

福島個人の線量測定のいま —D-シャトルとBABYSCANをめぐって—

宮崎 真¹，早野 龍五²
Miyazaki Makoto Hayano Ryugo

1. はじめに

福島第一原子力発電所事故後、環境放射線量や空間線量については、土壌濃度マッピングや航空機モニタリング、リアルタイム線量測定システムなどにより、飛散した放射性物質の濃淡・分布について一定の知見を得ることができている。一方、個人の被ばく線量については、少なくとも市町村単位での傾向は見ることも、個人にその結果を伝えることに関しては、外部被ばく、内部被ばくそれぞれに多くの問題を抱えている^{1,2)}。

特に内部被ばくの結果説明について、筆者らは早期にコミュニケーションの部分に問題があることを見出したが^{2,3)}、外部被ばくも含め様々な計測結果のほとんどが今でも“郵送”で個人に伝えられ、個別説明の機会が少ないという状況は解消の目途が立っていない。

本稿では、コミュニケーションの起点になり得る2つのデバイスについての現況を述べる。

2. D-シャトル

個人の外部被ばく線量の取扱いには、固有の難しさがある。ガラスバッジ (GB) のように長期間の積算が結果の大小を分ける場合、高値者個別の事情や対策については、詳細な聞き取りを行っても明確な手掛かりを得にくい。そのため、ホールボディカウンター (WBC) 検査のように結果から原因と対策が明らかになってきたものと比べて、対話のきっかけそのものを掴むことが難しい。

そんな中、筆者らが昨年春以来利用してきた電子積算線量計 “D-シャトル”⁴⁾ は、まず自身自身で持つてその特徴を確認し、計測結果に基づく対話が可能な初めてのデバイスであることを確信した。最大の利点は“任意の期間の1時間ごと積算線量を読み出せる”ことにある。その利点を生かし、対面説明が可能な規模と場面を協力者とともに模索形成した。まず田村市都路地区におけるD-シャトル配布に伴う個別説明協力を皮切りに、いわき市の一部地区、県北の数市、コープふくしま⁵⁾ や学校現場からの依頼等、様々な主体、対象者に向けた取り組みを現在進行で続けている。

結果の見方の事例として、宮崎自身の本年4月及び5月前半のデータを図1に示す。A, Bは1日積算値、C, Dは各々A, Bに対応する1時間値のグラフである。A, Bの長点線は追加外部被ばく線量1 mSv/yの目安、短点線は自然被ばく0.54 mSv/y ((株)千代田テクノロGBの取り決めに準じる)の目安である。平日はほぼ内勤のため、基本的に平日の昼間が低めのパターンがみられる。その中で1日積算値の大きい4月9日は、日中に立ち入り禁止区域近傍(空間線量で1~3 μSv/hが点在)に滞在していた。1時間値で見ると、午後0時台(滞在時間に一致)の高値が1日積算値を押し上げていることが分かる。また、5月13日は4月9日並みに1日積算値が大きい、これはデータ読み取りに伴う電氣的ノイズ(1時間値で2 μSv超)である。5月11日夕に1時間値で0.7 μSv

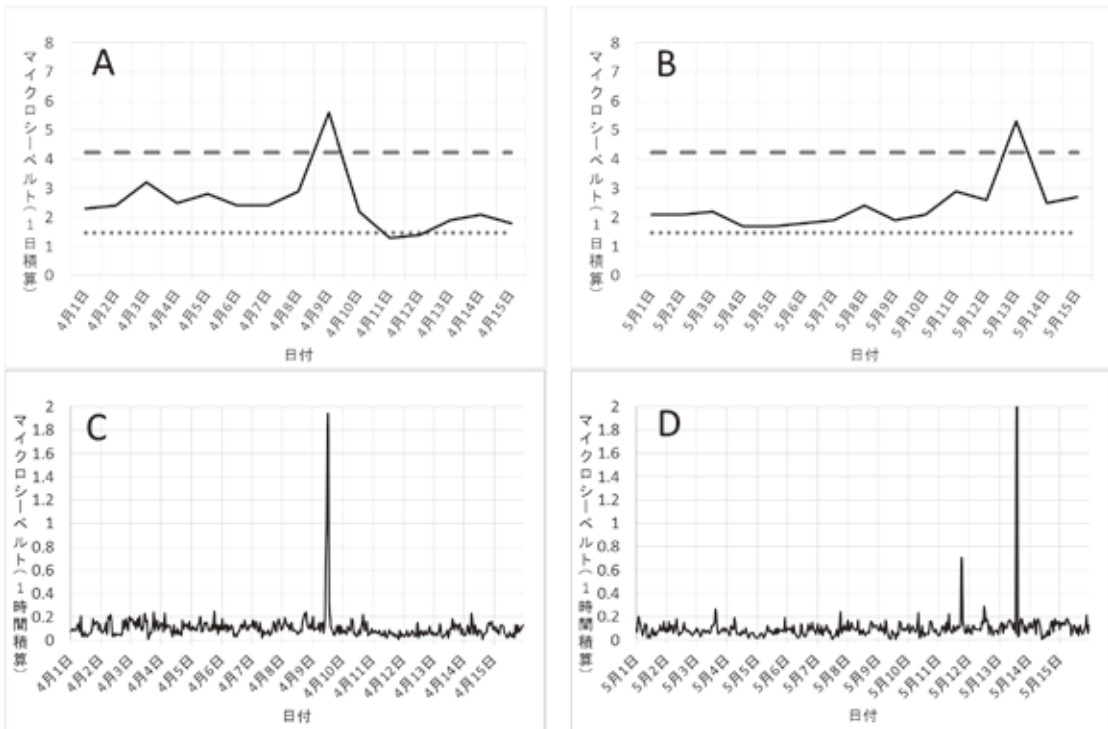


図1 D-シャトルによる1日積算値と1時間値の対比

ほどのピークがあるが1日積算量には響かない。これは国道6号線を南相馬からいわきまで南下した際の実測値である。逆に4月11、12日は特に低いが、学会出席のため横浜にいたためである。

このように、D-シャトルは場所や行動によって線量の高低が生じる“過程”をあからさまに見せる。対話の際は、過程をじっくりと共有することに努めるが、数値そのものに関しては、多くを語らなくとも自分から腑に落ちる方が多いことを実感している。

ただし、その過程は個人の“生活”そのものに直結し、ときにプライバシーを侵害する可能性がある。その点を考慮せず説明を行うことや、個人の数値のみを公表することは控えるべきである。また、慢性的に対話が不足しているため“単に持たされているだけ”“数字を行政が把握するだけ”という不信が募り、最初から

持たない、持っても置き放しにする、という方も多い。中にはとにかく持ち、個別説明で自分が知りたかったことが分かるデバイスであることに気づき、持ち方をガラリと変えた方もおられる。D-シャトルは1時間値の取得により、置き放しなど恣意的な持ち方を選別可能であるが、個人的にはその恣意性自体が個人の意志を表していると考え、対話に臨んでいる（もっとも“持ち歩くのが面倒”という理由の方が断然多い）。

最後に実経験から得られたTIPSを2点述べる。第一に、電氣的ノイズによる異常高値の取扱いについて。電子機器のため排除は難しいが、D-シャトルの場合は1時間ごとの線量が分かることで、行動履歴と合わない、特定の処理に起因する、などの理由でエラーを判別することができる。ただし、本人と対面せずに“見る側の判断”だけで高値を排除することは避け

るべきである。実際にはエラーに見える高値を総積算量に加えても、月間・年間の推測・実測結果に大きな影響を与えることはほぼない。なお、理由なくエラーが多く出る個体は故障交換を考えるべきである。第二に、D-シャトルを短期間貸し出して行動に応じた線量を把握する取り組みが幾つかスタートしているが、その際に貸し出しの前後3日程度、全てのD-シャトルを同じ場所に置くことを提案する。同じD-シャトルをAさんからBさんに手渡しで連続的に測定をせず、ドック日を設けて同じ場所に置くことで、取得データの平均から大きく逸脱する個体を抽出することができる。

ほぼまる1年D-シャトルに付き合ってきたが、情報量の多さをいかに凝縮して相手に伝えるかに腐心した1年でもあった。伝えられる側に“知りたい”という明確な意志があるとき、D-シャトルは大きな力を発揮する。こういった力を持つデバイスがある、ということを説明者側も情報共有することが重要と考えている。

3. BABYSCAN

チェルノブイリ原発事故後の調査では、土壌の放射性セシウム汚染度と、その地域の住民の内部被ばくには相関があることが報告されている⁶⁾。その知見をそのまま福島県に適用すると、県内多くの地域で、汚染食品摂取による内部被ばく線量が、年間数mSvに達すると危惧された。

しかし、福島県がこれまでに実施したWBCによる内部被ばく検査では、2012年3月以降、1mSv超（大人の場合、¹³⁷Csでおおよそ30,000Bq以上）の方は報告されていない⁷⁾。また、筆者らの調査では、内部被ばくは1mSvよりも遙かに低く、住民の大多数、子供についてはほぼ全員がWBCの検出限界未満（300Bq）であった⁸⁾。

特に、三春町で2012年秋と2013年秋に小中学生全員を対象に行われたWBC検診で（6割の子供が地元産の米を、2割が地元産・自家栽

培の野菜を摂取しているにも関わらず）放射性セシウム陽性者が発見されていないことは注目に値する⁹⁾。同様な結果は、WBC検査を学校検診に取り入れた南相馬市でも報告されている¹⁰⁾。

これは、米をはじめとして、市場に流通している食品に含まれる放射性セシウム濃度が十分に低く保たれているためで、そのことはWBC検査以外にも、陰膳検査やマーケットバスケット調査などによっても裏付けられている¹¹⁾。

事故から3年以上経過し、これらのデータが蓄積され、内部被ばくのリスクが低そうだということが（少なくとも福島県内では）徐々に認識されるようになった。しかし、子ども、特に福島県内で標準的に使われている立位型のWBCで検査できない乳幼児の被ばくを心配される保護者の声は依然として根強い。

放射線防護の観点だけから言えば、乳幼児の測定は必須ではない。乳幼児が内部被ばくしていて保護者がしていない状況は極めて考えにくく、保護者を測定すれば十分なはずだからである。

しかし、WBCの測定現場では「この子を測ってください」という声を無視できないところから、早野らは2013年春、乳幼児専用内部被ばく検査装置BABYSCAN¹²⁾の開発に着手し、同年12月からひらた中央病院、2014年5月から常磐病院、7月から南相馬市立総合病院で検査を開始した。

BABYSCANは、図2、3に示すように、ベッドに寝た乳幼児の上側に、大型のNaI検出器を4個並べ（大人用のWBCの2倍）、全体を約6トンの鉄の遮蔽体（大人用のWBCの1.5倍）で覆った構造をしている。

大人用のWBCよりもバックグラウンドを低く抑え、検出効率を高めたことで、放射性セシウムについて50Bq未満（4分測定時）という極めて低い検出限界を達成している。これにより、図3に示すように、体重10kg未満の乳児まで、体内の天然放射性物質⁴⁰Kを定量可能で

ある。

このように、BABYSCANは精密型のWBCにも匹敵する高性能な内部被ばく検査器であるが、開発に当たっては、遮蔽を丸みを帯びたプラスチックで覆い、子供や保護者に不安を与えない形状にするなど、デザイン面を重視した。これは、BABYSCANが、子どもを検査に連れて来られる保護者の方々との“コミュニケーション・ツール”としての役割が大きいと考えたからである。

福島県内で行われているほとんどのWBC検査で、検査結果は後日郵送で通知しているのに対し、BABYSCANの場合は、希望者には検査結果をその場で対面説明している。その際、放

射性セシウムの検査結果（これまで約千人検査して、全員が検出限界未満）だけでなく、図4に示した⁴⁰Kの値もお見せする。

最近では福島県内の多くの方が体内に⁴⁰Kがあり、年間0.2 mSv程度の内部被ばくの原因となっていることをご存知だが、⁴⁰Kの値を見て「この子は内部被ばくしているんですか」と驚き、それをきっかけに福島県の内部被ばくの状況や、放射線以外の様々な不安について、病院スタッフとの対話が進む方や、「3年経って初めて放射線の話をしちんと聞きました」と仰る方もおられる。

その様子を見聞きするたびに、測定するだけでは納得が得られにくく、測定データを個人個人に説明することが重要であることを、再確認している。

4. おわりに

以上、2つのデバイスの現況を述べた。2013年後半以降、避難指示解除等に関連して個人線量が重視されるようになる中、これらの新しい測定装置の重要性は一層高まっている。

本稿で再三述べたように、個人線量測定は、それが必要な個人への説明とセットにして、初めて有効性を発揮できるのであるが、それを実行するには、極めて人手も時間

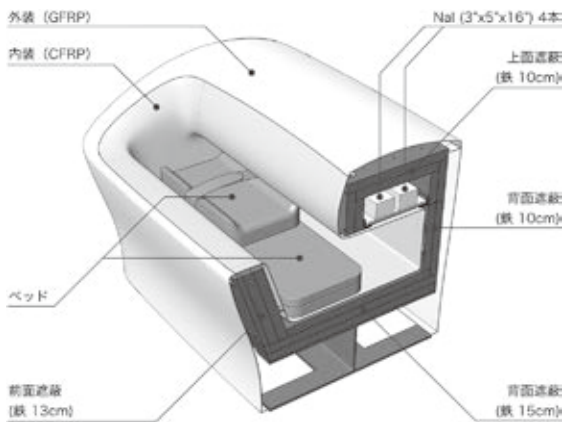


図2 BABYSCANの断面模式図



図3 BABYSCAN 検査中の様子

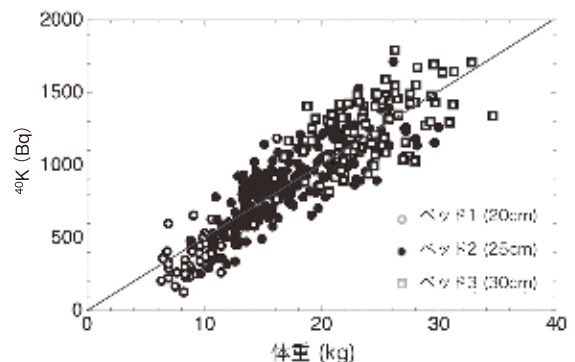


図4 BABYSCANで測定した⁴⁰Kの体内量（縦軸）と体重（横軸）の関係

もかかる。国も“相談員制度”などの制度設計を進めているが、いかなる立場であっても、説明を必要とする個人をしっかりと拾い上げ、きちんと対面で説明ができるスタッフに“つなぐ”仕組みが早期に成立することを期待したい。

参考文献

- 1) 早野龍五, 日本原子力学会誌, **56**(1), 30 (2014)
- 2) 早野龍五ら, *FBNews*, **447**, 1 (2014)
- 3) 宮崎真ら, 保健物理, **47**(2), 108 (2012)
- 4) 大口裕之, *FBNews*, **445**, 18 (2014)
- 5) コープふくしまホームページ, <http://www.fukushima.coop/hibakucyouosa/index.html> (2014年7月3日アクセス)
- 6) UNSCEAR 1988 Report : Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation, Annex D, United Nations publication, New York, pp.309-343, ISBN13: 9789211422801
- 7) 福島県ホームページ, <http://www.pref.fukushima.lg.jp/sec/21045b/wbc-kensa-kekka.html> (2014年6月15日アクセス)
- 8) Hayano, R.S., *et al.*, *Proc. Japan Academy, Series B*, **89**, 157 (2013)
- 9) Hayano, R.S., *et al.*, *Proc. Japan Academy, Series B*, **90**, 211 (2014)
- 10) 南相馬市ホームページ, <http://www.city.minamisoma.lg.jp/index.cfm/10,16987,61,344,html> (2014年7月3日アクセス)
- 11) Sato, O., *et al.*, *J. Radiol. Prot.*, **33**, 823 (2013)
厚労省ホームページ, <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/0000032135.html> (2014年6月15日アクセス)
- 12) Hayano, R.S., *et al.*, *J. Radiol. Prot.*, **34**, 645 (2014)

⁽¹⁾ 福島県立医科大学放射線健康管理学講座,
⁽²⁾ 東京大学大学院理学系研究科)