17年度に解析した。被験者では染色体異常の出現頻度が高く、ほぼすべてのタイプの染色体異常(二動原体染色体、無動原体染色体断片、転座、染色分体交換および断片等)が見られ、モスクワの対照者に比べて有意に多かった。また、これら2村の住民の間では、ケンジェコールの住民では染色体異常の出現頻度が高かった。この結果を他の文献データと比較・検討した結果、これらの地域を健康影響調査の対照地域とするのは必ずしも適切ではないと考えられた。これら2村の周辺の生活環境を調べたところ、2村の周囲、約4～6 kmの距離には、アルミニウム工場、合金工場、化学工場、石油精製所、火力発電所等があり、合金工場の灰処分地からの有害な化学物質(モリブデン、リン、クロム、マンガン、銅、スズ、ニッケル、亜鉛、銀等の化合物)による汚染やアンチモン、ヒ素、カドミウム、タリウムなどを含む有毒ガスの排気などの、また、化学工場からの水銀汚染、石油精製所からの地下水汚染などの、放射線以外の環境因子により染色体異常が誘発される可能性が極めて高いと考えられた。

上記のように、パブロダール市周辺の村は対照調査集団としては必ずしも適当ではないと考えられたため、新たに対照調査地域として、イルティシュク、カチリ、シェルバクティ3村を候補とし、平成18年度末にカチリの住民24人(男性12人、女性12人)から採血し、平成19年度始めに解析を行った。この結果、不安定型染色体異常はモスクワ住民よりも高かったが、パブロダール市周辺2村の住民とほぼ同程度であった。転座型染色体異常はモスクワ住民より高かったが、パブロダール市周辺2村住民より低く、Whitehouseらがヨーロッパの7研究室のFISH法による染色体異常のコントロールレベルをメタ解析した結果とほぼ同等であった。染色体ワーキンググループではこの結果を基に「解析は大筋で納得できる精度の高いものである。被験者の男性には喫煙者が多く、その影響が強いこと、またソビエト連邦時代の大規模農場では大量の農薬が使われた可能性があること等を考慮に入れ、多くの文献値や委員の経験などから考察すると、カザフスタンにおける不安定型染色体異常の出現頻度はもともと全体にやや高いと考えられる。放射線影響の客観的指標である二動原体染色体と環状染色体に注目するとそれらの和は、カチリではケンジェコールやジャナアウルに比べてその値が低く、対照調査地区としての条件を備えていると判断される。また核実験時のデータ等からも、核実験による放射線のばく露を受けた可能性はほとんど無く、カチリ地区住民を対照調査集団として設定することは妥当と考えられる。」と結論した。

2）物理学的方法（電子スピン共鳴法(ESR法)による歯試料集積線量の測定）

被ばく調査地域の住民について、被ばくの有無を確認することおよびロシア計算方式を用いて算出した個人被ばく線量推定値の妥当性を検証することを目的に、平成14年度以降、歯の収集とESR法による集積線量の測定を実施してきた。

i）歯試料の収集

平成14年から平成15年にかけてCSPREにより、現地の歯科医等の協力を得てドロン、ズナメンカ、カイナール、カラウールの住民のうち1963年時点で10歳以上の者(大気圏内

核実験終了時までに永久歯になっていた者)から治療目的で抜歯された歯が収集された。また歯の収集に際しては、患者の生年月日、居住歴、治療理由、歯部位、歯または頭部へのX線照射歴の有無、等についての情報を聴取した。収集した歯は協会に提供され、日本において線量測定を行った。

ii) 測定用試料の作製

奥羽大学口腔衛生学教室において以下の手順に従って ESR 測定用の試料作製を行った。

a) 歯部位判定：歯石等の付着物を除去し、歯を洗浄した後、歯の部位について専門家による鑑定を行った。

b) 収集された歯の測定可否の検討：収集された歯は、治療のために来院し、抜歯したものなので多くの歯にエナメル質の欠損がみられた。エナメル質の欠損の著しいものなど、ESR 法による測定には不適当なものを除外し、試料作成が可能なものを選別した。

c) 歯の分離作業と乾燥：それぞれの歯は、ダイヤモンドカッターを用いて歯頚部で歯根部を切り離し、歯冠部を頬側と舌側に 2 分割した。その後、頬側と舌側それぞれから象牙質を除いてエナメル質のみを分離し、超音波洗浄乾燥機で 10 分間 3 回洗浄した後、乾燥機に入れ、50℃で 3 日間以上乾燥させた。

d) エナメル質試料の作製：乾燥後のエナメル質をメノウの乳鉢で破砕し、金属メッシュを通して、粒径 500 ~ 800 μm の測定用試料として調製した。

iii) 試料の ESR 測定

a) 使用 ESR 装置

・平成 14 ~ 16 年度（奥羽大学歯学部）：JES-RE1X（日本電子）

・平成 17 ~ 19 年度（宮崎大学医学部）：JES-TE100（日本電子）

・解析・処理システム：WIN-RAD SYSTEM（ラジカルリサーチ社）

b) 測定条件

・マイクロ波周波数：8.8 GHz ~ 9.6 GHz（X バンド帯域）

・センター磁場：328/336 mT

・磁場変調幅：0.32 mT

・時定数：0.1 秒

c) ESR スペクトル測定の検出限界

電子天秤でエナメル質試料の重量を測定し、ESR 測定用試料管に入れて測定した。それぞれの測定方法に従って検量線を作成し、それに基づいて被ばく線量を評価した。平成 16 年度までの解析では検出限界は 0.5 Gy であったが、測定方法と解析データのデジタル化処理等の改良を加え、検出限界を平成 17 年度は 0.3 Gy に、さらに平成 19 年度には 0.1 Gy に下げることが可能となった。

iv) ESR 測定の経緯

平成 14 年度にはカイナール住民の 19 歯(38 試料)を測定し、そのうち信号が検出できたのは 2 歯(2 試料：0.5 Gy、0.5 ~ 1 Gy)で、他の 17 歯は検出限界(0.5 Gy)以下であった。平成 15 年度にはドロン、ズナメンカ、カイナールおよびカラウール住民の 25 歯(50 試料)を測定し、そのうち信号を検出できたのは 5 歯(8 試料：0.5 ~ 1.0 Gy)で、他の 20 歯は検出限界以下

であった。平成 16 年度には、平成 15 年度に測定した 25 歯のうち、検出限界を超える信号が検出された 5 歯(10 試料)について被ばく線量の再確認のため ESR 測定をした。このうち 3 歯(5 試料)に 0.5 Gy 以上の有意の被ばく線量が推定され、最も大きかった線量値は 1.6 Gy であった。3 試料は 0.5 Gy 程度あるいはそれ以下の信号があり、他の 2 試料では信号が検出できなかった。

平成 17 年度には、81 歯(162 試料)の測定を行い、そのうち検出限界(0.3 Gy)を超える信号が検出されたものは 6 歯(8 試料)あり、それらの中で頬側・舌側ともに信号の検出されたものは 2 歯あった。被ばく線量は 0.3 ~ 1.4 Gy と推定された。他の 75 歯は検出限界以下であった。平成 18 年度は、前年度までに ESR 測定された 125 歯のデータを整理し、ロシア計算方式を用いて算出した住民の個人被ばく線量計算値と照合し、再測定あるいは追加調査の必要なものを抽出した。

平成 19 年度は、ESR 解析システムの改良により検出限界が 0.1 Gy 程度まで下げることが可能になったため、前年度までの測定では検出限界(0.3 ~ 0.5 Gy)以下であったが再測定により有意な測定結果が得られることが期待された 5 歯(10 試料)の ESR 再測定を実施した。この結果、4 歯(5 試料)に 0.10 ~ 0.22 Gy の線量が検出された。また居住歴情報が得られていなかった 73 歯の提供者について追加調査を行った結果、45 歯の提供者について居住歴が判明したため、ESR による測定値とロシア計算方式による線量計算値とを照合した。

v) ESR 測定の結果

平成 14 年度から平成 19 年度にかけて実施した測定の結果をまとめ、**表26**に示した。結果とその考察は以下のように集約された。

表26　測定歯数および ESR 法による測定の結果有意な集積線量が検出された歯数

生　年	ドロン		ズナメンカ		カイナール		カラウール		4 村 合 計			
	測定歯数	検出歯数	測定歯数	検出歯数	測定歯数	検出歯数	測定歯数	検出歯数	測定歯数	検出歯数	検出率(%)	両面検出率(%)
不 明	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
1910 ~ 19	0	0	1	1	2	0	0	0	3	1	33.3	0
1920 ~ 29	1	0	4	1(1)	6	1	0	0	11	2(1)	18.2	9.1
1930 ~ 39	8	1	10	4(1)	10	1(1)	8	1(1)	36	7(3)	19.4	8.3
1940 ~ 49	12	0	7	2(2)	3	1	3	3(1)	25	6(3)	24.0	12.0
1950 ~ 59	9	0	7	0	6	1	1	0	23	1	4.3	0
1960 ~ 69	9	0	2	0	4	0	2	0	17	0	0	0
1970 ~ 79	5	0	0	0	2	0	0	0	7	0	0	0
1980 ~ 90	0	0	1	0	1	0	0	0	2	0	0	0
合計	44	1	32	8(4)	35	4(1)	14	4(2)	125	17(7)	13.6	5.6

注（　)内は頬側および舌側の両面で信号が検出された歯数

a) 有意な集積線量が検出された歯は 125 歯中 17 歯(13.6%)であった。

b) 17 歯中 16 歯は、大気圏での核実験開始の 1949 年あるいはそれ以前に生まれた住民のものであり、残りの 1 歯は 1952 年に生まれた住民のものであった。

c) 頬側と舌側両面に有意な集積線量が検出されたものは 17 歯中 7 歯で、高エネルギー放射線

を被ばくした可能性を示唆している。残りの 10 歯では頬側のみに検出された。

d）ロシア計算方式により 4 村で最も被ばく線量が高いと推定されているドロン村住民の 44 歯からは、1 歯の頬側に 0.11 Gy の線量を検出しただけで、他の 43 歯では有意な集積線量は検出されなかった。

e）歯の部位別では、前歯で 52 歯中 12 歯（23.1%）（うち、頬側・舌側両面は 2 歯）、臼歯で 73 歯中 5 歯（6.8%）（うち、頬側・舌側両面は 4 歯）に有意な集積線量が検出され、臼歯より前歯での検出率が高かった。

f）性別では、男性で 61 歯中 9 歯（14.8%）に、女性では 64 歯中 8 歯（12.5%）に有意な集積線量が検出されたが、男性と女性で大差はなかった。

vi）ESR 測定値とロシア計算方式による計算値との照合

個人ごとに上述の ESR 測定結果とロシア計算方式による被ばく線量計算値とを比較した。この比較にあたって計算値は外部被ばく線量の値を用いた。**表27**に集計の結果を示した。

表27　ESR 法による歯の測定結果と被ばく線量計算値の比較

ESR による測定値 (Gy)	被ばく線量計算値（Sv）					計算不可能	合 計
	~ 0.1	~ 0.2	~ 0.5	~ 1.0	小計		
検出限界(0.1 Gy)以下	40	15	5	4	64	44	108
~ 0.2	2	1	0	0	3	0	3
~ 0.5	2	2	1	0	5	2	7
~ 1.0	1	1	1	0	3	0	3
1.0 ~	1	2	1	0	4	0	4
合 計	46	21	8	4	79	46	125

a）歯試料提供者 125 人のうち、被ばく線量計算が可能であった者は 79 人（63%）であった。この 79 人について ESR 測定値と計算値との照合を行った。

b）ESR 測定値、計算値ともに ESR 測定の検出限界以下であった者は 40 人（51%）であった。

c）ESR 測定値が検出限界以下で計算値が 0.1 Gy 以上の者は 24 人（30%）であった。

d）ESR 測定値が検出限界値を超え、計算値が 0.1 Gy 以下の者は 6 人（8%）であった。

e）ESR 測定値、計算値ともに 0.1 Gy 以上の者は 9 人（11%）であった。そのうち 8 人は両者の比が 10 倍以内で、一定の相関性があると考えられた。

f）ESR 測定値と計算値の照合が可能であった 79 人についてのスピアマン順位相関係数は $r = 0.20$ であり、有意な相関（有意水準 5%）は認められなかった。

g）79 人について、0.1 Gy（ESR 測定の検出限界）以下、0.1 ~ 0.2 Gy、0.2 Gy 以上の 3 群にカテゴリー化して解析したカッパ統計量（3 群を等間隔に重み付け）では、$\kappa w = 0.14$（95%信頼区間：-0.09 ~ 0.38）、$p = 0.27$ であった。

h）被ばく線量の計算ができなかった 46 人のうち、17 人は線量計算に必要な核爆発 24 時間後の照射線量率（P_{24} 値）の得られていない各調査地周辺の小集落等の住民であり、他の 29 人は追加調査でも居住歴が把握できなかった。

vii）ESR 測定値によるロシア計算方式計算値の検証：問題点と結果のまとめ

ESR 法による検証作業を通して、ロシア計算方式による被ばく線量計算の妥当性検証のための様々な問題点が摘出された。

a）摘出された問題点

① 歯の収集について

調査対象の村の周辺小集落に在住、あるいは居住歴が把握できないため被ばく線量計算ができなかった住民の歯は 46 歯（125 歯の 37%）であった。歯の収集にあたっては、歯の提供者が被ばくした可能性、被ばくの程度、居住地、居住歴等の確認を行い、被ばく線量計算が可能であることを確認する必要があった。

② 歯提供者の居住歴情報の正確性、歯試料の信頼性等について

ESR 測定結果と被ばく線量計算値との間で相関性が確認できなかったものは 79 歯中 31 歯（39%）あった。相関性が確認できなかった原因としては、歯提供者の居住歴情報の正確性、歯試料が提供者自身のものであるかの信頼性、ESR 法の検出限界（低線量域での測定精度）、ロシア計算方式による被ばく線量計算の精度などに問題がある可能性が考えられた。

b）検討結果のまとめ

本調査では ESR 線量測定による線量評価がロシア計算方式の妥当性検証に有効か否かを検討することとし、平成 14 年度以降、歯の収集を進め、ESR 法による線量測定を行った。

125 歯のうち 17 歯（14%）では検出限界を超える測定値を示した。この中には歯の両面（頬側および舌側）に有意な値を検出した 6 歯と、線量が 1 Gy 前後のもの 3 歯が含まれていたことから、調査対象とした村の住民は明らかに高エネルギー放射線を被ばくしたと考えられた。ESR 測定での検出限界を超えた 17 歯で、ロシア計算方式による線量計算値との比が 10 倍以内のものは 10 歯（59%）であった。一方、125 歯の ESR 線量測定値のほとんど（108 歯：86%）が 0.1 Gy 以下であったことと、被ばく調査対象者の線量計算値のほとんど（91%）が 0.1 Gy 以下であったこととは符合し、相応な結果であると考えられた。

しかし、ESR 測定を行った歯試料の 86%が検出限界以下であり、また歯の収集方法や居住歴の確認などに問題があったこともあり、統計学的に測定値と計算値の相関性は見られなかった。

（7）ロシア計算方式の検証と線量計算の精度向上に向けた検討

線量評価ワーキンググループにおいてロシア計算方式による線量評価の基礎となっている基準照射線量率の根拠についての検討を行い、ロシア計算方式の利用限界、検討すべき課題等を明確化するとともに、線量評価手法に関して幅広い検討を行った。

1）基準照射線量率の根拠の検討

i）ロシア計算方式での線量計算には実測に基づく核爆発 24 時間後の照射線量率（P_{24} 値）を基準照射線量率として用いている。核爆発から長時間経過後の実測値から P_{24} 値を計算している場合もあるが、線量評価に誤差をもたらす可能性がある。

ii）外部被ばく線量評価では、無限時間積分を行うため土壌汚染からの線量の寄与が大きいと考

えられる。当時の照射線量率の実測の大半は 1 時点のもののみなので、線量率の時間減衰について、文献に基づく確認が必要である。また、外部被ばく線量推定には放射性雲の到達時点の核種別濃度分布と核種の存在形態が必要であるため、高精度の計算機シミュレーションや最近の土壌汚染等の測定値に基づいた検討が望まれる。

iii）内部被ばく線量評価では、核爆発規模からの算定または実測に基づく照射線量率から大気中放射性核種濃度、食品中放射性核種濃度を導き、吸入摂取と経口摂取に伴う線量を計算している。パラメータ等は実測値が得られていないため、経験的な値が用いられている。この過去にさかのぼっての線量評価の考え方に大きな誤りはなく、使用されているパラメータも妥当で、全体として大きな矛盾もないと考えられるが、線量評価の精度は高くはない。

2）ロシア計算方式の妥当性

上に示された点を考慮しつつロシア計算方式の妥当性を検討した。

i）P_{24} 値の時間関数特性の検証に不可欠であり、核爆発に伴うソースタームとして最も基本となる放射線源（Pu および核分裂生成物）の核種生成計算および放出される放射線量の定量的評価を、核種消滅・生成計算コード ORIGEN-2.2 を用いて行った。核分裂生成核種の生成、線量率の計算結果は既知のデータとほぼ同等であると評価できた。このことから、この計算手法は妥当で全核種による空気カーマから P_{24} 値に対応する時間減衰曲線が得られることが分かった。

ii）大気拡散計算シミュレーションは様々な仮定をおいて行うので測定の絶対値を評価できるものではないが、線量に関する議論には有用と考えられる。日本原子力研究開発機構が開発した世界版 SPEEDI（WSPEEDI）を用いて 1949 年 8 月 29 日（第 1 回目）の大気圏内核実験のモンテカルロ・シミュレーションを行った。この結果はこれまでに報告された文献等の情報と矛盾しないものであった。ただし、放射性雲の初期状態と核種分布（核種生成計算結果）、粒径を考慮した落下計算などの条件の検討は残された課題である。

3）結果の考察と残された課題

i）疫学研究では、実効線量よりも臓器線量を用いる方が適切であると考えられ、そのためには特に内部被ばく線量計算の精度を高める必要がある。

ii）内部被ばくについては、今後、放射生態学的データが蓄積されれば、評価上のある程度の妥当性をもって、吸入摂取および経口摂取に伴う内部被ばく臓器線量の評価が行える可能性がある。

iii）外部被ばくについては、ここでは基準照射線量率から人体の吸収線量を算定する線量換算係数を用いているが、他方で核種ごとの地表面密度からの線量係数（Gy/h per Bq/m^2）を用いて臓器線量を評価できる可能性があり、その場合には P_{24} 値の得られていない地域での線量計算も可能になると考えられる。

iv）核爆発時の放射性雲の形成とその中における核種の空間的分布、地表面空気層における放射性雲とは異なる場合の大気拡散、放射性核種による汚染地域での核種の移行、粒径による影響、住民の実際の被ばく状況など、未解決の検討課題は多い。

v）これまでの調査では未だ充分な検討を行えてはいないが、より適切な臓器線量評価をするためには、ソースタームから住民の行動に至るすべての局面において、バランスよく不確かさを低減する必要があると考えられる。

IV. 被ばくと死因の関連に関する予備的解析

１．予備的解析に用いたデータ

NNC から協会に送られてきた平成 21 年 3 月末時点の情報を用い試行的に解析を行った。核実験の影響の解析にあたっては、III. 5. (2)「抽出した解析対象候補者の情報の検討」の項(p.25) で示したように、パブロダール集団-I は前述のように対照調査集団として十分な条件を満たしておらず、また、セミパラチンスク集団-II およびパブロダール集団-II は調査開始からの時間が短く未だデータの収集が十分ではない。このため本報告書ではセミパラチンスク集団-I の 4 村のデータのみを用い、内部比較による被ばくと死因の関連の解析を試みた。

(1) 解析対象候補者 (S ランクの調査対象者) から解析に用いた調査対象者の選択

平成 20 年度末時点におけるセミパラチンスク集団-I の調査対象者の総数は 25,505 人であったが、そのうち S ランクに分類された調査対象者(解析対象候補者) は 12,709 人であった。死亡者は 5,406 人で、その中で ICD-10 コードが付され、解析が可能であった者(解析対象者) は 5,108 人であった(**表28**)。

表28　解析対象候補者の人数（平成 21 年 3 月末）

主要居住地	調査対象者数	生死判明者数	生存者数	死亡者数	ICD-10 付与数
ドロン	2,614	2,358	1,285	1,073	958
ズナメンカ	1,787	1,621	833	788	761
カイナール	3,787	3,300	1,662	1,638	1,607
カラウール	4,521	3,671	1,764	1,907	1,782
総 計	12,709	10,950	5,544	5,406	5,108

(2) 解析対象候補者の線量分布

内部比較による被ばくと死因の関連の解析を行うにあたり、まず解析に用いる被ばく線量についての検討を行った。

今回の調査では、内部被ばく線量の算定にあたりヨウ素核種による線量を算定し、それ以外の核種に関しては線量計算に必要な流通に関するパラメータ等が不明であるため、線量計算は行わなかった。ヨウ素核種は甲状腺への線量寄与が特異的に大きいこと、また総じて個人被ばく線量における内部被ばくの寄与は大きくないこと、さらにはロシア計算方式による内部被ばく線量の計算では P_{24} 値を基礎として計算を行うことから内部被ばく線量は外部被ばく線量に比例する傾向があると推定されること等を考慮に入れ、本報告書における被ばくと死因の関連に関する解析では外部被ばく線量のみを用いることとし、ロシア計算方式による実効線量の計算過程で得られる全身の吸収線量を用いた。**図12**にセミパラチンスク集団-I について、外部被ばく線量範囲ごとに解析対象候補者の人数の分布を示した。

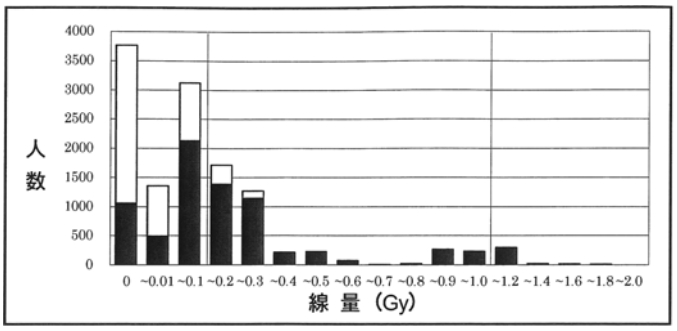


図12　セミパラチンスク集団-I の被ばく調査対象者の線量分布

■：1948 年以前に生まれた調査対象者（予備解析対象者）
□：1949 年以降に生まれた調査対象者（解析対象候補者）

2．死因別の被ばく線量

死因は WHO の ICD-10 コードを用いて分類し、その大分類に従い、外部被ばく線量ごとの人数を男性・女性それぞれに集計した（**表29**、**表30**）。平成 20 年度末における村ごとの集計データを添付資料−17 および添付資料−18 に掲載した。種々の疾患の中では、男性・女性ともに新生物および循環器系の疾患が多かったため、ICD-10 の中分類ないし小分類に従い、放射線影響として重要な ① 食道・胃・肝などの消化器の悪性新生物（C15 ~ C26）、② 食道の悪性新生物（C15）、③ 胃の悪性新生物（C16）、④ 肝および肝内胆管の悪性新生物（C22）、⑤ 肺がんなどの呼吸器および胸腔内臓器の悪性新生物（C30 ~ C39）、⑥ 気管支および肺の悪性新生物（C34）、⑦ 乳房の悪性新生物（C50）、⑧ 甲状腺およびその他の内分泌腺の悪性新生物（C73 ~ C75）、⑨ リンパ組織、造血組織および関連組織の悪性新生物（C81 ~ C96）、⑩ 白血病（C91 ~ C95）、および影響のある可能性が示唆されている ⑪ 虚血性心疾患（I20 ~ I25）、⑫ 肺性心疾患および肺循環疾患（I26 ~ I28）、⑬ その他の型の心疾患（心膜炎、心内膜炎、心弁膜障害、心筋炎、心筋症、伝導障害、心停止、発作性頻拍（症）、心房細動および粗動、不整脈、心不全等：I30 ~ 52）および ⑭ 脳血管疾患（I60 ~ I69）について男性･女性それぞれに集計した（**表31、表32**）。なお村ごとの ICD-10 コード中分類による死因の集計データを添付資料−19 と添付資料−20 に掲載した。

男性では虚血性心疾患、消化器の悪性新生物、その他の型の心疾患、脳血管疾患、食道の悪性腫瘍、呼吸器および胸腔内臓器の悪性新生物、気管支および肺の悪性腫瘍の順に多かった。また、女性の場合は、虚血性心疾患、消化器の悪性新生物、脳血管疾患、その他の型の心疾患、食道の悪性腫瘍が多かったが、呼吸器および胸腔内臓器の悪性新生物は男性に比べてかなり少なかった。

3．セミパラチンスク集団-I の内部比較による死亡率比の解析

（1）解析の対象と方法

図12に示したように、被ばく線量が 0.1 Gy 以下の解析対象候補者では 1949 年以降に生まれた人が約半数を占めていたが、0.3 Gy 以上の解析対象候補者ではほとんどが 1949 年以前に生まれた人であった。このため、死亡率比の解析では年齢効果を除外するために 1948 年までに生まれた解析対象候補者（以下「予備解析対象者」）のデータのみを用いて解析した。

表29　ICD-10 大分類による死因別被ばく線量（外部被ばく線量）と死亡者数（男性）（平成 21 年 3 月末）

ICD-10	死因となった疾患	線 量（Gy）																	合計
		0	~0.01	~ 0.1	~ 0.2	~ 0.3	~ 0.4	~ 0.5	~ 0.6	~ 0.7	~ 0.8	~ 0.9	~ 1.0	~ 1.2	~ 1.4	~ 1.6	~ 1.8	~ 2.0	
A00 ~ B99	感染症および寄生虫症	47	8	37	50	19	3	6	2	0	0	6	4	10	0	0	0	0	192
C00 ~ D48	新生物	96	37	122	140	81	16	31	12	0	0	9	7	23	2	1	1	0	578
D50 ~ D89	血液および造血器の疾患ならびに免疫機構の障害	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
E00 ~ E90	内分泌,栄養および代謝疾患	2	0	5	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
F00 ~ F99	精神および行動の障害	1	2	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
G00 ~ G99	神経系の疾患	5	3	4	4	2	1	0	0	0	0	2	3	1	0	0	0	0	25
H00 ~ H59	眼および付属器の疾患	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H60 ~ H95	耳および乳様突起の疾患	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I00 ~ I99	循環器系の疾患	177	64	187	242	156	30	54	25	0	3	28	13	63	6	1	5	0	1,054
J00 ~ J99	呼吸器系の疾患	29	10	28	34	25	0	9	5	0	0	2	1	8	1	0	1	0	153
K00 ~ K93	消化器系の疾患	19	4	16	12	10	0	5		0	0	5	1	6	0	0	0	0	78
L00 ~ L99	皮膚および皮下組織の疾患	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
M00 ~ M99	筋骨格系および結合組織の疾患	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N00 ~ N99	尿路性器系の疾患	4	1	4	8	3	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	24
O00 ~ O99	妊娠,分娩および産じょく〈褥〉	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P00 ~ P96	周産期に発生した病態	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q00 ~ Q99	先天奇形,変形および染色体異常	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
R00 ~ R99	症状,徴候および異常臨床所見・異常検査所見で他に分類されないもの	68	18	79	80	23	3	9	3	0	0	1	3	10	1	0	0	0	298
S00 ~ T98	損傷,中毒およびその他の外因の影響	24	11	16	10	11	1	7	2	0	0	2	2	6	0	1	0	0	93
V00 ~ Y98	傷病および死亡の外因	72	25	43	41	27	2	2	0	0	1	6	4	8	2	0	0	0	233
Z00 ~ Z99	健康状態に影響を及ぼす要因および保健サービスの利用	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	死因不明または ICD-10 コード未付与	33	25	26	9	17	1	6	3	0	0	9	7	15	0	0	0	0	151
	生存または死亡未確認	1,319	485	750	413	224	34	26	6	2	4	58	21	37	2	1	0	0	3,382
合 計		1,897	705	1,520	896	550	88	155	59	2	9	129	69	186	12	4	7	0	6,288

表30　ICD-10 大分類による死因別被ばく線量と死亡者数（女性）（平成 21 年 3 月末）

ICD-10	死因となった疾患	線 量（Gy）																	合計
		0	~ 0.01	~ 0.1	~ 0.2	~ 0.3	~ 0.4	~ 0.5	~ 0.6	~ 0.7	~ 0.8	~ 0.9	~ 1.0	~ 1.2	~ 1.4	~ 1.6	~ 1.8	~ 2.0	
A00 ~ B99	感染症および寄生虫症	42	5	16	39	20	4	0	0	0	1	6	3	1	0	0	0	0	137
C00 ~ D48	新生物	64	22	50	155	102	12	16	4	1	1	4	16	8	2	0	0	0	457
D50 ~ D89	血液および造血器の疾患ならびに免疫機構の障害	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
E00 ~ E90	内分泌,栄養および代謝疾患	1	2	2	4	2	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0	15
F00 ~ F99	精神および行動の障害	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4
G00 ~ G99	神経系の疾患	9	2	3	2	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	19
H00 ~ H59	眼および付属器の疾患	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
H60 ~ H95	耳および乳様突起の疾患	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
I00 ~ I99	循環器系の疾患	146	52	126	313	210	38	41	4	0	0	17	59	58	1	3	4	0	1,072
J00 ~ J99	呼吸器系の疾患	30	1	13	30	11	4	2	0	0	0	1	5	1	0	1	0	0	99
K00 ~ K93	消化器系の疾患	11	2	12	9	9	1	0	0	0	0	3	0	4	0	1	0	0	52
L00 ~ L99	皮膚および皮下組織の疾患	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
M00 ~ M99	筋骨格系および結合組織の疾患	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
N00 ~ N99	尿路性器系の疾患	3	1	5	5	2	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	19
O00 ~ O99	妊娠,分娩および産じょく〈褥〉	10	2	2	6	4	2	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	30
P00 ~ P96	周産期に発生した病態	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
Q00 ~ Q99	先天奇形,変形および染色体異常	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
R00 ~ R99	症状,徴候および異常臨床所見・異常検査所見で他に分類されないもの	60	14	61	136	43	10	4	4	1	0	2	14	13	1	3	0	0	366
S00 ~ T98	損傷,中毒およびその他の外因の影響	4	5	2	5	2	1	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	23
V00 ~ Y98	傷病および死亡の外因	20	3	2	15	3	1	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	49
Z00 ~ Z99	健康状態に影響を及ぼす要因および保健サービスの利用	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	死因不明または ICD-10 コード未付与	28	15	16	24	26	9	1	4	0	0	5	9	7	2	1	0	0	147
	生存または死亡未確認	1,439	513	830	537	309	54	17	7	5	14	100	55	25	6	6	4	0	3,921
合 計		1,872	639	1,140	1,285	748	136	83	24	7	16	142	170	122	13	16	8	0	6,421

表31　外部被ばく線量と主要な疾患による死亡の関係（セミパラチンスク集団-I、男性）（平成 21 年 3 月）

ICD-10	死因となった疾患	線 量（Gy）																	合計
		0.0	~0.01	~0.1	~0.2	~0.3	~0.4	~0.5	~0.6	~0.7	~0.8	~0.9	~1.0	~1.2	~1.4	~1.6	~1.8	~2.0	
C15~C26	消化器の悪性新生物	54	20	79	73	46	8	23	9	0	0	5	5	16	0	0	0	0	338
C15	食道の悪性新生物	29	6	31	37	22	7	11	4	0	0	0	2	4	0	0	0	0	153
C16	胃の悪性新生物	17	4	27	22	11	1	7	3	0	0	4	1	5	0	0	0	0	102
C22	肝および肝内胆管の悪性新生物	5	4	14	10	10	0	3	1	0	0	1	2	4	0	0	0	0	54
C30~C39	呼吸器および胸腔内臓器の悪性新生物	16	10	35	34	13	3	3	3	0	0	2	2	6	0	1	0	0	128
C34	気管支および肺の悪性新生物	14	9	33	30	10	2	3	2	0	0	2	1	6	0	1	0	0	113
C50	乳房の悪性新生物	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C73~C75	甲状腺およびその他の内分泌腺	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C81~C96	リンパ組織、造血組織および関連組織の悪性新生物	1	2	4	3	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
C91~C95	白血病	0	1	2	2	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
I20 ~ I25	虚血性心疾患	74	33	105	105	56	13	23	13	0	3	11	4	27	1	0	2	0	470
I26 ~ I28	肺性心疾患および肺循環疾患	4	3	6	8	6	3	2	0	0	0	3	1	0	0	0	1	0	37
I30 ~ I52	その他の型の心疾患	50	17	42	30	28	9	17	4	0	0	6	3	22	3	0	1	0	232
I60 ~ I69	脳血管疾患	40	7	47	59	31	1	6	7	0	0	8	1	8	2	1	1	0	219

表32　外部被ばく線量と主要な疾患による死亡の関係（セミパラチンスク集団-I、女性）（平成 21 年 3 月）

ICD-10	死因となった疾患	線 量（Gy）																	合計
		0.0	~0.01	~0.1	~0.2	~0.3	~0.4	~0.5	~0.6	~0.7	~0.8	~0.9	~1.0	~1.2	~1.4	~1.6	~1.8	~2.0	
C15~C26	消化器の悪性新生物	36	13	95	51	65	6	13	3	0	0	1	12	5	1	0	0	0	301
C15	食道の悪性新生物	16	5	42	29	29	2	6	2	0	0	0	4	1	0	0	0	0	136
C16	胃の悪性新生物	9	6	34	16	19	2	4	1	0	0	0	4	1	1	0	0	0	97
C22	肝および肝内胆管の悪性新生物	4	1	12	3	10	2	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	38
C30~C39	呼吸器および胸腔内臓器の悪性新生物	6	2	5	0	5	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	21
C34	気管支および肺の悪性新生物	5	2	5	0	5	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	19
C50	乳房の悪性新生物	2	2	4	6	7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	22
C73~C75	甲状腺およびその他の内分泌腺	0	0	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
C81~C96	リンパ組織、造血組織および関連組織の悪性新生物	1	1	6	1	3	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	14
C91~C95	白血病	1	1	6	1	3	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	14
I20 ~ I25	虚血性心疾患	55	15	98	100	83	20	15	2	0	0	9	28	23	1	1	2	0	452
I26 ~ I28	肺性心疾患および肺循環疾患	7	1	6	1	10	1	3	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	32
I30 ~ I52	その他の型の心疾患	23	20	41	18	30	5	10	0	0	0	3	15	21	0	1	2	0	189
I60 ~ I69	脳血管疾患	43	13	66	61	65	10	11	2	0	0	3	13	8	0	1	0	0	296

この解析に用いた予備解析対象者は 7,652 人であった(**表33**)。

表33　予備解析対象者の人数（平成 21 年 3 月末）

主要居住地	予備解析対象者数	生死判明者数	生存者数	死亡者数	ICD-10 付与数
ドロン	1,582	1,518	559	959	868
ズナメンカ	1,118	1,084	383	701	683
カイナール	2,384	2,307	836	1,471	1,444
カラウール	2,568	2,441	752	1,689	1,586
総 計	7,652	7,350	2,530	4,820	4,581

これらの予備解析対象者を、ICRP Publication 99「Low-Dose Extrapolation of Radiation Related Cancer Risk」の分類等を参考に線量 0.1, 0.5, 1.0 Gy を境に 4 群に分けた(ここでは低線量群 (0.1 Gy 未満)、中線量群-1 (0.1 ~ 0.5 Gy)、中線量群-2 (0.5 ~ 1.0 Gy)、高線量群 (1.0 Gy 以上) と呼称する)。

線量群ごとに人年に基づいて死亡率を計算し、低線量群との比較で死亡率比を求めた。

男性、女性それぞれに新生物(C00 ~ D48)、消化器の悪性新生物(C15 ~ C26)、食道の悪性新生物(C15)、胃の悪性新生物(C16)、肝および肝内胆管の悪性新生物(C22)、呼吸器および胸腔内臓器の悪性新生物(C30 ~ C39)、気管支および肺の悪性新生物(C34)、乳房の悪性新生物(C50)、リンパ組織、造血組織および関連組織の悪性新生物(C81 ~ C96)、白血病(C91 ~ C95)、循環器系疾患(I00 ~ I99)、虚血性心疾患(I20 ~ I25)、肺性心疾患および肺循環疾患(I26 ~ I28)、その他の型の心疾患(I30 ~ I52)、脳血管疾患(I60 ~ I69)について、以下の式により死亡率比を計算した。

$$RR\text{（死亡率比）} = \frac{\text{中線量群または高線量群の死亡数／中線量群または高線量群の観察人・年}}{\text{低線量群の死亡数／低線量群の観察人・年}} = \frac{k_1 / n_1}{k_2 / n_2} = \frac{p_1}{p_2}$$

この式における k_1、k_2 は、中線量または高線量群および低線量群における死亡数、n_1、n_2 はそれらの観察人年、p_1 、p_2 はそれぞれの死亡率である。また、死亡率比の自然対数 $\ln(RR)$に対する標準誤差 SE および 95%信頼区間は次の式で示される。

$$SE = \sqrt{\frac{1}{n_1 p_1} + \frac{1}{n_2 p_2}}$$

$$95\%\text{信頼区間（下限；上限）} = (\exp\{\ln(RR) - 1.96\,SE\};\ \exp\{\ln(RR) + 1.96\,SE\})$$

なお、人年計算に当たっては、観察期間は 1949 年 1 月 1 日から死亡日または最終生存確認日までとした。

（2）解析の結果と考察

新生物および循環器系疾患とそれらの中の主な疾患について死亡率比を計算し、**表34**と**表35**に示した。計算の結果、男性でも女性でも共通して、循環器系疾患および虚血性心疾患による死亡が線量の増加に伴い有意に増加した。さらに、その他の型の心疾患では高線量群で、

表34　新生物および循環器系疾患の死亡率比（0.1 Gy、0.5 Gy、1.0 Gy で 4 群に区分：男性）

ICD-10	死因となった疾患	線量群 (Gy)	人 年	死亡数	死亡率	死亡率比	95%信頼限界	
							下限	上限
C00 ~ D48	新生物	~ 0.1	70,158	250	0.00351	1.00	−	−
		0.1 ~ 0.5	56,285	245	0.00435	**1.24**	1.04	1.48
		0.5 ~ 1.0	10,067	28	0.00278	0.79	0.54	1.17
		1.0 ~	6,967	27	0.00388	1.10	0.74	1.64
C15 ~ C26	消化器の悪性新生物	~ 0.1	70,158	145	0.00204	1.00	−	−
		0.1 ~ 0.5	56,285	147	0.00261	**1.28**	1.02	1.61
		0.5 ~ 1.0	10,067	19	0.00189	0.93	0.57	1.49
		1.0 ~	6,967	16	0.00230	1.13	0.67	1.89
C15	食道の悪性新生物	~ 0.1	70,158	65	0.00091	1.00	−	−
		0.1 ~ 0.5	56,285	77	0.00137	**1.50**	1.08	2.08
		0.5 ~ 1.0	10,067	6	0.00060	0.65	0.28	1.51
		1.0 ~	6,967	4	0.00057	0.63	0.23	1.72
C16	胃の悪性新生物	~ 0.1	70,158	45	0.00063	1.00	−	−
		0.1 ~ 0.5	56,285	40	0.00071	1.12	0.73	1.72
		0.5 ~ 1.0	10,067	8	0.00079	1.26	0.59	2.67
		1.0 ~	6,967	5	0.00072	1.13	0.45	2.86
C22	肝および肝内胆管の悪性新生物	~ 0.1	70,158	20	0.00028	1.00	−	−
		0.1 ~ 0.5	56,285	21	0.00037	1.33	0.72	2.45
		0.5 ~ 1.0	10,067	4	0.00040	1.41	0.48	4.14
		1.0 ~	6,967	4	0.00057	2.04	0.70	5.98
C30 ~ C39	呼吸器および胸腔内臓器の悪性新生物	~ 0.1	70,158	54	0.00076	1.00	−	−
		0.1 ~ 0.5	56,285	52	0.00092	1.22	0.83	1.78
		0.5 ~ 1.0	10,067	7	0.00070	0.92	0.42	2.01
		1.0 ~	6,967	7	0.00100	1.32	0.60	2.91
C34	気管支および肺の悪性新生物	~ 0.1	70,158	49	0.00069	1.00	−	−
		0.1 ~ 0.5	56,285	44	0.00078	1.14	0.76	1.71
		0.5 ~ 1.0	10,067	5	0.00050	0.72	0.29	1.81
		1.0 ~	6,967	7	0.00100	1.46	0.66	3.22
C73 ~ C75	甲状腺およびその他の内分泌腺の悪性新生物	~ 0.1	70,158	0	−	−	−	−
		0.1 ~ 0.5	56,285	0	−	−	−	−
		0.5 ~ 1.0	10,067	0	−	−	−	−
		1.0 ~	6,967	0	−	−	−	−
C81 ~ C96	リンパ組織、造血組織および関連組織の悪性新生物	~ 0.1	70,158	5	0.00007	1.00	−	−
		0.1 ~ 0.5	56,285	8	0.00014	2.02	0.66	6.18
		0.5 ~ 1.0	10,067	0	−	−	−	−
		1.0 ~	6,967	0	−	−	−	−
C91 ~ C95	白血病	~ 0.1	70,158	2	0.00003	1.00	−	−
		0.1 ~ 0.5	56,285	6	0.00011	3.79	0.77	18.79
		0.5 ~ 1.0	10,067	0	−	−	−	−
		1.0 ~	6,967	0	−	−	−	−
I00 ~ I99	循環器系の疾患	~ 0.1	70,158	378	0.00531	1.00	−	−
		0.1 ~ 0.5	56,285	424	0.00753	**1.42**	1.23	1.63
		0.5 ~ 1.0	10,067	67	0.00666	1.25	0.97	1.62
		1.0 ~	6,967	75	0.01077	**2.03**	1.58	2.60
I20 ~ I25	虚血性心疾患	~ 0.1	70,158	182	0.00256	1.00	−	−
		0.1 ~ 0.5	56,285	192	0.00341	**1.33**	1.09	1.63
		0.5 ~ 1.0	10,067	29	0.00288	1.13	0.76	1.67
		1.0 ~	6,967	30	0.00431	**1.68**	1.14	2.48
I26 ~ I28	肺性心疾患および肺循環疾患	~ 0.1	70,158	11	0.00015	1.00	−	−
		0.1 ~ 0.5	56,285	19	0.00034	**2.18**	1.04	4.59
		0.5 ~ 1.0	10,067	4	0.00040	2.57	0.82	8.07
		1.0 ~	6,967	1	0.00014	0.93	0.12	7.19
I30 ~ I52	その他の型の心疾患	~ 0.1	70,158	78	0.00110	1.00	−	−
		0.1 ~ 0.5	56,285	80	0.00142	1.30	0.95	1.77
		0.5 ~ 1.0	10,067	13	0.00129	1.18	0.65	2.12
		1.0 ~	6,967	26	0.00373	**3.40**	2.18	5.31
I60 ~ I69	脳血管疾患	~ 0.1	70,158	77	0.00108	1.00	−	−
		0.1 ~ 0.5	56,285	91	0.00162	**1.49**	1.10	2.02
		0.5 ~ 1.0	10,067	16	0.00159	1.47	0.86	2.52
		1.0 ~	6,967	12	0.00172	1.59	0.87	2.92

死亡率比は、0.1~0.5 Gy 群、0.5~1.0 Gy および 1.0 Gy 以上の群それぞれの 0.1 Gy 未満の群に対する比率である。

表35　新生物および循環器系疾患の死亡率比（0.1 Gy、0.5 Gy、1.0 Gy で 4 群に区分：女性）

ICD~10	死因となった疾患	線量群 (Gy)	人 年	死亡数	死亡率	死亡率比	95%信頼限界	
							下限	上限
C00 ~ D48	新生物	~ 0.1	81,738	201	0.00246	1.00	−	−
		0.1 ~ 0.5	62,554	197	0.00315	**1.28**	1.05	1.56
		0.5 ~ 1.0	14,968	26	0.00174	0.71	0.47	1.06
		1.0 ~	6,228	10	0.00161	0.65	0.35	1.23
C15 ~ C26	消化器の悪性新生物	~ 0.1	81,738	139	0.00170	1.00	−	−
		0.1 ~ 0.5	62,554	135	0.00216	**1.27**	1.00	1.61
		0.5 ~ 1.0	14,968	16	0.00107	0.63	0.37	1.05
		1.0 ~	6,228	6	0.00096	0.57	0.25	1.28
C15	食道の悪性新生物	~ 0.1	81,738	63	0.00077	1.00	−	−
		0.1 ~ 0.5	62,554	66	0.00106	1.37	0.97	1.93
		0.5 ~ 1.0	14,968	6	0.00040	0.52	0.23	1.20
		1.0 ~	6,228	1	0.00016	0.21	0.03	1.50
C16	胃の悪性新生物	~ 0.1	81,738	46	0.00056	1.00	−	−
		0.1 ~ 0.5	62,554	41	0.00066	1.16	0.76	1.77
		0.5 ~ 1.0	14,968	5	0.00033	0.59	0.24	1.49
		1.0 ~	6,228	2	0.00032	0.57	0.14	2.35
C22	肝および肝内胆管の悪性新生物	~ 0.1	81,738	16	0.00020	1.00	−	−
		0.1 ~ 0.5	62,554	17	0.00027	1.39	0.70	2.75
		0.5 ~ 1.0	14,968	2	0.00013	0.68	0.16	2.97
		1.0 ~	6,228	2	0.00032	1.64	0.38	7.13
C30 ~ C39	呼吸器および胸腔内臓器の悪性新生物	~ 0.1	81,738	13	0.00016	1.00	−	−
		0.1 ~ 0.5	62,554	6	0.00010	0.60	0.23	1.59
		0.5 ~ 1.0	14,968	1	0.00007	0.42	0.05	3.21
		1.0 ~	6,228	0	−	−	−	−
C34	気管支および肺の悪性新生物	~ 0.1	81,738	12	0.00015	1.00	−	−
		0.1 ~ 0.5	62,554	5	0.00008	0.54	0.19	1.55
		0.5 ~ 1.0	14,968	1	0.00007	0.46	0.06	3.50
		1.0 ~	6,228	0	−	−	−	−
C50	乳房の悪性新生物	~ 0.1	81,738	5	0.00006	1.00	−	−
		0.1 ~ 0.5	62,554	11	0.00018	2.87	0.99	8.27
		0.5 ~ 1.0	14,968	1	0.00007	1.09	0.13	9.35
		1.0 ~	6,228	0	−	−	−	−
C73 ~ C75	甲状腺およびその他の内分泌腺の悪性新生物	~ 0.1	81,738	2	0.00002	1.00	−	−
		0.1 ~ 0.5	62,554	3	0.00005	1.96	0.33	11.73
		0.5 ~ 1.0	14,968	0	−	−	−	−
		1.0 ~	6,228	0	−	−	−	−
C81 ~ C96	リンパ組織、造血組織および関連組織の悪性新生物	~ 0.1	81,738	7	0.00009	1.00	−	−
		0.1 ~ 0.5	62,554	4	0.00006	0.75	0.22	2.55
		0.5 ~ 1.0	14,968	0	−	−	−	−
		1.0 ~	6,228	1	0.00016	1.87	0.23	15.24
C91 ~ C95	白血病	~ 0.1	81,738	7	0.00009	1.00	−	−
		0.1 ~ 0.5	62,554	4	0.00006	0.75	0.22	2.55
		0.5 ~ 1.0	14,968	0	−	−	−	−
		1.0 ~	6,228	1	0.00016	1.87	0.23	15.24
I00 ~ I99	循環器系の疾患	~ 0.1	81,738	425	0.00520	1.00	−	−
		0.1 ~ 0.5	62,554	470	0.00751	**1.45**	1.27	1.65
		0.5 ~ 1.0	14,968	80	0.00534	1.03	0.81	1.31
		1.0 ~	6,228	65	0.01044	**2.01**	1.55	2.61
I20 ~ I25	虚血性心疾患	~ 0.1	81,738	162	0.00198	1.00	−	−
		0.1 ~ 0.5	62,554	216	0.00345	**1.74**	1.42	2.14
		0.5 ~ 1.0	14,968	39	0.00261	1.31	0.93	1.86
		1.0 ~	6,228	27	0.00434	**2.19**	1.46	3.29
I26 ~ I28	肺性心疾患および肺循環疾患	~ 0.1	81,738	10	0.00012	1.00	−	−
		0.1 ~ 0.5	62,554	15	0.00024	1.96	0.88	4.36
		0.5 ~ 1.0	14,968	2	0.00013	1.09	0.24	4.98
		1.0 ~	6,228	1	0.00016	1.31	0.17	10.25
I30 ~ I52	その他の型の心疾患	~ 0.1	81,738	79	0.00097	1.00	−	−
		0.1 ~ 0.5	62,554	62	0.00099	1.03	0.74	1.43
		0.5 ~ 1.0	14,968	18	0.00120	1.24	0.75	2.08
		1.0 ~	6,228	24	0.00385	**3.99**	2.52	6.30
I60 ~ I69	脳血管疾患	~ 0.1	81,738	119	0.00146	1.00	−	−
		0.1 ~ 0.5	62,554	140	0.00224	**1.54**	1.20	1.96
		0.5 ~ 1.0	14,968	18	0.00120	0.83	0.50	1.36
		1.0 ~	6,228	8	0.00128	0.88	0.43	1.81

死亡率比は、0.1 ~ 0.5 Gy 群、0.5 ~ 1.0 Gy および 1.0 Gy 以上の群それぞれの 0.1 Gy 未満の群に対する比率である

脳血管疾患では中線量群−1 で有意の増加が見られた。男性・女性共に被ばくによる循環器系疾患、特に虚血性心疾患に有意の増加が見られたことは注目される。

また男性では全新生物、消化器の悪性新生物、食道の悪性新生物、肺性心疾患および肺循環器系疾患において、中線量群で有意の増加が認められた。女性ではそれらの疾患の増加は必ずしも有意ではなかったが、増加の傾向が見られた。しかし男性での食道や造血臓器等の悪性新生物、白血病、女性での食道、胃、気管支および胸腔内、乳房等の悪性新生物等では高線量群で死亡率が低下した。これには民族、環境中の残留農薬、喫煙等の生活習慣等による交絡の可能性が考えられるが、今後のデータの蓄積が望まれる。

4．「Cox の比例ハザードモデル」による被ばく線量と死因の関連性の解析

（1）解析の対象と方法

セミパラチンスク集団−I の解析対象候補者（S ランク）12,709 人あるいはそのうちの 1948 年以前に生まれた予備解析対象者 7,652 人を 4 群（0.1 Gy 未満、0.1 ~ 0.5 Gy、0.5 ~ 1.0 Gy、1.0 Gy 以上）に分け、SAS の「Cox の比例ハザードモデル」解析によって被ばく線量と死亡率との関連を解析した。

予備解析対象者は出生年の期間ごとに 9 群（~ 1899、1900 ~ 1909、1910 ~ 1919、1920 ~ 1929、1930 ~ 1939、1940 ~ 1949、1950 ~ 1959、1960 ~ 1969、1970 ~に分け、性別も 2 群（男性、女性）に層別化し、到達年齢を時間変数として下記の式を用いた。

$$h(t,x)\ (\text{ハザード比}) = h_{i,g,0}(t)\cdot\exp(\beta x)$$

この計算式における変数、t は到達年齢、I は出生年、g は性、x は線量である。

なお、人年計算に当たっては、観察期間は対象地域における居住歴情報の最初の日から死亡日または生存最終確認日までとした。

（2）解析の結果と考察

新生物および循環器系疾患とそれらのうちの主な疾患についてハザード比を計算し、結果を**表35～表39**に示した。**表35**と**表36**はセミパラチンスク集団−I の解析対象候補者（S ランク）全体について、**表37**と**表38に**は上記の解析対象候補者のうち 1948 年以前に生まれた予備解析対象者について、男性・女性それぞれの解析結果を示した。

解析対象候補者全体についての解析では、外部被ばく線量が 0.1 Gy 未満の群と比較して 0.1 ~ 0.5 Gy、0.5 ~ 1.0 Gy、あるいは 1.0 Gy 以上の群のいくつかで男性と女性の循環器系疾患、虚血性心疾患、脳血管疾患、および女性の乳房の悪性新生物の死亡率が有意に高く、特に男性の循環器系疾患全体と女性の虚血性心疾患では線量の増加とともに死亡率の有意な増加が見られた。一方、女性の全がんと男性および女性の食道の悪性新生物では線量の増加とともに死亡率の有意な低下傾向が見られ、生活習慣等の因子による交絡の可能性が示唆された（**表36、表37**）。解析対象者を 1948 年以前に生まれた人に限った場合でも同様の結果が得られた（**表38、表39**）。

主要居住地（ドロン、ズナメンカ、カイナール、カラウール）を調整した解析を行ったところ、全がんと食道がんの低下についての有意な傾向性は見られなくなったが、依然として男性の循環器系疾患の増加と女性の乳房の悪性新生物の増加が見られた（**表40**）。

表36　新生物および循環器系疾患による死亡のハザード比（S ランク：セミパラチンスク集団-I：男性）

ICD-10	死因となった疾患	線量群 (Gy)	人 年	死亡数	ﾊｻﾞｰﾄﾞ比	95%信頼限界		傾向性の p 値
						下限	上限	
C00~D48	新生物	~ 0.1	162,461	269	1.00	−	−	0.21
		0.1~0.5	70,499	247	0.77	0.89	1.27	
		0.5~1.0	11,736	28	0.77	0.52	1.14	
		1.0 ~	8,086	27	0.21	0.52	1.15	
C15	食道の悪性新生物	~ 0.1	162,461	66	1.00	−	−	0.04
		0.1~0.5	70,499	77	1.03	0.74	1.45	
		0.5~1.0	11,736	6	0.52	0.22	1.21	
		1.0 ~	8,086	4	0.36	0.13	0.99	
C16	胃の悪性新生物	~ 0.1	162,461	48	1.00	−	−	0.64
		0.1~0.5	70,499	41	0.91	0.60	0.54	
		0.5~1.0	11,736	8	1.16	0.54	2.46	
		1.0 ~	8,086	5	0.72	0.28	1.82	
C22	肝および肝内胆管の悪性新生物	~ 0.1	162,461	23	1.00	−	−	0.16
		0.1~0.5	70,499	23	1.41	0.78	2.54	
		0.5~1.0	11,736	4	1.57	0.54	4.61	
		1.0 ~	8,086	4	1.81	0.61	5.39	
C34	気管支および肺の悪性新生物	~ 0.1	162,461	56	1.00	−	−	0.92
		0.1~0.5	70,499	45	1.10	0.74	1.64	
		0.5~1.0	11,736	5	0.80	0.32	2.01	
		1.0 ~	8,086	7	1.09	0.49	2.41	
C50	乳房の悪性新生物	~ 0.1	162,461	0	−	−	−	−
		0.1~0.5	70,499	0	−	−	−	
		0.5~1.0	11,736	0	−	−	−	
		1.0 ~	8,086	0	−	−	−	
C91~C95	白血病	~ 0.1	162,461	3	1.00	−	−	0.88
		0.1~0.5	70,499	6	3.22	0.76	13.6	
		0.5~1.0	11,736	0	0.00	−	−	
		1.0 ~	8,086	0	0.00	−	−	
I00 ~ I99	循環器系の疾患	~ 0.1	162,461	469	1.00	−	−	< 0.01
		0.1~0.5	70,499	442	1.14	0.99	1.31	
		0.5~1.0	11,736	69	1.12	0.86	1.45	
		1.0 ~	8,086	75	**1.75**	1.36	2.25	
I20 ~ I25	虚血性心疾患	~ 0.1	162,461	212	1.00	−	−	0.09
		0.1~0.5	70,499	197	1.07	0.88	1.32	
		0.5~1.0	11,736	31	1.04	0.71	1.54	
		1.0 ~	8,086	30	**1.51**	1.02	2.23	
I60 ~ I69	脳血管疾患	~ 0.1	162,461	94	1.00	−	−	0.11
		0.1~0.5	70,499	97	1.26	0.93	1.69	
		0.5~1.0	11,736	16	1.35	0.78	2.31	
		1.0 ~	8,086	12	1.38	0.75	2.54	

表37　新生物および循環器系疾患による死亡のハザード比（S ランク：セミパラチンスク集団-I：女性）

ICD-10	死因となった疾患	線量群 (Gy)	人 年	死亡数	ハザード比	95%信頼限界		傾向性の p 値
						下限	上限	
C00~D48	新生物	~ 0.1	164,857	214	1.00	–	–	0.02
		0.1~0.5	76,504	202	1.08	0.89	1.32	
		0.5~1.0	17,214	26	0.70	0.70	0.46	
		1.0 ~	7,272	10	0.45	0.24	0.84	
C15	食道の悪性新生物	~ 0.1	164,857	63	1.00	–	–	0.01
		0.1~0.5	76,504	66	0.96	0.68	1.36	
		0.5~1.0	17,214	6	0.54	0.23	1.25	
		1.0 ~	7,272	1	0.11	0.02	0.81	
C16	胃の悪性新生物	~ 0.1	164,857	49	1.00	–	–	0.07
		0.1~0.5	76,504	41	0.89	0.59	1.36	
		0.5~1.0	17,214	5	0.56	0.22	1.40	
		1.0 ~	7,272	2	0.35	0.09	1.46	
C22	肝および肝内胆管の悪性新生物	~ 0.1	164,857	17	1.00	–	–	0.85
		0.1~0.5	76,504	17	1.09	0.55	2.15	
		0.5~1.0	17,214	2	0.65	0.15	2.81	
		1.0 ~	7,272	2	1.03	0.24	4.53	
C34	気管支および肺の悪性新生物	~ 0.1	164,857	12	1.00	–	–	0.15
		0.1~0.5	76,504	6	0.64	0.24	1.74	
		0.5~1.0	17,214	1	0.45	0.06	3.49	
		1.0 ~	7,272	0	0.00	–	–	
C50	乳房の悪性新生物	~ 0.1	164,857	8	1.00	–	–	0.31
		0.1~0.5	76,504	13	**3.82**	1.44	10.1	
		0.5~1.0	17,214	1	1.17	0.14	9.98	
		1.0 ~	7,272	0	0.00	–	–	
C91~C95	白血病	~ 0.1	164,857	8	1.00	–	–	0.94
		0.1~0.5	76,504	5	1.17	0.37	3.70	
		0.5~1.0	17,214	0	0.00	–	–	
		1.0 ~	7,272	1	3.20	0.37	27.8	
I00 ~ I99	循環器系の疾患	~ 0.1	164,857	446	1.00	–	–	0.08
		0.1~0.5	76,504	481	**1.14**	1.00	1.30	
		0.5~1.0	17,214	80	1.02	0.80	1.31	
		1.0 ~	7,272	66	1.24	0.96	1.62	
I20 ~ I25	虚血性心疾患	~ 0.1	164,857	168	1.00	–	–	0.03
		0.1~0.5	76,504	218	**1.32**	1.08	1.62	
		0.5~1.0	17,214	39	1.34	0.93	1.92	
		1.0 ~	7,272	17	1.26	0.84	1.91	
I60 ~ I69	脳血管疾患	~ 0.1	164,857	122	1.00	–	–	0.65
		0.1~0.5	76,504	147	**1.33**	1.04	1.70	
		0.5~1.0	17,214	18	0.80	0.49	1.31	
		1.0 ~	7,272	9	0.67	0.34	1.33	

表38　新生物および循環器系疾患による死亡のハザード比（S ランクで 1948 年以前の出生者：男性）

ICD-10	死因となった疾患	線量群 (Gy)	人 年	死亡数	ハザード比	95%信頼限界		傾向性の p 値
						下限	上限	
C00~D48	新生物	~ 0.1	73,900	246	1.00	−	−	0.23
		0.1~0.5	59,360	242	1.07	0.89	1.28	
		0.5~1.0	11,191	28	0.78	0.53	1.16	
		1.0 ~	8,086	27	0.78	0.52	1.16	
C15	食道の悪性新生物	~ 0.1	73,900	65	1.00	−	−	0.04
		0.1~0.5	59,360	77	1.04	0.74	1.45	
		0.5~1.0	11,191	6	0.52	0.22	1.21	
		1.0 ~	8,086	4	0.36	0.13	0.99	
C16	胃の悪性新生物	~ 0.1	73,900	45	1.00	−	−	0.68
		0.1~0.5	59,360	40	0.92	0.60	1.42	
		0.5~1.0	11,191	8	1.18	0.55	2.51	
		1.0 ~	8,086	5	0.72	0.29	1.84	
C22	肝および肝内胆管の悪性新生物	~ 0.1	73,900	20	1.00	−	−	0.22
		0.1~0.5	59,360	21	1.31	0.70	2.43	
		0.5~1.0	11,191	4	1.52	0.52	4.45	
		1.0 ~	8,086	4	1.74	0.58	5.18	
C34	気管支および肺の悪性新生物	~ 0.1	73,900	49	1.00	−	−	0.83
		0.1~0.5	59,360	44	1.15	0.76	1.73	
		0.5~1.0	11,191	5	0.83	0.33	2.08	
		1.0 ~	8,086	7	1.11	0.50	2.47	
C50	乳房の悪性新生物	~ 0.1	73,900	0	1.00	−	−	−
		0.1~0.5	59,360	0	−	−	−	
		0.5~1.0	11,191	0	−	−	−	
		1.0 ~	8,086	0	−	−	−	
C91~C95	白血病	~ 0.1	73,900	2	1.00	−	−	0.84
		0.1~0.5	59,360	6	3.93	0.79	19.6	
		0.5~1.0	11,191	0	0.00	−	−	
		1.0 ~	8,086	0	0.00	−	−	
I00 ~ I99	循環器系の疾患	~ 0.1	73,900	379	1.00	−	−	< 0.01
		0.1~0.5	59,360	424	**1.15**	1.00	1.33	
		0.5~1.0	11,191	67	1.11	0.85	1.44	
		1.0 ~	8,086	75	**1.76**	1.37	2.26	
I20 ~ I25	虚血性心疾患	~ 0.1	73,900	182	1.00	−	−	0.10
		0.1~0.5	59,360	192	1.09	0.89	1.35	
		0.5~1.0	11,191	29	0.99	0.66	1.48	
		1.0 ~	8,086	30	**1.52**	1.03	2.25	
I60 ~ I69	脳血管疾患	~ 0.1	73,900	77	1.00	−	−	0.14
		0.1~0.5	59,360	91	1.22	0.90	1.66	
		0.5~1.0	11,191	16	1.34	0.78	2.31	
		1.0 ~	8,086	12	1.36	0.73	2.51	

表39　新生物および循環器系疾患による死亡のハザード比（S ランクで 1948 年以前の出生者：女性）

ICD-10	死因となった疾患	線量群 (Gy)	人 年	死亡数	ﾊｻﾞｰﾄﾞ比	95%信頼限界		傾向性の p 値
						下限	上限	
C00~D48	新生物	~ 0.1	86,234	198	1.00	−	−	0.02
		0.1~0.5	66,115	196	1.06	0.87	1.29	
		0.5~1.0	16,598	26	0.70	0.46	1.05	
		1.0 ~	7,156	10	0.44	0.23	0.84	
C15	食道の悪性新生物	~ 0.1	86,234	63	1.00	−	−	0.01
		0.1~0.5	66,115	66	0.96	0.68	1.36	
		0.5~1.0	16,598	6	0.54	0.23	1.25	
		1.0 ~	7,156	1	0.11	0.02	0.81	
C16	胃の悪性新生物	~ 0.1	86,234	46	1.00	−	−	0.08
		0.1~0.5	66,115	41	0.92	0.60	1.40	
		0.5~1.0	16,598	5	0.56	0.22	1.42	
		1.0 ~	7,156	2	0.36	0.09	1.48	
C22	肝および肝内胆管の悪性新生物	~ 0.1	86,234	16	1.00	−	−	0.89
		0.1~0.5	66,115	17	1.12	0.56	2.23	
		0.5~1.0	16,598	2	0.66	0.15	2.86	
		1.0 ~	7,156	2	1.05	0.24	4.16	
C34	気管支および肺の悪性新生物	~ 0.1	86,234	12	1.00	−	−	0.10
		0.1~0.5	66,115	5	0.52	0.18	1.49	
		0.5~1.0	16,598	1	0.42	0.06	3.25	
		1.0 ~	7,156	0	0.00	−	−	
C50	乳房の悪性新生物	~ 0.1	86,234	5	1.00	−	−	0.55
		0.1~0.5	66,115	11	**3.20**	1.10	9,31	
		0.5~1.0	16,598	1	1.04	0.12	8.95	
		1.0 ~	7,156	0	0.00	−	−	
C91~C95	白血病	~ 0.1	86,234	7	1.00	−	−	0.86
		0.1~0.5	66,115	4	0.89	0.26	3.09	
		0.5~1.0	16,598	0	0.00	−	−	
		1.0 ~	7,156	1	2.91	0.34	25.2	
I00 ~ I99	循環器系の疾患	~ 0.1	86,234	425	1.00	−	−	0.13
		0.1~0.5	66,115	471	1.12	0.98	1.28	
		0.5~1.0	16,598	80	1.02	0.80	1.30	
		1.0 ~	7,156	65	1.22	0.93	1.58	
I20 ~ I25	虚血性心疾患	~ 0.1	86,234	162	1.00	−	−	0.04
		0.1~0.5	66,115	216	**1.31**	1.07	1.62	
		0.5~1.0	16,598	39	1.33	0.93	1.91	
		1.0 ~	7,156	27	1.26	0.84	1.90	
I60 ~ I69	脳血管疾患	~ 0.1	86,234	119	1.00	−	−	0.36
		0.1~0.5	66,115	140	1.25	0.98	1.60	
		0.5~1.0	16,598	18	0.78	0.48	1.29	
		1.0 ~	7,156	8	0.58	0.28	1.18	

表40　新生物および循環器系疾患による死亡のハザード比（S ランク、主要居住地を調整）

ICD-10	死因となった疾患	線量群 (Gy)	人 年	死亡数	ﾊｻﾞｰﾄﾞ比	95%信頼限界		傾向性の p 値
						下限	上限	
男 性								
C00~D48	新生物	~ 0.1	162,461	269	1.00	−	−	0.29
		0.1~0.5	70,499	247	0.90	0.73	1.10	
		0.5~1.0	11,736	28	0.81	0.53	1.23	
		1.0 ~	8,086	27	0.94	0.53	1.51	
C15	食道の悪性新生物	~ 0.1	162,461	66	1.00	−	−	0.06
		0.1~0.5	70,499	77	0.75	0.52	1.08	
		0.5~1.0	11,736	6	0.56	0.23	1.34	
		1.0 ~	8,086	4	0.61	0.16	2.29	
I00 ~ I99	循環器系の疾患	~ 0.1	162,461	469	1.00	−	−	< 0.01
		0.1~0.5	70,499	442	1.09	0.93	1.29	
		0.5~1.0	11,736	69	1.12	0.84	1.50	
		1.0 ~	8,086	75	**1.58**	1.16	2.14	
I20 ~ I25	虚血性心疾患	~ 0.1	162,461	212	1.00	−	−	0.20
		0.1~0.5	70,499	197	1.10	0.87	1.39	
		0.5~1.0	11,736	31	1.04	0.67	1.60	
		1.0 ~	8,086	30	1.36	0.85	2.17	
I60 ~ I69	脳血管疾患	~ 0.1	162,461	94	1.00	−	−	0.19
		0.1~0.5	70,499	97	0.97	0.69	1.37	
		0.5~1.0	11,736	16	1.60	0.87	2.96	
		1.0 ~	8,086	12	1.67	0.78	3.58	
女 性								
C00~D48	新生物	~ 0.1	164,857	214	1.00	−	−	0.98
		0.1~0.5	76,504	202	1.01	0.80	1.27	
		0.5~1.0	17,214	26	1.30	0.78	2.16	
		1.0 ~	7,272	10	0.77	0.37	1.63	
C15	食道の悪性新生物	~ 0.1	164,857	63	1.00	−	−	0.88
		0.1~0.5	76,504	66	0.97	0.65	1.45	
		0.5~1.0	17,214	6	1.58	0.55	4.58	
		1.0 ~	7,272	1	0.42	0.05	3.76	
C50	乳房の悪性新生物	~ 0.1	164,857	8	1.00	−	−	0.31
		0.1~0.5	76,504	13	**3.83**	1.01	14.5	
		0.5~1.0	17,214	1	1.31	0.10	16.4	
		1.0 ~	7,272	0	0.00	−	−	
I00 ~ I99	循環器系の疾患	~ 0.1	164,857	446	1.00	−	−	0.98
		0.1~0.5	76,504	481	1.05	0.89	1.23	
		0.5~1.0	17,214	80	0.90	0.67	1.21	
		1.0 ~	7,272	66	0.98	0.71	1.35	
I20 ~ I25	虚血性心疾患	~ 0.1	164,857	168	1.00	−	−	0.07
		0.1~0.5	76,504	218	1.20	0.94	1.53	
		0.5~1.0	17,214	39	1.39	0.86	2.24	
		1.0 ~	7,272	17	1.34	0.78	2.28	
I60 ~ I69	脳血管疾患	~ 0.1	164,857	122	1.00	−	−	0.18
		0.1~0.5	76,504	147	1.03	0.77	1.37	
		0.5~1.0	17,214	18	0.69	0.38	1.26	
		1.0 ~	7,272	9	0.50	0.22	1.13	

V. 関連情報の収集および海外調査

本調査に関連する情報を収集するため、IAEA の Technical Meeting、国際会議、学会等において発表を行うとともに、意見交換・討議を通して情報を収集した。また、調査実施に当たっては定期協議のためにカザフスタンに赴き、調査責任者、調査担当者等と、調査実施体制の整備、調査実施計画、情報収集整理等、調査に関連する諸事項について協議および打合せを行うとともに関連情報の収集を行った。

1. 学術集会等への参加と発表および専門家招聘等による情報収集

これまでの学術集会等への参加と発表、専門家招聘等による情報収集を**表41**にまとめた。なお、表中の略号は表末尾の脚注を参照されたい。

表41　学術集会・会合等における情報収集

期　日	主催者：集会名（開催地）	参加／発表：演題／招聘（招聘者）：演題
H13.5.12 ~ 5.17	WHO、NCI、STUK（共催）：Workshop on Dosimetry of the Populations living in the Proximity of the Semipalatinsk Atomic Weapons Test Site（ヘルシンキ）	参加
H13.10.10	協会：日本ーカザフスタン専門家会合（東京）	招聘（Bugembayeva、Kurakina 両氏）：Reconstruction of personal exposure dose of residents living in the vicinity of Semipalatinsk Nuclear Test Site. Evaluation of absorbed and effective doses in the population constantly living on the radioactive traces of atomospheric nuclear explosions. 他 2 題
H13.10.29 ~ 10.31	日本放射線影響学会：第 44 回大会（大坂）	発表：（シンポジウム）セミパラチンスク核実験場周辺住民の疫学調査ー現状と課題
H14.1.14 ~ 1.18	IAEA：Technical Committee Meeting on Preliminary Appraisal of the Radiological Conditions at Semipalatinsk, Kazakhstan（ウィーン）	発表：Semipalatinsk Epidemiological Feasibility Study.
H14.5.15 ~ 5.18	協会：CSPRE-REA 定例会議・打合せ	招聘（Akanov, Sekerbayev 両氏）
H14.9.22 ~ 9.23	Ministry of Health, RK、National Academy of Sciences, RK：The 3rd International Conference “Ecology, Radiation, Health”	参加
H14.10.15	協会：Land 博士講演会（東京）	招聘（Land 氏）：Thyroid Diseases Prevalence and Radiation Dose from Fallout in the Semipalatinsk Region
H14.12.2	協会：日本ーカザフスタン医療専門家会合（東京）	招聘（Shakantaev 氏）：Система медицинской помощи населению села Кайнар и близлежащих населенных пунктв в настоящем и прошлом（仮訳：現在と過去におけるカイナールおよび近隣地区住民に対する医療システム）.

期 日	主催者：集会名（開催地）	参加／発表:演題／招聘(招聘者):演題
H15.2.12 ~ 2.14	IAEA : Agency's Technical Meeting on the Radiation Protection of the Public from Radioactive Residues in Kazakhstan（ウィーン）	参加
H15.12.1 ~ 12.3	IAEA : Agency's Technical Meeting on the Radiation Protection of the Public from Radioactive Residues in Kazakhstan（ウィーン）	参加
H16.12.6 ~ 12.8	IAEA : Agency's Technical Meeting on the Radiation Protection of the Public from Radioactive Residues in Kazakhstan（ウィーン）	参加
H16.10.25	協会：Preston 博士意見交換会（東京）	招聘(Preston 氏)
H17.3.28	協会：日本ーカザフスタン専門家会合（東京）	招聘(Zhotabaev, Berezin, Mukusheva, Berezina, Kenzhina 各氏)： NNC Activities and Prospects. International Project at STS. Current Status and Prospects. Modern and Future Dose for People Living on the STS Region、 Some Clinical Experiences in Relation to the STS. 他 2 題
H17.4.4 ~ 4.5	IAEA : Agency's Technical Meeting on the Radiation Protection of the Public from Radioactive Residues in Kazakhstan（ウィーン）	参加
H17.9.6 ~ 9.8	NNC : IInd International Scientific Practical Conference "Semipalatinsk Test Site － Radiation Legacy and Non-Proliferation Issues"（クルチャトフ）	発表：Japan-Kazakhstan joint program on the survey of health effects of residents in and around the former Semipalatinsk Nuclear Test Site.
H18.2.1 ~ 2.3	IAEA : Agency's Technical Meeting on the Radiation Protection of the Public from Radioactive Residues in Kazakhstan（ウィーン）	参加
H18.3.27	協会：カザフスタン専門家報告会（東京）	招聘(Berezin 氏)： The Former Semipalatinsk Test Site - Review of the conducted nuclear tests and preliminary estimation of the environmental impact for the Region.
H19.9.3 ~ 9.5	NNC:International Conference "Nuclear Power of Republic Kazakhstan"（クルチャトフ）	発表：Japan - Kazakhstan Joint Study on Health Effects of Radiation in Residents lived in and around Former Semipalatinsk Nuclear Test Site.
H20.10.6 ～ 10.8	NNC : IIIrd International Scientific Practical Conference "Semipalatinsk Test Site. Radiation Legacy and Non-Proliferation Issues"（クルチャトフ）	発表：Kazakhstan-Japan Joint Study on Health Effects of Radiation in Residents in and around Former Semipalatinsk Nuclear Test Site.
H20.11.19 ~ 11.21	日本放射線影響学会：第 51 回大会（北九州）	発表：セミパラチンスク旧核実験場周辺住民の健康影響の関する疫学調査
H21.9.8 ~ 9.11	NNC : 7th International Conference "Nuclear and Radiation Physics"（アルマティ）	発表：Kazakhstan-Japan Joint Study on Health Effects of Radiation in Residents in and around Former Semipalatinsk Nuclear Test Site - 3rd Report.
H21.11.11 ~ 11.13	日本放射線影響学会：第 52 回大会（広島）	発表：セミパラチンスク旧核実験場周辺住民にの健康影響の関する疫学調査(第 2 報)

*略号；WHO：World Health Organaization、NCI：National Cancer Institute, USA、STUK:Radiation and Nuclear Safety Authority、Finalnad、IAEA：International Atomic Energy Agency、RK：Republic of Kazakhstan、NNC：National Nuclear Center, Kazakhstan、STS：Semipalatinsk Test Site

２．海外出張によるカザフスタンの調査協力機関、関係機関等との協議および関連情報の収集

平成 20 年度までの調査期間において実施された海外出張によるカザフスタンの調査担当協力機関あるいは他の国を含めた関係機関との協議・打合せ等および関係機関からの情報収集を**表42**にまとめた。なお、表中の略号は表末尾の脚注を参照されたい。

表42　海外出張（カザフスタン調査協力機関、関係機関等との協議打合せ）

出張期間	目的・会合名／訪問先(所在地)	主な用務内容
H13.4.15 ~ 4.24	H13 年度第 1 回カザフ協力機関等との協議 ・放射線医学環境研究所（セミパラチンスク）	・放射線医学環境研究所(カザフ)：調査の全体計画・データベース・サーバ設置・技術研修等の打合せ.
H13.5.12 ~ 5.17	Workshop on Dosimetry of the Populations Living in the Proxymity of the Semipalatinsk Atomic Weapons Testsite. ・STUK - Radiation and Nuclear Safety Authority（ヘルシンキ）	・ワークショップに参加.
H13.5.29 ~ 6.4	H13 年度第 2 回カザフ協力機関等との協議 ・プレジデントホテル（モスクワ）	・放射線医学環境研究所(カザフ)：協議議事録・了解文書の打合せ、確認書の署名、平成13年度事業の予備協議.
H13.7.28 ~ 8.5	H13 年度第 3 回カザフ協力機関等との協議 ・CSPRE（セミパラチンスク）	・CSPRE：スケジュール打合せ、協議議事録・了解文書/業務契約書の署名、通信回路プロバイダー/コンピュータ業者と契約.
H13.9.16 ~ 9.30	H13 年度第 4 回カザフ協力機関等との協議 ・CSPRE（セミパラチンスク） ・カザフスタン共和国政府関係者(アルマティ、アスタナ) ・関係各機関（アルマティ、ウスチ・カメノゴルスク、セミパラチンスク）	・CSPRE：業務打合せ、電算機システム・ネットワークシステムの設置. ・政府関係者：説明と協力依頼、プレス発表立会い. ・関係機関：協力要請、情報収集.
H14.1.12 ~ 2.4	Technical Meeting for the Coodination Group ・IAEA（ウィーン） H13 年度第 5 回カザフ協力機関等との協議 ・CSPRE（セミパラチンスク） ・関係各機関（アルマティ、セミパラチンスク）	・IAEA：会議に出席. ・調査の進捗状況確認、調査方法・線量情報検証・医療情報検証・スケジュール・次年度契約等の打合せ. ・関係機関：協力要請、情報収集.
H14.6.9 ~ 6.26	H14 年度第 1 回カザフ協力機関等との協議 ・CSPRE（セミパラチンスク） ・関係各機関（アルマティ、セミパラチンスク、カイナール、ウスチ・カメノゴルスク、ミュンヘン、ウィーン）	・CSPRE：調査の方針・進捗状況の確認、試料採取・死因コード化・データベース構造等の打合せ. ・関係機関：協力要請、情報収集.

出張期間	目的・会合名／訪問先(所在地)	主な用務内容
H14.9.12 ~ 9.27	H.14 年度第 2 回カザフ協力機関等との協議 ・CSPRE（セミパラチンスク） ・セメィ市民館（セミパラチンスク） ・関係各機関（モスクワ、ミュンヘン、ウィーン、アルマティ、セミパラチンスク、カイナール、クルチャトフ）	・CSPRE：調査の進捗状況確認、病理学的検証・聴取り調査・データベース等の打合せ、歯試料受取り. ・セメィ市民館：国際会議に参加. ・SCC：病理学的検証、病理標本借用. 他の関係機関：協力要請、情報収集.
H15.2.1 ~ 2.21	H.14 年度第 3 回カザフ協力機関等との協議 ・CSPRE（セミパラチンスク） ・関係各機関（アルマティ、セミパラチンスク、モスクワ、ウィーン、ビュルツブルク） Technical Meeting for the Coodination Group ・IAEA（ウィーン）	・CSPRE：調査方針の進捗状況確認、病理・線量検証・データベース等の打合せ、歯試料受取り. ・SCC：病理標本返却. ロシア遺伝研究所：染色体検査打合せ. 他の関係機関：協力要請、情報収集. ・IAEA：会議に出席.
H15.6.16 ~ 6.29	H15 年度第 1 回カザフ協力機関との協議 ・CSPRE（セミパラチンスク） ・関係各機関（アルマティ、セミパラチンスク、クルチャトフ、モスクワ）	・CSPRE：調査の進捗状況確認、歯試料収集・染色体検査・データベース・対照調査地域選定等の打合せ. ・SCC：病理標本借用. NNC：協力支援の可能性を打診. ロシア遺伝研究所：染色体検査打合せ.
H15.8.20 ~ 9.9	H15 年度第 2 回カザフ協力機関等との協議 ・CSPRE（セミパラチンスク） ・関係各機関（セミパラチンスク、アルマティ、クルチャトフ、カイナール、パブロダール、ジャナアウル、ウィーン）	・CSPRE：調査の進捗状況確認、検証作業等の打合せ、歯科検診・歯試料受取り. ・カイナール：染色体検査用採血・搬送. PRCMC：血液標本保管依頼. 他の関係機関：協力要請、情報収集.
H15.11.30 ~ 12.15	H15 年度第 3 回カザフ協力機関等との協議 ・CSPRE（セミパラチンスク） ・関係各機関（セミパラチンスク） Technical Meeting for the Coodination Group ・IAEA（ウィーン）	・CSPRE：調査の進捗状況確認、調査方針等の打合せ. ・SCC：病理検証. 他の関係機関：協力要請、情報収集. ・IAEA：会議に出席.
H16.10.4 ~ 10.18	H16 年度第 1 回カザフ協力機関等との協議 ・CSPRE（セミパラチンスク） ・NNC（クルチャトフ） ・関係各機関（パブロダール、アスタナ、アルマティ）	・CSPRE：調査の進捗状況確認、業務打合せ. ・NNC：協力協定覚書の署名、病理検証打合せ. ・関係機関：協力要請、情報収集.
H16.11.8 ~ 11.12	H16 年度第 2 回カザフ協力機関等との協議 ・X 線・放射線科学センター（モスクワ） ・生物物理研究所（モスクワ）	・X 線・放射線科学センター：染色体検査打合せ. ・生物物理研究所：情報収集.
H16.11.21 ~ 11.30	H16 年度第 3 回カザフ協力機関等との協議 ・関係各機関（パブロダール、ケンジェコール、ジャナアウル、アルマティ）	・PCC：臨床診断の検証. PDC：病理学的検証・病理標本借用. ケンジェコール、ジャナアウル：染色体検査用採血・搬送. PRCMC：血液標本保管依頼. 他の関係機関：協力要請、情報収集.

出張期間	目的・会合名／訪問先(所在地)	主な用務内容
H16.12.5 ~ 12.10	The 4th Meeting for the Coodination Group ・IAEA（ウィーン）	・IAEA：会議に出席.
H17.2.20 ~ 3.3	H16 年度第 4 回カザフ協力機関等との協議 ・CSPRE、NNC（セミパラチンスク） ・関係各機関（パブロダール、アルマティ）	・NNC：調査の進捗状況確認、調査方針打合せ. ・PCC：病理標本返却・借用. 関係機関：協力要請、情報収集.
H17.4.2 ~ 4.11	The 5th Meeting for the Coodination Group ・IAEA（ウィーン）	・IAEA：会議に出席. NNC と調査方針・調査体制に関する意見交換.
H17.2.20 ~ 3.3	H16 年度第 4 回カザフ協力機関等との協議 ・CSPRE、NNC（セミパラチンスク） ・関係各機関（パブロダール、アルマティ）	・調査の進捗状況確認と調査方針打合せ. ・PCC：病理標本返却・借用. 他の関係機関：協力要請、情報収集.
H17.7.22 ~ 8.7	H17 年度第 1 回カザフ協力機関等との協議 ・NNC（クルチャトフ） ・CSPRE（セミパラチンスク） ・関係各機関（アルマティ、アスタナ、セミパラチンスク、ドロン、パブロダール）	・調査進捗状況確認・情報の不備対策打合せ. ・解析結果の報告・作業打合せ. ・PDC：病理標本返却. PRCMC：血液標本受領. ドロン：聴取り調査. 他の関係機関：協力要請、情報収集.
H17.8.31 ~ 9.13	H17 年度第 2 回カザフ協力機関等との協議 ・NNC（クルチャトフ） ・CSPRE（セミパラチンスク） ・関係各機関（セミパラチンスク、ケンジェコール、ドロン、ズナメンカ、アルマティ）	・国際会議で発表、パブロダール調査打合せ パブロダール調査体制について協議・合意. ・SCC：病理標本借用. ケンジェコール、ドロン、ズナメンカ：聴取り調査. 他の関係機関：協力要請、情報収集.
H18.1.29 ~ 2.5	The 7th Meeting for the Coodination Group ・IAEA（ウィーン）	・IAEA：会議に出席. NNC：調査体制・調査計画に関する意見交換.
H18.2.18 ~ 3.5	H17 年度第 3 回カザフ協力機関等との協議 ・NNC（クルチャトフ） ・CSPRE（セミパラチンスク） ・CSPRE（パブロダール） ・関係各機関（アスタナ、パブロダール、クルチャトフ、セミパラチンスク、アルマティ）	・NNC：調査の進捗状況確認、調査体制の検討. ・CSPRE：作業の進捗確認. ・CSPRE：対照調査地域の選定の検討. ・PCC・SCC：病理標本返却. 他の関係機関：協力要請、情報収集.
H18.6.15 ~ 6.30	H18 年度第 1 回カザフ協力機関等との協議 ・NNC（クルチャトフ） ・CSPRE（セミパラチンスク） ・関係各機関（パブロダール、ジャナアウル、セミパラチンスク、カラウール、アルマティ）	・NNC：調査の進捗状況確認、調査計画・調査実施部門の設置・CSPRE 調査データ処置等の打合せ. ・CSPRE：残務作業確認. ・PCC、SCC：研究協力覚書交換. ジャナアウル、カイナール：聴取り調査. 他の関係機関：協力要請、情報収集.
H18.11.30 ~ 12.8	H18 年度第 2 回カザフ協力機関等との協議 ・NNC（クルチャトフ） ・関係各機関（アスタナ、パブロダール、セミパラチンスク、アルマティ）	・NNC：新規調査対象地域における調査方針確認・採血についての打合せ. ・関係機関：協力要請、情報収集.
H19.1.18 ~ 1.26	H18 年度第 3 回カザフ協力機関等との協議 ・NNC（クルチャトフ） ・関係各機関（パブロダール、シェルバクティ、カチリ、アルマティ）	・NNC：調査方針・調査計画の確認. ・シェルバクティ：情報収集. カチリ：採血・搬送、情報収集. 他の関係機関：協力要請、情報収集.

出張期間	目的・会合名／訪問先(所在地)	主な用務内容
H19.7.31 ~ 8.8	H19 年度第 1 回カザフ協力機関等との協議 ・NNC（クルチャトフ） ・関係各機関 (パブロダール、イルティシュスク、アルマティ)	・NNC：調査の進捗状況確認、染色体検査結果の報告、前向き調査の準備打合せ、データベース管理システム更新確認、調査員への調査計画説明・放射線影響解説. ・イルティシュスク：情報収集. 他の関係機関：協力要請、情報収集.
H19.8.30 ~ 9.6	H19 年度第 2 回カザフ協力機関等との協議 ・NNC（クルチャトフ） ・関係各機関（アルマティ、アスタナ）	・NNC：平成 20 年度以降の調査に関する協議. 国際会議における発表. ・関係機関：協力要請、情報収集.
H20.1.18 ~ 1,26	H19 年度第 3 回カザフ協力機関との協議 ・NNC（クルチャトフ） ・関係各機関（パブロダール、アルマティ）	・NNC：調査の進捗状況確認、染色体標本引渡し、調査員への調査結果解説、調査方針確認. ・PCC：草の根支援、顕微鏡納入確認. 他の関係機関：協力要請、情報収集.
H20.6.20 ~ 6,28	H20 年度第 1 回カザフ協力機関等との協議 ・NNC（クルチャトフ） ・関係各機関（アルマティ）	・NNC：予算状況説明、調査の進捗状況確認、線量計算に関する情報交換、国際学会打合せ、調査員への疫学・前向き調査の必要性解説. ・関係機関：協力要請、情報収集.
H21.2.13 ~ 2,21	H20 年度第 2 回カザフ協力機関との協議 ・NNC（クルチャトフ） ・関係各機関（アルマティ）	・NNC：平成 21 年度予算状況に関する説明、調査の進捗状況確認、ISTC 予算獲得協議、調査員への説明・放射線影響に関する解説、知的財産権等に関する協定の予備協議. ・関係機関：状況説明、情報収集.
H21.6.12 ~ 6.20	H21 年度第 1 回カザフ協力機関等との協議 ・NNC（クルチャトフ） ・日本大使館アルマティ事務所（アルマティ）	・NNC：調査責任者・調査員へのデータ解析結果の説明・放射線疫学に関する解説、ISTC プロジェクト応募に関する協議、成果の有効利用に関する協定の締結・署名. ・大使館：状況説明、情報収集、支援お礼.

* 略号；CSPRE：Center for Study and Protection from Radiation Effects、STUK：Radiation and Nuclear Safety Authority、Finalnad、IAEA：International Atomic Energy Agency、SCC：Semipalatinsk Cancer Center、PCC：Pavlodar Cancer Center、RRCMC：Republic Research Center for Maternity and Child Health Care、ISTC：International Science and Technology Center

VI. まとめと考察

1. 平成 13 年度から平成 20 年度末までの調査のまとめ

（1）データベース作成

平成 20 年度末までにデータベースに基本情報が入力された調査対象者は、セミパラチンスク地区、パブロダール地区、その他、合わせて約 132,000 人である。基本情報が入力されたセミパラチンスク地区の調査対象者（セミパラチンスク集団-I・-II）は約 52,000 人である。そのうち、大気圏内で核実験が行われた 1949 年 ～1963 年の居住歴が 100%判明している人（解析対象候補者）は約 20,400 人で、その中の死亡者約 9,000 人については ICD-10 コードが付されている。また、パブロダール市周辺の集団（パブロダール集団-I）の調査対象者、約 22,300 人のうち、生死が確認された住民は約 4,500 人、その中の約 2,700 人について死亡時年齢と死因が確定された。一方、パブロダール集団-II については、約 48,000 人の調査対象者のうち、解析対象候補者は約 12,000 人、その中の約 9,400 人について生死が判明し、その中の約 6,400 人について死亡時年齢と死因が確定された。以上のようなデータベースが整備されたことにより今後のセミパラチンスク地区住民における健康影響調査の基盤ができた。

（2）被ばく線量の計算

被ばく線量計算に必要な核実験に関する基本情報、実験時の気象情報、線量測定データ、生活習慣など、種々のパラメータについて文献調査や聴取り調査により情報を収集・整備し、ロシア計算方式による被ばく線量（外部被ばく線量、吸入による放射性核種からの内部被ばく線量、およびミルク摂取による放射性ヨウ素核種からの内部被ばく線量）の計算が出来るようになった。

（3）被ばくと死因との関係の予備的解析

セミパラチンスク集団-I の中間データを用い、死因判明者の線量計算値と死因に基づいて、暫定的にがん死亡等の死亡率比を計算した。この結果、男性でも女性でも共通して、循環器系疾患および虚血性心疾患による死亡は線量の増加にともない有意に増加した。さらに、男性・女性ともに、その他の型の心疾患では高線量域群で、脳血管疾患では中線量域群で有意の増加が認められた。また男性では全新生物、食道の悪性新生物、肺性心疾患および肺循環器系疾患について中線量域群で有意の増加が認められた。女性ではそれらの疾患の増加は有意ではなかったが、増加傾向が認められた。被ばくによる循環器系疾患、特に虚血性心疾患に有意の増加が見られたことは注目される。他方、「Cox の比例ハザードモデル」を用いた解析の結果では、循環器系疾患、特に虚血性心疾患による死亡のリスクは女性より男性の方が、また年齢が上がるほどリスクが高かった。これら 2 つの解析ともに多くの新生物についての死亡率比あるいはハザード比が高線量群で低下する傾向が見られ、生活習慣等の因子による交絡の可能性が示唆された。さらに精度の良いリスク評価をするためには、今後さらにデータを集積して解析対象候補者数を増やし、精度を上げて解析することが重要である。

2. 考察および課題

（1）調査対象集団

対照調査集団としてパブロダール州北部・東部地区の住民をパブロダール集団-II として設定することにより、相当数の調査対象者が得られた。一方、被ばく対象者については、従来の 4 村（セミパラチンスク集団-I）に加え、チェレムシュキ等のベスカラガイ行政区の被ばく者を追加してセミパラチンスク集団-II を設定している。被ばく調査集団では 0.2 Gy 以下の低線量域被ばく者では、特に乳幼児期に被ばくした対象者の人数が多い。現在は乳幼児期に被ばくした対象者は除外して解析しているが、乳幼児期の死亡と被ばくの関連を解析することも必要であろう。また、現在の調査対象者には線量計算ができない地区の住民も含まれているが、今後、線量評価のためのパラメータを再評価し、線量計算を可能とすることも必要であろう。

（2）前向き調査への移行

これまでの調査では後向き調査（retrospective study）を行なってきた。今後、調査対象地域を増やしても、ほとんどの地域では被ばく時の照射線量率等のパラメータが得られず個人の被ばく線量計算ができないため解析対象とすることが不可能な人が増える、あるいは、現在調査対象としていない地域では個人の被ばく線量が計算可能になったとしてもかなり線量率が低い所が多く、必ずしも統計学的検出力の向上には繋がらない。このため、現在の調査対象集団の中で生存が確認されている対象者について前向き調査（prospective study）により生涯観察を行うことが統計学的検出力を高めるためには有効と考えられ、本調査の継続にあたっては、前向き調査として行うことが適切である。その際、2005 年以降の居住歴情報や死亡情報、交絡因子に関する情報等は必ずしも充分ではないため、現時点までの情報の補充・充実を進め、住所の把握を行い、現住所を確認しておく必要がある。また調査手法も、カザフスタンにおける通信の整備状況や行政の体制等を考慮し、国情に適した方法を検討する必要がある。

（3）被ばく線量計算

コンピュータ計算による被ばく線量計算では、いわゆるロシア計算方式を用いてきた。この計算式はネバダの被ばく線量計算式を基にロシアの Gordeev らが作製したもので、現時点では最も有用な方法と考えられる。しかし、さらに計算の精度を上げるために、物理的線量測定値や生物学的線量測定値との比較等を通して、ロシア計算方式の検証と改良を進めるとともに、核実験時の空間線量率測定データが無い地域についても、現時点での土壌における放射性核種の蓄積量から核実験時の線量を推定する等、入力パラメータを得て線量再構築が出来るような努力をすることも重要であろう。

（4）線量計算に関するデータの充実

被ばく線量計算では、放射性雲の飛跡と被ばく村落、特に散在する小集落との位置関係を考慮に入れてより精密に計算するために、実験当時の線量測定データの入手に一層力を入れる必要がある。また、被ばく線量計算にあたっては、食物経由の内部被ばく線量について、ミルク

摂取からの放射性ヨウ素による被ばくを除いては計算できていない。この計算のためには、食物の流通やカザフスタン人に特有の生活習慣、年齢・性・季節・職業別の食物摂取量、飲水量、呼吸量などについて信頼できるデータの入手・整備が希求される。

（5）成果の取扱い

前述のように、これまでの調査により基本的なデータベースが整備できた。平成 21 年 4 月にデータベースの知的財産権が文部科学省から協会に移管されたことに伴い、協会と NNC が今後の知的財産権や成果の取扱いについて協議を行って協定書を作成し、平成 21 年（2001 年）6 月に協会理事長と NNC 総裁が署名した。この中で、平成 20 年度末までに作製したデータベースの知的財産権を協会と NNC とで共有することとし、NNC が調査を継続することを可能とした。また、第三者が、本調査を継承しデータベース構築を行う場合、調査の継続とデータベース構築に参加する場合、および成果を利用する場合には両者の了承を得ることとした。

3. 結　語

セミパラチンスク旧核実験場周辺地域住民の放射線被ばくによる健康影響について、より信頼性の高い科学的知見を得るためには、長期にわたって精度の高い調査を継続し、信頼性の高い疫学的データベース構築に努めなければならない。この目的のためには調査対象者の生死を追跡把握する必要があり、協会では NNC と連携しつつ前向き調査に移行するための準備を行った。今後、カザフスタン自体がセミパラチンスクにおける被ばく者の調査を続け成果を出すことに期待したい。カザフスタンにおける調査協力機関である NNC-IRSE では、若い研究者が多いが、協会では放射線影響や疫学調査に関する解説・説明等を通して、若い研究者の育成に努め、本調査の意義や重要性の理解が浸透してきた。これらの成果に対して、NNC の総裁からは「国連決議を完遂したのは日本だけである」との賛辞をいただいた。

日本として今後も継続してカザフスタンの研究者が調査、線量計算、統計解析ができるよう支援することが、カザフスタンのみならず国際的にも価値の高い成果を生むことに繋がる。NNC では International Science and Technology Center（ISTC）のプロジェクトに応募して調査を継続する意向を示しているが、日本として ISTC プロジェクト提案の支援など、調査継続への支援が望まれる。今後のさらなるデータの集積により得られるであろう成果は、国際的にも重要なデータであり、人類の財産としても貴重なものとなるであろう。

VII. 参考文献

・Hicks H (1981) Radiochemical data collected on events from which radioactivity escaped beyond the borders of the Nevada Test Range Complex. Lawrence Livermore National Laboratory.

・Hicks H (1982) Calculation of the concentration of any radionuclide deposited on the ground by offsite fallout from a nuclear detonation. Health Phys, 42, 585-600.

・Hicks H (1985) Results of calculation of external gamma radiation exposure rates from fallout and the related radions - the Trinity Events. Lawrence Livermore National Laboratory.

・草間朋子編（1991）「ICRP1990 年勧告　その要点と考え方」日刊工業新聞社.

・カザフ共和国科学アカデミー特別調査隊報告書（訳：長崎･ヒバクシャ医療国際協力会）（1997）「中部カザフスタンにおける環境放射能と住民及び家畜の健康状態」長崎･ヒバクシャ医療国際協力会.

・ICRP (1997)「ICRP Pub. 78 作業者の内部被ばくの個人モニタリング」.

・NCI (1997) Estimated Exposures and Thyroid Doses Received by the American People from Iodine-131 in Fallout Following Nevada Atmospheric Nuclear Bomb Tests：A Report From The National Cancer Institute. (http://rex.nci.nih.gov/massmedia/Fallout/contents.html).

・ロシア連邦保健省（1997）「セミパラチンスク核実験場：核実験の一般的な安全の確保」.

・Voigt G & Semiochkina (1998) Initial evaluation of the radioecological situation at the Semiplatinsk Test Site in the Republic of Kazakhstan, GSF - Forschungszentrum.

・Abylkassimova Z, et al. (2000) Nested case-control study of leukemia among a cohort of persons exposed to ionizing radiation from nuclear weapon tests in Kazakhstan (1949-1963). Ann Epidemiol, 10, 479.

・Gordeev, K.I. et al. (2001)「Evaluation of integral absorbed and effective radiation doses for population living permanently at the radioactive traces resulted from atomospheric nuclear explosions: Methodological handbook（大気中核爆発による放射性核種が存在する区域に定住する住人における累積吸収線量および実効放射線量の評価：手法ハンドブック）」Ministry of Health of Russian Federation.

・Grosche B. (2002) Semipalatinsk test site: introduction. Radiat Environ Biophys, 41, 53-55.

・Gordeev K, et al. (2002) Fallout from nuclear tests: dosimetry in Kazakhstan. Radiat. Eviron Biophys, 41, 61-67.

・Shkolnik, V.S. 編集 (2003)「The Semipalatinsk Test Site: Creation, Operation, and Conversion, A monograph」ed by Prof. Vladimir S. Shkolnik.

・ロシア連邦保健省付属医学・生物学・非常事態問題連邦局 国立科学センター生物物理研究所（2003）セミパラチンスク実験場の核実験による影響を受けた特定の居住地に於ける放射線状況（2002／2003）.

・Shkolnik, V.S. 編集（2003）「The Semipalatinsk Test Site: Creation, Operation, and Conversion, A monograph」ed by Prof. Vladimir S. Shkolnik.

・Bauer S. et al. (2005) Radiation Exposure due to Local Fallout from Soviet AtmosphericNuclear Weapons Testing in Kazakhstan: Solid Cancer Mortality in the Semipalatinsk Historical Cohort, 1960–1999. Radiat Res, 164, 409-419.

・Pravin PP, et al. (2006) Radioactivity in Trinitite six decades later. J Environ Radioact, 85, 103-120.

・Simon SL. et al. (2006) Fallout from nuclear weapons tests and cancer risk. Am Scientist, 94 48-57.

・Beck HL, et al. (2006) Review of methods of dose estimation for epidemiological studies of the radiological impact of Nevada test site and global fallout. Radiat Res, 166, 209-18.

・Stepanenko VF, et al. (2006) Around Semipalatinsk Nuclear Test Site: Progress of dose Estimations Relevant to the Consequences of Nuclear Tests (A summary of 3rd Dosimetry Workshop on the Semipalatinsk Nuclear Test Site Area, RIRBM, Hiroshima University, Hiroshima, 9-11 of March, 2005) J Radiat Res, 47, Suppl.A, 1-13.

・Stepanenko VF, et al. (2006) International Intercomparison of Retrospective Luminescence Dosimetry Method: Sampling and Distribution of the Brick Samples from Dolon' Village, Kazakhstan. J Radiat Res, 47, Suppl.A, 15-21.

・Sato H, et al (2006) Intercomparison of Luminescence Measurements of Bricks from Dolon Village: Experimental Methodology and Results from Japanese Laboratory. J Radiat Res, 47, Suppl.A, 23-28.

・Göksu HY, et al (2006) Intercomparison of Luminescence Measurements of Bricks from Dolon' Village: Experimental Methodology and Results of European Study Group. J Radiat Res, 47, Suppl.A, 29-37.

・Ivannikov A, et al (2006) Results of EPR Dosimetry for Population in the Vicinity of the Most Contaminating Radioactive Fallout Trace After the First Nuclear Test in the Semipalatinsk Test Site. J Radiat Res, 47, Suppl.A, 39-46

・Zhumadilov K, et al (2006) Radiation Dose Estimation by Tooth Enamel EPR Dosimetry for Residents of Dolon and Bodene. J Radiat Res, 47, Suppl.A, 47-53

・Romanyukha A, et al (2006) Analysis of Current Assessments and Perspectives of ESR Tooth Dosimetry for Radiation Dose Reconstruction of the Population Residing Near the Semipalatinsk Nuclear Test Site. J Radiat Res, 47, Suppl.A, 55-60.

・Skvortsov V, et al (2006) Considerations Regarding the Implementation of EPR Dosimetry for the Population in the Vicinity of Semipalatinsk Nuclear Test Site Based on Experience from Other Radiation Accidents. J Radiat Res, 47, Suppl.A, 61-69.

・Toyoda S, et al (2006) Toward High Sensitivity ESR Dosimetry of Mammal Teeth: The Effect of Chemical Treatment. J Radiat Res, 47, Suppl.A, 71-74.

・ Sevan'kaev A, et al (2006) The Suitability of FISH Chromosome Painting and ESR-spectroscopy of Tooth Enamel Assays for Retrospective Dose Reconstruction. J Radiat Res, 47, Suppl.A, 75-80.

・Tanaka K, et al (2006) Study on Influence of X-ray Baggage Scan on ESR Dosimetry for SNTS using Human Tooth Enamel. J Radiat Res, 47, Suppl.A, 81-83.

・Yamamoto M, et al (2006) Plutonium and Uranium in Human Bones from Areas surrounding the Semipalatinsk Nuclear Test Site. J Radiat Res 47, Suppl.A, 85-94.

・Semioshkina N and Voigt G (2006) An Overview on GSF Activities at the Semipalatinsk Test Site, Kazakhstan. J Radiat Res, 47, Suppl.A, 95-100.

・Sakaguchi A, et al (2006) Radiological Situation in the Vicinity of Semipalatinsk Nuclear Test Site: Dolon, Mostik, Cheremushka and Budene Settlements. J Radiat Res, 47, Suppl.A, 101-116.

・Tieliewuhan E, et al (2006) ^{90}Sr Concentration in Cow Teeth from South Ural Region, Russia, Using Monte Carlo Simulation. J Radiat Res, 47, Suppl.A, 117-120.

・Imanaka T, et al (2006) External Radiation in Dolon Village Due to Local Fallout from the First USSR Atomic Bomb Test in 1949. J Radiat Res, 47, Suppl.A, 121-127.

・Gordeev K, et al (2006) Retrospective Dose Assessment for the Population Living in Areas of Local Fallout from the Semipalatinsk Nuclear Test Site Part I: External Exposure. J Radiat Res, 47, Suppl.A, 129-136.

・Gordeev K, et al (2006) Retrospective Dose Assessment for the Population Living in Areas of Local Fallout from the Semipalatinsk Nuclear Test Site Part II: Internal Exposure to Thyroid. J Radiat Res, 47, Suppl.A, 137-141.

・Simon SL, et al (2006) External Dose Estimates for Dolon Village: Application of the U.S./Russian Joint Methodology. J Radiat Res 47, Suppl.A, 143-147.

・Stepanenko VF, et al (2006) A Gradient of Radioactive Contamination in Dolon Village Near the SNTS and Comparison of Computed Dose Values with Instrumental Estimates for the 29 August, 1949 Nuclear Test. J Radiat Res, 47, Suppl.A, 149-158.

・Tanaka K, et al (2006) Unstable-type Chromosome Aberrations in Lymphocytes from Individuals Living near Semipalatinsk Nuclear Test Site. J Radiat Res, 47, Suppl.A, 159-164.

・Chaizhunusova N, et al (2006) Biodosimetry Study in Dolon and Chekoman Villages in the Vicinity of Semipalatinsk Nuclear Test Site. J Radiat Res, 47, Suppl.A, 165-169.

・Takeichi N, et al (2006) Nuclear Abnormalities in Aspirated Thyroid Cells and Chromosome Aberrations in Lymphocytes of Residents Near the Semipalatinsk Nuclear Test Site. J Radiat Res, 47, Suppl.A, 171-177.

・Taooka Y, et al (2006) Increased T-cell Receptor Mutation Frequency in Radiation-Exposed Residents Living Near the Semipalatinsk Nuclear Test Site. J Radiat Res, 47, Suppl.A, 179-181.

・Zhumadilov Z (2006) Thyroid Nodules in the Population Living Around Semipalatinsk Nuclear Test Site: Possible Implications for Dose-Response Relationships Study. J Radiat Res, 47, Suppl.A, 183-187.

・Katayama H, et al (2006) An Attempt to Develop a Database for Epidemiological Research in Semipalatinsk. J Radiat Res, 47, Suppl.A, 189-197.

・Kawano N and Ohtaki M (2006) Remarkable Experiences of the Nuclear Tests in Residents Near the Semipalatinsk Nuclear Test Site: Analysis Based on the Questionnaire Surveys. J Radiat Res, 47, Suppl.A, 199-207.

・Kawano N, et al (2006) Human Suffering Effects of Nuclear Tests at Semipalatinsk, Kazakhstan: Established On the Basis of Questionnaire Surveys. J Radiat Res, 47, Suppl.A, 209-217.

・Matsuo M, et al (2006) Overall Image of Nuclear Tests and Their Human Effects at Semipalatinsk: An Attempt at Analyses Based on Verbal Data. J Radiat Res, 47, Suppl.A, 219-224.

・日本原子力情報センター編（2007）「2007 年カザフスタン共和国原子力視察団報告書」日本原子力情報センター.

・Akanov A, et al. (2008) Nuclear explosions and public health development. Nagasaki-Almaty Publisher.

・UNSCEAR (2008) Epidemiological studies of radiation and cancer, in “Effects of Ionizing Radaition” UNSCEAR 2006 Report Volume 1, United Nations, pp.13-322.

・Morton NE (1991) Parameters of the human genome. Proc Natl Acad Sci USA, 88, 7474-7476.

・Lucas JN et al (1992) Rapid translocation frequency analysis in humans decades after exposure to ionizing radiation. Int J Radiat Biol, 62, 53-63.

・Sorokine-Durm I, et al (2000) The variability of translocation yields amongst control populations. Radiat Protec Dosim, 88, 93-99.

・International Atomic Energy Agency (2001) Cytogenetic analysis for radiation dose assessment. Technical Report Series. No 405 (IAEA/Vienna).

・Whitehouse CA, et al (2005) Translocation yields in peripheral blood lymphocytes from control populations. Int J Radiat Biol, 81, 139-145.

VI. 用語の解説

（調査対象地域）

調査対象となる放射線（リスク因子）のばく露があった地域の中で本調査の対象とした地域（被ばく調査地域）、およびこの地域と比較するための地域（対照調査地域）の両者をあわせて調査対象地域とした。

（被ばく調査地域）

調査対象地域の中で放射線（リスク因子）のばく露があり、疫学調査の対象とした地域。

（対照調査地域）

調査対象地域の中で放射線（リスク因子）のばく露がないことが明らかで、生活条件や生活環境、民族構成などが調査対象地域と類似しており、被ばく調査地域と比較するために選定した地域。

（調査対象集団）

本調査では、被ばく調査地域および対照調査地域において調査対象とした住民の集団。

（被ばく調査集団）

調査対象集団の中で放射線被ばく地域住民の集団。この中には本調査開始時から被ばく調査の対象とした旧セミパラチンスク州のドロン、ズナメンカ、カラウール、カイナールの 4 村（セミパラチンスク集団-I）と平成 18 年度から追加したベスカラガイ行政区のボルシャヤ・ウラディミロフカ、マラヤ・ウラディミロフカ、モスティク、チェレムシュキ、ブデネ、イズヴェスツカ、ベステレック等の村（セミパラチンスク集団-II）が含まれる。

（対照調査集団）

調査対象集団の中で放射線を被ばくしていない比較対照のための集団。この中には当初、被ばくしていない地域の住民として選定されたパブロダール市周囲のケネス、ケンジェコール、ジャナアウルの 3 村（パブロダール集団-I）と平成 19 年度に染色体検査の結果を受けて選定したパブロダール州北部・東部のカチリ、イルティシュスク、シェルバクティの 3 村（パブロダール集団-II）が含まれる。

（調査対象者）

1962 年までに調査の対象とする村に居住したことのある住民。本調査では、被ばく調査集団に属する被ばく調査対象者と対照調査集団に属する対象者を含む。

（解析対象候補者）

本調査の被ばく調査対象者の中で、線量計算に必要な 1949 ~ 1963 年の居住歴が 100%充足している対象者。

（解析対象者）

解析対象候補者の中で死亡および死因が判明し、死因と放射線被ばくの関連性の解析ができる対象者。

（予備解析対象者）

本報告書で解析に用いた対象者。解析対象候補者の中で 1948 年以前に生まれた者。

（後向き調査）

過去のデータをもとに、リスク因子へのばく露群と非ばく露群の罹患率・死亡率等を比較し、疾病の発生・疾病による死亡がその因子の影響によるものか否かを調べる方法。

（前向き調査）

調査開始時点で疾患に罹患していない集団（リスク因子へのばく露群と非ばく露群）を経時的に追跡し、罹患率・死亡率等の比較により、その因子が原因か否か調べる方法。

セミパラチンスク旧核実験場

第１回核実験時に核爆発の熱によりコンクリートの表面が溶け、黒く焼けただれたグサク（核実験時にデータを取った建物）。

核実験のモニュメント“Stronger than Death”

セミパラチンスク市内のイルテシュ川の中島（Polkovnichyi島）の公園内に設置された核実験のキノコ雲をかたどったモニュメント。2009年6月Nazarbayev大統領はこのモニュメントの前で開かれた核実験場閉鎖20周年記念式典で、「核実験は生命に対する犯罪」と糾弾し、核廃絶を呼び掛けた。

添付資料

添付資料－１：世界の主な核実験地 …… 85

添付資料－２：ミパラチンスク核実験場（STS）における核実験のデータ …… 86

添付資料－３：セミパラチンスク核実験場閉鎖司令 …… 97

添付資料－４：第52回国連総会報告より「カザフスタン支援に関する決議」…… 99

添付資料－５：第53回国連総会報告より「カザフスタン支援に関する決議」…… 101

添付資料－６：セミパラチンスク支援東京国際会議の概要（外務省ホームページから）…… 103

添付資料－７：セミパラチンスク支援東京国際会議における科学技術庁の発言要旨 …… 105

添付資料－８：セミパラチンスク健康影響調査検討委員会報告書（平成13年３月）抜粋 …… 106

添付資料－９：Minute of Meeting with Regard to the Cooperative Conduct of A Health Effects Survey in Semipalatinsk（セミパラチンスク健康影響調査の実施に係る協力に関する協議議事録）…… 116

添付資料－10：Memorandum of Understanding Based Upon the Minute of a Meeting Between the Radiation Effects Association of Japan and the Center for Study and Protection from Radiation Effects of the Republic of Kazakhstan with regard to the Cooperative Conduct of a Health Effects Survey in Semipalatinsk（セミパラチンスク健康影響調査の実施に係る協力のための日本国財団法人放射線影響協会とカザフスタン共和国社団法人放射線影響調査・防護センターとの間の協議議事録に関する了解文書）…… 127

添付資料－11：Minute of Meeting with Regard to the Cooperative Conduct of a Health Effects Survey on the Former Semiparatinsk Test Site Area（セミパラチンスク旧核実験場地域における健康影響調査の共同実施に関する会合の覚書）…… 136

添付資料－12：Memorandum of Agreements with Regard to the Effective Utilization of Outcomes of a Health Effects Survey on the Former Semipalatinsk Test Site（セミパラチンスク旧核実験場地域における健康影響調査の成果の有効な利用に関する協定）…… 142

添付資料－13：居住歴ランクによる調査対象者の分類（平成21年３月）…… 146

添付資料−14： Evaluation of integral absorbed and effective radiation doses for population living permanently at the radioactive traces resulted from atomospheric nuclear explosions. Methodological handbook（大気中核爆発による放射性物質が存在する区域に定住する住人における累積吸収線量および実効放射線量の評価:手法ハンドブック）…… 150

添付資料−15： Methodological Handbookで使われている主なパラメータ …… 194

添付資料−16： Methodological Handbook で使われている計算式 …… 195

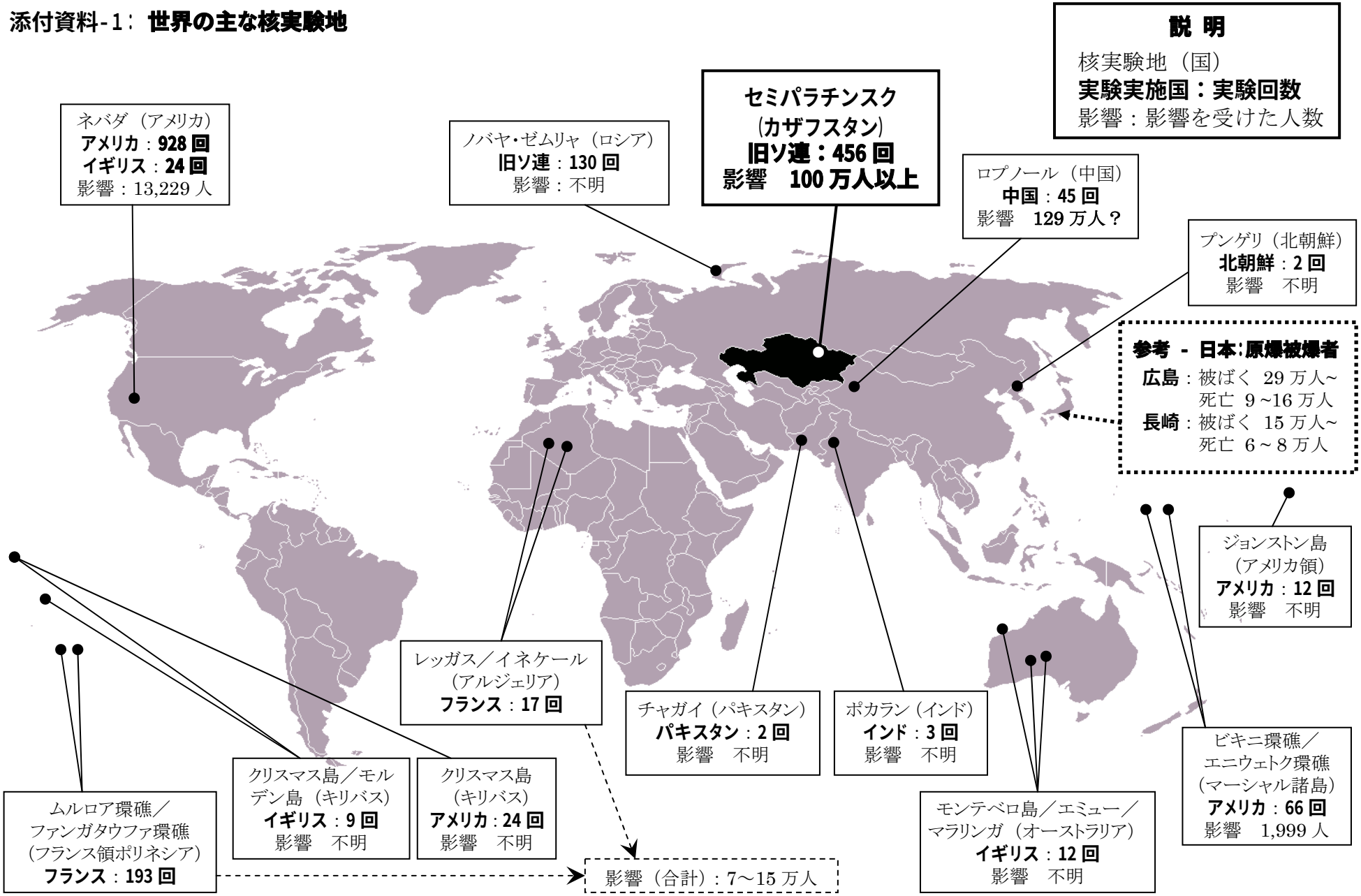
添付資料−17： 死因別の外部被ばく線量範囲ごとの人数（ICD-10 大分類:男性）（平成21年3月時点）…… 199

添付資料−18： 死因別の外部被ばく線量範囲ごとの人数（ICD-10 大分類:女性）（平成21年3月時点）…… 204

添付資料−19： 死因別の外部被ばく線量範囲ごとの人数（ICD-10 中分類:男性）（平成21年3月時点）…… 209

添付資料−20： 死因別の外部被ばく線量範囲ごとの人数（ICD-10 中分類:女性）（平成21年3月時点）…… 232

添付資料-1： 世界の主な核実験地



添付資料-2:
セミパラチンスク核実験場(STS)における核実験のデータ

実験番号・通称		状況	年／月／日 (GMT)	時刻 (GMT)	実験地	緯度 (^{0}N)	経度 (^{0}E)	爆発高度 (m)	標高 (m)	種 類	目的	出力 (Kt)	装置
STS 開設（1947 年 8 月 21 日）													
1	Pervaya Molniya		1949/3/29	00:00	STS-GZ	50.44	77.82	30		AS-T	WR	22	IP
		X	1950		STS	50.00	78.00			AS-T		0	
2	Vtoraya Molniya		1951/9/24	06:19	STS	50.00	78.00	30		AS-T	WR	38.3	IP
3	(Joe 3)		1951/10/18	03:53	STS	50.00	78.00	380		A-AD	WR	42	IC
4	(Joe 4)		1953/8/12		STS	50.00	78.00	30		AS-T	WR	400	SL
5	(Joe 5)		1953/8/23	02:00	STS	50.00	78.00	600		A-AD	WR	28	IC?
6	(Joe 6?)		1953/9/3		STS	50.00	78.00	255		A	WR	5.8	
7			1953/9/8		STS	50.00	78.00	220		A	WR	1.6	
8	(Joe 7?)		1953/9/10		STS	50.00	78.00	220		A	WR	4.9	
10			1954/9/29		STS	50.00	78.00	210		A	WR	0.2	
11			1954/10/1		STS	50.00	78.00	105		A	WR	0.03	
12	(Joe 9?)		1954/10/3		STS	50.00	78.00	130		A	WR	2	
13	(Joe 10?)		1954/10/5	03:00	STS	50.00	78.00	0		AS	WR	4	
14	(Joe 11?)		1954/10/8		STS	50.00	78.00	295		A	WR	0.8	
15			1954/10/19		STS	50.00	78.00	15		AS-T	WR	0.001	FZ
16	(Joe 12?)		1954/10/23		STS	50.00	78.00	410		A	WR	62	IC
17	(Joe 13?)		1954/10/26		STS	50.00	78.00	110		A	WR	2.8	
18	(Joe 14?)		1954/10/30	04:00	STS	50.00	78.00	55		AS-AD	WR	10	
19	(Joe 15)		1955/7/29	02:00	STS	50.00	78.00	3		AS	WR	1.3	IP
20	(Joe 16)		1955/3/2	03:00	STS	50.00	78.00	3		AS	WR	12	IP
21			1955/3/5		STS	50.00	78.00	2		AS	WR	1.2	IP
		X	1995/9/21		STS	50.00	78.00			AS		0	
23	(Joe 18)		1955/11/6	04:50	STS	50.00	78.00	1000		A	WR	250	SL
24	(Joe 19)		1955/11/22		STS	50.00	78.00	1550		A-AD	WR	1600	TN
26			1956/3/16	05:00	STS	50.00	78.00	0		AS	WR	14	
27			1956/3/25		STS	50.00	78.00	1		AS	WR	5.5	
28			1956/3/24	00:15	STS	50.00	78.00	93		AS-T	WR	27	
29			1956/3/30		STS	50.00	78.00	1100		A	WR	900	TN
30			1956/9/2		STS	50.00	78.00	1050		A	WR	51	
31			1956/9/10		STS	50.00	78.00	270		A	WR	38	
32			1956/11/17		STS	50.00	78.00	2000		A	WR	900	TN
33			1956/12/14		STS	50.00	78.00	1965		A	WR	40	
35			1957/3/8		STS	50.00	78.00	610		A	WR	19	
36			1957/4/3		STS	50.00	78.00	1100		A	WR	42	
37			1957/4/6		STS	50.00	78.00	1145		A	WR	57	
38			1957/4/10		STS	50.00	78.00	2000		A	WR	680	TN
39			1957/4/12		STS	50.00	78.00	1145		A	WR	22	
40			1957/4/16		STS	50.00	78.00	2000		A	WR	320	TN
41			1957/3/22	06:30	STS	50.00	78.00	1880		A	WR	520	TN

Note: "Johnston's Archive, Database of nuclear tests"のデータ、CSPRE から提供されたデータ、NNC から提供されたデータを基に作成した。

実験番号・名称：実験番号はロシアの公式な実験リストの番号（番号の欠落は他の実験場で行われた実験）、名称は判明したもののみ記載

状況：S - 1回目の実験、SS - 追加実験、X - ロシアの公式リストにはない実験

年月日 時間：GMT（グリニッジ標準時）で表示、カザフスタン時間は GMT＋6:00 実験地：STS-B - Balapan 地区、STS-D - Degelen 地区、STS-GZ - Ground Zero （Technical Area）、STS-SU - Sary-Uzen地区、STS-T - Telkem 地区

緯度・経度：北緯（^{0}N）、東経（^{0}E）

爆発高度：マイナス記号の付いた数値は、地中の深さを示す。

標高：マイナス記号の付いた数値は、海水面からの深さを示す。

実験の種類：A - 大気圏内、A-AD - 空中投下、AS - 地表、AS-AD - 地表・空中投下、AS-T - 地表・タワー、UG-S - 縦坑、US-T - 横坑

目的：FS - 基礎実験、I - 産業応用、I-EM - 人工地震、JV - 複合検査、PR - 平和利用目的、SE - 緊急時用実験、WE - 影響実験、WR - 核兵器開発

出力：TNT 火薬換算キロトン

装置：FZ - 起爆失敗、IC - 爆縮（混合物）、IP - 爆縮（プルトニウム）、IU - 爆縮（ウラン）、SL - 核融合（レイヤー・ケーキ）、TN - 核融合（多段式）

実験番号・通称	状況	年／月／日 (GMT)	時刻 (GMT)	実験地	緯度 (^{0}N)	経度 (^{0}E)	爆発高度 (m)	標高 (m)	種 類	目的	出力 (Kt)	装置
42		1957/3/26		STS	50.00	78.00	410		A	SE	0.1	
44		1957/9/13		STS	50.00	78.00	780		A	WR	5.9	
46		1957/9/26	05:00	STS	50.00	78.00	2000		A	WR	13	
49		1957/12/28		STS	50.00	78.00	615		A	WR	12	
50		1958/1/4		STS	50.00	78.00	400		A	WR	1.3	
51		1958/1/17		STS	50.00	78.00	500		A	WR	0.5	
55		1958/3/13		STS	50.00	78.00	475		A	WR	1.2	
	X	1958/3/13		STS	50.00	78.00			A		0	
56		1958/3/14		STS	50.00	78.00	1030		A	WR	35	
58		1958/3/15		STS	50.00	78.00	965		A	WR	14	
	X	1958/3/15		STS	50.00	78.00			A		0	
59		1958/3/18		STS	50.00	78.00	290		A	FS	0.16	
60		1958/3/20		STS	50.00	78.00	1015		A	WR	12	
62		1958/3/22		STS	50.00	78.00	1415		A	WR	18	
84		1961/9/1		STS	50.00	78.00	660		A	WR	16	
85		1961/9/4	05:00	STS-GZ	50.45	77.74	725		A	WR	9	
86		1961/9/5	06:00	STS-GZ	50.45	77.74	500		A	WR	16	
87		1961/9/6		STS	50.00	78.00	685		A	WR	1.1	
89		1961/9/9		STS	50.00	78.00	0		AS	SE	0.38	
92		1961/9/10		STS	50.00	78.00	180		A	WR	0.88	
93		1961/9/11		STS	50.00	78.00			A	WR	0.3	
96		1961/9/13	05:02	STS-GZ	50.45	77.75	710		A	WR	10	
97		1961/9/14	06:00	STS-GZ	50.35	77.82	1		AS	WR	0.4	
100		1961/9/17	07:01	STS-GZ	50.45	77.75	695		A	WR	21	
102		1961/9/18		STS	50.00	78.00	1		AS	SE	0.004	
103		1961/9/18		STS	50.00	78.00			A	WR	0.75	
104		1961/9/19		STS	50.00	78.00	0		AS	SE	0.03	
105		1961/9/20		STS	50.00	78.00	280		A	WR	4.8	
107		1961/9/21	14:01	STS-GZ	50.33	77.70	110		A	WR	0.8	
109		1961/9/26	07:01	STS-GZ	50.45	77.75	665		A	WR	1.2	
110		1961/10/1		STS	50.00	78.00	700		A	WR	3	
112		1961/10/4	07:01	STS-GZ	50.44	77.76	605		A	WR	13	
117		1961/10/11	07:40	STS-D	49.77	77.99		724	UG-T	FS	1	
118		1961/10/12	05:31	STS-GZ	50.45	77.75	670		A	WR	15	
119		1961/10/17	07:00	STS-GZ	50.45	77.75	505		A	WR	6.6	
120		1961/10/19	05:31	STS-GZ	50.45	77.75	710		A	WR	10	
125		1961/10/25		STS	50.00	78.00			A	FS	0.5	
129		1961/10/30		STS	50.00	78.00	470		A	WR	0.09	
133		1961/11/1		STS	50.00	78.00	475		A	WR	2.7	
136		1961/11/2		STS	50.00	78.00	645		A	WR	0.6	
137		1961/11/3		STS	50.00	78.00	0		AS	SE	0.001	FZ
138		1961/11/3		STS	50.00	78.00	635		A	WR	0.9	
142		1961/11/4		STS	50.00	78.00	0		AS	WR	0.2	
143 Argon-1		1962/2/2	08:00	STS-D	49.79	78.00		700	UG-T	WE	15	
144		1962/3/1		STS	50.00	78.00	430		A	WR	2.4	
145		1962/3/3		STS	50.00	78.00	180		A	WR	1.6	
146		1962/3/4		STS	50.00	78.00	390		A	WR	3.8	
148		1962/3/7	03:00	STS	50.00	78.00	0		AS	WR	9.9	
150		1962/3/18		STS	50.00	78.00	710		A	WR	7.4	
151		1962/3/18		STS	50.00	78.00	310		A	WR	5.8	
153		1962/3/21		STS	50.00	78.00	590		A	WR	23	
156		1962/3/22		STS	50.00	78.00	740		A	WR	3	
157		1962/3/23		STS	50.00	78.00	680		A	WR	2.5	
159		19623/25	05:40	STS	50.00	78.00	715		A	WR	1	

実験番号・通称	状況	年／月／日 (GMT)	時刻 (GMT)	実験地	緯度 (^{0}N)	経度 (^{0}E)	爆発高度 (m)	標高 (m)	種 類	目的	出力 (Kt)	装置
161		1962/3/27		STS	50.00	78.00	245		A	WR	11	
162		1962/3/31		STS	50.00	78.00	700		A	FS	2.7	
	X	1962/9/6		STS	50.00	78.00			A		0	
	X	1962/9/18		STS	50.00	78.00			A		10	
170		1962/9/22		STS	50.00	78.00	0		AS	SE	0.21	
171		1962/9/24		STS	50.00	78.00	630		A	WR	1.2	
172		1962/9/25		STS	50.00	78.00	0		AS	WR	7	
175		1962/9/28		STS	50.00	78.00	695		A	FS	1.3	
177		1962/10/9		STS	50.00	78.00	645		A	WR	8	
179		1962/10/10		STS	50.00	78.00	665		A	WR	9.2	
180		1962/10/13		STS	50.00	78.00	720		A	WR	4.9	
181		1962/10/14		STS	50.00	78.00	725		A	WR	10	
182		1962/10/20		STS	50.00	78.00	635		A	WR	6.7	
186		1962/10/28		STS	50.00	78.00	670		A	WR	7.8	
188		1962/10/28		STS	50.00	78.00	645		A	WR	7.8	
190		1962/10/30		STS	50.00	78.00	0		A	WR	1.2	
192		1962/10/31		STS	50.00	78.00	690		A	WR	10	
193		1962/11/1	09:20	STS	50.00	78.00	700		A	WR	3	
198		1962/11/3		STS	50.00	78.00	710		A	WR	4.7	
199		1962/11/4		STS	50.00	78.00	600		A	WR	8.4	
200		1962/11/5		STS	50.00	78.00	15		AS-T	WE	0.4	
201		1962/11/11		STS	50.00	78.00	8		AS-T	WR	0.1	
202		1962/11/13		STS	50.00	78.00	0		AS	WR	0.001	FZ
203		1962/11/14		STS	50.00	78.00	660		A	WR	12	
204		1962/11/17		STS	50.00	78.00	715		A	WR	18	
205		1962/11/24		STS	50.00	78.00	0		AS	SE	0.001	FZ
206		1962/11/26		STS	50.00	78.00	0		AS	SE	0.031	
207		1962/12/1		STS	50.00	78.00	680		A	WR	2.4	
215		1962/12/23		STS	50.00	78.00	0		AS	SE	0.001	FZ
216		1962/12/24		STS	50.00	78.00	0		AS	SE	0.007	
217		1962/12/24		STS	50.00	78.00	0		AS	SE	0.028	
部分的核実験禁止条約（PTBT）**：調印**（1963 **年** 8 **月** 5 **日**）**、発効**（1963 **年** 10 **月** 10 **日**）												
222		1964/3/15	08:00	STS-D	49.82	78.10		710	UG-T	WE	37	
223		1964/5/16	06:01	STS-D	49.82	78.09	-260	698	UG-T	WR	23.7	
224		1964/6/6		STS-D	49.77	77.99		700	UG-T	FS	1.6	
225		1964/7/19	06:00	STS-D	49.82	78.09		695	UG-T	FS	26	
226		1964/3/18	06:00	STS-D	49.82	78.08		700	UG-T	WR	0.07	
228		1964/9/30		STS-D	49.82	78.10		710	UG-T	FS		
230		1964/11/16	06:00	STS-D	49.81	78.13	730		UG-T	PR	47	
231	Chagan	1965/1/15	06:00	STS-B	49.94	79.01	-178		UG-S	I-EM	140	
232		1965/2/4	06:00	STS-D	49.77	77.99	-262	726	UG-T	FS	44	
233		1965/3/3	06:15	STS-D	49.83	78.06		625	UG-T	WR	27	
234		1965/3/27	06:30	STS-D	49.77	77.99		700	UG-T	WR	0.06	
236		1965/5/11	06:40	STS-D	49.77	77.99		726	UG-T	WR	14	
238		1965/6/17	03:45	STS-D	49.83	78.06		630	UG-T	PR	24	
239		1965/7/29	03:05	STS-D	49.79	78.00		700	UG-T	FS	1.1	
240		1965/9/17	04:00	STS-D	49.82	78.14		685	UG-T	WR	15	
241		1965/10/8	06:00	STS-D	49.83	78.10		630	UG-T	WR	29	
242	Sary-Uzen	1965/10/14	04:00	STS-SU	49.99	77.64	-48		UG-S	I-EM	1.1	
243		1965/11/21	04:58	STS-D	49.83	78.06		650	UG-T	WR	29	
244		1965/12/24	05:00	STS-D	49.81	78.11		781	UG-T	PR	6.7	
245		1966/2/13	04:58	STS-D	49.81	78.13	-320	730	UG-T	PR	125	
246		1966/3/20	05:5	STS-D	49.75	78.01	-310	765	UG-T	WR	100	
247		1966/4/21	03:58	STS-D	49.82	78.09		698	UG-T	PR	22	

実験番号・通称		状況	年／月／日 (GMT)	時刻 (GMT)	実験地	緯度 (^{0}N)	経度 (^{0}E)	爆発高度 (m)	標高 (m)	種 類	目的	出力 (Kt)	装置
249			1966/5/7	03:58	STS-D	49.74	78.11		739	UG-T	PR	4	
250			1966/6/29	06:58	STS-D	49.84	78.07		600	UG-T	PR	42	
251			1966/7/21	03:58	STS-D	49.74	78.10		673	UG-T	WR	24	
252			1966/3/5	03:58	STS-D	49.76	78.05		748	UG-T	WR	32	
253			1966/3/19	03:53	STS-D	49.83	78.10		630	UG-T	PR	10	
254			1966/9/7	03:52	STS-D	49.83	78.06		630	UG-T	FS	4.6	
256			1966/10/19	03:58	STS-D	49.74	78.03		721	UG-T	WR	55	
259			1966/10/29	03:58	STS-D	49.78	78.00		705	UG-T	WR		
260			1966/11/19	03:58	STS-D	49.83	78.06		625	UG-T	WR		
261		S	1966/12/3	05:02	STS-D	49.74	78.03		665	UG-T	WR	4.6	
261		SS	1966/12/3	05:02	STS-D	49.74	78.03		665	UG-T	PR		
262			1966/12/18	04:58	STS-SU	49.92	77.75			UG-S	PR	100	
263		S	1967/1/30	04:02	STS-D	49.77	77.99		727	UG-T	WR	4.6	
263		SS	1967/1/30	04:02	STS-D	49.77	77.99		727	UG-T	WR		
264			1967/2/26	03:58	STS-D	49.74	78.09		676	UG-T	FS	130	
265		S	1967/3/25	05:58	STS-D	49.75	78.05		728	UG-T	WR	18	
265		SS	1967/3/25	05:58	STS-D	49.75	78.05		728	UG-T	WE		
266			1967/4/20	04:08	STS-D	49.74	78.11		739	UG-T	PR	37	
267		S	1967/5/28	04:08	STS-D	49.75	78.01		765	UG-T	PR	28	
267		SS	1967/5/28	04:08	STS-D	49.75	78.01		765	UG-T	PR		
268			1967/6/29	02:57	STS-D	49.82	78.04		653	UG-T	WR	20	
269			1967/7/15	03:27	STS-D	49.84	78.12		580	UG-T	PR	23	
270		S	1967/3/4	06:58	STS-D	49.75	78.05		537	UG-T	WR	19	
270		SS	1967/3/4	06:58	STS-D	49.75	78.05		537	UG-T	WR		
271			1967/9/2	04:04	STS-D	49.74	78.03		721	UG-T	WR	0.7	
272			1967/9/16	04:04	STS-SU	49.94	77.73			UG-S	WR	16	
273			1967/9/22	05:04	STS-SU	49.96	77.69			UG-S	WR	10	
275		S	1967/10/17	05:04	STS-D	49.78	78.00		698	UG-T	PR	45	
275		SS	1967/10/17	05:04	STS-D	49.78	78.00		698	UG-T	PR		
277			1967/10/30	06:04	STS-D	49.80	78.00		670	UG-T	WR	25	
278			1967/11/22	04:04	STS-SU	49.94	77.69			UG-S	WR	1.6	
279			1967/12/8	06:04	STS-D	49.82	78.17		504	UG-T	WR	19	
280			1968/1/7	03:47	STS-D	49.75	78.05		698	UG-T	PR	7.5	
281			1968/4/24	10:36	STS-D	49.84	78.11		587	UG-T	WR	6.2	
283			1968/5/23		STS-D	49.83	78.09		617	UG-T	WR	0.001	
284			1968/6/11	03:06	STS-D	49.80	78.15		660	UG-T	WR	15	
285			1968/6/19	05:06	STS-B	49.98	78.99			UG-S	FS	18	
287		S	1968/7/12	12:08	STS-D	49.76	78.10	-172	642	UG-T	WR	24	
287		SS	1968/7/12	12:08	STS-D	49.76	78.10		642	UG-T	WR		
288		S	1968/3/20	04:06	STS-D	49.82	78.08		705	UG-T	WR	4.6	
288		SS	1968/3/20	04:06	STS-D	49.82	78.08		705	UG-T	SE	0.001	
289			1968/9/5	04:06	STS-D	49.74	78.08		651	UG-T	WE	32	
290	Argon		1968/9/29	03:43	STS-D	49.80	78.11		675	UG-T	WE	60	
291	Telkem-1		1968/10/21	03:52	STS-T	49.73	78.49	-31		UG-S	I-EM	0.24	
292			1968/10/29	03:54	STS-D	49.83	78.09		617	UG-T	WR		
294			1968/11/9	02:54	STS-D	49.80	78.14		724	UG-T	PR	4	
295	Telkem-2	S	1968/11/12	07:30	STS-T	49.71	78.46	-31		UG-S	I-EM	0.24	
295	Telkem-2	SS	1968/11/12	07:30	STS-T	49.70	78.50			UG-S	I-EM	0.24	
295	Telkem-2	SS	1968/11/12	07:30	STS-T	49.70	78.50			UG-S	I-EM	0.24	
296			1968/12/18	05:02	STS-D	49.74	78.09	-194	670	UG-T	PR	8.9	
297			1969/3/7	08:27	STS-D	49.83	78.06		650	UG-T	WR	49	
298			1969/4/4	04:57	STS-D	49.75	78.05		728	UG-T	WR		
299			1969/4/13		STS-D	49.74	78.10		673	UG-T	PR		
300			1969/5/16	04:03	STS-D	49.77	78.08		629	UG-T	WR	16	
301			1969/5/31	05:02	STS-SU	49.95	77.69			UG-S	WR	18	
302		S	1969/7/ 4	02:47	STS-D	49.75	78.11		599	UG-T	PR	15	
302		SS	1969/7/ 4	02:47	STS-D	49.75	78.11		599	UG-T	WR		
303			1969/7/23	02:47	STS-D	49.82	78.14		659	UG-T	WR	16	
306		S	1969/9/11	04:02	STS-D	49.78	77.99		682	UG-T	PR	6.2	
306		SS	1969/9/11	04:02	STS-D	49.78	77.99		682	UG-T	PR		

実験番号・通称	状況	年／月／日 (GMT)	時刻 (GMT)	実験地	緯度 (^{0}N)	経度 (^{0}E)	爆発高度 (m)	標高 (m)	種 類	目的	出力 (Kt)	装置
308	S	1969/10/1	04:03	STS-D	49.79	78.11		634	UG-T	WR	16	
308	SS	1969/10/1	04:03	STS-D	49.79	78.11		634	UG-T	WR		
310		1969/10/30		STS-D	49.84	78.12		580	UG-T	SE		
311		1969/11/27	05:02	STS-D	49.84	78.06		600	UG-T	PR		
312		1969/11/30	03:33	STS-B	49.92	78.96			UG-S	WR	125	
314		1969/12/28	03:47	STS-SU	49.94	77.71			UG-S	WR	40	
315		1969/12/29	04:02	STS-D	49.73	78.10		496	UG-T	PR	10	
316	S	1970/1/29	07:03	STS-D	49.79	78.11		727	UG-T	WE	42	
316	SS	1970/1/29	07:03	STS-D	49.79	78.11		727	UG-T	WE		
316	SS	1970/1/29	07:0	STS-D	49.79	78.11		727	UG-T	WE		
317		1970/2/18		STS-D	49.73	78.10		700	UG-T	SE	0.001	
318		1970/3/27	05:03	STS-D	49.74	78.00		698	UG-T	PR	6.5	
319		1970/5/27	04:03	STS-D	49.73	78.10		580	UG-T	WR	0.9	
321		1970/6/28	01:58	STS-D	49.79	78.11	-332	656	UG-T	WR	88	
322	S	1970/6/28	01:58	STS-D	49.78	78.05		650	UG-T	PR		
322	SS	1970/6/28	01:58	STS-D	49.78	78.05		650	UG-T	WR		
323		1970/7/21	03:03	STS-SU	49.95	77.67			UG-S	WR	23	
324		1970/7/24	03:57	STS-D	49.81	78.13		732	UG-T	WR	20	
325		1970/9/6	04:03	STS-D	49.79	78.00		680	UG-T	WR		
326		1970/9/6	04:03	STS-D	49.75	78.01		752	UG-T	PR	34	
328		1970/11/ 4	06:03	STS-SU	49.99	77.76			UG-S	PR	27	
330		1970/12/17	07:01	STS-D	49.75	78.10		624	UG-T	WR	26	
332		1971/1/29	05:03	STS-D	49.81	78.17		657	UG-T	WE	1.8	
333		1971/3/22	04:33	STS-D	49.79	78.11		656	UG-T	PR	67	
334		1971/3/22	04:33	STS-D	49.77	78.08		601	UG-T	WR		
336		1971/4/9	02:33	STS-D	49.83	78.04		632	UG-T	I	0.23	
337		1971/4/25	03:33	STS-D	49.78	78.04		689	UG-T	WR	90	
338		1971/5/25	04:03	STS-D	49.80	78.15		761	UG-T	WR	9	
339		1971/6/6	04:03	STS-SU	49.98	77.66			UG-S	WR	16	
340		1971/6/19	04:04	STS-SU	49.97	77.64			UG-S	WR	35	
341		1971/6/30	03:57	STS-B	49.95	78.98			UG-S	WR	5	
347		1971/10/9	06:03	STS-SU	49.98	77.64			UG-S	WR	12	
348		1971/10/21	06:03	STS-SU	49.97	77.60			UG-S	WR	23	
350	S	1971/11/29	06:03	STS-D	49.74	78.08		766	UG-T	WR	28	
350	SS	1971/11/29	06:03	STS-D	49.74	78.08		766	UG-T	WR		
351		1971/12/15	07:54	STS-D	49.83	77.99	-115	691	UG-T	WE	6	
353		1971/12/30	06:21	STS-D	49.75	78.01		714	UG-T	WR	50	
354		1971/12/30	06:21	STS-D	49.76	78.05		715	UG-T	WR		
355		1972/2/10	05:03	STS-B	50.02	78.88			UG-S	WR	16	
356	S	1972/3/10	04:57	STS-D	49.75	78.12		672	UG-T	WR	28	
356	SS	1972/3/10	04:57	STS-D	49.75	78.12		672	UG-T	WR		
357	S	1972/3/28	04:22	STS-D	49.73	78.08		655	UG-T	WR	6	
357	SS	1972/3/28	04:22	STS-D	49.73	78.08		655	UG-T	PR		
357	SS	1972/3/28	04:22	STS-D	49.73	78.08		655	UG-T	SE	0.001	
359		1972/4/20		STS-D	49.84	78.11		587	UG-T	SE	0.001	
360		1972/6/7	01:28	STS-D	49.83	78.11		618	UG-T	WR		
361		1972/6/7	01:28	STS-D	49.77	77.99		620	UG-T	WE	25	
362		1972/7/6	01:03	STS-D	49.74	78.11		650	UG-T	WE	1.5	
365		1972/3/16	03:17	STS-D	49.77	78.06		555	UG-T	WE	8	
367		1972/3/26	03:47	STS-SU	49.98	77.72			UG-S	WR	21	
369		1972/9/2	08:57	STS-SU	49.96	77.64			UG-S	WR	2	
373		1972/11/2	01:27	STS-B	49.93	78.82			UG-S	WR	165	
376	S	1972/12/10	04:27	STS-D	49.83	78.09		660	UG-T	WR	58	
376	SS	1972/12/10	04:27	STS-D	49.83	78.06		646	UG-T	WR		
377		1972/12/10	04:27	STS-B	50.03	79.00	-378		UG-S	PR	140	
378		1972/12/28	04:27	STS-D	49.74	78.11		739	UG-T	WR		
379		1973/2/16	05:03	STS-D	49.82	78.11		768	UG-T	WR	42	
380		1973/4/19	04:33	STS-SU	49.98	77.61			UG-S	WR	21	
381	S	1973/7/10	01:27	STS-D	49.79	78.01		684	UG-T	WR	20	
381	SS	1973/7/10	01:27	STS-D	49.79	78.01		684	UG-T	WR		

実験番号・通称		状況	年／月／日 (GMT)	時刻 (GMT)	実験地	緯度 (^{0}N)	経度 (^{0}E)	爆発高度 (m)	標高 (m)	種 類	目的	出力 (Kt)	装置
381		SS	1973/7/10	01:27	STS-D	49.79	78.01		684	UG-T	SE	0.001	
382			1973/7/23	01:23	STS-B	49.97	78.82	-465		UG-S	PR	212	
387			1973/9/20		STS-B	49.96	78.86			UG-S	WR	0.001	
391			1973/10/26	04:27	STS-D	49.75	78.13		575	UG-T	WE	15	
393			1973/11/ 4	03:57	STS-B	50.06	78.93			UG-S	WR		
394			1973/12/14	07:47	STS-B	50.04	78.99			UG-S	WR	80	
395			1973/12/31	04:03	STS-D	49.74	78.09	-157	676	UG-T	WR	0.5	
396		S	1974/1/30	04:57	STS-D	49.82	78.04		677	UG-T	WE	24	
396		SS	1974/1/30	04:57	STS-D	49.82	78.04		677	UG-T	WE	6	
396		SS	1974/1/30	04:57	STS-D	49.82	78.04		677	UG-T	WE		
397			1974/2/28		STS-D	49.83	78.11		618	UG-T	SE	0.001	
398			1974/4/16	05:53	STS-B	50.02	78.93			UG-S	WR	1	
399			1974/5/16	03:03	STS-D	49.74	78.04		652	UG-T	WR	18	
400			1974/5/31	03:27	STS-B	49.96	78.84	-316		UG-S	PR	71	
401			1974/6/25	03:57	STS-D	49.83	78.10		630	UG-T	WE	3.5	
403			1974/7/10	02:57	STS-D	49.78	78.11		600	UG-T	WR	18	
404			1974/7/29	03:28	STS-B	49.94	78.94			UG-S	WR		
408			1974/9/13	03:03	STS-D	49.77	78.06		690	UG-T	WE	14	
410	Argon-3		1974/10/16	06:33	STS-B	49.99	78.89			UG-S	WE	19	
412			1974/11/28	05:57	STS-SU	49.95	77.70			UG-S	WR	0.01	
413	Lazurit		1974/12/7	06:00	STS-M	49.92	77.61	-75		UG-S	I-EM	1.7	
414			1974/12/16	06:23	STS-D	49.77	78.08		629	UG-T	WR	6.7	
415			1974/12/16	06:41	STS-D	49.83	78.03	-126	600	UG-T	I	3.8	
416			1974/12/27	05:47	STS-B	49.97	79.00			UG-S	WR	36	
417		S	1975 /2/20	05:33	STS-D	49.78	78.02		749	UG-T	WE		
417		SS	1975/2/20	05:33	STS-D	49.78	78.02		749	UG-T	WE		
417		SS	1975/2/20	05:33	STS-D	49.78	78.02		749	UG-T	WE		
418			1975/2/20	05:33	STS-D	49.80	78.00		665	UG-T	WE	55	
419			1975/3/11	05:43	STS-D	49.75	78.11		650	UG-T	WR	24	
421			1975/4/27	05:37	STS-B	49.94	78.90			UG-S	WR	29	
422			1975/6/8	03:27	STS-D	49.75	78.01		722	UG-T	PR	32	
423			1975/6/30	03:27	STS-B	49.99	78.90			UG-S	WR	8	
424		S	1975/7/15	02:57	STS-D	49.79	78.09		686	UG-T	WR		
424		SS	1975/7/15	02:57	STS-D	49.79	78.09		686	UG-T	WR		
425		S	1975/3/7	03:57	STS-D	49.80	78.13		711	UG-T	WR	14	
425		SS	1975/3/7	03:57	STS-D	49.80	78.13		752	UG-T	WR		
429			1975/10/5	04:27	STS-D	49.78	78.09		635	UG-T	WR	0.2	
433			1975/10/29	04:47	STS-B	49.95	78.87			UG-S	WR	36	
434			1975/12/13	04:57	STS-D	49.81	78.11		770	UG-T	WR	8	
435			1975/12/25	05:17	STS-B	50.04	78.82			UG-S	WR	59	
436			1976/1/15	04:47	STS-D	49.81	78.17		602	UG-T	WR	13	
437			1976/3/17	02:57	STS-D	49.76	78.10		642	UG-T	WR		
439			1976/4/10	05:03	STS-D	49.76	78.05	-130	715	UG-T	WR	0.1	
441			1976/4/21	04:58	STS-D	49.75	78.11		650	UG-T	WR	7	
440			1976/4/21	05:03	STS-B	49.90	78.83			UG-S	WR	7	
442			1976/5/19	02:57	STS-D	49.78	78.02		749	UG-T	WR	3.7	
443			1976/6/9	03:03	STS-B	49.99	79.02			UG-S	WR	10	
444			1976/7/4	02:57	STS-B	49.90	78.90			UG-S	WR	65	
445			1976/7/23	02:33	STS-D	49.74	78.05		394	UG-T	WR	7	
447			1976/3/4	02:57	STS-SU?	49.87	77.70			UG-S	WR	0.9	
448			1976/3/28	02:57	STS-B	49.98	78.93			UG-S	WR	53	
451			1976/10/30	04:57	STS-D	49.83	78.06		625	UG-T	WE	2.8	
453			1976/11/23	05:03	STS-B	50.01	78.94			UG-S	WR	74	
454		S	1976/12/7	04:57	STS-B	49.94	78.84			UG-S	WR	54	
454		SS	1976/12/7	04:57	STS-B	49.94	78.84			UG-S	WR		
455			1976/12/7	04:57	STS-B	49.90	78.79			UG-S	WR	95	
456		S	1976/12/30	03:57	STS-D	49.78	78.04		689	UG-T	WR	10	
456		SS	1976/12/30	03:57	STS-D	49.78	78.04		689	UG-T	WR		
457			1977/3/29	03:57	STS-D?	49.97	78.09			UG-S	WR	24	
458		S	1977/3/29	03:57	STS-D	49.78	78.02		735	UG-T	WR	25	

実験番号・通称	状況	年／月／日 (GMT)	時刻 (GMT)	実験地	緯度 (^{0}N)	経度 (^{0}E)	爆発高度 (m)	標高 (m)	種 類	目的	出力 (Kt)	装置
457	SS	1977/3/29	03:57	STS-D	49.78	78.02		735	UG-T	WR		
457	SS	1977/3/29	03:57	STS-D	49.78	78.02		735	UG-T	SE	0.001	
459		1977/4/25	04:07	STS-D	49.81	78.11		770	UG-T	WR	10	
460		1977/5/29	02:57	STS-B	49.95	78.77			UG-S	WR	44	
461		1977/6/29	03:07	STS-B	50.00	78.87			UG-S	WR	9	
463	S	1977/7/30	01:57	STS-D	49.75	78.05		682	UG-T	WR	11	
463	SS	1977/7/30	01:57	STS-D	49.75	78.05		682	UG-T	WR		
465		1977/3/17	04:27	STS-D	49.83	78.11		640	UG-T	WR	8	
468	S	1977/9/5	03:03	STS-B	50.06	78.91			UG-S	WR	78	
468	SS	1977/9/5	03:03	STS-B	50.06	78.91			UG-S	FS		
473	S	1977/10/29	03:07	STS-D	49.83	78.08		638	UG-T	WR	42	
473	SS	1977/10/29	03:07	STS-D	49.83	78.08		638	UG-T	FS		
474		1977/10/29	03:07	STS-B	50.05	78.98			UG-S	WR	50	
476		1977/11/12	05:11	STS-B	50.05	78.86			UG-S	WR		
477		1977/11/27	03:57	STS-D	49.75	78.05		537	UG-T	WR		
478	S	1977/11/30	04:07	STS-B	49.97	78.87			UG-S	WR	70	
478	SS	1977/11/30	04:07	STS-B	49.97	78.87			UG-S	WR		
479		1977/12/26	04:03	STS-D	49.81	78.05		722	UG-T	WR		
480	S	1977/12/26	04:03	STS-D	49.80	78.13		752	UG-T	WR	6	
480	SS	1977/12/26	04:03	STS-D	49.80	78.13		711	UG-T	WR	0.001	
480	SS	1977/12/26	04:03	STS-D	49.80	78.13		711	UG-T	WR		
480	SS	1977/12/26	04:03	STS-D	49.80	78.13		711	UG-T	WR		
481		1978/3/19	03:47	STS-SU	49.95	77.70			UG-S	WR	13	
482	S	1978/3/26	03:57	STS-D	49.76	77.98	-260	704	UG-T	WR	30	
482	SS	1978/3/26	03:57	STS-D	49.76	77.98		704	UG-T	WR		
483	S	1978/4/22	03:07	STS-D	49.75	78.13		579	UG-T	WR	20	
483	SS	1978/4/22	03:07	STS-D	49.75	78.13		579	UG-T	WR		
483	SS	1978/4/22	03:07	STS-D	49.75	78.13		579	UG-T	WR		
484		1978/5/24	03:07	STS-D	49.74	78.05		394	UG-T	SE	0.001	
485		1978/5/29	04:57	STS-D	49.79	78.09		686	UG-T	WE	3	
486		1978/6/2		STS-D	49.74	78.05		394	UG-T	SE	0.001	
487		1978/6/11	02:57	STS-B	49.91	78.80			UG-S	WR	58	
488		1978/7/5	02:47	STS-B	49.90	78.87			UG-S	WR	87	
489	S	1978/7/28	02:47	STS-D	49.76	78.15		623	UG-T	WR	60	
489	SS	1978/7/28	02:47	STS-D	49.76	78.15		623	UG-T	WR		
489	SS	1978/7/28	02:47	STS-D	49.76	78.15		623	UG-T	WR		
489	SS	1978/7/28	02:47	STS-D	49.76	78.15		623	UG-T	WR		
489	SS	1978/7/28	02:47	STS-D	49.76	78.15		623	UG-T	WR		
493	S	1978/3/29	02:37	STS-D	49.81	78.11		770	UG-T	WR	14	
493	SS	1978/3/29	02:37	STS-D	49.81	78.11		770	UG-T	WR		
493	SS	1978/3/29	02:37	STS-D	49.81	78.11		770	UG-T	SE	0.001	
494		1978/3/29	02:37	STS-B	50.01	78.97			UG-S	WR	119	
496		1978/9/15	02:37	STS-B	49.93	78.86			UG-S	WR	81	
497		1978/9/20	05:03	STS-D	49.80	78.15		660	UG-T	WE	1.1	
501		1978/10/15	05:37	STS-D	49.74	78.11		645	UG-T	WE	12	
504		1978/10/31	04:17	STS-D	49.79	78.11		638	UG-T	FS	16	
505	S	1978/11/4	05:06	STS-B	50.04	78.95			UG-S	WR	44	
505	SS	1978/11/4	05:06	STS-B	50.04	78.95			UG-S	WR		
506	S	1978/11/29	04:33	STS-B	49.95	78.80			UG-S	WR	101	
506	SS	1978/11/29	04:33	STS-B	49.95	78.80			UG-S	WR		
507		1978/11/29	04:33	STS-D	49.78	78.02		750	UG-T	WR	110	
509		1978/12/14	04:43	STS-D	49.82	78.11		768	UG-T	WR	4	
511	S	1978/12/20	04:33	STS-D	49.81	78.05		722	UG-T	WR	3.5	
511	SS	1978/12/20	04:33	STS-D	49.81	78.05		722	UG-T	WR		

実験番号・通称	状況	年／月／日 (GMT)	時刻 (GMT)	実験地	緯度 (^{0}N)	経度 (^{0}E)	爆発高度 (m)	標高 (m)	種 類	目的	出力 (Kt)	装置
514		1979/2/1	04:13	STS-B	50.08	78.85			UG-S	WR	18	
515	S	1979/2/16	04:04	STS-SU	49.97	77.67			UG-S	WR	23	
515	SS	1979/2/16	04:04	STS-SU	49.97	77.67			UG-S	WR		
516		1979/3/23		STS-D	49.81	78.17		602	UG-T	SE	0.001	
517		1979/4/10		STS-D	49.81	78.17		602	UG-T	SE	0.001	
518	S	1979/5/6	03:17	STS-D	49.76	77.98		704	UG-T	WR	15	
518	SS	1979/5/6	03:17	STS-D	49.76	77.98		704	UG-T	WR		
519	S	1979/5/31	05:55	STS-D	49.81	78.06		745	UG-T	WR	17	
519	SS	1979/5/31	05:55	STS-D	49.81	78.06		745	UG-T	WR		
519	SS	1979/5/31	05:55	STS-D	49.81	78.06		745	UG-T	WR		
519	SS	1979/5/31	05:55	STS-D	49.83	78.08		638	UG-T	WR		
520		1979/6/12		STS-D	49.81	78.17		602	UG-T	SE	0.001	
521		1979/6/23	02:57	STS-B	49.91	78.85			UG-S	WR	149	
522	S	1979/7/ 7	03:47	STS-B	50.03	78.99			UG-S	WR	97	
522	SS	1979/7/ 7	03:47	STS-B	50.03	78.99			UG-S	WR		
524		1979/7/18	03:17	STS-SU	49.92	77.81			UG-S	WR	12	
525		1979/7/18	03:17	STS-D	49.78	78.11		600	UG-T	FS	14	
526	S	1979/3/4	03:57	STS-B	49.90	78.89			UG-S	WR	150	
526	SS	1979/3/4	03:57	STS-B	49.90	78.89			UG-S	WR		
528	S	1979/3/18	02:52	STS-B	49.95	78.92			UG-S	WR	150	
528	SS	1979/3/18	02:52	STS-B	49.95	78.92			UG-S	WR		
532		1979/9/27	04:13	STS-D	49.75	78.05		682	UG-T	WE	1.6	
535	S	1979/10/18	04:17	STS-D	49.82	78.10		659	UG-T	WR	15	
535	SS	1979/10/18	04:17	STS-D	49.82	78.10		659	UG-T	WR		
538	S	1979/10/28	03:17	STS-B	50.00	79.00			UG-S	WR	120	
538	SS	1979/10/28	03:17	STS-B	50.00	79.00			UG-S	WR		
539		1979/11/30	04:53	STS-D	49.78	78.09		635	UG-T	WR	1.6	
540	S	1979/12/2	04:37	STS-B	49.91	78.78			UG-S	WR	93	
540	SS	1979/12/2	04:37	STS-B	49.91	78.78			UG-S	FS		
541		1979/12/21	04:42	STS-D	49.79	78.11		727	UG-T	WR	3.6	
542	S	1979/12/23	04:57	STS-B	49.93	78.75			UG-S	WR	137	
542	SS	1979/12/23	04:57	STS-B	49.93	78.75			UG-S	WR		
543		1980/3/14		STS-D	49.82	78.04		677	UG-T	SE	0.001	
544		1980/4/4	05:33	STS-SU	50.00	77.82			UG-S	WR	6	
545	S	1980/4/10	04:07	STS-D	49.78	78.06		655	UG-T	WR	8	
545	SS	1980/4/10	04:07	STS-D	49.78	78.06		655	UG-T	WR		
546	S	1980/4/25	03:57	STS-B	49.98	78.76			UG-S	WR	19	
546	SS	1980/4/25	03:57	STS-B	49.98	78.76			UG-S	WR		
547	S	1980/5/22	03:57	STS-D	49.78	78.04		691	UG-T	WR	35	
547	SS	1980/5/22	03:57	STS-D	49.78	78.04		691	UG-T	WR		
547	SS	1980/5/22	03:57	STS-D	49.78	78.04		691	UG-T	WR		
548		1980/6/12	03:27	STS-B	49.99	78.99			UG-S	WR	37	
551		1980/6/25	02:27	STS-D	49.83	78.10	-152	650	UG-T	WR	0.3	
552	S	1980/6/29	02:33	STS-B	49.95	78.82			UG-S	WR	44	
552	SS	1980/6/29	02:33	STS-B	49.95	78.82			UG-S	WR		
552	SS	1980/6/29	02:33	STS-B	49.95	78.82			UG-S	WR		
553	S	1980/7/31	03:33	STS-D	49.79	78.09		689	UG-T	WR	20	
553	SS	1980/7/31	03:33	STS-D	49.79	78.09		689	UG-T	WR		
554		1980/9/14	02:43	STS-B	49.94	78.80			UG-S	WR	200	
555	Dynamika	1980/9/25	06:21	STS-D	49.78	78.08		663	UG-T	WE	5	
558	S	1980/10/12	03:34	STS-B	49.97	79.02	-440		UG-S	WR	102	
558	SS	1980/10/12	03:34	STS-B	49.97	79.02	-510		UG-S	WR		
559		1980/10/23	03:57	STS-D	49.75	78.13		579	UG-T	WR		
561		1980/12/5	04:17	STS-D	49.75	78.13	-36	579	UG-T	WR	0.1	
562	S	1980/12/5	04:17	STS-D	49.83	78.11		640	UG-T	WR		
562	SS	1980/12/5	04:17	STS-D	49.83	78.11		640	UG-T	WR		
562	SS	1980/12/5	04:17	STS-D	49.83	78.11		640	UG-T	WR		
564	S	1980/12/14	03:47	STS-B	49.91	78.92			UG-S	WR	101	
564	SS	1980/12/14	03:47	STS-B	49.91	78.92			UG-S	WR		
564	SS	1980/12/14	03:47	STS-B	49.91	78.92			UG-S	WR		

実験番号・通称	状況	年／月／日 (GMT)	時刻 (GMT)	実験地	緯度 (^{0}N)	経度 (^{0}E)	爆発高度 (m)	標高 (m)	種 類	目的	出力 (Kt)	装置
565		1980/12/26	04:07	STS-D	49.83	78.09		660	UG-T	WR	2	
566	S	1980/12/27	04:09	STS-B	50.06	78.98			UG-S	WR	100	
566	SS	1980/12/27	04:09	STS-B	50.06	78.98			UG-S	WR		
567		1981/3/25		STS-D	49.82	78.04		677	UG-T	SE	0.001	
568	S	1981/3/29	04:04	STS-B	50.02	78.98			UG-S	WR	30	
568	SS	1981/3/29	04:04	STS-B	50.02	78.98			UG-S	FS		
568	SS	1981/3/29	04:04	STS-B	50.02	78.98			UG-S	FS		
569	S	1981/4/22	01:17	STS-B	49.90	78.81			UG-S	WR	92	
569	SS	1981/4/22	01:17	STS-B	49.90	78.81			UG-S	WR		
569	SS	1981/4/22	01:17	STS-B	49.90	78.81			UG-S	WR		
571		1981/5/27	03:58	STS-B	49.99	78.97			UG-S	WR	20	
572		1981/6/ 4		STS-D	49.82	78.04		677	UG-T	SE	0.001	
573	S	1981/6/30	01:57	STS-D	49.77	78.08		633	UG-T	WR	12	
573	SS	1981/6/30	01:57	STS-D	49.77	78.08		633	UG-T	WR		
574		1981/7/17	02:37	STS-D	49.80	78.13	-146	802	UG-T	WR	9.3	
575	S	1981/3/14	02:27	STS-D	49.75	78.05		717	UG-T	WR	5.6	
575	SS	1981/3/14	02:27	STS-D	49.75	78.05		717	UG-T	WR		
575	SS	1981/3/14	02:27	STS-D	49.75	78.05		717	UG-T	WR		
577		1981/9/13	02:17	STS-B	49.91	78.89			UG-S	WR	150	
581		1981/10/16		STS-D	49.83	78.08		638	UG-T	SE	0.001	
582	S	1981/10/18	03:57	STS-B	49.93	78.84			UG-S	WR	107	
582	SS	1981/10/18	03:57	STS-B	49.93	78.84			UG-S	WR		
584	S	1981/11/20	04:57	STS-D	49.74	78.10		620	UG-T	WR	8	
584	SS	1981/11/20	04:57	STS-D	49.74	78.10		620	UG-T	WR		
585	S	1981/11/29	03:35	STS-B	49.90	78.85			UG-S	WR	31	
585	SS	1981/11/29	03:35	STS-B	49.90	78.85			UG-S	WR		
585	SS	1981/11/29	03:35	STS-B	49.90	78.85			UG-S	WR		
586	S	1981/12/22	04:31	STS-D	49.83	78.08		638	UG-T	WR	7	
586	SS	1981/12/22	04:31	STS-D	49.83	78.08		638	UG-T	WR		
586	SS	1981/12/22	04:31	STS-D	49.83	78.08		638	UG-T	WR		
587		1981/12/27	03:43	STS-B	49.93	78.78			UG-S	WR	150	
588	S	1982/2/19	03:56	STS-D	49.82	78.03		623	UG-T	WR	24	
588	SS	1982/2/19	03:56	STS-D	49.82	78.03		623	UG-T	WR		
	X	1982/4/6		STS-D	49.83	78.08			UG-T			
589	S	1982/4/25	03:23	STS-B	49.92	78.89			UG-S	FS	145	
589	SS	1982/4/25	03:23	STS-B	49.92	78.89			UG-S	FS		
589	SS	1982/4/25	03:23	STS-B	49.92	78.89			UG-S	FS		
590	S	1982/6/25	02:03	STS-D	49.77	78.11		590	UG-T	WE	2.4	
590	SS	1982/6/25	02:03	STS-D	49.77	78.11		590	UG-T	WR		
591	S	1982/7/4	01:17	STS-B	49.96	78.81			UG-S	WR	136	
591	SS	1982/7/4	01:17	STS-B	49.96	78.81			UG-S	WR		
591	SS	1982/7/4	01:17	STS-B	49.96	78.81			UG-S	WR		
593	S	1982/3/23	02:43	STS-D	49.74	78.03		665	UG-T	WR	1.7	
593	SS	1982/3/23	02:43	STS-D	49.74	78.03		665	UG-T	WR		
594	S	1982/3/31	01:31	STS-B	49.91	78.76			UG-S	WR	8	
594	SS	1982/3/31	01:31	STS-B	49.91	78.76			UG-S	WR		
596	S	1982/9/21	02:57	STS-D	49.78	78.12		587	UG-T	WR	12	
596	SS	1982/9/21	02:57	STS-D	49.78	78.12		587	UG-T	WR		
604	S	1982/12/5	03:37	STS-B	49.93	78.81			UG-S	WR	119	
604	SS	1982/12/5	03:37	STS-B	49.93	78.81			UG-S	WR		
605	S	1982/12/25	04:23	STS-D	49.78	78.04	-112	706	UG-T	WR	1.7	
605	SS	1982/12/25	04:23	STS-D	49.78	78.04		706	UG-T	WR		
606	S	1982/12/26	03:35	STS-B	50.06	78.99			UG-S	FS	21	
606	SS	1982/12/26	03:35	STS-B	50.06	78.99			UG-S	WR	21	
607		1983/3/11		STS-D	49.82	78.03		623	UG-T	SE	0.001	
608		1983/3/30	04:17	STS-D	49.79	78.04		670	UG-T	WR	2.7	
	X	1983/4/11		STS-D	49.82	78.03			UG-T			
609		1983/4/12	03:41	STS-D	49.79	78.08		672	UG-T	WE	3	
610	S	1983/5/30	03:34	STS-D	49.74	78.12	-245	533	UG-T	FS	20	
610	SS	1983/5/30	03:34	STS-D	49.74	78.12	-180	533	UG-T	WR		

実験番号・通称	状況	年／月／日 (GMT)	時刻 (GMT)	実験地	緯度 (^{0}N)	経度 (^{0}E)	爆発高度 (m)	標高 (m)	種 類	目的	出力 (Kt)	装置
611	S	1983/6/12	02:37	STS-B	49.93	78.90			UG-S	WR	138	
611	SS	1983/6/12	02:37	STS-B	49.93	78.90			UG-S	WR		
612		1983/6/24	02:56	STS-D	49.74	78.04		652	UG-T	WR	1.8	
617 Dynamika		1983/9/11	06:33	STS-D	49.78	78.08		665	UG-T	WE	1.9	
625	S	1983/10/6	01:47	STS-B	49.92	78.75			UG-S	WR	82	
625	SS	1983/10/6	01:47	STS-B	49.92	78.75			UG-S	WR		
626		1983/10/26	01:55	STS-B	49.91	78.82			UG-S	WR	114	
627		1983/11/2	04:19	STS-D	49.78	78.12		587	UG-T	WR		
628	S	1983/11/20	03:27	STS-B	50.05	79.00			UG-S	WR	20	
628	SS	1983/11/20	03:27	STS-B	50.05	79.00			UG-S	WR		
629		1983/11/29	02:19	STS-D	49.73	78.10		681	UG-T	WR		
630	S	1983/11/29	02:19	STS-D	49.76	78.05		823	UG-T	WR	19	
630	SS	1983/11/29	02:19	STS-D	49.76	78.05		823	UG-T	WR		
631		1983/12/26	04:29	STS-D	49.79	78.11		611	UG-T	FS	30	
632		1984/2/19	03:57	STS-B	49.90	78.74			UG-S	WR	49	
633		1984/3/7	02:39	STS-B	50.05	78.96			UG-S	WR	42	
634		1984/3/29	05:19	STS-B	49.91	78.93			UG-S	WR	83	
635	S	1984/4/15	03:17	STS-D	49.76	78.09		650	UG-T	WR	60	
635	SS	1984/4/15	03:17	STS-D	49.76	78.09		650	UG-T	WR		
636	S	1984/4/25	01:09	STS-B	49.94	78.85			UG-S	WR	76	
636	SS	1984/4/25	01:09	STS-B	49.94	78.85			UG-S	WR		
637	S	1984/5/26	03:13	STS-B	49.98	79.01			UG-S	WR	130	
637	SS	1984/5/26	03:13	STS-B	49.98	79.01			UG-S	WR		
	X	1984/6/7		STS-D	49.79	78.11			UG-T			
638	S	1984/7/14	01:09	STS-B	49.91	78.88			UG-S	WR	135	
638	SS	1984/7/14	01:09	STS-B	49.91	78.88			UG-S	WR		
648	S	1984/9/9	02:59	STS-D	49.80	78.09		719	UG-T	WE	6	
648	SS	1984/9/9	02:59	STS-D	49.80	78.09		719	UG-T	WE		
648	SS	1984/9/9	02:59	STS-D	49.80	78.09		719	UG-T	WE		
648	SS	1984/9/9	02:59	STS-D	49.80	78.09		719	UG-T	WE		
650		1984/10/18	04:57	STS-D	49.73	78.09	-106	630	UG-T	WE	1.4	
	X	1984/10/25		STS-D	49.79	78.11			UG-T			
654		1984/10/27	01:50	STS-B	49.93	78.93			UG-S	WR	150	
655	S	1984/11/23	03:55	STS-D	49.81	78.06		732	UG-T	WR	1.4	
655	SS	1984/11/23	03:55	STS-D	49.81	78.06		732	UG-T	WR		
655	SS	1984/11/23	03:55	STS-D	49.81	78.06		732	UG-T	WR		
656	S	1984/12/ 2	03:19	STS-B	50.01	79.01			UG-S	WR	79	
656	SS	1984/12/2	03:19	STS-B	50.01	79.01			UG-S	FS		
657	S	1984/12/16	03:55	STS-B	49.95	78.81			UG-S	WR	137	
657	SS	1984/12/16	03:55	STS-B	49.95	78.81			UG-S	WR		
658	S	1984/12/28	03:50	STS-B	49.88	78.70			UG-S	WR	105	
658	SS	1984/12/28	03:50	STS-B	49.88	78.70			UG-S	PR		
659	S	1985/2/10	03:27	STS-B	49.90	78.78			UG-S	WR	62	
659	SS	1985/2/10	03:27	STS-B	49.90	78.78			UG-S	WR		
659	SS	1985/2/10	03:27	STS-B	49.90	78.78			UG-S	WR		
660	S	1985/4/25	00:57	STS-B	49.93	78.88			UG-S	WR	74	
660	SS	1985/4/25	00:57	STS-B	49.93	78.88			UG-S	WR		
661	S	1985/6/15	00:57	STS-B	49.91	78.84			UG-S	WR	114	
661	SS	1985/6/15	00:57	STS-B	49.91	78.84			UG-S	WR		
661	SS	1985/6/15	00:57	STS-B	49.92	78.82			UG-S	WR		
663	S	1985/6/30	02:39	STS-B	49.86	78.67			UG-S	WR	86	
663	SS	1985/6/30	02:39	STS-B	49.86	78.67			UG-S	WR		
664		1985/7/11	02:57	STS-D	49.75	78.05		682	UG-T	WR	0.5	
665		1985/7/19	04:00	STS-D	49.80	78.07		710	UG-T	WR		
667		1985/7/20	00:53	STS-B	49.95	78.78			UG-S	WR	74	
668	S	1985/7/25	03:11	STS-D	49.82	78.02		654	UG-T	WR	5	
668	SS	1985/7/25	03:11	STS-D	49.82	78.02		654	UG-T	WR		
668	SS	1985/7/25	03:11	STS-D	49.82	78.02		654	UG-T	SE		
668	SS	1985/7/25	03:11	STS-D	49.82	78.02		654	UG-T	SE		
669		1987/2/26	04:58	STS-D	49.83	78.08		635	UG-T	FS	24	

実験番号・通称	状況	年／月／日 (GMT)	時刻 (GMT)	実験地	緯度 (^{0}N)	経度 (^{0}E)	爆発高度 (m)	標高 (m)	種 類	目的	出力 (Kt)	装置
670	S	1987/3/12	01:57	STS-B	49.94	78.83			UG-S	WR	11	
670	SS	1987/3/12	01:57	STS-B	49.94	78.83			UG-S	WR		
671		1987/4/3	01:17	STS-B	49.92	78.78			UG-S	WR	140	
672	S	1987/4/3	01:17	STS-D	49.75	78.11		597	UG-T	WR	1	
672	SS	1987/4/3	01:17	STS-D	49.75	78.11		597	UG-T	WR		
672	SS	1987/4/3	01:17	STS-D	49.75	78.11		597	UG-T	WR		
673	S	1987/4/17	01:03	STS-B	49.88	78.67			UG-S	WR	86	
673	SS	1987/4/17	01:03	STS-B	49.88	78.67			UG-S	WR		
673	SS	1987/4/17	01:03	STS-B	49.88	78.67			UG-S	WR		
	X	1987/4/17		STS-D	49.75	78.05			UG-T			
676		1987/5/6	04:02	STS-D	49.78	78.01		772	UG-T	FS	40	
677		1987/6/6	02:37	STS-D	49.84	78.06		604	UG-T	FS	24	
678	S	1987/6/20	00:53	STS	49.94	78.74			UG-S	WR	107	
678	SS	1987/6/20	00:53	STS	49.94	78.74			UG-S	WR		
680		1987/7/17	01:17	STS-D	49.78	78.02	-267	738	UG-T	FS	78	
683	S	1987/3/2	00:58	STS-B	49.88	78.87			UG-S	WR	72	
683	SS	1987/3/2	00:58	STS-B	49.88	78.87			UG-S	WR		
683	SS	1987/3/2	00:58	STS-B	49.88	78.87			UG-S	WR		
685	S	1987/9/18	02:32	STS-D	49.80	78.09		719	UG-T	WE	1.1	
685	SS	1987/9/18	02:32	STS-D	49.80	78.09		719	UG-T	SE		
687		1987/10/16	06:06	STS-D	49.73	78.09	-82	620	UG-T	WE	1.1	
688	S	1987/11/15	03:31	STS-B	49.90	78.76			UG-S	WR	103	
688	SS	1987/11/15	03:31	STS-B	49.90	78.76			UG-S	WR		
689	S	1987/12/13	03:21	STS-B	49.96	78.79			UG-S	WR	137	
689	SS	1987/12/13	03:21	STS-B	49.96	78.79			UG-S	WR		
690		1987/12/20	02:55	STS-D	49.78	78.01		772	UG-T	FS	5	
691	S	1987/12/27	03:05	STS-B	49.88	78.73			UG-S	WR	117	
691	SS	1987/12/27	03:05	STS-B	49.88	78.73			UG-S	WR		
692	S	1988/2/6	04:19	STS-D	49.78	78.02		738	UG-T	WR	5	
692	SS	1988/2/6	04:19	STS-D	49.78	78.02		738	UG-T	SE	0.001	
692	SS	1988/2/6	04:19	STS-D	49.78	78.02		738	UG-T	SE	0.001	
693	S	1988/2/13	03:05	STS-B	49.94	78.86			UG-S	WR	125	
693	SS	1988/2/13	03:05	STS-B	49.94	78.86			UG-S	WR		
694		1988/4/3	01:33	STS-B	49.91	78.91			UG-S	WR	135	
695		1988/4/22	09:30	STS-D	49.79	78.11	-124	629	UG-T	WE	2.3	
696		1988/5/4	00:57	STS-B	49.95	78.75			UG-S	FS	132	
698		1988/6/14	02:27	STS-B	50.02	78.96			UG-S	WR	4	
701 Shagan		1988/9/14	04:00	STS-B	49.88	78.82			UG-S	JV	150	
702		1988/10/18	03:40	STS-D	49.78	78.02		733	UG-T	WE	6	
703		1988/11/12	03:30	STS-B	50.04	78.97			UG-S	WR	15	
704	S	1988/11/23	03:57	STS-D	49.78	78.04	-204	693	UG-T	WR	19	
704	SS	1988/11/23	03:57	STS-D	49.78	78.04		693	UG-T	FS		
704	SS	1988/11/23	03:57	STS-D	49.78	78.04		693	UG-T	SE	0.001	
706	S	1988/12/17	04:18	STS-B	49.88	78.92			UG-S	WR	68	
706	SS	1988/12/17	04:18	STS-B	49.88	78.92			UG-S	WR		
707	S	1988/12/28	05:28	STS-D	49.80	78.07		710	UG-T	WR	0.2	
707	SS	1988/12/28	05:28	STS-D	49.80	78.07		710	UG-T	WR		
708	S	1989/1/22	03:57	STS-B	49.94	78.82			UG-S	WR	118	
708	SS	1989/1/22	03:57	STS-B	49.94	78.82			UG-S	WR		
709		1989/2/12	04:15	STS-B	49.92	78.71			UG-S	WR	63	
710		1989/2/17	04:01	STS-D	49.83	78.06		648	UG-T	WR	10	
711		1989/7/8	03:47	STS-B	49.87	78.78			UG-S	WR	22	
712	S	1989/9/2	04:17	STS-B	50.01	78.99			UG-S	WR	6	
712	SS	1989/9/2	04:17	STS-B	50.01	78.99			UG-S	WR		
713		1989/10/4	11:30	STS-D	49.75	78.01		-94	UG-T	WE	4	
714	S	1989/10/19	09:50	STS-B	49.92	78.91	-628		UG-S	WR	85	
714	SS	1989/10/19	09:50	STS-B	49.92	78.91	-592		UG-S	WR		
714		1989/10/19	09:50	STS-B	49.92	78.91	-556		UG-S	WR		

STS **閉鎖指令（**1991 **年** 8 **月** 29 **日）**

添付資料-3：セミパラチンスク核実験場閉鎖指令

У К А З

ПРЕЗИДЕНТА КАЗАХСКОЙ СОВЕТСКОЙ СОЦИАЛИСТИЧЕСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

О ЗАКРЫТИИ СЕМИПАЛАТИНСКОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ЯДЕРНОГО ПОЛИГОНА

На территории Казахской ССР в Семипалатинской области с 1949 года осуществлялись испытания ядерного оружия. За это время здесь было произведено около 500 ядерных взрывов, которые нанесли урон здоровью и жизни тысяч людей.

Учитывая, что Казахская ССР выполнила свой долг по созданию ядерного потенциала, обеспечившего стратегический военный паритет между СССР и США, и, принимая во внимание требования общественности республики, постановляю:

1. Закрыть Семипалатинский испытательный ядерный полигон.

2. Кабинету Министров Казахской ССР по согласованию с Министерством обороны СССР и Министерством атомной энергетики и промышленности СССР преобразовать Семипалатинский испытательный полигон в союзно-республиканский научно-исследовательский центр. В 1991 году разработать и утвердить его статус и перечень основных направлений научно-исследовательских работ.

3. Учитывая, что при проведении воздушных и наземных испытаний с 1949 года по 1962 годы нанесен ущерб здоровью населения районов, прилегающих к Семипалатинскому полигону, совместно с союзными органами определить размеры и порядок компенсационных выплат пострадавшим гражданам Казахской ССР.

4. Кабинету Министров Казахской ССР совместно с союзными министерствами и ведомствами, причастными к проведению ядерных взрывов на территории республики, утвердить программу социально-экономического развития, улучшения условий жизни и медицинского обслуживания населения районов Семипалатинской, Карагандинской и Павлодарской областей, прилегающих к испытательному полигону, с привлечением на указанные цели средств соответствующих союзных источников.

Настоящий Указ вступает в силу с момента его принятия.

Президент Казахской Советской Социалистической Республики

Н. НАЗАРБАЕВ

Алма-Ата, 29 августа 1991 г.

（NNC による英訳）

KAZAKH SOVIET SOCIALIST REPUBLIC
PRESIDENTIAL

ORDER

Concerning

CLOSURE OF SEMIPALATINSK NUCLEAR TEST SITE

Since 1949 nuclear weapon tests have been conducted in Semipalatinsk Region of Kazakh SSR. About 500 nuclear tests were conducted for this time period. The testing caused harm to the health and life of thousand of human beings.

Considering that Kazakh SSR performed its obligations in creation of nuclear potential ensuring strategic military parity between USSR and USA, and taking into account public demand, I hereby resolve:

1. Close Semipalatinsk Nuclear Test Site.
2. Cabinet of Ministers of Kazakh SSR in coordination with USSR Ministry of Defense and Ministry of Nuclear Power Engineering and Industry shall reorganize the Semipalatinsk Test Site to union-republican scientific research center. In 1991 develop and approve its status and a list of main directions of the research activities.
3. Considering that above-ground and ground nuclear tests conducted during the period from 1949 to 1962 caused harm to health of population domiciling regions adjacent to the Semipalatinsk test site, determine amount and order of compensatory payments to victims – citizens of Kazakh SSR.
4. Cabinet of Ministers of Kazakh SSR together with national ministries and authorities participating in nuclear testing conducted in the republic, shall approve a program for social and economic development, improvement of living conditions and medical services for population of Semipalatinsk, Karaganda and Pavlodar Regions, adjacent to the test site, with involvement of funds from corresponding sources.

The Order comes into force from the date of execution.

President, Kazakh Soviet Socialist Republic,

N.Nazarbayev

Alma-Ata, August 29, 1991

添付資料-４：国連第５２回総会報告から セミパラチンスク支援に関する決議（抜粋）

UNITED NATIONS **A**

General Assembly

Distr.
GENERAL

A/RES/52/169
10 February 1998

Fifty-second session
Agenda item 20 (*b*)

RESOLUTIONS ADOPTED BY THE GENERAL ASSEMBLY

[*without reference to a Main Committee (A/52/L.14/Rev.2, A/52/L.16/Rev.2, A/52/L.34/Rev.1 and Rev.1/Add.1, A/52/L.36/Rev.1 and Rev.1/Corr.1 and Rev.1/Add.1, A/52/L.40/Rev.1, A/52/L.42/Rev.1, A/52/L.43/Rev.1 and Rev.1/Add.1, A/52/L.44/Rev.1 and Rev.1/Add.1, A/52/L.46/Rev.1 and Rev.1/Add.1, A/52/L.56 and Add.1, A/52/L.58/Rev.1 and Rev.1/Add.1, A/52/L.60 and Add.1, A/52/L.61/Rev.1 and Rev.1/Add.1*)]

52/169. Strengthening of the coordination of humanitarian and disaster relief assistance of the United Nations, including special economic assistance: special economic assistance to individual countries or regions

M

International cooperation and coordination for the human and ecological rehabilitation and economic development of the Semipalatinsk region of Kazakhstan

The General Assembly,

Recognizing that the Semipalatinsk nuclear testing ground, inherited by Kazakhstan and closed in 1991 has become a matter of serious concern for the people and Government of Kazakhstan with regard to its consequences for the lives and health of the people, especially children, as well as for the environment of the region,

Conscious that the international community should pay due attention to the issue of the human, ecological and socio-economic dimensions of the situation in the Semipalatinsk region,

Recognizing the need to coordinate national and international efforts aimed at the rehabilitation of the health of the affected population and the environment in this region,

Bearing in mind the need for know-how in minimizing and mitigating radiological, health, socio-economic, psychological and environmental problems in the Semipalatinsk region,

Recalling the Almaty Declaration[18] of the heads of the Central Asian States of 28 February 1997, proclaiming 1998 as the Year of Environmental Protection in the region of Central Asia,

1. *Stresses* the need for greater attention and extra efforts with regard to the Semipalatinsk region and its population;

2. *Requests* the Secretary-General, in cooperation with interested Governments and relevant organizations and agencies, to compile a report on the humanitarian situation in the Semipalatinsk region in order to assist the Government of Kazakhstan in the formulation of a recommended overall action plan to address the humanitarian, ecological and economic problems and needs of the region;

3. *Urges* the international community to provide assistance in the formulation and implementation of special programmes and projects of treatment and care for the affected population in the Semipalatinsk region;

4. *Invites* all States, relevant multilateral financial organizations and other entities of the international community, including non-governmental organizations, to share their knowledge and experience in order to contribute to the human and ecological rehabilitation and economic development of the Semipalatinsk region;

5. *Invites* all Member States, relevant organs and organizations of the United Nations system, including the funds and programmes, to participate in the rehabilitation of the health of the affected population and the ecosystem of the Semipalatinsk region;

6. *Decides* to consider at its fifty-third session the humanitarian situation in the Semipalatinsk region under the item entitled "Strengthening of the coordination of humanitarian and disaster relief assistance of the United Nations, including special economic assistance".

73rd plenary meeting
16 December 1997

[18] A/52/112, annex.

添付資料-５：国連第５３回総会報告から セミパラチンスク支援に関する決議（抜粋）

UNITED NATIONS **A**

General Assembly

Distr.
GENERAL

A/RES/53/1 D to I
1 December 1998

Fifty-third session
Agenda item 20 (*b*)

RESOLUTIONS ADOPTED BY THE GENERAL ASSEMBLY

[*without reference to a Main Committee (A/53/L.26/Rev.2 and Rev.2/Add.1, A/53/L.27 and Add.1, A/53/L.29 and Add.1, A/53/L.30/Rev.1 and Rev1./Add.1, A/53/L.32 and Add.1 and A/53/L.36 and Add.1)*]

53/1 Strengthening of the coordination of humanitarian and disaster relief assistance of the United Nations, including special economic assistance: special economic assistance to individual countries or regions

H

INTERNATIONAL COOPERATION AND COORDINATION FOR THE HUMAN AND ECOLOGICAL REHABILITATION AND ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE SEMIPALATINSK REGION OF KAZAKHSTAN

The General Assembly,

Recalling its resolution 52/169 M of 16 December 1997,

Welcoming the report of the Secretary-General,[5]

Recognizing that the Semipalatinsk nuclear testing ground, inherited by Kazakhstan and closed in 1991, has become a matter of serious concern for the people and the Government of Kazakhstan with regard to its consequences for the lives and health of the people, especially children and other vulnerable groups, as well as for the environment of the region,

Conscious that the international community should pay due attention to the issue of the human, ecological and socio-economic dimensions of the situation in the Semipalatinsk region,

[5] A/53/424.

Recognizing the need to coordinate national and international efforts aimed at the rehabilitation of the health of the affected population and the environment in this region,

Bearing in mind the need for know-how in minimizing and mitigating radiological, health, socio-economic, psychological and environmental problems in the Semipalatinsk region,

Recalling the Almaty Declaration[6] of the heads of the Central Asian States of 28 February 1997, proclaiming 1998 as the Year of Environmental Protection in the region of Central Asia,

1. *Takes note* of the report of the Secretary-General[5] and the conclusions and recommendations contained therein, which constitute a useful input in the elaboration of an overall plan of action to solve the health, ecological, economic and humanitarian problems and to meet the needs of the Semipalatinsk region;

2. *Stresses* the need for greater international attention and extra efforts in solving problems with regard to the Semipalatinsk region and its population;

3. *Urges* the international community to provide assistance in the formulation and implementation of special programmes and projects of treatment and care for the affected population in the Semipalatinsk region;

4. *Invites* all States, relevant multilateral financial organizations and other entities of the international community, including non-governmental organizations, to share their knowledge and experience in order to contribute to the human and ecological rehabilitation and economic development of the Semipalatinsk region;

5. *Invites* all Member States, in particular donor States, relevant organs and organizations of the United Nations system, including the funds and programmes, to participate in the rehabilitation of the Semipalatinsk region;

6. *Invites* the Secretary-General to pursue a consultative process, with the participation of interested States and relevant United Nations agencies, on modalities for mobilizing the necessary support to seek appropriate solutions to the problems and needs of the Semipalatinsk region, including those prioritized in the report of the Secretary-General;

7. *Calls upon* the Secretary-General to continue his efforts to enhance world public awareness of the problems and needs of the Semipalatinsk region;

8. *Requests* the Secretary-General to report to the General Assembly at its fifty-fifth session on progress made in the implementation of the present resolution under the item entitled "Strengthening of the coordination of humanitarian and disaster relief assistance of the United Nations, including special economic assistance".

59th plenary meeting
16 November 1998

---

[6] A/52/112, annex.

添付資料-6：**セミパラチンスク支援東京国際会議の概要**(外務省 HP より引用)

人間の安全保障

セミパラチンスク支援東京国際会議

外務省は、平成11年9月6日(月)及び7日(火)、東京において、UNDP(国連開発計画)と共催で、カザフスタン共和国のセミパラチンスク旧核実験場周辺の住民に対する支援について国際会議を開催しました。

(セミパラチンスク旧核実験場周辺地域の実態)

核実験により陥没し、人工的にできた湖

(1)カザフスタン共和国の北東部にあるセミパラチンスク市郊外には、旧ソ連時代、核実験場が存在しており、1949年8月29日に最初の実験が行われて以来、1989年10月19日に最後の実験が行われるまで、延べ500回の大気中、地上、地下を含めた様々な核実験が行われてきました(公式に核実験場が閉鎖されたのは1991年)。

(2)核実験の結果、汚染しているとされている地域には162万人の住民が住んでおり、この地域では、現在も乳癌・甲状腺癌の発病が他の地域に比べて多いと言われています。また、旧体制の崩壊に伴う地域経済の低迷や社会保障制度の混乱もあって、この地域の保健・医療体制は充分な状況にはなく、疾病を早期発見するための検診体制の整備が焦眉の課題となっています。

(セミパラチンスク支援東京国際会議の開催に至るまで)

(1)セミパラチンスクの問題は、冷戦時代には秘密にされていました。しかし、カザフスタンの独立以降、この問題は徐々に国際社会に知られるところとなりました。日本政府は、これまでも旧ソ連の核兵器の廃棄に係わる協力の一環として、カザフスタンの病院や研究所に医療機材などの供与を行ってきました。また、広島大学、長崎大学もセミパラチンスクの大学や研究所と交流を行ってきた実績があります。

(2)1997年7月、小渕自民党経済協力特別委員長(当時)率いるミッションがカザフスタンを訪問した際、ナザルバーエフ大統領より、セミパラチンスク旧核実験場周辺地域の被曝者救済に関し、協力の要請がなされました。

(3)国連の場においては、1997年の第52回総会の際に、セミパラチンスク支援に関する初めての決議が満場一致で採択されました。更に、98年の第53回総会において、セミパラチンスク地域での様々な問題を解決するための方途について、関心を持つ国や国際機関の協力を得て、探求していくことが国連に要請されました。

(4)日本政府は、第53回総会での決議採択にあたって、カザフスタン政府及び国連(UNDP)の要請を受けて、セミパラチンスク支援国際会議を、99年中に日本で開催することを表明しました。わが国は、唯一の被爆国としての経験と被爆者支援の実績を

活かした国際協力を行うため、国際社会が本格的な支援策を打ち出すに至っていないセミパラチンスク旧核実験場周辺住民の状況を知らせ、国際的な支援の機運を盛り上げる端緒とすべく、この会議を主催することを決定したものです。

（セミパラチンスク支援東京国際会議の意義～「人間の安全保障」外交と対「シルクロード地域」外交の観点から）

今年6月に現地を訪問した日本の調査団。セミパラチンスク市の関係者と

(1)セミパラチンスク旧核実験場周辺の住民は、被曝による健康障害、環境破壊及び貧困といった問題に直面しています。わが国は、小渕総理のイニシアティブにより、わが国外交における新たな観点として、「人間の安全保障」を打ち出していますが、核実験場が生み出した過去からの負の遺産を克服すべく、カザフスタン政府及びこれらの人々が行っている努力を支援することは、このような「人間の安全保障」の観点からも意義の大きいものです。今回のセミパラチンスク支援東京国際会議は、このような考えに立って、わが国が国連に拠出した「人間の安全保障基金」を活用して開催されることとなりました。

(2)また、わが国は、対「シルクロード地域」外交を打ち出し、この地域との外交関係の強化に努めてきました。セミパラチンスク支援は、中央アジア地域において地政学上最も重要な国の一つであるカザフスタンとの二国間関係の強化にも大きく貢献するものと考えています。

（セミパラチンスク支援東京国際会議の概要）

(1)今回の会議では、第一日目(6日)は、現在最も必要とされている医療支援についてパネルディスカッションを行う予定です。第二日目(7日)は、医療分野以外の、セミパラチンスク地域住民の生活改善に必要な諸問題(核実験の環境への影響や核実験場閉鎖後の地域経済等)について、セミパラチンスク支援の効果的・効率的な支援はどうあるべきかについて議論・意見交換を行うこととしています。

(2)会議には主催者である外務省のみならず、国内より厚生省、科学技術庁などの関係省庁、広島・長崎の研究機関やNGOからも多数参加することとなっており、これまでのわが国の経験や今まで行ったセミパラチンスク支援と今後の方向性について、それぞれ紹介がある予定です。

(3)国際社会からは、共催者である国連開発計画(UNDP)はもちろん、WHO、IAEAなど保健・医療関係、放射線関係等の国際機関や各国の国際援助機関、NGOが参加する予定です。

（わが国ODAによるセミパラチンスク支援）

(1)外務省・国際協力事業団(JICA)は、広島・長崎両大学などの専門家の参加を得て、この6月に保健・医療分野のODAプロジェクトを形成する調査団を現地に派遣しました。この調査結果に基づき、今後、セミパラチンスク地域の医療機関等に対する専門家派遣や医療機材供与等のセミパラチンスク支援の具体化につき検討を進めて行きます。

(2)また、保健・医療以外の分野についても、「UNDP人造り基金」や「UNDP・WID(途上国の女性支援)基金」を通じてのプロジェクトを検討しています。

添付資料-7：セミパラチンスク支援東京国際会議における科学技術庁の発言要旨

（1999.9.6 科学技術庁:岡本放射線安全企画官の発言要旨）

・科学技術庁では、平成 11 年 6 月に外務省から派遣されたカザフスタン・セミパラチンスク被曝者支援プロジェクト形成調査団に、原子力安全局放射線安全課放射線施設技術参与を同行させ、何ができるか検討してきた。

・現地においてカザフスタン国立放射線医学環境研究所のセケルバエフ所長と、セミパラチンスク旧核実験場周辺住民の疫学調査について意見交換を行った。

・この意見交換を踏まえて科学技術庁としては、被ばく状況と健康状況を正確に把握することが重要であると認識した。

・セミパラチンスク旧核実験場周辺住民の被ばく状況と健康状況の関係を把握するための疫学調査実施の可能性と方向性を検討するために、予備調査（フィージビリティ調査）を 1999 年度から、科学技術庁の外郭団体である財団法人 放射線影響協会に委託して実施することとした。

・今後、日本からの専門家の現地調査への派遣、現地のカウンターパート等の日本への招聘などにより調査を進める。

・現時点で想定している調査内容は、

(1) 被ばくの状況と健康状況につき、既存の資料の収集と分析・評価

(2) 現地で継続的に健康影響が観察されてきた集団があるとの情報に、それを基盤にした疫学調査の実施の可能性の検討

(3) その他の方法による疫学調査の可能性の検討

等である。

・今後、専門家の派遣などを通して決定される。

・本調査が十分成果を挙げられるよう、カザフスタン側の協力をお願いする。

添付資料-8：セミパラチンスク健康影響調査検討委員会報告書（平成 13 年 3 月）（抜粋）

１．　報告書要旨

１．１　健康影響調査検討の背景

中央アジアに位置するカザフスタン共和国の旧核実験場を起点としたセミパラチンスク問題には、人道的問題、社会的問題としてカザフスタン共和国内だけでなく、国際的にも高い関心が寄せられている。

わが国は「世界で唯一の原爆被ばく国であり、チェルノブイリにおける被ばく者支援に実績がある日本に、被ばく者救済のリエダーシップを発揮して欲しい」とのカザフスタン共和国政府の要望に応えて、これまでにも数多くの支援や共同研究が実施されてきた。

一方、第５３回国連総会において、カザフスタン共和国への支援計画「カザフスタンのセミパラチンスク地方における人々と環境の回復および経済開発のための国際協力とその調整」が採択された（1998 年 11 月 16 日）。これを受けて外務省はセミパラチンスク支援のために国際会議を日本で主催することをいち早く各国に伝え、1999 年 9 月に国連との共催で「セミパラチンスク支援東京国際会議」を開催した。この会議において外務省は、参加した 43 か国に対して国連決議にある ① 医療支援、② 環境支援、③ 経済支援、④ 人道支援のうち、特に① 医療支援を進める旨を、また科学技術庁（現　文部科学省）は、科学的立場から既存資料の分析を行い、セミパラチンスク地域住民の健康影響調査実施の可能性を検討する旨を表明した。

これにより科学技術庁（現　文部科学省）は、1999 年より（財）放射線影響協会（以下、「協会」という）に「セミパラチンスク旧核実験場周辺住民の健康影響調査（予備調査）」（以下「予備調査」という。）の実施を委託した。

１．２　被ばくの実態と健康影響調査（予備調査）の検討開始

カザフスタン共和国は、ロシア共和国の南、中国の西に隣接しており、旧ソ連邦時代は連邦の一構成国であつたが、1991 年 12 月、ソ連邦の崩壊に伴い独立した。首都はアルマティから 1997 年に現在のアスタナへ移された。陸地面積は 280 万 Km^2、人口は 1,900 万人である。

セミパラチンスク旧核実験場は「ポリゴン」と呼ばれ、モスクワからは 2,500 Km 離れたカザフスタン共和国の東北部、旧首都アルマティの北方 800Km の距離にある。面積は 9,000 Km^2 を占め、中国からカザフスタン共和国に流入するイルティッシュ川の南

西にある。

このセミパラチンスク旧核実験場では、3 か所の「テクニカル・エリア」において、1949 年から 1989 年までの約 40 年間に 456 回（情報源により 456 回から 470 回までの開きがある）の実験が行われた。放出された総エネルギーは、TNT 火薬 17.4 メガトン相当で、広島に投下された原爆約 1,200 個分の核爆発に当たる。この出力は旧ソ連邦における全核爆発の約 6 %ではあるが、旧核実験場周辺に村や都市が接近している点で、周辺住民の放射線被ばくとして深刻な地域といえる。

旧核実験場地域には当時約 100 万人が居住していたが、核実験の期間中に実験場内に居住していた人は、実験に関わった業務を目的として建設されたクルチャトフ市と実験場の北端に沿った小集落の住民で合計約 4 万人と推定される。大半の地元住民は、実験場周辺、特に実験場に隣接した旧セミパラチンスク州に居住していた。

一方、旧ソ連邦保健省は、1957 年に核実験場周辺住民の放射線被ばくによる健康影響を調査するために第 4 診療所をセミパラチンスクに設置した。この診療所は、表向きはブルセラ病対策診療所と言われたが、通常の臨床および生物医学的活動に加え、旧セミパラチンスク州の住民の健康状態に関するデータを収集していた。

1991 年にカザフスタン共和国は旧ソ連邦から独立したが、それに伴い第 4 診療所の活動を引き継ぐ機関として、カザフ放射線医学環境研究所（以下、「カザフ研究所」という）が設立され、最高機密であった保健記録を受け継いだ。これにより旧ソ連邦による厳しい情報管理のためにほとんど明らかにされることがなかった核実験による環境汚染や周辺住民の被ばくについての資料が、旧ソ連邦以外の国でも疫学研究と臨床研究に利用できる可能性が生まれた。

このような実態と経緯を踏まえ、予備調査では、セミパラチンスク旧核実験場周辺地域住民の放射線被ばくに対する健康影響調査（疫学調査）実施の可能性を検討するために、疫学調査に必要な現地の体制、資料の保存状況や信頼性、通信環境等の状況について調査を実施した。

１．３　予備調査のための調査検討委員会の設置

協会は、科学技術庁（現　文部科学省）からの委託を受け、予備調査を実施するに当たって、各方面の専門分野から検討を行い、かつ調査の円滑な推進を図るために「セミパラチンスク健康影響調査検討委員会」（以下、「調査検討委員会」という。）を設置

した（1999 年 10 月 7 日）。

そして、調査検討委員会は、予備調査実施上の具体的事項について調査・検討するための疫学作業部会および線量作業部会を設け、現地での調査も含めて調査・検討を実施した。

１．４　予備調査の状況とその結論

調査検討委員会は、セミパラチンスク旧核実験場周辺地域住民の放射線被ばくに対する健康影響調査実施の可能性を検討するために、以下のとおり 2 回の現地調査と 1 回の現地からの専門家招聘を行い情報を収集した。

1999 年 10 月 16 日～10 月 27 日：第 1 回現地調査回派遣

2000 年 2 月 9 日：専門家招聘による日本―カザフスタン共和国専門家会合

2000 年 5 月 8 日～5 月 23 日：第 2 回現地調査団派遣

１）カザフスタン共和国の関係省庁ならびに関係研究機関についての調査状況

カザフスタン共和国には、セミパラチンスク旧核実験場周辺住民の救済を目指したプログラムとして、「1949～1990 年の旧セミパラチンスク核実験での放射線影響を受けた集団の回復に関するプログラム」（1997 年 3 月 17 日のカザフスタン共和国政府決議第 336 号）がある。

この政府プログラムを実施するために、カザフ研究所のセケルバエフ博士は「セミパラチンスク地域における回復および予防プログラム」（参考資料 5）を政府に提案し、カザフスタン共和国の関連機関、セミパラチンスク医科大学、東カザフスタン保健局、セミパラチンスク市保健局等、カザフ共和国内の広い範囲の専門家や関係者がこのプログラムに協力する体制を整えようとしている。

これらは予備調査および今後の本格調査に関連するカザフスタン共和国が承認したプログラムであり、当協会が調査を実施する場合の相手機関（カウンターパート）としては、このようなカザフスタン共和国の関係分野の専門家の協力が広く得られる機関が適切であると考えられる。

また、予備調査および今後の反核調査に関係するカザフスタン共和国政府の関係省庁としては、保健庁、教育科学省、天然資源・環境省、法務省等があり、また、東カザフスタン州政府およびセミパラチンスク市等地方行政機関の支援・協力を得ることも重要である。

２）被ばく線量についての調査状況

健康影響評価（健康影響調査）には、信頼性の高い線量情報を得ることが不可欠であるが、カザフスタン共和国の関連機関の専門家の作成した計算コードによる線量評価は、米国、ロシア、カザフスタン共和国の 3 カ国の専門家による相互比較や日本（広島大学等）の専門家との共同研究による検証の結果から、かなり信頼性が高く科学的な検討の対象となり得るものであることが確認できた。

また、カザフスタン共和国の関連機関には、個人被ばく線量推定値や地域毎の被ばく線量推定値、さらには特定の地域について被ばく線量実測値等が収集され保管されていることが確認できた。

これらのことから、カザフスタン共和国の関連機関の保管する既存の線量情報は、疫学調査の基礎資料として科学的に信頼できるものではないかと判断された。

３）健康影響調査についての調査状況

カザフスタン共和国の関連機関には健康影響調査対象集団についての情報（約 2 万人）、死亡情報（約 50 万件）、医療情報（約 12 万件）が収集されており、また、セミパラチンスク市保健局所轄機関には住民基本情報、疾病登録情報、病理組織登録情報等が収集され保管されている。これらの情報等について調査・検討を行い、現地に保管されているこれらの医療情報は、健康影響調査の基礎資料として信頼性が高いと評価された。

また、現地の健康影響調査の実施状況については、1960 年から上記の約 2 万人についてほぼ 5 年毎に検診を実施して結果のまとめを行っているが、科学的な解析はほとんど行われていないことが確認された。

４）情報通信基盤についての調査状況

健康影響調査（疫学調査）を実施するには、個人を特定するための情報（姓名、生年月日、性、居住歴、転居年月日等）、医療情報（死因、死亡年月日、罹患情報、診断年月日等）、線量情報（計算コードを構成する実験の爆発力、実験年月日、実験中心からの距離、風の平均速度、放射性降灰の持続時間等）等の大量の情報を処理して計算することが必要である。

このために、健康影響調査関連情報の現地における電子化状況と今後の情報の電子化の可能性、ネットワークシステムについての調査・検討を行った。

その結果、現地では一部の情報の電子化は行っているが、データベースとして系統的

に使える状態にはなく、健康影響調査の実施に必要な各々の情報をリンクさせ、分析できるデータベースとして構築することが必要であると考えられた。

現地の専門家は、既に情報を電子化して簡易ファイルを作成した経験があること、現地が旧ソ連邦の重要な軍事基地であつたために基本的には通信網が整備されており、通信システムの構築は比較的容易であることを勘案すると、現地の保管する情報を電子化して疫学調査用のデータベースを構築し、日本―カザフスタン間を国際通信回線ネットワークシステムで結ぶことによって、データベースの構築作業と利用を両国間で共同して行うことは可能であると判断された。

１．５　健康影響調査に関連した国内外の支援活動状況

日本国内のセミパラチンスク地域に対する支援は、広島・長崎の原爆医療関係者により既に 10 年近く実施されている。1998 年の第 53 回国連総会決議を受けて外務省プロジェクトと科学技術庁（現　文部科学省）プロジェクトが開始されたが、これら国内の各プロジェクトは、相互に調整することにより日本として効率良く進められることが望まれる。

一方、国際的には国連、国際原子力機関（IAEA）等の国際機関や米国、ドイツ、ベルギー等の研究機関が既に共同研究や支援を開始している。

セミパラチンスクへの支援については、これらの関係諸機関や関係者との情報交換を密に行い、重複を避け国際的な役割分担を図るよう努力することが必要である。

１．６　調査検討委員会の結論と調査計画の提案

１）調査検討委員会における予備調査についての結論

調査検討委員会における予備調査のとりまとめに関する結論は、以下のとおりである。

①　調査実施の意義

「セミパラチンスク旧核実験場周辺住民の健康影響調査」を本格的に実施する目的は、長期にわたる放射線被ばくの健康への影響、特に低線量域放射線の慢性被ばくによる健康影響について科学的知見を得ることにある。

今回の予備調査から、カザフスタン共和国の関連機関における医学的情報の記述や線量推定法の水準は、ほぼ国際的な標準レベルにあると判断され、健康影響調査（疫学調査）の実施に必要な 2 つの情報、医療情報と線量情報が疫学調査の基礎データとして利

用可能であると評価できることから、本格的健康影響調査の実施は可能であると考えられる。

また、今なお被ばく者の半数が生存しており、保存されている標本だけでなく、被ばく者から得られる試料を用いた被ばく線量の確認や分子生物学的調査、あるいは将来に向けた疫学的追跡調査が可能であることが確認できた。

以上のことから、セミパラチンスク旧核実験場周辺地域住民を対象とした健康影響調査を早急に実施することは非常に意義があることであり、放射線の人体への影響を科学的に解明する上で貴重な機会を与えるものと考えられる。また、生存者の健康管理や医療の上からも貢献できるものと判断される。

② 予備調査の結果

セミパラチンスク周辺地域には今なお、被ばく者の半数が生存しており、また、現地の研究機関等には、本調査に関連した多くの資料が保存され、健康影響調査の実施は可能である。このため、当協会が調査、協力を実施するための相手機関（カウンターパート）としては、カザフスタン共和国の関係分野の専門家から広く協力が得られる機関が適切であると判断される。

個人被ばく線量地域毎の被ばく線量についての線量推定、さらには特定の地域についての実測による推定被ばく線量の再評価については、カザフスタン共和国の関連機関が保有する既存の線量情報は再確認等の検証は要するものの、ほぼ信頼できるものと判断される。

また、カザフスタン共和国の関連機関の保有する疫学調査対象集団（約 2 万人）についての情報、死亡情報（約 50 万件）、医療情報（約 12 万件）や、セミパラチンスク市保健局所轄機関の保有する住民基本情報、疾病登録情報、組織登録情報等について、これらの医療情報や疫学情報は、疫学調査の基礎資料として信頼性が高いと評価できる。

さらに、健康影響調査関連情報の電子化状況と今後の情報電子化の可能性、ネットワークシステムについても調査、検討を行った結果、現地の保有する情報の電子化と日本-カザフスタン共和国間のネットワーク構築は可能である。

本格調査では、まずカザフスタン共和国関連機関が保有する約 2 万人の対象者について、情報を体系的に電子化し、死亡および罹患情報について、被ばく線量との関係を分析することによって、現地に調査のための体制整備と技術移転を行うことを優先すべきである。カザフスタン共和国の専門家の見解による約 10 万人の住民等を対象とする調

査への拡大の可能性については、この約２万人の調査と併行して引き続き慎重に検討を行うことが重要である。

また、日本側は基本的には、カザフスタン共和国における疫学的統計解析技術の基盤を整備することを支援しつつ、日本側のこの分野における研究成果や技術、知識を有効に活用して、日本およびカザフスタン共和国の機関が本件に係る科学的知見を明らかにするべく緊密な協力を行うことが重要であるとの認識を明確にしておく必要があり、さらに、国際的評価の視点からすれば、我が国におけるレビューシステムも含めた研究支援体制を確立するとともに、長期的視野にたった継続性のある調査研究の推進が必要である。

２）本格調査実施計画の提案

「セミパラチンスク旧核実験場周辺住民の健康影響調査」の本格的実施について、調査検討委員会の提案は以下のとおりである。

本格調査の実施に当たっては、疫学調査の作業と、被ばく線量についての妥当性の検証と推定の作業を併行して進める必要がある。

（１）健康影響調査の作業は、以下の順序で進めることが適切である。

① 疫学調査のための情報を電子化するための体制整備

② 約 2 万人をコホート（固定集団）とした死亡に関する縦断調査

③ 上記対象者についてのがん罹患に関する縦断調査

④ 上記対象者についてのコホート内患者対照調査

また、調査の拡大が可能であると判断されれば、以下の調査を進めることが適切である。

⑤ 拡大コホートについての死亡に関する縦断調査

⑥ 上記拡大対象者についてのがん罹患に関する縦断調査

⑦ 上記拡大対象者についてのコホート内患者対照調査

（２）被ばく線量についての妥当性の検証と推定の作業については、以下の順序で進めることが適切である。

① 既存の推定被ばく線量についての実験情報による検証

② 既存の推定被ばく線量についての物理学的方法による検証

③ 既存の推定被ばく線量についての生物学的方法による検証

④ 臓器線量の推定

本格調査の実施に当たっては、現地から専門家の招聘や日本から専門家の現地派遣、さらには必要機材の整備と技術研修、現地における関係行政機関の協力を十分に確保するとともに、調査協力者および住民に対する充分な配慮が望まれる。

（中略）

７．調査検討委員会の結論と調査計画の提案

７．１　調査検討委員会における予備調査についての結論

「セミパラチンスク旧核実験場周辺住民に対する健康影響調査」を本格的に実施する目的は、長期にわたる放射線被ばくの健康への影響、特に低線量域放射線の慢性被ばくによる健康影響について科学的知見を得ることにある。

放射線被ばくによる人体への影響についての科学的知見は、1945 年に広島と長崎に投下された原子爆弾による高線量率 1 回被ばくの情報によるところが大きい。

しかし、通常、人が経験する放射線被ばくのほとんどは、低線量・低線量率、反復被ばく（慢性被ばく）によるものであり、近年この低線量・低線量率、反復被ばくによる人への影響に強い関心がもたれるようになってきた。2000 年に公表された国連科学委員会報告書にも、世界各地で実施されている低線量被ばくの健康影響についての疫学調査が取り上げられている [11)]。

また最近では、1995 年から米国とロシアの共同研究として開始された「南ウラル地域における米国―ロシア放射線健康影響調査プログラム」によって実施されたマヤックプルトニウム生産工場労働者やテチャ川周辺地域住民等の被ばく線量推定や疫学調査等に関する研究が相次いで報告されている 12~24)。

しかし、多くの場合、調査の対象者数が少ないことや、対象者が男性に偏っていること、対象者の年齢分布が就業年齢に限られていること、被ばく線量推定が困難であるか、被ばく推定線量分布が狭い範囲に限られていること等の問題が指摘されている。これは人に対する放射線被ばくの影響を科学的に研究、調査、解明することへの難しさに原因がある。

世界の放射線被ばく防護基準の基本になっている原爆被ばく生存者調査の大きな特性の一つは、被ばくを受けた調査対象者が幅広い年齢層の男女であることにあるが、本セ

ミパラチンスク旧核実験場周辺住民についての調査では、原爆被ばく者に相当する幅広い年齢層の男女を対象とした調査を実施することが可能であると考えられる。また、被ばく線量についても、原爆調査対象者に匹敵する高線量から職業被ばく等で経験する低い線量までの幅広い線量城を対象にして、原爆被ばく生存者と同様ないしはそれ以上の対象者数について調査することができる。さらに、この地域はヨーロッパ系とアジア系の両民族がほぼ半々の割合で居住しており、人種差についての知見も得ることができると考えられる。

今回の予備調査から、カザフスタン共和国の関連機関における医学的記述や線量推定法の水準はほぼ国際的な標準レベルにあると判断され、健康影響調査（疫学調査）の実施に必要な 2 つの情報、医療情報と線量情報が疫学調査の基礎データとして利用可能であると評価できることから、本格的健康影響調査の実施は可能であると考えられる。

また、今なお被ばく者の半数が生存しており、保存されている標本だけでなく、被ばく者から得られる試料を用いた被ばく線量の確認や分子生物学的調査、あるいは将来に向けた疫学的追跡調査が可能であることが確認できた。

以上のことから、セミパラチンスク旧核実験場周辺地域住民を対象とした健康影響調査を早急に実施することは非常に意義があることであり、放射線の人体への影響を科学的に解明する上で貴重な機会を与えるものと考えられる。また、生存者の健康管理や医療の上からも貢献できることになるものと判断される。

本格調査では、まずカザフスタン共和国の関連機関が保管する約 2 万人の対象者の医療情報や線量情報を体系的な電子化情報として構築するための体制整備と技術移転を行うことが優先されるべきである。

現地の研究機関等には、本調査に関連した多くの資料が保存され、健康影響調査の実施は可能である。このため、当協会が調査、協力を実施するための相手機関（カウンターパート）としては、カザフスタン共和国の関係分野の専門家から広く協力が得られる機関が適切であると判断される。

個人被ばく線量や地域毎の被ばく線量についての線量推定、さらには特定の地域についての実測による推定被ばく線量の再評価については、カザフスタン共和国の関連機関が保有する既存の線量情報は再度確認等の検証は要するものの、ほぼ信頼できるものと判断される。

また、カザフスタン共和国の関連機関の保有する疫学調査対象集団（約 2 万人）についての情報、死亡情報、（約 50 万件）、医療情報（約 12 万件）や、セミパラチンスク市保健局所轄機関の保有する住民基本情報、疾病登録情報、組織登録情報等について、これらの医療情報や疫学情報は、疫学調査の基礎資料として信頼性が高いと評価できる。

さらに、健康影響調査関連情報の電子化状況と今後の情報電子化の可能性、ネットワークシステムについても調査、検討を行った結果、現地の保有する情報の電子化と日本−カザフスタン間のネットワーク構築は可能である。

本格調査では、まずカザフスタン共和国の関連機関が保有する約 2 万人の対象者について、情報を体系的に電子化し、死亡および罹患情報について、被ばく線量との関係を分析することによって、現地に調査のための体制整備と技術移転を行う事を優先すべきである。カザフスタン共和国の専門家の見解による約 10 万人の住民等を対象とする調査への拡大の可能性については、この約 2 万人の調査と併行して引き続き慎重に検討を行うことが重要である。

また、日本側は基本的に、カザフスタン共和国側における疫学的統計解析技術の基盤を整備することを支援しつつ、日本側にこの分野における研究成果や技術、知識を有効活用して、日本側およびカザフスタン共和国側の両機関が本件に係る科学的知見を明らかにするべく緊密な協力を行うことが重要であるとの認識が必要である。また、国際的評価の視点からすれば、わが国におけるレビューシステムも含めた調査支援体制を確立するとともに、長期的視野に立った継続性のある調査研究の推進が必要である。

（後略）

添付資料-9：セミパラチンスク健康影響調査の実施に係る協力に関する協議議事録

Minutes of Meeting with Regard to the Cooperative Conduct of

A Health Effects Survey in Semipalatinsk

The Radiation Effects Association of Japan (hereinafter referred to as REA) and the Center for Study and Protection from Radiation Effects of the Republic of Kazakhstan (hereinafter referred to as CSPRE) have agreed as follows with regard to the conduct of a survey of the health effects on residents in and around former nuclear testing sites in the Semipalatinsk region:

1. Purpose

REA and CSPRE (hereinafter referred to individually as party or collectively as parties) will cooperate and jointly conduct a Health Effects Survey (hereinafter referred to as Survey) of residents in and around former nuclear testing sites in the Semipalatinsk region in order to scientifically determine the effects of nuclear radiation on humans.

2. Scope and Methodology of Survey

The Survey will involve verification of the accuracy and computer input of data on radiation doses, medical records and other information of approximately 20,000 residents for the development of a database for use in analysis (hereinafter referred to as database), and based upon which epidemiological analysis and evaluation will be made of radiation effects.

3. Sharing of Work

a) The parties will share their responsibilities with regard to the execution of the Survey as set forth in Annex-1 hereof.

b) The parties will, in performing their respectively assigned work for the Survey, comply with the laws and regulations of their respective countries and follow the guidance and instructions of their respective governments.

c) The parties will conduct the Survey within their respective budgetary and personnel limitations. REA will perform its work in the Survey within the scope set forth in the contract to be concluded with the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and

Technology (hereinafter referred to as MEXT) of Japan.

4. Regular and Ad Hoc Meetings

a) The parties will have a regular meeting once a year (hereinafter referred to as regular meeting) and at other times as deemed necessary to discuss Survey related matters.

b) At each regular meeting, preparation of the annual plan, confirmation and evaluation of the progress of the Survey, and other necessary matters will be discussed.

c) The date, time, and place of each regular meeting and ad hoc meeting, and other specific matters concerning the management thereof such as the language to be used therein, the chairman to preside thereat, etc. will be discussed and agreed upon by and between the parties.

d) The minutes of each regular meeting and as hoc meeting will be prepared in Japanese, Russian, and English, onto which the representative of each party attending that meeting will put his/her signature.

5. Possession, Usage, and Disclosure of Database, etc.

a) The database will belong to both parties.

b) Only the researchers and engineers, whose names are listed on the research plan approved and agreed upon in advance by both parties, will have access to the database. Details of the procedures for permitting access to the database will be separately discussed and agreed upon by and between the parties.

c) In announcing research results using the database, each party shall clearly and fully describe the contributions made by the parties and their respective associate organizations.

6. Progress Report

CSPRE will submit reports to REA as follows:

a) Periodic progress report

CSPRE will prepare a progress report by the end of June and December each year and deliver it to REA by the end of the following month.

b) Reports other than the periodic progress reports described in subparagraph a) above will be discussed and determined at regular meetings.

c) Reports described in subparagraphs a) and b) above will be prepared in the Russian language, the details of which will be separately discussed and agreed upon by and between both parties.

d) When required, each party will report to the respective supervising government with regard to the usage and results of use of the database. Each party will cooperate with the each other as necessary in preparing and submitting such reports.

7. Expenses to be Born

Each party will bear expenses necessary for the execution of the Survey as shown in Annex-2 hereof.

8. Guarantee

a) Each party will in good faith comply with all provisions set forth in this Minutes of Meeting and perform the respective duties provided herein.

b) In the event that the progress of the Survey is hindered due to a cause for which one of the parties is responsible, the responsible party will take all necessary measures to restore the progress of the Survey at its own expense.

c) In the event that the continuance of the Survey becomes difficult or impossible because of the occurrence of war, natural disaster or other uncontrollable event for which neither party is responsible, or due to intentional or gross negligence of one party, and when, after discussing the situation with the other party, it is determined impossible to restore the necessary conditions to resume the Survey, either party may suspend or terminate the Survey by immediately notifying the other party,

d) In the event that either party suffers actual losses because of the suspension or termination of the Survey due to the other party's intentional or gross negligence as provided in subparagraph c) above, the suffering party may claim compensation for the losses from the other party.

9. Maintenance of Secrecy

Neither party, during the term of the Survey or after the termination thereof, may disclose to any third party other than the parties themselves any information of secret nature of the other party that was obtained in the course of executing the Survey.

10. Provision of Facilities

Each party will, when experts and other personnel from the other party or the associate organizations of the other party's country are to visit and stay in the party's country to perform Survey-related work, make arrangements for accommodations, transportation, and other necessary facilities and security.

11. Use of Computer Programs and Equipment

a) Either party shall neither make any copy of the computer programs to be used for the Survey nor use such programs for any purpose other than for performing the Survey without obtaining prior consent from the other party.

b) CSPRE may use the equipment to be installed by REA by following the procedures set forth by REA. In such event, CSPRE must maintain and operate the said equipment in good faith and with due care.

12. Effective Term of this Minutes of Meeting

a) The effective term of this Minutes of Meeting shall be from August 1, 2001 through March 31, 2002. This Minutes of Meeting will be automatically extended for a period of one year to March 31 of the following year up to a maximum of five years, unless either party gives notice in writing not to extend this Minutes of Meeting to the other party 60 days prior to the expiration of the effective term.

b) In the event that, after this Minutes of Meeting becomes effective, MEXT of Japan does not enter into a contract with REA with respect to the conduct of the Survey, or when such contract is anticipated to be terminated by the said Ministry, REA may suspend or terminate the execution of part or whole of the Survey by immediately giving a written notice to CSPRE.

13. Consultation

Any difference or dispute between the parties concerning the interpretation of this Minutes of Meeting or any other matters not stipulated herein will be amicably discussed and settled in good faith by and between the parties.

IN WITNESS WHEREOF, the parties have prepared this Minutes of the Meeting, two original copies in English and two duplicate copies, respectively, in the Japanese and Russian languages, each party retaining one of each.

<Country of Japan>

H. Matsudaira

Hiromichi Matsudaira
Chairman,
Radiation Effects Association

Date: July 25, 2001
Place: Tokyo

<Republic of Kazakhstan>

Alexander Kh. Sekerbayev
Chairman, Center for Study and
Protection from Radiation Effects

Date: Июль 31. 2001
Place: Семипалатинск

Annex-1

Work to be Performed by Each Party

Radiation Effects Association (REA)	Center for Study and Protection from Radiation Effects (CSPRE)
Establishment of survey system and organization	Establishment of survey system and organization
Development of survey execution plan	Development of survey execution plan
	Recruitment, employment, and management of personnel
Verification of accuracy of dose and medical information	Verification of accuracy of dose and medical information
Development of computer system plan	Securing of electric supply and telecommunication lines for computers
Procurement and installation of computer system	Operation and maintenance of computer system
Education and training of computer data entry operators	Data organization and data update
Development of data entry program	Development of data entry program
Management and coordination of data entry status	Data entry operations and its management and coordination
	Organization and summarization of data entry status
Maintenance and management of communication network	Maintenance and management of communication network
Examination of analysis methods and development of software	Examination of analysis methods and development of software
Analysis and evaluation	Analysis and evaluation
Receipt and maintenance of progress reports	Preparation and submission of progress reports
Preparation of final report	Preparation of final report

Note: Details of the above work will be separately discussed and agreed upon by and between both Parties.

Annex-2

Expenses to be Born by Each Party

Radiation Effects Association (REA)	Center for Study and Protection from Radiation Effects (CSPRE)
Expenses for procurement and installation of computer system	
Expenses for development of programs for data entry and date analysis	
Expenses for preparation and maintenance of computer room (limited to the essentials for installation of computers)	Expenses for the preparation and maintenance of the computer room (except those born by REA)
Part of the labor costs for operation of computer system	Labor costs for operation of computer system (except those born by REA)
Expenses for computer supplies and telecommunication charges (except those born by CSPRE)	Electric charges and other costs for maintenance and administration of computer system
Expenses for labor, transportation, equipment and supplies for verification of dose and medical information	
Labor costs for data organization, data entry, etc.	
Expenses for training data entry operators in Japan	
Postage for sending reports from CSPRE	
Expenses for REA office equipment and supplies	Expenses for preparation and maintenance of REA office
International travel costs between Japan and Kazakhstan, and accommodations, transportation, and other travel expenses within Kazakhstan for Japanese experts and other personnel dispatched to Kazakhstan.	Utility and telecommunication charges for REA office.
International travel costs between Kazakhstan and Japan, and accommodations, transportation, and other travel expenses within Japan for Kazakh experts and other personnel dispatched to Japan	

Note: Other expenses and charges that may be incurred in connection with each party's respective work will be born by the party responsible for the work.

セミパラチンスク健康影響調査の実施に係る
協力に関する協議議事録

日本国　財団法人放射線影響協会（以下「ＲＥＡ」という。）とカザフスタン共和国　社団法人放射線影響調査・防護センター（以下「ＣＳＰＲＥ」という。）とは、セミパラチンスク旧核実験場周辺住民の健康影響調査の実施に関し、以下のとおり合意した。

(目的)

1　ＲＥＡ及びＣＳＰＲＥ（以下「両当事機関」という。）は、放射線の人体への影響を科学的に明らかにするため、セミパラチンスク旧核実験場周辺住民の健康影響調査（以下「調査」という。）を、相互に協力して実施する。

(調査の範囲及び方法)

2　調査は、約２万人の住民に係る被ばく線量情報及び医療情報等を、その精度を確認しつつ電子計算機に入力し、解析用データベース（以下「データベース」という。）を構築して、放射線に関する疫学的解析及び評価を行うものとする。

（役割分担）

3（ａ）両当事機関は、調査の実施について「別紙１」のとおり役割を分担する。

（ｂ）両当事機関は、調査の実施について、それぞれの国内法令及び政府の指示に服する。

（ｃ）両当事機関は、それぞれの予算、人員の制約の範囲内で調査を実施する。また、ＲＥＡは日本国文部科学省との委託契約の範囲内において調査を実施する。

（定期会合及び随時協議）

4（ａ）両当事機関は、年１回の定期の会合（以下「定期会合」という。）を開催するとともに必要に応じて随時の協議を行う。

（ｂ）定期会合においては、年次計画の策定、その進捗状況の確認と評価、その他必要な事項について協議を行う。

（ｃ）定期会合及び随時の協議の開催日時、開催場所並びに使用言語及び議長等会議の運営に関する事項は、両当事機関の合意により決定する。

（ｄ）定期会合及び随時の協議の会議議事録は、日本語、ロシア語及び英語により作成し、これに両当事機関の出席者を代表する者が署名する。

（データベース等の帰属、利用、公表）

5（ａ）データベースは、両当事機関に帰属するものとする。

（ｂ）データベースの利用は、両当事機関が事前に承認した研究計画による研究者に限って利用できるものとする。このための手続きの詳細は、別途両当事機関で協議して定める。

（ｃ）両当事機関は、データベースを利用した研究成果の公表にあたっては、両当事機関及び関係機関がそれぞれ果たした役割を十分に明示する。

（調査状況の報告）

６　ＣＳＰＲＥは、ＲＥＡに対して、次のとおり報告書を提出する。

（ａ）調査の進捗状況についての定期報告書

毎年６月末日及び１２月末日現在で作成し、翌月の末日までにＲＥＡに到着するように送付する。

（ｂ）その他の報告

定期会合において協議の上、決定するところによる。

（ｃ）（ａ）及び（ｂ）の報告書は、ロシア語で作成するものとし、その詳細は別途両当事機関が協議して定める。

（ｄ）両当事機関は、それぞれ、データベースの利用状況及び利用成果につき、必要に応じて本調査を所管するそれぞれの政府の機関に報告するものとし、その場合には、相手機関が行う報告について相互に必要な協力を行うものとする。

（経費の負担）

７　両当事機関は、調査の実施に必要な経費を「別紙２」のとおり負担する。

（保証）

８（ａ）両当事機関は、本合意議事録で定められた事項を誠実に遵守し実施する。

（ｂ）両当事機関は、自己の責めに帰すべき事由により、調査の推進に支障が生じた場合は、当該当事機関の負担によって本調査の推進に必要な措置を講じる。

（ｃ）両当事機関は、戦争、自然災害その他の両当事機関の責に帰することができない事由、又は両当事機関のいずれかの故意又は重大な過失により本調査の実施が困難になった場合において、相手機関と協議しても調査の実施に必要な条件が確保できないと判断するときは、直ちに相手機関に通告することにより調査を一時停止し又は終了させることができる。

（ｄ）両当事機関は、（ｃ）に定める調査の一時停止又は終了が相手機関の故意又は重大な過失に起因するものであって、これにより現実の損害が生じたときは、相手機関に損害賠償の請求をすることができる。

（秘密の保持）

９　両当事機関は、本調査の実施に当たり知り得た相手機関の秘密にかかわる情報を、本調査の期間中及びその終了後においても、両当事機関以外の第三者に漏らしてはならない。

（便宜の供与等）

１０　両当事機関は、それぞれ、相手機関又は相手国の関係機関の専門家等が本調査に関連して自国に滞在するときは宿泊、移動及び安全確保等のため必要な手配をする。

（電子計算機用プログラム及び機材の使用）

１１（ａ）両当事機関は、調査に使用する電子計算機用プログラムを複製し、または、これを調査以外の目的のために使用するときは、あらかじめ相手機関に承認を求めるものとする。

（ｂ）ＣＳＰＲＥは、ＲＥＡが設置する機材をＲＥＡが定める手続きに従って使用することができる。この場合には、ＣＳＰＲＥは善良なる管理者の注意を持って管理し、使用しなければならない。

（合意議事録の有効期間）

１２（ａ）この合意議事録の有効期間は、２００１年８月１日から２００２年３月３１日までとする。ただし、有効期間満了の日の６０日前までに両当事機関の一方から延長しない旨書面による申し出がない限り、更に翌年の３月３１日までの１年を単位とし、最長５カ年を限度として延長されるものとする。

（ｂ）この合意議事録が効力を生じた後、調査に係る日本国文部科学省からＲＥＡへの委託契約が締結されない場合または委託契約の終了が予測される場合は、ＲＥＡが速やかに書面によりＣＳＰＲＥに通告することにより、調査の全部または一部についてその実施を一時停止しまたは終了させることがある。

（協議）

１３　両当事機関は、本合意議事録について疑義が生じた場合又は本合意議事録に定めのない事項が生じた場合には、互いに誠意をもって協議し解決する。

以上の了解の証として英語による本合意議事録の正本２通並びに日本語及びロシア語による副本をそれぞれ２通作成し、両当事機関がそれぞれ１通づつを保有する。

（日本国）　H. Matsudaira
財団法人　放射線影響協会
理事長　　松平　寛通

日付 July 25, 2001
場所 Tokyo

（カザフスタン共和国）
社団法人　放射線影響調査・防護セ
会長 Alexander Kh. SEKERBAYEV

日付 Июль 31. 2001
場所 Семипалатинск

（別紙　1）　　業務内容と役割分担

（財団法人　放射線影響協会）	（社団法人　放射線影響調査・防護センター）
調査実施体制の整備	調査実施体制の整備
調査実施計画の策定	調査実施計画の策定
	要員の確保及び雇用・管理
線量情報及び医療情報の精度確認	線量情報及び医療情報の精度確認
電算機システム計画の策定	電算機用電力及び通信回線の確保
電算機システム調達、設置	電算機システムの運用・保守管理
電算入力技術者の教育訓練	データの整理・補完
電算入力プログラム作成	電算入力プログラム作成
電算入力状況の管理・調整	電算入力作業及び管理・調整
	入力作業状況の整理・とりまとめ
通信ネットワークの維持・管理	通信ネットワークの維持・管理
解析方法の検討・プログラム作成	解析方法の検討・プログラム作成
解析・評価	解析・評価
進捗状況報告書の受理・管理	進捗状況報告書の作成・報告
終了報告書の作成	終了報告書の作成

（備考）上記に掲げるものについての詳細は、別途両当事機関で協議して定めるものとする。

（別紙　2）　　経費の分担

（財団法人　放射線影響協会）	（社団法人　放射線影響調査・防護センター）
電算機システムの調達・設置費	
電算入力用プログラム及び解析用プログラム作成費	
電算機室の整備費（電算機の設置に不可欠のものに限る）	電算機室の整備費（ＲＥＡが負担するものを除く）
電算機システム運用のための役務費の一部、	電算機システムの運用のための役務費（ＲＥＡが負担するものを除く）
電算機用消耗品費、通信回線費、（ＣＳＰＲＥが負担するものを除く）	電算機用電気料及びその他の管理経費
線量情報及び医療情報の精度確認のための役務費・交通費・機材費・消耗品費	
データ整理及び入力業務要員等の役務費	
電算入力技術者の日本国内での研修費	
ＣＳＰＲＥからの報告書の送料	
ＲＥＡ用事務室用備品及び消耗品費	ＲＥＡ用事務室の整備費
	ＲＥＡ用事務室の光熱水料、通信費
日本側専門家等のカザフへの渡航費、カザフ国内の滞在費及び旅費・交通費	
カザフ側専門家等の日本への渡航費、日本国内の滞在費及び旅費・交通費	

（備考）上記に掲げるものの他、それぞれが分担する業務の実施に必要な費用は、それぞれの負担とする。

添付資料-10：セミパラチンスク健康影響調査の実施に係る協力のための日本国財団法人放射線影響協会とカザフスタン共和国社団法人放射線影響調査･防護センターとの間の協議議事録に関する了解文書

Memorandum of Understanding

Based Upon the Minutes of a Meeting Between

the Radiation Effects Association of Japan and

the Center for Study and Protection from Radiation Effects of

the Republic of Kazakhstan

with regard to the Cooperative Conduct of

a Health Effects Survey in Semipalatinsk

This Memorandum of Understanding based upon the Minutes of a Meeting (hereinafter referred to as Minutes of the Meeting) between the Radiation Effects Association of Japan (hereinafter referred to as REA) and the Center for Study and Protection from Radiation Effects of the Republic of Kazakhstan (hereinafter referred to as CSPRE) with regard to the cooperative execution of a Health Effects Survey in Semipalatinsk (hereinafter referred to as Survey) that was signed on July 31, 2001 in Semipalatinsk, Republic of Kazakhstan, records the mutual understanding between REA and CSPRE on the Minutes of the Meeting as follows:

1. Scope and Methodology of Survey

REA and CSPRE (hereinafter referred to individually as party or collectively as parties) will, in accordance with the scope and methodology set forth under paragraph 2 of the Minutes of the Meeting, cooperate and jointly carry out the following:

1) Develop the necessary systems and framework for the implementation of the Survey, and administrate and manage the Survey by establishing cooperative

relations with their respective governments and relevant agencies and experts.

2) Recruit and train the necessary personnel for the Survey.

3) Collect and organize the dose data, medical records, and other relevant information of the approximately 20,000 residents and verify the accuracy thereof.

4) Develop a computer system and use it to enter the information described in subparagraph 3) above into the computer for the preparation of a database for use in analysis (hereinafter referred to as database).

5) Conduct epidemiological analysis and evaluation using the database described in the foregoing subparagraph 4).

6) Organize, preserve, and summarize records concerning the execution of the Survey.

7) Maintain close contact and coordination with each other to ensure the smooth and efficient conduct of the Survey.

2. Regular and Ad Hoc Meetings

a) The first regular meeting provided for under paragraph 4 of the Minutes of the Meeting will be held in Semipalatinsk, where the annual plans and specific tasks of the Survey will be discussed for implementation in the order of priority.

b) The second and subsequent regular neetings will be held either in Japan or the Republic of Kazakhstan, and ad hoc meetings will be held as necessary based on discussion and agreement between the parties.

c) The parties may organize working groups and other units and hold meetings as

necessary.

d) Agenda of meetings of the working groups and the administration thereof will be decided by discussion by and between the parties.

3. Database

a) The provision under subparagraph 5 (a) of the Minutes of the Meeting does not prevent either party from retaining a copy of the database.

b) The procedures for obtaining consent from the other party for permission to access the database as provided under subparagraph 5 (b) of the Minutes of the Meeting will be prepared separately by REA and presented to CSPRE for discussion and decision by and between the parties.

4. Progress Report

a) The contents of the progress reports and the procedures for their submission as provided under subparagraph 6 (a) of the Minutes of the Meeting will be prepared by REA and presented to CSPRE for discussion and decision by and between the parties.

b) In the event either party submits a report to its supervising government agency with the help of the other party as provided under subparagraph 6 (d) of the Minutes of the Meeting, the party submitting the report, upon request from the other party, will inform the other party of the status of the report to the extent permitted by the circumstances.

5. Expenses to be Born

a) With regard to the actual expenses to be born by each party as set forth in paragraph 7 and Annex-2 of the Minutes of the Meeting, the parties will make adjustments as necessary through mutual consultations.

b) The parties will enter into a separate contract with regard to work to be performed at CSPRE, based upon which REA will pay corresponding charges to CSPRE.

6. Guarantee

a) When necessary, each Party may, in performing its duties set forth under subparagraphs 8 (a) and (b) of the Minutes of the Meeting, make inquiries and request the other party to provide pertinent information or request implementation of necessary measures. If either party becomes aware of the occurrence of an event that may impede the execution of the Survey, the party will immediately notify the other party of the event and discuss the matter.

b) In the event that either party asserts that it has suffered loss due to reasons described under subparagraph 8 (d) of the Minutes of the Meeting, the parties will exerts their best efforts to settle the matter through amicable consultations and with due respect with each other so that the asserting party will not have to file a claim against the other party. However, when filing of such a claim is inevitable, the claiming party must prove that the Survey was suspended or terminated due to the other party's intentional or gross negligence and that the claiming party has suffered loss due to such suspension or termination, along with the actual amount of loss and the calculation basis thereof by presenting objective, concrete evidence.

In such an event, the defending party has the right to make inquiries to the claiming party and defend itself by presenting counterevidence.

7. Maintenance of Secrecy

In the event that either party finds the other party as possibly not properly controlling information of secret nature in accordance with the provisions under paragraph 9 of the Minutes of the Meeting, the party may make inquiries to the other party and request the other party to make an investigation, provide a report or implement necessary corrective measures.

8. Use of Equipment

REA will separately prepare and present to CSPRE the procedures for using equipment as set forth under paragraph 11 of the Minutes of the Meeting, and they will be observed by CSPRE.

IN WITNESS WHEREOF, the parties have prepared this Memorandum of Understanding, two original copies in English and two duplicate copies, respectively, in the Japanese and Russian languages, each party retaining one of each.

<Country of Japan> <Republic of Kazakhstan>

H. Matsudaira

Hiromichi Matsudaira

Chairman,

Radiation Effects Association

Date: July 2t, 2001

Place: Tokyo

Alexander Kh. Sekerbayev

Chairman, Center for Study and

Protection from Radiation Effects

Date: June 31, 2001

Place: Semipalatinsk

セミパラチンスク健康影響調査の実施に係る協力のための日本国財団法人放射線影響協会とカザフスタン共和国社団法人放射線影響調査・防護センターとの間の協議議事録に関する了解文書

２００１年7月31日カザフスタン共和国セミパラチンスクで署名されたセミパラチンスク健康影響調査（以下「調査」という。）に係る協力のための、日本国財団法人放射線影響協会（以下「ＲＥＡ」という。）とカザフスタン共和国社団法人放射線影響調査・防護センター（以下「ＣＳＰＲＥ」という。）との間の協議議事録（以下「協議議事録」という。）に関し、次のとおり了解したことを記録する。

1　調査の範囲及び方法

協議議事録　２　に定められた調査の範囲及び方法について、ＲＥＡ及びＣＳＰＲＥ（以下「両当事機関」という。）は、次の事項を相互に協力して実施する。

① それぞれの国における政府及び関係する機関並びに専門家との連携を確保して、調査実施体制の整備及び管理運営を行うこと。

② 調査に必要なスタッフを確保し、これらに対する教育研修を実施すること。

③ 約２万人の住民に係わる線量情報及び医療報等を収集、整理し、その精度を検証すること。

④ 電子計算機システムを整備し、このシステムを用いて③の情報を電子計算機に入力し、解析用データベース（以下「データベース」という。）を作成すること。

⑤ ④のデータベースを用いて疫学的解析及び評価を行うこと。

⑥ 調査の実施に係わる記録を整理保存し、とりまとめること。

⑦ 調査の円滑かつ効率的な実施のため相互に密接な連絡調整を行うこと。

2　定期及び随時会合

（ａ）協議議事録　４　に定められた定期会合について、両当事機関は、第１回の定期会合をセミパラチンスクで開催する。第１回定期会合においては、調査実施年次計画及び調査に必要な個別の実施事項について協議し、優先度に応じて順次実行に移すものとする。

（ｂ）両当事機関は、第２回以降の定期会合を日本国またはカザフスタン共和国において開催するものとし、また、随時の会合は必要に応じてその都度両当事機関間で協議して開催する。

（ｃ）両当事機関は、作業グループ等を設置し必要な会合を持つことができる。

（ｄ）作業グループの議事及び運営方法については、両当事機関間で協議し決定する。

3　データベース

（ａ）協議議事録　５（ａ）の定めは、両当事機関がそれぞれデータベースの写しを保有

することを妨げるものではない。

（b）協議議事録　5（b）に定められた、データベースの利用のため相手機関に了解を求める場合の手続き等については、ＲＥＡが別途作成してＣＳＰＲＥに提示するところにより、両当事機関間で協議して決定する。

4　調査状況の報告

（a）協議議事録　6（a）に定められた報告書の内容及び手続き等については、ＲＥＡが別途作成してＣＳＰＲＥに提示するところにより、両当事機関間で協議して決定する。

（b）協議議事録　6（d）に定められたそれぞれの国の政府機関への報告について、相手機関から情報提供等の協力を得て報告した場合において、両当事機関は、相手機関から求められた場合には支障がない範囲で報告の状況を通報する。

5　経費の負担

（a）協議議事録　7及び別紙2に定められたそれぞれが分担する経費の内容について、両当事機関は、必要に応じて相互に連絡し調整を行う。

（b）両当事機関は、ＣＳＰＲＥにおける業務について別途に契約を締結するものとし、ＲＥＡはこの契約に基づいてＣＳＰＲＥに経費を支払うものとする。

6　保証

（a）協議議事録　8（a）及び（b）に定められた両当事機関の責務に関して、両当事機関は、必要がある場合には相手機関に対して質問し、情報提供または必要な措置を求めることができる。また、調査の実施に支障が生ずる恐れがあると思われる事情が生じた場合には、速やかに相手機関に通報し、協議する。

（b）協議議事録　8（d）に定められた損害賠償の請求に関して、両当事機関は、損害賠償の請求に至らないよう可能な限り相手機関と敬意と誠意をもって協議し、最大限の努力により解決するものとする。ただし、やむを得ず損害賠償の請求を行うこととなる場合には、当事機関は調査の一時停止又は終了が相手機関の故意又は重大な過失に起因するものであること、これにより現実の損害が生じたこと及び損害額の算定の根拠等を客観的かつ具体的な証拠により証明する義務を有する。この場合において相手機関は、当事機関に対して質問をしまたは反証をもって抗弁等を行う権利を有する。

7　秘密の保持

協議議事録　9　に定められた秘密の保持に関して、両当事機関は、相手機関において秘密に関する情報の管理が不適切である恐れがあると判断される場合には、相手機関に対して質問をし、調査、報告または必要な措置を求めることができる。

8　機材の使用

協議議事録　１１　に定められた機材の使用に関して、ＲＥＡはその手続きを別途定めてＣＳＰＲＥに提示するものとし、ＣＳＰＲＥはこれを遵守する。

この了解文書は、英語による正本２通並びに、日本語及びロシア語による副本をそれぞれ２通づつ作成し、両当事機関がそれぞれ１通づつ保有する。

（日本国）
財団法人　放射線影響協会
理事長　　松平　寛通

日付 July 24, 2001
場所 Tokyo

（カザフスタン共和国）
社団法人　放射線影響調査・防護センター
会長　Alexander Kh. SEMERBAYEV

日付 Июль 31, 2001
場所 Семипалатинск

添付資料-11：セミパラチンスク旧核実験場地域における健康影響調査の共同実施に関する会合の覚書

Minutes of Meeting with Regard to the Cooperative Conduct of a Health Effects Survey on the Former Semipalatinsk Test Site Area

The Radiation Effects Association of Japan (hereinafter referred to as "REA") conducting a health effects survey on the former Semipalatinsk Test site area, and the National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan (hereinafter referred to as "NNC") have agreed as follows with regard to the conduct of a survey of the health effects on residents in and around the former nuclear testing sites in the Semipalatinsk region:

Chapter 1 Basic Matters

(Purpose)

1. REA and NNC (hereinafter referred to individually as "Party" or collectively as "Parties") will cooperate and jointly conduct a health effects survey (hereinafter referred to as "Survey") of residents in and around the former nuclear testing sites in the Semipalatinsk region in order to scientifically determine the effects of nuclear radiation on humans.

(Scope and Methodology of Survey)

2. (a) The joint survey will involve the verification of the accuracy and computer input of data on radiation doses, medical records and other information of residents for the development of a database for use in analysis (hereinafter referred to as "Database"), and based upon which REA will carry out an epidemiological analysis and evaluation will be made of radiation effects.
   (b) The Parties will ensure researchers and investigators in order to continue the joint survey on the former Semipalatinsk Test site that has been conducted since August 2001 by REA.
   (c) The Parties will maintain the previous working conditions of the researchers and investigators engaged in previous work under the project to implement subparagraph (b) provisions.

(Expenses to be born)

3. The Parties will conclude a 12-month or less contract every fiscal year from April 1 to March 31 of the next year (hereinafter referred to as 'Fiscal Year"), and REA will bear expenses necessary for the execution of the Survey in accordance with the contract and providing with the previous working condition of the researches and investigators engaged in the previous work under the project.

(Minutes of Meeting in Effect)

4. This Minutes of Meeting will remain in effect while a separate contract is concluded under Article 3.

Chapter 2 Supplementary Matters

(Supplementary Scope and Methodology of Survey)

5. The Parties will cooperate and jointly conduct the following items concerning the scope and methodology of the Survey set forth in Article 2, Basic Matters.
   (i) The Parties will ensure their collaboration with their respective governments and institutions, as well as with experts, in order to establish

an implementation system of the Survey and manage and operate the system.

(ii) The Parties will ensure staff necessary for the Survey and provide training and education to the staff.

(iii) The Parties will provide with information on radiation doses, medical records and other information of residents and verify the accuracy on the information.

(iv) The Parties will provide with creation of a computer system, and input information described in (iii) with the use of this system to develop a database for use in analysis.

(v) The Parties will provide with epidemiological analysis and evaluation on the radiation effects, using the Database described in subparagraphs (2a) and (iv).

(vi) The Parties will summarize and keep Survey-related records.

(vii) The Parties will make close communications and coordination with each other in order to conduct the Survey smoothly and efficiently.

(Consultation Meetings)

6. (a) The Parties can have consultation meetings as deemed necessary to discuss Survey related matters.

(b) The minutes of meeting will be prepared in English, and in Japanese or Russian if necessary, onto which the representative of each Party attending that meeting will put his/her signature.

(Database)

7. (a) The Database, in principle, will belong to both Parties.

(b) To use the Databases is possible only after approval by both parties.

(Progress Report)

8. NNC will submit reports to REA as follows:

(a) Periodic progress report

In principle, NNC will prepare periodic progress reports for the first (April to September) and the second half (October to following March) of each year, twice a year and immediately deliver them to REA after each half a year.

The report details and procedures will be separately provided by REA, and be discussed and agreed upon by and between both Parties.

(b) Other reports

REA can require reports other than reports described in subparagraph (a) as deemed necessary by both Parties.

(c) Reports described in subparagraphs (a) and (b) above will be prepared in the English language, and the details of which will be separately discussed and agreed upon by and between both Parties.

(Guarantee)

9. (a) Each Party will in good faith comply with all provisions set forth in this Minutes agreed and perform the respective duties provided herein.

(b) In the event that the continuance of the Survey becomes difficult or impossible because of occurrence of war, natural disaster or other uncontrollable event for which neither Party is responsible, or due to intentional or gross negligence of one Party, and when, after discussing the situation with the other Party, it is determined impossible to restore the necessary conditions to resume the Survey, either Party may suspend or terminate the Survey by immediately notifying the other Party.

(c) In the event that either Party suffers actual losses because of the suspension or termination of the Survey due to the other Party's intentional or gross negligence as provided in subparagraph (b) above, the suffering Party may claim compensation for the losses due to the other Party.

(Confidentiality)

10. Neither Party, during the term of the Survey or after the termination thereof, may disclose to any third party other than the Parties themselves any information of confidential nature of the other Party that was obtained in the course of executing the Survey. An exception is the official inquiry from the government authorities of Kazakhstan or Japan .

(Provision of Facilities)

11. Each Party will make arrangements for accommodations, transportation, and other necessary facilities and safety protection, when experts and other personnel from the other Party or the associate organizations of the other Party's country are to visit and stay in the Party's country to perform Survey-related work.

(Use of Computer Programs and Equipment)

12. Either Party shall neither make any copy of the computer programs to be used for the Survey nor use such programs for any purpose other than for performing the Survey without obtaining prior consent from the other Party.

(Maintenance of Equipment)

13. Parties may use the equipment to be installed but should follow the procedures established by the Party that installed this equipment. In such event, the Party which use the equipment must maintain and operate the said equipment in good faith and with due care.

(Consultation)

14. Any difference or dispute between the Parties concerning the interpretation of this Minutes of Meeting or any other matters not stipulated herein will be amicably discussed and settled in good faith by and between the Parties.

IN WITNESS WHEREOF, the Parties have prepared these Minutes of the Meeting, in two original copies in English and retain one each.

<Country of Japan>

Yoshio Aoki
Chairman,
Radiation Effects Association

Yoshio Aoki

Date: 7. oct. 2004

Place: Kurchatov, RK

<Republic of Kazakhstan>

Shamil T. Tukhvatulin
Director General,
National Nuclear Center

Date: 7 oct 2004

Place: Kurchatov, RK

セミパラチンスク旧核実験場地域における健康影響調査の共同実施に関する会合の覚書（仮訳）

セミパラチンスク旧核実験場地域において健康影響調査を行っている日本の放射線影響協会（以下「協会」という。）とカザフスタン共和国 国立原子力センター（以下「NNC」という。）とは、セミパラチンスクの旧核実験場周辺住民の健康影響調査の実施に関し、以下のように合意した。

第1章　基本的事項

（目的）

1. 協会及びNNC（以下「両当事者」という。）は、放射線の人体への影響を科学的に明らかにするために、セミパラチンスク旧核実験場地域住民の健康影響調査（以下「調査」という。）を協力し共同で実施する。

（調査の範囲と方法）

2. (a) 共同調査では、住民に関する被ばく線量情報、医療情報、及び他の情報について、正確さを確認しつつ電子計算機に入力して解析に用いるためのデータベース（以下「データベース」という。）を構築し、協会ではそれに基づいて疫学的解析を行い、放射線の影響について評価を行う。

   (b) 両当事者は、2001年8月から協会が実施してきたセミパラチンスク旧各実験場の共同調査を継続するために、研究者及び調査員を確保する。

   (c) 両当事者は、(b)項を実施するために、プロジェクトの下で働いていた研究者と調査員のこれまでの待遇条件を維持する。

（経費の負担）

3. 両当事者は、4月1日から翌年の3月31日の各年度（以下「会計年度」という。）毎に12ヶ月以内の契約を締結し、その契約による調査の実施のため及びこれまでプロジェクトの下で働いていた研究者と調査員のこれまでの待遇条件を確保するために必要な経費を協会が負担する。

（覚書の効力）

4. この覚書は、第3条により別の契約が締結されたとしても有効である。

第2章　補足事項

（調査の範囲及び方法についての補足）

5. 両当事者は、基本事項第2条で規定された調査の範囲及び方法に関する以下の事項を、協力し共同で実施する。

   (i) 両当事者は、それぞれの国の政府、機関及び専門家の協力を得て、調査実施体制の整備及び管理・運営を行うこと。

   (ii) 両当事者は、調査に必要なスタッフを確保し、それらのスタッフに対し教育・研修を実施すること。

(iii) 両当事者は、住民に係る線量情報、医療情報、その他の情報を収集、整理しその正確さを検証すること。

(iv) 両当事者は、電子計算システムを整備し、このシステムを用いて(iii)に記載された情報を入力し、解析に用いるためのデータベースを構築すること。

(v) 両当事者は、(2a)項及び(iv)項で述べられたデータベースを使って疫学的解析を行い、放射線の影響について評価を行うこと。

(vi) 両当事者は、調査の実施に係る記録を整理し、保管すること。

(iv) 両当事者は、調査を円滑にかつ効率的に実施するために相互に密接に連絡して協調すること。

(協議会合)

6. (a) 両当事者は、必要に応じて協議会合を持ち、調査に関連する事項について協議することができる。

(b) 会合における覚書は英語、必要に応じて日本語あるいはロシア語、で作成し、両当事者の出席者を代表する者が署名する。

(データベース)

7. (a) データベースは原則として両当事者に帰属するものとする。

(b) データベースを利用する場合は、両当事者の承認を得た後でなければならない。

(調査状況の報告)

8. NNC は以下の報告書を協会に提出すること：

(a) 調査の進捗状況についての定期報告書

NNC は原則として年 2 回、各年の前期(4 月～9 月)と後期(10 月～翌年 3 月)の定期進捗報告書を作成し、各半期が終わり次第、協会に提出するものとする。

報告書の詳細及び手続きについては協会が別途提示し、両当事者が検討した上で、承認する。

(b) その他の報告書

協会は、必要に応じて(a)項に記載された報告書以外の報告書を求めることができる。

(c) 上記(a)項と(b)項に記載された報告書は英語で作成するが、その詳細については別途両当事者が協議し、合意することとする。

(保証)

9. (a) 両当事者は、本覚書で合意された全ての条項に誠意を持って従い、ここで規定されたそれぞれの責務を実行するものとする。

(b) 戦争、自然災害、その他、いずれの当事者の責任にも帰することができない事象の発生、あるいはいずれかの当事者の故意または重大な過失により、本調査の実施が困難になり、他の当事者と協議しても調査の実施に必要な条件が確保できないと判断した時には、いずれかの当事者は直ちに他の当事者に通告して調査を中断または終了することができる。

(c) 上記(b)項に述べられたような他の当事者の故意または重大な過失による調査の中断または終了によりいずれかの当事者に実害が生じた時には、被害を受けた当事者は他の当事者

に対し、損害賠償を請求することができる。

（機密の保持）

10. 各当事者は、本調査の実施過程で知り得た他の当事者の秘密に係わる情報を、本調査の期間中及び終了後においても、両当事者以外の第三者に漏らしてはならない。カザフスタンあるいは日本の政府当局から正式な要請があった場合は例外とする。

（便宜の供与）

11. 各当事者は、それぞれ、他の当事者あるいはその国の関係機関の専門家が本調査に関連して当事者国を訪問し、滞在する時には、宿泊、移動、必要な便宜、及び安全確保のために必要な手配を行う。

（電子計算機用プログラムと機材の使用）

12. いずれの当事者も、他の当事者からあらかじめ承認を得なければ、調査に用いる電子計算機用プログラムを複製したり、プログラムを調査の実施以外の目的で使用したりしてはならない。

（機材の管理）

13. 両当事者は、機材を設置した当事者が定めた手続きを行って、設置された機材を使用することができる。このような場合、機材を使用する当事者は誠意を持ち、注意を払って管理し、使用しなければならない。

（便宜の供与）

14. 本覚書の解釈についての意見の相違や論争、あるいは定めていない事態については、両当事者は、誠意をもって友好的に協議し、解決する。

以上の証として、両当事者は英語による正本を２通作成し、それぞれ１通ずつ保有する。

【日本国】

青木 芳朗
理事長
(財)放射線影響協会

（サイン）

日付：2004 年 10 月 7 日
場所：クルチャトフ、カザフスタン共和国

【カザフスタン共和国】

Shamil T. Tukhvatulin
総裁
国立原子力センター

（サイン）

日付：2004 年 10 月 7 日
場所：クルチャトフ、カザフスタン共和国

添付資料-12：セミパラチンスク旧核実験場地域における健康影響調査の成果の有効な利用に関する協定

Memorandum of Agreements with Regard to the Effective Utilization of Outcomes of a Health Effects Survey on the Former Semipalatinsk Test Site Area

"Health Effects Survey on the Former Semipalatinsk Test Site Area (hereafter referred to as "STS")" (hereafter referred to as "Survey") was initiated in 2001 in response to the resolution of the 53rd United Nations General Assembly in 1998. Radiation Effects Association, Japan (hereafter referred to "REA") initially collaborated with Center for Study and Protection from Radiation Effects, until 2004. Thereafter, the Survey conducted under Minutes of Meeting concluded between REA and National Nuclear Center, Republic of Kazakhstan (hereafter referred to "NNC") on October 2004 and September 2007 was terminated at the end of March 2009.

NNC and REA (hereafter referred to individually as "Party" or collectively as "Parties") reached a Memorandum of Agreement on the governance and the intellectual propriety right of database and utilization of outcomes from this Survey.

(Purpose)

1. Purpose of this Memorandum of Agreement is to encourage the effective utilization of the outcomes of this joint Survey in accordance with the aim to scientifically determine the effects of nuclear radiation on humans.

(Scope of Application)

2. The database here includes the following matters.
   - Tables of epidemiological data obtained by the Survey: Person table, Illness table, and Location table.
   - Reference tables: Nationality table, Local table, ICD-10 table, Diagnosis table, and Profession table.
   - References:
   - A suite of dose-calculation system including following tables: Nuclear test data table, Monthly dose tables, Residence record table, Building materials table, Outdoor action time table, and Milk intake table.
3. The term outcome(s) here means results of having analyzed the database.

(Memorandum of Agreements in Effect)

4. The Memorandum of Agreements will remain effective until another mutual agreement becomes effective after discussion by request of either Party.

(Intellectual Property Rights)

5. Both Parties share the intellectual property rights of a database that has been assembled by the end of March, 2009.

6. When the third party(ies) other than REA and NNC will continue this Survey and database construction in cooperation with NNC or independently, they have to get permission from both Parties.

(Utilization of Outcomes from This Survey)

7. The outcomes can be utilized on the condition of the approval of both Parties.
8. Both Parties agree to insert a sentence regarding the contribution of REA for the establishment of this database in "Introduction", "Acknowledgements" or other suitable part, when outcomes are reported as an oral presentation or a publication in the future.
9. Main members of both Parties will be included as authors of articles in an academic journal so as to be cited in the future.
10. When the third party(ies) use outcomes from the Survey, the observance of the above items is demanded.

(Guarantee)

11. Each Party will in good faith comply with all provisions set forth in this Memorandum of Agreement agreed and perform the respective duties provided herein.
12. Any difference or dispute between the Parties concerning the interpretation of this Memorandum of Agreement or any other matters not stipulated herein will be amicably discussed and settled in good faith by and between the Parties.

Two original copies of the Memorandum of Agreement are prepared in English, the representative of each Party will put his/her signature, and retain one each.

[Republic of Kazakhstan]

Kairat K. Kadyrzhanov
Director General,
National Nuclear Center
of the Republic of Kazakhstan

Date: June 16, 2009
Place: Kurchatov, the Republic of Kazakhstan

[Japan]

Yoshiro Aoki
Chairman of the Board of Directors,
Radiation Effects Association

Date: June 16, 2009
Place: Kurchatov, the Republic of Kazakhstan

セミパラチンスク旧核実験場地域における健康影響調査の成果の有効な利用に関する協定書（仮訳）

「セミパラチンスク旧核実験場地域（以下「STS」という。）の健康影響調査」（以下「調査」という。）は 1998 年の第 53 回国連総会の決議に基づき 2001 年から開始された。日本の放射線影響協会（以下「協会」という。）は、当初、2004 年までは放射線影響調査･防護センターと共同調査を行った。その後、協会とカザフスタン共和国国立原子力センター（以下「NNC」という。）との 2004 年 10 月および 2007 年 9 月の Minute（覚書）に基づいて行われてきた調査は 2009 年 3 月末で終了した。
NNC と協会（以下、それぞれを「当事者」、両者を「両当事者」という。）は、データベースの取扱い、知的財産権、およびこの調査の成果の利用に関する協定書を作成した。

（目的）

1. この協定書の目的は、原子力放射線のヒトへの影響を科学的に明らかにするというこの共同調査の目的に沿って成果の有効な利用を促進することである。

（適用の範囲）

2. ここで言うデータベースには以下のものが含まれる。
   - 調査の結果得られた疫学データのテーブル類：個人情報テーブル、健康情報テーブル、居住歴テーブル
   - 関連する参照テーブル類：民族名テーブル、診断名テーブル、ICD-10 テーブル、地区名テーブル、村名テーブル、職業名テーブル
   - 参考資料類
   - 以下のテーブル類を含む線量計算プログラム一式：核実験テーブル、月毎線量テーブル類、居住地情報テーブル、家屋の建材テーブル、屋外活動時間テーブル、ミルク摂取量テーブル
3. ここでいう成果とは、前述のデータベースを用いて解析した結果である。

（協定書の効力）

4. この協定書は、どちらかの当事者の要望による協議で次の両当事者の合意ができるまで有効である。

（知的財産権）

5. 両当事者は 2009 年 3 月までに作製したデータベースの知的財産権を共有する。
6. 協会と NNC 以外の第三者が NNC と共同で、あるいは単独でこの調査を継続し、データベース作製を行う場合には、両当事者の許可を得なければならない。

（調査の成果の利用）

7. 成果を利用する場合には、両当事者の了承を得るものとする。
8. 今後、口頭あるいは出版物で成果を発表する場合には、緒言、謝辞、あるいは適切な所に本データベース作製における協会の貢献を明示することで両当事者は合意した。
9. 将来、引用するための学術雑誌の論文の著者に、両当事者の主要メンバーを入れる。
10. 第三者が調査の成果を使用する時にも、上記事項を遵守しなければならない。

（保証）

11. 両当事者は誠意をもって本協定書で定められた条項を遵守し、定められたそれぞれの責務を果たすものとする。
12. 両当事者は、本協定書についての解釈に相違あるいは論争が生じた場合、あるいは明記されていない事項については、互いに平和的に協議し誠意をもって解決する。

英語による協定書を２通作成の上、両当事者の代表が署名し、それぞれ１通ずつ保有する。

【カザフスタン共和国】

（サイン）

Kairat K. Kadyrzhanov
総裁
カザフスタン共和国 国立原子力センター

日付：2009 年 6 月 16 日
場所：クルチャトフ、カザフスタン共和国

【日本】

（サイン）

青木 芳朗
理事長
(財)放射線影響協会

日付：2009 年 6 月 16 日
場所：クルチャトフ、カザフスタン共和国

添付資料-13

居住歴ランクによる調査対象者の分類（平成 21 年 3 月）

主要居住地	居住歴ランク*	調査対象者数	生 死確定者数	生存者数	死亡者数	ICD-10付与数	生死未確認者数
ドロン	S（100%）	2,614	2,358	1,285	1,073	958	256
	A（80～99%）	168	61	23	38	38	107
	B（60～79%）	365	36	5	31	28	329
	C（～59%）	2,829	144	37	107	80	2,685
	D	79	79	0	79	63	0
	小 計	6,055	2,678	1,350	1,328	1,167	3,377
ズナメンカ	S（100%）	1,787	1,621	833	788	761	166
	A（80～99%）	98	30	16	14	13	68
	B（60～79%）	165	11	1	10	10	154
	C（～59%）	1,467	61	5	56	51	1,406
	D	79	79	0	79	79	0
	小 計	3,596	1,802	855	947	914	1,794
カイナール	S（100%）	3,787	3,300	1,662	1,638	1,607	487
	A（80～99%）	160	60	30	30	29	100
	B（60～79%）	137	17	1	16	15	120
	C（～59%）	2,323	215	37	178	168	2,108
	D	296	296	0	296	295	0
	小 計	6,703	3,888	1,730	2,158	2,114	2,815
カラウール	S（100%）	4,521	3,671	1,764	1,907	1,783	850
	A（80～99%）	197	59	20	39	38	138
	B（60～79%）	346	78	20	58	50	268
	C（～59%）	3,823	437	132	305	271	3,386
	D	264	264	0	264	226	0
	小 計	9,151	4,509	1,936	2,573	2,368	4,642
セミパラチンスク集団-I 合 計	S（100%）	12,709	10,950	5,544	5,406	5,109	1,759
	A（80～99%）	623	210	89	121	118	413
	B（60～79%）	1,013	142	27	115	103	871
	C（～59%）	10,442	857	211	646	570	9,585
	D	718	718	0	718	663	0
	合 計	25,505	12,877	5,871	7,006	6,563	12,628
ボルシャヤ・ウラジミロフカ	S（100%）	3,258	2,433	938	1,495	1,494	825
	A（80～99%）	297	129	30	99	99	168
	B（60～79%）	196	27	4	23	23	169
	C（～59%）	3,829	271	15	256	247	3,558
	D	14	14	0	14	10	0
	小 計	7,594	2,874	987	1,887	1,873	4,720
モスティク	S（100%）	486	331	125	206	198	155
	A（80～99%）	68	24	6	18	17	44
	B（60～79%）	149	27	12	15	14	122
	C（～59%）	1,129	65	15	50	45	1,064
	D	33	33	0	33	25	0
	小 計	1,865	480	158	322	299	1,385

*1949 年～1963 年の間の居住歴充足率による分類：100%（S ランク）、80～100%未満（A ランク）、60～80%未満（B ランク）、60%未満（C ランク）、3 歳未満で死亡（D ランク）

主要居住地	居住歴ランク*	調査対象者数	生死確定者数	生存者数	死亡者数	ICD-10付与数	生死未確認者数
チェレムシュキ	S（100%）	577	374	144	230	223	203
	A（80～99%）	123	47	16	31	30	76
	B（60～79%）	148	53	15	38	32	95
	C（～59%）	604	47	23	24	18	557
	D	21	21	0	21	11	0
	小 計	1,473	542	198	344	314	931
カノネルカ	S（100%）	173	172	3	169	169	1
	A（80～99%）	1	1	1	0	0	0
	B（60～79%）	0	0	0	0	0	0
	C（～59%）	2	0	0	0	0	2
	D	0	0	0	0	0	0
	小 計	176	173	4	169	169	3
セミヤルカ	S（100%）	931	682	210	472	448	249
	A（80～99%）	181	40	8	32	31	141
	B（60～79%）	367	25	0	25	20	342
	C（～59%）	5,922	42	3	39	29	5,880
	D	14	14	0	14	5	0
	小 計	7,415	803	221	582	533	6,612
イズベスツカ	S（100%）	70	37	13	24	24	33
	A（80～99%）	8	4	2	2	1	4
	B（60～79%）	57	15	1	14	11	42
	C（～59%）	280	21	4	17	10	259
	D	8	8	0	8	3	0
	小 計	423	85	20	65	49	338
その他（	S（100%）	2,176	1,792	513	1,279	1,261	384
	A（80～99%）	250	78	16	62	62	172
	B（60～79%）	634	104	6	98	97	530
	C（～59%）	4,394	126	2	124	88	4,268
	D	30	30	0	30	10	0
	小 計	7,484	2,130	537	1,593	1,518	5,354
セミパラチンスク集団-II 合 計	S（100%）	7,671	5,821	1,946	3,875	3,817	1,850
	A（80～99%）	928	323	79	244	240	605
	B（60～79%）	1,551	251	38	213	197	1,300
	C（～59%）	16,160	572	62	510	437	15,588
	D	120	120	0	120	64	0
	合 計	26,430	7,087	2,125	4,962	4,755	19,343
セミパラチンスク集団-I, -II 合 計	S（100%）	20,380	16,771	7,490	9,281	8,926	3,609
	A（80～99%）	1,551	533	168	365	358	1,018
	B（60～79%）	2,564	393	65	328	300	2,171
	C（～59%）	26,602	1,429	273	1,156	1,007	25,173
	D	838	838	0	838	727	0
	総 計	51,935	19,964	7,996	11,968	11,318	31,971

主要居住地	居住歴ランク*	調査対象者数	生死確定者数	生存者数	死亡者数	ICD-10付与数	生死未確認者数
ケネス	S（100%）	1,795	1,057	357	700	699	738
	A（80～99%）	190	10	3	7	7	180
	B（60～79%）	346	12	3	9	9	334
	C（～59%）	1,702	40	8	32	32	1,662
	D	243	243	0	243	243	0
	小 計	4,276	1,362	371	991	990	2,914
ケンジェコール	S（100%）	2,639	1,603	526	1,077	1,077	1,036
	A（80～99%）	395	69	39	30	30	326
	B（60～79%）	578	55	29	26	26	523
	C（～59%）	4,631	191	45	146	146	4,440
	D	238	238	0	238	238	0
	小 計	8,481	2,156	639	1,517	1,517	6,325
ジャナアウル	S（100%）	2,974	1,837	867	970	970	1,137
	A（80～99%）	299	43	25	18	18	256
	B（60～79%）	795	52	17	35	34	743
	C（～59%）	5,099	110	17	93	93	4,989
	D	131	131	0	131	131	0
	小 計	9,298	2,173	926	1,247	1,246	7,125
パブロダール集団-I 合 計	S（100%）	7,408	4,497	1,750	2,747	2,746	2,911
	A（80～99%）	884	122	67	55	55	762
	B（60～79%）	1,719	119	49	70	69	1,600
	C（～59%）	11,432	341	70	271	271	11,091
	D	612	612	0	612	612	0
	合 計	22,055	5,691	1,936	3,755	3,753	16,364
カチリ	S（100%）	5,005	3,613	1,177	2,436	2,430	1,392
	A（80～99%）	890	166	119	47	47	724
	B（60～79%）	2,442	478	123	355	355	1,964
	C（～59%）	10,195	366	88	278	278	9,829
	D	388	388	0	388	388	0
	総 計	18,920	5,011	1,507	3,504	3,498	13,909
イルティシュスク	S（100%）	5,055	3,853	1,321	2,532	2,530	1,202
	A（80～99%）	906	85	28	57	57	821
	B（60～79%）	1,735	144	13	131	131	1,591
	C（～59%）	10,197	94	28	66	66	10,103
	D	298	298	0	298	298	0
	小 計	18,191	4,474	1,390	3,084	3,082	13,717

主要居住地	居住歴ランク＊	調査対象者数	生死確定者数	生存者数	死亡者数	ICD-10付与数	生死未確認者数
シェルバクティ	S（100%）	1,864	1,863	406	1,457	1,457	1
	A（80～99%）	321	69	57	12	12	252
	B（60～79%）	131	91	73	18	18	40
	C（～59%）	8,742	238	180	58	58	8,504
	D	133	133	0	133	133	0
	小 計	11,191	2,394	716	1,678	1,678	8,797
パブロダール集団-II 合 計	S（100%）	11,924	9,329	2,904	6,425	6,417	2,595
	A（80～99%）	2,117	320	204	116	116	1,797
	B（60～79%）	4,308	713	209	504	504	3,595
	C（～59%）	29,134	698	296	402	402	28,436
	D	819	819	0	819	819	0
	小 計	48,302	11,879	3,613	8,266	8,258	36,423
未 確 定	S（100%）	1,831	1,282	470	812	767	549
	A（80～99%）	242	49	18	31	31	193
	B（60～79%）	417	60	8	52	44	357
	C（～59%）	5,351	884	109	775	738	4,467
	D	220	220	0	220	190	0
	他*	1,370	1,100	113	987	942	270
	小 計	9,431	3,595	718	2,877	2,712	5,836
総 計	S（100%）	41,543	31,879	12,614	19,265	18,856	9,664
	A（80～99%）	4,794	1,024	457	567	560	3,770
	B（60～79%）	9,008	1,285	331	954	917	7,723
	C（～59%）	72,519	3,352	748	2,604	2,418	69,167
	D	2,489	2,489	0	2,489	2,348	0
	他*	1,370	1,100	113	987	942	270
	小 計	131,723	41,129	14,263	26,866	26,041	90,594

* 未確認 及び 総計における「他」はデータベース入力情報の過誤（1948 年以前に死亡、または 1964 年以降に出生）のため S ランクまたは A～D ランクに分類できなかった調査対象者である。

添付資料-14：線量計算 － 手法ハンドブック

Государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование
Российской Федерации

2.6.1. ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ,
РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Оценка поглощенных и эффективных доз ионизирующих излучений у населения, постоянно проживающего на радиоактивных следах атмосферных ядерных взрывов

Методические указания
МУ 2.6.1.1001—00

Издание официальное

Минздрав России
Москва • 2001

原本（ロシア語）表紙

2.6.1. Ionizing radiation. Radiation safety

Evaluation of integral absorbed and effective radiation doses for population living permanently at the radioactive traces resulted from atmospheric nuclear explosions

Methodological handbook
MY 2.6.1.1001-00

Official edition

Ministry of Health
Moscow 2001

訳本（英語）表紙

1. Current methodological instructions are developed at the State Scientific Center of Russian Federation – Institute of Biophysics at the Russian Ministry of Health (director: academician, professor L.A. Ilyin)
   Joint participants: Federal Administration of Medico-Biologic Problems at the Ministry of Health (head: V.D. Reva)
2. Participants: Prof. K.I. Gordeev (head of development), academician I.Ya. Vasilenko, Dr. M.P. Grinyov, academician L.A. Ilyin, Prof. I.B. Keirim-Markus, Dr. M.N. Savkin, Prof. Yu.S. Stepanov, Mr. A.N. Lebedev
   Joint participants: Dr. M.F. Kiselev
3. These instructions are approved by Deputy Minister of Ministry of Health of Russian Federation on 15-th of November 2000.
4. Due to establishment of current instructions the following documents are abolished:
   Methodological guideline for control methods _____ ___ 2.6.1.006-94: "Products of nuclear explosion. Iodine-131. Evaluations of doses of thyroid gland caused by contaminated milk consumption".
   Methodological guideline for control methods _____ ___ 2.6.1.005-94: "Products of nuclear explosion. Population. External gamma-radiation. Evaluation of doses of human body with taking into account life conditions and protective properties of buildings".
5. First edition

ISBN 5-7508-0259-0

© Ministry of Health of Russian Federation, 2001
© Federal Center of Medical Control of Russian Federation, 2001

2.6.1. Ionizing radiation. Radiation safety.

Evaluation of integral absorbed and effective radiation doses for population living permanently at the radioactive traces resulted from atmospheric nuclear explosions

Methodological handbook
MY 2.6.1.1001-00

1. Field of Application

1.1 This instruction applies the reconstruction methodology of main dose parameters for radiation conditions which determine the effect of radioactive fission products on human organs. Present handbook is a basic instrument for estimation of effective external gamma-radiation doses, internal absorbed doses for critical human organs and tissues, and for total exposure doses.

1.2 This handbook gives detailed and sequence information how to estimate effective external radiation doses, internal absorbed doses in different human organs (thyroid gland, bottom part of intestines, lungs, skin), which make significant contribution to the total effective dose or results in serious consequences for population living permanently at the radioactive traces of nuclear explosions. In addition to that, formulas used in the current handbook can be conformed to estimation of absorbed doses in any critical organs or tissues of the human body. The total effective radiation dose can be calculated by means data analysis of the total external gamma-radiation and total radiation of skin.

1.3 These methodological instructions are applicable for the scientific purposes at the estimation of radiation risks and in accomplishment of epidemiological investigations.

1.4 This handbook includes not only recommendation list for obtaining all necessary initial data of dose estimation but also procedures for retrospective dose calculations of probable absorbed doses in critical human organs and tissues, effective irradiation doses for population living in the arias of local radioactive fallouts from nuclear explosions. This methodology is aimed to the human exposure situations connected with surface explosions at Semipalatinsk nuclear test site, which formed areas of local radioactive fallouts. Nevertheless, mathematical modeling of real biophysical process employed to the dose evaluation in common description is applicable also to other estimation of arias contaminated by radioactive isotopes.

1.5 Reconstruction models of working parameters of radiation conditions and dose estimations in the methodical instructions assume usual meteorological conditions at which nuclear explosions was carried out: normal atmospheric pressure, rather steady direction of a wind in area of tests and on a direction of a radioactive cloud movement, absence of an atmospheric precipitation in a zone of expected possible local radioactive losses. The use of current methodological instructions without additional changes is not recommended for abnormal meteorological conditions and also within the limits of mountain-woody territories, when the influence of local meteorological conditions and lay of land on process of radiation situation formation is rather high. In these cases the use of separate communications and parities can be applied to solve individual questions with taking into account the influence of circumstances.

1.6 The intrauterine fetal irradiation and internal radiation of children by the age till 1 year are not considered in these methodical instructions due to breast feeding of child. The used scheme of internal radiation dose estimation is intended for persons in the age older than 1 year. It assumes an inhalation way of receipt to the human organism of explosion products during formation of a radioactive trace and also peroral receipts of activity as a result of constant consumption of local agricultural products.

1.7 Contamination by radioactive fallouts through a vegetative part is considered only for superficial (contact) pollution in calculations. The root way of vegetation pollution is not taken into account, since its relative contribution to the total internal irradiation of people living on a radioactive trace of nuclear explosion does not fall outside the limits fluctuation of a global irradiation.

2. Standardized References

Standardized requirements for the current methodological instructions are fulfilled in accordance with the following documents:

2.1 ISO 921 International Standard. Nuclear Energy – Vocabulary. Reference: ISO 921:1997 (E/F/R).

2.2 Concept of radiation, medical, and social protection of Russian Federation population suffered with emergency radiation. RNKRZ – M, 1995

2.3 Regulations of radiation safety (NRB-99). SP 2.6.1.758-99: Russian Ministry of Health, 1999

2.4 Instruction P1.1.004-94 "General requirements to the sanitary-hygienic, epidemiological, normative and methodological documents"

2.5 GOST 15184-81 "Ionizing radiation and measurements. Terminology and definitions"

2.6 GOST R 1.5-92 "General requirements to the construction and content of standards"

2.7 GOST 8.417-81-GSI "Physical units"

2.8 GOST 17.0.02-79 "Nature conservation. Provision of metrological control for contamination of atmosphere, water surface, and soil. Basic regulations"

2.9 GOST R 22.8.03-95 BChS "Technique of exploring. General technical demands"

2.10 GOST R 22.0.04 BChS "Socio-biological emergency situations. Terminology and definitions"

2.11 GOST R 22.1.01-95 BChS "Monitoring and forecast. Basic regulations"

2.12 GOST R 22.0.05-94 BChS "Man-caused emergency situations. Terminology and definitions"

2.13 GOST 8.070-83 GSI "State primary standard and scheme for measurement of gamma radiation dose power"

2.14 MI 2174-91 "Certification of algorithms and codes for data processing during measurements"

2.15 MI 665-84 "Method certification sequence for data definition of substances and materials properties"

3. Terms and definitions

The following terms with corresponding definitions stated in the normative documents and mentioned in section 2 are used in the methodical instructions:

3.1 ***Atmospheric nuclear explosions*** - Explosions which are carried out in the bottom layers of an atmosphere at the height _ $< 10^4$ m. If the height of explosion _ $\geq 35q^{1/3}$ meters, it is called "air nuclear explosion" (where q - the general capacity of explosion expressed in kilotons). The explosion made near to a terrestrial surface at the height _ $< 35q^{1/3}$ is assumed to name "ground nuclear explosion". If _ $= 0$ – "contact nuclear explosion".

3.2 ***Underground nuclear explosions*** - Explosions which are carried out on the depth $\overline{H} > 3q^{1/3}$ meters. The craters are formed at nuclear explosions on the depths $\overline{H} < 20...70\ q^{1/3.4}$ meters with discharge of soil. Such explosions are termed "underground nuclear explosions with soil discharge". If explosion is carried out on the depth $\overline{H} < 40...50\ q^{1/3.4}$ meters, it is termed as "underground nuclear explosion on discharge". In this case the maximal energy of explosion is utilized for the soil discharge [6].

3.3 ***Radioactive cloud trace of nuclear explosion - zone of local fallouts*** (within the framework of the present document) - Territory of the radioactive contamination formed by radioactive particles, settled on a district from a nuclear explosion cloud. "The zone of short-distance local radioactive fallouts" is an area, created by relatively large radioactive particles and extending from the center (epicenter) of nuclear explosion up to the distance on which dropping out radioactive particles have the maximal aerodynamic diameter 50 microns. This zone is termed as a "short-distance local radioactive trace". The "zone of long-distant local radioactive fallouts" is formed by high-dispersed particles, which aerodynamic diameter less than 50 microns. This zone is situated behind a "zone of short-distance local fallouts" and adjoined directly to it. This zone is termed as a "long-distant local radioactive trace" in the methodological instructions.

3.4 ***Radioactive contamination*** – Existence of radioactive substances in the quantity exceeding regulated norms and rules on the surface and inside of material, in the air, in the body of person, and somewhere else.

3.5 ***Ionizing radiation*** - Any radiation, which interaction with environment results in formation of electric charges of different signs.

3.6 ***Gamma-radiation*** - Electromagnetic (photon) radiation which is emitted by nuclei during transitions from higher to lower nuclear energy states or during annihilation of particles.

3.7 ***Beta-radiation*** – Electron/positron particles radiation, emitted from the nucleus during radioactive decay.

3.8 ***Dose*** - absorbed dose, organ dose, equivalent dose in the body, effective dose - depending on a context.

3.9 ***Activity ( )*** - Measure of nuclide radioactivity existing at the given power condition of the current moment:

$$A = \frac{dN}{dt}, \text{ where}$$

dN - expected number of spontaneous nuclear transitions from the given power condition extent for the time interval *dt*.

3.10 ***Becquerel (Bq)*** - The unit of radioactive decay equal to 1 disintegration per second. 37 billion (3.7×10^{10}) Bq = 1 curie (Ci).

3.11 ***Irradiation*** – Ionizing radiation influence on people.

3.12 ***Critical group*** - Group of population (no less than 10 persons) with similar by one or several features: sex, age, social or professional conditions, habitation place, diet, which is exposed by the greatest radiation influence at the given way of irradiation from the given radiation source.

3.13 ***Exposure dose*** – Full charge of the one sign ions producing in air at full braking of all secondary electrons which have been formed by photons in elementary volume of air divided to the weight of air in this volume.

3.14 ***Roentgen*** – Off-system unit of the exposure dose (R). R = 0,258 _C/kg. Derived units: milliroentgen (1 _R = 10^{-3} R); microroentgen (1 μR = 10^{-6} R).

3.15 ***Absorbed dose (D)*** – Energy amount of ionizing radiation transferred to substance:

$$D = \frac{d\bar{e}}{dm}, \text{ where}$$

$d\bar{e}$ - average energy of ionizing radiation transferred to substance in the elementary volume;

dm - weight of substance in the elementary volume;

Energy can be averaged in any determined volume. In this case the average dose is equal to the full energy transferred to this volume divided on its weight.

3.16 ***Gray*** – The SI unit of absorbed dose; equal to 1 J/kg or 100 rads.

3.17 ***Rad*** – Off-system unit of the absorbed dose. 1 rad is equal to the absorption of 100 ergs per gram.

3.18 ***Critical organ*** – human organ, tissue, part of the body or whole body irradiated at the given conditions causes the greatest damage to health of the given person or his posterity.

3.19 ***Effective dose ( )*** – Quantity used as a measure of hazard of long-term effects of human body irradiation with an allowance for radio sensitivity. It represents the sum of

productions of the body equivalent dose multiplied by corresponding weight factor for the given body or tissue.

$E = \sum_T W_T \cdot H_T(\tau)$, where

$H_T(\tau)$ - equivalent dose in the organ or tissue T for the time (τ);

W_T – wheight factor for the organ or tissue T.

3.20 *Dose equivalent (H_{TR})* – Product of absorbed dose in the body or tissue and corresponding quality factor for the given radiation.

$H_{TR} = W_R \cdot D_{TR}$, where

D_{TR} - average absorbed dose in the body or tissues _.

W_R – quality factor for radiation R.

At the influence of various kind of radiations with different quality factors the total equivalent dose is determined as a sum of equivalent doses for these radiations.

3.21 *Sievert (Sv)* – SI system unit of equivalent, expected and effective doses; equal to 1 J/kg.

3.22 *Biologically significant radioactive fallouts* (within the framework of the present handbook) - biologically accessible fallouts including radioactive particles with the aerodynamic size less than 50 microns which can penetrate in organism of animals or persons through the natural path.

3.23 *Deterministic radiation effects* - Clinically revealed detrimental biological threshold effects caused by ionizing radiation. These detrimental effects are absent in cases with absorbed doses lower than threshold and appear higher than threshold with dose dependence.

3.24 *Stochastic radiation effects* - Detrimental biological effects caused by ionizing radiation and whose probability of occurrence is proportional to the absorbed dose, but weight of demonstration does not depend on dose.

4. Used sizes and units of their measurement

With experience of carrying out of atmospheric nuclear tests, the calibration of devices scales used for analysis of the initial radiating information, and due to the modern requirements is given both in SI and off-system units (see Table 4.1).

Term \ Value	Symbol	SI units	Off-system units
1	2	3	4
Total explosion power	q		kt
Explosion power on fission	q_{fiss}		kt
Maximum height of explosion radioactive cloud (uppermost edge) at the stabilizing moment	H_{max}	km	
Height of explosion point	H_{exp}	km	
Wind velocity averaged from the earth surface up to H_{max}	$\overline{V}$	km/h	
Distance from the explosion center along the radioactive trace	X	km	
Starting time of conditional formation of radioactive trace counted off from the moment of explosion	t_0	h	
Completion time of conditional formation of radioactive trace counted off from the moment of explosion	t_c	h	
Conditional duration of the formation period of radioactive trace at the distance X	$\Delta t = t_0 - t_c$	h	
Critical distance on which the particles transfer with aero diameter 50 microns lifted up by explosion on the height H_{max} at the average wind speed $\overline{V}$	X_{cr}	km	
Adjusted distance	$X_a = X/X_{cr}$		
Gamma-radiation exposure dose rate	P		mR/h

1	2	3	4
Gamma radiation dose rate at the height 1 meter from the earth surface and at the completion moment of radioactive trace formation	P_e		mR/h
Maximum gamma radiation dose rate at the height 1 meter from the earth surface during the time of radioactive trace formation	P_{max}		mR/h
Current time counted off from the explosion beginning; except of the specified cases	t	h, d	
Local time	t_r	h	
Period	τ	h, d	
Average particle energy of gamma and beta radiation	E_γ, E_β		MeV/Bq
Total surface radioactivity at the ground, flora, etc. contamination	σ_Σ	Bq/m^2	
Surface activity of i-th radionuclide	σ_i	Bq/m^2	
Specific activity of i-th radionuclide	Q_i, M_i, B_i	Bq/kg	
Volume activity of i-th radionuclide in liquids	A_i		Bq/l
Total volume activity of aerosol in air	$C_{a\Sigma}$	Bq/m^3	
Volume activity of i-th radionuclide in air	C_i	Bq/m^3	
Radioactivity entered to the organism at the moment t	$g_{i,t}$ $g_{\Sigma t}$	Bq	
Part of radioactivity of particles with aerodynamic diameter less than 50 microns	$\eta_{d\leq 50}$		
Part of radioactivity of i-th nuclide in non-separated mixture of prompt fission products	$a_{i,t}$		
Effective dose	E	mSv	
Absorbed dose	D	mGy	

5. Basic regulations

5.1 General regulations

5.1.1 Models of dose calculations performed in the methodical instructions are based on the use of initial data of three types: primary, derivative and standard. The initial data, depending on their purpose, can have the general or specific character.

5.1.1.1 ***Primary data*** are known prior to calculations. They include the information of explosion and its characteristics: type, power, type and structure of fission materials, lifting height of the top cloud edge; place, date and time of explosion; meteorological information: average wind velocity on a line of a radioactive cloud migration; geographical position of a local fallouts zone and its landscape features; arrangement of interesting settlements concerning explosion point; features of seasonal activity of population, diet; any information about radiation environment concerned with the place at the moment of explosion.

5.1.1.2 ***Derivative data*** are calculated by using equations recommended in the methodical instructions and based on the primary data. This type of the data is a basic of models for doses calculation. It includes a set of parameters of the radiation conditions determining an external and internal irradiation of people.

5.1.1.3 ***Standard data*** are received from the official reference books or corresponding publications. This type of data unifies various physical transitive factors, metabolic constants of radionuclides behavior in organisms of animals and people, biological and physical characteristics of explosion products and separated radioisotopes, anthropometrical information, and also other standard data.

5.1.2 Functional communications used in the methodical instructions reflect real radiation and biological space-time processes of nuclear explosion products influence on the person. In addition the complexity and variety of factors determining receipt of radioactive products in a organism of people living permanently on a radioactive trace have defined necessity of creation of settlement dependences with the help of an analog method of processing and normalization of the experimental material accumulated during carrying out of nuclear tests which was generalized and analyzed in the past.

One of the basic expressions used in analog equations is a function (5.11) determining part of activity of integrated fallouts caused by their biologically significant fraction of particles ($\eta_{d\leq 50}$). It is normalized through the adjusted distance (X_a) for the given explosion, specific conditions of radioactive trace formation and distance of interesting point.

5.1.3 The general uncertainty of calculations which are carried out under the given methodical instructions includes two components.

First of them is determined by internal features of used models, functional communications and ratios. The given uncertainties are inevitable and arise due to radiation and biophysical processes idealization and also due to accepted assumptions at their mathematical interpretation.

To this reason internal uncertainties are conservative and poorly controlled during calculations.

The second component of the general uncertainty is outside of used formulas and it is connected to a level of reliability of initial data and accepted calculation conditions. However, there is always real opportunity for users to enter the specified information at any stage of calculation and therefore reduce a component of an external uncertainty. It achieves due to block structure of methodical instructions and also due to representation in a general view of all basic equations.

If initial parameters and conditions of irradiation correspond to the real ones, the general calculation uncertainty is determined only by the internal methodical reasons. In this case as based on performed estimations the calculation uncertainty does not exceed about ± 30 - 50 %.

5.1.4 In a view of the calibration practice of devices scales for obtaining of primary radiation data, the both SI and off-system units are used in the current document.

5.2. Initial data

The general initial data which should be known or determined before calculations are given in this section of handbook.

5.2.1 *Primary initial data*

These data include:

- Type, date, time and place of explosion carrying out;
- Total explosion power (q, _t) and explosion power on fission (q_{fiss}, _t);
- Type of fission material, structure of components (in the case of mixture of different fission materials);
- Maximum height of explosion radioactive cloud (uppermost edge) at the stabilizing moment (H_{max}, km). If this height is unknown, it can be calculated by the following equation:

$$H_{max}=4\cdot q^{0.25}+H_{exp} \qquad (5.1)$$

Where,

H_{exp} – height of the explosion point above earth surface (km),

q – total explosion power.

- Wind velocity averaged from the earth surface up to H_{max}, ($\overline{V}$, km/h);
- Distance from the explosion center along the radioactive trace (X, km);
- Gamma radiation dose rate at the height 1 meter from the earth surface at the considering point (settlement) of open area after t hours of explosion (R, _R/h);

The gamma radiation dose rate of the open area is considered as a prior known and main parameter in the algorithms used in the present methodical instructions. This value is a result of direct measurements which are taken from archival materials of radiation survey. In the case when this parameter is got by calculations, the special calculational conditions and features should be stipulated.

All recalculations of gamma-dose exposure rate $P(t)$ and also total radioactive fallouts $\sigma(t)$ for the various time after explosion used in the methodical instructions are represented by Wey-Wigner formula:

$$P(t)=P_{t_*}\left(\frac{t}{t_*}\right)^{-n} \text{ or } \sigma(t)=\sigma_{t_*}\left(\frac{t}{t_*}\right)^{-n}$$

The real values of exponent's n should be applied in these calculations of external gamma-radiation dose. In the cases when these real values are not known, they can be used relying upon O.I. Leypunskiy's theoretical analysis of change functions for gamma-radiation mixture of ^{235}U and ^{239}Pu fission products at various time intervals. These specified data are given in Table 5.1.

Table 5.1 Theoretical values of n exponent at the various time intervals after ^{235}U and ^{239}Pu fission.

Time interval after fission	n	Maximum deviation from the decay curve of gamma activity, %
10 minutes < t < 10 hours	1.32	10
10 hours < t < 100 hours	1.31	10
10 minutes < t < 100 hours	1.33	10
100 hours < t < 1000 hours	0.89	10
20 seconds < t < 1000 hours	1.2	30

Parameter n in the current calculations is accepted equal 1.2 for time t more than 1000 hours. To simplify calculations and comparative estimations in the used formulas, the exposure value of gamma-radiation dose rate P_{t*} is derived at the time of 24 hours after explosion P_{24}. If the value of dose rate is known at the any determined moment the recalculation of this value at the time 24 hours after explosion is realized by the formula:

$$P_{24} = \frac{P_{t*} \cdot t_*^{\,n}}{24^n} \qquad (5.2)$$

In this case for the further calculations it is rational to renew spatial distribution of gamma-radiation rate (radioactive trace) at the moment of 24 hours after explosion.

In all cases when the recalculation from one time to another of total activity of high-dispersed fallout fraction is necessary, the exponent n is accepted equal to 1.2.

On the one hand, this value of exponent excludes probabilistic underestimation of internal doses and does not overestimate on the other hand, since all calculations are performed for the short time intervals.

5.2.2 *Derivative data for radioactive trace formation*

These data include:

• time *(t_0, h)* arrival of explosion cloud to the given point of district remote from the center of explosion on the distance *(X, km)* and determined as

$$t_0 = \frac{X}{\overline{V}} \qquad (5.3)$$

Where,

$\overline{V}$ - average wind velocity *(km/h)*;

• time *(t_c, h)* leaving of explosion cloud (time of conditional completion of radioactive trace formation and the beginning of radiation fallouts radioactive products) numerically equal:

$$t_c = t_0 + \Delta t_x \qquad (5.4)$$

Where,

Δt_x, *(h)* - duration of radioactive fallouts (period of radioactive trace formation) in the zone point of local fallouts on a distance *X (km)* from a place of explosion. This period can be estimated by theoretical considerations or by linear size of a radioactive trace.

If lateral dimensions of the radioactive trace at the considered distance are unknown, the following formula is applied:

$$\Delta t_x = 0.2 + [0.6 + 0.1 \cdot \lg(q)] \cdot \frac{X}{\overline{V}}; \ (h) \qquad (5.5)$$

Where, q – total explosion power *(kt)*.

If spatial reconstruction of a radioactive trace is fulfilled, the Δt_x can be determined with more realistic ratio:

$$\Delta t_x = K \frac{L_x}{\overline{V}} \qquad (5.6)$$

Factor $K = 2$ is applied within the limits of distances up to 150 km from the center of explosion and a steady fresh wind ($\overline{V} \geq 25$ km/h). Factor $K = 1.5$ is applied at the distances over 150 km and weak wind or calm conditions ($\overline{V} < 10$ km/h).

L_x - width of radioactive trace on distance X from a place of explosion, *(km)*.

Generally L_x is a dimension of radioactive trace in the lateral cross-section limited by isoline of gamma-radiation dose power corresponding to the minimal value of considered radiation doses.

According to official "Concept" /2.2/ the external margin of radioactive zone contamination, within the limits of which supervision of radiating conditions should be carried out, corresponds to effective dose of 1 _Sv per year. It is equivalent to a dose in thyroid gland of the child at the age of one consuming the local cow milk and equal to 20 _Gy of internal body irradiation by iodine - 131. To determine dose parameter L_x it is expedient to choose the minimal effective doze at the short-distance radioactive trace, and the minimal absorbed doze in a thyroid gland at the long-distance radioactive trace.

Table 5.2 Boundary values of gamma-doze rate isolines for parameter L_x at the radioactive traces given at

Short-distance radioactive trace ($X_a < 1$)			Long-distance radioactive trace ($X_a > 1$)		
Total irradiation, mSv	Isoline, mR/h		Internal irradiation of thyroid gland, mGy	Isoline, mR/h	
	3 hours after explosion	24 hours after explosion		3 hours after explosion	24 hours after explosion
0.5	5.3	0.43	10	2	0.2
1.0	10.6	0.85	20	4	0.4

Gamma-dose rate at the completion moment of radioactive trace formation (P_c) is also derivative initial data and it can be calculated by the formula:

$$P(t_c) = 24^n \cdot P_{24} \cdot t_c^{-n} \tag{5.7}$$

5.2.3 *Derivative initial data for the formed radioactive trace*

5.2.3.1. Surface radioactivity of fallouts

Total surface radioactivity of a soil ($\sigma_{soil\Sigma}(t)$, Bq/m^2) at the moment t after formation of radioactive trace of surface nuclear explosion is defined by the formula:

$$\sigma_{soil\Sigma}(t) = 3.7 \cdot 10^6 \cdot 24^n \cdot P_{24} \cdot t^{-n} \tag{5.8}$$

Total surface radioactivity of a spoil connected to biologically significant fraction of fallouts can be calculated by the following equation:

$$\sigma_{soil\Sigma}^{d\le 50}(t) = \sigma_{soil\Sigma}(t) \cdot \eta_{d\le 50} \tag{5.9}$$

Where, $\eta_{d\le 50}$ is a fraction of the total surface radioactivity of a soil caused by biologically significant fraction of radioactive fallouts. It is defined by the formula (5.11).

Surface radioactivity of i-th isotope contained in the biologically significant fraction of fallouts at the moment t ($\sigma_{soil-i}^{d\le 50}$, Bq/m^2) is expressed by the formula:

$$\sigma_{soil-i}^{d\le 50}(t) = \frac{3.7 \cdot 10^6 \cdot 24^n}{t^n} \cdot P_{24} \cdot \eta_{d\le 50} \cdot a_i(t) \tag{5.10}$$

Where, $a_i(t)$ is a fraction of i-th isotope radioactivity corresponding to its contents in non-separated mixture of fission products at the moment t. This fraction can be determined according to table 1 of appendix B.

5.2.3.2. Fraction of total surface radioactivity caused by biologically significant fraction of radioactive fallouts

Function of change of total fallouts radioactivity fraction caused by biologically significant particles ($\eta_{d\le 50}$) is obtained from the experimental data analysis of radioactive grass contamination due to surface explosions in the range of $H_{max} \cdot \overline{V}$ from 8 to 600. This function is expressed by the formula:

$$\eta_{d\le 50} = 1 - [1 - 0.6 \cdot (H_{max} \cdot \overline{V})^{-0.9}] \cdot \exp(-4 \cdot X_a^3) \tag{5.11}$$

Where, $X_a = X/X_{cr}$ is adjusted distance which serves as a non-dimensional criterion for particles (with size not exceeding 50 microns) distribution at the radioactive trace of fallouts. Generally X_a means the distance X normalized by critical distance X_{cr} at which aerosol particle with aerodynamic diameter 50 microns should drop off. This radioactive particle is transferred from the explosion zone with the average wind velocity ($\overline{V}$, *km/h*) and settling from the height of radioactive cloud uppermost edge (H_{max}, *km*) with the speed (W_{50}, *km/h*). Therefore the adjusted distance is equal to:

$$X_a = \frac{W_{50} \cdot X}{H_{max} \cdot \overline{V}} \tag{5.12}$$

Value W_{50} is equal 0.73 km/h for the real lifting of radioactive clouds at the surface nuclear explosions. In this case the density of particles is 2.5 g/cm^3 that is typical for silicate soil.

Radioactive particles are formed from constructional materials of explosive charge at the air nuclear explosions that defines their higher density in comparison with soil particles. Therefore the real density of particles should be taken into account at calculations for air nuclear explosions.

5.3. External irradiation

The human organism is exposed by influence of external gamma-radiation at the territories contaminated with radioactive nuclear explosion fallouts. Thus the human coverlet can be considered as a critical organ effected by external and contact beta-radiation. For this reason the total effective dose has to include not only external gamma-irradiation but also beta-gamma-irradiation of coverlet.

5.3.1 *Components of exposure dose caused by external gamma-radiation*

Total exposure gamma-radiation dose consists of dose from the cloud migration of radioactive explosion (formation of radioactive trace; $D_{\Delta t}^{c\Sigma}$) and dose from the radiation of explosion products settled on the ground ($D_{f(t>\Delta t_c)}$).

$D_{\Delta t}^{c\Sigma}$ includes gamma-radiation dose of radioactive products being in the air ($D_{air,\Delta t}$; *mR*) and gamma-radiation dose of settled fission products of the radioactive trace ($D_{f,\Delta t}$; *mR*). These doses are correlated with each other by the following formulas:

$$D_{t_0 \dots -\infty} = D_{\Delta t}^{c\Sigma} + D_{f(t_c \dots \infty)}$$
$$D_{\Delta t}^{c\Sigma} = D_{f,\Delta t} + D_{air,\Delta t}$$

The following equations are used for calculations of explosion cloud radiation doses ($D_{\Delta t}^{c\Sigma}$) and its components ($D_{f,\Delta t}$, $D_{air,\Delta t}$):

$$D_{\Delta t}^{c,\Sigma} = \frac{0.5 \cdot 24^n \cdot P_{24} \cdot \Delta t_x}{t_c^n} \cdot \left(1 + 1.5 \cdot q^{-0.04}\right) \quad (5.13)$$

$$D_{f,\Delta t} = \frac{0.5 \cdot 24^n \cdot P_{24} \cdot \Delta t_x}{t_c^n} \quad (5.13.1)$$

Difference of functions (5.13) and (5.13.1) gives calculation value for $D_{air,\Delta t}$:

$$D_{air,\Delta t} = \frac{0.75 \cdot 24^n \cdot P_{24} \cdot \Delta t_x}{t_c^n \cdot q^{0.04}} \quad (5.13.2)$$

Units of exposure doses for equations (5.13) are determined by units of gamma-radiation rate. In case *P* unit is mR/h the *D* unit is mR.

Gamma-radiation exposure dose ($D_{f,x}$; *mR*) from the moment t_c of radioactive trace formation till complete decay of radionuclides t_x is determined as follow:

$$D_{f,x} = \frac{24^n \cdot P_{24}}{(n-1) \cdot t_c^{n-1}} \quad (5.14)$$

Values of parameters included in formulas (5.13) and (5.14) are given in section 5.2.

5.3.2 *Effective dose of external gamma-radiation*

Since people usually stay part of the day at houses or protective constructions their external irradiation dose is less than the external dose of the open district. In general this difference depends on people vital activity and protective properties of houses.

The probable effective dose of external gamma-radiation (E_{ext}, *mSv*) for time duration up to t=∞ can be estimated by the formula (5.15) if the following conditions are known:

- duration stay of people at the open district t_{out} hours;
- protective properties of constructions characterized by reduction factor K_{cloud} of gamma-radiation;
- radiation of fallouts characterized by factor K_f.

$$E_{ext} = \frac{6.1 \cdot 10^{-3} \cdot 24^n \cdot W_R \cdot W_T \cdot P_{24}}{t_c^{n-1}} \cdot \left[\frac{K_{t_{c,p}}}{24 \cdot (n-1)} \cdot \left(t_{out} + \frac{24 - t_{out}}{K_{fall}} \right) + \frac{0.5 \cdot \Delta t_x}{K_{cloud} \cdot t_c} \cdot (1 + 1.5 \cdot q^{-0.04}) \right] \quad (5.15)$$

Where,

W_R and W_T – radiation and tissue weighted coefficients. These coefficients are equal to 1 for the gamma-radiation affected on whole human body.

$K_{t_{c,p}}$ - correction factor adjusted the value of exposure gamma-radiation dose changing and probable regimes of population protectability. This correction factor is given in Tables PG2.1-PG2.4 of appendix D for different parameters:

- domestic time of explosion t_{exp};
- exit time of people from protective constructions t_{out};
- completion time of radioactive trace formation t_c;
- characteristics of population protectability K_{fall}, t_{out}.

The value of $K_{t_{c,p}}$ can be extrapolated for cases when initial data do not agree with fixed table data. Otherwise calculations of exposure gamma-radiation dose from radioactive fallouts should be done in accordance with recommendations given in section 1 of appendix D

Coefficient $6.1 \cdot 10^{-3}$ mSv/mR gives numerical conversion from exposure gamma-radiation dose in air to effective external irradiation dose of human.

K_{cloud} and K_{fall} are reduction coefficients of gamma-radiation from the cloud and settled radioactive fallouts. These coefficients can be calculated theoretically with taking into account features of buildings. K_{cloud} and K_{fall} can be also found in different handbooks. In addition direct measurements of these coefficients were done for the several buildings and houses staying at radioactive traces of Semipalatinsk test site. Obtained results are given in Table PB3 of appendix B. It was found that values of K_{cloud} five times less than K_{fall}. Therefore acceptably to choose:

$K_{cloud}=0.2 \cdot K_{fall}$ if $K_{fall} > 5$

$K_{cloud}=1$, if $K_{fall} \leq 5$

To determine coefficient K_{cloud} it is necessary to know if the population was hided in protective buildings at the moment of radioactive cloud migration. Moreover it is important to take into account that most of nuclear tests were carried out in day time. So many people could stay outdoors. In that case $K_{cloud}=1$.

Features of people life conditions should be also take into account to properly choose K_{fall} coefficient and t_{out} parameter. t_{out} strongly depends on way of life, professional activity, season and climatic conditions of the considered zone.

Therefore special conditions of exposure dose formation should be determined and analyzed at the E_{exp} calculation.

5.3.3 *Evaluation of external and contact beta-gamma-irradiation of human coverlet*

5.3.3.1 *Initial conditions*

Evaluations of probable human skin radiation should be performed at the conditions at which this radiation contributes significantly to the total effective dose.

These conditions assume:

- carrying out of explosion at the day time;
- keeping the common way of life and working activity at the moment of radioactive fallouts;
- lack of special measures to protect population against radioactive fallouts and irradiation;
- irradiation of whole human coverlet by external beta-gamma-radiation. In addition irradiation of open skin (face and hands) by contact beta-radiation due to radioactive contamination

The following experimental statements are included into the calculation algorithm:

- biologically significant radioactive particles (d≤50 microns) are precipitated with fraction δ=0.23 on the face and hands skin;
- absorbed dose rate on the basal layer of human skin within the energy range of beta particles 0.5-5.0 MeV does not depend from the energy and accepted as K=1.76·10-3 mGy·cm^2/h·Bq (65 mGy·cm^2/h·μCi);
- external beta-radiation makes the total dose of external gamma-radiation twice higher on the basal layer of human skin;
- maximum duration of the radioactive contamination of face skin is one day after fission products precipitation;
- total dose in the human skin is calculated for the time period one year.

5.3.3.2 *Components of absorbed dose in the skin*

In general the dose absorbed by skin within one year is defined by the following items:

$$D_{S,\Sigma,Y} = D_{S,out,Y} + D_{S,in,Y} + D_{S,C,24} \tag{5.16}$$

Where,

$D_{S,\Sigma,Y}$ – total absorbed dose in the skin per one year (mGy);

$D_{S,out,Y}$ – absorbed dose in the skin per one year caused by external radiation and obtained due to staying outdoors (mGy);

$D_{S,in,Y}$ – absorbed dose in the skin per one year caused by external radiation and obtained due to staying inside of the houses or protective constructions (mGy);

$D_{S,C,24}$ – absorbed dose in the skin in 24 hours after the moment of radioactive fallouts;

Components of the total absorbed dose in the skin have the following expressions:

$$D_{S,out,Y} = 2 \cdot K_{a/e} \cdot \left[D_{\Delta t}^{c\Sigma} + \frac{24^{n-1} \cdot P_{24}}{n-1} \cdot t_{out} \cdot \left(\frac{1}{t_c^{n-1}} - \frac{1}{8760^{n-1}} \right) \right] \tag{5.17}$$

Where,

$K_{a/e}$=6.1·10-3 – conversion coefficient of passage from the external gamma-radiation dose measured in the air to the dose absorbed in the skin (mGy/mR).

$$D_{S,in,Y} = K_{a/e} \cdot \frac{24^n \cdot P_{24}}{(n-1) \cdot K_{fall}} \cdot \left(1 - \frac{t_{out}}{24} \right) \cdot \left(\frac{1}{t_{out}^{n-1}} - \frac{1}{8760^{n-1}} \right) \tag{5.18}$$

$$D_{S,C,24} = 33.9 \cdot P_{24} \cdot \left[\frac{1}{t_{out}^{0.2}} - \frac{1}{(t_{out}+24)^{0.2}} \right] \cdot \eta_{d \le 50} \tag{5.19}$$

Where,

$\eta_{d \le 50}$ – fraction of surface activity of radioactive trace determined by biologically significant particles and calculated by the formula (5.11)

The rest components of equations (5.17; 5.18; 5.19) are defined above.

5.3.3.3 *Contribution of skin irradiation to the effective dose*

By definition the contribution of skin irradiation to the annual effective dose is equal:

$$E_{S,Y} = D_{S,\Sigma,Y} \cdot W_R \cdot W_T \tag{5.20}$$

Where,

$D_{S,\Sigma,Y}$ – total absorbed dose in the skin per one year defined by equation (5.16);

W_R=1 – weighted coefficient for beta-gamma-radiation;

$W_T=0.01$ – weighted coefficient at the skin irradiation. In the case of the face skin irradiation only (4 % of total skin) $W_T=0.0004$.

5.4 Internal irradiation via inhalation intake

5.4.1 *Evaluation of radioactive products intake to the human organism via inhalation way*

It is proved theoretically and experimentally that radioactive products intake to the human organism via inhalation way strongly depends on period of local fallouts. Therefore it is necessary to consider specified time duration at the evaluation of internal doses obtained by inhalation way.

5.4.1.1 *Initial data*

To simplify evaluation process with no serious deviations of final results, the total intake of radioactive products during time period Δt to the human organism via inhalation is assumed as one-time intake.

$$t_1 = t_0 + 0.5 \cdot \Delta t_x \tag{5.21}$$

Thus decrease of radioactive products in the organism due to radioactive decay and excretion during time period from t_0 to t_e does not take into account.

5.4.1.2 *Average volume aerosol radioactivity of atmospheric bottom layer at the period of radioactive trace formation*

Average volume aerosol radioactivity ($\overline{C}_{a\Sigma\Delta t}$, Bq/m^3) of atmospheric bottom layer can be estimated by its energy production. For this purpose $\overline{C}_{a\Sigma\Delta t}$ equation is normalized by radiation dose of fission products which are contained in the air and determined by the formula (5.13.2).

$$\overline{C}_{a\Sigma\Delta t} = \frac{0.75 \cdot 24^n \cdot K_{Bq/\gamma} \cdot K_a \cdot P_{24}}{\overline{E}_\gamma \cdot \overline{n}_\gamma \cdot q^{0.04} \cdot t_e^n} \tag{5.22}$$

Where,

$K_{Bq/\gamma}=3.7\cdot 10^4$ conversion coefficient of passage from the gamma-radiation rate to the volume radioisotope activity contained in the air $\left(\frac{Bq \cdot h}{m^3 \cdot mR}\right)$;

K_a – radiation fraction of aerosol fission products at the atmospheric bottom layer. $K_a=1$ for the atmospheric nuclear explosions;

$\overline{E}_\gamma$ - average energy of the gamma-radiation (MeV);

$\overline{n}_\gamma$ - average photon yield at the gamma-radiation (photon/Bq/s)

If real values of $\overline{E}_\gamma$ and $\overline{n}_\gamma$ are not known, they are assumed equal to 1.

Values of the rest parameters are defined above.

5.4.1.3 *Average volume biological significant aerosol radioactivity of atmospheric bottom layer at the period of radioactive trace formation*

Average concentration ($\overline{C}_{a,\Delta t,d\le 50}$) of biological significant radioactive aerosols is equal to:

$$\overline{C}_{a,\Delta t,d\le 50} = \overline{C}_{a\Sigma\Delta t} \cdot \eta^*_{d\le 50} \tag{5.23}$$

Where,

$\overline{C}_{a\Sigma\Delta t}$ is determined by the formula (5.22);

$\eta^*_{d\le 50}$ - fraction of total activity contained aerosol particles with diameter d≤50 microns (biologically significant fraction of particles).

Average volume radioactivity of i-th isotope in the air of the biologically significant aerosol fraction is equal to:

$$\overline{C}_{a-i,\Delta t,d\le 50} = \overline{C}_{a,\Delta t,d\le 50} \cdot a_i(t_1) \tag{5.24}$$

Where,

$a_i(t_1)$ – contribution of i-th radionuclide to the activity of biologically significant fraction of particles, which corresponds to non-separated mixture of fission products at the moment $t_1=t_0+0.5\cdot\Delta t_x$. Values of $a_i(t_1)$ for the different isotopes are given in Table PB (Appendix B).

Δt_x – time duration of radioactive trace formation. It can be defined by formulas (5.5) and (5.6).

5.4.1.4 *Inhalation intake*

Total amount of radionuclides penetrated to the human organism via inhalation way can be calculated by the following equation ($g_{\Sigma,\Delta t}$, Bq):

$$g_{\Sigma,\Delta t} = 6 \cdot 10^{-2} \cdot \overline{C}_{a\Sigma\Delta t} \cdot v \cdot \Delta t_x \cdot \Omega_{air} \cdot \eta_u \qquad (5.25)$$

Where,

$\overline{C}_{a\Sigma\Delta t}$ – average volume aerosol radioactivity of atmospheric bottom layer at the moment radioactive trace formation (see formula 5.22);

v – lungs ventilation volume (l/min). This value depends on physical activity, age, and sex of human. Recommended values of parameter v are given in Table PB4 (Appendix B);

Δt_x – duration of radioactive trace formation (hours). Depending on existing information it can be determined by the formula (5.5) or (5.6);

Ω_{air} – fraction of radioactive aerosol staying in respiratory apparatus;

η_u – radioactivity fraction which can penetrate to the respiratory apparatus.

It is known, that the parameter Ω_{air} depends on various conditions. To them concern: dimensions, shape, density, chemical properties of particles, solubility, hygroscopicity, breath rate, etc. Among listed items the influence of particles size is most investigated theoretically and experimentally. According to research results performed at the Semipalatinsk test site, the total value of Ω_{air} does not exceed 0.7 for the particles with aerodynamic diameter d≤50 microns. Taking into consideration above-listed information, the fraction of biologically significant radioactive aerosols staying in respiratory apparatus due to radioactive fallouts during time Δt_x is accepted as:

$$\Omega_{air} \cdot \eta_u \cong 0.7 \cdot \eta_{d \le 50}$$

Soluble part of i-th radionuclide obtained by another human organ from respiratory apparatus is expressed as follows:

$$g_{i,\Delta t} = g_{\Sigma,\Delta t} \cdot \beta_i \cdot a_i(t_1) \qquad (5.26)$$

β_i – soluble coefficient of i-th radionuclide depending on X_a (see Table 5.5);

Actually isotopes ^{131}I and ^{133}I are totally accumulated in 5 hours after decay of predecessors. This period is essentially less than their excretion from the organism. Therefore if t_1<5 *hours* the value $a_{131,133}$ at the moment t_1=5 *hours* is accepted.

5.4.2 *Internal irradiation of respiratory apparatus at the inhalation intake of radioactive products*

Physiological properties of human respiratory apparatus protect the penetration of solid aerosols to the lungs with inhaled air. Most of them are lingered in nasopharynx, trachea, and bronchi. Particles with size 30-40 microns are stopped by nasopharynx. Eighty percent of aerosols settled in nasopharynx penetrate to gastrointestinal tract and then excrete with half-depuration time (*T*) 0.4 day. Twenty percent of aerosols penetrate to the blood and then excrete with half-depuration time 0.01 day.

Soluble and biologically dangerous iodine, cesium, and strontium radioisotopes immediately (*T<14 minutes*) enter to the blood from nasopharynx and gastrointestinal tract with equal parts.

Soluble particles of radioisotopes settled in trachea and bronchi relatively fast (*T<4.8 hours*) enter to the blood and gastrointestinal tract with equal parts.

Relatively short staying of radioactive aerosols in nasopharynx, trachea, and bronchi makes consideration of these organs inessential from viewpoint of critical organs at the internal irradiation.

There are opposite conditions for lungs irradiation. Half-depuration times of radioactive products (category P and M) are from 50 to 500 days respectively. In spite of small amount of radioactive products can penetrate to the lungs, the estimation of internal lungs irradiation is meaningful.

Radioactivity decrease of fission products staying long time in lungs is mainly determined by isotopes decay. Estimations show that radioactive products staying in lungs are decayed on 80 percent in 100 days after nuclear explosion.

For these conditions absorbed dose in lungs can be estimated by the formula (D_L, *mGy*):

$$D_L = \frac{5.75 \cdot 10^{-4} \cdot g_{\Sigma L} \cdot \overline{E}_{eff} \cdot t_1}{0.2 \cdot m} \qquad (5.27)$$

Where,

$5.75 \cdot 10^{-4} \frac{mGy \cdot g \cdot s}{MeV \cdot h}$ - coefficient considering units of formula's components;

$g_{\Sigma L}$ - radioactivity entering to the lungs and keeping there long time (*Bq*);

$\overline{E}_{eff}$ - average effective energy of beta-radiation (*MeV/Bq/s*);

$t_1 = t_0 + 0.5 \cdot \Delta t_x$ – adopted time of radioactivity intake to the respiratory apparatus (hours);

m – lungs mass (g). Dependence of lungs mass from the age and human sex is given in Table PB9 (Appendix B);

0.2 – unit free coefficient of integration of function $t^{-1.2}$.

Contribution to the total effective dose of internal lungs irradiation is equal to:

$$E_L = D_L \cdot W_R \cdot W_T \tag{5.28}$$

Where,

D_L – absorbed dose in lungs determined by expression (5.27), (*mGy*);

W_R – radiation weighted coefficient. For gamma and beta radiations $W_R=1$;

W_T – tissue weighted coefficient. For lungs $W_T=0.12$.

The main difficulty is to define parameter $g_{\Sigma L}$. Currently there is no experimentally reliable method to precisely estimate quantity of nuclear explosion products entering to the human organism via inhalation way and staying in lungs. Direct measurements of people, who stayed on the moment of radioactive cloud migration at the open districts without protection of respiratory apparatus, do not show significant radioactive irradiation of lungs in comparison with high external irradiation. Therefore in order to get correct estimation it is acceptable value of $g_{\Sigma L} = 0.1 \cdot g_{\Sigma \Delta t}$, where $g_{\Sigma \Delta t}$ is calculated by equation (5.25).

Another difficulty is to choose average effective energy of beta-radiation ($\overline{E}_{eff}$). Follow to common considerations of changing radionuclides content with time, the value $\overline{E}_{eff}=0.7$ *MeV/Bq/s* can be accepted.

5.4.3 *Internal irradiation of gastrointestinal tract via inhalation intake of radioactive products*

Most part of solid insoluble or slightly soluble radiation products is removed through the gastrointestinal tract independently of way of their intake to the human organism (via inhalation way or with food). Insoluble or slightly soluble materials consecutively pass through the stomach, thin bowels, upper and bottom parts of thick bowels and after that they are removed from the organism.

Average time of products stay at the different parts of gastrointestinal tract is experimentally estimated. This duration is 1 hour for the stomach, 4 hours for thin bowels, 13 hours for upper part of thick bowels, and 24 hours for bottom part of bowels. It is known that soluble products do not reach the upper part of bowels due to their fast absorption by thin bowels to the blood.

Different analyses show that nuclear products radiation of gastrointestinal tract is realized during the passing through its parts. Most critical is bottom part of bowels. It caused by maximum time of radioactive products staying and accumulation in this part of gastrointestinal tract.

Evaluation of absorbed doses in different parts of gastrointestinal tract is performed by using stepped calculational model. This stepped model assumes the following limitations:

- parts of gastrointestinal tract are mainly irradiated by mixture of insoluble or slightly soluble radioactive products;
- duration of radioactive products staying at the gastrointestinal tract is determined by time of enter (t_{in}) and time of excretion (t_{out});
- biological remove of insoluble or slightly soluble radioactive products staying at the gastrointestinal tract is negligible. Decrease of radioactive products activity is due to their decay;
- irradiation of stomach and thick bowels occurs in 2π geometry because of small surface tortuosity. Irradiation of thin bowels occurs in 4π geometry.

Therefore, absorbed dose in gastrointestinal tract ($D_{0,GT}$, *mGy*) can be expressed by the formula:

$$D_{0,GT} = \frac{5.75 \cdot 10^{-4} \cdot K_\Theta \cdot g^*_{\Sigma_{in}} \cdot \overline{E}_{eff} \cdot t_{in}^{1.2}}{0.2 \cdot M_{0,GT}} \cdot \left(\frac{1}{t_{in}^{0.2}} - \frac{1}{t_{out}^{0.2}} \right) \tag{5.29}$$

Where,

K_Θ - coefficient considering irradiated geometry of gastrointestinal tract. K_Θ=0.5 for the stomach, upper and bottom parts of thick bowels, K_Θ=1.0 for thin bowels;

$g^*_{\Sigma_{in}}$ - total radioactivity entered to the gastrointestinal tract (*Bq*);

$M_{0,GT}$ - mass of part of gastrointestinal tract contents (*g*);

$t_{in}=t_1+\tau_{in}$ – time of radioactivity intake to the part of gastrointestinal tract (*h*);

$t_1=t_0+0.5\cdot\Delta t$ – conditional time of radioactive intake to the human organism (*h*);

τ_{in} – time period from the inhalation of radioactivity to its intake to the gastrointestinal tract (*h*);

$t_{out}=t_{in}+\tau_{irr}$ – time of the radioactivity removing from the gastrointestinal tract (h);

τ_{irr} – duration of radioactive products staying at the gastrointestinal tract (h);

$\overline{E}_{eff}$ - average effective beta-radiation energy of insoluble radioactive mixture of the nuclear explosion products at the given part of the gastrointestinal tract (*MeV/Bq/s*)

Parameters $\overline{E}_{eff}$, $M_{0,GT}$, τ_{in}, and τ_{irr} are given in Table 5.3.

Table 5.3 Dosimetry characteristics of parts of gastrointestinal tract

Part	$\overline{E}_{eff}$, *MeV/Bq/s*	$M_{0,GT}$, *g*	τ_{in}, *Hours*	τ_{irr}, *hours*
Stomach	0.78	250	0.25	1
Thin bowels	1.12	400	1.25	4
Upper thick bowels	0.65	220	5.25	13
Bottom thick bowels	0.65	135	18.25	24

Parameter $g^{*}_{\Sigma_{in}}$ in formula (5.29) depends on part of gastrointestinal tract. For upper and bottom bowels it is defined as follows:

$$g^{*}_{\Sigma_{in}} = g_{\Sigma\Delta t} \cdot \left(\frac{t_1}{t'_{in}}\right)^{1.2} \cdot \left(1 - \Sigma a_{i,fin} \cdot \beta_i\right) \qquad (5.30)$$

Where,

$g^{*}_{\Sigma_{in}}$ - total activity of insoluble and slightly soluble radioactive products in upper and bottom thick bowels (*Bq*);

t'_{in} - time corresponds to a half period of staying of radioactive products at the gastrointestinal tract (*hours*);

$t'_{in} = t_{in} + 0.5 \cdot \tau_{irr}$;

$g_{\Sigma\Delta t}$ - total radioactivity of nuclear explosion products entered to the human organism through inhalation way (*Bq*). It is calculated by formula (5.25),

$\Sigma a_{i,fin} \cdot \beta_i$ - total soluble part of radioactivity. It can be derived from Tables 5.6 and PB1 (Appendix B) at the moment t'_{in}.

Generally the total soluble part of radioactivity is a sum of product activities corresponding to group B. Among fission products iodine, cesium, and strontium relate to this category.

However, iodine-131, -133, and -135 bring essential contribution to the total radioactivity from atmospheric nuclear explosions. Thus $\Sigma a_{i,fin} \cdot \beta_i$ is calculated for these radioisotopes.

Since soluble and insoluble radioactive products are present at the stomach and thin bowels, the parameter $g^{*}_{\Sigma_{in}}$ for dose evaluations is defined as:

$$g^{*}_{\Sigma_{in}} = g_{\Sigma\Delta t} \cdot \left(\frac{t_1}{t'_{in}}\right)^{1.2} \qquad (5.30.1)$$

Contribution to the total effective dose of gastrointestinal tract irradiation is expressed as:

$$E_{0,GT} = D_{0,GT} \cdot W_R \cdot W_T \qquad (5.31)$$

W_T=*0.12* for critical parts of gastrointestinal tract.

5.4.4 *Internal irradiation of thyroid gland at the inhalation intake of iodine isotopes*

According to international recommendations the absorbed dose in the organ is calculated by the equation:

$$D_{iT\tau} = \frac{g_{iT\tau} \cdot d_i}{W_R \cdot W_T} \qquad (5.32)$$

Where,

$g_{iT\tau}$ - total intake of radioactive nuclide to the organism for the time τ (*Bq*);

d_i – dose coefficient given in Table PB 10 (Appendix B);

W_R – weighted coefficient for radiation. For gamma and beta radiation W_R=*1*;

W_T – weighted coefficient for organ or tissue determined by Table PB 11 (Appendix B).

Contribution to effective dose is defined as:

$$E_{inT\tau} = g_{iT\tau} \cdot d_i \qquad (5.33)$$

Absorbed dose in thyroid gland due to beta-radiation of iodine isotopes entered to the organism via inhalation way at the moment of radiation trace formation is evaluated by the formula (5.32). It is also necessary to use $g_{iT\tau}$ at the inhalation way of intake (5.26). Parameter d_i is chosen from Table PB 10 (Appendix B) depending on human age.

Evaluation of contribution of different iodine radioisotopes to the total internal dose of thyroid gland showed that this dose is determined by 4 iodine isotopes: ^{131}I, ^{132}I, ^{133}I, ^{135}I. Iodine-132 is formed from tellurium-132.

$$D^{TG}_{\Delta t} = \frac{g_{131\Delta t} \cdot d_{131} + g_{Te132} \cdot d_{Te132} + g_{133\Delta t} \cdot d_{133} + g_{135\Delta t} \cdot d_{135}}{W_T} \qquad (5.34)$$

W_T=*0.05* for thyroid gland.

Contribution to effective dose of internal irradiation of the thyroid gland by iodine radioisotopes can be estimated as follows:

$$E^{TG}_{\Delta t} = g_{131\Delta t} \cdot d_{131} + g_{Te132} \cdot d_{Te132} + g_{133\Delta t} \cdot d_{133} + g_{135\Delta t} \cdot d_{135} \qquad (5.35)$$

5.5 Surface radioactive contamination of grassy plants, deciduous forage and vegetables cultures, cereals and groats products

5.5.1 Radioactive contamination of grassy vegetation

Total surface radioactive contamination of grassy vegetation at the zones of local fallouts is defined by equation:

$$Q_{gr\Sigma}(t) = K_{gr\Sigma} \cdot P_{24} \cdot \frac{24^n}{t^n} \cdot \eta_{d\leq 50} \qquad (5.36)$$

Coefficient $K_{gr\Sigma}$ *(Bq/kg)/(mR/h)* depends on type and density of grassy vegetation. Experimental values for $K_{gr\Sigma}$ are:

- $K_{gr\Sigma} = 2.2 \cdot 10^6$ for steppe grasses;
- $K_{gr\Sigma} = 1.2 \cdot 10^6$ for sowed grasses, clover, vegetables at the ripening stage;
- $K_{gr\Sigma} = 4.5 \cdot 10^6$ for hay contaminated before cutting, dry grasses, rye and wheat;
- Contamination of vegetation due to different radionuclides can be estimated by equation:

$$Q_{gr}(t) = Q_{gr\Sigma}(t) \cdot a_i(t) \qquad (5.37)$$

In a number of cases radioactivity contamination of steppe grasses is convenient to express by contamination of different radioisotopes in 24 hours after explosion ($Q_{gri,24}$) and by total surface soil contamination ($\sigma_{soil,\Sigma,24}$).

$$Q_{gri,24} = 0.6 \cdot \sigma_{soil,\Sigma,24} \cdot \eta_{d\leq 50} \cdot a_{i,24} \qquad (5.37.1)$$

5.5.2 *Radioactive contamination of grain products*

If grain or cereals cultures are contaminated by radioactive fallouts before gathering, the total contamination after harvesting by agricultural machineries equal to:

$$Q_{grain\Sigma} \cong 0.22 \cdot Q_{gr\Sigma} \qquad (5.38)$$

Total contamination of grain by different radionuclides is expressed by the formula:

$$Q_{grain,i} = 10^6 \cdot P_{24} \cdot \frac{24^n}{t^n} \cdot \eta_{d\leq 50} \cdot a_i(t) \qquad (5.39)$$

Equation (5.39) is applicable for dose estimation in wheat, rye, barley, rice and similar grain cultures.

Specific radioactivity of grain decreases during processing one into the flour. The higher quality of flour the higher degree of decontamination. Generally flour contamination ($Q_{flour,i}(t)$; *Bq/kg*) by i-th radionuclide is equal to:

$$Q_{flour,i}(t) = K_{dec} \cdot Q_{grain,i}(t) \qquad (5.39.1)$$

Where,

K_{dec} – decontamination coefficient of flour from radioactive products. Depending on grain treatment technology, the K_{dec} is changed from *1* to *0.1*. For the simple treatment $K_{dec}=1$. For the high quality of flour: $K_{dec}=0.1$.

5.6 Radioactive contamination of cattle-breeding products

Contaminated milk and meat are main sources of biologically active radionuclides delivering to the human organism. There are biochemical combined forms of radionuclides in the milk and meat. It facilitates the steady radioactive contamination of these products.

Actually there are three types of cattle care: graze, stabling, and mixed. Each of these regimes forms originally the radioactive contamination of milk and meat. As a result evaluation of milk contamination is considered separately for each type of cattle care.

If cattle is kept at the pasture and then moved to the yard or inversely, evaluation of milk contamination is performed with special methodology applied to each regime of cattle feeding. It was experimentally found that radioactive contamination of milk is a quantity criterion of meat contamination.

5.6.1 *Radioactive contamination of milk at the pasture feeding of cows*

For the given way of cow feeding the volume activity of milk at the moment $t \geq t_{Aimax}$ is calculated by the formula:

$$A_i(t) = A_{imax} \cdot \exp\left[(\lambda_i + \lambda_n) \cdot (t_{A_{max}} - t)\right] \qquad (5.40)$$

Where,

A_{imax} - maximum volume activity of milk due to i-th radionuclide at the moment $t_{A_{max}}$ (*Bq/l*);

λ_i - decay constant of i-th radionuclide;

λ_n - biological decontamination constant of pasture feed. It is determined by new grass growth and eating it by cows;

$t_{A_{max}}$ - time after explosion with maximum accumulated radionuclides in the milk;

λ_n depends on the grass type and its vegetative conditions. Experimental data of λ_n for the steppe grasses are given in Table 5.4.

Table 5.4 λ_n for some vegetative period of steppe grasses

Vegetative period	λ_n	
	$hour^{-1}$	day^{-1}
Spring	$3.6 \cdot 10^{-3}$	$8.7 \cdot 10^{-2}$
Early summer	$2.2 \cdot 10^{-3}$	$5.3 \cdot 10^{-2}$
Summer	$1.2 \cdot 10^{-3}$	$2.8 \cdot 10^{-2}$
Rainy season	$2.4 \cdot 10^{-3}$	$5.8 \cdot 10^{-2}$

Units of λ_i or λ_n (h^{-1} or d^{-1}) are chosen according to time units of $t_{A_{max}}$ and t.

$t_{A_{max}} = t_c + \tau_{A_{max}}$. Here, $\tau_{A_{max}}$ - time period from completion of radioactive trace formation at the pasture to maximum radionuclide accumulation in the milk. Some data of this value obtained from milk analysis of cows kept at the radioactive pasture are given in Table 5.5.

Table 5.5 Experimental data of $\tau_{A_{max}}$

Radionuclide	$\tau_{A_{max}}$, hours
Iodine-131	81
Iodine-132	44
Iodine-133	34
Stronthium-89	90

Kinetic processes of activity accumulation in the milk facilitate to conclude that for radionuclides with half-life longer than in Table 5.5 $\tau_{A_{max}}$ is accepted as for stronthium-89. Value of t_c is defined according to formula (5.4).

Maximum contents of i-th radionuclide is calculated by the formula:

$$A_{i,max} = K_{gi} \frac{Q_{gri,24} \cdot \zeta \cdot \beta_i}{G} \cdot \exp[(\lambda_i + \lambda_n) \cdot (24 - t_{Ai\,max})] \qquad (5.41)$$

$A_{i,max}$ - fraction of i-th soluble radionuclide removing with milk from the cow. Values of $A_{i,max}$ are given in Table PB2 (Appendix B);

$Q_{gri,24}$ - specific activity of pasture grasses due to contamination by i-th radionuclide in 24 hours after explosion and defined by equation (5.37.1);

ζ - daily grass consumption by cow. If this value is unknown the average 50 kg of grass per day is assumed;

G – daily yield of milk per cow. G=8-10 l at the Semipalatinsk region;

β_i - solubility coefficient of i-th radionuclide.

β_i is changed with distance from the nuclear explosion and increases with radioactive particles decrease. Recommended values of β_i for biological active radionuclides obtained experimentally are given in Table 5.6.

Table 5.6 Coefficient of active radionuclides transfer from biologically significant fractions of fallouts to the liquid substances depending on distance

X_n	0.1	0.3	0.5	0.7	1.0	1.5	2	3	>3
β_i	0.18	0.25	0.3	0.35	0.4	0.5	0.6	0.7	0.85

It is acceptable to use average value of volume activity for dose evaluation of radioactive milk contamination (time period from t_c to t_{Aimax}).

$$\overline{A}_{tc...tAi\,max} = 0.5 \cdot A_{i,max} \qquad (5.42)$$

5.6.2 *Radioactive milk contamination at the barnyard feeding of cows*

For barnyard feeding of cows the volume activity of milk is defined by the same formulas as for pasture feeding with additional qualifying information. In particular: the parameter λ_n is omitted, contamination of hay is taking into account ($K_{gr\Sigma}$=4.5·10^6 (Bq/kg)/(mR/h)), moment t_f describes the beginning of contaminated hay feeding by cows.

Thus the maximum milk contamination by i-th isotope (A_{imax}, Bq/l) at the barnyard feeding of cows is defined as follows:

$$A_{i\,max} = K_{gi} \cdot \frac{Q_{ci,fc} \cdot \zeta \cdot \beta_i}{G} \cdot \exp \lambda_i \cdot [(t_c - t_f - \tau_{Ai\,max})] \qquad (5.43)$$

Where,

$\tau_{Ai\,max}$ - time period from beginning (t_f, h) of cows feeding by contaminated hay to maximum accumulation of i-th radionuclide in the milk (t_{Aimax}, h);

$Q_{ei,tc}$ - specific hay activity contaminated by i-th radionuclide at the moment t_c.

$$Q_{ei,tc} = 4.5 \cdot 10^6 \cdot P_{2A} \cdot \frac{24^n}{t_c^n} \cdot \eta_{d \le 50} \cdot a_{i,tc} \qquad (5.44)$$

Where, parameter $a_{i,tc}$ is given in Table PB1 (Appendix B) for the moment t_c. Definition of other parameters in formulas (5.43) and (5.44) are explained above.

For time $t \ge t_{Aimax} = t_f + \tau_{Aimax}$ the volume milk activity is calculated by equation:

$$A_i(t) = A_{imax} \cdot \exp(-\lambda_i \cdot t) \qquad (5.45)$$

Accumulation of radioactivity in the milk for time period $t < t_{Aimax}$ can be estimated like for pasture feeding (by equation 5.42).

5.6.3 *Radioactive contamination of meat*

According to experimental data and international publications [50,51], radioactivity of meat (*Bq/kg*) is proportional to volume activity of milk (*Bq/l*). Therefore specific radioactivity of beef at the moment $t \ge t_{sl}$ can be calculated by using formula:

$$M_i(t) \cong K_{imeat/milk} \cdot A_{i,sl} \cdot \exp[\lambda_i \cdot (t_{sl} - t)] \qquad (5.46)$$

Where,

$K_{imeat/milk}$ - coefficient of proportionality given in Table 5.7 (*l/kg*);

t_{sl} – slaughter of cow;

$A_{i,sl}$ - volume radioactivity of milk at the moment of cow slaughter.

Table 5.7 Coefficient of proportionality between radioactivity of beef and volume radioactivity of cow milk

Nuclide, i	$K_{imeat/milk}$, *l/kg*
Iodine-131	0.33
Strontium-90	0.15
Cesium-137	3.3

5.7 Internal irradiation at the peroral intake

Numerous national and international investigations of internal human irradiation prove that main dose is formed by radioactivity due to peroral intake of contaminated food. Contribution of peroral penetration of radioactive products is about 90 % of total dose. For children this value increases up to 95 %.

Most part of radionuclides formed during nuclear explosion is not biologically active. When such kinds of radionuclides enter to the organism they do not stay there for a long time and relatively fast excrete by organism. In that case radiation affects shortly on gastrointestinal and urinary tracts.

Another radioactively small part of nuclides is accumulated selectively in critical organs and irradiates their long time. From viewpoint of absorbed doses in critical organs, biologically dangerous radionuclides are iodine, cesium, and strontium. Milk is a main provider of these radionuclides to the human organism. However, actual content of radionuclides at the radioactive traces and their biologically access show that iodine isotopes play significant role for contribution of absorbed dose.

It is typical that only milk and meat include biologically significant radionuclides from nuclear explosion. Rest food is surface contaminated by mixture of radionuclides.

Evaluation of total radioactivity of nuclear explosion products obtained by organism via peroral way is always difficult. It is necessary to take into account that food storage in enclosed spaces, foodstuffs washing and treatment before cooking make clean of most surface contaminated products.

Mixture of radioactive products has a high probability to enter to the human organism via peroral intake with bread, grain, vegetables contaminated by radionuclides.

5.7.1 *Evaluation of internal intake of radionuclides obtained with contaminated milk from the cow pasturing at the radioactive trace*

Intake of contaminated milk from cows pasturing at the radioactive trace contribute the most part to the absorbed dose of human organism. It is explained by the following circumstances:

- since cows eat grass from large territories of radioactive trace at the pasture feeding, milk is highly contaminated by radioactive products;
- pasture feeding of cows is a distinctive feature of big dairy. Thus most part of regional population is provided by this contaminated milk.

There are two time periods at the estimation of internal radionuclides intake with milk. First period is characterized by radioactivity accumulation in milk. It is started from the moment of pasture contamination (t_c) and finished with maximum content of radionuclide in milk $\tau_{Ai\max}$.

Second period is started from $t>\tau_{Ai\max}$ and characterized by exponential decrease of radionuclides content due to their decay.

Since the first period is very short, the evaluation of maximum intake of i-th radionuclide can be performed by using average volume radioactivity of milk $\overline{A}_{tc...tAi\max} = 0.5 \cdot A_{i,\max}$.

If the intake of contaminated milk starts from the moment t_c and finish at the moment t_{Aimax}, the radionuclide enter to the organism is calculated as:

$$g^{i,milk}_{tc...tAi\max} = 0.5 \cdot A_{i,\max} \cdot \tau_{Ai\max} \cdot v_{milk} \qquad (5.47)$$

Where,

$A_{i,\max}$ - maximum specific radioactivity of milk caused by i-th radionuclide (see formula 5.41), (*Bq/l*);

$\tau_{Ai\max}$ - time period from the completion of radioactive trace formation at the pasture to maximum radionuclide accumulation in milk. It is chosen by means Table 5.5 and according to recommendations of section 5.6.1 (*d*);

v_{milk} - daily volume of consumed milk (*l/d*).

To estimate $g_{i,milk,II}$ for the second period (from $t_n \geq t_{Aimax}$ to $t\text{-}t_n = \tau_{nAimax}$), the function of radioactive change is used.

$$b_i(t) = b_{i,tn} \cdot \exp[-(\lambda_i + \lambda_n) \cdot t] \qquad (5.48)$$

Where,

$b_{i,tn} = A_{i,tn} \cdot v_{milk}$ - first intake (*Bq/d*);

$A_{i,tn}$ - volume activity of i-th radionuclide in milk at the first intake (*Bq/l*). It is calculated by formula (5.40) at the moment ($t_n \geq t_{Aimax}$).

After integration of function (5.48) from beginning of intake ($t_n=0$) to $t\text{-}t_n=\tau_n$ the following formula for calculation of $g^{i,milk}_{tc...tAi\max}$ is obtained:

$$g^{i,milk}_{tc...tAi\max} = A_{i,tn} \cdot v_{milk} \cdot \frac{1-\exp[-(\lambda_i + \lambda_n) \cdot \tau_n]}{\lambda_i + \lambda_n} \qquad (5.49)$$

Where,

τ_n - intake duration of contaminated milk (*d*);

λ_i - decay constant of i-th radionuclide (*1/d*);

λ_n - biological decontamination constant of pasture feed. It is determined by recommendation of section 5.6.1 and from Table 5.4 (*1/d*);

If milk consumption is continued up to the total decay of radioisotopes ($\tau_n=\infty$), the formula (5.49) is changed:

$$g^{i,milk}_{tc...tAi\max} = \frac{A_{i,tn} \cdot v_{milk}}{\lambda_i + \lambda_n} \qquad (5.50)$$

If there is no limitation of domestic milk consumption, the total radioactivity of i-th isotope can be estimated as:

$$g^{i,milk}_{tc...t)tAi\max} = g^{i,milk}_{tc...tAi\max} + g^{i,milk}_{tAi\max...t} \qquad (5.51)$$

at the milk consumption from t_c to $t > t_{Aimax}$;

$$g^{i,milk}_{tc...t=\infty} = g^{i,milk}_{tc...tAi\max} + g^{i,milk}_{tAi\max...t=\infty} \qquad (5.51.1)$$

if there is no time limitation $t=\infty$.

5.7.2 *Evaluation of internal intake of radionuclides obtained with contaminated milk from the cow at the stall and mixed feeding*

Cows can eat the hay contaminated by radionuclides at the stall feeding. Radionuclides content of hay is determined by the time period from grass contamination t_c to hay feeding by cow t_f.

Radioactivity of milk is characterized by two periods for radionuclides which are not decayed by the moment of hay feeding. Distinctive feature of milk radioactivity change of the second period is slow decrease due to radioisotope decay in the hay.

Evaluation of radionuclides intake to the human organism due to contaminated milk consumption from the cow of stall feeding can be performed with the similar methodology as in the case for cow of pasture feeding.

In particular definition of internal intake of radionuclides at the period of activity milk accumulation is performed by using equation (5.47). Maximum nuclide radioactivity in milk is calculated according to formula (5.43).

Probable intake at the second period of milk radioactivity change is calculated by formula (5.49) or (5.50). Parameter λ_i is omitted. Parameter $A_{i,tn}$ is calculated by equation (5.45).

Estimation of total intake of i-th radionuclide is performed by using formulas (5.51) and (5.51.1).

There are situations with combined feeding of dairy cattle: pasture and stall. For instance, if the nuclear test is carried out in summer or autumn, feeding of dairy cattle is pasture and then stall.

Working scheme of the quantity evaluation of radionuclides internal intake due to contaminated milk consumption from the cow with mixed feeding can be developed based on the mentioned above equations, data and recommendations.

5.7.3 *Evaluation of radionuclides internal intake at the contaminated meat consumption*

Meat of herbivorous animals accumulates biologically active radionuclides and can contribute to the internal irradiation of human.

Since contaminated meat can store long time before feeding by human, the short-lived radionuclides (essentially iodine) can decay completely. Therefore the time of slaughtering t_{sl} and time of meat consumption t_f are taken into account at the dose evaluation.

Similar to equation (5.49) the total intake of i-th radionuclide to the human organism is estimated as:

$$g_{t0...t}^{i,meat} = b_{i,tn} \cdot \frac{1-\exp(\lambda_i \cdot \tau_n)}{\lambda_i} \qquad (5.52)$$

Where,

$b_{i,tn} = M_{i,tn} \cdot G_M$ - radioactivity of i-th nuclide at the first consumption of contaminated meat (*Bq/d*);

$M_{i,tn}$ – specific radioactivity of meat contaminated by i-th nuclide at the first consumption. (*Bq/kg*);

G_M – mass of meat per day consumption (*kg*);

Total activity of i-th radionuclide intake of contaminated meat consumption can be calculated after substitution of $M_{i,tn}$ into the formula (5.52) and according to the equation (5.46).

$$g_{tn...t}^{i,meat} = \frac{K_{i,meat/milk} \cdot A_{i,sl} \cdot G_M \cdot \exp[\lambda_i \cdot (t_{sl} - t_n)]}{\lambda_i} \cdot [1-\exp(-\lambda_i \cdot \tau_n)] \qquad (5.53)$$

Where,

$K_{i,meat/milk}$ – coefficient of proportionality between specific meat radioactivity and volume activity of milk (Table 5.7);

$A_{i,sl}$ - specific radioactivity of milk due to contamination by i-th radionuclide at the moment slaughtering t_{sl}. This radioactivity is define by the formula (5.45) for $t=t_{sl}$;

t_{sl} – moment of slaughtering (*d*);

t_n – moment of beginning of contaminated meat consumption (*d*);

τ_n - duration of contaminated meat consumption (*d*);

λ_i - decay constant of i-th radionuclide (*1/d*).

5.7.4 *Internal irradiation of thyroid gland by radioisotopes penetrating to the human organism with contaminated milk and meat*

Evaluation of absorbed dose in thyroid gland due to contaminated milk consumption can be performed by formula (5.34).

Taking into account that only iodine-131 and -133 can enter to the organism with milk, the absorbed dose (*mGy*) in thyroid gland is calculated as follows:

$$D_{tc...t>tAimax}^{TG,milk,P,\Sigma} = \frac{\left(g_{tc...tAimax}^{131,milk} + g_{tAimax...t}^{131,milk}\right) d_{131} + \left(g_{tc...tAimax}^{133,milk} + g_{tAimax...t}^{133,milk}\right) d_{133}}{W_T} \qquad (5.54)$$

For thyroid gland $W_T=0.05$.

In this case the contribution to the effective dose (*mSv*) from the internal irradiation of thyroid gland is defined as:

$$E_{tc...t>tAimax}^{TG,milk,P,\Sigma} = \left(g_{tc...tAimax}^{131,milk,P} + g_{tAimax...t}^{131,milk,P}\right) d_{131} + \left(g_{tc...tAimax}^{133,milk,P} + g_{tAimax...t}^{133,milk,P}\right) d_{133} \qquad (5.55)$$

Calculational formulas of doses for stall feeding of cows can be expressed according to (5.54) and (5.55). In this case intake of iodine-131 to milk from cow consumption of contaminated hay is calculated by formulas (5.47, 5.49) and according to recommendations of section 5.7.2.

$$D_{tc...t>tAimax}^{TG,milk,S,\Sigma} = \frac{\left(g_{tc...tAimax}^{131,milk,S} + g_{tAimax...t}^{131,milk,S}\right) d_{131}}{W_T} \qquad (5.56)$$

$$E_{tc...t>tAimax}^{TG,milk,S,\Sigma} = \left(g_{tc...tAimax}^{131,milk,S} + g_{tAimax...t}^{131,milk,S}\right) d_{131} \qquad (5.57)$$

For evaluation of absorbed and effective doses from internal irradiation of thyroid gland by contaminated meat, the corresponding values of $g_{tn...t}^{meat}$ (5.47) are introduced to the formulas (5.48 and 5.49). In this case estimation of doses due to iodine-131 is preferable, since content of ^{131}I in contaminated meat is significantly higher than content of other iodine isotopes.

$$D_{tm...t}^{TG,meat,131} = \frac{g_{tm...t}^{131,meat} \cdot d_{131}}{W_T} \quad (5.58)$$

$$E_{tm...t}^{TG,meat,131} = g_{tm...t}^{131,meat} \cdot d_{131} \quad (5.59)$$

Where, t_n – time of beginning of contaminated meat consumption.

5.7.5 *Evaluation of internal intake of radionuclides at the consumption of foodstuffs contaminated surface by radioactive fallouts*

Any kind of foodstuffs can be contaminated surface by radionuclides from direct radioactive fallouts. However, their radiation effect on human is considered as occasional.

Long term intake of radioactivity to the human organism can occurs due to consumption of contaminated grain, flour, bread and bakery products.

Duration of time interval from contamination of agricultural production to its consumption is very important parameter at the evaluation of doses obtained by peroral way. Moreover, agriculture production is essentially decontaminated from the period of harvesting to food consumption because of radioactive decay of isotopes and technological treatment.

Generally, radioactivity of fallouts entering to the human organism with contaminated products for time interval (from t_n to t) is calculated by formula:

$$g_{tm...t}^{\Sigma P} = 5 \cdot Q_{\Sigma,P,tm} \cdot G_P \cdot t_n^{1.2} \cdot \left(\frac{1}{t_n^{0.2}} - \frac{1}{t^{0.2}} \right) \quad (5.60)$$

Where,

$Q_{\Sigma,P,tm}$ - total specific activity of product at the beginning of consumption (*Bq/kg*);

G_P - daily consumption of product (*kg/d*);

If there is a need to estimate total radioactivity caused by i-th radionuclide entering to the human organism with contaminated product, the following formula is applied:

$$g_{tm...t}^{i,P} = Q_{i,P,tm} \cdot G_P \cdot \frac{\exp(-\lambda_i \cdot t_n)}{\lambda_i} \cdot [1 - \exp(-\lambda_i \cdot \tau_n)] \quad (5.61)$$

Where,

$Q_{i,P,tm} = Q_{\Sigma,P,tm} \cdot a_i(t_n)$ - specific activity of i-th radionuclide entering to the organism at the beginning of consumption (*Bq/kg*);

$a_i(t_n)$ - fraction of i-th radionuclide defined by Table PB 1 (Appendix B);

$\tau_n = t - t_n$ - duration of contaminated product consumption.

Consumption of groats and baked products made from the contaminated grain is delayed because of harvesting, transportation, storage, technological treatment, etc.

Real duration of a time interval from grain contamination to products consumption results in decay of short-live isotopes, and first of all, iodine. Therefore radiation influence of such products on organism is considered as long-term effect and mainly on gastrointestinal tract.

If radiation influence on vegetables (sorrel, salad, etc.) contaminated by radioactive fallouts is analyzed, the beginning of consumption of these products can coincide with terms of their contamination. In this case contamination by iodine isotopes is a basic working radiating factor of internal irradiation. Since consumption of sheet vegetables is rather quickly and seasonably the critical organ of internal irradiation is thyroid gland.

5.7.5.1 *Irradiation of gastrointestinal tract at the consumption of bread and groats obtained from the contaminated grain*

Evaluation of doses of gastrointestinal tract caused by intake of contaminated agricultural products is based on the same model as at the inhalation intake described in section 5.4.3.

Absorbed doses are calculated by the formula (5.29) in view of features of radioactive contamination of considered agricultural production, its treatment and consumption.

Application of the formula (5.29) for calculations of absorbed doses in different parts of gastrointestinal tract consists in particular definitions for the given product, general activity receipt into organism during its consumption ($g_{tm...t}^{\Sigma,P}$, *Bq*).

Moreover, for estimations of maximal doses the following conditions are accepted:

- continuous consumption of bread and groats production up to new grain harvest ($t=\infty$);
- cleaning of contaminated grain is defined by opportunities of combining technology;
- flour of simple grinding is used for bakery ($K=1$);
- doses are estimated for bottom thick bowels, thus loss of activity due to imbibition by thin bowels is not take into account.

According to accepted limitations and data of section 5.4.3 (Table 5.3), the formula (5.29) with reference to definition of absorbed dose in bottom thick bowels at peroral intake of activity ($D_{tm...t=\infty}^{BTB,n}$, *mGy*), gets the simplified view:

$$D_{BTB,n}^{BTB,n} = 6.9 \cdot 10^6 \cdot g_{BTB...t=\infty}^{\Sigma PR} \cdot (t_n + 0.8)^{1.2} \cdot \left[\frac{1}{(t_n + 0.8)^{0.2}} - \frac{1}{(t_n + 1.8)^{0.2}} \right] \quad (5.62)$$

Where,

$g_{BTB...t=\infty}^{\Sigma PR}$ - activity entering to the bottom thick bowels for all period of contaminated product consumption (Bq);

t_n – time of beginning of contaminated product consumption (d);

$t_i = t_n + 0.8$ – time of radioactivity intake to the bottom thick bowels (d);

$$g_{BTB...t=\infty}^{\Sigma PR} = 5 \cdot Q_{\Sigma,PR,m} \cdot \left(\frac{t_n}{t_n + 8} \right) \cdot G \cdot (t_n + 0.8) \quad (5.62.1)$$

If estimation of absorbed dose ($D_{BTB,G}$, mGy) due to consumption of contaminated groats is performed, the specific activity of grain ($Q_{\Sigma GR}$, Bq/kg) at the moment t_n determined by ratios (5.38 and 5.36) is substituted in the equation (5.62.1). The daily average content of this product (G_{GR}, kg/d) in a diet is taken into account.

In that case if the estimation of absorbed dose in bottom thick bowels is performed due to consumption of bread ($D_{BTB,bread}$, mGy), the specific activity of flour (per 1 kg bread production) is taken into account in the equation (5.62.1). On the average 0.7 kg of flour is spent for 1 kg of bread.

Thus:

$$Q_{\Sigma,bread,m} = 0.7 \cdot Q_{\Sigma,flour,m}$$

The amount of bread ($Q_{\Sigma,bread,m}$) consumed by local population is determined according to established domestic diet.

Contribution to effective dose of internal irradiation of bottom thick bowels at the contaminated groats and bread consumption is calculated by the formula:

$$E_{BTBn} = W_T \cdot (D_{BTB,groats} + D_{BTB,bread}) \quad (5.63)$$

Where,

$W_T = 0.12$ – weighted coefficient for bottom thick bowels.

5.7.5.2 *Irradiation of thyroid gland at the consumption of vegetables contaminated by radioactive fallouts*

If consumption of contaminated vegetables occurs at the end of radioactive trace formation, the internal irradiation of thyroid gland is created by iodine radioisotopes (^{131}I, ^{132}I, ^{133}I, ^{135}I).

In that case expected absorbed dose of internal irradiation of thyroid gland ($D_{tc...t}^{TG}$,mGy) is estimated by the ratio:

$$D_{tc...t}^{TG} = \frac{g_{tc...t}^{131} \cdot d_{131} + g_{tc...t}^{Te132} \cdot d_{Te132} + g_{tc...t}^{133} \cdot d_{133} + g_{tc...t}^{135} \cdot d_{135}}{W_T} \quad (5.64)$$

$W_T = 0.05$ for thyroid gland. Parameters d_i are chosen by using Table PB 10 (Appendix B). Value of g_i for each isotope is defined by formula (5.61).

According to formulas (5.36 and 5.37) the specific activity of vegetables ($Q_{i,V,tc}$, Bq/kg) contaminated by i-th radioisotope at the moment $t_n = t_c$ equal to:

$$Q_{i,V,tc} = 5.44 \cdot 10^7 \cdot P_{24} \cdot t_c^{-1.2} \cdot \eta_{d \le 50} \cdot a_{itc} \quad (5.64.1)$$

$\tau_n = (t - t_c)$ – duration of contaminated vegetables consumption (h),

G_V – amount of vegetables in ration (kg).

Contribution to effective dose of internal irradiation of thyroid gland at the contaminated vegetables consumption is expressed as:

$$E_{tc...t}^{TG} = g_{tc...t}^{131} \cdot d_{131} + g_{tc...t}^{Te132} \cdot d_{Te132} + g_{tc...t}^{133} \cdot d_{133} + g_{tc...t}^{135} \cdot d_{135} \quad (5.65)$$

5.8 Some features of methodical instructions use at the estimations of total effective and absorbed doses for population living at radioactive traces of atmospheric nuclear explosions

Significance of separate factors of radiation influence on people living at the local radioactive fallouts is defined by domestic features.

These features are:

- season of the year, time of the day in which explosion is carried out and radioactive trace is formed;
- characteristic national or territorial traditions of the population determining the basic ration, products of local manufacture and their quantities;
- features of agriculture, terms of maturing and harvesting, feeding and livestock yield of meat and dairy cattle;

• building types of settlements, protective characteristics of houses and office accommodations;

• character of population working activity and behavior regimes of its critical groups;

• landscape structure of region and its influence on a life of local population, etc.

Consideration of listed circumstances and revealing of any specific features of territories should precede a substantiation of probable estimations of external and internal doses of people irradiations.

These methodological instructions allow to obtain the necessary initial radiation data and to perform estimation of the most probable absorbed and effective doses from an external and internal irradiation of the population exposed to influence of nuclear explosion products. It allows to carry out summation in various combinations of equivalent doses (H_T, *mSv*) with the purpose of reception of a total effective dose (E_{NT}, *mSv*) which structure appears characteristic for local conditions.

$$E_{NT} = \sum_{N} H_T \cdot W_T \qquad (5.66)$$

Here, N - number of tissue equivalent doses;

W_T - tissue weighed factors.

Evaluation models submitted in these methodological instructions give the opportunity to calculate absorbed and effective doses in any critical organ or tissue of the human exposed to an external or internal irradiation of radioactive trace.

Officially stated dose coefficients of radionuclides and weighted factors for irradiated organs or tissues are used in estimations. Methodical instructions allow to get the necessary information describing specificity of people irradiation at the radioactive traces and also get necessary help materials (Table PB 5, Appendix B) for carrying out of calculations of internal irradiation doses on the basis of various metabolic models.

APPENDIX A

Example of external and internal irradiation doses reconstruction of people exposed by radiation from atmospheric nuclear explosion at the Semipalatinsk test site

This example shows sequence of calculation performance for reconstruction of radiation environment parameters at the settlement and probable irradiation doses of its adult population.

All initial data and calculations refer to formulas (*formula*) and Tables (*Table*) of the current methodological instructions. Calculational results of this appendix are explained briefly.

If some parameter (initial or calculated) have already got numerical value, it will repeated without comments.

1. Initial data and accepted conditions used in calculations

Parameters and conditions of nuclear explosion

Explosion date	September 24, 1951;
Local time of explosion	13:10 (t_{ex}=13,17);
Place of explosion	Semipalatinsk test site;
Explosion type	Surface;
Height of explosion point	H_{exp}=0.03 km;
Explosion power	q=38 kt;
Fission material	^{239}Pu;
Maximum height of explosion radioactive cloud (uppermost edge) at the stabilizing moment	H_{max}=11.6 km;
Wind velocity averaged from the earth surface up to H_{max}	$\overline{V}$ =26.4 km/h;
Exponent of gamma-radiation dose decrease depending on time	n=1.2

Characteristics of settlement , living condition of population and anthropometric data for adult people

Name of settlement	"A";

Type of buildings	wooden house;
Distance from the explosion center along the radioactive trace	X=432.5 km;
Gamma-radiation exposure dose rate at the settlement "A" in 3 hours after explosion	P=97.6 mR/h;
Gamma-radiation exposure dose rate at the settlement "A" in 24 hours after explosion	P=8.05 mR/h (*5.2*);
Local time of population leaving to outdoors	t_{out}=6 h;
Average duration of outdoors people staying	τ_{out}=17 h/d (*5.15*);
Average ventilation volume of lungs during working	ν=30 l/d (Table PB 4);
People stayed outdoors during radioactive cloud migration	K_{cloud}=1;
Reduction coefficient of gamma-radiation by building	K_{full}=3 (Table PB 3);
Feeding of dairy cattle	Pasturable;
Pasture vegetation	Dead-wood;
Lack of new grass growth	λ_n=0 (*5.40*)
Coefficient of grass contamination	$K_{gr\Sigma}$=4.5·10^6 (Bq/kg)/(mR/h) (*5.36*);
Fraction of i-th radionuclide removed with milk of cow (*5.41, Table PB 2, Appendix B*):	
for ^{131}I	K_{gi}=0.06,
for ^{133}I	K_{gi}=0.0425;
Daily grass consumption by cow	ζ =20 kg (*5.41*);
Daily yield of milk per cow	G=10 l (*5.41*);
Daily volume of domestic milk consumed by human	ν_{milk}=0.7 l (*5.47*).

1.3 Requirements to calculations

Target is to reconstruct parameters of radiation conditions at the settlement "A" of Semipalatinsk test site after nuclear explosion.

1.3.1 *Reconstruction of external gamma-radiation of people*

- effective dose of external gamma-radiation ($E_{eff\,t0=t\infty}$) obtained by population of settlement for time interval from radioactive cloud arrival (t_0) to complete decay of radioactive products from fallouts ($t=\infty$).

1.3.2 *Evaluation of internal irradiation of people*

- average volume activity of air at the moment of radiation trace formation ($\overline{C}_{a\Sigma\Delta t}$, Bq/m^3);
- probable inhalation intake of iodine isotopes to the human organism ($g_{I,\Delta t}$, Bq);
- absorbed dose of internal irradiation of thyroid gland due to inhalation of iodine isotopes ($D^{TG}_{\Delta t}$, mGy);
- contribution to the total effective dose of thyroid gland irradiation via inhalation way ($E^{TG}_{\Delta t}$, mSv);
- total and specific activity of pasture grass due to contamination by ^{131}I and ^{133}I ($Q_{gr\Sigma}$, $Q_{gr,131}$, $Q_{gr,133}$, Bq/kg);
- maximum volume activity in milk due to contamination by ^{131}I and ^{133}I (A_{Imax}, Bq/l);
- probable intake of ^{131}I and ^{133}I to the human organism with contaminated domestic milk (g_{milk}, Bq);
- absorbed dose of internal irradiation of thyroid gland caused by consumption of contaminated milk ($D_{TG,milk,\Sigma f}$, mGy);
- contribution to the total effective dose of thyroid gland irradiation caused by consumption of contaminated milk ($E_{TG,milk,\Sigma f}$, mSv).

1.3.3 *Evaluation of total radiation effect*

- total effective dose of human irradiation caused by external gamma-radiation and internal irradiation of thyroid gland ($E_\Sigma = E_{ext} + E^{TG}_{\Delta t} + E_{TG,milk,\Sigma f}$, mSv).

2. Calculation of external gamma-radiation doses

2.1 *Calculation of effective dose of external gamma-radiation*

Calculations are performed in accordance with recommendations given in section 5.3.2

Definition of initial derivative data:

- time of radioactive cloud arrival to the given settlement (*5.3*):

$$t_0 = \frac{X}{\overline{V}}$$

X=432.5 km

V=26.4 km/h

t_0=432.5/26.4=16.4 h

- duration of radioactive fallouts Δt_N (period of radioactive trace formation) can be estimated by formula (*5.5*):

$$\Delta t_N = 0.2 + [0.6 + 0.1 \cdot \lg(q)] \cdot \frac{X}{\overline{V}}$$

$q=38\ kt$

$$\Delta t_N = 0.2 + [0.6 + 0.1 \cdot \lg(38)] \cdot \frac{432.5}{26.4} = 12.6\ h$$

- time of radioactive cloud leaving (completion of radioactive trace formation and beginning of radiation of fallouts), t_c (*5.4*):

$$t_c = t_0 + \Delta t_N$$

$$t_c = 16.4 + 12.6 = 29\ h$$

Effective dose of external gamma-radiation (E_{eff}, *mSv*) obtained by adult population of settlement "A" for time period from t_0 to t_∞ can be calculated by formula (5.15). Correction factor $K_{tc,s}$, considering beginning t_c of radiation at the formed radioactive trace and protective characteristics of population ($K_{fall}=3$, $\tau_{out}=17\ h$), is used in calculations.

$$E_{eff} = \frac{6.1 \cdot 10^{-3} \cdot 24^n \cdot W_R \cdot W_T \cdot P_{24}}{t_c^{n-1}} \cdot \left[\frac{K_{tc,s}}{24 \cdot (n-1)} \cdot \left(\tau_{out} + \frac{24 - \tau_{out}}{K_{fall}} \right) + \frac{0.5 \cdot \Delta t_N}{K_{cloud} \cdot t_c} \cdot (1 + 1.5 \cdot q^{-0.04}) \right]$$

$n = 1.2;$

$P_{24} = 8.05\ mR/h;$

$\tau_{out} = 17\ h;$

$K_{cloud} = 1;$

$K_{fall} = 3;$

$K_{tc,s} = 1.01$ *(Table PG 2.3, Appendix D).*

W_R and W_T – weighted coefficients of radiation and tissue. For gamma-radiation, effecting on whole body, both coefficients equal to 1.

Thus:

$$E_{eff} = \frac{6.1 \cdot 10^{-3} \cdot 24^{1.2} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 8.05}{29^{1.2-1}} \cdot \left[\frac{1.01}{24 \cdot (1.2-1)} \cdot \left(17 + \frac{24-17}{3} \right) + \frac{0.5 \cdot 12.6}{1 \cdot 29} \cdot (1 + 1.5 \cdot 38^{-0.04}) \right] = 5.18\ mSv$$

For several conditions there is more precise calculation method of effective gamma-radiation dose estimation (Appendix D, Section 1).

To perform these calculations with time period from t_c to $t=\infty$, time moments t_2, t_3, and t_4 should be found. These moments determine four time intervals for different features of population protection (K_1, K_2, K_3) and create different radiation doses.

$t_1 = t_c = 29\ h$

$t_{exp} = 13.17\ h$

According to formula (*PG4*) the local time $t_{c,a}$ of completion of radioactive trace formation is calculated as:

$$t_{c,a} = t_{exp,a} + t_c - 24 \cdot \mathrm{int}\left(\frac{t_{exp,a} + t_c}{24} \right)$$

Since $\left(\frac{t_{exp,a} + t_c}{24} \right) = \left(\frac{13.17 + 29}{24} \right) = 1.7 > 1,$

$$t_{c,a} = 13.17 + 29 - 24 \cdot 1 = 18.2$$

Starting moment of outdoors staying of people $t_{out,a}=6\ h$, $\tau_{out}=17\ h$. This satisfies to condition No.2 (*Table PG 1, Appendix D*):

$$t_{out,a} < t_{c,a} < t_{out,a} + \tau_{out}$$

Then:

$t_2 = t_c + (t_{out,a} + \tau_{out} - t_{c,a}) = 29 + (6 + 17 - 18.2) = 33.8\ h$

$t_3 = t_2 + 24 - \tau_{out} = 33.8 + 24 - 17 = 40.8\ h$

$t_4 = t_3 + \tau_{out} = 40.8 + 17 = 57.8\ h$

$K_1 = 1$

$K_2 = K_{fall} = 3$

$K_3 = 1$

Gamma-radiation dose rate at the moment of completion t_c of radiation trace formation:

$$P_{tc} = P_{24} \cdot \frac{t_c^{-n}}{24^{-n}}$$

$P_{24} = 8.05\ mR/h$

$n = 1.2$

$t_c = 29\ h$

$$P_{tc} = 8.05 \cdot \frac{29^{-1.2}}{24^{-1.2}} = 6.41\ mR/h$$

Interval doses of gamma-radiation (*formulas PG 2.1 – PG 2.4, Appendix D*):

$$D_{1,tc...t2} = P_{tc} \cdot \frac{t_c^n}{n-1} \cdot \left[\frac{1}{t_c^{n-1}} - \frac{1}{t_2^{n-1}}\right] = 28.0\ mR;$$

$$D_{2,t2...t3} = P_{tc} \cdot \frac{t_c^n}{n-1} \cdot \left[\frac{1}{t_2^{n-1}} - \frac{1}{t_3^{n-1}}\right] = 33.3\ mR;$$

$$D_{3,t3...t4} = P_{tc} \cdot \frac{t_c^n}{n-1} \cdot \left[\frac{1}{t_3^{n-1}} - \frac{1}{t_4^{n-1}}\right] = 58.4\ mR;$$

$$D_{4,t4...t\infty} = P_{tc} \cdot \frac{t_c^n}{t_4^{n-1} \cdot (n-1)} \cdot \left[\frac{(24-\tau_{out})}{24 \cdot K_{fall}} - \frac{\tau_{out}}{24}\right] = 652.0\ mR$$

Total exposure dose of gamma-radiation effecting on population is a sum of integral doses (PG 1):

$$D_{tc...t\infty} = \frac{D_{1,tc...t2}}{K_1} + \frac{D_{2,t2...t3}}{K_2} + \frac{D_{3,t3...t4}}{K_3} + D_{4,t4...t\infty}$$

$$D_{tc...t\infty} = \frac{28}{1} + \frac{33.3}{3} + \frac{58.4}{1} + 652 = 750\ mR$$

Effective dose of external gamma-radiation (E_{eff}, *mSv*) calculated by this method (PG 3) equal to:

$$E_{eff} = 6.1 \cdot 10^{-3} \cdot W_R \cdot W_T \cdot \left[D_{tc...t\infty} + \frac{24^n \cdot P_{24} \cdot \Delta t}{24 \cdot K_{cloud} \cdot t_c^n} \cdot (1 + 1.5 \cdot q^{-0.04})\right]$$

$$E_{eff} = 6.1 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 1 \cdot \left[750 + \frac{24^{1.2} \cdot 8.05 \cdot 12.6}{2 \cdot 1 \cdot 29^{1.2}} \cdot (1 + 1.5 \cdot 38^{-0.04})\right] = 5.14\ mSv$$

Both methods of calculation of effective gamma-radiation dose give closed results 5.18 and 5.14 mSv.

3. Internal irradiation

3.1 *Internal irradiation of thyroid gland caused by inhalation intake of iodine isotopes*

Calculations are performed basing on statements and recommendations of sections 5.4.1 and 5.4.4. Inhalation radiation of thyroid gland is determined by isotopes: ^{131}I, ^{133}I, and ^{135}I.

Time t_1 of inhalation intake of radionuclides is calculated by formula (*5.21*):

$$t_1 = t_0 + 0.5 \cdot \Delta t_N$$

$t_0 = 16.4\ h$

$t_N = 12.6\ h$

$$t_1 = 16.4 + 0.5 \cdot 12.6 = 22.7\ h$$

Total average volume activity of aerosols ($\overline{C}_{a\Sigma\Delta t}$, Bq/m^3) at the surface air of radioactive trace is calculated by formula (*5.22*):

$$\overline{C}_{a\Sigma\Delta t} = \frac{0.75 \cdot 24^n \cdot K_{Bq/\gamma} \cdot K_a \cdot P_{24}}{\overline{E}_\gamma \cdot \overline{n}_\gamma \cdot q^{0.04} \cdot t_c^n}, \text{ where}$$

$K_{Bq/\gamma} = 3.7 \cdot 10^4$ – transfer coefficient from power dose of gamma-radiation to volume activity of products in air $\left(\frac{Bq \cdot h}{m^3 \cdot mR}\right)$;

K_a - fraction of radiation at the surface air created by radioactive aerosols. For the atmospheric explosions $K_a = 1$.

$\overline{E}_\gamma = 1$ - average energy of photons (*Mev*);

$\overline{n}_\gamma = 1$ - average yield of photons $\left(\frac{photon}{Bq \cdot s}\right)$;

$P_{24} = 8.05\ mR/h$;

$n = 1.2$;

$t_c = 29\ h$.

$$\overline{C}_{\sigma\Sigma\Delta t} = \frac{0.75 \cdot 24^{1.2} \cdot 3.7 \cdot 10^4 \cdot 1 \cdot 8.05}{1 \cdot 1 \cdot 38^{0.04} \cdot 29^{1.2}} = 1.54 \cdot 10^5 \ \frac{Bq}{m^3}$$

Total amount of radionuclides ($g_{\Sigma,\Delta t}$, Bq), entering to the human organism via inhalation way and unprotected respiratory apparatus, is calculated by ratio (*5.25*):

$$g_{\Sigma,\Delta t} = 6 \cdot 10^{-2} \cdot \overline{C}_{c,\Delta t} \cdot v \cdot \Delta t_N \cdot \eta_u \cdot \Omega_{air}$$

$v = 30\ l/m$

$\Delta t_N = 12.6\ h$

$\Omega_{air} = 0.7$ – fraction of biological significant radioactive aerosol staying at the respiratory apparatus.

Fraction of activity of total fallouts determined by biologically significant particles ($\eta_{d\leq 50}$) is calculated by formula (*5.11*):

$$\eta_u = \eta_{d\leq 50} = 1 - \left[1 - 0.6 \cdot (H_{max} \cdot \overline{V})^{-0.9}\right] \cdot \exp\left(-4 \cdot X_a^3\right)$$

Adjusted distance (X_a) is analogy parameter of contribution of radioactive fallouts with particle size less than 50 microns. It is defined by equation (*5.12*):

$$X_a = \frac{W_{50} \cdot X}{H_{max} \cdot \overline{V}}$$

$\overline{V} = 26.4\ km/h$

$H_{max} = 11.6\ km$

$X = 432.5\ km$

W_{50}=0.73 *km/h* - velocity of particles (d≤50 microns) gravitation settling from uppermost edge of radioactive cloud.

$$X_a = \frac{0.73 \cdot 432.5}{11.6 \cdot 26.4} = 1.03$$

At the X_a the fraction of activity connected to biologically significant fraction of particles equal: $\eta_{d\leq 50} = 1$. The same value of $\eta_{d\leq 50}$ is obtained by using formula (5.26):

$$\eta_{d\leq 50} = 1 - \left[1 - 0.6 \cdot (11.6 \cdot 26.4)^{-0.9}\right] \cdot \exp\left[-4 \cdot 1.03^3\right] = 1$$

Therefore, the total intake of radioactive products to the human organism during radioactive trace formation (Δt) equal to:

$$g_{\Sigma,\Delta t} = 6 \cdot 10^{-2} \cdot 1.54 \cdot 10^5 \cdot 30 \cdot 12.6 \cdot 0.7 \cdot 1 = 2.42 \cdot 10^6 \ \ Bq$$

Soluble part of i-th radionuclide entering to the human organism via inhalation way is defined by formula (*5.26*):

$$g_{i,\Delta t} = g_{\Sigma,\Delta t} \cdot \beta_i \cdot a_i(t_1)$$

β_i=0.5 – coefficient of i-th radionuclide solubility. It is chosen by using data of Table 5.6.

$a_i(t_1)$ - fraction of activity of i-th radionuclide corresponds to its content in non-separated mixture of prompt fission products at the moment t_1=*22.7 h* (*Table PB 1*).

$$a_{131}(22.7) = a_{131}(10) + \frac{22.7-10}{24-10} \cdot \left[a_{131}(24) - a_{131}(10)\right] = 5.98 \cdot 10^{-3} + \frac{12.7}{14} \cdot \left[1.40 \cdot 10^{-3} - 5.98 \cdot 10^{-3}\right] =$$
$$= 1.33 \cdot 10^{-2}$$

$$a_{133}(22.7) = a_{133}(10) + \frac{22.7-10}{24-10} \cdot \left[a_{133}(24) - a_{133}(10)\right] = 6.15 \cdot 10^{-2} + \frac{12.7}{14} \cdot \left[9.13 \cdot 10^{-2} - 6.15 \cdot 10^{-2}\right] =$$
$$= 8.85 \cdot 10^{-2}$$

$$a_{135}(22.7) = a_{133}(10) + \frac{22.7-10}{24-10} \cdot \left[a_{135}(24) - a_{135}(10)\right] = 8.45 \cdot 10^{-2} + \frac{12.7}{14} \cdot \left[4.70 \cdot 10^{-2} - 8.45 \cdot 10^{-2}\right] =$$
$$= 5.05 \cdot 10^{-2}$$

$$a_{Te132-I132}(22.7) = a_{Te132-I132}(24) - \frac{a_{Te132-I132}(48) - a_{Te132-I132}(24)}{24} \cdot (24 - 22.7) =$$
$$= 8.78 \cdot 10^{-2} + \frac{15.4 \cdot 10^{-2} - 8.78 \cdot 10^{-2}}{24} \cdot 11.3 = 8.42 \cdot 10^{-2}$$

Inhalation intake of iodine radioisotopes are the following:

$$g_{131,\Delta t} = 2.42 \cdot 10^6 \cdot 0.5 \cdot 1.33 \cdot 10^{-2} = 1.61 \cdot 10^4 \ \ Bq$$

$$g_{133,\Delta t} = 2.42 \cdot 10^6 \cdot 0.5 \cdot 8.85 \cdot 10^{-2} = 1.07 \cdot 10^5 \ \ Bq$$

$g_{135,\Delta t} = 2.42 \cdot 10^6 \cdot 0.5 \cdot 5.05 \cdot 10^{-2} = 6.10 \cdot 10^4 \ Bq$

$g_{Te132-I132,\Delta t} = 2.42 \cdot 10^6 \cdot 0.5 \cdot 8.42 \cdot 10^{-2} = 1.02 \cdot 10^5 \ Bq$

Absorbed dose ($D_{TG,\Sigma I}$, *mGy*) of thyroid gland due to inhalation of iodine isotopes is defined by formula (*5.32*):

$$D_{TG,\Sigma I} = \frac{g_{131\Delta t} \cdot d_{131} + g_{Te132\Delta t} \cdot d_{Te132} + g_{133\Delta t} \cdot d_{133} + g_{135\Delta t} \cdot d_{135}}{W_R \cdot W_T}$$

d_i – dose coefficient given in Table PB 10 (Appendix B) and depending on human age;

$d_{131} = 7.4 \cdot 10^{-6} \ mSv / Bq$

$d_{133} = 1.5 \cdot 10^{-6} \ mSv / Bq$

$d_{135} = 3.2 \cdot 10^{-7} \ mSv / Bq$

$d_{Te132} = 1.8 \cdot 10^{-6} \ mSv / Bq$

$W_R = 1$ – weighted coefficient for gamma and beta radiations. W_T is chosen by using data of Table PB 1 (*Appendix B*). For thyroid gland $W_T = 0.05$. Therefore absorbed dose of thyroid gland due to inhalation of iodine isotopes equal to:

$$D_{TG,\Sigma I} = \frac{1.61 \cdot 10^4 \cdot 7.4 \cdot 10^{-6} + 1.02 \cdot 10^5 \cdot 1.8 \cdot 10^{-6} + 1.07 \cdot 10^5 \cdot 1.5 \cdot 10^{-6} + 6.1 \cdot 10^4 \cdot 3.2 \cdot 10^{-7}}{1 \cdot 0.05} =$$
$$= 9.65 \ mGy$$

Contribution to the total effective dose ($E_{TG,\Sigma I}$, *mSv*) of internal irradiation of thyroid gland due to inhalation of iodine isotopes is calculated by formula (*5.35*):

$$E_{TG,\Sigma I} = g_{131\Delta t} \cdot d_{131} + g_{Te132\Delta t} \cdot d_{Te132} + g_{133\Delta t} \cdot d_{133} + g_{135\Delta t} \cdot d_{135} =$$
$$= 1.61 \cdot 10^4 \cdot 7.4 \cdot 10^{-6} + 1.02 \cdot 10^5 \cdot 1.8 \cdot 10^{-6} + 1.07 \cdot 10^5 \cdot 1.5 \cdot 10^{-6} + 6.1 \cdot 10^4 \cdot 3.2 \cdot 10^{-7} = 0.48 \ mSv$$

3.2 Internal irradiation of thyroid gland at the peroral intake of iodine isotopes with cow milk

Total surface radioactive contamination of vegetation ($Q_{gr\Sigma}(t)$, *Bq/kg*) at the local radioactive trace is expressed by formula (*5.36*):

$$Q_{gr\Sigma}(t) = K_{gr\Sigma} \cdot P_{24} \cdot \frac{24^n}{t^n} \cdot \eta_{d \le 50}$$

$K_{gr\Sigma} = 4.5 \cdot 10^6$ (Bq/kg)/(mR/h)

$P_{24} = 8.05 \ mR/h$

$n = 1.2$

$t = 24 \ h$

$$Q_{gr\Sigma}(24) = 4.5 \cdot 10^6 \cdot 8.05 \cdot 1 = 3.6 \cdot 10^7 \ Bq / kg$$

Contamination of vegetation by iodine isotopes is estimated by formula (*5.37*):

$$Q_{gr131}(24) = Q_{gr\Sigma}(24) \cdot a_{131}(24)$$
$$Q_{gr133}(24) = Q_{gr\Sigma}(24) \cdot a_{133}(24)$$

According to data of Table PB 1 (Appendix B):

$a_{131}(24) = 1.40 \cdot 10^{-2}$

$a_{133}(24) = 9.13 \cdot 10^{-2}$

Therefore:

$Q_{gr131}(24) = 3.6 \cdot 10^7 \cdot 1.4 \cdot 10^{-2} = 5.04 \cdot 10^5 \ Bq / kg$

$Q_{gr133}(24) = 3.6 \cdot 10^7 \cdot 9.13 \cdot 10^{-2} = 3.28 \cdot 10^6 \ Bq / kg$

Maximum content of i-th radionuclide in milk (A_{imax}, *Bq/l*) is calculated by ratio (*5.41*):

$$A_{i,\max} = K_{gi} \frac{Q_{gri,24} \cdot \zeta \cdot \beta_i}{G} \cdot \exp[(\lambda_i + \lambda_n) \cdot (24 - t_{Ai\max})]$$

$K_{g131} = 0.06$

$K_{g133} = 0.0425$

$\zeta = 20 \ kg$

$G = 10 \ l$

$\beta_i = 0.5$

$\lambda_{131} = 3.61 \cdot 10^{-3} \ 1/h$

$\lambda_{133} = 3.32 \cdot 10^{-2} \ 1/h$

$\lambda_n = 0$ – constant of decontamination of pasture feed. It depends on the grass type and its vegetative conditions. Experimental data of λ_n for the steppe grasses are given in Table 5.4.

t_{Aimax} – time period after explosion by which the maximum radionuclide is accumulated (*Table 5.5*):

$t_{131max} = t_c+81=29+81=110\ h$

$t_{133max} = t_c+34=29+34=63\ h$

$$A_{131,max} = 0.06 \cdot \frac{5.04 \cdot 10^5 \cdot 20 \cdot 0.5}{10} \cdot \exp\left[\left(3.61 \cdot 10^{-3} + 0\right)(24-110)\right] = 2.21 \cdot 10^4\ Bq/l$$

$$A_{133,max} = 0.0425 \cdot \frac{3.28 \cdot 10^6 \cdot 20 \cdot 0.5}{10} \cdot \exp\left[\left(3.32 \cdot 10^{-2} + 0\right)(24-63)\right] = 3.80 \cdot 10^4\ Bq/l$$

If beginning of consumption of contaminated milk coincides with t_c and continues up to t_{Aimax}, the radionuclides intake to the organism (*5.47*) equals to:

$$g^{i,milk}_{tc...tAimax} = 0.5 \cdot A_{i,max} \cdot \tau_{Aimax} \cdot v_{milk}$$

$$v_{milk} = 0.7/24\ l/h$$

$$g^{131,milk}_{tc...tA131max} = 0.5 \cdot 2.21 \cdot 10^4 \cdot 81 \cdot 0.7/24 = 2.61 \cdot 10^4\ Bq$$

$$g^{133,milk}_{tc...tA133max} = 0.5 \cdot 3.84 \cdot 10^4 \cdot 34 \cdot 0.7/24 = 1.88 \cdot 10^4\ Bq$$

If milk consumption is continued up to the total decay of radioisotopes ($\tau_n=\infty$), the radionuclide intake to the organism is calculated by formula (*5.50*):

$$g^{i,milk}_{tc...tAimax} = \frac{A_{i,tn} \cdot v_{milk}}{\lambda_i + \lambda_n}$$

$$g^{131,milk}_{tc...tA131max} = \frac{2.21 \cdot 10^4 \cdot 0.7/24}{3.61 \cdot 10^{-3} + 0} = 1.79 \cdot 10^5\ Bq$$

$$g^{133,milk}_{tc...tA133max} = \frac{3.80 \cdot 10^4 \cdot 0.7/24}{3.32 \cdot 10^{-3} + 0} = 3.34 \cdot 10^4\ Bq$$

Therefore intake of i-th radionuclide to the human organism with contaminated milk is defined by the formula (5.51.1):

$$g^{i,milk}_{tc...t\infty} = g^{i,milk}_{tc...tAimax} + g^{i,milk}_{tAimax...t\infty}$$

$$g^{131,milk}_{tc...t\infty} = 2.61 \cdot 10^4 + 1.79 \cdot 10^5 = 2.05 \cdot 10^5\ Bq$$

$$g^{131,milk}_{tc...t\infty} = 1.88 \cdot 10^4 + 3.34 \cdot 10^4 = 5.22 \cdot 10^4\ Bq$$

Absorbed dose of internal irradiation of thyroid gland by radioisotopes ^{131}I and ^{133}I at the contaminated milk consumption equals to:

$$D^{TG,milk,P,\Sigma}_{tc...t>tAimax} = \frac{\left(g^{131,milk}_{tc...tA131max} + g^{131,milk}_{tA131max...t\infty}\right) d_{131} + \left(g^{133,milk}_{tc...tA133max} + g^{133,milk}_{tA133max...t\infty}\right) d_{133}}{W_T \cdot W_R}$$

From Table PB 10 of Appendix B:

$d_{131}=2.2 \cdot 10^{-5}\ mSv/Bq$

$d_{133}=4.3 \cdot 10^{-6}\ mSv/Bq$

Value of absorbed dose equals to:

$$D^{TG,milk,P,\Sigma}_{tc...t>tAimax} = \frac{2.05 \cdot 10^5 \cdot 2.2 \cdot 10^{-5} + 5.22 \cdot 10^4 \cdot 4.3 \cdot 10^{-6}}{0.05} = 97.4\ mGy$$

Contribution to the total effective dose of internal irradiation of thyroid gland obtained by contaminated (^{131}I and ^{133}I) milk consumption equals to:

$$E^{TG,milk}_{\Sigma I,tc...t\infty} = 2.05 \cdot 10^5 \cdot 2.2 \cdot 10^{-5} + 5.22 \cdot 10^4 \cdot 4.3 \cdot 10^{-6} = 4.73\ mSv$$

4. Total radiation influence

Total radiation influence is estimated by total effective dose (E_Σ, *mSv*). For give example:

$$E_\Sigma = E_{external} + E^{TG,Inhalation}_{\Sigma I} + E^{TG,milk}_{\Sigma I} = 5.14 + 0.48 + 4.73 \cong 10.4\ mSv$$

5. Calculational results

Calculations have performed with the following initial parameters:

- place of explosion (Semipalatinsk test site, settlement "A" situated at the distance 432.5 km from explosion);
- power of ground explosion (*q=38 kt*);
- date and time of explosion (*24.09.1951, 13:10*).

Obtained calculated results show the following characteristics of radiation environment:

- time of beginning of radioactive fallouts (***t_0=16.4 h***);
- duration of radioactive fallouts (***Δt=12.6 h***);

- gamma-radiation dose rate at the open district of radioactive fallouts at the moment of their completion (P_{tc}=6.41 mR/h);
- gamma-radiation dose rate at the open district of radioactive fallouts in 24 hours after explosion (P_{24}=8.05 mR/h);
- total surface activity of spoil at the moment t_c ($\sigma_{tc}=2.37\cdot10^7$ Bq/m^2) and in 24 hours after explosion ($\sigma_{24}=2.98\cdot10^7$ Bq/m^2);
- total average activity of air at the moment of radioactive fallouts ($\overline{C}_{air,\Delta t}=1.54\cdot10^5$ Bq/m^3);
- probable inhalation intake of iodine radioisotopes:

  $g_{131,\Delta t}=1.61\cdot10^4$ Bq,

  $g_{Te132\text{-}I132,\Delta t}=1.02\cdot10^5$ Bq,

  $g_{133,\Delta t}=1.07\cdot10^5$ Bq,

  $g_{135,\Delta t}=6.10\cdot10^4$ Bq;
- radioactive grass contamination in 24 hours after explosion:

  - total:

  $Q_{gr\Sigma}(24)=3.59\cdot10^7$ Bq/kg,

  - due to iodine isotopes:

  $Q_{gr131}(24)=5.03\cdot10^5$ Bq/kg,

  $Q_{gr133}(24)=3.28\cdot10^6$ Bq/kg;
- maximum iodine radioisotopes content in milk:

  $A_{131max}=2.21\cdot10^4$ Bq/l,

  $A_{133max}=3.80\cdot10^4$ Bq/l,
- absorbed dose of internal irradiation of thyroid gland caused by radioisotopes intake via inhalation way and with contaminated milk consumption:

  D_{TG}=107 mGy;
- total effective dose of external radiation and internal irradiation of thyroid gland:

  E_{Σ}=10.4 mSv.

APPENDIX B

Reference Tables

Table PB 1. Contribution of different radionuclides to the total activity of mixture of prompt fission products

Radionuclide, i	Fraction of activity caused by i-th radionuclide, $a_{i,t}$			
	$^{235}U_{n,f}$	$^{239}Pu_{n,f}$	$^{238}U_{n,f}$	$^{238}U_{n,14\ MeV}$
1 hour after fission				
Strontium-89	$6.0\cdot10^{-5}$	$2.0\cdot10^{-5}$	$4.0\cdot10^{-5}$	$4.0\cdot10^{-5}$
Strontium-90	$3.1\cdot10^{-7}$	$1.7\cdot10^{-7}$	$2.3\cdot10^{-7}$	$2.2\cdot10^{-5}$
Iodine-131	$1.0\cdot10^{-4}$	$1.9\cdot10^{-4}$	$1.0\cdot10^{-4}$	$1.9\cdot10^{-4}$
Tellurium-132	$9.6\cdot10^{-4}$	$1.52\cdot10^{-3}$	$1.2\cdot10^{-3}$	$1.13\cdot10^{-3}$
Iodine-132	$2.9\cdot10^{-4}$	$3.8\cdot10^{-4}$	$2.9\cdot10^{-4}$	$2.8\cdot10^{-4}$
Iodine-133	$3.4\cdot10^{-3}$	$3.8\cdot10^{-3}$	$3.3\cdot10^{-3}$	$3.2\cdot10^{-3}$
Iodine-134	$6.3\cdot10^{-2}$	$5.54\cdot10^{-2}$	$5.82\cdot10^{-2}$	$5.12\cdot10^{-2}$
Iodine-135	$1.42\cdot10^{-2}$	$1.45\cdot10^{-2}$	$1.4\cdot10^{-2}$	$1.3\cdot10^{-2}$
Cesium-137	$4.1\cdot10^{-7}$	$4.5\cdot10^{-7}$	$4.4\cdot10^{-7}$	$4.0\cdot10^{-7}$
Barium-140	$2.9\cdot10^{-4}$	$2.8\cdot10^{-4}$	$3.8\cdot10^{-4}$	$2.8\cdot10^{-4}$
2 hours after fission				
Strontium-89	$1.4\cdot10^{-4}$	$6.0\cdot10^{-5}$	$1.0\cdot10^{-4}$	$9.0\cdot10^{-4}$
Strontium-90	$7.5\cdot10^{-7}$	$4.3\cdot10^{-7}$	$5.5\cdot10^{-7}$	$5.1\cdot10^{-7}$
Iodine-131	$5.0\cdot10^{-4}$	$8.7\cdot10^{-4}$	$5.6\cdot10^{-4}$	$7.0\cdot10^{-4}$
Tellurium-132	$2.4\cdot10^{-3}$	$3.8\cdot10^{-3}$	$2.73\cdot10^{-3}$	$2.69\cdot10^{-3}$
Iodine-132	$1.09\cdot10^{-3}$	$1.72\cdot10^{-3}$	$1.24\cdot10^{-3}$	$1.22\cdot10^{-3}$
Iodine-133	$1.0\cdot10^{-2}$	$1.14\cdot10^{-2}$	$9.82\cdot10^{-3}$	$9.3\cdot10^{-3}$
Iodine-134	$1.191\cdot10^{-1}$	$1.059\cdot10^{-1}$	$1.085\cdot10^{-1}$	$9.3\cdot10^{-3}$
Iodine-135	$3.11\cdot10^{-2}$	$3.24\cdot10^{-2}$	$3.05\cdot10^{-2}$	$2.75\cdot10^{-2}$
Cesium-137	$1.0\cdot10^{-6}$	$1.1\cdot10^{-6}$	$1.1\cdot10^{-6}$	$1.0\cdot10^{-6}$
Barium-140	$8.0\cdot10^{-4}$	$7.6\cdot10^{-4}$	$8.5\cdot10^{-4}$	$6.6\cdot10^{-4}$

Radionuclide, i	Fraction of activity caused by i-th radionuclide, $a_{i,t}$			
	$^{235}U_{n,f}$	$^{239}Pu_{n,f}$	$^{238}U_{n,f}$	$^{238}U_{n,14\ MeV}$
5 hours after fission				
Strontium-89	$4.3\cdot10^{-4}$	$1.7\cdot10^{-4}$	$2.9\cdot10^{-4}$	$2.6\cdot10^{-4}$
Strontium-90	$2.2\cdot10^{-6}$	$1.3\cdot10^{-6}$	$1.7\cdot10^{-6}$	$1.6\cdot10^{-6}$
Iodine-131	$1.71\cdot10^{-3}$	$3.08\cdot10^{-3}$	$1.94\cdot10^{-3}$	$2.41\cdot10^{-3}$
Tellurium-132	$6.9\cdot10^{-3}$	$1.13\cdot10^{-2}$	$8.1\cdot10^{-3}$	$7.85\cdot10^{-3}$
Iodine-132	$5.45\cdot10^{-3}$	$8.94\cdot10^{-3}$	$6.36\cdot10^{-3}$	$6.18\cdot10^{-3}$
Iodine-133	$3.11\cdot10^{-2}$	$3.7\cdot10^{-2}$	$3.14\cdot10^{-2}$	$2.92\cdot10^{-2}$
Iodine-134	$6.25\cdot10^{-2}$	$5.76\cdot10^{-2}$	$5.85\cdot10^{-2}$	$4.92\cdot10^{-2}$
Iodine-135	$6.74\cdot10^{-2}$	$7.3\cdot10^{-2}$	$6.8\cdot10^{-2}$	$6.02\cdot10^{-2}$
Cesium-137	$2.9\cdot10^{-6}$	$3.4\cdot10^{-6}$	$3.3\cdot10^{-6}$	$2.8\cdot10^{-6}$
Barium-140	$2.34\cdot10^{-3}$	$2.32\cdot10^{-3}$	$2.55\cdot10^{-3}$	$1.96\cdot10^{-4}$
Lanthanum-140	$1.9\cdot10^{-4}$	$1.9\cdot10^{-4}$	$2.1\cdot10^{-4}$	$1.6\cdot10^{-4}$
10 hours after fission				
Strontium-89	$8.7\cdot10^{-4}$	$3.3\cdot10^{-4}$	$6.2\cdot10^{-4}$	$5.4\cdot10^{-4}$
Strontium-90	$4.6\cdot10^{-6}$	$2.5\cdot10^{-6}$	$3.5\cdot10^{-6}$	$3.1\cdot10^{-6}$
Iodine-131	$3.53\cdot10^{-3}$	$5.98\cdot10^{-3}$	$3.95\cdot10^{-3}$	$4.93\cdot10^{-3}$
Tellurium-132	$1.35\cdot10^{-2}$	$2.09\cdot10^{-2}$	$1.56\cdot10^{-2}$	$1.52\cdot10^{-2}$
Iodine-132	$1.321\cdot10^{-2}$	$2.03\cdot10^{-2}$	$1.51\cdot10^{-2}$	$1.48\cdot10^{-2}$
Iodine-133	$5.48\cdot10^{-2}$	$6.15\cdot10^{-2}$	$5.45\cdot10^{-2}$	$5.14\cdot10^{-2}$
Iodine-134	$3.5\cdot10^{-3}$	$3.07\cdot10^{-3}$	$3.26\cdot10^{-3}$	$2.77\cdot10^{-3}$
Iodine-135	$8.23\cdot10^{-2}$	$8.45\cdot10^{-2}$	$8.21\cdot10^{-2}$	$7.37\cdot10^{-2}$
Cesium-137	$6.0\cdot10^{-6}$	$6.5\cdot10^{-6}$	$6.6\cdot10^{-6}$	$5.7\cdot10^{-6}$
Barium-140	$4.75\cdot10^{-3}$	$4.43\cdot10^{-3}$	$5.09\cdot10^{-3}$	$3.93\cdot10^{-3}$
Lanthanum-140	$7.6\cdot10^{-4}$	$7.1\cdot10^{-4}$	$8.0\cdot10^{-4}$	$6.3\cdot10^{-4}$

Radionuclide, i	Fraction of activity caused by i-th radionuclide, $a_{i,t}$			
	$^{235}U_{n,f}$	$^{239}Pu_{n,f}$	$^{238}U_{n,f}$	$^{238}U_{n,14\ MeV}$
24 hours after fission				
Strontium-89	$2.28\cdot10^{-3}$	$8.0\cdot10^{-4}$	$1.6\cdot10^{-3}$	$1.38\cdot10^{-3}$
Strontium-90	$1.0\cdot10^{-5}$	$6.0\cdot10^{-6}$	$8.6\cdot10^{-6}$	$7.9\cdot10^{-6}$
Iodine-131	$9.02\cdot10^{-3}$	$1.4\cdot10^{-2}$	$1.0\cdot10^{-2}$	$1.24\cdot10^{-2}$
Tellurium-132 Iodine-132	$6.23\cdot10^{-2}$	$8.78\cdot10^{-2}$	$6.97\cdot10^{-2}$	$6.8\cdot10^{-2}$
Iodine-133	$9.0\cdot10^{-2}$	$9.13\cdot10^{-2}$	$8.66\cdot10^{-2}$	$8.12\cdot10^{-2}$
Iodine-135	$5.06\cdot10^{-2}$	$4.7\cdot10^{-2}$	$4.78\cdot10^{-2}$	$4.37\cdot10^{-2}$
Cesium-137	$2.0\cdot10^{-5}$	$2.0\cdot10^{-5}$	$2.0\cdot10^{-5}$	$1.0\cdot10^{-5}$
Barium-140	$1.2\cdot10^{-2}$	$1.02\cdot10^{-2}$	$1.25\cdot10^{-2}$	$9.6\cdot10^{-3}$
Lanthanum-140	$4.16\cdot10^{-3}$	$3.57\cdot10^{-3}$	$4.37\cdot10^{-3}$	$3.36\cdot10^{-3}$
48 hours after fission				
Strontium-89	$5.4\cdot10^{-3}$	$1.7\cdot10^{-3}$	$3.5\cdot10^{-3}$	$3.0\cdot10^{-3}$
Strontium-90	$3.0\cdot10^{-5}$	$1.0\cdot10^{-5}$	$2.0\cdot10^{-5}$	$2.0\cdot10^{-5}$
Iodine-131	$2.1\cdot10^{-2}$	$2.93\cdot10^{-2}$	$2.16\cdot10^{-2}$	$2.73\cdot10^{-2}$
Tellurium-132 Iodine-132	$1.21\cdot10^{-1}$	$1.54\cdot10^{-1}$	$1.284\cdot10^{-1}$	$1.266\cdot10^{-1}$
Iodine-133	$9.73\cdot10^{-2}$	$8.99\cdot10^{-2}$	$8.91\cdot10^{-2}$	$8.44\cdot10^{-2}$
Iodine-135	$1.02\cdot10^{-2}$	$8.6\cdot10^{-3}$	$9.3\cdot10^{-3}$	$8.4\cdot10^{-3}$
Cesium-137	$4.0\cdot10^{-5}$	$3.0\cdot10^{-5}$	$4.0\cdot10^{-5}$	$3.0\cdot10^{-5}$
Barium-140	$2.75\cdot10^{-2}$	$2.1\cdot10^{-2}$	$2.7\cdot10^{-2}$	$2.11\cdot10^{-2}$
Lanthanum-140	$1.62\cdot10^{-2}$	$1.25\cdot10^{-2}$	$1.6\cdot10^{-2}$	$1.25\cdot10^{-2}$

Table PB 2. Coefficients of excretion of soluble radionuclides with cow milk (K_{gi})

Radioisotope, i	Fraction of isotope radioactivity excreted with milk, K_{gi}		Authors, (year)
	Values	Average value	
Iodine-131	$(5.6...6.6)\cdot10^{-2}$	$6.0\cdot10^{-2}$	Langemann R.W., Swanson E.W. (1957)
	$(1.25...13.1)\cdot10^{-2}$		Squire H.M., et al. (1958)
	$(6.0...6.6)\cdot10^{-2}$		Garner R.G., Sansom B.F. (1960)
	$(6.7...7.6)\cdot10^{-2}$		Garner R.G., et al. (1960)
	$3.28\cdot10^{-2}$		Squire H.M., et al. (1958)
	$(4.0...4.2)\cdot10^{-2}$		Squire H.M., et al. (1961)
	$6.8\cdot10^{-2}$		Miller J.K., et al. (1963)
	$(5.9...6.3)\cdot10^{-2}$		Gordeev K.I. (1958)
Tellurium-132	$(3.0...5.9)\cdot10^{-3}$	$4.1\cdot10^{-3}$	Squire H.M., et al. (1958)
	$3.0\cdot10^{-3}$		Squire H.M., et al. (1961)
	$4.5\cdot10^{-3}$		Casey H.W., et al. (1963)
Iodine-133	$(3.8...4.7)\cdot10^{-2}$	$4.25\cdot10^{-2}$	Gordeev K.I. (1958)
Strontium-89	$(5.0...5.5)\cdot10^{-3}$	$5.0\cdot10^{-3}$	Garner R.G., Sansom B.F. (1959)
	$5.5\cdot10^{-3}$		Cragle R.G., Demot B.J. (1959)
	$3.5\cdot10^{-3}$		Squire H.M., Sansom B.F., et al. (1961)
	$5.0\cdot10^{-3}$		Garner R.G., et al. (1960)
	$(4.4...5.0)\cdot10^{-3}$		Gordeev K.I. (1967)
Strontium-90	$8.8\cdot10^{-3}$	$1.1\cdot10^{-3}$	Ilyin L.A., Moskalev Yu.I. (1956)
	$(0.7...1.8)\cdot10^{-3}$		
	$9.0\cdot10^{-3}$		
Cesium-137	$(9.6...13.0)\cdot10^{-2}$	$9.4\cdot10^{-2}$	Hood S.L., Comar C.L. (1953)
	$7.47\cdot10^{-2}$		Ilyin L.A., Moskalev Yu.I. (1956)
	$(7.86...9.1)\cdot10^{-2}$		Ryadov V.G. (1966)
Barium-140	$7.9\cdot10^{-4}$	$2.9\cdot10^{-3}$	Squire H.M., et al. (1958)
	$2.0\cdot10^{-4}$		Squire H.M., et al. (1961)
	$(3.2...7.5)\cdot10^{-3}$		Garner R.G., et al. (1960)
Ruthenium-106	$5.0\cdot10^{-6}$	$5.0\cdot10^{-6}$	Squire H.M., Sansom B.F., et al. (1961)

Table PB 3. Reduction coefficients of gamma-radiation fission products (K_{fall}). Reduction coefficients of radioactive cloud influence by dwellings (K_{cloud}).

No.	Type of buildings and dwellings	Quantity of measurements	Average value of K_{fall}	Average value of K_{cloud}
1	Production and administrative one-storey brick buildings	16	5.2	
2	Storage and production two-storey brick buildings:			
	First floor	12	7.4	
	Second floor	12	6.0	
3	Administrative four-storey brick buildings:			
	First floor	3	7.2	
	Second floor	3	11.2	
	Third floor	3	11.2	
	Fourth floor	3	10 ± 3	
4	Apartment one-storey brick houses	9	10	3 ± 0.5
5	Apartment two-storey brick houses:			
	First floor	18	17 ± 3	3 ± 0.5
	Second floor	3	11 ± 3	2 ± 0.5
6	Apartment one-storey wooden houses		2 ± 1.0	1.0
7	Panel houses		5.0 ± 2.5	2.0 ± 0.6
8	Apartment two-storey wooden houses:			
	Basement	9	30 ± 3	
	First floor	9	12	2.0 ± 0.5
	Second floor	9	8	
9	Adobe brick houses	31	13 ± 5	4 ± 1.5
10	Adobe brick outhouses	12	6.3	1.12

Table PB 4. Volume of human breath depending on age, sex and level of working activity (l/min)

Subject of inquiry	Quiescent state	Simple work	Hard work	Heaviest work
Men (30 years old)	7.5	20	43	111
Women (30 years old)	6.0	19	25	90
Boys (14-16 years old)	5.2	-	-	113
Girls (14-16 years old)	4.5	-	-	88
Child (10 years old)	4.8	14	-	71
Child (1 year old)	1.4	4.2	-	-
New-born infant	0.5	1.5	-	-

Table PB 5. Metabolic constants of radionuclides in human organism

Organ or tissue	Radioisotope	$f_{i,air}$	$f_{i,water}$	$E_{i,eff}$ MeV/decay	λ_i, day^{-1}	$\lambda_{i,\delta}$, day^{-1}	$\lambda_{i,\delta,eff}$, day^{-1}	$\lambda_{i,a}$, day^{-1}
Thyroid gland	Iodine-131	0.23	0.3	0.23	0.0866	$5\cdot10^{-3}$	$9.16\cdot10^{-2}$	3.24
	Iodine-132	0.23	0.3	0.65	7.14	$5\cdot10^{-3}$	7.15	
	Iodine-133	0.23	0.3	0.54	0.797	$5\cdot10^{-3}$	0.8	3.92
	Iodine-134	0.23	0.3	0.82	19.2	$5\cdot10^{-3}$	19.3	21.6
	Iodine-135	0.23	0.3	0.52	2.47	$5\cdot10^{-3}$	2.48	5.64
	Tellurium-132	0.38	0.25	0.21	0.216	$4.62\cdot10^{-2}$	$2.66\cdot10^{-2}$	
Bone tissue	Strontium-89	0.28	0.21	2.8	$1.37\cdot10^{-2}$	$3.85\cdot10^{-5}$	$1.37\cdot10^{-2}$	
	Strontium-90	0.12	0.09	5.5	$6.93\cdot10^{-5}$	$3.85\cdot10^{-5}$	$1.1\cdot10^{-4}$	
	Barium-140	0.19	0.035	4.2	$5.41\cdot10^{-2}$	$1.06\cdot10^{-2}$	$6.47\cdot10^{-2}$	

Notation conventions:

$f_{i,air}$ – fraction of chemical element entering to the organ from respiratory apparatus;

$f_{i,water}$ – fraction of chemical element entering to the organ via peroral way;

$E_{i,eff}$ – effective energy of beta-radiation of i-th radionuclide;

λ_i – decay constant of i-th radionuclide;

$\lambda_{i,\delta}$ - velocity constant of biological excretion of i-th radionuclide;

$\lambda_{i,\delta,eff}$ - velocity constant of effective biological excretion of i-th radionuclide; $\lambda_{i,\delta,eff}=\lambda_i + \lambda_{i,\delta}$;

$\lambda_{i,a}$ - velocity constant of i-th radionuclide accumulation in organ.

Table PB 6. Content of daily ration for people living at Semipalatinsk region at the period of nuclear tests (data are obtained by the questioning of population)

Food, kg	Dolon (Russian population)		Sarzhal, Kaynar, Abay (Kazakh population)	
	1959	1962	1959	1962
Bread	0.75	0.50	0.80	0.55
Potato	0.30	0.35	-	0.30
Meat	0.24	0.05	0.30	0.15
Milk	1.00	0.60	-	-
Koumiss	-	-	0.50	1.00
Water	2.50	2.50	2.20	3.00

Table PB 7. Mass of organs of the human

Organ or tissue	Mass	
	g	Percentage of whole body, %
Body weight	70000	100
Muscles	28000	40
Skeleton:		
bone tissue	5000	7.2
kortikulyarnaya tissue	4000	5.7
trabecular tissue	1000	1.5
red bone marrow	1500	2.1
Blood	5500	7.8
Gastrointestinal tract:		
stomach	150	0.21
bowels	1000	1.4
thin bowels	640	0.91
upper thick bowels	210	0.30
bottom thick bowels	160	0.23
Liver	1800	2.6
Lungs	1000	1.4
Heart	330	0.47
Kidneys	310	0.44
Spleen	180	0.26
Urinary bladder	45	0.064
Thyroid gland	20	0.024

Table PB 8. Mass of human body and thyroid gland depending on age

	New-born infant	1 year old	5 years old	10 years old	15 years old	Standard adult
Body mass, g	3530	12000	20300	33500	55000	70000
Thyroid gland, g	1.9	2.5	6.1	8.7	15.8	20.0

Table PB 9. Average mass of lungs depending on sex and age

Age	Mass, g	
	Men	Women
New-born infant	51.7	50.9
6-7 months	128.5	114.7
9-12 months	142.0	142.1
2-3 years	245.9	244.3
5-6 years	260.6	319.9
9-10 years	376.4	358.4
12-13 years	458.8	681.7
15-16 years	691.7	708.8
18-19 years	874.7	654.9
22-40 years	1169.3	885.5

Table PB 10. Values of dose coefficients of different radioisotopes for population, d_i

Radionuclide	Values of dose coefficient d_i depending on age, *mSv/Bq*				
	1-2 years	2-7 years	7-12 years	12-17 years	over 17 years
Inhalation intake					
Strontium-89	$7.3 \cdot 10^{-6}$	$3.2 \cdot 10^{-6}$	$2.3 \cdot 10^{-6}$	$1.7 \cdot 10^{-6}$	$1.0 \cdot 10^{-6}$
Strontium-90	$5.2 \cdot 10^{-5}$	$3.1 \cdot 10^{-5}$	$4.1 \cdot 10^{-5}$	$5.3 \cdot 10^{-5}$	$2.4 \cdot 10^{-5}$
Iodine-131	$7.2 \cdot 10^{-5}$	$3.7 \cdot 10^{-5}$	$1.9 \cdot 10^{-5}$	$1.1 \cdot 10^{-5}$	$7.4 \cdot 10^{-6}$
Tellurium-132	$1.8 \cdot 10^{-5}$	$8.5 \cdot 10^{-6}$	$4.2 \cdot 10^{-6}$	$2.6 \cdot 10^{-6}$	$1.8 \cdot 10^{-6}$
Iodine-132	$9.6 \cdot 10^{-7}$	$4.5 \cdot 10^{-7}$	$2.2 \cdot 10^{-7}$	$1.3 \cdot 10^{-7}$	$9.4 \cdot 10^{-8}$
Iodine-133	$1.8 \cdot 10^{-5}$	$8.3 \cdot 10^{-6}$	$3.8 \cdot 10^{-6}$	$2.2 \cdot 10^{-6}$	$1.5 \cdot 10^{-6}$
Iodine-134	$3.7 \cdot 10^{-7}$	$1.8 \cdot 10^{-7}$	$9.7 \cdot 10^{-8}$	$5.9 \cdot 10^{-8}$	$4.5 \cdot 10^{-8}$
Iodine-135	$3.7 \cdot 10^{-6}$	$1.7 \cdot 10^{-6}$	$7.9 \cdot 10^{-7}$	$4.8 \cdot 10^{-7}$	$3.2 \cdot 10^{-7}$
Cesium-137	$5.4 \cdot 10^{-6}$	$3.6 \cdot 10^{-6}$	$3.7 \cdot 10^{-6}$	$4.4 \cdot 10^{-6}$	$4.6 \cdot 10^{-6}$
Barium-140	$7.8 \cdot 10^{-6}$	$3.6 \cdot 10^{-6}$	$2.4 \cdot 10^{-6}$	$1.6 \cdot 10^{-6}$	$1.0 \cdot 10^{-6}$
Peroral intake					
Strontium-89	$1.8 \cdot 10^{-5}$	$8.9 \cdot 10^{-6}$	$5.8 \cdot 10^{-6}$	$4.0 \cdot 10^{-6}$	$2.6 \cdot 10^{-6}$
Strontium-90	$7.3 \cdot 10^{-5}$	$4.7 \cdot 10^{-5}$	$6.0 \cdot 10^{-5}$	$8.0 \cdot 10^{-5}$	$2.8 \cdot 10^{-5}$
Iodine-131	$1.8 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$5.2 \cdot 10^{-5}$	$3.4 \cdot 10^{-5}$	$2.2 \cdot 10^{-5}$
Tellurium-132	$3.0 \cdot 10^{-5}$	$1.6 \cdot 10^{-5}$	$8.3 \cdot 10^{-6}$	$5.3 \cdot 10^{-6}$	$3.8 \cdot 10^{-6}$
Iodine-132	$2.4 \cdot 10^{-6}$	$1.3 \cdot 10^{-6}$	$6.2 \cdot 10^{-7}$	$4.1 \cdot 10^{-7}$	$2.9 \cdot 10^{-7}$
Iodine-133	$4.4 \cdot 10^{-5}$	$2.3 \cdot 10^{-5}$	$1.0 \cdot 10^{-5}$	$6.8 \cdot 10^{-6}$	$4.3 \cdot 10^{-6}$
Iodine-134	$7.5 \cdot 10^{-7}$	$3.9 \cdot 10^{-7}$	$2.1 \cdot 10^{-7}$	$1.4 \cdot 10^{-7}$	$1.1 \cdot 10^{-7}$
Iodine-135	$8.9 \cdot 10^{-6}$	$4.7 \cdot 10^{-6}$	$2.2 \cdot 10^{-6}$	$1.4 \cdot 10^{-6}$	$9.3 \cdot 10^{-7}$
Cesium-137	$1.2 \cdot 10^{-5}$	$9.6 \cdot 10^{-6}$	$1.0 \cdot 10^{-5}$	$1.3 \cdot 10^{-5}$	$1.3 \cdot 10^{-5}$
Barium-140	$1.8 \cdot 10^{-5}$	$9.2 \cdot 10^{-6}$	$5.8 \cdot 10^{-6}$	$3.7 \cdot 10^{-6}$	$2.6 \cdot 10^{-6}$

Table PB 11. Weighting coefficients for different organs and tissues, W_t

Organ or tissue	W_t
Gonads	0.20
Red bone marrow	0.12
Thick bowels	0.12
Lungs	0.12
Stomach	0.12
Urinary bladder	0.05
Breast	0.05
Liver	0.05
Gullet	0.05
Thyroid gland	0.05
Skin	0.01
Cells of bone surface	0.01
Others *	0.05

* It is assumed that item "Others" includes: adrenal glands, brain, thin bowels, kidneys, muscles, pancreas, spleen, thymus gland, and uterus. In the case when one of listed organs or tissues obtains equivalent dose exceeded highest dose of 12 organs, the weighting coefficient is chosen 0.025 for this organ. The rest total coefficient for organs from item "Others" is assumed 0.025.

APPENDIX C

Metabolic calculational models of absorbed doses estimation of internal irradiation of thyroid gland caused by iodine radioisotopes

Estimation of absorbed doses at the thyroid gland irradiation is given in the main text of current instructions by using dose (d_i) and weighting (W_m) factors (formulas: (*5.34*), (*5.54*), (*5.56*), (*5.58*), (*5.64*)).

Given evaluation can be accepted for those cases when it is required to get general estimations for considered population. At the same time, estimations of absorbed doses in organ are more useful at carrying out of epidemiological inspections, for example, irradiation consequences of thyroid gland. These evaluations are considered on the basis of the metabolic models and allow individualizing received estimations through the account of anthropometrical data and metabolic parameters.

1. Calculation of internal irradiation doses of thyroid gland at the inhalation intake of radioactivity

Period of radioactive trace formation (t_c-t_0=Δt_N) is considered as a critical time interval of radioactive products penetration to the human organism via inhalation way. It is assumed that intake of radioactivity during time Δt_N is one-time and it occurs at the moment $t_1=t_0+0.5\cdot\Delta t_N$.

Calculation scheme take into account that accumulation of iodine radioisotopes (^{131}I, ^{133}I, ^{134}I, ^{135}I) in a thyroid gland is created as a result of direct intake to the organ. ^{132}I is formed from the parent ^{132}Te entered to the organism and staying there.

1.1 ***Calculational model of absorbed doses estimations in thyroid gland caused by iodine (^{131}I, ^{133}I, ^{134}I, ^{135}I) radioisotopes intake.***

Absorbed dose in thyroid gland ($D^{TG}_{\Delta t,\Sigma}$, *mGy*) caused by accumulation of iodine isotopes from the moment of intake ($t_1=0$) till their complete excretion ($t\to\infty$) is calculated by the formula:

$$D^{TG}_{\Delta t,\Sigma_i} = \frac{1.38\cdot 10^{-2}}{m}\cdot\sum_i^{I} g_{i,\Delta t}\cdot E_{i,eff}\cdot\frac{\lambda_i}{\lambda_{i,a}-\lambda_{i,\delta}}\cdot\left(\frac{1}{\lambda_{i,\delta,eff}}-\frac{1}{\lambda_{i,a}}\right) \qquad \text{(PB 1)}$$

Where,

$1.38\cdot 10^{-2}$ – unit coefficient (*mGy·g/Bq·MeV·d*);

m – mass of thyroid gland (*g*);

$g_{i,\Delta t}$ - quantity of i-th isotope radioactivity entering to the thyroid gland (*Bq*);

$g_{i,\Delta t} = g_{\Sigma,\Delta t}\cdot a_i(t_1)\cdot\beta_i\cdot f_{i,air}$

Here,

$g_{\Sigma,\Delta t}$ - total activity of radionuclides entering to the human organism via unprotected respiratory apparatus (*Bq*). It is defined by the formula (*5.25*);

$a_i(t_1)$ - contribution of i-th radionuclide to the activity of biologically significant fraction of particles, which corresponds to non-separated mixture of fission products at the moment $t_1=t_0+0.5\cdot\Delta t_x$. Values of $a_i(t_1)$ for the different isotopes are given in *Table PB1* (*Appendix B*);

β_i - solubility coefficient of i-th radionuclide (*Table PB 1, Appendix B*);

$f_{i,air}$ - fraction of i-th radionuclide entering to the organ;

$E_{i,eff}$ - effective energy (*MeV*);

$\lambda_{i,a}$ - accumulation constant of i-th radionuclide in the human organism (d^{-1});

$\lambda_{i,\delta}$ - biological excretion constant of i-th radionuclide from the human organism (d^{-1});

$\lambda_{i,\delta,eff} = \lambda_i + \lambda_{i,\delta}$ - effective biological excretion constant of i-th radionuclide from the human organism (d^{-1});

λ_i - decay constant of i-th radionuclide (d^{-1}).

If there are no another data, the values of biophysics constant can be derived from the *Table PB 5* (*Appendix B*).

The value of thyroid gland mass is chosen depending on human age (*Table PB 8, Appendix B*).

It is necessary to take into account that iodine isotopes (^{131}I and ^{133}I) are completely accumulated in 5 hours after explosion. This time interval is essentially less than period of radionuclides excretion from the organism. Thus iodine isotopes are completely accumulated in human organism in 5 hours after explosion. Estimations of inhalation absorbed doses in thyroid gland caused by ^{131}I and ^{133}I for time $t_1<5$ are recommended to perform like for $t_1=5$ hours. This simplify and accurate the calculations.

1.2 *Evaluation of internal irradiation doses of thyroid gland caused by iodine-132 through inhalation intake of tellurium-132*

Absorbed dose in thyroid gland ($D^{TG}_{\Delta t,Te-I-132}$, *mGy*) caused by accumulation of ^{132}I from the moment of intake ($t_1=0$) of ^{132}Te till complete excretion ($t\to\infty$) from the human organism is calculated by the formula:

$$D^{TG}_{\Delta t,Te-I-132} = 1.24\cdot 10^{-3}\cdot \frac{E_{I-132,eff}}{m\cdot \lambda_{Te-132,\delta,eff}}\cdot g_{\Sigma,\Delta t}\cdot a_{Te-132}(t_1)\cdot f_{Te-132,air}\cdot \beta_{Te-132} \qquad \text{(PB 2)}$$

If equation (*PB 2*) is added by biophysical characteristics (*Table PB 5, Appendix B*), the following simplified expression can be obtained:

$$D^{TG}_{\Delta t,Te-I-132} = 1.15\cdot 10^{-2}\cdot \frac{g_{\Sigma,\Delta t}}{m}\cdot a_{Te-132}(t_1)\cdot \beta_{Te-132} \qquad \text{(PB 2.1)}$$

1.3 *Evaluation of internal irradiation doses of thyroid gland via inhalation intake of total radioactive iodine isotopes*

To define total internal irradiation dose of thyroid gland via inhalation intake of radioisotopes, the values addition of formulas (*PB 1*) and (*PB 2*) should be done.

$$D^{TG}_{\Delta t,\Sigma I} = D^{TG}_{\Delta t,\Sigma_i} + D^{TG}_{\Delta t,Te-I-132} \qquad \text{(PB 3)}$$

2. Evaluation of internal dose irradiation of thyroid gland caused by peroral intake of iodine radioisotopes

Main quantity of radioactive isotopes intake to the human organism occurs by peroral way and relates with food allowance of people. Consumption of contaminated milk contributes main part to the total dose.

2.1 *Evaluation of internal irradiation thyroid gland doses caused by contaminated milk consumption at the pasture feeding of cows*

Metabolic calculational models take into account two periods of radionuclides content in milk. As it has been shown in main text of the methodological instructions the increase transience of activity in milk during first period and its relative shortness ($t_i \ldots t_{Aimax}$) allow to perform evaluation of i-th radionuclide intake by using average volume activity in milk within time interval $\tau_{Aimax}=t_{Aimax}-t_e$, i.e. $\overline{A}_{i,te\ldots tAimax}=0.5$.

At the second period corresponding to ($t>t_{Aimax}$) the i-th radioisotope decrease occurs exponentially reflecting radioactive decay and pasture self-cleaning.

If beginning of contaminated milk consumption coincides with t_e and continues till t_{Aimax}, the total radionuclide intake to the organ during the first period ($g_{i,milk}(t_e\ldots t_{Aimax})$, Bq) equals to:

$$g_{i,milk}(t_e\ldots t_{Aimax}) = 0.5\cdot A_{i,max}\cdot V_{milk}\cdot \tau_{Aimax}\cdot f_i \qquad \text{(PB 4)}$$

Where,

$A_{i,max}$ - maximum content of i-th radionuclide in milk (*Bq/l*). It calculates by using formula (5.41);

V_{milk} - daily milk consumption (*l/d*);

τ_{Aimax} - duration of first period (*d*);

f_i - fraction of i-th radionuclide entering to the organ from its total amount;

The absorbed dose in thyroid gland ($D^{TG}_{\Delta t,\Sigma I}$, *mGy*) for the first period can be estimated by the formula (*PB 1*), in which the $g_{i,\Delta t}$ is substituted by $g_{i,milk}(t_e\ldots t_{Aimax})$, (*PB 4*).

If contaminated milk is consumed during the second period from $t>t_{Aimax}$ till τ, the total dose in thyroid gland is estimated as a sum of doses obtained during i-th radioisotope intake to the organism ($D^{TG}_{milk,i}(t^*\ldots\tau)$, *mGy*) and after this period due to decay ($D^{TG}_{milk,i}(\tau\ldots t)$, *mGy*).

After solution of differential equations describing the metabolism of these processes and summation of the received results, the total dose equals to:

$$D^{TG}_{milk,i}(t\ldots\tau) = \frac{1.38\cdot 10^{-2}\cdot g_i(t^*)\cdot f_i\cdot E_{i,eff}}{m\cdot \lambda_{i,\delta,eff}}\cdot \left\{\frac{1}{\lambda_i+\lambda_n}\cdot(1-\exp[-(\lambda_i+\lambda_n)\cdot\tau]) + \frac{\exp(-\lambda_{i,\delta,eff}\cdot t)}{\lambda_n+\lambda_{i,\delta}}\cdot[1-\exp(\lambda_n+\lambda_{i,\delta})\cdot\tau]\right\} \qquad \text{(PB 5)}$$

Where,

$g_i(t^*) = A_i(t^*)\cdot V_{milk}$ - amount of i-th radioisotope activity entering to the organism with the first intake (*Bq*).

λ_n - biological decontamination constant of pasture feed. It is determined by new grass growth and eating it by cows (day^{-1}), (*Table 5.4*).

At the internal absorbed dose estimation of thyroid gland irradiation by contaminated milk consumption, two radioisotopes ^{131}I and ^{133}I should be taken into consideration. Other iodine

isotopes have short life-time and, for this reason, in real conditions have not time to reach the consumer of milk.

Therefore:

$$D^{TG}_{milk,\Sigma I}(t_e...t) = D^{TG}_{milk,\sum_{131}^{133}}(t_e...t_{Ai\max}) + D^{TG}_{milk,\sum_{131}^{133}}(t_{Ai\max}...t) \qquad \text{(PB 6)}$$

2.2 *Evaluation of internal irradiation dose of thyroid gland at the consumption of foodstuffs contaminated by iodine radioisotopes*

If addition to milk dose estimation it is required to take into account the contribution to the total dose of internal thyroid gland irradiation by other contaminated foodstuffs, the calculations can be done according with formula (*PB 5*), in which $\lambda_n = 0$.

$$D^{TG}_{milk,i}(t...\tau) = \frac{1.38 \cdot 10^{-2} \cdot b_i(t_e) \cdot f_i \cdot E_{i,eff}}{m \cdot \lambda_{i,\beta,eff}} \cdot \left\{ \frac{1}{\lambda_i} \cdot (1 - \exp(-\lambda_i \cdot \tau)) + \frac{\exp(-\lambda_{i,\beta,eff} \cdot t)}{\lambda_{i,\beta}} \cdot \left[1 - \exp \lambda_{i,\beta} \cdot \tau\right] \right\} \qquad \text{(PB 7)}$$

Where,

$b_i(t_e)$ - quantity of i-th isotope radioactivity entering to the human organism with the first intake of contaminated foodstuffs (*Bq/d*);

$b_i(t_e) = B_i(t_e) \cdot G_B$

$B_i(t_e)$ - specific activity of i-th radioisotope in the foodstuff (*Bq/kg*);

G_B - daily consumption of the foodstuff (*kg/d*)

3. Evaluation of total internal irradiation dose of thyroid gland

Total dose of internal irradiation of thyroid gland is formed by cumulative influence of iodine radioisotopes entering to the human organism by all real ways. For population living permanently at the local radioactive fallouts this dose is estimated as follows:

$$D^{TG}_{\Sigma I} = \sum_i^f D^{TG}_{\Delta t} + D^{TG}_{\Delta t,Te-I-132} + \sum_B \sum_i^f D^{TG}_{Bi} \qquad \text{(PB 8)}$$

First two components of equation (PB 8) are defined the contribution to the total absorbed dose of thyroid gland due to iodine isotopes intake via inhalation way. Doses created by iodine radioisotopes with mass number 131, 133, 134, and 135 are calculated by formula (*PB 1*) and with iodine-132 by formula (*PB 2*).

The third component of equation (*PB 8*) has a complicated structure. It takes into account the dose in thyroid gland caused by iodine radioisotopes entered to the human organism via peroral way. Value of this component is determined by the features of food allowance of considered population.

However, among the domestic foodstuffs the main contributor to the total dose is cow milk contaminated by radioisotopes.

At the pasture feeding of cattle the milk activity is determined by formulas (*PB 1*) and (*PB 5*). In the case of stall feeding of cows the formula (*PB 7*) is used instead of (*PB 5*).

If beginning of milk consumption is within the 7 days after pasture contamination, the doses are defined by ^{131}I and ^{133}I, and if later - by ^{131}I only.

For other foodstuffs the value of first day intake of iodine radioisotopes is determined by expression (*PB 7.1*) and doses are calculated by the formula (*PB 7*).

In the case when foodstuff consumption is begun immediately after its contamination, doses are calculated with iodine isotopes (^{131}I, ^{133}I, ^{135}I). In two days after contamination the doses are calculated with (^{131}I and ^{133}I), and in 7 days with ^{131}I only.

APPENDIX D

Handbook materials for the external gamma-radiation dose evaluations from the radioactive fallouts with taking into account high changing of dose rate irradiation at the first hours after explosion and protection of population in this time

Components of the total irradiation dose are not proportional to the time of people staying at the open districts or inside of houses due to different changes of gamma-radiation dose rate at the radioactive trace. It can be significantly appeared within the several hours after explosion and especially at the short distance from the epicenter.

The specified features can be really taken into account by using special functional decisions or with the help of correction factors.

1. Evaluation of exposure gamma-radiation dose considering kinetics of dose rate at the radioactive trace and features of population protection

Estimations prove that for taking into account the influence of gamma-radiation dose rate and also probable combinations of population protection calculated from t_c till $t=\infty$, it is enough to consider this influence within the time $24<t<48$ after completion of radioactive trace formation (t_c).

For this reason it is necessary to divide time interval (from tc to $t=\infty$) into four periods in which specific features of population protection and dose formations can be shown.

Time intervals:

- from $t_1=t_c$ up to t_2; Dose $D_1(t_1 \ldots t_2)$ corresponds to this time interval;
- from t_2 up to t_3 with dose $D_2(t_2 \ldots t_3)$;
- from t_3 up to t_4 with dose $D_3(t_3 \ldots t_4)$;
- from t_4 up to $t=\infty$ with dose $D_4(t_4 \ldots t=\infty)$.

Within the first three time intervals the character of population protection can be changed depending on astronomical time of the radioactive trace formation at the given area and depending on local daily cycle of people staying outdoors and inside of the buildings.

Within the fourth time interval it is acceptable to consider proportional values of people staying outdoors or inside of the buildings. It is caused by relatively small changes of dose rate, and combination of population protection becomes negligible at the dose formation.

Total exposure dose of gamma-radiation ($D_{tc \ldots t=\infty}$) effecting on population is defined as a sum of interval doses:

$$D_{tc \ldots t=\infty} = \frac{D_{1,(tc \ldots t2)}}{K_1} + \frac{D_{2,(t2 \ldots t3)}}{K_2} + \frac{D_{3,(t3 \ldots t4)}}{K_3} + D_{4,(t4 \ldots t=\infty)} \qquad \text{(PG 1)}$$

Where,

$K_{1,2,3}$ – parameters of population protection; They have values:

$K_j=1$ if people stay outdoors;

$K_j=K_{fall}$ if people stay inside of buildings. K_{fall} is reduction coefficient of gamma-radiation by these buildings.

Interval doses of gamma-radiation are determined by formulas:

$$D_{1,(tc \ldots t2)} = P_{tc} \cdot \frac{t_c^n}{n-1} \cdot \left[\frac{1}{t_c^{n-1}} - \frac{1}{t_2^{n-1}} \right] \qquad \text{(PG 2.1)}$$

$$D_{2,(t2 \ldots t3)} = P_{tc} \cdot \frac{t_c^n}{n-1} \cdot \left[\frac{1}{t_2^{n-1}} - \frac{1}{t_3^{n-1}} \right] \qquad \text{(PG 2.2)}$$

$$D_{3,(t3 \ldots t4)} = P_{tc} \cdot \frac{t_c^n}{n-1} \cdot \left[\frac{1}{t_3^{n-1}} - \frac{1}{t_4^{n-1}} \right] \qquad \text{(PG 2.3)}$$

$$D_{4,(t4 \ldots t=\infty)} = P_{tc} \cdot \frac{t_c^n}{t_4^{n-1} \cdot (n-1)} \cdot \left[\frac{(24-\tau_{out})}{24 \cdot K_{fall}} + \frac{\tau_{out}}{24} \right] \qquad \text{(PG 2.4)}$$

According to the formula (5.15) the effective dose of external gamma-radiation (E_{ext}, mSv) for time period from t_0 till $t=\infty$ is defined by the following equation:

$$E_{ext} = 6.1 \cdot 10^{-3} \cdot W_R \cdot W_T \cdot \left[D_{tc \ldots t=\infty} + \frac{24^n \cdot P_{24} \cdot \Delta t}{2 \cdot K_{cloud} \cdot t_c^n} \cdot (1 + 1.5 \cdot q^{-0.04}) \right] \qquad \text{(PG 3)}$$

Where,

$D_{tc \ldots t=\infty}$ is calculated by the formula (*PG 1*).

To determine time moments (t_2, t_3, t_4) it is necessary to take into account local astronomical time: the moment of explosion ($t_{exp,a}$), completion of radioactive trace formation ($t_{c,a}$), and also beginning of people stay outdoors ($t_{out,a}$).

There are five possible variants of calculations depending on local astronomical time of completion of radioactive trace formation ($t_{c,a}$).

In particular, the radioactive trace at the given point of district can be formed:

- prior to people exit from their houses and apartments during the time interval from $t_a=0$ till $t_{out,a}$;
- during people staying outdoors at the time interval from $t_{out,a}$ up to $t_{out,a} + \tau_{out}$;
- after ending of people staying at the open districts within the time interval from $t_{out,a} + \tau_{out}$ up to $t_a=24$;
- at the moment of people leaving their houses that corresponds to local astronomical time $t_{out,a}$;
- at the moment of people entering to the shelters that corresponds to local astronomical time $t_{out,a} + \tau_{out}$.

Local astronomical time of completion of radioactive trace formation ($t_{c,a}$) is defined as:

$$t_{c,a} = t_{exp,a} + t_c - 24 \cdot \mathrm{int}\left(\frac{t_{exp,a} + t_c}{24}\right) \qquad \text{(PG 4)}$$

Where,

$\mathrm{int}\left(\frac{t_{exp,a} + t_c}{24}\right)$ - integer number of days between explosion and completion of radioactive trace formation.

Table PG 1. Values of time moments t_1, t_2, t_3 and parameters of population protection K_1, K_2, K_3 depending on local astronomical time of completion of radioactive trace formation $t_{c,a}$

No.	Time intervals	t_2	t_3	t_4	K_1	K_2	K_3
1	$0< t_{c,a}< t_{out,a}$	$t_c+(t_{out,a}-t_{c,a})$	$t_2+\tau_{out}$	$t_3+24-\tau_{out}$	K_{fall}	1	K_{fall}
2	$t_{out,a} < t_{c,a}< t_{out,a} + \tau_{out}$	$t_c+(t_{out,a}+\tau_{out}-t_{c,a})$	$t_2+24-\tau_{out}$	$t_3+\tau_{out}$	1	K_{fall}	1
3	$t_{out,a} + \tau_{out} < t_{c,a}< 24$	$t_c+(24-t_{out,a}-t_{c,a})$	$t_2+\tau_{out}$	$t_3+24-\tau_{out}$	K_{fall}	1	K_{fall}
4	$t_{c,a} = t_{out,a}$	$t_c+\tau_{out}$	$t_2+24-\tau_{out}$	$t_3+\tau_{out}$	1	K_{fall}	1
5	$t_{c,a} = t_{out,a} + \tau_{out}$	$t_c+24-\tau_{out}$	$t_2+\tau_{out}$	$t_3+24-\tau_{out}$	K_{fall}	1	K_{fall}

2. Correction factors $K_{t_{c,p}}$ of the formula (5.15) considering beginning time of irradiation at the radioactive trace and characteristics of population protection

Generally the factor $K_{t_{c,p}}$ is defined as a ratio of exposure doses caused by radiation of radioactive fallouts calculated by formulas (*PG 1*) and (*5.15*).

$$K_{t_{c,p}} = \frac{D_{tc...t=\infty} \quad (PG\,1)}{D_{tc...t=\infty} \quad (5.15)} \qquad \text{(PG 5)}$$

The part of the formula (*5.15*) used in equation (*PG 1*) has a view:

$$D_{tc...t=\infty} = \frac{P_{tc} \cdot t_c^{n-1}}{24 \cdot (n-1)} \cdot \left(\tau_{out} + \frac{24 - \tau_{out}}{K_{fall}}\right) \qquad \text{(PG 6)}$$

Values of coefficient $K_{t_{c,p}}$ calculated by formula (PG 5) at the moment $t_{exp,a}=6, 9, 12, 15\ h$ and $t_{out,a}=6\ h$ and probable protective characteristics K_{fall}, τ_{out} are given in Tables (PG 2.1 – PG 2.4).

Application of extrapolation method to $K_{t_{c,p}}$ definition is allowable, when initial data differ from used ones in Tables (PG 2.1 – PG 2.4). If such method appears unacceptable, it is necessary to use solutions stated in section 1 of this appendix.

Table PG 2.1. Correction coefficients $K_{t_{c,p}}$ of the formula (5.15) at the moment of explosion $t_{exp,a}=6\ h$ and time of people exit outdoors $t_{out,a}=6\ h$

(time of explosion and people exit outdoors is local, astronomical)

K_{fall}	τ_{out}, h	t_c, h									
		1	2	3	5	7	10	15	20	24	36
2	4	1.15	1.07	1.01	0.97	0.97	0.98	0.99	1.00	1.02	0.99
	8	1.15	1.10	1.07	1.02	0.99	0.97	0.99	1.00	1.02	0.99
	12	1.12	1.09	1.07	1.04	1.02	0.99	0.98	1.00	1.02	0.98
	16	1.08	1.06	1.05	1.03	1.02	1.01	0.99	0.99	1.02	1.00
3	4	1.27	1.12	1.02	0.94	0.96	0.97	0.99	1.00	1.03	0.99
	8	1.24	1.16	1.11	1.03	0.98	0.95	0.98	1.00	1.04	0.98
	12	1.18	1.13	1.10	1.05	1.02	0.99	0.97	0.99	1.03	0.98
	16	1.11	1.08	1.07	1.04	1.03	1.01	0.98	0.99	1.02	1.00
5	4	1.43	1.19	1.04	0.91	0.93	0.95	0.98	1.01	1.05	0.98
	8	1.35	1.23	1.15	1.05	0.97	0.93	0.97	1.00	1.05	0.98
	12	1.24	1.17	1.13	11.07	1.03	0.98	0.96	0.99	1.04	0.97
	16	1.14	1.11	1.09	1.06	1.04	1.01	0.98	0.99	1.03	1.00
7	4	1.53	1.24	1.05	0.88	0.91	0.94	0.98	1.01	1.06	0.98
	8	1.41	1.27	1.18	1.05	0.97	0.91	0.96	1.00	1.06	0.97
	12	1.27	1.19	1.15	1.08	1.04	0.98	0.95	0.99	1.05	0.96
	16	1.16	1.12	1.09	1.06	1.04	1.01	0.98	0.98	1.03	1.00
10	4	1.64	1.29	1.06	0.86	0.89	0.93	0.97	1.01	1.07	0.98
	8	1.46	1.30	1.20	1.06	0.96	0.90	0.96	1.00	1.07	0.97
	12	1.29	1.21	1.16	1.09	1.04	0.98	0.95	0.99	1.05	0.96
	16	1.17	1.13	1.10	1.07	1.04	1.01	0.98	0.98	1.03	1.00

Table PG 2.2. Correction coefficients $K_{t_{c,p}}$ of the formula (5.15) at the moment of explosion $t_{exp,a}=9\ h$ and time of people exit outdoors $t_{out,a}=6\ h$

(time of explosion and people exit outdoors is local, astronomical)

K_{fall}	τ_{out}, h	t_c, h									
		1	2	3	5	7	10	15	20	24	36
2	4	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1.00	1.01	1.00	1.00
	8	1.11	1.05	1.01	0.95	0.96	0.98	0.99	1.01	1.01	0.99
	12	1.10	1.07	1.04	1.01	0.99	0.96	0.99	1.01	1.02	0.99
	16	1.077	1.05	1.04	1.02	1.01	0.99	0.98	1.00	1.01	1.00
3	4	0.89	0.92	0.93	0.95	0.96	0.98	1.00	1.01	1.00	0.99
	8	1.18	1.08	1.02	0.91	0.94	0.96	0.99	1.01	1.02	0.99
	12	1.15	1.10	1.07	1.02	0.99	0.94	0.98	1.01	1.02	0.98
	16	1.10	1.07	1.05	1.03	1.01	0.99	0.97	1.01	1.02	1.00
5	4	0.83	0.87	0.89	0.92	0.94	0.97	1.00	1.02	1.00	0.99
	8	1.25	1.12	1.03	0.88	0.91	0.94	0.99	1.02	1.03	0.98
	12	1.20	1.16	1.09	1.02	0.98	0.93	0.98	1.01	1.03	0.98
	16	1.13	1.09	1.07	1.04	1.01	0.99	0.97	1.01	1.02	0.99
7	4	0.79	0.83	0.86	0.90	0.93	0.96	1.00	1.03	1.00	0.99
	8	1.29	1.14	1.04	0.86	0.89	0.93	0.99	1.02	1.03	0.98
	12	1.23	1.15	1.10	1.03	0.98	0.92	0.97	1.02	1.03	0.97
	16	1.14	1.10	1.00	1.04	1.02	0.99	0.96	1.01	1.03	0.99
10	4	0.75	0.80	0.83	0.88	0.91	0.95	1.00	1.03	1.00	0.98
	8	1.33	1.15	1.04	0.84	0.88	0.93	0.98	1.03	1.04	0.98
	12	1.25	1.16	1.11	1.03	0.98	0.91	0.97	1.02	1.04	0.97
	16	1.15	1.11	1.08	1.04	1.02	0.99	0.96	1.01	1.03	0.99

Table PG 2.3. Correction coefficients $K_{t_{c,p}}$ of the formula (5.15) at the moment of explosion $t_{exp,a}=12\ h$ and time of people exit outdoors $t_{out,a}=6\ h$

(time of explosion and people exit outdoors is local, astronomical)

K_{fall}	τ_{out}, h	t_c, h									
		1	2	3	5	7	10	15	20	24	36
2	4	0.94	0.96	0.96	0.98	0.98	0.99	1.01	1.01	0.99	1.00
	8	1.01	0.92	0.93	0.95	0.97	0.98	1.00	1.02	1.00	1.00
	12	1.07	1.03	1.01	0.97	0.95	0.97	1.00	1.02	1.01	0.99
	16	1.06	1.04	1.02	1.01	0.99	0.96	0.99	1.02	1.01	0.99
3	4	0.90	0.92	0.94	0.96	0.97	0.99	1.01	1.01	0.98	1.00
	8	1.01	0.87	0.90	0.93	0.95	0.98	1.01	1.03	1.00	0.99
	12	1.11	1.05	1.01	0.96	0.93	0.96	1.00	1.03	1.01	0.99
	16	1.08	1.05	1.04	1.01	0.99	0.95	0.99	1.02	1.01	0.99
5	4	0.84	0.88	0.90	0.93	0.96	0.98	1.02	1.02	0.97	1.00
	8	1.02	0.82	0.85	0.90	0.93	0.97	1.01	1.04	1.00	0.99
	12	1.15	1.07	1.02	0.95	0.91	0.95	1.00	1.04	1.02	0.99
	16	1.11	1.07	1.04	1.01	0.99	0.93	0.99	1.03	1.02	0.98
7	4	0.80	0.85	0.88	0.92	0.95	0.98	1.02	1.03	0.96	1.00
	8	1.02	1.79	0.83	0.88	0.92	0.96	1.01	1.05	1.00	0.99
	12	1.16	1.08	1.02	0.94	0.89	0.94	1.00	1.05	1.02	0.99
	16	1.12	1.08	1.05	1.01	0.98	0.93	0.99	1.03	1.02	0.98
10	4	0.76	0.82	0.85	0.90	0.94	0.98	1.02	1.03	0.95	0.99
	8	1.02	0.76	0.80	0.86	0.91	0.95	1.01	1.06	1.00	0.99
	12	1.18	1.08	1.02	0.94	0.89	0.94	1.00	1.05	1.02	0.98
	16	1.13	1.08	1.05	1.01	0.98	0.92	0.99	1.03	1.02	0.98

Table PG 2.4. Correction coefficients $K_{t_{c,p}}$ of the formula (5.15) at the moment of explosion $t_{exp,a}=15\ h$ and time of people exit outdoors $t_{out,a}=6\ h$

(time of explosion and people exit outdoors is local, astronomical)

K_{fall}	τ_{out}, h	t_c, h									
		1	2	3	5	7	10	15	20	24	36
2	4	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1.00	1.03	0.99	0.99	1.00
	8	0.91	0.93	0.94	0.97	0.98	1.00	1.03	1.01	0.98	1.00
	12	1.01	0.97	0.92	0.95	0.97	0.99	1.03	1.01	1.00	1.00
	16	1.04	1.02	1.00	0.98	0.95	0.98	1.02	1.01	1.00	1.00
3	4	0.91	0.93	0.95	0.97	0.99	1.00	1.05	0.97	0.98	1.00
	8	0.85	0.89	0.91	0.94	0.97	1.00	1.05	1.01	0.97	1.00
	12	1.02	0.95	0.88	0.92	0.95	0.98	1.05	1.02	1.00	1.00
	16	1.06	1.03	1.00	0.97	0.93	0.97	1.03	1.02	1.01	1.00
5	4	0.86	0.89	0.92	0.95	0.98	1.01	1.07	0.96	0.97	1.00
	8	0.78	0.84	0.87	0.92	0.95	0.99	1.08	1.01	0.96	1.00
	12	1.03	0.93	0.84	0.89	0.93	0.98	1.06	1.02	1.00	1.00
	16	1.08	1.03	1.01	0.97	0.92	0.96	1.04	1.02	1.01	0.99
7	4	0.82	0.87	0.90	0.94	0.97	1.01	1.09	0.95	0.96	1.00
	8	0.75	0.81	0.85	0.91	0.95	0.99	1.09	1.01	0.95	1.00
	12	1.03	0.92	0.82	0.88	0.92	0.97	1.07	1.03	1.00	1.00
	16	1.08	1.04	1.01	0.96	0.91	0.96	1.04	1.02	1.01	0.99
10	4	0.79	0.84	0.88	0.93	0.97	1.01	1.11	0.94	0.96	1.00
	8	0.72	0.79	0.83	0.90	0.94	0.99	1.10	1.02	0.94	1.00
	12	1.03	0.92	0.80	0.87	0.92	0.97	1.07	1.03	1.00	1.00
	16	1.09	1.04	1.01	0.96	0.90	0.93	1.05	1.03	1.01	0.99

References

[1] Avetisov G.M., Barhudarov R.M., Gordeev K.I., Knizhnikov V.A., Margulis U. Ya., et al., "Time dependent, basic and derivative dose standards for liquidators of Chernobyl's power plant accident and for population living at the areas polluted by radioisotopes"; Medicine of accidents; Special release; Chernobyl 10 years later (1996)

[2] Annenkov B.N., "Migration of radioactive strontium in the chain fodder-cow-milk" Distribution, biological effect, acceleration of radioisotopes excretion; Medicine (1964)

[3] Vasylenko I.Ya. "Questions of toxicology migration of radioactive strontium in the chain fodder-cow-milk"; Distribution, biological effect, acceleration of radioisotopes excretion; Medicine (1964)

[4] Vasylenko I.Ya., "Toxicology of radioactive products from the nuclear explosions" Monograph (1968)

[5] Vasylenko I.Ya., "Biological significance of fission products"; Military medical journal, No.4 (1978)

[6] Gordeev K.I., "The basic laws of dose formation of external and internal irradiation at the traces from underground nuclear explosions (experimental researches)"; Doctor thesis; Semipalatinsk polygon (1970)

[7] Gordeev K.I., Lebedev A.N., Savkin M.N., "Parameters retrieval method for retrospective radiation conditions determining internal irradiation of the population at the trace of nuclear explosions"; Bulletin of the scientific program "Semipalatinsk polygon – Altai" No.1; Barnaul (1994)

[8] Gordeev ä.I., Kiselyov V.P. Lebedev A.N. Savkin M.N., et al., "Development and substantiation of calculational models of external and internal doses obtained population living at the radioactive traces from nuclear explosions" Bulletin of the scientific program "Semipalatinsk polygon – Altai" No.1; Barnaul (1995)

[9] Grechushkina M.P. "Tables of ^{235}U, ^{238}U and ^{239}Pu prompt fission products structure"; Atomizdat (1964)

[10] Gusev N.G., Kovalev E.E., Osanov D.P., Popov V.I., "Radiation protection from extended sources"; Science and engineering (1961)

[11] Gusev N.G., "Handbook: Irradiation and radiation protection" (1956)

[12] Gusev N.G., Belyaev V.A., "Handbook: Radioactive release to the biosphere"; Energoatomizdat (1991)

[13] Izrael Yu.A., "Formation conditions of radioactive particles fallouts and isotopes fractionating at the underground nuclear explosion"; DAN USSR; V. 169; No. 3 (1966)

[14] Izrael Yu.A., "Effect of nuclear and physical-chemical processes at the first seconds after nuclear explosion and specific mechanical action of underground explosion on radioactive pollution of natural environment"; Doctor thesis (1969)

[15] Izrael Yu.A., Ruzhentseva I.N., "Correlation between concentrations of radioactive materials and parameters of gamma-irradiated field in the atmosphere ground layer at various emissions of radioactive products"; Collection of works on questions of dosimetry and radiometry; Atomizdat (1966)

[16] Izrael Yu.A., "Radioactive fallouts after nuclear explosions and accidents"; Progress-pogoda (1996)

[17] Iljin L.A., Moskalev Yu.I., "Exchange of cesium, strontium and beta-emitter mixtures at the cow"; Atomnaya Energiya; V. 11 (1956)

[18] Iljin D.I., Ryadov V.G., Gordeev K.I., "Evaluation of inhalation receipts of fission products at the air, ground and underground nuclear explosions"; Symposium materials IBF (1969)

[19] Cellouge Y., Rapp R., Greenfield S., "Short-distance fallouts of the nuclear explosion products"; Metrologiya i atomnaya energiya; translation from English by Federova E.K. (1959)

[20] Leipunskiy O.I., "Gamma-radiation of the nuclear explosion"; Atomizdat (1959)

[21] Loborev V.M., Sudakov V.V., Shoikhet J.N., et al., "Radiation impact of the Semipalatinsk test site on the Altai region and problems of quantitative assessment of this impact"; Bulletin of the research program "Semipalatinsk test site/Altai"; No.1 (1994)

[22] Loborev V.M., Sudakov V.V., Zelenov V.I., et al., "Reconstruction of dose irradiation parameters from the nuclear explosion of August 29, 1949 for the population of Altai territory"; Bulletin of the research program "Semipalatinsk test site/Altai"; No.1 (1994)

[23] Martin Y., "Kinetics of initial food chains from short-distance fallouts of the nuclear explosion products"; Translation from English by Izrael Yu.A.; Mir (1968)

[24] Moiseev A.A., Ivanov V.I., "Handbook: dosimetry and radiation hygiene"; Energoatomizdat (1990)

[25] Osanov D.P., Likhtarev I.A., "Dosimetry of incorporated radioactive materials"; Atomizdat (1977)

[26] Pertsovskiy E.S., Gruznova R.M., Sobolev A.V., "Migration of ^{134}Cs, ^{137}Cs, ^{90}Sr from the cereal grains and groats cultures into processing products as an important part of radionuclides transition from the ground to the human organism" Geohimiya; No.7 (1993)

[27] Petrov R.V., Pravetskiy V.N., Stepanov Yu.S., Shalnov M.I., "Protection from radioactive fallouts"; Medgiz. (1963)

[28] "Rules of conducting technological processes at the grain elevators and grain-producing plants"; Minzagot. USSR (1984)

[29] "Rules of conducting technological processes at flour-grinding factories"; State commission of SM USSR on the foodstuffs and purchase (1991)

[30] Russell R.S., "Food and economic aspects of radiation safety"; in collected articles "Protection of the population at radiation accidents"; IAEA (1966)

[31] Ryadov V.G., "Medical aspects of estimation of radioactive environment contamination at the nuclear explosions"; Doctor thesis (1966)

[32] Sklyarov P.M., Ter-Saakov A.A., "Protection regimes in radioactive contamination zones"; Civil defense USSR (1965)

[33] Spenser L.V., "Protection against gamma-radiation fallouts"; Atomizdat (1965)

[34] Stewart K.T., Simpson S.D., "Some biological consequences caused by fission products release to atmosphere"; in collected articles "Protection of the population at radiation accidents"; IAEA (1963)

[35] íill J., Simpson S.L., Kerber ê., et al., "Research of a thyroid gland in a cohort of inhabitants of state Utah"; Analysis of dosimetric results; Health Phys.; V. 68.; No. 4; (1995)

[36] Frailing E., Crocker G., Adams Ch., "Formation of fission product particles of nuclear explosion"; In the book "Radioactive fallouts from nuclear explosions"; Translation from English by Izrael Yu.A.; Mir (1968)

[37] Hain J., Brannell G., "Radiation dosimetry"; Translation from English by Guseva N.G. and Truhanova K.A.; (1958)

[38] Shutov V.N., Bazukin A.B., Beklesheva T.A., et al., "Impurity forecast of natural grasses, vegetation and milk by cesium and strontium. Radiation hygiene"; in collected articles of LNIIRG (1990)

[39] Shtukkenberg J.M., Stepanov Yu.S., "Tissue doses at receipt of the food contaminated by radioactive products", Military press åé USSR. (1965)

[40] Bouville A., Dreicer _., Beck _. L., et al., "Models of radioiodine transport to populations within the continental U.S."; Health Phys.; V. 59.; No.5; Pergamon Press (1990)

[41] Casey H.W., Case A. C., Mc.Clellan R.O., Bustad L.K., "Metabolism of ^{132}T-^{132}I in lactating Seep"; Health Physics; V. 9; No. 12. (1963)

[42] Cragle R.G., Demot B. J. "Strontium and calcium uptake and excretion in lactating dairy cows"; J. Dairy Sci.; V. 42; No. 8 (1959)

[43] Dreicer M., Bouville A., Wacholz W., "Pasture practices, milk distribution, and consumption in the continental U.S. in the 1950s"; Health Phys.; V. 59.; No. 5; Pergamon Press (1990)

[44] Garner R.J., Sansom B.F., "Transfer of Iodine-131 and Strontium-90 from diet to milk in cattle"; Vet record 71; 32; (1957)

[45] Garner R.J., Jones B.F., Sansom B.F., "Fission products and the dairy cow. 2. Some aspects of metabolism of the alkaline earth elements, calcium and barium"; Biochem. J.; V. 76; No. 3 (1960)

[46] Hood S.L., Comar C.L., "Metabolism of Cesium-137 in rats and farm animals"; Arch. Biochem. and Biophys.; V. 45; No. 2 (1953)

[47] "International basic safety standards for protection against ionizing radiation and for the safety of radiation sources"; Safety series; No. 115.; IAEA; Vienna (1996)

[48] Eangemann R.W., Swanson E.W., "A study of the secretion of iodine in milk of dairy cows using daily oral doses of I-131"; J. of Dairy Sci.; V. 40, No. 3; (1957)

[49] Miller ._._., Swanson E.W., Cragle R.G., "Relation of milk secretion to iodine in milk"; Health Physics; V. 9; No. 12 (1963)

[50] Mailer H., Prohl G., "ECOSYS-87: A dynamic model for assessing radiological consequences of nuclear accidents"; Health Phys.; V. 64(3); pp. 232 - 252; (1993)

[51] Prohl G., "Modeling of radionuclide transfer in food chains after deposition of Strontium-90, Cesium-137 and Iodine-131 onto agricultural areas"; Miinchen – Neuherberberg; Germany: GSF -Forschungszentrum; GSF-Report EUR-12553; pp. 289-309; (1990)

[52] Simon S.L., Lloyd R.D., Till J.E., et. al., "Development of a method to estimate thyroid dose from fallout radioiodine in a cohort study"; Health Phys.; V. 59; No.5; Pergamon Press (1990)

[53] Squire H.M., Middleton L.J., Sansom B.F., Coild C.R., "Experiments on the metabolism of certain fission products in dairy cows" Radioisotopes in scientific Res. Proc. of the 1 (UNESCO) Internal conf.; 4; Pergamon (1958)

[54] Squire H.M., Middleton L.J., Sansom B.F., Coild C.R., "The metabolism in dairy cows of fission products"; Progr. Nucl. Energy, V. 1; No. 3 (1961)

[55] Squire H.M., Sansom B.F., Middleton L.J., "The metabolism by a dairy cows of fission products obtained from operation Grapple"; Progr. Nucl. Energy; V. 1, No. 3 (1961)

添付資料-15

Methodological Handbook で使われている主なパラメータ

記 号	単 位	説 明	式*
H_{exp}	km	核爆発が生じた高さ	5.1
q	kt	核爆発の出力	5.1
P_{24}	mR/h	核爆発の 24 時間後の対象地域における照射線量率	5.2
X	km	爆心から対象地域までの距離	5.3
$\overline{V}$	km/h	地表から H_{max}（核爆発の最高高度）までの平均風速	5.3
Lx	km	爆心からの距離 X における放射性雲の幅	5.6
W_{50}	km/h	核分裂で生じた放射性粒子の降下速度	5.12
W_R	-	放射線加重係数	5.15
W_T	-	組織加重係数	5.15
$K_{tc,p}$	-	γ 線線量率の補正係数	5.15
K_{cloud}	-	放射性雲からの放射線に対する線量減少係数	5.15
K_{fall}	-	降下したフォールアウトからの放射線に対する線量減少係数	5.15
t_{out}	h	1日のうち、遮蔽物のない場所に居る時間	5.15
$6.1*10^{-3}$	mGy/mR	空気中の照射線量から人体吸収線量への換算係数	5.15
$K_{a/e}$	mGy/mR	空気中の照射線量から人体皮膚吸収線量への換算係数	5.17
$K_{Bq/\gamma}$	$(Bq/m^3)/(mR/h)$	空気中の照射線量率から空気中の放射性物質濃度への換算係数	5.22
$\overline{E}_\gamma$	MeV	核分裂生成物の γ 線の平均エネルギー	5.22
$\overline{n}_\gamma$	photon/(Bq・s)	核分裂生成物の1壊変あたりの平均 γ 線放出割合	5.22
K_a	-	大気圏下層における放射性エアロゾルの割合	5.22
$a_i(t)$	-	核爆発 t 時間後における核種 i の割合	5.24
v	ℓ/min	1 分当たりの肺換気量	5.25
Ω_{air}	-	放射性粒子が呼吸器に滞留する割合	5.25
η_u	-	放射性粒子が呼吸器から体内に吸収される割合	5.25
β_i	-	調整距離 X_a に依存した放射性物質 i の溶解度係数	5.26
$\overline{E}_{eff}$	MeV/(Bq・s)	1壊変あたりの β 線の平均エネルギー	5.27
m	g	肺の重量	5.27
K_Θ	-	胃腸管内の形状を考えた放射性物質による被ばく修飾係数	5.29
$M_{0,GT}$	g	胃腸管の重量	5.29
τ_{in}	h	放射性物質の吸入摂取から胃腸管に到達するまでの時間	5.29
τ_{irr}	h	吸入摂取した放射性物質が胃腸管に滞留する時間	5.29
d_i	mSv/Bq	放射性物質 i の年齢依存線量係数（Table PB10 に提示）	5.32
$K_{gr\Sigma}$	(Bq/kg)/(mR/h)	空気中の照射線量率から植物表面の放射性物質濃度への換算係数	5.36
K_{dec}	-	穀物の製粉に伴う除染効果係数	5.39.1
λ_i	d^{-1}	核種 i の壊変定数	5.40
λ_n	d^{-1}	牧草地の生物学的除染に係る定数（牧草地を汚染した放射性物質は物理的に壊変するとともに風化や生物的な作用により失われていく）	5.40
K_{gi}	-	放射性物質 i がミルク中に排出される割合（Table PB2 に提示）	5.41
ξ	kg	家畜が1日に摂取する牧草の量	5.41
G	ℓ	1頭の家畜から1日に得られるミルクの量	5.41
t_f	d	畜舎内で家畜が汚染された干草を摂取し始めた時期	5.43
$K_{i,meat/milk}$	ℓ/kg	ミルク中の放射性物質 i の濃度から肉中の放射性物質 i の濃度の換算係数	5.46
t_{sl}	d	家畜を屠殺した時間	5.46
$\tau_{Ai,max}$	h	牧草地でフォールアウトが始まってからミルク中の放射性物質 i の量が最大値に達するまでの時間（$\tau_{Ai,max} = t_{Ai,max} - tc$）	5.47
v_{milk}	ℓ/d	1日あたりのミルクの摂取量	5.47
τ_n	d	汚染したミルクを摂取した期間	5.49
G_M	kg/d	1日あたりの肉類の摂取量	5.52
G_P	kg/d	1日あたりの穀物、パンなどの食品の摂取量	5.60
t_n	d	汚染された穀物、パンなどの食品を摂取し始める時期	5.62
G_V	kg/d	汚染された野菜の摂取量	5.64

添付資料-16

Methodological Handbook で使われている計算式一覧

No	計 算 式	単 位	計算式の説明
5.1	$H_{\max} = 4 \cdot q^{0.25} + H_{\exp}$	km	核爆発で生じた雲の最高高度
5.1.1	$P(t) = P_{t*}\left(\frac{t}{t_*}\right)^{-n}$	mR/h	核爆発 t 時間後における照射線量率
5.1.2	$\sigma(t) = \sigma_{t*}\left(\frac{t}{t_*}\right)^{-n}$	Bq/m²	核爆発 t 時間後における土壌汚染濃度
5.2	$P_{24} = \frac{P_{t_*} \cdot t_*^{\,n}}{24^n}$	mR/h	核爆発の 24 時間後の対象地域における照射線量率
5.3	$t_0 = \frac{X}{\bar{V}}$	h	核爆発がおきてから放射性雲が対象地域に到着するまでの時間
5.4	$t_c = t_0 + \Delta t_x$	h	核爆発がおきてからフォールアウトの降下が終了するまでの時間
5.5	$\Delta t_x = 0.2 + \left[0.6 + 0.1 \cdot \log(q)\right] \cdot \frac{X}{\bar{V}}$	h	放射性雲が対象地域を通過する時間（フォールアウト降下時間）：放射性雲の幅（Lx）が未知の場合
5.6	$\Delta t_x = K \cdot \frac{L_x}{\bar{V}}$	h	放射性雲が対象地域を通過する時間（フォールアウト降下期間）：放射性雲の幅（Lx）が既知の場合
5.7	$P(t_c) = 24^n \cdot P_{24} \cdot t_c^{\,-n}$	mR/h	フォールアウトの降下終了時点における照射線量率
5.8	$\sigma_{soil\Sigma}(t) = 3.7 \cdot 10^6 \cdot 24^n \cdot P_{24} \cdot t^{-n}$	Bq/m²	放射性物質による土壌表面汚染密度
5.9	$\sigma_{soil\Sigma}^{d \le 50}(t) = \sigma_{soil\Sigma}(t) \cdot \eta_{d \le 50}$	Bq/m²	生物学的に有意な粒子に取り込まれた放射性物質による土壌表面汚染密度
5.10	$\sigma_{soil,i}^{d \le 50}(t) = 3.7 \cdot 10^6 \cdot 24^n \cdot P_{24} \cdot t^{-n} \cdot \eta_{d \le 50} \cdot a_i(t)$	Bq/m²	生物学的に有意な粒子に取り込まれた放射性物質 i による土壌表面汚染密度
5.11	$\eta_{d \le 50}(t) = 1 - \left[1 - 0.6(H_{\max} \cdot \bar{V})^{-0.9}\right] \cdot \exp(-4X_a^{\,3})$	-	生物学的に有意な粒子に起因する放射能の割合
5.12	$X_a = \frac{W_{50} \cdot X}{H_{\max} \cdot \bar{V}}$	-	空気動力学的直径 50 μm であるエアロゾル粒子が降下する臨海距離によって規格化した距離
5.13	$D_{\Delta t}^{c,\Sigma} = \frac{0.5 \cdot 24^n \cdot P_{24} \cdot \Delta t_x}{t_c^{\,n}} \cdot \left(1 + 1.5 \cdot q^{-0.04}\right)$	mR	フォールアウト降下時間中の照射線量
5.13.1	$D_{f,\Delta t} = \frac{0.5 \cdot 24^n \cdot P_{24} \cdot \Delta t_x}{t_c^{\,n}}$	mR	降下中のフォールアウトからの放射線による照射線量
5.13.2	$D_{air,\Delta t} = \frac{0.75 \cdot 24^n \cdot P_{24} \cdot \Delta t_x}{t_c^{\,n} \cdot q^{0.04}}$	mR	放射性雲からの放射線による照射線量
5.14	$D_{f,x} = \frac{24^n \cdot P_{24}}{(n-1) \cdot t_c^{\,n-1}}$	mR	降下後のフォールアウトからの放射線による照射線量
5.15	$E_{ext} = \frac{6.1 \cdot 10^{-3} \cdot 24^n \cdot W_R \cdot W_T \cdot P_{24}}{t_c^{\,n-1}} \left[\frac{K_{t_c,P}}{24 \cdot (n-1)} \cdot \left(t_{out} + \frac{24 - t_{out}}{K_{fall}}\right) + \frac{0.5 \cdot \Delta t_x}{K_{cloud} \cdot t_c} \cdot \left(1 + 1.5 \cdot q^{-0.04}\right)\right]$	mSv	外部被ばくによる実効線量
5.16	$D_{S,\Sigma,Y} = D_{S,out,Y} + D_{S,in,Y} + D_{S,C,24}$	mGy	核爆発後 1 年間の皮膚の吸収線量

No	計 算 式	単 位	計算式の説明
5.17	$D_{S,out,Y} = 2 \cdot K_{a/e} \cdot \left[D_{\Delta t}^{c,\Sigma} + \frac{24^{n-1} \cdot P_{24}}{n-1} \cdot t_{out} \cdot \left(\frac{1}{t_c^{\,n-1}} - \frac{1}{8760^{n-1}} \right) \right]$	mGy	核爆発後 1 年以内に戸外で生じる皮膚の吸収線量
5.18	$D_{S,in,Y} = K_{a/e} \cdot \frac{24^n \cdot P_{24}}{(n-1) \cdot K_{fall}} \cdot \left(1 - \frac{t_{out}}{24} \right) \cdot \left(\frac{1}{t_c^{\,n-1}} - \frac{1}{8760^{n-1}} \right)$	mGy	核爆発後 1 年以内に屋内で生じる皮膚の吸収線量
5.19	$D_{S,C,24} = 33.9 \cdot P_{24} \cdot \left[\frac{1}{t_c^{0.2}} - \frac{1}{(t_c + 24)^{0.2}} \right] \cdot \eta_{d \le 50}$	mGy	フォールアウト開始後 24 時間以内の皮膚の吸収線量
5.20	$E_{S,Y} = D_{S,\Sigma,Y} \cdot W_R \cdot W_T$	mSv	外部からのγ線およびβ線に由来する皮膚の実効線量
5.21	$t_1 = t_0 + 0.5 \cdot \Delta t_x$	h	核爆発から吸入摂取するまでの時間（フォールアウト生成期間中は吸入し続けるが、計算上はこの瞬間に一括して吸入したものとして処理）
5.22	$\overline{C}_{a\Sigma\Delta t} = \frac{0.75 \cdot 24^n \cdot K_{Bq/\gamma} \cdot K_a \cdot P_{24}}{\overline{E}_\gamma \cdot \overline{n}_\gamma \cdot q^{0.04} \cdot t_c^{\,n}}$	Bq/m³	空気中の放射性物質濃度
5.23	$\overline{C}_{a,\Delta t,d \le 50} = \overline{C}_{a\Sigma\Delta t} \cdot \eta^*_{d \le 50}$	Bq/m³	生物学的に有意な粒子に取り込まれた放射性物質の空気中濃度
5.24	$\overline{C}_{a-i,\Delta t,d \le 50} = \overline{C}_{a,\Delta t,d \le 50} \cdot a_i(t_1)$	Bq/m³	生物学的に有意な粒子に取り込まれた放射性物質 i の空気中濃度
5.25	$g_{\Sigma,\Delta t} = 6 \cdot 10^{-2} \cdot \overline{C}_{a\Sigma\Delta t} \cdot \nu \cdot \Delta t_x \cdot \Omega_{air} \cdot \eta_u$	Bq	吸入摂取した放射性物質量
5.25.1	$\Omega_{air} \cdot \eta_u \cong 0.7 \cdot \eta_{d \le 50}$	-	吸入摂取した放射性物質のうち呼吸器に取り込まれるものの割合
5.26	$g_{i,\Delta t} = g_{\Sigma,\Delta t} \cdot \beta_i \cdot a_i(t_1)$	Bq	呼吸器に取り込まれた放射性物質 i のうち他の器官に移行する量
5.27	$D_L = \frac{5.75 \cdot 10^{-4} \cdot g_{\Sigma L} \cdot \overline{E}_{eff} \cdot t_1}{0.2 \cdot m}$	mGy	肺の吸収線量
5.27.1	$g_{\Sigma L} = 0.1 \cdot g_{\Sigma,\Delta t}$	Bq	吸入摂取した放射性物質のうち肺に蓄積する量
5.28	$E_L = D_L \cdot W_R \cdot W_T$	mSv	肺の実効線量
5.29	$D_{0,GT} = \frac{5.75 \cdot 10^{-4} \cdot K_\Theta \cdot g^*_{\Sigma t_{in}} \cdot \overline{E}_{eff} \cdot t_{in}^{\,1.2}}{0.2 \cdot M_{0,GT}} \cdot \left(\frac{1}{t_{in}^{\,0.2}} - \frac{1}{t_{out}^{\,0.2}} \right)$	mGy	消化管の吸収線量
5.30	$g^*_{\Sigma t_{in}} = g_{\Sigma\Delta t} \cdot \left(\frac{t_1}{t'_{in}} \right)^{1.2} \cdot \left(1 - \sum_i a_{i,t_{in}} \cdot \beta_i \right)$	Bq	吸入摂取した放射性物質のう難溶性と不溶性の放射性物質の量
5.30.1	$g^*_{\Sigma t_{in}} = g_{\Sigma\Delta t} \cdot \left(\frac{t_1}{t'_{in}} \right)^{1.2}$	Bq	吸入摂取した放射性物質が消化器に到達した時の放射性物質の量
5.30.2	$g^*_{\Sigma t_{in}} = g_{\Sigma\Delta t} \cdot \left(\frac{t_1}{t'_{in}} \right)^{1.2} \cdot \sum_i a_{i,t_{in}} \cdot \beta_i$	Bq	吸入摂取した可溶性の放射性物質の量
5.30.3	$t'_{in} = t_{in} + 0.5 \cdot \tau_{irr}$	h	消化器に放射性物質が滞留している時間の中央値（この時点で放射性物質が到達したと仮定して計算する）
5.31	$E_{0,GT} = D_{0,GT} \cdot W_R \cdot W_T$	mSv	消化管の実効線量
5.32	$D_{iT\tau} = \frac{g_{iT\tau} \cdot d_i}{W_R \cdot W_T}$	mGy	呼吸器、消化管以外の臓器の吸収線量

No	計 算 式	単 位	計算式の説明
5.33	$E_{inT\tau} = g_{iT\tau} \cdot d_i$	mSv	呼吸器、消化管以外の臓器の実効線量
5.34	$D_{\Delta t}^{TG} = \frac{g_{131\Delta t} \cdot d_{131} + g_{Te132\Delta t} \cdot d_{Te132} + g_{133\Delta t} \cdot d_{133} + g_{135\Delta t} \cdot d_{135}}{W_T}$	mGy	吸入摂取による甲状腺の吸収線量
5.35	$E_{\Delta t}^{TG} = g_{131\Delta t} \cdot d_{131} + g_{Te132\Delta t} \cdot d_{Te132} + g_{133\Delta t} \cdot d_{133} + g_{135\Delta t} \cdot d_{135}$	mSv	吸入摂取による甲状腺の実効線量
5.36	$Q_{gr\Sigma}(t) = K_{gr\Sigma} \cdot P_{24} \cdot \frac{24^n}{t^n} \cdot \eta_{d \le 50}$	Bq/kg	汚染された植物の放射性物質濃度（式の定数により、穀物、野菜、牧草についての計算が可能）
5.37	$Q_{gr}(t) = Q_{gr\Sigma}(t) \cdot a_i(t)$	Bq/kg	汚染された植物の放射性物質 i の濃度
5.37.1	$Q_{gri,24} = 0.6 \cdot \sigma_{soil,\Sigma,24} \cdot \eta_{d \le 50} \cdot a_{i,24}$	Bq/kg	実験の 24 時間後における汚染された草類の放射性物質 i の濃度
5.38	$Q_{grain\Sigma}(t) \cong 0.22 \cdot Q_{gr\Sigma}(t)$	Bq/kg	収穫した穀物の放射性物質濃度
5.39	$Q_{grain,i}(t) = 10^6 \cdot P_{24} \cdot \frac{24^n}{t^n} \cdot \eta_{d \le 50} \cdot a_i(t)$	Bq/kg	収穫した穀物の放射性物質 i の濃度
5.39.1	$Q_{flour,i}(t) = K_{dec} \cdot Q_{grain,i}(t)$	Bq/kg	穀粉の放射性物質濃度
5.39.2	$Q_{bread}(t) = 0.7 \cdot Q_{flour}(t)$	Bq/ℓ	パンの放射性物質濃度
5.40	$A_i(t) = A_{i,\max} \cdot \exp\left[-(\lambda_i + \lambda_n) \cdot (t - t_{Ai\max})\right]$	Bq/ℓ	放牧している家畜のミルク中の放射性物質濃度（ミルク中の放射性物質濃度が最大になった後）
5.41	$A_{i,\max} = K_{gi} \cdot \frac{Q_{gri,24} \cdot \zeta \cdot \beta_i}{G} \cdot \exp\left[-(\lambda_i + \lambda_n) \cdot (t_{A_{i,\max}} - 24)\right]$	Bq/ℓ	放牧している家畜のミルク中の放射性物質 i の濃度の最大値
5.42	$\overline{A}_{tc \cdot\ tAi\max} = 0.5 \cdot A_{i,\max}$	Bq/ℓ	放牧している家畜のミルク中の放射性物質濃度（ミルク中の放射性物質濃度が最大になる前）
5.43	$A_{i,\max} = K_{gi} \cdot \frac{Q_{ci,tc} \cdot \zeta \cdot \beta_i}{G} \cdot \exp\left\{-\lambda_i \left(t_f + \tau_{Ai\max} - t_c\right)\right\}$	Bq/ℓ	飼育している家畜のミルク中の放射性物質 i の濃度の最大値
5.44	$Q_{ci,tc} = 4.5 \cdot 10^6 \cdot P_{24} \cdot \frac{24^n}{t_c^{\ n}} \cdot \eta_{d \le 50} \cdot a_{i,tc}$	Bq/kg	フォールアウトの降下終了時点における牧草の放射性物質 i の濃度
5.45	$A_i(t) = A_{i,\max} \cdot \exp(-\lambda_i t)$	Bq/ℓ	飼料で飼育している家畜のミルク中の放射性物質 i の濃度（放射性物質濃度が最大値に達した後の計算）
5.46	$M_i(t) \cong K_{imeat/milk} \cdot A_{i,t_{sl}} \cdot \exp\left[-\lambda_i \cdot (t - t_{sl})\right]$	Bq/kg	家畜の肉中の放射性物質濃度
5.47	$g_{t_c \ldots t_{A_{i,\max}}}^{i,milk} = 0.5 \cdot A_{i,\max} \cdot \tau_{A_{i,\max}} \cdot \nu_{milk}$	Bq	家畜のミルクから摂取した放射性物質積算量（放射性物質濃度が最大になる前）
5.48	$b_{i,tn}(t) = b_{i,tn} \cdot \exp\left[-(\lambda_i + \lambda_n) \cdot t\right]$	Bq/d	単位時間あたりの、ミルクを介した放射性物質 i の摂取量
5.48.1	$b_{i,tn} = A_{i,tn} \cdot \nu_{milk}$	Bq/d	摂取開始時におけるミルクを介した放射性物質 i の摂取量
5.49	$g_{tAi\max \cdot\ tn}^{i,milk} = A_{i,tn} \cdot \nu_{milk} \cdot \frac{1 - \exp\left[-(\lambda_i + \lambda_n) \cdot \tau_n\right]}{\lambda_i + \lambda_n}$	Bq	家畜のミルクから摂取した放射性物質の積算量（摂取期間：τ_n）

No	計 算 式	単 位	計算式の説明
5.50	$g_{t_c \ldots t_{A_{i,\max}}}^{i,milk} = \dfrac{A_{i,t_n} \cdot \nu_{milk}}{\lambda_i + \lambda_n}$	Bq	家畜のミルクから摂取した放射性物質積算量（摂取期間：∞）
5.51	$g_{tc\cdot\ \infty}^{i,milk} = g_{tc\cdot\ tAi\max}^{i,milk} + g_{tAi\max\cdot\ \infty}^{i,milk}$	Bq	家畜のミルクから摂取した放射性物質積算量（フォールアウト終了後：～∞）
5.52	$g_{to\cdot\ t}^{i,meat} = b_{i,tn} \cdot \dfrac{1-\exp(-\lambda_i \cdot \tau_n)}{\lambda_i}$	Bq	肉を通して摂取した放射性物質 i の量（摂取期間：τ_n）
5.53	$g_{tn\cdot\ t}^{i,meat} = \dfrac{K_{i,meat/milk} \cdot A_{i,tsl} \cdot G_M \cdot \exp\left[\lambda_i \cdot (t_{sl} - t_n)\right]}{\lambda_i} \cdot \left[1-\exp(-\lambda_i \cdot \tau_n)\right]$	Bq	家畜の肉から摂取した放射性物質積算量（摂取期間：τ_n）
5.53.1	$g_{tn\cdot\ \infty}^{i,meat} = \dfrac{K_{i,meat/milk} \cdot A_{i,tsl} \cdot G_M \cdot \exp\left[-\lambda_i \cdot (t_n - t_{sl})\right]}{\lambda_i}$	Bq	家畜の肉から摂取した放射性物質積算量（摂取期間：∞）
5.54	$D_{t_c \ldots t > t_{A_{i,\max}}}^{TG,milk,P,\Sigma} = \dfrac{\left(g_{t_c \ldots t_{A_{i,\max}}}^{131,milk} + g_{t_{A_{i,\max}} \ldots t}^{131,milk}\right) \cdot d_{131} + \left(g_{t_c \ldots t_{A_{i,\max}}}^{133,milk} + g_{t_{A_{i,\max}} \ldots t}^{133,milk}\right) \cdot d_{133}}{W_T}$	mGy	放牧している家畜のミルクから摂取した放射性物質による吸収線量
5.55	$E_{t_c \ldots t > t_{A_{i,\max}}}^{TG,milk,P,\Sigma} = \left(g_{t_c \ldots t_{A_{i,\max}}}^{131,milk,P} + g_{t_{A_{i,\max}} \ldots t}^{131,milk,P}\right) \cdot d_{131} + \left(g_{t_c \ldots t_{A_{i,\max}}}^{133,milk,P} + g_{t_{A_{i,\max}} \ldots t}^{133,milk,P}\right) \cdot d_{133}$	mSv	放牧している家畜のミルクから摂取した放射性物質による実効線量
5.56	$D_{t_c \ldots t > t_{A_{i,\max}}}^{TG,milk,S,\Sigma} = \dfrac{\left(g_{t_c \ldots t_{A_{i,\max}}}^{131,milk,S} + g_{t_{A_{i,\max}} \ldots t}^{131,milk,S}\right) \cdot d_{131}}{W_T}$	mGy	飼育している家畜のミルクから摂取した放射性物質による吸収線量
5.57	$E_{t_c \ldots t > t_{A_{i,\max}}}^{TG,milk,S,\Sigma} = \left(g_{t_c \ldots t_{A_{i,\max}}}^{131,milk,S} + g_{t_{A_{i,\max}} \ldots t}^{131,milk,S}\right) \cdot d_{131}$	mSv	飼育している家畜のミルクから摂取した放射性物質による実効線量
5.58	$D_{t_n \ldots t}^{TG,meat,131} = \dfrac{g_{t_n \ldots t}^{131,meat} \cdot d_{131}}{W_T}$	mGy	家畜の肉から摂取した放射性物質による吸収線量
5.59	$E_{tn\cdot\ t}^{TG,meat,131} = g_{tn\cdot\ t}^{131,meat} \cdot d_{131}$	mSv	家畜の肉から摂取した放射性物質による実効線量
5.60	$g_{tn\cdot\ t}^{\Sigma P} = 5 \cdot Q_{\Sigma,P,tn} \cdot G_P \cdot t_n^{1.2} \cdot \left(\dfrac{1}{t_n^{0.2}} - \dfrac{1}{t^{0.2}}\right)$	Bq	汚染された農作物を介して摂取した放射性物質の量（摂取期間:tn～t）
5.61	$g_{tn\cdot\ t}^{i,P} = Q_{i,P,tn} \cdot G_P \cdot \dfrac{\exp(-\lambda_i \cdot t_n)}{\lambda_i} \cdot \left[1-\exp(-\lambda_i \cdot \tau_n)\right]$	Bq	汚染された農作物を介して摂取した放射性物質 i の量（摂取期間：tn～t）
5.62	$D_{tn\cdot\ \infty}^{BTB,n} = 6.9 \cdot 10^6 \cdot g_{tn\cdot\ \infty}^{\Sigma PR} \cdot (t_n + 0.8)^{1.2} \cdot \left[\dfrac{1}{(t_n+0.8)^{0.2}} - \dfrac{1}{(t_n+1.8)^{0.2}}\right]$	mGy	汚染された食物に起因する直腸の吸収線量
5.62.1	$g_{tn\cdot\ \infty}^{\Sigma PR} = 5 \cdot Q_{\Sigma,PR,tn} G \cdot \left(\dfrac{t_n}{t_n+8}\right) \cdot (t_n + 0.8)$	Bq	穀物、パン、植物等を介した放射性物質の摂取量
5.63	$E_{BTBn} = W_T \cdot \left(D_{BTB,groats} + D_{BTB,bread}\right)$	mSv	汚染された食物に起因する直腸の実効線量
5.64	$D_{tc\cdot\ t}^{TG} = \dfrac{g_{tc\cdot\ t}^{131} \cdot d_{131} + g_{tc\cdot\ t}^{Te132} \cdot d_{Te132} + g_{tc\cdot\ t}^{133} \cdot d_{133} + g_{tc\cdot\ t}^{135} \cdot d_{135}}{W_T}$	mGy	汚染された農作物を摂取したヨウ素同位体による吸収線量
5.64.1	$Q_{i,V,tc} = 5.44 \cdot 10^7 \cdot P_{24} \cdot t_c^{-1.2} \cdot \eta_{d \le 50} \cdot a_{i,tc}$	Bq/kg	農作物中の放射性物質 i の濃度
5.65	$E_{tc\cdot\ t}^{TG} = g_{tc\cdot\ t}^{131} \cdot d_{131} + g_{tc\cdot\ t}^{Te132} \cdot d_{Te132} + g_{tc\cdot\ t}^{133} \cdot d_{133} + g_{tc\cdot\ t}^{135} \cdot d_{135}$	mSv	汚染された農作物を摂取したヨウ素同位体による実効線量
5.66	$E_{NT} = \sum_N H_T \cdot W_T$	mSv	実効線量（H_T :等価線量）

添付資料-17

死因別の外部被ばく線量範囲ごとの人数（ICD-10 大分類：男性）（平成21年3月時点）

居住地	ICD-10	死因となった疾患	線量（Gy）																	合計
			0.0	～0.01	～0.1	～0.2	～0.3	～0.4	～0.5	～0.6	～0.7	～0.8	～0.9	～1.0	～1.2	～1.4	～1.6	～1.8	～2.0	
ドロン	A00-B99	感染症及び寄生虫症	0	5	6	2	0	0	0	0	0	0	6	4	10	0	0	0	0	33
	C00-D48	新生物	0	28	21	2	1	0	0	0	0	0	9	7	23	1	1	1	0	94
	F00-F99	精神及び行動の障害	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	G00-G99	神経系の疾患	0	2	1	0	0	0	0	0	0	1	1	3	1	0	0	0	0	9
	I00-I99	循環器系の疾患	3	54	48	3	1	0	0	0	0	3	29	12	63	6	1	5	0	228
	J00-J99	呼吸器系の疾患	1	6	7	0	0	0	0	0	0	0	2	1	7	1	0	1	0	26
	K00-K93	消化器系の疾患	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	5	1	6	0	0	0	0	18
	N00-N99	尿路性器系の疾患	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	3
	Q00-Q99	先天奇形,変形及び染色体異常	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	R00-R99	症状,徴候及び異常臨床所見・異常検査所見で他に分類されないもの	2	10	5	0	0	0	0	0	0	0	1	3	11	0	0	0	0	32
	S00-T98	損傷,中毒及びその他の外因の影響	1	8	5	0	0	0	0	0	0	0	2	2	6	0	1	0	0	25
	V00-Y98	傷病及び死亡の外因	2	23	5	0	1	0	0	0	0	1	6	4	8	2	0	0	0	52
	Z00-Z99	健康状態に影響をおよぼす要因及び保健サービスの利用	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		死因不明又はICD-10未付与	3	22	12	1	0	0	0	0	0	0	9	7	15	0	0	0	0	69
		生存・生死未確認	51	352	152	9	1	0	0	0	0	4	58	25	33	2	1	0	0	688
	小計		63	516	267	17	4	0	0	0	0	9	129	69	184	12	4	7	0	1281
ズナメンカ	A00-B99	感染症及び寄生虫症	6	1	14	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34
	C00-D48	新生物	5	3	22	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80
	E00-E90	内分泌,栄養及び代謝疾患	1	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
	F00-F99	精神及び行動の障害	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	G00-G99	神経系の疾患	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	I00-I99	循環器系の疾患	11	1	43	83	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	139
	J00-J99	呼吸器系の疾患	5	2	5	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
	K00-K93	消化器系の疾患	3	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
	L00-L99	皮膚及び皮下組織の疾患	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	N00-N99	尿路性器系の疾患	1	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	R00-R99	症状,徴候及び異常臨床所見・異常検査所見で他に分類されないもの	14	4	26	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70
	S00-T98	損傷,中毒及びその他の外因の影響	0	1	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
	V00-Y98	傷病及び死亡の外因	4	2	18	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38
	Z00-Z99	健康状態に影響をおよぼす要因及び保健サービスの利用	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		死因不明又はICD-10未付与	2	0	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
		生存・生死未確認	4	33	229	176	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	443
	小計		56	48	380	390	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	876

居住地	ICD-10	死因となった疾患	線量（Gy）																	合計
			0.0	～0.01	～0.1	～0.2	～0.3	～0.4	～0.5	～0.6	～0.7	～0.8	～0.9	～1.0	～1.2	～1.4	～1.6	～1.8	～2.0	
カイナール	A00-B99	感染症及び寄生虫症	16	1	26	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59
	C00-D48	新生物	31	6	80	59	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	182
	D50-D89	血液及び造血器の疾患ならびに免疫機構の障害	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	E00-E90	内分泌,栄養及び代謝疾患	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	F00-F99	精神及び行動の障害	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	G00-G99	神経系の疾患	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	I00-I99	循環器系の疾患	68	7	126	96	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	302
	J00-J99	呼吸器系の疾患	8	1	25	6	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	43
	K00-K93	消化器系の疾患	4	0	13	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
	N00-N99	尿路性器系の疾患	2	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
	R00-R99	症状,徴候及び異常臨床所見・異常検査所見で他に分類されないもの	28	4	60	32	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	130
	S00-T98	損傷,中毒及びその他の外因の影響	5	1	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
	V00-Y98	傷病及び死亡の外因	29	1	27	11	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70
		死因不明又はICD-10未付与	4	2	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
		生存・生死未確認	493	89	384	53	4	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1027
	小計		690	113	761	285	23	3	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1879
カラウール	A00-B99	感染症及び寄生虫症	25	1	2	9	18	3	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66
	C00-D48	新生物	60	0	17	19	70	13	31	11	0	0	0	0	1	0	0	0	0	222
	E00-E90	内分泌,栄養及び代謝疾患	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	F00-F99	精神及び行動の障害	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	G00-G99	神経系の疾患	3	1	1	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
	I00-I99	循環器系の疾患	95	6	6	40	132	28	54	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	385
	J00-J99	呼吸器系の疾患	15	1	3	6	21	0	9	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
	K00-K93	消化器系の疾患	12	0	1	2	10	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
	N00-N99	尿路性器系の疾患	1	0	1	0	3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
	Q00-Q99	先天奇形,変形及び染色体異常	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	R00-R99	症状,徴候及び異常臨床所見・異常検査所見で他に分類されないもの	24	1	7	4	16	3	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66
	S00-T98	損傷,中毒及びその他の外因の影響	18	1	1	3	11	1	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44
	V00-Y98	傷病及び死亡の外因	37	0	2	9	21	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73
	Z00-Z99	健康状態に影響をおよぼす要因及び保健サービスの利用	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		死因不明又はICD-10未付与	24	1	1	5	15	1	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56
		生存・生死未確認	771	16	70	104	200	32	24	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1224
	小計		1088	28	112	204	523	84	154	56	2	0	0	0	1	0	0	0	0	2252

ボルシャヤ・ウラジミロフカ	A00-B99	感染症および寄生虫症	0	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52
	C00-D48	新生物	0	182	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	185
	E00-E90	内分泌、栄養および代謝疾患	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	F00-F99	精神および行動の障害	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	G00-G99	神経系の疾患	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	I00-I99	循環器系の疾患	0	335	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	336
	J00-J99	呼吸器系の疾患	0	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41
	K00-K93	消化器系の疾患	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
	N00-N99	尿路性器系の疾患	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
	Q00-Q99	先天奇形、変形および染色体異常	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	R00-R99	症状、徴候および異常臨床所見・異常検査所見で他に分類されないもの	1	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	19
	S00-T98	損傷、中毒およびその他の外因の影響	0	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49
	V00-Y98	傷病および死亡の外因	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42
		死因不明またはICD-10コード未付与	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		生存または死亡未確認	71	722	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	795
	小 計		72	1478	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	1	0	1557
モステイク	A00-B99	感染症および寄生虫症	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	C00-D48	新生物	3	1	24	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	30
	F00-F99	精神および行動の障害	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	I00-I99	循環器系の疾患	4	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	37
	J00-J99	呼吸器系の疾患	1	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7
	K00-K93	消化器系の疾患	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	N00-N99	尿路性器系の疾患	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	R00-R99	症状、徴候および異常臨床所見・異常検査所見で他に分類されないもの	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	S00-T98	損傷、中毒およびその他の外因の影響	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
	V00-Y98	傷病および死亡の外因	6	0	8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	15
		死因不明またはICD-10コード未付与	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
		生存または死亡未確認	99	4	28	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	132
	小 計		123	6	112	1	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	2	1	0	249

居住地	ICD-10	死因となった疾患	線量（Gy）																合計
			0.0	～0.01	～0.1	～0.2	～0.3	～0.4	～0.5	～0.6	～0.7	～0.8	～0.9	～1.0	～1.2	～1.4	～1.6	～1.8	～2.0	
チェレムシュキ	A00-B99	感染症および寄生虫症	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	4
	C00-D48	新生物	7	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	9	1	24
	G00-G99	神経系の疾患	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	3
	I00-I99	循環器系の疾患	11	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	11	12	15	2	54
	J00-J99	呼吸器系の疾患	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	4
	K00-K93	消化器系の疾患	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	7
	R00-R99	症状、徴候および異常臨床所見・異常検査所見で他に分類されないもの	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	5
	S00-T98	損傷、中毒およびその他の外因の影響	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	8
	V00-Y98	傷病および死亡の外因	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	0	8
		死因不明またはICD-10コード未付与	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
		生存または死亡未確認	114	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	17	20	8	0	160
	小計		146	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	43	39	40	4	280
カノネルカ	A00-B99	感染症および寄生虫症	0	2	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
	C00-D48	新生物	0	1	0	17	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
	I00-I99	循環器系の疾患	0	3	1	26	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34
	J00-J99	呼吸器系の疾患	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	K00-K93	消化器系の疾患	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	R00-R99	症状、徴候および異常臨床所見・異常検査所見で他に分類されないもの	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	S00-T98	損傷、中毒およびその他の外因の影響	0	2	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
	V00-Y98	傷病および死亡の外因	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
		死因不明またはICD-10コード未付与	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		生存または死亡未確認	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	小計		0	10	1	60	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80
セミヤ	A00-B99	感染症および寄生虫症	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
	C00-D48	新生物	9	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48
	D50-D89	血液および造血器の疾患ならびに免疫機構の障害	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	G00-G99	神経系の疾患	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	I00-I99	循環器系の疾患	12	94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	107

ルカ	J00-J99	呼吸器系の疾患	2	14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
	K00-K93	消化器系の疾患	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
	M00-M99	筋骨格系および結合組織の疾患	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	R00-R99	症状、徴候および異常臨床所見・異常検査所見で他に分類されないもの	2	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
	S00-T98	損傷、中毒およびその他の外因の影響	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
	V00-Y98	傷病および死亡の外因	4	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
		死因不明またはICD-10コード未付与	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
		生存または死亡未確認	179	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	231
	小 計		221	247	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	470
イズベスツカ	C00-D48	新生物	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	I00-I99	循環器系の疾患	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	8
	N00-N99	尿路性器系の疾患	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	S00-T98	損傷、中毒およびその他の外因の影響	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	V00-Y98	傷病および死亡の外因	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		死因不明またはICD-10コード未付与	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		生存または死亡未確認	21	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
	小 計		24	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	35
その他	A00-B99	感染症および寄生虫症	34	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41
	C00-D48	新生物	107	4	30	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	147
	E00-E90	内分泌、栄養および代謝疾患	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	F00-F99	精神および行動の障害	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	G00-G99	神経系の疾患	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
	I00-I99	循環器系の疾患	264	6	40	8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	319
	J00-J99	呼吸器系の疾患	31	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36
	K00-K93	消化器系の疾患	14	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
	N00-N99	尿路性器系の疾患	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	R00-R99	症状、徴候および異常臨床所見・異常検査所見で他に分類されないもの	16	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
	S00-T98	損傷、中毒およびその他の外因の影響	34	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39
	V00-Y98	傷病および死亡の外因	30	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37
		死因不明またはICD-10コード未付与	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
		生存または死亡未確認	379	3	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	414
	小 計		933	22	123	15	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1094

死因別の外部被ばく線量範囲ごとの人数（ICD-10 大分類：女性）（平成21年3月時点）

居住地	ICD-10	死因となった疾患	線量（Gy）																	合計
			0.0	～0.01	～0.1	～0.2	～0.3	～0.4	～0.5	～0.6	～0.7	～0.8	～0.9	～1.0	～1.2	～1.4	～1.6	～1.8	～2.0	
ドロン	A00-B99	感染症及び寄生虫症	0	3	1	0	0	0	0	0	0	1	6	3	1	0	V0	0	0	15
	C00-D48	新生物	0	16	7	1	1	0	0	0	0	1	4	16	8	2	0	0	0	56
	D50-D89	血液及び造血器の疾患ならびに免疫機構の障害	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	E00-E90	内分泌,栄養及び代謝疾患	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0	7
	F00-F99	精神及び行動の障害	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	G00-G99	神経系の疾患	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4
	I00-I99	循環器系の疾患	2	48	43	5	0	0	0	0	0	0	17	59	58	1	3	4	0	240
	J00-J99	呼吸器系の疾患	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	5	1	0	1	0	0	11
	K00-K93	消化器系の疾患	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0	4	0	1	0	0	12
	N00-N99	尿路性器系の疾患	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	6
	O00-O99	妊娠,分娩及び産じょく〈褥〉	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4
	R00-R99	症状,徴候及び異常臨床所見・異常検査所見で他に分類されないもの	0	14	12	1	0	0	0	0	0	0	3	13	13	1	3	0	0	60
	S00-T98	損傷,中毒及びその他の外因の影響	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	8
	V00-Y98	傷病及び死亡の外因	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	9
		死因不明又はICD-10未付与	0	11	8	3	0	0	0	0	0	0	5	9	7	2	1	0	0	46
		生存・生死未確認	62	403	172	6	0	0	0	0	0	14	101	55	24	6	6	4	0	853
	小計		66	510	251	18	1	0	0	0	0	16	144	169	121	13	16	8	0	1333
ズナメンカ	A00-B99	感染症及び寄生虫症	8	1	4	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
	C00-D48	新生物	5	1	15	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54
	E00-E90	内分泌,栄養及び代謝疾患	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	G00-G99	神経系の疾患	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	I00-I99	循環器系の疾患	11	3	35	101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150
	J00-J99	呼吸器系の疾患	4	0	5	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
	K00-K93	消化器系の疾患	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
	M00-M99	筋骨格系及び結合組織の疾患	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	N00-N99	尿路性器系の疾患	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	O00-O99	妊娠,分娩及び産じょく〈褥〉	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	R00-R99	症状,徴候及び異常臨床所見・異常検査所見で他に分類されないもの	5	1	27	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64
	S00-T98	損傷,中毒及びその他の外因の影響	1	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
	V00-Y98	傷病及び死亡の外因	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
		死因不明又はICD-10未付与	0	1	5	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
		生存・生死未確認	9	21	292	230	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	556
	小計		47	29	392	439	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	911

カイナール	A00-B99	感染症及び寄生虫症	18	1	32	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59
	C00-D48	新生物	26	4	102	34	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	173
	E00-E90	内分泌,栄養及び代謝疾患	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	F00-F99	精神及び行動の障害	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	G00-G99	神経系の疾患	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	I00-I99	循環器系の疾患	48	1	44	188	6	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	290
	J00-J99	呼吸器系の疾患	12	0	17	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33
	K00-K93	消化器系の疾患	2	0	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
	M00-M99	筋骨格系及び結合組織の疾患	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	N00-N99	尿路性器系の疾患	2	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
	O00-O99	妊娠,分娩及び産じょく〈褥〉	1	1	4	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
	Q00-Q99	先天奇形,変形及び染色体異常	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	R00-R99	症状,徴候及び異常臨床所見・異常検査所見で他に分類されないもの	30	1	78	35	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	148
	S00-T98	損傷,中毒及びその他の外因の影響	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	V00-Y98	傷病及び死亡の外因	9	0	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
		死因不明又はICD-10未付与	3	3	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
		生存・生死未確認	524	84	451	49	10	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1122
	小 計		**683**	98	872	220	25	2	3	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1908
カラウール	A00-B99	感染症及び寄生虫症	16	0	2	1	19	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42
	C00-D48	新生物	33	1	8	8	92	12	16	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	174
	D50-D89	血液及び造血器の疾患ならびに免疫機構の障害	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	E00-E90	内分泌,栄養及び代謝疾患	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	F00-F99	精神及び行動の障害	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	G00-G99	神経系の疾患	5	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
	H00-H59	眼及び付属器の疾患	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	I00-I99	循環器系の疾患	85	1	11	15	200	37	39	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	392
	J00-J99	呼吸器系の疾患	14	0	2	0	11	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33
	K00-K93	消化器系の疾患	7	0	1	0	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
	M00-M99	筋骨格系及び結合組織の疾患	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	N00-N99	尿路性器系の疾患	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	O00-O99	妊娠,分娩及び産じょく〈褥〉	8	0	0	0	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
	R00-R99	症状,徴候及び異常臨床所見・異常検査所見で他に分類されないもの	25	0	8	3	40	10	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	94
	S00-T98	損傷,中毒及びその他の外因の影響	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	V00-Y98	傷病及び死亡の外因	10	0	0	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
	Z00-Z99	健康状態に影響をおよぼす要因及び保健サービスの利用	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		死因不明又はICD-10未付与	25	0	1	4	25	9	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69
		生存・生死未確認	844	19	57	109	287	51	14	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1390
	小 計		1076	21	94	143	700	133	77	19	6	0	0	0	0	0	0	0	0	2269

居住地	ICD-10	死因となった疾患	線量（Gy）																	合計
			0.0	～0.01	～0.1	～0.2	～0.3	～0.4	～0.5	～0.6	～0.7	～0.8	～0.9	～1.0	～1.2	～1.4	～1.6	～1.8	～2.0	
ボルシャヤ・ウラジミロフカ	A00-B99	感染症および寄生虫症	0	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36
	C00-D48	新生物	0	141	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	143
	D50-D89	血液および造血器の疾患ならびに免疫機構の障害	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	E00-E90	内分泌、栄養および代謝疾患	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	F00-F99	精神および行動の障害	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	G00-G99	神経系の疾患	0	442	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	444
	I00-I99	循環器系の疾患	0	25	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26
	J00-J99	呼吸器系の疾患	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
	K00-K93	消化器系の疾患	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	N00-N99	尿路性器系の疾患	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	O00-O99	妊娠、分娩および産じょく〈褥〉	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	R00-R99	症状、徴候および異常臨床所見・異常検査所見で他に分類されないもの	0	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36
	S00-T98	損傷、中毒およびその他の外因の影響	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
	V00-Y98	傷病および死亡の外因	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
	Z00-Z99	健康状態に影響をおよぼす要因及び保健サービスの利用	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		死因不明またはICD-10コード未付与	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		生存または死亡未確認	73	895	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	968
	小計		74	1622	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1701
モステイク	A00-B99	感染症および寄生虫症	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	C00-D48	新生物	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
	G00-G99	神経系の疾患	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	I00-I99	循環器系の疾患	15	3	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	58
	J00-J99	呼吸器系の疾患	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
	K00-K93	消化器系の疾患	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	R00-R99	症状、徴候および異常臨床所見・異常検査所見で他に分類されないもの	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	S00-T98	損傷、中毒およびその他の外因の影響	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	V00-Y98	傷病および死亡の外因	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		死因不明またはICD-10コード未付与	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
		生存または死亡未確認	112	5	25	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2	0	1	0	148
	小計		127	9	92	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	3	1	1	0	237

チェレムシュキ	A00-B99	感染症および寄生虫症	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
	C00-D48	新生物	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	7	0	16
	G00-G99	神経系の疾患	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
	I00-I99	循環器系の疾患	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12	28	20	0	66
	J00-J99	呼吸器系の疾患	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	5
	K00-K93	消化器系の疾患	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
	O00-O99	妊娠、分娩および産じょく〈褥〉	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	R00-R99	症状、徴候および異常臨床所見・異常検査所見で他に分類されないもの	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	3	0	9
	S00-T98	損傷、中毒およびその他の外因の影響	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	V00-Y98	傷病および死亡の外因	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2
		死因不明またはICD-10コード未付与	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	4
		生存または死亡未確認	136	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	16	28	2	0	187
	小 計		147	2	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	35	70	36	0	297
カノネルカ	C00-D48	新生物	0	1	0	11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
	I00-I99	循環器系の疾患	0	1	0	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65
	J00-J99	呼吸器系の疾患	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	K00-K93	消化器系の疾患	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	N00-N99	尿路性器系の疾患	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	S00-T98	損傷、中毒およびその他の外因の影響	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	V00-Y98	傷病および死亡の外因	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		死因不明またはICD-10コード未付与	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		生存または死亡未確認	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	小 計		0	4	0	88	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93
セミヤルカ	A00-B99	感染症および寄生虫症	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	C00-D48	新生物	6	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42
	E00-E90	内分泌、栄養および代謝疾患	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	I00-I99	循環器系の疾患	7	124	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	131
	J00-J99	呼吸器系の疾患	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
	K00-K93	消化器系の疾患	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
	N00-N99	尿路性器系の疾患	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	R00-R99	症状、徴候および異常臨床所見・異常検査所見で他に分類されないもの	3	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
	S00-T98	損傷、中毒およびその他の外因の影響	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
	V00-Y98	傷病および死亡の外因	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
		死因不明またはICD-10コード未付与	7	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
		生存または死亡未確認	144	84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	228
	小 計		173	288	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	461

居住地	ICD-10	死因となった疾患	線量（Gy）																	合計
			0.0	～0.01	～0.1	～0.2	～0.3	～0.4	～0.5	～0.6	～0.7	～0.8	～0.9	～1.0	～1.2	～1.4	～1.6	～1.8	～2.0	
イズベスツカ	C00-D48	新生物	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	I00-I99	循環器系の疾患	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
	J00-J99	呼吸器系の疾患	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	R00-R99	症状、徴候および異常臨床所見・異常検査所見で他に分類されないもの	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		死因不明またはICD-10コード未付与	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		生存または死亡未確認	18	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
	小計		20	13	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
その他	A00-B99	感染症および寄生虫症	21	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28
	C00-D48	新生物	70	2	31	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	105
	D50-D89	血液および造血器の疾患ならびに免疫機構の障害	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	E00-E90	内分泌、栄養および代謝疾患	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
	G00-G99	神経系の疾患	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	I00-I99	循環器系の疾患	289	6	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	338
	J00-J99	呼吸器系の疾患	19	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27
	K00-K93	消化器系の疾患	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
	M00-M99	筋骨格系および結合組織の疾患	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	N00-N99	尿路性器系の疾患	12	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
	R00-R99	症状、徴候および異常臨床所見・異常検査所見で他に分類されないもの	19	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
	S00-T98	損傷、中毒およびその他の外因の影響	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
	V00-Y98	傷病および死亡の外因	8	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
		死因不明またはICD-10コード未付与	8	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
		生存または死亡未確認	421	13	46	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	483
	小計		908	24	145	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1082

添付資料-19

死因別の外部被ばく線量範囲ごとの人数（ICD-10 中分類：男性）（平成21年3月時点）

ICD-10	死因となった疾患	線　量（Gy）																合 計
		0.0	～0.01	～0.1	～0.2	～0.3	～04	～0.5	～0.6	～0.7	～0.8	～0.9	～1.0	～1.2	～1.4	～1.6	～1.8	～2.0	
ドロン																			
A00-A09	腸管感染症	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
A15-A19	結核	0	4	6	2	0	0	0	0	0	0	5	3	10	0	0	0	0	30
A30-A49	その他の細菌性疾患	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
B00-B09	皮膚及び粘膜病変を特徴とするウイルス感染症	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
C00-C14	口唇、口腔及び咽頭の悪性新生物	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C15-C26	消化器の悪性新生物	0	13	9	0	0	0	0	0	0	0	5	5	15	0	0	0	0	47
C30-C39	呼吸器及び胸腔内臓器の悪性新生物	0	10	7	2	0	0	0	0	0	0	2	2	6	0	1	0	0	30
C40-C41	骨及び関節軟骨の悪性新生物	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
C45-C49	中皮及び軟部組織の悪性新生物	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C60-C63	男性性器の悪性新生物	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
C64-C68	腎尿路の悪性新生物	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	1	0	5
C69-C72	眼、脳及びその他の中枢神経系の部位の悪性新生物	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
C76-C80	部位不明確、続発部位及び部位不明の悪性新生物	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3
C81-C96	リンパ組織、造血組織及び関連組織の悪性新生物	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
F10-F19	精神作用物質使用による精神及び行動の障害	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
G00-G09	中枢神経系の炎症性疾患	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
G40-G47	挿間性及び発作性障害	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
G80-G83	脳性麻痺及びその他の麻痺性症候群	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
G90-G99	神経系のその他の障害	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	4
I05-I09	慢性リウマチ性心疾患	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3
I10-I15	高血圧性疾患	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	8
I20-I25	虚血性心疾患	2	25	20	2	1	0	0	0	0	3	11	4	27	1	0	2	0	98
I26-I28	肺性心疾患及び肺循環疾患	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	1	0	9
I30-I52	その他の型の心疾患	1	16	14	1	0	0	0	0	0	0	6	3	22	3	0	1	0	67
I60-I69	脳血管疾患	0	5	11	0	0	0	0	0	0	0	8	1	8	2	1	1	0	37
I70-I79	動脈、細動脈及び毛細血管の疾患	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	6
J10-J18	インフルエンザ及び肺炎	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	7
J40-J47	慢性下気道疾患	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	12
J60-J70	外的因子による肺疾患	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

ICD-10	死因となった疾患	線　量（Gy）																合 計
		0.0	～0.01	～0.1	～0.2	～0.3	～04	～0.5	～0.6	～0.7	～0.8	～0.9	～1.0	～1.2	～1.4	～1.6	～1.8	～2.0	
J85-J86	下気道の化膿性及びえ死性病態	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
J95-J99	呼吸器系のその他の疾患	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	4
K20-K31	食道、胃及び十二指腸の疾患	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
K35-K38	虫垂の疾患	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	3
K55-K63	腸のその他の疾患	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
K65-K67	腹膜の疾患	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	3
K70-K77	肝疾患	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	3	1	1	0	0	0	0	8
K90-K93	消化器系のその他の疾患	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
N17-N19	腎不全	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	3
Q00-Q07	神経系の先天奇形	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
R50-R69	全身症状及び徴候	1	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9	0	0	0	0	22
R95-R99	診断名不明確及び原因不明の死亡	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	0	0	0	10
S00-S09	頭部損傷	0	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	11
S20-S29	胸部損傷	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
S30-S39	腹部、下背部、腰椎及び骨盤部の損傷	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
T00-T07	多部位の損傷	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
T08-T14	部位不明の体幹もしくは(四)肢の損傷又は部位不明の損傷	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
T51-T65	薬用を主としない物質の毒作用	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	4
T66-T78	外因のその他及び詳細不明の作用	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3
V80-V89	その他の陸上交通事故	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
V98-V99	その他及び詳細不明の交通事故	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
W65-W74	不慮の溺死及び溺水	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	9
W75-W84	その他の不慮の窒息	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	5
X00-X09	煙、火及び火災への曝露	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
X30-X39	自然の力への曝露	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3
X60-X84	故意の自傷及び自殺	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	8
X85-Y09	加害にもとづく障害及び死亡	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Y10-Y34	不慮か故意か決定されない事件	2	6	2	0	1	0	0	0	0	0	3	3	2	0	0	0	0	19
Y83-Y84	患者の異常反応又は後発合併症を生じた外科的及びその他の医学的処置で、処置時には事故の記載がないもの	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Y85-Y89	加害にもとづく傷害及び死亡	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Z70-Z76	その他の環境下での保健サービスの利用者	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	死因不明または ICD-10 コード未付与	3	22	12	1	0	0	0	0	0	0	9	7	15	0	0	0	0	69
	生存または死亡未確認	51	352	152	9	1	0	0	0	0	4	58	25	33	2	1	0	0	688
小 計		63	516	267	17	4	0	0	0	0	9	129	69	184	12	4	7	0	1281

ズナメンカ																			
A00-A09	腸管感染症	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
A15-A19	結核	6	1	9	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28
A30-A49	その他の細菌性疾患	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
B15-B19	ウイルス肝炎	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
B90-B94	感染症及び寄生虫症の誘発・後遺症	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C00-C14	口唇、口腔及び咽頭の悪性新生物	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C15-C26	消化器の悪性新生物	2	3	12	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43
C30-C39	呼吸器及び胸腔内臓器の悪性新生物	2	0	5	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
C43-C44	皮膚の黒色腫及びその他の皮膚の悪性新生物	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
C45-C49	中皮及び軟部組織の悪性新生物	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
C60-C63	男性性器の悪性新生物	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C64-C68	腎尿路の悪性新生物	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
C69-C72	眼、脳及びその他の中枢神経系の部位の悪性新生物	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C76-C80	部位不明確、続発部位及び部位不明の悪性新生物	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C81-C96	リンパ組織、造血組織及び関連組織の悪性新生物	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
E10-E14	糖尿病	1	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
F10-F19	精神作用物質使用による精神及び行動の障害	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G90-G99	神経系のその他の障害	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
I05-I09	慢性リウマチ性心疾患	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
I10-I15	高血圧性疾患	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
I20-I25	虚血性心疾患	3	1	23	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75
I26-I28	肺性心疾患及び肺循環疾患	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
I30-I52	その他の型の心疾患	4	0	5	6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
I60-I69	脳血管疾患	4	0	9	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
I70-I79	動脈、細動脈及び毛細血管の疾患	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
J00-J06	急性上気道感染症	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
J10-J18	インフルエンザ及び肺炎	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
J40-J47	慢性下気道疾患	1	1	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
J80-J84	主として間質を障害するその他の呼吸器疾患	0	1	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
J85-J86	下気道の化膿性及びえ死性病態	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2

ICD-10	死因となった疾患	線　量（Gy）																合 計
		0.0	～0.01	～0.1	～0.2	～0.3	～04	～0.5	～0.6	～0.7	～0.8	～0.9	～1.0	～1.2	～1.4	～1.6	～1.8	～2.0	
J95-J99	呼吸器系のその他の疾患	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
K20-K31	食道、胃及び十二指腸の疾患	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
K55-K63	腸のその他の疾患	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
K70-K77	肝疾患	0	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
L20-L30	皮膚炎及び湿疹	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
N00-N08	糸球体疾患	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
N17-N19	腎不全	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
N25-N29	腎及び尿管のその他の障害	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
N40-N51	男性性器の疾患	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
R25-R29	神経系及び筋骨格系に関する症状及び徴候	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
R50-R69	全身症状及び徴候	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
R95-R99	診断名不明確及び原因不明の死亡	14	4	23	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67
S00-S09	頭部損傷	0	1	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
T08-T14	部位不明の体幹もしくは(四)肢の損傷又は部位不明の損傷	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T51-T65	薬用を主としない物質の毒作用	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
V98-V99	その他及び詳細不明の交通事故	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
W20-W49	生物によらない機械的な力への曝露	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
W65-W74	不慮の溺死及び溺水	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
W75-W84	その他の不慮の窒息	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
X10-X19	熱及び高温物質との接触	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
X30-X39	自然の力への曝露	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
X58-X59	その他及び詳細不明の要因への不慮の曝露	1	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
X60-X84	故意の自傷及び自殺	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
X85-Y09	加害にもとづく障害及び死亡	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Y10-Y34	不慮か故意か決定されない事件	3	1	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
Z70-Z76	その他の環境下での保健サービスの利用者	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	死因不明または ICD-10 コード未付与	2	0	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
	生存または死亡未確認	4	33	229	176	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	443
小 計		56	48	380	390	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	876

カイナール

A00-A09	腸管感染症	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
A15-A19	結核	12	0	24	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52
A20-A28	人畜共通細菌性疾患	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
A30-A49	その他の細菌性疾患	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
B00-B09	皮膚及び粘膜病変を特徴とするウイルス感染症	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
C00-C14	口唇、口腔及び咽頭の悪性新生物	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
C15-C26	消化器の悪性新生物	20	4	46	38	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	110
C30-C39	呼吸器及び胸腔内臓器の悪性新生物	7	0	22	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39
C40-C41	骨及び関節軟骨の悪性新生物	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
C45-C49	中皮及び軟部組織の悪性新生物	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C60-C63	男性性器の悪性新生物	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
C64-C68	腎尿路の悪性新生物	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
C69-C72	眼、脳及びその他の中枢神経系の部位の悪性新生物	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
C76-C80	部位不明確、続発部位及び部位不明の悪性新生物	0	1	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
C81-C96	リンパ組織、造血組織及び関連組織の悪性新生物	0	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
C97-	独立した（原発性）多部位の悪性新生物	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
D37-D48	性状不詳又は不明の新生物	1	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
D60-D64	無形成性貧血及びその他の貧血	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
E00-E07	甲状腺障害	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
F20-F29	精神分裂病、分裂病型障害及び妄想性障害	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
G00-G09	中枢神経系の炎症性疾患	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G40-G47	挿間性及び発作性障害	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G90-G99	神経系のその他の障害	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
I05-I09	慢性リウマチ性心疾患	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
I10-I15	高血圧性疾患	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
I20-I25	虚血性心疾患	1	1	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
I26-I28	肺性心疾患及び肺循環疾患	36	4	59	37	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	140
I30-I52	その他の型の心疾患	1	1	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
I60-I69	脳血管疾患	15	0	21	16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53
I70-I79	動脈、細動脈及び毛細血管の疾患	12	1	26	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64
J00-J06	急性上気道感染症	2	0	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
J10-J18	インフルエンザ及び肺炎	3	0	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
J40-J47	慢性下気道疾患	1	1	12	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
J60-J70	外的因子による肺疾患	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
J80-J84	主として間質を障害するその他の呼吸器疾患	1	0	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	9

ICD-10	死因となった疾患	線　量（Gy）																	合 計
		0.0	～0.01	～0.1	～0.2	～0.3	～04	～0.5	～0.6	～0.7	～0.8	～0.9	～1.0	～1.2	～1.4	～1.6	～1.8	～2.0	
J85-J86	下気道の化膿性及びえ死性病態	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
J90-J94	胸膜のその他の疾患	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
J95-J99	呼吸器系のその他の疾患	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
K20-K31	食道、胃及び十二指腸の疾患	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
K65-K67	腹膜の疾患	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
K70-K77	肝疾患	1	0	10	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
K80-K87	胆のう〈嚢〉、胆管及び膵の障害	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
K90-K93	消化器系のその他の疾患	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
N00-N08	糸球体疾患	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
N10-N16	腎尿細管間質性疾患	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
N17-N19	腎不全	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
N40-N51	男性性器の疾患	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
R00-R09	循環器系及び呼吸器系に関する症状及び徴候	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
R50-R69	全身症状及び徴候	4	1	7	11	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
R95-R99	診断名不明確及び原因不明の死亡	24	3	52	21	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104
S00-S09	頭部損傷	2	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
T51-T65	薬用を主としない物質の毒作用	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
T79	外傷の早期合併症	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
V20-V29	交通事故により受傷したオートバイ乗員	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
V80-V89	その他の陸上交通事故	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
V95-V97	航空及び宇宙交通事故	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
V98-V99	その他及び詳細不明の交通事故	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
W20-W49	生物によらない機械的な力への曝露	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
W65-W74	不慮の溺死及び溺水	8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
W75-W84	その他の不慮の窒息	5	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
W85-W99	電流、放射線ならびに極端な気温及び気圧への曝露	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
X10-X19	熱及び高温物質との接触	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
X30-X39	自然の力への曝露	3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
X58-X59	その他及び詳細不明の要因への不慮の曝露	5	0	10	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
X60-X84	故意の自傷及び自殺	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Y10-Y34	不慮か故意か決定されない事件	5	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
Y35-Y36	法的介入及び戦争行為	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Y85-Y89	加害にもとづく傷害及び死亡	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	死因不明または ICD-10 コード未付与	4	2	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
	生存または死亡未確認	493	89	384	53	4	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1027
小 計		690	113	761	285	23	3	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1879

カラウール

A00-A09	腸管感染症	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
A15-A19	結核	23	1	1	7	16	3	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58
A20-A28	人畜共通細菌性疾患	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
A30-A49	その他の細菌性疾患	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
B00-B09	皮膚および粘膜病変を特徴とするウイルス感染症	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
B15-B19	ウイルス肝炎	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
B65-B83	ぜん〈蠕〉虫症	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
C00-C14	口唇、口腔および咽頭の悪性新生物	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
C15-C26	消化器の悪性新生物	32	0	12	9	45	8	23	8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	138
C30-C39	呼吸器および胸腔内臓器の悪性新生物	7	0	1	7	12	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36
C40-C41	骨および関節軟骨の悪性新生物	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
C45-C49	中皮および軟部組織の悪性新生物	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
C60-C63	男性性器の悪性新生物	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
C64-C68	腎尿路の悪性新生物	2	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
C69-C72	眼、脳および中枢神経系のその他の部位の悪性新生物	4	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
C76-C80	部位不明確、続発部位および部位不明の悪性新生物	7	0	0	0	7	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
C81-C96	原発と記載されたまたは推定されたリンパ組織、造血組織および関連組織の悪性新生物	1	0	1	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
D37-D48	性状不詳または不明の新生物	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
E10-E14	糖尿病	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
E70-E90	代謝障害	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
F00-F09	症状性を含む器質性精神障害	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
F20-F29	精神分裂病、分裂病型障害および妄想性障害	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
G00-G09	中枢神経系の炎症性疾患	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
G40-G47	挿間性および発作性障害	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G80-G83	脳性麻痺およびその他の麻痺性障害	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
G90-G99	神経系のその他の障害	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
I05-I09	慢性リウマチ性心疾患	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
I10-I15	高血圧性疾患	3	0	0	2	12	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
I20-I25	虚血性心疾患	33	3	3	18	51	13	23	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	157
I26-I28	肺性心疾患および肺循環疾患	3	0	0	1	6	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
I30-I52	その他の型の心疾患	30	1	2	7	27	9	17	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96
I60-I69	脳血管疾患	24	1	1	12	31	1	6	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83
I70-I79	動脈、細動脈および毛細血管の疾患	0	0	0	0	1	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
I80-I89	静脈、リンパ管およびリンパ節の疾患、他に分類されないもの	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
I95-I99	循環器系のその他および詳細不明の疾患	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
J10-J18	インフルエンザおよび肺炎	7	0	0	1	4	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
J40-J47	慢性下気道感染	5	0	0	3	13	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27
J80-J84	主として間質を傷害するその他の呼吸器疾患	2	1	2	1	3	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
J90-J94	胸膜のその他の疾患	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2

ICD-10	死因となった疾患	線　量（Gy）																	合 計
		0.0	～0.01	～0.1	～0.2	～0.3	～04	～0.5	～0.6	～0.7	～0.8	～0.9	～1.0	～1.2	～1.4	～1.6	～1.8	～2.0	
J95-J99	呼吸器系のその他の疾患	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
K20-K31	食道、胃および十二指腸の疾患	3	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
K55-K63	腸のその他の疾患	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
K65-K67	腹膜の疾患	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
K70-K77	肝疾患	6	0	1	2	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
K80-K87	胆のう〈嚢〉、胆管および膵の障害	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
N00-N08	糸球体疾患	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
N10-N16	腎尿細管間質性疾患	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
N17-N19	腎不全	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
N40-N51	男性性器の疾患	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Q20-Q28	循環器系の先天奇形	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
R00-R09	循環器系および呼吸器系に関する症状および徴候	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
R50-R69	全身症状および徴候	11	1	2	1	13	2	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39
R95-R99	診断名不明確および原因不明の死亡	11	0	5	3	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
S00-S09	頭部損傷	4	1	1	3	9	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
S10-S19	頚部損傷	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
S20-S29	胸部〈郭〉損傷	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
S80-S89	膝および下腿の損傷	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T00-T07	多部位の損傷	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T08-T14	部位不明の体幹もしくは(四)肢の損傷または部位不明の損傷	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T66-T78	外因のその他および詳細不明の作用	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
T79	外傷の早期合併症	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
T90-T98	損傷、中毒およびその他の外因による影響の続発・後遺症	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
V01-V09	交通事故により受傷した歩行者	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
V80-V89	その他の陸上交通事故	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
V98-V99	その他および詳細不明の交通事故	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
W00-W19	転倒・転落	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
W65-W74	不慮の溺死および溺水	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
W75-W84	その他の不慮の事故	2	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
W85-W99	電流、放射線ならびに極端な気温および気圧への曝露	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
X30-X39	自然の力への曝露	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
X58-X59	その他および詳細不明の要因への不慮の曝露	1	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
X60-X84	故意の自傷および自殺	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
X85-Y09	加害にもとづく障害および死亡	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Y10-Y34	不慮か故意か決定されない事件	23	0	1	5	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36
Y85-Y89	傷病および死亡の外因の続発・後遺症	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Z70-Z76	その他の環境下での保健サービスの利用者	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	死因不明または ICD-10 コード未付与	24	1	1	5	15	1	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56
	生存または死亡未確認	771	16	70	104	200	32	24	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1224
小 計		1088	28	112	204	523	84	154	56	2	0	0	0	1	0	0	0	0	2252

セミパラチンスク集団-I 合計																			
A00-A09	腸管感染症	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
A15-A19	結核	41	6	40	37	16	3	5	2	0	0	5	3	10	0	0	0	0	168
A20-A28	人畜共通細菌性疾患	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
A30-A49	その他の細菌性疾患	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5
B00-B09	皮膚及び粘膜病変を特徴とするウイルス感染症	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	5
B15-B19	ウイルス肝炎	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
B65-B83	ぜん虫症	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
B90-B94	感染症及び寄生虫症の誘発・後遺症	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C00-C14	口唇、口腔及び咽頭の悪性新生物	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
C15-C26	消化器の悪性新生物	54	20	79	73	46	8	23	9	0	0	5	5	16	0	0	0	0	338
C30-C39	呼吸器及び胸腔内臓器の悪性新生物	16	10	35	34	13	3	3	3	0	0	2	2	6	0	1	0	0	128
C40-C41	骨及び関節軟骨の悪性新生物	3	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
C43-C44	皮膚の黒色腫及びその他の皮膚の悪性新生物	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
C45-C49	中皮及び軟部組織の悪性新生物	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
C60-C63	男性性器の悪性新生物	2	0	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
C64-C68	腎尿路の悪性新生物	2	1	4	4	2	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	1	0	17
C69-C72	眼、脳及びその他の中枢神経系の部位の悪性新生物	5	0	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	11
C76-C80	部位不明確、続発部位及び部位不明の悪性新生物	7	1	4	5	7	1	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	29
C81-C96	リンパ組織、造血組織及び関連組織の悪性新生物	1	2	4	3	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
C97-	独立した（原発性）多部位の悪性新生物	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
D37-D48	性状不詳又は不明の新生物	2	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
D60-D64	無形成性貧血及びその他の貧血	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
E00-E07	甲状腺障害	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
E10-E14	糖尿病	2	1	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
E70-E90	代謝障害	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
F00-F09	症状性を含む器質性精神障害	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
F10-F19	精神作用物質使用による精神及び行動の障害	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
F20-F29	精神分裂病、分裂病型障害及び妄想性障害	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
G00-G09	中枢神経系の炎症性疾患	2	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6
G40-G47	挿間性及び発作性障害	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	6
G80-G83	脳性麻痺及びその他の麻痺性症候群	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
G90-G99	神経系のその他の障害	1	2	3	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	10
I05-I09	慢性リウマチ性心疾患	3	2	8	1	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	18

ICD-10	死因となった疾患	線　量（Gy）																	合 計
		0	～0.01	～0.1	～0.2	～0.3	～04	～0.5	～0.6	～0.7	～0.8	～0.9	～1.0	～1.2	～1.4	～1.6	～1.8	～2.0	
I10-I15	高血圧性疾患	4	4	5	11	12	1	1	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	43
I20-I25	虚血性心疾患	74	33	105	105	56	13	23	13	0	3	11	4	27	1	0	2	0	470
I26-I28	肺性心疾患及び肺循環疾患	4	3	6	8	6	3	2	0	0	0	3	1	0	0	0	1	0	37
I30-I52	その他の型の心疾患	50	17	42	30	28	9	17	4	0	0	6	3	22	3	0	1	0	232
I60-I69	脳血管疾患	40	7	47	59	31	1	6	7	0	0	8	1	8	2	1	1	0	219
I70-I79	動脈、細動脈及び毛細血管の疾患	2	1	10	8	1	1	4	1	0	0	1	2	1	0	0	0	0	32
I80-I89	静脈、リンパ管およびリンパ節の疾患、他に分類されないもの	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
I95-I99	循環器系のその他及び詳細不明の障害	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
J00-J06	急性上気道感染症	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
J10-J18	インフルエンザ及び肺炎	13	0	9	3	5	0	1	1	0	0	1	0	2	0	0	0	0	35
J40-J47	慢性下気道疾患	7	6	17	10	13	0	4	2	0	0	0	0	5	0	0	0	0	64
J60-J70	外的因子による肺疾患	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
J80-J84	主として間質を障害するその他の呼吸器疾患	3	2	6	9	4	0	4	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	31
J85-J86	下気道の化膿性及びえ死性病態	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	6
J90-J94	胸膜のその他の疾患	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
J95-J99	呼吸器系のその他の疾患	4	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	10
K20-K31	食道、胃及び十二指腸の疾患	7	0	1	0	3	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	13
K35-K38	虫垂の疾患	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	3
K55-K63	腸のその他の疾患	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
K65-K67	腹膜の疾患	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	7
K70-K77	肝疾患	7	2	15	9	5	0	3	0	0	0	3	1	1	0	0	0	0	46
K80-K87	胆のう〈嚢〉、胆管及び膵の障害	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
K90-K93	消化器系のその他の疾患	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
L20-L30	皮膚炎及び湿疹	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
N00-N08	糸球体疾患	3	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
N10-N16	腎尿細管間質性疾患	0	0	2	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
N17-N19	腎不全	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	8
N25-N29	腎及び尿管のその他の障害	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
N40-N51	男性性器の疾患	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Q00-Q07	神経系の先天奇形	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Q20-Q28	循環器系の先天奇形	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
R00-R09	循環器系及び呼吸器系に関する症状及び徴候	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
R25-R29	神経系及び筋骨格系に関する症状及び徴候	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
R50-R69	全身症状及び徴候	16	9	15	12	15	2	6	3	0	0	0	1	9	0	0	0	0	88

R95-R99	診断名不明確及び原因不明の死亡	50	10	81	50	6	2	2	0	0	0	1	2	2	0	0	0	0	206
S00-S09	頭部損傷	6	9	12	6	9	0	5	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	50
S10-S19	頚部損傷	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
S20-S29	胸部損傷	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	9
S30-S39	腹部、下背部、腰椎及び骨盤部の損傷	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
S80-S89	膝及び下腿の損傷	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T00-T07	多部位の損傷	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3
T08-T14	部位不明の体幹もしくは(四)肢の損傷又は部位不明の損傷	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3
T51-T65	薬用を主としない物質の毒作用	2	0	4	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	10
T66-T78	外因のその他及び詳細不明の作用	3	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	6
T79	外傷の早期合併症	5	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
T90-T98	損傷、中毒及びその他の外因による影響の続発・後遺症	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
V20-V29	交通事故により受傷したオートバイ乗員	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
V80-V89	その他の陸上交通事故	1	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
V95-V97	航空及び宇宙交通事故	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
V98-V99	その他及び詳細不明の交通事故	2	1	3	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	9
W00-W19	転倒・転落	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
W20-W49	生物によらない機械的な力への曝露	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
W65-W74	不慮の溺死及び溺水	8	3	3	3	3	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	24
W75-W84	その他の不慮の窒息	7	3	2	4	3	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	21
W85-W99	電流、放射線ならびに極端な気温及び気圧への曝露	1	0	4	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
X00-X09	煙、火及び火災への曝露	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
X10-X19	熱及び高温物質との接触	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
X30-X39	自然の力への曝露	7	2	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	15
X58-X59	その他及び詳細不明の要因への不慮の曝露	7	0	13	4	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28
X60-X84	故意の自傷及び自殺	1	7	5	1	3	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	19
X85-Y09	加害にもとづく障害及び死亡	3	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Y10-Y34	不慮か故意か決定されない事件	33	7	13	13	6	1	1	0	0	0	3	3	2	0	0	0	0	82
Y35-Y36	法的介入及び戦争行為	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Y83-Y84	患者の異常反応又は後発合併症を生じた外科的及びその他の医学的処置で、処置時には事故の記載がないもの	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Y85-Y89	加害にもとづく傷害及び死亡	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4
Z70-Z76	その他の環境下での保健サービスの利用者	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	死因不明または ICD-10 コード未付与	33	25	27	10	15	1	6	3	0	0	9	7	15	0	0	0	0	151
	生存または死亡未確認	1319	490	835	342	205	35	25	6	2	4	58	25	33	2	1	0	0	3382
小 計		1897	705	1520	896	550	88	155	59	2	9	129	69	186	12	4	7	0	6288

ICD-10	死因となった疾患	線　量（Gy）																合 計
		0	～0.01	～0.1	～0.2	～0.3	～04	～0.5	～0.6	～0.7	～0.8	～0.9	～1.0	～1.2	～1.4	～1.6	～1.8	～2.0	
ボルシャヤ・ウラジミロフカ																			
A15-A19	結核	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45
A30-A49	その他の細菌性疾患	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
B00-B09	皮膚及び粘膜病変を特徴とするウイルス感染症	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
B65-B83	ぜん〈蠕〉虫症	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C00-C14	口唇、口腔及び咽頭の悪性新生物	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
C15-C26	消化器の悪性新生物	0	73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	74
C30-C39	呼吸器及び胸腔内臓器の悪性新生物	0	57	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59
C45-C49	中皮及び軟部組織の悪性新生物	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C60-C63	男性性器の悪性新生物	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
C64-C68	腎尿路の悪性新生物	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
C69-C72	眼，脳及びその他の中枢神経系の部位の悪性新生物	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
C73-C75	甲状腺及びその他の内分泌腺	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C76-C80	部位不明確、続発部位及び部位不明の悪性新生物	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
C81-C96	原発と記載された又は推定されたリンパ組織、造血組織及び関連組織の悪性新生物	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
E10-E14	糖尿病	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
F10-F19	精神作用物質使用による精神及び行動の障害	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
F30-F39	気分[感情]障害	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G00-G09	中枢神経系の炎症性疾患	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
I05-I09	慢性リウマチ性心疾患	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
I10-I15	高血圧性疾患	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
I20-I25	虚血性心疾患	0	176	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	176
I26-I28	肺性心疾患及び肺循環疾患	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33
I30-I52	その他の型の心疾患	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45
I60-I69	脳血管疾患	0	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	58
I70-I79	動脈、細動脈及び毛細血管の疾患	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
J10-J18	インフルエンザ及び肺炎	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
J40-J47	慢性下気道感染	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33
J80-J84	主として間質を傷害するその他の呼吸器疾患	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

J85-J86	下気道の化膿性及びえ〈壊〉死性病態	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
J90-J94	胸膜のその他の疾患	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
J95-J99	呼吸器系のその他の疾患	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
K20-K31	食道、胃及び十二指腸の疾患	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
K35-K38	虫垂の疾患	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
K40-K46	ヘルニア	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
K50-K52	非感染性腸炎及び非感染性大腸炎	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
K65-K67	腹膜の疾患	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
K70-K77	肝疾患	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
K80-K87	胆のう〈嚢〉、胆管及び膵の障害	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
N17-N19	腎不全	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Q20-Q28	循環器系の先天奇形	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
R00-R09	循環器系及び呼吸器系に関する症状及び徴候	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
R50-R69	全身症状及び徴候	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
R95-R99	診断名不明確及び原因不明の死亡	1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
S00-S09	頭部損傷	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
S10-S19	頚部損傷	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
S30-S39	腹部、下背部、腰椎及び骨盤部の損傷	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T08-T14	部位不明の体幹もしくは(四)肢の損傷又は部位不明の損傷	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T51-T65	薬用を主としない物質の毒作用	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
T66-T78	外因のその他及び詳細不明の作用	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
T79	外傷の早期合併症	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
T90-T98	損傷、中毒及びその他の外因による影響の続発・後遺症	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
V80-V89	その他の陸上交通事故	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
V98-V99	その他及び詳細不明の交通事故	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
W65-W74	不慮の溺死及び溺水	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
X58-X59	その他及び詳細不明の要因への不慮の曝露	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
X60-X84	故意の自傷及び自殺	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
Y10-Y34	不慮か故意か決定されない事件	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Y85-Y89	傷病及び死亡の外因の続発・後遺症	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
	死因不明または ICD-10 コード未付与	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	生存または死亡未確認	71	723	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	796
小 計		72	1478	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	1	0	0	1557

ICD-10	死因となった疾患	線　量（Gy）																	合 計
		0	～0.01	～0.1	～0.2	～0.3	～04	～0.5	～0.6	～0.7	～0.8	～0.9	～1.0	～1.2	～1.4	～1.6	～1.8	～2.0	
モスティク																			
A15-A19	結核	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
C00-C14	口唇、口腔及び咽頭の悪性新生物	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C15-C26	消化器の悪性新生物	0	1	11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
C30-C39	呼吸器及び胸腔内臓器の悪性新生物	2	0	13	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	16
F10-F19	精神作用物質使用による精神及び行動の障害	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
I05-I09	慢性リウマチ性心疾患	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
I10-I15	高血圧性疾患	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
I20-I25	虚血性心疾患	3	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	21
I26-I28	肺性心疾患及び肺循環疾患	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
I30-I52	その他の型の心疾患	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
I60-I69	脳血管疾患	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3
I70-I79	動脈、細動脈及び毛細血管の疾患	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
J10-J18	インフルエンザ及び肺炎	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
J40-J47	慢性下気道感染	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
J80-J84	主として間質を傷害するその他の呼吸器疾患	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
J85-J86	下気道の化膿性及びえ〈壊〉死性病態	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
K20-K31	食道、胃及び十二指腸の疾患	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
K35-K38	虫垂の疾患	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
K65-K67	腹膜の疾患	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
N17-N19	腎不全	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
R50-R69	全身症状及び徴候	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
R95-R99	診断名不明確及び原因不明の死亡	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
S00-S09	頭部損傷	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
T79	外傷の早期合併症	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T90-T98	損傷、中毒及びその他の外因による影響の続発後遺症	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
V98-V99	その他及び詳細不明の交通事故	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
W65-W74	不慮の溺死及び溺水	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
W75-W84	その他の不慮の事故	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
X00-X09	煙、火及び火災への曝露	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
X58-X59	その他及び詳細不明の要因への不慮の曝露	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
X60-X84	故意の自傷及び自殺	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
X85-Y09	加害にもとづく障害及び死亡	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Y10-Y34	不慮か故意か決定されない事件	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	死因不明または ICD-10 コード未付与	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
	生存または死亡未確認	99	4	28	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	132
小 計		123	6	112	1	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	2	1	0	249

チェレムシュキ																			
A15-A19	結核	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	4
C15-C26	消化器の悪性新生物	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	4	1	10
C30-C39	呼吸器及び胸腔内臓器の悪性新生物	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5	0	13
C69-C72	眼，脳及びその他の中枢神経系の部位の悪性新生物	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
G40-G47	挿間性及び発作性障害	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
G80-G83	脳性麻痺及びその他の麻痺性障害	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
I10-I15	高血圧性疾患	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
I20-I25	虚血性心疾患	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	7	8	0	28
I30-I52	その他の型の心疾患	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3	5	0	15
I60-I69	脳血管疾患	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	2	2	10
J40-J47	慢性下気道感染	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
J80-J84	主として間質を傷害するその他の呼吸器疾患	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
J90-J94	胸膜のその他の疾患	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
K40-K46	ヘルニア	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
K65-K67	腹膜の疾患	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	3
K70-K77	肝疾患	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3
R50-R69	全身症状及び徴候	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	3
R95-R99	診断名不明確及び原因不明の死亡	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
S00-S09	頭部損傷	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
S10-S19	頚部損傷	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T51-T65	薬用を主としない物質の毒作用	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3
T66-T78	外因のその他及び詳細不明の作用	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
T79	外傷の早期合併症	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
V80-V89	その他の陸上交通事故	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
X60-X84	故意の自傷及び自殺	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Y10-Y34	不慮か故意か決定されない事件	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3
Y85-Y89	傷病及び死亡の外因の続発・後遺症	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
	死因不明または ICD-10 コード未付与	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
	生存または死亡未確認	114	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	17	20	8	0	160
小 計		146	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	43	39	40	4	280

ICD-10	死因となった疾患	線　量（Gy）																合 計
		0	～0.01	～0.1	～0.2	～0.3	～04	～0.5	～0.6	～0.7	～0.8	～0.9	～1.0	～1.2	～1.4	～1.6	～1.8	～2.0	
カノネルカ																			
A15-A19	結核	0	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
A30-A49	その他の細菌性疾患	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
C00-C14	口唇、口腔及び咽頭の悪性新生物	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C15-C26	消化器の悪性新生物	0	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
C30-C39	呼吸器及び胸腔内臓器の悪性新生物	0	1	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
C60-C63	男性性器の悪性新生物	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
C64-C68	腎尿路の悪性新生物	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C81-C96	原発と記載された又は推定されたリンパ組織、造血組織及び関連組織の悪性新生物	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
I20-I25	虚血性心疾患	0	1	1	16	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
I30-I52	その他の型の心疾患	0	1	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
I60-I69	脳血管疾患	0	1	0	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
J10-J18	インフルエンザ及び肺炎	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
K65-K67	腹膜の疾患	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
K80-K87	胆のう〈嚢〉、胆管及び膵の障害	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
R00-R09	循環器系及び呼吸器系に関する症状及び徴候	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
R95-R99	診断名不明確及び原因不明の死亡	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
S00-S09	頭部損傷	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
S30-S39	腹部、下背部、腰椎及び骨盤部の損傷	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T29-T32	多部位及び部位不明の熱傷及び腐食	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T51-T65	薬用を主としない物質の毒作用	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
T79	外傷の早期合併症	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
W85-W99	電流、放射線ならびに極端な気温及び気圧への曝露	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Y10-Y34	不慮か故意か決定されない事件	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	死因不明または ICD-10 コード未付与	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	生存または死亡未確認	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
小 計		0	10	1	60	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80

セミヤルカ																			
A15-A19	結核	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
C00-C14	口唇、口腔及び咽頭の悪性新生物	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
C15-C26	消化器の悪性新生物	2	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
C30-C39	呼吸器及び胸腔内臓器の悪性新生物	3	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
C45-C49	中皮及び軟部組織の悪性新生物	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C64-C68	腎尿路の悪性新生物	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C81-C96	部位不明確、続発部位及び部位不明の悪性新生物	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
C81-C96	原発と記載された又は推定されたリンパ組織、造血組織及び関連組織の悪性新生物	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
D70-D77	血液及び造血器のその他の疾患	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G40-G47	挿間性及び発作性障害	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
I00-I02	急性リウマチ熱	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
I05-I09	慢性リウマチ性心疾患	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
I10-I15	高血圧性疾患	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
I20-I25	虚血性心疾患	5	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	52
I26-I28	肺性心疾患及び肺循環疾患	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
I30-I52	その他の型の心疾患	1	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
I60-I69	脳血管疾患	2	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26
I70-I79	動脈、細動脈及び毛細血管の疾患	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
J10-J18	インフルエンザ及び肺炎	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
J40-J47	慢性下気道感染	1	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
K20-K31	食道、胃及び十二指腸の疾患	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
K35-K38	虫垂の疾患	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
K55-K63	腸のその他の疾患	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
K65-K67	腹膜の疾患	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
K70-K77	肝疾患	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
M86-M90	その他の骨障害	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

ICD-10	死因となった疾患	線　量（Gy）																	合 計
		0	～0.01	～0.1	～0.2	～0.3	～04	～0.5	～0.6	～0.7	～0.8	～0.9	～1.0	～1.2	～1.4	～1.6	～1.8	～2.0	
R50-R69	全身症状及び徴候	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
R95-R99	診断名不明確及び原因不明の死亡	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
S00-S09	頭部損傷	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
T51-T65	薬用を主としない物質の毒作用	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
T66-T78	外因のその他及び詳細不明の作用	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
T79	外傷の早期合併症	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
V98-V99	その他及び詳細不明の交通事故	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
W20-W49	生物によらない機械的な力への曝露	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
W65-W74	不慮の溺死及び溺水	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
X00-X09	煙、火及び火災への曝露	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
X30-X39	自然の力への曝露	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
X60-X84	故意の自傷及び自殺	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Y85-Y89	傷病及び死亡の外因の続発・後遺症	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	死因不明または ICD-10 コード未付与	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
	生存または死亡未確認	179	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	231
小 計		221	247	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	470
イズベスツカ																			
C15-C26	消化器の悪性新生物	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
I20-I25	虚血性心疾患	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5
I26-I28	肺性心疾患及び肺循環疾患	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
I70-I79	動脈、細動脈及び毛細血管の疾患	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
N17-N19	腎不全	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T51-T65	薬用を主としない物質の毒作用	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
X85-Y09	加害にもとづく障害及び死亡	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	死因不明または ICD-10 コード未付与	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	生存または死亡未確認	21	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
小 計		24	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	35

セミパラチンスク集団-II：その他（これらの村には P_{24} 値が不明な村が含まれるため、線量分布は不確実である）																			
A15-A19	結核	31	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38
A30-A49	その他の細菌性疾患	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
C00-C14	口唇、口腔及び咽頭の悪性新生物	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
C15-C26	消化器の悪性新生物	57	3	20	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85
C30-C39	呼吸器及び胸腔内臓器の悪性新生物	27	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
C45-C49	中皮及び軟部組織の悪性新生物	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
C60-C63	男性性器の悪性新生物	4	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
C64-C68	腎尿路の悪性新生物	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
C69-C72	眼，脳及びその他の中枢神経系の部位の悪性新生物	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
C76-C80	部位不明確、続発部位及び部位不明の悪性新生物	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
C81-C96	原発と記載された又は推定されたリンパ組織、造血組織及び関連組織の悪性新生物	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
E10-E14	糖尿病	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
F10-F19	精神作用物質使用による精神及び行動の障害	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
G00-G09	中枢神経系の炎症性疾患	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
G40-G47	挿間性及び発作性障害	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G80-G83	脳性麻痺及びその他の麻痺性障害	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G90-G99	神経系のその他の障害	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
I00-I02	急性リウマチ熱	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
I05-I09	慢性リウマチ性心疾患	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
I10-I15	高血圧性疾患	4	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
I20-I25	虚血性心疾患	126	3	25	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	156
I26-I28	肺性心疾患及び肺循環疾患	12	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
I30-I52	その他の型の心疾患	67	2	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	79
I60-I69	脳血管疾患	45	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
I70-I79	動脈、細動脈及び毛細血管の疾患	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
J10-J18	インフルエンザ及び肺炎	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
J40-J47	慢性下気道感染	23	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26
J80-J84	主として間質を傷害するその他の呼吸器疾患	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
J85-J86	下気道の化膿性及びえ〈壊〉死性病態	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
K20-K31	食道、胃及び十二指腸の疾患	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3

ICD-10	死因となった疾患	線　量（Gy）																	合 計
		0	～0.01	～0.1	～0.2	～0.3	～04	～0.5	～0.6	～0.7	～0.8	～0.9	～1.0	～1.2	～1.4	～1.6	～1.8	～2.0	
K35-K38	虫垂の疾患	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
K55-K63	腸のその他の疾患	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
K65-K67	腹膜の疾患	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
K70-K77	肝疾患	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
K90-K93	消化器系のその他の疾患	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
N17-N19	腎不全	4	0	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
R00-R09	循環器系及び呼吸器系に関する症状及び徴候	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
R50-R69	全身症状及び徴候	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
R95-R99	診断名不明確及び原因不明の死亡	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
S00-S09	頭部損傷	7	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
S10-S19	頚部損傷	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
S20-S29	胸部〈郭〉損傷	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
S30-S39	腹部、下背部、腰椎及び骨盤部の損傷	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
T08-T14	部位不明の体幹もしくは(四)肢の損傷又は部位不明の損傷	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T20-T25	体表面の熱傷及び腐食、明示された部位	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T51-T65	薬用を主としない物質の毒作用	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
T66-T78	外因のその他及び詳細不明の作用	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
T79	外傷の早期合併症	7	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
V01-V09	交通事故により受傷した歩行者	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
V80-V89	その他の陸上交通事故	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
V95-V97	航空及び宇宙交通事故	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
V98-V99	その他及び詳細不明の交通事故	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
W65-W74	不慮の溺死及び溺水	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
W75-W84	その他の不慮の事故	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
X00-X09	煙、火及び火災への曝露	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
X60-X84	故意の自傷及び自殺	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
X85-Y09	加害にもとづく障害及び死亡	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Y10-Y34	不慮か故意か決定されない事件	12	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
Y85-Y89	傷病及び死亡の外因の続発・後遺症	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	死因不明または ICD-10 コード未付与	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
	生存または死亡未確認	379	3	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	414
小 計		933	22	123	15	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1094

セミパラチンスク集団-II 合計（未だデータ収集が不完全・P_{24}値が不明な村が含まれる等の不確定要素が多いため、暫定的な集計である）																			
A15-A19	結核	33	58	10	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	106
A30-A49	その他の細菌性疾患	3	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
B00-B09	皮膚及び粘膜病変を特徴とするウイルス感染症	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
B65-B83	ぜん〈蠕〉虫症	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C00-C14	口唇、口腔及び咽頭の悪性新生物	6	8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
C15-C26	消化器の悪性新生物	62	97	31	10	2	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	4	1	211
C30-C39	呼吸器及び胸腔内臓器の悪性新生物	37	73	22	9	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	5	0	148
C45-C49	中皮及び軟部組織の悪性新生物	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
C60-C63	男性性器の悪性新生物	4	7	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
C64-C68	腎尿路の悪性新生物	4	13	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
C69-C72	眼，脳及びその他の中枢神経系の部位の悪性新生物	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	11
C73-C75	甲状腺及びその他の内分泌腺	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C76-C80	部位不明確、続発部位及び部位不明の悪性新生物	4	11	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
C81-C96	原発と記載された又は推定されたリンパ組織、造血組織及び関連組織の悪性新生物	6	9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
D70-D77	血液及び造血器のその他の疾患	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
E10-E14	糖尿病	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
F10-F19	精神作用物質使用による精神及び行動の障害	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
F30-F39	気分[感情]障害	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G00-G09	中枢神経系の炎症性疾患	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
G40-G47	挿間性及び発作性障害	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3
G80-G83	脳性麻痺及びその他の麻痺性障害	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3
G90-G99	神経系のその他の障害	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
I00-I02	急性リウマチ熱	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
I05-I09	慢性リウマチ性心疾患	6	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
I10-I15	高血圧性疾患	8	13	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27

ICD-10	死因となった疾患	線　量（Gy）																	合 計
		0	～0.01	～0.1	～0.2	～0.3	～04	～0.5	～0.6	～0.7	～0.8	～0.9	～1.0	～1.2	～1.4	～1.6	～1.8	～2.0	
I20-I25	虚血性心疾患	142	231	43	17	2	0	0	0	0	0	1	0	1	4	8	9	0	458
I26-I28	肺性心疾患及び肺循環疾患	12	37	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53
I30-I52	その他の型の心疾患	71	65	13	6	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3	5	0	168
I60-I69	脳血管疾患	47	83	6	7	1	0	0	0	0	0	0	0	2	4	2	2	2	156
I70-I79	動脈、細動脈及び毛細血管の疾患	5	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	14
J10-J18	インフルエンザ及び肺炎	7	7	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	19
J40-J47	慢性下気道感染	25	46	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	77
J80-J84	主として間質を傷害するその他の呼吸器疾患	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	6
J85-J86	下気道の化膿性及びえ〈壊〉死性病態	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
J90-J94	胸膜のその他の疾患	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
J95-J99	呼吸器系のその他の疾患	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
K20-K31	食道、胃及び十二指腸の疾患	4	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
K35-K38	虫垂の疾患	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
K40-K46	ヘルニア	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3
K50-K52	非感染性腸炎及び非感染性大腸炎	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
K55-K63	腸のその他の疾患	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
K65-K67	腹膜の疾患	2	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	9
K70-K77	肝疾患	9	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	24
K80-K87	胆のう〈嚢〉、胆管及び膵の障害	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
K90-K93	消化器系のその他の疾患	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
M86-M90	その他の骨障害	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
N17-N19	腎不全	4	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
Q20-Q28	循環器系の先天奇形	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
R00-R09	循環器系及び呼吸器系に関する症状及び徴候	1	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
R50-R69	全身症状及び徴候	9	13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	27
R95-R99	診断名不明確及び原因不明の死亡	11	10	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	25
S00-S09	頭部損傷	11	17	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	35

S10-S19	頚部損傷	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
S20-S29	胸部〈郭〉損傷	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
S30-S39	腹部、下背部、腰椎及び骨盤部の損傷	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
T08-T14	部位不明の体幹もしくは(四)肢の損傷又は部位不明の損傷	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
T20-T25	体表面の熱傷及び腐食、明示された部位	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T29-T32	多部位及び部位不明の熱傷及び腐食	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T51-T65	薬用を主としない物質の毒作用	12	18	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	34
T66-T78	外因のその他及び詳細不明の作用	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	11
T79	外傷の早期合併症	10	11	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
T90-T98	損傷、中毒及びその他の外因による影響の続発・後遺症	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
V01-V09	交通事故により受傷した歩行者	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
V80-V89	その他の陸上交通事故	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3
V95-V97	航空及び宇宙交通事故	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
V98-V99	その他及び詳細不明の交通事故	3	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
W20-W49	生物によらない機械的な力への曝露	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
W65-W74	不慮の溺死及び溺水	3	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
W75-W84	その他の不慮の事故	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
W85-W99	電流、放射線ならびに極端な気温及び気圧への曝露	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
X00-X09	煙、火及び火災への曝露	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4
X30-X39	自然の力への曝露	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
X58-X59	その他及び詳細不明の要因への不慮の曝露	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
X60-X84	故意の自傷及び自殺	9	16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	27
X85-Y09	加害にもとづく障害及び死亡	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Y10-Y34	不慮か故意か決定されない事件	15	8	6	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	33
Y85-Y89	傷病及び死亡の外因の続発・後遺症	4	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	15
	死因不明または ICD-10 コード未付与	17	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	27
	生存または死亡未確認	863	783	60	3	0	0	0	0	0	0	1	0	3	17	20	8	0	1758
合 計		1519	1776	240	77	9	0	0	0	0	0	4	0	9	43	42	42	4	3765

死因別の外部被ばく線量範囲ごとの人数（ICD-10 中分類：女性）（平成２１年３月時点）

ICD-10	死因となった疾患	線　量（Gy）																合 計
		0.0	～0.01	～0.1	～0.2	～0.3	～04	～0.5	～0.6	～0.7	～0.8	～0.9	～1.0	～1.2	～1.4	～1.6	～1.8	～2.0	
ドロン																			
A00-A09	腸管感染症	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
A15-A19	結核	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	5	3	1	0	0	0	0	13
B00-B09	皮膚及び粘膜病変を特徴とするウイルス感染症	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
C15-C26	消化器の悪性新生物	0	10	4	0	0	0	0	0	0	0	1	12	5	1	0	0	0	33
C30-C39	呼吸器及び胸腔内臓器の悪性新生物	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3
C45-C49	中皮及び軟部組織の悪性新生物	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C50	乳房の悪性新生物	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
C51-C58	女性性器の悪性新生物	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	2	3	1	0	0	0	0	9
C64-C68	腎尿路の悪性新生物	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	4
C76-C80	部位不明確、続発部位及び部位不明の悪性新生物	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
C81-C96	リンパ組織、造血組織及び関連組織の悪性新生物	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
D60-D64	無形成性貧血及びその他の貧血	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
E10-E14	糖尿病	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0	7
F10-F19	精神作用物質使用による精神及び行動の障害	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
G00-G09	中枢神経系の炎症性疾患	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
G40-G47	挿間性及び発作性障害	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
I05-I09	慢性リウマチ性心疾患	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
I10-I15	高血圧性疾患	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	12
I20-I25	虚血性心疾患	0	11	16	3	0	0	0	0	0	0	9	28	23	1	1	2	0	94
I26-I28	肺性心疾患及び肺循環疾患	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	5
I30-I52	その他の型の心疾患	2	19	8	0	0	0	0	0	0	0	3	15	21	0	1	2	0	71
I60-I69	脳血管疾患	0	11	13	1	0	0	0	0	0	0	3	13	8	0	1	0	0	50

I70-I79	動脈、細動脈及び毛細血管の疾患	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	6
J10-J18	インフルエンザ及び肺炎	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
J40-J47	慢性下気道疾患	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	1	0	0	0	0	8
J80-J84	主として間質を障害するその他の呼吸器疾患	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
K20-K31	食道、胃及び十二指腸の疾患	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
K35-K38	虫垂の疾患	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
K65-K67	腹膜の疾患	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	5
K70-K77	肝疾患	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	5
N00-N08	糸球体疾患	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
N17-N19	腎不全	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	5
O00-O08	流産に終わった妊娠	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
O60-O75	分娩の合併症	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3
R00-R09	循環器系及び呼吸器系に関する症状及び徴候	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
R50-R69	全身症状及び徴候	0	9	8	1	0	0	0	0	0	0	3	13	11	1	3	0	0	49
R95-R99	診断名不明確及び原因不明の死亡	0	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	10
S00-S09	頭部損傷	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4
S70-S79	股関節部及び大腿の損傷	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
T51-T65	薬用を主としない物質の毒作用	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T66-T78	外因のその他及び詳細不明の作用	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
T79	外傷の早期合併症	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
V98-V99	その他及び詳細不明の交通事故	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
X00-X09	煙、火及び火災への曝露	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
X30-X39	自然の力への曝露	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
X60-X84	故意の自傷及び自殺	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
X85-Y09	加害にもとづく障害及び死亡	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
Y10-Y34	不慮か故意か決定されない事件	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3
	死因不明または ICD-10 コード未付与	0	11	8	3	0	0	0	0	0	0	5	9	7	2	1	0	0	46
	生存または死亡未確認	62	403	172	6	0	0	0	0	0	14	101	55	24	6	6	4	0	853
小 計		66	510	251	18	1	0	0	0	0	16	144	169	121	13	16	8	0	1333

ICD-10	死因となった疾患	線　量（Gy）																	合 計
		0.0	～0.01	～0.1	～0.2	～0.3	～04	～0.5	～0.6	～0.7	～0.8	～0.9	～1.0	～1.2	～1.4	～1.6	～1.8	～2.0	
ズナメンカ																			
A15-A19	結核	7	1	2	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
A20-A28	人畜共通細菌性疾患	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
A75-A79	リケッチア症	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
B00-B09	皮膚及び粘膜病変を特徴とするウイルス感染症	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
B15-B19	ウイルス肝炎	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C00-C14	口唇、口腔及び咽頭の悪性新生物	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C15-C26	消化器の悪性新生物	2	1	8	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31
C30-C39	呼吸器及び胸腔内臓器の悪性新生物	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
C40-C41	骨及び関節軟骨の悪性新生物	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
C43-C44	皮膚の黒色腫及びその他の皮膚の悪性新生物	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
C45-C49	中皮及び軟部組織の悪性新生物	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C50	乳房の悪性新生物	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
C51-C58	女性性器の悪性新生物	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
C64-C68	腎尿路の悪性新生物	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
C73-C75	甲状腺及びその他の内分泌腺の悪性新生物	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C76-C80	部位不明確、続発部位及び部位不明の悪性新生物	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
C81-C96	リンパ組織、造血組織及び関連組織の悪性新生物	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
E00-E07	甲状腺障害	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
E10-E14	糖尿病	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G00-G09	中枢神経系の炎症性疾患	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G90-G99	神経系のその他の障害	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
I00-I02	急性リウマチ熱	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
I05-I09	慢性リウマチ性心疾患	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
I10-I15	高血圧性疾患	1	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6

I20-I25	虚血性心疾患	**3**	1	15	61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80
I26-I28	肺性心疾患及び肺循環疾患	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
I30-I52	その他の型の心疾患	1	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
I60-I69	脳血管疾患	4	2	10	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49
I70-I79	動脈、細動脈及び毛細血管の疾患	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
J10-J18	インフルエンザ及び肺炎	4	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
J40-J47	慢性下気道疾患	0	0	3	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
J80-J84	主として間質を障害するその他の呼吸器疾患	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
J85-J86	下気道の化膿性及びえ死性病態	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
K20-K31	食道、胃及び十二指腸の疾患	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
K55-K63	腸のその他の疾患	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
K65-K67	腹膜の疾患	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
K70-K77	肝疾患	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
M30-M36	全身性結合組織障害	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
N10-N16	腎尿細管間質性疾患	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
N17-N19	腎不全	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
O00-O08	流産に終わった妊娠	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
O30-O48	胎児及び羊膜腔に関連する母体ケアならびに予想される分娩の諸問題	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
R50-R69	全身症状及び徴候	2	0	5	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
R95-R99	診断名不明確及び原因不明の死亡	3	1	22	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47
S00-S09	頭部損傷	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
T29-T32	多部位及び部位不明の熱傷及び腐食	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T51-T65	薬用を主としない物質の毒作用	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
V80-V89	その他の陸上交通事故	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
X85-Y09	加害にもとづく障害及び死亡	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Y10-Y34	不慮か故意か決定されない事件	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	死因不明または ICD-10 コード未付与	0	1	5	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
	生存または死亡未確認	9	21	292	230	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	556
小 計		47	29	392	439	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	911

ICD-10	死因となった疾患	線　量（Gy）																合 計
		0.0	～0.01	～0.1	～0.2	～0.3	～04	～0.5	～0.6	～0.7	～0.8	～0.9	～1.0	～1.2	～1.4	～1.6	～1.8	～2.0	
カイナール																			
A15-A19	結核	16	1	30	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53
A20-A28	人畜共通細菌性疾患	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
A30-A49	その他の細菌性疾患	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
B00-B09	皮膚及び粘膜病変を特徴とするウイルス感染症	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
B15-B19	ウイルス肝炎	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
B65-B83	ぜん虫症	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C15-C26	消化器の悪性新生物	17	1	77	27	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	127
C30-C39	呼吸器及び胸腔内臓器の悪性新生物	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
C40-C41	骨及び関節軟骨の悪性新生物	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
C45-C49	中皮及び軟部組織の悪性新生物	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
C50	乳房の悪性新生物	0	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
C51-C58	女性性器の悪性新生物	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
C69-C72	眼、脳及びその他の中枢神経系の部位の悪性新生物	2	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
C73-C75	甲状腺及びその他の内分泌腺の悪性新生物	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C76-C80	部位不明確、続発部位及び部位不明の悪性新生物	1	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
C81-C96	リンパ組織、造血組織及び関連組織の悪性新生物	1	0	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
D37-D48	性状不詳又は不明の新生物	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
E00-E07	甲状腺障害	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
E10-E14	糖尿病	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
E20-E35	その他の内分泌腺障害	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
F20-F29	精神分裂病、分裂病型障害及び妄想性障害	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
F60-F69	成人の人格及び行動の障害	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G00-G09	中枢神経系の炎症性疾患	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
G80-G83	脳性麻痺及びその他の麻痺性症候群	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
G90-G99	神経系のその他の障害	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
I05-I09	慢性リウマチ性心疾患	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
I10-I15	高血圧性疾患	4	0	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
I20-I25	虚血性心疾患	20	3	64	34	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	124
I26-I28	肺性心疾患及び肺循環疾患	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
I30-I52	その他の型の心疾患	10	0	28	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
I60-I69	脳血管疾患	10	0	40	20	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75
I70-I79	動脈、細動脈及び毛細血管の疾患	3	0	8	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
J00-J06	急性上気道感染症	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

J10-J18	インフルエンザ及び肺炎	5	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
J40-J47	慢性下気道疾患	3	0	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
J80-J84	主として間質を障害するその他の呼吸器疾患	3	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
K20-K31	食道、胃及び十二指腸の疾患	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
K35-K38	虫垂の疾患	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
K65-K67	腹膜の疾患	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
K70-K77	肝疾患	0	0	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
K80-K87	胆のう〈嚢〉、胆管及び膵の障害	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
M05-M14	炎症性多発性関節障害	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
N00-N08	糸球体疾患	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
N10-N16	腎尿細管間質性疾患	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
N17-N19	腎不全	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
O10-O16	妊娠、分娩及び産じょく〈褥〉における浮腫、たんぱく〈蛋白〉尿及び高血圧性障害	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
O60-O75	分娩の合併症	1	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
O85-O92	主として産じょくに関連する合併症	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
O94-O99	その他の産科的病態、他に分類されないもの	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Q20-Q28	循環器系の先天奇形	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
R00-R09	循環器系及び呼吸器系に関する症状及び徴候	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
R50-R69	全身症状及び徴候	5	0	32	15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	53
R95-R99	診断名不明確及び原因不明の死亡	24	1	46	20	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94
S00-S09	頭部損傷	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
S10-S19	頚部損傷	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T51-T65	薬用を主としない物質の毒作用	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T79	外傷の早期合併症	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
V20-V29	交通事故により受傷したオートバイ乗員	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
V80-V89	その他の陸上交通事故	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
V98-V99	その他及び詳細不明の交通事故	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
W00-W19	転倒・転落	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
W75-W84	その他の不慮の窒息	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
X10-X19	熱及び高温物質との接触	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
X30-X39	自然の力への曝露	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
X58-X59	その他及び詳細不明の要因への不慮の曝露	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
X60-X84	故意の自傷及び自殺	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
X85-Y09	加害にもとづく障害及び死亡	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Y10-Y34	不慮か故意か決定されない事件	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	死因不明または ICD-10 コード未付与	3	3	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
	生存または死亡未確認	524	84	451	49	10	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1122
小 計		683	98	872	220	25	2	3	4	1	0	0	0	0	0	0	0	1908

ICD-10	死因となった疾患	線　量（Gy）																合 計
		0.0	～0.01	～0.1	～0.2	～0.3	～04	～0.5	～0.6	～0.7	～0.8	～0.9	～1.0	～1.2	～1.4	～1.6	～1.8	～2.0	
カラウール																			
A00-A09	腸管感染症	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
A15-A19	結核	10	0	2	1	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
A20-A28	人畜共通細菌性疾患	1	0	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
A30-A49	その他の細菌性疾患	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
B00-B09	皮膚及び粘膜病変を特徴とするウイルス感染症	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
B15-B19	ウイルス肝炎	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
B65-B83	ぜん〈蠕〉虫症	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
B90-B94	感染症及び寄生虫症の誘発・後遺症	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C00-C14	口唇、口腔及び咽頭の悪性新生物	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
C15-C26	消化器の悪性新生物	17	1	6	4	60	6	13	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110
C30-C39	呼吸器及び胸腔内臓器の悪性新生物	2	0	0	0	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
C45-C49	中皮及び軟部組織の悪性新生物	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C50	乳房の悪性新生物	2	0	1	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
C51-C58	女性性器の悪性新生物	4	0	1	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
C64-C68	尿路の悪性新生物	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
C69-C72	眼、脳及び中枢神経系のその他の部位の悪性新生物	2	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5
C73-C75	甲状腺及びその他の内分泌腺の悪性新生物	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
C76-C80	部位不明確、続発部位及び部位不明の悪性新生物	5	0	0	2	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
C81-C96	原発と記載された又は推定されたリンパ組織、造血組織及び関連組織の悪性新生物	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
D37-D48	性状不詳又は不明の新生物	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
D60-D64	無形成性貧血及びその他の貧血	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
D65-D69	凝固障害、紫斑病及びその他の出血性病態	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
E00-E07	甲状腺障害	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
E10-E14	糖尿病	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
F20-F29	精神分裂病、分裂病型障害及び妄想性障害	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G00-G09	中枢神経系の炎症性疾患	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
G40-G47	挿間性及び発作性障害	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G60-G64	多発(性)ニューロパチ〈シ〉ー及びその他の末梢神経系の障害	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G80-G83	脳性麻痺及びその他の麻痺性障害	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G90-G99	神経系のその他の障害	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
H40-H42	緑内障	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
I05-I09	慢性リウマチ性心疾患	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2

I10-I15	高血圧性疾患	2	0	1	1	8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
I20-I25	虚血性心疾患	32	0	3	2	82	19	14	2	0	0	0	0	0	0	0	0	154
I26-I28	肺性心疾患及び肺循環疾患	6	0	0	1	10	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
I30-I52	その他の型の心疾患	10	1	3	3	30	5	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62
I60-I69	脳血管疾患	29	0	3	7	61	9	11	2	0	0	0	0	0	0	0	0	122
I70-I79	動脈、細動脈及び毛細血管の疾患	5	0	1	1	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
J10-J18	インフルエンザ及び肺炎	7	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
J40-J47	慢性下気道感染	5	0	1	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
J80-J84	主として間質を傷害するその他の呼吸器疾患	2	0	1	0	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
K20-K31	食道、胃及び十二指腸の疾患	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
K35-K38	虫垂の疾患	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
K65-K67	腹膜の疾患	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
K70-K77	肝疾患	5	0	1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
K80-K87	胆のう〈嚢〉、胆管及び膵の障害	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
M05-M14	炎症性多発性関節障害	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
N00-N08	糸球体疾患	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
O00-O08	流産に終わった妊娠	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
O10-O16	妊娠、分娩及び産じょく〈褥〉における浮腫、たんぱく〈蛋白〉尿及び高血圧性障害	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
O60-O75	分娩の合併症	5	0	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
O85-O92	主として産じょく〈褥〉に関連する合併症	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
O94-O99	その他の産科的病態、他に分類されないもの	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
R50-R69	全身症状及び徴候	11	0	5	1	34	8	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	67
R95-R99	診断名不明確及び原因不明の死亡	14	0	3	2	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27
S00-S09	頭部損傷	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T29-T32	多部位及び部位不明の熱傷及び腐食	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T51-T65	薬用を主としない物質の毒作用	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T79	外傷の早期合併症	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
V80-V89	その他の陸上交通事故	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
W65-W74	不慮の溺死及び溺水	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
W75-W84	その他の不慮の事故	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
X30-X39	自然の力への曝露		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
X60-X84	故意の自傷及び自殺	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Y10-Y34	不慮か故意か決定されない事件	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Y85-Y89	傷病及び死亡の外因の続発・後遺症	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Z70-Z76	その他の環境下での保健サービスの利用者	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	死因不明または ICD-10 コード未付与	25	0	1	3	25	9	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	68
	生存または死亡未確認	844	19	57	110	287	51	14	5	4	0	0	0	0	0	0	0	1391
小 計		1076	21	94	143	700	133	77	19	6	0	0	0	0	0	0	0	2269

ICD-10	死因となった疾患	線　量（Gy）																合 計
		0.0	～0.01	～0.1	～0.2	～0.3	～04	～0.5	～0.6	～0.7	～0.8	～0.9	～1.0	～1.2	～1.4	～1.6	～1.8	～2.0	
セミパラチンスク集団-I 合計																			
A00-A09	腸管感染症	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
A15-A19	結核	33	5	35	14	11	0	0	0	0	0	5	3	1	0	0	0	0	107
A20-A28	人畜共通細菌性疾患	1	0	0	2	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
A30-A49	その他の細菌性疾患	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
A75-A79	リケッチア症	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
B00-B09	皮膚及び粘膜病変を特徴とするウイルス感染症	4	0	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	8
B15-B19	ウイルス肝炎	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
B65-B83	ぜん〈蠕〉虫症	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
B90-B94	感染症及び寄生虫症の誘発・後遺症	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C00-C14	口唇、口腔及び咽頭の悪性新生物	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
C15-C26	消化器の悪性新生物	36	13	95	51	65	6	13	3	0	0	1	12	5	1	0	0	0	301
C30-C39	呼吸器及び胸腔内臓器の悪性新生物	6	2	5	0	5	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	21
C40-C41	骨及び関節軟骨の悪性新生物	1	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
C43-C44	皮膚の悪性新生物	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
C45-C49	中皮及び軟部組織の悪性新生物	0	0	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
C50	乳房の悪性新生物	2	2	4	6	7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	22
C51-C58	女性性器の悪性新生物	6	2	5	4	5	1	0	0	0	0	2	3	1	0	0	0	0	29
C64-C68	尿路の悪性新生物	0	1	2	0	2	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	9
C69-C72	眼、脳及び中枢神経系のその他の部位の悪性新生物	4	0	2	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	11
C73-C75	甲状腺及びその他の内分泌腺の悪性新生物	0	0	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
C76-C80	部位不明確、続発部位及び部位不明の悪性新生物	6	0	4	5	6	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
C81-C96	原発と記載された又は推定されたリンパ組織、造血組織及び関連組織の悪性新生物	1	1	6	1	3	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	14
D37-D48	性状不詳又は不明の新生物	1	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
D60-D64	無形成性貧血及びその他の貧血	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
D65-D69	凝固障害、紫斑病及びその他の出血性病態	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
E00-E07	甲状腺障害	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
E10-E14	糖尿病	0	2	2	2	1	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0	11
E20-E35	その他の内分泌腺障害	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
F10-F19	精神作用物質使用による精神及び行動の障害	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
F20-F29	精神分裂病、分裂病型障害及び妄想性障害	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3

F60-F69	成人の人格及び行動の障害	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G00-G09	中枢神経系の炎症性疾患	6	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
G40-G47	挿間性及び発作性障害	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
G60-G64	多発(性)ニューロパチシ〉一及びその他の末梢神経系の障害	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G80-G83	脳性麻痺及びその他の麻痺性障害	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
G90-G99	神経系のその他の障害	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
H40-H42	緑内障	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
I00-I02	急性リウマチ熱	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
I05-I09	慢性リウマチ性心疾患	2	1	7	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
I10-I15	高血圧性疾患	7	4	16	5	8	1	1	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	47
I20-I25	虚血性心疾患	55	15	98	100	83	20	15	2	0	0	9	28	23	1	1	2	0	452
I26-I28	肺性心疾患及び肺循環疾患	7	1	6	1	10	1	3	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	32
I30-I52	その他の型の心疾患	23	20	41	18	30	5	10	0	0	0	3	15	21	0	1	2	0	189
I60-I69	脳血管疾患	43	13	66	61	65	10	11	2	0	0	3	13	8	0	1	0	0	296
I70-I79	動脈、細動脈及び毛細血管の疾患	8	1	11	8	8	2	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	41
J00-J06	急性上気道感染症	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
J10-J18	インフルエンザ及び肺炎	16	0	7	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27
J40-J47	慢性下気道感染	8	1	12	9	6	1	0	0	0	0	1	5	1	0	0	0	0	44
J80-J84	主として間質を傷害するその他の呼吸器疾患	5	0	6	6	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	26
J85-J86	下気道の化膿性及びえ〈壊〉死性病態	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
K20-K31	食道、胃及び十二指腸の疾患	1	1	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
K35-K38	虫垂の疾患	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3
K55-K63	腸のその他の疾患	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
K65-K67	腹膜の疾患	3	0	2	2	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	11
K70-K77	肝疾患	6	1	8	5	6	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	29
K80-K87	胆のう〈嚢〉、胆管及び膵の障害	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
M05-M14	炎症性多発性関節障害	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
M30-M36	全身性結合組織障害	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
N00-N08	糸球体疾患	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5
N10-N16	腎尿細管間質性疾患	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
N17-N19	腎不全	1	1	5	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	10
O00-O08	流産に終わった妊娠	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
O10-O16	妊娠、分娩及び産じょく〈褥〉における浮腫、たんぱく〈蛋白〉尿及び高血圧性障害	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
O30-O48	胎児及び羊膜腔に関連する母体ケアならびに予想される分娩の諸問題	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

ICD-10	死因となった疾患	線　量（Gy）																	合 計
		0.0	～0.01	～0.1	～0.2	～0.3	～04	～0.5	～0.6	～0.7	～0.8	～0.9	～1.0	～1.2	～1.4	～1.6	～1.8	～2.0	
O60-O75	分娩の合併症	6	1	3	0	2	2	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	17
O85-O92	主として産じょく〈褥〉に関連する合併症	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
O94-O99	その他の産科的病態、他に分類されないもの	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Q20-Q28	循環器系の先天奇形	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
R00-R09	循環器系及び呼吸器系に関する症状及び徴候	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
R50-R69	全身症状及び徴候	18	9	50	27	34	8	4	4	1	0	3	13	11	1	3	0	0	186
R95-R99	診断名不明確及び原因不明の死亡	41	7	75	43	9	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	178
S00-S09	頭部損傷	0	3	3	2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	10
S10-S19	頚部損傷	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
S70-S79	股関節部及び大腿の損傷	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
T29-T32	多部位及び部位不明の熱傷及び腐食	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
T51-T65	薬用を主としない物質の毒作用	0	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
T66-T78	外因のその他及び詳細不明の作用	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
T79	外傷の早期合併症	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3
V20-V29	交通事故により受傷したオートバイ乗員	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
V80-V89	その他の陸上交通事故	4	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
V98-V99	その他及び詳細不明の交通事故	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
W00-W19	転倒・転落	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
W65-W74	不慮の溺死及び溺水	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
W75-W84	その他の不慮の事故	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
X00-X09	煙、火及び火災への曝露	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
X10-X19	熱及び高温物質との接触	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
X30-X39	自然の力への曝露	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
X58-X59	その他及び詳細不明の要因への不慮の曝露	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
X60-X84	故意の自傷及び自殺	2	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6
X85-Y09	加害にもとづく障害及び死亡	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4
Y10-Y34	不慮か故意か決定されない事件	4	2	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	12
Y85-Y89	傷病及び死亡の外因の続発・後遺症	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Z70-Z76	その他の環境下での保健サービスの利用者	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	死因不明または ICD-10 コード未付与	28	15	21	19	25	9	1	4	0	0	5	9	7	2	1	0	0	146
	生存または死亡未確認	1439	527	972	395	299	51	17	7	5	14	101	55	24	6	6	4	0	3922
小 計		1872	658	1609	820	728	135	81	24	7	16	144	169	121	13	16	8	0	6421

ボルシャヤ・ウラジミロフカ																			
A00-A09	腸管感染症	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
A15-A19	結核	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27
A30-A49	その他の細菌性疾患	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
B00-B09	皮膚及び粘膜病変を特徴とするウイルス感染症	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
B15-B19	ウイルス肝炎	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
C00-C14	口唇、口腔及び咽頭の悪性新生物	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C15-C26	消化器の悪性新生物	0	55	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56
C30-C39	呼吸器及び胸腔内臓器の悪性新生物	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
C40-C41	骨及び関節軟骨の悪性新生物	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
C43-C44	皮膚の悪性新生物	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
C50	乳房の悪性新生物	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
C51-C58	女性性器の悪性新生物	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	23
C64-C68	尿路の悪性新生物	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
C69-C72	眼、脳及び中枢神経系のその他の部位の悪性新生物	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
C73-C75	甲状腺及びその他の内分泌腺の悪性新生物	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C76-C80	部位不明確、続発部位及び部位不明の悪性新生物	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
C81-C96	原発と記載された又は推定されたリンパ組織、造血組織及び関連組織の悪性新生物	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
D10-D36	良性新生物	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
E00-E07	甲状腺障害	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
E10-E14	糖尿病	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
F10-F19	精神作用物質使用による精神及び行動の障害	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G00-G09	中枢神経系の炎症性疾患	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
G10-G13	主に中枢神経系を傷害する系統萎縮症	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G40-G47	挿間性及び発作性障害	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G90-G99	神経系のその他の障害	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
I05-I09	慢性リウマチ性心疾患	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
I10-I15	高血圧性疾患	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
I20-I25	虚血性心疾患	0	241	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	242
I26-I28	肺性心疾患及び肺循環疾患	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
I30-I52	その他の型の心疾患	0	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44
I60-I69	脳血管疾患	0	113	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	114
I70-I79	動脈、細動脈及び毛細血管の疾患	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
J10-J18	インフルエンザ及び肺炎	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9

ICD-10	死因となった疾患	線　量（Gy）																	合 計
		0.0	～0.01	～0.1	～0.2	～0.3	～04	～0.5	～0.6	～0.7	～0.8	～0.9	～1.0	～1.2	～1.4	～1.6	～1.8	～2.0	
J40-J47	慢性下気道感染	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
J80-J84	主として間質を傷害するその他の呼吸器疾患	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
J90-J94	胸膜のその他の疾患	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
K20-K31	食道、胃及び十二指腸の疾患	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
K55-K63	腸のその他の疾患	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
K70-K77	肝疾患	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
K80-K87	胆のう〈嚢〉、胆管及び膵の障害	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
N10-N16	腎尿細管間質性疾患	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
N17-N19	腎不全	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
O00-O08	流産に終わった妊娠	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
O60-O75	分娩の合併症	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
R00-R09	循環器系及び呼吸器系に関する症状及び徴候	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
R10-R19	消化器系及び腹部に関する症状及び徴候	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
R50-R69	全身症状及び徴候	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
R95-R99	診断名不明確及び原因不明の死亡	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
S00-S09	頭部損傷	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
S80-S89	膝及び下腿の損傷	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T20-T25	体表面の熱傷及び腐食、明示された部位	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T29-T32	多部位及び部位不明の熱傷及び腐食	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T33-T35	凍傷	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T51-T65	薬用を主としない物質の毒作用	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
T66-T78	外因のその他及び詳細不明の作用	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T79	外傷の早期合併症	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
X40-X49	有害物質による不慮の中毒及び有害物質への曝露	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
X60-X84	故意の自傷及び自殺	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Y10-Y34	不慮か故意か決定されない事件	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Y85-Y89	傷病及び死亡の外因の続発・後遺症	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Z55-Z65	社会経済的環境及び社会心理的環境に関連する健康障害をきたす恐れのある者	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	死因不明または ICD-10 コード未付与	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	生存または死亡未確認	73	895	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	968
小 計		74	1622	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1701

モスティク																			
A15-A19	結核	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
C15-C26	消化器の悪性新生物	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
C43-C44	皮膚の悪性新生物	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
C50	乳房の悪性新生物	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C51-C58	女性性器の悪性新生物	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
G00-G09	中枢神経系の炎症性疾患	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G40-G47	挿間性及び発作性障害	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
I05-I09	慢性リウマチ性心疾患	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
I10-I15	高血圧性疾患	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
I20-I25	虚血性心疾患	9	1	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	32
I26-I28	肺性心疾患及び肺循環疾患	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
I30-I52	その他の型の心疾患	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
I60-I69	脳血管疾患	3	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
I70-I79	動脈、細動脈及び毛細血管の疾患	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
J10-J18	インフルエンザ及び肺炎	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
J40-J47	慢性下気道感染	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
J80-J84	主として間質を傷害するその他の呼吸器疾患	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
K70-K77	肝疾患	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
R50-R69	全身症状及び徴候	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
S00-S09	頭部損傷	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
X30-X39	自然の力への曝露	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	死因不明または ICD-10 コード未付与	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
	生存または死亡未確認	112	5	25	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2	0	1	0	148
小 計		127	9	92	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	3	1	1	0	237

ICD-10	死因となった疾患	線　量（Gy）																合 計
		0.0	～0.01	～0.1	～0.2	～0.3	～04	～0.5	～0.6	～0.7	～0.8	～0.9	～1.0	～1.2	～1.4	～1.6	～1.8	～2.0	
チェレムシュキ																			
A15-A19	結核	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
C15-C26	消化器	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	3	0	10
C30-C39	呼吸器及び胸腔内臓器	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2
C50	乳房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
C51-C58	女性性器	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
C76-C80	部位不明確、続発部位及び部位不明の悪性新生物	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
G90-G99	神経系のその他の障害	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
I10-I15	高血圧性疾患	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	3
I20-I25	虚血性心疾患	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	14	12	0	33
I26-I28	肺性心疾患及び肺循環疾患	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
I30-I52	その他の型の心疾患	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	6	0	14
I60-I69	脳血管疾患	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	7	1	0	14
I70-I79	動脈、細動脈及び毛細血管の疾患	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
J10-J18	インフルエンザ及び肺炎	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
J40-J47	慢性下気道感染	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
K20-K31	食道、胃及び十二指腸の疾患	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
K70-K77	肝疾患	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
O00-O08	流産に終わった妊娠	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
R50-R69	全身症状及び徴候	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3	0	7
R95-R99	診断名不明確及び原因不明の死亡	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
T79	外傷の早期合併症	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
X00-X09	煙、火及び火災への曝露	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Y10-Y34	不慮か故意か決定されない事件	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	死因不明または ICD-10 コード未付与	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	4
	生存または死亡未確認	136	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	16	28	2	0	187
小 計		147	2	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	35	70	36	0	297

カノネルカ																		
C15-C26	消化器の悪性新生物	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
C30-C39	呼吸器及び胸腔内臓器の悪性新生物	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C45-C49	中皮及び軟部組織の悪性新生物	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C50	乳房の悪性新生物	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C51-C58	女性性器の悪性新生物	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
C76-C80	部位不明確、続発部位及び部位不明の悪性新生物	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C81-C96	原発と記載された又は推定されたリンパ組織、造血組織及び関連組織の悪性新生物	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
I05-I09	慢性リウマチ性心疾患	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
I10-I15	高血圧性疾患	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
I20-I25	虚血性心疾患	0	0	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
I26-I28	肺性心疾患及び肺循環疾患	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
I30-I52	その他の型の心疾患	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
I60-I69	脳血管疾患	0	1	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
J10-J18	インフルエンザ及び肺炎	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
J40-J47	慢性下気道感染	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
J85-J86	下気道の化膿性及びえ〈壊〉死性病態	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
K70-K77	肝疾患	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
K80-K87	胆のう〈嚢〉、胆管及び膵の障害	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
K90-K93	消化器系のその他の疾患	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
N17-N19	腎不全	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
S10-S19	頚部損傷	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T29-T32	多部位及び部位不明の熱傷及び腐食	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
V80-V89	その他の陸上交通事故	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Y10-Y34	不慮か故意か決定されない事件	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	死因不明または ICD-10 コード未付与	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	生存または死亡未確認	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
小 計		0	4	0	88	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93

ICD-10	死因となった疾患	線　量（Gy）																合 計
		0.0	～0.01	～0.1	～0.2	～0.3	～04	～0.5	～0.6	～0.7	～0.8	～0.9	～1.0	～1.2	～1.4	～1.6	～1.8	～2.0	
セミヤルカ																			
A15-A19	結核	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
A30-A49	その他の細菌性疾患	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C15-C26	消化器の悪性新生物	2	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
C30-C39	呼吸器及び胸腔内臓器の悪性新生物	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
C50	乳房の悪性新生物	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
C51-C58	女性性器の悪性新生物	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
C64-C68	尿路の悪性新生物		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C76-C80	部位不明確、続発部位及び部位不明の悪性新生物	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
C81-C96	原発と記載された又は推定されたリンパ組織、造血組織及び関連組織の悪性新生物	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
E10-E14	糖尿病	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
I10-I15	高血圧性疾患	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
I20-I25	虚血性心疾患	2	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62
I26-I28	肺性心疾患及び肺循環疾患	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
I30-I52	その他の型の心疾患	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
I60-I69	脳血管疾患	4	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
I70-I79	動脈、細動脈及び毛細血管の疾患	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
J40-J47	慢性下気道感染	2	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
J80-J84	主として間質を傷害するその他の呼吸器疾患	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
K65-K67	腹膜の疾患	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
K70-K77	肝疾患	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
K80-K87	胆のう〈嚢〉、胆管及び膵の障害	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
N17-N19	腎不全	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
R50-R69	全身症状及び徴候	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
R95-R99	診断名不明確及び原因不明の死亡	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
S00-S09	頭部損傷	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
T29-T32	多部位及び部位不明の熱傷及び腐食	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
T51-T65	薬用を主としない物質の毒作用	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T79	外傷の早期合併症	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
W85-W99	電流、放射線ならびに極端な気温及び気圧への曝露	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
X58-X59	その他及び詳細不明の要因への不慮の曝露	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
X60-X84	故意の自傷及び自殺	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	死因不明または ICD-10 コード未付与	7	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
	生存または死亡未確認	144	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	229
小 計		173	288	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	461

イズベスツカ																		
C30-C39	呼吸器及び胸腔内臓器	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
I10-I15	高血圧性疾患	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
I20-I25	虚血性心疾患	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
I30-I52	その他の型の心疾患	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
I60-I69	脳血管疾患	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
J40-J47	慢性下気道感染	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
R50-R69	全身症状及び徴候	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	死因不明または ICD-10 コード未付与	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	生存または死亡未確認	18	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
小 計		20	13	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
セミパラチンスク集団-II：その他（これらの村には P_{24} 値が不明な村が含まれるため、線量分布は不確実である）																		
A15-A19	結核	18	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
A20-A28	人畜共通細菌性疾患		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
A30-A49	その他の細菌性疾患	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
B00-B09	皮膚及び粘膜病変を特徴とするウイルス感染症	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C15-C26	消化器の悪性新生物	35	1	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61
C30-C39	呼吸器及び胸腔内臓器の悪性新生物	9	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
C40-C41	骨及び関節軟骨の悪性新生物	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
C43-C44	皮膚の悪性新生物	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C50	乳房の悪性新生物	8	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
C51-C58	女性性器の悪性新生物	8	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
C73-C75	甲状腺及びその他の内分泌腺の悪性新生物	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C76-C80	部位不明確、続発部位及び部位不明の悪性新生物	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
C81-C96	原発と記載された又は推定されたリンパ組織、造血組織及び関連組織の悪性新生物	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
D65-D69	凝固障害、紫斑病及びその他の出血性病態	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
E10-E14	糖尿病	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
G40-G47	挿間性及び発作性障害	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G80-G83	脳性麻痺及びその他の麻痺性障害	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G90-G99	神経系のその他の障害	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
I05-I09	慢性リウマチ性心疾患	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
I10-I15	高血圧性疾患	15	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
I20-I25	虚血性心疾患	154	5	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	182
I26-I28	肺性心疾患及び肺循環疾患	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
I30-I52	その他の型の心疾患	44	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49
I60-I69	脳血管疾患	63	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68

ICD-10	死因となった疾患	線　量（Gy）																	合 計
		0.0	～0.01	～0.1	～0.2	～0.3	～04	～0.5	～0.6	～0.7	～0.8	～0.9	～1.0	～1.2	～1.4	～1.6	～1.8	～2.0	
I70-I79	動脈、細動脈及び毛細血管の疾患	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
I80-I89	静脈、リンパ管及びリンパ節の疾患、他に分類されないもの	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
J10-J18	インフルエンザ及び肺炎	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
J40-J47	慢性下気道感染	14	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
J80-J84	主として間質を傷害するその他の呼吸器疾患	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
J90-J94	胸膜のその他の疾患	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
K20-K31	食道、胃及び十二指腸の疾患	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
K55-K63	腸のその他の疾患	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
K70-K77	肝疾患	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
K80-K87	胆のう〈嚢〉、胆管及び膵の障害	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
M86-M90	その他の骨障害	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
N00-N08	糸球体疾患	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
N10-N16	腎尿細管間質性疾患	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
N17-N19	腎不全	9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
R10-R19	消化器系及び腹部に関する症状及び徴候	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
R25-R29	神経系及び筋骨格系に関する症状及び徴候	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
R50-R69	全身症状及び徴候	8	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
R95-R99	診断名不明確及び原因不明の死亡	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
S00-S09	頭部損傷	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
S20-S29	胸部〈郭〉損傷	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
S30-S39	腹部、下背部、腰椎及び骨盤部の損傷	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T08-T14	部位不明の体幹もしくは(四)肢の損傷又は部位不明の損傷	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T29-T32	多部位及び部位不明の熱傷及び腐食	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
T51-T65	薬用を主としない物質の毒作用	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T66-T78	外因のその他及び詳細不明の作用	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T79	外傷の早期合併症	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
V80-V89	その他の陸上交通事故	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
W75-W84	その他の不慮の事故	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
X00-X09	煙、火及び火災への曝露	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
X30-X39	自然の力への曝露	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
X60-X84	故意の自傷及び自殺	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Y10-Y34	不慮か故意か決定されない事件	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	死因不明または ICD-10 コード未付与	8	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
	生存または死亡未確認	421	13	46	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	483
小 計		908	24	145	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1082

セミパラチンスク集団-II 合計（未だデータ収集が不完全・P_{24}値が不明な村が含まれる等の不確定要素が多いため、暫定的な集計である）																			
A00-A09	腸管感染症	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
A15-A19	結核	18	28	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	56
A20-A28	人畜共通細菌性疾患	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
A30-A49	その他の細菌性疾患	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
B00-B09	皮膚及び粘膜病変を特徴とするウイルス感染症	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
B15-B19	ウイルス肝炎	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
C00-C14	口唇、口腔及び咽頭の悪性新生物	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C15-C26	消化器の悪性新生物	39	78	31	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	3	0	160
C30-C39	呼吸器及び胸腔内臓器の悪性新生物	10	17	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	32
C40-C41	骨及び関節軟骨の悪性新生物	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
C43-C44	皮膚の悪性新生物	1	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
C45-C49	中皮及び軟部組織の悪性新生物	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C50	乳房の悪性新生物	9	23	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	36
C51-C58	女性性器の悪性新生物	10	26	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	48
C64-C68	尿路の悪性新生物	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
C69-C72	眼、脳及び中枢神経系のその他の部位の悪性新生物	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
C73-C75	甲状腺及びその他の内分泌腺の悪性新生物	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
C76-C80	部位不明確、続発部位及び部位不明の悪性新生物	4	12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	18
C81-C96	原発と記載された又は推定されたリンパ組織、造血組織及び関連組織の悪性新生物	4	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
D10-D36	良性新生物	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
D65-D69	凝固障害、紫斑病及びその他の出血性病態	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
E00-E07	甲状腺障害	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
E10-E14	糖尿病	5	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
F10-F19	精神作用物質使用による精神及び行動の障害	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G00-G09	中枢神経系の炎症性疾患	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
G10-G13	主に中枢神経系を傷害する系統萎縮症	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G40-G47	挿間性及び発作性障害	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
G80-G83	脳性麻痺及びその他の麻痺性障害	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G90-G99	神経系のその他の障害	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5

ICD-10	死因となった疾患	線　量（Gy）																合 計
		0.0	～0.01	～0.1	～0.2	～0.3	～04	～0.5	～0.6	～0.7	～0.8	～0.9	～1.0	～1.2	～1.4	～1.6	～1.8	～2.0	
I05-I09	慢性リウマチ性心疾患	4	15	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
I10-I15	高血圧性疾患	15	19	11	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	51
I20-I25	虚血性心疾患	167	310	44	29	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4	15	12	0	582
I26-I28	肺性心疾患及び肺循環疾患	5	16	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		0	28
I30-I52	その他の型の心疾患	48	57	8	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	6	0	133
I60-I69	脳血管疾患	70	151	13	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	7	1	0	271
I70-I79	動脈、細動脈及び毛細血管の疾患	5	16	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	24
I80-I89	静脈、リンパ管及びリンパ節の疾患、他に分類されないもの	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
J10-J18	インフルエンザ及び肺炎	5	9	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	20
J40-J47	慢性下気道感染	16	22	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	52
J80-J84	主として間質を傷害するその他の呼吸器疾患	0	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
J85-J86	下気道の化膿性及びえ〈壊〉死性病態	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
J90-J94	胸膜のその他の疾患	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
K20-K31	食道、胃及び十二指腸の疾患	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
K55-K63	腸のその他の疾患	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
K65-K67	腹膜の疾患	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
K70-K77	肝疾患	13	7	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	26
K80-K87	胆のう〈嚢〉、胆管及び膵の障害	1	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
K90-K93	消化器系のその他の疾患	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
M86-M90	その他の骨障害	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
N00-N08	糸球体疾患	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
N10-N16	腎尿細管間質性疾患	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
N17-N19	腎不全	9	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
O00-O08	流産に終わった妊娠	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
O60-O75	分娩の合併症	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
R00-R09	循環器系及び呼吸器系に関する症状及び徴候	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
R10-R19	消化器系及び腹部に関する症状及び徴候	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
R25-R29	神経系及び筋骨格系に関する症状及び徴候	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

R50-R69	全身症状及び徴候	8	29	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3	0	47
R95-R99	診断名不明確及び原因不明の死亡	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	25
S00-S09	頭部損傷	3	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
S10-S19	頚部損傷	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
S20-S29	胸部〈郭〉損傷	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
S30-S39	腹部、下背部、腰椎及び骨盤部の損傷	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
S80-S89	膝及び下腿の損傷	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T08-T14	部位不明の体幹もしくは(四)肢の損傷又は部位不明の損傷	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T20-T25	体表面の熱傷及び腐食、明示された部位	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T29-T32	多部位及び部位不明の熱傷及び腐食	3	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
T33-T35	凍傷	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T51-T65	薬用を主としない物質の毒作用	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
T66-T78	外因のその他及び詳細不明の作用	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
T79	外傷の早期合併症	6	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
V80-V89	その他の陸上交通事故	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
W75-W84	その他の不慮の事故	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
W85-W99	電流、放射線ならびに極端な気温及び気圧への曝露	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
X00-X09	煙、火及び火災への曝露	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3
X30-X39	自然の力への曝露	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
X40-X49	有害物質による不慮の中毒及び有害物質への曝露	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
X58-X59	その他及び詳細不明の要因への不慮の曝露	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
X60-X84	故意の自傷及び自殺	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Y10-Y34	不慮か故意か決定されない事件	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	6
Y85-Y89	傷病及び死亡の外因の続発・後遺症	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Z55-Z65	社会経済的環境及び社会心理的環境に関連する健康障害をきたす恐れのある者	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	死因不明または ICD-10 コード未付与	1449	1962	245	93	1	0	0	0	0	0	3	1	5	39	71	37	0	3906
	生存または死亡未確認	15	10	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	1	0	0	32
合 計		904	1004	75	3	0	0	0	0	0	0	2	0	3	18	28	3	0	2040

カラウール村

カラウール村は非常事態地域に指定されている。村はカザフスタンの典型的な風景で、村の生活は40～50年前の日本の農村の状態に似ている。

NNC（国立原子力センター）本部と調査関係者

上：核実験当時の基地であった秘密都市クルチャトフにあるNNC本部建物。クルチャトフはセミパラチンスク旧核実験場の北東端に位置している。

下： NNCと日本の調査関係者。NNC本部メンバーとIRSEのメンバーが現地での健康影響調査を担当している。

セミパラチンスク健康影響調査委員会　委員名簿

（敬称略）
（五十音順）
◎ 委員長
○ 座長
当該年度末時点における委員名・所属・役職を示す

平成 13 年度

セミパラチンスク健康影響調査委員会

折 津　　愈　日本赤十字社 医療センター 呼吸器内科 部長（平成 13 年 5 月 1 日から）
加 藤　正 平　(特法)日本原子力研究所 保健物理部 次長（平成 13 年 5 月 1 日から）
草 間　朋 子　大分県立看護科学大学 学長
佐々木 正夫　京都大学 名誉教授
◎ 佐々木 康人　(独)放射線医学総合研究所 理事長
祖父江 友孝　国立がんセンター 研究所 がん発生情報研究室 室長（平成 13 年 5 月 1 日から）
朝長 万左男　長崎大学 医学部 原爆後障害医療研究施設 分子医療部門 分子治療研究分野
教授（平成 13 年 5 月 1 日から）
長 瀧　重 信　長崎大学 名誉教授（平成 13 年 5 月 1 日から）
星　　正 治　広島大学 原爆放射線医学研究所 国際放射線情報センター 教授
（平成 13 年 5 月 1 日から）
細 田　　裕　(財)放射線影響協会 研究参与（平成 13 年 5 月 1 日から）
大 和　愛 司　(特法)核燃料サイクル開発機構 理事
[顧 問]
重 松　逸 造　(財)放射線影響研究所 名誉顧問

疫学分科会（平成 13 年 7 月 12 日から）

石 川　雄 一　(財)癌研究会 研究所 病理部 主任研究員
大 瀧　　慈　広島大学 医学部 原爆放射線医学研究所 社会医学研究部門
環境情報計量生物研究分野 教授
緒 方　裕 光　国立公衆衛生院 放射線衛生学部 放射線影響室 室長
折 津　　愈　日本赤十字社 医療センター 呼吸器内科 部長
片 山　博 昭　(財)放射線影響研究所 情報技術部 部長
木 村　昭 郎　広島大学 原爆放射線医学研究所 病態治療研究部門
臨床第一(血液内科)研究分野 教授
小山 幸次郎　(財)放射線影響研究所 疫学部 腫瘍組織登録室 室長
関 根　一 郎　長崎大学医学部 原爆後障害医療研究施設 放射線障害解析部門
病態分子解析分野 教授
祖父江 友孝　国立がんセンター 研究所 がん発生情報研究室 室長
谷 畑　健 生　国立公衆衛生院 疫学部 主任研究官

玉 城　英 彦　北海道大学大学院 医学研究科 社会医学専攻 予防医学講座 老年保健医学分野 教授
朝長 万左男　長崎大学医学部 原爆後障害医療研究施設 分子医療部門 分子治療研究分野 教授
藤 原　睦 憲　日本赤十字社 医療センター 検査部 部長
○ 細 田　　裕　(財)放射線影響協会 研究参与

線量分科会（平成 13 年 7 月 12 日から）

大 瀧　　慈　広島大学 原爆放射線医学研究所 社会医学研究部門 環境情報計量生物研究分野 教授
加 藤　正 平　(特法)日本原子力研究所 保健物理部 次長
斉 藤　正 樹　東京工業大学 原子炉工学研究所 システム･安全工学部門 助教授
○ 佐々木 正夫　京都大学 名誉教授
篠 原　邦 彦　(特法)核燃料サイクル開発機構 東海事業所 放射線安全部 部長
白石 久仁雄　(独)放射線医学総合研究所 放射線安全研究センター 環境放射線防護体系グループ 第一チーム チームリーダー
高 田　　純　広島大学 原爆放射線医学研究所 国際放射線情報センター 助教授
茅 野　政 道　(特法)日本原子力研究所 環境科学研究部 大気環境研究グループ グループリーダー
早 田　　勇　(独)放射線医学総合研究所 放射線安全研究センター 放射線障害研究グループ グループリーダー
星　　正 治　広島大学 原爆放射線医学研究所 国際放射線情報センター 教授
山 口　恭 弘　(特法)日本原子力研究所 保健物理部 外部被ばく防護研究室 室長
山 本　政 儀　金沢大学 理学部 附属低レベル放射能実験施設 助教授

平成 14 年度

セミパラチンスク健康影響調査委員会

折 津　　愈　日本赤十字社 医療センター 呼吸器内科 部長
鎌 田　七 男　(財)広島原爆被爆者援護事業団 理事長
斉 藤　正 樹　東京工業大学 原子炉工学研究所 システム･安全工学部門 助教授
◎ 佐々木 康人　(独)放射線医学総合研究所 理事長
早 田　邦 久　(特法)日本原子力研究所 理事
田 原　榮 一　(財)放射線影響研究所 常務理事
玉 城　英 彦　北海道大学大学院 医学研究科 社会医学専攻 予防医学講座 老年保健医学分野 教授
朝長 万左男　長崎大学 医学部 原爆後障害医療研究施設 分子医療部門 分子治療研究分野 教授
大 和　愛 司　(特法)核燃料サイクル開発機構 理事
[顧 問]
佐々木 正夫　京都大学 名誉教授
重 松　逸 造　(財)放射線影響研究所 名誉顧問

長瀧　重信　(財)放射線影響研究所 顧問
細田　　裕　(財)放射線影響協会 研究参与
松平　寛通　(財)放射線影響協会 顧問

疫学・統計分科会

大瀧　　慈　広島大学 原爆放射線医学研究所 社会医学研究部門 計量生物研究分野 教授
片山　博昭　(財)放射線影響研究所 情報技術部 部長
小山　幸次郎　(財)放射線影響研究所 疫学部 腫瘍組織登録室 室長
祖父江　友孝　国立がんセンター 研究所 がん情報研究部 部長
谷畑　健生　国立保健医療科学院 疫学部 主任研究官
○ 玉城　英彦　北海道大学大学院 医学研究科 社会医学専攻 予防医学講座 老年保健医学分野 教授

[アドバイザー]
D.L.Preston　(財)放射線影響研究所 統計部 部長

臨床・病理分科会

折津　　愈　日本赤十字社 医療センター 呼吸器内科 部長
児玉　哲郎　国立がんセンター 中央病院 薬物療法部 部長
関根　一郎　長崎大学 医学部 原爆後障害医療研究施設 放射線障害解析部門 病態分子解析分野 教授
土肥　博雄　日本赤十字社 広島赤十字・原爆病院 副院長
○ 朝長　万左男　長崎大学 医学部 原爆後障害医療研究施設 分子医療部門 分子治療研究分野 教授
藤原　睦憲　日本赤十字社 医療センター 検査部 部長

線量計算分科会

虻川　成司　(財)日本分析センター 研修・開発部 次長（第三課 課長）
井頭　政之　東京工業大学 原子炉工学研究所 物質工学部門 助教授
奥村　　寛　長崎大学 医学部 原爆後障害医療研究施設 放射線障害解析部門 放射線応答解析研究分野 教授
○ 斉藤　正樹　東京工業大学 原子炉工学研究所 システム・安全工学部門 助教授

[アドバイザー]
白石　久仁雄　(独)放射線医学総合研究所 放射線安全研究センター 環境放射線防護体系グループ 第一チームリーダー
山本　政儀　金沢大学 自然計測応用研究センター 低レベル放射能実験施設 助教授

染色体分科会

鎌田　七男　(財)広島原爆被爆者援護事業団 理事長
○ 佐々木　正夫　京都大学 名誉教授
早田　　勇　(独)放射線医学総合研究所 放射線安全研究センター 放射線障害研究グループ グループリーダー

平成 15 年度

セミパラチンスク健康影響調査委員会

折 津　　愈　日本赤十字社 医療センター 呼吸器内科 部長
鎌 田　七 男　(財)広島原爆被爆者援護事業団 理事長
斉 藤　正 樹　東京工業大学 原子炉工学研究所 システム･安全工学部門 助教授
◎ 佐々木 康人　(独)放射線医学総合研究所 理事長
早 田　邦 久　(特法)日本原子力研究所 理事
田 原　榮 一　(財)放射線影響研究所 常務理事
玉 城　英 彦　北海道大学大学院 医学研究科 社会医学専攻 予防医学講座 老年保健医学分野 教授
朝長 万左男　長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 原爆後障害医療研究施設 施設長（分子医療部門 分子治療研究分野 教授）
大 和　愛 司　(特法)核燃料サイクル開発機構 特別技術参与
［ 顧 問 ］
佐々木 正夫　京都大学　名誉教授
重 松　逸 造　(財)放射線影響研究所 名誉顧問
長 瀧　重 信　長崎大学 名誉教授
細 田　　裕　(財)放射線影響協会 研究参与
松 平　寛 通　(財)放射線影響協会 顧問

疫学・統計分科会

大 瀧　　慈　広島大学 原爆放射線医学研究所 放射線システム医学研究部門 計量生物研究分野 教授
片 山　博 昭　(財)放射線影響研究所 情報技術部 部長
小山 幸次郎　(財)放射線影響研究所 疫学部 腫瘍組織登録室 室長
祖父江 友孝　国立がんセンター がん予防･検診研究センター 情報研究部 部長
谷 畑　健 生　国立保健医療科学院 疫学部 主任研究官
○ 玉 城　英 彦　北海道大学大学院 医学研究科 社会医学専攻 予防医学講座 老年保健医学分野 教授
[アドバイザー]
D.L.Preston　(財)放射線影響研究所 統計部 部長

臨床・病理分科会

折 津　　愈　日本赤十字社 医療センター 呼吸器内科 部長
児 玉　哲 郎　国立がんセンター 中央病院 薬物療法部 部長
関 根　一 郎　長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 原爆後障害医療研究施設 放射線障害解析研究部門 病態分子解析分野 教授
土 肥　博 雄　日本赤十字社 広島赤十字･原爆病院 副院長

○ 朝長　万左男　長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 原爆後障害医療研究施設
施設長（分子医療部門 分子治療研究分野 教授）
藤原　睦憲　日本赤十字社 医療センター 検査部 部長

線量計算分科会

虻川　成司　(財)日本分析センター 研修・開発部 次長（兼 第三課 課長）
井頭　政之　東京工業大学 原子炉工学研究所 物質工学部門 助教授
奥村　寛　長崎大学 医歯薬学総合研究科 原爆後障害医療研究施設 放射線障害解析部門
放射線応答解析研究分野 教授
○ 斉藤　正樹　東京工業大学 原子炉工学研究所 システム･安全工学部門 助教授
［アドバイザー］
白石　久仁雄　(独)放射線医学総合研究所 放射線安全研究センター
環境放射線防護体系グループ 第一チーム チームリーダー
山本　政儀　金沢大学 自然計測応用研究センター 低レベル放射能実験施設 助教授

染色体分科会

鎌田　七男　(財)広島原爆被爆者援護事業団 理事長
○ 佐々木　正夫　京都大学 名誉教授
早田　勇　(独)放射線医学総合研究所 放射線安全研究センター 放射線障害研究グループ
グループリーダー

平成 16 年度

セミパラチンスク健康影響調査委員会

折津　愈　日本赤十字社 医療センター 呼吸器内科 部長
鎌田　七男　(財)広島原爆被爆者援護事業団 理事長
菊田　滋　(特法)核燃料サイクル開発機構 特別技術参与
斉藤　正樹　東京工業大学 原子炉工学研究所 システム･安全工学部門 助教授
◎ 佐々木　康人　(独)放射線医学総合研究所 理事長
鈴木　元　(財)放射線影響研究所 主席研究員
玉城　英彦　北海道大学大学院 医学研究科 社会医学専攻 予防医学講座 老年保健医学分野
教授
朝長　万左男　長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 原爆後障害医療研究施設
施設長（分子医療部門 分子治療研究分野 教授）
野村　正之　(特法)日本原子力研究所 理事
［ 顧 問 ］
佐々木　正夫　京都大学 名誉教授
重松　逸造　(財)放射線影響研究所 名誉顧問
長瀧　重信　(社)日本アイソトープ協会 常務理事

細 田　　裕　(財)放射線影響協会 研究参与
松 平　寛 通　(財)放射線影響協会 顧問

疫学・臨床分科会

石 橋　雄 一　(株)スタットラボ 代表取締役
緒 方　裕 光　国立保健医療科学院 研究情報センター 情報評価室 室長
岡 安　　勲　北里大学 医学部 病理学教室 教授
折 津　　愈　日本赤十字社 医療センター 呼吸器内科 部長
関 根　一 郎　長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 原爆後障害医療研究施設
放射線障害解析部門 病態分子解析分野 教授
祖父江 友孝　国立がんセンター がん予防･検診研究センター 情報研究部 部長
谷 畑　健 生　国立保健医療科学院 疫学部 主任研究官
玉 城　英 彦　北海道大学大学院 医学研究科 社会医学専攻 予防医学講座 老年保健医学分野
教授
○ 朝長 万左男　長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 原爆後障害医療研究施設
施設長（分子医療部門 分子治療研究分野 教授）
藤 原　睦 憲　日本赤十字社 医療センター 検査部 部長
[アドバイザー]
D.L.Preston　前 (財)放射線影響研究所 統計部 部長
D.A.Pierce　(財)放射線影響研究所 統計部 研究員

線量計算分科会

井 頭　政 之　東京工業大学 原子炉工学研究所 物質工学部門 助教授
奥 村　　寛　長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 原爆後障害医療研究施設
放射線障害解析部門 放射線応答解析研究分野 教授
鎌 田　七 男　(財)広島原爆被爆者援護事業団 理事長
熊 澤　　蕃　(独)原子力安全基盤機構 解析評価部 サイクル施設解析グループ 主事
○ 斉 藤　正 樹　東京工業大学 原子炉工学研究所 システム･安全工学部門 助教授
島 野　達 也　元 奥羽大学 歯学部 歯科放射線学講座 教授
田 中　公 夫　(財)環境科学技術研究所 生物影響研究部 細胞分子生物学グループ
グループリーダー 主任研究員
茅 野　政 道　(特法)日本原子力研究所 環境科学研究部 大気環境研究グループ
グループリーダー
[アドバイザー]
岩崎 みどり　奥羽大学 歯学部 放射線診断学講座 助手
佐々木 正夫　京都大学 名誉教授

平成 17 年度

セミパラチンスク健康影響調査委員会

折 津　　愈　日本赤十字社 医療センター 副院長（呼吸器内科 部長）
鎌 田　七 男　(財)広島原爆被爆者援護事業団 理事長
菊 田　　滋　(財)原子力発電技術機構 参事
斉 藤　正 樹　東京工業大学 原子炉工学研究所 システム･安全工学部門 助教授
◎ 佐々木 康人　(独)放射線医学総合研究所 理事長
鈴 木　　元　国立保健医療科学院 生活環境部 部長
玉 城　英 彦　北海道大学大学院 医学研究科 社会医学専攻 予防医学講座 老年保健医学分野 教授
朝長 万左男　長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 原爆後障害医療研究施設 施設長（分子医療部門 分子治療研究分野 教授）
野 村　正 之　(独)日本原子力研究開発機構 理事
［ 顧 問 ］
佐々木 正夫　京都大学 名誉教授
重 松　逸 造　(財)放射線影響研究所 名誉顧問
長 瀧　重 信　(社)日本アイソトープ協会 常務理事
細 田　　裕　(財)放射線影響協会 研究参与
松 平　寛 通　(財)放射線影響協会 顧問

疫学・臨床分科会

石 橋　雄 一　(株)スタットラボ 代表取締役
緒 方　裕 光　国立保健医療科学院 研究情報センター 情報評価室 室長
岡 安　　勲　北里大学 医学部 病理学教室 教授
折 津　　愈　日本赤十字社 医療センター 副院長（呼吸器内科 部長）
関 根　一 郎　長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 原爆後障害医療研究施設 放射線障害解析部門 病態分子解析分野 教授
祖父江 友孝　国立がんセンター がん予防･検診研究センター 情報研究部 部長
谷 畑　健 生　国立保健医療科学院 疫学部 主任研究官
玉 城　英 彦　北海道大学大学院 医学研究科 社会医学専攻 予防医学講座 老年保健医学分野 教授
○ 朝長 万左男　長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 原爆後障害医療研究施設 施設長（分子医療部門 分子治療研究分野 教授）
藤 原　睦 憲　日本赤十字社 医療センター 検査部 部長

臨床・病理 WG

石 橋　雄 一　(株)スタットラボ 代表取締役
岡 安　　勲　北里大学 医学部 病理学教室 教授
○ 折 津　　愈　日本赤十字社 医療センター 副院長（呼吸器内科 部長）

関 根　一 郎　長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 原爆後障害医療研究施設
放射線障害解析部門 病態分子解析分野 教授
藤 原　睦 憲　日本赤十字社 医療センター 検査部 部長
[オブザーバー]
原　　敦 子　北里大学 医学部 病理学教室 助手

線量計算分科会

井 頭　政 之　東京工業大学 原子炉工学研究所 物質工学部門 助教授
奥 村　　寛　長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 原爆後障害医療研究施設
放射線障害解析部門 放射線応答解析研究分野 教授
鎌 田　七 男　(財)広島原爆被爆者援護事業団 理事長
熊 澤　　蕃　(独)原子力安全基盤機構 解析評価部 サイクル施設解析グループ 主事
○ 斉 藤　正 樹　東京工業大学 原子炉工学研究所 システム･安全工学部門 助教授
島 野　達 也　元 奥羽大学 歯学部 歯科放射線学講座 教授
田 中　公 夫　(財)環境科学技術研究所 生物影響研究部 細胞分子生物学グループ
グループリーダー 主任研究員
茅 野　政 道　(独)日本原子力研究開発機構 原子力基礎工学研究部門
環境･放射線工学ユニット ユニット長
[アドバイザー]
岩崎 みどり　奥羽大学 歯学部 放射線診断学講座 助手
佐々木 正夫　京都大学　名誉教授

線量評価 WG

石 榑　信 人　名古屋大学 医学部 保健学科 医用放射線技術学講座 教授
石 橋　雄 一　(株)スタットラボ 代表取締役
○ 熊 澤　　蕃　(独)原子力安全基盤機構 解析評価部 解析評価部 環境影響解析グループ 主事
相 楽　　洋　東京工業大学 原子炉工学研究所 システム･安全工学部門 助手
茅 野　政 道　(独)日本原子力研究開発機構 原子力基礎工学研究部門
環境･放射線工学ユニット ユニット長
中 村　裕 二　(財)原子力安全技術センター 防災技術センター 所長
本 郷　昭 三　(独)放射線医学総合研究所 研究基盤部 情報業務室 主任技術員

染色体 WG

石 橋　雄 一　(株)スタットラボ 代表取締役
○ 鎌 田　七 男　(財)広島原爆被爆者援護事業団 理事長
佐々木 正夫　京都大学 名誉教授
祖父尼 俊雄　前 国立医薬品食品衛生研究所 安全性生物試験研究センター 変異遺伝部 部長
田 中　公 夫　(財)環境科学技術研究所 生物影響研究部 細胞分子生物学グループ
グループリーダー 主任研究員
早 田　　勇　(独)放射線医学総合研究所 放射線安全研究センター センター長

平成 18 年度

セミパラチンスク健康影響調査委員会

大久保 利晃　(財)放射線影響研究所 理事長
折 津　　愈　日本赤十字社 医療センター 副院長（呼吸器内科 部長）
鎌 田　七 男　(財)広島原爆被爆者援護事業団 理事長
斉 藤　正 樹　東京工業大学 原子炉工学研究所 システム･安全工学部門 助教授
◎ 佐々木 康人　国際医療福祉大学 副学長
鈴 木　　元　国立保健医療科学院 生活環境部 部長
玉 城　英 彦　北海道大学大学院 医学研究科 社会医学専攻 予防医学講座 国際保健医学分野 教授
朝長 万左男　長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 研究科長（原爆後障害医療研究施設 分子医療部門 分子治療研究分野 教授）
野 村　正 之　(独)日本原子力研究開発機構 理事
米 倉　義 晴　(独)放射線医学総合研究所 理事長

［ 顧 問 ］

佐々木 正夫　京都大学 名誉教授
重 松　逸 造　(財)放射線影響研究所 名誉顧問
長 瀧　重 信　(社)日本アイソトープ協会 常務理事
細 田　　裕　(財)放射線影響協会 研究参与
松 平　寛 通　(財)放射線影響協会 顧問

疫学・臨床分科会

石 橋　雄 一　(株)スタットラボ 代表取締役
緒 方　裕 光　国立保健医療科学院 研究情報センター 情報評価室 室長
岡 安　　勲　北里大学 医学部 病理学教室 教授
折 津　　愈　日本赤十字社 医療センター 副院長（呼吸器内科 部長）
関 根　一 郎　長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 原爆後障害医療研究施設 施設長（放射線障害解析部門 病態分子解析分野 教授）
祖父江 友孝　国立がんセンター がん対策情報センター がん情報･統計部 部長
玉 城　英 彦　北海道大学大学院 医学研究科 社会医学専攻 予防医学講座 国際保健医学分野 教授
○ 朝長 万左男　長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 研究科長（原爆後障害医療研究施設 分子医療部門 分子治療研究分野 教授）
福 本　　学　東北大学 加齢医学研究所 臓器病態研究部門 病態臓器構築研究分野 教授
藤 原　睦 憲　日本赤十字社 医療センター 検査部 部長

臨床・病理 WG

石 橋　雄 一　(株)スタットラボ 代表取締役
岡 安　　勲　北里大学 医学部 病理学教室 教授

○ 折 津　　愈　日本赤十字社 医療センター 副院長（呼吸器内科 部長）
関 根　一 郎　長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 原爆後障害医療研究施設
施設長（放射線障害解析部門 病態分子解析分野 教授）
原　　敦 子　北里大学 医学部 病理学教室 助手
福 本　　学　東北大学 加齢医学研究所 臓器病態研究部門 病態臓器構築研究分野 教授
藤 原　睦 憲　日本赤十字社 医療センター 検査部 部長

線量計算分科会

井 頭　政 之　東京工業大学 原子炉工学研究所 物質工学部門 助教授
鎌 田　七 男　(財)広島原爆被爆者援護事業団 理事長
熊 澤　　蕃　(独)原子力安全基盤機構 解析評価部 環境影響解析グループ 参与
○ 斉 藤　正 樹　東京工業大学 原子炉工学研究所 システム･安全工学部門 助教授
島 野　達 也　元 奥羽大学 歯学部 歯科放射線学講座 教授
田 中　公 夫　(財)環境科学技術研究所 生物影響研究部 細胞分子生物学グループ
グループリーダー 主任研究員
茅 野　政 道　(独)日本原子力研究開発機構 原子力基礎工学研究部門
環境･放射線工学ユニット ユニット長
[アドバイザー]
佐々木 正夫　京都大学 名誉教授

線量評価 WG

石 榑　信 人　名古屋大学 医学部 保健学科 医用放射線技術学講座 教授
石 橋　雄 一　(株)スタットラボ 代表取締役
○ 熊 澤　　蕃　(独)原子力安全基盤機構 解析評価部 環境影響解析グループ 参与
相 楽　　洋　東京工業大学 原子炉工学研究所 システム･安全工学部門 助手
茅 野　政 道　(独)日本原子力研究開発機構 原子力基礎工学研究部門
環境･放射線工学ユニット ユニット長
中 村　裕 二　(財)原子力安全技術センター 防災技術センター 所長
本 郷　昭 三　(独)放射線医学総合研究所 研究基盤部 情報業務室 主任技術員

染色体 WG

石 橋　雄 一　(株)スタットラボ 代表取締役
○ 鎌 田　七 男　(財)広島原爆被爆者援護事業団 理事長
佐々木 正夫　京都大学 名誉教授
祖父尼 俊雄　前 国立医薬品食品衛生研究所 安全性生物試験研究センター 変異遺伝部 部長
田 中　公 夫　(財)環境科学技術研究所 生物影響研究部 細胞分子生物学グループ
グループリーダー 主任研究員
早 田　　勇　(独)放射線医学総合研究所 放射線防護研究センター
生体影響機構研究グループ 主任研究員

平成 19 年度

セミパラチンスク健康影響調査委員会

大久保 利晃　(財)放射線影響研究所 理事長
折 津　　愈　日本赤十字社 医療センター 副院長（呼吸器内科 部長）
鎌 田　七 男　(財)広島原爆被爆者援護事業団 理事長
斉 藤　正 樹　東京工業大学 原子炉工学研究所 システム･安全工学部門 准教授
◎ 佐々木 康人　国際医療福祉大学 放射線医学センター センター長
鈴 木　　元　国立保健医療科学院 生活環境部 部長
玉 城　英 彦　北海道大学大学院 医学研究科 社会医学専攻 予防医学講座 国際保健医学分野 教授
朝長 万左男　長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 研究科長（原爆後障害医療研究施設 分子医療部門 分子治療研究分野 教授）
野 村　正 之　(独)日本原子力研究開発機構 特別顧問
米 倉　義 晴　(独)放射線医学総合研究所 理事長

[顧 問]

佐々木 正夫　京都大学 名誉教授
重 松　逸 造　(財)放射線影響研究所 名誉顧問
長 瀧　重 信　(社)日本アイソトープ協会 常務理事
細 田　　裕　(財)放射線影響協会 研究参与
松 平　寛 通　(財)放射線影響協会 顧問

疫学・臨床分科会

石 橋　雄 一　(株)スタットラボ 代表取締役
緒 方　裕 光　国立保健医療科学院 研究情報センター 情報評価室 室長
岡 安　　勲　北里大学 医学部 病理学教室 教授
折 津　　愈　日本赤十字社 医療センター 副院長（呼吸器内科 部長）
関 根　一 郎　長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 原爆後障害医療研究施設 施設長（放射線障害解析部門 病態分子解析分野 教授）
祖父江 友孝　国立がんセンター がん対策情報センター がん情報･統計部 部長
玉 城　英 彦　北海道大学大学院 医学研究科 社会医学専攻 予防医学講座 国際保健医学分野 教授
○ 朝長 万左男　長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 研究科長（原爆後障害医療研究施設 分子医療部門 分子治療研究分野 教授）
福 本　　学　東北大学 加齢医学研究所 臓器病態研究部門 病態臓器構築研究分野 教授
藤 原　睦 憲　日本赤十字社 医療センター 検査部 部長

臨床・病理 WG

石 橋　雄 一　(株)スタットラボ 代表取締役
岡 安　　勲　北里大学 医学部 病理学教室 教授

○ 折 津　　愈　日本赤十字社 医療センター 副院長（呼吸器内科 部長）
関 根　一 郎　長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 原爆後障害医療研究施設
施設長（放射線障害解析部門 病態分子解析分野 教授）
原　　敦 子　北里大学 医学部 病理学教室 助手
福 本　　学　東北大学 加齢医学研究所 臓器病態研究部門 病態臓器構築研究分野 教授
藤 原　睦 憲　国日本赤十字社 医療センター 検査部 部長

線量計算分科会

井 頭　政 之　東京工業大学 原子炉工学研究所 物質工学部門 准教授
鎌 田　七 男　(財)広島原爆被爆者援護事業団 理事長
熊 澤　　蕃　(独)原子力安全基盤機構 解析評価部 環境影響解析グループ 参与
○ 斉 藤　正 樹　東京工業大学 原子炉工学研究所 システム･安全工学部門 准教授
島 野　達 也　元 奥羽大学 歯学部 歯科放射線学講座 教授
田 中　公 夫　(財)環境科学技術研究所 生物影響研究部 細胞分子生物学グループ
グループリーダー 主任研究員
茅 野　政 道　(独)日本原子力研究開発機構 原子力基礎工学研究部門
環境･放射線工学ユニット ユニット長
[アドバイザー]
佐々木 正夫　京都大学 名誉教授

線量評価 WG

石 榑　信 人　名古屋大学 医学部 保健学科 医用放射線技術学講座 教授
石 橋　雄 一　(株)スタットラボ 代表取締役
○ 熊 澤　　蕃　(独)原子力安全基盤機構 解析評価部 環境影響解析グループ 参与
相 楽　　洋　東京工業大学 原子炉工学研究所 システム･安全工学部門 助手
茅 野　政 道　(独)日本原子力研究開発機構 原子力基礎工学研究部門
環境･放射線工学ユニット ユニット長
中 村　裕 二　(財)環境科学技術研究所 理事（環境シュミレーション研究部 部長）
本 郷　昭 三　(独)放射線医学総合研究所 研究基盤部 情報業務室 主任技術員

染色体 WG

石 橋　雄 一　(株)スタットラボ 代表取締役
○ 鎌 田　七 男　(財)広島原爆被爆者援護事業団　理事長
佐々木 正夫　京都大学 名誉教授
祖父尼 俊雄　前 国立医薬品食品衛生研究所 安全性生物試験研究センター 変異遺伝部 部長
田 中　公 夫　(財)環境科学技術研究所 生物影響研究部 細胞分子生物学グループ
グループリーダー 主任研究員
早 田　　勇　(独)放射線医学総合研究所 放射線防護研究センター
生体影響機構研究グループ 主任研究員

平成 20 年度

セミパラチンスク健康影響調査委員会

大久保 利晃　(財)放射線影響研究所 理事長
熊 澤　　蕃　(独)原子力安全基盤機構 解析評価部 環境影響解析グループ 専門職
◎ 佐々木 康人　(社)アイソトープ協会 常務理事
祖父江 友孝　国立がんセンター がん対策情報研究センター がん情報･統計部 部長
朝長 万左男　長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 研究科長（原爆後障害医療研究施設 分子医療部門 分子治療研究分野 教授）
山 本　政 儀　金沢大学 環日本海域環境研究センター 低レベル放射能実験施設 教授
吉 永　信 治　(独)放射線医学総合研究所 放射線防護研究センター 規制科学総合研究グループ 放射線疫学統計解析チーム チームリーダー

[顧 問]

佐々木 正夫　京都大学 名誉教授
重 松　逸 造　(財)放射線影響研究所 名誉顧問
長 瀧　重 信　長崎大学 名誉教授
松 平　寛 通　(財)放射線影響協会 顧問

平成 21 年度

セミパラチンスク健康影響調査委員会

大久保 利晃　(財)放射線影響研究所 理事長
熊 澤　　蕃　(独)原子力安全基盤機構 原子力システム安全部 システム評価室 核特性･放射線グループ 専門職
◎ 佐々木 康人　(社)日本アイソトープ協会 常務理事
祖父江 友孝　国立がんセンター がん対策情報研究センター がん情報･統計部 部長
朝長 万左男　日本赤十字社 長崎原爆病院 院長
山 本　政 儀　金沢大学 環日本海域環境研究センター 低レベル放射能実験施設 施設長
吉 永　信 治　(独)放射線医学総合研究所 放射線防護研究センター 規制科学総合研究グループ 放射線疫学統計解析チーム チームリーダー

[顧 問]

佐々木 正夫　京都大学　名誉教授
重 松　逸 造　(財)放射線影響研究所 名誉顧問
長 瀧　重 信　長崎大学 名誉教授
松 平　寛 通　(財)放射線影響協会 顧問

財団法人 放射線影響協会

〒101-0044 東京都千代田区鍛冶町 1 丁目 9 番 16 号
丸石第 2 ビル 5 階
TEL：03-5295-1481
FAX：03-5295-1486
URL：http://www.rea.or.jp/