

- トップコラム／日本原子力研究開発機構 研究フェロー 佐藤 達彦
- 最先端の放射線治療について／[シリーズ3]
ホウ素中性子捕捉療法(BNCT)の最新の動向
- 歯科におけるX線撮影／[第3回]線量管理
- お願い／「登録変更依頼書」日付の記入について
- お知らせ／第62回アイソトープ・放射線研究発表会
- 製品紹介／リングバッジ



佐藤 達彦

PHITSを伝えに世界の果てまで

突然ですが、みなさんの小学生の頃の夢は何でしたか？私は、地図が大好きだったので世界中の国名をほとんど覚え、将来は、発展途上国の貧困問題を解決するぞ、と思っていました。今思うと、変わった小学生ですね。ただ、そんな夢も中学・高校と進むに従ってすっかり忘れ、なんとなくカッコよくてインパクトがありそうだからという理由で原子力分野(当時は人気学科でした!)に進み、今では原子力機構で研究者をやっています。それはそれで特に後悔はしていなかったのですが、心の片隅で「今やっていることは世界の役に立っているのだろうか?」という思いは残っていました。

そんな私が、再び発展途上国と向き合うようになったのは、2018年にミャンマーからPHITS¹⁾講習会を依頼された時でした。それまでも東南アジアからの講習会依頼は何件か受けていましたが、個人的にお腹が弱いということもあり、私自身はヨーロッパや東アジアを中心に担当し、東南アジアは他の開発チームメンバーに講師を任せていました。ただ、ミャンマーのときは、他のメンバーの都合が合わなくて私が行くことになり、軍事政権のこと(当時は、今ほど状況は悪くなかった)、貧困のこと、インフラが不足していることなど、色々と衝撃を受けて帰ってきました(案の定、お腹も壊しました)。それと同時に、シミュレーション研究であれば、工夫次第で発展途上国でも世界レベルの研究ができ、そういった世界と繋がる研究者を増やすことにより、貧困問題を直接解決できなくても少しずつ社会を変えていくことができるのではな

いかと思えるようになりました。

この経験以降、ベトナム、タイ、フィリピン、マレーシア、インドネシア、アルゼンチン、カメルーン(写真参照)など、普通に研究しているだけではなかなか行く機会のない国を積極的に訪れ、PHITS講習会を実施してきました。また、今年2月には、PHITS有償利用契約費を活用し、PHITSを使って査読付き論文を書いた若手研究者を全員招待するという大盤振る舞いのPHITS国際ワークショップを東海村で開催し、24ヶ国から100名以上の参加がありました。これらの活動を通じて、小学生の時に思い描いていた形とは少し違うけれども、よりよい世界の構築に向けて微力ながら貢献していきたいと考えています。そのためには、国内外のPHITSユーザーからのサポート(有償利用契約のみならず、利用するだけでもサポートになります!)が重要となりますので、まだ使っていない方はぜひユーザー登録を、利用中の方はぜひ結果をいろいろな場面で公表していただけると大変ありがたいです。



カメルーン講習会での集合写真。
真ん中でカメルーン民族衣装を着ているのが筆者

¹⁾ PHITS: Particle and Heavy Ion Transport code System
あらゆる物質中の放射線挙動を解析可能なモンテカルロ計算コード。
原子力機構が中心となって開発を進めており、現在、世界76ヶ国で
10,000名以上に利用されています。

さとう たつひこ
日本原子力研究開発機構 研究フェロー

プロフィール●2001年京都大学大学院工学研究科原子核工学専攻博士課程修了。同年より日本原子力研究所研究員。その後、組織改編を経て2022年より現職。2018年よりクロスアポイントメント契約にて大阪大学核物理研究センター特任教授を兼務。主な研究テーマは、PHITSの開発とその宇宙線・放射線生物学への応用。平成22年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 若手科学者賞、令和6年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 科学技術賞開発部門を受賞。

最先端の放射線治療について

(シリーズ3) ホウ素中性子捕捉療法(BNCT)の最新の動向

筑波大学 医学医療系/陽子線医学利用研究センター教授/センター長 熊田 博明



近年、未だ治療法が確立できていない難治がん、再発がんの治療法として“ホウ素中性子捕捉療法(Boron Neutron Capture Therapy, BNCT)”が注目されています。BNCTは、放射線の一種である“中性子”と、がん細胞に選択的に集まる特性を有する“ホウ素薬剤”とを組み合わせた放射線治療の一種です。この治療法は、“がんを細胞レベルで選択的に破壊する”という特徴があり、さらに、“通常の放射線治療後に再発したがんにも適用できる”、“1回の中性子照射で治療を完了できる”、といった特徴もある放射線治療です。

BNCTは治療に大強度の中性子を照射するため、21世紀初頭までは研究用原子炉を用いて、悪性脳腫瘍や頭頸部がん等に対する臨床研究が行われ、優れた治療成績が残されてきました。しかし、当時この治療法が確立、普及しなかったのは、やはり“治療に原子炉が必要”だったためです。この状況を打破したのが、近年の加速器技術の進展です。小型の加速器を使って原子炉に匹敵する大強度の中性子を発生できるようになり、治療装置を病院に併設することでBNCTを病院で受けることが可能となりました。さらに、この加速器ベースの放射線発生装置は医療機器として薬事登録することができます。これにより、これまで臨床研究止まりだったBNCTが、先進医療、保健医療として確立、普及することが期待されます。さらにBNCT分野の研究は、日本が世界を牽引しており、治療装置開発も進んでいます。将来、日本製のBNCT用治療装置が世界に普及し、この分野のスタンダードになる可能性もあります。

加速器ベースのBNCT用治療装置の開発は、2010年前後から開始され、2025年時点で世界で25以上の研究機関、病院に開発整備されています。前述したようにBNCT用治療装置の開発では日本が先行しており、国内の約10の医療機関、大学等に治療装置が開発整備されています。最も先行しているのは住友重機械工業(株)(SHI)の治療装置：NeuCureです。NeuCureと製薬メーカーであるステラファーマ(株)のホウ素薬剤：ステボロニンがそれぞれ2020年に薬事承認され、再発頭頸部がんに対する治療が保険適用になっています。NeuCureは国内では現在、関西BNCT共同医療センター(大阪医科薬科大学、高槻市)と南東北BNCT研究センター(郡山市)にそれぞれ設置されており、両施設で再発頭頸部がんの治療が行われています。NeuCure以外では、国立がん研究センター・中央病院(東

京)と江戸川病院(東京)に(株)CICS製の治療装置：CICS-1が導入されており、表在性のがんなどに対する臨床研究等が実施されています。また、筆者が所属する筑波大学附属病院にも高エネルギー加速器研究機構と共同開発したBNCT用治療装置：iBNCT001が整備されており、同装置を用いて2024年から初発悪性脳腫瘍に対する第I相治験が実施されています。他にも名古屋大学や湘南鎌倉総合病院にBNCT用治療装置が導入されており、BNCTを実施する準備を進めています。

加速器ベースBNCT用治療装置の開発は日本だけでなく世界でも行われています。欧州ではフィンランドのヘルシンキ大学病院に、湘南鎌倉総合病院の治療装置と同じ米国の装置メーカー(Neutron Therapeutic社)の治療装置が導入されており、臨床研究を開始するための準備を行っています。また、イタリア・パヴィアにある粒子線医療研究機関(CNAO)にも米国TAE Life Science社製の治療装置が導入される予定です。

日本以外でBNCTに関する研究開発活動が活発なのがアジアです。韓国・ソウルのインチョンには、自国の装置メーカー(Dawon Medax社)が開発した治療装置を設置したBNCT研究センターがあり、2022年から臨床研究が実施されています。台湾ではこれまで、清華大学の研究用原子炉：THORを使って臨床研究が行われており、継続的にBNCTに関する研究開発が行われています。また、複数の病院、医療機関で加速器ベースの治療装置導入も検討されているようです。そして現在、BNCT用治療装置の開発で最も勢いがあるのが中国です。中国南部の厦門市にはTAE Life Science社の治療装置が導入されており、同装置を使った臨床研究が2022年から実施されています。また、海南島の医療特区にはSHI製NeuCureの導入整備も進められています。さらに、高エネルギー物理研究所(IHEP)や蘭州大学など、中国内の約10の研究機関、大学で自国の独自技術による加速器ベースBNCT用治療装置の開発が行われているようです。医療機関と上記の厦門市のBNCT研究センターが連携して国際中性子捕捉療法学会(ISNCT)の学術大会が開催される予定です。

現在BNCTは、治療装置の開発整備だけでなく、治療に組み合わせるホウ素薬剤の研究も実施されています。既存のホウ素薬剤では集積しないがん、より多く集積するホウ素薬剤が開発できれば、BNCTの適用も拡大するでしょう。BNCTの確立、普及によって1つでも多くの難治がんに対する治療法が確立することを期待したいです。今後のBNCTの動向に注目して頂ければと思います。

歯科におけるX線撮影

〔第3回〕 線量管理

日本大学歯学部 歯科放射線学講座 研究特命教授 新井 嘉則



歯科における線量管理に関する法律は医科と共通であり、歯科独特の特徴はない。ただし、実際の実施状況の背景には大きく異なる部分がある。歯科で使用されているパノラマX線装置や歯科用コーンビームCTはX線防護室で使用されるので、診療放射線技師や歯科医師(以下:術者)が被ばくすることはない。口内法X線撮影(以下:口内法)においても、X線装置は防護室の中に設置され、通常の利用方法では術者が被ばくすることはない。

しかしながら、口内法は小さなIP(イメージングプレート)や半導体センサーを口腔内に挿入するので、患者の協力が必須である。患者によっては、異物が口腔内に挿入されるので、嘔吐反射が誘発される場合があり、撮影を困難にする場合がある。また、小児やご高齢の患者においては、撮影のご協力が得られない場合がある。このようなときは、やむを得ず保護者や介護者が撮影室に入り、患者やIPなどの固定を補助する場合がある。それでも不十分な場合は、術者が自ら撮影室に入り、補助する場合がある。当然、術者は直接あるいは間接的に被ばくする可能性があり、個人線量管理上大きな留意点となる。胸部や腹部のX線被ばく線量測定用バッジ(以下:バッジ)に加えて、防護エプロン外側の頭頸部にも別のバッジを装着して、線量の管理を行う必要がある。また、近年は指にはめる指輪の形態をしているバッジが開発され、活用されている。非常に小型で、バッジの上から感染予防用の手袋を装着しても、違和感なく利用できる。術者がIPを口腔

内に挿入する場合は、手袋を装着するので非常に有用である。

もう一つは、訪問歯科診療の現場である。訪問先で、ポータブルのX線装置を使用して口内法の撮影をする場合がある。X線防護室がないので、術者はX線源から2m以上の距離をとって、撮影を行う。このような場合は、撮影を行う術者ばかりではなく、随行する歯科衛生士などのスタッフや家族の防護にも留意が必要となる。そのため、バッジや半導体型のポケット線量計を使用した被ばく線量の管理が重要である。

本邦には歯科医院は6万軒以上あり、主に歯科医師が撮影を行っている。診療放射線技師が撮影するのは一部の歯科大学や地域の拠点病院のみとなっている。歯科医院においても医科と同様に、“診療放射線の安全管理体制整備”が義務付けられている。今後も、指にはめるタイプや胸部に使用するバッジを適切に使用して、X線

の個人線量の管理を確実に実施していくことが重要であると考え。

歯科医療の放射線の被ばく管理は、放射線を有効に活用することで国民の健康増進に寄与し、被ばくによる有害性を最小限に

することを目的としている。これらが確実に実施されるように努力していきたい。

*今回は3回シリーズで歯科特有の撮影法、被ばく線量および線量管理に関してご紹介させていただいた。これらに、関心をいただくきっかけになれば幸いである。

あらい よしのり

プロフィール／東京都出身。1988年日本大学大学院歯学研究科修了 歯学博士。日本大学歯学部助手、2004年松本歯科大学教授、2008年日本大学歯学部特任教授を経て、2019年教授、2025年より現職。世界で初めて歯科用コーンビームCTを実用化。2003年産学官連携功労者科学技術政策担当大臣賞受賞。



指輪型のバッジは上から手袋をしても違和感がなく、臨床上有用である。



お 願 い

「登録変更依頼書」日付の記入について

(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

着用者の追加・取消のご連絡の際、「登録変更依頼書」にご記入いただいておりますが、「着用開始日」、「着用取消日又は変更日」欄に日付が記載されていない場合がございます。

ご記入がない場合、何月分からのバッジを追加・取消または変更すればよいのか判断がつかねます。必ず着用開始日・終了日・変更日をご記入ください。

登録上、着用期間内での月途中の取消・変更はで

きませんのでご注意ください。

なお、着用期間の開始・終了・変更日の記載日は以下の通りとなります。

	記 載 日
着用開始日	○ 月 1 日
着用終了日	○ 月 末 日
着用変更日	○ 月 1 日

お知らせ

第62回アイソトープ・放射線研究発表会

【会 期】2025年7月2日(水)～4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14日(月)～6月13日(金)12時
②後期登録9,000円(税込)
6月23日(月)～7月4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 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/jrias2025>

【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。

製品紹介

リングバッジ

リングバッジは、IVRやX線撮影時、照射野に手指が入る方やアイソトープ試薬を取り扱う方などの手指線量を測定するために開発された線量計です。

氏名などはレーザーで印字してありますので、リングを指に装着したまま手洗いが可能です。消毒も簡単にできますので、手術室などへの持ち込みにも対応しています。

また、ルミネスバッジ同様、着用期間毎にリングバッジの色を変えて、お送りしております。

リングバッジについてご興味を持たれた方は、お客様サポートセンターまでご連絡ください。



弊社ホームページからもカタログを閲覧できます。

お問い合わせ: お客様サポートセンター

Tel. 029-839-3322

編集後記



本号のトップコラムで、思いがけない機会により新しい国を訪れた際のご経験で心動かされ、新たな道が開けたというお話がありました。そのような道が開けたのも、何よりもまず行動あったの事なのだろうと、思いを巡らせました。自身に照らし合わせてみると、日々仕事や私生活を送る中で、行動する事を躊躇してし

まうシーンは多々ありますが、行動力あってこそ様々な道が開けるものだと、改めて自身を見つめ直す機会をいただきました。

話は変わりますが、6月全国ロードショー予定の映画『フロントライン』の作中で、当社ルミネスバッジが小道具として使用されております。映画を鑑賞されるご予約の方は、是非そこにもご注目ください。

(T.T.)

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.570
2025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 浅川 哲也