

原子力規制委員会原子力規制庁委託調査報告書

低線量放射線による
人体への影響に関する疫学的調査
(第Ⅶ期調査)

令和 2 年度～令和 6 年度

令和 7 年 3 月

公益財団法人 放射線影響協会

本報告書は原子力規制委員会原子力規制庁のエネルギー対策特別会計委託事業による委託業務として、(公財)放射線影響協会が実施した令和 2 年度から令和 6 年度「原子力施設等防災対策等委託費(低線量放射線による人体への影響に関する疫学的調査)事業(実施計画書第 1 条で定めた委託業務題目)」の成果を取りまとめたものです。

本委託事業のため、当協会はがん登録等の推進に関する法律に基づいて厚生労働大臣から全国がん登録情報の提供を受けました。本報告書は、提供を受けた登録情報を基に当協会が分析し、放射線業務に係るがん罹患統計を取りまとめたものです。

本委託事業のため、当協会は統計法に基づいて厚生労働大臣から人口動態調査に係る調査票情報の提供を受けました。本報告書は、提供を受けた調査票情報を基に当協会が分析し、放射線業務に係る死亡統計を取りまとめたものです。

第Ⅶ期調査の概要

○背景

公益財団法人放射線影響協会では国（現在は原子力規制委員会原子力規制庁）の委託業務として、放射線業務従事者を対象とした疫学調査を 1990 年より実施している。本報告書は 2020 年（令和 2 年）度から 2024 年度にかけて実施した調査（以下「第Ⅶ期調査」という。）を取りまとめたものである。

○目的

低線量放射線被ばくによる悪性新生物疾患（がん）罹患リスク、死亡リスクへの影響を評価すること。

○方法

解析対象者は 2015 年度から 2019 年度にかけて実施した放射線業務従事者への意思確認調査において、調査対象者となることについて同意し、同時に実施した生活習慣等アンケート調査に回答する等の解析条件を満たした者とした。第一原発がん罹患及び死亡をエンドポイントとして、放射線被ばくの影響を検討した。生死の確認は地方自治体への交付申請により取得した住民票写しにより行った。がん罹患情報は厚生労働省より利用を許諾された全国がん登録データベースとの照合により取得した。死因は厚生労働省より利用を許諾された人口動態調査死亡票との照合により取得した。被ばく線量は（公財）放射線影響協会放射線従事者中央登録センターより提供を受けた実効線量を臓器線量に換算した。放射線によるがん罹患及び死亡解析は内部比較と外部比較を行った。内部比較では直線モデルに基づく 1Gy 当たりの過剰相対リスク（ERR/Gy）と 90%信頼区間を算出した。この際、年齢、喫煙、飲酒、地域、教育年数を調整し、全死亡と外因死については 0 年、白血病については 2 年、その他の疾患については 10 年の潜伏期を仮定した。また、白血病を除く全悪性新生物について、異なる潜伏期、線量反応モデルを適用した感度解析も行った。外部比較では、がん罹患率の標準化罹患比（SIR）、死亡の標準化死亡比（SMR）、並びに、それぞれの 95%信頼区間を算出し、がん罹患率、死亡率を日本人男性と比較した。

○結果と考察

罹患解析の対象者は 76,766 人、平均結腸吸収線量は 12.6 mGy であった。内部比較の結果、感度解析も含めて有意に高い ERR/Gy は見られなか

った。外部比較において前立腺がんの SIR が 1.10 (95%信頼区間：1.02, 1.18)と日本人男性と比べて有意に高い値を示したが、これは検診効果と考えられた。死亡解析の対象者は 77,954 人、平均結腸吸収線量は 12.4 mGy であった。内部比較の結果、感度解析も含めて有意に高い ERR/Gy は見られなかった。また、外部比較の結果も有意に高い SMR は見られなかった。

○結論

本調査における平均結腸吸収線量は罹患解析対象集団では 12.6 mGy、死亡解析対象集団では 12.4 mGy であった。平均結腸吸収線量がこの水準である慢性的な低線量を被ばくした職業集団の第Ⅶ期調査における解析結果からは、悪性新生物疾患（がん）の罹患、並びに、がんによる死亡、非新生物疾患（非がん）による死亡、及び外因死に低線量放射線が影響を及ぼしていると結論付けることはできなかった。

○事業継続指標

あり方検討会報告書補遺追記版に定められた第Ⅶ期調査終了時の指標に基づき、事業継続の是非を判断するメルクマールの判定を行った。その結果、第Ⅶ期調査終了時に対して設定されたメルクマールが達成されたことが、あり方検討会フォローアップ委員会において判断された。

目次

第Ⅶ期調査の概要.....	i
1. はじめに.....	1
2. 解析に使用したデータ	2
2.1. データの概要	2
2.2. インフォームド・コンセント	2
2.3. 調査対象集団	3
2.3.1 第Ⅶ期調査の調査対象集団	3
2.3.2 調査対象集団における同意撤回者および観察年が発生しない者	3
2.4. 生活習慣、社会経済状態	4
2.5. 被ばく線量.....	5
2.5.1 記録線量の取得	5
2.5.2 臓器吸収線量への変換	5
2.6. 生死状況	6
2.7. がん罹患情報	9
2.8. 死因情報	9
3. 解析手法.....	9
3.1. 観察期間	9
3.1.1 罹患解析	10
3.1.2 死亡解析	10
3.2. 潜伏期	10
3.3. 解析対象部位、死因	11
3.4. 内部比較	13
3.5. 外部比較	15
3.5.1 罹患解析	15
3.5.2 死亡解析	16
4. 結果.....	16
4.1. 解析対象集団	16
4.1.1 がん登録データベースとの照合結果	17
4.1.2 人口動態調査死亡票との照合結果.....	20
4.2. 集団特性	21
4.2.1 罹患解析対象集団.....	21
4.2.2 死亡解析対象集団.....	23
4.3. 内部比較	23
4.3.1 罹患解析	23

4.3.2 罹患感度解析.....	24
4.3.3 死亡解析.....	25
4.3.4 死亡感度解析.....	27
4.4. 外部比較.....	27
4.4.1 罹患解析.....	27
4.4.2 死亡解析.....	28
5. 考察.....	30
5.1. 結果の概括.....	30
5.2. 有意に高い SIR を示した前立腺がんについて.....	30
5.3. Phase 1 と Phase 2 の比較.....	32
5.4. 諸外国における調査との比較.....	35
6. 結論.....	37
7. 事業継続指標.....	37
8. 今後の課題.....	38
8.1. 調査の継続.....	38
8.2. 今後の解析に向けて.....	38
参考文献.....	39
解析結果表.....	41
補遺 1：部分集団に対する罹患解析結果.....	59
補遺 2：生活習慣、社会経済状態、放射線による罹患リスク比較.....	59
補遺 3：女性の放射線業務従事者の解析結果.....	61
資料 1：生活習慣等アンケート回答用紙.....	64
資料 2：用語の解説.....	66
資料 3：委員会名簿.....	72
資料 4：委員会開催実績.....	75
資料 5：原著、学会発表.....	78

1. はじめに

公益財団法人放射線影響協会（以下「当協会」という。）では、低線量放射線の慢性被ばくによる健康影響に関する科学的知見を得るために、1990年度から科学技術庁、2005年度から文部科学省、2013年度からは原子力規制委員会原子力規制庁からの委託事業として、原子力発電施設等での放射線業務従事者を対象とする疫学調査（J-EPISODE: Japanese EPIdemiological Study On low Dose radiation Effects）を実施してきた。本疫学調査が開始された1991年以来、追跡が5年延長されるごとに調査を総括し総合報告として取りまとめを行ってきた。2015年度末に取りまとめた第Ⅴ期報告書では、1990年12月から2014年3月末までの5期25年間の調査で明らかとなった生死調査に基づく疫学調査の取りまとめを行った。この5期25年をPhase 1と呼ぶ。続くPhase 2の第Ⅵ期調査では、第Ⅴ期までの調査の結果を踏まえた新たな調査計画に基づき、生存している放射線業務従事者から調査対象者になることの同意と生活習慣に関する情報を取得したおよそ8万人の新たな調査対象集団を設定すると共に、臓器線量を構築した。また、2016年に発足したわが国の全国がん登録を用いたがん罹患データの利用が可能となった。

第Ⅶ期調査報告書は、2020年度から2024年度に実施した第Ⅶ期調査の調査結果を取りまとめたものであり、新たな調査対象集団から設定した解析対象集団に基づいたがん罹患調査、及び生死調査の解析結果に関する初めての報告となる。

謝辞

調査への参加にご同意いただいた多くの放射線業務従事者の皆様、新たな調査対象集団の設定にご協力いただいた関係事業所の方々に深く感謝の意を表します。また、本調査の実施にあたり、専門的立場からご指導、ご助言をいただきました各界の方々に感謝申しあげます。

2. 解析に使用したデータ

2.1. データの概要

解析に使用したデータのうち、2.2 節、2.4 節、2.5 節で入手したデータについては、それらを用いて原子力規制委員会が保有する放射線疫学調査ファイル [1] を更新した。調査計画については当協会に設置された放射線疫学調査倫理審査・個人情報保護委員会による承認（2020 年 12 月）を受けた。データの概要を表 2.1-1 に示す。

表 2.1-1 データの概要

情報の取得元	情報の種類	情報の取得方法	記載箇所
調査対象者ご本人	氏名、性別、生年月日、住所、同意の可否	放射線疫学調査の対象者となることについての意思確認書	2.2 節
	喫煙歴、飲酒歴等の生活習慣等の情報	生活習慣等調査	2.4 節
公益財団法人 放射線影響協会 放射線従事者中央登録センター	登録番号、氏名、性別、生年月日、登録年月日、各年度の年線量、就業情報	電子記録等の受領	2.5 節
市区町村長	氏名、性別、生年月日、住所、転出等年月日、死亡年月日	住民票または除票の写しの取得	2.6 節
厚生労働省	がんの診断日、がんの種類等	全国がん登録データベースとの照合	2.7 節
厚生労働省	死因	人口動態調査死亡票との照合	2.8 節

2.2. インフォームド・コンセント

本放射線疫学調査の第 V 期調査（2010 年度～2014 年度）の調査結果 [2] を踏まえ、新しい取組みとして生活習慣調査及びがん罹患調査を実施することとなった。そこで、新しい調査を円滑に実施することを目的とし、対象者からインフォームド・コンセントを受けるために「放射線疫学調査の対象者となることについての意思確認調査」（以下「意思確認調査」という。）を 2015 年度から 2019 年度にかけて順次行った。

意思確認調査では、インフォームド・コンセントに必要な説明資料を①郵送配布（約 16 万部）または②原子力発電施設等の事業所での直接配布（約 6

万部)の2通りの方法により、計約22万部を配布した。説明資料には生活習慣調査回答用紙(資料1参照)が添付されており、本疫学調査の対象者となることに同意する場合に回答を依頼した。その結果、約8万人から同意書を取得することができた。なお、同意の撤回は当協会ホームページで随時受け付けており(<https://www.rea.or.jp/ire/jyuji/>)、2023年度末までに25人が同意を撤回した。

2.3. 調査対象集団

2.3.1 に記載した調査対象集団に対し2.1節のデータを取得した。

2.3.1 第Ⅶ期調査の調査対象集団

被ばく線量調査、がん罹患調査、死因調査の対象となる調査対象集団は、第Ⅵ期報告書で述べたとおり、2019年10月2日までに同意した者のうち、以下の条件を満たした78,798人であった。

- ・ 公益財団法人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」という。)[3]に放射線業務従事者として登録されていること
- ・ 日本国籍を有すること
- ・ 生活習慣等調査票に有効回答が1問以上あること
- ・ 2019年12月末までに住民票の写しが交付され、生存が確認されたこと

2.3.2 調査対象集団における同意撤回者および観察年が発生しない者

第Ⅶ期開始時の調査対象集団78,798人の中には、第Ⅶ期調査期間中に、同意撤回した者が25人いたため、4.1節で後述する死亡解析対象集団から除外した。また、最終生存確認日または死亡日が観察開始日(同意日)より早いため、3.1節で述べる観察年が発生しない者が14人おり、こちらも同様に死亡解析対象集団から除外した(図4.1-1参照)。これらを合計した39人の調査対象集団78,798人に占める割合は0.05%であるため、解析への影響は無視できると考えられる。4.1節で後述する罹患解析対象集団は、更にここから第一原発がん初診年月日が観察開始日より早い者1,188人を除外した(図4.1-1参照)。死亡解析対象集団から除外した39人と、この1,188人を合計した1,227人が調査対象集団78,798人に占める割合は1.6%であり、死亡解析対象集団と同様に、解析への影響は無視できると考えられる。

2.4.生活習慣、社会経済状態

2.2 節で述べた意思確認調査と同時に生活習慣、社会経済状態に関する自記式アンケート調査を行った（資料 1 参照）。この目的はがんの罹患率、がん及び非新生物疾患の死亡率に影響を与えると考えられる要因のデータを取得し、解析の際にそれらを調整することによって、より偏りの少ない放射線関連リスクを推定することである。質問項目は喫煙、飲酒等の生活習慣、及び被雇用企業、教育年数等の社会経済状態、その他（既往歴等）であった。詳細を表 2.4-1 に示す。

表 2.4-1：生活習慣等アンケート調査質問項目

分類	質問項目
喫煙	喫煙状況、喫煙本数、喫煙年数、禁煙からの経過年数、禁煙理由
飲酒	飲酒状況、飲酒量、飲酒頻度、禁酒理由
食生活	バランス、野菜摂取、塩分、甘味、脂肪分
業務	雇用企業、企業規模、職種（最も長期間従事）、最終職位
その他	教育年数、身長、体重（現在及び 20 歳時）、運動習慣、CT 検査受診歴、透視検査受診歴、健康診断受診歴、ピロリ菌・肝炎ウイルス感染歴、既往歴（高血圧、がん等）

3.4 節の内部比較で用いる総喫煙量は Pack-year で、飲酒量は 1 日当たりのアルコール摂取量で表し、各々以下により算出した。

$\text{Pack-year} = \text{喫煙年数} \times 1 \text{ 日当たりの喫煙本数} \div 20$

$1 \text{ 日当たりのアルコール摂取量} = \text{飲酒頻度} \times \text{飲酒量（アルコール換算量）}$

ここで、飲酒頻度及びアルコール換算量には、回答された選択肢に対して以下の値を与えた。

飲酒頻度：ほぼ毎日＝1、週 3～4 日＝0.5、週 1～2 日＝0.2143、月 1～2 日＝0.05、月 1 日未満＝0.033

アルコール換算量（g）：日本酒換算 1 合未満＝11.5、1～2 合未満＝34.5、2～3 合未満＝57.5、3 合以上＝92

（1 合をアルコール換算で 23g として算出した。アルコール換算量は各区分の中央値とし、3 合以上の区分については 4 合とした。）

2.5.被ばく線量

2.5.1 記録線量の取得

第Ⅵ期調査からがん罹患・死亡の評価に臓器吸収線量（mGy）を用いている。臓器吸収線量を推計するために、調査対象集団について中央登録センターに登録されている個人被ばく線量データを取得した。これには通常作業に伴う線量に加え、東京電力福島第一原子力発電所事故に伴う緊急作業に従事した約4,000人の緊急作業による外部及び内部被ばく線量データが含まれる。ここで、通常作業に伴う線量は、光子による外部被ばくとみなし、内部被ばくは無視した。

取得した個人被ばく線量データのうち、外部被ばく線量データは個人線量計を用い個人、年度別に集計した1cm線量当量（mSv）であり、通常作業及び緊急作業に伴う線量データ別に取得した。緊急作業に伴う内部被ばく線量データは放射性核種の摂取後50年間の総被ばく線量を全て摂取時に被ばくしたとみなして評価した預託実効線量（mSv）であり、これを個人、年度別に取得した。

なお、緊急作業従事者の外部及び内部被ばく線量データは2010年度～2015年度のものを取得した。

2.5.2 臓器吸収線量への変換

通常作業及び緊急作業の外部被ばくに関しては、臓器線量構築検討会報告書[4]に基づき、国際的に確立された方法に従って、2.5.1項で取得した記録線量である1cm線量当量（mSv）から組織・臓器、年度別吸収線量（mGy）への変換を行った。また、緊急作業内部被ばくに関しては、緊急作業線量の臓器線量構築に関する検討会報告書[5]に基づき、組織・臓器、年度別吸収線量（mGy）への換算を行った。すなわち、預託実効線量からヨウ素（I-131）、セシウム（Cs-134、Cs-137）に関する核種別預託実効線量の推計を行い、次いで、組織・臓器別預託等価線量に変換した後、組織・臓器、年度別吸収線量を推計した。最後に、外部被ばくに由来する組織・臓器、年度別吸収線量と、対応する内部被ばくに由来する臓器吸収線量を合算して、放射線によるがん罹患部位別及び死因別リスク評価に用いる組織・臓器、年度別吸収線量（以下「臓器線量」という。）（mGy）を算出した。換算した臓器線量と各々の適用部位、死因は表2.5.2-1のとおり。

表 2.5.2-1 臓器線量と各々の適用部位、死因

臓器線量	全悪性新生物	非新生物疾患 全死亡、外因死
結腸	全疾患、全悪性新生物、結腸、直腸、非喫煙関連がん	非新生物疾患、循環器系疾患、心血管疾患、高血圧性疾患、虚血性心疾患、消化器系疾患、感染症及び寄生虫症、その他の疾患、非喫煙関連非新生物疾患、全死亡、外因死、自殺
赤色骨髄	白血病、非ホジキンリンパ腫、多発性骨髄腫	
食道	食道、口腔・咽頭	
胃	胃	
肝臓	肝臓、胆嚢	慢性肝疾患及び肝硬変
膵臓	膵臓	
肺	肺、喫煙関連がん	呼吸器系疾患、肺炎及びインフルエンザ、結核、喫煙関連非新生物疾患
皮膚	皮膚	
前立腺	前立腺	
膀胱	膀胱、直腸	泌尿生殖系疾患
腎臓	腎臓	腎尿路生殖器系の疾患
甲状腺	甲状腺	
脳	脳・神経系の新生物	脳血管疾患、精神及び行動の障害

2.6. 生死状況

第Ⅶ期の生死追跡可能な対象者は、2019年10月3日以降の同意者を追加した81,527人とした。この理由は、ニュースレターの送付等の同意者に対するフォローアップが必要なためである。この81,527人を対象とした生死の確認は、調査対象者の居住する市区町村長への住民票の写し等の交付請求により行った。この手続きは住民基本台帳法第12条の3第1項第3号（本人等以外の者の申出による住民票の写し等の交付）の規定に基づいている。各年度の住民票の取得は、その前年度までに生死の追跡が可能であった対象者の中から、各年度における住民票を調査する対象者の設定時期までに判明して

いる死亡者、住民票不交付等による追跡不能者、同意撤回者などを除外した上で、過去の住民票取得状況を考慮したローテーション方式で行った。交付請求の結果、住民票の写しまたは転出による除票（住民基本台帳法において消除された住民票）の写しが交付された場合、生存と判断し、死亡による除票の写しが交付された場合、死亡と判断した。また、転出があった場合、翌年に転出先へ住民票の写し等の交付請求を行った。2018年度までは除票の保存期間は5年間と定められていたことから、1人の調査対象者について少なくとも4年に1度の頻度で生死確認調査を行ってきた。2019年に同法が改正され、除票の保存期間が従来の5年間から150年間に延長されたが、後述するようにがん罹患情報の取得の際に、全国がん登録データベースと照合するに当たり、調査対象者の最新の住所情報を必要とすることから、引き続き2～4年に1度の頻度で生死確認調査を行った。その結果、生死追跡可能な81,527人を対象に、第Ⅶ期調査期間中に延べ136,480人について住民票の写し等の交付請求を行った。2020～2024年度の住民票の取得状況を表2.6-1に示す。

表 2.6-1 第Ⅶ期（2020 年度～2024 年度）の各年度に実施した住民票の取得状況

年度	区分	人数
2020	住民票の写しを取得した者	27,764
	除票の写し(転出)を取得した者	1,301
	除票の写し(死亡)を取得した者	906
	該当者なし等の回答を得た者	9
	不交付	0
	合計	29,980
2021	住民票の写しを取得した者	25,935
	除票の写し(転出)を取得した者	1,790
	除票の写し(死亡)を取得した者	717
	該当者なし等の回答を得た者	8
	不交付	0
	合計	28,450
2022	住民票の写しを取得した者	27,178
	除票の写し(転出)を取得した者	1,837
	除票の写し(死亡)を取得した者	1,030
	該当者なし等の回答を得た者	5
	不交付	0
	合計	30,050
2023	住民票の写しを取得した者	22,716
	除票の写し(転出)を取得した者	1,199
	除票の写し(死亡)を取得した者	1,083
	該当者なし等の回答を得た者	1
	不交付	1
	合計	25,000
2024	住民票の写しを取得した者	20,935
	除票の写し(転出)を取得した者	1,220
	除票の写し(死亡)を取得した者	842
	該当者なし等の回答を得た者	2
	不交付	1
	合計	23,000
総計（延べ人数）		136,480

2.7.がん罹患情報

がん罹患情報は、2016 年 1 月に開始された全国がん登録から取得した。放射線影響協会は、がん登録等の推進に関する法律第 17 条第 1 項第 3 号（厚生労働大臣による利用等）において、全国がん登録情報を利用できる者として指定されている。法 17 条に基づき、全国がん登録情報の提供申出を行い、厚生労働大臣より提供を受けた。具体的には、放射線影響協会から調査対象集団の氏名、生年月日、性別、住所（以下「照合キー」という。）を申請窓口機関である国立研究開発法人国立がん研究センターへ提供し、同研究センターにおいて全国がん登録データベースとの照合が行われた。調査対象者におけるこれらの照合キーに一致する者が全国がん登録データベースに登録されていれば、その者のがんの診断年月日、部位（第 10 回修正国際疾病分類、以下「ICD-10」という。）等の情報を当該対象者のがん罹患情報とした。

Phase 2 から用いることとなった新しいデータソースである全国がん登録制度の精度指標に関して、厚生労働省「全国がん登録 罹患数・率 報告（2020 年）」 [6]によると、死亡／罹患比（MI 比）は 0.40、死亡情報のみの症例の割合（DCO%）は 1.9%、病理学的裏付けのある症例の割合（MV%）は 86.5%であった。

2.8.死因情報

2.6 節で述べた生死状況の確認により死亡が判明した対象者については、厚生労働省より提供を受けた人口動態調査死亡票（以下「死亡票」という。）との照合により死因を調査した。この手続きは統計法 33 条（調査票情報の提供）の規定に基づいている。提供を受ける死亡票は 20 歳以上の全国の日本人男女のデータであり、照合キーは生年月日、死亡年月日、性別、死亡時住所コードとした。調査対象者におけるこれらのキーが一致する者が死亡票にあれば、その者の原死因を当該対象者の死因とした。原死因は ICD-10 を基本とした死因基本分類表 [7]による死因コードである。照合作業は放射線影響協会が行った。

3. 解析手法

3.1.観察期間

観察期間は次の 3.1.1 項及び 3.1.2 項で述べる観察開始日から観察終了日までの観察年で定義される。観察した個人ごとの観察年を合計したものを総観察人年といい、人年（Person-years）の単位で表される。

3.1.1 罹患解析

観察開始日は以下のうち、もっとも遅い日とした。

- ・ 同意日（2015 年 11 月～2019 年 9 月に分布）
- ・ 2016 年 1 月 1 日（全国がん登録開始日）

観察終了日は以下のうち、もっとも早い日とした。

- ・ 第一原発がんの診断日
- ・ 最終生死確認日（住民票または転出除票により生存を確認したもっとも遅い日、あるいは、死亡除票による死亡日）
- ・ 2020 年 12 月 31 日（観察打切日）

最終生死確認日、または第一原発がん初診年月日が観察開始日より早い者は解析から除外した。罹患解析と死亡解析では観察打切日を 2020 年 12 月 31 日に統一した。その理由は、被ばく線量（2.5 節参照）、生死状況（2.6 節参照）、がん罹患情報（2.7 節参照）、死因情報（2.8 節参照）のデータが全て揃っている期間が 2020 年 12 月 31 日までであることによる。

3.1.2 死亡解析

観察開始日は同意日とした（2015 年 11 月～2019 年 9 月に分布）。

観察終了日は以下のうち、もっとも早い日とした。

- ・ 最終生死確認日（住民票または転出除票により生存を確認したもっとも遅い日、あるいは、死亡除票による死亡日）
- ・ 2020 年 12 月 31 日（観察打切日）

最終生死確認日が観察開始日より早い者は解析から除外した。

3.2. 潜伏期

被ばく線量を用いた解析においては以下の潜伏期を仮定した。すなわち、線量を実際に受けた年から潜伏期経過後の年の線量として累積し、罹患、死亡との関連を分析した。

全死亡、外因死：0 年

白血病：2 年

白血病以外のがん、非新生物疾患：10 年

3.3.解析対象部位、死因

解析対象とした部位、死因を表 3.3-1 に示す。また、固形がん（C00 - C80）及び非新生物疾患について喫煙関連、非喫煙関連に分類 [8] [9] した解析も行った。

表 3.3-1 解析対象部位、死因の分類

部位、死因	ICD-10	罹患解析		死亡解析	
		内部	外部	内部	外部
		比較	比較	比較	比較
全死亡	A00 - Z99			✓	✓
全疾患	A00 - R99			✓	✓
全悪性新生物	C00 - C97	✓	✓	✓	✓
白血病を除く	C00 - C90, C96 - C97	✓	✓	✓	✓
全悪性新生物					
白血病	C91 - C95	✓	✓	✓	✓
慢性リンパ性白血病	C91 - C91.0, C91.2 -	✓		✓	✓
を除く白血病	C95				
口腔、咽頭	C00 - C14	✓		✓	✓
食道	C15	✓		✓	✓
胃	C16	✓	✓	✓	✓
結腸	C18	✓	✓	✓	✓
直腸	C19 - C21	✓	✓	✓	✓
		(注 1)			
肝臓	C22	✓	✓	✓	✓
胆嚢	C23 - C24	✓		✓	✓
膵臓	C25	✓		✓	✓
肺	C33 - C34	✓	✓	✓	✓
皮膚	C43 - C44	✓	✓		
前立腺	C61	✓	✓	✓	✓
膀胱	C67	✓		✓	✓
腎並びにその他及び	C64 - C66, C68	✓		✓	✓
部位不明の泌尿器					
甲状腺	C73	✓	✓		
非ホジキンリンパ腫	C82 - C85, C96	✓		✓	✓
多発性骨髄腫	C88, C90	✓	✓	✓	✓

脳・神経系の新生物	C70 - C72, D32 - D33, D42 - D43	✓ (注 2)	✓ (注 2)	✓	✓
喫煙関連がん (注 3)	口唇、口腔 C00 - C08 咽頭 C09 - C14 食道 C15 胃 C16 結腸 C18 直腸 C19-C21 肝臓 C22 膵臓 C25 鼻腔 C30.0, C31 喉頭 C32 肺 C33 - C34 腎 C64 - C65 尿管 C66 膀胱 C67	✓		✓	✓
非喫煙関連がん (注 4)	固形がん C00 - C80 から上記を除外	✓		✓	✓
非新生物疾患	A00 - B99, D50 - R99			✓	✓
精神及び行動の障害	F00 - F99			✓	✓
循環器系疾患	I00 - I99			✓	✓
心血管疾患	I00 - I52, I71			✓	✓
高血圧性疾患	I10 - I15			✓	✓
虚血性心疾患	I20 - I25			✓	✓
脳血管疾患	I60 - I69			✓	✓
呼吸器系疾患	J00 - J99			✓	✓
肺炎及び インフルエンザ	J10 - J18			✓	✓
消化器系疾患	K00 - K93			✓	✓
慢性肝疾患及び肝硬 変	K70 - K77			✓	✓
感染症及び寄生虫症	A00 - B99			✓	✓
結核	A15 - A19			✓	✓
その他の疾患	D50 - H95, L00 - R99			✓	✓

腎尿路生殖器系の疾患	N00 - N99	✓	✓
喫煙関連非新生物疾患		✓	✓
虚血性心疾患	I20 - I25		
脳血管疾患	I60 - I69		
腹部大動脈瘤	I71.3, I71.4		
肺炎	J12 - J18		
慢性閉塞性肺疾患	J41 - J44		
消化性潰瘍	K25 - K27		
非喫煙関連非新生物疾患	I00 - I99、J00 - J99、 K00 - K93 から上記を除外	✓	✓
外因死	V01 - Y98	✓	✓
自殺	X60 - X84	✓	✓

(注1) 罹患解析の外部比較では C19 - C20 のみ。

(注2) 罹患解析では C70 - C72 のみ。

(注3) 表に示す疾患分類を喫煙関連がんとして定義した。IARC の喫煙関連がんの定義は、固形がん以外にも、骨髄性白血病を含むが、ここでは、固形がんに含まれる喫煙関連がんを解析対象とした。

(注4) 骨がん(C40-C41)、皮膚がん(C43-C44)など

3.4. 内部比較

着目する集団の罹患率（または死亡率）と累積線量との関連を、当該対象集団の線量群別罹患率（または死亡率）を用いて検討することを内部比較という。原爆被爆者を対象とした研究を含め、多くの放射線疫学研究ではリスク指標として過剰相対リスク（**Excess Relative Risk**、以下「**ERR**」という。）を用いることが多い。**ERR** は疫学全般で用いられる相対リスクから 1 を引いた値であり、**ERR** が 1 である場合、罹患率（または死亡率）が 2 倍であることを示す。本報告書においては、最低線量群を基準とした線量群ごとの **ERR** を算出し、併せて 1 Gy 当たりの **ERR** を **ERR/Gy** として算出した。がん罹患（または死亡）は放射線の被ばくがない場合でも一定数発生し、着目する集団の総人数に対するこれらの発生数をバックグラウンド罹患率（または死亡率）という。**ERR/Gy** とは 1 Gy の放射線を被ばくした集団の罹患率（または死亡率）が、バックグラウンド罹患率（または死亡率）、即ち被ばくがゼロの場合と比べて何倍上乗せされるのかを示す値である。

調査対象集団には 1Gy を超える放射線を被ばくした者は存在しないが、本

報告書においては以下の直線モデルによる ERR/Gy を算出した。また、最低線量群を基準とした線量群ごとの ERR と 1 Gy 当たりの ERR について 90% 信頼区間を算出した。

$$\lambda = \lambda_0 (a) \exp(z)(1 + \beta d)$$

ここで

- λ 罹患（死亡）率
- λ_0 バックグラウンド罹患（死亡）率
- a 到達年齢（20～24, 25～29,..., 100 歳以上）
- z 調整変数
 - ・ 喫煙（非喫煙、過去喫煙、Pack-year20 未満（現在喫煙者、以下同様）、Pack-year20 以上 40 未満、Pack-year40 以上 60 未満、Pack-year60 以上、不明）
 - ・ 飲酒（非飲酒、過去飲酒、1 日当たりのアルコール摂取量 20g 未満（現在飲酒者、以下同様）、摂取量 20g 以上 40g 未満、摂取量 40g 以上 60g 未満、摂取量 60g 以上、不明）
 - ・ 地域（北海道、東北、関東、北陸、中部、近畿、中国、四国、九州・沖縄）
 - ・ 教育年数（1～9 年、10～12 年、13 年以上）
- β ERR
- d 累積被ばく線量（0 mGy, 0 mGy を超えて 5 mGy 未満, 5mGy 以上 10 mGy 未満, 10mGy 以上 20 mGy 未満, 20mGy 以上 50 mGy 未満, 50mGy 以上 100 mGy 未満, 100 mGy 以上）

先行研究、変数同士の相関等を考慮して到達年齢、喫煙、飲酒、地域、教育年数で調整を行った。喫煙状況における現在喫煙者はさらに Pack-year で区分し、飲酒状況における現在飲酒者はさらに 1 日当たりのアルコール摂取量で区分した（2.4 節参照）。地域について第 V 期調査までは北海道と東北を 1 つの区分として日本全国を 8 つに区分していたが、北海道と東北は白血病を除く全悪性新生物に対する罹患及び死亡の相対リスクに差が見られたため分割し、上記の 9 区分とした。観察期間が罹患解析では 2016～2020 年、死亡解析では 2015～2020 年と短いため、暦年は調整しなかった。ERR、ERR/Gy、は収束計算で求めるが、収束しなかった場合には表（表 4.3.3-1、付表 1-1、付表 2-1）に NC（No Convergence）と記載し、対応する信頼区間にはハイ

フンを記載した。また、収束しなかった場合には解析結果表（付表 1-1、付表 2-1）では線量群ごとの ERR にはハイフンを記し、90%信頼区間の行は削除した。

被ばく線量については 2.5.2 項で定義した個人ごとの臓器線量を用い、解析では年度を通じて均一に被ばくしたと仮定した。観察開始日以前に従事実績がある場合には、それまでの累積線量を観察開始時点の線量とし、検出限界未満は 0 mGy として扱った。また、3.2 節で述べたとおり潜伏期を仮定し、その年数分、線量を実際に受けた年から潜伏期経過後の年の線量として累積し、ERR/Gy 及び 90%信頼区間を計算した。

また、白血病を除く全悪性新生物を対象として潜伏期を 0、2、5、15、20 年と変化させた感度解析、及びリスクモデルに 2 次モデル、直線 2 次モデルを採用した場合の感度解析も行った。

3.5. 外部比較

着目する集団の罹患率（または死亡率）を、別の対象集団の罹患率（または死亡率）と比較することを外部比較という。ここでは罹患率を比較する場合は年齢を調整した標準化罹患比（Standardized Incidence Ratio、以下「SIR」という。3.5.1 項で後述。）、死亡率を比較する場合は年齢を調整した標準化死亡比（Standardized Mortality Ratio、以下「SMR」という。3.5.2 項で後述。）を用いた。

3.5.1 罹患解析

以下により SIR を算出した。

$$\text{SIR} = \text{観察罹患数} / \text{期待罹患数}$$

ここで

$$\text{期待罹患数} = \text{日本人男性罹患率} \times \text{観察人年}$$

$$\text{日本人男性罹患率} = \text{日本人男性罹患数} / \text{日本人男性人口}$$

日本人男性罹患数は全国がん登録の性・年齢・部位別 5 歳階級罹患数を用いた。また、日本人男性人口は 2020 年の年齢 5 歳階級別国勢調査人口とし、罹患数、人口のいずれも 20 歳以上を対象とした。また、SIR の 95%信頼区間を算出した。

3.5.2 死亡解析

以下により **SMR** を算出した。

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

ここで

$$\text{期待死亡数} = \text{日本人男性死亡率} \times \text{観察人年}$$

$$\text{日本人男性死亡率} = \text{日本人男性死亡数} / \text{日本人男性人口}$$

日本人男性死亡数は 2020 年の人口動態統計の性・年齢・死因別 5 歳階級死亡数を用いた。日本人男性人口は 3.5.1 節と同様。また、**SMR** の 95%信頼区間を算出した。

4. 結果

4.1. 解析対象集団

男性の調査対象集団 77,993 人のうち、2024 年 3 月 31 日までに調査対象となることの同意を撤回した者は 25 人であった。さらに、罹患解析及び死亡解析において、以下のケースは観察期間が発生しないため、解析から除外した。

- ・ 罹患解析において、最終生死確認日が観察開始日（同意日または 2016 年 1 月 1 日のうちの遅い日）より早い者：14 人、及び第一原発がん初診年月日が観察開始日（同意日または 2016 年 1 月 1 日のうちの遅い日）より早い者：1,188 人
- ・ 死亡解析において、最終生死確認日が観察開始日（同意日）より早い者：14 人

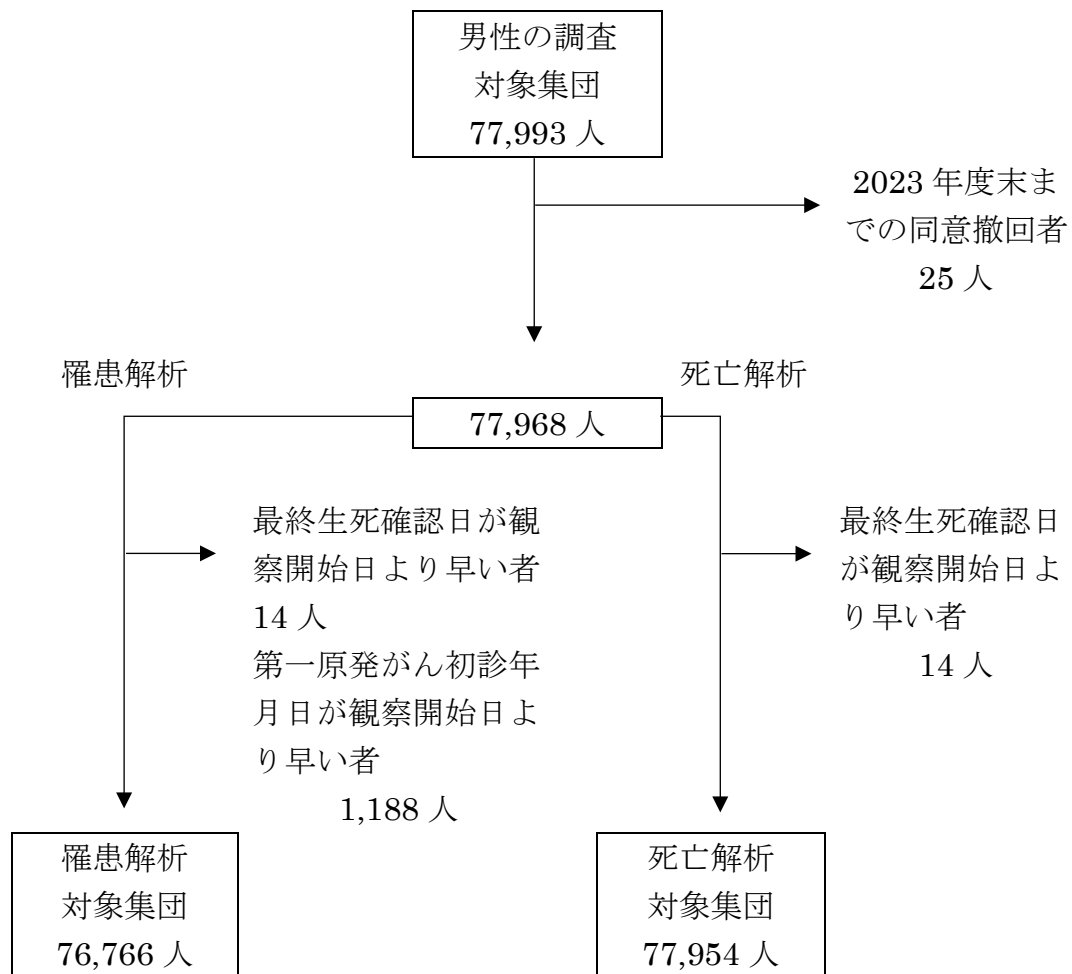


図 4.1-1 罹患・死亡解析対象集団

この結果、罹患解析では 76,766 人が、死亡解析では 77,954 人が最終的な解析対象集団となった。図 4.1-1 にこの過程を示す。

女性の調査対象集団は 805 人と少数であり、このうち被ばく線量が 0 mSv であった者が罹患解析では 593 人、死亡解析では 602 人と女性の調査対象集団全体の 4 分の 3 であったため [10]、後述する内部比較は著しく精度が悪いことが予想された。このため女性従事者については日本人女性との外部比較（補遺 3 参照）のみを行うこととした。

これ以降、特記しない限り罹患・死亡解析対象集団とは男性の集団のみを指す。

4.1.1 がん登録データベースとの照合結果

調査対象集団 78,798 人から 2016～2020 年のがん登録情報との照合により第一原発がん初診年月日及び発生部位の情報を取得できて、解析対象集団に

含まれた全悪性新生物罹患者 3,342 人までの人数のフローを図 4.1.1-1 に示す。調査対象集団 78,798 人のうち、2023 年度末までに同意を撤回した者が 25 人、最終生死確認日が観察開始日より早い者が 14 人いたため、これを除外した 78,759 人をがん登録情報との照合者とした。1 人につき複数の住所履歴情報がある場合には、全ての住所を照合対象としたため、照合対象レコードは照合対象者数より多い 281,490 レコードとなった。このうち照合により、がん罹患情報（上皮内がんを含む）を取得できたレコードは 14,380 レコードであった。1 人につき複数のレコードがある場合、がん部位を示す ICD-10 の重複があればそれを除外し、併せて上皮内がん及び上皮内がん以外の良性新生物を除外した。その結果、ICD-10 の重複がないがんのレコードは 4,866 となった。ここから第一原発がん以外のレコードを除外した 4,545 人が第一原発がんの情報を取得できた人数となった。さらにここから女性 15 人、第一原発がん初診年月日が同意日より早い者 1,188 人を除外した 3,342 人が罹患解析対象集団に含まれる第一原発がん初診者数（全悪性新生物罹患者）となった。

2015 年以前の地域がん登録制度の情報は使用しなかった。また、2.4 節における生活習慣等アンケート調査のがん既往歴の情報は、罹患解析対象集団の除外基準としては考慮しなかった。

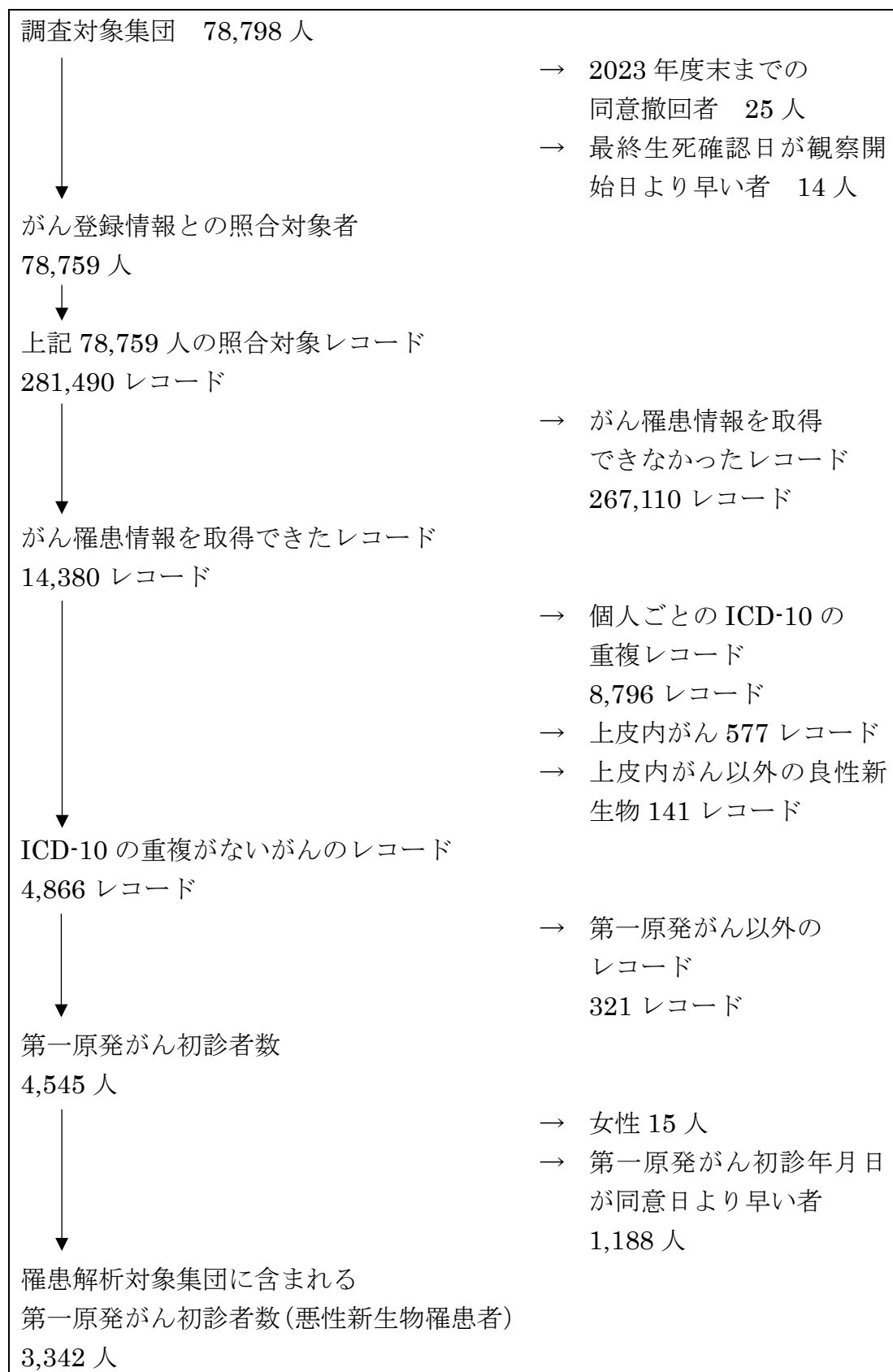


図 4.1.1-1 罹患解析におけるがん罹患患者の人数

4.1.2 人口動態調査死亡票との照合結果

調査対象集団 78,798 人から 2015～2020 年の死亡票との照合により死因情報を取得できて、解析対象集団に含まれた全死亡者 1,895 人までの人数のフローを図 4.1.2-1 に示す。

調査対象集団 78,798 人のうち、2023 年度末までに同意を撤回した者が 25 人、最終生死確認日が観察開始日より早い者が 14 人いたため、これを除外すると 78,759 人となった。このうち 2023 年度末までに死亡が判明した者は 3,614 人であり、ここから 2021 年以降の死亡者 1,715 人を除外した 2020 年 12 月 31 日（打切日）までの死亡者 1,899 人が死因照合対象者となった。死因を特定できた者は 1,893 人であり、うち男性は 1,889 人、女性は 4 人であった。なお、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）による死亡は特例として、原死因にかかわらず、ICD-10 コードの「U08-U10 新型コロナウイルス」が適用されることとなったが、死因を特定できた 1,893 人の中に新型コロナウイルス感染症による死亡者はいなかった。

死因を特定できなかった 6 人は全て男性であり、これらは死因別の解析には含まれなかったが、全死亡の解析には含めた。死因を特定できた男性 1,889 人と死因を特定できなかった男性 6 人を合計した 1,895 人が死亡解析対象集団に含まれる全死亡者となった。

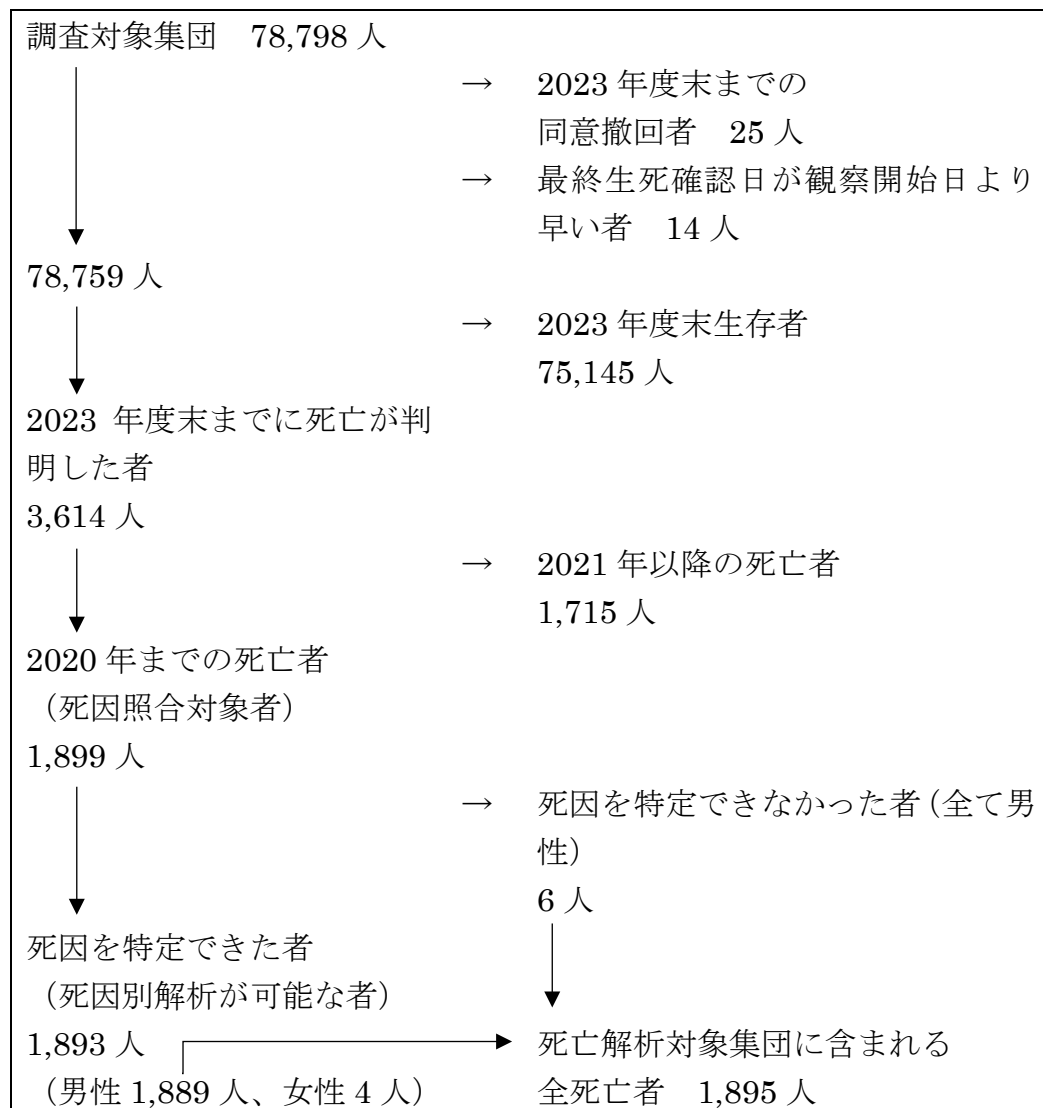


図 4.1.2-1 死亡解析における死亡者の人数

4.2.集団特性

4.2.1 罹患解析対象集団

罹患解析対象集団 76,766 人の累積結腸吸収線量分布を表 4.2.1-1 に、出生年分布を表 4.2.1-2 に示す。観察終了時の平均結腸吸収線量は 12.6 mGy（中央値 1.1 mGy、IQR 0.0 - 10.5 mGy）であった。また平均出生年は 1959 年（中央値 1958 年、IQR 1948 - 1969 年）であった。なお、累積線量がゼロを超えた者 55,029 人の平均結腸吸収線量は 17.5 mGy（中央値 4.4 mGy、IQR 0.7 - 18.0 mGy）であった。

表 4.2.1-1 罹患解析対象集団の累積結腸吸収線量分布（観察終了時点）

累積結腸吸収線量	人数	割合
0mGy	21,737	28.3%
5mGy 未満	28,642	37.3%
5mGy 以上、10mGy 未満	6,760	8.8%
10mGy 以上、20mGy 未満	6,880	9.0%
20mGy 以上、50mGy 未満	7,303	9.5%
50mGy 以上、100mGy 未満	3,495	4.6%
100mGy 以上	1,949	2.5%
合計	76,766	100.0%

表 4.2.1-2 罹患解析対象集団の出生年分布

出生年	人数	割合
1939 年以前	5,708	7.4%
1940 ～ 1949 年	15,799	20.6%
1950 ～ 1959 年	20,413	26.6%
1960 ～ 1969 年	16,480	21.5%
1970 ～ 1979 年	11,125	14.5%
1980 ～ 1989 年	4,758	6.2%
1990 年以降	2,483	3.2%
合計	76,766	100.0%

4.2.2 死亡解析対象集団

死亡解析対象集団 77,954 人の累積結腸吸収線量分布を表 4.2.2-1 に、出生年分布を表 4.2.2-2 に示す。観察終了時の平均結腸吸収線量は 12.4 mGy（中央値 1.1 mGy、IQR 0.0 - 10.3 mGy）であった。また平均出生年は 1959 年（中央値 1958 年、IQR 1948 - 1969 年）であった。なお、累積線量がゼロを超えた者 55,666 人の平均結腸吸収線量は 17.4 mGy（中央値 4.4 mGy、IQR 0.7 - 17.9 mGy）であった。

表 4.2.2-1 死亡解析対象集団の累積結腸吸収線量分布（観察終了時点）

累積結腸吸収線量	人数	割合
0mGy	22,288	28.6%
5mGy 未満	29,120	37.4%
5mGy 以上、10mGy 未満	6,817	8.7%
10mGy 以上、20mGy 未満	6,925	8.9%
20mGy 以上、50mGy 未満	7,334	9.4%
50mGy 以上、100mGy 未満	3,510	4.5%
100mGy 以上	1,960	2.5%
合計	77,954	100.0%

表 4.2.2-2 死亡解析対象者の出生年分布

出生年	人数	割合
1939 年以前	5,956	7.6%
1940 ～ 1949 年	16,327	20.9%
1950 ～ 1959 年	20,709	26.6%
1960 ～ 1969 年	16,573	21.3%
1970 ～ 1979 年	11,146	14.3%
1980 ～ 1989 年	4,760	6.1%
1990 年以降	2,483	3.2%
合計	77,954	100.0%

4.3. 内部比較

4.3.1 罹患解析

罹患解析対象集団 76,766 人の総観察人年は 277,121 人年であった。主な罹患部位別 ERR/Gy 及び 90%信頼区間を表 4.3.1-1 に示す。ERR/Gy 及び 90%信頼区間は白血病を除く全悪性新生物では 0.31 (−0.65, 1.26)、慢性リンパ性白血病を除く白血病では −1.75 (−8.77, 5.27) であり、いずれも統計的に有意で

はなかった。また、部位別に見た場合も統計的に有意に高い部位はなかった。

表 4.3.1-1 罹患部位別 ERR/Gy 及び 90%信頼区間

部位	使用 臓器線量	観察 罹患数	ERR/Gy	90%信頼区間
白血病を除く 全悪性新生物	結腸	3,303	0.31	(-0.65, 1.26)
慢性リンパ性白血 病を除く白血病	赤色骨髄	38	-1.75	(-8.77, 5.27)
胃	胃	530	0.19	(-2.00, 2.37)
結腸	結腸	300	-1.31	(-3.84, 1.22)
肺	肺	439	-0.01	(-2.31, 2.30)
前立腺	前立腺	697	0.48	(-2.05, 3.02)
喫煙関連がん	肺	2,162	0.02	(-1.05, 1.09)
非喫煙関連がん	結腸	1,002	0.82	(-1.09, 2.72)

観察罹患数が 300 以上の部位を記載した。ただし慢性リンパ性白血病を除く白血病は、放射線疫学において着目される部位であるため記載した。

4.3.2 罹患感度解析

白血病を除く全悪性新生物は潜伏期を 10 年と仮定して解析を行ったが、この潜伏期を 0、2、5、15、20 年とした解析を行った。結果を表 4.3.2-1 に示す。いずれの潜伏期においても有意に高い ERR/Gy は見られなかった。

表 4.3.2-1 潜伏期の変化による感度解析結果

白血病を除く全悪性新生物（罹患）

潜伏期（年）	ERR/Gy	90%信頼区間
0	0.28	(-0.61, 1.18)
2	0.31	(-0.60, 1.21)
5	0.32	(-0.59, 1.24)
10	0.31	(-0.65, 1.26)
15	0.18	(-0.84, 1.20)
20	-0.10	(-1.20, 1.01)

また、白血病を除く全悪性新生物を対象として、直線モデル以外の 2 次モデル、直線 2 次モデルを適用した解析も行った。100 mGy における ERR と

90%信頼区間を表 4.3.2-2 に示す。モデルの当てはまりの指標である AIC（小さい方が当てはまりが良い）を見た場合、モデル間の差はほとんどなかった。いずれのモデルにおいても統計的に有意に高い 100 mGy における ERR は見られなかった。

表 4.3.2-2 異なる線量反応モデルによる感度解析結果
白血病を除く全悪性新生物（罹患）

モデル	100mGy に おける ERR	90%信頼区間	AIC
直線	0.03	(-0.06, 0.13)	25587.40
2 次	0.02	(-0.03, 0.07)	25587.24
直線 2 次	0.01	(-0.29, 0.32)	25589.22

4.3.3 死亡解析

死亡解析対象集団 77,954 人の総観察人年は 286,843 人年であった。死因別 ERR/Gy 及び 90%信頼区間を表 4.3.3-1 に示す。ERR/Gy 及び 90%信頼区間は全死亡では-0.87 (-1.93, 0.20)、白血病を除く全悪性新生物では-0.09 (-1.95, 1.77)であった。いずれも点推定値はマイナスであったが、総観察人年が少なく、信頼区間の幅が広いことから統計的に有意ではなかった。慢性リンパ性白血病を除く白血病では ERR/Gy は収束しなかった。これらを含め、その他のがん、非新生物疾患、外因死において統計的に有意に高い死因はなかった。

表 4.3.3-1 死因別 ERR/Gy 及び 90%信頼区間

死因	使用臓器線量	観察死亡数	ERR/Gy	90%信頼区間
全死亡	結腸	1,895	-0.87	(-1.93, 0.20)
白血病を除く全悪性新生物	結腸	799	-0.09	(-1.95, 1.77)
慢性リンパ性白血病を除く白血病	赤色骨髓	26	NC	-
胃がん	胃	109	-0.78	(-5.05, 3.48)
肺がん	肺	209	1.85	(-2.13, 5.83)
喫煙関連がん	肺	658	-0.47	(-2.33, 1.39)
非喫煙関連がん	結腸	110	2.78	(-3.74, 9.30)
非新生物疾患	結腸	926	-1.75	(-3.19, -0.31)
循環器系疾患	結腸	408	NC	-
呼吸器系疾患	肺	229	-1.10	(-4.23, 2.02)
喫煙関連非新生物疾患	肺	318	NC	-
非喫煙関連非新生物疾患	結腸	386	0.74	(-2.25, 3.74)
外因死	結腸	116	-0.81	(-4.97, 3.35)

NC : 収束せず (No Convergence)

観察死亡数が 100 以上の死因を記載した。ただし慢性リンパ性白血病を除く白血病は、放射線疫学において着目される死因であるため記載した。

4.3.4 死亡感度解析

白血病を除く全悪性新生物は潜伏期を 10 年と仮定して解析を行ったが、この潜伏期を 0、2、5、15、20 年とした解析を行った。結果を表 4.3.4-1 に示す。いずれの潜伏期においても有意に高い ERR/Gy は見られなかった。

表 4.3.4-1 潜伏期の変化による感度解析結果

白血病を除く全悪性新生物（死亡）

潜伏期（年）	ERR/Gy	90%信頼区間
0	0.06	(-1.74, 1.87)
2	0.09	(-1.72, 1.91)
5	0.13	(-1.71, 1.96)
10	-0.09	(-1.95, 1.77)
15	-0.43	(-2.36, 1.50)
20	-0.87	(-2.91, 1.17)

また、白血病を除く全悪性新生物を対象として、直線モデル以外の 2 次モデル、直線 2 次モデルを適用した解析も行った。100 mGy における ERR と 90%信頼区間を表 4.3.4-2 に示す。AIC を見た場合、モデル間の差はほとんどなかった。いずれのモデルにおいても統計的に有意に高い 100 mGy における ERR は見られなかった。

表 4.3.4-2 異なる線量反応モデルによる感度解析結果

白血病を除く全悪性新生物（死亡）

モデル	100mGy における ERR	90%信頼区間	AIC
直線	-0.01	(-0.20, 0.18)	7741.67
2 次	-0.01	(-0.11, 0.08)	7741.64
直線 2 次	0.01	(-0.57, 0.58)	7743.61

4.4. 外部比較

4.4.1 罹患解析

罹患部位別 SIR 及び 95%信頼区間を図 4.4.1-1 に示す。白血病を除く全悪性新生物の SIR は 0.88 (0.85, 0.91)であり、日本人男性と比べて有意に低かった。前立腺がんは 1.10 (1.02, 1.18)と、日本人男性と比べて統計的に有意に

高い SIR を示した。その他には日本人男性と比べて統計的に有意に高い部位はなかった。

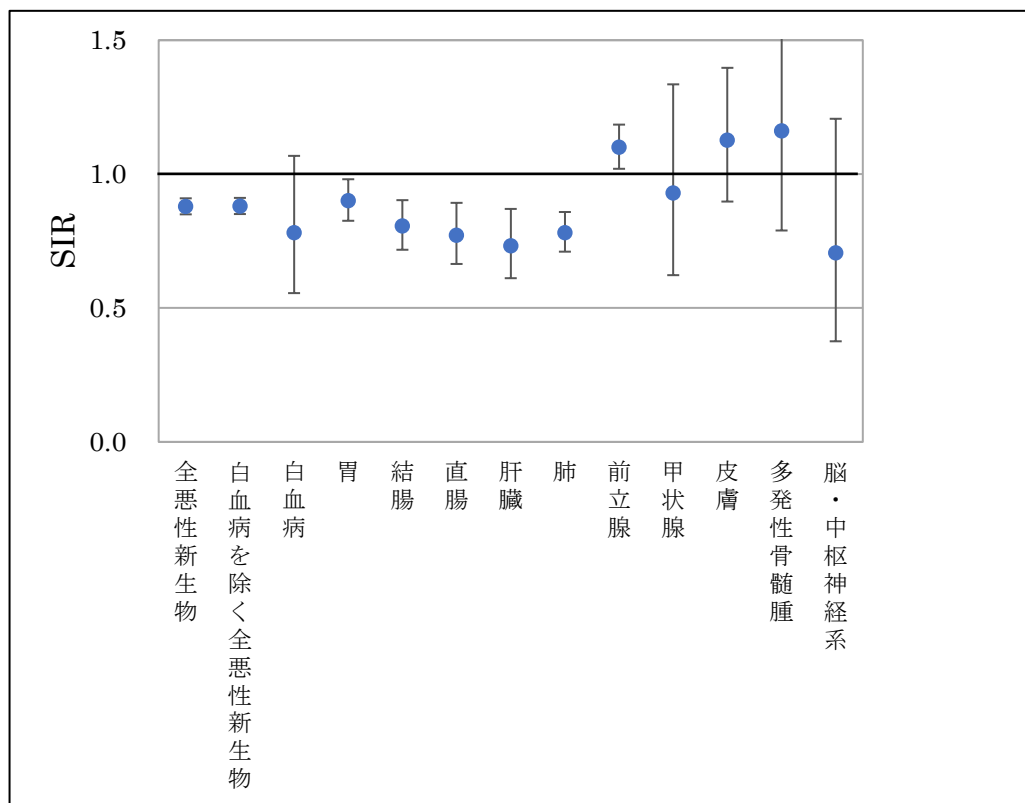


図 4.4.1-1 罹患部位別 SIR 及び 95%信頼区間

4.4.2 死亡解析

死因別 SMR 及び 95%信頼区間を図 4.4.2-1 に示す。全死亡、白血病を除く全悪性新生物の SMR は各々 0.47 (0.45, 0.49)、0.56 (0.52, 0.60)であり、日本人男性と比べて統計的に有意に低かった。また、白血病、その他の死因別の悪性新生物、非新生物疾患、外因死においても日本人男性と比べて統計的に有意に高い死因はなかった。

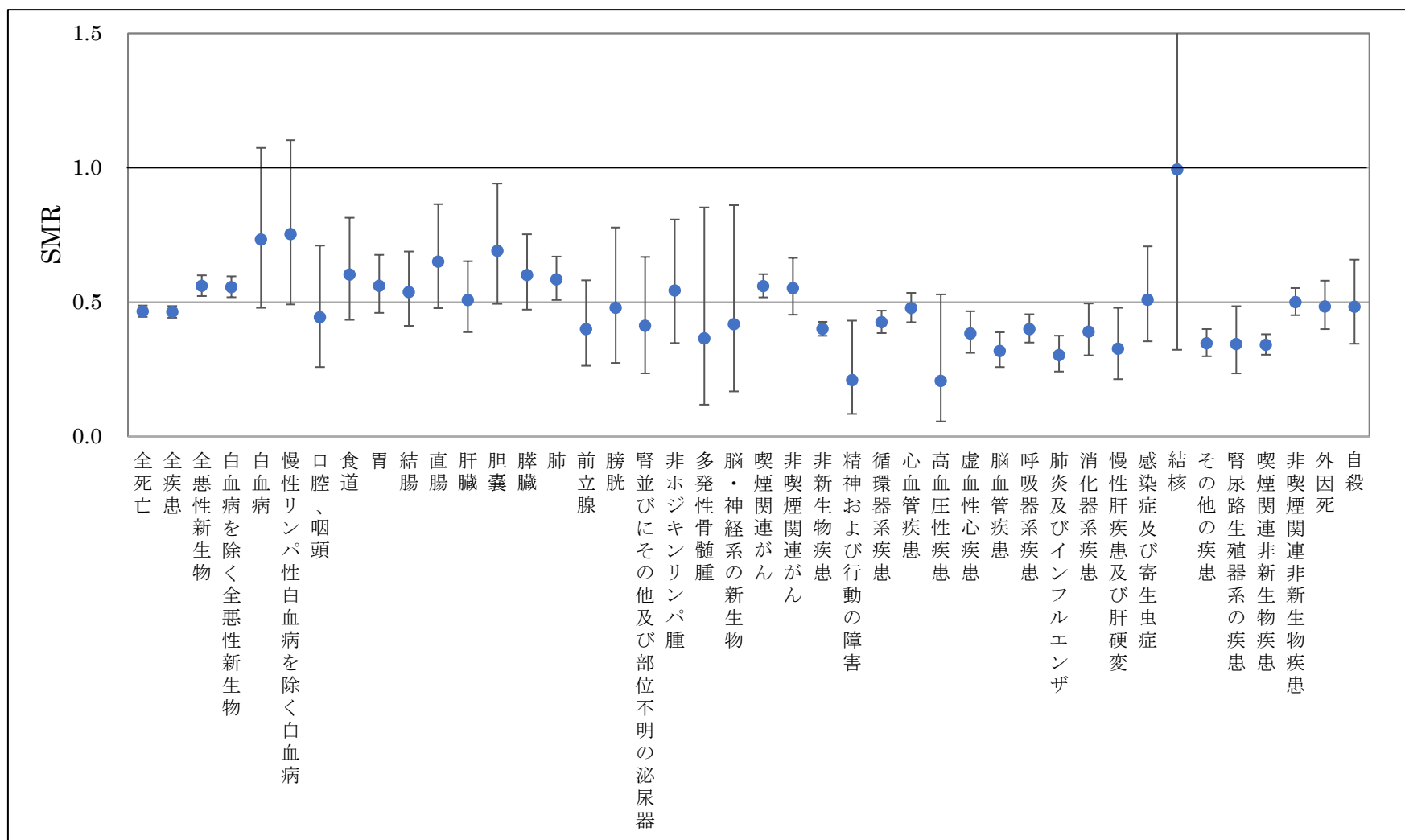


図 4.4.2-1 死因別 SMR 及び 95%信頼区間

5. 考察

5.1. 結果の概括

今回の第Ⅶ期調査では罹患解析において 76,766 人、死亡解析において 77,954 人を対象として解析を行い、総観察人年は各々 277,121 人年、286,843 人年、平均結腸吸収線量は各々 12.6 mGy、12.4 mGy であった。

罹患解析の内部比較では感度解析を含めて ERR/Gy が統計的に有意に高い部位はなかったが、外部比較では前立腺がんが統計的に有意に高い SIR を示した。これについては 5.2 節で詳述する。死亡解析の内部比較では感度解析を含めて ERR/Gy が統計的に有意に高い死因はなく、外部比較でも SMR が統計的に有意に高い死因はなかった。

罹患解析においては多発性骨髄腫、及び脳・神経系の新生物の ERR/Gy が収束せず、算出することができなかった。また、死亡解析でも白血病を含む多くの死因において、ERR/Gy を算出することができなかった。これは現時点での観察罹患数、観察死亡数が十分ではないことに起因すると思われる。感度解析において 2 次項を含む線量反応モデルを検討した結果、罹患解析、死亡解析のいずれもモデル間の差はほとんどなかったが、100 mGy における ERR の 2 次項が罹患解析では正、死亡解析では負となったことから、直線からの逸脱を検討するにはさらなる観察が必要と考えられる。

5.2. 有意に高い SIR を示した前立腺がんについて

前立腺がんの SIR は 1.10 (1.02, 1.18) と統計的に有意に高い値を示したが、後述するように、これは検診がより多く実施された群において、より高い有病割合が見られる検診効果と考えられた。

本調査では喫煙等の生活習慣、教育年数等の社会経済状態のデータを有している。これらの項目を用いてサブグループ解析を行い、生活習慣や社会経済状態の要因ごとに前立腺がんの SIR を算出した。結果を表 5.2-1 に示す。

最後の健康診断からの経過年数が 1 年以内、及び 1 - 3 年前の群において高い SIR が見られ、1 年以内の群では統計的に有意に高かった。また首都圏を含む関東、従業員数が 301 人以上の大企業を示す群、職種（最も長期間従事）が事務・設計・研究のホワイトカラーを示す群、最終職位が管理・監督の管理職を示す群、教育年数が 13 年以上の高学歴を示す群において統計的に有意に高い SIR が見られた。これらの群に属する者は所得及び教育水準が高く社会経済状態が高い者である傾向が強い可能性がある。社会経済状態が高い者と統計的に有意に高い SIR との関係について次の仮説を考えた。前立腺がんは自覚症状が無いことがあり、多くは血液を用いる前立腺特異抗原検査である PSA 検査を通じて見つかる。この PSA 検査は健康診断等の追加項目と

して受検が可能であり、健康意識の高い者は受検を選択する傾向が強い可能性がある。罹患解析対象集団の観察終了時の平均年齢は 63 歳と、退職者が多く含まれると考えられるが、退職後の健康診断等は任意で受けることとなる。社会経済状態が高い者は、健康診断等の際に PSA 検査を任意で受診するような健康意識の高い傾向がある可能性がある。

社会経済状態が高い群において統計的に有意に高い SIR が見られた解析結果と、社会経済状態が高い者は健康意識が高い傾向があるという仮説を併せて考えると、前立腺がんの SIR が統計的に有意に高いことは検診効果と考えられた。

表 5.2-1 要因、サブグループ別前立腺がん SIR 及び 95%信頼区間

要因、サブグループ	観察 罹患数	期待 罹患数	SIR	95%信頼区間
最後の健康診断からの 経過年数				
1 年以内	547	474.2	1.15	(1.06, 1.25)
1～3 年前	81	69.7	1.16	(0.92, 1.44)
3～5 年前	17	23.8	0.71	(0.42, 1.14)
5～10 年前	16	24.7	0.65	(0.37, 1.05)
その他	15	21.4	0.70	(0.39, 1.16)
不明	21	19.8	1.06	(0.66, 1.62)
地域				
北海道	19	14.1	1.34	(0.81, 2.10)
東北	68	78.9	0.86	(0.67, 1.09)
関東	300	247.1	1.21	(1.08, 1.36)
北陸	40	52.4	0.76	(0.55, 1.04)
中部	43	42.9	1.00	(0.73, 1.35)
近畿	112	96.1	1.17	(0.96, 1.40)
中国	37	39.5	0.94	(0.66, 1.29)
四国	22	15.0	1.47	(0.92, 2.22)
九州・沖縄	56	47.5	1.18	(0.89, 1.53)
従業員数				
20 人以下	85	86.2	0.99	(0.79, 1.22)
21 - 300 人	135	137.5	0.98	(0.82, 1.16)
301 人以上	434	368.3	1.18	(1.07, 1.29)
不明	43	41.6	1.03	(0.75, 1.39)
職種（最も長期間従事）				

要因、サブグループ	観察 罹患数	期待 罹患数	SIR	95%信頼区間
事務、設計、研究	165	127.6	1.29	(1.10, 1.51)
放射線管理、工程管理	98	74.2	1.32	(1.07, 1.61)
運転・機器操作、 試験・検査	112	95.9	1.17	(0.96, 1.41)
保守、補修	265	270.6	0.98	(0.86, 1.10)
福島第一原発廃炉作 業	*	*	0.93	(0.34, 2.02)
不明	51	58.9	0.87	(0.64, 1.14)
最終職位				
管理・監督	186	140.3	1.33	(1.14, 1.53)
技術指導	130	122.0	1.07	(0.89, 1.27)
作業班長	104	115.5	0.90	(0.74, 1.09)
担当者	224	204.4	1.10	(0.96, 1.25)
不明	53	51.6	1.03	(0.77, 1.34)
教育年数				
1～9 年	92	99.1	0.93	(0.75, 1.14)
10～12 年	281	262.3	1.07	(0.95, 1.20)
13 年以上	280	230.7	1.21	(1.08, 1.36)
不明	44	41.5	1.06	(0.77, 1.42)

*：観察罹患数が 10 未満のため秘匿し、併せて期待罹患数も秘匿した。

5.3.Phase 1 と Phase 2 の比較

第 1 章で述べたように本調査は調査開始の第 I 期から 2014 年 3 月までの第 V 期調査を Phase 1、2014 年 4 月からの第 VI 期以降の調査を Phase 2 と呼んでいる。本報告書に記載した第 VII 期調査結果は Phase 2 として初めての調査結果であり、2015 年 3 月に取りまとめた Phase1（第 V 期調査）以来の解析となる（2020 年 3 月に取りまとめた第 VI 期調査では今回解析対象とした集団の設定を行い、解析は行わなかった）。表 5.3-1 に Phase 1 のうちの第 V 期調査と Phase 2（現時点では第 VII 期調査のみ）との比較を示す。

表 5.3-1 Phase 1（第Ⅴ期調査）と Phase 2（第Ⅶ期調査）の比較

項 目	Phase 1（第Ⅴ期調査） [2]	Phase 2（第Ⅶ期調査）	
解析対象者	75,442 人 (1 次 2 次生活習慣調査回答者)	76,766 人（罹患解析）	77,954 人（死亡解析）
観察期間	1999 - 2010 年	2016 - 2020 年	2015 - 2020 年
総観察人年	622,880 人年	277,121 人年	286,843 人年
使用線量	個人線量当量(Sv)	臓器線量(Gy)	
平均年齢	45 歳（アンケート回答時点）	58 歳（同意時点）	58 歳（同意時点）
平均線量*	25.8 mSv (観察終了時点)	12.6 mGy (観察終了時点)	12.4 mGy (観察終了時点)
調整変数	年齢、暦年、地域（8 区分）、喫煙	年齢、地域（9 区分）、喫煙、飲酒、教育年数	
評価の指標	死亡	第一原発がん罹患	死亡
白血病を除く全がんの 観察罹患数・死亡数	1,421	3,303	799
白血病を除く全がんの ERR/Sv (Gy)と 90%信 頼区間	0.36 (-0.79, 1.50) (喫煙調整後)	0.31 (-0.65, 1.26)	-0.09 (-1.95, 1.77)
肝臓がんの 観察罹患数・死亡数	148	129	61
肝臓がんの ERR/Sv (Gy)と 90%信頼区間	5.54 (0.21, 10.86) (喫煙調整後)	0.24 (-4.43, 4.91)	-1.64 (-7.30, 4.02)

* Phase 1 の平均線量は個人線量当量(Sv)、Phase 2 の平均線量は結腸吸収線量(Gy)である。Phase 1 の平均線量（個人線量当量）を結腸吸収線量に換算すると約 20.5 mGy に相当する

第Ⅴ期調査では全体で 20 万人を対象として解析を行ったが、これは喫煙等の生活習慣、教育年数等の社会経済状態のデータを有していない対象者を含んでいるため、ここでの比較では、Phase 1 において喫煙の調整が可能な 1 次 2 次生活習慣調査回答者 75,442 人を比較対象とした。第Ⅶ期調査の解析対象者は罹患解析で 76,766 人と第Ⅴ期調査とほぼ同数であるが、観察期間が短いため総観察人年は第Ⅴ期調査の半分以下の 28 万人年であった。

今回の第Ⅶ期調査において、このがん罹患情報を用いた結果、白血病を除く全悪性新生物の死亡者が 799 人であったのに対し、罹患者は 3,303 人と 4 倍以上の観察数を得ることができた。がん罹患を指標とした解析が可能となったことは、死亡解析に比べてより偶然誤差の小さい放射線関連リスク推定値が得られたと考えられる。

第Ⅴ期調査までは実効線量の実用量である個人線量当量(Sv)を用いていたが、今回の第Ⅶ期調査では 2.5.2 項で述べた方法により臓器線量(Gy)を算出し、解析に使用した。臓器線量を解析に使用したことにより、より系統誤差の小さい放射線関連リスク推定値が得られたと考えられる。

平均線量は第Ⅴ期調査の 25.8 mSv に比べて、第Ⅶ期調査では 12.6 mGy であった（罹患解析対象集団の結腸吸収線量）。第Ⅴ期調査の個人線量当量 25.8 mSv は、結腸吸収線量に換算すると約 20.5 mGy に相当する。したがって、第Ⅶ期調査の平均線量 12.6 mGy は結腸吸収線量で比べると、第Ⅴ期調査の約 61%であった。これはここで取り上げた第Ⅴ期調査における喫煙が調整可能な集団は、高線量群を優先的に対象とした生活習慣等アンケート調査の回答者を含んでいること、第Ⅶ期調査対象者には最近に従事を開始し、線量の累積期間の短い対象者を含んでいることが考えられる。

第Ⅴ期調査における肝臓がんの ERR/Sv は 5.54 (0.21, 10.86)と有意に高かった。肝臓がんは 80%程度が肝炎ウイルスに起因すると言われている。このため第Ⅴ期調査で見られた肝臓がんの有意に高い ERR/Sv は高線量群ほど肝炎ウイルス感染経験者が多いという交絡の可能性が考えられた。しかしながら 2015 年度からの第Ⅵ期調査で実施した生活習慣等アンケートの結果からは、線量と肝炎ウイルス感染経験との相関は見られなかった [10]。第Ⅶ期調査における、肝臓吸収線量で評価した肝臓がんの罹患 ERR/Gy は 0.24 (-4.43, 4.91)、死亡 ERR/Gy は -1.64 (-7.30, 4.02)といずれも統計的に有意ではなかった。第Ⅴ期調査における肝臓がんの ERR/Sv が統計的に有意に高かった原因は未だ明らかではない。

5.4.諸外国における調査との比較

表 5.4-1 に諸外国における放射線業務従事者を対象とした主な調査結果との比較を示す。

表 5.4-1 諸外国との罹患 ERR/Gy の比較

調査		ERR/Gy 90%信頼区間				
		白血病を除く 全悪性新生物	胃	肝臓	肺	前立腺
第Ⅶ期調査 (本調査)		0.31 (-0.65, 1.26)	0.19 (-2.00, 2.37)	0.24 (-4.43, 4.91)	-0.01 (-2.31, 2.30)	0.48 (-2.05, 3.02)
INWORKS	[11]	0.52	0.72	0.13	0.65	0.44
[12]		(0.27, 0.77) ^{ac}	(0.01, 1.44) ^{ad}	(-0.84, 0.97) ^{ad}	(0.24, 1.07) ^{ad}	(-0.06, 0.91) ^{ad}
米国	[13]	0.19 (-0.10, 0.52) ^{abce}	0.51 (-0.86, 2.90) ^{abe}	-1.57 (-2.18, -0.23) ^{abe}	0.65 (0.09, 1.30) ^{abe}	-0.19 (-0.75, 0.57) ^{abe}
英国	[14]	0.20 (-0.001, 0.43) ^{bce}	0.06 (-0.62, 1.00) ^{be}	-0.34 (-1.31, 2.49) ^{be}	0.16 (-0.27, 0.70) ^{be}	-0.14 (-0.50, 0.31) ^{be}
フランス	[15]	0.46 (-0.48, 1.50) ^{ae}	2.82 (ne, 10.7) ^{ae}	1.20 (ne, 7.17) ^{ae}	1.09 (-0.83, 3.39) ^{ae}	-1.66 (ne, 1.42) ^{ae}
カナダ	[16]	1.20 (-0.73, 4.33) ^{abe}	-	-	3.13 (-0.45, 10.4) ^{abe}	0.43 (<-1.47, 45.2) ^{abe}
韓国	[17]	2.06 (-1.91, 9.0) ^{be}	4.12 (ne, 24.43) ^{be}	1.43 (-3.49, 18.78) ^{be}	-0.58 (ne, 19.59) ^{be}	-

ne : not estimated.

a : 死亡解析 b : ERR/Sv c : 固形がん d : 90%信用区間 e : 95%信頼区間 - : 実施せず

上記は第Ⅶ期調査と英国、韓国が罹患、その他が死亡に対する推定値である。第Ⅶ期調査では未だ観察罹患数、観察死亡数が十分ではなく放射線関連リスク推定値にはばらつきがみられる。しかしながら表 4.3.1-1 で取り上げた観察罹患数が 300 以上の部位では、諸外国と比べて点推定値は大きくは異ならなかった。死亡解析においても表 4.3.3-1 で取り上げた観察死亡数が 100 以上の死因では同様の傾向であった。また、ERR/Gy または ERR/Sv の信頼区間の幅を見た場合、カナダ [16]、韓国 [17] は 95%信頼区間だが 90%で揃えた場合でも、第Ⅶ期解析における 90%信頼区間の幅はこれらよりは狭い。しかしながら白血病を除く全悪性新生物の信頼区間の幅は 1,072 万人年の INWORKS では 0.50 (90%信頼区間) [11] [12]、356 万人年の英国では 0.43 (95%信頼区間) [14]であるのに対し、28 万人年の第Ⅶ期調査では 1.91 (90%信頼区間) となっている。本調査事業で信頼区間がより狭く、精度の高い解析を実現するためには、より長期にわたる観察期間が必要である。

6. 結論

罹患解析において、内部比較では感度解析を含めて ERR/Gy が有意に高い部位はなかった。また、外部比較では前立腺の SIR のみが有意に高かったが、検診効果と考えられた。

死亡解析において、内部比較では感度解析を含めて ERR/Gy が有意に高い死因はなかった。また、外部比較でも SMR が有意に高い死因はなかった。

本調査における平均結腸吸収線量は罹患解析対象集団では 12.6 mGy、死亡解析対象集団では 12.4 mGy であった。平均線量がこの水準である慢性的な低線量を被ばくした職業集団の第Ⅶ期調査における解析結果からは、悪性新生物疾患（がん）の罹患、並びに、がんによる死亡、非新生物疾患（非がん）による死亡、及び外因死に低線量放射線が影響を及ぼしていると結論付けることはできなかった。

7. 事業継続指標

あり方検討会報告書補遺追記版に定められた第Ⅶ期調査終了時の指標に基づき、事業継続の是非を判断するメルクマールの判定を行った。その結果、第Ⅶ期調査終了時に対して設定されたメルクマールが達成されたことが、あり方検討会フォローアップ委員会において判断された。

8. 今後の課題

8.1. 調査の継続

本疫学調査では生活習慣等アンケート調査により取得した生活習慣、社会経済状態の調整によって、より偏りが少ない放射線リスク推定値を得ることができるという特徴を持った解析対象集団を設定した。一方、観察人年や観察罹患数（死亡数）が十分でないため、ERR/Gy が収束せず、算出できない部位、死因が多数あった。また、算出できた場合でも放射線リスク推定値の信頼区間は INWORKS、米国、英国と比較すると広い。信頼区間を狭めてより精度の高い結果を得るためには、より長期にわたる観察期間が必要である。このためのデータ取得や解析のノウハウを継承し、引き続き調査を継続することが望ましい。

8.2. 今後の解析に向けて

第Ⅶ期調査における観察期間は、罹患解析では 2016～2020 年、死亡解析では 2015～2020 年と短期間であったため、暦年の調整を行わなかった。2029 年度に取りまとめを行う第Ⅷ期解析ではこれらが各々 2016～2025 年、2015～2025 年となり、その後の解析においても観察期間は延長されるため、今後は暦年も調整する必要がある。

今回の第Ⅶ期解析から、全国がん登録制度から取得したがん罹患情報を用いた解析が可能となった。この結果、白血病を除く全悪性新生物について罹患数が死亡数の 4 倍強であり、偶然誤差を小さくできたことは 5.3 節で述べた。全国がん登録情報との照合により取得できた情報の精度を確認するために、今後は全国がん登録情報の提供項目である DCO 区分、診断根拠を利用した DCO%、MV%を確認する必要がある。

第Ⅶ期調査では解析対象罹患部位・死因の分類は ICD-10 に基づいた。新しい分類である ICD-11 が 2022 年に WHO 総会で採択されており、日本での適用に向けて翻訳、疾病・分類表の検討等の作業が進んでいる [18]。本調査の解析対象集団の罹患部位・死因として ICD-11 が付与された場合、解析システムのデータチェック、人年計算等のプログラムを修正する必要があるため、今後の動向について注視する必要がある。

全死亡者に占める老衰による死亡者の割合は、Phase 1 の第Ⅴ期解析では 0.3%であったが、第Ⅶ期解析では 1.5%と増加傾向にあった。現時点では全死亡者に占める老衰による死亡者の割合は多くないため、解析に与える影響は大きくないと思われるが、今後のこの割合が増加するようであれば死因分類のバイアス等について考慮する必要がある。老衰による死亡割合については注視すべきと考えられる。

参考文献

- [1] 個人情報ファイル簿、放射線疫学調査ファイル, e-gov: <https://personal-info.e-gov.go.jp/servlet/Ksearch?CLASSNAME=KJNMSTDETAIL&seqNo=0000003059&fromKJNMSTLIST=true> [アクセス日：2024年9月10日].
- [2] 原子力規制委員会原子力規制庁委託調査報告書、低線量放射線による人体への影響に関する疫学的調査（第Ⅴ期調査） 平成22年度～平成26年度、公益財団法人放射線影響協会、平成27年3月：
<https://www.rea.or.jp/ire/pdf/report5.pdf> [アクセス日：2024年10月28日].
- [3] 公益財団法人放射線影響協会、放射線従事者中央登録センター：
<https://www.rea.or.jp/chutou/chutouindex-new.htm> [アクセス日：2024年9月10日].
- [4] 原子力規制委員会原子力規制庁委託調査報告書、臓器線量構築検討会報告書、公益財団法人放射線影響協会、平成31年3月：
<https://www.rea.or.jp/ire/pdf/zouki.pdf> [アクセス日：2024年10月28日].
- [5] 原子力規制委員会原子力規制庁委託調査報告書、緊急作業線量の臓器線量構築に関する検討会報告書、公益財団法人放射線影響協会、令和5年3月：
https://www.rea.or.jp/ire/pdf/em_organ_report.pdf [アクセス日：2024年10月28日].
- [6] 全国がん登録 罹患数・率 報告, 厚生労働省健康・生活衛生局がん・疾病対策課、2020.
- [7] 疾病、傷害及び死因の統計分類提要 ICD-10（2013年版）準拠, 一般財団法人厚生労働統計協会、2016年.
- [8] Secretan B, et al., A review of human carcinogens—Part E: tobacco, areca nut, alcohol, coal smoke, and salted fish: The Lancet Oncol., 10, 1033-1034, 2009.
- [9] Richardson DB, et al., Risk of cancer from occupational exposure to ionising radiation: retrospective cohort study of workers in France, the United Kingdom, and the United States (INWORKS).: BMJ. H5359, 2015.
- [10] 原子力規制委員会原子力規制庁委託調査報告書、低線量放射線による人体への影響に関する疫学的調査（第Ⅵ期調査） 平成27年度～平成31年度（令和元年度）、公益財団法人放射線影響協会、令和2年3月：
<https://www.rea.or.jp/ire/pdf/report6.pdf> [アクセス日：2024年10月28日].

目].

- [11] Richardson DB, et al., Cancer mortality after low dose exposure to ionising radiation in workers in France, the United Kingdom, and the United States (INWORKS): cohort study. BMJ, 382, e074520, 2023.
- [12] Richardson DB, et al., Site-specific cancer mortality after low level exposure to ionizing radiation: Findings from an update of the International Nuclear Workers Study (INWORKS): Am J Epidemiol., 2024; kwae256.
- [13] Kelly-Reif K, et al., Ionizing radiation and solid cancer mortality among US nuclear facility workers: Int J Epidemiol., 52, 1015-1024, 2023.
- [14] Hunter N, et al., Extended analysis of solid cancer incidence among the Nuclear Industry Workers in the UK: 1955-2011: Radiat Res, 198, 1-17, 2022.
- [15] Laurent O, et al., Updated Mortality Analysis of SELTINE, the French Cohort of NuclearWorkers, 1968-2014: Cancers, 15, 79, 2023.
- [16] Zablotska LB, et al., A reanalysis of cancer mortality in Canadian nuclear workers (1956-1994) based on revised exposure and cohort data: Br. J. Cancer. 110, 214-223, 2014.
- [17] Jeong M, et al., Radiation exposure and cancer incidence in a cohort of nuclear power industry workers in the Republic of Korea, 1992-2005 : Radiat. Environ. Biophys., 49, 47-55, 2010.
- [18] 林玲子, ICD-11 適用に向けて日本の死因・疾病統計を考える: 日本健康学会誌, 89, 109-110, 2023.

解析結果表

観察罹患数が 10 未満の場合は「*」で秘匿した。

付表 1-1 罹患部位別内部比較結果

		累積線量(mGy)							
部位	使用臓器線量	0	>0	5-	10-	20-	50-	100+	全線量群
		観察罹患数	観察罹患数	観察罹患数	観察罹患数	観察罹患数	観察罹患数	観察罹患数	観察罹患数
		ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR/Gy
		90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間
全悪性新生物	結腸	878	1,195	331	307	341	177	113	3,342
		0	0.03	0.06	-0.10	0.00	0.04	0.13	0.28
			-0.05, 0.10	-0.06, 0.17	-0.20, -0.01	-0.11, 0.11	-0.10, 0.18	-0.06, 0.32	-0.66, 1.23
白血病を除く全悪性新生物	結腸	870	1,184	326	298	338	174	113	3,303
		0	0.03	0.05	-0.12	0.00	0.03	0.14	0.31
			-0.05, 0.10	-0.06, 0.16	-0.22, -0.02	-0.11, 0.10	-0.11, 0.17	-0.05, 0.33	-0.65, 1.26
白血病	赤色骨髄	*	12	*	*	*	*	0	39
		0	0.14	1.09	1.40	0.02	1.75		-2.13
			-0.75, 1.03	-0.84, 3.02	-0.73, 3.54	-1.15, 1.19	-1.15, 4.64		-8.46, 4.20
慢性リンパ性白血病を除く白血病	赤色骨髄	*	12	*	*	*	*	0	38
		0	0.33	1.43	1.79	0.18	2.18		-1.75
			-0.77, 1.42	-0.90, 3.76	-0.79, 4.37	-1.21, 1.57	-1.27, 5.62		-8.77, 5.27
口腔、咽頭	食道	19	31	11	*	14	*	*	90
		0	0.19	0.57	0.10	0.98	0.20	0.82	3.73
			-0.38, 0.76	-0.41, 1.56	-0.67, 0.86	-0.18, 2.14	-0.90, 1.30	-1.07, 2.71	-4.46, 11.92

部位	使用 臓器 線量	累積線量(mGy)							
		0	>0	5-	10-	20-	50-	100+	全線量群
		観察罹患数	観察罹患数	観察罹患数	観察罹患数	観察罹患数	観察罹患数	観察罹患数	観察罹患数
		ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR/Gy
		90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間
食道	食道	27	59	15	*	14	*	*	135
		0	0.56	0.47	-0.16	0.30	0.25	0.43	-0.17
			-0.03, 1.17	-0.31, 1.26	-0.69, 0.37	-0.41, 1.01	-0.63, 1.14	-0.85, 1.70	-4.96, 4.62
胃	胃	132	190	43	53	64	25	23	530
		0	0.10	-0.11	0.01	0.16	-0.13	0.32	0.19
			-0.10, 0.31	-0.37, 0.15	-0.27, 0.28	-0.13, 0.46	-0.44, 0.19	-0.18, 0.82	-2.00, 2.37
結腸	結腸	84	113	30	23	26	14	10	300
		0	-0.01	-0.05	-0.34	-0.27	-0.22	-0.08	-1.31
			-0.24, 0.23	-0.39, 0.28	-0.59, -0.08	-0.54, 0.01	-0.59, 0.15	-0.59, 0.43	-3.84, 1.22
直腸	結腸	46	65	21	16	22	10	*	186
		0	0.09	0.26	-0.12	0.22	0.10	0.10	1.04
			-0.26, 0.44	-0.29, 0.82	-0.54, 0.31	-0.30, 0.75	-0.54, 0.74	-0.70, 0.90	-3.18, 5.27
肝臓	肝臓	32	47	13	16	11	*	*	129
		0	0.09	0.09	0.21	-0.18	-0.42	0.46	0.24
			-0.32, 0.50	-0.50, 0.68	-0.41, 0.82	-0.66, 0.29	-0.93, 0.10	-0.63, 1.56	-4.43, 4.91

部位	使用 臓器 線量	累積線量(mGy)							全線量群 観察罹患数 ERR/Gy 90%信頼区間
		0	>0	5-	10-	20-	50-	100+	
		観察罹患数 ERR 90%信頼区間	観察罹患数 ERR 90%信頼区間	観察罹患数 ERR 90%信頼区間	観察罹患数 ERR 90%信頼区間	観察罹患数 ERR 90%信頼区間	観察罹患数 ERR 90%信頼区間	観察罹患数 ERR 90%信頼区間	
胆嚢	肝臓	14	26	*	*	*	*	*	57
		0	0.35	-0.19	-0.44	-0.02	0.17	0.34	2.38
			-0.39, 1.09	-0.95, 0.57	-1.03, 0.15	-0.87, 0.83	-1.07, 1.41	-1.35, 2.04	-6.66, 11.43
脾臓	脾臓	31	39	11	14	16	*	*	118
		0	-0.07	0.01	0.17	0.40	0.08	-0.67	-2.35
			-0.44, 0.30	-0.58, 0.59	-0.45, 0.80	-0.32, 1.11	-0.72, 0.89	-1.23, -0.11	-5.22, 0.52
肺	肺	108	158	38	42	49	29	15	439
		0	0.09	-0.07	-0.09	0.05	0.20	-0.03	-0.01
			-0.13, 0.31	-0.36, 0.21	-0.37, 0.18	-0.25, 0.35	-0.22, 0.61	-0.47, 0.42	-2.31, 2.30
皮膚	皮膚	34	23	*	*	*	*	*	83
		0	-0.51	-0.52	-0.41	-0.62	-0.34	-0.19	-0.01
			-0.73, -0.28	-0.87, -0.16	-0.79, -0.02	-0.92, -0.31	-0.92, 0.23	-1.01, 0.63	-6.14, 6.12
前立腺	前立腺	191	258	73	56	67	39	13	697
		0	-0.04	0.04	-0.16	0.00	0.27	-0.08	0.48
			-0.19, 0.11	-0.19, 0.28	-0.37, 0.05	-0.23, 0.24	-0.10, 0.64	-0.52, 0.36	-2.05, 3.02

部位	使用 臓器 線量	累積線量(mGy)							全線量群 観察罹患数 ERR/Gy 90%信頼区間
		0	>0	5-	10-	20-	50-	100+	
		観察罹患数 ERR 90%信頼区間	観察罹患数 ERR 90%信頼区間	観察罹患数 ERR 90%信頼区間	観察罹患数 ERR 90%信頼区間	観察罹患数 ERR 90%信頼区間	観察罹患数 ERR 90%信頼区間	観察罹患数 ERR 90%信頼区間	
膀胱	膀胱	28	34	*	*	*	*	*	90
		0	-0.10	-0.33	-0.39	-0.05	0.09	-0.17	0.06
			-0.48, 0.27	-0.83, 0.17	-0.84, 0.06	-0.65, 0.56	-0.79, 0.98	-1.18, 0.84	-6.30, 6.41
腎並びにそ の他及び部 位不明	腎臓	28	44	12	*	10	*	*	113
		0	0.16	0.20	-0.15	0.07	0.94	0.73	7.51
			-0.31, 0.62	-0.49, 0.89	-0.72, 0.41	-0.59, 0.73	-0.37, 2.24	-1.02, 2.49	-2.11, 17.13
甲状腺	甲状腺	*	11	*	*	*	*	*	29
		0	0.57	0.58	0.90	-0.56	-0.11	1.77	3.33
			-0.70, 1.84	-1.25, 2.40	-1.11, 2.91	-1.34, 0.21	-1.70, 1.47	-2.02, 5.56	-8.80, 15.46
非ホジキン リンパ腫	赤色骨髄	31	33	*	*	13	*	*	102
		0	-0.15	-0.22	-0.26	0.21	-0.22	0.83	4.66
			-0.51, 0.20	-0.73, 0.29	-0.75, 0.23	-0.46, 0.88	-0.91, 0.46	-0.66, 2.32	-3.28, 12.61
多発性骨髄 腫	赤色骨髄	*	15	*	*	0	0	0	31
		-	-	-	-				NC

部位	使用 臓器 線量	累積線量(mGy)							
		0	>0	5-	10-	20-	50-	100+	全線量群
		観察罹患数	観察罹患数	観察罹患数	観察罹患数	観察罹患数	観察罹患数	観察罹患数	観察罹患数
		ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR/Gy
		90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間
脳・神経系 の新生物	脳	*	*	0	*	0	*	0	13
		-	-	-	-	-	-	-	NC
喫煙関連が ん	肺	545	773	212	193	238	116	85	2,162
		0	0.08	0.06	-0.12	0.05	0.00	0.19	0.02
			-0.02, 0.18	-0.08, 0.21	-0.24, 0.01	-0.08, 0.19	-0.17, 0.17	-0.04, 0.42	-1.05, 1.09
非喫煙関連 がん	結腸	282	350	103	89	96	51	31	1,002
		0	-0.06	0.06	-0.14	-0.06	0.02	0.11	0.82
			-0.18, 0.06	-0.14, 0.27	-0.32, 0.03	-0.25, 0.12	-0.24, 0.28	-0.24, 0.47	-1.09, 2.72

NC : 収束せず (No Convergence)

付表 1-2 罹患部位別外部比較結果

部位	観察 罹患数	期待 罹患数	SIR	95%信頼区間
全悪性新生物	3,342	3,800.9	0.88	(0.85, 0.91)
白血病を除く全悪性新生物	3,303	3,750.8	0.88	(0.85, 0.91)
白血病	39	49.9	0.78	(0.56, 1.07)
胃	530	588.4	0.90	(0.83, 0.98)
結腸	300	372.1	0.81	(0.72, 0.90)
直腸	183	237.0	0.77	(0.66, 0.89)
肝臓	129	176.2	0.73	(0.61, 0.87)
肺	439	561.5	0.78	(0.71, 0.86)
皮膚	83	73.7	1.13	(0.90, 1.40)
前立腺	697	633.6	1.10	(1.02, 1.18)
甲状腺	29	31.2	0.93	(0.62, 1.34)
多発性骨髄腫	31	26.7	1.16	(0.79, 1.65)
脳・中枢神経系	13	18.4	0.71	(0.38, 1.21)

付表 2-1 死因別内部比較結果

死因	使用臓器線量	累積線量(mGy)							
		0	>0	5-	10-	20-	50-	100+	全線量群
		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	観察死亡数	観察死亡数	観察死亡数
		ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR/Gy
		90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間
全死亡	結腸	485	676	206	179	202	90	57	1,895
		0	-0.04	0.10	-0.13	-0.02	-0.14	-0.12	-0.87
			-0.13, 0.06	-0.05, 0.25	-0.25, 0.00	-0.15, 0.12	-0.31, 0.02	-0.33, 0.08	-1.93, 0.20
全疾患	結腸	481	630	190	162	183	77	50	1,773
		0	-0.04	0.08	-0.14	-0.01	-0.17	-0.09	-0.95
			-0.14, 0.06	-0.07, 0.24	-0.27, -0.02	-0.15, 0.13	-0.34, 0.00	-0.32, 0.13	-2.10, 0.20
全悪性新生物	結腸	203	291	90	84	93	37	27	825
		0	0.06	0.22	0.04	0.19	-0.06	0.15	-0.21
			-0.10, 0.22	-0.04, 0.47	-0.18, 0.27	-0.06, 0.44	-0.34, 0.22	-0.25, 0.54	-2.02, 1.60
白血病を除く全悪性新生物	結腸	196	281	88	80	92	35	27	799
		0	0.06	0.24	0.03	0.22	-0.08	0.18	-0.09
			-0.10, 0.23	-0.03, 0.50	-0.19, 0.26	-0.04, 0.47	-0.36, 0.20	-0.22, 0.59	-1.95, 1.77
白血病	赤色骨髓	7	10	2	4	1	2	0	26
		0	-	-	-	-	-		NC

死因	使用 臓器 線量	累積線量(mGy)							
		0	>0	5-	10-	20-	50-	100+	全線量群
		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	観察死亡数	観察死亡数	観察死亡数
		ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR/Gy
		90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間
慢性リンパ 性白血病を 除く白血病	赤色骨髄	7	10	2	4	1	2	0	26
		0	-	-	-	-	-		NC
口腔、咽頭	食道	5	3	3	2	4	0	0	17
		0	-	-	-	-			NC
食道	食道	7	19	5	4	4	2	1	42
		0	0.93	0.91	0.44	0.59	0.69	0.61	-1.08
			-0.48, 2.33	-0.94, 2.76	-1.06, 1.94	-1.06, 2.24	-1.56, 2.93	-2.25, 3.47	-9.67, 7.51
胃	胃	23	40	18	7	12	3	6	109
		0	0.32	1.19	-0.21	0.26	-0.39	0.93	-0.78
			-0.25, 0.90	0.05, 2.34	-0.77, 0.35	-0.48, 1.01	-1.01, 0.23	-0.55, 2.42	-5.05, 3.48
結腸	結腸	15	22	7	8	6	3	1	62
		0	0.08	0.27	0.35	0.02	0.00	-0.43	-0.31
			-0.52, 0.67	-0.69, 1.24	-0.63, 1.33	-0.80, 0.83	-1.05, 1.06	-1.41, 0.56	-6.87, 6.25

死因	使用 臓器 線量	累積線量(mGy)							全線量群 観察死亡数 ERR/Gy 90%信頼区間
		0	>0	5-	10-	20-	50-	100+	
		観察死亡数 ERR 90%信頼区間	観察死亡数 ERR 90%信頼区間	観察死亡数 ERR 90%信頼区間	観察死亡数 ERR 90%信頼区間	観察死亡数 ERR 90%信頼区間	観察死亡数 ERR 90%信頼区間	観察死亡数 ERR 90%信頼区間	
直腸	結腸	15	14	2	4	10	2	0	47
		0	-	-	-	-	-		NC
肝臓	肝臓	14	21	7	8	7	2	2	61
		0	0.09	0.34	0.43	0.27	-0.29	0.27	-1.64
			-0.53, 0.71	-0.69, 1.37	-0.62, 1.47	-0.71, 1.24	-1.18, 0.60	-1.33, 1.88	-7.30, 4.02
胆嚢	肝臓	12	14	2	2	5	4	1	40
		0	-0.15	-0.51	-0.57	0.15	0.84	-0.23	2.58
			-0.70, 0.41	-1.13, 0.10	-1.11, -0.02	-0.87, 1.17	-0.94, 2.63	-1.56, 1.10	-8.20, 13.35
膵臓	膵臓	13	25	10	12	13	1	1	75
		0	0.41	1.13	1.38	1.81	-0.54	-0.16	-1.69
			-0.38, 1.21	-0.35, 2.60	-0.20, 2.96	-0.02, 3.65	-1.33, 0.24	-1.61, 1.29	-7.26, 3.88
肺	肺	52	72	19	20	24	12	10	209
		0	0.04	-0.01	-0.09	0.11	0.07	0.39	1.85
			-0.27, 0.35	-0.45, 0.42	-0.49, 0.31	-0.35, 0.56	-0.50, 0.64	-0.41, 1.19	-2.13, 5.83

死因	使用 臓器 線量	累積線量(mGy)							
		0	>0	5-	10-	20-	50-	100+	全線量群
		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	観察死亡数	観察死亡数	観察死亡数
		ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR/Gy
		90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間
前立腺	前立腺	7	10	3	0	2	1	4	27
		0	-0.01	0.26		-0.10	0.04	7.13	20.92
			-0.81, 0.79	-1.18, 1.71		-1.30, 1.09	-1.81, 1.89	-1.74, 16.00	-8.45, 50.28
膀胱	膀胱	4	9	1	0	2	0	0	16
		0	-	-		-			NC
腎並びにそ の他及び部 位不明	腎臓	3	7	2	2	2	0	0	16
		0	-	-	-	-			NC
非ホジキン リンパ腫	赤色骨髄	8	9	2	2	1	2	0	24
		0	-	-	-	-	-		NC
多発性骨髄 腫	赤色骨髄	2	3	0	0	0	0	0	5
		0	-						NC

死因	使用 臓器 線量	累積線量(mGy)							全線量群 観察死亡数 ERR/Gy 90%信頼区間
		0	>0	5-	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	観察死亡数	観察死亡数	
		ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	
		90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間
脳・神経系の新生物	脳	3 0	3 -	0	1 -	0	0	0	7 NC
喫煙関連がん	肺	152 0	228 0.13 -0.07, 0.32	71 0.28 -0.02, 0.59	74 0.22 -0.07, 0.50	83 0.35 0.05, 0.66	28 -0.11 -0.41, 0.20	22 0.14 -0.29, 0.57	658 -0.47 -2.33, 1.39
非喫煙関連がん	結腸	33 0	37 -0.17 -0.50, 0.15	10 -0.15 -0.66, 0.36	9 -0.29 -0.73, 0.15	9 -0.27 -0.73, 0.19	7 0.15 -0.65, 0.95	5 0.40 -0.73, 1.52	110 2.78 -3.74, 9.30
非新生物疾患	結腸	271 0	332 -0.11 -0.23, 0.01	98 -0.01 -0.20, 0.19	77 -0.28 -0.43, -0.12	88 -0.16 -0.33, 0.02	39 -0.25 -0.46, -0.03	21 -0.32 -0.58, -0.07	926 -1.75 -3.19, -0.31
精神および行動の障害	脳	1 0	4 -	0	0	2 -	0	0	7 NC

死因	使用 臓器 線量	累積線量(mGy)							
		0	>0	5-	10-	20-	50-	100+	全線量群
		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	観察死亡数	観察死亡数	観察死亡数
		ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR/Gy
		90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間
循環器系疾患	結腸	121	139	40	40	45	14	9	408
		0	-	-	-	-	-	-	NC
心血管疾患	結腸	88	98	31	30	37	12	7	303
		0	-0.18 -0.38, 0.02	0.00 -0.35, 0.34	-0.10 -0.42, 0.21	0.13 -0.24, 0.50	-0.26 -0.64, 0.12	-0.28 -0.75, 0.20	-1.74 -4.25, 0.78
高血圧性疾患	結腸	1	3	0	0	0	0	0	4
		0	-						NC
虚血性心疾患	結腸	27	36	9	10	11	3	3	99
		0	-0.02 -0.43, 0.40	-0.08 -0.67, 0.50	-0.06 -0.63, 0.52	0.06 -0.57, 0.69	-0.41 -1.00, 0.19	0.06 -1.01, 1.14	-2.19 -6.22, 1.84
脳血管疾患	脳	32	41	5	9	9	1	1	98
		0	-	-	-	-	-	-	NC

死因	使用 臓器 線量	累積線量(mGy)							
		0	>0	5-	10-	20-	50-	100+	全線量群
		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	観察死亡数	観察死亡数	観察死亡数
		ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR/Gy
		90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間
呼吸器系疾患	肺	64	91	21	16	21	11	5	229
		0	0.02	-0.05	-0.34	-0.14	-0.11	-0.30	-1.10
			-0.25, 0.30	-0.45, 0.34	-0.65, -0.03	-0.50, 0.22	-0.59, 0.37	-0.84, 0.24	-4.23, 2.02
肺炎及びインフルエンザ	肺	20	39	5	7	10	3	0	84
		0	-	-	-	-	-		NC
消化器系疾患	結腸	23	18	8	6	4	5	3	67
		0	-0.43	-0.10	-0.39	-0.57	0.11	0.04	3.06
			-0.73, -0.13	-0.71, 0.51	-0.85, 0.07	-0.96, -0.18	-0.80, 1.03	-1.03, 1.12	-5.17, 11.29
慢性肝疾患及び肝硬変	肝臓	9	8	1	3	1	1	3	26
		0	-0.38	-0.77	-0.37	-0.76	-0.53	1.25	7.95
			-0.88, 0.12	-1.17, -0.37	-1.07, 0.32	-1.18, -0.35	-1.35, 0.28	-1.28, 3.77	-8.85, 24.75
感染症及び寄生虫症	結腸	11	11	4	4	2	2	1	35
		0	-0.21	0.02	-0.04	-0.52	-0.02	-0.12	-1.97
			-0.78, 0.36	-0.98, 1.02	-0.98, 0.91	-1.13, 0.09	-1.28, 1.23	-1.66, 1.42	-9.18, 5.24

死因	使用 臓器 線量	累積線量(mGy)							
		0	>0	5-	10-	20-	50-	100+	全線量群
		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	観察死亡数	観察死亡数	観察死亡数
		ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR/Gy
		90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間
結核	肺	2 -	1 -	1 -	1 -	0	0	0	5 NC
その他の疾患	結腸	52 0	72 -	24 -	11 -	18 -	7 -	3 -	187 NC
腎尿路生殖 器系の疾患	腎臓	9 0	15 -	4 -	0	3 -	1 -	0	32 NC
喫煙関連非 新生物疾患	肺	86 0	124 -	28 -	28 -	37 -	10 -	5 -	318 NC
非喫煙関連 非新生物疾患	結腸	122 0	121 -0.28	45 0.03	29 -0.39	37 -0.19	20 -0.11	12 -0.12	386 0.74
			-0.43, -0.13	-0.27, 0.33	-0.60, -0.18	-0.44, 0.07	-0.47, 0.25	-0.56, 0.33	-2.25, 3.74

死因	使用 臓器 線量	累積線量(mGy)							
		0	>0	5-	10-	20-	50-	100+	全線量群
		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	観察死亡数	観察死亡数	観察死亡数
		ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR/Gy
		90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間	90%信頼区間
外因死	結腸	20	44	16	13	12	8	3	116
		0	0.44	0.93	0.40	0.20	0.51	-0.07	-0.81
			-0.20, 1.07	-0.14, 2.00	-0.43, 1.23	-0.53, 0.92	-0.54, 1.57	-1.03, 0.89	-4.97, 3.35
自殺	結腸	7	16	4	4	3	5	1	40
		0	0.39	0.16	0.05	-0.32	1.07	-0.33	-0.23
			-0.65, 1.44	-1.05, 1.36	-1.04, 1.15	-1.10, 0.47	-0.97, 3.11	-1.53, 0.87	-7.31, 6.86

NC : 収束せず (No Convergence)

付表 2-2 死因別外部比較結果

死因	観察死亡数	期待死亡数	SMR	95%信頼区間
全死亡	1,895	4,066.0	0.47	(0.45, 0.49)
全疾患	1,773	3,826.0	0.46	(0.44, 0.49)
全悪性新生物	825	1,472.7	0.56	(0.52, 0.60)
白血病を除く全悪性新生物	799	1,436.7	0.56	(0.52, 0.60)
白血病	26	35.5	0.73	(0.48, 1.07)
慢性リンパ性白血病を除く白血病	26	34.5	0.75	(0.49, 1.10)
口腔、咽頭	17	38.3	0.44	(0.26, 0.71)
食道	42	69.7	0.60	(0.43, 0.81)
胃	109	194.5	0.56	(0.46, 0.68)
結腸	62	115.4	0.54	(0.41, 0.69)
直腸	47	72.3	0.65	(0.48, 0.86)
肝臓	61	120.1	0.51	(0.39, 0.65)
胆嚢	40	57.9	0.69	(0.49, 0.94)
膵臓	75	124.9	0.60	(0.47, 0.75)
肺	209	357.5	0.58	(0.51, 0.67)
前立腺	27	67.6	0.40	(0.26, 0.58)
膀胱	16	33.4	0.48	(0.27, 0.78)
腎並びにその他及び部位不明	16	38.9	0.41	(0.24, 0.67)
非ホジキンリンパ腫	24	44.2	0.54	(0.35, 0.81)
多発性骨髄腫	5	13.7	0.37	(0.12, 0.85)
脳・神経系の新生物	7	16.8	0.42	(0.17, 0.86)
喫煙関連がん	658	1,175.6	0.56	(0.52, 0.60)
非喫煙関連がん	110	199.5	0.55	(0.45, 0.66)
非新生物疾患	926	2,314.0	0.40	(0.37, 0.43)
精神および行動の障害	7	33.4	0.21	(0.08, 0.43)

死因	観察死亡数	期待死亡数	SMR	95%信頼区間
循環器系疾患	408	959.8	0.43	(0.38, 0.47)
心血管疾患	303	634.4	0.48	(0.43, 0.53)
高血圧性疾患	4	19.4	0.21	(0.06, 0.53)
虚血性心疾患	99	258.6	0.38	(0.31, 0.47)
脳血管疾患	98	307.9	0.32	(0.26, 0.39)
呼吸器系疾患	229	572.9	0.40	(0.35, 0.45)
肺炎及びインフルエンザ	84	277.1	0.30	(0.24, 0.38)
消化器系疾患	67	171.9	0.39	(0.30, 0.50)
慢性肝疾患及び肝硬変	26	79.6	0.33	(0.21, 0.48)
感染症及び寄生虫症	35	68.8	0.51	(0.35, 0.71)
結核	5	5.0	0.99	(0.32, 2.32)
その他の疾患	187	539.8	0.35	(0.30, 0.40)
腎尿路生殖器系の疾患	32	93.2	0.34	(0.23, 0.48)
喫煙関連非新生物疾患	318	932.9	0.34	(0.30, 0.38)
非喫煙関連非新生物疾患	386	771.9	0.50	(0.45, 0.55)
外因死	116	239.9	0.48	(0.40, 0.58)
自殺	40	82.8	0.48	(0.35, 0.66)

補遺 1：部分集団に対する罹患解析結果

線量群間の特性の差異を均一にすることを目的として、解析対象集団全体における累積線量が 50 mSv 以上の群をコア群とし、この集団と集団特性が近い集団（コア群と同数）を 5 mSv 未満、5 mSv 以上 10 mSv 未満、10mSv 以上 20 mSv 未満、20mSv 以上群から抽出し、部分集団を形成した。これをマッチングという。このマッチングは生活習慣等アンケート調査の全回答（資料 1 参照）に加え、喫煙の Pack-year、1 日当たりのアルコール摂取量、BMI、20 歳時の BMI、従事開始年度、従事開始時年齢、最新従事年度という特性を集約して推計した傾向スコアを用いて行った。解析手法は第 3 章で述べた方法に準じ、臓器線量を用いた。

マッチングにより形成された部分集団の人数は 24,227 人であり、白血病を除く全がんの ERR/Gy は 0.18 (−0.90, 1.25)であった。一方、第Ⅶ期解析における罹患解析対象から算出された ERR/Gy は 0.31 (−0.65, 1.26)であった。両者の信頼区間には重なりがあり統計的に有意差はないという結果であった。

補遺 2：生活習慣、社会経済状態、放射線による罹患リスク比較

生活習慣、社会経済状態、放射線による白血病を除く全悪性新生物の罹患相対リスクの比較を行った。解析対象集団は第 4 章で述べた罹患解析対象集団 76,766 人であり、モデルは以下とした。

$$\lambda = \lambda_0(a) \exp(\beta_1 z_1 + \beta_2 z_2 + \dots + \beta_n z_n)$$

ここで λ は白血病を除く全悪性新生物の罹患率、 λ_0 はバックグラウンド罹患率、 a は年齢、 $z_1 \dots z_n$ は喫煙（現在喫煙は Pack-year 別）、飲酒（現在飲酒は一日当たりのアルコール摂取量 (g) 別）、地域、教育年数、放射線である。 $\beta_1 \dots \beta_n$ が各変数のカテゴリごとの相対リスクとなる。解析結果を付表補遺 2-1 に示す。

喫煙、飲酒では Pack-year、一日当たりの飲酒量が多い群で有意に高い相対リスクが見られた。地域別では、最も罹患リスクが高い北海道と最も罹患リスクが低い東北との間に有意差が見られた。教育年数は明瞭な傾向が見られなかった。放射線では 10 mGy 以上、20 mGy 未満群が有意に低いリスクを示し、その他の群では有意差は見られなかった。

付表補遺 2-1 生活習慣、社会経済状態、放射線による罹患相対リスク

項目	カテゴリ	相対リスク	90%信頼区間
喫煙	非喫煙（基準）	1.00	
	過去喫煙	1.30	(1.20, 1.41)
	現在喫煙：Pack-year20 未満	1.28	(1.03, 1.61)
	現在喫煙：同 20 以上 40 未満	1.59	(1.41, 1.78)
	現在喫煙：同 40 以上 60 未満	1.87	(1.68, 2.10)
	現在喫煙：同 60 以上	1.91	(1.61, 2.25)
	不明	1.44	(1.21, 1.70)
飲酒	非飲酒（基準）	1.00	
	過去飲酒	1.20	(1.08, 1.33)
	現在飲酒：1 日当たりのアルコール摂取量 20g 未満	0.99	(0.91, 1.08)
	現在飲酒：同 20g 以上 40g 未満	1.14	(1.04, 1.25)
	現在飲酒：同 40g 以上 60g 未満	1.36	(1.22, 1.52)
	現在飲酒：同 60g 以上	1.47	(1.19, 1.81)
	不明	1.05	(0.87, 1.26)
地域	北海道（基準）	1.00	
	東北	0.73	(0.60, 0.88)
	関東	0.87	(0.73, 1.04)
	北陸	0.86	(0.70, 1.04)
	中部	0.88	(0.71, 1.07)
	近畿	0.98	(0.81, 1.18)
	中国	0.92	(0.75, 1.13)

項目	カテゴリ	相対リスク	90%信頼区間
	四国	0.88	(0.69, 1.14)
	九州・沖縄	0.84	(0.69, 1.03)
教育	13 年以上（基準）	1.00	
	10～12 年	0.94	(0.88, 1.01)
	1～9 年	0.97	(0.88, 1.06)
	不明	1.06	(0.94, 1.20)
放射線	0 mGy（基準）	1.00	
	0 mGy を超えて	1.03	(0.95, 1.11)
	5 mGy 未満		
	5 mGy 以上	1.05	(0.94, 1.17)
	10 mGy 未満		
	10 mGy 以上	0.88	(0.79, 0.98)
	20 mGy 未満		
	20 mGy 以上	1.00	(0.90, 1.11)
	50 mGy 未満		
	50 mGy 以上	1.03	(0.90, 1.18)
	100 mGy 未満		
	100 mGy 以上	1.14	(0.97, 1.35)

補遺 3：女性の放射線業務従事者の解析結果

女性の調査対象集団 805 人の解析結果を以下に示す。女性では調査対象者となることについての同意を撤回した者はいなかったが、3.1 節で述べたように以下に該当する者は解析から除外した。

- ・ 罹患解析において、第一原発がん初診年月日が観察開始日（同意日または 2016 年 1 月 1 日のうちの遅い日）より早い者：9 人
- ・ 死亡解析において、最終生存確認日（最新の住民票交付日または転出日のうちの早い日）が観察開始日（同意日）より早い者：0 人

この結果、罹患解析では 796 人が、死亡解析では 805 人が最終的な解析対象集団となった。

(1) 集団特性

累積線量と出生年の分布を付表補遺 3-1、付表補遺 3-2 に示す。観察終了時の累積線量群別に見た場合、5 mGy 未満の者が 99%を占める。また出生年別に見た場合、1970 年代が最頻値であった。平均線量は罹患解析対象者で 0.2 mGy（中央値 0 mGy、IQR 0 - 0.01 mGy）、死亡解析対象者で 0.2 mGy（中央値 0 mGy、IQR 0 - 0.01 mGy）であった。

付表補遺 3-1 累積結腸吸収線量分布（女性）（観察終了時点）

累積結腸吸収線量	罹患解析 対象者	死亡解析 対象者
0mGy	593	602
5mGy 未満	197	197
5mGy 以上、10mGy 未満	4	4
10mGy 以上、20mGy 未満	2	2
20mGy 以上、50mGy 未満	0	0
50mGy 以上、100mGy 未満	0	0
100mGy 以上	0	0
合計	796	805

付表補遺 3-2 出生年分布（女性）

出生年	罹患解析 対象者	死亡解析 対象者
1939 年以前	25	26
1940 ～ 1949 年	61	61
1950～1960 年	93	95
1960～1970 年	189	190
1970～1980 年	255	260
1980～1990 年	96	96
1990 年以降	77	77
合計	796	805

(2) 罹患解析

全悪性新生物の SIR は 0.64 (95%信頼区間 : 0.27, 1.25)であり、日本人女性と有意差がなかった（付表補遺 3-3）。

付表補遺 3-3 全悪性新生物 SIR 及び 95%信頼区間（女性）

部位	観察 罹患数	期待 罹患数	SIR	95%信頼区間
全悪性新生物	*	*	0.64	(0.27, 1.25)

*：観察罹患数が 10 未満のため秘匿し、併せて期待罹患数も秘匿した。

（3）死亡解析

全死亡の SMR は 0.55 (95%信頼区間：0.15, 1.41)であり、日本人女性と有意差がなかった（付表補遺 3-4）。

付表補遺 3-4 全死亡 SMR 及び 95%信頼区間（女性）

死因	観察 死亡数	期待 死亡数	SMR	95%信頼区間
全死亡	4	7.3	0.55	(0.15, 1.41)

資料 1：生活習慣等アンケート回答用紙

4

生活習慣等調査回答用紙

下記項目で該当する番号に○をつけてください。また、枠内には数値をご記入ください。

1. あなた自身のこと

お名前（カタカナ）

お名前（漢字）

生年月日 1. 明治 2. 大正 3. 昭和 4. 平成 年月日

性別 1. 男 2. 女

記入年月日 令和 年月日

現在の年齢 歳

2. 生活習慣等

(1) 喫煙 喫煙習慣 1. 吸う 2. 以前は吸っていた 3. ほとんど、全く吸わない→(2) 飲酒へ

以下は「吸う」または「以前は吸っていた」と答えた方のみお答えください

1日の本数 本

喫煙開始年齢 歳

喫煙年数（通算） 年

喫煙習慣について「以前は吸っていた」と答えた方のみお答えください

喫煙をやめた理由 1. 健康を害したため 2. 将来の健康のため 3. 経済的な理由 4. その他

やめてからの経過年数 年

(2) 飲酒 飲酒習慣 1. 飲む 2. 以前は飲んでいて 3. ほとんど、全く飲まない→(3) 食生活へ

以下は「飲む」または「以前は飲んでいて」と答えた方のみお答えください

飲酒頻度 1. ほぼ毎日 2. 週3-4日 3. 週1-2日 4. 月1-2日 5. 月1日未満

日本酒1合(180ml)の目安：ビール中瓶1本(500ml)、焼酎35度(80ml)、ウイスキーダブル1杯(60ml)、ワイン2杯(240ml)

1日の飲酒量 1. 1合未満 2. 1～2合未満 3. 2～3合未満 4. 3合以上

飲酒習慣について「以前は飲んでいて」と答えた方のみお答えください

飲酒をやめた理由 1. 健康を害したため 2. 将来の健康のため 3. 経済的な理由 4. その他

（裏面に続きます）

(3) 食生活	バランスを考慮した食事	1. とっている	2. とっていない
	野菜	1. よく食べる	2. 普通 3. ほとんど食べない
	塩加減の濃い料理	1. よく食べる	2. 普通 3. ほとんど食べない
	甘味の強い料理	1. よく食べる	2. 普通 3. ほとんど食べない
	油っこい料理	1. よく食べる	2. 普通 3. ほとんど食べない
(4) 業務	原子力施設で働いていた時の雇用企業（あなたに給与を支給していた会社）		
	1. 研究機関 2. 電力会社 3. 燃料加工 4. プラントメーカー 5. その他		
	雇用企業の従業員数	1. 20人以下	2. 21・300人 3. 301人以上
	職種	1. 事務、設計、研究	
	（もっとも長い間従事していた職種一つ）	2. 放射線管理、工程管理	
		3. 運転・機器操作、試験・検査	
		4. 保守、補修	
		5. 福島第一原子力発電所における廃炉作業	
	最終職位	1. 管理・監督（または部長相当以上）	
		2. 技術指導（または課長相当）	
		3. 作業班長（または係長相当）	
		4. 担当者（その他）	
(5) その他	身長、体重	身長 cm	現在の体重 kg
		20歳時の体重 kg	
	1回30分以上の運動を週2回以上、1年以上実施していますか		
	1. はい 2. いいえ		
	CT検査受診歴（大きなドーナツ型の機械に体を入れる検査です。大きい音はしません。）		
	1. ある 2. ない 3. わからない		
	透視検査（胃や腸などを調べるためにバリウムを飲む検査です。）		
	1. ある 2. ない 3. わからない		
	最後に健康診断を受けた日	1. 1年以内 2. 1-3年前 3. 3-5年前 4. 5-10年前 5. それ以上	
	学校に通われた期間	1. 1-9年 2. 10-12年 3. 13年以上	
	ピロリ菌への感染経験	1. あり（治療後の陰性も含む） 2. なし 3. わからない	
	肝炎ウイルスへの感染経験	1. あり（治療後の陰性も含む） 2. なし 3. わからない	
	既往歴（治療を含む）	1. 脳卒中 2. 心臓病 3. 高血圧症 4. 糖尿病 5. 白内障	
	複数ある場合は全て。）	6. 慢性肝疾患または肝硬変 7. 脂質異常（高脂血症） 8. がん	

ご協力ありがとうございました

資料 2：用語の解説

AIC（赤池情報量規準：Akaike's Information Criterion）

異なった統計的モデルの当てはまりの良さを比較評価するための統計量の一つ。値が小さい方ほど当てはまりが良い。

DCO%（Death Certificate Only %）

死亡診断書以外の情報がないがん登録データのことを DCO、全ての症例に占める DCO の割合を DCO%と呼ぶ。DCO%の値が低いがん登録データほど罹患数の信頼性が高いとされ、DCO%の値が高いデータほど登録漏れが多いとみなされる。

IARC（International Agency for Research on Cancer）

国際がん研究機関の略称。がん研究の推進を目的に、WHO の専門機関として 1965 年に設立され、発がんのメカニズム、疫学、予防などの研究を行っている。わが国は 1972 年から加盟している。

ICD-10（International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems 10th Revision）

有用な死因統計及び疾病統計を得るには、その疾病の分類が適正でなければならず、これら統計の国際比較に当たっては、国際的な統一が必要であるため、世界保健機関（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 10 回修正の国際疾病分類（ICD-10）は、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。

IQR（Interquartile Range）

データを昇順に並べた場合の、25%点、75%点に位置する範囲をいう。例えば、出生年の IQR が 1948–1969 年であるということは、出生年のデータを昇順に並べた場合、25%点に位置するデータが 1948 年、75%点に位置するデータが 1969 年であることをいう。

J-EPIISODE（Japanese EPIdemiological Study On low Dose radiation Effects）

公益財団法人放射線影響協会が国の委託に基づいて実施している放射線疫学調査の略称。Japanese EPIdemiological Study On low Dose

radiation Effects から命名。この略称は第Ⅵ期から使われ始めたが、ここでは第Ⅰ期の記述からこの名称を使用する。

MI 比 (Mortality/Incidence Ratio)

一定期間におけるがん死亡数の、がん罹患数に対する比。生存率が低い場合、あるいは、届出が不十分な場合に高くなる。一方、生存率が高い場合、あるいは、同一の患者の同定過程に問題があり、誤って重複登録している場合に低くなる。現在の日本のがん患者の生存率に基づいた場合、全がんで 0.4～0.45 程度が妥当と考えられている。(出典：国立がん研究センター、がん情報サービス)

MV% (Microscopically Verified Cases %)

がん罹患データの精度指標の一つで、がんの全症例に占める診断が顕微鏡的に確かめられた症例の割合をいう。「顕微鏡的に確かめられた症例」とは、細胞診または病理学的組織診で診断された症例を指し、診断の正確さを表す。がんの診断は最終的には病理学的組織診による。

がん (Cancer)、悪性腫瘍 (Malignant tumor)、悪性新生物 (Malignant neoplasm)

体の中で必要とされる量を超えて細胞が増殖し続けることがあり、増殖で出来た余分の細胞は「かたまり」をつくる。この「かたまり」を腫瘍と呼ぶ。腫瘍には良性腫瘍と悪性腫瘍があり、悪性腫瘍では腫瘍細胞の増殖の制御が効かなくなり無限に増殖を始めると共に、周囲の正常な組織・臓器に広がったり、離れた場所に移って新たな腫瘍を生成したりする。「悪性腫瘍」という言葉とほぼ同じ意味で「がん」「悪性新生物」という言葉も使われ、「がん」は臨床の分野で、「悪性腫瘍」は病理学の分野で、「悪性新生物」は統計学の分野で主に用いられる。

インフォームド・コンセント (Informed consent)

研究の実施又は継続（試料・情報の取扱いを含む。）に関する研究対象者等の同意であって、当該研究の目的及び意義並びに方法、研究対象者に生じる負担、予測される結果（リスク及び利益を含む。）等について研究者等又は既存試料・情報の提供のみを行う者から十分な説明を受け、それらを理解した上で自由意思に基づいてなされるものをいう。

（「人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針」令和 3 年 3 月 23 日（令和 5 年 3 月 27 日一部改正）文部科学省・厚生労働省・

経済産業省)

観察期間 (Observation period)

疫学調査において、個々の解析対象者について、罹患あるいは生死を観察開始日から観察終了日まで観察した期間を観察期間と呼ぶ。一般には観察期間が長いほどより多くの罹患数、死亡数を観察することができ、統計的精度が高まる（統計量の信頼区間を狭くすることができる）。短い場合には、この逆と言える。

検診効果 (Screening effect)

検診がより多く実施された群において、より高い有病割合が見られる現象。自覚症状がない、あるいは弱い疾患を対象とした診断で見られることがある。

原死因 (Underlying cause of death)

死亡を引き起こした一連の事象のうち、最初の起因となった疾病、あるいは損傷、又は致命傷を生じせしめた事故又は状況をいう。

人口動態統計 (Vital Statistics)

国内における出生、死亡、死産、婚姻、離婚の実態を明らかにする目的で、厚生労働省が実施する人口動態調査に基づき作成される人口登録簿（戸籍簿）または登録の際に作成された統計報告を集計処理することによって得られる国の基幹統計をいう。

人年 (Person-years)

疫学調査の手法の一つである追跡研究において、疾病の発生率を求める際に、個々の調査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人数と被ばく時間との積として考案された単位を人年と呼ぶ。例えば 1 人を 1 年間観察した場合を 1 人年といい、20 人を半年間、5 人を 2 年間観察した場合も 10 人年となり、この単位を用いると、実際に観察されたものとして、影響の発生頻度の観察値を観察期間の長短にかかわらず同様に扱うことができる。

90%信頼区間 (90% confidence interval)

モデルのパラメータ推定値の信頼区間とは、解析対象集団全体にお

ける（値は未知であるが調査で推定しようとしている）真のパラメータ（たとえば死亡率や罹患率など）が存在すると考えられる範囲を示す。対象集団の生存・死亡に関する観測値は、集団の真のパラメータを基にした生存・死亡の母集団分布から得られる 1 つの標本（実測値）とみなし、仮に同じ観察調査を無数に繰り返して、そのたびにパラメータ推定値を計算したとした場合、90%の信頼区間はその推定値の分布が90%の頻度で真のパラメータを含む範囲である。

信頼区間が狭いほど観察調査における観測データが安定しており、真のパラメータに近い推定ができていると考えられ、推定の精度が高いといえる。

パラメータ推定値が正規分布に近似できる場合は、パラメータ推定値の標準誤差（SE）を用いて、90%信頼区間の上限・下限は

パラメータ推定値の平均 $\pm 1.65 \times \text{SE}$
で表される。

90%信用区間 (90% credible interval)

真値は分布していると考え、90%の確率で真の値を含んでいる範囲のことをいう。この範囲が狭いほど精度が高いといえる。信用区間が95%の場合は95%の確率で真の値を含んでいる範囲のことをいう。INWORKS の部位別がん論文 [12]において使用されている。

潜伏期 (Lag period)

生物の個体への放射線の照射の後に影響や障害が現われるまでに時間がかかることがある。この期間のことを潜伏期、あるいは潜伏期間と呼ぶ。第Ⅶ期調査における被ばく線量を用いた解析では、白血病で2年、その他の疾患で10年の潜伏期を仮定した。すなわち、その年数分、線量を実際に受けた年から潜伏期経過後の年の線量として累積し、罹患、死亡との関連を分析した。

これは例えば潜伏期が2年の場合では、2000年に被ばくした1mGyについては、潜伏期2年だけ遅延させて2002年の線量として累積させることを意味する。

第一原発がん (First primary cancer)

原発がん(primary cancer)は、がんが最初に形成された臓器や部位を指す。これに対して、別の臓器にがんが広がった場合は転移がん(secondary cancer)と呼ばれる。例えば、肺で最初に発生したがんは

「肺の原発がん」と呼ばれるが、もしこのがんが他の臓器（例：脳や骨）に広がると、転移した先のがんは「肺がんの転移がん」となり、原発がんとは区別される。本調査のがん罹患の評価指標である第一原発がんは、各個人について、診断日が最も早い原発がんである。本調査では、全国がん登録制度に基づくがん罹患情報を利用しているので、制度が発足した 2016 年 1 月以降の初診日が最も早い原発がんを第一原発がんとした。2015 年以前の地域がん登録制度に基づくがん罹患情報は用いていない。

統計学的に有意 (Statistically significant)

ある観察結果が偶然だけでは起きないだろうという統計学的判断を「有意」という。例えば対象集団の死亡率が日本人男性全体の死亡率より高い（あるいは低い）という観察結果が見られても、それは単なる偶然で得られた可能性がある。

統計学では、偶然による可能性が一定の値（通常は 5%）未満である場合に「統計学的に有意」と判断する。さらに、その確率が 1%や 0.1%と低くなるほど、判断の信頼性が高まるとされる。

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

ある人集団における死亡数や死亡率は、年齢や性など集団の属性に影響されることから、その影響を除去するために標準集団の性・年齢階級別死亡率などを用いて求めた期待死亡数と、実際の観察死亡数との比を標準化死亡比 (SMR) と呼び、以下の式で計算される。

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

標準化罹患比 (SIR : Standardized Incidence Ratio)

ある人集団におけるがんの罹患数や罹患率は、年齢や性など集団の属性に影響されることから、その影響を除去するために標準集団の性・年齢階級別死亡率などを用いて求めた期待罹患数と、実際の観察罹患数との比を標準化罹患比 (SIR) と呼び、以下の式で計算される。

$$\text{SIR} = (\text{観察罹患数}) / (\text{期待罹患数})$$

慢性被ばく (Chronic exposure)

放射線の被ばく形態のひとつで、線量率が低い放射線に長期間被ばくする場合を慢性被ばくという。原子力作業従事者は慢性被ばくの代表的なものとして知られている。

資料 3：委員会名簿

本疫学調査の実施にあたっては、適正かつ効率的な調査を進める観点から、外部の専門家等により構成する放射線疫学調査 倫理審査・個人情報保護委員会、放射線疫学調査 調査研究評価委員会、緊急作業線量の臓器線量構築に関する検討会、放射線疫学調査 あり方検討会フォローアップ委員会及び放射線疫学調査 成果利活用検討委員会を設置し検討・審議を行った。なお、各委員会での審議事項は次のとおりである。

放射線疫学調査 倫理審査・個人情報保護委員会では、法律、医学の専門家等の参加を得て、調査に係る倫理的課題について検討・審議を行った。

放射線疫学調査 調査研究評価委員会では、疫学に関する専門家等の参加を得て、調査手法及び調査結果等についての審議を受けた。また、調査研究評価委員会の下部機関として緊急作業線量の臓器線量構築に関する検討会を設置し、記録線量から臓器線量に変換するための課題について検討・審議を行った。

放射線疫学調査 あり方検討会フォローアップ委員会では、事業継続指標（メルクマール）の達成状況のフォローアップと事業継続の可能性、調査の科学的妥当性、及び翌年度以降の事業方針について検討・審議を行った。

放射線疫学調査 成果利活用検討委員会では、放射線疫学調査により得られた、また、今後得られる成果であるところの疫学調査データを広く学術研究に利活用する観点で有効な方策について検討・審議を行った。

（1）放射線疫学調査 倫理審査・個人情報保護委員会（○：委員長）

（五十音順 敬称略、所属・役職は令和 7 年 3 月現在、交代者は交代時）

○浦川 道太郎	学校法人 早稲田大学 名誉教授 弁護士法人 早稲田大学 リーガル・クリニック 弁護士
川島 恒憲	東芝エネルギーシステムズ株式会社 原子力事業部 原子 力フィールド技術部 安全・放射線管理技術担当 部長代理 （～令和 2 年度）
金野 朋博	株式会社日立製作所 原子力ビジネスユニット 原子力事 業統括本部 原子力事業統括センター 放射線管理センタ ー長（令和 3 年度）
菊池 浩明	学校法人 明治大学 総合数理学部 先端メディアサイエン ス学科 教授
栗原 晃一	三菱重工業株式会社 原子力セグメント 安全・放射線管理 課 主任（令和 5 年度～）
栗原 千絵子	学校法人 神奈川歯科大学 特任教授

佐々木 秀智	学校法人 明治大学 法学部 教授
広田 すみれ	学校法人 東京都市大学 メディア情報学部 教授
宮島 康高	株式会社日立製作所 原子力ビジネスユニット原子力事業 統括本部 放射線管理センター長（令和4年度）
吉永 信治	国立大学法人 広島大学 原爆放射線医科学研究所 教授 （～令和4年度）
盛武 敬	国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構 放射線医 学研究所 放射線規制科学研究部 部長（令和5年度～）

（2）放射線疫学調査 調査研究評価委員会（○：委員長）

（五十音順 敬称略、所属・役職は令和7年3月現在、交代者は交代時）

飯本 武志	国立大学法人 東京大学 環境安全本部 教授
岩崎 利泰	一般財団法人 電力中央研究所 サステナブルシステム研 究本部 研究統括室 原子力(放射線安全)分野統括（～令和 4年度）
岡崎 龍史	学校法人 産業医科大学 産業生態科学研究所 放射線衛生 管理学 教授（令和5年度）
兒玉 和紀	公益財団法人 放射線影響研究所 業務執行理事（～令和4 年度）
佐々木 道也	一般財団法人 電力中央研究所 サステナブルシステム研 究本部 生物・環境化学研究部門 上席研究員（令和5年度 ～）
杉山 裕美	公益財団法人 放射線影響研究所 疫学部 副部長（令和5 年度～）
○祖父江 友孝	国立大学法人 大阪大学大学院 医学系研究科 教授（～令 和5年度）
高田 千恵	国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 核燃料サイ クル工学研究所 所長
椿 広計	大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 統計数理 研究所 所長（～令和4年度）
○西野 善一	学校法人 金沢医科大学 医学部 公衆衛生学 教授（令和6 年度～）
西本 寛	JA 長野厚生連 佐久総合病院 総合医療情報センター セ ンター長
吉永 信治	国立大学法人 広島大学 原爆放射線医科学研究所 教授 （～令和4年度）

盛武 敬 国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構 放射線医学研究所 放射線規制科学研究部 部長（令和 5 年度～）

（3）緊急作業線量の臓器線量構築に関する検討会（○：座長）

（五十音順 敬称略、所属・役職は令和 5 年 3 月時）

- 甲斐 倫明 学校法人 文理学園 日本文理大学 教授
栗原 治 国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構 量子生命・医学部門 放射線医学研究所 計測・線量評価部 部長
佐藤 薫 国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 原子力科学研究部門 原子力基礎工学研究センター 化学・環境・放射線ディビジョン 放射線挙動解析研究グループ 研究主幹
辻村 憲雄 国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所 放射線管理部 研究主席

（4）放射線疫学調査 あり方検討会フォローアップ委員会（○：委員長）

（五十音順 敬称略、所属・役職は令和 7 年 3 月現在、交代者は交代時）

- 岡崎 龍史 学校法人 産業医科大学 産業生態科学研究所 放射線衛生管理学 教授（令和 6 年度～）
岡村 智教 学校法人慶應義塾 慶應義塾大学 医学部 衛生学公衆衛生学 教授
甲斐 倫明 学校法人文理学園 日本文理大学 教授（～令和 4 年度）
祖父江 友孝 国立大学法人 大阪大学大学院 医学系研究科 教授（～令和 5 年度）
玉腰 暁子 国立大学法人 北海道大学大学院 医学研究院 教授
○椿 広計 大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 統計数理研究所 所長（委員長は令和 5 年度～）
土居 主尚 国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構 放射線医学研究所 放射線規制科学研究部 主任研究員
西野 善一 学校法人 金沢医科大学 医学部 公衆衛生学 教授（令和 6 年度～）
吉永 信治 国立大学法人 広島大学 原爆放射線医科学研究所 教授（令和 5 年度～）
○吉村 健清 学校法人 産業医科大学 名誉教授（～令和 4 年度）

（5）放射線疫学調査 成果利活用検討委員会（○：委員長）

（五十音順 敬称略、所属・役職は令和 7 年 3 月現在）

川口 勇生	国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構 量子生命・医学部門 放射線医学研究所 放射線規制科学研究部 主幹研究員
工藤 伸一	公益財団法人 放射線影響協会放射線疫学調査センター統計課長 兼 広報課長
坂田 律	公益財団法人 放射線影響研究所 疫学部 部長代理
佐々木 秀智	学校法人 明治大学 法学部 教授
佐々木 道也	一般財団法人 電力中央研究所 サステナブルシステム研究本部 生物・環境化学研究部門 上席研究員
○玉腰 暁子	国立大学法人 北海道大学大学院 医学研究院 教授
椿 広計	大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 統計数理研究所 所長
吉永 信治	国立大学法人 広島大学 原爆放射線医科学研究所 教授

資料 4：委員会開催実績

(1) 放射線疫学調査 倫理審査・個人情報保護委員会

令和 2 年度

第 1 回 令和 2 年 12 月 2 日

令和 3 年度

第 1 回 令和 3 年 12 月 9 日

令和 4 年度

第 1 回 令和 4 年 12 月 22 日 (web 会議)

第 2 回 令和 5 年 3 月 17 日 (web 会議)

令和 5 年度

第 1 回 令和 5 年 9 月 12 日 (hybrid 会議)

第 2 回 令和 6 年 3 月 12 日 (web 会議)

令和 6 年度

第 1 回 令和 6 年 8 月 5 日 (web 会議)

第 2 回 令和 7 年 1 月 23 日 (web 会議)

(2) 放射線疫学調査 調査研究評価委員会

令和 2 年度

第 1 回 令和 3 年 1 月 25 日

令和 3 年度

第 1 回 令和 4 年 2 月 10 日

令和4年度

第1回 令和4年11月17日

第2回 令和5年3月2日

令和5年度

第1回 令和5年12月13日 (hybrid 会議)

第2回 令和6年3月7日 (web 会議)

令和6年度

第1回 令和6年7月31日 (web 会議)

第2回 令和6年10月24日 (web 会議)

(3) 緊急作業線量の臓器線量構築に関する検討会

令和3年度

第1回 令和4年3月2日 (web 会議)

第2回 令和4年3月28日 (web 会議)

令和4年度

第1回 令和5年3月27日 (web 会議)

(4) 放射線疫学調査 あり方検討会フォローアップ委員会

令和2年度

第1回 令和2年11月16, 17日 (メール審議)

第2回 令和3年2月5日 (web 会議)

令和3年度

第1回 令和4年3月14日

令和4年度

第1回 令和4年12月14日 (web 会議)

第2回 令和5年3月8日 (hybrid 会議)

令和5年度

第1回 令和5年12月8日 (hybrid 会議)

第2回 令和6年2月29日 (web 会議)

令和6年度

第1回 令和6年10月9日 (web 会議)

第2回 令和7年1月10日 (web 会議)

(5) 放射線疫学調査 成果利活用検討委員会

令和5年度

第1回 令和5年6月9日 (hybrid 会議)

第2回 令和5年7月21日 (web 会議)

第3回 令和5年10月17日 (web 会議)

第4回 令和5年12月19日 (web 会議)

第5回 令和6年2月21日 (hybrid 会議)

令和6年度

第1回 令和6年7月5日 (web 会議)

第2回 令和6年9月20日 (web 会議)

第3回 令和6年12月5日 (web 会議)

第4回 令和7年1月31日 (web 会議)

資料 5：原著、学会発表

第Ⅶ期調査期間中に発表した論文等

1. 工藤伸一. 英米仏 3 カ国合同解析 INWORKS の概要. 日本診療放射線技師会誌. 70, 847, 509-515, 2023.
2. 工藤伸一. 日本における放射線疫学調査 J-EPISODE の概要. 日本診療放射線技師会誌. 70, 845, 279-285, 2023.
3. 工藤伸一. 原子力施設従事者を対象とした疫学研究結果のレビュー. 日本診療放射線技師会誌 70, 843, 48-54, 2023.
4. 工藤伸一. 放射線科医・放射線技師を対象とした疫学研究結果のレビュー. 日本診療放射線技師会誌 69, 841, 1312-1317, 2022.
5. Shin'ichi Kudo, Yoshie Miwa, Hiroshige Furuta, Shin Saigusa. A risk comparison of non-cancer mortality between lifestyle, socioeconomic status, and radiation among Japanese nuclear workers (J-EPISODE). Health Phys. 123, 464-475, 2022.
6. Shin'ichi Kudo, Akemi Nishide, Hiroshige Furuta, Noboru Ishizawa, Shin Saigusa. A risk comparison between lifestyle, socioeconomic status, and radiation: a cohort study of cancer mortality among Japanese nuclear workers (J-EPISODE). Health Phys. 122, 469-479, 2022.
7. Hiroshige Furuta, Shin'ichi Kudo, Noboru Ishizawa, Shin Saigusa. Reanalysis of cancer mortality using reconstructed organ-absorbed dose: J-EPISODE 1991-2010. J. Radiol. Prot. 42, 011509, 2022.
8. 工藤伸一、井上一雅、福士政広. 放射線業務従事者を対象としたコホート研究の総説. 医学物理, 41, 180-193, 2021.
9. Hiroshige Furuta, Kaoru Sato, Akemi Nishide, Shin'ichi Kudo, Shin Saigusa. Organ dose reconstruction applicable for a Japanese nuclear worker cohort: J-EPISODE. Health Phys. 121, 471-483, 2021.
10. 賞雅朝子、當麻秀樹、工藤伸一. 白血病を対象とした放射線業務従事者および原爆被爆者の疫学研究の概要. 保健物理, 55, 215-225, 2020.
11. Hiroshige Furuta, Akemi Nishide, Shin'ichi Kudo, Shin Saigusa. Estimation of photon energy and direction distributions at Japanese nuclear power plants based on literature survey for J-EPISODE study. Radiat. Prot. Dosimetry. 190, 372-391, 2020.
12. Hiroshige Furuta, Norio Tsujimura, Akemi Nishide, Shin'ichi Kudo, Shin Saigusa. Conversion factor from dosimeter reading to air kerma for nuclear worker using anthropomorphic phantom for further

conversion from air kerma to organ-absorbed dose. Radiat. Prot. Dosimetry. 189, 371-383, 2020.

13. Shin'ichi Kudo, Akemi Nishide, Jun'ichi Ishida, Keiko Yoshimoto, Hiroshige Furuta, Fumiyoshi Kasagi. Direct risk comparison between radiation and smoking on cancer mortality among nuclear workers in Japan (J-EPISODE). Jpn. J. Health Phys. 55, 32-39, 2020.
14. Michiya Sasaki, Shin'ichi Kudo, Hiroshige Furuta. Effect of radiation dose rate on circulatory disease mortality among nuclear workers: reanalysis of Hanford data. Health Phys. 119, 280-288, 2020.

第Ⅶ期調査期間中に行った学会発表

1. 三輪祥江、工藤伸一、古田裕繁、三枝新. 放射線業務従事者における生活習慣・社会経済状態のカテゴリ別の累積線量とがん死亡相対リスクとの関連. 第 34 回日本疫学会学術総会、大津、2024.2.2.
2. Shin'ichi Kudo, Yoshie Miwa, Hiroshige Furuta, Shin Saigusa. Fitting quadratic and linear-quadratic models in a cohort of Japanese nuclear workers. 日本放射線影響学会第 66 回大会、お台場、2023.11.6.
3. Yoshie Miwa, Shin'ichi Kudo, Hiroshige Furuta, Shin Saigusa. Overview of the radiation epidemiology analysis system. 日本放射線影響学会第 66 回大会、お台場、2023.11.6.
4. Hiroshige Furuta, Shin'ichi Kudo, Yoshie Miwa and Shin Saigusa. Organ dose reconstruction for the Fukushima emergency workers in J-EPISODE. 17th International Congress for Radiation Research 2023, Montreal, Canada, 2023.8.27.
5. Hiroshige Furuta, Shin'ichi Kudo, Yoshie Miwa, Shin Saigusa. Advantages of Japanese nuclear workers cohort J-EPISODE. International Society for Radiation Epidemiology and Dosimetry 1st meeting, Sitges, Spain, 2023.5.16.
6. 工藤伸一、三輪祥江、古田裕繁、三枝新. 放射線業務従事者コホートにおける生活習慣・社会経済状態による交絡. 第 96 回日本産業衛生学会、宇都宮、2023.5.11.
7. Shin Saigusa. Radiation epidemiological study of nuclear workers in Japan: progress of J-EPISODE since study VI. 第 33 回日本疫学会学術総会、浜松、2023.2.15.
8. 古田裕繁、三輪祥江、工藤伸一、三枝新. 原子力施設作業員コホートと全国がん登録のリンケージ: 放射線大腸がん罹患リスクと健診受診行動の交

- 絡. 第 33 回日本疫学会学術総会、 浜松、 2023.2.3.
9. 三輪祥江、工藤伸一、古田裕繁、三枝新. 放射線業務従事者における従事経験事業所数による特性の検討. 第 33 回日本疫学会学術総会、 浜松、 2023.2.3.
 10. 古田裕繁、工藤伸一、三輪祥江、三枝新. 放射線業務従事者コホート J-EPISODE の第Ⅶ期解析計画. 第 4 回日本放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大会、 福岡、 2022.11.25.
 11. 工藤伸一、三輪祥江、古田裕繁、三枝新. J-EPISODE における新コホートの特性と予想される結果. 第 4 回日本放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大会、 福岡、 2022.11.25.
 12. Shin'ichi Kudo, Yoshie Miwa, Hiroshige Furuta, Shin Saigusa. Two topics from the epidemiological studies of Japanese nuclear workers. Radiation Research Society's 68th Annual Meeting, Hawaii、 US, 2022.10.16.
 13. Hiroshige Furuta, Shin'ichi Kudo, Shin Saigusa. Uncertainties in organ dose reconstruction from Fukushima accident emergency work dose in J-EPISODE cohort study. European Radiation Protection Week 2022, Estoril, Portugal, 2022.10.13.
 14. 古田裕繁、工藤伸一、三枝新. 福島原発事故の預託実効線量から臓器線量への変換における不確かさ:原子力施設作業員コホート研究 J-EPISODE. 日本放射線影響学会第 65 回大会、 大阪、 2022.9.17.
 15. 工藤伸一、三輪祥江、古田裕繁、三枝新. 潜伏期の仮定はそれ自体が放射線リスク推定値を上昇させる. 日本放射線影響学会第 65 回大会、 大阪、 2022.9.16.
 16. Hiroshige Furuta, Shin'ichi Kudo, Shin Saigusa. Reconstruction of organ dose from emergency work dose at Fukushima: J-EPISODE. Health Physics Society 2022, Web, 2022.7.19.
 17. Shin'ichi Kudo, Hiroshige Furuta, Shin Saigusa. A risk comparison between lifestyle, socioeconomic status, and radiation among Japanese nuclear workers (J-EPISODE). Health Physics Society 2022, Spokane, US, 2022.7.18.
 18. 工藤伸一、古田裕繁、三枝新. 放射線業務従事者における生活習慣・社会経済状態・放射線による非新生物疾患死亡リスク. 第 95 回日本産業衛生学会、 高知、 2022.5.26.
 19. 古田裕繁、工藤伸一、三枝新. 原子力施設作業員コホートと診断年 2016-17 年全国がん登録情報とのリンケージ結果. 第 32 回日本疫学会学術総

- 会、 Web、 2022.1.26.
20. 工藤伸一、古田裕繁、石沢昇、三枝新. 階層モデルを利用した部位別がん死亡率解析：J-EPISODE. 第3回日本放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大会、 Web、 2021.12.2.
 21. 古田裕繁、工藤伸一、石沢昇、三枝新. 緊急作業線量のリスク推定における取扱い：J-EPISODE. 第3回日本放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大会、 Web、 2021.12.2.
 22. 古田裕繁、工藤伸一、石沢昇、三枝新. 放射線業務従事者中央登録センターに定期線量報告された緊急作業線量の外部・内部被ばく線量への分割. 日本放射線影響学会第64回大会、 Web、 2021.9.23.
 23. Hiroshige Furuta, Shin'ichi Kudo, Noboru Ishizawa, Shin Saigusa. Reanalysis of site specific cancer mortality using reconstructed organ absorbed dose: a Japanese nuclear facility worker cohort 1991-2010. 66th Annual Meeting of the Health Physics Society, Web, 2021.7.28.
 24. 工藤伸一、古田裕繁、石沢昇、三枝新. 放射線業務従事者における企業規模と累積線量、生活習慣の検討. 第94回日本産業衛生学会、 Web、 2021.5.24.
 25. 古田裕繁、工藤伸一、石沢昇、三枝新. 全国がん登録情報 2016 年分と J-EPISODE 原子力施設作業員コホートとのリンケージ. 第31回日本疫学会学術総会、 Web、 2021.1.28.
 26. Hiroshige Furuta, Akemi Nishide, Shin'ichi Kudo, Keiko Yoshimoto, Shin Saigusa. Reanalysis of cancer mortality risk in association with organ absorbed dose for Japanese nuclear workers 1991-2010. 15th International Congress of The International Radiation Protection Association, Web, 2021.1.18.
 27. Shin'ichi Kudo, Hiroshige Furuta, Noboru Ishizawa, Shin Saigusa. Cohort profile of the Japanese epidemiological study on low-dose radiation effects (J-EPISODE). 15th International Congress of The International Radiation Protection Association, Web, 2021.1.18.
 28. 古田裕繁、西出朱美、工藤伸一、石沢昇、三枝新. Reanalysis of the nuclear worker cohort J-EPISODE with follow-up period 1991-2010 using organ-absorbed dose. 日本放射線影響学会第63回大会、 Web、 2020.10.15.
 29. 工藤伸一、西出朱美、石沢昇、古田裕繁、三枝新. Confounding of smoke to radiation health effects among Japanese nuclear workers: the previous results of cancer mortality analysis and future forecast. 日本

放射線影響学会第 63 回大会、 Web、 2020.10.15.

30. 古田裕繁、西出朱美、工藤伸一、吉本恵子、三枝新. 原子力施設従事者の雇用機関、職種、時期別被ばく線量の状況：J-EPISODE 新コホート. 日本保健物理学会第 53 回研究発表会、 Web、 2020.6.29.
31. 工藤伸一、西出朱美、吉本恵子、古田裕繁、三枝新. 放射線業務従事者における放射線と喫煙、飲酒との関連：最新の生活習慣等アンケート調査結果. 日本保健物理学会第 53 回研究発表会、 Web、 2020.6.29.
32. 佐々木道也、工藤伸一、古田裕繁. 原子力作業者の循環器系疾患死亡率の線量率効果：ハンフォードデータの再解析. 日本保健物理学会第 53 回研究発表会、 Web、 2020.6.29.
33. 賞雅朝子、當麻秀樹、工藤伸一. 成人の白血病を対象とした各国の放射線疫学コホート研究の概要. 日本保健物理学会第 53 回研究発表会、 Web、 2020.6.29.
34. 工藤伸一、西出朱美、吉本恵子、古田裕繁、三枝新. 放射線業務従事者における放射線と喫煙との交絡に関する時系列検討. 第 93 回日本産業衛生学会、 Web、 2020.5.13.