

# 宇佐氏の意見書に対する見解

2015（平成 27）年 12 月 9 日

共同執筆者（50 音順）

岡本良治（九州工業大学名誉教授 原子核物理学）

豊島耕一（佐賀大学名誉教授 原子核物理学）

永井宏幸（理学博士 理論物理学）

三好永作（九州大学名誉教授 理論化学）

森永 徹（元純真短期大学講師 医学・薬剤毒性）

## 目 次 III

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| 1 はじめに                      | 2 |
| 2 宇佐氏の意見書には最新の研究成果が反映されていない | 2 |
| 3 最新の疫学研究が語るもの              | 3 |
| 4 梅田氏の受けた外部被ばく線量について        | 6 |
| 5 内部被ばくについて                 | 7 |
| 6 医療被ばくについて                 | 8 |

## 1 はじめに

宇佐俊郎氏による「梅田隆亮氏の健康被害と放射線の影響に関する医学的意見書」（乙第 106 号証）には、私たち科学者にとっては見過ごすことの出来ない、重大な誤りや思い違いが含まれる。これらの点のなかで重要な問題点をここにいくつか指摘しておきたい。

第一の問題点は、宇佐氏の意見書には、放射線被ばくと非がん疾患の関連を解明する最新の疫学研究によって得られた知見が含まれていないということである。そのために、100 mSv 以下の被ばく線量でも心疾患などの非がん疾患の死亡リスクが増加するという、最新の研究による科学的知見を否定する誤りを犯している。この点については、続く 2 節と 3 節で詳しく述べることにする。

第二の問題点は、梅田氏の外部被ばく量が 8.6 mSv であるという被告側の提出書類のデータを大した検討もせずほぼそのまま受け入れていることである。私たちはすでに、梅田氏の外部被ばく量が 8.6 mSv にとどまるとは想定し難いことを明らかにしている。この点については 4 節で述べる。

第三の問題点は、内部被ばくや医療被ばくについて、宇佐氏があまりにも楽観的に考えている点である。これに関しては 5 節と 6 節で述べる。

## 2 宇佐氏の意見書には最新の研究成果が反映されていない

宇佐俊郎氏の医学的意見書では、「『1990 年以降、被ばく集団において非がん疾患の頻度が増加』しているということが報告されるようになった」と国際放射線防護委員会（ICRP）の 2007 年勧告（『』の部分）[1]の項目 91 を引用して、最近、放射線被ばくと非がん疾患の関連を解明する研究がなされるようになってきたことを認めている。宇佐氏は、その 2007 年勧告を基にして議論している。しかし、2007 年勧告の 5 年後に発表された ICRP の 2012 年勧告[2]の項目 679 では、「ICRP ではこれまで、循環系疾患を被ばくによる生体への健康を害する要因としては上げてこなかった。その理由は、この件についての数多くの事実が“つい最近の数年の間”（only in the last few years）に明ら

かになったからである」として、被ばくによる循環系疾患の増加が2012年の数年前まではそれほど明確ではなかったことを述べている。つまり、宇佐氏の意見書の根拠としている文献は、循環系疾患と被ばくの関係が明確になる「つい最近の数年の間」以前のものであり、次節で述べる最新の研究（後出の文献[4, 6, 7]）は含まれていない。

宇佐氏が、知らないで最新の研究に触れなかったのであれば、それは単に不勉強であるということになる。しかし、知っていて触れなかったのであれば、専門家としての知的誠実さに欠けると言わざるをえない。いずれにしろ、宇佐氏の「医学的意見書」は最近の重要な知見を反映しない不十分なものである。

### 3 最新の疫学研究が語るもの

宇佐氏は、「約100 mSv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」とICRPの2007年勧告[1]の項目92に依拠した議論を展開している。しかし、この議論は、前節で触れたように最新の研究結果を無視したものである。

ここでは、2015年7月8日に提出した私たちの意見書（甲第49号証）[3]とも一部重なる部分もあるが、低線量被ばくと心疾患などの非がん疾患のリスクに関する疫学研究についての最近の報告をレビューしておく。

Shimizu等の研究[4]によれば、調査期間（1950～2003年）における心疾患による原爆被爆者の死亡率についての過剰相対リスク（ERR）は線形モデルが最適となり、その数値は0.14/Gyであった。そして、心疾患に関しては、しきい値は0 Gy [5]であるとしている。これは、100 mSv以下の低線量でもリスクはあるということを示している。さらに、0～0.5 Gyの被ばくによる心疾患の死亡率についてのERR係数の最確値は0.20/Gyであり、95%信頼区間は（-0.05～0.45/Gy）であるとしている。95%信頼区間の下限が負である（負であることはリスクが減少することを意味する）ことから、Shimizu等は慎重に、0.5 Gy以下の被ばく線量では統計的に有意とは言えず、低線量におけるリスクのより正確な見積りのためのさらなる追跡調査の必要性に言及している。しかし、95%信頼区間が（-0.05～0.45/Gy）であることの意味は、ERR係数が-0.05以下である確率が2.5%であり、0.45

以上である確率が2.5%であることである。前回の意見書（2015年7月8日）のp.10～11で詳述しているように、ERR係数がゼロより大きい確率（すなわち、リスクが増加する確率）は94%である。これは、0～0.5 Gyの被ばく領域においてもほぼ確実に（94%の確率で）心疾患の死亡率が増加することを意味している。また、宇佐氏は、心筋梗塞の危険因子として喫煙等がはるかに大きいとして、これに比べれば放射線被ばくの影響は小さいと言っている。しかし、Shimizu等の論文においては、タバコや飲酒などの影響について調整した場合としない場合のERR係数の値にはほとんど差がないことが示されている。

次に、Ozasa等による広島・長崎の原爆被爆者を対象にした最新の疫学調査[6]では、非がん疾患による死亡率の過剰相対リスク（ERR）を前期（1950～1965年）と後期（1966～2003年）に分けて調べたところ、後期ではERRは被ばく量に応じて直線的に増加することが示された。非がん疾患のうち循環器系疾患による死亡率のERRもほぼ同様の結果になっており、後期ではERRは被ばく量に応じてほぼ直線的に増加することが示されている。これらの調査は、循環器系疾患などの非がん疾患による原爆被爆者の死亡率が、特に低線量被ばくの領域においては、20数年以降においてはじめて著しく増加することを示している。また、後期（1966～2003年）における循環器系疾患による原爆被爆者の死亡率についてのERRは線形線量モデルにより0.11/Gyと見積もられている。

被ばく線量0.5Gy以下の領域で虚血性心疾患のリスクが増加することは、2012年に米国国立がん研究所のLittle等がおこなった統合分析（メタアナリシス）[7]によって確実視されるようになってきている。統合分析とは既存の研究を統合して統計的分析を加える方法であり、信頼性の高い優れた研究手法である。Little等の研究は、原爆被爆者のデータを含む2004～2010年に発表された調査データを統合分析したもので、虚血性心疾患による死亡率のERRの最確値が0.10/Gyであり、95%信頼区間は[0.05～0.15/Gy]であることを示した。これはリスクが被ばく1Gyにつき10%増加することを示している。

宇佐氏は意見書の中で「放射線被ばくと心筋梗塞との関連には、種々の報告があるが、影響があるとの報告でも100 mSv以上の被ばく」であると言っている。しかし、Little等が使用した各調査データの被ばくの平均値は、以下の表1（次ページ参照）のように

なっている。

表から明らかなように、Little 等の統合分析に使われた調査データの大半は 100 mSv 以下の被ばく量である。マヤークの核施設作業員についての被ばくの平均値は例外的に 830 mSv と大きい。しかし、Little 等の統合分析に使われた調査データの大半は 100 mSv 以下の被ばく量である。マヤークの核施設作業員についての被ばくデータを除いて分析しても、虚血性心疾患による死亡率の ERR の最確値は 0.10/Gy から 0.07/Gy と変化するだけで結論にそれほど大きな差異は認められない。最新の科学研究に基づけば、宇佐氏の意見には根拠がないことは明らかである。

表 1. Little 等の統合分析に使われた各調査データの平均被ばく量

| 調査対象            | 平均被ばく量 (mSv) | 人数      | 文献              |
|-----------------|--------------|---------|-----------------|
| 原爆被爆者           | 100 mSv      | 86,611  | Shimizu 等 [4]   |
| 原爆被爆者           | 100 mSv      | 10,339  | Yamada 等 [8]    |
| マヤーク核施設作業員      | 830 mSv      | 12,210  | Azizova 等 [9]   |
| チェルノブイリ緊急作業員    | 109 mSv      | 61,017  | Ivanov 等 [10]   |
| ドイツ・ウラン鉱作業員     | 41 mSv       | 59,001  | Kreuzer 等 [11]  |
| フランス電力会社従業員     | 21.5 mSv     | 22,393  | Laurent 等 [12]  |
| エルドラド・ウラン鉱作業員   | 52.2 mSv     | 16,236  | Lane 等 [13]     |
| 英国放射線作業員        | 24.9 mSv     | 174,541 | Muirhead 等 [14] |
| IARC 15ヶ国核施設作業員 | 20.7 mSv     | 275,312 | Vrijheid 等 [15] |

以上のように、最新の研究結果に基づけば、低線量の被ばく領域においても被ばく量に応じて心疾患のリスクが増加することは確かなことである。Little 等の統合分析に使われた全集団の平均被ばく量は、56.1 mSv と計算される。Little 等の研究結果は、概ね 100 mSv 以下の被ばく集団によってもたらされたものであると言っても過言ではない。少なくとも「約 100 mSv 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」とする ICRP の 2007 年勧告の文言は、このような最新研究の結果を反映してしたものではなく、少なくとも現時点では疫学的根拠を失っている。

#### 4 梅田氏の受けた外部被ばく線量について

宇佐氏が、梅田氏の受けた外部被ばく線量が 8.6 mSv であるという被告側の提出書類のデータをほぼそのまま受け入れて、不十分な検討しかしていないのは問題である。宇佐氏は証人証書 (p. 25) において外部被ばくの単位ミリレムをマイクロシーベルトと思い違いをしている。これは資料を十分に検討していないことを示している。作業現場の雰囲気照射線量の最小・最大値と作業時間のデータから見積もった私たちの推定によれば、梅田氏の外部被ばく線量の最小値と最大値は 22.0 mSv と 333.7 mSv であり、しかも雰囲気照射線量についてのデータが提出されていない日があることなどから、最小被ばく線量は 22.0 mSv 以下であることはなく、最大被ばく線量が 333.7 mSv 以上である可能性もあるということであった[3]。

被告側の提出書類 (乙第 22 号証) によれば、1979 年 5 月 17 日から 5 月 31 日までのポケット線量計による日別の被ばく線量は、30, 50, 10, 40, 10, 10, 10, 10, 8, 50, 30, 28, 30 ミリレムとなっている。これらを総計した 5 月のポケット線量計による被ばく量は 316 ミリレムとなっている。ポケット線量計は、8 ミリレム、28 ミリレムなどの測定値があることから、ミリレムの 1 位までの測定が可能なるものであることは明白である。ゼロのランダムな出現確率が 0.1 であり、1 位の数が 8 回連続してゼロである確率は  $10^{-8}$  (0.0000001) であることを考えれば、これらの記録データは明らかに不自然である。これらの数値が人為的に操作されたことを疑うに十分な根拠となるものである。

以上から、梅田氏の受けた外部被ばく線量を 8.6 mSv とする被告側の主張には、合理的な疑いがある。したがって、外部被ばく線量を 8.6 mSv としたうえでの議論には、合理的な根拠がないと言える。

## 5 内部被ばくについて

宇佐氏は、「医学的意見書」において内部被ばくについてホールボディカウンターにより見出された核種からの預託線量のみを問題にして、その他の核種による内部被ばくの可能性を考慮の対象から外している。そして、9月25日の証人調書では、一方で、内部被ばくと外部被ばくによる心筋梗塞発症の機序やその違いについては「十分に解明されていない」(p.21)と認めていながら、シーベルトで表されたものであれば、内部被ばくでも外部被ばくでも足し算してよい(p.53)と答えている。この態度は、局所的に被ばくする内部被ばくと全身的に被ばくする外部被ばくの差を無視したもので、科学的な態度とは言えない。

体内に取り込まれた放射性物質(放射線源)による内部被ばくは、通常、局所的なものとなり、全身が平均的に被ばくする外部被ばくとは一般に違ったものとなる。内部被ばくによるリスクについては十分に解明されていない。その理由は、ヒトに対する内部被ばくのリスクを評価するための実証データがほとんど存在しないからである。 $\gamma$ 線による内部被ばくであれば、外部被ばくとそれほど変わらないものと考えてもよいかも知れない。しかし、荷電粒子である $\beta$ 線や $\alpha$ 線による被ばくでは、これらの放射線の飛行距離が短いために、放射線源の近くの生体組織に膨大なエネルギーが付与され、重大な損傷が生じる危険性がある。ここでは、そのようなことを引き起こしうる2つの内部被ばくの危険性をあげておく。

1つはトリチウムである。冷却水中の水素原子はトリチウムに置き換わることがある。トリチウム生成の主因は、沸騰水型原発ではウランの三体分裂であると考えられている。水中の重水素が中性子を吸収してトリチウムとなることもある。トリチウムを含む水分子は普通の水分子と化学的には変わらないが、トリチウムは $\beta$ 線を出す点で生体組織に害を与える。これまで、トリチウムが放出する $\beta$ 線の平均エネルギーは5.7 keVと低エネルギーということであまり問題とされなかったが、取り込んだ細胞内で局所的にそのエネルギーを与えることになる。さらに、 $\beta$ 線を放出したトリチウムは元素転換を起こしヘリウム原子となり、水分子の残りはOH<sup>-</sup>イオンとなる。このイオンは直ちに周りから

電子を奪いOHラジカルを生ずる。OHラジカルは活性酸素の中で最も反応性が高いものである。その細胞内の生体分子と反応して害を与える。また、体内に取り込まれたトリチウムがDNA内の水素原子に置き換わることも考えられる。その場合にも、このトリチウムからの $\beta$ 線によるDNA損傷と元素転換効果による化学結合の切断の二重の被害を引き起こすことになる。これらのことを考慮すると、生体組織への損傷が軽微に終わるといふ楽観的な見方は、必ずしも正しいとは言えないのかも知れない。トリチウムの危険性については、本意見書著者の一人である森永の最近の研究において原発で作られるトリチウムと白血病との関連が議論されている[16]。

いま1つは、ホットパーティクルである。ホットパーティクルとは、放射能(放射線源)を持つミクロンオーダーの不溶性の微粒子である。もしも、ホットパーティクルが鼻粘膜に付着すれば、それから放出される $\beta$ 線などの放射線により、鼻粘膜の細胞壁や血管壁が破壊されるなどにより、鼻出血が生ずる危険がある。福島原発事故に関連して観測された鼻出血とホットパーティクルによる被ばくとの関連が郷地・橘によって議論されている[17]。梅田氏は原子炉での作業後に鼻出血を起こしているが、この鼻血がホットパーティクルによるものでないと簡単に否定することはあまりにも楽観的に過ぎる議論である。

ICRPとは独立な科学者の組織である欧州放射線リスク委員会(ECRR)は、トリチウムやホットパーティクルの危険性について注意を喚起している[18]。予防医学的な観点からすれば、これらの危険性に十分留意した上で対処することが必要であろう。今後、これらの問題について科学的な解明がなされていくことを期待したい。注意しておきたいことは、それらの危険性を打ち消す確かな科学的根拠はもちろん存在しないことである。現時点において、それらの危険性を否定することは、少なくとも科学的な態度ではないと断言する。

## 6 医療被ばくについて

宇佐氏は、梅田氏の被ばくを「CT検査1回分の被ばく(6.9 mSv)と同レベル」であり、

短時間に被ばくする「CT 検査の方がはるかにリスクが高いといえる」として、さらに「CT 検査により心筋梗塞が発症するという医学的知見はない」としている。宇佐氏のこれらの見解は2つの点で誤った議論である。

一点目は、10 mSv 以下の被ばくでも心筋梗塞などの心疾患の発症率や死亡率が増加することは、最新の研究報告を基にした3節の議論から明らかであるが、このことを否定していることである。Little 等の研究から、虚血性心疾患による死亡率リスクはしきい値なしに増加し、過剰相対リスク (ERR) は、0.10/Gy である。

もう一点は、同じ被ばく線量であるなら、短時間被ばく (単回被ばく) の方が高リスクであるということは、必ずしも成り立たないということである。被ばくによる生体組織の損傷の第一ステップは、放射線により生体内の分子が電離され多数のイオンや活性分子種が生じることである。これらのイオンや活性分子種が DNA や生体機能分子にアタックして損傷を負わせる原因となる。ところが、短時間被ばくにより生じたイオンや活性分子種の数が増大になれば、それらがお互いに反応を起こすことで、ターゲットの DNA や生体機能分子をアタックする活性分子の数が減少するというメカニズムが働きうるからである。

虚血性心疾患による死亡率の過剰相対リスク (ERR/Gy) が、広島・長崎の原爆被ばく者では0.02~0.05 であるのに対して、慢性的に被ばくし続けた核施設従業者では0.13 と大きくなるのが計算される (Little 等[7]のデータを使っの私たちの計算)。これは上で述べたメカニズムが働いている実例と考えられる。このことは、宇佐氏が言うのとは逆に、同じ被ばく線量であれば、分割照射による被ばく (慢性的被ばく) の方が単回被ばく (原爆被爆者や一回のCT 検査による被ばく) に比べてリスクが高いことを示している。

さらに、宇佐氏は6~9 mSv の被ばくをすることになるCT 検査について、患者に対して被ばくのリスクを通常説明することはないと証人調書 (p.13) の中で述べている。しかし、このような医者放射線被ばくのリスクに対する無神経さが、日本における医療被ばくのリスクが欧米諸国に比較して高いことの原因であることを最後に指摘しておく

たい。

医療被ばくはCT 検査だけでなく診断用のX線でも多くの患者が被ばくしている。

Berrington de Gonzalez&Darby の論文[19]によれば、診断用のX線に起因して、75歳までにがん死となる累積リスクは日本が欧米諸国に比較して飛び抜けて高い。日本のリスクは、英国の5.3倍、米国の3.6倍となっている。この原因には宇佐氏を含む少なくない日本の医師の放射線被ばくに対する無神経さがあるのではないかと私たちは憂慮している。

- 1 ICRP Publication **103** (2007).
- 2 ICRP Publication **118** (2012).
- 3 2015年7月8日提出の三好・森永・永井・岡本・豊島による意見書。
- 4 Y. Shimizu *et al.*, *BMJ* **340**: b5349; doi:10.1136/bmj.b5349 (2010).
- 5 放射線の被ばく線量として吸収線量のグレイ(Gy)と線量当量のシーベルト(Sv)とが出てくるが、ここでは同じものと考えてよい。
- 6 K. Ozasa *et al.*, *Radiat. Res.* **177**, 229-243 (2012).
- 7 M.P. Little *et al.*, *Environ. Health Perspect.* **120**, 1503-1511 (2012).
- 8 M. Yamada *et al.*, *Radiat. Res.* **161**, 622-632 (2004).
- 9 T.V. Azizova *et al.*, *Radiat. Res.* **174**, 155-168 (2010); *ibid.* **174**, 851-864 (2010).
- 10 V.K. Ivanov *et al.*, *Health Phys.* **90**, 199-207 (2006).
- 11 M. Kreuzer *et al.*, *Radiat. Environ. Biophys.* **45**, 159-166 (2006).
- 12 O. Laurent *et al.*, *Int. Arch. Occup. Environ. Health* **83**, 935-944 (2010).
- 13 R.S. Lane *et al.*, *Radiat. Res.* **174**, 773-785 (2010).
- 14 C.R. Muirhead *et al.*, *Br. J. Cancer* **100**, 206-212 (2009).
- 15 M. Vrijheid *et al.*, *Int. J. Epidemiol.* **35**, 1126-1135 (2007).
- 16 森永徹「玄海原発と白血病の関連の検討」社会医学研究特別号 p.94. (2015年).
- 17 郷地秀夫・橘真矢「鼻血は福島原発事故の放射線によって起こり得る その医学的機序の一考察」(第55回日本社会医学学会総会講演集 p.79~80, 2014年7月, 名古屋大学).
- 18 ECRR2010 勧告 日本語版 [http://www.jca.apc.org/mihama/ecrr/ecrr2010\\_dl.htm](http://www.jca.apc.org/mihama/ecrr/ecrr2010_dl.htm) 参照.
- 19 A. Berrington de Gonzales and S. Darby, *Lancet* **363**, 345-351 (2004).