

- トップコラム／川崎医療福祉大学 医療技術学部
診療放射線技術学科 准教授 竹井 泰孝
- 暮らしに役立つ量子ビーム／〔シリーズ2〕
セシウム除去用給水器の開発
- ゼロから始める放射線／〔その3〕放射線被ばく管理とは
- お願い／年度末により報告書等をお急ぎのお客様へ
- 製品紹介／リングバッジ
- ちょっと知っ得／ひな祭りの由来

ト
ッ
プ
コ
ラ
ム
195



竹井 泰孝

策定から3年目を迎えた 我が国の診断参考レベル

国際的にも年々増加傾向にある医療被ばくには大きな関心が寄せられており、原子放射線の影響に関する国連科学委員会(UNSCEAR)、国際放射線防護委員会(ICRP)、国際原子力機関(IAEA)、世界保健機関(WHO)といった国際機関や団体が協力して、エビデンスベースの医療放射線防護の実現に向けた検討を行っています。その対策の一つとして、防護の最適化のための診断参考レベル(DRL)を用いた医療被ばく管理があります。

2011年3月11日に発生した東日本大震災に伴う福島第一原子力発電所事故によって、国民の間に放射線・放射能に対する強い不安が拡がると同時に、各医療機関に子どもの医療被ばく、特にCT検査に不安を感じる親御さんからの相談や質問を数多くいただきました。当時、我が国では医療被ばく最適化の目安となるDRLが策定されておられませんでした。そこでまず、子どもを持つ親の不安を軽減させるためにも小児CTに対するDRLの策定が早急に必要と考え、公益社団法人日本放射線技術学会 平成24年度学術調査研究班「我が国の小児CTで患児がうける線量の実態調査班(班長:竹井泰孝)」を立ち上げ、我が国の小児CTのDRL策定に必要な撮影条件や、線量指標であるCTDI_{vol}、DLPに関する調査研究を行いました。

これらの研究成果は、小児CTのDRL策定の基礎データとして全面的に採用され、2015年6月には医療被ばく情報ネットワーク(J-RIME)から待望のDRLが策定され、我が国の医療放射線防護は大きな節目を迎えました。

我が国のDRL策定から3年近くが経過し、現在、各医療機関ではこれを活用した医療被ばく最適化に向けた様々な対応策がとられています。

我が国の小児CTのDRLは体格の違いなどもあり、海外のDRLとの単純な比較は行えませんが、それでも頭部CT

のDRLは諸外国に比べて高い値となっています。これらの要因として、我が国の小児CTの撮影条件が諸外国と異なっていることや、諸外国に比べて広範囲の撮影が行われているため、小児頭部CTでは撮影条件の最適化を行う余地が十分あることが考えられます。

米国で小児医療被ばくの最適化の啓蒙活動を行っているImage Gentryでは、小児CTの被ばく最適化における重要な技術として、小児CTの撮影プロトコルを作成する際、管電流自動調整機能(CT-AEC)、低管電圧撮影、そして逐次近似再構成法の3種の使用を強く推奨しています。

ところが特に6~10歳の小児において、CT-AECの使用によってCTDI_{vol}が低下していることが確認されているにもかかわらず、我が国の小児頭部CTでCT-AECを使用している頻度は約40%と低くなっており、またほとんどの小児CTが120kVの管電圧で撮影されており、100kV以下の低管電圧撮影を行っている施設は10%以下でした。一方、100kV以下の低管電圧撮影を行っている施設では、120kVの管電圧を使用する施設よりも有意にCTDI_{vol}が低下していることが確認されています。また小児CTで逐次近似再構成法を利用している割合は30%弱であり、病院の病床数と全く相関はありませんでした。この調査が行われた2012年には、逐次近似再構成法を搭載したCT装置が30%に満たないことが影響していると考えられます。

前回の調査から約6年が経過し、国内で稼働するCT装置の性能や被ばく低減機能も大きく変化しており、最新のCT装置には逐次近似再構成法や他の被ばく低減機能等も標準搭載されるようになりました。

ICRPはPublication 135において、DRL改訂に向けた線量調査は3~5年間隔で行うことを提唱しており、我が国でも複数の関連学会でDRLの補完に向けた調査研究の準備が進んでいます。各医療機関で患者の線量データを収集する作業を行うこと自体には倫理承認は不要ですが、集積したデータを学会や調査研究に提供することは各施設の倫理承認を得ることが必須となります。次年度には各医療機関宛にDRL改訂に向けた調査依頼が届くかと思いますが、防護の最適化のため調査にご協力をよろしくお願いいたします。

たけい やすたか (川崎医療福祉大学 医療技術学部
診療放射線技術学科 准教授)

プロフィール●1966年岡山県生まれ。川崎医療短期大学放射線技術科卒業後、診療放射線技師として浜松医科大学医学部附属病院に入職。2016年保健学博士(金沢大学)。2017年より現職。日本放射線技術学会放射線防護部会委員、医療被ばく研究情報ネットワーク(J-RIME)診断参考レベル策定WGメンバー、日本医学放射線学会IVR被ばく小委員会委員。趣味は旅行。世界中のまだ知らない絶景と美酒を探求し続けている。

暮らしに役立つ量子ビーム

〔シリーズ2〕セシウム除去用給水器の開発

高崎量子応用研究所 先端機能材料研究部 プロジェクトリーダー 瀬古 典明



放射線グラフト重合

高崎研の先端機能材料研究部では、電子線やガンマ線を用いる放射線グラフト重合という<創る>技術で、生活に密着した材料の開発を進めています。生活密着型に仕上げるためには、誰にでも「使いやすい」「解りやすい」そして、「(なるべく)安い」ということ

が求められます。放射線グラフト重合は、既存の材料に放射線を照射した後、生成する材料内の活性種と目的とする機能を有するモノマーとを接触させ、これを新たな機能として高分子側鎖をデザインする手法です。「グラフト」とは「接ぎ木」という意味で、基の素材に別の機能を接ぎ木するイメージからそのように呼ばれています(図1)。この技術は、身近な材料の特性を保持した状態で新たな機能を付与することができるので、例えば、「使いやすい」材料を基の素材に選択すれば、そのまま「使いやすい」材料に仕上げることができます。これまでの例として、ポリエチレンのシートに導電性の高分子側鎖を付与したボタン電池用隔膜やフッ素基板を表面加工したアンテナ材料などが実用化されています。

本稿では福島原発事故からの復興をいち早く実現するため、水の安心を担う給水器を、放射線グラフト重合で開発した経緯についてご紹介します。

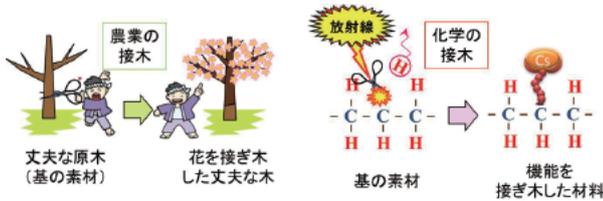


図1 放射線グラフト重合のイメージ

セシウム除去用給水器

福島原発災害により被災した地域の一部では、今もお継続して除染が行われ、帰還の準備が進められています。被災した山間部には浄水場が整備されていない地域が多く、飲用水を含む全ての生活用水を沢水に依存していた人たちにとって、水の確保は非常に大きな問題でした。その取水源は、除染が行き届いていない場合が多く、セシウムの混入が否定できない状況にありました。現実的には、長い流路をたどることで、自然にろ過されることが多く、ほとんど混入は確認されていませんでした。しかしながら、自然に堆積した落ち葉などが腐敗し、水に溶け出すという心配から、突発的な混入時においても水の安全を示す必要がありました。

私たちは、水中に溶存する放射性セシウムを吸着可能な材料を開発し、被災地のプールやため池などで評価を重ね、低濃度のセシウムであっても完全に除去できることを示してきました。この吸着材を飲用水向け給水器の充填材として使用するためには、食品衛生法を意識して改良する必要がありました。そこで、放射線グラフト重合に放射線架橋重合

を融合することにより、材料を安定化させることで、材料からの滲出成分がない材料に仕上げることができました。吸着材を充填するカートリッジには、可溶性セシウムを対象にした吸着材充填層と不溶性セシウムを対象にしたフィルター充填層を組み合わせ、「使いやすい」を考慮したサイズと重量に成形しました。給水器は被災地で一年間を通してモニター評価を進め、雪解けや台風時の水量が多い季節において



図2 セシウム除去用給水器

も高い性能を維持できることがわかりました。この成果から、現在はセシウム除去用給水器として利用されています(図2)。

給水器の開発では、「解りやすい」原理を説明することが重要でした。セシウムは目には見えない元素ですが、量子ビームの<観る>を活用すると、セシウムの吸着の様子を知ることができました。この<観る>技術では、ポジトロン放出核種の¹²⁷Cs(セシウム-127)を人工的に創り出し、これを吸着材に通すことで「解りやすい」吸着状況を示しました。ポジトロン撮像では、セシウムと同じアルカリ金属であるナトリウムは吸着せず、セシウムのみを吸着している様子を観ることができます(図3)。これは、利用者の理解を深める良い成果に繋がりました。

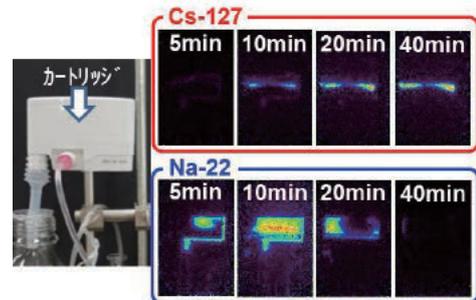


図3 ポジトロン放出核種¹²⁷Csを用いたCs吸着のイメージング

今後の活動

今回ご紹介した<創る>と<観る>を駆使するなど、量子ビームの無限の可能性を追求することで、さらに身近な暮らしに役立つ材料の開発を進めていきたいと考えています。そして、量子ビームの認知度が高くなれば、「(かなり)安い」を実現できると考えています。

ゼロから始める放射線

【その3】放射線被ばく管理とは

ICRPによる眼の水晶体の等価線量限度引き下げに伴い、眼の水晶体の実測実験が医療現場などで盛んに行われています。我が国では、眼の水晶体の被ばくが多いのは福島原発事故の汚染水処理と医療におけるIVR (Interventional Radiology) などですが、そのうちの医療従事者の被ばくについて説明いたします。

当社ではICRPの追加勧告が発表された直後から、医療における眼の水晶体の被ばくの実測に向けてnanoDot線量計 (OSL線量計) を用いた実験を行ってきました。当初は測定を行うたびに結果のばらつきも大きく、何を測定しているのか分からない状態が続きました。

現在では、そのような状況は解消し、どのようにすれば水晶体の防護ができるかわかってきました。簡単に言えば、放射線量の高い場所で作業を行うから被ばくするのです。多くの医療現場では、作業中どこにどれくらいの放射線があるのか分からずに作業を行っています。場合によっては放射線量が高い場所に医療従事者が立っていることがあるかもしれません。

放射線安全の基本は場の線量評価です。場の線量を測定または推測して作業計画を立案し、計画に従って被ばく管理ができたかを確認するために個人線量計で線量を測定します。医療では、各々容体の異なる患者さんが相手なので、全てマニュアル通りとはいきません。しかし、誰かが場の線量を評価し、医療従事者に散乱線分布を知らせ、注意を喚起することはできると思います。医療で散乱線測定というと技師の方が防護衣を着用しサーベイメータで室内の散乱線の測定を行うと考える人が多いようです。現在当社が行っているのは、ジャングルジムを模擬したX線の吸収の少ない50cmの紙パイプ

をプラスチックジョイントと方向特性に優れたnanoDotを用いてX線室の内部を50cmメッシュで測定する方法です(写真)。紙パイプとジョイントの組み合わせなので、部屋がどのような形状でも測定可能です。この測定結果をIVR室やCT室の入口などに掲示すると、医療従事者は自然に線量の少ない場所に移動します。

たとえば図に示したオーバーチューブの透視装置の1.5mの散乱線の分布を見ると、一般的に医師がカテーテル操作などで立っている場所は散乱線の線量勾配の最も大きな位置であることがわかります。医師の立つ位置が少し変わるだけで線量は大きく変化してしまうので、これでは医師の眼の水晶体の線量を実測しても明確な規則性を得ることは

できません。医師は一般的にモニターの前に立とうとします。モニターは移動できるので、一歩ほど右の位置に移動すると水晶体の線量は半分程度まで下げることができます。カテーテル操作などで、移動できない場合もあるかもしれませんが、モニターの高さや位置は被ばく線量に大きく影響します。

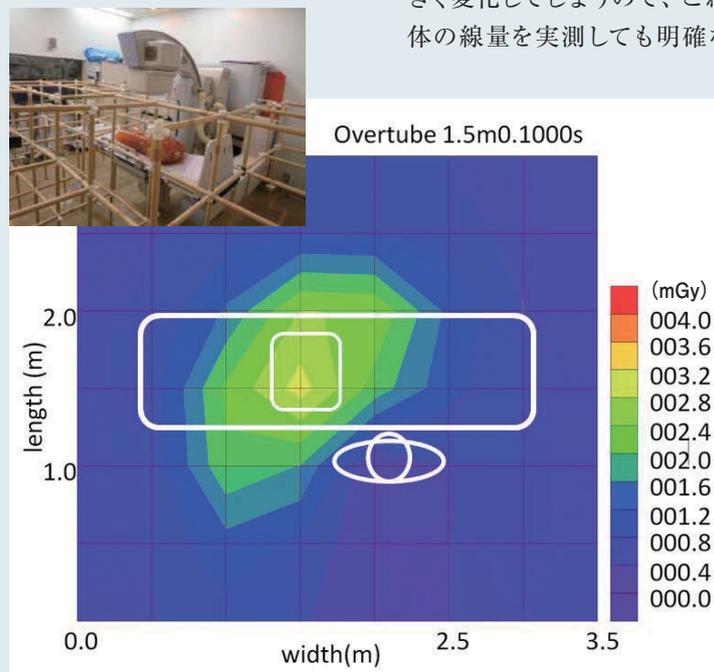


図 オーバーチューブの透視装置の散乱線の分布 (床上1.5m)

場の線量 (散乱線) の測定から、以上のようなことが分かってきました。

放射線量の測定を行うと被ばく線量を低減出来ます。約40年前に日本に手指の被ばくを測定するリングバッジを導入した時の例が最も明解です。測定開始直後の線量は平均で月に6,000mrem (60mSv) でしたが、3ヶ月後の平均線量は2,000 mrem (20mSv) に激減しました。作業者が測定結果を知ることにより、自ら注意改善した結果です。眼の水晶体においても、被ばくが多いと考えるなら、一時的にでも場の線量を測定して、下げる工夫が必要だと考えられています。放射線被ばく管理において測定は基礎中の基礎です。

お願い

年度末により報告書等をお急ぎのお客様へ

(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

当社ではお客様よりバッジをご返送いただくから2週間以内に外部被ばく線量測定報告書をお届けできるよう努めております。年度末により早目に報告書等が必要な場合は、下記手順にてご依頼ください。

①バッジ返送前に、当社まで電話にて返送日をご連絡ください。「至急測定」の受

付をいたします。

②バッジの“返送封筒”または“箱”の表面に「至急測定」と朱書きして、“速達郵便”または“宅配便”にてご返送ください。

*バッジ返送後にお電話をいただきましたも、至急測定ができかねますので、ご注意くださいますようお願い申し上げます。

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ストープ試薬を取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。



当社ホームページからもカタログは閲覧できます。

お問い合わせ: お客様サポートセンター

Tel. 029-839-3322

ちよつと知っ得
ひな祭りの由来

♪あかりをつけましょ ぼんぼりに〜♪ 皆さんは、お雛様を飾っていますか? ちなみに昔は今と違って飾らず、川に流していたようで、今でも奈良県や鳥取県ではこの風習が残っているそうです。三月上旬巳の日(上巳の節句)に草や藁で作った人形を自分の身代りとして川に流すことで病気や災いを祓い、健康と幸せを願いました。また貴族階級の女の子間で紙人形を使った遊び(ひいな遊び)今で言う「ままごと」が流行っていて、この遊びと川に流す^{ひとがた}人形が庶民の間で徐々に広まり結びつき「流し雛」が生まれたとされます。江戸時代になると、人形作りの技術が向上したことで、流すのではなく、家で飾るようになり、現在の「ひな祭り」の形になったのが由来だそうです。(M.K.)



編集後記



放射線業務においては、線量の管理が放射線防護上、必要不可欠なものとなっておりますので、個人被ばくについては法令により線量の測定と限度が定められています。一方、医療被ばくについては、それらの定めはありませんが、近年その実態把握に関心が高まってきています。2015年には、医療被ばく研究情報ネット

ワークにより、日本の診断参考レベルが公表されました。これは、放射線診断における医療被ばくの最適化を目的とした指標であり、線量限度を示したものではありませんが、不要な被ばくを避け、患者に安心を与えるという点において、放射線防護上の重要なツールとして利用が始まっています。「測る・知る・改善する」は、放射線防護に限らず、様々な場面に共通する安心・安全の根幹です。(N.Y.)

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

■当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.483 平成30年(3月号)

毎月1日発行 発行部数: 39,400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
的場 洋明