



Journal of the Measurement Division

計測部会誌

Vol.27, No.2, 通巻 54

CONTENTS

○ 第54回計測部会

教育講演

司会 茨城県立医療大学 佐藤 斉

「ICRU Report 90への対応による空気カーマ標準の変更」

産業技術総合研究所 計量標準総合センター 分析計測標準研究部門 黒澤 忠弘

シンポジウム

テーマ「ICRU Report90に従う線量計校正証明書の値の変更について」

司会 東京慈恵会医科大学附属病院 庄司 友和

新潟医療福祉大学 関本 道治

(1) 校正担当者の立場から

日本アイソトープ協会川崎技術開発センター 三家本隆宏

(2) 校正証明の値の変更に伴う現場での留意点

茨城県立医療大学 佐藤 斉

(3) 標準センターの立場から

名古屋大学 小山 修司

○ 入門講座8 (計測)

「放射線計測の理論 —シミュレーション—」

金沢大学附属病院 能登 公也

○ 専門講座3 (計測)

「平均乳腺線量の測定」

慶應義塾大学病院 根本 道子

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 「放射線技術と計測」

茨城県立医療大学 佐藤 斉 . . . 1

○ 第 54 回計測部会

日時：2019 年 10 月 18 日（金）9:00～12:00

場所：第 2 会場

教育講演

司会 茨城県立医療大学 佐藤 斉

「ICRU Report90 への対応による空気カーマ標準の変更」

産業技術総合研究所 計量標準総合センター

分析計測標準研究部門 黒澤 忠弘 . . . 2

シンポジウム

テーマ：「ICRU Report90 に従う線量計校正証明書の値の変更について」

司会 東京慈恵会医科大学附属病院 庄司 友和

新潟医療福祉大学 関本 道治

1. 校正担当者の立場から

日本アイソトープ協会川崎技術開発センター 三家本隆宏 . . . 3

2. 校正証明の値の変更に伴う現場での留意点

茨城県立医療大学 佐藤 斉 . . . 6

3. 標準センターの立場から

名古屋大学 小山 修司 . . . 7

○ 入門講座 8（計測部会）

・2019 年 10 月 18 日（金）16:10～17:00 第 8 会場

「放射線計測の理論 ―シミュレーション―」

金沢大学付属病院 能登 公也 . . . 8

○ 専門講座 3（計測部会）

・2019 年 10 月 18 日（金）15:10～16:00 第 8 会場

「平均乳腺線量の測定」

慶應義塾大学病院 根本 道子 . . . 9

○ 第 53 回計測部会発表抄録

教育講演

「サーベイメータの基礎から応用まで」

日立製作所 佐山 邦之・・・10

シンポジウム

テーマ：「サーベイメータを用いた漏えい線量測定」

司会 名古屋大学 小山 修司
稲城市立病院 落合幸一郎

1. 診断領域 X 線場で用いるサーベイメータの校正について

茨城県立医療大学 佐藤 齊・・・15

2. 校正の確立 学術研究班

名古屋大学 小山 修司・・・22

3. 漏えい線量測定について

医建エンジニアリング 細沼 宏安・・・25

4. 臨床施設での漏えい線量測定について

金沢大学附属病院 能登 公也・・・31

○ 2019 年度計測分野に関する論文・発表・・・・・・・・・・・・・・35

○ 診断領域線量計標準センターご利用案内・・・・・・・・・・・・・・41

○ 診断領域線量計標準センターご利用基準・一覧・・・・・・・・・・・・42

○ 入会案内・・・・・・・・・・・・・・44

○ 編集後記



放射線技術と計測

計測部会会長
茨城県立医療大学

佐藤 斉

2019年4月から2年の任期で計測部会長を務めることになりました。この機会に改めて、日本放射線技術学会についてWEBのページを見てみたところ、「この学会は放射線技術学に関する研究発表，知識の交換ならびに関連学協会との連携を図り，もって学術の進歩発展に寄与することを目的とする．」とありました。今更ですが，改めて認識いたしました。

学会の中ではいくつかの専門部会が設置されていますが，「7つの専門部会の紹介」というタイトルがありました。あまり意識していなかったのですが，専門部会の数についても改めて認識したところです。これらの専門部会中の計測部会の紹介については以下となります。

「計測部会は，診断領域X線エネルギーの線量測定などについて興味のある会員のグループです。精度の良い測定を行うためには，まず線量計のトレーサビリティが取られていなければいけません。計測部会では，平成16年度より「診断領域線量計標準センター」を全国10箇所の施設で行っています。次に，線量計の取扱いを含め，測定技術が必要です。計測部会では「医療被ばく測定セミナー」「半導体を用いた線量計の作成とトレーサビリティセミナー（仮）」の開催・・・」。あとは，計測部会の紹介というPDFファイルも用意されていますので是非ともご覧ください。

放射線技術の歴史は計測とほぼ連動しており，その内容也多岐に渡ります。その中でも現在の計測部会は，診断領域X線の線量測定を基軸としています。放射線技術に役立つ知識・技術を探求して，学会の「学術の進歩発展に寄与する」という目的に沿った活動を改めて強く意識していきたいと思います。これまでの部会長，部会委員や会員の皆様のご努力を損ねないように，またさらに発展させるためにはどのようなことが必要となるのか，皆様と相談・議論しながら進めていきたいと思いますのでよろしくお願いします。

e-mail: satoh@ipu.ac.jp

テーマ：ICRU Report 90 への対応

「 ICRU Report 90 への対応による空気カーマ標準の変更 」

The reevaluation of air-kerma standards by adopting ICRU90

産業技術総合研究所

黒澤 忠弘

1. はじめに

2016年にICRU (The International Commission on Radiation Units and Measurements: 国際放射線単位測定委員会) から ICRU Report90 “Key Data for Ionizing-Radiation Dosimetry: Measurement Standards and Applications” が発行された。このICRU Report90の中で、放射線と物質との相互作用に係わる定数である空気の W 値の不確かさや炭素に関する阻止能データが見直された。これを受け、2017年6月に開催された国際度量委員会放射線諮問委員会の第1部会(CCRI(I))において、このICRU Report90のデータの採用について議論を行い、各国ともこれらのデータを取り入れることで合意された。この合意を受け、産総研においてもガンマ線、X線空気カーマ率標準の変更を2019年4月1日以降に発行する校正証明書について適用することとした。

2. グラファイト空洞電離箱による γ 線空気カーマの変更

グラファイト壁空洞電離箱を用いて、Cs-137, Co-60, Ir-192の空気カーマ率標準を設定している。今回のレポートでは、以下の3項目が変更となった。

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

3. 自由空気電離箱によるX線空気カーマの変更

自由空気電離箱を用いて、管電圧 10 kV～300 kV のX線場、また I-125 の γ 線場における空気カーマ率標準を設定している。今回のレポートでは、下記の項目が変更、追加となった。

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

4. 結論

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

計測部会発表 討論会 前抄録

テーマ：ICRU Report90 に従う線量計校正証明書の値の変更について

「 ICRU Report90 採用に伴う校正機関の対応 」

Responses to the Adoption of ICRU Report 90 at Calibration Laboratories

公益社団法人日本アイソトープ協会

三家本 隆宏

ICRU (The International Commission on Radiation Units and Measurements: 国際放射線単位測定委員会) から、ICRU Report 90 “Key Data for Ionizing-Radiation Dosimetry: Measurement Standards and Applications” (以下、Report という) が 2016 年に発行された。これによりグラフアイトの阻止能比を含むいくつかの物理データの見直しが提言され、既に各国の標準機関で採用が始まっている。この Report を採用することで、グラフアイト電離箱を用いて絶対測定により求められる照射線量標準及び空気カーマ標準が変更される。日本でも 2019 年 4 月 1 日より国家標準機関である国立研究開発法人産業技術総合研究所 (以下、産総研という) が Report を採用し、公益社団法人日本アイソトープ協会 (以下、アイソトープ協会という) も同日から Report に対応した標準の供給を行っている。Report 採用に伴う国家標準の見直しは産総研によって評価されており、従来の標準値を Report に対応させるための補正係数が示されている¹⁾。例えば、アイソトープ協会の供給する主な照射線量率標準または空気カーマ率標準を変換するための補正係数は表 1 の通りである。

表 1. 各核種に対する補正係数

核種	補正係数
^{60}Co	0.9916
^{137}Cs	0.9919
^{192}Ir	0.9917

表 1 のうち、 ^{60}Co と ^{137}Cs についてはサーベイメータ校正等の用途として照射線量率標準を供給している。これらの不確かさは 5% 程度 ($k=2$) で供給しており、ユーザー側の不確かさも大きいため、変更による影響は小さいと考えられた。一方で ^{192}Ir は高線量率密封小線源の測定に用いられる井戸形電離箱の基準空気カーマ率校正定数として供給しており、その不確かさは 2.2% ($k=2$) と小さい。変化量は約 0.8% 程であり不確かさの範囲内の変更ではあるものの、ユーザーの混乱が懸念されたため、Report の採用に際しては事前にユーザーへの周知を行うこととした。周知は主に産総研及びアイソトープ協会のホームページにより行った。その他、関係学会やユーザー会等で講演を行い、井戸形電離箱校正サービスのユーザーに対しては案内文を送付することで Report 採用による値の変更について理解を求めた。 ^{192}Ir 基準空気カーマ率に關す

る主な変更点は表2の通りである。アイソトープ協会の使用する特定二次標準器は、Report 採用後に産総研の国家標準器を用いて再校正を実施した。これにより特定二次標準器の校正定数は約 0.7%小さくなった。これは表1の補正係数を用いた場合と不確かさの範囲内で一致している。校正定数の不確かさは1.2%から1.4%へ増加したが、ユーザー電離箱の校正定数の不確かさはReport 採用後も変わらず2.2%となる見込みである。また、校正証明書には独立行政法人製品評価技術基盤機構の案内文書に従い、校正結果が Report に対応している旨の表記を追加した。今回の変更はあくまでも国家標準の変更であり、その他校正場や校正の手法等に変更はない。

表2. Report 採用による変更点 (^{192}Ir 基準空気カーマ率)

項目	変更前	変更後
アイソトープ協会標準器の校正定数	$-4.668 \times 10^5 \text{ Gy/h/A}$	$-4.636 \times 10^5 \text{ Gy/h/A}$
校正定数の不確かさ ($k=2$)	1.2%	1.4%
ユーザー電離箱の不確かさ ($k=2$)	2.2%	2.2%
証明書記載内容	–	Report 対応の旨を明記

^{192}Ir 高線量率密封小線源の基準空気カーマ率は、各施設において少なくとも線源交換の都度国家標準にトレーサブルな測定を実施することが推奨されている²⁾。日本の場合は、測定結果を線源に添付された製品仕様書と比較した上で製品仕様書の基準空気カーマ率が治療に用いられるケースも少なくない。ユーザーが Report に対応した校正定数を用いて測定を実施する場合は、ユーザーの測定値も Report に対応していることになる。一方で、製品仕様書に記載される基準空気カーマ率の対応状況は、線源メーカーにより異なるため注意が必要である。そこでアイソトープ協会では、国内に流通する3種類の ^{192}Ir 線源メーカーに対して電子メールによる Report 対応状況に関する聞き取り調査を実施した。また、海外の校正機関についても同様に調査を実施した。調査結果は表3に示す。

表3 各 ^{192}Ir 線源メーカーの Report 対応状況

線源モデル	mHDR-V2	Ir2.A85-2	VS2000
線源メーカー	Mallinckrodt Medical B.V.		Alpha Omega services
参照標準機関	PTB		ADCL
参照標準機関の Report 対応状況	採用済 (-0.34%)		未採用 (2019 年 4 月時点)
線源メーカーの Report 対応状況	採用済 (変更なし)		未採用 (2019 年 4 月時点)

表 3 に示す通り、線源メーカーは Report の採用状況に関わらず測定器の校正定数を変更していない。すなわち、製品仕様書に記載する基準空気カーマ率を変更していない。VS2000 については、今後の標準機関の対応によっては基準空気カーマ率の変更が行われる可能性があるが、mHDR-V2 と Ir2.A85-2 については、基準空気カーマ率の変更を行っていないが Report には対応済みという立場である。製品仕様書の基準空気カーマ率の不確かさは 5%とされており、アイソトープ協会や海外の校正機関による校正の不確かさよりも大きい。また、Report 採用による参照標準機関の基準空気カーマ率変化量は約-0.3%であり、日本の場合よりも影響が小さい。そのため線源メーカーの場合は、Report 採用による変更が不確かさを含む最終的な測定結果に対して影響しないという判断であると推測される。一方で、国内の標準供給に対しては明確な校正定数の変更を行っているため、今後ユーザーの測定結果と線源メーカーの測定結果の関係に従来とは異なる傾向が生じる可能性があるが、そこには上記のような要因が含まれていることに留意する必要がある。

今回のような変更は、頻度は少ないものの今後も実施される可能性がある。標準を供給する校正機関としては、今後も関係各所と連携して情報共有に努めたいと考えている。

参考文献

- 1) 国立研究開発法人産業技術総合研究所, ICRU Report90 に対応した空気カーマ（率）標準への変更について. <https://unit.aist.go.jp/nmij/news/2018/>
- 2) 公益社団法人日本放射線腫瘍学会, 密封小線源治療 診療・物理 QA マニュアル, pp.210-224, 金原出版, 東京

計測部会発表 討論会 前抄録

テーマ：ICRU Report90 に従う線量計校正証明書の値の変更について

「校正証明書の値の変更に伴う現場での留意点」

Consideration at the field of exploitation by change of the value
of a calibration certificate

茨城県立医療大学
佐藤 斉

国際放射線単位測定委員会(The international Commission on Radiation Units and Measurements: ICRU)から 2016 年に ICRU Report 90 “Key Data for Ionization Radiation Dosimetry : Measurement Standards and Applications”が発行された。主な内容は、低エネルギー領域では電子による空気の電離エネルギーの補正が必要、照射線量から空気カーマへの換算する際に光子により発生した2次電子の電荷量をカーマの計算に含めない、水およびグラファイトの電子阻止能の見直しにより電離量から空気カーマへの換算係数を修正、空気の W 値の不確かさの見直しなどである。これらにより再計算された各物理定数、各補正係数、各換算係数と各不確かさが示されている。

これに伴い、産業技術総合研究所の計量標準総合センターで校正した証明書の値が 2019 年 4 月から変更となり、X 線については、空気吸収線量率、空気カーマ(率)、線量当量(率)の校正定数が 0.2~0.4%程度小さく、相対拡張不確かさの値が 0.2%程度増加することが示されている。実用測定器においてはこれらの変更の大きな影響は無いとされている。

ここでは、これらの変更について現場での留意点について述べる。

計測部会発表 討論会 前抄録

テーマ：ICRU Report90 に従う線量計校正証明書の値の変更について

「 標準センターの立場から 」

JSRT Standard Center support

名古屋大学

小山 修司

診断領域線量計標準センターでは、会員の施設の所有する線量計について、国家基準とトレーサビリティのとれた校正を行っている。

現在、全国各地に 12 のセンターが配置されており、それぞれが所有する X 線装置と学会貸与の基準線量計（診断用、マンモグラフィ用）を用いて標準校正場を作っている。各センターに配置されている線量計は、原則として 2 年に 1 回、校正業者に校正を依頼しその精度を維持しているところである。

今回の ICRU Report90 による変更点への対応について、センター班メンバーで検討しているところとして、各センターの基準線量計について 2019 年 4 月 1 日以前の校正定数の補正、および、不確かさの再検討がある。これらについて、本年 9 月 29 日に開催の診断領域線量計標準センター班会議において、確認を行うことになっている。

当日は、これらの詳細についてお話しする予定である。

専門部会講座(計測)

入門講座 8 (計測)

「 シミュレーション 」 Simulation

金沢大学附属病院 放射線部
能登 公也

本入門講座では診断領域の X 線を対象としたモンテカルロシミュレーションについて解説する。

モンテカルロ法とは、数値計算手法の一つで乱数を用いた試行を繰り返すことにより近似解を求める手法であり、もともとは中性子の挙動をシミュレーションするために考案されたものである。

放射線の物質中における振る舞いは、複数の確率的要素を含んだ事象であり、その解析はモンテカルロシミュレーションの好対象である。X 線と物質との相互作用には干渉性散乱・非干渉性散乱・光電効果・電子対生成等があるが、それらの相互作用は確率的な事象である。

つまり物質に入射した光子は物質内のどこで反応を起こすのか、その反応はどのような相互作用か、そしてその後どうなるのか、それら全てについて乱数を用いて追跡していくことになる。

本講座ではモンテカルロシミュレーションの簡単な原理と医学物理分野で多く利用されている計算コードや利用例などを解説する予定である。

専門部会講座(計測)

専門講座3 (計測)

「 平均乳腺線量の測定 」

Dosimetry of average glandular dose

慶應義塾大学病院 放射線技術室

根本 道子

1. はじめに

平均乳腺線量 (AGD : Average Glandular Dose) は、マンモグラフィにおける被ばくによるリスク評価や装置の精度管理に、最も用いられている数値である。

測定方法については EUREF, ACR, IAEA などて提唱されており、線量計の配置や算出式などがそれぞれ一部異なるが、日本においては、EUREF をもとに放射線技術学会や乳がん検診精度管理中央機構などが同一の測定方法を定めており、標準化されている。

しかし、線量計やファントムを持っていない施設、線量測定の経験がない技師にとっては、実際にどの程度の時間や費用、マンパワーを要するのかと言った不安もあり、線量測定を行うことに対するハードルが高い場合がある。

そこで本講座では、平均乳腺線量の計測を行う前準備の内容から解説し、不安解消のための具体的な対策の説明や、ガイドラインには記載されていない工夫など、現場レベルの目線に立った解説を行う。

2. 測定に必要な基礎知識

- 1) 平均乳腺線量の定義と測定の目的
- 2) プロトコルによる測定法の違い
- 3) 乳房 X 線撮影用装置におけるエネルギースペクトルと測定に適切な線量計

3. 測定の準備

- 1) 線量計・ファントムおよびその他の備品
- 2) 自施設にないものを準備する方法

4. 測定法

- 1) デジタルマンモグラフィ品質管理マニュアルに準じた効率的な測定の手順
- 2) 測定におけるタイムテーブルとワンポイントアドバイス

5. おわりに

被ばくと画質の最適化のため、平均乳腺線量の測定が身近なものとなることが望まれる。

テーマ：サーベイメータ

「サーベイメータの基礎から応用まで」

From Basics to Application of Survey Meter

株式会社 日立製作所

佐山 邦之

【はじめに】

サーベイメータは小型，軽量なため，放射線測定においては，医療，工業，エネルギー分野等の多くの分野にて高頻度で利用されている。

今回は，「サーベイメータの基礎から応用まで」と題し，基礎編としてサーベイメータに使用されている原理と，基本的な使用用途に関して紹介する。

続いて応用編として過去から現在に至るまでの進化と新型サーベイメータの開発時のポイントを紹介する。

【サーベイメータの使用用途】

そもそもサーベイメータの主な目的は大きく分けて2つ，空間放射線量の測定及び表面汚染の測定である。表1は，空間線量測定用を用途別に分類した表である。

用途	測定線種	検出器	測定範囲
空間線量測定用 Sv/h Gy/h	γ線	NaI(Tl)シンチレータ	BG～30.0 μSv/h BG～30.0 μGy/h BG～30.0 kmin ⁻¹
		CsI(Tl)シンチレータ	0.000～19.99 μSv/h
		半導体	0.01～1.00Sv/h
	x・γ線	電離箱	1 μSv/h～1.0 Sv/h 0.3 μSv～10 Sv
	中性子線	³ He比例計数管	0.01～10,000 μSv/h 0.01～9,999 μSv

(表1)

γ線は表内の3種類が主に利用され，それぞれの検出器に測定範囲がある。

γ 線測定の中でも、NaI(Tl)シンチレーションサーベイメータが代表格であり、その用途は、管理区域境界・敷地境界の環境線量測定用途となり、原子力分野では環境測定、除染測定用途となる。特徴として、電離箱サーベイと比較して測定範囲は狭いがバックグラウンドレベル(環境レベル)からの測定に適している。X線の測定では、電離箱式の検出器が最も利用されている。その用途は、医療用X線発生装置の漏えい線量測定、非破壊検査などの工業用X線発生装置の漏えい線量測定がある。特徴として、NaI(Tl)シンチレーションサーベイメータと比べて幅広い測定範囲をもち、またX線の測定が可能である。中性子線は、 ^3He (ヘリウム3)比例計数管となる、表2は、空間線量測定用を用途別に分類した表である。

用途	測定線種	検出器	測定範囲
表面汚染測定用 min^{-1} s^{-1}	α 線	ZnS(Ag)シンチレータ	$0\sim 100(\beta:300) \text{ kmin}^{-1}$ $0.00\sim 10.0 \text{ ks}^{-1}$
	α 線・ β 線	ZnS(Ag)シンチレータ プラスチックシンチレータ	$0\sim 100(\beta:300) \text{ kmin}^{-1}$ $0.00\sim 10.0 \text{ ks}^{-1}$
	β 線	プラスチックシンチレータ	$0\sim 100 \text{ kmin}^{-1}$ $0.00\sim 10.0 \text{ ks}^{-1}$
		端窓型有機GM管	
		薄窓型ガスフローカウンタ	$0\sim 100 \text{ kmin}^{-1}$
	γ 線(^{125}I 用)	NaI(Tl)シンチレータ	$0.00\sim 10.0 \text{ ks}^{-1}$ $0\sim 999,999 \text{ count}$

(表2)

表面汚染としての単位は $\text{min}^{-1} \text{ s}^{-1}$ の2種類が主となる。 α 線測定用はZnS(Ag)シンチレーションサーベイメータ、 β 線測定用はプラスチックシンチレーションサーベイメータとGM管サーベイメータ、大学研究機関で用途のある ^3H や ^{14}C 核種を測定する為のガスフローカウンタ、そして ^{125}I 核種を測定する為のNaI(Tl)シンチレーションサーベイメータがある。 ^{125}I 用は、 γ 線の測定エネルギーを20～45keVに設定する事で測定可能となっており、ヨウ素専用サーベイとなる。

表面汚染の代表格は、GMサーベイメータである。測定には時定数を考慮する。一般的には短い時定数で検出器を動かしながら測定し、汚染箇所を特定したら、検出器の動きをとめて時定数を長くして値の評価を行う。時定数が短いと測定値のバラツキ・誤差は大きいが測定の応答速度が速い為、汚染箇所の検知に優れる、一方時定数をが長いと、測定値のバラツキ・誤差は小さくなり、応答速度は遅くなるが精度の高い測定に向く。

次に、法令別（医療法、放射性物質汚染対処特措法、等々）で分類した必要なサーベイメータについて紹介する。法令ごとに使用する機種がある事を理解する事で、運用の中でどのような機種のサーベイメータが適切かどうかの判断材料となる。以下4つが主な法令別の分類である。

- 原子力基本法 「放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律」
（通称：放射線障害防止法，障防法）放射線による障害を防止し公共の安全を確保
管轄：文部科学省 → 原子力規制委員会（環境省）（平成 25 年 4 月～）
- 医療法 「医療法施行規則」放射線による診断，治療関連 管轄：厚生労働省
- 労働安全衛生法「電離放射線障害防止規則（通称：電離則）」 放射線施設で働く放射線業務従事者の保護関連 管轄：厚生労働省
- 原子力災害対策特別措置法（原災法）

この中で医療法について述べる，労働安全衛生法（通称：電離則）及び原子力災害対策特別措置法（原災法）は次章で説明する。

医療法施行規則 第 30 条の 22（放射線障害が発生するおそれのある場所の測定）とあり

- ・放射線の量（空間線量）を測定する場所は，管理区域内各室，管理区域境界，居住区域，敷地境界とあり，即ち電離箱サーベイメータ，シンチレーションサーベイメータを使用する。
- ・汚染の状況（表面汚染）を測定する場所は，管理区域内各室，管理区域境界，排気口，排水口とあり，即ち GM サーベイメータ，プラスチックシンチレーションサーベイメータを使用する。ガイドライン（FDG PET/MRI 診療ガイドライン 2012 Ver 1.0）・P93，（2）施設において，PET 検査終了後に放射線測定器による放射能汚染検査を確実にを行い，汚染状況等について，線量率等の測定結果を記録に残すこととあり，即ち空間線量測定として電離箱サーベイメータ，シンチレーションサーベイメータ，中性子サーベイメータを使用する。表面汚染測定として GM サーベイメータ，プラスチックシンチレーションサーベイメータを使用する。

【サーベイメータの進化】

1956 年代にサーベイメータの前進として乾電池駆動の 10 進計数放電管デカトロンを使用した GM 管式ウラン鉱床探査用の携帯型放射線測定装置を開発した。本機は携帯型と命名されているが，サイズ，質量共に大きく，現在のサーベイメータのようなものではなかった。その後，高圧電源や，信号増幅器の増幅度，直線性，過負荷特性の向上によって進化を遂げて行き，1960 年代にはデカトロン方式から，トランジスタ方式に変更され，計数速度が大幅に改善された。トランジスタはデカトロンと比較しても小型軽量なため，装置全体の小型軽量化が実現し，いわゆるサーベイメータサイズとなった。1980 年代には計数回路はマイクロプロセッサを使用し，デジタル化を遂げる。その後，1988 年の障害防止法の改正による，SI 単位系への変更にあわせ SI 単位に対応したサーベイメータ及び，電子ポケット線量計を上市する。そして 2015 年より，表示関連を完全デジタル化し，使いやすさ，正確性を追求した LUCREST シリーズを上市した。次章にて LUCREST シリーズの開発のポイントを紹介する。



・ GM 管式携帯型放射線測定装置



・ 新型サーベイメータ LUCREST

【新型サーベイメータ開発のポイント】

震災以降，ユーザーの層にも変更が起こり，従来の装置を使用した経験から様々な要望を受けた．その要望も考慮し，新型サーベイメータを開発した．新型サーベイメータは従来重視していた「正確性」のみでなく，「使いやすさ」をコンセプトに追加し，開発を進めた．

「正確性（信頼性）」として堅牢性，耐環境性を強化した．「堅牢性の強化」としてはマグネシウム合金の採用及び，耐微小振動特性の強化を行い，「耐環境性」としては防塵・防滴構造規格である IP65 対応（空間線量サーベイメータのみ）や，温度補償機能の追加（ γ 線用シンチレーションサーベイメータのみ），EMC 特性の向上を行った．

「使いやすさ」として携帯性，操作性を強化した．「携帯性」としては小型化・軽量化を行い，「操作性」としてはインターフェイスの共通化，検出器の持ちやすさ（ハンドリング・作業性）の強化を行なった．小型化・軽量化として計測部は従来比で薄型化 約 60 %減，軽量化 約 30 %減となった．

その他にも γ 線用シンチレーションサーベイメータではスペクトルを表示できるオプションを搭載することで，核種の定性を大まかに把握可能となった．また，電離箱サーベイメータでは，電離箱内部を通気型とすることで，膜の破損を防ぐことが可能となった．シリーズを通してインターフェイスを共通化することで，装置間の使用方法がわかりやすくなることで，使いやすく，多種多様な環境で使用可能なサーベイメータを実現した．

空間線量測定用

Nal(Tl)シンチレータ



円筒型電離箱



^3He 比例計数管



表面汚染測定用

ZnS(Ag)+プラスチックシンチレータ



プラスチックシンチレータ



有機GM管



計測部会発表 討論会 後抄録

テーマ：サーベイメータを用いた漏えい線量測定

「 診断領域 X 線場で用いるサーベイメータの校正について 」

Calibration of the survey meter used in the realm of a diagnostic X-ray

茨城県立医療大学

佐藤 斉

1. はじめに

X線診療室の放射線量の測定に用いる放射線測定器は、日本工業規格 (Japanese Industrial Standards: JIS) に基づいて適正に校正されたものを使用することとされている。サーベイメータの校正には線量当量の基準線源として ^{137}Cs が用いられる。また、エネルギー特性測定用線源には ^{241}Am , ^{57}Co が用いられる。

一般的に、医療施設が所有しているサーベイメータについては殆どが ^{137}Cs のみを用いた校正が行われており、校正時の線源エネルギーに対して診断領域 X 線に用いられるエネルギー範囲との差が大きい。診断領域 X 線の測定に用いるサーベイメータの校正については、日本工業規格 JIS Z 4511 「X 線及び γ 線用線量(率)測定器の校正方法」¹⁾に連続 X 線標準場の仕様として 5 つの N シリーズ線質が規定されている。さらに国際標準化機構 (International Organization for Standardization: ISO) 規格 ISO 4037-1 ではサーベイメータ等のエネルギー特性を評価する際には N シリーズを用いるように推奨されている。ここでは、診断領域 X 線を用いる X 線診療室の漏洩線量の測定に用いるサーベイメータの校正について調査した概要を話題提供として述べた。

2. 規格について

放射線量の測定は、国際放射線防護委員会 (International Commission on Radiological Protection: ICRP) の線量評価の概念と、国際放射線単位測定委員会 (International Commission on Radiation Units and Measurements: ICRU) による放射線計測量の定義などに従うことになる。これらの概念や定義に基づいて、国際電気標準会議 (International Electrotechnical Commission: IEC), ISO, JIS に規定された規格に従って製造された測定器が測定に用いられる。なお、2019 年 7 月 1 日より、工業標準化法が産業標準化法に改正され、日本工業規格 (JIS) は日本産業規格 (JIS) に変更されている。

1) サーベイメータ

X 線診療室の漏洩線量の測定に用いるサーベイメータについては、JIS Z 4333 「X 線, γ 線及び β 線用線量当量 (率) サーベイメータ」²⁾に規定されている。この規格は、放射線サーベイを目的としたサーベイメータについて、X 線, γ 線, β 線の周辺線量当量 (率) 及び/又は

方向性線量当量 (率) を測定する携帯形の線量 (率) 計及び警報付き線量 (率) 計に関して IEC 60846-1³⁾を基として、我が国の使用状況に応じて技術的内容を変更して作成されている。

X 線診療室の漏洩線量の測定は、実効線量を評価することを目的として、周辺線量当量 $H^*(10)$ または周辺線量当量率 $\dot{H}^*(10)$ を測定するものである。周辺線量当量 $H^*(10)$ は、拡張・整列場によって作り出される放射線場に置かれた ICRU 球内の整列場の方向に対向する半径上の深さ 10 mm の点における線量当量として定義されている。ICRU 球は、直径 30 cm の組織等価物質(O 76.2%, C 11.1%, H 10.1%, N 2.6%)での仮想的な場で、荷電粒子平衡が成立している条件で、1 方向から放射線が入射した場合の球内の深さ d の位置における吸収線量を評価するものである。この概念を Fig.1 に示した。周辺線量当量は、ICRU 球の深さ d における吸収線量と放射線の線質を考慮した量である。ICRU 球の深さ $d=10$ mm における周辺線量当量 $H^*(10)$ は、放射線エネルギーにより変化し、光子の場合は、低エネルギー側で大きく異なる。モデル計算された単色光子に対する周辺線量当量換算係数 $h_k^*(10)$ を Fig.2 に示した。この換算係数と同等の応答を示す特性を持たせた測定器により測定した値を 1cm 線量当量とし、実効線量を評価するための測定の実用量として用いられる。

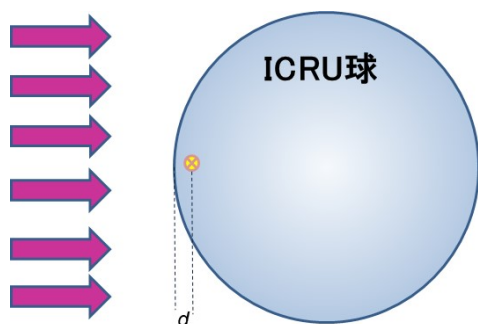


Fig.1 周辺線量当量の概念図

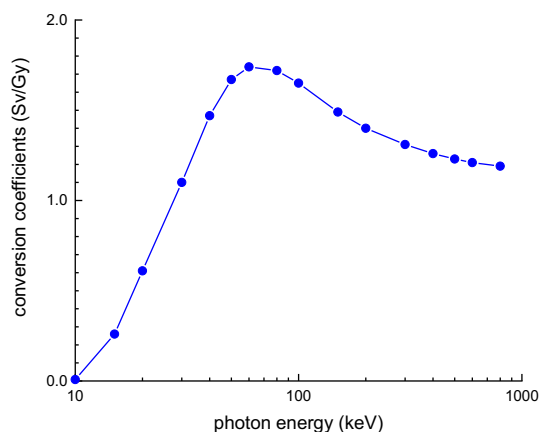


Fig.2 周辺線量当量換算係数 $h_k^*(10)$

JIS Z 4333 では、サーベイメータの性能などについて、取扱説明書に検出器の種類、測定対象とする放射線の種類、基準点及び基準の向き、有効測定範囲をはじめとする重要な事項を記載することとしており、サーベイメータを使用する際にはそれらの内容をよく確認しておく必要がある。特に、実際の測定に使用する際は線量直線性、エネルギー特性、方向特性を十分に把握して用いる必要がある。

2) サーベイメータの校正

JIS Z 4511:2018「X 線及び γ 線用線量(率)測定器の校正方法」に示される規格は、1996 年に第 1 版として発行された ISO 4037-1、1997 年に第 1 版として発行された ISO 4037-2、1999 年に第 1 版として発行された ISO 4037-3 及び 2004 年に第 1 版として発行された ISO

4037-4 を基とし、我が国の使用状況に応じて、技術的内容を変更して作成した規格である¹⁾。これまでの日本産業規格 JIS Z 4511: 2005 を改訂したもので、今後はこの新たな規格に従って校正が実施される。

光子については、エネルギー 8 keV～9 MeV、空気カーマ率 $10 \mu\text{Gyh}^{-1}$ ～ 10Gyh^{-1} の範囲で、空気カーマ標準場の設定と、放射線防護用の場及び個人のモニタリングに用いる線量当量（率）測定器の校正方法、光子エネルギー及び放射線入射角に対するレスポンスの試験方法などについて規定している。

3. 校正場について

連続 X 線エネルギーの線質は、X 線管の管電圧、全フィルタの厚さと組成、ターゲットの材質と角度、焦点から試験点までの空気層の厚さなどに依存し、平均エネルギー $\bar{E}$ [keV]、分解能 R_E [%]、半価層 HVL [keV]、均等度 h 、実効エネルギー E_{eff} [keV]、線質指標 QI のパラメータにより特徴付けられる。これらの特徴付けにより校正場の線質を大きく分けると、低空気カーマ率（L シリーズ）、狭スペクトル（N シリーズ）、広スペクトル（W シリーズ）、高空気カーマ率（H シリーズ）、線質指標（ QI シリーズ）の 5 種類に分類されている。 QI シリーズについては、これまで日本では校正場の連続 X 線の線質として、線質指標が用いられてきたため、国際規格に加えて日本産業規格に QI シリーズを追加している。各シリーズの特徴を表 1 に示す。

IEC 規格では、サーベイメータ等の校正に用いるための線質として N シリーズを示しており、ISO 4037-1 ではサーベイメータ等のエネルギー特性を評価する際には N シリーズを用いるように推奨している。N シリーズは、各管電圧に対して、付加フィルタ厚を調整して、目標となる線質を設定する。N シリーズの概要を表 2 に示す。

表 1 連続 X 線の線質設定

series	resolution RE %	homoge. coefficient h	air kerma rate ^{a), b)} $\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$
L series	18～22	1.0	$3 \times 10^{-4 \text{ c)}$
N series	27～37	0.75～1.0	$10^{-4 \sim -2 \text{ c)}$
W series	48～57	0.67～0.98	$10^{-2 \sim -1 \text{ c)}$
H series	-	0.64～0.86	$10^{-2 \sim -0.5}$

a) 距離 1 m, 管電流 1 mA

b) 荷電粒子平衡状態では空気カーマは、空気吸収線量と同等である。

c) 実効エネルギーが 30 keV 以下の場合、これらの線量率と異なる場合がある。

表 2 N シリーズの概要

series	tube voltage (kV)	mean energy (keV)	filter (mm)				HVL (mm)		homoge. coefficient HC	effective energy (keV)	quality index QI	
			Al	Cu	Sn	Pb	1st	2nd				
N-20	20	16	1				0.32	0.37	Al	0.86	15.0	0.75
N-25	25	20	2				0.66	0.73	Al	0.90	19.2	0.77
N-30	30	24	4	-	-	-	1.15	1.31	Al	0.88	23.3	0.80
N-40	40	33	4	0.21	-	-	0.084	0.09	Cu	0.92	31.7	0.83
N-60	60	48	4	0.6	-	-	0.24	0.26	Cu	0.92	46.2	0.80
N-80	80	65	4	2	-	-	0.58	0.62	Cu	0.94	63.9	0.81
N-100	100	83	4	5	-	-	1.11	1.17	Cu	0.95	82.5	0.83
N-120	120	100	4	5	1		1.71	1.77	Cu	0.97	100.0	0.83
N-150	150	118	4	-	2.5	-	2.36	2.47	Cu	0.96	118.0	0.79
N-200	200	164	4	2	3	1	3.99	4.00	Cu	0.99	166.0	0.82
N-250	250	208	4	-	2	3	5.19	5.24	Cu	0.99	208.0	0.83
N-300	300	250	4	-	3	5	6.2	6.20	Cu	1.00	253.0	0.83

これまで、日本放射線技術学会計測部会の診断領域線量計標準センター（以下、標準センターという）においては、管電圧 70 kV の線質を基準として、他の管電圧の場合には、管電圧のみを変化させる独自の線質設定で運用してきた。改訂された日本産業規格との整合性を考慮すると、今後、サーベイメータの校正を標準センターで実施するためには **QI** シリーズもしくは **N** シリーズの線質設定が望ましいと考えられ、研究班（小山班）を設置して検討を重ねている。

1) N シリーズの線質

各 N シリーズの X 線スペクトルを Birch・Marshall の理論式により算出した結果を Fig.3 に示す。また、管電圧 140 kV で胸部撮影を想定した時の遮蔽壁内側と外側における X 線スペクトルについて、MCNP5 を用いてモンテカルロ計算した結果を Fig.4 に示す。遮蔽壁外側の線量は X 線エネルギー 80~100 keV 程度のエネルギーの寄与が大きいといえる。サーベイメータの校正場の線質は、N80 又は N100 を基準とすることが妥当と考えられる。しかし、N100 に用いる銅の付加フィルタ厚が 5 mm であることから、X 線管装置の負荷が大きくなることが予想される。そのため、各標準センターが設定可能な条件を考慮すると N80 を基準条件とすることが現実的と思われる。

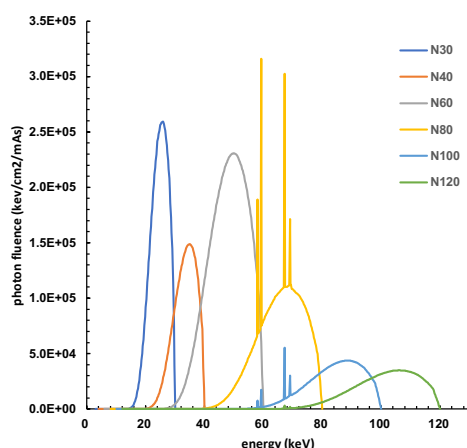


Fig.3 N シリーズの X 線スペクトル
(Birch-Marshall の理論式による)

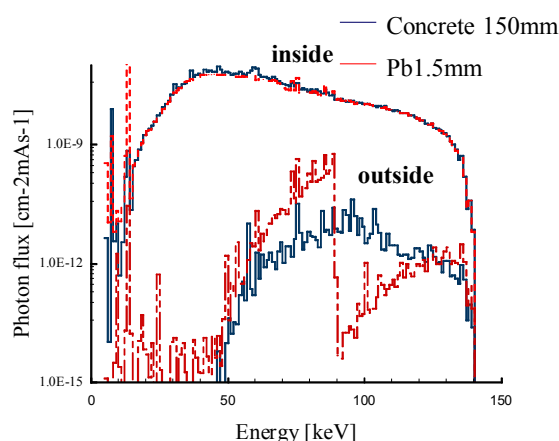


Fig.4 遮蔽壁内側と外側の X 線スペクトル
(胸部撮影を想定下モンテカルロ計算, 管電圧 140kV, 遮蔽体がコンクリート 100 mm, 鉛 2 mm)

2) QI シリーズの線質との比較

QI シリーズの概要を表 3 に示す. サーベイメータの校正値は, 空気カーマの測定値を $H^*(10)$ に換算したシーベルト単位を基準とする. $H^*(10)$ への換算は, 計算結果で与えられた換算係数を用いる. これまで, サーベイメータの校正場の線質に用いられてきた QI シリーズの換算係数と N シリーズの換算係数を対比して表 4 に示す.

表 3 QI シリーズの概要

QI	resolution RE %	homoge. coefficient h	air kerma rate ^{a)} $\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$
0.6	60~74	0.70~0.82	$6\times 10^{-2}\sim 2.4\times 10^{-1}$
0.7	47~58	0.81~0.92	$2\times 10^{-2}\sim 1.2\times 10^{-1}$
0.8	30~38	0.89~0.95	$4\times 10^{-3}\sim 3\times 10^{-2}$
0.9	15~19	0.96~0.99	$7\times 10^{-5}\sim 4\times 10^{-4}$

QI の区分に対する分解能, 均等度及び空気カーマ率は, 管電圧 20 kV~300 kV の 13 の線質での範囲を示す.
a) X 線装置の管電流が 1 mA で, 各管電圧での線質のときの, X 線焦点から距離 1 m の試験点における空気カーマ率を示す.

表 4 N シリーズと QI シリーズの対比

ISO 4037			QI series ^{a)}		
series	mean energy (effective energy) (keV)	CF $H^*(10)/K_a$ (Sv/Gy)	mean energy (effective energy) (keV)	CF $H^*(10)/K_a$ (Sv/Gy)	quality index QI
N-25	20 (19.2)	0.52	20.7 (19.7)	0.603	0.79
N-30	24 (23.3)	0.80	24.7 (24.2)	0.814	0.81
N-40	33 (31.9)	1.18	31.5 (30.5)	1.083	0.76
N-60	48 (46.3)	1.59	46.9 (44.8)	1.561	0.75
N-80	65 (64.1)	1.73	64.7 (64.7)	1.732	0.81
N-100	83 (82.9)	1.71	83.4 (84.7)	1.704	0.85
N-120	100 (100.5)	1.64	101 (103)	1.643	0.86
N-150	118 (118)	1.58	119 (122)	1.579	0.81
N-200	164 (165)	1.46	162 (174)	1.461	0.87
N-250	208 (208)	1.39	207 (223)	1.390	0.89
N-300	250 (252)	1.35	248 (271)	1.348	0.90

a)JAEA-Technology 2011-008

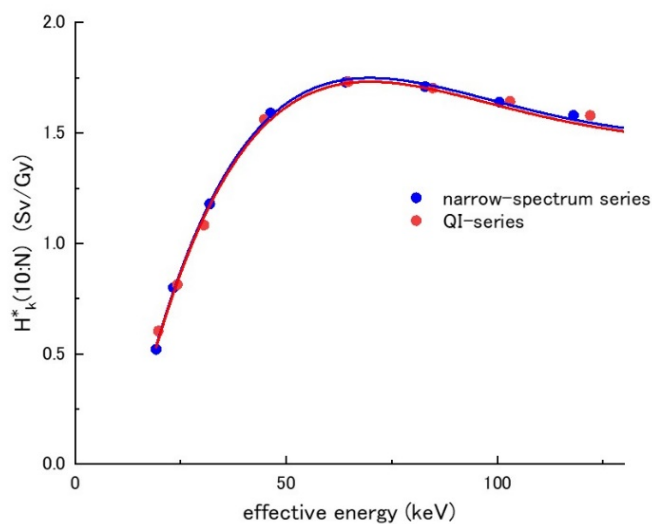


Fig. 5 N シリーズと QI シリーズの $H^*(10)$ 換算係数 $h_k^*(10)$ の比較

$H^*(10)$ 換算係数 CF を比較した結果を Fig.5 に示す. 両者の値はほぼ一致しているため, N シリーズでも QI シリーズでもほぼ同等の結果が得られると考えられる. しかし, QI シリーズの設定は, 付加フィルタの厚さを変えたときの半価層測定値を合わせ込む作業を繰り返して実施する必要があり, 各センターの負担が大きくなることが想像され, 作業の煩雑さから校正場

の不確かさが増加する懸念がある。一方、Nシリーズでは、付加するフィルタの種類と厚さが規定されているため、半価層測定値が表 2 に示されている値の±5%を超えないことを確認することにより設定することが可能である。

4. おわりに

ここでは、主に標準センターにおけるサーベイメータの校正場の線質設定について検討した。標準センターにおける校正場は、計量法における二次標準場と参照標準による実用校正と機能確認の間の、参照標準場に位置づけられると考えられる。その位置での校正場を構築するためには不確かさの評価も含めて、今後各標準センターにおける校正場を構築する可能性を検討していく必要がある。

- 1) JIS Z 4511:2018 X線及び γ 線用線量（率）測定器の校正方法
- 2) JIS Z 4333:2014 X線、 γ 線及び β 線用線量当量（率）サーベイメータ
- 3) IEC 60846-1:2009 Radiation protection instrumentation—Ambient and/or directional dose equivalent (rate) meters and/or monitors for beta, X and gamma radiation—Part 1: Portable workplace and environmental meters and monitors

計測部会発表 討論会 後抄録

テーマ：サーベイメータを用いた漏えい線量測定

「校正の確立 学術研究班」

Establishment of calibration field

名古屋大学 脳とこころの研究センター

小山 修司

1. はじめに

計測部会診断領域線量計標準センターでは、原則として、一般撮影用とマンモグラフィ用の線量計について、直接X線を対象とした校正を行っている。これは、学会より各センターに貸与されているものが、一般用とマンモ用であることと、線源に使用するX線装置をセンターの施設で所有するX線装置で賄っていることによる。

近年、会員施設からはサーベイメータの校正についての要望が高く、特殊なX線装置や学会貸与でない容量の大きな電離箱を所有するセンターでは、この校正を行っているところもある。ところで、2018年4月に、日本工業規格の「X線及びγ線用線量(率)測定器の校正方法」(JIS Z4511)が改定され、校正に用いられる線質がこれまでと変わってきている。そこで、全国のセンター(現在12施設)で新しい規格に合わせて、サーベイメータの校正を行うことができるかについて研究するための学術研究班「診断領域線量計標準センターにおけるサーベイメータの校正の確立」が立ち上げられた。この第1回の班会議において、校正の線質をJISに基づく「狭スペクトルシリーズ(Nシリーズ)」に合わせることで、また、一般の医療用X線装置も含めてすべてのセンターで、この校正場が作れるか(X線出力や装置付加の加減を検討して)について調査を進めることになった。

JISの「狭スペクトルシリーズ」の線質について表1に示す。

表1 狭スペクトルシリーズの線質(抜粋)

管電圧 [kV]	平均エネルギー [keV]	付加フィルタ[mm]			第1半価層 [mmCu]	第2半価層 [mmCu]
		スズ	銅	アルミニウム		
40	33	—	0.21	4.00	0.084	0.091
60	48	—	0.60	4.00	0.24	0.26
80	65	—	2.00	4.00	0.58	0.62
100	83	—	5.00	4.00	1.11	1.17
120	100	1.00	5.00	4.00	1.71	1.77
150	118	2.00		4.00	2.36	2.48

2. 校正場の設定

(1) X線装置の線質

校正に所用するX線装置はセンターによって異なっている。そこで、Nシリーズのフィルタを付加する前の状態で、管電圧 60kV において、アルミニウム半価層が 2.11mm となるか確認を行った。これは、固有フィルタが 2.5mmAl 相当であるときの半価層に相当する。

(2) N80, N100 校正場の設定

X線装置の負荷の限界や出力の確保などを考慮して、Nシリーズの中の管電圧 80kV と 100kV の校正場を設定することとした。(それぞれ N80, N100 校正場とする。)

[N80 校正場]

管電圧 80kV : 2mm 厚銅+4mm 厚アルミニウムの付加フィルター

目標 : 銅第 1 半価層 0.58mm, 銅第 2 半価層 0.62mm

[N100 校正場]

管電圧 100kV, 5mm 厚銅+4mm 厚アルミニウムの付加フィルター

目標 : 銅第 1 半価層 1.11mm, 銅第 2 半価層 1.17mm

なお、センターに配置されている電離箱 DC300 (容量 6cm³) では、感度が不足して測定が困難な状況となるため、各センター自施設所有の大容量線量計でそれぞれ実験を行った。

以上の設定で、第 1 半価層、第 2 半価層が、それぞれどの程度の差異となるのか調べた。

3. 結果 (中間報告)

ここまでで、実験が行われた部分について表 2, 表 3 に示す。

表 2 N80 校正場の結果

	付加フィルタ [mm]		第 1 半価層	第 2 半価層	相対誤差 [%]	
	Cu	Al	[mmCu]	[mmCu]	第 1 半価層	第 2 半価層
目標	2.0	4.0	0.58	0.62	-	-
茨城	2.0	4.0	0.58	0.62	-0.69	-0.16
駒澤	2.0	調整	0.58	0.62	-0.48	0.25
金沢	1.8	4.0	0.57	0.63	-1.72	1.61
名古屋	2.0	4.0	0.55	0.62	-5.17	0
京都	1.6	4.0	0.57	0.62	-1.72	0
徳島	2.0	4.0	0.58	0.64	0	3.23
九州	2.0	4.0	0.56	0.57	-3.45	-8.06

表3 N100 校正場の結果

	付加フィルタ [mm]		第1 半価層	第2 半価層	相対誤差 [%]	
	Cu	Al	[mmCu]	[mmCu]	第1 半価層	第2 半価層
目標	5.0	4.0	1.11	1.17	–	–
茨城	5.0	4.0	1.11	1.16	–0.36	–1.11
駒澤	5.0	調整	1.11	1.17	0.23	–0.13
金沢	4.7	4.0	1.10	1.18	–0.90	0.85
名古屋	5.0	4.0	1.12	1.14	0.90	–2.56
京都	3.7	4.0	1.09	1.18	–1.80	0.85
徳島	5.0	4.0	1.14	1.19	2.70	1.71
九州	5.0	4.0	1.00	0.94	–9.91	–19.66

4. 考察

工業用 X 線装置を使用するセンターでは、JIS の規定する線質（第1，第2 半価層）に極めて近い線質にすることができた。医療用 X 線装置を使用するセンターでは、JIS の線質に近づけることができた施設とそうでなかった施設があった。現状として、必要とされる感度の高い大容量の電離箱は、学会からの貸与はなく、各センターで所有しているものを使用しているため、機種や仕様は統一されていない。また、半価層を測定するための銅板も、同様に、各センターで所有しているものを用いている。所有している銅板の厚さがセンター間で異なり、半価層から離れた厚みで測定が行われたり、使用する X 線装置の違いがあったりしたことが、目標とする線質と異なった原因ではないかと考える。以上の結果を踏まえて、さらに検討を加えて行く。

5. おわりに

現在、1,000cc の電離箱が2台導入できたので、今後、これらを業者で校正されたサーベイメータ1台とともにセンター間で巡回させて、校正精度の確認を行う予定である。校正精度が十分であることが確認できたら、会員の施設で所有するサーベイメータの校正業務を開始する予定である。

計測部会発表 討論会 後抄録

テーマ：サーベイメータを用いた漏えい線量測定

「漏えい線量測定について」

Measurement of leakage X-ray from X-ray rooms

医建エンジニアリング株式会社

細沼 宏安

【概要】

X線診療室(医療法施行規則において、診療に用いるX線装置の定格出力が10 kV以上で、その有するエネルギーが1 MeV未満のX線装置(医療法施行規則 第24条の2)が設置された室)からの漏えい放射線は、医療従事者、職員、患者や一般公衆への被ばくの要因となる。そのため、X線診療室は、医療法施行規則や電離放射線障害防止規則(以下、規則という。)等により、X線診療室の外側における放射線量限度(実効線量限度)が定められている。X線診療室の画壁外側では1.0 mSv/週、管理区域境界、病室では1.3 mSv/3月間、居住区域境界、敷地境界では250 μ Sv/3月間となっており(医療法施行規則 第30条の4、第30条の17、19、26)、X線診療室からの漏えい放射線量の正確な把握が、X線診療に対する安全性担保の上で重要となる。

X線診療室からの漏えい放射線量は、測定により把握することができる。X線診療室の漏えい放射線量測定は医療法施行規則で、X線診療を開始する前に1回(X線診療室に新しくX線装置を設置した時、X線装置を更新した時、及び、X線装置及びX線診療室の構造設備を変更した時など)、また、定期的(据置型のX線装置が据え置かれたX線診療室の場合は6か月を超えない期間毎に1回)に行わなければならないとされている。(医療法施行規則 第30条の22、電離放射線障害防止規則 第54条)

一方で、X線診療室の漏えい放射線量測定について、規則や厚生労働省通知(以下、通知という。)では、以下のような条文がある。

- ・医療法施行規則 第30条の22 第1項 第1号より抜粋：エックス線装置～(中略)～を固定して取り扱う場合であって、取扱の方法及びしゃへい壁やその他しゃへい物の位置が一定している場合におけるエックス線診療室～(中略)～管理区域の境界、病院又は診療所内の人が居住する区域及び病院又は診療所の敷地の境界における放射線の量の測定
- ・医療法施行規則 第30条の22 第2項 第2号より抜粋：放射線の量～(中略)～の測定は、これらを測定するために最も適した位置において、放射線測定器を用いて行うこと。～(以下略)
- ・厚生労働省医政局長通知 医政発 0315 第4号 第4 管理義務に関する事項 10 放射線障害が発生するおそれのある場所の測定(規則第30条の22)(3)より抜粋：規則第30条の22 第2項 第2号の放射線の量及び～(中略)～の測定について「最も適した位置において」とは、通常使用する頻度の最も高い場所及び位置において、適切な方法により測定を行う趣旨であること。～(以下略)
- ・電離放射線障害防止規則 第54条より抜粋：事業者は、前条第一号の管理区域について、

～(中略)～外部放射線による線量当量率又は線量当量を放射線測定器を用いて測定し、
～ (以下略)

以上のように、規則や通知では、X線診療室に関して、漏えい放射線量測定が必要とされる時期と大まかな測定場所について言及されているが、漏えい放射線量測定について、例えば、用いる放射線測定器の性能、測定箇所の詳細、使用するファントムなどについて明確な記述はなく、医療施設での漏えい放射線量測定の担当者、漏えい放射線量測定を行う事業者や、その測定者個人の判断に委ねられていた。

2018年3月20日に、X線診療室についての漏えい放射線量測定方法を規定したJIS規格「JIS Z 4716 X線診療室の漏えいX線量の測定方法」が制定、発行された。JIS Z 4716では、X線診療室の漏えいX線量測定に用いるサーベイメータ、積算線量計、用いるファントムや、測定手順、測定箇所の詳細、測定後の記録項目などが記述されている。

今回は、JIS Z 4716の内容を基に、特にサーベイメータを用いた漏えいX線量の測定について、その留意点を解説する。

【サーベイメータ】

漏えいX線量の測定に用いるサーベイメータは、校正がなされ、かつ、信頼できる測定範囲を持ったサーベイメータを用いなければならない。用いるサーベイメータは以下の要件を満たしたものをを用いる。

- 1) JIS Z 4333 (X線、 γ 線及び β 線用線量当量 (率)サーベイメータ) に規定されるサーベイメータ、又は、それと同等以上の性能を有するサーベイメータ。
- 2) JIS Z 4511(照射線量測定器、空気カーマ測定器、空気吸収線量測定器及び線量当量測定器の校正方法)で規定される校正方法によって校正されたサーベイメータ。
- 3) 線量率モードによる測定で $1.0\mu\text{Sv/h}$ 、又は、積算モードによる測定で $0.3\mu\text{Sv}$ が測定可能なサーベイメータ。

【ファントム】

当該X線診療室で撮影が想定される部位を考慮し、その大きさに近い人体等価ファントムを用いる。

- 1) 胸・腹部を想定する場合

JIS Z 4915 に規定される胸・腹部用X線水ファントム。

- 2) 乳房を想定する場合

精度管理用ファントム、又は、4cm厚のPMMA製の板。

- 3) その他のファントム

- a) X線骨密度装置

装置付属の校正用ファントムや検査部位の厚さに相当するPMMA製の板。

- b) X線CT装置

頭部、又は、腹部を想定した円柱形水ファントム (頭部用は直径16cm程度、腹部用は直径32cm程度)。

c) 歯科用 X 線装置

頭部を想定した円柱形水ファントム (直径 16cm 程度).

【測定箇所】

1) X 線診療室の側壁面 (人が立ち入らない場所は除く)

安全評価の観点から、側壁面 1 面につき複数箇所を測定する。測定箇所について、床、又は、地面から 1m 程度の高さとし、壁面からできる限り近い位置 (壁面からサーベイメータの実効中心の距離は 10cm 以内)を測定する。

2) X 線診療室の上階の床面 (人が立ち入らない場所は除く)

安全評価の観点から、上階の床面につき複数箇所を測定する。測定箇所について、上階の床面からできる限り近い位置 (床面からサーベイメータの実効中心の距離は 10cm 以内)を測定する。

3) X 線診療室の下階の天井面 (人が立ち入らない場所は除く)

安全評価の観点から、下階の天井面につき複数箇所を測定する。測定箇所について、測定者の高所からの転落等の危険排除のため、下階の床面から測定者が危険ではない範囲で測定を行う。

4) X 線診療室のその他漏えい X 線量が高くなると考えられる箇所

扉、観察窓の周囲、ケーブルピットや換気扇などの開口部、線束方向の壁面、X 線管から近い壁面、両開扉の扉が合わさる部分 (召合せ) などについては、床、又は、地面からの高さを問わず測定を行うことが望ましい。

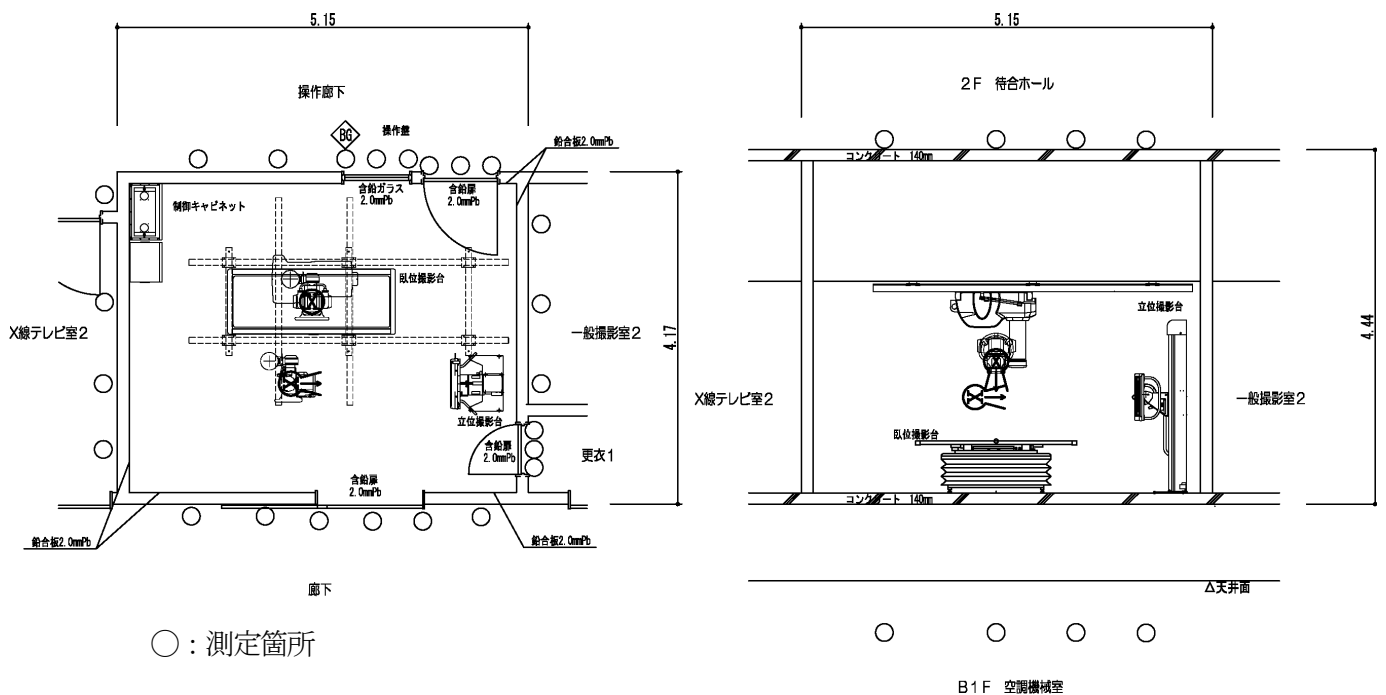


図1 一般撮影室の測定箇所例

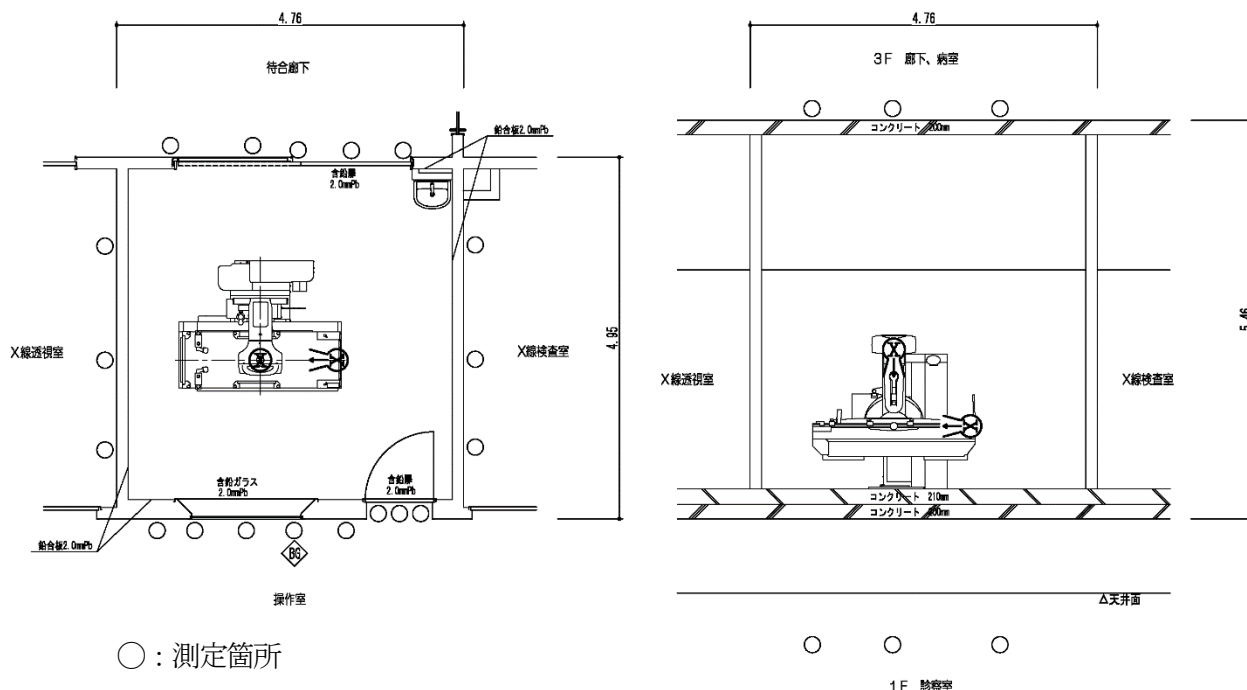


図2 透视室の測定箇所例

【測定方法】

サーベイメータによる漏えいX線量の測定は、線量率モード、又は、積算モードのどちらかで行う。

① 線量率モードによる測定

線量率モードは、透视（パルス透视も含む。）のように連続した照射に対する漏えいX線量率を測定する際に用いる。線量率モードで測定を行う際は、サーベイメータの時定数や応答時間を考慮する。

〈時定数〉

最終指示値に対するサーベイメータの応答が約63%の値となる時間で表され、時定数と同じ時間の測定を行った際のサーベイメータの応答（指示値）は、最終指示値に対して約63%、2倍の時間では約86%、3倍の時間では約95%の応答となる。時定数を考慮すると、X線照射時間が使用する測定レンジに対応する時定数の3倍未満の場合は、線量率モードによる測定は適しておらず、後述の積算モードによる測定を行う。

〈応答時間〉

サーベイメータの応答を表す指標として、応答時間が用いられることもある。応答時間は、最終指示値に対するサーベイメータの応答が90%（理論上、時定数の2.3倍）の値となる時間で示される。応答時間が求められた際の照射条件を確認し、使用する測定レンジに適用できるかを判断する必要がある。

〈測定手順〉

- ・通常の患者位置に適当なファントムを設置する。
- ・通常使用が想定される使用条件（管電圧、管電流、照射方向、照射距離、照射野）を設定する。

- ・前述の測定箇所にサーベイメータを配置する。その際、サーベイメータ検出部については、その特性等をあらかじめ確認しておき、測定箇所において漏えい X 線の検出に対して最も適当な方向に向ける。
- ・測定箇所にサーベイメータを配置後、照射を行い、時定数の 3 倍以上の時間経過後から時定数の間隔で複数回 (3 回程度)、表示値を読み取る。表示値に校正定数を乗じ、その平均値を測定箇所の測定値とする。
- ・バックグラウンド放射線量率の測定は、未照射時に、測定箇所のうち、バックグラウンド放射線量率が最も低くなると考えられる箇所にサーベイメータを配置後、時定数の 3 倍以上の時間経過後から時定数の間隔で複数回 (3 回程度)、表示値を読み取る。表示値に校正定数を乗じ、その平均値をバックグラウンド放射線量率とする。
- ・測定箇所の漏えい X 線量率は、測定箇所の測定値からバックグラウンド放射線量率を減じて求める。

② 積算モードによる測定

撮影のように間歇的な照射に対する漏えい X 線量を測定する際に用いる。

〈測定手順〉

- ・ファントムの設置、使用条件の設定、測定箇所、サーベイメータの配置については①線量率モードによる測定と同様である。
- ・前述の測定箇所にサーベイメータを配置後、複数回 (3 回程度)の照射を行い、その表示値を読み取る。表示値に校正定数を乗じ、測定箇所の測定値とする。ただし、1 回の照射が 5 秒以上継続する照射の場合は、1 回照射後の表示値を読み取ってもよいこととされている。
- ・測定箇所ごとにサーベイメータの積算時間を記録する。
- ・バックグラウンド放射線量率の測定については、①線量率モードによる測定と同様である。
- ・バックグラウンド放射線量は、得られたバックグラウンド放射線量率に測定箇所の積算時間を乗じて求める。
- ・測定箇所の漏えい X 線量は、測定箇所の測定値からバックグラウンド放射線量を減じて求める。1 回照射あたりの漏えい X 線量は、この漏えい X 線量を照射回数で除して求める。

【漏えい X 線量測定の記録】

漏えい X 線量測定を行った際は、測定後に以下を記録する。

- 1) 測定施設名称及び室名称
- 2) 測定責任者名
- 3) X 線装置の製造業者名、型式及び製造年月及び製造番号
- 4) ファントムの種類及び寸法
- 5) サーベイメータの製造業者名、種類、型式及び校正年月
- 6) 測定日時、気温及び気圧

- 7) 測定条件(管電圧, 管電流, 照射時間, 照射方向及び照射距離)
- 8) 測定箇所を明示した平面図及び立面図
- 9) 測定箇所ごとの放射線量(率)の測定値
- 10) バックグラウンド放射線量(率)の測定値, 又は, バックグラウンド放射線量
- 11) 測定箇所ごとの漏えい X 線量率, 又は, 1 回照射あたりの漏えい X 線量
- 12) JIS Z 4716 に則って漏えい X 線量(率)の測定を行った旨の記録

【おわりに】

以上の方法による X 線診療室の正確な漏えい X 線量測定の実施が, 医療施設の X 線診療に対する安全性の担保に寄与することを期待する.

テーマ：サーベイメータを用いた漏えい線量測定

「臨床施設での漏えい線量測定」

Actual measurement of leakage dose for medical X-ray imaging facilities.

金沢大学附属病院 放射線部
能登 公也

臨床施設での漏えい線量測定をテーマに当院での測定結果を中心にした内容で話した。主な内容はサーベイメータを用いた漏えい線量測定の紹介、積算形線量計を用いた漏えい線量測定、そして海外での漏えい線量測定の3つである。

1. サーベイメータを用いた漏えい線量測定の紹介

当院での漏えい線量測定は初回は機器導入時の遮へい計算を含め、測定会社に依頼して測定を行っている。2回目以降は当院スタッフ自らがやっている。大学病院であることから対象機器やスタッフ数が多いため、誰でも測定ができる様に幾つか工夫をしている。同一タイプのサーベイメータ・同一ファントム（JISZ4915：胸・腹部用ファントム）を使用、漏えい線量測定用の撮影プロトコルを使用、記入用紙フォーマットを揃える等である。これらは小規模施設では当然のことであるかもしれないが、機器やスタッフ数が多い施設では経験数の異なるスタッフが漏えい線量測定に関わることになるため、誰がどの装置を担当しても同一の方法で測定できる必要があり、継続的に測定結果を観察する上でも重要なことである。また、測定結果は部内ネットワークの共有フォルダに保存し、スタッフ全員が閲覧できるようにしている。

当院一般撮影装置の漏えい線量のある月における測定結果を示す Fig. 1。線量計は電離箱式サーベイメータ、被写体は JISZ4915 胸・腹部用ファントムを使用している。一般撮影は立位・臥位での撮影回数が多いため、立位・臥位それぞれの設定にて漏えい線量を測定している。また、室内の線量分布（臥位では頭尾方向と左右方向の4点、立位では左右方向の1点）も測定している。室外は扉や観察窓、隔壁等について複数点について測定を行っている。Fig. 1 より室外の測定点の漏えい線量は全て「感知せず」となっている。臥位方向で室内の4方向の線量分布の結果を示す Fig. 2。Fig. 2 は新診療棟に移転してから14年間の結果を示している。スタッフのローテーションにより毎回測定者は代わるがそれなりの精度で測定が行われていることが確認できた。室外は14年間「感知せず」となっている。

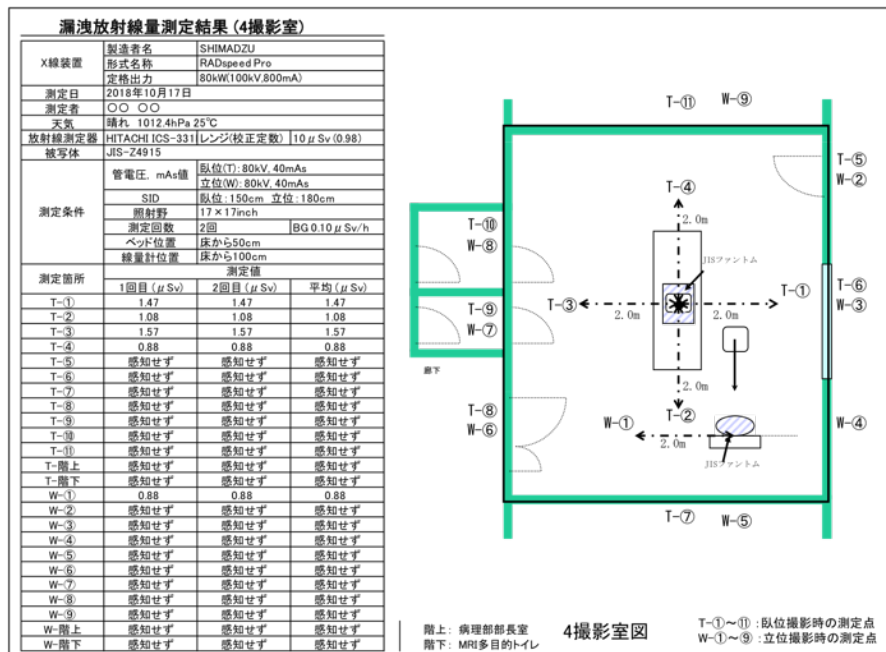


Fig. 1 一般撮影室の漏えい線量測定結果の一例

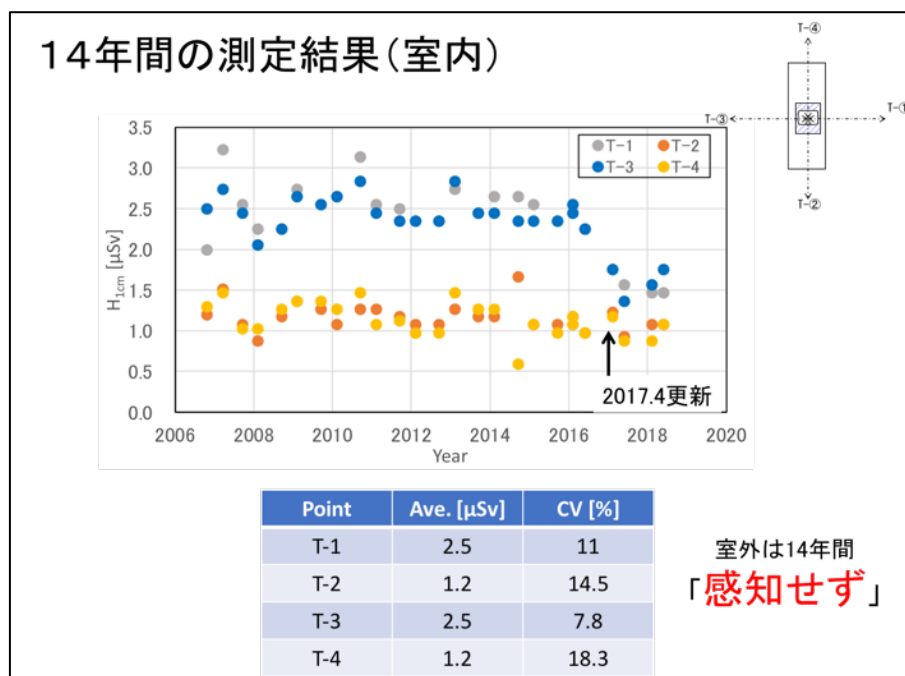


Fig. 2 14年間の測定結果

本シンポジウムでは一般撮影以外に X 線 TV 装置, CT 装置, 血管造影装置の漏えい線量測定についても紹介した. 全ての装置において一般撮影装置と同様に室外の漏えい線量は「感知せ

ず」もしくは「BG 値」であった。漏えい線量測定の目的は X 線診療室の隔壁等が劣化により遮へい効果が低下していないかを確認することである。ほとんどの施設の場合室外の漏えい線量は当院と同様に「感知せず」ではないかと予想される。そのため、毎回の測定の精度を確認するためにも室内の漏えい線量分布を測定することは良いのではないかと考える。線量が観察できる条件にて前回値と比較し相違ないことをまず確認することで、安定した評価が継続して行うことができるのではないかと考える。

2. 積算形線量計を用いた漏えい線量測定

サーベイメータを用いた室外の漏えい線量の測定結果は全ての装置で 14 年間漏えいは感知されなかったため、nanodot 線量計（長瀬ランダウア社製）を用いて 1 週間の漏えい線量を測定した。対象装置は一般撮影装置、X 線 TV 装置、CT 装置、血管造影装置である。nanodot 線量計の配置例を Fig.3 に示す。X 線診療室の側壁面の複数箇所に nanodot 線量計を配置し、1 週間の臨床使用における漏えい線量を測定した。全ての装置、評価点において結果は nanodot 線量計の検出限界未満（ $<10 \mu\text{Gy}$ ）であった。



Fig.3 積算形線量計による 1 週間の漏えい線量測定

3. 海外での漏えい線量測定

日本では漏えい線量は関係法令により 6 カ月を超えない期間に 1 回行うことが規定されている。海外ではどの様に管理されているかについて紹介した。その一例としてカナダの Health Canada Safety Code 35 を紹介した。Safety Code 35 の 5.0 Radiation Protection surveys の項に放射線サーベイを行う時期について記載されていた。サーベイを行う時期は①新規に装置を導入

した時、②遮へい物を交換、装置の入れ替え、X線使用量が増加した時、③定期的に行うと規定されていた。測定時期の間隔については明記されておらず、施設により使用状況が異なるため、各事業所にて規定することとなっている様である。

4. まとめ

臨床施設での漏えい線量をテーマに、サーベイメータによる測定、積算形線量計による測定、海外での漏えい線量測定について紹介した。当院では診療棟の移設以来 14 年間の漏えい線量において室外への漏えいはサーベイメータによる測定で一度も検知されていない。また積算形線量計による 1 週間測定においても検知されなかった。近年建設された施設では漏えい線量は検知されていないのではないだろうか。日本では 6 カ月を超えない期間に一度漏えい線量測定を行うことが義務付けられているが、海外では使用状況により各事業所で規定するルールとなっている。漏えい線量測定では複数点位置で測定を行うため、装置負荷や人員負担が大きい。そのため、日本の漏えい線量結果の実情を調査し、測定期間の見直し等の法改正も含めた議論が今後必要となるのではないかと感じた。

2018年度計測分野に関する論文・発表

・ 2018 年度 10 月（Vol.74 No.10, 2018）～ 2019 年度 3 月（Vol.75 No.3, 2019），

技術学会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
診断領域 X 線の水等価ファントム内における測定スペクトルと吸収線量変換係数	青木 清	駒澤大学 医療健康科学部 診療放射線技術科学科	ノート	74 巻 10 号 (1144-1153)
臓器感受性を考慮した被ばく低減機構（organ effective modulation）の使用法についての検討	高城 正宏	磐田市立総合病院 放射線診断技術科	臨床技術	74 巻 12 号 (1406-1411)
面積線量計を用いた胃集団検診における線量評価	鈴木 千晶	聖隷健康サポートセンター Shizuoka 放射線課	資 料	74 巻 12 号 (1434-1442)
Spectral shaping filter を搭載した血管撮影装置における 被ばく線量および画質の評価	市川 尚	滋賀県立総合病院 放射線部	原 著	75 巻 1 号 (13-23)
血管撮影装置の線量表示値の精度と校正方法に関する多施設調査	池内 陽子	兵庫医科大学病院 放射線技術部	ノート	75 巻 1 号 (40-45)
2015 年度診断用 X 線装置アンケート調査	宮菌 忠文	三井住友銀行東京健康サポートセンター放射線科	資 料	75 巻 1 号 (54-61)
脳血管撮影における患者被ばく防護の最適化への第一歩: 血管撮影装置表示値による撮影目的・疾患群別診断参考レベル設定の可能性調査	人見 剛	川崎医科大学附属病院 中央放射線部	速 報	75 巻 3 号 (264-269)

第 75 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

○ Radiation Protection (Multi-modality)LensDose / 防護(マルチモダリティ)水晶体被ばく

106. 病院の放射線業務従事者の水晶体被ばく線量の解析

産業医科大学アイソトープ研究センター 阿部 利明

107. 医療従事者被ばくの実態調査を行うための水晶体線量計クリップの開発

産業医科大学病院 永元 啓介

108. Construction of Protective Measures in the Eye Lens Dose Exposure for Physicians
Performing Myelography

新小文字病院 茂呂田孝一

109. 特製アクリルファントムを用いた心臓カテーテル検査における術者の水晶体被ばく線量に関する検討

金沢大学大学院 小川 善紀

110. 防護メガネ使用下の水晶体被ばく線量の推定：目尻と防護メガネ内面の比較

国際医療福祉大学三田病院 橋本 雪乃

○ Radiation Protection(Multi-modality)Caregiver Exposure / 防護(マルチモダリティ)介助者被ばく

111. Actual Dose Measurement of Assistants While Positioning Patients during Pediatric X-ray Examination Using a Small-type Optically Stimulated Luminescence Dosimeter

金沢大学大学院 浅原 孝

112. Verification of Radiation Exposure Reduction Effect for Patients and Staff Who Assist Patients during Radiography

大同病院 鈴木 昇一

113. Dual-SourceDual-Energy CT 検査における介助者被ばくの最適化

川崎医療福祉大学 竹井 泰孝

114. CT 検査の介助者における水晶体被ばくの測定

済生会呉病院 内野 達朗

○ Measurement (Mammography, Dental) Radiation Dose Evaluation / 計測(乳房・デンタル)線量評価

115. 線量体積ヒストグラムによるマンモグラフィの乳腺線量評価

熊本大学大学院 篠原 彩恵

116. モンテカルロシミュレーションを用いたマンモグラフィと乳房専用 PET 検査における生物学的影響の解析

北海道科学大学 新庄 凌大

117. Simulation of Mammographic X-ray Spectra Using Particle and Heavy Ion Transport Code System (PHITS)

Department of Quantum Medical Technology, Division of Health Sciences,
Graduate School of Medical Science, Kanazawa University Thunyarat Chusin

118. Evaluation of Radiation Doses from ZEN-PNII

Department of Radiological Technology, Shingu University Dahee Lee

119. 歯科用 CBCT (Cone Beam CT) における CTDI (CTDI Dose Index) による線量評価の適応

藤田医科大学大学院 西原 裕盛

○ Measurement (CT) Organ Dose Evaluation / 計測 (CT) 臓器線量評価

120. CT 装置が計算した被写体幅から求めた Size Specific Dose Estimate (SSDE) による線量
管理の可能性

大阪急性期・総合医療センター 宇賀 慎一

121. Evaluation of Size-Specific Dose Estimates Calculated by Localizer Radiographs of
Different Image Filters

東京慈恵会医科大学附属柏病院 壽原 秀

122. 腹部 CT 撮影時の吸収線量と Size-Specific Dose Estimates の関係—実測およびシミュレ
ーションを併用した検証—

金沢大学 松原 孝祐

123. 軀幹部 X 線 CT 撮影における頭部ポジショニングを考慮した水晶体線量の検討

山梨大学医学部附属病院 池長聰

124. Examination of the Influence of Off Center on the Use of Organ Dose Modulation in the
Head Region

東邦大学医療センター大森病院 後藤あかり

125. The Comparison of Time Consumption and Radiation Dose in Trauma Patients Between
Digital Radiography and Whole-Body Low-Dose

Department of Radiologic Technology and Medical Physics,
Faculty of Allied Health, Chulalongkorn University Sarita Suvira

○ Measurement (CT) Radiation Dose Evaluation / 計測 (CT) 線量評価

126. X 線 CT スキャン時における被検者からの散乱線の飛来方向によるエネルギースペクトルの
違い

北海道科学大学 小寺 沙采

127. Measurement of Source Isocenter Distance, Fan Angle, and Effective Beam Diameter
in Modern CT System

福島県立医科大学 福田 篤志

128. Investigation of the Radiation Dose from Cone Beam CT: A Comparison of Methodologies

自衛隊中央病院 柳澤 宏樹

129. Actual Surface Dose Evaluation Outside Scan Area during Dual Source CT Scanning with Low Tube Voltage: A Phantom Study to Optimize Scan Parameters

山口大学医学部附属病院 竹上 和希

○ Imaging (General Radiography) Image Evaluation 2 / 画像 (単純 X 線) 画像評価 2

172. 胸部ファントムとバーガーファントムを用いた胸部 X 線撮影における画質と線量の最適化

徳島赤十字病院 横手 堯彦

173. デジタル X 線撮影における散乱線の影響と散乱線除去グリッドの違いによる撮影条件の検討

名古屋市立大学病院 國友 博史

○ Radiation Protection (Multi-modality) Patient Exposure / 防護 (マルチモダリティ) 患者被ばく

219. A study on the Decreased of Exposure Dose by the Usage of Cone in the Paranasal Radiography

Department of Health Care, Hanseo University Joung Seung Hun

220. Organ Doses during Neuro interventional Procedures in a Modern Biplane Angiographic System with Spectral Shaping Filters

滋賀県立総合病院 市川 尚

221. On the Retrospective Results of Radiation Using Digital Zoom Technique for Percutaneous Coronary Intervention

一宮市立市民病院長 谷川 謙司

222. Effectiveness of Additional Lead Shielding and Low Rate Fluoroscopy in Protecting Staff from Scattering Radiation during Cardiac Resynchronization Therapy (CRT)

東北医科薬科大学病院 森島 貴顕

○ Imaging Techniques and Research (CT) Radiation Dose Optimization / 撮影 (CT) 線量最適化
394. Fundamental Study of the Positioning Image for CT Scan Using Low Tube Voltage to Reduce Exposure

島根県立中央病院 佐用 将隆

395. 小児循環器 CT 検査時の最適なポジショニングと被ばく線量に関する研究

東京大学医学部附属病院 井野 賢司

397. 小児水頭症 CT における逐次近似応用再構成法を用いた低線量プロトコルの検討

宮崎大学医学部附属病院 松岡 孝洋

398. Subtraction Iodine Mapping を用いた造影剤低減と被ばく線量低減の検討

岩手医科大学附属病院循環器医療センター 佐々木忠司

○ Radiation Protection(Angiography, Interventional Radiology)Dose Evaluation／防護
(血管造影・IVR)線量評価

431. 冠動脈形成術における患者被ばく線量の評価

仙台市立病院 坂元健太郎

432. X線可動絞りを小型防護カーテンで覆ったOver-table式透視装置における空間線量低減効果の検討

産業医科大学病院 中上 晃一

433. 移動型脊椎外科用イメージングにおける室内散乱線分布の測定

倉敷中央病院 福永 正明

434. 手術室におけるポータブルCアーム装置使用時の散乱線測定

新潟大学医歯学総合病院 新田見耕太

435. 経皮的冠動脈形成術における装置表示値を用いた最大皮膚線量の検討

鳥取大学医学部附属病院 田中 拓郎

○ Radiation Protection(CT)Dose Evaluation／防護(CT)線量評価

436. 蛍光ガラス線量計を用いた心臓CTにおける造影剤投与による被ばく線量変化の検証

秋田県立脳血管研究センター 佐々木文昭

437. 診断参考レベル(DRLs2015)と比較したIVR-CTにおけるCTHA撮影条件の検討

山梨大学医学部附属病院 大島 信二

438. An Evaluation of Radiation Dose for Wide Volume Scanduring Chest Computed Tomography

木沢記念病院 酒向 健二

439. Evaluation of Radiation Dose and Image Quality by Using Tube Current Directional Modulation in Head Computed Tomography

越谷市立病院 関根 貢

440. An Experiment Toward Proposing A Way to Reduce Eye Lens Exposure Dose Using Small-type OSL Dosimeter during Neonatal Cardiac CT Examination

徳島大学大学院 三原 由樹

○ Radiation Protection(Multi-modality) Dose Management and Survey／ 防護(マルチモダリティ)線量管理・調査

441. 血管IVRに従事する医療スタッフの防護装具使用状況実態調査

新小文字病院 松崎 賢

442. Construction of Dose Management System for CT Scan Using Dose Management Software

順天堂大学医学部附属順天堂医院 濱川 詩織

443. 共通のCT装置を使用している複数施設における被ばく線量調査

草津総合病院 岡田 裕貴

444. 一般撮影用画像処理装置における解析ツールを用いた線量指標管理の試み

公立福生病院 市川 重司

○ Measurement (Angiography, Lens) Radiation Dose Evaluation／計測(血管撮影・水晶体)線量評価

445. 頭頸部及び心臓インターベンションに関わる医師の水晶体線量評価

秋田県立脳血管研究センター 加藤 守

446. 水晶体用線量計を用いた心臓インターベンション時の従事者水晶体被ばく評価

秋田県立脳血管研究センター 石田 嵩人

447. モンテカルロ計算コードを用いた医療スタッフの水晶体の等価線量評価

藤田医科大学 林 隆太

448. Evaluation of Interventional Performace Using NEMA Phantom

Department of Radiological Technology, Shingu University Ye-eun Kim

○ Measurement (Multi Modalities) Radiation Dose Evaluation／計測(マルチモダリティ)線量評価

449. Design of New BMD Detector with the Dual Layered CdZnTe

The Korea University Eun Hye Kim

450. National Survey Result Report of Bone Mineral Densitometer (DEXA) in Korea

Department of Health Safety Convergence Science, Korea University Hyemin Park

451. Scattered Radiation Dose Reduction for Chest AP Examination at Emergency Bedside

Department of Radiology, King Chulalongkorn Memorial Hospital,
Thai Red Cross Society Petcharleeya Suwanpradit

452. Trial Production and Evaluation of Characteristics of Novel-Shaped

Optically Stimulated Luminescence Dosimeter Having Lower Angular Dependence

金沢大学 後藤 聡汰

453. 非鉛製放射線遮へい材を用いた減弱特性評価の幾何学的条件が及ぼす鉛当量の違い

新潟医療福祉大学 関本 道治

診断領域線量計標準センターご利用案内

計測部会長 佐藤 斉

アブレーションなどによる放射線皮膚潰瘍が FDA の HP に掲載され、ICRP から「ICRP Publication 85 IVR における放射線傷害の回避」の出版、更に医療被ばくの危険が TV 報道されている現状にも関わらず、このような IVR を行う施設が線量計を持たなければいけないという社会認識がまだありません。このような状況の中で IVR を行う施設での線量計の購入などは非常に困難です。すでに線量計を所有している施設でも校正費用を捻出することも非常に難しい状況にあります。

ご存知のように線量計には、エネルギー依存性があります。 ^{60}Co の ^{137}Cs で校正された線量計で、IVR で使用される低エネルギー放射線（50～120kV）を測定すると 10～40% の過小評価となります。正しく校正することによって、被ばく低減に利用でき、不幸にして放射線障害が発生した場合も被ばく線量評価が正しくできれば、治療対策ができるため放射線障害を最小にすることが可能となります。

ガイダンスレベルなどによる医療被ばくの監視は、X 線診断における品質保証プログラムに必要な欠くべからざる一部であると勧告されています。

医療被ばくの監視を行うためには、診断領域 X 線エネルギーで校正された線量計で測定することによって正しい線量値が測定できます。「診断領域線量計標準センター」で相互比較を行うことで国内における各装置（X 線 CT、診断 X 線装置、IVR 装置）及び撮影部位ごとにおける線量値の比較が可能となります。それによって各装置および各撮影部位の撮影線量の最適化（撮影線量と画質）が可能となります。英国 IPSM は、施設間の撮影線量を比較することによって英国での医療被ばく線量低減を達成しました。

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、また一部の校正施設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、当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。

この利用基準は平成 17 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

(2019 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	小倉 隆英 ivan@med.tohoku.ac.jp
3	上越地区 (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 ☎ 025-257-4455	関本 道治 seki1021-ky@umin.ac.jp	関本 道治 seki1021-ky@umin.ac.jp
4	関東地区 (関東支部)	茨城県立医療大学 保健医療学部 放射線技術科学科	〒300-0394 茨城県稲敷郡阿見町阿見 669-2 ☎ 029-840-2192	佐藤 斉 sato@ipu.ac.jp	佐藤 斉 sato@ipu.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	佐藤 昌憲 masasato@komazawa-u.ac.jp	佐藤 昌憲 masasato@komazawa-u.ac.jp
6	東東京地区 (東京支部)	首都大学東京 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	加藤 洋 kato@tmu.ac.jp	加藤 洋 kato@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)	名古屋大学大学院 医学系研究科	〒461-8673 愛知県名古屋市中区大幸南 1-1-20 ☎ 052-719-1595	小山 修司 koyama@met.nagoya-u.ac.jp	小山 修司 koyama@met.nagoya-u.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 (中国四国支部)	広島大学大学院 医歯薬保健学研究院 (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 (中国四国支部)	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@medsci.tokushima-u.ac.jp	※各種連絡は富永先生へ、 山田 健二 (徳島大学医学部付属病院)
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@hs.med.kyushu-u.ac.jp	川窪 正昭 k-mstr@med.kyushu-u.ac.jp

計測部会入会のご案内

計測部会は、平成5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。また計測部会に入会されますと、部会主催のセミナーおよび講習会への参加費2000円の割引が適用されます。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

〈入会方法〉

入会希望者は入会申込書に必要事項を記入の上、年会費を添えて事務局へ申し込んでください。

郵送の場合、年会費は指定の郵便振替口座へ振り込んで下さい。

また、学会ホームページからも簡単に入会申し込みができます。

下記 URL にて受付けています。

<http://www.jsrt.or.jp/data/activity/bunka>

〈入会申込書送付先〉

〒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 3 階

公益社団法人 日本放射線技術学会 部会会計係

〈郵便振替口座〉

01050 5-47803

公益社団法人 日本放射線技術学会

部会会計係

編集後記

今年の5月に平成から令和へと元号が変わり、新しい時代の幕が明けました。日本放射線技術学会計測部会も新しいメンバーで活動が開始されています。計測部会としましては諸先輩方のこれまでの活動をさらに躍進させ、これまで以上会員の皆様に臨床や研究に役立つ情報を発信して参りたい所存でございます。さて、現在医療の中で放射線診療は、今まで以上に放射線被曝の管理が進められて来ております。放射線被曝は物理的作用、化学的作用、生物学的作用の3つのステップを踏んで、我々人類に関与しています。放射線計測はこれらの物理的作用と化学作用を用いて行われており、放射線被曝管理において重要な役割を占めています。計測部会としてはこれら2つの作用を主眼におき、会員の皆様の意見を参考にしていきたいと考え、学会事業や国民医療に対して貢献していきたいと考えております。今後ともご支援のほど、何卒よろしくお願い申し上げます。

計測部会委員 富永 正英（徳島大学）

公益社団法人 日本放射線技術学会 計測部会委員（50音順）

部会長		佐藤 斉	茨城県立医療大学	
落合 幸一郎	稲城市立病院		関本 道治	新潟医療福祉大学
小山 修司	名古屋大学		富永 正英	徳島大学
加藤 洋	首都大学東京		根本 道子	慶応義塾大学病院
庄司 友和	東京慈恵会医科大学附属病院		能登 公也	金沢大学附属病院

計測部会誌 Vol. 27, No. 2, (通巻 54)

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 2019年10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 佐藤 斉