

平成25年度
原子力災害影響調査等事業
(放射線の健康影響に係る研究調査事業)
報告書

平成26年3月

公益財団法人 原子力安全研究協会

本報告書は、環境省の平成 25 年度原子力災害影響調査等事業による委託業務として、公益財団法人原子力安全研究協会が実施した放射線の健康影響に係る研究調査事業の成果をとりまとめたものです。

目 次

1. 事業の背景及び目的	1
2. 事業の実施内容	1
2.1 新規研究課題に関する公募の事務	1
2.2 継続研究課題に関する事務	2
2.3 委員会等の開催	2
2.3.1 「第1回推進委員会」の開催	3
2.3.2 「研究成果発表会」の開催	4
2.3.3 「評価委員会」の開催	5
2.3.4 「第2回推進委員会」の開催	5
2.4 研究計画書(案)の作成	6
2.5 研究報告書の作成	6
2.6 平成26年度の事務委任契約額案の作成	6
3. 各研究班の報告	7
テーマⅠ：放射線被ばく線量の再構築・評価に関する研究	7
Ⅰ－1 福島第1原発事故による飯舘村住民の初期被曝放射線量評価に関する研究 今中 哲二(京都大学原子炉実験所原子力基礎工学研究部門 助教)	
Ⅰ－2 歯を用いた包括的被ばく線量評価 佐々木 啓一(東北大学大学院歯学研究科長)	
Ⅰ－3 乳歯脱落歯を用いた福島原発事故による小児放射線被曝量の測定 宍戸 文男(福島県立医科大学 医学部 放射線医学講座 教授)	
Ⅰ－4 日本家屋におけるしゃへい係数及び屋内汚染に関わる調査研究 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)	
テーマⅡ：放射線による健康影響の解明に関する研究	56
Ⅱ－1 低線量率放射線被ばくの健康影響—インド・中国の高自然放射線被ばく地域住民の調査結果を中心として 秋葉 澄伯(鹿児島大学大学院医歯学総合研究科健康科学専攻人間環境学講座 疫学・予防医学 教授)	
Ⅱ－2 階層的ゲノクス解析を基盤とした放射性物質による健康影響の解明 秋光 信佳(東京大学アイソトープ総合センター研究開発部 准教授)	
Ⅱ－3 低線量被曝の血液動態への影響の解析(東電健診データとマウス実験を通して) 岡崎 龍史(産業医科大学産業生態科学研究所放射線健康医学研究室 教授)	
Ⅱ－4 細胞動態のシステマティックレビューと実験データ解析による低線量・低線量率における放射線がんリスクの描写	

甲斐 倫明（大分県立看護科学大学看護学部看護学科人間科学講座環境保健学研究室
教授）

II - 5 放射線の非がん影響の解明

近藤 隆（富山大学大学院医学薬学研究部（医学）・放射線基礎医学講座 教授）

II - 6 低線量率・低線量放射線被ばくによる組織幹細胞の放射線障害の蓄積に関する研究

鈴木 啓司（長崎大学原爆後障害医療研究所 放射線災害医療学研究分野 准教授）

II - 7 低線量放射線は心血管疾患発症の原因と成りうるか？—動物実験による検証—

丹羽 保晴（放射線影響研究所 放射線生物学/分子疫学部 副主任研究員）

II - 8 屋外活動を制限された子供の放射線感受性変化に関する動物モデル研究

根井 充（放射線医学総合研究所 放射線防護研究センター リスク低減化研究プログラム プログラムリーダー）

II - 9 低線量率放射線長期被ばくによる生体影響の低減化

山内 一己（環境科学技術研究所生物影響研究部 研究員）

テーマⅢ：放射線による健康不安対策の推進に関する研究・・・・・・・・・・・・・・・・ 227

Ⅲ - 1 保健師による実際的な放射線防護文化のモデル開発・普及と検証：放射線防護専門家との協働によるアクションリサーチ

麻原 きよみ（聖路加看護大学 看護学部地域看護学分野 教授）

Ⅲ - 2 福島県川内村の帰村促進のための取り組み

浦田 秀子（長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科保健学専攻看護学講座 専攻主任、教授）

Ⅲ - 3 地域特性を生かしたリスクコミュニケーターによる放射線健康不安対策の推進

大野 和子（京都医療科学大学 医療科学部・放射線技術学科 教授）

Ⅲ - 4 福島県における放射線健康不安の実態把握と効果的な対策手法の開発に関する研究

川上 憲人（東京大学大学院医学系研究科 精神保健学分野教授）

Ⅲ - 5 自治体と研究機関で進める効果的な放射線教育活動の模索と効果の検討

中山 信太郎（徳島大学大学院ソシオ・アーツ・アンド・サイエンス研究部 教授）

Ⅲ - 6 放射線測定と行動調査による子どもの線量低減化と健康不安の軽減に関する研究

細野 眞（近畿大学医学部附属病院 教授）

Ⅲ - 7 まるごと線量評価に基づく詳細なリスク分析に伴ったリスクコミュニケーションの確立

宮崎 真（福島県立医科大学 医学部 放射線健康管理学講座 助手）

4. 今後の事業への提言・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 366

1. 事業の背景及び目的

原子力災害からの福島復興及び再生に関する施策の総合的な推進を図るための基本的な方針として、平成 24 年 7 月に福島復興再生基本方針が閣議決定されたところであり、国内外の英知を結集した放射線の人体への影響等に関する調査の重要性等について指摘されている。また、同時期に公表された東京電力福島原子力発電所事故調査委員会報告書や東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会報告書においても、継続的な健康影響に関する調査を行っていく必要がある旨の提言が行われているところである。

本事業では、このような状況を踏まえて、放射線の健康影響に係る研究調査を行うことを目的とする。

2. 事業の実施内容

2.1 新規研究課題に関する公募の事務

環境省より公募された「平成 25 年度放射線の健康影響に係る研究調査事業」新規研究課題について、公募の事務を行った。本年度は下記の 3 つのテーマについて公募が行われ、公募時に提出された研究計画書を受領し、記載内容を確認した。公募テーマごとの応募件数を表 2.1-1 に示す。

【公募課題の内容】

(テーマⅠ) 放射線被ばく線量の再構築・評価に関する研究

東京電力福島第一原子力発電所事故における被ばく線量評価として、小児甲状腺スクリーニング調査、空間線量率及び行動調査からの外部被ばく線量推計、ホールボディカウンターによる内部被ばく線量の測定等が実施されている。これらの取組みを補完し、一般住民の被ばく線量の再構築・評価に資する研究を行う。

(テーマⅡ) 放射線による健康影響の解明に関する研究

放射線による健康影響については、広島・長崎の原爆被爆者に関する調査を初めとする疫学調査、動物実験等による放射線生物学に係る研究等により、これまで様々な科学的知見の集積が行われており、これらの知見を踏まえて、一般住民の健康管理を行う必要性や健康管理の内容の検討が行われている。こうした取組に資する極低線量（10mGy 未満）及び低線量（10～100mGy）の放射線被ばくによる分子レベルの変化が個体レベルでの発がんにつながるのか否かを明らかにする研究や、福島県民健康管理調査等の既存の取組で指摘されている課題の解決に資する研究を優先的に行う。

(テーマⅢ) 放射線による健康不安対策の推進に関する研究

放射線による健康影響、特に低線量被ばくの健康影響については、多様な意見があることもあり、国民の方々は健康不安を抱えている。健康不安に対応する上では、正確かつ迅速な情報提供を行うとともに、個々の住民が有する健康不安の内容に適切に対応する必要があることから、これらの取組をより一層適切に行うことに資する研究を推進する。特に、放射線に対する健康不安の背景や内実に対し、一定の妥当性を有するアプローチで対話を試みる研究や、健康に関する正確な情報に基づき、職種横断的に取り組む健康不安対策について、福島県内の自治

体と連携して住民の参加を促しながら、総合的かつ客観的に評価する研究を優先的に行う。

表 2.1-1 平成 25 年度新規研究課題応募件数

テーマ		件数
I	放射線被ばく線量の再構築・評価に関する研究	2
II	放射線による健康影響の解明に関する研究	4
III	放射線による健康不安対策の推進に関する研究	4
計		10

また、推進委員会（「2.3.1 「推進委員会」の開催」を参照）における審議の結果、平成 25 年度新規研究課題として採択された研究課題については、研究採択者と事務委任契約の締結、経費執行状況確認等に関する事務を行った。なお、推進委員会での検討結果を踏まえ、研究課題応募者に採用の可否、研究計画への反映等についての連絡文案を作成するとともに、契約締結に先立って、新規に採択する研究課題の適正な事務委任契約額案の作成も行った。

事務委任契約締結後は、研究の進捗及び経費執行状況について、年間スケジュールに基づき、随時確認を行った。

2.2 継続研究課題に関する事務

「平成 24 年度原子力災害影響調査等事業（放射線の健康影響に係る研究調査事業）」で採択された 15 人の研究採択者に対し、平成 24 年度事業においてとりまとめられた契約額や評価委員会等が指摘した事項等を踏まえた研究計画書の提出を依頼するとともに、本年度の年間スケジュールや事務手続き等について、連絡を行った。また、提出された研究計画書については、記載内容を確認するとともに、必要に応じて申請者に修正を依頼した。

事務委任契約締結後は、研究の進捗及び経費執行状況について、年間スケジュールに基づき、随時確認を行った。

2.3 委員会等の開催

本事業を進めるため、外部の専門家 7 名で構成した「推進委員会」、外部の専門家 5 名で構成した「評価委員会」を設置した。推進委員会委員構成を表 2.3-1 に、評価委員会委員構成を表 2.3-2 に示す。

表 2.3-1 推進委員会委員構成

委員	所属・役職
稲葉 次郎	(公財)放射線影響協会研究参与
遠藤 啓吾	京都医療科学大学学長

木下 富雄	(公財) 国際高等研究所フェロー (京都大学名誉教授)
○佐々木康人	湘南鎌倉総合病院附属臨床研究センターセンター長
柴田 義貞	福島県立医科大学放射線医学県民健康管理センター特命教授
鈴木 元	国際医療福祉大学クリニック院長
丹羽 太貫	京都大学名誉教授 (福島県立医科大学特任教授)

○：委員長

表 2.3-2 評価委員会委員構成

委員	所属・役職
遠藤 啓吾	京都医療科学大学学長
小田 啓二	神戸大学大学院海事科学研究科教授
酒井 一夫	放射線医学総合研究所放射線防護研究センター センター長
○丹羽 太貫	京都大学名誉教授 (福島県立医科大学特任教授)
渡辺 立子	日本原子力研究開発機構原子力基礎工学研究部門 放射線影響解析研究グループ グループリーダー・研究副主幹

○：委員長

2.3.1 「第1回推進委員会」の開催

「第1回推進委員会」を平成25年8月2日に(公財)原子力安全研究協会地下会議室にて開催した。出席委員は下記のとおりで、上記「2.1 新規研究課題に関する公募の事務」で公募された研究課題に関し、評価方法について検討を行うとともに、採択の可否等について審議を行った。なお、各研究課題の研究計画書については、推進委員に事前に送付し、事前評価とコメントの依頼を行った。事前評価とコメントについては、集計・取りまとめを行うとともに、委員より事前にいただいた質問に関しては、研究課題応募者に確認し、回答を作成した。これらの結果については、資料として配布し、審議の際の参考とした。審議の結果、2件を条件付き採択、3件を採択とした。条件付き採択の2件については、いずれも、本年度はフィージビリティスタディとして、検出感度等を明確にし、実現可能性を示すこと、及び被災地域での乳歯サンプルの収集については、本年度は収集のみを実施し、サンプルのアーカイブ化を行うとともに互いに共同して実施すること、が採択条件となった。

<第1回推進委員会への出席委員>

稲葉次郎、遠藤啓吾、木下富雄、佐々木康人、鈴木元、丹羽太貫

<新規に採択された研究課題及び主任研究者>

(テーマI) 放射線被ばく線量の再構築・評価に関する研究

・歯を用いた包括的被ばく線量評価【※条件付き採択】

佐々木 啓一 (東北大学大学院歯学研究科長)

- ・乳歯脱落歯を用いた福島原発事故による小児放射線被曝量の測定【※条件付き採択】

宍戸 文男（福島県立医科大学 医学部 放射線医学講座 教授）

（テーマⅡ）放射線による健康影響の解明に関する研究

- ・屋外活動を制限された子供の放射線感受性変化に関する動物モデル研究

根井 充（放射線医学総合研究所放射線防護研究センター

リスク低減化研究プログラム プログラムリーダー）

（テーマⅢ）放射線による健康不安対策の推進に関する研究

- ・福島県川内村の帰村促進のための取り組み

浦田 秀子（長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科保健学専攻看護学講座

専攻主任、教授）

- ・放射線測定と行動調査による子どもの線量低減化と健康不安の軽減に関する研究

細野 眞（近畿大学医学部附属病院 教授）

2.3.2 「研究成果発表会」の開催

平成25年12月3日、4日、20日の3日間、「研究成果発表会」を開催し、各研究課題について、主任研究者による本年度途中までの研究成果の発表を行った。評価委員は、この研究成果発表会に参加し、各研究成果を評価した。また、参加を希望した推進委員は、オブザーバとして参加した。なお、12月4日（2日目）については、線量評価等に関する専門的知見を提供いただき評価結果に反映させるため、赤羽恵一氏（放射線医学総合研究所医療被ばく研究プロジェクト医療被ばく研究推進室室長）、百瀬琢磨氏（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）に臨時委員として参加いただいた。

開催場所については、12月3日（1日目）、4日（2日目）については、（公財）原子力安全研究協会地下会議室、12月20日（3日目）については、新橋パークサイドビル6階会議室とした。研究成果発表会への出席委員は、以下のとおりである。

<研究成果発表会への出席委員>

12月3日（1日目）

評価委員：遠藤啓吾、小田啓二、丹羽太貴、渡辺立子

推進委員：稲葉次郎、佐々木康人

12月4日（2日目）

評価委員：遠藤啓吾、小田啓二、丹羽太貴、渡辺立子

推進委員：稲葉次郎

臨時委員：赤羽恵一、百瀬琢磨

12月20日（3日目）

評価委員：小田啓二、丹羽太貫、渡辺立子

推進委員：佐々木康人

各日の発表終了後には、その日の研究成果発表についてまとめ及び評価を行った。得られたコメントについては、各研究課題の主任研究者に伝え、研究報告書及び平成26年度研究計画書への参考としていただくとともに、評価結果については、評価委員会（「2.3.3 「評価委員会」の開催」を参照）における、平成26年度研究計画書（案）を評価する際の参考とした。また、12月4日（2日目）には、平成26年度「放射線の健康影響に係る研究調査事業」の公募テーマについて検討を行った。

2.3.3 「評価委員会」の開催

「評価委員会」を平成26年1月31日に（公財）原子力安全研究協会地下会議室において開催した。出席委員は下記のとおりで、本年度フィージビリティスタディとして条件付き採択を行った2件についての評価、後述の平成26年度研究計画書（案）（「2.4 研究計画書（案）の作成」を参照）の評価を行った。なお、各研究課題の平成26年度研究計画書（案）については、評価委員に事前に送付し、事前評価とコメントの依頼を行った。事前評価とコメントについては、集計・取りまとめを行い、評価のための参考とした。また、前述のとおり、「研究成果発表会」での評価結果についても、評価のための参考とした。なお、「評価委員会」での評価結果については、後述の「第2回推進委員会」（「2.3.4 「第2回推進委員会」の開催」を参照。）において資料として配付され、審議の参考とされた。

<評価委員会への出席委員>

遠藤啓吾、小田啓二、渡辺立子

2.3.4 「第2回推進委員会」の開催

「第2回推進委員会」を平成26年2月6日に新橋パークサイドビル6階会議室にて開催し、「評価委員会」での評価結果を踏まえ、本年度フィージビリティスタディとして採択した2件の評価、来年度継続予定の研究課題についての継続の可否、経費の配分額について検討を行った。その結果、フィージビリティスタディ1件を含む2件については、来年度継続しない旨が決定された。また、フィージビリティスタディの1件については、被災地域での乳歯サンプルを保存し、非破壊的な測定のみを実施すること等の条件をつけて継続が決定された。経費の配分額については、昨年度と同様の方式で算出することを確認し、評価に応じて、研究費を適宜増額・減額することとした。

また、平成26年度事業における新規研究課題の公募テーマについても検討を行い、今後の研究の方向性等に関する基本方針を以下のように決定した。

- ・生活習慣等自然発がん頻度を修飾する要因について、放射線発がんへの影響及びその機構を解明し、放射線以外の要因による健康リスクの低減を含めた総合的な健康

リスクに関する研究を推進する。

- ・放射線による健康影響を検討するためには、福島第一原子力発電所事故後の累積被ばく線量を把握することが必要であり、これまで報告されている様々な実測や推計結果を網羅的に考慮の上、事故後の住民の被ばく線量を包括的に把握する研究を推進する。

<第2回推進委員会への出席委員>

稲葉次郎、遠藤啓吾、木下富雄、佐々木康人、鈴木元

2.4 研究計画書（案）の作成

平成26年度において、研究の継続を希望する研究課題の主任研究者に対して、「研究成果発表会」でのコメント等を踏まえて、平成26年度研究計画書（案）を作成するよう依頼した。提出いただいた、平成26年度研究計画書（案）については、内容の確認及び取りまとめを行い、「評価委員会」、「第2回推進委員会」において、審議を行った。

2.5 研究報告書の作成

「研究成果発表会」でのコメントを踏まえ、各研究課題の主任研究者に対し、平成25年度研究報告書の作成・提出を依頼し、全ての研究班から研究報告書を受領し、取りまとめた。

2.6 平成26年度の事務委任契約額案の作成

「研究成果発表会」での評価及び提出された平成26年度の研究計画書（案）についての「評価委員会」、「推進委員会」による評価結果を踏まえ、平成26年度において研究採択者が事務委任契約に基づいて研究を継続する際の適正な契約額案を作成した。

3. 平成25年度研究報告書

各研究課題の平成25年度研究報告書を以下に示す。

テーマ I 放射線被ばく線量の再構築・評価に関する研究

- I-1 福島第1原発事故による飯舘村住民の初期被曝放射線量評価に関する研究
今中 哲二（京都大学原子炉実験所原子力基礎工学研究部門 助教）
- I-2 歯を用いた包括的被ばく線量評価
佐々木 啓一（東北大学大学院歯学研究科長）
- I-3 乳歯脱落歯を用いた福島原発事故による小児放射線被曝量の測定
宍戸 文男（福島県立医科大学 医学部 放射線医学講座 教授）
- I-4 日本家屋におけるしゃへい係数及び屋内汚染に関わる調査研究
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）

福島第1原発事故による飯舘村住民の初期被曝放射線量評価に関する研究

今中哲二（京都大学原子炉実験所・助教）

研究要旨

福島第1原発から30～45 kmに位置する飯舘村の住民は、2011年3月15日に汚染が生じた後、計画的避難区域に指定され村から避難するまで数ヶ月に渡って強い放射能汚染の中で生活したため、いち早く避難が行われた20 km圏内に比べの住民に比べ大きな初期被曝を受けたと考えられる。飯舘村住民に対する初期被曝量の評価は、福島県県民健康管理調査の一環としても実施されているが、本研究では、独自のデータと手法を用いて飯舘村住民の初期被曝評価を試みた。昨年度は、米国核安全保障局（NNSA）が公開している空中サーベイデータを用いて飯舘村の放射能汚染詳細地図を作成し、それに基づいて飯舘村住民が“避難するまである場所にずっと居続けた”という条件での初期外部被曝量を評価した。本年度は、飯舘村住民への聞き取り調査を実施し、具体的な行動に即した被曝評価を実施した。その結果、飯舘村約6100人のうち1812人についての行動情報を入手し、それに基づく初期外部被曝量の平均値は7.0ミリシーベルトで、最大値は23.5ミリシーベルトであった。

キーワード： 福島第1原発事故、飯舘村、放射能汚染、NNSA、初期放射線被曝、セシウム137、

研究協力者：

明石 昇二郎（ルポルタージュ研究所・代表）
家田 修（北海道大学スラブ研究センター・教授）
石田 喜美恵（原子力資料情報室・会員）
市川 克樹（（株）オフィス・ブレーン・代表）
糸長 浩司（日本大学生物資源科学部・教授）
浦上 健司（日本大学生物資源科学部・研究員）
遠藤 暁（広島大学大学院工学研究院・教授）
大瀧 慈（広島大学原爆放射線医科学研究所・教授）
小澤 祥司（NPO 法人エコロジー・アーキスケープ・会員）
上澤 千尋（原子力資料情報室・専従）
川野 徳幸（広島大学平和科学研究センター・教授）
鬼頭 秀一（東京大学大学院新領域創成科学研究科・教授）
佐久間 淳子（環境ジャーナリスト）
澤井 正子（原子力資料情報室・専従）
沢野 伸浩（金沢星稜大学女子短期大学部・教授）
城下 英行（関西大学社会安全学部・助教）
菅井 益郎（國學院大學経済学部・教授）
那須 圭子（フォトジャーナリスト）
庭田 悟（フリージャーナリスト）

畠山 理仁（フリーランスライター）

林 剛平（東北大学大学院医学研究科・博士課程1年）

振津 かつみ（兵庫医科大学遺伝学部・助教）

渡辺 美紀子（原子力資料情報室・専従）

I 研究目的

飯舘村は、福島第1原発から北西方向 30～45km に位置する、人口 6100 人（約 1700 戸）の農業を主体とする村である。2011 年 3 月 11 日、地震・津波をきっかけとして福島第1原発事故が発生した。事故期間中に最大の放射能放出が起きたのは、2号機の格納容器破損が生じた3月15日であった。同日午後に放出された放射能は、北西へ向かう風により飯舘村から福島市の方向へ流れ、飯舘村へさしかかった際に折からの降雪により大量の放射能沈着が生じた^{1,2)}。飯舘村役場傍に急遽設置されていたモニタリングポストは、3月15日18:20に44.7 μ Sv/hの空間線量率を記録している。政府の原子力災害対策本部は、4月22日に飯舘村を計画的避難区域に指定したが、ほぼ全員の村民が避難を済ませたのは7月末であった。原発周辺20km圏の住民が3月12日の避難指示で避難したのに比べ、飯舘村の村民は自宅に長くとどまっていたため、20km圏内の住民より大きな初期被曝を受けたと考えられている。

本研究では、米国核安全保障局（NNSA）公表の空中サーベイデータを基に作成した飯舘村の詳細なセシウム137沈着量マップと、放射能汚染発生後の住民の行動についての聞き取り調査とを組み合わせ、飯舘村における放射能汚染の発生時から避難までの住民の初期外部放射線被曝について独自の評価を試みる。本研究結果は、福島原発事故による放射能汚染にともなう周辺住民への健康影響を検討するにあたって貴重な知見を提供するものである。

II 研究方法

<昨年度>

- ① 飯舘村のセシウム137沈着量マップの作成：米国NNSAが公開している空中サーベイデータをGIS（地理情報システム）技術によって解析し、飯舘村全域のセシウム137沈着量マップを作成した³⁾。
- ② 市販の住宅地図、電話帳、国土地理院地図を用いて、飯舘村全戸位置（約1700）の緯度経度を求め、①のマップデータと組み合わせ、飯舘村全戸位置におけるセシウム137沈着量を割り出した。
- ③ 以下の2つの仮定を基に、地表沈着放射能からの地上1mでの空間放射線量率の変化と、放射能沈着後の任意の時間までの積算空間線量率を求めた⁴⁾。
 - ◇仮定1：飯舘村での放射能沈着は、3月15日18時に一度に発生した。
 - ◇仮定2：セシウム137以外の核種の沈着量のセシウム137沈着量に対する比は、飯舘村内一定であり、今中らの5つの土壌サンプル測定^{1,2)}の平均値を適用できる。

<今年度>

- ④ 本研究のメンバーが避難中の飯舘村住民と面談し、2011年3月11日に地震が発生してから2011年7月31日までの家族の行動と居場所についての聞き取り調査を実施した。
- ⑤ 聞き取り調査で得られた情報に基づいて、7月31日まで個人の外部被曝量を算出し、飯舘村

および各地区での初期外部被曝量の分布を求めた。

(倫理面への配慮)

本研究の聞き取り調査を通じて得られる情報が人に関連することから、関西大学社会安全学部研究倫理委員会に対して『人を対象とする研究倫理』の審査申請を行い、2013年6月27日付けで承認された。

III 研究結果

研究方法①～③に関連する研究結果は、昨年度の報告書に記載した。

<聞き取り調査>

2013年7月にJR福島駅前に事務所を開設し、飯舘村民の聞き取り調査“飯舘村初期被曝評価プロジェクト”を開始した。聞き取り作業は、プロジェクトメンバーが家族の一員を訪問し、3月11日から7月31日までの家族全員の行動を聞き取るという形ですすめた。調査受入の要請は、依頼文の郵送、仮設宿舎への訪問、個人的関係での電話連絡という3つの方法で行った。昨年10月末までに、飯舘村民全体の約3割に相当する496家族1812人分の行動パターン情報を入手できた。表1は聞き取りの行政区別分布で、図1に20行政区の位置を示す。聞き取り割合が多いところは前田地区の49%、少ないところは白石地区の17%と、行政区により聞き取り割合に変動はあるものの、ほぼ万遍なく調査が行えたと考えている。

図2は、行動パターン情報が得られた1812人と飯舘村全体6132人の年齢分布を比較したものである。仮設住宅の聞き取りでは高年齢者が多かったので、調査対象者は高年齢に偏っているかと思われたが、両方の分布はよく似ており、聞き取り対象者に年齢分布の偏りは認められない。従って、我々の聞き取り結果は、村全体の分布を反映しているものと考えてよい。

<初期外部被曝量の推定>

行動パターン情報が得られた1812人に対して、2011年3月15日の放射能沈着から7月31日までの外部被曝量を求めた。被曝量推定に用いた主な仮定は次の通り：

- i. 計算対象の外部被曝は、飯舘村内に滞在していた時のみとし、村外にいたときの被曝はゼロとする。
- ii. 飯舘村内では自宅に滞在していたとし、生活スタイルは屋内16時間・屋外8時間とし、家屋の放射線低減係数は0.4とする⁵⁾。
- iii. 空気吸収線量から実効線量への換算係数(Sv/Gy)は、10歳未満は0.8とし10歳以上は0.7とする⁶⁾。

こうして得られた1812人の初期外部被曝量推定値の分布を図3に示す。平均被曝量は7.0mSvで、最大値は長泥地区の60歳男性の23.5mSvであった。福島県による県民健康管理調査として報告されている図を基に、飯舘村3102人の初期外部被曝量の平均を求めると約3.6ミリシーベルトになるので、我々の見積もりはその2倍に相当している。表2は年齢グループ別の平均被曝量で、10歳未満の被曝が小さく、子ども達の避難が大人に比べて早かったことを反映している。

表3に、20行政区別の平均被曝量を示す。予想通り、汚染の大きい長泥、比曽、蕨平地区での

被曝が大きく、比較的汚染の小さい二枚橋・須萱、大倉地区の被曝が小さくなっている。

聞き取り調査を進める中で気がついたことは、地震や原発事故発生直後に避難した方が一旦飯館村に戻られ再び避難されていたことだった。そこで図4のように、村民が村内に残留していた割合をプロットしてみた。避難していた村民が3月21日以降に一旦村に戻りはじめ、計画的避難区域に指定された4月22日以降に再び避難したという興味深い傾向がはっきりと認められる。

避難した人々が一旦村に戻った理由としては、

- －避難先での生活が様々な意味で困難になった
- －当局主催の講演会で、放射能汚染は問題ないと聞いて安心した
- －村内の職場から帰村を要請された

ことなどが聞き取りによって明らかになっている。

表1. 聞き取り調査の行政区別分布

行政区	戸数	聞き取り数	割合
草野	221	64	29.0%
深谷	102	20	19.6%
伊丹沢	100	26	26.0%
関沢	77	27	35.1%
小宮	128	51	39.8%
八木沢・芦原	40	12	30.0%
大倉	34	12	35.3%
佐須	63		33.3%
宮内	72	25	34.7%
飯樋町	117	27	23.1%
前田・八和木	90	28	31.1%
大久保・外内	68	13	19.1%
上飯樋	124	30	24.2%
比曽	88	22	25.0%
長泥	68	28	41.2%
蕨平	49	16	32.7%
関根・松塚	43	19	44.2%
白石	88	15	17.0%
前田	53	26	49.1%
二枚橋・須萱	60	14	23.3%
合計	1,685	496	29.4%

注:各地区の戸数は、住宅地図や電話帳を基に集計した。



図1. 飯館村の20行政区

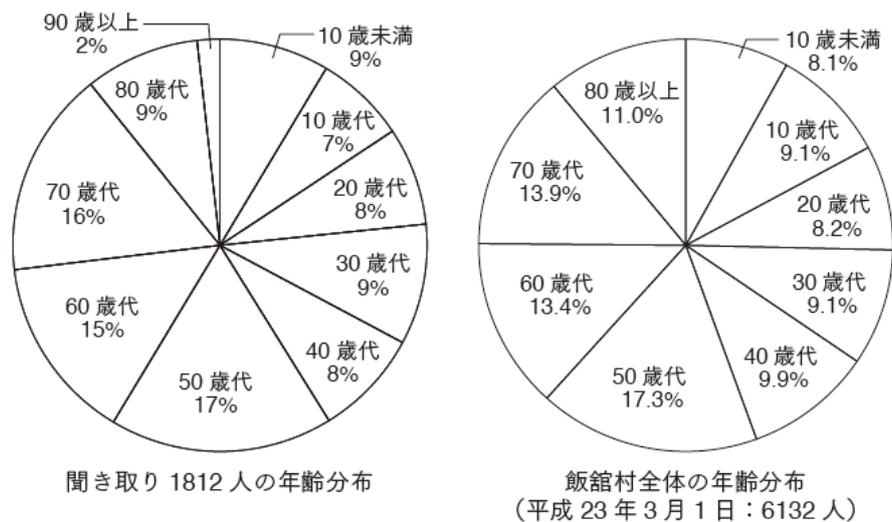


図 2. 聞き取り対象者と飯舘村全体の年齢分布の比較.

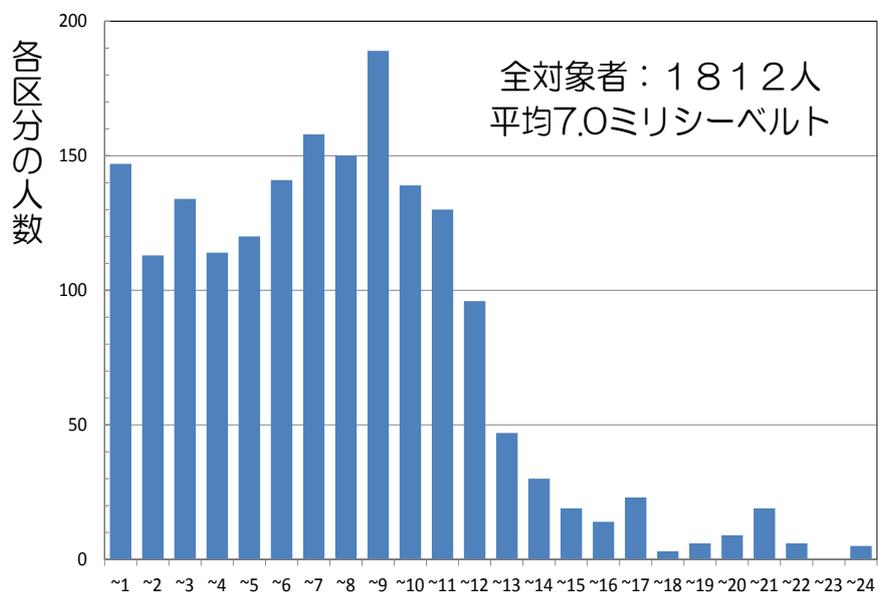


図 3. 7月31日までの外部被曝量、ミリシーベルト

表 2. 年齢区分別の平均初期外部被曝量

年齢区分	人数	平均初期外部被曝量 mSv
10歳未満	155	3.8
10歳代	128	5.1
20歳代	139	6.3
30歳代	171	5.5
40歳代	151	7.6
50歳代	315	8.1
60歳代	262	8.5
70歳代	292	7.5
80歳以上	194	7.3

表 3. 行政区別の平均初期被曝量

行政区	人数	平均 ¹³⁷ Cs汚染、 Bq/m ²	平均初期被曝量、 mSv
草野	203	68.2万	5.8
深谷	71	78.9万	6.3
伊丹沢	96	73.7万	8.0
関沢	77	86.7万	7.8
小宮	182	93.4万	8.4
八木沢・芦原	45	54.6万	5.8
大倉	50	34.3万	3.5
佐須	76	49.1万	4.6
宮内	101	66.1万	5.7
飯樋町	83	73.0万	5.8
前田・八和木	103	80.2万	7.1
大久保・外内	65	73.6万	6.0
上飯樋	117	75.5万	6.2
比曾	72	108.7万	11.0
長泥	104	178.9万	12.5
蕨平	53	132.1万	9.3
関根・松塚	83	76.3万	6.3
臼石	58	74.6万	8.1
前田	120	68.5万	5.5
二枚橋・須萱	48	39.6	3.5

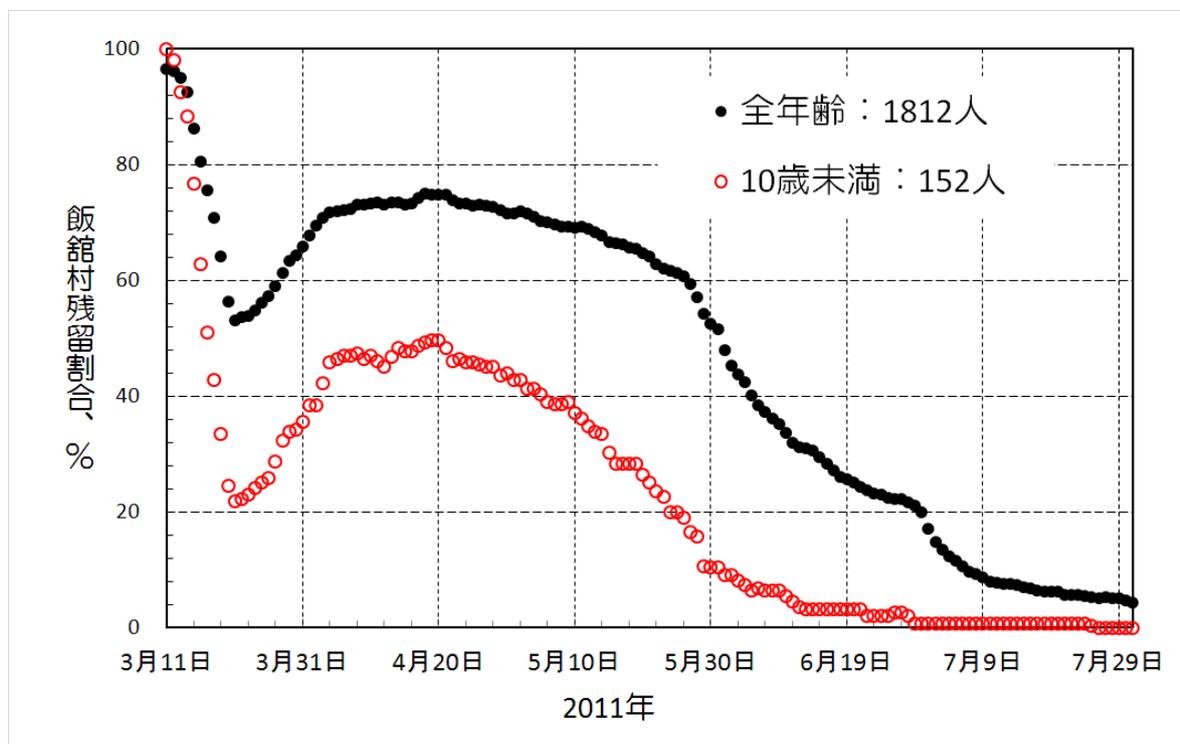


図 4. 2011 年 3 月 11 日以降の飯館村住民の村内残留割合

IV. 考察

<汚染マップに基づくセシウム 137 沈着量と土壌測定値との比較>

NNSA データを内挿して得られるセシウム 137 初期沈着量値の妥当性を確認するため、飯舘村内の土壌測定値との比較を行った。図 5 にその結果を示す。文科省測定値とは 2011 年 6-7 月に実施された土壌汚染調査で、飯舘村については 53 カ所の沈着量が報告されている⁷⁾。各データの緯度・経度が合わせて報告されているので、その場所の NNSA 内挿値を求めて比較した。今中らの測定値とは、2011 年 3 月調査での 5 カ所の土壌サンプリングと、2013 年夏に飯舘村の住宅訪問先でサンプリングした 6 カ所、計 11 カ所の測定値である。図 5 が示すように、文科省測定値と比較すると NNSA 内挿値は大きめの傾向にある (NNSA/文科省比の幾何平均 1.3)。一方、NNSA 内挿値と今中ら測定値に顕著な偏りは認められない (NNSA/今中ら比の幾何平均 0.95)。NNSA データは、飛行直下の直径約 600m の平均的な汚染を反映しており、スポット的な汚染分布は捉えられない。一方、文科省土壌測定は 2km メッシュごとに 1 カ所のポイントデータであり、そのメッシュの平均的な値とは限らず、低めのアウトライヤーと思われる値がいくつか認められる。セシウム 137 沈着量推定値の不確かさは、外部被曝量評価の不確かさに直接的に関係しており、その不確かさについては、今後も飯舘村住宅位置での土壌測定を追加し、より議論を深めるつもりである。

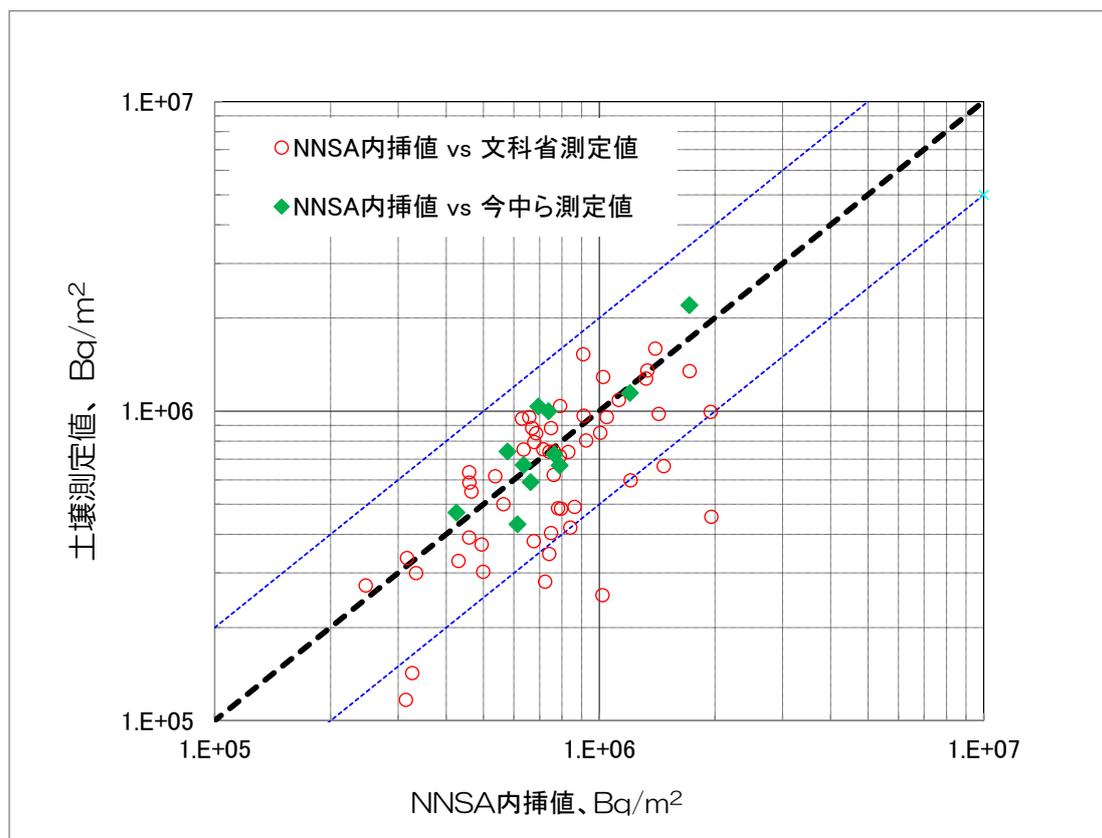


図 5. NNSA 内挿セシウム 137 沈着量推定値と土壌測定値の比較.

<飯舘村に沈着した放射能の組成比>

図6は、2011年3月29日に今中らが実施した5カ所の土壌サンプリングの位置である^{1,2)}。表5は、各サンプリング位置でのセシウム137沈着量、ならびに2011年3月15日18時に換算したヨウ素131/セシウム137比とテルル132/セシウム137比である。表5によると、セシウム137の沈着量は場所により4倍程度異なっているが、組成比では15%程度のバラツキで収まっている。つまり、表5の平均組成比を飯舘村全体に適用しても大きな誤りには至らないと考えられる。

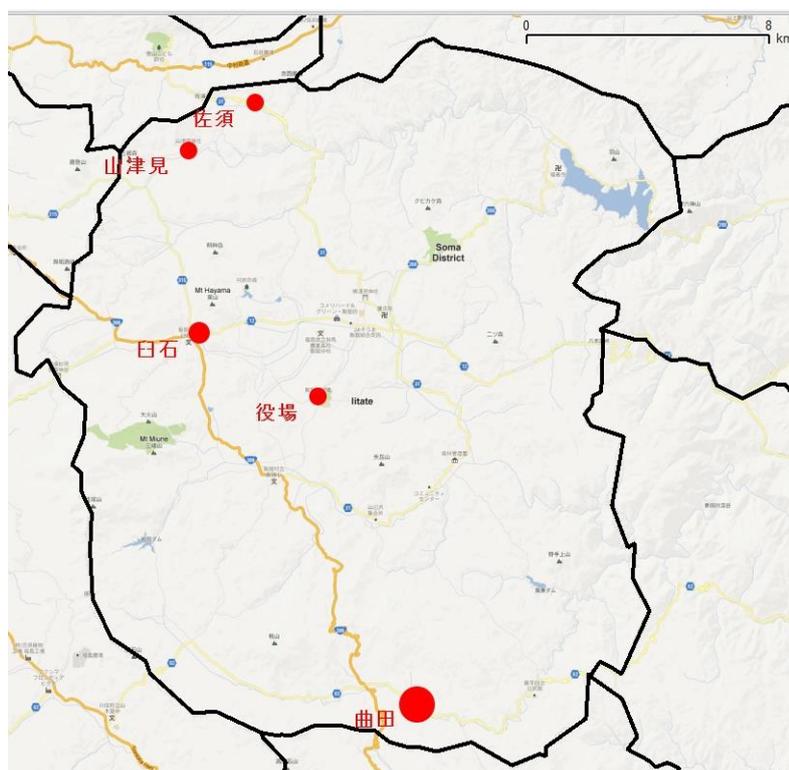


図6．2011年3月29日の土壌サンプリング位置．●の大きさはセシウム137沈着量を示す。

表5．セシウム沈着量と沈着放射能組成比（2011年3月15日18時換算）。

場所	セシウム137 沈着量 kBq/m ²	ヨウ素131/ セシウム137比	テルル132/ セシウム137比
白石	956	9.6	6.9
佐須	774	10.9	8.9
山津見	588	10.1	10.0
役場	672	8.2	7.9
長泥曲田	2188	7.0	8.0
平均		9.2 ± 1.5	8.3 ± 1.2

< 県民健康管理調査との被曝量推定値の違い >

本研究で得られた飯舘村住民の初期外部被曝量の平均値 7.0 ミリシーベルトを、福島県県民健康管理調査（県民健康管理調査）の基本調査として報告されている飯舘村住民 3102 人の平均値 3.6 ミリシーベルトと比較すると、本研究の方が約 2 倍となった。図 7 は、本研究の聞き取り対象者のうち県民健康管理調査の値が明らかになっている 73 人について、本研究の値と県民健康管理調査の値との比較プロットである。

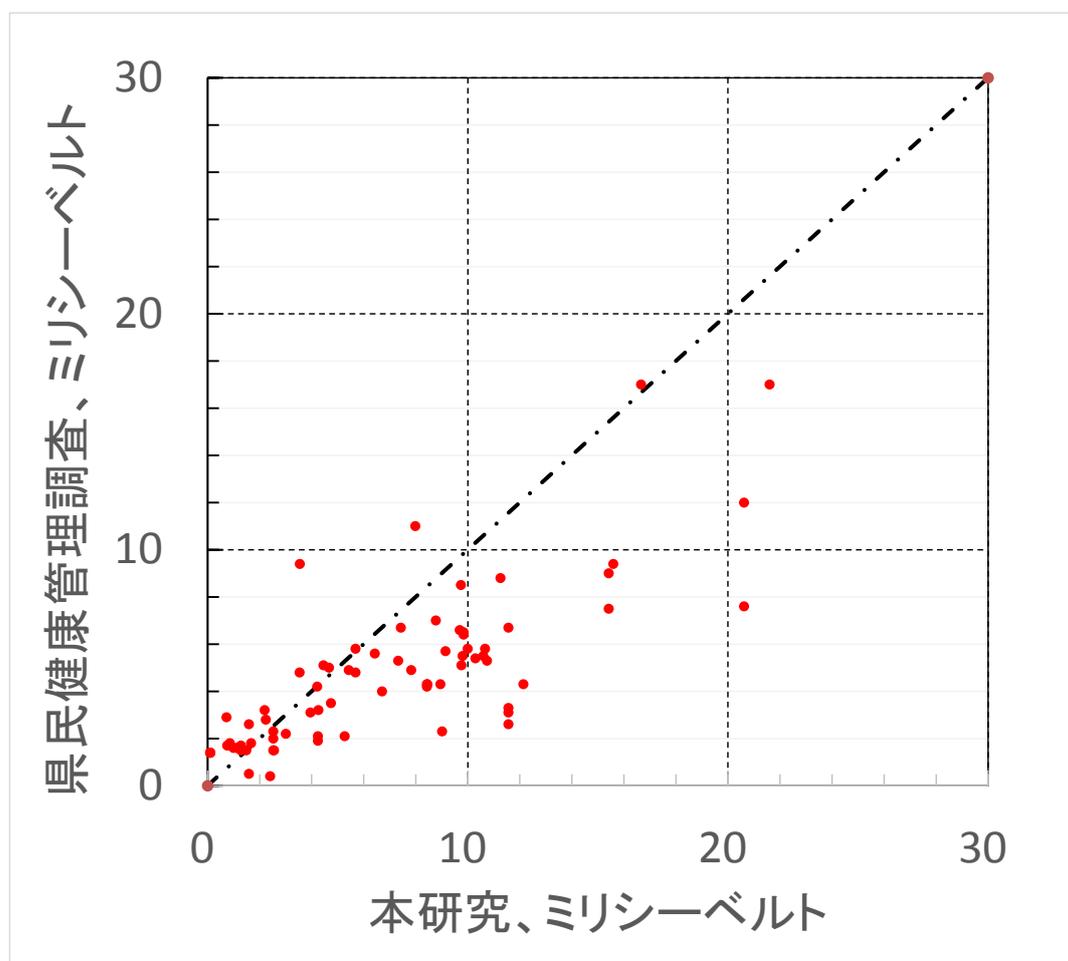


図 7. 本研究と県民健康管理調査の初期外部被曝量の個人別比較プロット。

本研究と県民健康管理調査での初期外部被曝量の違いの原因としては以下のことが考えられる。

- ・ 空間線量率の推定方法の違い: 本研究では、NNSA 空中サーベイデータに基づくセシウム 137 沈着量と沈着放射能組成比から地上 1 m での空間線量率を求めたのに対し、県民健康管理調査では文科省による空間線量率サーベイデータを用いている。被曝量評価ということでは、後者の方が直接的なデータであるが、被曝の大きかった初期においてデータが少ないという欠点がある。一方、前者は間接的な方法であるが、データ数が多いため空間的に細かいメッシュ単位での評価が可能である。
- ・ 行動情報の集め方と時間の取扱いの違い: 本研究では、研究協力者が飯舘村住民に面談して、3 月 11 日以降の居場所・行動について、基本的に“日単位”で聞き取った。一方、県民健康管理調査ではアンケート方式の問診票により、“時間単位”での居場所・行動を住民が記入す

るやり方である。本研究では、1日じゅう飯館村に滞在していた場合は、原則的に自宅位置で、屋外に8時間、屋内16時間いたことにした。一方、県民健康管理調査では、毎日の滞り場所と時間を、屋内、屋外、移動に分けて記入する形になっており、本研究に比べて細かい区分になっている。

- ・ 実効線量への換算の仕方の違い：本研究では、地上1 mでの空気吸収線量から実効線量への換算係数 (Sv/Gy 比) として、10歳未満に対し0.8、10歳以上に対し0.7を採用した。一方、県民健康管理調査では、放射線サーベイで得られる周辺線量当量から実効線量への換算 (Sv/Sv 比) に0.6を採用している。
- ・ 被曝量集計期間の違い：本研究では、放射能沈着は2011年3月15日午後18時に一挙に生じたと仮定し、避難がほぼ終了した7月31日までの積算被曝量を求めている。一方、県民健康管理調査の積算期間は、3月11日から7月11日までの4カ月間である。
- ・ 飯館村以外での被曝の考慮：本研究では、飯館村外での被曝は考慮しておらず、村外への避難以降の被曝は無視している。たとえば、飯館村住民が福島市へ避難した場合、避難後の福島市においても被曝を受けて居るはずであるが、そのような被曝は入っていない。一方、県民健康管理調査の被曝量評価は福島県全体を対象としているので、飯館村から福島市へ避難後の被曝も考慮されている。

以上のような、本研究と県民健康管理調査との相違点を考えると、平均値で2倍の違いはそれぞれのデータや仮定の不確定さの範囲内と考えることができる。本研究では今後、違いの詳細の理由を明らかにするため、県民健康管理調査で使われているモニタリングデータと本手法で求めた空間線量率との直接的な比較や、県民健康管理調査のアンケートで回答されたものと同様の居場所・行動データを用いた被曝量評価を行う予定である。

<本研究の外部被曝評価手法の他地域への適用>

本研究の外部被曝評価手法を適用するのに必要な主なデータは、セシウム137初期沈着量に関する汚染マップと沈着放射線の組成比（とくに、テルル132/セシウム137、ヨウ素131/セシウム137）である。セシウム137汚染マップについては、NNSAデータは福島県内の主要な汚染地域のほぼ全域をカバーしており、汚染マップ作成に関する問題はない。つまり、沈着組成比をうまく見積もることができれば、本研究の手法は飯館村以外の市町村にも適用可能である。今後、福島県内の市町村ごとのセシウム137沈着マップを作成し、放射性ヨウ素や放射性テルルの沈着量についてどの程度のデータが利用できるか、これまでに発表されているデータ等を検討する。そして、居場所・行動情報について地元住民の協力を得られそうな地域について、初期外部被曝評価を試みる予定である。

V. 結論

福島第1原発事故によって“計画的避難区域”に指定された福島県飯館村について、米国NNSAによる空中サーベイデータと土壌測定データを用いて飯館村各戸位置での放射能沈着量と空間線量率の評価を行い、原発事故当時の行動に関する聞き取り調査と組み合わせて、住民が避難するまでの初期外部被曝量の見積もりを行った。聞き取り調査で得られた、飯館村住民の約3割にあたる1812人の情報に基づく初期外部被曝量は、平均で7.0ミリシーベルト、最大は60歳代男性の23.5ミリシーベルトであった。

VI. 次年度以降の計画

本研究は今年度で終了する。

本研究に関するこれまでの研究状況、業績

- 1) 沢野伸浩,今中哲二,林剛平,他. 飯舘村初期被曝評価(1) 米国 NNSA による空中サーベイデータを用いた飯舘村のセシウム汚染詳細マップ; KEK Proceedings 2013-7,2013; 136-144.
- 2) 今中哲二,林剛平,沢野伸浩,他. 飯舘村初期被曝評価(2) 地表沈着放射能に基づく村内全戸の空間線量評価; KEK Proceedings 2013-7,2013; 145-150.
- 3) 城戸寛子,菅野光大,黒澤直弘,他. 飯舘村初期被曝評価(3) 大気拡散シミュレーションによる村内全域の空气中放射能濃度分布; KEK Proceedings 2013-7,2013; 151-157.
- 4) 林剛平,今中哲二,沢野伸浩. GIS技術の環境放射能解析への応用; KEK Proceedings 2013-7,2013; 158-167.
- 5) 今中哲二,飯舘村初期被曝評価プロジェクト. 飯舘村住民の初期外部被曝量の見積もり; 科学; 2014; 84; 322-332.

引用文献

- 1) 今中哲二,遠藤暁,菅井益郎,他. 福島原発事故にともなう飯舘村の放射能汚染調査報告; 科学; 2011; 81; 595-600.
- 2) T. Imanaka, S. Endo, M. Sugai et al., Early radiation survey of the Iitate Village heavily contaminated by the Fukushima Daiichi accident, conducted on March 28th and 29th, 2011; Health Physics 2012; 102; 680-686.
- 3) 野伸浩,今中哲二,林剛平,他. 飯舘村初期被曝評価(1) 米国 NNSA による空中サーベイデータを用いた飯舘村のセシウム汚染詳細マップ; KEK Proceedings 2013-7,2013; 136-144.
- 4) 今中哲二,林剛平,沢野伸浩,他. 飯舘村初期被曝評価(2) 地表沈着放射能に基づく村内全戸の空間線量評価; KEK Proceedings 2013-7,2013; 145-150.
- 5) 原子力安全委員会. 原子力施設の防災対策について; 2003
- 6) Y. Yamaguchi, Age-Dependent Effective Doses for External Photons; Radiation Protection Dosimetry 1994; 55; 123-129.
- 7) 文部科学省. 文部科学省による放射線量等分布マップ(放射性セシウムの土壌濃度マップ)の作成について; 平成 23 年 8 月 30 日.

Initial Radiation Dose to Residents in Iitate Village Due to the Fukushima-1 NPP Accident

Tetsuji Imanaka

Research Reactor Institute, Kyoto University

Keywords: Fukushima-1 NPP accident, Iitate village, radioactive contamination, NNSA, initial radiation dose, caesium-137

Abstract

Most residents in Iitate village remained at home for several months after the severe radioactive contamination occurred in the evening of March 15, 2011. Consequently they received higher radiation dose than the people within the 20-km zone around the Fukushima-1 NPP who evacuated on March 12 following the quick instruction by the Japanese government. In order to evaluate radiation dose delivered to residents in Iitate village, we reconstructed the temporal change of radiation exposure rate for every point of houses in Iitate village, using the Cs-137 deposition map elaborated from the aerial survey data released by US NNSA (National Nuclear Security Administration) as well as radionuclides compositions in soil samples measured by us at the end of March, 2011. We also took interview of residents of Iitate village about the place where they were after the accident began and the time when they evacuated the village. We finally collected the information from 1,812 residents, about 30 % of the population of the village. Based on the radiation exposure rate and the behavior of residents, the average external radiation dose for residents of Iitate village accumulated until evacuation was estimated to be 7.0 mSv, while the maximum was 23.5 mSv was for a male in sixties.

平成 26 年 3 月 20 日

平成 25 年度原子力災害影響調査等事業（放射線の健康影響に係る研究調査事業）
研究成果報告書

「歯を用いた包括的被ばく線量評価」

東北大学大学院歯学研究科長
佐々木 啓一

研究要旨

形成中の歯や骨には放射性ストロンチウム (Sr-90) やセシウム (Cs-137, 134) が取り込まれ沈着する。本研究は歯の持つ非代謝性・記録性に着目し、歯に沈着した放射性物質を測定することにより個体の内部被ばく、外部被ばく状況を包括的に把握しようとする新しい試みである。本研究では、対象を福島県に在住するか、発災時に居住していた乳幼児とし、永久歯列への交換期に脱落する乳歯を十分なインフォームドコンセントのもとに収集し、それら乳歯に蓄積した放射性物質やラジカルを評価する。これらの結果は、福島第一原発事故による環境汚染の健康影響を評価するための基礎資料とし、健康調査等への情報提供も行う。本年度では、次年度以降のフェージビリティースタデーとして、収集乳歯のバンク化に注力し、また、各種測定法の検出限界の確定と方法論の確立のために、被災動物の歯を用いた基礎的な検討を行った。

キーワード 内部被ばく量、外部被ばく量、乳歯、Sr-90、Cs-137, 134,
福島第一原発事故

研究協力者

大野 敬	奥羽大学歯学部 歯学部長
廣瀬 公治	奥羽大学歯学部 教授
木野 康志	東北大学大学院理学研究科 准教授
関根 勉	東北大学高等教育開発推進センター 教授
福本 学	東北大学加齢医学研究所 教授
高橋 温	東北大学病院 助教

研究参加者

小坂 健	東北大学大学院歯学研究科	教授
篠田 壽	東北大学大学院歯学研究科	名誉教授
鈴木 敏彦	東北大学大学院歯学研究科	准教授
清水 良央	東北大学大学院歯学研究科	助教
千葉 美麗	東北大学大学院歯学研究科	講師
相田 潤	東北大学大学院歯学研究科	准教授

I. 研究目的

福島第一原子力発電所事故により、環境中に多量の放射性物質が放出された。それらがわれわれの健康にどのような影響を与えるかについて理解するためには、各個体がどのような被ばく状態にあるのかについての理解が不可欠である。

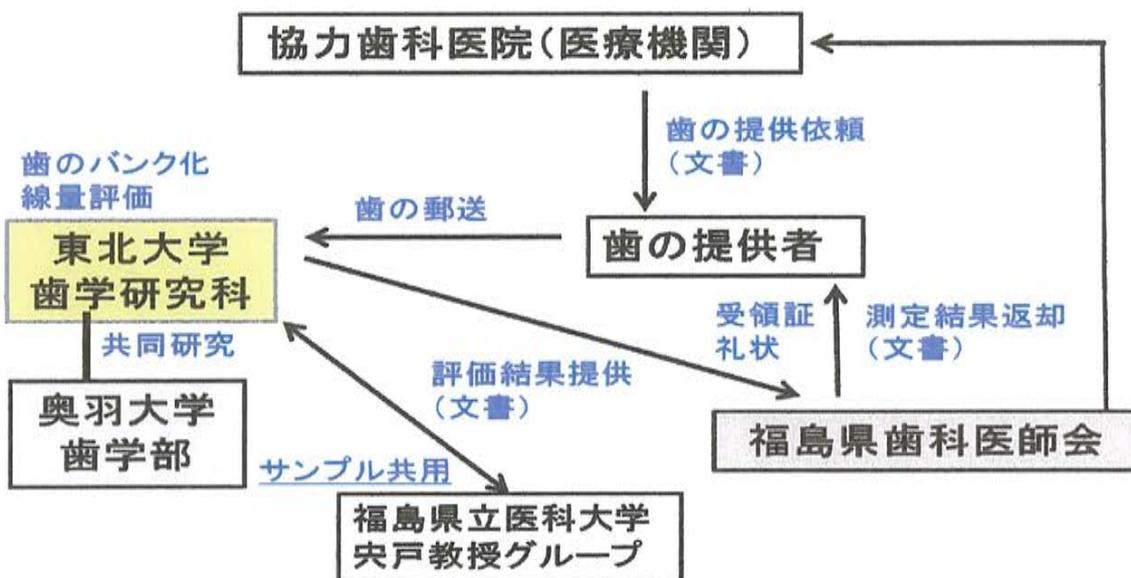
放射性物質に対する被ばく状況を推測する方法としては、空間線量率および行動調査等の疫学データ、あるいはホールボディカウンターによる計測が知られている。しかし前者は過去の行動を網羅的に記録する必要があり、正確でない場合もありうる。また後者については、検査実施機関が限られること、計測対象が γ 線放出核種であり、Sr-90のように長期的な影響が懸念される β 線放出核種の計測には対応できないなどの問題点がある。また本研究のように時間経過をも含めて過去にまで遡って被ばくの状況を個体レベルで把握する方法は報告されていない。本研究で我々が遂行する「歯を用いた内部被ばく、外部被ばく量の解析法」は、歯が形成される時期についての情報に限られるが、一方において歯が形成される時期は幼小児期にあたり、放射線被ばくに対して最も感受性が高い時期にも相当している。さらに、乳歯は永久歯列への交換期に自然脱落するので、比較的容易に収集することができる利点があり、また、ヒトで容易に採取できる唯一の臓器でもある。一方、乳歯の解析に際しては、福島周辺地域のみならず対照地区からの収集も不可欠であり、また、地域や年齢差を考慮すれば、数千本規模の収集が必要となる。さらに、収集した歯には十分量の放射性物質が含まれていないことも想定され、分析の限界値を見極めることも必要である。こうした点を考慮して、われわれは今年度の研究目標として、次の2点を設定した。第1点は収集した多数の乳歯の地域や年齢、収集時期を考慮したアーカイブ化・バンク化であり、第2点は、歯質中の放射性物質やラジカルの測定法の確立と、検出限界の確定であった。本研究では、この2点を中心に、次年度以降のフィージビリティスタディーとして研究を実施した。

II. 研究方法

今年度は“歯を用いた線量評価事業”のフィージビリティスタディーとして、まず、歯

の収集体制を確立し、そのアーカイブ化・バンク化を開始した。歯の収集は、福島県歯科医師会を中心として、奥羽大学、東北大学歯学研究科の共同により実施した。収集に先立ち、「ヒト歯に含有される放射性物質測定委員会」を設立し、この委員会は歯の収集に関するガイドラインを策定し、これを関連機関の倫理委員会へ申請、承認を受けた。当該委員会は、承認されたガイドラインに基づき、協力歯科医院、病院歯科、関係医療機関に対して歯の収集を依頼し、収集したすべての歯は東北大学歯学研究科の環境歯学研究センター内に設置された「乳歯バンク」に登録することとした。同センターでは、目的に対応した短期、中期、長期的なデータ保存が可能な管理体制を構築し、歯の提供者に関する個人情報情報はセンター内で厳密に管理し、守秘する体制を整えた。歯の収集事業の概略は下図に示す通りである。

乳歯収集事業概略



今年度の歯の収集は、福島第一原発事故の被災地域およびその周辺地域を中心とし、その対照（コントロール）となる地域からの歯の提供も全国レベルで必要となるため、当該委員会は、原発事故による放射線の影響が軽微ないし無視できると想定される地域からの乳歯の提供についても日本各地の歯科医師会や歯科医療機関に対して協力を依頼した。福島第一原発事故以降に形成された乳歯が永久歯列との交換期に入り脱落を始めるのは2014年以降となるが、それら乳歯中の線量評価を正しく行うためには、コントロールとしての基準値の確立が必要であり、そのためにはまず、福島第一原発事故以前に形成された各地域の乳歯を集める必要がある。今年度はフィージビリティスタディーとして、このコントロール乳歯の収集とバンク化に注力し、福島県やその近隣地域を中心に、全国レベルで数千本規模の歯の収集を行うこととした。ヒト乳歯の収集に際しては、乳歯提供者の氏名、生

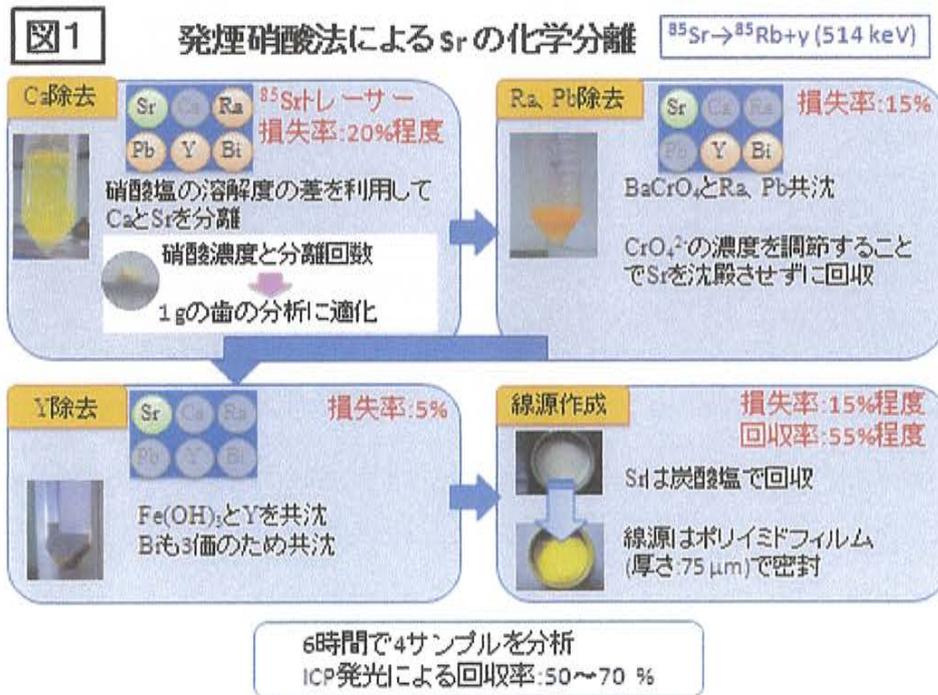
年月日、住所等の基本的な情報が必要となる。また調査目的、社会的意義、調査結果の還元、開示方法等すべてについて、保護者からの書面によるインフォームド・コンセントの得られた検体のみを測定することとした。

(倫理面への配慮)

本調査研究で遂行する乳歯の収集方法から結果の開示に至るまでの一連の過程については、東北大学大学院歯学研究科研究倫理専門委員会による承認をすでに得ている(承認番号 23-19)。しかし研究グループにおける乳歯収集・被ばく線量測定に関する倫理面での共通認識ならびに住民への配慮をより徹底させるために、福島県歯科医師会、奥羽大学、福島県立医大においても倫理委員会での審議を経、承認を得ている。

乳歯収集の過程や研究結果から得られる個人情報に連結可能匿名化し、連結表は主任研究者及び疫学解析責任者(東北大学歯学研究科小坂教授)のみが鍵を持つ戸棚で厳重に保管している。また得られた測定値の被験者への伝達に当たっては、結果が適切に理解されるよう最大限の注意を払っている。関係者の情報管理を徹底すると共に、研究機関、福島県歯科医師会が定期的に協議を行い、必要に応じて、福島県庁とも情報のやり取りをすることとしている。

(2) ヒト歯に含まれる放射性物質の分析・評価 (各種測定法の測定限界値の確定、被災動物を用いた歯の分析法・方法論の確立)



当研究グル

ープでは福島第一原発事故の被災地、警戒区域内において、過去2年間において、ウシ200