

2026年4月10日作成

第90回(通算第215回)放射線防護研究会

「医療における放射線の可視化について」の概要報告

日時:令和8(2026)年2月21日(土)13:30-17:00

場所:ハイブリッド開催

- ・(株)千代田テクノル本社 2階会議室
- ・オンライン(ZOOM Webinar)

参加者:31名

プログラム

司会:工藤 幸清 放射線安全フォーラム 企画委員

(弘前大学 大学院保健学研究科 教授)

講演:

1. 医療現場の散乱線のピンホールカメラによる可視化

小山内 暢 氏(弘前大学大学院 保健学研究科)

2. 医療放射線のクロスリアリティ(XR)による可視化

藤淵 俊王(九州大学大学院 医学研究院(放射線安全フォーラム 理事))

3. 医用イメージング技術の異分野への発展、植物 RI イメージング研究

河地 有木（量子科学技術研究開発機構）

4. 総合討論

開催趣旨

放射線の可視化は、福島復興支援に向けた放射線モニタの開発や、福島第一原子力発電所の廃炉作業に向けた放射能汚染の可視化など、放射線防護策を講じるためのよい情報源となっている。第 81 回放射線防護研究会では原子力関連の放射線可視化カメラについて討論した。今回は医療における放射線の可視化をテーマに、散乱線のピンホールカメラによる可視化、散乱線の VR 可視化、核医学検査での PET 薬剤と SPECT 薬剤の同時測定を可能にする医療用コンプトンカメラによるイメージングなど、これらの技術の現状と利用について専門家からご紹介いただき、放射線防護の観点を加えて、今後の見通し、課題などについて討論する。

1. 医療現場の散乱線のピンホールカメラによる可視化

放射線のリスクに関する疫学研究が進展しており、医療従事者の職業被ばくの最適化がより重要になっている。特に線量が高い労働者の線量を減らすために線量が小さい労働者の貢献をより求める局面もあると考えられる。

医療機関で労働者が曝露するのは、多くは、X 線照射時の患者からの散乱 X 線に由来している。放射線リテラシーが十分でないと作業現場での線量率の空間分布の時間推移の把握が困難である。このため散乱線の挙動を知ることは重要である。

散乱線の挙動をピンホール・カメラで可視化することは以前から行われているが、この講演では、放射線防護教育を目的として、自作ピンホールカメラを用いて医療従事者に入射する散乱 X 線の発生源を画像化した取り組みが紹介された。

可視化された画像では、散乱線は患者以外の X 線管窓、カセット、寝台などからも到達していることが示された。このように散乱線は主に患者から発生するが、状況によっては、X 線管照射筒のカバーや、寝台等からの発生分の労働者への寄与が無視できなくなる。放射線防護を考えるには、散乱線の発生源の把握が重要であることを示されていた。ピンホール・カメラは、評価点に到達する散乱線の発生位置と強さの可視化を可能にすることから、労働者の放射線安全に役立つ。また、この研究

では、医療従事者で散乱した X 線の可視化にも成功していた。この情報は工夫して解析することで医療従事者が曝露した線量の推計にも役立つと考えられる。今後の展望として、フラットパネルなどの利用による高解像度化やリアルタイム化、画素値から線量への変換の定量化、教育教材としての活用が示された。視覚化により、放射線防護のリテラシーが向上し、防護対策の最適化がなされることを期待したい。

2. 医療放射線のクロスリアリティ (XR) による可視化

この講演では、XR (Extended reality, Cross reality) 技術の放射線防護教育への活用法が示された。手法として、Virtual Reality (仮想空間)、Mixed Reality (現実と仮想の融合)、Augmented Reality (現実を重ねる) の説明がなされた後に、アプリの構築の説明がなされた。モンテカルロ計算で散乱線分布を生成し、3D データとして可視化することで、3D 線量分布表示がなされ、ボディトラッキングで部位別線量表示が可能となっており、医療従事者の訓練や看護学生へのオンライン教育での活用が構想されていた。

このシステムでは学生が放射線に曝露することなしに、リアルな理解が可能であり、教育効果が高いと考えられる。

3. 医用イメージング技術の異分野への発展、植物 RI イメージング研究

本講演では、量子科学技術研究開発機構 (QST) RI イメージングプロジェクトの紹介がなされた。このプロジェクトは、様々な分野の課題解決に最適な RI イメージング技術のメニューを提示するもので、世界で随一の学際研究チーム (理、工、農、医) である。この課題は、福島国際研究教育機構でも扱われている。

3.1 医療応用としての粒子線治療での利用

粒子線治療は、腫瘍に高線量を集中させるので、「飛程ずれ」が重大な問題になる。つまり、臓器移動や空気混入によりビーム位置が変化すると、正常組織への過剰照射リスクをもたらす。

この課題を解決するために、制動放射線を利用したイメージングをリアルタイムで行う小型装置 (SEB カメラ) が開発され、空気混入によるビームずれの検出に成功している。この技術は、治療中に線量分布を“その場で”把握可能であることから、治療精度を向上させ、放射線治療の安全性を向上させることが期待される。

3.2 農業応用（植物 RI イメージング）

植物栄養学は世界を「栄養元素の流れ」で理解する。このことは作物生産の鍵となる。

本講演では、まず、光合成産物（糖）の可視化が示された。C-11 標識 CO₂を植物に吸収させることで光合成での糖の合成とその植物内での移動が追跡された。講演では、科学技術団体連合主催「科学の美」インスタ写真コンテストで最優秀賞受賞した「イチゴ果実内部に運ばれる糖」の美しい画像が示された¹。イチゴの果実は、複数の葉から糖が供給され生育する。葉ごとに糖の輸送先が異なるのである。果実の甘さ・収量のメカニズムを解明しており、果実をより育てるために科学の力を利用することができる。

次に紹介されたのは、根圏の RI イメージングによる可視化である。根は土から養分を吸収するので植物の生育にとって重要である。根から土中の養分を十分に取りするためには、根からの分泌物で土中の養分を溶かす必要がある。この研究では、根からの分泌活動を可視化することで作物ごとの戦略の違いが確認されていた。例えば、ダイズは局所的であるのに対して、ルーピンは広範囲である。

このような研究は持続可能農業に貢献する意義が高い。さらに、蟻の社会学に関する RI イメージングの試みもある²。このように本講演ではカスタマイズ可能な RI イメージング技術の開発により、RI の種類・検出法の多様性を確保し、理学・工学・農学・医学の統合を図っていた。

4. 総合討論

それぞれの研究の結果の解釈についての理解を深め、今後のそれぞれの研究の発展に向けての議論がなされた。

「理事：山口一郎」

¹ https://www.jst.go.jp/sis/scienceagora/2020/planning/planning_1905.html

² アリの「助け合い」をリアルタイムで可視化—RI イメージングで栄養交換を定量化し、集団が機能する仕組み解明へ

<https://www.qst.go.jp/site/press/20260326.html>