

Wed. Jul 8, 2026**Oral Presentation**

10:50 AM - 11:50 AM JST | 1:50 AM - 2:50 AM UTC | B(Conference Room Saturn)

環境2

Chairman:Daisuke Tsumune(University of Tsukuba)

10:50 AM - 11:05 AM JST | 1:50 AM - 2:05 AM UTC

[1B02] Development of an Environmental Transfer Parameter Database for the Assessment of Radionuclide Transfer in the Biosphere○Keiko Tagami¹, Shigeo Uchida¹ (1. QST)

11:05 AM - 11:20 AM JST | 2:05 AM - 2:20 AM UTC

[1B03] The effect of sea salt on the soil-soil solution distribution coefficient of radioiodine○Nobuyoshi Ishii¹, Keiko Tagami¹, Shigeo Uchida¹ (1. QST)

11:20 AM - 11:35 AM JST | 2:20 AM - 2:35 AM UTC

[1B04] Characteristics of geogenic radon potential in radon spring areas○Tsuyoshi Nohara¹, Takesue Norito¹, Akihiro Sakoda¹, Chie Sakaguchi², Katsura Kobayashi² (1. JAEA, 2. Okayama Univ.IPM)

11:35 AM - 11:50 AM JST | 2:35 AM - 2:50 AM UTC

[1B05] Carbon Dioxide Absorption and Structure of Perovskite Structures○Yusuke Chiba¹, Kiyoshi Nomura¹ (1. TMU/Graduate School of Science)**Oral Presentation**

3:30 PM - 4:55 PM JST | 6:30 AM - 7:55 AM UTC | B(Conference Room Saturn)

食品照射2

Chairman:Masakazu Furuta(Osaka Metropolitan University), Setdsuko Todoriki(National Agriculture and Food Research Organization)

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

[1B11] International Trends of Food Irradiation○Noriaki Kataoka¹ (1. TIRI)

3:50 PM - 4:05 PM JST | 6:50 AM - 7:05 AM UTC

[1B12] Food irradiation by low energy X-rays○Tamikazu Kume¹, Thi Thuy Linh Nguyen¹, Noriaki Kataoka² (1. Dalat Univ., 2. TIRI)

4:05 PM - 4:20 PM JST | 7:05 AM - 7:20 AM UTC

[1B13] Application of low-energy X rays to decontamination of microorganisms○Masakazu Furuta¹, Yaemi Kanno¹, Tomomi Kakuno¹, Thi Thuy Linh Nguyen², Tamikazu Kume², Yuko Kumeda³, Ryoko Asada¹, Masakazu Matsushita⁴, Hirokazu Ando⁵, Akiyoshi Masafumi¹, Masayuki Sekiguchi⁶, Mami Tanaka⁶, Noriaki Kataoka⁶ (1. Osaka Metropolitan University, 2. Dalat University, Vietnam, 3. NPO Center for Fungal Consultation, 4. Kobe University, 5. Osaka Metropolitan College of Technology, 6. Tokyo Metropolitan Industrial Technology Research Institute)

4:20 PM - 4:35 PM JST | 7:20 AM - 7:35 AM UTC

[1B14] Study on Eggshell Sterilization Using Low-Energy Electron Beams○Kaiji Uchida¹, Noriaki Kataoka¹ (1. Toyko Metropolitan Industrial Technology Research Institute)

4:35 PM - 4:50 PM JST | 7:35 AM - 7:50 AM UTC

[1B15] Comparative verification of irradiated foods detection method using 5,6-dihydrothymidine as irradiation indicator with the official methods○Naoki Fukui¹, Kaiji Uchida², Seiko Nakagawa², Noriaki Kataoka², Takuya Fujiwara¹, Satoshi Takatori¹, Masakazu Furuta³ (1. Osaka Institute of Public Health, 2. Tokyo Metropolitan Industrial Technology Research Institute, 3. Osaka Metropolitan University)

Thu. Jul 9, 2026

Oral Presentation

11:30 AM - 12:00 PM JST | 2:30 AM - 3:00 AM UTC | C(Conference Room Uranus)

核プローブ1

Chairman:Kenya Kubo(ICU)

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

[2C01] Study of Ru-contained Na ion battery by ^{99}Ru synchrotron-radiation-based Mössbauer spectroscopy○Mio Yoshida¹, Ryo Masuda², Nobumoto Nagasawa³, Satoshi Tsutsui^{3,4}, Jin Nakamura¹, Yoshio Kobayashi^{1,5,6} (1. Univ. Electro-Comm., 2. Hirosaki Univ., 3. JASRI, 4. Ibaraki Univ., 5. RIKEN Nishina Center, 6. ICU)

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

[2C02] In-beam Mössbauer spectroscopy using the neutron capture reaction of ^{56}Fe ○Yoshio Kobayashi¹, Mio Yoshida², Shuhei Kimoto², Kenya Kubo³, Mototsugu Mihara⁴, Wataru Sato⁵, Jun Miyazaki⁶, Yasuo Watanabe², Jin Nakamura², I-Huan Chiu⁷, Takahito Osawa⁷ (1. UEC/RIKEN/ICU, 2. UEC, 3. ICU, 4. Osaka Univ., 5. Kanazawa Univ., 6. TDU, 7. JAEA)

Fri. Jul 10, 2026**Oral Presentation**

10:35 AM - 11:35 AM JST | 1:35 AM - 2:35 AM UTC | B(Conference Room Saturn)

放射線計測3

Chairman:Kenji Shimazoe(The University of Tokyo), Norikaki Katayama(Tokyo Metropolitan Industrial Technology Research Institute)

10:35 AM - 10:50 AM JST | 1:35 AM - 1:50 AM UTC

[3B02] Development of Bayesian-based rapid detection method for Low-level environmental gamma radiation

○Shota Nakata¹, Soma Itiba¹, Hiroyuki Miyamaru¹ (1. OMU)

10:50 AM - 11:05 AM JST | 1:50 AM - 2:05 AM UTC

[3B03] High-sensitivity detection of environmental gamma radiation using coincidence method

○Soma Ichiba¹, Syouta Nakata¹, Hiroyuki Miyamaru¹ (1. OMU)

11:05 AM - 11:20 AM JST | 2:05 AM - 2:20 AM UTC

[3B04] Evaluation of the effect of uniformity of Cs-137 gamma ray irradiation field on calibration using an on-site calibration irradiation system

○Masahiro KATO¹, Nozomi Saito², Hiroyuki Tanaka² (1. AIST/NMIJ, 2. JCAC)

11:20 AM - 11:35 AM JST | 2:20 AM - 2:35 AM UTC

[3B05] Methods for the removal of tritium from liquid scintillator waste 2

○Hirokazu Miyoshi¹, Tomoyuki Iwasaki² (1. ARREMC/Tokushima Univ., 2. ARSC/Ehime Univ.)**Oral Presentation**

10:30 AM - 11:15 AM JST | 1:30 AM - 2:15 AM UTC | C(Conference Room Uranus)

放射線教育・安全文化

Chairman:Masahiro Hirota(Shinshu University)

10:30 AM - 10:45 AM JST | 1:30 AM - 1:45 AM UTC

[3C02] Teaching Material Development of Deterministic Effects (Tissue Reactions) for Radiation Education

○Tomohisa Kakefu¹ (1. JSF)

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

[3C03] Learn about radon with a cloud chamber

○Yukio YOSHIKAWA Yoshizawa¹ (1. Radiation Education Forum)

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

[3C04] Theoretical Structure of Safety Culture in Medical Radiation Practice: A Theoretical Construct Mapping Study of the IAEA Radiation Safety Culture Traits

○Naoyuki WATANABE¹ (1. IAEA/Kanagawa Prefectural Government)

Oral Presentation

🎵 Wed. Jul 8, 2026 10:50 AM - 11:50 AM JST | Wed. Jul 8, 2026 1:50 AM - 2:50 AM UTC | 🏢 B (Conference Room Saturn)

環境2

Chairman: Daisuke Tsumune (University of Tsukuba)

10:50 AM - 11:05 AM JST | 1:50 AM - 2:05 AM UTC

[1B02] Development of an Environmental Transfer Parameter Database for the Assessment of Radionuclide Transfer in the Biosphere

○ Keiko Tagami¹, Shigeo Uchida¹ (1. QST)

11:05 AM - 11:20 AM JST | 2:05 AM - 2:20 AM UTC

[1B03] The effect of sea salt on the soil-soil solution distribution coefficient of radioiodine

○ Nobuyoshi Ishii¹, Keiko Tagami¹, Shigeo Uchida¹ (1. QST)

11:20 AM - 11:35 AM JST | 2:20 AM - 2:35 AM UTC

[1B04] Characteristics of geogenic radon potential in radon spring areas

○ Tsuyoshi Nohara¹, Takesue Norito¹, Akihiro Sakoda¹, Chie Sakaguchi², Katsura Kobayashi² (1. JAEA, 2. Okayama Univ. IPM)

11:35 AM - 11:50 AM JST | 2:35 AM - 2:50 AM UTC

[1B05] Carbon Dioxide Absorption and Structure of Perovskite Structures

○ Yusuke Chiba¹, Kiyoshi Nomura¹ (1. TMU/Graduate School of Science)

生活圏における放射性核種移行評価のための環境移行パラメータデータベース開発
Development of an environmental transfer parameter database for the assessment of radionuclide transfer in the biosphere

量研機構 放医研^{*1}

○田上 恵子^{*1}, 内田 滋夫^{*1}
(TAGAMI, K.; UCHIDA, S.)

1. はじめに

高レベル放射性廃棄物の地層処分では、長期的には処分場から放射性核種が漏出することを想定しており、最終的に生活圏に到達して人が被ばくするシナリオでの評価が行われる。生活圏における安全評価モデルでは様々な環境移行パラメータが使われるが、そこに入れるパラメータ値については、IAEA のパラメータ集[1, 2]等、国際的なデータが採用されている。しかしながら、国際データは代表的な数値と範囲を示しているだけであること、また我が国の生活圏条件を必ずしも反映したものではないことから、不確実性が大きくなる可能性があり、我が国のパラメータ地を採用することが望ましい。我が国にも多くのパラメータ値はあるが、報告書や論文の形で散見される状況であり、容易に検索することが難しい。そこで我々は生活圏における環境移行パラメータのデータベース開発を行っている。今回は、その開発状況について報告する。

2. 移行パラメータ値の収集について

生活圏の安全評価で用いられる被ばく評価モデルに基づき、データベースに登録するパラメータを決定した。国際的にも用いられるパラメータ設定であり、Fig. 1 にその構成を模式的に示した。

収集については、日本の報告データを中心に、実験データだけではなく、実環境での濃度データが多い放射性 Cs 及び Sr については、それらのデータからパラメータ値を導出した。さらに、環境中の安定核種によるデータベースの拡充も行っている。

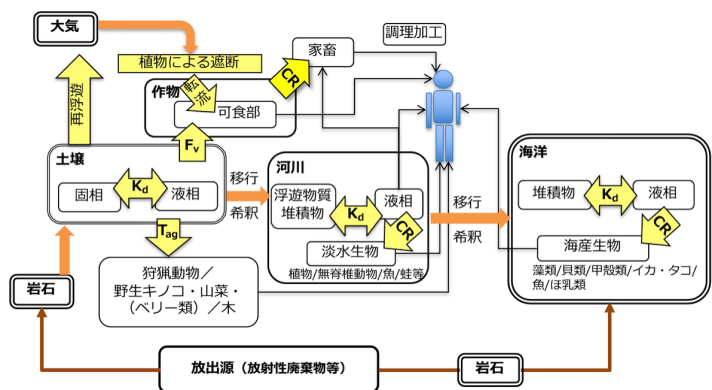


Fig. 1. 生活圏における被ばく経路と移行パラメータの模式図

3. 結果および考察

データベースからは、①検索したいパラメータ、②核種、さらには③データが取得された地域、等でデータを抽出できるように設計した。抽出結果は、データ数、その算術及び幾何平均値、最小値—最大値を表示できる。得られた結果の幅が広い場合には、試料や実験条件等が影響している可能性があることから、パラメータデータと一緒に種々の情報をデータベースに格納し、ユーザーがダウンロードして確認できるようにした。加えて、オリジナルデータに遡れるように文献情報も載せている。

データベースは専門家に意見を聴取しながら開発しているが、まだ発展途上である。データについても収集を進めており、さらに元素や核種と情報を充実させて、2年後の公開を目指している。

本発表には、経済産業省資源エネルギー庁委託事業「高レベル放射性廃棄物等の地層処分にに関する技術開発事業（JPJ007597）【地層処分安全評価確証技術開発（核種移行総合評価技術開発）】」の成果の一部を使用している。

【参考文献】(1) IAEA (2004). Sediment distribution coefficients and concentration factors for biota in the marine environment. IAEA TRS No. 422. (2) IAEA (2010). Handbook of parameter values for the prediction of radionuclide transfer in terrestrial and freshwater environments. IAEA TRS No. 472.

^{*1} National Institutes for Quantum Science and Technology (QST), Institute for Radiological Sciences

放射性ヨウ素の土壌 - 土壌溶液分配係数に与える海塩の影響

The effect of sea salt on the soil-soil solution distribution coefficient of radioiodine

量子科学技術研究開発機構 放医研^{*1}○石井 伸昌^{*1}, 田上 恵子^{*1}, 内田 滋夫^{*1}(ISHII, Nobuyoshi^{*1}; TAGAMI, Keiko^{*1}; UCHIDA, Shigeo^{*1})

1. はじめに

放射性核種の土壌・土壌溶液分配係数 (K_d) は、環境中での移行挙動を予測するための重要なパラメータの一つであり、その値は核種特性、土壌物性、ならびに溶液条件に依存して変動する。特に、溶液中の pH や共存イオンは K_d 値に影響を及ぼすことが知られており、近年では微生物活動や海塩などの要因が収着挙動に与える影響についても関心が高まっている。本発表では、高レベル放射性廃棄物地層処分の生活圏評価において重要核種であるヨウ素について、海塩が K_d 値に及ぼす影響について報告する。

2. 方法

本研究では、水田土壌、畑土壌およびその他の土壌から計 9 種類の土壌試料を用いた。混合する溶液には、脱イオン水（人工海水 0%）および人工海水の濃度を 100%としたときの 0.3%、3.0%、30%になるように調整した溶液を用いた。 K_d 値は、固液比 1 : 10 で調整した土壌 - 土壌溶液試料に ^{125}I 標識ヨウ化物イオンを添加し、その放射能測定結果から算出した ($K_d = \text{土壌中濃度 [cpm/kg]} / \text{溶液中濃度 [cpm/L]}$)。振とう期間は 35 日を設定し、終了時に溶液の電気伝導率 (EC) と pH を測定した。さらに、塩分濃度が微生物活動に及ぼす影響を検討するため、一部試料に対して土壌微生物の呼吸活性および炭素資化性の 2 つの指標を用いて評価を行った。

3. 結果および考察

振とう期間終了後の土壌溶液において、人工海水濃度が 30%まで上昇するに伴い pH が低下する傾向が確認された。これは、土壌粒子表面のプロトン化や交換性イオンの溶出によるものと考えられる。また、EC は人工海水 0%と 0.3%において、土壌からのイオン溶出の影響も反映していた。

^{125}I の K_d 値は、海水の割合の増加に伴って増加するものの、30%人工海水になると低下する傾向を示した (図 1)。この結果は、 K_d 値が塩分濃度に依存することを示している。また、塩分濃度の影響の程度は土壌によって大きく異なり、最大で約 6 倍の K_d 変動が確認された。

微生物活性については、その増加に対して K_d 値は低下する傾向を示し、微生物活動が ^{125}I の収着に直接的に寄与している証拠は得られなかった。

以上の結果から、 ^{125}I の土壌に対する収着は、微生物活動よりもむしろ土壌溶液の塩分濃度により支配されていると考えられる。

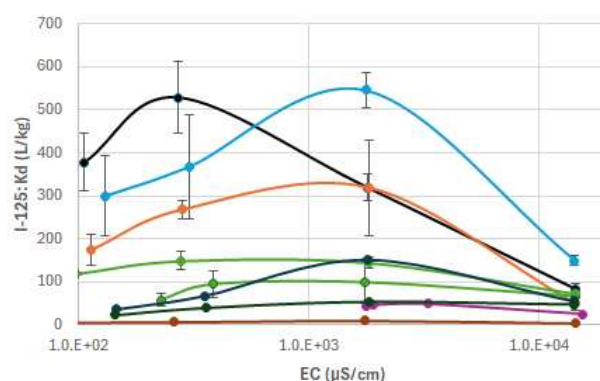


図 1 土壌-土壌溶液分配係数に対する塩の効果

本研究には、経済産業省資源エネルギー庁委託事業「高レベル放射性廃棄物等の地層処分に係る技術開発事業 (JPJ007597) 【地層処分安全評価確証技術開発 (核種移行総合評価技術開発)】」の成果の一部を利用した。

^{*1} National Institute of Radiological Sciences, National Institute for Quantum Science and Technology

ラドン泉地域における地中ラドンポテンシャルの特徴 Characteristics of geogenic radon potential in radon spring areas

原子力機構人形峠環境技術センター^{*1}, 岡山大学惑星物質研究所^{*2}

○野原 壯^{*1}, 竹末 勘人^{*1}, 迫田 晃弘^{*1}, 坂口 千恵^{*2}, 小林 桂^{*2}

(NOHARA, Tsuyoshi^{*1}; TAKESUE, Norito^{*1}; SAKODA, Akihiro^{*1}; SAKAGUCHI, Chie^{*2};

KOBAYASHI Katsura^{*3})

1. はじめに

温泉に含まれるラドンは、日本人にとって身近な自然放射性元素であり、ウランやラジウムの放射性壊変によって、主に岩石や土壌から発生している。一方、ラドンは喫煙に次ぐ肺がんの主な原因であり、2009 年の WHO の勧告を踏まえて、主に欧州で地中のラドンの供給能力（以下、地中ラドンポテンシャル）の調査が行われ、地中ラドンポテンシャルが高い地点（以下、高ラドンポテンシャル地点）が断層帯や火山の近傍に偏在することがわかっている。本発表では、被ばくの影響が相対的に大きい高ラドンポテンシャル地点の偏在と、その要因の解明を目的に、ラドン泉地域の地中ラドンポテンシャルの特徴についての地質調査と現場測定を行った結果を報告する。

2. 方法

本研究では、ラドン泉 2 地域（島根県三瓶、山梨県増富）を対象に、地下水ラドンの影響を考慮して、地質調査とシンチレーションセルを用いた地中ラドン濃度の現場測定を行った。また、地中のラドン供給能力が高い地点のラドン泉と岩石のリチウム及びストロンチウムの同位体を調べた。

3. 結果および考察

ラドン泉 2 地域の共通する特徴は、第四紀火山から 10 km 以内の花崗岩地域で、塩素濃度が高く CO₂ を含有するラドン泉が自然湧出していることである。これらの地域では、ラドン泉の自然湧出地点から 10 m 以内に、地中ラドン濃度が顕著に高い地点が偏在する。ラドン泉のラドン濃度は最大約 30 kBq/l、地中ラドン濃度は最大 7 MBq/m³ である。ラドン泉は、塩素等の溶存成分比やストロンチウム同位体比等がスラブ起源深部流体の特徴を示す。増富地域の地質調査の結果、地中ラドン濃度が顕著に高い地点の地下に、高ラジウム濃度と低 $\delta^{7}\text{Li}$ 値を示す岩石（高透水水平層の黄土色粘土と、北北西走向高角傾斜の開口性割れ目の赤褐色充填物で、鉄酸化物を含む）を確認した。

1 MBq/m³ を超える地中ラドン濃度は、割れ目等に起因する異常値とされるため、このような地中ラドン濃度が顕著に高い地点が偏在する要因は、開口性割れ目の偏在が考えられる。ラドン泉の自然湧出に伴う CO₂ の脱ガスと鉄酸化物の共沈は、ラジウム濃集と低 $\delta^{7}\text{Li}$ 値の主な原因と考えられる。

4. 結論

事例研究対象としたラドン泉 2 地域は、第四紀火山から 10 km 以内の花崗岩の分布域に位置する。ラドン泉は、塩素濃度が高く CO₂ を含有して自然湧出しており、塩素等の溶存成分比やストロンチウム同位体比等がスラブ起源深部流体の特徴を示す。このようなラドン泉地域では、ラドン泉の自然湧出地点から 10 m 以内に、地中ラドン濃度が顕著に高い地点が偏在する。その地下には、高ラジウム濃度と極低 $\delta^{7}\text{Li}$ 値を示す高透水層と割れ目充填物が認められる。

謝辞 本研究は JSPS 科研費 24K08315 の助成を受けたものである。

^{*1} Ningyo-toge Environmental Engineering Center, Japan Atomic Energy Agency

^{*2} Institute for Planetary Materials, Okayama University

ペロブスカイト酸化物の構造と二酸化炭素吸収
Carbon Dioxide Absorption and Structure of Perovskite Oxide

東京都立大学 理学研究科 同位体化学研究室

○千葉 祐亮^{*1}, 野村 貴美^{*1}, 久富木 志郎^{*1}

(CHIBA, Yusuke^{*1}; NOMURA, Kiyoshi^{*1}; KUBUKI, Shiro)

1. はじめに

近年、地球温暖化に伴い、二酸化炭素換算の排出量の削減が求められている。2013 年度排出量は 14.1 億トン、2022 年度排出実績では 10.85 億トンである。2050 年度には排出量・吸収量が同じになるカーボンニュートラルを達成しなければならない。このように日本の温室効果ガス排出ガス吸収の推移について環境省により示されている。(Carbon dioxide Capture and Storage: CCS Business)[1]。我々は、以前の研究でペロブスカイト型酸化物である(Ba, Ca)(Co, Fe)O_{3-δ} や(Ba,Ca)(Mg,Fe)O_{3-δ}など、高温において高速に二酸化炭素を吸収することを明らかにした[2]。本研究では二酸化炭素の吸収温度を制御できるペロブスカイト酸化物の(Sr, Ca)FeO₃ (SCF)、(Sr, Ca)(Fe, Mg)O₃ (SCFM)を作製し、研究を行っている。

2. 方法

所定量の Sr(NO₃)₂, CaCO₃, Fe(NO₃)₃·6H₂O, MgO を秤量し、クエン酸水溶液、エチレングリコールを混合した溶液に加えて加熱攪拌した後約 80°C で 12 時間乾燥させ、950°C で 4 時間焼成を行い、SCF, SCFM を得た。この 2 試料を二酸化炭素吸収材料として粉末 X 線回折、⁵⁷Fe メスバウアー分光法を用いて構造解析と状態分析を行った。

3. 結果および考察

粉末 X 線回折では SCFM から SrFeO₂, CaO, MgO などの結晶相が観測されたが、焼成温度が高いためにペロブスカイト構造は確認されなかった。一方、SCF からはペロブスカイト構造をとる Sr₄Fe₆O₁₃ と Ca₂Fe₂O₅ などが観測された。また、この 2 つの結晶相のピークは類似していた。また、メスバウアー分光法では SCFM からは 2 つの sextet と 1 つの常磁性を示す doublet が観測された。また、SCF からは 1 つの singlet($\delta = 0.0056 \text{ mm s}^{-1}$)のみが観測された。この信号は常磁性の Fe^{IV} を示しており、酸素欠陥がないことを示している。SCF、SCFM などのペロブスカイト構造の二酸化炭素吸収・特性については、発表当日に示す。

4. 結論

今回作製した試料である SCF からは XRD よりペロブスカイトの構造を持つことが判明したので、二酸化炭素の吸着が期待できる。また、SCFM もペロブスカイトの構造を持つように再度作製方法を検討する必要がある。

参考文献

[1]環境省「2024 年度の我が国の温室効果ガス排出量及び吸収量」

[2]K. Nomura, *et al.*, *Hyperfine Interaction*, **112**, 7-12 (1998)

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

Oral Presentation

🎵 Wed. Jul 8, 2026 3:30 PM - 4:55 PM JST | Wed. Jul 8, 2026 6:30 AM - 7:55 AM UTC | 🏢 B (Conference Room Saturn)

食品照射2

Chairman: Masakazu Furuta (Osaka Metropolitan University), Setdsuko Todoriki (National Agriculture and Food Research Organization)

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

[1B11] International Trends of Food Irradiation

○Noriaki Kataoka¹ (1. TIRI)

3:45 PM - 3:50 PM JST | 6:45 AM - 6:50 AM UTC

break

3:50 PM - 4:05 PM JST | 6:50 AM - 7:05 AM UTC

[1B12] Food irradiation by low energy X-rays

○Tamikazu Kume¹, Thi Thuy Linh Nguyen¹, Noriaki Kataoka² (1. Dalat Univ., 2. TIRI)

4:05 PM - 4:20 PM JST | 7:05 AM - 7:20 AM UTC

[1B13] Application of low-energy X rays to decontamination of microorganisms

○Masakazu Furuta¹, Yaemi Kanno¹, Tomomi Kakuno¹, Thi Thuy Linh Nguyen², Tamikazu Kume², Yuko Kumeda³, Ryoko Asada¹, Masakazu Matsushita⁴, Hirokazu Ando⁵, Akiyoshi Masafumi¹, Masayuki Sekiguchi⁶, Mami Tanaka⁶, Noriaki Kataoka⁶ (1. Osaka Metropolitan University, 2. Dalat University, Vietnam, 3. NPO Center for Fungal Consultation, 4. Kobe University, 5. Osaka Metropolitan College of Technology, 6. Tokyo Metropolitan Industrial Technology Research Institute)

4:20 PM - 4:35 PM JST | 7:20 AM - 7:35 AM UTC

[1B14] Study on Eggshell Sterilization Using Low-Energy Electron Beams

○Kaiji Uchida¹, Noriaki Kataoka¹ (1. Toyko Metropolitan Industrial Technology Research Institute)

4:35 PM - 4:50 PM JST | 7:35 AM - 7:50 AM UTC

[1B15] Comparative verification of irradiated foods detection method using 5,6-dihydrothymidine as irradiation indicator with the official methods

○Naoki Fukui¹, Kaiji Uchida², Seiko Nakagawa², Noriaki Kataoka², Takuya Fujiwara¹, Satoshi Takatori¹, Masakazu Furuta³ (1. Osaka Institute of Public Health, 2. Tokyo Metropolitan Industrial Technology Research Institute, 3. Osaka Metropolitan University)

4:50 PM - 4:55 PM JST | 7:50 AM - 7:55 AM UTC

その他

食品照射の国際動向 International Trends in Food Irradiation

東京都立産業技術研究センター※

○片岡 憲昭 (KATAOKA, Noriaki)

1. はじめに

国際原子力機関（IAEA）は食料安全保障のための原子力の活用として Atoms4Food プロジェクトを立上げ、品種改良や害虫対策、食品安全の強化に取り組んでいる。ここでは、2025 年における食品照射の現状を 4th-IAEA-CRP と食品照射の国際学会である IFIS の発表を整理して情報を提供する。

2. 国際的な傾向

全体：植物検疫処理を目的とした利用が進み、メキシコからアメリカへの果物の輸出量が 2008 年に 266 トンから 2023 年で 42,759 トンに増加した。オーストラリアでも処理量が 30,000 トンに上昇した。これは、米国・オーストラリア・ニュージーランド・チリなどの市場で農産物に対して検疫による放射線処理を義務付けられていることに加え、7.5MeV の

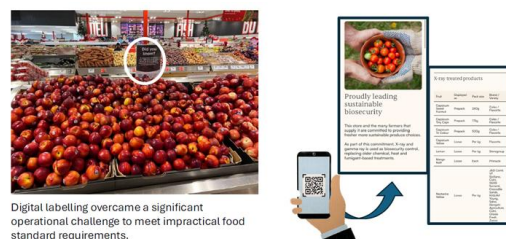


Fig. 1 Working within regulatory barriers

変換 X 線の使用により処理コストが改善されたことが要因と考えられる。また、Fig. 1 に示すようにオーストラリアでは、商品に照射のラベリングまたは QR コードを読み込ませ、消費者理解に取り組んだ。

アジア・オセアニア：中国では主に国内消費で、処理量が 2015 年に 60,000 トン、2024 年には 150,000 トンに増加した。インドでもアメリカへ、マンゴーとザクロの輸出で 3,000 トンに上昇し、インド国内でもガンマ線の照射施設が 2025 年に 38 機となり、利用が進んでいる。ベトナム・インドネシアにおいても植物検疫処理を目的とした使用が増大している。

南米：ペルーがアメリカ向けに検疫処理として 1,400 トン輸出している。ペルーとアルゼンチンの植物検疫機関である SENASA は 2023 年に ISPM28 を採用し、今後の輸出入が拡大される。ブラジルは植物検疫用（生鮮果物、家禽、牛肉、香辛料）が 50%を占め、次いで、国内において香辛料、調味料、乾燥食材に照射されている。市場規模では 45–65 万米ドルである。

欧州：ヨーロッパでは 2010 年に 9,000 トンであったが、2021 年には 2,000 トンまで減少した。大部分を占めていたベルギー・オランダ、フランスで顕著に処理量が減少した。

アフリカ：南アフリカがアメリカに照射済み食品を 863 トンの輸出をしている。他、ガーナやチュニジアなどで盛んに研究が進められており、今後の発展が期待される。

その他：食品照射は、宇宙食や病院食にも使用されているが規模としては小さい。中国では飼料用に食品照射が使用され、中国国内での市場規模は 2020 年に 150 万米ドル、2025 年に 250 万米ドルとなった。今後も、世界的には飼料用として増加傾向である。照射施設についても、発展途上国ではガンマ線照射施設が、先進国では変換 X 線の施設が次々と建設されている。研究では、シミュレーションによる照射方法に関するプロジェクトが IAEA で立ち上がる予定である。

3. まとめ

国際的な輸出入において植物検疫処理の照射が拡大された。発展途上国では、食品の安全性を目的に照射が拡大されつつあり、照射施設や規制の整備が各国で進められている。また、オーストラリアでは食品に照射済みという、適正な表示を消費者に示し、理解を深める取り組みを行っていた。

※Tokyo Metropolitan Industrial Technology Research Institute

低エネルギーX線による食品照射 Food irradiation by low energy X-rays

ダラット大学^{*1}, 東京都立産業技術研究センター^{*2}

○久米 民和^{*1}, Nguyen Thi Thuy Linh^{*1}, 片岡 憲昭^{*2}

(KUME, Tamikazu^{*1}; Nguyen Thi Thuy LINH^{*1}; KATAOKA, Noriaki^{*2})

1. はじめに

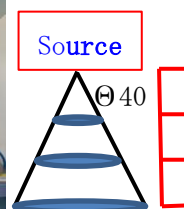
Co-60 の γ 線を用いた食品照射は世界の多くの国で普及しているが、近年 RI の安全性などの観点から電氣的に ON/OFF で制御可能な電子線・X線への変換が進められている。高エネルギー電子線および変換X線は既に広く用いられているが、厚い遮蔽が必要であり高価である。低エネルギーの電子線(LEEB)やX線(LEEX)は遮蔽も容易で比較的安価であり、小規模の照射装置として注目されている。LEEBは既に一部実用化が進められているが、透過力が弱いといった難点もある。一方、LEEXは出力が弱く、実用照射には不向きとされてきた。ここでは、食品照射へのLEEX照射の有効性について検討した。

2. 方法

X線照射は、主として Hitachi MBR-1618R-BE (160kV) および COMET MG-165 (150kV) を用いた。比較のため γ 線は Cs-137 (244.2TBq, 661.7keV)、電子線は Iwasaki E250/15/180L (250kV)を用いて照射した。深部線量は、Gafchomic HD-V2を用いて測定・評価した。

3. 結果および考察

発芽防止(～0.15kGy)では、タマネギは深さ 8mm、20Gy の片面照射で効果的に発芽防止が可能であった。一方、ジャガイモは発芽点が2～10か所あるため、深さ 5.4mm、60Gy の両面照射が必要であった。本実験に用いた自己遮蔽型 160kV の



Distance mm	Dose rate Gy/min	Area Φmm
150	78.6	109
250	28.3	182
350	14.4	255

LEEX装置では、照射線量率は線源に近いほど高いが、広い照射野を得るためには線源からの距離を離す必要がある。線源からの距離 350 mm、線量率 14.4Gy/min の照射で、タマネギでは 46.7kg/hr、ジャガイモでは 9.9kg/hr の処理量が得られ、小規模の実用照射が可能であると考えられた。

果物の殺虫(～1kGy)は、ドラゴンフルーツ(直径 90mm)およびロンガン(直径 25mm)を用いて深部線量のシミュレーションを行った。Follet らは In-line 照射装置の設計を行っており、160kV のチェリー用 X線照射装置で実用規模での照射の可能性を報告している。

スパイスなどの殺菌(～30kGy)については、 γ 線、電子線、X線を用いて黒コショウの殺菌効果を検討した。コショウを単層に並べて照射した場合、150kV の LEEX 片面処理で殺菌処理が可能であった。 γ 線は透過力が強く効率的に照射できるが、250kV の LEEB の場合は透過が不十分で回転照射装置などが必要である。LEEX を用いた本実験では、線量率の高い線源の近くで照射したが、照射野が狭く実用には向かない。実用照射のためには、エネルギーを 600kV 程度まで高くして透過線量を高める、電流値を上げて照射線量率を高くして照射野を広げるなど、照射装置の新規開発が必要である。

^{*1} Dalat University, Vietnam

^{*2} Tokyo Metropolitan Industrial Technology Research Institute

低エネルギーX線の殺滅菌への応用

Application of low-energy X rays to decontamination of microorganisms

大阪公立大学^{*1}, Dalat University^{*2}, NPO 法人カビ相談センター^{*3}, 神戸大学^{*4},大阪公立大学工業高等専門学校^{*5}, 東京都立産業技術研究センター^{*6}○古田雅一^{*1}, 神野八恵美^{*1}, 角野友美^{*1}, Nguyen Thi Thuy Linh^{*2}, 久米民和^{*2}, 久米田裕子^{*3},朝田良子^{*1}, 松下正和^{*4}, 安藤太一^{*5}, 秋吉優史^{*1}, 関口正之^{*6}, 田中真美^{*6}, 片岡憲昭^{*6}(FURUTA, Masakazu^{*1}; KANNO, Yaemi^{*1}; KAKUNO, Tomomi^{*1}; NGUYEN, Thi Thuy Linh^{*2};KUME, Tamikazu^{*2}; KUMEDA, Yuko^{*3}; ASADA, Ryoko^{*1}; MATSUSHITA, Masakazu^{*4};ANDO, Hirokazu^{*5}; AKIYOSHI, Masafumi^{*1}; SEKIGUCHI, Masayuki^{*2}; TANAKA, Mami^{*6};KATAOKA, Noriaki^{*6})1. はじめに

洪水などの災害により被災した古文書では、カビ汚染が文化財の劣化を引き起こすだけでなく、修復作業従事者に対する中毒やアレルギー疾患などの健康リスク要因ともなる。被災文化財の救出および保存修復における殺菌に従来用いられてきた酸化エチレンガスの販売停止により、酸化エチレン燻蒸の代替技術として、放射線殺菌・滅菌処理の実用化が期待されている。演者らはこのような被災試料の放射線殺菌・滅菌に既存の滅菌受託用照射施設活用が可能であることを示してきた¹⁾。一方、被災地近辺に実用的な照射施設が存在しない場合には、法的規制の比較的少ない可搬型の 1 MeV 未満低エネルギー X 線照射装置の利用が期待される。そこで本研究では、抗菌試験の指標菌である *Aspergillus niger* を用い、Cs-137 ガンマ線と低エネルギー X 線の照射効果を比較した²⁾。

2. 方法

東京都立産業技術研究センターの低エネルギー X 線照射装置 (MG-165, Comet Group) と Cs-137 ガンマ線照射装置 (PS-3200T, Pony Industry Co., Ltd) を用いた。*Aspergillus niger* 培養液から孢子懸濁液を調製し、厚さ 0.75 mm のポリエチレン (PE) ディスク上に添加・乾燥させた (約 2.0×10^7 spores/disc)。X 線エネルギー、フィルターの有無など照射条件を変更して照射を行った。照射後、コロニー計数法により殺菌効果を評価した。

3. 結果および考察

フィルター未使用条件において、50～150 kV の X 線照射では、フィルターの有無、Cs-137 ガンマ線照射を含め、殺菌効果に有意差は見られず、すべての条件で 15 kGy の照射で 10^{-5} レベルまで菌数が低下した。また、ポリエチレンシートの 8 mm 深度までは表面線量の 50% 以上が維持されていた。

4. 結論

被災文化財の救出および保存修復プロセスにおいて、低エネルギー X 線照射装置は、既存の照射施設の利用が困難な地域における有効な代替手段となることが期待される。

(参考)1) N.T.T. Linh, Y. Kumeda, et al. (2021), *Biocontrol Sci.*, **26**, No.1, 55-59.2) N. Kataoka, N.T.T. Linh, et al. (2024) *Radiat. Phys. Chem.* **218** 111586(謝辞) 本研究は JSPS 科研費 JP24K00157、JP21KK0011 (代表: 古田雅一) の助成を受けて実施した。^{*1} Osaka Metropolitan University ^{*2} Dalat University, Vietnam^{*3} NPO Center for Fungal Consultation ^{*4} Kobe University^{*5} Osaka Metropolitan College of Technology^{*6} Tokyo Metropolitan Industrial Technology Research Institute,

低エネルギー電子線を用いた卵殻殺菌に関する検討

(地独) 東京都立産業技術研究センター^{*1}○内田 海路^{*1}, 片岡 憲照^{*1},(UCHIDA, Kaiji^{*1}; KATAOKA, Noriaki^{*1})

1. はじめに

サルモネラ菌による食中毒は 1986 年から 10 年のうち 125 件が鶏卵製品に原因がある。そのため、包装の前に生卵の薬剤処理が行われているが薬剤残留や廃液の環境への負荷が避けられない。その代替法として、非加熱・乾式処理に対応した紫外線や放射線を用いた方法が研究されてきた。現在、卵殻表面の殺菌は紫外線では実用化されているが、放射線処理は馬鈴薯の芽止めに限り、認められている。但し、食品中の異物検査など製造又は加工工程の管理に放射線照射を行う場合は 0.1Gy 以下という条件で認められている。そこで、本研究では低エネルギー電子線で卵殻を殺菌できる線量(最大 3kGy)を照射した場合に、可食部内部に到達する制動X線の線量をモンテカルロシミュレーションで算出した。さらに、可食部内部の吸収線量が許可線量 0.1Gy 以下となる条件を検討した。

2. 方法

卵殻および可食部からなるモデルに電子線を入射させた時の各線量を、粒子・重イオン輸送計算コード PHITS(Ver.3.00)を用いてシミュレーションで評価した。各加速電圧(80kV, 100kV, 150kV, 200kV, 250kV)で照射した電子線の卵殻における線量の深度分布を算出し、可食部内部の吸収線量を求めた。また、線源と卵の距離を変化させ、電子線が卵殻に入射した時の電子線のエネルギー分布と可食部内部に入射した制動X線のエネルギー分布をそれぞれ求めた。

3. 結果および考察

図 1 に卵殻における線量の深度分布を示す。高 LET の電子線の場合は 0.2mm まで到達し、0.2mm 以降は、線量が一定に推移しているため制動 X による寄与であることが示された。また、卵殻に各加速電圧の電子線を 3kGy 照射した時の卵殻内側の吸収線量を算出した (図 2)。その結果、加速電圧が高くなるに従い、線量が増加することが示された。さらに、線源と卵の距離を近づけた場合、表面線量は著しく増大するが、内部の線量は大きく変化しないことが明らかとなった。

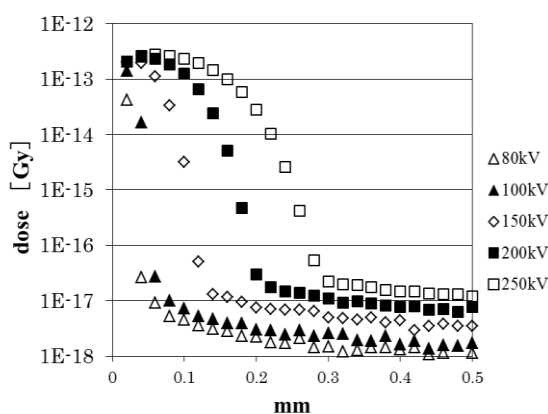


図 1. 電子線の深度分布

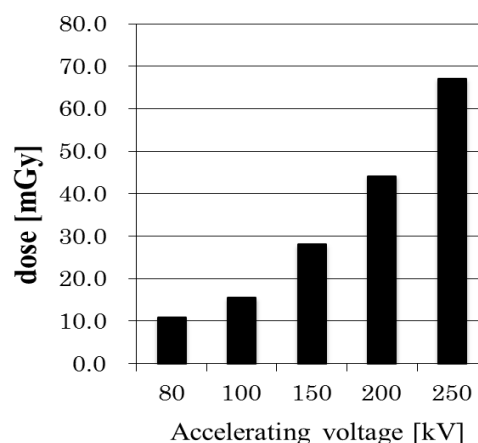


図 2. 表面 3kGy 照射した時の卵殻内側の吸収線量

^{*1}TokyoMetropolitan Industrial Technology Research Institute

5,6-ジヒドロチミジンを指標とした照射食品検知法の公定法との比較検証

Comparative verification of irradiated foods detection method using 5,6-dihydrothymidine as irradiation indicator with the official methods

(地独) 大阪健康安全基盤研究所^{*1}, (地独) 東京都立産業技術研究センター^{*2}, 公立大学法人大阪公立大学^{*3}
○福井 直樹^{*1}, 内田 海路^{*2}, 中川 清子^{*2}, 片岡 憲照^{*2}, 藤原 拓也^{*1}, 高取 聡^{*1}, 古田 雅一^{*3},
(FUKUI, Naoki^{*1}; UCHIDA, Kaiji^{*2}; NAKAGAWA, Seiko^{*2}; KATAOKA, Noriaki^{*2};
FUJIWARA, Takuya^{*1}; TAKATORI, Satoshi^{*1}; FURUTA, Masakazu^{*3})

1. はじめに

食品への放射線照射(照射)は世界的に広く利用されているが、国内では馬鈴薯の芽止め以外の照射は原則禁止されている。現在、厚生労働省から3種類の検知法、すなわち、熱ルミネッセンス(TL)法、アルキルシクロブタノン(ACB)法および電子スピン共鳴(ESR)法が公定法として通知されており、検疫所等で輸入食品検査に活用されている。各検知法は、適用可能な食品の範囲が限局的である。そこで、我々は、多様な食品に適用可能であり、多数の検査機関に普及しているタンデム型質量分析計付き高速液体クロマトグラフを活用した、汎用性の高い独自の検知法としてジヒドロチミジン(DHdThd)法の開発に取り組んでいる。DHdThd法では、照射により食品に広く含まれるDNA中に生じたDHdThd残基のチミジン(dThd)残基に対する比率(DT ratio)を検知指標とする。これまでに照射した牛ミンチを対象に、DHdThd法とACB法を比較した結果を報告した^{#1}。

このたび、照射した粉末状赤唐辛子(唐辛子)を対象に、DHdThd法、TL法及びESR法を比較した。また、照射試料の海上輸送中に想定される温度上昇を考慮し、照射試料を加温保管して検知への影響を検証した。

2. 方法

唐辛子を約12℃でγ線照射した(1, 3, 5および9.5 kGy)。試料を保管(約25℃)し、照射直後(1ヶ月後)、半年後および1年後に、各方法で検知を試みた。また、照射(8 kGy)後、乾燥機内で加温保管(40, 50, 60および70℃; 1日~4週間)のうえ各方法で検知を試みた。

3. 結果および考察

(1) DHdThd 法 照射直後の試料では、線量依存的にDT ratioが上昇した。非照射試料から微量のDHdThdが検出されたが、DT ratioは5 kGy(香辛料の殺菌に必要な最低線量付近)を照射した試料と比較して1/10未満であった。これは製造過程の乾熱乾燥に由来するものと推察された^{#2}。照射から1年後も線量依存性が堅牢に維持されており、各線量でのDT ratioに明確な変化は認められなかった。また、試料を加温保管(60℃; 2週間)した場合では、DT ratioが約14%低下したが検知に支障はなかった。

(2) TL 法 照射直後の試料では、検知指標のTL比は0.1以上であり検知できた。TL比について、ばらつきが認められるが線量依存性も認められた。照射から半年以降では、TL比は低下したが0.1以上が維持されており検知できた。照射試料を加温保管した場合でも、TL比は0.1以上が維持されており検知できた。

(3) ESR 法 照射直後の試料では、検知指標のSignal/Mn(5)が線量依存的に上昇したが、5 kGy以上で飽和傾向であった。照射半年後では、Signal/Mn(5)が低下し1年後では非照射試料との区別が困難であった。加温保管した試料では、Signal/Mn(5)は非照射試料と同等程度まで低下し検知困難となるケースがあった。

4. 結論

DHdThd法は、TL法およびESR法と同様に唐辛子の照射履歴の検知に有用であることが明らかとなった。非照射試料から検出される微量のDHdThd量を確認しておくことにより、同法は、香辛料の照射履歴の検知においてTL法及びESR法の両公定法を補完できる新たな検知法として活用が期待される。

【謝辞】本研究の一部は、(公財)山崎香辛料振興財団 2024 年度研究助成、JSPS 科研費 JP22K10502 および JP25K09012 の助成を受けて実施した。

#1: Fukui N., et al., *Journal of Agricultural Food Chemistry*, **65**(42), 9342-9352 (2017)

#2: Fukui N., et al., *Radiation Physics and Chemistry*, **191**, 109849 (2022)

^{*1} Osaka Institute of Public Health, ^{*2} Tokyo Metropolitan Industrial Technology Research Institute,

^{*3} Osaka Metropolitan University

Oral Presentation

🎵 Thu. Jul 9, 2026 11:30 AM - 12:00 PM JST | Thu. Jul 9, 2026 2:30 AM - 3:00 AM UTC | 🏢 C (Conference Room Uranus)

核プローブ1

Chairman: Kenya Kubo (ICU)

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

[2C01] Study of Ru-contained Na ion battery by ^{99}Ru synchrotron-radiation-based Mössbauer spectroscopy

○Mio Yoshida¹, Ryo Masuda², Nobumoto Nagasawa³, Satoshi Tsutsui^{3,4}, Jin Nakamura¹, Yoshio Kobayashi^{1,5,6} (1. Univ. Electro-Comm., 2. Hirosaki Univ., 3. JASRI, 4. Ibaraki Univ., 5. RIKEN Nishina Center, 6. ICU)

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

[2C02] In-beam Mössbauer spectroscopy using the neutron capture reaction of ^{56}Fe

○Yoshio Kobayashi¹, Mio Yoshida², Shuhei Kimoto², Kenya Kubo³, Mototsugu Mihara⁴, Wataru Sato⁵, Jun Miyazaki⁶, Yasuo Watanabe², Jin Nakamura², I-Huan Chiu⁷, Takahito Osawa⁷ (1. UEC/RIKEN/ICU, 2. UEC, 3. ICU, 4. Osaka Univ., 5. Kanazawa Univ., 6. TDU, 7. JAEA)

⁹⁹Ru 放射光メスバウアー分光による Ru 含有 Na イオン電池の化学状態追跡 Chemical States of Ru-Containing Sodium-Ion Batteries by Synchrotron Radiation- Based ⁹⁹Ru Mössbauer Spectroscopy

電通大院^{*1}、弘前大院^{*2}、JASRI^{*3}、茨城大院^{*4}、国際基督教大^{*5}、理研仁科センター^{*6}

○吉田実生^{*1}、増田亮^{*2}、永澤延元^{*3}、筒井智嗣^{*3,4}、中村仁^{*1}、小林義男^{*1,5,6}
(YOSHIDA, Mio^{*1}; MASUDA, Ryo^{*2}; NAGASAWA, Nobumoto^{*3}; TSUTSUI, Satoshi^{*3,4},
NAKAMURA, Jin^{*1}; KOBAYASHI, Yoshio^{*1,5,6})

1. はじめに

Ru は多様な酸化状態を示し、電池材料や触媒などの機能性材料に広く利用されている。Ru の電子状態や局所構造を直接評価できる手法として ⁹⁹Ru メスバウアー分光法が有効であるが、従来の RI 線源を用いた測定には実験的制約が多く、研究例は限られていた。本研究では、SPring-8 BL35XU において改良した ⁹⁹Ru 放射光メスバウアー分光法を用い、Na イオン電池材料 Na₂RuO₃ と Na 欠損 Na_{2-x}RuO₃ の Ru 化学状態変化を評価した [1]。

2. 方法

BL35XU において、Si(333)モノクロメーター後段に Si(880)チャンネルカット結晶を導入し、89.6 keV のメスバウアーγ線に対してエネルギー幅 0.38 eV の高分解能 X 線を実現した。散乱体には ⁹⁹Ru 濃縮金属を用い、低温保持により無反跳分率を向上させた。また、⁹⁹Ru 濃縮 RuO₂ を原料として Na₂RuO₃ を合成し、電気化学的処理によって Na 欠損 Na_{2-x}RuO₃ を作製した。

3. 結果および考察

Na₂RuO₃ のスペクトルは 1 成分の非対称ダブルレットで解析され、異性体シフト(*I.S.*)の値から低スピン Ru⁴⁺(4d⁴)と示された。一方、Na 欠損 Na_{2-x}RuO₃ では新たに 2 成分が出現し、*I.S.*の値から Ru⁵⁺(4d³)状態の生成を確認した。さらに、大きな四極子分裂は Na 欠損に伴う RuO₆ 八面体の局所歪みに起因すると考えられた。スペクトル面積強度解析より、充電に伴い Ru⁴⁺ の約 50%が Ru⁵⁺へ酸化されることを明らかにした。

4. 結論

⁹⁹Ru 放射光メスバウアー分光法により、Na イオン電池材料 Na₂RuO₃ における Ru の化学状態変化を短時間で高感度に観測することに成功した。Na 欠損に伴う Ru⁵⁺生成と局所構造歪みを明らかにし、本手法が Ru 含有 Na イオン電池材料の電子状態評価に有効であることを示した。

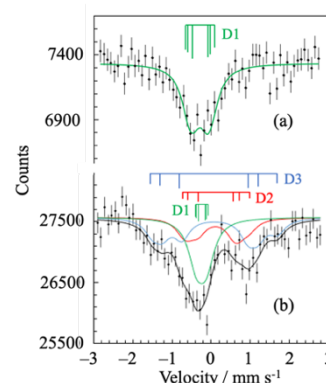


Fig. 1. ⁹⁹Ru SR-based Mössbauer spectra of (a) Na₂RuO₃ and (b) Na-deficient Na_{2-x}RuO₃ obtained after charging measured at 7 K.

ref. [1] M. Yoshida et al., J. Nucl. Radio. Sci., in press (2026).

^{*1} Grad. Sch. Sci. Eng., Univ. Electro-Commun., ^{*2} Grad. Sch. Sci. Tech., Hirosaki Univ., ^{*3} Japan Synchro. Radia. Res. Inst. (JASRI), ^{*4} Inst. Quant. Beam. Sci., Grad. Sch. Eng., Ibaraki Univ. ^{*5} Div. Arts Sci., Int. Christ. Univ., ^{*6} RIKEN Nishina Center.

^{56}Fe の中性子捕獲反応を利用したインビーム・メスバウアー分光 In-beam Mössbauer Spectroscopy Using the Neutron Capture Reaction of ^{56}Fe

電通大院理工^{*1}, 理研仁科センター^{*2}, ICU^{*3}, 大阪大院理^{*4}

金沢大院理工^{*5}, 東京電機大^{*6}, 原研東海^{*7}

○小林 義男^{*1,2,3}, 吉田 実生^{*1}, 木本 周平^{*1}, 久保 謙哉^{*3}, 三原 基嗣^{*4}

佐藤 渉^{*5}, 宮崎 淳^{*6}, 渡辺 裕夫^{*1}, 中村 仁^{*1}, 邱 奕寰^{*7}, 大澤 崇人^{*7}

(KOBAYASHI, Yoshio^{*1,2,3}; YOSHIDA, Mio^{*1}; KIMOTO, Shuhei^{*1};

KUBO, M. Kenya^{*3}; MIHARA, Mototsugu^{*4}; SATO, Wataru^{*5}; MIYAZAKI, Jun^{*6};

WATANABE, Yasuo^{*1}; NAKAMURA, Jin^{*1}; CHUI, I-Huan^{*7}; OSAWA, Takahito^{*7})

1. はじめに

2011 年の東日本大震災以降中断していた $^{56}\text{Fe}(n, \gamma)^{57}\text{Fe}^*$ 反応を利用した中性子インビーム・メスバウアー分光を, 原子力科学研究所 JRR-3 研究炉の再稼働にともない再開した。 ^{56}Fe の中性子捕獲後のインビーム・メスバウアースペクトルを, ステンレス鋼および高純度 α 鉄箔について測定した。また, ステンレス鋼 (SUS304) 試料の元素組成を即発 γ 線中性子放射化分析 (PGNAA) で定量した。中性子捕獲後にカスケードで放出される 14 keV γ 線の共鳴吸収率を計算し, 測定したインビーム・メスバウアースペクトルの peak-to-background 比を評価することでスペクトルの質を検討した[1]。

2. 方法

実験は JRR-3 研究炉の熱中性子ビームホールの PGNAA ポート ($f_n = 1.5 \times 10^8 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$) において震災以前の実験レイアウトを再現して行った。試料は, 厚さ 25 μm の SUS 箔および α -Fe 箔を用い, 入射中性子ビームおよび平行平板電子なだれ型検出器 (PPAC) に対してそれぞれ 45° の角度となるよう配置した。高エネルギー放射線および散乱中性子によるバックグラウンドを抑制するための Pb 遮蔽材を準備した。インビーム・メスバウアースペクトルは室温で測定した。

3. 結果および考察

SUS のメスバウアースペクトル (Fig. 1) では線幅の広い常磁性成分が観測された。 α -Fe では, 磁気超微細分裂に対応する 6 本の共鳴ピークが分離して観測することができた。

$^{56}\text{Fe}(n, \gamma)^{57}\text{Fe}^*$ 反応により放出される 14 keV- γ 線の共鳴吸収率について, ^{56}Fe の積分中性子捕獲断面積, 122 keV- γ 線の放出確率および内部転換係数を用いて評価したところ, 実際の PPAC 計数率は計算値を大きく上回った。この差は, 中性子捕獲時に生成される高エネルギー γ 線および二次放射線によるバックグラウンドによるもので, その結果 peak-to-background 比が低下したためと考えている。連続ビーム照射条件下では, 高エネルギー γ 線および散乱中性子の寄与はインビーム・メスバウアー測定において避け難いと考え, これらの影響を低減するためにパルス中性子ビームを用いてバックグラウンド抑制を向上させる方法を現在検討している。

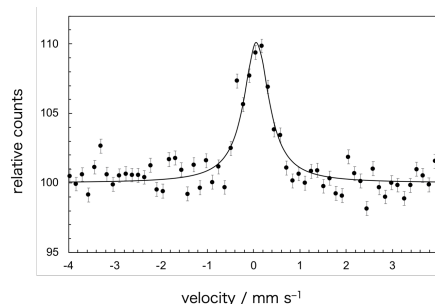


Fig. 1. Neutron in-beam Mössbauer spectrum of stainless-steel at room temperature.

Ref. [1] M. Yoshida et al., *Interactions*, 247, 43 (2026).

^{*1} Dept. Sci. Eng., Univ. Electro-Commun., ^{*2} RIKEN Nishina Center, ^{*3} Div. Arts Sci., Int. Christ. Univ., ^{*4} Grad. Sch. Sci., Osaka Univ., ^{*5} Grad. Sch. Sci., Kanazawa Univ., ^{*6} Sch. Eng., Tokyo Denki Univ., ^{*7} Mater. Sci. Res. Center, JAEA

Oral Presentation

📅 Fri. Jul 10, 2026 10:35 AM - 11:35 AM JST | Fri. Jul 10, 2026 1:35 AM - 2:35 AM UTC | 🏢 B (Conference Room Saturn)

放射線計測3

Chairman: Kenji Shimazoe (The University of Tokyo), Norikaki Katayama (Tokyo Metropolitan Industrial Technology Research Institute)

10:35 AM - 10:50 AM JST | 1:35 AM - 1:50 AM UTC

[3B02] Development of Bayesian-based rapid detection method for Low-level environmental gamma radiation

○ Shota Nakata¹, Soma Itiba¹, Hiroyuki Miyamaru¹ (1. OMU)

10:50 AM - 11:05 AM JST | 1:50 AM - 2:05 AM UTC

[3B03] High-sensitivity detection of environmental gamma radiation using coincidence method

○ Soma Ichiba¹, Syouta Nakata¹, Hiroyuki Miyamaru¹ (1. OMU)

11:05 AM - 11:20 AM JST | 2:05 AM - 2:20 AM UTC

[3B04] Evaluation of the effect of uniformity of Cs-137 gamma ray irradiation field on calibration using an on-site calibration irradiation system

○ Masahiro KATO¹, Nozomi Saito², Hiroyuki Tanaka² (1. AIST/NMIJ, 2. JCAC)

11:20 AM - 11:35 AM JST | 2:20 AM - 2:35 AM UTC

[3B05] Methods for the removal of tritium from liquid scintillator waste 2

○ Hirokazu Miyoshi¹, Tomoyuki Iwasaki² (1. ARREMC/Tokushima Univ., 2. ARSC/Ehime Univ.)

環境中の微量ガンマ線を対象としたベイズ推定による高速検知法の開発 Development of fast Bayesian estimation method for detecting trace amounts of gamma rays in the environment

大阪公立大学大学院 工学研究科 量子放射線系専攻^{*1}

○中田 将太^{*1}, 市場 颯馬^{*1}, 宮丸 広幸^{*1}

(NAKATA, Shota^{*1}; ICHIBA Soma^{*1}; MIYAMARU, Hiroyuki^{*1})

1. はじめに

東日本大震災による原発事故により、放射性物質であるセシウム 137(Cs-137)が環境中に放出され現在も広い地域の土壌に残留している。また発電所近隣地域の除染により発生した大量の除染土（復興再生土）は今後全国各地での活用が考えられており、極微量 Cs-137 の検知は重要となる。一般にシンチレーション検出器を用いた屋外でのガンマ線測定では、微量の Cs-137 から放出される 662 keV の光電ピークは自然バックグラウンド(BG)スペクトルに埋もれやすく有意な検知には長時間の測定を要する。本研究では、臭化セリウム(CeBr3)シンチレーション検出器からのエネルギースペクトルを対象として、ベイズ推定に基づいた Cs-137 のガンマ線を高速に検知する手法の開発を行っている。

2. 方法

本手法は広域ベイズ推定と局所ピーク推定の2つの指標を組み合わせた逐次検知法である。

図1に示すように、緑色で示した広域スペクトル領域を用いたベイズ推定では、PHITS シミュレーションで得た Cs-137 の検出器応答スペクトルと事前計測した BG スペクトルを基にモデルを構築し、逐次更新されるスペクトルデータから Cs-137 計数率の事後確率分布を推定した。青色で示す局所ピーク推定では、カリウム

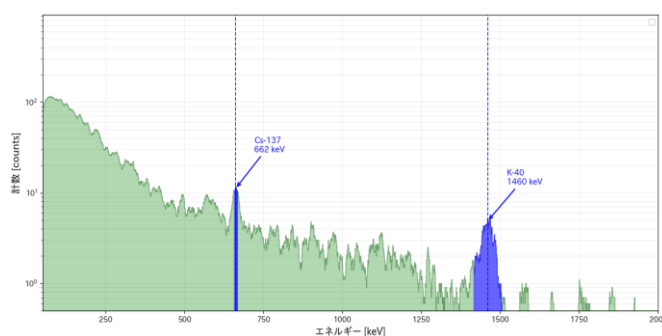


図1. ガンマ線スペクトルと各監視領域

40 の形成する 1460 keV ピーク領域を参照指標として、Cs-137 が存在しない条件における BG が成す 662 keV ピーク領域との計数率比率の差を Cs-137 のピーク形状で重み付けしながら逐次累積した。両指標において Cs-137 が存在する確率がそれぞれ設定した閾値を超えた時点で検知と判定した。両指標が各々設定した閾値を超えた時点で AND 条件により検知と判定し、理論誤検知率を 5%以下に抑えるとともに、2 指標が使用するスペクトル領域が重複しないよう設計した。

3. 結果および考察

従来法（5 分積算）における検出限界相当の Cs137 計数率を対象に、1000 回のシミュレーションを実施した。1.5 インチの CeBr3 シンチレーション検出器を用いた場合の測定結果をもとに、検知率 99%、平均検知時間約 50 秒、誤検知率 4%が得られ、従来法と比較して検知時間を約 1/6 に短縮しつつ、高い検知率を維持することが確認された。本手法は事前 BG データを必要とするが、複数サンプリング試料のスクリーニングでは一度の事前計測で対応可能であり、サンプリング数が増えるほど従来法に対する時間的優位性が拡大する。今後は実測データによるパラメータ最適化と検証を課題とする。

^{*1} Graduate School of Engineering, Osaka Metropolitan University

同時計数法を用いた環境中微量ガンマ線の高感度検出 High-sensitivity detection of environmental gamma radiation using coincidence counting method

大阪公立大学大学院工学研究科 量子放射線系専攻^{*1}

○市場 颯馬^{*1}, 中田 将太^{*1}, 宮丸 広幸^{*1}

(ICHIBA, Soma^{*1}; NAKATA, Shota^{*1}; MIYAMARU, Hiroyuki^{*1})

1. はじめに

放射性物質であるセシウム 137 (Cs137) は東京電力の原子力発電所事故に由来する長期的な環境汚染の主要核種であり、662 keV のガンマ線を放出する。しかし、自然環境中において Cs137 の微弱な放射能を測定する場合、光電ピークは環境中の連続ガンマ線やコンプトン散乱連続部等のバックグラウンド (BG) に埋もれやすく、特に遮へいが困難な屋外では検出が困難となる。

本研究は、この問題を解決するため、複数のシンチレーション検出器を用いた同時計数法に基づく計測手法を提案し、開発を行っている。本発表では同時計数回路による 2 次元エネルギースペクトルの取得とその解析に関する実験結果を報告する。

2. 方法

本研究では、2 台のタリウム活性ヨウ化ナトリウムシンチレーション (NaI(Tl)) 検出器を近接に配置し、同時計数回路に接続しその同時事象信号のみを取り出して 2 次元エネルギースペクトルを取得し解析した。実験では Cs137 標準線源を用いて線源-検出器間距離および計測時間を変化させることで、計数率を変化させながら測定を行った。

2 台の検出器で同時に検出された事象は、両検出器の波高値を縦横の軸にとった 2 次元スペクトルとして記録される。Cs137 は 1 台目でコンプトン散乱されたガンマ線が 2 台目の検出器内で光電効果を行った場合には、2 台の検出器に分配されるエネルギーの和が元のガンマ線エネルギーに等しくなる。このような事象は、2 次元スペクトル上では負の傾きをもつ直線分布が現れる。また BG の多くの事象は同時計数事象から除外され、チャンスコインシデンスによる同時計数事象も Cs137 による分布の位置とは異なる領域に計数を与えるために、2 次元スペクトル上では BG の低減が期待できる。

Cs137 のガンマ線に相当するこの斜めの分布に沿った領域内の計数を積算することで、Cs137 による計数を取り出すことができる。各計測時間における領域内計数率と BG 計数率の差を BG のポアソンゆらぎで割ることで有意度を求め、検知性能の計数率による影響を評価した。

3. 結果および考察

NaI(Tl)検出器 2 台を用いて遠方に配置した Cs137 標準線源を測定し、同時計数と単一スペクトル測定を比較した結果、現状では単一測定によるピーク認識性能が同時計数によるものを上回った。次に偶発同時計数 (チャンスコインシデンス) の低減のため鉛遮蔽を施すと、BG 計数率が低下し同時計数でも Cs137 の検出が可能になった。しかし、鉛遮蔽の条件下でも、2 次元同時計数の有効性を単一スペクトルに対して明確に示すには至らなかった。これは散乱線の検出効率が低いことに起因している。今後は 2 次元スペクトル上で Cs137 の信号が集中する領域に限定して信号抽出することや、市販の検出器形状にこだわらず同時計数法に適した検出器デザインを検討する予定である。

^{*1} Graduate School of Engineering, Osaka Metropolitan University

現地校正用照射装置による Cs-137 ガンマ線照射場の不均一性が校正に及ぼす影響の評価

Evaluation of the effect of nonuniformity of Cs-137 gamma ray irradiation field on calibration using an on-site calibration irradiation system

産総研・計量標準^{*1}，日本分析センター^{*2}

○加藤 昌弘^{*1}，斎藤 望美^{*2}，田中 博幸^{*2}

(KATO, Masahiro^{*1}; SAITO Nozomi, TANAKA Hiroyuki^{*2})

1. はじめに

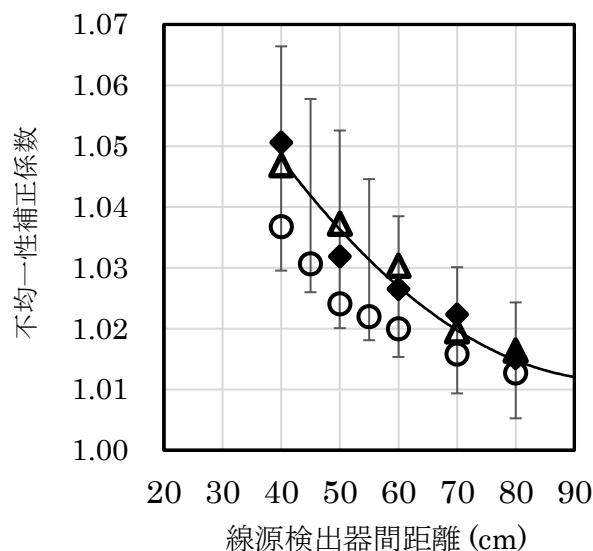
モニタリングポスト等の環境 γ 線による空間線量を測定する据付型の環境モニタリング機器を現地校正する手法として、可搬型の現地校正用照射装置によって校正する手法^[1]が用いられている。この手法では、放射線管理区域を設定せずに使用可能な比較的小さい数量の線源を用いる必要があるため、線源検出器間距離は 40 cm から 1 m 程度と短い距離で測定が行われる。検出部が大きい電離箱式の線量計を校正する場合は検出器に対して γ 線が均一に照射されないことになるため、不均一性の影響を見積もる必要がある。本研究では 22 L の電離箱式線量計について不均一性の影響を補正係数として評価した。

2. 方法

22L 電離箱式線量計の校正定数を、①産総研の γ 線照射施設、②現地校正用照射装置の両方で測定し、値を比較した。線源は Cs-137 に対して行った。現地校正用照射装置については線源検出器間距離 d を 40 cm から 1.0 m まで変化させた。さらに EGS5 コードによるモンテカルロシミュレーションにより、Cs-137 ガンマ線が③平行に照射された場合の校正定数と④拡散ビームとして照射された場合の校正定数とを計算し、線源検出器距離ごとにこれらの校正定数の比を求めた。測定による導出は 2 回行った。①～④の方法で得た校正定数をそれぞれ N_1 , $N_2(d)$, N_3 , $N_4(d)$ とし、 $N_1/N_2(d)$ および $N_3/N_4(d)$ を不均一補正係数として d に対してプロットした。

3. 結果および考察

2 セットの測定値とシミュレーション値は 2% 以内で一致した。シミュレーション結果に基づき、補正係数を決定するための近似式を導出した。40 cm から 80 cm の線源-検出器距離の範囲において、補正係数に関連する拡張不確かさ(包含係数 $k=2$)は 1%-1.8%であると評価した。この結果は、本研究で提案した補正法が、環境モニタリング機器の実用的な現場校正において十分な精度を提供することを示している。



図：線源検出器間の関数としての不均一補正係数。
○, △：測定による結果($N_1/N_2(d)$ より導出)。◆：シミュレーションによる結果($N_3/N_4(d)$ より導出)。実線：シミュレーション結果に対する近似式による値。エラーバー：近似式による補正係数の拡張不確かさ。いくつかの距離について示した。

[1] M. Kato et al., Journal of Radiation Protection and Research 2024; 49(4): 166-173.

^{*1} National Metrology Institute of Japan, AIST

^{*2} Japan Chemical Analysis Center

液体シンチレータ廃液からのトリチウム除去法の検討 2

Methods for the removal of tritium from liquid scintillator waste 2

徳島大学放射線総合センター^{*1}, 愛媛大学学術支援センター^{*2}

○三好 弘一^{*1}, 岩崎 智之^{*2}

(MIYOSHI, Hirokazu^{*1}; IWASAKI, Tomoyuki^{*2})

1. はじめに

低エネルギー β 線の放射能測定には、液体シンチレータ(LS)を用いた液体シンチレーションカウンター(LSC)で測定する方法が一般的である。生じた LS 廃液は、有機溶媒や界面活性剤を主成分とした LS と RI 標識化合物水溶液の混合状態にある。自施設での放射能濃度を限定した LS の焼却処理または日本アイソトープ協会による引取りによって処分している。前回の報告では、トリチウム(^3H)の LS 廃液について、Molecular Sieves (MS)と、有機溶媒相と水相の分離が可能な Phase separator (PS)を用いて ^3H の除去結果を発表した。本研究では、MS と PS を組み合わせた簡便で効果的な ^3H の除去法と除去率について調べた結果を報告する。

2. 方法

トリチウム水(HTO)を 100 μL 採取して LS(National diagnostics, Ecoscint Ultra) 8 mL と混合し、LS 廃液のモデル溶液とした。MS 3A, 13X (富士フィルム) をガラス製ろ過筒に一定量詰め、LS 廃液を 0.8 mL/g として MS 3A, 13X を満たすように加えて 0~192 時間浸した。その後、1 枚の PS (Cytiva)でろ過して得られた廃液中の ^3H の正味の計数率を LSC-6100 (Aloka)で測定して LS 廃液中の ^3H 残存率を算出した。

3. 結果および考察

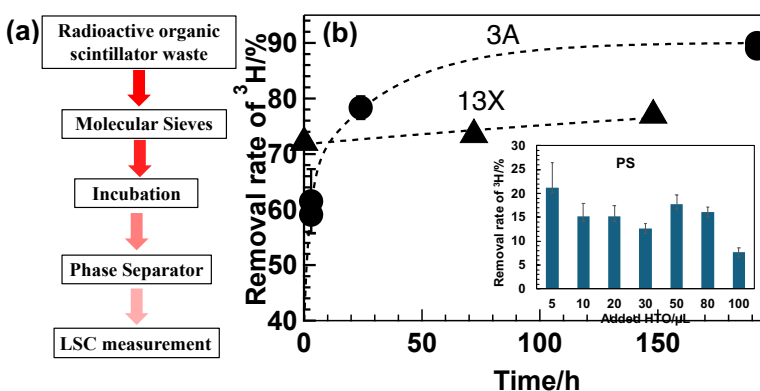


Fig.1 (a)Procedure of ^3H removal. (b) Removal rate of ^3H vs time.

Inset: Removal rate of ^3H vs. added HTO using PS.

α -cage (super cage)と β -cage (sodalite cage)があることから、 α -cage への早い吸着と β -cage への遅い吸着を示唆している。(R. Lin et al. *Ind. Eng. Chem. Res.* **2015**, 54, 10442–10448.) MS 3A への浸漬時間の増加とともに LS 廃液中の HTO 吸着量が増加し、PS に滴下される LS 廃液中の HTO は減少することから、PS による HTO 除去率は増加する(挿入図)と考えられる。

4. 結論

HTO を含む LSC 廃液を MS 3A に 192 h 浸漬した後、PS で濾過することで 90%以上の HTO を簡便に除去することができた。

^{*1} Adv. Rad. Res., Edu. Mgmt. Ctr., Tokushima University

^{*2} Advanced Research Support Center, Ehime University

Oral Presentation

🎵 Fri. Jul 10, 2026 10:30 AM - 11:15 AM JST | Fri. Jul 10, 2026 1:30 AM - 2:15 AM UTC | 🏢 C(Conference Room Uranus)

放射線教育・安全文化

Chairman: Masahiro Hirota (Shinshu University)

10:30 AM - 10:45 AM JST | 1:30 AM - 1:45 AM UTC

[3C02] Teaching Material Development of Deterministic Effects (Tissue Reactions) for Radiation Education

○Tomohisa Kakefu¹ (1. JSF)

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

[3C03] Learn about radon with a cloud chamber

○Yukio YOSHIZAWA Yoshizawa¹ (1. Radiation Education Forum)

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

[3C04] Theoretical Structure of Safety Culture in Medical Radiation Practice: A Theoretical Construct Mapping Study of the IAEA Radiation Safety Culture Traits

○Naoyuki WATANABE¹ (1. IAEA/Kanagawa Prefectural Government)

放射線教育のための確定的影響（組織反応）の教材開発
Teaching Material Development of Deterministic Effects (Tissue Reactions)
for Radiation Education

（公財）日本科学技術振興財団^{*1}

○掛布 智久^{*1}

（KAKEFU, Tomohisa ^{*1}）

1. はじめに

当財団では、放射線教育に取り組む教職員をサポートするため、eラーニングページ、コンテスト（放射線教材、放射線授業事例）、出前授業、貸出等、放射線教育支援サイト“らでい”（<https://www.radi-edu.jp/>）を通じた様々な情報提供、活動を行っている。放射線の学習に際し、児童生徒が強く興味関心を示すテーマの1つに「人体影響」がある。特に、生物を選択しなかった高校生、大学生にも取り組むことのできる「人体影響」に関する教材を開発し、実習を通じた放射線教育のさらなる充実を目指している。本発表では、昨年度の「確率的影響」をテーマにした教材開発に続いて、「確定的影響（組織反応）」について開発した教材を紹介する。

2. 方法

環境省『放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料（令和6年度版）』の「細胞死と確定的影響（組織反応）」（<https://www.env.go.jp/chemi/rhm/current/03-02-05.html>）では、「放射線の量が増え、死亡する細胞が増加すると、その組織や臓器の機能が一時的に衰え、臨床症状が出る場合があります」「さらに大量の放射線を浴び、組織や臓器の細胞の損傷が大きい場合には、永久に機能喪失や形態異常が起こる可能性があります」との説明がある。この確定的影響（組織反応）の内容を学習する教材として100円ショップなどで簡単に入手できる（株）成成『ぐらっとモンキーツリー（図1）』を活用することができるのではないかと考えた。『ぐらっとモンキーツリー』のそれぞれのくぼみを「細胞」、くぼみの集合である緑色の板を「組織」と見立て、そのくぼみにピンが載ることで細胞損傷を表現してみた。ピンを何個も載せていくと、どこかでバランスを失って崩れる仕組みを使って、しきい線量を超えて「組織」が回復不能となる場面を表現したいと考えたわけである。

そこで、いくつかの高校や大学で本教材を活用した授業（講義）を実施して、アンケートによる効果測定、教材内容（説明、実習の手順等を含む）のブラッシュアップを図ることにした。

3. 結果

アンケート結果によると、「わかりやすかった」「関心度は高くなった」「積極的に取り組めた」「身近な問題としてとらえることができた」「仕組みがよくわかった」という設問に対し、多くの受講者からポジティブな回答を得ることができた。その理由の1つに、「DNA」ではなく、「細胞」と大きく捉えることによって、中学校理科の知識があれば理解できる内容となったことが考えられるだろう。

4. 謝辞

放射線による人体影響をテーマにした教材を開発するにあたり、元帝京大学教授・鈴木崇彦氏、（公財）環境科学技術研究所理事長・島田義也氏に、多大なるご指導とご助言を賜りました。深く感謝申し上げます。



図1. 『ぐらっとモンキーツリー』

^{*1} Japan Science Foundation

ラドンについて霧箱で学ぶ

Alpha rays from Radon in water can be observed using a cloud chamber

放射線教育フォーラム

吉澤 幸夫

(YOSHIZAWA, Yukio)

1. はじめに

放射線は目に見えないため実感が伴いにくく、その理解は容易ではない。そのため、放射線測定器を用いて、客観的な「測定値」として把握することが放射線の存在を理解する手段の一つとなる。一方、霧箱を用いると、放射線を飛行機雲のような白い飛程として観察できる。抽象的な「電離作用」や「放射線の軌跡」を可視化することで、直感的な理解を促すことができ、教育的価値が高い。

本稿では、湧水等の水中に溶け込んでいるラドンを気体として回収して霧箱で観察する方法について解説し、さらに観察結果の解釈について述べる。本手法により、大地に含まれるウランやトリウムが崩壊し、子孫核種を生み出している様子を観察することができる。

2. 方法

2.1 霧箱の作成

容器には市販のプラスチック密閉容器「パール金属 HB-1427 NEW キープロック 正方形 M」を用いた。底面を均一に冷却するため、容器底面の外面を厚さ 0.1 mm のアルミテープで覆った。また、飛跡を見やすくし、エタノールを効率よく拡散させるため、十字形に切り抜いた黒色の手芸用フェルトを敷き詰めた。

2.2 試料の調製

ラドン試料の調製には、250 mL 広口洗瓶を用いた。内部のチューブを約 8 cm 切断して短くすることで、容器を圧縮した際に液体ではなく上部の気体のみ排出されるように加工した。この洗瓶に試料水 125 mL を入れ、激しく 1 分間振盪させて水中のラドンを気相に移行させた。

2.3 霧箱での放射線の観察

霧箱の底に消毒用エタノールを深さ 3 mm 程度入れ、容器の上部をリケンテクノス フォーラップで覆い、輪ゴムで密閉した。室温で数分間放置してエタノールを気化させた後、ドライアイスを敷き詰めた容器の上に霧箱を水平に置いた。ラップを止めている輪ゴムを少し持ち上げ、その隙間から洗瓶内の空気を 2.5 mL ほど霧箱の上部に注入した。室内を薄暗くし、霧箱を斜め上から LED ライトで照らして飛跡を観察した。

3. 結果および考察

気体の注入直後は霧箱内が一時的に白い霧状となったが、1～2 分後に過飽和領域が回復すると、放射線の飛跡が観察された。 ^{222}Rn のアルファ線のエネルギーは 5.59 MeV で飛跡は 4 cm、 ^{220}Rn は 6.288 MeV で飛跡は 5 cm で、両者の判別は飛跡の長さからは難しかった。 ^{222}Rn の子孫核種である ^{218}Po は半減期 3.10 分で、 ^{220}Rn の子孫核種である ^{216}Po は半減期 0.145 秒である。その結果、 ^{220}Rn が壊変した直後に高確率で ^{216}Po が壊変し、V 字型の飛跡が形成され、 ^{220}Rn と ^{222}Rn を判別することができた。

4. 結論

霧箱を用いた授業は、普段目に見えない放射線が水や空気と同じように自然界に普遍的に存在していることを認識させる。単に飛跡を見るのではなく、「なぜ放射線が存在するのか」、「その量はどれくらいか」について生徒自らが問いを立て、探究する学習の場を提供できる点で大きな意義を持っている。

The Radiation Education Forum

医療放射線分野における安全文化の理論的構造：

IAEA 放射線安全文化特性の理論的構成概念マッピング

Theoretical Structure of Safety Culture in Medical Radiation Practice:

A Theoretical Construct Mapping Study of the IAEA Radiation Safety Culture Traits

国際原子力機関^{*1}，神奈川県^{*2}渡邊 直行^{*1,2}(WATANABE, Naoyuki^{*1,2})1. はじめに

医療および高リスク技術領域において安全文化は基盤概念として広く受容されている。医療放射線分野では IAEA Radiation Safety Culture Traits が規範的枠組みとして参照されるが、その構成要素の理論的位置づけは必ずしも明確ではない。安全文化は複数の理論伝統にまたがる多層的概念であり、この不明確性は解釈や実践に影響し得る。そこで本研究は IAEA Traits を対象に、複数の理論視座から理論的構成概念マッピングを行い、その理論的射程と分布構造の明確化を目的とする。

2. 方法

IAEA Traits の各 trait (特性) の公式解説文および記述中に反復して現れる構成要素を抽出し、これを分析単位として要素レベルで対応判定を行い、その結果を trait 単位へ統合した。分析には、組織行動論、安全風土理論、社会技術システム (STS) 論、Guldenmund, F.の三次元モデル、Schein, E.H.の組織文化に基づく三層モデルの五つの理論視座を参照枠として用いた。各要素については、対象とする現象の性質、作用点 (個人・チーム・組織、現場・管理層・経営層)、およびプロセス位相 (報告、意思決定、実行、学習・改善) を記述化した上で、各理論概念との整合性に基づき 4 つのレベルの対応度を判定した。さらに、対応度を数値化してヒートマップとして可視化し、IAEA Traits が理論空間のどの領域に重心を置くかという分布構造を体系的に示した。

3. 結果および考察

理論マッピングの結果、IAEA Traits は安全関連行動を、心理社会的相互作用に加えて作業プロセス、意思決定、リーダーシップ責任といった制度的・構造的条件を含む多層的メカニズムとして捉える構成を示した。組織行動論的には学習や発言を支える機序に加え、業務設計や統治責任への対応が相対的に強く、STS 視座では社会・技術・組織・情報の四要素に広く主対応が分布した。安全風土理論においても、相互作用的条件に加え、資源配分や意思決定過程に関する知覚を明示的に含んでいた。さらに Guldenmund の三次元では心理・行動・構造の各層にまたがる分布を示し、Schein, E.H.の三層モデルでは主として中層に位置しつつ、制度化された実践への接続を特徴とした。以上より IAEA Traits は、安全文化を規範と制度設計の統合構造として提示する枠組みであることが示された。

4. 結論

本研究の結果、IAEA Traits は安全文化そのものを直接測定する枠組みではなく、安全関連行動を成立させるための規範的条件と制度的構造を提示する参照枠組みとして位置づけられた。対象は発言可能性や学習循環に加え、作業プロセス設計、意思決定、資源配分、リーダーシップ責任などの社会技術的条件である。これらは相互作用と構造にまたがる条件として統合され、安全文化を規範と実践の結合構造として捉える特徴を示した。以上より IAEA Traits は、安全文化を行動生成条件の体系として理解するための理論的基盤を提供する。

^{*1} International Atomic Energy Agency

^{*2} Kanagawa Prefectural Government