

線量校正センター

創刊号

Vol. 1

ニュース News

Therapy-level Dosimetry and Calibration

解説

水吸収線量率標準の進捗について

外部放射線治療における水吸収線量標準計測法
(標準計測法11)について

話題

- 放射線治療施設の品質管理に関する訪問調査について
- マンモグラフィ用 X 線の線量標準について
- 第三者評価機関における治療用出力線量測定(郵送測定)
ー 欧米の第三者評価システムよりー



「線量校正センターニュース」創刊号

contents

巻頭言	「線量校正センターニュース」発刊に寄せて 1 池田 恢 (医療放射線監理委員会委員長、市立堺病院放射線治療科部長)
解説	水吸収線量率標準の進捗について 2 森下雄一郎 (産業技術総合研究所 計測標準研究部門)
	外部放射線治療における水吸収線量標準計測法 (標準計測法 11) について 5 齋藤秀敏 (日本医学物理学会測定委員会委員長、首都大学東京大学院人間健康科学研究科)
話題	放射線治療施設の品質管理に関する訪問調査について 9 新保宗史 (埼玉医科大学 総合医療センター 放射線治療品質管理室)
	マンモグラフィ用 X 線の線量標準について 12 田中隆宏 (産業技術総合研究所 計測標準研究部門)
	第三者評価機関における治療出力線量測定 (郵送測定) 15 — 欧米の第三者評価システムより — 峯村俊行 (国立がん研究センター がん対策情報センター がん医療支援研究部 放射線治療品質管理推進室)
報告	電位計・電離箱の分離校正と絶対電荷の組立て 19 佐方周防 (医用原子力技術研究振興財団 線量校正センター)
	蛍光ガラス線量計の感度補正について 21 矢島佳央理 (医用原子力技術研究振興財団 線量校正センター)
	財団における医療線量計測・校正事業について 23 財団法人 医用原子力技術研究振興財団
資料	治療用線量計校正の施設名公表 (平成 21 年度、平成 22 年度) 26 財団法人 医用原子力技術研究振興財団
	平成 22 年度治療用線量計校正実績 (平成 22 年 4 月～平成 23 年 3 月) 28 財団法人 医用原子力技術研究振興財団
	出力測定の実績等について 33 財団法人 医用原子力技術研究振興財団
お知らせ	治療用線量校正担当より 35
	出力線量測定担当より 36
	財団ホームページの線量校正センター関連へのアクセス 37
編集後記 38

「線量校正センターニュース」 発刊に寄せて

池田 恢

(医療放射線監理委員会委員長、市立堺病院放射線治療科部長)



このたび、当・医用原子力技術研究振興財団では、放射線量の校正等の事業活動に関して、学術内容の公表のほか、校正実績や関係者の情報交換を目的とした「線量校正センターニュース」を発刊することとなりました。編集については当財団の医療放射線監理委員会が担当いたします。この「線量校正センターニュース」は、従来、医療用標準線量研究会がその機関誌として発行していた「医用標準線量」の役割を引き継ぐ形ともなります。

医療放射線の診断・治療の機器はコンピュータなど周辺技術の進歩とあいまって殊に近年目ざましい進歩を遂げ、X線治療は「ピンポイント照射」の時代であり、粒子線治療も普及段階に一歩踏み入れています。また放射線治療計画装置が格段の進歩・変化を遂げ、今や必須の機器となるとともに、照射の過程も複雑化しています。線量測定や、品質管理・保証についても従前に増して必要性が叫ばれています。品質管理士制度の発足、医学物理士や品質管理士の増加などはその表れといえるでしょう。また近年は「がん対策基本法」や関連法・計画の施行、それに先立つ事故の報道等から、がん医療・放射線治療についても社会的認識の高まりを感じます。

ここでわが国での医療放射線量の測定・相互比較に関する歴史を振り返ると、医療用線量標準センターは1971(昭和46)年に結成され、線量の1次標準を電総研(現・産総研)に求める一方で、医療用標準線量研究会が1976(昭和51)年に発足して全国各地の線量計の相互

比較ができるようになり、毎年、研究発表会と線量計相互比較の活動が行われました。これらの線量標準センターがその後各地区センターとなりました。当初のバックアップは日本医学放射線学会および同物理部会が行い、線量計校正業務がボランティア的の体制から当財団での業務として実施されるまで続けました。活動内容やその案内は長らく日医放学会誌、あるいは学会物理部会誌に論文ないし報告の形で掲載されました。そして「医用標準線量」が医療用標準線量研究会の機関紙として1996年に発行され、ほぼ年2回の刊行を維持してきました。この研究会の活動を通じてトレーサビリティの概念が普及したこと、診断用X線の線量標準までも含めた視野をもっていたことや、「通信会員」を募集していたことも特筆されます。

主たる測定業務の財団への移管で、校正事業は安定軌道に乗った感があります。今後も絶えず変遷する時代の要請にも応えながら、わが国の放射線医療の品質保証・管理に大きく貢献し、医療・がん治療の底辺を支え、医療に関わっている、という意識を念頭に置きながら校正業務や編集に励みたいと考えています。また相互比較で得られていた技術やノウハウの相互の交換・向上という側面を、今後これから増えると考えられる若い関係者にも、存続・継承できるように、この「線量校正センターニュース」がその場を提供できればと考えます。関係学会等の各位には、今まで以上のご協力をよろしく願う次第です。

水吸収線量率標準の進捗について

産業技術総合研究所 計測標準研究部門 森下雄一郎

1. はじめに

日本における水吸収線量は、標準測定法01[1]に従って、産業技術総合研究所（産総研）が供給する照射線量標準とシミュレーションにより評価された校正定数比を用いて決定されてきた。この方法によるデメリットは、各国が保有する水吸収線量の一次標準器との比較ができないことや、校正定数比の不確かさが大きいこと、校正定数比が求められていない電離箱は国内で校正したとしても水吸収線量の測定には使えないことなどがあげられる。これらの問題点を解消するため、産総研ではグラファイトカロリメータと空洞電離箱を用いて水吸収線量率標準を整備した。2009年度には国際度量衡局（BIPM）との国際比較や、アジア太平洋計量計画（APMP）の12ヶ国が参加する国際比較にも参加した。BIPMの国際比較では良好な結果が得られ、2010年度からは依頼校正での標準供給を開始した。これらに平行して、JCSSに則った校正のための手続きや、校正手法が変わることに伴う標準測定法01の改定作業も多くの関係者の手で進められている。以下では、簡単に水吸収線量率標準の概要を説明し、国際比較の結果及び校正定数比を幾つかの電離箱について検証した結果を紹介する。

2. 水吸収線量率標準

産総研の水吸収線量率標準はグラファイトカ

ロリメータと空洞電離箱で構成されている。図1 (A) はグラファイトカロリメータの熱量測定部の断面図であり、中心におかれたコアと呼ばれる円盤を、茶筒形状のジャケットとシールドが取り囲んでいる。これらは真空によりお互いに断熱されており、それぞれにはサーミスタと呼ばれる微小な抵抗が二種類埋め込まれている。一つは温度測定用であり、もう一つはヒータ用である。カロリメータはこのような熱量測定部をPMMAファントム中にコアの中心深さが5 g/cm²になるように埋め込んだ構造で、測定はコアの中心が⁶⁰Co線源から1 mの距離で

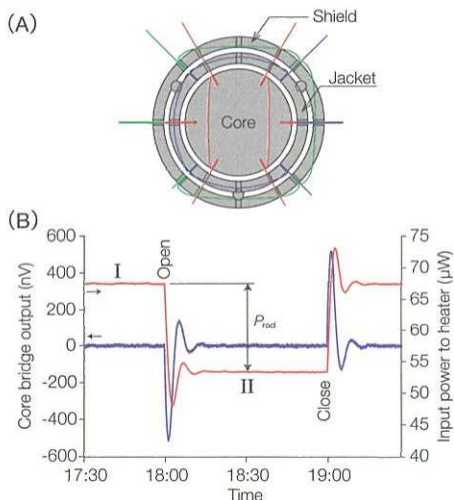


図1：(A) グラファイトカロリメータの熱量測定部と (B) コアの温度（青線：左目盛）及びヒータの出力電力（赤線：右目盛）の変化

行なわれる。この時の照射野直径は 11 cm である。カロリメータは定温度法と呼ばれる方法により制御されている。すなわち、シールド、ジャケット、コアはこの順に設定温度が高く、そして常にその温度を保つように制御されている。温度測定にはそれぞれの温度用サーミスタをそれぞれのホイストンブリッジ（変成器ブリッジの場合もあるが基本的には同じ）の一端に接続し、ブリッジ両端に実効電圧 0.1 V の交流電圧をかけ、ブリッジの出力電圧をロックインアンプにより測定している。そして、ブリッジにより測定された温度と設定温度から、PID 制御の公式を使ってヒータ用サーミスタに流す電流量を計算し、電流源を操作している。このような制御を一秒ごとに行い、数時間制御し続けると、コアの温度を一定に保つためのヒータの出力電力が一定値を示すようになる（図 1 (B) の I）。この状態で ^{60}Co γ 線を照射すると、 γ 線により供給される熱量率のために、PID 制御はヒータの出力電力を下げ温度を一定にする（図 1 (B) の II）。従ってこのヒータの出力電力の違いから、コアが γ 線から吸収する熱量率 P_{rad} が測定できる。グラフィイト吸収線量率 \dot{D} はコアの質量 M を用いて

$$\dot{D}_g = \frac{P_{\text{rad}}}{M} k_{\text{gap}} k_{\text{imp}} k_{\text{depth}}^{\text{cal}} k_{\text{def}} k_{\text{axi}} k_{\text{rad}}$$

と書ける。 k で表したのは補正であり、これらにより一様なグラフィイト中の深さ 5 g/cm² のグラフィイト吸収線量率が得られる。特に重要な補正は k_{gap} と k_{imp} であり、前者は熱量測定部の真空断熱ギャップを仮想的にグラフィイトで満たすために生じ、後者はコアがサーミスタや接着剤などグラフィイトでない物質を含んでいる事から生じる。補正係数のほとんどはモンテカルロ計算（EGS5）で求めている。

次にグラフィイト吸収線量率を水吸収線量率に変換する必要がある。これにはグラフィイト空洞電離箱を用いる。この空洞電離箱をカロリメータ用と同じ形のファントム中に設置して、

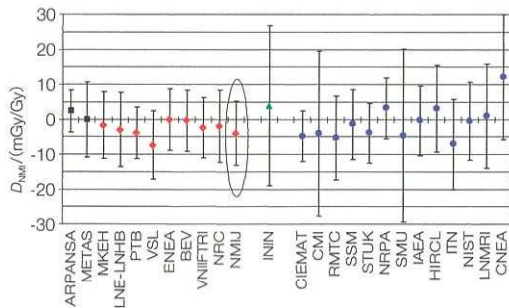
γ 線を照射した時の温度気圧湿度補正をした電流 $k_{\text{TP}} k_h I_g$ を測定する。次に電離箱を水ファントム中の 5 g/cm² 深さに設置して同様に補正した電流 $k_{\text{TP}} k_h I_w$ を測定する。これらの結果に多数の補正を施し、空洞原理を使えば、それぞれグラフィイト吸収線量率および水吸収線量率が得られる（文献 [2] 参照）。しかしここで必要なのは吸収線量率比であって、今の場合光子スペクトルがそれぞれの場合において同じようになっているので、分子と分母で打ち消しあう補正があるため、吸収線量率比 R_g^w は

$$R_g^w = \frac{k_{\text{TP}} k_h I_w}{k_{\text{TP}} k_h I_g} \frac{k_{\text{sl}}}{k_{\text{depth}}^{\text{cav}}} \left(\frac{\overline{\mu_{\text{en}}}}{\rho} \right)_g^w \beta_g^w \psi_g^w$$

と単純化される。ここで、 k_{sl} は水中測定で使う防水靴の影響を補正し、 $k_{\text{depth}}^{\text{cav}}$ はカロリメータファントム中での測定結果に空洞原理を適用した時に、空洞がグラフィイトで満たされ、その結果グラフィイト深さが 5 g/cm² より深くなることを補正する。熱量測定でも k_{gap} によりコアのグラフィイト深さが深くなり、それを 5 g/cm² に戻すための補正 $k_{\text{depth}}^{\text{cal}}$ があるが、電離箱空洞と真空断熱ギャップは同じ厚さにしてあるので $k_{\text{depth}}^{\text{cal}} \cong k_{\text{depth}}^{\text{cav}}$ となり、水吸収線量率の決定には影響しない。残りの 3 項はエネルギー吸収係数、カーマと吸収線量の比、光子エネルギーフルエンスであり、それぞれの値を水中に空洞をグラフィイトで満たした電離箱中心で評価した値と、同じくグラフィイトで満たされたカロリメータのコア中心で評価した値の比をとっている。測定時点での水吸収線量率は $\dot{D}_g R_g^w$ となる。

3. BIPM との国際比較

前節のように設定された水吸収線量率標準の正しさを調べるもっとも一般的な方法は、各国が保有する一次標準器と比較することである。ここでは BIPM との間で行なった比較について紹介する。産総研で所有する指頭形電離箱 A12（Exradin 社）および 30013（PTW 社）を



N.B. Black squares indicate results that are more than 10 years old.

図2：国際比較の結果（文献 [3] より転載）

用い、これらの電離箱を厚さ 1 mm の PMMA 製の防水鞘に収め、水深さ 5 g/cm² に設置し、⁶⁰Co γ 線を照射した時の出力電流 I^{NMIJ} を校正された電流計で測定した。この電流と半減期補正された水吸収線量率から産総研の水吸収線量校正定数 $N_{D,w}^{NMIJ} = \dot{D}_w^{NMIJ} / (k_{TPH} I^{NMIJ})$ [Gy/C] を決めた。ここで、 k_{TPH} は大気の状態を温度 293.15 K、気圧 101.325 kPa、相対湿度 50% にするための補正係数である。これらの電離箱を BIPM に持ち込んで、BIPM でも同様の校正を行ない $N_{D,w}^{BIPM}$ を得た。BIPM の水吸収線量は水ファントムに空洞電離箱を設置して電流を測定することにより決定されている。詳細については文献 [2] を参照されたい。これら二つの校正定数から比較の結果を $1000 (N_{D,w}^{NMIJ} / N_{D,w}^{BIPM} - 1)$ で表したのが図2である。これは両者の違いを千分率で表したものである。多くの点は他国が行なった国際比較の結果であり、今回の産総研の結果は円で囲んだ部分である。どちらの電離箱でも産総研の校正定数が BIPM の校正定数よりも 0.4% 小さかった。図のエラーバーは双方の測定の不確かさを考慮したものを拡張不確かさ $k = 2$ で表示しており、不確かさの範囲内で両者の結果が一致していることがわかる。国際比較のより詳細な内容については文献 [3] を参照いただきたい。

4. 校正定数比の比較

次に、BIPM 及び APMP 国際比較で使用し

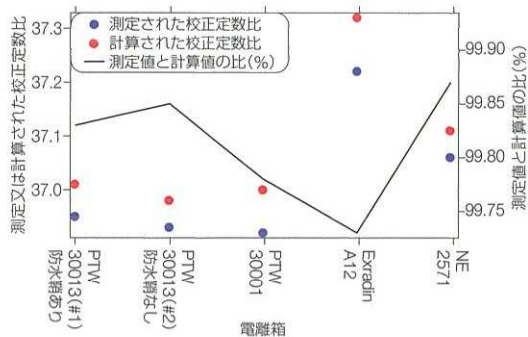


図3：校正定数比の比較

た電離箱の水吸収線量校正定数 $N_{D,w}$ と、これらの電離箱を用いて産総研で測定した照射線量校正定数 N_c の校正定数比 $k_{D,x,+s1} = N_{D,w} / N_c$ について紹介する。APMP 国際比較では 30001、30013 (PTW 社)、2571 (NE 社) の三本を使用した。30013 についてのみ防水鞘を使わずに直接水ファントムに設置して測定したので校正定数比は $k_{D,x}$ となる。図3は各電離箱ごとに青丸は測定により得られた $k_{D,x,+s1}$ 、赤丸は標準測定法 01 に列挙されている $k_{D,x,+s1}$ を示し、数値は左目盛りである。黒線はこれらの値の百分率比であり、値は右目盛りに表示した。電離箱の違いによる校正定数比の変化の傾向は測定により再現されているが、どれもおよそ 0.2% 程度測定値が小さかった。なお 30013 の結果が防水鞘の有無により若干変化するのを測定も再現しているように見えるが、測定に使った電離箱は別のものであり、この変化が必ずしも防水鞘の効果を示しているわけではないということについては注意が必要である。

参考文献

- [1] 日本医学物理学会編、“吸収線量の標準測定法（標準測定法 01）”、通商産業研究社（2002）
- [2] M. Boutillon and A-M. Perroche, Phys. Med. Biol. 38 439 (1993)
- [3] C. Kessler et. al, Metrologia 48 Tech. Suppl. 06008 (2011)

外部放射線治療における 水吸収線量標準計測法（標準計測法11）について

日本医学物理学会測定委員会委員長 齋藤秀敏（首都大学東京大学院人間健康科学研究科）

1. はじめに

放射線治療では、投与線量の変化に対して腫瘍の局所制御率および正常組織の障害発生率が急峻に変化することが知られている。したがって、吸収線量は重要な管理項目の一つであり、5%¹⁾あるいは3.5%²⁾の合成不確かさが目標値とされている。このことから AAPM Report 13 では、5%の合成不確かを実現するため、ファントムでの吸収線量計測において2.5%の不確かさが求められている³⁾。

すべての放射線治療施設において小さい不確かさで吸収線量を評価することができ、その線量評価が正しいと保証されるためには、次に掲げる項目が提供されている必要がある。

- a) 吸収線量の国家標準
- b) 吸収線量標準による電離箱線量計校正
- c) 吸収線量計測のための標準計測法
- d) 第三者による線量評価

これまで日本では、項目 a) にあたる水吸収線量の国家標準が未整備であった。しかし、今般⁶⁰Co γ 線による水吸収線量標準での校正が産業技術総合研究所（産総研）に確立された。これによって個々の電離箱線量計に対して水吸収線量校正定数 $N_{D,w}$ が直接与えられる校正体制が整い、より不確かさを低減させた吸収線量評価がユーザ施設で可能となりつつある。

本項では、線量標準、電離箱線量計校正、そして放射線治療における吸収線量の標準計測法の変遷をふり返り、水吸収線量標準により $N_{D,w}$

が直接与えられた電離箱線量計での吸収線量評価のメリット、発刊予定の「外部放射線治療における水吸収線量標準計測法（標準計測法11）」での変更点の概要について述べる。

2. 線量標準と電離箱線量計校正の変遷

図1に産総研における線量標準、医療用線量標準センターの活動および放射線治療における吸収線量の標準計測法と諸外国の動向を比較して、年表として示した。

わが国の一次線量標準機関（PSDL）は産総研（旧電子総合研究所）であり、1967年の計量法改正に合わせて照射線量が法令単位として整備された。1980年につくば市へ移転したと同時に148 TBqの⁶⁰Co γ 線照射装置が導入され、1993年からは現在のグラフィイト壁空洞電離箱を特定標準器として10 nC kg⁻¹から0.1 C kg⁻¹、さらに2006年からは0.1 C kg⁻¹から5.0 C kg⁻¹の照射線量標準が提供されている。

物理量の計測では、不確かさがすべて表記された切れ目のない比較の連鎖によって国際標準あるいは国家標準につながるトレーサビリティが確立されている必要がある。図2は線量のための国際計量システムの概念を示している。わが国の放射線治療において、ユーザ評価の線量と産総研（NMIJ）との間のトレーサビリティを確立するために重要な電離箱線量計校正を担ってきたのが、日本医学放射線学会の傘下で1970年代に活動を開始した放医研（NIRS）と



図1：線量標準と標準線量計測法の変遷

各地区の医療用線量標準センターであった。

2004年に医療用線量標準センターの役割は医用原子力技術研究振興財団（ANTM）に移管され、2009年には照射線量の計量法校正事業者登録制度（JCSS）校正事業者として認可された。これによって国際標準化機構および国際電気標準会議が定めた校正機関に関する基準（ISO/IEC17025）に適合した品質システムで校正が提供されるようになった。

現在、放医研と医用原子力技術研究振興財団

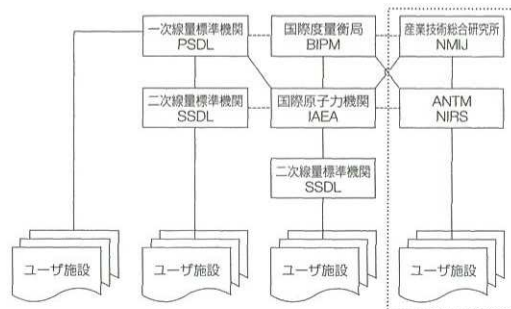


図2：線量の国際計量システム (International Metrology Systems; IMS) と日本の線量校正体制

が日本の二次線量標準機関 (SSDL) としての役割を担っている。

3. 吸収線量計測法の変遷

吸収線量の標準計測法については、1972年に「放射線治療における ^{60}Co γ 線および高エネルギー X線の吸収線量の標準測定法」、1974年には「放射線治療における高エネルギー電子線の吸収線量の標準測定法」が、日本医学物理学会の前身である日本医学放射線学会物理部会から発刊された。また、1986年には既刊の2冊を改訂、合冊した「放射線治療における高エネルギー X線および電子線の吸収線量の標準測定法」が発刊された。

SI単位系への移行、新たなデータへの採用などがあったが、これらの標準測定法では線量計の表示値が M であるとき、吸収線量 D は基本的に次式で求めた。

$$D = C_q N_c M k_1 P_{\text{ion}} \quad (1)$$

ここで、 k_1 は大気補正係数 (温度気圧補正係数)、 P_{ion} はイオン再結合補正係数である。 C_q は照射線量から吸収線量へ変換するための吸収線量変換係数であり、公称の線量ごとにと与えられていた。また、 N_c はコバルト校正定数であり、照射線量標準での校正によって与えられた電離箱線量計の表示値から照射線量を求めるための定数である。

4. 標準計測法 11

2002年に発刊された「外部放射線治療における吸収線量の標準測定法」(標準測定法 01) は、AAPM TG-51 protocol⁴⁾、IAEA TRS-398⁵⁾をはじめとして、国際標準となりつつあった水吸収線量校正定数 $N_{D,w}$ を採用した吸収線量計測法である。 ^{60}Co γ 線を基準線質として照射した場合の水吸収線量が D_w である点に設置した電離箱線量計の表示値が M であるとき、

$N_{D,w}$ は次式で与えられる。

$$N_{D,w} = \frac{D_w}{M} \quad (2)$$

この校正には水吸収線量が国家標準として整備されていることが必須条件であるが、2002年当時は ^{60}Co γ 線による照射線量標準によるコバルト校正定数 N_c による電離箱線量計校正に留まっていた。このため標準測定法 01 では、 $N_{D,w}$ を次式で求めることとした。

$$N_{D,w} = N_c k_{D,x} \quad (3)$$

ここで、 $k_{D,x}$ は校正定数比であり、 ^{60}Co γ 線での吸収線量変換係数 C_q に相当する変換係数である。現在校正證書に参考値として記載されているのが式 (3) で算出された数値である。 $k_{D,x}$ は電離箱の公称の壁材質、壁厚、電離空洞の直径、中心電極などから計算で求められたため、 $N_{D,w}$ が直接与えられた電離箱線量計を使用することによって線量評価の不確かさを低減するという標準測定法 01 の本来の目的は実現されない状況が続いてきた。

しかし、文部科学省の知的基盤整備計画における計量標準の整備項目の一つとして水吸収線量が掲げられ、東日本大震災の影響により多少遅れたが、2011年7月15日付の通商産業省告示第百六十四号によってグラフアイトカロリメータが特定標準器として指定され、同第百六十五号で ^{60}Co γ 線による水吸収線量標準によって特定二次標準器として使用される電離箱線量計の校正が産業技術総合研究所で行われる体制が確立された。これを受けて、医用原子力技術研究振興財団においても JCSS 認定の ^{60}Co γ 線による水吸収線量校正定数を直接与える電離箱線量計の校正サービスがよいよ 2012年度中に提供される状況となった。

以上のような電離箱線量計校正体制の変化に対応し、高エネルギー光子線、電子線だけでは

なく、陽子線および炭素線の水吸収線量計測も包括した外部放射線治療における水吸収線量計測の標準的方法を提供できるよう、日本医学物理学会測定委員会の下に執筆委員会を設けて改訂作業を進めてきた。

改訂版は、電離箱線量計内に生じる電離電荷を測定し、目的とする水吸収線量を算出する標準的方法を提案していることから、JIS Z 8103 による計測用語の定義と照らし合わせ、「外部放射線治療における水吸収線量標準計測法」と称し、略称は「標準計測法 11」とすることとした。従来計測法も吸収線量を評価する物質は人体と等価な水であったが、「水吸収線量」としてより明確に評価の目的を示した。

標準計測法 11 は $N_{D,w}$ が直接与えられた電離箱線量計の表示値 M から水吸収線量 D_w を次式で評価する。

$$D_w = M N_{D,w} k_Q \quad (4)$$

ここで k_Q は線質変換係数であり、式、線質指標の求め方、測定の手順とも標準測定法 01 と同じであり、標準計測法 11 がユーザ施設で採用されても従来との変化はないものと考えられる。ただし、形式ごとに式 (3) で与えられていた $N_{D,w}$ が直接校正で与えられることから、

表 1：水吸収線量評価の不確かさの比較
(光子線の場合。数値は現状の評価値であり今後変わる可能性がある。)

不確かさの要素	TRS-398	標準測定法01	標準計測法11
水吸収線量校正定数 $N_{D,w}$	0.6	1.5	0.54
コバルト校正定数 N_c	-	(0.74)	-
校正定数比 $k_{B,x}$	-	(1.3)	-
線質変換係数 k_Q	1.0	1.0	1.0
測定の不確かさ M	0.9	0.9	0.9
総合不確かさ (%) ($k=1$)	1.5	2.0	1.5

多少数値が変化することが予想される⁵⁾。この変化は表 1 に示したように、水吸収線量評価の不確かさが低減する方向への変化であるということをご理解いただきたい。変化の幅については、水吸収線量校正の体制が整い次第データを集積し、公表していく予定である。

5. まとめ

標準計測法 11 は標準測定法 01 から計測法自体を改訂するのではなく、水吸収線量標準の確立への対応、標準測定法 01 が目指した線量評価の不確かさ低減の実現、そしてより理解し易いページ構成を目的としている。従来と同様、放射線治療施設や教育機関における水吸収線量計測の手順書、教科書または参考書として利用され、外部放射線治療における物理線量評価の不確かさ低減に貢献するよう期待する。

参考文献

- 1) ICRU: Determination of Absorbed Dose in a Patient Irradiated by Beams of X or Gamma Rays in Radiotherapy Procedures (ICRU Report 24), 1976.
- 2) Mijnheer BJ, Battermann JJ and Wambersie A.: What degree of accuracy is required and can be achieved in photon and neutron therapy?, *Radiother. Oncol.* 8, 37-52, 1987.
- 3) AAPM Task Group 24 and 22: Physical Aspects of Quality Assurance in Radiation Therapy (AAPM Report 13), 1984.
- 4) AAPM Task Group 51: Protocol for Clinical Reference Dosimetry of High-Energy Photon and Electron Beams, *Med. Phys.* 26:1847-1870, 1999.
- 5) IAEA: Absorbed Dose Determination in External Beam Radiotherapy, Technical Report Series 398, IAEA, Vienna, 2000.

放射線治療施設の品質管理に関する 訪問調査について

埼玉医科大学 総合医療センター 放射線治療品質管理室 新保宗史

はじめに

放射線治療施設の訪問による線量測定は、2001年以前にも一部で実施されていた。2001年度から、厚生労働科学研究費補助金「放射線治療の技術評価および品質管理による予後改善のための研究」池田班により、予備調査が実施され、2002年度から、放射線治療施設の吸収線量訪問測定を年間20件弱で行ってきた。この測定は、池田班、加藤班、白土班の研究に引き継がれ、2002年から2010年までの9年間で、のべ155施設192装置344ビームについて測定・評価を行った。

調査開始前後に医学物理学会より「吸収線量の標準測定法01」が発刊されたため、この吸収線量測定方法の確認および、蛍光ガラス線量計による郵送調査のための基礎データ取得もあわせて行っている。2005年度からは、測定に際して施設の線量管理状況を確認するためのアンケートもあわせて実施し、線量測定プロトコル(86/01/施設オリジナル)および測定機器の管理状況を合わせて調査してきた。

訪問調査の目的

測定の目的は、施設の放射線治療の物理技術的品質管理状況の確認と、改善、定常的な品質管理ができるような手助けを行うことにある。

測定方法

訪問による線量調査では、測定器持参で施設

を訪問し、線量校正点での吸収線量を実測する。測定は、標準測定法01に従い、温度気圧補正、イオン再結合補正係数、および $TPR_{20,10}$ 測定で得られる線質変換係数を使用する。評価項目は校正点での吸収線量、および基本的な4項目の計5項目である。測定で、施設での測定値と相違があれば、その原因について、施設担当者と相談しながら確認し、修正の手助けを行ってきた。相違が小さい場合でも、施設担当者の質問、要望に答え、物理技術的品質管理状況の改善が進むよう努力してきた。

測定結果

測定は、当初、班員の所属施設、関連施設から開始し、近畿地区(川越・佐々木)、埼玉(榎戸)、栃木(榎戸・増渕)、神奈川(上前・村上)、国立病院・関東甲信越(大山・有路)、兵庫県立病院(矢能・赤城)、群馬(保科)、愛知(内山)、長野(小口)、および沖縄(仲宗根)にて、測定を行った(括弧内は取りまとめ者)。各地域では、できるだけ施設を網羅するように実施したが、完遂したのは埼玉県、沖縄県のみとなった。

155施設のうち、評価された吸収線量5項目について相違がすべて3%以内で良好であるとされた施設は98施設(63%)で、校正点吸収線量の相違が3%を越える施設は16施設(10%)、5%を超える線量の相違が検出された施設は24施設(15%)となった。

年々、標準測定法 01 が正しく実行され、吸収線量に対する品質管理状況は向上しているように感じられるが、一方、品質管理に関心が薄く、対応が不十分な施設もあり、放射線治療を実施する施設すべてについて、何らかの確認作業が必要であると考えます。

考察 1

検出された吸収線量の相違が3%を超えた場合に、原因を確認している。原因はそれぞれだが、

- ・ 通常治療と異なる MU 値計算手法（通常は TPS、測定の際には手計算）を行ったため。
- ・ TMR 表、OPF 表に誤りがある。
- ・ 施設基準線量計と訪問調査で使用した線量計の校正定数の相違（1%以内）。
- ・ その他、線量評価プロトコルと異なる手法での測定評価など

が原因となっている。線量計の校正定数の相違は小さいが、相違の一部になっていることもある。これに起因する相違は、線量計の校正がコバルト照射線量校正（現状）から水吸収校正定数（直接校正）が提供されるようになれば解消される。

訪問測定時に照射すべき MU 値を算出する際には、通常の治療照射と同様の手順で算出することが好ましいが、

- ・ 品質管理用患者 ID を登録していない・登録できない
- ・ TPS に仮想ファントムもしくは水槽のデータが登録されていない

などの場合、TPS を用いた MU 値計算が不可能で、通常と異なる手法：TMR/OPF 表を用いて、MU 値を算出することになる。普段から、TPS で算出した MU 値と手計算での確認作業を行っている場合は、間違いが起りにくい。

放射線治療の誤照射事例が示すように、治療計画装置の設定・使用方法に誤りがある場合も

ある。これらの防止あるいは、多重チェックの意味から、通常治療での MU 値の確認を、手計算で行うようにしてほしい。また、算出された MU 値を元に事前に実際のビームの吸収線量測定を行うことで、MU 値計算手法と数値表の健全性を確認できる。

放射線治療の品質管理を行ううえで、確認すべき項目は多岐にわたる。そのうち吸収線量の管理は、大切な項目であるとともに、その一部でもある。その他の項目について外部評価が可能となる様な手法を考案することと、これら外部評価をきちんとこなすことで、物理技術的品質管理全体が網羅され、品質が担保されるよう、調査実施側も努力しなければならない。

放射線治療の品質管理項目はガイドラインなどに示されているが、それを達成するのは、施設担当者のみでは難しい部分もある。施設内の品質管理に関するシステムの構築や、各種講習会に参加して不足部分を補うなど、施設の自助努力を継続するとともに、外部評価を受け、不明点をなくし、よい治療を行ってほしいと思う。

考察 2

これまでの測定では、施設の品質管理状況の確認および修正を行ってきたが、副次的なものとして、多くのデータが得られている。図 1 に、

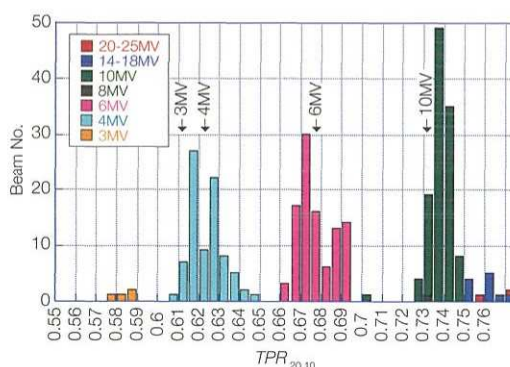


図 1：公称エネルギー別 $TPR_{20,10}$ 分布
2002-2009 訪問調査データ

公称エネルギーと $TPR_{20,10}$ 実測値を示す。 $TPR_{20,10}$ は訪問調査員が現地で測定して得た結果で、図中にBJR Supplement 25で示されている公称エネルギーの平均値を示している。公称エネルギー 4 MV、6 MV については、イギリスのデータと一致するが、10 MV については、国内治療装置ではやや高いエネルギーに調整されているようだ。また、20 MV を超えるエネルギーと 14 MV ~ 18 MV では、 $TPR_{20,10}$ にそれほど差はない。国内での小児用の照射装置で設定されている公称エネルギー 3 MV については、英国のデータより $TPR_{20,10}$ が小さくなっている。

図 2 に $TPR_{20,10}$ 別の校正条件での設定 MU 値を示す。エネルギーが高くなるにつれ、設定 MU 値が小さくなり、深部線量分布のエネルギー変化を反映している。多くの施設が、一定の範囲内に入っているが、この集団から外れる MU 値を設定している施設もある。これらについて、実際に測定で得られた校正点吸収線量 (指定は 1.00 Gy となるようにお願いしている) の相違を % で図中に示している。平均的な MU 設定値より 5% 以上相違が大きい施設もあるが、そこで得られる吸収線量の相違は、それほど大きなものになっていない。これは、各施設のビームについて、線質を評価する数値

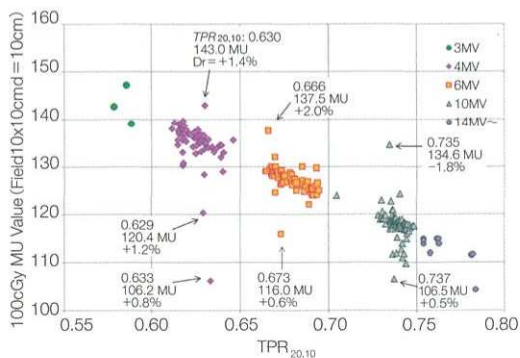


図 2：公称エネルギー別 $TPR_{20,10}$ -Ref.MU

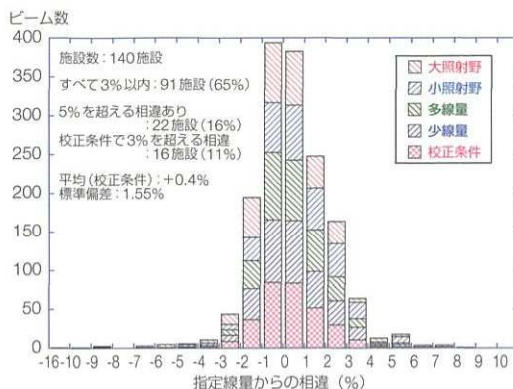


図 3：訪問による線量測定 指定線量からの相違とビーム数
池田・加藤・白土班 2002-2009

$TPR_{20,10}$ のみで、そのビームを表現することができないことを示しており、実際に現場での測定でしか得られないことがあることを示している。

2002 から 2009 年度までの訪問調査結果を図 3 に示す。

まとめ

放射線治療に関する医療過誤が報道され、各団体に対応をとるようになった。また、品質管理の大切さ、外部評価の導入なども進んできており、施設の担当者の意識も向上してきている。一方、外部との交流が乏しく、従来手法を踏襲している施設もある。相違が 5% を超える施設には、相違の原因の確認と修正および再測定を行ってきたが、複数の原因がある場合には、即座に正しい線量評価が実施できる場合は少なく、数回の測定を繰り返すことで相違が 3% 以内となることが多かった。相違があることがわかって、それを修正し、正しく管理できるようになるためには、時間と労力が必要である。国内で放射線治療を実施している施設すべてについて、等しく良好な品質管理を実施し、よりよい治療が提供できるシステムが導入されることを切に願っている。

マンモグラフィ用X線の線量標準について

産業技術総合研究所 計測標準研究部門 田中隆宏

1. はじめに

乳がんの早期発見の観点から期待されているのがマンモグラフィである。本邦の乳がん検診においてマンモグラフィが導入されて10年以上が経過し、現在まで受診者数は増加の一途をたどっている。

ところで、乳房は人体の中で放射線に対する感受性が高いとされるため、マンモグラフィ診断の際は、適切な線量で適切な診断画像が得られることが望ましい。このためには、マンモグラフィ装置のX線の線量評価が必要となる。一般に、線量計の指示値は、測定するX線のエネルギー分布（線質）に依存する。特に、マンモグラフィで用いられるX線の線質の多くは、一般撮影のX線の線質と大きく異なる。そのため、マンモグラフィ用X線の線質に基づいた線量標準を用いた線量計の校正が、精度の良い線量評価につながる。

このような背景を踏まえ、産業技術総合研究所（以下、産総研）では、マンモグラフィ用X線の線質に基づいたX線の線量標準を開発し、2009年3月より供給を開始した^[1,2]。本稿では、産総研のマンモグラフィ用X線の線量標準の概要と、これまでの成果を中心に簡単に紹介する。

2. マンモグラフィ用X線の線量標準について

産総研には、管電圧が10～50 kVまでの軟X線用と30～300 kVまでの中硬X線用の大小2台の自由空気電離箱があり、照射線量と空

気カーマの標準供給を行っている。図1に、産総研の軟X線及びマンモグラフィX線用線量計の校正施設を示す。

従来のW陽極のX線管とAl付加フィルタの組み合わせ（以下、W/Al）の線質の照射装置の隣に、マンモグラフィ用としてMo/Mo線質の照射装置を新設した。国家標準器である自由空気電離箱は従来のW/Al線質の軟X線標準と共通であり、線質に応じて補正係数を評価している。

自由空気電離箱（図2）では、電離体積内で生成されたイオンの電荷を測定し、照射線量（または空気カーマ）を求めている。電離体積内の空気の質量を m とすると、照射線量率は次の(1)式によって得られる。



図1：産総研の軟X線及びマンモグラフィX線用線量計の校正施設

$$\dot{X} = \frac{I}{m} \prod k_i \quad \dots\dots (1)$$

ここで、(1) 式の I は X 線による電離電流、 k_i は補正係数である。軟 X 線では、空気による吸収に対する補正が約 1.5 ~ 2% と最も大きく、その他に散乱線に対する補正が少し (~ 0.5%) あるのみで、他の補正係数に関してはかなり小さい (~ 0.1% 未満)。実測による評価が困難な補正係数 (散乱線に対する補正など) は、モンテカルロシミュレーションにより評価している。

産総研のマンモグラフィ用 X 線の線量標準の線質は、IEC61267 [3] に準拠した線質を基本としている。この規格は 2005 年の改訂に伴い、Mo の付加フィルタの厚さが 30 μm から 32 μm へと変更されたが、産総研では、どちらにも対応できるようにしている。また、実際のマンモグラフィでは圧迫板を透過した X 線が乳房に照射されるため、圧迫板 (3 mm 厚のポリカーボネート) を透過した線質での線量標準の供給も行っている。なお、校正距離 (焦点-規定面間距離) は 60 cm となっている。

図 3 は、管電圧と半価層の関係を付加フィルタ別を示したものである。

同一の管電圧において、圧迫板を加えること

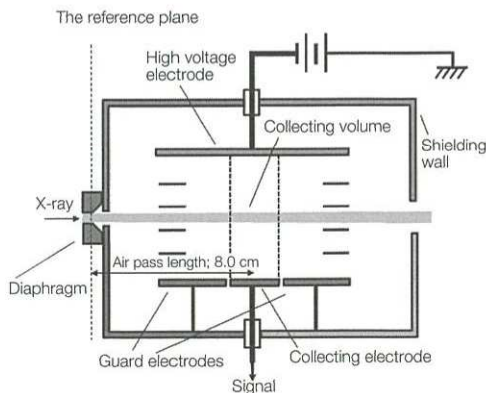


図 2: 軟 X 線用の自由空気電離箱の模式図

によって半価層が約 15% 厚くなる傾向が見られた。これは、X 線管球から放射される X 線のうち低エネルギー成分が圧迫板によって減衰していることを示している。一方、Mo の付加フィルタの厚さの違い (30 μm と 32 μm) の半価層への影響は 2 ~ 4% 程度と、圧迫板による影響よりは小さい。

軟 X 線用の電離箱線量計 (PTW23344) の校正定数の線質による違い (W/Al と Mo/Mo) を評価した (図 4)。

図 4 より、この電離箱線量計については、W/Al と Mo/Mo の違いによる校正定数に有意な差はほぼないと推察される。しかし、マンモ

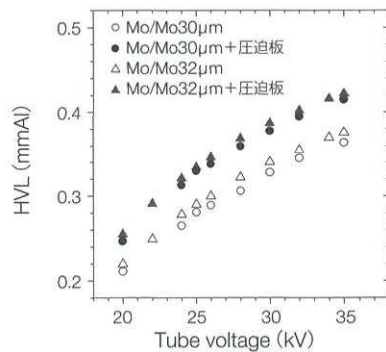


図 3: 産総研のマンモグラフィ用 X 線標準における管電圧と半価層の関係

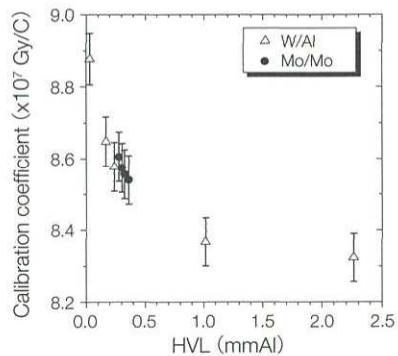


図 4: 軟 X 線用電離箱線量計 (PTW23344) の校正定数の半価層依存性 (エラーバーは拡張不確かさ 0.8% を示す)

グラフィ用 X 線の半価層の領域では、校正定数が大きく変化しており、校正における線質には注意を払う必要があることが分かる。また、エネルギー（半価層）依存性が電離箱式よりも大きい半導体線量計では、線質に対する一層の注意が必要である。

3. BIPM との国際比較について

各国の標準は国際的な同等性の確保のため、他国の標準との比較を行う必要がある。そこで、2009年に産総研はマンモグラフィ用 X 線の線量（空気カーマ）について、国際度量衡局（BIPM）との国際比較に参加した^[4]。

放射線の線量標準の国際比較では、2種類の方法がある。一つは、各国の標準器同士を直接比較する方法である。例えば、産総研の国家標準器（自由空気電離箱）を BIPM に持ち込み、BIPM の標準器と直接比較する方法である。この方法は、標準器が持ち運び可能である場合に限られる。もう一つの方法は、線量計の校正を各機関の校正場で行い、その校正結果（校正定数）の比較による方法である。この方法は、標準器の運搬が困難な場合に有用な方法となる。今回の国際比較では、後者の方法を取り、3種類のマンモグラフィ用（軟 X 線用）のシャロー型電離箱を使用した。

表 1 に今回の国際比較の結果を示す。

各線量計とも 0.4% 以内で一致していることが確認された。今回の比較における相対拡張不

表 1：BIPM との国際比較の結果一覧（産総研の校正定数の、BIPM の校正定数に対する比）

	Mo25	Mo28	Mo30	Mo35
PTW23344	0.9992	1.0002	0.9992	1.0001
Radcal RC6M	0.9961	0.9963	0.9967	0.9962
C-MA	0.9998	1.0000	0.9999	1.0003
mean	0.9984	0.9988	0.9986	0.9988

確かさ（ $k = 2$ ）は 0.8% であることから、十分な一致が確認されたといえる。

この国際比較には、産総研の後（2010 年以降）に、アメリカ（NIST）、ドイツ（PTB）、中国（NIM）が参加している（産総研が最初に参加）。現在（2011 年 7 月 31 日）までに、PTB の比較結果が開示されており、BIPM と拡張不確かさ以内での一致が確認されている^[5]。それ以外の参加国についても、今後レポートが公表されていく予定である。

4. 今後の展望

マンモグラフィでは Mo/Mo の線質以外にも、Mo/Rh や Rh/Rh などの線質の X 線が利用されている。産総研では、これらの線質の線量標準の開発などを現在進めている。

今後も医療技術の進歩に伴い、様々な診断技術が登場することが予想される。産総研では、それらに柔軟に対応した標準の開発・供給を行っていく必要があると考えており、今後とも関係者のご協力をお願いしたい。

参考文献

- [1] 田中隆宏：産業技術総合研究所におけるマンモグラフィ用 X 線標準場、計測分科会誌 Vol. 17, No. 1, 20-23.
- [2] 齋藤則生、田中隆宏、黒澤忠弘：マンモグラフィにおける放射線標準場、FBNews No. 393 1-4.
- [3] IEC61267 Ed. 2.0, Medical diagnostic X-ray equipment -Radiation conditions for use in the determination of characteristics, 2005.
- [4] C. Kesser, D. T. Burns, T. Tanaka, T. Kurosawa and N. Saito, Key comparison BIPM. RI(I)-K7 of the air-kerma standards of the NMIJ, Japan and the BIPM in mammography x-rays, Metrologia 47, 06024(2010)
- [5] C. Kesser, D. T. Burns, L. Büermann, Key comparison BIPM. RI(I)-K7 of the air-kerma standards of the PTB, Germany and the BIPM in mammography x-rays, Metrologia 48, 06011 (2011).

第三者評価機関における治療用出力線量測定 (郵送測定) — 欧米の第三者評価システムより —

国立がん研究センター がん対策情報センター
がん医療支援研究部 放射線治療品質管理推進室 峯村俊行

はじめに

近年、がん患者の増加に伴い、より高度な治療が必要とされている。特に放射線治療に関しては、人口の高齢化による高齢がん患者の増加が顕著で、こういった患者の多くに非切除治療の中核として放射線治療が行われている。

放射線治療計画でも照射野という2次元的な考え方から標的体積という3次元放射線治療(3D-CRT)に移行することで、より複雑な治療計画が行われるようになった。また、強度変調放射線治療(IMRT)、定位放射線治療(SRS、SRT、SBRT)、画像誘導放射線治療(IGRT)などの新しいタイプの放射線治療の開発と導入が、結果的に放射線治療の現場での仕事量を増加させ、通常の作業を複雑化させている。このように放射線治療には、治療計画、放射線治療装置等々で新しい知識と高度な技術が求められている。この高精度な治療を保証する体系的な活動としては、放射線治療の品質保証(QA: Quality Assurance)、品質管理(QC: Quality Control)が不可欠である。

欧米では、QAを円滑に運用するために、各施設内にQA委員会を設置してそれぞれのプログラムを実行するのが一般的である。また、諸外国でも第三者評価機関が治療用照射装置の出力線量に関してのさまざまな調査を郵送、訪問で行っている。欧州では、イギリス、チェコ、ポーランド等も独自に線量の郵送調査を行って

いるが、ここでは、郵送調査における代表的な組織であるIAEA/WHO(International Atomic Energy Agency/World Health Organization)、EQUAL(ESTRO-QUALity assurance network)、RPC(M.D. Anderson Cancer Center Radiological Physics Center)の3組織の活動について述べることにする。

欧米のQAセンター

○IAEA/WHO

IAEAは、加盟国に対して放射線治療の線量評価監査を支援してきた長い歴史がある。また、世界保健機関(WHO)と共に、1969年以降放射線治療ビームの校正を検証するために熱蛍光線量計(TLD: ThermoLuminescent Dosimetry)を用いた郵送監査プログラムを行っている。出力調査の対象は ^{60}Co 線源の校正に加え、1991年より高エネルギーX線を発生させるリニアックに対しても行われている。1969年から2009年までのTLD郵送件数をまとめたものを図1に示す。

このTLDプログラムは、世界の放射線治療施設の臨床における線量評価精度とその一貫性を保つことが目的であり、2009年までに121カ国、約1,700の放射線治療施設に対し7,800以上の放射線ビームの校正が検証されている。また、許容レベル(5%)を超えたTLD結果に対するフォローアップ手順は、1996年から

履行されており、現在では出力調査からその結果を受けた施設の治療品質改善の支援までを行っている。最初の調査とその後のフォローアップにより許容範囲内となった施設の割合を図2に示す。

IAEA/WHOの高エネルギーX線に対するTLD郵送調査の最近の結果(2006年～2008年)では、97%の施設が許容範囲内であった。

IAEAは、QAの技術協力プログラムの一つとして、発展途上国の国レベル、もしくは個々の医療施設から放射線治療の包括的監査を実施するため幾つかの要望を受け、放射線腫瘍医、医学物理士からなる諮問委員会を開催した。この委員会において、包括的監査の着手、実行および報告のためのIAEA監査チームの指針が立案された。この諮問委員会が、放射線腫瘍学に

関する品質保証チーム(QUATRO: Quality Assurance Team for Radiation Oncology)²⁾である。QUATROが行う監査は独立的な外部評価であり、治療結果ではなく、放射線治療の体制と過程に力点を置いている。したがって、その内容は、診断から治療決定までの患者の経路を、治療処方、計画、治療準備および照射を通して見定められる。QUATROは2010年までに、欧州、アジア、アフリカ、南アメリカなどの約50の監査希望施設を指導している。

○ESTRO-EQUAL

(ESTRO QUALity assurance network)

1950年代頃からフランスにあるIGR (Institut Gustave Roussy) がベータトロン(加速器)による25 MV X線の校正を実施し、1960年代中頃から先進諸国の二次標準線量測定施設で電離箱を用いた線量校正が始まった。また、1966年にはIAEAによるカロリメーター³⁾を用いた訪問測定を受けた。その後、IAEAなどのグループで開発されたTLD⁴⁾の導入により新しい可能性が開かれ、国際的な相互比較が行われるようになった。1977年にIGRは、European Society for Therapeutic Radiology and Oncology (ESTRO)の支援を受けEQUALを設立し、IAEAと同様にTLDを用いた線量の品質保証プログラムを行った。2004年からESTRO-EQUALとなり、AFSSAPS(フランス保健製品衛生安全庁)から外部放射線治療に関して認可され、2009年にはTLDの方法がCOFRAC(フランスにおける認定制度を運営する団体)から認可を受けた。ESTRO-EQUALでは、以下の線量調査が実施されている。

- ・通常の外部放射線治療に係る線量調査
- ・小線源治療に係る線量調査
- ・IMRTやTomotherapyに係る線量調査
- ・サイバーナイフ、マイクロビーム、陽子線に係る線量調査

AFSSAPS監査のもと、2004年～2009年まで

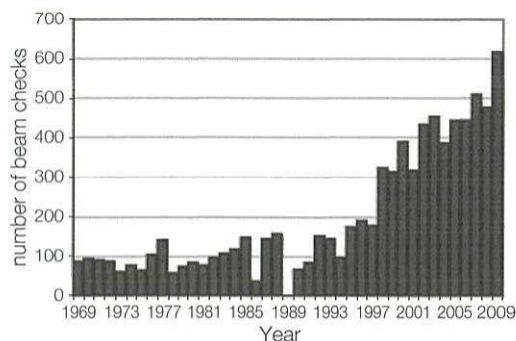


図1: IAEA/WHOによるTLD郵送件数の推移¹⁾

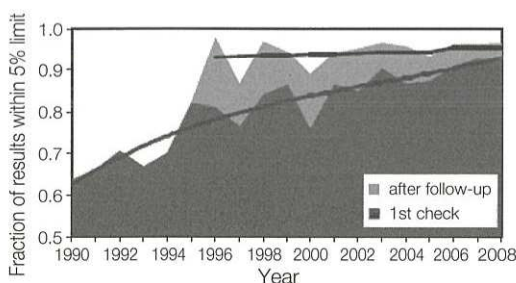


図2: 許容範囲内となった施設の割合¹⁾

にフランス国内で実施された ESTRO-EQUAL の線量調査結果を図3に示す。EQUAL の出力調査は、IGR によりフランスでは義務化されている。

○ Radiological Physics Center (RPC)

米国の物理 QA センターである RPC は、AAPM (American Association of Physicists in Medicine) と CRTS (Committee on Radiation Therapy Studies) の後押しを受けて、1969 年に NCI (National Cancer Institute) の財政的援助で設立され、物理学的技術支援を約 40 年間行っている施設である。また、NCI は、RPC を含めた RTOG (Radiation Therapy Oncology Group)、QARC (Quality Assurance Review Center)、ITC (Image-Guided Therapy Center)、RCET (The Resource Center for Emerging Technologies) の 5 つの QA センターからなる ATC (Advanced Technology Consortium) を設立した。RPC は、ATC 内での連携により、臨床試験に参加する施設の治療精度の評価、モニタリングによる放射線治療の品質保障を行って

いる。

RPC は、図4のように TLD を用いた郵送による出力線量調査を全米放射線治療施設の 80% (約 2,500 施設、約 4,000 の放射線治療装置) の施設に対して行っている。この他にも訪問調査や治療記録のレビューなど、臨床試験参加施設等に対して物理学的技術支援を行っている。具体的には、放射線治療で使用された線量評価、放射線治療計画で使われる計算アルゴリズム評価、画像誘導に関する評価、小線源治療の線源強度評価、各施設の品質管理施策などのモニタリングにより、物理学的な立場から現在の高精度化した放射線医療を支援している。

また、2007 年より欧州がん治療研究機構 (EORTC: European Organisation for Research and Treatment of Cancer) への登録を希望する施設に対して RPC は出力線量調査を開始している。2010 年までに、134 施設の北米外施設 (EORTC 登録施設 95 施設を含む) の出力線量調査を行っており、IAEA との品質保証についての協力体制の確立を目指している。

日本の現状

日本の放射線治療施設や臨床研究においても、放射線治療の領域における治療用照射装置の出力線量の整合性を図り、地域による施設間較差を解消することが重要である。また、がん医療の均てん化に向け、放射線治療機器に関する品質管理、品質保証は不可欠である。出力線量の品質保証は本来、各施設内の責任下で実施されるべきであるが、近年ではそれに加えて第三者機関による評価の重要性に対しても関心が高まっている。上述した通り、線量計を郵送

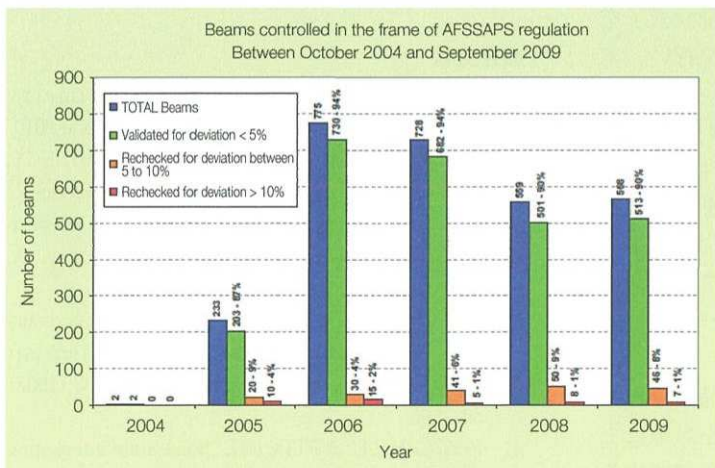


図3：フランスにおける外部照射装置の出力調査結果。
青：全調査数（全ビーム、装置数）、緑：許容範囲内、オレンジ：再チェックレベル、赤：治療中止レベル

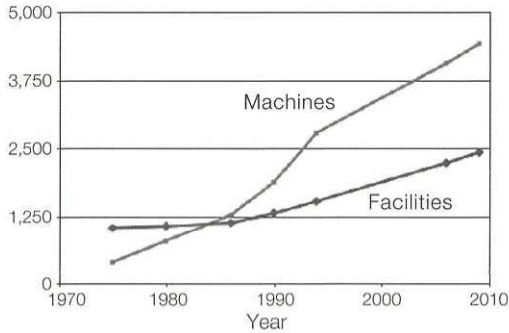


図4：RPCによるTLD郵送出力線量調査結果

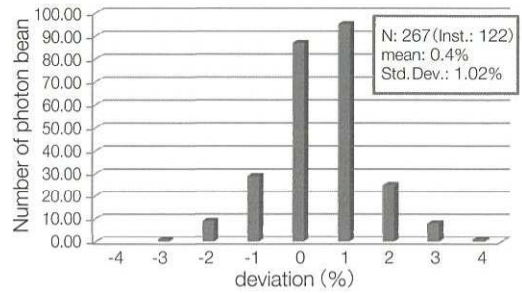


図5：校正条件における郵送出力線量測定結果

して照射装置の出力線量の確認を第三者機関が行う第三者評価プログラムは、IAEA / WHOを始めとした機関により、世界各国で実施されており、全世界の約60%の施設が郵送測定による第三者評価プログラムに参加している。日本でも地域研修会や研究班などによる第三者評価の他に、治療用線量計校正事業を実施している財団法人医用原子力技術研究振興財団が第三者評価機関として「治療用照射装置(X線)の出力線量測定業務(郵送測定)」を2007年11月1日から実施している。医用原子力技術研究振興財団の出力線量測定は、ガラス線量計素子を各施設へ郵送し、施設で規定の照射を行い、素子の測定により出力線量の評価を行っている。また、2010年4月より校正条件による評価だけでなく、照射野条件やウェッジ条件についても測定料金を変更せずに、測定条件を増やした線量測定事業を実施している。図5に示すように現在までに122施設、ビーム数267ビームに対して郵送による出力線量測定を実施している。

国立がん研究センター放射線治療品質管理推進室では、がん診療連携拠点病院等を対象に上記郵送測定についての窓口や測定結果に関する支援、訪問測定による出力線量評価を行っている。この他にもQAに関する情報交換を行う

ために都道府県がん診療連携拠点病院の放射線治療品質管理担当者に施設を代表するQA担当者として登録してもらい、QA担当者会議への参加やメーリングリスト等による情報交換を行っている。現在までに43/51施設(約80%)が登録している。

今後、欧米における外部QAセンターの役割や活動などを参考に、日本の治療現場で有益となるQA委員会の設置や第三者評価機関について考えて行く必要がある。

参考文献

- 1) IAEA Secondary Standards Dosimetry Laboratories (SSDL) Newsletter, No. 58, June 2010.
- 2) INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Comprehensive Audits of Radiotherapy Practices : A Tool for Quality Improvement, Quality Assurance Team for Radiation Oncology (QUATRO). IAEA, in press.
- 3) NAGL, J., SANIELEVICI, A., Dosisvergleichsmessungen für hochenergetische Elektronen mit Eisensulfat-dosimeter, Strahlentherapie 133 (1967) 561-566.
- 4) FOWLER, J.F., ATTIX F.H., "Solid State integrating dosimeters", Radiation dosimetry (ATTIX, F.H., ROESCH, W.C., eds.), 2nd Ed., Vol. 2, Academic Press New York (1966) 241-290.

電位計・電離箱の分離校正と絶対電荷の組立て

佐方周防（医用原子力技術研究振興財団 線量校正センター）

●分離校正とは

放射線治療に用いる線量計の校正には二つの方法があります。一つは電位計と電離箱を一体として校正し（一体校正）、もう一つは電位計と電離箱とを別々に校正します（分離校正）。現在、医用原子力技術研究振興財団（以下、財団）で行っている治療用線量計校正は一体校正のみです。もし、分離校正が可能となれば電離箱と電位計の双方に独立に校正定数が与えられるので、複数の電離箱および電位計を所有するユーザーは、それらを任意に組み合わせた測定ができるようになります。電位計の校正は電気量（電荷）の絶対値に対し行われますが、わが国には電荷量の標準が設定されていないので、これを他の標準量から組み立てる必要があります。財団としては2次標準（校正）機関の立場から、ユーザーからの依頼により分離校正を行うことを想定し、基準となる電位計およびユーザー電位計を電荷の絶対量で校正する方法についての検討を行っています。

●分離校正の方法

電位計を電荷の絶対量で校正するには以下のような方法があります。

- ① 校正された電圧と静電容量（標準コンデンサー）より電荷を組立て、これを電位計に供給する¹⁾。
- ② 校正された電流および時間によって電荷を組立て、これを電位計に供給する。
- ③ 電位計のフィードバック回路に、校正さ

れた電圧および標準コンデンサーを挿入し、電位計感度を自己校正する。

現在、財団では、基準電位計の校正方法として③を検討しています。この方法は、校正事業者の技術認証機関である製品技術評価基盤機構の「技術的要求事項適用指針（直流微小電流・電荷）JCT21007」に基づいており、医用原子力財団が将来電位計校正のJCSS事業者として登録する際に有利であると思われます。校正の一次機関である産業技術総合研究所でも同じ方法を採用しています。校正回路を図1に示しますが、標準コンデンサー（ C_1 ）および直流電源をプリアンプ入力とフィードバック端子に接続し、出力電圧（V）を測定します。 C_1 として異なる容量のコンデンサーを接続したときの出力より、プリアンプ内蔵のコンデンサーおよび浮遊容量を含めたフィードバック回路全体の静電容量が決定できます。このときの出力電圧を校正された電圧計で読めば、入力された電荷量の

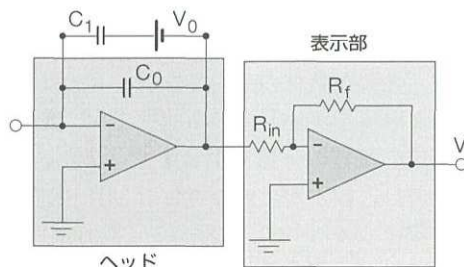


図1：電位計の自己校正方法

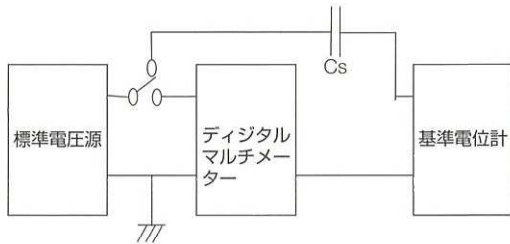


図2：標準電荷源の組立て

表1：分離校正に使用する機器一覧

機材名	型式、製造元
電位計, 1	MMA II-17, 川口電機製作所
電位計, 2	AE-3350, 応用技研
電位計, 3	6517A, Keithley
ソースメータ	6430, Keithley
デジタルマルチメーター	756201, 横河電機製作所
標準コンデンサー	WCS101A, 100.013pF, SunJEM

絶対的な値が測定できることになります。

電位計の校正ができれば、これを基準電位計とし、ユーザー電離箱の感度を絶対電荷量に対し校正できます。更に、この基準電位計を用い、たとえば方法①のようにして外部に組み立てた電荷源の絶対値を決定すると、これによってユーザー電位計を電荷単位によって校正することができます。例を図2に示します。標準電圧源の電圧 (V) によって標準コンデンサー (Cs) に蓄積された電荷を基準電位計で測定し校正すれば、標準の電荷源を組み立てることができます。

●財団の現状

現在、必要な機材の手当てを終了し、基礎的なデータ取得を実施している状態です。表1に使用予定の機器の一覧を示します。また、図3は上述の自己校正が可能な電位計(川口電機製)およびデジタルマルチメータ(横河電機製)の外観です。未だ分離校正システム構築の予備的段階ではありますが、精度等の装置の基本的

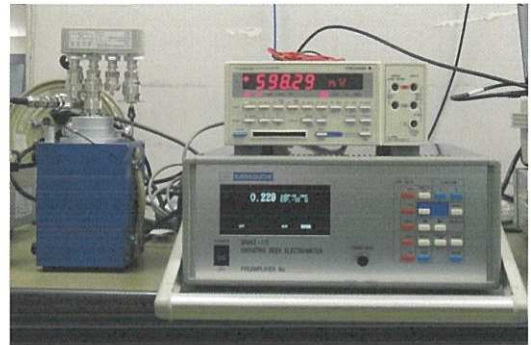


図3：右下/基準電位計 (MMA II-17、川口電機)、左下/MMA II-17用プリアンプ、右上/デジタルマルチメーター (756201、横河電機)、左上/標準コンデンサー (WCS101A、SunJEM)。標準コンデンサーは電位計のプリアンプの入力およびフィードバック端子に直結可能

な性能については予想通りの値が得られています。今後、ユーザーサイドの意見等も考慮し、将来の分離校正業務開始に向けて準備を進める予定です。

参考文献

- 1) Attix FH : Introduction to Radiation Physics and Radiation Dosimetry. 315-329, 2004, WILEY-VCH, Weinheim



蛍光ガラス線量計の感度補正について

矢島佳央理（医用原子力技術研究振興財団 線量校正センター）

医用原子力技術研究振興財団では、蛍光ガラス線量計（以下、ガラス線量計）を用いた「放射線治療装置（X線）の出力線量測定」を実施しております。出力線量測定については、出力線量測定担当のお知らせをご覧ください。ここではガラス線量計の感度補正法をご紹介します。

● ガラス線量計について

ガラス線量計は、ラジオフォトルミネセンス（Radiophotoluminescence：RPL）現象を利用した固体線量計です。銀イオンを含有した銀活性リン酸塩ガラス素子に放射線を照射すると、RPL中心が形成されます。このRPL中心は紫外線照射により励起され、安定状態に戻るときにオレンジ色のRPLを発光します。この発光量は吸収線量に比例しており、読み取り装置で発光量を読み取ります。RPL中心は非常に安定しているため、ガラス線量計は紫外線や読み

取り操作等による消滅がなく、フェーディングの影響が極めて小さい、繰り返し読み取りが可能などの優れた特性を持ちます。また、RPL中心はアニール処理で消失するため、ガラス線量計は繰り返し使用が可能です。

出力線量測定では、使用するガラス線量計の本数を1セットあたり20本としています。この20本は、読み取り装置が一度に読み取り可能なガラス線量計の本数です。このうち、既知の線量を照射したガラス線量計（リファレンス線量計）を6本用意します。このリファレンス線量計が測定の基準となります。また、自然界からの被ばくや輸送時の被ばく等による影響を考慮するため、バックグラウンド線量計を2本用意しています。残りの12本が施設での測定に用いるガラス線量計となります。出力線量測定では、1条件あたりに用いるガラス線量計を3本としています。したがって、1セットあた

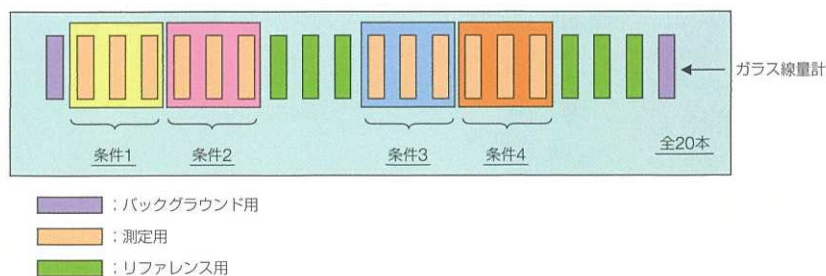


図1：ガラス線量計の割り当て

りの最大測定条件数は4条件となっております。図1に、1セットあたりのガラス線量計の割り当てを示します。

●ガラス線量計の感度補正と不確かさ

ガラス線量計には個体差があるため、この個体差を補正するために「感度補正係数」が必要となります。感度補正係数は、コバルト60による γ 線照射場にガラス線量計1セット(20本)を1組として同一線量を照射して決定します。20本を1度に照射する場合、照射場の平坦度の影響を受けることから、 γ 線照射場の平坦度分布を取得してガラスの配置に合わせた補正を適用しています。電離箱で取得した γ 線照射場の平坦度分布を図2に示します。中心の線量で規格化すると、20本のガラス線量計うち、照射時の位置における線量差は最大で約1%程度となります。この差は僅かではありますが、ガラス線量計の標準不確かさは校正条件で1.6%($k=1$)としていることから、平坦度補正を行っております。

平坦度補正をしたガラス線量計の感度補正係数(I'_i)は

$$I'_i = \frac{1}{X_i} \times F_i$$

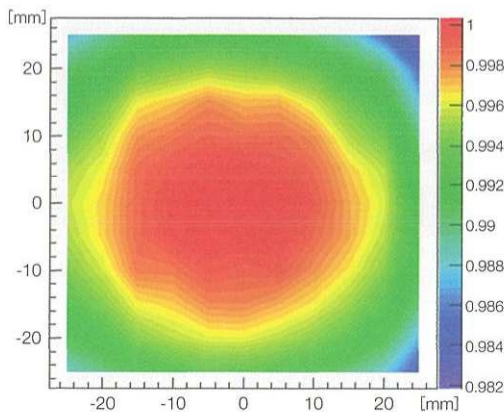


図2： γ 線照射場の平坦度分布(中心で規格化)

I'_i ：平坦度補正込感度補正係数 X_i ：ガラス線量計の出力 F_i ：平坦度補正係数となります。

平坦度補正による不確かさは、平坦度に起因する不確かさの範囲内です。



財団における医療線量計測・校正事業について

財団法人 医用原子力技術研究振興財団

線量校正の歴史

国内の医療機関（放射線治療）で使用されている治療用線量計の校正は、1971年に社団法人 日本医学放射線学会において医療用線量標準センターを発足させ、それを構成する13地区センターにより全国の治療施設の線量計の比較校正にあたってきました。

ボランティア的な活動により、30年以上にわたり、我が国の放射線治療の精度向上に貢献されてきたが、校正に用いるコバルト-60照射装置の廃棄、校正作業者の後継難などにより、このような形での活動は継続しがたくなり、2002年10月に文部科学省からの指導を契機として、線量計の比較校正業務の打ち切りを決定しました。

学会において線量計の比較校正は、放射線治療を安全かつ確実にを行うためには、絶対に必要

不可欠な業務であり、公的な機関において安定的に実施するのが適当と考え（財）医用原子力技術研究振興財団に業務移管が行われました。

線量校正事業の開始

当財団では、線量校正事業を2004年4月に学会から引き継いで以来、放射線医学総合研究所の技術的指導等を頂き、全国700施設中694施設で実施（実施率：99.1%）し、多くの医療機関から理解と信頼を頂いております。

また、長年の懸案であった計量法143条に基づく「計量法校正事業者登録制度」（JCSS）の認定を2008年11月26日付けで取得し、治療用線量計の校正をすべて2009年1月よりJCSS校正に切り替え、認定シンボルマーク入りの校正証明書を発行しております。

JCSSとは、Japan Calibration Service Systemの略称であり、計量法に基づく校正事業者登録制度であります。当財団が計量法校正事業者に登録されたことにより、日本の国家計量標準へのトレーサビリティが確保され、校正事業者の技術能力のあることが証明されました。

出力線量測定事業の開始

治療用線量計校正事業と車の両輪のように密接に関係し、また、治療用線量計校正業務の一環でもある「治療用照射装置（X線）の出力線量測定業務（郵送測定）」を2007年11月1日から治療用照射装置（X線）の出力線量測定業務（郵送測定）を開始しております。



図1：校正の風景

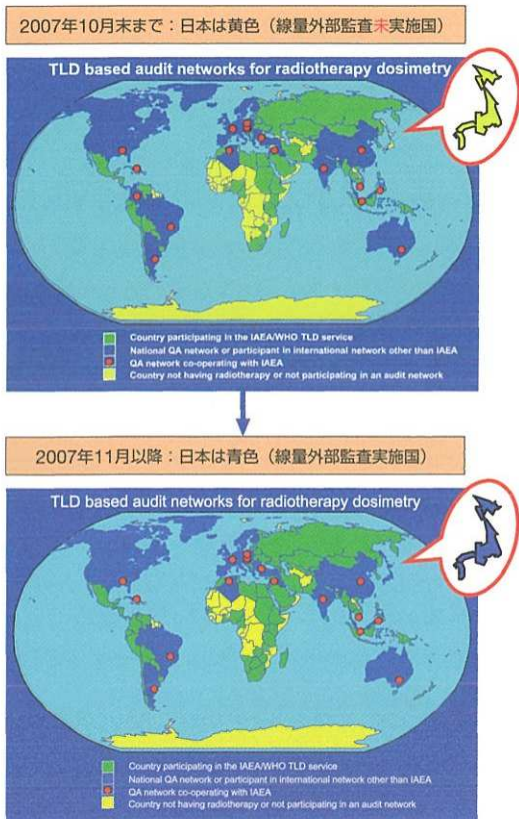


図2：線量外部監査に係るIAEA世界地図
(IAEAの資料より)

この事業が実施されたことにより、わが国は第三者の出力測定実施国として国際原子力機関IAEAから2007年に正式に認められました。

なお、本業務は当財団が施設からの自発的な測定依頼により行う業務であり、あくまでも施設への出力管理を支援し、ガラス線量計を用いて第三者的に、施設の測定・出力管理に対して助言を行うものです。

「水吸収線量校正サービス」の開始

わが国では一次標準として供給されるのは照射線量であり、二次標準校正事業者である当財団が水吸収線量に変換する形で校正定数を提供

しています。

諸外国においては以前より水吸収線量を一次標準として整備し、相互に比較することによりその信頼性を高めております。これは組織の主構成物質が水であることに起因しています。

当財団は、放射線治療線量の精度向上に係る水吸収線量の校正に関して、放射線医学総合研究所と共同研究を進めてきており、産業技術総合研究所による国家標準の提供を受け次第、JCSS申請を行い、本年度中から水吸収校正サービスの提供を予定していました。

しかしながら、この度の震災の影響のため、経済産業省によるγ線水吸収線量特定標準器等に関する官報告示が大幅に遅れましたため、「水吸収線量校正サービス」の提供時期が遅れており、来年度からの開始を予定しています。

医療線量計測・校正事業の監理・監督体制

当財団では、「線量計校正事業」並びに「放射線治療品質管理事業」に関する研究面における評価及び技術的な内容の監理・監督を行うことにより、我が国の放射線治療の精度向上に貢献することを目的として、関係7学会・機関（日本医学放射線学会、日本放射線技術学会、日本医学物理学学会、日本放射線腫瘍学会、産業技術総合研究所、国立がん研究センター、放射線医学総合研究所）並びに専門家で構成される「医療放射線監理委員会」を設置しています。また、同委員会の専門部会として、治療用線量計校正事業並びに放射線治療品質管理事業に関する技術・研究面並びに事業化に関する検討を行うため「医療用線量等校正部会」並びに「放射線治療品質管理部会」を設置し、更に放射線治療品質管理部会のワーキンググループとして治療用出力線量測定事業に伴い、異常値が測定された場合、調査が必要な事業所に対して具体的な助言・対応を行うため訪問調査を行う「訪問調査WG」を設置しております。

医療放射線監理委員会の構成

委員長	池田 恢	市立堺病院 放射線治療科部長
委員	伊丹 純	(独)国立がん研究センター中央病院 放射線治療部長
	伊藤 彬	前(財)癌研究会癌研究所 物理部長
	伊東 久夫	千葉大学大学院医学研究院 放射線医学 教授：(社)日本医学放射線学会
	内山 幸男	名古屋共立病院放射線外科センター 特任顧問：(社)日本放射線技術学会
	金井 達明	群馬大学 重粒子線医学研究センター 教授
	齋藤 則生	(独)産業技術総合研究所 計測標準研究部門 放射線標準研究室長
	齋藤 秀敏	首都大学東京大学院 人間健康科学研究科 教授：日本医学物理学会
	新保 宗史	埼玉医科大学総合医療センター 放射線治療品質管理室 准教授
	高井 良尋	弘前大学大学院 医学研究科放射線科学講座 教授：(社)日本放射線腫瘍学会
	西臺 武弘	京都医療科学大学 医療科学部放射線技術学科 教授
	野田 耕司	(独)放射線医学総合研究所 重粒子医科学センター 理工学部長
	福村 明史	(独)放射線医学総合研究所 重粒子医科学センター放射線治療品質管理室長
	保科 正夫	群馬県立県民健康科学大学 診療放射線学部 教授
	水野 秀之	(独)放射線医学総合研究所 重粒子医科学センター放射線治療品質管理室主任研究員
	山田 章吾	杜の都産業保健会理事長、東北大学名誉教授：(社)日本医学放射線学会

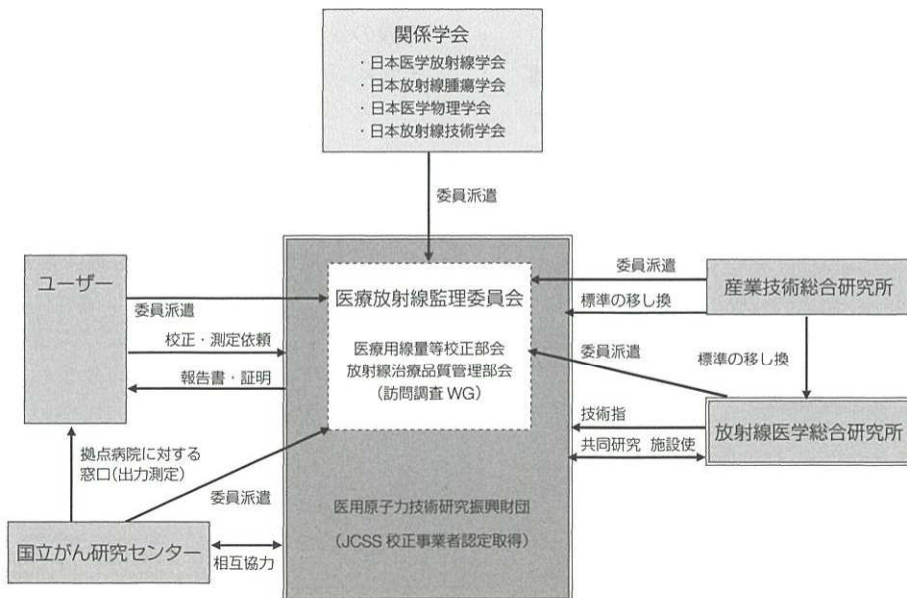


図3：医療線量計測・校正体制図

治療用線量計校正の施設名公表（平成21年度、平成22年度）

財団法人 医用原子力技術研究振興財団

施設名公表について

当財団では、社団法人 日本医学放射線学会によって行われてきた治療用線量計の校正事業を平成16年4月に引き継いで以来、治療用線量計校正を実施した施設の施設名公表を行っています。施設名公表は同学会が行ってきた公表事業を継続するもので、日本国内の放射線治療施設の治療線量が国家標準と繋がっていることを広く示すねらいがあります。

当財団による施設名公表は、関連学協会および有識者によって構成された「医療放射線監理委員会」の管理・監督のもと、過去2年間に校

正を実施した施設（医療機関、研究・教育機関およびメーカー）を対象とし、毎年実施しております。まず事前に公表のご案内をし、そのうち、公表の同意が得られた施設のみを当財団ホームページ（http://www.antm.or.jp/03_activities/025.html）にてPDFファイル形式で掲載しております（図1）。本年度（平成23年度）は、平成21年度及び22年度に校正を実施した施設の施設名を公表しました。掲載内容につきましては当財団ホームページをご確認頂き、お気づきの点がございましたら、当センター（info-kosei@antm.or.jp）までご連絡下さい。

施設の公表状況

平成21年度 校正実施施設

平成21年度に校正を実施した施設の施設名公表については昨年度より掲載しておりますが、本年度に再調査の結果、平成21年度校正実施施設名の公表状況は図2の通りとなりました。医療機関においては99%に相当する施設から公表の同意が得られました。なお不同意の理由として、照射装置の故障による治療中断や照射装置の廃止等の回答がありました。

研究・教育機関やメーカーについては、91%に当たる21施設から公表の同意が得られました。

治療用線量計校正実施医療施設(2010年度)	
千葉県	21施設
医用原子力財団病院 ○○病院 △△医療センター □□会 ××病院 ・ ・ ・	
茨城県	14施設
○○病院 △△総合病院病院 □□中央病院 ・ ・ ・	

図1：施設名公表の掲載例

実際の施設名公表一覧は当財団ホームページ（http://www.antm.or.jp/03_activities/025.html）をご覧ください。

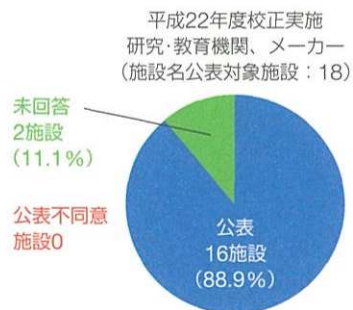
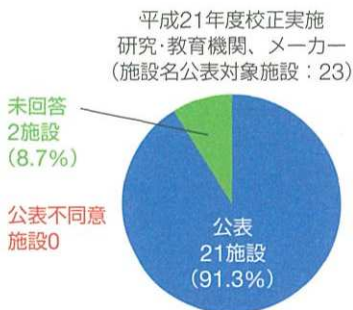
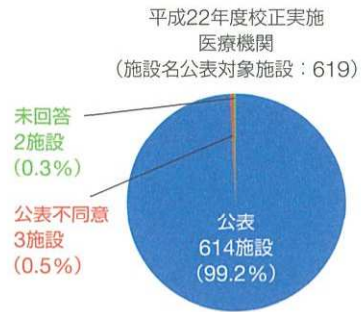
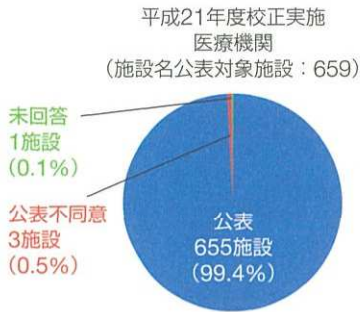


図2：平成21年度校正実施施設の公表状況

図3：平成22年度校正実施施設の公表状況

平成22年度 校正実施施設

平成22年度に校正を実施した施設の公表状況を図3に示します。平成21年度と同様に、医療機関においては99%の施設から公表の同意が得られました。不同意の理由としては、照射装置の故障による治療中断や照射装置の導入後間もない等の回答がありました。

研究・教育機関やメーカーにおいては約90%の施設から公表の同意が得られました。

て、皆様のご理解とご協力に深く感謝申し上げます。

(線量校正センター 高瀬信宏)

施設名公表へのご理解とご協力について

平成23年8月現在、平成21年度及び22年度に治療用線量計校正を実施した施設を対象として、当財団のホームページにて施設名を公表させて頂いております。いずれも高い公表率を維持することができました。この場を借りまし



平成 22 年度治療用線量計校正実績 (平成 22 年 4 月～平成 23 年 3 月)

財団法人 医用原子力技術研究振興財団

1. 概要

平成 22 年度は、医用原子力技術研究振興財団が線量計校正事業を開始して以来 7 年目となる。また、平成 21 年 1 月より校正形態を JCSS 登録事業者に移行してから 2 年余が経過した。本年度の実績は、それまでの最多であった 21 年度は下回ったものの、線量計、電離箱および校正件数の何れにおいても 2 番目という結果であった。21 年度の実績は、21 年 2 月に発生した ^{60}Co 照射装置故障による積み残し分が 21 年度初めに廻ったこと、および 22 年 4 月より校正料金が若干値上げされたので、年度末にかけての駆け込みなどの原因により増加したと思われる。本年度も後半途中まではほぼ 21 年度並を予測していたが、21 年度の増加の反動および 23 年 3 月 11 日の東日本大震災による校正の一時中断、計画停電による校正時間の圧迫、校正依頼の繰り延べ・キャンセル等が校正数減少に影響したと考えられる。ただし、ここ数年の校正数の変動は校正開始時当初に比べ落ち着いており、今後においては急激な大きい増加は望めないと思われる。

本年度は、大震災の影響を除けば特にこれといった作業上のトラブルおよび機器の不具合もなく、校正そのものは順調に推移した。校正に要した日数は校正数の減少に伴い 21 年度より減ったが、1 日当りの校正数はこれまでもで最多となった。校正に携わる技術員のうち、経験者の退職および新規職員の採用があり、一部の技術員の負担が過重になったが、何とか乗り

きたと思われる。

2. 平成 22 年度 (平成 22 年 4 月～平成 23 年 3 月) の月別校正数

平成 22 年度の月別の校正日数および校正した線量計、電離箱数ならびに校正件数等を表 1 に示す。

3. 平成 21 年度迄との比較

3-1. 月別校正数の年度別比較

図 1、2 および 3 に、線量計、電離箱および校正件数の月別実績の、平成 19 年より 22 年までの 4 年間の年度毎の比較を示す。大部分の月において、ここ 4 年間はほぼ同じペースで校正が行われている。毎年、年度後半、特に年度末に校正依頼が集中する傾向にある。平成 21 年 2 月の落ち込みは ^{60}Co 照射装置の故障による校正中断が原因であり、その反動で同年 3 月の校正は大幅に増加した。月により多少校正数の変動があるのは、連休、学会出席および産総研における標準線量計の校正実施等による業務休止の影響であり、毎年同時期になるように調整している。また、震災による平成 23 年 3 月の落ち込みも大きいことが判る。

3-2. 線量計、電離箱および校正件数

平成 16 年より 22 年までの、線量計、電離箱の校正数および校正件数ならびに 1 日当りの校正数の変化の比較を表 2 および 3 に示す。19 年度は、それまでの増勢傾向が一段落し、年間

校正数の合計は18年度に比べ僅かに減少したが、20年度からは再び増勢に転じ、20、21年と年間校正数最多値の更新が続いた。22年の年間校正数は、21年よりは約10%減少したが、ほぼ20年度並（やや上回る）である。

表2の右より2列目は、電離箱の分類の年度別変化である。平成22年度は21年度とほぼ同様の比率であった。平行平板形の占める割合は、19年度までは年度毎に僅かではあるが増加していたが、20年度はこの傾向が逆転し、21および22年度も引き続き円筒形の割合が増え17年当りのレベルになった。ただし、いずれにしても大きい変化ではなく、電離箱種類の比率も、およそこの辺りに落ち着くのではないかと思われる。また、照射装置の特性把握および操作の

習熟ならびに作業の効率化を進め、更に、一昨年より校正に従事する技術員が財団専従職員となったこともあり、1日当りの校正数もこれまでに比べ最も大きくなった。よって、校正数に比べて校正日数はそれほど多くない。この傾向は、数年前より見られていたが22年度も引き続きしている。ただし、このことに関しては東日本大震災の影響による校正時間の制約があり、今後については不定である。

3-3. 校正依頼形態

表4は線量計校正依頼形態の年度別変化である。ユーザーからの直接校正依頼の比率の減少は平成21年度を除き継続しており、業者等による仲介に対する割合が、平成16年度の校正

表1：平成22年度月別校正数

年/月	校正日数	線量計数	電離箱数			校正件数	線量計校正依頼形態	
			円筒	平行平板	合計		直接	仲介
22/4	7	55	80	42	122	164	12	43
22/5	6	48	64	35	99	134	5	43
22/6	9	73	112	68	180	248	22	51
22/7	9	78	121	72	193	265	11	67
22/8	4	34	43	34	77	111	9	25
22/9	7	62	95	50	145	195	16	46
22/10	8	70	107	54	161	215	17	53
22/11	7	71	103	56	159	215	11	60
22/12	8	75	117	61	178	239	10	65
23/1	7	72	100	62	162	224	20	52
23/2	9	77	118	74	192	266	10	67
23/3	12	88	127	72	199	271	17	71
合計	93	803	1,187 (63.6%)	680 (36.4%)	1,867 (100%)	2,547	160 (21.2%)	643 (78.8%)
月平均	7.8	66.9	98.9	56.7	155.6	212.3		

電離箱数合計の%は、円筒形および平行平板形の電離箱総数に対する割合。線量計校正依頼形態合計の%は、直接および仲介分の線量計総数に対する割合

証明書作成（JCSS）：816通（13通は再・別測定等により、線量計1台につき複数枚作成）

線量計校正依頼形態 直接：ユーザーから直接依頼（線量計業者所有分を含む）

仲介：線量計製造・販売業者、その他による仲介（料金支払い代行のみを含む）

表2：年間校正数（カッコ内の数値は対前年比）

年度	線量計	電離箱				校正 件数
		① 円筒	②平行 平板	合計	① / ②	
平 22	803 (0.907)	1,187	680	1,867 (0.901)	1.746	2,547 (0.901)
平 21	885 (1.140)	1,315	756	2,071 (1.125)	1.739	2,827 (1.121)
平 20	776 (1.064)	1,159	682	1,841 (1.107)	1.699	2,523 (1.103)
平 19	729 (0.981)	1,039	624	1,663 (0.967)	1.665	2,287 (0.972)
平 18	743 (1.249)	1,085	634	1,719 (1.289)	1.711	2,353 (1.290)
平 17	595 (1.055)	844	490	1,334 (1.123)	1.722	1,824 (1.137)
平 16	564 (---)	772	416	1,188 (---)	1.856	1,604 (---)

表3：1日当たりの校正数

年度	校正 日数	線量計	電離箱			校正 件数
			円筒	平行平板	合計	
平 22	93	8.63	12.8	7.3	20.1	27.4
平 21	104	8.51	12.6	7.3	19.9	27.2
平 20	93	8.34	12.5	7.3	19.8	27.1
平 19	93	7.84	11.2	6.7	17.9	24.6
平 18	104	7.14	10.4	6.1	16.5	22.6
平 17	77	7.73	11.0	6.4	17.3	23.7
平 16	72	7.83	10.7	5.8	16.5	22.3

表4：線量計の校正依頼形態

年度	① 直接	② 仲介	① / ②
平 22	160	643	0.2488
平 21	188	697	0.2697
平 20	148	628	0.2357
平 19	149	580	0.2570
平 18	170	573	0.2967
平 17	150	445	0.3371
平 16	156	408	0.3824

直接：ユーザーからの直接依頼（線量計業者所有分を含む）
 仲介：線量計製造・販売業者あるいはその他の出入り業者等
 による仲介（料金支払い代行のみを含む）

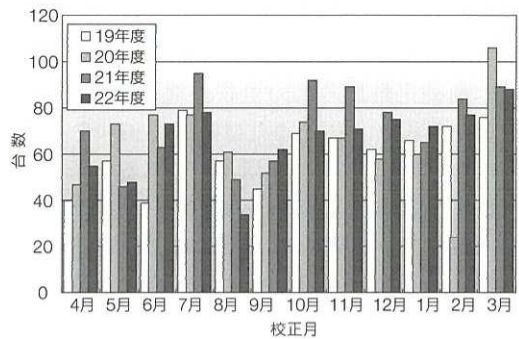


図1：線量計月別校正数（平成19～22年度）

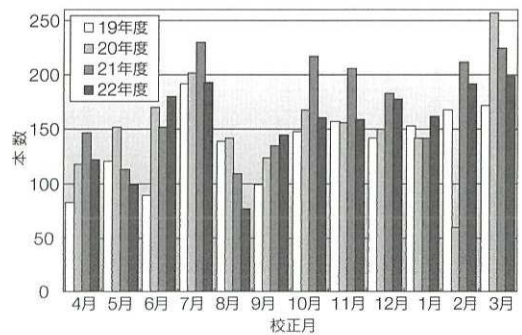


図2：電離箱月別校正数（平成19～22年度）

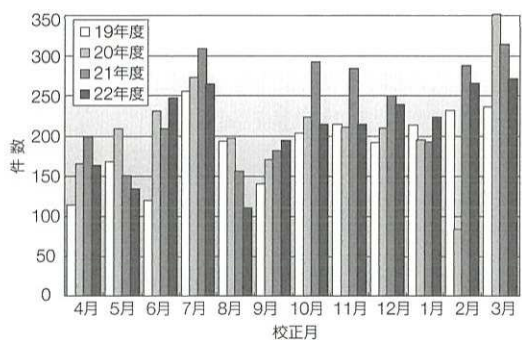


図3：月別校正件数（平成19～22年度）

事業発足当時は40%に近かったものが22年度は25%弱となった。これは、これまでの校正申込みの増加の大部分が線量計販売業者等の仲介に起因するものであり、ユーザー直接依頼の絶対数は必ずしも減少しているのではなく、各年度共ほぼ一定数の依頼がある。平成21年度に

はこの傾向が反転したように見受けられるが、これまで区分けが曖昧であった線量計製造販売業者の自社所有分（デモ機あるいは代替機）の校正をユーザー直接依頼分に含めたためこの区分が増加した。

表5：線量計の機種別集計

機種名	平16	平17	平18	平19	平20	平21	平22
RAMTEC1000plus	151	196	254	229	275	274	256
RAMTEC Smart	0	0	16	81	105	183	205
RAMTEC1000D/H	115	104	158	128	131	121	98
UNIDOS10001/10002/10005	59	85	93	105	82	90	79
KEITHLEY35040 (同等品)	12	16	24	28	26	48	41
UNIDOS weblin10021/10022	**	**	**	**	20	27	32
AE130/131/132/132a*	43	35	37	28	26	31	24
IONEX DOSEMASTER2590A/B	75	72	79	62	44	38	17
KEITHLEY6517A/617/6514	<4	4	11	7	8	14	10
UNIDOS E10008/10009/10010	**	**	**	**	5	2	7
Super MAX	0	0	0	0	5	6	6
DOSE-DOSE RATE METER2620/A	11	8	13	8	6	8	5
DOSE1	<4	5	5	5	8	7	4
PC Electrometer	0	0	0	0	0	2	4
VICTOREEN500/500-1/500SI/530SI	27	35	25	20	15	10	4
DOSE METER2570A/1B/2670A*	4	4	4	9	2	5	3
MAX4000	9	13	14	11	13	14	3
CAPINTEC192/A/292*	6	8	3	6	4	2	2
RAMTEC2000	4	2	3	1	2	1	1
その他	15	8	4	1	1	2	2
合計	535	595	743	729	776	885	803

平成16年は年度内の重複分を除いたもの。平成17年以降は年度内の総合計。*印の機種には更に幾つかの minor variation がある。その他の機種の内訳は H16:7、H17:5、H18:4、H19:1、H20:1、H21:3、H22:2。**は、平成19年までは UNIDOS10001 系にまとめて集計した

表6：電離箱の型式別集計

型式名	種別	平16	平17	平18	平19	平20	平21	平22
30013	C	158	242	371	463	575	739	743
NACP-02	P	99	127	177	200	221	245	208
30001	C	280	267	346	275	274	242	189
23343	P	250	242	292	216	208	184	149
PPC40	P	<4	12	40	62	81	117	132
34045	P	19	35	56	77	100	137	125
30010	C	75	87	100	93	85	96	80
34001	P	20	34	31	39	46	47	53
31010/31002	M	15	15	16	20	31	33	44
C110(0.6ml)	C	66	49	45	39	36	39	43
30006	C	22	32	29	28	24	23	20
A12	C	8	16	18	20	26	36	13
23333/4/2	C	68	80	91	53	50	37	13
31013/31003	C	<4	<4	<4	6	6	12	13
A12S	C	5	6	8	8	10	17	11
31014/31016	Pin.Po.	<4	<4	5	7	9	9	7
C134A	P	11	16	16	11	8	7	6
23323	M	6	5	7	4	5	3	5
P11	P	4	6	6	4	7	12	5
31006	Pin Po.	<4	5	8	6	9	6	4
A10	P	5	9	8	9	10	7	2
A19	Pin Po.	<4	<4	<4	<4	<4	5	2
FC65P	C	<4	<4	<4	<4	<4	4	2
	その他	32	40	40	20	18	14	8
	合計	1,154	1,334	1,719	1,663	1,839	2,071	1,867

平成16年は年度内の重複分を除く。平成17年以降は年度内の総合計。種別欄のCは円筒（ファーマ）形、Pは平行平板形、Mはマイクロ形、Pin Po. はピンポイント形を示す

表7：電離箱の校正履歴の分類と新旧校正定数の比

年度	比較可能	新規購入	比較不可	合計	新旧校正定数の比(%)	
					平均	標準偏差
平 16	815	264	109	1,188	1.00000	0.00614
平 17	978	269	85	1,334	0.99846	0.00625
平 18	1,275	258	186	1,719	0.99895	0.00611
平 19	1,307	285	71	1,663	1.00078	0.00563
平 20	1,418	287	136	1,841	1.00097	0.00443
平 21	1,616	292	161	2,071	1.00086	0.00479
平 22	1,469	323	75	1,867	1.00027	0.00404

比較不可の群には、前回校正歴不明、電位計あるいは電離箱の修理有、校正定数の単位が異なる、電位計が異なる、などが含まれる。新旧校正定数の比は比較可能群についてのみ評価

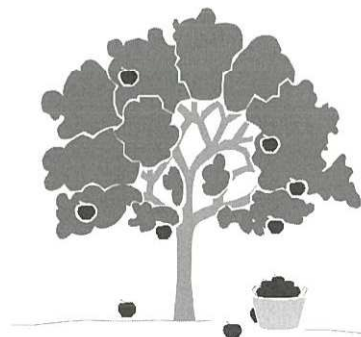
4. 校正データの解析

これまでの校正実績の集計の一部を当財団HPにアップした。平成22年度の実績は、本報告と一部数字が合わないが、HPの集計には平成23年4月1日分が含まれていることによる。表5および6に、校正依頼のあった電位計および電離箱形式の年次変化を示す。電離箱では、特に防水タイプの増加が著しいことが判る。表7は、電離箱の校正履歴分類の年次変化である。財団による校正も7年が経過し、電離箱については、新規購入分を除くとおよそ95%以上がデータベースに登録されており、ほとんどの電離箱のデータが把握できるようになった。

表7の右の2欄は、校正定数を比較できる電離箱（表中の比較可能群）について新旧の校正定数の比の変化（新しく決定された校正定数と前回のものとの比）の平均と標準偏差である。平成22年度に決定されたユーザー電離箱の校正定数の変化の平均は 1.00027 ± 0.00404 であり、21年度（ 1.00086 ± 0.00479 ）に比べかなり1に近づいた。この変化は、平成16年より18年までは僅かではあるが連続して下降気味であったのが、19年に逆転しその傾向が続いていることになる。また、財団が校正を開始した

直後の数年はこの比の標準偏差は0.6%台前半であったが、19年には初めて0.5%台半ばとなり、20年以降も0.4%台と引き続き改善した。ここ数年の比の平均は0.1%以下であり、財団の校正および施設サイドの線量計保守のレベルは良好な水準にあることが窺える。

（線量校正センター 佐方周防）



出力測定の実績等について

財団法人 医用原子力技術研究振興財団

1. 出力測定の実績

出力測定を行った施設、治療装置、ビーム数およびその他の集計を表1に示す。事業開始より平成22年度末までの施設の合計は152、装置の合計は187、ビーム数は499（校正条件ビーム数：320）であった。エネルギー別では10MVが最も多く、次いで6MVであった。ただし、4MVと6MVの依頼数は年度によって増減があり、累計ではあまり大きい差はない。22年の単年度の集計は21年度に比べ1割程度の増加であり施設数も漸く50に届いた。22年

表1：出力測定内容の集計

項目	平19	平20	平21	平22	累計	
施設	14	43	45	50	152	
装置	17	50	61	59	187	
エネルギー	4 MV	9	20	29	78	136
	6 MV	8	29	25	95	157
	10 MV	13	35	40	112	200
	15 MV	0	3	0	3	6
	合計	30	87	94	288	499
区分	拠点	12	33	34	38	117
	一般	2	10	11	12	35
条件	Calibra.	30	87	94	109	320
	Wedge	-	-	-	53	53
	Field	-	-	-	126	126

- ・区分の拠点はがん診療連携拠点病院、一般はその他の病院を指す
- ・実施日の区分は報告書の発行日

度からは条件付測定を開始したので、ビーム数は大幅に増加し、それまで最も多かった21年度の3倍以上、またこれまでの3年間の合計をも超えている。

2. 財団で評価した線量と施設より申告された線量との相違

表2に、各ビームについて、財団で評価した

表2：施設より申告された線量と財団で評価した線量の差(%)

範囲	合計 (19~22)	平19	平20	平21	平22
~-2.25	3	0	1	1	1
-2.25~-1.75	2	0	0	0	2
-1.75~-1.25	15	2	1	6	6
-1.25~-0.75	21	3	3	5	10
-0.75~-0.25	37	2	9	13	13
-0.25~0.25	53	2	16	15	20
0.25~0.75	60	4	12	23	22
0.75~1.25	67	9	25	14	19
1.25~1.75	36	6	12	10	7
1.75~2.25	13	1	2	5	5
2.25~2.75	7	1	3	1	2
2.75~3.25	5	0	3	0	2
3.25~	1	0	0	1	0
ビーム数	320	30	87	94	109
平均	0.427	0.573	0.677	0.356	0.240
標準偏差	1.046	1.051	0.991	1.016	1.076

校正条件のビームのみ

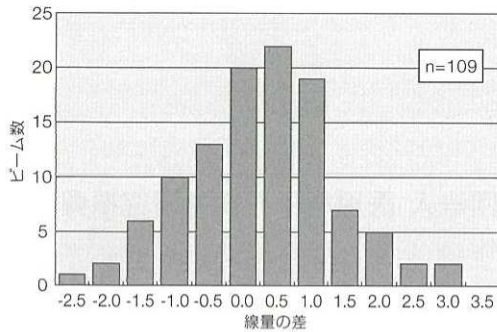


図1：施設より申告された線量と財団で評価した線量との差（平成22年度）
校正条件のビームのみ

線量と、各施設より（照射したと）申告された線量との差を示す。何れも校正条件での320ビームの比較である。0.75より1.25%のものが最も多く、次いで0.25より0.75%台であった。従って、財団とユーザーの差は多少プラス目である。範囲は-2.7%より3.6%であり、±2.5%を超えるのは9ビーム（内2ビームは15MV）であった。平成19年および20年では0.6%前後であった差が21年より減少に転じ、22年度は0.240となった。ただし、同年度の標準偏差はやや大きくなった。この傾向は特に4MVに著しい。平成22年度のみこの差の分布を図1に示す。平均が0に近づき、プラス傾向が改善気味であることが判る。

表3は、エネルギー別の線量の差とばらつきである。差の平均は、4MVで小さく、10MVでは大きかったが、ばらつきは6MVが最も小さかった。

3. 校正条件以外の測定

平成22年度より校正条件以外の出力測定も開始した。この1年間の条件付測定の内容を表4および5に示す。校正条件の109ビームに対し、照射野条件は126ビーム、ウエッジ条件は

表3：校正条件ビームのエネルギー別線量の差の平均と標準偏差

エネルギー	ビーム数	平均	標準偏差
4 MV	89	0.193	1.054
6 MV	93	0.410	0.862
10 MV	134	0.552	1.108
合計	320	0.427	1.046

合計には、15MVの4ビーム分を含む

表4：ウエッジ条件のビーム数

年度	ウエッジ角				合計
	15度	30度	45度	60度	
平22	23	18	8	4	53

表5：照射野条件のビーム数

年度	照射野 (cm ²)				合計
	5×5	15×15	20×20	25・25	
平22	55	19	48	4	126

表6：1施設当りの申込条件（ビーム）数

年度	平19	平20	平21	平22
平均ビーム数	2.14	2.02	2.09	5.76

53ビームであり、校正条件と合わせた合計では288ビームとなる。合計で見れば照射野条件の申し込みの方がウエッジ条件より2倍以上多く、校正条件と比べても更に上回っている。

表6は1施設当りの申込条件数（ビーム数）である。同料金で2倍のビーム条件が測定可能となったが、平成21年までに比べると実際は条件拡大に伴いより多くのビームの測定が申し込まれていることになる。

（線量校正センター 佐方周防）

治療用線量計校正担当者より

●治療用線量計校正の申込についてお願い

治療用線量計校正の申込につきましては、事前にお電話またはメールにて校正希望日をご連絡頂き、仮予約の決定後、校正申込書をFAXまたはメールでお送り頂く流れとなります。申込書受取の連絡の際、申込書の記入漏れ等の確認をさせて頂いております。輸送保険の有無、送料の支払い

方法（着払い、元払い）および、請求書の書式指定の有無につきまして、特に記入漏れが多くなっておりますのでご注意ください。記入項目につきましては下図の記入例をご参照下さい。校正条件や輸送方法等の申込内容に変更がある場合につきましては、すぐにご連絡お願い致します。

6.輸送・請求等	
線量計送付期日 平成 ○○ 年 ○○ 月 ○○ 日	
輸送方法	<input type="checkbox"/> 輸送機関を利用（輸送業者 ○○ 運送） <input type="checkbox"/> 線量計業者持込 <input type="checkbox"/> 直接持込 <input type="checkbox"/> 輸送機関を利用（指定業者 ○○ 運送） <input type="checkbox"/> 線量計業者引取 <input type="checkbox"/> 直接引取 <small>輸送機関を利用される場合、下記の項目についてもご記入下さい。</small> <input type="checkbox"/> 輸送保険を希望（保険金額 100 万円） <input type="checkbox"/> 輸送保険不要 <input type="checkbox"/> 送料は着払いを希望する <input type="checkbox"/> 送料は元払い（立替払）を希望する <small>（上記の線量計所有者と同一場合は不要）</small>
	線量計送付先
請求書	〒 263 - 0041 千葉県稲毛区黒砂台3-9-19 財団法人医用原子力技術研究振興財団 線量校正センター業務管理係 TEL : 043-309-4330 FAX : 043-309-4331 <small>（上記の線量計所有者と同一場合は不要）</small>
	宛名
	<input type="checkbox"/> 指定請求用紙を当方より送付する <input type="checkbox"/> 特に指定しない <input type="checkbox"/> その他（ ） <small>（請求書に記載される宛名です。ご指定のない場合は上記1の事業所名が記載されます。）</small>
*校正料金の振込手数料は校正料金とは別に申込者様負担でお願い致します。	

線量計校正の申込書記入例（一部抜粋）

●線量計の送付先について

線量計を輸送で搬入される場合、校正日前日までに当センターまでお送り下さい。

送り先：

〒 263-0041 千葉県千葉市稲毛区黒砂 3-9-19
 (財)医用原子力技術研究振興財団 線量校正センター

●線量計輸送時のトラブルについて

輸送時に原因があると考えられる線量計の故障がありました。輸送時における故障等のトラブルにつきましては保証致しかねます事をご了承下さい。線量計はキャリングケース等に梱包し、なるべく輸送保険をおかけ下さいますようお願い申し上げます。

●水吸収線量単位での校正について

平成 23 年度 7 月 15 日付で γ 線水吸収線量特定標準器の官報告示が出されました。γ 線水吸収線量標準の確立を受け、当センターでも平成 24 年度中の水吸収線量単位での JCSS 校正開始を目指し、現在準備を進めております。

水吸収線量単位での校正開始後も、照射線量単位での JCSS 校正は従来通り継続する予定であります。水吸収線量単位での校正につきましては、開始時期、料金等が決まり次第ご案内致します。

(線量校正センター 山下 航)

出力線量測定担当より

●出力線量測定について

当財団では、ガラス線量計素子を使用した校正条件での「治療用照射装置（X線）の出力線量測定事業」を平成19年11月1日に開始いたしました。以来、多くの医療施設からご理解とご信頼を頂いておりますことを感謝いたします。本事業は関連学協会および有識者によって構成された医療放射線管理委員会の管理・監督のもとで行われており、日本全国の放射線治療施設における品質管理状況を第三者評価機関として評価するためのシステムとなっております。平成22年4月1日には施設からのご要望にお応えする形で測定項目（照射野条件、物理ウェッジ条件）を追加いたしました。測定項目の追加に伴い、従来は1セットあたりの測定項目が2条件でしたが、同一料金で4条件測定出来るシステムを構築いたしました。

●第三者評価とは

近年、医療事故を未然に防止するための方法の一つとして、「第三者機関による治療用照射装置の出力線量測定」の必要性が認識されつつあります。訪問調査および郵送調査による治療用照射装置の第三者機関による出力線量測定はIAEAやRPCを始め世界各国で実施されております。

吸収線量計測に使用する電位計・電離箱の校正が適切に行われ測定に不備がなくとも、患者治療ビームの出力を完全に保障するものではありません。患者治療において、治療計画装置へのデータ（TMR等）誤入力、ビームデータ測定時の電離箱選択の誤り、温度計・気圧計の不良や装置の不適切な使用等によって処方したい線量と実際に投与される線量に予期しない差がみられる可能性があります。本来、出力線量の品質保証は各施設内において実施すべきことではありますが、施設の吸収線量の決定とは別な独立した系（当財団ではPLD郵送測定）によって測定した吸収線量と比較（当財団の基準では±5%以内）することで、医療事故に繋がる基礎的なエラーを検出し減らすことが可能であり、これら実際の患者治療時に起こる様々な要因を包括して出力線量を評価するシステムの一つが第三者機関による出力線量測定です。

●申込方法

所定の申込書に記入し、Fax、E-mail、郵送にてお送り下さい。「一般病院」と「がん診療連携

拠点病院」では申込書および送付先が異なります。

一般病院：

（財）医用原子力技術研究振興財団 線量校正センター
〒263-0041 千葉県千葉市稲毛区黒砂台 3-9-19
電話：043-309-4330
FAX：043-309-4331
E-mail：info-kosei@antm.or.jp

がん診療連携拠点病院：

国立がん研究センターがん対策情報センター
臨床試験・診療支援部 がん治療品質管理推進室
〒104-0045 東京都中央区築地 5-1-1
電話：03-3542-2511（内線：2547）
FAX：03-3547-5013
E-mail：qcsupport@ml.res.ncc.go.jp

申込書については当財団のホームページ
(http://www.antm.or.jp/03_activities/03.html)
に書式をご用意しています。

●出力線量測定の流れ、及び評価について

申込書の確認後、出力線量測定の測定セット（ガラス線量計素子および個体ファントム）発送日およびスケジュール等の打ち合わせを行います。測定セットの発送日を原則として月曜日に設定しております。運送状況により送付日が遅れる場合がありますので、照射日を予め決定される場合はこの点をご配慮頂けますよう、お願い致します。

施設にて規定の照射を実施していただき、返送された素子を測定し出力線量を評価いたします。基本的なスケジュールを以下に示します。発送日から約4週間で測定結果報告書をお届けする流れとなります。

	月	火	水	木	金
1週目	前準備				
2週目	測定セット 発送	治療施設対応期間			
3週目	治療施設対応期間				測定セット 返送期限
4週目	受入、測定、報告書作成				
5週目	確認、報告書発送	報告書到着			

*太枠が治療施設に関する項目、それ以外は財団の作業

本測定では、IAEAの測定システムを参考とし、基準線量に対して±5%以内を許容範囲に設定しております。±5%を超えて±10%超えない場合は、当財団より施設の品質管理担当者様へヒアリングを行い、測定手順等の確認を行います。問題解決後は、ご要望に応じて、再測定を実施し改めて出力線量を評価いたします。±10%を超える場合については、緊急性を要することから訪問調査を実施することとなります。当財団では、関連分野の学識経験者による訪問調査ワーキンググループを設置し、評価体制を整えております。

***未取得条件での申し込みについて**
ソフトウェアビームなど、当財団で未取得の

条件での出力線量測定が申し込まれた場合、出力線量測定後に確認測定（施設に訪問して測定を行う）をお願いさせて頂く可能性があります。そのような場合は、当財団より施設の品質管理担当者様に予めご連絡させて頂きます。

最後に、本業務は施設からの測定依頼により行う業務であり、あくまでも第三者機関として施設の測定・出力管理に対して助言を行うものであること、測定項目の性質上、個々の患者治療ビームの出力を保障するものではないことを申し添えます。

（線量校正センター 片寄哲朗）

財団ホームページの線量校正センター関連へのアクセス



●トップページから

ホームページ画面上部「放射線治療品質管理」のタグよりアクセスが可能となります。

タグをクリックしますと放射線治療品質管理のページが表示され、線量校正センターからの最新のお知らせが確認できます。

また、画面の左側には「線量校正センター紹介」以下、「治療用線量校正事業」、「治療用出力線量測定事業」、「光子線治療品質管理支援業務」、「線量校正センターからのお知らせ」（今までにご案内しましたお知らせにアクセスします）、「線量校正センターへのお問い合わせ」へのアクセスが可能となります。

治療用線量校正事業

HOME > 放射線治療品質管理 > 治療用線量校正事業

「線量計校正について」では、トレーサビリティ（国家標準あるいは国際標準とのつながり）、JCSS認定について、校正手順、不確かさについて、校正の実績をご案内しております。

「線量計校正の流れ」では、校正日の問い合わせ、申込書の記入例・送付方法など、線量計の発送、校正について、線量計の返送、校正証明書の発行、校正証明書および請求書の発送についてご案内しております。



「線量計校正の申込（申込方法）」では、発送方法、校正料金、書式（申込書）のダウンロードをご案内しております。

「よくある質問」では、校正を受ける頻度、校正希望日と申込のタイミング、発送から返送までの期間、校正の内容、発送方法や輸送料金、校正証明書発行は何時になるのか、指定用紙での請求書発行は出来るのかなどのご紹介をしています。

「線量計校正実施施設の公表」では、昨年、一昨年の2年間で当センターにて線量計校正を行い、施設名公表に承諾頂いた施設について掲載させて頂いております。

「受託要綱」とは、当財団が申込者から受託する治療用線量計の校正についての要綱をご案内しております。

治療用出力線量測定事業

HOME > 放射線治療品質管理 > 治療用出力線量測定事業

「出力線量測定について」では、ガラス線量計について、出力線量測定手順、標準誤差について、出力線量測定の実績、評価・判定と異常値の取扱について、ご案内しております。

「出力測定の流れ」では、申込書の作成および送付方法、事前打ち合わせおよび問い合わせ、測定スケジュールに関する打合せ、出力線量測定

線量校正センター紹介
治療用線量計校正事業
治療用出力線量測定事業
線量校正センターについて
→ ガラス線量計について
→ 出力線量測定手順
→ 標準線量について
→ 出力線量測定の実施
→ 測定・校正と照射線の 取り扱いについて
出力線量の検定
放射線計測機器測定の中核 (校正方法)
測定手順
データ記入シートへの記入方 法
よくある質問
受託要綱
光子線治療品質管理支援業務
線量校正センターからのお知らせ
線量校正センターへのお問い合わせ

セットの送付および内容確認、照射およびデータ記入シートの記入、出力線量測定セットの返送、ガラス線量計の読取および報告書作成、結果報告書・請求書の発送について、ご案内しております。

「治療用出力線量測定の手順(申込方法)」では、測定料金、出力線量測定申込書(書式)ダウンロードについて、ご案内しております。

「照射手順」では、治療施設における照射条件、照射手順についてご説明しております。「データ記録シートへの記入方法」では、基本情報、MU 値計算結果および照射記録の記入について、ご案内しております。

「よくある質問」では、出力線量測定を行う頻度、希望測定日と申込のタイミング、測定条件の追加、測定に掛かる費用、測定結果報告書はどの位で届くのか、などのご紹介をしています。

「受託要綱」では、当財団が申込者から受託する治療用線量計の校正についての要綱をご案内しております。

「線量モニター校正 (MU 校正)」では、新規治療施設やご要望の治療施設に対して、MU 校正の

光子線治療品質管理支援業務

HOME > 放射線治療品質管理 > 光子線治療品質管理支援業務

「線量モニター校正 (MU 校正)」では、新規治療施設やご要望の治療施設に対して、MU 校正の

測定手法・技術などのご提供についてご案内しております。

線量校正センター紹介
治療用線量計校正事業
治療用出力線量測定事業
光子線治療品質管理支援業務
線量モニター校正 (MU 校 正)
リニアック治療装置の定期 QAQC
放射線計測 CT の定期 QAQC
研究支援
線量校正センターからのお 知らせ
線量校正センターへのお問 合わせ

「リニアック治療装置の定期 QAQC」では、人手や時間が不足している治療施設に対しての QAQC 支援、新規治療施設やご要望の治療施設に対して、QAQC 手法および技術などのご提供についてご案内しております。

「治療計画 CT の定期 QAQC」では、新規治療施設やご要望の治療施設に対して、定期的に治療計画装置のコンディションを確認する測定手法・技術などのご提案についてご案内しております。

「研究支援」では、各地の研究会等が主体で実施している訪問調査への参加と、当財団実施の「ガラス線量計を用いた出力線量測定業務 (郵送測定)」との連携を視野に入れた活動支援のご紹介をしています。

線量校正センターからのお知らせ

HOME > 放射線治療品質管理 > 線量校正センターからのお知らせ

これまでにご案内した線量校正センターからのお知らせを掲載しております。

線量校正センターへのお問い合わせ

HOME > 放射線治療品質管理

線量校正センターへの Web からの問い合わせフォーマットを掲載しております。

編集後記

当財団では医療放射線監理委員会並びに医療用線量等校正部会での検討を経て、関係者等の調整の上、社団法人 日本医学放射線学会 標準線量研究会によって発行されていた機関誌 (医用標準線量: 休刊中) に代わる「線量校正センターニュース」を当財団で発行することといたしました。

機関誌の名称については、当初、医療線量計測・校正ニュース、医用線量品質管理だより、医用線量計測・校正ジャーナル等の提案がありましたが、日医放から継続してきた線量計校正事業を行う機関は、「医療用線量標準センター」と呼んできましたので語感も近く、また線量計校正を依頼した

ユーザへの配布を主体とするならば、身近な線量校正センターからのニュースだということ、親近感もあるのではないのでしょうか? との編集長の一言で決定いたしました。

本機関誌は、学術誌ではなく広報誌としての位置付けで、医療の現場で役立つ情報を主体に掲載していきます。当初は年 1 回の発行ですが、軌道に乗りましたら年 2 回の刊行を目指します。

第 2 号からは、現場の皆様からの要望等をお聞きし、記事に反映して行きたいと思っております。よろしく願いたします。

(T.T)



新製品のご紹介

マンモグラフィー・I V R・診断用 超小型電離箱式線量計

- 新開発のカーボン薄膜採用で飛躍的に特性向上
- 線量・線量率同時測定可能 ●優れたエネルギー特性
- 高感度、高安定、高性能 ●小型軽量・コンパクト
- AC/DC 2電源駆動 ●低価格を実現



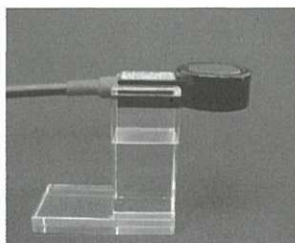
概略仕様

AE-1341D

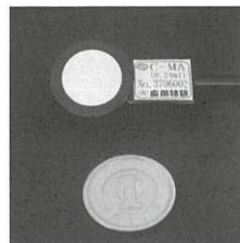
表示 デジタル3 1/2桁表示
測定範囲 0.00~200.0[mGy及びμmGy/sec]

レンジ2段切替: 20: 0.00~20.00
200: 0.0~200.0

*測定中の感度の切替は可能です



C-MA (電離箱)

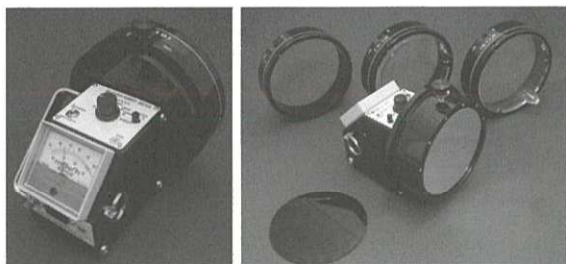


1円玉と比較した様子

X・γ線、β線 H*(10)及び又はH (0.07)、H (3) 測定用 電離箱式サーベイメータ

東日本大震災・原子力発電所等にて活躍中!

< IEC60846-1 (2009) に規定される放射線の計量特性に準拠 >



AE-133BH

測定範囲: 1mSv/h~10Sv/h

AE-133B

測定範囲: 1μSv/h~100mSv/h

付属のフィルターを用いて組織等価 300mg/cm²で、H' (3) が可能になります。

Hp (0.07) 及びHp (10) からHp (3) を算定する場合、Hp (3) を著しく高くする恐れがある場合に有効です

The transmission of ²⁰⁴Tl beta particles through 300 mg/cm² is zero. (ISO 12794:2000(E))

●品質向上のため、おことわりなしに仕様の一部を変更する場合があります

APPLIED ENGINEERING INC.



株式
会社

応用技研

- 環境放射線測定器
- 医療用放射線測定器
- エレクトロニクス機器
- 微小電流測定器

国内No.1 Dosimeter* RAMTECシリーズの最新版

*国内No.1 Dosimeter：RAMTECシリーズ(RAMTEC 1000D、RAMTEC 1000plus)線量計には、800台を超える(2007年4月現在)国内医療施設への納入実績があります。

RAMTEC Smart

高精度線量計 Universal Dosimeter

RAMTEC Smartの特徴

- 見やすく色鮮やかな大型カラーTFT液晶搭載
- 完全日本語表示の快適な操作環境
- タッチパネル、ジョグダイヤルによる簡単操作
- 温度、気圧、各種線量変換係数、イオン再結合補正係数、その他補正係数等の入力により線量を直読可能
- 各種測定単位で測定可能 [C, Gy, R, Sv, A]
- ノートPCやプリンタへUSBポートで接続可能
- RAMTEC LinkでMicrosoft Excelに測定データを送信
- QCのメインステーションにふさわしい洗練された外観デザイン



放射線測定における
QCのメインステーションへ。
精度と操作性を高め、
線量計の理想を追求したRAMTEC Smart。



For All Your Tomorrows
TOYO MEDIC

<http://www.toyo-medico.co.jp/> E-mail info@toyo-medico.co.jp

東洋メディック株式会社

本社：〒162-0813 東京都新宿区東五軒町2-13
TEL (03) 3268-0021 (代表) FAX (03) 3268-0264
大阪支店：〒550-0014 大阪府大阪市西区北堀江1-19-1
TEL (06) 6535-5741 (代表) FAX (06) 6535-5745
福岡支店：〒812-0007 福岡県福岡市博多区東比恵2-2-40
TEL (092) 482-2022 (代表) FAX (092) 482-2027
支店・営業所：名古屋・札幌・新潟・仙台・岡山

We can provide efficient tools for helps in RT

Dairy Linac QA Tools

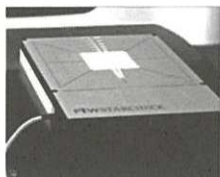
UNIDOS^{webline}

リファレンス線量計



STARCHECK

スタージオメトリ
イオンチェンバアレイ



QUICKCHECK^{webline}

日常QCチェッカー



LINACHECK

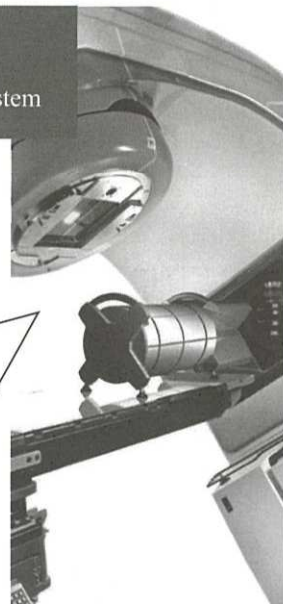
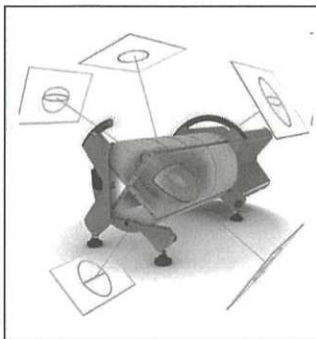
モニターテストデバイス



IMRT Dosimetry Tools

Delta⁴® PT

IMRT/VMAT Verification system



PTW

ScandiDos

Optimize RTP Workflow

MIM Maestro

deformable registration software

前回治療時



新たな疾患

変形線量合算
最大総線量：102 Gy



mim
SOFTWARE

Dosimetric Phantoms



CIRS

国内総販売元 ユーロメディテック株式会社

Euro Medi Tech

【本社】 〒141-0022 東京都品川区東五反田2-20-4 NOF高輪ビル

TEL:03-5449-7585 FAX:03-5449-0234

URL <http://www.euro-meditec.co.jp/>

放射線測定器 校正サービス

放射線測定器の校正はお済ですか？

放射線測定器は、正しい測定値を示すことが求められます。これには放射線測定器の校正が不可欠です。

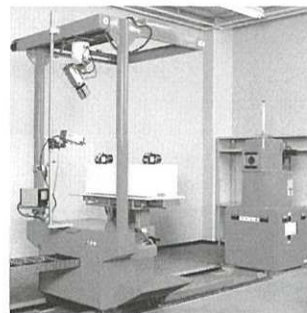
校正には、国家標準とのトレーサビリティが明確になっていることが必要です。放射線測定器は、トレーサビリティが明確な基準に基づく校正を行ってはじめて精度の高い測定が実現します。

国家標準につながる校正サービス。

お客様に「安心と精度」を提供します。

千代田テクノ大洗研究所は、トレーサビリティ制度に基づき放射線の標準供給を行っています。

弊社校正サービスは「維持管理能力」・「校正技術能力」・「品質システム維持能力」が三位一体となって、お客様に「安心と精度」をご提供いたします。



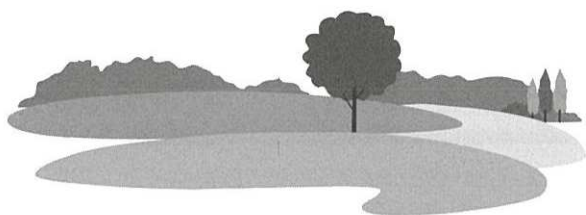
CHUYODA TECHNOL CORPORATION

株式会社 千代田テクノル 営業部

〒113-8681 東京都文京区湯島1-7-12 千代田御茶の水ビル

TEL03 (3816)1163

www.c-technol.co.jp



市民公開講演会 ～人にやさしい放射線医療～

《第8回 財団法人医用原子力技術研究振興財団 講演会》



日時/平成23年12月3日(土) 13時～17時(12時 受付開始)
場所/鹿児島県医師会館 4階 大ホール
参加費/無料 (定員300名。事前登録が必要です。)

●お申し込み(事前登録)は

HPより申込み可能です。

<http://www.antm.or.jp/kagoshima8.html>

FAXによる申し込み: 03-3504-1390

※氏名、郵便番号、住所、所属、電話番号、FAX番号をご記入ください。申し込み受理後、参加券を発送します。

締め切り日: 平成23年11月25日(金)

※ただし、定員になり次第、締め切らせていただきます。

●お問合せは

(財) 医用原子力技術研究振興財団

〒105-0001 東京都港区虎ノ門1丁目8番16号 第2升本ビル4階

Email: kagoshima8@antm.or.jp

電話: 03-3504-3961 FAX: 03-3504-1390

■プログラム(13:00～17:00)

開会挨拶

森 亘 医用原子力技術研究振興財団 理事長

第1部 13:10～14:20

テーマ◆がん検診とPET診断

座長

中條 政敬 鹿児島大学歯学部総合研究科
放射線診断治療学教室 教授

●がん検診のすすめ

瀬戸山史郎 鹿児島県医師会 常任理事
鹿児島県民総合保健センター 参与

●PET検査の仕組みとPETがん検診

山口慶一郎 仙台厚生病院 院長補佐 最先端画像医学センター長

第2部 14:20～15:30

テーマ◆放射線治療:最近の進歩

座長

早淵 尚文 久留米大学医学部放射線医学教室 教授

●放射線治療の進歩と高精度放射線治療

中村 和正 九州大学大学院医学研究院臨床放射線科学 准教授

●小線源治療

徳丸 直郎 疋賀大学医学部重粒子線がん治療学講座 教授

※休憩(15分) 15:30～15:45

第3部 15:45～16:55

テーマ◆粒子線治療

座長

塩山 善之 九州大学大学院医学研究院 重粒子線がん治療学講座 教授

●重粒子線治療の新たな展開

鎌田 正 放射線医学総合研究所 重粒子医学科学センター長

●陽子線治療:やさしいがん治療

菱川 良夫 メディボイス医学研究財団 がん粒子線治療研究センター長

閉会挨拶

吉田 浩己 鹿児島大学 学長



■主催/医用原子力技術研究振興財団 ■共催/鹿児島大学

■後援/文部科学省 厚生労働省 内閣府原子力委員会 放射線医学総合研究所 国立がん研究センター 鹿児島県 佐賀県 鹿児島市 鳥栖市
日本医学放射線学会 日本放射線腫瘍学会 鹿児島県医師会 鹿児島市医師会 がん研究会 佐賀国際重粒子線がん治療財団 日本アイソトープ協会
日本原子力産業協会 メディボイス医学研究財団 がん患者団体支援機構 がんサポートかごしま エフエム鹿児島 NHK鹿児島放送局
おおすみ半島コミュニティ放送ネットワーク 鹿児島テレビ放送 鹿児島放送 鹿児島讀賣テレビ 南日本放送 朝日新聞社 西日本新聞社 日本経済新聞社
毎日新聞社 南日本新聞社 読売新聞西部本社

線量校正センターニュース 創刊号

編集・発行 財団法人 医用原子力技術研究振興財団 〒105-0001 東京都港区虎ノ門1-8-16 第2升本ビル

●線量校正センター 〒263-0041 千葉県千葉市稲毛区黒砂台3-9-19

TEL:043-309-4330 FAX:043-309-4331

URL: <http://www.antm.or.jp> E-mail: info-kosei@antm.or.jp