

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)

平成 7 年 3 月

財団法人放射線影響協会

はじめに

電離放射線被ばくによって人体に生ずる健康影響については、原爆被爆者等について疫学調査が行われている。とりわけ、放射線影響研究所(前ABCC)の50年にわたる疫学的調査により、被ばく線量と疾病、特に発がんとの関係が研究され、世界の人々から信頼されるデータが得られている。しかし、原爆被爆は特殊な条件のもとにあった点を考慮すると、低線量域の放射線が人体に与える影響についての疫学調査が国際的にも必要とされてきた。

原子力開発の先進国である米、英、カナダ等では原子力産業従事者について疫学調査を既に開始している。我が国でも放射線疫学調査の必要性は以前から指摘されていたが、大団体の長期間にわたる調査が必要であるため、なかなか具体化されるには至らなかった。

我が国における商業用原子力発電も20年を経る段階となり、当協会は平成元年に科学技術庁の委託を受け、放射線疫学調査の手法やデータ収集・管理方法に関する調査研究の検討を行った。

科学技術庁は、昭和52年に当協会が設置した「放射線従事者中央登録センター」の保有する個人被ばく線量のデータが疫学調査に必要不可欠であることに注目し、電源開発促進対策特別会計委託事業として、「原子力発電施設等放射線業務従事者に係る疫学的調査」を平成2年度から当協会に委託して実施することとした。当協会は、本事業を実施するため「放射線疫学調査センター」を設置し、センター長細田裕を主任研究員とし、職員一同本事業の達成に邁進した。

本事業は、我が国で原子力施設の放射線業務従事者を対象として最初に行われた大規模な放射線疫学調査であることは特筆すべきことである。調査に当たって採用した住民票による生死確認方法及び人口動態調査死亡票の磁気テープによる死因の同定方法は、期待以上の成果を上げることができ、今後の調査に大きく寄与するものといえる。

調査の際は、調査対象となった人々のプライバシーの尊重に留意し、情報の管理に厳重な配慮をして対処した。

調査、解析に当たって、各界の学識経験者及び調査現場に精通した委員を中心に、科学的かつ公正な審議を経て調査解析を行うことができたことは非常な喜びであった。

解析の結果として、今回の調査では低線量域の放射線被ばくによる健康影響、特に発がんに対する影響は認められなかった。本調査は諸種の制約のもとに発足したのもでもあり、今後国際がん研究機関との協力も含め調査を継続し、なお一層、調査の精度を高める必要を痛感する次第である。

本調査に当たっては、巻末の各委員会委員としてご協力いただいた各界の権威者、調査現場の協力体制を積極的に推進していただいた電気事業連合会はじめ原子力事業関係諸団体並びに情報提供等にご協力いただいた地方自治体、関係省庁の皆様深く感謝の意を表す。

平成7年3月

財団法人 放射線影響協会  
理事長 熊取敏之



## 目 次

1. 調査の目的	1
2. 我が国の原子力事業における放射線業務従事者登録の概要	1
3. 調査体制	3
4. 調査方法	5
4.1 調査の概要	5
4.2 被ばく線量の調査	5
4.3 生死確認調査	5
4.3.1 調査対象集団の設定	5
4.3.2 住民票による生死確認	6
4.4 解析対象集団の設定	6
4.5 死因の同定	6
4.6 データの確認	7
5. 解析手法	9
5.1 線量の扱い	9
5.2 観察人年、観察期間及び潜伏期の扱い	9
5.3 外部比較	10
5.4 内部比較	10
6. 解析結果	11
6.1 集団特性	11
6.2 外部比較	11
6.3 内部比較	12
7. 結果のまとめと評価	23
7.1 解析方法	23
7.2 解析結果	23
7.3 解析結果の統計学的解釈	24
7.4 放射線との因果関係の判断	24
7.5 総合評価	25
8. 将来展望	26
・参考文献	27
・本報告書で用いた用語の解説	29
・委員会名簿	36



## 1. 調査の目的

我が国における放射線防護基準は、国際放射線防護委員会（ICRP）勧告を基にして定められている。しかし、ICRPの線量限度値は、主に高線量放射線を短時間に被ばくした広島、長崎の原爆被爆者に対する健康影響の研究結果に基づいており、放射線の影響は線量に比例した一定の割合で低線量域でも現われると仮定して定められている。この考え方は、放射線防護の目的のためにとっている安全側の仮定であって、低線量域の放射線による人体への影響について科学的に確認されているわけではない。低線量域の放射線が人体に与える影響については、近年、関心が高まりつつあり、米国、英国、カナダ等においては疫学調査が始められ、国際がん研究機関が推進役となって国際共同調査も進行中である。

こうした状況のもと、科学技術庁においても、低線量域の放射線の人体に与える影響について科学的知見を得ることを目的として、原子力発電所などで放射線業務に従事する者の疫学調査を1990年（平成2年）12月から開始した。

なお、このような疫学調査では、長期間の調査体制を確立することが大切であることから、本調査では、この体制を整備することに重点を置きつつ、死亡調査を行った。

## 2. 我が国の原子力事業における放射線業務従事者登録の概要

我が国における原子力事業は、1956年（昭和31年）から開始された研究・開発、1966年（昭和41年）から開始された商業用原子力発電及びこれに伴う燃料加工等に分類される。我が国の原子力事業者の現在の状況を表2.1に示す。また、原子力事業所で働く放射線業務従事者（以下「放射線業務従事者」という）を対象として被ばく線量記録の一元的登録管理を行うため、（財）放射線影響協会内に「放射線従事者中央登録センター」（以下「中央登録センター」という）が設立され、1978年度（昭和53年度）から被ばく線量等の登録が開始された。1989年（平成元年）3月末には累積登録者は23万人に達している。なお、被ばく線量登録業務が開始される以前の線量記録についても各原子力事業者から提供を受け、中央登録センターに登録されている。この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、その線量記録は重複したり、脱落することなく全国的な規模により放射線業務従事者の線量記録を一元的に管理できることとなった。本調査では、この登録された個人情報と線量記録を基礎資料とした。

表 2. 1 我が国の原子力事業者  
(放射線従事者中央登録管理制度登録事業者)

事業の種類	事業者名	原子力事業所所在地(県)
原子力研究・開発	日本原子力研究所 動力炉・核燃料開発事業団	茨城県、青森県(原子力船) 茨城県、岡山県、福井県
商業用原子力発電	北海道電力株式会社 東北電力株式会社 東京電力株式会社 中部電力株式会社 北陸電力株式会社 関西電力株式会社 中国電力株式会社 四国電力株式会社 九州電力株式会社 日本原子力発電株式会社	北海道(2基) 宮城県(1基) 福島県(10基)、新潟県(5基) 静岡県(4基) 石川県(1基) 福井県(11基) 島根県(2基) 愛媛県(3基) 佐賀県(3基)、鹿児島県(2基) 茨城県(2基)、福井県(2基) 合計48基
燃料加工・その他	原子燃料工業株式会社 住友金属鉱山株式会社 日本ニュークリア・フュエル株式会社 三菱原子燃料株式会社 日本核燃料コンバージョン株式会社 日本原燃株式会社	茨城県、大阪府 茨城県 神奈川県 茨城県 茨城県 青森県

注：( )内の基数は、1995年3月末の運転基数

### 3. 調査体制

本調査は科学技術庁の委託により（財）放射線影響協会（以下「協会」という）が実施した。協会ではこの調査を行うため、「放射線疫学調査センター」（以下「疫学センター」という）を設置した。同時に、協会に評価委員会、調査運営委員会、倫理委員会の三委員会を設置し、本調査業務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。図3.1に、「放射線疫学調査の調査体制」を示す。

特に本調査では、氏名、生年月日、住所等のプライバシーに係る情報を取り扱うことになるため、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）に基づき総務庁長官に対し個人情報ファイルの保有等に関する事前通知を行った。また、総務庁長官はこれを受け必要事項を官報<sup>1)</sup>で告示した。協会は、秘密保持規程を整備し、個人情報取扱者の範囲を限定して守秘義務を課すなどの措置を講じ、プライバシー保護に努めた。



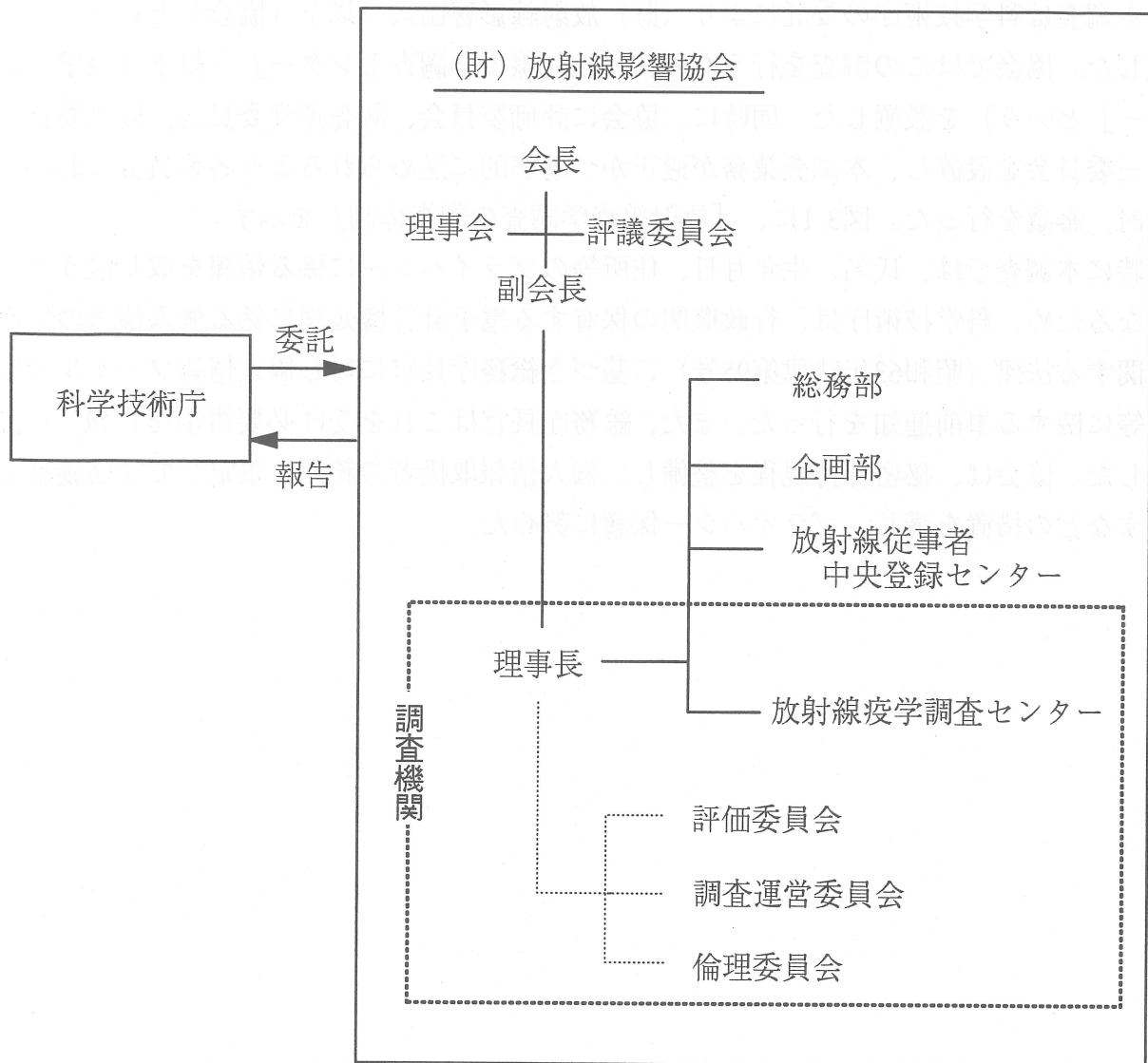


図 3. 1 放射線疫学調査の調査体制

## 4. 調査方法

### 4. 1 調査の概要

本調査は放射線業務従事者を対象とするコホート調査であり、放射線業務による被ばくと全悪性新生物などによる死亡との関連を検討した。

なお、調査に当たっては、当初重点調査対象集団を設定し調査を開始したが、調査の進捗に伴って対象を拡大し全員を調査対象とした。

個々の調査方法の詳細は4.2項～4.6項に記載しているが、調査方法の概要は次のとおりである。

本調査の開始に当たり、1989年3月までに中央登録センターに登録された者（以下「中央登録集団」という）約23万人のうち、実際には放射線業務に従事しなかった者などを除いた181,583人を調査対象集団とし、住民票等の写しを取得して生死の確認調査を実施した。1994年3月31日までに生死確認ができた者は117,737人であった。さらに、解析に当たっては、後述の観察期間や年齢などの条件を満たした114,900名を解析対象集団として解析を行った。なお、死亡が確認された者については、人口動態調査死亡票の磁気テープ転写分を用いて、死因の同定を行った。図4.1に、「放射線疫学調査の対象者」を示す。

### 4. 2 被ばく線量の調査

本調査に用いた被ばく線量は、調査対象集団個人ごとの1957年度から1992年度までの年度単位の線量記録である。この線量記録は、各原子力事業者が放射線管理のために記録し、年度ごとに中央登録センターに報告したものである。一人の放射線業務従事者が単年度内に複数の原子力事業所に従事した場合、その線量記録は、合算して個人の実効線量当量の相当値（単位はmSv）として疫学センターに提供された。なお、被ばく線量の測定結果に測定器の検出限界未満（X値）がn回あった場合「n X」と付記されている。

### 4. 3 生死確認調査

#### 4. 3. 1 調査対象集団の設定

中央登録集団約23万人から次の者を除外し、181,583人を調査対象集団として生死確認調査を行った。

- 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（約42,000人）  
理由：登録のみの場合は、住民票等の写し取得に必要な住所情報がない。
- 2) 日本国籍を有しない者（約2,500人）  
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。
- 3) 女性（約2,000人）  
理由：対象者が少なく調査、解析の効果を勘案して今回は除外した。

4) 原子力発電施設又は日本原子力研究所若しくは動力炉・核燃料開発事業団の施設で放射線業務に従事しなかった者(約2,800人)

理由:本調査は原子炉を保有する事業者の施設で放射線業務に従事した者を対象としたため、今回は調査対象から除外した。

#### 4. 3. 2 住民票による生死確認

まず、調査対象集団181,583人について、中央登録センターに登録されている氏名、生年月日、性別、中央登録番号、最近従事した従事事業所名などの情報を入手した。これらの情報をもとに、関係事業者の協力を得て調査対象者が従事した原子力事業所等に保存されている書類に記載された住所を調査し、150,744人の住所を把握した。次に、この住所に基づき1991~1993年度の間住民票等の写しの交付を地方自治体に申請し、117,737人の生死を確認することができた。

なお、死亡や転出のために消除された住民票(以下「除票」という)の保存期間は、住民基本台帳法施行令第34条により、消除された日から5年間と定められている。したがって、保存期間を過ぎた死亡情報や転出情報は、制度上は、入手不可能なものである。

#### 4. 4 解析対象集団の設定

住民票等の写しが交付され、生死が確認された117,737人のうち、次の2条件を考慮した114,900人を解析対象集団と設定した。

- 1) 除票の保存期間は5年と定められているため、転出日又は死亡日が除票の写し交付日から5年さかのぼった日付よりも古い者(2,804人)は解析対象から除外した。
- 2) 観察期間における年齢が20歳以上85歳未満に無い者(33人)は、解析対象から除外した。

なお、解析対象集団のうち、死因の同定が可能であった1992年12月31日までの死亡者は1,758人であった。

#### 4. 5 死因の同定

原死因の調査は、統計法に基づき総務庁長官の承認を得て、厚生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」という)を用いて行った。入手した死亡テープの内容は、1982年から1992年間に全国で死亡した18歳以上の男子の生年月日、死亡年月日、死亡時住所コード及び原死因である。入手した原死因は、新生物では「第9回修正の国際疾病、傷害及び死因統計分類」<sup>2)</sup>(以下「ICD9」という)、新生物以外ではICD9を基本とした死因簡単分類表(以下「簡単分類」という)によっている。解析対象死亡者の原死因を得るために、死亡テープから生年月日、死亡年月日、死亡時住所コードが解析対象死亡者と一致するものを選び、その原死因を解析対象死亡者の死因とした。このようにして解析対象死亡者1,758人を照合した結果、1,748人(99.4%)に

ついて死因の同定ができた。

#### 4. 6 データの確認

##### (1) 線量記録の整合性

中央登録センターに登録されている線量記録については、放射線量の概念及び放射線量の単位の時代的変遷、線量測定・評価などの技術の進歩及び原子力事業所による測定方法の違いなどがあるので、これらの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する必要がある。そのため、被ばく管理の運用、被ばく線量の測定・評価技術等の諸条件を専門的見地から調査、検討した。その結果それらはいずれも適切かつ妥当であり、本調査に用いるための整合性は十分に確保されているとの結論を得た。

##### (2) 収集データの確認

収集データに入力のエラー及び論理的矛盾がないことの確認を行い、データの正確を期した。

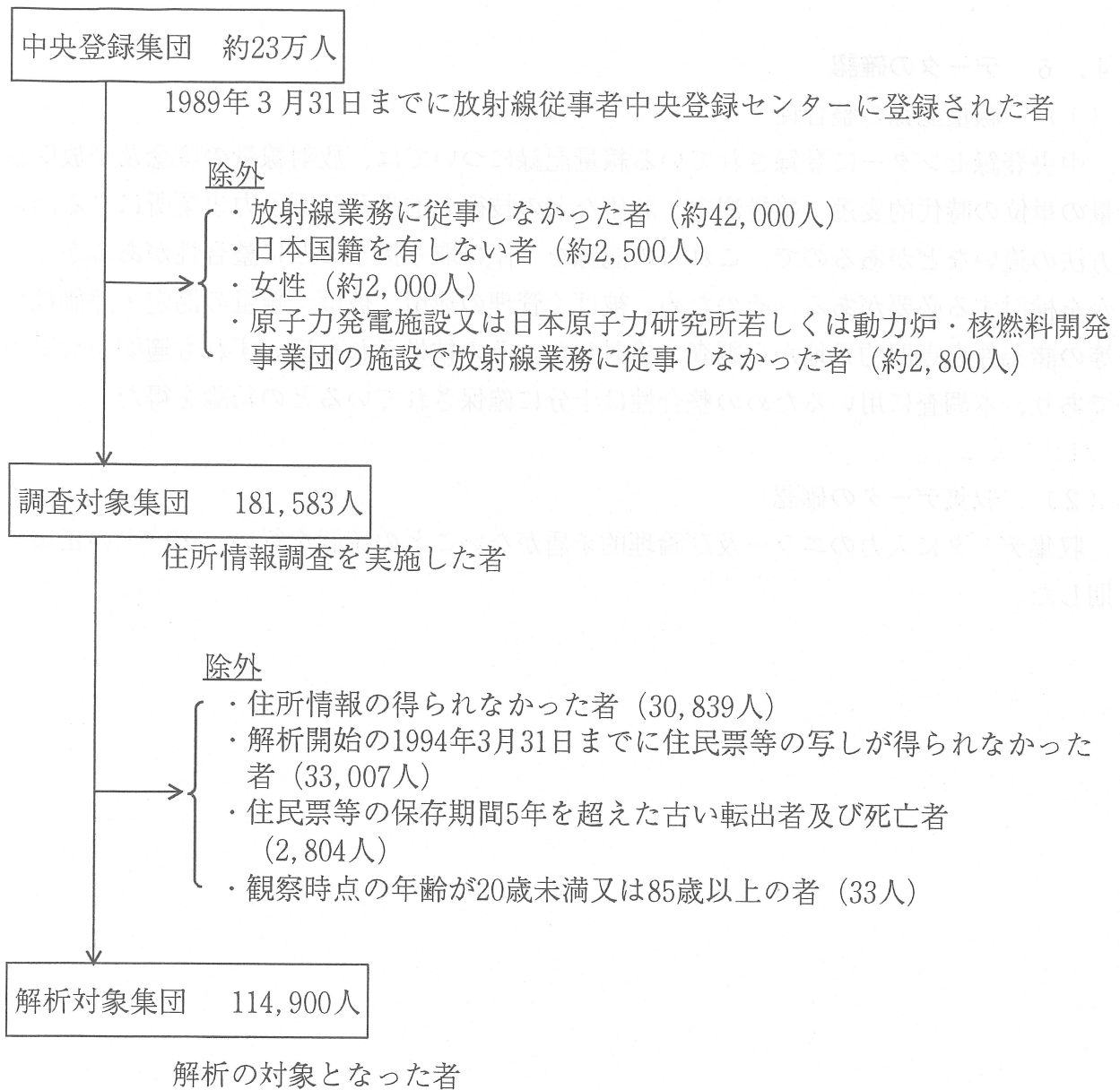


図4.1 放射線疫学調査の対象者

## 5. 解析手法

本調査では、解析対象集団の死亡率を日本人男性全体の死亡率と比較するために、標準化死亡比（Standardized Mortality Ratio、以下「SMR」という）を算出した（これを外部比較という）。

また、解析対象集団の中で、累積線量と死因別死亡率の関連を検討した（これを内部比較という）。

解析プログラムにはEPICURE<sup>3)</sup>等を用いた。

### 5. 1 線量の扱い

本調査では、被ばく開始年度から積算した累積線量を用いて、これと死亡率との関係を検討した。線量積算の際には、年度線量は月単位で一様に被ばくしたものとして扱った。また、死亡年度の線量は4月1日から死亡日までに月単位で一様に被ばくしたものとして扱った。検出限界未満（X値）は0mSvとして扱った。

### 5. 2 観察人年、観察期間及び潜伏期の扱い

本調査では、個人ごとに人年（1人1年間観察した場合を1人年と数える）を算出し死亡率の分母とした。

人年計算の開始日（観察開始日）は、住民票等の写しの交付日から5年さかのぼった日付よりも古い生死の情報は用いないこととしたため（4.4項参照）、初めて線量の記録された年度の4月1日と、住民票等の写し交付日から5年さかのぼった日付のうち、どちらか新しい日付とした。

人年計算の終了日（観察終了日）は、生存者は住民票の写し交付日、転出者は転出年月日、死亡者は死亡年月日としたが、死亡テープが1992年末までしか得られなかったため、1993年1月1日以降の人年は計算しなかった。したがって、観察開始日から観察終了日までの観察期間は個人によって異なるが、いずれの場合も観察期間は1986年11月28日（最初に住民票の交付を受けた日から5年さかのぼった日）から1992年12月31日（死亡テープの最終日付）の間に存在する。

また、被ばくからがん発生までに数年のずれ（潜伏期）があると考えられるので、解析では潜伏期を考慮しない場合と考慮する場合について行った。考慮する場合には、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年とした。潜伏期を考慮する場合は、潜伏期の間を受けた線量を除外して線量を積算した。

### 5. 3 外部比較

解析対象集団の死亡率が年齢分布の調整を行った上で日本人男性全体に比べて、高いか否かを調べるために、SMRを計算し、両側検定のp値を算出した。SMRとは、次式で表される。

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

外部比較における期待死亡数とは、この解析対象集団が日本人男性全体の年齢別死亡率で死亡したと仮定した場合の死亡数であり、この算出に当たっては調査全体の観察期間である1986～1992年の日本人男性全体の年齢5歳階級別死因別死亡率を標準死亡率として用いた。

### 5. 4 内部比較

解析対象集団の中で、累積線量によって死亡率が異なるかどうかを調べるために、解析対象集団を累積線量でグループ分けし、各群が集団全体の年齢5歳階級別死因別死亡率で死亡すると仮定した場合の死亡数Eを求め、これと実際に観察された死亡数Oの比、即ちO/E比を算出した。

また、累積線量の増加によって死亡率が増加するかどうかの傾向性の検定を行うため、スコア検定統計量を用いて片側検定のp値を算出した。<sup>4)</sup>

累積線量群は、10mSv未満、10mSv以上20mSv未満、20mSv以上50mSv未満、50mSv以上100mSv未満、100mSv以上の5群とした。

また、スコア検定統計量を算出する際に、各線量群ごとの代表値としては累積線量の平均値を使用した。

## 6. 解析結果

### 6.1 集団特性

解析対象集団についての、人数と平均観察期間、出生年分布、累積線量分布、死因別死亡者数を以下に述べる。

#### (1) 解析対象集団の人数と平均観察期間

114,900人を解析対象集団とした。一人当たりの平均観察期間は4.6年であった。

#### (2) 出生年分布

解析対象集団の出生年分布を表6.1及び図6.1に示す。出生年の最頻値は1950年代であり、観察開始の1986年における平均年齢は39歳であった。

#### (3) 累積線量分布

解析対象集団及び調査対象集団の累積線量分布は表6.2のとおりである。解析対象集団の総集団線量は、1,598.5人・Svであり、一人当たりの平均累積線量は13.9mSvであった。解析対象集団は調査対象集団に比べて累積線量の多い者の割合が高くなっている。これは累積線量の多い群で生死確認のできた割合が高く、累積線量の少ない群で生死確認できた割合が低かったことを示している。

#### (4) 死因別死亡数

解析対象集団の全死亡数1,758人の死因別死亡数は、表6.3に示したとおりである。

### 6.2 外部比較

5.3項で述べた方法により標準化死亡比（SMR）を算出した。

例えば、SMRが1とは、特定死因に対しての解析対象集団の死亡率が、年齢構成を考慮した上で日本人男性全体の死亡率と等しいということであり、0.5とは解析対象集団の死亡率が日本人男性全体の死亡率の半分ということであり、またSMRが2とは解析対象集団の死亡率が日本人男性全体の死亡率の2倍ということになる。また、両側検定のp値が0.05未満の場合「有意水準5%で解析対象集団の死亡率は、日本人男性全体の死亡率に比べて有意に低い、若しくは有意に高い」と判断する。

表6.4-1、6.4-2及び図6.2-1、6.2-2に、死因別標準化死亡比を示す。

全死因：解析対象者のSMRは0.83（95%信頼区間：0.79 - 0.87）で、解析対象者の死亡率は、日本人男性全体に比べて有意に低かった（両側検定のp値：0.000）。

非新生物（外因死を除く）：SMRは0.72（95%信頼区間：0.67 - 0.77）であり、日本人男性全体の死亡率に比べて有意に低かった（両側検定のp値：0.000）。

全新生物：良性及び性質不詳の新生物を含めた全新生物については、潜伏期を0年とした場合のSMRは0.89（95%信頼区間：0.82 - 0.96）であり日本人男性全体の死



亡率に比べて有意に低かった（両側検定の p 値：0.002）。また、潜伏期10年とした場合のSMRは0.92（95%信頼区間：0.84 - 1.01）であった（両側検定の p 値：0.092）。なお、全悪性新生物についても同様の結果であった。

部位別の悪性新生物：胃の悪性新生物では潜伏期0年とした場合のSMRが0.84（95%信頼区間：0.71 - 0.99）、また潜伏期10年とした場合のSMRが0.79（95%信頼区間：0.63 - 0.97）で、日本人男性全体の死亡率に比べて有意に低かった（潜伏期0年の場合の両側検定の p 値：0.038、潜伏期10年の場合の両側検定の p 値：0.029）。また、日本人男性の死亡率に比べて有意に高い死因はなかった。

### 6. 3 内部比較

#### (1) 観察死亡数 O/期待死亡数 E (O/E比)

5.4項で述べた方法により各累積線量群ごとのO/E比及びその95%信頼区間を算出した。

O/E比が1であれば、その累積線量群の死亡率は解析集団全体と等しいということになり、O/E比が1より大きければ、その累積線量群の死亡率は解析集団全体より高いということになる。ただし、統計データには常にバラツキがあるため、O/E比のみで判断することはできず、信頼区間を考慮する必要がある。O/E比の95%信頼区間の下限値が1より大きい場合は、その累積線量群の死亡率は、解析集団全体より有意に高いと判断される。

表6.5-1及び6.5-2に、死因別累積線量群別O/E比を示す。

全死因、非新生物（外因死を除く）、全新生物、全悪性新生物、部位別の新生物のいずれの死因についても、累積線量群別に見た死亡率は、解析対象集団全体と統計学的に有意に異なるものはなかった。

#### (2) 傾向性の検定

5.4項で述べた方法により、傾向性の片側検定の p 値を算出した。

統計学的には、傾向性の片側検定の p 値が0.05未満の場合、「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」という有意な結果が得られたと判断する。

表6.6-1及び6.6-2に傾向性検定の結果を示す。

全死因：片側検定の p 値は0.539であり、累積線量との関連は認められなかった。

非新生物（外因死を除く）：片側検定の p 値は0.888であり、累積線量との関連は認められなかった。

全新生物：良性及び性質不詳の新生物を含めた全新生物については、片側検定の p 値は潜伏期0年で0.315、潜伏期10年で0.692であり、累積線量との関連は認められなかった。なお、全悪性新生物についても同様の結果であった。

部位別の悪性新生物：潜伏期10年の場合の膵臓がんの片側検定の p 値が0.043であり、累積線量との関連が見られた。これ以外の悪性新生物の片側検定の p 値は0.05以上であり、有意な傾向性が認められるものはなかった。

表 6. 1 解析対象集団の出生年分布

出生年	従事者数(人)	(%)
1900-1909	47	0.0
1910-1919	1,128	1.0
1920-1929	8,123	7.1
1930-1939	20,218	17.6
1940-1949	31,539	27.4
1950-1959	33,563	29.2
1960-1969	20,074	17.5
1970-1979	208	0.2
合計	114,900	100.0

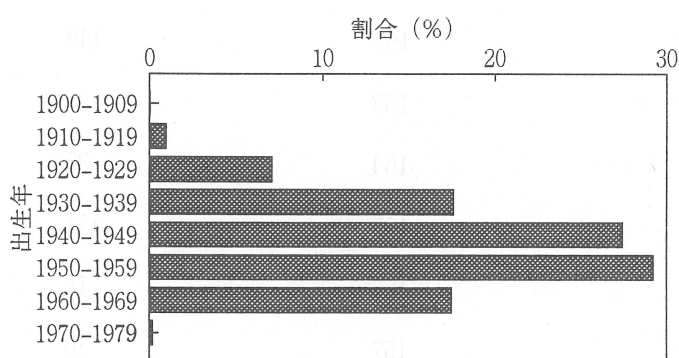


図 6. 1 解析対象集団の出生年分布

表 6. 2 解析対象集団及び調査対象集団の累積線量分布

累積線量群 (mSv)	従事者数(人)				平均累積線量(mSv)		
	解析対象集団 (A)	(%)	調査対象集団 (B)	(%)	解析対象集団	調査対象集団	
<10	81,169	( 70.6)	139,496	( 76.8)	58.2	1.7	1.5
10-	12,044	( 10.5)	16,327	( 9.0)	73.8	14.4	14.4
20-	12,494	( 10.9)	15,517	( 8.5)	80.5	31.8	31.5
50-	6,085	( 5.3)	6,874	( 3.8)	88.5	69.9	69.6
100+	3,108	( 2.7)	3,369	( 1.9)	92.3	149.6	148.8
合計/平均	114,900	(100.0)	181,583	(100.0)	63.3	13.9	10.5

表6.3 解析対象集団の死因別死亡数

死因	ICD9 基本分類番号	観察 死亡数
全死因		1758 <sup>1)</sup>
非新生物（外因死を除く）	1-26, 39-89 <sup>2)</sup>	726
全新生物	140-239	679
全悪性新生物	140-208	661
[部位別]		
口腔、咽頭	140-149	8
食道	150	25
胃	151	149
結腸	153	51
直腸	154	35
肝臓	155	111
胆嚢	156	18
膵臓	157	40
肺	162	117
前立腺	185	7
膀胱	188	9
腎並びにその他及び部位不明の 泌尿器	189.0-189.2	10
脳、神経系の新生物 <sup>3)</sup>	191, 225, 237.5, 237.6, 239.6	11
[リンパ造血系]		
白血病	204-208	23
慢性リンパ性白血病を 除く白血病 <sup>4)</sup>	204-208ただし 204.1を除く	23
非ホジキンリンパ腫	200, 202.0-202.3, 202.5-202.9	18
多発性骨髄腫	203	6
白血病を除く悪性新生物	140-203	638

1) 死因が同定出来なかった10人を含む

2) 簡単分類番号

3) 悪性及び性質不詳の脳の新生物

4) 慢性リンパ性白血病は0例

表6. 4-1 死因別標準化死亡比(SMR)  
(潜伏期0年)

死因(ICD9 基本分類番号)	観察 死亡数	期待 <sup>1)</sup> 死亡数	SMR (95%信頼区間)	両側検定のp値
全死因	1758	2116.2	0.83 (0.79-0.87)	0.000
非新生物(外因死を除く) (1-26, 39-89) <sup>2)</sup>	726	1011.4	0.72 (0.67-0.77)	0.000
全新生物(140-239)	679	766.0	0.89 (0.82-0.96)	0.002
全悪性新生物(140-208)	661	744.8	0.89 (0.82-0.96)	0.002
[部位別]				
口腔、咽頭(140-149)	8	13.9	0.58 (0.25-1.14)	0.150
食道(150)	25	37.1	0.67 (0.44-0.99)	0.057
胃(151)	149	177.2	0.84 (0.71-0.99)	0.038
結腸(153)	51	42.6	1.20 (0.89-1.57)	0.226
直腸(154)	35	34.8	1.01 (0.70-1.40)	0.966
肝臓(155)	111	128.9	0.86 (0.71-1.04)	0.125
胆嚢(156)	18	23.3	0.77 (0.46-1.22)	0.321
膵臓(157)	40	41.5	0.96 (0.69-1.31)	0.878
肺(162)	117	124.9	0.94 (0.78-1.12)	0.511
前立腺(185)	7	8.2	0.85 (0.34-1.76)	0.806
膀胱(188)	9	7.1	1.26 (0.58-2.39)	0.611
腎並びにその他及び部位不明 の泌尿器(189.0-189.2)	10	11.3	0.89 (0.43-1.63)	0.822
脳、神経系の新生物 <sup>3)</sup> (191.225, 237.5, 237.6, 239.6)	11	13.2	0.84 (0.42-1.50)	0.647
[リンパ造血系]				
白血病(204-208)	23	25.5	0.90 (0.57-1.35)	0.695
慢性リンパ性白血病を除く白血病 <sup>4)</sup> (204-208、ただし204.1を除く)	23	25.2	0.91 (0.58-1.37)	0.738
非ホジキンリンパ腫(200, 202.0-202.3, 202.5-202.9)	18	19.1	0.94 (0.56-1.49)	0.893
多発性骨髄腫(203)	6	5.4	1.12 (0.41-2.44)	0.951
白血病を除く全悪性新生物 (140-203)	638	719.3	0.89 (0.82-0.96)	0.003

- 1) 期待死亡数：解析対象集団が日本人男性全体の死亡率で死亡したと仮定した場合の死亡数  
2) 単分類番号  
3) 悪性及び性質不詳の脳の新生物  
4) 慢性リンパ性白血病は0例

表6. 4-2 死因別標準化死亡比(SMR)  
(潜伏期：白血病2年、その他の新生物10年)

死因 (ICD9 基本分類番号)	観察 死亡数	期待 <sup>1)</sup> 死亡数	SMR (95%信頼区間)	両側検定のp値
全新生物 (140-239) <sup>2)</sup>	439	476.3	0.92 (0.84-1.01)	0.092
全悪性新生物 (140-208) <sup>2)</sup>	428	463.7	0.92 (0.84-1.01)	0.102
[部位別]				
口腔、咽頭(140-149)	6	8.3	0.72 (0.27-1.57)	0.534
食道(150)	18	23.4	0.77 (0.46-1.22)	0.311
胃(151)	87	110.4	0.79 (0.63-0.97)	0.029
結腸(153)	33	26.4	1.25 (0.86-1.76)	0.234
直腸(154)	24	21.2	1.13 (0.72-1.68)	0.623
肝臓(155)	69	78.2	0.88 (0.69-1.12)	0.324
胆嚢(156)	9	15.3	0.59 (0.27-1.12)	0.140
膵臓(157)	26	26.3	0.99 (0.65-1.45)	0.963
肺(162)	83	82.2	1.01 (0.80-1.25)	0.971
前立腺(185)	5	6.0	0.83 (0.27-1.94)	0.832
膀胱(188)	7	4.8	1.45 (0.58-2.99)	0.426
腎並びにその他及び部位不明 の泌尿器(189.0-189.2)	8	7.1	1.13 (0.49-2.23)	0.869
脳、神経系の新生物 <sup>3)</sup> (191, 225, 237.5, 237.6, 239.6)	7	7.2	0.98 (0.39-2.01)	0.901
[リンパ造血系]				
白血病(204-208)	23	24.8	0.93 (0.59-1.39)	0.794
慢性リンパ性白血病を除く白血病 <sup>4)</sup> (204-208、ただし204.1を除く)	23	24.5	0.94 (0.59-1.41)	0.839
非ホジキンリンパ腫(200, 202.0-202.3, 202.5-202.9)	12	11.3	1.07 (0.55-1.86)	0.942
多発性骨髄腫(203)	5	3.5	1.45 (0.47-3.38)	0.529
白血病を除く全悪性新生物 (140-203)	411	450.1	0.91 (0.83-1.01)	0.069

- 1) 期待死亡数：解析対象集団が日本人男性全体の死亡率で死亡したと仮定した場合の死亡数
- 2) 白血病を含めて潜伏期10年とした
- 3) 悪性及び性質不詳の脳の新生物
- 4) 慢性リンパ性白血病は0例

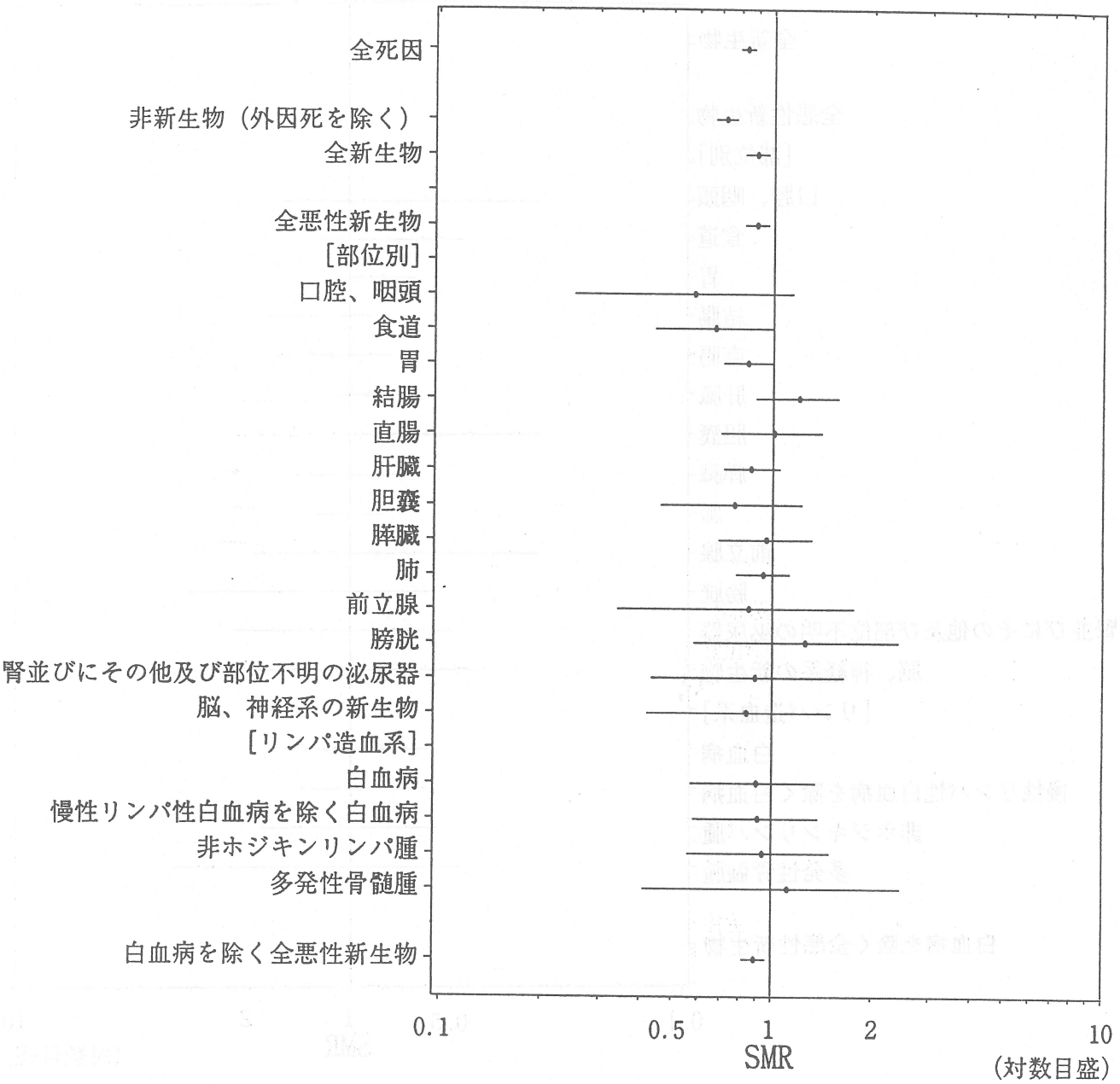


図6.2-1 死因別標準化死亡比(SMR)  
(潜伏期0年)

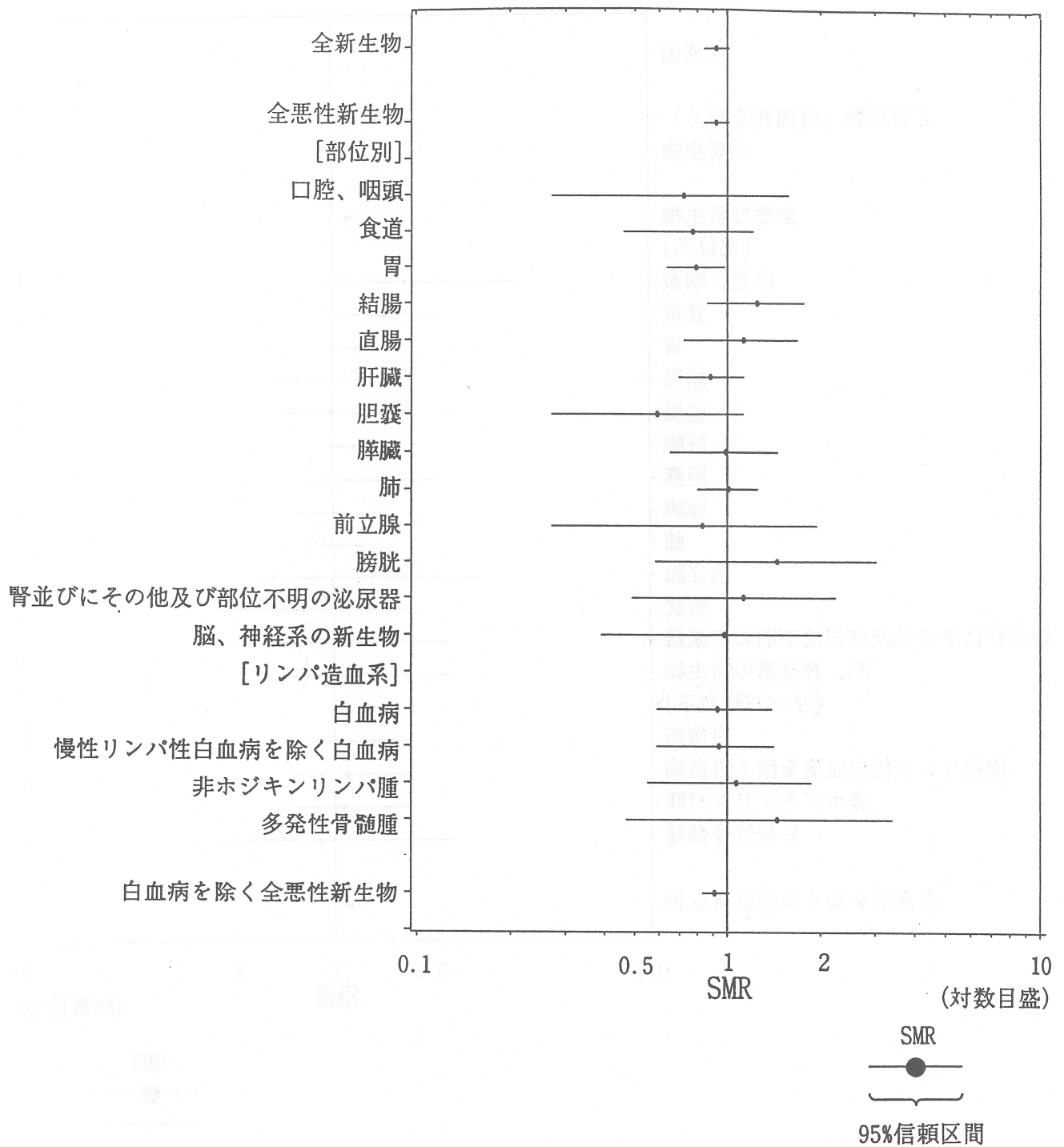


図6.2-2 死因別標準化死亡比(SMR)  
(潜伏期：白血病2年、その他の新生物10年)

表6.5-1 死因別累積線量群別O/E比  
(潜伏期0年)

死因(ICD9 基本分類番号)	累積線量群(mSv)				
	<10 O/E比 (95%信頼区間)	10- O/E比 (95%信頼区間)	20- O/E比 (95%信頼区間)	50- O/E比 (95%信頼区間)	100+ O/E比 (95%信頼区間)
全死因	0.99 (0.94-1.05)	1.10 (0.95-1.27)	0.99 (0.85-1.15)	0.95 (0.75-1.19)	1.00 (0.71-1.37)
非新生物(外因死を除く) (1-26, 39-89) 1)	1.02 (0.93-1.10)	1.12 (0.88-1.40)	0.89 (0.69-1.15)	0.77 (0.49-1.14)	0.91 (0.50-1.52)
全新生物(140-239)	0.99 (0.91-1.08)	1.01 (0.77-1.28)	1.01 (0.78-1.29)	1.05 (0.72-1.50)	1.08 (0.62-1.76)
全悪性新生物(140-208)	0.99 (0.90-1.08)	1.00 (0.77-1.28)	1.01 (0.78-1.29)	1.08 (0.74-1.54)	1.12 (0.64-1.81)
[部位別]					
口腔、咽頭(140-149)	1.03 (0.38-2.23)	2.59 (0.31-9.36)	0.00 (0.00-4.56)	0.00 (0.00-9.67)	0.00 (0.00-20.18)
食道(150)	1.18 (0.74-1.79)	0.00 (0.00-1.59)	0.42 (0.01-2.34)	1.85 (0.22-6.67)	0.00 (0.00-6.75)
胃(151)	0.95 (0.77-1.15)	1.14 (0.65-1.85)	1.12 (0.64-1.82)	1.38 (0.63-2.62)	0.91 (0.19-2.66)
結腸(153)	1.16 (0.84-1.56)	0.21 (0.01-1.16)	0.61 (0.13-1.78)	0.91 (0.11-3.27)	0.91 (0.02-5.05)
直腸(154)	1.20 (0.81-1.70)	0.61 (0.07-2.19)	0.29 (0.01-1.63)	0.64 (0.02-3.54)	0.00 (0.00-4.64)
肝臓(155)	0.94 (0.74-1.17)	1.34 (0.73-2.25)	1.12 (0.58-1.95)	0.81 (0.22-2.07)	1.58 (0.43-4.04)
胆嚢(156)	0.81 (0.41-1.45)	1.22 (0.15-4.39)	1.78 (0.37-5.21)	1.36 (0.04-7.60)	2.70 (0.07-15.06)
膵臓(157)	0.89 (0.59-1.30)	1.09 (0.30-2.78)	1.35 (0.44-3.15)	1.85 (0.38-5.41)	1.24 (0.03-6.91)
肺(162)	1.05 (0.85-1.29)	0.57 (0.21-1.23)	1.02 (0.51-1.82)	0.85 (0.23-2.17)	1.29 (0.27-3.77)
前立腺(185)	0.75 (0.20-1.92)	1.58 (0.04-8.79)	3.14 (0.38-11.34)	0.00 (0.00-14.13)	0.00 (0.00-27.77)
膀胱(188)	0.90 (0.33-1.96)	2.35 (0.29-8.50)	0.00 (0.00-4.23)	2.45 (0.06-13.64)	0.00 (0.00-17.30)
腎並びにその他及び部位不明 の泌尿器(189.0-189.2)	1.09 (0.47-2.14)	1.04 (0.03-5.81)	1.00 (0.03-5.59)	0.00 (0.00-8.16)	0.00 (0.00-16.35)
脳、神経系の新生物 2) (191, 225, 237.5, 237.6, 239.6)	0.97 (0.42-1.90)	0.97 (0.02-5.38)	1.00 (0.03-5.55)	0.00 (0.00-8.02)	4.58 (0.12-25.53)
[リンパ造血系]					
白血病(204-208) 3)	0.85 (0.46-1.43)	1.27 (0.26-3.71)	1.23 (0.26-3.61)	2.57 (0.53-7.51)	0.00 (0.00-6.55)
非ホジキンリンパ腫(200, 202.0-202.3, 202.5-202.9)	1.13 (0.63-1.86)	0.00 (0.00-2.17)	1.71 (0.35-4.98)	0.00 (0.00-4.52)	0.00 (0.00-9.03)
多発性骨髄腫(203)	1.10 (0.36-2.56)	1.86 (0.05-10.36)	0.00 (0.00-6.71)	0.00 (0.00-15.67)	0.00 (0.00-32.33)
白血病を除く全悪性新生物 (140-203)	1.00 (0.91-1.09)	0.99 (0.75-1.28)	1.00 (0.77-1.29)	1.02 (0.68-1.48)	1.16 (0.66-1.89)

- 1) 単分分類番号  
2) 悪性及び性質不詳の脳の新生物  
3) 慢性リンパ性白血病は0例



表6. 5-2 死因別累積線量群別O/E比  
(潜伏期：白血病2年、その他の新生物10年)

死因(ICD9 基本分類番号)	累積線量群(mSv)				
	<10	10-	20-	50-	100+
	O/E比 (95%信頼区間)	O/E比 (95%信頼区間)	O/E比 (95%信頼区間)	O/E比 (95%信頼区間)	O/E比 (95%信頼区間)
全新生物(140-239) <sup>1)</sup>	1.00 (0.90-1.11)	0.97 (0.69-1.33)	1.16 (0.83-1.57)	0.75 (0.32-1.48)	0.65 (0.08-2.34)
全悪性新生物(140-208) <sup>1)</sup>	0.99 (0.89-1.11)	1.00 (0.71-1.37)	1.16 (0.83-1.57)	0.77 (0.33-1.52)	0.66 (0.08-2.39)
[部位別]					
口腔、咽頭(140-149)	1.05 (0.34-2.45)	1.74 (0.04-9.69)	0.00 (0.00-7.47)	0.00 (0.00-27.50)	0.00 (0.00-110.16)
食道(150)	1.05 (0.59-1.73)	0.00 (0.00-2.26)	1.37 (0.17-4.96)	2.28 (0.06-12.70)	0.00 (0.00-28.74)
胃(151)	0.98 (0.76-1.24)	1.13 (0.52-2.15)	0.99 (0.40-2.04)	1.42 (0.29-4.14)	0.00 (0.00-6.06)
結腸(153)	0.99 (0.65-1.45)	1.01 (0.21-2.94)	1.50 (0.41-3.83)	0.00 (0.00-4.63)	0.00 (0.00-15.92)
直腸(154)	1.15 (0.72-1.75)	0.45 (0.01-2.52)	0.51 (0.01-2.82)	0.00 (0.00-6.38)	0.00 (0.00-21.69)
肝臓(155)	0.95 (0.71-1.25)	1.56 (0.75-2.88)	1.07 (0.39-2.32)	0.00 (0.00-2.19)	2.03 (0.05-11.34)
胆嚢(156)	0.83 (0.31-1.81)	2.55 (0.31-9.20)	0.00 (0.00-5.15)	4.59 (0.12-25.59)	0.00 (0.00-52.50)
膵臓(157)	0.82 (0.48-1.31)	0.85 (0.10-3.08)	2.42 (0.79-5.66)	3.19 (0.39-11.51)	0.00 (0.00-20.05)
肺(162)	1.08 (0.85-1.37)	0.41 (0.08-1.19)	0.90 (0.33-1.97)	0.50 (0.01-2.80)	1.66 (0.04-9.22)
前立腺(185)	0.74 (0.15-2.17)	2.37 (0.06-13.18)	2.59 (0.07-14.43)	0.00 (0.00-31.92)	0.00 (0.00-98.37)
膀胱(188)	0.72 (0.20-1.84)	3.07 (0.37-11.08)	1.77 (0.05-9.86)	0.00 (0.00-21.46)	0.00 (0.00-73.96)
腎並びにその他及び部位不明 の泌尿器(189.0-189.2)	0.95 (0.35-2.06)	1.31 (0.03-7.31)	1.49 (0.04-8.33)	0.00 (0.00-20.23)	0.00 (0.00-78.59)
脳、神経系の新生物 <sup>2)</sup> (191, 225, 237.5, 237.6, 239.6)	1.07 (0.39-2.33)	0.00 (0.00-5.69)	1.92 (0.05-10.70)	0.00 (0.00-21.00)	0.00 (0.00-80.01)
[リンパ造血系]					
白血病(204-208) <sup>3)</sup>	0.84 (0.46-1.40)	1.27 (0.26-3.72)	1.27 (0.26-3.72)	2.76 (0.57-8.05)	0.00 (0.00-7.94)
非ホジキンリンパ腫(200, 202.0-202.3, 202.5-202.9)	1.15 (0.57-2.06)	0.00 (0.00-3.42)	1.04 (0.03-5.77)	0.00 (0.00-12.55)	0.00 (0.00-40.74)
多発性骨髄腫(203)	1.25 (0.40-2.91)	0.00 (0.00-8.46)	0.00 (0.00-9.35)	0.00 (0.00-31.09)	0.00 (0.00-104.21)
白血病を除く全悪性新生物 (140-203)	0.99 (0.89-1.11)	0.99 (0.70-1.37)	1.17 (0.83-1.60)	0.81 (0.35-1.59)	0.69 (0.08-2.48)

- 1) 白血病を含めて潜伏期10年とした  
 2) 悪性及び性質不詳の脳の新生物  
 3) 慢性リンパ性白血病は0例

表6.6-1 死因別累積線量群別観察死亡数(O)と期待死亡数(E)及び傾向性の検定結果  
(新生物：潜伏期0年)

死因(ICD9 基本分類番号)	累積線量群 (mSv)					傾向性の 片側検定のp値
	<10 O/E <sup>1)</sup>	10- O/E	20- O/E	50- O/E	100+ O/E	
全死因	1290 / 1301.2	186 / 169.3	170 / 171.7	74 / 77.8	38 / 38.1	0.539
非新生物 (外因死を除く) (1-26, 39-89) <sup>2)</sup>	549 / 540.9	77 / 68.9	62 / 69.4	24 / 31.3	14 / 15.4	0.888
全新生物(140-239)	502 / 506.1	64 / 63.7	66 / 65.1	31 / 29.4	16 / 14.8	0.315
全悪性新生物(140-208)	488 / 492.8	62 / 61.9	64 / 63.4	31 / 28.6	16 / 14.3	0.259
[部位別]						
口腔、咽頭(140-149)	6 / 5.9	2 / 0.8	0 / 0.8	0 / 0.4	0 / 0.2	0.796
食道(150)	22 / 18.7	0 / 2.3	1 / 2.4	2 / 1.1	0 / 0.5	0.754
胃(151)	105 / 110.9	16 / 14.0	16 / 14.3	9 / 6.5	3 / 3.3	0.255
結腸(153)	44 / 38.0	1 / 4.8	3 / 4.9	2 / 2.2	1 / 1.1	0.774
直腸(154)	31 / 25.9	2 / 3.3	1 / 3.4	1 / 1.6	0 / 0.8	0.944
肝臓(155)	77 / 82.4	14 / 10.4	12 / 10.7	4 / 4.9	4 / 2.5	0.199
胆嚢(156)	11 / 13.6	2 / 1.6	3 / 1.7	1 / 0.7	1 / 0.4	0.073
膵臓(157)	27 / 30.2	4 / 3.7	5 / 3.7	3 / 1.6	1 / 0.8	0.144
肺(162)	93 / 88.5	6 / 10.6	11 / 10.8	4 / 4.7	3 / 2.3	0.509
前立腺(185)	4 / 5.3	1 / 0.6	2 / 0.6	0 / 0.3	0 / 0.1	0.444
膀胱(188)	6 / 6.7	2 / 0.9	0 / 0.9	1 / 0.4	0 / 0.2	0.509
腎並びにその他及び部位不明 の泌尿器(189.0-189.2)	8 / 7.4	1 / 1.0	1 / 1.0	0 / 0.5	0 / 0.2	0.779
脳、神経系の新生物 <sup>3)</sup> (191, 225, 237.5, 237.6, 239.6)	8 / 8.3	1 / 1.0	1 / 1.0	0 / 0.5	1 / 0.2	0.163
[リンパ造血系]						
白血病(204-208) <sup>4)</sup>	14 / 16.5	3 / 2.4	3 / 2.4	3 / 1.2	0 / 0.6	0.294
非ホジキンリンパ腫(200, 202.0-202.3, 202.5-202.9)	15 / 13.3	0 / 1.7	3 / 1.8	0 / 0.8	0 / 0.4	0.816
多発性骨髄腫(203)	5 / 4.6	1 / 0.5	0 / 0.6	0 / 0.2	0 / 0.1	0.767
白血病を除く全悪性新生物 (140-203)	474 / 476.3	59 / 59.6	61 / 60.9	28 / 27.4	16 / 13.8	0.291

- .) 期待死亡数：解析対象集団の年齢別死亡率を用いて算出した累積線量群ごとの死亡数  
 2) 単分類番号  
 3) 悪性及び性質不詳の脳の新生物  
 4) 慢性リンパ性白血病は0例

表6. 6-2 死因別累積線量群別観察死亡数(O)と期待死亡数(E)及び傾向性の検定結果  
(潜伏期：白血病2年、その他の新生物10年)

死因(ICD9 基本分類番号)	累積線量群(mSv)					傾向性の 片側検定のp値
	<10 O/E <sup>1)</sup>	10- O/E	20- O/E	50- O/E	100+ O/E	
全新生物(140-239) <sup>2)</sup>	349 / 349.7	39 / 40.1	41 / 35.5	8 / 10.7	2 / 3.1	0.692
全悪性新生物(140-208) <sup>2)</sup>	339 / 341.0	39 / 39.0	40 / 34.6	8 / 10.4	2 / 3.0	0.654
[部位別]						
口腔、咽頭(140-149)	5 / 4.8	1 / 0.6	0 / 0.5	0 / 0.1	0 / 0.0	0.718
食道(150)	15 / 14.3	0 / 1.6	2 / 1.5	1 / 0.4	0 / 0.1	0.418
胃(151)	68 / 69.3	9 / 7.9	7 / 7.1	3 / 2.1	0 / 0.6	0.533
結腸(153)	26 / 26.3	3 / 3.0	4 / 2.7	0 / 0.8	0 / 0.2	0.680
直腸(154)	22 / 19.1	1 / 2.2	1 / 2.0	0 / 0.6	0 / 0.2	0.899
肝臓(155)	52 / 54.8	10 / 6.4	6 / 5.6	0 / 1.7	1 / 0.5	0.459
胆嚢(156)	6 / 7.2	2 / 0.8	0 / 0.7	1 / 0.2	0 / 0.1	0.238
膵臓(157)	17 / 20.8	2 / 2.3	5 / 2.1	2 / 0.6	0 / 0.2	0.043
肺(162)	72 / 66.4	3 / 7.4	6 / 6.6	1 / 2.0	1 / 0.6	0.712
前立腺(185)	3 / 4.0	1 / 0.4	1 / 0.4	0 / 0.1	0 / 0.0	0.370
膀胱(188)	4 / 5.6	2 / 0.7	1 / 0.6	0 / 0.2	0 / 0.1	0.396
腎並びにその他及び部位不明 の泌尿器(189.0-189.2)	6 / 6.3	1 / 0.8	1 / 0.7	0 / 0.2	0 / 0.0	0.550
脳、神経系の新生物 <sup>3)</sup> (191, 225, 237.5, 237.6, 239.6)	6 / 5.6	0 / 0.6	1 / 0.5	0 / 0.2	0 / 0.0	0.609
[リンパ造血系]						
白血病(204-208) <sup>4)</sup>	14 / 16.7	3 / 2.4	3 / 2.4	3 / 1.1	0 / 0.5	0.218
非ホジキンリンパ腫(200, 202.0-202.3, 202.5-202.9)	11 / 9.6	0 / 1.1	1 / 1.0	0 / 0.3	0 / 0.1	0.774
多発性骨髄腫(203)	5 / 4.0	0 / 0.4	0 / 0.4	0 / 0.1	0 / 0.0	0.786
白血病を除く全悪性新生物 (140-203)	325 / 327.6	37 / 37.4	39 / 33.2	8 / 9.9	2 / 2.9	0.602

- 1) 期待死亡数：解析対象集団の年齢別死亡率を用いて算出した累積線量群ごとの死亡数
- 2) 白血病を含めて潜伏期10年とした
- 3) 悪性及び性質不詳の脳の新生物
- 4) 慢性リンパ性白血病は0例

## 7. 結果のまとめと評価

本調査は我が国で初めて実施された原子力事業における放射線業務従事者を対象とした大規模な疫学調査で、低線量域の放射線の人体影響について科学的知見を得ることを目的としている。調査に当たっては、今後の調査の基盤を確立しつつ死亡調査を行うことを5年間の事業目標としたが、関係事業者、地方自治体等の協力が得られたほか、住民票による生死確認調査、人口動態調査死亡票の磁気テープ転写分による死因照合などの調査手法の開発を試みた。調査で得られた114,900人のデータを用いて解析評価を行った。

### 7. 1 解析手法

- 1) 解析対象死因は、全死因、非新生物（外因死を除く）、全新生物、全悪性新生物、部位別の悪性新生物、白血病等とした。
- 2) 解析は潜伏期を考慮しない場合と考慮する場合について行った。考慮する場合には、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年とした。
- 3) 解析対象集団の死亡率を、年齢分布の調整を行った上で日本人男性全体と比較するためにSMRを求めた。

また、解析対象集団を累積線量でグループ分けし、各群が集団全体の年齢5歳階級別死因別死亡率で死亡すると仮定した死亡数Eを求め、これに対する実際に観察された死亡数Oの比、すなわちO/E比を計算して、線量の増加に伴って死亡率が増加するかどうかの傾向性の検定を行った。

### 7. 2 解析結果

- 1) 原爆被爆者で増加が見られた全悪性新生物及び白血病についてはSMRの有意な増加が見られず、また線量との関連も認められなかった。
- 2) 白血病以外の悪性新生物についても部位別に検討したが、原爆被爆者で放射線との関連が認められている食道、胃、結腸、肝臓、肺などの悪性新生物<sup>5)</sup>についてはSMRの有意な増加や線量との関連が見られなかった。

個別の解析結果は下記のとおりである。

#### (1) SMR（全国日本人男子との比較）

有意に高いSMRを示す死因はなかった。有意に低かった死因は全死因（潜伏期0年）、非新生物（外因死を除く）（同0年）、全新生物（同0年）、全悪性新生物（同0年）、胃（同0年、10年）、白血病を除く悪性新生物（同0年）であった。

#### (2) 線量との関連

線量との有意な関連が見られたのは膵臓がん（潜伏期10年）のみであり、その他の部位では有意な関連は認められなかった。

### 7. 3 解析結果の統計学的解釈

一つの集団で多数の異なった部位を解析しようとする場合、5%の有意水準を用いた検定では統計学的に有意な結果は偶然によっても20回に1回生じ得る。したがって、今回の調査のように多数の部位の悪性新生物を解析した場合には統計解析結果を特に慎重に解釈する必要がある。

今回の解析では全死因等でのSMRの有意な低下及び膵臓の悪性新生物の線量との有意な関連が見られたが、これらについては次項のとおり総合的な判断を行った。

### 7. 4 放射線との因果関係の判断

ある要因と疾病の関係が有意な統計学的関連を示したとしても、直ちに因果関係があると解釈できないことは疫学の常識とされている。要因と疾病の統計学的関連が見られたとき、因果関係があるかどうかを検討するための種々の判断基準が知られている<sup>6) 7)</sup>。これらの諸基準で共通に重要とされている点は、統計学的な関連を因果関係と判断する際に、量・反応関係があること、他の信頼できる疫学研究でも似たような結果が得られていること、さらに結果が医学的・生物学的見地から関連を合理的に説明できることなどである。

SMRが有意に低かった死因については、健康労働者効果<sup>8) 9)</sup>が一つの原因であろうと解釈された。

今回の調査で、線量との統計学的関連が見られた膵臓がんについては、原爆被爆者や諸外国における原子力産業従事者について実施された従来の多数の調査<sup>5) 10) 11) 12) 13) 14) 15) 16)</sup>では、線量との有意な関連が見られていない。例外的にハンフォード従事者の調査(1945-1986年)<sup>17)</sup>では、膵臓がんは潜伏期10年では線量との有意な関連は見られなかったが、潜伏期2年で有意な関連を示した。しかし、著者のギルバートらも種々検討の結果、因果関係を示すものでないと判断している。膵臓がんの解釈に当たっては、原爆被爆者の調査成績等を基にして検討した国際的な報告書が参考となる。すなわち、米国研究審議会(National Research Council)の電離放射線の生物学的影響に関する委員会第5次報告書(BEIR V, 1990)<sup>18)</sup>のなかで膵臓は放射線感受性の低い臓器とされている。また、国際放射線防護委員会(ICRP)の1990年勧告<sup>19)</sup>でも特定の組織荷重係数を膵臓にあてはめていない。これらの科学的知見を考慮すると、今回の調査で見られた膵臓がんは線量との有意な関連が直ちに放射線との因果関係を示すものと結論づけることはできない。

## 7. 5 総合評価

総合評価として、今回の調査では低線量域の放射線が健康影響、特にがんに影響を及ぼしたとする証拠は見られなかった。すなわち、

- 1) 今回の調査では、原爆被爆者で見られた全悪性新生物及び白血病については有意な増加は見られず、また線量との関連も認められなかった。
- 2) 部位別のがんについては、原爆被爆者調査から放射線との関連が認められている食道、胃、結腸、肝臓、肺などの悪性新生物は、今回の調査では有意な増加は見られず、また線量との関連も認められなかった。
- 3) 今回の調査では、膵臓がんにおいて線量との関連が見られたが、放射線との因果関係を示すものと結論づけることはできない。今後交絡因子などの関与を含めた調査が必要である。

## 8. 将来展望

今回の調査は諸種の困難な条件のもとで発足したため、評価に際して考慮すべき部分が残されている。今後は下記の点を考慮しながら、さらに質の高い疫学調査を、関係者の理解と協力を得て継続実施することが望まれる。

今回の調査は観察期間が短く、また調査対象者数、観察死亡数が少ないこと及び過去にさかのぼって死亡を調べたために、生死の把握に限界があったなどの問題点がある。今後は、今回の調査で生存確認のできた集団を継続して追跡調査する必要がある。

また、本調査の信頼性を一層向上させるためには、上述の問題点の克服の他に、喫煙等の生活習慣や医療被ばく等の要因の影響を検討すること及び悪性新生物でも治癒するケースが最近増加しつつあることを考慮して罹患の状況を把握することを検討する必要がある。

・参考文献

- 1) 「行政機関が平成3年1月5日から4月1日までの間に保有を開始した個人情報ファイル」 平成3年5月1日 総務庁告示第30号
- 2) 「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
- 3) EPICURE. HiroSoft International Corporation, Seattle, WA, USA, 1993
- 4) Breslow N E, Day N E. Statistical methods in cancer research : Volume II - The design and analysis of cohort studies. IARC 1987
- 5) Ron E, Preston D L, Mabuchi K et al. Cancer incidence in atomic bomb survivors. Part IV: Comparison of cancer incidence and mortality. Radiat Res 1994, 137, S98-S112
- 6) Smoking and health. U.S Department of Health, Education, and Welfare. 1964
- 7) Hill A B. The environment and disease: Association or causation?. Proc Roy Soc Med 1965; 58, 295-300
- 8) Carpenter L, Beral V, Fraser P et al. Health related selection and death rates in the United Kingdom Atomic Energy Authority Workforce. Brit J Indust Med 1990, 47, 248-258
- 9) Howe G R, Chiarelli 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 Epid 1988, 128, (6), 1364-1375
- 10) Gilbert E S, Cragle D L, Wiggs L D. Updated analysis of combined mortality data for workers at the Hanford Site, Oak Ridge National Laboratory, and Rocky Flats Weapons Plant. Radiat Res 1993,136,408-421
- 11) Gribbin M A, Weeks J L, Howe G R. Cancer mortality (1956-1985) among male employees of Atomic Energy of Canada Limited with respect to occupational exposure to external low-linear-energy-transfer ionizing radiation. Radiat Res 1993, 133, 375-380



- 12) Kendall G M, Muirhead C R, MacGibbon B H et al. Mortality and occupational exposure to radiation : First analysis of the National Registry for Radiation Workers. *Brit Med J* 1992, 304, 220-225
- 13) Kendall G M, Muirhead C R, MacGibbon B H et al. First analysis of the National Registry for Radiation Workers. 1992, NRPB-R251
- 14) Carpenter L, Higgins C, Douglas A et al. Combined analysis of mortality in three United Kingdom nuclear industry workforces, 1946-1988. *Radiat Res* 1994, 138, 224-238
- 15) United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources and effects of ionizing radiation. 1994
- 16) IARC study group on cancer risk among nuclear industry workers. Direct estimates of cancer mortality due to low doses of ionising radiation :an international study. *Lancet* 1994,344, 1039-1043
- 17) Gilbert E S, Omohundro E, Buchanan J A et al. Mortality of workers at the Hanford site: 1945-1986. *Health Physics* 1993, 64, (6), 577-590
- 18) National Academy Press. Health effects of exposure to low levels of ionizing radiation.1990
- 19) 「国際放射線防護委員会の1990年勧告」、社団法人日本アイソトープ協会、1991年

## 本報告書で用いた用語の解説

### ICD 9 (国際疾病分類を参照)

#### 悪性新生物

体を作っている細胞の一部が自立的にまた無限に増える病気をいう。これを一般には「がん」と呼ぶ。

#### 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因果関係があるという。ある因子と病気の発生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及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はかる学問である。

### SMR (標準化死亡比を参照)

#### 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。

本調査では、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)

#### 解析対象集団

解析に用いた集団。今回の調査では、解析対象集団は114,900人である。

#### 片側検定の p 値 (傾向性の検定：内部比較)

「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。本調査では、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する。(p値を参照)

### 観察期間

個人毎に生死を観察した期間。本調査では、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

本調査では、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年前の日付のうち新しい期日を観察開始日とした。

### 観察終了日

本調査では、原則として、住民票等の写しが交付された日であるが、転出者については転出年月日、死亡者については死亡年月日を観察終了日とした。なお、死因照合のために用いた人口動態調査死亡票の磁気テープ転写分が入手できたのは、1992年12月31日までであったため、この日以降に住民票等の交付を受けた者についてはすべて1992年12月31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。

### 簡単分類

簡単分類とは人口動態統計用の死因簡単分類の略称であり、今回使用した簡単分類は、国際疾病分類第9回修正(ICD9)を基本としている。

### 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。本調査では、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5歳階級別死因別死亡率で死亡する(累積線量群間の死亡率に差がない)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)

### 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。したがって、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。

### 原死因 (underlying cause of death)

原死因とは、(a) 直接に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、死亡を起こした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（本調査では放射線）と結果（本調査では死亡）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、世界保健機関(WHO)の専門機関として1965年にフランスのリヨンに設立された機関であり、日本は1972年から参加している。

また、原子力産業従事者のがんリスクに関する国際共同研究を推進している。

### 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。今回使用した第9回修正の国際疾病分類 (ICD9) は、1976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 (ICD10) が、1990年にWHO総会において採択され、日本では1995年から使用されている。

### 国際放射線防護委員会(ICRP : International Commission on Radiological Protection)

放射線防護の基本的な考え方や、原則、方策などの放射線防護で用いる基本的な基準値などを検討し、勧告する委員会である。ICRP勧告は、世界各国の放射線防護法令の規範となっており、我が国でも基本的にICRPの勧告を尊重して法令その他の基準値が定められている。

### 死因簡単分類 (簡単分類を参照)

### コホート調査 (cohort study)

曝露の有無、あるいは、曝露量の異なるいくつかの集団 (コホート) を一定期間追跡し、曝露量別の疾病頻度を観察して、ある要因の曝露と疾病発生との関係をさぐる疫学調査の方法をコホート調査 (研究) と呼ぶ。

## 実効線量当量 (effective dose equivalent)

放射線が人体に与える確率的影響をより適切に評価することができる量として実効線量当量が用いられる。放射線が人体に与える影響は、吸収線量が同じであっても、受けた放射線の種類、組織（器官）によっていろいろ変わってくる。そこで、吸収線量に放射線の種類やエネルギーによって決まる係数（これを線質係数という）をかけて補正する。補正した線量のことを線量当量という。次に人体に現われる放射線の影響は、同じ種類の同じエネルギーの放射線を受けても、組織によっていろいろ変わる。そこで、下式に示すようにそれぞれの組織の線量当量に、組織ごとに決められている放射線に対する感受性を表す係数（これを荷重係数という）をかけて加え合わせ、これを**実効線量当量**という。ICRPの1990年勧告では**実効線量 (effective dose)**という簡潔な名称に変更している。

$$H_e = \sum_t W_t H_t$$

$H_e$ ：実効線量当量

$W_t$ ：組織  $t$  における荷重係数

$H_t$ ：組織線量当量

なお、実効線量当量の概念が、国内法令に導入されるまでの線量（ミリレム単位で記録）についても、mSvに単位換算して実効線量当量の相当値として加算している。

## 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通商産業省工業技術院が日本工業規格（JIS）として定めた市区町村ごとの5桁の番号である。

## 重点調査対象集団

当面の5年間に調査対象集団の全員を調査することは、実行上相当に困難なことが予想され、また、推計学的に見て必ずしも効率的でないと考えたため、累積線量、就業期間、年齢等の特性を考慮して、重点的に調査する集団として、調査対象集団より抽出した小規模集団である。しかし、調査の進捗に伴って対象を拡大し、調査対象者全員を調査対象とすることができた。

## 住民票等の写し

本報告書では、住民票の写し及び消除された住民票（除票）の写しを合わせて“住民票等の写し”という。

## 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、市町村長がその住民について個人を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の

かを明らかにする記載を必要としている。市町村長は、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おり、消除された住民票には、「除票」の押印を行い措置することが定められている。

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、住民票写しと同様の交付請求手続きにより保存期間中の除票の写しの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庁長官の承認を得て、使用することができる。

今回は1982年から1992年の間に全国で死亡した18歳以上の男子の生年月日、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、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）」などとして公表されている。

### 人年

追跡研究において疾病異常などの発生率を求める際、個々の対象者の観察期間が異なる場合がある。そのようなとき観察期間を考慮にいれた分母を決める目的で考案された単位が人年であり、一人一年間観察した場合、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%）

SMRの95%信頼区間とは、推計学的にその区間内にSMRの真の値が95%の確率で入る範囲のことをいう。

本調査では、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、 $\chi^2_{0.975}(2O)$  は、自由度  $2O$  の  $\chi^2$  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。本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（ $\chi$ ）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。放射線発がんの調査では、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。

### 調査対象集団

本調査では、1989年3月までに中央登録センターに登録された者約23万人のうち、実際には放射線業務に従事しなかった者などを除いた181,583人を調査対象集団とした。

### 低線量域

原子力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1994年報告書では吸収線量 (absorbed dose) の場合で  $0 \sim 0.2 \text{ Gy}$ 、等価線量 (equivalent dose) の場合で  $0 \sim 0.2 \text{ Sv}$  を低線量 (low dose) としている。また、あらゆる放射線に対して  $0.1 \text{ Gy/day}$  以下を低線量率 (low dose rate) としている。

### $p$ 値

いま、得られた結果より、さらに偏った結果の起こる確率を  $p$  値 ( $p$ -value) という。この  $p$  値が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) よりも小さければ有意と判断する。本調査では、有意水準を  $5\%$  としたので、 $p$  が  $0.05$  より小さい場合に有意と判断した。(有意を参照)

### 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) という。

### 有意

有意であるとは、単に偶然とは考えにくいということであり、有意でないとは、偶

然でも起き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。 $p$  値が有意水準より小さいときに有意であると判断し、 $p$  値が有意水準より大きいときに有意ではないと判断する。（ $p$  値を参照）

#### 両側検定の $p$ 値（SMRの検定：外部比較）

「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。

本調査では、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、今以上に大きな又は小さなSMRを得る確率は5%である」ということになる。統計学的には、有意水準5%で有意性の判断をする場合、両側検定の  $p$  値が0.05未満であれば、「SMRは1と有意に異なる」と判断する。

#### 量・反応関係

曝露の量、強さ又は期間が、特定の健康影響をもたらす危険の大きさの変化（増加又は減少）と関連しているという関係。



## 委員会名簿

◎印は委員長

※印は平成7年3月31日現在の委員

委員の所属職位は就任時で示す。

(敬称略)

### 評価委員会

#### 〔委員〕

- |    |       |                     |               |
|----|-------|---------------------|---------------|
| ※  | 青山 喬  | 滋賀医科大学医学部 教授        |               |
| ※  | 秋葉 澄伯 | 鹿児島大学医学部 教授         | (平成5年3月16日より) |
| ※  | 鈴木 雪夫 | 多摩大学 教授             |               |
| ◎※ | 松平 寛通 | 放射線医学総合研究所 顧問       |               |
| ※  | 簗輪 眞澄 | 国立公衆衛生院 疫学部長        |               |
|    | 吉澤 康雄 | 東京大学 名誉教授           | (平成6年3月17日まで) |
| ※  | 吉村 健清 | 産業医科大学 産業生態科学研究所 教授 |               |

#### 〔顧問〕

- |   |       |                 |               |
|---|-------|-----------------|---------------|
| ※ | 粟冠 正利 | 東北放射線科学センター 会長  |               |
| ※ | 重松 逸造 | (財)放射線影響研究所 理事長 |               |
| ※ | 菅原 努  | (財)体質研究会 理事長    |               |
| ※ | 吉澤 康雄 | 東京大学 名誉教授       | (平成6年3月18日より) |

#### 〔線量評価専門委員〕

- |       |                       |                          |
|-------|-----------------------|--------------------------|
| 石黒 秀治 | 動力炉・核燃料開発事業団 安全部次長    | (平成6年5月16日より平成7年3月31日まで) |
| 河田 燕  | 成蹊大学工学部 教授            | "                        |
| 沼宮内弼雄 | (財)放射線計測協会 専務理事       | "                        |
| 南 賢太郎 | 日本原子力研究所東海研究所 保健物理部次長 | "                        |
| 吉本 泰彦 | (財)放射線影響研究所 疫学解析室長    | "                        |

### 調査運営委員会

- |    |       |                          |                           |
|----|-------|--------------------------|---------------------------|
| ※  | 石黒 秀治 | 動力炉・核燃料開発事業団 安全部次長       | (平成4年3月12日より)             |
|    | 瀬川 精久 | 同上                       | (平成4年3月11日まで)             |
| ◎※ | 金子 正人 | 東京電力(株) 原子力保健安全センター 所長   | (平成6年11月24日より)            |
|    | 大場 健護 | 同上                       | (平成3年9月23日まで)             |
|    | 石井 英臣 | 同上                       | (平成3年9月24日より平成6年11月23日まで) |
| ※  | 草間 朋子 | 東京大学医学部 助教授              |                           |
| ※  | 征矢 郁郎 | 三菱重工業(株) 原子力応用技術部放射線管理課長 | (平成7年3月26日より)             |
|    | 井上 康  | 三菱重工業(株) 軽水炉技術部部長代理      | (平成7年3月25日まで)             |
| ※  | 中川 晴夫 | (株)日立製作所 放射線管理センタ長       | (平成4年10月22日より)            |
|    | 小作 貞夫 | 同上                       | (平成4年10月21日まで)            |
| ※  | 西川 峰之 | 関西電力(株) 原子力管理部副部長        | (平成6年4月26日より)             |
|    | 西村 健  | 同上                       | (平成4年3月11日まで)             |
|    | 辻倉 米蔵 | 同上                       | (平成4年3月12日より平成6年4月25日まで)  |

- ※ 西澤かな枝 放射線医学総合研究所総括安全解析研究官付 主任研究官  
(平成5年3月26日より)
- 岩崎 民子 放射線医学総合研究所総括安全解析研究官付 主任安全解析研究官  
(平成5年3月25日まで)
- ※ 橋本 弘士 中部電力(株) 原子管理部担当部長
- ※ 船本 久雄 日本原子力発電(株) 発電本部放射線管理室長 (平成3年9月24日より)
- 橋本 達也 同 上 (平成3年9月23日まで)
- ※ 備後 一義 日本原子力研究所東海研究所 保健物理部長 (平成6年4月26日より)
- 押野 昌夫 同 上 (平成5年3月25日まで)
- 松井 浩 同 上 保健物理部次長 (平成5年3月26日より平成6年4月25日まで)
- ※ 三ヶ尻元彦 (株)東芝 原子力フィールド技術部長代理 (平成5年7月13日より)
- 木村 希一 (株)東芝 原子力建設部 部長代理 (平成5年7月12日まで)
- ※ 村田 紀 千葉県がんセンター 疫学研究部長
- ※ 吉本 泰彦 (財)放射線影響研究所 疫学解析室長 (平成5年3月26日より)
- 秋葉 澄伯 (財)放射線影響研究所 疫学部副部長 (平成5年3月25日まで)
- ※ 若杉 和彦 日本ニュークリア・フュエル(株) 環境安全部長

倫理委員会

- ※ 浦川道太郎 早稲田大学法学部 教授
- ※ 堀部 政男 一橋大学法学部 教授
- ※ 松井 義孝 弁護士
  
- ◎※ 細田 裕 (財)放射線影響協会 放射線疫学調査センター センター長
- ※ 酒見 雄孝 同 上 業務担当部長
- ※ 船越 義一 同 上 渉外担当部長 (平成4年4月1日より)
- 松井 浩 同 上 同 上 (平成4年3月31日まで)
- ※ 齋藤 節子 同 上 広報担当部長
- ※ 三宅 敏雄 同 上 調査担当部長
- ※ 久芳 道義 同 上 統計担当部長 (平成5年7月1日より)
- 金子 正人 同 上 同 上 (平成5年6月30日まで)

疫学データ解析ソフト等検討委員会

- ※ 秋葉 澄伯 鹿児島大学医学部 教授
- ※ 丹後 俊郎 国立公衆衛生院 理論疫学室長
- ※ 簀輪 眞澄 国立公衆衛生院 疫学部長
- ※ 村田 紀 千葉県がんセンター 疫学研究部長
- ◎※ 吉村 健清 産業医科大学 産業生態科学研究所 教授
- ※ 吉本 泰彦 (財)放射線影響研究所 疫学解析室長





