

テーマ（２） 身体面・心理面の健康に関する研究

- 2-1 低線量率放射線発がんリスクの予測モデル構築及び遺伝的素因に関する基礎的研究
主任研究者：今岡 達彦（量子科学技術研究開発機構）……………1
若手研究項目「Brca1 遺伝子欠損個体の低線量率放射線影響の機序解明」
若手研究者：永田 健斗（量子科学技術研究開発機構）……………4
- 2-2 低線量被ばくによる発がん高感受性臓器のがんに至る細胞動態解明
主任研究者：飯塚 大輔（量子科学技術研究開発機構）……………7
- 2-3 セシウム 137 による慢性的低線量内部被ばくマウスの体細胞・生殖細胞における DNA 塩基配列への影響—全ゲノム解析による継世代影響の統計解析—
主任研究者：中島 裕夫（大阪大学）……………10
- 2-4 放射線によるゲノム変異（放射線の爪あと）とそれに起因する発がんを高感度に検出できるマウスを用いた、低線量・低線量率放射線発がんリスク評価研究とそのメカニズム解明
主任研究者：笹谷 めぐみ（広島大学）……………14
分担研究者：金井 昭教（東京大学）
- 2-5 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
主任研究者：鈴木 正敏（東北大学）……………17
分担研究者：二宮 和彦（広島大学）
分担研究者：遠藤 暁（広島大学）
分担研究者：山田 裕（量子科学技術研究開発機構）
- 2-6 福島県内における東日本大震災前後の停留精巣患者数の実態調査
主任研究者：小島 祥敬（福島県立医科大学）……………20
- 2-7 福島原発事故後の二次的健康影響に関するまとめとその意識調査に基づいた情報発信に関する研究
主任研究者：坪倉 正治（福島県立医科大学）……………23

- 2-8 原子力発電所事故後の避難住民・帰還住民における健康寿命に関わる震災関連及び身体心理社会的要因についての統合データベースの作成と要因検討
主任研究者：大平 哲也（福島県立医科大学）…………… 27
- 2-9 放射線による健康影響不安を考慮した AYA 世代がん患者に対する包括的なピアサポート体制の構築
主任研究者：佐治 重衡（福島県立医科大学）…………… 31
分担研究者：桜井 なおみ（キャンサー・ソリューションズ株式会社）

放射線の健康影響に係る研究調査事業 令和6年度年度報告書

研究課題名	低線量率放射線発がんリスクの予測モデル構築及び遺伝的素因に関する基礎的研究
令和6年度研究期間	令和6年4月1日～令和7年2月28日
研究期間	令和4年度～令和6年度（3年目）

	氏名	所属機関・職名
主任研究者	今岡 達彦	量子科学技術研究開発機構・部長
分担研究者		
若手研究者	永田 健斗	量子科学技術研究開発機構・主任研究員

キーワード	低線量率放射線、がんリスク、モデル、乳がん、遺伝的素因
-------	-----------------------------

本年度研究成果
<p>I 研究背景</p> <p>放射線の健康への影響の科学的解明とその国民による理解は、福島原発事故の影響を受けた住民の健康管理及び放射線への不安がもたらす社会問題への対処等における重要な基盤である。DNA 二重鎖切断は放射線が人間の体に直接起こす深刻な作用であり、がんの原因となる。1%以上の方が DNA 二重鎖切断修復関連遺伝子の変異を持つことが近年わかっており¹⁾、とりわけ <i>Brcal</i> 遺伝子変異は乳がんを初めとする様々ながんのリスクを大きく高める²⁾。一方、放射線の健康影響に関する一般的情報は「多くの人の平均値」であって、高感受性個人の健康管理やそれに関連する不安への対処には十分でない。この課題に対しては、遺伝的素因による放射線影響の修飾の科学的知見が必要である。</p> <p>II 目的</p> <p>本事業では、令和1～3年度に構築したラット放射線関連乳がんリスク予測モデルをヒトに適用可能なものに拡張し、さらに、低線量率放射線の影響に対する遺伝的素因の効果を評価するための基礎的知見を得ることを目的とする。本研究では、低線量率放射線によるヒト乳がんリスクを予測するモデルを構築するとともに（研究項目1）、DNA 二重鎖切断修復遺伝子 <i>Brcal</i> に関連した遺伝的素因（乳がん高リスク因子）を持つ場合へ拡張し（研究項目2）、遺伝的素因の効果の機序について基礎的な解明を行う（若手研究）。本年度は、令和5年度に構築したヒトの乳がんリスクを予測する数理モデルを用いて住民のリスクシミュレーションを行い、令和4年度に放射線を照射した <i>Brcal</i> 遺伝子変異ラット及び野生型ラットの飼育、触診及び生検診断を令和5年度に引き続き継続して、乳がん発生率について統計解析の結果を得る。これらを総合して、低線量率放射線の影響に対する <i>Brcal</i> に関連した遺伝的素因の効果に関する結論を得る。</p> <p>III 研究方法</p>

研究項目 1 においては、「原子放射線の影響に関する国連科学委員会」2020 年報告書に示されたモデルに基づいて、福島原発事故に関連する被ばく線量のシミュレーションを行った。また、令和 5 年度に最適化を行った数理モデルを用いて、その被ばくシナリオにおける乳がんリスクのシミュレーションを行った。また、数理モデルのパラメータ調整を行い、 $Brcal^{+/-}$ 女性の乳がんリスクに関する文献上の情報及び $Brcal^{L63X/+}$ ラットのデータを説明可能にした。そして、福島原発事故に関連するシナリオで $Brcal^{+/-}$ 女性が低線量率放射線に被ばくする想定シミュレーションを行った。研究項目 2 においては、令和 5 年度に引き続き、非照射群、低線量率照射群（線量率 0.1 mGy/分にて累積 2 Gy 及び 0.2 mGy/分にて 4 Gy）及び高線量率照射群（約 0.4 Gy/分にて 1 もしくは 2 Gy）の $Brcal^{L63X/+}$ ラット及び $Brcal^{+/+}$ ラットの触知腫瘍の生検診断、計画された人道的エンドポイントに到達した個体の剖検を継続し、得られたデータの統計解析を行った。若手研究においては、 $Brcal^{L63X/+}$ ラット及び $Brcal^{+/+}$ ラットの低線量率及び高線量率被ばく後 10 日の遺伝子発現解析を行った。所属機関における遺伝子組換え安全委員会（R6-13）及び動物実験委員会（21-1013、22-1006）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方針

（研究項目 1）数理モデルのヒト乳腺への拡張

遺伝的素因を仮定しない条件でのシミュレーションでは、福島原発事故時に 10 歳とする被ばくシナリオで 70 歳に到達した場合、乳がんリスクは被ばくしない場合の約 1.01 倍であると予測された。また、 $Brcal$ 遺伝子に関連する遺伝的素因を仮定した数理モデルによるシミュレーションでは、70 歳に到達した時点での乳がんリスクは、被ばくしない場合の約 1.04 倍であると予測された。モデルに使用したパラメータの不確実性に起因するリスク推定値の 95%信頼区間をモンテカルロ法によって評価すると点推定値の約 0.5~2 倍の範囲であった。1.01~1.04 倍といった変動は不確実性に比べてはるかに小さいものであると言える。

（研究項目 2） $Brcal$ 遺伝子欠損個体の影響評価

令和 5 年度に引き続き、非照射群、低線量率及び高線量率照射群の $Brcal^{L63X/+}$ 個体及び $Brcal^{+/+}$ ラットの触知腫瘍の生検診断、計画された人道的エンドポイントに到達した個体の剖検を継続し、全個体について完了した。得られたデータの統計解析を行ったところ、 $Brcal^{L63X/+}$ ラットの乳がんリスク（1 Gy 換算）は高線量率照射で約 1.4 倍、低線量率照射では約 1.0 倍であった。すなわち、低線量率では乳がんリスクがほとんど増加しなかった。

（若手研究） $Brcal$ 遺伝子欠損個体の低線量率放射線影響の機序解明

高線量率照射から 10 日後の $Brcal^{L63X/+}$ ラットの乳腺では、 $Brcal^{+/+}$ ラットには見られない炎症に関連する変化が見られ、これは低線量率では観察されなかった。これは、低線量率では $Brcal^{L63X/+}$ ラットの乳がんリスクがほとんど変化しない理由を説明している。

V 結論

以上のように、福島原発事故の放射線被ばくに関連する $Brcal^{+/-}$ 女性の乳がんリスクは非常に小さいことが、数理モデルによるシミュレーション及び動物実験の両方によって予測された。この知見は、不安対策や健康管理といった環境保健行政のために有用なものである。

引用文献

- 1) Hu C, Hart SN, Gnanaolivu R et al. A population-based study of genes previously implicated in breast cancer, *N. Engl. J. Med.*, 2021; 384: 440–451.
- 2) Momozawa Y, Sasai R, Usui Y et al. Expansion of cancer risk profile for BRCA1 and BRCA2 pathogenic variants, *JAMA Oncol.*, 2022; 8: 871–878.

放射線の健康影響に係る研究調査事業 令和6年度年度報告書

研究課題名	低線量率放射線発がんリスクの予測モデル構築及び遺伝的素因に関する基礎的研究（若手研究：Brca1 遺伝子欠損個体の低線量率放射線影響の機序解明）
令和6年度研究期間	令和6年4月1日～令和7年2月28日
研究期間	令和4年度～令和6年度（3年目）

	氏名	所属機関・職名
主任研究者	今岡達彦	量子科学技術研究開発機構・部長
分担研究者		
若手研究者	永田健斗	量子科学技術研究開発機構・主任研究員

キーワード	低線量率放射線、DNA 損傷、Brca1 遺伝子、線量率効果、乳腺
-------	-----------------------------------

本年度研究成果
<p>I 研究背景</p> <p>東京電力福島第一原子力発電所事故以降、福島第一原発周辺地域では放射性物質による居住地の汚染により一部の住民は避難を余儀なくされており、住民への健康不安対策の充実や、放射線被ばく影響に関する正しい情報を提供することは重要な課題である。日本における原爆被爆者の疫学的等研究により高線量率放射線による健康影響のリスクが明らかとされてきた。一方で、低線量率の連続的な被ばくによるヒトの健康影響のリスク評価には不確実性がある。</p> <p>放射線などにより生じた DNA 二重鎖切断は、細胞に存在する修復関連タンパクによって修復される。DNA 二重鎖切断が修復されずに残存すると、不正確な機構で修復されて変異が生じ、発がんの機会を作ると考えられる。DNA 損傷修復関連タンパクの一つである BRCA1 をコードする遺伝子 <i>BRCA1</i> と DNA 損傷部位に集積する 53BP1 は拮抗的に作用し、非相同末端結合による損傷修復、相同組換え修復の機構を選択して修復を行う¹⁾。BRCA1 遺伝子は日本人を含む人類で数百人に 1 人がその変異を持ち、この変異を両親の一方から受け継ぐと乳がん、卵巣がん、膵臓がん、前立腺がん等のリスクが高まる。Brca1 に変異をもつ女性では医療用 X 線の被ばくにより乳がんのリスクが高まるという報告例もあるが不確実性が高い。一方で大規模な動物実験において、高線量率の放射線に被ばくした Brca1 遺伝子ヘテロ接合性変異を持つ個体では、野生型に比べて乳がん発生率が高くなる²⁾。しかし放射線被ばく後に乳がんの発生に至るまでの詳細なメカニズムについてはよくわかっていない。</p> <p>II 目的</p> <p>Brca1 遺伝子欠損個体において、低線量率放射線被ばく後の過程の DNA 二重鎖切断修復動態や、Brca1 下流遺伝子の遺伝子発現を解明する。</p> <p>III 研究方法</p>

凍結保存した乳腺組織から RNA 抽出キット（キアゲン社、RNeasy Micro Kit）を用いて totalRNA を抽出した。遺伝子発現解析に必要なデータの取得はアゼンタ株式会社に委託し、取得したデータを用いてサンプル間の発現変動遺伝子の抽出およびその機能のバイオインフォマティクス解析を実施した。

（倫理面への配慮）動物実験及び遺伝子組換え実験については、量子科学技術研究開発機構の動物実験委員会（承認番号 22-1006）及び遺伝子組換え実験委員会（承認番号 R6-13）の承認の下に行った。人を対象とする研究には該当しない。

IV 研究結果、考察及び今後の研究方針

令和 6 年度は、放射線を照射し一定時間後に回収したラット乳腺組織（令和 4 年度に収集）から抽出した RNA のシーケンス解析を行い、放射線被ばく後の発現変動遺伝子の抽出およびその機能のバイオインフォマティクス解析を実施した。

放射線被ばく後 10 日における *Brcal* ヘテロ欠損個体の乳腺組織では炎症に関する遺伝子の発現が有意に増加した。さらに *Brcal* 変異乳腺組織においては低線量率被ばくに比べ高線量率被ばくで炎症に関わる遺伝子の発現が有意に増加し、炎症が乳腺内腔細胞の近傍で生じていることを蛍光免疫染色法で確認した。た、すでにデータベースで公開されている *BRCA1* が転写調節因子としての標的になり得る遺伝子は 1757 個あるが、そのうち 11 遺伝子が高線量率の放射線被ばくによって遺伝子発現の変動を示した。そのうち乳腺分化に関する一遺伝子について組織中のタンパク質の局在を検討したところ、野生型と *Brcal* 変異体ともに内腔細胞に局在することを確認した。以上の知見は、“低線量率照射よりも高線量率照射で発がんが促進される”という主任研究者の研究の結論をメカニズムの観点から補強し、支持するものである。

V 結論

Brcal 変異体において低線量率照射よりも高線量率照射で発がんが促進されることのメカニズムの一つとして、乳腺組織における炎症の関与が示唆される。

引用文献

- 1) Shibata A and P A Jeggo. Roles for the DNA-PK complex and 53BP1 in protecting ends from resection during DNA double-strand break repair, *J Radiat Res* 2020; 61(5), 718–726.
- 2) Nakamura Y, Kubota J, Nishimura Y et al. *Brcal*^{L63X/+} rat is a novel model of human BRCA1 deficiency displaying susceptibility to radiation-induced mammary cancer, *Cancer Sci* 2022; 113: 3362–3375.

放射線の健康影響に係る研究調査事業 令和6年度年度報告書

研究課題名	低線量被ばくによる発がん高感受性臓器のがんに至る細胞動態解明
令和6年度研究期間	令和6年4月1日～令和7年2月28日
研究期間	令和4年度～令和6年度（3年目）

	氏名	所属機関・職名
主任研究者	飯塚 大輔	国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構放射線医学研究所 放射線影響予防研究部老化・炎症研究グループ・グループリーダー
分担研究者		
若手研究者		

キーワード	組織幹細胞、細胞系譜追跡、細胞動態、放射線発がんメカニズム、低線量被ばく、 発がん高感受性臓器
-------	--

本年度研究成果

I 研究背景

福島原発事故以来、特に子どもの被ばくによる将来的な健康影響（がんリスクの上昇）が近隣住民を中心に大きな不安材料として残されている。環境省「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料」でも100 mSv (mGy) 未満では発がんリスクを検出することが難しいとされる。疫学だけでは低線量被ばくリスクを完全に明らかにするには困難である。そのため、生物学の成果との統合が必要であり、発がんメカニズムに基づく低線量被ばくリスクの解明が求められている¹⁾。放射線発がんのメカニズム解明は、主に放射線発がんの「痕跡」（放射線被ばく特異的ゲノム変異）を探すアプローチで行われている。しかしながら、チヨルノーベリ原発事故後に見られたヒト小児甲状腺がんでも明確な痕跡にたどり着いてはいない²⁾。このことは、ゲノム変異以外のアプローチ、すなわち細胞の増殖速度や自己複製能などのがんを構成する個々の細胞の特徴や細胞同士の相互作用（細胞競合）の解析が放射線発がんメカニズムの解明に重要であることを示唆している。

II 目的

本研究では、放射線発がん感受性の高い乳腺と肺に注目し、細胞系譜追跡により100 mGy やそれ以下の低線量被ばく後のがんに至る細胞動態を明らかにすることを目的としている。

III 研究方法

本研究は国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構千葉地区遺伝子組換え実験安全委員会（番号：H29-03-7）および動物実験委員会（番号：20-1014-3）の承認を得て実施した。

実施項目 1. 乳腺の低線量被ばくによる細胞動態解析

細胞系譜追跡実験では乳管を形成する二種類の内腔および基底細胞の動態を、ケラチン8もしくはケラチン14の遺伝子プロモーターを用いて追跡した。「(2) クローン増殖変化と前癌病変の関連の

証明」では、被ばく後、中長期（12週間以上）の観察を行い、単一の蛍光たんぱく質で標識された細胞集団からなる、クローン性増殖や形態学的に正常な乳管構造とは異なる過形成等を探索した。さらに、放射線誘発乳がんリスクが高い BALB/c-*Trp53*^{+/+}マウスにおいても細胞系譜追跡を行った。

「(3)クローン増殖分子メカニズム解明」では過去に、被ばくによりクローン拡大の抑制と細胞の分化異常があることを見出した。この分子メカニズムを明らかにするために主に遺伝子発現解析を行った。「(4)系統差を利用した発がん関連メカニズムの絞り込み」では乳がんになりにくいオリジナルの系統と BALB/c 系統との比較により、発がんメカニズムを明らかにできると考えられ、クローン増殖の変化や遺伝子発現の変化を解析した。「(5)住民の不安等軽減に資する取り組み」では、得られたデータのヒトへの外挿を目指し、シミュレーションに取り込む方向性を検討した。

実施項目 2. 放射線発がん感受性の高い臓器肺の低線量被ばくによる細胞動態解析

「(2)クローン拡大の解析」では、すべての細胞で発現する *Rosa26* 遺伝子プロモーターを用いて追跡した。放射線被ばく後、経時的に肺を採取し、単一の蛍光たんぱく質で標識された細胞集団からなる、クローン性増殖の変化を探索した。

IV 研究結果、考察及び今後の研究方針

実施項目 1 では、乳腺における中長期にわたるクローン増殖変化と前癌病変の関連について解析した。オリジナルの系統に比べ、BALB/c 系統での乳腺基底細胞追跡では、2 Gy 被ばくで拡大を続けるクローンが一部観察された。しかしながら、解析できた限りではそのようなクローン拡大と前癌病変との関連は見いだせなかったが、網羅的な遺伝子発現解析から、乳腺全体として発がんの方向に進んでいることが示唆された。系統差を利用した発がん関連メカニズムの解析では、網羅的な遺伝子発現解析により、オリジナルの系統に比べ BALB/c 系統で被ばくにより細胞外マトリックスなどの周囲環境の変化が示唆された。本研究で得られたデータをシミュレーションに取り込む方向性を検討した。「クローン拡大の線量依存性」の要素をモデルに取り込んで行くべきと考えられた。

実施項目 2 では、肺の短期から長期の被ばくによる細胞動態解析を行ったところ、クローンサイズの変化について、4 Gy 被ばくしても拡大を続ける一部のクローンが観察された。

以上より、BALB/c 系統ではごく一部、高線量被ばくにより長期間にわたり拡大するクローンが観察され、これが発がんに関与する可能性が示唆された。将来的にはクローン拡大とがんの関係を明らかにするための動物実験を行うとともに、この被ばくによるクローン拡大の変化でヒトの発がんリスクを外挿できるのかの検証を行う必要がある。

V 結論

放射線発がん感受性の高い乳腺と肺に注目し、細胞系譜追跡により低線量被ばく後のがんに至る細胞動態を解析した。これらの成果は最終的に、環境省統一資料のさらなる充実や、低線量被ばくのがんリスクを理解するために近年注目されている「有害性発現経路」のアプローチ³⁾におけるバイオマーカーになることを通した放射線防護のさらなる精緻化、福島原発事故の近隣住民などの不安解消と健康増進に役立つことが期待される。また、本研究で得られた基礎的データは、論文発表するとともにホームページや所属機関の一般公開などで随時、発信していきたい。

引用文献

- 1) NCRP 2015. Health Effects of Low Doses of Radiation: Perspectives on Integrating Radiation Biology and Epidemiology. *NCRP Commentary No. 24*, 2015.
- 2) Morton LM, Karyadi DM, Stewart C, et al. Radiation-related genomic profile of papillary thyroid carcinoma after the Chernobyl accident. *Science*, 2021; 372: eabg2538.
- 3) Stainforth R, Schuemann J, McNamara AL, et al., Challenges in the quantification approach to a radiation relevant adverse outcome pathway for lung cancer. *Int. J. Radiat. Biol.*, 2021; 97: 85-101.

放射線の健康影響に係る研究調査事業 令和6年度年度報告書

研究課題名	セシウム 137 による慢性的低線量内部被ばくマウスの体細胞・生殖細胞における DNA 塩基配列への影響—全ゲノム解析による継世代影響の統計解析—
令和6年度研究期間	令和6年4月1日～令和7年2月28日
研究期間	令和4年度～令和6年度（3年目）

	氏名	所属機関・職名
主任研究者	中島 裕夫	大阪大学核物理研究センター・特任教授
分担研究者		
若手研究者		

キーワード	低線量放射線、セシウム 137、内部被ばく、突然変異、発がん、福島原発事故
-------	---------------------------------------

本年度研究成果
<p>I 研究背景</p> <p>これまでの原爆^{1,2)}や医療被ばく^{3,4)}レベルでの疫学的調査においては、次世代への影響が認められていない。さらに、原爆被爆者⁵⁾やチェルノブイリ原発事故除染作業員⁶⁾の子供の全 DNA 塩基配列変異の調査においても次世代への DNA レベルの影響は認められていない。しかし、それにもかかわらず、被爆2世への遺伝性影響の存否に関しては地方裁判所で係争した経緯があり、福島原発事故においても、遺伝性影響が憂慮されることとなっている。このようなことから福島原発事故での遺伝性影響の懸念が社会通念的に認められてしまうことは、遺伝差別への大きな流れにもなりかねず憂慮される事態である。このような憂慮をできる限り小さくすることが喫緊の課題と考えられる。</p> <p>II 目的</p> <p>これまでの、放射線健康管理・健康不安対策事業（放射線の健康影響に係る研究調査事業）研究で報告した結果は、当時、解析費用が高額であったため、多世代中の異なる6つの任意世代のそれぞれ1匹の全ゲノム解析データを各世代で比較して、セシウム投与群と対照群間で差がないことを示したものであるが、各世代における統計学的な脆弱性は否めない。しかし、昨今は、この解析費用が低額になったことで、1世代3匹以上のマウスサンプルを使い、各世代で、さらに詳細な、また統計学的に充分耐えられる解析を行うことが可能となった。そこで、本研究の目的は、セシウム 137 水を飲ませながら世代交代を40世代以上行ったこれまでの受託研究で集積し、冷凍保存したマウスサンプルをもとに、全ゲノム解析を行い、セシウム 137 の内部被ばくによる1世代あたりの無作用量の範囲を統計学的に耐えうる数値として示すことである。</p> <p>III 研究方法</p> <p>1) 兄妹交配を20世代行ったA/Jマウスの1ペアをオリジン(F0)とし、その同腹仔をセシウム 137</p>

水 (100,000 Bq/ℓ) 投与群と対照群に分けて、兄妹交配を行った。そして、得られた第 25 世代目 (F25) を令和 4 年度の研究として、その後の令和 6 年度までに得られた第 32 世代目 (F32) を令和 6 年度の研究として、それぞれ 3 匹ずつの雄マウスの肝臓から DNA を抽出した。抽出した DNA を理研ジェネシスに委託し、イルミナ社の NovaSeq6000 にて、Read length: 150、Paired-end、Multiplex 法でマウスの全ゲノム解析を行った。

- 2) 放射線や発がん物質にも高感受性であるミスマッチ修復欠損マウス (*Msh2* -/-)、および野生型マウス (*Msh2* +/+) のそれぞれにセシウム 137 水 (2500q/ml) を 4 週間飲料水として自由摂取させ (体細胞突然変異が有意に増加する線量)、セシウム 137 水を飲ませていない雌マウスとの交配によって得られた子供マウスのそれぞれ 3 匹ずつと親マウスの DNA を肝臓より抽出し、A/J と同様に全ゲノム解析を 1 世代の親子トリオ解析として行った。
- 3) A/J と同様の実験で野生型マウス系統 C57BL/6J の第 10 世代目 (1 ペアをオリジン (F0) としての F10) と、その後、兄妹交配を 3 世代進めた第 13 世代目 (F13) のセシウム 137 投与群、対照群のそれぞれ 2 匹ずつ計 10 匹の全ゲノム解析を行った。
- 4) 令和 6 年度の本研究では、共同研究するいずれの研究機関においてもヒトの個人情報、サンプル等を研究対象としていない。また、本実験の動物実験に関しては、大阪大学動物実験規程のもと、動物実験委員会の承認を得て行った (承認番号: 第 動医 02-005-000 号、有効期限: 2025/03/31)。なお、放射性同位元素利用施設内での動物飼育については、大阪大学医学系研究科飼養保管施設等設置の承認を受け (承認番号 飼医 19-01-0 号)、放射性同位元素利用施設内での実験操作に関しては、大阪大学ラジオアイソトープ総合センター放射線障害予防規定を遵守して行った。

IV 研究結果、考察及び今後の研究方針

- 1) セシウム 137 水を飲料水として飲ませ続け、慢性的に低線量・低線量率内部被ばく (1 世代平均 37mGy) させ続けた A/J 系統マウスの 32 世代目における対照群との全ゲノム比較解析結果では、これまでの結果と同様に対照群を超える DNA レベルの遺伝性影響は認められなかった。
- 2) DNA 修復系が欠損した放射線高感受性の *Msh2* 遺伝子欠損マウスの雄に、A/J マウス実験の 25 倍の高濃度セシウム水 (2,500,000 Bq / ℓ) を 4 週間飲水させた (平均積算線量 76.7mGy)。その後、セシウム 137 に曝露させていない C57BL/6 系統の雌マウスとの交配により仔を得て、セシウム 137 投与群と対照群のそれぞれ親仔マウス全ゲノム解析を行った。その結果、セシウム 137 水を飲水した *Msh2* 遺伝子欠損雄マウス由来の仔では、一塩基置換型変異および挿入欠失型変異の発生頻度が対照群より有意に増加していた。
- 3) 一方、DNA 修復系が正常な C57BL/6 マウスの雄を用いて同様の実験を行った場合では、いずれの変異頻度についても対照群との間に有意な差は認められなかった。

V 結論

今年度の結果から、本研究で使用した検出系は、高濃度セシウム 137 水飲水で確実に DNA 塩基配列の変異を検出できる検出系であることが示された。それと同時に、DNA 修復系が正常の C57BL/6J マウス系統では、A/J マウス実験の 25 倍の高濃度セシウム 137 水ですら、仔マウスに対照群を超えるような DNA 塩基配列変異を起こす影響がなかったことがわかった。

本研究において A/J マウスに摂取させたセシウム 137 の濃度は、国際食品基準 (CODEX) ⁷⁾ の 100 倍、日本の食品基準 ⁸⁾ の 1,000 倍、水の基準の 10,000 倍である。過去の研究で、放射線による遺伝性影響が確認されている自然突然変異率がヒトとほぼ同じマウスですら、本実験におけるセシウム 137

濃度 (10,000 Bq/l) では、多世代に渡って遺伝性影響が認められなかった。

以上のことから、日本におけるセシウム 137 の現行規制値以下の食品や水の摂取において、遺伝性影響に対する安心度は十二分に担保されていると言え、リスクコミュニケーションでの安心説明の一助に資する期待ができる。なお、令和 5 年までの結果については *International Journal of Radiation Biology* (2024) に論文発表した⁹⁾。

引用文献

- 1) Neel JV, Schull WJ, Awa AA, *et al.* The children of parents exposed to atomic bombs: estimates of the genetic doubling dose of radiation for humans. *Am J Hum Genet.*, 1990; 46(6):1053–1072.
- 2) Izumi S, Suyama A, Koyama K. Radiation-related mortality among offspring of atomic bomb survivors: a half-century of follow-up. *Int J Cancer.* 2003; 107(2):292–297. doi:10.1002/ijc.11400
- 3) Green DM, Kawashima T, Stovall M, *et al.* 2009. Fertility of female survivors of childhood cancer: a report from the childhood cancer survivor study. *J Clin Oncol.* 27(16):2677–2685. doi:10.1200/JCO.2008.20.1541
- 4) Winther JF, Olsen JH, Wu H, *et al.* Genetic disease in the children of Danish survivors of childhood and adolescent cancer. *J Clin Oncol.*, 2012;30(1):27–33. doi:10.1200/JCO.2011.35.0504
- 5) Horai M, Mishima H, Hayashida C, *et al.* Detection of de novo single nucleotide variants in offspring of atomic-bomb survivors close to the hypocenter by whole-genome sequencing. *J Hum Genet.* 2018;63(3):357–363. doi:10.1038/s10038-017-0392-9
- 6) Yeager M, Machiela MJ, Kothiyal P, *et al.* Lack of transgenerational effects of ionizing radiation exposure from the Chernobyl accident. *Science.* 2021;372(6543):725–729. doi:10.1126/science.abg2365
- 7) GENERAL STANDARD FOR CONTAMINANTS AND TOXINS IN FOOD AND FEED CXS 193-1995 Adopted in 1995 Revised in 1997, 2006, 2008, 2009 Amended in 2010, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2021, 2022, 2023. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/fr/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B193-1995%252FCXS_193e.pdf
- 8) 食品中の放射性物質の対策と現状について、厚生労働省健康・生活衛生局 chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.mhlw.go.jp/content/001336143.pdf（厚生労働省薬事・食品衛生審議会、食品安全委員会、放射線審議会で平成 24 年 4 月に設定、令和 6 年 4 月 1 日以降；食品衛生基準行政は消費者庁に移管）。
- 9) Nakajima H, Ohno M, Uno K, *et al.* Effects of generational low dose-rate ¹³⁷Cs internal exposure in descendant mice. *Int. J. Radiat. Biol.*, 2024; 100(11): 1560–1578. <https://doi.org/10.1080/09553002.2024.2400521>

放射線の健康影響に係る研究調査事業 令和6年度年度報告書

研究課題名	放射線によるゲノム変異（放射線の爪あと）とそれに起因する発がんを高感度に検出できるマウスを用いた、低線量・低線量率放射線発がんリスク評価研究とそのメカニズム解明
令和6年度研究期間	令和6年4月1日～令和7年2月28日
研究期間	令和4年度～令和6年度（3年目）

	氏名	所属機関・職名
主任研究者	笹谷 めぐみ	広島大学・准教授
分担研究者	金井 昭教	東京大学・特任准教授
若手研究者		

キーワード	放射線発がん、低線量・低線量率、線量率効果、ゲノムの爪痕、がんの微小環境
-------	--------------------------------------

本年度研究成果
<p>I 研究背景</p> <p>福島原発事故以降、低線量・低線量率放射線の健康影響に対する科学的な知見不足が社会不安を生じさせた。現在、ヒト疫学調査からは、低線量域のリスクや線量率効果に関する知見は十分といえず、疫学調査のみによるリスク解明には限界がある¹⁻⁵⁾。そのため、動物実験で得られた低線量・低線量率発がんについての詳細な知見とゲノムレベルでのメカニズム解明は、大規模疫学調査結果を補完することを可能にし、リスク評価が格段に進歩すると期待される。我々は長年に亘り、放射線発がんリスク評価とそのメカニズム解明を目指した研究を続けており、①低線量域の発がん放射線の爪痕を高感度に検出できる、②線量率効果の分子機構が解明できる、③放射線発がん感受性の年齢依存性が解明できる、という利点を有するマウスを作成した。</p> <p>II 目的</p> <p>本研究の目的は、上述した放射線に高発がん性を示すマウスを用いて、低線量・低線量率被ばくによる発がんリスク及び、幼体期と成体期における線量率効果に関する科学的知見を得ることである。</p> <p>III 研究方法</p> <p><u>III-1:100 mGy 以下の低線量放射線被ばくによる発がん感受性</u></p> <p>上記に記載した放射線発がん高感受性マウスを用いて、様々な線量を用いた放射線発がん実験を行った。生後約30週齢の時点でマウスを屠殺し、小腸、大腸を採取し、顕微鏡下で腫瘍数、腫瘍サイズの計測を行った。また、得られた腫瘍を採取しDNA抽出を行い、ヘテロ接合性の消失(Loss of heterozygosity: LOH)解析から変異を同定し、放射線の爪あと解析を行った。また、放射線によるがんのプロモーション作用を解析するために行った発がん実験で得られた腫瘍を用いて、次世代シーケンサーを用いた解析を行った（研究分担：東大金井）。</p> <p><u>III-2. 低線量率放射線発がんリスク評価研究と、子どもから大人における放射線発がんの線量率効果</u></p>

とそのメカニズム解明

III-1. で用いた世代の異なるマウス(幼体期マウスから成体期マウス)を準備し、異なる線量率の放射線発がん実験を行った。マウスを屠殺後、小腸、大腸を採取し、顕微鏡下で腫瘍数、腫瘍サイズの計測を行った。得られた腫瘍を採取し、放射線の爪あと解析を開始した。

本研究は、「研究機関等における動物実験等の実施に関する基本指針」等に従い、広島大学に実験計画を申請し、承認を得研究を実施した。また、「放射性同位元素等の規制に関する法律」に基づき広島大学原爆放射線医科学研究所放射線障害予防規程にしたがって承認を得て行った。

IV 研究結果、考察及び今後の研究方針

IV-1. 100 mGy 以下の低線量・低線量率被ばくによる発がんリスク評価

放射線被ばくに高発がん性を示すモデルマウスを準備し、幼体期(生後2週齢)で様々な線量の放射線発がん実験を行った。幼体期では、線量依存的に線形で腫瘍数が増加し、しきい値なし直線モデルが最も当てはまる線量効果反応関係が得られた。今回の実験条件、解析数では、100 mGy 以上の照射で有意な腫瘍数の増加が観察され、それ以下の照射では有意な腫瘍数の増加は観察されなかった。一方、成体期(生後10週齢)で発がん実験を行った結果、しきい値あり直線モデルが当てはまるような線量効果反応が得られた。ゲノムの爪あと解析から、幼体期・成体期ともに欠失が放射線の爪あととして検出され、単位線量あたりの欠失を有する腫瘍数は、成体期よりも幼体期の方が多結果が得られた。分担研究として、放射線による発がんプロモーションに関与する遺伝子の探索を行うために最適な放射線発がん実験を確立し、非照射群、照射群の各群から、腺腫、腺がんを採取し、抽出したDNA、RNAを用いて、次世代シーケンサーによる解析を行った。その結果、照射群では、サイトカインやケモカイン等炎症に関わる遺伝子群が、照射群の腺がんにおいて高発現する結果が得られた。(研究分担：東大金井)。

IV-2. 低線量率放射線発がんリスク評価研究と、子ども(幼体期)から大人(成体期)における放射線発がんの線量率効果とそのメカニズム解明

幼体期から成体期における放射線発がんの線量率効果を解析するために、幼体期は総線量2 Gy、成体期は総線量5 Gyの線量率の異なる放射線発がん実験(幼体期：706 Gy/day、1 Gy/day、0.1 Gy/day、0.01 Gy/day、成体期：706 Gy/day、1 Gy/day、0.1 Gy/day、0.025 Gy/day)を行った。放射線誘発腫瘍数において、幼体期、成体期ともに線量率効果が観察されたが、成体期では、高線量率(706 Gy/day)のみ有意な腫瘍数の増加が観察されたが、それ以外の照射群では有意な腫瘍数の増加は観察されなかった。一方、幼体期では、全ての照射群において有意な腫瘍数の増加が観察され、線量率が高くなるにつれて腫瘍数が増加し、成体期ほど明らかな線量率効果は観察されなかった。単位線量あたりの線量率効果係数を算出した結果、幼体期よりも成体期の方が線量率効果係数が高かった。また、幼体期では、年齢感受性の調整が線量率効果係数に大きく影響を与えることが明らかになった。

上記で得られた科学的知見を国内外の学会等で発表した。また研究会を企画し、放射線の健康影響に対する不安軽減にむけた活動を行った。

V 結論

高線量率放射線被ばくにより誘発される腫瘍数に対する線量効果反応は、幼体期ではしきい値なし直線モデルが、成体期ではしきい値あり直線モデルが最も当てはまることが示された。一方、今回行った実験条件における単位線量あたりの線量率効果係数は幼体期よりも成体期で高く、幼体期では被ばく時年齢による感受性が線量率効果に大きく関与することが明らかとなった。

引用文献

- 1) Preston D L, Ron E, Tokuoka S et al. Solid cancer incidence in atomic bomb survivors: 1958-1998, *Radiat Res*, 2007; 168(1): 1-64.
- 2) Brenner A V, Preston D L, Sakata R et al. Comparison of All Solid Cancer Mortality and Incidence Dose-Response in the Life Span Study of Atomic Bomb Survivors, 1958-2009, *Radiat Res*, 2022;197(5):491-508
- 3) Pearce MS, Salotti JA, Little MP et al. Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study, *Lancet*, 2012; 380(9840):499-505.
- 4) Journy N, Rehel J-L, Pointe HDL et al. Are the studies on cancer risk from CT scans biased by indication? Elements of answer from a large-scale cohort study in France, *Br J Cancer*, 2015;112(1):185-93.
- 5) Nair RRR, Rajan B, Akiba S et al. Background radiation and cancer incidence in Kerala, India-Karanagappally cohort study, *Health Phys*, 2009;96(1):55-66.

放射線の健康影響に係る研究調査事業 令和6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6年度研究期間	令和6年4月1日～令和7年2月28日
研究期間	令和5年度～令和7年度（2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放射線医学研究所・専門業務員
若手研究者		

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

生体内に放射性微粒子が沈着すると距離に応じて線量率が低下し、不均等な線量率分布で被ばくが生じる。均一な線量率での被ばくよりも生物影響が誘発されやすくなる、いわゆる「ホットパーティクル問題」が核燃料断片由来の放射性微粒子を用いた研究で提起されている¹⁾。核燃料断片は α 線を放出するので粒子沈着部位の局所線量が高くなり、*in vitro* トランスフォーメーションアッセイでは均等被ばく時よりも形質転換率が上昇した。福島第一原発事故では二酸化ケイ素が主成分の放射性微粒子が放出された。本課題ではこれを不溶性セシウム粒子と呼称する²⁾。主に放射性セシウムが濃集しているため、不溶性セシウム粒子による被ばくでは α 線の寄与が極めて少ないと考えられている^{2,3)}。事故後の環境中で発見された不溶性セシウム粒子は、2号炉・3号炉から放出されたと推定される10 μ m以下の球形に100 Bq以下の放射能をもつタイプAと、タイプAよりも大きな不定形で数十から数千 Bqの放射能をもつ1号炉由来と推定されるタイプBの2種類がある⁴⁻⁶⁾。放射能が高い核燃料断片由来の放射性微粒子は発癌性を有するが、肺深部まで到達できるタイプA⁷⁾のように放射能が低く、 α 線を放出しない放射性微粒子に関する被ばく影響の知見は少ない。不溶性セシウム粒子のリスク評価にむけて、基礎的な知見の整備が必要である。

II 目的

不溶性セシウム粒子及び不溶性セシウム粒子の性状を模倣して実験的に作成した放射性模擬粒子を用いた生物影響解析と、不均等被ばく線量評価で得られる線量・効果関係から不溶性セシウム粒子の生物影響について検討する。

III 研究方法

土壌から不溶性セシウム粒子を単離し、放射化学的解析を行った。肺組織切片とシリカ粒子を用いてマイクロ PIXY 分析を行い、組織切片中のシリカ粒子の検出に関する検討を行った。シリカ粒子吸入による体内沈着と微粒子の性状との関連性についてシミュレーションを行うとともに、シリカ粒子の細胞内取り込みと影響解析を実施した。動物実験は、量子科学技術研究開発機構の動物実験委員会、東北大学動物実験専門委員会において審議され、承認を受けて実施した。

IV 研究結果、考察及び今後の研究方針

- ・ 福島第一原発事故で放出された不溶性セシウム粒子 30 粒子を土壌から分離した。元素分析によって主成分が二酸化ケイ素、その他に Na、Al、Fe を含むこと、 $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ は約 0.95、 $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ は約 10^{-5} であることを示した。 ^{137}Cs をシリカ粒子に吸着させて約 100 kBq の放射性模擬粒子を作成した。(二宮・広島大学)
- ・ マイクロ PIXE 分析による肺組織切片中の Cs 含有微粒子の検出法を検討した。(1) 粒子を組織上にのせた場合と、(2) 組織切片で挟んだ場合のシリカ粒子を測定したスペクトル分析によって Si と Cs のピークを検出した。(2)と(1)のカウント比が Si で 0.062、Cs で 0.39 となり、この減衰が 15 μm 厚の組織切片による減衰をシミュレーションで計算した結果と矛盾がなく、肺胞に取り込まれた Cs 含有粒子を本法で解析可能であることを確認した。(遠藤・広島大学)
- ・ 粒径 3 μm のシリカ粒子を気管内投与したマウスの気道内の初期沈着割合を MPPD ソフトでシミュレーションした。この粒径の粒子が肺胞に到達可能であること、粒子の幾何標準偏差が主に肺胞の初期沈着に影響することを明らかにし、粒径、密度、幾何標準偏差が初期沈着へ及ぼす影響に関するデータを整備した。(鈴木・東北大学)
- ・ 気管内投与後のシリカ粒子が肺胞に到達しても肺胞上皮細胞内に取り込まれる頻度は低く、動物実験で示された発がん頻度の変化は、放射性模擬粒子が細胞表面に沈着して生じた影響である可能性を示唆した。また、細胞サイズよりも大きい不溶性セシウム粒子と共培養したヒト正常上皮細胞の遺伝子発現が主に放射線被ばくが原因であること、インターフェロンによるシグナル伝達経路の活性化をマイクロアレイ解析で明らかにした。(鈴木・東北大学)
- ・ 動物実験では供給業者の感染事故で実験動物の出荷が停止となったため、凍結受精卵を移植し、繁殖を継続した。(山田・量研機構)

V 結論

本課題の成果は、肺がんを誘発しやすいモデル動物へ放射性模擬粒子を気管内投与して得られた結果である。気管内投与は肺内への粒子の取り込みと被ばく線量推定の正確性を高めることができる一方で、原子力災害後の放射性微粒子が呼気吸入で取り込まれる経路とは異なる。微粒子の気道内沈着を推定するために使用しているソフトは、吸入と気管内投与にわけて微粒子の気道内沈着をシミュレーションすることが可能である。次年度は当初の計画内容に加えて、粒子投与方法(取り込み経路)による微粒子の気道内沈着率の違いを推定し、気管内投与で得られる実験データから呼気吸入による影響を推定することを目的としたデータの整備に取り組む。最終年度は、不溶性セシウム粒子のリスクの有無やリスクを有する場合の条件などを検討し、環境保健行政に寄与する成果の取りまとめを目指す。

引用文献

- 1) Charles MW, Mill AJ, Darley PJ. Carcinogenic risk of hot-particle exposures. *J. Radiol. Prot.*, 2003; 23: 5-28.
- 2) Adachi K, Kajino M, Zaizen Y, *et al.* Emission of spherical cesium-bearing particles from an early stage of the Fukushima nuclear accident. *Sci. Rep.*, 2013; 3: 2554.
- 3) Ninomiya K. Properties of radioactive Cs-bearing particles released by the Fukushima Daiichi nuclear power plant accident. Fukumoto M, editor. *Low-dose radiation effects on animals and ecosystems*. Singapore: Springer Nature; 2020. p. 195-204.
- 4) Igarashi Y, Kogure T, Kurihara Y, *et al.* A review of Cs-bearing microparticles in the environment emitted by the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident. *J. Environ. Radioact.*, 2019; 205-206: 101-18.
- 5) Miura H, Kurihara Y, Yamamoto M, *et al.* Characterization of two types of cesium-bearing microparticles emitted from the Fukushima accident via multiple synchrotron radiation analyses. *Sci. Rep.*, 2020; 10: 11421.
- 6) Satou Y, Sueki K, Sasa K, *et al.* Analysis of two forms of radioactive particles emitted during the early stages of the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Station accident. *Geochemical Journal* 2018; 52: 137-43.
- 7) International Commission on Radiological Protection (ICRP) (1994) Human respiratory tract model for radiological protection. *Ann ICRP* 24(1-3). ICRP publication 66

放射線の健康影響に係る研究調査事業 令和6年度年度報告書

研究課題名	福島県内における東日本大震災前後の停留精巣患者数の実態調査
令和6年度研究期間	令和6年4月1日～令和7年2月28日
研究期間	令和4年度～令和6年度（3年目）

	氏名	所属機関・職名
主任研究者	小島 祥敬	福島県立医科大学医学部泌尿器科学講座・教授
分担研究者		
若手研究者		

キーワード	福島県、東日本大震災、停留精巣、原発事故
-------	----------------------

本年度研究成果

I 研究背景

停留精巣（Cryptorchidism）は、先天性男子生殖器疾患の中でもっとも多い疾患である。胎児期に精巣は腹腔内から陰嚢内に下降するが、その過程には男性ホルモン（テストステロン）が重要な役割を担っていることが明らかになっている。しかしながら、停留精巣の発症原因はいまだに明らかになっていない¹⁾。近年、環境因子が停留精巣の発症に関わっているという報告や、それにより停留精巣の発症頻度が増加しているという報告が一部で認められている。一方で、近年停留精巣は増加傾向を認めないという報告もあるが、わが国における停留精巣の年次推移は明らかになっていない。2018年に、「原発事故以降、日本全国で停留精巣の手術（Orchiopexy）件数が増加したことから停留精巣患者の出生数が増加しており、その原因として原発事故による拡散された放射性物質が考えられる」という報告がなされた²⁾。我々は、この論文に対するカウンター論文を発表した³⁾。すなわち、文献2の調査対象は、診断群分類（DPC）病院（総数7,000以上）のうち、停留精巣の手術を年間に10例以上行っている全国の94DPC病院を調査したデータであるため、手術件数の推移の実状を反映していない可能性がある。また、文献2は、研究デザインや結果、結論に様々な問題点がある。さらに、福島県民の放射線被曝量が、停留精巣を引き起こす原因になるということは、理論的には考えられない。文献2によって、福島県に対する風評が助長される可能性がある。一方、実際の停留精巣の手術件数データをまとめた研究については、過去に実施されていないことから、震災前後の福島県内全病院における停留精巣の手術件数の推移を実測値として明らかにする必要があると考えた。

II 目的

東日本大震災に伴う原発事故前後の福島県内の停留精巣の手術件数の実態調査を行うことにより、より正確な停留精巣の手術の年次推移を明らかにし、停留精巣患者数の年次推移を予測すること。

III 研究方法

福島県内の入院施設を有する全 87 病院を対象に、2008 年 4 月～2021 年 3 月までに精巣固定術を施行した患者数について、レセプトデータを用いた概況調査を行った。その後、精巣固定術を実施した各病院の診療録から詳細情報を収集した。停留精巣の手術件数・出生率に対する原発事故の影響を評価するために、分割時系列解析を用い、精巣固定術の手術件数および停留精巣の出生数の変化（レベル変化および傾きの変化）を統計学的に分析した。対象を山梨県とした。

本研究は福島県立医科大学倫理委員会の承認のもとに行った（承認番号 2021-149）。

IV 研究結果、考察及び今後の研究方針

調査期間中、福島県全域で 622 件の精巣固定術が実施された。原発事故後、人口 10 万人あたりの月ごとの停留精巣手術件数には有意な増加は認められなかった（レベル:IRR 1.21、95%CI 0.86-1.70、傾き:IRR 1.01、95%CI 0.99-1.04）。また、出生 1,000 人あたりの停留精巣出生数についても、事故前後で有意な増加はなく（レベル:IRR 0.87、95%CI 0.52-1.44、傾き:IRR 1.01、95%CI 0.99-1.04）、山梨県との有意差も認めなかった。

本研究では、原発事故が福島で停留精巣に対する精巣固定術を増加させたという証拠はなく、福島における陰辜の推定出生率は事故後に有意に増加しなかった。

2018 年、Murase らは「福島原発事故後、日本全国において停留精巣が増加している」という論文を報告した²⁾。日本における DPC データベースを用いて、停留精巣術後の退院患者数を調査した。DPC システムは、2003 年に日本で導入された。しかし、2011 年時点で、DPC 制度に参加している病院は日本の 20%未満であった³⁾。Murase らの研究では、DPC 制度に参加している病院のうち、年間 10 例以上の精巣固定術を行った福島を含む日本の 94 病院を対象としている²⁾。2011 年の日本の病院数は 7,528 であったので、94 病院は日本の全病院の 1.2%に過ぎない³⁾。私達は、停留精巣に対して精巣固定術を行った病院の正確な情報を得るためにレセプトデータを使用し確実なデータを収集した。さらに、Murase らは福島県内の 4 病院のみの DPC データを使用しているが²⁾、私達の調査では 4 病院を含めて 16 病院で精巣固定術が施行されていた。したがって、彼らは残りの 12 病院で行われた停留精巣固定術の数をカウントしていない。また、4 病院のカルテを詳細に調べたところ、移動性精巣、停留精巣を伴わない精巣捻転、続発性停留精巣、精巣固定術再手術例、左右の手術が異なる時期に行われた症例の 2 回目の手術などの症例が含まれていた。我々はこれらの症例を解析から除外した。

Murase らの論文のもう一つの問題点は、停留精巣の手術件数と出生数を同一視していることである²⁾。論文のタイトルは、単に退院率（おそらく精巣固定術の指していると思われる）が増加しただけであるにもかかわらず、事故後に停留精巣の出生数が増加したかのような誤解を招くものである²⁾。本研究では、カルテから収集した患者の生年月日をもとに、月別出生率を評価した。さらに ITS 解析では、精巣下垂のメカニズムに基づき、事故から 3 ヶ月後に出生率に影響が出始めると仮定し、モデルを当てはめた。その結果、停留精巣の推定出生率のレベルも傾きも、事故から 3 ヶ月後には有意な増加を示さなかった。この結果は、月ごとの詳細なデータを用い、正確な生年月日を詳細に検討することによって、より強固なものとなった。この方法は、年間の手術データの集計のみに頼った Murase らの方法とは対照的である。

V 結論

原発事故は停留精巣の手術件数や出生率に影響を及ぼしていないことが示された。本研究が福島県に対する風評被害の軽減に寄与することが期待された。

引用文献

- 1) Gurney JK, et al. Risk factors for cryptorchidism. *Nat Rev Urol*. 2017;14:534-548.
- 2) Murase K, et al. Nationwide Increase in Cryptorchidism After the Fukushima Nuclear Accident. *Urology*. 2018 Aug;118:65-70.
- 3) Kojima Y, et al. Cryptorchidism after the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident: causation or coincidence? *Fukushima J Med Sci*. 2019;65:76-98.

放射線の健康影響に係る研究調査事業 令和6年度年度報告書

研究課題名	福島原発事故後の二次的健康影響に関するまとめとその意識調査に基づいた情報発信に関する研究
令和6年度研究期間	令和6年4月1日～令和7年2月28日
研究期間	令和5年度～令和7年度（2年目）

	氏名	所属機関・職名
主任研究者	坪倉 正治	福島県立医科大学医学部放射線健康管理学講座・主任教授
分担研究者		
若手研究者		

キーワード	間接的影響、リスクコミュニケーション、放射線教育
-------	--------------------------

本年度研究成果
<p>I 研究背景</p> <p>放射線災害が地域住民に及ぼす影響は、放射線被ばくによるものだけにとどまらない。放射線の直接的な被ばく以外にも、二次的健康影響と呼ばれる健康への影響があり、原発事故後の日単位・週単位、さらには月単位・年単位と、時期によって多様な形で現れる。これらの二次的健康影響に関する情報は、被災住民が健康問題に直面した際に、それが放射線被ばくによるものかどうかを判断するために重要であるとともに、放射線被ばくに対するリスク認知にも大きく影響を与える。しかし、現在の二次的健康影響に関する情報は断片的であり、体系的に整理されていない。さらに、その影響は年齢層や居住地、避難生活の状況、時期によって異なるため、被災経験のない住民はもちろん、被災住民であっても、全体像を把握し理解することは容易ではない。</p> <p>II 目的</p> <p>本研究では、以下の3点を目的とする。①原発事故に伴う二次的健康影響に関する既存の調査結果を統合し、これまでの知見を整理する。②被災住民や医療・福祉・教育関係者を対象に意識調査を実施し、二次的健康影響に対する認識や、放射線被ばくリスクの理解を深めるために有用な情報の在り方を検討する。③意識調査の結果をもとに、二次的健康影響に関する情報発信のコンテンツを作成する。</p> <p>III 研究方法</p> <ul style="list-style-type: none"> ●以前の研究班に続き、被災地での中長期的な放射線以外の二次的健康影響についての情報をさらにまとめ、その内容について明らかにした。（2023年度より継続） ●Webアンケート調査と聞き取り調査を併用し、二次的健康影響に関しての意識調査を行った。 ●それらをレビューすることで、二次的健康影響に関する情報がどの程度あるかを明らかにし、今後の情報発信のためのコンテンツについて検討した。

これらの研究は必要とされるものは倫理委員会の承認を経てから行われた。

IV 研究結果、考察及び今後の研究方針

前研究班に続く二次的な健康影響まとめについて

双葉郡・相馬群における人口推移についての調査¹⁾

本研究では、復興過程にある被災地域の人口変動を明らかにするため、NTT ドコモのモバイル空間統計を用いて 2019～2022 年の避難指示区域の滞在人口を分析した。機械学習を活用し、推計人口データの統計解析と市区町村別のクラスタリングを実施した。その結果、人口動態は 5 つのクラスに分類され、市町村ごとに定住人口の割合が大きく異なることが判明した。また、震災の影響による人口構成の違いと復興に伴う変動が観察され、4 年間の変化から復興の進行状況や課題が明らかとなった。今後の継続的な調査により、被災地域の人口動態や健康課題の解明が期待される。

震災および福島原発事故後の双葉地方の救急搬送状況に関する調査²⁾

東日本大震災では、医療資源の適切な配分が求められたが、大規模避難により医療需要の推計が困難であった。本研究では、NTT ドコモのモバイル空間統計を用い 2019～2020 年の双葉郡の人口推計を行い、救急搬送率の算出における適合性を検証した。その結果、大熊町と双葉町では昼間人口が夜間人口を大幅に上回り、昼夜間人口比の中央値が 3 以上であることが判明した。また、推計人口を用いた性年齢調整救急搬送率は、国勢調査データを基にした場合よりも全国平均と一致していた。この結果は、復興期の医療計画におけるモバイル空間統計の有用性を示し、医療資源の効率的な配分に寄与する可能性を示唆している。

葛尾村における長期避難と肥満に関する追跡比較研究³⁾

本研究では、避難指示解除後の居住地（村内・村外）別に住民の健診データを解析し、健康状態への影響を検討した。その結果、村外居住者の肥満（BMI 25 以上）割合は村内居住者より一貫して高く、避難後も増加傾向が続いていた。「村外居住」は肥満と有意に関連し、避難後の生活習慣（食事・運動）の変化が影響を及ぼしている可能性が示唆された。肥満は住民の離散により継続的なフォローが難しく、介護予防の観点からも重要な健康課題であることが明らかとなった。

二次的健康影響に関しての意識調査について

聞き取り調査の結果、以下の点が明らかとなった。医療関係者や初学者には二次的健康影響に関する情報提供が有用である一方で、復興関係者はすでに認識しており、細かい情報よりも優先順位の整理や支援者の存在が求められる。また、住民の間では依然として放射線への不安が根強く、基礎知識の提供も依然として重要なニーズとなっている。さらに、福島では「放射線被ばくはあったが健康影響は少ない」という文脈があるが、原子力防災教育の「放射線はリスクがあり避難が必要」という考え方は異なり、両者を混同すると誤解を招く恐れがある。また、日本のエネルギー政策や核廃絶といった他の原子力関連の議論とも方向性が異なり、慎重な対応が必要である。

加えて、二次的健康影響に関する Web アンケート調査を実施し、被災地および周辺地域の医療関係者や住民を対象に、知識や認識を分析した。アンケートでは、放射線に関する 6 つのカテゴリー（基礎知識、原子力防災、放射性廃棄物、エネルギー需要、原子爆弾、福島原発事故）に分類し、地域・年代ごとの差異を検討した。その結果、福島県民は他地域と比べて放射線リテラシーが高く、特に 60 代以上で顕著であった。また、子供のいる者や既婚者は、未婚者よりもリテラシーが高い傾向を示した。これにより、原発事故地域では知識が定着しつつある一方で、他の原発関連地域ではさらなる教育が必要であることが示唆された。今後、個人属性や科学的知識を考慮した詳細な分析を進め、適切な放射線教育の方針を検討する必要がある。

V 結論

今後、意識調査やアンケート結果を基に、対象者ごとのニーズに沿った二次的健康影響に関する情報発信コンテンツを作成していく。

引用文献

- 1) Abe T, Yoshimura H, Saito H, et al. Population shifts during the reconstruction period in areas marked as evacuation zones after the Fukushima Daiichi nuclear power plant accident: a mobile spatial statistics data-based time-series clustering analysis. *Journal of Radiation Research* 2024; **65**(Supplement_1): i106-i16.
- 2) Higuchi A, Yoshimura H, Saito H, et al. Enhancing healthcare planning using population data generated from mobile phone networks in Futaba County after the Great East Japan earthquake. *Scientific Reports* 2024; **14**(1): 29022.
- 3) Ito N, Takita M, Moriyama N, et al. Long-term evacuation and obesity: a 12-year follow-up comparative study of residents inside and outside Katsurao Village after the Fukushima nuclear disaster. *Frontiers in Public Health* 2024; **12**.

放射線の健康影響に係る研究調査事業 令和6年度年度報告書

研究課題名	原子力発電所事故後の避難住民・帰還住民における健康寿命に関わる震災関連及び身体心理社会的要因についての統合データベースの作成と要因検討
令和6年度研究期間	令和6年4月1日～令和7年2月28日
研究期間	令和5年度～令和7年度（2年目）

	氏名	所属機関・職名
主任研究者	大平 哲也	福島県立医科大学医学部疫学講座・主任教授
分担研究者		
若手研究者		

キーワード	放射線事故、避難、危険因子、地域住民、脳卒中、疫学研究
-------	-----------------------------

本年度研究成果

I 研究背景

東日本大震災後の福島の避難住民においては、避難等による肥満、高血圧、糖尿病、脂質異常等の生活習慣病の増加が明らかになっている¹⁻⁶⁾。したがって、避難区域住民では避難による循環器疾患危険因子の増加により、脳卒中等の循環器疾患の発症リスクが高い状態であると考えられる。また、今後、脳卒中、認知症、身体機能低下に関連した要介護者が増加し、健康寿命が短くなる可能性が考えられる。一方、生活習慣病の増加には身体活動量の低下など生活習慣の変化、及び放射線への不安など社会心理的ストレスの増加が影響している可能性があるが、その関連性は明らかではない。

II 目的

本研究では、福島県内の市町村における要介護の主たる原因である脳卒中を、震災2年後(2013年)、7年後(2018年)、12年後(2023年)に悉皆的に調査し、避難区域における脳卒中の発症動向を明らかにする。さらに、その情報と「県民健康調査」による個人ごとの被ばく線量、健診成績、放射線に対する不安・うつ症状等のこころの健康度、及び生活習慣に関する調査結果とを紐づけする。また、脳卒中に加えて要介護の原因である心筋梗塞、認知症についてもその動向と身体心理社会的要因を福島県県民健康調査及び2008年以降のナショナルデータベース(NDB)を用いて明らかにし、福島県内における避難区域住民の健康寿命を阻害する身体・心理・社会・環境に関する因子を包括的に明らかにすることを目的とした。

III 研究方法

1) 避難区域住民における脳卒中発症率の推移と地域差に関する研究

調査対象は、震災時に、福島県内に住んでいた者及び福島県内に住民票がある者である。既に2013年(平成25年)、及び2018年(平成30年)の1月～12月の期間に脳卒中発症による入院した症例について、福島県内の医療機関に出向して調査した。今回、2023年(令和5年)1月～12月の期間に脳

卒中を発症し入院した症例について同様の調査を行い、過去2回の調査結果と比較し、地域差及び発症率の推移を検討することを計画した。

2) 避難区域住民における脳卒中発症の震災関連要因についての検討

避難区域住民の脳卒中発症の震災関連要因を検討するために、県民健康調査の対象者個人ごとの被ばく線量、避難状況、健診受診状況、こころの健康度・生活習慣に関する調査のデータと、脳卒中発症登録のデータとを紐づけた。解析には、2011年6月～2012年12月までに県民健康調査を受けた避難区域住民68,788人から得たデータ、及び2013年1月～12月の追跡調査データを用いた。脳卒中発症(185人)と、個人の震災後4か月間の外部被ばく線量はじめ、上述の紐付けした要因との関係について、男女別に二項ロジスティック分析を用いて検討した。令和6年度は、2018年1月～12月に発症した症例について、同様に県民健康調査のデータとの紐づけ作業を行っている。また、県民健康調査のデータを用いて、脳卒中の危険因子であるメタボリックシンドロームの発症に及ぼす生活習慣と心理的要因の検討を行うとともに、循環器疾患の発症に避難と精神的苦痛が及ぼす影響について、こころの健康度・生活習慣に関する調査に2012年に回答した40歳～89歳の避難区域住民55,061人を対象として、2017年末までに追跡調査を行った。

3) 避難区域住民における要介護認定とその要因に及ぼす因子についての前向き研究

要介護認定に関連する主な疾患として認知症、脳卒中、関節疾患が挙げられる。そのため、これらの疾患に共通する危険因子である肥満に及ぼす生活習慣について検討することを目的とした。令和6年度には、NDBの特定健診データを用いて、令和5年度に震災前後の生活習慣について避難区域住民で震災後に増加した食行動(食べる速度)について、肥満との関連を検討した。福島県内で2008年～2017年の10年間に特定健診を受けた40～74歳男女延べ3,866,754人を対象として、避難区域とそれ以外の区域に分けて、肥満と食べる速度との関連の強さの推移について検討した。以上の1)～3)について福島県立医科大学倫理審査委員会の承認を得て実施した。

IV 研究結果、考察及び今後の研究方針

1) 避難区域住民における脳卒中発症率の推移と地域差に関する研究

本年度は令和5年度に引き続き、2023年の脳卒中発症者について県内の病院において出張採録を行い、脳卒中の登録作業を行った。令和6年度合計採録数は3,535件であり、令和5年度の同時期の採録件数(1,663件)と比べて大幅に増加した。令和7年度は引き続き福島県内の医療機関での採録、医師による判定作業を進めていき、2013年、2018年と比べた発症率の推移、地域差を検討する予定である。

2) 避難区域住民における脳卒中発症の震災関連要因についての検討

令和6年度は脳卒中発症の震災関連要因について、そのメカニズムを疫学的に検討するために、以下の2つの研究を行った。最初に、メタボリックシンドロームの発症に及ぼす震災関連要因・生活習慣及びその変化について縦断調査にて検討した。メタボリックシンドロームは脳卒中の危険因子として既に知られていることから、震災関連要因が脳卒中発症に及ぼす経路の一つと考えた。福島県県民健康調査のデータを用いて、2013年度の健診受診者17,587人を対象として2017年度末まで追跡し、心理的要因及び生活習慣の変化とメタボリックシンドロームの新規発症との関連を検討した結果、追跡できた10,373人の解析対象者において、肥満に加えて、早食いの継続がメタボリックシンドロームの発症リスクの上昇と関連した(性、年齢、肥満度、生活習慣等を調整したオッズ比OR(95%信頼区間):1.28(1.10-1.49))。また、飲酒の継続(OR:1.18(1.00-1.38))、震災後の禁煙(OR:1.57(1.08-2.26))、震災後の喫煙開始(再開含む)(OR:2.20(1.04-4.67))がメタボリックシンドロームの発症リ

スクを高めた⁷⁾。一方、精神的苦痛は多変量調整後にリスクの有意な上昇は消失したことから、精神的ストレスが直接的ではなく、生活習慣を介して間接的にメタボリックシンドローム発症に影響する可能性が示唆された。

次に、2012年のこころの健康度・生活習慣に関する調査に回答した55,061人を対象として、避難の有無、精神的苦痛の有無によって4群に分けて、脳卒中発症との関連を前向きに検討した。その結果、女性では、精神的苦痛なし・避難なし群に比べた、精神的苦痛あり・避難なし、精神的苦痛なし・避難あり、精神的苦痛あり・避難あり群の脳卒中発症の多変量調整（性、年齢、生活習慣、生活習慣病、震災関連因子調整）後のハザード比（95%信頼区間）は、それぞれ1.37(0.82-2.30)、1.25(0.97-1.61)、1.91(1.30-1.80)であり、避難に精神的苦痛が加わることによって脳卒中発症リスクが高まることが明らかになった。

3) 避難区域住民における要介護認定とその要因に及ぼす因子についての前向き研究

令和5年度研究により、食行動で「人と比較して食べる速度が速い人（早食い）」の2010年～2013年の割合は、非避難区域ではそれぞれ30.9%、31.0%、31.1%、31.7%であったのに対し、避難区域ではそれぞれ28.1%、29.2%、29.2%、31.0%であり有意な増加傾向がみられた。また、早食いと肥満との関連について2010年～2017年それぞれについて確認した結果、ゆっくり食べる人に比べた早食いの人の肥満のORは、震災直後の2011年が2.79(2.69-2.89)、2017年が2.54(2.46-2.62)であり、どの年度も早食いと肥満との強い関連がみられた。さらに、避難区域のみで解析しても同様の結果が得られた。したがって、避難区域住民では震災後の早食いの増加が肥満の増加に関連している可能性が示唆された。令和7年度には肥満と要介護との直接的な関連を検討することで、震災後の要介護認定の要因について、早食い⇒肥満⇒要介護の経路を明らかにすることを計画している。

V 結論

震災後の避難区域住民においては、震災1年後には肥満、高血圧、脂質異常等の生活習慣病が増加したが、避難の脳卒中等の循環器疾患発症への影響については震災7年後くらいからみられる可能性が昨年までの研究で示唆された。その要因として、精神的苦痛の影響が考えられたが、今年度の研究によって特に避難と精神的苦痛が重なることによって脳卒中発症のリスクが高まることが明らかになった。さらに、震災後避難区域住民では、早食い等の食行動の割合が増加し、これが肥満やメタボリックシンドロームのリスクを高める可能性が示唆された。したがって、避難区域住民では、避難⇒早食い⇒肥満・メタボリックシンドローム⇒脳卒中発症を引き起こすことが経路の一つとして推測された。次年度は、早食いの要因をさらに検討することに加え、肥満等の生活習慣病と要介護との関連を検討することで、震災後の社会心理的要因が生活習慣及び生活習慣病を介して脳卒中及び要介護・認知症に関わる要因を明らかにする予定である。

引用文献

- 1) Ohira T, Hosoya M, Yasumura S, et al. Evacuation and risk of hypertension after the Great East Japan Earthquake: The Fukushima Health Management Survey. *Hypertension*. 2016;68:558-564.
- 2) Ohira T, Hosoya M, Yasumura S, et al. Effect of evacuation on body weight after the Great East Japan Earthquake. *Am J Prev Med*. 2016;50:553-560.
- 3) Ohira T, Nakano H, Okazaki K, et al. Trends in lifestyle-related diseases and their risk factors after the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident: Results of the Comprehensive Health Check in the Fukushima Health Management Survey. *J Epidemiol*. 2022;32(Suppl 12):S36-S46.
- 4) Eguchi E, Funakubo N, Nakano H, et al. Impact of evacuation on the long-term trend of metabolic syndrome after the Great East Japan Earthquake. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(15):9492.
- 5) Nakajima S, Eguchi E, Funakubo N, et al. Trends and regional differences in the prevalence of dyslipidemia before and after the Great East Japan Earthquake: A population-based 10-year study using the National Database in Japan. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;29;20(1):560.
- 6) Sato H, Eguchi E, Funakubo N, et al. Association between changes in alcohol consumption before and after the Great East Japan Earthquake and risk of hypertension: A study using the Ministry of Health, Labour and Welfare National Database. *J Epidemiol*, 2023;33(12):607-617.
- 7) Takahashi A, Hayashi F, Ohira T, Shimabukuro M, Sakai A, Maeda M, Hosoya M, Kazama JJ, Hashimoto K, Sato S, Nakano H, Nagao M, Okazaki K, Ohto H, Yasumura S, Ohira H. Impact of changes in lifestyle and psychological factors on the incidence of metabolic syndrome after the Great East Japan Earthquake: Follow-up of the Fukushima Health Management Survey. *J Atheroscler Thromb*. 2025;32(3):345-355.

放射線の健康影響に係る研究調査事業 令和6年度年度報告書

研究課題名	放射線による健康影響不安を考慮した AYA 世代がん患者に対する包括的なピアサポート体制の構築
令和6年度研究期間	令和6年4月1日～令和7年2月28日
研究期間	令和5年度～令和7年度（2年目）

	氏名	所属機関・職名
主任研究者	佐治 重衡	福島県立医科大学 腫瘍内科学講座・主任教授
分担研究者	桜井 なおみ	キャンサー・ソリューションズ株式会社・代表取締役社長
若手研究者		

キーワード	AYA 世代、がん患者、ピアサポート
-------	--------------------

本年度研究成果

I 研究背景

AYA 世代のがん患者（15 歳以上 40 歳未満）は、患者数が少ないことに加え（罹患者数の約 2%）、病理学的分類の多様性から罹患臓器も多岐に及ぶ。そのため患者は複数の診療科や医療機関に分散し、医療の中でも社会の中でも孤立しやすく、医療と地域が連携した長期的な移行期支援が欠かせない。福島県では、これら若年世代特有の悩みに加え、放射線による健康影響不安の他、放射線影響に対する誤解や偏見への対処も考えられ、ニーズに対応したきめ細かい支援体制構築が必要である。

II 目的

本研究では、①福島県に居住、福島県出身の成人 AYA 世代がん患者が抱える放射線による健康不安などの相談ニーズを把握し、②ピアサポートの在り方を検討するとともに、③ピアサポートに関する情報発信・啓発を行い、心の健康を包括的に支援する仕組みを構築する。研究終了後も支援の輪が広げられるよう、④ピアサポート運営マニュアル、ピアサポーター養成研修資料を作成する。

AYA 世代におけるピアサポートは、「患者数が少ない⇔相談ニーズが多様」という特徴から「集約化」と「ネットワーク化」が重要である。特定の地域と病院に閉じ、特定の部位のみに焦点をあてたピアサポートは多様性に欠け、更なる孤立を招く可能性が懸念されることから、病院や地域を基盤としたピアサポートのプラットフォームをつくる。

III 研究方法

1. AYA 世代がんピアサポート体制の検討（主任研究者：佐治、分担研究者：桜井）

医療機関での対面型ピアサポート、地域でのオンライン型ピアサポートを実施、アンケート評価などを行いつつ、当事者の支援ニーズを把握した。あわせて、支える立場となるピアサポーターの養成を進め、持続的な支援体制の構築を検討した。尚、福島県内の AYA 世代がん患者に対するアンケート

調査は、福島県立医科大学倫理審査委員会の承認を得て実施された(整理番号：REC2023-084)。

2. ピアサポート活動に関わるポータルサイトの整備 (分担研究者：桜井)

広く研究班の取り組みや関連活動を紹介するポータルサイトを整備、福島県内、県外へ情報を届ける仕組みを検討した。あわせて、過去のピアサポート参加者や支援者には、メールマガジン、ニュースレターを発行した。

3. AYA 世代がん患者ニーズ追加調査 (分担研究者：桜井)

令和 5 年度に実施した福島県出身 AYA 世代がん患者ニーズ調査において、気分・不安障害のスクリーニング値 (The Kessler 6-Item Psychological Distress Scale : K6 スコア) が高い数値を示したが、福島県特有の傾向なのか、全国としての傾向なのかが不明なことから、全国の AYA 世代がん患者を対象とした WEB 調査にて実施した。尚、この追加調査は福島県立医科大学倫理審査委員会の承認を得て実施された(整理番号：REC2024-028)。

IV 研究結果、考察及び今後の研究方針

1. AYA 世代がんピアサポート体制の検討 (主任研究者：佐治、分担研究者：桜井)

- ・医療機関での対面型ピアサポートに実施については、診療科ごとの認識の違いや、公的研究としてピアサポートを実施することへの医療者側の抵抗感が大きいことが判明し、当初予定していたグループ開催から個別の患者ヒアリングへと変更した。
- ・医療機関内での対面型ピアサポートの実施が困難だった背景として、AYA 世代が複数の診療科に分散していることも要因であった。そこで、令和 7 年度は、この診療科の垣根を「AYA 世代患者支援」をキーワードにして乗り越えるチームビルディング研修を実施し、患者支援へのモチベーションと拾い上げるサポートチームをつくることを検討している。
- ・一方、オンラインでのピアサポートについては、6 月、7 月にメタバースの使用法の練習を含めたオープンスクールを開催、8 月より毎月一回開催をし、延べ 68 人が参加した。相談ニーズは仕事、家族とのことや、外見の変化への対応など生活に関するトピックが多かった。【成果報告書より】
- ・ピアサポーター養成研修会については、日本サイコオンコロジー学会の協力を仰ぎつつ、8 月 24 日 (土) 時間：13：00～17：00 に開催、12 名を養成した。

2. ピアサポート活動に関わるポータルサイトの整備 (分担研究者：桜井)

- ・AYA 世代がん患者のピアサポート活動情報や患者会検索などができるポータルサイトを作成するとともに、メールマガジン、ニュースレターを毎月発行 (AYA ノマド通信)、SNS を活用した広報、社会発信を行った。結果としては、特に SNS を活用した広報、社会発信において、申込者の 4 割が SNS (LINE3 割、X1 割など) から情報を得ているなど、オンラインピアサポートへの参加申し込みに効果が見られた。

3. AYA 世代がん患者ニーズ追加調査 (分担研究者：桜井)

- ・全国の AYA 世代がん体験者を対象に K6、ニーズ把握に必要な主要項目に絞り込んだ 30 問程度の追加調査を 2024 年 7 月 16 日～ 9 月 30 日に実施した。前回は医療者を經由して調査票を配布したが、今回調査はひろく SNS など声をかけ、合計 72 人からアンケートを回収した (登録数 90 件、回答数 72 件：回収率 80.0%)、性別は男性 5 件 (6.9%)、女性 67 件 (93.1%) となった。
- ・K6 の集計結果は、日本の一般人口における 13 点以上の割合は 3.0%となっているが、AYA 世代では 19.4%と非常に高いことがわかった。また、参考値にはなるが、昨年実施した福島県出身者の AYA 世代を対象とした同調査では、26.3%と福島県出身者は 6.9%ほど高い数値を示すことがわかった。

V 結論

アンケート調査の結果から、就職、恋愛や結婚、性生活など、AYA 世代特有の相談ニーズに加え、二次がんへの健康不安や、食生活、容姿の変化への対応（アピアランスケア）などについて話題に盛り込んだピアサポートを実施していく必要がある。治療では解決できないこれらの課題について、患者が悩み、生きづらさを抱えていることを、医療者が認知していない可能性もある。

次年度は、本研究で得られた知見や県内のデータなどを活用し、研修を通じてひろく医療者への AYA 世代支援の啓発を行い、患者をひろいあげる院内外の自発的な体制づくりを強化したい。

引用文献

なし