



Journal of the Measurement Division

計測部会誌

Vol.32, No.1, 通巻 63

CONTENTS

○第63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

「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

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

(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

帝京大学 齋藤 祐樹

(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) 丸井 英輔

○入門講座

「放射線計測における不確かさ」

産業技術総合研究所 田中 隆宏

○専門講座

「歯科領域の測定（口内法X線撮影・パノラマX線撮影）」

愛知学院大学歯学部附属病院 後藤 賢一

目次

- 巻頭言 次のフェーズへ
名古屋大学 脳とこころの研究センター 小山 修司・・・ 1
- 第 63 回計測部会
2024 年 4 月 12 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
「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・・・ 2
- 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・・・ 4
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
帝京大学 齋藤 祐樹・・・ 5
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・・・ 7
- 専門部会講座 入門編 (計測部会)
・ 2024 年 4 月 13 日 (土) 8:00～8:45 (414+415 室)
「放射線計測における不確かさ」
産業技術総合研究所 田中 隆宏・・・ 9
- 専門部会講座 専門編 (計測部会)
・ 2024 年 4 月 12 日 (金) 8:00～8:45 (503 室)
「歯科領域の測定 (口内法 X 線撮影・パノラマ X 線撮影)」
愛知学院大学歯学部附属病院 後藤 賢一・・・ 11
- 第 62 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
「これからの診断透視検査における線量管理を考える」
順天堂大学 坂本 肇・・・ 13

シンポジウム

テーマ：「X線透視装置の線量測定」

司会 東京慈恵会医科大学葛飾医療センター 庄司 友和
天理よろづ相談所病院 紀太千恵子

1. Cアーム式IVR用X線装置

九州大学病院 宮崎 仁志・・・18

2. オーバーテーブル式X線透視装置

金沢大学附属病院 能登 公也・・・24

3. アンダーテーブル式X線透視装置の線量測定を考える

東京慈恵会医科大学附属病院 大塚 郭貴・・・29

○ セミナー報告

・第12回簡易線量計作製セミナー

国立がん研究センター東病院 高田 敦子・・・34

・第12回簡易線量計作製セミナー

国家公務員共済組合連合会 広島記念病院 唯間 和博・・・36

・第12回簡易線量計作製セミナー

北里大学 山田 智子・・・37

・第4回サーベイメータ活用セミナー

NTT 東日本関東病院 勝部 祐司・・・38

・第3回診断領域の線量測定基礎 Web セミナー

医建エンジニアリング(株) 鯨岡 恭輔・・・39

○ 2023年度計測分野に関する論文・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 40

○ 2023年度計測分野に関する発表・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 41

○ 2023年度 事業報告・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 46

○ 2024年度 事業計画・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 50

○ 診断領域線量計標準センターご利用案内・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 53

○ 診断領域線量計標準センターご利用基準・一覧・・・・・・・・・・・・・・ 54

○ 入会案内・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 56

○ 編集後記

次のフェーズへ



名古屋大学 脳とこころの研究センター
小山 修司

人工知能が実用のレベルになって、しばらくたちました。自動車や携帯電話、家電製品にもいろいろ応用されているのは、みなさんもお存じの通りです。そして、これもご存じの通り、医療機器にも、いろいろな応用がされています。また、みなさんの研究でも、いろいろな分野やモダリティで研究に使われ、その成果について発表がされてきていると思います。

一般に、人工知能というと、Deep Learning となると思います。そして、Deep Learning を実現するツールには、Sony Neural Network Console, Python ベースの TensorFlow・Keras (等), MATLAB などいろいろあると思います。そして、多くのツールが無料で、そして気軽に使えます。私は古い人間です。昔は、高度なツール、便利なツールはたいてい市販品で、しかも、高額であるのが当たり前でした。また、それらを使いこなすには、相当な知識や努力が必要であったことを思い出します。現在はというと、それぞれのツールの使い勝手は、初心者にとって非常に優しく、また、不明なことがあっても、インターネットでいくらでも情報が得られます。これも、みなさん、ご存じと思いますが、ChatGPT に目的を言葉にしてプログラムコードを求めると、実際に動く実用的なコードを書き出してくれます。

というわけで、みなさんは、すでに高度で良質なツールをいろいろ使えます。もう、使っているという方も大勢おられると思います。そこで、次なるフェーズは、これらを研究のどの部分で、どのように活用するかということになるかだと思います。計測部会は、主に放射線計測を研究する専門部会なので、放射線計測にこれらのツールをいかに活用していくか、これはもうアイデア次第です。さきの Deep Learning は、病変の診断支援や医用画像の画質改善などを得意としているように思いますが、計測での応用はいかがでしょうか。おそらく、いろいろ思いつかれている方もおられるでしょう。私も、通勤の車の中で、よく思いを馳せています。(いまのところ、良いアイデアが浮かんでいないのが現実ですが...)

さて、計測分野でよく使われているツールの代表が、モンテカルロシミュレーションではないかと思います。これは、私も良く使わせていただきました。今後も、モンテカルロシミュレーションに限らず、様々なツールを活用して、より有用で高度な研究を、効率良く行っていければと日々思っている次第であります。

「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

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る。医療分野においては、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す。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する。これらの活動は診療業務と同時に行われ、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のではないだろうか。

診療放射線技師の業務は、画像診断や治療に関する業務に加えて、機器の品質管理や漏洩線量、被ばく線量管理など多岐にわたる。しかしながら、時間や人員の制約がある中で、検査数の増加や放射線業務の複雑化に対応しつつ、これらをスムーズに行うためには効率化が求められる。業務効率向上のためには業務内容を理解した上で、自動化の導入、新しい技術や機器の採用、トレーニングと教育、業務プロセスの最適化、品質管理の強化などが挙げられる。放射線測定業務の重要性は、放射線を利用する上で欠かせないものであり、法定規則で測定が定められている。また放射線測定には測定器の用意、測定法の理解、測定値の取り扱いや解釈が必要である。この講演ではCT検査の被ばく線量シミュレーションを例に取り上げ、放射線測定の効率化に焦点を当てる。線量シミュレーションにはモンテカルロ法を用いる方法がある。CT装置の特性として、CTDI_{air}、Bowtie フィルタ形状、CT 値-密度変換テーブル、被写体となるCT画像を用意することで、線量シミュレーションが可能である。自動化の導入については、現状では線量測定そのものを自動化することは難しいが、CTDI_{air}の測定ではあらかじめ測定シートを作成しておくことで、線量計の測定値を入力するだけでCTDI_{air}の値を算出できる。そしてCTDI_{air}の測定ではCTの寝台がない状態で電離箱をアイソセンタの中心に設置する必要がある。これには治具を用意しておくことで、設置における手間を省けるだけでなく、再現性の高い測定を行うことができる。新しい技術や機器を採用することで効率化できる場合もある。線量シミュレーションでは Central Processing Unit を使用する方法が一般的であったが、

Graphical Processing Unit を用いることで並列計算を行うことができ、短時間でも光子数を確保したシミュレーションが可能になった。得られた線量分布に対して、関心領域を設置し欲しい線量値を求めていく。この際もファントムに対応した関心領域の作成とそれに合わせた計算シートを作成しておくことで、効率的に線量値を推定することができる。トレーニングと教育については、測定の計画書やマニュアルを残しておくことで、別のメンバーと測定を行う際にも方法を簡単に伝えることができる。プロセスの最適化・効率化のためには、無駄のない測定フローの作成が重要である。線量シミュレーションを行うための CT 装置の基礎特性の測定は、CT 装置が多彩な条件設定が可能なことから、全てを網羅しようとする約 6~8 時間かかる。そのため、これまでの測定で得たノウハウを整理し、測定回数や測定間隔を調整して線量シミュレーションの精度が確保できる範囲で各測定を最適化することで、シミュレーション体系の作成までの時間を短縮することができる。最後に品質管理については、線量シミュレーションで得られた値が実測値とどの程度の精度になっているか、つまり測定で得られた CT 装置の特性を反映した値になっているか確認することが目的である。CT では CTDIvol という線量指標があり、それと比較することで比較することができる。また、人体ファントムなどでより臨床に近い条件で線量シミュレーションを行う場合は、人体ファントムで実測した値と比較することで判断することもできる¹⁻³⁾。この場合、ガラス線量計を使用することも多いが、一回当たりにアニールできる線量計の本数やガラス線量計の読み出し機のマガジンに一回にセットできる本数といったハード的な制約もあり、効率は作業者の熟練度に依存する面もある。

放射線計測業務は診療業務を行う上で診療放射線技師の重要な業務である。将来的には人口減少などにより、様々な業務で一層の効率化が求められると予想される。その際も、これまでのノウハウと新しい技術を組み合わせて業務が継続できるよう、私たち診療放射線技師が積極的に行動できることを期待する。

参考文献

1. Fujii K, Nomura K, Muramatsu Y, Takahashi K, Obara S, Akahane K, Satake M. Evaluation of organ doses in adult and paediatric CT examinations based on Monte Carlo simulations and in-phantom dosimetry. Radiat Prot Dosimetry. 2015 Jul;165(1-4):166-71.
2. Fujii K, Nomura K, Muramatsu Y, Obara S, Akahane K, Kusumoto M. Organ Dose Evaluations Based on Monte Carlo Simulation for CT Examinations Using Tube Current Modulation. Radiat Prot Dosimetry. 2017 Apr 28;174(3):387-394.
3. Fujii K, Nomura K, Muramatsu Y, Obara S, Goto T, Akahane K, Ota H, Tsukagoshi S, Kusumoto M. VALIDATION OF MONTE CARLO DOSE CALCULATION FOR PAEDIATRIC CT EXAMINATIONS USING TUBE CURRENT MODULATION BASED ON IN-PHANTOM DOSIMETRY. Radiat Prot Dosimetry. 2018 Dec 1;182(4):508-517.

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

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成り立たないと言っても過言ではない。その中でも CT 装置は多列化が進み、短時間で広範囲の撮影が可能となり、疾患の診断や治療方針の決定に役立っている。その結果、日本は世界の中で最も CT 装置利用台数が多い国となり、検査件数も増大傾向である。

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。例えば医療法では、放射線障害の発生するおそれのある場所に対する漏えい放射線量測定¹⁾や診療用放射線に係る安全管理体制に関する規定²⁾、電離放射線障害防止規則では眼の水晶体の被ばく限度の見直し³⁾、放射性同位元素等の規制に関する法律 (RI 法) では放射線測定器の点検及び校正について⁴⁾、日本産業規格 (JIS) では受入試験や不変性試験⁵⁾、2022 年には JIS T 62985 : X 線 CT 装置におけるサイズ対応 CT 線量 (Size-Specific Dose Estimates)⁶⁾ についてなど多くの規定が存在する。更に、CT 業務を取り巻く外部因子としては、SDGs、働き方改革、ワーク・ライフ・バランス、病院経営などについても意識して業務に取り組まなければならない。しかし日々の業務に追われている中で、これらの項目をすべて実行するのは、多くの時間と人員が必要になる。

だが、これらの各測定法および撮影条件は非常に似た条件下で実施されることが多いため、測定方法の見直しなど検討することで、業務の効率化につながれると考えている。シンポジウムでは、現在の CT 業務を取り巻く環境を中心に医療現場の立場から業務効率向上を目的とした測定法を提案する。

参考文献

- 1) 医療法施行規則 第 30 条の 22 : 放射線障害の発生するおそれのある場所に対する漏えい放射線量測定
- 2) 医療法施行規則 第 1 条の 11 (2020 年) : 診療用放射線に係る安全管理体制に関する規定
- 3) 電離放射線障害防止規則 第 3 条第 3 項並びに第 8 条第 5 項及び第 9 条第 2 項 : 眼の水晶体の被ばく限度の見直し (5 年間で 100mSv かつ 1 年間で 50mSv)
- 4) RI 法施行規則 第 20 条改正 : 放射線測定器については点検及び校正
- 5) JIS Z 4752-3-5:2021 : 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 : 不変性試験—X 線 CT
- 6) JIS T 62985 : 2022 (IEC 62985 : 2019) : X 線 CT 装置におけるサイズ対応 CT 線量 (SSDE) の計算方法

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

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¹⁾。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。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²⁾。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。

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³⁾。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。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。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つずつ丁寧にやるべきだと考えています。

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⁴⁾。CT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。

そして、本企画の本題である測定の効率化に関して、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いるとのこと。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。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⁵⁾。そして、IoTによる見える化が進展しています⁶⁾。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。IEC 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。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重要です。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状態を監視できると考えています。

参考文献

1. 宮蘭忠文, 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.
2. 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.
3. 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.
4. キヤノンメディカル, https://jp.medical.canon/products/xray/xray-tv/beyond/beyond-03_Theme6_2024/0116 ACCESS.
5. 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.
6. 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.

計測部会発表 討論会 前抄録

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
—便利な放射線測定機器の使い方と線量低減などに伴う画質評価の現状—」

**How to use convenient radiation measurement equipment and the current status of image quality
evaluation associated with dose reduction, etc.**

東洋メディック株式会社
丸井 英輔

【はじめに】

2020年に医療法施行規則が改正され、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。また、2020年には改訂版診断参考レベルである DRLs2020 (diagnostic reference level: DRL) が制定された。日本における線量管理の必要性はますます高まっている。

さらに CT やマンモグラフィなどの性能が向上し、撮影方法も煩雑になり、それを評価する日本産業規格 (Japanese Industrial Standards :JIS) の改訂も急ピッチに行われている最中である。

一方で線量計の性能も向上し、“線量”を測定するだけでなく、半導体検出器を用いて管電圧や半価層を測定したり、線量波形を解析したり、エクセルなどに出力したり、様々な情報を提供しており、ユーザーはそれらを便利に活用したり、また面倒な手順もなくデータを管理する事もできる。もはや線量計という枠組みを超えているのではないだろうか。

複雑な設定をしなくてもオート機能なども充実して、線量測定自体は簡便になっているが、撮影方法が複雑になった分、測定方法は煩雑になる一方である。

その様な状況で、今一度基本に立ち返り、測定機器の使い方や便利な使い方をご紹介し、さらにメーカーの立場で基本的な内容だが改めて考えてみると意外に盲点になっている重要な点などをご紹介する。また、お持ちの測定機器を十分に使いこなすためのご提案、測定のポイントや「知りたい情報は自分で確認しよう」という事で、簡易性能評価の方法をご紹介する。

ここでご紹介する内容は、一例であり全ての線量計に該当する内容ではない。各社それぞれのコンセプトのもと、優れた特徴を持ち、当然それを使うユーザーによって最適な線量計は 1 つではない。詳細については各社にご確認頂きたい。

最適な線量を検討する上で不可欠になるのが画質評価である。しかし、モダリティの性能が向上するに従い、その性能を評価する手段が確立されていない。JIS やガイドラインなどで評価できない部分に関しては、独自に海外規格などを参考にパソコンなどによる自動解析を行う施設が増えている。今回は画質評価の各項目の詳細には触れないが、メーカーの立場より画質評価の最近の概要をお伝えする。

目新しい情報はないかもしれないが、モヤモヤがあればそれを払拭し、今までの測定にひと工夫加える事ができれば幸いである。

【便利な使い方】

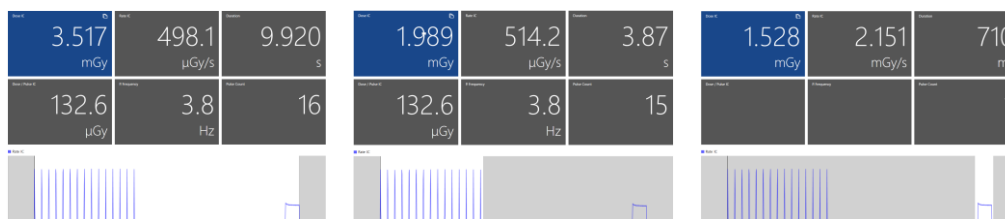


図1

図2

図3

一例としてこの3つの図を見ていただきたい。図1は、2つの撮影を続けて行った図であるが、これを手動でROI (Region of Interest:ROI) を指定する事で2つの撮影としてそれぞれの撮影として積算線量を求める事ができる。

この事からも分かる通り、線量測定した線量がどのような要素を含んでいるのか、誤った測定を行っていないかを確認できると共に、誤った線量が含まれていれば、それを除いた線量を求める事ができる。

【その使い方大丈夫?】

基礎的な事ではあるが、意外と理解されていない事や、測定値に直接影響する事など今さら聞き難い事を紹介する。また線量校正を行い、様々な補正は線量計が自動で行っているからと言って何もなくて良いという訳ではない。線量測定の際に気を付けなければならないポイントや、意外な落とし穴をご紹介し安心して測定できる様な内容について説明を行う。

【簡易性能評価】

線量測定を行う時、メーカーの仕様を確認し使われていると思うが、本当にそれで良いのだろうか?それらの情報はある限られた条件での情報でしかなく、今測定したい条件ではどうなのだろうか?この様な不安を解決するには、「自分で知りたい情報を簡易性能評価」をしてしまおう!という事で、簡易性能評価方法について、いくつかご紹介する。

また、よりスムーズにより精度よく測定を行う上での注意点、どのような事がどの程度測定値に影響するのか?という事についてもご説明する。

【画像評価について】

せっかく性能の良いモダリティをお持ちであれば、その性能を発揮できているのか評価し、またその性能を維持できているのかの確認(不変性試験)が必要になる。パソコンによる画質評価は様々あるが、同じ撮影条件で撮影した画像をパソコンで解析する事により画質評価を定量的(数値)で評価する事ができ、その結果の推移をトレンドグラフで管理する事も可能である。画質評価時のROI(関心領域)の設定も自動で行うため、解析者によるバラツキもない。

「放射線計測における不確かさ」

Uncertainty in radiation dosimetry

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

田中 隆宏

放射線計測に従事されている方は、「誤差」や「不確かさ」といった言葉をご存知だと思います。誤差と不確かさを簡単に言ってしまうと、どちらも測定の結果の信頼性を表す尺度である。誤差は歴史が長く、その定義の明解さもあって、放射線計測を専門としない方も含め、社会に広く浸透している。しかし誤差は、定義の明解さに反して、技術分野や当事者間などで様々な評価方法を採用していたこともあり、しばしば混乱を招く原因となっていた。そのため、測定の結果の信頼性を定量的に表すための国際的なルール¹⁾が提案され、その中で導入されたのが、不確かさである。ここで、誤差と不確かさのそれぞれの定義を確認しておく。

誤差²⁾： 測定値から真値を引いた値

不確かさ¹⁾： 測定の結果に付随した、合理的に測定対象量に結び付けられ得る値のばらつきを特徴づけるパラメータ

両者の定義を見比べて、不確かさは難解という印象を持たれる方が多いのではないかと思います。ここでは、誤差と不確かさの相違点(共通点)から、不確かさについて概説する。

誤差と不確かさの違いとして引き合いに出されるのが、真値(真の値)の存在である。真値は不可知であるため、厳密な意味では誤差も不可知となる(なお、曖昧さを避けるため、不確かさの定義には不可知である真値は含まれていない)。では、実際の誤差評価において、真値の存在を意識することはあるだろうか。大雑把に言ってしまうと、誤差評価において、繰返し測定で得られた一連の結果から平均値と標準偏差を求め、平均値を最終的な結果、標準偏差を誤差として扱うことは少なくないと思われる。このような誤差評価においては、真値は必要にならないこともあり、真値の存在を認識することはほぼ無いであろう(これが誤差評価として正しいかの議論は横に置いておく)。そのため、真値の有無による不確かさの説明では疑問が解消されないのではないかと思います。

しかしながら、このように、測定値に付随するばらつきの度合を表す標準偏差として誤差を捉えることは、不確かさの理解とは無関係ではなく、誤差と不確かさに共通する部分であると言える。前述のような、いわゆる偶然誤差を扱うための統計的な手法は、不確かさ評価でも用いられており、タイプAの不確かさ評価と呼ばれている。

誤差と不確かさとの大きな違いは、不確かさ評価には、統計的な手法以外による評価(タイプBの不確かさ評価)があることであり、これが不確かさを理解する上で最初の課題になっているのではないかと思います。しかし、よく考えてみると、測定の結果には、測定器自身が持つ不

確かさ（線量計の校正定数の不確かさ）や換算係数（空気カーマから線量当量への換算係数）の不確かさなど、繰返し測定では分からない様々な原因によるばらつきも含まれているはずである。このような測定の結果のばらつきとなる要因をあげ、それらを合成することによって測定の結果のばらつきを数値化したものが不確かさである。当然、誤差評価でも、偶然誤差の他にも系統誤差があり、繰返し測定では現れない誤差を評価することもある（偶然誤差がタイプ A、系統誤差がタイプ B、というのは必ずしも正しくはない）。しかし、誤差評価では、偶然誤差と系統誤差の合成方法が様々であるため、定義の明解さとは裏腹に、誤差の意味が明確にならず、以降の解析等で誤差を活用することが難しい。それに対して、不確かさは国際的なルールに則って評価するため、技術分野を横断して広く共通して使うことや、測定の結果の信頼性の証明にも使うことができる。また、不確かさ評価では、不確かさの要因を列挙して個別に評価するため、不確かさの原因追及や改善も可能となる。

ここまで、誤差との相違点（共通点）から不確かさの大まかな説明を行ってきた。講演では、タイプ A とタイプ B の不確かさ評価や、各要因の不確かさを合成するまでの不確かさ評価の一連の流れなどを、もう少し詳しい説明を行う。また、併せて、放射線の線量測定での不確かさ評価で迷うことが多いポイント（例えば、日にちを変えて測定したデータの不確かさの評価や、散乱線の不確かさの評価など）も解説する予定である。

参考文献

- 1) ISO/IEC Guide 98-3: 2008 (GUM) , Uncertainty of measurement-Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement.
- 2) 日本規格協会, JIS Z8103 計測用語, 2019.

「歯科領域の線量測定 (口内法 X 線撮影・パノラマ X 線撮影)」

Dosimetry in intraoral and panoramic radiography

愛知学院大学歯学部附属病院

後藤 賢一

歯科領域における代表的な X 線撮影として、口内法 X 線撮影とパノラマ X 線撮影が挙げられる。口内法 X 線撮影はフィルムあるいはイメージングプレート等の検出器を直接口腔内に挿入し撮影するもので、空間分解能が高く歯・歯周組織の診断に用いられる。パノラマ X 線撮影はスリット状の X 線束を用いた回転断層撮影であり、歯・顎骨を総覧的に観察できる。ともに多くの歯科医療施設で用いられており、歯科領域においては頻度の高い撮影である。

2020 年版の日本の診断参考レベル (diagnostic reference level: DRL) においては、口内法 X 線撮影では入射空気カーマ (incident air kerma: K_{ai})、パノラマ X 線撮影では面積空気カーマ積算値 (air kerma-area product, P_{KA}) および線量-幅積 (dose-width product: DWP) で DRL 値が設定されている。これらの線量測定法を中心に解説する。

・口内法 X 線撮影

入射空気カーマ (K_{ai}) は患者の背面散乱を含まないコーン先端での空中空気カーマであり、検出器前面にのみ有効感度を持つ半導体線量計等を使用するのが簡易である。コーン先端中央に線量計を配置して測定を行う (図 1)。



図 1 測定配置図

・パノラマ X 線撮影

X 線検出器前面または二次スリット前面において空気カーマを測定する (図 2)。DRL 設定のための多施設調査の際は放射線着色フィルムが使用されたが、半導体線量計、光刺激ルミネセンス (optically stimulated luminescence: OSL) 線量計、CT 用電離箱線量計、および面積線量計等でも測定が可能である。半導体線量計を用いる場合は線量計の有効感度領域全体に X 線が照射されるよう配置する。多くのパノラマ装置で X 線束の幅は 4 mm 程度であり、位置づけは正確に行う必要がある。

測定されたポイントの空気カーマに、同部における X 線束の幅を乗じた値が線量一幅積 (DWP) であり、X 線束の面積を乗じた値が面積空気カーマ積算値 (P_{KA}) である。X 線束の幅と面積は、二次スリットの前面にフィルムやイメージングプレート等を配置して得られた画像のプロファイルの半値幅を計測することにより得られる (図 3)。

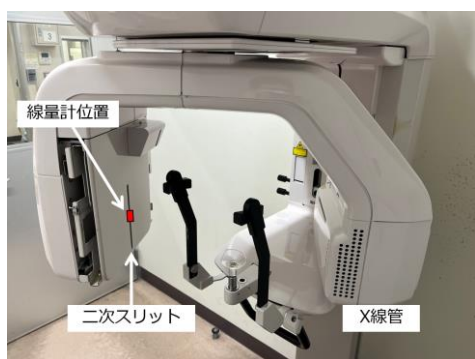


図 2 測定配置図

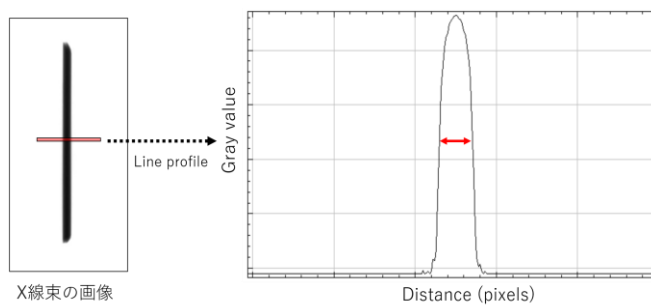


図 3 X 線束の幅

参考文献

J-RIME 日本の診断参考レベル (2020 年版)

http://www.radher.jp/J-RIME/report/JapanDRL2020_jp.pdf

「診断透視検査における線量管理を考える」

Considering dose management in diagnostic fluoroscopy

順天堂大学保健医療学部 診療放射線学科

坂本 肇

1. はじめに

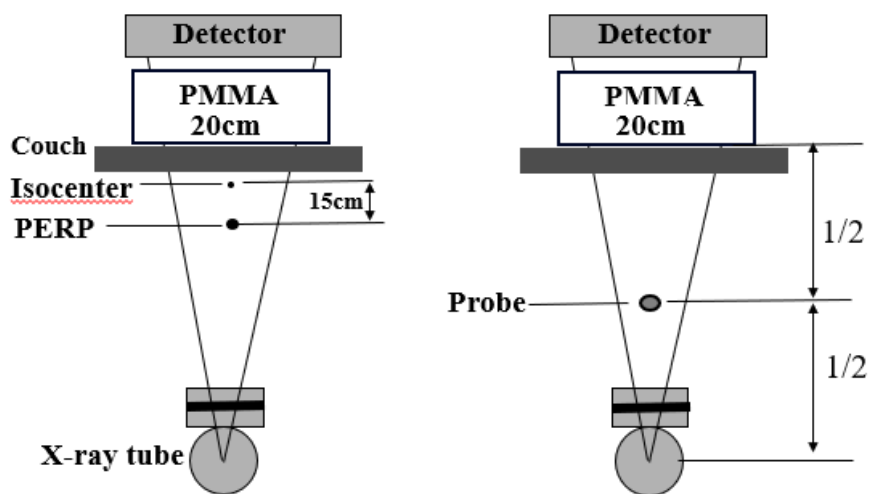
X線透視を利用した診療は、診断から治療への応用など幅広く臨床現場で活用されている。特に、血管撮影・IVR (interventional radiology) 領域、非血管系での内視鏡を利用した逆行性胆管膵管造影などでは手技の高度化・複雑化に伴い、透視時間が長く撮影回数も増え、皮膚の組織反応（確定的影響）が発生する事例が報告されている^{1,2)}。また、循環器用 X線透視診断装置では、医療法施行規則の一部が改正され医療放射線に係わる安全管理のために線量管理と線量記録の実施が義務化された³⁾。X線透視検査における線量の記録を行い、その記録を基に線量管理を行う場合、記録される装置表示線量の精度管理が重要となる。装置に表示される線量は JIS Z 4751-2-54 「撮影・透視用 X線装置-基礎安全及び基本性能」に評価方法および表示値精度 ($\pm 35\%$) が記載されているが⁴⁾、これは装置出荷時の表示値の精度であり現状の使用されている装置での表示精度を確認する必要がある。

2. 日常的な X線透視検査における線量管理

日常的な X線透視検査における線量管理は医療用放射線に係る安全管理が重要となり、診断参考レベル (diagnostic reference level : DRL) を活用した線量管理による放射線防護の最適化が求められる。日本の DRL は「日本の診断参考レベル (2020 年版)」(Japan DRLs2020)⁵⁾ が報告されており、X線透視検査に関わる領域として血管撮影・IVR 領域と診断透視領域があり、DRL 量として基準点における空気カーマ (Ka,r) [mGy] ならびに面積空気カーマ積算値 (P_{KA}) [$Gy \cdot cm^2$] が採用されている。ここでの基準点における空気カーマ (Ka,r) は装置に表示される線量であり、JIS Z 4751-2-54 で規定されている。

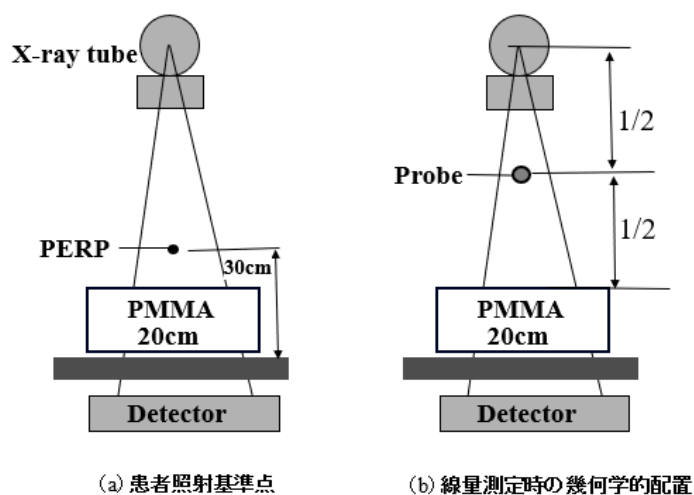
X線透視装置での基準点は患者照射基準点 (patient entrance reference point : PERP) と呼ばれ、装置により以下の位置となる。

- 1) C アーム式 X線装置：アイソセンタから焦点方向へ 15 cm
 - 2) X線源装置が患者支持器の上にあるオーバーテーブル装置：患者支持器から 30 cm 上
 - 3) X線源装置が患者支持器の下にあるアンダーテーブル線装置：患者支持器から 1 cm 上
- 各形式の X線透視装置での装置表示線量は、患者照射基準点での自由空気中の空気カーマが表示され、その線量を記録し線量管理を行うことから、使用装置の表示線量精度を把握することが必要となり、JIS Z 4751-2-54 で測定方法が規定され、図 1 に C アーム式 X線装置、図 2 にオーバーテーブル装置での患者照射基準点と測定位置を示す。



(a) 患者照射基準点 (b) 線量測定時の幾何学的配置

図 1 Cアーム式 X 線装置



(a) 患者照射基準点 (b) 線量測定時の幾何学的配置

図 2 オーバーテーブル式 X 線装置

図 1, 図 2 より装置が表示する患者照射基準点位置の空気カーマと測定する位置 (図の Probe) が異なるなど, 線量測定方法が煩雑である. この原因は図 1 (b), 図 2 (b) の測定時の幾何学的配置から分かるように, 被写体として用いている PMMA からの散乱 X 線が影響しないように測定するためである. JIS Z 4751-2-54 で規定されている装置表示線量値について表 1 に示す. 表 1 より, 装置に表示される線量は基準位置となる患者照射基準点での空気中の空気カーマで散乱 X 線の影響を受けない線量であり, 表示した値から $\pm 35\%$ 以内の誤差範囲で表示しなければならない.

- ・基準空気カーマ率の値を、透視中に毎分当たりミリグレイ (mGy/min) の単位とともに表示しなければならない。
- ・X 線透視及び X 線撮影の結果による累積基準空気カーマの値を (mGy) の単位にて、負荷の中断時又は終了後、5 秒以内に表示する。
- ・基準空気カーマ率及び累積基準空気カーマは、6 mGy/min 以上、及び 100 mGy 以上の範囲においてそれぞれの表示した値から±35%を超えてはならない。
- ・基準空気カーマ率及び累積基準空気カーマの表示値は、測定値又は計算値でもよい。
- ・X 線撮影に起因する累積面積線量の表示を提供しなければならない。
- ・面積線量は、測定又は計算でもよい。値は、SI 単位 (接頭語) によるグレイ・平方メートル (Gy・m²) で表現する。
- ・5 μGy・m² 以上の累積面積線量の値の表示の総合的な不確か率は、35%を超えてはならない。

表 1 JIS Z4751-2-54 (2021) 203.6.4.5 線量測定値の表示

オーバーテーブル式 X 線装置において、患者照射基準点位置へ指頭型電離箱線量計 (6cc プローブ ACCU-GOLD2 : Radical 社製) と半導体線量計 (Ray Safe X2 : Unfors RaySafe 社製) を配置し、被写体として PMMA を 30~0cm と変化させ線量測定を行った結果を図 3 に示す。

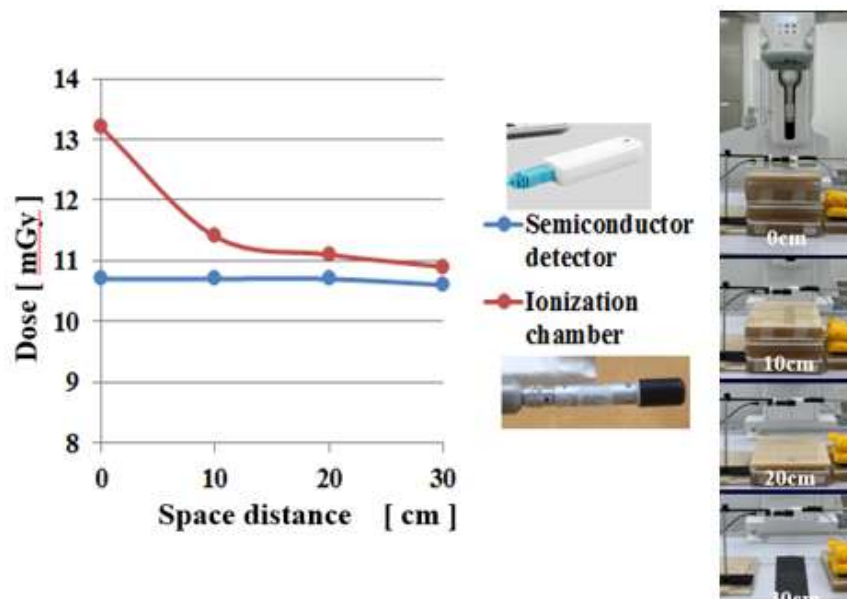


図 3 オーバーテーブル式 X 線装置での線量測定

図 3 より、指頭型電離箱線量計を用いた測定においては PMMA からの後方散乱 X 線の影響により入射線量に変化が表れているが、一方で半導体線量計を用いた線量測定においては PMMA からの後方散乱 X 線の影響を受けない状態にて空気カーマが測定できることが分かる。線量計の選択により、基準点位置に線量計を配置して簡便で精度が担保されている測定を行うことが可能である。

3. 線量表示に用いられる面積線量計の特性について

装置に表示される基準空気カーマ ($K_{a,r}$) は、X線管コリメータ内に装備され面積線量計を基に算出される装置と X線出力から計算される装置があり、表 1 で示す通りどちらの装置も認められており、面積線量計を搭載しない装置は面積空気カーマ積算値 (P_{KA}) も計算によって求められている。

図 4 に面積線量計が搭載されている装置 (a) と搭載されていない装置 (b) を示し、図 5 に両装置での線質特性について基準空気カーマ (a) と面積空気カーマ積算値 (b) を示す。



図 4 面積線量計の装備

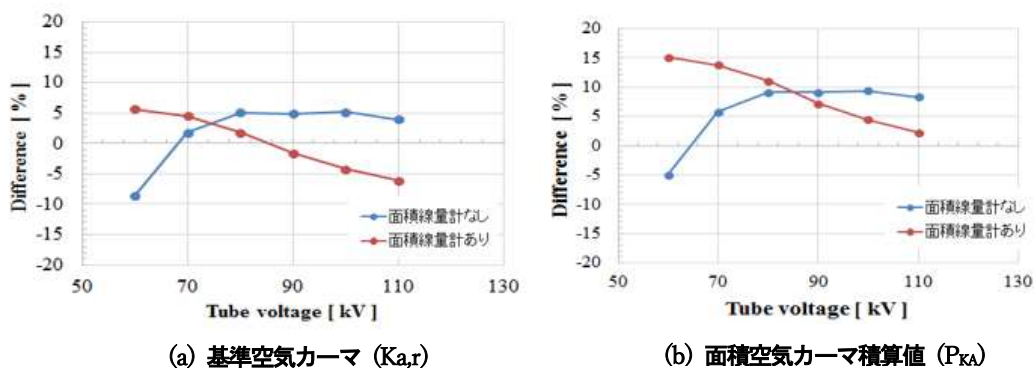


図 5 装置表示線量の線質特性

図 5 (a) より面積線量計から算出される基準空気カーマは面積線量計の基本特性による誤差を含むことが考えられる。面積線量計は電離箱線量計の一種であるが、形状が大型の平行平板型であるため通常の電離箱線量計とは基本特性⁹⁾が異なる。線量特性、線量率特性は良好であるが、形状が大きな平行平板型の面積線量計は線量計自体での X線吸収が大きく線質依存性が大きな線量計であり、低管電圧側において表示線量は高値になる傾向があることに注意が必要である。また、面積線量計が搭載されていない装置の場合には低管電圧において誤差が大きく、照射野が小さいときにも誤差が大きい結果となった。

4. 線量管理に重要となる診断参考レベル

医療被ばくでは医療法施行規則の一部改正省令（医政発 0312 第7号）により，医療放射線による医療被ばくに係わる安全管理の体制が強化された．特に，循環器用 X 線透視診断装置は線量管理と線量記録が義務化され，診断用透視装置においても線量管理が重要とされている．医療放射線の線量管理には診断参考レベルが用いられ，現状においては DRLs2020 が活用されている⁵⁾．循環器用 X 線透視診断装置と診断用透視装置においては，装置に表示される患者照射基準点位置の基準空気カーマ (Ka,r) と面積空気カーマ積算値 (P_{KA}) が DRL 量として利用されていることから，表示線量の精度管理と維持，表示線量の特徴を理解し線量記録を行い，最適化を目指した線量管理が重要になると考えられる．

5. 装置表示線量値の臨床利用

装置表示値は臨床における装置からの出力線量を示している．このため，表示値を利用して患者皮膚線量を推定する方法が行われている．現在の血管撮影装置では，装置に表示される線量や C アーム・テーブルの位置情報を基にリアルタイムで患者皮膚線量が表示される装置が利用されている．また，表示される装置出力線量値を有効に活用し術者の被ばく線量を推定する試みも報告されている^{7,8)}．

本講演では，日常的な線量管理に必要な線量測定法と問題点，線量表示に用いられている基準空気カーマ (Ka,r) と面積空気カーマ積算値 (P_{KA}) の特性，線量管理に重要となる診断参考レベルと装置表示線量との関係，装置表示線量値の臨床利用などについて述べた．

参考文献

- 1) Koenig TR, et al : Skin injuries from fluoroscopically guided procedures : Part 1, Characteristics of radiation injury. AJR 177 : 3-11 , (2001)
- 2) Stephen B, et al : Fluoroscopically Guided Interventional Procedures: A Review of Radiation Effects on Patients' Skin and Hair. Radiology,254,326-341, (2010)
- 3) 厚生労働省. 医療法施行規則の一部を改正する省令の施行等について，厚生労働省令第 21 号（平成 31 年（2019 年）3 月 11 日）
- 4) JIS Z 4751-2-54: 2021. 医療用電気機器-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. 2021
- 5) 日本の診断参考レベル（2020 年版）(Japan DRLs 2020), 医療被ばく研究情報ネットワーク (J-RIME) ホームページ (http://www.radher.jp/J-RIME/report/JapanDRL2020_jp_1st_revise.pdf)
- 6) 坂本 肇, 他 : 面積線量計による患者被曝管理の検討. 日放技学誌 2000;56(10):1256-1265.
- 7) 坂本 肇, 他 : 面積線量計による術者被曝線量推定に関する検討. 日放技学誌 2006;62(7): 951-960.
- 8) 坂本 肇, 他 : 血管撮影時における術者手指被曝線量低減方法に関する検討. 日放技学誌 2009;65(1) : 25-34.

テーマ：X線透視装置の線量測定

「Cアーム式IVR用X線装置における線量管理を考える」

Considering dose management in c-arm X-ray equipment for interventional procedures

九州大学病院医療技術部放射線部門

宮崎 仁志

1. はじめに

Interventional radiology (IVR) は、画像下治療と訳され、X線透視やX線CTなどのイメージガイド下に、カテーテルや針などを用いた治療の総称であり、vascular (血管系) IVR と nonvascular (非血管系) IVR に分類される。一般に、血管形成術や血管塞栓術などの vascular IVR にはアンダーテーブルX線管型透視装置、膿瘍ドレナージや消化管領域などの Nonvascular IVR にはオーバーテーブルX線管型透視装置が使用されている。IVR は外科手術に比べて低侵襲な治療であることに加えて、外科手術と同等の治療成績が期待できることから、その件数は増加している。一方で、1993年ごろから vascular IVR による放射線皮膚障害が報告されるようになった。このような放射線による組織反応(確定的影響)の発生を防止するためには、術中の患者被ばく線量をモニタリングすることが重要である。

本稿では、はじめに患者照射基準点や面積線量計について整理し、続いて入射表面線量測定と入射皮膚線量測定について解説した。そして、最後にCアーム式IVR用X線装置の線量測定と線量管理について今後の展望と課題について述べた。

2. 患者照射基準点

IVR 領域の線量測定では、患者照射基準点 (patient entrance reference point; PERP) の理解が必須である。患者照射基準点は、成人の心臓カテーテル検査での代表的な皮膚位置であり、アイソセンタを持つシステムにおいて、アイソセンタからX線管焦点側へ15 cmの点である(図1の左)。以前はIVR基準点と言われていたが、名称が変更になった。患者照射基準点の線量を測定することによって、患者の入射皮膚線量を推定することが可能となる。

また、JIS Z 4751-2-4において、vascular IVR で使用されるCアーム型IVR用X線装置では、前述の通りだが、nonvascular IVR で使用されるシステムでは次のように定義されている(図1の中央と右)¹⁾。

- X線源装置が患者支持器の下にあるIVR用X線装置では患者指示器の1cm上
 - X線源装置が患者支持器の上にあるIVR用X線装置では患者指示器の30cm上
- システムによって患者照射基準点は指すポイントが異なるため、注意が必要である。

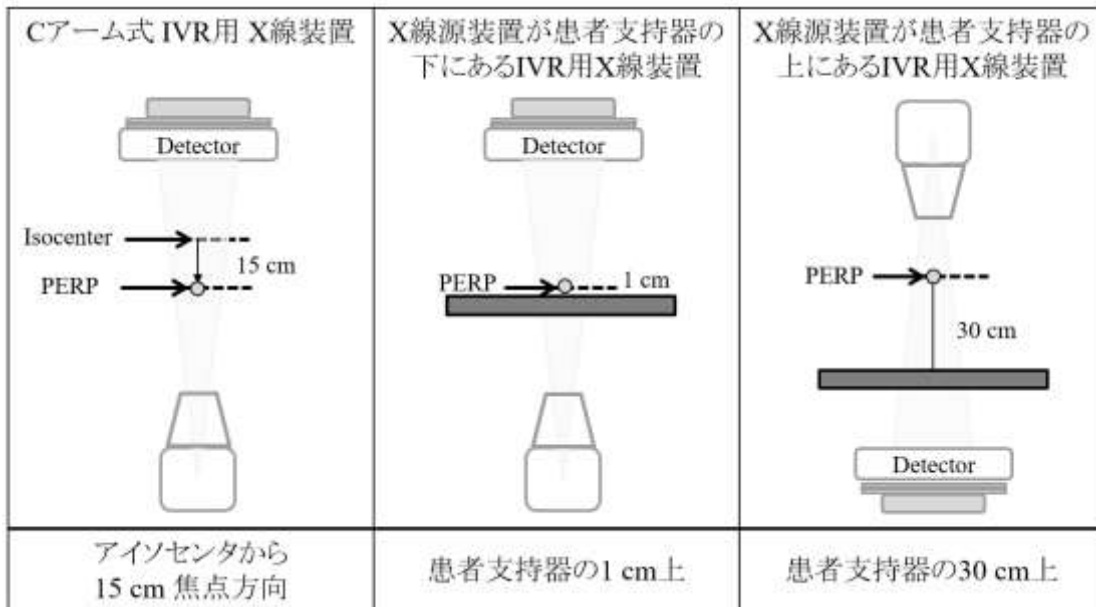


図 1. システムによる患者照射基準点の示すポイントの違い

3. 面積線量計

面積線量計は大型の平行平板型の電離箱線量計であり、X線管の可動絞りの射出側に装着されている。面積空気カーマ積算値 (P_{KA}) を計測し、患者照射基準点における照射野の面積にて除することによって、基準空気カーマ (K_{ar}) を算出している。IVR用X線装置には基準空気カーマが表示されており、その表示値もJIS (Japanese Industrial Standards) によって規定されている¹⁾。なお、表示に関しては実測、又は計算でもよいことになっており、面積線量計が未装着のIVR用X線装置もある。照射中は基準空気カーマ率 (mGy/min) を表示し、未照射時は透視と撮影の空気カーマの合計の積算基準空気カーマ (mGy) を表示することになっている。表示精度の許容誤差は $\pm 50\%$ (2000年規格) から以下の通り、 $\pm 35\%$ (2010年規格) へと精度が向上した。

- 基準空気カーマは 6 mGy/min, 100 mGy 以上で、 $\pm 35\%$ の誤差を超えてはならない。
- 面積線量は $2.5 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$ 以上の積算面積線量の誤差は 35%を超えてはならない。

自施設の面積線量計が正しい線量を表示しているか確認する必要がある。ユーザーにて施行可能な方法が、JISZ4751-2-43の線量情報の試験という項目に記載されており、そちらを参照していただきたい¹⁾。

当院のCアーム式IVR用X線装置 (Artis Q zen (Siemens社製)) に搭載されている面積線量計の示す基準空気カーマの校正定数を求めた結果を示す (図2)。設定可能な対角 field of view (FOV) 毎 (16, 20, 26, 32, 39 cm) に校正定数を求めると、それぞれ校正定数が異なることがわかった。また、対角 FOV が大きくなるほど、校正定数が 1 に近づく傾向を示した。当装置の面積線量計の校正定数は 1 を下回っているため、線量を高めに表示していることになる。以上の結果より、校正定数は装置にて設定可能な FOV 毎に求めることが必要だと考える。

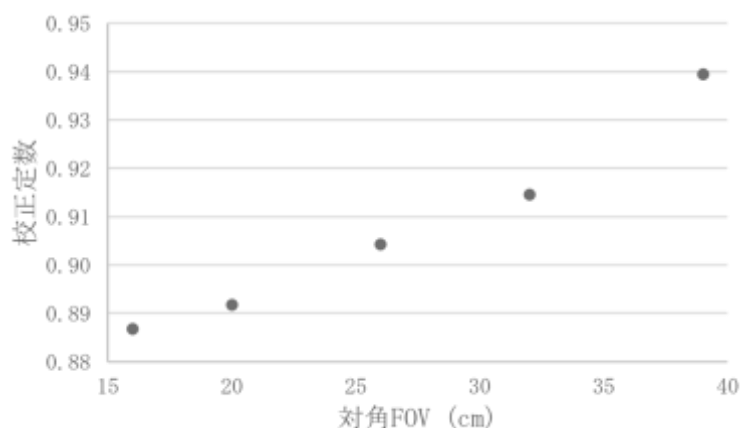


図2. 面積線量計の示す基準空気カーマの校正定数

4. 入射表面線量測定

入射表面線量 (K_{ae}) は DRLs2020 での IVR 領域の線量指標であり、被写体の X 線入射面での後方散乱を含んだ空気カーマを測定する²⁾。実際の測定は以下の通りである。

- ① 焦点検出器間距離を 100 cm にする。
- ② リファレンス線量計のプローブを患者照射基準点に配置する。
- ③ 被写体となる PMMA20 cm をプローブの直上に配置する。
- ④ リファレンス線量計から得られた測定値 M に校正定数と大気補正係数を乗じる。

半導体検出器にて測定した場合は、検出部の前面以外が遮蔽されているため、後方散乱線の測定ができない。そのため、後方散乱係数を 1.3~1.4 として、測定値へ乗じる。また、半導体線量計を患者照射基準点にセットする際は、自動露出機構の外へ検出部を配置する。これは、関心領域内へ入ると自己吸収により透視条件が高くなり、測定線量も高値を示すためである。

5. 装置表示値 (基準空気カーマ) から入射皮膚線量の推定³⁾

IVR 用 X 線装置表示値の基準空気カーマ (K_{ar}) と polymethyl methacrylate (PMMA) ファントム 20 cm を用いて、リファレンス線量計により求めた入射皮膚線量 ($D_{skin,phantom}$) を比較し、変換係数 (transformation factor; TF) を求めておくことにより、簡便に入射皮膚線量を推定することができる。 TF は装置表示線量の補正、検査テーブルの影響、後方散乱線の影響、皮膚吸収線量への変換、距離補正を含んだ係数である。 TF の求め方は以下のとおりである。

臨床に則した幾何学的配置にて、ファントムとリファレンス線量計を用いて、以下の式にて、入射表面線量 K_{ae} を求める。

$$K_{a,e} = M_{ref} \times N_{ref} \times k_{TP}$$

M_{ref} : リファレンス線量計の測定値

N_{ref} : リファレンス線量計の校正定数

k_{TP} : 大気補正係数

補正した入射表面線量 $K_{a,e}$ は空気カーマなので、皮膚吸収線量に変換するため、質量エネルギー吸収係数比 (1.06) を乗じて入射皮膚線量 ($D_{\text{skin,phantom}}$) を求める。

$$D_{\text{skin,phantom}} = K_{a,e} \times \frac{(\mu_{\text{en}}/\rho)_{\text{tissue}}}{(\mu_{\text{en}}/\rho)_{\text{air}}} \\ = K_{a,e} \times 1.06$$

ファントムを用いて求めた入射皮膚線量 ($D_{\text{skin,phantom}}$) を装置表示値 $K_{a,r}$ で除することによって、 TF を求める。

$$TF = D_{\text{skin,phantom}}/K_{a,r}$$

繰り返しになるが、臨床では装置表示値 $K_{a,r}$ に、ファントムを用いて求めた TF を乗じて入射皮膚線量 (D_{skin}) を算出することができる。

$$D_{\text{skin}} = K_{a,r} \times TF$$

当院の C アーム式 IVR 用 X 線装置 (Artis Q zen (Siemens 社製)) にて TF を求めた (図 3)。幾何学的配置は source to detector distance (SDD) を 100 cm, PMMA 厚を 20 cm, 対角 FOV を設定可能な 16, 20, 26, 32, 39 cm とし、リファレンス線量計を PERP に配置した。対角 FOV 毎に TF を求めると、それぞれ TF の値が異なることがわかった。また、対角 FOV が大きくなるほど、 TF が高くなる傾向を示した。これは対角 FOV の増加に伴って、後方散乱係数の上昇が関与したためだと考える。以上の結果から、 TF を求める際は、校正定数の場合と同様に、装置にて設定可能な FOV 毎に求めることが必要だと考える。

当装置において経皮的冠動脈形成術では対角 FOV を 20 cm に設定しておこなうため、装置表示値に 0.99 を乗じた値が総入射皮膚線量になる。また、不整脈に対するアブレーションでは対角 FOV を 32 cm に設定しておこなうため、装置表示値に 1.24 を乗じた値が総入射皮膚線量になる。

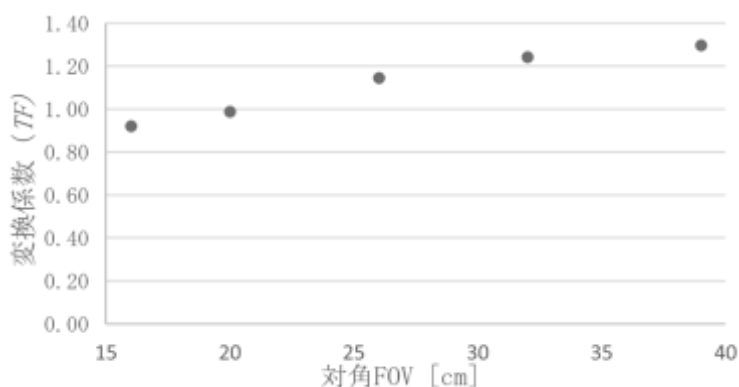


図 3. FOV の違いによる TF の変化

当手法は簡便で有用であるが、いくつか注意すべき点がある。PERP を想定して求めた入射皮膚線量は代表的な値を表すため、基準軸上の他の点では、過小または過大評価する。また、 K_{ar} から推定した線量は、総入射皮膚線量となり、最大皮膚線量とは異なる。さらに、入射皮膚線量への TF は、 FOV や焦点皮膚間距離が一定の場合に適応され、 IVR ではそれらが一定になることは少ない。

6. 今後の展望と課題

① 皮膚線量マッピング (skin dose mapping)

患者線量の管理に直接利用できる指標は積算基準空気カーマだが、最大皮膚線量の推定には限界があり、最大皮膚線量を 50%ほど多く見積もっている⁴⁾。Radiation dose structured report (RDSR) を用いて皮膚線量を評価する方法も存在するが、ポストプロセスとなり、リアルタイム性に欠ける問題点がある。国際電気標準会議 (International Electrotechnical Commission; IEC) は皮膚線量マッピングの重要性を述べており⁵⁾、メーカー毎に皮膚線量マッピングシステムを構築し、リアルタイムに最大皮膚線量を管理することが求められている⁶⁾。本稿執筆時、本邦において利用可能なメーカーは限られているが、今後すべての C アーム式 IVR 用 X 線装置に皮膚線量マッピングシステムの搭載が規格化され、患者の皮膚線量管理に活用されることが望まれる。

② DICOM-Patient RDSR

DICOM (digital imaging and communications in medicine) WG28 では DICOM-Patient RDSR の概念について報告があり⁷⁾、近い将来、放射線検査毎の臓器線量を算出し、個々の患者の臓器線量の包括的な管理が標準化されることが予想されることから、様々な検査における臓器線量の評価は重要となる。 IVR 領域においても入射皮膚線量だけでなく、臓器線量の評価が必要になる可能性があり、その評価方法の確立が望まれる。

③ 回転撮影による患者の線量管理

C アーム式 IVR 用 X 線装置を用いた回転撮影は、病変の診断や治療時のワーキングアングルの決定、血管径や病変のサイジングなどの治療計画に大変有用な撮影法である。回転撮影には、血管の描出を目的とした 3D-DSA (digital subtraction angiography) や脳組織や出血の有無を評価する CBCT (cone beam computed tomography) がある。

特に頭部領域にて頻回に撮影されているが、回転撮影における患者線量のモニタリングの分野は、multi detector computed tomography (MDCT) と比べて遅れており、回転撮影による皮膚線量や臓器線量を評価する方法は確立されていないのが現状である。また、C アーム式 IVR 用 X 線装置の回転撮影は、自動露出機構 (auto exposure control: AEC) にて撮影条件を決定しているため、放射線治療や歯科領域の回転撮影に比べて線量評価が複雑となる。

ICRP publication 129 においても、CBCT では線量測定の詳細な標準化がなされていないことを

問題点として挙げており，CBCTのための diagnostic reference level (DRL) を確立する必要があると指摘している⁸⁾。今後，この分野の研究の活発化に期待し，回転撮影による患者の線量評価法の確立を望む。

7. おわりに

Cアーム式IVR用X線装置における線量管理の現状や今後の展望と課題について述べた。皆様の施設での線量測定，管理の一助となれば幸いである。

参考文献

- 1) JISZ4751-2-43:2012 IVR用X線装置—基礎安全及び基本性能
- 2) 診断参考レベル運用マニュアル (改訂第2版)
- 3) 根岸徹, 他. 第5章 血管撮影 (IVR) 領域の線量測定. 診断X線領域における吸収線量の標準測定法. オーム社, 東京, 2017 : 97–116
- 4) Miller DL, Balter S, Cole PE, et al. Radiation doses in interventional radiology procedures: the RAD-IR study: part II: skin dose. J Vasc Interv Radiol. 2003; 14: 977–990.
- 5) International Electrotechnical Commission (IEC). Medical Electrical Equipment-Part 2–43: Particular Requirements for the Basic Safety and Essential Performance of X-ray Equipment for Interventional Procedures Report 60601-2-43:2010/A2:2019. Geneva (Switzerland): International Electrotechnical Commission; 2019.
- 6) Andersson, Jonas, et al. "Estimation of patient skin dose in fluoroscopy: summary of a joint report by AAPM TG357 and EFOMP." Medical Physics 48.7 (2021): e671-e696.
- 7) Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) Supplement 191 :Patient Radiation Dose Structured Report (P-RDSR)
https://www.dicomstandard.org/docs/librariesprovider2/dicomdocuments/news/ftsup/docs/sups/sup191.pdf?sfvrsn=4cccbffa_2 (Accessed 2024.1.8).
- 8) Rehani, M. M., et al. "ICRP publication 129: Radiological protection in cone beam computed tomography (CBCT)." Annals of the ICRP 44.1 (2015): 7-127

テーマ： X線透視装置の線量測定

「オーバーテーブル式 X線透視装置」

Over couch type X-ray fluoroscopic system

金沢大学附属病院
能登 公也

本シンポジウムではオーバーテーブル式 X線透視装置の線量管理について、「装置に表示される線量」、「表示値の精度確認のための計測方法と測定例」、「皮膚線量の推定例」について講演した。本項ではその内容について簡単に紹介する。

1. 装置に表示される線量

日本の診断参考レベル 2020 版 (diagnostic reference level: DRL)¹⁾ では、診断透視の DRL 量として、基準空気カーマ (K_{ar})、面積空気カーマ積算値 (P_{KA})、透視時間 (m)、撮影回数が定義されている。X線透視装置 (TV 装置) ではこれらを指標として線量管理をすることになる。 K_{ar} は患者照射基準点における後方散乱を含まない空気カーマであり JIS Z 4751-2-54²⁾ で定義されている。 P_{KA} は空気カーマに面積を乗じた線量である。JIS Z 4751-2-54 では、局所的な組織反応を引き起こす皮膚線量のリスクに対する注意を取扱説明書に記載することを求めており、装置には基準空気カーマ (率)、面積空気カーマ積算値が表示される。また表示された線量の精度が許容される場合、線量は実測ではなく計算によって決定しても良いとされている。表示線量が実測値なのか、計算値なのかについては、メーカー毎や同一メーカーでも装置によって異なることがあるため、自施設の表示値がどちらの方式なのかを把握することが重要である。当院では 3 台の TV 装置を保有しており、面積線量計を実装している装置が 1 台、計算値が 2 台である。装置外観と線量表示部の例を図 1 に示す。



図1 X線TV装置の外観と線量表示部

2. 表示値の精度確認のための計測方法と測定例

オーバーテーブル式 X 線透視装置の患者照射基準点は患者支持器から 30 cm 上と定義されている (図 2²⁾). 装置に表示される $K_{a,r}$ はこの位置での後方散乱を含まない空気カーマである. JIS Z 4751-2-54 では表示される線量情報の試験方法 (以下, JIS 法) が示されており, 測定ジオメトリは以下の通りである. 一辺が 25 cm 以上の長方形で厚さ 20 cm のポリメタクリル酸メチル樹脂 (PMMA) 製ファントムを用いる. 線量計は照射

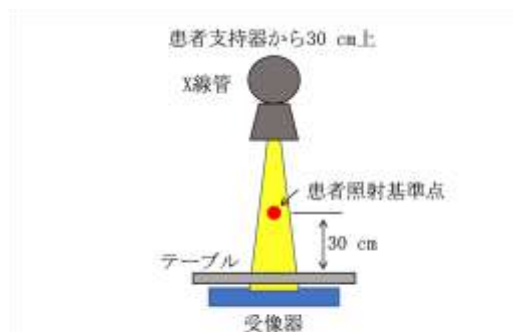


図2 オーバーテーブル式装置の患者照射基準点

野の 80% を超えない十分に小さい検出器のものを使用する. 焦点受像器間距離を最小に合わせる. 検出器を次のいずれかの点に配置する. ①患者照射基準点 (測定器とファントムとの間に少なくとも 20 cm の距離がある場合), ②焦点とファントムの入射面との中間. オーバーテーブル式では, 患者照射基準点はテーブルより 30 cm 上であり, PMMA を 20 cm 配置すると患者照射基準点とファントムとの距離が 10 cm となるため, 線量計の配置は②となる. JIS 法の測定配置と実際の配置風景および電離箱線量計を用いた測定時の $K_{a,r}$ の計算式を図 3 に示す.

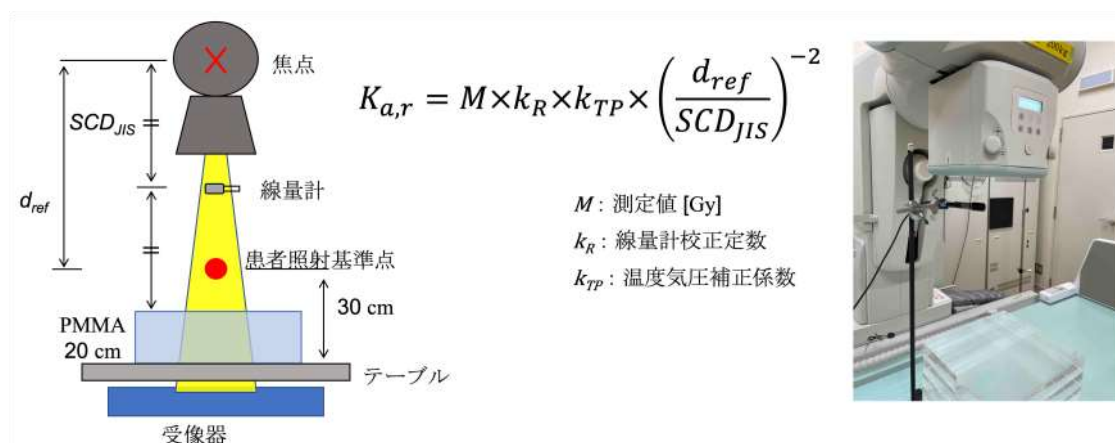
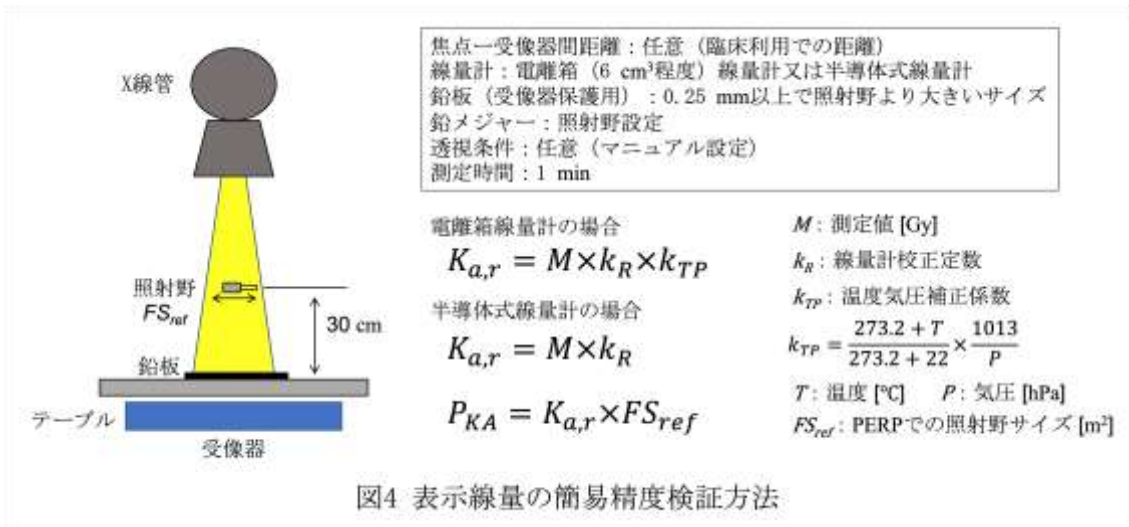


図3 JIS線量情報の試験方法の配置図

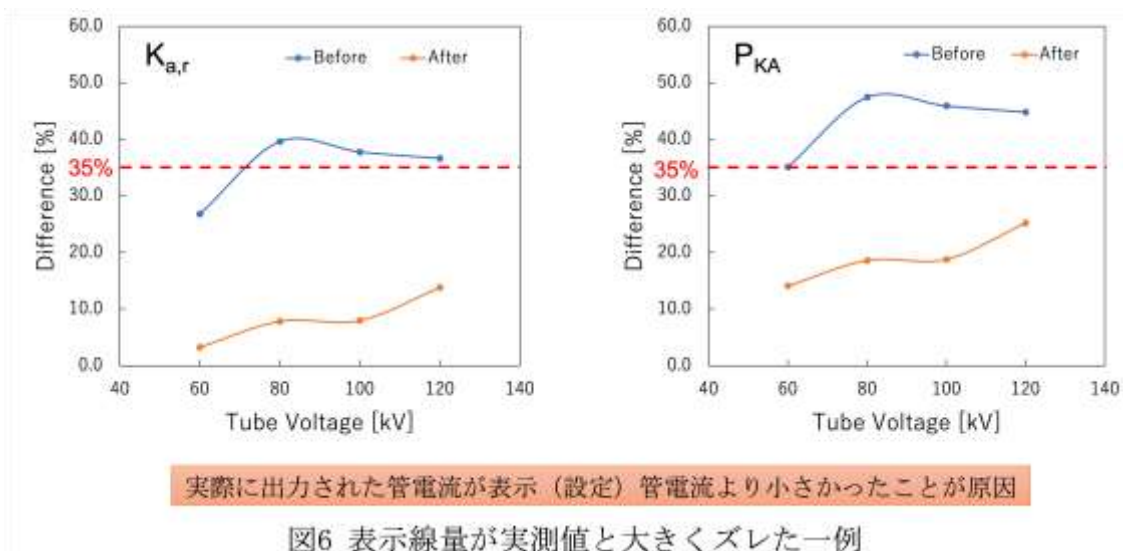
JIS 法は PMMA が必要であること, 線量測定位置と評価点位置が異なることから距離の補正が必要であること, また最近の装置は X 線管のカバーにより焦点位置がわかりづらいといった問題によりやや煩雑な印象を受ける. 本講演ではより簡便に表示線量を検証する方法 (簡易法) を紹介した³⁾. オーバーテーブル式装置の患者照射基準点はテーブル上 30 cm であり, テーブルを基準にしている. そのため, 患者照射基準点位置に直接線量計を配置し, ファントムを使用しない方法を提案した. 大抵の装置は照射条件をマニュアルで設定できるため, 任意の照射条件で検証が行え, ファントム, 距離補正も不要であり簡便な方法と言える. 簡易法の配置図と線量計算方法を図 4 に, 実際の風景を図 5 示す.



焦点受像器間距離は任意（臨床利用設定など）、照射条件も任意、照射野サイズは任意であるが、例えば 10 cm×10 cm とし、患者照射基準点に鉛メジャー等を配置し X 線照射野で設定する。受像器を 1 次 X 線から保護するために 0.25 mm 以上の厚さで照射野より大きいサイズの鉛板を配置し、患者照射基準点で線量測定を行う。照射時間は 1 分間とすることで、透視中に表示される基準空気カーマ率の表示精度も確認することができる。P_{KA} は測定された K_{ar} に照射面積を乗ずることで求めることができる。電離箱線量計を使用する場合、テーブルや鉛板からの後方散乱の影響を考慮する必要があるが、鉛板からの後方散乱は 0.5% 程度であり影響はないと考える³⁾。半導体式線量計を使用すれば後方散乱は測定されないため、気になる方はそちらで測定するとよい。JIS 法と簡易法の両方で測定値に有意差はなく³⁾、日常管理のような定期的な測定においては大変有用ではないかと思う。

装置に表示される線量は面積線量計による実測タイプや計算タイプにより、表示精度が異なる⁴⁾。実測タイプは面積線量計自身の特性の影響を受け、計算タイプは計算方式や装置の設定

条件に対する実際照射条件のズレなどによる影響を受ける。そのため、どのタイプにおいてもメーカーによる定期点検をしっかりと行う必要が今後より重要となる。当院で経験した装置の設定条件と実際照射条件のズレにより表示値と実測値との間に大きな誤差が生じた例を図 6 に示す。



表示値と実測値の誤差が JIS で許容される 35% を超えていた。メーカーにより確認したところ、管電流が設定値に対し実際は小さく出力されていたことが判明した。表示値は設定値で計算されるため、実測値に対し計算値はプラス側の誤差として検出された。その後管電流は調整され、規程範囲に入ったことを確認した。この例では管電流が設定値に対し小さく出力されたため、表示値は安全側に評価されたが、逆の場合は線量を過小評価することになり問題となる。そのため、定期的な装置メンテナンスと実測による確認は必要であると考えられる。

3. 皮膚線量の推定例

血管撮影領域では一般的に行われている線量表示値から皮膚線量の推定方法を TV 装置でも利用できないか検討した。表示値から皮膚線量推定のための換算係数の求め方を図 7 に示す。

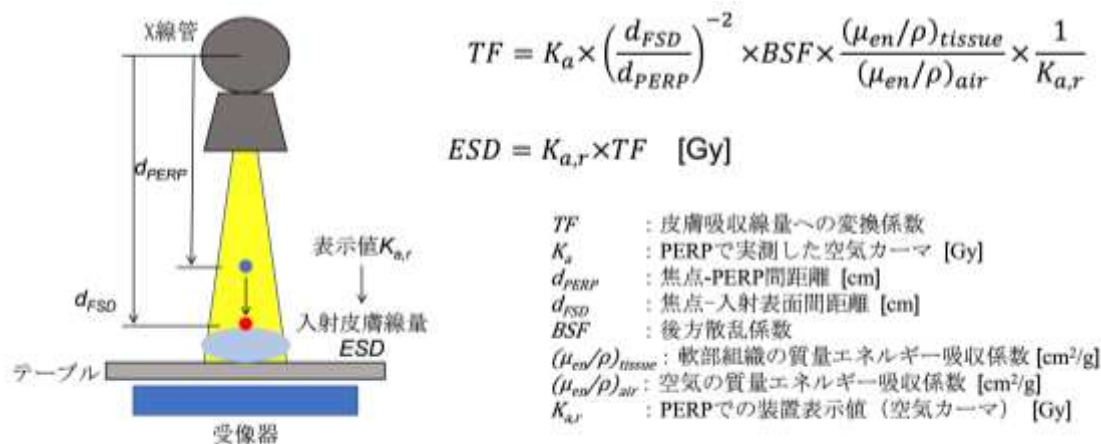


図7 入射皮膚吸収線量の推定

各装置で換算係数 (TF) を求めておくことで表示値から皮膚線量を簡易的に求めることが可能となる。換算係数に必要な後方散乱係数, 質量エネルギー吸収係数等の求め方については, 診断 X 線領域における吸収線量の標準測定法を参照にして頂きたい⁹⁾。

4. まとめ

オーバーテーブル式 X 線透視装置の線量測定について, 装置表示値やその精度検証方法について解説した。線量表示値は計算によるものと面積線量計を用いて実測するものがあり, メーカーや装置により異なり, また, 表示値の線量応答も様々である。そのため自施設の装置の表示方式を把握し, 測定により定期的にその精度を確認する必要がある。

引用文献

- 1) J-RIME. 日本の診断参考レベル (2020年版). 2020.
http://www.radher.jp/J-RIME/report/JapanDRL2020_jp.pdf (accessed 2023.11.15).
- 2) JIS Z 4751-2-54 : 2017. 医療用電気機器-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. 2017.
- 3) 能登公也, 瀬川恵子, 吉川諒, 他. オーバーテーブル式 X 線透視装置の表示線量の簡易精度検証方法. 日放技学誌. 2021. Vol. 77 (10) ;1180-1185.
- 4) 瀬川恵子, 吉川諒, 能登公也, 他. オーバーテーブル式 X 線透視装置の面積線量表示値の精度評価. 日放技学誌. 2022. Vol. 78 (11) ;1349-1357.
- 5) 根岸徹. 診断 X 線領域における吸収線量の標準測定法. 2017. オーム社.

テーマ： X 線透視装置の線量測定

「アンダーテーブル式 X 線透視装置の線量測定を考える」

Considering dose measurement of under-couch X-ray fluoroscopic systems

東京慈恵会医科大学附属病院 放射線部
大塚 郭貴

はじめに

診断透視に用いられる X 線透視装置は、日本産業規格 (Japanese Industrial Standards : JIS) 上で、オーバーテーブル式、アンダーテーブル式、C アーム式の 3 種類に分類される。X 線透視装置の領域は JIS Z 4751-2-54:2021 において、線量情報の試験、すなわち線量測定の方法が記載されている。しかし、記載されている方法は、装置分類毎ではなく全分類に対する共通の条件で書かれている。したがって、正確な線量測定の方法を知るためには、これを読み解き自施設の装置の分類に当てはめなくてはならないが、最新の JIS を入手し、一から読み解くのは容易とはいえない。そこで本稿では、アンダーテーブル式の装置の線量測定への理解を深めていただくべく、X 線透視の線量管理の基本事項を紹介したうえで、アンダーテーブル式 X 線透視装置の線量測定方法を JIS の記載に則って解説した。

1. X 線透視検査の線量管理の動向

本題の線量測定の前に、まず X 線透視検査の線量管理の動向について紹介する。2020 年 4 月に新医療法施行規則が施行され、放射線診療機器等による線量管理及び線量記録が求められるようになった¹⁾。透視装置の中で管理・記録対象に含まれるのは循環器用のみであるが、汎用型の X 線透視装置を用いる手技で生じる患者被ばくを考慮すると、X 線透視の領域でも線量管理の必要性は高いと考えられる。そうした中、2020 年 7 月には日本の診断参考レベル (2020 年版) いわゆる DRLs (diagnostic reference levels) 2020 が設定され、IVR を除く診断透視に対して DRL (diagnostic reference level) 量が初めて設定された²⁾。

診断透視の DRL 量には、基準空気カーマ K_{ar} [mGy]、面積空気カーマ積算値 P_{KA} [$Gy \cdot cm^2$], 透視時間、撮影回数が採用されている。このうち線量管理の対象となるのは K_{ar} と P_{KA} である。一方で、調査時点において、国内で稼働している透視装置のうち、線量表示ができるのは約 40% であることから、DRLs2020 では透視時間と撮影回数も DRL 値として設定された²⁾。

2. X線透視装置の線量管理に必要な基本用語

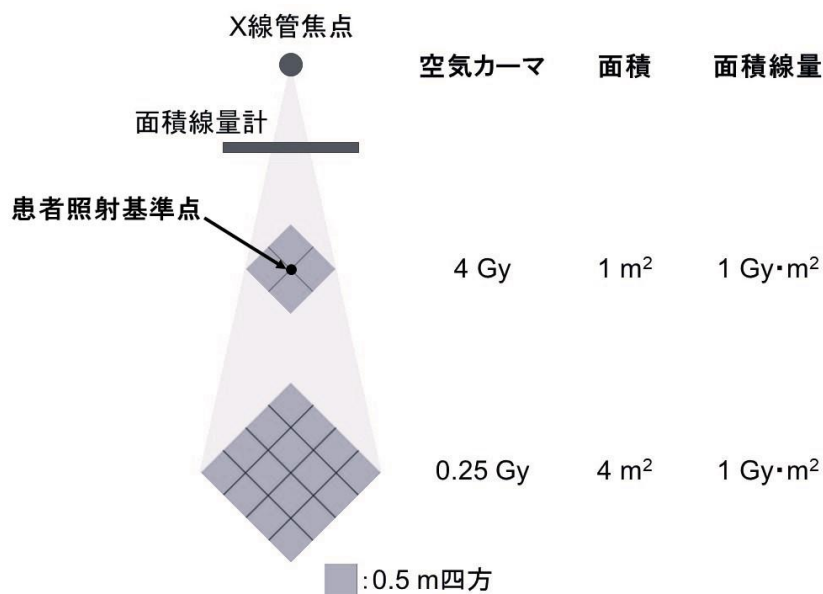


図1. 任意の X 線束における基準空気カーマと面積線量の定義

続いて、X線透視装置の線量管理に必要な基本事項について解説する。前述のように X 線透視装置の線量管理の対象となるのは、基準空気カーマ K_{ar} と面積空気カーマ積算値 P_{KA} である。基準空気カーマは患者照射基準点（patient entrance reference point : PERP）における空気カーマであり、図1で示した点を患者照射基準点とすると、 K_{ar} は 4 Gy となる。一方、 P_{KA} は面積線量の積算値である。面積線量とは、測定点における空気カーマに照射野面積を乗じて得られる面積線量であり、 P_{KA} はそれを積算した値として計算される。面積線量を用いることで、任意の X 線束による線錐のすべての位置の面積線量を把握することが可能となる。

X 線透視装置に表示されるこれらの線量には、搭載された面積線量計で測定した値を表示する装置と、計算で求められた数値を表示する装置があるため、自施設の装置表示値がいずれに該当するかについては、注意が必要である。

3. JIS におけるアンダーテーブル式 X 線透視装置の線量測定

3.1 アンダーテーブル式 X 線透視装置の患者照射基準点

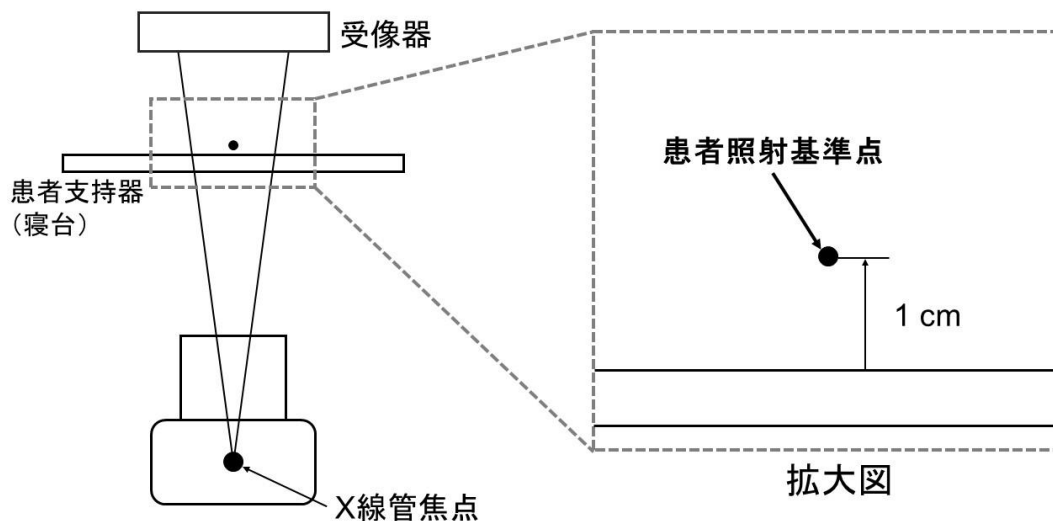


図2. アンダーテーブル式 X 線透視装置の患者照射基準点

JIS では、X 線透視装置の患者照射基準点を装置の分類毎に定義している。アンダーテーブル式の装置については、「X 線源装置が患者支持器の下にある X 線装置は、患者支持器から 1 cm 上」と記載されている³⁾。これを図示すると図2のとおりとなる。ただし、C アーム式の装置については、「アイソセンタから焦点方向へ 15 cm」と区別して定義されている。したがって、C アーム式の X 線透視装置で X 線管がアンダーテーブルの状態であっても、患者照射基準点は後者の定義になることに注意する必要がある。

3.2 線量測定の方法

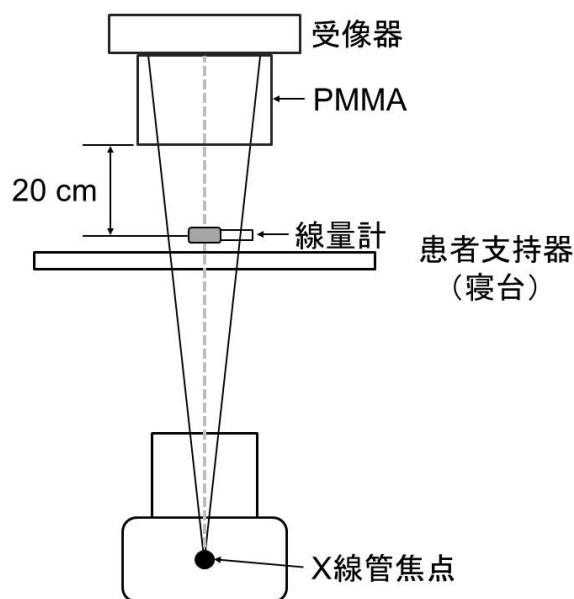


図3. 線量計を患者照射基準点に設置する際の幾何学配置

続いてアンダーテーブル式の線量測定の方法について解説する。

JIS においては、線量測定に使用する線量計の条件を下記のような文言で記載している³⁾。

- 測定面内の X 線ビームの面積の 80% を超えない十分に小さい検出器を備えた吸収線量計を用いる。
- X 線源-X 線受像器軸に垂直な線量計の検出器の断面積は、 30 cm^2 を超えてはならない。

上記の線量計の条件は、指頭型の線量計を用いる際には大きな問題にはならないが、サービス用の線量計で平面方向に広い断面積を持つ形状のものを使用する場合には注意が必要である。また、線量計が条件を満たしている場合であっても、照射野を小さく設定した場合には、照射野面積の 80% を線量計が超えていないことを確認する必要がある。

そして、線量計の配置については、以下の 2 つのいずれかと規定している³⁾。

- 患者照射基準点（測定検出器とファントムとの間に少なくとも 20 cm の距離がある場合。）
- 焦点とファントムの入射面との中間（この場合には、測定値は、適切な距離に対する値に補正する。）

ここで注目すべきは、患者照射基準点に線量計を配置する際の条件である。これを実現した場合、配置は図3のようになるが、そのためには受像器を寝台から 40 cm 以上離し、20 cm 厚の PMMA を寝台より約 20 cm の位置で保持しなければならない。受像器の可動範囲や、PMMA

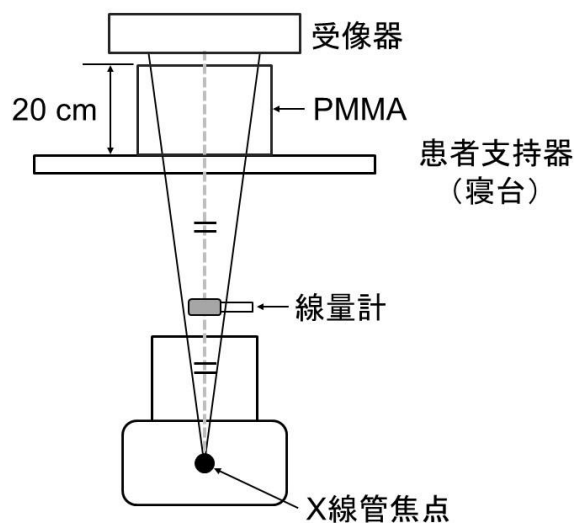


図4. 線量計を焦点とファントムの入射面との間に設置する際の幾何学配置

を 20 cm の高さで保持するための補助具が必要であることを考慮すると、この測定配置は容易ではない。そのため、多くの施設で選択肢に上がるのは、2つ目の規定だと予想される。この規定を図示すると、図4のようになる。この配置で注意すべきは、JISでも記載されているように、測定値に距離の補正が必要である点である。自施設の装置の可動性等を考慮し、適切な方法で線量測定に臨む必要がある。なお測定結果については紙面の都合上、割愛させていただくこととする。

おわりに

本稿では、アンダーテーブル式 X 線透視装置の線量測定方法について解説した。今後も X 線透視装置を用いた診断透視の領域の線量測定の必要性はますます高まっていくことが予想される。本稿で紹介した内容が各施設での線量管理の一助になれば幸いである。

参考文献

- 1) 医療法施行規則の一部を改正する省令の施行等について。医政発 0312 第 7 号。平成 31 年 3 月 12 日
- 2) J-RIME. 日本の診断参考レベル (2020 年版) .2020.
http://www.radher.jp/J-RIME/report/JapanDRL2020_jp.pdf (2023 年 12 月 1 日閲覧)
- 3) 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 2021.

セミナー参加の感想

「第12回 簡易線量計作製セミナーに参加して」

国立がん研究センター東病院

高田 敦子

ついに、念願の簡易線量計作製セミナーへの参加が実現しました。以前、職場の後輩がこのセミナーへ参加したことを聞いた時には、「線量計って作れるんだ！」とビックリし、同時に私も作りたいと思いました。新型コロナウイルスの影響で参加が遠のいてしまいましたが、やっとその夢が叶いました。2023年9月16日土曜日の晴天に、ランチのサンドイッチとバナナを持って、スキップしながら会場の東京都立大学に到着しました。

会場に入ると、机の上にはたくさんの部品が並べてあり、このセミナーのために熱心に準備された講師の方々の情熱が伝わりとても感動しました。開会の挨拶で今回はファイナルということを知り、次回も参加を検討していた私にとってはとてもショックでしたが、このセミナーに滑り込みで参加出来たことは幸運だったと思います。

「簡易線量計の概要」の講義後、検出部の作製が始まりました。事前に提供された資料を読んでいたものの、電気回路の知識が不足し、半田ゴテも初めてでした。イメージ通りに作業が進まず遅れてしまいましたが、講師の方々や同じテーブルの参加者の方が丁寧に教えて下さり、なんとか動作チェックで合格を得ることが出来ました。中学時代にプラモデルクラブに所属していたため、細かい作業には自信があったのでとても悔しくて、ランチタイムは、YouTubeで半田ゴテの動画を見て復習しました。午後の表示部の作製では、少し成長した半田ゴテのスキルを披露出来たのではないかと思います。

校正方法の説明では、出来立ての線量計を使用して、校正方法を学ぶことが出来ました。今回は乳房 X 線撮影用の線量計を作製したため、根岸先生が半価層の測定に必要なアルミ箔を置く手作りツールを紹介し、線量測定に関するアイデアも教えてくださいました。

あっという間の一日でした。職場で上司や同僚に簡易線量計作製セミナーに参加したことを自慢げに報告したところ、参加したいと興味を示していました。是非、不定期でも再開して頂ければと思います。

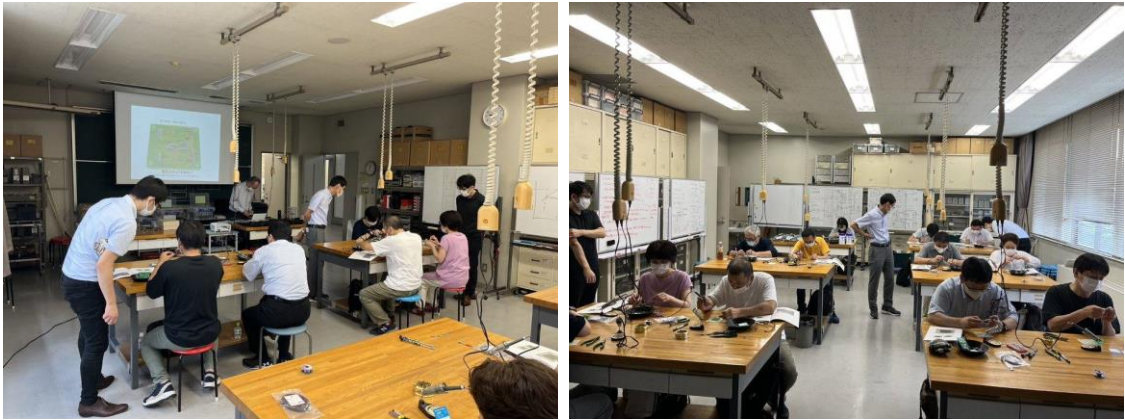
セミナーが終了してから約1か月後、校正を終えた「私の線量計」が到着しました。ワクワクしながら箱を開け、臨床実習に来ていた帝京大学の学生と一緒に動作確認をしました。スイッチを入れて、検出部を測定点に置いて、いざ照射！線量が表示部に表示され、自分が作った線量計で測定出来たことに、喜びを感じました。

私は、国立病院機構に所属しているため、施設によっては線量計が不足している場合もあります。これからは「私の線量計」と一緒に移動し、きちんと校正を行い、大切に活用していきたいと考えています。

最後に、講師の皆様とスタッフの皆様から感謝を申し上げます。



机上のたくさんの部品



線量計作製の様子



臨床実習生との動作確認



測定値が正常に表示

セミナー参加の感想

「第12回 簡易線量計作製セミナーに参加して」

国家公務員共済組合連合会 広島記念病院

唯間 和博

最近、線量管理の重要性が高まっています。X線CT装置と血管造影装置については義務化され、医療監視でも確認をされます。一般撮影の患者線量はソフトウェアを用いて評価することがありますが、それは装置管理ができていることが前提だと思います。そのため、一般撮影装置とX線透視装置について、1ヶ月おきにファントム撮影をして撮影条件や透視条件が変動していないか装置の劣化評価をしています。一般撮影装置については6ヶ月おきに管電流の表示値と実際に出力された値の比較もしています。装置管理のためには実測したいところですが、現在所属している病院は散乱線測定のための電離箱式サーベイメーターのみ所有しており、直接線の測定器は非常に高価なために購入できませんでした。そのため、各モダリティの線量測定は水ファントムの上にルミネスバッジ（長瀬ランダウア）を置いて表面線量測定をして、6ヶ月おきに変化がないかを確認しています。ルミネスバッジを使用することで安価に運用できますが、やり直しができないことが難点です。最近になって「簡易線量計作製セミナー」が開催されていることを知りました。線量計があれば何度でも測定でき、いろんな撮影条件でも測定できます。しかも、作製した線量計は学会発表にも利用できる精度があり、診断領域線量計標準センターで校正も可能なので、セミナー参加募集が始まった日にすぐに応募しました。

セミナーでは半田付けをしますが、初めての経験であり、工作が苦手な私は戸惑うことも多かったです。講師の先生方が丁寧に教えてくださり、なんとか作製することができました。要所で作製中の線量計の動作確認があり、最後にはX線照射をして照射時間直線性と管電流直線性を確認します。私の場合は管電流直線性が悪かったので、作製した検出器の抵抗部分が悪いのか、半田付けが悪いのかなど原因究明をしていただきました。原因は恥ずかしながら、検出器側の乾電池を1本反対に入れていたことでした。空気カーマの正しい測定には乾電池4本の電圧が必要にもかかわらず、3本分の電圧で測定する状態になっていたため、管電流が小さいうちは良いのですが、途中から管電流を増加させても空気カーマの測定値が上昇しなくなっていました。簡易線量計作製セミナーは今回が12回目最終回とのことですが、これまでの11回で誰もしなかったミスをしてしまいました。私の情けない間違いのせいで、講師の先生方には非常に迷惑をおかけして申し訳ありませんでした。

現在所属している病院ではX線撮影装置もX線透視装置もフラットパネルです。作製した線量計は半導体の線量計なので、表面線量は測定値に後方散乱係数をかけるだけで求められます。そして、電源スイッチを入れるだけですぐに測定可能な状態になることも魅力です。今回のセミナーで宝物を手に入れることができましたので、今後は長く大切に使用していきたいと思っています。セミナーを開催して下さった講師の先生方に感謝申し上げます。

セミナー参加の感想

「第12回 簡易線量計作製セミナーに参加して」

北里大学 医療衛生学部 医療工学科 診療放射線技術科学専攻

山田 智子

2023年9月16日に第12回簡易線量計作製セミナーが東京都立大学荒川キャンパスで開催されました。ここ数年のコロナ禍で対面式の講習会が激減し、対面開催、さらには自分で何か作業をするというセミナーは本当に貴重な場所であるということを感じました。

また、線量計といえば高額であり、なかなか購入することが難しいもののひとつです。その線量計を自作できるということでもとても楽しみにしていました。

今回のセミナーでは、都立大学の校正装置が故障していたため、1日開催という形式で、自分局の線量計の作製がメインの工程でした。1日で線量計を作製し、校正施設に線量計を郵送し、校正施設で校正され、後日自分の手元に線量計が戻ってくるという流れでした。

久しぶりの半田付けは、「あれ？今まで半田付けしたことあったかな？」と不安を覚えるほどうまくいきませんでした。しかし、作業に慣れてきてからは最初の半田付けと比べて、非常にうまく行うことができるようになりました。

作業の途中、何度も計測部会の講師の方々に声をかけていただき、わからないことをすぐに質問できる環境であったことが非常に心強かったです。また、半田付け工程の途中でチェックポイントのように何度も講師の小倉先生のところに線量計を持って行き、チェックしていただくことで、自分の作業および線量計がうまく作製できていることを実感することができ、充実感がありました。

線量計の作製が終わった後には、都立大学の校正された線量計と自身の線量計の指示値を比較し、抵抗の調整を行いました。また、実際に今回のセミナーで作製した線量計と同じタイプのもを使用して線量計の使用法や注意点を撮影室で齋藤先生からお話があり、受講生の疑問が少しでも減るように、また、線量計を作製するだけで満足するのではなく、実際に使用して線量管理を行って欲しいという計測部会のみなさんの思いを感じることが出来ました。私自身、臨床現場で働いておりませんが、今回のセミナーで得たことを今後の学生教育で役立てていきたいと思いました。

最後に、前日から本セミナー開催のために準備され、セミナーの運営にご尽力いただいた計測部会のみなさま、線量計を考案され普及していただいた小倉先生に心より感謝申し上げます。



セミナー参加の感想

「第4回 サーベイメータ活用セミナーに参加して」

NTT 東日本関東病院

勝部 祐司

2023年9月17(日)、駒澤大学にて計測部会・教育委員会主催、東京支部共催の第4回サーベイメータ活用セミナーに参加しました。自施設でもサーベイメータを保有して漏えい線量測定を実施しているのですが、日頃から取扱いで疑問に感じており、私自身が自施設のスタッフに情報共有するにも知識がなかったので、サーベイメータについて一から学び直そうと考えて受講させて頂きました。

セミナーのプログラムとしては午前中に3つの講義、午後からは駒澤大学の診断領域線量計標準センターの見学及び、漏えい線量測定のワンポイントアドバイスを実習形式で行う内容でした。また、セミナー参加者は自施設で使用しているサーベイメータを駒澤大学の標準センターで校正して頂ける特典もあり、普段参加しているセミナーよりも利点の多いセミナーでした。

まず午前中の座学にて、関本先生よりサーベイメータの基礎特性の講義がありました。サーベイメータの基本的な取扱いからエネルギー特性、時定数、サーベイメータの校正における問題点などを解説して頂き、この時点で私が疑問に感じていた部分について大半が解消されました。次に、能登先生より臨床施設での漏えい線量測定についての解説がありました。関係法規を交えた漏えい線量測定の必要性や、先生の施設で行っている漏えい線量測定の実際を紹介して頂き、漏えい線量測定の意義について学びました。次に、鯨岡先生より測定を行う上でのアドバイスとして、線量率モードと積算モードの測定方法についての解説がありました。両モードにおけるバックグラウンド測定についても解説して頂き、自施設でもマニュアルに取り入れていきたいと思いました。

午後の実習として、駒澤大学の標準センターの見学では実際に、サーベイメータの校正を行っているところを見させて頂きました。室温と気圧をモニタリングして、長時間安定した出力で照射できる工業用 X 線装置を用いて電離箱線量計と置換法を用いて校正を行っており、校正に対する理解が深まりました。また、漏えい線量測定のワンポイントアドバイスでは、撮影室に行き来する扉の召合せの構造についての話が印象的で、今まで私自身気にしていなかったので新たな視点を得ることができました。

今回セミナーに参加して、サーベイメータの取扱いから測定方法まで学ぶことができ、セミナー翌日以降の業務でも漏えい線量測定を行いながらスタッフに情報共有することが出来ました。本セミナーで準備や講義を行って頂いた計測部会の関係者の皆様、駒澤大学の関係者の皆様には深く御礼申し上げます。

セミナー参加の感想

「第3回診断 X 線領域の線量測定基礎 Web セミナーに参加して」

医建エンジニアリング株式会社
鯨岡 恭輔

2023年11月11日(土)、第3回診断 X 線領域の線量測定基礎 Web セミナー(歯科領域応用編)に参加させていただきました。

私は学生時代に放射線を学んできたわけではなく、現在も線量測定といえば X 線診療室の漏えい線量測定が先に思い浮かぶため、他の参加されていた皆様とはこのセミナーのスタート地点から差がついているものと考えています。日頃から X 線診療室の漏えい線量測定や遮へい計算のことで色々な施設の方とお話をさせていただきますが、自身の業務で触れることの無い知識についてわからない(知らない)ままでもよいのだろうかという思いを抱いていました。そのような時に縁あって計測部会会員となったこともあり、自身がわからないことがどれだけあるのかということを知るスタートとして、今回のこのセミナーに参加いたしました。

今回は、歯科領域応用編ということで歯科用コーンビーム CT についての内容でした。当日の朝から配布資料を確認することができたため、事前に内容に目を通し準備をして聴講させていただきました。

講演は歯科用コーンビーム CT の概要やその計測方法、トピックスといった内容で、面積空気カーマ積算値等といった言葉も初めての私でもわかりやすくお話をしてくださり、内容をイメージしながら聴くことができました。特に、面積空気カーマ積算値の計測方法は、私が日頃行っている漏えい線量測定での測定器との取扱いの差を感じることができ、照射面積の計測と空気カーマの計測のそれぞれについて、要点がわかりやすくまとめられていました。

第1回と第2回のセミナーには参加していなかったということもあり、事前に目を通した段階ではやはりわからないことだらけだと思いましたが、診断 X 線領域の線量測定がどういったものなのかということは感じることもできたように思います。しかしながら理解しているとはまだまだ言えない段階です。業務上こういった線量測定をおこなうことはありませんが、線量管理を行っている方々と話ができるように、今後もこのようなセミナーや専門部会講座などを活用して理解を深めていきたいと思えます。

今回はセミナーに参加させていただきありがとうございました。この場をお借りして準備と運営をしてくださりました計測部会長の庄司先生、講師の相澤先生、後藤先生、計測部会スタッフの皆様に御礼申し上げます。

2023年度計測分野に関する論文・発表

・ 2023年4月（Vol.79 No.4, 2023）～ 2023年10月（Vol.79 No.10, 2023）

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
NICU ポータブル撮影における防護具の作成	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	79 巻 4 号 (321-330)
水晶体用線量計の装着位置における方向依存性が水晶体の等価線量管理へ及ぼす影響の考察	才賀 治	日本赤十字社愛知医療センター名古屋第二病院 医療技術部	臨床技術	79 巻 4 号 (331-341)
ファーマ形電離箱線量計と円柱形ファントムを用いた kV-cone beam CT 線量評価法におけるファントム長補正方法の検討	坂本 昌隆	浜松医科大学 医学部附属病院 放射線部	臨床技術	79 巻 6 号 (544-554)
¹⁸ F-FDG PET 検査における放射性薬剤自動投与装置筐体表面の漏洩線量率についての調査	高田 賢	大垣市民病院 医療技術部 診療検査科機能診断室	資料	79 巻 8 号 (818-823)
計測分野における AI 研究の動向, 他学会との比較	富永 正英	徳島大学大学院	学術委員会企画	79 巻 8 号 (841-842)
デジタルマンモグラフィでの乳房圧迫による被ばく線量低減効果	西川 祝子	国際医療福祉大学 保健医療学部放射線・情報科学科	臨床技術	79 巻 10 号 (1151-1157)
Patient dose reduction for a localizer radiograph with an additional tin filter in chest-abdomen-pelvis, spine, and head computed tomography examinations	Masaki Takemitsu	Department of Radiological Technology, Yamaguchi University Hospital	Research Article	Volume16, Issue2 (160-167)
Dose estimation for cone-beam computed tomography in image-guided radiation therapy for pelvic cancer using adult mesh-type reference computational phantoms	Ceyda Cumur	Graduate School of Medical Sciences, Division of Medical Quantum Sciences, Kyushu University	Research Article	Volume16, Issue2 (203-211)

第 51 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

○X 線撮影 (基礎技術・性能評価)

38. 新生児胸腹部正面ポータブル X 線検査における被検者の体重を考慮した撮影条件の検討

聖路加国際病院 宮本舜也

39. FPD 搭載型ポータブル撮影装置の撮像条件の最適化の検討

等潤病院 畔上千恵

○CT (小児)

62. Photon-counting Detector CT を用いた小児 CT 撮影における最適な撮影条件の検討

名古屋市立大学病院 木寺信夫

63. Photon Counting Detector CT を用いた小児心臓 CT における管電圧の選択方法の基礎的検討

岡山大学病院 中村純也

○放射線防護 (水晶体被ばく : CT)

77. CT 検査における患者の水晶体被ばく線量の検証

森ノ宮医療大学 富田悠生

78. 人工ルビー線量計を用いたリアルタイム測定による頭部 CT 撮影時の水晶体局所吸収線量低減法の検討

国際医療福祉大学大学院 橘 亮介

79. 小型 OSL 線量計を用いた 4DCT Myelography における水晶体被曝ばく線量評価および低減に関する検討

東京医科歯科大学病院 加保亮介

80. X 線 CT 検査における CT 専用防護板の設置位置が医療従事者の水晶体被ばく線量低減効果に与える影響

千葉大学医学部附属病院 古宮瞭汰

81. 頭部 CT 検査における吊り下げ式 X 線防護具を用いた介助者の水晶体被ばく低減法および画質の検討

自治医科大学附属病院 石原寛明

82. CT 検査の介助者が受ける眼の水晶体線量に及ぼす因子および防護眼鏡による影響

金沢大学 山本凜子

○放射線防護 (水晶体被ばく : X 線透視・IVR)

83. IVR 従事者の頭部から発生する後方散乱線が自身の水晶体被ばく線量に及ぼす影響

東北大学大学院 大野紗耶

84. 心臓カテーテル検査の空中線量分布と術者水晶体線量の検討

川崎医科大学附属病院 松本博樹

85. 心臓血管系インターベンションに従事する医療スタッフの水晶体線量と頸部線量に関する行動解析

東北大学病院 服部兼進

86. 小児循環器カテーテル検査における軟線除去フィルタを用いた患児の水晶体線量の検討
土谷総合病院 石橋 徹

○放射線防護（水晶体防護具：X線透視・IVR）

88. ファントムと天吊り防護板との距離がIVR術者の眼の水晶体被ばくに及ぼす影響
国際医療福祉大学成田病院 山内絃作

89. インターベンションラジオロジーに従事する術者のための新型水晶体防護具の試作開発
仙台厚生病院 芳賀喜裕

90. 放射線防護フェイスシールドの水晶体防護効果に関する基礎的研究
川崎医療福祉大学 竹井泰孝

91. ERCPにおけるCアーム式透視装置用放射線防護衝立の試作および基礎検討
東北大学病院 石井浩生

○X線透視・IVR（画像評価）

135. 外科用イメージ用軟線除去フィルターを用いた際の血管撮影装置における被ばく線量と画質の基礎的検討
愛知医科大学病院 大澤充晴

○X線透視・IVR（精度評価・開発）

137. 血管撮影装置の透視線量率測定における測定誤差の評価
済生会川口総合病院 森 一也

140. 術者の被ばく線量軽減に向けた透視画面目視とX線照射タイミングの同期検知ツールの開発
九州大学 荒川弘之

○X線透視・IVR（線量評価）

141. 移動型コーンビームCTシステムを用いた脊椎手術の手技線量評価
大阪公立大学医学部附属病院 高尾由範

142. 下肢末梢動脈疾患に対する血管内治療の医療被ばくに関する全国調査：臨床値に関する報告
筑波メディカルセンター病院 石橋智通

143. 下肢血管治療における医療被ばくに関する全国調査報告：装置の設定に関する報告
大阪公立大学医学部附属病院 阪井裕治

○放射線計測（線量評価：マンモ・一般撮影）

145. マンモグラフィ装置の受像面や圧迫板による後方散乱が測定値に与える影響
新潟医療福祉大学 関本道治

146. 平均乳腺線量測定における不確かさの検討
新潟医療福祉大学大学院 瀧澤知世

147. 熱蛍光板BeOセラミックスを用いた2Dマンモグラフィ装置における平均乳腺線量測定
東京都立大学 山崎綾香

148. シミュレーションによる Half Value Layer における線形補間の影響
帝京大学 齋藤祐樹
149. 多機能 X 線測定器の線質依存性
産業技術総合研究所 田中隆宏
- 放射線計測（線量評価：CT・パノラマ）
150. 胸部 CT 検査において Ag フィルタが散乱線に与える影響
大雄会第一病院 伊藤祐介
151. アキシナル加算平均画像を用いた胸部単純 CT 検査における Size-Specific Dose Estimates の有用性
東北大学病院 田頭 豊
152. パノラマ X 線撮影における吸収線量報告
安城更生病院 江原 勲
- X 線撮影（深層学習）
179. Deep Learning によるノイズ低減処理を用いた低線量小児胸部単 X 線画像の視覚評価
京都大学医学部附属病院 角田勇人
180. ディープラーニングによるノイズ低減処理を用いた全脊椎正面 X 線撮影条件の最適化：人体ファントムを用いた検討
獨協医科大学病院 瀬崎英典
181. 新生児用 PI カテーテル位置確認 X 線撮影における Deep Learning を用いたノイズ低減処理の有用性の検討～視覚評価～
聖マリアンナ医科大学病院 鈴木大吾
- OCT（胸部）
186. 銀付加フィルタを用いた低線量胸部 CT の基礎的検討
徳山中央病院 西本 司
- 放射線計測（個人被ばく線量評価）
224. X 線透視装置を用いた電子式個人線量計の機能確認方法の検討
東京慈恵会医科大学附属病院 湯澤安未
225. BeO-Al₂O₃-BeO 型積層 TLD による実効エネルギーの推定法
東京都立大学 藤原日菜多
226. 熱ルミネッセンス線量計と半導体検出器の特性評価
茨城県立医療大学 益子愛加理
227. 電子式積算線量計の校正前後評価
東北大学 岡部優輝
228. 高感度半導体式電子ポケット線量計の基本性能評価
東北大学 秋澤彩乃

○放射線計測（環境放射線測定）

229. β 線用プラスチックシンチレーションサーベイメータの性能評価 - 線源検出器間距離が検出能に与える影響 -

東北大学大学院 山本啓介

230. 原子力規制庁によって定められている指定箇所に対応した体表面放射能汚染検査装置の評価

東北大学災害科学国際研究所 中村美緒

231. 全身用体表面汚染検査装置の測定状況による測定値への影響

東北大学大学院 田辺真子

232. 宿泊療養施設における Covid-19 患者のポータブル X 線撮影で生じる空間散乱線測定～胸部ファントムを用いた検討～

東北大学大学院 藤沢昌輝

○X 線撮影（動態撮影・撮影条件）

270. 胸部 X 線静止画撮影条件を用いた胸部 X 線動態撮影条件の検討

神戸市立医療センター西市民病院 名和志洋

271. 立位足関節側面動態 X 線撮影における足関節ファントムを用いた撮影条件の検討

東京女子医科大学病院 森田康介

272. 足関節側面動態 X 線撮影における臨床での撮影条件の検討

東京女子医科大学病院 西澤美穂

273. 骨盤部 X 線動画像の撮影条件決定における有用な指標

信州大学医学部附属病院 降幡健人

○X 線撮影（動態撮影・臨床技術）

275. ベッドサイド Dynamic Chest Radiography における遮蔽防護策の検討

聖マリアンナ医科大学病院 佐藤友基

276. ベッドサイド Dynamic Chest Radiography における散乱線分布の取得

聖マリアンナ医科大学病院 山田佳菜

○SPECT/PET（シミュレーション・深層学習）

308. モンテカルロシミュレーションによる吸収線量計算の比較研究

九州大学 赤坂玲河

○骨シンチグラフィ（画質評価・被ばく）

312. 骨シンチ製剤投与後の患者による超音波検査者の被ばく因子の推定

東京慈恵会医科大学附属第三病院 塚田亮太

○放射線防護（線量管理：X 線透視・IVR）

313. Half Scan CT 透視における患者皮膚線量のモンテカルロシミュレーション

国立がん研究センター東病院 松岡隆典

314. 心臓カテーテル検査における患者被覆型防護シールド使用位置による術者被ばく低減効果の検討

獨協医科大学病院 村岡祐基

315. ハイブリッドERにおける透視手技時の人体ファントムを用いた空間散乱線分布

東北大学病院 大森悠斗

○放射線防護（線量管理：CT）

316. 四肢CT撮影に対する銀ウェッジフィルタによる線量低減効果の評価

藤田医科大学病院 藤澤和陽

317. Size-Specific Dose Estimates と撮影長による新たな実効線量換算係数の考案

東北大学病院 安部圭亮

318. 小児CTにおける断面位置および断面内における吸収線量およびサイズ対応CT線量の検証

金沢大学 藤江要輔

○放射線防護（防護対策・教育）

319. 乳児のX線単純撮影における体内線量の評価 - 防護シールドの有無を含めて -

福島県立医科大学 広藤喜章

320. CR及びFPDシステム使用時におけるポータブルX線撮影従事者の水晶体被ばく線量の比較

東北大学大学院 今田聡恵

321. 胸部動態回診撮影における空間散乱X線量分布と防護対策

東北大学病院 大友一輝

322. リアルタイム被ばく測定システムを用いた放射線防護教育手法の検討

川崎医療福祉大学 竹井泰孝

323. 放射線診療従事者の被ばく低減対策用リアルタイム被ばく推定ARアプリの開発

九州大学大学院 藤淵俊王

○教育

328. Internet of Things を活用した教育用半導体線量計キットの開発

東京都立大学大学院 根岸 徹

329. 教育用半導体線量計の性能評価

東京都立大学大学院 根岸 徹

2023年度 事業報告

1. 第 61 回計測部会（第 79 回総会学術大会）を開催した

会期：2023 年 4 月 13 日（木）～16 日（日）

[オンデマンド配信] 4 月 13 日（木）～5 月 23 日（火）

会場：パシフィコ横浜

内容：

1) 教育講演

司会 横浜市立市民病院 落合 幸一郎

「回転撮影の線量測定を考える」

藤田医科大学 羽場 友信

2) 第 61 回計測部会テーマ「回転撮影の線量測定を考える」

司会 金沢大学附属病院 能登 公也

九州大学病院 宮崎 仁志

① 「X 線 CT 領域（公称ビーム幅が 40mm を超える場合）」

東京慈恵会医科大学附属病院 庄司 友和

② 「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?–」

虎の門病院 川内 覚

③ 「放射線治療領域の cone beam CT 線量計測」

自衛隊中央病院 柳澤 宏樹

④ 「パノラマ X 線撮影と歯科用コーンビーム CT の線量測定」

愛知学院大学歯学部附属病院 後藤 賢一

3) 専門部会講座（入門編）

司会 九州大学病院 宮崎 仁志

「放射線計測に必要な補正係数」

天理よろづ相談所病院 紀太千恵子

4) 専門部会講座（専門編）

司会 金沢大学附属病院 能登 公也

「漏えい X 線量測定」

新潟医療福祉大学 関本 道治

2. 第 62 回計測部会（第 51 回秋季学術大会）を開催した

会期：2023 年 10 月 27 日（金）～29 日（日）

[オンデマンド配信] 11 月 10 日（木）～12 月 8 日（金）

会場：名古屋国際会議場

内容：

1) 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

「これからの診断透視検査における線量管理を考える」

順天堂大学 坂本 肇

2) 第 62 回計測部会テーマ「X 線透視装置の線量測定」

司会 東京慈恵会医科大学 葛飾医療センター 庄司 友和

天理よろづ相談所病院 紀太千恵子

① 「C アーム式 X 線透視装置」

九州大学病院 宮崎 仁志

② 「オーバーテーブル式 X 線透視装置」

金沢大学附属病院 能登 公也

③ 「アンダーテーブル式 X 線透視装置の線量測定を考える」

東京慈恵会医科大学附属病院 大塚 郭貴

3) 専門部会講座（入門編）

司会 徳島大学大学院 富永 正英

「X 線エネルギースペクトル」

金沢大学附属病院 能登 公也

4) 専門部会講座（専門編）

司会 新潟医療福祉大学 関本 道治

「一般撮影における入射皮膚線量」

帝京大学 齋藤 祐樹

3. 第 2 回診断 X 線領域の線量測定基礎 Web セミナー（歯科領域基礎編）を開催した

会期：2023 年 6 月 17 日（土） WebEx- Event(Webinar)

参加人数：34 名

内容：

1) 「パノラマ X 線撮影における線量測定」

2) 「口内法 X 線撮影における線量測定」

愛知学院大学歯学部附属病院 後藤 賢一

4. 第3回診断X線領域の線量測定基礎Webセミナー（歯科領域応用編）を開催した
会期：2023年11月11日（土） WebEx-Event(Webinar)
参加人数：33名
内容：
「歯科用コーンビームCTの概要とその測定について」
東京歯科大学水道橋病院 相澤 光博
「歯科領域の線量測定のトピックスと文献紹介」
愛知学院大学歯学部附属病院 後藤 賢一
5. 第12回簡易線量計作成セミナー（教育委員会，東京支部共催）を開催した
会期：2023年9月16日（土）
会場：東京都立大学 荒川キャンパス
参加人数：12名
6. 第4回サーベイメータ活用セミナー（教育委員会，東京支部共催）を開催した
会期：2023年9月17日（日）
会場：駒沢大学
参加人数：15名
7. セミナー講師の派遣
「デジタルマンモグラフィを基礎から学ぶセミナー」に講師として，紀太委員を派遣した
8. 計測部会誌（電子版）を発刊した
1) Vol.31, No.1（通巻61）発刊日：2023年4月1日
2) Vol.31, No.2（通巻62）発刊日：2023年10月1日
9. 計測部委員会全体会議を開催した
対面会議：2023年4月13日（木），10月28日（土）
web会議：2023年6月5日（月），9月4日（月），12月27日（水），
2024年2月7日（水）
10. 診断領域線量計標準センターの運営
1) センターの標準線量計の精度管理を実施（校正業者での校正）
2) 各センターの状況に応じて会員施設の線量計校正を実施
3) センター班会議を開催した
会期：2023年11月12日（日）
会場：東京事務所 地下会議室（ビクセル御茶ノ水）

11. 線量計貸出事業

アンフォースレイセイフ社の半導体線量計を会員に貸し出し
本年度貸し出し件数：3件

2024年度 事業計画

1. 第63回計測部会（第80回総会学術大会）を開催する

会期：2024年4月11日（木）～14日（日）

会場：パシフィコ横浜

内容：

1) 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

2) 第63回計測部会テーマ「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

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

帝京大学 齋藤 祐樹

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

3) 専門部会講座（入門編）

司会 天理よろづ相談所病院 紀太千恵子
「放射線計測における不確かさ」

産業技術総合研究所 田中 隆宏

4) 専門部会講座専門編 4月12日（金）

司会 土谷総合病院 石橋 徹
「歯科領域の測定（口内法X線撮影・パノラマX線撮影）」

愛知学院大学歯学部附属病院 後藤 賢一

2. 第52回秋季学術大会にて学術企画および教育セミナーを開催する

会期：2024年10月31日（木）～11月3日（日）

会場：沖縄コンベンションセンター

内容：

- 1) 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
～被ばく低減認定施設事業から 20 年 これから低減認定施設を目指す方へ～
- 2) 教育セミナー
計測関連法令に必要な放射線計測の知識について（詳細は未定）
3. 第 4 回診断 X 線領域の線量測定基礎 Web セミナー（乳房撮影編）を開催する
会期：2024 年 6 月 15 日（土） WebEx- Event(Webinar)
定員：50 名
内容：
 - ・乳房撮影の測定の講義
 - ・乳房撮影の測定に関する質問・疑問と回答
4. 第 5 回診断 X 線領域の線量測定基礎 Web セミナー（X 線透視装置編）を開催する
会期：2024 年 11 月 9 日（土） WebEx- Event(Webinar)
定員：50 名
内容：
 - ・X 線透視装置の測定の講義
 - ・X 線透視装置の測定に関する質問・疑問と回答
5. 第 5 回サーベイメータ活用セミナー（近畿支部共催）を開催する
会期：2024 年 9 月（予定）
会場：京都医療科学大学
定員：20 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. 東京支部主催学術講演会「診断領域線量測定セミナー」（計測部会共催）を開催する
会期：2024 年 12 月 15 日（日）（予定）
会場：東京慈恵会医科大学附属病院
定員：20 名
内容：
 - ・歯科領域，乳房領域，透視装置領域の測定の講義
 - ・歯科領域，乳房領域，透視装置領域の測定
 - ・測定に関する質問・疑問と回答

7. 計測部会誌（電子版）を発刊する
 - 1) Vol.32, No.1（通巻 63）発刊日：2024 年 4 月 1 日
 - 2) Vol.32, No.2（通巻 64）発刊日：2024 年 10 月 1 日

8. 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）

9. 線量計貸出事業の継続

10. 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
（EMF ジャパンでの点検および、校正業者での校正）
 - 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：2024 年 9 月（予定）
会場：東京事務所会議室
 - 4) 京都医療技術大学の温度計，気圧計を校正予定

11. 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」の改訂を行う
発行予定：2025 年 1 月下旬

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、診断参考レベルの活用も進んで来ました。また、多くの医療機関で診断領域用の線量計の導入も進んで来ました。特に、近年、半導体式の線量計が多く導入されているようです。電離箱式、半導体式にかかわらず、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るものと思えます。線量計自体は、故障や破損がない限りは、校正定数が大きく変化することはありませんが、もしも、何らかの異常があつて、それに気付かないとすると、患者さんの被ばく線量を誤って評価するということになります。そのようなことを未然に検知し、また、経年変化による線量値の誤差を正すためにも、定期的な校正を行うことが重要だと思えます。

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にご活用くださるようお願いいたします。

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
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 愛知県豊明市杏掛町田楽夕蓮 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
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.akihiro.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

昨年度より計測部会委員となりました愛知学院大学歯学部附属病院の後藤賢一です。よろしくお願いいたします。

2024年は能登半島地震や飛行機事故など痛ましいニュースから始まる1年となりました。被害に遭われた皆様には心よりお見舞い申し上げます。

災害や事故というのはいつ起こるかわかりません。普段から備えておくことが大事です。私は妻がDMAT(災害派遣医療チーム)ということもあり定期的に自宅の備蓄や防災グッズの確認をしています。

放射線計測の分野においても同様に普段からの備え、つまりは測定器の校正や、使用方法についての習熟が重要といえます。ぜひ学術大会やセミナー等にご参加いただき、知識を深めていただければ幸いです。

後藤 賢一 (愛知学院大学歯学部附属病院)

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. 1, (通巻 63)

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