

- トップコラム / 近畿大学 原子力研究所 准教授 榎本 敦
- 博物館事業におけるX線の利用 / [第2回] 文化財のCT調査
- 食品照射の最新動向 / [シリーズ3]
IAEAの国際協力活動と我が国の展望
- お願い / 報告書の保管について
- お知らせ / 第63回アイソトープ・放射線研究発表会
- 社長就任の挨拶

ト
ツ
プ
コ
ラ
ム
294



榎本 敦

研究におけるエックス線装置の安全利用について

エックス線は医療、工業、農業などを始め様々な分野で利用されています。大学や研究所などの研究機関においては、生体分子の構造解析や試料分析、生体の撮影・照射など目的に応じて多様なタイプのエックス線装置が利用されており、時代と共に装置の小型化や安全性が進歩しております。私が大学院生の頃の照射装置は細胞用のものでも業務用の大型冷蔵庫ほどの大きさでありましたが、現在市販されているものは家庭用小型冷蔵庫ほどのものが増えてきています。またタッチパネル式が普及しつつあり、操作面においても簡便性に優れたものが増えております。

エックス線装置を管理区域の観点からみますと、管理区域が装置内部に限定され、かつ使用時にはインターロック（装置扉などのガードが閉じていない限りエックス線装置の電源が入らないセーフティロックシステム）などの安全機構により装置内への侵入が不可となり、被ばくしないことを前提とした密閉型タイプと管理区域が装置の外側に広がり、被ばくの恐れがある非密閉型タイプに分けることが出来ます。近年、市販されているエックス線装置の大半は、インターロックやエックス線発生時に点灯する自動警報装置などが備え付けられており、操作マニュアルに忠実に従い使用する限りにおいては非密閉型装置であっても被ばくしない安全設計になっております。しかしながら過去に製造されたエックス線装置の中には、インターロックを解除した状態で使用可能なもの、安全装置がないあるいは安全装置があってもエックス線装置本体と連動していないものもあり、それらが現在も利用されている状況がございます。さらに近

年では、装置の小型化によって装置の稼働状況を示す自動警報装置も小さくなり、また色合いも薄暗く、周囲からは視認しにくいものも散見されます。

エックス線被ばく事故はほぼ毎年のように発生しており、その大半がヒューマンエラーに起因しております。使用者がエックス線装置の稼働状況をよく確認しないまま管理区域内に体やその一部を入れてしまうことで被ばく事故に繋がっております。車と同様に装置のハード面の進歩は目を見張るものがある一方で、ソフト面の充実・拡大がより一層重要になってきております。装置の自動化や安全性向上は、過信という副産物を生み、いざというときに対応出来ない状況に陥る危険性もございます。そのためエックス線装置のユーザーは安全教育を定期的を受講することで安全に対する意識の維持向上を図り、さらに現場での実機を用いたKYT（危険予知トレーニング）や緊急時対応の訓練を実施し、いざというときに適切な判断と行動がとれるようにしておくことが肝要です。

丁度、この原稿を執筆している2025年10月末に電離則の改正が公示されました。改正のポイントは、特別教育の拡充・安全対策の強化・作業主任者の職務拡充です。これまで特別教育の対象は、対象業務が「透過写真撮影の業務」に限定されておりましたが、今改正ではエックス線装置を取り扱う業務全体に拡大されました。また工業用等特定エックス線装置（定格電圧10 kV以上の非密閉型装置）の全てについて、自動警報装置や安全装置（インターロックや安全ロックキー等）の設置も義務化されました。さらに現場で選任されるエックス線作業主任者の職務においても作業方法の決定や従事者への指揮などが追加されました。このように今改正により、ハード・ソフトの両面で安全のための措置が強化され、被ばく事故やヒヤリハットの低減につながる事が期待されます。しかしながら、エックス線装置は多種多様であり、型式、事業場、業界によって様々なルール、使い方や慣習などが異なります。今回の改正が現場の実情に合致し、かつより実効性のあるものにするために今一度、関係者の皆様と一緒に原点である現場に足を運んでみてはいかがでしょうか？

.....

えのもと あつし

近畿大学 原子力研究所 准教授

プロフィール●2000年東京大学大学院医学系研究科生体物理医学専攻修了し、学位取得（医学博士）。同年、東京大学医学部助手として採用され、放射線生物学の研究や教育に従事。主な研究テーマは放射線細胞応答のシグナル伝達制御機構と増感への応用。2005年より同大学医学部附属病院、2014年より同医学部の選任放射線取扱主任者として放射線管理に従事。2026年4月より現職。

博物館事業におけるX線の利用

(第2回) 文化財のCT調査

東京国立博物館 学芸研究部保存科学課予測保存研究室 専門職 宮田 将寛

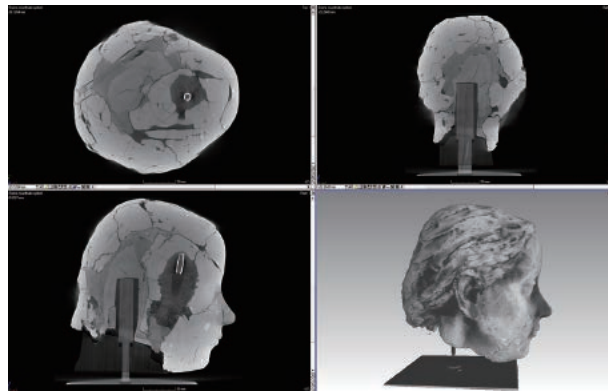


今回は文化財の損傷についてお話ししましたが、今回はX線を用いた文化財の内部構造調査事例についてご紹介します。文化財は適切に保存していても、物質であるが故に損傷を免れることはできず、損傷してしまうと展示することができないのは前回お話しした通りです。損傷した文化財は、動かす、移動させること自体がさらなる損傷のリスクとなり、場合によっては展示することもできません。また、素材によってはそのまま動かさず収蔵しているだけでも劣化が進行していくことさえあります。文化財の状態を維持し保存していくためには、文化財の劣化状態を把握し適切な対処をする必要がありますが、文化財の劣化というのは必ずしも表面から始まるわけではなく、目視では見えない内部から損傷が発生することもあります。

文化財を後世に残すためには、こうした未知の損傷をいち早く既知のものとし、対策と予防をする必要がありますが、そこで利用されるのがX線CT撮影(以下CT)です。CTは人が怪我をして病院で検査する際や健康診断でおなじみの、X線透過撮影(レントゲン撮影)が発展した調査方法です。X線透過撮影が一方向の奥行情報を圧縮した一枚の画像となり、画像から構造の前後関係を把握することが難しいのに対し、CTはその透過撮影を撮影対象の360度様々な方向から行い、得られた情報をコンピュータで再構築し立体的なデータとすることで3次元的に構造を把握することができます。

文化財は展示や作品の移動を伴う作業の前後に目視による状態確認をすることが多く、その際に損傷を発見することになります。塗膜の割れや浮き、虫害やカビ、立体物であればヒビや部材の剥離、金属の錆びなど素材や構造によってさまざまな症状があり、発見された損傷は、表面付近のみの損傷なのか、内部の損傷が表面に及んでいるのか目視では判断できない場合が多いです。

こちらの画像(画像1)は塑造作品の調査事例です。作品の貸し出し依頼があった際、表面に目視でヒビが確認されたため、内部調査をしました。作品内部の台座との接続方法や、制作時の芯棒の痕跡が見て取れ、内部に多数のヒビが確認できます。確認の結果、見えているヒビは内部で固定されており、ヒビがこれ以上進行することはないと判断されたものの、作品移動時の振動など、作品への負荷による損傷を懸念し遠方への移動を控えることになりました。この事例では修理をするまでには至りませんでした。文化財の損傷の度合いによっては、修理をしなければ活用することができないため、処置を行う必要が出てきます。



画像1 藤川勇造作「マドモアゼル・スザンヌ」CT調査画像



画像2 木彫像のCT断面画像例

仏像などの木造彫刻のCTの場合では、表面付近の虫害や、木材の割れが内部のどこまで及んでいるのかなど損傷の程度を確認することができ、さらには、その像が一つの木から彫られているか、いくつかの部材を繋ぎ合わせて彫られているかなど、部材の状態から制作方法、組み立ての順序なども推定することが可能です。損傷がひどく修理の際に解体が必要になると、こうした情報から解体の際にできるだけ作品を傷つけないように処置する方法や具体的な修理作業の検討を行うことができます。

画像(画像2)は木彫像の断面画像の一例です。胴体が一木で作られており、材を前後に割った後に内繰りと呼ばれる木の内部をくりぬく技法が確認できます。内繰りは、木材が塊の状態だと芯部と表面の乾燥度合の違いにより割れてしまうことを防ぎ重量を軽くするために行いますが、この事例では丁寧に内繰りを施そうとしたが故に、一部で木が薄くなりすぎていることが確認できました。こうした脆弱な個所を持つなどして局所的に強い力が加わると、穴が開いたりヒビが入ることが予想されるため、取り扱いに注意が必要であることがわかりました。

食品照射の最新動向 (シリーズ3)

IAEAの国際協力活動と我が国の展望

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 食品研究部門 等々力 節子



IAEAの国際共同研究

国際原子力機関(IAEA)には、特定課題について各国が共同で研究を進めるCRP(Coordinated Research Project)が設けられており、食品照射分野でも多様なテーマが扱われてきました(表)。これらを見ると、調理済み食品やカット野菜など、非加熱で食される食品に対する「微生物制御(衛生化)」と、生鮮物を対象とした「植物検疫処理」が主要な研究領域であったことが分かります。

植物検疫については、CRPによる多種害虫のデータ蓄積を背景に、温度処理や薬剤処理に先行して国際基準化が進められました。植物検疫処理基準を定めたISPM28付属書では、2026年3月現在、46本の処理基準のうち23本を照射処理が占めています。地球温暖化による病虫害リスクの拡大が懸念される中、検疫処理の国際基準の拡充は重要であり、現行CRPでは複数害虫に適用できる「ジェネリック線量(Generic Dose)」の設定が検討されています。

さらに近年は、コバルト60に代わり、電子線・X線といった機械線源を用いる照射技術の研究が進み、IAEAからはその応用データや線量評価手法が公表されています。現在は、より低エネルギーの電子線(LEEB)・X線(LEEX)

を食品衛生管理や植物検疫に応用するCRP(D61025、2021~2026年)が進行中で、殻付き卵、肉類、野菜、乾燥ハーブなどを対象に、食品工場での「インライン・インハウス処理」の実現を目指した線量測定、シミュレーション、必要線量、品質影響、受容性等の検討が行われています。

IAEAの地域技術協力プロジェクト

IAEAの技術協力(TC)プログラムでは、アジア・大洋州地域協力協定(RCA)の枠組みを通じ、食品照射の普及と高度化を目的とした活動が続けられています。この枠組みは研究開発を目的とするものではなく、各国の情報交換や相互協力を重視した技術

援助で、2020~23年には電子線・X線の実装と普及をテーマとするプロジェクトが19か国で実施されました。筆者も情報収集目的で参加しました。

参加国の状況は幅広く、前回紹介のオーストラリアのように実用化が進む国もあれば、食品安全規制が未整備の国もあります。日本や韓国の技術水準は高いものの、社会的受容が進まず実用化が停滞している点が特徴的です。RCAプロジェクトは、各国の多様なニーズを束ね、経験や課題を共有することで、地域内の技術格差を縮小する役割を果たしています。**おわりに(日本の今後に向けて)**

日本では1973年に世界に先駆けてジャガイモの芽どめ照射を実用化し、1974~2022年まで端境期の安定供給に貢献しましたが、現在、照射事業は終了しており、国内で照射食品の流通はありません。香辛料など他品目への利用拡大も検討されたものの、食品衛生法の「原則禁止(ジャガイモのみ例外)」の改正議論に至るまでの強いニーズは顕在化せず、研究者層も限られていることから、技術や知識の継承

が課題となっています。

海外では、食品照射は食中毒対策や植物検疫の手段として重視され、貿易や食料安全保障を支える技術として利用が拡大しています。国内の実用化が停滞している状況であっても、必要時に活用できるよう、継続的な情報収集と基盤技術の維持は重要です。

日本アイソトープ協会では、2020~23年食品照射専門委員会を設置し、前項で紹介したIAEAのプロジェクト等の情報共有を行い、技術背景、規制、安全性、国際基準、線量測定、低エネルギー電子線技術など、幅広い論点を整理した資料[※]を取りまとめてきました。今後もIAEAの国際共同研究や地域協力枠組への参加を通じ、最新動向の把握と次世代育成を進めていくことが求められます。

※日本アイソトープ協会の参考資料

○食品照射の最前線~研究者が解説するQ&A~

<https://www.jrias.or.jp/report/cat1/307.html>

○食品照射実践マニュアル~食品衛生や植物検疫などへの適正な利用のために~

<https://www.jrias.or.jp/report/cat1/315.html>

IAEAのCRP (国際共同研究) における食品照射課題

| 期間 | 課題 |
|-----------|---|
| 1986-1990 | 生鮮果実・野菜の植物検疫照射 |
| 1989-1994 | 照射食品の検知技術の開発(ADMIT) |
| 1992-1997 | ミバエを除くダニ、線虫、および昆虫の植物検疫照射 |
| 1996-2000 | 放射線照射による調理済み食品の安全性および貯蔵性の確保 |
| 1998-2002 | 食品および畜産物の植物検疫処理としての照射 |
| 1998-2002 | 品質保証された微生物試験による食品汚染病原微生物のプロファイリング |
| 2001-2005 | 生鮮なカット果物・野菜、および他の植物由来調理済み食品の照射による衛生化 |
| 2009-2015 | 植物検疫処理のためのジェネリック線量の開発 |
| 2010-2015 | 免疫不全患者および潜在的ターゲット層に向けた照射食品の開発 |
| 2015-2021 | 電子ビーム及びX線を利用した食品照射技術の開発 (DEXAFI) |
| 2021-2025 | 低エネルギービームを応用した革新的 (インライン・インハウス) 食品処理技術の開発 |
| 2022-2026 | 生鮮食品の植物検疫処理のための新しい照射技術と貿易促進 |

植物検疫、衛生化、照射技術開発、検知法開発 太字課題は、日本からも参加あり

お願い

報告書の保管について

(お問い合わせ：お客様サポートセンター)
Tel.029-839-3322 Fax.029-836-8440

個人被ばく線量の測定値・算定値の保存期間は、電離放射線障害防止規則において30年間、放射性同位元素等規制法においては永久保存と定められています。(5年経過後の一部特例を除く)

報告書が届きましたら、線量をご確認していただき、着用を中止された方、退職された方の分も含め、「外部被ばく線量測定算定報告書」は

それぞれの事業所で大切に保存してください。また、報告書の紛失等により再発行が必要な場合は弊社までご連絡ください。但し、再発行につきましては別途発行手数料が発生しますので、何卒ご了承くださいませようお願いいたします。

〈再発行手数料〉

基本料金2,000円+報告数(バッジ毎)×10円
※別途消費税

お知らせ

第63回アイソトープ・放射線研究発表会

【会期】 2026年7月8日(水)～10日(金)

【会場】 日本科学未来館7階未来館ホールほか
(東京・お台場)

【参加費・登録期間】

一般：①前期登録7,000円(税込)
4月13日(月)～6月12日(金)12時
②後期登録9,000円(税込)
6月22日(月)～7月10日(金)
学生：無料

主催：(公社)日本アイソトープ協会

- ◆一般発表(口頭およびポスター)
 - ◆特別講演・パネル討論 ◆招待講演
 - ◆機器展示 ◆ランチョンセミナー 他
- 詳しくは、大会Webサイトをご覧ください。


<https://pub.conf.it.atlas.jp/ja/event/jrias2026>

【問合せ先】

アイソトープ・放射線研究発表会 事務局
(日本アイソトープ協会内 学術振興部学術課)
TEL. 03-5395-8081
E-mail happyokai@jrias.or.jp

皆様のご参加をお待ちしています。

*企画内容は予告なく変更になる場合がございます。

社長就任の挨拶

代表取締役社長
内田 龍一

世界情勢の不安定化により、経済・物流をはじめ私たちの生活や業務にも影響が及んでおりますが、当社は引き続き安定したサービスと確かな商品・情報の提供に努めてまいります。

去る3月19日の定時株主総会にて、浅川哲也の後任として代表取締役社長に就任いたしました内田龍一でございます。長瀬産業では製薬事業や北米を中心とした海外事業に携わり、当社には2025年4月より常務取締役として勤務してまいりました。

近年はAI技術が急速に進化し、医療機関を含む多様な分野で活用が進んでおります。当社においてもデジタル技術を適切に取り入れ、より迅速で利便性の高いサービスを実現すべく取り組んでまいります。

今後も皆様のご期待にお応えできるよう社業に専心いたしますので、変わらぬご指導ご鞭撻のほどお願い申し上げます。

編集後記



6月2日はローズの日です。横浜市都筑区に事務所を置き、ブルガリア共和国のバラ(ブルガリアンローズ)の普及を目指して、研究・文化など交流を行う一般社団法人ブルガリアンローズ文化協会が定めました。日付はバラの咲く時期の「ロ(6)ーズ(2)」と読む語呂合わせ。ブルガリアではバラの収穫を祝う感謝祭が6月初旬に

行われ、その文化を日本でも広く定着させてバラの花のもとに人々が集い、温かい平和な世の中のものなることを願って記念日としたそうです。ブルガリアの春にバラの谷に咲くダマスクローズ(学名:ロサ・ダマスケナ)は、世界で最も香りが豊かなバラとされ、花香の女王「ブルガリアンローズ」と呼ばれています。バラの咲く時期にブルガリアへ行ってみたいものです。きっと豊かな気持ちになるでしょう。(M.I.)

長瀬ランダウア(株)ホームページ・Eメール

<https://www.nagase-landauer.co.jp>
E-mail: mail@nagase-landauer.co.jp

■弊社へのお問い合わせ、ご連絡は
本社 Tel.029-839-3322 Fax.029-836-8440
大阪 Tel.06-6535-2675 Fax.06-6541-0931

NLだより No.582
2026年(6月号)

毎月1日発行 発行部数: 28,000部

発行 長瀬ランダウア株式会社
〒300-2686茨城県つくば市諏訪C22街区1
発行人 内田 龍一

NLだよりの転載、複製、改変等は禁止します