

注記) 通常、レジュメには質疑応答は掲載しないが、今回は意見公開会であるとの主旨を鑑み、個々の質疑応答を掲載した。

平成 29 年度 6 月例会レジュメ

日 時：平成 29 年 6 月 23 日（金） 15 時 00 分～17 時 00 分
 場 所：日本技術士会 葺手第二ビル 5 階 会議室 A, B
 講 師：福島県立福島高等学校 スーパーサイエンス部 放射線班
 部長 原 尚志氏（福島高等学校教諭）、福島高校 3 年生徒 法井美空氏、熊谷りさ氏
 演 題：放射線班として東日本大震災後の取り組みで学んだこと（仮題）
 進 行：芳中副部会長（企画担当）、中田副部会長（情報発信担当）
 参加者：53 名（会員・講師を含む）

1. 企画趣旨

福島高校 SSH は、東京大学の早野龍五先生（部会報第 18 号御参照）の指導の下、D-Shuttle による国内/国外の線量比較や原著論文の作成、ICRP のダイアログセミナー他国内外での発表、福島第一原発の見学等も経験し、メディアを介し大きく取り上げられた。

一方で、地元の信夫山の線量測定等、原発事故により引き起こされた人々の不安に対処する活動など、地域に密着した活動も続けながら、福島の現実に真正面から向き合っている。

今回の講演は、彼らが経験した生活の中での様々な出来事、福島県と県外、国外との意識のギャップ、風評被害、いじめの問題等、経験したこと伝え聞いたことに対しての生の感想や思いを聞き、私たちがこれから福島の問題にどのように取り組んでいかねばならないかを学ばせて頂くことを目的とした。合わせて、彼らの将来に対する不安や希望など真剣な思いに、我々から支援できることも、講演後の意見交換の時間も活用しながら探りたい。

（SSH：Super Science High school：文部科学省にて指定）

2. 講演内容「福島高校の SSH 活動紹介」

講演者紹介の後、講演を開始した。なお、質疑応答は講演毎に行った。講演概要と質疑応答を以下に示す。

2. 1 D-Shuttle Project 福島県内外における高校生個人線量調査（前半：法井氏、後半：熊谷氏）

(1) 講演

講演では、高校生個人被ばく線量調査プロジェクト（D-Shuttle Project）についての説明があった。D-Shuttle Project は、個人線量計「D-Shuttle」を使い、福島県内・県外 12 か所と、仏国 3 か所（Bastia, Boulogne, Poitiers）とポーランド 7 か所、ベラルーシ 2 か所の高校生の被ばく線量率を比較したものである。測定は 2014 年と 2016 年に行ったが、2014 年時点で福島県内外の高校生の被ばく線量率で大差がないことを確認している。本講演では 2014 年と、2016 年に実施した福島県内と仏国 Bastia および Boulogne, Poitiers の 4 地点の個人被ばく線量の比較を説明する。

各地の高校生には個人線量計を 2 週間首から下げて携帯してもらい、その線量率を集計した。なお、個人線量計「D-Shuttle」は千代田テクノル製の半導体検出器であり、 γ 線を 0.01 $\mu\text{Sv/h}$ の感度で計測できる。また、高校生には生活記録表に滞在場所を記録して貰い、個人線量計の計測結果は生活記録表の場所にに基づき、比較・分析した。

4 地点の計測結果は 9 枚目スライドの表に示す通りであり、福島県内では 2014 年は 14 名で 2016 年は 29 名のデータを集計し、整理した。仏国の Poitiers では同 13 名と同 11 名、Boulogne では同 11 名と同 9 名、Bastia 島では同 16 名と同 11 名だった。1 名当りのデータ数は多少のバラツキがある。個人被ばく線量（当量）率の平均値は福島県内では 2014 年は 0.10 $\mu\text{Sv/h}$ 、2016 年は 0.08 $\mu\text{Sv/h}$ であった。仏国の Bastia では同 0.12 $\mu\text{Sv/h}$ と同 0.13 $\mu\text{Sv/h}$ 、Boulogne では同 0.07 $\mu\text{Sv/h}$ と同 0.06 $\mu\text{Sv/h}$ 、Poitiers では同 0.09 $\mu\text{Sv/h}$ と同 0.09 $\mu\text{Sv/h}$ だった。

次に、10 枚目と 11 枚目は 4 地点の計測結果を箱髭図（box-and-whisker plot）ⁱ に整理した結果を示す。10 枚目のスライドは縦軸が計測データ（ $\mu\text{Sv/h}$ ）の対数表示であるが、4 地点のうち、福島県内の高校生の被ばく線量率が減少傾向で、その分布幅は縮小する傾向を示している。11 枚目のスライドは縦軸が年換算ⁱⁱした被ばく線量（mSv/y）のリニア表示であるが、これは 4 地点のうち、福島県内の高校生だけが中央値で約 1.85 mSv/y→約 0.75 mSv/y と減少傾向にあり、仏国の 3 か所は変化ないか或いはやや増加しているように見える。また、Bastia では 2014 年・2016 年共に福島県内よりも高い数値（約 1.1～1.2 mSv/y）となっている。

12 枚目以降では、計測結果の考察を説明する。12 枚目のスライドは福島市内（県北保健福祉事務所）屋外 2016 年の空間線量率は 2014 年の約 60%に低下した（4 枚目参照）。しかし、屋内では屋外ほど低減ほど低下しなかった。福島県内の個人被ばく線量率は空間線量率の低減ほど低下しなかったのは高校生が屋内に多くいたためと考えている。しかし、この福島高校の 2014 年と 2016 年の個人被ばく線量率の差は、統計上で有意な差とは考えていない。

13 枚目以降では次に計測結果を整理した箱髭図の外れ値ⁱⁱⁱの分析を行った。13 枚目のスライドは 2014 年の県内外の外れ値の時刻分布を示し、14 枚目には 2016 年の福島県内の高校生の外れ値の時刻分布を示す。2016 年の外れ値の割合は 1.42%であるが、グラウンドで運動部が活動する 15 時～20 時の時間帯で頻発していることが確認できる。屋内・学校内にやや高い外れ値があるが、高線量の理由が見当たらずこれはノイズ^{iv}であると考えている。グラウンドでの外れ値を確認するためにバックネット裏のプレハブの空間線量率を計測したところ、0.431 μ Sv/h と周囲よりも高い数値だった。そのため、グラウンドの外れ値はノイズではなく、プレハブ角の土が原因と考えている。また、2016 年の計測時期はゴールデンウィークを含んでいたもので相対的に屋外活動の時間が多く、屋外での外れ値が多かったものと考えている。グラウンドでの屋外運動部の個人被ばく線量率の外れ値の個数は 9.17 個（文化系クラブ等の他の分類項目：3～4 個）より多く、平均は 0.32 μ Sv/h（同 0.21～0.27 μ Sv/h）とやや高めであったが、この数値で算出した年換算した被ばく線量の中央値は 0.77 mSv/y であり、外れ値が大きな影響を与えていないと考えている。

本講演の結論は、2016 年の結果を 2014 年と比較すると①福島県内の高校生の被ばく線量と分布幅は減少傾向にある、②空間線量率の変化ほど明確な変化は個人被ばく線量率には見られない、③高い外れ値が実際の被ばく線量であるとは限らない、④外れ値の個数が多い、または、高い値をとっても年間被ばく線量が大きく変わることは殆どないことである。

(2) 質疑応答

Q1：何で仏国データとの比較になったのか？

A1：仏国とコネクションがあったためである。

福島事故を受けて、ICRP・Thierry Schneider 先生が伊達市を訪問した（2013/2）際に、福島高校にも立ち寄られ、福島はこれ以降、放射線防護文化を高めることが重要との話をされた。同先生はフランスの高校生に放射線教育をしており、福島もいっしょにやらないかとの打診があった。校長と相談し、やってみるようになった。どういう形で交流するかは手探りであったが、2013 年秋に D-Shuttle を知った。D-Shuttle はログが採れることから、これを借用して研究を行うこととなった。仏での放射線状況は分からなかったが、測定結果でコルシカ島の Bastia という都市の線量が高くてびっくりした。花崗岩帯の上であってその影響ということ。また、もう一つ驚いたことに、ベラルーシのブラギンでは、福島より線量が低い結果であり、ミンスクに住んでいる方がブラギンにはとても行けないというようなことをいわれており、風評的なところで悩んでいたこともあって、この測定を行ったことが非常に感謝された。

Q2：2 枚目スライドにおいて、2014 年 2 月に空間線量率が大きく減少しているが、その原因についてなにか知っているか。

A2：下がっているのは大雪による積雪による影響だと考えている。

C2：青森でも同様の大雪による影響が出るとの傾向が確認されている。

Q3：データの個数（D-Shuttle の個数）は何個あったのか？ 外れ値の定義は何か？ 外れ値の算出に統計的な処理をしたのか？

A3：2014 年は 216 名・216 個だった。2016 年は 60 名・60 個だった。線図では箱の高さの 1.5 倍を髭としたが、そこから外れた部分を外れ値（図中に+で表記）とした。

2. 2 福島高校の放射線教育（原氏）

(1) 講演

福島高校（生徒数 960 名）は来年で創立 120 周年を迎えるが、SSH（期間 5 年）は今年 3 期目に入り計 11 年目となる。教育放射線は全校的にやっているものではなく、個別の 3 つの活動としてスーパーサイエンス部放射線班、日仏高校生放射線防護交流、総合学習応用講座がある。

SSH の成果は論文の形で集大成するようにしている。放射線班の 2016 年の英文論文^vは東京大学の早野龍五先生より英国放射線防護学会誌（Journal of Radiological Protection）へ投稿してもらったが、計測に係った 4 カ国 216 名の高校生を第 1 著者としており、協会との調整が大変だったと聞いている。この論文は web 公開されており、既に 9 万件のダウンロードがあった。

本講演では総合学習応用講座「放射線を学ぶ」を説明する。総合学習で SSH 総合を選択した

生徒は 16 講座の応用講座から自由に選択する。この話題が風化している傾向を受け、選択した生徒数は 2011 年には 32 名いたが、今年は 8 名に減少している。また、選択した生徒のコメントでは、「心配事として結婚出産に影響ないか」、「本当のことを教えてもらっていないのではないか」というものもあった。「放射線を学ぶ」の授業は 5 回（合計 9 時間）行った。

第 1 回の授業ではアンケート調査の結果を整理している。福島県内の高校生の心配事は「健康影響」「物理的性質」「対処の方法」の 3 つに分類できる。福島大学によれば、これは大人でも同じとのことだった。線量計測の実施を覚えていた 10 名のうち線量数値を覚えていたのは 2 名だった。「放射線を学ぶ」講座を選択する生徒は、学校内では放射線に対する不安がやや強い可能性がある。アンケートの結果から H28 年度の授業の内容編成では、県民健康調査結果、特に甲状腺がんについてもきちんと説明が必要であると考えた。

第 2 回の授業では内部被ばくの計算方法を学んでいる。生徒は授業後 1mSv/y に到達するほど内部被ばくを受ける人はいないことが判る。後半、次回までの宿題である自宅の空間線量率測定について説明している。

第 3 回の授業の前半では生徒が自宅の空間線量率を報告させている。自宅を計測することで相場観を持ってもらうことが目的である。マンションに住む生徒は 0.04 μ Sv/h を示しており、東京近郊と変わらない数値となっている。

後半の授業で講演をお願いした広野町に住む「福島のエートス」代表の安東氏は、事故当時にここに住み続けることができるか、自分で勉強しなければならないと思い立った方である。地区としてホールボディカウンター（WBC）を受検して内部被ばく線量を計測し、その後実測値について自分たちで集まって議論している。異常値を示した理由を話し合い、原因を探る。個人の食生活の改善を含め、地域で結論を出し、再度 WBC に臨んでいる。これは内部被ばくには個人差があり、事故による追加の内部被ばくが起こっていないことを理解することで、福島産食材への信頼感の回復を期待したものである。

第 4 回の授業では、南相馬総合病院の坪倉医師に甲状腺がんの発生確率を講義して頂いた。坪倉医師によれば、甲状腺がんの発生確率の増加は、検査機会の増加や検査装置の精度の向上に影響されることもあり、有意に放射線の影響とは言えないとの説明だった。県民健康調査結果を理解することにより、健康不安が解消することを期待したものである。しかし、坪倉医師からは生徒の基礎知識が年々さがっているとの指摘があった。すなわち、事故の風化が確認されている。

第 5 回の授業では、まとめとして風評への考え方を討議している。これは twitter の投稿意見「選べるので福島産の食材は食べないようにしている」をもとに討議を行った。生徒は全員が同意できるとの所感であり、自分は大変にショックを受けた。しかし、生徒と話し合ううちにこれはやがて、やむを得ない内容と思うようになった。

本講演の結語としては、①放射線に関する基礎知識を持つことは必須条件であるが、基礎知識だけ与えても、「正しく教えられていないのではないか」という不信感をもたれる。②「安全と安心は異なる、安心は自分で判断」であるが、安心は自分で判断させることが不信感を広げたのではないかと考えている。③一方、友人との情報交換によって、線量の相場感が形成され、自分の判断力を高めることが出来ると考えている。しかし、現状は放射線の不安は忘れてはいるが、相場感が形成されていないので、不安は残っている。④放射線に限らず、基礎知識に基づいて、情報を共有し、判断を練習する学びが求められていると考えている。

(2) 質疑応答

Q1：放射線により壊れている細胞組織等を免疫向上等により、抵抗力をつけ、治すことについても取り上げる必要ではないか？ 宇宙飛行士は特定の栄養素を取っているため、放射線による影響は少ないとのこと。

A1：放射線の影響として何が起きるのかについて事故当時は関心が高く、生物系の先生に来て頂いてその種の話の話を聞いている。その後は、低線量長期間被ばくについてはどのようなことが起きるか分かっていないというような不安をあおるような報道があり、DNA 修復とか、アポトーシスとかいうことよりは、どのような影響が出るのかに関心が向けられている。ご指摘の点については、少し関心が薄らいだ状況にあるが、いずれまた、取り上げる必要があると考えている。

Q2：結語の「線量の相場感が形成・・・」とあるが、福島高校全体で相場観は形成されているか？

A2：生徒は気にしていない様子。教育の場では測定することで線量について感覚を教えるようにしている。恵那、多治見など少し高いところを含めて比較するなど、教えている状況。

Q3：まだこれからということか？

A3：相場観を形成するのはこれからと考えている。海外で高い地域なども知られており、そういう箇所にも線量計を送って測定してもらおうよう働きかけている。中国や韓国には繋がり

ないが、最近台湾の生徒には個人線量計「D-Shuttle」を渡して計測してもらっている。しかし、協力してもらう上で、生活記録を作成してもらう必要があり、これが結構大変である。

2. 3 意見交換会

中田副会長が意見交換項目の概要をスライドで説明し、そこに記載された内容を紐解く形で講師と会場参加者の意見交換を行った。

(1) 生活、キモチ

Q1：なぜ SSH 部の放射線班に入ろうと思ったのか？

A1：福島高校 SSH 部に入ったのは、先輩が出した英語論文の発表を聞いて憧れたためである。自分も先輩の英語でのプレゼンがすごくかっこよく憧れたためである。

Q2：後輩が入部してきた時に、自分とはここが違うと感じるところはあるか？

A2：放射線系の統計学を駆使して箱髭図やその記載要領を説明するのが楽しかった。逆に興味ない、判らないと言われてしまうと違和感があることもあるが、およそ同じような感じを受けている。

Q3：霧箱は知っているか？ 放射線を見たことあるか？

A3：小中学校では記憶にない。あまり放射線を気にしていなかった。放射線を気にし始めたのは高校に入って以降である。授業を受けた記憶はあるが、余りにも難しく右から左という感じでした。

Q4：生活の中で変わったことがあるか？

A4：福島の事を知るようになった。親に放射線の正しい知識を説明したことで、家の庭で育てているブルーベリーを食べるようになった。

Q5：他の地域の人と接していて感じたことは？

A5：そもそも福島にあまり興味がないことが分かった。文通しているが友達が地名を知らない状況。大阪の友達から「福島は危ないから行くな」と言われていると聞いて驚いた。韓国で「福島に奇形が多い」と聞いて驚いた。

(2) コミュニケーション

Q1：正しいことを教えてもらっているかどうかという話であったが、正しいことを理解できたと思っているか？ 相場感は大事だが身に着けることはできたか？

A1：1 F に行って相場観を得ることができた。全てにおいて正しいかどうかは分からないがいろんな方から話を聞くことによって、判断できるようにはなっている。自分の中では1年生の活動を通じて、相場観が得られていると考えている。

C1：気になっていることが2つある。福島県では毎日 NHK ニュースで県内の線量が流れる。各地域の代表値 (ex. 福島市内は 0.01、大熊では 10) を放送しているが、地域の線量として強い印象を与えすぎのでは。数字にとらわれ過ぎているように思うが、NHK と話をしてもやめるきっかけがないとの事だった。もう一つは常磐道。この道路の空間線量率の最大値 (ex. $4.3 \mu \text{Sv/h}$) を表示している。一瞬しか通らないのに過大な印象を与えてしまう。表示の工夫が必要だと思う。

(3) 風評被害・情報発信

Q1：風評被害のために何ができると思うか

A1：自分たちがしていることを、こうやって伝えているが、ただ、身近な人にでも伝わっていないので残念に思っている。福島高校 SSH では年に1回校内で発表している。まず県内の人たちに伝えるのが大事だと感じている (熊谷氏)。福島高校の学内では教諭・生徒共に「もういいよね」的な感もあるが、不安は消えていないので継続が必要とも感じており、頑張りどころかと思っている。

Q2：福島県内で、ある測定装置では 10 Bq/kg 以下では検出下限との表示になるので良いと言われたことがある。数値が表示されるので気になってしまうらしい。逆に Ge 検出器が小さな数値まで測れてしまうので物議をかもしていると聞いている。そんな数字必要ないと言われるようにしてあげるのいいのかなと感じている。

A2：数値が出ることで、その計測値の扱いに困る例は多々ある。別の某社から借りたベクレルモニタで、桃等を砕いて計測している。目の前で測ってあげることがとても重要なことである。最近の旬のものとしてタケノコを測ったところ 31Bq/kg だった。これが、どういう意味の数字かを理解させることが重要。ポカリスエットで 6.3Bq/l、ポテトチップ 135g で 51Bq (K-40) などと一緒に伝えて、理解させることが重要である。

Q3：身近な人に伝わっていないと感じるのは、具体的にはどういうことか。

A3：1 F に行くといった際に、親が心配した。予想される被ばく線量はレントゲン撮影よりも

低いと説明して理解を得ることが出来た。そういう時に不安に思っていると感じた。

(4) 情報発信

Q1：福島の実状を知って貰うために、情報発信を好きにやっているとあればよいか。何が良いと思うか

A1：福島に来てもらうのが良い。(風評等と違い) この場所に入ることが出来るのだと驚かれるがずっと理解されている。その時が一番よいと感じている。全く同意見で、来て食べてもらうのが良い。

Q2：復興庁からの発表や説明は、若い世代の人がどう受け止めているのか？

A2：発表などに向けて裏付けとなる情報を確認するときに利用している。福島県の HP を見るケースがやや多い。普通の高校生は HP を見ないのではないかと。自分たちの研究の上で必要な情報が出ていたので見ている。他の高校生は興味がないと思う。

C2：復興庁等から頂いた資料は生徒に渡している。修学旅行は台湾に行く計画であり、別のグループの 10 名がロンドンに行くのでその際に現地でも配布する予定である。

Q3：福島の情報において、広島、長崎、チェルノブイリと同列で比較され報道されているのは良くないと思う。同様のイメージを与えてしまう。情報の発信方法として違いを説明するべきではないか？

A3：今年 3 月に海外で福島の甲状腺がんについて講演したが、その時、違いを説明してきた。比較して違うことを説明すればよいと思う。メディアが福島、広島、長崎、チェルノブイリを取り上げること自体は問題なく、これらの違いを正確に説明されていけば良いと思う

(5) 将来に向かって

Q1：復興のために夢のようなものがあれば良いと思う。櫛葉のぶどう栽培などもニュースに入れて貰えれば良いと思う。何かこんな事例はないか

A1：ぶどう栽培の例は知らなかったが、ニュースでは、福島の日本酒の話を見たことがある。自分は未成年なので分からないが、いいところ、事故があった事実のどちらも理解することが重要だと思う。

Q2：自分の将来の夢があれば教えてほしい。

A2：将来は貧困地域にいて子供たちを助けたいと思っている。法井さんの気持ちが変わっていないければ、両者共に同じ考えだと思う。自分も気持ちは変わっておらず、貧困地域の子供たちを助けたいと思っている。



左：原氏 真中：熊谷氏 右：法井氏

(a) 講師の 3 氏

(b) 会場の風景

写真 当日の会場状況

以上

i 箱髷図はデータのばらつきをわかりやすく表現するための統計図であり、主に多くの水準からなる分布を視覚的に要約し、比較するために用いる。1970年代に John Wilder Tukey氏が米国プリンストン大学に在職中に提唱したと言われている。

箱髷図は四分位を用いてデータの散らばりを表す。四分位とはデータを昇順に並べて、4等分したものである。小さい値から数えて、総数の1/4番目に当たる値が第1四分位、真ん中に当たる値が第2四分位 (=中央値)、3/4番目に当たる値が第3四分位となる。(下図参照)



なお、髷の端の位置や外れ値の評価では、一般に種々の方法があると言われている。

出典：総務省統計局 HP「なるほど統計学園高等部」統計グラフの作成
<http://www.stat.go.jp/koukou/howto/process/graph/graph5.htm>

ii D-Shuttle は1時間ごとの線量を保持しており、2週間の計測での一人当たりのデータ数は、24個/日×14日=336個となる。期間中簡単な生活記録を残し、データ読み出し後、日時ごと線量と滞在場所を突合せた。滞在場所は、学校内、自宅内、その他と空欄の4種に分けた。空欄は、別の場所へ移動する際など、1時間内に2つ以上の場所に滞在した場合、半端な時間を1時間に繰り上げて特定場所を含めないためのものである。なお被ばく線量の年換算値(mSv/y)は、2週間の積算量を年あたりに換算したものである。

引用：原 尚志,「福島県内外の高校生個人線量調査」Isotope News Vol.12, No.740,(2015)

https://www.jrias.or.jp/books/pdf/201512_RIJYUKU_HARA.pdf

iii 箱髷図の髷の長さは、①箱長の1.5倍、②最大最小、③標準偏差を表す方法がある。ここでは外れ値の影響の少ない①を用いて箱髷図を描いた。髷の外側の値が外れ値となるが、高い外れ値は福島県内外にも見られている。また外れ値の数は全度数の1.6%で、上下の髷を含む領域には全度数の98%が含まれている。箱内には、各校の度数の50%が含まれ、上下の髷にはそれぞれ25%の度数が含まれる

引用：原 尚志,他,「福島県内外の高校生個人線量比較」物理教育,Vol.63, No.2,(2015)

https://www.istage.jst.go.jp/article/pesi/63/2/63_KJ00009989865/_pdf

iv $1\mu\text{Sv/h}$ を超える外れ値は福島県外にも見られることから、外れ値には高線量の影響だけではなく、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いくつかあるが、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 $9.8\mu\text{Sv/h}$ 、 $17.6\mu\text{Sv/h}$ 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みられ、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のみ見られるものではないことを強調しておく。

引用：原 尚志,他,「福島県内外の高校生個人線量調査」Isotope News Vol.12, No.740,(2015)

https://www.jrias.or.jp/books/pdf/201512_RIJYUKU_HARA.pdf

v N Adachi et.al. “Measurement and comparison of individual external doses of high-school students living in Japan, France, Poland and Belarus—the 'D-shuttle' project—”, J. Radiol. Prot. 36, pp.49–66, (2016)

<http://iopscience.iop.org/article/10.1088/0952-4746/36/1/49/pdf>