

補助事業番号 2024M-365

補助事業名 2024年度 放射線災害後の微量放射線被ばく影響を包括的に評価する  
システム開発 補助事業

補助事業者名 東北大学災害科学国際研究所 鈴木正敏

## 1 研究の概要

現時点では低線量・低線量率放射線被ばくに対する科学的知見が不足しており、放射線災害被災者の不安に回答できる科学的知見が不足している。本事業では、福島第一原発事故に被災した野生ニホンザルの被ばく影響調査を行い、得られる知見によって低線量・低線量率被ばく影響の科学的知見を収集することを最終的な目的としている。この目的を達成するためには、野生動物の被ばく線量評価法の確立と正確性の確認、フィールドワークで取得した試料を用いてわずかな生物変化を検出するための指標を最適化するなど、各々の解析項目において様々な問題が残っている。そこで、本事業では福島県相双地区で有害鳥獣駆除された野生ニホンザルの提供を受けて、動物実験では入手することが難しい、低線量率長期被ばく試料を収集し、その試料を用いる被ばく線量評価と生物影響評価法の確立と最適化を行った。以上のように、放射線災害後の微量放射線被ばく影響を包括的に評価するシステム開発を実施した。

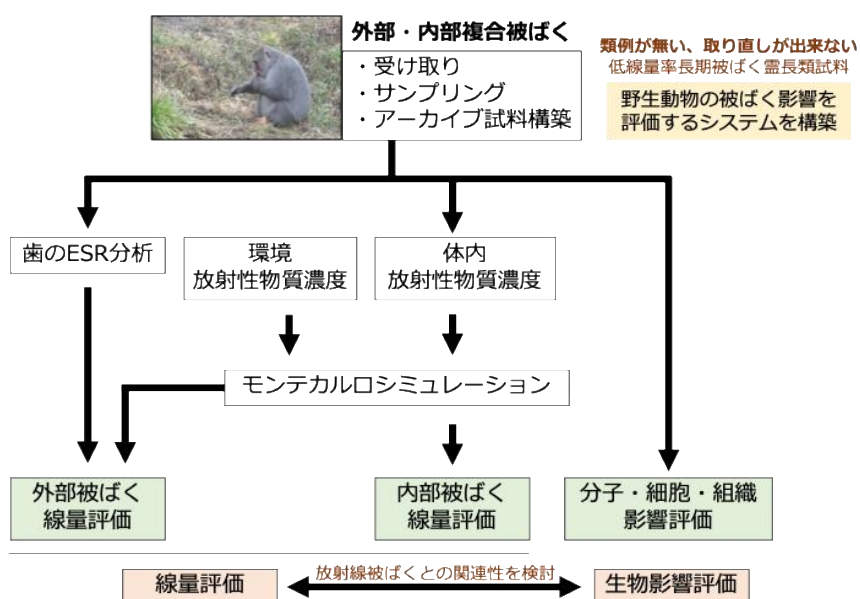


図1. 本事業の概要

## 2 研究の目的と背景

福島第一原子力発電所(福島第一原発)事故によって環境中に放射性物質が放出されたが、空間線量率の測定結果より多くの場合が低線量率被ばくであることがわかった。また、放射線災害後の被災地では空間線量率が基準値を下回る地域から避難指示が解除されるが、事故以前と

比べてわずかに多い放射性物質が残り続けるので、低線量・低線量率放射線への長期被ばくに対する不安が帰還の阻害要因の一つとなっていることが、住民へのアンケート調査によって明らかにされている。日常的に自然放射線へ暴露する一方で、放射線災害後の復興期では微量放射線へのわずかな被ばくが生じる。この影響を判断するためには、科学的知見を丁寧に収集し、リスクコミュニケーションや教育などを通じて放射線被ばくリスクに対する社会的理解を深めることが必要になる。

本事業の最終目的は、福島第一原発事故に被災した野生ニホンザルから収集した試料を用いて被ばく線量評価と生物変化を解析し、両者の相関から放射線被ばく影響について検討することである。その中で本事業実施期間では、放射線被ばくで生じる生体内のわずかな痕跡を先端機器を用いて検出・解析する方法を確立し、本事業の最終目的を達成するためのシステム開発を行った。

### 3 研究内容

#### (1) 試料収集に関する研究

(<https://masatoshisuzukic7.wixsite.com/my-site-2/%E6%88%90%E6%9E%9C>)

本課題で着目する「微量な放射線」を照射するためには、国内外で10カ所にも満たない特別な施設が必要になる。また、長期被ばく実験をするために施設を専有することが難しく、低線量・低線量率被ばく影響解析にむけた試料収集が課題であった。そこで本事業では、福島第一原発事故後の旧警戒区域に生息する野生ニホンザルを有害鳥獣駆除後に提供を受けることで、本補助事業の目的に合致した研究資源を入手した。福島県相双地区、宮城県、新潟県の協力自治体から駆除後のニホンザルの提供を受けて、駆除日当日中に試料を採取した(図2)。血液、および主要臓器や筋肉、歯などの硬組織や胃内容物など、個体ごとに最大25部位から試料を収集した。収集した試料は組織標本や超低温保管など、目的用途ごとに調製し、保管する試料アーカイブ体制を構築した。原子力災害に被災した動物試料は取り直しができない、科学的に貴重な試料であ



図2. サンプリングの様子

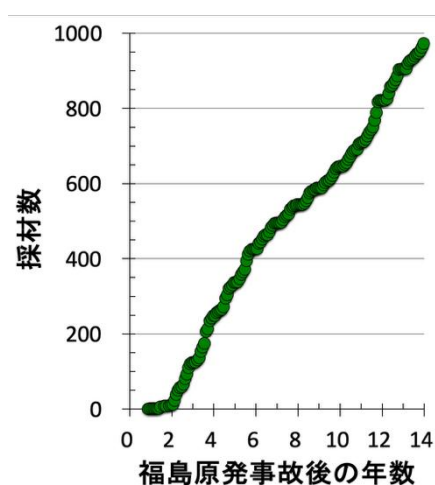


図3. アーカイブ試料収容頭数

るため、本事業の解析で用いる他、将来の解析や研究目的での共同研究における試料提供などを目的として長期保管をしている。2012年から試料アーカイブの構築を開始し、本事業年度に収集した61等を含めると、973頭分の試料を収容している(図3)。

## (2) 被ばく線量評価：試料調製・分析・評価

(<https://masatoshisuzukic7.wixsite.com/my-site-2/%E6%88%90%E6%9E%9C>)

原子力災害被災地の野生動物は、外部被ばくと内部被ばくの複合被ばくが続いている。本事業では被ばくシナリオを作成して、空間線量率や体内の放射性セシウム濃度(図4)からモンテカルロシミュレーション(図5)を用いて野生ニホンザルに最適化した計算によって被ばく線量・線量率を評価した。また、外部被ばく線量について、歯のエナメル質中に放射線被ばくの痕跡として残る炭酸ラジカル量を分析する方法で評価し、シミュレーションによる評価結果と検証を行った。本事業ではシミュレーション評価において、航空機モニタリングデータを活用し、データに基づく環境半減期を計算することによって、評価結果の正確性の改善を試みた。

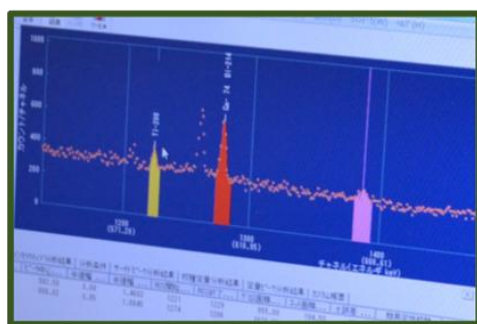


図4. 体内の放射性セシウム濃度の測定例

## モンテカルロシミュレーション

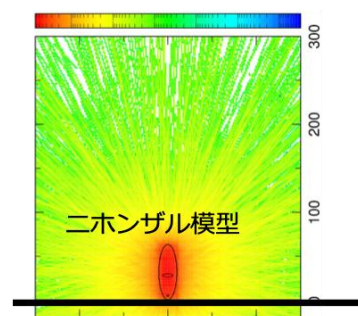


図5. モンテカルロシミュレーションの1例

## (3) 影響評価：試料調製・解析

(<https://masatoshisuzukic7.wixsite.com/my-site-2/%E6%88%90%E6%9E%9C>)

試料採取時に形態変化を目視で確認するとともに、変化が確認されなかった臓器について、分子マーカーを用いて生物変化を解析した。本事業期間では、放射線作業従事者の血漿を用いた解析などで利用されている酸化ストレスマーカーのマロンジアルデヒド(MDA)に加えて、抗酸化酵素であるスーパーオキシドディスムターゼ(SOD)を用いて被ばくと抗酸化能の関連性を検討した。被ばく評価結果と関連付けて解析すると、血漿のMDAが被ばくに依って変化する様子が示されたが、被ばくをしていない個体で解析されたMDA濃度範囲内での変化であることがわかった。このため、低線量・低線量率被ばくによって酸化ストレスマーカーは軽度に変化するものの、放射線障害の原因の一つと考えられている酸化ストレスを誘発していないことが確認された。

## 4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

科学的知見をリスクコミュニケーションや教育の機会に活用することで、微量放射線による被ばく影響の社会的理解の深化と過剰な不安の解消への貢献が期待される。低頻度災害であるが、原子力災害時に迅速かつ適切な対策や支援、および復興の加速化に資する社会風土の醸成に、平時の教育から関与することができる。放射線災害へしなやかに対応できるレジリエントな社会の構築を目指して、本事業で得られた知見および評価システムの活用が期待される。

#### 5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

2011年から現在まで、福島第一原発事故に被災した家畜や野生動物への被ばく影響調査を継続している。野生ニホンザルの調査研究は2012年から継続しており、本事業では事故後14年目の試料収集と評価・解析を実施した。放射線被ばく影響の有無を明らかにするためには切れ目なく継続的な調査研究が必要で、本補助事業によってアーカイブ試料を追加した意義は大きい。また、野生動物の被ばく線量評価の具体化は国際的に取り組みが進められている。本事業ではモニタリングデータに基づく評価法を確立し、評価の正確性向上にむけた開発を実施した。

#### 6 本研究にかかわる知財・発表論文等

(発表論文)

- ① 鈴木正敏、佐藤拓、石川諒椰、磯部理央、千田浩一、福本学：放射線災害後の環境に生息する野生動物の酸化ストレス影響検出法の改良、KEK-Proceedings、2024-6、61-66、2024
- ② 佐藤拓、鈴木正敏、石川諒椰、磯部理央、尾田晃平、小菅楽、岩見聡音、山下琢磨、木野康志、遠藤暁、福本学、千田浩一：福島第一原発事故に被災した野生ニホンザルの血漿と肝臓における酸化ストレス状態の解析、KEK-Proceedings、2024-6、67-72、2024
- ③ T. Yamashita et al., Development of an electron spin resonance spectroscopy code for measuring carbonate radicals in tooth enamel and verification of its practicality using irradiated Japanese macaque teeth. *Int. J. Radiat. Biol.*, *in press*.

#### 7 補助事業に係る成果物

該当なし

#### 8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 東北大学(トウホクダイガク)

住 所： 〒980-0854

宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉519-1176

担 当 者： 特任講師(研究) 鈴木正敏(スズキマサトシ)

担 当 部 署： 災害科学国際研究所(サイガイカガクコクサイケンキュウシヨ)

E - m a i l: masatoshi.suzuki.c7@tohoku.ac.jp

U R L: <https://masatoshisuzukic7.wixsite.com/my-site-2>