

Wed. Jul 8, 2026

Invited Lecture

10:40 AM - 11:10 AM JST | 1:40 AM - 2:10 AM UTC | A(Miraikan Hall)

放射性薬剤2

Chairman:Tomoya Uehara(Chiba University)

10:40 AM - 11:10 AM JST | 1:40 AM - 2:10 AM UTC

[1A03] Development of Cancer-Targeted Radiotheranostic Agents Based on Water-Soluble Polymers

○Kohei Sano¹ (1. Kobe Pharm. Univ.)

Invited Lecture

1:00 PM - 1:30 PM JST | 4:00 AM - 4:30 AM UTC | A(Miraikan Hall)

獣医療1

Chairman:Takehiko Kakizaki(Kitasato University)

1:00 PM - 1:30 PM JST | 4:00 AM - 4:30 AM UTC

[1A07] Bone scintigraphy in racehorses: The first clinical introduction in Japan

○Motoi Nomura¹ (1. Japan Racing Association)

Invited Lecture

10:20 AM - 10:50 AM JST | 1:20 AM - 1:50 AM UTC | B(Conference Room Saturn)

環境1

Chairman:Daisuke Tsumune(University of Tsukuba)

10:20 AM - 10:50 AM JST | 1:20 AM - 1:50 AM UTC

[1B01] Quantification of Difficult-to-Measure Anthropogenic Radionuclides in the Environment: Challenges and Perspectives

○Aya Sakaguchi¹ (1. Univ. of Tsukuba)

Invited Lecture

1:15 PM - 1:45 PM JST | 4:15 AM - 4:45 AM UTC | B(Conference Room Saturn)

東京電力福島第一原子力発電所事故関連1

Chairman:Daisuke Tsumune(University of Tsukuba)

1:15 PM - 1:45 PM JST | 4:15 AM - 4:45 AM UTC

[1B06] Analysis of Difficult-to-Measure Radionuclides by ICP-MS/MS and Solid-Phase Extraction: Application to Environmental Samples

○Hirofumi Tazoe¹ (1. IREM/Hirosaki Univ.)

Invited Lecture

3:00 PM - 3:30 PM JST | 6:00 AM - 6:30 AM UTC | B(Conference Room Saturn)

食品照射1

Chairman:Norikaki Katayama(Tokyo Metropolitan Industrial Technology Research Institute)

3:00 PM - 3:30 PM JST | 6:00 AM - 6:30 AM UTC

[1B10] An Overview of Food Irradiation: Fundamental Principles and Applications

○Setsuko TODORIKI¹ (1. NARO/NFRI)

Invited Lecture

10:45 AM - 11:00 AM JST | 1:45 AM - 2:00 AM UTC | C(Conference Room Uranus)

放射線生物学1

Chairman:Ryoichi Hirayama(QST hospital)

10:45 AM - 11:00 AM JST | 1:45 AM - 2:00 AM UTC

[1C01] Genomic studies of radiation induced tumors for advanced assessment of radiation associated cancer risk

○Kazuhiro Daino¹, Hirotaka Tachibana², Kenta Amano^{1,3}, Chizuru Tsuruoka¹, Atsuko Ishikawa¹, Shizuko Kakinuma⁴
(1. QST・NIRS, 2. CRIEPI, 3. Chiba Univ., 4. IES)

Invited Lecture

1:00 PM - 1:30 PM JST | 4:00 AM - 4:30 AM UTC | C(Conference Room Uranus)

ライフサイエンス1

Chairman:Keitaro Tanoi

1:00 PM - 1:30 PM JST | 4:00 AM - 4:30 AM UTC

[1C06] Study on Carbon Partitioning and Improvement of Utilization Characteristics by Modifying Starch Metabolism in Rice Straw

○Ryutaro Morita¹ (1. Grad. Sch. Agric. Life Sci., The Univ. of Tokyo)

Thu. Jul 9, 2026

Invited Lecture

10:00 AM - 10:30 AM JST | 1:00 AM - 1:30 AM UTC | A(Miraikan Hall)

東京電力福島第一原子力発電所事故関連3

Chairman:Hirofumi Tsukada(Fukushima University, Professor Emeritus)

10:00 AM - 10:30 AM JST | 1:00 AM - 1:30 AM UTC

[2A01] Mechanistic controls of radioesium by soil minerals: How complete is our understanding?

○Atsushi Nakao¹ (1. Kyoto Prefectural University)

Invited Lecture

1:45 PM - 2:15 PM JST | 4:45 AM - 5:15 AM UTC | B(Conference Room Saturn)

放射能測定1

Chairman:Yasushi Sato(AIST)

1:45 PM - 2:15 PM JST | 4:45 AM - 5:15 AM UTC

[2B01] Imaging-Based Dosimetry in Targeted Radionuclide Therapy and the Importance of Dose Calibrator Calibration

○Kenta Miwa¹, Noriaki Miyaji¹ (1. Fukushima Medical University)

Invited Lecture

1:45 PM - 2:15 PM JST | 4:45 AM - 5:15 AM UTC | C(Conference Room Uranus)

陽電子消滅1

Chairman:Masaki Maekawa(QST)

1:45 PM - 2:15 PM JST | 4:45 AM - 5:15 AM UTC

[2C03] Plasma experiments with low energy positrons

○Hiroyuki Higaki¹, Koji Michishio², Haruhiko Saitoh³, Naofumi Kuroda⁴ (1. ADSE, Hiroshima Univ., 2. AIST, 3. Grad. Sch. Frontier Sciences, The Univ. of Tokyo, 4. Institute of Phys. The Univ. of Tokyo)

Fri. Jul 10, 2026**Invited Lecture**

10:00 AM - 10:30 AM JST | 1:00 AM - 1:30 AM UTC | B(Conference Room Saturn)

放射線計測2

Chairman:Kenji Shimazoe(The University of Tokyo)

10:00 AM - 10:30 AM JST | 1:00 AM - 1:30 AM UTC

[3B01] Development of Radiation Diagnostics in Magnetic Confinement Fusion Plasma

○Kunihiro Ogawa^{1,2}, Longyong Liao¹, Eiji Takada³, Mitsutaka Isobe^{1,2} (1. National Institute for Fusion Science, 2. SOKENDAI, 3. NIT, Toyama)**Invited Lecture**

10:00 AM - 10:30 AM JST | 1:00 AM - 1:30 AM UTC | C(Conference Room Uranus)

リスクコミュニケーション

Chairman:Masahiro Hirota(Shinshu University)

10:00 AM - 10:30 AM JST | 1:00 AM - 1:30 AM UTC

[3C01] Implementation, Educational Impact, and Future Directions of Inquiry-Based Instruction Using Clearance Metal in High School Education

○Yukinori Asai¹ (1. Fukuiminami High school)

Invited Lecture

📅 Wed. Jul 8, 2026 10:40 AM - 11:10 AM JST | Wed. Jul 8, 2026 1:40 AM - 2:10 AM UTC | 🏢 A(Miraikan Hall)

放射性薬剤2

Chairman: Tomoya Uehara (Chiba University)

10:40 AM - 11:10 AM JST | 1:40 AM - 2:10 AM UTC

[1A03] Development of Cancer-Targeted Radiotheranostic Agents Based on Water-Soluble Polymers

○Kohei Sano¹ (1. Kobe Pharm. Univ.)

水溶性ポリマーを母体とするがん標的ラジオセラノスティクス薬剤の開発 Cancer-targeted theranostic radiopharmaceuticals based on water-soluble polymers

神戸薬科大学放射線管理室*

佐野 紘平*

(SANO, Kohei*)

近年、放射性薬剤を用いた進行がんに対する高い治療効果が相次いで報告されており、関連する放射性医薬品開発への期待が高まっている。一方で、治療用放射性薬剤には診断用薬剤以上に厳密な体内動態制御および高いがん選択性が求められるため、創薬における難易度は高く、本分野は依然として発展途上にある。したがって、放射能をがん組織へ選択的かつ効率的に送達・滞留させる新たな技術基盤の構築が求められている。

演者は、水溶性ポリマーであるポリオキサゾリン (POZ) やポリオリゴエチレングリコールメチルエーテルメタクリレート (POEGMA) の熱応答性凝集特性に着目し、これらを利用したがん治療用放射性薬剤の開発を進めてきた。これらのポリマーは一定温度以上で凝集する性質を有しており、加温処置との組み合わせによりがん組織内での局所的な滞留性の向上が期待できる。また、ポリマーは診断用放射性同位元素で標識することで、がん組織への放射能の送達可能性について評価を実施することができ、ラジオセラノスティクスへの展開が期待される。

本講演では、熱応答凝集性ポリマーを基盤とする放射性薬剤の開発研究について紹介する。

まず、がん組織内投与型の小線源治療薬剤の開発について検討した。密封小線源療法は高い局所制御効果を示す一方、線源留置操作の煩雑さなどの課題を有する。そこで演者は、室温では溶液状態を維持し、がん組織内投与後には体温で凝集するインジェクタブル型小線源療法用薬剤を設計・合成した。体温条件下で凝集する ^{111}In 標識 POZ を作製し、前立腺がん担当がんマウスで評価した結果、がん組織内において長期間かつ局所的な放射能滞留が確認された。さらに、 ^{90}Y 標識 POZ を用いた治療実験では、顕著な副作用を認めることなく高い抗がん効果が得られ、がん組織内投与型核医学治療への有用性が示された (Sano K., et al. *J Nucl Med*, 2017)。

次に、静脈内投与と温熱療法を組み合わせた小線源型放射線治療法について検討した。温熱療法適用温度 (42–43°C) 付近で凝集する POZ 誘導体およびその ^{111}In 標識体を合成し、加温条件下でのがん集積性を評価した。その結果、加温条件下では非加温時と比較してがん集積が約 2 倍向上し、正常組織に対しても高いがん選択性を示した。また、インビボ共焦点蛍光顕微鏡観察により、この集積亢進には POZ の熱応答性凝集が関与することを明らかにした (Sano K., et al. *Mol Pharm*, 2018)。さらに、 ^{90}Y 標識 POZ の静脈内投与と温熱療法を併用した治療実験では、優れたがん増殖抑制効果が認められた (Sano K., et al., *Int J Pharm*, 2025)。

また、がんのラジオセラノスティクスを目的としたリポソーム製剤の開発において、がん組織への放射能集積の増強を目指し、POZ を導入したリポソーム製剤を作製した。担当がんマウスを用いた検討において、本製剤の ^{111}In 標識体は、がんの加温処置との組み合わせにより、ポリマーの凝集作用を介してがん組織への集積が大幅に改善されたことから、治療用放射性同位元素にて標識した本リポソーム製剤を用いる核医学治療の可能性が示された (Fukada T, Sano K., et al., *Mol Pharm*, 2026)。

* Radioisotope Research Center, Kobe Pharmaceutical University

Invited Lecture

🎵 Wed. Jul 8, 2026 1:00 PM - 1:30 PM JST | Wed. Jul 8, 2026 4:00 AM - 4:30 AM UTC | 🏢 A(Miraikan Hall)

獣医療1

Chairman: Takehiko Kakizaki (Kitasato University)

1:00 PM - 1:30 PM JST | 4:00 AM - 4:30 AM UTC

[1A07] Bone scintigraphy in racehorses: The first clinical introduction in Japan

○ Motoi Nomura¹ (1. Japan Racing Association)

競走馬を対象とした骨シンチグラフィー：国内初導入とその実際 Bone scintigraphy in racehorses: The first clinical introduction in Japan

日本中央競馬会 競走馬総合研究所^{*1}

野村 基惟^{*1}

(NOMURA Motoi)

1. 競走馬を対象とした画像診断と核医学検査

日々の高強度トレーニングを続ける競走馬には骨疾患が多く、海外での競走馬医療への骨シンチグラフィーの導入は 1970 年代に遡る。2010 年代後半には馬用の立位 PET 検査の臨床応用も進み、米国を中心に有用性の検討が進んでいる。また近年は、競走馬の福祉向上を目的とした重篤な骨折の発症メカニズムに関する研究が進み、前駆病変としての微細な骨損傷を画像診断で評価しようとする機運が高まっている。高度化する競走馬の画像診断技術は、臨床検査法としてだけでなく、重篤な骨折の発症リスクを評価する手法としても幅を広げており、核医学検査もその一翼を担っているといえる。

2. 本邦における馬を対象とした核医学検査の導入

本邦における獣医核医学検査は、法的制約に伴い長らく導入が進んでこなかったが、2009 年には獣医療法施行規則が改正され、犬および猫を対象とした各種シンチグラフィーおよび一部の PET 検査、馬を対象とした骨シンチグラフィー (^{99m}Tc) に限って実施が可能となった。その後も、施設整備上のハードルに加え、糞尿や敷料の処理をはじめとする大動物特有の課題への対応を進め、2025 年末、当会美浦トレーニング・センター競走馬診療所に国内初となる馬を対象とする核医学検査施設が整備された。ここに至るまで、獣医核医学検査の重要性と競走馬医療の進歩を支持してきた多くの先人の尽力があったことを付記したい。

3. 競走馬医療での活用と検査の運用

これまで当会で競走馬の跛行診断を行う際には、X 線検査、超音波検査、立位 MRI 検査といった画像診断を組み合わせて活用してきた。しかし立位 MRI の適用は四肢遠位部に限られ、X 線検査や超音波検査も体重 500kg ほどにもなるサラブレッドでは物理的にアプローチが難しい部位もある。全身の骨代謝情報を取得可能な骨シンチグラフィーは、特に四肢近位部や体幹部の骨病変に対する診断精度の向上に寄与するものと期待している。

検査では、午前中に ^{99m}Tc -HMDP を 10 MBq/kg を基準に投与し、全身の骨への分布を考慮して午後撮影を行う。検査後は核医学検査施設内の専用馬房で管理し、法令に基づき RI 投与から 48 時間経過以降に退院とする。具体的な検査運用の確立にあたっては、諸外国の馬診療施設への研修や海外獣医師の招聘を通じ、検査時の動線構築や競走馬に適した撮影プロトコル作成等を進めている。

本講演では、核医学検査施設の概要とともに、現在検討を進めている運用や検査対象症例等について紹介する。

^{*1} Japan Racing Association Equine Research Institute

Invited Lecture

🎵 Wed. Jul 8, 2026 10:20 AM - 10:50 AM JST | Wed. Jul 8, 2026 1:20 AM - 1:50 AM UTC | 🏢 B (Conference Room Saturn)

環境1

Chairman: Daisuke Tsumune (University of Tsukuba)

10:20 AM - 10:50 AM JST | 1:20 AM - 1:50 AM UTC

[1B01] Quantification of Difficult-to-Measure Anthropogenic Radionuclides in the Environment: Challenges and Perspectives

○Aya Sakaguchi¹ (1. Univ. of Tsukuba)

環境中の難測定人工放射性核種の定量：課題と展望

Quantification of Difficult-to-Measure Anthropogenic Radionuclides in the Environment:
Challenges and Perspectives

筑波大学数理物質系/放射線アイソトープ地球システム研究センター

○坂口 綾^{*1}(SAKAGUCHI, Aya^{*1})

人類の核活動により、環境中には多様な人工放射性核種が放出されてきた(図1)。近年、とりわけ半減期が数万年から数千万年に及ぶ長寿命人工放射性核種の動態解明は、放射性廃棄物管理や環境影響評価、さらには放射線防護の観点から重要性を増している。一方で、元素(核種)固有の物理化学的性質を有し、環境への供給過程や供給量が比較的明瞭、あるいは明確化可能な人工放射性核種は、その存在量や化学形態を精緻に理解することで、有効な環境トレーサーとして地球化学・環境科学研究への応用が期待されている。

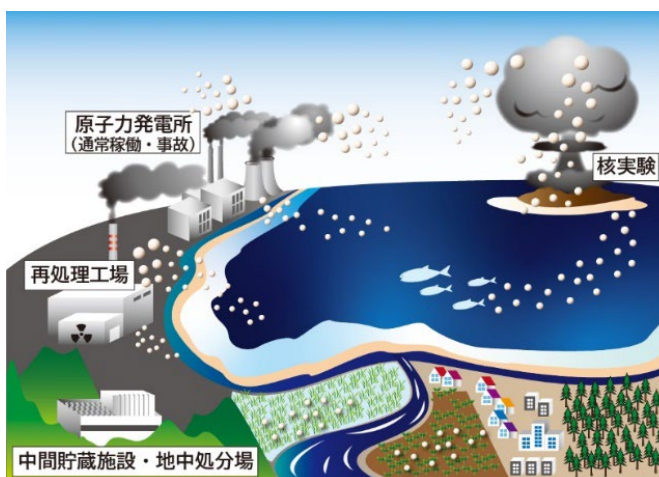


図1 環境中への人工放射性核種放出源

そのため、多くの研究分野において高精度な定量を目指し、誘導結合プラズマ質量分析(ICP-MS)や加速器質量分析(AMS)などの高度分析手法を用いた研究が進められている。

しかしながら、これらの人工放射性核種は環境試料中において主要な安定元素と比較して極めて低濃度で存在し、複雑なマトリクスからの分離・精製が困難であることに加え、質量分析における同重体干渉や分子イオン干渉の影響を強く受ける。また、質量分析に不可欠な標準試料や同位体スパイクが整備されていない核種も多く、代替核種を用いた定量などの工夫が求められている。このような背景から、これら人工放射性核種の高感度かつ高精度な定量は依然として大きな課題となっている。

これらの課題を解決すべく、これまで我々の研究グループでは、汎用的な ICP-MS の高感度化、環境試料からの目的元素(核種)の高効率な濃集法および質量分析に供するための化学分離法の確立、SI トレーサブルな標準試料の作製、さらに核反応を利用した同位体スパイクの創製に取り組んできた。

講演では、現在取り組んでいるアクチノイドや核分裂核種の分析法を一例として取り上げ、難測定人工放射性核種の定量における分析化学的課題を整理するとともに、その解決に向けた技術的アプローチと今後の展望について概説する。

^{*1} Institute of Pure and Applied Sciences, University of Tsukuba

Invited Lecture

🎵 Wed. Jul 8, 2026 1:15 PM - 1:45 PM JST | Wed. Jul 8, 2026 4:15 AM - 4:45 AM UTC | 🏢 B (Conference Room Saturn)

東京電力福島第一原子力発電所事故関連1

Chairman: Daisuke Tsumune (University of Tsukuba)

1:15 PM - 1:45 PM JST | 4:15 AM - 4:45 AM UTC

[1B06] Analysis of Difficult-to-Measure Radionuclides by ICP-MS/MS and Solid-Phase Extraction: Application to Environmental Samples

○ Hirofumi Tazoe¹ (1. IREM/Hirosaki Univ.)

新規放射性核種分析法の開発と環境放射能動態研究への展開
Development of Novel Radionuclide Analytical Methods and Application to
Environmental Radioactivity Dynamics

弘前大学被ばく医療総合研究所^{*1}

○田副 博文^{*1}

(TAZOE, Hirofumi^{*1})

2011 年 3 月に発生した福島第一原子力発電所事故以降、環境中における放射性核種の動態把握は、放射線防護および環境科学において極めて重要となっている。こうした要請に応えるため、キレート樹脂固相抽出法やタンデム四重極型 ICP 質量分析装置 (ICP-MS/MS) の活用が大きく進展し、ウラン 236 (U-236)、セシウム 135 (Cs-135)、ヨウ素 129 (I-129) 等、長半減期核種の新規分析法開発が進められてきた。これらの分析技術は、福島県内の環境動態解析に加え、海外連携により中国、バングラデシュ、カメルーン等の土壌試料にも適用されており、各地域におけるバックグラウンドデータの蓄積および国際共同研究ネットワークの拡充に寄与している。

本講演では、これら多岐にわたる分析法開発の中でも、重点的に開発が進められてきた「ストロンチウム 90 (Sr-90)」の分析法構築と環境試料への適用事例を中核として報告する。Sr-90 はセシウム 137 (Cs-137) と同等の高い核分裂収率を持ち、生物学的半減期も長いため骨に蓄積しやすい重要核種である。しかし、ガンマ線を放出しない純ベータ放出核種であることに加え、環境試料や生体中に数万倍以上の高濃度で存在するカルシウムと化学的挙動が類似することから、放射化学的分離が極めて困難な「難分析核種」とされている。この課題を克服するため、DGA (ジグリコールアミド) 固相抽出レジンをを用いた新規 Sr-90 分析法が構築された。DGA レジンは特異的な吸着特性を持ち、多量のカルシウムマトリックス中から Sr-90 および娘核種のイットリウム 90 (Y-90) を高効率に分離回収することが可能である。2016 年に海水を対象とした分析法を報告して以降、共沈法等と組み合わせることで極低濃度レベルの観測に不可欠な大容量海水試料への適用を実現した。さらに、主成分がリン酸カルシウムでありマトリックス除去が極めて困難な海水魚の骨試料に対しても、手法の最適化により適用範囲を拡張することに成功した。

近年では、放射線計測に基づく従来法に代わる迅速分析法として、Sr レジンによる前濃縮と ICP-MS/MS を組み合わせた Sr-90 の直接質量分析法が確立された。ICP-MS/MS の反応セル技術等により、質量分析における最大の課題であったジルコニウム 90 (Zr-90) 等の同重体干渉を効果的に排除し、高感度かつ迅速な定量が可能となった。現在、本手法の国際標準化に向けた取り組みも進められている。

これら一連の高度な分析手法を実際の環境試料へ適用することで、海洋環境における放射性核種の動態解明において重要な知見が得られている。2013 年に実施した海洋調査では、福島沿岸における表層海水中 Sr-90 濃度の広域分布を詳細にマッピングした。環境中における Sr-90/Cs-137 の放射能比などを指標として解析した結果、沿岸域で観測された Sr-90 の主な供給源が、福島第一原子力発電所の原子炉内に滞留していた高濃度滞留水に由来することを科学的に明らかにした。その後、2015 年の遮水壁の完成等により沿岸海水中の Sr-90 濃度は大きく減少し、Sr-90 も含めた浄化システムが確立されたが、溶融核燃料 (燃料デブリ) は依然として原子炉内に存在している。そのため、長期にわたる廃炉作業において、Sr-90 を含めた放射性核種分析技術の継続的な改良と技術継承は極めて重要である。

^{*1} Institute of Radiation Emergency Medicine, Hirosaki University

Invited Lecture

🎵 Wed. Jul 8, 2026 3:00 PM - 3:30 PM JST | Wed. Jul 8, 2026 6:00 AM - 6:30 AM UTC | 🏢 B (Conference Room Saturn)

食品照射1

Chairman: Norikaki Katayama (Tokyo Metropolitan Industrial Technology Research Institute)

3:00 PM - 3:30 PM JST | 6:00 AM - 6:30 AM UTC

[1B10] An Overview of Food Irradiation: Fundamental Principles and Applications

○ Setsuko TODORIKI¹ (1. NARO/NFRI)

食品照射の基礎と応用の概要

An Overview of Food Irradiation: Fundamental Principles and Applications

農研機構 食品研*
等々力節子
(TODORIKI Setsuko)

1. 食品照射の応用範囲

食品照射は、 γ 線、電子線、X線などの電離放射線を用いて、食品中の微生物制御、害虫防除、発芽抑制を行う技術である。加熱を伴わず品質変化が小さいこと、包装済み食品にも適用可能であること、薬剤残留がないことが特長である。従来は香辛料・乾燥食品の衛生化が主用途であったが、近年は生鮮果実・野菜を対象とした植物検疫照射が国際的に拡大し、病虫害侵入防止と農産物貿易の円滑化を支える手段として重要性が高まっている。

2. 安全性評価と国際基準

照射食品の安全性については、WHO、FAO、IAEA の国際的枠組みの下で科学的評価が蓄積され、「適正な条件で照射された食品の健全性に問題がないこと」が確認されている。これを受け、国際的な食品規格を決定する Codex 委員会では「照射食品一般規格」および運用指針となる「実施規範」が策定され、線源、線量管理、施設の衛生管理、表示の基本原則が国際基準として整理されている。植物検疫用途については、国際植物検疫条約が定める植物検疫措置に関する国際基準（ISPM）において照射処理の原則および対象害虫別の最低処理線量が規定され、国際貿易の共通ルールとして運用されている。

3. わが国の現状と検知技術

日本では食品衛生法の下、食品照射は原則禁止とされ、例外として馬鈴薯の発芽抑制目的の照射のみが認められてきた。1974 年から事業として実施されてきた照射馬鈴薯の流通は、経済上の理由から 2022 年に終了し、その後、施設は閉鎖され、現在、国内で照射食品の流通は行われていない。このため、日本における行政対応は、規格基準順守の立場からの監視に重点が置かれ、輸入食品を対象として「放射線照射の有無」を確認するための検査が、EU で開発された「検知法」を基に作成された 3 つの試験法を利用して行われている。なお、食品照射における線量保証は、実施工程での線量測定に基づいており、照射検知法は、いずれも照射履歴の有無を判別する定性分析法である。また、検知法を開発・導入した EU では、表示の担保に検査法が必要との理解により、違反が起きても健康影響懸念はなく、表示違反のコンプライアンス問題として扱われている。

4. 今後の技術展望

今後の食品照射技術の展望として、第一に植物検疫照射における線量基準の拡充が挙げられる。国際的には、多様な害虫に共通に適用可能な線量であるジェネリック線量設定の検討が進められており、検疫手続きの効率化や品目拡大につながることを期待されている。

第二に、装置面での進展として、電子線や X 線などの機械線源の利用拡大や、これらの低エネルギー化による装置のインライン・インハウス化がある。これにより、食品工場内での工程統合や迅速な処理が可能となり、従来の大規模照射施設とは異なる運用形態が現実味を帯びつつある。容器滅菌分野で一般化している低エネルギー放射線利用技術を背景に、食品分野への応用拡大が今後の課題である。

参考 1) 食品照射の最前線～研究者が解説する Q&A～ <https://www.jrias.or.jp/report/cat1/307.html>

参考 2) 食品照射実践マニュアル ～食品衛生や植物検疫などへの 適正な利用のために～
<https://www.jrias.or.jp/report/cat1/315.html>

* Institute of Food Research, National Agriculture and Food Research Organization

Invited Lecture

📅 Wed. Jul 8, 2026 10:45 AM - 11:00 AM JST | Wed. Jul 8, 2026 1:45 AM - 2:00 AM UTC | 🏢 C (Conference Room Uranus)

放射線生物学1

Chairman: Ryoichi Hirayama (QST hospital)

10:45 AM - 11:00 AM JST | 1:45 AM - 2:00 AM UTC

[1C01] Genomic studies of radiation induced tumors for advanced assessment of radiation associated cancer risk

○ Kazuhiro Daino¹, Hiroataka Tachibana², Kenta Amano^{1,3}, Chizuru Tsuruoka¹, Atsuko Ishikawa¹, Shizuko Kakinuma⁴ (1. QST • NIRS, 2. CRIEPI, 3. Chiba Univ., 4. IES)

放射線による発がんリスク評価の高度化に向けた放射線誘発腫瘍のゲノム研究
Genomic studies of radiation induced tumors for advanced assessment
of radiation associated cancer risk

量子科学技術研究開発機構^{*1}, 広島大学原爆放射線医科学研究所^{*2}, 環境科学技術研究所^{*3}

○臺野和広^{*1}, 橘拓孝^{*2}, 天野健太^{*1}, 鶴岡千鶴^{*1}, 石川敦子^{*1}, 柿沼志津子^{*1,3}

(DAINO, Kazuhiro^{*1}; TACHIBANA, Hirotaka^{*2}; AMANO, Kenta^{*1}; TSURUOKA, Chizuru^{*1};

ISHIKAWA, Atsuko^{*1}; KAKINUMA, Shizuko^{*1,3})

1. はじめに

原爆被爆者や医療放射線に被ばくした集団の疫学調査から、被ばく線量の増加に伴い、がんリスクが上昇することが示されている。一方、低線量の放射線被ばく（100 mSv 以下）における発がんリスクは、食事や喫煙などの生活習慣要因によるリスクと比べて極めて小さく、また自然発症がん和被ばくに起因するがんを区別できないことから、疫学的手法によって正確に推定することは困難である。本研究では、放射線によるがんリスク評価に有用な分子指標、すなわち被ばく起因がんに特徴的な分子異常を明らかにするため、動物モデルを用いて放射線誘発腫瘍に観察されるゲノム異常の研究に取り組んでいる。

2. 方法

マウスおよびラットの動物モデルを用いた放射線発がん実験で収集した腫瘍を対象に、マイクロアレイおよび次世代シーケンサー等を用いたゲノム解析を実施し、一塩基置換、挿入・欠失変異、DNA コピー数の増加や減少、ならびに染色体転座・逆位・欠失などのゲノム構造異常を検出した。

3. 結果および考察

ゲノム解析の結果、いくつかの動物モデルにおいて、放射線照射群に生じた腫瘍では特定のがん抑制遺伝子を含む染色体中間部の欠失が認められることが明らかとなった。例えば、マウス B 細胞リンパ腫では、*Pax5* 遺伝子を含む 4 番染色体中間部領域の欠失と、*Jak3* 遺伝子のミスセンス変異が、ガンマ線照射後に早期発症した腫瘍に特徴的なゲノム異常であることが示された。一方、照射後に後期発症した B 細胞リンパ腫では、*Cyld* 遺伝子を含む 8 番染色体中間部の欠失が認められた。これらのがん抑制遺伝子を含む染色体中間部領域の欠失は、放射線によって誘発された DNA 二重鎖切断が誤って修復（誤結合）されることで生じ、がんドライバー変異として機能していると考えられる。また、これらの腫瘍に認められるゲノム異常は、ヒト B 細胞性腫瘍の特定サブタイプに見られる特徴と類似することも明らかとなった。

4. 結論

本研究では、いくつかの動物モデルに生じた放射線誘発腫瘍において、特定のがん抑制遺伝子を含む染色体中間部領域の欠失が共通して認められることを見出し、その一般性を明らかにした。加えて、ヒトがんとの類似性を示した。これらの成果は、動物データのヒトへの外挿の信頼性向上および、より精緻な放射線リスク評価法の開発に資する科学的知見を提供するものである。

^{*1} National Institutes for Quantum Science and Technology (QST)

^{*2} Research Institute for Radiation Biology and Medicine, Hiroshima University

^{*3} Institute for Environmental Sciences

Invited Lecture

📅 Wed. Jul 8, 2026 1:00 PM - 1:30 PM JST | Wed. Jul 8, 2026 4:00 AM - 4:30 AM UTC | 🏛️ C (Conference Room Uranus)

ライフサイエンス1

Chairman: Keitaro Tanoi

1:00 PM - 1:30 PM JST | 4:00 AM - 4:30 AM UTC

[1C06] Study on Carbon Partitioning and Improvement of Utilization Characteristics by Modifying Starch Metabolism in Rice Straw

○ Ryutaro Morita¹ (1. Grad. Sch. Agric. Life Sci., The Univ. of Tokyo)

イネ茎部の澱粉代謝改変による炭素分配と稲わら利用特性の改良に関する研究

Improving carbon partitioning and rice straw utility through the modification of starch metabolism in rice stems

東京大学大学院農学生命科学研究科^{*1}森田 隆太郎^{*1}(Ryutaro Morita^{*1})1. はじめに

国内における稲わらの年間発生量は、子実収量に匹敵する約 800 万トンに達し、最大の農業副産物となっている。しかし、その利用は限定的であり、多くは水田に漉き込まれ、土壌で分解されるにとどまっている。さらに、稲わらの分解に伴う二酸化炭素の放出に加え、国内における主要なメタン発生源となるなど、環境負荷の面でも課題が多い。現在、稲わらの多用途利用として、イネホールクロップサイレージ (WCS) やバイオ燃料への活用が期待されているが、基質となる可溶性糖や澱粉の含有量が不十分であることが実用上の障壁となっている。本研究では、稲わらの主要組織である茎部に蓄積する澱粉に着目し、その代謝改変を通じて資源としての付加価値向上および利用促進を図ることを目的とした。また、イネ茎部における澱粉代謝の改変が組織間の炭素分配、特に根からの滲出物に及ぼす影響は精査されていない。そこで、¹⁴C を用いたトレーサー実験により解析した。

2. 方法

本研究では、イネ茎部における澱粉生合成の律速酵素である ADP-glucose pyrophosphorylase large subunit1 (AGPL1) と、その転写制御因子である CO₂ Responsive CCT Protein (CRCT) に着目し、稲わらの澱粉代謝を改変した。*Tos17* レトロポゾン挿入による *agpl1* 機能欠損アレルを、イネ WCS 専用品種である「リーフスター」や「たちすずか」に交配により導入し、茎部における可溶性糖・澱粉濃度の変化を解析した。また、*agpl1* 機能欠損イネを用いた ¹⁴C トレーサー実験により、茎部澱粉代謝の変化が器官間の炭素分配や根圏への炭素滲出量に及ぼす効果を明らかにした。さらに、*CRCT* 過剰発現による稲わらからのバイオエタノール生産効率の改良が可能か解析を行なった。

3. 結果および考察

背景品種を問わず、*agpl1* 機能欠損アレルを導入すると茎部の澱粉蓄積量は劇的に低下した。その一方で、可溶性糖濃度は有意に増加したが、その増加量は澱粉蓄積量の減少量よりは少なかった。このため、器官間の炭素分配の変化を解析したところ、明確な差はなかった。一方で、*agpl1* 変異体の根圏への炭素滲出量は野生型よりも低い傾向にあった。*CRCT* を過剰発現させると、*AGPL1* など複数の澱粉生合成関連遺伝子の発現量が増加し、澱粉蓄積量も有意に増加した。このため、一般的な草本系バイオマスの前処理方法である濃硫酸処理後のグルコース収量も顕著に増加した。

4. 結論

以上の結果から、イネ茎部の澱粉を標的とした代謝改変が、稲わらの多用途利用特性を改良できることが示された。さらに本研究の知見は、地下部への炭素動態の制御を介して、水田からの温室効果ガス排出抑制にも繋がる可能性を秘めている。将来的には、イネの炭素分配の最適化を通じて、食料生産、再生可能エネルギーの創出を同時に達成する新たな循環型農業の実現に貢献したい。

^{*1} Graduate School of Agricultural and Life Science

Invited Lecture

⌚ Thu. Jul 9, 2026 10:00 AM - 10:30 AM JST | Thu. Jul 9, 2026 1:00 AM - 1:30 AM UTC | 🏢 A(Miraikan Hall)

東京電力福島第一原子力発電所事故関連3

Chairman: Hirofumi Tsukada (Fukushima University, Professor Emeritus)

10:00 AM - 10:30 AM JST | 1:00 AM - 1:30 AM UTC

[2A01] Mechanistic controls of radioesium by soil minerals: How complete is our understanding?

○Atsushi Nakao¹ (1. Kyoto Prefectural University)

土壌鉍物による放射性セシウムの動態制御機構は正しく理解されているだろうか？
Do we fully understand the mechanisms controlling radiocesium dynamics in soils?

京都府立大学大学院生命環境科学研究科^{*1}

○中尾 淳^{*1}

(NAKAO, Atsushi^{*1})

大気経由で地表に沈着した放射性セシウムは、土壌中で地下への移流をほとんど示さず、植物への移行割合も極めて小さい。その結果、福島原発事故から 10 年以上経過しても、放射性セシウムのほとんどが深さ 10 cm 程度の表層土壌に留まっている。この低移動性を主に制御しているのが、土壌の一般的な鉍物成分の一つ雲母系鉍物への吸着反応である。雲母系鉍物は、シート状の骨格を持ち、負に帯電したシートの間（層間）に陽イオンを吸着することで電気的中性を保っている。この層間には元々カリウムイオンが脱水状態すなわち無水イオンとして吸着している。ところが、セシウムイオンはカリウムイオンよりも無水イオンになりやすい性質をもつため、土壌に沈着した後にイオン交換反応によってカリウムイオンと置換し層間に吸着する。この吸着選択性が非常に大きいことが、低移動性の主要因と考えられている。

さらに、理想構造に近い雲母系鉍物よりも、層間カリウムイオンが部分的に失われ、カルシウムなどの水和陽イオンに置換された（すなわち部分膨潤した）雲母の方が、セシウムイオンの選択的吸着が顕著に起こることが知られている。こうした部分膨潤化に伴い層間に形成される選択吸着サイトはフレイド・エッジ・サイトと呼ばれ、放射性セシウムの低移動性を機構論的に説明する概念として広く用いられてきた。しかし近年では、「低移動性はフレイド・エッジ・サイトへの“不可逆的”吸着に起因する」とする単純化されたロジックが援用される事例も少なくない。

しかし実際には、これまでの関連研究から、以下のようないくつかの重要な注意点が指摘されている。すなわち、セシウムの選択的吸着はフレイド・エッジ・サイトに限らず他の鉍物表面でも生じ得ること、フレイド・エッジ・サイトと総称される吸着サイト群の中にも形状や吸着強度に大きな不均一性が存在すること、フレイド・エッジ・サイトが存在していても土壌物質との相互作用により吸着力の低下が起きること、さらに一旦それらのサイトに吸着したセシウムであってもその全てが不可逆的に固定されるわけではなく、一定条件下では脱着が起こり得ることが明らかになっている。

そこで本講演では、放射性セシウムの低移動性をフレイド・エッジ・サイトへの不可逆吸着のみで説明する従来の枠組みを再考し、吸着サイトの不均質性および吸脱着の可逆性を明示的に取り込んだ理解へと拡張することを試みる。さらに、これらの観点に基づき、土壌中でのセシウムの実効的な移動性を支配する機構について再評価を行う。

^{*1} Graduate School of Life and Environmental Sciences, Hoshasen University

Invited Lecture

📅 Thu. Jul 9, 2026 1:45 PM - 2:15 PM JST | Thu. Jul 9, 2026 4:45 AM - 5:15 AM UTC | 🏢 B (Conference Room Saturn)

放射能測定1

Chairman: Yasushi Sato (AIST)

1:45 PM - 2:15 PM JST | 4:45 AM - 5:15 AM UTC

[2B01] Imaging-Based Dosimetry in Targeted Radionuclide Therapy and the Importance of Dose Calibrator Calibration

○ Kenta Miwa¹, Noriaki Miyaji¹ (1. Fukushima Medical University)

SPECT/CT 画像による核医学治療線量評価とそれを支えるドーズキャリブレーション校正
SPECT/CT-based Dosimetry for Targeted Radionuclide Therapy
and Dose Calibrator Calibration

福島県立医科大学保健科学部診療放射線科学科^{*1}

○三輪 建太^{*1}, 宮司 典明^{*1}

(MIWA, Kenta^{*1}; MIYAJI, Noriaki^{*1})

核医学治療 (targeted radionuclide therapy, TRT) では、患者ごとの吸収線量を評価する個別線量評価法 (dosimetry) の重要性が高まっている。従来の核医学治療では、投与放射エネルギーに基づく画一的な治療が行われることが一般的であるが、近年では治療効果の最大化と正常毒性の低減を目的として、dosimetry を活用した患者個別化治療への関心が高まっている。特に ^{177}Lu -DOTATATE や ^{177}Lu -PSMA などの発展に伴い、患者ごとの吸収線量を考慮した治療最適化が求められている。核医学治療 dosimetry では、投与した放射性医薬品の体内分布を定量的に評価し、時間経過に伴う放射能変化から吸収線量を推定する。一般的には、投与放射能測定、定量 SPECT/CT 画像取得、関心領域設定、時間放射能曲線 (time-activity curve, TAC) の作成、time-integrated activity coefficient (TIAC) の算出、さらに Monte Carlo simulation や voxel S-value 法などを用いた吸収線量計算を経て線量評価が行われる。近年では、臓器平均線量のみならず、腫瘍内線量不均一性を反映可能な Voxel-based dosimetry への関心も高まっている。

一方で、高精度な核医学治療 dosimetry を実現するためには、画像定量だけではなく、投与放射能測定の信頼性確保が不可欠である。特に、投与放射エネルギーを測定するドーズキャリブレーションは、定量 SPECT/CT の基盤となる重要な計測機器であり、その校正や不確かさ評価が dosimetry 全体の精度に大きく影響する。ドーズキャリブレーションは、核種、容器形状、液量、測定位置などに依存して応答が変化するため、国家標準にトレーサブルな校正体系と測定精度管理が求められる。

これまで我々は、 ^{177}Lu および ^{211}At を対象として、国家標準と整合した放射能測定体系の構築に取り組んできた。 ^{177}Lu では、液体シンチレーションカウンタを用いた CIEMAT/NIST 法により放射能絶対値を算出し、その値を基準としてドーズキャリブレーションの最適校正定数を導出した。さらに、Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM) に基づき、測定不確かさを定量的に評価した結果、拡張不確かさ ($k=2$) は 2.4% であった。また、測定位置依存性、長期安定性、校正定数の差異についても検討を行い、臨床条件を考慮した放射能測定精度管理の重要性を示した。さらに、 α 線核種である ^{211}At に対しても、国家標準に基づく放射能絶対値を参照し、ドーズキャリブレーションの最適校正定数および不確かさ評価を行った。 ^{211}At では、ALOKA 社製 IGC-8B を用いて最適校正定数を導出し、拡張不確かさは 5.6% であった。 α 線核種は崩壊特性や測定条件の影響を受けやすく、定量管理の難易度が高い一方で、本研究により国家標準にトレーサブルな測定体系構築の可能性が示された。

定量 SPECT/CT とドーズキャリブレーション校正は、核医学治療線量評価を支える両輪である。定量 SPECT/CT による高精度な体内放射能分布評価に加え、投与放射能測定のトレーサビリティ、不確かさ管理、精度保証を適切に実施することで、より信頼性の高い患者個別の dosimetry が可能となる。本講演では、核医学治療 dosimetry の基礎概念から、定量 SPECT/CT、Voxel-based dosimetry、Monte Carlo simulation を用いた線量評価法、さらに ^{177}Lu および ^{211}At に対するドーズキャリブレーション校正とトレーサブルな定量管理技術について概説する。

Invited Lecture

🎵 Thu. Jul 9, 2026 1:45 PM - 2:15 PM JST | Thu. Jul 9, 2026 4:45 AM - 5:15 AM UTC | 🏢 C (Conference Room Uranus)

陽電子消滅¹

Chairman: Masaki Maekawa (QST)

1:45 PM - 2:15 PM JST | 4:45 AM - 5:15 AM UTC

[2C03] Plasma experiments with low energy positrons

○Hiroyuki Higaki¹, Koji Michishio², Haruhiko Saitoh³, Naofumi Kuroda⁴ (1. ADSE, Hiroshima Univ., 2. AIST, 3. Grad. Sch. Frontier Sciences, The Univ. of Tokyo, 4. Institute of Phys. The Univ. of Tokyo)

低エネルギー陽電子を用いたプラズマ実験 Plasma experiments with low energy positrons

広島大学 院先進理工^{*1}, 産業技術総合研究所^{*2}, 東京大学 院新領域^{*3}, 東京大学 院総合文化^{*4}

○桧垣 浩之^{*1}, 満汐 孝治^{*2}, 齋藤 晴彦^{*3}, 黒田 直史^{*4}

(HIGAKI, Hiroyuki^{*1}; MICHISHIO, Koji^{*2}; SAITOH, Haruhiko^{*3}; KURODA, Naofumi^{*4})

1. はじめに

陽電子は放射性同位元素(β^+ 線源)や電子線形加速器(対生成)、原子炉(中性子捕獲によるガンマ線生成)などで生成され、50 年近く前から種々の減速材(W, 等)を利用して低エネルギー陽電子ビームとして研究開発に用いられてきた。30 年程前からは窒素バッファーガスを利用したペニングトラップを用いて低エネルギー陽電子を蓄積し、ビーム強度やエネルギー分解能を上げる工夫がされてきた。

本講演では、大量の陽電子を 1 eV 以下の非中性プラズマ状態として蓄積し、物理実験に利用している例として、(1) 反水素合成実験と (2) 陽電子プラズマ実験について紹介する。

2. 方法

(1) 低エネルギーの反水素原子を合成するにあたっては、大型の加速器施設から供給される反陽子ビームを減速した大量の反陽子と共に、低エネルギーの陽電子が必要である。典型的には 50mCi 程度の²²Na 密封線源と固体 Ne 減速材を用いて数十 eV の連続ビームを生成する。それを窒素バッファーガストラップ中で短時間蓄積し、少量の陽電子をパルスビームとして引き出し、超伝導磁石を用いた強磁場、極高真空中のペニングトラップに蓄積する。10⁷~10⁸ 程度の陽電子を 10⁵~10⁶ 程度の反陽子と混合することにより反水素原子ビームを生成する。

(2) 電子線形加速器からの 40 MeV パルス電子ビームを Ta 標的に入射し、対生成された高エネルギー陽電子を W 減速材に入射して数十 eV のパルス陽電子ビームを生成する。これを窒素バッファーガストラップ中で数秒蓄積したのち 10⁵ 程度のパルスビーム(<1 μ s)として引き出し、磁気ダイポールトラップに入射する。

3. 結果および考察

(1) 強磁場中のペニングトラップで生成された反水素原子をビームとして引き出し、電磁場の影響を受けないところに設置した検出器(約 4 m 下流)で計測する。1 回の反水素生成サイクル毎に 100 カウントを超える反水素原子を計測できているが、現状、高励起状態の反水素原子が含まれている。マイクロ波分光をすることにより、基底状態の反水素原子の超微細構造を精度よく測定するのが目的であるので、基底状態が増えるように脱励起する過程を導入する必要がある。

(2) パルス状に入射された陽電子は磁気ダイポール中で、100 kHz 程度でトロイダル回転しながら、200 μ s 程度で一様化し、0.2 ~ 5 ms は電位閉じ込め、5 ~ 500 ms は強い磁気ミラー閉じ込め、500 ms 以降は弱い磁気ミラー閉じ込め、というように位相空間分布が時間変化していることが放射線計測によって明らかになった。しかしながら、プラズマ実験をするには陽電子数が桁違いに小さいので、バッファーガストラップの下流に陽電子蓄積用の超伝導磁石を用いた強磁場、極高真空中のペニングトラップを開発中である。

^{*1} Graduate School of Advanced Science and Engineering, Hiroshima University

^{*2} National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

^{*3} Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo

^{*4} Institute of Physics, The University of Tokyo

Invited Lecture

📅 Fri. Jul 10, 2026 10:00 AM - 10:30 AM JST | Fri. Jul 10, 2026 1:00 AM - 1:30 AM UTC | 🏢 B (Conference Room Saturn)

放射線計測2

Chairman: Kenji Shimazoe (The University of Tokyo)

10:00 AM - 10:30 AM JST | 1:00 AM - 1:30 AM UTC

[3B01] Development of Radiation Diagnostics in Magnetic Confinement Fusion Plasma

○ Kunihiro Ogawa^{1,2}, Longyong Liao¹, Eiji Takada³, Mitsutaka Isobe^{1,2} (1. National Institute for Fusion Science, 2. SOKENDAI, 3. NIT, Toyama)

磁場閉じ込めフュージョンプラズマ診断のための放射線計測研究開発
Development of Radiation Diagnostics in Magnetic Confinement Fusion Plasma

自然科学研究機構核融合科学研究所^{*1}, 総合研究大学院大学^{*2}, 富山高等専門学校³

○小川 国大^{*1,2}, LIAO Longyong^{*1}, 高田 英治^{*3}, 磯部 光孝^{*1,2}

(OGAWA, Kunihiko^{*1,2}; LIAO, Longyong^{*1}; ISOBE, Mitsutaka^{*1,2}; TAKADA, Eiji^{*3})

フュージョンエネルギーの実現に向け、磁場閉じ込めフュージョンプラズマの研究開発が行われている。フュージョンプラズマの診断においては、放射線計測が広く用いられている。

フュージョンプラズマにおいては、重水素-三重水素反応によって生成される高速中性子の総発生率を計測することで、フュージョン出力が得られる。また、現行の実験では、主加熱源である重水素-三重水素反応によって生成される高エネルギーアルファ粒子の挙動を理解するため、高エネルギー陽子或いは重陽子をプラズマ中に発生させ、その挙動を理解する研究が行われている。プラズマ中に発生した高エネルギー重陽子と主プラズマの重陽子の反応によって生成された中性子の発生率・発生分布・エネルギースペクトル分析を行うことで、高エネルギー重陽子の情報が得られる。プラズマから発生する中性子発生率は加熱・プラズマの状態に追随し、短時間(ミリ秒オーダー)に何桁も変動しうるため、ガンマ線に不感であり、時間応答に優れ、且つ広いダイナミックレンジを有するものが求められる。我々は、ポリエチレン減速材付きフィッションチェンバーを検出器として用い、パルス計測系とキャンベル計測系を併用するとともに、Field Programmable Gate Array (FPGA) に基づく高速信号処理を行うことで、時間応答 2 ms および 6 桁以上のダイナミックレンジを実現するシステムを構築した。中性子の発生分布計測においては、スチルベンシンチレータ、ゲイン変動耐性の高い光電子増倍管、および 1 GHz サンプリングのパルス波形収集機能を有するデータ収集系から構成されるシステムを構築した。本システムは、 10^6 counts/s のパルス計数率に耐えるとともに、優れたパルス波形弁別性能を有する。中性子エネルギースペクトル計測においては、従来の EJ-309 液体シンチレーション検出器に加え、塩素の中性子反応を利用したアンフォールディング不要の $\text{Cs}_2\text{7LiYCl}_6\text{:Ce}$ シンチレータに基づくシステムを構築し、フュージョンプラズマ中の重水素-重水素中性子のドップラーシフトを観測した。さらに、直接あるいは荷電交換反応によってプラズマ外へ逃逸した高エネルギー粒子を測定するため、 ZnS:Ag シンチレータ平板を用いた磁場スペクトロメータを構築し、二次元イメージ計測を実施した。また、放射線耐性に優れた人工単結晶ダイヤモンド検出器を用いて、高エネルギー中性粒子のエネルギースペクトル計測を行った。

講演においては、フュージョンプラズマにおける放射線計測機器の詳細及び研究開発の現状について述べる。

^{*1} National Institute for Fusion Science, National Institutes of Natural Sciences

^{*2} The Graduate University for Advanced Studies, SOKENDAI

^{*3} National Institute of Technology, Toyama College

Invited Lecture

📅 Fri. Jul 10, 2026 10:00 AM - 10:30 AM JST | Fri. Jul 10, 2026 1:00 AM - 1:30 AM UTC | 🏢 C(Conference Room Uranus)

リスクコミュニケーション

Chairman: Masahiro Hirota (Shinshu University)

10:00 AM - 10:30 AM JST | 1:00 AM - 1:30 AM UTC

[3C01] Implementation, Educational Impact, and Future Directions of Inquiry-Based Instruction Using Clearance Metal in High School Education

○Yukinori Asai¹ (1. Fukuiminami High school)

クリアランス金属を教材とした高等学校「総合的な探究の時間」における授業実践と 教育効果および展望

Educational Practice, Impact, and Future Directions of Inquiry-Based Learning Using Clearance Metal as Instructional Material at the High School Level

福井南高等学校*1

浅井 佑記範*1

(ASAI, Yukinori*1)

1. はじめに

福井南高等学校では、「原子力発電と社会的受容」をテーマに 2021 年度から生徒たちが主体的に探究を進めている。2022 年度からは、原子力発電所の廃止措置に伴って生じる人体に影響がないと国が認定した放射性廃棄物（以下、クリアランス物）を用いて当時の生徒たちが街灯を製作、およそ 2 年かけて通学路への設置を実現した。これは、クリアランス物を用いた日本初の公共インフラである。現在では、リレー探究方式で、生徒たちが県内外の希望する教育機関を中心に街灯の設置や交流を進めている。

ここでは、教育的な視点から、このクリアランス物を扱う意義や活動におけるリスクについて述べる。

2. 方法

本校では生徒有志が 2021 年度から原子力発電の社会的受容というテーマで自主学習を行っている。これが発展するかたちで、通学路が暗いという学校課題、地域産業の活性化という地元課題、そして地層処分という国全体の課題、ひいては資源のリサイクルという地球規模の課題という複数のスケールをかけ合わせてクリアランス金属を用いた街灯づくりが 2022 年度からはじまった。各専門家監修のもとで照度や鑄造工学、モチーフとした水仙に関する知識、また道路行政や補助金の管理、合意形成など様々な領域を学際的に学び、およそ 2 年かけて国内初のクリアランス金属製公共インフラとして通学路上に設置を実現した（右写真）。この間、卒業生が大学進学後もゼミ助手のかたちで活動に参画する仕組みが自然と形成され、大学での学びと高校での実践を往還することで学びを深化させている。



3. 結果および考察

設置にあたっては地域住民への周知や反対意見への説明など、生徒たちは教科書に書いてあることだけでなく、実社会における矛盾や不合理、また人間の感情面への対応にも直面し、科学の社会実装における課題を多く学ぶことができた。街灯設置のニュースは各メディアで取り上げられ、2026 年 5 月 7 日時点で要望があった北海道、福井県、岐阜県、兵庫県、島根県、長崎県、鹿児島県教育機関計 10 校に設置されている。また、今年度は 6 道県計 7 校で設置準備が進められている。設置校の校種や学科は様々であり、目的も放射線教育だけでなく原子力発電のバックエンドという社会課題に触れる機会やものづくりなど多岐にわたる。クリアランス金属は教材として射程の広い素材であるといえる。

4. 結論

生徒たちの自主学習は 2022 年度から高等学校ではじまった「総合的な探究の時間」に引き継がれ、現在もリレー探究形式で後輩たちに受け継がれている。一方で、教員ネットワークづくりが急務である。

*1 Fukuiminami High School