

評価単位 4 : 放射線影響・被ばく医療研究

| | H28 | H29 | H30 | R1 | R2 | R3 | R4 | 見込 | 期間実績 |
|---------|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|------|
| QST自己評価 | A | A | A | A | B | A | A | A | A |
| 主務大臣評価 | A | A | A | A | B | A | — | A | — |

量子生命・医学部門

| 中長期計画概要 | | H28 | H29 | H30 | R1 | R2 | R3 | R4 | アウトカム | |
|----------------|---|--------------------------------------|-----|------------------|---------------------------|---------|----------|----|--|--|
| (1) 放射線影響研究 | 放射線影響研究 (特に低線量被ばく)に関する基礎研究を実施し、放射線影響評価の科学的基盤として必要とされている知見を収集、蓄積することで、放射線防護・規制に貢献する科学的な情報を創出・発信していく | 放射線によるゲノム変異、がん標的幹細胞探索、生活習慣の放射線影響修飾評価 | | | 放射線発がんの機構解明とモデル化、リスク低減の評価 | | | | 放射線防護の基準策定に資する幅広いデータ、国際的放射線防護基準のさらなる充実 | |
| | | 環境、宇宙、医療放射線の測定技術の開発・標準化、実態調査及び線量評価 | | | | | | | | |
| | | 研究基盤の立ち上げ、アーカイブ構築 | | 研究基盤の運用、アーカイブの利用 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| (2) 被ばく医療研究 | これまで我が国の被ばく医療の中核的な機関として、牽引的な役割を担うことで得られた線量評価や体内汚染治療等の成果をもとに、より高度な被ばく医療対応に向けた取組を進める。 | 幹細胞を含む放射線障害治療法シーズの探索・検証 | | | 組織再生法の開発・幹細胞利用技術の高度化 | | | | 放射線被ばく事故発生時にも、それ以外にも役立つ、新しい線量評価・治療手法 | |
| | | 放射線障害因子の同定と定量解析・放射線誘発腫瘍モデル動物の解析 | | | | 障害因子の制御 | | | | |
| | | 放射性物質の体内動態解析と体内除染技術の開発研究 | | | | | | | | |
| | | 多様な被ばく事故に対する線量評価手法の開発及び高度化 | | | | | 国内展開・標準化 | | | |

自己評価：A

| 評価軸（評価の視点）及び評価指標 | 評価の根拠 |
|--|---|
| <p>【評価軸】</p> <p>① 放射線影響研究の成果が国際的に高い水準を達成し、公表されているか。</p> <p>【評価指標】</p> <p>① 国際水準に照らした放射線影響研究成果の創出状況</p> | <p>以下のとおり年度計画を上回る顕著な成果を創出したことからA評価と評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> 放射線リスクに関する動物実験によって、生物学的効果比といった数値の提示に加え、乳がんの年齢依存性や生活習慣の修飾効果を記述する数学的モデルなど、疫学に共通するリスクモデルを提示することができ、放射線防護に資する成果としてICRP関連会合で発表した。（評価軸①、評価指標①）【A評価：スライド4-8】 宇宙放射線から重粒子成分をそぎ落とす遮蔽法を発案し、被ばくリスクを半減できることを示したほか、宇宙放射線の性質に特化した新しい線量評価指標の必要性を提示した。（評価軸①、評価指標①）【A評価：スライド4-9】 医療従事者の眼の水晶体被ばく線量を測定するための線量計ホルダの開発での特許を取得したほか、IVRに従事する医師らに直接声かけをして個人線量計と個人保護具の装着率を上げる方策を講じた。（評価軸①、評価指標①） 平面型カテキンが有する新規生物活性の解明、ヒストン脱アセチル化酵素複合体の新規候補分子が障害を受けたゲノムを修復する新たな仕組みを明らかにした成果の公表等、放射線防護剤開発に資する知見を得た。（評価軸①、評価指標①）【A評価：スライド4-13】 アクチノド核種の体内除染剤（キレート剤）の投与による治療効果を評価するための体内動態モデルを開発し、原子力機構大洗研究所のプルトニウム内部被ばく事例で得られたバイオアッセイデータに適用した結果を公表した（評価軸①）。バイオアッセイに関する国際相互試験（PROCORAD-2022）において、尿中プルトニウムの分析でトップラボラトリーに選定され、量研ならびに日本の線量評価技術水準の高さを証明した。（評価軸①、評価指標①）【A評価：スライド4-14】 血清を用いたアクチノド核種の体内除染割合評価法を開発し、内部被ばくスクリーニング法の精緻化に貢献する成果を得た。（評価軸①、評価指標①）【A評価：スライド4-15】 |

I.1.(4) 1) 放射線影響研究 (1/7)

| 年度計画 | 主な業務実績 | 達成状況 |
|--|---|------|
| <p>・被ばく時年齢依存性と線質に関する動物実験で得られた腫瘍の病理解析を行い、年齢ごとの臓器別の生物学的効果比の評価を進め、寿命短縮及び髄芽腫における値を求める。また、放射線発がん影響の修飾の効果、生活リズムの乱れや心理的ストレスの影響を確かめる動物実験を完了する。これらをまとめ、リスクモデルとして提示する。</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● 被ばく時年齢と線質については、マウスの寿命短縮及び髄芽腫の解析を進め、肺がん誘発の生物学的効果比が13keV/μm炭素線で雄1.1、雌2.6、2MeV中性子線で雌雄とも4.7前後とICRPリスクモデルより小さいことを提示して公表した (Suzuki <i>et al.</i>, Radiat. Res., 2022)。乳がんではラットの系統による遺伝要因の影響が相乗に近いリスクモデルで説明されることを提示して公表したほか (Nishimura <i>et al.</i>, Anticancer Res., 2022)、被ばく時年齢、到達年齢及び線量によるリスク修飾の効果が疫学と動物実験で一致することや、放射線が様々な生活習慣要因との間で相加・相乗から超相乗までの多様な相互作用を示すことを提示する論文を発表し、ICRP関連会合でも紹介した。(Imaoka <i>et al.</i>, J. Radiat. Res., 2023) (スライド【R4】4-8) ● 放射線発がん影響の修飾については、母世代の高脂肪摂取によるリスク修飾が見られた子世代マウスで低形成性骨髄等により早期死亡が増加していることを見出した。生活リズム変化の修飾効果については、照射による寿命短縮影響の悪化は見られないという結果を得た。社会心理ストレスによる修飾効果について、急性影響を促進する効果があることを公表し (Nakajima <i>et al.</i>, J. Radiat. Res., 2022)、寿命への影響について、リスクの顕著な修飾効果はないとの結果を得た。 ● これらは、異なる人種間の放射線リスクの転換法、重粒子線治療や宇宙放射線の影響推定等に資する顕著な成果であり、ICRP関連会合等での情報提供を通して、放射線加重係数や個人差の取扱いの国際的検討に貢献した。 | ◎ |

※達成状況 ○：達成、－：未達、◎：年度計画を上回る成果を創出
年度計画を上回る実績は、下線有

I.1.(4) 1) 放射線影響研究 (2 / 7)

| 年度計画 | 主な業務実績 | 達成状況 |
|--|--|--------------------------------------|
| <p>・次世代ゲノム・エピゲノム技術等により、放射線誘発マウス胸腺リンパ腫、肝がん、消化管腫瘍、ラット乳がん、肺がんにおける被ばく時年齢の影響の解析を完了するとともに、ラット乳腺やマウス髄芽腫、胸腺リンパ腫の幹細胞を評価する実験及び遺伝子改変動物の発がん実験とがんの起源細胞を捉えることができる細胞系譜解析実験の成果をまとめる。</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● <u>次世代ゲノム・エピゲノム技術等により、Bリンパ腫において放射線特異的なゲノム欠失変異が見られることを世界で初めて示し、公表した (Tachibana et al., Carcinogenesis, 2022)。</u> この欠失変異を被ばくに起因するがんを識別する分子指標として利用することで、国際機関が用いる被ばくリスク評価法の不確かさの低減への貢献が期待される。 ● 幹細胞の評価実験により、ラット乳腺幹細胞の動態が照射終了後であっても数週間にわたって変化し続けることを発見したほか、<u>胸腺の幹細胞を含む未分化な細胞集団の動態に対する放射線の影響が年齢によって異なり、Tリンパ腫のリスクの被ばく時年齢依存性を説明することを示し、公表した (Sunaoshi et al., Biology, 2022)。</u> ● <u>遺伝子改変動物を用いた発がん実験で、Brca1遺伝子に日本人集団で最も多いとされるL63X変異をゲノム編集技術で導入したラットが放射線誘発乳がん感受性を示す結果を発表し、さらに同ラットの腎がん、中皮腫感受性に関する共同研究成果も公表されるなど、計画を上回る成果となった (Nakamura et al., Cancer Sci., 2022, プレス発表, Kong et al., Redox Biol., 2022, Luo et al., Cancer Sci., 2023)。</u> がん起源細胞の系譜解析実験では、乳腺内腔細胞のクローン性増殖が50mGyという低線量の被ばくで抑制されることを示し、低線量放射線の影響機序解明のための情報提供に貢献した。 ● これらの成果のうち、年齢や遺伝要因による個人差に関する情報をICRP TG111へ提供し、放射線防護における個人差の取り入れの検討に貢献した。 | <p style="text-align: center;">◎</p> |

※達成状況 ○：達成、－：未達、◎：年度計画を上回る成果を創出
年度計画を上回る実績は、下線有

I.1.(4) 1) 放射線影響研究 (3 / 7)

| 年度計画 | 主な業務実績 | 達成状況 |
|---|--|--------------------------------------|
| <p>・国民が受けている被ばく線量の把握に資するため、これまで開発を進めてきた計測技術を活用し、環境放射線の計測技術の開発及び調査、職業被ばくに関する調査並びに自然放射性物質による被ばくに関する調査を進め、得られた成果から線量低減化につながる課題を検討する。また、血管造影や透視撮影、一般撮影等における患者被ばく線量の評価システム開発を進め、医療被ばく線量のデータ収集技術の高度化及び収集データの解析を行う。さらに、電離放射線障害防止規則改正に対応した、医療従事者の眼の水晶体被ばく低減法の開発を実施する。</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● 環境放射線の計測技術開発及び調査については、宇宙放射線被ばくにおいて線量寄与の大きい重粒子成分を低減させる遮蔽法を提案し、被ばくリスクを半減できることを初めて定量的に示したほか、宇宙環境で用いる線量評価の指標の違いによって重粒子成分の線量寄与に3倍の差異が生じることを公表した (Naito & Kodaira, Sci. Rep., 2022)。これは、深宇宙探査で用いる宇宙船の遮蔽機能の実装に資する成果であるほか、宇宙放射線の性質に特化した新しい線量評価指標の必要性を示すことに貢献した。(スライド[R4]4-9) ● 職業被ばくでは、これまで調査対象となることが少なかった看護師の被ばくの状況を調査したところ、医師とは傾向が異なり、被ばくの自覚なくX線管球に近づき年間3-5mSvの高い水晶体等価線量となる事例が多いことを見出した。また、医療従事者の手指の被ばく線量について、診療手技ごとに正確な線量を決定するため、小型ガラス線量計素子の応答を国際規格ISO4037-3に準拠して妥当な個人線量当量を与える技術開発を完了した(Kowatari et al., Radiat. Prot. Dosim., 2022)。これらは、新たな線量測定法として職業被ばく線量低減化に貢献する。 ● 自然放射線物質による被ばくについては、飲用水のラドン濃度モニタリングの簡便な手法を提案して簡便・安価・高効率に水中ラドン濃度計測を可能にした。また、大気中放射性物質の吸入被ばく模擬環境場の設計を流体シミュレーションにより検討し、成果を公表した (Iwaoka et al., Radiat. Environ. Med., 2022)。これらは自然放射線被ばく評価や低減化に貢献する。 | <p style="text-align: center;">◎</p> |

※達成状況 ○：達成、－：未達、◎：年度計画を上回る成果を創出
年度計画を上回る実績は、下線有

I.1.(4) 1) 放射線影響研究 (4 / 7)

| 年度計画 | 主な業務実績 | 達成状況 |
|------|--|---------------|
| (続き) | <ul style="list-style-type: none"> ● 血管造影などの透視装置による患者被ばく線量の評価や記録のためのWebシステム“RADIREC”の開発を開始し、一般ユーザーへの公開に向けた準備を進めた。医療被ばく線量のデータ収集技術については、放射線治療時の低線量被ばくによる二次がんの仕組みを理解するために、重粒子線治療患者の全身被ばく線量分布を高精度に評価するシステム“RT-PHITS for CIRT”を開発し、発表した（JAEAとの共同研究、プレス発表）。地域医療情報連携ネットワークを活用し、医療被ばく情報を収集する仕組みの構築に着手した。これらは、血管造影や透視撮影、一般撮影等における患者被ばく線量の高精度評価に貢献する。 ● 電離放射線障害防止規則改正に対応した水晶体被ばく低減法については、<u>医療従事者の眼の水晶体被ばく線量を測定するために、蛍光ガラス線量計を鉛防護眼鏡に取り付けるためのクリップを開発した。</u>IVR（画像下治療）術前ブリーフィングの時間を設け、医師らに直接声かけをして個人線量計と個人保護具の装着を促すと、<u>装着率はほぼ100%に達し、見落とされていた被ばく状況が正しく反映されて個人線量が一時的に上昇することを明らかにした</u>（Matsuzaki <i>et al.</i>, Int. J. Environ. Res. Public Health, 2022）。頭部CT撮影時に患者の顔面に向けて入射する放射線の量を低減するモードを用いると、効果的に患者の水晶体線量が低減できることを明らかにした（Nagamoto <i>et al.</i>, Radiat. Prot. Dosim., 2022）。これらは、医療に係る放射線被ばくの低減に貢献する。 | 達成状況は前ページのとおり |

I.1.(4) 1) 放射線影響研究 (5 / 7)

| 年度計画 | 主な業務実績 | 達成状況 |
|--|--|------|
| <p>・放射線影響や防護に関する課題解決のため、オールジャパンの放射線リスク・防護研究基盤運営委員会で具体的な重点研究課題をまとめた結果を公表する。引き続き、動物実験アーカイブの登録を進め、公開用システムでのサンプル検索と画像閲覧の運用を推進する。また、運用ルールを整備することによりアーカイブ共同利用の拠点を構築する。</p> | <p>● 放射線リスク・防護研究基盤については、運営委員会にて重点研究課題に関する検討と取りまとめが完了し、これらを記載した報告書をまとめたほか、低線量研究のレビュー論文を公表した (Suzuki, Imaoka <i>et al.</i>, J. Radiat. Res., 2023, 2 報)。国際ミニワークショップを開催して活動を公表したほか、米国 International Dose Effect Alliance の会合で活動を報告した。OECD/NEA に協力して放射線による有害転帰経路に関する国際共著論文を発表した (Burt <i>et al.</i>, Int. J. Radiat Biol., 2022)。また、動物実験アーカイブについては登録と運用を行い、アーカイブ共同利用の拠点の構築については運用規則の制定を行った。これらは、放射線影響や防護に関する課題解決のための活動を推進するためのオールジャパン体制の構築に貢献する。</p> | ○ |
| <p>・放射性廃棄物による長期被ばく線量評価に資するため、生活圏に放出された放射性核種の移行挙動の解明を進める。</p> | <p>● 生活圏評価に係るパラメータ設定のためのデータ取得に関する原子力発電環境整備機構との共同研究最終年度の課題を順調に進めた。陸域土壌中の放射性核種の挙動解明に安定元素の挙動を適用して研究を進め、得られた成果の学会発表に加え、開発した脱離Kd分析法の手順書を作成した。これらは、放射性廃棄物による我が国の長期被ばく線量の評価に貢献する。</p> | ○ |

※達成状況 ○：達成、－：未達、◎：年度計画を上回る成果を創出
年度計画を上回る実績は、下線有

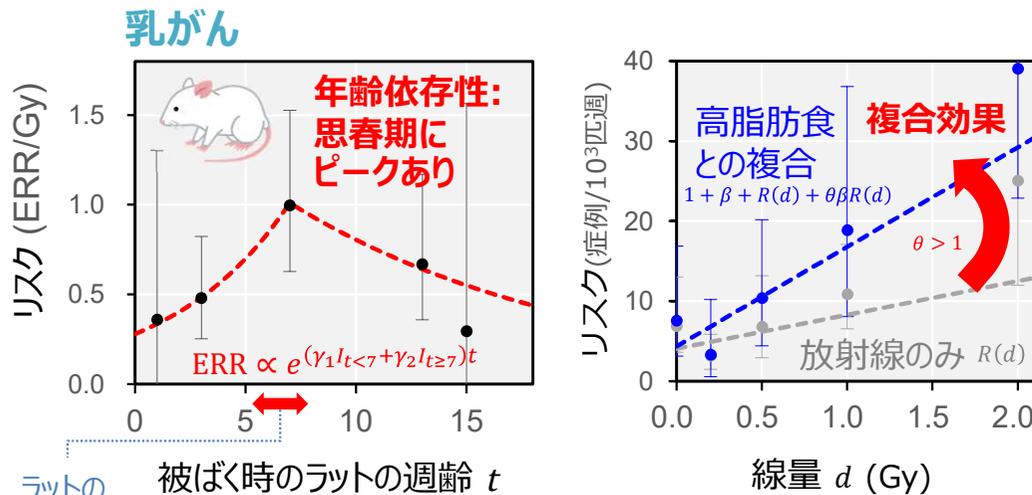
I.1.(4) 1) 放射線影響研究 (6 / 7)

【代表的な実績例】

年齢・線質・生活習慣等による放射線がんリスクの変動を定量的に解明

放射線によるがんリスクの動物実験データを、統計学的モデルによって解析することにより、疫学的に未解明の修飾効果を精密に明らかにした

年齢や生活習慣（高脂肪食,化学物質,妊娠歴等）の修飾効果を柔軟に表現する数学的モデルの必要性を支持



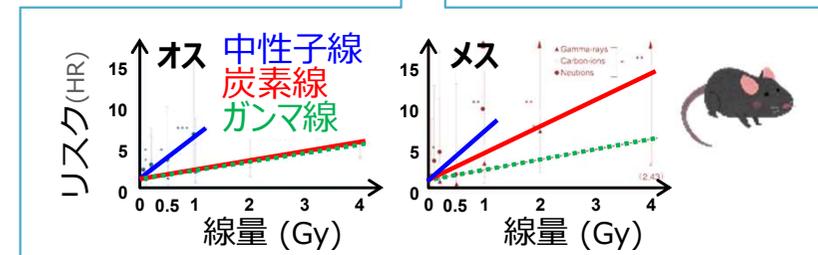
(図: 左は被ばく時の年齢 右は高脂肪食の例)

Imaoka et al., J. Radiat. Res., 2023

炭素線・中性子線の生物学的効果比 (RBE) を推定。雌雄の肺で、現行のICRPの加重係数(最大約20)が十分に安全側であることを支持

肺がん

| 線質 | RBE(オス) | RBE(メス) |
|-----------------------|---------|---------|
| 炭素線 (13 keV/ μ m) | 1.1 | 2.6 |
| 中性子線 (2 MeV) | 4.8 | 4.6 |



Suzuki et al., Radiat. Res., 2022

これらの成果は、ICRP関連会合にて情報提供済み

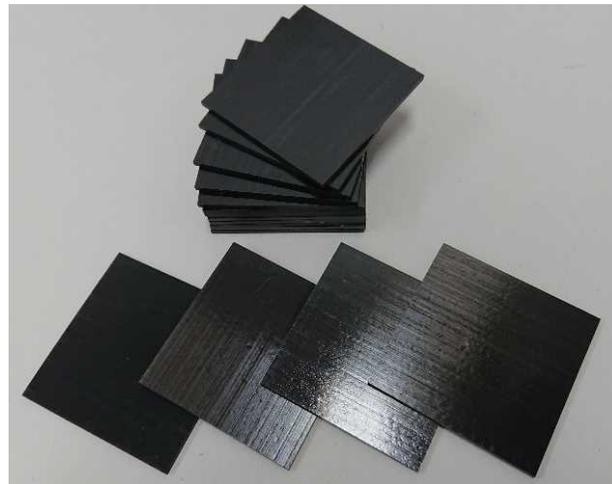
- 本研究で提示した数学的モデルを疫学的評価に使用することで、放射線治療や被ばく事故の後のがんリスクを、個人の特徴を考慮して精緻に予測することにつながる。
- 被ばく後に生活習慣を変えることによる意図的なリスク低減法の開発につながる。

I.1.(4)1) 放射線影響研究 (7/7)

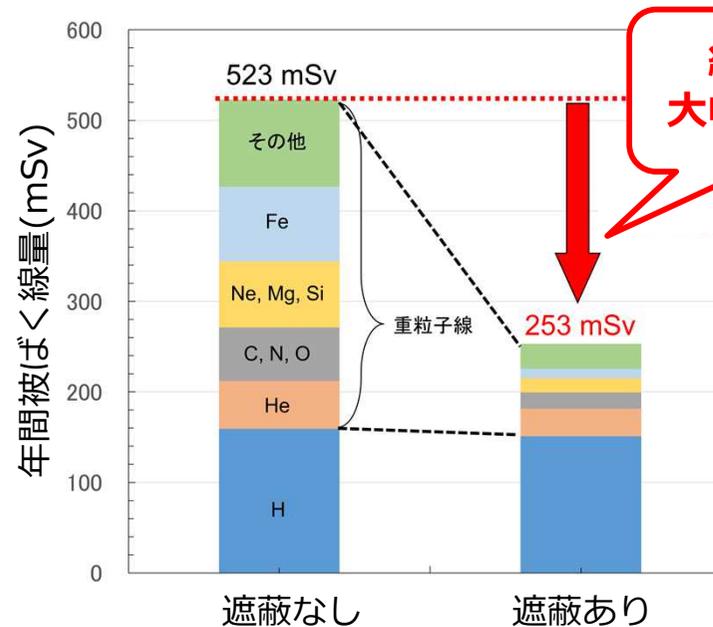
【代表的な実績例】

宇宙放射線の重粒子成分を低減化する遮蔽戦略により被ばくリスクを半減できることを解明

炭素繊維強化プラスチックが、宇宙放射線の中で寄与の大きい重粒子成分を壊すことにより
宇宙放射線の線量を半減できることを明らかにした



炭素繊維強化プラスチック



線量が大幅に減少

遮蔽能、堅牢性、軽量性を兼ね備えるため、宇宙船の壁の材料として有用



炭素繊維強化プラスチック(12cm)の遮蔽により
重い粒子に由来する線量が低減化

Naito & Kodaira, Sci. Rep., 2022

宇宙船の遮蔽性能の向上を民間企業との連携により実用化まで進め、
宇宙滞在中の被ばく線量の低減化を図り、**深宇宙有人探査の安全性の向上**に貢献していく

I.1.(4)2) 被ばく医療研究 (1/6)

| 年度計画 | 主な業務実績 | 達成状況 |
|---|--|------|
| <p>・放射線障害からの組織再生研究に向け、前年度までに確立した障害モデルを用いて、有望視できる新規候補分子の治療効果の更なる検証を行う。放射線障害治療等に応用可能な幹細胞の高品質化に向け、前年度までに得られた様々なゲノム異常に関する情報を基に、変異発生機構の理解を進めるとともに、医学利用において重要なヒト多能性幹細胞の変異低減化技術を確立する。前年度に明らかにしたγ線誘発マウス胸腺腫の原因について、更なる分子機構の解明を進める。また、過酸化水素による組織障害又は障害性因子の物理化学的計測を継続するとともに、特に低酸素条件下での障害のキーとなる反応機構を見出すことで、その制御につなげる。</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● <u>抗酸化物質カテキン誘導体が通常のカテキンに比べ顕著に細胞傷害性を示すこと、正常細胞に比べ、がん細胞への傷害度合いが大きいことを見出した。平面型カテキンがミトコンドリア膜電位の低下を介したアポトーシスを誘導し、がん細胞死を誘発することを明らかにした。これらは、高活性な抗酸化物質や放射線防護剤の分子設計に貢献する。(スライド[R4]4-13)</u> ● <u>放射線障害からの組織再生研究に向け、新規候補分子を安定化する調整に成功し、治療効果を検証した。更に、ゲノム異常を防ぐ新規候補分子の解析を行い、ヒストン脱アセチル化酵素複合体の新規候補分子が損傷を受けたゲノムを修復するための新たな仕組みを明らかにし、公表した (Kusakabe et al., iScience, 2022)。新たな放射線防護薬開発への応用が期待される。(スライド[R4]4-13)</u> ● <u>iPS細胞における変異発生の原因解明を進め、ゲノムメチル化サイトCpGが変異の好発部位であること、特にその脱メチル化過程で変異が生じることを示し、エピゲノム制御機構がゲノム配列そのものに与える影響を初めて明らかにした。また、iPS細胞における変異研究を発展させたテーマが、AMEDムーンショット目標7に採択された。</u> ● <u>高濃度の過酸化水素の反応性と、過酸化水素から生じるヒドロキシラジカルと標的分子との距離による反応性の違いを明らかにした (Igarashi et al., Cancers, 2022)。放射線が生じる活性種の中でヒドロキシラジカルよりも高濃度の過酸化水素が障害因子として働く可能性を示す有用な知見である。</u> | ◎ |

※達成状況 ○：達成、－：未達、◎：年度計画を上回る成果を創出
年度計画を上回る実績は、下線有

I.1.(4)2) 被ばく医療研究 (2/6)

| 年度計画 | 主な業務実績 | 達成状況 |
|---|--|--------------------------------------|
| <p>・大規模な放射線災害を含む多様な放射線被ばく事故に対応可能な個人被ばく線量評価手法について、これまでの成果を取りまとめるとともに、開発した甲状腺モニタや、機械学習を用いた染色体解析などの社会実装を進める。</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● 放射線事故における被ばく線量の迅速かつ正確な評価に向けて、従来法であるαスペクトロメトリーと質量分析法を併用した高感度アクチニド分析法について論文発表 (Yang et al., Radiat. Prot. Dosim., 2022)したほか、弘前大学との共同研究により尿中ストロンチウム分析法の開発を進めた。(スライド【R4】4-14) ● メッシュファントムを用いた計算シミュレーション技術を活用した不均等被ばく状況における外部被ばく線量評価の高度化を行うため、IAEA等で検証された過去の事故例をベンチマークとして検証計算を行い、当時不可能であった臓器線量推定が可能となった。 ● 乳幼児用甲状腺モニタについては、令和5年度中の製品化に向けた準備を継続した。 ● AIを用いた染色体解析システムについては、他の高度被ばく医療センターへの展開に向けた準備を継続し、令和5年度以降の運用に目途をつけた。 ● 低エネルギーX線による皮膚被ばくの個人線量当量評価を目指し、ラジオクロミックフィルム(評価線量分布画像)を用いた空気カーマの測定結果から皮膚線量当量を算出する手法を開発した。 ● これらは、多様な放射線事故に対する被ばく線量評価手法の開発・整備に貢献する。 | <p style="text-align: center;">○</p> |

※達成状況 ○：達成、－：未達、◎：年度計画を上回る成果を創出
 年度計画を上回る実績は、下線有

I.1.(4)2) 被ばく医療研究 (3/6)

| 年度計画 | 主な業務実績 | 達成状況 |
|---|---|----------|
| <p>・内部被ばく線量の低減を目的として、放射性核種の効果的な排出促進方法や除染薬剤剤型の開発に活用するために、放射性遷移金属の体内分布と代謝の精細定量解析技術の精緻化に向けた研究を継続するとともに、生体線量評価技術の開発を行う。特に構築した生体内放射性核種の分布・代謝・化学形情報を除染薬剤評価法に反映させる。さらに、平成29年6月に国内で発生した核燃料物質による内部被ばく事故において被ばくした作業員の内部被ばく線量解析を完了する。また、開発したアクチノドバイオアッセイ手法について、その有効性を国際相互比較試験等で確認することを継続するとともに、他機関と連携してバイオアッセイの適用核種の拡充を行う。</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● 高エネルギー放射光マイクロビームを利用することにより、生体組織中セシウムのみクロンレベルの分布及び解析を実現した。ウランの骨組織移行解析を進め、ウラン体内動態データを構築した。<u>量子ビーム技術を活用した血清内ウランのキレート剤による除染割合評価法を確立し、公表した (Uehara et al., Anal. Methods, 2022)</u>。また、<u>生体内アクチノドの化学形判別の精度向上を目指し、関西研、量医研、量生研との組織横断研究を推進したほか、量研ビームラインでのウラン化学形解析の基盤を整備した。</u>これらは、内部被ばくスクリーニング法の精緻化に貢献する。(スライド[R4]4-15) ● 極低線量放射線により変動する生体指標の定量精度を高めることにより、生体線量評価技術の高感度化を行った。 ● <u>アクチノド核種の体内除染剤(キレート剤)の投与による治療効果、すなわち内部被ばく線量低減効果を評価するための体内動態モデルを開発し、原子力機構大洗研究所のPu内部被ばく事例で得られたバイオアッセイデータに適用した結果を公表した (Tani et al., Radiat. Prot. Dosim., in press)</u>。 ● <u>アクチノドバイオアッセイ(便)について、試料(人工便)の乾式灰化条件の最適化や有機物分解試薬の選定等を行い、安定かつ高回収率な分析手法を開発した。また、バイオアッセイに関する国際相互試験 (PROCORAD-2022) において、尿中Pu-DTPAの分析でトップラボラトリーに選定され、量研ならびに日本の線量評価技術水準の高さを証明した。</u>これらのバイオアッセイ手法の確立は、確実な放射線被ばく事故への対応に貢献する。(スライド[R4]4-14) | <p>◎</p> |

※達成状況 ○：達成、－：未達、◎：年度計画を上回る成果を創出
年度計画を上回る実績は、下線有

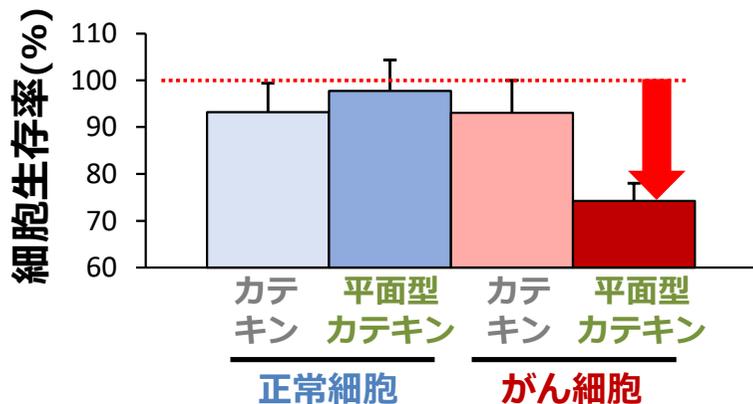
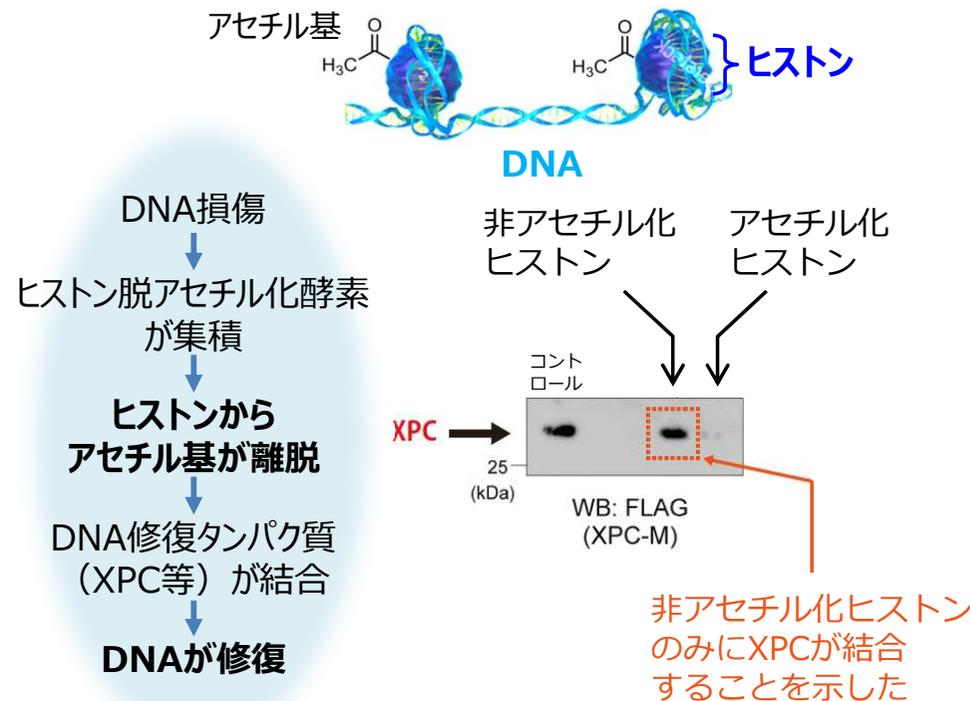
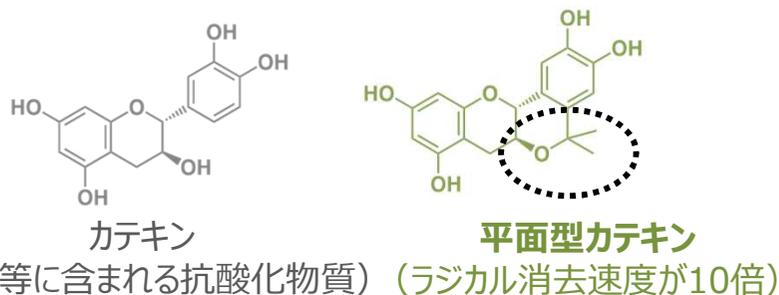
I.1.(4)2) 被ばく医療研究 (4/6)

【代表的な実績例】

放射線防護剤の開発に資する基礎的な成果を創出

正常細胞を放射線から防護する「平面型カテキン」が
がん細胞傷害作用を有することを発見

細胞が損傷したDNAを修復する前に
ヒストンからアセチル基が除去されることの重要性を発見



がん患者の放射線障害低減において、治療効果を高めつつ
正常組織の防護効果が得られる可能性を示唆

Kusakabe *et al.*, *iScience*, 2022 (神戸大等との共同研究)

放射線防護剤としての平面型カテキンが持つ医療における新たな応用可能性を示すとともに、
ヒストン脱アセチル化を促進する物質が**新たな放射線防護剤**となり得る可能性を示す成果

I.1.(4)2) 被ばく医療研究 (5/6)

【代表的な実績例】

アクチノドバイオアッセイ手法に係る迅速分析法開発と国際試験トップラボラトリー選定

質量分析法を用いた便バイオアッセイ手法の
迅速化・高精度化を達成

国際相互試験PROCORAD-2022において
トップラボラトリーに選定され、量研の技術の信頼性を実証

前処理時間の短縮方法と妨害核種の除去方法の確立

150 g 人工便

乾式灰化により
時間短縮
に成功

約4gに重量削減

溶融

低温溶融
抽出法により
妨害核種を
除去

水150 mL+
65%硝酸50 mL

前処理時間を2~3日から**0.5日まで短縮**、回収率は従来と同等
プルトニウム(Pu) 86%以上 ネプツニウム(Np) 89%以上 アメリシウム(Am) 75%以上

その他、**超高感度ICP質量分析法の高精度化**により
従来法(αスペクトロメトリ)の²³⁹Pu検出下限の
1/100 (0.01mBq/L) を達成

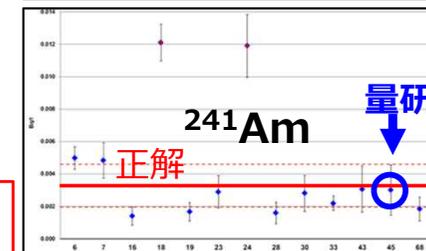
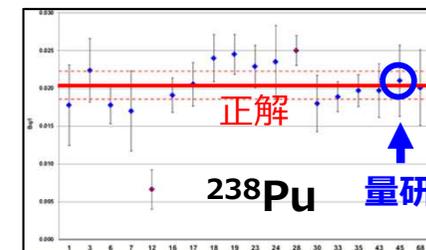
Yang et al., Radiat. Prot. Dosim., in press (2報)

全18参加機関の結果 量研の結果が最も正解に近かった

「DTPA+尿中のアクチノド核種分析」
トップラボラトリー選定の通知書



... The results that you obtained in the year 2022 intercomparisons qualify you as TOP LABO for the measurement of Actinides in urine with DTPA such that your technique deserves to ...



人材育成の場にもこの技術を活用
(写真：原子力規制庁補助金事業
高度専門被ばく医療バイオアッセイ研修)

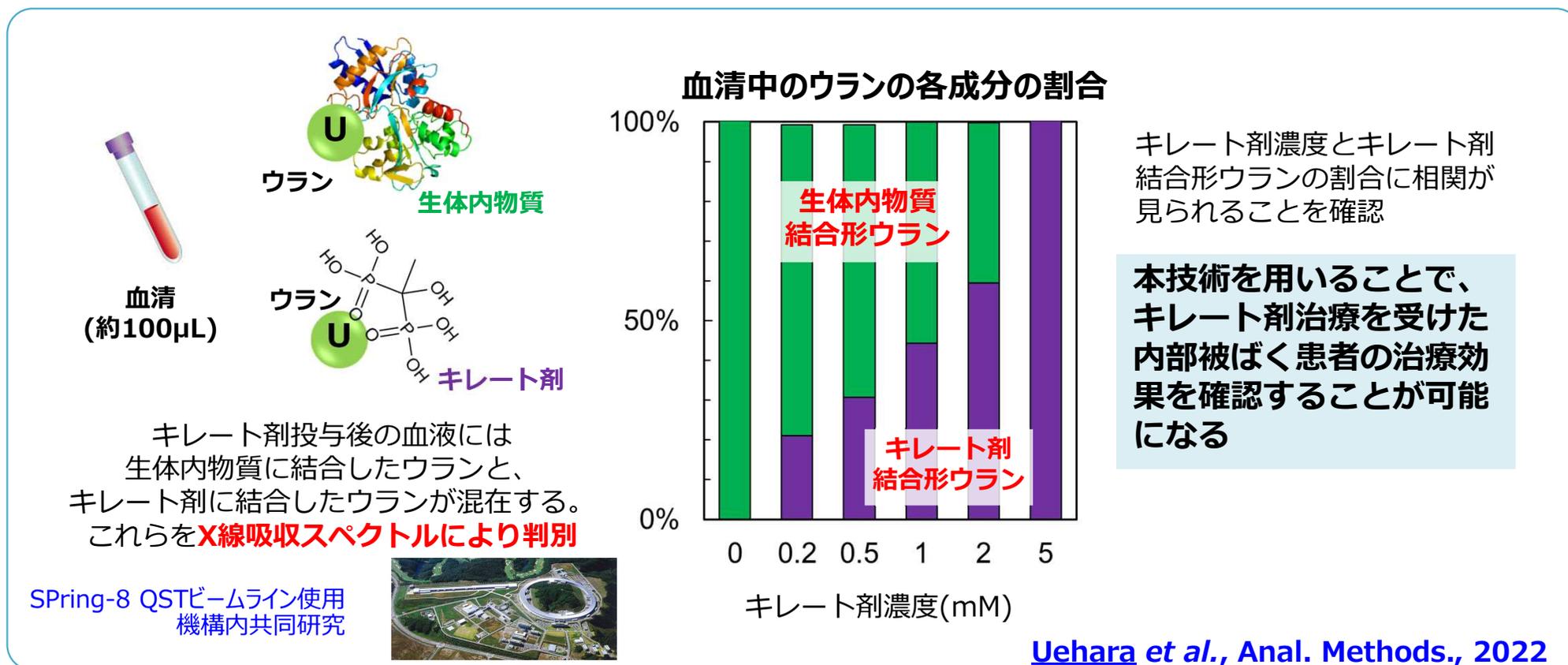
- ・バイオアッセイ手法の継続的な精度保証と改良を通じ、量研の**万一の被ばく事故への対応**を確実なものとしていく。
- ・世界トップレベルの技術を他の高度被ばく医療支援センター等での実用へ展開し、高度専門人材研修を通じて継承することで人材育成にも貢献していく。

I.1.(4)2) 被ばく医療研究 (6 / 6)

【代表的な実績例】

内部被ばく除染のためのアクチニド化学形判別における高精度分析の基盤技術を開発

体内に取り込まれたウランと血清内成分の結合割合を測定することで
キレート剤による治療の効果を評価する基礎技術を開発



放射光を用いた生体液中アクチニドの除染割合評価法の開発研究およびアクチニド化学形判別の高精度分析の研究基盤の整備により、内部被ばくスクリーニング法の精緻化につながる成果。

参考資料：研究開発に対する外部評価結果、意見等

放射線影響研究については、大学等との共同研究の推進や要所を押さえた国際協力の展開など、成果を最大化するためのマネジメントが適切に行われている。放射線影響に関する重要な課題に積極的に取り組んでおり、年度計画を上回る成果を創出している。線量低減手法および被ばく影響修飾要因の検討に加え、人材の育成・確保の推進、アーカイブの充実・発展に期待する。

被ばく医療研究については、診断・治療への適用を念頭に、体系的な研究計画に沿って研究が進められており、各研究項目において計画を上回る成果を創出されている。被ばく医療研究をメカニズム解明から制御の方向へ、除染法や治療薬開発まで計画的に進められており、研究マネジメントも正常に機能している。いずれの領域でも研究は順調に進行しており、論文数、受賞、研究費獲得状況、共同研究数等、十分な成果が出ている。全国の関係機関との協力体制を維持し、我が国の原子力災害医療体制を牽引することを期待する。

参考資料：基本データ及びモニタリング指標

【基本データ】

1. 予算額

| | H28 | H29 | H30 | R1 | R2 | R3 | R4 | 前年度比 |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| 予算額 (百万円) | 1,766 | 1,709 | 1,500 | 1,507 | 1,238 | 1,201 | 1,185 | △16 |

※小数点以下、四捨五入

2. 常勤職員数

| | H28 | H29 | H30 | R1 | R2 | R3 | R4 | 前年度比 |
|------------|-----|-----|-----|----|----|----|----|------|
| 常勤職員数 (人) | 60 | 79 | 83 | 75 | 74 | 74 | 66 | △8 |
| うち、研究職 (人) | 41 | 53 | 58 | 50 | 46 | 52 | 49 | △3 |
| 技術職 (人) | 6 | 13 | 17 | 18 | 19 | 17 | 15 | △2 |
| 事務職 (人) | 13 | 13 | 8 | 6 | 8 | 5 | 2 | △3 |
| 医療職 (人) | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | ±0 |

参考資料：基本データ及びモニタリング指標

【モニタリング指標】

※括弧内は他の評価単位計上分と重複するものを含んだ論文数（参考値）

| | H28 | H29 | H30 | R1 | R2 | R3 | R4 | 前年度比 |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------|--------------|----------------|
| 論文数 | 86報 (86報) | 54報 (54報) | 92報 (92報) | 82報 (82報) | 89報 (89報) | 111報 (111報) | 76報 (76報) | △35報 (△35報) |
| Top10%論文数 | 3報 (3報) | 2報 (2報) | 3報 (3報) | 3報 (3報) | 2報 (2報) | 5報 (5報) | 5報 (5報) | ±0報 (±0報) |
| 知的財産の創出・確保・活用の質的量的状況 | 出願0件 登録4件 | 出願2件 登録1件 | 出願2件 登録0件 | 出願3件 登録0件 | 出願4件 登録0件 | 出願2件 登録2件 | 出願0件 登録0件 | 出願△2件 登録△2件 |