

# 線量校正センター

Vol. 9

# ニュース News

Therapy-level Dosimetry and Calibration

解説

ICRU90 取入れによる空気カーマ標準の変更について

話題

- ISO/TC85/SC2 国際標準化活動の概要と医療放射線防護分野における国際規格開発の現況



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.9

## contents

巻頭言	第三者評価を受けましょう…………… 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	ICRU90 取入れによる空気カーマ標準の変更について …… 2 黒澤忠弘（産業技術総合研究所 計量標準総合センター 分析計測標準研究部門 放射線標準研究グループ）
話題	ISO/TC85/SC2 国際標準化活動の概要と 医療放射線防護分野における国際規格開発の現況…………… 4 山田崇裕（近畿大学原子力研究所 ISO/TC85/SC2 国内審議委員会委員・幹事）
報告	医療線量測定分野における標準、応用および 品質保証に関する国際シンポジウム…………… 7 福村明史（日本医学物理学会 計測委員会）  放射線治療における地域連携支援事業 （中国・四国）パイロットスタディの実施報告…………… 11 田辺悦章（山口大学医学部附属病院 放射線部）
資料	治療用線量計校正の実績（平成30年4月～平成31年3月）……………14 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について……………20 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施設名公表について……………26 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……………31 出力線量測定担当より……………32 財団ホームページの線量校正センター関連の更新……………33
編集後記	……………34

## 第三者評価を受けましょう

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



第三者評価の必要性が叫ばれています。医療全般での第三者評価は日本医療機能評価機構が多くの医療機関に対してほぼ定期的に巡回する形で実施していますが、主として看護、事務面での評価、また事故調査報告などに一定の成果を挙げているようです。その中では放射線治療も病院機能の一部として適切に発揮されることが求められています。放射線治療の領域では、がん診療連携拠点病院の施設認定のための要件として「第三者機関による出力線量測定等の実施」が平成26年1月に義務化されたことをご存知の通りです。

また平成28年の診療報酬改定に伴い、第三者評価が遠隔放射線治療計画加算の施設要件となるなど、さらに広範囲の施設で適用されようとしています。その検証内容については質の担保が求められるため、第三者機関選択の手掛かりとするためのガイドラインが関係者により確定されました(\*)。

品質管理・保証に関して、放射線治療の面では大きく、線量に関する部分と、線量にかかわらない部分とに区分されます。当財団が事業として関わっているのは、「線量に関する部分」であります。当初、線量計校正から始まり、発生装置の出力の測定を業務として10年が経過しましたが、遺憾ながらその活動はなお十分と言えるものではありません。

本来これらの事業は放射線治療実施のすべての施設が受けるべきであり、また米国のIROCがNCIから資金を得ているように国がやるべきと考えていますが、現状ではわが国当局の関与はなく、わが国では資金の面でもマンパワーの面でも互助的に動かざるを得ない状況なので、ある面

では放射線治療品質管理機構の諸氏などとも手を携えて、引き続きこれらの事業を推進していきたいと考えています。

財団の事業では、現場の放射線治療の実状により即した形で第三者的に評価したいと考えています。即ち、出力測定評価において、IMRT、あるいは電子線の計測を実現できるよう検討しています。IMRTはいまや広く普及を見ており、現代の放射線治療の基本的技術となっています。これに対応した線量管理、あるいは線量分布管理をする必要があるかと思えます。

すべての放射線治療施設は第三者評価を受けましょう。自施設が第三者機関に認証されることで周囲からの客観評価も変わるわけですから、メリットは大きいと思われれます。こうして放射線治療の基本技術の面でも各施設は足並みを揃え、技術水準の維持・普及に心掛けたいものです。

当財団としては、技術の進歩に呼応して、また放射線治療現場のあらゆる場面・運用を想定して、放射線治療を主として線量の面から支援していく所存です。放射線治療関係の学会・団体から派遣の委員諸氏が監理委員会で運用を検討するなどで力強い応援・支援を得ていますが、活動はまだまだ十分とは言えず、また更にカバーすべき事項も山積しています。今後とも読者諸兄のサポートをお願い致します。また、数えて9号になるこの線量校正センターニュースが、従前にも増して有益な情報交換の場としてご活用いただけることを期待しています。

(\*:「放射線治療における第三者機関による出力線量評価に関するガイドライン2019」日本医学物理学会、JASTRO他編、2019)

# ICRU90取入れによる空気カーマ標準の変更について The reevaluation of air-kerma standards by adopting ICRU90

産業技術総合研究所 計量標準総合センター 黒澤 忠弘

## 1. はじめに

2016年 に ICRU (The International Commission on Radiation Units and Measurements: 国際放射線単位測定委員会) から ICRU Report90 “Key Data for Ionizing-Radiation Dosimetry: Measurement Standards and Applications”<sup>1)</sup> が発行された。この ICRU Report90の中で、放射線と物質との相互作用に係わる定数である空気のW値の不確かさや炭素に関する阻止能データが見直された。これを受け、2017年6月に開催された国際度量委員会放射線諮問委員会の第1部会 (CCRI (I)) において、この ICRU Report90のデータの採用について議論を行い、各国ともこれらのデータを取り入れることで合意された。CCRI (I)においては、2018年1月1日より ICRU Report90のデータを適用することとしている一方で、各国では自国内のトレーサビリティ等の事情を踏まえ、実際の適用は適切な時期に行ってきた。この合意を受け、産総研においてもガンマ線、X線空気カーマ率標準の変更を2019年4月1日以降に発行する校正証明書について適用することとした。

## 2. グラファイト空洞電離箱によるγ線空気カーマの変更

グラファイト壁空洞電離箱を用いて、Co-60、Cs-137、Ir-192の空気カーマ率標準を設定して

いる。この測定される電流値から空気カーマ率への変換は、以下の式を用いている。

$$K_a = \frac{I}{m} \cdot \left( \frac{W_{air}}{e} \right) \cdot \frac{1}{(1-g)} \cdot \frac{s_{gra}}{s_{air}} \cdot \frac{\mu_{air}}{\mu_{gra}} \cdot k_{air} \cdot k_{wall} \cdot k_{stem}$$

今回のレポートでは、以下の3項目が変更となった。

- 1) Co-60の空気のW値と阻止能比の積の値：34.00 eVから33.72 eVへ
- 2) Co-60以外の空気のW値の不確かさの見直し：0.15%から0.35%へ
- 3) 炭素の阻止能データの見直し

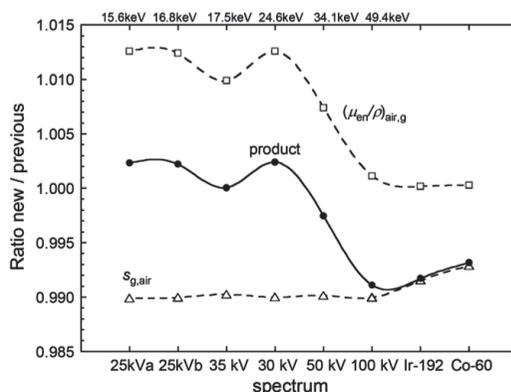


図1：ICRU Report90<sup>1)</sup>で示されている各光子エネルギーに対する阻止能比、及びエネルギー吸収係数比の従来値との比較

炭素の阻止能が見直されたことにより、上式で示している炭素と空気の阻止能比の値が変わることになった。図1にICRU Report90で示されている阻止能比の値を示す。

これらの物理定数、不確かさの見直しにより、Co-60, Cs-137の空気カーマ、また Ir-192の基準空気カーマについて表1のように変更することとなった。

表1：ガンマ線空気カーマ率の変更及びその不確かさの見直し例

	現状		ICRU90採用後	
	空気カーマ率 現状のカーマ率の値との相対差	相対拡張不確かさ (k = 2)	空気カーマ率 現状のカーマ率の値との相対差	相対拡張不確かさ (k = 2)
Co-60	0 %	1.0 %	-0.8 %	1.0 %
Cs-137	0 %	0.8 %	-0.8 %	0.9 %
Ir-192	0 %	1.2 %	-0.8 %	1.4 %

### 3. 自由空気電離箱によるX線空気カーマの変更

自由空気電離箱を用いて、管電圧10 kV～300 kVのX線場、またI-125のγ線場における空気カーマ率標準を設定している。

$$X = \frac{i}{\rho} \cdot \frac{T}{273.15} \cdot \left( \frac{W_{air}}{e} \right) \cdot \frac{101.325}{P} \cdot K$$

今回のレポートでは、下記の項目が変更、追加となった。

- 1) W値の不確かさの見直し：0.15 %から0.35 %へ
- 2) W値のエネルギー依存に関する補正係数  $k_w$  の採用
- 3) 光子との相互作用で生成された電子の電荷補正  $k_{ii}$  の採用

新しく示された補正係数  $k_w, k_{ii}$  の積の値について図2に示す。

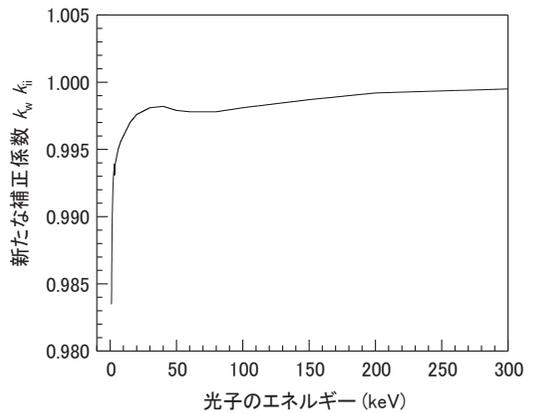


図2：ICRU Report90<sup>1)</sup>で示されている新しい補正係数  $k_w, k_{ii}$  の積

今回の新しい補正係数値の例を表2に示す。

表2：国際比較で用いられるX線線質及びI-125に対する新しい補正係数値

管電圧 (kV)	実効エネルギー (keV)	新規補正係数 kw kii
100	37.96 39.07	0.9982
135	60.16	0.9978
180	78.79	0.9978
250	121.22	0.9984
I-125	28	0.9980

### 4. 結論

ICRU Report90の適用により、γ線の空気カーマについては従来の値より約0.8 %程度小さく、またX線については約0.2 %～0.4 %小さくなった。また相対拡張不確かさ (k = 2) についても、Co-60を除き従来の値より約0.2 %程度大きくなる。これらの変更は、2019年4月1日以降に発行する校正証明書について適用している。

- 1) ICRU Report90 “Key Data for Ionizing-Radiation Dosimetry: Measurement Standards and Applications”

# ISO/TC85/SC2 国際標準化活動の概要と 医療放射線防護分野における国際規格開発の現況

近畿大学原子力研究所 ISO/TC85/SC2 国内審議委員会委員・幹事 山田崇裕

## 1. はじめに

国際標準化機構 (ISO) では、国家間の製品やサービスの交換を円滑にすること、標準化活動の発展を促進すること、及び知的、科学的、技術的、経済的活動における国家間協力を発展させることを目的とし、自発的合意に基づき国際標準を開発している。ISO 規格は公的標準 (デジュール標準) に位置づけられ、公的で明文化され公開された手続きによって作成される。ISO 規格はマネジメント分野の ISO9001 に代表されるように我が国でも最も身近な国際規格の一つと言えるであろう。ISO 事務局には 249 の専門委員会 (Technical Committee : TC) が設置され、TC85 が核エネルギー、原子力技術の平和的利用分野、電離放射線からの個人及び環境の防護分野は所掌している<sup>[1]</sup>。TC85 傘下の分科委員会 (Sub-Committee : SC) SC2 が、その中で放射線防護分野を担当している。1995 年に発効された WTO/TBT 協定は加盟国全てに対して、必要な貿易障害を取り除くために、強制規格、任意規格、適合性評価手続を適用することを求め、各国の規格は基本的に国際規格に整合させる必要が生じた。このような背景から自国に有利な国際標準を策定し、不利な国際標準を作らせない国際標準戦略の重要性は高まった。ISO/TC85/SC2 国内審議委員会 (委員長：中村尚司東北大学名誉教授) はこのような戦略の下に放射線防護分野の国際標準化活動に積極

的に関与している。本報では ISO/TC85/SC2 における国際標準化活動について全体の概要と本誌の読者の関心が高い医療分野に係わる SC2 における標準化活動の現況について紹介する。

## 2. SC2 の概要

SC2 は投票権を持つ 27 カ国の積極的参加国 (P-メンバ) と 8 カ国のオブザーバ (O-メンバ) からなる。SC2 傘下には 14 のワーキンググループ (WG) があり、このうち 11 の WG が活動している。各 WG の所掌は、福村氏による既報においても紹介されているが<sup>[2]</sup>、その後「核応用のための遠隔操作装置」を扱う WG24 の活動が休止され、「核・放射線緊急時における住民及び対応者に対する放射線モニタリング」を取り扱う WG25 が新たに設置された。各 WG にはコンピナー及びコ・コンピナーがおかれ、我が国の委員では広島大学の保田浩志氏、量子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研究所の福村明史氏がそれぞれ WG21 及び 22 のコ・コンピナーを務めている。現在出版されている SC2 の所管規格はこの 20 年で 100 に達し、この 1 年間で 13 の新たな規格が出版された。さらに 18 の規格改訂を含む 38 の新たな規格が開発中であり、SC2 における規格開発活動は活発である<sup>[3]</sup>。規格の見直し期間は最長 5 年であり、5 年間見直されていないものは SR (Systematic Review) 投票によって、変更せず継続 (確認)、改正、廃

止のいずれかが決定される。新規提案に基づく新たな規格制定は、通常6つの段階を踏んで作成され、36ヶ月以内に国際規格の最終案がまとめられることとなっている。新たな規格の提案は、TC/SCの幹事などが新たな規格の策定、現行規格の改定を提案し、各国の投票の結果、投票したTC/SCのPメンバーの過半数が賛成すること、5ヶ国以上のPメンバーが審議に参加することの2点が満たされれば提案は承認され、具体的な原案作成に着手することとなる。SC2では我が国からも新規規格をこれまで複数提案し、国内委員がプロジェクトリーダーとして新たな規格制定に貢献している。

SC2では年1回全体会議を開催し、その際各WG会議も開催される。本年は我が国が開催国となり、岡山理科大学において岡山理科大学岡山キャンパスにおいて本年5月21日から4日間の日程で開催した。WG会議では既存規格見直しや新規制定プロジェクトに関する審議が行われる。いずれの場合もWGにおいてプロジェクトリーダーの原案を基に委員会ドラフト(CD)を作成する。これが承認されれば国際標準ドラフト(DIS)、最終ドラフト(FDIS)、ISO制定、と進む。このそれぞれの段階で国際投票にかけられ、承認されることが先に進む条件となるが、通常は規格案に対する多くの各国コメントが寄せられ、これらすべてに対する回答をWGとして審議、承認する。一方、国内審議委員会は、各WGに専門家委員を複数配置し、各案件に委員が対応するとともに、それぞれのWGが所

掌する規格見直し、新規規格プロジェクトへの対応について国内審議委員会の全体会議で情報共有を図っている。また、重要案件は組織的に対応について協議して各案件に対応する。

### 3. WG22 における国際標準化活動

WG22は放射線の医療応用分野における線量測定及び関連するプロトコルに関する国際標準化活動を行っている。同様に医療放射線分野の国際規格を扱う国際標準電気会議(International Electrotechnical Commission, IEC)にIEC/SC62C (Equipment for radiotherapy, nuclear medicine and radiation dosimetry)があるが、IEC規格は電気工学、電子工学及び関連した技術すなわち主に装置の製品規格を取り扱う。一方、ISOは電気を用いない製品の規格や測定法の規格など取り扱う。表1にWG22がこれまで開発したISO規格を示す<sup>[4]</sup>。このうち二つの規格は放射線治療に係わる線量測定に係わる規格である。他の2規格はそれぞれ主に核医学に関連する規格で、ISO18310-1は我が国においても実施されている<sup>131</sup>Iを用いた甲状腺アブレーション治療における医療従事者及び介助者の放射線被ばくに関連した場の線量管理に係わる規格、ISO19461-1は、核種の医療利用で発生する放射性汚染物のクリアランスのための測定法に係わる規格である。これら2規格は韓国からの提案によって制定された。2規格はそれぞれ2部作とすべく、第2部についてすでに新たなプロジェクトとして審議が開始されている。また、

表1 WG22が開発した出版済みのISO規格

ISO 18310-1:2017	Measurement and prediction of the ambient dose equivalent from patients receiving iodine 131 administration after thyroid ablation - Part 1: During the hospitalization
ISO 21439:2009	Clinical dosimetry - Beta radiation sources for brachytherapy
ISO 28057:2014	Dosimetry with solid thermoluminescence detectors for photon and electron radiations in radiotherapy
ISO 19461-1:2018	Radiological protection - Measurement for the clearance of waste contaminated with radioisotopes for medical application - Part 1: Measurement of radioactivity



外部放射線治療に係わる線量測定規格ISO 28057:2014が従来あるが、この規格は熱ルミネセンス線量計によることが規定された規格である。一方、我が国ではガラス線量計などのラジオフォトルミネセンス線量計も広く用いられており、量子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研究所の水野秀之氏が、この線量計を用いた規格案 (ISO22127) を提案し、すでに出版直前の最終段階 (FDIS) にある。この規格の新規制定によって我が国でガラス線量計を用いて行われている治療用放射線照射装置の出力確認等が国際標準に基づく手法に基づくことが主張出来るであろう。この他には、核医学で放射性核種の放射能測定に用いられるキャリブレーションの校正、品質保証及び使用に関する新たな規格提案がフランスからなされ、新規プロジェクトの登録が国際投票により承認された。我が国においてもこの種の装置はPET、SPECT施設等で広く用いられ、我が国の有する知見を規格開発に反映させられることが望まれる。今後関係学会とも情報共有を図りつつ、連携した対応を期待したい。

#### 4. おわりに

本報では、ISO/TC85/SC2における国際標準化活動の概要と、放射線の医療応用分野におけ

る線量測定等に関する国際標準化の現況について紹介した。SC2では、我が国の委員がコ・コンビナー、プロジェクトリーダー、主要エキスパートとして規格立案や議論を主導する立場で活躍し、さらに本年は我が国がSC2会議のホスト国を務めるなど、国際標準化に我が国がさらに貢献すべく活動している。放射線の医療応用分野における技術発展は目覚ましく、放射線診療における品質保証及びその発展の上で、国際標準化とその利活用は欠かせない。特に我が国は重粒子線治療分野等において放射線医療応用を牽引する立場にあり、今後さらなる国際標準化への貢献が望まれる。

#### 参考文献：

- [1] 日本工業標準調査会,  
Available at: <http://www.jisc.go.jp/international/index.html>, 閲覧2019/9/29
- [2] 福村明史, ISOの活動について—医療分野の線量評価の視点から—, 線量校正センターニュース 第5号 12-15, 2015/11/10
- [3] Thomas, L., Plenary meeting ISO/TC85/SC2 presentation - Opening session, Okayama, May 21, 2019
- [4] ISO/TC85/SC2, Updated report of the secretariat for the next ISO/TC85/SC2 meeting in Okayama on May 24, 2019, May 15, 2019

# 医療線量測定分野における標準、応用および品質保証に関する国際シンポジウム (International Symposium on Standards, Applications and Quality Assurance in Medical Radiation Dosimetry, IDOS 2019)

福村明史\* (日本医学物理学会 計測委員会)

2019年6月18日から21日にかけて、オーストリア・ウィーンにある国際原子力機関 (IAEA) 本部にて、医療線量測定分野における標準、応用および品質保証に関する国際シンポジウム (International Symposium on Standards, Applications and Quality Assurance in Medical Radiation Dosimetry、以下 IDOS と記す) が開催された (図1)。IDOS は、その前身である、医療線量測定分野における標準および実施規準に関する国際会議 (International Symposium on Standards and Codes of Practice in Medical Radiation Dosimetry, 2002年開催)、2010年11月に開催された IDOS、そして今回の IDOS 2019 と、約8年間隔の頻度で IAEA 本部にて開

催されてきた。2002年のシンポジウムは、外部放射線治療での線量評価の国際プロトコルとして知られる、IAEA TRS 398「外部放射線治療における吸収線量決定法—水吸収線量標準に基づく線量測定のための国際実施規準」(Absorbed Dose Determination in External Beam Radiotherapy: An International Code of Practice for Dosimetry based on Standards of Absorbed Dose to Water) [1] の発行が開催の契機となったが、その後、回を重ねるに従い、より幅広い話題が取り上げられるようになってきた。

日本医学物理学会では、2012年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) [2] を発刊した。標準計測法12の基本コンセプトは水吸収線量標準にトレーサブルな電離箱線量計を使用することであるが、この考え方は IAEA TRS 398 [1] を踏襲したものである。標準計測法12が発刊されてから、およそ9年が経過したが、この間に国際放射線単位・測定委員会 (ICRU) は、ICRU Report 90:「電離放射線の線量評価のためのキーデータ：計測標準および適用-」(Key Data for Ionizing-Radiation Dosimetry: Measurement Standards and Application) [3] を発行した。その概要は本ニュースの第7巻 [4] にて報告済みであるが、わが国では、ICRU Report 90の発効に伴う空気カーマ (率) 標準の変更について、国家標準機関である産業技術総合研究所や日本医学物理学会計測委



図1：IDOS 2019 会場にて

員会によって、それぞれ対応が進められてきたところである。<sup>[5, 6]</sup>

IAEAでは、近年の放射線治療や線量評価の進展を踏まえ、IAEA TRS 483:「外部放射線治療における静的小照射野の線量計測」(Dosimetry of Small Static Fields Used in External Beam Radiotherapy- An International Code of Practice for Reference and Relative Dose Determination) <sup>[7]</sup> を2017年に発行するとともに、ICRU 90の発刊を受けて IAEA TRS 398のアップデート作業が行われている。IDOS 2019は、こうした国際動向の共有と議論の場を提供することをその目的の一つとして開催された。すなわち IDOS 2019は今後の標準計測法12の改訂や現場の線量計測に資する重要な機会ととらえることができるため、本稿ではその概要について紹介する。

本会議の開催目的は、会議の公式ウェブサイト<sup>[8]</sup>を直訳すると次の通りである。

本シンポジウムの主なゴールは、過去10年間に亘ってなされた線量測定、放射線医学、放射線防護および関連する標準の進歩を普及し、科学的知識を交換できるフォーラムを提供することである。放射線医学と放射線防護のすべての専門分野をカバーし、特に線量測定の標準化が近年進歩した分野（高度放射線療法、放射線診断、核医学、監査）に焦点を当てる。また、医療線量測定に対し、現状をまとめ、将来の傾向の概観し、改善の可能性のある分野を特定する。シンポジウムの結論と要約は、科学界への勧告の策定につながるはずである。

表1には、本シンポジウムのプログラムを示す。シンポジウムの構成は、朝の教育コース (Educational Course: EC) に始まり、全体セッション (Plenary: PL)、個別セッション (Topical: T)、特定の話題についての全体討論 (Plenary Topical Discussion: PTD) からなる。プログラムの中身を見ると、従来から続く標準線量に係るセッションだけでなく、放射線医療における

モダリティの拡大に伴う、線量測定の諸課題について比重が増してきている。特に最近話題となっている標的アイソトープ治療に係る線量評価などはその一例である。また、IAEA-WHO(世界保健機関)による郵送線量監査事業が今年50周年を迎えたことを踏まえ、線量監査や品質管理に関する発表も多く取り上げられた。なお、IAEA-WHOが共同発行するSSDL Newsletterの最新号では、50周年の特集号として、わが国の治療線量監査の取り組みについても、各国の状況と併せて紹介されている。<sup>[9]</sup>

さて、注目される IAEA TRS 398のアップデート作業に関しては、ICRU90の反映だけでなく、X線の低エネルギーへの拡張、新しい電離箱に対する線質変換係数の提供、フラットニング・フィルター・フリー (FFF) リニアックビームへの対応等がなされる予定との報告があった。出版は2年後になる見通しだそうだ。加えて粒子線治療におけるスキヤニング照射法の普及を踏まえ、付録も準備しているということであった。一方、ICRUでは、ICRU Report 93 “Prescribing, Recording, and Reporting Light Ion Beam Therapy”<sup>[10]</sup>の原稿が完成し、年内にも出版予定との報告があった。GyE、Gy (RBE)といった単位は、ICRU93の発行により、SI単位系との整合が図られるようで、IAEA TRS 398のアップデートにも影響が予想される。

なお、筆者は、シンポジウムの会期中に TRS398アップデートの担当者と直接面会する機会があり、日本では標準計測法12が出版されており、TRS398アップデートの動向についての関心が高まっていることを説明した。これに対し、日本からの貢献を歓迎する旨の意向が IAEA 側より示された。そこで2019年9月に開催された日本医学物理学会計測委員会では、IAEA TRS398のアップデートに協力する方針を決定し、具体化へ向けIAEA側との接触を開始した。こうした協力は、今後の標準計測法12

表 1 : IDOS 2019 プログラム

Day 1		
1 EC	TRS-483	TRS-483
2 EC	Advances in Brachytherapy Dosimetry	小線源治療線量評価の進歩
3 EC	Interventional Radiology Dosimetry	画像診断的介入治療の線量評価
4 EC	DICOM-Based Dose Reporting	DICOM 規格の線量レポート
5 PL	Opening Session: Welcome	開会セッション：歓迎
6 T	Small Field Dosimetry	小照射野の線量評価
7 T	Computational Dosimetry	計算による線量評価
8 T	Traceability	トレーサビリティ
9 PL	Poster Highlights	ポスター発表ハイライト
10 PL	Dosimetry Audits in Radiotherapy: Past, Present and Future	放射線治療における線量監査：過去、現在そして未来
Day 2		
11 EC	Dose Considerations for Imaging in Radiotherapy	放射線治療での撮像時の線量検討
12 EC	Nuclear Medicine Dosimetry	核医学線量評価
13 EC	Physics and Dosimetry of Alpha Emitters	アルファ線放出核の物理と線量評価
14 PL	Development of Standards	標準の開発
15 T	Status of the Update of TRS 398	TRS398 アップデートの現状
16 T	Dosimetry in Nuclear Medicine	核医学における線量評価
17 PTD	Is Patient -Specific Dosimetry in Radionuclide Therapy Improving Patient Care ?	放射性核種治療における患者特定の線量評価は患者ケアを改善しているか？
18 T	Out of Field Dosimetry	照射野外の線量評価
19 T	Dosimetry as a Tool in Optimization and Auditing	最適化や監査における一手段としての線量評価
20 T	Protons and Beyond	陽子線とその先
21 T	Dosimetry for Radiobiology Experiments	放射線生物学実験用線量評価
22 T	Occupational Dosimetry	職業被ばくの線量評価
Day 3		
23 EC	Estimation of Uncertainties	不確かさの評価
24 EC	Quantitative Imaging for Radionuclide Therapy	放射性核種治療に対する定量的撮像
25 PTD	Moving from Measureable to Patient-Specific Dose Quantities	計測可能なものから患者特定線量への動き
26 T	Updates in Reference Dosimetry	参照線量評価におけるアップデート
27 T	Dosimetry in Therapeutic Nuclear Medicine	治療核医学における線量評価
28 PTD	Black Box Dosimetry	ブラックボックス線量評価
29 T	Dosimetry Audits for New Technology	新技術に対する線量監査
30 T	Monte Carlo in Diagnostic Radiology and Nuclear Medicine	放射線診断および核医学におけるモンテカルロ
31 T	Clinical Dosimetry for Diagnostic and Interventional Radiology	放射線診断および画像診断的介入治療の臨床的線量評価
32 T	Dosimetry in the Presence of Magnetic Fields	磁場存在時の線量評価
Day 4		
33 EC	Are your Radiotherapy Dose Calculations Correct?	あなたの放射線治療の線量計算は正しいか？
34 EC	QA Detectors and Dosimetry Processes	QA 用検出器と線量評価プロセス
35 EC	Dosimetry in Mammography and Tomosynthesis	マンモグラフィとトモシンセシスの線量評価
36 EC	CT Dosimetry	CT の線量評価
37 PTD	Updates and Challenges in Detector Technology	検出器技術のアップデートとチャレンジ
38 T	Novel Dosimetry	新しい線量評価
39 T	Use of Effective Dose as an Indicator of Patient Risk	患者リスク指針としての実効線量の利用
	Closing Session	閉会セッション

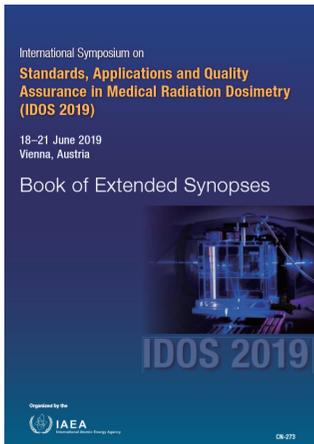


図2：IDOS 2019 梗概集の表紙<sup>[11]</sup>

の改訂にも活かされていくことが期待される。

本稿では紙面の都合もあり、IDOS 2019の中で主にIAEA TRS398のアップデートに関する部分に焦点を当てた。表1のプログラムの中で、これ以外の部分やより詳細な情報が必要な場合は、会議の公式ウェブサイトから450ページに及ぶ梗概集<sup>[11]</sup>がダウンロードできるため、是非そちらをご参照いただきたい。(図2)

(\*所属：量子科学技術研究開発機構)

## 参考文献

- [1] TECHNICAL REPORTS SERIES No.398  
ABSORBED DOSE DETERMINATION IN EXTERNAL BEAM RADIOTHERAPY: AN INTERNATIONAL CODE OF PRACTICE FOR DOSIMETRY BASED ON STANDARDS OF ABSORBED DOSE TO WATER  
IAEA, VIENNA, 2000 ISSN 1011-4289
- [2] 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  
日本医学物理学会編、通商産業研究社 (2012/09)  
ISBN-10: 4860451201、ISBN-13: 978-4860451202
- [3] ICRU Report 90: Key Data for Ionizing-Radiation Dosimetry: Measurement Standards and Applications  
Journal of the International Commission on Radiation Units and Measurements  
Volume 14, Issue 1, April 2016, Page NP, <https://doi.org/10.1093/jicru/ndw043>
- [4] 福村明史 解説 ICRUレポート90－電離放射線の線量評価のためのキーデータ：計測標準および適用－線量校正センターニュース vol.7 p 2-5 2017
- [5] ICRU Report 90に対応した空気カーマ(率)標準への変更について  
産業技術総合研究所、計量標準総合センター、2018  
<https://unit.aist.go.jp/nmij/news/2018/ICRU%20Report90に対応した空気カーマ.pdf>
- [6] ICRU Report 90の採用に伴う基準空気カーマ率の変更について  
日本医学物理学会計測委員会 小線源分科会 川村慎二、2019  
[www.jsmp.org/wp-content/uploads/18\\_comparative\\_table.pdf](http://www.jsmp.org/wp-content/uploads/18_comparative_table.pdf)
- [7] International Atomic Energy Agency: Dosimetry of small static fields used in external beam radiotherapy: an IAEA-AAPM International Code of Practice for reference and relative dose determination  
Vienna : International Atomic Energy Agency, 2017. | Series: Technical reports series (International Atomic Energy Agency), ISSN 0074-1914 ; no. 483 ISBN 978-92-0-105916-1
- [8] International Symposium on Standards, Applications and Quality Assurance in Medical Radiation Dosimetry (IDOS 2019)  
<https://www.iaea.org/events/idos2019>
- [9] IAEA/WHO SSDL Newsletter, No. 70, June 2019 , ISSN 1001-2669  
<https://www.iaea.org/publications/13563/ssdl-newsletter-issue-no-70-june-2019>
- [10] ICRU Report 93, Prescribing, Recording, and Reporting Light Ion Beam Therapy  
<https://icru.org/content/reports/icru-report-93-prescribing-recording-and-reporting-light-ion-beam-therapy>
- [11] Book of Extended Synopses, IDOS 2019, IAEA 2019, CN273  
<https://www.iaea.org/sites/default/files/19/06/cn-273-book-extended-synopses.pdf>

# 放射線治療における地域連携支援事業 (中国・四国)パイロットスタディの実施報告

田辺悦章 (山口大学医学部附属病院 放射線部)

## 1. はじめに

平成29年度に放射線治療品質管理機構（以下、機構）では、放射線治療装置の出力線量の適正化をはかるために、地域連携支援ワーキンググループ（現在、地域連携支援委員会）を設置した。機構の地域連携支援活動として、線量測定に関わる品質管理の均てん化のための協力体制や品質管理の脆弱な施設に支援を行う仕組みの構築などを目指している。

地域連携支援委員会は、全国9地区において活動している研究会代表者や医用原子力技術研究振興財団（以下、財団）、および国立がん研究センターがん対策情報センター（以下、がん情報センター）など放射線治療品質管理に関わる方々で構成されている。

地域連携支援活動のひとつは、財団の「治療用照射装置（X線）の出力線量測定業務（郵送調査）」を受けた際に生じた相違について、施設から確認・修正補助の要望があれば機構から支援できる体制を作ることである。また、この他、過去の放射線治療事故において近隣施設との連携や財団の出力評価を行えば事前に防ぐことができたと思われる判例があり、こうした課題について、地域連携支援委員会では、地域の抱える問題・意見を収集し、地域連携や支援の在り方を検討している。

上記の目的を達成するために、全国9地区においてパイロットスタディ（以下、PS）を実施している。PSでは、出力測定で相違があった施設を地域担当者が訪問し、原因を確認・修正

アドバイスができるように、関係者を集めて手法について確認をした。令和元年9月1日までに、東北・北陸、中国・四国と関東地区のPSを終えており、今回は中国・四国地区のPSを中心に報告する。

## 2. 東北・北陸地区 PS の知見とその応用

地域連携支援活動における訪問支援は、訪問施設近隣の2施設から放射線治療品質管理士が支援者として訪問する。最初に行われた東北・北陸地区のPSでは、支援者と施設担当者が前日に、標準計測法12に基づいて機構が作成した手順マニュアルに従って施設担当者と支援者が内容を確認したり。そのため、双方が直前の対面となり、支援者側も受け入れる施設担当者も緊張感やストレスのかかる状況であった。そのなかで、短時間に出力線量相違の原因を特定することについて支援時の環境やシステム上の課題点が報告されていた。そのため、中国・四国地区のPSでは、担当者の心理的なストレスの軽減のために遠隔を含む事前会議を担当者間で数回行った。

これまで、財団の郵送調査における出力線量の相違は、補正係数や治療計画装置（以下、TPS）の登録ミスなど多くの複合的な要因にあった。PSの中でシステムとして可能な限り原因特定するため、いくつかの事前評価方法を検討した。また、当日は臨時のトラブルに多くの有識者が対応できるように、地域連携支援委員がサポートを行う遠隔支援システムを強化した。

### 3. パイロットスタディ事前評価

PSの事前評価は、相違がある施設に対し、訪問前にできるだけ原因を明らかにするため、施設の標準計測法12による線量校正過程の情報とTPSによる計算結果の提出をお願いした。その情報から、線量校正過程については地域連携支援委員が、TPSによる計算結果について、データベース（がん情報センターのTPS品質管理支援プログラム）と照らして事前に確認することで、訪問時の現場での確認の項目を絞り込むことができる。その結果、この2つの事前評価に問題なければ、施設での作業工程におけるミスが主要な要因と想定できる。

### 4. 中国・四国地区 PS

PSでは、問題を参加者自身が考えて解決する成人教育<sup>2)</sup>を想定したスケジュールとした。PSは中国・四国地区内都道府県の代表者や施設担当者や支援者、および地域連携支援委員が参加した。参加者は実際の支援に近い形で、当日に相違結果のみを知らされ、相違の原因を班内で協力して検討した。下記におおまかな流れを示す。

①問題提起：財団の出力評価の結果、特定のエネルギーのみで3～5%の相違が発生した。そのため施設は機構に支援を依頼し、参加者は支援者として訪問した。

②相違の推定と追加測定の計画：各地域の参加者は、放射線治療に十分な知識と経験のある放射線治療品質管理士であり、数名で相談できるように班分けした。班員は心理的に雰囲気の良い活発な意見のでやすい構成とした。各班で相談しやすいように事前に準備した問題解決シートを使用した。

③追加データの要求：出力線量の相違を想定するには施設の組織最大線量比や出力係数などの追加データが必要と考え、事前に準備した。当日は、各班から要求されたデータのみを提示した。

④測定手順の確認と追加測定：施設の担当者の



Fig.1：四国地区の測定時の様子



Fig.2：中国地区の班会議の様子

標準計測法12の測定手順に対する確認を行い、残りの時間は各班で考えた相違の原因を確定するための追加測定を行った (Fig. 1)。

⑤相談と報告：各班で相違の原因に対して測定結果を踏まえて相談し、その内容を問題解決シートに記載し、報告した (Fig. 2)。

⑥遠隔サポート：相違の原因を知らない遠隔の地域連携支援委員が遠隔支援システムを利用し、モニタを通じて、遠隔で知り得た情報から相違の原因についてコメントをした。

⑦答え合わせ：最終的に相違の原因を報告して、その原因の想定方法の例を示した。

⑧振り返り：PSを終えて、実際に支援するにあたりどのような問題や課題があるかを議論した。

### 5. 遠隔支援システムの開発

中国・四国地区では、円滑な地域支援を行うために、訪問時の測定データ収集・解析・管理を相互に制御する仕組み (Internet of Things) とクラウドサービスに基づく遠隔支援システムの開発を行った<sup>3)</sup>。具体的には、支援者がモバイル端末内で決められた手順に沿って測定を行い、測定データの自動受信、解析することで人

為的なミスが少ないシステムとした。また、遠隔者は数値のみではわからないこともあるので、測定項目を要所ごとにモバイル端末で撮影した画像とその撮影時のコメントをリアルタイムに遠隔地の地域連携支援委員が確認できるようにした。

## 6. 中国・四国地区の連携状況とPSにおける課題

PS後の議論では、「訪問した数時間で出力線量相違の原因を特定することは難しい」という意見や、「地域の支援担当者の責任はどこまで負う必要があるのか」、「ミスリードしないか」など実際の支援実施に対して不安視する意見が多かった。

一方で、多くの参加者が成人教育のような個々で考えていく研修の経験がなく、楽しかったという意見が多くあった。このことは、国内の研修の多くは受講を主体とした研修が主であり、課題解決を想定した自己主導的な学習が少ないことを示していると考えられる。放射線治療品質管理士の資格取得後の人材育成は課題のひとつである。

今後、PSは各地区の反省点を改善しながら試験的な取り組みを行っていく予定である。そのためには、受講後の参加者を含めた情報公開や十分な説明が必要であると考えられる。

## 7. 最後に

現在まで、PSは東北・北陸・中国・四国・関東地区で実施されており、地域連携支援委員会では各地域の状況を把握に努めている。放射線治療環境は10年前と異なり、各県の研究会や放射線治療専門技師機構、医学物理士会主催等の勉強会や講習会が多く開催され、地域格差は少なくなっていると感じた。社会的にも、がん診療連携拠点病院の施設基準やJASTRO認定施設要件では出力線量の第三者評価が求められており、放射線治療の出力線量評価は常識的な



Fig.3：中国地区のパイロットスタディ終了後



Fig.4：四国地区のパイロットスタディ終了後

状況になっている。全ての施設が放射線治療を開始前に出力の第三者評価を受け、安心して治療を行うことが施設や担当者を守るうえでも大切であり、そのことが地域の線量測定に関わる品質管理の均てん化に大きくつながることと期待している。放射線治療品質管理機構の取り組みが地域ネットワークの構築やボトムアップにつながることを願う。

## 謝辞

本報告は放射線治療品質管理機構の地域支援事業と科学研究費助成事業基礎研究(C)(18K12135)の助成によって行われました。

## 参考文献

- 1) 大坂暁嵐；放射線治療における地域連携支援事業（東北・北陸）パイロットスタディの実施報告，線量校正センターニュース，vol. 8, p19-21
- 2) 三原泰熙；成人教育論と人材形成 —M. S. ノールズのアンドラゴジー・モデルと、その批判を中心に—，経営と経済，70(3)，pp. 123-138；
- 3) S. Ozawa, Y. Tanabe, T. Minemura, S. Kawamura; Development of remote support system for visiting verification of linac output, Jpn. J. Med. Phys. Sep. 2019

## 治療用線量計校正の実績（平成30年4月～平成31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

医用原子力技術研究振興財団（以下、財団）による線量計校正事業も、平成30年度をもって15年が経過しました。また、校正体制を水吸収線量単位の校正（水中校正）に変換後6年半が経過、校正に用いる照射装置のコバルト60線源交換からも4年が経過しましたが、校正用機器等に特段の不具合もなく、また、主な校正用機器についてはバックアップ機器の整備等を行い、年間を通じ安定した校正を実施することができています。なお、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ました。また、平成30年7月より、分離形態による電位計および電離箱（水中校正）それぞれ単体での校正（分離校正）の供給を開始。校正は全てJCSS登録事業者として行い、JCSS標準付校正証明書を発行しています。

平成30年度の校正実績は前年度から僅かに減少しました。電離箱数および校正件数は、過去3年間の実績とほぼ同等レベルではありますが、年間での校正依頼数は頭打ち状態にあるといえます。

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いました。現在、特定二次標準器は3組を所有し、1組を正とし、他2組をBackupとして維持しています。

分離校正については、平成30年7月の供給開始から4か月間は、校正依頼全体の約10%でし

たが、徐々に分離校正の依頼が増加し、平成30年度の年間での校正実績は、開始から9か月間で全体の約14%まで増加しました。その後も分離校正の申し込みは増加傾向がみられます。

### 2. 月別校正数

平成29年度（一体校正）と平成30年度（一体、分離校正の合計）の校正実績比較を表1に示します。

また、平成30年度（平成30年4月～平成31年3月）の一体校正による月別の校正日数および校正した線量計（以下、電位計）、電離箱数ならびに校正件数等を表2に示します。空中校正の依頼は少数のため、年間の総数をまとめて1行としてあります。また、表3では分離校正の校正実績を示します。

表2（一体校正、水中および空中）および、表3（分離校正）の合計から電位計および校正件数の月平均は、それぞれ80.6台および278.0件と、29年度（それぞれ87.7台および282.4件）に

表1：平成29年度と平成30年度の校正実績比較（平29は一体校正のみ。平30は一体校正（水中と空中の合計）と分離校正の合計。）

年度	校正日数	電位計数	電離箱			校正件数	校正依頼形態	
			円筒形	平行平板	合計		直接	仲介
平30	116	967	1,664	836	2,500	3,336	257	1,064
平29	117	1,052	1,649	870	2,519	3,389	209	843
月平均	9.7	80.6	138.7	69.7	208.3	278.0		
同,平29	9.8	87.7	137.4	72.5	209.9	282.4		

表2：平成30年度月別校正数（一体校正のみで集計。  
水中は月別、空中は年間の合計で示す。）

年/月	校正 日数	電位計 数	電離箱			校正 件数	校正依頼形態	
			円筒形	平行平板	合計		直接	仲介
30/4	7	68	96	50	146	196	16	52
30/5	8	82	116	54	170	224	19	63
30/6	9	74	112	57	169	226	10	64
30/7	9	73	115	65	180	245	11	62
30/8	10	75	110	60	170	230	17	58
30/9	9	71	111	55	166	221	13	58
30/10	8	71	100	62	162	224	18	53
30/11	9	83	143	64	207	271	9	74
30/12	9	79	128	61	189	250	11	68
31/1	7	65	108	49	157	206	8	57
31/2	9	86	139	68	207	275	12	74
31/3	10	86	137	80	217	297	18	68
水中計	104	913	1,415	725	2,140	2,865	162	751
空中計	1	5	6	0	6	6	0	5
合計	105	918	1,421 (66.2%)	725 (33.7%)	2,146 (100%)	2871	162 (17.6%)	756 (82.3%)

証明書作成（JCSS）：918通（電位計ごとに発行）  
 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3：平成30年度月別校正数（分離校正のみで集計。  
分離校正は平30.7月より供給開始。）

年/月	校正 日数	電位計 数	電離箱			校正 件数	校正依頼形態	
			円筒形	平行平板	合計		直接	仲介
30/4	0	0	0	0	0	0	0	0
30/5	0	0	0	0	0	0	0	0
30/6	0	0	0	0	0	0	0	0
30/7	1	4	5	4	9	13	13	0
30/8	2	5	21	10	31	41	10	26
30/9	1	2	10	7	17	24	6	13
30/10	3	2	16	10	26	36	9	19
30/11	2	6	29	15	44	59	9	41
30/12	2	6	40	17	57	74	13	50
31/1	2	9	35	11	46	57	8	47
31/2	3	9	51	18	69	87	17	61
31/3	2	6	36	19	55	74	10	51
合計	18	49	243 (68.6%)	111 (31.3%)	354 (100%)	465	95 (23.5%)	308 (76.4%)

証明書作成（JCSS）：403通（電位計、電離箱ごとに発行）  
 校正依頼形態：表2。下欄の記載に同じ。

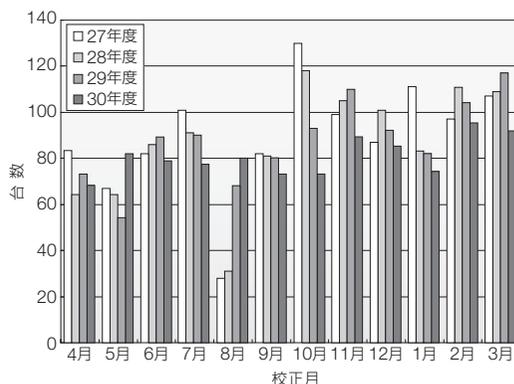


図1：線量計月別校正数（平成27～30年度）

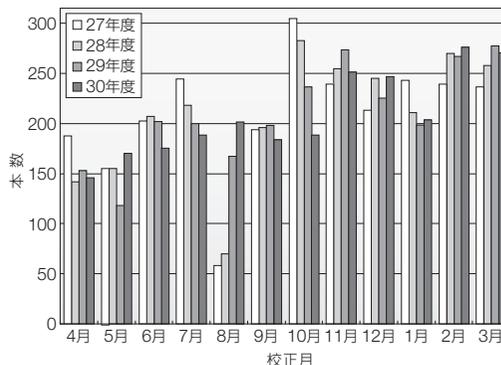


図2：電離箱月別校正数（平成27～30年度）

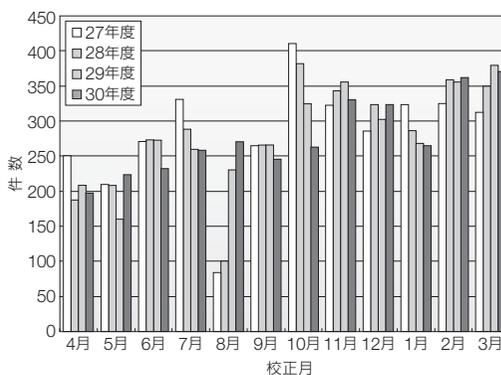


図3：月別校正件数（平成27～30年度）

比べ、分離校正を開始したことにより電位計の台数は減少しましたが、校正件数はここ数年間はほぼ同等であり、平成30年度も引き続き高水準を保っていることが判ります。

### 3. 平成29年度までとの比較

#### 3-1. 月別校正数の年度別比較

図1、2および3に、電位計、電離箱および校正件数の月別実績の、平成27年より30年までの4年間の年度毎の比較を示します。H27、28年度は10月以降に急激に依頼が増加していたが、29年度より月ごとの依頼数の増減幅が小さくなり、30年度では、11月から年度末の校正数は多めですが、各月の校正数はほぼ平坦化しています。なお、これらの実績は、全て一体校正(水中および空中)と分離校正の合計です。

#### 3-2. 電位計、電離箱および校正件数

表4および5は、水中校正を開始した平成24年度から、分離校正を開始した30年度までの電位計、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です。

年間校正数は、年度毎に多少の増減を繰り返していますが、長期的には増勢傾向にあることが見て取れます。平成26年度の10%強の減少は、線源交換による休止の影響ですが、27年度はこれを大きく回復し、以後、30年度まで、ほぼ同じレベルで推移しており、国内での校正依頼数としては、ほぼ上限に達したと思われま

す。表4の右より2列目は、電離箱形状の年度別変化です。平成20年度以降、円筒形の割合が徐々に増加しており、24年度に校正形態が空中から水中へ移行されても同様でした。

平成27年度以降、円筒形と平行平板形の比は約2:1であり、これは多くの施設が、スキャン・小照射野測定用のサイズの小さい円筒形電離箱を新規に購入していることが原因です。

表5は、校正作業日数および1日当たりの校正数です。平成30年度の結果は僅かに減少し

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30	967 (0.919)	1,664	836	2,500 (0.993)	1,988	3,336 (0.984)
平29	1,052 (1.008)	1,649	870	2,519 (1.004)	1,895	3,389 (1.008)
平28	1,044 (0.973)	1,657	853	2,510 (0.998)	1,943	3,363 (0.994)
平27	1,073 (1.190)	1,648	868	2,516 (1.200)	1,899	3,384 (1.192)
平26	902 (0.862)	1,354	742	2,096 (0.879)	1,825	2,838 (0.875)
平25	1,046 (1.142)	1,528	857	2,385 (1.134)	1,783	3,242 (1.135)
平24	916 (1.083)	1,343	753	2,103 (1.058)	1,784	2,856 (1.049)

平24以降は空中・水中の合計、平30は分離校正を含む合計。

表5：1日当たりの校正数

年度	校正日数	電位計数	電離箱			校正件数
			円筒	平行平板	合計	
平30	116	8.34	14.3	7.2	21.6	28.8
平29	117	8.99	14.1	7.4	21.5	29.0
平28	114	9.15	14.5	7.5	22.0	29.5
平27	115	9.33	14.3	7.5	21.9	29.4
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	109	8.37	12.3	6.9	19.2	26.1

平24以降は空中・水中の合計、平30は分離校正を含む合計。

表6：校正依頼形態(線量計単位で集計、平30は電位計校正を含む。)

年度	①直接	②仲介	①/②
平30	191	776	0.2461
平29	209	843	0.2479
平28	204	840	0.2429
平27	227	846	0.2683
平26	157	745	0.2107
平25	197	843	0.2337
平24	187	725	0.2579

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)

表7：電位計の機種別集計（水中および空中、分離（電位計校正）の合計）

機種名	平24	平25	平26	平27	平28	平29	平30
RAMTEC Smart	301	423	388	477	441	457	361
UNIDOSweblin10021/22/23	74	99	107	122	130	129	163
RAMTEC Solo/Duo	-	-	-	53	87	132	132
RAMTEC1000plus	235	247	185	181	167	134	94
UNIDOS10001/10002/10005	89	70	64	58	58	39	37
KEITHLEY35040 (同等品)	41	44	40	41	38	32	32
Tomo Electrometer	-	3	6	8	18	22	32
Super MAX	8	11	8	13	14	12	22
RAMTEC1000D/H	69	59	35	32	20	16	17
KEITHLEY6517A/B/617/6514	14	12	14	16	13	19	16
AE130/131/132/132a*/132a改	24	15	16	19	14	12	15
UNIDOS E10008/10009/10010	12	6	10	9	10	13	14
MAX4000/plus	13	12	6	15	12	12	10
EMF520/521/521R/522/523 (同等品)	-	-	-	2	2	5	6
AE1110a/S	-	10	4	5	4	4	5
DOSE1	6	4	3	6	4	4	4
PC Electrometer	4	8	5	7	5	6	3
RDM1	-	-	-	-	-	1	2
IONEX DOSEMASTER2590A/B	14	10	6	4	2	2	0
CAPINTEC192/A/292*	1	1	2	1	1	0	0
DOSE-DOSE RATER METER2620/A	4	2	2	1	0	0	0
VICTOREEN500/-1/-SI/530SI	1	1	0	0	0	0	0
DOSE METER2570/A/1B/2670A*	2	2	0	0	0	0	0
Others	4	2	1	3	4	1	2
Total	916	1,041	902	1,073	1,044	1,052	967

年度内の総合計、H30年度は分離校正含む。

たが、ここ数年とはほぼ同じレベルであり、作業の高能率化の定着が見て取れます。20年代前半は、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日当たりの校正数をやや抑え気味にしました。それ以降は、作業の習熟および線源交換（26年度）によるS/N向上もあって作業効率の改善が進みましたが、現在はコバルト線源の半減期を迎え減少傾向にあります。

### 3-3. 校正依頼形態

表6は水中校正を開始した平成24年度以降の校正依頼形態の年度別変化です。ユーザーからの直接校正依頼の比率は、一部の年を除き、

ここ数年は同じ傾向にあり、業者等による仲介に対する割合は25%程度となっています。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、各年度共ほぼ一定数の依頼があることが判ります。27年度は、直接依頼数が最多となりましたが、27年初めの線源交換の影響と考えられます。28年度以降は、ほぼ同レベルで推移しています。

## 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7および8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します。電位計の上位機種には、ここ数年あまり大きな変化は見られません。古くからの機種であるDose Master、RAMTEC1000D、Capintec系およびVICTOREEN系などは姿を消しつつあります。また、平成30年度の電位計校正台数が減少していますが、これは、財団の分離校正の供給開始に伴い、線量計製造販売業者が自社にて電位計校正を開始したことが影響しています。

電離箱では引き続き防水タイプの増加が著しく、特に、円筒形では防水のFarmer形（30013）、平行平板形ではRoos形（PPC40、34001）およびNACP-02が主流です。これに対し、非防水で旧タイプのFarmer形（30001、30010）およびClassic Markus（23343）は減少傾向が継続しています。一方、電離容積の小さい円筒形電離箱の校正依頼が多くなってきました。特に、

表8：電離箱の型式別集計（水中および空中、分離（電離箱校正）の合計）

型式名	種別	平24	平25	平26	平27	平28	平29	平30	Note
30013	C	939	1,137	1,026	1,240	1,215	1,194	1,196	WP
PPC40	P	179	227	209	256	272	289	286	WP
NACP-02	P	201	263	233	283	271	269	240	WP
34001	P	74	101	89	124	132	131	156	WP
34045	P	161	163	140	143	130	133	124	cap
31010/31002	M	51	61	71	92	98	94	114	WP
A1SL/MR	M	11	25	31	51	71	90	104	WP
CC13	C	-	-	8	25	42	61	74	WP
A12S	C	25	27	23	42	42	43	50	WP
C110 (0.6ml)	C	34	23	24	26	25	20	23	nWP
23343	P	107	86	59	48	28	31	20	cap
30010	C	75	58	46	39	27	21	17	nWP
30001	C	124	110	50	44	23	14	13	nWP
A12	C	31	22	14	19	17	16	13	WP
31013/31003	C	11	8	11	11	9	15	12	WP
CC04	C	-	-	3	4	8	14	11	WP
A19/MR	C	-	3	5	6	12	9	9	WP
A10	P	10	9	5	9	12	9	7	cap
30006	C	18	16	15	8	6	4	5	WP
C111F	C	-	13	4	5	4	4	5	nWP
31014/31016/31022	M	4	2	8	17	26	31	3	WP
P11	P	7	8	7	5	8	6	3	WP
23323	M	5	5	4	3	4	4	2	WP
31015	C	-	-	-	-	12	0	2	WP
FC65P	C	2	4	1	3	3	3	2	WP
30011	C	-	9	1	1	1	1	1	nWP
23333/4/2	C	10	4	3	4	1	3	1	nWP
31006	M	3	0	0	1	1	2	0	WP
A16	C	-	-	2	0	1	0	0	WP
CC01	M	-	-	-	2	4	3	0	WP
Others		9	1	4	5	5	5	8	
Total		2,103	2,385	2,096	2,516	2,510	2,519	2,501	

年度内の総合計。H29年度まで一体校正のみ。H30年度は分離校正含む。種別欄のC：円筒形、P：平行平板形、M：マイクロ形、を示す。Note欄の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本以下でその他に分類あるいは無し。

31010、A1SL、A12S、CC13等の増加が目立ちます。これまで、僅かながら依頼のあった旧型式の電離箱の校正は消滅状態にあります。

#### 4-2. 電離箱の校正定数の比較

財団による校正も15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りました。しかし、校正で使用する二次標準器の故障により、平成29年10月31日よりBackup機への標準値切り替えを行いました。切り替え前の標準値での校正時より校正定数が0.3%大きくなるため、標準機の切り替え前と、それ以降で、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に示します。

前回校正が標準値切り替え前では、平均全体が、およそ0.3%大きくなっているのが見て取れます。それを補正すると、電離箱型式ごとに前回校正が標準値切り替え以降の平均値とほぼ同様であることが判ります。また、校正定数の差およびばらつきは共に小さく、安定で再現性の良い校正が行われていることが窺えます。また、校正に使用するγ線標準場の値の決定を校正当日の測定値（置換法）から後述の減衰法に変更したことも影響したと思われます。

## 5. その他

### 5-1. 標準線量計等の校正と変更

校正に使用する測定器等は、一昨年に切替えを行った特定二次標準器（電位計：Keithley6517B + 電離箱：PTW\_30013）、切替え前の標準線量計（応用技研AE-132R + C-110）計2組を、担当機関において校正を行いました。現在、特定二次標準器は3組を所有し、1組を正とし、他2組をBackupとして維持しています。また、校正年度に当たる気圧計、温度計および分離校正で使用する電圧計、標準コンデンサも、JCSS登録

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。

種別	電離箱型式	電離箱本数	前回校正が標準値切替え前			前回校正が標準値切替え以降		
			電離箱数	平均 (%)	S.D. (%)	電離箱数	平均 (%)	S.D. (%)
平行平板形	NACP02	190	120	0.41	0.33	70	0.09	0.23
	PPC40	216	138	0.29	0.27	78	0.00	0.24
	34045	105	65	0.37	0.23	40	0.06	0.18
	23343	18	14	0.27	0.17	4	0.25	
	34001	123	67	0.39	0.22	56	0.05	0.13
	その他	6	4			2		
	計	658	408	0.358	0.278	250	0.050	0.217
円筒形	30013	906	568	0.39	0.21	338	0.08	0.22
	30001	12	9	0.43	0.29	3	0.25	
	31010	77	47	0.42	0.20	30	0.15	0.36
	30010	16	12	0.41	0.16	4	0.03	
	C110 (0.6ml)	17	7	0.56	0.14	10	0.16	0.14
	A12	10	8	0.33	0.23	2	0.27	
	A12S	20	14	0.65	0.39	6	0.12	0.26
	A1SL	58	35	0.43	0.31	23	0.18	0.37
	CC13	33	14	0.41	0.26	19	0.03	0.07
	その他	42	27			15		
計	1,191	741	0.403	0.232	450	0.091	0.243	
合計	1,849	1,149	0.387	0.250	700	0.076	0.235	
平成29年度	2,029		0.058	0.265				

標準値切替え日は、平成29年10月31日。比較対象の実施数が少ない電離箱の標準偏差は除く。

事業者に校正を依頼しました。

水温測定用温度計も校正の年に当たり、JCSS登録事業者に校正を依頼しましたが、結果に特段の変化はありませんでした。

### 5-2. 標準値の評価について

平成29年11月から標準線量計（特定二次標準器）6517B#4093695 (Keithley) + 30013#8980 (PTW) の組み合わせによる評価値に切り替え、また、各校正日の標準値の求め方を、従来の毎校正日の測定値を用いる方法（置換法）から、これまでの測定値の平均より求めた基準値を基に、 $^{60}\text{Co}$ の半減期による減衰計算によって評価する方法（減衰法）に変更後は、ユーザー校正定数の再現性は改善傾向にあり、標準値の変更も影響していると思われます。

### 5-3. 空中校正について

ICRU90に対応した空気カーマ（率）標準について、産総研では、今年度4月1日より適用されています。財団では、今年度は8月1日に空中校正を実施しており、その時点での財団の特定二次標準器は、まだ担当機関での校正を受けていないため、換算値を採用し、ICRU90適用の旨を校正証明書へ記載しています。

### 5-4. JCSS登録事業者更新手続き

平成29年11月ISO/IEC17025：2017規格改定が施行されたことに伴い、当財団も4度目のJCSS登録事業者更新の手続きを行っています。

（線量校正センター 成田克久）

## 資料 2

# 出力線量測定の実績について (平成30年4月～平成31年3月)

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30年度末で、医用原子力技術研究振興財団（以下、財団）が治療用出力線量測定（線量の第三者評価）を開始して以来、12年を経過しました。これ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31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1,128, 1,445および6,112（内、校正条件ビーム：3,170）でした。エネルギー別での累計では10MVが最も多く、次いで6MVおよび4MVの順です。ただし、エネルギーの依頼は年度によって増減があり、近年は6MVの依頼が10MVを超えて、校正条件ビームのみのエネルギー別集計でも、30年度は6MVが最も多く、次いで10MVとなっています。

表1：出力測定数の集計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	平27	平28	平29	平30	累計	
施設	拠点	16	32	29	38	35	47	56	111	129	104	103	149	849
	その他	2	13	10	12	11	7	17	34	34	36	49	54	279
	合計	18	45	39	50	46	54	73	145	163	140	152	203	1128
装置	22	51	44	59	53	75	99	182	212	180	202	266	1445	

実施日の区分は測定セットの発送日。施設および装置は延べ数。

表2：出力測定数の集計2、エネルギー別および条件別ビーム数

項目	平19	平20	平21	平22	平23	平24	平25	平26	平27	平28	平29	平30	累計	
エネルギー別	4MV	12	22	24	79	64	55	88	179	212	140	188	188	1251
	6MV	10	29	23	95	84	130	180	320	346	330	325	461	2333
	8MV	-	-	-	-	-	-	1	5	2	15	10	2	35
	10MV	17	37	34	110	88	135	208	314	384	334	325	422	2408
	15MV	0	3	0	5	1	7	4	12	17	5	14	12	80
	Others	-	-	-	-	-	-	2	6	5	0	0	0	13
	*Total	39	91	81	289	237	327	482	831	964	824	862	1085	6112
条件別	Calibr.	39	91	81	109	104	146	217	394	473	464	450	602	3170
	Wedge	-	-	-	56	58	71	117	143	140	113	128	132	958
	Field	-	-	-	124	75	110	147	293	349	236	267	327	1928
	Others	-	-	-	-	-	-	1	1	2	11	17	24	56

実施日の区分は測定セットの発送日。エネルギー別 Others は、14、18、20MV を含む。\*Total には、SRS、FFF、EDW、UW、VW を含む。条件別 Others は、CyberKnife、Tomotherapy である。

平成30年度での依頼数は、施設、装置およびビーム数にして、それぞれ203、266および1,085であり、前年度に比べ、施設数が25.1%、ビーム数が20.5%の増加であり、これまででの最多実績を更新しました。平成26年以降、治療装置出力の第三者評価が、がん診療連携拠点病院の指定条件になり、続いて日本放射線腫瘍学会の専門医修練機関の条件にもなったこと、また、平成29年度7月に、がん診療連携拠点病院の指定条件の改定が行われ、出力測定結果で±5%以内を維持することが盛り込まれたことが大きく影響しています。測定の推奨頻度を3年に1回としているので、主要施設では、今年度末には、二巡目の実施が完了することになります。

平成30年度の条件別の測定数は、依頼施設の増加に伴い、校正条件および照射野条件の申し込み数も増加しましたが、ウエッジ条件は前年とほぼ同等でした。ただし条件付き測定の増減は年毎に変化し、校正条件とは異なる傾向となっています。また、FFF、CyberKnifeおよびTomotherapyビームについても、増加傾向にあります。

## 2. 校正条件ビームの財団評価線量と施設申告線量の相違

表3に、校正条件ビームについて、財団がガラス線量計から評価した線量（評価線量）と各施設がデータ記入シートにて申告した線量（申告線量）との差の度数分布を示します。

平成24年半ばより、わが国の治療用線量の評価法（計測プロトコル）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に移行しています。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、これによる変動を防ぐため、双方が同じ線量評価法を用いた場合を解析対象としました。表3は25年12月以降のデータで、施設および財団とも標準計測法12を用いてい

表3：施設申告線量と財団評価線量の差（%）の分布、校正条件の4.6,10,15MVのビームのみ。平成25-30年。線量評価は、財団・施設とも計測法12。TMR法以外およびFFFビームは含まない。線量評価が線量測定法01であった、平成25年以前のデータについては線量校正センターニュース6号を参照<sup>1)</sup>。

範囲 (%)	平25	平26	平27	平28	平29	平30	合計
~-3.25			1		1		2
-3.25~-2.75					1	1	2
-2.75~-2.25			3	3	3	6	15
-2.25~-1.75	1	5	6	12	8	9	41
-1.75~-1.25	1	10	12	12	26	27	88
-1.25~-0.75	2	19	34	36	37	41	169
-0.75~-0.25	9	34	70	67	67	79	326
-0.25~0.25	21	71	80	86	69	72	399
0.25~0.75	21	61	78	79	64	107	410
0.75~1.25	24	49	59	56	44	78	310
1.25~1.75	7	43	34	24	35	56	199
1.75~2.25	6	30	28	9	24	22	119
2.25~2.75	1	13	6	10	3	12	45
2.75~3.25	2	2	5	2	8	11	30
3.25~3.75	2	4	4	2	1	3	16
3.75~		2					2
ビーム数	97	343	420	398	391	524	2,173
平均	0.630	0.595	0.333	0.183	0.180	0.345	0.327
標準偏差	0.902	1.078	1.061	0.998	1.141	1.127	1.072

ます。（双方が線量測定法01を用いていた、25年11月以前の結果については、線量校正センターニュースNo.6を参照下さい<sup>1)</sup>。平成26年以降も標準測定法01を線量評価に用いるユーザーがありますが、線量差の解析には用いていません。なお、ユーザーに対しては、財団の評価値をそのまま報告しています。）

表3の平成30年度の度数分布では、線量差のピークは0.25より0.75%にあります、全体的に評価線量が申告線量を上回っています。標準計測法12を用いた群の校正条件ビームの差の分布を図1および2に示します。図1は平成30年単年度の集計、図2はこの6年間の合計です。財団側の評価が多少プラス方向に分布が偏っていることが判ります。

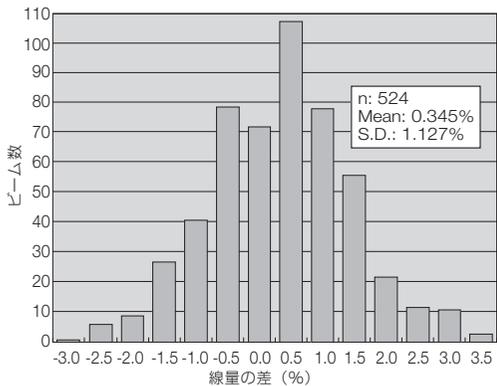


図1：財団の評価線量と施設の申告線量の差。平成30年の校正条件ビーム。  
線量の評価プロトコールは、財団・施設とも標準計測法12。FFFビームは含まない。

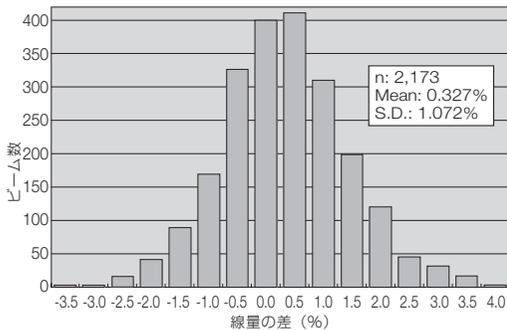


図2：財団の評価線量と施設の申告線量の差。平成25-30年の校正条件ビームの合計。  
線量の評価プロトコールは、財団・施設とも標準計測法12。FFFビームは含まない。

また、表3の下欄には、各年度の線量差の平均および標準偏差も示してあります。この差は、財団が出力測定事業開始の平成19年から20年は0.6%前後、21年より縮小に転じ、24年当たりではほぼ差が見られなくなりました。ただ、25、26年の群には、20、21年当りの水準と同様の差が見られ、財団が平成24年10月から開始した線量計の水中校正の影響および線量評価法の切り替え時にユーザー側に多少の混乱があっ

表4：平成30年度の施設申告線量と財団評価線量の差(%)。校正条件ビームのエネルギー別集計。TMR法以外およびFFFを除く。線量評価は施設・財団とも標準計測法12。

Energy (MV)	4	6	8	10	15	Total
ビーム数	110	199	2	204	7	522
平均 (%)	-0.010	0.104	0.712	0.724	1.131	0.338
標準偏差	1.078	1.029	0.574	1.118	0.900	1.124

表5：照射野条件の照射野別ビーム数(平成30年度)

照射野 (cm <sup>2</sup> )	5×5	15×15	20×20	25×25	FFF	合計
ビーム数	134	35	130	17	11	327

5×5は01法：1ビーム含む。20×20は01法：3ビーム含む。

たことが窺えます。ただし、27年以降は再び線量差は縮小方向となり、28および29年は0.2%以下で落ち着いた状態でしたが、30年では差が拡大し、27年とほぼ同等となっています。また、標準偏差は1%前後でほとんど変動が無く、これは25年度以前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4は、平成30年度の校正条件ビームのエネルギー別線量の差です。エネルギーの高いビームに差が大きいことが見てとれます。27年度以降は縮小方向にありましたが、30年度は僅かに大きくなりました。

現在、ユーザー側でも標準計測法12への移行および線量計もほぼ水中校正済みとなりました。出力測定の依頼は、平成26年1月に、がん診療連携拠点病院の指定要件に第三者評価を受けることが盛り込まれたこと、また、30年7月末には指定要件の改定があり、その都度、依頼が急増しており比較が難しい時期にあります。時間が経過して変化が落ち着けば、差の解析も進むと思われます。

### 3. 校正条件以外のビームの内訳と財団評価線量と施設申告線量の相違

平成22年より校正条件以外の条件も開始しました。平成30年度の照射野およびウエッジ条件のビーム数は、表2の下欄に示すように、線量評価法の異なるものや参考測定などを全て含めるとそれぞれ327および132であり、いずれも28および29年の実績からは増加していますが、これまで申し込みの多かった26および27年度より校正条件を除いて、照射野条件およびウエッジ条件は下回っています。数年前までは、どの条件も増加傾向にあったのですが、ユーザーの希望が、CyberKnife、TomotherapyおよびFFFなどを含む校正条件中心への変化が窺えます。

表5および6は、30年度の照射野条件の依頼内容および財団と各施設の線量の差です。照射野では5×5および20×20cm<sup>2</sup>の申し込みが多く、線量の差の平均は5×5 cm<sup>2</sup>は小さく、照射野が広いほど大きくなる傾向です。一方、標準偏差は25×25cm<sup>2</sup>一部を除き1.1%前後であり、校正条件と同程度となっています。(平均と標準偏差は標準計測法12を使用したビームのみ対象)

表7は、ウエッジ条件の依頼内容、財団と各施設の線量の差です。表にはウエッジの種類分類も示してあります。角度では15、60次いで30度の依頼が多く、45度は比較的少ない。線量の差の平均は15、30度および60度は小さく、比較して45度は大きい。例年45および60度は比較的大きい傾向にあります。標準偏差は1.1%程度と校正条件と同等となりました。(平均と標準偏差は標準計測法12を使用したビームのみ対象)

表8および9は、標準計測法12に移行した25年以降の条件付測定線の線の差の年次変化です。いずれも、財団とユー

表6：照射野条件ビームの財団評価線量と施設申告線量の差（平成30年度）。使用プロトコールは、双方とも標準計測法12。TMR法以外およびFFF除く。

	5×5	15×15	20×20	25×25	合計
ビーム数	133	35	127	17	312
平均 (%)	0.037	0.377	0.582	0.906	0.344
S.D. (%)	1.165	1.157	1.093	1.341	1.146

表7：ウエッジ条件の角度別ビーム数（平成30年度）および財団線量評価と施設申告線量の差。使用プロトコールは、双方とも標準計測法12。

Wedge角(°)	15	30	45	60	合計	
Physical	31	14	8	37	90	
UW			1		1	
EDW	9	13	6	6	34	
VW	1	4			5	
合計	41	31	15	43	130	
線量の差	平均	0.188	-0.152	0.327	0.077	0.086
	S.D.	1.134	1.096	0.764	1.272	1.138

表8：照射野条件のビーム数と線量の差(%)。標準計測法12のみ。年度別。FFFビーム除く。下記以外の照射野分を除く。

年度	照射野 (cm <sup>2</sup> )				合計	線量の差	
	5×5	15×15	20×20	25×25		Mean	S.D.
平25	31	7	13	11	62	0.245	1.006
平26	103	30	115	9	257	0.425	1.144
平27	134	46	127	26	333	0.309	1.370
平28	100	17	88	16	221	0.037	1.032
平29	94	40	89	13	236	0.248	1.427
平30	133	35	127	17	312	0.344	1.146
累計	595	175	559	92	1,421		
線量の差	平均	0.030	0.573	0.503	0.288	0.283	
	S.D.	1.149	1.134	1.160	1.301	1.230	

表9：ウエッジ条件の角度別ビーム数および施設申告線量と財団評価線量の差(%)。線量評価は施設・財団とも標準計測法12のみ。

年度	ウエッジ角				合計	線量の差	
	15度	30度	45度	60度		Mean	S.D.
平25	18	13	6	13	50	0.528	0.988
平26	52	51	13	14	130	0.180	1.127
平27	45	52	17	19	133	0.224	1.105
平28	37	34	16	20	107	-0.217	1.137
平29	36	40	20	32	128	-0.191	1.458
平30	41	31	15	43	130	0.086	1.138
累計	229	221	87	141	678		
線量の差	平均	0.092	0.092	-0.099	0.086	0.066	
	S.D.	1.071	1.098	1.035	1.473	1.170	

表10：1施設当たりの申し込み条件数（校正にはその他の条件を含む）

年度	校正	ウエッジ	照射野	合計
平30	3.07	0.65	1.63	5.35
平29	3.11	0.84	1.77	5.72
平28	3.41	0.81	1.69	5.91
平27	2.93	0.86	2.15	5.94
平26	2.72	0.99	2.02	5.73
平25	2.96	1.6	2.01	6.57
平24	2.7	1.31	2.04	6.05
平23	2.26	1.26	1.63	5.15
平22	2.18	1.12	2.48	5.78
平21	2.08	-	-	2.08
平20	2.02	-	-	2.02
平19	2.17	-	-	2.17

表11：施設の使用する線量評価用標準プロトコール。複数回実施の施設は、1カウント。

プロトコール	平24	平25	平26	平27	平28	平29	平30
86	0	0	0	1	0	0	0
1	51	12	12	6	2	1	3
12	1	59	132	151	135	151	199
合計	52	71	144	158	137	152	202

ザーが標準計測法12を用いた群が対象です。照射野条件では15×15および20×20 cm<sup>2</sup>の差が大きく、ウエッジ条件では、合計で見れば差は小さく、角度による違いも見られない。一方、標準偏差は、照射野およびウエッジ条件とも1.1%以上と、校正条件に比べ多少大きい傾向にあります。（平成25年以前の解析は、線量校正センターニュースNo.6<sup>1)</sup>を参照下さい。）

## 4. その他

### 1) 1施設当たりの条件数

表10は、1施設当たりの申込条件数（ビーム数）です。平成22年からは、それ以前と同料金で2倍のビーム数の申し込みが可能となりましたが、21年までに比べると条件付測定導入等も

あって、3倍近いかあるいはそれ以上のビーム数の測定が申し込まれていました。ただ、26年度以降はその傾向が落ち着いて、ここ数年は僅かに減少傾向にあります。これは実施施設数は増加しているが、最初の依頼は基本的条件に絞って始めるところが多いことが窺えます。

校正条件は24年度以降、年度毎に増加傾向にありましたが、原因として1施設の依頼される装置の数およびFFFなどの条件の異なるビームの依頼の増加が挙げられます。またCyberKnifeやTomotherapyなどの申し込みも影響していると思われます。ウエッジ条件の1施設当たりの申し込みは、条件付測定開始直後は少なく、年度を追って増える傾向にありましたが、26年度以降は減少傾向が続いています。照射野条件は、当初は年度による増減が見られましたが、最近では1施設当たり2ビーム弱で落ち着いている様子が見られます。

### 2) 線量評価用標準プロトコール

表11は、ユーザー施設で用いられている計測プロトコールの種類です。平成30年度も標準測定法01使用施設は僅かに見られますが、25年以降、多くの施設で標準計測法12への切り替えが行われ、ほぼ完了していると思われます。

### 3) 線量評価の不適切例

財団評価線量と施設申告線量の差が、許容判定基準の5%を超える場合がある程度発生しています。このような場合は、財団から施設へ測定についての問い合わせを差し上げていますが、ほとんどが線量評価あるいは返送いただく照射データ記入シートに誤りがある、あるいは不適切と思われるものです。一応は、問い合わせにより、疑問点は解決しており、治療現場での線量投与に問題のないことは確認できておりますが、差が5%未満で3%以上の施設もあり、財団から差し上げる測定結果報告書を参考にし、自施設の状態をご確認くださいようお願い

願いたします。

また、照射データ記入シートを新しい様式へ改定いたしました。これは、上記のような誤記入を減らす目的で改善を図るとともに、現在の治療現場での出力線量測定作業に合わせた治療計画装置からデータを取得する仕様といたしました。今後、治療計画装置メーカーにご協力をいただき、照射データ記入シートへの記入が容易になるよう、出力線量測定に特化した治療計画装置の操作マニュアルを財団ホームページに掲載する予定です。（これからも照射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ございます。その節は、宜しくお願い致します。）

#### 4) 地域連携支援の体制構築への協力

現在、放射線治療品質管理機構では、地域による施設相互に連携支援できる体制（地域連携支援<sup>2)</sup>）の構築が検討され、各地域にてパイロットスタディ<sup>3),4)</sup>を行っています。当財団では、出力線量測定実施の施設に、出力線量測定での結果へのご対応など、品質管理体制の一環として、この地域連携支援をご活用いただけるよう、連絡先のご案内など行っていくことを検討しております。

#### 参考文献

- 1) 佐方周防: 出力線量測定の実績について. 線量校正センターニュース, Vol.6, 29-33, 2016
- 2) 川村慎二: 放射線治療における地域連携支援事業の実施実現に向けて. 線量校正センターニュース, Vol.7, 12-15, 2017
- 3) 大坂暁胤: 放射線治療における地域連携支援事業（東北・北陸）パイロットスタディの実施報告. 線量校正センターニュース, VOL.8, 19-21, 2018
- 4) 田辺悦章: 放射線治療における地域連携支援事業（中国・四国）パイロットスタディの実施報告. 線量校正センターニュース, VOL.9, 11-13, 2019 (本号)

（線量校正センター 成田克久）

## 資料 3

# 治療用線量計校正および出力線量測定施設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

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](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（令和元年度）は、平成29年度および30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](mailto:info-kosei@antm.or.jp)）までご連絡下さい。

### 施設の公表状況

#### 平成29年度 校正実施施設

平成29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、本年度に再調査した結果、図1.1の通りとなりました。平成29年度の校正実施施設名の公表対象施設数は741施設であり、医療機関では722施設、研究・教育機関やメーカーは、19施設の全施設から公表の同意が得られました。

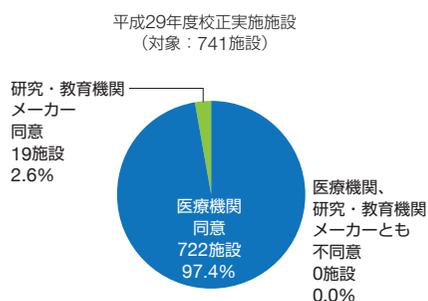


図 1.1：平成29年度校正実施施設の公表状況

#### 平成30年度 校正実施施設

平成30年度に校正を実施した施設の公表対象施設数は752施設であり、図1.2に示す通り、医療機関では727施設、研究・教育機関やメーカーでは25施設の全施設から公表の同意が得られました。また、平成30年度に初めて校正を実施した施設は医療機関では5施設、研究・教育機関やメーカーでは5施設でした。

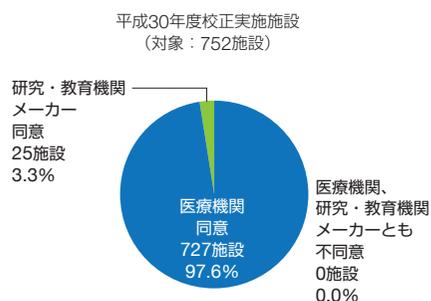


図 1.2：平成30年度校正実施施設の公表状況

## 2. 出力線量測定における施設名公表について

これまで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当財団ホームページ([http://www.antm.or.jp/03\\_activities/038.html](http://www.antm.or.jp/03_activities/038.html))にて公表を開始しました。2017年度のホームページ公表からは過去3年間に測定を実施した施設を対象としており、今年度は2016年度から2018年度に出力線

量測定を実施した施設をPDFファイル形式で掲載しております。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いただ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、個々の患者治療ビ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。

## 3. 施設名公表へのご理解とご協力について

令和元年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いただいております。治療用線量計校正、出力線量測定のいずれも高い公表率を維持することができました。この場をお借りしまして、皆様のご理解とご協りに深く感謝申し上げます。

(線量校正センター 奥山浩明)

## 2016年～2018年度治療用照射装置(X線)の出力線量測定実施施設一覧(393施設)

### 北海道(23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  
医療法人溪仁会手稲溪仁会病院  
社会福祉法人函館厚生病院  
函館五稜郭病院  
札幌医科大学附属病院  
旭川医科大学病院  
社会医療法人母恋日鋼記念病院  
北見赤十字病院  
独立行政法人労働者健康安全機構  
釧路ろうさい病院  
社会医療法人恵佑会札幌病院  
砂川市立病院  
市立札幌病院  
社会医療法人北腎会脳神経・放射線科クリニック

北海道大学病院  
社会医療法人製鉄記念室蘭病院  
社会医療法人禎心会札幌禎心会病院  
国家公務員共済組合連合会斗南病院

### 青森県(5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  
弘前大学医学部附属病院  
十和田市立中央病院  
医療法人雄心会青森新都市病院

### 岩手県(4施設)

岩手県立中部病院  
岩手県立宮古病院  
岩手県立中央病院  
岩手県立磐井病院

### 秋田県(6施設)

秋田大学医学部附属病院  
大館市立総合病院  
JA秋田厚生連由利組合総合病院  
JA秋田厚生連  
秋田厚生医療センター

平鹿総合病院  
秋田赤十字病院

### 宮城県(6施設)

一般財団法人厚生会仙台厚生病院  
独立行政法人労働者健康安全機構  
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  
独立行政法人国立病院機構  
仙台医療センター  
石巻赤十字病院  
医療法人秀放会  
仙台総合放射線クリニック

### 山形県(7施設)

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

鶴岡市立荘内病院

### 福島県 (8施設)

一般財団法人竹田健康財団  
竹田綜合病院  
独立行政法人労働者健康安全機構  
福島労災病院  
一般財団法人脳神経疾患研究所附属  
総合南東北病院  
一般財団法人慈山会医学研究所附属  
坪井病院  
一般財団法人太田綜合病院附属  
太田西ノ内病院  
公立大学法人  
福島県立医科大学附属病院  
福島県厚生農業協同組合連合会  
白河厚生綜合病院  
一般財団法人温知会会津中央病院

### 東京都 (37施設)

国家公務員共済組合連合会立川病院  
独立行政法人国立病院機構東京病院  
慶應義塾大学病院  
東京慈恵会医科大学  
葛飾医療センター  
帝京大学医学部附属病院  
地方独立行政法人  
東京都健康長寿医療センター  
国家公務員共済組合連合会  
虎の門病院  
独立行政法人国立病院機構  
東京医療センター  
日本大学医学部附属板橋病院  
青梅市立綜合病院  
東邦大学医療センター大橋病院  
日本医科大学付属病院  
国立研究開発法人  
国立成育医療研究センター  
東京都立多摩綜合医療センター  
東京慈恵会医科大学附属第三病院  
東京慈恵会医科大学附属病院  
公益財団法人東京都保健医療公社  
多摩北部医療センター  
日本赤十字社東京都支部  
武蔵野赤十字病院  
東京都立墨東病院  
NTT東日本関東病院  
東京医科歯科大学医学部附属病院  
独立行政法人地域医療機能推進機構  
東京新宿メディカルセンター  
日本私立学校振興・共済事業団  
東京臨海病院  
日本赤十字社医療センター  
昭和大学病院  
医療法人徳洲会東京西徳洲会病院  
社会福祉法人恩賜財団済生会支部  
東京都済生会東京都済生会中央病院  
がん・感染症センター都立駒込病院  
日本医科大学多摩永山病院  
東京医科大学八王子医療センター

国際医療福祉大学三田病院  
独立行政法人国立病院機構  
災害医療センター  
社会福祉法人仁生社江戸川病院  
医療法人社団  
勤草会東京放射線クリニック  
公立福生病院  
医療法人社団明芳会  
板橋中央綜合病院  
昭和大学江東豊洲病院

### 神奈川県 (18施設)

東海大学医学部付属病院  
平塚市民病院  
国家公務員共済組合連合会  
平塚共済病院  
独立行政法人労働者健康安全機構  
関東労災病院  
横浜市立みなと赤十字病院  
公立大学法人横浜市立大学附属  
市民綜合医療センター  
横浜市立市民病院  
国家公務員共済組合連合会  
横浜南共済病院  
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  
独立行政法人労働者健康安全機構  
横浜労災病院  
昭和大学藤が丘病院  
独立行政法人国立病院機構  
横浜医療センター  
川崎市立井田病院  
公立大学法人横浜市立大学附属病院  
社会福祉法人恩賜財団済生会支部  
神奈川県済生会横浜市東部病院  
医療法人社団三成会  
新百合ヶ丘綜合病院  
社会医療法人社団三思会  
東名厚木病院

### 埼玉県 (14施設)

独立行政法人国立病院機構埼玉病院  
越谷市立病院  
学校法人北里研究所  
北里大学メディカルセンター  
埼玉県立がんセンター  
埼玉医科大学病院  
さいたま市立病院  
自治医科大学附属  
さいたま医療センター  
社会福祉法人恩賜財団済生会支部  
埼玉県済生会川口綜合病院  
医療法人社団東光会  
戸田中央綜合病院  
埼玉医科大学総合医療センター  
川口市立医療センター  
春日部市立医療センター  
さいたま赤十字病院  
防衛医科大学校病院

### 千葉県 (16施設)

日本医科大学千葉北総病院  
綜合病院国保旭中央病院  
医療法人鉄蕉会亀田綜合病院  
千葉大学医学部附属病院  
帝京大学ちば綜合医療センター  
東京歯科大学市川綜合病院  
独立行政法人国立病院機構  
千葉医療センター  
国保松戸市立病院  
国立研究開発法人  
量子科学技術研究開発機構  
放射線医学総合研究所病院  
国保直営綜合病院君津中央病院  
千葉県がんセンター  
独立行政法人労働者健康安全機構  
千葉労災病院  
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

### 茨城県 (8施設)

独立行政法人国立病院機構  
水戸医療センター  
茨城県立中央病院  
茨城県地域がんセンター  
株式会社日立製作所日立綜合病院  
筑波大学附属病院  
友愛記念病院  
東京医科大学茨城医療センター  
茨城県厚生連綜合病院水戸協同病院  
株式会社日立製作所  
ひたちなか綜合病院

### 栃木県 (6施設)

佐野厚生農業協同組合連合会  
佐野厚生綜合病院  
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  
地方独立行政法人  
栃木県立がんセンター  
自治医科大学附属病院

### 群馬県 (8施設)

前橋赤十字病院  
群馬大学医学部附属病院  
伊勢崎市民病院  
桐生厚生綜合病院  
独立行政法人国立病院機構  
渋川医療センター  
独立行政法人国立病院機構  
高崎綜合医療センター  
公立富岡綜合病院  
公立藤岡綜合病院

### 新潟県 (7施設)

長岡赤十字病院

新潟県立新発田病院  
新潟大学歯学総合病院  
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  
新潟大学地域医療教育センター・  
魚沼基幹病院

#### 長野県 (8施設)

信州大学医学部附属病院  
地方独立行政法人長野市民病院  
独立行政法人国立病院機構  
信州上田医療センター  
長野赤十字病院  
諏訪赤十字病院  
飯田市民病院  
長野県厚生農業協同組合連合会  
佐久総合病院佐久医療センター  
社会医療法人財団慈泉会相澤病院

#### 富山県 (8施設)

富山県立中央病院  
高岡市民病院  
市立砺波総合病院  
富山大学附属病院  
独立行政法人労働者健康安全機構  
富山労災病院  
富山市民病院  
黒部市民病院  
医療法人社団藤聖会五福脳神経外科  
富山サイバーナイフセンター

#### 石川県 (3施設)

石川県立中央病院  
金沢医科大学病院  
公立松任石川中央病院

#### 福井県 (3施設)

福井県立病院  
福井大学医学部附属病院  
社会福祉法人恩賜財団済生会支部  
福井県済生会病院

#### 愛知県 (26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  
名古屋第一赤十字病院  
愛知医科大学病院  
藤田医科大学病院  
独立行政法人地域医療機能推進機構  
中京病院  
社会医療法人明陽会成田記念病院  
トヨタ記念病院  
名古屋第二赤十字病院  
豊橋市民病院  
独立行政法人国立病院機構  
名古屋医療センター  
小牧市民病院  
春日井市民病院

愛知県厚生農業協同組合連合会  
海南病院  
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  
社会医療法人名古屋記念財団  
名古屋記念病院  
名古屋大学医学部附属病院  
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  
江南厚生病院  
名古屋市立西部医療センター  
岡崎市民病院  
社会医療法人宏潤会大同病院  
社会医療法人財団新和会八千代病院

#### 岐阜県 (7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  
地方独立行政法人  
岐阜県立多治見病院  
社会医療法人厚生会木沢記念病院  
朝日大学病院

#### 静岡県 (13施設)

藤枝市立総合病院  
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  
浜松医療センター  
富士宮市立病院  
磐田市立総合病院  
焼津市立総合病院  
地方独立行政法人静岡市立静岡病院  
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  
富士市立中央病院

#### 三重県 (5施設)

伊勢赤十字病院  
三重大学医学部附属病院  
三重県厚生農業協同組合連合会  
松阪中央総合病院  
三重県厚生農業協同組合連合会  
鈴鹿中央総合病院  
市立四日市病院

#### 大阪府 (28施設)

独立行政法人労働者健康安全機構  
大阪労災病院  
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  
八尾市立病院  
独立行政法人国立病院機構  
刀根山病院

大阪警察病院  
独立行政法人地域医療機能推進機構  
星ヶ丘医療センター  
独立行政法人国立病院機構  
大阪南医療センター  
大阪市立総合医療センター  
独立行政法人国立病院機構  
大阪医療センター  
大阪市立大学医学部附属病院  
関西電力病院  
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  
第二大阪警察病院  
社会医療法人人生長会

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  
大阪国際がんセンター  
医療法人藤井会石切生喜病院  
関西医科大学総合医療センター  
医療法人新明会  
都島放射線科クリニック  
医療法人友誼会彩都友誼会病院  
高槻赤十字病院  
多根総合病院  
社会福祉法人恩賜財団  
大阪府済生会野江病院  
社会医療法人美杉会佐藤病院  
医療法人沖繩徳洲会吹田徳洲会病院  
大阪プレストクリニック

#### 兵庫県 (16施設)

赤穂市民病院  
独立行政法人国立病院機構  
姫路医療センター  
姫路赤十字病院  
市立伊丹病院  
兵庫県立柏原病院  
神戸市立西神戸医療センター  
公立豊岡病院組合立豊岡病院  
地方独立行政法人神戸市民病院機構  
神戸市立医療センター中央市民病院  
西脇市立西脇病院  
地方独立行政法人  
加古川市民病院機構  
加古川中央市民病院  
医療法人社団  
神戸低侵襲がん医療センター  
北播磨総合医療センター  
医療法人明和病院  
明和キャンサークリニック  
医療法人社団順心会順心病院  
兵庫県立尼崎総合医療センター  
宝塚市立病院

#### 京都府 (10施設)

市立福知山市民病院  
医療法人徳洲会宇治徳洲会病院  
京都第一赤十字病院

京都府立医科大学附属病院  
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  
京都中部総合医療センター  
京都岡本記念病院

#### 滋賀県(4施設)

市立長浜病院  
大津赤十字病院  
滋賀医科大学医学部附属病院  
滋賀県立総合病院

#### 奈良県(5施設)

奈良県立医科大学附属病院  
奈良県総合医療センター  
市立奈良病院  
社会医療法人高清水高井病院  
大和高田市立病院

#### 和歌山県(4施設)

日本赤十字社和歌山医療センター  
和歌山県立医科大学附属病院  
公立那賀病院  
独立行政法人国立病院機構  
南和歌山医療センター

#### 鳥取県(3施設)

鳥取県立厚生病院  
鳥取県立中央病院  
鳥取大学医学部附属病院

#### 島根県(3施設)

松江赤十字病院  
島根大学医学部附属病院  
松江市立病院

#### 岡山県(6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  
岡山赤十字病院  
川崎医科大学附属病院  
岡山大学病院  
川崎医科大学総合医療センター  
岡山済生会総合病院

#### 広島県(7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  
広島県厚生農業協同組合連合会  
尾道総合病院  
福山市民病院  
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  
地方独立行政法人広島市立病院機構  
広島市立広島市民病院

広島がん高精度放射線治療センター

#### 山口県(1施設)

山口県済生会下関総合病院

#### 徳島県(1施設)

徳島県立中央病院

#### 香川県(2施設)

香川県立中央病院  
独立行政法人労働者健康安全機構  
香川労災病院

#### 愛媛県(6施設)

社会福祉法人  
恩賜財団済生会今治病院  
松山赤十字病院  
愛媛大学医学部附属病院  
市立宇和島病院  
独立行政法人国立病院機構  
四国がんセンター  
愛媛県立中央病院

#### 高知県(3施設)

高知県・高知市病院企業団立  
高知医療センター  
独立行政法人国立病院機構高知病院  
高知大学医学部附属病院

#### 福岡県(19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  
飯塚病院  
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  
公立学校共済組合九州中央病院  
独立行政法人地域医療機能推進機構  
九州病院  
独立行政法人労働者健康安全機構  
九州労災病院

産業医科大学病院  
医療法人社団高邦会高木病院  
社会医療法人財団池友会  
福岡和白病院  
社会保険田川病院  
医療法人原三信病院

#### 佐賀県(4施設)

佐賀大学医学部附属病院  
地方独立行政法人  
佐賀県医療センター好生館

独立行政法人国立病院機構  
嬉野医療センター  
唐津赤十字病院

#### 長崎県(5施設)

地方独立行政法人  
佐世保市総合医療センター  
独立行政法人国立病院機構  
長崎医療センター  
長崎みなとメディカルセンター  
日本赤十字社長崎原爆病院  
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(7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  
独立行政法人地域医療機能推進機構  
天草中央総合病院  
独立行政法人地域医療機能推進機構  
熊本総合病院  
社会福祉法人恩賜財団済生会  
熊本病院  
独立行政法人国立病院機構  
熊本医療センター  
熊本赤十字病院

#### 大分県(5施設)

中津市立中津市民病院  
大分大学医学部附属病院  
大分県立病院  
独立行政法人国立病院機構  
別府医療センター  
大分赤十字病院

#### 宮崎県(1施設)

宮崎大学医学部附属病院

#### 鹿児島県(5施設)

鹿児島大学病院  
独立行政法人国立病院機構  
南九州病院  
公益財団法人昭和会今給黎総合病院  
社会福祉法人恩賜財団  
済生会川内病院  
公益財団法人慈愛会今村総合病院

#### 沖縄県(2施設)

沖縄県立中部病院  
医療法人沖縄徳洲会南部徳洲会病院

※2019年9月末までに承諾を  
得られた施設を掲載。

## 線量計校正担当者より

### ●水中校正における受け入れる型式の見直しについて

当財団の水中校正に使用している放射線源コバルト60は約5年の半減期で放射線の出力が弱まっていき、校正時のSN比(シグナルsignalとノイズnoiseの比)が悪くなる方向に進みます。これにより、不確かさを適宜見直さなければならず、場合によっては校正のお取り扱いが難しくなるケースがあります。2018年度よりPTW34045型等の一部の微小容量の電離箱(微小電離箱)に関して、校正の不確かさが大きくなっています(第8号「線量計校正担当者より」をご参照ください)。今後、他の微小電離箱についても見直しが見込まれており、当財団ホームページで適宜アナウンスいたします。

微小電離箱の一体方式による校正(一体校正)に関しては、組み合わせる電位計型式またはレンジによって校正の不確かさが大きくなるものがあり、校正をお断り(制限)する組み合わせもあります。分離方式による電離箱校正では電位計型式やレンジによって制限する概念が原理上ないため、微小電離箱を校正依頼されたい場合は分離校正サービスを是非ご検討ください。

電位計および電離箱の詳しい受け入れリストは、当財団ホームページ<sup>※</sup>をご確認ください。

### ●特定二次標準器に係る変更について

当財団のコバルト60照射線量単位の校正(空中校正)においては、2019年8月1日の校正より、校正依頼品の校正定数の決定に用いる特定二次標準器をICRU Report 90に対応させました。国家標準が2019年度から同Reportに対応したため、当財団も対応することとなりました。なお今回の変更に伴って2019年8月1日以降の校正定数は、それ以前に供給していた校正定数に対して約0.8%小さくなるがわかっています。

コバルト60水吸収線量単位の校正(水中校正)では、2017年10月31日の校正より、校正依頼品の校正定数の決定に用いる特定二次標準器を応用

技研C-110型からPTW30013型に変更しました。この変更によって、湿度変化に由来する誤差が解消され、国家標準により合致した校正定数を供給できるようになりました。なお2017年10月31日以降の校正定数は、それ以前に供給していた校正定数に対して約0.3%(平均値)大きくなるがわかっています。

上記2つの変更は、安定した品質で校正定数を供給するためのものです。ご理解のほどよろしくお願いたします。

### ●校正依頼品の輸送運賃立替サービス廃止について

2018年7月、校正依頼品の搬送(片道・往復含む)に係る輸送会社利用による運賃立替サービスのお取り扱いを廃止させていただきました。

これまでお客様からの要望により、依頼に関わる運送費用を当財団立替の上、校正費用とあわせて請求するサービスを提供してまいりましたが、昨今、輸送会社の請求金額に係るトラブル、運賃立替による輸送事故のトラブル等が頻発するようになりました。

まことに遺憾ではございますが、お客様への多大なご迷惑ならびに本来の校正業務とは異なるトラブル要因を抱えることによる校正事業全体への影響を考慮し、当サービスは取り止めざるを得ないという結論に至りました。

ご不便をおかけすることとなり恐縮でございますが、何卒諸事情ご賢察の上、是非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。

なお今後はお客様からの運送便の発送は元払いとなり、財団からの運送便の返却は着払いがメインとなります。詳しくは、当財団ホームページ<sup>※</sup>をご確認ください。

※) 当財団ホームページ「線量計校正の申込概要」:  
[http://www.antm.or.jp/03\\_activities/023.html](http://www.antm.or.jp/03_activities/023.html)

## 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(PLD)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、日本国内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30年7月31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0731第1号)では、地域がん診療連携拠点病院の指定要件の一つとして「第三者機関による出力線量測定を行い、放射線治療の品質管理を行うこと。なお、基準線量の±5%の範囲を維持することが望ましい。」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に独立した系(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。

また、日本放射線腫瘍学会の公認ガイドライン「放射線治療における第三者機関に関するガイド

ライン2019」において当財団は暫定的な第三者出力線量評価認定機関として指名されております。

### ●出力線量測定費用について

1セット(88,000円+送料6,000円)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。また、小照射野ビームで1条件のみの申込の場合の料金は、79,200円+送料6,000円となります。(令和1年11月現在)

### ●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等」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等：

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：03-3547-5201(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

ソフトウェアジビームなど、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。

#### ●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12年目を迎え、昨年に出力線量測定を実施した施設は203施設となりました。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。

以前より、照射装置の設定状況（設定MU、エネルギー、照射野、ウエッジ角度等）が分かる照射画面をデジカメなどで撮影してご返送いただくようお願いしておりました。そのため、ヒアリングにて原因究明ができ、再計算にて正常範囲となるケースが増えてまいりました。引き続き、ご理

解とご協力のほどよろしくお願いたします。

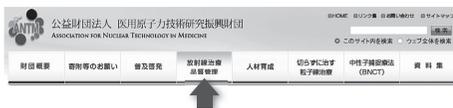
#### ●電子線の出力線量測定事業について

今まで、治療用照射装置の出力線量測定について電子線測定のご要望、お問い合わせが多くなりました。当財団では、近々にPLDを使用した電子線測定の事業化を予定しております。具体的な時期、詳細については、当財団ホームページに掲載致しますので、定期的にご確認いただきますようお願いいたします。

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

放射線治療品質管理に関する情報は、ホームページ画面上部「放射線治療品質管理」のタブからご確認いただけます。線量校正センターからの情報が掲載されておりますので、定期的にご確認いただけますようお願いいたします。

#### <ページトップ「重要なお知らせ」の更新>

重要度の高いお知らせを随時更新しておりますので必ずご確認ください。

令和元年7月25日

- 「消費税率改定にともなう治療用線量計校正料金および出力測定料金の取り扱いについて」を

掲載いたしました。

平成31年1月23日

- 「品質マネジメント」（治療用線量計校正事業）を掲載いたしました。

#### 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

治療用線量計校正事業のページでは、新たに線量校正センターにおける「品質マネジメント」のページを設置いたしました。線量計校正をはじめとする校正センターのサービスをご利用、ご検討いただく際は、必ずご確認くださいませ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29年度、平成30年度の2年間に当センターによる線量計校正を行った施設について、平成30年度の実績として掲載いたしました。

## 治療用出力線量測定事業

HOME &gt; 放射線治療品質管理 &gt; 治療用出力線量測定事業

出力線量測定を行う際に使用する、データ記入シートの様式変更についてお知らせがございません。サービスのご利用をご検討いただく際は、事前にご確認いただきますようお願い申し上げます。「治療用照射装置（X線）の出力線量測定実施施設の公表」では、平成28年度から平成30年度の3年間に当センターによる出力線量測定を行った施設について、平成30年度実績として掲載いたしました。

## 光子線治療品質管理支援業務

HOME &gt; 放射線治療品質管理 &gt; 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更新はございません。

## 線量校正センターからのお知らせ

HOME &gt; 放射線治療品質管理 &gt; 線量校正センターからのお知らせ

これまでに発刊した校正センターNEWSの各号について、PDF版の公開を開始いたしました。最新号についても順次公開予定となっております。

## 線量校正センターへのお問い合わせ

HOME &gt; 放射線治療品質管理

お客様でお使いのメールアドレス、または当センターのメールアドレスが迷惑メールとして取り扱われる場合がございます。お問い合わせフォーム等をご利用された場合に一定の期間を過ぎても返信がなかった場合は、お手数ですがお電話にて確認のご連絡をいただきますようお願いいたします。

## 編集後記

近年、これまで無かった災害が増えたように思います。地震、豪雨、台風による家屋損壊や長期にわたる停電など、生活や身体に及ぼす影響は多大であり、これまで幸いにも自身への影響は少なかったのですが、今後もそうとは限りません。地球温暖化のせい？個人的には規模が大きすぎて、どうにもならない問題ですが、生活を直撃するので「明日はわが身」と思い、極力困らないよう備えたいと考えています。すでに備えは万全という方も、今一度、見直してみてもいいのではないでしょうか。

さて、Vol.9号では、ICRU Report90から空気カーマ標準率の変更について掲載しました。現在、当財団での空中校正の実施数は僅かですが、今年8月に実施し、空気カーマ率標準率変更での校正定数の変化について、校正証明書へ記述いたしました。

また、国内外における医療線量測定、医療放射線防護に関する国際的活動のご報告をいただいております。さらに、国内では放射線治療品質管理機構の地域連携支援委員会による、医療施設の相

互支援活動を行うシステム構築を行うべく、地域別にパイロットスタディ（以降PS）を実施しております。その際、次の開催地域のPS担当者が参加するなど、積極的な活動について報告があります。

このように当財団が行う事業を取り巻く環境の中で、関連する会議および活動が頻繁に行われております。今後も関連情報の発信を行うよう努めてまいります。

また、当ニュースのお知らせには線量計校正および出力線量測定に関するお知らせが掲載されておりますが、財団ホームページの放射線治療品質管理ページにも関連情報がございましたので閲覧いただくと幸いです。

当財団では、精度向上、実施体制および測定環境等の整備を行うとともに、さらに計測校正事業の充実した供給に努めてまいります。

今後ともご理解ご協力を賜りますようお願い申し上げます。

(K.N)

サーベイメータ、ビームモニタ等、(株)応用技研では、各種測定器をご用意しております。

お気軽に弊社までお問い合わせ下さい

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

## 目の線量H' (3)の評価に!



1  $\mu$ Sv/h ~ 100mSv/h



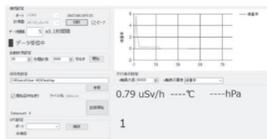
オプション品  
H'(3)用ビルドアップ  
キャップ

電離箱式サーベイメータ  
AE-133B/A2+  
標準 H\*(10)及び H'(0.07)  
with

オプション  
H'(3)用ビルドアップキャップ  
with

トランスポンダ DAQ-13301

\*専用ソフトでパソコンに自動取り込み  
CSV ファイル形式で線量率と時刻など  
記録が可能  
有線・無線(bluetooth 対応)



←イメージ図  
パソコン取り込みソフトの画面イメージ

## ビームモニタ C-1750V



電離箱形式: 平行平板型  
電極構造

入射窓径:  $\phi$  200mm

高圧電極: アルミ薄膜 2 枚

集電極: アルミ薄膜 1 枚

電極間隔: 10mm

最大印加電圧:  $\pm 1000$ V(DC)

暗電流:  $\pm 5 \times 10^{-13}$ A 以下

外観形状:  $\phi 360 \times 99$ mm

(突起物は除く)

重粒子線・陽子線治療モニターとして数多くご採用  
頂いております。他にも多種モニターがございます。詳  
しくは、直接弊社までお問い合わせ下さい。

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みですか?

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。

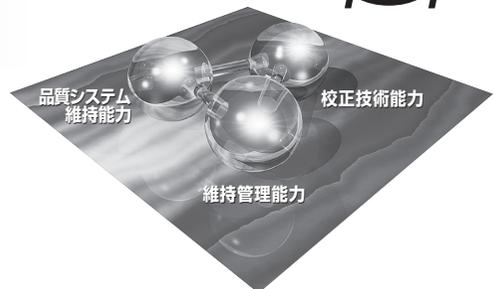
校正には、国家標準とのトレーサビリティが明確になっていることが必要です。放射線測定器は、トレーサビリティが明確な基準に基づく校正を行ってはおじめて精度の高い測定が実現します。

### 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。



TECHNOL

CHIYODA TECHNOL CORPORATION

株式会社 千代田テクノ

URL: <http://www.c-technol.co.jp>  
e-mail: [ctc-master@c-technol.co.jp](mailto:ctc-master@c-technol.co.jp)

高精度 放射線治療装置用 電位計

# sakuraProof®

## Reference Electrometer

- 国家標準器レベルの振動容量型微小電荷計技術を採用。
- 産業技術総合研究所と共同研究の技術を利用した国産の電位計



本製品は、国立研究開発法人 産業技術総合研究所との共同研究の成果および技術コンサルティングによる成果を活用しています。



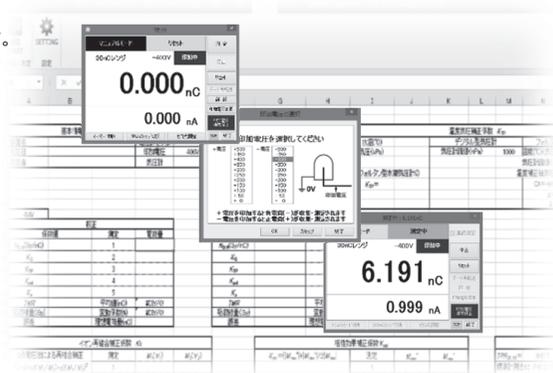
- 産総研と共同研究の技術を利用  
高精度放射線測定を目的として、産業技術総合研究所と共同研究した電位計（エレクトロメータMMA II -17E）は、国家標準器を測定する計測器の一部として使われています。sakuraProof®はこの技術をベースにしています。
- 電荷蓄積方式を採用、コンデンサに**振動容量型**を採用することで、ノイズに影響されにくく、リークを極小に抑えた測定を可能としました。
- 人体からの誘導ノイズやケーブルの曲げやねじれの影響を極力低減させるため、電位計本体から操作ボタンとディスプレイを排除し、PCと**Bluetooth**で接続します。
- Microsoft Excel®の**アドインソフト**により制御&測定を行います。測定値は直接Excelに取り込まれるため、測定値の取り込みミスを防ぎ、測定者の負担を軽減させます。

sakuraProofは、株式会社川口電機製作所の国内における登録商標です。Microsoft Excelは、米国Microsoft Corporationの、米国およびその他の国における登録商標または商標です。

<お問い合わせ>

 **株式会社川口電機製作所**

E-mail : [sales@kawaguchidenki.co.jp](mailto:sales@kawaguchidenki.co.jp)  
HP : <http://www.kawaguchidenki.co.jp>  
〒158-0097 東京都世田谷区用賀三丁目3番21号  
TEL : (03)5491-0111 FAX : (03)5491-0112



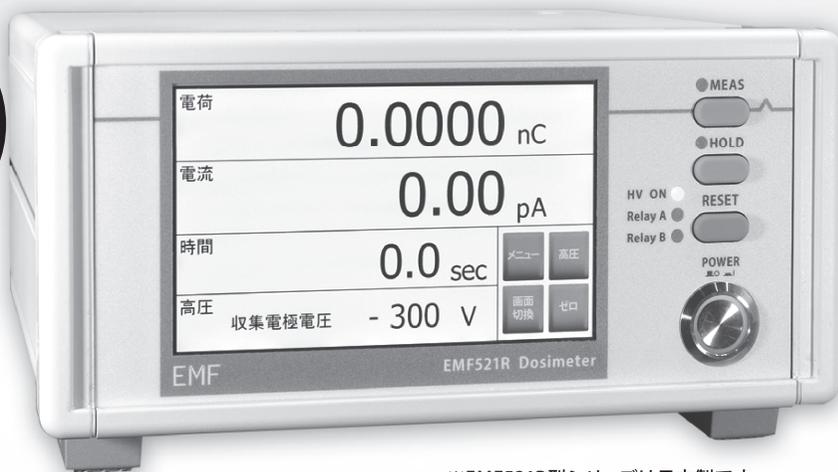
# EMF521R型シリーズ・4機種 リファレンスクラス電位計

**EMF**  
EMFジャパン株式会社

液晶モデル  
新登場



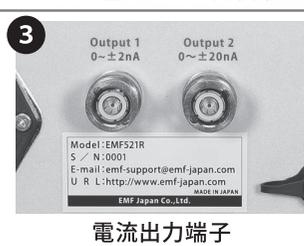
※本製品は国立研究開発法人産業技術総合研究所が行った受託研究および技術コンサルティングの成果を活用しています。



※EMF521R型シリーズは日本製です。



同期ケーブルの接続例



電流出力端子

## 特長

- ① **精度と安定性が抜群**
  - ・非直線性：±0.1%以内
  - ・温度係数：±0.0025%/℃以内
- ② **2チャンネル電位計として使える「同期端子」を装備**
  - ・2台接続すると相互校正が正確に行えます。
- ③ **点検用「電流出力端子」を装備（オプション）**
  - ・測定精度をいつでも点検でき安心です。
  - ・自身だけでなく他の電位計点検も容易。

## 概要

- EMF521R型シリーズは日本医学物理学会から発行された「電位計ガイドライン」に適合しているため放射線治療部門における水吸収線量測定に最適です。
- タッチ式カラー液晶を装備した7.5桁・6.5桁・5.5桁表示の単レンジ式でレンジ切替が不要です。測定用途に応じた520R・521R・522R・523Rの4機種があります。
- デモ機を用意しております。お気軽に試用をお申し込み下さい。

**EMF** TEL: 078-331-8584  
EMFジャパン株式会社 FAX: 078-331-8585

本社：兵庫県神戸市中央区京町76-2  
東京営業所：東京都千代田区丸の内1-11-1

詳しくは弊社ホームページをご覧ください。

EMFジャパン株式会社 検索

※弊社はPTW社の正規代理店です。



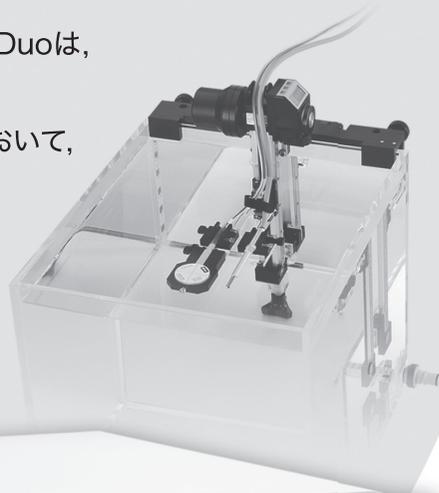
商品はこちら

# 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-medic.co.jp/> E-mail [info@toyo-medic.co.jp](mailto:info@toyo-medic.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

線量校正センターニュース 第9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](mailto:info-kosei@antm.or.jp)