

# インテグリティの失われた被曝評価論文： 宮崎早野第2論文批判

黒川眞一  
谷本 溶

くろかわ しんいち  
高エネルギー加速器研究機構名誉教授  
たにもと よう  
ローマ大学トル・ヴェルガータ数学科

黒川は、本誌2月号に宮崎早野論文<sup>1</sup>の「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」違反を指摘する「住民に背を向けたガラスバジ論文」を島明美氏との共著で発表した。引き続いて本誌3月号においては、宮崎早野第1論文批判を「被曝防護には空間線量そのものを使うことが妥当である」という論考として単著で発表している。今号においては、谷本溶との共著として宮崎早野第2論文の批判を行う。

黒川は、宮崎早野第2論文についての批判を、宮崎早野第1論文と第2論文が掲載された *Journal of Radiological Protection* 誌（以下 JRP 誌）に *Letter to the Editor*（論文誌上に発表されている論文についてのコメントや批判を行う論文の形式、以下レターという）として投稿し、2018年11月16日に“is ready to accept”となっている。ただしこのレターにおいては、生涯追加外部被曝線量（以下、生涯線量という）について、第2論文だけを読めばわかる論文中の誤りと不整合のみを指摘している<sup>2</sup>。

一方、この論考においては、生涯線量だけでなく、除染の効果についても議論の対象とし、第2論文だけでなく、第1論文や他の資料を用い、総合的な批判を行う。

この論考で指摘している主なことは、

(1) 論文における各区域の対象者は非常に特殊な集団である。区域Aの対象者の半数ほどは、特定避難勧奨地点に設定された世帯の市民であり、子どもを中心として多くの方が避難をしていることが、論文に明記されていない。

(2) 区域Aの周辺線量率として示された平均

$\dot{H}_{10}^{*A}(0.65)=2.1\mu\text{Sv h}^{-1}$  と係数  $c^A=0.10$  は正しくない。本来の値  $\dot{H}_{10}^{*A}(0.65)=2.7\mu\text{Sv h}^{-1}$  と  $c^A=0.15$  をそれぞれ7割程度に小さくし、両者の積を半分に行っていると考えられる。生涯線量はこれらの積に比例するため、生涯線量は半分に過小評価されている。論文中には、平均  $\dot{H}_{10}^{*A}(0.65)=2.1\mu\text{Sv h}^{-1}$  と係数  $c^A=0.10$  という値の根拠は示されていない。

(3) 図6と図7が整合しない。図6に対し、図7の累積線量がほぼ半分(46%)、曲線が58%に縮められている。図6が正しく、図7は縦に縮小されていると考えられる。この縮小の理由は不明であり、早野氏の2019年1月8日の「伊達市民の外部被ばく線量に関する論文についての見解」（以下「見解」）<sup>\*1</sup>では説明できない。

(4) 区域Aにおける除染をしない場合の生涯線量の平均値は18 mSvではなく、33 mSvである。さらに、区域Aにおいて避難を行わなかった市民の生涯線量の平均は46 mSv ぐらいであろう。このような値を得た理由は、早野氏の2019年1月8日の「見解」とはまったく異なるものである。

(5) 第2論文で99パーセンタイル値とされていたものは、実は90パーセンタイルであると考えられる。これにもとづき区域Aで除染がない場合の99パーセンタイルでの生涯線量を評価しなおすと論文の35 mSvではなく103 mSvと

\*1—早野氏は「見解」を2019年1月8日に文部科学省の記者クラブに張り出し、また自身のツイート<sup>3</sup>で紹介している。

なる。

(6)除染は個人被曝線量率を22%ほど低減する効果があることは明らかである。論文は除染に効果がないとしているが、論文で用いられた方法では除染の効果を示すことができない。

最後に、この論考の補足として、本誌2月号の黒川・島の共著論考、「住民に背を向けたガラスバジ論文」の最終稿提出以降に判明した倫理違反に関する事実を示す。

## 第1章

### 第2論文の要旨と方法の紹介

#### 1. 第2論文の要旨

第2論文のabstract(要旨)に次のように書かれている(訳文は黒川による。参考文献1参照)。

「この論文シリーズの第1論文において、私たちは、福島第一原発事故後、個人線量と周辺線量の比 $c$ は福島県伊達市において時間の経過によって変化しないことを示した。この第2論文は、継続的なガラスバジ・モニタリングのデータを用い、航空機を用いた線量調査によって得られた周辺線量減衰関数を外挿することにより、伊達市の居住者の生涯にわたる被曝線量を評価することを目的としている。私たちの得た結果は、伊達市の居住者の生涯にわたる追加外部被曝線量の平均値は18 mSvを超えることはないというものである。さらに、除染には個人線量低減効果があるとは明確にいえないという結果も得ている。個人線量と周辺線量を組み合わせて用いる私たちの方法は、放射能汚染地域に住み続ける人々の生涯被曝線量を十分な確度をもって予測することができるものである」。

すなわち、第2論文は、伊達市の居住者の生涯にわたる追加被曝線量を評価したところ追加外部被曝線量の平均値は18 mSvを超えることはないこと、除染には個人線量低減効果があるとは明確にいえないことを結論とする論文である。

#### 2. 第2論文における第1論文の結論のまとめ

また第2論文には、第1論文の結論が次のよ

うに紹介されている。

「このシリーズの第1論文において[1]、私たちは福島県伊達市の市民によって福島第一原発事故の5か月から51か月後までの期間に用いられたガラスバジ個人線量計の測定値を解析した結果、次のような結論をえた。

(1)個人線量計によって得られた個人線量値と、同時期に行われた航空機によるモニタリング調査[2]によって得られたガラスバジ装着者の住居の周辺線量([1]で定義されたグリッド線量のこと)は比例し、その比例係数は0.15である。

(2)得られた係数0.15は2011年11月(第4次の航空機によるサーベイ)から2014年11月(第9次サーベイ)の間に時間変化はみられなかった。

(3)環境省によって定められた変換係数である0.6[3]は実際の測定によって求められた係数0.15より約4倍大きい。

結論(2)は周辺線量率と個人線量率は同じように減少していくことを示唆している。これからさらにいえることは、汚染された地域に住み続ける住民の生涯線量が航空機による調査で得られた周辺線量から推定できるということである。」

#### 3. 第2論文が採用している方法

以上の結論を得るために、第2論文は次のような方法を採用している。長くなるが論文から引用する。

引用開始：

##### 2. 材料と方法

###### 2.1. 周辺線量の時間変化についてのモデル化

日本政府は定期的に福島第一原発事故からの放射能の影響を受けた地域を300 mの高度を飛ぶ航空機によってモニターしてきており[2]、測定で得た値を地上1 mの周辺線量 $\dot{H}_{10}$ に変換してきた。250 mごとにあるグリッドにおける平均値はマップと数値データとして発表されてきた[4]。

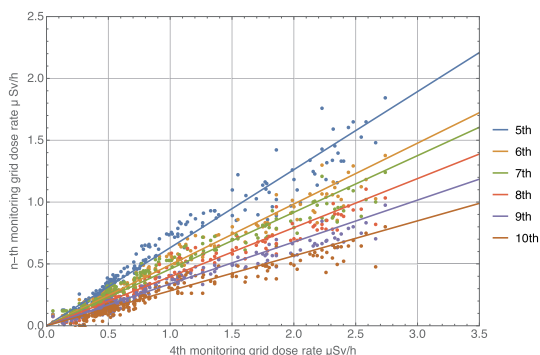


図1—第2論文図1

空からの調査は2011年4月に始められ、最新のものは2015年11月に行われた第10次の調査である。

(中略)

伊達市における周辺線量の時間変化を知るために、私たちはまず各グリッド点について、バックグラウンドを差し引いた第5次から10次までの航空機による調査によって求められた周辺線量率を、第4次の周辺線量率で割った値を表にまとめてみた。その結果を図1に示す。図に示されているように、 $n$ 次と4次の測定の間にはよい比例関係が存在する。そこで私たちは図1に示されているように第5次から10次までの調査データを直線でフィットした。各直線の傾きが第4次と比べたときの周辺線量率の平均的な減衰を示しており、これらを図2に、横軸を事故からの年数として、黒丸で示してある。

次に、周辺線量率の時間依存性を、これまでに行われた研究[5, 6]からわかっている次のような関数でモデル化した。この関数はCs-134とCs-137の半減期( $T_{134}=2.06\text{y}$ (年),  $T_{137}=30.17\text{y}$ )、速い風化半減期と遅い風化半減期( $T_{\text{fast}}$ と $T_{\text{slow}}$ )、そして速い風化減衰の割合( $a_{\text{fast}}$ )というパラメータをもつ。

$$f(t) = \frac{\dot{H}_{10}^*(t)}{\dot{H}_{10}^*(0.65)} = \{a_{\text{fast}} 2^{-t/T_{\text{fast}}} + (1-a_{\text{fast}}) 2^{-t/T_{\text{slow}}}\} \times \frac{(k \times 2^{-t/T_{134}} + 2^{-t/T_{137}})}{k+1}, \quad (1)$$

ここで $\dot{H}_{10}^*(0.65)$ はこの関数が $t=0.65$ 年に相当

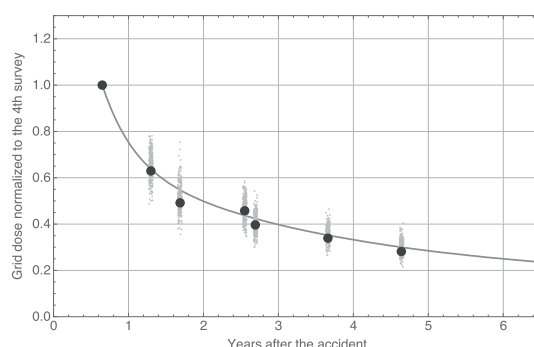


図2—第2論文図2

する第4次航空機サーベイによってノーマライズされていることを示す。また係数 $k$ は次のようにして求められた：伊達市における放射能汚染は主として福島第一原発の2号炉から2011年3月15日に放出された放射性物質による[7]。福島第一原発の各炉中の放射能についての解析は2012年にJAEAから発表されており[8]、炉の停止時点において2号炉には $2.76 \times 10^8 \text{ Bq} (^{134}\text{Cs})$ と $2.55 \times 10^8 \text{ Bq} (^{137}\text{Cs})$ の放射能があった。 $\text{kBq m}^{-2}$ あたりのカーマレート換算率 $4.68 (^{134}\text{Cs})$ および $1.72 (^{137}\text{Cs}) \text{ nGy h}^{-1}$ [9]から係数 $k$ は $k=2.95$ となる。

## 2.2 追加生涯線量の評価

伊達市はガラスバッジによる個人線量の測定を2011年8月に始めた。そのときは、妊婦および15歳以下の子どもが対象であり、期間はひと月であった。2011年9月から、測定期間は3か月(1クォーター)に延長された。測定はこの論文の執筆中も継続されている(文献[1]の表1参照のこと)。線量計の供給元である千代田テクノルは事故後の自然放射線の寄与によるバックグラウンドを福島全域で $0.54 \text{ mSv y}^{-1}$ としている。この値は茨城県の大洗で得られたものであり、伊達市などの関係市町村に千代田テクノルが追加外部被曝線量を報告するときには、ガラスバッジの読み値からこの値が差し引かれている[10]。

この論文においては、私たちは対象者として、ガラスバッジを2011年のQ3から2015年Q1まで(2011年9月から2015年6月まで)継続して用いてい

た人々を選んだ。なぜならば、このような選択により、上記の期間における累積個人線量を直接的に知ることができるからである。このようにして選択された対象者の数は区域 A で  $n=476$ 、区域 B で  $n=693$ 、そして区域 C では  $n=3280$  である(区域分けについては 2.3 節を参照してほしい)。ガラスバッジによる測定が開始される前の事故後の最初の 4 か月の追加線量は  $1.4 \text{ mSv}$  と仮定した。この値は福島県北部地方の住人に対して評価された外部被曝線量の平均値であり、福島健康管理調査の基本調査として発表されている[11]。

累積個人線量  $H_p(t)$  は次のような関数である、

$$H_p^i(t) = \int_{t_1}^t (\dot{H}_{10}^{*i}(0.65) \times c^i \times f(\tau)) d\tau + I, \quad (2)$$

ここで  $f(\tau)$  は式(1)で求められた周辺線量率減衰関数であり、 $i$  は各区域 A, B, C である。第 4 次航空機モニタリングのときの平均周辺線量率は  $\dot{H}_{10}^{*A}(0.65) = 2.1 \mu\text{Sv h}^{-1}$ 、 $\dot{H}_{10}^{*B}(0.65) = 1.4 \mu\text{Sv h}^{-1}$ 、そして  $\dot{H}_{10}^{*C}(0.65) = 0.8 \mu\text{Sv h}^{-1}$  であり、 $c$  は地域  $i$  の換算係数(下をみてほしい)であり、 $t_1 = 0.39\text{y}$  はガラスバッジサーベイの開始時(2011 年 8 月 1 日)である。そして  $I$  は事故後の最初の 4 か月の平均外部被曝線量である(上をみてほしい)\*2。

換算計数  $c$  は

$$\langle c \rangle = \left\langle \frac{\text{individual dose rate}}{\text{grid dose rate}} \right\rangle, \quad (3)$$

であり、前論文で  $c = 0.15 \pm 0.03$  と計算されており[1]、全てのガラスバッジによるサーベイの参加者の平均値である。現在の研究においては、私たちは  $c$  を継続的にガラスバッジを使用した人々に対し各地域ごとに再計算した。その結果は： $c^A = 0.10$ 、 $c^B = 0.12$ 、 $c^C = 0.15$  である。

最後に、平均的な生涯追加外部被曝線量を求めるために関数  $\dot{H}_p^i(t)$  が  $t = 70\text{y}$  まで外挿された。

## 引用終わり

\*2—[筆者注]初期被曝線量  $I$  は第 2 論文の参考文献[11]で 2011 年 3 月 11 日から 7 月 10 日までの 4 か月間の累積線量であると定義されている。そうであれば、式(2)の積分は  $t = 0.39\text{y}$  ではなく  $t = 0.33\text{y}$  とすべきである。

## 第 2 章

### 第 2 論文批判：生涯追加被曝線量の評価について

#### 1. 第 1 論文のまとめは間違っている

第 1 章第 2 節に示した第 1 論文の結論

(2)得られた係数 0.15 は 2011 年 11 月(第 4 次の航空機によるサーベイ)から 2014 年 11 月(第 9 次サーベイ)の間に時間変化はみられなかった。

は誤りである。本誌 3 月号の論考で示したように、第 1 論文では、係数が時間経過によらず一定であることは検証されていない。詳しくは本誌 3 月号をみてほしい<sup>4</sup>。

#### 2. 論文における各区域の対象者は非常に特殊な集団である

第 2 論文では各区域の対象者について次のように書かれている。

「この論文においては、私たちは対象者として、ガラスバッジを 2011 年の Q3 から 2015 年 Q1 まで(2011 年 9 月から 2015 年 6 月まで)継続して用いていた人々を選んだ。なぜならば、このような選択により、上記の期間における累積個人線量を直接的に知ることができるからである。このようにして選択された対象者の数は区域 A で  $n=476$ 、区域 B で  $n=693$ 、そして区域 C では  $n=3280$  である。」

これらの対象者が非常に特殊な対象者であることを示そう。

まず区域 A は特定避難勧奨地点を含んでいることを指摘する。そして特定避難勧奨地点に指定された市民の多くは実際に避難を行っていることがわかっている。

伊達市が作成した「3 年の記録」<sup>5</sup>という本の中に、特定避難勧奨地点に設定された世帯の避難状況が示されている(図 3)。これをみると、2012 年 1 月 1 日では、481 人中の 328 人が避難をしていることがわかる。特定避難勧奨地点は 2012 年 12 月に解除された<sup>6</sup>が、そのほぼ 1 年後の 2014 年 1

| 特定避難勧奨地点に設定された世帯の避難状況 |         |     |         |     |     |     |
|-----------------------|---------|-----|---------|-----|-----|-----|
| 避難先                   | H24.1.1 |     | H26.1.1 |     | 増減  |     |
|                       | 世帯      | 人数  | 世帯      | 人数  | 世帯  | 人数  |
| 伊達市内                  | 64      | 235 | 50      | 184 | -14 | -51 |
| 県内他市町村                | 25      | 83  | 24      | 72  | -1  | -11 |
| 県外                    | 4       | 10  | 4       | 13  | 0   | 3   |
| 避難合計                  | 93      | 328 | 78      | 269 | -15 | -59 |
| 滞在・帰還                 | 35      | 153 | 50      | 212 | 15  | 59  |
| 対象世帯等合計               | 128     | 481 |         |     |     |     |

特定避難勧奨地点の設定が解除されてから1年後の避難状況は、解除前と大きく変わっていない

図3—伊達市発行「3年の記録」(97頁)より

月1日においても、269人が避難をしている。区域Aには2500世帯ほどあり(第1論文より)、第2論文の対象者とされた476人のうちの何人が特定避難勧奨地点に設定された世帯に属するかはデータがないので示すことはできない。しかし、対象者の半分程度の方は特定避難勧奨地点に設定された世帯に属することを次のようにして推論することができる。

図4は第1論文の図3a)であり、研究対象者の住所に突合された第4次の航空機によるサーベイによって求められたグリッドの周辺線量率を色の違いで示したものである。図5は、第2論文の図3に示された区域Aの住民のうち、除染の期間が2012年10月から12月までの対象者425人に対応するグリッドに、第1論文の図3a)を用いて周辺線量率を色で表したものである。図

4を見て、対応する点をおよその周辺線量に分けて点の大きさを考慮して数えると、425人の半分程度の方がグリッド線量率が $\sim 3\mu\text{Sv/h}$ 以上のところに住んでいることがわかる。ここで、図6として示した第1論文の図4a)を見てみよう。周辺線量率が $2.95\mu\text{Sv/h}$ 以上になると、顕著に25パーセンタイルが小さくなることがわかる。このことは、避難により被曝線量率が小さくなった効果であると考えられる。つまり、425人の半分ぐらいの市民は特定避難勧奨地点に設定された世帯に属すると考えられるということになる。また、そもそも特定避難勧奨地点は、2011年6月11～12日の原子力災害現地対策本部および福島県災害対策本部による環境放射線モニタリング詳細調査<sup>7)</sup>で $3.2\mu\text{Sv/h}$ 以上となった地点が指定されたものである<sup>8)</sup>。式(1)によれば、6月から10月22日に始まった第4次航空機モニタリングまでに周辺線量率は約64%に減少する。一方、地上での調査は航空機モニタリングと比べて70%程

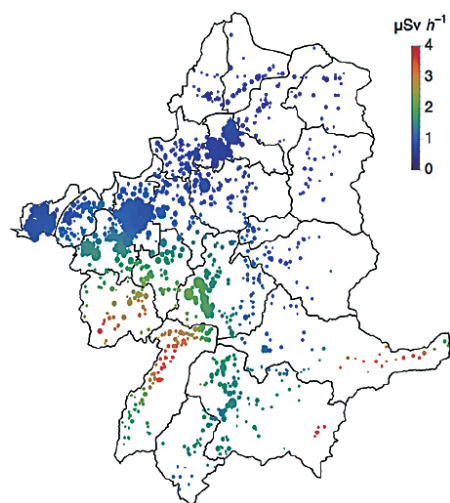


図4—第1論文図3a)



図5—第2論文の図3に第1論文の図3a)の対応する地点の色を重ねたもの

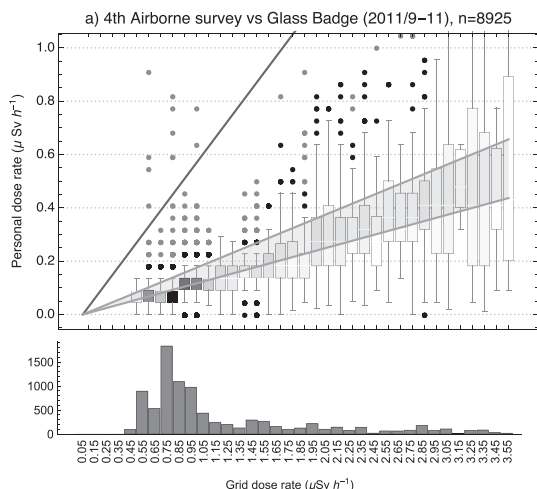


図6—第1論文図4 a)

度になる傾向がある<sup>9</sup>。よって、図5に示された区域Aの中で、およそ3μSv/h以上の空間線量をもつ地域が特定避難勧奨地点に対応し、やはり425人の半分程度の方が対象地点に設定された世帯の住所に対応すると考えられる。

避難は子どもを中心として行われたと考えられる。例えば、だて復興・再生ニュース第8号に載った以下に示す表(図7)を見てほしい<sup>10</sup>。2012年7月からの1年間にわたる追加線量をガラス

バッジを用いて測ったところ、60歳以上の平均値を15歳以下の子どもの平均値で割った値が、特定避難勧奨地点がある下小国で2.62と上小国で1.88という大きな値を示している。これに対して空間線量率が高いが、特定避難勧奨地点がない、高成田と糠田の値はそれぞれ1.22と1.29である。

区域Bの693人と区域Cの3280人のほとんどは15歳以下の子どもである。なぜならば、論文に書いてあるように、「ガラスバッジを2011年のQ3から2015年Q1まで(2011年9月から2015年6月まで)継続して用いていた人々を選んだ」からである。第1論文表1によれば、2011年9月から11月の期間にガラスバッジを装着していた人々は、15歳以下の子ども、妊婦、そして特定避難勧奨地点がある地域の方である。区域BとCには特定避難勧奨地点がないので<sup>11</sup>、対象者は15歳以下の子どもと少数の妊婦しかいないことになる。

論文では、対象者がこのように特殊な集団であることを明記していない。特に区域Aにおいて、多くの方が避難していることを示さないことは、論文の結論の解釈に大きく影響する。著者の一人

●表2:予測値と実測値の年間追加被ばく線量一覧

| 大字単位 | 平均空間線量率<br>(μSv/h)<br>(伊達市一斉<br>放射線量測定) | 予測値<br>(mSv) A<br>(国が示した計算式<br>からの予測値) | 実測値(mSv) B<br>(ガラスバッジ測定1年間の実測値) |               |               |
|------|-----------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------|---------------|---------------|
|      |                                         |                                        | 全年齢<br>(図2)                     | 0~15歳<br>(図3) | 60歳以上<br>(図4) |
| 白根   | 0.230                                   | 0.999                                  | 0.521                           | 0.377         | 0.537         |
| 山舟生  | 0.230                                   | 0.999                                  | 0.572                           | 0.407         | 0.591         |
| 富野   | 0.237                                   | 1.035                                  | 0.586                           | 0.435         | 0.619         |
| 梁川   | 0.247                                   | 1.088                                  | 0.499                           | 0.364         | 0.531         |
| 東大枝  | 0.256                                   | 1.135                                  | 0.505                           | 0.406         | 0.536         |
| 伊達   | 0.260                                   | 1.156                                  | 0.582                           | 0.482         | 0.617         |
| 大石   | 0.299                                   | 1.361                                  | 0.788                           | 0.587         | 0.784         |
| 大泉   | 0.301                                   | 1.372                                  | 0.941                           | 0.792         | 0.967         |
| 粟野   | 0.307                                   | 1.403                                  | 0.743                           | 0.535         | 0.790         |
| 五十沢  | 0.309                                   | 1.414                                  | 0.567                           | 0.459         | 0.587         |
| 泉原   | 0.311                                   | 1.424                                  | 0.769                           | 0.675         | 0.783         |
| 二井田  | 0.319                                   | 1.466                                  | 0.882                           | 0.713         | 0.955         |
| 堀本   | 0.333                                   | 1.540                                  | 0.726                           | 0.519         | 0.793         |
| 保原   | 0.344                                   | 1.598                                  | 0.855                           | 0.710         | 0.935         |
| 大立目  | 0.360                                   | 1.682                                  | 1.002                           | 0.743         | 0.988         |
| 金原田  | 0.417                                   | 1.982                                  | 1.065                           | 0.831         | 1.124         |
| 上保原  | 0.429                                   | 2.045                                  | 1.106                           | 0.919         | 1.168         |
| 伏黒   | 0.446                                   | 2.134                                  | 0.941                           | 0.716         | 1.024         |
| 山野川  | 0.471                                   | 2.265                                  | 1.129                           | 0.923         | 1.184         |

図7—だて復興・再生ニュース第8号より

| 大字単位 | 平均空間線量率<br>(μSv/h)<br>(伊達市一斉<br>放射線量測定) | 予測値<br>(mSv) A<br>(国が示した計算式<br>からの予測値) | 実測値(mSv) B<br>(ガラスバッジ測定1年間の実測値) |               |               |
|------|-----------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------|---------------|---------------|
|      |                                         |                                        | 全年齢<br>(図2)                     | 0~15歳<br>(図3) | 60歳以上<br>(図4) |
| 箱崎   | 0.512                                   | 2.481                                  | 0.896                           | 0.627         | 0.986         |
| 中川   | 0.513                                   | 2.486                                  | 1.050                           | 0.765         | 1.141         |
| 掛田   | 0.590                                   | 2.891                                  | 1.166                           | 0.937         | 1.183         |
| 所沢   | 0.594                                   | 2.912                                  | 1.550                           | 1.118         | 1.685         |
| 御代田  | 0.622                                   | 3.059                                  | 1.293                           | 1.119         | 1.230         |
| 上手渡  | 0.622                                   | 3.059                                  | 1.248                           | 0.800         | 1.304         |
| 石田   | 0.635                                   | 3.127                                  | 1.302                           | 0.781         | 1.411         |
| 下手渡  | 0.639                                   | 3.148                                  | 1.323                           | 0.928         | 1.400         |
| 山戸田  | 0.640                                   | 3.154                                  | 1.242                           | 0.955         | 1.299         |
| 柱田   | 0.655                                   | 3.232                                  | 1.339                           | 1.007         | 1.448         |
| 布川   | 0.661                                   | 3.264                                  | 1.233                           | 1.048         | 1.316         |
| 糠田   | 0.834                                   | 4.173                                  | 1.433                           | 1.135         | 1.467         |
| 月館   | 0.862                                   | 4.320                                  | 1.234                           | 0.879         | 1.296         |
| 高成田  | 0.866                                   | 4.341                                  | 1.916                           | 1.585         | 1.926         |
| 富沢   | 0.924                                   | 4.646                                  | 2.368                           | 1.457         | 2.516         |
| 上小国  | 1.057                                   | 5.345                                  | 1.996                           | 1.151         | 2.166         |
| 下小国  | 1.071                                   | 5.419                                  | 1.893                           | 0.808         | 2.118         |
| 全体   | 0.510                                   | 2.470                                  | 0.888                           | 0.797         | 1.150         |

である宮崎真氏は伊達市市政アドバイザーでもあるのだから、このような状況を知らないということは考えにくい。これらの事実を明記しないことは、研究者としてわきまえるべき基本的な注意義務を怠っていると言えるのではないだろうか。

### 3. 図1はグリッドの線量率が $2.7 \mu\text{Sv/h}$ より小さいデータしか用いていない。これは、区域Aの対象者の半分程度以上を除外していることになる

区域Aの対象者に突合されたグリッドの第4次航空機サーベイの値は $1.5 \sim 4.0 \mu\text{Sv/h}$ の範囲にあり、上で見たように半分程度の対象者は $3 \mu\text{Sv/h}$ より高い(図5参照)。それゆえ、図1は区域Aに属する対象者の半分程度以上を除外していることになる。

区域Aの対象者のほとんどは小国の住人であり、その方たちの家は山あいの谷間にある。第2論文の参考文献としてあげられているKinase論文<sup>12)</sup>は、市街地と森林の間で速い風化半減期 $T_{\text{fast}}$ が異なり森林の方が市街地より遅いことを示している。区域Aは、生涯線量が最も大きくなる区域であり、この地域における $T_{\text{fast}}$ および減衰関数を求めることは非常に重要である。ところが論文が $2.7 \mu\text{Sv/h}$ までのデータしか用いていないことは、区域Aの減衰関数が、他の地域の減衰関数と同じであるか否かを定めることができないことを意味する。これは、この論文の大きな欠陥である。

第2論文の結論に書かれている、「この論文において、私たちは航空機によるサーベイによって得られた周辺線量率の減衰関数は伊達市のすべての地域で等しく適用できることを示した。周辺線量の大きさ、除染方法の違い、そして除染が行われたかいなかにかかわらず、低減関数は伊達市全域で同一であった。」は、上に示したように減衰関数を求めるときに、「区域Aに属する対象者の半分程度以上を除外していることになる」ので、検証されていない主張である。

### 4. 第2論文の式(1)が正しくない

第2論文の式(1)が正しくない。式(1)は $t=0.65y$ で1になるべき関数であるが、2番目の等号の右側の式は $t=0y$ で1になってしまう。誤りは2番目の等号の右側の式に $t=0.65y$ で1に正規化するための係数が抜けているというものである。

その後、私たちは、著者たちが2018年2月にJRP誌に発表した、“Comparison of the UNSCEAR isodose maps for annual external exposure in Fukushima with those obtained based on airborne monitoring surveys”という論文<sup>13)</sup>に正しい式が載っていること、さらにこの論文が第2論文を参考文献としてあげていることを発見した。この論文発表の時点で、著者は第2論文に対してcorrigendum(正誤表)を出すべきである。

### 5. 区域Aの $\dot{H}_{10}^A(0.65)=2.1 \mu\text{Sv h}^{-1}$ と $c^A=0.10$ は論文に示されたデータと整合しておらず、これらの数値の根拠は示されていない。正しい値は $\dot{H}_{10}^A(0.65)=2.7 \mu\text{Sv h}^{-1}$ と $c^A=0.15$ である

第2論文の中に

「第4次航空機モニタリングのときの平均周辺線量率は $\dot{H}_{10}^A(0.65)=2.1 \mu\text{Sv h}^{-1}$ 、 $\dot{H}_{10}^B(0.65)=1.4 \mu\text{Sv h}^{-1}$ 、そして $\dot{H}_{10}^C(0.65)=0.8 \mu\text{Sv h}^{-1}$ であり」

と書かれているが、この値の根拠となるグラフなどが示されていない。また、第2論文に書かれた第1論文の結論の最初のものは、

「(1)個人線量計によって得られた個人線量値と、同時期に行われた航空機によるモニタリング調査[2]によって得られたガラスバッジ装着者の住居の周辺線量([1]で定義されたグリッド線量のことは)は比例し、その比例係数は0.15である。

(2)得られた係数0.15は2011年11月(第4次の航空機によるサーベイ)から2014年11月(第9次サーベイ)の間に時間変化はみられなかった。」である。ところが、その後、第2論文に、係数について、

「前論文で $c=0.15 \pm 0.03$ と計算されており[1],

全てのガラスバッジによるサーベイの参加者の平均値である。現在の研究においては、私たちは  $c$  を継続的にガラスバッジを使用した人々に対し各地域ごとに再計算した。その結果は： $c^A=0.10$ 、 $c^B=0.12$ 、 $c^C=0.15$  である。」

という記述が根拠を示すことなくあらわれる。また  $c$  の再計算がどのような期間について行われたのかが書かれていない。第2論文は除染の効果の有無を検証する論文であることに鑑み、 $c$  は除染の開始前であり、かつ  $t=0.65y$  を含む2011年9～11月の期間に対して求められるべきである。このように計算しなければ、論文の式(2)は意味をなさなくなることを指摘しておく。除染の効果は  $c$  の減少としてみえるはずであり、除染後をふくめて  $c$  を求めているのであれば方法として誤っている。もし  $c=0.10$  が、航空機モニタリングの計測値を利用できる全期間(第4～10次)を通じての平均をとることによって求められているのであれば、それはむしろ、除染の効果のあらわれを示していることに他ならない。

さらにここで、方法上の大きな問題点を指摘しておく。それは、確率変数  $x$  と  $y$  の積  $xy$  の平均は  $x$  の平均に  $y$  の平均を掛けたものとは一般的には等しくないということである。第8節および注14に示すように、個人線量や係数  $c$  の分布はほぼ対数正規分布である。ところが各区域における周辺線量率がどのような分布を示すかは論文で明らかにされていない。これでは、周辺線量率の平均と係数  $c$  の平均を掛けた値が、両者の積の平均であるということとはできない。一応、ここでは、周辺線量率の分布はほぼ一様な分布であると仮定し、周辺線量率と係数の積の平均は周辺線量率の平均と係数  $c$  の平均の積に等しいとしてこの論考の議論をすすめることにする。

式(2)から明らかなように、生涯線量は、例えば区域Aでは、 $\dot{H}_{10}^{*A}(0.65)$  に  $c^A$  を掛けた量に比例する。ちなみに、区域A、B、Cではどうなるかを示すと、

$$\dot{H}_{10}^{*A}(0.65)=2.1\mu\text{Sv h}^{-1} \text{ と } c^A=0.10, \\ \text{積は } 0.21\mu\text{Sv h}^{-1}$$

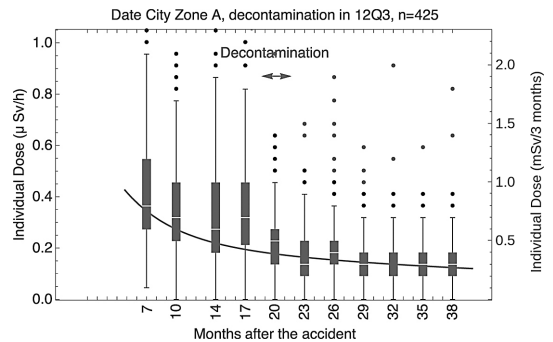


図8—第2論文の図6に  $\text{mSv}/3 \text{ months}$  の目盛りを追加したもの

$$\dot{H}_{10}^{*B}(0.65)=1.4\mu\text{Sv h}^{-1} \text{ と } c^B=0.12, \\ \text{積は } 0.17\mu\text{Sv h}^{-1} \\ \dot{H}_{10}^{*C}(0.65)=0.8\mu\text{Sv h}^{-1} \text{ と } c^C=0.15, \\ \text{積は } 0.12\mu\text{Sv h}^{-1}$$

となる。特定避難勧奨地点がある区域Aのこれらの量の積が  $0.21\mu\text{Sv/h}$  であり、区域Bでは  $0.17\mu\text{Sv/h}$  では差が小さすぎると考えられる。そこで区域Aでの  $\dot{H}_{10}^{*A}(0.65)$  と  $c^A$  の値を第1論文を使って調べてみよう。

この章の第2節で示したように図4は、第1論文の図3a)であり、研究対象者の住所に突合された第4次の航空機によるサーベイによって求められたグリッドの周辺線量率を色の違いで示したものである。図5は、第2論文の図3に示された区域Aの対象者425人に対応する地点に第1論文の図3a)の色を重ね、周辺線量率を表したものである。先ほどのように点を色で分け大きさも考慮して数えると、 $\dot{H}_{10}^{*A}(0.65)$  は  $2.1\mu\text{Sv/h}$  ではなく、 $2.7\mu\text{Sv/h}$  程度であることがわかる(この方法の精度は高くないが、 $2.1\mu\text{Sv/h}$  に比べて明らかに高いことが重要である)。次に、ほぼ同じ時期の第1論文の図4a)から、 $2\sim 3.6\mu\text{Sv/h}$  に対応する周辺線量のところの係数を求めると、 $0.15$  ぐらいである(ここでは平均値を求めるので、白い横線で表されている中央値の1.17倍程度になる)。そうであれば、これらの積は、 $0.41\mu\text{Sv/h}$  となる。

図8として第2論文の図6を示す。なおこの図には右側の縦軸に3か月あたりの線量を  $\text{mSv}$  で表した目盛りを追加している。2011年9～11

月(グラフの7か月め)においては、区域Aの対象者のガラスバッジで測定された被曝線量の中央値は0.8 mSvであり、2011年12月から2012年2月(グラフの10か月め)まででは0.7 mSvである。 $t=0.65y$ での値を補間で求めると、0.773 mSvとなる。時間あたりの線量率では0.354  $\mu\text{Sv/h}$ である。平均値は中央値の1.17倍<sup>14</sup>であるとする平均値は0.41  $\mu\text{Sv/h}$ となり、上で求めた値と整合している。このことは、ここで求めた、2.7  $\mu\text{Sv/h}$ と0.15がほぼ正しいことを示している。

## 6. 第2論文の図6と図7が整合しない。図7のデータ点の線量は約0.46倍に、曲線の線量は約0.58倍に縮められている

第2論文の図6(この論考の図8)は、区域Aの476人の中で、宅地の除染が2011年10月から12月に行われた世帯に所属する425人について、各3か月ごとのガラスバッジによって測られた被曝線量の分布を箱ひげ図で表したものである<sup>15</sup>。論文中には、図中の曲線は、第4次航空機モニタリングにおける区域Aの周辺線量の平均値 $\dot{H}_{10}^A(0.65)=2.1 \mu\text{Sv/h}$ と係数 $c^A=0.10$ を用いて描かれたと書かれている。第4次航空機モニタリングとは $t=0.65y$ における周辺線量を決めたものである。そうであれば、この曲線は $t=0.65y$ で0.21  $\mu\text{Sv/h}$ の値をもたなければならない。ところが図を見ると、この時点で曲線が示す値は0.21  $\mu\text{Sv/h}$ ではなく0.33  $\mu\text{Sv/h}$ である。さらに、不思議なのは、第2論文の図6のキャプションに、 $\dot{H}_{10}^A(0.65)$ は区域Aの周辺線量の平均値ではなく中央値であると書かれていることである。係数 $c^A$ が0.10であるかどうかはキャプションには書かれていないが、425人は476人の9割であり、476人の対象者から求められたとされる0.10とみなしてよいだろう。そうすると周辺線量率の中央値 $\dot{H}_{10}^A(0.65)$ は3.3  $\mu\text{Sv/h}$ であることになる。同一の記号 $\dot{H}_{10}^A(0.65)$ に異なった物理量である平均値と中央値をあてはめていることになり、さらに、2.1  $\mu\text{Sv/h}$ であったはずの周辺線量率の平均値は3.3  $\mu\text{Sv/h}$ であり、それが中央値と等しい

値をとるということになる。まとめると、平均値 $\dot{H}_{10}^A(0.65)=2.1 \mu\text{Sv/h}$ と係数 $c^A=0.10$ の組み合わせ、図6の $t=0.65y$ での値、そして図6のキャプションが整合しないということになる。

第2論文の図6を積分したものが図7であるとされている。試みに、曲線が $t=0.65y$ で0.33  $\mu\text{Sv/h}$ であることを用いて、曲線の下面積を $t=0.39y$ から $t=3.167y$ (38月)まで積分してみると、4.92 mSvになる(減衰関数とその積分を数値で示した表を第9節に示してある)。一方、図7からは、 $t=3.167y$ において、曲線の位置では2.87 mSvであることがデジタイザーを使って読み取れる。つまり、曲線は図6の曲線を積分したものに比べて約0.58倍になっている。

それでは、いったい図6と図7のどちらが正しいのであろうか。以下に示す考察で、図6が正しいことがわかる。もう一度、右の縦軸を3か月あたりのmSvで目盛ってある第2論文の図6(この論考の図8)を見てほしい。そのような目盛りで見ると、箱ひげ図の1, 25, 50, 75, 99パーセンタイルと外れ値が必ず0.1 mSvの整数倍の値であることがわかる。

次に、第2論文の図7(この論考の図9)において事故後29か月から38か月の間にどれだけ中央値が増加したかを調べてみる。図から読み取った29, 32, 35, 38月の中央値は、それぞれ、2.05, 2.19, 2.33, 2.46 mSvであり、3か月あたりの増加は、0.14, 0.14, 0.13 mSvとなり、増加率はほぼ0.14 mSv/3か月となる。対象者が425人という奇数であるから、中央値は213番目の対象者の値を示しているの、ガラスバッジの読み値は必ず0.1 mSvの整数倍でなければならない。そうであれば、3か月あたりの中央値の増加も0.1 mSvの整数倍でなければならないことになる。このことは0.14 mSv/3か月という0.1 mSvの整数倍でないような増加は起こってはいけないことを意味する。ちなみに29か月から38か月の期間の中央値を第2論文の図6でみると、0.3 mSvである。これは、図6が正しく、図7のデータ点は線量が0.41/0.90=0.46倍に縮められている

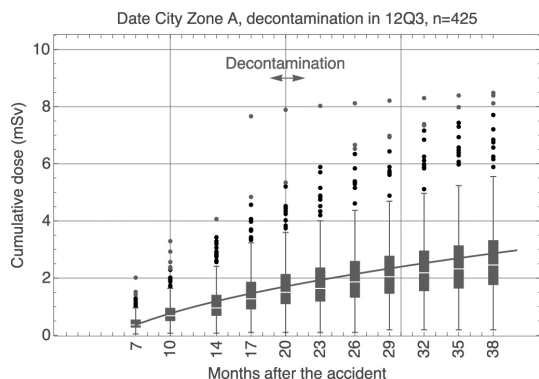


図9—第2論文の図7

ことを示唆している。第2論文の3.3節に、「対象者の3か月あたりの個人線量の中央値は2011Q3の0.8 mSvから2013Q3の0.3 mSvにほぼ2年間で62%の減少を示している。」と書かれている。2013Q3とは図6の35か月に対応する。著者たちの値と私たちの値は一致しており、この議論の妥当性を補強している。

第2論文の図7のデータ点が0.46倍に縮められていることは、次のようなことから示すことができる。第2論文図7の7か月の箱ひげ図を拡大したものに第2論文図6の7か月の箱ひげ図を縮小して重ねたものを図10として示す。図6の箱ひげ図の下に図6の横軸が見えているが、これは図7の0の目盛りが見えていることからわかるように、横軸の高さが0になっていないことによるものである。これから、図7は論文の式(2)に示された初期被曝 $I$ を含んでいないことがわかる。さらに、7か月目はデータが始まる点であり、積算と図6の値は一致するはずである。しかし、図では2つの箱ひげ図は相似になっているものの、値は一致していない。1, 25, 50, 75, 99パーセンタイルとされるもの(第8節で99パーセンタイルとされているひげは90パーセンタイルであることを示す)の値は図6では、0.1, 0.6, 0.8, 1.2, 2.1 mSvであり、図7では、0.049, 0.271, 0.367, 0.555, 0.959 mSvである。図7の値を図6の値で割ると、0.490, 0.452, 0.459, 0.463, 0.457を得る。これから、図7の縦が約0.46倍に縮められていることがわかる。

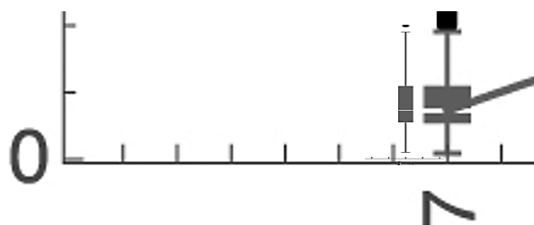


図10—第2論文の図6と図7の7か月目の箱ひげ図の比較

なお、第2論文の曲線が図6の曲線の0.58倍であることは何を意味するかを考えてみよう。0.58は0.46の1.26倍である。このうちの1.17倍は平均値が中央値のほぼ1.17倍<sup>14</sup>であることからくると考えられる。残りの1.08倍は、図6の曲線が本当は中央値でなく、中央値の曲線を0.93倍ぐらいにした曲線であることを強く示唆している。このような曲線が描かれていることにより、除染の効果が見えにくくなっていることを、ここでは指摘しておく。除染の効果については第3章で議論する。

## 7. 第2論文の図5Aの縦もほぼ半分に縮められている

第2論文の図5(この論考の図11)は第2論文図7とよく似た図であるが、事故後4か月の初期被曝線量1.4 mSvという下駄をはいていることが異なっている。初期被曝線量を引いた累積線量値も図6に比べてほぼ半分である。これは図5Aも縦が半分ほどに縮んでいることを示している。上と同様に図6と比較するとデータ点は0.55倍、曲線は0.7倍に縮んでいる。ただし、図5Aは476人が対象者であり、図6はそのうちの425人を対象者としているので、同じ値である必要はないが、わずか10%人数が増えただけでこのような大きな変化がおこるはずはない。

もうひとつのおかしなところは、図5Aの事故後5か月のところに箱ひげ図が存在することである。事故後5か月は2011年8月であり、このときに子どもだけを対象にしたガラスバッジ測定が1か月だけ行われている。そのときの対象者は476人よりはるかに少なく、多くとも100人

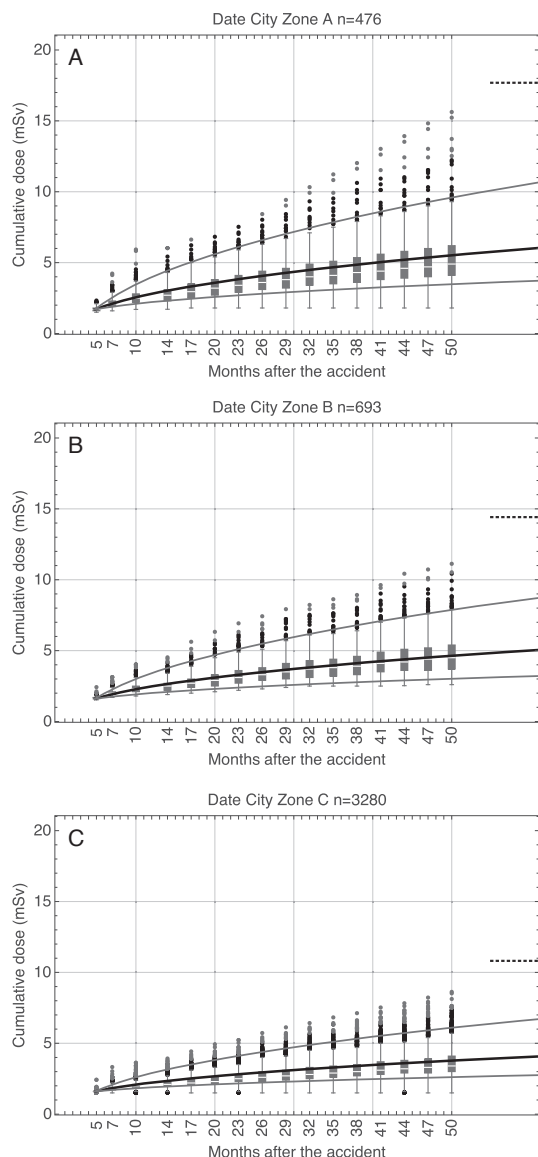


図 11—第 2 論文の図 5

上段区域 A に A、中段区域 B に B、下段区域 C に C を加筆。

程度だと考えられる。対象者が異なるので、このときの測定を用いてはいけなことを指摘する。なお、第 2 論文の 2.2 節では、「伊達市はガラスバッジによる個人線量の測定を 2011 年 8 月に始めた。そのときは、妊婦および 15 歳以下の子どもが対象であり、期間はひと月であった。」と書かれているが、議論の章では、「伊達市は 2011 年 8 月から学童と比較的高線量の地域の住民に対する個人線量測定を始め」とされており、論文中で統一がとれていない。第 1 論文の表 1 には、

2011 年 8 月の対象者は「15 歳以下の子どもと妊婦である」と書かれている。第 1 論文の記述は、伊達市「3 年の記録」と整合しており、第 2 論文の議論の章の記述は誤っていると考えられる。

## 8. 論文中に 99 パーセンタイルとされているものは実は 90 パーセンタイルである。また図 6 の外れ値が異常に少ない

この節では、論文中に 99 パーセンタイルとされているものが実は 90 パーセンタイルであると考えられる根拠を説明する。

まず第 2 論文の図 6(この論考の図 8)から始めよう。この論考で示した図 6 では右側の縦軸を mSv/3 か月で目盛りをつけてある。それでは、7 か月から 38 か月までのそれぞれにおいて中央値と 99 パーセンタイルとされる値を読み取ってみよう。順に、(0.8, 2.1), (0.7, 1.7), (0.6, 1.9), (0.7, 1.8), (0.5, 1.0), (0.3, 0.9), (0.4, 0.8), (0.3, 0.7), (0.3, 0.7), (0.3, 0.7)となる。各括弧の中の 2 番目の数値を最初の数値で割った値は、2.63, 2.43, 3.17, 2.57, 2.0, 3.0, 2.0, 2.33, 2.33, 2.33, 2.33 となる。平均をとると、2.47 となる。次に、図 7 の 38 か月および図 5A, B, C の 38 か月と 50 か月で同じことを行くと、(2.46, 5.56), (2.91, 6.49), (3.51, 7.89), (2.49, 5.01), (3.10, 6.50), (1.59, 3.31), (2.01, 4.30)となる。ただし図 5A, B, C では初期被曝の 1.4 を引いている。比は、2.26, 2.23, 2.25, 2.01, 2.10, 2.08, 2.14 である。これから、この論文で 99 パーセンタイルとされている値は、中央値の 2.0~2.5 ぐらいであることがわかる。ここで図 12 として、第 1 論文の図 5 を示す。この図は、第 1 論文の全期間の各対象者のすべての(全部で 14 万ほどある)係数の対数を横軸に目盛り、縦軸は分布が正規分布であるときの積算確率分布を目盛ったものである。対数で目盛られた係数の累積頻度の増加がほぼ直線であることは、係数の分布が対数正規分布をしていることを示している。この図から、90 パーセンタイルと 99 パーセンタイルが中央値(50 パーセンタイル)の何倍かを求めることができ、90 パーセンタイル

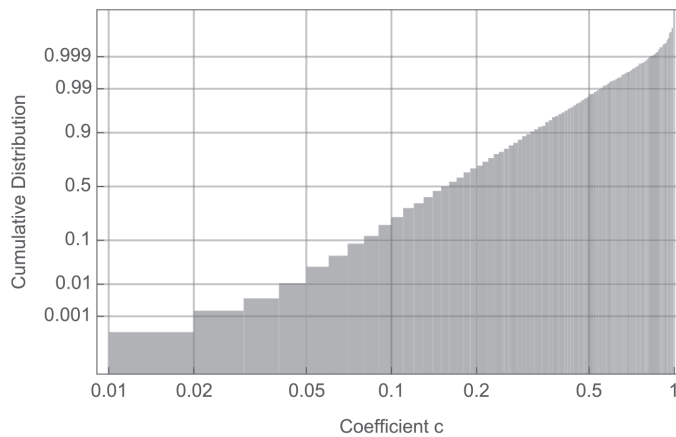


図 12—第 1 論文の図 5

は中央値の 2.1 倍、99 パーセンタイルは 3.7 倍であることがわかる。

ここまで、累積線量の中央値と 99 パーセンタイルとされるものの比が係数  $c$  の中央値と 90 パーセンタイルとの比と近いことを見たが、第 2 論文 3.2 節では、「薄い実線で示されているものは、式(2)の係数  $c^i$  の 1 パーセンタイルと 99 パーセンタイルを求めることで評価された 1 パーセンタイルと 99 パーセンタイルの曲線である。測定された個人線量率を積分した曲線とグリッド線量率から評価された個人線量はすべての地域で 50 パーセンタイルと 99 パーセンタイルでよく一致している」としている。これから、図 5, 6, 7 で 99 パーセンタイルとされていたものが実は 90 パーセンタイルであることが推測される。

次の段落には、「 $H_b(t)$  を  $t=70y$  に外挿し(そして見積もられた最初の 4 か月の外部被曝線量を加えることによって)私たちは各区域の生涯線量を評価した。区域 A における累積線量の中央値(と 99 パーセンタイル値)は 18 mSv(35 mSv)、区域 B では 15 mSv(28 mSv)、そして区域 C 地域は 11 mSv(20 mSv)である。図 5(a), 5(b), 5(c)では、累積線量の中央値は破線で示されている。」と書かれている。これらの値は 1.4 mSv の初期被曝を含んでいるので、それを引いて比をとると  $(35-1.4)/(18-1.4)=2.02$  であり、99 パーセンタイルとされている値はむしろ 90 パーセンタイルの値であることがここからもわかる。

第 1 論文に次のような記述がある、

「係数  $c$  は図 5 のような分布をもち、この図では  $c$  の積算確率分布が対数正規分布のグリッドを用いて示されている。図からわかるように、50 パーセンタイルでは  $c=0.15$ 、90 パーセンタイルでは  $c=0.31$ 、そして 99 パーセンタイルでは  $c=0.56$  である。日本政府の値 0.6 を超える係数をもつ参加者は 0.7% しかない。」

$0.31/0.15=2.07$ 、 $0.56/0.15=3.73$  であり、著者である宮崎氏と早野氏が、係数  $c$  の 90 パーセンタイルと 99 パーセンタイルは、それぞれ中央値の 2.1 倍と 3.7 倍であることを知っていたということを示している。それなのに中央値の 2.1 倍付近にある値を 99 パーセンタイル値としたことは、筆者にとって理解不能である。

99 パーセンタイル値は 90 パーセンタイル値の 1.8 倍ほど大きいので、結論が大きく変わってくることになる。

また、99 パーセンタイルとされていたものが実は 90 パーセンタイルであることは、図 6 の外れ値が正しく示されていないことを強く示唆する。図 6 では 26 か月のビンに 8 個の外れ値があるが、そのほかのビンの外れ値の個数は 2 から 5 個である(ただし 7, 10, 14, 17 か月のビンは図の上限の上にさらに外れ値がある可能性がある)。箱ひげ図のひげの上端が 90 パーセンタイルであるとすれば、重複を考えても図 7 や図 5 のように外れ値の個数は十数個であるべきである。なぜ図 6 に外れ値が少な

く、その個数もおおむね 99 パーセンタイルに整合する(対象者の数が 425 人であるので、その 1% は 4 である)のかは大きな謎である。

なお、第 2 論文の図 5A, B, C に 1 パーセンタイルを表す曲線とされている線も実は 10 パーセンタイルである可能性が高いことを指摘する。また 90 パーセンタイルと中央値の比がほぼ等しいので、平均値と中央値の比も等しくなければならないのに、図 5B では平均値が中央値とほぼ同じであることは奇妙である。

念のために第 1 論文についても確認してみたところ、図 4 で 99 パーセンタイルと書かれているものは実際には同じ理由で 90 パーセンタイルであるように思われる。

## 9. 区域 A における除染をしない場合の生涯追加被曝線量の評価:生涯線量の平均 18 mSv は半分から 1/3 の過小評価である。また 99 パーセンタイルでの生涯線量は 100 mSv を超える

表に減衰関数  $f(t)$ ,  $f(t)$  の  $t=0y$  からと  $t=0.39y$  からの積分が年(y)によってどう変わるかを示す。表中の  $t=0.39y$  は 2011 年 8 月 1 日に対応し、伊達市においてガラスバッジ測定が開始されたときである。 $t=0.65y$  は 2011 年 11 月 5 日に対応し、第 4 次航空機モニタリングが示す線量の日時である。

積分値の次元は年(y)であり、 $t=0.65y$  における、年あたりの線量率を乗ずると、累積線量が求まることになる。例えば、 $t=0.65y$  で線量率と係数の積が  $0.21 \mu\text{Sv/h}$  であるときは、まず  $0.21 \mu\text{Sv/h}$  を  $1.84 \text{ mSv/y}$  に直す。例えば 0.39 年から 70 年までの累積線量を求めたいときは、これに 70 年の行の値 8.349 を掛けて、 $15.4 \text{ mSv}$  を得ることができる。

第 2 論文では、区域 A の生涯線量の平均値は  $18 \text{ mSv}$  であるとされている。この値は、 $t=0.65y$  における周辺線量の平均値が  $2.1 \mu\text{Sv/h}$  と係数が 0.10 であり、積が  $0.21 \mu\text{Sv/h}$  であるとして計算されていると考えられる。上で示したように、初期被曝を除いた 70 年にわたる累積線量は

表一時間経過と減衰関数  $f(t)$  およびその積分値

| 月  | $t(y)$ | $f(t)$ | 0y(年)<br>から積分 | 0.39y(年)<br>から積分 |
|----|--------|--------|---------------|------------------|
|    | 0      | 2.421  | 0             |                  |
|    | 0.33   | 1.415  | 0.619         |                  |
|    | 0.39   | 1.342  | 0.703         | 0                |
|    | 0.5    | 1.174  | 0.841         | 0.138            |
| 7  | 0.583  | 1.071  | 0.935         | 0.231            |
|    | 0.65   | 1      | 1.004         | 0.300            |
| 10 | 0.833  | 0.849  | 1.172         | 0.469            |
|    | 1      | 0.752  | 1.305         | 0.602            |
| 14 | 1.167  | 0.680  | 1.424         | 0.721            |
| 17 | 1.417  | 0.603  | 1.584         | 0.881            |
| 20 | 1.667  | 0.548  | 1.727         | 1.024            |
| 23 | 1.917  | 0.507  | 1.859         | 1.156            |
|    | 2      | 0.495  | 1.901         | 1.198            |
| 26 | 2.167  | 0.474  | 1.981         | 1.278            |
| 29 | 2.417  | 0.446  | 2.096         | 1.393            |
| 32 | 2.667  | 0.422  | 2.205         | 1.502            |
| 35 | 2.917  | 0.401  | 2.308         | 1.604            |
|    | 3      | 0.394  | 2.341         | 1.638            |
| 38 | 3.167  | 0.381  | 2.405         | 1.702            |
|    | 4      | 0.318  | 2.700         | 1.997            |
|    | 5      | 0.281  | 3.004         | 2.300            |
|    | 6      | 0.246  | 3.266         | 2.563            |
|    | 7      | 0.220  | 3.499         | 2.796            |
|    | 8      | 0.201  | 3.709         | 3.006            |
|    | 9      | 0.186  | 3.902         | 3.199            |
|    | 10     | 0.174  | 4.082         | 3.379            |
|    | 20     | 0.122  | 5.511         | 4.808            |
|    | 30     | 0.096  | 6.593         | 5.890            |
|    | 40     | 0.075  | 7.443         | 6.740            |
|    | 50     | 0.059  | 8.112         | 7.409            |
|    | 60     | 0.047  | 8.638         | 7.935            |
|    | 70     | 0.037  | 9.052         | 8.349            |

$15.4 \text{ mSv}$  である。これに第 2 論文での初期 4 か月の被曝量  $1.4 \text{ mSv}$  を加えると  $16.8 \text{ mSv}$  となり、 $18 \text{ mSv}$  とは合わないが近い値となる。

第 5 節で示したように、区域 A における周辺線量率の平均値と係数の積は  $0.41 \mu\text{Sv/h}$  ぐらいである。この値を使うと、初期被曝を除いた生涯線量の平均は  $30.0 \text{ mSv}$  となる。このようにして求めた生涯線量は、区域 A において避難した市民と避難しなかった市民の平均的な生涯線量を示していると考えられる。ここで第 1 論文の図 4 a) (この論考の図 6) をもう一度みてほしい。第 2 節で、周辺線量は  $2.95 \mu\text{Sv/h}$  以上では 25 パーセンタイルが下がってくることを示した。今度は、75 パーセンタイルに着目してみると、75 パーセンタイルが上がっていることがわかる。ここでは

避難によって線量が小さくなる効果と避難しないことにより大きな被曝をすることの二つの効果がみられ、お互いに打ち消しあって、0.15という係数になっていることがわかる。そこで避難しなかった市民の生涯線量は、75パーセンタイルに代表されるとしてもよいと考える。75パーセンタイルでは周辺線量率と係数の積は、周辺線量率の平均と係数の積の1.4倍程度とみなすと、生涯線量は  $30.0 \times 1.4 = 42 \text{ mSv}$  となる。

次の章では除染について論じ、除染には、個人被曝線量を低下させる効果があることを示す。上に示した生涯線量  $42 \text{ mSv}$  は初期被曝を除き、さらに除染の効果を考慮しないときの値である。初期被曝を加えると  $45.5 \text{ mSv}$  となる。

ここで、初期被曝について考察する。この節の表には、減衰関数を  $t=0\text{y}$  から  $t=0.39\text{y}$  から積分した値を示している。 $t=0$  から積分した値が  $t=0.39\text{y}$  で示す値  $0.703$  は Cs-134 と Cs-137 による初期被曝線量を示している。 $t=0.65\text{y}$  の個人線量率が  $0.41 \mu\text{Sv/h}$  であるときは、線量率を年あたりに直すと  $3.59 \text{ mSv/y}$  となり、Cs-134 と Cs-137 の初期被曝の寄与は  $2.5 \text{ mSv}$  となる。これに事故後 1～2 週間の間の短寿命核からの被曝を加えなければならないことを忘れてはならない。ただしこの論考では短寿命核からの被曝線量が不明であるので、この後にでてくる初期被曝は Cs-134 と Cs-137 のみからのものである。これから、初期被曝を加えた生涯線量は  $30.0 + 2.5 = 32.5 \text{ mSv}$  または 75 パーセンタイルを使ったときには、この 1.4 倍の  $45.5 \text{ mSv}$  となる。

第2論文の3.2節には99パーセンタイルでの生涯線量の評価もある。これを同じ方法で正しい  $c$  の値を使い計算し直してみよう。生涯線量の平均値は  $30 \text{ mSv}$  であり、初期被曝の  $2.5 \text{ mSv}$  を加えると  $32.5 \text{ mSv}$  であった。中央値はこの値を 1.17 で割った値であり、 $c$  の 99 パーセンタイルは中央値の 3.7 倍であるから、 $32.5 \times 3.7 / 1.17 = 102.8 \text{ mSv}$  となる。99 パーセンタイルの生涯線量は  $100 \text{ mSv}$  を超えていることになる。

## 10. 平均値と中央値の系統的な混同が論文の読み解きを難しくしている

第2論文では、平均値と中央値が混同されているところが多く見受けられる。代表的な例を挙げると、abstract(要旨)に、

「私たちの得た結果は、伊達市の居住者の生涯にわたる追加外部被曝線量の平均値は  $18 \text{ mSv}$  を超えることはないというものである。」

と書かれているが、3.2節の「生涯線量の評価」では

「区域 A における累積線量の中央値(と 99 パーセンタイル値)は  $18 \text{ mSv}(35 \text{ mSv})$ 」

と書かれている。もう一つ例をあげると、図6について、図の説明では、

「曲線  $\dot{H}_p(t)$  はグリッド線量  $\dot{H}_{10}^A(0.65)$  の中央値と係数  $c^A$  だけから求められており」

と書かれているが、本文中では

「第4次航空機モニタリングの周辺線量の平均値( $\dot{H}_{10}^A(0.65) = 2.1 \mu\text{Sv h}^{-1}$ )と地域 A の周辺線量と個人線量の比を表す係数( $c^A = 0.1$ )を乗じたものがプロットに重ねてある。」

と書いてある。

試みに、英文で書かれた12ページからなる元の論文中の平均(mean)という語と中央値(median)という語で検索をしてみると、8ページ前半までは平均値しか使われていないが、8ページ後半からは中央値だけが使われていることがわかる。平均値と中央値は統計学ではまったく異なった概念である。両者の差は宮崎早野論文では17%ほどであるが、このような混同は科学論文では許されることではない。さらに、論文ではこの混同が系統的行われており、第2論文の読み解きを難しくしていることを指摘しておく。上に示した第2論文の図6(この論考の図8)についての平均値と中央値の混同はその一例である。

## 11. 早野氏の「見解」は論文の不整合を説明できない

早野氏は、2019年1月8日付の文書<sup>3)</sup>において第2論文についての「見解」を示し、その中で「70年間の累積線量計算を1/3に評価していたと

いう重大な誤りがある」としている。しかし、この1/3の過小評価というのは以上で見たように、論文の箱ひげ図とも曲線とも整合しない。まず、図7については、箱ひげ図が図6と比較して0.46倍に縮められていることを見た。これは1/3とは違う値である。曲線を積分した値については、図6と比較して0.58倍であり、これも1/3ではない。なお、0.46という値は、 $\mu\text{Sv/h}$ である図6の値を3か月分ではなく1か月分として足し上げ、月と時間を混同し、さらに $\mu\text{Sv}$ と $\text{mSv}$ を混同したとすれば得られることを付記する( $1000/(24 \times 90) = 0.463$ )。しかし、この間違いは科学者の犯す間違いとしては信じ難い。さらに、これでは曲線の0.58倍、および図5の区域Aの0.55倍と0.7倍は説明できない。

「見解」では、累積線量計算を1/3に評価していた理由として、3か月あたりの線量を使うべきところを1か月あたりの線量を使ったと述べているが、第2論文の図6のキャプションには、「ガラスバッジの3か月間の測定は時間あたりの線量率に変換されている。曲線 $H_p(t)$ はグリッド線量 $\dot{H}_{10}^A(0.65)$ の中央値と係数 $c^A$ だけから求められており、調整可能な他のパラメータはない。」と書かれている。また、第2論文の3.3節に、「対象者の3か月あたりの個人線量の中央値は2011Q3の0.8 mSvから2013Q3の0.3 mSvにほぼ2年間で62%の減少を示している。」と書かれている。どちらにも「3か月あたり」と明記されていることを指摘しておく。また「見解」では、曲線については「曲線の積分式にも同様な誤りがあり3倍されるべきだった」としているが、曲線の積分にあたっては3か月分を1か月分と混同するような手順はなく、この説明は数学的に意味不明である。

### 第3章

#### 第2論文批判:除染の効果について

##### 1. 「除染の効果があるとは明確にいけない」という結果とその根拠

第1章で論文要旨を引用したことからわかる

ように、この第2論文のもう一つの主要な結論は「除染には個人線量低減効果があるとは明確にいけない」ということである。さらに、結論部から引用する。

「2011年8月に、日本の内閣府は、一般公衆の被曝線量を2011年8月末から2013年8月末までの2年間の間に(物理的な核崩壊による減少と風化による減少分も合わせて)50%削減することを目標として除染の基本方針を策定した。環境省(MoE、除染の責任官庁)は2015年3月に報告書を発表し、ガイドラインに従って除染されたエリアでは、サーベイメータによる測定から評価された追加外部線量率は、2年間に62%減少しており、そのうちの除染の寄与は22%であり、核崩壊と風化によるものは40%であるとしている。伊達市においては、2011年10月から2013年10月までのグリッド線量率の(航空機による調査によって測定した)低減率は60%であり、(ガラスバッジによる)個人線量の低減率は区域Aにおいて同じ時期で62%であり、MoEの報告書に示されている結果と同様である。

しかしながら、伊達市における周辺線量率の60%の低減は核崩壊と風化によるものだけであると説明することもできる。それに加え、伊達市における個人線量と周辺線量のあいだの比較においては、政府のガイドラインに従って除染を行った区域Aの住人の除染による個人線量の22%の低減を、私たちの研究では確認することができなかった。」

まとめると、環境省による報告書では除染による線量率の低減への寄与は22%程度であったが、この第2論文ではそれが確認できなかった、とされている。除染の効果は和でなく積で現れるので、寄与という言い方は正しくないが、およそ20%の差が見えるかどうかがこの論文の主たる結果であり、10%程度の差を無視することは、論文の結論に大きく影響することになる。

(純粹に理論的でない、データに依拠した)科学論文においては、主要な結果は、当然データにもとづいた定量的な評価から導かれなければならない。しか

し、この「除染の効果があるとは明確にいえな  
い」という結論は、以下で見るように、根拠がな  
いか、恣意的に取り上げられたように見えるデー  
タに依拠している。

除染について言及があるのは導入部、結論部と  
除染の方法を説明した第2節を除けば、3.3節と  
第4節のみである。このうち、第4節は「除染  
の効果が見えない」という結果にもとづき、その  
説明を試みているのである(第7段落「著者たちは伊達  
市において除染の効果が見えない理由は、MoE 報告書の結果と  
はことなる次のような理由によるものであると信ずる」)から、  
主要な結果を論じているのは実質的に3.3節だ  
けである。3.3節で挙げられている根拠は、二つ  
ある。順番に見てみよう。

#### (a)「曲線とよく合っている」

一つ目は、「図7では、 $H_{10}^A(t)$ が図6の累積個  
人線量分布に重ね合わせられている。図に示すよ  
うに、累積線量に対する除染の効果は明瞭でな  
い。」というものである。まず、これは定量的な  
言明でなく、除染の効果の評価として意味のない  
ものである。このような結論を出すためには、除  
染の有無によって生涯累積線量を評価し、比較し  
なければいけない。そもそも、 $H_{10}^A(t)$ は $\dot{H}_{10}^{*A}(t)=$   
 $2.1\mu\text{Sv/h}$ と $c^A=0.10$ から図2の航空機モニタリ  
ングによる線量をフィットするために引かれた曲  
線を積分したものであるはずである。しかし、上  
で見たように、 $\dot{H}_{10}^{*A}(t)=2.1\mu\text{Sv/h}$ と $c^A=0.10$ は  
 $t=0.65\text{y}$ での区域Aでの平均個人線量率とは合  
っておらず、合っていない曲線を積分してデータ  
と比較したところで、何の結論も出すことはでき  
ない。

同様に、第2論文の図6(この論考では図8)のキャ  
プションには「この図に示すように、個人線量の  
中央値は2012Q2(17月)を除けば曲線とよく合  
っている」と書かれているが、「よく合っている」  
の定量的な意味は不明である。図を見れば明  
らかなように、曲線は除染前では常に中央値の下  
にあり、除染後では中央値の上下に来ている。こ  
れは除染前については曲線はデータをよく近似し

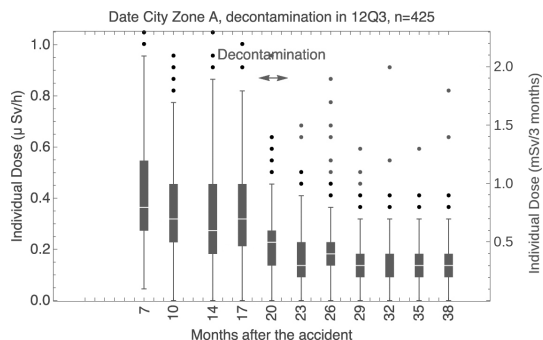


図13—第2論文の図6の曲線を消去し、右にmSv/3か月の目盛りを加えたもの

ておらず、中央値はそれより大きいということである。なお、このことについては第2章第6節で論じている。そもそも、除染の効果があるか、すなわち除染の前後で違いがあるかを調べようとしているのに、除染の前後のデータを1本の曲線で近似しようとするのは科学的にまったく意味のない方法である。また第2論文の図7のキャプションには、除染の効果の有無についての主張はない。

よって、これらの図からは、「除染の効果は明瞭でない」という結論は出ようがない。

第2論文の図6中の曲線は除染の効果がないように見せる働きをしていると考えられる。試みに図13として第2論文の図6の曲線を消したものを示す(32か月めはちょうど中央値が曲線と重なっていたので中央値が見えない)。素直にこの図を眺めれば、除染の効果があることは明らかである。第2節では定量的な評価も示す。

#### (b)第2論文の図6の線量率の比較

二つ目の根拠として、2011年Q3(7か月目)と2013年Q3(32か月目)の線量が比較されている。著者らは、「3か月あたりの個人線量の中央値は2011Q3の0.8mSvから2013Q3の0.3mSvにほぼ2年間で62%の減少を示している。これに対して、伊達市における第7次航空機モニタリング調査(2013年10月)は第4次(2011年11月)の値と比較すると図2に示すように60%の減少となる。個人線量と航空機によって測定された線

量の減少率はほとんど変わらない。」と述べている。これらの値は図6に3か月あたりの線量を右の目盛りに加えた図(第2論文図6、この論考では図8)から読み取ることができる。つまり、除染によって線量率が2%しか変わっていないから除線の効果はない、というのが著者らの主張である。

まず、曲線は航空機モニタリングの低減率をフィットするように決められたことに注意する。第2論文の図6をよく見てみよう。すると、除染前は個人線量率の中央値は一貫して曲線の上にあり、2011Q3は曲線に一番近い点であること、除染後の2013Q3では曲線と中央値がほぼ一致していることがわかる。しかし、実際には除染前では4回の測定で中央値が常に曲線の上にきており、他の点をとって2年後と比較すると、除染の効果が明らかになる。例えば14か月目と38か月目を比べれば、個人線量率の中央値がそれぞれ0.6 mSv/3か月、0.3 mSv/3か月で、これは50%の減少であるが、曲線の値はそれぞれ、0.224  $\mu$ Sv/hと0.126  $\mu$ Sv/hで、除染の前後で44%ほどの減少となり、この2年間での除染による減少分は6%である。この6%は小さいように見えるが、著者らが選んだ点での2%の3倍であることに注意すべきである。そもそも、著者らがなぜ2011Q3と2013Q3を選んだのかはまったく明らかでない。可能な説明は、環境省の報告書の除染目標に使われた日付(2011年8月と2013年8月)と近いということくらいであろう。しかし、2011Q3は明らかに例外的に曲線に近い点であるから、ここだけを使って計算することは除染の効果を見逃すことにつながってしまう。

さらに、第2章で見たように、区域Aには避難をしている方が多く含まれるため、残っている住人の線量率は75パーセンタイルのほうがよく反映していると考えられる。75パーセンタイルを14か月目と38か月目で比べれば、それぞれ1.0 mSv/3か月と0.4 mSv/3か月であり60%の減少である一方、曲線の減少は上と同様の44%であるから、ここでの2年間での除染による減少分は16%である。

著者らは第2論文第4節で、2年間での減少分が22%になることを否定している(「区域Aの住人の除染による個人線量の22%の低減を、私たちの研究では確認することができなかった」)。しかし16%の差は22%と同程度である。このような差が明らかになる点を選ばず、曲線に一番近い2011Q3をとり中央値だけを見た理由は説明されていない。さらに、上で挙げた環境省の除染目標に関する期間は一例に過ぎない。著者らは、すべてのデータを使って除染の効果があるかどうかを評価すべきであったのに、結果的に除染の効果が一番小さく見える点だけをとって比較しているのである。そもそも、これらの2%とか22%とかいった数字は積算線量の減少率ではなく、2年間での線量率の減少のうち除染による部分である。住民の健康に影響があるのは、当然、積算線量の減少率の方である。しかし、後者についてはまったく定量的な評価がなされていない。

以上の観察により、「除染には個人線量低減効果があるとは明確にいけないという結果」を著者らはデータによって示していないことがわかる。

## 2. 第2論文図6から明らかな線量低減効果

まず、除染の前後で個人線量率が減少していることは、第2論文図6(この論考では図8)の75パーセンタイルを見れば明らかである。75パーセンタイルは箱ひげ図の箱のもっとも高いところである。除染の前後、つまり17か月目と23か月目で、3か月間の積算線量は1.0 mSvから0.5 mSvと大幅な減少になっている。この間のセシウムの崩壊とウェザリング(風化減衰)による減少は式(1)の曲線によれば16%であるから、75パーセンタイルで線量の除染による減少分は34%となる(この値は、以下でみる線量率の低減率とは直接比較できないことに注意せよ)。同様に中央値では27%となる。75パーセンタイルでは避難していない人がほとんどと考えられるため、除染の効果が大きいのは自然な結果である。ただし、17か月目と23か月目は偶然か何かの要因で差が大きくなった可能性は否定できない。

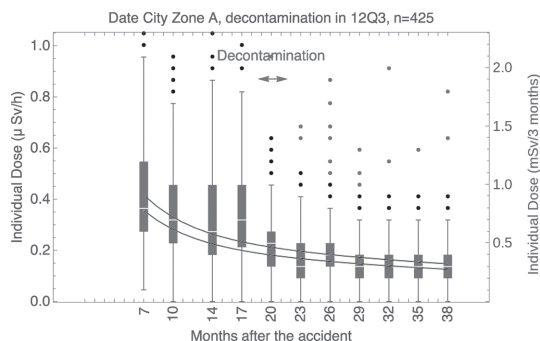


図 14—第 2 論文図 6 に除染前後の中央値をフィットしたグラフを重ねたもの

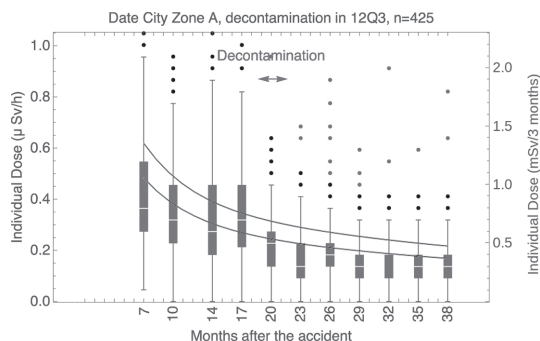


図 15—第 2 論文図 6 に除染前後の 75 パーセンタイルをフィットしたグラフを重ねたもの

著者らと同様の間違いを犯さないために、恣意的な選択を除いた定量的な評価も行おう。そのため、上で引用した  $f(t)$  の定義を使う。まず、 $a_{\text{fast}}$  は速い風化(ウェザリング)の割合であった。簡単のため、除染によって、速いウェザリングと遅いウェザリングの汚染は同じ割合で取り除かれるものと仮定しよう。すると、除染をしたことによって、線量は単に全体に係数をかけたものになる。ここでは、図 6 の中央値と 75 パーセンタイルをそれぞれ式(1)の減衰関数に係数をかけ、除染前 4 点と除染後 6 点のデータ点を最小二乗法でフィットすることにする。筆者らが読み取った図 6 の中央値(単位  $\mu\text{Sv/h}$ )は 7 か月目から順に 0.366, 0.320, 0.274, 0.320, 0.228(20 か月目、除染), 0.138, 0.184, 0.138, 0.138, 0.138, 0.138 である(32 か月目は曲線と中央値が重なっていたため図では見えていない)。同様に、75 パーセンタイルは 0.548, 0.458, 0.458, 0.458, 0.276(20 か月目、除染), 0.230, 0.230, 0.184, 0.184, 0.184, 0.184 となり、これから、上の  $f(t)$  の値を使えばフィットができる。この結果は図 14 と図 15 のようになる。

係数の減少は、中央値と 75 パーセンタイルでそれぞれ 14%, 22% となり、これが線量率への除染の効果である。なお、フィットした関数は、特に除染前で早い時期ほどデータ点より高くなっている。これは、第 2 章第 3 節で指摘したように、区域 A では減衰が  $f(t)$  より遅い関数を使った方がフィットがよくなることを意味している。そうした場合、係数の減少は除染前後の線量率の減少

に近づき、より大きくなることが予想される。

最後に、生涯線量への除染の効果を評価してみよう。除染がなかった場合は、初期被曝を除いた生涯線量の平均値は 30.0 mSv 程度とすることを見た。平均値と中央値の比は 1.17 ほどであるから、中央値は 25.6 mSv 程度となる。除染によって線量が 14% 減少すれば、同様に累積線量も 14% 減少する。これが 20 か月目以降の分にかかる。20 か月から 70 年までの累積線量は  $t=0.39y$  からの累積線量の 88% であることが、第 2 章第 9 節からわかる。すなわち 25.6 mSv の 0.88 倍の 22.5 mSv である。これから除染による生涯線量の減少分は 3.15 mSv となり、初期被曝を加えた 27.8 mSv に対して 11% 程度の減少である。同様の計算を 75 パーセンタイルに対して行う。上と同様の評価によって、除染がない場合の初期被曝を除いた生涯線量は 42.0 mSv、75 パーセンタイルでの線量率の減少は 22% であるから、除染による線量の減少はこれに 0.88 と 0.22 をかけて 8.13 mSv、初期被曝を含む生涯線量 45.5 mSv に対して 18% の減少となる。

以上のように、2011Q3 以外の点に着目すれば除染の効果は明らかであり、定量的に評価することもできる。その結果は、著者らによる「除染には個人線量低減効果があるとは明確にいけない」という結果とはまったく逆のものである。

なお、筆者の一人である黒川は、本誌 3 月号の「被曝防護には空間線量そのものを使うことが妥当である」という第 1 論文を批判する論考に

において、第1論文の図4 d)e)f)に区域Aの除染の効果による個人被曝線量の低下が表れていることを指摘している(本誌3月号278ページおよび274ページの図を参照のこと)。そして、除染の効果が見える理由として、「Aエリアのような市の山間部では、市民の住居は、盆地の周辺に位置しており、住宅の背後は山林である。航空機による線量測定では、航空機は高度300mを飛行している。それゆえ、航空機で測定される周辺線量率は半径300mほどの円の中の平均を観測していることになる。除染された宅地および宅地周辺の20mほどの幅の山林を合わせた面積は、この円の面積にくらべれば無視できる大きさしかない。このことは航空機による線量測定は除染の効果を検知できないことを意味する。」と書いている。一方、第2論文に次のような記述がある。「著者たちは伊達市において除染の効果が見えない理由は、MoE報告書の結果とことなる次のような理由によるものであると信ずる。1. 実際に除染された面積の航空機モニタリングがカバーしている面積に対する割合が小さい。そこで、除染はグリッド線量率を小さくすることがほぼできない。2. 住民はすべての時間を除染された居住エリアに滞在するわけではない。(理由の3は省略)」第1論文の図4 d)e)f)に除染の個人線量低減の効果が見えるのは、まさに宮崎氏と早野氏がいうとおり、「除染はグリッド線量率を小さくすることがほぼできない」からである。また、この節で示したように、50パーセントイルと75パーセントイルで除染の効果が異なり、前者の方が小さいのは、まさに、住民のうちのかなりの方が避難しており、「すべての時間を除染された居住エリアに滞在」したわけではないからである。

### 3. 著者(早野氏)による問題の認識

ここまで見てきたように、第2論文の主要な結果である「除染には個人線量低減効果があるとは明確にいけない」ということは第2論文で提示されたデータに反している。なぜこのような主張がなされたのであろうか? 著者らによる単純

な見落としという可能性はあるだろうか。この疑問に答えるために、2015年9月13日に福島県伊達市で行われたICRPダイアログセミナー<sup>16</sup>での早野氏による発表を見てみよう。動画<sup>17</sup>の12分29秒から伊達市区域Aでの除染の効果の検討がなされている。この中で早野氏は「A地区では、除染しなかったらこういう感じで減ったところがまあ除染をして、まあちょっと減ったかな、と。完全に減ったわけではありません」と述べ、除染による減少を認めている。さらに、空間線量の平均値と思われる曲線を除染前から外挿し、除染後との線量率との差を「階段」と呼んでいるように見受けられる(文脈としては、「B地区とC地区では階段が見えませんか」というものである)。つまり、早野氏はA地区では除染の効果が見えることを2015年時点で当然知っていたわけである。知っていながら、2017年に発表された第2論文で「除染には個人線量低減効果があるとは明確にいけない」と主張したということになる。すなわち、著者らの主張はデータによって示されたものでないことを著者らは知っていたはずである。

## 結びに

この論考は、宮崎早野第2論文を批判的に読み解くことで、論文中に、説明不可能な線量データおよびグラフがほぼ1/2に縮小されていることを示した。さらに、区域Aの研究対象者の中に特定避難勧奨地点に設定された世帯に属する市民が半数ほどふくまれているという結論に大きく影響する事実を論文中に明記していないこと、さらに、図5, 6, 7で99パーセントイルとされている値が実は90パーセントイルであることを指摘した。また、除染の個人外部被曝線量低減効果は明らかに存在するにもかかわらず、定量的な評価を行わず、論理的な証明もなしで、図から受ける印象にもとづいて、著者たちは除染の効果がないと主張していることを明らかにした。そして、論文中で、前半では平均値とされていた値が後半では中央値に変わっていることや、2011年8月に

1 か月間だけ行われたガラスバッジ測定の対象者について論文の2箇所できちんとあがられているが、説明がちぐはぐであることを示した。

この論文は、医学物理の論文であり、物理学の論文を書く作法を守ることは当然の義務である。科学論文を書く上で求められる最も重要なことは、英語でいう integrity である。この言葉は日本語では通常「誠実さ」と訳されるが、Oxford Dictionary of English に“the quality of being honest and having strong moral principle”と定義されているように、「誠実さ」に加えて、「原理や原則に厳密に従う」という意味をもつ。残念ながら、この論文の著者には、この integrity が著しく欠けているといわざるをえない。

#### 付録 本誌2月号の黒川・島の共著論考、「住民に背に向けたガラスバッジ論文——7つの倫理違反で住民を裏切る論文は政策の根拠となり得ない」の最終稿提出以降に判明した倫理違反に関する事実

1. 2015年7月30日の市政アドバイザーとの打合せにおいて、宮崎氏から伊達市に渡された文書は、千代田テクノルから2015年2月に提供されたデータベースを用いて、早野氏と宮崎氏が、第1論文の主要な部分の解析をこの日までに終えていることを示している

本誌2月号では、

「同じ2017年4月24日の打合せ議事録には、「平成27年2月20日から宮崎先生へ提供したデーターに(千代田→宮崎先生)については、ガラスバッジ測定データー分析向上のため。」「平成27年8月に提供したデーター(伊達市→宮崎先生)は論文作成のため。」と書かれており、データの提供は千代田テクノルを経由した提供と、伊達市が直接行った提供が行われたことがわかる。いずれも研究計画書が承認される前である。」

と書いた。2015年7月30日の市政アドバイザーとの定例打合せで宮崎氏から伊達市に渡された資料が情報公開されたところ、第1論文の主な図を載せた文書であることが明らかになった。こ

の資料は、千代田テクノルから2015年2月に宮崎氏と早野氏に提供されたデータベースを用いて、第1論文の主要な解析が行われたことを示す証拠である。

資料中の図を第1論文の図3および図4と比較したものを示す(図16)。実質的には同じものだということがわかると思う。この一致が意味することは次のようなことである。

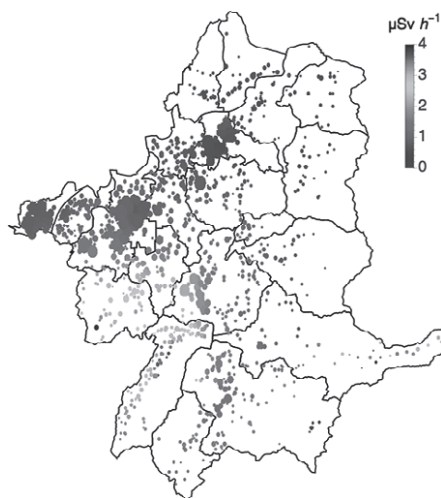
(1)第1論文の図3と図4に対応する図を作るためには、市民の住所のGIS化とそれを航空機による線量測定のグリッドに突合することが必要である。そして、これを行えるのは早野氏が宮崎氏のどちらかである。千代田テクノルがもつデータベースには市民の生の住所が含まれている。伊達市の言い訳である、早野氏に大字小字をGIS化してもらい、それを使って伊達市が市民の住所をGIS化したという説明は成り立たないことが明らかになったといえる。

(2)資料中の第1論文の図4に対応する図には、各期の研究対象者の数が記されており、それが第1論文の対象者の数と等しい。2012年10～12月の期では対象者数が59056人である。宮崎氏と早野氏は同意の有無を気にすることなく全市民のデータを使っていることが明らかである。すべての市民が同意していたと考えたという言い訳が成り立たないことは当然である。

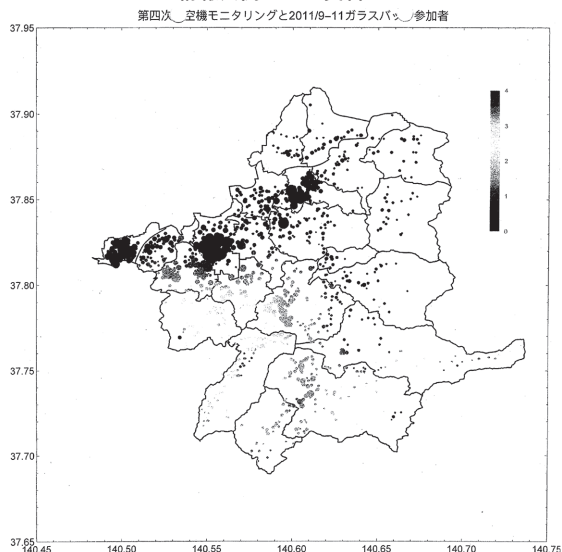
#### 2. 伊達市長の福島県立医科大学学長と宮崎氏宛の手紙は2015年10月末に発送あるいは手渡された可能性がたかく、公文書偽造が疑われる

本誌2月号の論考において、伊達市長から福島県立医科大学学長と宮崎氏宛の解析と論文作成の依頼文書の日付が2015年8月1日付であるのに、2015年8月25日の市政アドバイザーとの打合せ議事録に、宮崎氏の発言として、「ガラスバッジ測定の分析について、学術的に出していくためには、正式に市からの依頼が必要。」が記載されていることを示した。この件について情報公開請求によって、次のような新たな事実が判明したことを記す。

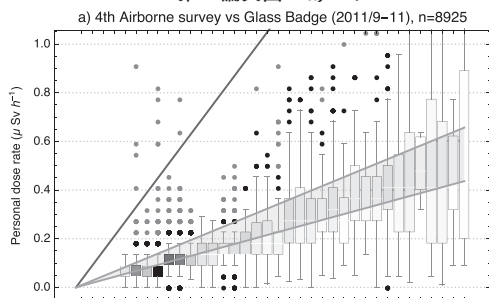
第1論文図3 a)より



情報公開された資料より



第1論文図4 a)より



情報公開された資料より

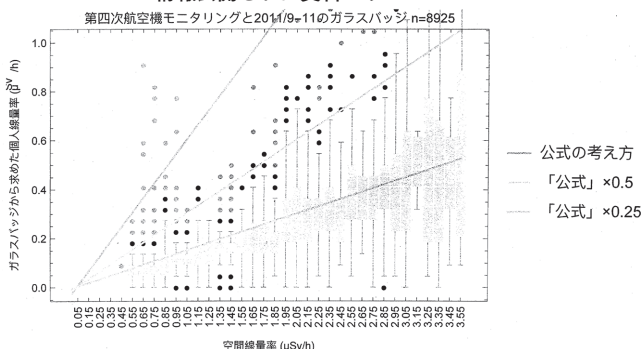


図16—第1論文の図(左)と情報公開された資料(右。2015年7月30日に宮崎氏から市へ渡されたもの)との比較

(1)市長の依頼の手紙には伊健健第411号という番号が付いている。この前後の文書伊健健409号、410号、412号、413号を情報公開請求によって入手したところ、最後の文書には日付がわかる情報が含まれていなかったが、他の文書はいずれも2015年10月下旬に関する事項についての文書であることが判明した。

(2)やはり情報公開請求で、伊健健411号の発議書を入手したところ、起案が2015年7月30日、決済日および施行日が2015年8月1日と記入されており、すでに施行番号として、伊健健411号と書きこまれていた。なお、8月1日は土曜日であり、土曜日であるにもかかわらず、10個の印が押されていたことはとても奇妙である。

(3)上記の発議文書に、管理番号820661と記されていたことから、情報公開請求にて、管理番号820659、820660、820662、820663の文書を開示請求したところ、820659が開示された。この文書は、起案日2015年10月23日、決済日10月27日、施行日11月1日の発議書であった。なお、管理番号820660は820659の発送時の番号であり、820662は820661の発送時の番号であるとの説明されていた。

以上の3つのことから、市長の依頼の手紙は、実際は2015年10月下旬に発送あるいは手渡されたことが確実である。

市長の依頼の手紙には研究計画書と酷似した文章が含まれており、研究計画書を参考にして書か

れたと想像される。研究計画書は11月2日に福島県立医科大学の倫理審査委員会に提出されているので、10月下旬に完成したと考えられる。

もし、市長の依頼の手紙が10月下旬に作成されたのであれば、発議書と依頼の手紙の日付がねつ造されていたことになり、公文書偽造が疑われる。

### 3. 内部被曝線量と外部被曝線量の相関に関する報告書が伊達市に提出されていない

本誌2月号に、2018年2月23日の伊達市と市政アドバイザーの打合せにおける宮崎氏の発言を以下のように紹介している。

「論文について、3つ目のWBCに関する論文を出す予定であったが、内部被ばく検査は空間線量率等と関係ないため、論文として公表する必要はないのではないかなった。しかし、伊達市には成果品としてグラフや報告書を提出し、データ解析については終了としたい。」

この成果品について情報公開請求を伊達市に対して行ったところ、「事実上不存在」であるという回答を得た。ヘルシンキ宣言には、結果の刊行について、「否定的結果および結論に達しない結果も肯定的結果と同様に、刊行または他の方法で公表されなければならない。」と書かれている。わずかに残っていた可能性である、他の方法による公表も行われていないことが明らかになった。ヘルシンキ宣言違反であることは明白である。

#### 利益相反について

黒川は、高エネルギー加速器研究機構の名誉教授である。谷本はイタリア政府のRita Levi Montalcini計画による研究支援を受けている。また、谷本が所属するローマ大学トルヴェルガータ数学科は、MIUR Excellence Department Project, CUP E83C18000100006の支援を受けている。

#### 文献および注

1—宮崎早野論文として、すでに発表された論文は次の二つである。

第1論文: Individual external dose monitoring of all citizens of Date City by passive dosimeter 5 to 51 months after the Fukushima NPP accident (series): I. Comparison of individual dose with ambient dose rate monitored by aircraft surveys

Makoto Miyazaki and Ryugo Hayano

J. Radiol. Prot., **37**, 1-12(2017)

<http://doi.org/10.1088/1361-6498/37/1/1>

黒川による訳は <https://www.iwanami.co.jp/kagaku/miyazaki-hayano-paper1v3.pdf>

第2論文: Individual external dose monitoring of all citizens of Date City by passive dosimeter 5 to 51 months after the Fukushima NPP accident (series): II. Prediction of lifetime additional effective dose and evaluating the effect of decontamination on individual dose

Makoto Miyazaki and Ryugo Hayano

J. Radiol. Prot., **37**, 623-634(2017)

<http://doi.org/10.1088/1361-6498/aa6094>

黒川による訳は <https://www.iwanami.co.jp/kagaku/miyazaki-hayano-paper2v3.pdf>

2—黒川は、宮崎早野第2論文についての批判を、宮崎早野第1論文と第2論文が掲載されたJRP誌にLetter to the Editor(論文誌上に発表されている論文についてのコメントや批判を行う論文の形式)として投稿し2018年8月17日に受理されている。論文(以後レターという)の題目は以下のとおりである。

Comment on 'Individual external dose monitoring of all citizens of Date City by passive dosimeter 5 to 51 months after the Fukushima NPP accident (series): II. Prediction of lifetime additional effective dose and evaluating the effect of decontamination on individual dose'

レターの題は、日本語では

「パッシブな線量計による福島原発事故後5か月から51か月の期間における伊達市民全員の個人外部被曝線量モニタリング: 2. 生涯にわたる追加実効線量の予測および個人線量にたいする除染の効果の検証」に対するコメント

となる。このレターは査読を経て、2018年11月16日に“is ready to accept”となり、編集部がレターを原著者に示し応答を求めている。“is ready to accept”とは、原著者からの応答が届いた時点で、レターと著者の応答を論文誌に同時に掲載すると編集部は説明しており、そうなるまで通常1月ほどかかるとのことであった。

12月下旬までまっても進展がみられなかったため、論文原稿を公開するためのサイトarXiv.orgに投稿することを決断し、12月30日に投稿、2019年1月1日にウェブ上で公開された。黒川のレターは<https://arxiv.org/abs/1812.11453>で読むことができる。

3—<https://twitter.com/hayano/status/1082488374043103232>

4—黒川眞一: 「被曝防護には空間線量そのものを使うことが妥当である」, 科学, **89**(3), 270(2019)

5—<https://www.city.fukushima-date.lg.jp/soshiki/9/7146.html>

6—[http://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/11223892/www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/121214/20121214\\_04.pdf](http://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/11223892/www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/121214/20121214_04.pdf)

7—[http://radioactivity.nsr.go.jp/ja/contents/5000/4226/24/1307462\\_0616.pdf](http://radioactivity.nsr.go.jp/ja/contents/5000/4226/24/1307462_0616.pdf)

8—<https://www.city.fukushima-date.lg.jp/uploaded/attachment/1665.pdf>

9—<https://www.city.fukushima-date.lg.jp/uploaded/attachment/28646.pdf>

10—<https://www.city.fukushima-date.lg.jp/uploaded/attachment/>

10035.pdf

11—<https://www.city.fukushima-date.lg.jp/uploaded/attachment/1963.pdf>

12—Kinase S, Takahashi T, Sato S, Sakamoto R and Saito K: Development of prediction models for radioactive caesium distribution within the 80-km radius of the Fukushima Daiichi nuclear power plant Radiat. Prot. Dosim., **160**, 318–21 (2014)

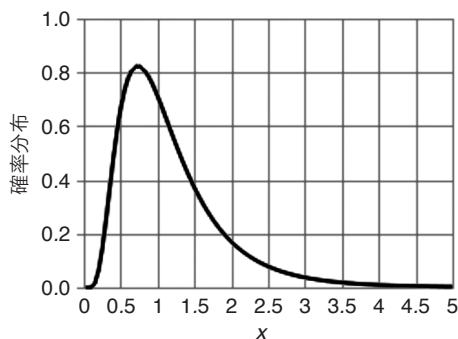
13—<http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361-6498/aaa57e/meta>

14—平均値と中央値の比が1.17 ぐらいであることは、第2 論文の図5(第2 章第8 節の図11 参照)を用いることで求めることができる。ただしこの場合は、全期間についての係数の平均値と中央値の関係を求めていることになる。また、第2 論文の図7 の平均値を表している曲線と中央値をくらべることで同じように比が1.17 ぐらいであることがわかる。

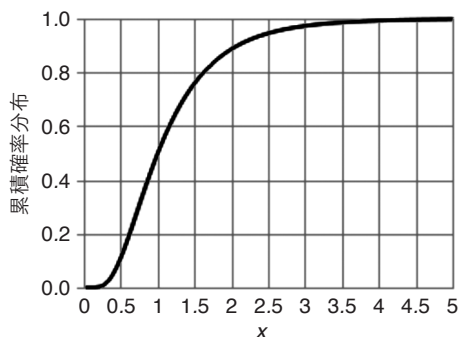
宮崎早野論文にでてくる線量分布は係数  $c$  の分布がほぼ対数正規分布であることを示す。読者の理解を助けるために、ここで対数正規分布について説明をする。対数正規分布は2 つのパラメーター  $\mu$  と  $\sigma$  を用いて  $x$  の確率  $f(x)$  が次のような式で表される分布である。

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma x} \exp\left(-\frac{(\ln x - \mu)^2}{2\sigma^2}\right), \quad 0 < x < \infty$$

ここで中央値は  $e^\mu$ 、平均値は  $e^{\mu+\sigma^2/2}$  となる。第1 論文の図5 で示される対数正規分布は中央値が0.15( $\mu=-1.9$ )と  $\sigma=0.57$  に相当する対数正規分布である。対数正規分布では  $\mu$  の値を変えても分布の形は変化しないため、 $\mu=0$ (中央値が1)と  $\sigma=0.57$  としたときの分布と累積確率分布を下に示す。



$\mu=0$  と  $\sigma=0.57$  の対数正規分布



$\mu=0$  と  $\sigma=0.57$  のときの累積確率分布

$x=2.1$  で累積確率が0.90,  $x=3.7$  で累積確率が0.99 となる。ま

た、平均値は中央値の  $e^{\mu+\sigma^2/2}$  倍であり、 $\mu=0$  と  $\sigma=0.57$  を代入すると1.17 倍であることがわかる。なお、この図は <https://keisan.casio.jp/exec/system/1161228861> を利用して作成した。

15—この図6 のキャプションには、「ガラスバジの3 か月間の測定は時間あたりの線量率に変換されている。曲線  $\dot{H}_p(t)$  はグリッド線量  $\dot{H}_0^A(0.65)$  の中央値と係数  $c^A$  だけから求められており、調整可能な他のパラメータはない。」と書かれている。「ガラスバジの3 か月間の測定」と明記されていることを指摘しておく。第10 節でこの点についてとりあげている。

16—<https://ethos-fukushima.blogspot.com/p/icrp-dialogue.html>

17—<https://www.youtube.com/watch?v=dq9lsd3b5nw&t=12m29s>