

令和4年(ワ)第 1880号 損害賠償請求事件

令和4年(ワ)第22539号 損害賠償請求事件

原告 原告1ほか

被告 東京電力ホールディングス株式会社

## 第 2 0 準 備 書 面

(被告の100mSv論に対する反論)

2024(令和6)年2月21日

東京地方裁判所民事第32部甲合議B係 御中

原告ら代理人弁護士 井 戸 謙 一 ほか

(はじめに)

本書面では、まず被告の主張の根幹となっている100mSv論の内容を概観し(第1)、それが、ICRP2007年勧告(勧告103)が参照した当時の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でしか無いことを指摘する(第2)。

続けて、低線量被ばくによって発がんリスクが増加することは、2006年に全米アカデミーの電離放射線の生物学的影響(BEIR)Ⅶ委員会によって行われた大規模な専門家のレビューによって、明らかにされていたことを指摘する(第3)。

もっとも、このBEIR-Ⅶ報告は、高線量被ばく(100mSv以上)からの疫学データと組み合わせた動物実験および機構学的研究に基づいたものであったことから、ICRPは2007年勧告(勧告103)において、その結論を疑問視する見解を明らかにしていた。

しかし、BEIR-VII報告後、十分な検出力を有する大規模疫学研究から、低線量および低線量率放射線被ばくによる過剰がんリスクを支持する、正の線量反応関係が報告されるに至っている。

これらの疫学論文を系統的にレビュー（システマチックレビュー）した一連の論文群（モノグラフ）が、2020年、JNCIモノグラフ誌に掲載され、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ことを明らかとなった（第4）。

また、BEIR-VII報告を疑問視していたICRP自体も、2020年に公表した勧告146において、「（中略）特に大規模な研究から、100mSvを下回る線量-リスク関係の疫学的証拠が増えてきている。現在、入手可能なデータの多くは、直線しきい値なしモデルを広く支持している」として、低線量被ばくのリスクの根拠となる疫学的証拠の存在を正面から認めるに至っており、事実上、100mSv論を放棄していると考えられる（第5）。

また、近時のデータ蓄積によって、LSSコホートや原子力労働者の大規模コホート研究において、統計的有意差が認められる研究結果が得られたことを報告する注目すべき疫学研究として、Grant論文と最新のINWORKS研究を概観する（第6）。

被告は、100mSv論のもう一つの要素として、生体には生体防御機能が備わっていることから線量率効果、すなわち、「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」と主張している。しかし、その主張の重要な論拠となる酒井一夫氏には信用性が欠け、かつ、最新のINWORKS研究においては、実データにより、このような効果が否定されていることを指摘する（第7）。

## 内容

第1	100mSvを基準として因果関係を否定する被告の「100mSv論」について	
	.....	6
第2	ICRP2007年勧告が参照した当時の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でしか無いこと	6
1	100mSv以下の被ばく線量では、「発がんリスクの明らかな増加を証明することは難しい」について	6
2	統計的有意差検定の理解の誤りについて	8
3	本件訴訟における100mSv論の位置づけ	9
第3	BEIR-VIIによって、低線量被ばくによる健康影響が科学的に確認されていること	10
1	はじめに	10
2	BEIR-VIIとは	12
(1)	BEIR-VII	12
(2)	BEIRの名称の由来	12
(3)	BEIR-VIIの研究目的	13
(4)	BEIR-VIIにおけるレビュー	13
3	行政・専門家向けの概要において指摘されている内容	13
4	小括	14
第4	BEIR-VII報告後の疫学研究の評価	14
1	BEIR-VIIが低線量被ばくの影響を確認した手法	14
2	BEIR-VII報告後の研究の進展	15
3	JNCIモノグラフの特集	15
(1)	Journal of the National Cancer Institute Monographsにおける特集	15

(2) 特集における研究成果.....	16
4 Gilbertらの研究（甲全231の1、2）.....	19
(1) 位置付け.....	19
(2) 他の研究から得られた放射線量反応データの考察.....	19
(3) 分析手法・全般.....	19
5 Hauptmannらの研究（甲全232の1、2）.....	20
(1) 位置付け.....	20
(2) 方法.....	21
(3) 結果.....	22
(4) 結論.....	23
4 小括 .....	23
<b>第5 ICRPも低線量被ばくによる健康影響を認めていること .....</b>	<b>24</b>
1 ICRP勧告146 .....	24
2 緊急時被ばく状況、現存被ばく状況、計画被ばく状況 .....	24
3 ICRPですら低線量被ばくによる健康リスクを認めるに至っていること..	25
(1) 勧告103までのICRPの立場.....	25
(2) 勧告146における姿勢の転換.....	26
4 小括 .....	27
<b>第6 新たなデータの蓄積によって、既に統計的有意差が見出されていること</b>	<b>27</b>
1 新たな研究報告の蓄積 .....	27
2 Grant論文について .....	28
3 RichardsonらのINWORKS研究・最新報告（2023年）につ	
いて .....	30
(1) INWORKS研究について.....	30

(2) R i c h a r d s o nらによる最新の I N W O R K S 研究報告（甲全 2 3 6） .....	30
4 小括 .....	32
<b>第 7 生体防御機能、線量率効果について .....</b>	<b>33</b>
1 生体防御機能、線量率効果に関する被告の主張 .....	33
2 酒井一夫氏の主張の信用性について .....	34
(1) 酒井氏がホルミシス論者であること .....	34
(2) 電力中央研究所ですら、現在、ホルミシスを否定していること .....	35
(3) I C R P も適応応答を否定していること .....	35
3 線量率効果について .....	36
4 最新の I N W O R K S 研究報告（甲全 2 3 6）に示された線量率効果 .....	37
<b>第 8 まとめ .....</b>	<b>38</b>

## 第1 100mSvを基準として因果関係を否定する被告の「100mSv論」について

被告は、「これまでの研究の蓄積からも、現在の科学でわかっている低線量被ばく健康影響として、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ものの、国際的な合意では、放射線による発がんのリスクは、100mSv以下の被ばく線量では、他の要因による発がんの影響によって隠れてしまうほど小さいため、放射線による発がんリスクの明らかな増加を証明することは難しいとされている（乙全7・4頁）。」等との「国際的にも合意された科学的知見」があると繰り返し主張している（答弁書・16頁、被告準備書面（1）・34頁、被告準備書面（2）・22頁、被告準備書面（3）・9頁ほか）。

そして、その「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）として、100mSv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している。

しかし、これは、明確な誤りである。以下、本書面では、この被告の主張を「100mSv論」と呼称し、これに対する批判を述べる。

## 第2 ICRP2007年勧告が参照した当時の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でしか無いこと

### 1 100mSv以下の被ばく線量では、「発がんリスクの明らかな増加を証明することは難しい」について

被告による100mSv論が前提とする、100mSv以下の被ばく線量では、他の要因による発がんの影響によって隠れてしまうほど小さいため、放射

線による「発がんリスクの明らかな増加を証明することは難しい」との主張に対しては、それが、全固形がんについて、ICRP 2007年勧告（勧告103）が参照した当時の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でしか無いことを、既に、原告ら第14準備書面・16頁以下で詳述している。

すなわち、まず、被告が用いている「国際的に合意された」等という表現は、同じく合意という言葉が用いられているICRP 2007年勧告（勧告103）の付属書A86における「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いう一般的な合意がある」（乙全62）との回りくどく分かりにくい一文を根拠としたものと考えられる。なお、「低線量被ばくのリスク管理に関するワーキンググループ報告書」（乙全7）における同様の記載も、丹羽太貫氏が同勧告を根拠として説明した内容に基づいていると考えられることも原告ら第14準備書面において論じたところである。

しかし、そもそも、このようなことが国際的に合意されたなどという事実はない。この付属書A86で述べられている内容は、実際には、ICRP 2007年勧告（勧告103）が出された時点において参照可能であったLSS研究（寿命調査）から得られていたデータ量では、検出力が不足するため、100mSv以下のデータのみでは、全固形がんのリスクについて、統計的有意差のある研究結果を示すことが困難であると当時考えられていたというだけのことである。

これを超えて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、ICRP 2007年勧告（勧告103）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と言える。かかる付属書A86の記述をもって、低線量被ばくと発がんとの間の事実的因果関係を否定する根拠と捉

えることは、明らかな誤りである。

## 2 統計的有意差検定の理解の誤りについて

被告によるこの誤った100 mSv論の主張の根底には、統計的有意差検定の持つ意味についての理解の誤りがあると考えられる。

被告による100 mSv論は、ICRP 2007年勧告（勧告103）が参照した当時におけるLSS研究（寿命調査）のデータ量では検出力が不足するため、統計的有意差のある研究結果を示すことが困難であると考えられたことを根拠として、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ものである。

しかし、そもそも統計的有意差検定によって有意差が無いとされることは、「帰無仮説が棄却されなかった」（得られた結果が偶然によるものではなく、真に差が有るとの統計的結論は出せなかった・ネガティブトリアル）ことを意味するだけであって、論理的に、影響が無いとか因果関係が無いと結論づけられるものではない。

疫学研究によって、例えば、曝露群の罹患率等が非曝露群を上回るという結果が出たときに、それが標本データの抽出によって偶然に生じた結果ではなく真に曝露が罹患率増加と関連性を有しているのかを判断するために行われるのが統計的有意差検定である。

その際、まず両群において「差が無い」という仮説（帰無仮説）を設定する。

そして、帰無仮説が正しいと仮定した場合に当該研究の結果（「差がある」という結果）が実現する確率を算出し、それが有意水準（5%等）を下回るときに、「差が無い」という帰無仮説を棄却し「差がある」と判断する（結果が偶然ではないと判断する）。統計的有意差検定では、このような背理法に基づくプロセスがとられていることから、統計的有意差がなかったということは、帰無仮説が棄却されなかったという以上の意味を持たないのである。



それ故、統計的有意差が無い（＝帰無仮説が否定できない）ということは、そのデータに基づいては証拠が不十分であったことを示すに過ぎないのであり、その結果に基づいて積極的な推論を行うことはできない。アメリカ統計協会は、統計的有意性を示すP値が小さいことをもって「帰無仮説が正しい」とする誤りを警告する声明を出している（甲全224）。

I CRP 2007年勧告（勧告103）の付属書A86では、この当時までに参照可能であったLSS研究のデータでは「検出力」が不足するために、偶然であるかどうかの判断がつかず、統計的に有意な結論が得られないということが述べられていたに過ぎないのであるから、これを理由として、本件における事実的因果関係を否定する根拠と位置づけることは、統計的有意差検定の持つ意味を誤解した誤った主張と言うほか無い。

### 3 本件訴訟における100mSv論の位置づけ

原告ら第15準備書面でも述べたとおり、本件で、原告は、県民健康調査で確認された小児甲状腺がんの多検出（乃至は有病率の数十倍の上昇）という動かしがたい事実をベースに、これは、本件事故によって放出された放射性ヨウ素の曝露が原因となった多発であるとの仮説（事故後多発説）により、因果関係を主張している。

これに対して、被告が100mSv論を主張していることの意味は、「100mSv以下の放射線被ばくではがん罹患等の健康影響が観察されていない以上、被ばく量が100mSv以下である限りは、多発は起こらないはずだ。」との経験則が成り立つことを前提に、「本件甲状腺検査の検査集団の被ばく線量は100mSvを大きく下回っている。そうである以上、本件事故後に小児甲状腺がんの多発が起こることはないはずだ。」として、「事故後多発説は経験則に反する」と主張しているものと考えられる。

すなわち、本件では、原告の提示する事故後多発説に対して、被告の主張する100mSv論、すなわち、「100mSv未満の被ばくでは、がん罹患等の健

健康影響が出ないはずだ」ということが、経験則として成り立つレベルにあるのかどうかこそがこの点についての争点となる。これが、経験則のレベルにあつて初めて、事故後多発説が、経験則に反する仮説ということになり、認定不可となるからである。

逆に、経験則として成り立たない、すなわち、「100 mSv未満の被ばくでも、がん罹患等の健康影響が出ないとは言えない」のであれば、現実に観察された小児甲状腺がんの多検出に基づく事故後多発説は経験則に反しない仮説となり、何ら反駁されていないこととなる。

上述したように、統計的有意差がないことは、がん罹患等の健康影響が出ないことを意味するものではない。被告は、検出力を高める探索的なアプローチを十分に重ねても、「100 mSv未満の被ばくでは、がん罹患等の健康影響が出ないはずだ」ということを、経験則と言えるレベルまで立証する必要がある。

### 第3 BEIR-VIIによって、低線量被ばくによる健康影響が科学的に確認されていること

#### 1 はじめに

低線量被ばくの健康影響については、世界中の様々な機関が調査を行い、その結果を公表している。

具体的には、ICRP（国際放射線防護委員会）、UNSCEAR（原子放射線の影響に関する国連科学委員会）、NCRP（米国放射線防護審議会）、IARC（国際がん研究機関）、公益財団法人放射線影響研究所（放影研）などである。

しかし、これらの諸機関は、自ら調査を行うという性格でないものもあり、また、完全に中立的な立場にあるとも言い難い。

ICRPは、その成り立ちから原子力の利用を促進する立場である上に、それ自体は、調査研究を行うというよりも、UNSCEARや本書面で紹介する

BEIRの成果をもとに防護基準を検討する機関である。

UNSCEARは、学術機関ではなく、その委員は、原子力の利活用に利害を有する各国政府の利益を代表している。

核兵器保有や、原子力発電の国策としての推進等、それぞれの政府には、原子力利用政策があり、その観点からのバイアスがかかることは不可避である。

そのような各国政府から、その政府の意図を汲んだ者等が委員となっているのであるから、UNSCEARは、極めて政治的な合議体である。

この点は、追って、さらに主張を追加する予定である。

NCRPは、1964年、放射線利用の拡大に伴い連邦議会の認可のもとに設立された非営利団体ではあるが、その目的は、放射線の防護および放射線の測定方法についての調査、研究開発等であり、その活動成果は、NCRP Reportにまとめられ連邦政府等に提供されるのであるから、ICRPと同様、原子力の利用を促進する立場であることが大前提である（但し、研究者等がNCRPから委託を受けて作成されるレポート、たとえばコメンタリーシリーズ等は、それなりに中立的に作成されている。）。

国際がん研究機関（IARC）は、世界保健機関（WHO）の専門機関であるが、原告第10準備書面でも指摘した通り、時には各国政府からの委託を受けて、中立性に疑義のある体制で提言を行うことさえある組織である。

放影研は、その前身が米国による原爆被爆者の調査機関である原爆障害調査委員会（ABCC）であり、政府の意向を強く反映する可能性のある機関である。ただ、個々の学術調査、特に原爆被爆者の寿命調査（LSS）は、被ばくによるがんリスクを評価する際、信頼されるデータを提供している。いずれにせよ、放影研は、基本的に原爆被爆者のデータを対象にした調査研究を主な活動目的としているのであり、基本的に、放影研が、自ら原爆被爆者以外の放射線被ばくに関する各種の疫学論文を検討することはない。

つまり、上記各機関による調査研究結果には、放射線被ばくの健康影響をで

きるだけ低く見積もって、原子力の利活用を促進したいという政府の意向が強く反映されたり、そもそもの目的が限定されている（放影研）のである。

この点、以下で紹介するBEIRは、研究主体が米国科学アカデミー（NAS）に設置された全米研究会議（NRC）であり、米国環境保護庁からの委嘱によるものであるが、慎重に利益相反がなされないよう委員選定に配慮されており、科学的中立性があると考えられる。

そして、低線量被ばくによる発がんリスクに関する実験的および疫学的証拠の米国における最後の大規模なレビューは、このBEIRによるものであった。

そこで、その結果であるBEIR-VII報告について概観する。

## 2 BEIR-VIIとは

### (1) BEIR-VII

1996年、米国環境保護庁は、米国科学アカデミー（NAS）に対し、レベルの電離放射線被ばくによる健康リスクについて新たなレビューを行うための予備調査を開始するよう要請した。

新しい見直しの主目的は、1990年以降の疫学的および実験的研究からの新しい情報を用いて、電離放射線の生物学的影響V（BEIR-V（1990年））報告書を更新することにあった。

この結果、作成された報告書の名称がBEIR-VIIであり、電離放射線被ばくと人間の健康との関係について米国政府に助言するために作成された全米研究会議（NRC）の一連の報告書の第7版にあたる。

### (2) BEIRの名称の由来

BEIRは、前記の通り、米国の環境保護庁（EPA）が依頼した検討課題（放射線被ばくのリスク評価と被ばく低減に関する連邦指針の立案）に対する米国科学アカデミー（NAS）内の研究審議会（NRC）の専門委員会である。

そこでの検討報告は専門委員会名「電離放射線の生物影響に関する委員会 (Committee on the Biological Effects of Ionizing Radiation: B E I R)」の頭文字から B E I R レポートと呼ばれる (以下「研究報告を行ったこの委員会を「B E I R 委員会」という。))。

### (3) B E I R - VII の研究目的

B E I R - VII の研究目的及びその目的達成のためにとられた手法については、B E I R - VII の序文 (Preface) に記載されている (甲全 2 2 5 の 1、2)。

すなわち、この研究の第一の目的は、低線量、低エネルギー付与 (L E T) 放射線によるヒト被ばくのリスク推定について可能な限り最善のものを開発することであるとされ、B E I R 委員会は、研究者によって、包括的かつ膨大な量の学術的検討を実施した。

### (4) B E I R - VII におけるレビュー

N R C は、科学者と教育者からなる委員会を任命した。電離放射線に関する研究の専門家もいれば、委員会の任務に関連する分野の専門家もいた。N R C は、各メンバーが利害の対立がないこと、またはその可能性がないことを確認するため、すべてのメンバー候補を審査した。

すなわち、N R C は利益相反の問題が生じないように注意を払ったのである。

この点、科学者であっても、必ずしも適切な専門家といえず、かつ、原子力の利活用を行う現役の政府機関職員などからなる U N S C E A R 委員によるレポートとは、雲泥の差があることは明白である。

## 3 行政・専門家向けの概要において指摘されている内容

B E I R - VII 報告には、行政・専門家向けの概要 (以下「B E I R - VII 概要」という。 甲全 2 2 6 の 1、2) が作成されている。

B E I R - VII 概要は、低線量被ばくのリスク評価に関する結論を次のと

おりに述べている。

本委員会は以下のように判断する。疫学研究、動物研究、メカニズム研究の結果を考慮すると、放射線量とがんリスクとの間に低線量で単純な比例関係があることを支持する傾向がある。(甲全226の27頁上から18行目ないし同20行目)

すなわち、疫学研究、動物研究、メカニズム研究の結果を考慮すれば、低線量被ばくに健康影響があると考えらるべきことを明確にしているのである。

そして、「がんリスク評価」においても、同様な結論を繰り返して指摘している。

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。(甲全226の210頁上から9行目ないし同10行目)

#### 4 小括

以上の通り、学術的な知見を集約したBEIR-VIIは、公表された2006年の時点で、すでに低線量被ばくによる発がんリスクについて科学的に認められることを明確に指摘している。

#### 第4 BEIR-VII報告後の疫学研究の評価

##### 1 BEIR-VIIが低線量被ばくの影響を確認した手法

前記の通り、BEIR委員会は、「利用可能な科学的証拠は、電離放射線とヒトにおけるがん発生との間の線形線量反応関係と一致している」と結論づけた。

しかし、この結論は、100mGy未満の線量に被ばくした集団からの直接のデータではなく、高線量被ばく(100mGy以上)からの疫学データと組み合わせた動物実験および機構学的研究が主な根拠となっているため、まだ、

慎重な検討が必要であるとされていた。

そこで、BEIR-VIIの著者らは、潜在的なバイアスを最小限に抑えた非常に大規模な研究が必要であることを強調していた。

## 2 BEIR-VII報告後の研究の進展

BEIR-VII報告後、十分な検出力を有する大規模疫学研究から、低線量および低線量率放射線被ばくによる過剰がんリスクを支持する、正の線量反応関係が報告された。

これらの研究では、最も放射線感受性の高い集団や転帰（例えば、小児期被ばく後の白血病）に焦点を当てたり、複数の研究から得られた個人レベルのデータを組み合わせたり（プーリングないしプール分析）、大規模な電子記録との関連を用いたりすることにより、小さな過剰リスクを検出するための統計的検出力を最大限に高めている。

しかし、それでもなお、交絡や線量誤差のようなバイアスによって、見かけ上の健康影響が観察されている可能性があるとして、100 mSv未満の被ばくでは、がんリスクは確認できない等と公然と主張されていた。

そして、低線量被ばくによるがんリスクが確認できないという言説は、被告の主張の根幹でもある。

しかし、その主張は、以下に紹介する疫学研究等によって、科学的にはもはや維持できないものである。

## 3 JNCIモノグラフの特集

(1) Journal of the National Cancer Institute Monographs における特集

Journal of the National Cancer Institute Monographs（以下「JNCIモノグラフ」という。）は、米国国立がん研究所（NCI）の機関紙であったJNCI（Journal of the National Cancer Institute）の関連出版物であり、がん及びがん関連学会からの原稿や、がんに関連する特定のテーマに関する論文群を掲載している。

そのJNCIモノグラフは、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つの論文群を掲載した。

このように一つの特定のテーマについて作成された専門的な内容の論文ないし単行本をモノグラフという。そこで、以下、これらの6件の論文を総称して、「本モノグラフ」という。

本モノグラフにおいては、下記に概観するように、まずde Gonzalezらが対象となる疫学研究を特定した。

その上で、Danielsらは、放射線測定（つまり曝露）の検討を行い、Schubauer-Beriganらは、交絡と選択バイアスを検討し、Lineetらは、アウトカム（つまり発がん）評価の問題を検討し、Gilbertらが疫学論文の解釈の問題を検討した。

つまり、本モノグラフは、de Gonzalezらが特定した疫学論文について、疫学的な見地から網羅的に検討を加えているのである。

そういう網羅的な検討を遂げた上で、最終的にHauptmannらが総まとめをしている。

以下、各論文をそのアブストラクトに基づいて概観する。

## (2) 特集における研究成果

### ア de Gonzalezら（甲全227の1、2）

de Gonzalezらは、「低線量電離放射線とがんに関する疫学研究：モノグラフの根拠と枠組み、ならびに適格性を有する研究の概要」において、BEIR-VII報告が2006年に発表されて以来、低線量放射線に関する大規模で十分な統計検出力を有する疫学研究の新しい論文で、正の線量-反応関係が存在すること（つまり、低線量被ばくによって発がんすること）の報告があること、及び、それらの報告がバイアスによって説明できる（つまり、実際には低線量被ばくによって発がんが増加しているわけではないこと）と示唆されていることを指摘した。



その上で、de Gonzalezらは、2006-2017年に発表された平均線量100mGy未満の疫学研究についてシステマチックレビュー<sup>1</sup>を行った。それらの疫学研究には、個別化されている線量と、信頼区間付きの線量-反応推定のデータが含まれた。

de Gonzalezらの論文（モノグラフ）の目的は、（線量推定の不確かさ、交絡、アウトカムの誤分類を含む）これらの疫学研究に存在している可能性のあるバイアスについてシステマチックにレビューすること、およびバイアスの少ない研究のサブセット（部分集合）を解析することで、低線量放射線によるがんのリスクについての何らかのエビデンスがもたらされるかどうかについて評価することである。

de Gonzalezらの論文においては、システマチックなバイアスのレビューの枠組みが説明され、対象となった疫学研究の概要を明らかにされている。

#### イ Daniel sら（甲全228の1、2）

Daniel sらは、「低線量放射線ばく露とがんに関する研究に用いられている線量測定法の長所および短所」において、本モノグラフが調査対象とした26の疫学研究の線量測定法を批判的に検討した。

結論として、Daniel sらは、線量に関する情報から偽の線量-反応関係が生じる可能性は、症例状態によって違いが生じるとされる想起過誤が生じやすい症例-対照研究に限られるように思われる、としている。

また、Daniel sらは、それ以外の研究に関しては、リスク推定には線量推定の過誤からの大きなバイアスが合理的に含まれていないも

---

<sup>1</sup> システマチックレビューとは、明確に作られたクエスチョンに対し、系統的で明示的な方法を用いて、適切な研究を同定、選択、評価を行なうことで作成するレビューを言う。  
日本疫学会ホームページ <https://jeaweb.jp/glossary/glossary010.html>

のと考えられるとも述べている。

ウ Schubauer-Beriganら（甲全229の1、2）

Schubauer-Beriganらは、「低線量、高エネルギー光子放射にばく露した集団の疫学研究における交絡および選択バイアスの評価」において、疫学研究をシステムチックレビューする中で、交絡や選択バイアスの影響を評価した。

その結果、交絡因子や選択バイアスは、ほとんどの低線量放射線疫学研究の結果を説明することはできないであろうと著者等は結論づけた。

つまり、正の線量-反応関係があるとする疫学研究が、交絡因子や選択バイアスによって誤って導き出されたとは言えないと結論したのである。

エ Linetら（甲全230の1、2）

Linetらの論文である「低線量放射線ばく露とがんのリスクに関する疫学研究におけるアウトカム評価：情報源、確認レベル、誤分類」は、本モノグラフの調査対象となる疫学研究に関し、バイアスがかかったリスク推定を招く可能性のあるアウトカム評価方法の問題や過誤について体系的な評価をした。

その結果、アウトカム評価の問題点は、おそらく4件の研究を除いては、リスクの影響や、推定値がヌル方向にバイアスがかかることに関しては、概ねほとんど影響がないことを、報告されたデータは示唆していると結論づけた。

オ GilbertらとHauptmannらの研究について

Gilbertらは、前記イないしエの各論文で取り上げた、線量推定（イ）、交絡（ウ）及びアウトカム確認（エ）以外の疫学研究の結果の解釈に関する問題を論じている。

また、Hauptmannらは、それまでの5件の論文に基づいて、

本モノグラフの結論を指摘している。

この2件の論文は、本モノグラフでも特に重要な知見を含むと考えられるので、その内容を、下記において、個別に詳述する。

#### 4 G i l b e r tらの研究（甲全231の1、2）

##### (1) 位置付け

本モノグラフの結論は、H a u p t m a n nらの研究が明確にしているところであるが、その重要な論拠である疫学研究の解釈の評価を網羅的に行ったのが、G i l b e r tらの研究である。

##### (2) 他の研究から得られた放射線量反応データの考察

G i l b e r tらは、対象となる疫学研究の結果を解釈する際には、他の情報源から得られた豊富な関連データを考慮することが重要であることを指摘している。

そして、中・高線量被ばく者における発がん性に関する疫学的研究と生物学的証拠について検討を加えた（前記の通り、B E I R - V I I報告は、これらの研究結果をもとにして、低線量被ばくによる健康影響があると結論している）。

その結果、G i l b e r tらは、「これらの広範にわたる疫学データや放射線生物学のデータは、直接的なエビデンスはなくとも、低線量での線形のばく露反応関係があるということを概ね支持しており、線量の閾値あるいはベネフィット（ホルミシス）効果を示すエビデンスはほとんどないと結論している。

##### (3) 分析手法・全般

他の研究から得られた放射線量反応データを考察した後、G i l b e r tらは、適格性のある各疫学研究について、疫学的に解釈が問題となる諸課題について検討を加えた。

その上で、最終的な意見として、G i l b e r tらは、以下のように指

摘している（以下については、甲全231の2 19頁以下を参照）。

まず、がんの罹患率、そして、おそらくは、いくつかのがん以外のアウトカムが放射線に関連して増加することを示す有望なエビデンスがもたらされている以上、多くの低線量研究の検出力が低いとしても、統計的有意差に単純に基づいてこれらの結果を解釈するべきではない。

より強く被ばくした集団での同等のアウトカムについての結果の一貫性にも基づいて解釈する必要がある。

統計的に非有意な結果が個別の研究で得られたことを低線量ではリスクがないことを示していると解釈しないようにすることも重要である。

また、交絡の可能性に関する漠然とした懸念に基づいて、よく設計され慎重に分析された低線量研究の結果を単純に却下することは一般に不適切である。

線量の不確かさはリスク推定値にバイアスを与える可能性があり（通常は下方に）、線量の不確かさ、特に共有された不確かさの影響を考慮に入れないと、信頼区間が狭すぎるものになる可能性があるが、線量の不確かさが統計的有意性の検定に影響を及ぼすことは考えにくい。

重要なのは、線量推定が結果に依存しない限り、線量の不確かさが統計的に有意な偽の結果を引き起こす可能性は非常に低いことである。

以上のようにG i l b e r tらが行った検討結果を踏まえて、次に紹介するH a u p t m a n nらの研究が最終的な結論を述べたのである。

## 5 H a u p t m a n nらの研究（甲全232の1、2）

### (1) 位置付け

前記のとおり、2006年のB E I R - VIIの後に発表された多くの研究で、低線量被ばくによるがんの過剰リスクについて報告がなされている。

H a u p t m a n nらの研究の目的は、これらの研究についてシステムチックレビューを行い、リスクの大きさについて評価し、肯定的知見がバ

イアスで説明できるかどうかについて調べることであった。

すなわち、本モノグラフの最終的な結論を述べたのが、このHauptmannらの研究である。

## (2) 方法

本モノグラフ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。

それらは、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(CI)のデータがあり、2006-2017年に出版されたものであった。

Hauptmannらは、バイアス（線量エラー、交絡、アウトカム確認）に関するエビデンスをまとめ、それぞれの研究の可能性の高いバイアスの方向についてまとめた。

すなわち、バイアスによって、がんリスクが過小評価されるか、過大評価されるのか、どの方向にバイアスが働くのかを、適格性のある各疫学研究毎にまとめたのである。

また、Hauptmannらは、単位線量あたりの過剰相対リスク(ERR)の中央値がゼロに等しいかどうかについてテストし、ヌル値から離れた潜在的なバイアスを有している正の値を持つ研究を除外する影響について評価した。

すなわち、適格性のある各疫学研究毎にがんリスクを過大評価する研究（つまり、実際よりもがんリスクを大きく評価する研究）を取り除いて、全体を評価したのである。

最後にHauptmannらは、メタ解析を実施し、ERRを定量化し、全ての固形がんと白血病に関する研究の一貫性について評価した。

すなわち、これらの疫学研究の結果を統合し、ある要因〔ここでは被ばく〕が特定の疾患〔固形がんと白血病〕と関係するかを解析する統計手法

(メタ解析という)を用いて分析し、そこで得られる過剰相対リスク (ERR) が、これまでに知られている研究 (LSS等) と整合的であるかを確認したのである。

### (3) 結果

26件の適格性を満たした研究のうち、8件は環境被ばく、4件が医療被ばく、14件が職業被ばくに関するものであった。

固形がんに関しては22件の研究のうち16件で、単位線量あたり正のERR (つまり、がんリスクがあるということ) を報告しており、ERRの中央値がゼロに等しいという仮説を棄却した ( $P=0.03$ )。

すなわち、統計手法によれば、低線量被ばくによるがんリスクがあるという結果となった。

正のバイアスがかかっている可能性のある4件の正の値を持つ研究を除外した後、18件の研究のうち12件が単位線量あたり正のERRを報告していた ( $P=0.12$ )。

つまり、バイアスによってがんリスクを過大評価する研究を除外しても、18件の研究のうち12件が、がんリスクがあることを示す傾向だったのである。

白血病については、20件の研究のうち17件が正であり、単位線量あたりERRの中央値がゼロに等しいという仮説を棄却した ( $P=0.001$ )。

これは、統計手法によれば、低線量被ばくによる白血病リスクの増加が認められることを意味する。

また正のバイアスがかかっている可能性のある5件の正の値を持つ研究を除外した後も同様であった ( $P=0.02$ )。

すなわち、バイアスによって白血病リスクを過大評価する可能性のある研究を除外しても、統計手法によれば、低線量被ばくによる白血病リスク

の増加が認められたのである。

成人被ばくに関しては、100mGyでのメタ-ERRは、固形がんに関して0.029 (95%CI=0.011~0.047)、白血病については0.16 (95%CI=0.07~0.25)であった。

つまり、成人被ばく及び成人白血病について、複数の研究を統合して解析すると、がんリスクも、白血病リスクもあることが確認でき、かつ、いわゆる95パーセント信頼区間の下限も正の値であったというのである。これは、統計手法によれば、成人が被ばくをすれば、がんリスクも白血病リスクも増加することが確認されているということである。

小児の被ばくに関して、白血病についての100mGyでのメタ-ERRは2.84 (95%CI=0.37~5.32)であった。

つまり、小児が被ばくすれば、成人以上に高い過剰相対リスクが生じるのである。ERR2.84というのは、100mGyの追加被ばくをすると白血病に罹患するリスクが、4倍弱に跳ね上がることを意味する。

#### (4) 結論

上記の検討結果を踏まえ、Hauptmannらは、「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。」と結論づけた。

つまり、低線量被ばくによるがんリスクは疫学研究によって存在が確認されており、かつ、その結果は、LSSによって指摘されてきたがんリスクと統計的に同等であって、矛盾が認められないというのが、結論だったのである。

## 4 小括

そもそも、データを100mSv未満の線量域のものに限定し、そのデータ

の中だけでしか、用量反応関係を判断しない、という手法は科学的とは言えない。

しかし、本モノグラフは、仮にそのような手法をとったとしても、BEIR-VII報告後に公表された疫学論文をメタ解析した結果、それらが、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ことを明らかにした。

したがって、被告の主張する「100mSv未満の被ばくでは、発がんリスクの増加は観察できない」という言説は、もはや科学的に否定されているのである。

## 第5 ICRPも低線量被ばくによる健康影響を認めていること

### 1 ICRP勧告146

ICRPは、2020年7月、それまでの勧告109<sup>2</sup>及び勧告111<sup>3</sup>を改訂し、新たに勧告146「大規模原子力事故における人と環境の放射線防護」を公表した。

勧告146は、福島第一原子力発電所事故後の様々な状況を踏まえ、原子力事故後の時間的経緯あるいは地域的広がりを考慮に入れて、緊急時被ばく状況、現存被ばく状況、計画被ばく状況における委員会勧告の実践を再整理したものである。

### 2 緊急時被ばく状況、現存被ばく状況、計画被ばく状況

「緊急時被ばく状況、現存被ばく状況、計画被ばく状況」という概念は、ICRPの2007年勧告（勧告103）において、初めて導入されたものである。

この勧告103は、従来の基本勧告である勧告60（1990年）を改訂し

---

<sup>2</sup> 「緊急時被ばく状況における人々の防護のための委員会勧告の適用」（2008年）

<sup>3</sup> 「原子力事故または放射線緊急事態後の長期汚染地域に居住する人々の防護に対する委員会勧告の適用」（2008年）



たものである。

そして、勧告103は、「緊急時被ばく状況、現存被ばく状況、計画被ばく状況」という概念を導入した。

「緊急時被ばく状況」とは、急を要する防護対策と、またおそらく長期的な防護対策の履行も要求されるかもしれない不測の状況のことである。

「現存被ばく状況」とは、管理についての決定がなされる時点で既に存在している状況である。

「計画被ばく状況」とは、廃止措置、放射性廃棄物の処分、及び以前の占有地の復旧を含む、線源の計画的操業を伴う日常的状況である（以上について、甲全233 用語解説）。

これら「緊急時被ばく状況」、「現存被ばく状況」においては、公衆被ばくの線量限度は適用されないこととされ、前者については「年20ミリシーベルトから年100ミリシーベルトの間、後者については、年1ミリシーベルトから年20ミリシーベルトの間が、それぞれ参考レベルとして勧告されていた。

### 3 ICRPですら低線量被ばくによる健康リスクを認めるに至っていること

#### (1) 勧告103までのICRPの立場

勧告103においても、ICRPは、「基礎的な細胞過程に関する証拠の重みは、線量反応データと合わせて、約100mSvを下回る低線量域では、がん又は遺伝性影響の発生率が関係する臓器及び組織の等価線量の増加に正比例して増加するであろうと仮定するのが科学的にもっともらしい、という見解を支持すると委員会は判断している。」との認識を示していた（甲全233 64項）。

しかし、同時にICRPは、この2007年の時点では、「委員会は、LNTモデルが実用的なその放射線防護体系において引き続き科学的にも説得力がある要素である一方、このモデルの根拠となっている仮説を明確に実証する生物学的／疫学的知見がすぐには得られそうにないということ

強調しておく」との留保を付して、低線量被ばくによる健康影響を事実として認めていたわけではなかった（甲全233 66項）。

ICRPの勧告103が公表された2007年の前年である2006年には、BEIR-VII報告が公表され、同報告は、低線量被ばくによる健康影響があるという結論を示していた。

ところが、ICRPは、勧告103において、「当委員会は、照射後の細胞内シグナル伝達の線量依存性やDNA損傷反応及びがんのリスクとの潜在的関わり合いは、もっと情報が必要な分野であることを認める」として、その知見については更に慎重な検討が必要との姿勢を示していた。

すなわち、ICRPは、2007年の時点では、LNT仮説に合致するような疫学的知見があるとは認めていなかったのである。

## (2) 勧告146における姿勢の転換

ところが、このICRPの姿勢は、2020年に転換された。

すなわち、ICRPは、2020年に公表した勧告146において、「放射線被ばくが被ばくした集団のがん発生確率を増加させることを示す信頼できる科学的根拠がある。低線量および低線量率の放射線被ばくに伴う健康影響については大きな不確かさが残されているが、特に大規模な研究から、100mSvを下回る線量－リスク関係の疫学的証拠が増えてきている。現在、入手可能なデータの多くは、直線しきい値なしモデルを広く支持している」とし、「自然バックグラウンドレベルに加えて100mSvの線量を受けた場合では、疫学調査の結果に基づくと、全世界の集団の典型的な致死性がんの生涯リスク25%が約0.5%高まると推定されている」という認識を示すに至った（甲全234 22項）。

前記の通り、BEIR-VII報告が公表された時も「実証する生物学的／疫学的知見がすぐには得られそうにない」として、ICRPは、LNT仮説の根拠となる疫学研究の存在について極めて懐疑的であった。

しかし、この勧告146において、ICRPは、LNT仮説の根拠となる疫学研究の存在についての認識を改め、これを認めたのである。

LNT仮説の根拠となる疫学研究の存在を認めるということは、とりもなおさず、100mSv未満の被ばくであっても発がんリスクがあると認めていることを意味する。

#### 4 小括

以上の通り、原子力の利用を推進する立場であると考えられるICRPですら、現在では、低線量被ばくによるがんリスクを正面から認めていると考えられる。

したがって、被告の主張する100mSv論は、もはや原子力の利用推進をする立場からも正当化されていないのであり、100mSv論には、重大な疑義があると言わざるを得ない。

### 第6 新たなデータの蓄積によって、既に統計的有意差が見出されていること

以下においては、新たなデータの蓄積によって、統計的に有意な低線量被ばくによるがんリスクを示した重要な論文2報を概観する。なお、この2本は、JNCIモノグラフの本モノグラフの検討対象とはなっていない<sup>4</sup>。

#### 1 新たな研究報告の蓄積

上述したように、ICRP2007年勧告（勧告103）では、参照することができた当時の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ために、「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」との表現が用いられていた。

しかし、広島・長崎の原爆被爆者の疫学調査であるLSS研究（L i f e

---

<sup>4</sup> Grant論文は、高線量域のデータを含むことから本論文群の対象外となった。最新のINWORKSは、公表されたのが2023年であることから、本論文群が対象とする2017年までの研究でなかった（本論文群には、この一つ前の2016年公表のINWORKSが対象論文となっている）。

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であるから、当然ながら現在も新たなデータが蓄積され続けている。具体的には、調査期間が延び、新たながん発症例や死亡例が増加している。

そして、このことによって統計的な検出力も高められる。その結果、検出力が高まり、LSS研究のデータに基づいた分析によっても、100mSv以下の線量範囲に区切っても固形がん罹患率の過剰相対リスクが統計的有意差を以て上昇していることを示した論文が、2017年に放影研のGrantらによって発表されるに至っている (Grant論文、甲全235)。

また、大規模研究とは言え、調査対象者が原爆被爆者に限定されているLSS研究と異なり、原子力作業員を対象とした研究では、時の経過と共に、調査対象者の人数も調査期間も増加し、データ量は大きくなっている。その結果、検出力も高まり、2023年に最終更新されたフランス、英国、米国等の原子力作業員を対象とした国際原子力労働者研究 (INWORKS研究) では、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間で、統計的有意差を示した研究結果が公表されている (甲全236)。

従って、2007年当時に参照できたLSS研究によるデータの検出力の問題でしかないICRP2007年勧告 (勧告103) の付属書A86の記述を根拠に、100mSv以下の低線量被ばくによる健康影響についてを論じようとする自体が、もはや完全な的外れの議論なのである。

## 2 Grant論文について

2017年に、放影研のGrantらは、「原爆被爆者の寿命調査における固形がん罹患：1958－2009年」を発表した (甲全235 原題はSolid Cancer Incidence among the Life Span Study of Atomic Bomb Survivors: 1958-2009)。

これは、固形がん罹患に関する従前の報告論文 (D L Preston

ら、Solid cancer incidence in atomic bomb survivors:1958-1998、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である。

この中では、0～100 mSvの線量範囲で回帰直線を求めた場合に、その傾きに、統計的に有意な上昇がみられたことが報告されている。

---

(訳文) 喫煙を調整しない(すなわち、表5の最上段と同じ)性平均線形ERRモデルを用いて統計的に有意な線量反応を示した最低線量範囲は0-100mGyで、ERR推定値は0.49/Gy(95%CI:0.026~1.01;両側P=0.038)であった。

(原文) The lowest dose range that showed a statistically significant dose response using the sex-averaged linear ERR model with no adjustment for smoking (i.e., as in the top row of Table 5) was 0-100 mGy with an ERR estimate of 0.49/Gy (95% CI: 0.026 to 1.01; P  $\frac{1}{4}$  0.038).

(甲全235・513頁および521頁)

---

ERRは過剰相対リスクを意味する。それ故、そのERRの95パーセント信頼区間が0を跨いでいれば統計的有意差は無いとされ、0を跨ぐことなく0より大きい値に分布していれば統計的有意差があるとされる。統計的有意差がある、すなわち帰無仮説が棄却されたとの結論が得られた研究結果には、帰無仮説が棄却できなかったとの結論とは異なり、一定の意味が認められる。

この点、既に、LSS研究のデータ(固形がん罹患率)についても、ICRP2007年勧告(勧告103)の付属書A86が参照した当時よりも、新たなデータが蓄積されたによって検出力が高まっており、同データを用いた0～100 mSvの線量範囲における固形がん罹患率の過剰相対リスクについても、統計的有意差が見出されるようになったことが、既に報告されているのであ

る。

### 3 R i c h a r d s o n らの I N W O R K S 研究・最新報告（2023年）について

#### (1) I N W O R K S 研究について

低線量被ばくによる発がん影響に関する大規模研究としては、L S S 研究の他に、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（I N W O R K S : the International Nuclear Workers Study）が取り組まれている。

調査対象者が原爆被爆者に限定されているL S S 研究と異なり、I N W O R K S 研究では、調査対象者の人数も調査期間も増加し、益々そのデータ量は大きくなっている。そして、このフランス、英国、米国の原子力作業員を対象としたI N W O R K S 研究における最新の更新データが、2023年にイギリス医学雑誌に発表された（甲全236）。

このI N W O R K S 研究の対象者は30万人を超えており、追跡期間も最長70年余と長い。電離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は、最大規模の研究である。

しかも、被ばく線量は外部被ばく線量を測定した個人線量計のモニタリング記録に基づいており、原爆被爆者よりも正確に測定されていることが期待出来る。調査対象者が労働者に限られており、男性が多い等というバイアスはあるものの、極めて重要な大規模研究であり、それだけ検出力の高い研究と言える。

#### (2) R i c h a r d s o n らによる最新の I N W O R K S 研究報告（甲全236）

R i c h a r d s o n らは、2023年、イギリス医学雑誌に、「フランス、英国、米国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」を発表した（甲全236）。

参加者は、電離放射線外部被ばくの個人モニタリングデータを有する英米仏の合計30万9932人の原子力労働者であり、フランスは1968年～2014年まで、イギリスは1955年～2012年まで、アメリカは1944年～2016年まで追跡したデータが対象となっており、全体では、追跡期間合計1070万人年に達する。

Richardsonらは、この世界で最も情報量の多い放射線労働者コホートに基づき、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。その結果を示したのが、次に示す図1である。

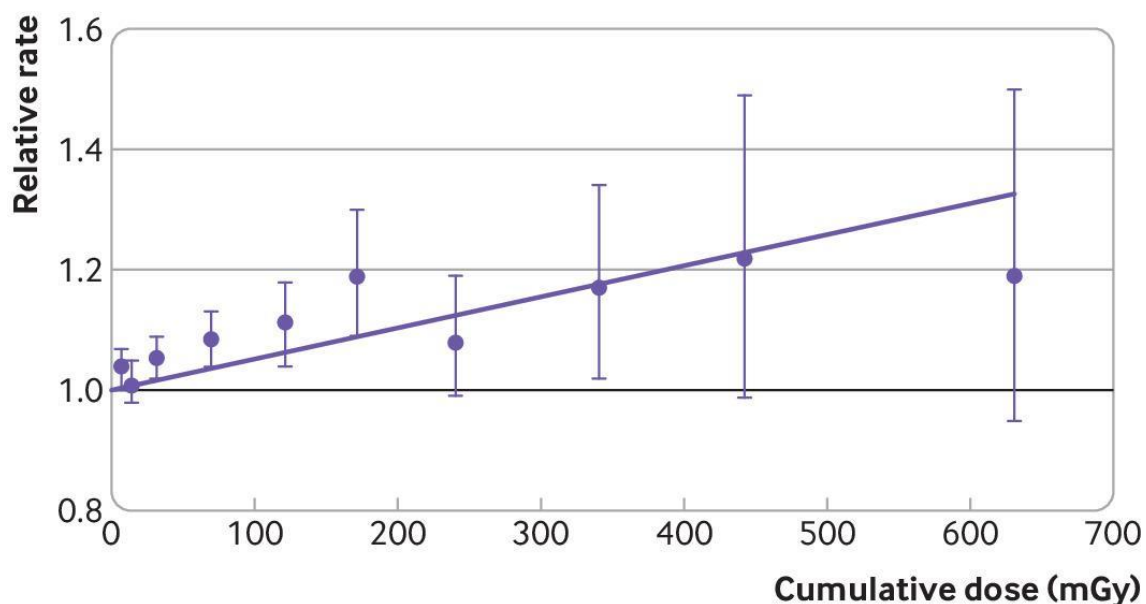


図1 | INWORKSにおける累積大腸被ばく線量のカテゴリ一別の固形がんによる死亡率。INWORKSで10年の遅れ期間を設定して解析した。棒グラフは90%信頼区間を示す。紫色の線は、固形がんによる死亡率の過剰相対率の線量依存性変化に関する適合線形モデルを示す。固形がん死亡率の線量による変化に関する適合線形モデルを示す。層：国、年齢、性別、出生コホート、社会経済的地位、雇用期間、中性子モニタリング状況

注. 縦軸の Relative rate: 相対死亡率. 横軸の Cumulative dose (mGy): 累積被ばく線量(単位は mGy)

このRichardsonらによるINWORKSの大規模なデータ更新を反映した研究により、示された結果としては、以下の3点が重要である。

まず、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していること、その単位線量あたりの固形がん死の過剰相対リスク

(ERR/Gy)が0.52(90%信頼区間0.27-0.77)であることが確認されたことである。

そして、累積線量で0~100mGy及び0~50mGyの低線量域に絞った解析でも正の相関が保たれ、その過剰相対死亡率は統計的に高かったことは、極めて重要な意味を持つ。これまで、統計的検出力が不足するため、低線量域のデータに絞った検討では統計的に有意差のある研究結果を示すことが困難であるとされていたのに対し、データの蓄積により検出力の高まった大規模研究によって、100mSv以下の低線量域でも統計的に有意差が示されるようになったことを意味するからである。

さらには、低線量域における線量反応関係の勾配が全線量域よりも急であることも示唆されている(この点については、次の第8で詳述する)。なお、この研究では、喫煙とアスベスト曝露が交絡因子となっていないことも確認されたことが報告されている。

このように、今や最も大規模な研究とも言えるINWORKSの最新研究(甲全236)によって、100mSv以下の低線量域でも、固形がんによる死亡リスクが統計的に有意差をもって高まっていることが示されたのである。

#### 4 小括

このように、現在では、最新のLSS研究のデータを用いたGrantらの論文によっても(甲全235)、より大規模な研究となった最新のINWORKS研究報告(甲全236)によっても、もはや、100mSv以下の低線量被



ばくによって統計的に有意な健康影響（固形がんの罹患やがん死亡）が生じていることが報告されているのである。

そして、このデータの蓄積により検出力が高まることによって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。

にもかかわらず、未だに、16年以上前のICRP2007年勧告が作成された時点で参照することができたLSS研究によるデータの当時の検出力の問題でしかないICRP2007年勧告（付属書A86）の記述を根拠に、「疫学的な研究によって100mSv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」などと言い続け、100mSv以下の低線量被ばくには健康影響が無いかのように論じて、原告らの因果関係を否定しようと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。

## 第7 生体防御機能、線量率効果について

### 1 生体防御機能、線量率効果に関する被告の主張

被告は、「放射線からがんに至る様々なステップの中で、生体の中には生体防御機能というものが備わっており、例えば、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おり、また、細胞レベルでは生理的、病理的要因により生じた不要な細胞や障害細胞などを積極的に除去する能動的細胞死であるアポトーシスという仕組みが備わっており、さらに人体全身について見ると、がん細胞を除去する免疫機能を有するのであり、そのような様々な生体防御機能を擦り抜けたものが最終的に増殖を続け、疾患としてのがんに至ると考えられる」（被告準備書面(1)64頁、被告準備書面(4)44頁)等と主張する。

そして、弁論更新に用いた令和5年12月6日付け「被告主張の要旨」13ページにおいても、「放射線被ばく等に対する生体防御機能について（酒井一夫氏の証言内容（乙全28）と題するスライドを作成し、酒井一夫氏が京都地裁

訴訟においておこなった証言内容を引いて、生体防御機能について述べ、「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」等と主張している。

そこで、酒井氏の指摘に信用性であるかが問われなければならない。

結論からいうと、被告が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」（被告準備書面（4）33頁）とまで述べる酒井一夫氏の主張には、そもそも信用性がないというべきである。

以下、その理由を述べる。

## 2 酒井一夫氏の主張の信用性について

### (1) 酒井氏がホルミシス論者であること

酒井一夫氏は、2006年、「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<sup>5</sup>－」と題する論文（甲全237 以下「酒井論文」という。）を公表しているホルミシス論者である。

「ホルミシス」ないし「適応応答」とは、簡単に言うと、「低線量放射線の被ばくは、むしろ健康に良い」という考え方である。

酒井論文が公表された当時、酒井氏は、電力中央研究所に所属していた。電力中央研究所、電力各社が共同で設立した研究機関である。つまり、酒井氏は、電力事業者の立場から研究をしていた。

酒井論文は、「多くの人々の放射線に対する過度の不安感を払拭するためにも、ホルミシスや適応応答に関する情報の蓄積が重要であろう」と指摘し、その立場から、結論部分において、「低線量放射線によって放射線抵抗性がもたらされるという現象は、生物の持っている防御機構の巧妙さ

---

<sup>5</sup> 放射線ホルミシスとは、微量の放射線によって生体に刺激作用がもたらされ活発化されることで、もっぱら個体レベルの現象を指す。適応応答は微量の放射線により生体の防御機能が増強されることによる現象を指し、個体だけでなく細胞や分子レベルの現象も含まれる。  
つまり、低線量被ばくに健康リスクはなく、むしろ健康に良いという考え方である。

を示す一例」と指摘している。2006年の時点でも、この酒井氏は、低線量放射線を被ばくするのは健康に良いのであるから、人々にホルミシスや適応応答の考え方を広めるべきだと「研究者」の立場から意見を述べていたのである。

(2) 電力中央研究所ですら、現在、ホルミシスを否定していること

2014年6月には、電力中央研究所自身が、「放射線ホルミシス効果に関する見解」（甲全238）を公表している。その内容は、

- ・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。
- 等とするものであった。

このように、酒井氏の研究テーマであった放射線ホルミシス効果は、同氏が所属していた電力中央研究所自身が、既に明確に否定しているのである。

(3) ICRPも適応応答を否定していること

ICRPも適応応答を明確に否定している。

繰り返しとなるが、ICRPは、原子力の利用を推進するという基本的な立場から、放射線防護に関する勧告を公表している組織である。そのICRPですら、適応応答については、はっきりとこれを否定しているのである。

すなわち、ICRPは、2007年の勧告103で、「当委員会は、放射線に対する適応応答の概念は十分な生物学的支持を欠き、利用できるデータはがんに対する強固な適応効果と防護効果の十分な証拠を提供していな

いと結論する。」として、適応応答の考え方を明確に否定している（甲全233 A96項）。

(4) 酒井氏に信用性が欠けると判断されること

先に紹介した、酒井論文は、ICRPが適応応答を否定する結論を出す前年である2006年に適応応答の積極的意義を論文という形で述べていたこととなる。

電力中央研究所という電力事業者によって設立された研究機関への所属も考え合わせると、酒井氏は、原発利用促進のために、慎重さを欠いた判断を公表したものと指摘せざるを得ない。

酒井氏は、当時のICRPですら躊躇するような意見を公表していた「研究者」なのであり、生体防御機能に関する酒井氏の見解（被告主張の要旨 13ページ）も、その効果を過大に評価したものと考えられる。

### 3 線量率効果について

被告は、低線量被ばくによる発がん影響については、線量・線量率効果を考慮すべきであり、「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」等と主張している。

ここに「線量率効果」とは、同じ線量を受けた場合を、一度に高線量率で浴びた場合（急性被ばく）と、長期間の間に低線量率で浴びた場合（慢性被ばく）では、人体に対する健康影響は異なり、低線量率の方が低いとする考え方である。

これは生物学的な理論に基づき、低線量率被ばくの場合には、高線量率被ばくの場合に比べて、生体には生体防御機能（DNA修復、細胞レベルで突然変異細胞を取り除くアポトーシス、全身での免疫機能によるがん細胞除去等の機能）が備わっているために、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を根拠とするものであり、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）である。

例えば、DDREFが2であるとは、低線量・低線量率の場合のリスク係数（単位線量当たりのリスク）が高線量での値の2分の1であることを意味し、1であるとは、低線量率と高線量率で影響は同じということの意味する。DDREFは、LSS研究に基づいて知られるようになった高線量率で短時間の被ばくの場合における放射線影響を低線量率の長期被ばくの場合に外挿する上での補正係数に相当している。

この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、WHOは1とし、ICRP 1990年勧告及び同2007年勧告は2としている。

#### 4 最新のINWORKS研究報告（甲全236）に示された線量率効果

しかし、このような被告の主張は、生物学的な理論に基づけば、そういう効果があると考えられるという議論であって、実証されたものではない。実証されていない考えに基づいて、LSS研究の高線量・高線量率における観察から得られた確率係数を低線量被ばくに外挿するにあたって、その影響を2分の1等に低減する係数としてDDREFが用いられたのである。

そして、この点の低線量被ばくにおける線量率効果についてもデータに基づく直接的な新たな知見が、最新のINWORKS研究報告（甲全236）によってもたらされた。

上述したように、INWORKS研究は、原子力作業員を対象とした長期にわたる研究であるから、原爆による高線量率・短時間の被ばくとは異なり、低線量率・長期間の被ばくに関する直接的な研究である。低線量でも統計的に有意な調査結果を得るには、統計的検出力を上げなければならなかったが、今回の報告で、統計的有意差のある単位線量あたりの固形がん死の過剰相対リスク（ERR/Gy）を得ることができ、その数値は0.52（90%信頼区間0.27-0.77）であった。

このERR/Gy = 0.52 (90%信頼区間0.27-0.77) という値は、LSS研究の高線量率・高線量被ばくを主体とするデータに基づく男性被爆者の固形がん死のERR/Gy = 0.32 (95%信頼区間0.01-0.50) と同程度であるが、むしろ高い値を示している(甲全236)。

INWORKS研究に関する上記(31頁)の図1においても、0~200 mSvまでのデータの分布は、より高線量域に比べて、傾きが急勾配となっていることが確認できる。

これらの疫学研究によって得られたデータは、線量率効果として低線量被ばくではリスクが低減されるという効果など、実際には認められないことを物語っていると見える。INWORKS研究の最新報告に基づけば、DDREFは、WHOの提唱する1が相当と考えられるのである。

したがって、線量率効果が存在することを前提に原告らの因果関係を否定しようとする被告の主張は、現実のデータと反するものであって採用できない。

## 第8 まとめ

以上より、被告の100 mSv論は、本件における事実的因果関係を否定する論拠となりえない。

以上