

## 食道がんと放射線被ばくに関する医学的知見について

### I. 食道がんに関する文献レビュー結果

#### 1. 原爆被ばく者を対象とした疫学調査

文献 No.765

Preston. D. L., Ron. E, Tokuoka S., Funamoto. S, Nishi. N, Soda, M, Mabuchi. K, Kodama. K

Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors

RADIATION RESEARCH 168, 1-64 (2007 年)

広島、長崎の原爆被ばく者のうち、1958 年時点で生存しており、それ以前にがん罹患がなく、DSO2 に基づいて個人線量が推定されている中で 1958 年から 1998 年までに診断された第一原発がん 17,448 例の解析を実施したコホート研究。

男性 1,040,278 人年、女性 1,724,452 人年の計 2,764,730 人年 (105,427 人) について、1958 年から 1998 年 12 月末までを追跡期間とした。追跡率は 99%。

解析にあたっては、ERR と EAR モデルを用い、各モデルの変化、そして両モデル間の差違の変化を BEIR VII モデルで解析。

解析結果は以下のとおり。

1) 寿命調査集団では、結腸線量が 0.005 Gy 以上の調査対象者から発生したがん症例のうち、約 850 例 (約 11%) が原爆被ばくと関連していると推定された。2) 線量反応曲線 0-2Gy の範囲は線形であった。

また、新たに判明したこととして、低線量では、被ばく線量区分を 0 から 0.15 Gy まで上げたところから統計的に有意な線量反応が認められた。食道がんのリスクが有意となった。検討したすべての組織型群について発がんリスクの増加が示唆された。

文献 No.572

Preston, D. L., Y. Shimizu, D. A. Pierce et al.

Studies of mortality of atomic bomb survivors. Report 13: solid cancer and noncancer disease mortality: 1950-1997

Radiat. Res. 2003; 160 (4) : 381-407

日本の原爆被ばく者 86,572 人を対象としたコホート研究。追跡期間は 47 年で、固形がんおよび循環器疾患 (心疾患、および脳卒中) と原爆放射線との関連の統計的証拠が得られた。がんによる死亡 9,335 人のうち 19% は直近 7 年以内に死亡、うち 5% は被ばくが原因であった。0~150mSv では被ばく量と比例してリスクが高まり、30 歳以下で被ばくした者は 1Sv 上昇につき 47% リスクが高まる。非がん疾患による死亡 31,881

人のうち 15%は直近 7 年以内に死亡、うち 0.8%は被ばくが原因であった。直近 30 年で 1Sv 上昇につき 14%リスクが高まり、心疾患・脳卒中・消化器系疾患・呼吸器系疾患のリスクが有意に高かった。

## 2. 放射線作業者を対象とした疫学調査

### 文献 No.647

Iwasaki T, Murata M, Ohshima S, Miyake T, Kudo S, Inoue Y, Narita M, Yoshimura T, Akiba S, Tango T, Yoshimoto Y, Shimizu Y, Sobue T, Kusumi S, Yamagishi C, Matsudaira H.

Second analysis of mortality of nuclear industry workers in Japan, 1986-1997.

Radiat Res;159(2):228-38;2003

日本の原子力発電所、燃料加工など原子力事業所の男性放射線従事者、全解析対象集団が 175,939 人 (1,390,000 人年)、前向き解析対象集団が 119,484 人 (540,000 人年) であった。追跡率は、全解析対象集団が 72.6%、前向き解析対象集団が 99.7%であった。

内部比較においては、前向き解析対象集団で、食道がんのみ有意な傾向があるとされた。

### 文献 No.746

Wang JX, Zhang LA, Li BX, Zhao YC, Wang ZQ, Zhang JY, Aoyama T.

Cancer incidence and risk estimation among medical x-ray workers in China, 1950-1995.

Health Phys. 2002; 82:455-66

中国の主要 24 病院における X 線を用いた医療行為に従事する者 27011 名を対象とするコホート研究とヒストリカルコホート研究を組み合わせた研究。

対照は同じ病院に就労しており、X 線を用いない業務に従事していた 25,782 人の医療従事者(外科医、耳鼻咽喉科医等)。X 線を用いる医療従事者群は男性 80%、女性 20%、比較対照群は男性 69%、女性 31%の構成比であった。調査対象とされた病院で就労を開始した平均年齢は X 線を用いる医療従事者群で 26 歳、比較対照群で 25 歳であった。ばく露期間は就業年数により異なるが、平均累積ばく露量は、1970 年以前に職に就いた対象者では 551mGy、それ以降の対象者では 82mGy であった。

解析は O/E 比を求めることで行っているが、性別、就職時期などでサブグループ解析を実施した。

診断に X 線を用いる医療従事者では比較群に対してがん発症リスク比が 1.2 倍 [95%CI 1.1-1.3]であった。

食道がんで、有意なリスク上昇がみられたリスク比は 2.7 であった。

文献 No.718

Wiggs, L. D., E. R. Johnson, C. A. Cox-Devore et al.

Mortality through 1990 among white male workers at the Los Alamos National Laboratory: considering exposures to plutonium and external ionizing radiation  
Health Phys. 67 (6) : 577-588 (1994)

米国ロスアラモス国立研究所において核兵器の研究・開発に従事した男性 15727 人を対象としたコホート研究。

追跡期間は平均 29 年、追跡率は 99%。対照は米国における一般集団とした。ばく露期間は 1943 年～1977 年、線種・核種は X 線、 $\gamma$  線、ニュートロン、トリチウム、プルトニウム同位体であった。

米国白人男性の死亡率を SMR、年齢と暦年で層別した RR、放射線量と死亡率の量反応関係を調べる傾向検定によって解析した。また、年齢、暦年、人種による層化を実施した。

解析の結果、ほとんどのがんで有意な死亡率増加は見られなかったが、食道がんによる死亡で有意となった。

<有意でないと報告があった研究>

文献 No.329

McGeoghegan D, Binks K

The mortality and cancer morbidity experience of workers at the Springfields uranium production facility, 1946-95

J Radiol Prot 20:111-137;2000

英国の核燃料公社 Springfield の施設においてウラン燃料製造と六フッ化ウランの生産に従事したものの 479,146 人年を対象とするコホート研究。被ばく年齢の情報はないが、女性が 12%、男性が 88%であった。

追跡期間は平均 24.6 年。生年月日、作業参加日の不詳によって、0.7%が除外された。個人平均蓄積線量は 20.5mSv。最高値は 769.3mSv、中央値 8.3mSv であった。慢性リンパ性白血病を除く白血病で、1:5 matching の nested case-control を行った場合、2 年潜伏期間の平均累積線量は、症例群 : 27.0mSv, 対照群 : 18.2mSv であった。対象のうち 95%の労働者が 79.7mSv 以下の累積線量であった。傾向分析に使用した線量については、線量 0 から 400+の間で 10 段階に区分し、潜伏期間 (0-20 年の間で 5 段階) ごとの線量範囲を使用。

SMR と RR は両側検定、傾向分析は片側検定によって解析。ERR 係数の傾向分析には線量 10 段階、潜伏 2, 10, 15, 20 年の死亡に人年の重みづけをして算出した。

1995 年末までに放射線作業員から 3,476 例、非放射線作業員から 1,356 例が死亡。

部位別の解析では、食道がんで潜伏期間を 20 年とした場合、累積外部被ばく線量と有意な関連は認められなかった。

### 3. 放射線診療を受けた患者を対象とした疫学調査

文献 No.764

Davis FG, Boice JD, Keisey JL, Monson RR

Cancer mortality after multiple fluoroscopic examinations of the chest

J Natl Cancer Inst 78; 645-652: 1987

米国マサチューセッツ州結核患者療養施設での X 線透視撮影受検した女性 (2,074 人) と男性 (1,277 人) を対象としたコホート研究である。比較対照群としては、X 線透視撮影を受検していない結核患者 (女性 2,141 人、男性 1,418 人) 及び一般人で、平均の追跡期間は 23 年間であった。

食道がんは男性被ばく患者で有意な結果となった (標準化死亡率 4.2) が、8 件中 2 件は虚脱療法時に診断されていたものであった。食道がんは男性非被ばく患者でも有意な結果となった (標準化死亡率 4.0) ため被ばくとは無関係の可能性もある。

#### <有意でないと報告があった研究>

文献 No.636

Davis FG, Boice JD Jr, Hrubec Z, Monson RR.

Cancer mortality in a radiation-exposed cohort of Massachusetts tuberculosis patients

Cancer Res. 1989;49:6130-6

アメリカ、マサチューセッツ州の 12 病院で 1925-54 年の間に結核で入院し、退院した患者で、肺虚脱療法中に蛍光板透視法による胸部検査を受けたもの 6,285 名の男女を対象とした疫学調査である。平均追跡年数は 25 年で、追跡率は 92%であった。

食道がん死では経過時間が長くなるほど SMR が減少するという傾向が見られた。

文献 No.679

Ron, E., M. M. Doody, D. V. Becker et al.

Cancer mortality following treatment for adult hyperthyroidism

J. Am. Med. Assoc. 280 (4) : 347-355 (1998)

米国の 25 の診療所及び英国の 1 診療所において甲状腺機能亢進症に対する治療としてヨウ素 131 による治療を受けた患者 35,593 人 (738,831 人年) を対象とした後ろ向きコホート研究。エンドポイントはがん死亡で、ばく露評価については、ヨウ素 131 の投与量の測定のみで、被ばく量については測定していない。

放射性ヨウ素と食道がん死亡との関連は見られなかった (SMR1.00)。

#### 4. 高自然放射線地域や核実験場周辺の住民等を対象とした疫学調査

文献 No.767

Bauer S, Gusev BI, Pivina LM, Apsalikov KN, Grosche B

Radiation Exposure due to Local Fallout from Soviet Atmospheric Nuclear Weapons Testing in Kazakhstan: Solid Cancer Mortality in the Semipalatinsk Historical Cohort. 1960-1999

Radiation Research 2005,164, 409-419

カザフスタン、セミパラチンスク核実験場近辺の核実験（セミパラチンスク核実験場）で被ばくした、19,545 人（582,750 人・年）の男女を対象としたコホート研究である。追跡期間は、1960 年から 1999 年まで。

対照群と比べて、食道がん（特に女性）の死亡率に大きな差があった。線量-がん発生のレスポンスは非常に低い線量範囲では非線形でやや急な曲線で、これは選択効果に一部関係しているかも知れない。

#### 5. その他（その他の作業従事者）

対象論文なし

## II. 文献レビュー結果のまとめ

### 1. 被ばく線量（ばく露評価）に関するまとめ

被ばく線量と死亡率の増加について言及があると報告された文献は、文献番号 647,718,329,636,679,764,767,572 であった。このうち有意な増加があったと報告されている文献は、文献番号 647,718,764,767,572 であった。

被ばく線量と罹患率の増加について言及があると報告された文献は、文献番号 765,746,329 であった。このうち有意な増加があったと報告されている文献は、文献番号 765,746 であった。

### 2. 最小被ばく線量に関するまとめ

統計的に有意な増加を報告している文献において、最小被ばく線量に関して報告している文献は無かった。

### 3. 潜伏期間に関するまとめ

潜伏期間に関して検討している文献は、文献番号 329 であった。

書誌情報	作業 No.	765	著者	Preston, D. L., Ron, E., Tokuoka S., Funamoto, S., Nishi, N., Soda, M., Mabuchi, K., Kodama, K
	PMID(PubMedID)		タイトル	Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors
	研究方法	コホート研究(*1958年時点で生存しており、それ以前にがん罹患がなく、DSO2に基づいて個人線量が推定されている人数。その中で1958年から1998年までに診断された第一原発がん17,448例の解析)	雑誌名・年・巻・頁	RADIATION RESEARCH 168, 1-64 (2007年)
対象	国	日本(広島、長崎)	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	情報なし		
	従事作業	原爆(広島、長崎)		
	人数 (被ばく)年齢	2,764,730人年(105,427人) 情報なし		
	性別	男性 1,040,278人年、女性 1,724,452人年		
	比較群	原爆被ばく者のうち、1958年から1998年の間に第一がん(悪性黒色腫以外の皮膚がんを含む)が観察されていない者		
追跡	追跡期間	1958年から1998年12月末まで	追跡対象となる人年は、登録対象地区からの転出・転入があるために調節した。DSO2による臓器個人線量推定値はγ線量と中性子線量の10倍の和として計算した。	
	追跡率	99%		
ばく露指標	作業名	原爆(広島、長崎)による固形がんの罹患率(生存者)	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	外部ばく露	情報なし		
	内部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし		
	ばく露年数	情報なし		
	平均濃度	情報なし		
	濃度範囲	解析では、器官線量(Gy)として<0.005から≥4を4段階に分類(表2)、結腸線量(Gy)として<0.005から≥4を7段階に分類(表4)		
	線種・核種	情報なし		
健康影響	影響の種類	固形がん(口腔がん、食道がん、胃がん、肝臓がん、肺がん、黒色腫以外の皮膚がん、結腸がん、直腸がん、乳がん、卵巣がん、膀胱がん、神経系がん、甲状腺がん)の発症	影響評価の精度	記載なし
	情報源	広島・長崎がん登録、放射線影響研究所(広島・長崎、寿命調査)、米国立癌研究所	観察バイアス	記載なし
	収集の方法	上記研究所及びHirosoft Internationalによる報告書	(問題点を記載)	
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	被ばく年齢、被ばくからの期間、性差、		
解析	使用モデル	ERRとEARモデル。各モデルの変化、そして両モデル間の差の変化。BEIR VIIモデル。		
	交絡調整方法			

アウトカム指標 および アウトカム	1)寿命調査集団では、結腸線量が0.005 Gy以上の調査対象者から発生したがん症例のうち、約850例(約11%)が原爆被ばくと関連していると推定される。2)線量反応曲線0-2Gyの範囲は線形である。3)被ばく時年齢が30歳の場合、70歳になった時点で1 Gy被ばく当たり男性で約35%、女性で約58%固形がん罹患率が増加すると推定された。4)固形がんの過剰相対リスク(ERR)は被ばく時年齢が10歳増加する毎に約17%減少。このリスクは調査期間全体で増加する傾向。5)口腔がん、胃がん、結腸がん、肝臓がん、肺がん、皮膚がん、乳がん、卵巣がん、膀胱がん、神経がん、甲状腺がん、放射線関連リスクが有意に増加した。直腸がん、胆のうがん、膵臓がん、前立腺がん、腎臓がんには有意なリスクは示唆されなかった。(新たに判明したこと)1)低線量では、被ばく線量区分を0から0.15 Gyまで上げたところから統計的に有意な線量反応が認められた。2)食道がんのリスクが有意となった。3)20歳未満の被ばくが子宮がんのリスクを増加する可能性がある。4)肉腫を含め、検討したすべての組織型群について発がんリスクの増加が示唆された。
-------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

書誌情報	作業 No.	572	著者	Preston, D. L., Y. Shimizu, D. A. Pierce et al.
	PMID(PubMedID)	12968934	タイトル	Studies of mortality of atomic bomb survivors. Report 13: solid cancer and noncancer disease mortality: 1950-1997
	研究方法	コホート	雑誌名・年;巻:頁	Radiat. Res. 2003; 160 (4) : 381-407
対象	国	日本	選択バイアス (問題点を記載)	生き残りバイアス。
	施設名	放射線影響研究所		
	従事作業	爆心地から 10 km圏内での広島・長崎原爆の被ばく		
	人数	86,572 人 (うち爆心地にいなかった者 26,580 人と被ばく量が算出できない者 7,169 人は死亡率解析から除外)		
	年齢	被爆時年齢 0~50 歳以上		
	性別	記載なし		
	比較群	なし		
追跡	追跡期間	47 年	追跡率	99.8%以上
	追跡率	99.8%以上		
ばく露指標	作業名	被爆地から 10 km圏内での広島・長崎原爆の被ばく	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	記載なし
	外部ばく露	γ線		
	内部ばく露	記載なし		
ばく露レベル	ばく露期間	記載なし	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	記載なし
	ばく露年数	記載なし		
	平均濃度	60% の人が少なくとも 5mSv 被ばく		
	濃度範囲	0~3.0 Sv の範囲で 23 群に分類		
	線種・核種	γ線		
健康影響	影響の種類	がん・非がん疾患による死亡	影響評価の精度	ICD9 による診断、戸籍システムによる追跡
	情報源	放射線影響研究所の寿命調査	観察バイアス	記載なし
	収集の方法	定期的な医学診断調査、ICD9 診断	(問題点を記載)	
交絡因子の収集	喫煙	記載なし	交絡バイアス (問題点を記載)	パースコホートによる影響を完全には排除できない。
	その他	記載なし		
解析	使用モデル	ポワソン回帰、比例ハザードモデルを用いて相対リスク比と絶対リスク (年平均過剰死亡率) を算出	交絡バイアス (問題点を記載)	パースコホートによる影響を完全には排除できない。
	交絡調整方法	年齢・被爆時年齢・性別・被ばく量・パースコホート・都市の影響を調整		
アウトカム指標およびアウトカム	がん・非がん疾患による死亡 【がんによる死亡】9,335 人、うち 19%は直近 7 年以内に死亡、うち 5%が被ばくが原因、0~150mSv では被ばく量と比例してリスクが高まる、30 歳以下で被ばくした者は 1Sv 上昇につき 47%リスクが高まる 【非がん疾患による死亡】31,881 人、うち 15%は直近 7 年以内に死亡、うち 0.8%が被ばくが原因、直近 30 年で 1Sv 上昇につき 14%リスクが高まる、心疾患・脳卒中・消化器系疾患・呼吸器系疾患のリスクが有意に高まる、被ばく量とリスクとの関係は非直線的			

書誌情報	作業 No.	647	著者	Iwasaki T, Murata M, Ohshima S, Miyake T, Kudo S, Inoue Y, Narita M, Yoshimura T, Akiba S, Tango T, Yoshimoto Y, Shimizu Y, Sobue T, Kusumi S, Yamagishi C, Matsudaira H.
	PMID(PubMedID)	12537528	タイトル	Second analysis of mortality of nuclear industry workers in Japan, 1986-1997.
	研究方法	コホート研究	雑誌名. 年;巻:頁	Radiat Res;159(2):228-38;2003
対象	国	日本	選択バイアス (問題点を記載)	生死の追跡にバイアスが潜在している可能性がある。(全解析結果と前向き解析結果の SMR で確認している。) 後ろ向き解析対象集団は前向き解析対象集団より若く、健康労働者影響が考えられる。さらに現在雇用されている従事者はより高線量集団であること、追跡率の差があることが影響している。
	施設名	原子力発電所、燃料加工など原子力事業		
	従事作業	放射線従事者		
	人数	全解析対象集団: 175,939 人 (1,390,000 人年) 前向き解析対象集団: 119,484 人 (540,000 人年) 【表 1】		
	(観察)年齢	観察終了時点の平均年齢 全解析対象集団: 45.7 歳 前向き解析対象集団: 49.1 歳		
	性別	男性のみ		
	比較群	一般男性		
追跡	追跡(観察)期間	全解析対象集団:約 7.9 年 前向き解析対象集団:約 4.5 年	追跡率	全解析対象集団:72.6%(約 244,000 人のうち約 177,000 人) 前向き解析対象集団:99.7%
	追跡率			
ばく露指標	作業名	放射線従事者	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	放射線量は、放射線影響協会の中央登録センターに登録された年度線量を積算した累積線量を使用した。線量の調査と評価は、全核関連施設へのアンケート調査と立ち入り調査により、疫学調査に使用されるに十分な線量記録の質が保たれている。
	外部ばく露	—		
	内部ばく露	—		
ばく露レベル	ばく露期間	線量ごとの分布は表 3 を参照のこと(前向き試験)	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	ばく露年数	線量ごとの分布は表 4 を参照のこと		
	平均濃度	全解析対象集団の平均累積線量: 12.0mSv (1.6-154.0mSv)、総集団線量: 2,109person-Sv (ただし、41%の人は検出限界値以下) 前向き解析対象集団の平均累積線量: 15.3mSv (1.7-154.7mSv)、総集団線量: 826person-Sv (ただし、38%の人は検出限界値以下) 【表 2】		
	範囲			
	線種・核種	情報なし		
健康影響	影響の種類	死亡	影響評価の精度	記載なし
	情報源	住民登録カード	観察(情報)バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	肺がんによる死亡率は累積線量の増加に伴う傾向性がみられていない。	交絡バイアス (問題点を記載)	交絡因子を検討するために行った自己申告のアンケート調査の拡張マンテル検定の結果: 1. 累積線量が多いほど喫煙者の割合が大きく、1 日の喫煙本数、総喫煙量も多い。 2. 飲酒率は累積線量群間で差が認められないが、累積線量の多い者ほど多量飲酒者の割合が大きい。 3. 累積線量が多いほど紅茶を飲む割合が小さい。 4. 高線量集団ほど頻りにアスベストや有機溶剤などの有害物質に接触する履歴が多い。 5. 高線量集団は、上部消化管の X 線検査や類する放射線検査を受けた頻度が少ない。
	その他	年齢、放射線従事開始年齢、従事期間、その他が潜在的な交絡因子であるが、観察期間が短いため、地域性のみ調整。(部位別がん死亡に地域差が見られるため)		
解析	使用モデル	外部比較は、SMR。 内部比較は Z 値を用いた片側傾向分析。	交絡バイアス (問題点を記載)	
	交絡調整方法	暦年、年齢(5 年齢階級、84 歳以上は死亡診断の信頼性が低いため除外)、地域性(8 区分)で層別。		

アウトカム指標	<外部比較>SMR(95%CI) 全解析対象集団における、
---------	----------------------------------



および アウトカム	<p>全死亡:0.90(0.87-0.92)、非腫瘍性疾患 0.80(0.77-0.84)、全がん 0.94(0.90-0.98)。【表 6】</p> <p>前向き解析対象集団における、 全死亡:0.94(0.90-0.97)、非腫瘍性疾患 0.86(0.82-0.91)、全がん 0.98(0.93-1.04)。【表 7】</p> <p><b>&lt;内部比較&gt;</b>前向き解析対象集団のみ(選択バイアスを制御のため)【表 8, 9】</p> <p>全死亡率は累積線量の増加に伴い有意に増加(P=0.017)。外部要因による死亡は高線量で有意に高い(P&lt;0.001)。非腫瘍性疾患は同様の傾向無し(P=0.371)。</p> <p>O/E 比は、最低線量と最高線量で傾向は若干みられるが有意でない(潜伏期間考慮の場合 P=0.099、潜伏期間考慮なしの場合 P=0.280)白血病を除いても結果は変わらない。</p> <p>多重比較法での部位別がんの内部比較では食道がんのみ有意な傾向があるとして残った。</p>
--------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

参考:オリジナル報告

原子力発電施設等 放射線業務従事者に係る疫学的調査(第Ⅱ期)  
第2次交絡因子調査編

書誌情報	作業 No.	746	著者	Wang JX, Zhang LA, Li BX, Zhao YC, Wang ZQ, Zhang JY, Aoyama T.
	PMID(PubMedID)	11906134	タイトル	Cancer incidence and risk estimation among medical x-ray workers in China, 1950-1995.
	研究方法	コホート研究とヒストリカルコホート研究の組み合わせ	雑誌名・年・巻・頁	Health Phys. 2002; 82:455-66
対象	国	中国	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	24 の主要病院		
	従事作業	X 線を用いる医療行為(診断)		
	人数	27,011 人		
	年齢	職に就いた平均年齢は X 線を用いる医療従事者群で 26 歳、比較群で 25 歳		
	性別	X 線を用いる医療従事者群: 男性 80%、女性 20% 比較群: 男性 69% 女性 31%		
比較群	同じ病院に働いていた、仕事に X 線を用いない 25,782 人の医療従事者(外科医、耳鼻咽喉科医)			
追跡	追跡期間	過去の研究も合わせて 1950-1995 年の 45 年間		
	追跡率	記載なし		
ばく露指標	作業名	X 線を用いる医療診断	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	1985 年以前の中国 X 線医療従事者 (CMXW) の線量測定データがなかった(それ以前には存在しなかった)ため、現在同じ施設で働いている X 線を用いる医療従事者の被ばく量などから線量の推定を行った。
	外部ばく露	X 線		
	内部ばく露	記載なし		
ばく露レベル	ばく露期間	多くの医者は、職に就いてから退職までの期間、ばく露を受けていた	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	ばく露年数	記載なし		
	平均濃度	平均累積ばく露量の記載 (1970 年以前に職に就いた対象者では 551mGy、それ以降の対象者では 82mGy)があり、就職時期ごとの詳細は表 2		
	濃度範囲	年間の累積ばく露量の範囲はおおよそ 2.9-36.9mGy/y(表 3)		
	線種・核種	X 線		
健康影響	影響の種類	がん発生	影響評価の精度	1 点目は、CMXW の集団については、線量の推定値に基づいてリスク比推定を行った点で、2 点目は、ばく露の評価を十分にできるほどの追跡を行っていない場合がある点。
	情報源	記載なし	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	カルテからがん発生診断の日付と診断の詳細を転記		
交絡因子の収集	喫煙	なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	性別、就職時期		
解析	使用モデル	O/E 比		
	交絡調整方法	サブグループ解析		

アウトカム指標およびアウトカム	<p>診断に X 線を用いる医療従事者では比較群に対してがん発症リスク比が 1.2 倍[95%CI 1.1-1.3]であった(有意)。有意なリスク上昇がみられたがん種は、白血病、皮膚がん、乳がん、肺がん、肝臓がん、膀胱がん、食道がんで、それぞれリスク比が 2.2、4.1、1.3、1.2、1.2、1.8、2.7 であった。</p> <p>X 線を用いる医療従事者のうち、女性より男性で高いがん発症リスクを示した。</p> <p>また、1970 年以前に職に就いた対象者とそれ以降とで比較すると、前者の方が白血病、固形がんの発症リスク比が有意に高かった(白血病発症リスク比 2.4、固形がんリスク比 1.2)</p>
-----------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

書誌情報	作業 No.	718	著者	Wiggs, L. D., E. R. Johnson, C. A. Cox-Devore et al.
	PMID(PubMedID)	7960779	タイトル	Mortality through 1990 among white male workers at the Los Alamos National Laboratory: considering exposures to plutonium and external ionizing radiation
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	Health Phys. 67(6): 577-588 (1994)
対象	国	アメリカ	選択バイアス (問題点を記載)	当該研究所のみの比較なので、外部妥当性がない。
	施設名	ロスアラモス国立研究所		
	従事作業	核兵器の研究や開発		
	人数	15,727 人		
	年齢	情報なし		
	性別	全員男性		
追跡	比較群	米国一般集団		
	追跡期間	平均 29 年		
ばく露指標	追跡率	98%		
	作業名	核兵器の研究や開発	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし
外部ばく露	情報なし			
ばく露レベル	内部ばく露	情報なし		
	ばく露期間	1943~1977 年		
	ばく露年数	情報なし		
	平均濃度	情報なし		
	濃度範囲	情報なし		
	線種・核種	X 線、γ 線、ニュートロン、トリテウム、プルトニウム同位体		
健康影響	影響の種類	部位別がん死亡	影響評価の精度	情報なし
	情報源	NDI	観察バイアス (問題点を記載)	イベント数が少ないため、量反応関係の傾向検定が有意にならなかった可能性
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	他の研究施設内の有害な化学物質による影響を考慮していない。
	その他	年齢、暦年、人種		
解析	使用モデル	米国白人男性の死亡率を SMR、年齢と暦年で層別した RR、放射線量と死亡率の量反応関係を調べる傾向検定。		
	交絡調整方法	層化		
アウトカム指標およびアウトカム	ほとんどのがんで有意な死亡率増加は見られなかったが、肺がんでは RR が 1.78 となった【表 2】。量反応関係は脳・中枢神経系がん、食道がん、ホジキン病による死亡で有意となった【表 3~6】。			

書誌情報	作業 No.	329	著者	McGeoghegan D,Binks K
	PMID(PubMedID)	10877261	タイトル	The mortality and cancer morbidity experience of workers at the Springfields uranium production facility, 1946-95
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	J Radiol Prot20:111-137;2000
対象	国	英国	選択バイアス (問題点を記載)	一般国民に比較した Springfields の死亡率は有意に低い。”健康な労働者”効果による。 Springfields 内でも放射線作業者は非放射線作業者に比べて死亡率が低い。
	施設名	核燃料公社 (BNFL; British Nuclear Fuels plc) の Springfield 施設		
	従事作業	ウラン燃料製造と六フッ化ウランの生産		
	人数	479,146 人年		
	年齢	被ばく年齢の情報なし。		
	性別	女性が 12%、男性が 88% 【表 1】		
	比較群	非放射線作業		
追跡	追跡期間	平均追跡期間として 24.6 年	追跡率	0.7%(135/19,589 人)が除外。理由は、生年月日や参加日の不明による
	追跡率			
ばく露指標	作業名	ウラン燃料製造と六フッ化ウランの生産	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	フィルムバッジの線量は、作業員への発行時期、使用時の技術、当時の作業ガイドライン、およびフィルムバッジからのデータの取り扱いに関する社内基準によって決定するため、年度によって測定が違おうそれぞれあり。 体内蓄積の放射核種は除外されるため、134 名のデータでは外部線量は、0 記録になっている。 1953 年以前の記録単位が不明確。レントゲン単位で前後記録を 10%減少で補正。
	外部ばく露	作業員のフィルムバッジによる全身線量を使用。		
ばく露レベル	内部ばく露		ばく露評価の精度 (問題点を記載)	フィルムバッジの線量は、作業員への発行時期、使用時の技術、当時の作業ガイドライン、およびフィルムバッジからのデータの取り扱いに関する社内基準によって決定するため、年度によって測定が違おうそれぞれあり。 体内蓄積の放射核種は除外されるため、134 名のデータでは外部線量は、0 記録になっている。 1953 年以前の記録単位が不明確。レントゲン単位で前後記録を 10%減少で補正。
	ばく露期間	286.559 person-sieverts		
	ばく露年数	-		
	平均濃度	個人平均蓄積線量 20.5mSv 最高値は 769.3mSv、中央値 8.3mSv。慢性リンパ性白血病を除く白血病で、1:5matching の nested case-control を行った場合、2 年ラグの平均累積線量は、症例群: 27.0mSv、対照群: 18.2mSv		
	濃度範囲	95%の労働者が、79.7mSv 以下。 傾向分析に使用した線量については、線量 0 から 400+の間で 10 段階に区分し、ラグタイム(0-20 年の間で 5 段階)ごとの線量範囲【表 5 a】を使用。		
線種・核種	ウランなどの核燃料物質			
健康影響	影響の種類	がん罹患、死亡	影響評価の精度	SMR の母集団は、England Wales および 1979-92 は Lancashire の人口。SRR の母集団は、1971-91 の England Wales および 1979-95 は Lancashire の人口。 死亡率、罹患率の母集団は、非放射線作業員。(地理的および社会経済的な交絡を排除する目的)
	情報源	国家統計局 (OSN) の所有するサウスポートの NHS 中央登録 (一部 1979-1995 年のマンチェスターがん疫学研究センターより入手)	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	交絡の可能性として作業期間、追跡期間、ばく露の長さもしくは初回雇用年の影響を見たが、一貫した差は見られず。(年齢のみで層化) 傾向分析は、年齢、労働期間、性別、雇用状況を調整。
	その他	年齢、地域、社会経済状況		
解析	使用モデル	SMR と RR は両側検定、傾向分析は片側検定。 ERR 係数の傾向分析には線量 10 段階、潜伏 2, 10, 15, 20 年の死亡に人年の重みづけをして算出。	交絡バイアス (問題点を記載)	交絡の可能性として作業期間、追跡期間、ばく露の長さもしくは初回雇用年の影響を見たが、一貫した差は見られず。(年齢のみで層化) 傾向分析は、年齢、労働期間、性別、雇用状況を調整。
	交絡調整方法	地理的および社会経済的な交絡を排除する目的で、死亡率と罹患		

		率の母集団は非放射線作業者。 ←影響評価の精度より再掲		
--	--	--------------------------------	--	--

アウトカム 指標 および アウトカム	<p>1995 年末までに放射線作業員から 3,476 例、非放射線作業員から 1,356 例、死亡。【表 1】  がん死亡と累積外部被ばく線量に関連を認めなかった。  死亡率、罹患率と有意に関連していたのはホジキン病と累積外部線量である。  全がんの SMR は、放射線労働者 86、非放射線労働者 96、【表 2.3】  がん罹患の SRR は、放射線労働者、非放射線労働者ともに 81【表 4】  部位別の解析では、ホジキンリンパ腫死亡がラグタイム 10 年、15 年で累積線量と相関、膀胱がん死亡がラグタイムを 10 年とした場合、累積線量と有意に関連していた。【表 5】  がん罹患では、ラグタイムを 10 年とした場合、白血病を除くがん、胸膜のがん、ホジキンリンパ腫、非ホジキンリンパ腫が累積被ばく線量と有意に関連していた。肺がんもラグタイムを 20 年とした場合累積外部被ばく線量と有意に関連していた。ラグタイムを 20 年とした場合、口腔・咽頭がん、喉頭がん、黒色腫、食道がん、胃がん、乳がん、胆のうがん、肝臓がん、結腸がん、直腸がんについては累積被ばく線量との有意な関連性は認められなかった【表 7】</p>
-----------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

書誌情報	作業 No.	764	著者	Davis FG, Boice JD, keisey JL, Monson RR
	PMID(PubMedID)		タイトル	Cancer mortality after multiple fluoroscopic examinations of the chest
	研究方法	コホート研究(後向き)	雑誌名・年;巻:頁	J Natl Cancer Inst78; 645-652: 1987
対象	国	米国	選択バイアス (問題点を記載)	問題点は記載なし。
	施設名	マサチューセッツ州結核患者療養施設		
	従事作業	X線透視撮影受検		
	人数	肺虚脱療法中にX線透視撮影を受検した結核患者、女性 2,074 人、男性 1,277 人		
	年齢	情報なし		
	性別	女性及び男性		
	比較群	X線透視撮影を受検していない結核患者、女性 2,141 人、男性 1,418 人、及び一般人		
追跡	追跡期間	平均 23 年間		
	追跡率	女性 88%、男性 95%【表 1】		
ばく露指標	作業名	X線透視撮影受検	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	推定被ばく線量【表 2】は過去に開発された推定量算出モデルに従い、虚脱療法受検数、処置時詳細手順を元に算出された。放射線量測定想定妥当性については生存患者及び当時の医師に、肺虚脱療法中の X線透視撮影の実施方法に関わるアンケート調査を実施し、妥当であることを確認。
	外部ばく露 内部ばく露	X線による外部及び内部被ばく		
ばく露レベル	ばく露期間	1930年から1954年の間で各個人により異なる		
	ばく露年数	各個人により異なる		
	平均濃度	情報なし		
	濃度範囲 線種・核種	情報なし X線		
健康影響	影響の種類	固形がん(口腔がん、咽頭がん、食道がん、胃がん、大腸がん、直腸がん、肝臓がん、膵臓がん、肺がんを含む呼吸器系がん、悪性骨腫瘍、乳がん、子宮頸がん、前立腺がん、膀胱がん、腎臓がん、脳腫瘍、甲状腺がん)、白血病、その他のがんによる死亡	影響評価の精度	記載なし。
	情報源	各病院の入院記録、各州人口動態統計、自動車登録、市居住者記録、町居住者リスト、死亡証明書、検死・退院・病理報告書	観察バイアス (問題点を記載)	結果的には喫煙の影響は見られなかったが、喫煙データ不十分な患者も多いため、観察バイアスの存在可能性は排除できない。線量については、被ばく患者の集団・カテゴリ分類ミス、平均算出過程での誤りがあった可能性もある。虚脱療法情報についても、治療記録に記載のない治療が行われた可能性、患者の記憶違いの可能性もあり、データは十分なものではない。【表 8】
	収集の方法	特記情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報あり		問題点は記載なし。
	その他	飲酒、乳がんリスク要因(初潮年齢、閉経タイプと年齢、初産時期、良性胸部疾患の存在)		
解析	使用モデル	乳がん及び肺がん死データについては被ばく後経過時間、被ばく時年齢、被ばく線量によって層化。乳がん死については、諸々リスク要因・交絡を考慮に入れた、被ばく線量による比例ハザードモデルにより評価。肺がん死については情報不足でモデルによる評価はせず。	交絡バイアス (問題点を記載)	
	交絡調整方法	モデルに組み込み。		

<p>アウトカム 指標 および アウトカム</p>	<p>がんによる死亡率については、女性被ばく患者・非被ばく患者間で、個別組織では上昇が見られるものもあった（呼吸器系がんの被ばく患者・非被ばく患者の標準化死亡率はそれぞれ 1.3 と 1.4、白血病の被ばく患者・非被ばく患者の標準化死亡率はそれぞれ 1.8 と 1.5）が、全体的には明白な上昇は見られなかった。男性被ばく患者では上昇は見られなかったが（標準化死亡率 0.9）、非被ばく患者では上昇が見られた（標準化死亡率 1.5）。個別組織では男性被ばく患者で呼吸器系がん、白血病リスクの上昇は見られなかった（標準化死亡率はそれぞれ 0.7 と 0.4）。食道がんは男性被ばく患者で有意な結果となった（標準化死亡率 4.2）が、8 件中 2 件は虚脱療法時に診断されていたものであった。食道がんは男性非被ばく患者でも有意な結果となった（標準化死亡率 4.0）ため被ばくとは無関係の可能性もある。【表 5】</p> <p>乳がんによる死亡リスクの増加は見られなかった。被ばく後経過時間、被ばく線量レベルの違いによる死亡率の変化も観察されなかった。【表 6】</p> <p>全体では肺がん死リスクの上昇は見られなかった。標準化死亡比は 0.8、95%信頼区間は 0.5-1.2。【表 7】</p>
---------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

書誌情報	作業 No.	636	著者	Davis FG, Boice JD Jr, Hrubec Z, Monson RR.
	PMID(PubMedID)	2790825	タイトル	Cancer mortality in a radiation-exposed cohort of Massachusetts tuberculosis patients
	研究方法		雑誌名: 年: 巻: 頁	Cancer Res. 1989;49:6130-6
対象	国	アメリカ	選択バイアス (問題点を記載)	
	施設名	マサチューセッツ州の 12 病院		
	従事作業	1925-54 年の間に結核で入院し、退院した患者で、肺虚脱療法中に蛍光板透視法による胸部検査を受けたもの		
	人数	6,285 名		
	年齢	ばく露時平均年齢 33 歳		
	性別	男性 2,956 名 女性 3,329 名		
	比較群	1925-54 年の間に結核で入院し、退院した患者で、蛍光板透視法による胸部検査を受けなかったもの 7,100 名(男性 3,916 名 女性 3,184 名)		
追跡	追跡期間	平均 25 年		
	追跡率	92%		
ばく露指標	作業名	蛍光板透視法による胸部検査での照射放射線	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	外部ばく露	X 線		
	内部ばく露			
ばく露レベル	ばく露期間	平均ばく露期間/検査回数 29 か月/77 回	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	ばく露年数			
	平均濃度	肺 0.84Gy 食道 0.80Gy 乳房 0.75y 【表 1】		
	濃度範囲			
	線種・核種	X 線		
健康影響	影響の種類	死亡	影響評価の精度	放射線の健康影響のうち死亡につながらなかったものは評価できていない。
	情報源	人口動態統計を社会保障庁や National death index のデータと連結させた	観察バイアス (問題点を記載)	肺がん死が結核による死に誤分類された可能性がある。 気胸の手術を受けた患者の健康影響は他の治療を受けた患者とは異なると考えられる。 結核やがん以外の肺疾患の死亡率への影響が突出して大きく、放射線の影響の評価が歪められた可能性がある。
	収集の方法			
交絡因子の収集	喫煙	情報あり(喫煙歴)	交絡バイアス (問題点を記載)	結核の外科的治療を受けた患者は、肺組織の一部が切除されたためにがん発症リスクが低下した可能性がある。 結核の診断や肺虚脱療法の実施が喫煙行動やその他の交絡因子に影響した可能性がある。
	その他	飲酒歴、肺の手術歴、結核のステージ、退院後の生存時間		
解析	使用モデル	SMR とばく露後経過時間との用量反応性の検定には Breslow ら(文献番号 21)の乗法モデルを用いた。	交絡バイアス (問題点を記載)	
	交絡調整方法	交互作用は層化。		
アウトカム指標 および アウトカム	<p>1925-80 年のアメリカ合衆国の死亡率を基準とした SMR を算出。  ばく露の有無、性別ごとに見た全死因の SMR はほとんど同じで、1.7-2.0 の間であった。死亡のうち 40% が結核によるもの (SMR: 62-77)、8% ががん以外の呼吸器疾患によるもの (SMR: 2.3-3.2) であった【表 3】  ばく露後経過時間別にみると、肺がん死の SMR は 10 年未満の層で 1.7、10 年以上の層では 0.7 (95%CI 0.6-0.9) であった。食道がん死では経過時間が長くなるほど SMR が減少するという傾向が見られた。白血病では有意なリスクの増加は見られなかった。10 年以上の層の女性では乳がんの SMR が 1.4 (1.1-1.8) であり、全死因におけるリスク増加の 43% が乳がんによるものであると分かった。【表 5】  吸収線量と肺がん死の SMR との間の用量反応関係は、被ばく時年齢で層別 (30 歳未満・30 歳以上) しても観察されなかった【表 6】。  乳がん死については、乳房の吸収線量が 1Gy 以上の女性で SMR が有意に増加しており (SMR 2.5)、また全体でみると吸収線量と SMR との間に正の用量反応関係が観察された (p=0.01)。また非ばく露群で、結核と診断された年齢が 30 歳未満の患者で SMR の有意な増加が、30 歳以上で有意な減少がそれぞれ観察された【表 9】。</p>			



書誌情報	作業 No.	679	著者	Ron, E., M. M. Doody, D. V. Becker et al.
	PMID(PubMedID)	9686552	タイトル	Cancer mortality following treatment for adult hyperthyroidism
	研究方法	後ろ向きコホート研究	雑誌名. 年;巻:頁	J. Am. Med. Assoc. 280(4): 347-355 (1998)
対象	国	米国	選択バイアス (問題点を記載)	情報なし
	施設名	米国の診療所 25、英国の診療所 1(表 1 参照)		
	従事作業	甲状腺機能亢進症に対する治療としてヨウ素 131 による治療を受ける		
	人数	35,593 人、738,831 人年		
	年齢	平均 46 歳		
	性別	男性 21%、女性 79%		
追跡	比較群	米国一般集団	追跡期間	平均 21 年(最大 44 年、最小 1 年)
	追跡率	80.7%		追跡率
ばく露指標	作業名	ヨウ素 131 による治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	ヨウ素 131 の投与量の測定のみで、被ばく量については測定していない
	外部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	内部ばく露	—	影響評価の精度	情報なし
	ばく露期間	—		
	ばく露年数	平均治療回数で 1.8 回		
	平均濃度	10.4mCi(1 回の治療あたり 6.1mCi)		
	濃度範囲	3~27mCi(5.95 パーセンタイル点)		
線種・核種	情報なし	観察バイアス (問題点を記載)	情報なし	
健康影響	影響の種類			がん死亡
健康影響	情報源	National Death Index	収集の方法	情報なし
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	情報なし
	その他	性、治療時年齢、治療からの年数、甲状腺機能亢進の種類、ヨウ素 131 の放射能投与量		
解析	使用モデル	米国の死亡率を期待値とした SMR とポアソン分布を仮定した 95%信頼区間を算出。	交絡調整方法	層化
	交絡調整方法	層化		

アウトカム指標およびアウトカム  
2,950 人が追跡終了時までにかんで死亡、これは米国の死亡率から求められる 2857.6 とほぼ同等であったが、肺がん、乳がん、腎がん、甲状腺がんの発生は増加し、子宮がん、前立腺がんは減少した【表 3】。中毒性結節性甲状腺腫の患者は SMR1.16【表 4】、治療後 1 年以上でがん死亡リスクの上昇が見られたのは抗甲状腺薬のみによる治療群において(SMR1.31)【表 5】。放射性ヨウ素と全がん死亡との関連は見られなかった(SMR1.02)が、甲状腺がんのみにおいては強い関連が見られた(SMR3.94)【表 5】。

書誌情報	作業 No.	767	著者	Bauer S, Gusev BI, Pivina LM, Apsalikov KN, Grosche B
	PMID(PubMedID)	16187743	タイトル	Radiation Exposure due to Local Fallout from Soviet Atmospheric Nuclear Weapons Testing in Kazakhstan: Solid Cancer Mortality in the Semiparatinsk Historical Cohort. 1960-1999
	研究方法	コホート研究	雑誌名. 年; 巻: 頁	Radiation Research 2005, 164, 409-419
対象	国	カザフスタン	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	セミパラチンスク核実験場近辺		
	従事作業	核実験(セミパラチンスク核実験場)		
	人数	19,545 人、582,750 人・年		
	年齢	20 歳以下、20—39 歳、40 歳以上(表 1)		
	性別	男性 9,834 人、女性 9,604 人(表 1)		
追跡	比較群	実験場から遠いコクベクチンスキー地域	追跡期間	1960 年から 1999 年まで
	追跡率	情報なし		
ばく露指標	作業名	核実験による被ばく	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	得られたデータ数が少なく、特に年齢別では少ないので、このコホート研究から、線量とリスクの関係、詳しい線量一応答関数を導くことは難しい。もっと多くのコホート研究が必要である。
	外部ばく露	フォールアウトや土等の汚染測定、環境線量測定等からの計算による評価		
	内部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	ばく露年数	1949 年から 1965 年まで	影響評価の精度	記載なし、ただし、他の核実験や核事故、日本の原爆等によるコホート研究との比較が書かれている
	平均濃度	地域別に表 2 に示されている		
	濃度範囲	20mSv から 4Sv まで		
	線種・核種	I-131, Cs-137, Sr-90		
健康影響	影響の種類	食道がん(特に女性)、肝臓がん、胃がん、肺がん、女性の乳がん、骨・皮膚がん(特に男性)による死亡	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	情報源	SRIRME(放射線医学・生態学研究所)		
	収集の方法	死亡記録を入手		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	移住者の増加		
解析	使用モデル	ERRモデルはポワソン回帰で最尤検定する	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	交絡調整方法	情報なし		

アウトカム指標およびアウトカム

対照群と比べて、全死亡率、がん死亡率ともかなりの差がある。男女別に比較がなされていて、食道がん(特に女性)、肝臓がん、胃がん、肺がん、女性の乳がん、骨・皮膚がん(特に男性)には大きな差があるが、子宮頸がん、膵臓がん、膀胱がん、腎臓がん、直腸がんには大きな差は見られない。その差の大きさについてはさらなる研究が必要である。喉頭、咽頭、口唇、泌尿器がんなどは数が少なくて違いがよく分からなかった。また被ばく時の年齢と共にかん発生が増えている。線量一がん発生のレスポンスは非常に低い線量範囲では非線形でやや急な曲線で、これは選択効果に一部関係しているかも知れない。いずれにしてもより多くのコホート研究がより詳しい結論を得るには不可欠である。1990 年代からの他国への移住者とコホート選択の効果についても検討の必要がある。