



Journal of the Measurement Division

計測部会誌

Vol.34, No.1, 通巻 67

CONTENTS

○第66回計測部会

教育講演

司会 東京慈恵会医科大学葛飾医療センター 庄司 友和

「DRLs2025における面積線量の背景と課題
— “付いているのに使われない” をどう変えるか」

京都医療科学大学 大野 和子

シンポジウム

テーマ「見える線量から始める放射線計測：面積線量計の活用とこれから」

司会 帝京大学 齋藤 祐樹
新潟医療福祉大学 関本 道治

(1) 面積線量と面積線量計の構造・測定原理

トーレック株式会社 松田 安司

(2) 一般撮影部門における面積線量計の運用と管理の実際

川崎市立井田病院 三宅 博之

(3) 面積線量計の線量記録とデータ連携

富士フイルム医療ソリューションズ株式会社 鏑木 善誉

(4) 面積線量計の校正と精度管理

日本品質保証機構 計量計測センター 丸山 真仁

○入門講座

「検出器の回路と特性」

帝京大学 齋藤 祐樹

○専門講座

「CTにおける線量指標 ～CTDI測定～」

東京慈恵会医科大学葛飾医療センター 庄司 友和

目次

- 巻頭言 「測ることの意味を、もう一度」
土谷総合病院 石橋 徹・・・ 1
- 第66回 計測部会
2026年4月17日（金）8：55～11：50 F201+202室
- 教育講演
司会 東京慈恵会医科大学葛飾医療センター 庄司 友和
- 「DRLs2025における面積線量の背景と課題
— “付いているのに使われない” をどう変えるか」
京都医療科学大学 大野 和子・・・ 2
- シンポジウム
テーマ：「見える線量から始める放射線計測：面積線量計の活用とこれから」
司会 帝京大学 齋藤 祐樹
新潟医療福祉大学 関本 道治
1. 面積線量と面積線量計の構造・測定原理
トーレック株式会社 松田 安司・・・ 4
 2. 一般撮影部門における面積線量計の運用と管理の実際
川崎市立井田病院 三宅 博之・・・ 6
 3. 面積線量計の線量記録とデータ連携
富士フイルム医療ソリューションズ株式会社 鏑木 善誉・・・ 9
 4. 面積線量計の校正と精度管理
日本品質保証機構 計量計測センター 丸山 真仁・・・ 10
- 専門部会講座 入門編（計測部会）
・2026年4月18日（土）8：00～8：45 414+415室
「検出器の回路と特性」
帝京大学 齋藤 祐樹・・・ 11
- 専門部会講座 専門編（計測部会）
・2026年4月17日（金）8：00～8：45 F201+202室
「CTにおける線量指標 ～CTDI測定～」
東京慈恵会医科大学葛飾医療センター 庄司 友和・・・ 13

○ 第 65 回 計測部会発表抄録

教育講演

「放射線計測器の校正の重要性」

産業技術総合研究所 田中 隆宏・・・14

○ セミナー参加記

・ 第 6 回サーベイメータ活用セミナー

山形済生病院 石山 采那・・・18

・ 第 7 回診断領域の線量測定基礎 Web セミナー

奈良県立医科大学附属病院 間井 良将・・・19

・ 第 7 回診断領域の線量測定基礎 Web セミナー

金沢大学附属病院 山本 凜子・・・20

○ 特別企画

① 「計測部会の歩みと診断 X 線領域における吸収線量の標準測定法改訂の意義」

東京都立大学大学院 根岸 徹・・・21

② 過去に開催されたシンポジウム一覧・・・・・・・・・・・・・・・・・・25

③ 「実測と標準化の精神を受け継いで：計測部会歴代委員の軌跡」

東京慈恵会医科大学葛飾医療センター 庄司 友和・・・29

④-1 「最新 X 線 QA アナライザ “ Mako ” の紹介」

アクロバイオ株式会社 仲田 佳広・・・35

④-2 「簡便な X 線測定を目指して」

アンフォースレイセイフ株式会社 安川 聡記・・・39

④-3 「診断領域における線量計の変遷」

東洋メディック株式会社 丸井 英輔・・・43

⑤ 「診断領域 X 線における線量計校正の基礎と実務

-診断領域線量計標準センター，トレーサビリティ，不確かさ-

徳島大学大学院 富永 正英・・・47

○ 2025 年度計測分野に関する論文・・・・・・・・・・・・・・・・・・51

○ 2025 年度計測分野に関する発表・・・・・・・・・・・・・・・・・・52

○ 2025 年度 事業報告・・・・・・・・・・・・・・・・・・55

○ 2026 年度 事業計画・・・・・・・・・・・・・・・・・・59

○ 診断領域線量計標準センターご利用案内・・・・・・・・・・62

○ 診断領域線量計標準センターご利用基準・一覧・・・・・・・・63

○ 入会案内・・・・・・・・・・・・・・・・・・65

○ 編集後記

「測ることの意味を、もう一度」



医療法人あかね会 土谷総合病院
石橋 徹

2023年より計測部会の役員として活動に関わらせていただいております。私はもともと測定することは好きでしたが、「計測」という言葉にはどこか難解で専門的な印象を抱き、概念的な理解からは距離を置いていたように思います。計測とは測定器で“測ること”だと単純に捉えていました。しかし部会活動を通じて、校正の意味や不確かさの概念、線量計の特性や精度管理の重要性を学び、測定値が多く的前提の上に成り立つ“評価された値”であることを知りました。計測とは単なる作業ではなく、数値の背景を理解する論理的で研究的な営みであると感じています。

近年、診断参考レベル (Diagnostic Reference Level: DRLs 2025) の公表により線量管理の重要性は一層高まっています。たとえば血管造影装置の表示線量値には $\pm 35\%$ の許容誤差があるとされ、「表示値＝真値」ではないという前提に立つことの重要性を改めて認識させられます。表示値を鵜呑みにせず、実測や定期的確認によって妥当性を検証する姿勢が求められます。その実践的指針として、計測部会が中心となり発行した『診断 X 線領域における吸収線量の標準測定法』改訂第2版¹⁾は、再現性ある測定と適切な線量管理体制を築くための大きな助けとなる一冊です。

さらに、計測の未来にはモンテカルロシミュレーションを用いた線量評価という可能性が広がっています。実測では捉えきれない臓器線量や詳細な線量分布を推定でき、個別化医療や装置開発への応用も期待されています。実測とシミュレーションは対立するものではなく、相補的な関係にあります。計測は今や「測る」だけでなく、「推定し、解析し、予測する」分野へと広がっています。日常業務の中の「なぜ？」を数値で確かめ、理論で裏付ける積み重ねが研究となり、医療の質向上へとつながります。私自身いまだ学びの途上にありますが、計測の奥深さと楽しさを実感しています。

すべての計測は患者さんのためにあります。表示値の背景を理解し、誤差を認識し、実測と解析を重ねて未来へつなげていくこと—それこそが、安全で質の高い医療を支える基盤であると信じています。そういった場を学べる計測部会に足を踏み入れてはどうでしょうか？

1) 日本放射線技術学会 計測部会 編：診断 X 線領域における吸収線量の標準測定法 改訂第2版。オーム出版、東京、2025。

「 DRLs2025 における面積線量の背景と課題

— “付いているのに使われない” をどう変えるか 」

Background and Challenges of Kerma–Area Product (KAP) in DRLs2025: How Can an Underutilized Dose Indicator Be Integrated into Clinical Practice ?

京都医療科学大学
大野 和子

一般撮影領域の診断参考レベル (diagnostic reference level : DRL) 2025¹⁾では、調査対象を従来よりも拡大し、クリニックレベルの医療施設も含めた全国調査が実施された。その結果、DRLs2020 より低い値が示された一方で、医療現場における線量管理への関心や理解が十分とは言えない現状も明らかとなった。本講演では、DRLs2025 で新たに調査対象とした面積空気カーマ積 (Kerma–Area Product : KAP) の結果を手掛かりに、一般撮影における線量管理の課題について考察する。

1. 一般撮影における放射線影響の視点

一般撮影では従来、主として確率的影響 (発がんリスク) の観点から被ばく管理が議論されてきた。行政によるがん検診の実施要項でも、放射線被ばくによる確率的影響の増加と早期発見による便益の比較が重要な判断材料となっている。一方、近年は循環器疾患などの非がん影響への関心が高まり、国際放射線防護学会 (International Radiation Protection Association : IRPA) や国際放射線防護委員会 (International Commission on Radiological Protection : ICRP) は、原爆被爆者を含む長期疫学研究を基に、組織反応 (確定的影響) のしきい値の再評価を進めている。

2. DRLs2025 一般撮影プロジェクトの調査方針と結果

DRLs2025 一般撮影プロジェクトでは、国際的な線量管理の動向を踏まえ、従来の「入射表面空気カーマ (Entrance Surface Air Kerma : ESAK)」に加えて、KAP を調査項目に追加した。しかし、KAP を回答した施設は全体の約 1 割にとどまり、装置表示単位の確認ミスと考えられる外れ値も散見された。これは、装置に KAP 表示機能が備わっているにもかかわらず、日常の線量管理に活用されていない施設が多い現状を示している。全国の幅広い施設からデータを収集するという調査目的を考慮し、最終的な DRL 値は従来通り ESAK のみで提示することとなった。

3. トリミング機能の功罪

胸部正面撮影は、ポータブル撮影で多い 100 kV 未満群と撮影室での 100 kV 以上群に分けて解析した。KAP で比較すると、100 kV 未満群の 75 パーセントイル値は 100 kV 以上群の 150% 以上となった (表 1)。この背景について、精度管理研修や放射線安全講習の参加者に聞き取

りを行ったところ、「トリミングが可能のため広めに撮影する」「再撮影を避けるため照射野を広く取る」「一般撮影の線量は少ないので問題ない」といった意見が多く聞かれた。デジタル画像のトリミング機能は診断上有用である一方、照射野の拡大による患者線量増加を見えにくくする側面も持つ。

4. DRLs2030に向けた計測部会への期待

今回の調査から、KAPに着目した線量管理が国内では十分普及していないことが明らかとなった。国際的には、線量管理指標はESAKからKAPなどの面積線量指標へと重心が移りつつある。まずはこの変化を医療スタッフに周知することが必要である。

一般X線撮影の1回当たりの線量はCTより小さいが、検査件数では最も多く、患者の累積被ばく線量に与える影響は決して小さくない。ICRPは100 mSv以下の非がん影響の疫学的証拠は限定的としているが²⁾、一方で500 mSvの臓器被ばくは約10年後に循環器疾患発症リスクを約1%増加させる可能性も指摘されている³⁾。

患者の健康回復を目的として行われる数多くの放射線検査の一枚一枚が適切に管理されてこそ、患者に信頼される放射線診療が成り立つ。DRLs2030に向け、日本放射線技術学会計測部会が中心となり、日本診療放射線技師会や放射線科専門医会・医会と連携した教育活動の推進を期待したい。

	75 パーセンタイル値 mGy・cm ²	中央値 mGy・cm ²
胸部正面 (100 kV 未満)	323.0	236.0
胸部正面 (100 kV 以上)	207.0	147.0

表 1 胸部正面撮影における面積空気カーマ積の比較結果

引用文献

- 1) 日本の診断参考レベル (2025年版)
https://j-rime.qst.go.jp/report/JapanDRLs2025_ja.pdf (2026.3.6 確認)
- 2) ICRP:publ.103 国際放射線防護委員会の2007年勧告 邦訳版
https://www.icrp.org/docs/P103_Japanese.pdf (2026.3.7 確認)
社団法人日本アイソトープ協会. 2009, 3.3, p.22
- 3) ICRP Publ.118 組織反応に関するICRP声明 邦訳版
https://www.icrp.org/docs/P118_Japanese.pdf (2026.3.7 確認)
社団法人日本アイソトープ協会. 2009, 2.5-2.6, p.89-134

テーマ：見える線量から始める放射線計測：面積線量計の活用とこれから

「 面積線量と面積線量計の構造・測定原理 」

Air Kerma–Area Product (P_{KA}) and the Design and Measurement Principles of Dose–Area Product (DAP) Meters

トーレック株式会社

松田 安司

1. 背景

X線診断における安全管理の意識が高まる中、日本の医療被ばくの最適化のための指標として、診断参考レベル Japan DRLs 2025 (diagnostic reference level : DRL) が公表された。新しい DRLs では、放射線診療における一層の低線量と高画質の両立が明示された。

面積線量 (P_{KA}) は、臨床現場で運用する際に、多くの検査の線量比較に用いられる代表的な指標である。

2. 面積線量とは

面積線量は、患者照射基準点における X 線照射面積に空気カーマを乗じた量で、患者が受ける全体的な被ばく線量である。「組織反応 (tissue reaction) 」の評価に重要な空気カーマと組み合わせることで、より詳細な管理が可能になる。

3. 面積線量計の構造と測定原理

面積線量計は、並行平板型電離箱の一種であり、エックス線が通過した際に空気の電離で生じる電荷量を測定し、線量へ換算する線量計である。

面積線量を測定するための大面積電極のみを備えたタイプと、大面積電極に加えて小面積電極を備え、空気カーマも測定できる 2 チャンタイプが広く用いられている。



図 1. 面積線量計 PD-9000

4. 面積線量計の特性と補正について

面積線量は距離 (source to surface distance : SSD) に依存しない量であり、照射野全体が患者に当たっている場合の線量である。照射野の一部が患者から外れる際は、実際に照射される面積に応じた補正が必要である。一方、空気カーマは距離に依存する。面積線量計の空気カーマ値は、面積線量計を設置する際に、患者照射基準点における空気カーマ値になるように予め補正している。照射距離が変化した際には、再補正か距離換算が必要である。

尚、面積線量計本体の精度は、IEC 60580 に基づき、標準条件下の誤差は±25%以内、臨床現場での実測運用においては、誤差±35%以内に収まる性能を有している。

より高精度の測定の為には、定期的な校正と適切な補正が必要である。

4.1. 温度、気圧補正

一般的な面積線量計は開放型の電離箱であり、電極間の空気の電離作用を利用しているため、空気の密度が変化すると線量値に影響する。温度・気圧補正機能を有しない面積線量計の場合、下記の補正係数 k_p を測定値に乗じて測定値補正を行う必要がある。

$$k_p = (P_0/P) \cdot (T/T_0)$$

(P_0 :校正時の気圧, P :測定時の気圧, T_0 :校正時の室温[絶対温度], T :測定時の室温)

4.2. エネルギー依存性

面積線量計は、管電圧 50～150 kV の範囲で ±10 % 程度のエネルギー依存性を示す。使用する管電圧に応じて測定値補正を行うことで測定精度を高めることが可能である。

4.3 照射野 (field of view : FOV) による誤差要因

面積線量計はコリメータの照射口に設置されるため、照射野を広げると線量計本体やハウジング、コリメータなどの構成部品からの散乱線の影響を受け易くなる。その結果、照射野の変化によって実線量との間に測定値の誤差が生じることが報告されている¹⁾。

更に照射野を極端に狭くすると線量を過少評価し易いため、装置に設置した状態で照射野依存性を予め確認し、必要に応じた測定値補正を行うことが重要である。

4.4 その他の注意点

1 チャンバ型の面積線量計の場合、空気カーマは面積線量値を照射面積で除すことにより得られる。イコライゼーションフィルタ (equalization filter) [補償フィルタ・ウェッジフィルタ (wedge filter) 等] を介した照射の場合、面積線量値が低下するため、計算で求められる空気カーマ値が過少評価となる可能性があることが報告されている²⁾。2 チャンバ型面積線量計を用いた、面積線量と空気カーマの統合的評価が有用である。

5. まとめ

面積線量計は臨床でリアルタイムに実線量を評価できる唯一の線量計である。その構造や特性を正しく理解し適切に使用することで、より正確で効率的な線量管理が可能となる。

6. 参考文献

- 1) Atsushi Fukuda *et al.* (2025) “Investigating the use of ionization chamber and solid-state detectors to evaluate kerma-area product meter accuracy under TG-125 geometry across variable field of views” *Journal of Applied Clinical Medical Physics* Volume26
- 2) Nao Ichikawa *et al.* (2021) “Effect of equalization filters on measurements with kerma-area product meter in a cardiovascular angiography system” *Journal of Applied Clinical Medical Physics* Volume22

計測部会発表 討論会 前抄録

テーマ：見える線量から始める放射線計測：面積線量計の活用とこれから

「一般撮影部門における面積線量計の運用と管理の実際」

Practical Operation and Management of Dose Area Product meter in the General Radiography Department

川崎市立井田病院

三宅 博之

1. はじめに

一般撮影部門での面積線量計を設置しているのは、X線撮影装置、透視撮影装置、回診用X線撮影装置などがあるが、今回はX線撮影装置および回診用X線撮影装置について考えてみたい。面積線量計は撮影ごとに入射線量および面積線量計値を容易に把握でき、撮影された画像情報の中に面積線量計値を表示する箇所がある。また日本の診断参考レベル（2025年版）（以下 DRLs2025）¹⁾では面積線量計を有する装置を保有する施設は、面積線量の値を用いた管理を推奨している。このように放射線安全管理の面からも撮影装置同様に面積線量計の管理を行う必要があるのではないか。われわれ放射線技師は品質管理に努めなければならない、面積線量計の運用と今後の管理について情報共有していきたい。

2. 一般撮影の診断参考レベル

2025年に発表されたDRLs2025での一般撮影領域では、各施設から報告されたEPD（Estimation of Patient Dose in diagnostic X-ray examination：公益社団法人茨城県診療放射線技師会提供）³⁾により算出した入射表面空気カーマを用いたとされている。参考として面積線量計の数値が取得できる施設では合わせて集計されている。表1に一般撮影領域でのDRL2025、表2に面積線量での一般撮影領域のDRL2025を示す。また面積線量計の調査結果からDRLでは「面積線量計を有する装置を保有する施設では、今回は参考値としてその数値を用いた管理を推進してほしい¹⁾」と提言されている。

表1 一般撮影領域のDRL2025

撮影部位・条件	入射表面空気カーマ* K _{a,e} [mGy]
胸部正面 (100kV 未満)	0.3
胸部正面 (100kV 以上)	0.2
検診胸部正面 (100kV 以上)	0.2
腹部正面 (臥位)	1.4
乳児股関節 (0~1 歳)	0.1
乳児胸部 (0~1 歳)	0.1
小児胸部 (5 歳)	0.1
小児股関節 (5 歳)	0.2
小児全脊柱 (5 歳)	0.2
小児全脊柱 (10 歳)	0.3
頭部正面	1.3
頸椎正面	0.5
胸椎正面	1.8
胸椎側面	3.4
腰椎正面	2.5
腰椎側面	5.5
骨盤正面	1.7

*入射表面空気カーマはDRLs2020の入射表面線量 [mGy]と同義

表2 面積線量での一般撮影領域のDRL2025

	75パーセン タイル値 [mGy・cm ²]	中央値 [mGy・cm ²]
胸部正面 (100kV 未満)	373.0	236.0
胸部正面 (100kV 以上)	207.0	147.0
部正面 (臥位)	1570.0	909.0
乳児股関節 (0~1 歳)	35.9	26.0
乳児胸部 (0~1 歳)	43.5	30.0
小児胸部 (5 歳)	82.8	58.5
頭部正面	729.0	439.0
頸椎正面	266.0	172.0
胸椎正面	1300.0	672.0
胸椎側面	2320.0	1180.0
腰椎正面	1780.0	1080.0
腰椎側面	3850.0	2240.0
骨盤正面	1860.0	1380.0

3. 面積線量計

図1に面積線量計の原理図を示す²⁻³⁾。面積線量計で測定される面積線量は、利用線錘の空気カーマと断面積で表され、線錘中の距離に依存せず常に一定の値となる。このため利用線錘中の全ての位置での面積線量を把握できる。

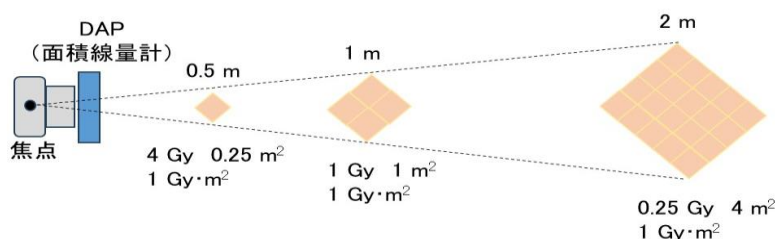


図1 面積線量計の原理図

4. 管理について

面積線量計のみの管理を実施している施設は少ないと思われる。しかし、医療機器であるX線撮影装置は不変性試験を実施している施設は多いと思われる。X線装置研究会が2020年度に実施したアンケートの投稿論文『2020年度診断用X線装置アンケート調査⁴⁾』では不変性試験を含めた定期点検の実施状況は一般撮影装置で84.9%、透視撮影装置で84.6%、血管撮影装置で90.2%、移動形回診撮影装置は67.9%、移動形透視装置で68.1%であった。X線撮影装置の点検時に面積線量計を含めることにより管理を実施可能と考える。

5. まとめ

ユーザとして使用している面積線量計の仕様を把握し、特性を理解する必要がある。面積線量計値を画像と共に PACS に送信することで、DRL の推奨する「面積線量計を有する装置を保有する施設では、今回は参考値としてその数値を用いた管理を推進してほしい」が可能と考える。

また面積線量計を用いて医療被ばくの管理を実施するために、ユーザが撮影装置同様に管理する必要がある。その際に面積線量計のみを管理試験するのではなく、撮影装置の不変性試験と合わせて測定することで実施する定期点検回数を増やすことなく管理が可能である。また最初に面積線量計の管理を実施する際には、撮影装置の不変性試験と同様に面積線量値を測定し、基準値を定める必要がある。このように面積線量計の管理は撮影装置と同時に管理試験を行い、面積線量計の表示値を安心して使用することができる。

参考文献

- 1) 日本の診断参考レベル (2025 年版). https://j-rime.qst.go.jp/report/JapanDRLs2025_ja.pdf
- 2) 放射線医療技術学叢書 (25) 医療被ばく測定 (改訂 2 版). 公益社団法人日本放射線技術学会. 2016 ; 73-82.
- 3) 診断用 X 線領域における吸収線量の標準測定法 (改訂 2 版). オーム社. 139-144, 2025.
- 4) 公益社団法人茨城県診療放射線技師会. EPD (NDD 法を発展させた標準的 X 線検査での表面線量・臓器線量算出ソフトウェア) <http://www.iart-web.org/epd/>
- 5) 矢島圭祐, 初田一稀, 三宅博之, 他. 2020 年度診断用 X 線装置アンケート調査. 日放技学誌. 2026 ; 82 : 1-11.

計測部会発表 討論会 前抄録

テーマ：見える線量から始める放射線計測：面積線量計の活用とこれから

「面積線量計の線量記録とデータ連携」

Dose recording and data linkage for area dosimeters

富士フイルム医療ソリューションズ株式会社 ソリューション本部
鏑木 善誉

放射線部門における撮影装置と各種情報システム（RIS, PACS, 線量管理）のデータ連携の仕組みについて、DICOM（Digital Imaging and Communications in Medicine）Ver.3 の機能である、MWM（Modality Worklist Management）、MPPS（Modality Performed Procedure Step）、RDSR（Radiation Dose Structured Report）の話を変え、技術面からの解説をする。

具体的な事例として、面積線量計が出力する線量記録データを、部門内の情報システムでデータ連携し、RIS 等で管理している今昔の状況について紹介をする。また、線量記録のデータ連携の今後の展望についても触れる。

計測部会発表 討論会 前抄録

テーマ：見える線量から始める放射線計測：面積線量計の活用とこれから

「面積線量計の校正と精度管理」

Calibration and Accuracy Management of Area Dosimeters

一般財団法人 日本品質保証機構

丸山 真仁

1. はじめに

画像診断の普及に伴い、患者の医療被ばく線量は増加しており、その管理は医療安全上の重要課題となっている。国際放射線防護委員会（International Commission on Radiological Protection: ICRP）は「正当化」と「最適化」を医療被ばく管理の基本原則として提唱し、診断参考レベル（Diagnostic Reference Level: DRL）を用いた線量管理を推奨している。面積線量計は医療被ばく管理の基盤となる線量指標（Dose Area Product: DAP 値）を測定する重要な測定器であり、その精度確保は患者の安全および診療品質の維持に不可欠である。

2. 開発の経緯

面積線量計の校正を実施する場合、日本国内には校正可能な事業者が存在しないため、これまでは海外メーカーへ依頼せざるを得ず、手続きの煩雑さ、コスト負担、そして長い校正期間が大きな障壁となっていた。こうした状況は、面積線量計の適切な校正実施を困難にし、医療被ばく管理の精度確保においても課題となっていた。

そこで、これらの課題を解消するため、日本国内で面積線量計の校正サービスを提供できる体制の構築を検討してきた。日本国内での校正が可能になれば、迅速かつ容易に校正を受けられる環境が整い、医療機関の負担軽減とともに、医療被ばく管理のさらなる精度向上に寄与できると考えたことが、本開発に着手した背景である。

3. 一般的な放射線測定器との違い

X線測定器の校正には、一般的に JIS Z 4511: 2018 が適用される。同規格では、「照射野直径は、試験点に設置した検出器全体を一様に照射する大きさとする。」と規定されている。しかし、面積線量計にこの条件をそのまま適用すると、構造上、適切な測定が行えず、正しい結果が得られないという問題があった。この問題を解消するためにコリメータ治具の作成をおこない、JIS 規格に則りながらも面積線量計に適した照射条件を実現できる方法を構築した。これにより、従来では困難であった面積線量計の適切な校正が可能となった。

4. おわりに

本講演を通じて、日本国内においても面積線量計の校正が実施可能であることが広く認知され、その活用が進む契機となれば幸いである。

「簡易線量計における検出回路と信号処理特性」

Detection Circuit and Signal Processing Characteristics of a Simple Dosimeter

帝京大学医療技術学部 診療放射線学科

齋藤 祐樹

診断 X 線領域における線量管理の重要性が高まる中、現場で容易に使用可能な簡易線量計¹⁾の需要は依然として高い。計測部会では、教育および普及を目的としてフォトダイオードを用いた簡易線量計の普及活動を行ってきた。これまでに約 250 台が作製され、線量計作製セミナー等を通じて全国の施設に導入されている。本講座では、簡易線量計を構成する主要要素であるフォトダイオードによる X 線検出特性、オペアンプを用いた信号増幅および感度調整、さらに ESP32 (Espressif Systems)²⁾を用いたアナログ-デジタル変換の基礎と実装について整理し、線量計測の理解を深めることを目的とした。

X 線検出器として逆バイアスを印加したシリコンフォトダイオードを用い、入射 X 線により生成される電荷を電流信号として取得している。フォトダイオードの暗電流およびバイアス電圧特性を考慮し、電流-電圧変換抵抗を含む前段回路が構成される。信号増幅にはオペアンプを用い、単電源動作に対応した非反転増幅回路を基本とし、必要に応じてボルテージフォロワやローパスフィルタを組み合わせてノイズ低減を図っている。

取得したアナログ電圧信号は、ESP32 に内蔵された 12 ビット逐次比較型 (SAR) ADC によりデジタル化した。Arduino IDE を用いて開発を行い、電圧値を時間情報とともに取得し、Bluetooth 通信による外部出力を可能とした。線量率特性の評価として、管電圧および mAs 条件を変化させた X 線照射を行い、フォトダイオード出力の線量応答を確認した。

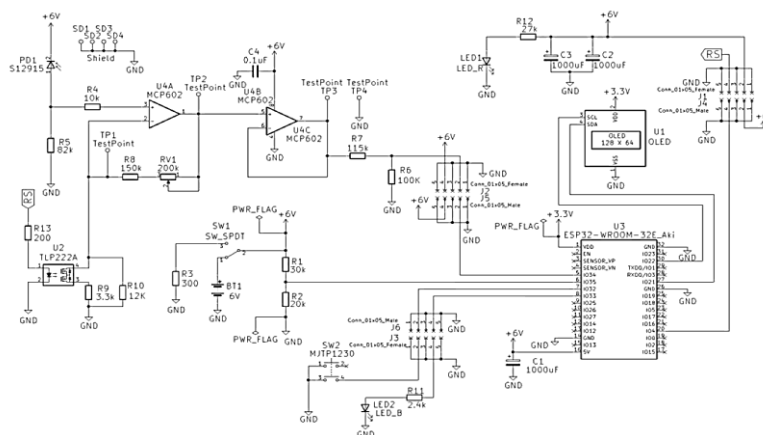


Fig. 1 Circuit diagram of simple dosimeter (取扱説明書より)

フォトダイオードは診断領域 X 線に対して安定した応答を示し、線量率の違いに応じた出力電圧の変化が確認された。オペアンプによる増幅回路は、単電源条件下でも安定した動作を示し、ローパスフィルタの導入により高周波ノイズの低減が可能であった。ESP32 の ADC は最大約 200 ksps のサンプリングが可能であり、簡易線量計として十分な時間分解能と分解能を有することが示された。これらの構成により、低コストかつ汎用部品を用いた線量測定システムの実装が可能であることが確認された。

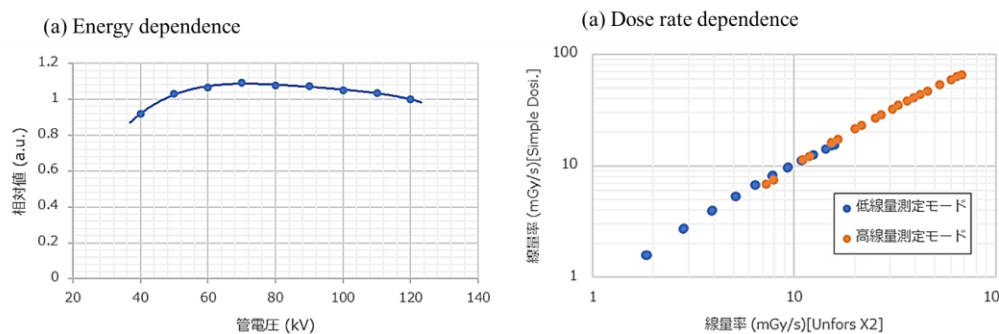


Fig. 2 Characteristics of the simple dosimeter (取扱説明書より)

フォトダイオードを用いた線量検出は、構造が簡便でありながら診断 X 線領域に適した特性を有している。一方で、暗電流や回路ノイズの影響を受けやすいため、オペアンプの選定やフィルタ設計が測定精度に大きく寄与する。本講座で示した回路構成および信号処理方法は、線量計測の基礎理解のみならず、教育目的や試作開発への応用にも有用であると考えられる。

フォトダイオード、オペアンプ、ESP32 を組み合わせた簡易線量計は、診断 X 線領域における線量測定の入門教材として有効である。本発表内容は、線量計測の原理理解と実践的な回路設計の橋渡しとなり、今後の計測教育および線量管理の普及に寄与することが期待される。

参考文献

1. 小倉泉, et al. X 線装置の日常管理を目的とした簡易形測定器システムの開発. 日本放射線技術学会雑誌, 2014, 70.12: 1403-1412.
2. HAKKI, S. O. Y. ESP8266 and ESP32 series of SoC microcontrollers. Programmable Smart Microcontroller Cards, 2021, 110.

専門部会講座(計測)

専門部会講座 専門編 (計測)

「 CTにおける線量指標 ～CTDI測定～ 」

Dose Indices in CT: Measurement of CTDI

東京慈恵会医科大学葛飾医療センター 放射線部
庄司 友和

近年、コンピュータ断層撮影 (CT) 技術は飛躍的に進歩し、診断精度の向上に大きく寄与している。一方で、CT 検査に伴う放射線被ばくの管理は医療安全上きわめて重要であり、正確な線量評価は被ばくの正当化、線量の最適化、患者線量の適切な管理に不可欠である。

CT における線量評価には主に CTDI (Computed Tomography Dose Index) および DLP (Dose Length Product) が用いられ、装置性能の評価、撮影技術の最適化、診断参考レベル (DRL) の設定、患者線量の把握、さらには有効線量や集団線量の疫学的調査にも活用されている。CTDI は標準ファントムを用いて測定される平均吸収線量であり、 $CTDI_{100}$ 、 $CTDI_{weight}$ 、 $CTDI_{volume}$ などの指標が存在する。なかでも $CTDI_{volume}$ は臨床現場で最も広く使用される線量指標であり、JIS Z 4752-3-5 : 2021 において測定法と評価基準が詳細に規定されている。

本講演では、これらの線量指標の歴史的背景と定義の変遷を概観するとともに、各指標がどのような物理的前提に基づき、どのような条件下で妥当性を保つのかを、式の意味や前提条件を丁寧に読み解きながら明らかにすることを主眼とする。また、近年の研究成果を踏まえ、広範囲検出器 CT における線量評価の課題を整理し、今後求められる新たな線量指標の方向性についても議論を深める予定である。

「放射線計測器の校正の重要性」

Importance of calibration of dosimeters

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

田中 隆宏


1. はじめに

一般撮影やマンモグラフィなどの診断領域で利用される X 線の多くは、管電圧が 30 kV から 120 kV であり、このエネルギー領域では、放射線計測器の校正定数が大きく変化することが多い（詳細は後述）。そのため、国家標準とのトレーサビリティのある校正がなされた放射線計測器を使うことが、放射線計測の信頼性を確保する上で欠かせない。また、放射線計測器の校正は、診断参考レベル（Diagnostic Reference Level: DRL）の設定や、医療放射線に係る安全管理などにおいても重要な要素のひとつである。ここでは、放射線計測器として、診断装置の線量管理で利用される線量計を例にとり、その基本構造や特性について概説する。そして、その特性の補正に必要な校正（と計量トレーサビリティ）について簡単に紹介する。

2. 線量計

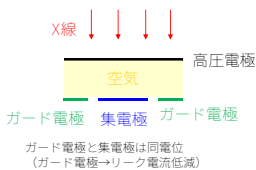
診断装置の線量管理で利用される主な線量計は、電離箱式線量計と半導体式線量計である。電離箱式線量計は、図 1 に示す通り、放射線との相互作用によって生成された、線量計内部の空気の電離量を測定している。電離電荷を収集するためには電離箱内部に電場を形成する必要がある。そのため、電離箱には数百 V の高電圧が印加される。当然ではあるが、この高電圧の値や極性を変えると校正定数が変化するので、高電圧の値と極性は把握しておかなければならない。電離箱式線量計には優れたエネルギー特性があるため診断領域では古くから使われている。ただし、電離箱式線量計は、放射線のエネルギーによって、概ね管電圧が 50 kV 以下ではシャロー型、それ以上のエネルギーでは指型や球形、のように種類が分かれている。これは、荷電粒子平衡に必要な入射面の壁の厚さが、放射線のエネルギーによって異なる（放射線のエネルギーが高くなるほど壁厚が必要となる）ためである。なお、電離箱式線量計によっては、外付けの（着脱可能な）ビルアップキャップが用意されていることもあり、測定する放射線のエネルギーに応じて使い分ける必要がある。また、空気の体積が使用環境の温度と気圧に依存するので、温度と気圧に対する補正も必要となる。基準条件の温度は日本が 22 °C が多いのに対し、海外は 20 °C であることもあるので、説明書や校正証明書などに記載の基準条件を確認しておかなければならない。

2. 線量計

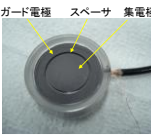


電離箱式線量計

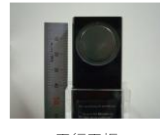
- 線量の定義に近い測定が可能 → 高い信頼性
- 一定体積中の空気から生じる電離電荷(電流)を測定 (空気の体積を補正: 温度気圧補正が必要)
- 光子エネルギーに応じて選択
 - 低エネルギー用: シャロー型 (平行平板型)
 - 高エネルギー用: ファーマ型 (指頭型)、球形




ガード電極と集電極は同電位 (ガード電極→リーク電流低減)



平行平板電離箱 (高圧電極を外したところ)



平行平板




球形
指頭型

NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY | 19

図1: 電離箱式線量計の構造と種類について (筆者の発表スライドより抜粋)

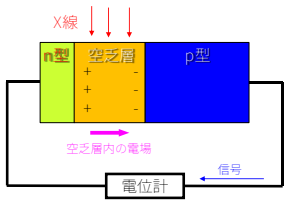
半導体式線量計は、図2に示す通り、半導体内部の空乏層を放射線の有感体として利用した線量計である。電離箱式線量計の有感体が空気(気体)であることに対比して、半導体式線量計は固体の電離箱ともいえる。固体(ここではシリコン)は、空気と比べて密度が桁違いに高く、また、イオン対の生成に必要なエネルギーが低いため、半導体式線量計は電離箱式よりも高感度である。そのため、半導体式線量計は小型化や多チャンネル化が可能となる。半導体式線量計のその他の特徴として、取り扱いの簡便性と優れた堅牢性があげられる。半導体式線量計は、電離箱式のような温度気圧補正が不要であり、壁材(特にシャロー型)の取り扱いに対する不安が少ない。しかし、半導体式線量計は電離箱式と比べエネルギー特性が大きく(ただし、近年は改善傾向)、という不利な点もある。半導体式線量計は電離箱式と比べて感度が高い反面、X線の線質(スペクトル)の違いに敏感に反応する傾向があるので、校正されていることはもちろんのこと、エネルギー特性を把握した上で使うことが、計測の信頼性を確保する上で大切となる。

2. 線量計



半導体式線量計


- PN接合のシリコンダイオードが主流
- 半導体内部に生じる電子/正孔対の電荷(電流)を測定
- 電離箱と比べて高感度
- 取り扱いが容易(優れた堅牢性、温度気圧補正が不要)
- 管電圧や半価層の測定機能が付加(多機能化)
- エネルギー特性が大きいのので要注意



空乏層内の電場

信号

電位計



半導体式線量計の一例

(近年では、X線マルチメータとも呼ばれている)

NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY | 21

図2: 半導体式線量計の構造と種類について (筆者の発表スライドより抜粋)

前述の通り、半導体式線量計は多チャンネル化が可能であるため、管電圧や半価層などの線量以外も測定できる多機能化が進んでいる。そのため、半導体式線量計は、近年では多機能 X 線測定器などと呼ばれることもある。図 3 に多機能化の一例として管電圧の測定について示す。複数の半導体素子に対して異なるフィルタを設置することによって、一度の照射で減弱曲線（減弱率）を測定し、その減弱率から管電圧や半価層を求めている。また、半導体式線量計は電離箱式よりも応答速度が速いため、管電圧波形や照射時間など、様々な量が測定できるような機種が増えていることもあり、診断領域において普及が進んでいる。

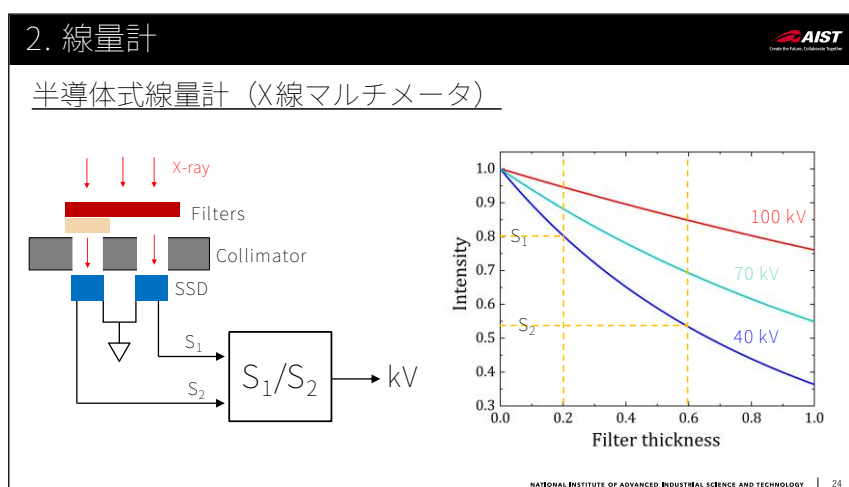


図3: X線マルチメータにおける管電圧の測定方法の概略(筆者の発表スライドより抜粋)

3. 校正と計量トレーサビリティ

校正とは、JIS Z 8103:2019¹⁾では「指定の条件下において、第一段階で、測定標準によって提供される不確かさを伴う量の値とそれに対応する指示値との不確かさを伴う関係を確立し、第二段階で、この情報を用いて指示値から測定結果を得るための関係を確立する操作。」とされています。つまり、校正とは、計量標準と測定器の測定値の関係を明らかにする行為、といえる。校正を説明する上で欠かせないのが計量トレーサビリティである。計量トレーサビリティとは、校正の連鎖を介して測定値が国家計量標準にまでさかのぼることができることを表す言葉である。図4に示す通り、国会計量標準を起点とした校正の連鎖により、測定器のかたよりが補正され、測定値の不確かさの評価が可能となり、現場での測定値がより信頼のおけるものとなる。

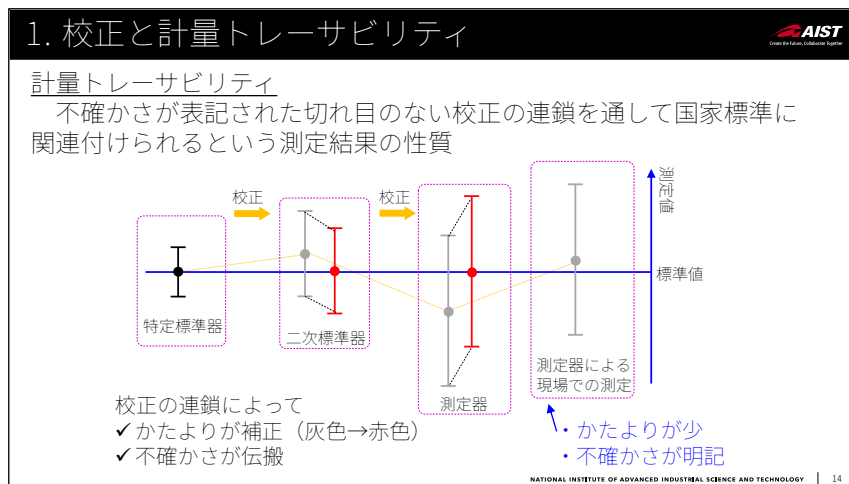


図4: 校正と計量トレーサビリティについて (筆者の発表スライドより抜粋)

4. まとめ

ここでは線量計にしぼって、その基本構造や特性について概説し、校正や計量トレーサビリティについて紹介した。線量計として、電離箱式と半導体式を例にあげたが、どちらも一長一短があることに留意すべきである。電離箱式は線量測定の不確かさが小さい(高精度)である反面、取り扱いに注意を要する。一方の半導体式は、優れた堅牢性や多機能化がある反面、線質によって校正定数が変わりやすい。そのため、測定器を校正することによって測定器の特性を正しく把握しておくことが、現場での測定結果の信頼性の向上につながる。

5. 参考文献

1. JIS Z 8103 計測用語

セミナー参加の感想

「第6回サーベイメータ活用セミナーの印象記」

山形済生病院

石山 采那

2025/09/28（日）東京都立大学で行われました、第6回サーベイメータ活用セミナーに参加させて頂きました。当セミナーのプログラムは、3人の講師の方々による講義と実習で、参加者が持参したサーベイメータの相互比較校正を行って頂けるという内容でした。セミナーへの参加目的は、サーベイメータについて詳しく学ぶこと及び自施設のサーベイメータの相互比較校正を行って頂くことでした。

1つ目の講義は「診断領域 X 線場で用いるサーベイメータの基本特性」についてでした。近年は半導体（Si）を用いたサーベイメータがありますが、測定する X 線のエネルギーにより校正定数に変化し、周辺線量当量を評価する換算係数が必要というデメリットがあると知り、診断領域でのエネルギー依存が小さく、方向性及び直線性の優れた電離箱式が第一選択となることを学びました。また、サーベイメータの校正線質は¹³⁷Cs（662 keV）が一般的ですが、実際に測定している漏えい X 線とはエネルギーが異なるため、診断 X 線での確認及び補正が必要であると学びました。

2つ目の講義は「臨床施設での漏えい線量測定」についてでした。診療室の室外だけでなく室内の線量測定も行い、その結果とともに実際の漏えい線量測定をご紹介頂きました。漏えい線量測定について他施設様のお話を聞くのは初めてだったため、自施設と比較し検討する良い機会になり、大変勉強になりました。

3つ目の講義は「漏えい線量測定について」でした。関係法規の内容とともに漏えい線量測定を行う上でのアドバイス、解説を頂きました。測定箇所に関して、X 線診療室などの側壁面、上階の床面及び下階の天井面だけでなく、漏えい X 線量が高くなると考えられる箇所でも必要だと学びました。骨密度測定装置は照射時間により積算線量率が変わるため、測定する際は確認する必要があると感じました。

実習では、実際の X 線診療室、CT 室において、漏えい線量が高くなると考えられる箇所を検討しました。診療室に共通するのは、観察窓と壁の境目やコンセントの裏側、両開き扉の召合わせ部分、換気扇などが構造上漏えいしやすい部分であると学びました。診療室の構造や遮蔽物の配置に着目して測定箇所を決める点が印象に残りました。

このセミナーを通して、漏えい線量測定に用いるサーベイメータの特徴や特性、関係法規、他施設様の測定実態、測定箇所のポイントを一貫の流れとして学習しました。漏えい線量測定は前年と同一箇所で測定することは比較する上で大変重要ですが、漏えいしやすい箇所を自施設に置き換えて検討することで、より有意義な漏えい線量測定が行えると感じました。今回得た知識を日々の業務に活かしていきたいです。

最後になりますが、今回のセミナーの開催及びサーベイメータの相互比較校正にご尽力頂いた皆様に深く感謝申し上げます。

セミナー参加の感想

「第7回 診断 X線領域の線量測定基礎 Web セミナー

（一般撮影領域編）に参加して」

奈良県立医科大学附属病院
間井 良将

今回の Web セミナーに参加した理由は、一般撮影部門への異動を機に、撮影技術だけでなく線量測定についても改めて学び直したいと考えたためです。線量測定を行う機会は、日常の撮影業務と比べると頻度が少なく、定期的に今回のようなセミナーで知識を更新・継続していく必要があると感じています。今回のセミナーは大変興味深く、貴重な学びの機会となりました。

今年、診断参考レベル (Diagnostic Reference Levels : DRLs) の最新版である DRLs 2025 が公表され、一般撮影領域における入射表面空気カーマの値に注目が集まっています。齋藤先生の講義では、入射表面空気カーマの実測方法や、NDD (Numerical Dose Determination) 法を応用した EPD (Estimation of Patient Dose in Diagnostic X-ray Examination) ソフトウェアによる算出方法について、基礎から丁寧にご説明いただき、大変勉強になりました。特に、半価層の決定において、線形補間ではなくスプライン補間を用いることでより高精度な結果が得られるというお話は、実際の測定において非常に重要なポイントであり、そのためのプログラミングに関するご説明も大変参考になりました。また、線量計を扱う上で欠かせない校正に関するお話も興味深く拝聴しました。正しく校正された線量計を使用しなければ、線量を過小または過大に評価してしまう可能性があります。校正に要する費用を確保するのは、近年の医療経済を考慮すると容易ではありません。その点、日本放射線技術学会が運営する「診断領域線量計標準センター」で相互比較を実施していただけるという取り組みは非常に素晴らしいと感じました。当院でも必要に応じてぜひ活用していきたいと考えています。講義のまとめで先生がおっしゃっていたように、「誤差を少なくし、真の値に近づける努力をすること」は、放射線を扱う診療放射線技師にとって非常に重要な使命であると改めて認識いたしました。また、DRLs 2025 にも記載されている面積線量計についてのご講義では、構造や利点、基準線量計との比較などについてわかりやすくご説明いただき、理解を深めることができました。

今回のセミナーを受講したことで、一般撮影領域における DRLs 2025 についても改めて学ぶ貴重な機会となり、大変有意義な時間を過ごすことができました。今後は、今回学んだ知識をもとに、より正確な測定・評価が行えるよう研鑽を重ね、被ばくを最小限に抑えつつ診断価値の高い画像を提供できるよう、日々の業務に活かしていきたいと考えています。

最後に、今回ご講演いただきました齋藤先生をはじめ、計測部会委員の皆様にご心より感謝申し上げます。

セミナー参加の感想

「一般撮影領域の線量測定を基礎知識から実践まで」

金沢大学附属病院

山本 凜子

この度、2025年11月10日に開催されました日本放射線技術学会計測部会主催の第7回診断X線領域の線量測定基礎Webセミナーを受講させていただきました。X線装置の線量測定は診療放射線技師にとって非常に重要な業務で、患者の被ばく管理や画像の最適化に直結する分野です。したがって、十分な知識を持って取り組むべきだと考えています。私は技師歴が浅く、一般撮影領域での線量測定に十分な経験がなかったため、本セミナーを通して正しい知識やスキルを身につけたいと思い参加させていただきました。

本セミナーでは実践だけでなく理論の面からも理解を深めることができました。測定器については、測定器の選択の仕方から校正体系のトレーサビリティについてのお話があり、測定の信頼性を担保するための体系的な仕組みを理解できたことは大きな収穫でした。

また、X線の線質の評価で重要となる半価層HVLの測定については、測定配置からHVLを求める式の導出まで丁寧に解説して頂きました。先日、研究活動として半価層測定を行ったのですが、上手く測定ができませんでした。今回学んだことを活かして、再度測定を試みたいと思います。

さらに、入射表面空気カーマを測定するときに用いられる温度気圧補正係数 k_{TP} に関するお話も大変勉強になりました。電離箱で入射表面空気カーマを測定するとき、その値は気温や気圧の影響を受けるため、測定時の気温と気圧を補正する計算を行わなければなりません。大気圧の測定では、フォルトン型水銀気圧計を使用することがありますが、普段の測定ではアネロイド気圧計を用いており水銀気圧計は馴染みがありませんでした。しかし、本セミナーを通して、水銀気圧計はどのような原理で成り立っているかという物理的な知識から実際に扱う方法や目盛の読み方まで知ることが出来ました。

本セミナーを通して、不確かさを最小にした測定を行うには、まず理論から理解することが不可欠であることを改めて認識しました。

最後に、本セミナーの準備や運営をし、参加記を執筆する機会を下さったJSRT計測部会委員の皆様及び、ご講演をいただきました齋藤先生にこの場をお借りして感謝申し上げます。

「 計測部会の歩みと診断 X 線領域における

吸収線量の標準測定法改訂の意義 」

東京都立大学大学院

根岸 徹

1. 計測部会の成立と使命

日本放射線技術学会 (JSRT) は、1942 年に設立された学術団体で、春の総会学術大会と秋季学術大会を中心に、7 つの専門部会 (画像, 核医学, 放射線治療, 撮影, 計測, 放射線防護, 医療情報) が活動する大規模組織である。その中にある計測部会は、平成 5 年 (1993 年) に発足した「計測部会 (1993 年, 2015 年～/前計測分科会: 1994～2014 年)」を継承し、X 線診断・放射線治療・核医学・放射線管理・MRI・超音波などに共通する基盤的な放射線計測の課題解決と研究促進を担う部会として位置づけられている。

計測部会では、学会大会時の「計測専門部会」開催、線量計の貸出・標準センターの運用、Web セミナーやハンズオン (医療被ばく計測, サーベイメータ活用, 簡易線量計作製) など実務的な活動が継続しておこなわれてきている。

2. 計測部会の活動の柱 (標準センターと教育・普及)

2.1 診断領域線量計標準センター

計測部会のユニークな取り組みとして、全国に分散配置された「診断領域線量計標準センター」がある。診断領域 (50–120 kV 前後) の線量測定では、 ^{60}Co や ^{137}Cs 校正だけではエネルギー依存性のため 10–40 % の過小評価を招き得ることが知られており、診断エネルギー域で校正・相互比較を受けた線量計を用いることが、被ばく管理と最適化の前提になる。センターは無償の相互比較を提供し、施設間・装置間の線量値比較を通じて最適化 (画質と線量のバランス) を後押ししてきた。

2.2 セミナーと部会誌

計測部会は、診断 X 線領域の線量測定基礎 Web セミナー (一般撮影, IVR, マンモグラフィ, 透視, 歯科, X 線 TV など) や、サーベイメータ活用セミナー, 簡易線量計作製セミナー等、現場に直結するプログラムを継続開催している。部会誌は年 2 回 (春・秋) 発行され、最新号は会員先行公開のち一般公開される仕組みで、長年にわたり教育・情報共有の中核を担ってきた。

3. 歴史的系譜（放射線計測・標準測定法の進展）

日本の放射線計測・標準測定法の系譜は、診断のみならず治療分野の取り組みも含めて、学会・研究班・標準化活動が相互に影響しながら進展してきた。1970年代以降、放射線治療における高エネルギーX線・電子線の吸収線量の標準測定法が整備され、ICRU・IAEA・AAPMなどの国際動向も踏まえつつ、水吸収線量基準への移行などグローバル整合が図られてきたことは、標準化の流れを理解するうえで重要である。

一方、診断領域では、JIS・JESRA・IECによる機器安全・性能・品質保証（QA/QC）の枠組みが整備され、診断参考レベル（DRL）や施設間比較といった「最適化」を支える測定と標準化が発展してきた。たとえば、医療画像部門における品質維持の評価及び日常試験方法を定めたJIS Z 4752シリーズ、X線診療室の漏えい線量測定法を定めるJIS Z 4716、医療用X線装置基準の標準試験方法（JESRA X-0087系）などは、実地測定の規範となる代表的文書である。JSRTの標準化小委員会（現：標準・規格委員会および各検討班）は、JIRAと協働してJIS原案作成やIEC審議、品質維持・受入試験の国内整備を牽引しており、学会が標準化の実装を主導してきた構図が見て取れる。

4. 「診断X線領域における吸収線量の標準測定法」改訂へむけて

4.1 改訂前史と初版（2017）

診断領域における吸収線量の標準測定法を幅広い診療領域で体系化し、DRL（2015）に紐づけて臨床現場で使える「初の成書」として整理したのが2017年刊の初版である。一般撮影、マンモグラフィ、CT、IVRの測定法に加え、校正や不確かさ評価、ワークシートを備え、以後の国内の線量測定・最適化を底支えする基礎文献として広く活用された。

4.2 改訂2版（2025）の背景

2020年代に入り、診断参考レベル（DRLs）の更新、診断用X線装置とプロトコルの高度化（特に透視・IVR、デジタル乳房トモシンセシス、歯科、X線TV、CTの多様化）、線量管理システムの普及など、測定対象と運用要件が大きく変化した。これに呼応して、改訂2版（2025）はDRLs2025への対応を全面に掲げ、初版で扱った領域を拡充しつつ、X線TVや歯科用X線装置を新規に詳述、必要な物理基礎の章を強化した構成となった。目次構成は基礎知識、一般撮影、X線TV、歯科、マンモグラフィ、CT、IVRで、各章に「測定法の概念」「使用機器」「セットアップ」「測定手順」「値の計算」「評価」「残された課題と動向」を明示している点に実務的価値がある書となっている。

また、計測部会の活動面では、同時期に診断X線領域の線量測定基礎Webセミナーを装置・領域別に連続展開し、測定手技・考え方の普及と底上げが図られた。学会全体としても、部会誌の電子化・定期発行により教材・事例の共有が進んだ。

5. 改訂の要点（何が変わり、何が加わったか）

5.1 DRLs2025への整合

改訂2版は最新DRLs2025に測定法の入り口から出口までを合わせ込む編集がなされ、施

設が DRL 準拠の評価・見直しを能率的に実施できるよう設計されている。測定値の評価の章立てに DRL との比較や臨床応用が明示され、組織的 PDCA に直結する。

5.2 対象領域の拡充：X線TV・歯科

透視・X線TVでは、入射線量率や透視条件、関連機器（散乱線除去グリッド・防護具）など、時間依存・モード依存の評価項目が増えた臨床現場に合わせた測定法が整理された。歯科では口内法・パノラマ・CBCTなど装置特性の異質性・施設分散性に即して、標準化されたセットアップと評価の流れが具体化された。

5.3 物理基礎と機器

改訂2版は、放射線場・量の定義、光子相互作用、線量計の原理・構造まで基礎章を強化し、機器選定と校正を含めた“測る準備”を明確化した。これは計測部会が運用する診断領域線量計標準センターによる相互比較・校正の思想と直結しており、測定の再現性・正確性を高めるための実務的ガイドとなる。

5.4 CT・乳房・IVR

CTでは撮影方式や再構成の多様化、ファントム規格の国際整合、線量指標（CTDI, DLP）の解釈と限界、体格依存の評価など、運用上の論点を踏まえた標準測定がブラッシュアップされた。マンモグラフィでは平均乳腺線量（ D_g ）評価に拡大撮影やDBT（トモシンセシス）を含め、IVRでは透視+撮影の複合プロセスに対する測定・評価の系統立てが進んだ。各章に「残された課題・動向」を設け、実臨床と研究の行き来を促す設計になっている。

6. 改訂の意義

6.1 臨床の質保証（QA/QC）と最適化の推進

改訂2版は、測定→評価→改善のPDCAをDRLと結びつけて回す実装ガイドであり、施設横断の品質保証（QA/QC）を一段押し上げる。たとえば、JIS Z 4716（漏えい線量）やJESRA（装置試験）と併読することで、室内環境・装置特性・患者線量を統合的に見渡せるため、法令・認証・院内基準の整合的運用が容易になる。

6.2 トレーサビリティの普及と“測る文化”の定着

診断領域エネルギーで校正された線量計を用いること、標準センターでの相互比較により値の信頼性を担保することは、施設間比較・地域連携・多施設研究の前提である。改訂2版は測定の「やり方」だけでなく、正しく測るための前提（校正・不確かさ・機器選定）を明文化し、測定文化の底上げに資する。これは、計測部会が長年育んできた事業（標準センター、教育セミナー、部会誌）とシームレスに接続している。

6.3 教育と人材育成

構成・記述の粒度は、学部・大学院・新人教育から中堅の再教育まで対応できるよう設計され、読みながら現場で再現できる手順性が高い。計測部会のWebセミナーやハンズオン教材、部会誌の特集と併走することで、短期に施設実装を進められる点が現場の強い便益である。

6.4 国際・産業・社会への整合

IEC/JIS/JESRA 体系で進む国際整合や、線量管理システム（RDSR等）による運用のデータ

化に対して、国内の標準測定法が具体的な測定・評価プロトコルを提供することは、産業界（装置・線量計メーカー）の試験・校正の共通言語としても重要である。結果として、学会・産業・医療現場・規制の四者連携を動的に支える“リファレンス”になっている。

7. 計測部会の「歩み」の要諦

計測部会の歩みを一言でまとめれば、実測に根差した標準化と教育の両輪を回し続けてきた点に尽きる。初期の物理部会以来の標準測定法整備（治療分野の歴史的経緯を含む）に始まり、診断領域では DRL を軸に実務で使える測定法を蓄積・刷新し、全国標準センター網で校正と比較を支え、部会誌とセミナーで人材と現場を涵養してきた。2020 年代の活動年表（専門部会開催、セミナー告知、貸出事業の再開等）にも、これらの理念が色濃く表れている。

また、JSRT 全体として専門部会誌のオンライン化（2015 年以降）を進め、春・秋の定期発行と最新号の会員先行公開→一般公開という開放性を確保したことは、知の流通と標準化の普及を加速させた表れである。

8. 今後の展望：測定の“見える化”とデータ駆動の最適化へ

改訂 2 版が示した測定プロトコルは、今後、線量管理システムや院内ダッシュボードとの連携で「測定→可視化→介入→再測定」のサイクルを高速に回すための基盤になる。AI 再構成、スペクトラル/PCD-CT、低管電圧最適化、DBT の線量・画質バランス、IVR の蓄積線量・皮膚線量マップなど、新技術の評価軸の整備も継続課題である。計測部会のセミナーや標準センター、部会誌がこの更新を先導し、JIS/JESRA/IEC の動向と同期しながら、“測る・比べる・活かす”文化をさらに定着させることが期待される。さらにこの研究分野が臨床現場へ活用されることを強く望む。

9. まとめ

計測部会は、JSRT の中で計測の基盤を担う存在として、標準センター・セミナー・部会誌を柱に、現場で役立つ測定の標準化と人材育成を推進してきた。

診断 X 線領域における吸収線量の標準測定法 改訂 2 版（2025）は、DRLs2025 への整合、X 線 TV・歯科の充実、物理基礎の強化、CT/乳房/IVR の最新動向への対応を通じて、臨床の PDCA と標準化の接点を大幅に拡張した。

JIS・JESRA・IEC の規格体系と組み合わせることで、QA/QC・安全・最適化を施設運用に落とし込みやすく、産業・規制とも整合する社会的インパクトを持つものとする。

今後は、計測データの可視化・標準化・共有の深化、AI/スペクトラルなど新技術の評価軸の確立を通じ、“計測にもとづく医療の質向上”を一層推し進めていくことが肝要である。

特別企画② 過去に開催された講演・シンポジウム一覧

特別講演／教育講演		シンポジウム						
	テーマ	1	2	3	4	5	6	7
1993 春	放射線を「ハカ(計、測、量)するもの」	測定部会発足の経緯と今後	核医学分科会から期待するX線出力測定時の電離箱線量計の適応	放射線治療分科会から期待するもの	放射線撮影分科会から期待するもの			
1993 秋	診断領域 X 線の照射線量測定の問題点	自由空気電離箱の作成とその特性	X線出力測定時の電離箱線量計の適応	診断用 X 線装置の X 線出力測定	平面層測定精度と実効エネルギー評価			
1994 春	私の基んだ放射線計測学	X 線 CT の被曝は如何に測定すべきか	被曝線量低減対策に関連して	撮影条件の最適化に関連して	CT 検査における患者の被曝線量評価	モンテカルロ計算による被曝線量の評価	嚙旋状(ヘリカル)スキャンにおける被曝線量測定	
1994 秋	キュリメータの信頼性と精度向上を図るには	キュリメータの構造と保守管理	放射線計の測定精度管理(医療被曝低減のため)	放射性医薬品の取り扱いと術者の被曝実態を中心に	放射線計測の精度が核医学検査の被曝実態に与える影響			
1995 春	光電子増倍管の最近の進歩と放射線計測への応用	治療用電子線または X 線のエネルギー測定の問題点を挙げる	発生機構からエネルギー設定の問題点	物理的観点からのエネルギー特定の問題点	電子線エネルギーの簡易測定法の開発			
1995 秋	デジタル X 線画像の画質と被曝	デジタル X 線画像の画質と被曝	フィルム法による X 線 CT の線量測定	DF 画像 (IL/TV-DR) の画質と被曝	CR 画像の撮影実態	デジタル X 線画像系の感度に対する一提案		
1996 春	非電離放射線の防護と計測	X 線 CT の被曝線量は如何に測定すべきか; Part II 現状とありあえず作るう共通の定義	現在の CT 線量測定法 (CTDI) 等の測定法の解説と測定結果および問題点等	CT 撮像線量測定法における線量計の問題点; スライス面外の散乱線分布の詳細 (Film 法) および線量計としての film のエネルギー特性等	94 年度 CT 撮像線量実態調査からの現況ならびに測定法の具体的提案等			
1996 秋	核医学検査における体内被曝線量の測定評価	TLD とガラス線量計の利用法・利点と欠点	TLD の基本特性と最近の一応用例	最近の蛍光ガラス線量計領域の X 線測定及び環境線量測定	TLD の使い方	指定発言 局部 TLD の医学用途への応用提案		
1997 春	ラドンの測定と環境放射線	法に定める線量測定をいかにするか	計量法に基づいた測定器の校正について	管理区域等の設定における測定の実際				
1997 秋	マンモグラフィにおける線量評価—個人モニタ検出素子による乳腺線量の測定—	診断領域 X 線のエネルギー(線質)の測定	X 線エネルギー(線質)の実測と簡易測定について	エネルギー測定法の問題点	CdTe, CdZnTe 検出器を用いた診断領域の X 線スペクトル測定の実状			
1998 春	放射光と臨床診断機器	骨塩定量分析装置における線量測定法の問題点	被検者の被ばく線量評価法について	DEXA 装置における患者被曝線量測定の問題	DEXA 装置の被曝線量測定の実状			
1998 秋	光を使って体を探る—近赤外分光法を中心とした光診断学の現状とその将来—	被検者の皮膚線量の測定、評価	我々は何を測っているのか?	信頼できる皮膚吸収線量評価法を探る	Skin Dose Monitor (SDM) による皮膚線量評価	NDD 表面線量簡易換算式を使うにあたって		
1999 春	放射計測の過去・現在・将来	面積線量計の特性と評価	面積線量計の問題と可能性	面積線量計の特性	被曝線量計の開発			
1999 秋	エネルギーと環境問題 医療機器の電磁波障害とそ の対策							
2000 春	定量的冠動脈造影法の現状と将来	血管径の狭窄率の計測	冠動脈造影法による冠動脈狭窄率の定量化	3 回転アームを用いた QCA キャリブレーション				
2000 秋	診断領域における線量標準測定法の確立～より安全な放射線防護を指して～	診断領域における線量標準測定法の確立～より安全な放射線防護を指して～	医療被曝測定の意味	標準測定領域における校正場について	標準測定領域の確立	現場における被曝線量測定—IVR 等—		
2001 春	高電圧の測定について	医療法改正にともなう放射線計測の対応	医療法改正に伴う放射線計測の対応	医療法改正にともなう放射線計測の対応—単位および方法—	ガラス線量計による診療用 X 線量の積算放射線量測定の実際			
2001 秋	放射線技師から見た乳癌の早期発見のためのマンモグラフィと発育パターン	乳房撮影領域における線量評価	乳房撮影のガイダンスレベル	乳房撮影領域 X 線の校正場	平均乳腺線量と皮膚近傍の吸収線量との比較検討	医療現場における線量測定		
2002 春	放射線量インジケータの原理とその応用	動脈瘤の計測について	動脈瘤に対する血管内治療の重要性	MR における動脈瘤の計測の可能性	CT における動脈瘤の計測	DSA における動脈瘤の計測		

2002 秋	20回	有効利用の視点からみた面積線量計	面積線量計を用いた被曝線量測定-IVR-	面積線量計から皮膚線量へ	IVRにおける面積線量計を用いた患者被曝線量の測定	IVRによるIVR被曝測定	CAREグラフによるIVR被曝測定		
2003 春	21回	EGSAの診断領域における計算原理と線量算出	X線CTの線量測定の現在	コンベンショナルCTの線量測定とヘリカルCTへの応用	ヘリカルCTの線量評価からマルチスライスCTへの応用	計算による実効線量評価			
2003 秋	22回	作業環境における外部放射線の測定	サーベイメータによる診断領域の測定	サーベイメータの取扱い	測定点の決定と測定データの処理				
2004 春	23回	診断領域線量校正システムの紹介	診断領域線量校正システムの現状	中国地区センター報告線量校正の精度向上を目指して	四国地区センター報告線量のトレーサビリティ	東海地区センター報告線量の現状	近畿地区センター報告線量の現状		
2004 秋	24回	アイソトープ施設の作業環境測定(空气中濃度測定)	MDCTにおける被ばく線量測定の現状と問題点	CT検査における目的に合わせた撮影線量の最適化	MDCTにおける臨床現場での線量測定と問題点	フィルムを用いた線量分布の測定	人体phantom内臓器線量の測定		
2005 春	25回	X線診断領域における線量評価のためのモニタリングシミュレーション	IVRにおける患者皮膚線量の測定マニキュアル	インターベンシヨナル基準線量を利用した測定法	患者皮膚線量の測定マニキュアルの測定法の問題点	電離線線量計を使用する際の注意点	積算型線量計を用いる際の注意点		
2005 秋	26回	X線診断領域における患者被ばく線量算出プログラムの構築	被ばく線量推定ソフトの紹介および評価	一般撮影における被ばく線量推定ソフトPCXMC	IVRにおける被ばく線量推定ソフトSkin Doseについて	X線CTにおける被ばく線量推定ソフトWin Doseについて	X線CTにおける被ばく線量推定mpACTについて		
2006 春	27回	医療放射線関連量のトレーサビリティ	X線検査における医療被ばく線量標準測定法の確立に向けて	管電圧および管電流と照射線量	後方散乱係数の再検討と近似曲面	平均乳腺線量再入門	CTDI再入門		
2006 秋	28回	生体内植込みデバイス治療の進歩と臨床課題	放射線機器と植込み型心臓ペースメーカー、植込み型除細動器治療の現状	ペースメーカーとX線CT撮影装置等との相互作用	X線CT装置における施設対応	植込み型ペースメーカーに対する高エネルギー放射線の影響			
2007 春	29回	ICRPの線量単位について	放射線の単位系について	診断領域X線を用いる単一位系	放射線治療の測定に関する単位と量	放射線防護に用いる単位			
2007 秋	30回	医療への放射光の利用に向けて-20年の経緯と乳がん早期診断に向けた開発最新線-	超小型放射光装置の原理と実際	ポータブルへの進化	みらくる型放射光の医療診断利用	ポータブル放射光装置“みらくるCV”シリーズの開発			
2008 春	31回	診断技術におけるX線スペクトルの利用	診断技術におけるX線スペクトルの利用	デジタル撮影における重金属フィルタの応用	乳房用X線装置におけるX線スペクトルの利用と応用	X線CT装置のX線スペクトルと線質解析	X線スペクトルモデルの有用性と限界		
2008 秋	32回	脳血流評価の臨床的意義	今日の診断技術における脳血流の計測	MRIによる脳血流計測-非造影灌流撮像法を中心にして	CT Perfusionの基礎と有用性	核医学検査における局所脳血流定量測定	超音波を用いた頸部血管計測の基礎		
2009 春	33回	X線装置出力の測定とその意義	X線装置の表示値は正しいのか?	一般X線撮影装置の表示値について	CT装置での表示値について	IVR装置での表示値について			
2009 秋	34回	目的にあわせて低コントラスト分解能測定ファントムの作成	X線診断領域に用いるファントムでわかること	アクリル樹脂の特徴と加工方法	X線CTに用いるPMMAファントムについて	診断領域で使用されるファントムについて			
2010 春	35回	医療被ばく線量測定の今昔	医療被ばく測定テキストにおける小さな疑問、大きなおたかまりを解決しよう!	一般撮影	乳房撮影	CT撮影	血管撮影		
2010 秋	36回	産業と環境における放射線応用計測	放射線計測	ミリ波帯撮像装置の開発	自動車開発への放射線利用-計測・分析への応用を中心-	放射線炭素年代測定			
2011 春	37回	2011年3月の東日本大震災の影響により中止							
2011 秋	38回	測定と個人線量計について	放射線・放射性物質の測定	緊急時における食品の放射線測定マニキュアルの紹介	静岡県環境放射線監視センターにおいて	福井県原子力監視センターにおいて			
2012 春	39回	非接続型X線測定器の測定について	非接続型X線測定器での測定	非接続型X線出力アナライザ「Pitanha」のご紹介	非接続型X線測定器での測定「一般・マンモ」	薄型半導体検出器によるX線CTの線量測定			
2012 秋	40回	MRIの安全性について	MRI磁場の影響あれこれ	安全管理に関して	設置に関して	器具に関して			

2013 春	41回	Dual-Energy CT の原理と関連する話題	Dual-Energy CT の現状と計測	一 X線管高速KVスイッチング方式によるDual-Energy CT の基礎と臨床応用	Dual Source CT における Dual-Energy Image の基礎	デュアルエネルギー撮影における線量評価	Dual-Energy CT での線量シミュレーション		
2013 秋	42回	内部被ばくの防護に用いられる線量の特徴とその評価	内部被ばくの評価	ホルボロドイカウンタの評価	ホルボロドイカウンタのニューザの立場から	食品汚染の評価			
2014 春	43回	日本における平均乳腺線量の標準化	日本における平均乳腺線量の標準化を考える	平均乳腺線量の推移アングメント解析より	拡大撮影における平均乳腺線量の求め方	トモンセスにおける平均乳腺線量の求め方			
2014 秋	44回	医療放射線防護と診断参考レベル	診断参考レベル (diagnostic reference Level:DRL) を考える	装置表示線量値の持つ意味とその精度	我が国の医療情報システムによるDose Structural Report (Dose-SR) を利用した医療被ばく管理は出来るのか？	我が国の画像診断装置、医療情報システムにおけるDose-SR 対応の現状			
2015 春	45回	診断領域の国家標準と線量計の校正	診断領域標準測定法の確立について	一般撮影・血管撮影領域	マンモグラフィ領域	X線 CT 領域			
2015 秋	46回	マンモグラフィシミュレーションの原理と応用	マンモグラフィシミュレーションを活用しよう	一般撮影領域におけるマンモグラフィ計算ツール	汎用コード EGSS と X線 CT での応用	遅い計算への応用			
2016 春	47回	診断領域における線量測定	自分で計るために線量計について整理しよう	電離箱線量計	半導体線量計	サーベイメータ	簡易線量計の制作とその動作特性 (臨床現場への普及を目標して)		
2016 秋	48回	非接触形測定器の変遷一瞥	DRLs を検証するための一手	一般撮影・計算による表面線量の評価	血管撮影・IVR・装置表示値の利用	マンモグラフィ・装置の表示値との精度	CT: X線 CT 検査用線量計の活用について		
2017 春	49回	医療における眼の水晶体に対する線量評価	面積線量計について学ぼう!	面積線量計の基礎	血管撮影領域での面積線量計の活用	口腔領域のX線撮影における面積線量計の測定と評価	一般撮影部門における面積線量計の活用		
2017 秋	50回	サーベイメータのTopics	正しくサーベイメータを使っていますか？	サーベイメータの測定方法をもう一度理解しよう	サーベイメータの校正 (校正機関)	サーベイメータの校正 (標準センター)	サーベイメータを用いた漏えい線量の測定		
2018 春	51回	眼の水晶体線量標準の開発	3mm線量当量についての最近のトピックス	個人線量計の国際規格とJIS規格	心臓カテーテルスタップの水晶体線量	3mm線量当量線量計を用いたIVR術者の水晶体等			
2018 秋	52回	管理区域と法令、線量管理	震災からの復興に向けて考える、管理区域の安全と線量管理	放射線治療装置の安全点検と漏洩線量の測定、線量管理	災害時の放射性同位元素の取り扱いと放射線汚染発生時の測定	X線発生装置の安全点検と漏洩線量の測定、線量管理	災害時の野外 (X線診察室以外) における管理区域の設定と実際		
2019 春	53回	サーベイメータの基礎から応用まで	サーベイメータを用いた漏えい線量測定	診断領域 X線場で用いるサーベイメータの校正について	校正の確立 学術研究班	漏えい線量測定について	臨床施設での漏えい線量測定について		
2019 秋	54回	ICRU Report 90への対応による空気カーマ標準の変更	ICRU Report 90に従う線量計の校正について	校正担当者立場から	校正証明の値の変更に伴う現場での留意点	標準センターの立場から			
2020 春	55回	新型コロナウイルス感染症の影響によりWeb開催へ変更							
2020 秋/冬		放射線計測における基礎物理	被ばく線量の記録と管理に因る線量測定	医療放射線の被ばく管理の必要性と線量測定について	放射線レポートの取り扱	CT検査において線量測定	血管造影検査における線量測定	核医学検査における線量測定	
2021 春	57回	放射線測定器の昨今から未来	個人線量計と水晶体被ばく線量測定	水晶体被ばく線量計の基礎から応用まで	個人線量計と水晶体被ばく線量計	新しい水晶体用線量計を含む個人線量計	臨床における水晶体被ばく線量測定	臨床における水晶体被ばく線量測定	
2021 秋	58回	法改正後に求められる診療用放射線機器の精度管理	法改正後に求められる診療用放射線機器の精度管理を考える	一般撮影に求められる精度管理	一般撮影	マンモグラフィ	血管撮影	CT	
2022 春	59回	PHITSを用いた計測シミュレーション	シミュレーションによる計測	診断用X線の線量シミュレーション	CT撮影における線量シミュレーション	放射線治療におけるシミュレーション			
2022 秋	60回	放射線計測技術の現状と課題	放射線計測技術の現状と課題	一般撮影領域の線量測定における現状と課題	マンモグラフィにおける現状と課題	X線 CT 領域: CTDI から臓器線量への評価に向けて	臓器領域の線量測定における現状と課題		

2023 春	61回	回転撮影の線量測定を考える	回転撮影の線量測定を考える	X線CT領域（公称ビーム幅が40mmを超える場合） Cアーム式IVR用X線装置	X線CT領域における回転撮影の真実－何が同じで、何が違うのか？－ 透視装置	血管撮影における回転撮影の真実－何が同じで、何が違うのか？－ 透視装置	放射線治療領域の cone beam CT 線量計測	放射線治療領域の cone beam CT 線量計測	パノラマ X 線撮影と歯科用コーンビーム CT の線量測定				
2023 秋	62回	これからの診断透視検査における線量管理を考える	X線透視装置の線量測定	Cアーム式IVR用X線装置	オーパレーター用X線透視装置	オーパレーター用X線透視装置	アンダーテーブル式X線透視装置の線量測定を考える	アンダーテーブル式X線透視装置の線量測定を考える					
2024 春	63回	放射線計測業務の効率化：X線CT検査における被ばく線量評価を中心に	業務効率向上を目的とした測定法を考える	医療現場における業務効率向上を目的とした測定法	教育現場の立場から考える業務効率向上を目的とした測定法	教育現場の立場から考える業務効率向上を目的とした測定法	企業現場の立場から提案する業務効率向上を目的としたアプリケーションの活用	企業現場の立場から提案する業務効率向上を目的としたアプリケーションの活用					
2024 秋	JCRT M		「IART with JSRT計測新会 求められる線量管理時代 ～医療被ばく低減施設認定 事業開始から20年、これか ら認定取得を目指す方へ ～」	改正医療法施行規則と医療被ばく低減施設認定の関係性と総論（評価項目） ～放射線診療における安全性の確立と第三者認定の必要性～	実測による装置表示値の確認方法およびその重要性	実測による装置表示値の確認方法およびその重要性	自施設などの取り組みや認定取得による	自施設などの取り組みや認定取得による					
2025 春	64回	個人被ばく線量計の校正	個人被ばく線量計の測定原理と特徴	光刺激ルミネセンス線量計（OSLD）の測定原理とその応用	ガラスバッチの構造・測定原理と線量当量算出方法	ガラスバッチの構造・測定原理と線量当量算出方法	半導体式電子ポケット線量	半導体式電子ポケット線量					
2025 秋	65回	放射線計測器の校正の重要性	放射線計測の最前線～診断X線領域における吸収線量の標準測定法改訂を行って～	測定に必要な基礎物理	一般撮影領域の線量測定	一般撮影領域の線量測定	X線TV領域の線量測定	X線TV領域の線量測定	歯科領域の線量測定	乳房撮影領域の線量測定	CT撮影領域の線量測定	IVR撮影領域の線量測定	

「実測と標準化の精神を受け継いで：計測部会歴代委員の軌跡」

東京慈恵会医科大学葛飾医療センター
庄司 友和

1. はじめに

日本放射線技術学会（JSRT）計測部会は、1993年（平成5年）に発足した「計測分科会」を継承し、放射線計測における基盤的課題の解決と研究促進を担う組織として歩んできた。本学会が擁する7つの専門部会の中で、計測部会が果たす役割は極めて根源的である。現在、学会内では専門部会の在り方が見直されている。かつて分科会から部会へと再編されたように、時代に即した組織改革は不可欠である。しかし、いかに組織の形が変わろうとも、先達が築き上げてこられた「実測と標準化」の精神は、我々が守り抜くべき不変の理念である。本稿では、部会の礎を築き、多大なる貢献をされた歴代委員のご足跡を編纂した。諸先輩方が繋いできた計測の系譜は、最新の「標準測定法 改訂2版（2025）」という大きな成果へと結実している。この知の遺産を正しく継承し、AI等の新技術が台頭する時代においても、測定に基づく医療の質向上を推進することこそが我々に課せられた使命である。専門部会の在り方が問われる変革期だからこそ、本資料を通じて歴代委員の功績に深く敬意を表するとともに、本稿が次代へと計測の精神を継承する一助となれば幸いである。

2. 歴代委員

計測部会準備委員会～計測分科会委員会

1992年度	計測部会準備委員会	委員長	山田 勝彦	2003年度	計測分科会委員会	分科会長	熊谷 道朝
		委員	木村 千明			委員	浅田 恭生
		委員	砂屋敷 忠			委員	小田 紋弘
		委員	津坂 昌利			委員	加藤 洋
		委員	西谷 源展			委員	小山 修司
		委員	前越 久			委員	近藤 康雄
		委員	増田 一孝			委員	新谷 光夫
		委員	山 哲男			委員	春原 信雄
1993年度	計測部会委員会	部会長	前越 久	2004年度	計測分科会委員会	委員	千田 浩一
		委員	木村 千明			委員	西谷 源展
		委員	小山 修司			委員	前川 昌之
		委員	砂屋敷 忠			委員	安友 基勝
		委員	津坂 昌利			分科会長	熊谷 道朝

		委員	西谷 源展			委員	浅田 恭生				
		委員	増田 一孝			委員	小田 紱弘				
		委員	松谷 正			委員	加藤 洋				
		委員	山 哲男			委員	小山 修司				
		委員	山田 勝彦			委員	近藤 康雄				
1994 年度	計測分科会委員会	分科会長	前越 久	2005 年度	計測分科会委員会	委員	新谷 光夫				
		委員	木村 千明			委員	春原 信雄				
		委員	小山 修司			委員	千田 浩一				
		委員	坂本 弘巳			委員	西谷 源展				
		委員	砂屋敷 忠			委員	前川 昌之				
		委員	津坂 昌利			委員	安友 基勝				
		委員	西谷 源展			分科会長	前川 昌之				
		委員	増田 一孝			委員	浅田 恭生				
		委員	松谷 正			委員	小田 紱弘				
		委員	山 哲男			委員	加藤 洋				
		1995 年度	計測分科会委員会			分科会長	前越 久	2006 年度	計測分科会委員会	委員	小山 修司
						委員	木村 千明			委員	坂本 肇
委員	小山 修司			委員	新谷 光夫						
委員	坂本 弘巳			委員	千田 浩一						
委員	砂屋敷 忠			委員	西谷 源展						
委員	春原 信雄			委員	源 貴裕						
委員	津坂 昌利			委員	宮安 孝行						
委員	西谷 源展			分科会長	前川 昌之						
委員	増田 一孝			委員	浅田 恭生						
委員	松谷 正			委員	小田 紱弘						
1996 年度	計測分科会委員会			分科会長	西谷 源展	2007 年度	計測分科会委員会			委員	加藤 洋
				委員	大釜 昇					委員	小山 修司
		委員	木村 千明	委員	坂本 肇						
		委員	小山 修司	委員	新谷 光夫						
		委員	近藤 康雄	委員	千田 浩一						
		委員	坂本 弘巳	委員	西谷 源展						
		委員	春原 信雄	委員	源 貴裕						
		委員	藤本 信久	委員	宮安 孝行						
		委員	松谷 正	分科会長	前川 昌之						
		委員	西谷 源展	委員	浅田 恭生						
1997 年度	計測分科会委員会	分科会長	西谷 源展			委員	小田 紱弘				
		委員	大釜 昇								

		委員	木村 千明			委員	落合 幸一郎
		委員	小山 修司			委員	加藤 洋
		委員	近藤 康雄			委員	小山 修司
		委員	坂本 弘巳			委員	坂本 肇
		委員	春原 信雄			委員	重森 慎司
		委員	藤本 信久			委員	千田 浩一
1998 年度	計測分科会委員会	分科会長	西谷 源展	2008 年度	計測分科会委員会	委員	源 貴裕
		委員	大釜 昇			委員	宮安 孝行
		委員	加藤 洋			分科会長	前川 昌之
		委員	木村 千明			委員	浅田 恭生
		委員	熊谷 道朝			委員	小田 紱弘
		委員	小山 修司			委員	落合 幸一郎
		委員	近藤 康雄			委員	加藤 洋
		委員	坂本 弘巳			委員	小山 修司
		委員	春原 信雄			委員	坂本 肇
1999 年度	計測分科会委員会	分科会長	西谷 源展	2009 年度	計測分科会委員会	委員	重森 慎司
		委員	大釜 昇			委員	千田 浩一
		委員	小田 紱弘			委員	源 貴裕
		委員	加藤 洋			委員	宮安 孝行
		委員	熊谷 道朝			分科会長	浅田 恭生
		委員	小山 修司			委員	石垣 陸太
		委員	近藤 康雄			委員	落合 幸一郎
		委員	春原 信雄			委員	加藤 洋
		委員	丸石 博文			委員	小山 修司
2000 年度	計測分科会委員会	分科会長	西谷 源展	2010 年度	計測分科会委員会	委員	坂本 肇
		委員	大釜 昇			委員	重森 慎司
		委員	小田 紱弘			委員	千田 浩一
		委員	加藤 洋			委員	前川 昌之
		委員	熊谷 道朝			委員	源 貴裕
		委員	小山 修司			委員	宮安 孝行
		委員	近藤 康雄			分科会長	浅田 恭生
		委員	春原 信雄			委員	石垣 陸太
		委員	丸石 博文			委員	落合 幸一郎
2001 年度	計測分科会委員会	分科会長	熊谷 道朝			委員	加藤 洋
		委員	大釜 昇			委員	小山 修司
		委員	小田 紱弘			委員	坂本 肇

2002 年度		委員	加藤 洋	2011 年度		委員	重森 慎司
		委員	小山 修司			委員	千田 浩一
		委員	近藤 康雄			委員	前川 昌之
		委員	新谷 光夫			委員	源 貴裕
		委員	春原 信雄			委員	宮安 孝行
		委員	丸石 博文			分科会長	浅田 恭生
	計測分科会委員会	分科会長	熊谷 道朝		委員	石垣 陸太	
		委員	大釜 昇		委員	落合 幸一郎	
		委員	小田 紱弘		委員	加藤 洋	
		委員	加藤 洋		委員	小山 修司	
		委員	小山 修司		委員	坂本 肇	
		委員	近藤 康雄		委員	庄司 友和	
委員		新谷 光夫	委員	千田 浩一			
委員		春原 信雄	委員	根岸 徹			
委員	丸石 博文	委員	能登 公也				
			委員	源 貴裕			

計測分科会委員会～計測部会

2012 年度	計測分科会委員会	分科会長	浅田 恭生	2019 年度	計測部会委員会	部会長	佐藤 斉
		委員	石垣 陸太			委員	落合 幸一郎
		委員	落合 幸一郎			委員	加藤 洋
		委員	加藤 洋			委員	小山 修司
		委員	小山 修司			委員	庄司 友和
		委員	坂本 肇			委員	関本 道治
		委員	庄司 友和			委員	富永 正英
		委員	千田 浩一			委員	根本 道子
		委員	根岸 徹			委員	能登 公也
		委員	能登 公也				
		委員	源 貴裕			2020 年度	計測部会委員会
		委員	落合 幸一郎				
分科会長	根岸 徹	委員	加藤 洋				
委員	浅田 恭生	委員	小山 修司				
委員	落合 幸一郎	委員	庄司 友和				
委員	加藤 洋	委員	関本 道治				
委員	小山 修司	委員	富永 正英				
委員	坂本 肇	委員	根本 道子				
委員	庄司 友和	委員	能登 公也				

		委員	千田 浩一			部会長	落合 幸一郎
		委員	能登 公也			委員	紀太 千恵子
		委員	源 貴裕			委員	小山 修司
2014 年度	計測分科会委員会	分科会長	根岸 徹	2021 年度	計測部会委員会	委員	佐藤 斉
		委員	浅田 恭生			委員	庄司 友和
		委員	落合 幸一郎			委員	関本 道治
		委員	加藤 洋			委員	富永 正英
		委員	小山 修司			委員	根本 道子
		委員	坂本 肇			委員	能登 公也
		委員	庄司 友和			委員	宮崎 仁志
		委員	千田 浩一				
		委員	能登 公也				
		委員	源 貴裕				
2015 年度	計測部会委員会	部会長	加藤 洋	2022 年度	計測部会委員会	委員	佐藤 斉
		委員	浅田 恭生			委員	庄司 友和
		委員	落合 幸一郎			委員	関本 道治
		委員	小山 修司			委員	富永 正英
		委員	坂本 肇			委員	能登 公也
		委員	佐藤 斉			委員	宮崎 仁志
		委員	庄司 友和				
		委員	能登 公也				
委員	源 貴裕						
2016 年度	計測部会委員会	部会長	加藤 洋	2023 年度	計測部会委員会	委員	石橋 徹
		委員	浅田 恭生			委員	紀太 千恵子
		委員	落合 幸一郎			委員	後藤 賢一
		委員	小山 修司			委員	小山 修司
		委員	坂本 肇			委員	齋藤 祐樹
		委員	佐藤 斉			委員	関本 道治
		委員	庄司 友和			委員	富永 正英
		委員	能登 公也			委員	能登 公也
委員	源 貴裕						
2017 年度	計測部会委員会	部会長	加藤 洋	2024 年度	計測部会委員会	部会長	庄司 友和
		委員	浅田 恭生			委員	石橋 徹
		委員	落合 幸一郎			委員	紀太 千恵子
		委員	小山 修司			委員	後藤 賢一
		委員	佐藤 斉			委員	小山 修司
				委員	齋藤 祐樹		
				委員	関本 道治		
				委員	富永 正英		

		委員	庄司 友和			委員	能登 公也
		委員	関本 道治	2025 年度	計測部会委員会	部会長	庄司 友和
		委員	能登 公也			委員	石橋 徹
		委員	源 貴裕			委員	紀太 千恵子
2018 年度	計測部会委員会	部会長	加藤 洋			委員	後藤 賢一
		委員	浅田 恭生			委員	小山 修司
		委員	落合 幸一郎			委員	齋藤 祐樹
		委員	小山 修司			委員	関本 道治
		委員	佐藤 斉			委員	富永 正英
		委員	庄司 友和			委員	能登 公也
		委員	関本 道治				
		委員	能登 公也				
		委員	源 貴裕				

線量計紹介

「最新 X 線 QA アナライザ “Mako” の紹介」

アクロバイオ株式会社
仲田 佳広

【はじめに】

近年、医療用 X 線機器における品質保証（Quality Assurance : QA）および品質管理（Quality Control : QC）の重要性は一段と高まっている。特に、被ばく線量の最適化や撮影装置の高性能化に伴い、測定機器にはより高い精度、再現性、操作性が求められている。こうした背景のもと、スウェーデンの RTI 社は従来の Piranha, Cobia シリーズで培った技術をさらに発展させ、新たな半導体式検出器である X 線 QA アナライザ「Mako」を開発した。本稿では、Mako の詳細と操作について紹介する。

【Mako の特長】

Mako はベースユニット（図1）と測定プローブ（図2）で構成され、様々なモダリティの測定に対応するだけでなく拡張性も有する（表1）。測定用プローブは、ベースユニットにワンタッチで取付け可能であり、さらには USB ケーブルを介した接続により、立位ブッキーや歯科装置など様々な測定環境に応じて自由な測定が可能である。



図1. Mako ベースユニット



図2. 各種 Mako 用測定プローブ

Mako は、Bluetooth により PC と無線接続され、専用のフリーソフトウェア（以下、ソフトウェア）により測定操作や結果のライブ表示、Excel ワークシート連携、測定レポート出力を行う。またソフトウェアには、日本語の測定用テンプレートが用意されており、誰でも扱える QA アナライザである。

- 正確性
 - ✓ 18–155 kVp のワイドレンジに対応
 - ✓ 市場で唯一の kVp 正確度±1.5 %
 - ✓ 広範囲に優れたダイナミックレンジ
 - ✓ 0.9 mm センサー搭載の先進的な検出器設計
(幅広い角度感度に対応 図3)

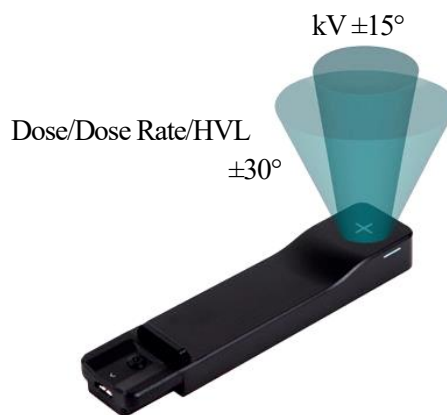


図3. 測定プローブの角度感度

- 効率性
 - ✓ どの向きでも X 線ビーム内に設置可能
 - ✓ メータを自動認識しディスプレイを最適化
 - ✓ トレーサブルなレポートをワンクリック生成

- 応用範囲
 - ✓ 最も幅広いアプリケーションに対応するモジュール式设计
 - ✓ Bluetooth の標準装備でシームレスなデータストリーミング
 - ✓ ニーズに合わせた構成を選べる柔軟性

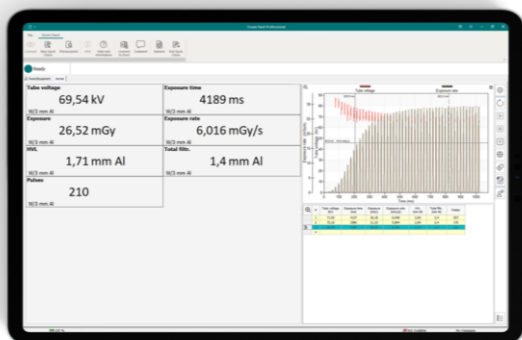


図4 (a). PC,タブレットによる表示

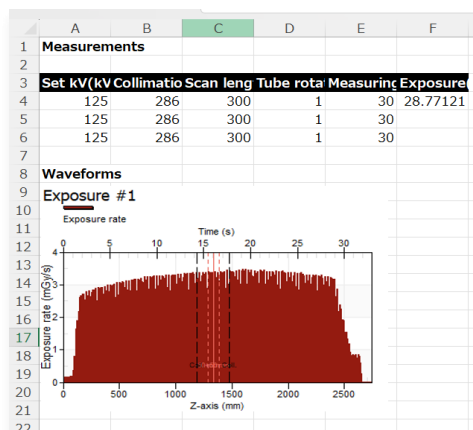


図4 (b). Excel 連携, 解析例

- マルチデバイス対応による運用性向上

Mako は、専用ソフトウェアを介して PC やタブレットに測定結果を表示し、Excel 形式による結果出力に標準対応し、シートへ結果を直接転記することにより日常の品質管理が大きく効率化する (図4)。

さらにスマートフォンへの表示にも対応し、可搬性にも優れ、あらゆる現場での「見やすく・使いやすく・分析しやすい」計測環境を提供する (図5)。

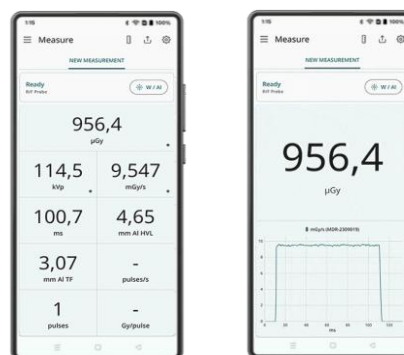


図5. スマートフォンによる表示

【 測定プローブの特長 】

■ Mako RF プローブ (図6)

AEC や管球ヒール効果に影響を与えない独自設計により、業界随一の正確度と感度を有し、低線量から高線量率までの測定を可能とする。

<測定項目>

管電圧, 線量, 線量率, 半価層, 総ろ過, 曝射時間, パルス, パルスレート, パルス当たり線量

表 1. RF プローブ測定仕様

測定項目	測定範囲	正確度
管電圧	35 - 150 kV	±1.5 %
線量	1 nGy - 9999 Gy	±5 %
線量率	1 nGy/s - 500 mGy/s	±5 %
半価層	1 - 14 mmAl	±10 %

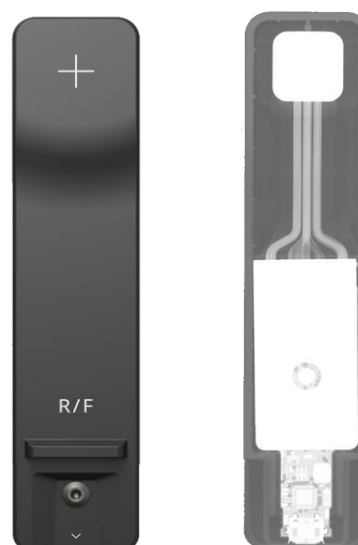


図 6. Mako RF プローブ外観と X線透過像

■ Mako Mammo プローブ

あらゆるターゲット / フィルタの組合せのマンモグラフィシステムの測定に特化したプローブである。

<測定項目>

管電圧, 線量, 線量率, 半価層, 曝射時間, パルス, パルスレート, パルス当たり線量

表 2. Mammo プローブ測定仕様

測定項目	測定範囲	正確度
管電圧	18 - 49 kV	±1.5 %
線量	1 nGy - 9999 Gy	±5 %
線量率	2 nGy/s - 1 Gy/s	±5 %
半価層	0.2 - 4 mmAl	±10 %

■ Mako Dental プローブ

パノラマ撮影やCBCT, イントラオーラル撮影の全ての測定に対応する. 特に0.9mmの検出器を搭載しているため, 狭いビーム幅でも正確な測定を可能としている。

<測定項目>

管電圧, 線量, 線量率, 半価層, 総ろ過, 曝射時間, パルス, パルスレート, パルス当たり線量

表 3. Dental プローブ測定仕様

測定項目	測定範囲	正確度
管電圧	35 - 125 kV	±1.5 %
線量	1 nGy - 9999 Gy	±5 %
線量率	1 nGy/s - 500 mGy/s	±5 %
半価層	1 - 14 mmAl	±10 %

■ Mako Legacy Module (図7)

従来の Piranha / Cobia でご愛用いただいている測定プローブを Mako システムへ接続するためのモジュールである。

<接続プローブ>

RTI Dose Probe, CT Dose Profiler, L100 輝度プローブ, T20 型線量プローブ, MAS1/MAS2 プローブ



図7. Mako Legacy Module

■ Mako Ion Chamber Module (図8)

RTI イオンチェンバを Mako システムへ接続するためのモジュールである (図7)。

特長として温度・気圧の自動補正機能を搭載するため、煩雑な補正計算などの設定は不要な点である。



図8. Mako Ion Chamber Module

■ CT Dose Profiler (図9)

360 度方向で X 線感度が均一な半導体検出器であり, CTDI 測定に使用される標準的なファントムに適用可能である。

従来の指頭型電離箱による CTDI 測定では, 過小評価となってしまう幅広いビームの線量を高い精度で計測可能である。また 1 回の照射からドーズプロファイルをはじめとした多くの分析評価が可能である。

<測定項目>

CTDI₁₀₀, CTDI_w, CTDI_{vol}, DLP, Dose Profile ポイント線量, AEC 性能, 実効ビーム幅, FWHM, Scatter Index

表4. CT Dose Profiler 仕様

線量率	0.5 uGy/s - 3 Gy/s (±0.1 uGy)
空間分解能	0.25 mm
径φ	12.5 mm
長さ	210 mm
重さ	50 g



図9. CT Dose Profiler

【 さいごに 】

Mako は, PC はじめマルチデバイスに対応した柔軟な表示環境と汎用性の高いデータ出力機能を備えた次世代 X 線 QA アナライザである。多様な臨床現場における測定値の即時確認や解析, 報告書作成の効率化に寄与し, 日常の品質管理業務から研究用途まで幅広い運用を強力に支援する。これらの特性から, Mako は実用性・拡張性に優れた総合的 QA システムとして高い有用性を有する。

線量計紹介

「 簡便な X 線測定を目指して 」

アンフォースレイセイフ株式会社
安川 聡記

1. Unfors RaySafe 社製品の歴史

1994年に設立されたアンフォースインストルメンツ (Unfors Instruments) 社, 現アンフォースレイセイフ (Unfors RaySafe) 社は, スウェーデン王国イエテボリ市近郊に本社を置く半導体式検出器を使用した X 線測定器のメーカーである.

設立当初の製品コンセプトは以下の通りであった.

- Accurate result – 正確な測定結果
- 10 s to learn – 習得容易な操作
- Pocket sized – 小型



図1: 設立当初の製品コンセプト

これらのコンセプトを実現した最初の製品が TOM シリーズである.

このシリーズは, 全機が単一モダリティ・単一パラメータ測定用であったが, 後継 MOM シリーズにより, 複数パラメータやモダリティに対応可能となった.



写真1: TOM シリーズ

MOM シリーズは 200 機種以上が開発されたが, その上位互換である Xi は, 技術的に大きなブレークスルーとなった. このシリーズは, エネルギー依存性やマンモグラフィ装置の多様な線質での測定に対応する自動補正機能が搭載され, 測定結果の補正を不要とした.



写真2: Xi



写真3: ThinX

Xi で確立された技術を応用した ThinX を経て、2013 年に登場した X2 は、強化された自動補正機能などの高性能化、タッチスクリーンによるスマートフォン的な操作性と見やすい表示、測定結果保存用メモリーによるロギング機能を実現した、斬新な X 線測定器である。



写真 4: X2

2. X2 の特徴等

X2 は、操作や測定結果の表示と保存を行うベースユニット（以下 BU）と各モダリティに対応した外部センサーで構成される。特徴、優位性、メリットは下記の通りとなる。

- 特徴

BU の電源を立ち上げ、USB ケーブルでセンサーと繋ぐだけで測定準備が完了し、後は照射することで測定が完了。

- 優位性

測定前の煩雑な準備や設定は基本不要。PC も不要なため、PC やソフトウェアの立ち上げが不要。

- メリット

BU はタッチスクリーンとなっており、スマートファンのように直感的に操作でき、使い慣れない方でも簡便に測定可能。

3. 半導体式センサー部の特徴

半導体方式の基本構成と X2 R/F センサー・X2 MAM センサーの半導体式センサー部の断面図を図 2 と図 3 に示す。

S0 - S3 はエネルギー依存性の補正や、1 回の照射で線量・線量率以外に、管電圧や半価層・総濾過を算出するために必要な、異なるフィルタを前方に置いた半導体センサーで、これらの出力信号を独自のアルゴリズムで演算処理して複数パラメータを算出する。

X2 R/F センサーと X2 MAM センサーでは、縦方向に積層された複数センサーが、側方と後方（底面）からの散乱線をブロックするための錫製ハウジング内に収められた構造で、センサー部の受像側への映り込み面積は小さく、形状も正方形に近くなり、ヒール効果を考慮した際のセンサーの置き方の自由度が向上し、測定時に装置の ABC や AEC に与える影響も軽減される設計となっている。

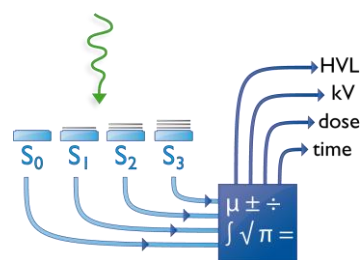


図 2: 半導体方式の基本構成

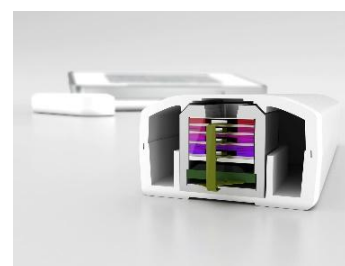


図 3: 半導体式センサー部の断面図

なお、半導体センサーが錫製ハウジングで囲まれた構造であるため、後方散乱線も含む測定を行う際は、補正を要する。

4. エネルギー依存性

更に強化された自動補正機能により、エネルギー依存性は仕様の範囲内で使用する際にはユーザー側で考慮する必要のない精度で測定が可能である。

管電圧を、50 kV–120 kV の範囲で 10 kV 刻みで変化させて X2 の R/F センサーで測定された線量と電離箱で測定された線量を比較したところ、電離箱での測定値からの偏差は ±3%未満で、比較的良好であったとの報告もなされている¹⁾。

5. 線量率依存性

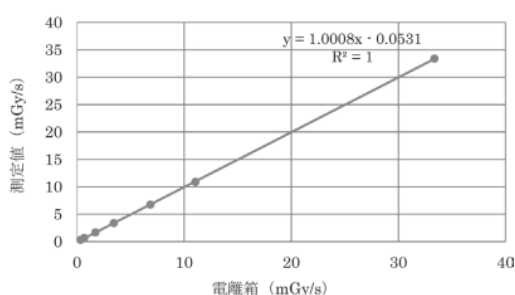


図4: 線量率依存性

線量率については、各センサーとも仕様で定義された測定範囲で不確かさ 5%を満足している。

また、電離箱で測定された線量から算出された線量率(線量÷照射時間)を X 軸, X2 で測定された線量率を Y 軸としたグラフ(図4)はほぼ直線となり、R2 値は1であった¹⁾。

6. 方向依存性

センサーの検出面に対して、できるだけ垂直に近い角度で X 線が入射することが求められる。管電圧については、垂直から ±5 度から ±10 度以内、線量・線量率についてはおよそ ±20 度から ±30 度以内が目安となる。

7. 操作性と表示機能

X2 による測定に関わる操作は、測定結果表示用のタッチスクリーン式液晶ディスプレイ上のタップとスワイプで可能である。また、ディスプレイは、測定結果の一覧表示、1つの測定結果のみの表示、波形(線量率・管電圧・管電流)表示の3つのモードがある。ディスプレイの表示は多国語対応で、日本語表示も可能である。



写真5: 一覧表示



写真6: 単独表示



写真7: 波形表示

8. Bluetooth や LAN での接続

X2 と PC の接続は、USB ケーブルによる有線接続の他に、Bluetooth 接続、LAN 経由の接続が可能である。Bluetooth 接続は、BU の空き USB ポートに専用 Bluetooth アダプタを接続すれば可能となる。LAN 接続は、BU でネットワーク関連の設定を行ってから LAN ケーブルで LAN に接続する。

9. まとめ

X2 は発売開始から、創業当初の製品コンセプトが受け継がれた使いやすさや、完成度の高さもあり、現在でも多くのユーザーの方々に使用されている。

モダリティ側の技術・性能の進歩への対応や、機能追加は、主にファームウェアの更新で対応しており、ハードウェア自体の買い替えなしで、最新バージョンの X2 を利用可能である。



図5: 弊社ロゴ

Unfors RaySafe 社は、医療現場における不必要な被ばくの低減をミッション-使命としており、会社のロゴはカナリアとなっている。カナリアはかつて、炭鉱において有毒ガスを検知した際、鳴き止むことから、炭鉱夫にとって大切なパートナーであった。

我々のミッションを達成するため、炭鉱におけるカナリアのように、医療現場における皆様のパートナーとなれるよう、これからも X 線装置 QA の重要性や被ばく低減を訴求していきたい。

10. 参考文献

1) 小林亮太, 千田浩一, 稲葉洋平, 芳賀喜裕, 加賀勇治, 洞口正之:

X 線出力測定器による診断用 X 線装置の線量測定に関する基礎検討, 東北大医保健学科紀要 24(1): 39~44, 2015

線量計紹介

「 診断領域における線量計の変遷 」

東洋メディック株式会社
丸井 英輔

1. 診断領域における線量計の変遷

線量計の変遷をご説明する上で、技術の進歩はもちろんだが、重要なポイントは業界のニーズにあると考えている。

2011年3月の原発事故以降「シーベルト」という言葉が一般的に聞かれる様になり、世間での被ばくに対する関心が急激に高まり、また医療従事者についても2021年4月より、眼の水晶体被ばく限度¹⁾が「1年につき150 mSv」から「5年につき100 mSv および1年につき50 mSv」と大幅に低く設定され、実際、新しい限度を超えてしまう医療従事者が少なからず存在すると言われている。被ばくへの関心の高まりに伴い、診断参考レベル²⁾や線量管理の義務化³⁾などが進み、そしてその先にある線量低減のための線量測定の機会及び必要性は増大する一方である。

一方で、モダリティの進化も顕著で、撮影手法もCBCT (Cone Beam Computed Tomography) やトモシンセシスなど多様化が進み、それに伴い線量の測定法も今までとは大きく違った測定法を求められている。また、線量計は、モダリティや測定する放射線によって、様々な大きさや形状のイオンチェンバーが用意されてきた。

この様な動向を受けて、今まで主に吸収線量変換係数を掛け合わせて平均吸収線量としていたものが、吸収線量変換係数を掛け合わせない簡素化した空気カーマで求めることが増えている。

例えば診断参考レベルは、入射皮膚線量の評価とすれば、f-factor が関係してきて実効エネルギーや空気、Soft Tissue のエネルギー吸収係数が必要になるが、診断参考レベルの概念で「単純に測定できる評価法⁴⁾」とあり、現在は変換が不要な入射表面線量となっている。同様にCT装置でも、IEC (国際電気標準会議) の規格において、CTDI (CT線量指数) が平均吸収線量 (Gy) から空気カーマ (Gy) へ明確に統一されたのは2009年に発行されたIEC 60601-2-44 の第3版 (Edition 3.0) からである。

放射線計測の国際的な動向に合わせて、より直接的に測定可能で、空気中での物理量として正確な「空気カーマ」を用いることが推奨されたためである。私見だが、少しの実効エネルギーの違いにより大きく変わる吸収線量係数を掛け合わせるより、線量低減などの対策前後を相対的に評価しやすい「空気カーマ」の方が、より効果的ではないかと考えている。

そして線量計の動向である。イオンチェンバーから半導体検出器に注目されてきている。

半導体検出器は、エネルギー特性が改善され、気温・気圧の補正が不要で、印加電圧やチェンバー内温度の安定（エージング）に要してきた時間を削減し、大きさ・形状共に様々なイオンチェンバーと比較し、コンパクトで測定準備が容易な半導体検出器が注目されている。本来イオンチェンバーで測定していた測定法も、半導体検出器でも測定できるように配慮されることが多く、線量測定が容易になり、診断参考レベルの普及などにも大いに貢献している。検出器もマンモ用、一般撮影用、CTDI 測定用（イオンチェンバー）、散乱線測定用の4種類揃えておけば、かなりの部分をカバーできる。確かに半導体検出器にも長所・短所はあるが、「より正確な測定」から「より簡便な線量測定、線量低減」のためには半導体検出器にもメリットがあるのではないかと。

線量計は技術の進歩に従い、大気圧補正を自動で行い、波形による複雑なトリガーを実現し、半導体検出器をイオンチェンバーと遜色ないものへと変化し、さらにマルチセンサーへと進化した。そしてご説明した業界のニーズに伴い、簡便な測定そして記録・解析まで実現し、放射線全体で使いやすい線量管理のツールとなった。

2. 紹介する線量計の特徴（患者用）

【Radcal 社製（現 IBA 社） T3 シリーズ線量計】



「タッチパネル式採用」により、簡便に測定の準備が出来、すぐに測定を行う事ができる。その測定値は X 線を照射するたび自動的トリガーが掛かり測定し線量計に記録され、必要に応じてコメントを残す事もできる。これらの測定値は自由なタイミングで Excel に出力でき、簡便に集計できる。



図 1. 測定画面（コメント追加）

	Start Time	Duration	Dose AGMS	Comments
99.1	2023/10/1 14:45:13	0.113 s	0.1347 mGy	右
99.2	2023/10/1 14:45:13	0.125 s	0.1344 mGy	中央
99.3	2023/10/1 14:45:13	0.113 s	0.1343 mGy	左

	A	B	C	D	E	F	G	H
102	99.1	14:45:14	0.11 s	33.00 kV	0.1347	mGy		
103	99.2	14:45:14	0.13 s	33.00 kV	0.1344	mGy		
104	99.3	14:45:14	0.11 s	32.80 kV	0.1343	mGy		

図2. 測定値にコメント追加し EXcel 出力

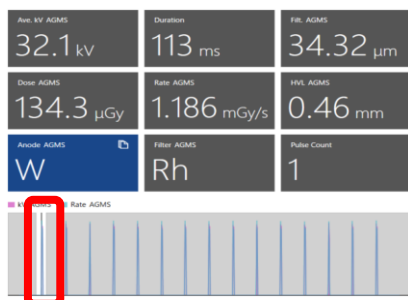


図3. 管電圧など撮影条件測定

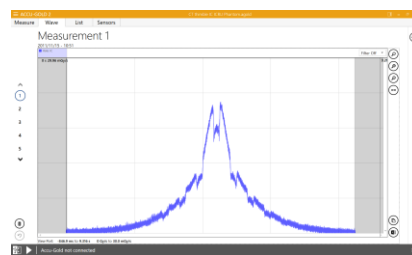


図4. 波形にて測定エラーの検出

また、測定値を波形として表示させれば、測定が正常に行われているか確認する事も出来るので、その場で「エラーの検出」を行い、正しい測定を得られるまで再測定を行う事も出来る。

さらに検出器がマルチセンサーであれば、一度の照射で線量の他に管電圧や半価層なども測定することができるので、同時に適切な撮影条件（管電圧・照射時間など）で測定出来ていたかが確認出来る。

低線量を測定の時、測定が始まらなかったり、それとは逆にノイズが大きく照射前に測定が開始される時には、測定開始する線量（トリガーレベル）を変更したり、照射と照射の間を時間で設定し、同じ照射なのか別の照射なのかを区別することも出来る。

また、手動で測定開始、測定停止を設定することも出来る。

とりあえず波形さえ取得出来れば、測定後波形より積算線量を求めることが出来る。また、データを保存さえしておけば、そのデータを呼び出し何度でも波形より積算線量を求めることが出来る。

使い方は、シンプルで直感的に分かりやすく様々な拡張性があり、Excel の知識でグラフ作成・表計算をすれば、さらに便利に使う事が可能である。また、対応するターゲット/フィルタの組合せも実際のモダリティ装置の機種毎に指定することが出来る。

また、今回ご紹介する T3 タッチパネル式線量計は、用途に応じた検出器を接続し、電源を入れたら線量測定ができる。Wi-Fi 接続すれば線量計本体と、操作室のパソコン間で無線接続が可能である。また、従来型の Accu-Gold+ に対応した半導体マルチセンサーおよびイオンチェンバーがそのまま使えるところも利点である。

T3 シリーズには、パソコンと接続しないスタンドアロンタイプ、半導体検出器のみ接続可能なタイプなどがあるので、用途に応じて選定頂く事が可能である。

(詳細は以下当社ホームページをご参照

<https://www.toyo-medico.co.jp/>)

3. 参考文献

1) 眼の水晶体に係る被ばく限度等の見直しについて

<https://www.mhlw.go.jp/content/12601000/000583147.pdf>

2) 日本の診断参考レベル (2025 年版)

https://j-rime.qst.go.jp/report/JapanDRLs2025_ja.pdf

3) 診療用放射線の安全管理に係る医療法施行規則改正について

<https://www.mhlw.go.jp/content/11201000/000490667.pdf>

4) 診断参考レベル運用マニュアル (2019 年 5 月 18 日改訂第 2 版)

作成：公益法人日本放射線技術学会 P.27 (A10)

「診断領域 X 線における線量計校正の基礎と実務

「診断領域線量計標準センター，トレーサビリティ，不確かさ」

徳島大学大学院

富永 正英

1. 概要

診断領域（一般撮影，透視，IVR 等）における線量測定は，医療被ばく管理，QA/QC，装置間・施設間比較の基盤である．一方で，診断 X 線は管電圧，付加フィルタ，半価層（HVL），散乱条件等によりスペクトルが変化し，線量計のエネルギー依存性や設置条件依存性が測定値の系統差につながり得る．

本稿では，（公社）日本放射線技術学会の診断領域線量計標準センターによる校正体系を紹介し，校正の定義，照射線量（exposure）の物理的背景（荷電粒子平衡），標準器（自由空気電離箱）と実用線量計（空洞電離箱）の関係，トレーサビリティの考え方，ならびに校正結果に付随する不確かさ評価を整理する．さらに，校正証明書の読み取り方や，診断領域における校正の不確かさ要因を体系的に示し，現場での線量計運用における留意点を提示する．

2. 背景

近年，IVR 等における皮膚線量管理の重要性が増し，一般撮影においても装置の出力管理や撮影条件最適化の観点から，線量の定量性・再現性が求められている[1],[2]．線量測定の「値の意味」を施設間で共有するためには，単に測定器を使用するだけでなく，基準放射線場で校正された線量計を用い，校正定数と不確かさを含めて測定結果を扱う必要がある[3]-[6]．

この要求に対し，（公社）日本放射線技術学会では，過去の学術研究班の検討（診断領域 X 線の標準測定，線量計校正システムの構築に関する検討）を経て，全国的なトレーサブルな校正体系の整備を目的として診断領域線量計標準センターが設置され，複数施設が分担して運用している[7]．標準センターは，診断領域における線量測定の信頼性確保（校正体系，相互比較，証明書発行等）を担い，施設ユーザが使用する線量計の「値付け」を支える．

3. 診断領域線量計標準センターの概要

標準センターは全国の複数拠点で運用されており，近年の情報として 12 施設で運用されている（2026 年 3 月現在）[7]．また，相互比較校正の実績として，診断用線量計（電離箱・半導体），乳房用線量計，サーベイメータ等，複数カテゴリの校正が実施されている．これらの実務実績は，診断領域の線量測定が特定用途に限定されず，臨床現場の幅広い測定器運用に関

わることを示している。

さらに、各センター間のコンパチビリティ（同等性）を把握するための相互比較が行われ、参照条件に対してセンター間でどの程度一致しているかが定量的に評価されている。昨年度の相互比較（2025年8月29日実施、北海道大学を基準に規格化）では、70 kVおよび120 kV条件で平均0.992、標準偏差はそれぞれ0.008および0.005となっており、全体として良好な整合が示されている。

4. 線量計の校正とは（定義と校正定数）

校正とは、所定条件下で測定標準が与える量の値と測定器の指示値との関係を確立し、その関係を用いて指示値から測定結果を得るための関係を定める操作である[8]。重要な点は、校正は調整（アジャスト）や検証（性能確認）と混同してはならないこと、ならびに校正結果は校正表等として示され、不確かさの明記を伴うことである[3]-[5]。

実務的には、線量計の指示値（正味値）を Q 、基準線量を E （診断領域では照射線量を基礎量として扱うことが多い）とすると、両者の関係を校正定数 N により

$$E = N \times Q$$

として与える[9]。

5. 標準器と実用線量計：自由空気電離箱と空洞電離箱

照射線量の定義に基づく標準器として代表的なのが自由空気電離箱（free-air ionization chamber）である[9],[10]。自由空気電離箱では、X線が空気中で生成する電離量を測定することで照射線量を実現する。実際には入射窓等の影響や空気減弱などに対する補正を行いつつ、測定体積を幾何学的に定義し、二次電子の挙動（荷電粒子平衡の成立条件）を考慮して、定義に忠実な測定を可能にしている[9]-[11]。

一方、臨床現場で広く用いられるのは、小型で取り扱いが容易な指頭形電離箱（空洞電離箱）である。空洞電離箱は、一定の小容積の気体（電離体積）を持ち、荷電粒子平衡に必要な空気相当の厚みを空気近似の固体物質（外壁）で置き換えることで小型化した構造をとる。ここで重要なのは、周囲媒体、外壁、電離体積（空気）において電子平衡が実効的に成立していること、またガードリング等の構造が電場分布や有感体積の定義に影響し得る点である。

6. 電離箱線量計のエネルギー依存性とその要因

診断領域では、空洞電離箱を用いた測定においてエネルギー依存性に注意が必要である[13]。例えば、標準センターで使用している電離箱（DC-300, IBA社製）をJQAにて校正した際、線質（エネルギー条件）の違いにより校正定数に約2%程度の差が認められた。

エネルギー依存性の要因として、主に以下が挙げられる。

- **スペクトルの違い**：同じ管電圧・同じHVLであっても、スペクトル形状は必ずしも一致しない[13]。
- **電離箱の構造・材質**：壁、窓、電極材に加え、透過型（KAP/DAP）電離箱では基材や

導電コーティング等が応答に影響する。グラファイト等の空気等価材は依存性を小さくするが、ゼロにはならない。

- **空洞理論の近似の限界**：診断領域では二次電子の飛程が短く、壁、電極、ステム等の影響が相対的に大きくなるため、理想化した空洞理論の前提が厳密に満たされにくい。

したがって、臨床で線量計を用いて装置出力や線量を評価する際には、「管電圧・フィルタ・幾何学条件を揃える」「校正条件に近い線質で使用する」「必要に応じてエネルギー補正を検討する」といった、校正条件と使用条件の整合が実務上の重要点となる[13]。

7. トレーサビリティの確保と「不確かさ」の位置づけ

トレーサビリティ（計量トレーサビリティ）とは、国家計量標準（一次標準）を起点として、規定された校正手順により一般施設で使用される測定器へ校正值（目盛）を付与していく体系である。一般施設の測定器が複数階層の校正を経て標準へと結び付く「切れ目のない連鎖」を有することが本質であり、その各段階には不確かさが評価され、文書化されて付随する[6],[14]。例えば、診断領域線量計標準センターの基準線量計は JQA で校正されている。すなわち、測定結果の信頼性は「不確かさが明示されている」ことによって初めて担保される[3]。

また、トレーサビリティが保証するのは測定値（測定結果）の妥当性であり、計測器の性能全般（例えば環境耐性や故障リスク等）までを保証するものではない点は、誤解を避けるうえで重要である[3],[4]。

不確かさは、真の値を直接知り得ない状況において、真の値が存在し得る範囲を合理的に推定し、測定結果の「質」を表す概念である。従来の誤差論（真値からのずれを前提とする考え方）とは区別して理解する必要がある。不確かさの評価は、繰返し測定の統計解析に基づく Type A と、校正証明書、仕様、分解能等の情報に基づき推定する Type B に分類される（ただし実務上は、分類自体よりも、不確かさ要因を漏れなく抽出し、各成分を適切に見積もることが重要である）[4],[5]。

校正における主な不確かさ要因としては、基準線量測定（基準器の校正不確かさを含む）、被校正器の線量測定、大気条件補正、検出器位置決め、角度依存性、散乱線、照射野の均一性、表示分解能（読取り）、トレーサビリティ連鎖に由来する成分、長期安定性、エネルギー依存補正などが挙げられる[4],[5],[12]。これらを標準不確かさ（標準偏差に相当する形）として表し、二乗和平方根により合成標準不確かさを求め、必要に応じて包含係数 k を乗じて拡張不確かさとして示す[4],[5]。診断領域線量計標準センターでは、校正結果の拡張不確かさを 7.5% ($k=2$) と見積もっている。

8. 結論

診断領域における線量測定の信頼性確保には、校正の定義と校正定数の意味を理解すること、照射線量と荷電粒子平衡の物理的条件を踏まえ、測定幾何学を管理すること、自由空気電離箱を頂点とするトレーサブルな校正体系に接続すること、不確かさ（Type A/Type B、合成・拡張）を含めて測定結果を解釈すること、が不可欠である。診断領域線量計標準センターの運用

実績や相互比較結果は、こうした体系が臨床現場の線量計運用を支える基盤であることを示しており、日常の医療被ばく管理と QA/QC の実効性向上に資する。

参考文献

- [1] 医療被ばく研究情報ネットワーク (J-RIME). Japan DRLs 2025 (日本の診断参考レベル 2025 年版).
- [2] International Commission on Radiological Protection (ICRP). Publication 85: Avoidance of radiation injuries from medical interventional procedures.
- [3] Joint Committee for Guides in Metrology (JCGM). VIM (JCGM 200) : International Vocabulary of Metrology.
- [4] Joint Committee for Guides in Metrology (JCGM). GUM (JCGM 100:2008) : Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement.
- [5] 製品評価技術基盤機構 (NITE, JCSS). 校正における測定不確かさの評価 (指針).
- [6] International Organization for Standardization (ISO). ISO/IEC 17025:2017 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories.
- [7] 公益社団法人日本放射線技術学会 計測部会. 診断領域線量計標準センター (紹介ページ). <http://keisoku.jsrt.or.jp/center.html>.
- [8] 日本規格協会. JIS Z 8103:2019 計測用語.
- [9] National Institute of Standards and Technology (NIST). Procedure 3: Calibration of X-Ray Radiation Detectors.
- [10] Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB). Free-air ionization chamber (一次標準の解説).
- [11] International Atomic Energy Agency (IAEA). TRS-457: Dosimetry in Diagnostic Radiology: An International Code of Practice.
- [12] 日本規格協会. JIS Z 4511:2018 X 線及び γ 線用線量 (率) 測定器の校正方法.
- [13] 日本規格協会. JIS T 61267:2014 診断用 X 線装置—特性決定に用いる放射線条件.
- [14] 一般財団法人日本品質保証機構 (JQA). 放射線測定器の校正 (校正サービスの説明).

2025 年度計測分野に関する論文・発表

・ 2025 年 4 月 (Vol.81 No.4, 2025) ～ 2025 年 9 月 (Vol.81 No.9, 2025)

日本放射線技術学会雑誌から掲載しています。

題 名	著 者	所 属 施 設 名	学会誌	雑誌号巻
前立腺がんの画像誘導放射線治療におけるコーンビーム CT にビスマスシートを使用した時の被ばく線量低減効果の評価	吉田 達也	公立館林厚生病院 中央放射線室	原著	81 巻 4 号 論文 ID: 25-1531
回診車による胸部 X 線動態撮影における散乱線分布	初見 佳菜	聖マリアンナ医科大学病院 診療放射線技術部	臨床技術	81 巻 6 号 論文 ID: 25-1516
特製円柱アクリルファントムによる心臓カテーテル検査に携わる術者の水晶体線量に影響する因子の検討	小川 善紀	金沢大学大学院 医薬保健学総合研究科 保健学専攻	臨床技術	81 巻 6 号 論文 ID: 25-1513
放射線治療計画 CT における位置決め画像撮影時の X 線管位置による水晶体被ばく線量低減	金本 賢司	広島がん高精度放射線治療 センター	臨床技術	81 巻 9 号 論文 ID: 25-1565

第53回日本放射線技術学会秋季学術大会 計測分野に関する一般研究発表

口述研究発表

○防護 (CT)

- O-085 X線CT検査におけるヘリカルスキャンを用いた位置決め撮影の被ばく線量評価
藤田医科大学大学院 伊藤 黎
- O-086 立位CTと臥位CTにおける臓器吸収線量の評価
—胸腹部CT撮影を対象とした人体ファントムによる検討—
藤田医科大学病院 藤澤 和陽
- O-088 頭部CT検査におけるX線照射開始角度が水晶体吸収線量に与える影響
—overrunを加味した検討—
藤田医科大学病院 西原 裕盛
- O-089 線質の違いが胸部CT時の乳房および肺野の吸収線量に与える影響
～銀フィルタを含めた検討～
大雄会第一病院 伊藤 祐介
- O-090 ハイブリッドERにおける外傷プロトコルCT撮影時の人体ファントムを用いた空間散乱線量の比較検討
東北大学病院 大森 悠斗

○透視・IVR (手技線量)

- O-091 モンテカルロシミュレーションを用いたCT透視におけるhalf scanモード使用時の線量低減効果の評価
島根大学医学部附属病院 塩澤 倫太郎
- O-093 カテーテルアブレーションによる肺静脈隔離術の手技線量評価
大阪公立大学医学部附属病院 佐々木 将平
- O-101 Spot照射野を用いたアブレーション治療時における術者被ばく低減と画質の検討
千葉大学医学部附属病院 鈴木 輝

○計測 (線量評価・防護)

- O-137 AECに影響を与えないX線QAアナライザーの有用性の検討
金沢大学附属病院 山本 凜子
- O-138 被ばくリスク評価のための患者の体厚による散乱X線のエネルギースペクトルの変化
茨城県立医療大学 直井 龍輝
- O-139 救急外傷初期診療時のポータブルX線撮影装置を使用した胸部および骨盤撮影における散乱線分布の作成と検討
茨城県立医療大学 小林 佳都
- O-140 水晶体被ばく線量における測定位置補正係数に関する研究
茨城県立医療大学大学院 佐々木 幸大
- O-141 X線透視下における手指の皮膚等価線量への換算係数の決定
茨城県立医療大学 前沢幸風

○計測 (回転照射・マンモグラフィ線量評価)

O-142 ラジオクロミックフィルムを用いた多様な形状に対応可能な X 線エネルギー検出器の
考案

藤田医科大学大学院 砂田 祥玖

O-143 人工ルビー線量計を用いた回転照射における出力変動測定を試み

国際医療福祉大学成田病院 加茂川 拓海

O-144 同一線量計・ファントムを用いて測定した Sn フィルタと Ag フィルタの線量変化

那須赤十字病院 鈴木 悠

O-145 多種類のターゲット/付加フィルタに対応した X 線アナライザの性能評価

東京都立大学大学院 鈴木 万里奈

O-146 マンモグラフィ装置における非接触式 X 線アナライザが AEC に与える影響

宏潤会大同病院 奥田 智子

O-147 Tomosynthesis に対応した乳房用 X 線装置の管電圧リプル百分率解析

東京都立大学大学院 根岸 徹

○防護 (防護ツール)

O-174 放射線遮へい試験の試験配置によるビルドアップ係数評価

東京都立産業技術研究センター 河原 大吾

O-175 折り紙技術を応用したタングステン含有機能紙 (tungsten functional paper:TFP) の立体構
造による散乱線遮蔽効果の評価

近畿大学大学院 平野 駿太

○防護 (単純 X 線)

O-228 付加フィルタを用いた胸部ポータブル X 線撮影における患者と介助者の被ばく線量評価

藤田医科大学病院 戸田 喬久

O-229 胸部 X 線撮影における介助者の被ばく線量の最適化

茨城県立医療大学 白水 愛那

O-230 地域医療機関における小児胸部 X 線撮影の線量実態と最適化の課題

福島県立医科大学 広藤喜章

O-231 放射線防護における新指標 (acceptable quality dose:AQD) の有用性の検討

茨城県立医療大学大学院 古谷 知博

O-232 当施設の小児条件におけるパノラマ X 線撮影での面積線量及び臓器線量について

JA 愛知厚生連安城更生病院 江原 勲

○防護 (水晶体被ばく)

O-233 水晶体専用の個人線量計を用いた肝臓内科 IVR 術者の水晶体被ばく線量評価

東北大学大学院 米永 裕敬

O-234 ハイブリッド手技における放射線防護ドレープ位置が術者の水晶体被ばく低減効果に
及ぼす影響

神戸大学医学部附属病院 波多野 亮介

- O-235 心臓カテーテル検査における術者水晶体被ばくに対する自作防護具の基礎的検討
獨協医科大学病院 村岡 祐基
- O-236 血管内治療(endovascular therapy) における医師の水晶体線量の評価
東北大学大学院 今田 佳奈英
- O-237 頭部検査におけるファントムの違いが水晶体被ばく線量に与える影響
—実測による評価—
一宮市立市民病院 大野 晃治
- 撮影 X 線 (乳房トモシンセシス)
- O-241 モンテカルロシミュレーションによる dual-energy 乳房トモシンセシスの検討
順天堂大学 塚副 結衣
- CT (線量最適化)
- O-279 同一線量計・Pb スリットを用いて測定した Sn フィルタと Ag フィルタの線質変化
栃木県立がんセンター 萩原 芳広
- 計測 (モンテカルロ解析)
- O-316 モンテカルロシミュレーション上でのヒール効果再現に向けた実用的手法の開発と
評価
金沢大学大学院 山東 大輝
- O-317 CT 透視の half-scan における回転角度の測定法とモンテカルロシミュレーションに
よる線量評価への応用
藤田医科大学大学院 大坪 宏至
- O-318 モンテカルロシミュレーションを用いたグリッド使用における散乱線除去効果の
評価
高知大学医学部附属病院 森田 拓海
- O-319 Monte Carlo simulation を用いた腰椎単純 X 線画像における散乱線分布の解析
徳島大学大学院 和田 柊平
- 計測 (RI・汚染評価)
- O-320 プラスチックシンチレーションサーベイメータにおける γ 線影響の評価
—線源検出器間距離を変えての検討—
東北大学大学院 山本 啓介

2025年度 事業報告

1. 第64回計測部会（第81回総会学術大会）を開催した。

会期：2025年4月10日（木）～13日（日）

会場：パシフィコ横浜

内容：

- 1) 教育講演
4月11日（金）8：55～9：45（F201+202室）
司会 東京慈恵会医科大学葛飾医療センター 庄司 友和
「個人被ばく線量計の校正」
株式会社 千代田テクノル 清宮 貴之
- 2) シンポジウム
4月11日（金）9：50～11：50（F201+202室）
司会 徳島大学大学院 富永 正英
愛知学院大学歯学部附属病院 後藤 賢一
「個人被ばく線量計の測定原理とその特徴」
 - ① 光刺激ルミネセンス線量計（OSLD）の測定原理とその応用
長瀬ランダウア株式会社 橋詰 拓弥
 - ② ガラスバッジの構造・測定原理と線量当量算出方法
株式会社 千代田テクノル 古谷 一隆
 - ③ 半導体式電子ポケット線量計
アロカ株式会社 富澤 昌寛
- 3) 専門部会講座（入門編）
4月12日（土）8：00～8：45（414+415室）
司会 愛知学院大学歯学部附属病院 後藤 賢一
「放射線場の強さおよび相互作用の係数」
原子力研究開発機構 古田 琢哉
- 4) 専門部会講座（専門編）
4月11日（金）8：00～8：45（F201+202室）
司会 徳島大学大学院 富永 正英
「種々の線量計の測定原理」
金沢大学 林 裕晃
- 5) 簡易線量計ハンズオンセミナー

2. 第65回計測部会（第53回秋季学術大会）を開催した。

会期：2025年10月17日（金）～19日（日）

会場：札幌コンベンションセンター

内容：

1) 教育講演 10月18日(土) 9:00~10:00 (中ホール B)
司会 東京慈恵会医科大学 葛飾医療センター 庄司 友和
「放射線計測器の校正の重要性」
産業技術総合研究所 田中 隆宏

2) シンポジウム 10月18日(土) 10:00~12:00 (中ホール B)
司会 名古屋大学 小山 修司
新潟医療福祉大学 関本 道治

「放射線計測の最前線

～診断 X 線領域における吸収線量の標準測定法改訂を行って～」

① 測定に必要な基礎物理

徳島大学大学院 富永 正英

② 一般撮影領域の線量測定

帝京大学 齋藤 祐樹

③ X 線 TV 領域の線量測定

金沢大学附属病院 能登 公也

④ 歯科領域の線量測定

愛知学院大学歯学部附属病院 後藤 賢一

⑤ 乳房撮影領域の線量測定

天理よろづ相談所病院 紀太千恵子

⑥ CT 撮影領域の線量測定

東京慈恵会医科大学 葛飾医療センター 庄司 友和

⑦ IVR 撮影領域の線量測定

土谷総合病院 石橋 徹

3) 専門部会講座(入門編) 10月17日(金) 13:30~14:20 (会議場 107+108)
司会 天理よろづ相談所病院 紀太千恵子
「診断領域の X 線エネルギーにおける線量計の校正」
徳島大学大学院 富永 正英

4) 専門部会講座(専門編) 10月19日(日) 9:00~9:50 (中ホール B)
司会 金沢大学附属病院 能登 公也
「モンテカルロシミュレーション」
新潟医療福祉大学 関本 道治

3. 第6回診断 X 線領域の線量測定基礎 Web セミナーを (Angio 編) を開催した。
会期: 2025年6月14日(土) Zoom

参加人数：28名

内容：

「Angio 領域撮影の測定の講義」

「Angio 領域撮影の測定に関する質問・疑問と回答」

土谷総合病院 石橋 徹

4. 第7回診断X線領域の線量測定基礎Webセミナー（一般撮影領域編）を開催した。

会期：2025年11月8日（土） Zoom

参加人数：42名

内容：

「一般撮影の測定の講義」

「一般撮影の測定に関する質問・疑問と回答」

帝京大学 齋藤 祐樹

5. サーベイメータ活用セミナーを開催した。

会期：2025年9月28日（日）

会場：東京都立大学

参加人数：9名

内容

- ・サーベイメータの講義
- ・漏えい線量測定の講義
- ・漏えい線量測定の実習
- ・サーベイメータの校正

6. 計測部会誌（電子版）を発刊した。

1) Vol.33, No.1（通巻65）発刊日：2025年4月1日（火）

2) Vol.33, No.2（通巻66）発刊日：2025年10月1日（水）

7. 計測部委員会全体会議を開催した。

対面会議：2025年4月11日（金）

Web会議：2025年9月17日（水）、2026年1月6日（火）

8. 線量計貸出事業を継続した。

9. 診断領域線量計標準センターの運営（班長：富永正英）

1) センターにおける標準線量計の精度管理について

標準線量計の精度維持に向けた管理体制および運用状況が報告された。

2) 全国12施設における会員施設の線量計校正の実施

全国 12 か所の施設にて，会員施設が保有する線量計の校正作業が行われた．

3) ポケット線量計の校正に関する視察

富永班長および関本委員が，千代田テクノ大洗研究所を視察し，ポケット線量計の校正状況を確認した．

4) 班担当者会議の開催

8月30日（土）に北海道大学にて班会議が開催され，併せて線量計の校正作業も実施された．

10. 出版物「放射線技術学スキル UP シリーズ診断 X 線領域における吸収線量の標準測定法」の改訂を行った．

発刊日：2025年8月25日（月）

2026年度 事業計画

1. 第66回計測部会（第82回総会学術大会）を開催する.

会期：2026年4月16日（木）～19日（日）

会場：パシフィコ横浜

内容：

1) 教育講演 4月17日（金）8：55～9：45（F201+202室）

司会 東京慈恵会医科大学葛飾医療センター 庄司 友和

「DRLs2025における面積線量の背景と課題

— “付いているのに使われない” をどう変えるか—

京都医療科学大学 大野 和子

2) シンポジウム 4月17日（金）9：50～11：50（F201+202室）

司会 帝京大学 齋藤 祐樹

新潟医療福祉大学 関本 道治

「見える線量から始める放射線計測：面積線量計の活用とこれから」

① 面積線量と面積線量計の構造・測定原理

トーレック株式会社 松田 安司

② 一般撮影部門における面積線量計の運用と管理の実際

川崎市立井田病院 三宅 博之

③ 面積線量計の線量記録とデータ連携

富士フィルム医療ソリューションズ株式会社 鎬木 善誉

④ 面積線量計の校正と精度管理

日本品質保証機構 計量計測センター 丸山 真仁

3) 専門部会講座（入門編） 4月18日（土）8：00～8：45（414+415室）

司会 土谷総合病院 石橋 徹

「検出器の回路と特性」

帝京大学 齋藤 祐樹

4) 専門部会講座（専門編） 4月17日（金）8：00～8：45（F201+202室）

司会 新潟医療福祉大学 関本 道治

「CTにおける線量指標 ～CTDI 測定～」

東京慈恵会医科大学葛飾医療センター 庄司 友和

5) 簡易線量計作成ハンズオンセミナー（JSRT企画1）

4月16日（木）13：30～15：30（国立大ホール1階マリノロビー）

2. 第 67 回計測部会（第 54 回秋季学術大会）を開催する。
会期：2026 年 10 月 23 日（金）～25 日（日）
会場：G メッセ群馬
内容：
 - 1) 教育講演
「半導体線量計の原理と取り扱い」（仮） 演者未定
 - 2) シンポジウム
「診断参考レベル（DRL）活用を見据えた半導体線量計による線量測定－装置特性と実践的運用－」（仮） 演者未定

3. 第 8 回診断 X 線領域の線量測定基礎 Web セミナー（歯科領域 CBCT 編）を開催する。
会期：2026 年 6 月 12 日（金）Zoom（予定）
定員：50 名
内容：
 - ・ 歯科用 CBCT の測定の講義
 - ・ 歯科用 CBCT の測定に関する質問・疑問と回答愛知学院大学歯学部附属病院 後藤 賢一

4. 第 9 回診断 X 線領域の線量測定基礎 Web セミナー（血管撮影領域 CBCT 編）を開催する。
会期：2026 年 11 月 7 日（土）Zoom（予定）
定員：50 名
内容：
 - ・ 血管撮影領域 CBCT の測定の講義
 - ・ 血管撮影領域 CBCT の測定に関する質問・疑問と回答虎の門病院 川内 寛

5. 第 1 回診断領域線量測定セミナーを開催する。
会期：2026 年 9 月 20 日（予定）
会場：新潟医療福祉大学大学
定員：30 名
内容：未定

6. 東京支部主催診断領域線量測定セミナーに講師派遣予定。
会期：未定
会場：未定

7. 中国・四国支部主催モンテカルロシミュレーションを基礎から学ぶセミナーに講師派遣予定。
会期：9月または10月
会場：未定

8. 計測部会誌（電子版）を発刊する。
 - 1) Vol.34, No.1（通巻67）発刊日：2026年4月1日
 - 2) Vol.34, No.2（通巻68）発刊日：2026年10月1日

9. 計測部委員会全体会議を開催する。
対面会議・Web会議（日程未定）

10. 線量計貸出事業
レイセーフ社に加え、アクロバイオ社とも契約締結し、線量計貸出事業は本部事務局に移管する。

11. 診断領域線量計標準センターの運営（班長：富永正英）
 - 1) センターの標準線量計の精度管理を実施する
 - 2) 全国12施設で会員施設の線量計校正を行う
 - 3) 班担当者会議を開催する
会期：2026年9月（予定）
会場：千代田テクノル大洗研究所

診断領域線量計標準センターご利用案内

診断領域線量計標準センター班長 富永 正英

医療被ばく管理が法律に盛り込まれ、診断参考レベルも 2025 年に改訂されました。このような背景により、多くの医療機関で診断領域用の線量計の導入が進み、線量測定に関心が高まってきています。

線量測定の精度は線量計に付随する不確かさを含めた校正定数に依存します。通常、線量計の導入時には校正が行われており、あらかじめ校正定数が与えられています。線量計は故障や破損がない限り、校正定数が大きく変化することはありませんが、一方で、経年変化等により何らかの異常があった場合、患者や術者の被ばく線量等を誤って評価してしまう可能性があります。このようなことを未然に検知するためにも定期的な校正を行うことが重要です。

本学会が運営する「診断領域線量計標準センター」では、電離箱線量計および半導体検出器の校正を行っており、また一部のセンターにおいてサーベイメータの校正も行っております。線量計の相互比較試験を行うことにより被ばく管理や医療被ばく低減等にご活用していただければと思います。

なお、サーベイメータの校正をご希望されるご施設は、最寄りのセンターへお問い合わせ、ご相談をしていただきますようお願いいたします。

診断領域線量計標準センター利用基準

1. 利用者は下記の内容を診断領域線量計標準センター（以下センターとする）に事前連絡すること。
 - 依頼施設名・住所
 - 依頼者氏名・連絡先（電話番号・FAX番号・メールアドレス）など
 - 当日来られる人の氏名・連絡先（電話番号・FAX番号・メールアドレス）など
 - 線量計の型式
 - 電離箱の型式並びに容積
 - 校正データの有無
 - 相互比較希望日（複数日を記入:第三候補日まで）上記を記載し、郵送・電子メールの件名に必ず、「診断領域線量計標準センター利用依頼の件」などと明記すること。
2. 利用者は、直に線量計を搬入すること（宅急便など一切不可）。また、搬入に関わる旅費・搬入費用などはすべて利用者が負担すること。
3. 利用者は、センター線量計と持ち込み線量計との線量相互比較作業に立ち会うこと。その際、個人線量計を持参し装着して作業を行うこと。
4. 線量計は、事前に動作チェック（電池切れ、コネクタ接触不良、リーク、予備照射など）を行うこと。また、電池式の場合は予備の電池を用意すること。
5. 線量計を校正したデータがある場合は、古いデータでも持参すること（コピー可）。
6. センター線量計と持ち込み線量計との線量比較作業は無償とすること。
7. センターは、センター線量計と持ち込み線量計との相互比較書（試験成績書）を作成し利用者に提供すること。
8. センター利用は、各センターの事情により事前通知することなく延期および中断することがある。
9. センター利用に関連する事項に起因または関連して生じた損害についてセンターおよび日本放射線技術学会は、一切の賠償責任を負わないものとする。

追記

- 上記、利用基準1.～8. は各センターの事情により若干変更されるため利用者は使用するセンターに詳細を事前に確認すること。
- 利用基準は、日本放射線技術学会と各センターとの協議により改定できるものとする。

この利用基準は2005年4月1日より発行する。

日本放射線技術学会 診断領域線量計標準センター

(2026年4月1日 現在)

番号	地区	設置施設名	住所(電話)	責任者名	取扱担当者名
1	北海道地区 (北海道支部)	北海道大学 医学部 保健学科 放射線技術科学専攻	〒060-0812 北海道札幌市北区北12条西5丁目 ☎ 011-706-3411	石川 正純 masayori@med.hokudai.ac.jp	石川 正純 masayori@med.hokudai.ac.jp
2	東北地区 (東北支部)	東北大学 医学部 保健学科 放射線技術科学専攻	〒980-8575 宮城県仙台市青葉区星陵町 2-1 ☎ 022-717-7943	千田 浩一 chida@med.tohoku.ac.jp	稲葉 洋平 inabay@tohoku.ac.jp
3	下越地区 (東北支部)	新潟医療福祉大学 医療技術学部 診療放射線学科	〒950-3198 新潟県新潟市北区島見町 1398 番地 ☎ 025-257-4017	関本 道治 sekimoto@nuhw.ac.jp	関本 道治 sekimoto@nuhw.ac.jp
4	関東地区 (関東支部)	群馬県立県民健康科学大学 診療放射線学部 診療放射線学科	〒371-0052 群馬県前橋市上沖町 323-1 ☎ 027-235-1211	丸山 星 maruyama@gchs.ac.jp	丸山 星 maruyama@gchs.ac.jp
5	西東京地区 (東京支部)	駒澤大学 医療健康科学部 診療放射線技術科学科	〒154-8525 東京都世田谷区駒沢 1 丁目 23-1 ☎ 03-3418-9545	渡邊 雄一 wyuichi@komazawa-u.ac.jp	渡邊 雄一 wyuichi@komazawa-u.ac.jp
6	東東京地区 (東京支部)	東京都立大学 健康福祉学部 放射線学科	〒116-8551 東京都荒川区東尾久 7-2-10 ☎ 03-3819-1211	根岸 徹 negishit@tmu.ac.jp	根岸 徹 negishit@tmu.ac.jp
7	北陸地区 (中部支部)	金沢大学 医薬保健学域 保健学類 放射線技術科学専攻	〒920-0942 石川県金沢市小立野 5-11-80 ☎ 075-265-2500	松原 孝祐 matsuk@mhs.mp.kanazawa-u.ac.jp	松原 孝祐 matsuk@mhs.mp.kanazawa-u.ac.jp 能登 公也 knoto@med.kanazawa-u.ac.jp
8	東海地区 (中部支部)	藤田医科大学 医療科学部 放射線学科	〒470-1192 愛知県豊明市沓掛町田楽ヶ窪 1 番地 98 ☎ 0562-93-2000	浅田 恭生 asada@fujita-hu.ac.jp	羽場 友信 habatomo@fujita-hu.ac.jp
9	関西地区 (近畿支部)	京都医療科学大学 医療科学部 放射線技術科学科	〒622-0041 京都府船井郡園部町小山東町今北 1-3 ☎ 0771-63-0066	赤澤 博之 akazawa@kyoto-msc.jp	赤澤 博之 akazawa@kyoto-msc.jp
10	中国地区 (中四国支部)	広島大学大学院 医系科学研究科 歯科放射線学	〒734-8553 広島県広島市南区霞 1-2-3 ☎ 082-257-5691	大塚 昌彦 otsuka@hiroshima-u.ac.jp	大塚 昌彦 otsuka@hiroshima-u.ac.jp
11	四国地区 (中四国支部)	徳島大学 医学部 保健学科 放射線技術科学専攻 医用放射線科学講座	〒770-8509 徳島県徳島市蔵本町 3-18-15 ☎ 088-633-9054	富永 正英 tominaga@tokushima-u.ac.jp	富永 正英 tominaga@tokushima-u.ac.jp 西山 祐一 y-nishi@tokushima-u.ac.jp
12	九州地区 (九州支部)	九州大学大学院 医学研究院保健学部門	〒812-8582 福岡県福岡市東区馬出 3-1-1 ☎ 092-642-6722	藤淵 俊王 fujibuchi.toshioh.294@m.kyushu-u.ac.jp	河窪 正照 kawakubo.masateru.968@m.kyushu-u.ac.jp

計測部会入会のご案内

計測部会は、1993年4月に発足した専門部会です。この計測部会は、本学会の研究分野の基礎をなす「計測」について研究する専門部会です。『「計測」とは... いろいろな機器を使って、ものの数値を測ること... とされています。』

本学会における「計測」は、X線診断、放射線治療、核医学、放射線管理、MRI、超音波などに共通した多くの基礎的問題を抱えています。計測部会は、これらの問題を解決するとともに、放射線技術学領域を中心とした計測学の研究促進を図り、斯界の向上発展に寄与することを目的としています。計測部会への入会は、本学会会員であれば自由に入会することができます。

2022年3月1日より1つ目の専門部会の年会費 2,000円が無料となりました。計測部会への入会を1つ目として登録していただきますと、無料となります。2つ目以降の専門部会への入会登録は、全て1,000円となります。

多くの会員の入会をお待ちしています。

〈計測部会の事業〉

1. 学術研究発表会，講演会開催
2. 地方支部主催の講演会への講師派遣
3. 会誌発行
4. 部会セミナー，講習会の開催
5. 診断領域線量計標準センターの運営

〈入会について〉

- ・日本放射線技術学会の会員であればどなたでも入会できます。
- ・学会 HP の会員システム RacNe にログインして入会手続きをしてください。
<http://www.jsrt.or.jp/data/activity/bunka>
- ・お一人で複数の部会に入会できます。
年会費 正会員 : 1つ目の登録は無料，2つ目以降は各 1,000円
学生会員 : 会費免除（全ての部会に自動登録されます）
(複数登録された部会に順位はなく，同等の特典を得ることができます)
- ・部会ごとに年2回部会誌が電子版で発行され，会員システム RacNe から発行後すぐに閲覧できます。
- ・総会学術大会時，秋季大会時に各部会が開催されます。

編集後記

近年、生成 AI の急速な普及により、我々の情報収集のあり方は大きな転換期を迎えています。従来はインターネット検索を通じて一次情報に当たり、自ら取捨選択しながら理解を深めることが一般的でしたが、現在では生成 AI との対話を入口として、論点整理や要約を行い、必要に応じて原典確認をするスタイルが広がりつつあります。一方で生成 AI は確率的に「もっともらしい」回答を生成するため、誤りや根拠不明の記述が混入し得ます。よって、この特性を理解し、情報の真偽を確認するリテラシーがこれまで以上に求められます。

放射線計測の分野では、測定値の信頼性や不確かさ評価など厳密性が要求されるがゆえに、生成 AI を結論の中核に据えるには慎重な検証が欠かせません。計測の分野においては技術の高度化とデータ量の増大に伴い、AI 活用の機会は今後さらに広がることが予想できます。特にモンテカルロシミュレーションとの親和性に期待が高まっており、コード作成支援に加え、入力条件の整理、デバッグ、自動化、可視化、パラメータ探索などで有効なパートナーになり得る可能性があります。ただし、物理学的な妥当性や不確かさの扱いは、人間が責任を持って確認し、説明可能な形で残すことが重要です。

技術の進歩を過度に危惧するのではなく、社会動向を踏まえ、生成 AI をいかに賢明に活用するかを考え、我々計測に携わる者も、適切な利用方法を真摯に模索していく必要があるのではないのでしょうか。

富永 正英（徳島大学）

公益社団法人 日本放射線技術学会 計測部会委員（50 音順）

部会長 庄司 友和 東京慈恵会医科大学 葛飾医療センター

石橋 徹	土谷総合病院	紀太 千恵子	天理よろづ相談所病院
後藤 賢一	愛知学院大学歯学部附属病院	小山 修司	名古屋大学
齋藤 祐樹	帝京大学	関本 道治	新潟医療福祉大学
富永 正英	徳島大学	能登 公也	金沢大学附属病院

計測部会誌 Vol. 34, No. 1, (通巻 67)

発行所 公益社団法人 日本放射線技術学会
〒600-8107 京都市下京区五条通新町東入東鋸屋町 167
ビューフォート五条烏丸 3F
TEL 075-354-8989 FAX 075-352-2556

発行日 2026 年 4 月 1 日

発行者 公益社団法人 日本放射線技術学会 計測部会
部会長 庄司 友和