

## 宮崎早野論文批判補遺(2)

黒川眞一 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

谷本 溶 たにもと よう

ローマ大学トル・ヴェルガータ数学科

[編集部注]本稿は6月号掲載の「宮崎早野論文批判補遺(1)」の続編であり、節番号や文献番号は前稿につづくものである。宮崎早野論文とその日本語訳については、前稿の文献1を参照されたい。

## 6. 航空機による線量測定の大評価についての補強資料

本誌3月号において、著者の一人である黒川は、だて復興・再生ニュース第8号のデータを使い、航空機による線量測定が地上における線量測定より1.45倍ほど大評価することを示した(280~281ページ)。これは、(地上における線量率)/(航空機による線量率)の比に直すと0.69となる。本誌3月号では、バックグラウンドの引き過ぎを補正してこの値を求めているが、正しくは補正前の数値を使うべきであった。そのときは、比は0.69ではなく0.59まで小さくなる<sup>7</sup>。

本誌3月号では、さらに、放射線医学総合研究所と日本原子力研究開発機構による、「東京電力(株)福島第一原子力発電所事故に係る個人線量の特性に関する調査」から次のところを引用した。

「全調査点を俯瞰すると、航空機モニタリング推定空間線量率と実測値(筆者注:地上1mで測定された値)とは概ね3  $\mu\text{Sv/h}$  以上の調査点で

は、空間線量率同士は直線的な関係がみられ、また推定空間線量率と実測値との比でも80%程度であることから、航空機モニタリングは概ね地上1mの空間線量率を評価できていると考えられた。しかし、3  $\mu\text{Sv/h}$  以下では空間線量率同士の関係はばらつき、両者の比を見てみると、30から100%程度とばらついており一定の傾向は見られなかった。」

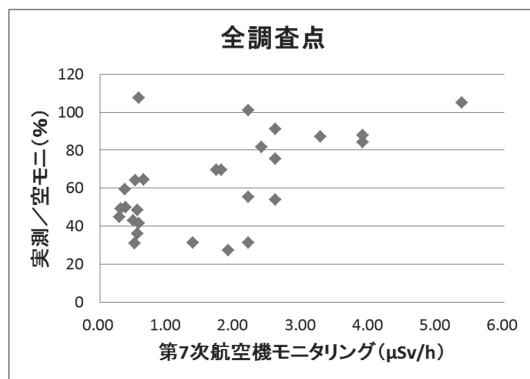
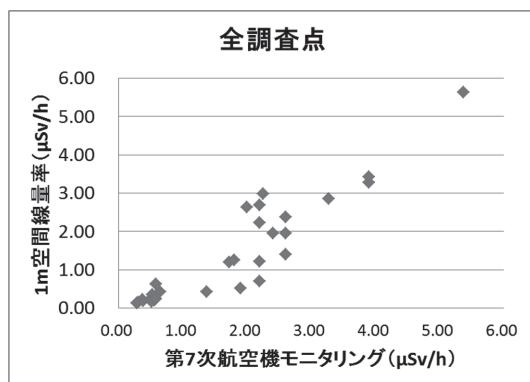


図7—放射線医学総合研究所と日本原子力研究開発機構による、「東京電力(株)福島第一原子力発電所事故に係る個人線量の特性に関する調査」の図4-3「航空機モニタリングより推定された空間線量率と実測空間線量率の関係—全調査点プロット図」より

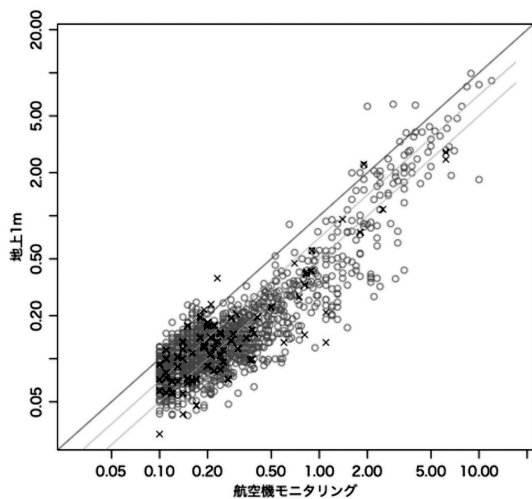


図8—2017年11月16日に補正された航空機モニタリングの測定値と地上のモニタリングポスト(x)とリアルタイム線量測定システム(灰色丸)の相関図

奥村晴彦氏(三重大学)による<sup>8)</sup>。地上における線量率/航空機による線量率の比の中央値は0.57である。3本の線のうちの一番上は航空機モニタリングの測定値が地上1mの測定値と等しいときを示す。また、その下の2本の線は航空機モニタリング値の0.7倍と0.5倍に対応する。図の縦軸と横軸は対数で表されており、単位は $\mu\text{Sv/h}$ である。

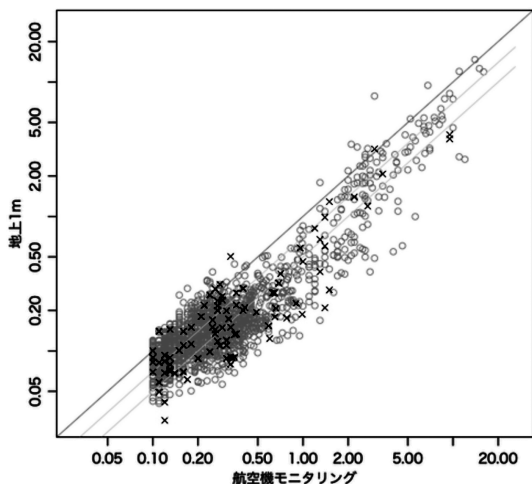


図9—第10次の航空機モニタリング(2015年9月12日～11月4日)と地上のモニタリングポスト(x)とリアルタイム線量測定システム(灰色丸)の相関図

奥村晴彦氏(三重大学)による<sup>8)</sup>。地上における線量率/航空機による線量率の比の中央値は0.61である。3本の線のうちの一番上は航空機モニタリングの測定値が地上1mの測定値と等しいときを示す。また、その下の2本の線は航空機モニタリング値の0.7倍と0.5倍に対応する。図の縦軸と横軸は対数で表されており、単位は $\mu\text{Sv/h}$ である。

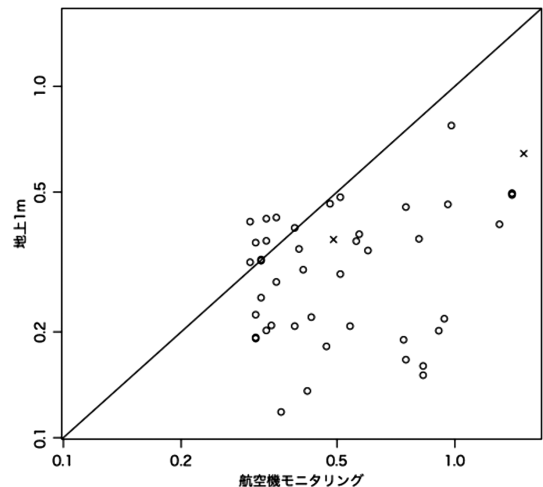


図10—伊達市に限定した第6次航空機モニタリング(2012年12月28日に換算)と2012年4月から2013年3月までの地上での線量測定の結果の相関図

奥村晴彦氏による<sup>8)</sup>。地上における線量率/航空機による線量率の比の中央値は0.61である。

この報告書の図4-3をこの論考にも図7として示しておく。

最近、三重大学の奥村晴彦氏は大学の研究室のウェブページ上に、「空間線量率の航空機モニタリング」という論考を発表している<sup>8)</sup>。この論考から、まず図8として、2017年11月16日に補正された航空機モニタリングの測定値と地上のモニタリングポスト(x)およびリアルタイム線量測定システム(灰色丸)の相関を示したグラフを示す。地上における線量率/航空機による線量率の比の中央値は0.57である。

図9には第10次の航空機モニタリング(2015年9月12日～11月4日)と地上のモニタリングポスト(x)およびリアルタイム線量測定システム(灰色丸)の相関を示したグラフを示す。地上における線量率/航空機による線量率の比の中央値は0.61である。

さらに図10として、伊達市に限定して第6次航空機モニタリング(2012年12月28日に換算)と2012年4月から2013年3月までの地上での線量測定の結果を示す。地上における線量率/航空機による線量率の比の中央値は0.61である。

奥村氏の示した地上における線量率/航空機に

よる線量率の比の中央値は、福島全体をとったときや伊達市に限定したとき、さらに航空機モニタリングが行われた時期にかかわらずほぼ0.6であり、今回本誌3月号で求めた値を修正した0.59とも整合している。航空機モニタリングで測定された線量率が地上で測定された線量率を過大評価し、過大評価の程度は1.7倍であることを示すものである。

## 7. 第1論文と第2論文に共通してみられる、用語の定義のあいまいさと不統一、不完全な論証、および根拠のない主張について

本誌2月号、3月号、4月号、6月号で示したように、第1、第2論文には図や数値の間に多くの不整合がある。これらに加えて、用語や記号の定義がなされていない、定義があいまいである、あるいは定義が首尾一貫していないものも多々存在する。また示されている数値がどのように計算されて求められているかわからないものも多い。さらに、論文中で用いられている論理が正しくないか、あるいは重要な主張が根拠を示さず述べられているところもいくつか見受けられる。これらは、医学物理にとどまらず、科学一般の論文としての不備であり、読者による論文の検証を困難にしている。読者による検証ができない論文は存在してはならないものであり、通常なら査読者によって指摘され、不採用とされるか、書き直しによって正されたのち論文として刊行されるべきものである。ここでは、本誌2月号、3月号、4月号、6月号ですでに指摘したものの以外のもを示す。

### 第1論文

(1) 平均値の定義があいまいである。

第1論文には係数の平均の求め方が以下のようにならされている。

「係数の平均 $\langle c \rangle$ 、すなわち個人線量率とグリッド空間線量率の比の平均は

$$\langle c \rangle \equiv \left\langle \frac{\text{individual dose rate}}{\text{grid dose rate}} \right\rangle = 0.15 \pm 0.03, \quad (1)$$

となる。なお $\langle \rangle$ は外れ値を除く6期間のすべてのデータについての平均をとることを意味する。」

ここで平均を取るときに、外れ値を除くとされているが、論文には次のようなあいまいさがある。まず、下側の外れ値については、外れ値とされる1パーセンタイル値がゼロのときに、1%だけのゼロを除くのか、ゼロをすべて除くのかが明らかでない。次に上側の外れ値については、99パーセンタイル以上の外れ値を除外して平均操作をすることが順当であるが、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ため、90パーセンタイル以上の外れ値が除外されているかもしれない。

第1論文の図5は、横軸が係数の対数で目盛られているため、係数がゼロ、すなわち被曝線量がゼロの対象者を含むことができない。それゆえ、この図における中央値などのパーセンタイル値は、被曝線量がゼロの対象者を除いて求められたものである。係数はほぼ対数正規分布をしており、対数正規分布の形から、すべてのデータを使ったときには、平均値は中央値の1.17倍となり、1パーセンタイルから99パーセンタイルまでの間のデータを使ったときは、平均値は中央値の1.15倍であり、1パーセンタイルから90パーセンタイルまでの間のデータを使ったときは、平均値は中央値とほぼ等しくなることがわかる。上で示した第1論文の平均値の定義のところで示された平均値は0.15であったが、図5では中央値が0.15である。ここで、第1論文における平均値0.15を求めた時には、ゼロをふくむ全データのうちの1パーセンタイルから99パーセンタイルまでの間のデータを使ったと仮定すると、ゼロを含まない図5の中央値が0.15、別の言い方をすると、平均値が $0.15 \times 1.15 = 0.173$ であるためには、被曝線量がゼロである市民が延べ対象者の16%ほど存在していることになる。第1論文の

図4には外れ値だけからなるピンが3つあり、それらのピンに含まれる市民の数は延べ対象者の5%以上であるから、16%は十分にありうる値であり、この仮定が正しいかもしれない。いずれにしても、平均値がどのような方法で求められたかを知る手がかりが論文中に書かれておらず、本当のところはわからない<sup>9</sup>。

第1論文の図4においても、各期間ごとの係数の平均値が示されておらず、また、線量の分布を示す箱ひげ図にも中央値は示されているが平均値が示されていない。このため、全期間を通した係数の平均が0.15とされているが、図4からその正しさを確認することができない。第1論文の最も重要な結論が、係数の平均値を示すことでありながら、平均値の求め方が明示されていないことは、この論文の非常に大きな欠陥である。

(2)第1論文図4において、下の外れ値が示されていない箱ひげが多くある。また上の外れ値がないピンが3つある。

後者の例を一つあげると、図4bの0.55  $\mu\text{Sv/h}$ のピンである。このピンには1400人の対象者がふくまれているのに、(140人いるはずの)上側の外れ値が表示されていない。また、第2論文図5のZone Cのグラフは累積線量を示しているのに、ひげの下端が減少しているように見える箇所があり、また下側の外れ値が存在しない箇所が多くある。

(3)第1論文図4を見ると係数が1を超えている対象者が延べ数十人存在するのにもかかわらず、第1論文の図5には係数が1を超える対象者が示されていない。

これは、1を超える係数をもつ対象者の係数を何らかの方法で1以下にしている操作が行われている可能性があることを示す。実際に図5において累積確率が99.9%に近付くと、係数が1以上の対象者がなくなるように分布の形が対数正規分布からはずれ出すことが観測できる(その部分は第1論文の図5を示す本誌6月号501ページの図2に○で示

してある)。

(4)本誌3月号の論考では、第4節において、係数 $c$ を求めるときに年齢による係数の違いを考慮していないことについて考察している(275ページ)。2015年6月29日の伊達市と市政アドバイザー(宮崎氏)との定期打合せ記録に、伊達市側の発言として、「年齢別の結果からは、低年齢層ほど低い値となっている。BCエリアの大人を対象から外れてきていることにより、エリア別平均が、本来より大きく減少したと考える」と書かれている。また、2015年7月30日の打合せにおいては、宮崎氏が、「航空機モニタリングとガラスバッジ測定を合わせた分析として、別紙を作成している」と発言しており、この「別紙」が情報公開請求により開示されている。この別紙の内容は、第1論文の主要な部分の解析を2015年7月30日までに終えていることを示していることを、本誌4月号の付録の1で報告している(337ページ)。しかしこの別紙資料は、さらに、著者たちが、年齢ごと(0~5歳、小学生、中学生、高校生、19~69歳、70歳以上)に、横軸を航空機によって測定された空間線量、縦軸に対象者の被曝線量をとったグラフを作成していることを示している。この時点で、著者たちは、係数に年齢依存性があることを明らかに認識しているのにもかかわらず、論文では、そのことをまったく考慮にいれずに係数を求めていることになる。この別紙資料が、第1論文の主要な部分の解析結果を示すことは、本誌4月号の図16に示されている(338ページ)。さらにこの別紙資料が年齢ごとの解析を行っていることをこの論考の図11に示す。

(5)第1論文の5節結論に、「個々の市民が受けた外部被曝線量(筆者注:原文では“the external exposure dose received by each individual”)は航空機モニタリングデータから推定することが可能であると結論する」と書かれている。この結論は論文から得られる結論ではないこと、そして、だて復興・再生ニュース第30号(2017年3月9日発行)の宮崎氏による

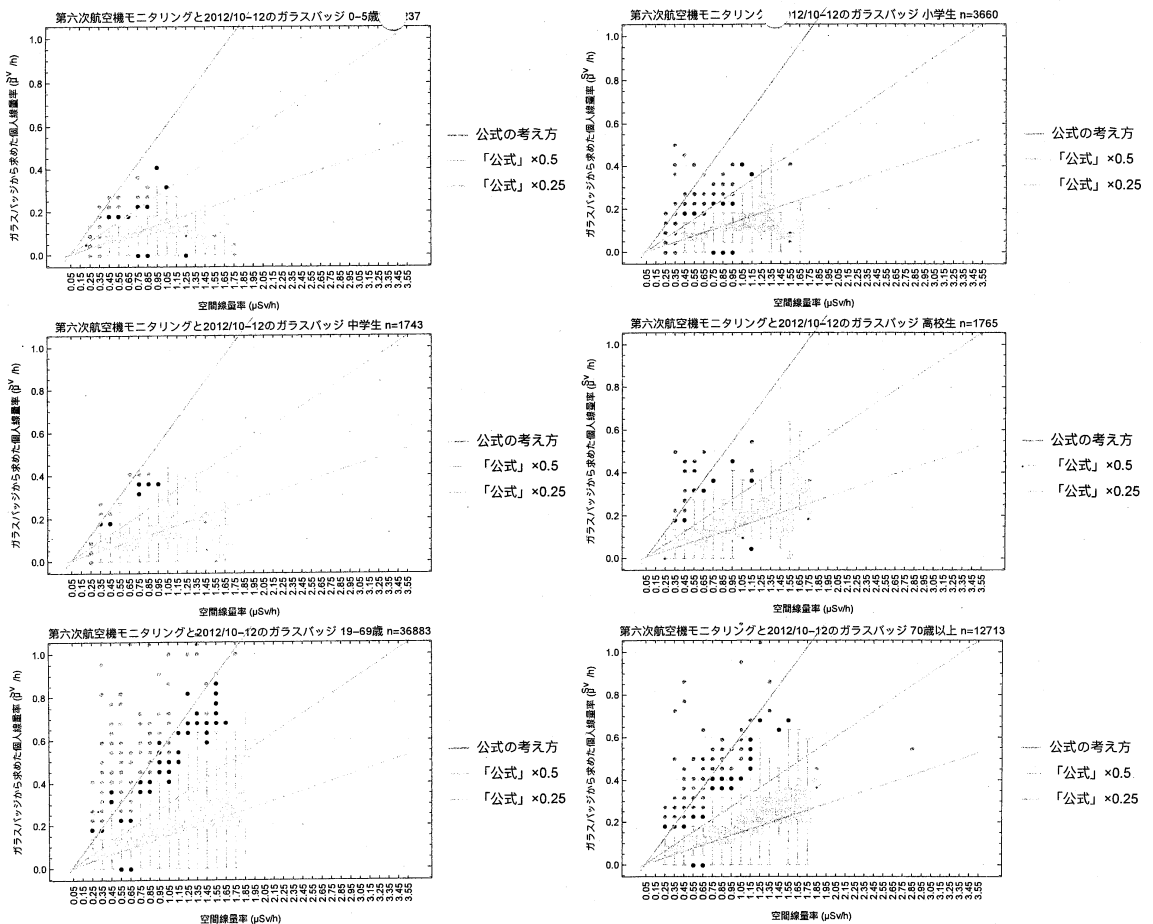


図 11—2015 年 7 月 30 日に宮崎氏から伊達市に提供された別紙資料において、年齢別に外部被曝線量と空間線量の相関を調べたもの

解説中の、「結果として、ある場所の空間線量率からその場所に住む方々の個人線量を精度よく推定出来ることが、伊達市の取り組みから明らかになりました。」は「精度よく」という副詞が加わっており、とんでもない間違いと言わざるを得ないと本誌 3 月号に書いた (284 ページ)。ここでは、2017 年 6 月 28 日の伊達市と市政アドバイザー (宮崎氏) との定期打合せ記録に、「航空機モニタリングでの空間線量から個人の線量を導くことはできない。論文については、内部ではよく知っておくべきではあるが、市民との対話の際には使わないほうがよいだろう。」という宮崎氏の発言が記録されていることを指摘する。宮崎氏のこの発言は、著者たちが、論文の結論が正しくないことを意識しており、それにもかかわらず、論文に虚偽

を書いたことを示すものである<sup>10</sup>。

## 第 2 論文

(1) 区域ごとの係数  $c$  の平均がどう計算されたのかが明らかにされていない。例えば、平均はすべての期間を通して行われたのか、除染前の期間だけについて行われたのかなどが不明である (除染後も含めて平均をとってしまったら、除染の効果を見る目的にそぐわない)。また図 5 と図 6、図 7 では対象者が異なるがその違いがどう扱われたのかが明記されていない。

(2) 論文要旨には、「 $c$  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」、また 4 節には、「時間の経過では変化しないこと

を報告した」と書かれているが、論文中では期間ごとの $c$ は計算されていない。

(3)除染の影響の評価を行う3.3節において、関数 $f(t)$ のベストフィット曲線とされるものは、全区域でのベストフィットであって、この節で論じられている区域Aに対するものではない。このことは本誌4月号において、第2章3節「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」(324ページ)で指摘したと深くかかわっていることを指摘しておく。

(4)4節の議論の項における除染の効果がみられないことについて著者たちがあげている以下のような理由は非論理的である。

- 「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いつも滞在するわけではない、そして
3. MoE 報告書の中の測定は宅地の中の屋外の地点で行われており、屋内の線量に対する除染の効果を反映していない。」

まず、1であるが、除染の目的と効果とはグリッド線量を低下させるのではなく、被曝線量を小さくすることである。除染がグリッド線量を下げることとはできなくとも宅地内の線量を低下させることで被曝線量を下げることができる可能性を無視した議論である。

2の理由付けを正しいとして受け入れると、宮崎早野第1論文の

「福島第一原発事故のような大規模放射能汚染をとまなう事故の後では、地方政府の応答能力に大きな無理をかけることが想定される。

福島においては、地方政府は線量計を住民に配布することに努力を集中しており、すべての人に線量計を正しく使用してもらうことを、放射線作業従事者に対するように徹底することは不可能であった。この結果、伊達市によって集められたデータは、各参加者が実際に住民登録された住所に住んでいたのか、またいつもルーティンとしてガラスバッジを要請されたように正しく装着していたかが不明である。それゆえ、厳密に言えば、ガラスバッジで測定された値は、必ずしも実際の個人線量と等しいとは言えない。これは、この論文の限界であるといえる。しかしながら、私たちは、線量計の実際の使い方のパターンの相違が、次のパラグラフで述べるように、現在得られた結果に大きく影響しないと信じる。」

という議論を受け入れることはできなくなる。典型的な自家撞着である。

3は、屋内にいる時間については除染の効果が小さくなるはずと著者たちが主張していると考えられる。政府の定めた基準からもわかるように、対象者である伊達市民が最も長く滞在する場所は自宅内である。そうであれば、著者たちのこの主張は、周辺線量は外部被曝線量に影響しないという主張につながり、宮崎早野第1論文の方法論を否定することになる。これも自家撞着であるといえる。

(5)第2論文5節結論において、「周辺線量率の低減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否かにかかわらず、低減関数は伊達市全域で同一であった。」と書かれているが、この命題についての論証は論文中にまったく存在しない。

## むすびに:端的な問題例

宮崎早野論文の問題点を端的に示す例を再掲し、

この論考のまとめにかえる。

第2論文の図6についての論文中の記述を二つ示してみよう。なお、これ以降の強調部分は筆者による。まず、本文中に

「区域Aの425人の2011Q3から2014Q1の間の時間あたりの線量 $\mu\text{Sv h}^{-1}$ に換算された個人線量の箱ひげ図を図6として示す。

関数 $f(t)$ のベストフィット曲線に第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。また、除染の時期(2012Q3)は矢印で示されている。」(英文の原論文の629ページ)

と書かれている。そして英文の原論文では2ページ後の631ページの図6のキャプションには、

「図6 自宅の除染が2012年Q3(赤い矢印で示されている)に行われた区域Aに住む425人の個人線量の箱ひげ図；ガラスパッジの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 $\dot{H}_p(t)$ はグリッド線量

率 $\dot{H}_{10}^{*A}(0.65)$ 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。この図にしめすように、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；不一致の理由はこの解析に用いられたデータからはよくわからない。」

まず、論文の本文中では平均値とされていたものが、図のキャプションでは中央値とされている。さらに、ここで実際に図6を見ると、「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」、すなわち曲線は $t=0.65y$ (yは年)で $0.21\mu\text{Sv/h}$ を通るように「プロット」されているはずなのに、実際は $t=0.65y$ でほぼ $0.33\mu\text{Sv/h}$ のところを通るようにプロットされている。同一の図について、 $t=0.65y$ において曲線が通るべき位置が本文と図の間で異なり、さらに、本文に従って曲線をプロットすると、その曲線は図12のAを通らなければならないところを、Bを通っている。Bを通る曲線は平均値や中央値から大きく隔たったところを通ることになる。

筆者は、これほどの不整合をもつ論文が、査読を通過して刊行されたことは放射線防護学あるいは

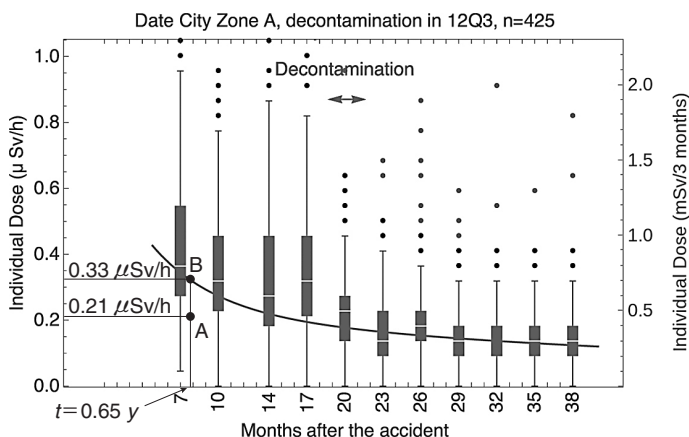


図12—第2論文の図6に加筆

点A、Bとその値、右の縦軸にmSv/3 monthの目盛りを加筆。本文に従えば、曲線は $t=0.65y$ において点A( $t=0.65y$ で $0.21\mu\text{Sv/h}$ )を通過しなければならないのに、実際は点B( $t=0.65y$ で $0.33\mu\text{Sv/h}$ )を通過している。この曲線は事故後7か月目および10か月目の個人被曝線量値の中央値よりも下を通過しており、図6のキャプションにいうところの中央値を示しているともいえない。

保健物理学、ひいては物理学にとって見過ごすことができないし、見過ごしてはならないと考える。

さらに一つ付け加えたい。宮崎早野論文のもととなった研究は2018年10月31日をもって終了しており、終了にともなってデータベースを含むすべてのデータが廃棄されていること、および文科省「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」に違反していることは本誌2月号で指摘した(159ページ)。さらに、米国科学アカデミーは「重要な研究データを合理的な期間保存しないこと」「とくに公表されたり他者が依存している結果について、研究の記録を十分ににつけないこと」を疑わしい研究行為(questionable research practices)としている<sup>1)</sup>。研究の成果を論文として発表することは、研究者間相互の批判とそれに対応する応答というサイクルに身を置くということである。データの廃棄は、このようなサイクルを不可能にすることであり、科学を成り立たせる最も基本的なルールからの逸脱であることをあらためて指摘したい。

謝辞 筆者の一人である黒川は、Journal of Radiological Protection 誌へ投稿した宮崎早野第2論文を批判する Letter to the Editor(本誌4月号339ページ注2参照のこと)および本誌3月号の論考の作成において畏友、高木伸氏より受けた多大な励ましと有益な科学的指摘について、ここに心からの感謝を示します。

#### 文献および注

7—だて復興・再生ニュース第8号の表1には、全市民がガラスバッジによる計測に参加した2012年7月から2013年6月までの大字単位の地上で測定された空間線量率とその大字の外部被曝線量の平均が示されている。この表から、筆者の一人である黒川は伊達市全体では係数が0.29であることを求めた。2012年7月から2013年6月を第1論文の2012年10月から12月の期間に対応する図4cからこの期間の係数の平均を読み取ると0.17である。この結果、航空機による線量率測定値で地上における線量率測定値を割ると、 $0.17/0.29=0.59$ となる。本誌3月号281ページにおいては、0.17に、バックグラウンドの引き過ぎによる補正を行った値0.20を用いて航空機による線量測定の過大評価として1.45倍(逆数は0.69)を得ているが、バックグラウンドの引き過ぎの補正は不要であったと考える。なぜならば、だて復興・再生ニュースに掲載された分析においては、バックグラウンドの引き過ぎの補正を行っていないからである。

8—<https://oku.edu.mie-u.ac.jp/~okumura/stat/190118.html>

9—本誌4月号の濱岡豊氏の「個人線量測定論文の諸問題——

批判的レビュー」の謝辞中に、「データを公開された Naito et al.(2016)の著者各氏に感謝する。特に Naito 氏(産総研・内藤航氏)は著者の質問にも迅速に答えていただいた。」と記されている(358ページ)。筆者の一人である黒川は2017年6月に福島県立医科大学に宮崎早野論文の筆頭著者である宮崎真氏を訪ね、宮崎早野第1論文について19個の質問を行っており、さらに、第1論文の図4の図を描くもととなった中間データの提供をお願いした。宮崎氏の答えは、「早野氏が元のデータベースから Mathematica の script を使って一気に図まで作成したため、そのような中間データは存在しない」というものであった。ここで指摘したような検証不能性がないように、論文中に定義や手法を明記するべきであるが、もし、中間データが存在しそれが提供されれば、読者による検証が行えたはずである。宮崎氏と早野氏も内藤航氏のような姿勢で私をはじめとする論文の読者に対応していただきたかった。なお、筆者たちは、濱岡豊氏のこの論考から、筆者が本誌6月号において論じたICRP勧告101a「公衆の防護を目的とした代表的個人の線量評価」について知ることになったことをここに記す。

10—なお、宮崎氏は定期打合せの中で、これに限らず論文の結果や意義について実際に論文に書かれていることと異なったり、互いに矛盾していたりすることを発言している。「論文の内容としては(中略)これからの除染による効果はほぼないだろうということである(2016年10月31日)」[「第1論文は空間線量率から個人線量を推定できるというものである。第2論文では除染の効果について触れている。自然に減少していくところを除染しても将来的な線量に大きな影響は与えないというものである(2016年12月21日、強調は筆者による)」]「生涯線量と除染の話は、集団でみたときのものである。個別で見た場合、効果がある人もいればない人もいる。除染の効果がないとしているわけではない(2017年3月28日)」[「(論文は)除染の効果があるかないかを明らかにするものではない(2017年7月27日)」]など。

11—National Academy of Sciences, National Academy of Engineering, and Institute of Medicine. 1992. Responsible Science, Volume I: Ensuring the Integrity of the Research Process. Washington, DC: The National Academies Press, Page 6.  
<https://www.nap.edu/read/1864/chapter/2>