

線量校正センター

Vol. 3

ニュース News

Therapy-level Dosimetry and Calibration

解説

出力線量測定システムの国際間比較

電子線における平行平板形電離箱の相互校正法

話題

- 医療用小型リニアック装置からの高エネルギー光子線の水吸収線量標準
- 陽子線治療の品質保証とRPCによる外部評価



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.3

contents

巻頭言	水吸収線量校正と標準計測法12への移行に伴う変化…………… 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	出力線量測定システムの国際間比較…………… 3 水野秀之 (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)
	電子線における平行平板形電離箱の相互校正法 …………… 6 小口 宏 (名古屋大学大学院 医学系研究科)
話題	医療用小型リニアック装置からの高エネルギー光子線の水吸収線量標準……………10 清水森人 (独立行政法人産業技術総合研究所 計測標準研究部門)
	陽子線治療の品質保証とRPCによる外部評価……………13 加瀬優紀 (静岡県立静岡がんセンター研究所 陽子線治療研究部)
報告	水吸収線量校正の現状報告……………16 山下 航 (医用原子力技術研究振興財団 線量校正センター)
資料	平成24年度治療用線量計校正実績 (平成24年4月～平成25年3月) ……………18 公益財団法人 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……………25 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の実績公表について ……………28 公益財団法人 医用原子力技術研究振興財団
お知らせ	線量計校正担当者より……………33
	出力線量測定担当より……………34
	財団ホームページの線量校正センター関連の更新……………35
編集後記	……………36

水吸収線量校正と 標準計測法12への移行に伴う変化

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



「線量校正センターニュース」第3号をお届けします。振り返るとこの約1年は、線量標準の水吸収線量への移行と、それに伴う標準計測法12の発刊・普及などの大きな変化がありました。当財団の線量計校正作業は、平成24年10月以降は、新たに水中校正が従来の空中校正に加わり、当初は多少の混乱はあったものの、新方式も相応に軌道に乗って、順調に業務として実施できている状況です。また、これらの変更を取り入れて平成24年9月に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）が発刊されたことは、好評をもって迎えられましたのでご存じと思います。

ただ、このような移行期には、従来とどのように変わったかを把握しておくことが各施設においても必要かと考えます。新たな体系で放射線治療装置の出力線量を評価した場合、電離箱線量計、線質、エネルギーによっても異なりますが、従来の評価法と比較して1%程度までの差異が生じる可能性があることが指摘されてい

ます。詳細は「標準計測法12」の各章で、線種によって異なる条件項目などにつき参照して頂きたいと思います。本ニュース前号(第2号)の「標準計測法12の構成と k_Q の更新について」(河内徹氏著)の記事なども参考になるかと思えます。

この件については、関係学会等でも検討した結果、日本医学物理学会計測・QA/QC両委員会、日本放射線技術学会放射線治療分科会、日本放射線腫瘍学会QA委員会および当財団医療放射線監理委員会の合同で、放射線治療施設における評価線量の変化確認のお願い」を發出したところです。

各位には引き続き、当財団の実施する、線量計校正事業、および出力測定事業に関して、変わらぬご支持、ご支援をお願いしたく存じます。

平成 25 年 6 月 28 日

放射線治療科長殿
放射線治療品質管理担当者殿

日本医学物理学会計測委員会
日本医学物理学会 QA/QC 委員会
日本放射線技術学会放射線治療分科会
日本放射線腫瘍学会 QA 委員会
医用原子力技術研究振興財団 医療放射線監理委員会

治療用電離箱線量計の水吸収線量校正と標準計測法 12 への移行に伴う
貴施設における評価線量の変化確認のお願い

平成 23 年 7 月、経済産業省告示によって産業技術総合研究所に水吸収線量標準が確立され、医用原子力技術研究振興財団では平成 24 年 10 月より放射線医学総合研究所のコバルト 60 水吸収線量校正場を用いて、水吸収線量トレーサビリティによる治療用線量計の校正が実施されています。

また、これらの変更を取り入れて平成 24 年 9 月に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) が発行されました。新たな線量標準と標準計測法 12 の採用により、外部放射線治療における物理線量評価の不確かさが低減され、さらなる治療成績の向上が期待されています。

しかし、新たな体系で放射線治療装置の出力線量を評価した場合、電離箱線量計、線質、エネルギーによっても異なりますが、従来の評価法と比較して 1%程度の差異が生じる可能性があると予測されています。さらに看過できない変化が生じる場合も考えられます。

貴施設におきましては、放射線治療を担当する医師と品質管理に携わる医学物理士、放射線治療品質管理士等により、これら変更に伴う自施設の放射線治療線量の変化を評価、確認して頂くとともに、その結果について放射線治療にかかわる全てのスタッフに周知いただきますようお願い申し上げます。

以上

出力線量測定システムの国際間比較

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 水野秀之

概要

現在行われている出力線量測定調査システムは、その事業化に先立ち、IAEA/WHOの出力線量システムと相互比較を行っています。先方のシステムでは、TLD（熱蛍光線量計）を使用しています。この解説では、それぞれ異なる線量計、照射方式のシステム間で行った相互比較の結果、および最近IAEAの動向について紹介します。

IAEA/WHO方式

線量計としては、TLD-100（Harshaw製）のパウダー状のものを使用しています（図1）。これを黒い樹脂製の容器に入れます。施設の出力線量調査の際は、これを水中にセットするジグを併せて送付します。



図1：TLDパウダーと封入カプセル（IAEA）

基準となる標準素子（これを基準に施設のTLD出力を校正します。）を作る場合には、固体ファントム（ソリッドウォーターファントム）内にこの容器を入れて、コバルト照射装置で電離箱線量計で値付けされた既知線量を照射します。（図2）深さは5 cmです。

日本方式

線量計としては、蛍光ガラス線量計（旭硝子株式会社製GD-302M）の棒状素子（ ϕ 1.5 mm × 12 mm長）を用いています。読み取り・アニール時以外は樹脂製のカプセルに封入されています。施設の出力線量調査の際は、固体ファントム（タフウォーターファントム）に封入した状態で送付します。（図3）



図2：IAEAでの標準素子照射風景（右図の筒の中心の穴に、TLD封入容器を入れて、左図のファントム中に挿入します。）



図3：ガラス線量計（カプセルに入った状態。このようにファントムに挟み込まれる。）

基準となる標準素子を作る場合も同じファントムに入れて照射します。深さはIAEAと同じ5 cmです。（図4）

相互比較試験

2008年からIAEAと放医研との間で、異なる測定システム間での相互比較試験が行われてきました。これはIAEAが行っているIAEA/WHO Postal Dose Audit for Radiotherapy Level Dosimetry, SSDLの枠組みで行われてい



図5：IAEAでの、TLD担当者との打ち合わせ風景（左側が筆者）



図4：放医研での標準素子照射風景。ガラス封入ファントムを挟みます

ます。SSDL (Secondary Standard Dosimetry Laboratory 二次線量標準機関)としての放医研の照射場が定期的にIAEA標準と相互比較されています。

最初は形状の違いをどう克服するかを議論するところから始めましたが、IAEAが使用している樹脂製容器にカプセル入りガラス素子がちょうどすっぽり収まることになりました。若干の隙間ができることが気になりましたが、まずはやってみようということになりました。処方線量は、TLDが2 Gy、ガラスが1 Gyとしました。これは通常運用している線量値に合わせました。

TLDの照射にはIAEA側が通常の調査の際に貸与している照射ジグを利用しました。シンプルなアクリル製の中空の棒で、これを水に沈めて水中で照射します。（図6）

相互比較試験の結果を図7に示します。幸い、非常に精度良く（1～2%以内で）両者が一致しました。出力値の不確かさは、TLDが1.8% (1SD)、ガラスが1.6% (1SD)であり、十分満足できる結果です。IAEAでは差が±3.5%



図6：放医研のコバルト照射装置によるIAEAのTLD照射風景。中空の亚克力製の筒を放医研所持の水槽の中に沈めて、水が入り込んだ筒の中にTLDの入った容器を上から落としてセッティングします

以内であれば considered satisfactory という事です。国内のガラスの出力線量測定調査時も、±3%を超えるとヒアリング等のアクションを起こすことになっています。

IAEA が蛍光ガラス線量計システムを導入へ

以上の良好な相互比較試験の結果、および日本での出力線量調査での実績等を考慮して、本年2月に、とうとう蛍光ガラス線量計システムをIAEAが導入しました。これは彼らのTLDのシステムのメーカーサポートが近い将来打ち切られるという事情があり、その後継機としての線量計を探索していたことが背景にあります。現在はIAEA側でその立ち上げ作業が粛々と進められているところです。当の筆者も本年8月からその技術支援のためにIAEAに1年間赴任します。光子線治療業界において、日本初の技術が世界に広がっていくことは最近では残念ながら稀になってきており、その一端に関わったことは大変光栄であり、よいシステムの立ち上げに貢献してきたいと思えます。

実施年	測定線量／計算線量	
	ガラス照射 @ IAEA	TLD 照射 @ NIRS
2008年	0.995	1.00
2009年	0.998	0.99
2010年	0.995	1.02
2011年	0.991	-
2012年	-	1.00
2013年		1.01

図7：相互比較試験結果

読み取りを行った結果を、計算線量（電離箱測定等で意図した線量値）で除したもの。ガラス照射の結果は、15～36素子の比の平均値。TLDは3素子の比の平均値。（2011年のTLD照射と2012年のガラス照射は、東日本大震災対応のために休止。）



図8：IAEAに導入された蛍光ガラス線量計システム

電子線における 平行平板形電離箱の相互校正法

名古屋大学大学院 医学系研究科 小口 宏

はじめに

昨年(2013年)9月に「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)」¹⁾が発行され、水中場での校正により水吸収線量校正定数が直接値付けられたユーザ電離箱線量計を用いた水吸収線量計測が可能となった。このプロトコルの特徴の一つは、「フィールド線量計の相互校正(Cross calibration)」が独立した章として取り上げられたことである。2000年に発刊された国際原子力機関(IAEA)のテクニカルレポートシリーズ(TRS-398)²⁾では既に相互校正が明記されていたが、国内でも正式にその手法が取り入れられた。相互校正により電離箱の個体差に基づく不確かさの低減がもたらされ、また標準計測法12に掲載されていない電離箱の利用も可能となるなど、X線や電子線ともに利用できる。ここでは特に電子線に絞って相互校正の手法や意義を述べ、その運用の利便に供したいと考える。

相互校正の定義

相互校正とは「校正済みのリファレンス電離箱線量計を基準として、他の電離箱線量計をユーザビームにより校正すること」である。ユーザが電離箱校正する場合、通常は計量法校正事業者認定制度(Japan Calibration Service System; JCSS)認定を受けた医用原子力技術研究振興財団(線量校正センター)に電離箱校正を委託し、コバルト線質 Q_0 を基準線質とし

て特定二次標準器を基準に水吸収線量校正定数 N_{D,w,Q_0} を値付けされる。一方、相互校正ではユーザビームの線質 Q_{cross} を校正線質とし、ユーザが有するリファレンス電離箱を基準とした水中校正により水吸収線量校正定数 $N_{D,w,Q_{cross}}$ を値付ける。したがって、医用原子力技術研究振興財団に委託した場合はJCSSマークの付いた校正証明書が公文書として添付されるのに対し、相互校正の場合はユーザ責任において実施することになる。

相互校正の概要

電離箱の校正とは、既知の水吸収線量場におけるフィールド電離箱の表示値より、その感度(水吸収線量校正定数)を求める作業である。リファレンス電離箱の ^{60}Co γ 線場の水吸収線量が D_{w,Q_0} で、校正の対象であるフィールド電離箱の表示値が $M_{Q_0}^{field}$ であった場合、その水吸収線量校正定数 N_{D,w,Q_0}^{field} は次式で与えられる。

$$N_{D,w,Q_0}^{field} = \frac{D_{w,Q_0}}{M_{Q_0}^{field}} \quad (1)$$

基準線質を ^{60}Co γ 線(Q_0)としたが、校正の場として任意の線質 Q_{cross} を基準線質としてもかまわない。したがって、相互校正による任意の線質 Q_{cross} での水吸収線量校正定数 $N_{D,w,Q_{cross}}^{field}$ は次式で求められる。

$$N_{D,w,Q_{cross}}^{field} = \frac{D_{w,Q_{cross}}}{M_{Q_{cross}}^{field}} \quad (2)$$

ここで $D_{w,Q_{cross}}$ は N_{D,w,Q_0}^{ref} を持つリファレンス電離箱線量計の表示値 $M_{Q_{cross}}^{ref}$ から次式で与えられる。

$$D_{w,Q_{cross}} = M_{Q_{cross}}^{ref} N_{D,w,Q_0}^{ref} k_{Q_{cross},Q_0} \quad (3)$$

式 (2)、(3) より相互校正による水吸収線量校正定数は次式で与えられる。

$$N_{D,w,Q_{cross}}^{field} = \frac{M_{Q_{cross}}^{ref} N_{D,w,Q_0}^{ref} k_{Q_{cross},Q_0}}{M_{Q_{cross}}^{field}} \quad (4)$$

相互校正された電離箱による吸収線量計測

相互校正による水吸収線量校正定数 $N_{D,w,Q_{cross}}$ をもつ線質 Q における水吸収線量 $D_{w,Q}$ は次式となる。

$$D_{w,Q} = M_Q N_{D,w,Q_{cross}} k_{Q,Q_{cross}} \quad (5)$$

この式は Q_{cross} を Q_0 に置き換えれば、通常使用する吸収線量の計算式と同じである。ただし、線質変換係数 $k_{Q,Q_{cross}}$ は基準線質を Q_{cross} としているため ^{60}Co γ 線を基準線質とした k_{Q,Q_0} (標準計測法 12 の表 4.3) は利用できない。また、 Q_{cross} として特定のエネルギーを指定することはできない。そこで電子線による相互校正においては線質 Q と校正線質 Q_{cross} の間に、媒介のための線質 Q_{int} ($= 7.5 \text{ g cm}^{-2}$) を導入した。校正線質 Q_{cross} に対する線質 Q の線質変換係数 $k_{Q,Q_{cross}}$ は、媒介線質に対するユーザビームの線質変換係数 $k_{Q,Q_{int}}$ と媒介線質に対する校正線質の線質変換係数 $k_{Q_{cross},Q_{int}}$ の比として次式より求める。

$$k_{Q,Q_{cross}} = \frac{k_{Q,Q_{int}}}{k_{Q_{cross},Q_{int}}} \quad (6)$$

相互校正の意義

平行平板形電離箱の線質変換係数は次式で与えられる。

$$k_{Q,Q_0} = \frac{\left[(\bar{L}/\rho)_{w,air} P_{wall} P_{cav} P_{dis} \right]_Q}{\left[(\bar{L}/\rho)_{w,air} P_{wall} P_{cav} P_{dis} \right]_{^{60}\text{Co}}} \quad (7)$$

分母となる ^{60}Co γ 線質に対する平行平板形電離箱の壁補正係数 P_{wall} に関する研究者による比較を表 1 に示す。標準計測法 12 では Mainegra-Hingis ら³⁾ の値を採用しているが、それぞれのデータ間で 1% を超える違いが見られる。また同一タイプの電離箱においても個体差が大きく、3% 以上の変動があることを Kapsch⁴⁾ が報告している。IAEA TRS-398²⁾ によると、式 (7) の分母に対する不確かさは円筒形電離箱の 2 倍となる 1.6% と推定されている。この不確かさを避ける目的で取り入れられたのが相互校正法である。

相互校正による線質変換係数 $k_{Q,Q_{cross}}$ は次式となる。

$$k_{Q,Q_{cross}} = \frac{\left[(\bar{L}/\rho)_{w,air} P_{wall} P_{cav} P_{dis} \right]_Q}{\left[(\bar{L}/\rho)_{w,air} P_{wall} P_{cav} P_{dis} \right]_{Q_{cross}}} \quad (8)$$

式 (7) と異なり、分母が電子線であることにより ^{60}Co γ 線における P_{wall} の不確かさが排除され、また電離箱の個体差による不確かさが低減されるため、不確かさの大幅な改善が可能となる。表 2 に標準計測法 12 での電子線の k_Q と $k_{Q,Q_{int}}$ の標準不確かさを示す。

表 1：平行平板形電離箱の⁶⁰Coγ線場における壁補正係数 P_{wall} の比較

chamber	P_{wall}						最大の差 (%)
	Stewart	Palm	TRS-381	TRS-398	Rogers (1998)	Mainegra-Hing (2002)	
Exradin A10	...	...	...	...	...	0.9621	N/A
Exradin P11	...	...	...	1.018	...	1.0289	1.09
ROOS	1.016	1.006 -1.015	1.003	1.010	1.003	1.009	1.30
Markus	1.010	...	1.009	1.009	0.997	1.0048	1.30
Advanced Markus	...	...	...	...	...	1.0082	N/A
NACP02	1.020	1.020	1.024	1.024	1.018	1.0207	0.60
Capintec PS-033	...	...	0.989	0.989	...	0.9861	0.29
Holt	...	...	1.004	1.004	...	1.0104	0.64
Attix	...	...	...	1.023	...	1.0314	0.84

相互校正の手順

相互校正の基準条件は、校正深 d_c での吸収線量計測の基準条件と同じである (表 3)。相互校正は水吸収線量が既知の電子線場での校正対象のフィールド電離箱線量計の表示値より式 (2) により求める。このため、まず相互校正する線質 Q_{cross} での校正深 d_c における吸収線量を、リファレンス電離箱 (ファーマ形) で計測する。ここで相互校正に使用する線質 Q_{cross} はその施設において利用できる最大の電子線エネルギーを用いることとされ、 $R_{50} > 7 \text{ g cm}^{-2}$ ($E_0 > 16 \text{ MeV}$) が推奨されている。これは円筒形電離箱の空洞補正係数 P_{cav} の影響を減らすためであり、また校正深付近の比較的なだらかな線量勾配により電離箱の設置誤差の影響を低減させるためである。利用可能な最大電子線エネルギーが 7 g cm^{-2} 以下の場合でも相互校正は可能であるが、ファーマ形電離箱のエネルギー制約は $R_{50} \geq 4 \text{ g cm}^{-2}$ ($E_0 \geq 10 \text{ MeV}$) であるため、 $R_{50} = 4 \text{ g cm}^{-2}$ が下限のエネルギーとなる。相互校正による水吸収線量校正定数は式 (4) で求められる。

式 (4) 中 $M_{Q_{cross}}^{ref}$ および $M_{Q_{cross}}^{field}$ は相互校正時の

リファレンス電離箱とフィールド電離箱のそれぞれの表示値であり、電位計校正、温度気圧補正、極性効果補正、イオン再結合補正が施された値である。また、加速器の出力変動の影響を最小にするために、表示値 $M_{Q_{cross}}^{ref}$ と $M_{Q_{cross}}^{field}$ はそれぞれ外部モニタ (external monitor) 用線量計の表示値 $M_{Q_{cross}}^{em}$ に対する比として処理をする。したがって式 (4) は次式として表される。

$$N_{D,w,Q_{cross}}^{field} = \frac{\left(\frac{M_{Q_{cross}}^{ref}}{M_{Q_{cross}}^{em}} \right)}{\left(\frac{M_{Q_{cross}}^{field}}{M_{Q_{cross}}^{em}} \right)} N_{D,w,Q_0}^{ref} k_{Q_{cross},Q_0} \quad (9)$$

外部モニタ用電離箱は理想的には水ファントム内の校正深 d_c で、電離箱中心軸から 3 ~ 4 cm 離れた距離に設置する。

表2：電子線の k_Q および $k_{Q,Q_{int}}$ の標準不確かさ(%)の比較(標準計測法12 表A3.6より)

構成要素	円筒形電離箱	平行平板電離箱
	$k_Q / k_{Q,Q_{int}}$	$k_Q / k_{Q,Q_{int}}$
^{60}Co γ 線に対する相対 $(L/\rho)_{w,air}$	0.5 / 0.2	0.5 / 0.2
線質に対する $(L/\rho)_{w,air}$ に起因	0.2 / 0.3	0.2 / 0.3
^{60}Co γ 線に対する相対 W_{air}/e	0.5 / 0.3	0.5 / 0.3
P_{cav}	0.3 / 0.3	0.5 / 0.3
P_{dis}	0.3 / 0.2	0.1 / 0.1
P_{wall}	0.5 / 0.4	0.8 / 0.3
P_{cel}	0.3 / 0.1	-
$k_Q / k_{Q_{int}}$	1.0 / 0.7	1.2 / 0.6

表3：電子線相互校正の基準条件

項目	測定条件
ファントム材質	水
相互校正エネルギー	$R_{50} \geq 7 \text{ g cm}^{-2}$ (推奨)、最低でも $R_{50} \geq 4 \text{ g cm}^{-2}$
電離箱	リファレンス線量計：ファーマ形 フィールド線量計：平行平板形
電離箱の実効中心	平行平板形：空洞内前壁の中央 ファーマ形：0.5 r_{cyl} 線源より
SSD	100 cm (定格治療距離)
照射野サイズ	10 cm × 10 cm (または出力係数の基準とする照射野)

まとめ

本稿では、電子線における相互校正について、その概要や意義をまとめた。相互校正自体にそれほど難しさは無いが、得られた水吸収線量校正定数はユーザ責任において取り扱われる。したがって細心の注意を払って計測し、複数回の値付けにより相互校正の不確かさを確認すべきである。適切な相互校正によれば、線質変換係数の不確かさや電離箱の個体差が低減され、より信頼のおける水吸収線量評価につながる。しかし、相互校正により吸収線量の評価値が以前と異なることも予想される。したがって、施設内で十分な議論をして臨床使用して頂くよう期待する。

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(標準計測法12)、2012、通商産業研究社、東京。
- 2) Andreo P, Burns DT, Hohlfeld K, et al.: Absorbed dose determination in external beam radiotherapy: An international code of practice for dosimetry based on standards of absorbed dose to water, TRS-398, 2000, IAEA, Vienna.
- 3) Mainegra-Hing E, Kawrakow I and Rogers DWO: Calculations for plane-parallel ion chamber in ^{60}Co beams using the EGSnrc Monte Carlo code. Med. Phys. 30: 179-189, 2003
- 4) Kapsch RF, Bruggmoser G, Chris G, et al.: Experimental determination of p_{co} , perturbation factors for plane-parallel chambers, Phys. Med. Biol. 52, 7167-7181, 2007

医療用小型リニアック装置からの 高エネルギー光子線の水吸収線量標準

独立行政法人産業技術総合研究所 計測標準研究部門 清水森人

1. はじめに

医療用小型リニアックからの高エネルギー光子線、電子線を用いた外部放射線治療の新患者数は増加を続けており、現在では国内に800以上の治療施設があり、20万人以上もの新患者がいると推定されている¹⁾。外部放射線治療の成否は患部への投与線量によって決まるが、この投与線量の不確かさは2%以下に軽減されることが求められており²⁾、様々な研究開発が各国の大学や企業、医療機関などで行われている。

投与線量の不確かさ要因の一つが線量計測における不確かさである。産業技術総合研究所(以下、産総研)はグラファイトカロリメータを用いた⁶⁰Co γ 線水吸収線量の絶対計測技術を開発し、これを⁶⁰Co γ 線水吸収線量標準とした。そして、昨年度に標準計測法12³⁾が刊行され、医用原子力技術研究振興財団を通じ、産総研が保有する⁶⁰Co γ 線水吸収線量標準を一次標準として、各医療施設に電離箱線量計の水吸収線量校正定数の供給を行う体制が整った。これにより、医療現場における線量計測の相対拡張標準不確かさ($k=2$)は2.9%に軽減された。

現在の不確かさの主要因は校正に使用する⁶⁰Co γ 線とリニアックからの高エネルギー光子線の線質の違いを補正する線質変換係数である。標準計測法12における線質変換係数は計算によって求められているが、相対標準不確かさ1.0%($k=1$)と不確かさが大きい。高エネ

ルギー光子線によって電離箱線量計を校正することが可能になれば、この不確かさはさらに2%近くにまで軽減されることが期待できる。そこで、産総研では医療用小型リニアックからの高エネルギー光子線の水吸収線量標準を開発し、今年の秋から新しい水吸収線量標準として標準供給を開始する予定であるので、ここで紹介する。

2. グラファイトカロリメータ

グラファイトカロリメータはアクリル製のファントム内の中心部に吸収体としてグラファイト素子を埋め込んだ形状をしている。図2にグラファイト素子の概略図を示す。グラファイ

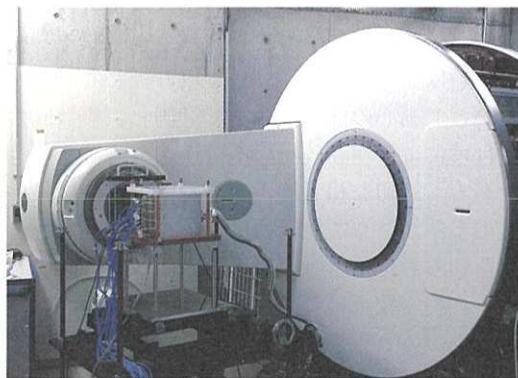


図1：グラファイトカロリメータによる高エネルギー光子線の水吸収線量計測の様子。写真左側に見えるのがグラファイトカロリメータ

ト素子は全体として円盤型をしており、外側からシールド、ジャケット、コアの三重構造となっている。各グラファイト素子の間には1 mmの間隔が設けられており、内部を真空中に引くことでコアを断熱している。さらに、(コアの温度) = (ジャケットの温度) > (シールドの温度) > (室温) となるようにジャケットとシールドのグラファイト素子の温度制御を行うことで、コアを準断熱状態にしている。

準断熱状態に置かれたコアに高エネルギー光子線を照射するとコアに吸収されたエネルギーはコアの温度上昇として観測される。ただし、この温度上昇は非常に微小なもので、カロリメータに6 Gy/minの光子線を100秒間照射した場合、その温度上昇はせいぜい10~15 mK程度にしかならない。そのため、カロリメータにおける温度測定では、コアに取り付けた熱抵抗温度計(サーミスタ)の抵抗値をホイートストーンブリッジ回路に接続し、そのブリッジ回路の出力をロックインアンプと呼ばれる微小信号計測用の測定回路を用いることで温度上昇を計測している。実際に高エネルギー光子線をカロリメータに100秒間照射した場合の実際

のコアの温度上昇を図3に示す。図から分かるように、100秒間リニアックからの高エネルギー光子線を照射した場合、10 mK程度の温度上昇が起こっていることが分かる。この温度上昇 ΔT [K]にコアの比熱 c [J kg⁻¹ K⁻¹]を乗じた値がコアの吸収線量 D_c [Gy]となる。

$$D_c = c \Delta T$$

しかし、実際のコアにはサーミスタ、導線、接着剤など様々な不純物が含まれており、それら全ての影響を考慮したうえで実際のコアの比熱を正確に見積もることは難しい。そこで、参照信号としてコアに取り付けたヒーターに電流を流し、そのヒーター出力と温度上昇の関係を比較することで、実際の高エネルギー光子線による吸収線量を求めている。カロリメータによる測定で得られた吸収線量はグラファイトの吸収線量であるため、これを水吸収線量に変換する必要がある。変換にはコアと同じ空洞サイズを持った平行平板型グラファイト壁空洞電離箱を用いる。まず、カロリメータのコアの位置に電離箱を挿入した状態での電荷測定、校正条件の水ファントム中に電離箱を設置した場合

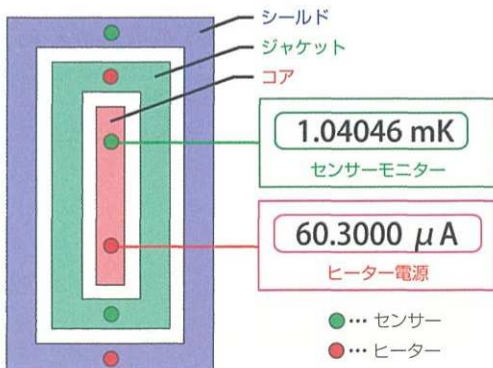


図2：グラファイト素子の概略図

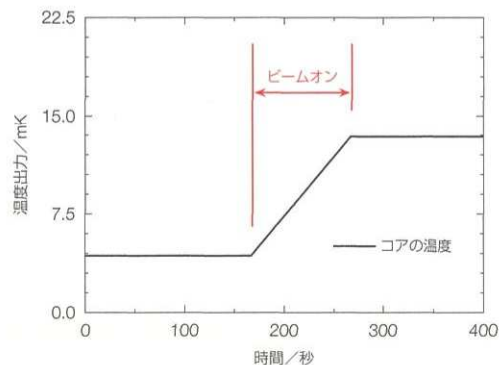


図3：コアの温度変化

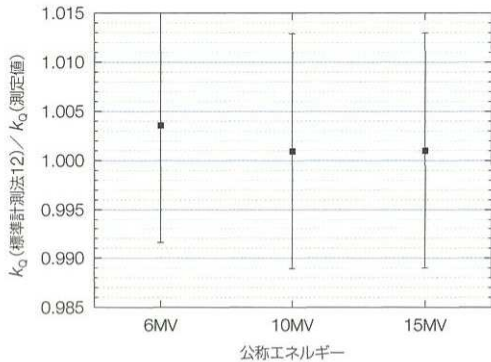


図4：標準計測法12のPTW社製30013型電離箱線量計の線質変換係数と高エネルギー光子線水吸収線量標準によって測定された線質変換係数の比

の電荷測定をそれぞれ行い、これらの測定結果の比とモンテカルロシミュレーションによる数値計算の結果から水吸収線量への変換を行っている。モンテカルロシミュレーションの計算コードにはEGS5 (Electron Gamma Shower ver.5)⁴⁾ およびEGS5のMPI拡張パッケージEGS5-MPI⁵⁾ を使用しており、 10^{10} 個程度の入射光子数について、東京大学、九州大学などの大型計算機計算を用いて計算を行った。

図4に開発した高エネルギー光子線水吸収線量標準によって測定したPTW社製30013型電離箱線量計の水吸収線量校正定数から求めた線質変換係数に対する標準計測法12の線質変換係数の比を示す。図中のエラーバーは比較の不確かさを1.2%として示している。図から分かるように開発した高エネルギー光子線の水吸収線量標準から求められた線質変換係数の値は標準計測法12の値に対して不確かさの範囲内で非常に良く一致した。開発した水吸収線量標準は5月にオーストラリアとの国際比較を済ませており、他国の水吸収線量標準と比較しても不確かさの範囲内で一致していることを確認した。国際比較の結果の詳細については、医学物

理学会や論文誌等を通じて報告する。

3. まとめ

グラフアイトカロリメータを用いた高エネルギー光子線の水吸収線量標準開発した。新しい水吸収線量標準は5月にオーストラリアとの国際比較を済ませ、今年9月に物理標準分科会に登録申請を行えるよう準備を進めており、11月頃に標準供給を開始する予定である。

4. 謝辞

本研究の一部はHPCIシステム利用研究課題(課題番号: hp120020) および東京大学情報基盤センター「若手・女性研究者利用支援プログラム」(平成24年度)の支援を受けて行ったものである。

参考文献

- 1) T. Teshima, H. Numasaki, H. Shibuya, M. Nishio, H. Ikeda, et al, The Journal of JASTRO 21, 113 (2009), http://www.jstage.jst.go.jp/article/jastro/21/3/21_113/_article
- 2) *Determination of Absorbed Dose in a Patient Irradiated by Beams of X or Gamma Rays in Radiotherapy*, ICRU Report No. 24 (Oxford University Press, 1976)
- 3) 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), edited by 日本医学物理学会 (樹通商産業研究社, 2012)
- 4) H. Hirayama, Y. Namito, A. F. Bielajew, S. J. Widerman, and W. R. Nelson, *The EGS5 Code System*, KEK Report 2005-8 (KEK, 2005)
- 5) M. Shimizu, *EGS5-MPI*, <http://www.nmij.jp/~quant-rad/xg/egs5mpi/index.html>

陽子線治療の品質保証とRPCによる外部評価

静岡県立静岡がんセンター研究所 陽子線治療研究部 加瀬優紀

1. はじめに

放射線治療では、治療計画どおりに放射線が照射されていることを確認するため、治療ビームの位置や線量などを測定して、品質保証(QA)や品質管理(QC)を行うことが求められる。施設内にQA委員会を設け、QAマニュアルを作成して定期的にビームや装置の品質を確認し、結果を記録に残して関係者へ周知することは一般的であるが、第三者機関による外部評価を受けることもQAにおいて非常に重要である。本稿では、静岡がんセンター(SCC)で行った米国放射線物理学センター(RPC)による陽子線治療の物理的QAのための外部調査について、これまでの経験を簡単に説明させて頂く。

2. RPCの外部評価を受けた経緯

SCCは2010年に米国腫瘍放射線治療グループ(RTOG)に日本の放射線治療施設として初めて加盟が認められた。RTOGは、米国のほかカナダ、欧州、アジアの計8つの国が加盟している世界最大の放射線治療臨床研究グループで、RTOGに加盟するには事前にRPCから物理的な品質基準を満たしていることを承認してもらう必要がある。RPCは、1968年にアメリカの医学物理学会や国立がん研究所の後押しで放射線治療の物理的技術支援をする目的で設立され、テキサス州立大学MDアンダーソンがんセンターの中にある施設である。現在、SCCの

RTOG臨床試験への参加はX線治療症例のみだが、将来的に陽子線治療での臨床試験の参加も検討している。RPCによる施設調査方法には郵送調査と訪問調査の2種類がある。SCCでは、郵送調査は5年前から毎年実施しており、訪問調査は2012年11月に実施された。陽子線治療における郵送調査と訪問調査について以下の章でそれぞれ説明する。

3. 陽子線の郵送調査

郵送調査では、まずRPCから郵送されたファントム一式を受け取り、指示書に従って治療用ビームでファントムを照射する。照射条件を提出書類に記入して照射したファントム一式とともにRPCに返送する手順である。陽子線治療の場合はファントム内には複数の熱蛍光線量計(TLD)が入っている¹⁾(X線治療の場合は光刺激ルミネセンス線量計)。さらに人体模擬ファントムの場合にはガフクロミックフィルムも入っており、吸収線量と同時に線量分布も評価される。今までにSCCで照射したファントムは、アクリルファントム、前立腺ファントム、脊椎ファントムの3種類である。

図1にアクリルファントムの外観と照射時の様子を示す。郵送時には4つのパーツに分かれているので、照射する際に組み立てて治療台に置き、施設で使用している水等価板ファントムを手前に乗せて深度を調整する。異なる深度にTLDが3個ずつ計6個入っており、それらが

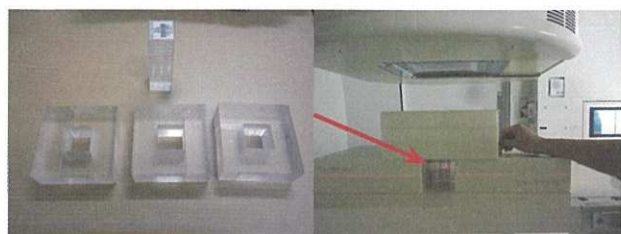


図1：アクリルファントムの外観（左図）と照射時の様子（右図）

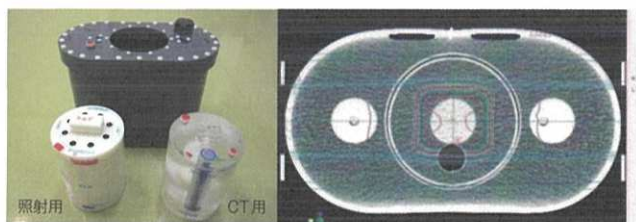


図2：前立腺ファントムの外観（左図）と横断面CT画像（右図）

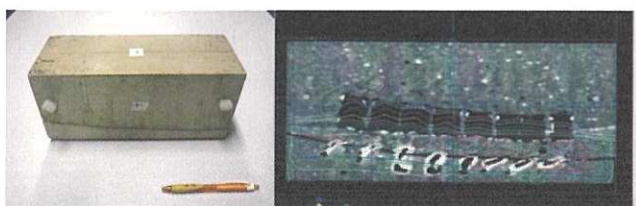


図3：脊椎ファントムの外観（左図）と矢状面CT画（右図）

拡大ブラッグピーク内に入るようにして3 Gyを照射する。その後、実施施設が返送したTLDとRPCとの平均出力比が評価結果として送られてくる。3つのTLDでは90%超過の信頼度で5%の不確かさがあるので、出力差5%以内が許容範囲とされる。

図2に前立腺ファントムの外観とCT画像を示す。大きな骨盤ファントムと円柱型の挿入部に分かれており、挿入部は照射用とCT用とで別になっている。骨盤ファントムとCT用挿入部の内部は郵送時に空なので施設で水を入れて使用する。まずCT用挿入部を入れてCT撮影を行い、輪郭を作成し治療計画を立てて、治療台上でX線位置決めを行い、照射時に照射用挿入部に入れ替えて標的に約6 Gyの照射を行

う。左右の大腿骨頭部分と照射用挿入部の標的中心付近にTLDが入っており、治療計画との出力差で7%以内が許容範囲である。また、照射用挿入部の矢状面と冠状面にガフクロミックフィルムが入っており、治療計画との線量分布を比較して7%と4 mmの γ -index基準で85%以上が許容範囲である。

図3に脊椎ファントムの外観とCT画像を示す。四角柱型のファントムの中に脊椎骨が入っており、CT撮影を行って中心付近で線量分布を繋ぐように2門の平行なビームで治療計画を立てる。治療台上でX線位置決めを行い、標的に約6 Gyの照射を行う。脊椎内の頭側と尾側にそれぞれTLDが入っており、治療計画との出力差は両方7%以内が許容範囲である。また、矢状面と脊椎内にガフクロミックフィルムが入っており、治療計画との線量分布を比較して、照射野の端で等線量となる位置の計画と実測との

ズレ（Distance to agreement）が平均で5 mm以内が許容範囲である。

RPCでは回収した線量計やフィルムを解析して上記の評価が行われ、数か月後に実施施設へ評価結果が送られてくる。今までSCCの陽子線治療ビームで行った結果は全て許容範囲内でありAcceptableの判定であった。

4. 陽子線の訪問調査

訪問調査では、RPCの調査員が施設に直接来て、彼らが持ち込む測定機器を用いて治療ビームの線量測定やCT撮影が行われる。さらに定期的な品質管理作業、患者CT撮影、治療計画などの方法や記録について聞き取り調査や資料提出が求められる。

訪問調査時に RPC に提出する必要がある書類には、各陽子線ビームに関連する基本データ(基準線量率、線量校正条件、線量出力のエネルギー・SOBP 幅・レンジシフト厚、スノートサイズ、スノート距離、コリメータサイズなどの依存性)、ビームの QA データ(線量均一性、飛程再現性、SOBP 幅再現性、飛程均一性、線量モニタ校正定数均一性、

Lateral penumbra、Distal penumbra、X 線位置決め精度など)、吸収線量校正記録、治療計画の CT 値-阻止能変換テーブル、線量計とエレクトロメータの校正証明書、RPC の質問用紙(<http://rpc.mdanderson.org/rpc/> の “Proton approval” からダウンロード可能)を記入した書類などが含まれる。これらの提出書類のコピーは、RPC の品質保証事務所に永久保管される。

訪問日数は通常 3 日と予備 1 日が一般的な必要日数である。SCC の場合は 2012 年 11 月 5 日から 7 日の 3 日間で行われ、調査員は RPC の Followill 先生(主に X 線治療調査)と Summers 先生(主に陽子線治療調査)であった。陽子線治療における訪問調査の項目と所要時間を以下に箇条書きで記す。

- 線量の校正、投与、計算方法のインタビュー：1.5 時間
- CT 値から阻止能への変換方法²⁾のインタビューと CT ファントムの撮影：2 時間
- 治療計画手順のレビュー：2 時間
- 画像システム、患者位置決め確認：1 時間
- QA 方法と記録³⁾のレビュー：3.5 時間
- 水ファントムで基準ビーム条件の吸収線量測定：2 時間
- 基準ビーム条件と 4 本分の治療ビーム条件の OCR 測定：3 時間 (MatriXX 使用)
- 基準ビーム条件と 4 本分の治療ビーム条件の PDD 測定：3 時間 (Zebra 使用)



図4：RPC 訪問調査の様子。左は PDD 測定中、右は CT 値-阻止能変換方法の議論中の写真

- 各治療室分のアクリルファントムの照射：1 時間
- IGRT 精度確認用キューブファントムの照射：1 時間
- 最終インタビュー：1 時間

最終インタビューでは訪問調査の総括と寸評が行われ、陽子線治療で特に問題点は指摘されなかった。その後、RPC から訪問調査の詳細結果が記された正式な記録文書が送られてくる。

5. まとめ

SCC で実施した陽子線治療 QA のための RPC による郵送調査と訪問調査について簡単に説明した。第三者機関から外部評価を受けたことは、治療手順や QA 方法を再確認して見直す上でも非常に重要な機会であった。今後こうした経験を生かし、より効率的で確実な QA 方法を開発したいと考えている。

参考文献

- 1) Izewska J. and Andreo P.: The IAEA/WHO TLD postal programme for radiotherapy hospitals, *Radiotherapy and Oncology* 54, 65-72, 2000
- 2) Kanematsu N *et al.*: A CT calibration method based on the polybinary tissue model for radiotherapy treatment planning, *Phys. Med. Biol.* 48, 1053-1064, 2003
- 3) Kase Y *et al.*: A revision of proton machine quality assurance for wobbling-proton-beam therapy, *Radiol. Phys. Tech.* 6, 444-452, 2013

水吸収線量校正の現状報告

山下 航 (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

当財団では平成24年10月より水吸収線量単位による校正(以下、水吸収線量校正)を開始し、平成25年7月までに523施設2031件の水吸収線量校正を実施致しました。水吸収線量校正開始前は照射線量単位による校正(以下、照射線量校正)を継続して希望される施設も多いのではないかと予想していましたが、結果としては9割以上が水吸収線量校正のご依頼という状況となっています。これを受けて、平成25年4月より水吸収線量校正へと完全移行致しました(一部電離箱を除く)。水吸収線量校正へのご理解とご協力をいただきありがとうございます。また、当初は作業員の不慣れもあり、校正件数を少なめに設定していたため皆様には大変ご不便をお掛けしていましたが、現在は作業方法の見直しや熟練度の向上により、平成24年9月までの照射線量校正と同程度の件数を実施出来るようになりました。本稿では水吸収線量校正開始時からの変更点等について報告致します。

2. 一部電離箱(NACP-02, 23343)の校正定数不確かさの変更

水吸収線量校正では水によってコバルト γ 線が減衰するため、照射線量校正と比較して1分間測定の電離箱出力が10%程度小さくなります。そのため、測定値に対するノイズの影響が大きくなり、空洞体積の小さな電離箱においては顕著となります。特に、NACP-02および23343

(Classic Markus)はノイズによる出力の変動が大きく、更に出力が安定するまでに多くの測定回数を要する傾向があります。表1に水吸収線量校正開始時から2か月間の測定データを基に算出した平行平板形電離箱の型式別平均測定回数を示します。このように、NACP-02および23343の平均測定回数は片極性だけでも他の平行平板形電離箱の2~3倍となっています。平行平板形電離箱は両極性で校正を行うため、校正作業時間増大の大きな要因となっていました。そこで、平成24年12月よりNACP-02および23343の不確かさの一部見直しを行い、校正定数の拡張不確かさ($k=2$)を従来の1.1%から1.2%へと変更致しました。この処置により、測定時間を大幅に短縮し、校正件数を多く実施することが可能となりました。なお、他の平行平板形電離箱および円筒形電離箱の不確かさにつきましては、従来通り1.1%のままとしています。

線量計校正の不確かさの詳しい解説は、「線量校正センターニュース Vol.2」および下記の当財団ホームページをご覧ください。

「医用原子力技術研究振興財団 HP 線量計校正の不確かさについて」

URL : http://www.antm.or.jp/03_activities/0214.html

3. 水吸収線量校正への移行に伴う校正定数の変化

平成24年10月より平成25年7月までに水吸

表1：平行平板形電離箱の型式別平均測定回数（平成24年10月3日～11月30日に実施した111本）

電離箱 型式	本数	Volume [cm ³]	マイナス極性 [回]	プラス極性 [回]
NACP-02	37	0.16	10.4	9.4
PPC40	36	0.4	6.7	7.3
34045	17	0.02	6.8	6.6
23343	13	0.057	16.7	19.5
34001	8	0.39	6.2	5.8

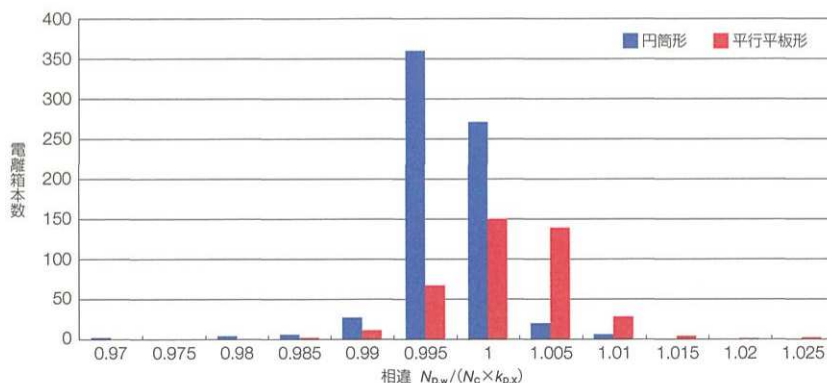


図1：水吸収線量校正の $N_{D,w}$ と前回照射線量校正の $N_C \times k_{D,X}$ の相違（円筒形698本、平行平板形405本）

収線量校正を実施した電離箱の内、照射線量校正実績のある電離箱（円筒形 698 本、平行平板形 405 本）について、水吸収線量校正で得られた $N_{D,w}$ と前回照射線量校正で得た N_C に $k_{D,X}$ を乗じて算出した $N_{D,w}$ との相違を図1に示します。円筒形電離箱の平均は0.994、標準偏差は0.004であり、平行平板形電離箱の平均は0.999、標準偏差は0.006となりました。円筒形電離箱の $N_{D,w}$ は $N_C \times k_{D,X}$ に対してやや小さい傾向にあり、平行平板形電離箱に関しては偏りのない結果となっています。

4. スキャンデータ測定用の電離箱について

スキャンデータ測定用の電離箱（IBA CC01, CC04, CC13等）（図2）の校正は現在見送らせていただいております。これは、絶対線量測定用ではないこと、また、水吸収線量校正の依頼が殺到しており、新たな電離箱の依頼が増えた

場合に対応しきれなくなる可能性があることが理由による措置です。これらの電離箱の校正についてはユーザーからの強い要望もございましたため、水吸収線量校正の適応対象とできるよう努力致しますので、今しばらくお待ち願います。



図2：スキャンデータ測定用電離箱IBA CC01の外観図

平成24年度治療用線量計校正実績（平成24年4月～平成25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24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9年目となる。また、平成21年1月よりJCSS登録事業者としての校正形態に移行してからも4年余が経過した。昨年の線量校正センターニュースでも一部報告したように、年度半ばの10月より校正システムを変更し、水ファントムを用いた測定による水吸収線量校正定数の直接供給を主とする体制に切り替えた（水中校正）。一方、従来の空中での照射線量単位による校正（空中校正）の依頼も少数ながらあり、双方の校正を平行して実施した。水中および空中校正を合わせた年間実績は、線量計、電離箱および校正件数の何れにおいても、過去9年間での最多となった。ただし、ここ数年の増加および減少の傾向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。

水中校正は、空中校正と同様に、製品評価技術基盤機構（NITE）によるJCSS登録事業者認定を受けて行っている。そのため、産業技術総合研究所（産総研）に線量計の水吸収線量単位のjcss校正を依頼し、更にNITEの実施する技能試験に参加したが結果は良好であった。水中校正開始当初は、システム立ち上げ時の技術的不安定さに対応するため1日当たりの校正数を少な目とし、多少ユーザーの依頼待ちが発生したが、校正日数の増加、不確かさの見直し等によって校正数を確保した。水中校正を開始

して3ヵ月以降は従来通りの1日当たりの校正数をこなせるようになった。

2. 月別校正数

平成24年度（平成24年4月～平成25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、空中校正、水中校正およびその合計に分けて表1、2および3に示す。表3の最終行にある水中および空中校正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76台および237件であり、これも23年度に比べ増加し、業務量の増大を示している。また、水中校正の開始によって、年度後半に校正日数が増加したことが見てとれる。

3. 校正数の現状と平成23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21年より24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。やはり年度後半、特に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、毎年同時期になるように調整している。また、特に校正数の少ない月が存在するが、平成21年2月は⁶⁰Co照射装置の故障、同23年3月は大震災発生が原因である。

表1：平成24年度月別校正数（空中校正）

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
24/4	8	68	106	65	171	236	9	59
24/5	10	86	129	68	197	265	15	71
24/6	8	61	195	57	152	209	8	53
24/7	8	76	113	56	169	225	19	57
24/8	7	62	85	56	141	197	20	42
24/9	6	55	84	46	130	176	11	44
24/10	1	11	14	8	22	30	4	7
24/11	1	10	17	8	25	33	2	8
24/12	1	5	9	5	14	19	1	4
25/1	1	9	14	8	22	30	3	6
25/2	1	10	13	9	22	31	1	9
25/3	1	13	15	10	25	35	5	8
合計	53	466	694 (63.7%)	396 (36.3%)	1,090 (100%)	1,486	98 (21.0%)	368 (79.0%)

表3：平成24年度月別校正数（空中+水中）

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
24/4	8	68	106	65	171	236	9	59
24/5	10	86	129	68	197	265	15	71
24/6	8	61	195	57	152	209	8	53
24/7	8	76	113	56	169	225	19	57
24/8	7	62	85	56	141	197	20	42
24/9	6	55	84	46	130	176	11	44
24/10	10	69	107	52	159	211	15	54
24/11	11	73	107	67	174	241	10	63
24/12	9	80	123	60	183	243	20	60
25/1	9	79	114	64	178	242	21	58
25/2	12	111	153	86	239	325	14	97
25/3	11	92	127	76	203	279	25	67
合計	109	912	1,343 (64.1%)	753 (35.9%)	2,096 (100%)	2,849	187 (20.5%)	725 (79.5%)
月平均	8.8	76.0	111.9	62.8	174.7	237.4		

証明書作成（JCSS）：921 通（9 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）

表2：平成24年度月別校正数（水中校正、月平均は水中校正のみで算定）

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
24/10	9	58	93	44	137	181	11	47
24/11	10	63	90	59	149	208	8	55
24/12	8	75	114	55	169	224	19	56
25/1	8	70	100	56	156	212	18	52
25/2	11	101	140	77	217	294	13	88
25/3	10	79	112	66	178	244	20	59
合計	56	446	649 (64.5%)	357 (35.5%)	1,006 (100%)	1,363	89 (20.0%)	357 (80.0%)
月平均	9.3	74.3	108.1	59.5	167.7	227.1		

3-2. 線量計、電離箱および校正件数

平成16年より24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4および5に示す。平成18年以降校正数の増減が繰り返されていることが判る。22年度は東日本大震災の影響もあってか21年度に比べ約10%の減少であったが、23および24年度は再び増勢傾向に転じ、前年比の校正件数にしてそれぞれ約7%および5%の増加となった。年間校正数の合計は21年度にピークがあり、22および23年度はこれに及ばなかったが、24年度の校正数は財団による線量計校正事業開始以来最多を記録し、その前の2年間の落ち込みを回復したことになる。また、水中校正の開始当初は1日当たりの校正数をやや抑え気味にしたため校正数確保のため校正作業日を増やさざるをせず、年間の校正日数が100日を超えることとなった。従って、1日当たりの校正数の年平均は、東日本大震災の影響のあった23年度とほぼ同様となり、20年度をやや下回る水準に後退した。

表4の右より2列目は、電離箱分類の年度別変化である。平成24年度は23年度に比べ平行平板形の比率が減少した。同形電離箱の占める割合は、19年度までは年度毎に僅かではある

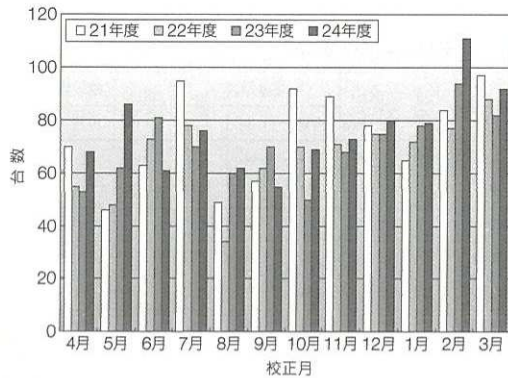


図1：線量計月別校正数（平成21～24年度）

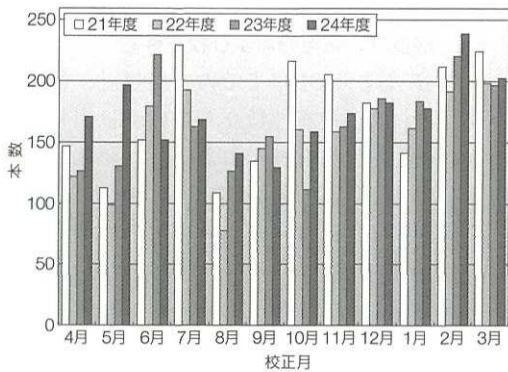


図2：電離箱月別校正数（平成21～24年度）

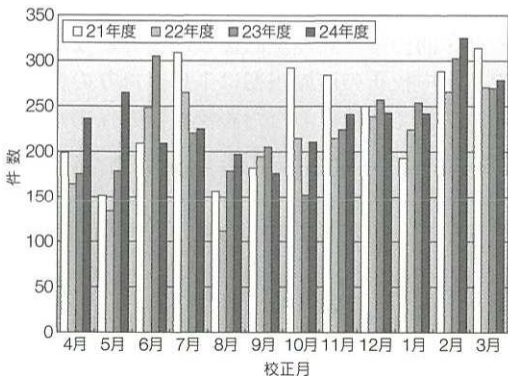


図3：月別校正件数（平成21～24年度）

が増加していたが、20年度はこの傾向が逆転し、21、22および24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、この比率は、空中および水中校正ともほぼ同じであった。

表4：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24	912 (1.082)	1,343	753	2,096 (1.054)	1,783 (2,849 (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 (-))

表5：1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24	109	8.36	12.3	6.9	19.2	26.1
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

3-3. 校正依頼形態

表6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20年度まで継続しており、業者等による仲介に対する割合が、平成16年度の校正事業発足当時は40%に近かったものがここ数年は25%前後となっている。これまでの校正申込みの増加の大部分は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が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ことを示している。平成21年度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。また、この割合は、空中および水中校正ともほぼ同じであった。

4. 校正データの解析

表7および8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、UNIDOS系の増加が目立ち、一方、IONEX DOSEMASTERは引き続き校正依頼

表6：校正依頼形態

年度	① 直接	② 仲介	①/②
平24	187	725	0.2576
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）

が減少している。電離箱では防水タイプの増加が著しく、特に、防水のFarmer形（PTW30013）の校正依頼が年度を追って上昇していることが判る。ただし、NACP-02形のみは頭打ちである。これに対し、非防水のFarmer形（PTW30001）およびMarkus形（PTW23343）は減少傾向が継続している。

表9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9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。なお、これまでの校正実績の集計の一部は当財団HPにアップしてある。

表9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9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、解析はコバルト校正定数 N_C を対象とした。）平成24年度に決定されたユーザー電離箱の校正定数の変化（決定された校正定数の前回のものとの比）の平均は 1.00132 ± 0.00380 （ $n=970$ ）であり、23年度（ 1.00141 ± 0.00380 ）に比べ多少改善した。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%台あるいはそれ以下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。

水中校正による校正定数は直接比較できる前回値がないので、新しく与えられた水吸収線量校正定数（ $N_{D,w}$ ）と、その前に与えられた照射線量単位の校正定数（ N_C ）に校正定数比（ $k_{D,x}$ ）を乗じたものとの比較を行った。結果を表10

表7：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	平 23	平 24
RAMTEC Smart	0	0	16	81	105	183	205	258	301
RAMTEC1000plus	151	196	254	229	275	274	256	259	235
UNIDOS10001/10002/10005	59	85	93	105	82	90	79	75	89
UNIDOSweblin10021/10022	**	**	**	**	20	27	32	45	74
RAMTEC1000D/H	115	104	158	128	131	121	98	80	69
KEITHLEY35040 (同等品)	12	16	24	28	26	48	41	39	41
AE130/131/132/132a *	43	35	37	28	26	31	24	18	20
IONEX DOSEMASTER2590A/B	75	72	79	62	44	38	17	16	14
KEITHLEY6517A/617/6514	<4	4	11	7	8	14	10	15	14
MAX4000	9	13	14	11	13	14	3	9	13
UNIDOS E10008/10009/10010	**	**	**	**	5	2	7	9	12
Super MAX	0	0	0	0	5	6	6	4	8
DOSE1	<4	5	5	5	8	7	4	4	6
DOSE-DOSE RATE METER2620/A	11	8	13	8	6	8	5	3	4
PC Electrometer	0	0	0	0	0	2	4	2	4
DOSEMETER2570/A/1B/2670A *	4	4	4	9	2	5	3	1	2
VICTOREEN500/500-1/500SI/530SI	27	35	25	20	15	10	4	4	1
CAPINTEC192/A/292 *	6	8	3	6	4	2	2	2	1
RAMTEC2000	4	2	3	1	2	1	1	0	0
Others	15	8	4	1	1	2	2	3	4
合 計	535	595	743	729	776	885	803	846	912

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、H23:3、H24:4。**は、平成 19 年までは UNIDOS10001 系にまとめて集計した

表9：電離箱の校正履歴の分類

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	910	112	68	1,090	1.00132	0.00380

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 (N_0) の比は比較可能群についてのみ評価。平成 24 年度分は空中校正を行った電離箱のみを集計

表8：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	平 23	平 24	Note
30013	C	158	242	371	463	575	739	743	841	939	WP
NACP-02	P	99	127	177	200	221	245	208	250	201	WP
PPC40	P	<4	12	40	62	81	117	132	149	179	WP
34045	P	19	35	56	77	100	137	125	136	161	cap
30001	C	280	267	346	275	274	242	189	159	124	nWP
23343	P	250	242	292	216	208	184	149	125	107	cap
34001	P	20	34	31	39	46	47	53	55	74	WP
30010	C	75	87	100	93	85	96	80	72	72	nWP
31010/31002	M	15	15	16	20	31	33	44	31	51	WP
A12	C	8	16	18	20	26	36	13	22	31	WP
C110 (0.6ml)	C	66	49	45	39	36	39	43	27	30	nWP
A12S	C	5	6	8	8	10	17	11	14	25	WP
30006	C	22	32	29	28	24	23	20	17	18	WP
31013/31003	C	<4	<4	<4	6	6	12	13	14	11	WP
A1SL	M	**	**	**	**	**	**	**	**	11	WP
23333/4/2	C	68	80	91	53	50	37	13	13	10	nWP
A10	P	5	9	8	9	10	7	2	8	10	cap
P11	P	4	6	6	4	7	12	5	8	7	WP
23323	M	6	5	7	4	5	3	5	5	5	WP
31014/31016	Pin Po.	<4	<4	5	7	9	9	7	15	4	WP
31006	Pin Po.	<4	5	8	6	9	6	4	3	3	?
FC65P	C	<4	<4	<4	<4	<4	4	2	5	2	WP
C134A	P	11	16	16	11	8	7	6	5	2	nWP
その他		32	40	40	20	18	14	8	15	7	
合 計		1,154	1,334	1,719	1,663	1,839	2,071	1,867	1,988	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（ファーマー）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。**は少数のため、その他に含まれているか、校正依頼無し

および 11 に示す。何れも、平成 24 年 10 月以降の 6 ヶ月間に校正された電離箱で過去に校正履歴あるものを対象とする。表より、電離箱の種別（円筒形 or 平行平板形、型式別、防水キャップの有無）により校正定数の差に違いのあることが判る。また、全体的に、水吸収線量校正定数のほうが小さめであるが、円筒形電離箱は、

校正の際全て防浸鞘を用いて水中に挿入するので、防浸鞘の影響がある程度存在することも考えられる。これらについては現在検討中であり、データの集積を進めている。

表 10：校正定数の比較 ($N_{D,w}$ と $N_C \times k_{D,x}$ の差)

種別	電離箱数	平均 (%)	S.D. (%)
円筒形	447	-0.59	0.38
平行平板形	270	-0.07	0.57
合計	717	-0.39	0.53

対象は、校正履歴があり N_C を持つ電離箱で、 $k_{D,x}$ が与えられている形式のみ

表 11：校正定数の比較 ($N_{D,w}$ と $N_C \times k_{D,x}$ の差)・2

電離箱型式	種別	電離箱数	平均 (%)	S.D. (%)
NACP02	平行平板形	86	0.05	0.66
PPC40		75	0.08	0.36
34045		43	-0.26	0.38
23343		32	-0.84	0.20
30013	円筒形	348	-0.63	0.35
30001		33	-0.39	0.41

型式別、校正本数の多い型式のみ。対象については、表 10 の caption を参照

5. JCSS 関連

昨年度の線量校正センターニュースに一部述べたように、当センターが JCSS 登録事業者として水中校正を実施するため、NITE に対し該当区分の JCSS 登録申請を行った。加えて、空中校正についても登録して以来 4 年目を迎えるので、水中校正と同時に同校正の登録更新の申請も行った。また、登録申請に必要な水中校正（平成 24 年 3 月 6 日）および空中校正（同 5 月 23 日）の技能試験にも参加したが、結果は合格であった。更に、双方の校正に用いる特定二次標準器である線量計の校正（jcss 校正）も産総研に依頼した。

これに対し、平成 24 年度 8 月 16 日に、NITE より空中校正に水中校正の区分を加えた JCSS 登録証が交付され、同年 10 月より線量計の水中校正業務を開始した。新たに発行する校正証明書には、水吸収線量校正定数 $N_{D,w}$ の不確かさが記載されており、従来の空中校正の校正定数 N_C より換算する場合に比べ不確かさの大幅な縮小が可能となった。なお、空中校正の不確かさについても見直しを行い、これまでより若干改善された値となっている。

（線量校正センター 佐方周防）

資料 2

出力測定の実績等について

公益財団法人 医用原子力技術研究振興財団

1. 出力測定の集計

平成 24 年度までに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 25 年 3 月までの施設の累計は 252、装置の合計は 301、ビーム数は 1,061（内、校正条件ビーム数：570）であった。エネルギー別では 10 MV が最も多く、次いで 6 MV であった。ただし、4 MV と 6 MV の依頼数は年度によって増減があるが、最近の数年は 6 MV の測定依頼が優勢であり、特に 24 年度は 6 MV のビーム数は 4 MV の 2 倍以上で 10 MV に迫る勢いである。校正条件ビームのみのエネルギー別集計は後出の表 3 に示すが、10 MV が突出して多く、6 MV および 4 MV の順であった。24 年の単年度の集計は、23 年

度に比べ施設数およびビーム数の双方とも 40% 程度の増加であり、過去の実績の中では施設・装置およびビーム数のいずれにおいても最多となった。23 年度の実績はその前年に比べやや減少したが、その分を回復し更に 22 年度をも上回ったことになる。また、22 年度より始まった条件付測定もそれなりの申込があるが、年毎に傾向が異なり、24 年度は校正条件の増加が目立ち、次いで照射野、ウエッジ条件の順であった。

2. 財団で評価した線量と施設側で照射した線量との相違

表 2 および図 1 に、各ビームについて、財団で評価した線量と、各施設より申告された線量

表 1：出力測定内容の集計

項目	平 19	平 20	平 21	平 22	平 23	平 24	累計	
施設	14	43	45	50	46	54	252	
装置	17	50	45	59	54	76	301	
エネルギー	4 MV	9	20	29	78	64	255	
	6 MV	8	29	25	95	84	368	
	10 MV	13	35	40	112	88	424	
	15 MV	0	3	0	3	1	14	
	合計	30	87	94	288	237	325	1,061
区分	拠点	12	33	34	38	35	49	201
	その他	2	10	11	12	11	5	51
条件	Calibra.	30	87	94	109	104	146	570
	Wedge	-	-	-	53	58	70	181
	Field	-	-	-	126	75	109	310

実施日の区分は報告書の発行日

表2：財団で評価した線量と施設側で記載した線量の差 (%)

範囲 (%)	合計	平 19	平 20	平 21	平 22	平 23	平 24
～ -2.75	1	0	0	0	0	0	1
-2.75 ～ -2.25	6	0	1	1	1	1	2
-2.25 ～ -1.75	6	0	0	0	2	2	2
-1.75 ～ -1.25	28	2	1	6	6	2	11
-1.25 ～ -0.75	53	3	3	5	10	7	25
-0.75 ～ -0.25	82	2	9	13	13	21	24
-0.25 ～ 0.25	106	2	16	15	20	22	31
0.25 ～ 0.75	104	4	11	23	22	18	26
0.75 ～ 1.25	90	9	25	14	19	15	8
1.25 ～ 1.75	51	6	13	10	7	8	7
1.75 ～ 2.25	23	1	2	5	5	4	6
2.25 ～ 2.75	12	1	3	1	2	2	3
2.75 ～ 3.25	7	0	3	0	2	2	0
3.25 ～	1	0	0	1	0	0	0
ビーム数	570	30	87	94	109	104	146
平均 (%)	0.256	0.573	0.677	0.356	0.240	0.264	-0.110
標準偏差	1.057	1.051	0.991	1.016	1.077	1.023	1.039

校正条件ビームのみ (平成 19 年～平成 24 年の年度別と合計)

との差を示す。何れも校正条件ビーム (n = 570) での比較である。-0.25 より 0.25% のものが最も多く、次いで 0.25 より 0.75% 台であった。従って、財団とユーザの差は僅かにプラス目である。範囲は -3.3% より 3.6% であり、± 2.5% を超えるのは 16 ビーム (内 2 ビームは 15 MV) であった。平成 19 年および 20 年には 0.6% 前後あった差が 21 年より縮小に転じ、改善方向に向かっていたが、24 年度はマイナスとなり、僅かではあるけれども財団側評価の方が少な目となった。ただし、標準偏差は何れの年度でもおよそ 1% である。

平成 24 年度のみでの校正条件ビームの線量差の分布を図 2 に示す。平均が 0 に近づき、図 1 と比較すると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、4 MV で小さく、10 MV では大きかったが、ばらつきは 6 MV が最も小さかった。

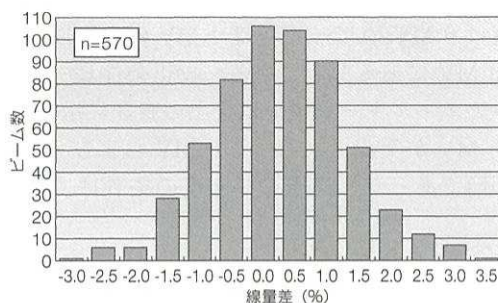


図 1：財団で評価した線量と施設より申告された線量との差 (平成 19～24 年度の校正条件ビームの合計)

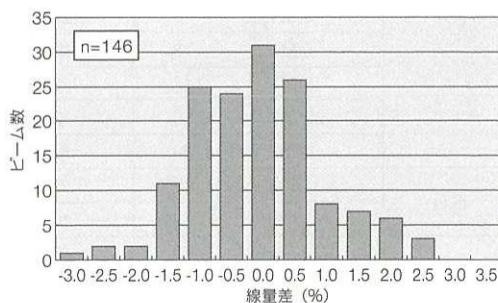


図 2：財団で評価した線量と施設より申告された線量との差 (平成 24 年度の校正条件ビームのみ)

表3：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	145	0.008	0.993
6 MV	177	0.180	0.966
10 MV	237	0.425	1.107
15 MV	11	1.300	1.057
合計	570	0.256	1.057

表6：1施設当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

表4：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	S.D.
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
累計	74	62	26	19	181		

表5：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	S.D.
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	-0.149	1.229
累計	128	38	128	16	310		

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3年間の条件付測定の内容を表4および5に示す。24年度は、照射野条件は109ビーム、ウエッジ条件は70ビームであり、いずれも校正条件の146ビームを下回った。ただし、ここ3年とも、照射野条件の方がウエッジ条件より申し込みが多い。また、ウエッジおよび照射野条件とも23年度を上回ったが、照射野条件は22年度よりは少ない。条件付測定での財団と施設の線量の差も同表に示す。条件付測定では、ウエッジ条件および照射野条件とも差は0.1%台あるいはそれ以下であり、校正条件に比べ小さいことが見てとれる。ただし、

標準偏差は約1%と、これは校正条件とほぼ同様である。

表6は1施設当りの申込条件数(ビーム数)である。22年度以降は、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年度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。また、ウエッジ条件の1施設当りの申し込みは年度による変動が少ないが、照射野条件は変動のあることが判る。校正条件は24年度の増加が目立つが、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る。

(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の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、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。本年度（平成 25 年度）は、平成 23 年度及び 24 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 23 年度校正実施施設

平成 23 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 23 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 99.8%、研究・教育機関やメーカーについては、93.8%に相当する施設から公表の同意が得られました。

平成 24 年度校正実施施設

平成 24 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 23 年度と同様に、医療機関においては 99.1%、研究・教育機関やメーカーにおいては 91.7%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 ヶ国、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。当財団では 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。

昨年より、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 年度から 2012 年

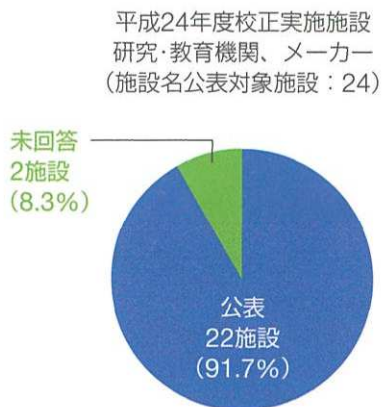
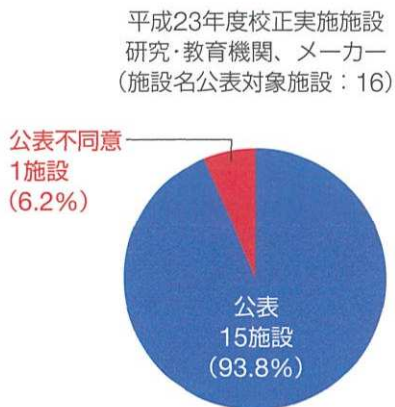
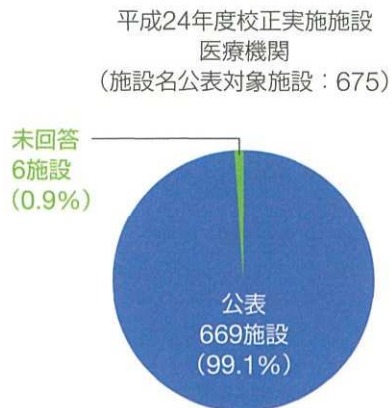
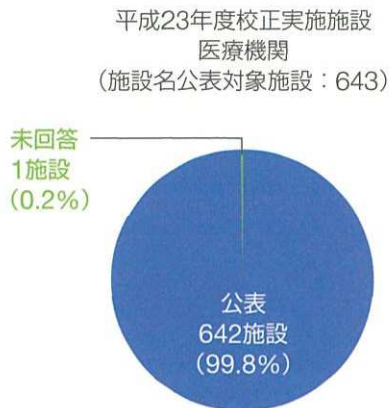


図 1.1：平成23年度校正実施施設の公表状況

図 1.2：平成24年度校正実施施設の公表状況

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。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 高瀬信宏、奥山浩明)

2007年～2012年度治療用照射装置(X線)の出力測定実施施設一覧(対象167施設中157施設)

北海道	12 施設	福島県	1 施設
JA 北海道厚生連旭川厚生病院		独立行政法人労働者健康福祉機構福島労災病院	
JA 北海道厚生連帯広厚生病院			
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			
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			
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			
砂川市立病院			
青森県	4 施設	東京都	12 施設
独立行政法人国立病院機構弘前病院		慶應義塾大学病院	
青森県立中央病院		公立昭和病院	
三沢市立三沢病院		独立行政法人国立病院機構東京医療センター	
弘前大学医学部附属病院		東京医科大学病院	
		日本大学医学部附属板橋病院	
		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	
		順天堂大学医学部附属練馬病院	
		公立阿伎留医療センター	
岩手県	1 施設	神奈川県	4 施設
岩手医科大学附属病院		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	
		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	
宮城県	3 施設	埼玉県	2 施設
東北厚生年金病院		埼玉医科大学総合医療センター	
地方独立行政法人宮城県立病院機構		川口市立医療センター	
宮城県立がんセンター			
石巻赤十字病院		千葉県	6 施設
		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	
		国保直営総合病院君津中央病院	
		千葉県がんセンター	
秋田県	3 施設	茨城県	5 施設
秋田大学医学部附属病院		独立行政法人国立病院機構茨城東病院	
大館市立総合病院		筑波大学附属病院	
秋田県厚生農業協同組合連合会山本組合総合病院		友愛記念病院	
		独立行政法人産業技術総合研究所	
		東京医科大学茨城医療センター	
山形県	5 施設		
山形県立中央病院			
山形県立新庄病院			
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			

栃木県	4 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 栃木県立がんセンター	独立行政法人国立病院機構豊橋医療センター		
群馬県	2 施設	前橋赤十字病院 桐生厚生総合病院	岐阜県	5 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 地方独立行政法人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
新潟県	6 施設	新潟市民病院 新潟大学医歯学総合病院 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支部 新潟県済生会済生会新潟第二病院 JA 新潟厚生連上越総合病院	静岡県	5 施設	浜松医療センター 磐田市立総合病院 総合病院聖隷三方原病院 総合病院聖隷浜松病院 静岡済生会総合病院
長野県	1 施設	長野赤十字病院	三重県	2 施設	伊勢赤十字病院 三重県厚生農業協同組合連合会松阪中央総合病院
富山県	1 施設	黒部市民病院	大阪府	7 施設	地方独立行政法人堺市立病院機構市立堺病院 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医療センター 近畿大学医学部附属病院 大阪赤十字病院 ペルランド総合病院
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 金沢大学附属病院 公立松任石川中央病院	兵庫県	7 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 神鋼病院 兵庫医科大学病院 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
福井県	1 施設	福井赤十字病院	京都府	6 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 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
愛知県	11 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中央病院 愛知医科大学病院 社会保険中京病院 名古屋市立東部医療センター 医療法人豊田会刈谷豊田総合病院 豊橋市民病院 社会医療法人名古屋記念財団名古屋記念病院 一宮市立市民病院			

滋賀県	2 施設
市立長浜病院 滋賀県立成人病センター	
奈良県	1 施設
財団法人天理よろづ相談所病院	
和歌山県	3 施設
日本赤十字社和歌山医療センター 社会保険紀南病院 和歌山県立医科大学附属病院	
鳥取県	2 施設
鳥取県立中央病院 鳥取市立病院	
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	2 施設
独立行政法人国立病院機構岡山医療センター 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	1 施設
県立広島病院	
山口県	2 施設
総合病院社会保険徳山中央病院 医療法人聖比留会セントヒル病院	
香川県	1 施設
香川県立中央病院	
愛媛県	1 施設
独立行政法人国立病院機構四国がんセンター	
高知県	2 施設
高知県・高知市病院企業団立高知医療センター 高知大学医学部附属病院	

福岡県	7 施設
北九州市立医療センター 大牟田市立病院 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 独立行政法人国立病院機構九州がんセンター 福岡大学病院 公立八女総合病院	
長崎県	3 施設
独立行政法人国立病院機構長崎医療センター 日本赤十字社長崎原爆病院 社団法人全国社会保険協会連合会 健康保険諫早総合病院	
熊本県	3 施設
医療法人社団法人優会熊本放射線外科 荒尾市民病院 熊本市立熊本市民病院	
大分県	1 施設
九州大学病院別府病院	
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	1 施設
社会医療法人聖医会 サザン・リージョン病院	

※ 2013 年 7 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 25 年 8 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、いづ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で深く感謝申し上げます。

線量計校正担当者より

● 照射線量単位での電離箱線量計について

水吸収線量単位での JCSS 校正（以下、水吸収線量校正）を平成 24 年 10 月から開始しましたことから、平成 25 年 4 月より水吸収線量校正を標準的な電離箱線量計校正法として提供することとなりました。

従来の照射線量単位での JCSS 校正（以下、照射線量校正）を希望される場合につきましては、別途ご相談のうえ、対応させて頂いております。この場合、スケジュールの都合上、校正までに少々時間を頂くこともございますので、あらかじめご了承頂きますようお願い申し上げます。

● 線量計校正お申込みスケジュールについて

1. 予約開始時期について

当財団の線量計校正事業は、放射線医学総合研究所の⁶⁰Coγ線照射装置を借用して行っております。このため、2ヵ月前に借用可能日（校正実施日）を設定し、お問い合わせを頂いた施設様に校正日をご案内する流れになっております。

2. 仮予約について

スケジュール調整が非常に難しいため、2ヵ月前を目途に「仮予約」を頂くようお願い申し上げます。ただし、「仮予約」は、ご希望の日程をお約束するものではありませんのでご了承ください。

3. 予約確定について

校正日を確定するためには「仮予約」の後に、「校正申込書」を FAX またはメールにてお送りください。線量校正センターでは「校正申込書」を受け取り、記入内容を確認した後、施設様へ申込書の受領と予約完了のご連絡をいたします。

4. 予約確定時の注意

校正機器の台数と電離箱の種類（円筒 or 平板）および本数で校正件数が決まります。校正件数の減少についてはご相談の上変更が可能な場合があります。ただし、減少分はキャンセル待ちや新規の予約に充てられるため、再度の変更はお受けできませんのでご注意ください。また、校正件数を増やしたい場合は、あらかじめ予約が必要になりますのでご注意ください。

5. 週単位での予約について

線量計校正の予約は週単位で受け付け、各校正日に件数を振り分けて作業を行っております。そのため、校正日指定の予約には、お答えできない状況となっています。

		財団対応	ご依頼者さま
1月目	1週目		①仮予約
	2週目		
	3週目		
	4週目		
2月目	1週目		
	2週目		
	3週目		②お申込み送付
	4週目	③スケジュールリング	④校正機器発送
3月目	1週目	⑤校正実施	
	2週目		⑥校正機器返却
	3週目	⑦証書&請求書発送	
	4週目		

①仮予約
・電話もしくはメールで校正装置台数と電離箱の種類・本数をお伝えください。
・混みあっているため2ヵ月前のご連絡をお願いします。

②お申込み送付
・当財団HPよりダウンロードいただきFAXもしくはメールで2~3週間前までにお送りください。
・押印をいただいた原本は、校正機器発送時に同封ください。

③スケジュールリング
・届いたお申込みをもとに、校正条件の確認等スケジュールリング実施。

④校正機器発送
・校正日の前日までに当財団指定の場所(故医研コバルト室)へお送りください。

⑤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。

⑥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週明けの平日になります)

⑦証書&請求書発送
・校正実施後の1週間~10日間に当財団より発送いたします。

図1：校正申込みから証明書受取りまでの流れ

会計年度の事情などにより校正実施時期をご指定いただく場合がありますが、上記のような事情からご希望に沿えない場合もあります。事情をご理解いただき、可能な限り早い時期に校正申し込みをいただきます様、ご協力をお願い申し上げます。

● 平行平板形電離箱の防浸性の確認について

平行平板形電離箱（A10、23343、34045、PPC40、NACP-Q2、P11、34001）の水吸収線量校正では電離箱を直接浸水させて校正を行います。校正依頼の際にご依頼の施設様により防浸性の確認をいただき、校正申込書へ防浸確認の記載をお願いしていますが、これまでに数件電離箱内に浸水した事例が発生しております。

線量計発送直前にご依頼の施設様で必ず浸水させても問題ないことをご確認下さい。

なお、非防浸性の電離箱（A10、23343、34045）につきましては、付属の保護キャップをしっかりと

締めた状態で確認して頂きますようお願い申し上げます。

●校正申込書（原本）浸水確認欄への記入

校正申込書に「浸水確認」のチェック欄がありますのでご記入をお願い致します。チェック欄に記載が無い場合、施設担当者様へ直接電話にて確認させていただきます。なお、不在等により連絡が取れない場合は校正を中止させていただく場合もあります。何卒、ご理解・ご協力のほど宜しくお願い申し上げます。

●校正機器の送付先変更について

平成25年5月13日より線量計の送付先を下記のように変更いたしましたので、お知らせ申し上げます。

【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：090-1438-0887

●財団本部事務所移転に伴う請求等の事務手続きに関する問合せ先変更について

平成25年2月16日に財団本部事務所を下記に移転しました。請求等に関しては下記にお問い合わせくださいますようお願い申し上げます。

【新財団本部事務所所在地】

〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町7-16
ニッケイビル5階
電話：03-5645-2230
FAX：03-3660-0200

●消費税増税に伴うお願い

消費税増税が平成26年4月より8%へ、平成27年10月より10%へと引き上げられることが検討されております。当財団でも線量計校正料金の消費税率変更分のご負担を利用者の皆様にお願ひ申し上げる次第です。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 佐々木陽祐)

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。

●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。

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。

●評価項目について

1セット（84,000円＋送料5,700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：2457)
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頂きます。

●照射記録に係わる不適切例の公表について

出力線量測定事業は今年で7年目を迎え、これまで出力線量測定を実施した施設は約170施設にも上ります。幸いにも、許容範囲(線量差が±5%)を超える事例は検出致しませんでした。標準計測法12に準拠していない等の不適切な事例が数々見られました。これらの事例および対策について財団ホームページに掲載する予定です。この情報が各施設における出力線量の品質管理の向上に繋がれば幸いです。

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、個々の患者治療チ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。

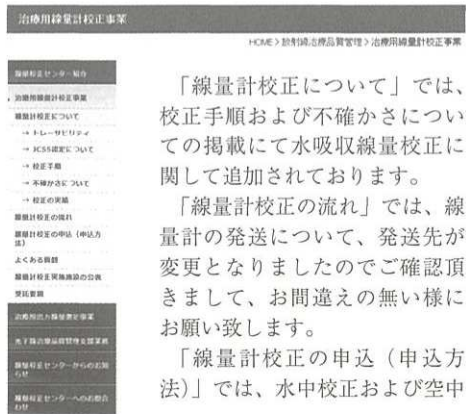
タグをクリックしますと放射線治療品質管理のページが表示され、線量校正センターからの最新のお知らせが確認できます。

(放射線治療品質管理タグ内の最新ニュースの更新)

- 平成 25 年 5 月 9 日 当財団の医療放射線監理委員会 池田 恢委員長（市立堺病院放射線治療科部長）による、「市民のためのがん治療の会」ホームページへの『放射線治療の出力測定について』掲載に伴い、財団ホームページにリンクを掲載。
- 平成 25 年 5 月 10 日 「治療用線量計の校

正申込書の更新」を掲載。

- 平成 25 年 7 月 3 日 「水吸収線量校正と標準計測法 12 への移行に伴うお願い」を掲載。（線量校正センターニュース第 3 号 2 ページの掲載と同じ）



「線量計校正について」では、校正手順および不確かさについての掲載にて水吸収線量校正に関して追加されております。

「線量計校正の流れ」では、線量計の発送について、発送先が変更となりましたのでご確認頂きまして、お間違えの無い様にお願ひ致します。

「線量計校正の申込（申込方法）」では、水中校正および空中

校正の校正日についてのご案内と申込書の記入例を更新しました。また、発送方法では、「線量計校正の流れ」での変更と同様に発送先が変更となっております。校正料金では、平成24年10月より水吸収線量単位での校正開始にあたり、水吸収線量校正料金が掲載され、空中校正料金については別途、ご相談とさせて頂いております。書式(申込書)のダウンロードでは、水中校正申込書の書式の掲載が追加されております。

「よくある質問」では、上記同様、発送方法について発送先の記載が変更となっております。

「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

「治療用出力線量測定事業」では、「治療用照射装置(X線)の出力線量測定実施施設の公表」にて、8月に更新を行っています。その他の各ページでの変更はありません。今後、順次更新を行います。

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。今後、順次更新を行います。

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

これまでの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、古い情報を削除していく予定です。

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。

これまで、氏名およびメールアドレスとお問い合わせ内容の記入となっておりますが、お問い合わせが代表のメールアドレスであった場合に、お問い合わせを頂いた方の所属が分からず、返信する場合の宛先名称の記載に困っておりました。

そのため、8月よりお問い合わせフォームに所属を入力する欄を追加致しました。お問い合わせの際には、出来るだけ入力頂きますようお願い申し上げます。

編集後記

九月といえば秋も半ばを越えるところ、まだまだ涼風が恋しい暑い日が続いており、虫の鳴き声の変化が待ち遠しく思いますが、食欲、運動、芸術など色々な秋が盛り沢山です。日々の暑さで弱った心身とともに、栄養を取り入れて体調を整えてみては如何でしょうか。

さて、昨年10月より当財団が提供を開始しました水吸収線量校正において、校正のご依頼の対応に少々遅れが発生し大変ご迷惑をお掛け致しましたが、皆様のご理解、ご協力を頂きまして遅れは解消されております。なお、線量校正センターニュースの第3号では、水吸収線量校正と昨年9月に発刊されました標準計測法12への移行に伴い、各施設における評価線量の変化確認のお願いについて、池田委員長の巻頭言および関係学会からのご案内を掲載させて頂きました。また、当ご案内は関係学会のホームページでも掲載されてお

ります。折に触れお目通し頂くとともに、施設関係者へ周知頂きますようお願い申し上げます。

近年、関係学会および研究会などでの広報活動はもとより、第三者評価の出力線量測定を実施頂いた施設関係者による広報へのご協力を頂き、出力線量測定の申し込みについての問い合わせが増えております。線量校正センターニュースの第2号の巻頭言「出力線量測定事業にご協力下さい」でも第三者による線量評価の重要性が紹介されております。

出力線量測定の実施状況は、治療用電離箱線量計校正を実施している施設全体の1割弱となっており、未だ浸透及ばずのところではありますが、今後、お申込みが増えることに期待と希望を持って需要に対応するべく準備を行っておりますので、何卒、ご協力を賜りますようお願い申し上げます。(K.N)



電離箱式サーベイメータ AE-133シリーズのご紹介

バックグラウンドレベルから最大10Sv/hまで幅広いラインナップ

電離箱式サーベイメーター一覧表

型名	検出器	測定範囲			表示	備考 (対象放射線)	
		$\mu\text{Sv/h}$		mSv/h			レンジ数
		0	0.1	1				10	100	1000
AE-133LZ/ Λ 2	円筒型電離箱	0.01	1	100	6段	X \cdot γ 線 / H*(10)	
AE-133L/ Λ 2	円筒型電離箱	0.05	1	300	6段	X \cdot γ 線 / H*(10)	
AE-133/ Λ 2	円筒型電離箱				6段	X \cdot γ 線 / H*(10)	
AE-133V/ Λ 2	円筒型電離箱 (複合型)				12段 (6段 \times 2)	X \cdot γ 線 / H*(10)	
AE-133B	薄膜入射窓平行平板 型電離箱(半密封式)				8段 (4段 \times 2)	X \cdot γ \cdot β 線 /H*(10) & H ⁺ (0.07) IEC60846-2009part1 対応	
AE-133H/ Λ 2	円筒型電離箱 (複合型)			200	4段	X \cdot γ 線 (30台以上一括受注生産のみ)	
AE-133BH	薄膜入射窓平行平板 型電離箱(半密封式)			1000	6段	X \cdot γ \cdot β 線 /H*(10) & H ⁺ (0.07) IEC60846-part1&2 対応	

環境モニタリング、除染則の決定版！

電離箱式サーベイメータ

東日本大震災被災地及び原子力発電所等にて活躍中！

＜優れたエネルギー特性及び温度特性で評価が簡単＞



写真は、AE-133LZ (Gy)

AE-133LZ/ Λ 2

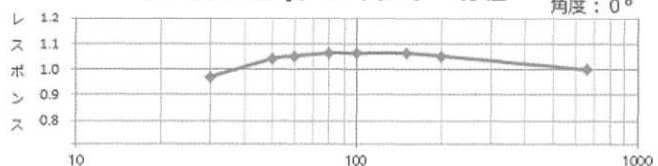
測定範囲：0.01 $\mu\text{Sv/h}$ ～100 $\mu\text{Sv/h}$

AE-133LZ (Gy)

測定範囲：0.01 $\mu\text{Gy/h}$ ～100 $\mu\text{Gy/h}$

[モニタリングポストの仲介器として]

AE-133LZ(Gy) エネルギー特性



詳しくは弊社ホームページをご覧ください

光子エネルギー [KeV]

●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

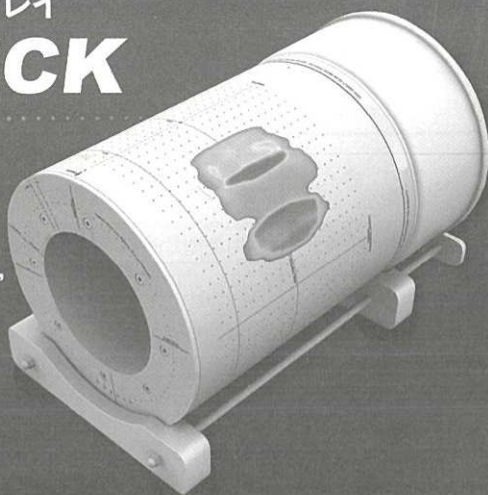
応用技研

- 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

アーク照射のために開発された等方位性アレイ

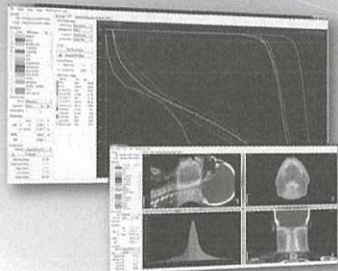
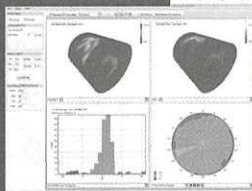
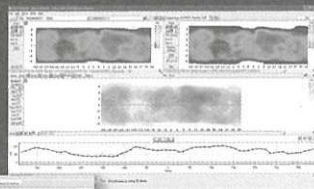
1220型 ArcCHECK

SUN NUCLEAR社のArcCHECKは
 開発当初よりアーク照射とIMRTのQAのために
 設計された等方位性半導体検出器アレイです。
 VMATやIMRT, 3Dコンフォーマル照射のプラン検証と、
 直感的な操作による効率的なコンジョイント解析や、
 コントロールポイント/サブアーク解析まで
 幅広く対応しています。



〈特長〉

- 患者プランQA
 - ・RapidArc, VMAT, TomoTherapy, Pinnacle SmartArc
 - ・従来のIMRTおよび3Dコンフォーマル照射
- ガントリ角度にかかわらずBEVが一定
- 測定データをもとに入射角度を計算する「バーチャル角度計」機能
- 簡単なハードウェアセットアップ
 - ・約16kgの軽量のハードウェア
 - ・電源/データケーブル1本を接続するだけの簡単なセットアップ
- スターショット, ガントリ回転角度,
MLC/コリメータQA等のマシンQA機能
- 分解・組立不要で実施できる, ユーザーキャリブレーション
- 各種検出器が挿入可能な中央空洞用プラグ(オプション)



より臨床的な関連性の高いQAのために 3DVH 3D患者線量解析ソフトウェア

(ArcCHECK, MapCHECK2, EPIDose用オプション)

従来のファントム内での検証結果から、実際の患者体内における線量を推測。
 DVH解析により、各ボリュームに対する線量をプランと比較可能です。

〈解析内容〉

- ドーズリファレンス(線量差異)解析
- ROI(関心領域)解析
- DVH解析
- BEV(ビームズアイビュー)
- QuickStats(クイック統計)機能
 - ・ストラクチャ毎に、ユーザが定義したDVHポイントやROI線量統計を簡単にレポート化
- Universal Plan比較
 - ・異なるTPSやモダリティのプラン同士、またIMRTプランとIMATプラン等、プラン比較が可能



For All Your Tomorrows

TOYO MEDIC

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

“やさしい放射線治療”の為に-

Dairy Linac QA Tools

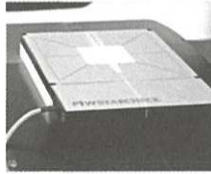
UNIDOS^{webline}

リファレンス線量計



STARCHECK

スタージオメトリ
イオンチェンバレイ



QUICKCHECK

日常QCチェッカー

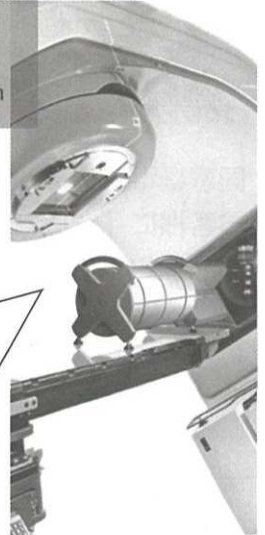
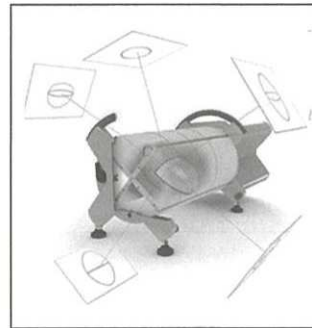


PTW

IMRT Dosimetry Tools

Delta⁴ PT

IMRT/VMAT Verification system

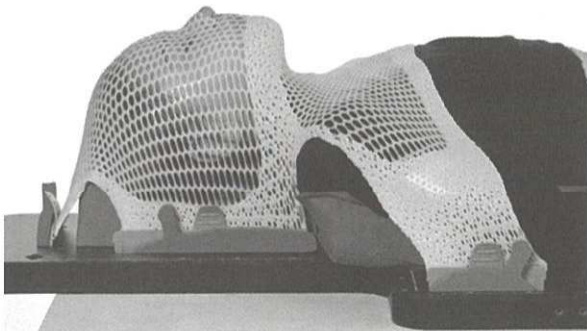


ScandiDos

High Precision Fixation

EFFICAST[®]

High Precision mask system



orfit

Dosimetric Phantoms

PLASTIC WATER[®]



CIRS

国内総
輸入元

Euro Meditec

ユーロメディテック株式会社

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

[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

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。

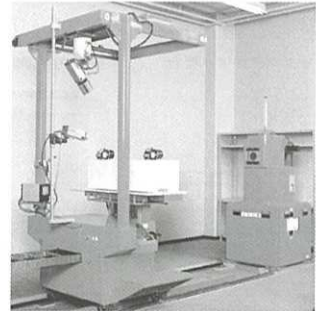
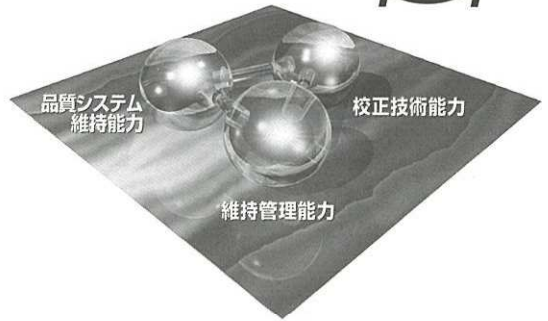
校正には、国家標準とのトレーサビリティが明確になっていることが必要です。放射線測定器は、トレーサビリティが明確な基準に基づく校正を行ってはじめて精度の高い測定が実現します。

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。



線量校正センターニュース 第3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