

## 乙二共 173 (千葉地裁)(佐々木外連名意見書) 目次

1 . 科学的常識の成立	01
2 . 放射線影響科学と放射線防護学 (保健物理学) の役割	02
3 . 2 種類の放射線健康影響と防護の目的	04
4 . 低線量 (100 ミリシーベルト以下) 影響の不確実性と LNT モデルの意義	06
5 . 崎山氏が取り上げる最近の論文についての専門家の論評	
(1) 小笹晃太郎ほか「原爆被爆者の死亡率に関する研究第 14 報 (1950 - 2003 年 : がんおよびがん以外の疾患の概要)」	07
(2) テチャ川流域住民における放射線被ばくと固形がん死リスク (Krestinina L Y et al.)	09
(3) 原子力産業の放射線作業従事者のがんのリスクに関する 15 カ国共同研究 : 放射線に関連するがんリスクの推定 (Cardis E et al.)	11
(4) 仏英米 3 カ国の労働者の後ろ向きコホート研究 (INWORKS) (Richardson DB et al.)	12
(5) 核施設労働者の白血病、リンフォーマによる死亡と放射線被ばく - 国際コホート研究 - (INWORKS) (Leuraud K. et al.)	12
(6) イギリス高線量地域における小児白血病 (Kendall GM et al.)	13
(7) バックグラウンド電離放射線と小児がんのリスク : スイスの国勢調査ベースの 全国コホート研究 (Spycher et al.)	14

(8) 医療放射線被ばく健康影響	15
6. 高自然放射線地域住民の疫学調査	17
7. 福島県「県民健康調査」について	
(1) 小児甲状腺がん	18
(2) 住民の放射線被ばく線量の現状	19
8. 福島原発事故における国の避難/帰還基準(年間20ミリシーベルト)の妥当性	20
おわりに	21

## この意見書の連名

(文書最後の役職名付き署名・捺印より「順不同」、役職名は現職のみ)

1 佐々木 康人	湘南鎌倉総合病院 放射線治療研究センター長
2 遠藤 啓吾	京都医療科学大学 学長
3 長瀧 重信	(公財)放射線影響協会 理事長
4 甲斐 倫明	大分県立看護科学大学 教授
5 宮川 清	東京大学大学院医学系研究科 教授
6 井上 優介	北里大学医学部 教授
7 柴田 義貞	長崎大学 客員教授
8 鈴木 元	国際医療福祉大学クリニック院長
9 中川 恵一	東京大学 准教授
10 杉村 和朗	神戸大学 理事・副学長
11 小西 淳二	(公財)体質研究会 理事長
12 草間 朋子	東京医療保険大学 副学長
13 山下 俊一	長崎大学 理事・副学長 福島県立医科大学 副学長(非常勤)
14 酒井 一夫	東京医療保健大学 教授 ICRP 第5専門委員会 委員
15 柴田 徳思	(株)千代田テクノル大洗研究所 アドバイザー
16 稲葉 次郎	元 放射線医学総合研究所 研究総務官 元 ICRP 第2専門委員会
17 嶋 昭紘	(公財)放射線影響協会 理事(非常勤)

# 意見書

はじめに

崎山比早子氏が意見書（京都地方裁判所第 7 民事部合議 2A 係宛てに提出された甲 D 共第 135 号証等であり、以下「崎山意見書」という。）で述べている内容には、放射線影響科学、放射線防護学（保健物理学）、疫学、放射線医学他関連分野で主流をなす専門家の常識的な認識と異なる事項が多く含まれている。

この意見書では、1) 科学的常識の成立、2) 放射線影響科学と放射線防護学（保健物理学）の役割、3) 2 種類の放射線健康影響と防護の目的、4) 低線量（100 ミリシーベルト以下）影響の不確実性と LNT モデルの意義、5) 崎山氏が取り上げる最近の論文についての専門家の論評、6) 「高自然放射線地域住民の疫学調査、7) 福島県「県民健康調査」について、8) 福島原発事故における国の避難／帰還基準（年間 20 ミリシーベルト）の妥当性、について解説する。その中で、崎山氏が崎山意見書で論ずる主要な諸点のうち、以下の 5 点について上記常識的認識の視点から不適切な主張であることを指摘する：1) 最近の論文によって LNT モデルが低線量域で科学的証拠により証明されており、統計的に有意な発がんリスクの増加が認められる、2) 年間 1 ミリシーベルト超の住民の被ばくは原発事故後の福島県を含めて容認できない、3) 原子放射線の影響に関する国連科学委員会（United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation: UNSCEAR）から放射線誘発非がん疾患の疫学的評価に関する報告書がでているので速やかに法規制に取り入れるべきである、4) 福島県で小児甲状腺がんの多発がみとめられるのは放射線被ばくが原因である、5) 年間 20 ミリシーベルトを基準とする住民の帰還政策が科学的見地から非合理的である。

なお、崎山氏の主張は、広く言えば、全て低線量被ばくと健康影響にまつわるものであるが、正確に議論しようと思えば、放射線生物学や放射線医学、放射線防護学、疫学、統計学、法学、国際機関等広範な自然科学・社会科学分野にわたる専門的知見が必要不可欠である。そのため、本意見書は複数の専門家による連名とした。

## 1. 科学的常識の成立

研究成果として得られた新たな科学的知見が広く認められるための第一歩はピアレビューを経て専門学会誌に論文が掲載されることである。しかし、科学研究にも不確かさは避けられず、後から誤りであったことが証明されることはまれではない。新たな知見が科学的真理として受け入れられるためには、多くの追試などを通じてその再現性が検証され、学会等の専門家集団で定説となる必要がある。国の規制に取り入れるのは、その確かさを

十分検証された科学的知見であるべきであって、論文が発表されたからといって、そこで報告された結果を速やかに規制に取り入れるべきとの崎山氏の要求は適切でない。崎山氏の意見書に取り上げられた論文には、後述するように専門家の間でもいくつかの問題点が指摘されている。

## 2. 放射線影響科学と放射線防護学（保健物理学）の役割

日本放射線影響学会に代表される放射線影響科学は、生物学を基盤として、実験、観察を主たる手段とする基礎科学領域の学問である。国連科学委員会（UNSCEAR、1957年創立）に付託された任務の一つは放射線の影響に関する最新の研究論文をテーマごとに収集し、その科学的健全性（scientific soundness）を評価した上で、報告書を作成して国連総会に報告すると共に広く公開することである。放射線影響科学領域では UNSCEAR で評価され、報告書に引用されることが定説として定着することへの一つの過程であると言える。

東京電力福島第一原子力発電所事故に伴う住民の健康管理のあり方に関する専門家会議で座長を務めた長瀧重信氏（長崎大学名誉教授、放射線影響研究所元理事長）は、放射線の健康影響に関する知見が科学的常識として社会に受け入れられる過程における科学者の責任という観点から、次のように述べている。「科学者にまず求められるのは、国際的に合意が得られている過去の知見を、分かりやすく社会に示すことである。科学的事実とされるもののうち、①「国際的に合意に達している事項はどこまでなのか」を明確に表明し、②合意に達していない部分は「科学的に不確実、あるいは不明である」と一致して社会に示す必要がある。現状では、①と②が混然一体となって社会に出回り、一般の方々に「何を信じればよいのか分からない」という不安感をもたらしている。科学者は、こうした情報の混乱が起きぬようにする社会的責任を負っていることを、十分に自覚すべきである。」

（長瀧重信編著、別冊医学の歩み「原発事故の健康リスクとリスク・コミュニケーション」6 ページ）。科学的知見に関する国際的な合意のための仕組みの一つが、国連科学委員会（UNSCEAR）報告書での引用という形で確立されていることが放射線影響科学の特徴であると言える。

一方、日本保健物理学会で代表される放射線防護学（保健物理学）は、放射線を利用する現場で、放射線の影響から、人や環境を守り、適切に管理するという実学の部分を多く含む学問分野である。国の放射線防護規制成立に専門家として関与するなど規制科学の一分野でもある。国際放射線防護委員会（International Commission on Radiological Protection : ICRP、1928年創設）の勧告を解説し、広報し、国の施策へのとり入れを助言することもこの分野の専門家の重要な役割の一つである。

ICRP は放射線影響に関する科学的知見と放射線防護管理に関する技術の進歩を取り入れ、社会的価値判断の動向ならびに過去の経験を踏まえて、放射線防護の理念と原則を勧告してきた。これを踏まえて、国連機関である国際原子力機関（International Atomic

Energy Agency : IAEA、1957 創立) はより詳細な防護基準を作成して、国際基本安全基準 (International Basic Safety Standard : IBSS) として公表してきた。各国は ICRP 勧告と IBSS を参考にして、国の放射線防護管理規制を作成している。我が国の「放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律 (放射線障害防止法) (1958 年 4 月施行) は、ICRP1990 年勧告の放射線審議会での検討を経て、その多くを取り入れて 2001 年に改訂されている。ICRP は 2007 年に新基本勧告を公表している (ICRP Publication 103 「国際放射線防護委員会の 2007 年勧告」日本アイソトープ協会翻訳発行 2009 年。以下、同翻訳版を単に「2007 年勧告」という。)。今日では放射線影響科学、放射線防護学 (保健物理学) の専門家とその他の専門家が協力し、上記の他、多くの国際機関が関与して、放射線防護の国際的枠組みが成立している (図 1 参照)。日本の放射線防護・管理は、その枠組みの中で、我が国に適した法規制のもとで実施されている。

図 1 放射線防護規制作成の国際的枠組み



ICRP は UNSCEAR 報告を科学的根拠としているが、そのすべてを防護体系に取入れているわけではない。例えば、委員会は、近件の細胞レベルでの放射線生物学の進歩 (細胞の適応応答、ゲノム不安定性、バイスタンダー効果など) を認識した上で、それらの多くが自然界ではありえない条件で維持されている培養細胞において観察された現象で、個体レベルに適用する上での不確実性が大きいと判断して、人の疫学データに基づいて防護体系を構築している (2007 年勧告 17 ページ (67))。また、UNSCEAR2006 年報告書の附属書 B. 「放射線被ばく彼の心血管疾患およびその他の非がん疾患の疫学的評価」では「現在の科学的データは、約 1~2Gy (引用者注: グレイ) 未満の線量での電離放射線と心血管疾患の因果関係を確立するのに十分ではない」という判断であった。2007 年勧告では、「委員会は、非がん疾患の観察の潜在的な重要性を認識しているが、入手できるデータでは約 100mSv (引用者注: ミリシーベルト) を下回る放射線量による損害の推定には非がん疾

患は考慮されていないと判断する。これは 1Gy 以下では過剰なリスクの証拠はほとんど見られなかった UNSCEAR (2008) の結論と一致する。」(2007 年勧告 22 ページ (92)) と記載している。UNSCEAR 報告書と ICRP 勧告が非がん疾患に関わる研究を促進し、より精度の高い研究成果がでることが期待されるが、放射線誘発の非がん疾患に関する近時の知見をもってしても、崎山氏が主張するように、低線量域の規制に直ちに反映すべき知見とは言えない。

### 3. 2 種類の放射線健康影響と防護の目的

放射線の健康影響は、メカニズムの観点から 2 種類に分類される。一つは吸収線量 1 グレイ以上の被ばくで多く発症する、多くは急性の身体的影響で、「確定的影響」または「有害な組織反応」と呼ばれる。個体の被ばく線量が、ある線量を超えると症状が出現する症状毎に「しきい線量」がある。この線量を超えないと症状は出現しない。放射線によって多数の細胞が死に、その規模がある程度以上になると生体組織や臓器の働きが悪くなり、症状が発現すると考えられている。この影響の呼び名は「確定的影響」から「組織反応」に次第に移りつつある。

二つ目の健康影響は、確率的影響と呼ばれ、しきい線量がないとされる。実際に知られているのは、被ばく後数年以上を経て被ばく集団を非被ばく集団と比較して観察される、がん死亡やがん罹患の増加である。原爆被爆者の健康調査により 1955 年に被爆者集団に白血病の増加が、ついで固形がんの増加が観察されたことから問題になった。放射線は細胞の DNA に損傷を与えるが、これが修復間違いなどを介して発がん性の突然変異として固定され、その細胞が生き続けてさらに発がん性突然変異を集積し続けることにより、形成された変異細胞集団ががんになると考えられている。この一つの細胞における突然変異誘発は被ばく線量に応じてある確率で生じる過程であると考えられている。そのため放射線によるがんのリスク増加は確率的影響と呼ばれている。同様に放射線で卵子や精子に突然変異が起こるのも確率的過程であるところから、放射線の遺伝的影響も確率的影響と考えられている。なお、これまでのところ、放射線の遺伝的影響は原爆被爆者及びその 2 世を含めてヒトでは観察されていない。確定的影響は高線量でのみ生じるが、確率的影響は高線量でも低線量でも線量に応じた確率で起こる。そのため低線量被ばくでの主要な健康問題は、確率的影響のみを考えれば良い。原爆被爆者の疫学調査集団 (寿命調査 : Life Span Study : LSS) で、5 ミリシーベルト未満の被ばくをした集団と比べて観察した結果、150 - 4000 ミリシーベルト程度の被ばくで線量の増加に正比例してがん死亡、罹患が増加することが分かっている。しかしながら、100 ミリシーベルト以下の低線量域では、非被爆者群との間に統計学的に有意差が認められず、がんの増加は証明されていない。LSS は 10 万人規模の原爆被爆者の健康調査の結果であるので、例えば 1/10 の 10 ミリシーベルトの影響を有意の差で検出するためには 10 万人の 100 倍 (1 千万人) 程度の被ばく者の調査が必要と推定される。従って、実際問題として、疫学調査により 10 ミリシーベルト以下の影響

を観察することは非常に困難であると考えられている。動物の照射実験でもこれだけの数を照射してその結果を観察することは実際上困難である。そこで、培養細胞や動物の照射実験により放射線影響の機構解明が進むことで、低線量の影響に新たな知見が加わることが期待されている。

ちなみに、リスクの大きさの目安としては、ICRP1990年勧告とICRP2007年勧告では、一回の被ばくによるLSSのデータに基づき、かつ放射線を扱う職場のような低線量・低線量率の長期にわたる被ばくでのリスク予測に線量・線量率効果係数Dose and Dose・Rate Effectiveness Factor : DDREF) 2を適用して、低線量率放射線被ばく彼の全集団でのがんリスクの名目リスク係数を勧告している(ICRP2007表1、19頁)。その上で、「現在の国際放射線安全基準に基づいている全体的なおよその致死リスク係数である1Sv当たり約5%という委員会の勧告は、引き続き、革放射線防護の目的に対して適切である」としている(ICRP2007(87)項、21頁)。

100ミリシーベルトを下回る低線量の健康影響は疫学的に実証されていないものの、確率的影響が認知され、しきい線量がないと考えることが公衆衛生上で安全側に立った考え方として妥当であると判断された結果、次項で述べる「直線しきい値なし：Linear No Threshold (LNT)」モデルが放射線防護に取り入れられて(ICRP1977年勧告)現在に至っている。また、人の確率的影響(発がん)のリスクの指標として、防護量(実効線量と等価線量)の単位としてシーベルトが考案された。

1950年までの放射線防護・管理は、主に職業人の防護を意識したもので、その目的は、「組織反応(確定的影響)を回避する」ために、しきい線量以下に被ばく線量を抑えることであった。確率的影響の概念の導入と、1950年代の大気圏核実験によるフォールアウト(放射性降下物)は、世界のすべての人々に降り注いだ結果、放射線防護の対象が一般人に拡張され、線量も低線量が問題となるに至った。そして、放射線防護・管理をあらかじめ計画できる平常状態(ICRPのいう「計画被ばく状況」)では防護・管理の目的は「組織反応(確定的影響)の回避と発がんリスク(確率的影響)の最小化」へと変化した。そして、防護の最適化過程に拘束値(dose constraints)を指標として「社会的、経済的要因を考慮に入れて、合理的に可能な限り(As Low as Reasonably Achievable : ALARA)被ばくを低減する原則が取り入れられた。

線源や被ばく線量の制御が困難な事故などの非常事態(ICRPのいう緊急被ばく状況)となった場合は、防護・管理の目的を「重篤な組織反応(確定的影響)の回避と発がんリスク(確率的影響)の最小化」として、平常時よりも発がんリスクが高まることを容認せざるを得なくなる場合がある。事故などの非常事態が収束し、復旧が始まって、平常時より環境の放射線量が高く直ちに平常時まで下げることが困難な場合(ICRPのいう現存被ばく状況)にあっても同様である。これらの場合には「線量限度(dose limits)」は適用せず、「参考レベル(reference levels)」を指標として、最適化(ALARA)を実践して、可及的速やかに平常に復帰する努力をする。ICRPは線量限度や、拘束値、参考レベルを危険

と安全の境界とはみなしておらず、影響の段階的変化を示すものではないとしている。汚染地域に居住しながら、平常状態を目指して防護の最適化活動を実施することを意図している。事故後の非常時、復興期に平常時の公衆の線量限度である年間 1 ミリシーベルトを超える地域に居住すべきでないとする崎山氏の主張には科学的根拠がない。崎山氏は、線量限度の意味を誤解しているものと思われる。

#### 4. 低線量（100 ミリシーベルト以下）影響の不確実性と LNT モデルの意義

およそ 100 ミリシーベルト以下の低線量被ばくの健康影響としては確率的影響、特に発がんリスクの増加が問題となる。現時点での国際的なコンセンサスは、100 ミリシーベルト以下の低線量域においては疫学データの不確かさが大きく、放射線によるリスクがあるとしても、放射線以外のリスクの影響に紛れてしまうほど小さいため、統計的に有意な発がん又はがん死亡リスクの増加を認めることができない、というものである。

100 ミリシーベルトの放射線被ばくによる発がんリスクは、運動不足や野菜不足のリスクより低く、受動喫煙と同等のレベルに相当するという国立がん研究センターによる試算がある。100 ミリシーベルト以下の放射線の健康影響はあるとしても小さく、放射線以外の発がんリスク（喫煙や肥満、運動不足、野菜不足等の交絡因子）の地域差など（約 10%のばらつき）に紛れてしまって、疫学的調査による検出が実際上困難である。

LNT モデルとは、150－4000 ミリシーベルト程度 of 原爆被爆者での発がんリスクと線量との直線関係を 100 ミリシーベルト以下の線量域に外挿して、「低線量領域でも、ゼロより大きい放射線量は、単純比例で過剰がん及び／又は遺伝性疾患のリスクを増加させる、という仮説に基づく線量反応モデル」のことである（2007 年勧告 G11「用語解説」）。ICRP は、放射線の管理・防護という実用的、政策的な立場から、安全を重視してこの統計モデルを採用している。ICRP が 100 ミリシーベルト以下の低線量でも単純比例で直線的に発がんリスクが増加するとの仮説を科学的根拠により裏付けられたものと静めているわけではない点、LNT モデルが研究者から提案されている様々な統計モデルのうちの一つである点に留意する必要がある。

ICRP は、2007 年勧告で、人のがん発症について、疫学データなどめ知見をもとに、「LNT モデルは生物学的真実として世界的に受け入れられているのではなく、むしろ、我々が極めて低い線量の被ばくにどの程度のリスクが伴うのかを実際に知らないため、被ばくによる不必要なリスクを避けることを目的とした公共政策のための慎重な判断であると考えられている。」（2007 年勧告（A178））と述べ、低線量被ばくの健康影響を科学的事実として認めるに足る根拠がないことを明確に述べている。2011 年 12 月に公表された日本の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は、この ICRP 勧告の記述と整合する。

また、ICRP は、「委員会が勧告する実用的な放射線防護体系は、約 100mSv を下回る線量においては、ある一定の線量の増加はそれに正比例して放射線起因の発がん又は遺伝性



影響の確率の増加を生じるであろうという仮定に引き続き根拠を置くこととする。この線量反応モデルは一般に“直線しきい値なし”仮説又は LNT モデルとして知られている。この見解は UNSCEAR (2000) が示した見解と一致する。様々な国の組織が他の推定値を提供しており、そのうちのいくつかは UNSCEAR の見解と一致している（例えば NCRP,2001 ; NAS/NRC,2006）。一方、フランスアカデミーの報告書 (French Academies Report,2005) は、放射線発がんのリスクに対する実用的なしきい値の支持を主張している。しかし、委員会が実施した解析 (ICRP 刊行物 99, 2005d) から、LNT モデルを採用することは、線量・線量率効果係数 (DDREF) について判断された数値と合わせて、放射線防護の実用的な目的、すなわち低線量放射線被ばくのリスクの管理に対して慎重な根拠を提供すると委員会は考える。」(2007 年勧告 17 ページ (65))、「委員会は、LNT モデルが実用的な放射線防護体系において引き続き科学的にも説得力の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を強調しておく。」(2007 年勧告 17 ページ (66)) と述べ、LNT モデルが放射線防衛という実用的な目的のために採用されたものであるとともに、疫学研究によるその科学的実証の困難さについても述べている。

なお、低線量被ばく健康影響の有無については生物学的観点からも解明に向けた努力が続けられており、生体に発がんを抑制するような機能が備わっていることが明らかになっている。低線量被ばくの場合、そうした生体防御機能の能力を超えた部分だけが発がんリスクの増加につながるとすると、線量が極めて低い場合の影響は線量に単純に比例したものでなく、LNT モデルから予想されるよりも小さいと考えることもできるとの見解もある (酒井一夫「放射線防護の考え方と実際の健康影響」別冊医学の歩み 89 ページ)。

崎山氏は、ICRP が LNT モデルを科学的根拠の下に採用しているとの認識を前提に、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が「(LNT モデルは) 科学的に証明された真実として受け入れられているのではなく (中略) 公衆衛生上の安全サイドに立った判断として採用されている」と指摘していることが ICRP 勧告の趣旨に反すると批判しているが、それは適切でない。また、崎山氏は、あたかも近時の疫学研究結見で LNT モデルが実験的あるいは疫学的に証明されたかのように述べるが、そうした評価が国際的なコンセンサスとなっていると言える状況にはない。

## 5. 崎山氏が取り上げる最近の論文についての専門家の論評

近時の疫学研究結果により LNT モデルが疫学的に実証されたとの主張の当否に関し、根拠として崎山意見書に引用されている論文についての専門家の論評を以下に記す。

(1) 小笹晃太郎ほか「原爆被爆者の死亡率に関する研究第 14 報 (1950—2003 年：がんおよびがん以外の疾患の概要)」

### ア 概要等

放射線影響研究所が原爆放射線の健康影響を明らかにするために行っている原爆被爆者

の集団である寿命調査集団（LSS コホート）での死亡状況に関する定期的な報告の第 14 報である。

この寿命調査（LSS）は、原子爆弾により熱線、爆風と合わせて瞬間的に様々な線量の放射線被ばく（急性被ばく）を受けた各年齢層の男女から構成される住民が対象とされる追跡調査であり、住民の受けた被ばく線量も相応の合理性をもって推計されている。この点に関し、LSS 第 14 報の考察欄には、「LSS 死亡調査の強みは、従来述べられている通り、

(1) 高線量被爆者を多く入れるようにして全ての年齢群から層化抽出された 1950 年に生存していた原爆被爆者の大規模集団に基づいていること、(2) 比較的正確な個人線量が得られていること、(3) 対象集団の線量範囲が広範であること、(4) 戸籍制度を通じて死亡および死因が完全に把握されていること、および (5) 観察期間が長く死亡数が多いことである。これらの強みから、質の高い、有益な疫学調査が可能になる。」との記載がある。

#### イ 崎山氏の指摘の当否

崎山氏は、LSS 第 14 報の要約欄に「全固形がんについて過剰相対危険度が有意となる最小推定線量範囲は 0-0.2Gy（引用者注：1Gy=1000mGy（ミリグレイ）であり、0-0.2Gy は 0-200mGy に相当。以下同じ。）であり、定型的な線量閾値解析（線量反応に関する近似直線モデル）では閾値は示されず、ゼロ線量が最良の閾値推定値であった。」との記載があることなどを根拠に、「放射線に安全量はない”しきい値なし直線（LNT）モデル”が最も調査結果にあっている、ということである。」と指摘している。

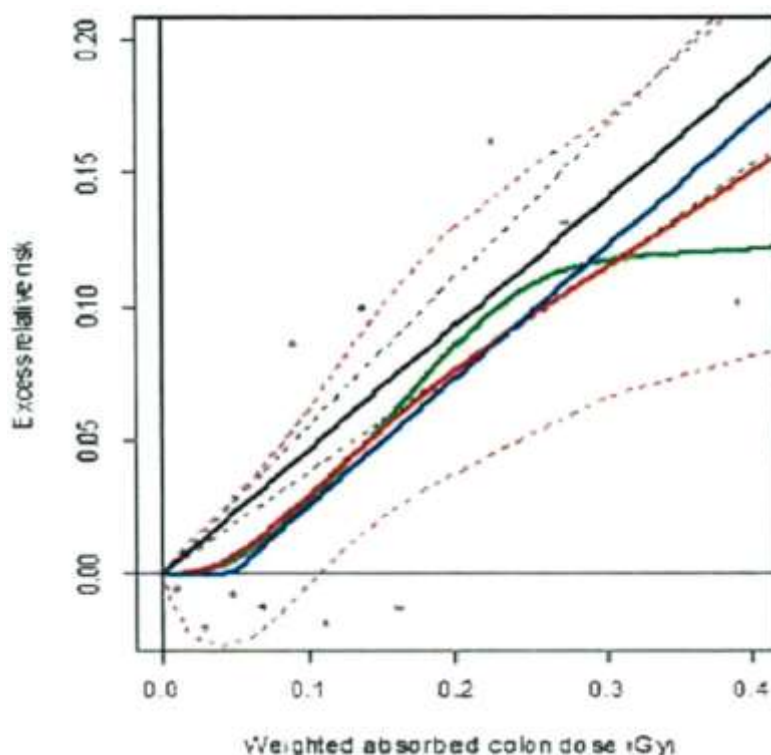
しかし、崎山氏の指摘・主張は、以下に述べるとおり、明らかに誤りである。

まず、LSS 第 14 報における上記記載、すなわち「全固形がんについて過剰相対危険度が有意となる最小推定線量範囲は 0-0.2Gy（引用者注：0-200mGy）であり、定型的な線量しきい値解析（線量反応に関する近似直線モデル）ではしきい値は示されず、ゼロ線量が最良のしきい値推定値であった。」との記載の趣旨については、平成 26 年 5 月 20 日に行われた第 6 回東京東力福島第一原子力発電所事故に伴う住民の健康管理のあり方に関する専門家会議において、当該論文の執筆者である小笹晃太郎氏が説明しており、崎山氏のような解釈が誤りであると明確に述べている（専門家会議議事録 26-31 ページ、同会議における小笹氏の提出資料参照）。

また、低線量被ばくの健康影響を評価するときには、被ばく影響を解析するための統計モデルのうちどのモデルを用いるかにより、その評価が異なる。Preston らは、LSS が罹患データが、しきい値がないとする LNT モデルにもしきい値モデルにも適合することのほか、LNT モデルで過剰相対リスクが有意になる最小の線量域は 0-0.15Gy (0-150mGy) であること、また、しきい値モデルで解析すると、しきい値の最尤推定値は 0.04Gy (40mGy) で 90%信頼区間の上限は 0.085Gy (85mGy) であることを報告している (Radiat Res, 168:1-64, 2007)。

加えて、むしろしきい値モデルの方がフィットすることを示唆する研究結果もある。すなわち、Furukawa らは、様々な統計モデルの有効性を検証する目的で、仮想的な複数の

放射線線量効果がみられるがん罹患データベースを作成して、複数の統計モデルを使って解析した。その結果、ペイジアン・セミパラメトリック・モデルが最も線量効果関係を描出するうえで頑健性が高いと結論付けた。そこで、この新しい統計解析手法を 1958 年から 1998 年の LSS がん罹患データに応用して低線量域の線量効果関係を解析した。このモデルでは、細かな線量区分毎の過剰相対リスクを直近の線量区分の過剰相対リスク低を推計の前提とするベイズ法の推計手法を用いて各線量区分の過剰相対リスクを推計し、全線量区分にわたる線量効果関係を描いたのであるが、その結果は、次図の赤実線のように、低線量域では LNT モデル（黒実線）よりしきい値モデル（青実線）に近い線量効果カーブになっており、かつ 0.1Gy（100mGy）での過剰リスクの大きさは LNT モデルより有意に小さくなっている（Risk Analysis,36 : 1211-1223,2016）。LNT モデルよりしきい値モデルが低線量域の実際のデータに合致していることを示唆する結果と言える。



このように、原爆被爆者の調査であっても、採用する統計モデルによって、低線量の健康影響の評価は異なっている。LSS 第 14 報は、100mGy 以下の低線量域においても LNT モデルが成立していることを実証するものではない。生物学的に低線量で放射線影響が真にあるのか否かは、まだ不確実性が高く、科学的検討を継続する必要がある。ICRP が LNT モデルを採用しているのは、低線量・低線量率被ばくの影響評価に不確実性が高いため、住民や作業者の放射線防護と管理という実用的観点から採用していることを再度確認しておく必要がある。

(2) テチャ川流域住民における放射線被ばくと固形がん死リスク (Krestinina L Y

et al.)

## ア 概要等

旧ソ連のマヤークプルトニウム工場から排出された核廃棄物により汚染を受けたテチャ川流域住民の固形がん死リスク解析であり、コホート（共通した因子を持ち、時間を追って観察される集団のこと）の追跡結果が定期的に報告されている。

## イ 崎山氏の指摘の当否

前提として、当該論文は著名な研究者が多くかかわっており、世界的にもよく引用されている。しかし、この論文の著者は、線量の推定に不確実な点があるため、リスク推定は慎重に解釈する必要があると述べ、その内容についてまだ不足の部分があることを認めている。崎山氏は、崎山意見書でこの論文に言及する際に、そのことには触れていない。

人間の自然集団におけるがん死亡の頻度は、生活習慣や遺伝的素因など様々な交絡因子に強く影響される。当該論文で扱っているテチャ川流域の約 3 万人からなる住民のコホートは、生活習慣や遺伝的素因において異なると思われる二つの民族からなっている。すなわち、三分の二を占めるスラブ系民族と、三分の一のタタール系民族である。当該論文では、このうちタタール系民族のがん死亡リスクは、スラブ系民族の 80%であるとされ（当該論文 605 ページ右欄下）、両集団のがん死亡リスクは、1.2 倍程度の違いがあるという。テチャ川流域では核廃棄物を放出したマヤーク核工場に近い上流域の方が住民の外部および内部被ばく線量が高く、下流に行くに従い被ばく線量が低くなると予想されるが、もしスラブ系住民が上流に、タタール系住民が下流に住んでいるならば、上で述べた両民族のがん死亡リスクの違いにより、放射線の影響がなくても、線量の高いところでがん死亡のリスクが高いという結果が得られることになる。当該論文のような状況では、そうした民族の居住実態や、生活習慣や遺伝的要因など様々な交絡因子を考慮した上でのリスク調整が必要であるが、当該論文では交絡因子に関する検討が十分なされていない。そのリスク調整にはさまざまな前提が必要で、前提に問題があれば解析結果に矛盾が生じることもある。

現に、当該論文にもそのような矛盾がみられている。当該論文 606 ページ左欄第 3 パラグラフには、若年被ばくよりも高齢被ばくの方がリスクが高く、さらに年齢が高くなるに従い過剰相対リスクが増加するとの結果が得られたことが記載され、このことについて著者は、” This age-time pattern seems strikingly different from that seen in the atomic bombs survivors (20) or Mayak workers (21) .” と述べ、原爆被爆者疫学調査の結果とは全く異なっているようだ述べている。

また、被ばく線量の評価に関しては、より実態に近くなるように改良が重ねられており、崎山氏が引用した論文より後に、線量を再評価した論文が公表されている。次の図は、Davis 等による固形がんに関する最新論文からの引用である（Radiat Res. 184 : 56-65,2015）。線量効果カーブは、実測値ベースの曲線が青色波線で示されており、50mGy 以下の低線量域では、むしろリスクがないことを示している。図には、LNT モデルと線量二次モデルを

フィッティングさせた線量反応カーブも描かれているが、統計モデルの選択により低線量域のリスクの評価値は大きく変わることを示している。よって、Krestinina L. Y. et al.の示唆する結果について、科学的な評価は定まっているとは言い難い。

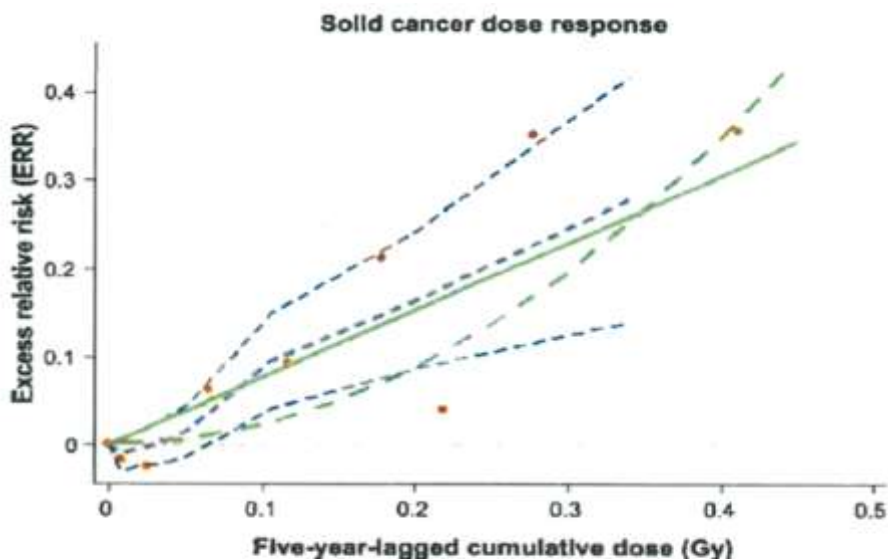


FIG. 1. Solid cancer dose response. All results shown are based on models with adjustment for smoking in the baseline rates. The green lines are the fitted linear (solid) and quadratic (dash-dot-dot) dose-response curves. The orange points are ERR estimates in dose categories while the thick-blue-dashed curve is a nonparametric smooth fit to these points. The outer blue-dashed curves represent approximate (pointwise)  $\pm$  standard error limits on the nonparametric smooth.

テチャ川流域住民の疫学研究は、今後さらに解析が必要な途中段階の研究であり、国際的な評価もまだ定まっていない。よって、テチャ川流域住民の疫学研究をもって、100mSv以下でがん死亡リスクが高まることが実証されたわけでもないし、100mSv以下でLNTモデルが成立することが実証されたわけでもない。

### (3) 原子力産業の放射線作業従事者のがんのリスクに関する15カ国共同研究：放射線に関連するがんリスクの推定 (Cardis E et al.)

15カ国の核施設作業員の疫学調査の結果を解析した論文である。この論文の研究結果に対しては、公表当初から、その結果の奇妙さからカナダのデータの信頼性に疑問が投げかけられていた。著者らも、上記論文にてカナダのデータを除くと有意な過剰相対リスクの上昇が認められなかったとしていた。その後、カナダ原子力安全委員会 (Canadian Nuclear Safety Commission: CNSC) がカナダのデータの再解析を行い、Atomic Energy of Canada Limited (AECL) の労働者のうち一部 (3088名) の被ばく線量の記録が過少であったことが判明し、これを除外するとカナダの原子力施設の労働者に固形がん死亡のリスクに有意な上昇は認められなかった。CNSCは2011年にそのことを報告している (CNSC. Verifying Canadian nuclear energy worker radiation risk: A reanalysis of cancer mortality in Canadian nuclear energy workers (1957–1994) Summary Report, INFO–0811, June 2011)。

崎山氏は、崎山意見書に当該論文の一部を引用するが、この論文の著者がカナダのデー

タを除くと有意な過剰死亡リスクは認められなかったと述べていたことやその後の経緯、CNSC の上記報告書が公表されたことについては、触れていない。

崎山氏は、この論文を 100 ミリシーベルト以下でも発がん又はがん死亡リスクが有意に増加する根拠であるとして意見書に引用するが、不適切である。この論文は、100 ミリシーベルト以下の被ばくにより発がん又はがん死亡リスクが増加することを実証するものでもないし、LNT モデルが成立することを科学的に実証するものでもない。

(4) ・仏英米 3 カ国の労働者の後ろ向きコホート研究 (INWORKS) (Richardson DB et al.)

上記 15 カ国核施設作業員の疫学調査集団から米国、英国、フランスの 3 カ国を選び、かつ上記の 15 カ国核施設作業員の疫学調査では対象外とされた中性子被ばく、プルトニウム等の内部被ばくを伴う核兵器開発施設作業員を加えた解析である。

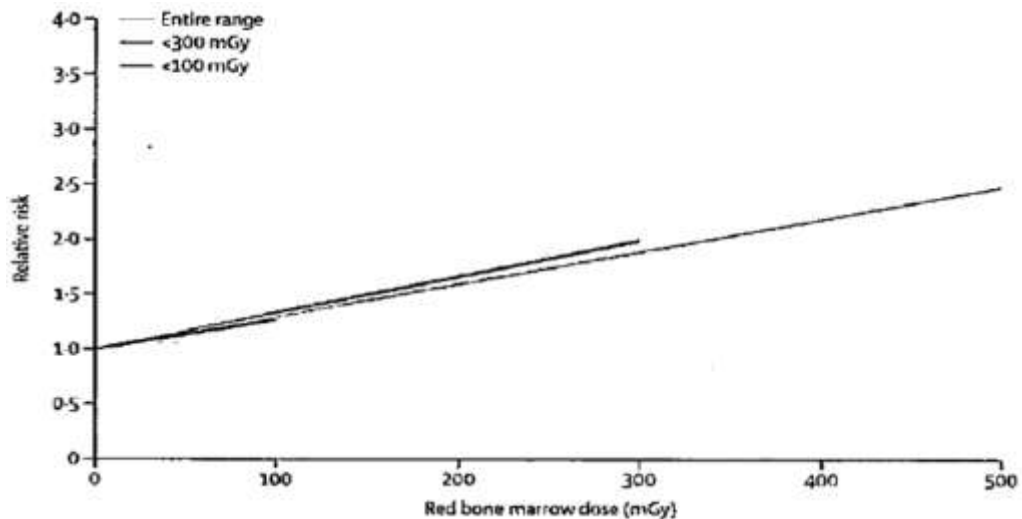
この論文については、放射線影響協会が 2016 年 1 月 15 日付けで見解を公表している ([http://www.rea.or.jp/ire/pdf/20160115\\_BMJ\\_inworks\\_paper.pdf](http://www.rea.or.jp/ire/pdf/20160115_BMJ_inworks_paper.pdf)) そこでは、重要な交絡因子であると考えられる喫煙について当該論文が適切に調整を加えていないことや、INWORKS 調査の対象者に核実験や核兵器製造の業務に関わる者が含まれているために問題となる中性子被ばくの状況が適切に考慮されていない可能性があることへの懸念が示されている。当該論文の示唆する結果について、科学的な評価は定まっているとは言い難い。

(5) 核施設労働者の白血病、リンフォーマによる死亡と放射線被ばく－国際コホート研究－ (INWORKS) (Leuraud K. et al.)

この論文は、上記 INWORKS 調査の結果に関し、白血病及びリンパ腫に特化して分析したものである。

崎山氏は、この論文を、100 ミリシーベルト以下でがん死亡リスクが増加した報告として引用するが、この論文の図では、100mGy 以下の被ばく線量域における相対リスクの 90% 信頼区間が 1 を含んでおり (次図の赤色三角形参照)、100mGy 以下の被ばく線量域では有意な量反応関係が認められなかったことを示している。この領域でははめた直線の傾きは正であるが、量反応関係の証左であるということにはならない。

なお、疫学研究において 2 つ以上の集団でリスクを比べるとき、非曝露群と比べて曝露群が「何倍」のリスクがあるのかをみるのが相対リスク (RR: relative risk) であり、1 以上であれば曝露群のリスクが高く、1 以下であれば曝露群のリスクが低いとされる。



更に統計解析での問題点を挙げれば、動物実験結果から、線量率を下げると同じ総線量であっても放射線誘発白血病やがんのリスクは小さくなることが分かっている。この点、当該研究のコホートでは、たとえば、年間平均 3mGy で 40 年従事した作業員と、年間平均 12mGy で 10 年間従事した作業員と、1 年間だけ 50mGy 被ばくし、その他の 35 年間は年間 2mGy の被ばくであった作業員がいたとしても、それらはすべて果積線量 120mGy として扱われる。実際、累積線量が高い作業員は、核開発初期に従事していた作業員である。生物学的には、これらの異なった被ばく状況は異なる影響を来すと推測されるため、作業員の解析においても、累積総線量だけでなく、線量率を用いた解析をも行う必要があるが、この論文ではそのような解析は行われていない。したがって、この論文をもって、100mSv 以下で発がん又はがん死亡リスクの増加があることが実証されたとか、LNT モデルの成立が実証されたとは言い難い。

#### (6) イギリス高線量地域における小児白血病 (Kendall GM et al.)

国の既存の小児腫瘍登録の記録から、1980 年から 2006 年の間に英国で生まれ、小児がんと診断された症例群とそのがんを発症していない症例群とを抽出し、これらを分析した症例対照研究である。

崎山氏は、当該論文を「自然放射線による発がんリスクの増加を証明した最近の報告」の例として引用するが、不適切である。まず、崎山氏は、当該論文の図を引用した上で、「小児白血病が統計的に有意に増加するのは 4.1mGy 以上であり、過剰相対リスクは 0.12/mGy と計算されている。すなわち 1mGy の被ばくで 12% 白血病が増加することを意味する。」と指摘するが、当該論文の線量推定には大きな不確かさがある。この論文では、累積線量の評価において、対象者出生時の母親の居住地を含む市町村レベルの平均値を用いており、また、社会経済状態についても、母親の居住地に基づいた貧困指数の五分位数を用いている。

さらに、当該論文に対しては、交絡因子の調整も十分でない。ある地域で小児白血病が

高いからと言って、空間線量率とだけ相関があると言って良いのか、因果関係があるかはこの論文だけからではわからず、今後より詳細な調査が必要である。

(7) バックグラウンド電離放射線と小児がんのリスク：スイスの国勢調査ベースの全国コホート研究 (Spycher et al.)

既存の国勢調査記録から、16歳未満の全スイスの子どものがんの発症例を特定した上で、小児がんの罹患と自然放射線の被ばくとの相関関係を分析した研究である。

崎山氏は、この論文の Figure2 を転載し、「このような低線量・低線量率であっても、線量とリスクは直線関係を示している (図 5)。」と述べるが、機械的に直線を引くことには意味がない。その図の詳細を記した表 (Table2) を引用する。

**Table 2. Association between childhood cancer and dose rate of external background radiation in the Swiss National Cohort.**

Outcome	Dose rate (nSv/hr)	Cases (n)	IR*	HR (95% CI)*
All cancers	< 100	859	10.56	1.00 (reference)
	100 to < 150	982	11.16	1.06 (0.96, 1.17)
	150 to < 200	112	12.32	1.17 (0.96, 1.43)
Leukemia	≥ 200	29	17.22	1.64 (1.13, 2.37)
	< 100	201	3.22	1.00 (reference)
	100 to < 150	288	3.27	1.02 (0.85, 1.22)
ALL	150 to < 200	30	3.30	1.03 (0.70, 1.51)
	≥ 200	11	6.53	2.04 (1.11, 3.74)
	< 100	158	2.53	1.00 (reference)
Lymphoma	100 to < 150	225	2.56	1.01 (0.82, 1.24)
	150 to < 200	24	2.64	1.05 (0.68, 1.61)
	≥ 200	9	5.34	2.12 (1.09, 4.16)
CNS tumors	< 100	122	1.95	1.00 (reference)
	100 to < 150	186	2.11	1.08 (0.86, 1.36)
	150 to < 200	17	1.87	0.96 (0.58, 1.59)
Other malignant tumors	≥ 200	3	1.78	0.91 (0.29, 2.86)
	< 100	150	2.40	1.00 (reference)
	100 to < 150	239	2.72	1.13 (0.92, 1.39)
Other malignant tumors	150 to < 200	26	2.86	1.19 (0.79, 1.81)
	≥ 200	8	4.75	1.99 (0.98, 4.05)
	< 100	186	2.88	1.00 (reference)
Other malignant tumors	100 to < 150	269	3.06	1.03 (0.85, 1.24)
	150 to < 200	39	4.29	1.44 (1.02, 2.04)
	≥ 200	7	4.16	1.38 (0.66, 2.97)

Abbreviations: ALL, acute lymphoblastic leukemia; CNS, central nervous system; HR, hazard ratio; IR, incidence rate.  
\*Per 100,000 person-years at risk. \*From Cox proportional hazards models adjusting for sex and birth year.

この Table2 にあるとおり、全がん、白血病、のハザード比が有意に増加したのは居住地の放射線レベルが 200nSv/hr 以上の子ども (1nSv (ナノシーベルト) =100 万分の 1 ミリシーベルト=10 億分の 1 シーベルト)、また他の腫瘍については 150nSv/hr 以上 200nSv/hr 未満の子どもであった。年間の被ばく線量 1mSv は、線量率に換算すると 114nSv/hr に対応するから、「この論文で初めて 1mSv という低線量でも有意にがんが増加することが疫学調査で示された。」という崎山氏の指摘 (京都地裁に対する崎山意見書 17 ページ 5-7 行) は正しくない。

また、当該論文の著者らは、対象者の居住地の線量率と性、出生年など 11 変量との関連を原典の Table1 にて示しているが、性を除きすべて有意な関連のあることを示している。



著者らは、これらの交絡変数を含めても結果に大きな変化はなかったと述べているが、これらの交絡変数だけでは説明できなかった、とは述べていない。交絡因子の検討が十分でなかった可能性がある。

さらに、実際の子どもの居住地ではなく地理的モデルで線量推定がされており線量推定の精度に問題が見受けられるほか、CT 検査など医療被ばくの影響は全く考慮されておらず、また線量率 200nSv/hr 以上の対象者が 2 万 2000 人弱と他の線量率カテゴリーの対象者数（80 万人強、114 万人強、12 万人弱）に比して極端に少ない。当該論文におけるこうした線量推定の不確かさについては、他の研究者から批判的コメントが複数寄せられている（たとえば、Siegel JA, et al. *Environ Health Perspect.* 2015 Aug;123(8):A200, Scott BR. *Environ Health Perspect.* 2015 Aug;123(8):A198,.)。

当該論文により、自然放射線のような極低線量の被ばくによる発がんリスクの増加が疫学的に証明されたとは言えず、したがって、低線量被ばく一般について発がんリスクの増加が科学的に証明されたかのように主張する崎山氏の指摘は誤りである。

## (8) 医療放射線被ばくの影響

### ア 総論

崎山氏は、医療放射線被ばくの影響について、「検査による被ばくで年間約 1 万人が癌になることが 2004 年に発表された Berrington A 等の論文によって明らかにされたが、これを低減しようとする努力はほとんど行われていない」（京都地裁に対する崎山意見書 18 ページ 7 行目）と述べる。

しかし、上記の Berrington A. らの論文（*Lancet* 336,345-351,2004）では、X線診断検査の頻度から放射線被ばく線量を推定し、LNT モデルを仮定した上で日本における放射線誘発性発がんを年間 7587 人と推定しているのであって、実際に調査しているのは X線診断検査の件数で、他のパラメータは推定による。特に、LNT モデルを前提としていることに注意が必要である。崎山氏は、上記論文によって「年間約 1 万人が癌になることが明らかにされた」と述べるが、誤解を招く表現であり適切でない。

また、放射線検査による発がんの増加は、実証されていないとはいえ、その可能性は医療の世界で重く受けとめられており、放射線被ばく低減は放射線診断診療において最大とあってよい検討課題になっている。医療機器製造会社は被ばくを減らしながら画像の質を維持できるような被ばく低減技術を開発している。検査による患者の利益を損なわずに被ばくを低減する方法について、研究も活発に行われ、多くの論文が公表されている。学会等でも被ばく低減に関わる講演が盛んに行われ、医療現場における被ばく低減の努力を支援している。各医療機関における検査条件の最適化に資するため、医療被ばく研究情報ネットワーク（J-RIME）が中心となって放射線検査の標準的な被ばく線量を調査し、目安となる診断参考レベルを公表している。検査による被ばく低減に向けてさらなる努力が求められるのはもちろんであるが、検査による被ばくを低減しようとする努力はほとんど行わ

れていないと崎山氏が断ずる根拠は不明である。

イ 崎山氏のその他の指摘の当否

(ア) R. Doll et al. Risk of childhood cancer from fetal irradiation. 1997

胎内被ばくによる小児がんリスクに関するレビュー論文であり、結論として、胎内被ばく線量 10mGy 程度で小児がんリスクが増加すると述べているが、100mSv 以下の被ばくの健康影響について実証したものではないし、LNT モデルの科学的根拠を与えている訳でもない。

(イ) Pearce et al. Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort Study. Lancet 380,499-505,2012.

本論文は、英国で X 線 CT 検査を受けた小児・若年成人を調査し、白血病について 50mGy でのリスク上昇、脳腫瘍について 60mGy でのリスク上昇の可能性あることを結論している。

しかし、人は特別な理由がなければ CT 検査を受けることはなく、特に小児では成人以上に CT 検査の適応は慎重に決定される。当該論文にも記載されているように、イギリスでは CT 検査の使用が制限されており、特に適応決定が慎重に行われていると思われる。この研究では、CT 検査を施行した目的や基礎疾患などの患者背景が調査されておらず、このことは著者らも研究の問題点として記載している。患者背景の影響として、がんが疑われたために CT 検査が施行され、その結果として CT 検査を受けた患者でがんが多かったのであって、CT 検査ががんを誘発したのではない可能性がある（逆の因果関係）。もう一つの患者背景の影響として、CT 検査が行われた背景には何らかの基礎疾患があり、その基礎疾患が発がんにも関連しているのであって CT 検査が発がんを誘発した訳ではない可能性もあり、本論文公表時から問題点として指摘されている。この論文が公表された後のフランスからの報告 (Br J Cancer. 112:185-93,2015) では、CT 検査による放射線被ばくと脳腫瘍、白血病、リンパ腫の発症との関係を調査し、これらの疾患の素因となる基礎疾患（ダウン症や神経線維腫症などの遺伝的異常、免疫学的異常）の影響を検討している。素因となる基礎疾患を有する患者では CT 検査の回数が多く、被ばく線量も多かったため、線量が多い患者では素因を有する可能性が高かった。素因を考慮しないと放射線被ばくによる発がんリスク増加を過大評価することが示唆されている。

なお、崎山意見書には、「白血病罹患率についての過剰相対リスクは 0.036/mGy (1mGy 被ばくすると白血病罹患率が 1.036 倍) であり、脳腫瘍罹患率については、過剰相対リスクは 0.023/mGy (1mGy の被ばくで脳腫瘍の罹患率が 1.023 倍) であった。」との記述がある。原論文に過剰相対リスクが 0.036/mGy などと記載されているのは事実であるが、これは、「LNT モデルを仮定すると白血病罹患率が 1mGy 当たり 3.6%増加する」という意味である。「1mGy 被ばくすると白血病罹患率が 1.036 倍」という記述は、あたかも 1mGy という低線量の被ばくで白血病罹患率が増加するような印象を与えかねないが、意味

が異なる。

(ウ) Mathews J D et al.

この論文は、オーストラリアで小児期または青年期（19 才以下）に CT 検査を受けた患者を対象として、CT 検査を受けた群で受けない群と比較して発がんが多いことを報告した論文である。当該論文では、1 回の CT 検査の放射線被ばく線量の平均は 4.5 ミリシーベルトと推定され、CT 検査 1 回で発がんの率が上昇し、回数が多いとさらに上昇したと述べられている。

しかし、当該論文でも、上記（イ）の論文と同様に、CT 検査を施行した目的や基礎疾患などの患者背景を調査していない。当該論文で、逆の因果関係の可能性を減らすために、CT 検査後早期の発がんは検討から除外しているものの、発がんの素因となる基礎疾患の影響は考慮されていない。素因を有する患者で CT 検査が施行された回数も多く、発がん頻度も高かったために、多くの CT 検査を受けた患者で発がん頻度が高くなり、みかけ上、CT 検査が発がんを増やしたかのようになった可能性がある。

また、当該論文で特に問題なのは、CT 検査で撮影された部位と発がん部位との関連性が低いことである。放射線の影響は、先ずは放射線被ばく部位に生じる。発がんも放射線被ばく部位に生じて、他部位に及ぶのは転移による。CT 検査で放射線被ばくを生じるのは撮影部位とその近傍にほぼ限定され、遠隔部では散乱線によるごくわずかな被ばくを生じるだけである。しかし、当該論文では、腹部・骨盤部の CT 検査を受けた患者で脳腫瘍が有意に多いなど、撮影部位と発がん部位の関連性が低く、放射線被ばくを原因とする発がんとしては理解しがたい。ここでは、CT 検査を受けた患者がもつ素因の影響が想定され、素因を考慮しないことで放射線被ばくの影響を過大評価しているものと思われる。

さらに、当該論文 6 ページ左欄 8-10 行に、“Our results are also generally consistent with the linear no threshold theory (that is, there is no threshold dose below which there is a zero risk).”という記述がみられるが、PrestonらがLSS第13報(Radat Res 2003)で行っているような、0 から始まる低線量域を順次拡大し、その領域内で当てはめた直線の傾きが有意になる最小の被ばく線量を推定するということが行われておらず、この論文が「LNT モデルが科学的に実証された根拠を与えている」ものでもない。

## 6. 高自然放射線地域住民の疫学調査

地球上には自然放射線レベルが高い地域があり、そうした地域の住民の被ばく線量は年間 10-100 ミリシーベルトに及ぶ。このような地域の住民の健康調査が多数実施されているが、がんの多発などの影響は報告されていない。その 1 例として、インドの高自然放射線地域における発がん率 (Nair RR et al. 2009, PMID:19066487) について紹介する。

この論文は、インド南西端ケララ州のアラビア海に面した海岸地帯に存在する放射線レベルと人口密度から見て世界的にも有数の高自然放射線地帯の住民を対象とするコホート研究の一つである。当該論文によると、住民の自然放射線による生涯累積線量はがん罹患

率と関連することを示す証拠は得られなかったとされている。LNT モデルのもとで単位累積線量当りの過剰相対リスク (ERR) を計算すると、 $-0.13/\text{Gy}$  (95%信頼区間: $-0.58, 0.46$ ) であった。

崎山氏は、この調査研究について、30 歳未満及び 85 歳以上の集団を除外している点から対象者の選択バイアスがかかっている、スイスの自然放射線の上記論文や、イギリス、オーストラリアの CT 検査集団等 (上記各論文) と比べて対象者の集団の規模が小さいとして統計的検出力に限界がある、と批判する。しかし、バイアスの最小化は疫学研究において重要であるが、対象者の年齢を限定して分析しても直ちに選択バイアスが生じる訳ではない。また、スイスのコホート研究では CT 検査等の医療被ばくによるバイアスが問題となる一方で、当該論文ではそうしたバイアスは考えにくいこと、イギリスやオーストラリアの例は医療被ばくを対象にした調査研究結果であって、これを引き合いにして本件のような自然放射線に関するコホート研究の集団規模の大小を比較しても意味がない、との指摘が可能である。

当該論文が研究対象とするこの調査は、①コホート研究であることや②がん罹患例を用いてリスクを検討していること、③喫煙習慣、社会経済状態などの交絡因子の情報が得られ、リスク解析で考慮されていること、④集団の規模が 10 万人を超えていて、観察人年も 150 万人年を超え、単位線量当りの固形がんリスクを原爆被爆者コホートと比較するのに十分な統計学的検出力を持つこと、⑤原子力作業員では職場で放射線以外の発がん要因への曝露を否定できないが、この集団では職場での発がん物質への曝露の可能性は低いことなど、重要な特長を持っており、その研究結果に近時ますます注目が集まっている。

## 7. 福島県「県民健康調査」について

### (1) 小児甲状腺がん

崎山氏は、平成 23 年 10 月から継続して実施されている福島県の県民健康調査について、①小児甲状腺がんの発症率が通常多くとも 100 万人に 3 人であるから、これと比較すると福島県の住民に対する先行調査の結果は明らかな甲状腺がんの多発である、②手術症例がすべて乳頭がんであり、スタリーニング効果では説明できないものである、と批判する。

しかし、①について、100 万人に 3 人というのは臨床症状が発現して手術をした症例やがん登録による報告がされた症例であり、一般に進行が遅く比較的良性的経過をとる甲状腺がんでは、県民健康調査のような健常者のマススクリーニングの結果と比較すべきでない。また、崎山氏の指摘は、潜伏期の問題と甲状腺がんの自然史の解明状況を踏まえていない。県民健康調査の開始当初から、健常者に対して精緻な検査を導入すれば多くの有所見者が検知されることが予想されていたといえる。

また、崎山氏は、津田論文を主張の論拠として引用しているが、同論文の問題点については既に多くの反論反証がなされている。そのことは、たとえば、同論文の掲載された *Epidemiology* 電子版に国内外から批判が投稿されたのを見れば明らかである。津田論文は、

県民健康調査の公表された一部の途中結果のみを利用し、誤って解釈した結果、福島県立医大における外部被ばく線量と甲状腺がんの地域別関連性を精微に解析した最新の論文とは異なる結論を得ている。同論文では甲状腺がんと放射線被ばくの因果関係を示唆する所見は得られていない (Ohira T et al. *Medicine*,2016)。

崎山氏の主張は、現在も福島県において将来の疫学的調査研究に資する基本データが収集されつつある途中であり、かつそもそも小児甲状腺がんの自然史の詳細が未だ解明されてはいないという医学的なコンセンサスとは異なる。これまで述べた以外にも、たとえば、崎山氏は、がんの潜伏期に関し、米国でいわゆる 9.11 テロ後の後遺症としての発がん潜伏期を管理するために作成された白書 (Minimum Latency & Types or Categories of Cancer) を引用し、あたかも同白書が甲状腺がんを含むがん一般の潜伏期に関する医学的コンセンサスを紹介しているかのように指摘するが、同白書は、9.11 テロの被害者等に対する行政支援プログラムを円滑にするために行政目的で専らモデル理論に基づいて各種がんリスクの最小潜伏期間を推定したにすぎず、医学的コンセンサスとは関係がない。無論、放射線被ばくに関する疫学調査結果を取りまとめたものでは全くない。

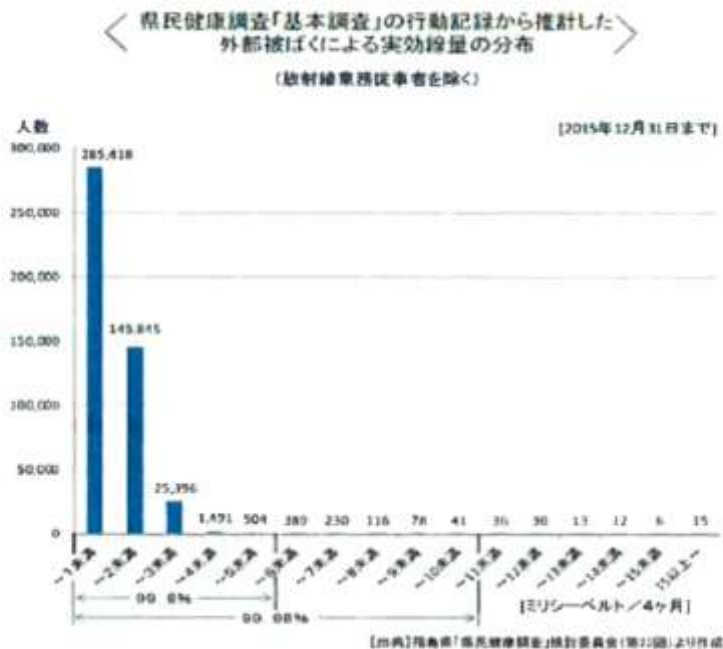
また、崎山氏は、2 巡目の本格検奄で手術後確定診断された 16 例のがんの平均腫瘍径や、本格検査で悪性又は悪性疑いと判定された 51 名の多くが先行検査で異常なしと判定されていたことを理由に、福島における甲状腺がんの「増殖速度がかなり速い」などと指摘する。しかし、超音波画像診断の特性から、超音波画像検査の診断精度には限界があり、先行検査での検査の網目を抜け落ち二次検査という精密検査の対象とはされない症例がある程度存在することが理解できる。さらに小児甲状腺がんの自然史についても、まさに今回のマスキングにより初めて明らかにされつつあるという段階である。崎山氏の指摘は、そうした知見の進展状況を踏まえていない。

## (2) 住民の放射線被ばく線量の現状

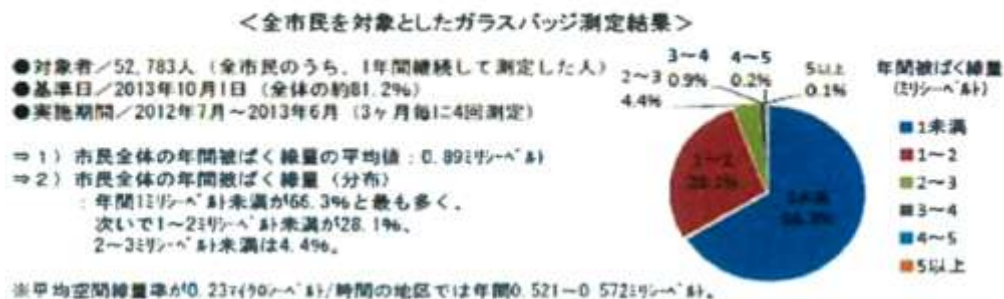
外部被ばく線量推計のために実施した行動記録 (基本調査) に回答した 56 万 4 千人 (回答率 27.4%) の事故当初 4 か月間の推定被ばく線量は 1 ミリシーベルト未満が 98.8%、5 ミリシーベルト未満が 99.98% であり、最大被ばく線量は 25 ミリシーベルトであった (図 2)。個人線量計を装着して個人モニターが可能になってからの線量計側では、空間線量と行動から推定する被ばく線量よりも低い傾向が見られた (図 3)。放射能汚染地域でも被ばくを極力抑える工夫をし、放射線以外の発がん要因を極力避ける努力もしながら生活することにより、がんリスクを高めないようにできる。一方、慣れ親しんだ土地で家族とコミュニティのメンバーと共同生活することは物質的にも精神的にも測りしれないメリットをもたらす。放射能汚染による被ばくを最小限にまで低減しつつ、住みやすい環境を整備して、コミュニティの復興を支援することは国、地方自治体の大きな責務である。ICRP も、刊行物 111「核事故や放射線緊急事態後の長期にわたり汚染した地域に生活する住民の防護のための委員会勧告の適用」において、汚染地域に居住する方々が行政の支援を受けながら自助努力を実践していくという、現在被災地において行われているのと同様の取り組み

を推奨している。住み慣れた土地、家屋を放棄して、避難、移住を推奨する考えに同意することはできない。

(図 2)



(図 3)



### 8. 福島原発事故における国の避難／帰還基準（年間 20 ミリシーベルト）の妥当性

政府は、福島第一原子力発電所事故の発件直後から現在に至るまで、住民の避難指示又はその解除を決めるに当たり、年間 20 ミリシーベルトを基準値として用いている。ICRP は、緊急時被ばく状況における参考レベルを状況に応じて年間 20–100 ミリシーベルト枠から選定して最適化を行うことを勧告している。日本政府はその枠の最低値を避難／帰還基準値に選んだ。最適化の理論は状況に応じて適宜参考レベルを下げながら、平常状態への復帰を目指すものである。日本では、年間 20 ミリシーベルトの低線量被ばくとその健康影響や、20 ミリシーベルトを避難指示の基準とすることの合理性等について、平成 23 年 11 月から同年 12 月にかけて行われた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において専門家を交えて議論された。その結果、「国際的な合意に基づく科学的知見に

よれば、放射線による発がんリスクの増加は、100 ミリシーベルト以下の低線量被ばくでは、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く、放射線による発がんのリスクの明らかな増加を証明することは難しい。」「現在の避難指示の基準である年間 20 ミリシーベルトの被ばくによる健康リスクは、他の発がん要因によるリスクと比べても十分に低い水準である。」「年間 20 ミリシーベルトという数値は、今後より一層の線最低減を目指すに当たってのスタートラインとしては適切である。」とする見解が報告書にまとめられている。この見解は現在でも正しく、有効である。

おわりに

福島原発事故以後、我が国では、国際機関で合意されている低線量放射線影響の科学的常識から外れて、低線量放射線健康影響のリスクが大きいとみなすごく一部の「専門家」の影響で、必要以上に被ばくを恐れ、不安にかられている人々が大勢でたことは、今こそ推進すべき福島の復興を阻害する不幸な事態である。「崎山意見書」で主張されている内容の多くは、正に不必要に低線量被ばくを危険視するもので、良識ある専門家には受け入れられないものである。

我が国の訴訟において、国際的に合意の得られている範囲を超えて、低線量放射線の被ばくに健康影響があるとの判断がなされることがあれば、福島の復興が遅れ、コミュニティの再建に大きな影響を及ぼす。これは被災地住民の希望に反することである。加えて、健康影響に関する国民の不安感が益々増大し、患者の診療に不可欠な医療放射線の利用に対してまで不安感が広まり、また、放射線防護・管理その他の規制の根拠が損なわれるなど、社会の多方面にわたり多大な悪影響が及ぼされることになる。低線量被ばくに関する科学的検証に基づく国際的な合意の内容をふまえた、適切な判断がなされるよう望む。

以上