



## 福島県内外の高校生個人線量調査

原 尚志

Hara Takashi

### 1. はじめに

福島高校スーパーサイエンス部では、高校生の外部被ばくに注目し、2014年6月福島県内外で個人線量調査を実施した。福島県内外での個人線量調査は、2014年にコープ福島が全国の生協会員の協力を得て行ったが、高校生に対する個人線量調査はこれまでに例がない。高校生であれば、国内外はもとより海外であっても、およそ生活パターンが類似していると考えられ、個人線量比較が行いやすい。福島県内外の高校生の協力で実施した個人線量調査結果は、物理教育 Vol.63, No.2 (2015) に掲載された。さらに海外も含めた結果は近々 *Journal of Radio Protection* に掲載予定である。ここでは、これらの報告から抜粋して紹介するとともに、あらたに生活記録に基づく分析を行ったので、報告したい。

調査は福島県内6校、県外6校、海外（ヨーロッパ）は12か所の学校・地域であり、協力者総数216名、期間は国内6月18日～7月1日、国外10～12月内のいずれも2週間である。協力をお願いした学校・地域と人数は表1のとおりである。

調査に使用した機器は、産業技術総合研究所開発・千代田テクノル製の半導体式個人積算線量計“D-Shuttle”である。この個人線量計は、1時間ごとの積算線量（線量率）を日時とともに

表1 高校生線量測定プロジェクト参加者

No	学校又は地域名	所在地	参加者数
1	広島大学附属福山中学校・高等学校	福山市	11
2	灘高等学校	神戸市	11
3	奈良学園中学校・高等学校	大和郡山市	10
4	岐阜県立多治見北高等学校	多治見市	10
5	岐阜県立恵那高等学校	恵那市	10
6	神奈川大学附属高等学校	横浜市	11
7	福島県立安積高等学校	郡山市	10
8	福島県立磐城高等学校	いわき市	11
9	福島県立会津学鳳高等学校	会津若松市	11
10	福島県立田村高等学校	三春町	11
11	福島県立安達高等学校	二本松市	11
12	福島県立福島高等学校	福島市	14
13	ブローニュ	パリ市	11
14	ポアチエ	ポアチエ市	16
15	バステティア	コルシカ島	13
16	ゴメリ・ブラギン	ベラルーシ	12
17	ポーランド	ポーランド	33

に記録でき、生活記録と見合わせることで、いっどこでどれほどの放射線を浴びたのか知ることができる。協力者には、常に線量計を首にさげ就寝中も枕元に置くなど、極力身体から離さないようお願いした。協力者1人のデータ数は

24 件/日×14 日=336 件、1 校当たり約 3,600 件、全データ数は 70,879 件となった。

## 2. 結果と考察

### 2.1 個人線量率度数分布の各校比較

図 1 に各校の線量率分布を箱ひげ図で示す。縦軸は対数目盛りであることに注意を願いたい。箱の底辺は第 1 四分位数、箱内横線は中央値、上辺が第 3 四分位数で、箱内に全度数の 50% が含まれる。上下のひげの長さは箱の長さの 1.5 倍としたが、ひげの下端が  $0.01 \mu\text{Sv/h}$  を下回る場合は下端を  $0.01 \mu\text{Sv/h}$  とした。ひげの外側の値は外れ値となるが、外れ値のうち低線量側は省略、高線量側のみ示した。外れ値は全データの 1.5% に当たり、箱と上下のひげ全体は全度数の 98.5% 領域を示している。

福島県外 6 校の中央値は  $0.06 \sim 0.09 \mu\text{Sv/h}$ 、県内は  $0.07 \sim 0.10 \mu\text{Sv/h}$ 、海外（ヨーロッパ）は  $0.06 \sim 0.11 \mu\text{Sv/h}$  であり、ほぼ同等である。図 1 から、福島県内の線量率の度数分布が、県外・海外に比べ著しく高線量側にシフトしていないことが分かる。

福島県外では恵那高校、県内では安達高校、福島高校、海外は Bastia の中央値が高い。恵那や Bastia はいずれも地質による自然放射線の強い地域として知られており、福島県内の高校生の線量も自然放射線の幅の中にあると言える。

福島高校の外れ値に  $5 \mu\text{Sv/h}$  と大きな値があるのは、参加者のうち 1 名が期間中に福島県大熊町の高線量地区を視察したことによる。しかし、 $1 \mu\text{Sv/h}$  を超える外れ値は福島県外にも見られることから、全ての

外れ値がこのような高線量の影響ではなく、ノイズも含まれているとみるのが妥当である。例えば Boulogne に約  $10 \mu\text{Sv/h}$  とそれを超える外れ値が幾つかあるが、これは全て同じ参加者のもので、この参加者は別の日にも、 $9.8 \mu\text{Sv/h}$ 、 $17.8 \mu\text{Sv/h}$  の外れ値を持つ。本人によればこれらの外れ値は全て室内で計測され、側に携帯電話があったこと以外には全く心当たりがない。このためこれらの外れ値はノイズとして解釈されている。このような高い外れ値は福島県外にもたくさん見られ、全ての外れ値が高線量の影響とは言えないことが分かる。どの外れ値がノイズであるかは、各参加者の聞き取りに基づいて判断するほかなく、ここでは高い外れ値が福島県内にも見られるものではないことを強調しておく。

### 2.2 個人線量率の各校比較

図 2 に国内参加者の 2 週間にわたる積算線量を 1 年当たりに換算して示す。横軸は学校番号、◇ 1 個が 1 人である。このうち 1 mSv を

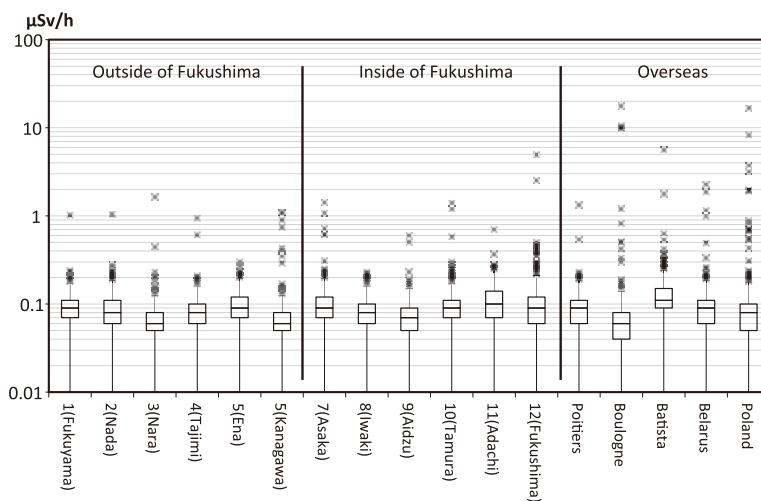


図 1 個人線量率度数分布の各校比較（片対数目盛）

各校の線量率分布を箱ひげ図で示す。縦軸は線量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）で対数目盛に注意。箱の底辺は第 1 四分位数、箱内横線は中央値、上辺が第 3 四分位数で、箱内には全度数の 50% が含まれる。上下のひげの長さは箱の長さの 1.5 倍としたが、ひげの下端が  $0.01 \mu\text{Sv/h}$  を下回る場合は下端を  $0.01 \mu\text{Sv/h}$  とした。外れ値のうち低線量側は省略、高線量側のみ示した。外れ値は全データの 1.5% に当たり、箱と上下のひげ全体は全度数の 98.5% 領域を示している

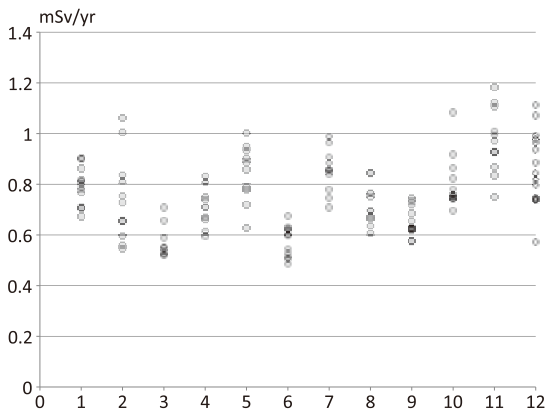


図2 国内参加者の累積線量の年換算値  
◇ 1個が1人を表す

を超える参加者は2灘2人、5恵那1人、10田村1人、11安達4人、12福島2人である。福島県内の個人線量にどのような特徴があるか検討するため、ここから6人を選び生活記録を基に比較を行った。選んだのは灘A、恵那B、安達C、安達D、福島E、福島Fである。対照のため年換算値が国内全体の平均値(0.76 mSv/yr)付近の神奈川Gと福島Hを加えた。

表2に、8名の部活動や住居など生活環境概略を示す。部活動は屋内・屋外、住居は木造・RC(鉄筋コンクリート)を区別した。

図3に、各参加者の学校、自宅と、その他(学校自宅以外の場所)での線量率の2週間内の平均値を示した(縦軸 $\mu\text{Sv/h}$ )。図中の折れ線はそれぞれの参加者の平均線量率を示す。

表2 生活環境概略

表中内・外は、所属する部活動が屋内・屋外での活動であること、運動・文化は、運動部・文化部を、RC1Fは鉄筋コンクリート1階を意味する

参加者	学年	部活動	住宅
灘A	2年	外・運動	RC1F
恵那B	1年	内・運動	木造
安達C	1年	内・文化	木造
安達D	3年	内・文化	木造
福島E	2年	外・運動	木造
福島F	教諭	内・文化	RC2F
神奈川G	1年	内・文化	RC4F
福島H	2年	内・文化	木造

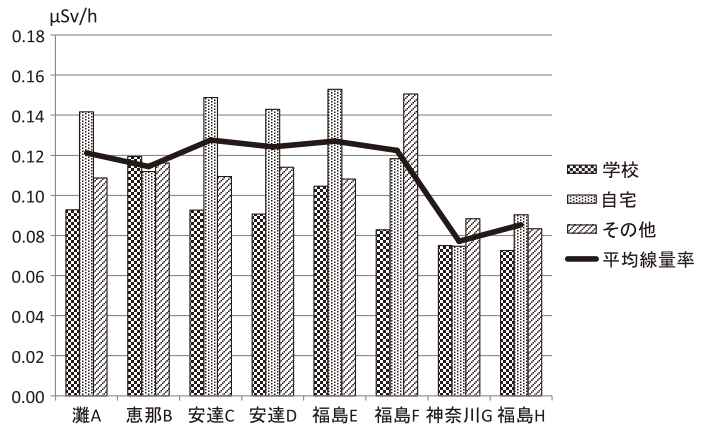


図3 生活場所ごとの線量率平均値

なみに同様の条件を持つ高層マンション内の線量率も低い傾向である。加えて福島県内の高校は2011年に除染を終えている。学校のように広い面積にわたる除染は効果が現れやすい。これに対し自宅の除染は現在も進行形であり、かつ除染で劇的に線量が下がったとはほとんど聞かない。

ところで恵那市が自然放射線の強い地域であることはよく知られているが、昨年の調査から恵那高校は校内線量率がほかにならべて高いと分かった。追加の調査によると原因は校舎のコンクリートであった。コンクリート資材に線量の高い近隣の砕石を用いたと推察された。同様に

灘 A についても、自宅のコンクリートが原因とみている。

図 4 に、これら 8 名の参加者の学校、自宅、その他の 2 週間の累積線量を年換算値で示した（縦軸 mSv/yr）。ここでは学校での累積線量にほとんど違いがない。図 3 で恵那高校を除けば学校線量率に大きな違いがないことを反映している。学校線量率の大きい恵那 B の学校での累積線量が、神奈川 G とほぼ同じ値になっているが、恵那 B は屋内運動部、神奈川 G は屋内文化部所属であり、校舎内で過ごす時間の違い（2 週間中、恵那 B 60 時間、神奈川 G 96 時間）が理由である。

福島 F はほかに比べてその他の線量が特に高いが、福島 F は先に説明した大熊町の視察を行った参加者で、6 月 25 日の 14 時と 15 時に  $4.96 \mu\text{Sv/h}$ 、 $2.52 \mu\text{Sv/h}$  という特に高い値を持つ。この値を除くと、この参加者の年換算値は  $0.876 \text{ mSv}$  となり、 $1 \text{ mSv}$  を下回る。

他方、安達 C、安達 D では、自宅の累積線量が年換算値を押し上げており、図 3 からほかよりも自宅の線量率の高いことが原因と分かる。

ただし、図 1 同様、図 4 を見ても福島県内の累積線量だけが突出して高いわけではなく、県外の高値とさほど違いがない。また、計測値は全て自然放射線量込みの値であり、追加被ばくは年  $1 \text{ mSv}$  以下を目指すという ICRP の目安の範囲内にあると思われる。

以上のように、D-Shuttle を用いた個人線量調査では、生活記録と合わせて解析することで、いつどこでどれほどの被ばくをしているのか明確になり線量低減対策に非常に有効である。

### 3. 個人線量と空間線量

図 5 は個人線量と空間線量を同じグラフ上に示したものである。図中の長方形は図 1 からひげと外れ値を除いたもので各校の個人線量率の分布を表わし、箱内横線は中央値である。プ

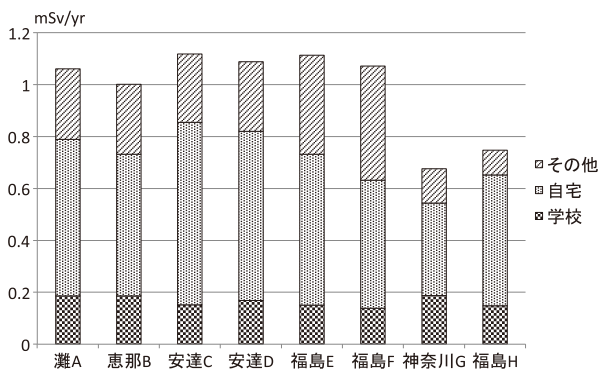


図 4 生活場所ごとの累積線量 (年換算)

ロットのうち、□は D-Shuttle の計測と同時に各校が測定した空間線量（計測には堀場製作所 Radi PA-1100 を使用）、●は原子力規制庁のリアルタイム線量測定値システムによる値である。空間線量、個人線量とはともに線量であるがそれぞれ定義の異なる量であり、本来同一のグラフ上にプロットすべきでない。しばらく前には SNS 上で“個人線量計は線量を小さく見せ掛ける”などと誤解も語られたが、その誤解を助長しかねないグラフであることは承知している。

そのような指摘を覚悟であえてこのグラフを示したことには理由がある。筆者は生徒の空間線量計測を度々指導した経験から、測定者は高線量のポイントを探して計測する傾向があることを繰り返し報告してきた。空間線量は値を確認しながら測定するため、高線量のポイントが点在する福島では、どうしても高線量に意識が向きがちである。しかし高線量のポイントが見つかったからといって、それが直ちに個人線量に繋がるわけではない。個人線量は個人線量計で測定すべきものであり、図 5 はそれを物語る。

福島では、毎夕 NHK のニュースで規制庁の情報に基づいた空間線量が示される。規制庁のリアルタイム線量測定システムは、全ての福島県内の学校に配置され、その値は常時ホームページで確認できるが、福島高校の場合、この

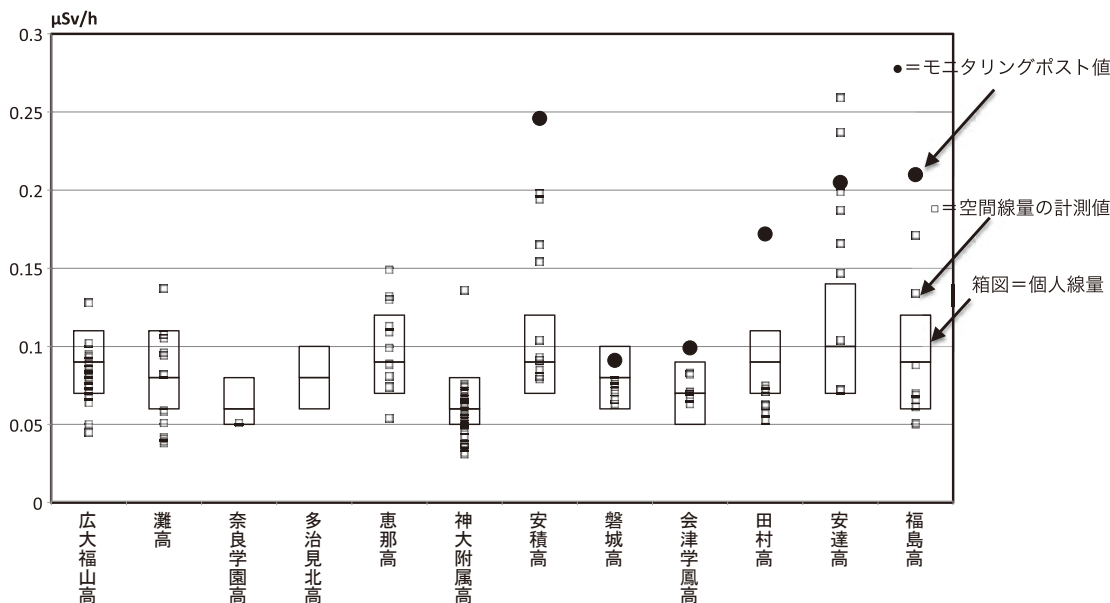


図5 個人線量分布と空間線量

箱は各校の個人線量率の分布（図1からひげと外れ値をはずしたもの）、□は各校で測定した空間線量、●は原子力規制庁のリアルタイム線量測定値システムによる値

値を学校の代表値とみるのは無理がある。計測器は校内でもやや高線量の前庭にあり、図5のようにほかの空間線量ともかけ離れていて、とても学校の代表値とは言えない。線量測定システムの値が、ほかの校内の空間線量と大きく離れた学校が、ほかにもあるのが図5から分かる。このように規制庁のリアルタイム線量測定システムは、その地点の線量の経時変化を見るには有効であるが、安易に設置場所の代表値とすることはできない。各地点の実態を踏まえて値を読む必要がある。

空間線量に対して、個人線量についての情報は少ないが、原子力発電所事故が地域に及ぼす影響を把握ために、空間線量だけでなく、個人線量に基づく情報は重要である。前記のお

り、特に高校生の個人線量は、福島の被ばく実態を把握するのに非常に有効である。

#### 4. まとめ

①個人線量の福島県外の中央値は0.06～0.09  $\mu\text{Sv/h}$ 、県内0.07～0.10  $\mu\text{Sv/h}$ 、海外0.06～0.11  $\mu\text{Sv/h}$ で、ほぼ同等であった。

②D-Shuttleを用いた個人線量調査では、生活記録と合わせて解析することで、いつどこでどの程度の被ばくをしているのか明確になり、線量低減対策に有効である。

③個人線量についての情報は少ないが、原子力発電所事故の影響と福島の実情を正確に伝えるために個人線量に基づく情報は重要である。

（福島県立福島高等学校教諭）