

令和 4 年 6 月 21 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19H02275

研究課題名(和文) 福島第一原発事故被災地域住民のライフスタイルを考慮した総合的健康リスク評価

研究課題名(英文) Comprehensive health risk assessment considering the lifestyles of residents in the areas affected by the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident

研究代表者

島田 洋子 (Shimada, Yoko)

京都大学・工学研究科・准教授

研究者番号：00314237

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 5,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、福島第一原子力発電所事故の被災地の住民を対象に、事故前と事故後の個人分類別の生活行動と滞在時間で構成される1日の生活時間配分パターンと事故により影響を受けたと考えられる森林食材の摂取量の変化をアンケート調査によって把握し、個々の住民の様々な生活パターン別に被ばく線量の変化を解析するとともに、健康と栄養に関する公的統計のマイクロデータを用いることにより被ばく以外の健康影響を評価した。さらに、事故後の森林除染対策の効果も含めた様々な生活シナリオを設定健康リスク評価を実施した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

事故前の生活に戻る、被ばくを避ける生活をする、森林への立ち入りを抑制する、除染による林業の復活など、様々なシナリオを想定して、住民の多様な生活パターン別に事故前と事故後の被ばくと被ばく以外の健康影響の変化を解析した本研究の成果は、事故後の個々の住民の生活状況に即した健康リスクに関する判断基準を提示することにつながるだけでなく、自治体による森林除染対策を考える上でも有用な情報を提供できる。また、本研究は、社会学的研究に用いられている生活時間調査の手法を利用することによって事故による生活行動の変化がもたらす健康リスクを評価したところに、従来の研究にはない独創性があり、学術的に大変意義がある。

研究成果の概要(英文)：In this study, we conducted a questionnaire survey targeting residents in the areas affected by the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station accident, and grasped the daily life time allocation pattern consisting of living behavior and staying time by individual classification and the change in the intake of forest foodstuffs considered to have been affected by the accident. Using the grasped data, we analyzed changes in radiation dose according to various living patterns of individual residents. We also assessed the health effects other than exposure using microdata from official statistics on health and nutrition. In addition, various life scenarios were set and health risk assessments were conducted, including the effects of forest decontamination measures after the accident.

研究分野：環境リスク工学

キーワード：福島第一原子力発電所事故 ライフスタイル 生活時間 被ばく線量 森林 健康リスク

## 1. 研究開始当初の背景

福島第一原発事故から現在に至るまで、汚染された地域の除染や生活基盤の復旧が急ピッチで行われている一方で、避難を余儀なくされている人も避難指示区域以外に住む人も、被ばくという健康影響に対する不安を抱えたまま生活を続けている。また、福島県の約 7 割を占める森林の除染は林縁から約 20m の範囲のみしか行われていない。

個々の住民の生活状況によって帰還の判断や帰還後の健康影響に対する不安は違うにも関わらず、現時点で示されている被ばくの基準は、平均的な大人を対象とした計画被ばく状況における平常時の公衆被ばくの線量限度である 1 mSv/年のみであるが、同じ空間線量率の場所に帰還する場合でも、年齢や職業や生活スタイルによってリスクは大きく異なると考えられる。例えば、若者と高齢者では、帰還後の生涯にわたる被ばく量の予測値は若者のほうが大きくなり、放射線による健康影響のリスクも高くなると考えられるし、屋外滞在時間の長い農林業従事者と屋外滞在時間の短い事務等従事者では、前者のほうが被ばく量は大きくなり、リスクも高くなると考えられる。

一方で、避難生活や被ばくを避けるための生活行動は生活習慣病やストレス等の健康影響を及ぼす。放射線による外部被ばくもそれ以外の健康影響も、個々の住民の年齢や職業や生活スタイルによって大きく異なることから、これらの健康リスクを、住民の様々な生活パターン別に定量的に評価することができれば、個々の住民の生活状況に即した帰還後の健康リスクに関する判断基準を提示することができる。

福島県による「県民健康調査」では、個々の住民の生活行動について詳細にアンケート調査をし、その期間の外部被ばく線量を推計しているが、この調査はあくまで原発事故直後 4 ヶ月間に住民の被ばく線量を個別に推計し回答することを目的として行われているもので、避難指示解除による帰還後の住民の被ばく線量を個々の住民の生活状況に即して推計するためには、さらなる調査と手法の開発が必要である。一方、放射線影響以外の健康影響については、現在までに様々な調査・研究結果が報告されつつあるが、これらの調査結果の統合化や事故後の住民の生活行動と関連付けた健康影響の定量化は行われていない。

## 2. 研究の目的

1. に示した背景を踏まえて、本研究では、福島第一原子力発電所事故の被災地の住民を対象に、個々の住民の様々な生活パターン別に被ばくおよび被ばく以外の健康影響を定量的に評価する手法を開発し、帰還しないという選択肢も含めた帰還後の生活シナリオを設定して、事故による健康リスクを住民の多様な生活パターンを考慮して総合的に定量的評価を行うことを目的としている。

本研究が目指している、性別・年齢・職業などの住民の多様性に即した生活パターン別に事故から現在までの健康リスクを被ばくのみならず他の要因も考慮して把握し、帰還後の生活シナリオを設定しシナリオ別の健康リスク評価は、帰還に向けてのリスクコミュニケーションに重要な意義を持つ。今回の事故によって避難の指示が出された地域の除染後、住民が帰還し生活を再建しようとする試みは、人類が初めて経験することであり、人々の生活パターン別に被ばく以外の要因の健康リスクも含めた健康リスクを評価する本研究の成果を世界に発信することは、今後の国内外の原発事故対策に大きく貢献できると言える。

また、個々の住民の様々な生活パターンを決定する因子として生活行動パターンに注目し、主に、家族、労働などに関する社会学的研究に用いられている生活時間調査の手法を利用することによって人々の生活パターン別に、放射線被ばくリスクだけでなく、被ばくを避けることによる生活行動の変化がもたらす生活習慣病や精神的影響などの健康リスクを疫学的な評価指標を用いて評価するところに、従来の研究にはない本研究の独創性があると言える。

## 3. 研究の方法

### (1) 個人分類別生活行動パターンと森林食材摂取量変化の把握

性別、年齢階層および職業の組み合わせで特徴付けられたいくつかのグループによって構成されているとみなした個人分類を設定する。設定した個人分類別の生活行動パターンを、一日の様々な生活行動の滞在時間と場所の組み合わせで示す。具体的には、総務省による「社会生活基本調査」で設定されている 20 種類の行動分類をベースに、外部被ばくに関わる屋外での行動を詳細に分類した生活行動分類を決定する。各生活行動の場所として、森林、住居(建物、庭)、学校(校舎、校庭)、道路などを設定する。

福島県川内村においてアンケート調査を実施し、事故前と事故後の個人分類別の生活行動と滞在時間で構成される 1 日の生活時間配分パターンを把握する。アンケート調査では、森林に関連する生活行動に深く結びつくと考えられる森林食材の事故前と事故後の摂取状況についても

聞き取りを行う。

#### (2) 空間線量評価モデルの構築

事故前と同じように林業や山菜採取など住民が森林内に入って行動する場合の被ばく線量評価を行う際に、自治体による森林除染対策の効果も評価できるシナリオを組み込むことを念頭に、森林に囲まれた平地における森林からの空間線量と森林除染による空間線量率の低減を定量的に計算できるモデルを構築する。

#### (3) 生活パターン別の被ばく線量評価

(1)で実施したアンケート調査のデータを用いて、個人分類別の生活行動と滞在時間で構成される1日の生活時間配分パターン別の屋外滞在時間と環境モニタリングデータを用いて、事故前と事故後の生活パターン別の外部被ばく線量の変化と、事故前と事故後の住民の森林食材摂取の変化による内部被ばく線量の変化も分析する。

#### (4) 被ばく以外の健康影響を評価するための健康と栄養に関する統計データの収集と整備

事故前と事故後の性別、年齢、職業による個人分類別の健康データ、栄養摂取、運動等の活動について厚生労働省が毎年調査している「国民健康・栄養調査」のマイクロデータの使用申請を行い、データを用いて住民の多様な生活パターンを反映した被ばく以外健康影響(生活習慣病、その要因となる肥満や高血圧など)を評価する。

#### (5) 住民の多様な生活パターンを反映した被ばく以外の健康影響評価

で把握した事故前と事故後の生活パターンを比較して生活時間配分の変化(例えば、事故後の屋内滞在時間の増加、運動等リクレーション時間の減少等)と、で収集・整備した疫学データから、避難生活や被ばくを避けるための生活行動が及ぼす健康影響を、障害調整生命年(DALYs)とQOL指標などを用いて評価を試みる。

#### (6) 帰還後の生活シナリオの設定とシナリオ別健康リスクの評価

事故後の生活シナリオを設定する。設定したシナリオに基づき、除染の進捗状況による環境中の放射能レベルの変化と帰還後の生活環境の変化を考慮した総合的な被ばくによる健康リスク評価を行う。

## 4. 研究成果

### (1) 個人分類別の事故前と事故後の外部および内部被ばく線量変化の解析

福島県川内村を対象にして、住民の生活行動が事故前と事故後でどう変わったかを、外部被ばくに関わる屋外での行動を詳細に分類した生活行動分類による事故前と事故後の生活行動別滞在時間と滞在場所を、個人属性情報(性別、年齢、居住地区、事故前と事故後の職業)とともに、インタビュー形式のアンケート調査を行った。その際、川内村の住民は事故前には林業や森林食材の採取等で森林へ出向くことが多かったことから、森林に関連する生活行動に深く結びつくと考えられる森林食材の事故前と事故後の摂取状況についてもインタビューすることにし、川内村で採取された「山菜(野生)」、「キノコ類(野生)」、川内村に生息している「野生鳥獣の肉類」、「川魚」の4つのカテゴリーの森林食材を設定し、住民に、各カテゴリーの実際に食べている森林食材を挙げてもらい、それらの現在と事故前での摂取量と摂取頻度を回答してもらった。

調査は2019年12月11~15日の5日間と、2020年1月10~13日の4日間、計9日間にわたって、川内村の各戸を訪問して実施した。205世帯計371名から回答が得られ、回答率は14%であった。インタビューによる回答結果をデータ化し、事故前と事故後の当該地域の住民の生活行動の変化や、森林食材摂取の変化を定量的に評価できるようにデータを整備してデータベース化した。

得られたデータベースを使用し、設定した性別、年齢階層および職業の組み合わせで特徴付けられたいくつかのグループによって構成されているとみなした個人分類別の個人分類別の生活行動と滞在時間で構成される1日の生活時間配分パターン別の屋外滞在時間の変化を算出し、公表されている事故後の環境モニタリングデータを用いて、事故後に事故前と同じ生活行動を行った場合の個人分類別の外部被ばく線量を算出した。また、事故前と事故後の住民の森林食材摂取の変化による内部被ばく線量の減少率についても算出した。その結果、主に以下のことが明らかになった。(個人分類別の詳細な分析結果については、コロナ禍のためアンケート調査に協力いただいた川内村住民への報告がまだできていない状況であるので、ここでは示さず、令和4年度中に報告の上、学术论文として公表する予定である。)

- ・現在の空間線量で事故前の生活をしたときの年間平均追加外部被曝量は1 mSv/yearを下回った。
- ・個人ごとに年間外部被曝量を算定すると、現在の空間線量率で事故前の生活をしたとき想定できる最大年間追加外部被曝線量は0.85mSv/yearだった。
- ・現在の平均内部被曝量は0.14 μSv/yearであり、現在のセシウム濃度で事故前の量の量の森林食材をを摂取した場合は平均で1.63 μSv/yearだった。
- ・個人ごとに内部被曝量を算定すると、年間で全く森林食材を摂取しない人も多くいる一方で、現在のセシウム濃度で事故前の量の森林食材を摂取した際に想定できる最大年間追加内部被曝線量は1.1 mSv/yearだった。

### (2) 空間線量評価モデルの構築

本研究では、事故前と同じように林業や山菜採取など住民が森林内に入って行動する場合の被ばく線量評価を行う際に、自治体による森林除染対策の効果も評価できるシナリオを組み込むことを念頭に、点減衰核積分法を用いて森林に囲まれた平地における森林からの空間線量と森林除染による空間線量率の低減を定量的に計算できるモデルを構築した。

### (3) 住民の多様な生活パターンを反映した被ばく以外の健康影響評価

研究協力者・原田浩二京都大学医学研究科准教授と共に、被ばく以外の健康影響評価を試みた。

住民の多様な生活パターンを反映した被ばく以外健康影響(生活習慣病、その要因となる肥満や高血圧など)を評価するため、事故前と事故後の性別、年齢、職業による個人分類別の健康データ、栄養摂取、運動等の活動について厚生労働省が毎年調査している「国民健康・栄養調査」の調査票(個票)データの使用申請手続きを2021年春に開始し、10月に使用許可を得て、2001年~2019年のデータを入手した。「国民健康・栄養調査」には、身体状況調査、栄養摂取状況調査および生活習慣調査の3種類があり、各調査における調査項目の内、生活習慣がリスク因子となる非感染性疾患との関連が強いと考えられる変数として、以下の項目を選出した。

- ・ 身体・生活習慣：一日の歩数、運動習慣の有無、HbA1c NGSP(ヘモグロビンA1c 2010年以前はNGSP値(%) = 1.02 × JDS値(%) + 0.25%で換算)、LDLコレステロール、体重、BMI、喫煙状況、飲酒習慣、飲酒量、睡眠時間、収縮期血圧、歯の本数
- ・ 栄養素摂取量：総エネルギー、総脂質、飽和脂肪酸
- ・ 食品群別摂取量：菓子パン、即席中華麺、野菜類、果物類

飽和脂肪酸は加工食品に多く含まれていることから加工食品の摂取状況の把握のために、菓子パンや即席中華麺は、震災後は簡易的な食事の摂取の把握のため、野菜や果物は災害用の備蓄が難しく摂取量が減少しやすい食品としてその摂取量の変化を把握するために選出した。

選出した項目の調査データについて、福島県について年次推移を分析するとともに、県内総生産、農林水産業産出額などの状況から判断した被災の程度により層別化を行い、平均値、中央値を用いて、被災によるライフスタイルと栄養摂取および身体状況の変化を分析した。下図に福島県における震災前後3年の収縮期血圧の変化の分析結果を示す。福島県における収縮期血圧は震災後に増加傾向が見られた。

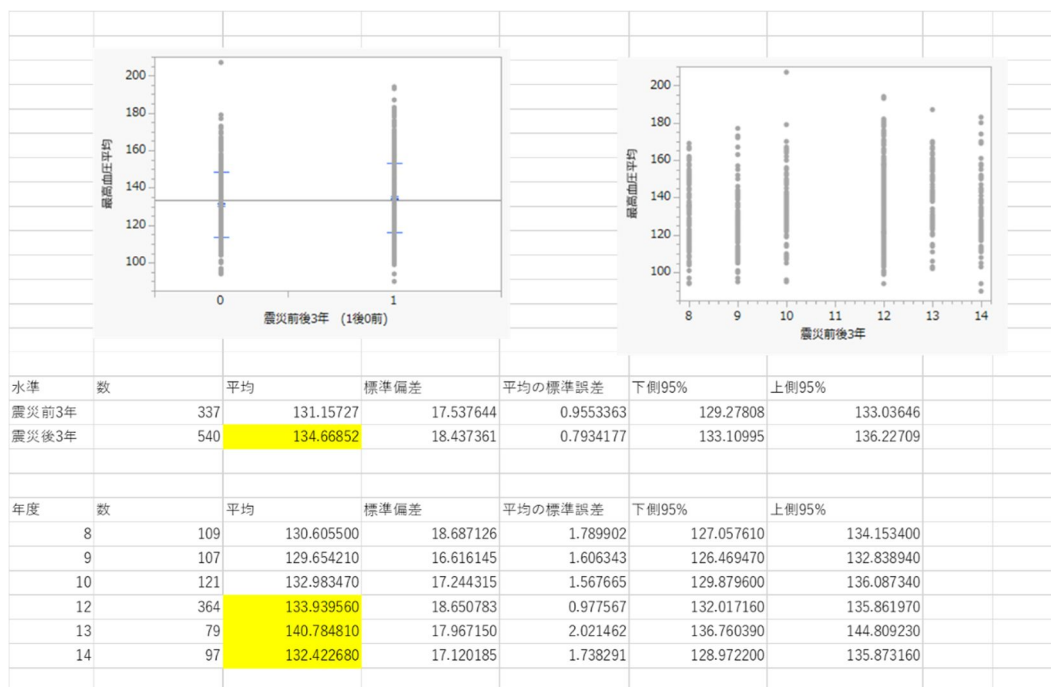


図 福島県における震災前後3年の収縮期血圧の変化

さらに、ライフスタイルと栄養摂取および身体状況との関連を評価するため、ライフスタイルと栄養摂取および身体状況の従属変数に対して、背景因子(性別、年齢、自治体の種別、震災後の期間、世帯情報など)を変数効果、自治体を変数効果として一般化推定方程式で解析を行った。解析の際には、被災自治体であるかを単独で投入するほか、他の背景因子との交互作用項の導入、あるいは層別化した。また、被災自治体からのデータは調査全体においては少数になるので、震災前3年、震災後3年、5年、10年の区切りでデータをグループ化し、統計学的検出力を確保した。

### (4) 研究成果の位置づけと今後の展望

本研究では、アンケート調査による調査データと公的統計のミクロデータを用いることにより、性別・年齢・職業などの住民の多様性に即した生活パターン別に事故から現在までの健康リ

スクを被ばくのみならず他の要因も考慮して把握し、事故後の様々な生活シナリオを設定しシナリオ別の健康リスク評価を実施した。事故後のシナリオ設定においては、構築した森林除染による空間線量率の低減を定量的に計算できるモデルを活用し、事故前の生活に戻る、被ばくを避ける生活をする、森林への立ち入りを抑制する、除染による林業の復活など、様々なシナリオを設定したことから、自治体による森林除染対策を考える上で有用な情報を提供できる。

また、個々の住民の様々な生活パターンを決定する因子として生活行動パターンに注目し、主に、家族、労働などに関する社会学的研究に用いられている生活時間調査の手法を利用することによって人々の生活パターン別に、放射線被ばくリスクだけでなく、被ばくを避けることによる生活行動の変化をもたらす生活習慣病や精神的影響などの健康リスクを疫学的な評価指標を用いて評価したところに、従来の研究にはない本研究の独創性があり、学術的に大変意義がある。

しかし、本研究の最終目標である、除染の進捗状況による環境中の放射能レベルの変化と帰還後の生活環境の変化を考慮した被ばくと被ばく以外の健康リスクの総合的な評価の研究成果の内外の学会や学会誌への発表を本基盤研究の研究機関に完遂することができなかった。その理由の1つは、本基盤研究の研究期間の2年目に、新型コロナウイルスの世界的大流行が発生し現在も続いていることから、初年度に実施したアンケート調査によるデータの解析結果については、論文としてまとめて学会誌に投稿する前にアンケート調査を実施した自治体に出向き、役場の担当者と住民にその調査結果と研究の進捗状況を詳細に報告して、調査結果のデータを研究論文に示す許可を得る予定であったが、新型コロナウイルス流行によって報告に出向くことが現在に至るまでできていないことである。役場への報告のみであれば書類を用いてオンラインで実施することも可能であったが、アンケート調査において全面的に協力していただいた住民の方には直接に調査の結果を説明し、質問や疑問に答えるというコミュニケーションが、この研究の社会貢献の役割からも重要であると考えていることから、コロナの状況を考慮しながら、2022年度前半には報告に出向く予定をしている。また、本研究の生活時間の調査に関する研究について、2020年11月に東京で開催予定であった、国際生活時間学会（International Association for Time Use Research：IATUR）の第42回年次会議で発表する予定をしていたが、新型コロナウイルスの世界規模の流行により開催が断念され、2021年度はスペインで開催されたが渡航が難しく発表することはできなかった。（東京での開催は2023年に延期された。）もう1つの理由は、ミクロデータ使用許可を厚生労働省に申請作業を開始したのは2021年4月であったが、使用許可が下りるまでに約半年かかり、データを入手できたのは2021年10月で、利用期間は年度をまたぐことができず利用期限の2022年3月31日までにデータ整理と集計を終え解析作業を行ったものの、解析結果をまとめた研究成果の2021年度中の学会発表や論文誌への投稿は間に合わなかったからである。そのため、本基盤研究の研究期間は終了したが、今年度中にできるだけ早くアンケート調査に協力いただいた川内村住民へ調査結果や研究成果を報告した上で、研究成果の学術誌への論文投稿と学会発表を実施することにより、本研究で得られた知見を広く公表する予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 島田洋子
2. 発表標題 点減衰核積分法を用いた空間線量評価による森林除染方法の有効性に関する検討
3. 学会等名 第9回環境放射能除染研究発表会(オンライン開催)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yoko Shimada
2. 発表標題 Utilization of time use data for external exposure assessment for reconstruction of life and forestry in Fukushima
3. 学会等名 41st Annual Conference of the International Association for Time Use Research (IATUR) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 島田洋子
2. 発表標題 天地返しによる森林除染の可能性の検討
3. 学会等名 第10回環境放射能除染研究発表会(オンライン開催)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	米田 稔  (Yoneda Minoru)  (40182852)	京都大学・工学研究科・教授    (14301)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	原田 浩二  (Harada Kouji)  (80452340)	京都大学・医学研究科・准教授    (14301)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関