

---

 都立駒込病院放射線科部長
 

---

体幹部定位照射(SBRT(Stereotactic Body Radiation Therapy))とは限局した体幹部腫瘍に対して、狙いを定めて、一回大線量照射を一回もしくは数回に分けて集中的に照射し、治療成績を上げようとする照射法。SBRTによって局所制御率が向上し、生存期間の延長にも寄与すると考えられており、その一方で有害事象がほとんど認められないというメリットを有することから、先進国でもより積極的に用いられるようになってきている技術であるが、SBRTは早く治療を終わらせられるというメリットも持っていて、特にインフラが整っていない新興国、発展途上国の治療に貢献すると考えられる。そこで、SBRTが先進国で普及してきた2010年頃にこのプロジェクトは企画された。韓国がリード国になって4年間のコースが認められ、2012年6月にソウルでキックオフ会議が開催されて以来、トレーニングコース4回を行い、好評のうちに高い評価を受けたため、2016年からさらに4年間のコースが認められた。同期にトレーニングコース5回が行われた。この8年間でほとんどの国でSBRTが開始され、幅広く普及してきている。その一方で、国によって、インフラの整備やスタッフ数が大きくばらついていて、今後この技術がどの国でも一般的に行き渡らせるようにすることが今後の課題である。このプロジェクトは本年度で終わるが、これからもこの技術の伝承は続けられていくと考えられる。

---

### アジア太平洋海域生態系における原子力施設からの放射性物質放出に対する海洋放射能モニタリングと影響評価

小林 卓也

---

 日本原子力研究開発機構 原子力基礎工学研究センター  
 環境動態研究グループリーダー
 

---

2011年3月に発生した東京電力福島第一原子力発電所事故により、放射性物質が大気・陸域経由または直接海洋へ放出され、海洋汚染を引き起こした。海洋環境の汚染状況を把握し対策を検討するために、平常時及び緊急時に放出された放射性物質の濃度を測定し影響評価を実施することは、近年原子力発電所の立地が進む東アジアを包囲する海洋において重要である。そこで、2012年から2015年までの4年間は、RAS7021「福島第一原子力発電所から放出された放射性物質が太平洋地域に与える影響に関する海洋ベンチマーク調査」が実施された。RAS7021の後継プロジェクトとして2017年から2020年までの4年間は新たにRAS7028として「アジア太平洋海域生態系における原子力施設からの放射性物質放出に対する海洋放射能モニタリングと影響評価」を実施している。本プロジェクトの主な目的は、平常時及び緊急時における放射性物質の海洋放出に対して、参加各国の海洋放射能モニタリングと影響評価解析の実施能力の向上のために人材育成を行うものである。

## 放射性同位体トレーサを用いた流砂系の土砂生産源推定

水垣 滋

国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所

寒地水圏研究グループ 水環境保全チーム 主任研究員

RAS7031「海面上昇および気候変動に対する沿岸地形および生態系の脆弱性評価」には、オーストラリアをリードカントリーとして 16 か国が参加している。沿岸地域に人口密集地域が多く分布するアジア・太平洋諸国は、海面上昇や気候変動に伴う様々なリスクに直面している。RAS7031 では、

沿岸地域の地形・生態系の脆弱性・回復力を評価するために、過去の気候変動による海面上昇の記録が反映された沿岸堆積物について、放射線技術を用いた年代測定や同位体分析による土砂・有機物の供給源推定等、アジア・太平洋地域の諸国の能力向上と技術協力を目的としている。

日本では、海面上昇や気候変動に対する砂浜の消失が沿岸域における最も深刻な問題の一つであり、山地から海岸まで適切な土砂バランスを考慮した「流砂系の総合的な土砂管理」が求められている。本ポスターでは、土木研究所・寒地土木研究所で取り組んできた研究課題のうち、岩石由来の放射性同位体をトレーサとした土砂生産源推定手法について紹介する。

## ガンマ線と炭素イオンビーム照射によるイネ突然変異体の全ゲノムシーケンス解析

森下 敏和

農研機構 次世代作物開発研究センター 放射線育種場 場長

イネ乾燥種子へのガンマ線およびイオンビーム照射によって得られた変異体 (M5 世代) の全ゲノム配列を比較した結果、1 個体あたりそれぞれ 81.2 と 64.6 個の変異があった。ガンマ線照射はイオンビーム照射より多数の小さい変異を誘発し、イオンビーム照射では複雑なゲノム構造の変異を誘発できることがそれぞれの特徴である。また、コストや変異の特性など総合的に判断して、イネなど種子繁殖性作物の突然変異育種には、ガンマ線はイオンビームより有用であることを示した。(担当: 任期付き研究員李鋒)

Promoting the Application of Mutation Techniques and Related Biotechnologies for the Development of Green Crop Varieties (突然変異技術と関連生物学技術の利用促進による環境調和型作物品種の育成)

多収等を目指した突然変異育種法の開発および素材を育成することを目的とする。ガンマ線照射によるイネ突然変異の誘発と選抜により複数の多収突然変異系統を得て、これらの栽培評価を進めている。一方、イネの多収性を支配する遺伝子の解析やガンマ線とイオンビームの変異誘発効果の比較を遺伝子レベルで行っている。これらの研究成果は IAEA/RCA 国際会議 (IAEA/RCA Meeting on Assessing Nutrient Use Efficiency in Mutation Breeding Programme, Beijing, China, 19 - 23 August 2019) で紹介した。

## 我が国における RCA 地域への非破壊検査技術者の育成とその発展の歴史

大岡 紀一

一般社団法人 日本非破壊検査協会 顧問

我が国における RCA 地域への 1980 年からの UNDP/IAEA/RCA による第 1 期計画は非破壊検査に関する導入期で、シンガポールにおいて Regional Training Course を初めて開催し、地域の各国からの試験・検査技術者の参加を得て、Advanced course としても実施した。

1987 年からの第 2 期計画では放射線透過試験及び超音波探傷試の有資格技術者の育成に重点をおき、東京において、非金属材料の非破壊試験あるいは非破壊試験で用いられる画像処理技術に関する Workshop などを行った。ここでは、10 か国 12 名が参加している。一方、各種非破壊試験の適用にあたり、欠陥（きず）の検出に先立って用いられる重要な非破壊試験用試験体の製作に関する Workshop を世界に先駆けて神戸において実施し、その技術は各国における Training Course あるいは資格試験に用いる試験体の製作に反映させることができた。また、非破壊試験を用いて欠陥（きず）の検出とその寸法測定に関する東京での Workshop には 11 か国から 12 名の参加者であった。さらに、この期では RCA 地域の各国へ、日本非破壊検査協会は 10 回を越える講師派遣を行って、講義及び実技の Training Course に対して、地域への積極的な技術指導を進めてきている。一方、欠陥付試験体を国内で作成し、その試験体による回送実験をインドネシア、マレーシア、韓国、シンガポールにおいて行い、欠陥検出手順の確認及び有資格検査技術者の検出技術レベルなどを検討し、その後の Training Course へ役立たせてきた。このように日本からの指導、協力によって、各国は非破壊検査協会を設立するに至った。現在では非破壊試験・検査に関して、各国の非破壊検査協会が主体となって、各種非破壊試験・検査の Training Course、Workshop、Seminar などを開催するとともに非破壊試験技術者の資格・認証制度を推進している。

2007 年からは RCA 活動の発展期として、日本非破壊検査協会において独自の NDT（非破壊試験）Training Program を作成し、RCA 地域の各国から有資格試験技術者を東京の日本非破壊検査協会に招聘して、さらなる育成に努めてきている。

2017 年からは非破壊試験・検査技術の成長期として、社会インフラ構造物、例えばコンクリート構造物へ適用するための有資格検査技術者による Workshop、Training Course を国内トップの非破壊試験・検査専門家によって東京で開催し、RCA 地域の非破壊検査技術の向上に貢献している。IAEA の要請によって福島で開催した第 1 回の RCA の Coordination Meeting においては 12 か国から 26 名の参加を得て、翌年の 2018 年に東京の日本非破壊検査協会で開催した Supporting Human Resource Development and Technology Regional Workshop on Non-Destructive Testing and Radiation Technologies for Executive Management に関する Workshop には 10 か国 13 名が参加して、地域の各国の有意義な情報交換を行うとともに地域間の試験・検査技術の共有化を図ることができる貴重な成果を得ている。

## 別紙資料 9

### アジア太平洋地区における中等学校 NST 教育の新たな展開と日本の役割 -Development of Modules and Tools for Improvement of Public Radiation Literacy-

飯本 武志

東京大学 環境安全本部 教授

大学院 新領域創成科学研究科 (兼任)

アジア太平洋地区における中等学校 NST (原子力科学技術) 教育に関する活動の中で、国際的に高い評価を受けている日本の活動と役割を紹介する。IAEA は NST 人材育成に関する技術協力プログラム (同地区の中軸教員を育成し、地域の標準的な NST 教育カリキュラムの策定を目指している。第 I 期 2012~2016 年、第 II 期 2018~2021 年) を主宰している。

本プログラムでこれまでに選抜されたフィリピン、インドネシア、マレーシア、タイ、スリランカ、ヨルダン、オマーン、モンゴル 8 か国において、中等学校における NST 教育の導入を目的としたパイロット活動が、Team JAPAN や米国 TAMU/ANL、豪州 ANSTO 等による指導で継続中である。各国経験からのフィードバックを活かし、Team JAPAN は独自にさらなる教育モジュール、ツールの開発を進めてきた。たとえば、大視野ペルチェ冷却式霧箱、教育用次世代型環境放射線サーベイメータ、教育用工作式簡易放射線計数管、自然物質を材料とした放射線源、等がその主な開発事例である。これらに代表されるツールやそれに基づく教育モジュールを今後どのように広く国際展開させ、かつ各国事情に適合させるとともに、学校教育の現場で適切でかつ安全に扱うための必要な環境を整備できるか、等が次の重要な検討課題となろう。

【参考】飯本武志他；アジア太平洋地区における中等学校 NST 教育の新たな展開と日本の役割；環境と安全；9(3), 1-7 (2018)

### $^{226}\text{Ra}(\gamma, n)^{225}\text{Ra}$ 反応を利用した $^{225}\text{Ac}$ 製造の研究

尾関 政文

東京大学大学院 工学研究科 原子力国際専攻

上坂研究室 修士課程 1 年

近年、 $\alpha$ 線放出核種を用いた放射性医薬品が注目されている。国内では、 $^{223}\text{Ra}$ を用いた医薬品がはじめて臨床応用され、その治療効果が (高 LET、高 RBE) が注目された。

最近では $^{211}\text{At}$ や $^{225}\text{Ac}$ といった核種に焦点が当てられ、新しい $\alpha$ 線放出核種の可能性が研究されている。上坂研究室では、線形加速器の応用研究がなされており、これまでは、電子ライナックを利用して SPECT 検査用の医薬品に用いられる $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ を製造する研究が行われてきた。そのノウハウを活かすため、比較的半減期の長い $^{225}\text{Ac}$ の製造研究を開始しており、初期検討としてターゲット設計を行った。今後はターゲットの熱設計を行い、工学的な制約条件を確かめたうえで、条件に最適な電子ライナックを設計していきたい。

オール広島による放射線医療・被ばく者医療国際協力

永田 靖

---

放射線被曝者医療国際協力推進協議会（HICARE）幹事

広島大学大学院医系科学研究科放射線腫瘍学教授

---

HICARE は、広島が有する被曝者治療の実績や放射線障害の研究を生かして世界の被曝者医療へ貢献することを目的とし、1991年設立。以来、研修生受入れ、専門家の派遣等各種事業を実施。

2010年8月、当時の天野之弥 IAEA 事務局長が広島を訪問した際、HICARE と IAEA の間で、放射線被ばく者の治療及び研究に関する事業の協働実施に関する「覚書」を締結し、2014年に IAEA 協働センターに指定された。

故天野事務局長からの、途上国のがん治療の向上のため、がん患者への放射線治療を担う人材育成への協力要請を受け、RCA等を活用した放射線治療に関する国際医療研修を3回実施し、アジアから多数の研修生を受け入れるとともに、2019年9月から2か月間、TCプログラムを活用してモンゴルを対象とした国別研修を実施することにより、同年6月にモンゴルに初めて導入された高精度放射線治療装置の運用に大きく貢献している。

このほかに、放射線事故及び災害への医療対応や生物学的線量評価に関する医療研修、IAEAへの広島大学医学生のインターン派遣、広島大学によるフェニックスリーダー育成プログラム、放射線腫瘍学講座のチーム医療プロジェクト、広島がん高精度放射線治療センター(HIPRAC)による講習会等、オール広島での放射線医療・被ばく者医療国際協力を実施している。

---

FNCA（アジア原子力協力フォーラム）

内閣府・  
文部科学省

FNCAとは、内閣府と文部科学省が中心となって進めている、近隣アジア諸国との原子力技術の平和利用における国際協力の枠組みです。現在、オーストラリア、バングラデシュ、中国、インドネシア、日本、カザフスタン、韓国、マレーシア、モンゴル、フィリピン、タイ、ベトナムの12ヶ国が参加し、イコールパートナーシップの下、原子力科学技術分野における共同研究、情報交換、原子力基盤整備支援を中心とした協力活動を進めています。

具体的な取り組みとしては、大臣級会合、上級行政官会合、コーディネーター会合、スタディ・パネルの4つの国際会合における意見交換及び放射線治療や研究炉利用等7つの個別プロジェクトについて、ワークショップや公開セミナーを開催し、活動の成果と計画を議論しています。