



Journal of the Measurement Division

計測部会誌

Vol.32, No.2, 通巻 64

CONTENTS

○第1回日本放射線医療技術学術大会

放射線管理士分科会・医療被ばく安全管理委員会・計測部会 合同学術企画

テーマ「JART with JSRT計測部会 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～

司会

名古屋大学 小山 修司
聖マリアンナ医科大学 川崎市立多摩病院 吉田 篤史

(1) 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～

聖マリアンナ医科大学病院 佐藤 寛之

(2) 実測による装置表示値の確認方法およびその重要性

東京慈恵会医科大学葛飾医療センター 庄司 友和

(3) 施設などの取り組みや認定取得による

所属放射線技師の変化など医療被ばく低減施設認定を取得して
～放射線検査に対する安全性の可視化と受審による変化～

中東遠総合医療センター 糟谷 信貴

○教育セミナー

「計測関連法令に必要な放射線計測の知識～漏えいX線量測定について～」

新潟医療福祉大学 関本 道治

公益社団法人 日本放射線技術学会 計測部会

ホームページアドレス <http://keisoku.jsrt.or.jp>

目次

- 巻頭言 「放射線計測は放射線技術の基礎」
金沢大学医学部附属病院 能登 公也・・・ 1

- 第1回日本放射線医療技術学術大会
放射線管理士分科会・医療被ばく安全管理委員会・計測部会 合同学術企画
・2024年10月31日(木) 16:10～18:00 (第2会場(B1))

テーマ：「JART with JSRT 計測部会 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～」

司会 名古屋大学 小山 修司
聖マリアンナ医科大学 川崎市立多摩病院 吉田 篤史

1. 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～
聖マリアンナ医科大学病院 佐藤 寛之・・・ 2
2. 実測による装置表示値の確認方法およびその重要性
東京慈恵会医科大学 葛飾医療センター 庄司 友和・・・ 3
3. 自施設などの取り組みや認定取得による
所属放射線技師の変化など医療被ばく低減施設認定を取得して
～放射線検査に対する安全性の可視化と受審による変化～
中東遠総合医療センター 糟谷 信貴・・・ 4

- 教育セミナー(計測部会)
・2024年11月2日(土) 9:00～9:50 (第6会場(展1))
「計測関連法令に必要な放射線計測の知識～漏えいX線量測定について～」
新潟医療福祉大学 関本 道治・・・ 6

- 第63回計測部会発表抄録
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
「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」
国立がん研究センター東病院 野村 恵一・・・ 7

シンポジウム

テーマ：「業務効率向上を目的とした測定法を考える」

司会 帝京大学 齋藤 祐樹
新潟医療福祉大学 関本 道治

1. 医療現場における業務効率向上を目的とした測定法
東京慈恵会医科大学 葛飾医療センター 庄司 友和・・・ 14
2. 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

3. 企業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利用

東洋メディック株式会社 丸井 英輔・・・23

○ セミナー報告

・ 第4回診断領域の線量測定基礎 Web セミナー 座長集約

新潟医療福祉大学 関本 道治・・・32

○ 2023 年度計測分野に関する論文・・・・・・・・・・・・・・・・・・34

○ 2024 年度計測分野に関する発表・・・・・・・・・・・・・・・・・・36

○ 診断領域線量計標準センターご利用案内・・・・・・・・・・38

○ 診断領域線量計標準センターご利用基準・一覧・・・・・・・・39

○ 入会案内・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・41

○ 編集後記



「放射線計測は放射線技術の基礎」

金沢大学附属病院
能登 公也

計測部会委員をしております能登公也です。私は 2011 年から委員として活動してきましたが、今期で退任予定となっております。これまでご指導頂きました諸先輩、計測部会会員の皆様へ感謝申し上げます。私は「放射線計測は放射線技術の基礎」だと思っています。この分野の研究を始めたのは 2001 年からで大学の卒業研究がきっかけでした。指導教員が行っていた様々な診断機器の被ばく線量測定、患者被ばく線量の全国調査アンケート集計手伝いなど、主に実測することを学びました。大学院では遮蔽計算に関するシミュレーション研究を行いました。卒後はそれらの経験から JSRT 学術調査研究班の「デジタル画像の画質と被ばくを考慮した適正線量の検討班」に誘われ、画像分野の先生方とお仕事をさせて頂きました。同じ放射線技術なのに計測分野と画像分野で考え方が異なることがあり、多角的な視点の重要性を学びました。また、遮蔽計算研究の経験から関係法令委員会の委員もさせて頂き、CT 遮蔽計算マニュアル作成や法令関係について学びました。さらには昨年からは医療情報に関する学術班でも活動しております。これまでの活動を通して、放射線計測は放射線技術の基礎であると思うようになりました。画像研究であれ、放射線防護研究であれ、全ては放射線を検出器で計測することから始まります。放射線計測を研究することで放射線に関わる全ての分野に応用することができます。そして様々な分野の知見だけでなく人脈も広がります。これはモダリティを限定した研究分野では得られない貴重な資産になると思います。

医療分野における放射線計測の状況はこの 10 年で大きく変化しています。2015 年の診断参考レベルの公開から医療被ばく線量への関心が高まり、2020 年の医療法施行規則の改定により、患者の線量管理が義務付けられました。これにより線量測定が必要となりました。診断参考レベルで使用される線量指標はモダリティにより異なり、また似たような用語が多く正確な知識が求められます。しかし学会発表では異なる物理量どうしを比較しているものも散見されます。測定器の進歩により簡便で多くの情報が得られる機器が増え、ユーザとしてはとても便利になりました。ところがその分、理論をしっかりと理解していないと誤評価につながります。

計測部会は放射線技術の基礎となる部分を担っております。現在、診断領域 X 線の標準測定法の改訂作業を行なっています。またモダリティ別線量測定 Web セミナーなど放射線計測の基本的なことから、総会・秋季学会にて最新のトピックスまで様々な話題提供をしています。是非、計測部会に入会して頂きいっしょに計測部会を盛り上げていきましょう！

JART with JSRT 計測部会 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

～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～ 」

**Relationship between the revised Medical Care Act Enforcement Regulations and medical
exposure reduction facility certification**

～Establishing safety in radiology treatment and the need for third-party certification～

聖マリアンナ医科大学病院 診療放射線技術部

佐藤 寛之

2020 年医療法施行規則の改訂により診療用放射線を扱う施設においては、放射線の安全利用に対する管理体制が強化された。具体的には、診療用放射線の安全管理責任者の設定、各施設に応じた診療用放射線の安全管理のための指針作成、所属職員への放射線に関する教育訓練の実施、最適化と線量の記録、対象者との放射線リスクに関する情報共有となっている。特に最適化、線量の記録、放射線リスクに対する情報共有に関する項目は、当該放射線診療での放射線量を把握することが必須となる。

一方、放射線診療の対象者（患者等）は、放射線のリスク説明や放射線履歴の開示などの放射線の安全管理に係る質問や相談を省令改正以前より求めており、診療用放射線を使用する施設は対象者（患者等）に対し、線量の把握・最適化の実施・放射線診療実施に対する安全性の証明を見える形で行う必要がある。

本シンポジウムにおいて診療用放射線の安全性を証明するためにどのような事が必要か検討したいと考える。

JART with JSRT 計測部会 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～

「 実測による装置表示値の確認方法およびその重要性 」

How to confirm the indicated value by actual measurement and importance

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

2020 年 4 月の医療法施行規則改正により診療用放射線に係る安全管理体制に関する規定が施行された¹⁾。規定の中で、放射線診療による被ばく線量の管理・記録を行い、さらに被ばく線量を評価し診断参考レベルを使用し撮影線量の最適化を行なうことが義務付けられている。特に線量の記録では装置表示値による線量管理が主流になりつつある。一方で各モダリティの装置表示値の精度を確認するためには、線量計を用いた実測が必要である。我々、日本放射線技術学会計測部会は標準的な測定法を周知させるために、放射線医療技術学叢書(25)「医療被ばく測定テキスト(改訂2版)」²⁾や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」³⁾などの書籍発刊や対面および Web での測定セミナーなど継続的に開催してきた。また線量計を所有していない施設に関しても、メーカーと協力し線量計の貸し出しを行い、日本全国で線量測定に取り組める環境を構築してきた。

シンポジウムでは計測部会で貸し出している線量計の特性を紹介するとともに、DRLs2025 に向け、再度、各モダリティの測定法や表示値の確認方法を振り返る。

参考文献

- 1) 医療法施行規則改正により診療用放射線に係る安全管理体制に関する規定 2020
- 2) 放射線医療技術学叢書(25) 医療被ばく測定テキスト 第2版 日本放射線技術学会 2012
- 3) 診断 X 線領域における吸収線量の標準測定法 オーム社 2017

JART with JSRT 計測部会 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～

「 医療被ばく低減施設認定を取得して

～放射線検査に対する安全性の可視化と受審による変化～ 」

Acquired medical exposure reduction facility certification

～Visualization of safety for radiological examinations and changes due to examinations～

掛川市・袋井市病院企業団立 中東遠総合医療センター
診療技術部 診療放射線室
糟谷 信貴

1. はじめに

公益社団法人日本診療放射線技師会は、「安心できる放射線診療」を国民の皆さまへ提供するための事業として医療被ばく低減施設の認定を行っており、今年で事業開始 20 年を迎えることとなった。この施設認定を取得するためには、被ばく相談や医療安全をはじめとする各マニュアルの整備や、放射線検査に関する被ばく線量の最適化など多岐にわたる項目の見直しが必要とされたが、その目的は単に認定取得が目的ではなく、被ばくの最適化やマニュアルの整備をすることによってあらためて医療被ばく低減への取り組みを振り返る機会となり、結果的に医療提供側・患者側の双方に大きなメリットをもたらすことと考える。

審査は技師会認定のサーベイヤーによる書類審査と訪問審査により認定を行うが、現在は新型コロナウイルス感染症のため訪問審査を中止しており、その代わりにオンライン審査（2024 年 7 月時点で更新施設のみ実施。）を実施、また、新規申込受付の再開は 2024 年度中としている¹⁾。近年では相次ぐ放射線関連法令の改正により、患者の被ばく線量の管理や放射線診療機器の線量管理、組織の放射線管理体制を構築することが求められ²⁾、さらに医療被ばく低減施設認定の重要性が増してきたように思われる。

2. 本講演の要旨

当院は 2018 年 4 月に全国で 79 番目、静岡県では 5 番目の医療被ばく低減施設として認定された。2018 年の初回審査は訪問審査での受審であったが、2023 年の施設認定更新では新型コロナウイルスの影響でオンライン審査での受審となり、それぞれ異なった方式での審査となった。今回の講演では、当院で行われた審査の様子（書類審査、訪問審査、オンライン審査）や取り組み方、準備しておいて有効であったことなどを詳しくご紹介し、これから受審しようとしている

ご施設の参考にしていただけたらと考える。さらに、受審の準備をするにあたり技師自身の被ばく低減に対する意識改革と効果についても併せてご紹介し、施設認定を取得する意義についても考えていきたい。

参考文献

- 1) 日本診療放射線技師会, 医療被ばく低減施設
<https://www.jart.jp/activity/teigenshisetu.html>
- 2) 厚生労働省, 医療法施行規則の一部を改正する省令, 平成 31 年厚生労働省令第 21 号
<https://www.jastro.or.jp/medicalpersonnel/notification/syorei21.pdf>

教育セミナー(計測)

教育セミナー

「 計測関連法令に必要な放射線計測の知識 ～漏えい X 線量測定について～」

新潟医療福祉大学
関本 道治

X 線診療室からの放射線漏えいは、医療従事者や一般公衆の被ばくに直結するため、厳密な管理が求められている。医療法施行規則や電離放射線障害防止規則に基づき、X 線診療開始前および 6 か月以内ごとに漏えい放射線量の測定を行うことが義務付けられている。2018 年 3 月には「JIS Z 4716 X 線診療室の漏えい X 線量の測定方法」が制定され、漏えい放射線量の測定方法の標準化が図られた。

漏えい X 線量測定においては、使用するファントム、測定箇所、X 線照射条件、放射線測定器の選定が重要なポイントとなる。特に測定箇所については、場所によって測定箇所の数や、上層階や下層階を考慮する必要がある。使用する放射線測定器としては、サーベイメータや蛍光ガラス線量計などが挙げられる。線量率または積算線量による測定の適用は X 線装置に依存するため、適切な放射線測定器を選ぶことが求められる。

2020 年 9 月には RI 規制法施行規則の一部が改正され、放射線測定の信頼性確保が強化された。さらに、2023 年 10 月からは放射線測定機器に対する点検および校正の義務化が施行された。これにより、各施設で所有する放射線測定器の定期的な校正が今まで以上に重要となる。

本セミナーでは、これらのポイントについて詳述し、漏えい放射線量の適切な管理方法を解説する。

「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」

Efficiency of Radiation Measurement Work: Focusing on Dose Evaluation in X-ray Computed Tomography Examinations

国立がん研究センター東病院
野村 恵一

1. はじめに

放射線計測業務は、放射線に関する測定や評価を通じて、人々と環境の安全を確保するための重要な活動である。この業務は医療、産業、研究など広範な分野で展開され、高度な専門性と技術が求められている。我々が所属する医療分野では、被ばく線量管理、環境モニタリング、医療機器の品質管理などが主な目的とされている。被ばく線量管理は、患者だけでなく放射線従事者の被ばくを適切に管理し、健康被害を最小限に抑えることを目指している。環境モニタリングは潜在的なリスクを早期に発見して対処することを意味し、品質管理は医療機器の品質を検査し、安全性や適合性を確認している。これらの活動は診療業務と並行して行われ、医療現場では診療放射線技師がこれらの役割を担当していることが多い。将来的な労働人口の減少が予想される中、業務効率化は業界全体で解決しなければならない問題である。放射線計測業務でどのような手段が取れるか、これまで私たちが行ってきた computed tomography (CT) に関する放射線計測業務について効率化の観点より考察していきたい。

2. 診療放射線技師の業務と放射線計測

診療放射線技師の業務（一部自己研鑽を含む）を大まかに分類すると、臨床業務・管理業務・教育・研究・能力開発が挙げられる。それらの業務を遂行するためには放射線計測業務が関係しており、放射線計測の基礎知識や測定方法は専門学校や大学の授業カリキュラムに組み込まれている。特に、管理業務では装置の安全性や被ばく線量を管理する目的となり安全面との関わりが強い。安全面に直結することから、放射線計測は計測理論・計測器の取り扱いなどの専門知識を持った人材を育成する必要がある。また研究の分野では学会発表や論文のためのデータ取得、また認定資格の取得の要件に線量測定結果の提出を課している資格もある。このように診療放射線技師にとって放射線計測業務は撮影や治療業務だけでなく、自身のスキルとも大きく関わっている。

3. 業務効率化・日本の人口と検査数

業務効率化は多くの産業が直面している共通の課題となっている。特に日本では少子高齢化による労働人口（15～64歳）の減少が2000年頃より始まっており、2070年には総人口が9000万人を割り込むと予想されている。その結果、労働人口は全人口の52.1%に減少し、高齢化率は38.7%になると予想されている¹⁾。また検査需要は2030年頃の総人口の減少と共に減少すると予想されている²⁾。労働生産性はOECD加盟38カ国中30位（2020年）であり、低い生産性は競争力の低下やコスト増加に繋がり、組織や日本経済に影響を及ぼしている。これからの未来に向けて競争力を保っていくためには、効率的な業務プロセスの確立とデジタルトランスフォーメーションの推進が求められている。自動化や効率化を活用して業務の生産性を向上する取り組みは、対応の迅速性と正確性も向上し、優れた医療の提供、すなわち患者サービスに繋がる。また、効率的な業務プロセスはリソースの節約や有効活用につながり、持続可能な社会を目指す上でも業務効率化は重要である。

業務効率を向上させるには、目的に応じて様々な手法が考えられている。例えば、自動化の導入（測定プロセスの自動化により、効率を向上させる。自動サンプリングシステムやデータ処理ソフトウェアの導入により、作業の手動部分を削減、測定の正確性と速度を向上させる）、新しい技術や機器の採用（最新の機器やテクノロジーの採用により、時間を短縮し、より正確なデータを取得する）、トレーニングと教育（スタッフに適切なトレーニングを提供し、最新の手法や装置の使用方法を習得させる。適切な知識とスキルを持つスタッフは、作業効率が向上し、正確な測定を行うことができる）、業務プロセスの最適化（ワークフローを再評価し、無駄なステップや遅延を特定して改善する。効率的なスケジューリングやタスク管理を行い、作業プロセスを合理化することで、効率を向上させる）、品質管理の強化（測定の精度と品質を確保するために、品質管理システムを強化し、定期的な品質チェックやキャリブレーションを実施する。正確な測定は、後の修正や再測定を減らし、全体的な効率を高める）などがあげられる。また様々な業界で業務効率化のツール導入も進んでおり、飲食業ではモバイルオーダー、小売業ではセルフレジの導入など、従業員だけでなく顧客に使ってもらうことで業務効率を向上させるものもある。

4. 放射線計測業務

放射線計測業務は、人々と環境の安全確保のための重要な活動である。医療以外にも様々な分野で展開されており、業務遂行のためには高度な専門性と技術が求められる。医療分野における放射線計測の主な活動は、被ばく線量管理、環境モニタリング、医療機器の品質管理である。被ばく線量管理は、患者と放射線従事者の被ばく管理を行う。これにより健康被害が最小化され、撮影における線量最適化が期待される。

CT装置を例にするとCT装置において患者情報（氏名、身長、体重等）と線量情報（volume CT dose index: CTDI_{vol}, dose length product）はキャプチャ画像で従来提供されていた。それを表計算ソフトなどに手動で転記することで、被ばく線量管理を行ってきた。現在はdigital imaging and communications in medicine (DICOM) structured report (SR)³⁾がスキャン

後に生成される装置が多くなっている。DICOMSR には患者情報、スキャン条件、線量情報などが構造的に格納されており、線量管理ソフトウェアに転送することでデータの蓄積と解析を行うことが可能である。このシステムの登場により、DICOMSR を生成する装置の線量情報の一元管理が可能のため、手動と比べかなりの効率化が図れた部分であるといえる。環境モニタリングでは、潜在的なリスクの早期発見と対処、安全性確保、医療法に基づいた漏洩線量測定が挙げられる。漏洩線量測定では、帳簿の管理や測定個所の把握に労力がかかるが医療機器管理システムを用いることで、記録の管理が容易になり漏洩線量測定全体の運用効率に貢献している（図1）。

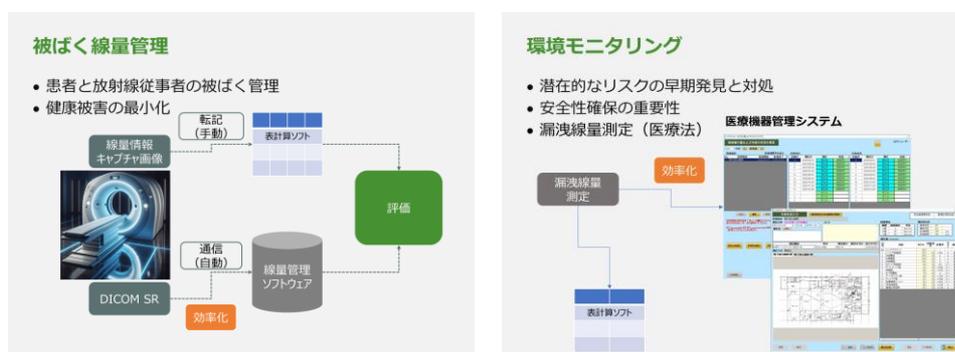


図1 線量管理ソフトウェアの接続例（左）、環境モニタリングで利用する医療機器管理ソフトウェアの例（右）

5. X線CT検査における被ばく線量評価・線量シミュレーションを通じた放射線計測業務の効率化

放射線計測業務を遂行するためには、測定機器の用意はもちろん、測定機器の特性や測定方法の理解、そして測定値の取り扱いの知識と経験が必要である。計測には線量計の準備・設置、測定の実施、測定値の利用という段階があり、それぞれの場面で効率化できるポイントを探求していく。

被ばく線量シミュレーションはモンテカルロ法を用いるものがあり、これまで私たちは ImpacMC (AB-CT-Advanced Breast-CT GmbH, Germany) というソフトウェアを使用し、被ばく線量評価を行ってきた（図2）。このソフトウェアはシミュレーションを行うために CTDI_{air}, Bow-tie フィルタ形状, 半価層 (X線スペクトル推定に利用), CT値-密度変換テーブルといったCT装置の特性に関する情報、および線量シミュレーションの対象となる被写体のCT画像・線量値読み出し用の ImageJ の region of interest の準備が必要となる。特にCT装置の特性を表す項目については、放射線計測を行い、測定値を得てソフトに組み込む必要がある。まず初めに、線量シミュレーションの精度を実測値と比較する際にも使用するCTDIの測定の効率化について考えてみる。CTDI測定には、測定理論と線量計の取り扱いの知識が求められる。これらの知識は、後の効率化や自動化のために必要な知識となるため、正しく理解した上で測定を行うべきである。CTDIの測定に使用するスキ

スキャン条件の設定では、確実なスキャン設定・再現性・伝達が可能なものが求められる。装置によっては管電流の設定値により焦点サイズが変化し、照射条件や線量指標に影響を及ぼすものや、頭部のスキャンプランからプロトコルを選択すると、装置に表示されるCTDIvolが16cmの値になり、体幹部のプロトコルを選択すると表示のCTDIvolが32cmとなる装置が存在する。そのため、測定ごとに新規でスキャンプランを作成するとスキャン条件の設定ミスを起こす可能性がある。よって、あらかじめ測定用のスキャン条件を作成・保存しておくことで、設定ミスの回避と時間短縮・再現性が確保でき、効率化につなげることができる。

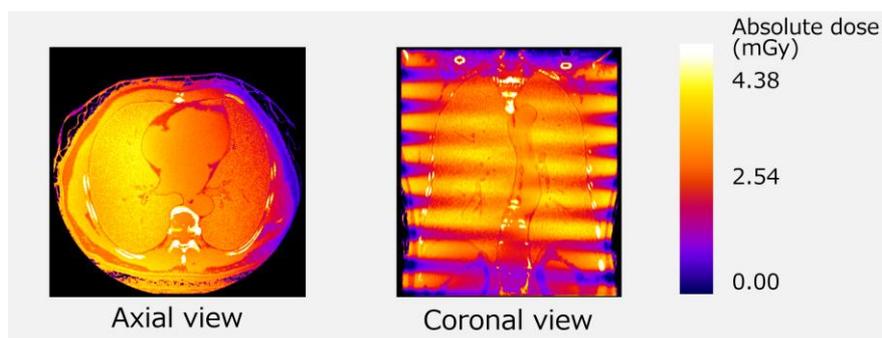


図2 胸部CTの線量分布（アキシャル方向とコロナル方向）

線量計の設置は放射線計測の精度に関係する部分であり、正確な設置が要求される。CTの線量測定ではアイソセンタに電離箱を設置することが一般的である。寝台の影響を排除した状態で線量計を設置するためには、治具の使用が有効である。治具の利用は、線量計の設置時間を短縮するだけでなく、設置の再現性を高める効果も期待できる。私たちは木材や化学実験で用いる支持台を組み合わせ、治具を作成し使用している（図3）。



図3 治具を用いた線量計設置例

このような準備を経てX線を照射し測定値を得る。CTDIairやCTDIvolは線量計の値がそのままそれぞれの指標となるわけではない。これらの指標は、複数回の測定値の平均値を取り、ビーム幅や測定位置の線量比を考慮した計算式に代入することで求められている。

計算工程には複数のステップが必要なため、計算ミスの防止と効率化のために、計算シートの活用が非常に有効である。放射線技術学スキル UP シリーズ「標準 X 線 CT 画像計測（改訂 2 版）」（オーム社）には CTDI 計算シートが付属しており、このシートを参考にすることもお勧めである（図 4）。

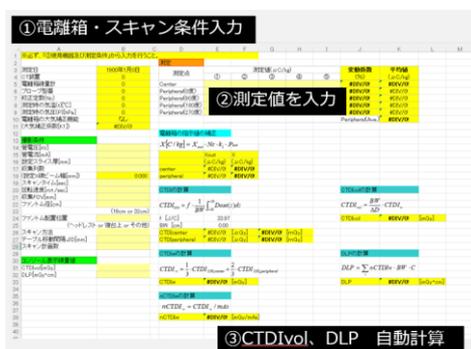


図 4 CTDI 計算シート

新しい技術や機器の導入により、効率化が向上する可能性がある。線量シミュレーションソフトウェアである ImpacMC では、シミュレーションモードで central processing unit (CPU) と graphics processing unit (GPU) が選択できる。GPU を利用する場合、Nvidia 社のグラフィックカードが別途必要となる。GPU を用いることの大きな利点として、CPU よりもより多くの光子を用い、短時間で線量シミュレーションを行うことが可能となる。GPU のスペックや線量シミュレーションの条件により結果は変わるが、一例として、CTDI ファントムに対するアキシャルスキャンの線量シミュレーションでは、GPU では 10 分間のシミュレーション時間において $4e+9$ 個の光子を扱うことができる。一方、CPU では同じ光子数を扱うためには 5 時間必要となる。図 5 は時間あたりの線量シミュレーションによる線量分布を示しており、CPU を 10 分間使用した場合、線量分布の均一性は低く、時間をかけるほど均一性が向上する。光子数は線量シミュレーションで得られる線量値の誤差に影響を与えるため、目的にあった時間と光子数の選択が重要である。

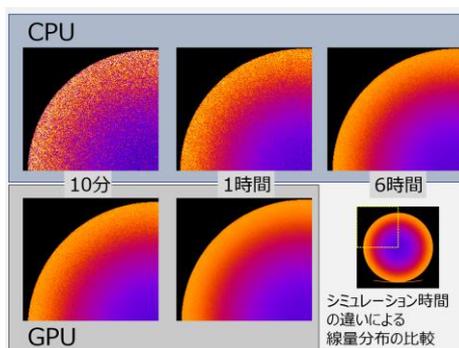


図 5 CPU と GPU のシミュレーション時間の違いによる線量分布の様子

次に人材育成の観点で効率化について考察する。労働人口の減少とともに、診療放射線技師の業務はより専門的で高度な内容が要求されるようになり、医療施設はこの体制を維持していくことが課題となる。診療業務や放射線計測業務などの内容についても新任者に対して適切なトレーニングを実施することで、機能が維持され、安全が担保される。適切な知識とスキルを持つスタッフは、正確な行動をとることができ、結果的に作業効率が向上する。国立がん研究センターでは専門性の高い診療放射線技師の需要が高まっていること受け、3年間の診療放射線技師レジデント制度を設け、将来のがん医療の中核となる人材の養成を行っている。カリキュラムには専門的な内容が含まれており、技術習得だけでなく、制度を通じて多くの課題を解決する人材の輩出を目指している。

最後に、ガラス線量計を用いた放射線計測において効率化が難しかった部分にも触れておきたい。私たちは人体ファントムを用いて、実測と線量シミュレーションを行い、それぞれの値を比較し線量シミュレーションの精度を検証してきた。実測では、ガラス線量計（ガラス線量計システム Dose Ace, 千代田テクノル, 日本）を使用している。ガラス線量計は一回の測定で約 200 本使用する。ガラス線量計の利用には、測定前準備として、ガラス線量計のアニール作業が必要である。ガラス線量計は直径 4 mm, 長さ 15 mm のスズフィルタに入れられ、収納ケースに格納されている。アニール作業の工程は、①ガラス線量計を収納ケースから出す ②金属のアニール台にスズフィルタからガラス線量計を取り出し、並べる (100 個) ③アニール炉に最大 400°C で加熱し、6 時間後に取り出す ④ガラス線量計をスズフィルタに格納し、収納ケースに収める という作業工程を踏む。これを測定で必要なガラス線量計の個数分行うので、2 回の人体ファントムを使用した計測を想定した場合、ガラス線量計は 400 本必要となるため、アニールから収納の工程を 4 回行うことになる。次に、アニールが完了したガラス線量計を人体ファントムにセットする工程に移る。人体ファントム (THRA-1, 京都科学, 日本) は頭部から骨盤部までを模した人体ファントムで、体軸方向に分割されている (図 6)。



図6 ガラス線量計外観 (左), 人体ファントム外観 (右)

各スライスにはガラス線量計を挿入する孔があり、そこにガラス線量計を対応する番号順に入れていく。すべての孔にガラス線量計を挿入し終わったら、CT 装置に人体ファントムをセットし、X 線を照射する。照射後は逆の手順となり、人体ファントムを分解しながら

ら、ガラス線量計を取り出し、プレヒートを行う。プレヒート後にスズフィルタからガラス線量計を取り出し、読み取り装置のマガジンにセットする。このマガジンは一度に 20 本のガラス線量計をセットすることが可能であり、読み取りたいガラス線量計の本数分（例えば、200 本であれば 10 回）セットし、ガラス線量計の値を読み出していく。

以上がガラス線量計を用いた際の測定前から測定後の読み出しまでの概要である。これらの工程に関して効率化できる部分を考えると、既存のアニール炉やガラス線量計の読み取り装置は一度に大量のガラス線量計を処理することはできない。そのため、この部分に関しては作業者の熟練度もしくは 3 人程度で行うことにより、ある程度の効率化が可能であると経験している。先述の通り、測定理論を正しく理解することはこれらの作業の熟練度を向上させることにも繋がる。したがって、毎回の作業の中で効率化できる部分はないかという視点で取り組むことにより、新たな視点が見えてくる可能性がある。もしも良いアイデアがあれば、ぜひ学会で発信いただきたい。

6. おわりに

放射線計測業務は、人々と環境の安全を確保するために、多様な分野で行われている重要な業務である。放射線計測には、理論や線量計に対する正確な知識、そして得られた線量値の適切な取り扱いが必要となる。実際の測定には時間や手間がかかることもあり、それは避けられない事実である。しかし、新たなツールの登場や従来手法の見直しにより、効率化が可能な部分が増えていく可能性がある。その際には、診療放射線技師がこれまでの知識と新しい技術を組み合わせ、放射線計測業務を通じて社会に貢献できる役割を果たすことが期待される。

7. 謝辞

これまで私たちが実施してきた放射線計測について、効率化という観点で再考の機会をいただいた日本放射線技術学会 計測部会長 庄司 友和先生に深謝いたします。また、本講演に際し、名古屋大学大学院 藤井啓輔先生、国立がん研究センター東病院 村松禎久先生より、貴重なご指導とご助言を頂きました。ここに感謝の意を表します。

8. 参考文献

1. 我が国の人口について、厚生労働省、https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_21481.html, (2024 年 6 月 10 日アクセス)
2. 小野 孝二, 医療専門職の実態把握に関する研究, 2021, <https://mhlw-grants.niph.go.jp/project/158821>, (2024 年 6 月 10 日アクセス)
3. 伊藤幸雄, 鈴木真人, 医用画像情報統合に必要な DICOM の知識, 2016, https://www.jira-net.or.jp/dicom/file/dicom_201603_sr_part1.pdf, (2024 年 6 月 10 日アクセス)

計測部会発表 討論会 後抄録

テーマ：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」

Proposal for a new measurement method to improve operational efficiency in the clinical environment

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

はじめに

今日の医療の進歩は目覚しく、放射線画像診断装置なくして放射線診療は成り立たないと言っても過言ではない。その中でも computed tomography (CT)装置は多列化が進み、空間分解能、時間分解能が飛躍的に向上し、短時間で広範囲の撮影が可能となった。Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)が公表した OECD Health data 2009 では、日本の2002年におけるX線CT装置数は人口100万人あたり92.6台であったが2022年のデータでは約115台と増加傾向であった¹⁾。これらの現状からも日本ではCT検査のニーズは高まっているといえる。

そのような背景の中、CT室およびCT装置の管理には様々な法令が関係する。例えば、医療法施行規則第30条の22²⁾では、病院や診療所の管理者は、放射線障害の発生するおそれのある場所について、Japanese Industrial Standards(JIS) Z4716:2018のX線診療室の漏えいX線量の測定方法に基づき、6カ月を超えないごとに測定しなければならないとしている。また2007年には「医療機器に係る安全管理のための体制確保に係る運用上の留意点について」が発出され、医療機関の管理者に対して医療機器に係る安全管理のための体制を確保することが求められている³⁾。また2020年には診療用放射線に係る安全管理体制に関する規定が施行され、放射線の安全な利用を確保するために被ばく線量の管理・記録や放射線の安全利用が求められている⁴⁾。また医療機器の安全管理の規格として示されるJIS Z 4752-3-5では多くの不変性試験項目の実施が求められる⁵⁾。特にその中でもCT dose index (CTDI)測定は2015年にJapan Network for Research and Information on Medical Exposures(J-RIME)から公表されたDiagnostic reference levels (DRL)2015⁶⁾の影響もあり測定の重要性が高まっており、厚生労働省が示す医療法に基づく立入検査でも必ず確認されるようになった。以上のようにCT装置を取り巻く規定は数多く存在する環境となっている。

一方で、各規程に対し各測定を継続するためには、多くの時間と人員を費やさなければならない。当院のCT室においては漏えいX線量測定や不変性試験などは業務時間外に行うことも多く、残業時間の発生だけでなく、スタッフの拘束時間の延長、更には装置の電源投入時間延長など多くの問題を抱えながら業務を行っている。厚生労働省では誰もがワーク・ライフ・バランスのとれた働き方ができる社会を実現することは、日本の社会経済の長期的安定を実現す

る観点から、重要な課題としている⁷⁾。特にワーク・ライフ・バランスの実現は、国際連合が掲げる Sustainable Development Goals (SDGs)の目標 8「働きがい・経済成長」の実現にも関連する⁸⁾。また、2021年の診療放射線技師法の改正に伴い、より業務範囲を拡大する可能性がある中では業務改善は最重要課題である。

シンポジウムでは、X線診療室の漏えいX線量測定と不変性試験の項目であるCTDI測定と同時に測定法の提案と同時測定のメリットを中心に報告した。

当院の現状

CT業務を取り巻く現状は前述したとおりであるが、当院において定期的に行われている項目はX線診療室の漏えいX線量測定と不変性試験の項目であるCTDI測定だけであった。しかし、漏えいX線量測定は6カ月を超えないごとに1回実施できていたのに対し、CTDI測定はJISに示される1年に1回の実施はできず、不定期に行われていた。

漏えいX線量測定について

医療法施行規則第30条の222)では、病院や診療所の管理者は、放射線障害の発生するおそれのある場所について、Japanese Industrial Standards(JIS) Z4716:2018のX線診療室の漏れX線量の測定方法に基づき測定しなければならないとしている。以下に一部抜粋した内容を記述する。

- ・実施期間：6カ月を超えないごとに1回
- ・ファントム：通常撮影部位の大きさに近いものを用いる。具体的にはJIS Z 4915に規定する胸腹部用水ファントムや円柱ファントムを用いる。
- ・撮影条件：通常使用時に想定される設定
- ・照射回数：X線照射は複数回（3回程度）。ただし、X線照射が5秒以上継続する場合には、1回の照射としてもよい。

CTDI測定について

JIS Z 4752-3-5では多くの不変性試験項目が記され、その中にCTDI測定が含まれる。以下に一部抜粋した内容を記述する。

- ・実施期間：1年を超えないごとに1回
- ・ファントム：メタクリル樹脂（PMMA: 密度 1.19±0.01 g/cm³）製円柱ファントム 頭部用(16cm)および腹部用(32cm)
- ・撮影条件：通常使用時に想定される設定
- ・照射回数：測定回数は5回とする。ただし、最初の3回の表示値の変動係数が5%以内であれば、3回の平均値を求める。

同時測定法の提案

図1に漏えいX線量測定とCTDI測定の測定条件および作業時間・人員数をまとめた。その

結果、漏えい X 線量測定に使用するファントムを直径 32cm の CTDI ファントムに変更し、撮影条件を統一することで、漏えい X 線量測定を実施しながら CTDI 測定が行えることが分かった。また総ばく射回数を比較したところ、当院においては一部屋を実施するための漏えい X 線量測定の方が CTDI 測定よりばく射回数が多いことが判明した。以上のことから、漏えい X 線量測定を行いながら、CTDI 測定が実施できると考えた。

使用ファントム	撮影条件	総ばく射回数	作業時間 [分]	作業人数 [人]
漏えい X 線量測定  胸部部 ファントム WAC	Axial scan 120 kV 11.96 mGy BW 40mm	8か所 x 3 = 24	20	3
CTDI測定  CTDIファントム Φ32 cm	Axial scan 120 kV 9.97 mGy BW 40mm	5 point x 3 = 15	20	2

図 1 各測定を実施するために比較表

同時測定法のメリット

同時測定法を行うことにより、漏えい X 線量測定を行いながら、CTDI 測定が実施できるため、従来、CTDI 測定に要していた作業時間と人員数を削減できることが分かった。特にばく射回数の削減は、X 線管の負荷軽減や電気使用量の削減につながった。また、今まで漏えい X 線量測定では基本的に部屋外には X 線は漏れていないという前提のもと、測定することが多かったが、実際に決められた撮影条件で測定されていたかは不明であった。しかし、漏えい X 線量測定時に CTDI₁₀₀ を測定することで、X 線出力の信頼性も保証されると考える。

まとめ

CT 業務に求められる業務は非常に多く、今後も業務の改善が求められるであろう。今回提示した同時測定を検討することで、作業時間の短縮や作業人数の削減など、業務改善にも効果を発揮することから、本手法は合理的かつ画期的な方法である。今後も未着手法測定などを同時測定に盛り込めるか検討していきたい。

参考文献

1. OECD Computed tomography (CT) scanners. <https://data.oecd.org/healtheqt/computed-tomography-ct-scanners.htm>. Accessed March 15, 2022.
2. Japanese Industrial Standards. JIS Z 4716: 2018 Measurement methods of leakage X-ray from X-ray examination rooms. 2018.
3. Operational Considerations for Ensuring a Safety Management System for Medical Equipment. 2021.

<https://www.mhlw.go.jp/content/10800000/000898766.pdf>

4. Regulations on Safety Management System for Medical Radiation (Medical Policy Bulletin No. 0312 No. 7). 2020. https://www.jastro.or.jp/medicalpersonnel/notification/0312_7.pdf

5. Japanese Industrial Standards. JIS Z 4752-3-5: Evaluation and routine testing in medical imaging departments-Part 3-5: Acceptance and constancy tests imaging performance of computed tomography X-ray equipment. 2021.

6. Japan Network for Research and Information on Medical Exposure (J-RIME). Diagnostic reference levels based on latest surveys in Japan-Japan DRLs 2015. 2015.

<https://j-rime.qst.go.jp/report/DRLhoukokusyoEng.pdf>

テーマ：業務効率向上を目的とした測定法を考える

「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」

A measurement method aimed at improving work efficiency from the perspective of the educational field

帝京大学 医療技術学部 診療放射線学科
齋藤 祐樹

1. 診断用 X 線装置 X 線出力測定の実況

X 線装置の線量管理は医療法施行規則で規定されています。私たち X 線装置研究会は、1974 年から現在に至るまで、装置の変遷を調査し続けています¹⁴⁾。ご協力いただいた施設の先生方に心から感謝申し上げます。アンケートの中には品質管理に関する項目があり、電離箱または非接続形測定器の保有率を調査しています。2000 年代に入ると多くの施設でこれらを保有していますが、アンケートに回答したのは比較的大きな病院が中心で、小規模なクリニックでは測定器を持っていないことが分かりました。

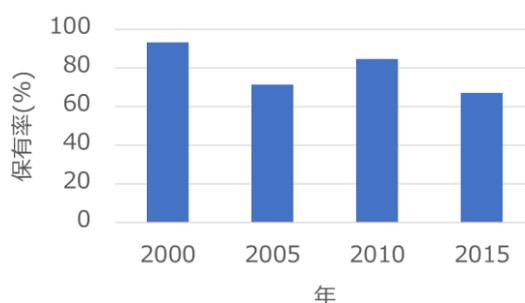


図 1 品質管理測定器具保有率

電離箱または非接続形測定器の保有率を『診断用 X 線装置アンケート』より集計¹⁴⁾

そのため、計測部会と協力して簡易形線量計の開発と普及に努めてきました。これまで 12 回、計測部会標準センターの地域で作成セミナーを開催し、200 台以上の線量計を作成しました。残念ながら、昨年度でこのプロジェクトは終了し、今後は業務を地方支部に移管していきます。この簡易形線量計は都立大の小倉泉先生が開発したもので、X 線をフォトダイオードで検出し、30 倍程度に増幅して空気カーマと照射時間として表示しています。感度の補正は 50 k Ω のボリューム抵抗で行います⁹⁾。このフォトダイオードはガラスで覆われているため、低エネルギー領域では感度が低下し、また、120 kV の高エネルギーでは透過率のため感度が低下しますが、リファレンス線量計との校正定数を持つことで問題を解消できます。このセミナーは単なる作成して終了ではなく、学会所有のリファレンス線量計との比較校正を行うことが大きな意義を持っていました。

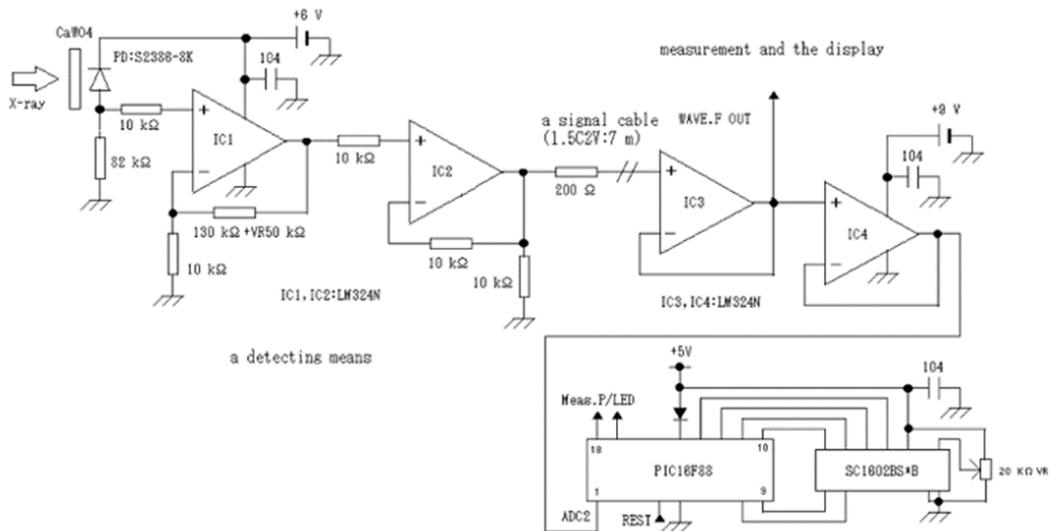


図2 簡易形線量計回路図
参考文献5より引用

2. 品質管理手法

次に品質管理についてです。管理の目的は装置の状態を適切に管理していくことです。そのためには意思決定の指標が必要であり、これまで X 線量や管電圧などを管理してきました。時間経過を把握するためにはデータ管理が重要です。私たちはクライアント・サーバーシステムを利用した品質管理システムを開発・運用し、マウスクリックひとつでグラフやリストを表示でき、効果的な意思決定ツールとなっています⁶⁾。意思決定のためには基準となる基礎値が必要です。経験的に数ポイントの値を使用することが一般的ですが、装置導入時の誤差が大きいため、ホテリング理論を用いて異常検知を行い、そのデータを除外して基準値を求めることができます。ホテリング理論は正規分布の負の対数尤度で求めます⁷⁾。

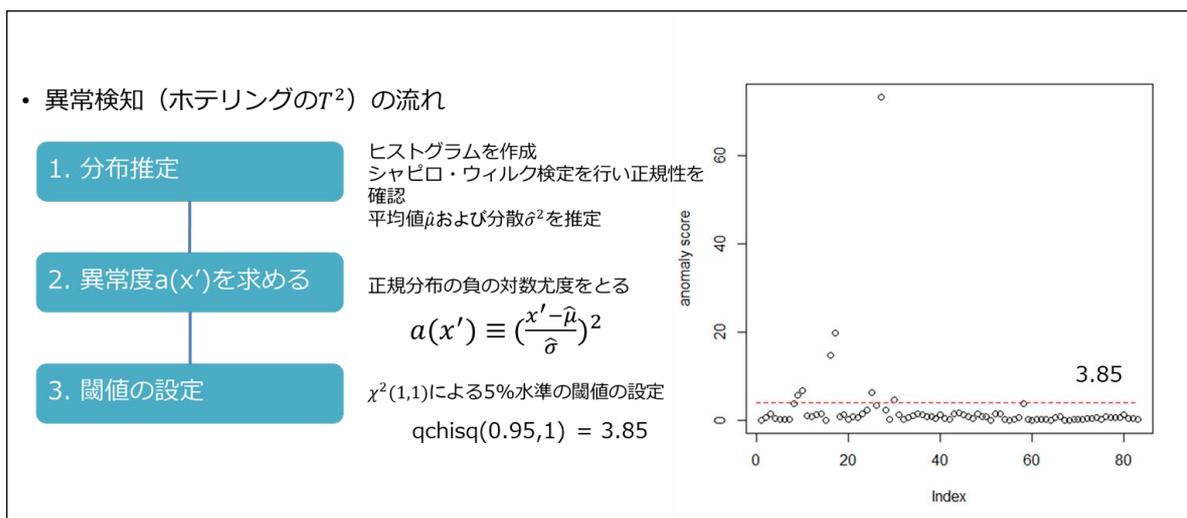


図3 異常検知 (ホテリング理論) の概要

品質管理の基準値に基づいた管理を説明しましたが、複数の条件で管理する場合には局所密度を利用した管理方法を検討しました⁷⁾。各条件でのデータが正規分布であれば、局所密度が高くなりますが、実際には1変数のときには正常データであったものが、局所密度ではエラーと評価され、データの分布により解釈が難しいと結論づけました。したがって、装置の管理は1つつ丁寧に行うべきだと考えています。

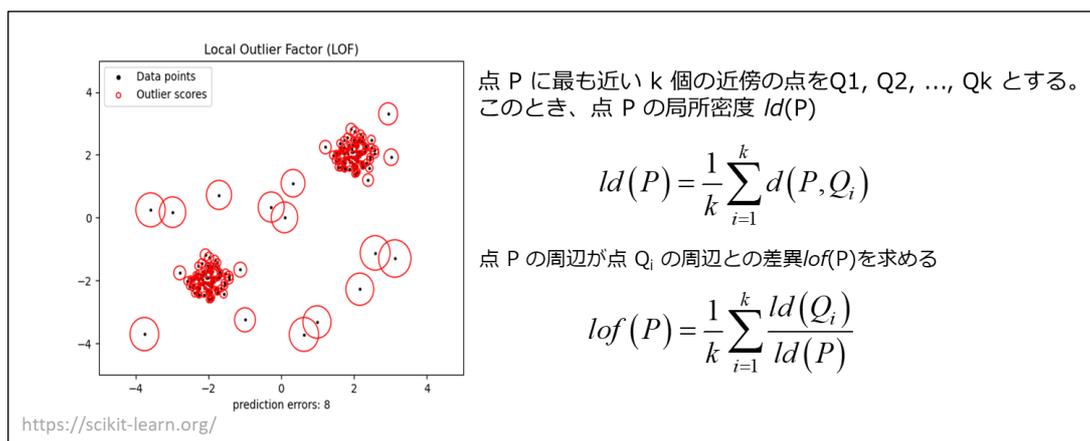


図4 局所密度 (Local Outlier Factor: LOF) の概要

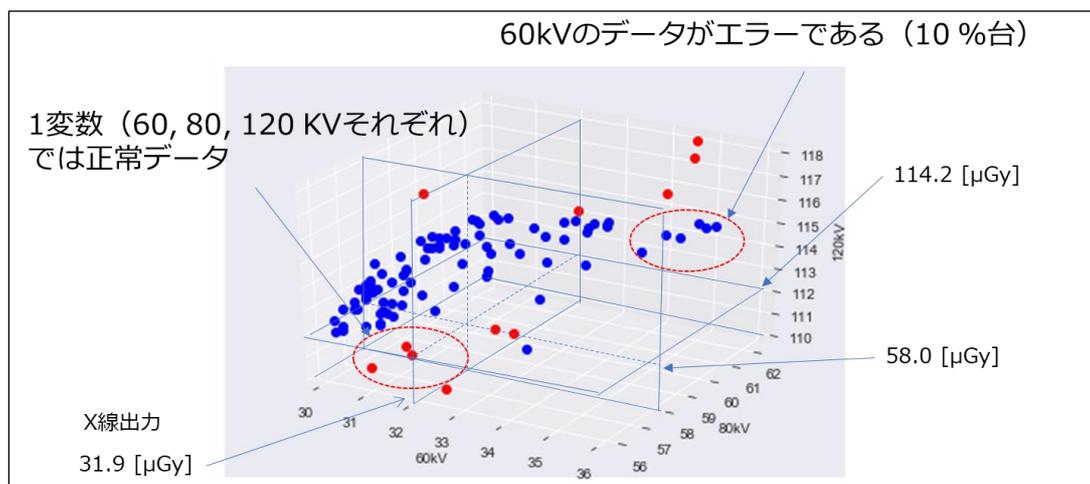


図5 3変数における局所密度 (Local Outlier Factor: LOF) の実際
管電圧 60, 80, 100 kV での X 線出力 (空気カーマ) の解析

3. 最先端技術による品質管理手法の動向

ここまでは装置管理の現状を振り返りました。次に、装置メーカーが考える品質管理の未来像についてのコメントをご紹介します⁸⁾。X-CT 装置をはじめとする高額装置は、様々な装置情報をセンシングして故障の予測などが可能とされています。装置の管理は自動化可能であることが明らかになっています。将来的にはすべての装置にそのような機能が備えられることを期待しています。

4. 業務効率化に向けた品質管理手法の提案

そして、本企画の本題である測定の実率化に関して、装置の管理のためには意思決定の根拠が必要であり、そのために線量や管電圧などを測定しております。したがって、意思決定に必要なデータであれば、いつのデータであっても問題ないはずで、私はわざわざ管理のために測定を行う必要はないと考えています。戦後の日本の発展は付加価値を高めるために品質管理に焦点を当ててきました。その考えは「Just in time」で、「必要な時に必要なものを」を基本理念としています⁹⁾。そして、IoT による見える化が進展しています¹⁰⁾。この流れは医療分野でも可能であると私は考えています。現在はデジタルの受像器が主流です。ダイナミックレンジが広く、線量とデジタル値の直線性が優れています。DICOM tag には管電圧や感度指標などの領域が用意されています。装置からのリアルなデータを DICOM tag に返す必要があります。JIS Z 4751-2-54 では、すべての撮影に自動露出機構（auto exposure control: AEC）の使用を奨励しており、成人・小児ともに AEC は 3 つの体格を用意する必要があります¹¹⁾。これにより撮影条件の変化に対応した装置の変動を追えると考えています。提案する方法は手動ではなく、臨床で発生するデータを用いた線量管理プログラムと同様に、装置メーカーやベンダーの協力が必要です。これにより、我々は装置管理から解放されるわけではありませんが、受像器の半年に 1 回の校正作業などが、臨床に負担をかけずに装置の状態を監視できると考えています。

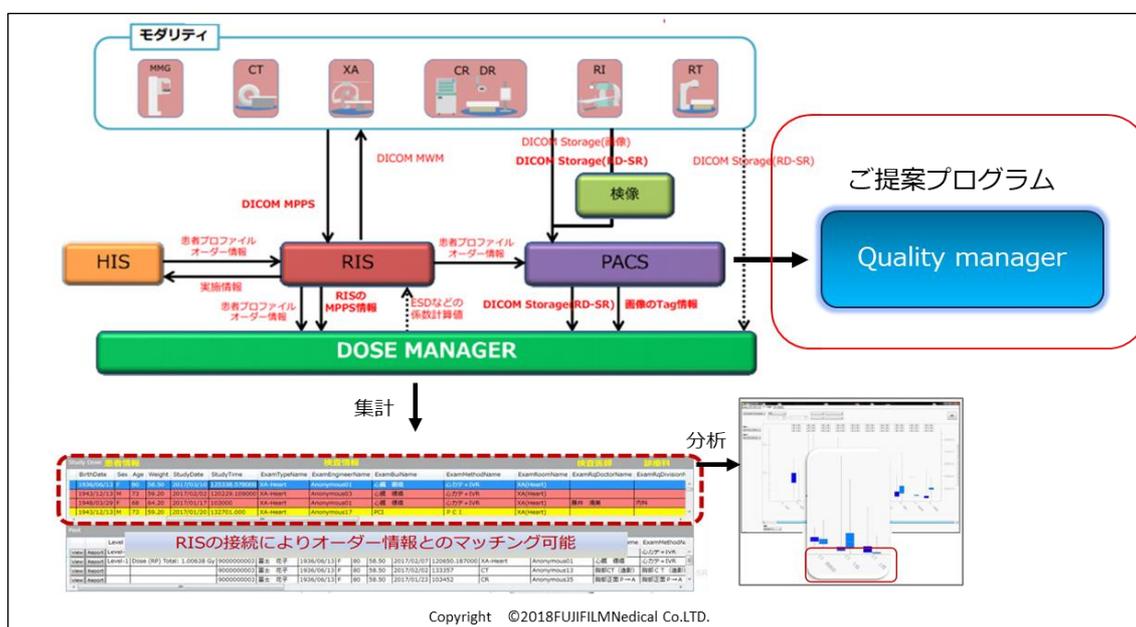


図6 DICOM tag を利用した装置管理システムの提案
FUJII Medical. Co. LTD.より改変

5. おわりに

医療現場においても働き方改革による労働時間の削減が求められています。施設管理者は、労働者にとって働きやすい環境を持続的に提供していく必要があります。我々は、これまで行

ってきた装置管理が業務において重要な要素であることを認識していますが、時間的な制約から十分に改善されていない状況も見受けられます。このような状況を打破するためには、センシング技術など新たな管理手法が求められます。シンポジウム会場でも同様の意見が述べられました。近い将来、これらの技術を導入し、医療現場の皆さんが安心して装置を利用できる環境を整備していくことが重要です。

参考文献

1. 石川光雄, et al. 平成 12 年度診断用 X 線装置アンケート調査報告 (X 線装置を中心にして). 日本放射線技術学会雑誌, 2002; 58.8: 1080-1090.
2. 松浦孝俊, et al. 平成 17 年度診断用 X 線装置アンケート調査報告 (X 線装置を中心にして). 日本放射線技術学会雑誌, 2009; 65.3: 323-331.
3. 佐藤伸彦, et al. 平成 22 年度診断用 X 線装置アンケート調査報告 (X 線装置を中心にして). 日本放射線技術学会雑誌, 2014; 70.12: 1455-1462.
4. 宮藺忠文, et al. 2015 年度診断用 X 線装置アンケート調査. 日本放射線技術学会雑誌, 2019,75.1: 54-61.
5. 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.
6. 齋藤祐樹, 診断用 X 線装置の Web アプリケーションを用いた品質管理プログラムの開発, 日本保健科学学会誌, 2015, 18. 4: 223-230.
7. 青木勇太, et al. 外れ値を検出する方法の特徴比較. アカデミア. 理工学編: 南山大学紀要, 2021, 21: 60-76.
8. キヤノンメディカル, [https://jp.medical.canon/products/xray/xray-tv/beyond/beyond-03_Theme6,](https://jp.medical.canon/products/xray/xray-tv/beyond/beyond-03_Theme6, 2024/0116) 2024/0116 ACCESS.
9. 小島貢利; 田村隆善. ジャストインタイムの社会的影響に対する一考察. 日本経営診断学会論集, 2010, 9: 98-102.
10. 地主岳史; 知崎一紘; 川上裕介. IoT 活用による工場の生産活動最適化. 情報処理学会 デジタルプラクティス, 2017.
11. JIS Z 4751-2-54: 2021. 医用電気機器—第 2-54 部: 撮影・透視用 X 線装置の基礎安全及び基本性能に関する個別要求事項.

計測部会発表 討論会 後抄録

テーマ：業務効率向上を目的とした測定法を考える

「企業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利用
—便利な測定機器の使い方と線量測定に伴う画像などの確認—」

How to use convenient measuring equipment and check images associated with dose measurement

東洋メディック株式会社
丸井 英輔

【はじめに】

測定方法や線量計の取扱方法は、調べたりして知ることができるが、実際お客様を訪問すると支障なく線量測定を行っているご施設は少ないように感じる。

反面、線量測定の重要性や測定の機会はモダリティに関わらず増えており、今まで線量測定をしてこなかった方も広く線量測定の機会が生じ、その測定データを複数の人で共有する必要性があると考えている。

そこで線量計の取扱説明などを行う業者の立場として、日頃お話する機会がない線量計の便利な使い方や初歩的な正しい使い方、またムダを省いた精度の良い測定をするための考え方、線量評価を行う上で知っておくべき画質評価の考え方について簡単に述べた。

まずは測定をしていただき、簡便に必要な情報とともにデータを残すことを目指し、次に便利に線量計を使い効率よく適正な精度の測定を行い、さらに画質評価と線量測定をバランスよく考えた運用ができればと考えている。

この講演でご紹介した機能や使い方は他の線量計にも共通したものではないので、お使いになる線量計でどのような機能や使い方ができるかは、業者などにご確認いただきたい。

【流れ】

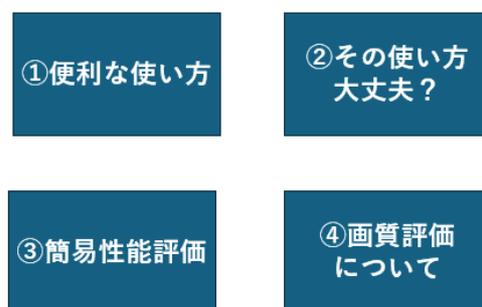


図 1 全体の流れ

まずは①で線量計の「便利な使い方」を紹介する。次に、便利になった反面自動補正などで見落としがちな正しい使い方を②で紹介する。

線量計について正しい知識や仕様を知らなくてはならないが、その知りたい知識や仕様などは条件などによって変わってしまい、また仕様書を見ても代表的な仕様しか紹介されていなくて困った経験はあるのではないか。

③では性能評価などは自分で簡易的に行うという内容になっている。性能の他に距離の逆二乗則や大気圧補正係数など、実際測定誤差を想定して計算し、例えば管球が検出器と近い場合と離れている場合で 1 cmズレてしまったら測定値に何%影響するか？ 台風が来ている時は測定に影響すると言われるが実際に想定し最大何%影響するか？などを、事前に知ることによって無駄を省き精度の良い測定を目指すというものである。

また、④で画質評価の考え方も少し紹介する。

【便利な使い方】

まず本題に入る前に現在の線量計についてお話す。以前は図 2 の左側のように測定を開始してから測定停止するまでの積算線量を得ることができていた。

最近の測定は積算線量の他に、線量率の波形を得ることができるので、照射時間やパルス数また半導体マルチセンサーを使えば管電圧や半価層などを得ることができる。



図 2 測定項目

A. 検出器の特徴

検出器には長所と短所がある。しかし、短所も使い方によっては長所にもなる。後方散乱を測定できないためイオンチェンバーを使う機会が多かったのではないかと、最近では後方散乱係数を掛け合わせることで半導体検出器を使える機会が増えてきている。逆に後方散乱や大気圧補正が不要なので半導体検出器を使うユーザーも増えている。

B. 波形でチェック

正しい測定ができていたか？途中で波形が途切れたり、測定し過ぎていることはないか？ノイズなどが多かったか？を、ここでは正しい測定ができていたかを波形でチェックするという方法をご紹介します。これは線量率の波形を見れば一目瞭然である。測定したかった波形が適正に入っているか確認すれば良いわけである。測定してみると予想外の波形が混入したり、測定値が低すぎると思えばノイズが多すぎて正常に測定できないことが分かる。

また CTDI 測定で線量率が低すぎて途中で波形が途切れ余計な波形まで測定することがあるが、波形をチェックすればその様なことが分かる。

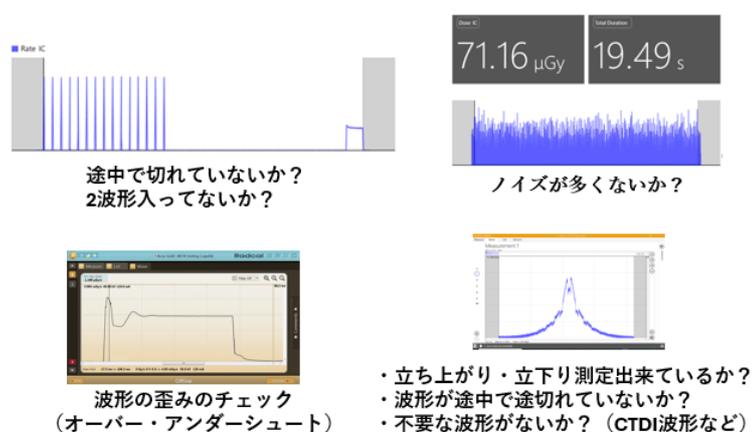


図 3 波形でチェック

C. 波形で線量測定

「波形でチェック」の説明を聞いて、「では正確に測定できない場合どうするのか？」と感じたのではないだろうか？結論としては、「測定したい波形を全て含んでいれば、波形を切り取って線量計算が可能」である。

どうしても波形が途中で途切れてしまう場合は、手動で測定の開始と終了を設定して波形を多めに取得して、波形取得後に必要な波形を切り取り線量計算が可能である。同様に不要な波形が含まれた場合も、波形取得後に必要な波形を切り取り線量計算できる。

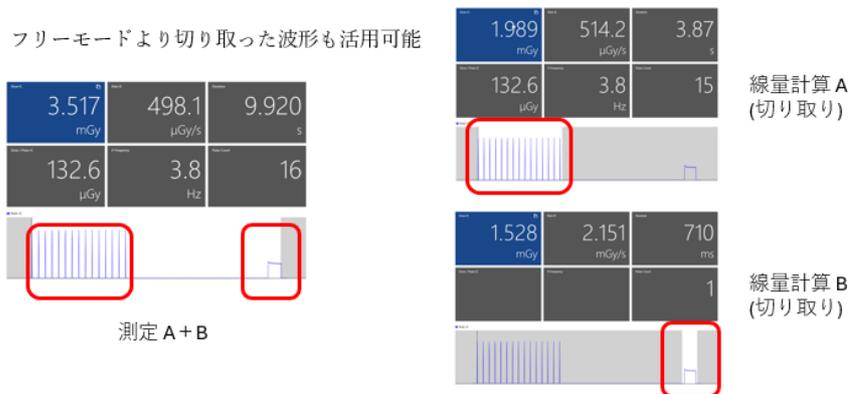


図 4 波形で線量測定

D. データ管理

次に、測定した後のデータをどの様に残すかという問題である。

きっちりとしたデータを残すことができれば何の問題もないが、無理なデータ管理は多分長続きしない。「測定しているときに無理なく必要最低限の情報を残せるか」という現実的な方法を考えてみた。この様に測定したデータにコメントを残すことができるので、撮影条件やその他コメントを残していく。

不変性試験であれば基準となる測定データをひな形として作成し残す。

そのひな形と同じ測定を定期的に行うので、はじめに作成した基準データ（ひな形）を開き、定期的に測定データを作成する。コメントは基本同じになるので大部分コピー&ペーストで済む。その時の撮影条件や測定配置、コンソール設定を残すには静止画でも良いが、何枚も撮影しないで短い動画で残すと便利である。そうすると細かい情報、例えばどのような治具を使ったとか撮影モードなども残る。そして測定するときの注意事項などのコメントは、メモなどをファイルのタイトルとして残す。

例えば「次回の試験は連休明けの〇〇日」とか、「修理依頼中のため、測定は修理後」などである。

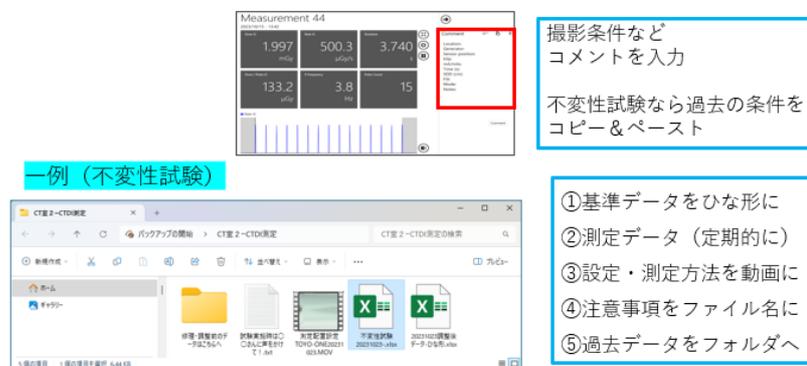


図 5 データ管理

E. 解析・集計

専用ソフトウェアで波形は見ることができるが、波形での線量計算はエクセルではできないので、専用ソフトウェアの生データは残しておくことをおすすめする。

また、その生データは改ざんできないので、そのデータをもとに校正定数をいくつ掛け合わせたのかが分かる。また測定の結果をエクセル出力することもできる。

シート全コピーもできるが、部分的にコピー&ペーストでも十分便利である。そのときには測定値+CTDIであれば12時3時6時9時のコメントデータを一緒にコピー&ペーストすると間違いない。

F. ソフトウェアについて

ソフトウェアはメーカーホームページで無償で提供されるケースが多い。

特に台数など制限もないので、測定データを複数人にメール送信し授業で解析でき、共同研究にも最適ではないかと思われる。

【その使い方大丈夫？】

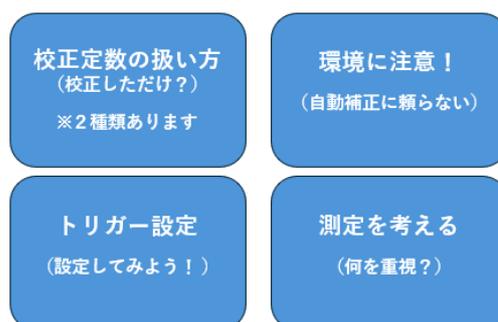


図6 その使い方大丈夫?

A. 校正定数の扱い方

校正を行っただけで「どうせ校正定数1でしょ」と校正しただけで安心する方がいるが、ちょっと待ってほしい。ポイントを図7に示す。

- ①校正しただけではダメ！
(校正定数を掛け合わせて使いましょう)
- ②校正により感度は変わらないので、基本的に校正後も今まで通り使用可能。
(修理が発生した場合などは感度は変わります)
- ③校正定数が変化した場合、異常がないか確認が必要。
- ④測定した時、どのエネルギーの校正定数を採用するか決めておいた方が良い
(場合により内挿法を使う、外挿法は使わない)
- ⑤校正する条件は毎年同じにした方が推移が分かる
- ⑥掛け合わせた校正定数の履歴を残す
(生データを残しておく)

図 7 校正定数の扱い方ポイント

B. 環境に注意！

ここでは基本的なことを話すが、もし誤ってしまうと大きく測定値に影響するポイントなので注意する必要がある。

① 大気圧補正

大気圧補正は、イオンチェンバーでは必要で、半導体検出器では不要である。

大気圧補正を自動で行う線量計ものも多くあるが、本当に自動補正の設定となっているか？結果的に無補正、二重補正にはなっていないか？温度のセンサーはどこにあるのか？大気圧補正を更新するタイミングはいつなのかを注意する必要がある。

特に気圧は同室ではあまり変わらないが、大気圧補正值を更新するのがチェンバの印加電圧を掛けたときのみなのか、測定開始毎に更新されるのか？を把握しておく必要がある。

② 温度

温度センサーがどこにあるか？測定前に測定する部屋に置いて室温にチェンバを慣らすといわれているが、チェンバを温かい手で持っていたり、室温は適温でもチェンバを置く場所が冷えていたり、エアコンの風が直撃しないようにということに注意しなければならない。

C. トリガー設定

トリガー設定とは測定開始・測定停止をするタイミングを設定することである。

トリガー設定には図 8 のように 4 種類ある。

1 つ目は測定が開始しないまたはすぐ測定開始してしまう場合に設定する。

測定開始・停止するトリガーレベル（線量率）を設定する。

2 つ目は測定中測定が停止する、逆に測定を停止して欲しい場合の、測定と測定の間時間の設定である。

3 つ目はトリガーの設定を別の検出器で行う場合である。

線量率が低すぎる場合や、ノイズが大きかったりする場合に使う。

4 つ目はトリガー設定という訳ではないが、測定開始・停止を手動で行い、後で波形を ROI で囲って線量計算を行う。

測定がうまくいかない場合には、最終的にこの方法で測定することになる。

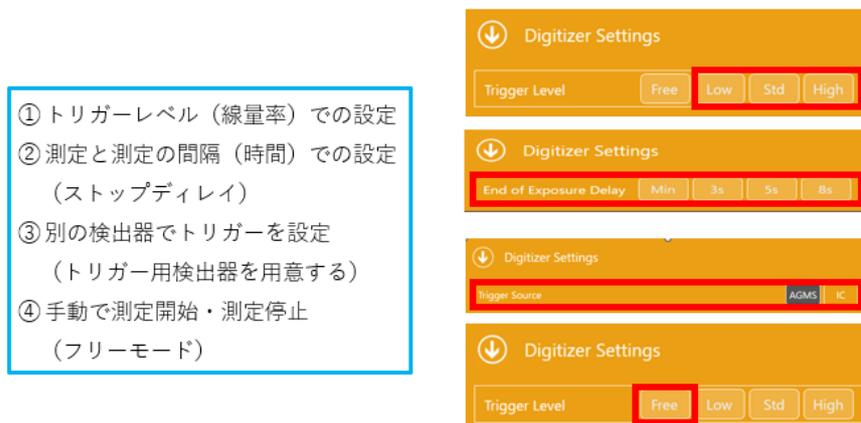


図 8 トリガー設定（4種類）

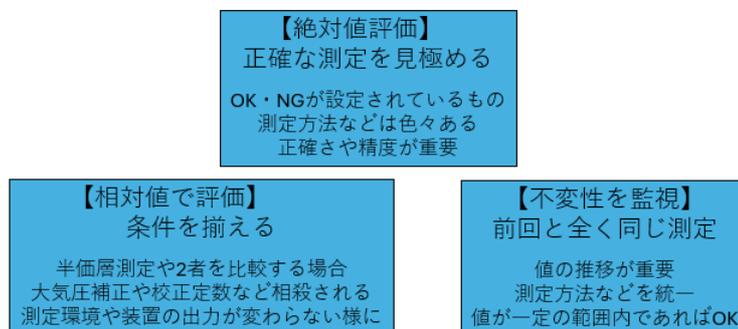


図 9 測定を考える～効率的な測定をするために

D. 測定を考える

今回のテーマ「業務効率向上を目的とした測定方法を考える」にマッチした考え方である。

測定の精度を上げようとする手間や時間が掛かってしまう。

しかし、妥当な精度が分かれば適正な手間と時間で測定を行うことができる。

例えば、始業前点検の「不変性を監視」であれば測定値が一定の範囲内であれば OK なのでそれに応じた適正な精度で測定を行えば良い。しかし不変性は値の推移が重要なので、校正後掛け合わせる校正定数が適正でなければ、数%どちらかに偏った値の推移になってしまう（NG にはならないかもしれないが）。

また、条件を変えて二者を比較する「相対値で評価」の場合は、条件を変えたことによる影響が知りたいので、測定と測定の時間を開けると装置の出力が変わったり、測定環境が変わってしまうので、注意が必要である。

被ばく線量など「絶対値評価」は、測定バラツキなどを考慮し数回測定した値の平均値を求める。今のような測定をしたいのかによって、何を重視するのか？ どれだけの精度が必要なのか？ を考えて測定すべきである。

【簡易性能評価】

評価項目（一例）

チェンバーに依存	電位計（本体）に依存 / 周囲や環境に依存
方向依存性 検出器の方向依存性	サンプリング時間（電位計） サンプリング時間付近の特性
エネルギー特性（校正した検出器にて） 検出器のエネルギー特性	後方散乱の影響（イオンチェンバー） 後方に散乱の影響
再現性 線量計の再現性	気圧による影響（計算） 気圧の影響
線量特性 低線量・高線量特性	気温による影響（計算） 気温の影響
線量率特性 低線量率・高線量率特性	逆二乗則の影響（計算・実測） 計算上の逆二乗則の影響
パルス幅特性 パルス幅が小さい時の特性	出力の再現性 照射装置の出力の再現性
低線量特性 低い線量の時の特性	散乱線の影響 絞りの有無、SCDを変化など
レンジの違い レンジごとの値の違い	照射野内の均一性 均一性・ヒール効果など？

※影響の大きい順番を意識する

図 10 評価項目（一例）

線量測定を行うとき、後方散乱を考慮して検出器を空中に浮かすことができれば問題ないがそれも難しい。そのようなときは自分で調べる方が確実に早い方法といえる。検出器の下に様々な散乱体を置いて影響を測定してみる。管電圧など様々なファクタを変化させてみればどれ位が許容範囲か知ることができる。図 10 に評価項目の一例を示したので参考にしていきたい。



図 11 規格について

元々、画質評価は目視が中心であった。

しかし、モダリティの性能が良くなり目視だけでは性能評価は困難になってきている。JISによる評価と言ってもそれだけでは新しい装置の性能評価、不変性試験を行うことはできない。そこで海外規格のファントムを使うこともあるので、ここで規格について説明する。

基本的に日本人はこの JIS のみ知っていれば十分である。例えば DIN 規格準拠のファントムがあったとしてもその測定法はドイツのもので判定基準もドイツのものである。

しかし、先ほど述べたように JIS だけでは画質評価ができないため、海外規格のファントムを使うことがある。しかし、評価方法や判定基準が装置メーカーで定められたものがないければ、自分たちでファントムを探し、とりあえず不変性試験（画質が変わっていないことを確認する）ということになる。とりあえず不変性試験として定期的にデータを収集しておけば異常があったときに何か前兆があるはずである。画質評価のポイントを図 12 に示したので参考にさせていただきたい。

- ・ ベストな状態から変わっていない事を数値で確認 → 不変性試験
- ・ 数値の推移は「トレンドグラフ」で確認できる
- ・ 画像は高精細になってきているので、全ての評価を目視で行う事は困難。
- ・ 不変性が分かれば異常を発見できる。
- ・ 撮影条件などを撮影・解析すると、自動でROIを設定・解析するので撮影者、評価者（解析者）に関わらず同じ解析結果（数値）を得られる
- ・ 合否基準を設定しておけば、自動で合否が表示される。
- ・ ソフトウェアによる解析はモニターに依存しない。
（目視は周囲の明るさや評価者によっても判定が変わってしまう）
- ・ 性能が発揮されているかを確認するには、メーカーのアドバイスを聞き自分たちで方法を考え不変性をチェックしなければならない。

図 12 画質評価について ポイント

【最後に】

ご存知の線量計でも使い方で便利に使えるということが少しでも伝われば幸いである。

今回は内容が盛り沢山になってしまい、十分に説明することができなかつたので、また機会があればご要望の多い内容について再度お話させていただきたいと考えている。

「 第4回 診断 X 線領域の線量測定基礎 Web セミナー (乳房領域) について 」

新潟医療福祉大学

関本 道治

本セミナーは、計測部会委員でもある天理よろづ相談所病院の紀太千恵子先生を講師に迎え、マンモグラフィにおける線量評価の重要性とその測定手法について、基礎から最新技術まで幅広く解説された。マンモグラフィは、乳がんの早期発見に不可欠な検査であり、特に腺組織が放射線感受性の高い部位であるため、被ばく線量の適切な管理が極めて重要である。セミナーでは、乳房内の腺組織と脂肪組織の構造に基づき、被ばく線量を抑えつつも診断に必要な画像品質をいかに確保するかという課題について議論が展開された。

まず、乳房の構造とその放射線感受性について詳しく説明が行われた。乳房の腺組織は脂肪組織と異なり、放射線誘発がんのリスクが非常に高い。そのため、マンモグラフィにおいては、放射線のリスクを最小限に抑えるための線量評価が極めて重要である。さらに、腺組織と脂肪組織の分布は、年齢や体型により変化するため、個々の患者に応じた適切な線量設定が求められる。このようにして、画質を担保しながら患者の安全を守ることができる。

次に、マンモグラフィに使用される線量計についての解説が行われた。電離箱式線量計と半導体式線量計が主に使用され、それぞれの特性や使用方法が詳述された。電離箱式線量計は、空気の電離によって発生する電荷を測定するため、非常に正確な線量測定が可能であるが、温度や気圧の影響を受けやすいため、環境条件に応じた補正が必要である。一方、半導体式線量計は、取り扱いが容易であるが、X線のエネルギー依存性が高いため、特に低エネルギー領域での校正が求められる。このように、使用する場面や条件に応じて適切な線量計を選定することが重要である。

続いて、線量評価における国際基準の違いについても言及された。アメリカでは ACR 法 (American College of Radiology) に基づく評価が一般的であり、ヨーロッパでは EUREF 法 (European Reference Organization for Quality Assured Breast Screening and Diagnostic Services) が広く用いられている。日本では、EUREF 法に基づいて 2009 年に発刊された「デジタルマンモグラフィ品質管理マニュアル」に基づき評価が行われており、この基準に沿って線量評価が実施されている。デジタルマンモグラフィの普及に伴い、装置や技術が進化している中で、これらの国際基準に基づいた品質管理の重要性が改めて強調された。

マンモグラフィの線量評価における主要な指標として、平均乳腺線量 (AGD: Average Glandular Dose) が紹介された。これは、皮膚表面ではなく、乳腺に吸収された放射線量を評価するものであり、患者の乳房の厚さや乳腺の含有量に応じて適切に評価する必要がある。AGD を正確に算出するためには、入射空気カーマを測定し、ターゲットとフィルタの組み合わせ

わせや乳腺含有量に応じた補正係数を用いることが求められる。

さらに、トモシンセシス (Digital Breast Tomosynthesis: DBT) における線量測定も取り上げられた。トモシンセシスは、X線管が回転しながら複数の投影角度で画像を取得する技術であり、2D マンモグラフィとは異なる評価方法が必要である。特に、異なる投影角度による補正を行い、平均乳腺線量を算出するための手法が詳述された。トモシンセシスでは、X線管が回転することで、被ばく線量が角度ごとに分散するため、2D マンモグラフィとは異なるアプローチが必要となる。このため、各装置の特性に応じた正確な測定と補正が不可欠である。

また、日本の診断参考レベル (DRLs: Diagnostic Reference Levels) 2020 に基づく基準が紹介された。2D マンモグラフィにおける平均乳腺線量の基準値は 1.4mGy、トモシンセシスでは 1.5mGy であり、これらの基準に基づいて臨床での被ばく線量の最適化が図られている。今後、2025 年に向けた DRLs の更新が予定されており、多施設からの臨床データを基に、さらに詳細な基準が策定される予定である。このため、広域なデータ収集が進められており、各施設の協力が求められている。

今回のセミナーを通じて、マンモグラフィにおける線量評価の重要性と、正確な線量測定のための手法が具体的に示された。特に、放射線被ばくを抑えつつ、適切な診断精度を維持するためには、使用する線量計や評価基準に応じた慎重な対応が求められる。また、国際基準に基づく品質管理を徹底することで、今後もマンモグラフィの診断精度と患者の安全性を高めることが期待される。

2023年度計測分野に関する論文・発表

・ 2023 年 11 月 (Vol.79 No.11, 2023) ~ 2024 年 3 月 (Vol.80 No.3, 2024)

日本放射線技術学会雑誌, RPT 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
多機能 X 線測定器を用いた平均乳腺線量の測定について	小林 剛	東京都福祉保健局 医療政策部医療安全課	臨床技術	79 巻 11 号 (1266-1273)
乳腺イメージングや治療における被ばく	松原 孝祐	金沢大学 医薬保健研究域保健学系	誌上講座	79 巻 11 号 (1303-1309)
局所の size-specific dose estimates 算出に mean CTDIvol の値を用いた場合に生じる臓器線量との相対誤差	田頭 豊	東北大学病院 診療技術部放射線部門	資料	79 巻 12 号 (1375-1384)
JIS Z 4121:2023 (IEC 60522-1: 2020) 線質等価過及び固有過の測定 (改定) -導入効果と波及効果-	勝野 泰裕	キャノン電子管デバイス 株式会社	委員会報告	79 巻 12 号 (1414-1418)
JIS Z 4752-3-7 医用画像部門における品質維持の評価及び日常試験方法-第 3-7 部: 受入試験及び不変性試験-歯科用 CBCT 装置の画像性能(制定) 歯科用 CBCT 装置の受入試験及び不変性試験における画像性能の規格制定と波及効果	杉原 義人	株式会社モリタ製作所	委員会報告	79 巻 12 号 (1424-1427)
東海地区における IVR の線量管理に関するアンケート調査	大澤 充晴	愛知医科大学病院 中央放射線部	資料	80 巻 1 号 (66-76)
NICU ポータブル撮影における防護具の改良	竹谷 明	東邦大学医療センター 佐倉病院中央放射線部	臨床技術	80 巻 2 号 (166-174)
シンチレーションサーバイメータの温度補償機能の有無による温度依存性	古川 未来	東北大学医学部保健学科 放射線技術科学専攻	臨床技術	80 巻 3 号 (279-286)
股関節観血的整復固定術における放射線業務従事者の水晶体放射線防護の必要性	松本 博樹	川崎医科大学附属病院 中央放射線部	臨床技術	80 巻 3 号 (287-295)
Novel method for calculating the effective dose using size-specific dose estimates conversion factors in abdomen-pelvis computed tomography	Kentaro Funashima	Japanese Red Cross Sendai Hospital	Research Article	Volume 16 Issue 4 (506-515)
Effect of shape of automatic dose rate	Kazuya	Department of Disaster	Technical	Volume 16

control and wedge compensation filter on radiation dose in an angiography system with a flat-panel detector	Kakuta	Medicine, Fukushima Medical University Hospital	Note	Issue 4 (560 – 568)
Directional vector visualization of scattered rays in mobile c-arm fluoroscopy	Kyoko Hizukuri	Division of Medical Quantum Science, Department of Health Sciences, Graduate School of Medical Sciences, Kyushu University	Research Article	Volume 17 Issue 1 (288–296)

第 80 回日本放射線技術学会総会学術大会 計測分野に関する一般研究発表

口述研究発表

○計測（透視・漏えい X 線：線量評価）

- TOP-074 ペンシル型電離箱線量計を用いた面積線量測定法の開発
神戸常盤大学 市川 尚
- TOP-075 ラジオクロミックフィルムを使用した水晶体を含む術者顔面の線量分布の測定
川崎医療福祉大学 西原新之輔
- TOP-076 線量測定会社から見た放射線漏洩測定
日本メディカルサービス 十河和綺
- TOP-077 韓国の X 線室管理区域の漏えい放射線量測定調査に関する報告
韓国東西大学校大学院 Yeji Kim
- TOP-078 IEC60336 第 5 版の要求事項を満足する焦点寸法測定方法
株式会社エム・ディ・インスツルメンツ 高橋透仁

○放射線防護（防護対策）

- TOP-089 モンテカルロシミュレーションを用いた妊婦に対する胸部単純撮影時の胎児被ばく
防護最適化の検討
愛媛大学医学部附属病院 松本正輝
- TOP-090 乳幼児一般撮影における Cu フィルターの有効性
福島県立医科大学 広藤喜章
- TOP-091 C アーム式透視装置を用いた ERCP 従事者のための放射線防護衝立の開発
東北大学病院 石井浩生
- TOP-092 放射線管理区域一時立入者に対する被ばく線量管理に向けたリアルタイム被ばく測
定システムの基礎的検討
福岡大学病院 松下大希

○放射線防護（クロスリアリティ）

- TOP-281 AR 技術を利用した血管造影時の散乱線の可視化による放射線防護教材の作成
九州大学大学院 野口昂生
- TOP-282 Extended reality による X 線透視における放射線防護の最適化の理解を目的とした教育
シナリオの作成と実践
九州大学大学院 藤淵俊王
- TOP-283 放射線防護板の位置に応じたリアルタイム散乱線分布表示アプリケーションの開発
九州大学大学院 藤淵俊王
- TOP-284 方向ベクトルを利用した放射線防護板配置時の簡易線量分布計算法の検討
九州大学大学院 檜作響子
- TOP-285 半導体カメラによる X 線透視での散乱線源のリアルタイムイメージングの検討
九州大学大学院 境 真由

○放射線防護（線量管理：CT）

- TOP-286 頭部CT検査における放射線防護材使用による水晶体防護と画質評価
森ノ宮医療大学 辻田蒼太
- TOP-287 モンテカルロシミュレーションによるCT位置決め撮影時の実効線量の推定
北里大学病院 高橋健太郎
- TOP-288 造影効果が size-specific dose estimates における水等価直径に与える影響
神戸大学医学部附属病院 石川和希

○計測（CT：線量評価）

- TOP-290 ガラス線量計およびモンテカルロシミュレーションを用いた胸部CT検査における吸収線量の比較
金沢大学 渡辺 秀
- TOP-291 小児心臓CT angiography における補正係数の算出方法の違いによるSSDEへの影響因子
東邦大学医療センター大森病院 佐藤勇作
- TOP-292 SSDEを用いた小児心臓CT angiography 検査における線量管理区分の検討
東邦大学医療センター大森病院 臼沢駿汰
- TOP-293 腹部領域の dual-energy CT における設定管電圧が断面内の線量分布に及ぼす影響
富山県立中央病院 廣澤文香

○計測（マルチモダリティ：線量評価）

- TOP-294 線量測定用人体等価ファントムの物質構成および減弱特性の解析に向けた基礎検討
一宮市立市民病院 大野晃治
- TOP-295 フォトンカウンティング技術におけるキャリブレーションファントムを用いた実効原子番号の推定
藤田医科大学大学院 古川雄一
- TOP-296 飛跡画像解析と粒子輸送シミュレーション計算による空気を通過する α 線の飛跡に沿った吸収線量分布の評価
帝京大学 高瀬 創
- TOP-297 低線量ステレオ X 線イメージングシステムを用いた全身撮影における線量と画質の評価
横浜市立脳卒中・神経脊椎センター 北沢紗梨
- TOP-298 デジタルブレストトモシンセシスの平均乳腺線量測定の見直し
北里大学 山田智子

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 年に改訂される見込みです。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

(2024年10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)	群馬県立国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桑ヶ窪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	納富 昭弘 nohtomi.akhiro.858@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

今年度の秋季学術大会は、日本診療放射線技師会との合同学術大会となります。大会テーマは、「ゆいまーる ～診療放射線技術の共創～」です。この「ゆいまーる」という言葉は、語源が「ゆい」（結い）と「まーる」（廻る）からきている沖縄の方言で、「ゆい」は結びつきや助け合いを意味し、「まーる」は円や輪を指します。つまり、「結びついて助け合う」という意味合いが込められています。このテーマのもとで、診療放射線技術に関する共通の話題を議論し、互いに前進できる学術大会になることを願っています。

また、計測部会も、放射線技師会の放射線管理士分科会・医療被ばく安全管理委員会とのコラボレーション企画が開催されます。初めての試みですが、さまざまな新しいアイデアや交流が生まれることを楽しみにしています。

皆さんと共に「ゆいまーる」な時間を過ごせることを心待ちにしています！

紀太 千恵子（天理よろづ相談所病院）

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. 32, No. 2, (通巻 64)

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 2024年10月

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