



3 1 1 子ども甲状腺がん 損害賠償請求訴訟

第9回口頭弁論期日
第20準備書面（被告の100mSv論に対する反論）

2024年3月6日

原告ら訴訟代理人弁護士 西念 京祐



被告東京電力による低線量被ばく者の健康影響に関する 「国際的合意に係る知見のまとめ」

11

3 低線量被ばく者の健康影響に関する科学的知見(3) – 国際的合意に係る知見のまとめ

- 国際的な合意に係る科学的知見として、広島・長崎の原爆被爆者の疫学調査の結果からは、被ばく線量が100mSvを超えるあたりから、被ばく線量に依存して発がんのリスクが増加することが示されているが、100mSv以下の被ばく線量では放射線による発がんリスクの増加は確認されていない。
- この100mSvは、あくまで短時間に被ばくした場合の評価であり、長期間にわたって徐々に積算100mSvを被ばくした場合は、短時間で被ばくした場合よりも健康影響は小さいことが確認されている。これを「線量率効果」という。

(前回期日における被告プレゼンスライドから)



「国際的合意された科学的知見」を根拠に因果関係を否定

100msv論に基づき事実的因果関係を否定する主張

「国際的に合意された科学的知見によれば、100msvを下回るような低線量の放射線被ばくを受けることによって、甲状腺がんを含む発がんリスクの増加は確認されていないことを踏まえれば、原告らが受けた本件事故による放射線被ばくによって原告らの甲状腺がんが招来されたという事実的因果関係は認められない。」

(被告準備書面(3)・35頁)



ICRP2007年勧告は検出力の不足を指摘しただけ

ICRP2007年勧告の記載

ICRP2007年勧告が、「がんリスクの推定に用いる疫学的方法は、およそ100mSvまでの線量範囲でのがんのリスクを直接明らかにする力を持たない」としていたのは、**当時参照することができたLSS研究（寿命調査）によるデータ量では検出力が不足していたという意味に過ぎない。**

→ 当時は、**まだ、データが不足していたというだけ**

ICRP2007年勧告はLNTモデルを採用

100mSv以下の低線量被ばくには、およそ、がん罹患やがんによる死亡のリスクがないということ**を意味するものではない**ことは、ICRP2007年勧告自身が、直線しきい値なしモデル（LNTモデル）を採用していることから明らか



BEIR - VII 報告書 (甲全226の2)

BEIR - VIIとは

アメリカ科学アカデミーの「電離放射線の生物学的影響に関する委員会 (BEIR委員会)」による米国政府に助言するために作成された一連の報告書の第7版
委員会は、利益相反のない科学者らによって構成されている
低線量放射線によるヒト被ばくのリスク推定について膨大な量の学術的検討を実施

BEIR - VII はLNTモデルを支持

「本委員会は、人間における電離放射線被曝とがんの発生との間に線形しきい値なし線量-応答関係があるという仮説に現在の科学的証拠が合致しているという結論に達した。」

→ 但し、高線量域のデータからの外挿等という限界 (なお慎重な検討が必要)



JNCIモノグラフ誌（2020年7月）

JNCI（米国国立がん研究所（NCI）機関紙）特集記事

JNCIモノグラフ誌は、2020年7月、「**低線量被ばくとがんリスクの疫学的研究**」というテーマで6つの論文群を掲載

- ◆de Gonzalezら（甲全227）
- ◆Danielsら（甲全228）
- ◆Schubauer – Beriganら（甲全229）
- ◆Linnetら（甲全230）
- ◆Gilbertら（甲全231）
- ◆Hauptmannら（甲全232）

低線量被ばくとがんリスクに関する疫学的研究について、**システマティックレビュー**を実施し、**徹底的に交絡やバイアスなどによる影響の有無を検証した。**



JNCIモノグラフ誌（2020年7月）

Hauptmannら（甲全232）

システマティックレビューで選定された適格性のある疫学研究は、全部で26件あった。
いずれも平均累積線量が100 mGy未満で、個別の線量推定、リスク推定がなされており、
線量反応関係の信頼区間のデータがあり、2006-2017年に出版されたものであった。

それぞれの研究のバイアスの方向についてまとめ、がんリスクを過大評価するバイアスが生じて
いる可能性のある研究を取り除いて評価しても、ほとんどの研究では正のリスク推定を報告。

「そのため、これらの新しい疫学研究は低線量電離放射線によるがんの過剰リスクがあることを
直接支持していると、われわれは結論づける。さらに、これら低線量放射線被ばくからのがんの
リスクの大きさは、原爆被爆者の放射線量に関連するがんのリスクと統計的に同等であった。」



被告東京電力による低線量被ばく者の健康影響に関する 「国際的合意に係る知見のまとめ」

11

3 低線量被ばく者の健康影響に関する科学的知見(3) – 国際的合意に係る知見のまとめ

- 国際的な合意に係る科学的知見として、広島・長崎の原爆被爆者の疫学調査の結果からは、被ばく線量が100mSvを超えるあたりから、被ばく線量に依存して発がんのリスクが増加することが示されているが、100mSv以下の被ばく線量では放射線による発がんリスクの増加は確認されていない。
- この100mSvは、あくまで短時間に被ばくした場合の評価であり、長期間にわたって徐々に積算100mSvを被ばくした場合は、短時間で被ばくした場合よりも健康影響は小さいことが確認されている。これを「線量率効果」という。

(前回期日における被告プレゼンスライドから)



新たなデータの蓄積を反映した他の研究

I C R P 2 0 0 7 年勧告より後に、**新たなデータの蓄積により**、1 0 0 mSv以下の低線量被曝の領域におけるデータに基づいて、**統計的有意差のあるリスク上昇を直接報告**した研究報告は、Hauptmannらが検討対象とした論文以外にも相次いでいる。

中でも、重要なのは、

- ・Grantら論文 (2017・甲全235)
- ・RichardsonらのI N W O R K S研究 (2023・甲全236)



LSS研究（寿命調査）とは

LSS研究（Life Span Study 寿命調査）

広島・長崎の原爆被爆者の疫学調査であるLSS研究（Life Span Study 寿命調査）は、原爆被爆者の生涯にわたる健康影響を調査する研究プログラム。

それ故、現在も新たなデータが蓄積され続けている。

⇒ 調査期間が延び、新たながん発症例や死亡例が増加することによって、統計的検出力が高まる関係にある。



Grantら論文 (2017 甲全235)

Grantら 原爆被爆者の寿命調査における固形がん罹患：1958 – 2009

固形がん罹患に関する従前の報告論文（Prestonら、2007年）から、追跡期間を11年間延長して収集されたLSS研究のデータ（固形がん罹患率）を用いて、全固形がんの罹患率が被ばく線量の増加に伴い上昇することを示した研究報告

100 mGyまでのデータに限定しても統計的に有意なエビデンスが得られた

喫煙の調整を行わなかった線形ERRモデルには統計的に有意な全固形がんの線量反応関係を示すエビデンスがあった。統計的に有意な線量反応関係を示した最小線量範囲は0–100 mGyであり、ERR推定値は0.49/Gyであった。

LSS研究のデータにより、100 mSv以下の低線量被ばくによる統計的に有意な健康影響（固形がん罹患）が確認されている



INWORKS研究（国際原子力労働者研究）とは

INWORKS研究（国際原子力労働者研究）

フランス、英国、米国の13の核施設及び原子力機関に登録された原子力作業員を対象とした国際原子力労働者研究（the International Nuclear Workers Study）。

対象者は30万人を超えており、追跡期間も最長70年余と長い。個人線量計による外部被ばく線量の測定も正確。

放射線への長期低線量率被ばくの影響を調べた疫学研究として、**世界最大規模の研究であり、統計的検出力は高い**



Richardsonら I N W O R K S 研究 (2023・甲全236)

Richardsonら： 仏、英、米の労働者における電離放射線への低線量被ばく後のがん死亡率 (I N W O R K S):コホート研究

仏、英、米の原子力労働者を対象とした、全体で計1070万人年に達する大規模コホート研究。

長期にわたる低線量電離放射線被ばくと固形がん死亡率との放射線量1グレイ(Gy)当たりの固形がんによる過剰相対死亡率を推定した。

RESEARCH

OPEN ACCESS

Check for updates

Cancer mortality after low dose exposure to ionising radiation in workers in France, the United Kingdom, and the United States (INWORKS): cohort study

David B Richardson,¹ Klervi Leuraud,² Dominique Laurier,² Michael Gillies,³ Richard Haylock,³ Kaitlin Kelly-Reif,⁴ Stephen Bertke,⁴ Robert D Daniels,⁴ Isabelle Thierry-Chef,⁵ Monika Moissonnier,⁶ Ausrele Kesminiene,⁶ Mary K Schubauer-Berigan⁶

ABSTRACT
OBJECTIVE
To evaluate the effect of protracted low dose, low dose rate exposure to ionising radiation on the risk of cancer.
DESIGN
Multinational cohort study.
SETTING
Cohorts of workers in the nuclear industry in France, the UK, and the US included in a major update to the International Nuclear Workers Study (INWORKS).
PARTICIPANTS
309 932 workers with individual monitoring data for external exposure to ionising radiation and a total follow-up of 10.7 million person years.
MAIN OUTCOME MEASURES
Estimates of excess relative rate per gray (Gy) of radiation dose for mortality from cancer.
RESULTS
The study included 103 553 deaths, of which 28 089 were due to solid cancers. The estimated

magnitude of association, providing indirect evidence that the association was not substantially confounded by smoking or occupational exposure to asbestos.
CONCLUSIONS
This major update to INWORKS provides a direct estimate of the association between protracted low dose exposure to ionising radiation and solid cancer mortality based on some of the world's most informative cohorts of radiation workers. The summary estimate of excess relative rate solid cancer mortality per Gy is larger than estimates currently informing radiation protection, and some evidence suggests a steeper slope for the dose-response association in the low dose range than over the full dose range. These results can help to strengthen radiation protection, especially for low dose exposures that are of primary interest in contemporary medical, occupational, and environmental settings.
Introduction
Unlike many carcinogens, which have been reduced or removed once recognised, the public's exposure to

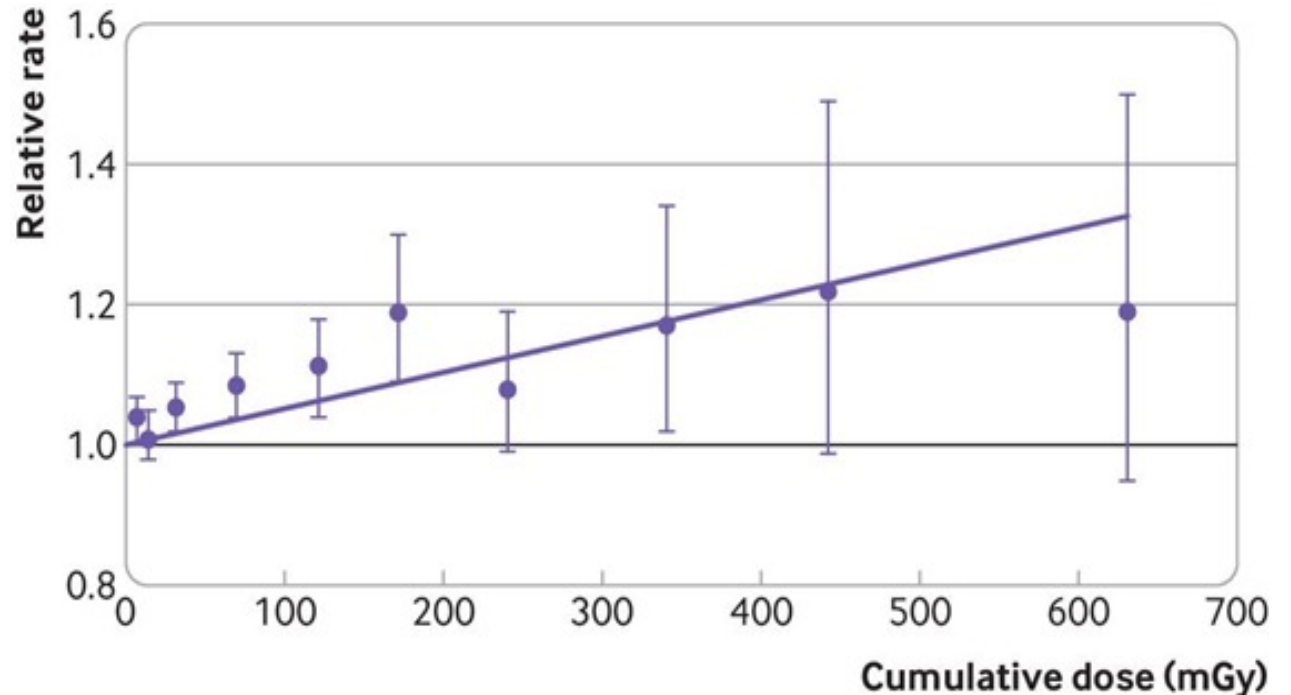
¹Department of Environmental and Occupational Health, Program in Public Health, University of California, Irvine, CA, USA
²Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (IRSN), Fontenay-aux-Roses, France
³UK Health Security Agency, Chilton, Didcot, Oxfordshire, UK
⁴National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, OH, USA
⁵Barcelona Institute of Global Health (ISGlobal), Barcelona, Spain
⁶International Agency for Research on Cancer, Lyon, France
Correspondence to: D Richardson david.richardson@uci.edu (ORCID 0000-0001-8550-0212)
Additional material is published online only. To view please visit the journal online.
Cite this as: *BMJ* 2023;382:e074520 <http://dx.doi.org/10.1136/bmj-2022-074520>

BMJ: first published as 10.1136/bmj-2022-074520 on 16 August 2023. Downloaded from <http://>



I N W O R K S 研究結果 (2023) の重要なポイント

- 固形がん過剰相対死亡率は被ばく線量が増加するのに伴って線形に増加
- 累積線量0～100mGy及び0～50mGyの低線量域に絞った解析でも過剰相対死亡率は統計的に有意に高い
- 低線量域における線量反応関係の勾配は全線量域よりも急であることが示唆されている



今や、最大規模の研究で、100mSv以下の低線量被ばくによる統計的に有意な健康影響（固形がんによる死亡）が確認されている



被告の主張する 100 mSv論について

データの蓄積により検出力が高まり、統計的有意差が示されるようになるという傾向は、今後も継続することが予測される。

未だに、ICRP 2007年勧告が作成された時点で参照できたLSS研究の検出力の問題でしかない記述を根拠に、「疫学的な研究によって100 mSv以下の低線量被ばくによる健康影響は確認されていないというのが国際的な科学界のコンセンサスである」などと言いつつ、100 mSv以下の低線量被ばくには健康影響が無いとして、原告らの因果関係を否定する**被告の主張**には、もはや、科学的正当性が全く存しないといわざるを得ない。



被告東京電力による低線量被ばくの健康影響に関する 「国際的合意に係る知見のまとめ」

11

3 低線量被ばくの健康影響に関する科学的知見(3) – 国際的合意に係る知見のまとめ

- 国際的な合意に係る科学的知見として、広島・長崎の原爆被爆者の疫学調査の結果からは、被ばく線量が100mSvを超えるあたりから、被ばく線量に依存して発がんのリスクが増加することが示されているが、100mSv以下の被ばく線量では放射線による発がんリスクの増加は確認されていない。
- この100mSvは、あくまで短時間に被ばくした場合の評価であり、長期間にわたって徐々に積算100mSvを被ばくした場合は、短時間で被ばくした場合よりも健康影響は小さいことが確認されている。これを「線量率効果」という。

(前回期日における被告プレゼンスライドから)



被告の主張する生体防御機能、線量率効果

- 100mSvより低い線量では有意なリスクの増加は認められていないが、放射線管理の立場から、低い線量であっても、線量に対してリスクが増加するという考え方をしておくという、いわゆる安全側の考え方に立ったのがLNTモデルである。
- 生体には**生体防御機能**が備わっている。DNA上の傷についてはこれを治すDNA修復という仕組みが備わっている。また、細胞レベルで突然変異をもっているような細胞を取り除くというアポトーシスという仕組みも備わっている。さらに、全身では、免疫機能ががん細胞を除去してくれる。
- **生体防御機能がきちんと働くような低い線量レベルにおいては、LNTモデルは、必ずしも現実の生体影響を反映するものではない。**
- 放射線生物学の立場からは、線量率効果は間違いなく存在する。

(前回期日における被告プレゼンスライドから)



生体防衛機能 酒井一夫氏

酒井一夫氏の主張する生体防衛機能

被告は、酒井一夫氏を放射線生物学の重要な専門家と位置づけ、「その中立性・公平性・専門性には何らの疑義もない」とする。

酒井氏は、電力中央研究所に所属して、低線量被ばくはむしろ健康によいという放射線ホルミシスの研究をしていた研究者である。

YAKUGAKU ZASSHI 126(10) 827—831 (2006) © 2006 The Pharmaceutical Society of Japan

827

—Reviews—

低線量放射線に対する生体の応答—ホルミシスと適応応答—

酒井一夫

Biological Responses to Low Dose Radiation
—Hormesis and Adaptive Responses—

Kazuo SAKAI

Low Dose Radiation Research Center, Nuclear Technology Research Laboratory, Central Research Institute of Electric Power Industry, 2-11-1 Iwato-kita, Komae City, Tokyo 201-8511, Japan



電力中央研究所 「放射線ホルミシス効果に関する見解」

電力中央研究所が、ホルミシス効果を否定

・現在、当センターでは、放射線ホルミシスの研究は行っておりません。

・これまでに得られた知見からは、ホルミシス効果を低線量放射線の影響として一般化し、放射線リスクの評価に取り入れることは難しいと考えています。

・当所の成果を引用して放射線ホルミシス効果を謳った商品の販売を行っている例がありますが、当所とは一切関係ありませんのでご注意ください。

電力中央研究所
原子力技術研究所 放射線安全研究センター

お問い合わせ サイトマップ

HOME

身近な放射線

HOME > トピックス > 放射線ホルミシス効果に関する見解

放射線ホルミシス効果に関する見解

2014年6月13日

電力中央研究所
原子力技術研究所
放射線安全研究センター

- ・現在、当センターでは、放射線ホルミシスの研究は行っておりません。
- ・これまでに得られた知見からは、ホルミシス効果を低線量放射線の影響として一般化し、放射線リスクの評価に取り入れることは難しいと考えています。
- ・当所の成果を引用して放射線ホルミシス効果を謳った商品の販売を行っている例がありますが、当所とは一切関係ありませんのでご注意ください。

当センターでは、1990年代から2000年代前半にかけて、放射線ホルミシス効果の検証を目的とした研究を実施し、ある条件下での動物実験では、低線量の放射線によって様々なホルミシス様の効果が誘起されることを明らかにしました。しかし、現在は、主に以下の2つの理由からホルミシス効果を低線量放射線の影響として一般化し、放射線リスクの評価に取り入れることは難しいと考えています。

第一に、ホルミシス効果の検証実験の多くは、健康状態にない動物(生まれつき病気になりやすい動物や、がんを移植した動物など)を対象としていることです。もともと低線量の放射線の影響は非常に検出が難しいため、応答を観察しやすくするためにこのような特殊な実験系が使われます。このような実験で得られた結果から健康な人間に対する影響を推定することは適切ではないと考えています。



線量・線量率効果について

線量・線量率効果とは

被告は、「長期間にわたって徐々に積算 100 mSv を被ばくした場合は、短時間で被ばくした場合よりも健康影響は小さいことが確認されている」と主張

生体防御機能により、低線量率の場合は、高線量率・短時間の照射の場合よりも、健康影響が弱いとの考えに基づくものであり、その効果を表す指標が線量・線量率効果係数（DDREF : Dose and Dose-Rate Effectiveness Factor）

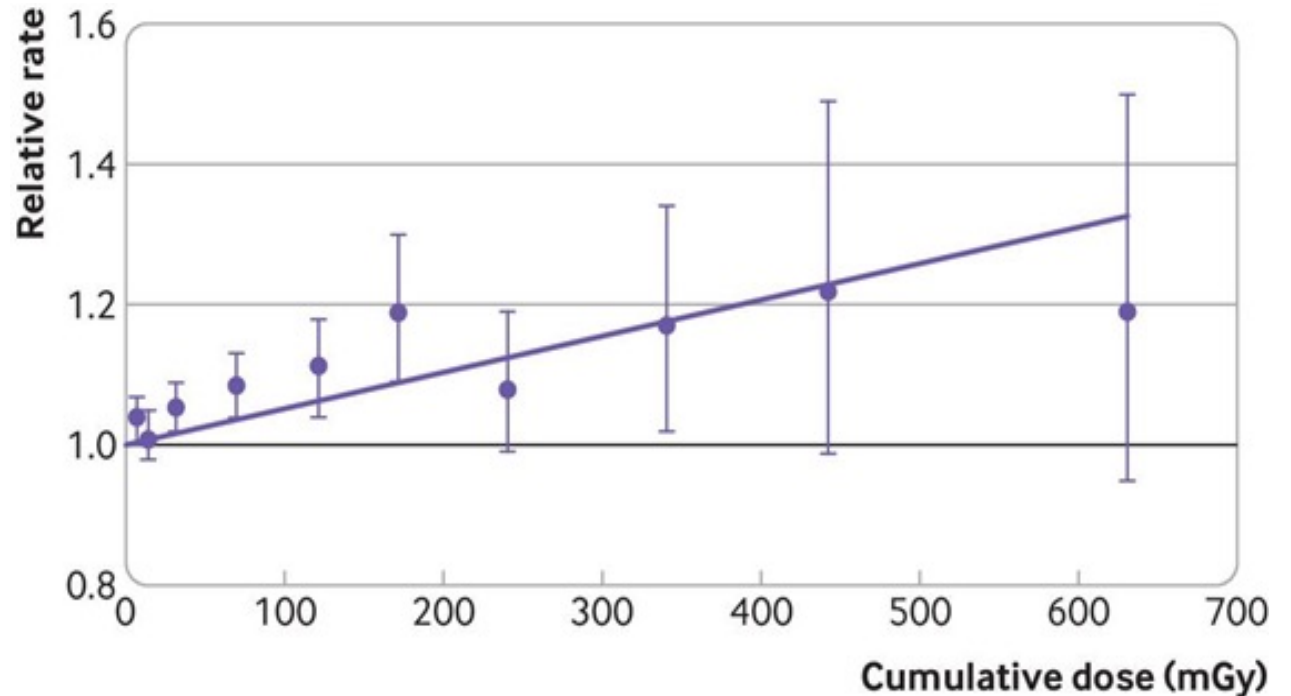
DDREF をどう捉えるべきかについて、BEIR 委員会は DDREF を 1.5 とし、UNSCEAR は 3 より小さいと、ICRP 1990 年勧告及び同 2007 年勧告は 2 としている（WHO は 1 とし線量・線量率効果を否定）



Richardsonら I N W O R K S 研究 (2023・甲全236)

I N W O R K S 研究結果 (2023) の重要なポイント

横軸の200mGyあたりまでの低線量域における線量反応関係の勾配（傾き）は全線量域の傾きよりも急であることが示唆されている



I N W O R K S 研究の実データは、線量率効果を支持していない



東京電力による低線量被ばく健康影響に関する 「国際的合意に係る知見のまとめ」

11

3 低線量被ばく健康影響に関する科学的知見(3) – 国際的合意に係る知見のまとめ

- 国際的な合意に係る科学的知見として、広島・長崎の原爆被爆者の疫学調査の結果からは、被ばく線量が100mSvを超えるあたりから、被ばく線量に依存して発がんのリスクが増加することが示されているが、100mSv以下の被ばく線量では放射線による発がんリスクの増加は確認されていない。
- この100mSvは、あくまで短時間に被ばくした場合の評価であり、長期間にわたって徐々に積算100mSvを被ばくした場合は、短時間で被ばくした場合よりも健康影響は小さいことが確認されている。これを「線量率効果」という。



100msv論について：結論

100 mSv 以下の被ばく線量では放射線による発がんのリスクを疫学によって明らかにすることが出来ない等との「国際的な合意」など、存在しない。

近時、新たなデータの蓄積によって、100 mSv 以下の被ばく線量によるがんリスクの上昇が統計的有意差をもって報告されている。

100 mSv を下回る低線量被ばくと小児甲状腺がん発症との間の事実的因果関係を否定する被告による100msv論は成り立たない。