

線量校正センター

Vol. 5

ニュース News

Therapy-level Dosimetry and Calibration

解説

京都大学原子炉実験所のBNCTの現況

国立がん研究センター中央病院における
BNCTの開発状況

話題

- 密封小線源治療事故とその教訓
- ISOの活動について
— 医療分野の線量評価の視点から —



公益財団法人 医用原子力技術研究振興財団

「線量校正センターニュース」 vol.5

contents

巻頭言	QAの立場から放射線医学物理士の制度化を望みます	1
	池田 恢 (医療放射線監理委員会委員長、堺市立総合医療センター放射線治療科部長)	
解 説	京都大学原子炉実験所の BNCT の現況	2
	櫻井良憲 (京都大学原子炉実験所 放射線生命科学研究所 放射線医学物理学研究分野)	
	国立がん研究センター中央病院における BNCT の開発状況	5
	中村哲志 (国立がん研究センター中央病院 放射線治療科)	
話 題	密封小線源治療事故とその教訓	8
	川村慎二 (山口大学医学部附属病院 放射線部)	
	ISO の活動について — 医療分野の線量評価の視点から —	12
	福村明史 (放射線医学総合研究所 放射線治療品質管理室)	
報 告	放医研コバルト照射装置の線源更新	16
	水野秀之 (放射線医学総合研究所 放射線治療品質管理室)	
	分離校正の実現に向けての進捗報告	20
	高瀬信宏 (公益財団法人 医用原子力技術研究振興財団 線量校正センター)	
資 料	治療用線量計校正の実績 (平成 26 年 4 月～平成 27 年 3 月)	23
	公益財団法人 医用原子力技術研究振興財団	
	出力線量測定の実績等について	31
	公益財団法人 医用原子力技術研究振興財団	
	治療用線量計校正および出力線量測定における施設名公表について	35
	公益財団法人 医用原子力技術研究振興財団	
お知らせ	治療用線量計校正担当より	41
	出力線量測定担当より	43
	財団ホームページの線量校正センター関連の更新	44
編集後記		45

QAの立場から放射線医学物理士の 制度化を望みます

池田 恢

医療放射線監理委員会委員長、堺市立総合医療センター放射線治療科部長



「線量校正センターニュース」は号を重ね、第5号となりました。発刊に向けたこれまでの関係者の努力に敬意を表します。

近年の放射線治療の機器技術の発達につれて、その品質管理・保証(QA)は飛躍的に重要性を増し、従来の医師・診療放射線技師のみでは現場の実務作業を到底賄いきれなくなってきており、QAを担当する医学物理士のニーズが一層高まっています。

QAの必要性が高まっている1つの証拠として、がん診療に関しては、放射線治療QAの業務として、「第三者機関による出力線量測定等の実施」が「がん診療連携拠点病院」には施設指定のための要件として平成26年1月に義務化され、当・医用原子力技術研究振興財団の実施する加速器の出力線量測定事業が例として挙げられるに至っています。

当財団の業務は当面は線量計校正、および加速器の出力線量測定郵送調査のみであり、訪問調査は現時点では要望のあった場合のみ、必要性の認められた場合のみに実施する体制ですが、X線に関しても各施設への訪問調査を行うことの必要性・要望のほか、粒子線施設、高精度放射線治療施設からのQA実施への期待・要

望も多く寄せられております。このような流れで、当・財団の事業に対する期待も今後ますます大きくなるものと思われれます。

医学物理士(放射線医学物理師(仮称))の国家資格化の議論が進行中と聞きます。高度・高精度になったわが国の放射線治療の安全性を高め、放射線医療事故を防ぎ、高品質を担保するために、殊に高精度放射線治療を主として担当する技術者として、医学物理士は重要な役割を果たします。詳細は存じませんが、広汎かつ高度な放射線医学物理業務の担い手としての位置づけから、また諸外国の同職種育成に関する実状と照らし合わせても法制化は当然と考えます。

法制化が可能か、それが何時なのかはさておき、実現すれば、更に「放射線医学物理師(仮称)」のアピールの度合い、注目の度合いが増すと思われれます。これを機会に、あるいは更に存在感・評価を高めていただくために、実質的な活動の場を拡げていただきたいと願います。それがひいては当財団の出力測定、線量校正の業務にも種々の面で理解が深まり、より一層、光が当たることも期待できようかと思うところです。

京都大学原子炉実験所のBNCTの現況

京都大学原子炉実験所 放射線生命科学研究所部門 放射線医学物理学研究分野 櫻井良憲

1. はじめに

京都大学原子炉実験所では、京都大学研究炉(KUR)を利用して、脳腫瘍、悪性皮膚黒色腫(メラノーマ)、頭頸部腫瘍、肝腫瘍、中皮腫等とBNCTの適応拡大を世界に先駆けて推進してきている。また、世界初のBNCT用加速器ベース照射システムを用いた治験が順調に進められている。本実験所は、原子炉ベースおよび加速器ベースの二つの照射システムにおいてBNCTが実施されている世界的にも希有な研究機関となっている。本実験所におけるBNCTの現況について歴史的背景を踏まえて説明するとともに、本実験所の二つのBNCT用照射システムについて簡単に紹介する。

2. 歴史的背景および現況

BNCTの原理は1936年にLocherにより提唱された¹⁾。その15年後の1951年に、世界初のBNCTが米国のブルックヘブン国立研究所で悪性脳腫瘍に対して行われた²⁾。日本では、1959年からBNCTの基礎研究が始められており³⁾、1968年には日立教育訓練用原子炉を用いて悪性脳腫瘍を対象に臨床研究が開始された⁴⁾。

本実験所におけるBNCTの初の臨床は1974年5月に遡り、KURに設置された「重水設備」において熱中性子照射により行われた⁵⁾。以後、10数年の基礎研究を踏まえ、1990年2月より臨床研究が定期的に行われるようになった。当時は、熱中性子照射のみしか利用できず、メラ

ノーマおよび開頭手術を伴う悪性脳腫瘍を対象としていた。1995年11月までの6年間で61例のBNCTが行われた。

1995年から1996年にかけて、BNCTの高度化の観点から、KUR重水設備が改修された。改修後の設備は「重水中性子照射設備(HWNIF)」と呼ばれている⁶⁾。改修後、ほとんど純粋な熱中性子から熱外中性子まで様々なエネルギースペクトルを持つ中性子照射が可能となった。2001年12月には、日本初の熱外中性子照射によるBNCTが難治性頭頸部腫瘍に対して実施された⁷⁾。これは、頭頸部に対するBNCTとしては、世界初の試みであった。2002年6月には熱外中性子照射の非開頭脳腫瘍への適応が開始された⁸⁾。2005年には、肺癌、肝臓癌、胸膜中皮腫への適応が開始された^{9)、10)}。

2006年2月より、燃料低濃縮化のためにKURの運転が休止された。KUR運転休止までの10年間で214例のBNCTが行われた。2010年5月、4年間休止していたKURの運転の再開とともに、BNCTも再開された。2010年にはパジェット病、2012年には直腸癌への適応が開始された。再開後、2014年5月末まで235例のBNCTが行われた。なお、2015年9月現在、原子力規制委員会による新規制基準に対する適合審査のために、KURの運転は休止中である。

KUR-HWNIFでの臨床研究・基礎研究と並行して、1990年代初頭より、本実験所でも加速器ベースシステムの開発が検討されてきた。

2009年初頭に加速器ベース照射システムである「サイクロトロンベース熱外中性子源 (C-BENS)」が完成した¹¹⁾。本システムを用いた治験が2012年より開始され、2015年9月現在、進行中である。

図1に、KURを用いて行われたBNCTの累計数の年次推移を示す。2002年以降の累積数の急増は、脳腫瘍に対する非開頭照射の開始および頭頸部への適応拡大によるものである。2010～2014年の最近の5年間では、脳腫瘍(非開頭)および頭頸部腫瘍が全BNCT数の37%ずつを占める。中皮腫を含む肺癌17%、肝臓癌1.7%、直腸癌1.7%と、体幹部腫瘍が20%強を占めることは特筆すべきことである。

3. 原子炉ベース照射システム

図2にKUR-HWNIFの概要を示す⁶⁾。KUR炉心に接して約2m³の重水タンクを有している。重水タンク内の炉心側に、高エネルギー中性子用減速材／フィルター領域として、体積比80%/20%のアルミニウムおよび重水で構成されている減速材が組み込まれている。その外側に、中性子エネルギースペクトルをコントロールするための、中性子エネルギースペクトルシフター3層および重水シャッター1層が組み込まれている。さらに外側に、熱中性子用フィルターとして2層のカドミウムフィルターが、ま

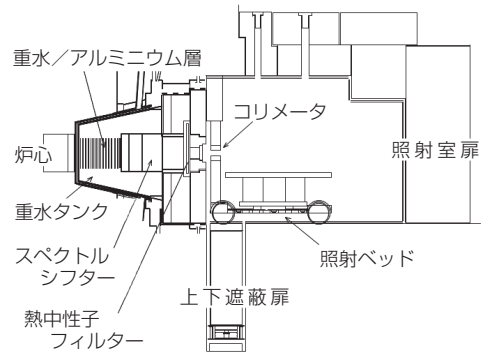


図2：KUR-HWNIFの概要⁶⁾

た、 γ 線低減用フィルターとして、ビスマス層が組み込まれている。

KUR-HWNIFでは、中性子エネルギースペクトルシフターの重水厚さの調整、および、カドミウムフィルターの開閉により、ほとんど純粋な熱中性子から熱外中性子まで様々なエネルギースペクトルを持つ中性子照射が可能である。メラノーマ等の表層部の腫瘍に対してのみ熱中性子照射が利用され、その他の腫瘍に対しては、通常、熱外中性子照射が利用される。本設備で得られる熱中性子束は最大で $5 \times 10^9 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 程度、熱外中性子束は最大で $1 \times 10^9 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 程度である。

4. 加速器ベース中性子照射システム

図3にC-BENSの概要を示す¹¹⁾。住友重機械工業社製サイクロトロンHM-30により30MeVまで加速された陽子を、ベリリウムターゲットに衝突させることで中性子を発生する。発生した高エネルギー中性子は、鉛、鉄、フッ化カルシウム等で構成される減速体系により減速される。 γ 線低減用フィルターとして、鉛層が組み込まれている。

C-BENSは熱外中性子照射専用である。KUR-HWNIFで得られる熱外中性子ビームと

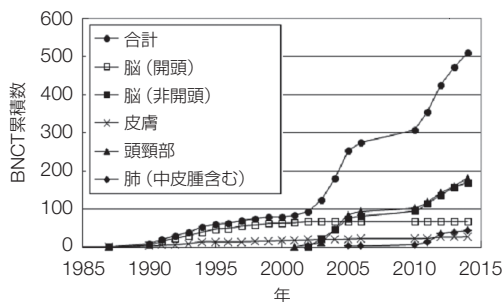


図1：KURにおけるBNCT累計数の年次推移

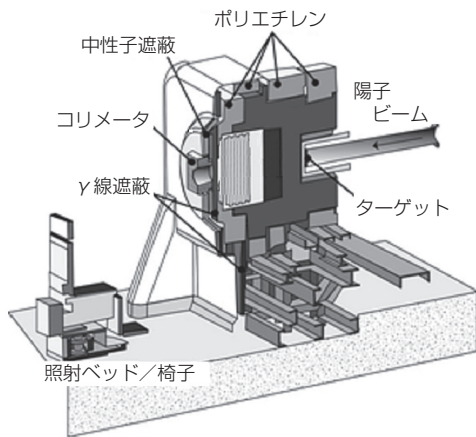


図3：C-BENSの概要¹¹⁾

比べ、高エネルギー側の成分が多い中性子エネルギースペクトルとなっており、より深部の治療に適した特性を有している。1mAの陽子電流でC-BENSで得られる中性子強度は、KUR-HWNIFの2倍強である。

5. おわりに

現在、加速器ベース照射システムの開発が国内外の様々な研究グループにより精力的に行われている¹²⁾。近い将来、加速器ベース照射システムを用いたBNCTが世界の複数箇所で開催されている可能性がある。1951年に世界初のBNCTが米国で行われてからすでに60年以上経過しているが、ようやくBNCTが「特殊な療

法」から脱却する時期に差し掛かっていると感じている。将来的には加速器ベースシステムへの完全移行は必至であるが、現在のBNCTの発展はKUR-HWNIFで行われている基礎研究・臨床研究に支えられているという事実がある。原子炉ベースおよび加速器ベースの二つの照射システムを有し、基礎研究および臨床研究ならびに臨床試験を実施している研究機関として、本実験所の役割はますます重要になると考えている。

参考文献

- 1) G. L. Locher: Am. J. Roentgenol. 36, 1 (1936).
- 2) L. E. Farr, et al.: Am. J. Roentgenol. 71, 279 (1954).
- 3) 宮川正, 渡辺哲敏: 日本放射線医学学会誌 24, 1055 (1964).
- 4) H. Hatanaka, and K. Sano: Z. Neurol. 204, 309 (1973).
- 5) K. Kanda, et al.: Nucl. Instr. Meth. 148, 535 (1978).
- 6) Y. Sakurai, and T. Kobayashi: Nucl. Instr. Meth. A 453, 569 (2000).
- 7) I. Kato, et al.: Appl. Radiat. Isot., 61, 1069 (2004).
- 8) S. Kawabata, et al.: Appl. Radiat. Isot. 67, S15 (2009).
- 9) M. Suzuki, et al.: Jpn. J. Clin. Oncol. 37, 376 (2007).
- 10) M. Suzuki, et al.: Radiother. Oncol. 88, 192 (2008).
- 11) H. Tanaka, et al.: Nucl. Instr. Meth. B 267, 1970 (2009).
- 12) A. J. Kreiner, et al.: Appl. Radiat. Isot. 88, 185 (2014).

国立がん研究センター中央病院における BNCTの開発状況

国立がん研究センター中央病院 放射線治療科 中村哲志

1. はじめに

硼素中性子捕捉療法 (Boron Neutron Capture Therapy: BNCT) は、中性子を照射する前に腫瘍へ ^{10}B を取り込ませておくことで、中性子との核反応断面積が大きい $^{10}\text{B}(n, \alpha)^7\text{Li}$ 反応を利用して、腫瘍細胞を選択的に治療する方法である。中性子と ^{10}B の反応により生成される α 線と ^7Li は、それぞれ数 μm の飛程しか持たず、一般的の放射線治療よりも高い線エネルギー付与 (LET) や生物学的効果比 (RBE) を持つ。そのため、一般的に行われている放射線治療で効果が上がらないことが多い、悪性黒色腫などへの適応が期待されている。さらに、細胞の大きさは約 $10\mu\text{m}$ の大きさのためBNCTは、がん細胞を選択的に治療することが期待できる治療方法である。しかし、今までは研究所などに設置されている原子炉でBNCTが行われてきたため、普及が困難であるという問題点があげられていた。

そこで、国立がん研究センター中央病院ではBNCTの臨床導入を目標に、加速器を用いたBNCTシステムの導入作業を行っている。当院では、まず上記の悪性黒色腫へのBNCTの適応を考えている。それに伴い、当院のシステムを用いた物理特性試験や生物特性試験などを予定している。ここでは、現在の当院の加速器BNCTシステムの紹介や開発状況、それに伴う準備作業を紹介する。

2. 加速器 BNCT システムについて

日本の加速器BNCTシステムの開発はいくつかのグループで行われていて、開発グループごとに中性子の発生方法などが異なる。当院に導入している加速器BNCTシステムは、 2.5MeV に加速した陽子を固体リチウムターゲットに照射することで発生する中性子を利用するシステムである。さらに、当院のもう一つの特徴としては垂直ビームを利用しているということである。当院では、陽子の加速器が地下1階に設置され、加速された陽子が地下2階にある治療室へと輸送される。治療室に配置されているLiターゲットへ陽子を照射することでBNCTを行う。また、発生する中性子のエネルギーは高くBNCTに不向きなため、ターゲット周りにモデレータなどを配置し、そこを中性子が通過することでBNCTに適したエネルギーへと変化させる。図1には、当院に導入されている加速器および治療室内を示し、図2にはシミュレーション (PHITS) で計算した照射口直下の中性子のエネルギースペクトルを示す。BNCTでは、 10keV 付近の中性子を多く含むビームを使用することで深さのある腫瘍に対しても治療効果を得ることができ、当院もこのエネルギー帯の中性子を多く含むようにターゲット周りのモデレータを調整している。

3. 当院での BNCT システムの開発状況と準備作業について

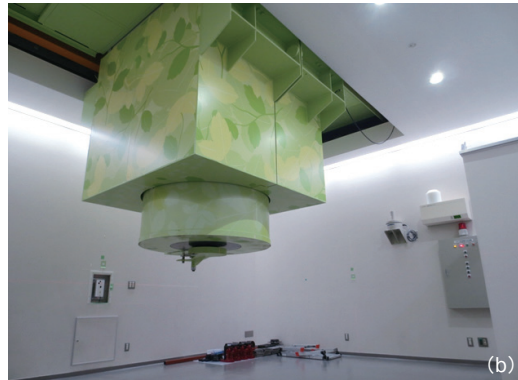


図1：(a) 加速器BNCTシステムの加速器、
(b) BNCTの治療室

当院では加速器やターゲット、モデレータなどの設置作業は終了し、加速器の調整段階に入っている。当院のビームは20 mAという大強度の陽子ビームをCWで運転することを予定している。

BNCTにおいて評価される線量の要素は、RBEなどにより4つに分類される。1つ目は硼素線量で、 $^{10}\text{B}(n, \alpha)^7\text{Li}$ 反応による線量寄与分である。この線量は、BNCTの治療効果をもた

らすための線量要素である。他の3つの線量要素に関しては、BNCTにおいてバックグラウンドとなるものである。2つ目は窒素線量で、人体内に存在する窒素との $^{14}\text{N}(n, p)^{14}\text{C}$ 反応における反跳陽子による線量寄与分である。3つ目は速中性子線量で、人体内に存在する水素との $^1\text{H}(n, n')p$ 反応による線量寄与分である。4つ目は γ 線による線量で、ビーム系や水素と中性子の捕獲反応由来の線量寄与分である。そのた

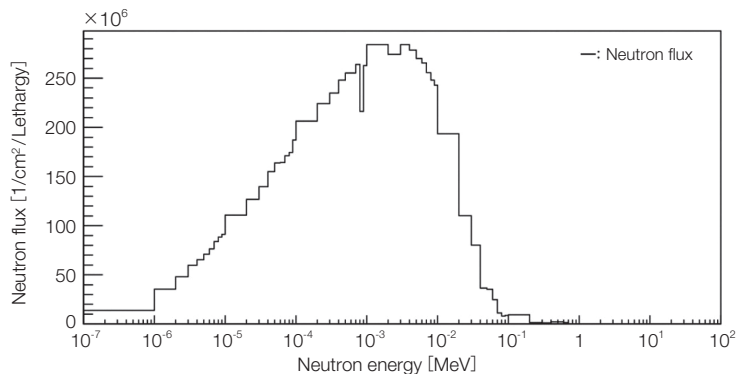


図2：シミュレーション計算により算出した当院での中性子のエネルギースペクトル



図3：医療用リニアックを用いた測定の様子

め、IAEA-TECDOC-1223ではBNCTの推奨場の評価として、各エネルギー帯の中性子とガンマ線の個々の評価が必要とされる。当院では、中性子の評価には放射化箔法を用い、ガンマ線の評価にはガラス線量計を用いる方法を検討している。放射化箔法に関してはゲルマニウム検出器を用いて金属の放射化量を測定し、測定値より中性子の強度を決定する。また、ガンマ線の評価に関しては、当院の医療用リニアックを用いて校正を行い、線量として評価を行う予定である。各種評価の事前測定として、医療用リニアックを用いた測定を行った（図3）。また、生物特性試験に関しては当院に併設されている研究所と共同で実施する予定となっていて、試験に必要なプロトコルの作成なども行ってい

る。生物特性試験では、細胞実験のほかに動物実験も予定されている。X線などの比較により、RBEの算出やBNCTの有用性を評価するための試験が組まれている。

4. さいごに

当院では、加速器を用いた硼素中性子捕捉療法の臨床導入に向けた準備を進めている。物理特性試験や生物特性試験などを実施したのちに、BNCTによる治験を開始する。このプロジェクトは、従来では研究所などの原子炉で行われていたBNCTを、加速器を利用することで病院に設置することが可能なものとするものであり、BNCTの普及のために必要不可欠である。そのため、病院に設置できるBNCTのシステムにするには様々な課題が存在するが、それらをクリアしながらBNCTの臨床導入に向けた開発を進めていく。

参考文献

- 1) 財団法人 医用原子力技術研究振興財団 日本中性子捕捉療法学会: BNCT基礎から臨床応用まで. 113-119
- 2) Iwase H., et al. Development of general-purpose particle and heavy ion transport Monte Carlo code. *J. Nucl. Sci. Technol.* 39, 1142-51, 2002
- 3) IAEA-TECDOC-1223: Current status of neutron capture therapy. 6-11, 2001

密封小線源治療事故とその教訓

山口大学医学部附属病院 放射線部 川村慎二

【はじめに】

平成26年8月に日本医療機能評価機構から医療事故情報収集等事業として第40回報告書¹⁾が発行された。2004年10月から2014年12月までの期間に、放射線治療に関わる48件の医療事故が報告されている。この内、密封小線源治療(内部照射)の医療事故が6件(前立腺がん4件、子宮頸がん2件)あった。治療計画や線源位置確認に起因する線源やアプリケータ位置の間違いと報告されている。事故発生の原因についても言及されているが、この報告書は当該施設からの報告に基づいて編集されており、報告書を読んだ施設が事故防止対策を行うには、記載内容が不十分である。第三者による詳細な事故原因の究明と対策の検討は事故防止の観点から必要不可欠である。

上記6件の密封小線源治療に係わる事故報告の内、子宮頸がんに対するIr-192密封小線源治療の1件について日本放射線腫瘍学会・日本放射線技術学会・日本医学物理学会共同で事故調査を実施した。事故の概要を解説し、事故の原因、および事故の教訓から再発を防止するために何が必要で何を取り組むべきかについて報告を行う。

1. 密封小線源事故の概要

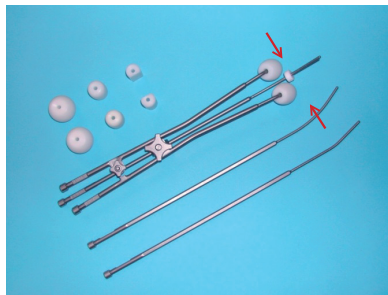
平成19年7月9日から平成25年11月19日の期間中に Fletcher-Suit-Delclos (以下FSD) オ

ボイドアプリケータを使用した婦人科悪性腫瘍患者100名に対して、線源停留位置が治療計画位置より約3cm尾側にずれた状態で治療が実施された。

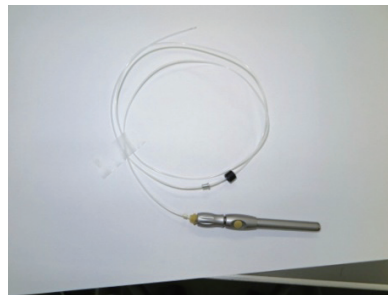
当該施設は、平成18年1月にバリソースを導入し、子宮がん照射用にFSDアプリケータと、カテーテルを使用していた (Fig.1)。これらの正しい使用法として次の2つの確認作業が必要であった。

- ①FSDアプリケータ内にカテーテルを差し込み装着した状態で測定用ワイヤをFSDアプリケータの先端まで挿入する (Fig.2)。このとき、カテーテルは先端が閉じておらず、またカテーテルの先端はFSDアプリケータの先端には達していない。測定用ワイヤは、カテーテルの開放された端から3cmほど飛び出てFSDアプリケータの先端に達する。そのため実際の線源到達地点もFSDアプリケータの先端となる。
- ②専用の定規を使用して測定用ワイヤの挿入された長さを測定し、その値をアプリケータ長として治療計画装置に入力する。

過誤照射では、この作業の中でカテーテルの長さを計測する際、FSDアプリケータを取り付けずに、カテーテルの先端まで測定用ワイヤを挿入し、その長さをアプリケータ長としていた。アプリケータ先端までの正しい長さはおおよそ120cmであるが、3cm短い117cmをアプリケータ



(a) FSDアプリケーター
(矢印がオボイドアプリケーター)



(b) カップリングカテーテル

Fig.1 : FSDアプリケーターとカップリングカテーテル

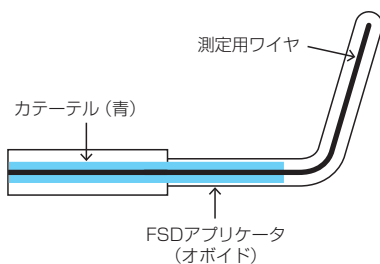


Fig.2 : FSDアプリケーター内のカップリングカテーテルの先端位置

タ長として治療計画装置に入力していた。一方、タンデムアプリケーターにおいてはタンデム用アプリケーターの先端までカテーテルの先端が挿入されるため、カテーテル先端までの長さをアプリケーター長としてもずれはほとんどなかった。

この事象は、平成25年11月に別件の不具合が発生し、装置の総点検を行った際に発覚した。オボイドアプリケーターをX線フィルム上に置き、線源を送り込んで曝写実験を行ったところ、計画した部位の3cm手前が黒化し、誤った位置に線源が送り込まれていたことが判明した (Fig.3)。

平成19年7月9日から平成25年11月19日にかけて、100名の患者に過誤照射が行われた。FSDオボイドアプリケーターの線源位置が3cm手前にずれただため、治療目的の子宮頸部病変への投与線量が低下した。また、本来、照射される

予定ではない腔前壁の線量が高くなっていた。

事故調査の結果では、観察期間中央値が942日における局所制御率に関して検討され、局所再発「あり」と「なし」のBED比 (A点線量効果判定) には有意差は認められなかったと報告された。つまり、調査で用いた評価線量においては局所制御との相関は認められなかったと結論づけられた。これは併用された外部照射や化学療法による効果のためと推察された。一方、遅発性障害の発生については、CTCAE ver. 4²⁾のグレード3および4の重篤な遅発性障害は、12症例で観察され、そのうち、過誤照射との関連が疑われたのは7症例であったと報告された。

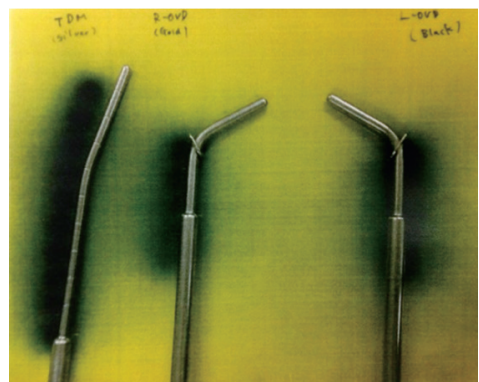


Fig.3 : FSDアプリケーター内のカップリングカテーテルの先端位置

2. 事故発生の原因とその背景

事故発生の背景には、当該施設の組織や品質管理体制などに問題が認められた。はじめに、現場スタッフやその対応について、受入試験やコミショニングは、担当の診療放射線技師により実施されていた。しかし、組織内での情報共有や記録保存に問題があった。初期担当者との転勤にともない、小線源治療を全く経験していない技師が新たな担当者として指名された。しかも、直接的な業務引き継ぎのないまま治療が実施されることになった。さらに、医学物理士や品質管理士が密封小線源治療に関与することもなく、組織的な治療実施や品質管理体制が構築されていなかったことも原因として挙げられる。

事故発生から長期にわたり事故を発見できなかった原因として、遅発性有害事象について放射線腫瘍科内での知見の共有化が行われておらず、重篤な有害事象発生に対して、正しい原因追究が実施されていなかったことが挙げられる。また、事故発生の期間中に密封小線源治療担当の診療放射線技師が複数名入れ替っていることも要因と考えられる。

装置メーカーにもいくつかの問題点が指摘される。タンデムとオボイドの運用で、先端開放型のカテーテルの使用は、両者の線源配置とカテーテルの位置関係に齟齬が生じてしまう。これは治療を実施する上で非常に危険であり、事故を誘発する要因となる。現在は先端開放型のカテーテルは利用停止され、この問題は解決している。また、日本語マニュアルにおいて、今回の事故に関わる部分に誤解を受けやすい記載が認められた。さらに、ユーザへの装置説明の記録が保存されていなかった。

上記のように、今回の事故は多くの複合的な原因により発生したと考えられる。

3. 事故防止の対策

小線源治療では侵襲的なアプリケーション挿入を

行っていることから、直ちに治療計画を行い、それを検証した上で、放射線腫瘍医の承認後、直ちに照射実行するという時間的な制約もある。このことから、専門的な知識・技術を有する熟練したスタッフによる運用が望まれる。また、小線源治療装置新規導入時にアクセプタンス・コミショニングに要する期間を十分に確保し、治療ワークフローの図示化とドライランを通しての各職種の役割と手順を確認する機会を設けることが重要である。これらの小線源治療の品質保証のためには、放射線腫瘍医の積極的な参加はもちろんであるが、専門技術を有した放射線治療専門放射線技師と治療計画や品質管理に精通した医学物理士の関与が重要である。短時間での放射線治療計画立案と安全性の検証が求められる小線源治療において、それぞれ異なる視点から小線源治療をチェックし品質評価とその改善に当たることが、安全で高精度な小線源治療の実現に直結することになる。治療を担当する放射線腫瘍医は急性および遅発性障害に関する認識を改めて Mortality and Morbidity conference により、有害事象発生症例について他診療科や治療スタッフとの検討や情報共有が必要である。

次に、施設管理側の対策を考える。小線源治療の経験が全くない診療放射線技師に治療を担当させることは施設管理上の問題があった。拙速な人事異動も放射線治療のこれまでの事故発生報告において問題とされている³⁾。人事異動は回避することは難しいかもしれないが、放射線治療の専門性と人材育成に要する時間等を考慮すると移動者の人選と異動頻度を少なくするなど対策が必要である。放射線腫瘍医や放射線治療専門放射線技師、および医学物理士など、小線源治療に習熟した関係スタッフを育成する環境を整備することも必要である。

4. まとめ

今回紹介した事故事例は、多くの放射線治療

施設にとって対岸の火事ではない。施設担当者がそのことをしっかりと理解し、自施設の現状を振り返り、現場改善に取り組まなければ、事故防止につながらない。2006年に我が国の密封小線源治療における事故の報告が行われている⁴⁾。調査対象施設254施設に対して2002年9月から2004年8月までの2年間に13施設14件の事故が発生したとされている。治療計画時の線量の設定に関するエラーが6件と最も多く、医師と放射線技師との間の確認が不十分であったことが発生要因として挙げられた。この報告の教訓を生かすことはできたのであろうか。今回の事故も治療スタッフ間の確認や情報共有が図られていれば防ぐことができた可能性が高い。過去の事故報告の教訓は、残念ながら生かすことができていなかったと言わざるを得ない。

先の2006年の報告³⁾では、アンケートによる自己申告の調査がベースとなっており、しっかりと原因調査を行うには限界があったと報告されている。また、冒頭に示した、日本医療機能評価機構の事故情報収集等事業も原因究明や事故防止対策用の情報としては不十分である。事故防止のためには、状況を正しく判断して、原因を調査し対策を検討する第三者機関による調査実施が望まれる。平成27年10月1日から、厚生労働省により医療事故調査制度⁵⁾が施行された。これまで以上に正確な事故報告が行われることを期待したい。また、この制度では「医療事故調査等支援団体」による調査・支援が盛り込まれている。第三者評価が導入され事故調査から事故防止対策の道筋が作成されることが望まれる。

今回の当該施設では、事故発生後に、組織やスタッフの真摯な取り組みにより、事故防止対策や組織体制の改善など強固な安全管理体制が構築されたと聞いている。事故発生の際の教訓は空

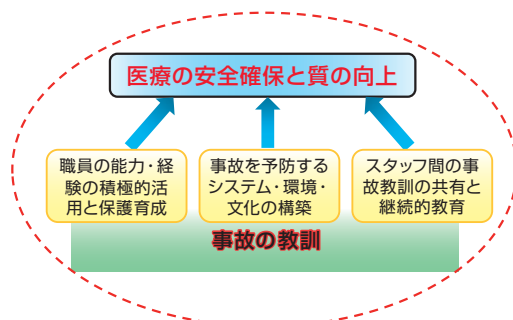


Fig.4：事故の教訓から医療の安全確保・質の向上へ

間や時間を超えて共有され生かされる必要がある。組織としてスタッフの能力や経験の積極的活用や事故を予防するシステム・環境の整備、および安全文化の構築やスタッフ間の情報共有と継続的教育を図ることが必要と考える。(Fig.4) それを基本にして、医療の安全確保と質の向上を目指していくべきである。事故の教訓を生かす文化を醸成することが望まれる。

参考文献

- 1) 医療事故防止事業部医. 医療事故情報収集等平成26年度報告書. 報告書類・年報: <http://www.med-safe.jp/contents/report/index.html>2014. p. 423-41.
- 2) Group JCO. 有害事象共通用語規準 v4.0 日本語訳 JCOG版.
- 3) 医学放射線物理連絡協議会. 和歌山県立医科大学付属病院における過剰照射事故の原因及び再発防止に関する調査報告書. 2006.
- 4) 日本放射線腫瘍学会小線源治療部会. わが国における小線源治療に関する事故調査報告. 日放腫会誌; 2006. p. 35-8.
- 5) Ministry of Health LaW. medical accident investigation system 2015 [Available from: <http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000061201.html>].

ISOの活動について — 医療分野の線量評価の視点から —

放射線医学総合研究所 放射線治療品質管理室 福村明史*

1. ISOとは

「ISO」という言葉を見聞きしたことのある読者は多いのではないのでしょうか。古くは「ISOねじ」や写真フィルムの「ISO感度」などの例が知られていましたし、最近では工場や倉庫などで「ISO9001 認証取得」と掲示されているのをよく目にすることと思います。

「ISO」とは、International Organization for Standardizationの略称で、わが国では「国際標準化機構」と呼ばれます。ウィキペディアによれば、この略称は言語によって異なる（英語：IOS、仏語：OINなど）ため、ギリシャ語のイソス (isos 均等、均質) にちなみ、言語や地域によらない短縮名として「ISO」を選んだそうです。略称一つをとっても国際的統一を図ろうとするISOの基本姿勢が現れていると言えましょう。

国際標準化機構 (ISO) は、本部をスイスのジュネーブに置き、電気分野を除く工業分野の国際規格を策定するための非政府組織として活動しています。ここで国際標準化とは、製品の品質、性能、安全性、試験方法などに関する国際的な取決めを行う事を意味し、その取決め自体を国際規格と呼びます。ISOにはおよそ300ものTechnical Committee (TC) が設置されており、各TCにはそれぞれ固有の番号が割り振られ、専門分野ごとに国際規格の策定作業を行っています。分野の細分化に伴い、TCの下にさらにSub Committee (SC) やWorking Group (WG) が設置されることも少なくありません。

ちなみに冒頭で紹介した「ねじ」を担当するのは、筆頭番号を冠するTC1という専門委員会です。

わが国からは、経済産業省の審議会である日本工業標準調査会 (JISC) がISOに参加しており、JISCの下には各TCに対応した国内審議委員会が設置され、規格案の検討や投票原案の策定等の活動を行っています。筆者はこのうちTC85 (原子力) / SC2 (放射線防護) の委員を務めています。

国際規格の重要性は、グローバル化の進展に伴い益々高まってきています。世界貿易機関 (WTO) では、貿易の技術的障害に関する協定 (TBT協定) により、全ての加盟国に対し、工業製品等の各国の規格及び規格への適合性評価手続き (規格・基準認証制度) が貿易障害とならないよう、国際規格を基礎とした国内規格策定の原則、規格作成の透明性の確保を規定しています。また政府調達協定においても、調達基準には国際規格を基礎とすることを義務づけています。これに伴い、わが国でも日本工業規格 (JIS) の国際規格への整合化が行われており、産業界では、電気自動車の充電コネクタの例などにみられるように、国際標準の獲得が国際市場において大変重要な課題となってきています。

* ISO/TC85/SC2/WG22 共同コンビナー
fukumura@nirs.go.jp

2. JCSS 校正と ISO 規格

本ニュースの読者の多くは、医用原子力技術研究振興財団 (ANTM) による治療用線量計の校正サービスを利用されたことがおありのことと思います。校正を実施すると ANTM より、校正証明書が送られてきますが、この証明書の左上には「JCSS」マーク (標章) が印刷されています。この JCSS は Japan Calibration Service System の略称で、計量法に基づくトレーサビリティ制度のもとで校正が行われたことを表します。

ISO では、国際電気標準会議 (IEC : 主に電気分野の国際規格を策定する機関) と共同で、ISO / IEC17025 (試験所及び校正機関の能力に関する一般要求事項 : 日本工業規格では JISQ17025)

という国際規格を定めています。この規格は、表1に示す通り、校正機関等に対する管理上の要求事項と技術的要求事項の二つを定めています。わが国では、独立行政法人 製品評価技術基盤機構 (NITE) がこうした規格や関係法規に適合しているかどうかについて審査を行い、これをパスした登録事業者のみが JCSS 標章付きの校正証明書を発行できるとされています。

治療用線量計の校正を行う ANTM は JCSS 登録事業者として認定されており、ISO / IEC17025 国際規格に適合しています。したがって、読者のお手元にある JCSS 校正証明書付きの治療用線量計は、国内のみならず国境を越えても受け入れられる、国際的に通用する信頼性を確保していると言えます。

ところで、わが国の治療用線量計はほぼその全てが JCSS 校正を受けています。実はあまり知られていないのですが、放射線計測器について放射線治療分野は他分野に比べ非常に高い JCSS 校正実施率を誇っています。これは ANTM のみならず関係学会や各機関、そして読者をはじめとするユーザーの皆様方の理解と協力があったこと成しえた結果と言えます。こうした実績を踏まえ、NITE のホームページでは、平成27年9月より、JCSS の活用事例の一つとして、数ある分野の中から放射線治療分野を取り上げて紹介しています¹⁾。

表1 : ISO / IEC17025における一般要求事項の概要

- | |
|---|
| 1. 管理上の要求事項 (ISO/IEC 17025:2005 (JIS Q 17025:2005) 第4項) |
| 組織 |
| マネジメントシステム |
| 文書管理 |
| 依頼、見積仕様書及び契約の内容の確認 |
| 試験・校正の下請契約 |
| サービス及び供給品の購買 |
| 顧客へのサービス |
| 苦情 |
| 不適合の試験・校正業務の管理 |
| 改善 |
| 是正処置 |
| 予防処置 |
| 記録の管理 |
| 内部監査 |
| マネジメント・レビュー |
| 2. 技術的要求事項 (ISO/IEC 17025:2005 (JIS Q 17025:2005) 第5項) |
| 一般 |
| 要員 |
| 施設及び環境条件 |
| 試験・校正の方法及び方法の妥当性確認 |
| 設備 |
| 測定の特レーサビリティ |
| サンプリング |
| 試験・校正品目の取扱い |
| 試験・校正結果の品質の保証 |
| 結果の報告 |

3. ISO / TC85 / SC2 / WG22 の活動

さて、医療分野の線量評価の視点から最近の ISO の活動について簡単にご紹介しましょう。

ISO で線量評価等を所掌している専門委員会は ISO / TC85 (原子力) / SC2 (放射線防護) です。表2にこの SC 傘下の WG の一覧を示します。現在 11 の WG が実働しており、さらに Advisory Group (AG) が ISO / TC85 / SC2 に対する全体統括の役割を担っています。

筆者が主に関わるのは WG22 (電離放射線の医療応用における線量評価および関連プロトコ

表2：ISO TC85 (原子力) / SC2 (放射線防護) に設置されたWG一覧

ISO/TC 85/SC 2/WG 2	Reference radiations fields (参照放射線場)
ISO/TC 85/SC 2/WG 11	Sealed sources (密封線源)
ISO/TC 85/SC 2/WG 13	Monitoring and dosimetry for internal exposure (内部被ばくのモニタリングと線量評価)
ISO/TC 85/SC 2/WG 14	Air control and monitoring (空調モニタリング)
ISO/TC 85/SC 2/WG 17	Radioactivity measurements (放射能測定)
ISO/TC 85/SC 2/WG 18	Biological dosimetry (生物学的線量評価)
ISO/TC 85/SC 2/WG 19	Individual monitoring of external radiation (外部放射線の個人モニタリング)
ISO/TC 85/SC 2/WG 21	Dosimetry for exposures to cosmic radiation in civilian aircraft (民間航空機内での宇宙放射線被ばくの線量評価)
ISO/TC 85/SC 2/WG 22	Dosimetry and related protocols in medical applications of ionizing radiation (電離放射線の医療応用における線量評価とプロトコル)
ISO/TC 85/SC 2/WG 23	Shielding and confinement systems for protection against ionizing radiation (電離放射線防護のための遮蔽及び封じ込めシステム)
ISO/TC 85/SC 2/WG 24	Remote handling devices for nuclear applications (核応用のための遠隔ハンドリング装置)

ル) ですが、読者の多くもこのWGの動向に関心がおありではないかと思えます。WG22以外にWG2 (参照放射線場) やWG17 (放射能測定) も医療分野の線量評価に一部関わり合いがありますが、別に報告がありますのでそちらをご参照ください²⁾。

2015年6月にスウェーデンのボーラスにて開



写真：ISO/TC85/SC2 Plenary Meeting (スウェーデン) にて、右が筆者

催された直近のISO/TC85/SC2の年会 (写真) では、WG22において主に次のアイテムについて議論がなされました。

ISO/DIS** 16644 “Measurement of activity in nuclear medicine using gamma camera planar image for thyroid treatments with I-131”. (I-131 甲状腺治療に対するガンマカメラの面画像を用いた核医学における放射能測定)

ISO/NWIP*** 20047 “Clinical dosimetry - Dose calibration of Gamma Knife radiosurgery facilities. (臨床線量測定 - ガンマナイフ手術的照射設備の線量校正)

ISO/DIS 18310-1 “Measurement and prediction of the ambient dose equivalent from patients

** DIS: Draft International Standard 国際規格案

***NWIP: New Work Item Proposal 新業務項目提案

receiving I-131 administration after thyroid ablation”.(甲状腺切除後 I-131 投与患者からの周辺線量当量の測定と予測)

ISO/NWIP 19461-1 “Measurement for the clearance of waste contaminated with radioisotopes for medical application – Part 1: Measurement of radioactivity”.(医療応用放射性アイソトープで汚染された廃棄物のクリアランスのための測定—パート1 放射能測定)

これらについては、今後ISO事務局より、ドラフト等がJISCに送付され、内容の吟味、コメント作成あるいは賛否等について、国内審議委員会において検討が行われることとなります。しかしながら、国内審議委員会の限られたマンパワーでこれら全てのドラフトをカバーするのは困難で、学会等とも連携を図り専門家の意見を取り入れながら対応している実情があります。またISOではステークホルダーを巻き込んだ検討を奨励しておりますので、もし読者の中で、上記の各アイテムについてご経験がおありで、検討への参加をご希望の場合は是非ご一報いただけると幸いです。

このほか年会では、近い将来に向けた規格化の候補として次のアイテムが挙げられました。

“Guidance for population dose estimates from medical x-ray diagnostic procedures”(医用X線診断からの集団線量推定のための指針)

“Radiophotoluminescent glass dosimetry for radiotherapy beams”(放射線治療ビーム用蛍光ガラス線量計)

前者については、わが国はX線CTの保有台数が世界一であり、こうしたテーマに係る国際規格化の影響は少なくないものと考えられます。また後者については、現在ANTMでも実施中のガラス線量計を用いた治療用出力線量測定技術について国際規格化を図ろうとするもので、日本委員会主導でその準備が進行中です。

また、AGでは、東京電力福島第一原子力発電所事故を受け、Population monitoring following radio accident(放射線事故後の住民モニタリング)に関するアドホックグループを立ち上げ、日本からの参加を呼びかけています。さらに年会の日本開催の可能性についても非公式に打診がありました。

このようにISOでは、放射線に係る諸活動に限ってみても、日本の貢献に大きな期待を寄せています。これに応えるべく、読者の皆様をはじめとして、関係諸機関や学会等におかれましては、こうしたISOの活動に対するご理解、ご協力ならびにご支援を賜りますよう、この場を借りてお願い申し上げます。

参考文献

- 1) 独立行政法人 製品評価技術基盤機構 ホームページ「JCSSの利用・活用事例について」<http://www.nite.go.jp/data/000072088.pdf>
- 2) 黒澤忠弘: ISO TC85/SC2 Plenary and WGs Meeting Isotope News 42-44, No. 727, 2014-11

放医研コバルト照射装置の線源更新

水野秀之（放射線医学総合研究所 放射線治療品質管理室）

放射線医学総合研究所（放医研）では2015年2月にコバルト照射装置のコバルト60大線源（半減期約5年、放射能約111 TBq）が9年ぶりに更新され、強度が更新前と比較して約3倍向上しました。本報告では、このための準備から導入まで、またコミショニングについて報告します。

1. 契約に至るまで

111TBqという高い放射能の線源は容易に購入することはできません。まず、コバルト59を原子炉で中性子を照射することによりコバルト60を作らなくてはならないのですが、現在日本向けにコバルト60線源を供給できる原子炉はロシアとカナダに1機ずつあるだけです。その原子炉の運転スケジュールなどから、1年後ないし2年後などのタイムスケールで納期が設定されます。また、治療レベルの線量計校正のための比放射能が高いコバルト線源となると国内でも放医研以外では産業技術総合研究所くらいしかなく、毎回特注扱いとなります。海上輸送ルート上にある港での保管なども放射性同位元素となるとかなり難儀するので、多岐に渡る事前調整が必要になります。また、B型輸送容器の承認等の原子力規制庁の審査にもかなり時間を費やす必要がありました。結局、計画の着手から契約にこぎつけるのに2年。契約してから導入まで実に2年を要する非常に息の長い取り組みが求められる作業でした。線源の製造はカナダのCanadian Nuclear Laboratoriesです。

バンクーバー港から大井埠頭まで海上輸送され、その後陸路で日本アイソトープ協会に運ばれました。

2. 線源更新作業

線源更新作業も、単に新しい線源を持ってきて古い線源と入れ替える、という単純な形では行われません。マニピュレーター等の線源交換機器がある場合はそれも可能ですが、そのような大掛かりな施設は放医研にはないため、線源の詰め替えはアイソトープ協会で行われます。第1段階として、古い線源を入れた状態で照射装置（線源容器を兼ねています）ごとアイソトープ協会に輸送されます。そこでマニピュレーターを用いて古い線源を遠隔操作で抜いた後、線源容器の点検のために容器製造メーカーに空の状態ですら送られます。第2段階としてそこで詳細な点検等がなされた後、第3段階としてその容器がアイソトープ協会に戻され、そこで到着していた新線源が封入されます。線源封入時もマニピュレーターを使用しますが、当機器は線源格納部が回転する構造のため、線源部単体を複数回回転させた際に線量率の変化が大きいかのチェックなどを行ってから封入しました。第4段階として、新線源が封入された照射装置が放医研まで輸送されます。放医研に輸送されてからも、それを照射室に運び入れるためにまた大掛かりな手間がかかりました。照射装置自身はせいぜい1.5m四方しかないサイズなのですが、遮蔽のための鉛が大量に使用されて

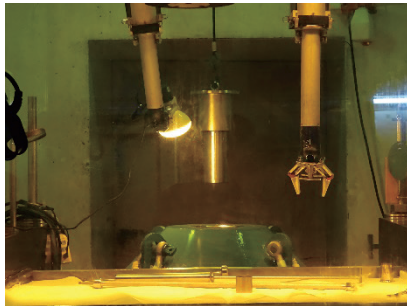
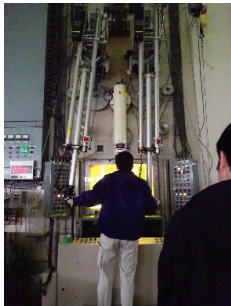
非常に重量が大きいいため、輸送トラックから下ろすだけでも大型のクレーンが必要になり、放医研所内の一部道路を封鎖してこの荷卸しは行われました。そこから照射室までも金属板等で養生した上を超低速で移動させ、半日かかりで

搬入します。照射室内にも簡易的な重機吊り器が設置され、照射台にセットされます。その時点でフィルムを用いて照射野測定を行い、ビーム中心軸を既存レーザーと1mm以下の精度で合わせ、ようやく設置完了となりました。



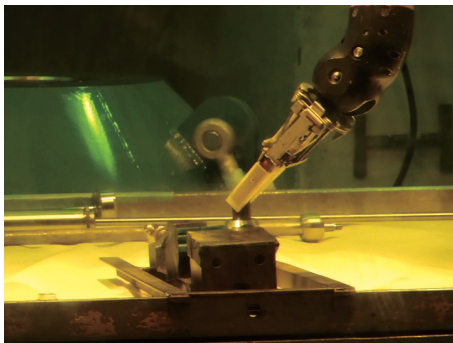
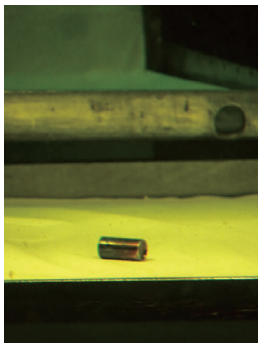
[第1段階]

照射室内で重機吊り器で持ち上げ、特殊台車に乗せて養生された所内通路から運び出されて、旧線源取り出しのためにアイソトープ協会へ輸送されます。



[第2段階]

旧線源がコンピューターで抜き取られた後に、空の線源容器の点検・改修等が行われます。



[第3段階]

新線源（長さは数cm程度）がコンピューターを用いて封入されます。



【第4段階】

新線源が封入された照射装置が放医研に運び込まれます。重機吊り具に吊られた状態でフィルム照射を行ってビーム中心軸と位置決め用レーザー軸が一致するように最終調整します。

3. コミッショニング

コミッショニングは下記の項目について行いました。

①出力測定

現在行われている空中校正（照射線量校正）および水中校正（水吸収線量校正）の条件に対して、出力を確認しました。空中での照射線量は0.02163 C/kg（2015/2/25 照射野10 cm×10 cm、空中ビルドアップキャップ付き、SCD 80 cm）、水中での水吸収線量は0.71776 Gy/分（2015/2/25 照射野10 cm×10 cm、水中5 cm深、SCD 80 cm）でした。旧線源を減衰補正した値と比べると約3倍になっていることが確認されました。

②焦点確認

線源焦点位置を確認するため、線源位置から測定点までの距離SCDを80、100、200 cmと変化させ、空中で電離箱にビルドアップキャップを装着して線量の変化を測定しました。逆二乗則を用いて線源焦点距離を計測したところ、実際の焦点距離はSCD 80 cmの位置で80.5 cmと約5 mmの差で一致しました。有限のサイズを持つ線源を点線源と仮定した測定でこの程度の一致をみることができました。

③線量再現性

水中校正条件において、照射秒数を60、30、10秒の場合の出力再現性を評価しました。表示桁が4桁の電位計を用いて10回以上の測定を行った結果、標準偏差はどの条件においても0.01%を下回りました。

④ビームの平行性

SCDを2種類変化させ（80、100 cm）、その位置にEDR2フィルムを設置して照射を行い、フィルムのプロファイル解析から中心値を算出し、SCD変化に伴うビーム中心位置の変位を計

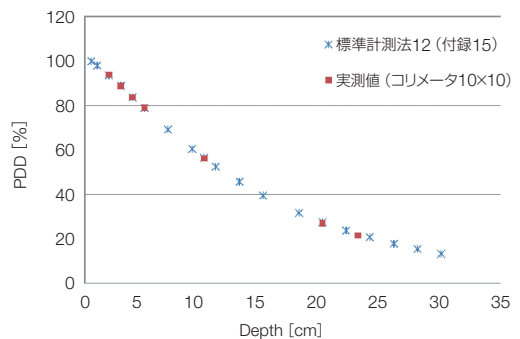


図1：Co-60 PDD（2015/2/27取得データと標準計測法12データの比較）

表：コバルト照射装置線源更新におけるコミッショニング項目

項目	コリメータ	照射時間 [秒]	使用 線量計	SCD [cm]	ファントム	深さ
①出力測定	Open	60	電離箱 C-110	80	空中	ビルドアップ キャップ
	10×10 cm ²	60	電離箱 C-110	80	水ファントム	5 cm
②焦点確認	open	60	電離箱 C-110	80, 100, 200	空中	ビルドアップ キャップ
③再現性	10×10 cm ²	60, 30, 10	電離箱 C-110	80	水ファントム	5 cm
④ビームの 平行性	open	120	フィルム EDR2	80	タフウォーター	1 cm
	open	160	フィルム EDR2	100	タフウォーター	1 cm
⑤PDD	10×10 cm ²	30	電離箱 C-110	80 (SSD)	水ファントム	駆動

測しました。フィルムはビルドアップのために前面にタフウォーター1 cmを設置しました。ビームに乗って水平方向(X)の右方向を正、鉛直方向(Y)を正とすると、レーザー位置を基準としてビーム中心位置はSCD80 cmでX:+0.3 mm, Y:-0.5 mm、SCD 100 cmではX:-0.4 mm, Y:+0.3 mmとなりました。水平・垂直ともに、20 cmのSCD変化におけるビーム中心軸の変位は1 mm以内に収まりました。

⑤PDD

照射野10×10 cm²、SSD 80 cmの条件で水ファントム中で電離箱線量計(C110)を駆動させてPDDを取得しました。結果を図1に示します。比較のため、日本医学物理学会編纂の外

部放射線治療における水吸収線量の標準計測法—標準計測法12¹⁾に掲載されているデータをプロットしたところ、良好な一致を得ました。

4. 最後に

以上の良好なコミッショニングの結果を得て、線量計校正を再開致しました。線量率が3倍に上がった線源を用いて、今後とも高精度な校正環境の整備に努めていきたいと思ひます。

参考文献

- 1) 日本医学物理学会編：外部放射線治療における水吸収線量の標準計測法—標準計測法12、2012、通商産業研究社、東京

分離校正の実現に向けての進捗報告

高瀬信宏（公益財団法人 医用原子力技術研究振興財団 線量校正センター）

1. はじめに

本邦では医療機関の皆様（ユーザ）に対し、電離箱と電位計を一体として水吸収線量校正定数が供給されています。一方、電離箱と電位計の個別の校正（分離校正）は、より合理的な標準供給体制となり得ます。

当財団は放射線医学総合研究所との共同開発体制の下、二次校正機関による分離校正の実現に向け準備を進めております。

2. 分離校正とは（表1）

分離校正では電離箱は、電荷標準にトレーサブルな校正機関所有の電位計に接続のうえ照射により水吸収線量校正定数 N_{D,w,Q_0} が与えられます。電位計は、電荷標準にトレーサブルな既知電荷を入力されることにより電位計校正定数

k_{elec} が与えられます¹⁾。

しかしJCSS登録事業者として電荷標準を所有する校正事業者は、現在ありません。そこで当財団はまず電荷標準（標準電位計）を構築する必要があります。

3. 標準電位計の組み立て

当財団の標準電位計は、外付けの負帰還回路を有しており、JCSS登録事業者の認定機関である製品評価技術基盤機構（略称はNITE）が発行する「技術的要求事項適用指針（直流微小電流・電荷）JCT21007」に準拠しております²⁾。

標準電位計の校正は、トレーサブルな電圧発生装置およびコンデンサを用いた、負帰還回路の帰還率と電気容量の自己校正によって行います。すなわち、この標準電位計が指し示す電荷

表1：二次校正機関が行う分離校正のスキーム（仮案）

N_{D,w,Q_0}	<ol style="list-style-type: none"> ^{60}Co-γ線照射場の校正点水吸収線量 D_{w,Q_0} を、標準器を用いて値付け。 ユーザ電離箱を校正点に設置し照射。ユーザ電離箱内で生じる電離電荷 Q_{IC} を、電荷標準にトレーサブルな電位計で計測。 $N_{D,w,Q_0} = \frac{D_{w,Q_0}}{Q_{\text{IC}}} \text{ [Gy/C]}$
k_{elec}	<p>電荷標準にトレーサブルな既知電荷 Q_{ref} を入力した際の、ユーザ電位計の表示値 M_{EM} を得る。Q_{ref} は異なる大きさ（例 20, 100, 200 nC）で n 個用意し、ユーザ電位計の直線性 L を評価する。</p> $k_{\text{elec}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{Q_{\text{ref}}^i}{M_{\text{EM}}^i} \text{ [C/rdg]}, \quad L = \frac{100}{k_{\text{elec}}} \left\{ \frac{1}{n-2} \sum_{i=1}^n \left(\frac{Q_{\text{ref}}^i}{M_{\text{EM}}^i} - k_{\text{elec}} \right)^2 \right\}^{1/2} \text{ [%]}$

は、電圧標準および電気容量標準による組立量です。元々、この校正手法は一次標準機関である産業技術総合研究所・放射線標準研究グループが採用しています³⁾。

4. 外部標準電荷の組み立て（図1）

一般的な医療用電位計には外付けの負帰還回路がありませんが、その表示値は入力電荷の大きさに比例します。従って、トレーサブルな既知の電荷（ここでは外部標準電荷と呼ぶ）を医療用電位計に入力することで、その比例係数を校正することが可能です。外部標準電荷の組み立て方法は、いくつか考えられます。

当財団では、電流発生装置、リレーおよびタイマーを用いて発生させた電荷を標準電位計で校正することにより、外部標準電荷を組み立てる方針です²⁾。

5. 産総研との相互比較

自己校正および外部標準電荷による電位計校正定数について、産業技術総合研究所・放射線標準研究グループの清水森人先生らと相互比較を行いました。当方が所有する電圧標準および電気容量標準をはじめ、自己校正および外部標準電荷による電位計校正の技術に問題がないか確認するためです。結果、産総研と当方との間で電位計校正定数は、校正の不確かさ（ $k=2$ 、条件によるが最大で0.14%）の範囲内で一致しました。比較的、相違の大きかった条件でも0.1%以内と、良好な結果でした⁴⁾。

今後当財団が電位計のJCSS登録事業者として認定されれば、例えば財団（⁶⁰Co）と産総研（リニアック）の両方で電離箱単体校正を受けたいユーザの場合、電位計については財団のみで単体校正を受けていれば済むため便利になります。

6. 分離校正導入の利益とリスク（表2）

分離校正が実現すれば電離箱、電位計それぞれ

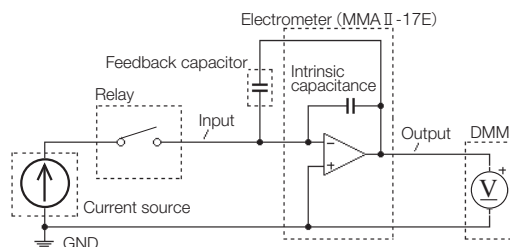


図1：標準電位計による外部標準電荷の校正

れの長期安定性に合わせた校正間隔を設定でき、合理的です。一般的に、電位計の長期安定性は電離箱と比べて優れています。また複数の電離箱および電位計を所有する場合、それらを自由に組み合わせて測定できるようになり、線量計のバックアップ体制が整い易くなるでしょう。

リスクは、ユーザが所有電位計の高圧印加方式をしっかりと把握しなければならない点です。例えば、電圧300 V、正電荷収集条件の校正定数が与えられている電離箱を使用するとき、接続した電位計を+300 Vに設定した際、画面表示が+300 Vでも、その電位計が+300 Vを外側電極か集電極のどちらに掛ける仕様かで、最終的に収集電荷の極性に差異が生じてきます。この例では表示+300 Vのときに+300 Vが外側電極に掛かる電位計仕様ならば、正しい使い方です。

7. 今後について

当財団は、電離箱および電位計の双方でJCSS登録事業者を目指し、これからNITEへの具体的な申請段階に入ります。分離校正導入の利益とリスクを見極め、ユーザが行う“トレーサビリティの確保”において、分離校正が効果的な標準供給の役割を果たせるよう努めてまいります。

表2：分離校正導入の利益（上）とリスク（下）

ユーザの利益	校正機関の利益	共通の利益
故障・修理の際、修理した電位計または電離箱のみを校正依頼できる。	ユーザ電離箱を、校正機関所有の全自動の電位計に接続して校正できる。 そのため電離箱校正に限れば、精度を維持しながら供給能力を上げることができる（需給逼迫の緩和）。	電位計、電離箱それぞれの長期安定性に合わせて推奨校正頻度を設定できる。 電位計および電離箱の経年変化が容易に判断できる。
電位計を複数所有する場合、電離箱と電位計の組み合わせを無視できる。線量計のバックアップ体制が整い易くなる。		一体校正ではユーザ電位計のレンジ設定をコバルト線源の強度に合わせる必要があるが、その必要性がなくなる。
ユーザのリスク	校正機関のリスク	共通のリスク
所有する電位計の高圧印加方式（収集電荷の極性）をしっかりと把握する必要がある。	校正体制が2つに増え、コストの絶対値は増加。	料金体系の見直しとそれに対する顧客の理解が必要。
	電位計校正現場では、ユーザ電位計の高圧出力を確認する必要がある。	

参考文献

- 1) 日本医学物理学会編：外部放射線治療における水吸収線量の標準計測法. 2012, 通商産業研究社
- 2) 高瀬信宏, 佐方周防, 成田克久, 他：電位計と電離箱の分離校正システムの構築. 医学物理 35 (Suppl. 1): 192-193, 2015
- 3) 黒澤忠弘, 高田信久, 小山保二, 他： γ 線空気カーマ標準の設定. 産総研計量標準モノグラフ 第7号, 2005.
- 4) 高瀬信宏, 清水森人, 森下雄一郎, 他：NMIJとANTM-NIRS間における医療用線量計向け電荷標準の相互比較. 医学物理 35 (Suppl. 3): 87, 2015

治療用線量計校正の実績（平成26年4月～平成27年3月）

公益財団法人 医用原子力技術研究振興財団

1. 概要

平成26年度は、医用原子力技術研究振興財団による線量計校正事業の開始以来11年目となる。また、平成24年10月より、校正体制を水吸収線量単位の校正定数の直接供給（水中校正）に変換してからおよそ2年半が経過した。同校正も作業の習熟が進み、作業員の増加もあって、年間を通じて安定した校正を実施することができている。なお、従来の空中での照射線量単位による校正（空中校正）の依頼も僅かながらあり、双方の校正を平行して実施した。校正は全てJCSS登録事業者として行い、JCSS標章付校正証明書を発行している。

なお、校正に用いる照射装置のコバルト60線源が、放医研によって平成27年1月から2月にかけて更新され、装置も製作メーカーによるオーバーホールが行われた。これに伴い、校正および治療装置の出力測定業務を約2カ月間休止し、3月初めより業務を再開した。線源更新によって校正用γ線標準場の出力がアップし、その他の作業環境も従前通りの状態が得られている。作業休止についてはユーザーに対し予め周知し、その前後に校正依頼を変更するようお願いしたが、年度の校正数合計は、これまでの最多であった平成25年に比べ1割強減少した。

校正に使用する測定器等は、例年のスケジュールに従って担当機関において校正を行った。ただし、上記の線源交換の休止期間に合わせ、標準器として使用する線量計（特定2次標準器）については、平成27年1月に産総研に

jcss校正を依頼した。また、同時に気圧計および気温測定用温度計の校正を、JCSS登録事業者に依頼した。

2. 月別校正数

平成26年度（平成26年4月～平成27年3月）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。空中校正の依頼は少数であったので、年間の総数をまとめて1行としてある。表1の最終行にある水中および空中を合わせた線量計および校正件数の月平均は、それぞれ約90.2台および283.8件であり、25年度（それぞれ86.8台および270.2件）に比べ4～5%増で、引き続き高水準を保っていることが判る。

3. 平成25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23年より26年までの4年間の年度毎の比較を示す。図より判るように、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。やはり年度末に校正依頼の多いことが見て取れる。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依頼等による業務休止の影響であり、これも例年と同じパターンであることが判る。平成27年1および2月は、線源交換のため校正実績は0であるが、その分26年10～12月の校正が例年より

多いことが見て取れる。なお、平成24年以降の数は、空中および水中校正の合計である。

3-2. 線量計、電離箱および校正件数

平成16年より26年度までの、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を表2および3に示す。

年間校正数は、年度毎に増減を繰り返しているが長期的には増加傾向である。平成21年度にピークがあり、22および23年はこれに及ばなかったが、23年度より再び増勢に転じ、24および25年度はそれまでの最多数を更新した。ただし、平成26年度は線源交換による休止の影響もあって、電位計にして13%、電離箱で11%減となり、ほぼ24年度と同等の水準であった。

表2の右より2列目は、電離箱形状の年度別

変化である。平成26年度は例年に比べ円筒形の比率がやや増加した。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、23年度を除くと、これまで円筒形の割合が徐々に増え平成17年当りのレベルになったことが判る。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、この比率は、校正が空中から水中に変わっても同様であった。

一方、26年度の校正作業日数は校正数が減少したためやや少なくなったが、1日当りの校正数は前年度に引き続き上昇し、これまでの最多となった。ここ数年は、いくつかの理由により1日当たりの校正数が低下し、また水中校正の開始当初は、作業に慎重を期すため1日当たり

表1：平成26年度月別校正数（水中は月別、空中は年間の合計で示す）

年/月	校正日数	線量計数	電離箱数			校正件数	校正依頼形態	
			円筒	平行平板	合計		直接	仲介
26/4	6	55	76	40	116	156	14	41
26/5	8	69	106	49	155	204	9	60
26/6	8	72	104	55	159	214	11	61
26/7	10	80	124	71	195	266	15	65
26/8	9	61	84	50	134	184	20	41
26/9	9	80	126	72	198	270	10	70
26/10	12	115	174	101	275	376	12	103
26/11	14	133	191	112	303	415	13	120
26/12	13	116	190	104	294	398	21	95
27/1～2	線源交換および装置オーバーホールのため校正休止							
27/3	12	111	163	86	249	335	30	81
水中計	100	892	1,338	740	2,078	2,818	155	737
空中計	1	10	16	2	18	20	2	8
合計	101	902	1,354 (64.6%)	742 (35.4%)	2,096 (100%)	2,838	157 (17.4%)	745 (82.6%)
月平均	10.1	90.2	135.4	74.2	209.6	283.8		

証明書作成 (JCSS) : 909通 (7通は再・別測定等により、線量計1台につき複数枚作成)

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)

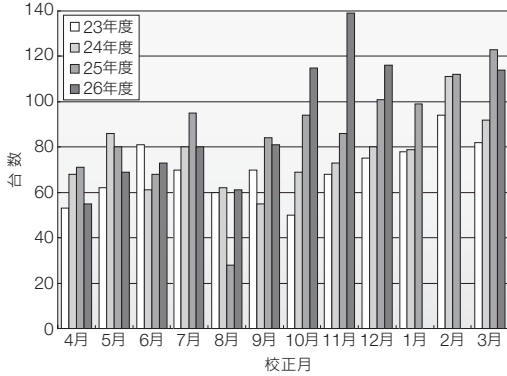


図1：線量計月別校正数（平成23～26年度）

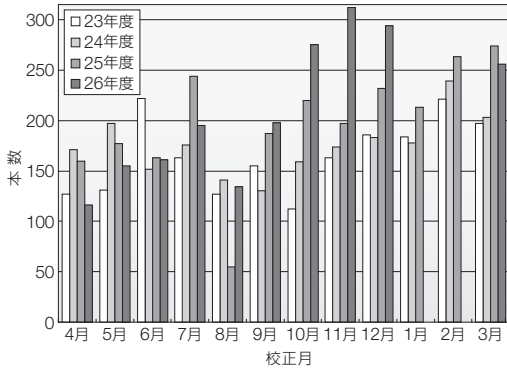


図2：電離箱月別校正数（平成23～26年度）

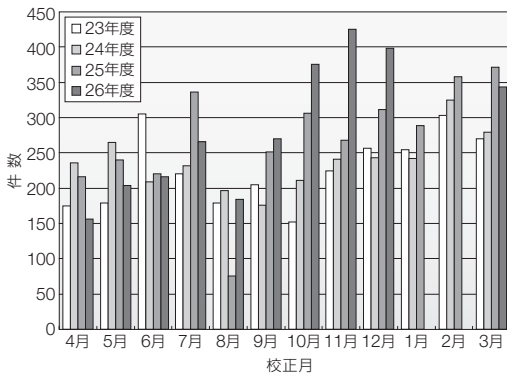


図3：月別校正件数（平成23～26年度）

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		
平26	902 (0.866)	1,354	742	2,096 (0.889)	1,825	2,838 (0.875)
平25	1,040 (1.135)	1,528	857	2,385 (1.134)	1,782	3,242 (1.135)
平24	916 (1.082)	1,350	753	2,103 (1.054)	1,783	2,856 (1.046)
平23	846 (1.054)	1,253	735	1,988 (1.065)	1,705	2,723 (1.069)
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 (-)

平24年以降は空中および水中校正の合計

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26	101	8.93	13.4	7.3	20.8	28.1
平25	120	8.67	12.7	7.1	19.9	27.0
平24	110	8.33	12.3	6.8	19.1	26.0
平23	103	8.21	12.2	7.1	19.3	26.4
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

平成24年以降は、水中および空中校正の合計から算定

の校正数をやや抑え気味にしたが、作業の習熟に伴い作業効率も上昇したと思われる。また、線源交換による校正休止のため、年度後半に校正依頼が集中したのも一つの理由である。

3-3. 校正依頼形態

表4は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年度を除き同じ傾向にあり、業者等による仲介に対する割合が、平成16年度の校正事業発足当時は40%に近かったものが26年度は約20%に近づいた。ただし、これは、これまでの校正数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、直接依頼の絶対数が必ずしも減少しているのではなく、各年度共ほぼ一定の数があることが表より判る。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。ただし、平成22年度からは再び業者等仲介分が増加に転じている。平成26年

表4：校正依頼形態

年度	① 直接	② 仲介	①/②
平26	157	745	0.2107
平25	197	843	0.2337
平24	191	725	0.2634
平23	170	676	0.2515
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）

度は、線源交換による校正休止のため、直接依頼分のユーザーが手控えたことも考えられる。

4. 校正データの解析

4-1. 電位計および電離箱の型式の年次変化

表5および6に、校正を行った電位計および電離箱形式の年次変化を示す。電位計の上位機種には、あまり大きな順位の変動は見られないが、RAMTEC smartおよびRAMTEC1000plusが多くこの2形式で全体の6割以上を占める。UNIDOS weblinは唯一の増加機種で、UNIDOS 10001と合わせて全体の2割である。一方、IONEX DOSEMASTERおよびRAMTEC1000Dなどの旧形式は引き続き低落傾向にある。電離箱では防水タイプの増加が著しく、特に、防水のFarmer形(30013)およびRoos形(PPC40、34001)が主流であることが判る。これに対し、非防水で旧形タイプでもあるFarmer形(30001、30010)およびClassic Markus形(23343)は減少傾向が継続している。また、電離容積の小さいスキャン・小照射野用電離箱の校正依頼も始まっている。これまで僅かながら依頼のあった少数型式の電離箱の校正は消滅状態である。体制が水中校正に移行したため、ユーザー側での使用も終了したと考えられる。

4-2. 電離箱の校正履歴と校正定数の変動

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11年が経過し、電離箱については、新規購入分を除くとほぼ全てがデータベースに登録されており、校正履歴が把握できるようになった。これまでの校正定数に関する解析の詳細は、前号までの当財団発行の線量校正センターニュースを参照されたい。平成26年度の空中校正の実績は、電離箱数にして全体の1%以下であり、個々の電離箱の校正定数についても特段の変化は見られなかったので検討は見送った。(平成26年度の校正履歴の詳細は表8参照)

表5：線量計の機種別集計（水中および空中の合計）

機種名	平16	平17	平18	平19	平20	平21	平22	平23	平24	平25	平26
RAMTEC Smart	0	0	16	81	105	183	205	258	301	423	388
RAMTEC1000plus	151	196	254	229	275	274	256	259	235	247	185
UNIDOSweblin10021/10022	**	**	**	**	20	27	32	45	74	99	107
UNIDOS10001/10002/10005	59	85	93	105	82	90	79	75	89	72	64
KEITHLEY35040（同等品）	12	16	24	28	26	48	41	39	41	44	40
RAMTEC1000D/H	115	104	158	128	131	121	98	80	69	59	35
AE130/131/132/132a*	43	35	37	28	26	31	24	18	24	15	16
KEITHLEY6517A/617/6514	<4	4	11	7	8	14	10	15	14	12	14
UNIDOS E10008/10009/10010	**	**	**	**	5	2	7	9	12	6	10
Super MAX	0	0	0	0	5	6	6	4	8	11	8
MAX4000	9	13	14	11	13	14	3	9	13	12	6
IONEX DOSEMASTER2590A/B	75	72	79	62	44	38	17	16	14	10	6
Tomo Electrometer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
PC Electrometer	0	0	0	0	0	2	4	2	4	8	5
AE1110a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	4
DOSE1	<4	5	5	5	8	7	4	4	6	4	3
DOSE-DOSE RATE METER2620/A	11	8	13	8	6	8	5	3	4	2	2
CAPINTEC192/A/292*	6	8	3	6	4	2	2	2	1	1	2
DOSE METER2570/A/1B/2670A*	4	4	4	9	2	5	3	1	2	2	0
VICTOREEN500/-1/-SI/530SI	27	35	25	20	15	10	4	4	1	1	0
RAMTEC2000	4	2	3	1	2	1	1	0	0	0	0
Others	15	8	4	1	1	2	2	3	4	5	1
合 計	535	595	743	729	776	885	803	846	916	1,041	902

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。
**は、平成19年まではUNIDOS10001系にまとめて集計した

表7の右の2欄は、校正定数が比較可能な電離箱について新旧の校正定数の比の平均と標準偏差を求めた結果である。表中、平成24年までのデータは空中校正を行った電離箱についての集計であり、従って、解析の対象は照射線量単位のコバルト校正定数 N_c である。25年からは、体制が水中校正となったのに伴い、対象を新旧とも水吸収線量校正定数 $N_{D,w}$ を持つ電離箱とした。また、この年度に限り水中校正が始まった24年10月からの電離箱も解析に加えた。新旧校正定数の比の平均は、体制が空中校正の間

ほぼ±0.1%前後であったが、平成24年10月以降の水中校正を行った電離箱でもほぼ0.1%とやや改善した。また、この比の標準偏差は、財団が校正を開始した直後の数年の0.6%台前半から徐々に改善し、20年以降は0.4%台あるいはそれ以下となったが、これも水中校正の電離箱では0.3%以下と更に縮小した。財団の校正作業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。

平成26年度に水中校正を行ったユーザー電離箱の校正履歴の分類を表8に示す。コバルト

線源交換による γ 線標準場の強度上昇の影響を考慮し、平成26年4月より同12月までの9カ月分を対象とした。平成27年3月の1カ月分は次

年度分にまとめて解析を行う予定である。平成25年の集計に比べ、前回の校正履歴が空中から水中に大幅に入れ替わり、新規購入分も減少

表6：電離箱の型式別集計（水中および空中の合計）

型式名	種別	平16	平17	平18	平19	平20	平21	平22	平23	平24	平25	平26	Note
30013	C	158	242	371	463	575	739	743	841	939	1,137	1,026	WP
NACP-02	P	99	127	177	200	221	245	208	250	201	263	233	WP
PPC40	P	<4	12	40	62	81	117	132	149	179	227	209	WP
34045	P	19	35	56	77	100	137	125	136	161	163	140	cap
34001	P	20	34	31	39	46	47	53	55	74	101	89	WP
31010/31002	M	15	15	16	20	31	33	44	31	51	61	71	WP
23343	P	250	242	292	216	208	184	149	125	107	86	59	cap
30001	C	280	267	346	275	274	242	189	159	124	109	50	nWP
30010	C	75	87	100	93	85	96	80	72	75	59	46	nWP
A1SL	M	-	-	-	-	-	-	-	-	11	25	31	WP
C110 (0.6ml)	C	66	49	45	39	36	39	43	27	34	23	24	nWP
A12S	C	5	6	8	8	10	17	11	14	25	27	23	WP
30006	C	22	32	29	28	24	23	20	17	18	16	15	WP
A12	C	8	16	18	20	26	36	13	22	31	22	14	WP
31013/31003	C	-	-	-	6	6	12	13	14	11	8	11	WP
31014/31016	Pin.Po.	-	-	5	7	9	9	7	15	4	2	8	WP
CC13	C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	WP
P11	P	4	6	6	4	7	12	5	8	7	8	7	WP
A10	P	5	9	8	9	10	7	2	8	10	9	5	cap
A19	C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	5	WP
23323	M	6	5	7	4	5	3	5	5	5	5	4	WP
C111F	C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	4	nWP
23333/4/2	C	68	80	91	53	50	37	13	13	10	4	3	nWP
CC04	C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	WP
A16	C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	WP
30011	C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	1	nWP
FC65P	C	-	-	-	-	-	4	2	5	2	4	1	WP
31006	Pin Po.	-	5	8	6	9	6	4	3	3	0	0	WP
C134A	P	11	16	16	11	8	7	6	5	2	0	0	nWP
その他		32	40	40	20	18	14	8	15	7	0	4	
合計		1,154	1,334	1,719	1,663	1,839	2,071	1,867	1,988	2,103	2,385	2,096	

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。また、Note欄は、WP：耐水形、nWP：非耐水形、cap：防水キャップを使用する平行平板形電離箱、を示す。-は校正依頼5本以下あるいは無し

した。

前回は水中校正で校正定数が比較可能な電離箱について、型式別の新旧校正定数の差を表9に示す。平行平板形の1部を除き校正定数の差およびばらつきは共に小さく、システムが水中校正に切り替わったことにより、安定で再現性の良い校正が行われていることが窺える。平成25年と比べ26年度の方が、多少差が大きく標準偏差も広がったが、特に大きい変化ではない。平行平板形電離箱の一部にやや大きい差とばら

つきがあるのが原因と思われる。

6. その他

6-1. 標準線量計等の校正

標準として用いる財団所有の線量計（標準線量計、特定2次標準器）および新規に購入したバックアップ用線量計および放医研所有の線量計（電位計3台と電離箱5本の組み合わせ）について、平成27年1～2月に産総研に校正を依頼した。校正結果は別添資料に示すが、財団線量

表7：電離箱の校正履歴の分類と校正定数の変化

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
平23	1,632	279	72	1,988	1.00141	0.00380
平24	917	112	68	1,097	1.00132	0.00380
平25	648	609	324	3,364	0.99939	0.00243
平26	1,375	246	107	1,829	0.99873	0.00296

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、データ不適格などが含まれる。新旧校正定数の比は比較可能群についてのみ評価。平成24年度迄は空中校正を行った電離箱を集計（校正定数の対象 N_c ）。平成25年からは水中校正を行った電離箱を集計（校正定数の対象は $N_{D,w}$ ）。ただし、平25年の集計には、24年に行った水中校正分を含む。従って、平25以降の合計欄は、旧校正が空中で新校正が水中である電離箱を含むので、各欄の合計と一致しない

表8：水中校正を行ったユーザー電離箱の分類（平成26年4～12月）

対象	内容	電離箱数
比較可能	前回が空中校正 ($N_c \times k_{D,x}$ 有り)	101
	前回が水中校正 ($N_{D,w}$ 有り)	1,375
比較不可	電位計修理・交換、電離箱修理、その他	107
	新規購入	246
合計		1,829

比較不可群のその他には、前回校正があっても解析不適格なもの、 $k_{D,x}$ が無く $N_{D,w}$ が評価できないもの、レンジおよび単位違い、校正歴不明、密封電離箱を含む

計（特定2次標準器）の校正定数（空中校正および水中校正の双方）に多少の上昇が見られた。校正依頼時期の影響とも考えられるが、引き続き経過を観察する。その他の線量計の校正定数には、特に大きな変動は見られなかった。気温測定用温度計は2年に一度のJCSS校正の年に

当たるので、線量計校正に合わせてJCSS登録事業者に校正を依頼したが、これも特段の変化はなかった。

表9：ユーザー電離箱校正定数の比較（2回の $N_{D,w}$ の差）。型式・形状別（平26/4～12月校正分）

電離箱型式	種別	電離箱数	平均(%)	S.D.(%)
NACP-02	平行平板	176	-0.06	0.37
PPC40		140	-0.27	0.26
34045		93	-0.13	0.27
23343		40	-0.24	0.34
34001		57	-0.08	0.27
その他		6		
計		512	-0.15	0.33
30013	円筒	693	-0.12	0.26
30001		39	-0.08	0.27
31010		33	-0.15	0.29
30010		36	-0.16	0.24
30006		8	0.05	
C110 (0.6ml)		11	-0.04	
A12		9	-0.05	
A12S		12	-0.24	
A1SL		8	-0.23	
その他		14		
計		863	-0.11	0.27
合計		1,375	-0.13	0.30

6-2. 分離校正システム開発の進捗状況

分離校正については、これまで検討を進めてきたが、校正に必要な機器の整備、性能の評価等がほぼ終わり、技術的には校正可能な状態となった。また、校正実施のための実用システム開発にも目処が付き、校正サービス開始に向けた体制構築を準備中である。現在、分離校正のJCSS事業者登録を目指したシステムの内容および必要事項の検討を進めている。内容として

- ① 電位計自己校正技術の妥当性確認
- ② ユーザー電位計の校正技術の妥当性確認
- ③ 校正手順書、不確かさバジェット表などの技術的書類の作成
- ④ 外部標準電荷の範囲（校正の範囲）、校正証明書書の書式、諸仕様の決定

①および②については、産総研・放射線標準研究室と医用原子力財団の電位計感度評価の相互比較を行い、ほぼ同等である結果を得た。③については、JCSS登録審査を想定し、産総研その他の指示に従い、機器特性の範囲および試験を進める予定である。④については、本財団医療放射線監理委員会および同校正部会において諸仕様および体制の内容を図り、実施案を策定する予定である。（詳細は別報告を参照下さい）

（線量校正センター 佐方周防）

資料 2

出力線量測定の実績について

公益財団法人 医用原子力技術研究振興財団

1. 出力測定数の集計

平成26年度までに出力測定を行った施設および治療装置数の集計を表1に、ビーム数およびその内訳を表2に示します。事業開始より27年3月までの施設、装置およびビーム数の累計はそれぞれ468、599および2,387(内、校正条件ビーム：1,190)でした。エネルギー別では10MVが最も多く、次いで6MVおよび4MVの順でした。ただし、4MVおよび6MVの依頼は年度によって増減があり、特に最近の数年は

6MVの方が4MVの約2倍と優勢で、10MVに迫る勢いでした。校正条件ビームのみのエネルギー別集計でも10MVが最も多く、次いで6MVとなっています(後出の表5参照)。

平成26年の単年度の依頼数は、前年度に比べ、施設数が200%強、ビーム数が180%弱と大幅な増加であり、これまでの実績の中では施設およびビーム数のいずれにおいても最多となりました。24年あたりから増勢傾向が引き続いていたが、特に本年度は、治療装置出力の第3

者評価が、がん診療連携拠点病院の指定条件になったことが大きく影響したといえます。22年度より始まった条件付測定も同様に申し込みが増えておりますが、年毎に傾向が異なり、26年度は校正および照射野条件の増加が約2倍と目立ち、ウエッジ条件は他の2条件に比べやや少なめです。また、昨年からFFFビームの測定依頼も受けていますが、ガラス線量計のレスポンスの検証が終わっていないので結果は参考値として報告しています。

表1：出力測定の集計1、施設および装置

項目	平19	平20	平21	平22	平23	平24	平25	平26	累計	
施設	拠点	12	33	34	38	35	49	56	111	368
	その他	2	10	11	12	11	5	15	34	100
	合計	14	43	45	50	46	54	71	145	468
装置	17	50	45	59	54	76	112	186	599	

実施日の区分は報告書の発行日

表2：出力測定の集計2、エネルギーおよび条件別

項目	平19	平20	平21	平22	平23	平24	平25	平26	累計	
エネルギー別ビーム数	4 MV	9	20	29	78	64	55	86	177	518
	6 MV	8	29	25	95	84	127	178	322	868
	10 MV	13	35	40	112	88	136	208	336	968
	15 MV	0	3	0	3	1	7	4	12	30
	その他	-	-	-	-	-	-	3	-	3
	合計	30	87	94	288	237	325	479	847	2,387
条件別ビーム数	校正	30	87	94	109	104	146	216	404	1,190
	ウエッジ	-	-	-	53	58	70	117	147	445
	照射野	-	-	-	126	75	109	146	296	752

実施日の区分は報告書の発行日。平成25年のエネルギー別ビーム数のその他には、8、18、20MVを各1含む

2. 財団評価線量と施設申告線量の相違 1、

校正条件ビーム

表3および4に、校正条件ビームについて、財団でガラス線量計から評価した線量(評価線量)と、各施設よりデータ記入シートにて申告された線量(申告線量)との差を示します。

平成24年半ばより、わが国の治療用線量の評価法が、標準測定法01から標準計測法12に変更になりました。これに伴い、財団でも線量の評価を、平成25年12月より標準計測法12に移行しました。よって、ある期間は、財団と各施設で使用する評価法が異なる場合があります、これを防ぐため、双方の線量評価法が同じビームを解析対象としました。すなわち、表3は施設および財団とも標準測定法01で線量評価を行った場合の線量の差、表4は標準計測法12の場合となります。双方で評価法が異なるものは線

量差の解析に用いておりません。

表3では、線量の差が-0.25より0.25%のものが最も多く、次いで0.25より0.75%台でした。従って、財団とユーザーの差は僅かにプラス目となっています。線量の差は、平成19年および20年には0.6%前後あったが、21年より縮小に転じて改善方向に向かい、平成24年当たりではほぼ差が見られなくなっていました。25年度は傾向が逆転し、20、21年当りの水準に戻りました。表4でも、線量差のピークは-0.25より0.25%にありますが、全体的に財団側の評価値が施設の申告線量を上回っています。図1および2は、校正条件ビームの差の分布を示します。図1は評価が標準測定法01、図2は標準計測法12ですが、いずれも財団側の評価がやや大きいことが判ります。

また、表3および4の下欄には、各年度の線

表3：施設側の申告した線量と財団で評価した線量の差(%)の分布

範囲(%)	平19	平20	平21	平22	平23	平24	平25	合計
~-2.75						1		1
-2.75~-2.25		1	1	1	1	2		6
-2.25~-1.75				2	2	2		6
-1.75~-1.25	2	1	6	6	2	11	1	27
-1.25~-0.75	3	3	5	10	7	24	1	53
-0.75~-0.25	2	9	13	13	21	23	4	85
-0.25~0.25	2	16	15	20	22	28	6	107
0.25~0.75	4	12	23	22	18	24	3	106
0.75~1.25	9	25	14	19	15	9	3	91
1.25~1.75	6	12	10	7	8	5	3	52
1.75~2.25	1	2	5	5	4	6	2	27
2.25~2.75	1	3	1	2	2	3		13
2.75~3.25		3		2	2		1	8
3.25~			1					1
ビーム数	30	87	94	109	104	138	24	583
平均	0.573	0.677	0.356	0.240	0.264	-0.127	0.441	0.285
標準偏差	1.051	0.991	1.016	1.077	1.023	1.042	1.012	1.067

校正条件の4、6、10、15MVのビームのみ。平成19~25年。線量評価は標準測定法01。FFFビームは含まない

表4：施設側の申告した線量と財団で評価した線量の差(%)の分布、2

範囲(%)	平25	平26	合計
~-2.75			
-2.75~-2.25			
-2.25~-1.75	1	5	6
-1.75~-1.25	1	11	12
-1.25~-0.75	2	20	22
-0.75~-0.25	9	35	44
-0.25~0.25	21	72	93
0.25~0.75	21	64	85
0.75~1.25	26	50	76
1.25~1.75	8	46	54
1.75~2.25	7	31	38
2.25~2.75	2	14	16
2.75~3.25	2	2	4
3.25~3.75	2	3	5
3.75~		3	3
ビーム数	102	356	458
平均	0.675	0.596	0.633
標準偏差	0.910	1.080	1.010

校正条件の4、6、10、15MVのビームのみ。平成25~26年。線量評価は標準計測法12。FFFビームは含まない

量差の平均値および標準偏差も示しております。平成25年に財団と施設の差の傾向に変化のあることが判ります。標準計測法12の発行と平成24年10月より開始した線量計の水中校正の影響が考えられます。ただし、標準偏差は、各年度とも1%前後でほとんど変動が無く、これはこれまでの結果とも一致しており、財団の評価手順や施設の照射法については安定していると思われます。表5には、平成26年度の校正条件ビームのエネルギー別線量の差を示します。エネルギーの高いビームに差が大きい傾向にあることが見てとれます。

現在、ユーザー側でも計測プロトコルの移行はほぼ終わったようですが、依頼が急増しており比較が難しい時期にあります。長期的には

水中校正済の線量計が多数となれば変化が落ち着き、差の解析も進むと思われます。

3. 財団評価線量と施設申告線量の相違 2、校正条件以外のビーム

平成22年度より校正条件以外の出力測定も開始しました。この5年間の条件付測定の内容を表6および7に示します。26年の照射野およびウエッジ条件の申し込みはそれぞれ296ビームおよび147ビームであり、いずれも25年を大幅に上回っているが校正条件よりは少ない状況です。また、ここ5年とも照射野条件の方がウエッジ条件より多いが、26年度は前者の方の伸び率が大きい。条件付測定での財団と施設の線量の差も同表に示します。条件付測定では、ウエッ

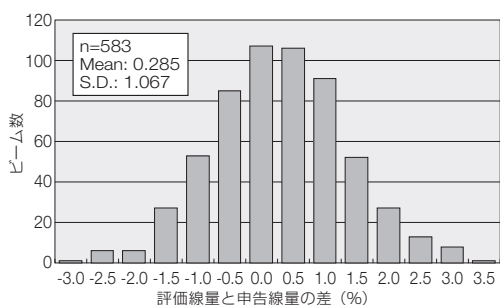


図1：財団で評価した線量と施設から申告された線量との差（平成25年度以前の校正条件ビーム合計。線量評価は、財団・施設とも標準測定法01）

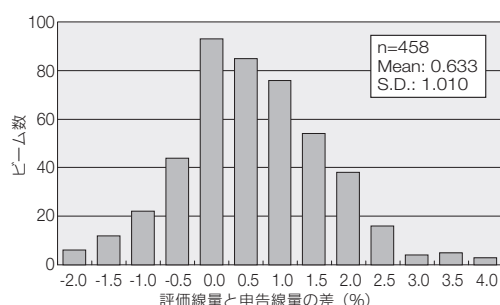


図2：財団で評価した線量と施設から申告された線量との差（平成25年度以降の校正条件ビーム合計。線量評価は、財団・施設とも標準測定法12）

表5：校正条件ビームのエネルギー別線量の差 (%)

エネルギー	ビーム数	平均	標準偏差
4 MV	82	0.178	1.134
6 MV	131	0.432	0.918
10 MV	134	1.002	1.030
15 MV	7	1.160	1.305
合計	356	0.596	1.080

合計には、8MV：1、18MV：2ビームを含む。FFFビームは含まない。(H26/4～H27/3)

表6：ウエッジ条件のビーム数と線量の差 (%)

年度	ウエッジ角				合計	線量の差 (%)	
	15度	30度	45度	60度		平均	標準偏差
平22	23	18	8	4	53	0.075	1.093
平23	20	22	7	9	58	0.129	1.085
平24	31	22	11	6	70	0.001	1.232
平25	35	40	18	23	117	0.294	1.150
平26	57	60	13	15	145	0.207	1.181
累計	166	162	57	57	298		
平均	0.197	0.150	0.036	0.202	0.159		
標準偏差	0.976	1.240	1.200	1.285	1.171		

(平成25年の合計には20度ビーム1を含む)

表7：照射野条件のビーム数と線量の差 (%)

年度	照射野 (cm ²)				合計	線量の差	
	5×5	15×15	20×20	25×25		平均	標準偏差
平22	55	19	48	4	126	0.155	1.127
平23	33	4	34	4	75	-0.164	1.077
平24	40	15	46	8	109	-0.143	1.225
平25	63	20	42	17	142	0.361	1.055
平26	115	37	128	12	292	0.360	1.167
累計	306	95	298	45	744		
平均	-0.168	0.475	0.541	0.163	0.217		
標準偏差	1.177	1.120	1.187	1.484	1.241		

FFFビームは含まない

表9：施設の使用する線量評価用標準プロトコル

プロトコル	平24	平25	平26
86	0	0	0
01	51	12	13
12	2	57	132
その他	0	1	0
合計	53	70	145

ジおよび照射野条件とも、校正条件に比べ差が小さいことが見て取れます。ただし、標準偏差は約1%と、これは校正条件とほぼ同様です。

4. その他

1) 1施設当たりの条件数

表8は1施設当たりの申し込み条件数（ビーム数）です。平成22年からは、それ以前と同料金で2倍のビーム数が測定可能となったが、21年までに比べると条件付測定の導入等もあって3倍近い、あるいはそれ以上のビーム数の測定が申し込まれていることとなります。ただし、26年度はその傾向が反転しています。多くの施設が申し込みを開始し、最初は基本的条件のみから始めることが多いと考えられます。また、ウエッジ条件の1施設当たりの申し込みは年度を追って増える傾向にありましたが、平成26年度は大幅に減少しました。照射野条件は、当初は増減がありましたが、最近では1施設当たり

表8：1施設当たりの申し込み条件数

年度	校正	ウエッジ	照射野	合計
平19	2.14	-	-	2.14
平20	2.02	-	-	2.02
平21	2.09	-	-	2.09
平22	2.18	1.06	2.52	5.76
平23	2.26	1.26	1.63	5.15
平24	2.70	1.30	2.02	6.01
平25	3.04	1.63	2.03	6.69
平26	2.79	1.01	2.04	5.84

2ビーム前後で安定していることが判ります。校正条件も年度毎に増える方向にあり、特に24年度以降が目立つが、原因として1施設より依頼される装置の数の増加が考えられます。

2) 線量評価用標準プロトコル

表9に、各施設で用いられている線量評価プロトコルの種類を示します。現状は、ほぼ標準計測法12に切り替わっているものと思われます。標準測定法86の使用は、表9以外に平成19年および平成21年に各1施設ありました。

3) FFFビームの出力測定

FFFビームに対するガラス線量計の特性取得がほぼ終了したので、近々に、正式に出力測定サービスが開始されるものと思われます。

4) 線量評価の不適切例

測定セットと共に返送いただく照射データ記入シートを見ると、線量評価あるいはシート記入に不適切と思われるものが依然として存在します。ただし、その頻度は減少しており、HP上にある記入上の注意などの効果がみられるものと思われます。（データ記入シートに疑問があるときは財団担当者より連絡を差し上げる場合があります。その節は宜しくお願い致します。）

（線量校正センター 佐方周防）

治療用線量計校正および出力線量測定における施設名公表について

公益財団法人 医用原子力技術研究振興財団

1. 治療用線量計校正における施設名公表について

当財団では、公益社団法人 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、校正を実施した施設の施設名公表を行っております。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。本年度（平成27年度）は、平成25年度及び26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、お気付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25年度 校正実施施設

平成25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25年度校正実施施設名の公表状況は図1.1の通りとなりました。医療機関においては99.3%、研究・教育機関やメーカーについては、90.9%に相当する施設から公表の同意が得られました。

平成26年度 校正実施施設

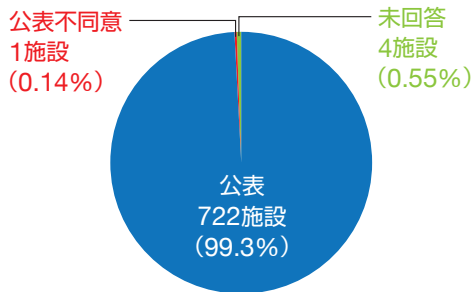
平成26年度に校正を実施した施設の公表状況を図1.2に示します。平成25年度と同様に、医療機関においては98.8%、研究・教育機関やメーカーにおいては95.0%の施設から公表の同意が得られました。

2. 出力線量測定における施設名公表について

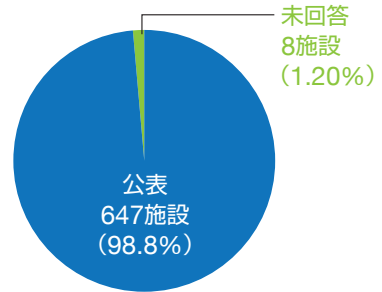
近年様々な放射線照射事故が報告されており、このような医療事故を未然に防止する対策の一つとして外部機関による出力線量の調査が世界各国において実施されています。IAEAとWHOによる熱蛍光線量計を用いた郵送調査プログラムでは2009年までに121カ国、約1,700の放射線治療施設に対して調査が行われています。当財団でも2007年11月より、蛍光ガラス線量計（RGD）による郵送調査にて治療用照射装置（X線）の出力線量測定事業を実施しております。

2012年より、出力線量測定を実施した施設の中で公表の承諾が得られた施設の名称についてセンターニュース及び当財団ホームページ（http://www.antm.or.jp/03_activities/038.html）にて公表しております。本年は2007年度

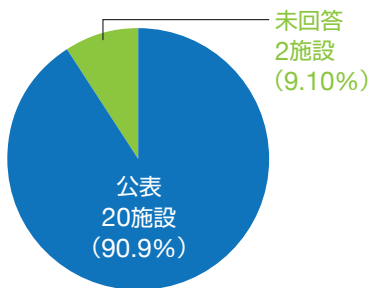
平成25年度校正実施施設
医療機関
(施設名公表対象施設：727)



平成26年度校正実施施設
医療機関
(施設名公表対象施設：655)



平成25年度校正実施施設
研究・教育機関、メーカー
(施設名公表対象施設：22)



平成26年度校正実施施設
研究・教育機関、メーカー
(施設名公表対象施設：20)

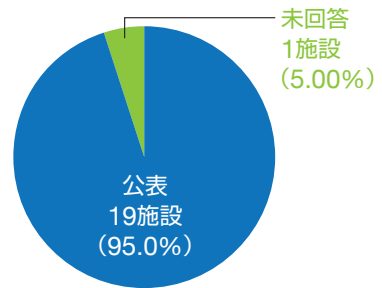


図 1.1：平成 25 年度校正実施施設の公表状況

図 1.2：平成 26 年度校正実施施設の公表状況

から 2014 年度に出力線量測定を実施した施設を対象に公表いたします。実施施設名を公表することで今まで以上に出力線量測定事業を周知する狙いがあります。また、出力線量測定は医療事故防止に有効な手段であり、より多くの施設に実施して頂きたいと考えております。

最後に、本測定は施設からの依頼により行わ

れ、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、個々の患者治療チームの出力を保証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 奥山浩明)

2007年～2014年度治療用照射装置(X線)の出力線量測定実施施設一覧(対象301施設中283施設)

北海道	20施設	山形県	6施設
医療法人王子総合病院 JA北海道厚生連旭川厚生病院 JA北海道厚生連帯広厚生病院 独立行政法人国立病院機構北海道がんセンター 市立釧路総合病院 JA北海道厚生連札幌厚生病院 市立旭川病院 市立函館病院 岩見沢市立総合病院 医療法人溪仁会手稲溪仁会病院 社会福祉法人函館厚生院函館五稜郭病院 KKR札幌医療センター 札幌医科大学附属病院 社会医療法人母恋日鋼記念病院 独立行政法人国立病院機構函館病院 北見赤十字病院 砂川市立病院 市立札幌病院 北海道大学病院 医療法人徳洲会札幌東徳洲会病院	山形県立中央病院 山形県立新庄病院 公立置賜総合病院 山形市立病院済生館 地方独立行政法人山形県・酒田市病院機構 日本海総合病院 山形大学医学部附属病院		
青森県	4施設	福島県	2施設
独立行政法人国立病院機構弘前病院 青森県立中央病院 三沢市立三沢病院 弘前大学医学部附属病院	独立行政法人労働者健康福祉機構福島労災病院 公立大学法人福島県立医科大学附属病院		
岩手県	3施設	東京都	19施設
岩手医科大学附属病院 岩手県立磐井病院 岩手医科大学附属 PET・リニアック先端医療センター	慶應義塾大学病院 公立昭和病院 帝京大学医学部附属病院 独立行政法人国立病院機構東京医療センター 東京医科大学病院 日本大学医学部附属板橋病院 東邦大学医療センター大森病院 独立行政法人国立がん研究センター中央病院 がん研有明病院 東京医科歯科大学医学部附属病院 同愛記念病院 東京厚生年金病院 日本赤十字社医療センター 順天堂大学医学部附属練馬病院 東京女子医科大学病院 がん・感染症センター都立駒込病院 公立阿佐留医療センター 公立福生病院 独立行政法人国立国際医療研究センター病院		
宮城県	5施設	神奈川県	8施設
一般財団法人厚生会仙台厚生病院 東北薬科大学病院 独立行政法人労働者健康福祉機構東北労災病院 地方独立行政法人宮城県立病院機構 宮城県立がんセンター 石巻赤十字病院	独立行政法人労働者健康福祉機構関東労災病院 横浜市立市民病院 一般財団法人神奈川県警友会けいゆう病院 昭和大学横浜市北部病院 学校法人北里研究所北里大学病院 地方独立行政法人神奈川県立病院機構 神奈川県立がんセンター 川崎市立井田病院 公立大学法人横浜市立大学附属病院		
秋田県	5施設	埼玉県	8施設
秋田大学医学部附属病院 大館市立総合病院 秋田厚生連能代厚生医療センター 秋田厚生医療センター JA秋田厚生連平鹿総合病院	独立行政法人国立病院機構埼玉病院 学校法人獨協学園獨協医科大学越谷病院 埼玉県立がんセンター		

自治医科大学附属さいたま医療センター
 埼玉医科大学総合医療センター
 川口市立医療センター
 さいたま赤十字病院
 埼玉医科大学国際医療センター

千葉県 13施設

日本医科大学千葉北総病院
 医療法人鉄蕉会亀田総合病院
 千葉大学医学部附属病院
 社会福祉法人恩賜財団済生会
 千葉県済生会習志野病院
 東京歯科大学市川総合病院
 東京慈恵会医科大学附属柏病院
 国保直営総合病院君津中央病院
 千葉県がんセンター
 聖隷佐倉市民病院
 東京ベイ先端医療・幕張クリニック
 東邦大学医療センター佐倉病院
 千葉市立海浜病院
 医療法人沖繩徳洲会千葉徳洲会病院

茨城県 6施設

茨城県立中央病院
 独立行政法人国立病院機構茨城東病院
 筑波大学附属病院
 友愛記念病院
 東京医科大学霞ヶ浦病院
 茨城県厚生農業協同組合連合会
 茨城西南医療センター病院

栃木県 6施設

独立行政法人国立病院機構栃木病院
 日本赤十字社足利赤十字病院
 社会福祉法人恩賜財団済生会支部
 栃木県済生会宇都宮病院
 獨協医科大学病院
 那須赤十字病院
 栃木県立がんセンター

群馬県 3施設

前橋赤十字病院
 群馬大学医学部附属病院
 桐生地域医療組合桐生厚生総合病院

山梨県 1施設

地方独立行政法人山梨県立病院機構
 山梨県立中央病院

新潟県 9施設

長岡赤十字病院

新潟市民病院
 新潟大学医歯学総合病院
 新潟県立がんセンター新潟病院
 新潟県厚生農業協同組合連合会長岡中央総合病院
 新潟県立中央病院
 社会福祉法人恩賜財団済生会新潟第二病院
 新潟労災病院
 新潟県厚生連上越総合病院

長野県 4施設

日本赤十字社長野赤十字病院
 飯田市立病院
 JA長野厚生連佐久総合病院佐久医療センター
 独立行政法人国立病院機構信州上田医療センター

富山県 5施設

富山県立中央病院
 高岡市民病院
 市立砺波総合病院
 国立大学法人富山大学附属病院
 黒部市民病院

石川県 4施設

石川県立中央病院
 独立行政法人国立病院機構金沢医療センター
 金沢大学医学部附属病院
 公立松任石川中央病院

福井県 1施設

福井赤十字病院

愛知県 20施設

公立陶生病院
 半田市立半田病院
 愛知県がんセンター愛知病院
 愛知県がんセンター中央病院
 名古屋第一赤十字病院
 愛知医科大学病院
 藤田保健衛生大学病院
 社会保険中京病院
 名古屋市立東部医療センター東市民病院
 医療法人豊田会刈谷豊田総合病院
 名古屋第二赤十字病院
 豊橋市民病院
 小牧市民病院
 名古屋市立大学病院
 愛知県厚生農業協同組合連合会安城更生病院
 社会医療法人大雄会総合大雄会病院
 社会医療法人名古屋記念財団名古屋記念病院
 愛知県厚生農業協同組合連合会豊田厚生病院
 一宮市立市民病院

独立行政法人国立病院機構豊橋医療センター

社会医療法人生長会府中病院

岐阜県 8施設

岐阜市民病院
岐阜大学医学部附属病院
高山赤十字病院
大垣市民病院
岐阜県総合医療センター
社会医療法人厚生会木沢記念病院
朝日大学歯学部附属村上記念病院
医療法人徳洲会大垣徳洲会病院

静岡県 10施設

静岡県立静岡がんセンター
浜松医科大学医学部附属病院
県西部浜松医療センター
磐田市立総合病院
静岡市立静岡病院
社会福祉法人聖隷福祉事業団総合病院
聖隷三方原病院
中東遠総合医療センター
総合病院聖隷浜松病院
市立島田市民病院
静岡済生会総合病院

三重県 2施設

日本赤十字社山田赤十字病院
三重県厚生農業協同組合連合会松阪中央総合病院

大阪府 18施設

地方独立行政法人堺市立病院機構
堺市立総合医療センター
東大阪市立総合病院
宗教法人在日本南プレスビテリアンミッション
淀川キリスト教病院
大阪警察病院
社団法人全国社会保険協会連合会
星ヶ丘厚生年金病院
独立行政法人国立病院機構大阪南医療センター
独立行政法人国立病院機構大阪医療センター
大阪鉄道病院
市立岸和田市民病院
市立豊中病院
近畿大学医学部附属病院
大阪赤十字病院
ベルランド総合病院
地方独立行政法人大阪府立病院機構
大阪府立成人病センター
医療法人藤井会石切生喜病院
医療法人新明会都島放射線科クリニック
多根総合病院

愛知県 1施設

名古屋市立西部医療センター

兵庫県 11施設

兵庫県立がんセンター
独立行政法人国立病院機構姫路医療センター
医療法人社団神鋼会神鋼病院
独立行政法人労働者健康福祉機構関西労災病院
兵庫医科大学病院
先端医療センター病院
一般財団法人神戸市地域医療振興財団
西神戸医療センター
公立豊岡病院組合立豊岡病院
神戸市立医療センター中央市民病院
芦屋放射線治療クリニックのぞみ
医療法人明和病院明和がんセンタークリニック

京都府 8施設

市立福知山市民病院
独立行政法人国立病院機構舞鶴医療センター
京都第一赤十字病院
独立行政法人国立病院機構京都医療センター
京都第二赤十字病院
社会福祉法人京都社会事業財団京都桂病院
京都市立病院
京都大学医学部附属病院

滋賀県 3施設

市立長浜病院
彦根市立病院
滋賀県立成人病センター

奈良県 2施設

奈良県総合医療センター
財団法人天理よろづ相談所病院

和歌山県 5施設

橋本市民病院
日本赤十字社和歌山医療センター
紀南病院
和歌山県立医科大学附属病院
公立那賀病院

鳥取県 4施設

鳥取県立厚生病院
鳥取県立中央病院
鳥取市立病院
鳥取大学医学部附属病院

島根県 3施設
 島根大学医学部附属病院
 島根県立中央病院
 松江市立病院

岡山県 4施設
 公益財団法人大原記念倉敷中央医療機構
 倉敷中央病院
 独立行政法人国立病院機構岡山医療センター
 岡山済生会総合病院
 地域医療支援病院社会医療法人「鴻仁会」
 岡山中央病院

広島県 5施設
 地方独立行政法人広島市立病院機構
 広島市立安佐市民病院
 広島赤十字・原爆病院
 独立行政法人国立病院機構福山医療センター
 県立広島病院
 広島大学病院

山口県 4施設
 山口大学医学部附属病院
 山口県立総合医療センター
 独立行政法人地域医療機能推進機構徳山中央病院
 医療法人聖比留会セントヒル病院

徳島県 1施設
 徳島赤十字病院

香川県 3施設
 高松赤十字病院
 香川県立中央病院
 独立行政法人労働者健康福祉機構香川労災病院

愛媛県 3施設
 社会福祉法人恩賜財団済生会今治病院
 愛媛大学医学部附属病院
 独立行政法人国立病院機構四国がんセンター

高知県 4施設
 高知赤十字病院
 高知県・高知市病院企業団立高知医療センター
 高知県立幡多けんみん病院
 高知大学医学部附属病院

福岡県 13施設
 北九州市立医療センター
 地方独立行政法人大牟田市立病院
 戸畑共立病院
 社会医療法人製鉄記念八幡病院

福岡県済生会福岡総合病院
 社会医療法人雪の聖母会聖マリア病院
 久留米大学病院
 独立行政法人国立病院機構九州がんセンター
 九州大学病院
 福岡大学病院
 独立行政法人地域医療機能推進機構九州病院
 公立八女総合病院
 産業医科大学病院

佐賀県 1施設
 地方独立行政法人佐賀県医療センター好生館

長崎県 6施設
 佐世保市立総合病院
 独立行政法人国立病院機構長崎医療センター
 長崎県島原病院
 日本赤十字社長崎原爆病院
 長崎大学病院
 独立行政法人地域医療機能推進機構諫早総合病院

熊本県 6施設
 国家公務員共済組合連合会熊本中央病院
 熊本大学医学部附属病院
 医療法人社団法人優会熊本放射線外科
 荒尾市民病院
 熊本市立熊本市市民病院
 独立行政法人国立病院機構熊本医療センター

大分県 1施設
 九州大学病院別府先進医療センター

宮崎県 2施設
 宮崎大学医学部附属病院
 社団法人八日会藤元早鈴病院

鹿児島県 2施設
 特別医療法人聖医会 サザン・リージョン病院
 独立行政法人国立病院機構鹿児島医療センター

※2015年8月末までに承諾を得られた施設を掲載。

施設名公表へのご理解とご協力について

平成27年10月現在、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が、いずれも高い公表率を維持することができました。この場を借りまして、皆様のご理解とご協力に深く感謝申し上げます。

治療用線量計校正担当より

●校正業務に用いる放射線源更新終了のご連絡

昨年度ご案内していました当財団の校正に用いる放射線源の更新が無事終了いたしました。交換作業前後の校正品質は同等に保たれていることも確認でき、本年度も例年通りの校正業務を再開できております。

本更新作業対応のため、平成27年1～2月の2カ月間の業務一時休止を皆様にお願ひし、ご理解とご協力をいただきまして、大変ありがとうございました。

●線量計校正お申込みについて

1. 校正スケジュールについて

現在、当財団の校正作業は、照射装置を借用して行っており、借用施設の利用可能日(校正実施日)は、月ごとに2カ月前に決定し、校正実施日の決定後、それまでお問い合わせを頂いた施設様に対してご案内をする流れとなっております。

2. 仮予約について

施設様が希望する校正日直前までのご依頼・ご相談は、スケジュール調整が非常に難しいため、各月の校正日が決定する2カ月前までを目途に「仮予約」という形でご希望の日程をご連絡いただけますようお願いいたします。必ずしもご希望の日程にお応えできるものではありませんが、なるべく早めのご連絡をお願いいたします(年度末や四半期末など施設様の予算の都合で依頼が混みあう時期は3カ月以上前のご連絡をお勧めいたします)。

談は、スケジュール調整が非常に難しいため、各月の校正日が決定する2カ月前までを目途に「仮予約」という形でご希望の日程をご連絡いただけますようお願いいたします。必ずしもご希望の日程にお応えできるものではありませんが、なるべく早めのご連絡をお願いいたします(年度末や四半期末など施設様の予算の都合で依頼が混みあう時期は3カ月以上前のご連絡をお勧めいたします)。

3. 予約確定について

校正実施月の線源施設利用が2カ月前に決まりますため、事前に「仮予約」をいただいている施設様と、校正実施の日程調整をさせていただきます。

(基本的に、線量計校正の日程調整は週単位での受け付けとさせていただいており、日にち指定での調整は原則対応いたしかねますのでご理解ください)

日程のご調整がございましたら「校正申込書」をFAXまたはメールにていただくことにより予約確定とさせていただきます。

校正申込みから証明書受取りまでの流れ		
日程	財団対応	ご依頼者さま
～2ヶ月前		①仮予約
2カ月前	②線源利用スケジュール	③仮予約済みの施設さんとの日程調整(週単位)
1ヶ月前	1週目	④お申込書の送付(予約確定)
	2週目	
	3週目	
	4週目	
校正実施月	1週目	⑤校正機器発送
	2週目	⑥校正実施
	3週目	⑦校正機器返却
	4週目	⑧証書&請求書発送
①仮予約 ・校正実施の2カ月前くらいまで仮予約という形で、ご希望の校正日程を受付しています。 必ずしもご希望の日程にお応えできるものではありませんが、なるべく早めのご連絡をお勧めいたします。 ・電話もしくはメール等で校正装置台数と電離箱の種類・本数をお伝えください。 ②③線源利用スケジュール確定に伴う校正日程の調整 ・校正施設の線源利用が確定しますので、それに伴い、事前に連絡いただいていた仮予約済の施設様と日程調整させていただきます。 ④お申込み送付 ・当財団HPより申込書をダウンロードいただき、FAXもしくはメールで校正実施の2～3週間前までにお送りください。受取に伴い予約確定とさせていただきます。 ・押印をいただいた申込書類の原本は、校正機器発送時に同封ください。 ⑤校正機器発送 ・校正日の前日までに当財団指定の場所(放医研コバルト室)へお送りください。 (校正実施の前日までに届かなかった場合、対応が難しい場合もありますのでご了承ください。) ⑥校正実施 ・調整させていただいた週の日程で校正実施させていただきます。 ⑦校正機器返却 ・基本的には、校正実施の翌日に当財団より返却発送いたします。 (校正の翌日が週末や休日の場合は翌明けの平日になります) ⑧証書&請求書発送 ・校正実施後の1週間～10日間後に当財団より発送いたします。		

●校正申込の防水確認について

水中校正依頼では、平行平板形電離箱(A10、23343、34045、PPC40、NACP-02、P11、34001)は直接浸水させて校正を行います。

依頼元の施設様にて、水ファントム等で水面下20cmの位置に受感部を1時間以上浸して電離箱に浸水が無いことをご確認いただき、申込書にチェック(図1参照)ご記入をお願い致します。

防水キャップをつけるタイプのチェンバーでは、施設での浸水確認後に防水キャップを外して当財団にお送りいただけますと、その際の浸水確認の意味がなくなってしまうため、浸水確認した際の防水状態でお送りいただきますようお願いいたします(防水キャップが外されてお送りいただいた場合、こちらでの浸水確認の確認が得られないため校正をお断

4. 電離箱

メーカー名	型式	製造番号	前回校正日	修理履歴	測定レンジ、モード、チャンネル等	単位	印加電圧 (極性も記入)
防水確認：型式PPC40、NACP-02、P11、A10(cap装着)、34001、23343(cap装着)、34045(cap装着)のいずれかを 校正依頼される場合は、線量計の送付前に電離箱を水中に沈めても問題ないことを必ず確認してください。 校正時に判明した故障につきましては保証できませんので、予めご了承ください。 修理履歴：修理の履歴がある場合は、最新の修理年月日を記入して下さい。							<input type="checkbox"/> 防水確認

図1：校正申込書（防水確認項目）

輸送保険金額	対可能輸送業者
300万円以下	福山通運、佐川急便 (主に福山通運を利用しています)
300万円を超える場合	佐川急便

図2：校正後の返却対応可能な輸送業者

りする場合があります)。

当財団では、ご依頼のユーザーにて事前に浸水しないことを確認頂いていることを前提に実施致しております。校正前に故障や浸水等が予想される場合には、校正実施の有無についてユーザー担当者へ確認を致しますが、校正実施時に不具合が判明した場合の保証は致しかねます。その際はユーザーにてご対応頂きますようお願い致します。

●校正後の機器返却に伴う輸送便につきまして

現在、当財団から返却する際、こちらからの輸送便は、福山通運さんと佐川急便さんでお願いしています。理由といたしまして、校正機器が高価な品物であるため、輸送保険を多額に指定される施設様が多く、その輸送保険に対応できる業者が前出の2つの輸送業者に限定されてしまうためです(図2参照)。ご迷惑をおかけしますがご理解のほどよろしくお願い致します。

●校正証明書のお取扱いについて

当財団線量校正センターは、「計量法校正事業者登録制度(JCSS)」の認定を受け、線量校正業務を行っています。そのため、JCSS認定に関わる校正結果(校正証明書)につきましては、複製等の

発行や代用となる書類は原則発行できません。

新たに校正を行って得た校正定数は、校正証明書がお手元に届くまで使用できませんので、校正実施後、校正証明書が届くまでの間は、前回校正結果の校正定数をご使用いただきますようお願い致します。

●校正機器の送付先変更について

平成25年5月13日より線量計をお送り頂く際の送付先が下記のように変更となっております。現在でもお間違えになってお送りになるケースも多少ございますため、お控えの送付先を訂正下さいますようお願い申し上げます。

【新線量計送付先】

〒263-8555 千葉市稲毛区穴川4-9-1
放射線医学総合研究所内 第3研究棟B1F
コバルト室
(公財)医用原子力技術研究振興財団 宛
電話番号：090-1438-0887

●消費税増税に伴う対応につきまして

消費税が平成26年4月より5%から8%へ引き上げられ、増税分を料金に反映させていただいています。また、平成29年4月より10%への引き上げが検討されておりますが、当財団と致しましては、消費税増税が施行された折には、線量計校正料金の消費税率変更に伴うご負担を皆様へお願い申し上げます。何卒、諸事情ご賢察の上、ご理解のほどお願い申し上げます。

(線量校正センター 佐々木陽佑)

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監理委員会の監理・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。

●第三者評価とは

平成26年1月10日に厚生労働省より施行された「がん診療連携拠点病院等の整備に関する指針」（健発0110第7号）では、拠点病院の指定要件として第三者機関による出力線量測定の実施が盛り込まれました。

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誤入力、ビームデータ測定時の電離箱選択の誤り、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。

●申込者増加に伴う受け入れ態勢の整備状況

がん診療連携拠点病院の施設（全国で413施設：2015年4月）に対して3年に一度の更新時期に合わせて、1年間で約140施設程度を行うよう想定しております。測定セットの追加購入などにより、10セット程度の発送を月2回（隔週月曜日）行う

ことで月平均20セットの処理を可能といたしました。ただし、2カ月待ちいただいている時期もあり、ユーザー様には多大なご迷惑をおかけしているところですので。この件につきましては、ユーザー様のご希望に添えた形で出力線量測定が可能となるように受け入れ態勢の整備をさらに進めてまいります。

●評価項目について

1セット（86,400円＋送料5,900円）のお申込みで4条件の測定を行います。校正条件についてはエネルギー毎に必ず選択して頂くことになり、その他の条件については任意のX線エネルギー、照射野、ウエッジ角をお選び頂けます。

●申込方法

当財団のホームページより申込書を入手して頂き、必要事項をご記入の上、Fax、E-mail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のでご注意ください。

一般病院：

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
がん医療支援研究部 放射線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：1700）
FAX：03-3547-5013
E-mail：qcsupport@ml.res.ncc.go.jp

●未取得条件での申し込みについて

ソフトウェッジビームなど、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いただきます。また、FFFビームや小照射野 (CyberKnife、TomoTherapy等) につきましては、各種補正係数などの検討を行っており、現在は参考値として評価させていただいております。

●照射時の照射画面写真の添付のお願いについて

出力線量測定事業は今年で9年目を迎え、昨年に出力線量測定を実施した施設は145施設にも上ります。本測定におきましては、施設側での申告線量と当財団の評価線量に5%以上のかい離があった場合、原因究明のためのヒアリング調査を実施し、原因が特定できない場合には再測定を実施しております。再測定においても線量の異常値が解消されない場合は、訪問確認測定なども検討しております。

昨年度の出力線量測定では、許容範囲 (線量差が±5%) を超える事例は数件あり、ヒアリング後、再測定の結果は正常範囲でした。異常値の原因は

不明でありましたが、同時に行った他の条件は正常であったので、照射過程になんらかの手違いがあったと予想されました。残念ながら照射ログデータが残っていなかったため、原因を特定することが困難となりました。

そこで原因究明の徹底のため、照射装置の設定状況 (設定MU、エネルギー、照射野、ウエッジ角度など) がわかる照射画面をデジカメなどで撮影していただき、印刷したものをデータ記入シートに添付してご返送下さい (全ての照射条件についてお願いいたします)。この件につきまして、ご理解とご協力のほどよろしくお願いいたします。

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 布袋田真大)

財団ホームページの線量校正センター関連の更新



●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等が確認できます。

(放射線治療品質管理タグ内の最新ニュースの更新)

- 平成27年9月8日 「線量計校正実施施設の公表及び治療用照射装置 (X線) の出力線量測定実施施設の公表」を更新。

治療用線量計校正事業

HOME > 放射線治療品質管理 > 治療用線量計校正事業

「線量計校正について」では、JCSS認定における校正証明書の校正結果について、代用となる書

線量校正センター紹介

治療用線量計校正事業
線量計校正について
→ トレーサビリティ
→ JCSS認定について
→ 校正手順
→ 不確かさについて
→ 校正の実績
線量計校正の流れ
線量計校正の申込 (申込方法)
よくある質問
線量計校正実施施設の公表
受取要領
治療用出力線量測定事業
光子線治療品質管理支援事業
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

類の発行は出来ないことについて記載を追加しております。(平成26年11月より施行) 線量計校正を実施された施設におかれましては、校正証明書がお手元に到着するまでは、引き続き前回校正分の校正証明書の校正結果にてご対応いただきますようお願いいたします。

「線量計校正の流れ」では、平成25年5月より線量計発送先が変更になっております。発送先は、「〒263-8555 千葉県千葉市稲毛区穴川4-9-1 放射線医学総合研究所 第3研究棟B1F コバルト室」宛となっておりますので、お間違えの無い様をお願いいたします。

「線量計校正の申込 (申込方法)」では特に変更はありません。なお、書式 (申込書) をダウンロードの際は、添付の申込み記入方法を熟読の上、ご

記入いただきますようお願いいたします。

「線量計校正実施施設の公表」では、平成25年度、平成26年度の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9月に掲載を更新いたしました。

その他の各ページでの変更はありません。

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](#)

「治療用出力線量測定事業」では、「標準誤差について」の掲載を更新いたしました。一度ご確認くださいませようお願いします。

「治療用照射装置（X線）の出力線量測定実施施設の公表」を9月に更新いたしました。

その他の各ページでの変更はありません。

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](#)

「光子線治療品質管理支援業務」の各ページで

の変更はありません。

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。

今後は、最新版の情報があるものについては、古い情報を削除いたします。

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。

お問い合わせが代表のメールアドレスであった場合、お問い合わせ頂いた方の所属が分かるように、「所属」の入力欄に必ずご入力いただきますようお願い申し上げます。

編集後記

線量校正センターニュースVol.5では、巻頭にて放射線治療のQAの必要性和その実施方法について例を挙げるとともに、医学物理士の役割と制度化への期待について掲載しております。

解説では、当財団が事業として行っているBNCT開発の推進に関する情報として、2つの施設における開発状況について掲載しました。BNCTに関しても第三者評価に係わる場が予想されるため、情報提供に努めてまいります。

話題では、密封小線源治療事故の事例について原因究明と事故の教訓から再発防止への対策の検討状況を掲載しました。また、医療分野の線量評価という視点からの国際標準化への活動について掲載しました。当財団が第三者評価を行っている環境は、様々な活動によりサポートいただいております。その活動に参加することで知識や技術の向上を図り、第三者評価を推進するべく努めてまいります。

報告では、コバルト線源交換の実施状況を掲載

しました。平成27年1月からの2カ月間でコバルト線源交換が実施され、その間、線量計校正および出力線量測定は休止となり、皆様には大変ご迷惑をおかけいたしました。また、電位計および電離箱をそれぞれ単体で校正する分離校正の提供を目指して、現在、放射線医学総合研究所および産業技術総合研究所のサポートをいただきシステム構築を進めており、その概略と進捗状況を掲載しました。

また、平成26年1月に厚生労働省より「がん診療連携拠点病院等の整備について」の指針の公示があり、平成26年度後半より出力線量測定のお申し込みが急増しておりましたが、平成27年度の前半を過ぎて少し落ち着いた様子が見受けられます。

当財団では、今後もさらに充実した供給を行えるよう精度向上、実施体制および測定環境等の整備に努めてまいりますので、今後ともご理解とご協力を賜りますようお願い申し上げます。

(K.N)

(株)応用技研では、線量計からサーベイメータまで、各種測定器をご用意しております。

お気軽にお問い合わせ下さい。

URL:<http://www.o-yo-giken.co.jp>

線量率計 AE-132a



特長

優れたエネルギー特性 — 電離箱式
高感度・高信頼性

2.58 μ C/kg \cdot kg \sim 516mC/kg (標準仕様)
(10mR \sim 2000R)

2.58 μ C/kg \cdot m \sim 516mC/kg \cdot m(標準仕様)
(10mR/m \sim 2000R/m)

デジタル表示 1000f.s./1999

(100%オーバースケール時)

小型・計量・高性能

構成内容

線量計 AE-132a 1台
電離箱 C-110(0.6ml) 1台
その他付属品 1式

新製品 電離箱式サーベイメータ AE-1330V



簡単操作で直読式
自動レンジ切替式
デジタル表示
測定範囲：B G \sim 1000mSv/h
暗所でも測定可能：バックライト付
ポータブルエリアモニターとして

小型ハンディー

無線式データ収集装置 DAQ-13301

AE-1330V と組み合わせて、線量率データの他、GPS による位置情報、測定時刻、ICタグ位置情報等様々なデータをSDカードに確実に記録。

電波の使えない場所では有線接続も可能。



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

〒204-0011 東京都清瀬市下清戸 2-599 TEL042-492-2734(代) FAX042-492-7006

放射線測定器 校正サービス

TECHNOL

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。

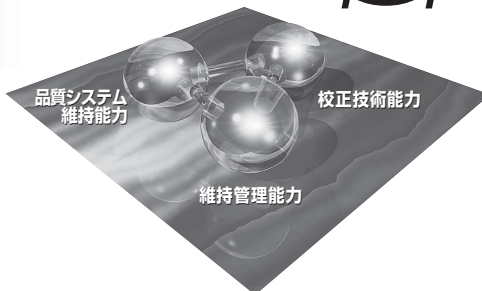
校正には、国家標準とのトレーサビリティが明確になっていることが必要です。放射線測定器は、トレーサビリティが明確な基準に基づき校正を行ってはいじめて精度の高い測定が実現します。

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。

千代田テクノル大洗研究所は、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。



TECHNOL

CHIYODA TECHNOL CORPORATION

株式会社 千代田テクノル

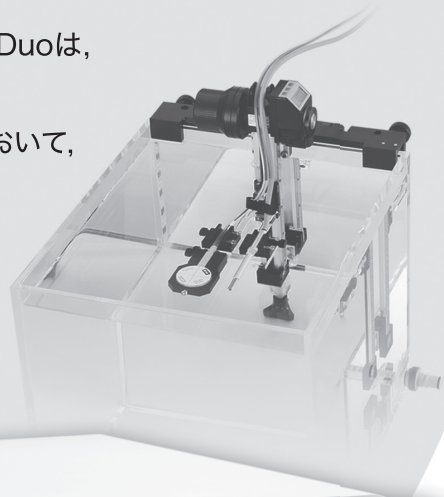
URL: <http://www.c-technol.co.jp>
e-mail: ctc-master@c-technol.co.jp

線量計の理想へ。 「RAMTEC Duo」誕生。

リファレンス線量計 RAMTECシリーズの第四世代機、
 RAMTEC Duoが誕生しました。

独立したアンプを2台搭載したRAMTEC Duoは、
 2Ch同時測定を実現。

高エネルギー放射線の水吸収線量計測において、
 外部モニタ電離箱を用いながらの
 フィールド電離箱の相互校正に対応する、
 まさに理想の線量計です。



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

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

大 阪 支 店：〒550-0002 大阪府大阪市西区江戸堀1-25-7
 TEL. (06) 6441-5741 (代表) FAX (06) 6441-5745

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

高精度リファレンス線量計

UNIDOS^{webline}



UNIDOS^{webline}では、《高精度なリファレンス電位計の機能》と《親和性の高いインターフェイス》を採用することで、高精度かつストレスの無いデータ計測に寄与いたします。

- 自動計測スタート・ストップ機能
- 前面パネルにおける操作性
- PCからの遠隔操作
- 印加電圧をかけたままでも、検出器が取り外し可能
※ PTW社製 M型コネクタの場合
- 極性変更後も優れた安定

など、様々な機能により、高精度放射線計測のサポートに対応いたします。

IMRT/VMAT ドジメトリツール

Delta⁴® は、円筒形のファントム内に直交2面の検出面を配した最新のIMRT・VMAT線量検証システムです。

直交2面上に合計1069個のp-typeシリコン半導体検出器を配列しており、この構造により様々な角度からの照射を検出可能です。

デザイン設計を見直し、バッテリー駆動やWi-fiを採用することで、ワイヤレス環境をご提供することが可能となりました。

一度の照射で効率的かつ高精度な検証が行えます。

ScandiDos



Delta⁴® Phantom+
IMRT/VMAT Verification system

Euro Meditec

[本社] 〒141-0022 東京都品川区東五反田2-20-4 TEL 03-5449-7585

[大阪] 〒530-0041 大阪府大阪市北区天神橋1-15-7 TEL 06-4800-3060

ユーロメディテック株式会社

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

患者さんにやさしい放射線治療—
そのサポートが私たちの仕事です

線量校正センターニュース 第5号

編集・発行 公益財団法人 医用原子力技術研究振興財団 〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町7-16ニッケイビル

●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