

Wed. Jul 8, 2026**Young Scientist Award Nominee**

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

放射性薬剤1

Chairman:Tomoya Uehara(Chiba University)

◆ Young Scientist Oral Presentation Award candidate

10:10 AM - 10:25 AM JST | 1:10 AM - 1:25 AM UTC

[1A01] Development of a novel ^{211}At -labeled multivalent PSMA derivative based on a neopentyl scaffold○Yui Terasaka¹, Hiroyuki Suzuki¹, Kento Kannaka¹, Nobuki Kazuta¹, Kazuhiro Takahashi², Tomoya Uehara¹ (1. Graduate School of Pharmaceutical Sciences, Chiba University, 2. Fukushima Medical University)

◆ Young Scientist Oral Presentation Award candidate

10:25 AM - 10:40 AM JST | 1:25 AM - 1:40 AM UTC

[1A02] Synthesis and Evaluation of ^{125}I -Labeled Alkoxyamine Derivatives for Thermoresponsive Theranostics○Karin Nagahama¹, Toshihide Yamasaki¹, Kohei Sano¹, Takahiro Mukai¹ (1. Kobe Pharmaceutical Univ.)**Young Scientist Award Nominee**

11:15 AM - 12:00 PM JST | 2:15 AM - 3:00 AM UTC | A(Miraikan Hall)

核種製造

Chairman:Noriko Ishioka(QST)

◆ Young Scientist Oral Presentation Award candidate

11:15 AM - 11:30 AM JST | 2:15 AM - 2:30 AM UTC

[1A04] Measurement of yttrium-isotope production cross sections on the $^{\text{nat}}\text{Sr}+d$ reaction○Akihiro Nambu^{1,2}, Masayuki Aikawa^{1,2,3,4}, Yudai Shigekawa², Yousuke Kanayama², Tomohiro Tomitsuka², Sayantani Mitra², Hiromitsu Haba² (1. Hokkaido Univ. Biomedical Science and Engineering, 2. RIKEN Nishina Center, 3. Hokkaido Univ. Science, 4. Hokkaido Univ. Global Center)

◆ Young Scientist Oral Presentation Award candidate

11:30 AM - 11:45 AM JST | 2:30 AM - 2:45 AM UTC

[1A05] Verification and Validation for Three Quantum Beams and Laser Light as Alternative Routes to Current Commercial Production of Lutetium-177

○Luis Fernando Salas Tapia¹, Kunihiro Miyoshi¹, Ying Yang¹, Chao Zhang², Shuichi Hasegawa^{1,2} (1. Department of Nuclear Engineering and Management / The University of Tokyo, 2. Nuclear Professional School / The University of Tokyo)

11:45 AM - 12:00 PM JST | 2:45 AM - 3:00 AM UTC

[1A06] Evaluation of the Scalability of ^{177}Lu Production with a mA-Class Deuteron Linac○Hiroshi Nakagomi¹, Masatoshi Yasuda¹, Souichi Ueno¹, Shunichiro Omika¹, Kazuaki Tsukada², Yuki Ohnishi², Masatoshi Itoh² (1. Toshiba Corporation, 2. Tohoku University)

Young Scientist Award Nominee

1:30 PM - 2:15 PM JST | 4:30 AM - 5:15 AM UTC | A(Miraikan Hall)

獣医療 2

Chairman:Takehiko Kakizaki(Kitasato University), Miori Kishimoto(Tokyo University of Agriculture and Technology)

◆ Young Scientist Oral Presentation Award candidate

1:30 PM - 1:45 PM JST | 4:30 AM - 4:45 AM UTC

[1A08] Differences in Lung Lobe Volumes Among Dog Breeds to Be Noted in CT-derived Pulmonary Functional Imaging

○Kentaro Yamazaki¹, Airi Kaneyama², Kosei Teraoka², Chiharu Ito², Akari Taniguchi², Masayoshi Nagakawa¹, Yukiko O'Brien^{1,2}, Masaaki Katayama^{3,4}, Ryuji Fukushima^{1,5}, Miori Kishimoto^{1,2} (1. TUAT-Grad, 2. TUAT, 3. Iwate Univ, 4. IU-VTH, 5. KAMEC)

◆ Young Scientist Oral Presentation Award candidate

1:45 PM - 2:00 PM JST | 4:45 AM - 5:00 AM UTC

[1A09] Basic study toward clinical application of BNCT in companion animals

○Hajime Sashida¹, Hiroki Higuchi¹, Takehiko Kakizaki¹, Seiichi Wada¹, Masahiro Natsuhori¹ (1. Kitasato University)

◆ Young Scientist Oral Presentation Award candidate

2:00 PM - 2:15 PM JST | 5:00 AM - 5:15 AM UTC

[1A10] A Fundamental Study on the Implemation of Radioiodine Therapy for Feline Hyperthyroidism in Japanese Veterinary Medicine

○Ko Sasaki¹, Yuto Kikuchi¹, Takehiko Kakizaki¹, Wada Seiichi¹, Masahiro Natsuhori¹ (1. Kitasato univ)

Young Scientist Award Nominee

1:45 PM - 2:30 PM JST | 4:45 AM - 5:30 AM UTC | B(Conference Room Saturn)

東京電力福島第一原子力発電所事故関連2

Chairman:Keiko Tagami(QST)

1:45 PM - 2:00 PM JST | 4:45 AM - 5:00 AM UTC

[1B07] Validation of the ocean dispersion simulation of ALPS-treated water

○Tsumune Tsumune^{1,2}, Tsubono Takaki², Misumi Kazuhiro² (1. University of Tsukuba, 2. Central Research Institute of Electric Power Industry)

◆ Young Scientist Oral Presentation Award candidate

2:00 PM - 2:15 PM JST | 5:00 AM - 5:15 AM UTC

[1B08] Estimation of Groundwater-Derived ¹³⁷Cs Flux to the Coastal Waters Surrounding the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Using Radium Isotope Tracers○Hiroumi Iino¹, Daisuke Tsumune¹, Hiroaki Kato¹, Yuichi Onda¹, Shigeyoshi Otsuka² (1. University of Tsukuba, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo)

◆ Young Scientist Oral Presentation Award candidate

2:15 PM - 2:30 PM JST | 5:15 AM - 5:30 AM UTC

[1B09] Application of airborne monitoring data toward external radiation dose assessment for wild Japanese Macaques affected by the Fukushima daiichi nuclear power plant accident

○Jiaxin Li^{1,2}, Taku Sato³, Masatoshi Suzuki^{2,3,1,4}, Satoru Endo⁵, Koichi Chida^{3,4}, Manabu Fukumoto³, Hiroshi Kurikami², Seiji Hayashi², Yuji Owada², Tatsuo Aono² (1. Env. Radiat. Biomed., Grad. Sch. Med., Tohoku Univ., 2. RECC, F-REI, 3. IRIDeS, Tohoku Univ., 4. Crs. Radiol. Technol., Grad. Sch. Med., Tohoku Univ., 5. Grad. Sch. Adv. Sci. Eng., Hiroshima Univ.)

Young Scientist Award Nominee

11:00 AM - 12:00 PM JST | 2:00 AM - 3:00 AM UTC | C(Conference Room Uranus)

放射線生物学2

Chairman:Ryoichi Hirayama(QST hospital)

◆ Young Scientist Oral Presentation Award candidate

11:00 AM - 11:15 AM JST | 2:00 AM - 2:15 AM UTC

[1C02] Study on the enhancement of antioxidant functions in the heart, lungs, stomach, small intestine, and large intestine of mice with combined radon inhalation and thermal treatment

○Shogo Miyanaga¹, Takahiro Kataoka², Ayumi Tanaka¹, Reiju Takenaka¹, Shota Naoe³, Mitsuki Nagano¹, Shuna Goto¹, Kotaro tano¹, Norie Kanzaki³, Akihiro Sakoda³, Kiyonori yamaoka² (1. Graduate School of Health Sciences, Okayama Univ., 2. Health Sciences, Okayama Univ., 3. Ningyo-toge Environmental Engineering Center, JAEA)

◆ Young Scientist Oral Presentation Award candidate

11:15 AM - 11:30 AM JST | 2:15 AM - 2:30 AM UTC

[1C03] Development of a radon exposure device for cell experiments

○Ayumi Tanaka¹, Takahiro Kataoka², Reiju Takenaka¹, Shogo Miyanaga¹, Shota Naoe³, Mitsuki Nagano¹, Shuna Goto¹, Kotaro Tano¹, Norie Kanzaki³, Akihiro Sakoda³, Hiroaki Terato⁴, Kiyonori Yamaoka² (1. Graduate school of health sciences, Okayama Univ., 2. Health sciences, Okayama Univ., 3. Ningyo-toge Environmental Engineering Center, JAEA, 4. Advanced Science Research Center, Okayama Univ.)

◆ Young Scientist Oral Presentation Award candidate

11:30 AM - 11:45 AM JST | 2:30 AM - 2:45 AM UTC

[1C04] Assessment of Sensitivity to Radiation-Induced Reproductive Effects in Female *Brca1*-Mutant Rats○Chisaki Asaka^{1,2}, Yukiko Yano², Kento Nagata^{2,3}, Masaru Takabatake^{1,2}, Kazumasa Inoue¹, Tatsuhiko Imaoka^{2,3} (1. Graduate School of Human Health Sciences, TMU, 2. QST Institute for Radiological Science, 3. QST Institute for Quantum Life Science)

◆ Young Scientist Oral Presentation Award candidate

11:45 AM - 12:00 PM JST | 2:45 AM - 3:00 AM UTC

[1C05] Comparative Analysis of Global DNA Methylation Profiles in Radiation-Induced and Spontaneous Rat Mammary Carcinomas

○Misaki Mashiba¹, Tatsuhiko Imaoka², Masaru Takabatake^{1,2} (1. Tokyo Metropolitan Univ., 2. QST)

Young Scientist Award Nominee

1:30 PM - 2:00 PM JST | 4:30 AM - 5:00 AM UTC | C(Conference Room Uranus)

ライフサイエンス2

Chairman:Keitaro Tanoi

◆ Young Scientist Oral Presentation Award candidate

1:30 PM - 1:45 PM JST | 4:30 AM - 4:45 AM UTC

[1C07] Analysis of Newly Fixed Carbon Allocation to Soybean Roots under Abiotic Stress

○Aoi Nohara¹, Maho Shimada¹, Ayumi Agata¹, Mikio Nagazono¹, Ryohei Sugita², Hirokazu Takahashi¹ (1. Grad.Sch.Bioagr.Sci, Nagoya U, 2. RI.Res.Cent, Nagoya U)

◆ Young Scientist Oral Presentation Award candidate

1:45 PM - 2:00 PM JST | 4:45 AM - 5:00 AM UTC

[1C08] Comparison of leaf position-dependent phosphorus allocation in Poplar between the growing and senescent seasons using ³²P○Aoi Hirata¹, Yuko Kurita¹, Ryohei Sugita², Natsuko Kobayashi¹, Keitaro Tanoi^{1,3} (1. UTokyo, 2. Nagoya Univ., 3. F-REI)

Young Scientist Award Nominee

2:10 PM - 2:55 PM JST | 5:10 AM - 5:55 AM UTC | C(Conference Room Uranus)

放射線化学 1

Chairman:Yusa Muroya(The University of Osaka)

◆ Young Scientist Oral Presentation Award candidate

2:10 PM - 2:25 PM JST | 5:10 AM - 5:25 AM UTC

[1C09] Radiation-induced Redox Chemistry of Nitrogen Compounds:From Transient Intermediates Processes to Stable Product Formation

○Xiang Li¹, Akito Watanabe¹, Shinichi Yamashita¹, Atsushi Kimura², Mitsumasa Taguchi² (1. UTokyo, 2. QST)

◆ Young Scientist Oral Presentation Award candidate

2:25 PM - 2:40 PM JST | 5:25 AM - 5:40 AM UTC

[1C10] 【発表取消】 Water radiolysis in the presence of hematite (Fe₂O₃) nanoparticles: Radical reactions and hydrogen evolution○YANSHAN LIAO¹, Akito WATANABE¹, Shinichi YAMASHITA¹, Atsushi KIMURA², Mitsumasa TAGUCHI² (1. School of Engineering The University of Tokyo, 2. National Institutes for Quantum Science and Technology)

2:40 PM - 2:55 PM JST | 5:40 AM - 5:55 AM UTC

[1C11] Comparative Hydroxyl Radical Scavenging and Chemical Repair Capabilities of Tyrosine- or Cysteine-Containing Positively Charged Peptides: A Pulse Radiolysis Study

○Chaozhong Tian¹, Akito Watanabe¹, Yui Obata², Hao Yu³, Atsushi Kimura³, Mitsumasa Taguchi³, Shinichi Yamashita¹ (1. School of Engineering, the University of Tokyo, 2. Faculty of Basic Natural Science, Ibaraki University, 3. Takasaki Institute for Advanced Quantum Science, National Institutes for Quantum Science and Technology)

Young Scientist Award Nominee

3:00 PM - 4:15 PM JST | 6:00 AM - 7:15 AM UTC | C(Conference Room Uranus)

放射線生物学 3

Chairman: Ryoichi Hirayama (QST hospital)

◆ Young Scientist Oral Presentation Award candidate

3:00 PM - 3:15 PM JST | 6:00 AM - 6:15 AM UTC

[1C12] Immunofluorescence-Based Visualization and Quantitative Analysis of X-ray-Induced DNA Base Damage and Associated DNA Repair Enzymes○ Kentaro Sugawara¹, Ryoichi Hirayama², Atsushi Ito¹, Shigeo Yoshida¹ (1. Tokai Univ., 2. National Institutes for Quantum Science and Technology)

◆ Young Scientist Oral Presentation Award candidate

3:15 PM - 3:30 PM JST | 6:15 AM - 6:30 AM UTC

[1C13] Changes in intracellular ATP levels specific to heavy-ion irradiation under hypoxic conditions○ Okabe Rin^{1,2}, Toshiki Aiba², Yuki Sakamoto², Cuihua Liu², Kazutaka Doi², Jitsukawa Kana², Masaru Goto¹, Ryoichi Hirayama^{1,2} (1. Toho University, 2. QST)

◆ Young Scientist Oral Presentation Award candidate

3:30 PM - 3:45 PM JST | 6:30 AM - 6:45 AM UTC

[1C14] Investigation of the Biological Effects of Ultra-High Dose Rate Carbon-Ion Irradiation on Tumor Cells and Tumor Tissues○ Hiromu Suda^{1,2}, Yukari Yoshida¹, Akihisa Takahashi¹, Ohno Tatsuya^{1,3} (1. GHMC, 2. Gunma Med, 3. Gunma Rad)

3:45 PM - 4:00 PM JST | 6:45 AM - 7:00 AM UTC

[1C15] Polar Aurora Belts as Prebiotic Hotspots:**A Magnetically Guided Plasma Hypothesis for the Origin of Life and Protocells**○ Shinya Kato¹ (1. Kyoto University (KURNS))

◆ Young Scientist Oral Presentation Award candidate

4:00 PM - 4:15 PM JST | 7:00 AM - 7:15 AM UTC

[1C16] Detection of DNA double-strand breaks under continuous exposure to low concentration of tritiated water○ Kanata Izumi¹, Taku Sato¹, Jiaxin Li^{2,3}, Kyotaro Motomiya¹, Takuma Yamashita⁴, Yasushi Kino⁴, Manabu Fukumoto¹, Megumi Sasatani⁵, Masatoshi Suzuki^{1,2,3,6}, Koichi Chida^{1,6} (1. IRIDeS, Tohoku Univ., 2. Env. Radiat. Biomed., Grad. Sch. Med., Tohoku Univ., 3. RECC, F-REI, 4. Radiochem., Grad. Sch. Sci., Tohoku Univ., 5. RIRBM, Hiroshima Univ., 6. Crs. Radiol. Technol., Grad. Sch. Med., Tohoku Univ.)

Young Scientist Award Nominee

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

放射性薬剤1

Chairman: Tomoya Uehara (Chiba University)

◆ Young Scientist Oral Presentation Award candidate

10:10 AM - 10:25 AM JST | 1:10 AM - 1:25 AM UTC

[1A01] Development of a novel ^{211}At -labeled multivalent PSMA derivative based on a neopentyl scaffold

○ Yui Terasaka Terasaka¹, Hiroyuki Suzuki¹, Kento Kannaka¹, Nobuki Kazuta¹, Kazuhiro Takahashi², Tomoya Uehara¹ (1. Graduate School of Pharmaceutical Sciences, Chiba University, 2. Fukushima Medical University)

◆ Young Scientist Oral Presentation Award candidate

10:25 AM - 10:40 AM JST | 1:25 AM - 1:40 AM UTC

[1A02] Synthesis and Evaluation of ^{125}I -Labeled Alkoxyamine Derivatives for Thermoresponsive Theranostics

○ Karin Nagahama¹, Toshihide Yamasaki¹, Kohei Sano¹, Takahiro Mukai¹ (1. Kobe Pharmaceutical Univ.)

ネオペンチル構造を基盤とした新規 ^{211}At 標識多価 PSMA 薬剤の開発Development of a novel ^{211}At -labeled multivalent PSMA derivative based on a neopentyl scaffold千葉大学大学院薬学研究院^{*1}, 福島県立医科大学^{*2}○寺坂 有生^{*1}, 鈴木 博元^{*1}, 甘中 健登^{*1}, 数多 伸紀^{*1}, 高橋 和弘^{*2}, 上原 知也^{*1}(TERASAKA, Yui^{*1}; SUZUKI, Hiroyuki^{*1}; KANNAKA, Kento^{*1}; KAZUTA, Nobuki^{*1};TAKAHASHI, Kazuhiro^{*2}; UEHARA, Tomoya^{*1})

1. はじめに

アスタチン-211(^{211}At)は、国内で製造可能である有望な α 線放出核種であり、標的 α 線治療への応用が期待される。我々は、これまでに生体内で ^{211}At を安定に保持可能なネオペンチル標識技術を利用し、前立腺がんを高発現する前立腺特異的膜抗原(PSMA)を標的とした ^{211}At 標識薬剤[^{211}At]At-NpG-D-PSMAを開発した。標的指向部位を分子内に複数有する多価薬剤は、標的分子への高い結合能を有することから、1価薬剤と比べて腫瘍集積のさらなる向上に有効である。そこで本研究では、PSMA 標的部位を3分子導入する新規多価 ^{211}At 標識薬剤を設計した。本手法により、従来化合物を上回る標的結合能を有する新規 ^{211}At 標識多価 PSMA 薬剤の開発を目指した。

2. 方法

^{211}At 標識実験に先立ち、入手及び取扱いの容易な ^{125}I を用いて基礎検討を行った。 ^{125}I 標識した多分枝コア化合物を事前に調製し、3分子のPSMA結合部位と反応させることで、 ^{125}I 標識3価PSMAを得た。 ^{125}I 標識3価PSMAの標的への結合集積の増強について細胞取込や内在化率を評価し、正常マウス体内放射能分布試験を行った。また、 ^{125}I 標識と同様の手法で ^{211}At 標識3価PSMAを合成し、 ^{125}I 標識体と同様、正常マウス体内放射能分布試験を行った。

3. 結果および考察

先行研究では、PSMA 標的部位を含む前駆体に対して、直接 ^{211}At を反応させた後、保護基を脱保護する直接標識法により[^{211}At]At-NpG-D-PSMAを作製した。しかし、PSMA 標的部位を3分子含む前駆体の合成は困難であったことから、 ^{125}I 標識3価PSMA、及び ^{211}At 標識3価PSMAは間接標識法により作製した。 ^{125}I 標識3価PSMAは、[^{125}I]I-NpG-D-PSMAと比較し、高い細胞取込と内在化率を認め、多価化による標的親和性の増強が示唆された。正常マウス体内放射能分布試験において、 ^{125}I 標識3価PSMA、及び ^{211}At 標識3価PSMAは、[^{211}At]At-NpG-D-PSMAと同様、PSMA 標的薬剤に特徴的な体内分布を示し、PSMA 発現臓器である腎臓への集積は高値であった一方、他の正常組織への集積は低値であった。化合物から放射性ハロゲンが脱離した場合には、胃や甲状腺への集積が認められるが、これら組織への放射活性の集積は確認されなかった。従って、 ^{125}I 標識3価PSMA、及び ^{211}At 標識3価PSMAは、いずれも生体内脱ハロゲン化に対して安定であることが示された。

4. 結論

^{211}At 標識3価PSMAは、生体内における ^{211}At の安定な保持と標的への親和性向上を両立する多価PSMA誘導体であることが示されたことから、1価薬剤と比べて腫瘍集積のさらなる向上が期待できる。

^{*1} Graduate School of Pharmaceutical Sciences, Chiba University

^{*2} Fukushima Medical University

熱応答性セラノスティクスを目指した ^{125}I 標識アルコキシアミン誘導体の合成と評価 Synthesis and Evaluation of ^{125}I -Labeled Alkoxyamine Derivatives for Thermoresponsive Theranostics

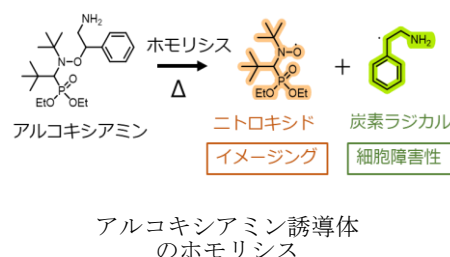
神戸薬科大学大学院薬学研究科^{*1}

○長濱 果林^{*1}, 山崎 俊栄^{*1}, 佐野 紘平^{*1}, 向 高弘^{*1}

(NAGAHAMA, Karin^{*1}; YAMASAKI, Toshihide^{*1}; SANO, Kohei^{*1}; MUKAI, Takahiro^{*1})

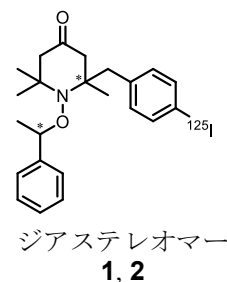
1. はじめに

>N-O-C 構造をもつアルコキシアミン誘導体は熱によるエネルギーによって、ホモリシス（ラジカル開裂）が促進され、ニトロキシドと炭素ラジカルが生じる（右図）。このとき生じる炭素ラジカルは、物理的障害による細胞障害性を有することが知られている。一方、ニトロキシドは、常磁性を有することから MRI プローブとして造影効果を示すが、その造影効果が低いことから高濃度を要するという課題がある。これに対して本研究では、アルコキシアミン誘導体に ^{125}I を標識した分子を設計し、放射線検出による高感度なイメージングと炭素ラジカルによる細胞障害性を有する、熱応答性セラノスティクスプローブを合成、評価することを目的とした。



2. 方法

4-Oxo-TEMPO を基本骨格とし、ピペリジン環の 2 位にベンジル基を導入した目的化合物 **1, 2** を合成した。また、開裂反応の活性化エネルギーを電子スピン共鳴装置で評価した。次に、放射性ヨウ素標識体の脂溶性や注射液中の安定性を評価し、健常マウスにおける体内放射能動態を評価した。続いて、目的化合物の細胞障害性が炭素ラジカルに起因するかを検証するため、42℃で 90 分間加温処置を実施した後の細胞生存率を評価した。また、比較実験として非加温群も同様の条件で実験を行った。



3. 結果および考察

放射化学的収率 60%、放射化学的純度 95%以上で ^{125}I 標識アルコキシアミン誘導体 **1** および **2** を合成することに成功した。**1, 2** の活性化エネルギーはともに約 120 kJ/mol であり、42℃における半減期は約 20 時間であることが分かった。また、log *P* は 5 付近を示し、**1** ならびに **2** は脂溶性の高い化合物であることが示された。さらに溶液中（1%EtOH, 0.1%tween80 in PBS）において 10 日間安定なことが示された。健常マウスにおいて両化合物の甲状腺への放射能集積量は低かったことから、ヨウ素の脱離は生じていないことが示唆された。続いて、化合物 **1, 2** (37 ~ 370 kBq) を細胞に添加し 42℃で加温処置した結果、各化合物で濃度に依存して細胞障害性が示された。一方、非加温群では細胞生存率の低下が小さかったことから、いずれの化合物においても温度に依存した細胞障害性を有することが示された。以上の結果から、目的化合物 **1, 2** はともに加温処置することで細胞障害性を有する化合物であることが示唆された。

4. 結論

^{125}I 標識アルコキシアミン誘導体の合成に成功し、生体内で安定な化合物であることが示された。また、本化合物が加温に依存して細胞障害性を有することが示唆された。今後は作用機序の解明や生体内分布を検討する。

^{*1} Graduate School of Pharmaceutical Sciences, Kobe Pharmaceutical University

Young Scientist Award Nominee

🎵 Wed. Jul 8, 2026 11:15 AM - 12:00 PM JST | Wed. Jul 8, 2026 2:15 AM - 3:00 AM UTC | 🏢 A(Miraikan Hall)

核種製造

Chairman:Noriko Ishioka(QST)

◆ Young Scientist Oral Presentation Award candidate

11:15 AM - 11:30 AM JST | 2:15 AM - 2:30 AM UTC

[1A04] Measurement of yttrium-isotope production cross sections on the $^{nat}\text{Sr}+d$ reaction

○Akihiro Nambu^{1,2}, Masayuki Aikawa^{1,2,3,4}, Yudai Shigekawa², Yousuke Kanayama², Tomohiro Tomitsuka², Sayantani Mitra², Hiromitsu Haba² (1. Hokkaido Univ. Biomedical Science and Engineering, 2. RIKEN Nishina Center, 3. Hokkaido Univ. Science, 4. Hokkaido Univ. Global Center)

◆ Young Scientist Oral Presentation Award candidate

11:30 AM - 11:45 AM JST | 2:30 AM - 2:45 AM UTC

[1A05] Verification and Validation for Three Quantum Beams and Laser Light as Alternative Routes to Current Commercial Production of Lutetium-177

○Luis Fernando Salas Tapia¹, Kunihiro Miyoshi¹, Ying Yang¹, Chao Zhang², Shuichi Hasegawa^{1,2} (1. Department of Nuclear Engineering and Management / The University of Tokyo, 2. Nuclear Professional School / The University of Tokyo)

11:45 AM - 12:00 PM JST | 2:45 AM - 3:00 AM UTC

[1A06] Evaluation of the Scalability of ^{177}Lu Production with a mA-Class Deuteron Linac

○Hiroshi Nakagomi¹, Masatoshi Yasuda¹, Souichi Ueno¹, Shunichiro Omika¹, Kazuaki Tsukada², Yuki Ohnishi², Masatoshi Itoh² (1. Toshiba Corporation, 2. Tohoku University)

$^{nat}\text{Sr}+d$ 反応によるイットリウム同位体の生成断面積測定Measurement of yttrium-isotope production cross sections on the $^{nat}\text{Sr}+d$ reaction

北海道大学医理工学院^{*1}, 理化学研究所仁科加速器科学研究センター^{*2}, 北海道大学理学部^{*3},
北海道大学医理工学グローバルセンター^{*4}

○南部 明弘^{*1,2}, 合川 正幸^{*1,2,3,4}, 重河 優大^{*2}, 金山 洋介^{*2}, 富塚 知博^{*2},
ミトラ サヤンタニ^{*2}, 羽場 宏光^{*1}

(NAMBU, Akihiro^{*1,2}; AIKAWA, Masayuki^{*1,2,3,4}; SHIGEKAWA, Yudai^{*2};
KANAYAMA, Yousuke^{*2}; TOMITSUKA, Tomohiro^{*2}; MITRA, Sayantani^{*2}; HABA, Hiromitsu^{*2})

1. はじめに

イットリウムの放射性同位体 $^{86,87,88}\text{Y}$ は、PET イメージングや検出器校正などの用途で応用が期待されている。これらの核種は加速器で製造できるが、Sr の薄膜標的を製造することが難しいため、核反応断面積の実験データが不足している。本研究では、インクジェットプリンタによる最新の標的作製法[1]に注目し、これを断面積測定実験に応用するための手法を検討した。また、この手法で ^{nat}Sr の硝酸塩標的を作製し、これに重陽子を照射してイットリウム同位体の生成断面積を測定した。

2. 方法

インクジェットプリンタ (PJK-200S, マイクロジェット株式会社) を用いて ^{27}Al 箔(厚さ 10 μm)に $^{nat}\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ 溶液(11.4 mg/mL)を滴下して乾燥させることで $^{nat}\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ 標的を作製した。標的の厚みは、事前に添加した ^{85}Sr トレーサーの放射能から求めた。オートラジオグラフィと SEM による観察結果から解析で標的の厚みの不均一性を調べ、モンテカルロ計算で減衰によるビームエネルギーの広がり評価した。断面積測定のため、 $^{nat}\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ 標的(面密度 70–90 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$)と、エネルギー測定用の ^{nat}Cu 箔(25 μm)とを交互に重ねた 1 組の標的を用意した。理化学研究所 AVF サイクロトロンで 24 MeV に加速した重陽子を平均強度 99.3 nA で 15 分間標的に照射した。照射後、 ^{nat}Sr 標的と ^{nat}Cu 箔の γ 線をゲルマニウム半導体検出器で測定して、生成核を定量した。

3. 結果および考察

インクジェットプリンタ製の標的の厚みの不均一性に由来する実験誤差は約 3%であり、断面積測定実験における本手法の有効性を示すことができた。本実験により、 $^{86\text{m}},^{86\text{g}},^{87\text{m}},^{87\text{g}},^{88}\text{Y}$ の生成断面積を測定した。 $^{86\text{m}}\text{Y}$ の生成断面積は今回の実験で初めて得られた。その他のデータは、文献値[2]や理論計算ライブラリ[3]と概ね一致した。

4. 結論

インクジェットプリンタで $^{nat}\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ 標的を作製して、重陽子入射反応による $^{86,87,88}\text{Y}$ の生成断面積を測定した。今回用いた実験手法は Sr に限らず様々な元素に応用でき、少量の物質からでも効率よく標的を製造できるため、今後の断面積測定実験へのさらなる応用が期待される。

参考文献

- [1] R. Haas *et al.*, Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A, **874** (2017) 43.
- [2] A. Hermanne *et al.*, Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B, **511** (2022) 91.
- [3] A. Koning *et al.*, Eur. Phys. J. A, **59** (2023) 131.

^{*1} Graduate School of Biomedical Science and Engineering, Hokkaido University

^{*2} RIKEN Nishina Center

^{*3} Faculty of Science, Hokkaido University

^{*4} Global Center for Biomedical Science and Engineering, Faculty of Medicine, Hokkaido University

Verification and Validation for Three Quantum Beams and Laser Light as Alternative Routes to Current Commercial Production of Lutetium-177

Department of Nuclear Engineering and Management^{*1}, Nuclear Professional School, The University of Tokyo^{*2}

○SALAS-TAPIA Luis Fernando^{*1}, MIYOSHI Kunihiro^{*1}, YANG Ying^{*2}, ZHANG Chao^{*2}, HASEGAWA Shuichi^{*1,2}

1. Introduction

Intravenous injection or oral administration of radioactive substances into human body allows us to either visualize internal molecular behaviors or destroy malignant cells. Treatment of prostate cancer and neuroendocrine tumors can be addressed by attaching a ligand to a radioisotope. Lutetium-177 withholding properties of β^- decay mode and half-life time of 6.7 days is being used as the emitter of ionizing radiation on focalized spots of organs and tissues. The concern rises because currently the solo commercial route to procure Lu-177 relies entirely on research reactors which employ thermal neutrons. Utilizing deuterons from a cyclotron, fast neutrons from a sodium-cooled fast reactor (SFR), and photons from an electron accelerator may be promising if optimization in main target, converter, moderator, and irradiation period is investigated. Plus, elevating the isotopic percentage of a particular isotope using laser light may facilitate the fabrication of samples before bombardment in any of those three machines.

2. Methodology

Considering Ytterbium-176 (Yb-176) as the precursor, two channels exist in nature: $^{176}\text{Yb}(n,\gamma)^{177}\text{Yb} \rightarrow ^{177}\text{Lu}$ and $^{176}\text{Yb}(d,n)^{177}\text{Lu}$. Commencing from Hafnium-178 (Hf-178), $^{178}\text{Hf}(\gamma,p)^{177}\text{Lu}$ subsists as well. Two famous radiation transport codes — PHITS and FLUKA — permit to predict activation and yield for numerous nuclear reactions. Well-known libraries — JENDL, CENDL, ENDF, JEFF, and TENDL — contain evaluated information on the probability of interaction between particles and materials. Extracting experimental data from recent published manuscripts makes it possible to decipher which combination of code + library is more precise when estimating activity and impurities. As a prospective plan for enrichment of Yb-176, verification and validation (V&V) are applied to the beam coming from a lab-made External Cavity Diode Laser (ECDL).

3. Results and Discussion

Taking Yb-176 as the main target: concerning neutrons, PHITS + ENDF/B-VIII.1 resulted in a more precise combination; regarding deuterons, PHITS + JENDL-5 better reproduced the activity. For electron transport and subsequent photons on Hf-178, FLUKA + JEFF-4 showed near values to experimental outcomes. Comparing fast neutron spectrum in a sodium/U-Pu assembly, Serpent + JEFF-4 reported similar data to experimental multiplication factor k_{eff} . Laser light from ECDL displayed elongated shape on wavemeter (~ 398.9 nm), distinguished fringes after etalon, and fluorescence of natural ytterbium atoms when executing scans in a vacuum environment ($^1\text{S}_0 \rightarrow ^1\text{P}_1$).

4. Conclusion

Examining the feasibility of new paths for acquisition of a particular unstable specie implied using realistic data from former tests. Computational benchmarking is properly executed if similarities in geometry, energy, and beam shape are consistently modeled. Experimental V&V for laser light guarantees that subsequent stages of isotope separation can be performed from a robust source.

mA 級重陽子線形加速器による ^{177}Lu 製造検討Evaluation of the Scalability of ^{177}Lu Production with a mA-Class Deuteron Linac

株式会社東芝 総合研究所 エネルギーシステム R&D センター^{*1},
 東北大学 先端量子ビーム科学研究センター^{*2}

○中込 宇宙^{*1}, 安田 浩昌^{*1}, 上野 聡一^{*1}, 大甕 舜一朗^{*1},
 塚田 和明^{*2}, 大西 裕季^{*2}, 伊藤 正俊^{*2}

(NAKAGOMI, Hiroshi^{*1}; YASUDA, Hiromasa^{*1}; UENO, Souichi^{*1}; OMIKA, Shunichiro^{*1};
 TSUKADA, Kazuaki^{*2}; OHNISHI, Yuki^{*2}; ITOH Masatoshi^{*2})

1. はじめに

医療用 RI の ^{177}Lu (半減期 6.65 日) はがん治療薬に使用されている重要核種だが、海外輸入に依存しており国産化の議論が進んでいる。製造手段の一つに加速器が挙げられる。本稿では大量製造手法確立を目指し、反応断面積の大きい重陽子と ^{176}Yb を照射粒子と標的として選択した[1]。重陽子照射では医療用としては不純物となる $^{177\text{m}}\text{Lu}$ (半減期 160.4 日) も副生される。市販薬の基準純度 ($^{177\text{m}}\text{Lu}/^{177}\text{Lu}$) は 0.05% 以下のため、基準値を満たす照射条件が必要だが、 $^{177\text{m}}\text{Lu}$ の断面積データ不足により生成割合が不明である。そこで、東北大学先端量子ビーム科学研究センターにて照射条件の試験検証をした。

2. 方法

天然 Yb 金属標的に 25~15MeV かつ 0.5~1 μA の照射条件で重陽子を照射した。 ^{177}Lu は約 1 カ月、 $^{177\text{m}}\text{Lu}$ は約半年の冷却期間後、208.37keV のガンマ線を Ge 検出器で測定し生成量を評価した。

3. 結果および考察

図 1 にガンマ線測定結果例を示す。生成量を評価した結果、25~15MeV の範囲で $^{177\text{m}}\text{Lu}$ の生成量が基準値 0.05% 以下となることを確認した。また、その他の Lu 同位体を考慮した場合でも、20MeV 未満かつ 15MeV 以上で基準値を満たす結果となった[2]。1.5mA 級加速器[3]にて 24h 照射かつ 2.5 日冷却した場合、100%濃縮 ^{176}Yb 金属標的および Yb203 標的でそれぞれ約 140~230GBq、約 100~180GBq の ^{177}Lu 生成量となることが判明した。また、比放射能においては約 0.5~1GBq/ μg に相当することが判明した。

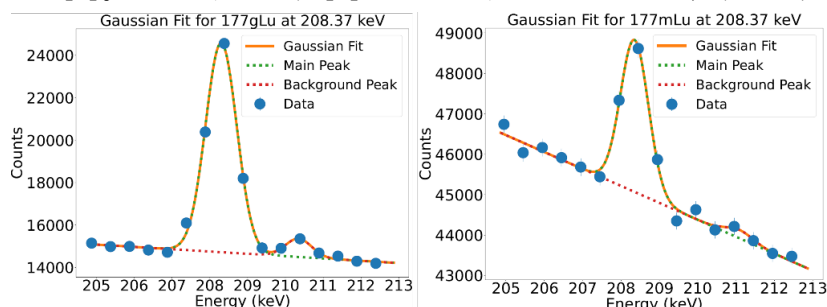


図 1 25MeV 照射時の ^{177}Lu 及び $^{177\text{m}}\text{Lu}$ のガンマ線ピーク

4. 結論

照射試験により、15MeV 以上 20MeV 未

満のビームエネルギーで基準純度 0.05% を満たすことが判明した。今後、入手可能な濃縮ターゲット形態をベースに生成量評価進めていく必要がある。

[1] M. U. Khandaker et al. Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. B 335, 8 (2014)

[2] 中込宇宙 他, mA 級重陽子加速器による ^{177}Lu 生成検討, 日本原子力学会 2026 年春の年会, 3G10

[3] H. Yasuda et al Proc. IPAC'24, Nashville, TN, USA, May 19–24, 2024, pp.3536–3538
 doi:10.18429/JACoW-IPAC2024-THPR20

^{*1} Energy Systems R&D Center, Corporate Laboratory, Toshiba Corporation

^{*2} Research Center for Accelerator and Radioisotope Science, Tohoku University

Young Scientist Award Nominee

🎵 Wed. Jul 8, 2026 1:30 PM - 2:15 PM JST | Wed. Jul 8, 2026 4:30 AM - 5:15 AM UTC | 🏠A(Miraikan Hall)

獣医療 2

Chairman: Takehiko Kakizaki (Kitasato University), Miori Kishimoto (Tokyo University of Agriculture and Technology)

◆ Young Scientist Oral Presentation Award candidate

1:30 PM - 1:45 PM JST | 4:30 AM - 4:45 AM UTC

[1A08] Differences in Lung Lobe Volumes Among Dog Breeds to Be Noted in CT-derived Pulmonary Functional Imaging

○ Kentaro Yamazaki¹, Airi Kaneyama², Kosei Teraoka², Chiharu Ito², Akari Taniguchi², Masayoshi Nagakawa¹, Yukiko O'Brien^{1,2}, Masaaki Katayama^{3,4}, Ryuji Fukushima^{1,5}, Miori Kishimoto^{1,2} (1. TUAT-Grad, 2. TUAT, 3. Iwate Univ, 4. IU-VTH, 5. KAMEC)

◆ Young Scientist Oral Presentation Award candidate

1:45 PM - 2:00 PM JST | 4:45 AM - 5:00 AM UTC

[1A09] Basic study toward clinical application of BNCT in companion animals

○ Hajime Sashida¹, Hiroki Higuchi¹, Takehiko Kakizaki¹, Seiichi Wada¹, Masahiro Natsuhori¹ (1. Kitasato University)

◆ Young Scientist Oral Presentation Award candidate

2:00 PM - 2:15 PM JST | 5:00 AM - 5:15 AM UTC

[1A10] A Fundamental Study on the Implemation of Radioiodine Therapy for Feline Hyperthyroidism in Japanese Veterinary Medicine

○ Ko Sasaki¹, Yuto Kikuchi¹, Takehiko Kakizaki¹, Wada Seiichi¹, Masahiro Natsuhori¹ (1. Kitasato univ)

CT を用いた肺機能診断で留意すべき犬種による各肺葉体積の違い
Differences in Lung Lobe Volumes Among Dog Breeds to Be Noted in CT-derived Pulmonary
Functional Imaging

東京農工大・院^{*1}、東京農工大^{*2}、岩手大・院³、岩大附属動物病院⁴、小金井 動物救急医療センター⁵
○山崎 健太郎^{*1}、金山 あいり^{*2}、寺岡 昂星^{*2}、伊藤 千晴^{*2}、谷口 あかり^{*2}、長川 雅佳^{*1}、
オブライエン 悠木子^{*1,2}、片山 泰章^{*3,4}、福島 隆治^{*1,5}、岸本 海織^{*1,2}
(YAMAZAKI, Kentaro^{*1}; KANEYAMA Airi^{*2}; TERAOKA Kosei^{*2}; ITO Chiharu^{*2};
TANIGUCHI Akari^{*2}; NAGAKAWA Masayoshi^{*1}; SASSA-O'BRIEN Yukiko^{*1,2};
KATAYAMA Masaaki^{*3,4}; FUKUSHIMA Ryuji^{*1,5}; KISHIMOTO Miori^{*1,2})

1. はじめに

獣医療において、肺機能进行评估する検査法は限られている。近年、CT 装置のダイナミック撮影を応用することで、肺血流量や換気量といった肺機能を検査する方法が検討されている。これらの機能検査を犬で実施する上で問題となるのが、犬種ごとの胸郭形状の違いにより、各肺葉の相対的な大きさが異なる可能性があることである。この違いは、犬種ごとに各肺葉の血流量および換気量の分布が変化する要因となり得る。そこで本研究では、CT を用いた肺機能評価を行うための基礎的検討として、犬種間で各肺葉の相対的な大きさに差異が存在するかを検証した。

2. 方法

呼吸器および心疾患のない5犬種のCTデータをを用いて回顧的に解析を行った。7つの肺葉体積を計測し、全ての肺葉体積の合計を全肺体積とした。計測した各体積から、全肺体積に対する各肺葉体積の比率を算出した。算出した各肺葉体積の比率を犬種間で比較した。加えて、右前葉と左前葉、右後葉と左後葉、および中葉と副葉の体積差を各犬種において比較した。

3. 結果および考察

全肺体積に対する前葉後部、中葉、および副葉体積の比率は、いずれも犬種間で有意な差を示した。中葉および前葉後部の比率は、胸郭が幅広い犬種で大きかった。一方、副葉の比率は体格の大きな犬種で大きかった。このような犬種では気管と気管支の距離が広いことが比率差の原因として考えられる。右前葉と左前葉、右後葉と左後葉、および中葉と副葉の体積には、ほとんどの犬種で有意な差を認めなかった。これらの対応する肺葉間の大きさの比較は、肺機能の相対評価に有用な指標となる可能性がある。

4. 結論

犬種ごとの胸郭形状の違いにより、各肺葉の相対的な大きさは異なることが示唆された。CT を用いた肺機能評価においては犬種差の考慮が必要である。

^{*1} Cooperative Division of Veterinary Sciences, Tokyo University of Agriculture and Technology

^{*2} Cooperative Department of Veterinary Medicine, Tokyo University of Agriculture and Technology

^{*3} Cooperative Division of Veterinary Sciences, Iwate University

^{*4} Division of Companion Animal Surgery, Iwate University

^{*5} Koganei Animal Medical Emergency Center, Tokyo University of Agriculture and Technology

伴侶動物における BNCT の臨床応用に向けた基礎的検討

Basic study toward clinical application of BNCT in companion animals

北里大学・獣医^{*1}

○指田 元^{*1}, 夏堀 雅宏^{*1}, 日口 裕貴^{*1}, 佐々木 康^{*1}, 渡邊 小梅^{*1}, 和田 成一^{*1}, 柿崎 竹彦^{*1}
(SASHIDA, Hajime^{*1}; NATSUHORI, Masahiro^{*1}; HIROKI, Higuchi^{*1}; SASAKI, Kou^{*1};
WATANABE, Koume^{*1}; WADA, Seiichi^{*1}; KAKIZAKI, Takehiko^{*1})

1. はじめに

ホウ素中性子捕捉療法 (Boron Neutron Capture Therapy : BNCT) は、ホウ素 (^{10}B) と熱中性子の核反応により生じる高 LET 放射線を利用したがん治療法である。ヒト医療では 2020 年に頭頸部癌を対象として保険適用が開始されている。一方、伴侶動物医療においても難治性腫瘍の新たな治療法として BNCT の臨床応用が期待されている。しかし、BNCT では照射された中性子が体内元素と反応し放射性核種を生成する「放射化」が生じる。このため、治療後の動物自身の被ばく、飼い主の外部被ばく、排泄物の取り扱いなど放射線防護上の評価が必要となる。本研究では、BNCT 後に伴侶動物体内で生成される放射化核種に着目し、放射線防護の観点から安全性評価を行った。

2. 方法

台湾の THOR におけるヒト BNCT 後の実測データを基に、主要な放射化核種 (^{24}Na 、 ^{49}Ca 、 ^{38}Cl 、 ^{42}K) の減衰挙動および寄与率を解析した。さらに、体重 3~70 kg、循環血液量 70~90 mL/kg の条件で伴侶動物モデルを設定し、血中 ^{24}Na 濃度の最大値を用いて BNCT 後の放射化による動物自身の内部被ばくを推定した。また、 ^{24}Na の時間減衰を考慮して飼い主の外部被ばくにおける積算線量を算出し、公衆被ばく線量限度である 1 mSv/年との比較により安全性を評価した。加えて、既存の獣医学的データを用いて尿中および糞中への ^{24}Na 移行量を推定し、 ^{24}Na の下限数量である 1×10^5 Bq との比較を行った。

3. 結果および考察

短半減期核種である ^{49}Ca や ^{38}Cl は速やかに減衰し、4 時間経過後は ^{24}Na が合計放射能の 90% を占めた。全核種合計と比較して、全ての放射能を ^{24}Na 由来であると仮定した時の評価は安全側となることが示された。BNCT 後の放射化による動物自身の内部被ばくは 2.5~73.9 μSv と推定された。飼い主の外部被ばくでは、初期線量率が約 46 $\mu\text{Sv/h}$ 未満であれば、 ^{24}Na の物理学的減衰を考慮した積算線量は 1 mSv に達しないことが示された。さらに、尿中 Na 量/血中 Na 量比の最大値は 0.535、糞中 Na 量/血中 Na 量比の最大値は 0.0900 と算出され、これらを用いて推定した尿中および糞中 ^{24}Na 放射能はいずれの条件でも ^{24}Na の下限数量である 1×10^5 Bq を下回った。したがって、BNCT 後の排泄物について放射性物質としての管理が必要ではなく、一般廃棄物として扱うことが望ましいと考えられた。

4. 結論

BNCT 後に生じる放射化による被ばくは、動物自身の内部被ばくおよび飼い主の外部被ばくのいずれにおいても低い水準であることが示された。また、尿中および糞中に排泄される ^{24}Na 放射能は、保守的な条件下でも下限数量を下回ると推定され、排泄物管理の観点からも安全性が示唆された。以上より、BNCT 後の放射線評価では ^{24}Na を代表核種として扱い、時間減衰および下限数量との比較を組み合わせることで、安全側かつ実用的な管理が可能であると考えられた。本研究は、伴侶動物における BNCT の臨床応用に向けた放射線防護および安全管理体制の構築に資する基礎的知見を提供するものである。

^{*1} Laboratory of Veterinary Radiology, School of Veterinary Medicine, Kitasato University

我が国の獣医療における猫の甲状腺機能亢進症に
対する放射性ヨウ素療法に関する基礎的検討

A FUNDAMENTAL STUDY ON THE IMPLEMENTATION OF RADIOIODINE THERAPY
FOR FELINE HYPERTHYROIDISM IN JAPANESE VETERINARY MEDICINE

北里大学 獣医学科 獣医放射線学研究室*1,

○佐々木 康¹, 菊池 悠斗¹, 夏堀 雅宏¹, 指田 元¹, 渡邊 小梅¹, 和田 成一¹,
柿崎 竹彦¹ (SASAKI Kou¹; KIKUCHI Yuto¹; NATSUHORI Masahiro¹; SASHIDA Hajime¹; WATANABE
Koume¹; WADA Seiichi¹; KAKIZAKI Takehiko¹)

1. はじめに

猫の甲状腺機能亢進症は高齢猫に多い代表的内分泌疾患であり、ヨウ素 131 (I-131) を用いた放射性ヨウ素療法は欧米で標準的治療として広く実施されている。一方、日本では法制度上の制約により本治療は導入されておらず、放射線防護および排泄物管理が課題となっている。特に外部被ばくおよび排泄物を介した二次被ばくの適切な評価が重要である。人医療ではガイドラインに基づく安全管理体制が確立されていることから、その枠組みの応用が期待される。本研究では、被ばく評価および米英の規制を踏まえ、日本における実現可能な管理指針の構築を目的とした。

2. 方法

本研究では、I-131 投与後の放射能減衰および排泄動態を基に被ばく評価を行った。投与量は最大 250 MBq とし、物理学的半減期 (8.02 日) を用いて体内残留放射能の推移を算出した。外部被ばくについては距離・接触時間を考慮して飼い主の被ばく線量を推定した。さらに排泄物中の放射能について減衰シミュレーションを行い、保管期間を検討し、猫砂等からの外部被ばく線量についても算出した。加えて米国および英国の法規制・運用実態を調査し、日本への適用可能性を比較検討した。

3. 結果

I-131 (250 MBq 投与) は約 10~11 日で退院基準 (100 MBq 以下、6.5 μ Sv/h 以下) を満たし、入院期間は約 11 日が妥当と算出された。放射線診療従事者の被ばくは外部・内部ともに十分低く、適切な防護により安全に管理可能であった。退院後の被ばくは無制限条件では 1 mSv を大きく超えるが、行動制限を設けることで 0.81 mSv に抑制され、基準内に管理可能であった。排泄物は約 64 日で下限数量以下となり、減衰保管が必要とされた。またペットシートや猫砂からの外部被ばく線量については 30 日間の積算被ばく線量が 116.4 μ Sv であった。さらに、米英の制度と比較し、日本では排水・退院基準に制度的制約があるものの、防護原則や管理手法は導入可能であることが示された。

4. 考察と結論

日本における猫の放射性ヨウ素治療は、人医療の放射線管理体系を基盤とし、退院基準と行動制限を組み合わせることで安全に導入可能であると考えられた。減衰特性および排泄動態から、入院期間は約 10~11 日、退院後は段階的管理により被ばく線量を 1 mSv 以下に抑制できることが示された。診療従事者および飼い主の被ばくはいずれも適切な防護により十分低減可能であった。排泄物管理は初期 2 週間 (約 30 日) の減衰保管が現実的である。尿中排泄を前提とした外部被ばく評価においても、保守的条件下で積算線量は公衆被ばく限度を大きく下回り、安全性が確保され、一定条件下で一般廃棄物として処理することは科学的に妥当かつ合理的であると考えられる。さらに、一定濃度以下を規制対象外とすることで、既存の放射線防護体系と整合した実務的管理が可能となり、人医療と動物医療の制度的ギャップの解消に寄与すると考えた。

1. Laboratory of Veterinary Radiology, School of Veterinary Medicine, Kitasato University

Young Scientist Award Nominee

🎵 Wed. Jul 8, 2026 1:45 PM - 2:30 PM JST | Wed. Jul 8, 2026 4:45 AM - 5:30 AM UTC | 🏢 B (Conference Room Saturn)

東京電力福島第一原子力発電所事故関連2

Chairman: Keiko Tagami (QST)

1:45 PM - 2:00 PM JST | 4:45 AM - 5:00 AM UTC

[1B07] Validation of the ocean dispersion simulation of ALPS-treated water

○ Tsumune Tsumune^{1,2}, Tsubono Takaki², Misumi Kazuhiro² (1. University of Tsukuba, 2. Central Research Institute of Electric Power Industry)

◆ Young Scientist Oral Presentation Award candidate

2:00 PM - 2:15 PM JST | 5:00 AM - 5:15 AM UTC

[1B08] Estimation of Groundwater-Derived ¹³⁷Cs Flux to the Coastal Waters Surrounding the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Using Radium Isotope Tracers

○ Hiroumi Iino¹, Daisuke Tsumune¹, Hiroaki Kato¹, Yuichi Onda¹, Shigeyoshi Otsuka² (1. University of Tsukuba, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo)

◆ Young Scientist Oral Presentation Award candidate

2:15 PM - 2:30 PM JST | 5:15 AM - 5:30 AM UTC

[1B09] Application of airborne monitoring data toward external radiation dose assessment for wild Japanese Macaques affected by the Fukushima daiichi nuclear power plant accident

○ Jiaxin Li^{1,2}, Taku Sato³, Masatoshi Suzuki^{2,3,1,4}, Satoru Endo⁵, Koichi Chida^{3,4}, Manabu Fukumoto³, Hiroshi Kurikami², Seiji Hayashi², Yuji Owada², Tatsuo Aono² (1. Env. Radiat. Biomed., Grad. Sch. Med., Tohoku Univ., 2. RECC, F-REI, 3. IRIDeS, Tohoku Univ., 4. Crs. Radiol. Technol., Grad. Sch. Med., Tohoku Univ., 5. Grad. Sch. Adv. Sci. Eng., Hiroshima Univ.)

ALPS 処理水の海洋拡散シミュレーションの検証

Validation of ALPS-treated water discharge into the ocean by simulation

筑波大学 放射線・アイソトープ地球システム研究センター^{*1}, 電力中央研究所^{*2}○津旨 大輔^{*1,2}, 坪野 考樹^{*2}, 三角 和弘^{*2}(TSUMUNE, Daisuke^{*1,2}; TSUBONO, Takaki^{*2}; MISUMI, Kazuhiro^{*2})

1. はじめに

福島第一原子力発電所 (1FNPS) の廃炉作業の一環として、2023 年 8 月より多核種除去設備 (ALPS) で処理された水 (以下、ALPS 処理水) の海洋放出を開始した。トリチウム (^3H) を含む放射性核種は、世界中の原子力施設から海洋へ放出されているが、事故を経験した原子力発電所からの放出は前例がなかった。加えて、炭素 14 (^{14}C) やヨウ素 129 (^{129}I) といった長寿命核種の完全除去が困難なことから、国内外で懸念が示された。これに対し、TEPCO HD は「放射線影響評価報告書」によって、さらに、ALPS 処理水に残留する ^3H 以外の核種の影響を含めた被ばく線量評価においても、その線量は無視できるほど小さいことが確認された。放出後は海域モニタリングが行われており、濃度上昇は放射線影響評価報告書のとおり小さいことが確認されている。安全性の説明のためには、報告書で用いた海洋モデルによる再現計算を実施し、モニタリングデータによる検証を行うことが重要である。

2. 方法

放射線影響評価報告書では、海洋モデルとして Regional Ocean Modeling System (ROMS) が用いられた。モデル駆動力として気象庁の短期予測データおよび海洋再解析データ (JCOPE2M) を用い、沿岸流、黒潮、中規模渦の影響を考慮した。モデルの再現性は、福島事故後のセシウム 137 (^{137}Cs) の拡散シミュレーションを通じて検証され、観測濃度の年平均値との整合性が確認された。放出後は実気象を考慮した再現計算を行い、東京電力および関係機関により取得された海水中トリチウム濃度の観測データを用いて、比較検証を行った。

3. 結果および考察

計算結果と観測結果の比較では、年間平均における相関係数は $R = 0.552$ であり、濃度変動の再現性は中程度であった。一方、平均 $\log(\text{Model}/\text{Obs})$ は -0.035 、対応する Model/Obs 比は 0.92 であり、モデルは年間平均濃度レベルを良好に再現していた。放出期間に限定すると、相関係数は $R = 0.642$ に向上し、放出に伴う濃度変動をより適切に再現できることが示された。ただし、放出期間の平均 $\log(\text{Model}/\text{Obs})$ は 0.137 、 Model/Obs 比は 1.37 であり、モデルは観測値をやや過大評価する傾向を示した。この差は、放出フラックスの局所的な扱い、モデル解像度、バックグラウンド濃度の不確実性などに起因すると考えられる。発電所近傍の一部地点では過小評価もみられたが、全体としてモデルは ALPS 処理水放出後のトリチウム濃度スケールを妥当に再現しており、放射線影響評価に適用可能な信頼性を有すると考えられる。

4. 結論

ALPS 処理水の放出後のシミュレーション結果は観測結果とおおむね整合しており、報告書において被ばく線量評価結果が無視できるほど小さいとされたことの妥当性を支持している。一方で、現在のモニタリングデータでは観測の時間間隔が長く、放出期間中の濃度変動を十分に捉えられない場合があるため、平均濃度を精度よく求めることが困難である。より詳細な検証のためには、モニタリングの時間頻度を高めることに重点を置く必要がある。これにより、モデル検証の信頼性向上と、より精度の高い線量評価につながると考えられる。

^{*1} Center for Research in Radiation, Isotopes, and Earth System Sciences, University of Tsukuba

^{*2} Central Research Institute of Electric Power Industry

Ra 同位体トレーサーを用いた福島第一原子力発電所周辺海域における 地下水由来 ^{137}Cs の流出フラックスの推定

Estimation of groundwater-derived ^{137}Cs flux in coastal waters surrounding the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station using radium isotope tracers

筑波大学^{*1}, 東京大学大気海洋研究所^{*2}

○飯野 大海^{*1}, 津旨 大輔^{*1}, 加藤 弘亮^{*1}, 恩田 裕一^{*1}, 乙坂 重嘉^{*2}

(○Hiroumi Iino^{*1}; Daisuke Tsumune^{*1}; Hiroaki Kato^{*1}; Yuichi Onda^{*1}; Shigeyoshi Otsuka^{*2})

1. はじめに

福島第一原子力発電所(F1NPS)事故によって放出された放射性物質である ^{137}Cs のうち、約 80%は海洋に流出し、現在でも海洋中 ^{137}Cs 濃度は事故前の水準に回復していない。その原因として F1NPS 敷地外の地下水が主要な漏洩源になっている可能性が指摘されている。また、地下水の有用なトレーサーである地下水に存在する Ra 同位体と ^{137}Cs 濃度分布を用いて F1NPS 事故直後の ^{137}Cs インベントリを求めた例があるが、遠洋で観測されており、F1NPS 近傍で観測した事例はない。これらの背景から本研究では Ra 同位体を用いて地下水由来 ^{137}Cs の流出フラックスの推定を目的に調査を行った。

2. 方法

F1NPS より南に約 1km に位置する福島県双葉郡大熊町に位置する夫沢川近傍の海岸および沖合にて海水、地下水、河川水、水路水、湧水のサンプリングを行った。 ^{137}Cs 濃度はゲルマニウム半導体検出器、Ra 同位体は担持マンガナクリル繊維に通水し、RaDeCC(同時計数式ラドンカウンター)を用いて計測を行った。これらの測定結果をもとに Ra 同位体の濃度比から滞留時間、 ^{137}Cs 濃度から ^{137}Cs インベントリ、 ^{137}Cs インベントリを滞留時間で割ることで地下水由来 ^{137}Cs の流出フラックスの計算を行った。本研究における滞留時間は地下水が海洋に流入してから経過時間のことを指す。

3. 結果および考察

滞留時間の結果は右図に示す。2025 年 11 月 19 日の滞留時間の結果から Ra 同位体の濃度比の異なる流出源がある可能性、20251119_SW5 近傍に海底地下水の湧出点がある可能性が示唆された。また、 ^{137}Cs インベントリは海岸線から 2km、F1NPS を中心として南北に 10km の範囲において $(1.51\sim 2.34) \times 10^9$ (Bq)と計算された。また、これらの計算結果から地下水由来 ^{137}Cs の流出フラックスは $(1.45\sim 3.12) \times 10^8$ (Bq/day)と計算された。Tsumune et al., (2024)において溶存態・懸濁態の ^{137}Cs 流出フラックスは ROMS モデル(領域海洋モデル)の解析において 2.0×10^9 (Bq/day)と推定されており、地下水からの ^{137}Cs 漏洩は全体の 7.25-15.6%を示した。これにより、F1NPS 事故の海洋環境への影響として無視できないことが判明した。

4. 結論

Ra 同位体を用いた解析により、滞留時間が沿岸 2km 程度では 10 日前後であることが分かった。また、地下水からの ^{137}Cs 漏洩は全体の 7.25-15.6%程度であることが分かった。

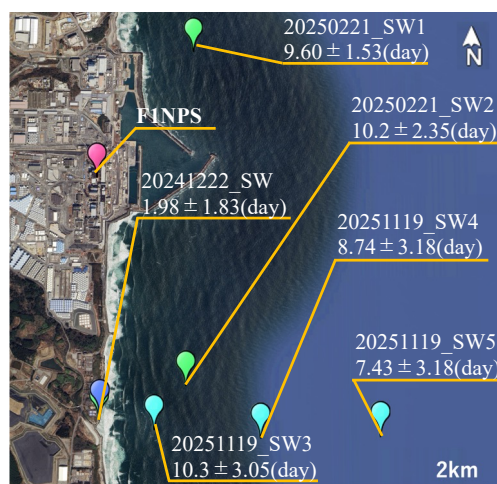


図 1 滞留時間の結果(ラベルは「サンプリング日_SW 数字」で構成されている)

^{*1} University of Tsukuba

^{*2} Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

Application of airborne monitoring data toward external radiation dose assessment for wild Japanese Macaques affected by the Fukushima daiichi nuclear power plant accident

○LI, Jiaxin^{*1,2}; SATO, Taku^{*3}; SUZUKI, Masatoshi^{*2,3,1,4}; ENDO, Satoru^{*5}; CHIDA, Koichi^{*3,4};
FUKUMOTO, Manabu^{*3}; KURIKAMI, Hiroshi^{*2}; HAYASHI, Seiji^{*2}; OWADA, Yuji^{*2};
AONO, Tatsuo^{*1,2}

1. はじめに

Although accurate radiation dose assessment is crucial for evaluating the long-term ecological impact of nuclear disasters, assessing the actual external exposure of wildlife remains challenging due to heterogeneous environmental attenuation. Airborne monitoring data (AMD) provide ambient dose-rate measured annually within an 80-km radius of the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant (FNPP) from 2011 to 2025. This study established a basic model for estimating external doses of wild Japanese macaques affected by the FNPP accident using AMD to determine long-term environmental decay.

2. 方法

To evaluate external dose, this study utilized two methods, integration of ambient dose rates using AMD (the AMD method) and electron spin resonance analysis of tooth enamel (the ESR method). Teeth were sampled from Japanese macaques inhabiting a 20-km radius of FNPP, which had been culled for damage control. Capture date and location were also collected. In the AMD method, the exposure scenario assumed that individuals were continuously exposed to radiation emitted from ¹³⁷Cs at their respective capture location, with exposure period determined by their age. The ambient dose rate of each capture location was extracted from the AMD, and the parameters of short- and long-components of environmental half-lives were calculated by fitting the time-dependent decline of the ambient dose rate. In the ESR method, 100 mg of tooth enamel was extracted from each individual to analyze the intensity of carbonate radicals using ESR. The external dose was determined based on the ESR intensity using a dose-response curve.

3. 結果および考察

Japanese macaques sampled between June 2016 and October 2024 were evaluated for external doses using the AMD method. The estimated external dose ranged from 3.6 mGy to 666 mGy (average: 81.3 mGy). Categorizing the capture area into northern and southern regions showed similar trends in both the short- and long-components of the environmental half-life. In Kashima and Haramachi wards (Minamisoma City), the mean±standard deviation for the short- and long-components were 0.7±0.4 years and 7.0±2.8 years, respectively. In contrast, they were 1.2±0.4 years and 24.9±18.7 years for the Odaka ward (Minamisoma City) and Namie Town. While the relative ranking of dose magnitudes was consistent between the AMD and the ESR methods for the eight individuals analyzed, the AMD method was found to overestimate the external dose.

4. 結論

We established a basic model of the AMD method. Because the current model overestimates the external dose of wildlife relative to the ESR method, further development of the AMD method is necessary.

^{*1} Environmental Radiation Biomedicine, Graduate School of Medicine, Tohoku University

^{*2} Regional Environmental Co-creation Unit, Fukushima Institute for Research, Education and Innovation

^{*3} International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University

^{*4} Course of Radiological Technology, Graduate School of Medicine, Tohoku University

^{*5} Graduate School of Advanced Science and Engineering, Hiroshima University

Young Scientist Award Nominee

📅 Wed. Jul 8, 2026 11:00 AM - 12:00 PM JST | Wed. Jul 8, 2026 2:00 AM - 3:00 AM UTC | 🏢 C(Conference Room Uranus)

放射線生物学2

Chairman: Ryoichi Hirayama(QST hospital)

◆ Young Scientist Oral Presentation Award candidate

11:00 AM - 11:15 AM JST | 2:00 AM - 2:15 AM UTC

[1C02] Study on the enhancement of antioxidant functions in the heart, lungs, stomach, small intestine, and large intestine of mice with combined radon inhalation and thermal treatment

○ Shogo Miyanaga¹, Takahiro Kataoka², Ayumi Tanaka¹, Reiju Takenaka¹, Shota Naoe³, Mitsuki Nagano¹, Shuna Goto¹, Kotaro tano¹, Norie Kanzaki³, Akihiro Sakoda³, Kiyonori yamaoka² (1. Graduate School of Health Sciences, Okayama Univ., 2. Health Sciences, Okayama Univ., 3. Ningyo-toge Environmental Engineering Center, JAEA)

◆ Young Scientist Oral Presentation Award candidate

11:15 AM - 11:30 AM JST | 2:15 AM - 2:30 AM UTC

[1C03] Development of a radon exposure device for cell experiments

○ Ayumi Tanaka¹, Takahiro Kataoka², Reiju Takenaka¹, Shogo Miyanaga¹, Shota Naoe³, Mitsuki Nagano¹, Shuna Goto¹, Kotaro Tano¹, Norie Kanzaki³, Akihiro Sakoda³, Hiroaki Terato⁴, Kiyonori Yamaoka² (1. Graduate school of health sciences, Okayama Univ., 2. Health sciences, Okayama Univ., 3. Ningyo-toge Environmental Engineering Center, JAEA, 4. Advanced Science Research Center, Okayama Univ.)

◆ Young Scientist Oral Presentation Award candidate

11:30 AM - 11:45 AM JST | 2:30 AM - 2:45 AM UTC

[1C04] Assessment of Sensitivity to Radiation-Induced Reproductive Effects in Female *Brca1*-Mutant Rats

○ Chisaki Asaka^{1,2}, Yukiko Yano², Kento Nagata^{2,3}, Masaru Takabatake^{1,2}, Kazumasa Inoue¹, Tatsuhiko Imaoka^{2,3} (1. Graduate School of Human Health Sciences, TMU, 2. QST Institute for Radiological Science, 3. QST Institute for Quantum Life Science)

◆ Young Scientist Oral Presentation Award candidate

11:45 AM - 12:00 PM JST | 2:45 AM - 3:00 AM UTC

[1C05] Comparative Analysis of Global DNA Methylation Profiles in Radiation-Induced and Spontaneous Rat Mammary Carcinomas

○ Misaki Mashiba¹, Tatsuhiko Imaoka², Masaru Takabatake^{1,2} (1. Tokyo Metropolitan Univ., 2. QST)

ラドン吸入と温熱処理の併用によるマウス心臓・肺・
胃・小腸・大腸中の抗酸化機能の亢進に関する検討
Study on the enhancement of antioxidant functions in the
heart, lungs, stomach, small intestine, and large intestine of
mice with combined radon inhalation and thermal treatment

岡山大・院保健学^{*1}, 岡山大・保健学域^{*2}, 原子力機構・人形峠セ^{*3}
○宮永 清瑚^{*1}, 片岡 隆浩^{*2}, 田中 歩^{*1}, 竹中 伶樹^{*1}, 直江 翔太^{*3}, 長野 光希^{*1},
後藤 朱渚^{*1}, 田野 功太郎^{*1}, 神崎 訓枝^{*3}, 迫田 晃弘^{*3}, 山岡 聖典^{*2}
(MIYANAGA Shogo^{*1}, KATAOKA Takahiro^{*2}, TANAKA Ayumi^{*1}, TAKENAKA
Reiju^{*1}, NAOE Shota^{*3}, NAGANO Mitsuki^{*1}, GOTO Shuna^{*1}, TANO Kotaro^{*1},
KANZAKI Norie^{*3}, SAKODA Akihiro^{*3}, YAMAOKA Kiyonori^{*2})

1. 緒論

我々は今までに、適度のラドン吸入はマウス諸臓器中の抗酸化機能を亢進することにより活性酸素種由来の疾患を抑制することなどを報告してきた。同様に適度の温熱処理も活性酸素種由来の疾患を抑制することが知られているが、ラドン吸入との併用による作用に関する報告は皆無に近い。このため本研究では、ラドン吸入と温熱処理の併用によるマウス心臓・肺・胃・小腸・大腸中の抗酸化機能の変化特性に着目して検討した。

2. 方法

対象動物は、BALB/cJ マウスを用いた。温熱処理は、インキュベーター内を 38.5℃に設定して、40 分/日で 1・3・7 日間それぞれ施した。対照となる非温熱処理は、インキュベーター内を室温に設定して、同様に施した。温熱処理後、バックグラウンドレベル (Sham) または 2000 Bq/m³ のラドンを 24 時間吸入させた。吸入終了直後に安楽死させ、心臓・肺・胃・小腸・大腸を摘出・試料調製し、抗酸化機能の代表的指標となる superoxide dismutase (SOD) 活性・catalase (CAT) 活性・total glutathione (t-GSH) 量をそれぞれ定法に従い分析した。

3. 結果・考察

ラドン吸入と温熱処理の併用による各臓器中の抗酸化機能の変化特性について、本実験条件下では概ね小腸・大腸では増加し、肺では減少し、心臓・胃では変化しなかった。

4. 結論

得られた所見は、ラドン吸入と温熱処理の併用に対する応答性が臓器により異なることを示唆する。今後は、ラドン吸入と温熱処理の併用による活性酸素種由来の疾患の効果的な抑制に向け、最適な併用条件の組合せや抗酸化機能の関連指標による作用機序などについて検討する予定である。

^{*1} Graduate School of Health Sciences, Okayama University

^{*2} Faculty of Health Sciences, Okayama University

^{*3} Ningyo-toge Environmental Engineering Center, JAEA

細胞実験のためのラドン曝露装置の開発 Development of a radon exposure system for cell experiments

岡山大・院保健学^{*1}, 岡山大・保健学域^{*2}, 原子力機構・人形峠セ^{*3}

岡山大・自然生命科学研究支援セ^{*4}

○田中 歩^{*1}, 片岡 隆浩^{*2}, 竹中 伶樹^{*1}, 宮永 清瑚^{*1}, 直江 翔太^{*3}, 長野 光希^{*1}, 後藤 朱渚^{*1}

田野 功太郎^{*1}, 神崎 訓枝^{*3}, 迫田 晃弘^{*3}, 寺東 宏明^{*4}, 山岡 聖典^{*2}

(TANAKA Ayumi^{*1}, KATAOKA Takahiro^{*2}, TAKENAKA Reiju^{*1}, MIYANAGA Shogo^{*1},
NAOE Shota^{*3}, NAGANO Mitsuki^{*1}, GOTO Shuna^{*1}, TANO Kotaro^{*1}, KANZAKI Norie^{*3},
SAKODA Akihiro^{*3}, TERATO Hiroaki^{*4}, YAMAOKA Kiyonori^{*2})

1. 緒論

我々は今までに、ラドン曝露による抗酸化機能亢進や酸化ストレス抑制作用などについて、主にマウスを用いた動物実験により検討してきた。他方、ラドン曝露による生体作用の機序をより詳細に解明するには、細胞レベルでの評価系の構築が必要である。そこで本研究では、培養細胞へのラドン曝露を可能とする細胞実験用ラドン曝露装置を新たに製作し、安定した曝露条件の構築に向けて種々検討した。

2. 方法

製作した細胞実験用ラドン曝露装置は、ラドン線源としてドールストーンを装置外部に設置し、ドールストーンから散逸したラドンをインキュベータ内へ送気する構成とした。また、送気流量を調整することにより、インキュベータ内のラドン濃度の制御を試みた。さらに、装置性能の評価としては、主にインキュベータ内のラドン濃度測定を行い、濃度の推移および安定性について検討した。

3. 結果・考察

製作した本装置により、インキュベータ内へ最大約 4000 Bq/m³に達するラドンを含有する空気が安定的に供給できることを確認した。また、送気流量の調整により、ラドン濃度が可変できることを確認した。さらに、線源とインキュベータの間にトロン減衰容器を設置することによりラドン濃度を維持したままトロン濃度が低減でき、トロンの影響を除去した曝露系構築への有用性を示した。

4. 結論

培養細胞実験系に適用可能なラドン曝露装置を新たに製作し、4000 Bq/m³まで濃度可変できるなど安定した曝露条件を構築することができた。また、トロン減衰容器の導入により、ラドン濃度を維持しつつトロン濃度を低減可能にすることができた。これらの所見などから、本装置はラドン曝露による生体作用の機序を細胞レベルでより詳細に解明するための有用な実験基盤となることが期待できる。

^{*1} Graduate School of Health Sciences, Okayama University

^{*2} Faculty of Health Sciences, Okayama University

^{*3} Ningyo-toge Environmental Engineering Center, JAEA

^{*4} Advanced Science Research Center, Okayama University

Brca1 変異雌ラットを用いた放射線による生殖影響の感受性評価
Assessment of Sensitivity to Radiation-Induced Reproductive Effects
in Female *Brca1*-Mutant Rats

都立大・院・人間健康科学^{*1}, QST・放医研^{*2}, QST・生命研^{*3}
○朝香 千咲稀^{*1,2}, 矢野 (西村) 由希子^{*2}, 永田 健斗^{*2,3},
高畠 賢^{*1,2}, 井上 一雅^{*1}, 今岡 達彦^{*2,3}
(ASAKA, Chisaki^{*1,2}; YANO(NISHIMURA), Yukiko^{*2}; NAGATA, Kento^{*2,3};
TAKABATAKE, Masaru^{*1,2}; INOUE, Kazumasa^{*1}; IMAOKA, Tatsuhiko^{*2,3})

1. はじめに

生殖細胞に対する放射線被ばくは、生殖機能の低下・喪失及び遺伝的影響を引き起こし得る。ICRPの2007年勧告では、生殖影響のしきい値として、男性は0.15Gyの放射線被ばくにより一時的な不妊、3.5~6.0Gyで永久不妊、女性は2.5~6.0Gyの放射線被ばくにより不妊が生じ得ると報告されている。

*Brca1*はDNA二本鎖切断の修復遺伝子であり、放射線被ばくにより生じる損傷を修復する。3週齢の*Brca1*変異ラットに2Gyのγ線を照射すると、乳がんの発症率が野生型と比較して有意に増加する。そこで、放射線感受性が異なる*Brca1*変異ラットおよび野生型ラットに対して放射線照射し、生殖影響に関する評価を行った。

2. 方法

①卵胞の定量解析

放射線照射群（高線量率、低線量率）および非照射群の野生型ラット・*Brca1*変異ラットの計6群（各群4匹）から卵巣を採取し、左右10枚ずつの連続切片を作製した。切片内における卵胞の発育段階ごと（原始卵胞、一次卵胞、二次卵胞、初期胞状卵胞、胞状卵胞、排卵前卵胞、各発育段階の閉鎖卵胞）の定量を行った。

②閉経に相当する時期の特定

放射線照射群（高線量率、低線量率）および非照射群の野生型ラット・*Brca1*変異ラットの計6群（各群10匹）に対し、8~52週齢において4週間ごとに2週間連続して膣スミアを採取した。採取した細胞を光学顕微鏡で観察することにより、発情周期の判定を行った。4週間連続して発情周期の停止が確認された場合、その期間の初日を閉経時期とした。

3. 結果および考察

①卵胞の定量解析

ほとんどの卵胞で*Brca1*遺伝子型による有意差は認められなかった。原始卵胞では、非照射群および低線量率群と比較して高線量率群で有意な減少が認められたが、両遺伝子型で同様の傾向が見られた。また、排卵前卵胞時の閉鎖卵胞は、野生型ラットにおいてのみ、非照射群と比較して高線量率群で有意な減少が認められた。以上より、放射線被ばくによる卵胞の減少は、*Brca1*変異の有無に関与する可能性が低いことが示唆された。

②閉経に相当する時期の特定

現在、発情周期の判定を行っており、その成果についても本研究発表会で発表する予定である。

4. 結論

*Brca1*遺伝子型による放射線の雌の生殖影響の違いは強くは認められなかった。

^{*1} Graduate School of Human Health Sciences, TMU ^{*2} QST Institute for Radiological Science

^{*3} QST Institute for Quantum Life Science

ラット乳がんモデルにおける放射線誘発がんと自然発生がんのグローバル DNA メチル化 プロファイルの解析

Comparative Analysis of Global DNA Methylation Profiles in Radiation-Induced and Spontaneous Rat Mammary Carcinomas

都立大学・院・人間健康科学^{*1}, QST・放医研^{*2}

○眞柴 美咲^{*1}, 今岡 達彦^{*2}, 高畠 賢^{*1,2}

(MASHIBA, Misaki^{*1}; IMAOKA, Tatsuhiko^{*2}; TAKABATAKE, Masaru^{*1,2})

1. はじめに

がんは「ゲノム異常」と「エピゲノム異常」の蓄積により発生するとされており、特にゲノムの約 45% を占めるレトロトランスポゾン等の反復配列における DNA のメチル化は、遺伝子発現制御において重要な役割を担う。放射線誘発がんでは、放射線に由来したゲノム異常が多数報告されている。がん化に伴う DNA のメチル化レベルの低下は、乳がんの発生と予後とも関連が指摘されているが、自然発生がんと放射線誘発がんのエピゲノム異常の報告は乏しい。本研究の最終目的は、放射線誘発がんと自然発生がんの DNA のメチル化レベルの違いを明らかにすることである。本要旨では、その前段階として、ゲノム全体のメチル化指標となる LINE1 領域を対象とし、PCR 産物長が高精度融解解離曲線解析 (High Resolution Melting: HRM) に与える影響を検証した。

2. 方法

ラット High/Low メチル化コントロール DNA を用い、High、Low、および両者を等量混合した Medium の 3 段階のメチル化用のコントロール DNA を調製した。これらにバイサルファイト処理を施し、PCR および HRM 解析には、産物長の異なる 2 種類のプライマー (396 bp および 187 bp) を使用した。PCR 増幅を確認後、LightCycler96 を用いて 65°C から 95°C までの蛍光量変化を測定し、メチル化レベルと積算蛍光量との関係を線形回帰により評価した。

3. 結果および考察

電気泳動の結果、2 種類のプライマー共に目的サイズの増幅を確認した。HRM 解析において、396 bp のプライマーではメチル化レベルによる融解パターンの明確な差異は見られず、決定係数 $R^2 = 0.0434$ と極めて低い相関を示した。一方、187 bp のプライマーでは、メチル化レベルの上昇に伴い融解温度が高温側へシフトし、積算蛍光量との間に高い相関 ($R^2 = 0.9578$) が認められた。これらの違いは、PCR 産物長が短いことにより AT リッチな領域の影響が低減され、メチル化状態に依存した融解挙動が反映されやすくなったためと考えられる。一般的に HRM 解析では 80~200 bp の産物長が推奨されるが、本研究においても PCR 産物の短いプライマーが LINE1 領域の定量において高い精度を有することが示された。

4. 結論

LINE1 領域における DNA メチル化レベルの定量には、187 bp 程度の PCR 産物長が適していることが明らかとなった。本結果は、LINE1 メチル化を指標としたがんエピゲノム解析の精度および再現性の向上に寄与することが示唆された。今後の展望として、本手法を用いてラットの正常乳腺組織、自然発生および放射線誘発乳がんから抽出した DNA を用いて HRM 解析を行い、メチル化レベルの差異を明らかにする予定である。

^{*1} Graduate School of Human Health Science, Tokyo Metropolitan University

^{*2} National Institutes for Quantum Science and Technology

Young Scientist Award Nominee

📅 Wed. Jul 8, 2026 1:30 PM - 2:00 PM JST | Wed. Jul 8, 2026 4:30 AM - 5:00 AM UTC | 🏢 C (Conference Room Uranus)

ライフサイエンス 2

Chairman: Keitaro Tanoi

◆ Young Scientist Oral Presentation Award candidate

1:30 PM - 1:45 PM JST | 4:30 AM - 4:45 AM UTC

[1C07] Analysis of Newly Fixed Carbon Allocation to Soybean Roots under Abiotic Stress

○ Aoi Nohara¹, Maho Shimada¹, Ayumi Agata¹, Mikio Nagazono¹, Ryohei Sugita², Hirokazu Takahashi¹ (1. Grad.Sch.Bioagr.Sci, Nagoya U, 2. RI.Res.Cent, Nagoya U)

◆ Young Scientist Oral Presentation Award candidate

1:45 PM - 2:00 PM JST | 4:45 AM - 5:00 AM UTC

[1C08] Comparison of leaf position-dependent phosphorus allocation in Poplar between the growing and senescent seasons using ³²P

○ Aoi Hirata¹, Yuko Kurita¹, Ryohei Sugita², Natsuko Kobayashi¹, Keitaro Tanoi^{1,3} (1. UTokyo, 2. Nagoya Univ., 3. F-REI)

ダイズ根における異なる根圏ストレス条件下での新規固定炭素分配パターンの解析 Analysis of Newly Fixed Carbon Allocation to Soybean Roots under Abiotic Stress

名古屋大学大学院生命農学研究科^{*1}, 名古屋大学アイソトープ総合センター^{*2}

○野原 葵^{*1}, 嶋田 舞穂^{*1}, 杉田 亮平^{*2}, 縣 歩美^{*1}, 中園 幹生^{*1}, 高橋 宏和^{*1}

(NOHARA, Aoi^{*1}; SHIMADA, Maho^{*1}; SUGITA, Ryohei^{*2}; AGATA, Ayumi^{*1};

NAKAZONO, Mikio^{*1}; TAKAHASHI, Hirokazu^{*1})

1. はじめに

植物は、根圏ストレスに応答して、根系形態を可塑的に変化させる。このような形態変化には膨大なエネルギーを必要とするため、その供給源となる炭素の動態も変化していると考えられる。ダイズでは低酸素ストレス下で、主根の伸長や側根の形成が著しく抑制されるとともに、ストレス処理 24 時間以内に根への新規固定炭素蓄積量が低下する。一方で、糖含量に大きな変動は認められないことから、新規固定炭素動態は根圏ストレス応答の指標となり得る。本研究では、低酸素に加え、浸透圧および塩ストレス下でのダイズ根における新規固定炭素動態を解析した。

2. 方法

播種 3 日後のダイズ (*Glycine max*) を、通常水耕液 (対照区)、0.1%寒天を加え窒素ガスにより溶存酸素濃度を 0.3 mg O₂/L 以下にした水耕液 (低酸素区)、20.8% PEG 水耕液 (浸透圧処理区)、または 100 mM NaCl 水耕液 (塩処理区) で 0, 1, 3, 9, 24 時間生育させた。各処理後、植物体を放射性同位体で標識した ¹⁴CO₂ に 1 時間暴露し、根をイメージングプレート (IP) に 3 日間露光することで光合成により固定された ¹⁴C を可視化した。また、24 時間処理後の植物体を次亜塩素酸ナトリウムに溶解させ、溶け出した ¹⁴C を液体シンチレーションカウンターで定量した。

3. 結果および考察

24 時間処理後の植物体全体の ¹⁴C 量は、対照区と比較してすべてのストレス区で減少しており、ストレスにより炭素固定能が低下することが示唆された。IP 解析の結果、低酸素区ではストレス処理 1 時間後から根の ¹⁴C シグナルが著しく低下し、その後基部側でのみ部分的な回復が認められた。一方で、浸透圧処理区と塩処理区では根全体の ¹⁴C シグナルが経時的に減少した。また、24 時間処理後の地下部/地上部 ¹⁴C 量比は、低酸素区で有意に減少した一方、浸透圧処理区と塩処理区では変化しなかった。このことから、根の ¹⁴C シグナル低下は、低酸素区では根への新規固定炭素の輸送抑制、浸透圧・塩ストレス区では主に炭素固定量の低下に起因すると考えられた。

4. 結論

本研究により、低酸素、浸透圧および塩ストレスのいずれにおいても、処理開始後 24 時間以内に根への新規固定炭素蓄積量が低下することが明らかとなった。一方、その要因はストレス条件により異なり、低酸素ストレスでは地上部から根への炭素輸送抑制、浸透圧・塩ストレスでは炭素固定量の低下が主要要因であることが示唆された。

^{*1} Graduate School of Bioagricultural Sciences, Nagoya University

^{*2} Radioisotope Research Center, Nagoya University

³²P を用いたポプラにおける葉位別リン分配の成長期と落葉期の比較
Comparison of leaf position-dependent phosphorus allocation in Poplar between the
growing and senescent seasons using ³²P

東大・院農^{*1}, 名大・アイソトープ^{*2}, F-REI^{*3}

○平田 碧唯^{*1}, 栗田 悠子^{*1}, 杉田 亮平^{*2}, 小林 奈通子^{*1}, 田野井 慶太郎^{*1,3}

(HIRATA, Aoi^{*1}; KURITA, Yuko^{*1,2}; SUGITA, Ryohei^{*2}; KOBAYASHI, Natsuko^{*1};
TANOI Keitaro^{*1,3})

1. はじめに

落葉木本植物は、成長を維持するために、体内のリン (P) を転流により効率的に利用している。P は蒸散を駆動力とする道管流によって根から吸収され、植物体内では篩管流を介して転流される。P は成長期に成熟葉から若い葉へ、落葉前には葉から幹や根へと転流される。しかし、これら二つの転流様式の制御機構は未解明である。そこで、本研究ではこの制御機構の解明に向けて、根から吸収された P の地上部への分配を解析した。成長期では ³²P 動態を経時的に解析し、落葉前では ³²P を培地に添加してから 22 時間の葉内の ³²P 分配を解析した。

2. 方法

ポプラ (*Populus alba* L.) の挿し木をバーミキュライトに植えて実験室内短縮周年系で育成した。本システムは日長および温度条件に基づき、Stage 1 (25°C, 16 h light)、Stage 2 (15°C, 8 h light)、Stage 3 (5°C, 8 h light) の 3 段階に区分される。成長期の Stage 1 と落葉前の Stage 3 において、根から吸収させた放射性同位体 ³²P の地上部での動態を調べた。Stage 1 では、³²P を加えた液体培地を根から吸収させ、生体内の P 動態を可視化する Real-time radioisotope imaging system (RRIS) で連続撮影した。さらにオートラジオグラフィー解析により、Stage 1 と 3 における葉位ごとの ³²P を解析した。

3. 結果および考察

Stage 1 では、³²P は吸収後 1 時間以内に各葉へ均等に分配され、その後 3 時間以内に若い葉へ優先的に分配された。この結果から、³²P 吸収直後は道管流によって全体に分配され、その後の若い葉への分配は、成熟葉から回収された P が篩管流を介して転流した結果であると考えた。また、オートラジオグラフィー解析では、成熟葉の葉身の基部側と葉柄に ³²P が局在した。この結果から、葉身から葉柄への P 回収、あるいは葉柄から葉身への P 輸送抑制の可能性が考えられる。

Stage 3 では、若い葉への優先的な分配は見られず、葉への P 分配量も低下していた。Stage 3 では蒸散流の低下や葉と幹の間に離層形成が起こる。これらによって、道管流による葉への P 分配が制限されたと考えられる。一方で葉に分配された P が篩管流によって迅速に回収された可能性も考えられる。

4. 結論

Stage 1 における若い葉への優先的な P 分配は、吸収直後の道管流による輸送と、その後の篩管流による転流の協調的な制御により成立している可能性が示唆された。一方、Stage 3 における葉への P 分配抑制は、道管流輸送の制限、あるいは葉へ分配された P の篩管流による回収、もしくはその両方によって生じる可能性が考えられる。

^{*1} Graduate School of Agricultural and Life Science, The University of Tokyo

^{*2} Radioisotope Research Center, Nagoya University

^{*3} Fukushima Institute for Research, Education and Innovation (F-REI)

Young Scientist Award Nominee

🎵 Wed. Jul 8, 2026 2:10 PM - 2:55 PM JST | Wed. Jul 8, 2026 5:10 AM - 5:55 AM UTC | 🏢 C (Conference Room Uranus)

放射線化学 1

Chairman: Yusa Muroya (The University of Osaka)

◆ Young Scientist Oral Presentation Award candidate

2:10 PM - 2:25 PM JST | 5:10 AM - 5:25 AM UTC

[1C09] Radiation-induced Redox Chemistry of Nitrogen Compounds: From Transient Intermediates Processes to Stable Product Formation

○ Xiang Li¹, Akito Watanabe¹, Shinichi Yamashita¹, Atsushi Kimura², Mitsumasa Taguchi² (1. UTokyo, 2. QST)

◆ Young Scientist Oral Presentation Award candidate

2:25 PM - 2:40 PM JST | 5:25 AM - 5:40 AM UTC

[1C10] 【発表取消】 Water radiolysis in the presence of hematite (Fe₂O₃) nanoparticles: Radical reactions and hydrogen evolution

○ YANSHAN LIAO¹, Akito WATANABE¹, Shinichi YAMASHITA¹, Atsushi KIMURA², Mitsumasa TAGUCHI² (1. School of Engineering The University of Tokyo, 2. National Institutes for Quantum Science and Technology)

2:40 PM - 2:55 PM JST | 5:40 AM - 5:55 AM UTC

[1C11] Comparative Hydroxyl Radical Scavenging and Chemical Repair Capabilities of Tyrosine- or Cysteine-Containing Positively Charged Peptides: A Pulse Radiolysis Study

○ Chaozhong Tian¹, Akito Watanabe¹, Yui Obata², Hao Yu³, Atsushi Kimura³, Mitsumasa Taguchi³, Shinichi Yamashita¹ (1. School of Engineering, the University of Tokyo, 2. Faculty of Basic Natural Science, Ibaraki University, 3. Takasaki Institute for Advanced Quantum Science, National Institutes for Quantum Science and Technology)

窒素化合物の放射線誘起酸化還元反応：
中間活性種の観測と安定生成物の定量

Radiation-induced Redox Chemistry of Nitrogen Compounds:
From Transient Intermediates Processes to Stable Product Formation

東大・院・工^{*1}, 量研・高崎研^{*2}

○李 響^{*1}, 渡邊 晶斗^{*1}, 木村 敦^{*2}, 田口 光正^{*2}, 山下 真一^{*1}

(LI, Xiang^{*1}; WATANABE, Akito^{*1}; KIMURA, Atsushi^{*2}; TAGUCHI, Mitsumasa^{*2};

YAMASHITA, Shinichi^{*1})

1. はじめに

窒素酸化物を含む水溶液の放射線分解では、還元生成物としてアンモニア (NH_3) が生成する。このアンモニアは燃料や水素キャリアとしても注目されているほか、原子炉一次冷却水中では水化学制御や酸化性腐食の抑制にも関わる。水の放射線分解では酸化性の OH ラジカル ($\cdot\text{OH}$) と還元性の水和電子 (e^-_{aq}) が主に生成される。窒素酸化物 (NO_x) 水溶液では e^-_{aq} による還元で NH_3 が生成する一方で、これを阻害する $\cdot\text{OH}$ による酸化も起こるため、酸化還元環境の制御が重要となる。本研究では NO_x 水溶液への定常照射で生成する NH_3 を定量すること、さらに、時間分解分光で還元過程を直接観測して複雑な反応メカニズムを調べることを目的とした。

2. 方法

定常照射には QST 高崎研の ^{60}Co γ 線 (線量率 5 kGy/h) を用いた。硝酸イオン (NO_3^-) または亜硝酸イオン (NO_2^-) を含む水溶液を空気または Ar で飽和したものを照射試料とした。適宜ギ酸イオン (HCOO^-) を添加し、酸化性の $\cdot\text{OH}$ を除去して還元性のギ酸ラジカル ($\text{COO}^\cdot$) へと変換した。生成した NH_3 とシュウ酸イオン ($\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$) および残存する NO_2^- 、 NO_3^- 、 HCOO^- はイオンクロマトグラフィで定量した。

時間分解分光 (パルスラジオリシス) は東大原子力専攻の電子線加速器 LINAC で実施した (加速エネルギー 35 MeV、パルス幅 10 ns、吸収線量 10-50 Gy/pulse)。電子線パルスと同期した Xe フラッシュランプの発光を分析光に用い、試料通過後の光強度を PIN フォトダイオードで検出し、オシロスコープで観測した。窒素化合物としては NO_3^- と NO_2^- に加え、ヒドロキシルアミン (NH_2OH) も用い、適宜 HCOO^- も添加して $\text{COO}^\cdot$ による還元も調べた。

3. 結果および考察

定常照射で NH_3 はある吸収線量まで増加した (1 mM KNO_2 / 5 mM HCOOK 水溶液では 10 kGy で約 350 μM)。しかし照射を継続すると NH_3 は減少し、蓄積した酸化性の過酸化水素 (H_2O_2) による阻害が疑われた。照射後に残存する NO_x 種や HCOO^- 、 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ の変化からも、還元反応の進行と酸化性環境への移行が示唆された。 HCOO^- 添加量が不十分な場合も NH_3 生成量は低下した。 e^-_{aq} だけでなく $\text{COO}^\cdot$ の寄与も重要と確認できた。

パルスラジオリシスでは、 $\text{NO}_2^-/\text{HCOO}^-$ 系で $\text{NO}_2^\cdot$ および $\text{COO}^\cdot$ の過渡吸収を 350 nm 付近で観測した。いずれのラジカルも同種のラジカルとの反応 ($\text{NO}_2^\cdot + \text{NO}_2^\cdot$ および $\text{COO}^\cdot + \text{COO}^\cdot$) で減衰することが知られているものの、両者が共存すると減衰が加速し、 $\text{COO}^\cdot$ と $\text{NO}_2^\cdot$ の反応が示唆された。さらに、 $\text{NH}_2\text{OH}/\text{HCOO}^-$ 系で、 $\text{COO}^\cdot$ と NH_2OH 由来中間体の過渡吸収を 350 nm 付近で観測した。しかし、複数の化学種の吸収が重なり、寄与を分離するにはさらなる解析が必要である。

^{*1} School of Engineering, UTokyo ^{*2} Takasaki Institute for Advanced Quantum Science, QST

ヘマタイト (Fe_2O_3) ナノ粒子存在下における水の放射線分解：ラジカル反応と水素発生

Water radiolysis in the presence of hematite (Fe_2O_3) nanoparticles:

Radical reactions and hydrogen evolution

東大・院・工^{*1}, 量研機構・高崎研^{*2}

○廖 雁山^{*1}、渡邊 晶斗^{*1}、木村 敦^{*2}、田口 光正^{*2}、山下 真一^{*1}

(Yanshan LIAO^{*1}; Akito WATANABE^{*1}; Atsushi KIMURA^{*2}; Mitsumasa TAGUCHI^{*2};

Shinichi YAMASHITA^{*1})

1. Introduction

Water radiolysis generates radiolytic species, including free radicals and molecular hydrogen (H_2), posing challenges to nuclear system safety. As shown in the Figure, hematite (Fe_2O_3) nanoparticles (NPs) were used as a model of corrosion products because iron oxides are major components of corrosion layers on structural materials, which may influence radiolytic reactions in coolant water. This study focuses on radical behavior mediated by Fe_2O_3 NPs and its implications for material degradation in nuclear environments.

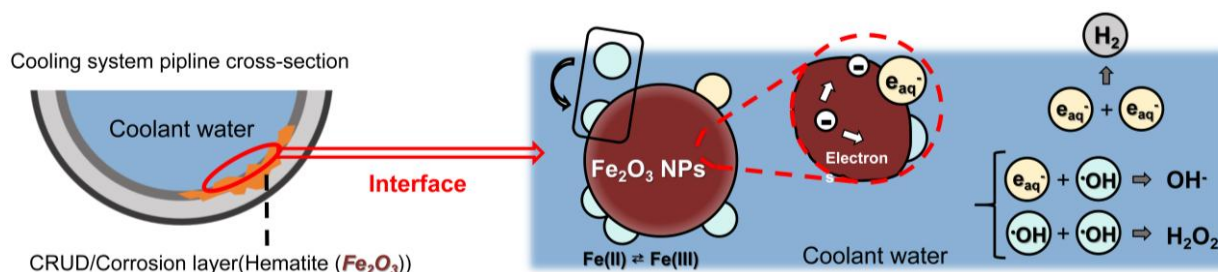


Figure. Conceptual illustration of Fe_2O_3 nanoparticle-mediated water radiolysis in coolant systems

2. Experimental

Pulse radiolysis, a time-resolved absorption spectroscopy, was conducted using an S-band LINAC at the Nuclear Professional School, UTokyo. The behaviors of hydrated electrons (e_{aq}^-) and hydroxyl radicals ($\cdot\text{OH}$) were observed in the presence of hematite NPs (20-40 nm).

Steady-state irradiation with ^{60}Co γ -rays was conducted at Takasaki Institute for Advanced Quantum Science, QST. H_2 production was quantified by gas chromatography with a thermal conductivity detector.

3. Results and Discussion

Fe_2O_3 NPs showed a dual, concentration-dependent effect on the decay of e_{aq}^- . At moderate NPs concentrations (≤ 0.32 g/L), the e_{aq}^- decay was retarded, suggesting that $\cdot\text{OH}$ was additionally consumed on the particle surface. In contrast, at higher NPs concentrations (≥ 0.32 g/L), the decay became faster, indicating additional electron-loss pathways, such as electron trapping or surface-mediated electron transfer. To probe the decay behavior of $\cdot\text{OH}$, KSCN was used as a scavenger. The addition of KSCN significantly slowed the decay of e_{aq}^- by scavenging $\cdot\text{OH}$, thereby suppressing the rapid reaction between $\cdot\text{OH}$ and e_{aq}^- .

For H_2 production, $G(\text{H}_2)$ increased with higher Fe_2O_3 NPs weight ratio. This enhancement should not be interpreted only as a physical surface-area effect. It also suggests that chemical reactions on the NPs surface catalytically promote the conversion of radiolytic intermediates into H_2 .

*1 School of Engineering, UTokyo,

*2 Takasaki Institute for Advanced Quantum Science, QST

正電荷ペプチドにおけるチロシンおよびシステイン残基の放射線防護能の比較
**Comparative Hydroxyl Radical Scavenging and Chemical Repair Capabilities
 of Tyrosine- or Cysteine-Containing Positively Charged Peptides: A Pulse Radiolysis Study**

東大・院・工^{*1}, 茨大・基礎自然科学野^{*2}, 量研・高崎研^{*3}

○田 超中^{*1}, 渡邊 晶斗^{*1}, 小畑 結衣^{*2}, 木村 敦^{*3}, 田口 光正^{*3}, 山下 真一^{*1}

(TIAN, Chaozhong^{*1}; WATANABE, Akito^{*1}; OBATA, Yui^{*2}, KIMURA Atsushi^{*3},

TAGUCHI Mitsumasa^{*3}, YAMASHITA, Shinichi^{*1})

1. Introduction

Radiation therapy is widely used as an effective cancer treatment; however, radiation-induced damage to normal tissues remains a major challenge. Radioprotective and radiosensitizing agents have therefore been developed to selectively enhance damage to cancer cells while reducing damage to normal cells. Positively charged peptides (PCPs) have recently attracted attention as radioprotective agents because they offer low toxicity, structural tunability, and cell permeability, meanwhile, their positive charges allow interactions with DNA and enable them to function near DNA. Recent studies have shown that PCPs can protect DNA from radiation-induced damage through free radical scavenging and chemical repair. However, more effective PCP-based radioprotectors require careful selection of amino acid sequence. In this study, we synthesized four PCPs— Arg-Cys-Arg, His-Cys-His, Arg-Tyr-Arg, and His-Tyr-His, where Arg, Cys, His, and Tyr are arginine, cysteine, histidine, and tyrosine, respectively. His and Arg provide positive charges, whereas antioxidant Cys and Tyr serve as functional “cargo” residues for comparison. This study aims to optimize peptide sequences to enhance radioprotection and contribute to the development of peptide-based radioprotective agents. We investigated and compared their hydroxyl radical ($\cdot\text{OH}$) scavenging and chemical repair capabilities.

2. Method

Solid Phase Peptide Synthesis: The PCPs were synthesized using Fmoc-based solid-phase peptide synthesis (SPPS). Peptide identity and purity were confirmed by LC-MS analysis.

Pulse Radiolysis: Pulse radiolysis experiments were conducted using the S-band linac facility at the Nuclear Professional School, UTokyo, where aqueous samples containing PCPs and deoxyribonucleoside monophosphates (e.g., dGMP) were irradiated. Time-resolved absorption changes were monitored after irradiation to assess the $\cdot\text{OH}$ scavenging capacity and chemical repair activity of each PCP.

3. Results and Discussion

$\cdot\text{OH}$ scavenging measurements revealed that free Tyr and Cys possess comparable radical scavenging capacities. Upon incorporation into PCPs with His or Arg residues, the reactivity of Tyr and Cys toward $\cdot\text{OH}$ was partially suppressed, indicating shielding effects of the flanking positively charged residues on the central Cys or Tyr residue. Notably, Cys-containing PCPs exhibited substantially lower $\cdot\text{OH}$ scavenging capacity than Tyr-containing PCPs, suggesting that the central Cys residue is more strongly shielded. Chemical repair measurements showed that Tyr-containing PCPs more efficiently repaired purine-derived damage, whereas neither Tyr- nor Cys-containing PCPs showed significant repair activity toward pyrimidine-derived damage. These results demonstrate that the radioprotective performance of PCPs is highly sequence dependent.

4. Conclusion

The radioprotective mechanisms of PCPs are strongly governed by their amino acid sequences. The higher $\cdot\text{OH}$ scavenging and purine-repair capacities of Tyr-containing PCPs suggest that Tyr may serve as a more effective functional cargo than Cys for the design of PCP-based radioprotective agents.

^{*1} Sch. Eng., UTokyo; ^{*2}Fac. Nat. Sci., Ibaraki Univ; ^{*3}TIAQ, QST

Young Scientist Award Nominee

🎵 Wed. Jul 8, 2026 3:00 PM - 4:15 PM JST | Wed. Jul 8, 2026 6:00 AM - 7:15 AM UTC | 🏢 C (Conference Room Uranus)

放射線生物学 3

Chairman: Ryoichi Hirayama (QST hospital)

◆ Young Scientist Oral Presentation Award candidate

3:00 PM - 3:15 PM JST | 6:00 AM - 6:15 AM UTC

[1C12] Immunofluorescence-Based Visualization and Quantitative Analysis of X-ray-Induced DNA Base Damage and Associated DNA Repair Enzymes

○ Kentaro Sugawara¹, Ryoichi Hirayama², Atsushi Ito¹, Shigeo Yoshida¹ (1. Tokai Univ., 2. National Institutes for Quantum Science and Technology)

◆ Young Scientist Oral Presentation Award candidate

3:15 PM - 3:30 PM JST | 6:15 AM - 6:30 AM UTC

[1C13] Changes in intracellular ATP levels specific to heavy-ion irradiation under hypoxic conditions

○ Okabe Rin^{1,2}, Toshiki Aiba², Yuki Sakamoto², Cuihua Liu², Kazutaka Doi², Jitsukawa Kana², Masaru Goto¹, Ryoichi Hirayama^{1,2} (1. Toho University, 2. QST)

◆ Young Scientist Oral Presentation Award candidate

3:30 PM - 3:45 PM JST | 6:30 AM - 6:45 AM UTC

[1C14] Investigation of the Biological Effects of Ultra-High Dose Rate Carbon-Ion Irradiation on Tumor Cells and Tumor Tissues

○ Hiromu Suda^{1,2}, Yukari Yoshida¹, Akihisa Takahashi¹, Ohno Tatsuya^{1,3} (1. GHMC, 2. Gunma Med, 3. Gunma Rad)

3:45 PM - 4:00 PM JST | 6:45 AM - 7:00 AM UTC

[1C15] Polar Aurora Belts as Prebiotic Hotspots:
A Magnetically Guided Plasma Hypothesis for the Origin of Life and Protocells

○ Shinya Kato¹ (1. Kyoto University (KURNS))

◆ Young Scientist Oral Presentation Award candidate

4:00 PM - 4:15 PM JST | 7:00 AM - 7:15 AM UTC

[1C16] Detection of DNA double-strand breaks under continuous exposure to low concentration of tritiated water

○ Kanata Izumi¹, Taku Sato¹, Jiaxin Li^{2,3}, Kyotaro Motomiya¹, Takuma Yamashita⁴, Yasushi Kino⁴, Manabu Fukumoto¹, Megumi Sasatani⁵, Masatoshi Suzuki^{1,2,3,6}, Koichi Chida^{1,6} (1. IRIDeS, Tohoku Univ., 2. Env. Radiat. Biomed., Grad. Sch. Med., Tohoku Univ., 3. RECC, F-REI, 4. Radiochem., Grad. Sch. Sci., Tohoku Univ., 5. RIRBM, Hiroshima Univ., 6. Crs. Radiol. Technol., Grad. Sch. Med., Tohoku Univ.)

X線による DNA 塩基損傷とその修復酵素の蛍光抗体を用いた可視化と定量的解析

Visualization and Quantitative Analysis of X-Ray-Induced DNA Base Damage and Its Repair

Enzymes by Immunofluorescence

*菅原 健太郎¹, 伊藤 敦², 平山 亮一³, 吉田 茂生¹

¹東海大学, ²神奈川県立がんセンター, ³QST

X線照射により誘発される酸化的 DNA 塩基損傷として、最も代表的な損傷である 8-OHdG (8-ヒドロキシ-2'-デオキシグアノシン) やその損傷に結合して除去・修復を担う OGG1 (8-オキシグアニン-DNA グリコシラーゼ) に着目し、細胞内の可視化および定量的解析について検討した。

キーワード: DNA 塩基損傷, 8-OHdG, OGG1, 可視化

1. 緒言

X線照射は活性酸素種の生成を介して DNA 塩基に酸化的損傷を引き起こし、その代表的な指標として 8-OHdG が知られている[1,2]。本研究では、X線照射によって誘発される酸化的 DNA 損傷である 8-OHdG とその損傷に結合して除去・修復を担う OGG1 に着目し、8-OHdG 抗体と OGG1 抗体を用いて細胞内での可視化を行った。8-OHdG 及び OGG1 の定量解析を行うことで、X線照射後の DNA 塩基損傷の動態を解析することを目的とした。

2. 実験方法

細胞はチャイニーズハムスター卵巣細胞株である CHO とヒト膵臓がん由来細胞株の MIA PaCa-2 を用いた。これらの細胞に X線照射を行い、蛍光抗体法を用いて 8-OHdG と OGG1 を蛍光染色し、蛍光顕微鏡下で画像を取得した。解析には ImageJ を用いて、細胞ごとの蛍光の平均強度を算出した。

3. 結論

X線照射によって細胞内に 8-OHdG が生成されることを確認した。100 Gy 照射にて 8-OHdG が検出され、照射後 5 時間経過で蛍光強度が減少する傾向を確認した。このことは時間経過とともに損傷が修復されるためと解釈できる。OGG1 の照射線量依存性を調べると、線量増加に伴い蛍光強度は増加したが、50 Gy 時がピークを示した(図 1)。現時点では、この動態に対する解釈は困難なため、実験回数およびサンプル数を増やしてより信頼性の高いデータを取得していく予定である。

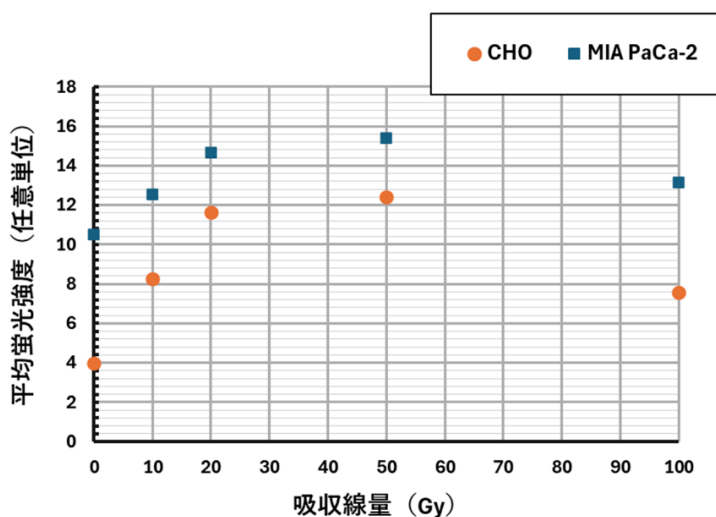


図 1 各吸収線量に対する平均強度

参考文献

- [1] Azzam EI, et al. Ionizing radiation-induced metabolic oxidative stress and prolonged cell injury.
- [2] Valavanidis A, et al. 8-OHdG/8-oxodG: a critical biomarker of oxidative stress and carcinogenesis.

低酸素下培養における重粒子線特異的な細胞内 ATP 量の変化
Changes in intracellular ATP levels specific to heavy-ion radiation during culture
under hypoxic conditions

東邦大学大学院^{*1}, 量子科学技術研究開発機構^{*2}

○岡部 凜^{*1,2}, 相場 俊樹^{*2}, 坂本 裕貴^{*2}, 劉 翠華^{*2}, 土居 主尚^{*2}, 實川 佳那^{*2},
後藤 勝^{*1}, 平山 亮一^{*1,2}

(OKABE, Rin^{*1,2}; AIBA, Toshiki^{*2}; SAKAMOTO, Yuki^{*2}; LIU, Cuihua^{*2}; DOI, Kazutaka^{*2};
JITSUKAWA, Kana^{*2}; GOTO, Masaru^{*1}; HIRAYAMA, Ryoichi^{*1,2})

1. はじめに

腫瘍内において、血管近傍の有酸素細胞は放射線感受性が高い一方で、血管から離れた低酸素細胞は放射線抵抗性を示す。照射を受けると腫瘍内の酸素環境は時間とともに変化し、低酸素細胞が再び酸素を帯びる「再酸素化」が生じる細胞もあれば、照射後も低酸素状態が持続する細胞も存在する。このような照射後の酸素環境の違いは、細胞内代謝や ATP 合成に影響を及ぼす可能性があるが、照射後の酸素環境や重粒子線照射が細胞内 ATP 量に与える影響については十分にわかっていない。そこで本研究では、LET の異なる放射線を用いて、照射後の酸素環境が細胞内 ATP 量に与える影響について調べた。

2. 方法

チャイニーズハムスター由来 CHO 細胞を使用し、照射 1 時間前より低酸素ガス (95% N₂+5% CO₂) を吹き付けて無酸素状態へ置換し、X 線または重粒子線として低 LET 炭素線 (14 keV/μm)、高 LET 炭素線 (100 keV/μm)、アルゴン線 (90 keV/μm)、鉄線 (200 keV/μm) を照射した。その後、大気下 (H-O : Hypoxic-Oxic) または無酸素下 (H-H : Hypoxic-Hypoxic) で 40 時間培養した後の細胞内 ATP 量を Cell Titer-Glo 2.0 assay を用いて各線量で測定した。

3. 結果および考察

X 線および低 LET 炭素線では、照射後の酸素環境による ATP 量の差は認められなかった。一方、高 LET 重粒子線では、H-O における ATP 量が H-H よりも有意に高く、照射後の酸素環境の影響が認められた。さらに、X 線および低 LET 炭素線では線量増加に伴う ATP 量の変化は見られなかったが、H-O における高 LET 炭素線、アルゴン線、鉄線では線量依存的な ATP 量の増加が見られた。さらに、本研究で使用した高 LET 重粒子線の中でも最も LET の高い鉄線のみ、H-H においても線量依存的な ATP 量の増加が観察された。この線量依存的な ATP 量の増加は、LET が高いほど顕著に現れた。この LET に応じた ATP 動態の違いは、DNA 損傷の複雑さに起因している可能性がある。X 線など低 LET 放射線は比較的単純な損傷が多い一方で、高 LET 重粒子線では複雑な損傷が増えるため、これが照射後の細胞内 ATP 量に反映されていることが考えられる。

4. 結論

X 線および低 LET 炭素線では照射後の酸素環境による細胞内 ATP 量への影響は認められなかった。一方、高 LET 重粒子線では照射後の酸素環境の影響が観察され、これは LET が高くなるほど顕著であった。以上より、照射後の酸素環境が細胞内 ATP 量に与える影響は、LET 依存的であることが明らかとなった。

^{*1} Graduate School of Toho University

^{*2} National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology

炭素線超高線量率照射による腫瘍細胞と腫瘍組織における生物学的効果の解析 Investigation of the Biological Effects of Ultra-High Dose Rate Carbon-Ion Irradiation on Tumor Cells and Tumor Tissues

群馬大学重粒子線医学研究センター^{*1}, 群馬大学医学部医学科^{*2}, 群馬大学医学系研究科腫瘍放射線学^{*3}

○須田 裕夢^{*1,2}, 吉田 由香里^{*1}, 高橋 昭久^{*1}, 大野 達也^{*1,3}

(SUDA, Hiromu^{*1,2}; YOSHIDA, Yukari^{*1}; TAKAHASHI, Akihisa^{*1}; OHNO, Tatsuya^{*1,3})

1. はじめに

我々は、炭素線超高線量率照射 (C-uHDR) による正常組織障害の軽減を報告してきた (Yoshida, Y., et al. 2025, Cao, W., et al. 2025). C-uHDR を臨床応用するためには、腫瘍に対する生物学的効果を検討する必要がある。大阪大学との共同研究において、ヒト唾液腺がん細胞株 HSGc-C5 に 50 keV/μm の炭素線を照射したところ、炭素線通常線量率 (C-Conv) に比べて C-uHDR で細胞生存率が有意に上昇した (Tsubouchi, K., et al. 2026). 一方で、*in vivo* 実験については、腫瘍移植マウスにおいて照射後の腫瘍増殖が C-Conv よりむしろ C-uHDR で抑えられたとの結果が報告されている (Tinganelli, W., et al. 2022, 2024). この 2 つの結果から C-uHDR の生物学的効果は実験の条件で異なる可能性があるが、その機序はわかっていない。本研究では、*in vitro* 実験系と *in vivo* 実験系で横断的に生物学的効果を解析し、メカニズムを検討するため、マウス骨肉腫細胞株 LM8 を用いて *in vitro* 実験と *in vivo* 実験の両方を実施した。

2. 方法

in vitro 実験では、LM8 に 13 または 50 keV/μm のスキャニング・モノビームを 7 Gy 照射し、コロニーアッセイで細胞生存率を測定した。C-Conv は 0.1 Gy/s, C-uHDR は 100 Gy/s で実施した。*in vivo* 実験では、LM8 を C3H/He マウス (オス, 7-8 週齢) の右大腿に皮下移植し、10 日後に SOBP10 mm のスキャニング・ビームで 10 Gy 照射した。C-Conv は 1 Gy/s, C-uHDR は 100 Gy/s で実施した。照射後 26 日まで腫瘍サイズを測定し、照射 1 日後を基準とした腫瘍体積の推移を算出した。一部のマウスは照射後 10 日に腫瘍を摘出し、凍結切片を作製した。凍結切片に対して CD3, CD8 抗体を用いて蛍光免疫染色を行い、400 倍視野あたりの腫瘍内 CD3, CD8 陽性細胞数をそれぞれカウントした。

3. 結果および考察

in vitro 実験では、13 および 50 keV/μm の両 LET 条件における細胞生存率は、C-Conv に対して C-uHDR の方が有意に高値を示した。一方、*in vivo* 実験では、照射 1 日後を基準とした腫瘍体積は、非照射 (Non-IR) と比較して C-Conv と C-uHDR で有意に低下した。C-Conv と C-uHDR の間に有意差は認められず、*in vitro* 実験の結果と異なり、同等の抗腫瘍効果を示した。また、照射 10 日後の腫瘍切片において、400 倍視野あたりの CD3 および CD8 陽性細胞数は、Non-IR と比較して C-Conv および C-uHDR で有意に増加した。さらに、これらの陽性細胞数は C-Conv と比較して C-uHDR で有意に高値を示し、C-uHDR では腫瘍内への免疫細胞浸潤がより強く誘導されている可能性が示唆された。

4. 結論

同一細胞株を用いた検討により、C-uHDR は *in vitro* 実験系と *in vivo* 実験系で異なる生物学的効果を示した。さらに、その差異には免疫機構が関与している可能性が示唆された。

^{*1} Division of Biology, Gunma University Heavy Ion Medical Research Center

^{*2} School of Medicine, Faculty of Medicine, Gunma University

^{*3} Department of Radiation Oncology, Gunma University Graduate School of Medicine

オーロラ帯において磁場誘導プラズマが形成する環境構造

— 生命と細胞のはじまりに関する仮説 —

Polar Auroral Belts (including the Cusp Region) as Prebiotic Hotspots:

A Magnetically Guided Plasma Hypothesis for the Origin of Life and Protocells

京都大学複合原子力科学研究所放射線管理学研究分野^{*1}○加藤 信哉^{*1}(KATO, Shinya^{*1})

1. はじめに

生命の起源に関する研究では、紫外線や雷、火山活動などのエネルギー源に注目した議論が主流であった。しかし、生成された分子がどのような環境のもとで蓄積・選択され、構造化されるかという「環境構造」の視点は十分に検討されていない。太陽プラズマの荷電粒子は地磁気によって極域に集束し、特定領域において反復的かつ局所的にエネルギーを供給する(天然のイオンビーム反応炉)。この粒子降下は、空間的に集中した非平衡反応場を形成する。一方で、「氷-水界面」は溶質の濃縮、分解抑制、反応場の微細構造化を通じて、分子の保持および選択に寄与する。これらの環境が組み合わさることで、反応生成物が拡散・消失する前に繰り返しエネルギー入力を受ける「持続的反応場」が形成され、分子の蓄積および選択的組織化が進行する可能性がある。

2. 方法

本研究では、「氷-水界面」における核酸塩基の挙動に着目し、RNA 構成塩基であるグアニンおよびシトシンの Na^+/K^+ 溶液に対して凍結-融解サイクルを適用し、吸収スペクトルにより分子間相互作用の変化を評価した。

3. 結果および考察

凍結-融解サイクルにより、グアニンはハイポクロミシティを示し、スタッキングおよび水素結合に基づく分子間相互作用の増大、すなわち自己組織化の進行が確認された。一方で、シトシンは同条件下で顕著な変化を示さず、主として単量体として存在した。この差異は、量子化学計算により示されるグアニン集合体(特に K^+ 安定化四量体)の高い安定性と整合的であり、環境中における分子選択性の物理化学的基盤を支持する。また、氷環境では溶質の濃縮およびラジカル拡散の制限により、反応の局所化と分解抑制が同時に成立する。このような条件は、分子の断片化・再結合・修飾を通じた多様性の創出と選択を可能にし、ネットワーク的な分子進化を促進する。さらに、凍結-融解過程は脂質小胞形成を誘起し、RNA 様分子の包埋を通じて原始的プロトセル形成へと接続する可能性がある。

4. 結論

極域オーロラ帯における粒子線照射と氷-水界面の組み合わせは、分子の生成・保持・選択・組織化を統合的に促進する環境構造として機能し得る。本研究は、生命起源を個別のエネルギー源ではなく、環境全体の構造として捉える枠組みを提示するものであり、分子進化からプロトセル形成に至る過程を一貫して説明し得る可能性を示した。このことは、生命が「氷-水界面」で始まり、その後海洋へと展開した可能性を示唆するものである(生命は極域の氷-水界面で始まり、海で育った。熱水鉱床は分解者の始まり。LUCA は収束点)。さらに、本枠組みは地球に限らず、磁場と氷環境を有する惑星・衛星における生命可能性の評価にも適用可能である。

¹ Institute for Integrated Radiation and Nuclear Science, Kyoto University

DNA 二重鎖切断を指標とする低濃度トリチウム水への持続曝露による細胞影響解析
 Detection of DNA double-strand breaks under continuous exposure to low
 concentration of tritiated water

東北大・災害研^{*1}, 東北大・院・医・放射線環境生体医学^{*2}, 福島国際研究教育機構・地域環境共創^{*3}
 東北大・院・理・放射化学^{*4}, 広島大・原医研・分子発がん制御^{*5}, 東北大・院・医・放射線検査^{*6}

○和泉 哉汰^{*1}、佐藤 拓^{*1}、Jiaxin Li^{*2,3}、本宮 響太郎^{*1}、山下 琢磨^{*4}、木野 康志^{*4}、
 福本 学^{*1}、笹谷 めぐみ^{*5}、鈴木 正敏^{*1,2,3,6}、千田 浩一^{*1,6}
 (○IZUMI, Kanata^{*1}; SATO, Taku^{*1}; LI, Jiaxin^{*2,3}; MOTOMIYA, Kyotaro^{*1};
 YAMASHITA, Takuma^{*4}; KINO, Yasushi^{*4}; FUKUMOTO, Manabu^{*1};
 SASATANI, Megumi^{*5}; SUZUKI, Masatoshi^{*1,2,3,6}; CHIDA, Koichi^{*1,6})

1. はじめに

平時、および多核種除去設備 (ALPS) 処理水の海洋放出後に測定される環境中のトリチウム濃度と比べて、数万倍から数億倍高い濃度で生物影響研究が行われてきた。高濃度トリチウムの知見から低濃度トリチウム影響を外挿推定し、その推定結果の正確性を検証するために、低濃度トリチウム持続処理による生物応答性の知見を整備する必要がある。本研究は、低線量・低線量率被ばく研究で実証されてきた DNA 二重鎖切断 (DSBs) の高感度検出系を用いて、低濃度トリチウム持続処理に対する DSBs の誘発と修復に関する細胞応答性を検討した。

2. 方法

トリチウム水 (HTO) を添加した培地で、対数増殖期にあるヒト正常上皮細胞 hTERT-RPE1 を最大 60 日間培養した。リン酸化 H2AX と 53BP1 を蛍光免疫染色で特異的に可視化し、細胞核内で両タンパク質の局在が一致する点状シグナル (フォーカス) を DSBs として検出し、その数と大きさを解析した。

3. 結果および考察

告示濃度限度 60 Bq/mL から 6,000 Bq/mL までの濃度範囲で検討すると、60 日後に解析した 1 細胞中の平均フォーカス数 (fpc) が処理濃度に依存して軽度上昇した。HTO 処理 30 日後に HTO 不含培地に切り替えると処理前と同等レベルまで fpc が減少し、HTO 誘発 DSBs は修復可能であることが示された。60 Bq/mL 処理時に fpc が有意に増加し始めるまでに 50 日を要したが、この期間は濃度依存的に短縮した。処理濃度と処理時間から評価した線量率と線量に線形相関が示された結果より、HTO 濃度を測定することで DSBs が有意に増加し始めるまでの処理期間を推定できる可能性が示唆された。次に、同じ線量率で誘発されるフォーカス数を HTO と γ 線と比較すると、処理開始 48 時間まで fpc はほぼ一致した変化を示した。ただ、 γ 線照射時のフォーカスが処理時間に伴って巨大化したことに対し、HTO 処理では小さいサイズで検出され続けた。急性被ばく直後に検出される全てのフォーカスはサイズが小さく、照射後の時間経過に伴って消失する一方、残り続けるフォーカスは巨大化した。

4. 結論

低濃度 HTO 持続処理に対する DSBs の誘発と修復に関する応答性を示した。フォーカスの数的解析とサイズを指標とする質的解析の結果、低濃度 HTO の持続処理で誘発される DSBs は同じ線量率の γ 線照射で誘発される DSBs と比べて修復しやすく、致死性が低い可能性がある。

^{*1} IRIDeS, Tohoku Univ. ^{*2} Env. Radiat. Biomed., Grad. Sch. Med., Tohoku Univ.

^{*3} RECC, F-REI ^{*4} Radiochem., Grad. Sch. Sci., Tohoku Univ. ^{*5} RIRBM, Hiroshima Univ.

^{*6} Crs. Radiol. Technol., Grad. Sch. Med., Tohoku Univ.