

平成25年度
原子力災害影響調査等事業
(住民の被ばく線量把握モデル事業)
報告書

平成26年3月

公益財団法人 原子力安全研究協会

目 次

1. 事業の背景及び目的	1
2. 住民の被ばく線量の把握	3
3. 住民説明会の開催及び相談体制の構築	5
4. 技術検討会の開催	7
5. 各地域での調査結果	9
5.1 川俣町での調査結果	9
5.2 田村市での調査結果	10
5.3 伊達市での調査結果	13
5.4 丸森町での調査結果	14
5.5 調査結果のまとめ	20
6. 今後の被ばく線量把握のあり方について	23

1. 事業の背景及び目的

東京電力福島第一原子力発電所の事故時に放出された放射性物質による福島県等の住民の健康リスク評価を行うための基礎データとして、住民の被ばく線量の把握は重要である。福島県では、県民健康管理調査の一環として、県民を対象に、事故後の行動調査をもとにした事故発生後の4カ月間の外部被ばく線量推計が行われ、また、福島県内の各市町村等においても、福島県民健康管理基金からの補助を受け、15歳未満の子ども等を中心に個人線量計による外部被ばく線量測定が実施されている。

今後、福島県内では、避難指示区域の見直し実施による避難指示の解除に伴い、一定の地域の住民が、順次自宅に帰還することが予定されており、個々人の被ばく線量をより正確に把握するためには、個人線量計を用いて、その外部被ばく線量を把握することが重要である。

また、福島県の近隣にある県においても、個人線量計を用いて、住民の外部被ばく線量を把握することが求められている。

一方、個人線量計による測定は、環境放射線レベルが高いと考えられている地区に生活する住民にとって、外部被ばく線量と日常生活行動との関係を理解し、自ら被ばく低減を実践していくというモチベーションを高める契機ともなる。

このように、個人線量測定は、地域に暮らす集団の被ばくレベルの分布を知り、国・自治体が健康対策に役立てるとともに、住民個々人の被ばくに対する理解を深め、自ら被ばく低減を実践する契機としても役立つ。

これらを踏まえ、本事業において、福島県内外の住民を対象に個人線量計を用いて、外部被ばく線量測定を実施し、そのデータ収集・解析を通じて、住民の被ばく線量を把握するとともに、住民説明会の実施や、問い合わせ窓口の設置等による相談体制を構築し、今後の被ばく線量把握のあり方について、検討を行うことを目的とした。

2. 住民の被ばく線量の把握

福島県内の3地域（田村市、伊達市、川俣町）及び福島県外の1地域（宮城県丸森町）の4市町を対象に、個人被ばく線量の測定を行うとともに、自記式質問票による行動記録調査もあわせて実施した。さらに、丸森町においては、協力を得られた測定対象者について、全地球測位システム端末（GPS）による位置情報の収集を行った。また、川俣町において、協力を得られた方の自宅内外の空間線量率を、NaIシンチレーションサーベイメータを用いて測定した。

これらの結果を収集・解析し、個人被ばく線量の把握を行うとともに、平均的な結果と比較して、高い数値が検出された際には、個人線量計の装着状況等の確認等、誤検出（エラー）該当の有無の検討をするなど、実測値の妥当性・健全性を検証しながら、行動情報も踏まえた、被ばく要因の分析等を行った。

(1) 使用した個人線量計

個人線量計は、(株)千代田テクノル製の「D-シャトル」、富士電機(株)製の「DOSE e nano」の2種類を使用した。線量計の仕様を表2-1に示す。

表2-1 個人線量計の仕様

機種	D-シャトル	DOSE e nano
測定線種	γ線	γ線およびX線 (60keV~1.5MeV)
最小測定線量	0.1μSv	0.001μSv
表示	本体には表示機能なし (表示器に挿入して表示)	4桁デジタル表示
トレンドピッチ 間隔	1時間~	1分、2分、3分、4分、5分、10分、 30分、1時間
連続使用時間	約1年	50時間以上
電源	内蔵電池(電池寿命 約1年)	充電式
大きさ	長さ68mm×幅32mm×厚さ14mm	長さ120mm×幅46mm×厚さ15mm (突起部を除く)
重さ	23g	180g以下

「D-シャトル」は、小型軽量で、約1年間は連続使用でき、充電の必要がないが、本体に表示機能はなく、測定線量の表示には、別途、表示器が必要である。「DOSE e nano」は、最小測定線量が0.001μSvと検出感度が高く、また、線量の記録間隔を1分間隔~1時間間隔に設定できるという特徴がある(設定には別途ソフトウェア等が必要)。なお、今回の測定では、記録件数と、測定期間を考慮し、記録間隔を10分間隔とした。反面、

連続使用時間が 50 時間となっているため、定期的に充電する必要がある。

使用機種を選択については、対象地域ごとに、地域の実情や自治体の希望等を考慮して、1 機種を選択した。なお、両者の比較を行うため、川俣町においては、両方の線量計を装着しての比較測定を行った。

(2) 測定対象

各地域での測定対象者と測定対象人数等の状況を表 2-2 に示す。測定対象者は各地域の状況を考慮し、関係自治体の要望等を踏まえ、決定した（詳細については、「5. 各地域での調査結果」を参照）。

表 2-2 各地域での測定状況

対象地域	田村市	伊達市	川俣町	丸森町
対象者	避難指示解除準備区域の住民のうち、田村市より個人線量計の貸与を受けた方、老健施設職員等	主婦、建設業、会社員等	近畿大学、原安協職員	保健推進員等
対象人数	13 名	30 名	5 名	29 名
測定期間	任意	2 週間	1～2 日間	2 週間
使用機種	D-シャトル	D-シャトル	D-シャトル、DOSE e nano	DOSE e nano
備考	別途、学校関係者を対象とし、測定の試行と説明を行った。		別途、近畿大学で実施している測定結果を提供いただいた。	

3. 住民説明会の開催及び相談体制の構築

測定対象者向けの、事前説明会及び事後の結果説明会を、必要に応じ、各地域において実施した。測定結果については、説明会において配布、または、測定対象者個人宛に郵送するとともに、希望により、個別の説明・相談等を行った。また、測定対象者へ配布した協力依頼及び結果通知には、本件についての問い合わせ窓口（フリーダイヤル）を明記し、測定対象者等からの問い合わせ・相談に随時対応する体制を構築した。

各地域における説明会等の実施実績を表 3-1 に示す。説明会等の実施日程や実施回数、実施内容等については、各地域の実情を踏まえ、自治体等との調整の上、決定した。

表 3-1 各地域における説明会等の実施実績

○田村市

開催日	実施内容
平成 26 年 2 月 20 日	老健施設職員への事前説明と線量計の配布
平成 26 年 2 月 22 日	個別訪問による線量測定データの読み取りと測定結果の概要説明
平成 26 年 2 月 24 日	個別訪問による線量測定データの読み取りと測定結果の概要説明
平成 26 年 3 月 1 日	個別訪問による線量測定データの読み取りと測定結果の概要説明
平成 26 年 3 月 4 日 ～3 月 5 日	学校関係者等への事前説明及び線量計の配布
平成 26 年 3 月 10 日	個別訪問による線量測定データの読み取りと測定結果の概要説明
平成 26 年 3 月 10 日	学校関係者への測定結果説明
平成 26 年 3 月 12 日	個別訪問による線量測定データの読み取りと測定結果の概要説明
平成 26 年 3 月 15 日	個人積算線量計に関する説明、測定データの読み取り、個別相談

○伊達市

開催日	実施内容
平成 26 年 2 月 14 日	調査の概要と、測定・行動記録の方法等について事前説明及び線量計の配布

※測定対象者への事前説明は、別途、伊達市から行われた。

○川俣町

開催日	実施内容
平成 26 年 1 月 18 日	測定協力者への訪問・説明及び測定

○丸森町

開催日	実施内容
平成 25 年 11 月 13 日	調査の概要について事前説明及び協力依頼
平成 26 年 1 月 16 日	調査の概要と、測定・行動記録の方法等について事前説明及び線量計の配布
平成 26 年 3 月 3 日	調査結果の概要について説明、各個人への測定結果配布、個別相談

測定期間中は問い合わせ窓口として、フリーダイヤルを設置し、線量計のトラブル等の対応を行うとともに、質問等がある場合にも問い合わせ窓口に問い合わせるよう、呼びかけた。

結果の説明に際しては、全体の説明会、医師、放射線技師等の医療関係者による個別相談、データの収集と概要説明のための個別訪問等、対象地域の状況に合わせて、様々な方法を用いた。放射線等に関する講演会や説明会等については、様々な機関により数多く行われており、興味のある方は既に何度か講演会等に参加し、説明を受ける機会があったと考えられる。逆に興味のない方に対しては、案内を送って参加者を集め、講演会等を開催する従来のやり方で、参加を促すのは難しい。その上で、対象者に興味を持っていただくためにも、対象者自身のデータを用いた個別相談は効果的であるが、この方法では、説明できる人数が限られ、また、対象者の都合が合わなければ参加いただくことができない。このため、スタッフを常駐させた常設の現地相談窓口を設け、いつでも相談や質問及び個人線量計等の貸し出しが行える枠組みができれば、より効果的だと考えられる。

4. 技術検討会の開催

本事業を進めるため、外部の有識者6名からなる「技術検討会」を設置し、本事業の調査の方向性、調査結果の評価等に係る等を行った。「技術検討会」の委員構成を表 4-1 に示す。

表 4-1 技術検討会委員構成

委員	所属・役職
○鈴木 元	国際医療福祉大学クリニック院長
高田 真志	防衛大学校応用科学群応用物理学科教授
宮崎 真	福島県立医科大学放射線健康管理学講座助手
百瀬 琢麿	独立行政法人日本原子力研究開発機構東海研究開発センター 核燃料サイクル工学研究所放射線管理部次長
山西 弘城	近畿大学原子力研究所教授
吉田 浩子	東北大学大学院薬学研究科ラジオアイソトープ研究教育センター 講師

○：委員長

(所属は平成 26 年 3 月 31 日現在)

(1) 「第 1 回技術検討会」の開催

「第 1 回技術検討会」を平成 25 年 12 月 16 日に（公財）原子力安全研究協会地下会議室にて開催した。「第 1 回技術検討会」では、調査を進めるにあたり、本事業の概要や、調査の実施スケジュール、各対象地域の状況等について説明を行った。また、調査の実施方法、調査協力の依頼文書、行動調査票等について、検討を行った。その結果、説明会実施についての記載、測定の際の注意点の説明、個人情報保護に関する措置、図の挿入等について、改善点が示されるとともに、事故発生後の 4 カ月程度の行動調査については、既に時間が経ってしまっていること、個人線量の把握にはつながらないこと、今回の個人線量測定と合わせて実施する理由が無いこと等により、今回の調査では実施が難しいという結論となった。検討結果については、調査の実施に際し、調査の実施方法や、調査協力依頼文書等に反映された。

(2) 「第 2 回技術検討会」の開催

「第 2 回技術検討会」を平成 26 年 2 月 24 日に（公財）原子力安全研究協会地下会議室にて開催した。「第 2 回技術検討会」では、川俣町、丸森町で実施した測定結果についての説明を行い、結果の分析に関する問題点、結果の解釈等について、検討を行った。川俣町での測定結果については、個人線量計の測定結果と NaI シンチレーションサーベイメータによる測定結果が対比できるよう、結果の示し方を検討すること、丸森町での測定結果の説明に関して、出てきた数値の意味がわかるような資料を提供すること、バックグラウンドも含めた値である旨を説明すること等のコメントが出された。また、「個人被ばく線量モニタリング運用ガイドライン」の骨子案の作成について検討を行い、福

島県において実施されているデータベース化との関係を考慮すること、後で利用できる形でデータを残すことが大切であり、本マニュアルでカバーする範囲を明確化すること等のコメントが出された。

(3) 「第3回技術検討会」の開催

「第3回技術検討会」を平成26年3月20日に(公財)原子力安全研究協会地下会議室にて開催した。近畿大学による川俣町での個人線量測定結果についての説明及び本年度の調査結果等について説明を行った。川俣町での近畿大学の活動については、早い段階で信頼関係が得られていることが重要であること、測定の終わらせ方について検討が必要であること等の意見があった。本年度の調査結果については、今回使用した2種類の線量計を使用した結果についてのまとめを記載すること、線量計の装着状況に関する記載を検討すること、測定データについては代表性があるとは限らない等の意見があり、成果報告書に反映することとした。また、今後の被ばく線量把握のあり方についても検討を行った。

5. 各地域での調査結果

5.1 川俣町での調査結果

5.1.1 2種類の個人線量計の比較

本調査で使用する2種類の個人線量計の比較を行うため、平成26年1月17日～1月18日の2日間、2種類の線量計を装着して測定を行った。測定は、近畿大学の協力を得て実施し、計5名の測定を行った。

両者を比較した結果、積算線量は、概ねD-シャトルの方が10%程度大きな値となっているが、両者の差は小さい。また、最大線量率については、当然ながらDOSE e-nanoの10分間値では、最も大きな値が出ている。(測定期間及び全体の測定結果、個別の測定結果については、付録を参照。)

両者の測定値は比較的良く合っており、値のトレンドも良く合っている。0.1 μ Sv/h以下の低線量率の計数においては、D-シャトルはカウント数が小さくなるため統計誤差によるトレンドのばらつきが大きくなる。このため、0.1 μ Sv/hレベルでの線量率の小さな変動については、環境の状況や行動との関連づけの解釈を必要以上にしないよう注意が必要である。一方、Dose e-nanoではシンチレーション計数を行っているため、低線量率でのばらつきは少ない。

なお、Dose e-nanoの1つの線量計では、瞬間的に大きな値(32.904 μ Sv/h)が記録されており、ノイズ等が原因によるはずれ値と考えられる。原因は衝撃や、携帯電話、防災無線等、様々な原因が考えられるが、原因の特定は困難である。このような現象は、Dose e-nanoを使った測定では、何度か記録された。また、D-シャトルでは線量データの読み出しを行った際にノイズが入るため、次回に読み出しを行う際にははずれ値として処理する必要がある。

5.1.2 NaIシンチレーションサーベイメータを使った家屋内外の測定

協力を得られた方のご自宅を訪問し、NaIシンチレーションサーベイメータを用い、家屋内外の空間線量率測定を行った(結果については付録を参照)。建屋内では、遮へい効果により、線量率が半分程度に低下している。また、建屋裏の山側は斜面になっており、比較的高い線量率になっている。ホットスポット的な部分も見つかっており、以前、堆肥を埋めた可能性があるとのことであった。参考として、同時刻における個人線量計DOSE e-nanoでの測定結果(10分間値)とも比較した結果、サーベイメータと個人線量計では特性も異なり、また、個人線量計は10分間値のため、一概に比較することはできないが、概ね対応した値が出ている。

5.2 田村市での調査結果

5.2.1 避難指示解除準備区域の住民に対する個別訪問による調査

(1) 調査の方法と内容

避難指示解除準備区域の住民で、田村市から個人線量計（D-シャトル）を貸与されている方を対象に、個別訪問を行い、田村市から貸し出されたD-シャトルに蓄積されている測定データの読み出し、結果についての概要説明を行った。個別訪問による調査の流れを図 5.2-1 に示す。

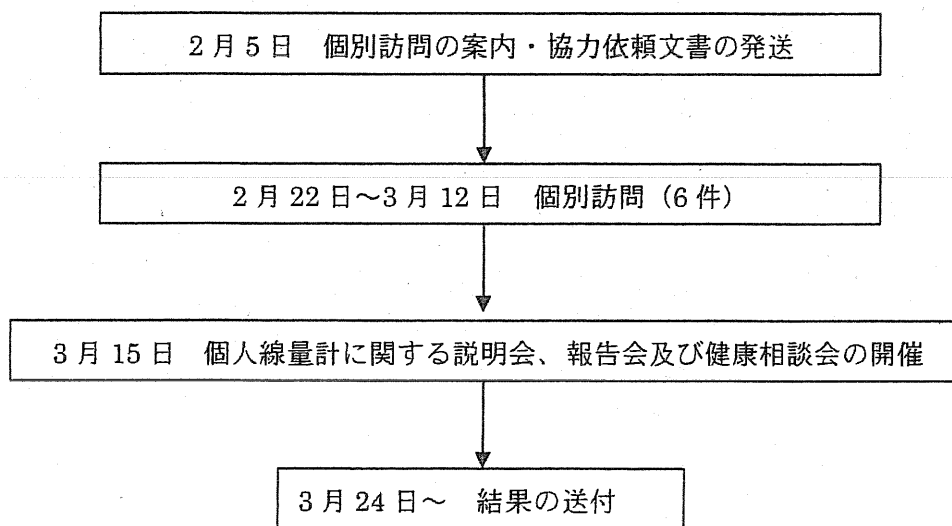


図 5.2-1 個別訪問による調査の流れ

個別訪問の希望をいただいたのは6世帯で、それぞれ個別に訪問し、測定データの読み出しを行った。時間ごとのデータの取り出し期間は、直近の2週間と、比較的線量が高くなっている期間、気になっている期間等、要望に応じて設定した。読み出した結果については、その場で表示して説明を行い、線量が高い時の状況等について、対話による原因等の検討・説明を行った。読み出した測定データについては、持ち帰り分析を行った。

また、個別訪問終了後、田村市の協力により、都路公民館において「個人線量計に関する説明会、報告会及び健康相談会」を行い、測定結果の概要や、測定できる内容等について説明を行うとともに、希望者に対して個別に結果についての相談会を行った。この際にも1件のデータを読み出した。

(2) 結果と考察

① 測定結果の概要

個別訪問等にご協力いただき、データの読み出しを行った7世帯11台について、貸出日翌日から読み取り日前日までの日ごとのデータを取り出し、測定期間中の積算線量を算出した（結果については付録を参照）。

本事業でデータが得られた 7 世帯 11 名の平均被ばく線量は、年間に換算して 1.0mSv（自然バックグラウンドを含む、以下同じ）であった。個別に見ていくと、4 名の方は比較的継続的に着用していると考えられ、いずれも除染作業や業務で空間線量率の高い場所に行く方であった（平均 1.3mSv/年）。その他の方は避難先や都路などの室内に置いたままにしていたり、身につけたとしても時々だったり、とのことであった（平均 0.8mSv/年）。

また、時間ごとのデータについては、読み出しに時間がかかるため、直近の 2 週間と、希望に応じて、気になる期間を指定していただき、データの読み出しを行った。1 時間値のトレンドを 2 週間ほど分析すると、仕事場や通勤時の線量が高いといったような、日常生活における行動パターンと線量の関係を把握できることが明らかとなった。詳細な行動記録を毎日記録するのは負担となるが、記録がなくとも、個人線量計のトレンドデータから線量が高くなる行動の様子は推定できると考えられる。また、それに伴い個人線量を下げるとの指針や対策をオーダーメイドで提示出来る可能性もある。

結果的に、準備宿泊での個人線量計の貸し出しでは、個人線量計の貸与を希望する方、貸与されても常時着用する方の割合は低い状況であり、外出時等にたまたま装着するか、自宅等に置かれている場合が多い。この場合は、実際の個人線量を反映しておらず、解釈には注意を要する（測定結果の例は付録を参照。）。

今回の個別訪問により得られたデータについては、そもそも調査が目的で線量計を貸与されたわけではないため、線量計の装着状況等がそれぞれ異なっており、全体的な評価に活用するのは難しい。今回、線量計の装着状況を確認したところ、常に装着していると回答した人は、10 人中 2 人だけであり、4 名の方は、ほぼ室内に置きっぱなしとのことであった。また、サンプル数も少ないため、これらの結果をもって、集団の代表として全体の状況について検討することも難しい。反面、個別に面談して対話をしながら、データを解釈し、自らの測定結果と行動と結びつけることにより、より深い理解を得ることができたと考えられる。また、対象者自身のデータであるので、より真剣に解説等を聞くことが可能であると考えられる。個人線量計のデータからどのようなことが分かるのかを説明し、意義をご理解いただくことで、常時着用する気持ちが生まれた事例は多い。今後、個人個人の被ばく線量を把握することはますます重要となるため、個人線量計による線量測定の意味について、分かりやすい形で対象となる住民に伝えていくことが必要と考えられる。ただし、データの読み取り装置が安定せず、データの読み出しに長時間かかってしまうこと、また、頻繁に読み取りエラーが出てデータの読み出しに失敗してしまい、相手を待たせてしまうことがあった。

5.2.2 老健施設職員を対象とした調査

都路地区にある老健施設において、希望する職員を対象に D-シャトルによる個人線量測定を行った。2 月 20 日に現地で説明会を行い、調査の概要と線量計の取扱について説明を行った。その結果、同意を得られたのは 2 名であった。測定期間は 2 週間とし、測定終了後郵送により、線量計と行動記録を返送いただいた。2 名の方の線量（年間換算）は、それぞれ、0.94mSv/年、0.86mSv/年だった。同意された方の数は少な

く、全体の状況を表すとは言えないが、2者とも似通った結果となっている（結果については付録を参照）。

5.2.3 学校関係者を対象とした測定の試行

田村市においては、D-シャトルを用いて、学校での児童生徒等の個人線量測定を行うことを予定しているが、それに先立ち、実際の線量計及び読み取り機の扱い、得られるデータの内容等について、理解を得るため、学校関係者を対象に、個人線量測定の試行を行った。中学校1カ所、小学校2カ所、保育園1カ所を対象に、それぞれ2台ずつ、D-シャトルを配布し、測定を行った。事前説明及び線量計の配布は、3月4日、5日に実施し、結果の読み出しと結果説明は、3月10日に実施した。説明会では、データの読み出しに時間がかかること、読み取りエラーが発生することなどを説明した。その後の意見交換では、測定結果について専門家に相談すべき結果なのか、通常範囲内の結果なのかを学校側で判断することは難しいこと等の検討すべき事項があげられた。

5.3 伊達市での調査結果

(1) 調査の方法と内容

伊達市においては、主婦、建設業、会社員の属性ごとの測定を行うため、伊達市より、関係する業界団体等を通じて希望者を募った結果、44名の同意を得ることができた。個人線量計はD-シャトルを用い、2週間の測定を行った。なお、伊達市より、団体ごと、会合ごとに説明、線量計の配布等を行ったため、線量計の配布時期がそれぞれ異なっており、測定時期もそれぞれ少しずつ異なっている。したがって測定期間は、2月15日～3月20日までの任意の2週間となっている。なお、今回の調査は、伊達市が主導で実施したため、結果については伊達市に報告を行った。

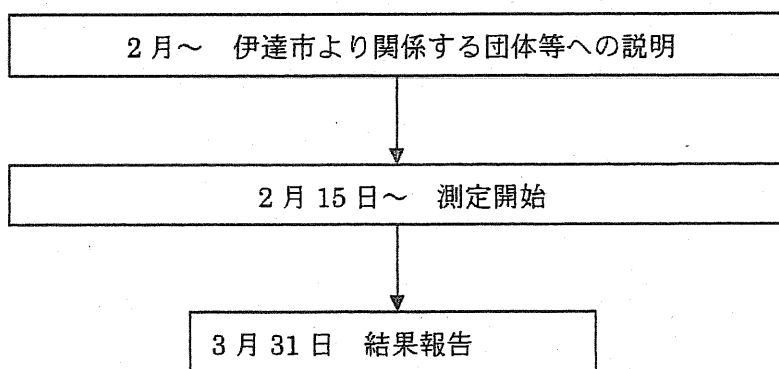


図 5.3-1 伊達市における調査の流れ

(2) 結果と考察

測定結果の概要を表 5.3-1 に示す。同意を得られた 44 名のうち、実際に線量計を装着し線量計が返送されたのは、30 名であった。全体の結果を表 5.3-1 に示す。問題となるような高い値ではないが、建設業の値が他の業種に比べて少し高くなった。原因としては、屋外での作業が他の業種に比べて長いこと、空間線量率の高い地域での作業を行ったことが考えられる。属性によって線量の値に違いが表れる例として見ることができる。

表 5.3-1 伊達市における測定結果

職業	対象人数	返送数	平均線量 (年間換算) (mSv/年)	平均線量率 (μ Sv/h)
主婦	12	11	0.81	0.09
建設業	12	9	1.12	0.13
会社員	20	10	0.92	0.11
計	44	30	0.94	0.11

5.4 丸森町での調査結果

(1) 調査の方法と内容

① 調査の流れ

平成 26 年 1 月 20 日から平成 26 年 2 月 2 日の 2 週間、丸森町において、個人線量計による測定を行った。測定は、丸森町の協力により実施し、対象者は、丸森町が指定する保健推進員等とし、同意をいただいた 29 名について個人線量測定を実施した。事前説明及び結果説明の実施等も含めた経緯を図 5.4-1 に示す。

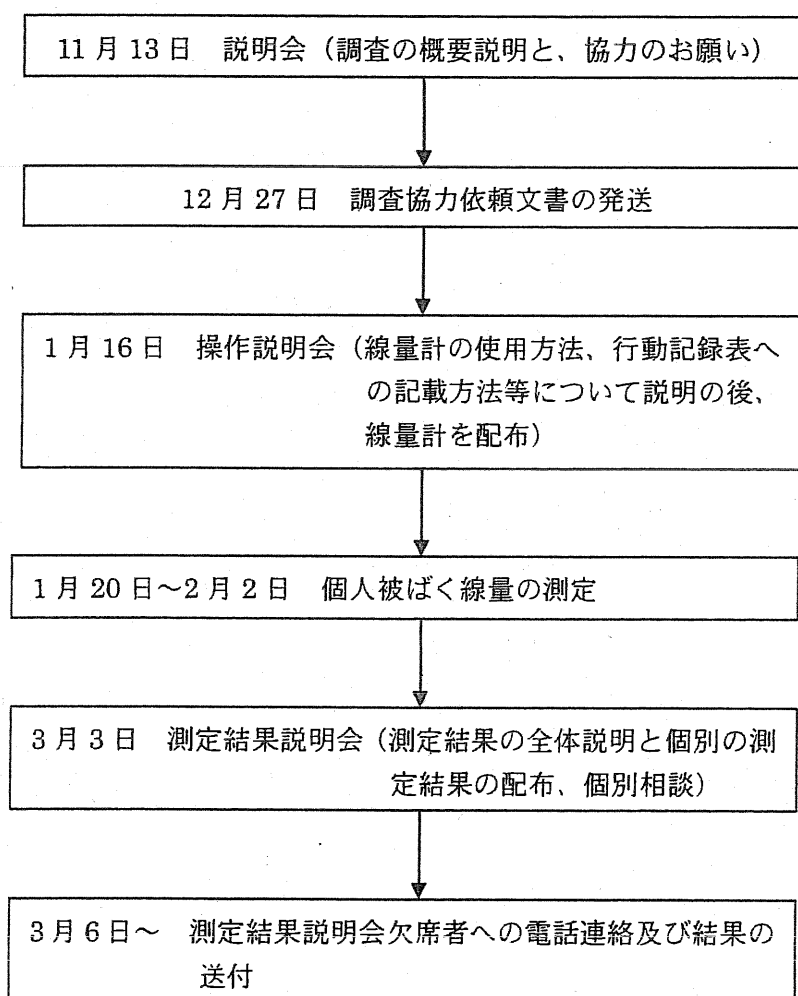


図 5.4-1 丸森町での個人線量測定の流れ

② 使用した個人線量計

丸森町での調査では、福島県内に比べ線量が低いことが予想されたため、個人線量計は、検出感度の高い、DOSE e-nano を使用した。記録間隔は、記録件数と、測定期間を考慮し、10 分間隔とした。連続使用時間が 50 時間となっているため、定期的に充電が必要であり、説明会では、1 日 1 回、就寝前に充電するよう説明を行った。

測定は、電源投入時から開始され、設定された記録間隔で、線量データが自動的に記録される。なお、線量計本体には、電源ボタンは無く、電源を切るためには、別途ソフトウェアが必要である。

③ 行動記録

動調査票については、午前・午後に分けて行動・行き先を記入する簡易版と、時間ごとの行動・行き先を記録できる詳細版の2種類を用意した。どちらを使用するかは、測定対象者自身に選択してもらい、1日の行動（屋内、屋外、移動等のおおまかなもの）を記入いただいた。なお、29名のうち、簡易版を選択したのは23名、詳細版を選択したのは、6名であった。

○行動記録表(日記)		時刻	0	3	6	9	12	15	18	21	24	地名・施設名
1/20	午前	屋内										
	午後	屋外										
1/21	午前	屋内										
	午後	屋外										
1/22	午前	屋内										
	午後	屋外										
1/23	午前	屋内										
	午後	屋外										
1/24	午前	屋内										
	午後	屋外										
1/25	午前	屋内										
	午後	屋外										
1/26	午前	屋内										
	午後	屋外										

(簡易版)

(詳細版)

図 5.4-2 動調査票

④ GPSによる位置情報の記録

希望のあった6名については、GPSによる位置情報の記録を行った。

⑤ 説明会等の開催

丸森町が実施する研修会の中で、時間をいただき、事前説明と、測定結果の説明を行った。11月13日に、調査の概要について説明を行うとともに、調査への協力をお願いした。1月16日には、調査への協力で同意をいただいた方に対し、線量計の使用方法や行動記録表への記入方法、また、GPSによる記録を希望された方には、GPS受信機の操作方法等について説明を行った。3月3日には、測定結果について、全体の概要と、測定結果の見方や解釈等について説明を行った後、個別の測定結果を、測定対象者に配布した。測定結果については、事前に郵送しておく予定であったが、研修会の中で説明を行う関係で、測定を行っていない方も含めて説明を行うため、町との調整の結果、全体の概要説明終了後に、個別の結果を各対象者に配布することとした。また、説明会終了後、要望に応じて、個別に測定対象者との質疑応答を行った。

個別相談の対応者は、丸森町の要望もあり、従来から丸森町において放射線の基礎や放射線の健康影響について研修会などを行ってきた診療放射線技師とした。

(2) 結果と考察

① 測定結果の概要

協力いただいた29人の平均線量は年間換算で、0.77mSv/年、平均線量率は、0.09 μ Sv/hであった。個別の線量と平均線量率については、付録に添付する。なお、この結果は、はずれ値と思われる値を除いた結果である（はずれ値については、「③ はずれ値の扱い」を参照）。福島第一原子力発電所事故前に比べ、わずかに上昇していると考えられるが、日本における自然放射線レベルと比較しても、変動の範囲内であり、大きな値ではなかった。行動調査との比較の結果については、屋外活動や、福島県内へ移動した場合等、一時的な線量の上昇が確認できる場合もあるが、全体として行動による線量の差は大きくはないと考えられる。

② 行動記録（簡易版と詳細版）について

行動記録は、得られた測定結果と対応させてグラフ上に表示した。前述のとおり29名のうち、簡易版を選択したのは23名、詳細版を選択したのは、6名であった。簡易版は、午前と午後の主な行き先を記載するだけであり、記入する部分は少ないが、詳細版のように、行き先と時間を記載する方が、わかりやすいとの意見もあった。また、時間ごとの記録があることにより、線量の変化と行動記録を対応させることができ、結果の解釈もしやすくなる。

③ はずれ値の扱い

今回の測定では、29人中5人について、瞬間的に大きな値が記録されていた。これは、ノイズが原因によるはずれ値と考えられ、このような現象は、東京で測定した予備測定の際にも見られており、線量計の特性によるものと考えられる。はずれ値が記録される原因について、メーカーに問い合わせたところ、衝撃や、携帯電話、防災無線、また、病院内で発生している場合は、レントゲン撮影やRIを投与された方との接近など、様々な原因が考えられるとのことであった。今回は、暫定的に5 μ Sv/h以上の値をはずれ値として集計したが、はずれ値と判断する基準や、根拠については明確にする必要があると考えられる。

今回暫定的にはずれ値とした、5 μ Sv/h以上の値（10分間値）は、5台の線量計で計18回記録された。1ケースを除き、1回単独で記録された。10分間値が2回続けてはずれ値で記録されたケースでは、極端に高い値（300 μ Sv/h以上）となっており、実際に放射線量率がそのレベルにあったとは考えにくい。原因の特定は困難である。また、1台の線量計にはずれ値が多く記録されたが、これが、測定条件（落としたりぶつけたりしたなどの使用状況）によるものなのか、線量計の特性によるものなのかは、不明である。行動記録と照らし合わせても特別な行動をしていたという記載は無く、また、測定の状況等について対象者にヒアリングを行ったが、原因は判明しなかった。

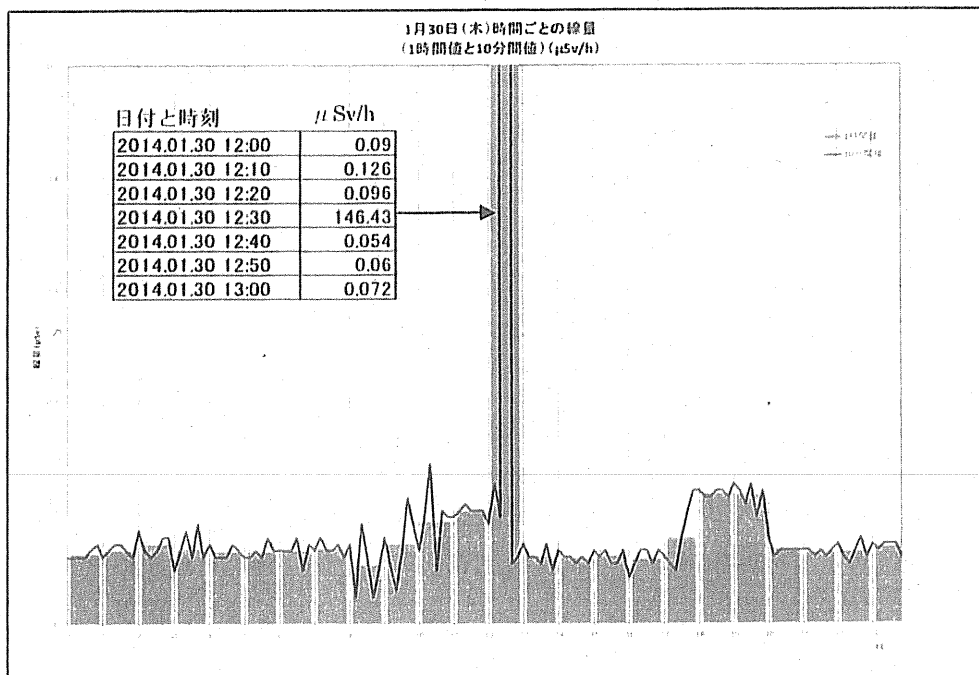


図 5.4-3 はずれ値の例

はずれ値の取扱いについては、誤解が生じないように留意し、測定対象者には、十分な説明が必要であると考えられる。今回、測定対象者に個別に結果を返す際には、はずれ値と思われるものを含んだ値と、除いた値の両方を示すとともに、測定結果説明会において、はずれ値についての説明を行った。

③ 時刻合わせについて

今回の測定では、29 台の個人線量計のうち、3 台について、測定開始時に、内蔵されている時計がリセットされてしまい、測定時刻を確認することができなかった。これは、長期間充電しなかったため、内蔵時計のバッテリーが切れたことにより、時刻設定がリセットされてしまったためと考えられる。仕様では、連続使用時間は 50 時間以上とあるので、数日間は無問題と考えられるが、今回は、線量計の配布から測定開始まで、丸 3 日間以上あったため、内蔵時計のバッテリー切れが起こったと考えられる。この線量計を使用する場合、線量計の準備及び設定を行った後、測定開始までの期間が数日以上ある場合は、定期的に充電を行う必要がある。

なお、時刻設定がリセットされた場合には、データとしては、1月1日 0:00 からの時刻で記録されるため、電源投入時からの経過時間は判断できる。したがって、あらかじめ、電源を投入した日時を記録しておくことにより、各線量データの測定時刻を推定することは可能である。

④ バッテリー切れについて

今回使用した DOSE e-nano の連続使用時間は、仕様では 50 時間以上となっております。

り、毎日、就寝前に充電するよう説明を行ってきたが、充電を忘れてしまうケースが

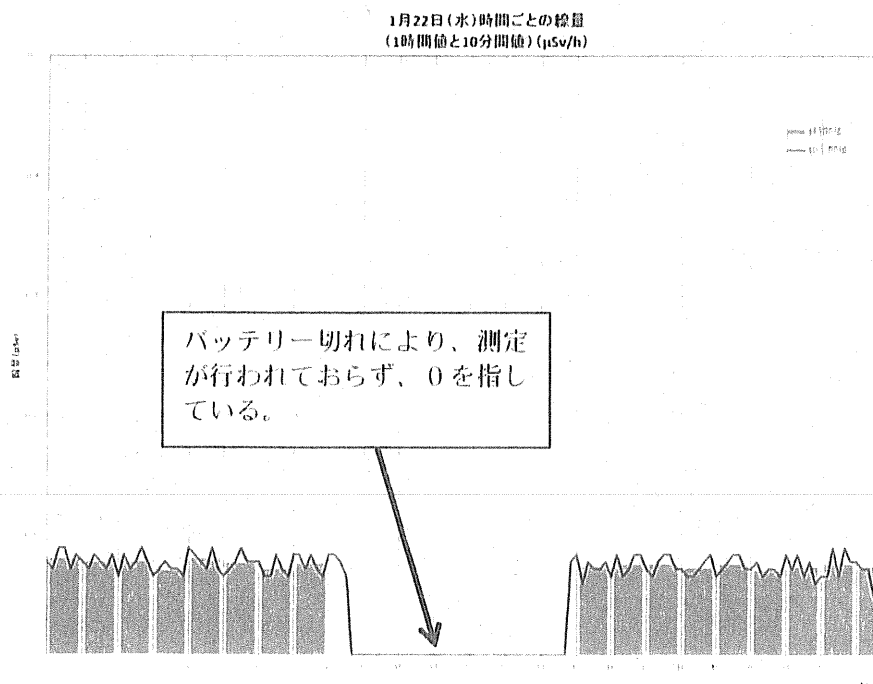


図 5.4-4 バッテリー切れの例

あったと考えられ、2週間の測定においては、12名においてバッテリー切れと思われる欠測が確認された。たとえバッテリーが切れても、記録されたデータが消えるわけではないので、バッテリー切れの期間が短ければ影響は小さいが、長期間忘れられたままならないよう、注意する必要がある。

⑤ GPSによる位置情報の記録

測定対象者29名中6名の方のご希望とご同意により、GPSによる位置情報の記録を行った。しかし、GPSでは屋内での記録ができないことや、電源投入忘れ、バッテリー切れ等により、記録できていない期間が多くあった。また、持ち忘れや、立ち寄った場所が詳細に判明するため、プライバシーの関係からGPSを持ち歩かなかった期間もあると推測される。GPSにより継続的な位置情報のデータを取得するには、検討すべき多くの課題があることがわかった。

今回は福島県外での測定でもあり、全体的に線量が低い値を示しており、場所による線量率の変化は大きくない状況であった。このため、今回のような状況では、少し線量が高くなった際の滞在場所がわかる場合がある程度で、GPSによる位置情報の効果的な活用については、今後の課題である。

⑥ 測定結果の説明

今回は、町との調整の結果、事前に結果を郵送しなかったが、説明会終了後、希望

者には、個別の測定結果を見ながら、個別に質疑応答を行い、疑問点等について説明を行った。説明会参加者は30名程度であったが、全体説明での質問よりも、個別に相談を行った方が、参加者も質問をしやすく、また、個別の測定結果についての質問の場合もあるため、測定結果の説明の際には、全体説明だけではなく、個別に相談に応じることが望ましいと考えられる。

⑦ その他

個人線量測定に際しては、対象者の選定、調査への協力依頼、説明会の開催等、自治体との協力関係が不可欠である。自治体とは十分な調整を行い、理解を得ておくとともに、結果については、行政として使いやすいような形で報告することが求められる。

環境省の「東京電力福島第一原子力発電所事故に伴う住民の健康管理のあり方に関する専門家会議」で議論されたように、福島県内の避難区域（解除後も含む）とそれ以外の地域、及び福島県外の近隣県において、個人線量測定の目的や対象者は異なるものと考えられる。住民が個人線量測定を希望するのではなく、地域的な分布を把握するための基礎データを取得するというような行政上のニーズにより測定を依頼するような場合、測定の意義をていねいに説明ということだけではなく、謝礼など測定に協力して頂きやすい手立てを検討することも必要であると考えられる。

5.5 調査結果のまとめ

今回の4つの地域を対象に2種類の線量計を使い調査を行った結果、いくつかの課題と注意点が明らかになった。また、2つの線量計には長所・短所があり、目的に応じて、機種を選択することが必要である。今後の個人線量測定に資するため、今回の調査で得られた知見について以下にまとめる。

5.5.1 個人線量計の選択について

今回使用した2種類の個人線量計の長所・短所を以下に示す。今回使用した2種類の線量計には一長一短があり、目的に応じて使い分ける必要がある。概してD-シャトルは、長期間の測定に向いており、DOSE e-nanoは、特に重点的に測定しようとする際に、比較的短期間の測定に適している。住民の個人線量測定には、ガラスバッジ等の従来のシステムについても、長所があり、目的に応じて、複数の機器を組み合わせたり、使い分けたりすることが重要である。

表 5.5-1 今回使用した2種類の個人線量計の比較

機種	D-シャトル	DOSE e nano
電源	充電不要 (約1年連続使用可能)	定期的に充電が必要 (50時間)
測定感度	最小測定線量 0.1 μ Sv	高感度 最小測定線量 0.001 μ Sv
はずれ値の頻度	比較的少ない	比較的多い
表示機能	本体には表示機能なし (表示器に挿入して表示)	適宜線量率を確認できる。
測定間隔	1時間～	1分、2分、3分、4分、5分、10分、30分、1時間に設定可能
大きさ	小さい (長さ68mm×幅32mm×厚さ14mm)	やや大きい 長さ120mm×幅46mm×厚さ15mm (突起部を除く)
重さ	軽い (23g)	やや重い (約180g)
データ読みだし方法	専用の管理機が必要	PCに接続して読み取り可能
データ読み出し速度	比較的遅い	比較的速い
その他	時間ごとのデータを管理機で読み出す際に、読み取りエラーが出てしまうことがあった。	時計の電池切れにより、時刻設定がリセットされてしまうことがあった。

5.5.2 個人線量測定において考慮すべき事項と課題

今回の調査で得られた知見を踏まえ、個人線量測定を行うにあたり、考慮すべき事項と課題について以下に示す。

○はずれ値の扱いについて

はずれ値の原因は、衝撃や、携帯電話、防災無線、また、病院内で発生している場合は、レントゲン撮影や RI を投与された方との接近など、様々な原因が考えられる。今回は、暫定的に $5\mu\text{Sv/h}$ 以上の値をはずれ値として集計したが、はずれ値と判断する基準や、根拠については明確にする必要があると考えられる。また、はずれ値が多く記録されると、測定結果に影響を与えるだけでなく、説明の際にも注意が必要になる。

○線量計の配布日時、電源投入日時の記録

個人線量計を配布し、測定を行うと、様々な事象が発生し線量計自身にも不具合が生じる可能性がある。後のデータ分析の際に必要なこともあるため、線量計の配布日時、電源がある線量計については、電源投入日時を記録しておくとの後の分析の際に手が必要になることがある。

○測定結果の返し方

測定結果を返す際には、文書とデータだけでは、説明しきれない点も多い。説明会等の実施により直接説明をしながら、質疑応答により疑問点や懸念される点等について、答えておくことが望ましい。また、個別に面談して対話をしながら、データを解釈し、自らの測定結果と行動と結びつけるのは、より深い理解を得られると考えられ、効果的である。ただし、個別面談は、対象人数が多い場合には対応できないため、状況に応じて、説明方法を検討する必要がある。

○個人線量計を身につけていただくために

個人線量計を配るだけでは、常時着用する方の割合は低い状況であり、外出時等にたまたま装着するか、自宅等に置かれている場合が多い。この場合は、実際の個人線量を反映していないので、解釈に注意を要する。これまでの経験から、置かれていた場所により、実際受けていた個人線量よりも低い値を示す場合も、逆に高い値を示す場合もあった。また、1時間値のトレンドを見ることで、持ち歩いているのか、置いたままなのかを判別できることもあった。個別相談等により、個人線量計のデータからどのようなことが分かるのかを説明し、意義をご理解いただくことで、常時着用する気持ちが生まれた事例は多い。今後、個人個人の被ばく線量を把握することはますます重要となるため、個人線量計による線量測定の意味について、分かりやすい形で対象となる住民に伝えていくことが必要と考えられる。

○測定値の代表性について

個人線量は、個人個人の生活パターンや、住宅・職場の環境等により、それぞれ異なる。個人線量測定にご協力いただいた方のデータについては、それぞれの個人の線量で

あるので、必ずしも対象地域を代表した値ではないことには注意が必要である。逆に、対象者自身のデータであることが、個人線量測定の意義でもある。

○データの読み出しについて

測定データの読み出しについて、読み取り台数が多い場合には、現状では非常に多くの時間と手間がかかる。また、読み取りエラー等により正常に読み取りできない等トラブルが発生すると、さらに多くの手間と時間が必要となる。今後、多くの台数のデータ読み出しが必要になることを考えると、機器の安定性向上と、連続的に多くの台数のデータを読み出す機能等、データ読みだしに必要な時間と手間を減らせるよう、機器の改良が望まれる。

○データの分析等について

読み出した測定データについては、何らかの形で加工して対象者に返す必要があるが、この際のデータの分析・加工についても、非常に多くの時間と手間がかかる。読み出されるデータ形式は線量計の機種により決まっているので、線量計の台数が多い場合は、分析処理と加工については、PC上でソフトウェアを使い自動化しておくのが望ましい。また、最終的に個別の測定結果の解釈の段階では、1件ずつ結果を見ながら解釈する必要があるが、概況を一度に表示できるようにできれば、最初に概況を把握して、その後、注意すべき部分について詳細を見ることにより、測定結果の解釈にかかる時間と手間を減らすことが可能である。

なお、よりわかりやすいデータの表示方法や、説明方法については、今後の課題として、さらに検討が必要である。

○自治体との協力関係

外部の事業者が現地に入り、個人線量測定を行うに際しては、対象者の選定、調査への協力依頼、説明会の開催等、自治体との協力関係が不可欠である。結果については、行政として使いやすいような形で報告し、互いにメリットがあるように進めることが望ましい。また、自治体が協力する際には、個人線量測定を実施する目的や状況も様々であり、各地域の実情と関係自治体のニーズに応じて、測定や説明の実施方法、結果の分析・報告等を検討する必要がある。

6. 今後の被ばく線量把握のあり方について

6.1 参照すべき国の考え方及び提言

国は、東京電力福島第一原子力発電所の事故に関連し、健康管理、帰還、福島の復興について基本的考え方や提言の文書をいくつか作成している。それらの文書では、個人被ばく線量の把握についても述べられており、参考とする必要がある。

1) 東京電力福島第一原子力発電所の事故に関連する健康管理のあり方について(提言)

(原子力規制委員会、平成25年3月6日)

(1) 被ばく線量の把握

放射線被ばくによる健康影響を判断するためには、個々の住民の被ばく線量を把握することが基本的に重要である。被ばく線量については実効線量が重要である。

・事故後の外部被ばく線量推定の評価

今回の事故では、事故直後に被ばくがあったと推定されているが、実態が得られつつあるが回答率は低い。現在、行動調査等により推定を進めているが、これを速やかに、かつ徹底することによって、できるだけ正確な個々人の被ばく線量を推定すべきである。

・長期的な外部被ばく線量の評価

東京電力福島第一原発事故では広範な環境が半減期の長い放射性セシウム等に汚染されたため、長期間にわたって放射線の暴露を受け続けることになる。従って、今後とも、個々人の被ばく線量を積算個人線量計等によって継続的に実測し、その記録を残すべきである。

複数の市町村での個々人の実効線量の測定結果では、空間線量率からの推定を下回り、また同一地域に生活する者でも、個々人の生活によって一人一人異なった被ばく線量となることが知られている。従って、外部被ばく線量は、空間線量率の比較的高い地域では、一定の住民を対象に、積算個人線量計によって個々人の被ばく線量を定期的に、かつ正確に測定して、外部被ばく線量を把握することが必要である。なお、長期的な低線量被ばくによる健康影響を評価する上では、様々な医療による被ばくについても考慮が必要である。

・内部被ばく線量の評価

事故早期の放射性ヨウ素の吸入による甲状腺の等価線量の評価は重要である。放射性ヨウ素の半減期は短いこともあり、東京電力福島第一原発事故では、住民の甲状腺被ばくの実測値は限られたものとなっている。これまでにそれら実測値や環境モニタリング等を活用し、様々な推測が行われているが、こうした推測結果は、今後の健康管理の上で、重要なものであり、また、福島県で実施されている、甲状腺検査を評価する上でのデータとして整理されるべきである。

また、事故当初、食品等をとおして体内に吸入する放射性セシウムによる内部被ばくに対する懸念もあったが、ホールボディカウンター(WBC)による測定が、福島県内外で実施されたこともあり、これまでの測定では、体内に摂取されたセシウムによる内部被ばく線量は、極めて微量であることが確認されている。今後は、住民の内部被ばくに対する不安が大きいく、WBCによる測定結果を周知していることが住民の安心に寄与しているも踏まえて、当面は、現在のような測定とその結果の周知を継続することが望ましい。

2) 帰還に向けた安全・安心対策に関する基本的考え方（線量水準に応じた防護措置の具体化のために）

（原子力規制委員会、平成25年11月20日）

（2）個人が受ける被ばく線量に着目することについて

事故発生初期においては、個人線量計等を用いて測定された個人の被ばく線量（以下、「個人線量」という。）の測定結果が困難であったため、安全側の評価が可能な空間線量率から推定される被ばく線量の結果も用いて、避難指示区域の設定や種々の防護策がとられてきた。

空間線量率から推定される被ばく線量は、住民の行動様式や家屋の遮蔽率を一律で仮定していることなどの要因により、個人線量の測定結果とは異なることが知られている。

これまでに各市町村で測定された個人線量の結果によれば、空間線量率から推定される被ばく線量に比べて低い傾向ではあるものの、個々の住民の生活や行動によってばらつきがあることが確認されている。

そのため、帰還の選択をする個々の住民の被ばく線量を低減し、放射線に対する不安を解消していくためには、住民が自分の個人線量を把握し、自らの行動と被ばく線量の関係を理解するとともに、個人線量の結果に基づく被ばく低減対策や健康管理等を行うなど、個人に着目した対策を講じることが重要である。

平成25年3月の「東京電力福島第一原子力発電所の事故に関連する健康管理のあり方について（提言）」にもあるように、放射線による被ばくの健康影響を判断するためには、個々の住民の被ばく線量をできるだけ正確に把握することが重要である。加えて、住民の長期的な健康管理の面においても、個々人の被ばく線量を個人線量計等によって継続的に測定し、その記録を残すことが重要である。

したがって、帰還後の住民の被ばく線量の評価は、空間線量率から推定される被ばく線量ではなく、個人線量を用いることを基本とすべきである。

（別紙）住民の帰還の選択を支援する個々の対策とその実施の際に考慮すべき課題

（1）住民の個人線量の把握・管理

① 関係省庁における対策

- ・個人線量計等を用いた個々人の被ばく線量の測定、被ばく線量結果等に対する相談体制の整備
- ・県民健康管理基金を活用した個人線量の測定結果、及び健康診査等を統一的に管理するデータベースの構築

② 実施の際に考慮すべき課題

- ・個人線量の測定の趣旨、個人線量計の使い方、測定結果等について丁寧に説明する仕組みを設けること
- ・個人線量計の測定結果と環境モニタリングや種々の被ばく低減措置とを関連付けること
- ・個人情報取り扱いに配慮した上で、個人線量計の測定結果等と健康診査のデータ等を比較できるようにすること
- ・個人線量の測定結果を基に、放射線の健康影響について適切なコミュニケーションを図ること
- ・個人線量の測定結果を基に追加被ばく線量を評価するにあたっては、地方自治体も含め、共通的な測定・評価手法を示すこと

・個人線量計の付帯を望まない住民への対応として、例えば、地域における個人線量の水準を示すなどの対応も別途検討すること

3) 原子力災害からの福島復興の加速に向けて（原子力災害対策本部、平成25年12月20日）

（1）個人線量の把握・管理

- ①住民の方々が帰還するか否かの判断に資するよう、帰還する前から、帰還後に想定される個人線量の水準をあらかじめ把握するため、避難指示解除準備区域等で活動する国や自治体の職員や「ふるさとへの帰還に向けた準備のための宿泊」の宿泊者など、日常的に避難指示解除準備区域等に立入りをしている人の個人線量について、行動パターンや職業等とともに把握する。また、把握した情報等を活用してマップを作成するなど、住民の方々に分かりやすく情報を提供する。
- ②個人線量の測定に当たっては、測定の趣旨、個人線量計の使い方や測定結果を活用した相談事例などについて、専門家や相談員等からの丁寧な説明を受ける機会を確保するとともに、相談員等が測定等に関する相談に随時応じられる体制を整備する。その際、説明機会の規模や相談体制などについては、地元の意向が反映されるようにする。個人線量計の付帯を望まない方に対しては、地域の個人線量の水準について情報提供するため、測定した住民の方々の意向を慎重に確認した上で、地元自治体に対し、個人が特定されない形で地域の測定結果等の提供等を実施する。また、国は、日常における個人線量計の携行方法など、個人線量の共通的な測定・評価方法についてガイドラインを策定する。
- ③県民健康管理基金等を活用して実施している個人線量の測定結果は、福島県が県民健康管理基金を活用して構築するデータシステム上で、健康診査等の県民健康管理調査で得られた結果と統一的に管理を行う。
また、上記のデータについては、個々の住民の方々の求めに応じて提供できる仕組みの構築を検討するとともに、事前に同意取得を行うなど個人情報の取扱いに配慮した上で比較できるようにする。
- ④個人線量の測定結果について、相談員等から、測定期間中の行動の聞き取りなどを踏まえた丁寧な説明とともに、被ばく低減のためのアドバイスや対策などを受けられるようにする。

6.2 個人被ばく線量モニタリング運用ガイドラインの骨子案の検討

「原子力災害からの福島復興の加速に向けて」において、「国は、日常における個人線量計の携行方法など、個人線量の共通的な測定・評価方法についてガイドラインを策定する。」と記載されている。

ここで骨子案を検討するガイドラインでは、市町村で個人被ばく線量把握業務に係わる関係者、つまり保健福祉担当者、相談員、専門家といった方が使用することを念頭に置いている。また、上述の資料でも検討されているように、帰還の支援において個人被ばく線量の把握は特に重要であることから、避難指示が解除された区域、今後の避難指示の解除を検討している区域での被ばく線量把握に主眼を置いて骨子案を作成する。

含められるべき項目は、「帰還に向けた安全・安心対策に関する基本的考え方」の（別紙）住民の帰還の選択を支援する個々の対策とその実施の際に考慮すべき課題を参考に以下の通りまとめた。

個人被ばく線量モニタリング運用ガイドライン骨子案

1. はじめに
 - 1.1 住民の被ばく線量把握の目的
 - 1.2 本ガイドラインの範囲
2. 住民の被ばく線量の把握・管理
 - 2.1 測定対象者
 - ・希望者
 - ・各地域で基礎データ等の取得のために、一定のルールを定めて依頼する
 - ・外部被ばくと内部被ばくで対象者の違いはあるか
 - 2.2 個人被ばく線量測定の意義
 - ・測定者が、被ばく線量測定によって何が分かるのかなど、意義を理解できるような説明を行う。
 - 2.3 外部被ばく：個人線量計の使い方
 - ・個人線量計の選択（考え方）
 - ・使用方法（着用方法、充電、就寝時や入浴時の扱い、その他の注意点）
 - ・データの収集（ガラスバッジ、電子式ポケット線量計、時間（分）単位のトレンド線量計）
 - ・個人線量計の維持管理・校正
 - 2.3 内部被ばく：ホールボディカウンタ（WBC）検査
 - ・WBC測定の準備（検査日の設定、住民への検査日程の周知）
 - ・測定の流れ
受付→検査衣への着替え→体表面汚染測定→WBC測定→結果説明
 - ・測定方法
 - ・WBC測定に係わるスタッフの教育について
 - 2.4 測定結果の分析
 - ・測定結果の分析（バックグラウンドの考え方、外れ値の考え方）

- ・外部被ばくデータと内部被ばくデータの一括管理
- 2.5 測定結果についての説明
 - ・結果の様式
(例：集計する線量幅を統一する)
 - ・説明の場：説明会（全体傾向を説明）、個別相談（要対応者、疑問・不安を持つ方）
 - ・相談体制の構築（自治体職員、医療関係者、計測・防護専門家…）
- 2.6 環境モニタリング結果とのリンク（個人線量計の付帯を望まない住民への対応も含めて）
 - ・空間線量率、土壤汚染密度
 - ・食品
(個人の被ばく線量把握（評価）のために、どのような推計を行うかの検討)
- 2.7 被ばく低減対策
- 3. 被ばく線量データの活用
 - ・県民健康管理調査への入力
(個人線量計の測定結果等と健康診査のデータ等を比較)
 - ・測定結果を基にした放射線による健康影響についてのコミュニケーション