

文部科学省委託調査報告書

原子力発電施設等
放射線業務従事者に係る疫学的調査
(第Ⅲ期 平成 12 年度～平成 16 年度)

平成 18 年 1 月

財団法人 放射線影響協会

本報告書は、電源開発促進対策特別会計法に基づく文部科学省からの委託業務として、(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に係る疫学的調査」の成果をとりまとめたものです。

従って、本報告書の複製、転載、引用等には文部科学省の承認手続きが必要です。

はじめに

我が国における原子力利用は、安全の確保を前提に、原子力発電、医療及び学術研究での放射線利用など、国民生活を支える様々な分野において定着してきた。

しかしながら放射線防護の観点から、放射線が生物に及ぼす影響、特に低線量域放射線が人体に及ぼす健康影響については国民の関心が高く、かねてより国民への正しい情報の発信と正しい理解の促進が求められているところである。近年、生物には低線量域放射線に特有の細胞応答機能が備わっていることが知られるようになるなど、低線量域放射線の作用機序をはじめとして、基礎研究が急速な進展を見せている。しかし、低線量域放射線の被ばくを受ける人体への健康影響については未解明の点も多く、これを直接的に観察する疫学的調査の役割は決して小さくない。

我が国には、全国的な規模での一元的な被ばく線量登録管理制度があり、原子力発電施設等の放射線業務従事者の正確な被ばく線量の記録等が、(財)放射線影響協会放射線従事者中央登録センターに遺漏なく登録・保管等されている。そこで(財)放射線影響協会は、放射線業務従事者の個人被ばく線量を利用して、低線量域放射線が人体に与える健康影響について科学的知見を得ることを目的に、文部科学省(当時科学技術庁)の委託を受け、1990年度(平成2年度)から、原子力発電施設等放射線業務従事者に係る疫学的調査を開始した。

文部科学省の委託により当協会はこれまでに、第Ⅰ期調査結果を1995年(平成7年)9月、及び第Ⅱ期調査結果を2000年(平成12年)12月に、報告してきた。

本報告書は、前回までの調査対象者については追跡期間を延長し、さらに、第Ⅱ期調査で実施した交絡因子調査の調査対象者等について追跡した結果をとりまとめたものである。調査結果としては、「低線量域の放射線が悪性新生物の死亡率に影響を及ぼしている明確な証拠は見られなかった」と言える。

昨年夏、日本からは第Ⅰ期の後向き調査データを提供した15カ国合同解析の結果が、国際がん研究機関から短報として公表され、統計学的には有意のリスクが白血病を除く全がんについて存在することが喧伝されている。しかしながら、喫煙を含め交絡因子の関与が不明確であり、また社会経済階層に関する情報の欠落を理由に全がん解析から日本を、また、中性子被ばく・内部被ばくの疑いのみで多数の該当者を今回の解析対象からはずすなど、この短報における対象者の選択および情報の提供に対しては多くの議論がある。

したがって、低線量域の放射線が人体に及ぼす健康影響について、より信頼性の高い科学的知見を得るためには、長期にわたる調査継続による統計力の増強と、交絡因子の影響を排除した条件での新たな評価が是非とも必要である。そのためには、今後ともこの放射線疫学調査を継続していくことが望まれ、諸賢兄のご支援をお願いする次第である。

最後に、本調査の実施にあたり、専門的立場からご指導、ご助言を賜った各界の方々、原子力事業関係者の皆様に深く感謝の意を表する。

平成18年1月

財団法人 放射線影響協会
理事長 青木芳朗

目 次

1. 第Ⅲ期調査の概要	1
2. 調査目的	6
3. 調査体制	7
4. 調査方法	9
4. 1 概 要	9
4. 2 調査集団の設定	10
4. 3 生死確認調査	11
4. 4 解析対象集団の設定	13
4. 5 解析対象集団の特性	13
4. 6 死因の調査	25
4. 7 被ばく線量の調査	26
5. 解析手法	28
5. 1 外部比較	28
5. 2 内部比較	29
5. 3 被ばく線量の取扱い	30
5. 4 観察人年の計算	30
5. 5 潜伏期の取扱い	31
6. 解析結果	32
6. 1 死因別死亡数	32
6. 2 外部比較	32
6. 3 内部比較	33
6. 4 喫煙関連がん、喫煙非関連がんについての解析	34
6. 5 慢性リンパ性白血病を除く白血病のリスク推定	35
7. 考 察	49
7. 1 解析対象集団について	49
7. 2 解析方法について	51
7. 3 死因の調査結果について	52
7. 4 主要な解析結果について	52
7. 5 国際共同研究果について	60
7. 6 考察のまとめ	61
8. 総合評価	70
9. 今後の課題	71
・引用文献	73

補遺－1	全観察期間（後向き観察を含む）の解析結果について……………	76
補遺－2	年齢、暦年を調整した内部比較結果について……………	91
補遺－3	潜伏期間の変化による感度解析結果について……………	99
補遺－4	女性の放射線業務従事者の死亡解析結果について……………	105
資料編－1	本報告書で用いた用語の解説……………	109
資料編－2	放射線疫学調査 委員会名簿……………	117

1. 第Ⅲ期調査の概要

1. 1 調査目的

この放射線疫学調査は、原子力発電施設等の放射線業務従事者（以下、「放射線業務従事者」と略記する。）を対象とした疫学的調査であり、低線量域の放射線が人体に与える健康影響についての科学的知見を得ることを目的としている。

1. 2 調査方法

（財）放射線影響協会では、この放射線疫学調査を 1990 年度（平成 2 年度）に開始して以来、これまで 5 年毎に疫学的調査の結果をとりまとめてきた。具体的には、1990 年度（平成 2 年度）～1994 年度（平成 6 年度）を調査期間とする第Ⅰ期調査結果¹⁾を 1995 年度（平成 7 年度）に、また、1995 年度（平成 7 年度）～1999 年度（平成 11 年度）を調査期間とする第Ⅱ期調査結果²⁾を 2000 年度（平成 12 年度）に報告した。

今回、2000 年度（平成 12 年度）～2004 年度（平成 16 年度）を調査期間とする第Ⅲ期調査では、放射線疫学調査の開始当初から、2002 年（平成 14 年）12 月末までの放射線業務従事者の死亡率を観察した結果について報告する。

この放射線疫学調査では、原子力発電施設等において放射線業務に従事するため、（財）放射線影響協会放射線従事者中央登録センター（以下、「中央登録センター」と略記する。）に登録された放射線業務従事者を対象に、生死の追跡調査、死因調査などを行い、死亡率と放射線業務で受けた被ばく線量との関連について調査した。

現在、この放射線疫学調査の対象者は、1999 年（平成 11 年）3 月末までに中央登録センターに登録された者のうち、被ばく線量記録がある等一定要件に該当する約 27.7 万人（男女）の放射線業務従事者である。調査対象者の中央登録番号、氏名、性別、生年月日等の個人識別情報を中央登録センターから提供を受けた後、原子力事業者等の協力を得て、調査対象者の住所情報を調査した。その後、当該住所地の市区町村長から住民票の写し等を取得することにより生死を確認した（後向き追跡調査）。住民票の写しにより生存を確認した者については、それ以降、定期的に住民票の写し等を取得することにより生死を確認した（前向き追跡調査）。

この第Ⅲ期調査においては、大部分の調査対象者を前向きに追跡したが、一部の調査対象者については後向きに生死を追跡した。追跡調査の結果、この放射線疫学調査の開始当初から 2004 年（平成 16 年）3 月末までに約 21.2 万人（男女）の生死を確認した。残る約 6.5 万人（男女）は住所情報を得られなかった等の理由により生死を確認できていない。

生死追跡調査で死亡を確認した者の死因は、厚生労働省の人口動態調査死亡票（～2002 年（平成 14 年）12 月末）の磁気テープ転写分と照合することにより調査した。

調査対象者が放射線業務で受けた被ばく線量は、原子力事業者から中央登録センターへ登録された 2002 年度（平成 14 年度）までの従事年度毎の被ばく線量を用いた。

1. 3 解析方法

前向き追跡調査は、死亡把握漏れによるバイアスが含まれている可能性が少ないと推測されたので、前向きに生死を確認した 200,583 人（男性）の解析結果を主要な結果とした。

なお、前向きに生死を確認した者のほか、後向きに生死を確認した者をも含めた 208,428 人（男性）についても、死亡率と被ばく線量との関連を調査した（補遺-1、p. 76）。

放射線業務従事者の死亡率（主に悪性新生物）と、放射線業務による被ばく線量との関連を検討するために、前向き観察期間（1991 年（平成 3 年）～2002 年（平成 14 年））を、1995 年（平成 7 年）、および 2000 年（平成 12 年）を区切りとして 3 期間に分け、年齢階級は 20 歳～85 歳未満を 5 歳階級に分けて層別化し、以下に述べる外部比較と内部比較を行った。

外部比較では、全日本人男性（20 歳～85 歳未満）の年齢 5 歳階級別死因別の死亡率から期待死亡数を算出し、観察死亡数と期待死亡数の比（標準化死亡比、SMR）が 1 に等しいか、両側検定を行った（ p 値が 0.05 未満の場合に有意であると判断した）。

なお、外部比較では、放射線被ばくによる発がんの潜伏期を仮定しなかった。

内部比較では、解析対象者を年度別被ばく線量の累積値（以下、「累積線量」と略記する。）を、10、20、50、100mSv を区切りとする 5 群に分類した。年齢、暦年に加えて、解析対象者の最新住所地による地域（8 分類）を調整し、死亡率が累積線量とともに増加する傾向があるか、片側検定を行った（ p 値が 0.05 未満の場合に有意であると判断した）。この場合の期待死亡数は、累積線量群別の死亡率が、線量群を無視した解析対象者全体の地域別の年齢 5 歳階級別死因別死亡率と同率であるとして求めた。

なお、年齢、暦年のみ調整した解析も行った（補遺-2、p. 91）

内部比較では、放射線被ばくによる発がんの潜伏期を、白血病では 2 年、その他の新生物では 10 年を仮定した。なお、慢性リンパ性白血病を除く白血病、および白血病を除く全悪性新生物について、潜伏期を 0、5、10、15、及び 20 年と仮定した感度解析を行った（補遺-3、p. 99）。

1. 4 解析対象集団の特性

前向きに観察した解析対象者（男性：200,583 人）の総観察人年は 137.3 万人年であり、一人当たりの平均観察期間は 6.8 年であった。総集団線量は 2,453 人 Sv であり、一人当たりの平均累積線量は 12.2mSv であった。出生年の最頻値は 1950 年代であった。また、死亡数は 7,670 人、このうち悪性新生物の死亡は 3,093 人であった。

後向き観察を含む全観察期間に亘って解析した場合には、解析対象者（男性：208,428 人）の総観察人年は 236.2 万人年であり、一人当たりの平均観察期間は 11.3 年であった。総集団線量は 2,505 人 Sv であり、一人当たりの平均累積線量は 12.0mSv であった。出生年の最頻値は 1950 年代であった。また、死亡数は 10,489 人、このうち悪性新生物の死亡は 4,092 人であった。

1. 5 解析結果

（1）外部比較

前向き観察期間における、全死因、非新生物疾患および全悪性新生物の SMR（95%信頼区間）は、各々 0.98（0.96– 1.00）、0.90（0.87– 0.93）および 1.02（0.98– 1.05）であり、全悪性新生物を除いて有意に 1 より低かった。非新生物疾患の疾患別 SMR は有意に 1 より高いものはなかった。部位別の悪性新生物の SMR は、肝臓、肺の悪性新生物を除いて、有意に 1 より高いものはなかった。外因死の SMR は有意に 1 より高かった。

後向き観察を含めた全観察期間における、全死因、非新生物疾患および全悪性新生物の SMR も、全悪性新生物を除いて有意に 1 より低かった。部位別の悪性新生物の SMR も有意に 1 より高いものはなかった。

（2）内部比較

ここでは、前向き観察期間における解析結果を記す。なお、年齢、暦年および最新住所地による地域を調整し、潜伏期を白血病では 2 年、その他の新生物では 10 年を仮定した。

慢性リンパ性白血病を除く白血病の死亡率は、累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった（ p 値=0.691）。白血病を除く全悪性新生物の死亡率は、累積線量とともに増加する有意の傾向を示した（ p 値=0.047）。

部位別の悪性新生物では、食道、肝臓の悪性新生物、および多発性骨髄腫の死亡率は、累積線量とともに増加する有意の傾向を示した（食道： p 値=0.002、肝臓： p 値=0.040、多発性骨髄腫： p 値=0.021）。

全死因、非新生物疾患、および外因死の死亡率は、累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった（全死因： p 値=0.088、非新生物疾患： p 値=0.326、外因死： p 値=0.140）。また、非新生物疾患を疾患別にみても、死亡率は累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった（いずれの疾患も、 p 値>0.05）。

1. 6 考察

(1) 外部比較

全死因および非新生物疾患の死亡率は、全日本人男性（20 歳～85 歳未満）の死亡率と比べて有意に低かった。また、非新生物疾患別の死亡率にも、全日本人男性（20 歳～85 歳未満）の死亡率と比べて有意に高い疾患はなかった。これは主として健康労働者効果によるものと考えられた。

健康労働者効果の影響が小さいと考えられる全悪性新生物の死亡率は、全日本人男性（20 歳～85 歳未満）の死亡率と比べて有意差は認められなかった。しかし、部位別の悪性新生物では、肝臓、肺の悪性新生物の死亡率は、全日本人男性（20 歳～85 歳未満）の死亡率と比べて有意に高かったが、喫煙、飲酒など生活習慣の影響の可能性も考えられた。

なお、白血病を含めその他の部位には有意に高いものはなかった。

(2) 内部比較

慢性リンパ性白血病を除く白血病の死亡率には、累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった。

白血病を除く全悪性新生物の死亡率は、累積線量とともに増加する有意の傾向を示したが、これは、食道、および肝臓の悪性新生物の死亡率が、累積線量とともに増加する有意の傾向を示していたことが反映されたためである。

なお、主たる解析では潜伏期を白血病で 2 年、その他の新生物で 10 年と仮定したが、これ以外の期間を潜伏期に仮定した感度解析の結果では、慢性リンパ性白血病を除く白血病の死亡率、および白血病を除く全悪性新生物の死亡率は、いずれも、累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった。

部位別の結果では、食道、肝臓の悪性新生物、および多発性骨髄腫の死亡率は、累積線量とともに増加する有意の傾向を示した。その他の部位の悪性新生物の死亡率は、前回第Ⅱ期調査で有意の増加傾向を示した胃、直腸の悪性新生物を含め、累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった。

また、多数の検定を繰り返して行くと偶然に有意となることもあり得るので、これを避けるために行った多重比較法では、食道がんのみ有意であった。

食道、肝臓の悪性新生物の死亡率が累積線量と有意の関連を示した結果の解釈に当たっては、発がんに関連する生活習慣等の交絡因子の影響等によってもたらされた可能性について考慮する必要がある。喫煙関連がんと喫煙非関連がんに分類し解析したところ、喫煙関連がんの死亡率は累積線量とともに増加する有意の傾向を示したが、喫煙非関連がんの死亡率は累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった。このことは、交絡因子の影響等によってもたらされた可能性を補強するものと考えられる。

さらに、未だ観察期間が短いため、偶然、死亡率と累積線量との有意の関連を示した可能性についても考慮する必要がある。

多発性骨髄腫の死亡率が累積線量と有意の関連を示したが、累積線量の多い群における極めて少数の症例に依存しているので、現時点で放射線との関係を論じるには慎重でなければならない。

外因死の死亡率は、全日本人男性（20 歳～85 歳未満）の死亡率と比べて有意に高かったが、累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった。これまでのところ、外因死と放射線との関連についての疫学的知見は乏しく、また、この第Ⅲ期調査では、外因死の死亡率と被ばく線量との関連について考察する上で必要な情報が無いので、これに関する詳細な考察を行うに至らなかった。

1. 7 総合評価

今回の解析結果では、外部比較においては、全悪性新生物、および白血病の死亡率は、全日本人男性（20 歳～85 歳未満）に比べ有意差は認められなかった。部位別では、肝臓、肺の悪性新生物の死亡率のみ有意に高かった。

内部比較においては、白血病を除く全悪性新生物の死亡率は、累積線量とともに増加する有意の傾向を示した。部位別では、食道、肝臓の悪性新生物、および多発性骨髄腫の死亡率が、累積線量とともに増加する有意の傾向を示したが、白血病を含めその他の部位の悪性新生物には、死亡率が累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった。

一部の消化器臓器の悪性新生物において、死亡率が累積線量とともに増加する有意の関連を示したことについては、発がんに関連する生活習慣等の交絡因子の影響等の可能性を考慮する必要があること、これらの部位がとりわけ放射線に腫瘍が誘発されやすい臓器として報告はされていないこと、さらに観察期間が未だ短いことから、現段階では放射線の影響によるものと認めることは困難である。多発性骨髄腫についても症例数が極めて少ないため、放射線との関係を論じるには慎重でなければならない。

以上のことを総合して評価すると、第Ⅲ期調査までの結果では、低線量域の放射線が悪性新生物の死亡率に影響を及ぼしている明らかな証拠は見られなかったと言える。

低線量域の放射線と健康影響について、より信頼性の高い科学的知見を得るためには、長期にわたって観察を継続し、生活習慣等による交絡の可能性等についてもより詳細な検討が必要であるので、今後ともこの放射線疫学調査を継続する必要がある。

2. 調査目的

2. 1 調査の背景

放射線が健康に及ぼす影響についての知見は、広島・長崎の原爆被ばく者、医療行為により被ばくした患者、あるいは欧米各国の原子力産業施設の従事者などを対象とした疫学的研究から得られていた。なかでも、広島・長崎の原爆被ばく者の追跡研究は、現在でも、国際放射線防護委員会（ICRP）が職業被ばく等についての線量限度を勧告するにあたって重要な基礎的知見となっている。しかしながら、原爆被ばく者のデータは高線量率の放射線を瞬時に受けたものであり、低線量・低線量率の放射線の影響については、未だ解明されたとはいえない状況にあった。

また、わが国においては放射線と健康影響との関連についての社会的関心が高いことから、低線量域の放射線を長期に亘って受けた放射線業務従事者の疫学的調査を行い、国民に客観的なデータを提供する必要性が高まっていた。

このような状況に鑑み、文部科学省（旧科学技術庁）は、低線量域の放射線が人体に与える健康影響について科学的知見を得ることを目的として、放射線業務従事者を対象とした疫学的調査を1990年（平成2年）12月から、（財）放射線影響協会（以下、「協会」と略記する。）に委託して開始した。

文部科学省（旧科学技術庁）から委託を受けた協会では、1990年度（平成2年度）～1994年度（平成6年度）に第Ⅰ期調査¹⁾を、1995年度（平成7年度）～1999年度（平成11年度）には第Ⅱ期調査²⁾、および喫煙、飲酒など生活習慣を調べるため第1次交絡因子調査³⁾を実施し、これらの調査結果を文部科学省（旧科学技術庁）へ報告するとともに、学術専門誌に公表してきた⁴⁾⁵⁾⁶⁾。

2. 2 調査の目的

放射線疫学調査では、生死の観察を長期に亘って継続し、また、生活習慣等による交絡の影響の可能性についても検討する必要がある。このため、第Ⅱ期調査に引き続き、協会は文部科学省から委託を受けて第Ⅲ期調査を行い、放射線疫学調査の信頼性をより一層向上させることとした。

2000年度（平成12年度）～2004年度（平成16年度）を調査期間とした第Ⅲ期調査では、死亡調査を継続して行ったほか、新たな質問項目を含めた第2次交絡因子調査を実施した。また、がん罹患調査の実行可能性についても検討を進めた。

この報告書では、この放射線疫学調査が開始された以降、これまでの追跡調査で得られたデータにもとづいて、放射線業務従事者の悪性新生物、非新生物疾患等による死亡率が、全日本人男性（20歳～85歳未満）の死亡率と異なるか否かを検討するとともに、放射線業務による被ばく線量との関連の有無を検討した。

3. 調査体制

3. 1 調査体制

この放射線疫学調査は、文部科学省（旧科学技術庁）からの委託により（財）放射線影響協会放射線疫学調査センターが実施した。「放射線疫学調査の調査体制」を図 3.1（p.8）に示す。協会に、外部の学識経験者等により構成される評価委員会、調査運営委員会、倫理委員会、および解析検討委員会を設置し、この疫学調査が適正かつ効率的に進められるよう各委員会において検討・審議を行った。なお、各委員会での審議事項は下記の通りである。

評価委員会では、疫学に関する学識経験者の参加を得て、調査手法および調査結果等についての審議を受けた。

調査運営委員会では、疫学に関する学識経験者、原子力事業者の参加を得て、調査計画等の策定および調査の実施方法等について審議を受けた。

倫理委員会では、弁護士、法律等の学識経験者の参加を得て、調査に係る倫理的課題について審議を受けた。

解析検討委員会では、疫学、統計解析に関する学識経験者の参加を得て、疫学調査データの解析手法および解析結果等について審議を受けた。

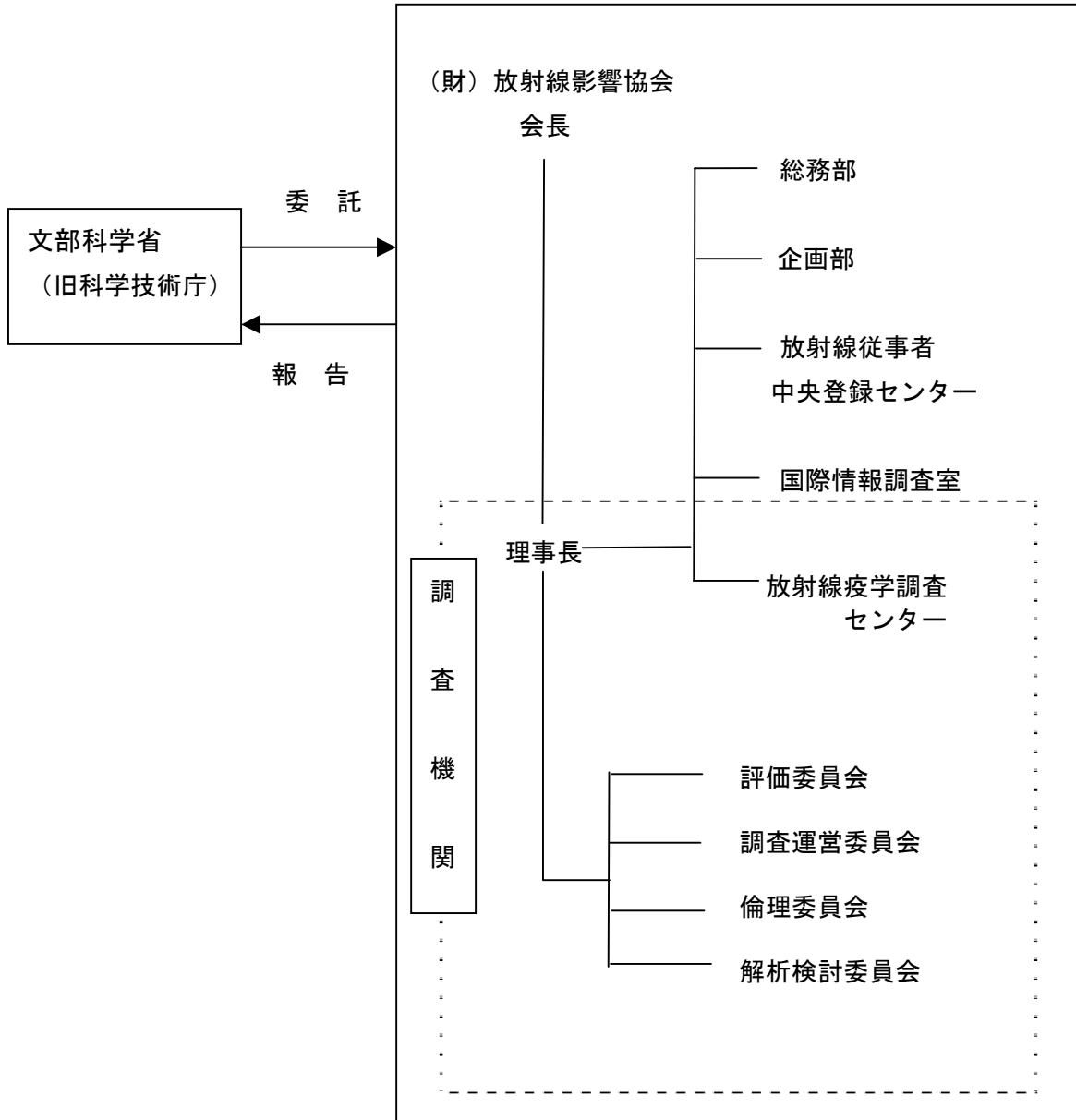
3. 2 個人情報保護に関する措置

この放射線疫学調査では、調査対象者の氏名、生年月日、住所、被ばく線量等の個人情報を取扱うこととなるため、調査の実施にあたり、文部科学省（旧科学技術庁）は、「行政機関の保有する電子計算機処理に係る個人情報の保護に関する法律」（昭和 63 年法律第 95 号）に基づき、総務省に対して個人情報ファイルを保有することを通知しており、また、総務省（旧総務庁）はこれを受けて必要事項を官報で告示⁷⁾した。

また、2005 年（平成 17 年）4 月 1 日から、上記法律に代えて「行政機関の保有する個人情報の保護に関する法律」（平成 15 年法律第 58 号）が施行されている。

協会では、倫理委員会において、調査開始時および随時に調査方法、個人情報ファイルの内容およびその取扱い等について倫理的妥当性の審議を受けた。また、協会では、収集した個人情報の取扱いに関する安全管理の規程を定め、関係職員に守秘義務を課すとともに情報取扱者を限定した。さらに、個人情報を取扱う場所を限定し、入退室時におけるセキュリティ対策を実施した。収集した個人情報は、外部のネットワークとは独立した安全な環境にある電子計算機のデータベースに保管し、外部に個人情報が漏えいしたりすることがないように十分配慮し個人情報の保護に努めた。

図 3. 1 放射線疫学調査の調査体制



4. 調査方法

4. 1 概 要

この放射線疫学調査は、中央登録センターに登録された放射線業務従事者を対象とする追跡調査であり、生死を確認する調査と、死因を確認する調査を行った。

この放射線疫学調査では、当初、1989 年（平成元年）3 月末までに中央登録センターに登録された放射線業務従事者（男性）を調査の対象として開始したが、その後、1989（平成元年）年 4 月～1995 年（平成 7 年）3 月末までに登録された放射線業務従事者（男性）、および女性の放射線業務従事者等を調査の対象に含めた。さらに、第 1 次交絡因子調査対象者の生死を確認するため、1995 年（平成 7 年）4 月～1999 年（平成 11 年）3 月末までに登録された放射線業務従事者を調査の対象に追加した。

現在、この放射線疫学調査では、中央登録センターに 1999 年（平成 11 年）3 月末までに登録された放射線業務従事者（中央登録集団：約 34.3 万人）のうち、被ばく線量記録がある等の一定要件に該当する約 27.7 万人（男女）を対象に、生死確認調査を行っている。

調査対象者の中央登録番号、氏名、性別、生年月日等の個人識別情報を中央登録センターから提供を受けた後、原子力事業者等の協力を得て、調査対象者の住所情報を調査した（住所調査）。その後、当該住所地の市区町村長から住民票または除票の写し（以下、「住民票の写し等」と略記する）を取得することにより生死を確認した（後向き追跡調査）。住民票の写しにより生存を確認した者については、それ以降、定期的に住民票の写し等を取得することにより生死を確認した（前向き追跡調査）。

2000 年度（平成 12 年度）～2004 年度（平成 16 年度）を調査期間とする第Ⅲ期調査では、大部分の調査対象者を前向きに追跡したが、調査対象者に追加した 1997 年（平成 9 年）4 月～1999 年（平成 11 年）3 月末までに登録された者については後向きに生死を追跡した。追跡調査の結果、この放射線疫学調査の開始当初から 2004 年（平成 16 年）3 月末までに約 21.2 万人（男女）の生死を確認した。残る約 6.5 万人（男女）は、住所情報を得られなかった、あるいは除票の保存期間（5 年間）経過等の理由により生死を確認できていない。

2004 年（平成 16 年）3 月末までに生死を確認した調査対象者のうち、信頼性の高いとされる前向き追跡調査において生死を確認した 200,583 人（男性）を解析の対象者とした。なお、後向き追跡調査を含めて生死を確認した 208,428 人（男性）についても解析した（補遺-1、p.76）。

中央登録センターに登録されている者（中央登録集団：約 34.3 万人）から、解析対象者を得るまでの流れおよび相互関係等を図 4.1（p.15）に示す。

生死の確認調査において死亡が確認された者の原死因は、厚生労働省の人口動態調査死亡票の磁気テープ転写分（1986 年（昭和 61 年）～2002 年（平成 14 年））と照合することにより収集した。

また、この放射線疫学調査に必要な被ばく線量情報は中央登録センターから入手した。

4. 2 調査集団の設定

4. 2. 1 調査対象者

中央登録センターおよび原子力事業者が維持運営している「被ばく線量登録管理制度」は、放射線業務従事者の被ばく線量等を全国規模で一元的に登録管理および記録の保管等を行うため、1977 年（昭和 52 年）11 月に発足した。

この「被ばく線量登録管理制度」にもとづいて、原子力事業者から中央登録センターに登録された放射線業務従事者は、原子力事業者が保有する試験研究開発の施設、商業用原子力発電の施設、あるいは燃料加工施設等のうち、いずれか 1 箇所以上の事業所において放射線業務従事者の指定を受けた者である（表 4.2-1、p.16）。

1990 年度（平成 2 年度）から開始された放射線疫学調査では、「被ばく線量登録管理制度」にもとづいて中央登録センターに登録されている放射線業務従事者を調査対象者としている。当初の第 I 期調査（1990 年度（平成 2 年度）～1994 年度（平成 6 年度））では、1989 年（平成元年）3 月末までに中央登録センターに登録された放射線業務従事者（男性）を対象に調査を行った。なお、第 I 期調査では、核燃料加工事業所のみに従事した放射線業務従事者（男性）は対象から除外されていた。

また、第 I 期調査に引き続く第 II 期調査（1995 年度（平成 7 年度）～1999 年度（平成 11 年度））では、第 I 期調査の対象者に加え、1989 年（平成元年）4 月から 1995 年（平成 7 年）3 月末までに中央登録センターに新たに登録された放射線業務従事者（男女）、並びに第 I 期調査では調査の対象から除外されていた 1989 年（平成元年）3 月末までに中央登録センターに登録された核燃料加工事業所のみに従事した放射線業務従事者（男性）および女性の放射線業務従事者を調査の対象に含めてきた。

さらに、この放射線疫学調査の一環として、1997 年（平成 9 年）10 月から 1999 年（平成 11 年）3 月に、第 1 次交絡因子調査を各原子力事業所において実施したため、この交絡因子調査対象者などをも生死確認の調査の対象に含めることとした。このことにより、中央登録センターに 1995 年（平成 7 年）4 月から 1999 年（平成 11 年）3 月末までに、新たに登録された放射線業務従事者も放射線疫学調査の対象に含めた。

以上まとめると、2005 年（平成 17 年）3 月現在、この放射線疫学調査の調査対象者は、中央登録センターへ 1999 年（平成 11 年）3 月末までに登録された放射線業務従事者（累計約 34.3 万人）のうち、下記に該当する者を除外した者である。

(1) 中央登録センターに登録されたが放射線業務に従事しなかった者

理由：放射線業務に従事した者を調査対象としているため。

(2) 日本国籍を有しない者

理由：外国籍の者は住民票による生死確認調査ができないため。

調査対象者数については、第Ⅰ期調査では 181,583 人を設定し、第Ⅱ期調査では 62,157 人を調査の対象に加えた（計 243,740 人）。その後、さらに 33,388 人を調査の対象に加えたことにより、第Ⅲ期調査までの調査対象者数は累計 277,128 人（男性：274,560 人、女性：2,568 人）となっている。

4. 3 生死確認調査

4. 3. 1 住所調査

この放射線疫学調査は、調査対象者の住民票の写し等を用いて生死を確認する追跡調査であるため、調査対象者の住所の情報が必要である。この住所の情報については、原子力事業者等の協力を得て収集することとした。このため、まず中央登録センターから、調査対象者本人の登録氏名、生年月日、性別、中央登録番号および従事した原子力事業所等の情報の提供を受けた。これら中央登録センターから提供を受けた情報に基づき、原子力事業者等の協力を得て、原子力事業所に保管管理されている書類をもとに調査対象者本人の住所情報を調査し収集した。

調査対象者 277,128 人（男性：274,560 人、女性：2,568 人）の住所調査は、1999 年度（平成 11 年度）までに終了し、240,817 人（男性：239,101 人、女性：1,716 人）の住所情報を収集した。残る 36,311 人（男性：35,459 人、女性：852 人）の住所情報は収集できなかった。

4. 3. 2 住民票による生死確認調査

住所情報を収集できた調査対象者については、その住所地の市区町村長に対し、住民基本台帳法（昭和 42 年法律第 82 号）に基づいて、住民票の写し等の交付を請求し、生死の確認を行った。生死の確認は、住民票または転出除票の写しの交付を受けた者を生存と判断し、死亡除票の交付を受けた者を死亡と判断した。

住民基本台帳法施行令第 34 条により市区町村における除票の保存期間は、消除された日から 5 年間と定められていることから、原則的には、保存期間を経過した死亡除票や転出除票の交付を受けられない。このため、住民票の写し等の交付を受けた調査対象者については、その交付時期以降、市区町村における除票の保存期間（5 年）を超えない範囲で、住民票の写し等を定期的に交付請求することにより、調査対象者の生死確認調査を継続している。なお、この報告書において前向き追跡調査とは、住民票の写しの交付を受けた後に、5 年を超えない範囲で、住民票の写し等を交付請求する場合を言う。

4. 3. 3 生死確認調査の結果

1) 後向き追跡を含む生死確認調査

住所情報を取得した 240,817 人（男性：239,101 人、女性：1,716 人）を対象に、生死の確認調査を行ってきたところ、2004 年（平成 16 年）3 月 31 日までに住民票の写し等の交付を受けて、生死を確認できた者は 211,582 人（男性：210,159 人、女性：1,423 人）であった（表 4.3-1、p.17）。住民票の写し等の交付申請をしたものの、交付を受けることが出来なかった者は 29,235 人（男性：28,942 人、女性：293 人）であった。

住民票の写し等の交付を受けられなかった理由としては、住所調査で得た住所情報が交付請求時点の住民登録先住所ではなかった、または住民登録先住所ではあったが、すでに除票の保存期間（5 年）を超過していた等が考えられる。なお、女性について生死が確認された者は 55.4%と低い割合にとどまったが、これは結婚等により姓を変更した等の理由が加わったことによるものと推測される。

2) 前向き追跡調査による生死確認調査

前述したように、この放射線疫学調査では、住民票の写しの交付を受けた後に、5 年を超えない範囲で、定期的に住民票の写し等を交付請求する前向き追跡調査を継続している。

1991 年度（平成 3 年度）～2000 年度（平成 12 年度）の範囲において、住民票の交付を受け生存を確認した者 202,511 人（男性：201,189 人、女性：1,322 人）については、前向きに追跡調査を行い、2004 年（平成 16 年）3 月 31 日までに 201,969 人（男性：200,647 人、女性：1,322 人）の生死を確認した。

3) 生死確認者の線量分布

生死を確認できた 210,159 人（男性）の、調査対象者 274,560 人（男性）に対する割合を累積線量群別に求めたところ、累積線量が多い群ほど生死を確認できた者の割合が高く、累積線量が少ない群ほどその割合は低い傾向にあった（表 4.3-2、p.18）。

一方、前向きに追跡した場合には、累積線量群間で生死を確認できた割合には殆ど差異がなく 99.7%であった（表 4.3-3、p.18）。

4. 3. 4 調査対象者への説明と同意の確認

近年の個人情報保護に関する社会的動向、および調査対象者からの放射線疫学調査（第 2 次交絡因子調査）に関する問い合わせ状況を勘案して、協会は、2003 年（平成 15 年）12 月から、調査対象者に対し放射線疫学調査の説明と同意の確認を行うこととした。

具体的には、調査対象者に対し“放射線疫学調査についての説明資料”、および“放射線疫学調査の対象者となることに同意できない旨の申出書”等を郵送し、本人が調査

の対象者になることについて同意できない場合には、その旨の申出を受け付けた。

倫理委員会において、同意できない旨の申出者の取扱いを審議した結果、この申出者については、申出以後、市区町村長への住民票の写し等の交付申請は行わないこととした。また、この申出者の過去に収集した個人情報、匿名化した上で今後とも放射線疫学調査ファイルに保有することについても承認を得た。

なお、「疫学研究に関する倫理指針」（平成 16 年文部科学省・厚生労働省告示第 1 号）によれば、この放射線疫学調査は、“既存資料等以外の情報に係る資料を用いる観察研究”に該当するものと判断される。この観察研究の場合には、“研究の実施について情報を公開し、対象者となることを拒否できるようにしなければならない”とされ、“対象者からインフォームド・コンセントを受けることを必ずしも要しない”とされている。

また、この倫理指針細則では、“研究対象者となることを拒否した者については、個人情報収集しないが、集計に当たっての母集団に加えることができるものである。”とされている。

4. 4 解析対象集団の設定

「4.3.3 生死確認調査の結果」（p.12）で述べたように、2004 年（平成 16 年）3 月 31 日までに住民票の写し等を取得し、生死の確認ができた者は後向き追跡調査を含めると 211,582 人（男性：210,159 人、女性：1,423 人）であった。

一方、前向きの追跡調査では、201,969 人（男性：200,647 人、女性：1,322 人）の生死を確認できた。この前向きの追跡調査では、累積線量群間での生死確認の割合に殆ど差異がなく生死確認のバイアスが少ないと思われるので、解析対象集団に後向き追跡調査を含めることに比べ、信頼性の高い解析結果が期待される。

このため、この第Ⅲ期放射線疫学調査の解析対象集団は、前向きに生死を確認できた 201,969 人（男性：200,647 人、女性：1,322 人）のうち、性別、年齢等の解析条件を考慮して、200,583 人（男性）とした（表 4.4-1、p.19）。

なお、後向き追跡調査を含めて生死の確認ができた 211,582 人（男性：210,159 人、女性：1,423 人）のうち、208,428 人（男性）についても解析した（補遺-1、p.76）。

4. 5 解析対象集団の特性

解析対象集団（男性：200,583 人）の観察人年は、前向き観察の場合には 137.3 万人年であり、一人当たりの平均観察期間は 6.8 年である。後向き観察を含めた場合（男性：208,428 人）は 236.2 万人年であり、一人当たりの平均観察期間は 11.3 年である。

解析対象集団の累積線量群別の人数は、10mSv 未満の者は 75.4%、100mSv 以上の者は 2.6%であり、低線量側に偏った分布を示している（表 4.5-1、p.20）。一人当たりの平均累積線量は 12.2mSv である。また、出生年別の人数は、1950 年代の者が 25.4%

と最も多く、次に 1940 年代、1960 年代の者が各々 22.9%、21.1%を占めている（表 4.5-2、p.20）。累積線量群別の出生年分布は、累積線量が多い群ほど、1940 年代、1950 年代の者の割合が多いことを示している（図 4.5-1、p.21）。

放射線業務への従事状況をみると、1985 年度（昭和 60 年度）以降に放射線業務に従事し始めた者が 52.8%（表 4.5-3、p.22）、従事年数 5 年未満の者は 56.8%、従事年数 20 年以上の者は 7.2%を占めていることがわかる（表 4.5-4、p.22）。また、市区町村長から交付を受けた最新の住民票の写し等から、解析対象者の多い地域をみると、関東地方が 34.6%、北海道・東北地方が 18.3%、近畿地方が 13.0%であった（表 4.5-5～表 4.5-6、pp.23-24）。

図 4. 1 放射線疫学調査の集団設定について

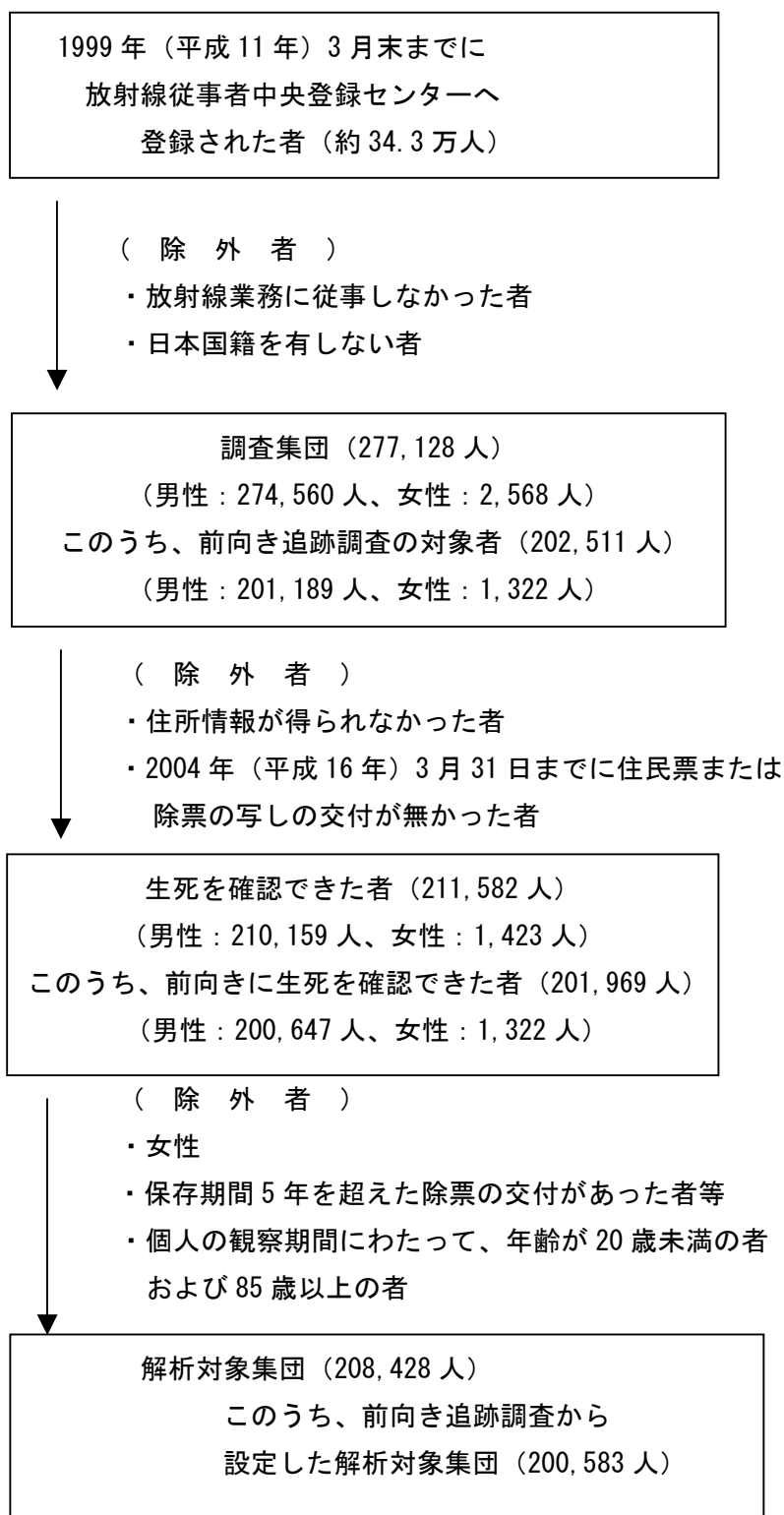


表 4. 2-1 わが国の原子力事業者
(被ばく線量登録管理制度への参加事業者)

(1999 年 (平成 11 年) 3 月末時点)

事業の種類	事業者名	原子力事業所所在地 (事業所数)
原子力 研究・開発	日本原子力研究所 ^{注1}	青森県 (1)、茨城県 (5)、京都府 (1)
	核燃料サイクル開発機構 ^{注1}	茨城県 (2)、岐阜県 (1)、福井県 (2)、 岡山県 (1)
商業用 原子力発 電	北海道電力株式会社	北海道 (1)
	東北電力株式会社	宮城県 (1)
	東京電力株式会社	福島県 (2)、新潟県 (1)
	中部電力株式会社	静岡県 (1)
	北陸電力株式会社	石川県 (1)
	関西電力株式会社	福井県 (3)
	中国電力株式会社	島根県 (1)
	四国電力株式会社	愛媛県 (1)
	九州電力株式会社	佐賀県 (1)、鹿児島県 (1)
	日本原子力発電株式会社	茨城県 (2)、福井県 (1)
燃料加工 ・その他	原子燃料工業株式会社	茨城県 (1)、大阪府 (1)
	住友金属鉱山株式会社	茨城県 (1)
	日本ニュークリア・フュエル株式会社 ^{注2}	神奈川県 (1)
	三菱原子燃料株式会社	茨城県 (1)
	株式会社ジェー・シー・オー	茨城県 (1)
	日本原燃株式会社	青森県 (2)

注 1 : 日本原子力研究所、および核燃料サイクル開発機構は 2005 年 (平成 17 年) 10 月 1 日に統合し、独立行政法人日本原子力研究開発機構となった。

注 2 : 日本ニュークリア・フュエル株式会社は、2001 年 (平成 13 年) 9 月、株式会社グローバルニュークリアフュエルジャパンに社名変更した。

表 4. 3 - 1 調査対象集団の生死確認結果

	男性	女性	合計
(1) 調査対象集団	274, 560	2, 568	277, 128
①住所情報が入手できなかった者	35, 459	852	36, 311
②2004 年（平成 16 年）3 月末までに住民票の写し等の交付を受けることができなかった者	28, 942	293	29, 235
(2) 生死を確認できた者（=(1)-①-②）	210, 159 (76. 5%)	1, 423 (55. 4%)	211, 582 (76. 3%)

注：2004 年（平成 16 年）3 月 31 日までの生死確認調査による。

表 4. 3 - 2 累積線量群別 調査対象者（男性）の生死確認割合

累積線量群 (mSv)	調査対象集団	生死確認者	
	人数 (A)	人数 (B)	追跡率 (%) (B) / (A)
<10	217,572	159,162	73.2
10-	21,957	18,560	84.5
20-	20,644	18,613	90.2
50-	9,062	8,616	95.1
100+	5,325	5,208	97.8
合計／平均	274,560	210,159	76.5

注：2004 年（平成 16 年）3 月 31 日までの生死確認調査による。

注：累積線量は、2002 年度（平成 14 年度）までの年度線量の累積値である。

表 4. 3 - 3 累積線量群別 前向き追跡調査（男性）の生死確認割合

累積線量群 (mSv)	前向き追跡者	生死確認者	
	人数 (A)	人数 (B)	追跡率 (%) (B) / (A)
<10	151,638	151,278	99.8
10-	17,901	17,815	99.5
20-	18,061	18,006	99.7
50-	8,449	8,419	99.6
100+	5,140	5,129	99.8
合計／平均	201,189	200,647	99.7

注：2004 年（平成 16 年）3 月 31 日までの生死確認調査による。

注：累積線量は、2002 年度（平成 14 年度）までの年度線量の累積値である。

表 4. 4 - 1 解析対象集団（前向き観察）の設定

	対象者数	備 考
(1) 生死確認者	201,969 男性：200,647 女性：1,322	前向きの追跡調査により、2004 年（平成 16 年）3 月 31 日までに生死を確認できた者。
除外対象者		除外理由
(2) 女性	1,322	死亡者が少数であるため信頼性のある統計学的解析結果が得られないと判断したため。なお、参考として外部比較の結果を示す（補遺-4、p. 105）。
(3) 前向き追跡調査において除票の交付を受けたが、除票に記載されている異動日が最初の住民票の交付日より古い日付であった男性	46	除票の保存期間は 5 年間と定められているが、交付日より 5 年以前に消除された除票が交付されたものがあった。あるいは、保存期間内の除票の異動日が、住民票の写しの交付日より古かったため。
(4) 個人の観察期間にわたって年齢が 20 歳未満の者および 85 歳以上の男性	18	人口動態統計では年齢 5 歳階級別死因別死亡数が記載されており、18 歳～19 歳の死亡数が得られないため、外部比較の際の標準死亡率が求められない。また、85 歳以上の死亡では死亡診断書の正確性に問題のあることが少なくないことを考慮したため。
解析対象集団 = (1) - (2) - (3) - (4)	200,583	

表 4. 5 - 1 解析対象集団（男性）の累積線量分布

累積線量群 (mSv)	解 析 対 象 集 団					
	解析対象集団（前向き観察）			（参考）後向き追跡を含めた場合		
	人数	割合（％）	平均累積線量 (mSv)	人数	割合（％）	平均累積線量 (mSv)
<10	151, 223	75. 4	1. 6	157, 804	75. 7	1. 5
10-	17, 813	8. 9	14. 4	18, 396	8. 8	14. 4
20-	18, 001	9. 0	31. 7	18, 451	8. 9	31. 6
50-	8, 417	4. 2	69. 9	8, 582	4. 1	69. 7
100+	5, 129	2. 6	154. 4	5, 195	2. 5	151. 6
合計 ／平均	200, 583	100. 0	12. 2	208, 428	100. 0	12. 0

注：2004 年（平成 16 年）3 月 31 日までの生死確認調査による。

注：累積線量は、2002 年度（平成 14 年度）までの年度線量の累積値である。

表 4. 5 - 2 解析対象集団（男性）の出生年分布

出生年 (暦年)	解 析 対 象 集 団			
	解析対象集団（前向き観察）		（参考） 後向き追跡を含めた場合	
	人数	割合（％）	人数	割合（％）
-1929	9, 603	4. 8	10, 436	5. 0
1930-1939	26, 290	13. 1	27, 288	13. 1
1940-1949	45, 950	22. 9	47, 037	22. 6
1950-1959	50, 938	25. 4	52, 010	25. 0
1960-1969	42, 361	21. 1	43, 911	21. 1
1970-1979	25, 441	12. 7	27, 746	13. 3
合計	200, 583	100. 0	208, 428	100. 0

注：2004 年（平成 16 年）3 月 31 日までの生死確認調査による。

図4. 5-1 解析対象集団（男性）の累積線量群別出生年分布
（前向き観察、N=200,583）

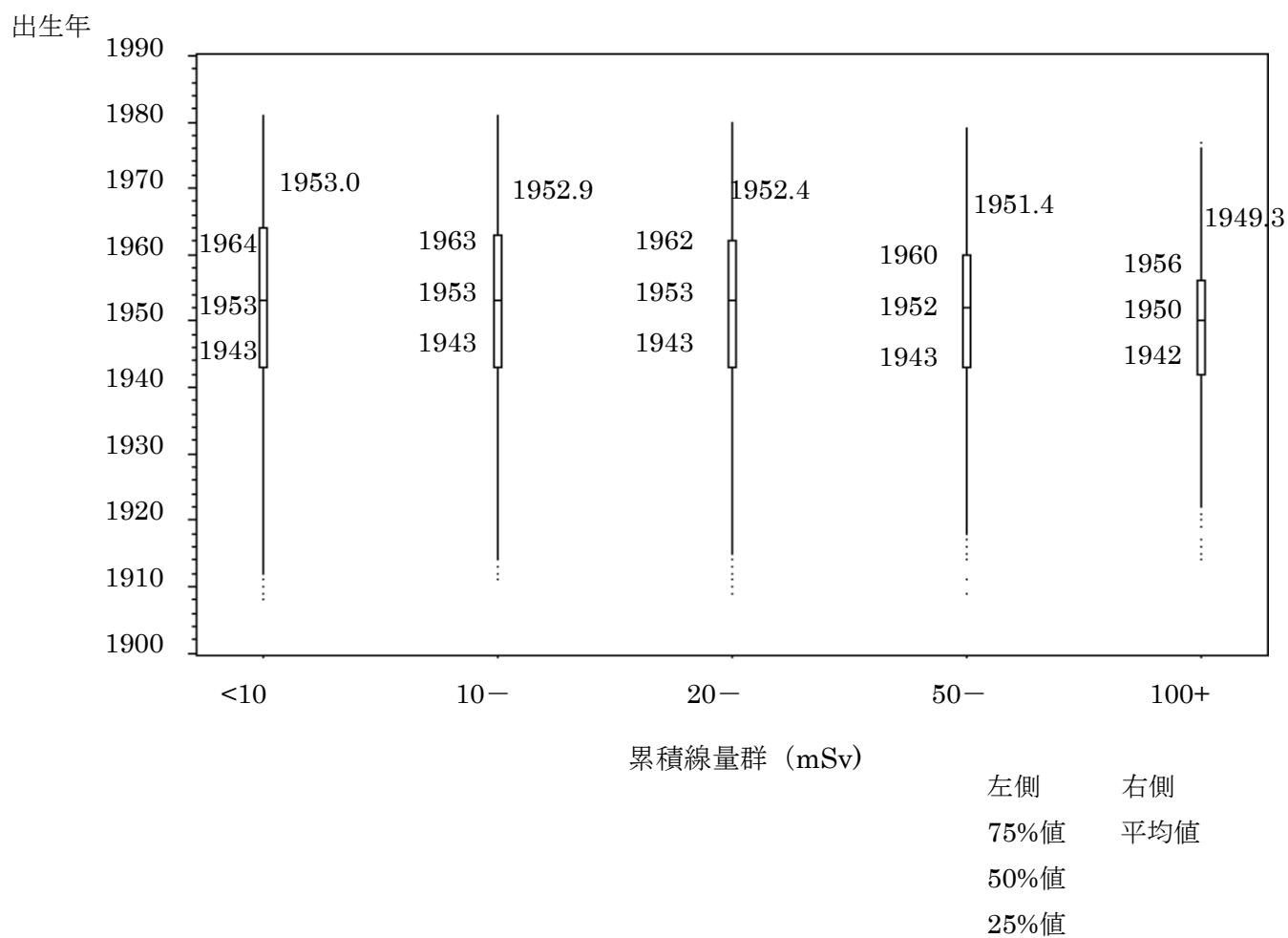


表 4. 5 - 3 解析対象集団（男性）の累積線量群別、従事開始年度分布

従事開始 年 度	累 積 線 量 群 (mSv)					
	<10	10-	20-	50-	100+	合計
	人数 割合	人数 割合	人数 割合	人数 割合	人数 割合	人数 割合
-1974	10,536 7.0%	1,806 10.1%	2,233 12.4%	1,373 16.3%	1,134 22.1%	17,082 8.5%
1975-	21,354 14.1%	3,923 22.0%	4,396 24.4%	2,340 27.8%	1,780 34.7%	33,793 16.8%
1980-	30,375 20.1%	4,735 26.6%	4,961 27.6%	2,319 27.6%	1,479 28.8%	43,869 21.9%
1985-1998	88,958 58.8%	7,349 41.3%	6,411 35.6%	2,385 28.3%	736 14.3%	105,839 52.8%
合計	151,223 100.0%	17,813 100.0%	18,001 100.0%	8,417 100.0%	5,129 100.0%	200,583 100.0%

注：累積線量は、2002 年度（平成 14 年度）までの年度線量の累積値である。

表 4. 5 - 4 解析対象集団（男性）の累積線量群別、従事年数別分布

従事年数	累 積 線 量 群 (mSv)					
	<10	10-	20-	50-	100+	合計
	人数 割合	人数 割合	人数 割合	人数 割合	人数 割合	人数 割合
1	51,498 34.1%	2,164 12.1%	319 1.8%	0 0.0%	0 0.0%	53,981 26.9%
2-4	50,585 33.5%	5,432 30.5%	3,701 20.6%	263 3.1%	1 0.0%	59,982 29.9%
5-9	27,503 18.2%	4,463 25.1%	5,521 30.7%	2,080 24.7%	239 4.7%	39,806 19.8%
10-19	16,708 11.0%	3,891 21.8%	5,617 31.2%	3,949 46.9%	2,223 43.3%	32,388 16.1%
20+	4,929 3.3%	1,863 10.5%	2,843 15.8%	2,125 25.2%	2,666 52.0%	14,426 7.2%
合計	151,223 100.0%	17,813 100.0%	18,001 100.0%	8,417 100.0%	5,129 100.0%	200,583 100.0%

注：従事年数は、年度線量の記録が中央登録センターに登録されている年数とした。

注：累積線量は、2002 年度（平成 14 年度）までの年度線量の累積値である。

表 4. 5－5 解析対象集団（男性）の累積線量群別、地域別分布

	累 積 線 量 群 (mSv)					
	<10	10-	20-	50-	100+	合計
地域区分	人数 割合	人数 割合	人数 割合	人数 割合	人数 割合	人数 割合
北海道 ・東北	24,075 15.9%	3,567 20.0%	4,436 24.6%	2,550 30.3%	2,001 39.0%	36,629 18.3%
関東	57,291 37.9%	5,074 28.5%	4,475 24.9%	1,773 21.1%	788 15.4%	69,401 34.6%
北陸	13,815 9.1%	2,077 11.7%	2,353 13.1%	1,149 13.7%	724 14.1%	20,118 10.0%
中部	10,193 6.7%	991 5.6%	1,140 6.3%	575 6.8%	292 5.7%	13,191 6.6%
近畿	18,958 12.5%	2,477 13.9%	2,558 14.2%	1,249 14.8%	762 14.9%	26,004 13.0%
中国	9,534 6.3%	1,266 7.1%	963 5.3%	330 3.9%	148 2.9%	12,241 6.1%
四国	4,404 2.9%	449 2.5%	420 2.3%	143 1.7%	58 1.1%	5,474 2.7%
九州	12,953 8.6%	1,912 10.7%	1,656 9.2%	648 7.7%	356 6.9%	17,525 8.7%
合計	151,223 100.0%	17,813 100.0%	18,001 100.0%	8,417 100.0%	5,129 100.0%	200,583 100.0%

注：2004 年（平成 16 年）3 月 31 日までの生死確認調査による。

注：地域区分は、最新住所地にもとづいて表 4.5-6 に示す区分とした。

表 4. 5－6 最新の住所地による地域区分について

地域	都道府県	地域	都道府県	地域	都道府県
北海道・東北	北海道 青森県 岩手県 宮城県 秋田県 山形県 福島県	中部	山梨県 長野県 岐阜県 静岡県 愛知県 三重県	四国	徳島県 香川県 愛媛県 高知県
関東	茨城県 栃木県 群馬県 埼玉県 千葉県 東京都 神奈川県	近畿	滋賀県 京都府 大阪府 兵庫県 奈良県 和歌山県	九州	福岡県 佐賀県 長崎県 熊本県 大分県 宮崎県 鹿児島県 沖縄県
北陸	新潟県 富山県 石川県 福井県	中国	鳥取県 島根県 岡山県 広島県 山口県		

4. 6 死因の調査

死亡者の原死因は、統計法（昭和 22 年法律第 18 号）に基づき総務大臣の承認を得て、厚生労働省の人口動態調査死亡票の磁気テープ転写分（以下、「死亡テープ」と略記する。）を用いて調査した。原死因については、死亡年月日が 1994 年（平成 6 年）12 月 31 日までは、第 9 回修正国際疾病傷害死因分類（以下、「ICD-9」と略記する。）を基本とした死因基本分類表⁸⁾による死因、または死因基本分類表をもとに作成された死因簡単分類表⁸⁾による死因を用いた。また、1995 年（平成 7 年）1 月 1 日以降の死亡については第 10 回修正国際疾病傷害死因分類（以下、「ICD-10」と略記する。）を基本とした死因基本分類表⁹⁾による死因、または死因基本分類表をもとに作成された死因簡単分類表⁹⁾による死因を用いた。

死亡者の原死因を得るために、死亡テープから性別、生年月日、死亡年月日および死亡時住所コードがその死亡者と一致する者を抽出し、その者の原死因を生死確認調査で確認した死亡者の死因とした。一致する者を抽出することができなかった場合には、その死亡者の死亡原因は不明とした。

前回第Ⅱ期調査までに、1986 年（昭和 61 年）から 1997 年（平成 9 年）までの死亡テープを使用して、死亡者 5,532 人（男性 5,527 人、女性 5 人）と照合し、5,499 人（男性 5,494 人、女性 5 人）の原死因を調査した。死因不明者は男性 33 人であった。

今回第Ⅲ期調査の死因調査の対象者は、2004 年（平成 16 年）3 月 31 日までに死亡年月日が 2002 年（平成 14 年）12 月 31 日（第Ⅲ期解析の観察打ち切り日）までの死亡除票を得た者、および前回第Ⅱ期調査において死亡年月日が 1998 年（平成 10 年）1 月 1 日から 2000 年（平成 12 年）3 月 31 日までの死亡除票を得た者で、かつ解析対象条件に合致する者の合計 4,977 人（男性 4,962 人、女性 15 人）である。

これらの死亡者を、1992 年（平成 4 年）から 2002 年（平成 14 年）の死亡テープと照合し原死因を把握した。この死亡テープの内容は、全国で死亡した 20 歳以上 85 歳未満の男女の生年月日、死亡年月日、死亡時住所コードおよび原死因である。

死亡テープと照合した結果、4,951 人（男性 4,936 人（判明率 99.5%）、女性 15 人（判明率 100%））の死因が判明した。残る男性 26 人の死亡原因は不明であった。

今回の死因調査の結果と、前回第Ⅱ期調査までの結果とを併せると、死亡者 10,509 人（男性 10,489 人、女性 20 人）を死亡テープと照合し、10,450 人（男性 10,430 人、女性 20 人）の原死因が判明したこととなる。死因不明者は全て男性で 59 人となった。

なお、死亡者 10,509 人のうち、前向きを追跡調査により確認できた死亡者は 7,684 人（男性 7,670 人（死因不明 40 人を含む）、女性 14 人）である。

4. 7 被ばく線量の調査

今回の第Ⅲ期調査では、調査対象者が 1957 年度（昭和 32 年度）～2002 年度（平成 14 年度）の間に、放射線業務に従事した年度の被ばく線量記録を中央登録センターから提供を受けた。この被ばく線量記録は、中央登録センターおよび原子力事業者が維持運営している「被ばく線量登録管理制度」にもとづいて、各原子力事業者が放射線業務従事者個人の被ばく線量の記録を、年度毎に中央登録センターに登録したものである。

「被ばく線量登録管理制度」は 1977 年度（昭和 52 年度）に発足したが、発足以前の被ばく線量記録についても、各原子力事業者から中央登録センターに登録されている。

この「被ばく線量登録管理制度」により、放射線業務従事者が複数の原子力事業所で放射線業務に従事した場合でも、その線量記録が重複したり、脱落することなく、全国的な規模で放射線業務従事者の線量記録を一元的に登録管理および記録の保管ができることとなった。

なお、ある放射線業務従事者が同一年度に複数の原子力事業所において放射線業務に従事した場合、その線量記録は合算し、個人の年度内の合計被ばく線量（単位は mSv）として中央登録センターから提供を受けた。

放射線業務従事者の被ばく線量管理は、国際放射線防護委員会（ICRP）の勧告を取り入れた放射線防護関連法令にもとづき行われている。このため、その勧告が変更される都度、必要に応じて、わが国の放射線防護関連法令は改正されている。ICRP 勧告では、被ばく線量の概念や、被ばく線量限度、および被ばく線量の測定量（単位）などについて、幾たびかの改定が行われており、また、放射線防護関連法令も、新しい勧告を取り入れて改正が重ねられている。

一方、個人被ばく線量測定器は、放射線測定技術の技術進歩に応じて、種々の被ばく線量測定器が開発され実用化されている。代表的な個人被ばく線量測定器の一つに、最近まで多くの原子力施設で使用されていたフィルムバッジがある。このほか、熱蛍光線量計（TLD）が 1970 年代中頃から使用され始め、最近ではフィルムバッジに替えてガラス線量計、電子式線量計などが使用されるようになった。

このように、被ばく線量の測定量（単位）、あるいは個人被ばく線量測定器などが経年的に変遷しつつ、中央登録センターに放射線業務従事者の被ばく線量記録が登録されている。

放射線疫学調査では、個人の従事期間全体に亘る被ばく線量記録を、従事した原子力施設を区別せずに用いる。中央登録センターに登録された被ばく線量記録は、上記のように、被ばく線量の測定量（単位）が経年的に異なり、また、複数の種類の被ばく線量測定器によって測定されたものである。このため、放射線疫学調査に用いる被ばく線量記録を一律に取り扱うことに整合性があるかどうかについて、協会内に線量評価専門委

員会を設けて評価、検討^{10) 11)}してきた。

今回第Ⅲ期調査においては、前回第Ⅱ期調査で用いた 1957 年度（昭和 32 年度）～1997 年度（平成 9 年度）までの被ばく線量記録に加え、2002 年度（平成 14 年度）までの被ばく線量記録を使用した。この間、2001 年度（平成 13 年度）から、ICRP Publ.60（1990 年勧告）を取り入れた放射線防護関係法令が施行され、また、多くの原子力事業者は、フィルムバッジに替えてガラス線量計、電子式個人線量計等を導入するなど、個人被ばく線量測定に関して変化があった。

このため第Ⅲ期調査においても、協会内に線量評価専門委員会を設け、中央登録センターから提供を受けた被ばく線量記録を、一律に取り扱うことに整合性があるかどうかを検討した。具体的には、原子力事業者における個人被ばく線量の管理運用方法、個人被ばく線量の測定評価に係る品質保証、および計量法にもとづくトレーサビリティ制度の信頼性の観点から、放射線業務従事者の被ばく線量記録の整合性および加算することの妥当性について検討した。

その結果、被ばく線量の概念や放射線の量の定義は変更されていたが、放射線業務従事者の被ばく線量の測定評価は、経年的に、あるいは原子力事業所間を横断的に見ても的確に行われていることを確認した。このため、中央登録センターに登録されている被ばく線量記録は、整合性が十分確保されており、個人の年度線量記録を加算して、放射線疫学調査に用いることは適切と判断した。

5. 解析方法

この放射線疫学調査では、放射線業務従事者への放射線による健康影響、特に悪性新生物の死亡率への影響を主眼において解析を行った。

疫学調査においてコホート研究の場合には、調査集団を設定し追跡を開始した時点からみて、時間の進行方向に沿って追跡し情報を収集することを前向き追跡（または前向き観察）と言い、一方、追跡を開始した時点からみて、過去に遡及して情報を収集することを後向き追跡（または後向き観察）と呼ぶことがある¹²⁾。

前向き追跡は、後向き追跡と比べ生死確認によるバイアスが少ないと見込まれるので、ここでは前向きに追跡した期間（前向き観察期間）における解析方法について記述する。

事実、生死の確認割合は、後向き観察期間を含む全観察期間と比べて、前向き観察期間では累積線量群間に殆ど差異が認められなかった（表 4.3-2～表 4.3-3、p.18）。

放射線業務による被ばく線量と死亡率との関連を検討するために、全日本人男性（20 歳～85 歳未満）の死因別死亡率と比較する外部比較と、累積線量群ごとの死因別死亡率を比較する内部比較を行った。これらの解析方法および観察期間等の取扱いについて以下に示す。また、解析プログラムにはEPICURE等を用いた¹³⁾。

なお、後向き観察期間を含めた全観察期間における解析手法については後述した（補遺-1、p.76）。

5. 1 外部比較

外部比較では、放射線業務従事者と全日本人男性（20 歳～85 歳未満）との死因別死亡率を比較し、放射線業務従事者の悪性新生物（主に白血病、その他の悪性新生物）および非新生物疾患の死亡率が全日本人男性と異なるか否かを検討した。また、悪性新生物を部位別に、および非新生物疾患を疾患別に死亡率を検討した。

解析対象集団の死亡率を全日本人男性（20 歳～85 歳未満）の死亡率と比較・検討するために、次式によって標準化死亡比（SMR）を計算した¹⁴⁾¹⁵⁾。

$$\text{SMR} = \text{観察死亡数} / \text{期待死亡数}$$

ここで外部比較における期待死亡数は、全日本人男性（20 歳～85 歳未満）の年齢 5 歳階級別死因別死亡率と同率であると仮定して、この死亡率に観察人年を乗じて求めた死亡数である。具体的には、この疫学調査の前向き観察期間である 1991 年（平成 3 年）～2002 年（平成 14 年）を以下の 3 期間に分けて、期間毎に全日本人男性（20 歳～85 歳未満）の年齢 5 歳階級別死因別死亡率を求め、それを各々の期間における標準死亡率とした。期待死亡数は、この標準死亡率に後述する観察人年を乗じて期間毎の期待死亡数を求め、それらの総和を求めることにより得られる。なお、外部比較では、放射線被

ばくによる発がんの潜伏期を仮定しなかった。

- ・ 1991 年（平成 3 年）～1994 年（平成 6 年）
- ・ 1995 年（平成 7 年）～1999 年（平成 11 年）
- ・ 2000 年（平成 12 年）～2002 年（平成 14 年）

また、SMRの 95%信頼区間を求めると共に、両側検定により検定した¹⁴⁾¹⁵⁾。算出した両側検定のp値が 0.05 未満の場合、「SMR<1 の時には有意水準 5%で解析対象集団の死亡率は全日本人男性の死亡率に比べて有意に低い、あるいはSMR>1 の時には有意水準 5%で全日本人男性の死亡率に比べて有意に高い」と判断した。

5. 2 内部比較

放射線業務従事者の累積線量と主に悪性新生物（主に白血病、その他の悪性新生物）の死亡率との関連の有無を検討するために、解析対象集団を累積線量により 5 群（10mSv 未満、10mSv 以上 20mSv 未満、20mSv 以上 50mSv 未満、50mSv 以上 100mSv 未満および 100mSv 以上）に分け、観察死亡数（O）と期待死亡数（E）の比（O/E 比）および 95%信頼区間を求めた。また、悪性新生物を部位別に、および非新生物疾患を疾患別に累積線量と死亡率との関連について検討した。

各累積線量群の期待死亡数は、到達年齢（20 歳以上 85 歳未満の 5 歳階級別）、暦年（1991 年（平成 3 年）～2002 年（平成 14 年）を 3 期間に分類）、および最新の住所地による地域（8 地域に分類）を層別し、線量群を無視した解析対象者全体の地域別の年齢 5 歳階級別死亡率で死亡したと仮定して求めた。したがって、期待死亡数の総和は観察死亡数の総和と一致する^注。

注：表 6.3-1～表 6.3-2（pp.43-46）に示す期待死亡数は、小数第 2 位を四捨五入し小数第 1 位まで示しているため、期待死亡数の総和は観察死亡数の総和に一致しない場合がある。

なお、最新の住所地による地域は、最新の生死確認調査において、住民票または除票の写しが交付された市区町村が所在する都道府県をもとに、全国を 8 地域（北海道・東北、関東、北陸、中部、近畿、中国、四国、九州・沖縄）に分類したものである（表 4.5-6、p.24）。

また、上記の年齢、暦年、および最新の住所地による地域を調整した解析のほかに、年齢、暦年のみを調整した解析も行った（補遺-2、p.91）

内部比較では、放射線被ばくによる潜伏期を白血病では 2 年、その他の新生物では 10 年を仮定した。

累積線量と死亡率との関連の有無を検討するため、死亡率は累積線量とともに増加し

ないとの仮説を設定し、スコア検定統計量を用いて傾向性の片側検定を行った¹⁴⁾。算出した片側検定のp値が 0.05 未満の場合には、「有意水準 5%で、解析対象集団の死亡率は累積線量とともに増加する」という有意の傾向を示す結果が得られたと判断した。

なお、スコア検定統計量を算出する際の各線量群ごとの代表値には、累積線量の平均値を使用した。

一般的に観察数が少ない場合、スコア検定統計量が近似的に標準正規分布に従うことは、信頼性に問題があるとされているため、この放射線疫学調査では死亡数が 30 未満でかつ片側検定のp値が 0.100 未満の場合には、乱数を用いて観察死亡数のシミュレーションを 10 万回繰り返すことによりp値を算出した¹⁶⁾¹⁷⁾。

5. 3 被ばく線量の取扱い

この放射線疫学調査では、放射線業務に従事開始以降、中央登録センターに登録された年度線量を時間依存変数として扱い解析に供した。ある放射線業務従事者が同一年度に複数の原子力事業所において放射線業務に従事した場合、その年度の線量記録は合算して中央登録センターから提供された。線量積算の際には、年度線量は当該年度において月単位で一様に放射線を受けたものとして取扱った。また、死亡年度の線量は当該年度の 4 月 1 日から死亡日までに月単位で一様に放射線を受けたものとして取扱った。検出限界未満 (X 値) は 0mSv として取扱った。

5. 4 観察人年の計算

死亡率は死亡数を観察人年の総和で除して得られるが、その計算には観察人年を求める必要がある。この放射線疫学調査では、解析対象者個人の観察人年は、個人毎の観察開始日から観察終了日までの観察期間として算出した。

観察開始日は、最初に取得した住民票の写しの交付日または年齢が 20 歳に到達した当日のうち、いずれか新しい日付とした。また、潜伏期を仮定する場合には、各個人の観察開始日は、最初に取得した住民票の写しの交付日、年齢が 20 歳に到達した当日、または放射線業務に従事した初年度に潜伏期相当年数を加えた年度の 4 月 1 日とを比較し、いずれか新しい日付とした。

観察終了日は最終生存確認日^注、または年齢が 85 歳に到達する前日のうち、いずれか古い日付とした。

なお、死亡テプが 2002 年 (平成 14 年) 12 月 31 日までしか得られていないため、その翌日以降の人年は計算していない。

注：最終情報が住民票の場合には住民票の写し交付日、転出除票の場合には転出年月日、死亡除票の場合には死亡年月日である。

各個人の生死確認の追跡履歴は異なっているので観察期間は個人ごとに異なるが、各個人の前向き観察期間は、住民票の写し等による追跡調査が開始された 1991 年（平成 3 年）11 月 28 日（最初の住民票の交付日）から 2002 年（平成 14 年）12 月 31 日（死亡テープの最終日付）の間に存在する。

なお、この観察期間内の 1999 年（平成 11 年）9 月 30 日に、（株）ジェー・シー・オー東海事業所において臨界事故が発生した。この事故による被ばく線量が 1GyEq 程度以上と評価された者が、この放射線疫学調査の対象者である場合には、この事故の前日（9 月 29 日）までを観察期間とし、翌日以後の観察を打ち切った。

解析対象者個人の観察開始日から観察終了日までの観察人年を年齢 5 歳階級ごとに算出し、解析対象者全体の観察人年の総和を求めて、前向き観察期間の総観察人年とした。

5. 5 潜伏期の取扱い

被ばくからがん発生までに数年以上のずれ（潜伏期）があると考えられているので、内部比較を行う場合には、白血病については潜伏期を 2 年、白血病以外の新生物では潜伏期を 10 年と仮定した¹⁶⁾¹⁸⁾。しかしながら、低線量域の放射線被ばくによる潜伏期は、必ずしも明確に確認されているわけではないので、潜伏期を 0、5、10、15、20 年と仮定した感度解析を行った（補遺-3、p.99）。

この放射線疫学調査において、潜伏期を仮定する場合には、観察終了日から潜伏期に相当する年数を遡った期間に受けた被ばく線量は除外した。また、英国放射線防護庁が実施した解析方法¹⁸⁾に準じて、従事開始初期から潜伏期に相当する期間を観察期間に含めないこととしたので、潜伏期を仮定しない場合と潜伏期を仮定した場合とでは観察死亡数が異なっている（補遺-3、p.99）。即ち、個人の観察開始日は、放射線業務に従事した初年度を遅延させて、潜伏期に相当する年数を加えた年度の 4 月 1 日とする場合がある。このため、観察死亡数や観察人年は、潜伏期を仮定しない場合に比べ減少することとなる。

6. 解析結果

6. 1 死因別死亡数

この放射線疫学調査を開始した以降、前向きを追跡調査により、これまでに確認した解析対象者（男性）の死亡数は7,670人であり、非新生物疾患、悪性新生物の死亡数は各々3,319、3,093人である（表 6.1-1～表 6.1-2、pp.36-37）。また、女性についても、前向きを追跡調査により、14人の死亡を確認した（表 6.1-3、p.38）。

6. 2 外部比較（前向き観察期間）

全日本人男性（20歳～85歳未満）の死亡率と比較した死因別標準化死亡比（SMR）を表 6.2-1～表 6.2-2（pp.39-40）、図 6.2-1～図 6.2-2（pp.41-42）に示す。

なお、外部比較では、放射線被ばくによる発がんの潜伏期を仮定していない。

全死因および新生物以外の死因：

全死因、非新生物疾患の SMR（95%信頼区間）は、各々0.98（95%CI：0.96- 1.00）、0.90（95%CI：0.87- 0.93）であり、全日本人男性の死亡率に比べ、有意に低かった。また、非新生物疾患を疾患別にみても、有意に高い疾患はなかった。

外因死の SMR は 1.10（95%CI：1.04- 1.17）であり、全日本人男性の死亡率に比べ、有意に高かった。

全新生物：

良性および性質不詳の新生物を含めた全新生物の SMR は 1.01（95%CI：0.98- 1.05）であり、全日本人男性の死亡率との有意差は認められなかった。

全悪性新生物、白血病を除く全悪性新生物：

全悪性新生物、白血病を除く全悪性新生物の SMR は、各々1.02（95%CI：0.98- 1.05）、1.02（95%CI：0.98- 1.06）であり、全日本人男性の死亡率との有意差は認められなかった。

部位別の悪性新生物：

慢性リンパ性白血病を除く白血病の SMR は、1.03（95%CI：0.82- 1.29）であり、全日本人男性の死亡率との有意差は認められなかった。

肝臓、肺の悪性新生物の SMR は、各々1.13（95%CI：1.04- 1.23）、1.08（95%CI：1.00- 1.17）であり、全日本人男性の死亡率に比べ有意に高かった。その他の部位の悪性新生物には、有意に高いものはなかった。

なお、非ホジキンリンパ腫は有意に低かった。

6. 3 内部比較（前向き観察期間）

死亡率と累積線量との関連を求めた傾向性検定の結果を表 6.3-1～表 6.3-2 (pp.43-46) に示す。

なお、ここでは、年齢、暦年、および最新住所地による地域を調整し、放射線被ばくによる発がんの潜伏期を白血病で2年、その他の新生物で10年と仮定した結果を示す。

全死因および新生物以外の死因：

全死因、非新生物疾患、および外因死の死亡率には、累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった（全死因：p 値=0.088、非新生物疾患：p 値=0.326、外因死：p 値=0.140）。また、非新生物疾患を疾患別にみても、死亡率は累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった（いずれの疾患も p 値>0.05）。

全新生物：

良性および性質不詳の新生物を含めた全新生物の死亡率には、累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった（p 値=0.060）。

白血病を除く全悪性新生物：

白血病を除く全悪性新生物の死亡率は、累積線量とともに増加する有意の傾向を示した（p 値=0.047）。

部位別の悪性新生物：

慢性リンパ性白血病を除く白血病の死亡率には、累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった（p 値=0.691）。

食道、肝臓の悪性新生物および多発性骨髄腫の死亡率は、累積線量とともに増加する有意の傾向を示した（食道がん：p 値=0.002、肝臓がん：p 値=0.040、多発性骨髄腫：p 値=0.021）。

その他の部位の悪性新生物には、前回の第Ⅱ期調査において増加傾向が有意であった胃、直腸の悪性新生物を含めて、死亡率が累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった。

6. 4 喫煙関連がん、および喫煙非関連がんについての解析

低線量域の放射線が悪性新生物の死亡率に及ぼす影響は極めて小さいと考えられているので、悪性新生物の死亡率と関連があるとされている放射線以外の因子、例えば喫煙、飲酒等の生活習慣は潜在的に交絡因子となり得る可能性がある。

喫煙と強い関連のある肺の悪性新生物については、今回の結果では、SMR (95%信頼区間) は 1.08 (95%CI 1.00- 1.17) であり、全日本人男性死亡率 (20 歳～85 歳未満) に比べ有意に高かった。しかし、肺の悪性新生物の死亡率は、累積線量とともに増加する有意傾向は認められなかった (p 値=0.669)。

喫煙は肺の悪性新生物の他、多くの部位の悪性新生物と関連があるとされているので、喫煙による交絡の影響の可能性を検討するため、ここでは、部位別の悪性新生物を、IARC (国際がん研究機関) が発行しているモノグラフ¹⁹⁾にもとづいて、喫煙と関連のある悪性新生物 (喫煙関連がん)、および喫煙と関連があるとは認められていない悪性新生物 (喫煙非関連がん) の 2 群に分類して、死亡率と累積線量との関連を検討した (表 6.4-1、p.47)。

その結果、潜伏期 10 年を仮定した場合、喫煙関連がんの死亡率は累積線量とともに増加する有意の傾向を示した (p 値=0.022) が、喫煙非関連がんの死亡率は累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった (p 値=0.750) (表 6.4-2、p.48)。

6. 5 慢性リンパ性白血病を除く白血病のリスク推定

放射線疫学調査では、死亡率と被ばく線量との関連を調査するうえで過剰相対リスクを求めることが広く行われている。白血病の死亡率と被ばく線量との関連において、喫煙等の生活習慣が交絡因子になる可能性は少ないと言われているので、ここでは、慢性リンパ性白血病を除く白血病の単位線量当たりの過剰相対リスク推定値と 90%信頼区間を算出した。

なお、白血病を除く悪性新生物の死亡率と被ばく線量との関連においては、喫煙等の生活習慣が交絡因子となる可能性が考えられる。この第Ⅲ期調査の時点においては、死亡解析の際に喫煙等の生活習慣を調整する解析を実施できる状況にないので、白血病を除く悪性新生物（固形がん）のリスク評価解析を実施する段階には至っていない。

（1）解析対象者

前向き追跡調査で生死を確認できた 200,583 人（内、慢性リンパ性白血病を除く白血病の死亡者数は 79 人）を対象に解析した。

（2）解析方法

死亡率は累積被ばく線量に対して直線的に増加するとの仮定の下に、過剰相対リスク推定値を、次の式で表されるしきい値なしの一次線形モデルを適用して求めた。解析にあたっては、潜伏期を 2 年と仮定し、年齢（20 歳～85 歳未満、5 歳階級）、暦年（1991 年-2002 年、3 区分）、および最新住所地による地域を層別した。なお、解析プログラムは AMFIT を使用した。

$$\lambda = \lambda_{0(a,y,d)} (1 + \beta D_k)$$

λ : 解析対象集団死亡率

$\lambda_{0(a,y,d)}$: バックグラウンド死亡率

a;年齢、y;暦年、d;地域

β : 過剰相対リスク推定値 (/Sv)

D_k : 累積線量 (mSv) を<10,10-,20-,50-,100+の 5 群に分類した場合の、各々のカテゴリーの平均累積線量。

但し、解析にあたっては、mSv を Sv に単位換算した。

（3）解析結果

	過剰相対リスク（90%信頼区間）
白血病（慢性リンパ性白血病を除く）	-2.27/Sv（-7.53， 2.98）

注：潜伏期を 2 年と仮定し、年齢、暦年および最新住所地による地域を調整。

表 6. 1－1 死因別 男性死亡数

死 因	ICD-9 基本分類番号	ICD-10 基本分類番号	前向き観察 期間 ^{注1}	全観察 期間
全死因			^{注2} 7,670	^{注3} 10,489
外因死	91-101 ^{注4}	20100-20400 ^{注4}	1,168	1,820
非新生物疾患	1-26,39-89 ^{注4}	A00-B99, D50-R99	3,319	4,444
全新生物	140-239	C00-D48	3,143	4,166
全悪性新生物	140-208	C00-C97	3,093	4,092
[部 位 別]				
口腔、咽頭	140-149	C00-C14	62	78
食道	150	C15	172	211
胃	151	C16	568	780
結腸	153	C18	177	262
直腸	154	C19-C21	148	196
肝臓	155	C22	558	737
胆嚢	156	C23-C24	103	129
膵臓	157	C25	173	235
肺	162	C33-C34	640	805
前立腺	185	C61	61	72
膀胱	188	C67	37	50
腎並びにその他及び 部位不明の泌尿器	189	C64-C66,C68	48	61
非ホジキンリンパ腫	200, 202 但し202.4を除く	C82 - C85, C96	54	81
多発性骨髄腫	203	C88, C90	20	32
白血病 ^{注5}	204-208	C91-C95	80	115
白血病 (慢性リンパ性白血病を除く)	204-208 但し204.1を除く	C91-C95 但しC911を除く	79	114
全悪性新生物 (白血病を除く)	140-203	C00-C97 但しC91-C95を除く	3,013	3,977
脳、神経系の新生物 ^{注6}	191,192, 225, 237.5 ,237.6, 239.6	C70, C71,C72 D32,D33, D420,D421,D429, D430-D434,D437, D439	34	49

注1：前向き観察期間の死亡数は、全観察期間の死亡数の内数である。

注2：死因が同定できなかった40名を含む。

注3：死因が同定できなかった59名を含む。

注4：死因簡単分類番号を表す。

注5：慢性リンパ性白血病1例を含む。

注6：悪性、良性および性状不詳の新生物。

表 6. 1－2 非新生物疾患別 男性死亡数

死 因	ICD-9 简单分類番号	ICD-10 简单分類番号	前向き観察 期間 ^{注1}	全観察 期間
循環系疾患	45-56	09101-09208	952	1,354
脳血管疾患	58-60	09301-09304	765	1,014
呼吸系疾患	62-68	10100-10600	500	584
肺炎及びインフルエンザ	63-64	10100-10200	272	324
消化系疾患	69-74	11100-11400	432	592
慢性肝疾患及び肝硬変	73	11301	193	317
感染症及び寄生虫症	1-26	01100-01600	159	194
結核	5-6	01201-01202	16	23
その他の疾患	39-44,61,76-89	03000-08000,09400-09500 12000-13000,14100-14300 15000-18300	511	706
泌尿生殖系疾患(腎炎、ネフローゼ症候群及びネフローゼを除く)	76-78	14100-14300	94	120

注1: 前向き観察期間の死亡数は、全観察期間の死亡数の内数である。

表 6. 1－3 死因別 女性死亡数

死 因	ICD-9 基本分類番号	ICD-10 基本分類番号	前向き観察 期間 ^{注1}	全観察 期間
全死因			14	20
外因死	91-101 ^{注2}	20100-20400 ^{注2}	2	3
非新生物疾患	1-26,39-89 ^{注2}	A00-B99, D50-R99	9	10
全新生物	140-239	C00-D48	3	7
全悪性新生物	140-208	C00-C97	3	7
[部 位 別]				
胃	151	C16	0	2
肝 臓	—	C22	1	1
肺	—	C34	1	1
子 宮	—	C54	1	1
卵 巣	—	C56	0	1
その他の部位の 続発性悪性新生物	—	C79	0	1

注1: 前向き観察期間の死亡数は、全観察期間の死亡数の内数である。

注2: 死因簡単分類番号を表す。

表 6. 2-1 死因別標準化死亡比(SMR)
(前向き観察期間)

死因	観察 死亡数	期待 死亡数	SMR	95%信頼区間	両側検定結果 p値
全死因	7,670	7,848.7	0.98	(0.96 – 1.00)	0.044
外因死	1,168	1058.2	1.10	(1.04 – 1.17)	0.001
非新生物疾患	3,319	3,681.3	0.90	(0.87 – 0.93)	0.000
全新生物	3,143	3,109.2	1.01	(0.98 – 1.05)	0.550
全悪性新生物 [部 位 別]	3,093	3,037.2	1.02	(0.98 – 1.05)	0.316
口腔、咽頭	62	72.3	0.86	(0.66 – 1.10)	0.247
食道	172	169.5	1.01	(0.87 – 1.18)	0.879
胃	568	577.2	0.98	(0.90 – 1.07)	0.717
結腸	177	197.0	0.90	(0.77 – 1.04)	0.165
直腸	148	149.9	0.99	(0.83 – 1.16)	0.907
肝臓	558	494.2	1.13	(1.04 – 1.23)	0.004
胆嚢	103	99.7	1.03	(0.84 – 1.25)	0.779
膵臓	173	181.5	0.95	(0.82 – 1.11)	0.554
肺	640	590.1	1.08	(1.00 – 1.17)	0.042
前立腺	61	62.7	0.97	(0.74 – 1.25)	0.879
膀胱	37	36.3	1.02	(0.72 – 1.40)	0.976
腎並びにその他及び 部位不明の泌尿器	48	53.6	0.90	(0.66 – 1.19)	0.487
非ホジキンリンパ腫	54	76.9	0.70	(0.53 – 0.92)	0.010
多発性骨髄腫	20	26.1	0.77	(0.47 – 1.18)	0.270
白血病 ^{注1}	80	78.2	1.02	(0.81 – 1.27)	0.885
白血病 (慢性リンパ性白血病を除く)	79	76.5	1.03	(0.82 – 1.29)	0.820
全悪性新生物(白血病を除く)	3,013	2,959.0	1.02	(0.98 – 1.06)	0.325
脳、神経系の新生物 ^{注2}	34	44.1	0.77	(0.53 – 1.08)	0.149

注1: 慢性リンパ性白血病の1例を含む。

注2: 悪性、良性および性状不詳の新生物。

表 6. 2-2 非新生物疾患別 標準化死亡比(SMR)
(前向き観察期間)

死因	観察 死亡数	期待 死亡数	SMR	95%信頼区間	両側検定結果 p値
循環系の疾患	952	1072.1	0.89	(0.83 – 0.95)	0.000
脳血管疾患	765	820.7	0.93	(0.87 – 1.00)	0.054
呼吸系の疾患	500	590.1	0.85	(0.77 – 0.92)	0.000
肺炎及びインフルエンザ	272	339.0	0.80	(0.71 – 0.90)	0.000
消化系の疾患	432	436.3	0.99	(0.90 – 1.09)	0.856
慢性肝疾患及び肝硬変	193	198.7	0.97	(0.84 – 1.12)	0.712
感染症及び寄生虫症	159	170.1	0.93	(0.80 – 1.09)	0.418
結核	16	31.9	0.50	(0.29 – 0.82)	0.007
その他の疾患	511	592.1	0.86	(0.79 – 0.94)	0.001
泌尿生殖系の疾患 (腎炎、ネフローゼ症候群及び ネフローゼを除く)	94	102.7	0.92	(0.74 – 1.12)	0.417

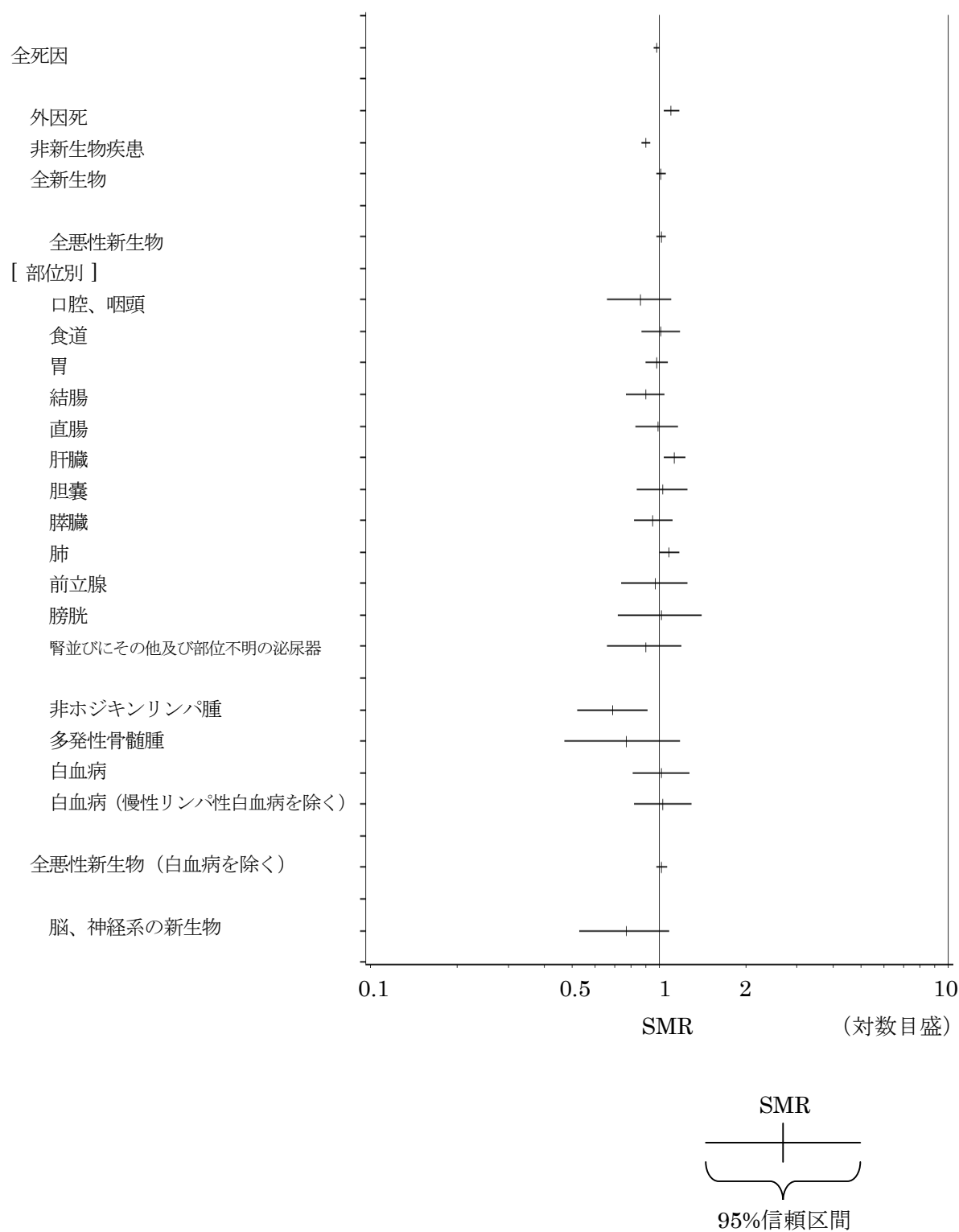


図6. 2－1 死因別標準化死亡比(SMR)
(前向き観察期間)

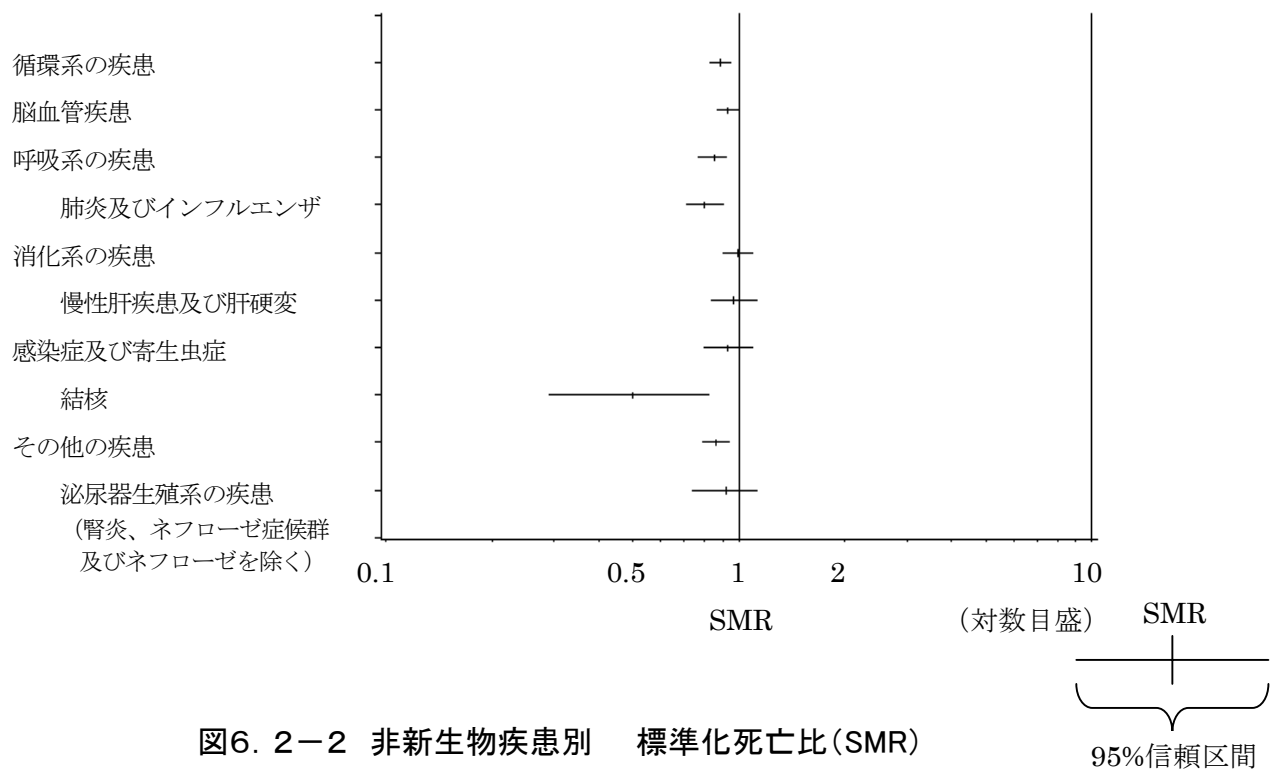


表6. 3-1 死因別累積線量群別O/E比及び傾向性の検定結果(1)
(前向き観察期間、潜伏期：白血病2年 その他の新生物10年、年齢、暦年、地域を調整)

死 因	累積線量群(mSv)					傾向性の 片側検定結果 p値
	<10	10-	20-	50-	100+	
	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	
	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	
全死因	5543 5683.7 0.98 (0.95 - 1.00)	771 694.8 1.11 (1.03 - 1.19)	790 725.4 1.09 (1.01 - 1.17)	343 348.4 0.98 (0.88 - 1.09)	223 217.7 1.02 (0.89 - 1.17)	0.088
外因死	793 845.6 0.94 (0.87 - 1.01)	142 110.8 1.28 (1.08 - 1.51)	131 116.9 1.12 (0.94 - 1.33)	68 57.9 1.17 (0.91 - 1.49)	34 36.8 0.92 (0.64 - 1.29)	0.140
非新生物疾患	2413 2470.3 0.98 (0.94 - 1.02)	333 298.4 1.12 (1.00 - 1.24)	348 311.2 1.12 (1.00 - 1.24)	132 147.8 0.89 (0.75 - 1.06)	93 91.3 1.02 (0.82 - 1.25)	0.326
全新生物 ^{注1}	2003 2055.3 0.97 (0.93 - 1.02)	273 251.9 1.08 (0.96 - 1.22)	280 260.3 1.08 (0.95 - 1.21)	124 116.9 1.06 (0.88 - 1.26)	61 56.6 1.08 (0.82 - 1.38)	0.060
全悪性新生物 ^{注1}	1973 2027.0 0.97 (0.93 - 1.02)	268 248.1 1.08 (0.95 - 1.22)	278 256.7 1.08 (0.96 - 1.22)	124 115.3 1.08 (0.89 - 1.28)	60 56.0 1.07 (0.82 - 1.38)	0.051
[部 位 別] 口腔、咽頭	44 42.1 1.04 (0.76 - 1.40)	3 5.1 0.58 (0.12 - 1.71)	6 5.3 1.14 (0.42 - 2.48)	1 2.3 0.43 (0.01 - 2.38)	2 1.1 1.76 (0.21 - 6.36)	0.441
食道	90 108.1 0.83 (0.67 - 1.02)	18 12.8 1.40 (0.83 - 2.21)	18 13.1 1.37 (0.81 - 2.17)	13 5.9 2.20 (1.17 - 3.76)	4 3.0 1.31 (0.36 - 3.37)	0.002
胃	348 366.4 0.95 (0.85 - 1.05)	52 44.7 1.16 (0.87 - 1.53)	52 46.2 1.13 (0.84 - 1.48)	24 20.6 1.17 (0.75 - 1.73)	12 10.1 1.19 (0.61 - 2.07)	0.075
結腸	125 119.7 1.04 (0.87 - 1.24)	8 13.8 0.58 (0.25 - 1.14)	16 14.2 1.13 (0.65 - 1.83)	5 6.3 0.79 (0.26 - 1.85)	3 3.0 1.00 (0.21 - 2.92)	0.644

表6. 3-1 死因別累積線量群別O/E比及び傾向性の検定結果(2)
(前向き観察期間、潜伏期：白血病2年 その他の新生物10年、年齢、暦年、地域を調整)

死 因	累積線量群(mSv)					傾向性の 片側検定結果 p値
	<10	10-	20-	50-	100+	
	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	
	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	
直腸	96 97.3 0.99 (0.80 - 1.20)	10 12.1 0.83 (0.40 - 1.52)	13 12.8 1.02 (0.54 - 1.74)	9 5.9 1.52 (0.70 - 2.89)	3 2.9 1.02 (0.21 - 2.99)	0.241
肝臓	348 367.5 0.95 (0.85 - 1.05)	58 45.9 1.26 (0.96 - 1.63)	46 46.9 0.98 (0.72 - 1.31)	26 20.8 1.25 (0.81 - 1.83)	13 9.8 1.32 (0.71 - 2.26)	0.040
胆嚢	82 71.9 1.14 (0.91 - 1.42)	10 9.0 1.11 (0.53 - 2.04)	4 9.6 0.42 (0.11 - 1.07)	0 4.3 0.00 (0.00 - 0.86)	1 2.2 0.46 (0.01 - 2.56)	0.994
膵臓	107 112.1 0.95 (0.78 - 1.15)	16 13.7 1.16 (0.67 - 1.89)	17 14.1 1.20 (0.70 - 1.93)	6 6.2 0.97 (0.36 - 2.11)	3 2.9 1.05 (0.22 - 3.07)	0.335
肺	423 421.8 1.00 (0.91 - 1.10)	51 50.7 1.01 (0.75 - 1.32)	54 52.7 1.02 (0.77 - 1.34)	22 23.5 0.94 (0.59 - 1.42)	10 11.4 0.88 (0.42 - 1.62)	0.669
前立腺	44 45.7 0.96 (0.70 - 1.29)	5 5.2 0.97 (0.31 - 2.26)	7 5.3 1.31 (0.53 - 2.70)	3 2.4 1.23 (0.25 - 3.58)	1 1.4 0.74 (0.02 - 4.10)	0.428
膀胱	27 22.6 1.20 (0.79 - 1.74)	1 3.0 0.34 (0.01 - 1.89)	2 3.2 0.62 (0.07 - 2.23)	0 1.5 0.00 (0.00 - 2.51)	1 0.7 1.33 (0.03 - 7.44)	0.814
腎並びにその他及び 部位不明の泌尿器	29 33.6 0.86 (0.58 - 1.24)	5 4.2 1.19 (0.39 - 2.78)	10 4.3 2.33 (1.12 - 4.29)	1 2.0 0.51 (0.01 - 2.84)	0 0.9 0.00 (0.00 - 3.96)	0.537
非ホジキンリンパ腫	34 36.1 0.94 (0.65 - 1.31)	6 4.4 1.37 (0.50 - 2.98)	4 4.4 0.90 (0.25 - 2.31)	3 2.0 1.50 (0.31 - 4.39)	1 1.0 0.97 (0.02 - 5.38)	0.338

表6. 3-1 死因別累積線量群別O/E比及び傾向性の検定結果(3)
(前向き観察期間、 潜伏期 : 白血病2年 その他の新生物10年、 年齢、暦年、地域を調整)

死 因	累積線量群(mSv)					傾向性の 片側検定結果 p値
	<10	10-	20-	50-	100+	
	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	
	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	
多発性骨髄腫	13 12.6 1.03 (0.55 - 1.76)	1 1.8 0.55 (0.01 - 3.05)	0 2.0 0.00 (0.00 - 1.81)	1 1.0 0.98 (0.02 - 5.46)	3 0.5 6.16 (1.27 - 18.01)	0.021 ^{注2}
白血病 ^{注3}	59 59.3 0.99 (0.76 - 1.28)	6 7.2 0.83 (0.31 - 1.81)	10 7.6 1.32 (0.63 - 2.43)	4 3.7 1.07 (0.29 - 2.74)	1 2.2 0.46 (0.01 - 2.57)	0.657
白血病 (慢性リンパ性 白血病を除く)	59 58.5 1.01 (0.77 - 1.30)	6 7.2 0.84 (0.31 - 1.83)	9 7.5 1.20 (0.55 - 2.27)	4 3.7 1.08 (0.29 - 2.76)	1 2.1 0.47 (0.01 - 2.60)	0.691
全悪性新生物 (白血病を除く)	1923 1977.2 0.97 (0.93 - 1.02)	264 241.9 1.09 (0.96 - 1.23)	269 250.1 1.08 (0.95 - 1.21)	121 112.2 1.08 (0.89 - 1.29)	59 54.6 1.08 (0.82 - 1.39)	0.047
脳、神経系 ^{注4}	17 14.2 1.20 (0.70 - 1.92)	1 1.9 0.51 (0.01 - 2.87)	1 1.8 0.55 (0.01 - 3.07)	0 0.8 0.00 (0.00 - 4.88)	0 0.3 0.00 (0.00 - 12.14)	0.910

注1: 白血病を含め潜伏期10年とした。

注2: シミュレーションによるp値である。

注3: 慢性リンパ性白血病1例を含む。

注4: 悪性、良性及び性状不詳の新生物。

表6. 3-2 非新生物疾患別 傾向性の検定結果
(前向き観察期間、 年齢、暦年、地域を調整)

死 因	累積線量群 (mSv)					傾向性の 片側検定結果 p値
	<10	10-	20-	50-	100+	
	観察死亡数	観察死亡数	観察死亡数	観察死亡数	観察死亡数	
	期待死亡数	期待死亡数	期待死亡数	期待死亡数	期待死亡数	
	O/E比	O/E比	O/E比	O/E比	O/E比	
	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	
循環系の疾患	702 706.9 0.99 (0.92 - 1.07)	87 85.7 1.01 (0.81 - 1.25)	95 89 1.07 (0.86 - 1.30)	38 43 0.88 (0.63 - 1.21)	30 27.3 1.10 (0.74 - 1.57)	0.379
脳血管疾患	544 569.2 0.96 (0.88 - 1.04)	87 68.2 1.27 (1.02 - 1.57)	86 71.8 1.20 (0.96 - 1.48)	25 34.3 0.73 (0.47 - 1.08)	23 21.5 1.07 (0.68 - 1.61)	0.365
呼吸系の疾患	359 379.2 0.95 (0.85 - 1.05)	57 43.4 1.31 (1.00 - 1.70)	58 45.3 1.28 (0.97 - 1.65)	16 20.3 0.79 (0.45 - 1.28)	10 11.8 0.85 (0.41 - 1.56)	0.508
肺炎及びインフルエンザ	190 205.9 0.92 (0.80 - 1.06)	33 23.9 1.38 (0.95 - 1.94)	31 24.8 1.25 (0.85 - 1.78)	10 10.9 0.91 (0.44 - 1.68)	8 6.5 1.24 (0.53 - 2.44)	0.138
消化系の疾患	319 319.6 1.00 (0.89 - 1.11)	40 39.8 1.01 (0.72 - 1.37)	38 40.8 0.93 (0.66 - 1.28)	27 19.7 1.37 (0.90 - 1.99)	8 12.1 0.66 (0.29 - 1.31)	0.637
慢性肝疾患及び肝硬変	140 143.2 0.98 (0.82 - 1.15)	21 18.2 1.16 (0.72 - 1.77)	17 18.2 0.94 (0.55 - 1.50)	12 8.6 1.40 (0.72 - 2.45)	3 4.9 0.61 (0.13 - 1.80)	0.554
感染症及び寄生虫症	109 117.2 0.93 (0.76 - 1.12)	16 14.6 1.10 (0.63 - 1.78)	19 15.2 1.25 (0.75 - 1.95)	11 7.4 1.49 (0.75 - 2.67)	4 4.7 0.85 (0.23 - 2.19)	0.223
結核	11 12 0.92 (0.46 - 1.65)	1 1.5 0.66 (0.02 - 3.69)	4 1.5 2.70 (0.73 - 6.90)	0 0.7 0.00 (0.00 - 5.45)	0 0.4 0.00 (0.00 - 10.08)	0.621
その他の疾患	380 378.1 1.01 (0.91 - 1.11)	46 46.7 0.99 (0.72 - 1.31)	52 49.1 1.06 (0.79 - 1.39)	15 23.2 0.65 (0.36 - 1.07)	18 14.0 1.28 (0.76 - 2.03)	0.418
泌尿生殖系の疾患 (腎炎、ネフローゼ症候群 及びネフローゼを除く)	75 72.2 1.04 (0.82 - 1.30)	7 8.0 0.87 (0.35 - 1.79)	7 8.1 0.86 (0.35 - 1.77)	4 3.6 1.10 (0.30 - 2.81)	1 2.0 0.50 (0.01 - 2.80)	0.761

表6. 4－1 喫煙関連がん、喫煙非関連がんの分類

死因	解析対象死因コード	
	ICD-9	ICD-10
喫煙関連がん		
肺	162	C33－C34
口腔	140-145	C00-C08
鼻咽頭	147	C11
中咽頭	146	C09-C10
下咽頭	148,149	C12-C14
鼻腔	160.0	C30.0
副鼻腔	160.2 - 160.9	C31
喉頭	161	C32
食道	150	C15
胃	151	C16
膵臓	157	C25
肝臓	155	C22
腎臓 (腎体、腎盂)	189.0 ,189.1	C64,C65
尿管	189.2	C66
膀胱	188	C67
非喫煙関連がん	140-199から 上記コードを除く	C00 - C80から 上記コードを除く

表6. 4－2 喫煙関連がん、喫煙非関連がんの傾向性の検定結果
 (前向き観察期間、 潜伏期:10年、 年齢、暦年、地域を調整)

	累積線量群(mSv)					傾向性の 片側検定結果 p値
	<10	10-	20-	50-	100+	
	観察死亡数	観察死亡数	観察死亡数	観察死亡数	観察死亡数	
	期待死亡数	期待死亡数	期待死亡数	期待死亡数	期待死亡数	
	O/E比	O/E比	O/E比	O/E比	O/E比	
	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	
喫煙関連がん	1430 1485.5 0.96 (0.91 - 1.01)	207 181.5 1.14 (0.99 - 1.31)	202 187.2 1.08 (0.94 - 1.24)	94 83.4 1.13 (0.91 - 1.38)	45 40.3 1.12 (0.81 - 1.49)	0.022
喫煙非関連がん	440 437.6 1.01 (0.91 - 1.10)	50 53.5 0.93 (0.69 - 1.23)	62 55.8 1.11 (0.85 - 1.42)	23 25.5 0.90 (0.57 - 1.35)	10 12.6 0.79 (0.38 - 1.46)	0.750

7. 考察

当協会は、低線量域の放射線の健康影響について科学的知見を得るため、放射線業務従事者を対象に1990年度（平成2年度）から2004年度（平成16年度）まで放射線疫学調査を行った。この報告書は、中央登録センターに1999年（平成11年）3月末までに登録された放射線業務従事者を1991年（平成3年）11月から2004年（平成16年）3月末まで生死を追跡した結果にもとづき、2002年（平成14年）12月末までの観察された死亡について統計的な解析結果をとりまとめたものである。

7. 1 解析対象集団について

(1) 生死追跡について

一般に疫学研究の分野において、調査集団（コホート）の研究には、前向き追跡研究、後向き追跡研究などの呼称がある。前向き追跡研究は、調査立案時点において疾病や死亡に係る要因に関する情報を収集し、その調査集団を時間の経過に沿って追跡し、疾病や死亡を観察する方法と言われている。一方、後向き追跡研究は、調査立案時点から過去に遡って、それまでの疾病や死亡を観察する方法と言われている。

この放射線疫学調査の開始当初を例に示す。1991年（平成3年）11月から市区町村長に住民票の写し等の交付請求を開始し、住民票の写しを取得して生存を確認した場合には、その後も、定期的に市区町村長に住民票の写し等の交付を請求し、生死の確認を継続している。このように生存を確認した後に、定期的に生死を追跡することを前向きの追跡調査と呼んでいる。

また、1991年（平成3年）11月には住民票の写し等により死亡も確認した。市区町村における書類の保存期間の制約があるが、住民票の写し等の交付請求時点から過去5年以内の死亡については確認できる。この場合には、後向きに追跡して、死亡を確認したことになる。

この第Ⅲ期調査では、前向きに観察した解析対象者は200,583人であり、前回第Ⅱ期調査の119,484人と比べ、大幅に増加している。これは、調査対象者を逐次拡大し、2004年（平成16年）3月までの間に前向きに生死を追跡することができたことによるものである。一方、前向き観察のほかに、後向きの観察をも含めた場合には解析対象者は208,428人であった。

なお、200,583人と208,428人との差異、即ち、7,845人は、住民票の写しの交付を経ずに、即ち、初回の生死確認調査で、あるいは転出除票の取得後に、死亡除票の交付を受けた者が2,819人、未だ前向き追跡調査を行っていない等の者が5,026人であり、前向きの観察には含めることができなかった者である。

(2) 生死確認のバイアス

前回の第Ⅱ期調査報告書で、後向き観察を含む全観察期間についての解析結果が、調査対象者の生死の把握漏れによる影響を含んだものとなっている可能性を考察した。今回の第Ⅲ期調査においても、前回同様に、後向き観察を含む全観察期間についての解析結果は、調査対象者の生死把握漏れによる影響を受けている可能性を除外できない。事実、後向き追跡調査を含め生死を確認できた者の割合は 76.5%であり、これを累積線量群別にみると、累積線量の少ない群ほどその割合が低くなっていた。それに対して、前向きに追跡した場合には、いずれの累積線量群においても生死確認できた者の割合は 99.7%前後で、その割合には殆ど差異がなかった（表 4.3-2～表 4.3-3、p.18）。

また、全死因、非新生物疾患、および全悪性新生物の SMR を、前向き観察期間、全観察期間（後向き観察期間を含む）別に求めたところ、いずれの死因においても、全観察期間の SMR が前向き観察期間の SMR より小さいことは、後向き観察における死亡者把握漏れの可能性があったことを示唆している（表 7.1-1、p.63）。

なお、生死の確認ができていない者の多くは、調査開始当初に設定した 1989 年（平成元年）3 月までの対象者であるため、今後とも、後向き追跡における生死確認のバイアスが改善される見込みは期待できない。

(3) 観察人年

第Ⅲ期調査の観察人年（潜伏期を仮定しない場合）は、調査対象者の追加拡大、および前向きの追跡調査を継続したことにより、前向き観察期間では前回第Ⅱ期調査の 53.9 万人年から 137.3 万人年に、一人当たりの平均観察期間は前回第Ⅱ期調査の 4.5 年から 6.8 年に延長した（表 7.1-2、p.63）。一人当たりの前向き観察期間が 2.3 年しか延長していない理由は、調査開始当初に設定した集団の前向き観察期間は 8.5 年/人であるのに対し、その後追加した対象者の前向き観察期間が 2.5 年/人～5.0 年/人と短いためである。

これまで、この放射線疫学調査では、統計学的検出力を高めるため、調査集団を逐次拡大させてきた。しかしながら、2002 年（平成 14 年）12 月末現在、解析対象集団の平均年齢は約 50 歳であり、悪性新生物の部位別死亡数が少ないこと、また、一人当たりの平均累積線量も少ないこと等から、低線量域の放射線被ばくに伴うがん死亡リスクを評価するのに十分な統計学的検出力を持つとは言い難い。

また、前向き観察期間の観察人年は 137.3 万人年であり、全観察期間の観察人年（236.2 万人年）よりも少なく統計学的検出力は劣るが、前向き観察では解析対象集団の選択バイアスがより少ないと考えられる。さらに、後向きを含む全観察期間の内部比較の結果（補遺-1、p.76）は、前向き観察期間の解析結果と同様の結果を示しており、相互の結果に矛盾は認められていない。

したがって、第Ⅲ期調査では、生死を確認できない者によるバイアスが少なくは見込める前向き観察期間についての解析結果を主要な結果と位置づけた。

7. 2 解析方法について

この放射線疫学調査において、外部比較では、解析対象集団の悪性新生物、非新生物疾患等による死亡率と日本人男性の死亡率とがそれぞれ異なるか否かについて検討した。さらに内部比較では、解析対象集団を累積線量によって群分けし、悪性新生物、非新生物疾患等による死亡率が、累積線量とともに増加する傾向を示すか否かについて検討した。

しかしながら、外部比較に関しては、死亡把握漏れと健康労働者効果という二つの要因が SMR を低める方向に働いている問題と、比較する両集団の放射線被ばく以外の発がんに係わる諸要因が同じとはいえない可能性が高いという問題がある。前者の問題は前向き観察期間について解析する場合には、とりわけ悪性新生物の死亡率に関してはその影響は小さいが、後者の問題は、その影響が SMR を上下どちらに歪める方向に働くかが予想できないため、結果の判定を難しくしている。

また、内部比較においても、累積線量群間で放射線被ばく以外の発がんに係わる諸要因が均一であるとは限らないという問題が残る。

この放射線疫学調査の対象集団のような低線量域の放射線による発がんのリスクは、諸外国における原子力施設従事者を対象にした同様の疫学調査においてこれまでに得られたリスクの大きさからみて、仮にあるとしても、極めて小さいことが予想される。

これまで発がんに関する疫学研究において、喫煙、飲酒、食生活等の生活習慣をはじめ、職業、大気汚染など様々な要因が関与していることが明らかにされた。したがって、低線量域の放射線による健康影響を誤り無く評価するためには、大規模集団を長期にわたって観察すると同時に、生活習慣等の交絡因子の影響を取り除く必要がある。

日本人における部位別のがん死亡率には大きな地域差があることが知られており²⁰⁾²¹⁾、この原因として生活習慣等の地域差が考えられている。調査の対象となった放射線業務従事者の住所地は国内各地に分散しているが、生活習慣等の地域差に関する情報を得ていない。調査対象者は転居により住所地を変更している場合もあるので、いつの時点の住所地を採るべきか、選択の問題があったが、最終住所地または死亡時住所を採用した。また、地域単位としては、県別に区分すると対象者の数が極めて少ない県があることを考慮して全国を 8 地域に分けた（表 4.5-6、p.24）。

事実、白血病を除く全悪性新生物を例に挙げると、年齢、暦年のみを調整した場合の傾向性の検定結果は $p=0.009$ であった（補遺・2、p.91）。しかし、年齢、暦年、および最新住所地による地域を調整した場合には $p=0.047$ であり、地理的条件としての地域を調整因子に含めることによって、生活習慣等の地域差を調整した効果が認められるものと判断した。

したがって、この疫学調査の解析では、放射線以外の要因として考慮したのは、性、年齢、暦年、地域である。即ち、性に関しては解析対象を男性に限定して性別の影響を除き、年齢、暦年、地域に関しては層別解析を行ってその影響を調整した。しかし、他の要因に関しては解析対象者から直接情報を取得していないため、調整することができなかった。

7. 3 死因の調査結果について

前回第Ⅱ期調査では、1999 年（平成 11 年）3 月末まで生死を追跡し、1997 年（平成 9 年）12 月 31 日までの死亡者 5,527 人（男性）を確認していた。その後、2004 年（平成 16 年）3 月末まで前向きに追跡した等により、2002 年（平成 14 年）12 月 31 日までに新たに 4,962 人（男性）の死亡を確認した。この 4,962 人を死亡テープと照合した結果、4,936 人（99.5%）の死因が判明し、残る 26 人（5%）の死因は確認できなかった。

死因が判明した者の割合は前回第Ⅱ期調査の場合（99.4%）と同様の割合であり、死因の同定がほぼ同じ程度の正確性をもって行われたものと考えられる。また、死因が不明であった 26 名については、特定の死因に限定されとは考えられない。

この第Ⅲ期疫学調査では、前回第Ⅱ期調査の前向き追跡による死亡者 2,934 人に加え、2004 年（平成 16 年）3 月末まで前向きに追跡し死亡が新たに判明した 4,736 人を含めた合計 7,670 人を前向きに観察した。

なお、後向き観察を含めた全観察期間の場合には、前回第Ⅱ期調査までの死亡者 5,527 人と、その後新たに死亡を把握した 4,962 人との合計 10,489 人を解析に用いた。

7. 4 主要な解析結果について

(1) 全日本人男性（20-85 歳未満）の死亡率との比較について

全死因、非新生物疾患の SMR（95%信頼区間）は、それぞれ 0.98（0.96- 1.00）、0.90（0.87- 0.93）で、いずれも有意に 1 より小さい値を示した。このように、全日本人男性の死亡率に比べて低い理由として健康労働者効果²²⁾²³⁾²⁴⁾が考えられ、また非新生物疾患の SMR が低いのは、健康労働者効果が非新生物疾患で相対的に強いためと考えられる。

全悪性新生物の SMR（95%信頼区間）は 1.02（0.98- 1.05）であり、全日本人男性の死亡率と比べ有意差は認められなかった。部位別の悪性新生物では、肝臓、肺の悪性新生物の SMR（95%信頼区間）は 1.13（1.04- 1.23）、1.08（1.00- 1.17）と、いずれも有意に 1 より高い値を示し、全日本人男性の死亡率と比べ有意に高かった。

なお、外部比較において、潜伏期を白血病で 2 年、その他の新生物で 10 年と仮定し

た結果でも、全悪性新生物の SMR は 1.03 (0.99- 1.07) であり、全日本人男性の死亡率と比べ有意差は認められなかった。また、部位別の悪性新生物では、肝臓がんのみ有意に高かった。

これら外部比較の結果を解釈するにあたっては、解析の対象となった放射線業務従事者と、全日本人男性 (20 歳～85 歳未満) では、喫煙、飲酒などの生活習慣が同じとは言えない可能性も考慮する必要がある。事実、この死亡調査とは調査の対象集団が異なるものの、別に実施した交絡因子調査^注の結果を、厚生労働省の国民栄養調査の結果と比較すると、年齢によっては喫煙習慣、飲酒習慣は同じであるとは言えない可能性もある (表 7.4-1～表 7.4-2、pp.64-65)。

注：第 1 次交絡因子調査は、1997 年 (平成 9 年) 10 月から 1999 年 (平成 11 年) 3 月にかけて、喫煙、飲酒など生活習慣に関するアンケート調査を行い、約 4.8 万人 (男性) から回答を得た。また、第 2 次交絡因子調査は、2003 年 (平成 15 年) 9 月から 2004 年 (平成 16 年) 3 月にかけて、喫煙、飲酒など生活習慣に関するアンケート調査を行い、40 歳以上の男性約 4.5 万人から回答を得た。

なお、上述の SMR は、観察期間 (1991 年～2002 年) 全体に亘って観察された死亡から求めたものであるが、この観察期間を 3 区分し SMR の推移を見ると、全死因、非新生物疾患および全悪性新生物の SMR は、いずれも経年的に高まる推移を示している (表 7.4-3、p.66)。このような SMR の経年的な推移は、健康労働者効果の影響が弱くなる可能性を示唆している。

外部比較にはこのような健康労働者効果の問題があるため、国連科学委員会 2000 年報告書²⁵⁾によると、「職業放射線のコホートを研究する際に健康労働者効果を克服するためには、一般集団と放射線作業者を比較せずに異なる線量レベル或いは線量率を受けた放射線作業者を比較することが好ましい」(付属書 I、16 項) としており、コホート研究では内部比較を推奨している。

(2) 白血病の死亡率と累積線量との関連について

慢性リンパ性白血病を除く白血病の死亡率には、前回第 II 期調査の結果と同様に、累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった。また、単位線量(Sv)当たりの過剰相対リスク (ERR) 推定値は 0 と有意差がなかった。

また、主たる解析では白血病の潜伏期を 2 年と仮定したが、0,5,10,15,20 年と仮定した感度解析の結果では、いずれの場合にも、有意の増加傾向は認められなかった (補遺 -3、p.99)。

ただし、第 III 期調査においても未だ観察死亡数が少なく、一人当たりの平均累積線量

は 12.2mSv、平均観察期間は 6.8 年であり、統計学的検出力が小さいことを考慮する必要がある。

なお、ICD-10 の導入以降、ウィルスによって誘発されると言われている成人型 T 細胞白血病の死因コードが付された。このため、慢性リンパ性白血病に加え、成人型 T 細胞白血病を除いた白血病の死亡率について解析したが、累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった。

国連科学委員会 2000 年報告書²⁵⁾によれば、「白血病はそれほど一般的でないがんの一つであるが、単位線量当たりの ERR が高いことと、多くの他のがんに較べしばしば誘発期間が短いことから、放射線被ばく作業者の白血病リスクと原爆被ばく者のような被ばく集団のリスクを比較することは十分に有益であろう。」(付属書 I、279 項)としている。また、慢性リンパ性白血病を除く白血病は、白血病を除く全悪性新生物とともに放射線防護に携わる関係者にとっても関心の高い死因であることから、これまでの原子力産業従事者を対象とした疫学研究において、その死因のリスクを推定している場合が多い(表 7.4-4、p.67)。

3 カ国合同解析¹⁶⁾では、慢性リンパ性白血病を除く白血病の死亡率は、累積線量と有意の関連を示しているが、国連科学委員会 2000 年報告書²⁵⁾によれば、この結果を解釈するにあたって、「第一に、400mSv 以上の累積線量を持つ数例の症例に大きく基づいていること、第二に、放射性核種のみならず化学物質への内部暴露もあったかもしれない再処理工場の作業者に基づいていること、第三に、著者等は骨髓線量が約 20% 過大評価されていたと判断していること」(付属書 I、281 項)について注意する必要があると指摘している。

この 3 カ国合同解析は、その後、わが国を含む 15 カ国の国際共同研究に拡張されており、この国際共同研究の報告²⁶⁾によれば慢性リンパ性白血病を除く白血病の過剰相対リスクは統計的に有意ではなかった。なお、15 カ国の国際共同研究に関しては後述する (p.60)。

また、カナダの原子力発電所における放射線従事者研究²⁷⁾の著者等は、「リスクの点推定値は他の研究結果より高いが、その差異は偶然生じた可能性がある」と考察している。

諸外国での研究にみられる ERR は大きな変動幅を持ち、この第Ⅲ期調査で得た推定値は、諸外国で得たリスク推定値の範囲内である。

今後、この放射線疫学調査の継続により死亡症例数が増えてくれば、信頼区間の幅も小さくなり、より信頼性の高い推定値となるものと考えられる。

(3) 白血病を除く全悪性新生物の死亡率と累積線量との関連について

白血病を除く全悪性新生物の死亡率は、累積線量とともに増加する有意の傾向を示し

た ($p=0.047$)。年齢、暦年のみ調整した結果でも、白血病を除く全悪性新生物の死亡率は、累積線量とともに増加する有意の傾向を示した ($p=0.009$) (補遺-2、p.91)。これは、食道、肝臓の悪性新生物の死亡率が累積線量とともに有意に増加していることを反映したものである。

なお、主たる解析では白血病を除く全悪性新生物の潜伏期を 10 年と仮定したが、0,5,15,20 年と仮定した感度解析では、いずれの場合にも、有意の増加傾向は認められなかった (補遺-3、p.99)。

白血病を除く全悪性新生物の死亡率と累積線量との関連をみると、累積線量群別の O/E 比の点推定値は、累積線量の増加とともに単調増加の傾向を示してはいない。また、いずれの線量群においても O/E 比は、有意に 1 より高い値を示してはいない。白血病を除く全悪性新生物の死亡率と累積線量との有意の関連は、10mSv 未満の群と、10mSv 以上の群との O/E 比の差が大きいことに起因している可能性が考えられた。

このため、就労期間が 1 年以内の者を除外した解析を行ったが、死亡率は累積線量とともに増加する有意の傾向を示した ($p=0.006$)。しかし、累積被ばく線量が検出限界値未満の者、即ち 0mSv の者を除外した解析を行ったところ、死亡率が累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった ($p=0.103$)。0mSv の者を除外した場合に、死亡率と累積線量との関連が消失する原因は、現時点では不明であるが、生活習慣の違いによるものと推測される。今後とも、この放射線疫学調査を継続し、O/E 比の推移についてはさらに検討する必要がある。

一方、全観察期間を対象とした解析結果では、白血病を除く全悪性新生物の死亡率は、累積線量とともに増加する傾向は有意ではなかった ($p=0.071$) (補遺-1、p.76)。しかし、年齢、暦年のみ調整した場合には、死亡率は累積線量とともに増加する有意の傾向を示した ($p=0.012$) (補遺-2、p.91)。

今回の白血病を除く全悪性新生物の死亡率と累積線量との関連を解釈するにあたっては、「7.2 解析方法」(p.51) で述べたように、放射線以外の発がん要因、例えば喫煙、飲酒等の生活習慣などの影響が排除されていないこと、また、前向き観察期間の一人当たりの平均年数が 6.8 年と未だ短いこと等を考慮する必要がある。

わが国の放射線疫学調査では、未だ喫煙等の生活習慣を調整する解析を実施できる状況にないため、白血病を除く全悪性新生物のリスク解析を実施していない。また、国連科学委員会 1994 年報告書³¹⁾によれば、「原子力産業従事者を対象とした研究の多くは、喫煙習慣に関するデータについて考慮することが不可能であった。」(付属書 A、231 項)としている。このため、生活背景に社会経済階層を用いて調整した解析を行う事例もある。例えば、15 カ国の国際共同研究の報告²⁶⁾によれば、喫煙や食習慣は社会経済階層

と強く関連しているとし、社会経済階層を調整することは、喫煙や食習慣の影響を部分的に緩和することになるとしている。

白血病を除く全悪性新生物の死亡率と累積線量との関連について、最近発表された諸外国の研究結果、および原爆被ばく生存者の研究結果を示す（表 7.4-5、p.68）。原子力産業従事者を対象とした研究では、15 カ国の国際共同研究の報告²⁶⁾を除いて、白血病を除く全悪性新生物の死亡率と累積線量との有意の関連を示してはいない。

(4) 部位別の悪性新生物の死亡率と累積線量との関連について

食道、肝臓の悪性新生物、および多発性骨髄腫の死亡率は、累積線量とともに増加する有意の傾向を示した。食道の悪性新生物では、累積線量 50mSv～100mSv 未満の O/E 比が他の線量群に比べ著しく高いこと、また、多発性骨髄腫は、死亡数が未だ少なく、100mSv 以上の O/E 比が他の線量群に比べ著しく高いことを考慮する必要がある。

前回第Ⅱ期調査で有意の増加傾向を示した胃、直腸の悪性新生物を含め、その他の部位別の悪性新生物には、死亡率が累積線量とともに増加する有意の傾向を示したものはなかった。

食道、肝臓の悪性新生物の死亡率に累積線量との有意の関連が認められたが、放射線以外の発がん要因、例えば喫煙、飲酒等の生活習慣などの影響が排除されていないことを考慮する必要がある。

また、多発性骨髄腫については、観察期間が短く、観察死亡数が少ないため、偶然に、死亡率が累積線量とともに増加する有意の傾向を示した可能性を排除できない。全観察期間を対象とした解析結果では、年齢、暦年、および最新住所地による地域を調整した場合、多発性骨髄腫の死亡率は、累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった（ $p=0.063$ ）（補遺-1、p.76）。しかし、年齢、暦年のみを調整すると、多発性骨髄腫の死亡率は、累積線量とともに増加する有意の傾向を示した（ $p=0.024$ ）（補遺-2、p.91）。

この放射線疫学調査の対象者とは被ばく形態が異なるが、高線量率の放射線を短時間に受けた原爆被ばく生存者の追跡研究³²⁾においても、部位別悪性新生物の死亡率と被ばくとの関連が検討され、食道、胃、結腸、肝臓および肺など主要な部位の死亡率に有意の増加が認められている。しかし、著者³²⁾によれば、「部位別悪性新生物の過剰相対リスクの変動は統計的に有意であるものの、過剰相対リスクの差違を過大解釈しないように注意すべきである」とし、ある特定の部位が、他の部位よりも放射線に誘発されやすいとまでは言えないとしている。低線量域の長期被ばくの場合にも、このことが適用できるかは確定的ではないものの、今回、累積線量と有意の関連を認めた食道、肝臓の部位についても、他の部位よりも悪性腫瘍が放射線に誘発されやすいことを反映しているとは考え難い。

国連科学委員会 2000 年報告書²⁵⁾では、食道、肝臓の悪性新生物について、「食道が

んの病因における放射線の役割を評価した疫学研究は殆どない。」(付属書I、77 項)、
「原爆被ばく者の寿命調査データは食道がんと放射線との関連を示す有力な証拠を提供していない。また、寿命調査のがん罹患率データは、食道がんリスクの有意な過剰を示していない。」(付属書I、78 項)、「肝臓がんと放射線被ばくとの関連は、低LET放射線による外部或いは内部被ばくを含む医療および作業者の研究では示されていない。」(付属書I、116 項)としている。このように現在までの知見では、職業被ばくによる放射線が、食道、肝臓の悪性新生物の死亡率に影響を与えたとの証拠は認められていない。また、多発性骨髄腫については、「幾つかの死亡率の研究で低LET放射線外部被ばくの線量の増加に伴う多発性骨髄腫のリスクの増加の傾向が示唆されている。しかしながら、このような関連は、その罹患率の研究では一般的に明らかでない。」(付属書I、270 項)とし、「運動器官の良性病巣の治療に関するスウェーデンの研究では、国内標準死亡率に比べて、死亡率のリスク上昇を示したが、罹患率ではリスク上昇がなかった。骨髄腫の罹患症例の診断がより正確であることを考慮すれば、罹患率データによる推論はより適切と思われる。」(付属書I、267 項)としている。また、原爆被ばく生存者に関しても、「原爆被ばく生存者の死亡率調査では、リスクと線量の間に統計学的に有意な関連を示した。しかし、罹患率データでは、線量の影響がないことと一致している。罹患率の解析では骨髄腫の診断のレビューが配慮されており、これらの知見をより重視することは妥当であろう」(付属書I、265 項)としている。このように国連科学委員会 2000 年報告書²⁵⁾では、多発性骨髄腫と放射線との関連については、死亡率データよりも、罹患率データの信頼性を重視し、リスクの存在を疑問視している。

諸外国の原子力施設従事者を対象にした最近の研究報告における、部位別悪性新生物の死亡率と累積線量と関連についての結果を示す(表 7.4-6 p.69)。

3 カ国合同解析¹⁶⁾では、多発性骨髄腫の死亡率は累積線量と有意な関連($p=0.037$)が認められている。この結果について国連科学委員会 2000 年報告書²⁵⁾では、「この知見は 0.4Sv以上の線量のわずかな数例に強い影響を受けた」(付属書I、266 項)と判断している。また、著者ら¹⁶⁾は、「多発性骨髄腫は晩年に発病する疾病であるので、診断不十分により死亡証明書に正確には記録されていない懸念があり、さらに独立の調査、および罹患率の調査が放射線被ばくと多発性骨髄腫との関連を明確にするために必要である」と結論している。

英国NRRWコホート研究¹⁸⁾では、多発性骨髄腫の死亡率と累積線量との関連は、有意水準(5%)の境界値に近い正の傾向($p=0.059$)を示したとしている。著者ら¹⁸⁾は、「多発性骨髄腫死亡率の累積線量との傾向性は、外部被ばくが 100mSv以上で内部被ばくについてもモニターされていた者から導かれている」とし、内部被ばくを測定されていた者を除いた後の解析では、「累積線量との関連を示す証拠はない」としている。

(5) 多重比較の問題について

一つの集団で多数の異なった部位を解析した場合、5%の有意水準を用いた検定では統計学的に有意な結果が、20 回に 1 回は偶然によっても生じ得る。よって今回の調査のように多数の検定を繰り返して行う場合には、解析結果を慎重に解釈することが必要である。累積線量との関連が認められた食道の悪性新生物、多発性骨髄腫について、部位別悪性新生物の 16 部位を検定回数として、検定の多重性を調整した p 値 (Bonferroni の方法¹⁵⁾ により算出) を求めた。なお、肝臓の悪性新生物の p 値は有意水準 5%に近い値であったので、この多重比較は行わなかった。

食道の悪性新生物、多発性骨髄腫は、多重性を考慮すると食道の悪性新生物は有意であったが (調整後 p 値=0.032)、多発性骨髄腫は有意ではなかった (調整後 p 値=0.106)。

したがって、多発性骨髄腫については、多数の傾向性の検定を行ったために偶然小さな p 値が得られた可能性も考えられる。

(6) 交絡因子の影響について

この死亡調査とは別に実施した交絡因子調査の結果⁶⁾、喫煙者の割合は累積線量とともに増加していること、1 日の喫煙本数、あるいは総喫煙量の多い者の割合にも累積線量との関連が認められていること、飲酒率については累積線量群間で差が認められていないが、多量飲酒者の割合には累積線量との関連が認められていることが判明している。

交絡因子調査の対象とした集団は、この疫学調査の解析対象集団の一部ではあるものの全体とは異なることから、交絡因子調査結果をこの解析対象集団に直ちに適用することは出来ない。しかし、この疫学調査の結果を解釈する上で、累積線量群によって生活習慣が異なるという知見は、極めて示唆的であることから十分に考慮に入れる必要がある。

仮に解析対象集団と交絡因子調査の集団とが同一の傾向をもっているとすれば、食道、肝臓の悪性新生物と累積線量との関連は、これら生活習慣等が交絡している影響の可能性も考えられる。

今回の第Ⅲ期調査では、食道がんの死亡率は、全日本人男性 (20 歳～85 歳未満) の死亡率に比べて高くはないが、累積線量とともに増加する有意の傾向が認められた。肝臓がんの死亡率は、全日本人男性 (20 歳～85 歳未満) の死亡率に比べて有意に高く、累積線量とともに増加する有意の傾向が認められた。喫煙と強い関連を示すことが知られている肺がんの死亡率は、全日本人男性 (20 歳～85 歳未満) の死亡率に比べ有意に高いが、累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった。

喫煙は肺がんのほか、多くの部位のがんと関連があるとされているので、悪性新生物を喫煙関連がん、喫煙非関連がんとして分類し解析を行った (p.34)。これによれば、喫煙関連がんの死亡率は累積線量とともに増加する有意の傾向を示し、喫煙非関連がん

の死亡率は累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった。

一方、国民を対象に生活習慣とがんなどの関係を調査する厚生労働省コホート研究などが行われている。この研究結果によれば、食道がん、肝臓がんなどは、喫煙と飲酒が重なった場合には死亡率、罹患率が特に高くなることが知られている³³⁾。

したがって、食道、肝臓の悪性新生物の死亡率と累積線量との関連が認められた原因の一つとして、喫煙、飲酒など生活習慣の要因が交絡している影響の可能性を排除できない。しかしながら、現時点では、食道、肝臓の悪性新生物の死亡率と累積線量との関連を、喫煙と飲酒の影響だけでは整合性をもって説明することができない。

(7) 全死因、非新生物疾患および外因死の死亡率について

全死因の死亡率は、全日本人男性（20 歳～85 歳未満）の死亡率と比べて有意に低く、累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった。

また、非新生物疾患の死亡率も、全日本人男性（20 歳～85 歳未満）の死亡率と比べて有意に低く、累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった。非新生物疾患を疾患別にみても、全日本人男性（20 歳～85 歳未満）の死亡率に比べて有意に高いものはなく、死亡率は累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった。

外因死の死亡率は、全日本人男性（20 歳～85 歳未満）の死亡率と比べて有意に高かったが、累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった。外因死は、交通事故等の不慮の事故、自殺、あるいはその他の外因による死亡に分類されるが、これらの死因と放射線との生物学的な因果関係は考え難いので、何らかの別の要因が関係している可能性も考えなければならない。

わが国の国民を対象とした文部科学省コホート研究では、主要死因と教育歴との関連について調査を行っており、これによれば外因死の死亡率は教育歴によって異なるとの報告³⁴⁾³⁵⁾がある。この死亡調査とは別に実施した第 2 次交絡因子調査によれば、教育年数と累積線量との関連が認められている。今後とも、この疫学調査を継続することにより、死亡率と教育年数との関連についても検討を深めることができるものと思われる。

現時点では、外因死について考察する上で必要な、生活状況や就業状況等と死亡率との関連に関する情報が無いので、これに関する詳細な考察には至らなかった。

7. 5 国際共同研究について

これまでの諸外国における原子力産業従事者を対象とした研究でも、白血病や白血病を除く全悪性新生物の死亡率と累積線量との間に有意な関連を認めたものは少ない。

ただし、白血病以外の悪性新生物の部位別検討では、多発性骨髄腫だけではなく、前立腺がん、膀胱がん、肺がんおよび消化管のがん等多様な部位の悪性新生物について、死亡率と累積線量との関連が報告²⁵⁾³¹⁾されているものの、その結果は一貫しておらず、低線量域の放射線により特定の部位の悪性新生物が誘発されることを支持する結果は得られていない。

国連科学委員会 1994 年報告書³¹⁾によれば、「職業被ばく者はさまざまな国に多数存在し、またその一人一人について被ばく線量がモニターされ記録されていることから、職業被ばく研究はリスクの定量化に最も有効な情報を提供する可能性が高い。」（付属書A、221 項）としているが、各国での低線量研究は、被ばく線量範囲が狭いことと、交絡因子の問題があるほか、対象者数が少なく、追跡期間が短いため検出力が不足している問題点も指摘されている。

国際がん研究機関（IARC）は、この検出力が不足しているという問題を克服し、低線量域の発がんのリスク推定値を直接得るため、既に国内の原子力産業従事者の疫学研究を進めていた米国、英国、カナダの 3 カ国のデータをプールした合同解析¹⁶⁾を行った。さらに、国際がん研究機関（IARC）では、研究対象集団の規模を拡大した国際的な原子力産業従事者の疫学研究を進めるため、上記 3 カ国以外の国々に国際共同研究への協力、参加を呼びかけた。わが国も国際的な協調を図る観点から、この国際共同研究に参画することとし、第 I 期放射線疫学調査¹⁾のデータを提供することとした。

この国際共同研究では、15 カ国から提供された原子力産業従事者の疫学データから、白血病を除く全悪性新生物は約 20 数万人、慢性リンパ性白血病を除く白血病は約 40 万人を対象に、死亡率と被ばく線量との関連を解析した。その結果、慢性リンパ性白血病を除く白血病は統計的に有意ではなかったが、白血病を除く全悪性新生物は被ばく線量と有意な関連を示し、低線量域の被ばくでもわずかながんリスクが存在することを示唆しているとの報告²⁶⁾が、2005 年（平成 17 年）6 月に公表された。

しかしながら、この報告に対して、複数の専門家は解析方法についていくつかの批判的論評をしている。線量-反応関係を示してあれば、観察されたデータの直線しきい値なしのモデルへの適合性を確認できるのにそうしていない。また、社会経済階層分けがされていないこと、あるいは内部被ばく・中性子被ばくの可能性があることを理由に除外された集団を含めた解析結果を示しておく必要がある。さらに、研究集団の 90%以上の者が未だ生存していることなどから、著者等の結論は早計に過ぎるとの批判もある。

7. 6 考察のまとめ

(1) 外部比較

全死因および非新生物疾患の死亡率は、全日本人男性（20 歳～85 歳未満）の死亡率と比べて有意に低かった。また、非新生物疾患別の死亡率にも、全日本人男性（20 歳～85 歳未満）の死亡率と比べて有意に高い疾患はなかった。これは主として健康労働者効果によるものと考えられた。

健康労働者効果の影響が小さいと考えられる全悪性新生物の死亡率は、全日本人男性（20 歳～85 歳未満）の死亡率と比べて有意差は認められなかった。しかし、部位別の悪性新生物では、肝臓、肺の悪性新生物の死亡率は、全日本人男性（20 歳～85 歳未満）の死亡率と比べて有意に高かったが、喫煙、飲酒など生活習慣の影響の可能性が考えられた。

なお、白血病を含めその他の部位には死亡率が有意に高いものはなかった。

(2) 内部比較

慢性リンパ性白血病を除く白血病の死亡率には、累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった。

白血病を除く全悪性新生物の死亡率は、累積線量とともに増加する有意の傾向を示したが、これは、食道、および肝臓の悪性新生物の死亡率が、累積線量とともに増加する有意の傾向を示していたことが反映されたためである。

なお、主たる解析では潜伏期を白血病で 2 年、その他の新生物で 10 年と仮定したが、これ以外の期間を潜伏期に仮定した感度解析の結果では、慢性リンパ性白血病を除く白血病の死亡率、および白血病を除く全悪性新生物の死亡率は、いずれも、累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった。

部位別の結果では、食道、肝臓の悪性新生物、および多発性骨髄腫の死亡率は、累積線量とともに増加する有意の傾向を示した。その他の部位の悪性新生物の死亡率は、前回第Ⅱ期調査で有意の増加傾向を示した胃、直腸の悪性新生物を含め、累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった。

また、多数の検定を繰り返して行くと偶然に有意となることもあり得るので、これを避けるために行った多重比較法では、食道がんのみ有意であった。

食道、肝臓の悪性新生物の死亡率が累積線量と有意の関連を示した結果の解釈に当たっては、発がんに関連する生活習慣等の交絡因子の影響等によってもたらされた可能性について考慮する必要がある。喫煙関連がんと喫煙非関連がんに分類し解析したところ、喫煙関連がんの死亡率は累積線量とともに増加する有意の傾向を示したが、喫煙非関連がんの死亡率は累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった。このことは、

交絡因子の影響等によってもたらされた可能性を補強するものと考えられる。

さらに、未だ観察期間が短いため、偶然、死亡率と累積線量との有意の関連を示した可能性についても考慮する必要がある。

多発性骨髄腫の死亡率が累積線量と有意の関連を示したが、累積線量の多い群における極めて少数の症例に依存しているので、現時点で放射線との関係を論じるには慎重でなければならない。

外因死の死亡率は、全日本人男性（20歳～85歳未満）の死亡率と比べて有意に高かったが、累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった。これまでのところ、外因死と放射線との関連についての疫学的知見は乏しく、また、この第Ⅲ期調査では、外因死の死亡率と被ばく線量との関連について考察する上で必要な情報が無いので、これに関する詳細な考察を行うに至らなかった。

(3) 統計学的関連の解釈

疫学調査においては、ある要因と疾病との関係が統計学的に有意な関連を示したとしても、バイアスや偶然によるデータの偏りや交絡因子の影響の有無を十分検討する必要がある。さらにまた、因果関係を判断するためには、データの関連性が強いことのみならず、用量-反応関係が認められること、複数の研究結果で一致した傾向を示していること、および医学的・生物学的に合理的な説明が付くこと等が求められる。

この疫学調査では、前向き観察における一人当たりの観察期間は6.8年と短く、一人あたりの平均累積線量は12.2mSvであり、平均年齢は50歳（2002年（平成14年）12月末）である。

また、今回の第Ⅲ期調査に見られた部位別の悪性新生物の死亡率と累積線量との関連は、食生活、喫煙、飲酒など発がんに関連する生活習慣等の交絡因子の影響等によって生じた可能性が考えられるが、対象者全員について発がんに関連する生活習慣等の情報を取得していないため、これらの交絡因子が解析結果に与える影響の有無を直接検証することができない。

表 7.1-1 前向き観察期間、および全観察期間の SMR

死 因	前向き観察期間 SMR (95%信頼区間)	全観察期間 (後向き観察を含む) SMR (95%信頼区間)
全死因	0.98 (0.96-1.00)	0.94 (0.92-0.96)
非新生物疾患	0.90 (0.87-0.93)	0.85 (0.83-0.88)
全悪性新生物	1.02 (0.98-1.05)	0.98 (0.95-1.01)

表 7.1-2 観察人年について

	前回調査 (前向き観察) 1991-1997 年	今回調査 (第Ⅲ期調査) の観察人年	
		前向き観察 1991-2002 年	全観察 (後向き観察を含む) 1986-2002 年
①1989 年 (平成元年) 3 月までの登録者	53.9 万人年 (4.5 年/人)	105.3 万人年 (8.5 年/人)	170.4 万人年 (13.4 年/人)
②1989 年 (平成元年) 4 月～1995 年 (平成 7 年) 3 月までの登録者 等	対象外	25.2 万人年 (5.0 年/人)	48.6 万人年 (9.4 年/人)
③1995 年 (平成 7 年) 4 月～1999 年 (平成 11 年) 3 月までの登録者	対象外	6.7 万人年 (2.5 年/人)	17.1 万人年 (5.7 年/人)
合 計	53.9 万人年 (4.5 年/人)	137.3 万人年 (6.8 年/人)	236.2 万人年 (11.3 年/人)

表 7.4-1 第 1 次、第 2 次交絡因子調査と国民栄養調査との比較
(男性、喫煙習慣のある者の割合)

(単位：％)

年 齢	20 歳代	30 歳代	40 歳代	50 歳代	60 歳代	70 歳 以上	全数 平均
第 2 次調査 ^{注 1}	—	—	54.3	51.2	36.7	27.0	46.5
平成 15 年 国民健康 ・栄養調査 ^{注 2}	55.8	56.8	55.4	54.4	35.7	26.6	46.8
第 1 次調査 ^{注 3}	66.0	64.5	60.4	53.1	45.0	33.3	61.4
平成 10 年 国民栄養調査 ^{注 4}	60.3	61.9	60.5	52.5	41.8	32.4	50.8

注 1：第 2 次交絡因子調査は、平成 15 年 9 月から平成 16 年 3 月に実施し、この放射線疫学調査対象者の 40 歳以上の男性約 7.4 万人に、喫煙、飲酒、原子力施設での業務歴、健康への意識等の質問票を郵送により送付し、約 4.5 万人から回答を得た。

ここに示す数値は、「現在、毎日たばこを吸っている」と回答した者の割合である。
なお、「—」は調査の対象外であったことを示す。

注 2：喫煙習慣については、国民 9,110 人（男性：4,204 人、女性：4,906 人）を回答実数としているが、ここには男性の集計結果を記した。この調査では、現在習慣的に喫煙している者とは、これまで合計 100 本以上又は 6 ヶ月以上たばこを吸っている者のうち、この 1 ヶ月間に毎日又は時々たばこを吸っている者としている。

注 3：第 1 次交絡因子調査は、平成 9 年 10 月から平成 11 年 3 月に実施し、この放射線疫学調査の対象者約 5.8 万人に喫煙、飲酒、過去の有害業務歴等の質問票を原子力事業所において配布し、約 4.8 万人（男性）から回答を得た。

ここに示す数値は、「現在、毎日たばこを吸っている」と回答した者の割合である。

注 4：喫煙習慣については、国民 7,911 人（男性：3,311 人、女性：4,600 人）を回答実数としているが、ここには男性の集計結果を記した。この調査では、喫煙習慣のある者とは、現在、継続的に（毎日または時々）吸っている者としている。

表 7.4-2 第 1 次、第 2 次交絡因子調査と国民栄養調査との比較
(男性、飲酒習慣のある者の割合)

(単位：％)

年 齢	20 歳代	30 歳代	40 歳代	50 歳代	60 歳代	70 歳 以上	全数 平均
第 2 次 交絡因子調査 ^{注 1}	—	—	79.6	78.2	71.8	54.9	75.0
平成 15 年 国民健康 ・栄養調査 ^{注 2}	35.0	44.8	53.5	53.0	43.9	25.5	42.9
第 1 次 交絡因子調査 ^{注 3}	73.4	79.7	78.2	75.2	66.7	46.7	76.3
平成 10 年 国民栄養調査 ^{注 4}	30.1	53.1	61.6	62.6	53.7	42.6	52.5

注 1：第 2 次交絡因子調査は、平成 15 年 9 月から平成 16 年 3 月に実施し、この放射線疫学調査対象者の 40 歳以上の男性約 7.4 万人に、喫煙、飲酒、原子力施設での業務歴、健康への意識等の質問票を郵送により送付し、約 4.5 万人から回答を得た。

ここに示す数値は、「お酒を飲んでいる」と回答した者の割合である。なお、「—」は調査の対象外であったことを示す

注 2：飲酒習慣については、国民 9,199 人（男性：4,275 人、女性：4,924 人）を回答実数としているが、ここには男性の集計結果を記した。この調査では、飲酒習慣のある者とは、週 3 日以上、かつ 1 日に 1 合（日本酒換算）以上飲酒する者としている。

注 3：第 1 次交絡因子調査は、平成 9 年 10 月から平成 11 年 3 月に実施し、この放射線疫学調査の対象者約 5.8 万人に喫煙、飲酒、過去の有害業務歴等の質問票を原子力事業所において配布し、約 4.8 万人（男性）から回答を得た。

ここに示す数値は、「お酒を飲んでいる」と回答した者の割合である。

注 4：飲酒習慣については、国民 7,901 人（男性：3,305 人、女性：4,596 人）を回答実数としているが、ここには男性の集計結果を記した。この調査では、飲酒習慣のある者とは、頻度が週 3 日以上、かつ、1 日に日本酒 1 合以上またはビール大 1 本以上飲んでいる者としている。

表 7.4-3 観察期間別の SMR (95%信頼区間)

	今回調査（第Ⅲ期調査）				前回調査 （第Ⅱ期調査）
	観 察 期 間 別				
	1991 -2002 年	1991 -1994 年	1995 -1999 年	2000 -2002 年	1991-1997 年
全死因	0.98 (0.96-1.00)	0.89 (0.83-0.95)	0.99 (0.96-1.02)	1.00 (0.96-1.04)	0.94 (0.90-0.97)
非新生物疾患	0.90 (0.87-0.93)	0.79 (0.72-0.87)	0.91 (0.87-0.95)	0.94 (0.89-1.00)	0.86 (0.82-0.91)
全悪性新生物	1.02 (0.98-1.05)	0.93 (0.84-1.03)	1.05 (1.00-1.10)	1.01 (0.94-1.07)	0.98 (0.93-1.04)

表 7.4-4 慢性リンパ性白血病を除く白血病の過剰相対リスク推定値

	白血病 (CLL を除く) 観察死亡数	過剰相対リスクの推定値 (／Sv) および信頼区間 (CI)
わが国の放射線疫学調査 第Ⅰ期調査 ^{注1}	23	推定していない。
わが国の放射線疫学調査 第Ⅱ期調査 ^{注2}	28	0.01 (90%CI -10.0, 10.0) ^{注2}
わが国の放射線疫学調査 第Ⅲ期調査 ^{注3}	79	-2.27 (90%CI -7.53, 2.98) ^{注3}
3カ国合同解析 ^{注4} (Cardis et al., 1995) ¹⁶⁾	119	2.18 (90%CI 0.13, 5.7)
15カ国共同研究 ^{注5} (Cardis et al., 2005) ²⁶⁾	196	1.93 (95%CI <0, 8.47)
英国NRRWコホート研究 ^{注6} (Muirhead et al., 1999) ¹⁸⁾	91	2.55 (90%CI -0.03, 7.16)
カナダ原子力発電所従事者研究 ^{注7} (Zablotska et al., 2004) ²⁷⁾	18	52.5 (95%CI 0.205, 291)
米国原子力発電所従事者研究 ^{注8} (Howe et al., 2004) ²⁸⁾	26	5.67 (95%CI -2.56, 30.4)
原爆被ばく生存者追跡研究 ^{注9} (Pierce et al., 1996) ²⁹⁾	132	4.55 (95%CI 2.83, 7.07)

注1：後向き観察期間（1986-1992年）の調査結果。23例中、19例は15カ国共同研究に含まれ、残る4例は従事期間が1年以内であることを理由に除外された。

注2：前向き観察期間（1991-1997年）の解析結果（男性、潜伏期2年、年齢、暦年および最新住所地による地域を調整）

注3：前向き観察期間（1991-2002年）の解析結果（男性、潜伏期2年、年齢、暦年および最新住所地による地域を調整）。

注4：英国、米国、およびカナダの3カ国の合同解析結果（男女、潜伏期2年）

注5：英国、米国、カナダ、フランスおよび日本など15カ国の国際共同研究結果（男女、潜伏期2年）

注6：英国の放射線従事者国家登録（NRRW: National Registry for Radiation Workers）から設定されたコホート研究（男女、潜伏期2年）。91例のうち、54例は15カ国共同研究に含まれる。

注7：カナダの国家線量登録（Canadian National Dose Registry）から設定されたコホート研究（男女、潜伏期2年）。18例のうち、11例は15カ国共同研究に含まれる。

注8：米国の15事業者が所有する原子力発電施設に従事した放射線従事者のコホート研究（男女、潜伏期2年）。26例のうち、19例は15カ国共同研究に含まれる。

注9：急性被ばくによるもので、全ての被ばく時年齢に亘る男性のリスク推定値を示す。

表 7.4-5 白血病を除く全悪性新生物の過剰相対リスク推定値

	全悪性新生物(白血病を除く) 観察死亡数	過剰相対リスクの推定値 (／Sv) および信頼区間 (CI)
3 カ国合同解析 ^{注1} (Cardis et al., 1995) ¹⁶⁾	3, 830	-0. 07 (90%CI -0. 39, 0. 30)
15 カ国共同研究 ^{注2} (Cardis et al., 2005) ²⁶⁾	5, 024	0. 97 (95%CI 0. 14, 1. 97)
英国NRRWコホート研究 ^{注3} (Muirhead et al., 1999) ¹⁸⁾	3, 020	0. 086 (90%CI -0. 28, 0. 52)
カナダ原子力発電所従事者研究 ^{注4} (Zablotska et al., 2004) ²⁷⁾	474 ^{注4}	2. 80 (95%CI -0. 038, 7. 13)
米国原子力発電所従事者研究 ^{注5} (Howe et al., 2004) ²⁸⁾	368 ^{注5}	0. 51 (95%CI -2. 01, 4. 64)
原爆被ばく生存者追跡研究 ^{注6} (Preston et al., 2004) ³⁰⁾	10, 127 ^{注6}	男性 0. 29 (90%CI 0. 21, 0. 39) 女性 0. 55 (90%CI 0. 42, 0. 68)

注1：英国、米国、およびカナダの3カ国の合同解析結果（男女、潜伏期10年）

注2：英国、米国、カナダ、フランスおよび日本など15カ国の国際共同研究結果（男女、潜伏期10年）。但し、日本のデータは、白血病を除く全悪性新生物のリスク解析には含まれていない。

注3：英国の放射線従事者国家登録（NRRW: National Registry for Radiation Workers）から設定されたコホート研究（男女、潜伏期10年）。3,020例のうち、2,201例は15カ国共同研究に含まれる。

注4：カナダの国家線量登録（Canadian National Dose Registry）から設定されたコホート研究（男女、潜伏期10年）。固形がんによる死亡数および過剰相対リスクを示す。474例のうち、400例は15カ国共同研究に含まれる。

注5：米国の15事業者が所有する原子力発電施設に従事した放射線従事者のコホート研究（男女、潜伏期10年）。固形がんによる死亡数および過剰相対リスクを示す。368例のうち、314例は15カ国共同研究に含まれる。

注6：急性被ばくによるもので、固形がんによる男女合計の死亡数を示す。また、30歳（男女）で被爆した後、70歳での過剰相対リスク推定値を示す。
なお、固形がんは、全悪性新生物から、悪性リンパ腫、白血病、および多発性骨髄腫を除外したものである。

表 7.4-6 部位別悪性新生物^{注1}の死亡率と累積線量との関連

	部位別悪性新生物の死亡率と累積線量との関連 (死亡数、p-value)
3カ国合同解析 ^{注2} (Cardis et al., 1995) ¹⁶⁾	食道 (n=104, p=0.375)、肝臓 (n=33, p=0.495)、 多発性骨髄腫 (n=44, p=0.037)
英国NRRWコホート研究 ^{注3} (Muirhead et al., 1999) ¹⁸⁾	食道 (n=120, p=0.55)、肝臓&胆嚢 (n=43, p=0.38)、 多発性骨髄腫 (n=40, p=0.059)
カナダ原子力発電所従事者研究 ^{注4} (Zablotska et al., 2004) ²⁷⁾	食道 (n=14, p=0.82)、肝臓 (―) ^{注6} 、 多発性骨髄腫 (n=10, p=0.81)
米国原子力発電所従事者研究 ^{注5} (Howe et al., 2004) ²⁸⁾	食道 (―) ^{注6} 、肝臓 (―) ^{注6} 、 多発性骨髄腫 (―) ^{注6}

注1：ここでは、この第Ⅲ期放射線疫学調査において、死亡率と累積線量との関連が有意となった食道、肝臓の全悪性新生物および多発性骨髄腫について示す。

注2：英国、米国、およびカナダの3カ国の合同解析結果（男女、潜伏期10年）

注3：英国の放射線従事者国家登録（NRRW: National Registry for Radiation Workers）から設定されたコホート研究（男女、潜伏期10年）。

注4：カナダの国家線量登録（Canadian National Dose Registry）から設定されたコホート研究（男女、潜伏期10年）。

注5：米国の15事業者が所有する原子力発電施設に従事した放射線従事者のコホート研究（男女、潜伏期10年）。

注6：括弧内の横線は、解析の対象死因ではないことを示す。

8. 総合評価

今回の解析結果では、外部比較においては、全悪性新生物、および白血病の死亡率は、全日本人男性（20歳～85歳未満）に比べ有意差は認められなかった。部位別では、肝臓、肺の悪性新生物の死亡率のみ有意に高かった。

内部比較においては、白血病を除く全悪性新生物の死亡率は、累積線量とともに増加する有意の傾向を示した。部位別では、食道、肝臓の悪性新生物、および多発性骨髄腫の死亡率が、累積線量とともに増加する有意の傾向を示したが、白血病を含めその他の部位の悪性新生物には、死亡率が累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった。

一部の消化器臓器の悪性新生物において、死亡率と累積線量とともに増加する有意の関連を示したことについては、発がんに関連する生活習慣等の交絡因子の影響等の可能性を考慮する必要があること、これらの部位がとりわけ放射線に腫瘍が誘発されやすい臓器として報告はされていないこと、さらに観察期間が未だ短いことから、現段階では放射線の影響によるものと認めることは困難である。多発性骨髄腫についても症例数が極めて少ないため、放射線との関係を論じるには慎重でなければならない。

以上のことを総合して評価すると、第Ⅲ期調査までの結果では、低線量域の放射線が悪性新生物の死亡率に影響を及ぼしている明らかな証拠は見られなかったと言える。

低線量域の放射線と健康影響について、より信頼性の高い科学的知見を得るためには、長期にわたって観察を継続し、生活習慣等による交絡の可能性等についてもより詳細な検討が必要であるので、今後ともこの疫学調査を継続する必要がある。

9. 今後の課題

今回の調査でも、前回第Ⅱ期調査と同様に、放射線被ばく以外の発がんに係わる諸々の関連要因が一方で放射線被ばくとも関連し、交絡因子と成り得る可能性が考えられた。

このような背景を踏まえ、以下の諸点を考慮して今後もこの放射線疫学調査を継続すべきである。

9. 1 放射線疫学調査の継続

本調査開始以降、これまで前向き追跡調査では全死因で 7,670 人、全悪性新生物で 3,093 人の死亡が確認されている。しかし平均観察期間は未だ 6.8 年であり、累積線量も低いので、統計学的検出力は不十分である。よって、今後も、従前と同様な方法により追跡調査を継続する必要がある。調査対象集団の一部については、既に交絡因子調査を実施しているので、今後は生活習慣等を調整して交絡因子の影響を除外した解析も行うことから、潜在的交絡因子の関与の解明が一層深められるものと期待される。

9. 2 新たな交絡因子調査の検討

第Ⅲ期調査では、第Ⅱ期調査項目との継続性を確保しつつ不足データ(教育年数、健康意識、最長居住地、単身赴任歴等)を追加する方法により調査を実施した。

生活習慣は変化するものとの前提に立つ再調査、厚生労働省国民栄養調査などの他の生活習慣調査を参考にする調査項目追加、死亡解析における交絡因子調整を可能ならしめる調査対象者拡大、等それぞれについての必要性を検討する必要がある。

また、生活習慣のアンケート調査結果などの主観的指標だけではなく、ストレスに関するバイオマーカー等を利用した客観的指標の採用も考慮できる。

9. 3 がん罹患調査の検討

前回第Ⅱ期調査では、本調査集団の一部についてがん罹患調査に関する予備的調査が実施された。その結果、個人情報保護に関する制度的環境が整えば、罹患情報による疫学調査が技術的には可能であり、その調査結果が有効に活用できることを確認した。

第Ⅲ期調査においては、政府及び国会における個人情報保護法案の制定作業の帰趨を注視しながら、放射線疫学調査ファイルと地域がん登録ファイルとのデータ照合作業において個人情報保護の徹底を図るため、匿名化記録照合プログラムの開発とその性能の検証を行い、満足すべき結果を得た。

一方で、国内の地域がん登録制度における登録精度は未だ十分ではなく、政府としても第三次対がん総合戦略により今後 10 年間で地域がん登録の登録精度向上と標準化の実現を目指しているところである。また放射線業務従事者の居住地は全国均一に分布しているわけではない。従って、放射線疫学調査ファイルと地域がん登録ファイルとのデータ照合に基づく今後の本格調査については、至適実施時期と対象とすべき地域がん

登録の範囲の選定に関する慎重な検討が必要である。

9. 4 個人情報の保護

近年、電子計算機、およびインターネットの技術的進歩に伴い、情報技術（IT）の分野において飛躍的な発展が見られている。その反面、個人情報の不用意な取扱いが社会的な問題として取り上げられ、個人情報の保護の重要性について社会的関心が高まっている。このような社会的な環境の変化を背景に、疫学研究の分野においては「疫学研究に関する倫理指針」が平成 14 年 6 月に制定された。この放射線疫学調査においては、個人情報の利用をめぐる状況の変化を踏まえ、調査対象者に放射線疫学調査への同意確認の調査を行ったところである。また、「疫学研究に関する倫理指針」（改正指針）は、個人情報保護法と同じく平成 17 年 4 月 1 日から施行され、ますます個人情報の適正な取扱いが求められている。今後とも放射線疫学調査の円滑な遂行を確保するために、個人情報の取扱いに遺漏のないよう万全の措置を講じる必要がある。

・ 引用文献

- 1) 科学技術庁委託調査報告書,「原子力発電施設等放射線業務従事者に係る疫学的調査」
(第Ⅰ期 平成2年度～平成6年度),財団法人 放射線影響協会,平成7年3月。
- 2) 科学技術庁委託調査報告書,「原子力発電施設等放射線業務従事者に係る疫学的調査」
(第Ⅱ期 平成7年度～平成11年度),財団法人 放射線影響協会,平成12年12月。
- 3) 科学技術庁委託調査報告書,「原子力発電施設等放射線業務従事者に係る疫学的調査」
(第Ⅱ期 平成7年度～平成11年度 交絡因子調査編),財団法人 放射線影響協会,平成12年12月。
- 4) Epidemiological Study Group of Nuclear Workers. First analysis of mortality of nuclear industry workers in Japan,1986-1992. J Health Phys 1997 ; 32 : 173-184.
- 5) Iwasaki T, et al. Second analysis of mortality of nuclear industry workers in Japan,1986-1997. Radiat Res 2003 ; 159 : 228-238.
- 6) Murata M, et al. Life-style and Other Characteristics of Radiation Workers at Nuclear Facilities in Japan:Base-line Data of a Questionnaire Survey. J Epidemiol 2002 ; 12 : 310-319.
- 7) 平成3年5月1日総務庁告示第30号,平成5年11月1日総務庁告示第67号,
平成8年2月1日総務庁告示第12号,平成11年12月20日総務庁告示第172号
- 8) 「疾病、傷害および死因統計分類提要」,昭和54年版,財団法人 厚生統計協会
- 9) 「疾病、傷害および死因統計分類提要」,ICD-10 準拠,財団法人 厚生統計協会
- 10) 沼宮内弼雄,石黒秀治,河田 燕,南 賢太郎,吉本泰彦, : 放射線疫学調査 (第Ⅰ期) に
係る個人線量の信頼性(1). RADIOISOTOPES 1997 ; 46 : 833-843.
- 11) 沼宮内弼雄,石黒秀治,河田 燕,南 賢太郎,吉本泰彦, : 放射線疫学調査 (第Ⅰ期) に
係る個人線量の信頼性(2). RADIOISOTOPES 1997 ; 46 : 917-932.
- 12) 日本疫学会編集,「疫学－基礎から学ぶために」,株式会社南江堂,1996年10月
- 13) EPICURE : [computer program]. Version 2.12. Seattle (WA) :
HiroSoft International Corporation ; 1993.
- 14) Breslow NE, Day NE. Statistical methods in cancer research : Volume II - The
design and analysis of cohort studies. IARC 1987.
- 15) 古川俊之, 丹後俊郎,「新版医学への統計学」,株式会社朝倉書店 1998年2月
- 16) Cardis E,Gilbert E,Carpenter L,Howe G,Kato I,Armstrong BK,et al. Effects of low
doses and low dose rates of external ionizing radiation, cancer mortality among
nuclear industry workers in three countries. Radiat Res 1995 ; 142 : 117-132.
- 17) Gilbert ES. Some Computer Simulations Based on the Linear Relative Risk Model.
Richland (WA) : Pacific Northwest Laboratory ; 1991. Report No.: PNL-7867.

- 1 8) Muirhead CR, Goodill AA, Haylock RGE, Vokes J, Little MP, Jackson DA, et al. Occupational radiation exposure and mortality, second analysis of the National Registry for Radiation Workers. J Radiol Prot 1999 ; 19 : 3-26.
- 1 9) International Agency for Research on Cancer. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to human. vol83. Tobacco smoke and involuntary smoking. Lyons:IARC,2004
- 2 0) 渡辺 昌,「日本人のがん」,金原出版株式会社 1997 年 11 月
- 2 1) 大島 明,黒石哲生,田島和雄,「がん・統計白書－罹患／死亡／予後－2004」,株式会社篠原出版新社 平成 16 年 6 月
- 2 2) Carpenter L, Beral V, Fraser P, et al. Health related selection and death rates in the United Kingdom Atomic Energy Authority Workforce. Br J Ind Med 1990 ; 47: 248-258.
- 2 3) Howe G R, Chairelli A M, Lindsay J P. Components and modifiers of the healthy worker effect, Evidence from three occupational cohorts and implications for industrial compensation. Am J Epidemiol 1988 ; 128 : 1364-1375.
- 2 4) 小山幸次郎,長期追跡集団における Healthy Worker Effect. 癌の臨床 1999 ; 45 : 1307-1310.
- 2 5) (独)放射線医学総合研究所 監訳「放射線の線源と影響 原子放射線の影響に関する国連科学委員会の総会に対する 2000 年報告書 付属書付」, 株式会社実業公報社 2002 年 3 月
- 2 6) Cardis E, Vrijheid M, Blettner M, Gilbert E, Hakama M, Hill C, et al. Risk of cancer after low doses of ionizing radiation—retrospective cohort study in 15 countries. BMJ 2005 ; 331 : 77-80.
- 2 7) Zablotska L.B, Ashmore P, and Howe G. Analysis of Mortality among Canadian Nuclear Power Industry Workers after Chronic Low-Dose Exposure to Ionizing Radiation. Radiat Res 2004 ; 161 : 633-641.
- 2 8) Howe G, Zablotska LB, Fix J, Egel J, and Buchanan J. Analysis of Mortality Experience amongst U.S.Nuclear Power Industry Workers after Chronic Low-Dose Exposure to Ionizing Radiation. Radiat Res 2004 ; 162 : 517-526.
- 2 9) Pierce DA, Shimizu Y, Preston DL, Vaeth M, Mabuchi K. Studies of the mortality of atomic bomb survivors. Report 12, Part I .Cancer:1950-1990. Radiat Res 1996 ; 146 : 1-27.
- 3 0) Preston DL, Pierce DA, Shimizu Y, Cullings HM, Fujita S, Funamoto S, et al. Effects of Recent Changes in Atomic Bomb Survivor Dosimetry on Cancer Mortality Risk Estimate. Radiat Res 2004 ; 162 : 377-389.

- 3 1) 放射線医学総合研究所 監訳「放射線の線源と影響 原子放射線の影響に関する国連科学委員会の,総会に対する 1994 年報告書 付属書付」,株式会社実業公報社, 1996 年 8 月
- 3 2) Preston DL, Shimizu Y, Pierce DA, Suyama A, Mabuchi K. Studies of Mortality of Atomic Bomb Survivors. Report 13: Solid Cancer and Noncancer Disease Mortality: 1950-1997. Radiat Res 2003 ; 160 : 381-407.
- 3 3) Inoue M, and Tsugane S for the JPHC Study Group. Impact of alcohol drinking on total cancer risk: data from a large-scale population-based cohort study in Japan. Br J Cancer 2005; 92: 182-187.
- 3 4) Fujino Y, Tamakoshi A, Ohno Y, Mizoue T, Tokui N, Yoshimura T, for the JACC Study Group. Prospective Study of Educational Background and Stomach Cancer in Japan. Prev Med 2002; 35 :121-127.
- 3 5) Fujino Y, Tamakoshi A, Iso H, Inaba Y, Kubo T, Ide R, et al. A nationwide cohort study of educational background and major causes of death among the elderly population in Japan. Prev Med 2005 ; 40 : 444-451.

補遺－1 全観察期間（後向き観察を含む）の解析結果について

1.1 解析対象集団

後向き追跡調査を含めて 2004 年（平成 16 年）3 月末までに、生死の確認ができた 211,582 人（男性：210,159 人、女性：1,423 人）のうち、性別、年齢等の解析条件を考慮し、208,428 人（男性）を解析した（付表 1.1-1 p.82）。

1.2 解析方法

(1) 外部比較

外部比較では、放射線業務従事者と全日本人男性（20 歳～85 歳未満）との死因別死亡率を比較し、放射線業務従事者の悪性新生物（主に白血病、その他の悪性新生物）および非新生物疾患の死亡率が全日本人男性と異なるか否かを検討した。また、悪性新生物を部位別に、および非新生物疾患を疾患別に死亡率を検討した。

解析対象集団の死亡率を全日本人男性（20 歳～85 歳未満）の死亡率と比較・検討するために、次式によって標準化死亡比（SMR）を計算した。

$$\text{SMR} = \text{観察死亡数} / \text{期待死亡数}$$

ここで外部比較における期待死亡数は、全日本人男性（20 歳～85 歳未満）の年齢 5 歳階級別死因別死亡率と同率であると仮定して、この死亡率に観察人年を乗じて求めた死亡数である。具体的には、この疫学調査の後向き追跡期間を含む観察期間は 1986 年（昭和 61 年）～2002 年（平成 14 年）であるので、この間を以下の 4 期間に分けて、期間毎に全日本人男性（20 歳～85 歳未満）の年齢 5 歳階級別死因別死亡率を求め、それを各々の期間における標準死亡率とした。期待死亡数は、この標準死亡率に後述する観察人年を乗じて期間毎の期待死亡数を求め、それらの総和を求めることにより得られる。なお、外部比較では、放射線被ばくによる発がんの潜伏期を仮定しなかった。

- ・ 1986 年（昭和 61 年）～1989 年（平成元年）
- ・ 1990 年（平成 2 年）～1994 年（平成 6 年）
- ・ 1995 年（平成 7 年）～1999 年（平成 11 年）
- ・ 2000 年（平成 12 年）～2002 年（平成 14 年）

また、SMR の 95% 信頼区間を求めると共に、両側検定により検定した^{14) 15)}。算出した両側検定の p 値が 0.05 未満の場合、「SMR < 1 の時には有意水準 5% で解析対象集団の死亡率は全日本人男性の死亡率に比べて有意に低い、あるいは SMR > 1 の時には有意水準 5% で全日本人男性の死亡率に比べて有意に高い」と判断した。

(2)内部比較

放射線業務従事者の累積線量と主に悪性新生物（主に白血病、その他の悪性新生物）の死亡率との関連の有無を検討するために、解析対象集団を累積線量により 5 群（10mSv 未満、10mSv 以上 20mSv 未満、20mSv 以上 50mSv 未満、50mSv 以上 100mSv 未満および 100mSv 以上）に分け、観察死亡数（O）と期待死亡数（E）の比（O/E 比）および 95%信頼区間を求めた。また、悪性新生物を部位別に、および非新生物疾患を疾患別に累積線量と死亡率との関連について検討した。

各累積線量群の期待死亡数は、到達年齢（20 歳以上 85 歳未満の 5 歳階級別）、暦年（1986 年（昭和 61 年）～2002 年（平成 14 年）を 4 期間に分類）、および最新の住所地による地域（8 地域に分類）を層別し、線量群を無視した解析対象者全体の地域別の年齢 5 歳階級別死亡率で死亡したと仮定して求めた。したがって、期待死亡数の総和は観察死亡数の総和と一致する^注。

注：付表 1.3-3～付表 1.3-4（pp.87-89）に示す期待死亡数は、小数第 2 位を四捨五入し小数第 1 位まで示しているため、期待死亡数の総和は観察死亡数の総和と一致しない場合がある。

なお、最新の住所地による地域は、最新の生死確認調査において、住民票または除票の写しが交付された市区町村が所在する都道府県をもとに、全国を 8 地域（北海道・東北、関東、北陸、中部、近畿、中国、四国、九州・沖縄）に分類したものである（表 4.5-6、p.24）。

また、上記の年齢、暦年、および最新の住所地に基づいて地域を調整した解析のほかに、年齢、暦年のみを調整した解析も行った（補遺-2、p.91）

内部比較では、放射線被ばくによる潜伏期を白血病では 2 年、その他の新生物では 10 年を仮定した。

累積線量と死亡率との関連の有無を検討するため、死亡率は累積線量とともに増加しないとの仮説を設定し、スコア検定統計量を用いて傾向性の片側検定を行った¹⁴⁾。算出した片側検定の p 値が 0.05 未満の場合には、「有意水準 5%で、解析対象集団の死亡率は累積線量とともに増加する」という有意の傾向性を示す結果が得られたと判断した。

なお、スコア検定統計量を算出する際の各線量群ごとの代表値には、累積線量の平均値を使用した。

一般的に観察数が少ない場合、スコア検定統計量が近似的に標準正規分布に従うとすることは、信頼性に問題があるとされているため、この放射線疫学調査では死亡数が 30 未満でかつ片側検定の p 値が 0.100 未満の場合には、乱数を用いて観察死亡数のシミュレーションを 10 万回繰り返すことにより p 値を算出した¹⁶⁾¹⁷⁾。

(3)被ばく線量の取扱い

この放射線疫学調査では、放射線業務に従事開始以降、中央登録センターに登録された年度線量を時間依存変数として扱い解析に供した。ある放射線業務従事者が同一年度に複数の原子力事業所において放射線業務に従事した場合、その年度の線量記録は合算して中央登録センターから提供された。線量積算の際には、年度線量は当該年度において月単位で一様に放射線を受けたものとして取扱った。また、死亡年度の線量は当該年度の4月1日から死亡日までに月単位で一様に放射線を受けたものとして取扱った。検出限界未満（X 値）は 0mSv として取扱った。

(4)観察人年の計算

観察開始日は、放射線業務に従事した初年度の4月1日、最初に取得した住民票の写し等の交付日から5年遡及した日付、あるいは年齢が20歳に到達した日付のうち、いずれか新しい日付とした。また、潜伏期を仮定する場合には、各個人の観察開始日は、最初に取得した住民票の写し等の交付日から5年遡及した日付、年齢が20歳に到達した日付、または放射線業務に従事した初年度に潜伏期相当年数を加えた年度の4月1日のうち、いずれか新しい日付とした。

観察終了日は最終生存確認日^注、または年齢が85歳に到達する前日のうち、いずれか古い日付とした。

なお、死亡テープが2002年（平成14年）12月31日までしか得られていないため、その翌日以降の人年は計算していない。

注：最終情報が住民票の場合には住民票の写し交付日、転出除票の場合には転出年月日、死亡除票の場合には死亡年月日である。

各個人の生死確認の追跡履歴は異なっているので観察期間は個人ごとに異なるが、各個人の後ろ向き観察期間を含む全観察期間は、1986年（昭和61年）11月28日（最初の住民票交付日から5年さかのぼった日付）から2002年（平成14年）12月31日（死亡テープの最終日付）の間に存在する。

なお、この観察期間内の1999年（平成11年）9月30日に、（株）ジェー・シー・オー東海事業所において臨界事故が発生した。この事故による被ばく線量が1GyEq程度以上と評価された者が、この放射線疫学調査の対象者である場合には、この事故の前日（9月29日）までを観察期間とし、翌日以降の観察を打ち切った。

解析対象者個人の観察開始日から観察終了日までの観察人年を年齢5歳階級ごとに算出し、解析対象者全体の観察人年の総和を求めて、後向き観察期間を含めた全観察期間の総観察人年とした。

(5) 潜伏期の取扱い

被ばくからがん発生までに数年以上のずれ（潜伏期）があると考えられているので、内部比較を行う場合には、白血病については潜伏期を 2 年、白血病以外の新生物では潜伏期を 10 年と仮定した¹⁶⁾¹⁸⁾。

この放射線疫学調査において、潜伏期を仮定する場合には、観察終了日から潜伏期に相当する年数を遡った期間に受けた被ばく線量は除外した。また、英国放射線防護庁が実施した解析方法¹⁸⁾に準じて、従事開始初期から潜伏期に相当する期間を観察期間に含めないこととしたので、潜伏期を仮定しない場合と潜伏期を仮定した場合とでは観察死亡数が異なっている。即ち、個人の観察開始日は、放射線業務に従事した初年度を遅延させて、潜伏期に相当する年数を加えた年度の 4 月 1 日とする場合がある。このため、観察死亡数や観察人年は、潜伏期を仮定しない場合に比べ減少することとなる。

1. 3 解析結果

(1) 外部比較(全観察期間)

全日本人男性（20 歳～85 歳未満）の死亡率と比較した死因別標準化死亡比（SMR）を付表 1.3-1～付表 1.3-2（pp.83-84）、付図 1.3-1～付図 1.3-2（pp.85-86）に示す。

なお、外部比較では、放射線被ばくによる発がんの潜伏期を仮定していない。

全死因および新生物以外の死因：

全死因、非新生物疾患の SMR は、各々 0.94（95%CI：0.92- 0.96）、0.85（95%CI：0.83- 0.88）であり、全日本人男性死亡率に比べ、有意に低かった。また、非新生物疾患を疾患別にみても、有意に高いものはなかった。

外因死の SMR は 1.10（95%CI：1.05- 1.15）であり有意に高かった。

全新生物：

良性および性質不詳の新生物を含めた全新生物の SMR は 0.97（95%CI：0.94- 1.00）であり、全日本人男性死亡率との有意差は認められなかった。

全悪性新生物、白血病を除く全悪性新生物：

全悪性新生物、白血病を除く全悪性新生物の SMR は、いずれも 0.98（95%CI：0.95- 1.01）であり、全日本人男性死亡率との有意差は認められなかった。

部位別の悪性新生物：

慢性リンパ性白血病を除く白血病の SMR は、0.98（95%CI：0.81-1.18）であり、全日本人男性死亡率との有意差は認められなかった。

その他の部位の悪性新生物には、有意に高いものはなかった。

なお、非ホジキンリンパ腫、および脳・神経系の新生物は有意に低かった。

(2)内部比較(全観察期間)

死亡率と累積線量との関連を求めた傾向性検定の結果を付表 1.3-3～付表 1.3-4 (pp.87-90) に示す。

なお、ここでは、年齢、暦年、および最新住所地による地域を調整し、放射線被ばくによる発がんの潜伏期を白血病で 2 年、その他の新生物で 10 年と仮定した結果を示す。

全死因および新生物以外の死因：

全死因、非新生物疾患、および外因死の死亡率には、累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった（全死因：p 値=0.140、非新生物疾患：p 値=0.482、外因死：p 値=0.261）。また、非新生物疾患を疾患別にみても、死亡率は累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった（いずれの疾患も p 値>0.05）。

全新生物：

良性および性質不詳の新生物を含めた全新生物の死亡率には、累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった（p 値=0.103）。

白血病を除く全悪性新生物：

白血病を除く全悪性新生物の死亡率は、累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった（p 値=0.071）。

部位別の悪性新生物：

慢性リンパ性白血病を除く白血病の死亡率は、累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった（p 値=0.607）。

食道、肝臓の悪性新生物の死亡率は、累積線量とともに増加する有意の傾向を示した（食道がん：p 値=0.002、肝臓がん：p 値=0.043）。

その他の部位の悪性新生物には、有意の増加傾向を示したものはなかった。

1.4 慢性リンパ性白血病を除く白血病のリスク推定

放射線疫学調査では、死亡率と被ばく線量との関連を調査するうえで過剰相対リスクを求めることが広く行われている。白血病の死亡率と被ばく線量との関連において、喫煙等の生活習慣が交絡因子になる可能性は少ないと言われているので、ここでは、慢性リンパ性白血病を除く白血病の単位線量当たりの過剰相対リスク推定値と 90%信頼区間を算出した。

なお、白血病を除く悪性新生物の死亡率と被ばく線量との関連においては、喫煙等の生活習慣が交絡因子となる可能性が考えられる。この第Ⅲ期調査の時点においては、死亡解析の際に喫煙等の生活習慣を調整する解析を実施できる状況にないので、白血病を除く悪性新生物（固形がん）のリスク評価解析を実施する段階には至っていない。

(1) 解析対象者

後向き追跡調査を含めた全観察期間に亘る解析対象者 208,428 人（内、慢性リンパ性白血病を除く白血病の死亡者数は 114 人）を対象に解析した。

(2) 解析方法

死亡率は累積被ばく線量に対して直線的に増加するとの仮定の下に、過剰相対リスク推定値を、次の式で表されるしきい値なしの一次線形モデルを適用して求めた。解析にあたっては、潜伏期を 2 年と仮定し、年齢（20 歳～85 歳未満、5 歳階級）、暦年（1986 年-2002 年、4 区分）、および最新住所地による地域を層別した。なお、解析プログラムは AMFIT を使用した。

$$\lambda = \lambda_{0(a,y,d)} (1 + \beta D_k)$$

λ : 解析対象集団死亡率

$\lambda_{0(a,y,d)}$: バックグラウンド死亡率

a;年齢、y;暦年、d;地域

β : 過剰相対リスク推定値 (/Sv)

D_k : 累積線量 (mSv) を<10,10-,20-,50-,100+の 5 群に分類した場合の、各々のカテゴリーの平均累積線量。

但し、解析にあたっては、mSv を Sv に単位換算した。

(3) 解析結果

解析対象死因	過剰相対リスク (90%信頼区間)
白血病 (慢性リンパ性白血病を除く)	-1.34/Sv(-6.47, 3.80)

注：潜伏期を 2 年と仮定し、年齢、暦年および最新住所地による地域を調整。

付表 1. 1 - 1 解析対象集団（全観察期間）の設定

	対象者数	備 考
(1)生死確認者	211,582 男性：210,159 女性： 1,423	後向きの追跡を含め、2004 年（平成 16 年）3 月 31 日までに生死を確認できた者。
除外対象者		除外理由
(2)女性	1,423	死亡者が少数であるため信頼性のある統計学的解析結果が得られないと判断したため。なお、参考として外部比較の結果を示す(補遺-4、p.105)。
(3)転出日、または死亡日が、除票の写しの交付日から 5 年遡った日付よりも古い日付の除票のみの交付を受けていた男性	1,704	除票の保存期間は 5 年間と定められているが、交付日より 5 年以前に消除された除票が交付されたものがあったため。
(4) 個人の観察期間にわたって年齢が 20 歳未満の者および 85 歳以上の男性	27	人口動態統計では年齢 5 歳階級別死因別死亡数が記載されており、18 歳～19 歳の死亡数が得られないため、外部比較の際の標準死亡率が求められない。また、85 歳以上の死亡では死亡診断書の正確性に問題のあることが少なくないことを考慮したため。
解析対象集団 =(1)-(2)-(3)-(4)	208,428	

付表 1. 3-1 死因別標準化死亡比(SMR)
(全観察期間)

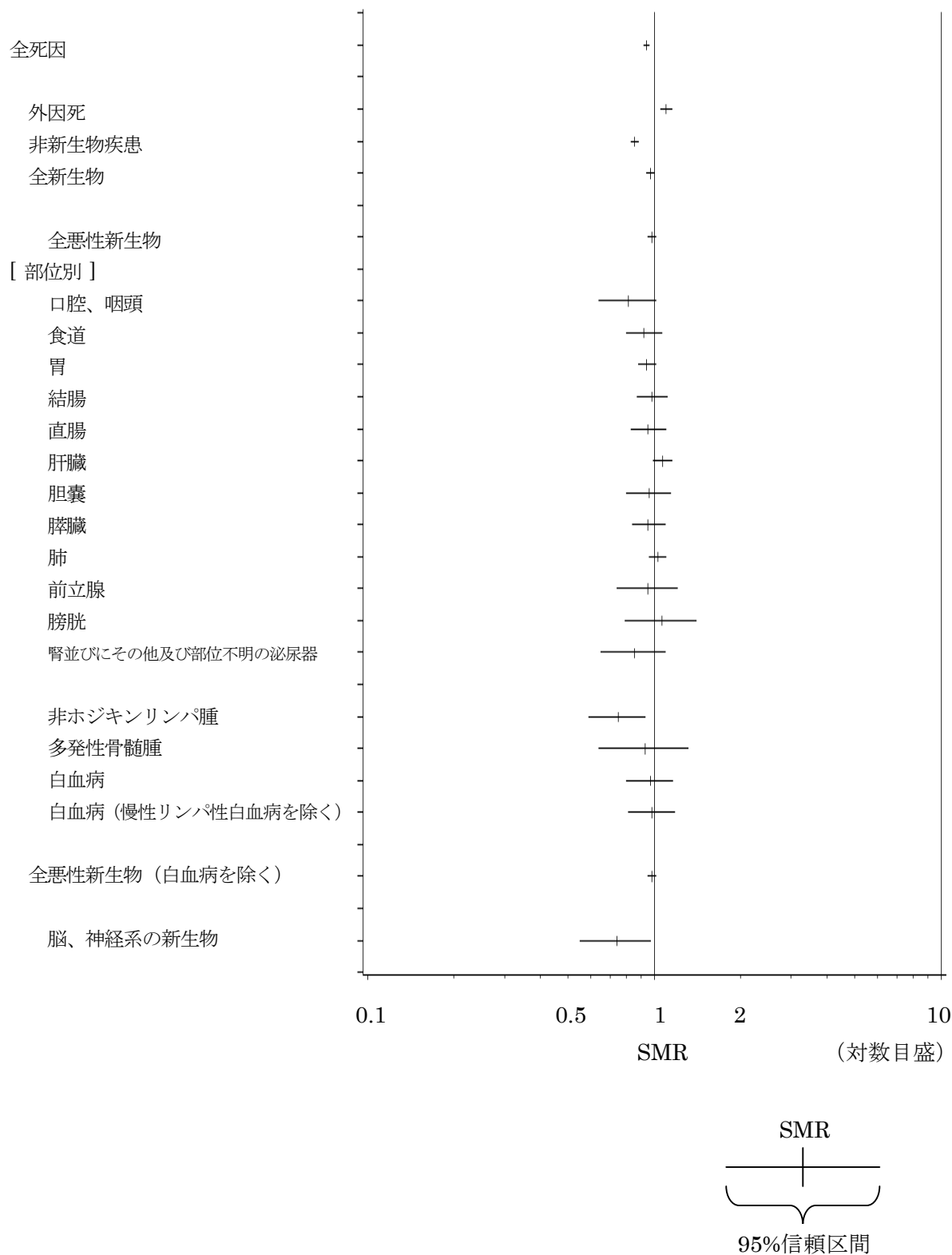
死因	観察 死亡数	期待 死亡数	SMR	95%信頼区間	両側検定結果 p値
全死因	10,489	11,149.5	0.94	(0.92 - 0.96)	0.000
外因死	1,820	1660.1	1.10	(1.05 - 1.15)	0.000
非新生物疾患	4,444	5,205.8	0.85	(0.83 - 0.88)	0.000
全新生物	4,166	4,283.5	0.97	(0.94 - 1.00)	0.074
全悪性新生物 [部 位 別]	4,092	4,179.2	0.98	(0.95 - 1.01)	0.180
口腔、咽頭	78	96.4	0.81	(0.64 - 1.01)	0.068
食道	211	228.5	0.92	(0.80 - 1.06)	0.262
胃	780	829.1	0.94	(0.88 - 1.01)	0.091
結腸	262	266.5	0.98	(0.87 - 1.11)	0.807
直腸	196	205.4	0.95	(0.83 - 1.10)	0.535
肝臓	737	691.2	1.07	(0.99 - 1.15)	0.085
胆嚢	129	134.8	0.96	(0.80 - 1.14)	0.650
膵臓	235	246.1	0.95	(0.84 - 1.09)	0.500
肺	805	783.6	1.03	(0.96 - 1.10)	0.454
前立腺	72	75.7	0.95	(0.74 - 1.20)	0.711
膀胱	50	47.0	1.06	(0.79 - 1.40)	0.718
腎並びにその他及び 部位不明の泌尿器	61	71.8	0.85	(0.65 - 1.09)	0.223
非ホジキンリンパ腫	81	107.4	0.75	(0.60 - 0.94)	0.012
多発性骨髄腫	32	34.5	0.93	(0.64 - 1.31)	0.739
白血病 ^{注1}	115	118.6	0.97	(0.80 - 1.16)	0.773
白血病 (慢性リンパ性白血病を除く)	114	116.4	0.98	(0.81 - 1.18)	0.858
全悪性新生物(白血病を除く)	3,977	4,060.5	0.98	(0.95 - 1.01)	0.193
脳、神経系の新生物 ^{注2}	49	66.5	0.74	(0.55 - 0.97)	0.037

注1: 慢性リンパ性白血病の1例を含む。

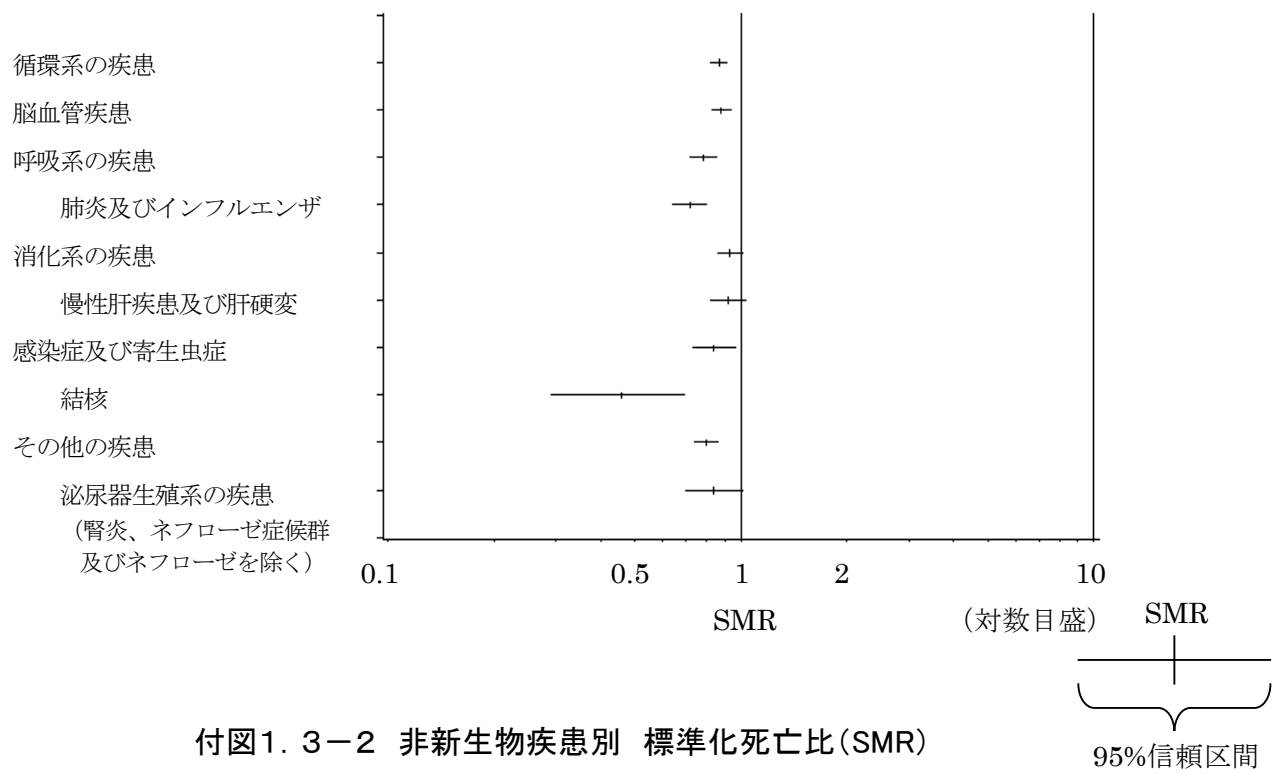
注2: 悪性、良性および性状不詳の新生物。

付表 1. 3-2 非新生物疾患の死因別標準化死亡比(SMR)
(全観察期間)

死因	観察 死亡数	期待 死亡数	SMR	95%信頼区間	両側検定結果 p値
循環系の疾患	1354	1564.8	0.87	(0.82 - 0.91)	0.000
脳血管疾患	1014	1148.1	0.88	(0.83 - 0.94)	0.000
呼吸系の疾患	584	746.3	0.78	(0.72 - 0.85)	0.000
肺炎及びインフルエンザ	324	449.3	0.72	(0.64 - 0.80)	0.000
消化系の疾患	592	635.6	0.93	(0.86 - 1.01)	0.088
慢性肝疾患及び肝硬変	317	344.4	0.92	(0.82 - 1.03)	0.147
感染症及び寄生虫症	194	230.2	0.84	(0.73 - 0.97)	0.019
結核	23	50.4	0.46	(0.29 - 0.69)	0.000
その他の疾患	706	880.9	0.80	(0.74 - 0.86)	0.000
泌尿生殖系の疾患 (腎炎、ネフローゼ症候群及び ネフローゼを除く)	120	142.8	0.84	(0.70 - 1.01)	0.062



付図1. 3－1 死因別標準化死亡比(SMR)
(全観察期間)



付表1. 3-3 死因別累積線量群別O/E比及び傾向性の検定結果(1)
(全観察期間、 潜伏期：白血病2年、その他の新生物10年 年齢、暦年、地域を調整)

死 因	累積線量群(mSv)					傾向性の 片側検定結果 p値
	<10	10-	20-	50-	100+	
	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	
	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	
全死因	7764 7923.6 0.98 (0.96 - 1.00)	1033 919.2 1.12 (1.06 - 1.19)	997 944.7 1.06 (0.99 - 1.12)	429 439.9 0.98 (0.89 - 1.07)	266 261.6 1.02 (0.90 - 1.15)	0.140
外因死	1300 1359.1 0.96 (0.91 - 1.01)	210 164.4 1.28 (1.11 - 1.46)	177 168.7 1.05 (0.90 - 1.22)	91 80.3 1.13 (0.91 - 1.39)	42 47.5 0.88 (0.64 - 1.20)	0.261
非新生物疾患	3311 3365.7 0.98 (0.95 - 1.02)	437 387.7 1.13 (1.02 - 1.24)	424 398.6 1.06 (0.96 - 1.17)	163 183.6 0.89 (0.76 - 1.03)	109 108.4 1.01 (0.83 - 1.21)	0.482
全新生物 ^{注1}	2449 2503.8 0.98 (0.94 - 1.02)	325 301.1 1.08 (0.97 - 1.20)	329 304.0 1.08 (0.97 - 1.21)	133 130.2 1.02 (0.86 - 1.21)	64 60.9 1.05 (0.81 - 1.34)	0.103
全悪性新生物 ^{注1}	2407 2464.6 0.98 (0.94 - 1.02)	320 296.3 1.08 (0.96 - 1.21)	326 299.5 1.09 (0.97 - 1.21)	133 128.4 1.04 (0.87 - 1.23)	63 60.2 1.05 (0.80 - 1.34)	0.085
[部 位 別] 口腔、咽頭	52 50.2 1.03 (0.77 - 1.36)	5 6.0 0.83 (0.27 - 1.94)	6 6.0 1.00 (0.37 - 2.18)	1 2.6 0.39 (0.01 - 2.17)	2 1.2 1.66 (0.20 - 6.01)	0.512
食道	108 125.6 0.86 (0.71 - 1.04)	18 14.5 1.24 (0.74 - 1.96)	20 14.5 1.38 (0.84 - 2.13)	14 6.3 2.23 (1.22 - 3.75)	4 3.1 1.28 (0.35 - 3.27)	0.002
胃	434 453.6 0.96 (0.87 - 1.05)	62 54.3 1.14 (0.88 - 1.46)	61 54.7 1.12 (0.85 - 1.43)	28 23.4 1.20 (0.80 - 1.73)	12 11.0 1.09 (0.56 - 1.90)	0.096
結腸	163 157.0 1.04 (0.89 - 1.21)	11 18.4 0.60 (0.30 - 1.07)	22 18.5 1.19 (0.74 - 1.80)	5 7.7 0.65 (0.21 - 1.52)	4 3.4 1.16 (0.32 - 2.98)	0.614

付表1. 3-3 死因別累積線量群別O/E比及び傾向性の検定結果(2)
(全観察期間、 潜伏期：白血病2年、その他の新生物10年 年齢、暦年、地域を調整)

死 因	累積線量群(mSv)					傾向性の 片側検定結果 p値
	<10	10-	20-	50-	100+	
	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	
	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	
直腸	120 118.5 1.01 (0.84 - 1.21)	12 14.5 0.83 (0.43 - 1.44)	14 15.1 0.93 (0.51 - 1.56)	9 6.7 1.34 (0.61 - 2.55)	3 3.2 0.95 (0.19 - 2.76)	0.414
肝臓	415 438.3 0.95 (0.86 - 1.04)	70 53.5 1.31 (1.02 - 1.65)	53 53.2 1.00 (0.75 - 1.30)	26 22.6 1.15 (0.75 - 1.68)	14 10.4 1.35 (0.74 - 2.26)	0.043
胆嚢	92 83.0 1.11 (0.89 - 1.36)	12 10.0 1.20 (0.62 - 2.09)	4 10.4 0.39 (0.11 - 0.99)	1 4.4 0.22 (0.01 - 1.25)	1 2.2 0.45 (0.01 - 2.50)	0.989
膵臓	131 138.6 0.95 (0.79 - 1.12)	19 16.9 1.13 (0.68 - 1.76)	22 17.2 1.28 (0.80 - 1.94)	8 7.1 1.12 (0.48 - 2.21)	3 3.2 0.95 (0.20 - 2.77)	0.250
肺	507 503.4 1.01 (0.92 - 1.10)	57 59.3 0.96 (0.73 - 1.25)	63 60.5 1.04 (0.80 - 1.33)	23 25.7 0.89 (0.57 - 1.34)	11 12.0 0.91 (0.46 - 1.63)	0.686
前立腺	48 50.1 0.96 (0.71 - 1.27)	6 5.7 1.04 (0.38 - 2.27)	8 6.0 1.33 (0.58 - 2.63)	3 2.7 1.11 (0.23 - 3.24)	1 1.4 0.71 (0.02 - 3.95)	0.449
膀胱	31 28.5 1.09 (0.74 - 1.54)	3 3.5 0.85 (0.18 - 2.49)	3 3.6 0.82 (0.17 - 2.41)	0 1.6 0.00 (0.00 - 2.35)	1 0.8 1.29 (0.03 - 7.20)	0.754
腎並びにその他及び 部位不明の泌尿器	35 41.5 0.84 (0.59 - 1.17)	8 5.1 1.56 (0.67 - 3.08)	11 5.1 2.16 (1.08 - 3.86)	1 2.3 0.44 (0.01 - 2.46)	0 1.1 0.00 (0.00 - 3.50)	0.548
非ホジキンリンパ腫	50 49.8 1.00 (0.75 - 1.32)	6 5.9 1.01 (0.37 - 2.21)	5 5.7 0.87 (0.28 - 2.03)	3 2.4 1.25 (0.26 - 3.67)	1 1.2 0.87 (0.02 - 4.82)	0.504

付表1. 3-3 死因別累積線量群別O/E比及び傾向性の検定結果(3)
(全観察期間、 潜伏期：白血病2年、その他の新生物10年 年齢、暦年、地域を調整)

死 因	累積線量群(mSv)					傾向性の 片側検定結果 p値
	<10	10-	20-	50-	100+	
	観察死亡数	観察死亡数	観察死亡数	観察死亡数	観察死亡数	
	期待死亡数	期待死亡数	期待死亡数	期待死亡数	期待死亡数	
	O/E比	O/E比	O/E比	O/E比	O/E比	
	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	
多発性骨髄腫	21 18.7 1.12 (0.69 - 1.72)	1 2.6 0.38 (0.01 - 2.13)	0 2.8 0.00 (0.00 - 1.31)	1 1.3 0.77 (0.02 - 4.31)	3 0.6 5.33 (1.10 - 15.59)	0.063 ^{注2}
白血病 ^{注3}	80 82.5 0.97 (0.77 - 1.21)	10 10.2 0.98 (0.47 - 1.80)	13 10.5 1.24 (0.66 - 2.12)	7 5.0 1.41 (0.57 - 2.90)	1 2.8 0.36 (0.01 - 2.01)	0.574
白血病 (慢性リンパ性 白血病を除く)	80 81.7 0.98 (0.78 - 1.22)	10 10.2 0.98 (0.47 - 1.81)	12 10.4 1.15 (0.59 - 2.01)	7 5.0 1.41 (0.57 - 2.91)	1 2.8 0.36 (0.01 - 2.02)	0.607
全悪性新生物 (白血病を除く)	2340 2398.5 0.98 (0.94 - 1.02)	313 288.0 1.09 (0.97 - 1.21)	316 291.2 1.09 (0.97 - 1.21)	130 124.8 1.04 (0.87 - 1.24)	62 58.5 1.06 (0.81 - 1.36)	0.071
脳、神経系 ^{注4}	24 20.7 1.16 (0.74 - 1.73)	1 2.6 0.38 (0.01 - 2.14)	2 2.4 0.83 (0.10 - 3.00)	0 0.9 0.00 (0.00 - 3.92)	0 0.4 0.00 (0.00 - 10.33)	0.914

注1: 白血病を含め潜伏期10年とした。

注2: シミュレーションによるp値である。

注3: 慢性リンパ性白血病1例を含む。

注4: 悪性、良性及び性状不詳の新生物。

付表1. 3-4 非新生物疾患別 傾向性の検定結果
(全観察期間、 年齢、暦年、地域を調整)

死 因	累積線量群(mSv)					傾向性の 片側検定結果 p値
	<10	10-	20-	50-	100+	
	観察死亡数	観察死亡数	観察死亡数	観察死亡数	観察死亡数	
	期待死亡数	期待死亡数	期待死亡数	期待死亡数	期待死亡数	
	O/E比	O/E比	O/E比	O/E比	O/E比	
	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	
循環系の疾患	1019 1022.4 1.00 (0.94 - 1.06)	124 118.7 1.04 (0.87 - 1.25)	129 121.9 1.06 (0.88 - 1.26)	47 56.8 0.83 (0.61 - 1.10)	35 34.2 1.02 (0.71 - 1.42)	0.606
脳血管疾患	740 766.4 0.97 (0.9 - 1.04)	110 88.2 1.25 (1.03 - 1.50)	103 91.5 1.13 (0.92 - 1.37)	33 42.6 0.77 (0.53 - 1.09)	28 25.3 1.11 (0.73 - 1.6)	0.332
呼吸系の疾患	435 451.4 0.96 (0.88 - 1.06)	61 48.9 1.25 (0.95 - 1.60)	61 50.2 1.21 (0.93 - 1.56)	16 21.4 0.75 (0.43 - 1.22)	11 12.2 0.90 (0.45 - 1.61)	0.543
肺炎及びインフルエンザ	238 251.0 0.95 (0.83 - 1.08)	35 27.3 1.28 (0.89 - 1.78)	33 27.7 1.19 (0.82 - 1.68)	10 11.5 0.87 (0.42 - 1.60)	8 6.6 1.21 (0.52 - 2.39)	0.201
消化系の疾患	439 445.2 0.99 (0.90 - 1.08)	63 52.9 1.19 (0.91 - 1.52)	46 53.7 0.86 (0.63 - 1.14)	33 25.3 1.31 (0.90 - 1.83)	11 15.0 0.74 (0.37 - 1.32)	0.601
慢性肝疾患及び肝硬変	228 237.8 0.96 (0.84 - 1.09)	43 28.9 1.49 (1.08 - 2.00)	24 29.1 0.83 (0.53 - 1.23)	17 13.6 1.25 (0.73 - 2.00)	5 7.6 0.66 (0.21 - 1.54)	0.608
感染症及び寄生虫症	139 146.3 0.95 (0.80 - 1.12)	18 17.1 1.05 (0.62 - 1.66)	20 17.4 1.15 (0.70 - 1.77)	12 8.2 1.47 (0.76 - 2.56)	5 5.0 1.00 (0.32 - 2.33)	0.179
結核	17 17.4 0.98 (0.57 - 1.57)	1 2.1 0.48 (0.01 - 2.66)	4 2.1 1.92 (0.52 - 4.91)	1 0.9 1.08 (0.03 - 6.00)	0 0.5 0.00 (0.00 - 7.27)	0.588
その他の疾患	539 534.1 1.01 (0.93 - 1.10)	61 61.9 0.99 (0.75 - 1.27)	65 63.9 1.02 (0.79 - 1.30)	22 29.4 0.75 (0.47 - 1.13)	19 16.7 1.13 (0.68 - 1.77)	0.581
泌尿生殖系の疾患 (腎炎、ネフローゼ症候群 及びネフローゼを除く)	95 93.2 1.02 (0.82 - 1.25)	9 10.0 0.90 (0.41 - 1.70)	8 10.0 0.80 (0.34 - 1.57)	7 4.4 1.58 (0.63 - 3.25)	1 2.3 0.44 (0.01 - 2.43)	0.639

補遺－２ 年齢、暦年を調整した内部比較結果について

この報告書では、内部比較において、年齢、暦年、および最新の住所地に基づいて地域を調整して、死因別死亡率と累積線量との関連の有無を検討した。

ここでは、前向き観察期間、および後向き観察期間を含む全観察期間について、年齢、暦年のみを調整した内部比較を行い、死因別死亡率と累積線量との関連の有無を検討した。潜伏期については、白血病では２年、その他の新生物では１０年を仮定した。

なお、累積線量、年齢および暦年のカテゴリーの区分は、前向き観察の場合には「５. 解析方法」の５.２内部比較（p.29）、全観察の場合には補遺-１の１.２(２)内部比較（p.77）に示す方法と同様である。

１. 前向き観察期間

死亡率と累積線量との傾向性検定の結果を付表 2.1（p.93）に示す。

全死因および新生物以外の死因：

全死因、外因死の死亡率は、累積線量とともに増加する有意の傾向を示した（全死因：p 値=0.002、外因死：p 値=0.008）。

非新生物疾患の死亡率は、累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった（p 値=0.112）。

全新生物：

良性および性質不詳の新生物を含めた全新生物の死亡率は、累積線量とともに増加する有意の傾向を示した（p 値=0.012）。

白血病を除く全悪性新生物：

白血病を除く全悪性新生物の死亡率は、累積線量とともに増加する有意の傾向を示した（p 値=0.009）。

部位別の悪性新生物：

慢性リンパ性白血病を除く白血病の死亡率には、累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった（p 値=0.654）。

食道、胃、肝臓の悪性新生物および多発性骨髄腫の死亡率は、累積線量とともに有意の増加傾向を示した（食道がん：p 値=0.002、胃がん：p 値=0.049、肝臓がん：p 値=0.042、多発性骨髄腫：p 値=0.007）。

その他の部位の悪性新生物には、前回第Ⅱ期調査において増加傾向が有意であった直腸の悪性新生物を含めて、有意の増加傾向を示したものはなかった。

2. 全観察期間

死亡率と累積線量との傾向性検定の結果を付表 2.2 (p.96) に示す。

全死因および新生物以外の死因：

全死因、外因死の死亡率は、累積線量とともに増加する有意の傾向を示した（各々 p 値 = 0.002、 p 値 = 0.010）。

非新生物疾患の死亡率は、累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった（ p 値 = 0.160）。

全新生物：

良性および性質不詳の新生物を含めた全新生物の死亡率は、累積線量とともに増加する有意の傾向を示した（ p 値 = 0.020）。

白血病を除く全悪性新生物：

白血病を除く全悪性新生物の死亡率は、累積線量とともに増加する有意の傾向を示した（ p 値 = 0.012）。

部位別の悪性新生物：

慢性リンパ性白血病を除く白血病の死亡率には、累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった（ p 値 = 0.526）。

食道、胃、肝臓の悪性新生物および多発性骨髄腫の死亡率は、累積線量とともに増加する有意の傾向を示した（食道がん： p 値 = 0.002、胃がん： p 値 = 0.048、肝臓がん： p 値 = 0.045、多発性骨髄腫： p 値 = 0.024）。

その他の部位の悪性新生物には、有意の増加傾向を示したものはなかった。

付表2.1 死因別累積線量群別O/E比及び傾向性の検定結果(1)
(前向き観察期間、潜伏期：白血病2年 その他の新生物10年、年齢、暦年を調整)

死 因	累積線量群(mSv)					傾向性の 片側検定結果 p値
	<10	10-	20-	50-	100+	
	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	
	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	
全死因	5543 5742.2 0.97 (0.94 - 0.99)	771 682.1 1.13 (1.05 - 1.21)	790 706.2 1.12 (1.04 - 1.20)	343 334.7 1.02 (0.92 - 1.14)	223 204.9 1.09 (0.95 - 1.24)	0.002
外因死	793 862.9 0.92 (0.86 - 0.99)	142 108.4 1.31 (1.10 - 1.54)	131 111.7 1.17 (0.98 - 1.39)	68 53.3 1.28 (0.99 - 1.62)	34 31.7 1.07 (0.74 - 1.50)	0.008
非新生物疾患	2413 2492.1 0.97 (0.93 - 1.01)	333 292.8 1.14 (1.02 - 1.27)	348 303.9 1.15 (1.03 - 1.27)	132 143.0 0.92 (0.77 - 1.09)	93 87.3 1.07 (0.86 - 1.31)	0.112
全新生物 ^{注1}	2003 2073.0 0.97 (0.92 - 1.01)	273 247.9 1.10 (0.97 - 1.24)	280 253.3 1.11 (0.98 - 1.24)	124 112.8 1.10 (0.91 - 1.31)	61 54.1 1.13 (0.86 - 1.45)	0.012
全悪性新生物 ^{注1}	1973 2044.6 0.97 (0.92 - 1.01)	268 244.3 1.10 (0.97 - 1.24)	278 249.6 1.11 (0.99 - 1.25)	124 111.2 1.12 (0.93 - 1.33)	60 53.4 1.12 (0.86 - 1.45)	0.009
[部 位 別] 口腔、咽頭	44 42.2 1.04 (0.76 - 1.40)	3 5.1 0.59 (0.12 - 1.72)	6 5.2 1.16 (0.42 - 2.52)	1 2.3 0.43 (0.01 - 2.38)	2 1.1 1.75 (0.21 - 6.32)	0.441
食道	90 108.2 0.83 (0.67 - 1.02)	18 12.9 1.40 (0.83 - 2.21)	18 13.2 1.37 (0.81 - 2.16)	13 5.9 2.22 (1.18 - 3.79)	4 2.9 1.39 (0.38 - 3.55)	0.002
胃	348 368.1 0.95 (0.85 - 1.05)	52 44.5 1.17 (0.87 - 1.53)	52 45.6 1.14 (0.85 - 1.50)	24 20.3 1.18 (0.76 - 1.76)	12 9.5 1.26 (0.65 - 2.20)	0.049
結腸	125 119.1 1.05 (0.87 - 1.25)	8 14.0 0.57 (0.25 - 1.13)	16 14.4 1.11 (0.64 - 1.81)	5 6.4 0.78 (0.25 - 1.83)	3 3.1 0.96 (0.20 - 2.82)	0.675

付表2.1 死因別累積線量群別O/E比及び傾向性の検定結果(2)
(前向き観察期間、潜伏期：白血病2年 その他の新生物10年、年齢、暦年を調整)

死 因	累積線量群(mSv)					傾向性の 片側検定結果 p値
	<10	10-	20-	50-	100+	
	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	
	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	
直腸	96 98.8 0.97 (0.79 - 1.19)	10 11.9 0.84 (0.40 - 1.54)	13 12.1 1.07 (0.57 - 1.83)	9 5.5 1.65 (0.75 - 3.12)	3 2.7 1.13 (0.23 - 3.30)	0.152
肝臓	348 369.3 0.94 (0.85 - 1.05)	58 45.1 1.29 (0.98 - 1.66)	46 45.8 1.00 (0.74 - 1.34)	26 20.8 1.25 (0.82 - 1.83)	13 10.0 1.30 (0.69 - 2.22)	0.042
胆嚢	82 73.6 1.11 (0.89 - 1.38)	10 8.7 1.15 (0.55 - 2.12)	4 9.0 0.45 (0.12 - 1.14)	0 3.9 0.00 (0.00 - 0.94)	1 1.9 0.53 (0.01 - 2.98)	0.986
膵臓	107 112.6 0.95 (0.78 - 1.15)	16 13.5 1.19 (0.68 - 1.93)	17 13.9 1.23 (0.71 - 1.96)	6 6.2 0.97 (0.36 - 2.12)	3 2.9 1.03 (0.21 - 3.00)	0.335
肺	423 426.2 0.99 (0.90 - 1.09)	51 49.7 1.03 (0.76 - 1.35)	54 50.9 1.06 (0.80 - 1.38)	22 22.3 0.99 (0.62 - 1.49)	10 10.8 0.92 (0.44 - 1.70)	0.521
前立腺	44 46.4 0.95 (0.69 - 1.27)	5 5.1 0.98 (0.32 - 2.30)	7 5.2 1.35 (0.54 - 2.79)	3 2.2 1.37 (0.28 - 3.99)	1 1.1 0.89 (0.02 - 4.98)	0.308
膀胱	27 23.7 1.14 (0.75 - 1.66)	1 2.7 0.37 (0.01 - 2.08)	2 2.8 0.72 (0.09 - 2.59)	0 1.2 0.00 (0.00 - 3.03)	1 0.6 1.71 (0.04 - 9.51)	0.699
腎並びにその他及び 部位不明の泌尿器	29 34.2 0.85 (0.57 - 1.22)	5 4.1 1.23 (0.40 - 2.87)	10 4.1 2.42 (1.16 - 4.45)	1 1.8 0.55 (0.01 - 3.07)	0 0.8 0.00 (0.00 - 4.43)	0.462
非ホジキンリンパ腫	34 36.3 0.94 (0.65 - 1.31)	6 4.3 1.38 (0.51 - 3.01)	4 4.4 0.90 (0.25 - 2.31)	3 2.0 1.50 (0.31 - 4.39)	1 1.0 1.04 (0.03 - 5.79)	0.315

付表2.1 死因別累積線量群別O/E比及び傾向性の検定結果(3)
(前向き観察期間、潜伏期：白血病2年 その他の新生物10年、 年齢、暦年を調整)

死 因	累積線量群(mSv)					傾向性の 片側検定結果 p値
	<10	10-	20-	50-	100+	
	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	
	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	
多発性骨髄腫	13 13.6 0.95 (0.51 - 1.63)	1 1.6 0.61 (0.02 - 3.42)	0 1.6 0.00 (0.00 - 2.24)	1 0.7 1.36 (0.03 - 7.60)	3 0.3 8.62 (1.78 - 25.19)	0.007 ^{注2}
白血病 ^{注3}	59 59.7 0.99 (0.75 - 1.27)	6 7.2 0.83 (0.31 - 1.82)	10 7.4 1.36 (0.65 - 2.5)	4 3.6 1.12 (0.30 - 2.86)	1 2.1 0.47 (0.01 - 2.61)	0.623
白血病 (慢性リンパ性 白血病を除く)	59 59.0 1.00 (0.76 - 1.29)	6 7.1 0.84 (0.31 - 1.84)	9 7.3 1.24 (0.57 - 2.35)	4 3.5 1.13 (0.31 - 2.89)	1 2.1 0.47 (0.01 - 2.64)	0.654
全悪性新生物 (白血病を除く)	1923 1994.3 0.96 (0.92 - 1.01)	264 238.1 1.11 (0.98 - 1.25)	269 243.3 1.11 (0.98 - 1.25)	121 108.3 1.12 (0.93 - 1.34)	59 52.0 1.13 (0.86 - 1.46)	0.009
脳、神経系 ^{注4}	17 14.2 1.19 (0.70 - 1.91)	1 1.8 0.55 (0.01 - 3.05)	1 1.8 0.55 (0.01 - 3.06)	0 0.8 0.00 (0.00 - 4.71)	0 0.3 0.00 (0.00 - 10.84)	0.907

注1：白血病を含め潜伏期10年とした。

注2：シミュレーションによるp値である。

注3：慢性リンパ性白血病1例を含む。

注4：悪性、良性及び性状不詳の新生物。

付表2.2 死因別累積線量群別O/E比及び傾向性の検定結果(1)
(全観察期間、 潜伏期：白血病2年、その他の新生物10年 年齢、暦年を調整)

死 因	累積線量群(mSv)					傾向性の 片側検定結果 p値
	<10	10-	20-	50-	100+	
	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	
	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	
全死因	7764 8007.0 0.97 (0.95 - 0.99)	1033 900.1 1.15 (1.08 - 1.22)	997 916.6 1.09 (1.02 - 1.16)	429 420.2 1.02 (0.93 - 1.12)	266 245.0 1.09 (0.96 - 1.22)	0.002
外因死	1300 1386.6 0.94 (0.89 - 0.99)	210 160.1 1.31 (1.14 - 1.50)	177 159.7 1.11 (0.95 - 1.28)	91 73.0 1.25 (1.00 - 1.53)	42 40.6 1.03 (0.75 - 1.40)	0.010
非新生物疾患	3311 3396.7 0.97 (0.94 - 1.01)	437 379.5 1.15 (1.05 - 1.26)	424 387.8 1.09 (0.99 - 1.20)	163 176.8 0.92 (0.79 - 1.08)	109 103.2 1.06 (0.87 - 1.27)	0.160
全新生物 ^{注1}	2449 2525.3 0.97 (0.93 - 1.01)	325 295.6 1.10 (0.98 - 1.23)	329 295.7 1.11 (1.00 - 1.24)	133 125.3 1.06 (0.89 - 1.26)	64 58.0 1.10 (0.85 - 1.41)	0.020
全悪性新生物 ^{注1}	2407 2486.1 0.97 (0.93 - 1.01)	320 291.0 1.10 (0.98 - 1.23)	326 291.2 1.12 (1.00 - 1.25)	133 123.5 1.08 (0.90 - 1.28)	63 57.2 1.10 (0.85 - 1.41)	0.015
[部 位 別] 口腔、咽頭	52 50.2 1.04 (0.77 - 1.36)	5 6.0 0.83 (0.27 - 1.94)	6 6.0 1.00 (0.37 - 2.18)	1 2.6 0.39 (0.01 - 2.17)	2 1.2 1.66 (0.20 - 6.01)	0.512
食道	108 125.2 0.86 (0.71 - 1.04)	18 14.7 1.23 (0.73 - 1.94)	20 14.7 1.36 (0.83 - 2.09)	14 6.4 2.20 (1.21 - 3.7)	4 3.0 1.32 (0.36 - 3.37)	0.002
胃	434 456.6 0.95 (0.86 - 1.04)	62 53.8 1.15 (0.88 - 1.48)	61 53.8 1.13 (0.87 - 1.46)	28 22.6 1.24 (0.82 - 1.79)	12 10.2 1.17 (0.61 - 2.05)	0.048
結腸	163 157.2 1.04 (0.88 - 1.21)	11 18.3 0.60 (0.30 - 1.08)	22 18.3 1.20 (0.75 - 1.82)	5 7.7 0.65 (0.21 - 1.53)	4 3.5 1.14 (0.31 - 2.92)	0.612

付表2.2 死因別累積線量群別O/E比及び傾向性の検定結果(2)
(全観察期間、 潜伏期：白血病2年、その他の新生物10年 年齢、暦年を調整)

死 因	累積線量群(mSv)					傾向性の 片側検定結果 p値
	<10	10-	20-	50-	100+	
	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	
	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	
直腸	120 120.4 1.00 (0.83 - 1.19)	12 14.3 0.84 (0.43 - 1.46)	14 14.3 0.98 (0.54 - 1.64)	9 6.1 1.47 (0.67 - 2.79)	3 2.9 1.05 (0.22 - 3.07)	0.276
肝臓	415 440.0 0.94 (0.85 - 1.04)	70 52.5 1.33 (1.04 - 1.68)	53 52.2 1.01 (0.76 - 1.33)	26 22.6 1.15 (0.75 - 1.68)	14 10.6 1.32 (0.72 - 2.22)	0.045
胆嚢	92 84.7 1.09 (0.88 - 1.33)	12 9.6 1.25 (0.65 - 2.18)	4 9.7 0.41 (0.11 - 1.06)	1 4.1 0.25 (0.01 - 1.37)	1 1.9 0.52 (0.01 - 2.90)	0.976
膵臓	131 140.1 0.93 (0.78 - 1.11)	19 16.3 1.16 (0.70 - 1.82)	22 16.4 1.34 (0.84 - 2.03)	8 6.9 1.15 (0.50 - 2.27)	3 3.2 0.94 (0.19 - 2.75)	0.216
肺	507 508.3 1.00 (0.91 - 1.09)	57 58.0 0.98 (0.74 - 1.27)	63 58.6 1.08 (0.83 - 1.38)	23 24.6 0.94 (0.59 - 1.40)	11 11.6 0.95 (0.47 - 1.70)	0.545
前立腺	48 51.3 0.93 (0.69 - 1.24)	6 5.6 1.08 (0.40 - 2.35)	8 5.6 1.43 (0.62 - 2.81)	3 2.3 1.30 (0.27 - 3.79)	1 1.2 0.86 (0.02 - 4.79)	0.295
膀胱	31 29.3 1.06 (0.72 - 1.50)	3 3.3 0.91 (0.19 - 2.66)	3 3.3 0.90 (0.19 - 2.63)	0 1.4 0.00 (0.00 - 2.67)	1 0.6 1.56 (0.04 - 8.71)	0.656
腎並びにその他及び 部位不明の泌尿器	35 42.2 0.83 (0.58 - 1.15)	8 5.0 1.61 (0.70 - 3.18)	11 4.9 2.23 (1.12 - 4.00)	1 2.1 0.49 (0.01 - 2.71)	0 0.9 0.00 (0.00 - 4.07)	0.449
非ホジキンリンパ腫	50 49.5 1.01 (0.75 - 1.33)	6 5.9 1.02 (0.37 - 2.21)	5 5.9 0.85 (0.28 - 1.98)	3 2.5 1.20 (0.25 - 3.49)	1 1.1 0.88 (0.02 - 4.88)	0.527

付表2.2 死因別累積線量群別O/E比及び傾向性の検定結果(3)
(全観察期間、 潜伏期：白血病2年、その他の新生物10年 年齢、暦年を調整)

死 因	累積線量群(mSv)					傾向性の 片側検定結果 p値
	<10	10-	20-	50-	100+	
	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	
	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	
多発性骨髄腫	21 20.0 1.05 (0.65 - 1.61)	1 2.3 0.43 (0.01 - 2.39)	0 2.3 0.00 (0.00 - 1.60)	1 1.0 1.05 (0.03 - 5.82)	3 0.4 7.23 (1.49 - 21.14)	0.024 ^{注2}
白血病 ^{注3}	80 83.6 0.96 (0.76 - 1.19)	10 9.9 1.01 (0.48 - 1.85)	13 10.0 1.29 (0.69 - 2.21)	7 4.8 1.47 (0.59 - 3.04)	1 2.6 0.38 (0.01 - 2.12)	0.497
白血病 (慢性リンパ性 白血病を除く)	80 82.9 0.97 (0.77 - 1.20)	10 9.9 1.01 (0.49 - 1.87)	12 10.0 1.20 (0.62 - 2.10)	7 4.7 1.49 (0.60 - 3.06)	1 2.6 0.38 (0.01 - 2.14)	0.526
全悪性新生物 (白血病を除く)	2340 2419.1 0.97 (0.93 - 1.01)	313 282.9 1.11 (0.99 - 1.24)	316 283.2 1.12 (1.00 - 1.25)	130 120.1 1.08 (0.90 - 1.29)	62 55.7 1.11 (0.85 - 1.43)	0.012
脳、神経系 ^{注4}	24 20.7 1.16 (0.74 - 1.72)	1 2.5 0.40 (0.01 - 2.23)	2 2.4 0.83 (0.10 - 3.01)	0 1.0 0.00 (0.00 - 3.81)	0 0.4 0.00 (0.00 - 9.36)	0.910

注1：白血病を含め潜伏期10年とした。

注2：シミュレーションによるp値である。

注3：慢性リンパ性白血病1例を含む。

注4：悪性、良性及び性状不詳の新生物。

補遺－３ 潜伏期間の変化による感度解析結果について

放射線に暴露した後、悪性新生物は相当の期間を経て発生すると言われている。しかし、低線量域の放射線被ばくによる潜伏期は、現在までのところ、明確に確認されているわけではない。

このため、この放射線疫学調査では、諸外国の放射線疫学調査の例に倣い、白血病の潜伏期は２年、また、その他の新生物の潜伏期は１０年と仮定している。即ち、潜伏期間内に受けた放射線が悪性新生物などの死亡に影響を与えたとするには、放射線を受けた時期が死亡時期と時間的に近接しすぎると考えて、最終生存確認日から過去２年もしくは１０年の期間内に受けた被ばく線量は累積線量に含めていない。

また、観察人年の計算の際、この放射線疫学調査では潜伏期を仮定する場合には、英国 NRPB の解析方法に準じて、従事開始時期から２年、あるいは１０年の期間を観察期間に含めない計算方法を採用している。このため、潜伏期を仮定しない場合と、潜伏期を仮定したした場合とにおいて、解析の際の観察死亡数に差異がある。即ち、従事開始時期から２年以内の白血病、あるいは１０年以内のその他の新生物による死亡は、解析の対象から除かれている。

一方、潜伏期を仮定する場合でも、従事開始時期から２年、あるいは１０年の期間を観察人年に含める計算方法を採用している研究例もある。IARC（国際がん研究機関）が最近公表した１５カ国国際共同研究では、このような観察人年の計算を行っている。

なお、この場合には、従事開始時期から２年以内の白血病、あるいは１０年以内のその他の新生物による死亡者の被ばく線量は０ mSv であるとして解析に含まれることとなる。

このため、今回の第Ⅲ期調査において、潜伏期を変化させた場合の感度解析を行い、解析結果にどのような影響を与えるか検討した。併せて、観察期間の計算についても、従事開始初期の期間を観察期間に含めない方法、および含める方法で行った。

（１）解析方法

前向きに観察した 200,583 人について、累積線量を５群に分けて傾向性検定を行った。

（２）解析対象死因、および潜伏期

白血病を除く全悪性新生物：潜伏期 0、5、(10)、15、20 年

慢性リンパ性白血病を除く白血病：潜伏期 0、(2)、5、10、15、20 年

注：括弧内の年数は、主たる解析において仮定した潜伏期を示す。

(3) 解析結果

解析結果を付表 3.1～付表 3.4 に示す。白血病を除く全悪性新生物の死亡率は、潜伏期を 10 年に仮定した場合には、累積線量とともに増加する有意の傾向を示した。しかし、潜伏期を 0,5,15,20 年に仮定した場合には、死亡率は累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった。

慢性リンパ性白血病を除く白血病の死亡率は、いずれの潜伏期を仮定した場合でも、累積線量とともに増加する有意の傾向は認められなかった。

なお、観察人年の計算に当たって、白血病では従事開始時期から 2 年を、白血病を除く全悪性新生物では従事開始時期から 10 年の期間を、観察期間に含めても、含めなくとも解析結果が大きく異なることはなかった。

付表3. 1 潜伏期の変化による感度解析の結果
(前向き観察期間 人年計算:NRPBの方法^注に準じた 年齢、暦年、地域を調整)

死 因	累積線量群(mSv)					傾向性の 片側検定結果 p値
	<10	10-	20-	50-	100+	
	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	
	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	
全悪性新生物 (白血病を除く)	2207	282	292	138	94	0.080
(潜伏期 :0年)	2243.7	269.5	280.7	134.5	84.6	
	0.98	1.05	1.04	1.03	1.11	
	(0.94 - 1.03)	(0.93 - 1.18)	(0.92 - 1.17)	(0.86 - 1.21)	(0.90 - 1.36)	
(潜伏期 :5年)	2186	279	291	134	81	0.052
	2233.1	263.9	273.1	127.9	73.0	
	0.98	1.06	1.07	1.05	1.11	
	(0.94 - 1.02)	(0.94 - 1.19)	(0.95 - 1.20)	(0.88 - 1.24)	(0.88 - 1.38)	
(潜伏期 :10年)	1923	264	269	121	59	0.047
	1977.2	241.9	250.1	112.2	54.6	
	0.97	1.09	1.08	1.08	1.08	
	(0.93 - 1.02)	(0.96 - 1.23)	(0.95 - 1.21)	(0.89 - 1.29)	(0.82 - 1.39)	
(潜伏期 :15年)	1471	214	207	82	26	0.072
	1527.1	188.0	183.9	73.0	28.0	
	0.96	1.14	1.13	1.12	0.93	
	(0.91 - 1.01)	(0.99 - 1.30)	(0.98 - 1.29)	(0.89 - 1.39)	(0.61 - 1.36)	
(潜伏期 :20年)	904	86	100	25	5	0.544
	909.0	93.3	83.4	26.8	7.5	
	0.99	0.92	1.20	0.93	0.66	
	(0.93 - 1.06)	(0.74 - 1.14)	(0.98 - 1.46)	(0.60 - 1.38)	(0.22 - 1.55)	

注:英国NRPB(放射線防護庁)が原子力施設従事者の研究において用いた観察人年の計算の方法であり、
従事開始時期から潜伏期に相当する年数を、観察期間から除外している。
このため、観察死亡数の合計は、潜伏期が増えるにつれて、減少している。
なお、潜伏期に相当する期間の被ばく線量は、累積被ばく線量に含めていない。

付表3. 2 潜伏期の変化による感度解析の結果
(前向き観察期間 人年計算:IARCの方法^注に準じた 年齢、暦年、地域を調整)

死 因	累積線量群(mSv)					傾向性の 片側検定結果 p値
	<10	10-	20-	50-	100+	
	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	
	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	
全悪性新生物 (白血病を除く)	2207	282	292	138	94	0.080
(潜伏期 :0年)	2243.7	269.5	280.7	134.5	84.6	
	0.98	1.05	1.04	1.03	1.11	
	(0.94 - 1.03)	(0.93 - 1.18)	(0.92 - 1.17)	(0.86 - 1.21)	(0.90 - 1.36)	
(潜伏期 :5年)	2228	279	291	134	81	0.048
	2276.6	263.2	272.6	127.7	72.9	
	0.98	1.06	1.07	1.05	1.11	
	(0.94 - 1.02)	(0.94 - 1.19)	(0.95 - 1.20)	(0.88 - 1.24)	(0.88 - 1.38)	
(潜伏期 :10年)	2300	264	269	121	59	0.026
	2361.2	240.1	247.5	110.7	53.5	
	0.97	1.10	1.09	1.09	1.10	
	(0.93 - 1.01)	(0.97 - 1.24)	(0.96 - 1.23)	(0.91 - 1.31)	(0.84 - 1.42)	
(潜伏期 :15年)	2483	215	207	82	26	0.058
	2538.5	190.0	184.8	72.5	27.2	
	0.98	1.13	1.12	1.13	0.96	
	(0.94 - 1.02)	(0.99 - 1.29)	(0.97 - 1.28)	(0.90 - 1.40)	(0.63 - 1.40)	
(潜伏期 :20年)	2797	86	100	25	5	0.605
	2796.2	97.3	85.2	26.9	7.4	
	1.00	0.88	1.17	0.93	0.68	
	(0.96 - 1.04)	(0.71 - 1.09)	(0.95 - 1.43)	(0.60 - 1.37)	(0.22 - 1.58)	

注:IARC(国際がん研究機関)が原子力施設従事者の研究において用いた観察人年の計算の方法であり、
従事開始時期から潜伏期に相当する年数を、観察期間に含めている。
このため、観察死亡数の合計は、潜伏期を変化させても変わらない。
なお、潜伏期に相当する期間の被ばく線量は、累積被ばく線量に含めていない。

付表3. 3 潜伏期の変化による感度解析の結果
(前向き観察期間 人年計算:NRPBの方法^注に準じた 年齢、暦年、地域を調整)

死 因	累積線量群(mSv)					傾向性の 片側検定結果 p値
	<10	10-	20-	50-	100+	
	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	観察死亡数 期待死亡数 O/E比	
	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	95%信頼区間	
白血病 (慢性リンパ性白血病を除く) (潜伏期 :0年)	59 58.0 1.02 (0.77 - 1.31)	6 7.2 0.83 (0.30 - 1.81)	9 7.6 1.18 (0.54 - 2.23)	4 3.8 1.05 (0.29 - 2.68)	1 2.3 0.43 (0.01 - 2.42)	0.736
(潜伏期 :2年)	59 58.5 1.01 (0.77 - 1.30)	6 7.2 0.84 (0.31 - 1.83)	9 7.5 1.20 (0.55 - 2.27)	4 3.7 1.08 (0.29 - 2.76)	1 2.1 0.47 (0.01 - 2.60)	0.691
(潜伏期 :5年)	58 56.7 1.02 (0.78 - 1.32)	6 6.8 0.89 (0.33 - 1.93)	8 7.1 1.12 (0.48 - 2.21)	3 3.5 0.85 (0.18 - 2.48)	1 1.9 0.53 (0.01 - 2.97)	0.740
(潜伏期 :10年)	50 48.9 1.02 (0.76 - 1.35)	4 6.1 0.65 (0.18 - 1.67)	8 6.5 1.23 (0.53 - 2.42)	3 3.1 0.98 (0.20 - 2.87)	1 1.4 0.73 (0.02 - 4.08)	0.576
(潜伏期 :15年)	36 36.9 0.98 (0.68 - 1.35)	6 4.9 1.22 (0.45 - 2.65)	4 4.7 0.85 (0.23 - 2.18)	3 1.9 1.57 (0.32 - 4.60)	0 0.6 0.00 (0.00 - 6.29)	0.538
(潜伏期 :20年)	24 23.2 1.04 (0.66 - 1.54)	1 2.7 0.36 (0.01 - 2.03)	3 2.2 1.36 (0.28 - 3.98)	1 0.7 1.39 (0.04 - 7.75)	0 0.1 0.00 (0.00 - 25.49)	0.498

注: 英国NRPB(放射線防護庁)が原子力施設従事者の研究において用いた観察人年の計算の方法であり、
従事開始時期から潜伏期に相当する年数を、観察期間から除外している。
このため、観察死亡数の合計は、潜伏期が増えるにつれて、減少している。
なお、潜伏期に相当する期間の被ばく線量は、累積被ばく線量に含めていない。

付表3. 4 潜伏期の変化による感度解析の結果
(前向き観察期間 人年計算:IARCの方法^注に準じた 年齢、暦年、地域を調整)

死 因	累積線量群(mSv)					傾向性の 片側検定結果 p値
	<10	10-	20-	50-	100+	
	観察死亡数 期待死亡数 O/E比 95%信頼区間	観察死亡数 期待死亡数 O/E比 95%信頼区間	観察死亡数 期待死亡数 O/E比 95%信頼区間	観察死亡数 期待死亡数 O/E比 95%信頼区間	観察死亡数 期待死亡数 O/E比 95%信頼区間	
白血病 (慢性リンパ性白血病を除く) (潜伏期 :0年)	59 58.0 1.02 (0.77 - 1.31)	6 7.2 0.83 (0.30 - 1.81)	9 7.6 1.18 (0.54 - 2.23)	4 3.8 1.05 (0.29 - 2.68)	1 2.3 0.43 (0.01 - 2.42)	0.736
(潜伏期 :2年)	59 58.5 1.01 (0.77 - 1.30)	6 7.2 0.84 (0.31 - 1.83)	9 7.5 1.20 (0.55 - 2.27)	4 3.7 1.08 (0.29 - 2.76)	1 2.1 0.47 (0.01 - 2.60)	0.691
(潜伏期 :5年)	61 59.5 1.03 (0.78 - 1.32)	6 6.9 0.87 (0.32 - 1.90)	8 7.2 1.11 (0.48 - 2.19)	3 3.5 0.85 (0.18 - 2.48)	1 1.9 0.53 (0.01 - 2.97)	0.745
(潜伏期 :10年)	63 62.4 1.01 (0.78 - 1.29)	4 6.0 0.66 (0.18 - 1.70)	8 6.3 1.27 (0.55 - 2.49)	3 2.9 1.03 (0.21 - 3.00)	1 1.3 0.77 (0.02 - 4.31)	0.524
(潜伏期 :15年)	66 67.4 0.98 (0.76 - 1.25)	6 4.7 1.28 (0.47 - 2.79)	4 4.5 0.89 (0.24 - 2.28)	3 1.8 1.65 (0.34 - 4.81)	0 0.6 0.00 (0.00 - 6.36)	0.490
(潜伏期 :20年)	74 73.9 1.00 (0.79 - 1.26)	1 2.3 0.43 (0.01 - 2.38)	3 2.0 1.51 (0.31 - 4.41)	1 0.6 1.54 (0.04 - 8.60)	0 0.1 0.00 (0.00 - 24.99)	0.425

注:IARC(国際がん研究機関)が原子力施設従事者の研究において用いた観察人年の計算の方法であり、
従事開始時期から潜伏期に相当する年数を、観察期間に含めている。
このため、観察死亡数の合計は、潜伏期を変化させても変わらない。
なお、潜伏期に相当する期間の被ばく線量は、累積被ばく線量に含めていない。

補遺－４ 女性の放射線業務従事者の死亡解析結果について

(外部比較)

１．生死確認調査について

(1)調査対象者

中央登録センターへ 1999 年（平成 11 年）3 月までに登録された女性の放射線業務従事者から、外国籍のある者、および実際に放射線業務に従事しなかった者を除いた 2,568 人を調査の対象とした。

(2)調査方法

原子力事業者等の協力を得て住所情報の調査を実施した上で、当該市区町村長に住民票または除票の写しの交付を申請し、それらを取得することにより生死の確認を行った。

転出除票を取得した者については、原則として、交付を受けた翌年に転出先の市区町村長に住民票等の写しの交付申請を行い、また、住民票を取得できた者については、3～4 年後に再度、同様な交付申請を行った。

(3)調査期間

住民票等の交付申請および取得の期間は、1997 年（平成 9 年）1 月～2004 年（平成 16 年）3 月である。

(4)調査結果

2004 年（平成 16 年）3 月までに、住民票等の交付を受け生死を確認できた者は 1,423 人であった。

残る者のうち、852 人は原子力事業者等から住所情報を得られなかった。また、293 人については住民票等の交付を受けることができなかった。

2. 死亡解析

全日本人女性（20歳～85歳未満）の死亡率を基準集団の死亡率に用いて、女性従事者の標準化死亡比（SMR）を求めた。

(1) 解析対象集団

生死を確認できた 1,423 人の中に、市区町村における除票の保存期間（5年）を超えた除票を得た者が 4 人いたので、これを除く 1,419 人を死亡解析の対象集団とした。

1,419 人のうち、死亡者は 20 人であった。

また、解析対象者のうち、前向き生死追跡調査が行われた者は 1,321 人であり、このうち死亡者は 14 人であった。

(2) 解析結果

1990 年（平成 2 年）～2002 年（平成 14 年）の全日本人女性死亡率（20 歳～85 歳未満、5 歳階級別）を基準集団の死亡率とし、暦年（1990-94 年、1995-99 年、2000-02 年）で層別し、全死因について標準化死亡比（SMR）を求めた。

1) 全観察期間（後向き観察期間を含む）

	観察死亡数	期待死亡数	SMR（95%信頼区間）
全死因	20	26.7	0.75（0.46-1.16）

2) 前向き観察期間

	観察死亡数	期待死亡数	SMR（95%信頼区間）
全死因	14	15.6	0.90（0.49-1.51）

3. 女性の放射線業務従事者の集団特性

1) 累積被ばく線量分布

	累積被ばく線量 (mSv)					合 計
	<10	10-	20-	50-	100+	
調査対象集団	2,555	11	2	—	—	2,568
解析対象集団	1,409	9	1	—	—	1,419
内数：死亡者	18	2	—	—	—	20

2) 出生年分布

出生年	調査対象集団	解析対象集団 ()内は死亡者
-1919	47	10(2)
1920-1929	147	56(8)
1930-1939	300	136(4)
1940-1949	443	164(2)
1950-1959	597	268(4)
1960-1969	535	357(0)
1970-1979	499	428(0)
合 計	2,568	1,419(20)

〔 本報告書で用いた用語の解説 〕

EPICURE

放射線疫学解析のための統計解析ソフトウェア。人年計算プログラム (DATAB)、回帰分析プログラム (AMFIT、PEANUTS など) から構成されている。(財) 放射線影響研究所による原爆被爆者の追跡調査をはじめ、IARC (国際がん研究機関) による米国、英国、カナダの 3 ヶ国合同解析においても使用されている。

ICD-9、ICD-10 (国際疾病分類を参照)

O/E 比

一般に観察死亡数(O:observed)と、期待死亡数(E:expected)の比を O/E 比と呼ぶ。

この疫学調査では、内部比較における観察死亡数と期待死亡数の比を O/E 比と呼び、外部比較の場合には、標準化死亡比 (SMR) と呼ぶ。(期待死亡数を参照)

p 値

統計解析により得られた結果より、さらに偏った結果が起こる確率を p 値 (p-value) という。あらかじめ定めておいた小さな確率 (これを有意水準と呼ぶ) よりも、得られた p 値が小さければ有意と判断する。この疫学調査では、有意水準を 5%としたので、p 値 が 0.05 より小さい場合に有意と判断した。(有意を参照)

p 値 (片側検定 : 内部比較)

この疫学調査においては、「累積被ばく線量の増加に伴って死亡率が上昇する」あるいは「累積被ばく線量の増加に伴って死亡率が下降する」の両方を同時に検定する場合を両側検定という。これに対して、一方のみを検定する場合を片側検定という。この疫学調査では、傾向性の検定の際に片側検定の p 値を算出した。得られた片側検定の p 値が 0.05 未満であれば有意水準 5%で累積被ばく線量の増加とともに、死亡率が有意に上昇すると判断した。

p 値 (両側検定 : 外部比較)

この疫学調査においては、「SMR が 1 より大きい」あるいは「SMR が 1 より小さい」の両方を同時に検定する場合を両側検定という。これに対して、一方のみを検定する場合を片側検定という。

この疫学調査では、SMR の検定の際に両側検定の p 値を算出した。得られた両側 p 値

が 0.05 であれば、「SMR=1 だとすると、今以上に大きなまたは小さな SMR を得る確率は 5%である」ということになる。得られた両側検定の p 値が 0.05 未満であれば有意水準 5% で、「SMR は 1 と有意に異なる」と判断した。

SMR （標準化死亡比を参照）

悪性新生物

「がん」とも呼ばれ、他の組織に浸潤あるいは転移し、身体の各所で増大する病気。

因果関係（causality）

ある因子の存在が、規則性をもってある疾病を起こさせるとき、その因子と病気の間に関係があるという。ある因子と病気の発生との間に、単に統計的な関係があるからといって、直ちに因果関係があるとはいえない。統計学的な関連から、疫学的に因果関係ありと判断する基準として、1）関連の一致性（異なった疫学研究でも同じような結果が認められること）、2）関連の強固性（相対危険度などが高く、統計的に極めて有意、量反応関係があること）、3）関連の特異性（検討された要因との関係が必要かつ十分なこと）、4）関連の時間性（要因が作用してから結果が現われるまでの時間的關係が妥当であること）、5）関連の整合性（諸分野における既存の知識と矛盾しないこと）などがあげられる。

疫学（epidemiology）

疫学とは人間集団を対象として人間の健康およびその異常の原因を宿主、病因、環境の各面から包括的に考究し、健康増進と疾病予防を図る学問である。

解析対象集団

解析に用いた集団。第Ⅲ期調査では前向きに観察した解析対象集団は 200,583 人、後ろ向き観察を含めた場合の解析対象集団は 208,428 人である。

観察期間

個人毎に生死を観察し、解析対象とした期間。各解析対象者について下記の観察開始日から観察終了日までを観察期間とした。

観察開始日

全解析対象集団について解析する場合：

初めて被ばく線量が記録された年度の 4 月 1 日と、住民票等の写し交付日の 5 年前の日付とのうち、新しい期日を観察開始日とした。

前向き解析対象集団について解析する場合：

最初の住民票の写し交付日を観察開始日とした。

観察終了日

原則として、最終生存確認日とした（最終情報が住民票の場合には住民票の写しの交付日、転出除票の場合には転出年月日、死亡除票の場合には死亡年月日である）。

なお、死因照合のために、2002 年（平成 14 年）12 月 31 日までの人口動態調査死亡票の磁気テープ転写分を入手したため、その日以降に住民票等の交付があった者については、全て 2002 年（平成 14 年）12 月 31 日を観察終了日とした。

また、観察終了日以前に 85 歳に達した者は、85 歳の誕生日の前日を観察終了日とした。

観察死亡数

観察期間における解析対象集団の死亡数を観察死亡数という。

期待死亡数（外部比較）

外部比較における期待死亡数とは、解析対象集団の死亡率が標準集団の暦年区分・年齢 5 歳階級別死因別死亡率と等しいと仮定した場合の解析対象集団の死亡数を示す。この疫学調査では、日本人男性全体を標準集団とした。（標準化死亡比を参照）

期待死亡数（内部比較）

内部比較では、年齢、暦年、最新住所地による地域を調整因子とした。このため、内部比較における期待死亡数とは、解析対象集団を累積線量でグループ分けし、各累積線量群が解析集団全体の地域区分・暦年区分・年齢 5 歳階級別死因別の死亡率で死亡すると仮定した場合の累積線量群毎の死亡数である。（O/E 比を参照）

なお、年齢、暦年を調整因子とする場合の期待死亡数は、各累積線量群が解析集団全体の暦年区分・年齢 5 歳階級別死因別の死亡率で死亡すると仮定した場合の累積線量群毎の死亡数である。

健康労働者効果（healthy worker effect）

職業病等の研究において観察された次のような現象をいう。すなわち、病気や障害の重い人は、通常、職に就きにくいために、労働者の全体的な死亡率が一般人口のそれよりも低くなる現象である。従って、一般人口の死亡率を比較の対照として用いる場合、この影響を考慮する必要がある。

検出限界未満（X 値）

原子力事業者から中央登録センターに登録される線量記録である X 値のことである。測

測定具（測定器）を用いて個人の被ばく線量を測定した結果、測定用具の検出限界未満であったことを言う。

原死因（underlying cause of death）

原死因とは、(a) 直接死亡を引き起こした一連の病的事象の起因となった疾病若しくは損傷又は(b) 致命傷を生ぜしめた事故又は暴力の状況をいう。すなわち、死亡を起こすもととなった疾病や傷害をいう。

交絡因子（confounding factor）

今、知りたいと考えている要因（この疫学調査では放射線）と結果（この疫学調査では死亡）との関係をゆがめる第 3 の因子のことを交絡因子という。放射線とがん死亡との関係を考える場合、喫煙等が交絡因子と考えられる。

国際がん研究機関(IARC : International Agency for Research on Cancer)

がん研究の国際協力の推進を目的に、国際がん研究機関（IARC、所在地：フランス リヨン市）は、1965 年 5 月第 18 回世界保健総会において、西ドイツ、フランス、イタリア、英国及び米国の 5 カ国の提唱をもとに、WHO の専門機関として 1965 年に設立された。わが国は 1972 年から加盟している。

IARC では、がんの国際共同研究を助言することを目的に、以下のような活動を行っている。

- (1) がんの原因究明、治療及び予防等の研究に関すること。
- (2) 世界各国のがんの疫学・調査研究および原因究明・予防に関する情報の収集・配布。
- (3) がん研究またはがん研究助成計画についての提案・検討。
- (4) がん研究従事者の教育・訓練。

国際疾病分類(ICD : International Classification of Diseases)

有用な死因統計及び疾病統計を得るには、その分類が適正でなければならない。また、これら統計の国際比較に当たっては、国際的な統一が要請される。このため、WHO は、国際疾病分類（ICD）を定め、各国の死因又は疾病に関する諸統計に使用することを勧告している。第 9 回修正の国際疾病分類（ICD-9）は、1976 年（昭和 51 年）に WHO 総会において採択されたものである。また、第 10 回修正の国際疾病分類（ICD-10）が、1990 年（平成 2 年）に WHO 総会において採択され、日本では 1995 年（平成 7 年）から使用されている。

死因簡単分類表

我が国の死因構造を全体的に概観することを目的として、死因基本分類表をもとに作成

した分類表である。国際疾病分類第9回修正(ICD-9)及び国際疾病分類第10回修正(ICD-10)を基本として作成されている。

死亡時住所コード

死亡した時点における現住所地コード。死亡した場所のコードとは必ずしも一致しない。ここで使用するコード番号は自治省大臣官房情報政策室が設定している「全国地方公共団体コード」であり、統計に用いる都道府県等の区域を示す標準コード(行政管理庁告示)及び日本工業規格(JIS)として制定されている市区町村ごとの5桁の番号である。

シミュレーションによる解析

この疫学調査ではスコア検定統計量を算出し傾向性の検定を行っている。しかし、死亡数が少ない場合には、算出した統計量が標準正規分布に従うことは信頼性に問題があるとされている。このため、この疫学調査においては、国際がん研究機関(IARC)が3ヶ国(米国、英国、カナダ)合同解析研究で実施しているシミュレーションによる解析事例を参考にした。まず、0~1の一様乱数を発生させ、1つの乱数を1人の死亡に模擬して累積線量群別の観察人年の割合に対応するよう、その乱数を各累積線量群の死亡者に模擬した死亡データを作成する。このシミュレーション操作を多数繰り返して各回のスコア検定統計量(Z_j)を求め、観察データから得たスコア検定統計量(Z^*)以上になる Z_j の個数を m とする。最後にシミュレーションのp値は、 $p\text{値} = m / (\text{シミュレーション回数})$ で求められる。

住民票

住民票とは、「住民基本台帳法」(昭和42年法律第81号)第6条に基づき、市区町村長がその住民について個人単位に作成する帳票をいい、世帯ごとに編成管理されている。同法第12条では、何人でも住民票の写しの交付を請求することができると規定している。ただし、交付の請求には、請求事由についてどのような目的に利用するかを明らかにする記載を必要としている。市区町村長は、請求が不当な目的によるものでないことを確認して交付する。

消除された住民票(除票)

市区町村長は、住民が転出、死亡等により住民基本台帳の記録から除くべき事由が生じたときは、その者の住民票を消除することとなっている。また、消除された住民票は、その消除された日から5年間保存することとされており(住民基本台帳施行令第34条)、保存期間内であれば住民票写しと同様の交付請求手続きにより交付を受けることができる。

人口動態調査死亡票の磁気テープ転写分（死亡テープ）

厚生労働省が作成した人口動態調査死亡票の情報を磁気テープに転写したものであり、統計法に基づき総務大臣の承認を得て、使用することができる。

この疫学調査では、1986 年（昭和 61 年）から 2002 年（平成 14 年）の間に全国で死亡した 20 歳以上 85 歳未満の男女について、性別、生年月日、死亡年月日、死亡時住所コード、原死因をテープに転写したものを総務大臣の承認を得て入手した。

人口動態統計

人口動態統計は、出生、死亡、婚姻、離婚、死産の 5 種類の「人口動態事象」について、その実態を明らかにするために、各種届書等から移記することによって得られた調査資料をまとめたものであり、「人口動態統計（月報）」「人口動態統計（年報）」等として公表されている。

人年

追跡研究において疾病異常等の発生率を求める際に、個々の対象者の観察期間が異なる場合がある。そのようなときに観察期間を考慮に入れた分母を決める目的で考案された単位が人年であり、1 人 1 年間観察した場合、1 人年という。例えば 20 人を 0.5 年間観察した場合も、5 人を 2 年間観察した場合も 10 人年になる。

信頼区間（95%）

標本抽出を繰り返して、その都度信頼区間を計算した時、推計学的に 100 回のうち 95 回は真の値を含んでいる範囲のことを 95%信頼区間という。

この疫学調査では、以下の式に基づいて、SMR 又は O/E 比の 95%信頼区間を算出した。

$$\text{上限値} : \frac{1}{2E} \chi_{0.025}^2 (2O + 2)$$

$$\text{下限値} : \frac{1}{2E} \chi_{0.975}^2 (2O)$$

上式で E は期待死亡数、 O は観察死亡数を示す。また、 $\chi_{0.975}^2 (2O)$ は、自由度 $2O$ の χ^2 値の上側確率が 0.975 となる値を示す。

スコア検定統計量（内部比較）

曝露量の増加に伴い、リスクが増加するかどうかを検定するための統計量のことを言う。この疫学調査では被ばく線量の増加に伴い、死亡率が上昇するかどうかを検定した。この

スコア検定統計量 (χ) により、片側検定の p 値が決定される。

潜伏期

有害化学物質や放射線あるいは微生物などの外部からの刺激に曝露した後、生物個体に影響が現れるまでに時間がかかる場合がある。この期間を潜伏期という。海外の原子力産業従事者を対象とした疫学調査では、白血病で 2 年、他の固形腫瘍で 10 年の潜伏期を設定することが一般的であるが、他の潜伏期間を設定した事例も見られる。この疫学調査では、解析結果の比較を可能とするため内部比較では、白血病で 2 年、その他の新生物で 10 年の潜伏期を設定した。また、低線量域の放射線を長期に受けた場合の潜伏期は明確ではないので、潜伏期を 0,5,10,15,20 年とした感度解析を行った。

多重比較

統計的検定では計算により求めた統計量（検定統計量）が出現する確率を、予め定めた有意水準（一般には 5%あるいは 1%）と比較して有意性の判断を行う。有意水準を 5%とすることは、95%は正しいが 5%は間違っている可能性があり、統計学的に有意な結果は、偶然によっても 20 回に 1 回は起こり得ることを意味している。このため、多数の検定を繰り返して行う場合には、検定回数に応じて有意水準が増加してしまうことが問題とされており、全体の有意水準を 5%に抑えることが必要とされている。この有意水準を保つことを目的として検定の基準を厳しくする方法を多重比較という。

調査集団

本調査では、1999 年（平成 11 年）3 月までに中央登録センターに登録された者約 34.3 万人のうち、実際には放射線業務に従事しなかった者等を除いた約 27.7 万人を調査集団とした。

低線量域（低線量・低線量率）

原子放射線の影響に関する国連科学委員会（UNSCEAR : United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation）の 2000 年報告書では、合計線量が線量率の如何に関わらず 200mGy 以下を低線量とし、また線量率が合計線量の如何に関わらず（約 1 時間の平均で）0.1mGy/分以下の場合を低線量率としている。

標準化死亡比（SMR : Standardized Mortality Ratio）

ある集団の観察死亡数と、その集団が標準集団と同じように死亡したと仮定した場合の死亡数（期待死亡数）の比を標準化死亡比（SMR）と言い、以下の式で計算される。

$$\text{SMR} = (\text{観察死亡数}) / (\text{期待死亡数})$$

有意

有意であるとは、ある結果が単に偶然に起きたとは考えにくいということであり、有意でないとは、ある結果が偶然でも起こりうるという意味である。通常、統計的有意性の判断は、 p 値と有意水準によって行われる。 p 値が有意水準よりも小さいときに有意であると判断し、 p 値が有意水準よりも大きいときに有意ではないと判断する。（ p 値を参照）

〔放射線疫学調査 委員会名簿〕

敬称略、五十音順

平成 17 年 12 月 1 日現在

◎は委員長を、※は現在の
委嘱委員を示す。

評価委員会

〔委員〕

- ◎※青山 喬 滋賀医科大学 名誉教授
- ※秋葉 澄伯 国立大学法人鹿児島大学大学院 医歯学総合研究科 健康科学専攻
人間環境学講座 疫学・予防医学 兼 医学部医学科 教授
- ※草間 朋子 大分県立看護科学大学 学長
- ※沼宮内弼雄 (財)放射線計測協会 相談役
- ※簗輪 眞澄 聖徳大学人文学部生活文化学科 教授
- ※吉村 健清 福岡県保健環境研究所 所長

〔顧問〕

- 熊取 敏之 (財)放射線影響協会 顧問 (平成 16 年 3 月 31 日まで)
- ※栗冠 正利 東北大学医学部 名誉教授
- ※重松 逸造 (財)放射線影響研究所 名誉顧問
- ※菅原 努 (財)慢性疾患・リハビリテーション研究振興財団 理事長
- ※松平 寛通 (財)放射線影響協会 顧問 (平成 14 年 4 月 1 日から)
- 吉澤 康雄 東京大学 名誉教授 (平成 16 年 3 月 31 日まで)

〔線量評価専門委員〕

- ※池沢 芳夫 (財)放射線計測協会 技術調査役
- ※石黒 秀治 (財)原子力研究バックエンド推進センター 常務理事
- ※河田 燕 (社)日本アイソトープ協会 常務理事
- ◎※沼宮内弼雄 (財)放射線計測協会 相談役
- ※南 賢太郎 (財)高度情報科学技術研究機構 参与
- ※吉本 泰彦 独立行政法人放射線医学総合研究所 放射線安全研究センター
防護体系構築研究グループ 第 4 チームリーダー

調査運営委員会

足立 哲雄	中部電力（株）原子力管理部 放射線安全グループ 部長 (平成 13 年 7 月 1 日まで)
※飯塚 光由	(株) 東芝 電力・社会システム社 磯子エンジニアリングセンター 原子力フィールド技術部 安全・放射線管理担当 部長代理 (平成 11 年 12 月 1 日から)
石田順一郎	核燃料サイクル開発機構 安全推進本部 次長 (平成 16 年 5 月 19 日まで)
※猪俣 一朗	東京電力（株）原子力技術・品質安全部 放射線安全グループマネージャー (平成 17 年 9 月 1 日から)
加藤 正平	日本原子力研究所 保健物理部 次長 (平成 13 年 6 月 28 日から平成 16 年 5 月 19 日まで)
※金盛 正至	(独) 日本原子力研究開発機構 安全統括部 次長 (平成 16 年 5 月 20 日から)
北島 英明	中部電力（株）原子力管理部 放射線安全グループ 部長 (平成 13 年 7 月 2 日から平成 14 年 6 月 28 日まで)
熊谷 正彦	(株) グローバルニュークリア・フュエルジャパン 環境安全グループ 参事 (平成 15 年 9 月 30 日まで)
※黒沢 哲	(株) グローバルニュークリア・フュエルジャパン 環境安全グループ チーフスペシャリスト (平成 15 年 10 月 3 日から)
小池 正実	九州電力（株）原子力管理部 放射線安全グループ長 (平成 13 年 7 月 2 日から平成 14 年 7 月 30 日まで)
酒井 利明	東京電力（株）原子力管理部 渉外グループマネージャー (平成 15 年 2 月 1 日から平成 15 年 3 月 31 日まで)
※佐々木康人	(独) 放射線医学総合研究所 理事長 (平成 16 年 5 月 20 日から)
塩田 修治	関西電力（株）原子力事業本部 保安管理グループチーフマネージャー (平成 15 年 2 月 6 日から平成 15 年 8 月 12 日まで)
鈴木 聡	関西電力（株）原子力事業本部 保安管理グループチーフマネージャー (平成 15 年 8 月 13 日から平成 16 年 5 月 19 日まで)
※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
征矢 郁郎	三菱重工業（株）軽水炉プラント技術部 部長代理 (平成 15 年 9 月 30 日まで)

谷口 和史	日本原子力発電（株）発電管理室 環境保安グループ 課長 (平成 15 年 9 月 9 日から平成 16 年 3 月 31 日まで)
※朝長万左男	長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 放射線医療科学専攻 附属原爆後障害医療研究施設長 (平成 16 年 5 月 20 日から)
※豊嶋 直幸	九州電力（株）原子力管理部 放射線安全グループ長 (平成 14 年 8 月 1 日から)
※中村 年孝	関西電力（株） 原子力事業本部 放射線管理グループ マネジャー (平成 17 年 10 月 28 日から)
西川 峰之	関西電力（株） 原子力・火力本部 原子力管理副部長 (平成 13 年 7 月 1 日まで)
※藤元 憲三	(独) 放射線医学総合研究所 緊急被ばく医療研究センター センター長 (平成 16 年 5 月 20 日から)
松林 秀彦	(株) 日立製作所 原子力事業部 放射線管理センタ長 (平成 16 年 3 月 31 日まで)
宮崎振一郎	関西電力（株）原子力事業本部 保安管理グループチーフマネージャー (平成 16 年 5 月 20 日から平成 17 年 10 月 27 日まで)
宮丸 邦夫	東京電力（株） 原子力技術・品質安全部 放射線安全グループマネージャー (平成 15 年 4 月 1 日から平成 17 年 8 月 31 日まで)
森本 研次	関西電力（株）原子力事業本部 保安管理グループチーフマネージャー (平成 13 年 7 月 2 日から平成 15 年 2 月 5 日まで)
※山口 恭弘	日本原子力研究所 東海研究所 保健物理部 線量計測技術開発室 外部被ばく防護研究室 室長 (平成 16 年 5 月 20 日から)
山本 克宗	日本原子力研究所 東海研究所 保健物理部 部長 (平成 13 年 6 月 27 日まで)
吉川 進	東京電力（株）原子力本部 部長 (平成 12 年 7 月 1 日から平成 15 年 1 月 31 日まで)
山川 英昭	日本原子力発電（株）発電技術部 副部長 放射線管理グループマネージャー (平成 15 年 9 月 8 日まで)
◎※吉村 健清	福岡県保健環境研究所 所長
※吉本 泰彦	放射線医学総合研究所 放射線安全研究センター 防護体系構築研究グループ 第四チームリーダー
渡辺 想	三菱重工業（株）三菱放射線管理センター センター長 (平成 16 年 3 月 31 日まで)

倫理委員会

※渥美 雅子	弁護士	(平成 12 年 4 月 1 日より)
※稲葉 裕	順天堂大学医学部 衛生学教室 教授	(平成 12 年 4 月 1 日より)
※浦川道太郎	早稲田大学法学部 教授	
※手塚 雅之	(財)放射線影響協会 企画部長	(平成 14 年 10 月 1 日から)
◎※堀部 政男	中央大学大学院 法務研究科 教授	
岩崎 民子	(財)放射線影響協会 放射線疫学調査センター長	(平成 12 年 5 月 30 日まで)
村田 紀	(財)放射線影響協会 放射線疫学調査センター長	(平成 12 年 6 月 1 日から平成 14 年 9 月 30 日まで)
長岡 昌	科学評論家	(平成 13 年 12 月 19 日まで)
※中村 政雄	科学ジャーナリスト	(平成 13 年 12 月 20 日から)
※橋本 達也	日本原子力発電(株) 顧問	

解析検討委員会

◎※秋葉 澄伯	鹿児島大学大学院 医歯学総合研究科 健康科学専攻 人間環境学講座 疫学・予防医学 教授	
※清水由紀子	(財)放射線影響研究所 疫学部 副部長	
※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 情報研究部長	
※西 信雄	(財)放射線影響研究所 疫学部 腫瘍組織登録室 室長	
※丹後 俊郎	国立保健医療科学院 技術評価部長	
※吉村 健清	福岡県保健環境研究所 所長	
※吉本 泰彦	(独)放射線医学総合研究所 放射線安全研究センター 防護体系構築研究グループ 第四チームリーダー	

放射線疫学調査計画委員会

(平成 13 年 4 月～平成 14 年 3 月 当時の所属、職位を示す)

◎吉村 健清	産業医科大学 産業生態科学研究所臨床疫学教室 教授
秋葉 澄伯	鹿児島大学 医学部 教授
石田順一郎	核燃料サイクル開発機構 安全推進本部 次長
加藤 正平	日本原子力研究所 保健物理部 次長
小池 正実	九州電力(株) 原子力管理部 放射線安全グループ長
清水 由紀子	(財)放射線影響研究所 疫学部 副部長
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長
征矢 郁郎	三菱重工業(株) 原子力事業本部 原子力技術部 部長代理

丹後 俊郎	国立公衆衛生院	理論疫学室長兼附属図書館長
中川 晴夫	(社) 日本電機工業会	原子力部長
藤井 浩	電気事業連合会	原子力部 副長
吉川 進	東京電力(株)	原子力本部 放射線管理担当部長
吉本 泰彦	(独) 放射線医学総合研究所	放射線安全研究センター 防護体系構築研究グループ 第四チームリーダー