

放射線の健康影響に係る研究調査事業 令和7年度 年度報告書

研究課題名	不溶性セシウム粒子の生物影響に関する理解深化を目指す分野横断共同研究
令和7年度研究期間	令和7年4月1日～令和8年2月28日
研究期間	令和5年度～令和7年度（3年目）

	氏名	所属機関・職名
主任研究者	鈴木 正敏	東北大学・特任講師（研究）
分担研究者	二宮 和彦	広島大学・教授
分担研究者	遠藤 暁	広島大学・教授
分担研究者	山田 裕	量子科学技術研究開発機構・専門業務員

キーワード	不溶性セシウム粒子、福島第一原子力発電所事故、局所内部被ばく、線量評価、発がん実験
-------	---

本年度研究成果
I 研究背景 放射性セシウムを濃集した放射性微粒子（不溶性セシウム粒子：CsMPs）が、福島第一原発事故に伴って環境中に放出された。不溶性であることから肺深部に沈着すると内部被ばくの長期化が予想されるため、リスク評価にむけて基礎的な知見を整備する必要がある。 II 目的 性状解析、組織内判定法の開発、生物影響解析を通じて、CsMPsに関する基礎的な知見を整備する。 III 研究方法 土壌から単離した CsMPs に含まれる放射性元素の定量解析、肺組織切片内の CsMPs を判定するマイクロ PIXE 分析、肺への沈着シミュレーションを行った。また、放射性模擬粒子 (RP) を作製し、気管内投与による発がん動物実験については、実施機関の動物実験委員会の承認を受けて実施した。 IV 研究結果、考察及び今後の研究の方針 CsMPs（タイプ B）の ^{137}Cs 放射能に対する ^{90}Sr および Pu 同位体比の平均は、それぞれ 2×10^{-3} と 9.9×10^{-8} であったため、粒子沈着周辺部位の被ばくは主に放射性セシウムによると考えられた（二宮・広島大学）。野生動物の肺のイメージングプレート像で黒点が検出された原因は鉛であることをマイクロ PIXE 分析で実証し、組織内 CsMPs の最終判定手法を開発した（遠藤・広島大学）。過年度に個別に評価した粒子の初期沈着とクリアランスモデルを統合し、動物実験の結果を再現するパラメーターの改良を行った（鈴木・東北大）。さらに、化学発癌物質を用いる高感

度肺がんモデルマウスに 100 mGy 相当の多量の RP を気管内投与した結果、均等被ばくよりも多くの肺腫瘍数が検出された。一方、抗酸化物質 NAC を含有する飼料を与えた結果、RP 投与群の腫瘍数は有意差が確認されない程度の減少傾向を示した（量研機構・山田）。

V 結論

多量の RP の気管内投与による局所内部被ばくと、均等外部被ばくとでは線量分布が大きく異なり、前者においては局所的に高い線量域が存在する。そのため、両者を直接比較して結論を導くことには限界があるものの、今回実施した極端に多量の RP が肺に沈着する不均等内部被ばくにおいて、化学発癌物質によるプロモーション作用を促進する可能性が示唆された。環境保健行政への応用に向けて、環境中と同等の濃度で RP を吸入させた野生型個体を用いた発がん実験が必要となる。

VI 引用文献

なし

VII 令和 7 年度研究成果公表（本研究内容に限る） ※下線は主任研究者・分担研究者（論文：4件）

1. Suzuki M, Endo S, Ninomiya K, Manabe K, Yamada Y, Inaba Y, Chida K, Fukumoto M. Cellular effects induced by insoluble radioactive cesium-bearing microparticles derived from the Fukushima Daiichi nuclear power plant accident. *Int. J. Radiat. Biol.* *in press*.
2. 鈴木正敏、遠藤暁、二宮和彦、真辺健太郎、佐藤拓、和泉哉汰、千田浩一、福本学. 福島県内の土壌から採取した不溶性セシウム粒子による細胞影響解析. *Proceedings of the 26th Workshop on Environmental Radioactivity*. 2025(2): 101-105, 2025.
3. Urayama T, Takamura Y, Yamada K, Kajimoto T, Tanaka K, Suzuki M, Inaba Y, Chida K, Fukumoto M, Endo S. Evaluation of Organ Doses to Japanese Macaques for Internal Dose Using Voxel Phantom. *Low-Dose Radiation Effects on Animals and Ecosystems II*, 59-71, 2026.
4. Suzuki M, Endo S, Ninomiya K, Chida K, Fukumoto M. Differentially expressed genes in normal human epithelial cells exposed to Type B radioactive cesium-bearing microparticles (CsMPs). *Low-Dose Radiation Effects on Animals and Ecosystems II*, 227-238, 2026.

(学会発表)【国際学会/一般発表：4件】

1. Manabe K, Yamada Y, Morioka Y, Ninomiya K, Endo S, Suzuki M. Modeling biokinetics of insoluble cesium-absorbed particles following intratracheal administration in mice. 7th Asia-Pacific Symposium on Radiochemistry, Kunibiki Messe, Matsue, September 15, 2025, Oral.
2. Suzuki M, Endo S, Ninomiya K, Chida K, Fukumoto M. Cellular effects induced by radiocesium-bearing microparticles (CsMPs), 7th Asia-Pacific Symposium on Radiochemistry, Kunibiki Messe, Matsue, September 15, 2025, Poster.
3. Yamada Y, Morioka T, Endo S, Ninomiya K, Manabe K, Suzuki M, Age-dependent internal exposure dose and carcinogenic effects of intratracheal instillation of insoluble radioactive particles in lung tumor-highly susceptible A/J mice. The 68th Annual Meeting of the Japanese Radiation Research Society / The 6th Asian Congress of Radiation Research, International Conference Center Hiroshima, Hiroshima, October 24, 2025, Oral.

4. Suzuki M, Endo S, Ninomiya K, Manabe K, Yamada Y, Chida K, Fukumoto M. Cellular effects induced by insoluble radioactive cesium-bearing microparticles derived from the Fukushima Daiichi nuclear power plant accident. The 68th Annual Meeting of the Japanese Radiation Research Society/ The 6th Asian Congress of Radiation Research. International Conference Center Hiroshima, Hiroshima, October 25, 2025, Oral.

【国内学会/一般発表：2件】

1. 鈴木正敏、遠藤暁、二宮和彦、千田浩一、福本学、不溶性セシウム粒子による遺伝子発現への影響、第10回福島原発事故による周辺生物への影響に関する勉強会、2025年11月8日、広島大学
2. 鈴木正敏、遠藤暁、二宮和彦、千田浩一、福本学、遺伝子発現変化から考察する不溶性セシウム粒子の性状と生物応答の関連性、第27回「環境放射能」研究会、2026年3月13日、高エネルギー加速器研究機構