
技術解説

「診療放射線機器設置の取り組みについて」
～より良い放射線診療への貢献を目指して～
日本放射線防衛株式会社 池井勝美

「OSL線量計」
～OSL線量計の原理と応用～
長瀬ランダウア株式会社 小林育夫

埼玉県診療放射線技師会賛助会員・広告掲載会社様にご協力いただき、各社の特徴（特長）を基にした技術解説を今号より連載します。

「診療放射線機器設置の取り組みについて」

～より良い放射線診療への貢献を目指して～

日本放射線防禦株式会社

池井勝美*



1. はじめに

「埼玉放射線」編集部より新年度から特集「技術解説（製品紹介）」の連載を開始する。執筆は、賛助会員や広告社が対象で、一社目に当社「日本放射線放射線防禦（株）」にしたい旨、連絡をいただいた。内容は最新機器や特徴（特長）等の技術的内容を含むもの。当社が相応しいか検討した結果、「企画意図」後段にある「会員に広い視野で業務遂行、被ばくの説明の一助等になる・・・」の文言を本旨と捉えお受けした。

2. 放射線技術情報

新たな技術情報は、第一線を担う放射線科医（放医）や診療放射線技師（放技）の方が真っ先に知り得る立場。そこから調査・研究が始まる。

この分野は技術開発の分化も著しく、臨床研究の結果次第ですぐ導入にも繋がる。一方、放医、放技を多人数抱える専門性の高い病院とは違って、中小病院は新鮮な情報に恵まれません。その現況も垣間見え、当社事業の一旦の紹介は、模範的ではなくてもこの領域を広く横断的に見ていただけるチャンスと考え、稿を進めます。

3. 利用分類

3-1 診断（電離放射線）

X線撮影・透視、造影（一般・血管）、CT、骨塩定量等

（非電離放射線）

磁気共鳴撮影・分析、超音波検査、眼底カメラ・モアレ撮影等

3-2 治療（電離放射線）

放射線発生装置（直線加速装置等）

放射線照射装置（γナイフ等）

放射線照射器具（密封小線源）

放射性同位元素（非密封RI）

※非密封RIは核医学とする専門家あり。

3-3 核医学（電離放射線）

放射性同位元素（非密封RI、PET併設施設もあり）

3-4 放射線管理等

放射線量測定、電磁波・磁場強度測定等

放射線の診療への利用・普及は、格段に増えている。臨床の放医や放技が扱うこの多岐に亘る利用には医師の指示（依頼書等）が必要。放技法では電離放射線以外も、過去の無免許病院理事長の診断や指示で、手術等に至った過誤事件を契機に改正、明文化されたが一般の人には馴染みは薄い。

4. 電離放射線

放射線分野の電離放射線の種類を大きく分類すると図1になります。

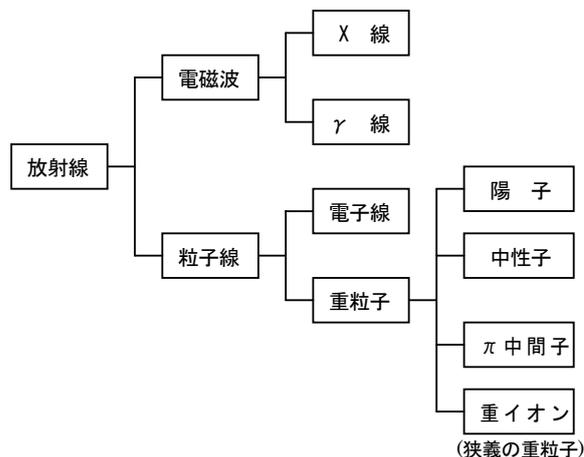


図1：電離放射線

5. 非電離放射線

放射線分野で取扱う非電離放射線等には、磁気共鳴撮影法や生体成分分析法 = MR (I & S = Magnetic Resonance Imaging & Spectroscopy)、超音波検査 = US (Ultrasonic-echography)、眼底カメラやモアレ撮影の可視光も入る。

*顧問

6. 当社の事業概要

事業分野は放射線施設の機器設置、周辺環境や測定等を含む総合で幅広い。主力は診断部門のX線装置、CT装置、MR装置や放射線治療装置に関する設置一式を受注、設置・施工する。この中で放射線治療装置は、治療装置本体、治療計画（シミュレータ）、電気設備、空調や上下水道等に管理区域周辺整備も加わり、機器設置では大型整備のため一級建築事務所を併設して、必要な解決を図っている。この設置施工は、あらかじめ、文科省と医療法に基づく許可が必要なため、基本条件がある程度煮詰まり、図面に反映できれば、相談段階から施工へ一歩進む。なお、現在、当社に実績はないが、陽子線や重粒子線治療の治験実績も増え、成績が良いとの情報を得ている。これらの設置も近い将来、担いたいと願っている。

7. 放射線治療の進捗概要

放射線治療は物質内で電離を引き起こす電離放射線を用い、病巣組織を壊死させる治療法。X線発見の年から始まった記録がある。創成期は咽頭癌や皮膚癌に応用、進化している。原理は放射線が細胞分裂の盛んながん細胞には大きく、正常細胞には小さいこと。その影響の回復は、がん細胞が小さく、正常細胞の回復時間を考慮して、分割照射すればより効果的。その理論は大きく変わっていない。使用の放射線の種類、照射方法や技術は、コンピュータの発達の恩恵が著しく、格段に高精度制御の照射が可能になっている。

8. 放射線治療装置の特殊用途

8-1 骨髄移植前全身照射 = TBI (Total Body Irradiation)

骨髄バンクが機能し、骨髄性白血病、再生不良性貧血、悪性リンパ腫等が適用になる。TBIは全身という放射線治療の概念とは異質。患者の白血病細胞消失と免疫を一時的に無力化して、他人の骨髄を受容可能にする。これには感染予防の無菌病室や無菌ストレッチャーが必須。全身照射が確保され、機器配置や壁面までの距離や遮へいに有利な対向板は不可になる。

8-2 輸血血液照射

輸血による移植片対宿主病 = GVHD (Graft Versus Host Disease) 予防の輸血血液の放射線照射。輸血血液に混在のリンパ球不活化が目的。照射から時間経過で、K上昇が問題になり時短が勝負。血液供給元の日赤は、病院の要請で照射も

可能だが、小児領域では時短や保存血には、自家照射（院内照射）が基本。専用装置（密封RI）の導入が困難な病院では直線加速装置が欠かせない。

9. 事業の進め方

メーカー、病院や測定部門から機器の新設・更新などの計画や時期の情報を得て、その病院の放医や放技の方にお聞きします。そこで、日頃から抱く夢や要望を率直にお聴きして、その方向性を可能な限り具体例にして提示します。細部の条件もいただければ下準備の病院情報をお願いします。

この準備段階の丁寧さが、最も大切な意思疎通になっています。施工に至れば一体感でスムーズに運べるツールになります。この素朴な接遇は、職員共通のマナーと認識、周知を図っています。

具体的な協議に入ると、実施部門と申請・図面関連部門を伴い、現況に即した新設や更新の組み替えの相談を繰り返します。この時点で信頼関係はより強固になっています。施工後の細部調整や変更も大所高所から判断が可能になります。

一連の施工事務の流れの概略は、設計計画、図面、許可申請、設置・更新（廃棄）、測定、施設検査、使用開始まで、機器設置から周辺環境整備を含め、総合的な受注を完成させるものです。

したがって、所掌事務は幅広く図面上で徹底的に可能性を追求、複数の提案型を基本にします。

特に、放射線防護の基本3原則、時間以外のファクターは予算上大きく、メーカーとは極限まで繰り返しディスカッションを重ね、設置案作成の柱になります。現在、年間の取り扱い数は、全国に展開しておよそ数十台。この事業に必要な最新技術は、開発メーカーが所有しますが、その特長を最大限に引き出す施工が肝要になり、メーカーとは事前に、施設の特長性を緊密に連携・研究を繰り返します。そのことは、後々の販促や広告にも繋がり、また、見せ所にもなります。

10. 放射線管理、各種測定

放射線機器の新設や更新の完了は、申請書通りの構造設備の施工と放射線遮へいや電波・磁気シールドなどのソフト面の確認があります。設置時、定期の測定の意義は、申請時の確認と後者は使用後の条件変更や隔壁等の変化の発見になります。測定器等はポピュラーなので割愛しますが、その測定の意義や測定器の特性や補正等を熟知し

た者が担うのは当然です。その資格に「X線作業主任者免許」を事業広告に据えるところもあり、異論が出ています。その免許では「医療用以外の1MeV未満のX線装置の使用又はX線の発生を伴う検査の業務」（X線管若しくはケノトロンのガス抜きを含む）に限定され、放射線発生装置や放射性同位元素は含まない。したがって、作業環境測定士（作環）や放射線取扱主任者（放取）が適切だが、第2種作環が測定、第1種作環が分析（判定）でも足りる。また、第3種放取を取得すれば密封RIの監督の資格なので利用の幅は広がる。

当社の測定者は、最低でも第3種放取を取得している。MR（I、S）の測定は、強力な磁場や高周波（電波）が必須。その強度や漏えいは、物理的や画像に影響し、設置時の測定は特に重要。法令で医療設備50Wを超える高周波の使用では、電波法第100条の許可が必要になる。

11. おわりに

初期の目的の稿なのか自信はない。次々に浮かぶ内容や字数のカットで、技術的な面の主体が消えた感が残ったが、事業は「人の行動や言動」に由来のもので全体の歯車を回転させる現実を改めて確認できたところ。一隅でも参考になるものがあれば幸いです。埼玉県診療放射線技師会の皆様方のご発展を祈念して稿を終えます。

（付記）西川公清は、昭和24年日本コロイド工業（株）を創業。2年後の昭和26年、奇しくも放法制定時、日本放射線防禦（株）に改称、現在に至る。北海道から沖縄県まで3か所の本支店を駆使、医療の放射線診療への貢献を目指して「縁の下の力持ち」の地道な役割を担ってきた自負があります。本年、2月には、本社ビルを新築移転でき、下記に玄関部分を添付しました。今後も変わらぬご支援をいただきたくお願い申し上げます。

こらむ $\sqrt[3]{X}$



*Ich fand durch Zufall daß die Strahlen durch
das Schwarze Papier d*

◀ 私 は 偶然に 黒い紙を突き抜ける
レントゲン博士の衝撃的な発見から

□数ヶ月後、レントゲン博士とは面識のない丸茂

本年2月5日、本社を新築移転しました。
お近くにお越しの際は、お立ち寄りいただき建屋
の施工など、ご意見を伺えれば幸いです。
日本放射線防禦(株) 代表取締役社長 西川元典
〒590-0074
大阪府堺市堺区北花田口町3丁2番10号
(Tel 072-232-0741 , FAX 072-223-7393)

「OSL 線量計」

～ OSL 線量計の原理と応用～

長瀬ランダウア株式会社
技術室 小林 育夫

長瀬ランダウア株式会社

1. OSL とは

ある種の物質に強い刺激を与えると発光することがある。このような物質を蛍光体と呼ぶ。英語では Phosphor と言い、光を運ぶものという意味の単語を擬人化した。OSL 線量計に使用する炭素添加 α 酸化アルミニウム (α -Al₂O₃:C) も蛍光体である。放射線診療では蛍光体は良く利用される。フィルムが利用されていたころの増感紙や、イメージングプレートも蛍光体の一種である。

OSL は Optically Stimulated Luminescence の頭文字をとったもので、JIS では光刺激ルミネセンスと称せられるが、本来の日本語表記は輝尽性発光と呼び、古くから良く知られた現象である。

蛍光体に放射線を照射すると発光する。照射を止めると、発光は徐々に弱まってくる。この蛍光体に強い光を照射すると、また再び明るく光り輝くことがある。これを輝尽と呼ぶ。(図1参照)

すなわち、強い光を照射することにより、弱まった光が一時的に輝き尽きるのである。昔の人は実に忠実に現象を言葉に代えた。

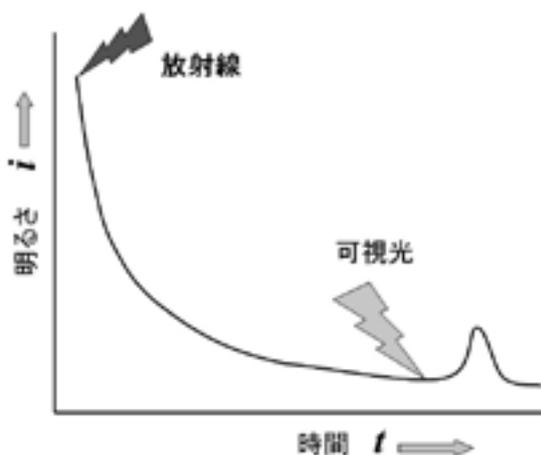


図1：輝尽発光

では、なぜこのような事が起きるかということ、蛍光体に放射線を照射すると、電離が起きる。電離した電子は、物質に結合した状態の荷電子帯 (Valence band) から自由に動き回れる伝導帯 (Conduction band) に持ち上げられ、自由に移動できるようになる。通常このような電離電子は、すぐに元の物質と再結合し電離前の状態に戻るが、蛍光を発する物質では、電離電子と同時に生じたプラスの電荷が、元の物質から発光中心となる別の物質に移動する。このため、電離電子がこの発光中心と再結合するとき、電子が電離の際に放射線から受け取った余分なエネルギーを、光の形で放出し発光するのである。

OSL 現象を示す物質では、荷電子帯と伝導帯の間に大きなエネルギーギャップがあり、この中に電子を捕獲する色中心 (F センターと呼ばれる捕獲中心) が形成され、電離電子を一時的に捕獲する。色中心なので Color から連想して C センターを思い浮かべるが、ドイツ語の Farbe (色) を語源としているため F センターと呼ばれる。F センターに捕獲された電子は、F センターのエネルギーレベルが深い場合、比較的長い時間安定的に捕獲された状態で維持される。

OSL 現象を起こす物質に放射線を照射すると、電離が起きる。電離した電子の多くはすぐに再結合するが、一部の電子は発光中心と再結合し、発光現象を起こす。さらに一部の電子は F センターに捕獲される。捕獲された電子は、光や熱などの刺激で F センターから解放され、発光中心と再結合し発光する。このため、OSL 特性を持った物質に放射線を照射すると、発光をはじめ、照射後、何らかの刺激を与えると再度発光するのである。この F センターに捕獲される電子の割合は、被ばくした線量に比例し、捕獲された電子が、何らかの刺激で解放される割合が、刺激の量と比例することから、OSL は線量計として、利用可能

となる。これは熱蛍光線量計（TLD）と原理はよく似ているが、TLDは温度を上げてFセンターが一時的に消滅するため、1度の測定で全ての電子が解放されるが、OSLでは、光により一部の電子だけが解放されるため、複数回の再評価が可能となる。

2. 線量測定

放射線防護において、最も基本となることの一つが線量測定である。医療においても、機器の出力の測定、漏洩線量測定をはじめとする場の線量測定、作業者の個人被ばく線量測定などが定期的もしくは継続して行われており、これらにOSL線量計が広く用いられている。

そして、これから注目されるのが医療被ばく、患者被ばく線量の測定である。これまで患者被ばくは、利益と損失が明確であるとの理由で測定が疎かになってきたが、被ばく線量に関する関心の高まりに連れ重要性を増している。ICRP（国際放射線防護委員会）はこれまで作業者の被ばくに関心を示し、医療被ばくには比較的無関心であった。

しかし2007年勧告では、始めて医療被ばくに言及し、診断参考レベル（DRL：diagnostic reference level）を防護の最適化の目標として掲げた。DRLは国、または地域の医療機関における同様な診断手技における線量分布の高い方から1/4下がった値で、平均的な手技における被ばく線量の目標とされる。ECでは既に法制化の動きがあるが、我が国ではまだその段階に至っておらず、測定に向けたいくつかの試みがあるが明確な値は求められていない。

これまで当社もDRLを求めるための測定試験に協力を行ってきたが、国内での特定手技における線量は、最大と最小で約10倍の開きがあった。

我が国では日本診療放射線技師会が公表している「医療被ばくガイドライン」が一つの目安になるものと思われる。当社はこれまで作業者の被ばく線量測定を主な業務としてきたが、この動きに呼応して、nanoDot線量計およびmicroStar簡易線量測定システムを開発し販売を行っている。nanoDotは単一の $Al_2O_3:C$ 素子を $1 \times 1cm$ の大

きさに遮光しただけの簡単な線量計で、診断領域のX線で読取装置を校正することにより、患者皮膚線量を容易に測定することができる（図2）。microStar線量読取装置は手動式で、素子のバーコードを読み取り、装置に線量計を入れ、中央のダイヤルを手で回すと、PCに線量が表示される。至って簡単に線量測定が可能となる（図3）。

国内ではDRLの法制化の動きは見えないが、今後予想される術前のインフォームドコンセントにおいて、被ばく線量の開示は必須と思われ、自施設における被ばく線量の測定は必要不可欠の条件となってくる。既にいくつかの医療機関では、自施設の標準的な被ばく線量をホームページ上に公開している。今後、被ばく線量に対する関心が高まり、患者が医療機関を選択する際、検査時の被ばく線量の一つの目安になる可能性もあり、医療被ばくから目が離せない状況になりつつある。

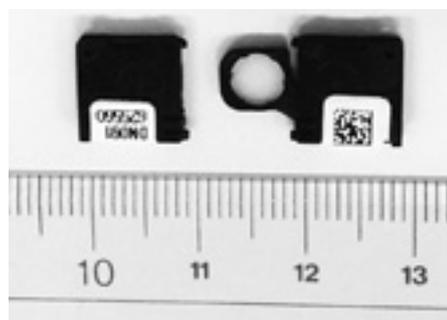


図2：nanoDot線量計



図3：microStar読取装置



Go where no reader has gone before

microStar(マイクロスター)は新たに開発したOSL線量計測定システムです。コンパクトな設計で、取り扱いが非常に簡単です。
nanoDotは酸化アルミとプラスチックで出来ていて、診断用の画像に写りこま無いいため、線量の確認に最適です。

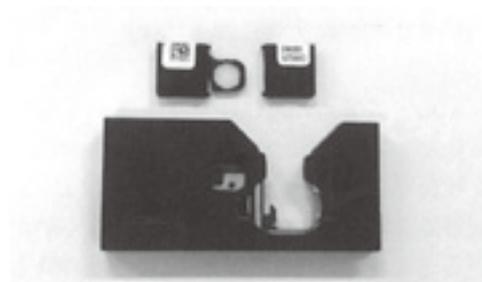


*画面は差し込みです。

特長

- 1) 小型, 軽量な可搬型
- 2) シンプルな操作方法
- 3) 繰り返し測定が可能
- 4) 高精度、高信頼性のOSL法
- 5) データ管理は専用のノート型PC

*短時間のウォーミングアップで読み取りが可能で緊急時にも対応可能です。



 長瀬ランダウア株式会社

本社 / 〒300-2686 茨城県つくば市諏訪G22街区1
TEL 029-839-3322 FAX 029-836-8441

