

原爆被爆者疫学調査についての 2011 年～2014 年に報告された主な論文

【がん・白血病について】

1. 「原爆被爆者の死亡率に関する研究、第14報、1950—2003、がんおよび非がん疾患の概要」小笹晃太郎、他

Ozasa K et al. Studies of the mortality of atomic bomb survivors, Report 14, 1950-2003: An overview of cancer and noncancer diseases. Radiat Res 2012; 177(3):229-43
(doi:10.1667/RR2629.1)

- ・研究デザイン：コホート研究
- ・対象者：原爆被爆者（寿命調査）
- ・観察期間：1950—2003年
- ・エンドポイント：がんならびにがん以外の疾患死亡
- ・曝露評価：DS02線量体系
- ・主な結果：

1950年に追跡を開始した寿命調査集団を2003年まで追跡して、死亡および死因に対する原爆放射線の影響を、DS02線量体系を用いて検討した。

総固形がん死亡の過剰相対リスクは被ばく放射線量に対して直線の線量反応関係を示し、その最も適合するモデル直線の閾値はゼロであるが、リスクが有意となる線量域は0.20 Gy以上であった。

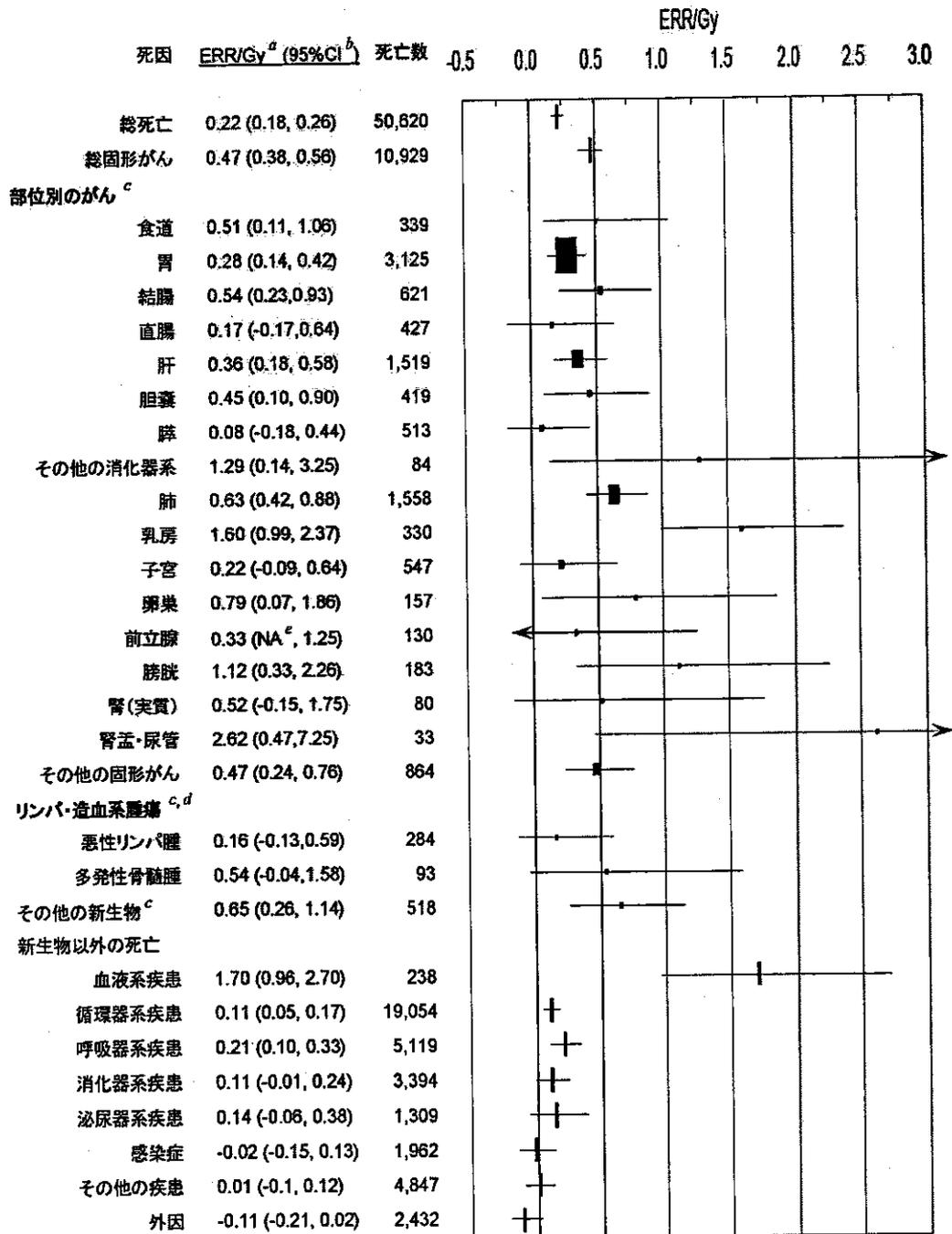
30歳で1 Gy被ばくして70歳になった時の総固形がん死亡リスクは、被ばくしていない場合に比べて42%（過剰相対リスク: 0.42, 95%信頼区間: 0.32, 0.53）増加し、また、被爆時年齢が10歳若くなると29%増加した。

がんの部位別には胃、肺、肝、結腸、乳房、胆嚢、食道、膀胱、卵巣で有意なリスクの増加が見られたが、直腸、膵、子宮、前立腺、腎（実質）では有意なリスク増加は見られなかった。

がん以外の疾患では、循環器疾患、呼吸器疾患、消化器疾患でのリスクが増加したが、放射線との因果関係については更なる検討を要する。

(図1参照)

図 1



2. 「原爆被爆者における甲状腺がん：被爆後 60 年の長期的傾向」 古川恭治、他
Furukawa K et al. Long-term trend of thyroid cancer risk among Japanese atomic-bomb survivors:
60 years after exposure. Int J Cancer 2013; 132: 1222-1226.

- ・研究デザイン：コホート研究
- ・対象者：原爆被爆者（寿命調査）
- ・観察期間：1958－2005年
- ・エンドポイント：甲状腺がん罹患
- ・曝露評価：DS02線量体系
- ・主な結果：

10 歳時に1 Gy の放射線に被ばくした場合、60 歳時での甲状腺がん罹患率は、被ばくしなかった場合と比較して128%（過剰相対リスク：1.28, 95%信頼区間：0.59, 2.70）増える
と推定された。

同じ到達年齢で見た場合の過剰リスクは、被爆時年齢が上昇するとともに急速に減少し、
20 歳時以降の被ばくによって甲状腺がんリスクが上昇することを示す所見はみられな
かった。

寿命調査集団においては、20 歳未満に5m Gy 以上の放射線に被ばくした被爆者に発生し
た甲状腺がん（113 例）のうち、36%が放射線被ばくによるものと推定された。

幼少期被ばくによる過剰リスクは到達年齢とともに減少するものの、被爆後50 年以上を
経てもなお存在するとみられる。

3. 「原爆被爆者における皮膚がんの放射線リスク、1958－1996年」 杉山裕美ほか
Sugiyama H et al. Skin Cancer Incidence among Atomic Bomb Survivors from 1958 to 1996.
Radiat Res 2014; 181(5):531-9 (doi: 10.1667/RR13494.1)

研究デザイン：コホート研究

- ・対象者：原爆被爆者（寿命調査）
- ・観察期間：1958－1996年
- ・エンドポイント：皮膚がん罹患
- ・曝露評価：DS02線量体系
- ・主な結果：

皮膚の基底細胞がん発生に対して、閾値（0.63Gy）を持つ線量反応関係を伴った有意
な放射線リスクが認められた。

30歳で1 Gy被ばくして70歳になった時の基底細胞がん罹患リスクは、被ばくしていない
場合に比べて74%（過剰相対リスク：0.74, 95%信頼区間：0.26, 1.6）増加し、被爆時年
齢が若いほどリスクが高かった。

悪性黒色腫、扁平上皮がん、パジェット病については有意な線量反応関係はみられな
かった。

4. 「原爆被爆者の寿命調査における尿路上皮がんリスクへの放射線と生活習慣要因の影響」

Grant EJ、他

Grant EJ et al. Effects of Radiation and Lifestyle Factors on Risks of Urothelial Carcinoma in the Life Span Study of Atomic Bomb Survivors. Radiat Res 2012; 177: 86-98. (doi: 10.1667/RR2841.1)

- ・ 研究デザイン：コホート研究
- ・ 対象者：原爆被爆者（寿命調査）
- ・ 観察期間：1958–2001年
- ・ エンドポイント：尿路上皮がん罹患
- ・ 曝露評価：DS02線量体系
- ・ 主な結果：
1 グレイ (Gy) の放射線被ばくにより尿路上皮がんのリスクは100%増加した（過剰相対リスク：1.00, 95%信頼区間：0.43, 1.78）。
喫煙、飲酒、果物摂取、野菜摂取および教育などの生活習慣因子で調整してもリスクはほとんど変化しなかった。
また、生活習慣因子と放射線影響の間に交互作用はなかった。たとえば、果物の摂取状況の違いによって放射線リスクが異なることはなかった。

5. 「肝細胞がんリスクにおける放射線と肝炎ウイルス感染の影響—保存血清を用いた原爆被爆者の肝細胞がんリスクに関する調査」大石和佳、他

Ohishi W et al. Impact of Radiation and Hepatitis Virus Infection on Risk of Hepatocellular Carcinoma. Hepatology 2011; 53: 1237-1245.

- ・ 研究デザイン：コホート内症例対照研究
- ・ 対象者：原爆被爆者（成人健康調査）
- ・ 観察期間：1970–2002年
- ・ エンドポイント：肝細胞がん罹患
- ・ 曝露評価：DS02線量体系
- ・ 主な結果：
原爆被爆者において、放射線被ばくは、B型肝炎ウイルス (HBV) 感染およびC型肝炎ウイルス (HCV) 感染と独立して、肝細胞がんリスクの増加に関連することが示された
1グレイ (Gy)の放射線被ばくによりリスクは約1.7倍（相対リスク：1.67, 95%信頼区間：1.22-2.35）であった。

6. 「原爆被爆者における白血病とリンパ腫および多発性骨髄腫の罹患率：1950-2001年」
 Wan-Ling Hsu、他

Hsu W-L et al. The incidence of leukemia, lymphoma and multiple myeloma among atomic bomb survivors: 1950-2001. Radiation Research 2013; 179(3):361-82 (doi: 10.1667/RR2892.1)

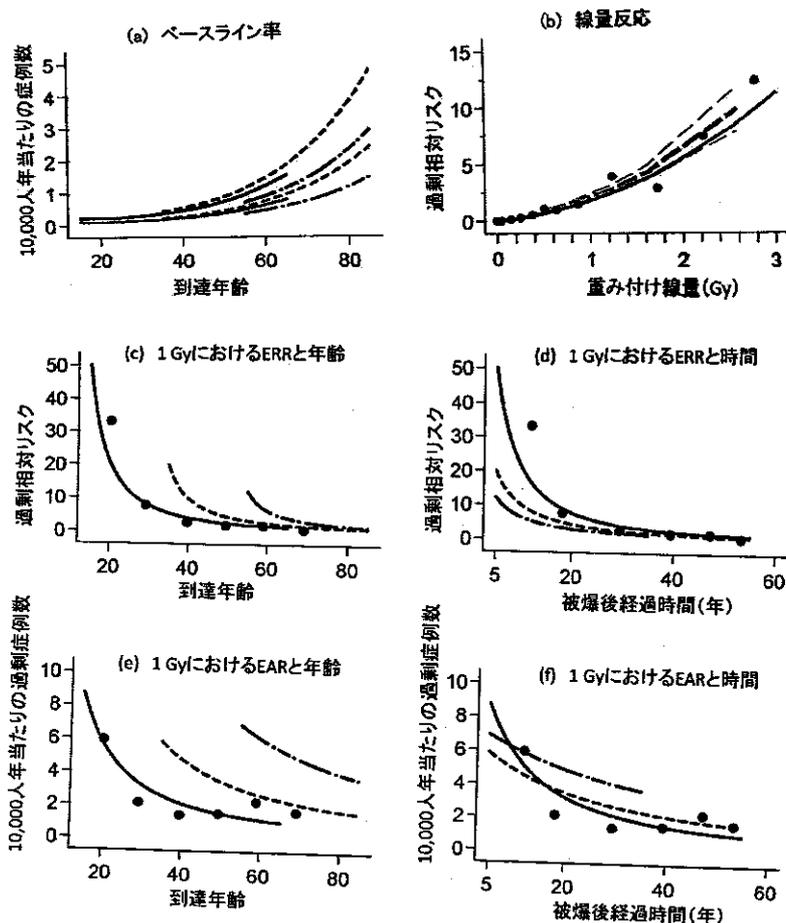
- ・研究デザイン：コホート研究
- ・対象者：原爆被爆者（寿命調査）
- ・観察期間：1950-2001年
- ・エンドポイント：罹患
- ・曝露評価：DS02線量体系

主な結果：
 慢性リンパ性白血病と成人T細胞性白血病を除いた白血病全体での線量反応は線形二次
 であることが示された。

白血病リスクは被爆後55年以上経過しても未だに増加が観察されている。この遅発性の
 白血病リスクは主に急性骨髄性白血病によるものと考えられた。

非ホジキンリンパ腫のリスク増加が男性で示唆されたが、この増加は女性では認められ
 なかったため、この結果については注意深い解釈が必要である。

ホジキン病および多発性骨髄腫については放射線との関連は観察されなかった。



7. 「長崎原爆被爆者における骨髄異形成症候群 (MDS) のリスク：後ろ向きコホート研究」
岩永正子、他

Iwanaga M et al. Risk of Myelodysplastic Syndrome in People Exposed to Ionizing Radiation: A Retrospective Cohort Study of Nagasaki Atomic Bomb Survivors. *J Clin Oncol* 2011; 29: 428-434. (doi: 10.1299/JCO.2010.31.3080)

- ・研究デザイン：コホート研究
- ・対象者：長崎原爆被爆者（寿命調査など）
- ・観察期間：1985-2004年
- ・エンドポイント：骨髄異形成症候群罹患
- ・曝露評価：DS02線量体系
- ・主な結果：

原爆被爆後40-60年経過していても、骨髄異形成症候群罹患と被ばく線量には有意な線形線量反応関係があり、1 Gy 当たりの過剰相対リスクは4.3 (95% CI 1.6-9.5, $P < 0.001$)であった。

性・到達年齢・出生年を調整した解析において、骨髄異形成症候群発生リスクは若年被爆者で有意に高かった。

【がん以外について】

8. 「放射線量と腎不全死亡率との関連性：全身放射線被曝後に観察される心臓血管疾患志望率の増加を部分的に説明すると思われる経路」 Adams MJ、他

Adams MJ et al. Radiation Dose Associated with Renal Failure Mortality: A Potential Pathway to Partially Explain Increased Cardiovascular Disease Mortality Observed after Whole-Body Irradiation. *Radiat Res* 2012; 177: 220-228. (doi: 10.1667/RR2746.1)

- ・研究デザイン：コホート研究
- ・対象者：原爆被爆者（寿命調査）
- ・観察期間：1950-2003年
- ・エンドポイント：慢性腎疾患死亡
- ・曝露評価：DS02線量体系
- ・主な結果：

放射線量と慢性腎疾患によると考えられる死亡との間には有意な二次の線量反応関係が認められ、その形状は成人健康調査において放射線と高血圧罹患との間に観察されたものに似ている。

9. 「原爆被爆者における慢性腎臓病と心血管危険因子との関連：横断調査」世羅信子、他

Sera N et al. The Association Between Chronic Kidney Disease and Cardiovascular Disease Risk Factors in Atomic Bomb Survivors. *Radiat Res* 2013; 179: 46-52. (doi: 10.1667/RR2863.1)

- ・研究デザイン：コホート研究（ただし横断調査）
- ・対象者：原爆被爆者（成人健康調査）
- ・観察期間：2004－2007年
- ・エンドポイント：慢性腎臓病（ただし有病率）
- ・曝露評価：DS02線量体系
- ・主な結果：

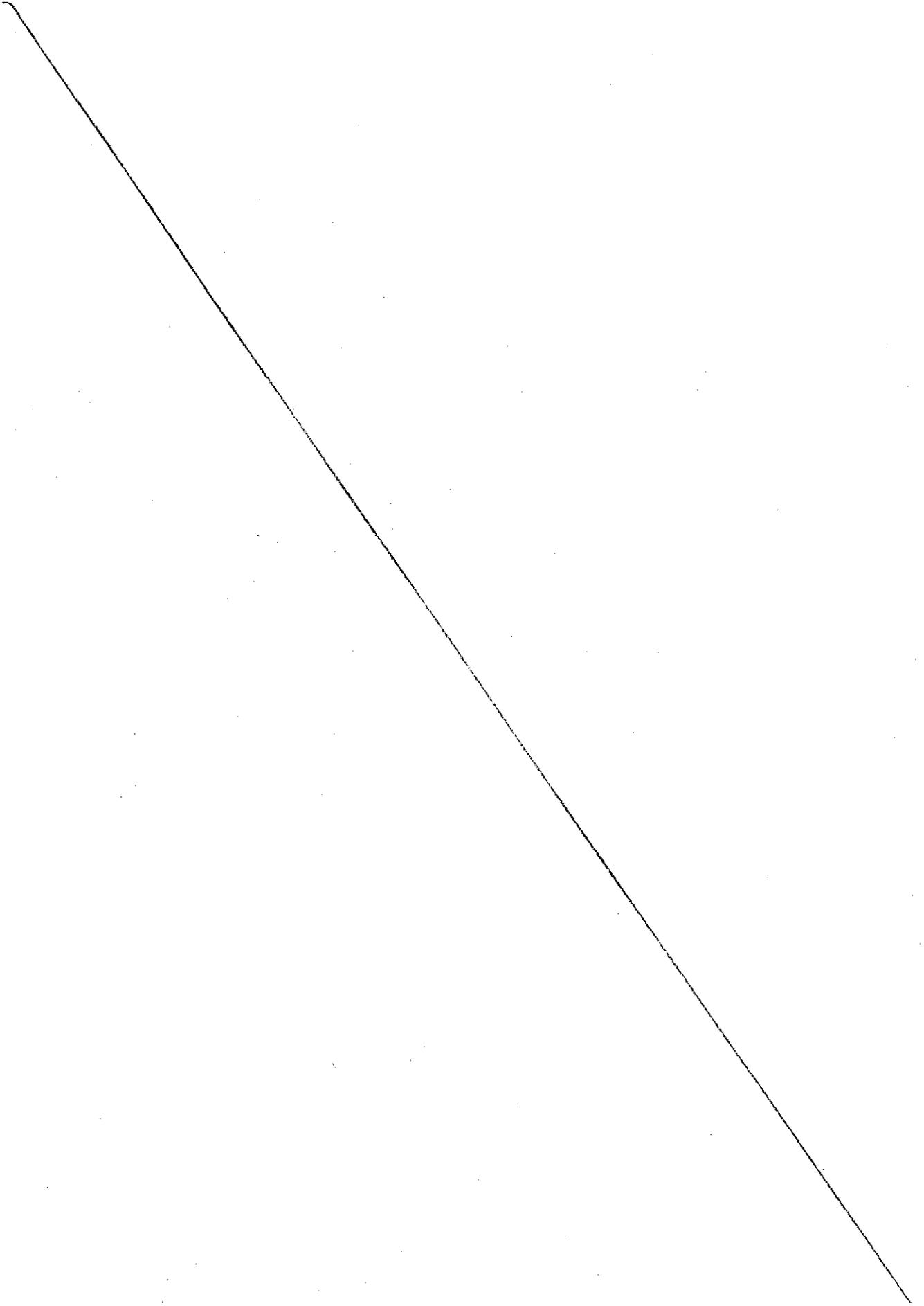
原爆被爆者において、慢性腎臓病は心血管危険因子である高血圧、糖尿病、高脂血症、メタボリック症候群と関連が見られた。また放射線量と慢性腎臓病には関連が見られた。とくに慢性腎臓病においてより程度が強い重度腎機能障害では放射線量との強い関連が見られた。

10. 「広島・長崎の原爆被爆者の致死性・非致死性脳卒中と放射線被曝の関連についての前向き追跡研究（1980-2003）」高橋郁乃、他

Takahashi I et al. A prospective follow-up study of the association of radiation exposure with fatal and non-fatal stroke among atomic bomb survivors in Hiroshima and Nagasaki (1980-2003). *BMJ Open* 2012; 2: e000654. (doi: 10.1136/bmjopen-2011-000654)

- ・研究デザイン：コホート研究
- ・対象者：原爆被爆者（成人健康調査）
- ・観察期間：1980－2003年
- ・エンドポイント：脳卒中罹患
- ・曝露評価：DS02線量体系
- ・主な結果：

原爆放射線量の上昇に伴い男女ともに出血性脳卒中のリスクが上昇する傾向がみられた。ただし、女性の場合、1.3 グレイ (Gy) 未満ではリスクの上昇は明らかでなかった。



2011 年以降に公表された主な放射線疫学研究文献

2014-12-26

放射線医学総合研究所 吉永信治

1. 原子力施設作業員

N-1.

Merzenich H, Hammer GP, Tröltzsch K, Ruecker K, Buncke J, Fehring F, Blettner M. Mortality risk in a historical cohort of nuclear power plant workers in Germany: results from a second follow-up. *Radiat Environ Biophys.* 2014 May;53(2):405-16.

・研究デザイン

コホート研究

・対象者

ドイツの原子力施設作業員 8,972 人。うち女性は 226 人 (2.5%)。

・観察期間

1991～2008 年。

・エンドポイント

生死を全死亡、がん死亡、白血病死亡など。生死は居住地の住民登録、死因は地方の保健当局への照会により確認。

・曝露評価 (被ばく線量の推定方法)

フィルムバッジを用いた個人モニタリング。男性の累積実効線量の平均と中央値は 29.5mSv、5.7mSv。

・交絡因子の調整

正社員のみが対象集団のため、社会経済状況 (SES) は集団内で均一とみなし、特に交絡因子の調整は行われていない。

・主な結果

観察死亡数と標準化死亡比 (SMR) は、全死因で 310、0.50 [95%CI : 0.45, 0.56]、全がんで 126、0.65 [95%CI : 0.51, 0.82]、白血病で 7、1.23 [95%CI : 0.42, 2.84] であった。線量反応の解析では統計学的に有意なリスクは見られず、1mSv あたりのハザード比は、全がんで 0.999 [95%CI : 0.997, 1.001]、慢性リンパ性白血病を除く白血病で 1.004 [95%CI : 0.997, 1.011] などであった。

N-2.

Zablotska LB, Lane RS, Thompson PA. A reanalysis of cancer mortality in Canadian nuclear workers (1956-1994) based on revised exposure and cohort data. *Br J Cancer.* 2014 Jan 7;110(1):214-23.

- ・研究デザイン
コホート研究
- ・対象者
カナダの原子力施設作業員 45,656 人。うち女性は 7,619 人 (16.8%)。
- ・観察期間
1956～1994 年。
- ・エンドポイント
全死亡。国の死亡データベースとの照合により確認。
- ・曝露評価 (被ばく線量の推定方法)
国の線量登録のデータを使用。外部被ばくおよび内部被ばくともに個人モニタリングの数値。中性子あるいは高い内部被ばくを受けた作業員は除外。累積線量の平均は 21.64mSv。
- ・交絡因子の調整
社会経済状況 (SES) の情報を収集し、解析で調整。
- ・主な結果
1Sv あたりの固形がん過剰相対リスクは、カナダ原子力公社(AECL)の初期の作業員 3,088 人では 7.87[95%CI: 1.88,19.5]であったが、それ以外の作業員 42,228 人では -1.20[95%CI: <-1.47,2.39]となり、両方で線量反応が有意に異なった。また、白血病のリスクは、初期の AECL 作業員で負の値となったが、他の作業員では有意でない増加が見られた。トリチウムとガンマ線による線量を分けて解析した場合、トリチウム被ばくによるリスク上昇の証拠はなかった。

N-3.

Metz-Flamant C, Laurent O, Samson E, Caër-Lorho S, Acker A, Hubert D, Richardson DB, Laurier D. Mortality associated with chronic external radiation exposure in the French combined cohort of nuclear workers. *Occup Environ Med.* 2013 Sep;70(9):630-8.

- ・研究デザイン
コホート研究
- ・対象者
フランスの原子力施設作業員 59,021 人。
- ・観察期間
1968～2004 年。
- ・エンドポイント
固形がん死亡、白血病死亡、循環器疾患死亡など。

・曝露評価（被ばく線量の推定方法）

フィルムバッジを用いた個人モニタリング。累積線量の平均は 22.5mSv。

・交絡因子の調整

不明。

・主な結果

固形がん、白血病、循環器疾患による死亡は、それぞれ 2312、78、1468 人。1Sv あたりの過剰相対リスク（ERR）は、固形がん、慢性リンパ性白血病を除く白血病、虚血性心疾患、脳血管疾患で正の値だが有意ではなかった。また、骨髄性白血病では 1Sv あたりの ERR が有意であった。

N-4.

Akiba S, Mizuno S. The third analysis of cancer mortality among Japanese nuclear workers, 1991-2002: estimation of excess relative risk per radiation dose. J Radiol Prot. 2012 Mar;32(1):73-83.

・研究デザイン

コホート研究

・対象者

日本の原子力施設作業員 200,583 人。全員男性。

・観察期間

1991～2002 年。

・エンドポイント

がん死亡。生死を住民票の写しにより確認し、死因は人口動態統計との照合によって確認。

・曝露評価（被ばく線量の推定方法）

フィルムバッジ等を用いた個人モニタリング。平均累積線量は 12.2mSv。

・交絡因子の調整

居住地域を調整。

・主な結果

死亡数と 1Sv あたり過剰相対リスク（ERR）は、白血病を除く全がんで 2,636、1.26 [95%CI: -0.27, 3.00]、白血病で 80、-1.93 [95%CI: -6.12, 8.57]となった。また、1Sv あたり ERR は、アルコール関連がんで 4.64[95%CI: 1.13, 8.91]、白血病とアルコール関連がんを除いた全がんで 0.20[95%CI: -1.42, 2.09]となり、アルコール消費による交絡が疑われた。

N-5.

Guseva Canu I, Jacob S, Cardis E, Wild P, Caër S, Auriol B, Garsi JP, Tirmarche M, Laurier D. Uranium carcinogenicity in humans might depend on the physical and chemical nature of uranium and its isotopic composition: results from pilot epidemiological study of French nuclear workers. *Cancer Causes Control*. 2011 Nov;22(11):1563-73.

- ・研究デザイン
コホート研究
- ・対象者
フランスのウラン加工施設作業員 2,097 人。
- ・観察期間
1960～2006 年。
- ・エンドポイント
全死亡。
- ・曝露評価（被ばく線量の推定方法）
施設別の Job-exposure matrix を用いて評価。フィルムバッジを用いた個人モニタリング。
- ・交絡因子の調整
社会経済状況その他の因子を調整。
- ・主な結果
単位ウランばく露量あたりのハザード比は、肺がんおよびリンパ造血器がんでそれぞれ、1.14[95%CI: 1.00,1.31]および 1.20[95%CI: 1.01,1.43]となった。これらのハザード比は、ウラン化合物の溶解度の減少に伴い上昇した。

N-6.

Boice JD Jr, Cohen SS, Mumma MT, Ellis ED, Eckerman KF, Leggett RW, Boecker BB, Brill AB, Henderson BE. Updated mortality analysis of radiation workers at Rocketdyne (Atomics International), 1948-2008. *Radiat Res*. 2011 Aug;176(2):244-58.

- ・研究デザイン
コホート研究
- ・対象者
アメリカのロケットダイン（アトミックインターナショナル）社の職員 46,970 人。うち女性は 9,958 人（21.2%）。
- ・観察期間

1948～2008年。

・エンドポイント

全死亡。National Death Index を含む国の死亡統計データベースとの照合により確認。

・曝露評価（被ばく線量の推定方法）

内部被ばくはバイオアッセイの測定結果と体内動態モデルを用いて計算。外部被ばくの平均累積線量は 13.5mSv。肺への外部被ばくと内部被ばくを合わせた累積線量の平均は 19.0mSv。

・交絡因子の調整

給料の支給法（時間給、給料）を社会経済状況の指標および生活習慣の代替として調整。

・主な結果

全死因、全がん、肺がん、慢性リンパ性白血病（CLL）を除く白血病の標準化死亡比はそれぞれ、0.82[95%CI:0.78,0.85]、0.88[95%CI:0.81,0.95]、0.87[95%CI:0.76,1.00]、1.04[95%CI:0.67,1.53]でも有意な増加はなかった。また、Cox 回帰による解析では、いかなるがんについても有意な線量反応の傾向性は見られず、100mSv での相対リスクは、白血病を除く全がんで 0.98[95%CI:0.82,1.17]、CLL を除く白血病で 1.06[95%CI:0.50,2.23]であった。ウランによる内部被ばくが肺がんや腎がんのリスクを有意に上昇させることはなかった。

N-7.

Samson E, Telle-Lamberton M, Caër-Lorho S, Bard D, Giraud JM, Metz-Flamant C, Neron MO, Quesne B, Acker A, Tirmarche M, Hill C. Cancer mortality among two different populations of French nuclear workers. *Int Arch Occup Environ Health*. 2011 Aug;84(6):627-34.

・研究デザイン

コホート研究

・対象者

フランスの原子力施設作業員 29,204 人。

・観察期間

1968～1994年。

・エンドポイント

全死亡。

・曝露評価（被ばく線量の推定方法）

光子による外部被ばくは個人線量計で測定。内部被ばくと中性子被ばくの可能性のある作業員は職場での測定結果と作業内容から推定。男性の累積実効線量の平均と中央

値は 29.5mSv、5.7mSv。

・交絡因子の調整

不明。

・主な結果

観察死亡数は光子への外部被ばくだけある作業員 14,796 人のうち 645 人、内部被ばくと中性子被ばくの可能性がある作業員 14,408 人のうち 1,197 人。後者における悪性黒色腫の標準化死亡比は、2.41[90%CI: 1.39,3.90]であった。有意な線量反応は、前者における慢性リンパ性白血病を除く白血病、後者におけるタバコあるいはアルコール関連のがんとその他の疾患で見られた。

N-8.

Metz-Flamant C, Samson E, Caër-Lorho S, Acker A, Laurier D. Solid cancer mortality associated with chronic external radiation exposure at the French atomic energy commission and nuclear fuel company. *Radiat Res.* 2011 Jul;176(1):115-27.

・研究デザイン

コホート研究

・対象者

フランスの原子力施設作業員 36,769 人。うち女性は 6,683 人 (18.2%)。

・観察期間

1968～2004 年。

・エンドポイント

全固形がん死亡。生死は人口動態登録の情報、死因は全国死因登録を用いて確認。

・曝露評価 (被ばく線量の推定方法)

外部被ばく線量を個人線量計で測定。中性子による線量は考慮せず。累積線量の平均は 12.1mSv。

・交絡因子の調整

雇用された会社と社会経済状況を調整。

・主な結果

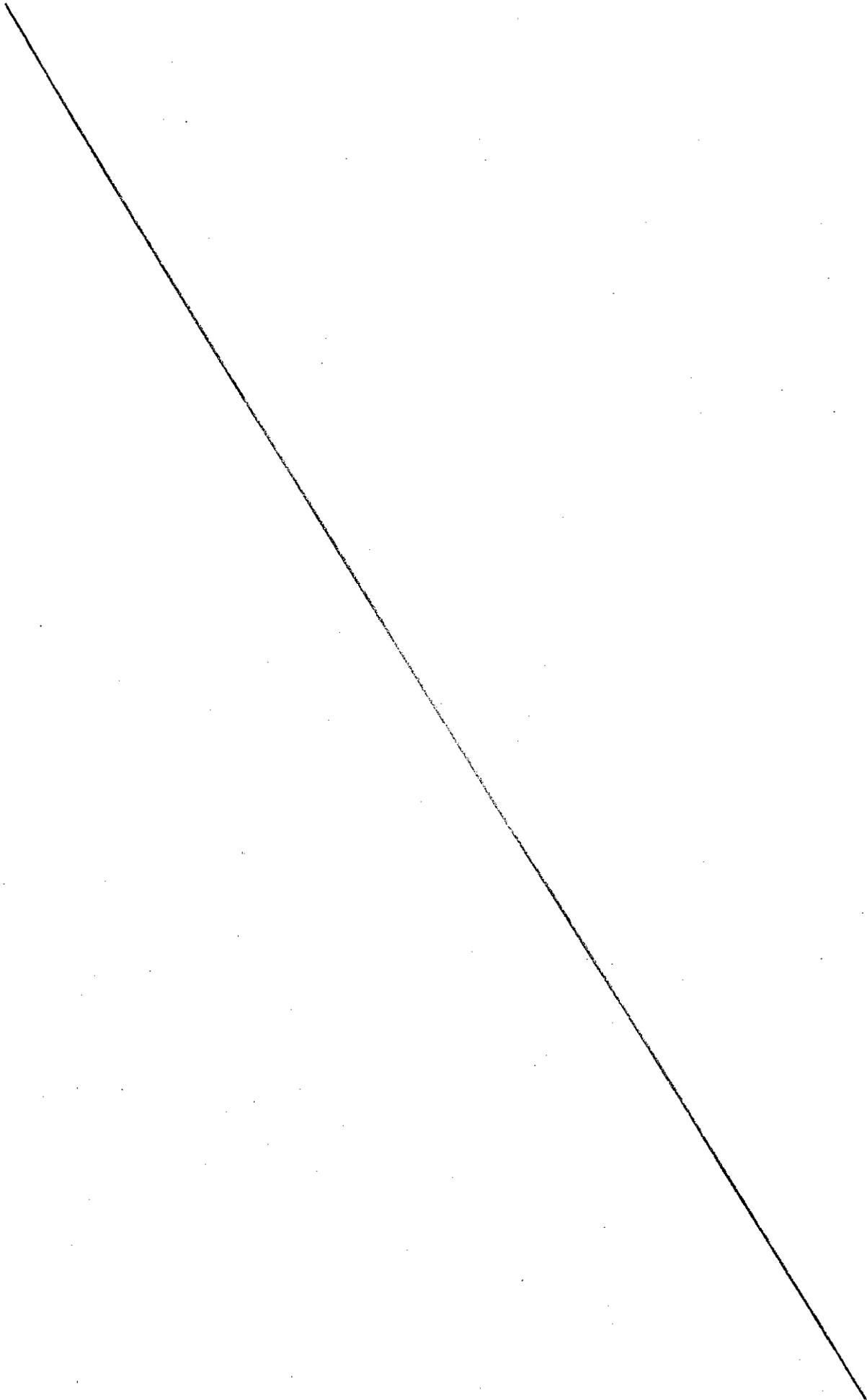
全死因と全固形がんの標準化死亡比 (SMR) はそれぞれ、0.64[95%CI: 0.62,0.66]、0.70[95%CI: 0.67,0.74]で統計学的に有意に 1 を下回った。胸膜がんは累積外部被ばく線量との関連がなかったが、SMR が 1.67[95%CI: 1.17,2.32]と有意に 1 を上回り、過去のアスベストばく露の影響が示唆された。悪性黒色腫も線量とは関連がないものの、SMR が 1.64[95%CI: 1.17,2.24]であった。1Sv あたりの過剰相対リスクは、全固形がんが 0.46[90%CI: -0.48,1.54]と有意ではなかったが、点推定値は原爆被爆者で推定される数値 0.26 よりも高かった。また、線量の増加に伴い統計学的に有意にリスクが増加する傾向性が口腔・咽頭がん (ERR/Sv: 6.11[90%CI: 0.64; 14.95])、鼻腔がん

(ERR/Sv : 8.57 [90%CI : -0.16,27.67])、および悪性黒色腫を除く皮膚がん (52.71[95%CI : <0,373.0]で見られた。肺がんの ERR は正の値であったが、有意でなかった (0.94[90%CI : -0.83,3.25])。)

N-9.

Richardson DB, Wing S. Evidence of confounding by smoking of associations between radiation and lung cancer mortality among workers at the Savannah River Site. *Am J Ind Med.* 2011 Jun;54(6):421-7.

- ・研究デザイン
コホート研究
- ・対象者
米国のサバンナリバー原子力施設作業員 13,265 人。全員男性。
- ・観察期間
1950～2002 年。
- ・エンドポイント
肺がん死亡など。
- ・曝露評価 (被ばく線量の推定方法)
外部被ばくとトリチウムによる内部被ばくの線量を推定。
- ・交絡因子の調整
正社員のみが対象集団のため、社会経済状況 (SES) は集団内で均一とみなし、特に交絡因子の調整は行われていない。
- ・主な結果
100mSv での肺がん相対リスクは喫煙を間接的に調整前後で 0.90[90%CI : 0.80-1.01] および 1.33[90%CI : 1.01,1.77]となり、喫煙による負の交絡が示唆された。



2. チェルノブイリ事故処理作業者

○ C-1.

Rahu K, Bromet EJ, Hakulinen T, Auvinen A, Uusküla A, Rahu M. Non-cancer morbidity among Estonian Chernobyl cleanup workers: a register-based cohort study. *BMJ Open*. 2014 May 14;4(5):e004516.

・研究デザイン

コホート研究

・対象者

エストニアのチェルノブイリ事故処理従事者 3,680 人とランダム抽出された一般住民 7,631 人。全て男性。

・観察期間

2004～2012 年。

・エンドポイント

非がん疾患の罹患。健康保険傷病名を用いて確認。

・曝露評価（被ばく線量の推定方法）

軍のパスポートに記録されている公式線量。平均 99mGy、中央値 89mGy、範囲 0.0-545mGy。

・交絡因子の調整

教育歴、民族。

・主な結果

神経、消化器、筋骨格系、虚血性心疾患および外因疾患による罹患が増加した。重要な疾患として、甲状腺疾患（率比 1.69、95%信頼区間 1.38-2.07）、意図した自傷（率比 1.47、95%信頼区間 1.04-2.09）、一部のアルコール関連疾患（率比 1.25、95%信頼区間 1.12-1.39）に過剰リスクが観察された。ストレス反応、うつ、頭痛、睡眠障害には罹患増加はなかった。

○ C-2.

Ostroumova E, Gudzenko N, Brenner A, Gorokh Y, Hatch M, Prysyzhnyuk A, Mabuchi K, Bazyka D. Thyroid cancer incidence in Chornobyl liquidators in Ukraine: SIR analysis, 1986-2010. *Eur J Epidemiol*. 2014 May;29(5):337-42.

・研究デザイン

コホート研究

・対象者

ウクライナのチェルノブイリ事故処理従事者 150,813 人。主として男性。

- ・観察期間

1986年（あるいは処理作業登録年）～2010年。

- ・エンドポイント

甲状腺がん罹患。ウクライナ全国がん登録と照合。ウクライナ全体の甲状腺がん罹患率を標準罹患率として標準化罹患率を計算

- ・曝露評価（被ばく線量の推定方法）

処理作業開始年

- ・交絡因子の調整

年齢、暦年

- ・主な結果

196例の甲状腺がんを観察し、標準化罹患比は3.50（95%信頼区間3.04-4.03）であった。処理作業開始年が1986年の場合、標準化罹患比は3.83（95%信頼区間3.26-4.57）であり、それ以降の開始年の場合より高かった。また、観察開始から10-18年後にあたる1995-1999年における標準化罹患比は4.62（95%信頼区間3.47-6.15）、2000-2004年における標準化罹患比は4.80（95%信頼区間3.78-6.10）と他の期間より高かった。これらの結果は、チェルノブイリ事故処理従事者における甲状腺がん罹患増加を示す証拠を支持するが、改善された診断精度の影響の可能性もあり、より大きな集団で確認する必要がある。

○ C-3.

Rahu K, Hakulinen T, Smailyte G, Stengrevics A, Auvinen A, Inskip PD, Boice JD Jr, Rahu M. Site-specific cancer risk in the Baltic cohort of Chernobyl cleanup workers, 1986-2007. *Eur J Cancer*. 2013 Sep;49(13):2926-33.

- ・研究デザイン

コホート研究

- ・対象者

エストニア、ラトビア、リトアニアのチェルノブイリ事故処理従事者17,040人。全て男性。

- ・観察期間

1986～2007年。

- ・エンドポイント

全がんおよび部位別がんの罹患。国のがん登録を用いて確認。

- ・曝露評価（被ばく線量の推定方法）

軍のパスポートに記録されている公式線量。内部被ばくの考慮なし。平均は109mGy。

- ・交絡因子の調整

交絡因子の調整なし。

・主な結果

特定の死因の割合の大きさを示す Proportional Incidence Ratio (PIR)を指標にがんリスクを評価した場合、甲状腺がんの PIR は 2.76[95%CI : 1.63,4.36]と有意に 1 を上回った。特に事故直後の 1986 年 4~5 月に作業を開始した作業員では、甲状腺がん PIR が 6.38[95%CI : 2.34,13.89]とかなり高かった。食道がんの PIR も 1.52[95%CI : 1.06,2.11]と高かった。エストニアの作業員に解析を限定し、標準化罹患比 (Standardized Incidence Ratio; SIR) を算出した場合、前立腺がんを除くすべてのがんで SIR は 1.08[95%CI : 0.93-1.23]、前立腺がんでは 0.88[95%CI : 0.47-1.51]でともに上昇していなかった。

○ C-4.

Rahu K, Auvinen A, Hakulinen T, Tekkel M, Inskip PD, Bromet EJ, Boice JD Jr, Rahu M. Chernobyl cleanup workers from Estonia: follow-up for cancer incidence and mortality. J Radiol Prot. 2013 Jun;33(2):395-411.

・研究デザイン

コホート研究

・対象者

エストニアのチェルノブイリ事故処理従事者 4,810 人。全て男性。

・観察期間

がん罹患は 1986~2008 年。死亡は 1986~2011 年。

・エンドポイント

全がん罹患と全死亡。国のがん登録および人口登録と死因登録との照合により確認。

・曝露評価 (被ばく線量の推定方法)

作業員の記録から抽出された公式線量。外部被ばくのみ考慮。平均と中央値は 99mGy と 88mGy。

・交絡因子の調整

交絡因子の調整なし。

・主な結果

標準化罹患比 (SIR) は、全がんで 1.06[95%CI : 0.93,1.20]であった。咽頭がん、食道がん、およびアルコール関連がん全体では SIR がそれぞれ、2.41[95%CI : 1.38,3.91]、2.38[95%CI : 1.23,4.15]、1.42[95%CI : 1.09,1.80]で有意に 1 を上回った。一方、甲状腺がん、白血病、放射線関連がん全体では、SIR が 1.41[95%CI : 0.17,5.10]、1.22[95%CI : 0.49,2.51]、1.06[95%CI : 0.88,1.24]で明瞭な増加の証拠はなかった。標準化死亡比 (SMR) は、全死因で 1.02[95%CI : 0.96,1.08]であった。また SMR は口腔・咽頭がん、アルコール

ル関連がん全体、自殺でそれぞれ、1.82[95%CI: 1.11,2.81]、1.64[95%CI: 1.23,2.15]、1.30[95%CI: 1.05,1.60]で過剰な死亡が見られた。作業場所への到着年よりも滞在期間のほうが、死亡率増加に関連していた。このコホートに対する26年の追跡調査からは、放射線に起因する明確な健康影響を示されなかったが、自殺の上昇は引き続き見られた。

○ C-5.

Zablotska LB, Bazyka D, Lubin JH, Gudzenko N, Little MP, Hatch M, Finch S, Dyagil I, Reiss RF, Chumak VV, Bouville A, Drozdovitch V, Kryuchkov VP, Golovanov I, Bakhanova E, Babkina N, Lubarets T, Bebesko V, Romanenko A, Mabuchi K. Radiation and the risk of chronic lymphocytic and other leukemias among Chernobyl cleanup workers. *Environ Health Perspect.* 2013 Jan;121(1):59-65.

・研究デザイン

コホート内症例対照研究

・対象者

ウクライナのチェルノブイリ事故処理従事者 110,645 人からの症例 137 人と対照 863 人。全て男性。

・観察期間

1986～2006年。

・エンドポイント

白血病罹患。1986～2000年は様々な検査で確認。2001～2006年は国のがん登録との照合により確認。ともに専門家による国際パネルにより検証。

・曝露評価（被ばく線量の推定方法）

質問票から得られた作業歴の情報と環境測定の結果から推定する RADRUE と呼ばれる線量再構築法を用いて個人の骨髄線量を推定。平均は症例で 132.3mGy、対照で 81.8mGy。

・交絡因子の調整

症例と対照で居住地をマッチング。教育歴、喫煙習慣、飲酒習慣、医療被ばくなどについて面接調査。

・主な結果

白血病全体では有意な線量反応が見られた（1Gyあたりの過剰相対リスク(ERR/Gy) = 1.26[95%CI: 0.03, 3.58]）。また、慢性リンパ性白血病（CLL）とCLL以外の白血病ではERR/Gyはそれぞれ、0.76と1.87でともに有意ではなかった。化学療法を開始後2年以内に直接面接調査を行った20例では、ERR/Gy = -0.47[95%CI: <-0.47, 1.02]であったが、これらを除いた残りの117症例では、ERR/Gyが2.38 [95%CI: 0.49, 5.87]とな

り、両者で線量反応が有意に異なった。また、後者の集団ではCLLとCLL以外の白血病では、ERR/Gyはそれぞれ、2.58[95%CI : 0.02, 8.43]と2.21[95%CI : 0.05, 7.61]となった。

○ C-6.

Kesminiene A, Evrard AS, Ivanov VK, Malakhova IV, Kurtinaitise J, Stengrevics A, Tekkel M, Chekin S, Drozdovitch V, Gavrilin Y, Golovanov I, Kryuchkov VP, Maceika E, Mirkhaidarov AK, Polyakov S, Tenet V, Tukov AR, Byrnes G, Cardis E. Risk of thyroid cancer among Chernobyl liquidators Radiat Res. 2012 Nov;178(5):425-36.

・研究デザイン

コホート内ケースコントロール研究

・対象者

甲状腺患者 107 人、コントロール 423 人。全て男性。

・観察期間

2004～2012 年。

・エンドポイント

非がん疾患の罹患。健康保険傷病名を用いて確認。

・曝露評価（被ばく線量の推定方法）

甲状腺の個人線量を推定（ヨード 131 による内部被ばくを含む）。コントロールの中央値 66mGy、範囲 0.13-1643mGy、うち、ヨード 131 による内部被ばくの中央値 62 mGy、範囲 0-1552mGy。

・交絡因子の調整

教育歴、事故時の職種、所属機関、質問票で把握したリスク要因の一部。

・主な結果

甲状腺がん罹患と甲状腺線量との間に統計的有意な量反応関係がみられた。100mGy における過剰相対リスクは 0.38（95%信頼区間 0.10-1.09）であった。内部線量と外部線量に分けて解析しても、効果は同様であった。甲状腺がんについて、腫瘍の大きさ、リンパ節転移の有無で効果に違いはなかった。

○ C-7.

Ivanov VK, Tsyb AF, Khait SE, Kashcheev VV, Chekin SY, Maksioutov MA, Tumanov KA. Leukemia incidence in the Russian cohort of Chernobyl emergency workers. Radiat Environ Biophys. 2012 May;51(2):143-9.

・研究デザイン

コホート研究

・対象者

ロシアのチェルノブイリ事故処理従事者 104,947 人。このうち公式線量を有する 75,685 人 (72%)については線量反応の解析実施。全て男性。

・観察期間

1986～2007 年。

・エンドポイント

白血病罹患。ロシアの全国医学線量登録 (Russian National Medical Dosimetric Registry ; RNMDR) に登録された症例。カルテ、病理記録などで検証。

・曝露評価 (被ばく線量の推定方法)

全身外部被ばくのガンマ線について RNMDR に登録されている公式線量。平均累積線量は 108mGy。

・交絡因子の調整

調整なし。

・主な結果

白血病罹患は合計 198 例で、標準化罹患比 (SIR) は 1.71[90%CI : 1.41,1.95]。白血病 SIR は 1990～1999 年の期間に 1 を有意に上回り、特に 1992～1993 年は 2.75[90%CI : 1.71,4.14] で最大となった。白血病の線量反応の解析では、1Gy あたり過剰相対リスク (ERR/Gy) は、0.44[90%CI : -1.68,2.56] と有意ではなかったが、観察期間が 1986～1997 年 (ERR/Gy = 4.98;90%CI: 0.59,14.47) と 1998～2007 年 (ERR/Gy = -1.64; 90%CI : -2.34,0.88) の両期間で有意に異なっていた ($p < 0.01$)。前者の ERR/Gy は原爆被爆者の寿命調査からの推定値 (3.9) よりやや高かったが、その違いは有意でなかった。慢性リンパ性白血病では ERR/Gy が -1.83[90%CI : -3.33,4.48] であった。

○ C-8.

Gluzman DF, Sklyarenko LM, Nadgornaya VA, Zavelevich MP. Mature B-cell neoplasms in Chernobyl clean-up workers of 1986-1987: summary of cytomorphological and immunocytochemical study in 25 years after Chernobyl accident. *Exp Oncol.* 2011 Mar;33(1):47-51.

・研究デザイン

症例報告

・対象者

血液腫瘍の疑いにより医療施設で診察を受けたウクライナの除染作業員 403 人。男女の別は記載なし (おそらく全て男性)。

・観察期間

1996～2010年。

・エンドポイント

リンパ造血器の悪性腫瘍罹患。キエフ市およびウクライナ国内の地方病院で診断。

・曝露評価（被ばく線量の推定方法）

評価方法は不明。範囲は75～250mGy。

・交絡因子の調整

調整なし。

・主な結果

403人中285人でリンパ造血器の悪性腫瘍を確認。このうち成熟性B細胞性腫瘍（慢性リンパ性白血病（CLL）、B細胞性リンパ性白血病、有毛細胞白血病、非ホジキンリンパ腫、多発性骨髄腫がん）が49.4%を占め、うちCLLが26.1%と最も多かった。また、多発性骨髄腫の割合は6.4%で、一般集団における4.0%よりも有意に高かった。一方、B細胞性慢性リンパ性白血病の割合は1.36%で、一般集団における0.85%と同様であったが、研究対象集団では若年で成熟性B細胞性腫瘍になるという傾向が顕著であった。

