



*Journal of the Measurement Division*

# 計測部会誌

Vol.28, No.1, 通巻 55

## CONTENTS

### ○ 第55回計測部会

#### 教育講演6

「放射線計測における基礎物理学」

司会 茨城県立医療大学 佐藤 斉

金沢大学 林 裕晃

#### シンポジウム

テーマ「被ばく線量の記録と管理に関わる線量測定」

司会 慶應義塾大学病院 根本 道子  
徳島大学 富永 正英

(1) 医療放射線の被ばく管理の必要性和線量測定について

日本医科大学多摩永山病院 笹沼 和智

(2) 放射線量レポートの取扱いについて

一般社団法人 日本画像医療システム工業会 (JIRA) 鈴木 真人

(3) CT検査における線量測定

東京慈恵会医科大学附属病院 庄司 友和

(4) 血管造影検査における線量測定

金沢大学附属病院 能登 公也

(5) 核医学検査における放射能測定

新潟医療福祉大学 関本 道治

### ○ 専門部会講座 (入門編)

「外部被ばく線量と内部被ばく線量の計測」

名古屋大学 小山 修司

### ○ 専門部会講座 (専門編)

「CTにおける線量指標」

東京慈恵会医科大学附属病院 庄司 友和

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>

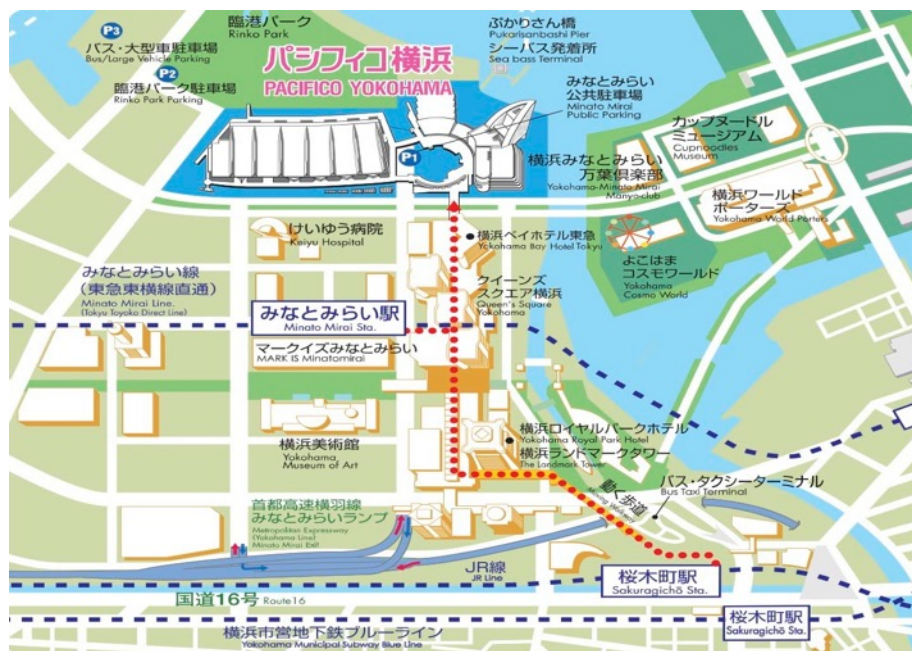


## 第 76 回 日本放射線技術学会 総会学術大会

### 第 55 回計測部会ご案内

会場：パシフィコ横浜 アネックスホール F201+202 会場

日時：2020 年 4 月 11 日(金) 9:00～12:00



## 目 次

- 巻頭言 「国際単位系の再定義」  
茨城県立医療大学 佐藤 斉 . . . 1
- 第 55 回計測部会  
・ 2020 年 4 月 11 日 (土) 9:50~11:50 アネックスホール F201+202 会場
- 教育講演  
「放射線計測における基礎物理学」  
司会 茨城県立医療大学 佐藤 斉  
金沢大学 林 裕晃 . . . 2
- シンポジウム  
テーマ:「被ばく線量の記録と管理に関わる線量測定」  
司会 慶應義塾大学病院 根本 道子  
徳島大学 富永 正英
1. 医療放射線の被ばく管理の必要性和線量測定について  
日本医科大学多摩永山病院 笹沼 和智 . . . 3
2. 放射線レポートの取り扱いについて  
JIRA 鈴木 真人 . . . 5
3. CT 検査における線量測定  
東京慈恵会医科大学附属病院 庄司 友和 . . . 7
4. 血管造影検査における線量測定  
金沢大学附属病院 能登 公也 . . . 8
5. 核医学検査における放射能測定  
新潟医療福祉大学 関本 道治 . . . 9
- 専門部会講座 入門編 (計測部会)  
・ 2020 年 4 月 12 日 (日) 8:00~8:45 416+417 会場  
「外部被ばく線量と内部被ばく線量の計測」  
名古屋大学 小山 修司 . . . 10
- 専門部会講座 専門編 (計測部会)  
・ 2020 年 4 月 11 日 (土) 8:00~8:45 アネックスホール F201+202 会場  
「CT における線量指標」  
東京慈恵会医科大学附属病院 庄司 友和 . . . 11
- 第 54 回計測部会発表抄録  
教育講演  
「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 . . . 12

## シンポジウム

テーマ：「ICRU Report 90 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. ICRU Report 90 採用に伴う校正期間の対応

日本アイソトープ協会 三家本隆宏・・・16

### 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 齊・・・20

### 3. 標準センターの立場から

名古屋大学 小山 修司・・・26

## ○ 専門講座 3 後抄録

「平均乳腺線量の測定」

慶應義塾大学病院 根本 道子・・・29

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

## ○ セミナー報告

### ・ 第 8 回 簡易線量計作製セミナー（首都大学東京）

東京歯科大学水道橋病院 相澤 光博・・・39

### ・ 第 8 回 簡易線量計作製セミナー（首都大学東京）

北海道大学大学院 山品 博子・・・41

### ・ 第 8 回 簡易線量計作製セミナー（首都大学東京）

石心会 さやま総合クリニック 山中 美来・・・43

### ・ 第 8 回 簡易線量計作製セミナー（首都大学東京）

石心会 さやま総合クリニック 小谷野 香・・・45

## ○ 2019 年度事業報告・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・47

## ○ 2020 年度事業計画・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・49

## ○ 診断領域線量計標準センターご利用案内・・・・・・・・・・・・・・51

## ○ 診断領域線量計標準センターご利用基準・一覧・・・・・・・・・・52

## ○ 入会案内・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・54

## ○ 編集後記





### 国際単位系の再定義

計測部会会長  
茨城県立医療大学

佐藤 斉

国際単位系（SI）は 7 つの基本単位と、それらから組み立てられた 20 の組立単位より構成されています。国際単位系は実社会に直結していますので、曖昧さが無く、不変であり、万人に受け入れられることが重要です。技術的・学術的な検証と国際的な合意形成の下に、1875 年にメートル条約が成立して以来、国際的に統一して用いる単位として検証・維持されてきました。2018 年の国際度量衡総会において、国際単位系の定義が改訂され、2019 年 5 月 20 日に施行されました。

従来、基本単位のうち質量の単位として用いられてきたキログラムは、「国際キログラム原器の質量に等しい」と定義されていました。国際キログラム原器は、白金イリジウム合金を製錬製作した塊です。このような人工物による定義は不安定で、年に  $1\ \mu\text{g}$  程度変化することが見積もられており、その曖昧さから新しい定義が必要とされてきました。

新しいキログラムの定義は、プランク定数  $h$  を  $6.626007015 \times 10^{-34}\ \text{Js}$  と定め、ある周波数  $\nu$  をもつ電磁波（光）のエネルギーを与える式と、エネルギー  $J$  と質量  $m$  の等価原理から質量を定めるものとなりました。すなわち、物理定数により重さを定義することになったのです。この他に、電流  $A$ （アンペア）、温度  $K$ （ケルビン）、物質質量  $mol$ （モル）が物理定数を基にした単位として定義されました。これらの国際単位の定義変更による実社会における影響はありません。むしろ影響があったら困りますので、従来から何も変わることが無いように再定義されています。

これらの国際単位系と計測との関係は、直接的に、密接に関連しますので、国際単位系の定義を紐解き、理解することは、計測の場で役に立つことと思います。計測学を生業としている我々にとって重要なことでしたが、もちろん計測に関わる全ての方々にも同様に 2019 年は記念すべき年となっています。ちなみに、毎年 5 月 20 日は「世界計量記念日」です。

e-mail: [satoh@ipu.ac.jp](mailto:satoh@ipu.ac.jp)

「放射線計測における基礎物理学」

Basic physics toward radiation measurement

金沢大学

林 裕晃

X線の発生や光子と物質との相互作用といった放射線物理学の知識は、臨床で起こっている様々な物理現象を理解するときに非常に役に立ちますが、すべての事象を物理学を用いて論理的に組み立てられるようになるまでには多くの経験が必要です。

本講では、診断領域の放射線物理学の講義をベースに、改めて学習する機会に乏しい基礎的な内容を再確認し、被ばく線量評価や画像検出器といった臨床へ応用されている放射線物理学の理解を深められるような場を提供したいと思っています。

試験を乗り切るための暗記学習とは異なり、論理的思考による理解へのヒントが散りばめられるように工夫した内容にして、さらに、これまでに私が経験した放射線物理学をベースとした臨床研究への取り組みをいくつか例示したいと思います。

皆様に少しでも役に立つ講演を目指して、「目から鱗」となる話題を提供したいと思いますので、お時間を作ってぜひ足を運んでください。

## 計測部会発表 討論会 前抄録

テーマ：被ばく線量の記録と管理に関わる線量測定

### 「医療放射線の被ばく管理の必要性和線量測定について」

#### Necessity of radiation exposure management and dosimetry

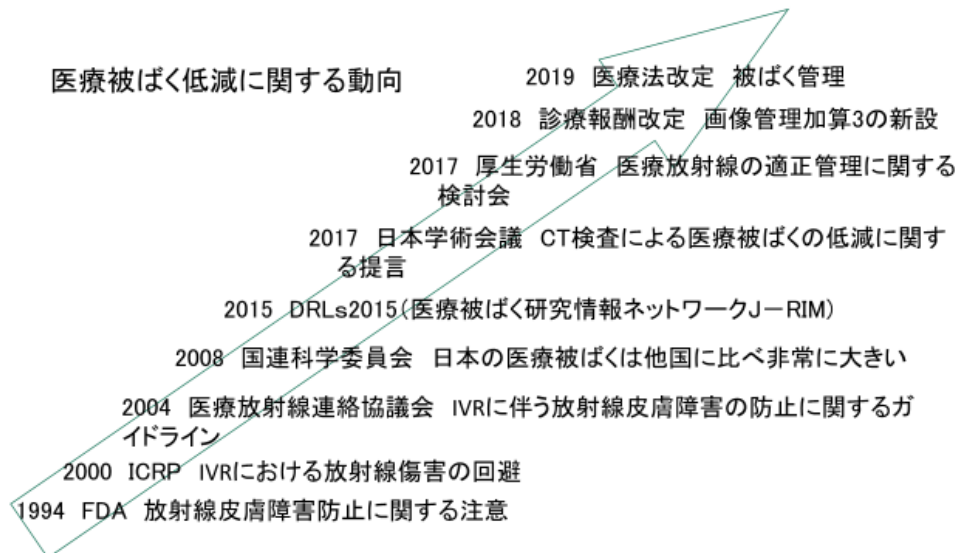
日本医科大学多摩永山病院

笹沼 和智

「医療法施行規則の一部を改正する省令」が 2019 年 3 月 11 日に公布され、医療被ばくの正当化、最適化の方策が医療安全のための体制確保の一つとして位置づけられた。

医療放射線に係る安全管理として 1. 医療放射線の安全管理責任者の配置 2. 医療放射線の安全管理のための指針の策定 3. 医療放射線に係る安全管理のための職員研修の実施 4. 医療放射線による医療被ばくに係る安全管理のために必要となる次に掲げる業務の実施として医療被ばくの線量管理（対象となる放射線診療機器等 CT エックス線装置・血管造影検査に用いる透視用エックス線装置・診療用放射性同位元素・陽電子断層撮影診療用放射性同位元素）

日本の医療被ばくは 3.87mGy と突出して高く、世界平均の 6 倍以上である。医療被ばくは医療技術の進歩に伴い、世界的に増加傾向にある。日本の場合、諸外国に比べ人口当たりの放射線診断機器数が多く、患者 1 人当たりの被ばく線量が高いことから、線量の最適化が課題とされている。医療における放射線利用は、放射線診療による患者の利益が優先され、患者の受ける被ばくはその副作用としてしか考えられてこなかった側面がある。医療放射線の被ばく管理が必要であると考えられるに至った社会的背景や、装置の線量表示値を利用した線量管理システムを用いて線量管理を行う際に必要な装置管理について述べる。



医療被ばく線量管理が必要とされる社会的背景について、日本は X 線 CT 装置の台数も突出して多く、OECD 加盟各国の人口 100 万人当たりの X 線 CT 装置台数では世界 1 位であり、米国の 2 倍以上の台数が稼働している。普及が進む X 線 CT では 2008 年に米国の医療機関で発生した頭部 X 線 CT パフュージョン検査に係わる過剰被ばくが報告されている。特定の医療機関の患者 206 名が通常レベルの約 8 倍の線量を受け、最大でも頭部への線量が 0.5Gy であるべきところが、これらの患者は 3-4 Gy の線量を受け、ある症例では過剰照射のため脱毛や紅斑が生じた。FDA(米国食品医薬品局)から全医療機関に対して、スキャン・プロトコルの管理、計画と実績線量の把握などに注意するよう追加情報が発出された。日本では JIRA(日本画像医療システム工業会)より「頭部 X 線 CT パフュージョン検査に際しての注意」として、米国の過剰被ばくの事例について注意喚起が発出された。2012 年に米国カリフォルニア州では CT 装置を使用する病院およびクリニックに対し、当該 CT システムが可能である場合、CT 診断実施中のすべての CT 検査において発生する放射線の量を記録することを義務付けられている。2017 年には日本学術会議臨床医学委員会放射線・臨床検査分科会より「CT 検査による医療被ばくの低減に関する提言」として CT による医療被ばくの現状を報告するとともに、医療被ばくの低減に向けて今後どう取り組むべきかについて提言がなされている。この提言の中に X 線 CT 被ばく線量管理指針として 1) 線量管理体制 2) 被ばく線量の記録 3) 撮影プロトコル 4) 被ばく線量管理 5) CT 装置の品質管理について述べられている。

IVR 関係では、IVR 手技の発展とその普及の過程において、1990 年頃から患者に放射線による皮膚障害の発症が懸念されるほどの高い被ばく線量を与えることが危惧されるようになった。日本でも多くの放射線皮膚障害の事例が報告され、2000 年には ICRP Publication85「IVR における放射線傷害の回避」が発出され、2004 年には医療放射線連絡協議会から「IVR に伴う放射線障害防止に関するガイドライン」、2006 年には日本循環器学会をはじめとする合同研究班により「循環器診療における放射線被ばくに関するガイドライン」が提示されている。

2015 年には医療被ばく研究情報ネットワーク(J-RIME)から、我が国初の診断参考レベルとして公表された。

2018 年の診療報酬改定で、「画像診断管理加算 3」が新設され、施設基準として特定機能病院であることなど厳しい基準はあるが、関係学会の定める指針に基づいて、適切な被ばく線量管理を行っていること、施設内の全ての CT 検査の線量情報を電子的に記録し、患者単位及び検査プロトコル単位で集計・管理、被ばく線量の最適化を行っていることなど、線量管理について明記されている。

医療放射線の被ばく管理において ICRP(国際放射線防護委員会)は Pub135 で、「装置の線量表示値を利用した線量管理システムを用いて医療被ばく線量管理を行う際には、事前に装置の線量表示値の定義や精度を確認すること。」としている。X 線診断系における線量測定は、時代的にも社会的な背景からも必要とされているが、モダリティによりその測定手順だけでなく評価方法も異なり同じ尺度で比較できない現状がありそれらについても触れたい。



## 計測部会発表 討論会 前抄録

テーマ：被ばく線量の記録と管理に関わる線量測定

### 「放射線量レポートの取扱いについて」

#### Handling of radiation dose report

一般社団法人日本画像医療システム工業会(JIRA) システム部  
鈴木 真人

放射線量レポートは名前の示す通り、放射線科での X 線などの照射を伴う診断や治療に伴う照射線量を定型の報告書形式で装置から送り出し、保存や二次利用に供するための物である。一般に RDSR と呼ばれているが、これは DICOM 規格が定める構造化レポート (Structured Report : SR) の一種である照射線量報告書 (Radiation Dose SR: RDSR) が正式名称である。

RDSR がどのように規定されているかを簡単に述べる

- 1) 構成(構造)が規定されている。RDSR 専用の書式(Template)が決められている。モダリティ別に Template があり、CT の TID10011 は広く使われているがその他のモダリティはまだ十分普及していない。
- 2) 記入可能な値(content)の種類と個数は事実上無制限である。関連団体(例えば IEC・ISO・IAEA・RSNA・ACR・AAPM・NEMA・COCIR・JIRA・JSRT 他)が定義した任意の値が国際的に公開・保守されている条件で、個数の制限なく表記することが許されている。代表的な値は DICOM 規格にも記載されているが、各種団体が今後新たな物理値を定義した時も RDSR の改造なしに対応できる汎用性の高い構造となっている。どれを RDSR の必須項目とするかは収集目的によって異なるのでその都度推奨項目セットが提示されるのが現状である。
- 3) 診断装置が情報を作成するので、RDSR の中身は患者の被ばく線量(Exposure)ではなく、機器が出力した照射線量(Radiation)である点に注意が必要である。
- 4) RDSR は DICOM が定めるオブジェクトの一種であり、これを送受信できるならその装置は適合性宣言書(Conformance Statement : C/S)で当該 SCU, SCP の有無を宣言する。RDSR は比較的新しいオブジェクトなので対応していない装置も現場で多く稼働している。
- 5) 従来利用されていた MPPS の Dose モジュールによる照射量報告は DICOM 規格から削除されたので、既存システムでの運用継続は違反ではないが新規システムでの採用は望めない。MPPS はモダリティから RIS に届いたが、RDSR は DICOM Storage として PACS に送られる。となる。

DICOM は RDSR の構造を規定しただけで、その中身(どの値を必須とするか)は利用者がその都度規定しなくてはならない。収集の目的(例えば照射録管理・施設内の照射結果管理・依頼による外部提供・研究など)に応じて RDSR 内部の必須項目は変わるし、新規納入される装置の RDSR の初期状態(どの項目が出力されるか・出力可能か)はベンダに依存し統一されていない。

RDSR のユースケースとして以下の様にいくつか考えられる。

- 1) 医療法に従って照射録の記録を電子的に行う。  
IHE の REM で言えば診断装置 AM(AcquisitionModality)が画像保管装置 IM(ImageManager)にRDSRを送信する。従来の手書きの照射録の内容(+ $\alpha$ )がRDSRとしてPACSに保管される。RDSRは固有のSOP(ServiceObjectPair)クラス番号を持っているので、PACS上でこれだけを検索すれば照射録に相当する情報を集めることができる。
- 2) 自施設の照射条件をまとめ、統計的な現状を把握する。これを公開されたDRLと比較する。  
IHE の REM で言えばDIR(DoseInfoReporter)を院内に構築し、同一検査(例えばDRLの区分)の照射条件を統計処理する。これらを基に、各装置のデフォルト設定値を下げるとか低線量オプションを標準にするとか小児専用設定を用意するとか公開されたDRLに合わせるなどの処置をして、徐々に低被ばくを目指す事が考えられる。
- 3) DRL データ提供依頼に対して自施設の実際の多量の照射条件を提供する。  
IHE の REM で言えばDIRが個人情報の匿名化処理・検査種別の共通化処理などを施して、指定されたNDB(NationalDataBase)などのDR(DoseRegister)に照射条件を転送することになる。米国ACR(AmericanCollegeofRadiology)がこの方法で実際の照射条件を多数収集しDRLを作成したときは、様々な規約(必須情報の指定・検査名や手技名称の共通化など)が事前に提示され、各施設はこの規約に沿って変換した照射情報を提供した。
- 4) 患者単位で照射線量を累積する。被ばく線量を推定し、臓器被ばくなどを研究する。  
IHE の REM で言えば施設内にDIC(DoseInfoConsumer)を設置し、このソフトウェアを用いて各種の統計処理や推定計算を行う。応用例として、患者個人別の累積被ばくや臓器被ばく(PatientDose)管理・操作者被ばく(OperatorDose)管理などが考えられる。医療連携などでは他施設のRDSRも取り込むことになる。これらに関する情報の共通化や被ばく推定手法及び推定条件(各種パラメータ)などはいまだに研究段階にある。

等が考えられる。

2020年の医療法改正で、指定された機器は線量管理を行うことが義務付けられた。併せてRI薬品の処理も厳密になった。線量管理に関して従来の照射録管理と大きく変わる点はないが、対象機器は再確認する必要がある。RIの薬品管理は今までと変わる可能性がある。詳細は通達に従うが、義務化され監査対象となるので確実な実施と記録(検討資料や議事録を残すなど)が必要となる。

## 計測部会発表 討論会 前抄録

テーマ：被ばく線量の記録と管理に関わる線量測定

### 「 CT 検査における線量測定 」

#### Dosimetry in CT examination

東京慈恵会医科大学附属病院 放射線部

庄司 友和

近年、画像診断管理加算 3 や日本学術会議医療からの被ばくの低減に関する提言などの指針、更には 2020 年 4 月の医療法施行規則改正により、線量管理に注目が集まっている。

CT 検査の線量管理においては CTDI や DLP が使用されている。CTDI<sub>vol</sub> は管電圧、管電流、回転時間、Pitch、Collimation の関数であり、DLP は CTDI<sub>vol</sub> に撮影長を乗じた線量指標であるため、これらの線量指標を有効に活用し線量管理および最適化につなげていく必要がある。

シンポジウムでは、各パラメータと線量指標の関係、線量指標を用いた最適化の手法など現場に役立つ情報を述べる予定である。

## 計測部会発表 討論会 前抄録

テーマ：被ばく線量の記録と管理に関わる線量測定

### 「 血管造影検査における線量測定 」

Dosimetry in angiography

金沢大学附属病院

能登 公也

血管造影装置は今回の改定法令における被ばく線量の記録と管理が求められる装置の一つに規定されている。そのため関連学会等の策定したガイドラインを参考に被ばく線量の評価および最適化が必要となる。

DRLs2015 では血管造影装置の線量は患者照射基準点における透視線量率で定義されている。本シンポジウムではその線量測定方法について解説する。

また、医政地発 1003 第 5 号の指針策定に関するガイドラインでは、放射線の過剰被ばくによる有害事例発生時に対応する指針の策定を求めている。

放射線診療において過剰被ばくによる有害事象可能性が高いのは血管撮影領域である。

ここでの有害事象では組織反応（確定的影響）が生じるしきい値を超えていたかの判断が必要となる。それには皮膚線量を評価する必要があるため、皮膚線量推定方法についても解説する予定である。

## 計測部会発表 討論会 前抄録

テーマ：被ばく線量の記録と管理に関わる線量測定

### 「 核医学検査における放射能測定 」

#### Dosimetry in nuclear medicine

新潟医療福祉大学 医療技術学部

関本 道治

核医学検査における患者被ばく線量は、主に体内に投与した放射性医薬品による内部被ばく線量である。被検者の被ばく線量において臓器吸収線量や実効線量を算出する必要があるが、核医学検査では投与薬剤名と実投与量 [MBq] の管理が推奨されている。

小児患者においては、コンセンサスガイドラインに基づいた適正投与量が提示されている。実投与量は、試料測定装置による実測あるいは検定日時および放射性同位元素の物理学的半減期から求めた計算によって求める。

核医学検査では $\gamma$ 線だけでなく X 線による被ばく管理も必要である。近年、SPECT 装置および PET 装置と CT 装置が一体となった複合装置の普及により CT による外部被ばく線量も加味する必要もある。特に CT 装置は MDCT と CBCT と種類があり、線量測定には注意が必要である。

本講演では、核医学検査における被ばく線量管理において実測の際のポイントを中心に述べる。



## 入門講座

### 入門講座（計測）

#### 「 外部被ばく線量と内部被ばく線量の計測 」

##### Measurement of External Exposure and Internal Exposure

名古屋大学

小山 修司

外部被ばく、内部被ばくとは、それぞれ、人が体外にある線源から放射線の被ばくを受けること、体内に取り込んだ線源から被ばくを受けることを表す。

ご存じの通り、放射線の種類とエネルギーによって飛程、すなわち透過の度合いが異なるため、それらを良く理解して、外部被ばく・内部被ばくを計測する必要がある。実用量としての外部被ばく線量は、人体表面に装着した個人被ばく線量計によって計測され、スラブファントムのシミュレーションに基づく1センチメートル線量当量として評価が行われる。

内部被ばく線量に関しては、放射線の種類によって計測の仕方が異なる。すなわち、 $\gamma$ 線源に対してはホールボディカウンタによる体外計測が、 $\alpha$ 、 $\beta$ 線源に対しては、体内から体外に排出される放射性同位元素の量を計測して被ばく線量が計算される。

ただし、これらの方法は、設備や手間がかかるため、通常、経口・吸入摂取したであろう放射能に、あらかじめ用意されている係数を乗じることによって評価される。

## 「 CT における線量指標 」

### Dose index in CT

東京慈恵会医科大学附属病院 放射線部  
庄司 友和

2020 年 4 月の医療法施行規則改正により診療用放射線に係る安全管理体制に関する規定が施行され、医療放射線に係る安全管理が義務付けられた。その中で医療被ばくにおいては、診療の質が保たれることを条件として被ばく線量をできる限り低くすることが記載されている。

更に最適化を行う具体的手法として、診断参考レベルの使用が勧告され、CT においては CTDI や DLP が使用されている。よってこれら線量指標は防護の最適化や装置管理の運用から被ばく管理および安全管理体制への利用に役立てていかなければならないが、近年、CT 装置のビーム幅が拡大し、線量測定が困難な状況に陥っている施設は少なくない。

専門講座では、2018 年に改定された JIS Z 4751-2-44: 2018 の測定法を中心に、実際の測定方法と測定時の注意点など測定セミナーを通じて経験した内容を中心に述べる予定である。

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 ICRU 90

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 Report 90 “Key Data for Ionizing-Radiation Dosimetry: Measurement Standards and Applications” が発行された。このレポートの中で、放射線と物質との相互作用に係わる定数である空気の水当量値の不確かさや炭素に関する阻止能データの見直し、また X 線の標準器である自由空気電離箱による空気カーマ測定の際に、必要となる新たな補正係数が示された。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、このレポートのデータの採用について議論を行い、各国ともこれらのデータを取り入れることで合意された。CCRI においては、2018 年 1 月より適用することとしている一方で、各国では国内のトレーサビリティ等の事情を踏まえ、適切な時期に変更を行ってきている。

この合意を受け、産総研においてもガンマ線及び X 線空気カーマ率標準の変更を 2019 年 4 月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. グラファイト壁空洞電離箱による 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。この測定される電流値から空気カーマ率への変換は、以下の式を用いている。

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

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 の空気の水当量値と阻止能比の積の値：34.00 eV から 33.72 eV へ
- 2) Co-60 以外の空気の水当量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

炭素の阻止能が見直されたことにより、上式で示している炭素と空気の水当量比の値が変わることになった。

図 1 に ICRU Report 90 で示されている阻止能比の値を示す。

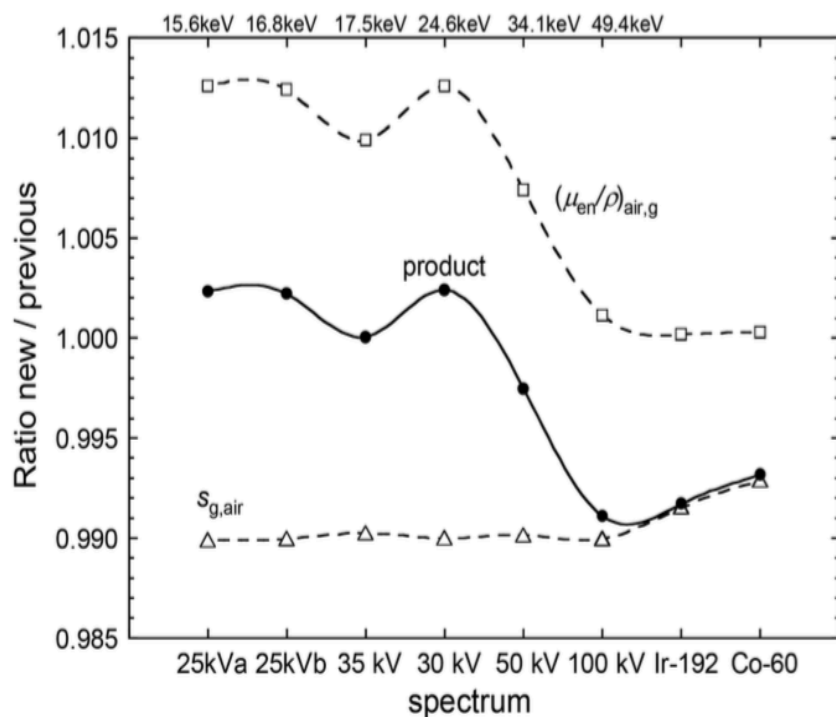


図1 ICRU Report 90<sup>1)</sup>で示されてる各光子エネルギーに対する阻止能比,  
及びエネルギー吸収係数比の従来値との比較

この見直しにより、空気カーマの値及びその不確かさが下記のように変更された。

表1 ガンマ線空気カーマ率の変更及びその不確かさの見直し例

|        | 現状                           |                             | ICRU 90 採用後                  |                             |
|--------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|
|        | 空気カーマ率<br>現状のカーマ率<br>の値との相対差 | 相対拡張不確か<br>さ<br>( $k = 2$ ) | 空気カーマ率<br>現状のカーマ率<br>の値との相対差 | 相対拡張不確か<br>さ<br>( $k = 2$ ) |
| Co-60  | 0 %                          | 1.0 %                       | -0.8 %                       | 1.0 %                       |
| Cs-137 | 0 %                          | 0.8 %                       | -0.8 %                       | 0.9 %                       |
| Ir-192 | 0 %                          | 1.2 %                       | -0.8 %                       | 1.4 %                       |

### 3. 自由空気電離箱による X 線空気カーマの変更

自由空気電離箱を用いて、管電圧 10 kV～300 kV の X 線場、また I-125 の  $\gamma$  線場における空気カーマ率標準を設定している。測定電流から下記の式を用いて空気カーマを評価している。

$$\dot{K}_{\text{air}} = \frac{I}{m_{\text{air}}} \cdot \frac{W_{\text{air}}}{e} \cdot \frac{1}{1-\bar{g}} \cdot \prod_i k_i \quad (\text{式2})$$

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

$k_w$  は、空気の W 値が低エネルギー領域でエネルギー依存がある、ということに起因している。  
 $k_{ii}$  は、W 値の定義により X 線と相互作用して生成された一次電子の電荷量を除くための補正係数である。空気カーマの絶対測定で用いている自由空気電離箱では、この一次電子の電荷も含めて電流測定を行っており、この分を補正する必要がある。表 2 に各線質に対する補正係数、また図 2 に補正係数のプロット図を示す。

表 2. 補正係数  $k_w \times k_{ii}$  の一例 (国際比較用の線質)

|      | 線質       | 半価層    |        | 実効エネルギー | QI  | $k_{ii} \times k_w$ | 相対標準不確かさ |
|------|----------|--------|--------|---------|-----|---------------------|----------|
|      | (CCRI)   | (mmAl) | (mmCu) | (keV)   |     |                     | (%)      |
| 軟X線  | 10 kV    | 0.032  |        | 6.8     | 0.7 | <b>0.9953</b>       | 0.14     |
|      | 30 kV    | 0.169  |        | 12.0    | 0.4 | <b>0.9968</b>       | 0.11     |
|      | 25 kV    | 0.242  |        | 13.6    | 0.5 | <b>0.9969</b>       | 0.11     |
|      | 50 kV(b) | 1.017  |        | 22.3    | 0.4 | <b>0.9977</b>       | 0.09     |
|      | 50 kV(a) | 2.263  |        | 29.9    | 0.6 | <b>0.9980</b>       | 0.08     |
| 中硬X線 | 100 kV   |        | 0.157  | 39.8    | 0.4 | 0.9980              | 0.07     |
|      | 135 kV   |        | 0.489  | 60.2    | 0.4 | 0.9980              | 0.05     |
|      | 180 kV   |        | 1.013  | 80.0    | 0.4 | 0.9981              | 0.04     |
|      | 250 kV   |        | 2.482  | 121.2   | 0.5 | 0.9986              | 0.02     |

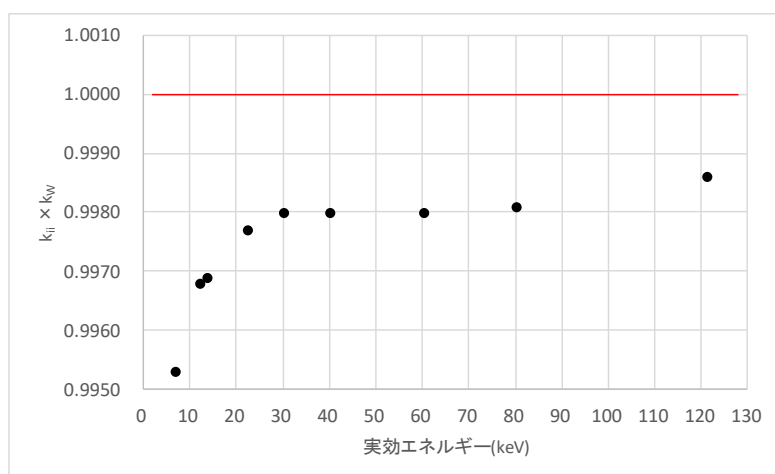


図 2. 実効エネルギーに対する  $k_w \times k_{ii}$  の値

また X 線の場合も、W 値の不確かさ拡大、また新たな補正係数に対する不確かさを考慮する必要がある。表 3 に不確かさを再評価した例を示す。

表3 ICRU Report 90 を反映させた校正の不確かさの変更（一例）

|                                                  | 現状                   | ICRU 90 採用後          |
|--------------------------------------------------|----------------------|----------------------|
|                                                  | 相対拡張不確かさ ( $k = 2$ ) | 相対拡張不確かさ ( $k = 2$ ) |
| <b>軟 X 線</b>                                     |                      |                      |
| 2.5 $\mu\text{Gy/s}$ $\sim$ 5.0 $\mu\text{Gy/s}$ | 1.2                  | 1.4                  |
| 5.0 $\mu\text{Gy/s}$ $\sim$ 10 $\mu\text{Gy/s}$  | 0.9                  | 1.1                  |
| 1.0 $\mu\text{Gy/s}$ $\sim$ 40 $\mu\text{Gy/s}$  | 0.8                  | 1.1                  |
| 40 $\mu\text{Gy/s}$ $\sim$ 10 mGy/s              | 0.8                  | 1.0                  |
| <b>中硬 X 線</b>                                    |                      |                      |
| 0.3 $\mu\text{Gy/s}$ $\sim$ 0.5 $\mu\text{Gy/s}$ | 1.8                  | 1.9                  |
| 0.5 $\mu\text{Gy/s}$ $\sim$ 4.0 $\mu\text{Gy/s}$ | 1.4                  | 1.5                  |
| 4.0 $\mu\text{Gy/s}$ $\sim$ 9.0 $\mu\text{Gy/s}$ | 1.3                  | 1.4                  |
| 9.0 $\mu\text{Gy/s}$ $\sim$ 2.0 mGy/s            | 1.2                  | 1.4                  |

#### 4. まとめ

ICRU Report 90 の適用により、 $\gamma$  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 % $\sim$ 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。なお照射線量であるが、 $\gamma$  線と X 線の場合で ICRU90 に対する対応が異なってくる。 $\gamma$  線の絶対線量の計測は、空気カーマを基準としている。そのため、空気カーマ値の変更により、照射線量も同様の比率で変化することになる。一方 X 線の絶対線量の測定は、自由空気電離箱による照射線量が基準となっている。今回の新しい補正係数は、照射線量の評価の際には用いられないものであり、照射線量の値自体は従来と変わらず、空気カーマのみが変更されることとなる。

#### 参考文献

- 1) ICRU Report 90 “Key Data for Ionizing-Radiation Dosimetry: Measurement Standards and Applications”, ICRU 2016



## 計測部会発表 討論会 後抄録

テーマ：ICRU Report 90 に従う線量計校正証明書の数値の変更について

### 「ICRU Report 90 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基準空気カーマ標準が変更される。すなわち、このレポートの意味するところは国家標準の数値の変更である。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、校正事業者である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、国家標準の変更を反映する形で同日から Report に対応した標準の供給を行っている。Report 採用に伴う照射線量及び基準空気カーマの変更量は予め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<sup>1)</sup>。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基準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   |
|-------------------|--------|
| $^{60}\text{Co}$  | 0.9916 |
| $^{137}\text{Cs}$ | 0.9919 |
| $^{192}\text{Ir}$ | 0.9917 |

表 1 のうち、 $^{60}\text{Co}$  と  $^{137}\text{Cs}$  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  $^{192}\text{Ir}$  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。産総研及びアイソトープ協会のホームページによる事前告知の他、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対象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。<sup>192</sup>Ir 基準空気カーマ率に関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。特定二次標準器の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四捨五入の範囲内の変動に収まり、**Report** 採用後も変わらず 2.2% ( $k=2$ ) となった。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 (<sup>192</sup>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       | $-4.668 \times 10^5$ Gy/h/A | $-4.636 \times 10^5$ 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                | —                           | <b>Report</b> 対応の旨を明記       |

<sup>192</sup>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<sup>2)</sup>。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** に対応することになる。**Report** に対応した校正定数はアイソトープ協会等の **Report** に対応した校正機関で再校正することにより付与される。もしくは、産総研やアイソトープ協会のホームページに記載された方法を用いて換算により求めることができる。ただし、この換算は日本の国家標準にトレーサブルである場合にのみ適用することができ、例えば海外の校正機関で校正された測定器の校正定数には適用することができない。これは国家標準機関の使用する測定器の種類や形状によって **Report** の影響が異なるためである。

<sup>192</sup>Ir 高線量率密封小線源の製品仕様書に記載された基準空気カーマ率は投与線量の算出目的に使用すべきではないが、線源の品質確認や自施設の測定値確認のための比較対象として利用することができる。その際には自施設のみならず、線源メーカーの **Report** への対応状況も把握しておく必要がある。しかしながら、製品仕様書には **Report** 対応の有無が記載されていないため、アイソトープ協会では、国内に流通する 3 種類の <sup>192</sup>Ir 線源メーカーに対して電子メールによ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。

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 線源については、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 線源と Ir2.A85-2 線源については、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。mHDR-V2 線源と Ir2.A85-2 線源は、ドイツの標準機関である Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) にトレーサブルな測定が実施されている。PTB は 2018 年に Report に対応済みであり、標準器の校正定数は約 0.3% 変更されている。一方で線源メーカーは、PTB での再校正の結果を評価した結果、測定器の校正定数を変更しなかったとのことであった。VS2000 線源の測定値はアメリカの校正事業者である Accredited Dosimetry Calibration Laboratory (ADCL) 及び国家標準機関である National Institute of Standards and Technology (NIST) にトレーサブルである。両者は 2019 年 4 月の調査時点では Report に未対応であり、2020 年以降に検討を開始するとのことであった。

表 3 各  $^{192}\text{Ir}$  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, NIST           |
| 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)   |

国家標準機関と線源メーカーの Report への対応方針の違いは不確かさの考え方に起因するものである。国家標準機関は小さな不確かさで標準を供給するため、Report に対応する場合は明確に校正定数を変更している。しかしながら、不確かさは国家標準から校正事業者、校正事業者からユーザーのように校正を繰り返す度に大きくなるため、線源メーカーを含むユーザーにおいては、多くの場合、Report 対応前後で校正定数が不確かさの範囲内で一致する。このような場合、Report 対応前後の校正定数や測定値は同等な値とみなされ、Report 対応後に引き続き従前の値を使用することも可能である。mHDR-V2 線源と Ir2.A85-2 線源については製品仕様書の基準空気カーマ率の不確かさが 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 PTB の基準空気カーマ率変更量は約 0.3% であり、日本の場合(約 0.8%)よりも小さい。変化量が不確かさに対して十分に小さいため、線源メーカーは今回の変更が最終的な測定値に影響しないとして校正定数を変更しなかったものと推測される。

自施設の測定値と製品仕様書を比較した際には様々な不確かさ要因により差異が生じる。不確かさは、ばらつきとかたよりに分類される。ばらつきは繰り返し測定により、かたよりは補正によりそれぞれ低減することができる。例えば、国家標準の違いはかたよりであり、トレーサビリティの違いにより差異を生じさせる。今回の Report による国家標準の変更もかたよりと考えることができる。日本の場合は、産総研が補正係数を提供することで、校正事業者やユーザーの不確かさを低減している。線源メーカーは元々の不確かさの大きさを考慮して影響がないと判断しているため、この対応方針の違いが新たなかたよりの原因となる。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事業者としては、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 Report 90 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 後抄録

テーマ：ICRU Report 90 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」

#### — X線診断領域の場合 —

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

#### 1. はじめに

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<sup>1)</sup>。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。ICRU Report 90 には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 月から変更となった。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おり、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<sup>2)</sup>。

ここでは、X 線診断領域の計測に関わるこれらの変更についての概要と現場での留意点について述べる。

#### 2. 変更の概要

モンテカルロ法による放射線と物質の相互作用の計算は現在十分に開発されており、測定することが困難または不可能な問題についてのエネルギー蓄積量などの計算に使用できる。放射線と物質との相互作用に関連する基本的な量に関連するデータが測定と計算の両方に必要であることから、ICRU Report 90 では光子の断面積、電子阻止能、イオン対を生成するための平均エネルギーなどのデータ (キーデータ) が再検討された。示されたキーデータの一部を Table 1 に示した。

電子から炭素イオンまでの種類の荷電粒子の阻止能に関する主要なデータが検証され、空気、グラファイト、水の平均励起エネルギーの値と不確かさを示し、1 keV~1 GeV 以上のエネルギー範囲をカバーする阻止能の表が示された。

さらに、空気、水、グラファイトの光子断面積を再検討し、関連する測定値と比較し、それらの不確かさの推定結果を示している。また、Fricke 線量計の測定に用いる放射線化学収量、グラファイト、水の熱量計測に利用するデータが要約されている。

X線診断領域の計測に関わる主な内容は、空気中でイオン対を生成する際に消費される平均エネルギーの値が修正されたことにより、低エネルギー領域ではW値を補正する係数 $k_W$ が必要な事が示された(Fig.1).

また、照射線量から空気カーマへの換算の際に、光子により発生した二次電子の電荷量はカーマの計算に含めないとして補正係数 $k_{ii}$ が採用された(Fig.2). 両者を乗じた場合の単色光子に対する補正係数 $k_{ii}k_W$ を Fig.3 に示した.

Table 1 Key data in ICRU Report 90

| quantity               | previous    | ICRU90 | relative standard uncertainty(%) | relative change(%) |
|------------------------|-------------|--------|----------------------------------|--------------------|
| $W_{\text{air}}$       | electron    | 33.97  | 33.97                            | 0.35               |
|                        | proton      | 34.23  | 34.44                            | 0.4                |
|                        | carbon ions | 34.5   | 34.71                            | 1.5                |
| $h_w(4^\circ\text{C})$ | 0           | 0      | 0.15                             | 0                  |
| $I_{\text{air}}$       | 85.5        | 85.7   | 1.4                              | 0                  |
| $I_g$                  | 78          | 81     | 2.2                              | 3.8                |
| $I_w$                  | 75          | 78     | 2.6                              | 4                  |

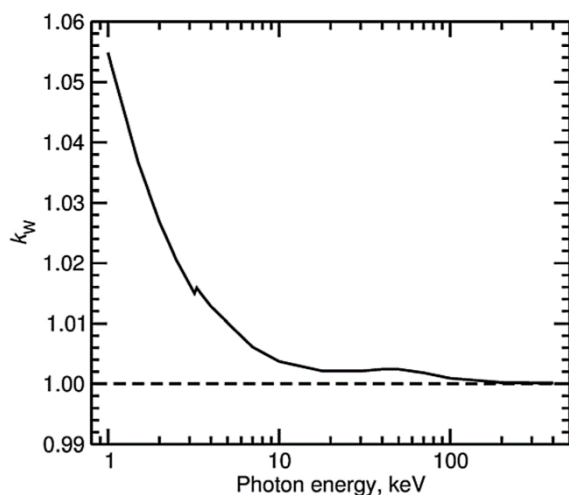


Fig.1 Correction factor,  $k_W$ .  
(ICRU Rep.90 Figure 5.6.)

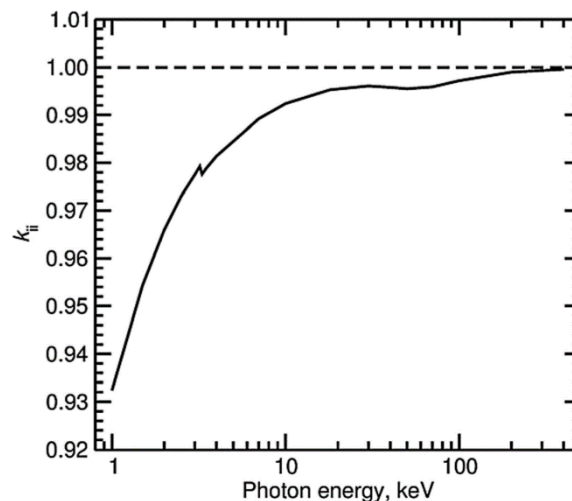


Fig.2 The initial-ion correction factor,  $k_{ii}$   
(ICRU Rep.90 Figure 5.7.)

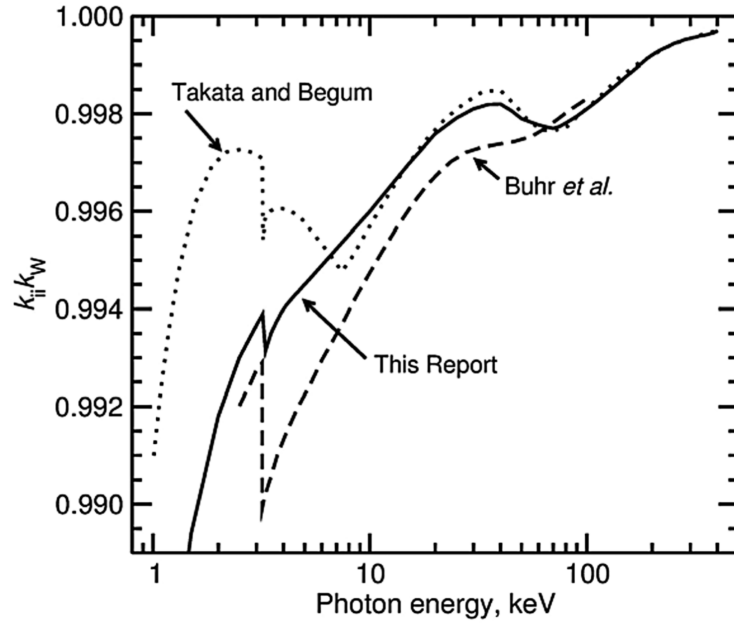
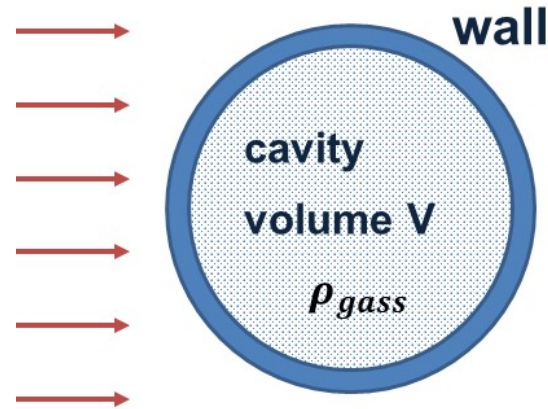


Fig.3 Combined values of the correction factors  $k_{ii}$  and  $k_W$  for low-energy monoenergetic photon beams.  
(ICRU Rep.90 Figure 5.8.)

また、水とグラファイトの電子阻止能の値が大幅に見直された結果、空洞電離箱による測定電荷を空気カーマに換算する係数が修正された。

光子の広い平行照射場に置かれた空洞電離箱による測定概念を Fig.4 に示した。



$$D_{wall} = D_{gas} \frac{(\overline{S/\rho})_{wall}}{(\overline{S/\rho})_{gas}} \quad 1)$$

$$D_{wall} = K_{wall}(1 - \bar{g}_{wall}) \quad 2)$$

$$K_{air} = \frac{q_{net}(w_{gas}/e)}{\rho_{gass}V(1-\bar{g}_{air})} S_{wall,air}(\mu_{en}/\rho)_{air,wall} \prod_i k_i \quad 3)$$

Fig.4 Idealized cavity chamber, consisting of the wall and a gas-filled cavity of volume V.



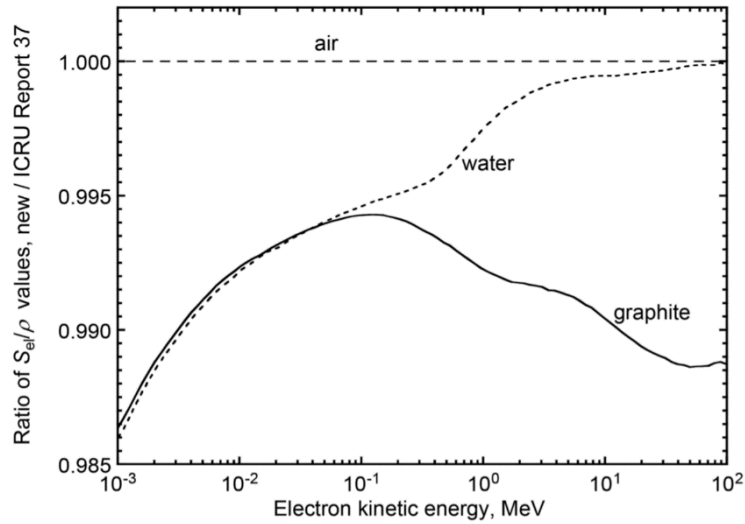


Fig.5 Ratios of the mass electronic stopping power for electrons  
(ICRU Rep.90 Figure 7.1.)

$\overline{(S/\rho)}_{wall} / \overline{(S/\rho)}_{gas}$  は電子フルエンスで荷重した平均質量阻止能比であり、これらによる計算結果は従来とは異なる値となる。ICRU Report 37 の値との比を Fig.5 に示した。

### 3. 留意点

ICRU Report 90 に示されたキーデータを用いることによる影響の主な要約は以下のとおりである。1) 自由空気中の空気カーマ測定の不確かさの増加、2)  $^{60}\text{Co}$  ガンマ線の空気カーマ測定値が約 0.7% 減少、3) グラファイト、水の阻止能は最大 1% 異なる、4) 水吸収線量熱量計により校正された電離箱に基づく線量測定の場合、測定された水吸収線量の変化は 0.5% を超えない。

X 線空気カーマ (率) についての変更は、1) 空気の W 値の相対標準不確かさが 0.15% から 0.35% へ変更、2) 補正係数に不確かさが導入、3) 自由空気電離箱測定における補正係数  $k_w, k_{ii}$  が導入。

補正係数  $N_k$  は以下により示され<sup>2)</sup>、

$$N_{k-ICRU90} = N_k \times k_{c-ICRU90} \quad 4)$$

$N_{k-ICRU90}$  : ICRU 90 に対応した空気カーマ校正定数

$k_{c-ICRU90}$  : 従来の空気カーマ校正定数  $N_k$  から ICRU 90 に対応した値への換算係数

相対標準不確かさは、以下で示される<sup>2)</sup>。

$$u_{ICRU90} = \sqrt{u^2 + 0.4^2} \quad 5)$$

$u_{ICRU90}$  : ICRU 90 に対応した空気カーマ校正定数の相対標準不確かさ

$u$  : 従来の空気カーマ校正定数の相対標準不確かさ

Table 2 X 線の空気カーマ測定についての変更

|        | 線質        |            | $k_{(c-ICRU\ 90)}$ |
|--------|-----------|------------|--------------------|
| 軟 X 線  | 10～40 keV | QI=0.7     | 0.9956～0.9982      |
|        |           | N シリ ーズ    | 0.9955～0.9981      |
| マンモ    | 24～35kV   | Mo/0.03Mo  | 0.9968～0.9971      |
|        | 25～35 kV  | Rh/0.025Rh | 0.9970～0.9972      |
| 中硬 X 線 | 40～250kV  | QI=0.9     | 0.9982～0.9993      |
|        |           | QI=0.5     | 0.9976～0.9984      |

※ 産業技術総合研究所 従来の校正定数及び不確かさを  
ICRU Report 90 に対応した校正定数及び不確かさへ換算  
する手法についてより

2019 年 4 月 1 日から産業総合研究所の校正証明書に適用されている X 線の空気カーマ測定についての変更点を Table 2 に示した<sup>3)</sup>。照射線量（率）については校正定数に対する変更は無く、相対標準不確かさのみ式 5) が適用されている。

#### 4. おわりに

ICRU Report 90 に従う線量計校正証明書の値の変更についてユーザーレベルでは影響はほぼ無いといえる。ICRU Report 90 に未対応の校正定数、不確かさの場合でも、診断領域 X 線エネルギー範囲の場合は新たな換算係数を適用する必要はほぼ無い。

また、モンテカルロシミュレーション等で空気カーマの値から後方散乱係数や物質内吸収線量を算出する際に用いる質量エネルギー吸収係数は、距離  $SSD$ 、照射野サイズ  $\phi$  によるエネルギースペクトルの違いによる線質  $Q$  に依存して変化し、最大 3% 程度の相違が確認されている (Fig.6)。また、後方散乱係数についても同様に、物体の組成、形状、厚さなどに依存して最大 5% 程度の相違が示されている。しかし、いずれも測定のバラツキや計算の統計誤差等を考慮すると診断領域 X 線の場合には実用上の問題がほとんど無いことが考えられる。

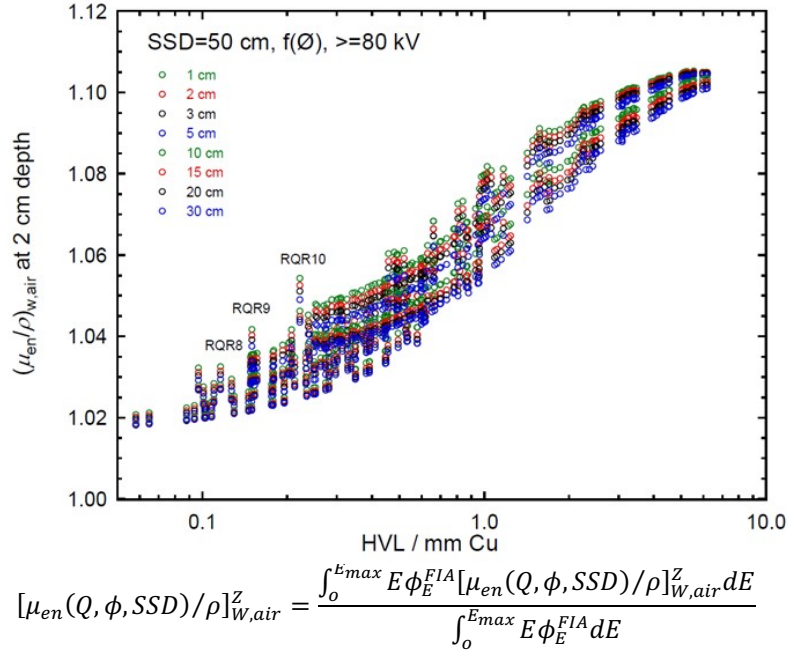


Fig. 6 Water-to-air ratios of mass energy-absorption coefficients at Z cm depth

- 1) International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU). Key data for ionizing-radiation dosimetry: measurement standards and applications. J ICRU Vo14 No 1 (2014) Report 90, Oxford University Press, 2016
- 2) 産業技術総合研究所 計量標準総合センター. ICRU Report 90 に対応した空気カーマ (率) 標準への変更について. 2018.
- 3) 産業技術総合研究所 計量標準総合センター. ICRU Report 90 に対応した空気カーマ (率) 標準への変更について 別紙 2 従来の校正定数及び不確かさを ICRU Report 90 に対応した校正定数及び不確かさへ換算する手法について. 2018.

## 計測部会発表 討論会 後抄録

テーマ：ICRU Report 90 に従う線量計校正証明書の数値の変更について

### 「標準センターの立場から」

From the standpoint of the standard center

名古屋大学

小山 修司

#### 1. 診断領域線量計標準センターについて

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。

基準線量計は、東洋メディック株式会社より寄贈された電位計（RAMTEC1500）と電離箱（Wellhöfer DC300）で運用してきたが、一昨年度、EMF ジャパン株式会社の協力による EMF520R に更新された。

センターの基準線質は、1999-2000 年度学術研究班「診断領域 X 線の標準測定検討班」、2001-2003 年度学術研究班「診断領域における線量計校正システムの構築班」で検討され決定された。これは、管電圧 70 kV のとき、アルミニウム半価層が 3.00 mm となるような線質である。線源となる X 線装置は、各センターで所有する工業用の装置や、医療用の装置である。医療用の装置で可動絞りを取り外すことなく設定できるということで、前述の基準線質を設定した。センター毎に付加フィルタを加えろ過を調整し、そのままの総ろ過でその他の管電圧を設定する。このときの半価層測定の配置と半価層データを図 1 に示す。

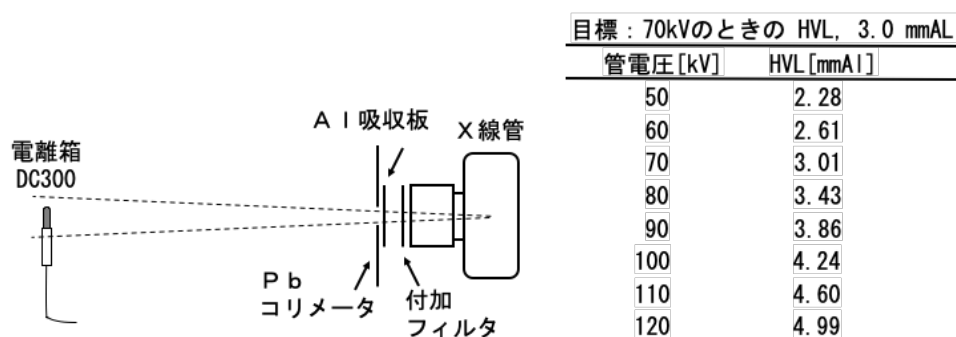


図 1 基準校正場の設定

なお、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、①70 kV, 3.00 mmAL HVL と、②120 kV, 5.0 mmAL HVL の2点の線質について、校正業者に校正を依頼し、その精度を維持している。また、センターの中でも基準とする1施設の線量計は、毎年、①40 kV, 1.71 mmAL HVL, ②50 kV, 2.18 mmAL HVL, ③70 kV, 3.00 mmAL HVL, ④100 kV, 4.24 mmAL HVL,

⑤120 kV, 5.0 mmAL HVL, ⑥150 kV, 6.2 mmAL HVL の6点の校正を行い、必要に応じて、センター間の線量計の校正などを行い、全体の精度維持を行っている。

## 2. ICRU Report 90 に伴う変更 (W値について)

診断領域X線のエネルギー範囲において、ICRU Report 90 による変更点を簡単に示すと、W値 (33.97 eV) に対して補正が必要になることと、その「不確かさ」がやや増加することである。これにより、センターで発生する変更点を整理しながら見てみることにする。

### 2-1. 基準校正場の設定

この手順を図2に示す。通常の校正手順において、図1に示した付加フィルタを施した基準校正場において、センターの基準線量計で照射線量指示値を測定し、補正を施して場の照射線量を求める。ここで、 $k_{TP}$  は、空気密度補正項 (大気補正項) である。

### 2-2. 対象線量計の校正 (照射線量での校正の場合)

この手順を図3に示す。図2における基準線量計の位置に、校正対象となる線量計を配置して、その指示値を得る。対象線量計の指示値が照射線量の場合、場の照射線量を、校正対象線量計の指示値に  $k_{TP}$  を乗じたもので除したものが校正定数となる。この計算式に、W値は入らないため、この場合は、ICRU Report 90 の変更の適用は受けない。

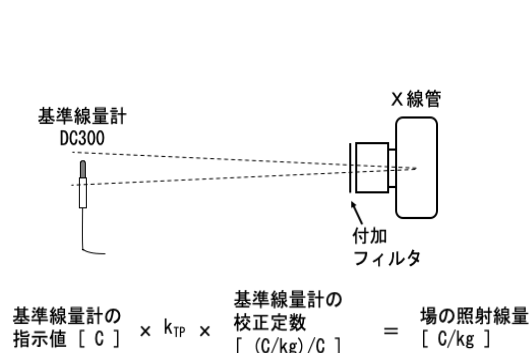


図2 基準校正場の設定

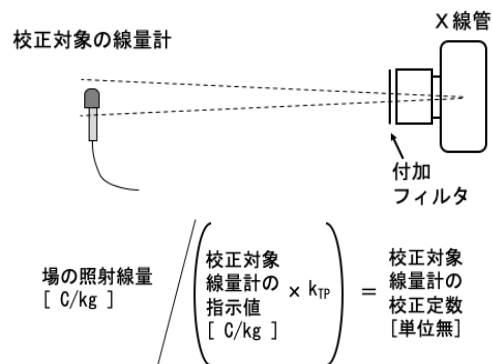


図3 対象線量計の校正 (照射線量として)

### 2-3. 対象線量計の校正 (空気カーマでの校正の場合、2019年4月まで)

この手順を図4に示す。対象線量計の配置は図3と同様である。場の照射線量を空気カーマ (該当エネルギー領域では、空気吸収線量と同値) に変換し、これを、対象線量計の指示値に  $k_{TP}$  を乗じたもので除したものが、対象線量計の校正定数である。(対象線量計が半導体式の場合は、 $k_{TP}$  の補正は行わない。)

### 2-4. 対象線量計の校正 (空気カーマでの校正の場合、2019年4月以降)

この関係を図5に示す。前述のように、ICRU Report 90 では、光子におけるW値にエネルギーに対応した補正が加わる。すなわち、従来の計算式におけるW値の項に、光子エネルギーに

よって決定される  $k_{C-ICRU90}$  を乗じて補正することになる。

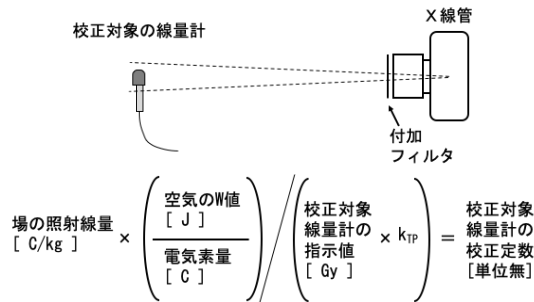


図4 対象線量計の校正（空気カーマとして）

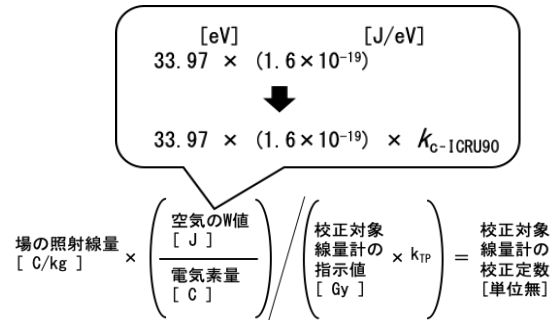


図5 ICRU Report 90 による変更

### 3. ICRU Report 90 に伴う変更（「不確かさ」について）

現在、センター（班）では、不確かさの記載について整備を行っている。不確かさの算出においては、パジェット表<sup>1)</sup>に従い、測定器の校正定数に対する不確かさ、測定器の分解能、測定器の同一レンジ内の直線性、等々の項目（10 項目）についてそれぞれ値を求めて、合成標準不確かさを経て拡張不確かさとして、値を求めて表記する。

ICRU Report 90 に伴う変更は、W値の相対標準不確かさの変更（0.15%から0.35%）であり、従来の空気カーマ校正定数の相対標準不確かさ  $u$  に対して以下の式で修正を行う。

$$u_{ICRU90} = \sqrt{u^2 + 0.4^2}$$

なお、この変更もW値に対するものであるため、「2-2.」に該当する照射線量での校正においてはあてはまらない。

### 4. 最後に

今回、W値に関していくつかの変更が示されたが、基本的な考え方には変更はない。また、W値に対する補正係数は、該当のエネルギー領域では、0.998 前後の値であり、あまり大きな変更にはならないこともある。しかし、診断領域線量計標準センターでは、より正確な比較校正を行う上で、これら変更に対応することとしている。

### 参考文献

1) 日本放射線技術学会 監修，根岸 徹 編，放射線技術学スキルアップシリーズ，診断X線における吸収線量の標準測定法，オーム社，2017。

## 専門部会講座 後抄録

専門部会講座（専門編）

### 「 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。測定に必要な基礎知識は、放射線医療技術学叢書（14-4）「乳房撮影精度管理マニュアル」（日本放射技術学会）など、関連学会から出版されているガイドラインやマニュアルを参考にして習得することができる。

しかしながら、線量測定を行う上での最初のハードルが「本がない」、あっても「読むのが面倒」と言ったところにも存在する。前述のマニュアルは定価が 2,000 円であり、個人購入する場合でも悩むほどの価格とは考えにくい。実際に本を手にとってみると、線量測定や AGD 算出方法については分り易く簡潔に記載されている。

「なぜ線量測定は普及しないのか？」と言うことを考えると、「検査に関連する手技・画像処理・解析・読影以外の行為」は臨床現場で疎遠になってしまうため、苦手意識が高まり、必要性を理解していたとしても、出来ない理由を探して逃れるが、必要最小限しか行わない場合が多く、結果として線量測定が普及しない原因のひとつとなっているのではないだろうか。

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。解説においては、線量測定への苦手意識を助長する可能性がある内容は割愛し、最初の一步を踏み出す意識を高めることを優先した。



## 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

平均乳腺線量 (AGD : Average Glandular Dose) とは、均一に圧迫された乳房において入射照射線量によって生ずる乳腺の平均吸収線量である。

我が国で測定が推奨されている目的は、装置の精度管理（不変性試験）のためと、DRLs に示されるような画質と線量の最適化のためであり、精度管理マニュアルでもその趣旨で扱われている。

### 2) プロトコルによる測定法の違い

ガイドラインを作成している国や学会、国際機関、また年代によって、使用するファントムや線量計、それらの配置や算出式、係数表などが異なるが、2019年9月末日の時点での我が国の測定法は、EUREF のガイドライン (European Guidelines for Quality Assurance in Breast Cancer Screening and Diagnosis, Fourth Edition.) に準じており、Dance の式による算出が提唱されている。

### 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

図 1. 2. に、乳房 X 線撮影装置に使用されるターゲット/フィルタの組み合わせにおける入射 X 線のエネルギースペクトルを示す。

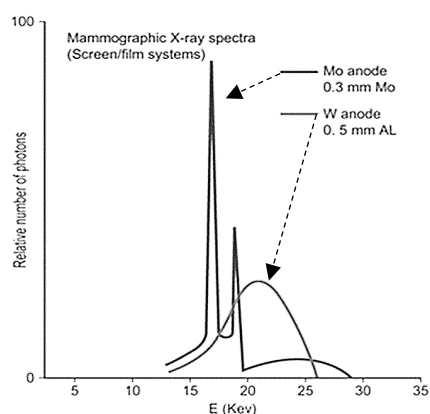


図 1. 入射 X 線スペクトル (Mo/Mo・W/Al)  
(Radiology 118 より一部引用)

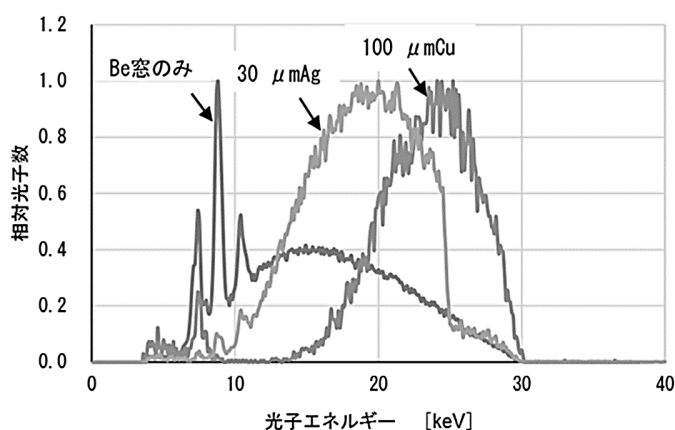


図 2. 入射 X 線スペクトル (W/Ag・W/Cu 他)  
(乳房 X 線透視に関する基礎的研究：根本)

図 1. 2. のとおり、マンモグラフィでは低エネルギー X 線を使用するため、特に Mo ターゲット/Mo フィルタの組み合わせの装置では空洞電離箱のシャロー型線量計での測定を推奨していたが、近年 W ターゲットの装置が普及し、従来よりもやや高エネルギー X 線を使用することもあり、マンモグラフィ専用の半導体検出器も用いられている。

### 3. 測定の準備

#### 1) 線量計・ファントム・アルミニウム板

##### 【購入】

2020年4月1日より、CT・IVR・RIを受ける者に対する医療被ばくによる線量の記録と管理が義務付けられる背景を受け、学会でも線量管理に関する話題が多い。DRLs2020の調査も進んでおり、この状況を購入理由とするのは有効で、装置購入時もチャンスである。

##### 【借用】

部会や研究会などでQC機器の貸出を行っている団体もあり、計測部会としても線量計の貸出を行っている。詳しくはホームページを参照して頂きたい。ただし、いずれの機関も多忙な中で部会員が手続きを行っており、発送までにはある程度の日数が見込まれる。

##### 【作製】

不変性試験に限って使用することを考えると、計測部会で開催している「簡易型線量計作製セミナー」に参加し、15,000円のキット代と参加費で、図3.に示す簡易型線量計を作製する選択肢もある。こちらも計測部会ホームページを参照して頂きたい。

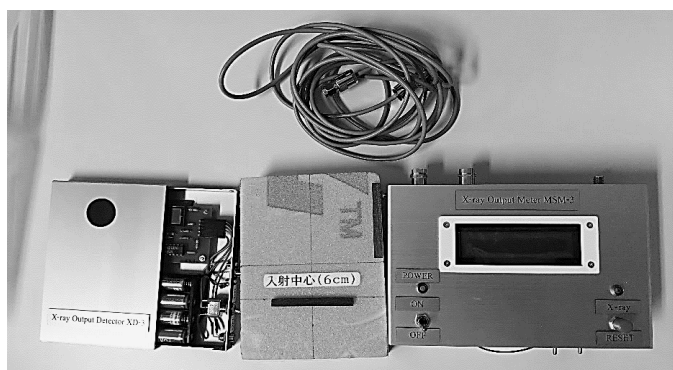


図3. 簡易型線量計一式  
(マンモグラフィ専用)

上：接続ケーブル

左：検出部（上蓋開放時）

中：補助具

右：表示および設定調整部

※別途収納ケースあり

ファントムについては、PMMA という材質と厚さや大きさの規定はあるが、それ以上の記載はない。厳密には厚さの精度や劣化による変形なども考慮する必要があると考えるが、検査室相当の環境での保管、使用時の向きを統一するなどの配慮で、ホームセンターやインターネットで比較的安価に購入できるアクリル板でも、許容内と考える。通販サイトによっては、板厚許容公差を公開している。

アルミニウム板は、規定されている純度 99.9%以上を遵守する必要がある。個人で購入先を見つけるのは困難なため、装置メーカーや大学などに相談するのが最適と考える。

PMMA やアルミニウム板も線量計と同様に、学会や保有施設などから借用できる場合もある。借用においてはいずれの場合も個人間では行わず、届出等の手続きを確認する。

#### 2) 補助具

補助具は代用や自作が可能である。受像器保護には防護エプロンや缶の蓋、保持具は発泡スチロール等で工夫して作成することで設置の再現性と作業効率が向上する。絞りマスクはマグネットシートがおすすめで、加工が容易な上に数枚重ねる程度で効果が得られる。

#### 4. 測定法

##### 1) 測定の手順

以下の手順にて入射空気カーマを測定し、半価層および平均乳腺線量を算出する。

##### 【半価層】

- ① 図 4. に示すようにアルミニウム板・絞りマスクを X 線管にできるだけ近づける  
(アルミニウム板・絞りマスクから線量計に入射する散乱線の影響を少なくするため)  
注意：自動圧迫板解除機能 OFF (AGD 測定での半価層では圧迫板を必ず挿入)  
： FPD の上に遮蔽板相当の防護を置く (FPD の焼付け防止処置)
- ② 線量計検出器測定面を乳房支持台の左右中央で高さ 4 cm, 胸壁側から 6 cm に配置  
通常使用される焦点・フィルタ・SID・管電圧を選択
- ③ 線量計検出器に入射する X 線を絞りマスクでコリメーションする  
(後方散乱を少なくするため)
- ④ マニュアル・モードで線量計の指示値が適切な値となるように mAs 値を設定  
(適切な値：用意したアルミニウム板で確実に「アルミニウム板なしでの指示値」の  
1/2 以下にまで減弱が可能で、かつ詳細な測定が可能である値. 大きすぎても小さすぎても不適切. 数回アルミニウム板を増減しテスト測定して mAs 値を決定. )  
注意：アルミニウム板の純度は 99.9% 以上 (不純物が多いと正確な値が得られない)  
：アルミニウム板は素手で取り扱わない (汗などで錆たり不純物が付着する)
- ⑤ X 線管と線量計検出器の間にアルミニウム板を置かずに測定 (3 回)
- ⑥ 厚さ 0.2 mm 分のアルミニウム板を置き測定 (3 回)
- ⑦ 厚さ 0.1 mm のアルミニウム板を加え測定 (3 回) し アルミニウム板なしの値の  
1/2 以下になるまでアルミニウム板を追加しこの操作を行う
- ⑧ 最後にすべてのアルミニウム板を取り除き測定 (3 回)  
このときステップ⑤の値と 2% 以上違っているときは計測手順を繰り返す
- ⑨ 以下の式にて半価層 (HVL) を算出する

$$HVL = \frac{t_b \times \ln(2I_a/I_0) - t_a \times \ln(2I_b/I_0)}{\ln(I_a/I_b)}$$

$I_0$  : アルミニウム板なしの場合の線量

$I_a$  :  $I_0/2$  より少し大きい線量

$I_b$  :  $I_0/2$  より少し小さい線量

$t_a$  :  $I_a$  が得られたアルミニウム板厚 [mmAl]

$t_b$  :  $I_b$  が得られたアルミニウム板厚 [mmAl]

$$I_a > I_b, \quad t_b > t_a$$

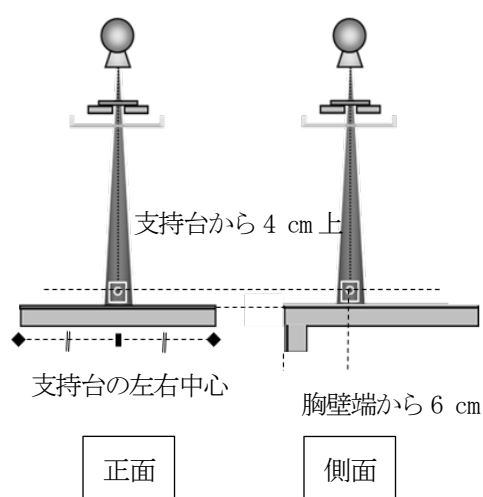


図 4. 半価層での線量計等の配置 (概略)

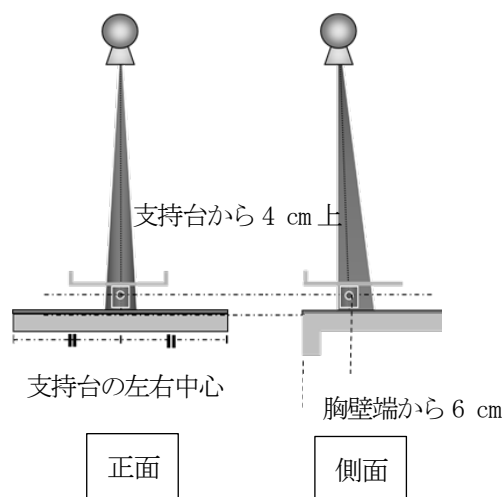


図 5. 平均乳腺線量での線量計等の配置 (概略)

#### 【平均乳腺線量】

- ① 通常の撮影でもっとも普通使用される撮影モード・照射野・SID を選択  
注意：自動圧迫板解除機能 OFF
- ② 厚さ 40 mm の PMMA を乳房支持台に配置  
圧迫板は PMMA に接するように配置 (図 5.)  
加圧が必要な場合は最低圧迫圧で圧迫
- ③ 通常の撮影で使用される AEC モードを選択・作動させて X 線を照射
- ④ ターゲット・フィルタの種類・管電圧・mAs 値を記録
- ⑤ PMMA を取り除く
- ⑥ 線量計検出器測定面を乳房支持台の左右中央で高さ 4 cm, 胸壁側から 6 cm に配置  
(乳房支持台に X 線遮蔽板を設置)
- ⑦ 乳房圧迫板を線量計検出器に接するように配置
- ⑧ PMMA 撮影時の管電圧・mAs 値を Manual モードで設定・照射し線量計の指示値を記録
- ⑨ 以下の式にて平均乳腺線量 (AGD) を算出する。係数は図 6. 7. 参照.

$$AGD = K \cdot g \cdot s \cdot c$$

$K$  : 入射空気カーマ [単位 : mGy]

$g$  : 乳腺量 50% に相当する係数 [単位 mGy/mGy]

$s$  : ターゲットとフィルタの組合せに関する係数

$c$  : 乳腺量 50% から異なる乳腺量を補正する係数

ここでは係数を 1 とする

| PMMA 厚<br>(mm) | 等価圧迫<br>乳房厚<br>(mm) | 係数 g(mGy/mGy) |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------|---------------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                |                     | HVL(mmAl)     |       |       |       |       |       |       |       |
|                |                     | 0.25          | 0.30  | 0.35  | 0.40  | 0.45  | 0.50  | 0.55  | 0.60  |
| 20             | 21                  | 0.329         | 0.378 | 0.421 | 0.460 | 0.496 | 0.529 | 0.559 | 0.585 |
| 30             | 32                  | 0.222         | 0.261 | 0.294 | 0.326 | 0.357 | 0.388 | 0.419 | 0.448 |
| 40             | 45                  | 0.155         | 0.183 | 0.208 | 0.232 | 0.258 | 0.285 | 0.311 | 0.339 |
| 45             | 53                  | 0.130         | 0.155 | 0.177 | 0.198 | 0.220 | 0.245 | 0.272 | 0.295 |
| 50             | 60                  | 0.112         | 0.135 | 0.154 | 0.172 | 0.192 | 0.214 | 0.236 | 0.261 |
| 60             | 75                  | 0.088         | 0.106 | 0.121 | 0.136 | 0.152 | 0.166 | 0.189 | 0.210 |
| 70             | 90                  | -             | 0.086 | 0.098 | 0.111 | 0.123 | 0.136 | 0.154 | 0.172 |
| 80             | 103                 | -             | 0.074 | 0.085 | 0.096 | 0.106 | 0.117 | 0.133 | 0.149 |

備考] PMMA 40 mm 厚は、圧迫乳房(乳腺量 50%)45 mm 厚に相当する。

図 6. 平均乳腺線量算出式の係数 g

| ターゲット/付加フィルタ | 係数 s  |
|--------------|-------|
| Mo/Mo        | 1.000 |
| Mo/Rh        | 1.017 |
| Rh/Rh        | 1.061 |
| Rh/Ag        | 1.082 |
| Rh/Al        | 1.044 |
| W/Rh         | 1.042 |
| W/Ag         | 1.042 |
| W/Al         | 1.050 |

図 7. 平均乳腺線量算出式の係数 s

(いずれもデジタルマンモグラフィ品質管理マニュアル第 2 版より)

## 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

初めて測定を計画する際には、大まかなタイムテーブルを作成し、「待ち」の間に行うことができることをピックアップして進めるのが効率的である。

図 8. にタイムテーブルの 1 例を示す。2 回目以降は、初回で使用したものを再利用し、極力作業を減らすことで繰り返しが容易となり、設置など再現性の向上にもつながる。

「待ち」の間には補助具の作成の他に、表計算ソフトに測定データを入力できるように、予めシートを作っておくのが有効である。表計算ソフトはスマートフォンのアプリで入手可能なものもあり、検査室での作業スペースや測定の際のマンパワーの多さによって、それぞれの施設で最適な方法を見出しておくことで負担が軽減される。

また、表計算ソフトを使用しても、半価層の計算は一見すると難解に思われるが、割り算するセル、その答えを「=LN( )」

の ( ) 内に入れて自然対数を出すセル、と言うように、ひとつのセルで行う計算をシンプルにして、最後に合わせ技で計算を完了される方法ならば、特別な知識がなくても表計算ソフトを活用できる。

ガイドラインの末尾には付録として指示値の記録に使用できる表が添付されており、それをコピーして使用するのもよいが、最終的に表計算ソフトにて管理するならば、指示値を読み上げる人と、それを直ぐ入力する人、この 2 名を確保して測定するのが望ましい。

## タイムテーブル

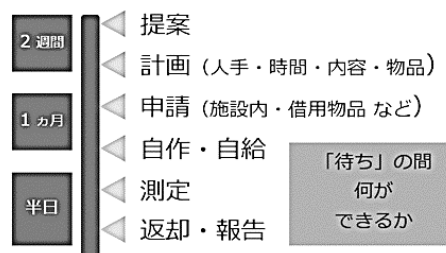


図 8. タイムテーブル の 1 例

## 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。

## 2019年度計測分野に関する論文・発表

・2019年度4月（Vol.75 No.4, 2019）～2019年度9月（Vol.75 No.9, 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                  |
|---------------------------------------------------------|-------|----------------------------------------------------------|------|-----------------------|
| 心電同期 CT 撮影においてボウタイ<br>フィルタとポジショニングが断面内<br>線量分布と画質に及ぼす影響 | 南 和芳  | 国立病院機構<br>金沢医療センター<br>中央放射線部<br>(現 国立病院機構<br>富山病院診療放射線科) | ノート  | 75 巻 6 号<br>(536-545) |
| CT ガイド下 IVR における術者頭頸<br>部被ばくの測定                         | 飯塚 崇文 | 兵庫医科大学病院<br>放射線技術部                                       | ノート  | 75 巻 7 号<br>(625-630) |
| IVR 用 X 線装置における空気カー<br>マの実測値と装置表示値の多施設実<br>態調査          | 田邊 頌章 | 横浜国立大学市民病院<br>画像診断部                                      | 臨床技術 | 75 巻 7 号<br>(646-651) |

## 第 47 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

○ Radiation Protection (Multi-modality) Scattered Radiation Dose Evaluation /  
防護 (マルチモダリティ) 散乱線評価

39. X 線検査における散乱放射線の線質と線量の特性

大同病院 鈴木 昇一

40. CT 室内の散乱線分布と検査立会者の立ち位置の最適化

東京警察病院 下島 正寛

41. ファントム実験による移動型回診撮影 X 線装置の空間散乱線量測定

東北大学 川口 和奏

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

42. X 線スペクトロメータを用いた脳血管内治療における術者水晶体被ばくの基礎的検討

北斗病院 高木真佑未

43. ポータブル X 線撮影に携わる診療放射線技師の水晶体線量評価

東北大学大学院 大友 一輝

44. オーバーテーブル式 X 線透視撮影装置を用いた X 線診療に従事する泌尿器科医の水晶体  
被ばく線量の測定

仙台赤十字病院 鈴木 陽

45. 小型線量計を用いた医療従事者の水晶体被ばくの検討

東京都立広尾病院 福士 翔哉

46. ERCP に従事するスタッフの水晶体等価線量評価 (～2 種類の線量計用いた線量比較～)

東北医科薬科大学病院 森島 貴顕

○ Radiation Protection (Multi-modality) Radiation Dose Evaluation / 防護 (マルチ  
モダリティ) 線量評価

47. 胃 X 線透視検査における Body Mass Index を利用した被ばく線量の推定

宮城県予防医学協会 渡邊 晃成

48. 胃 X 線透視検査の被ばく線量と身体測定データの関連調査

宮城県予防医学協会 板橋 裕禎

50. 線量付加システムを用いた一般撮影領域の線量評価

聖隷三方原病院 大城みづき

51. 車載型上部消化管撮影装置における線量の比較検討

宮城県対がん協会 八島 幸子

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

52. 小児頭部 CT 撮影における水晶体被ばくの検討

千葉大学医学部附属病院 川上 裕也

55. 頭部 CT 検査における臓器吸収線量測定 -ファントム, 線量計の違いによる比較-

総合大雄会病院 伊藤 祐介



- Imaging Techniques and Research (General Radiography) Breast / 撮影 (単純 X 線)  
乳腺
88. デジタルマモグラフィーにおける圧迫圧と画質に関する研究  
帝京大学福岡キャンパス 大坪 小夏
- Measurement (CT) Organ Radiation Dose Evaluation / 計測 (CT) 臓器線量評価
115. X 線 CT 装置を用いた生体内温度の計測および温度分布画像可視化の試み  
北里大学大学院 水上 慎也
116. 高分子材料の微弱発光を利用した X 線 CT 装置の実効エネルギー測定法の開発  
名古屋大学大学院 川浦 稚代
117. 楕円ファントムを用いた体型変化による CT-Auto Exposure Control の挙動の評価  
東京慈恵会医科大学附属病院 井坂 杏奈
118. 寝台位置の違いによる管電圧自動調節機能の基礎的検討  
東京慈恵会医科大学附属病院 新川 恵
- Measurement (CT) Radiation Dose Evaluation / 計測 (CT) 線量評価
119. 心臓 CT 検査における異なる算出方法による Size-specific Dose Estimates (SSDE) と  
体格指標の関係について  
豊田厚生病院 柴田 英輝
120. 自作楕円ファントムを用いた被写体サイズの違いにおける吸収線量と Size-specific  
Dose Estimate の関係  
東京慈恵会医科大学附属病院 和田 浩祈
121. 頭部 CT 検査における局所被ばく低減機構を使用した撮影の線量及び画質評価  
日本心臓血圧研究振興会附属榊原記念病院 山田 美輝
- Measurement (Lens) Organ Radiation Dose Evaluation / 計測 (水晶体) 臓器線量評価
122. 呼吸器内視鏡検査に携わる医師の水晶体被ばく評価  
仙台厚生病院 芳賀 喜裕
123. 血管造影 IVR における空間散乱線量等の測定評価：ファントム実験による基礎検討  
東北大学 大森 悠斗
124. 心臓カテーテル検査・治療に携わるスタッフの水晶体被ばく管理方法の検討  
仙台厚生病 曾田 真宏
- Measurement (Dosimeters) Radiation Dose Evaluation / 計測 (線量計) 線量評価
125. 機械学習を用いた診断用 X 線装置品質管理データの異常検出の検討  
群馬パース大学 齋藤 祐樹
126. OSL 線量計による後方散乱の測定  
藤田医科大学大学院 有本 旭宏
127. 班報告：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  
名古屋大学脳とこころの研究センター 小山 修司
- Clinical Safety (Basic Research Other) / 医療安全 (基礎研究 他)
132. 放射線診療従事者の鉛暴露に関する研究  
首都大学東京大学院 松山 未奈

133. 高エネルギー放射線場における水晶体被ばく線量評価に関する基礎的検討  
筑波大学附属病院 宮崎 渉平
- Radiation Protection (Angiography・IVR) Radiation Dose Evaluation / 防護 (血管撮影・IVR) 線量評価
212. IVRにおける術者, 助手の立ち位置に応じた放射線防護具の配置に関する基礎的検討  
名古屋市立大学病院 滝川 淳一
213. ステントグラフト内挿術における散乱線防護の検討〜X線管側の散乱線防護を中心に〜  
日本大学医学部附属板橋病院 田所 秋宏
214. 多軸血管撮影装置における体位, 回転軌道の違いによる CBCT の線量測定  
香川大学医学部附属病院 谷井 喬
215. Cアーム式 X線透視装置使用時における術者の散乱線被ばく低減の検討  
大阪急性期・総合医療センター 野田 雄哉
- Measurement (Breast) Radiation Dose Evaluation / 計測 (乳房) 線量評価
220. 乳房 X線撮影装置用簡易形半価層測定器の検討  
首都大学東京 小倉 泉
221. 乳房撮影領域の簡易形半価層測定器における線質補正  
首都大学東京 小倉 泉
222. マンモグラフィ用簡易線量計のエネルギー特性評価  
茨城県立医療大学 中島絵梨華
223. マンモグラフィにおけるフェイスガードの遮蔽能力の検討  
首都大学東京大学院 辻本 峻二
224. 新しい線量指標による乳腺線量評価  
熊本大学大学院 篠原 彩恵
- Imaging Techniques and Research (Dentistry) Basic Research / 撮影 (歯科) 基礎
284. 歯科用ポータブル X線撮影における空間線量分布の評価  
東北大学病院 高根 侑美
- Imaging Techniques and Research (IVR) Clinical Techniques / 撮影 (IVR) 臨床技術
286. CBCT を用いた肝動脈化学塞栓術の手技線量評価  
大阪市立大学医学部附属病院 高尾 由範

## セミナー参加の感想

### 第8回 簡易線量計作製セミナーに参加して（首都大学東京）

東京歯科大学水道橋病院

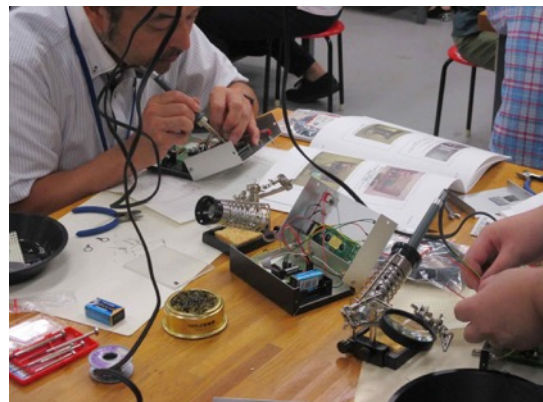
相澤 光博

2019年9月21～22日の二日間の日程で、第8回簡易線量計セミナーに参加したので報告する。

本セミナーから遡る2019年6月13日の歯科放射線学会にて、JSRT計測部会による簡易線量の発表が、本セミナーを知る機会であった。なかでも簡易線量計に使われているフォトトランジスタの特性が特に興味深く、一般に流通していない特殊な製品とのこと。また簡易線量計といえども、高価な線量計に遜色ない性能のように見えたので、是非とも自分で作成してみたい気持ちが強まった。

人気の高いセミナーと聞いたことから募集初日に申し込み、楽しみに待ち切れなかった。そしていよいよ当日。最初に配られた部品を見て驚かされた。なんと専用の基盤を使用しているのである。普通は、コスト的に有利な汎用のユニバーサル基盤を使用して電子回路を作成するものであり、つまり本線量計は量産を前提としているのだ。これには関係する先生方の強いこだわりを感じとれる。市販の組み立てキットとほぼ同等にみえるため、もしこれが秋葉原にある電子パーツ専門店で売っていたら、自分も買ってしまおうと思うほど、とても魅力的な製品に見えた。是非とも、このキットを商品化されるよう期待する。

組み立てには、少し迷うところがあったものの、専用の基盤を使用していることと、スタッフにアドバイスをいただき、問題なく行え、大変満足であった。しかし、使用しているフォトトランジスタの特性など線量計自体の説明が短いのが気になった。セミナー前の歯科放射線学会での発表が非常に分かりやすい内容であったので、作業前にこの内容と同等のものを説明されてもよいのでは、と思う。



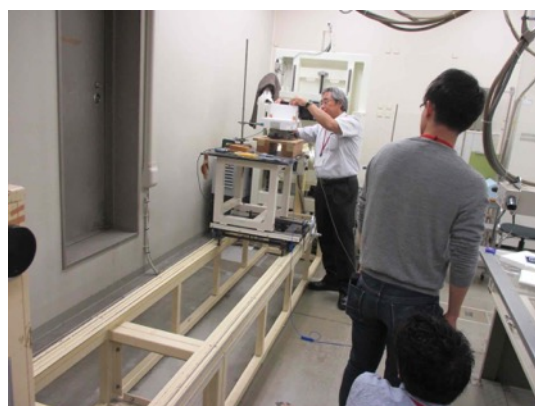
半田付け作業風景

2020 年 4 月から医療法施行規則の改正で一部の機器を使用した放射線診療を受ける者の医療被ばくの線量記録が義務付けられる。まだ実際に線量測定 of 義務付けは行われていないものの、それほど遠くない未来に義務付けられる日が来ると思う。自施設で測定したことのない方は、線量計作成を楽しめ、さらに測定することができる、本セミナーに参加することをお勧めする。

このように安価な価格にて簡易線量計を提供できるのは、セミナーに係る先生やスタッフの皆様の努力のたまものだと感じ、お礼申し上げます。ありがとうございました。末永く本セミナーが継続できるよう心からお祈り申し上げます。



半田付け作業風景



校正風景

## セミナー参加の感想

### 第 8 回 簡易線量計作製セミナーに参加して（首都大学東京）

北海道大学大学院

山品 博子

2019 年 9 月 21－22 日に首都大学東京にて開催されました簡易線量計作製セミナーに参加させていただきました。

実は、第 6 回セミナーにも参加申込みしていたのですが、予定がバッティングしてしまい参加が叶いませんでした。初回申し込み時はどちらかというと「興味先行型」だったのですが、今回はどうしても参加したい理由がありました。私は現在、ミャンマーにおける技師教育の支援活動に携わっています。これまで数回に亘り、現地の教育および医療現場を視察したのですが、線量計を手にしたことがない方多い事実を知り、「この線量計を持って行って実演しよう」と思い立ちました。

一日目は簡易線量計の仕組みと作製の行程についての講義からスタートしました。冒頭に回路図が出てきて、一瞬、思考回路が停止しました。学生の頃サボらなければ良かったと思うことが最近とても多いです。そしてさらに恥ずかしいことに、現在の勤務先が診断領域線量計標準センターになっていることもここで初めて知りました。午前後半はさっそく基盤の作製に突入し、楽しみにしていた半田付けが始まりました。「いち～、に～～、さん、し」のリズムを心の中で繰り返しながら、あっという間に午前の作業工程が終了しました。午後も引続き線量計の組み立て作業が続き、マイ線量計が完成しました。とにかく細かい創作活動が好きなものでとても楽しい時間でした。



半田付け作業風景



二日目は前日に完成した線量計の校正作業でした。私は今回、マンモグラフィ装置用の線量計を選択したのですが、管電圧を 26, 28, 30, 32kV の 4 段階に変更可能で、ターゲット/フィルターの組み合わせが Mo/Mo に対応しているものでした。今回作製した線量計を標準線量計と並べて同時曝射し、測定値を比較し、基盤の極小のつまみ部をネジで回して感度調整を行いました。後日届いた校正結果では、28kV 以外、校正定数が 1.00 という素晴らしい仕上がりでした。マンモ装置用を作製したのが私を含めて 3 名だけでしたので、校正がとてもスムーズに進み、ほんの少し時間に余裕がありましたので、実際の測定手順もご指導いただきました。

「2 日間のセミナー、長くて大変そうだな」と思っていたのですが、まだまだやりたかったなというのが率直な感想です。また、冒頭に述べました通り、今回作製しました線量計は、2019 年 11 月にミャンマーに寄贈してまいりました。今後、ミャンマーでもこれを機に線量管理に関する意識が高まり、線量計が活用されることを切に願っています。講師の先生方には、この場をお借りして、改めて御礼申し上げます。



校正の説明



乳房用線量計校正の配置

## セミナー参加の感想

### 第8回 簡易線量計作製セミナーに参加して（首都大学東京）

さやま総合クリニック

山中 美来

2019年9月21日から22日の2日間にわたって首都大学東京にて開催された第8回簡易線量計作製セミナーに参加しました。一般撮影領域と乳房撮影領域のどちらかが選べ、私は普段の業務でマンモグラフィ検査に携わることが多いので乳房撮影領域の線量計を作製することにしました。会場に向かっている途中は自分自身で線量計を作製できることの楽しさと、半田づけや回路等に関する知識が少ないことへの不安でいっぱいでした。

セミナーでは1日目に線量計の作製、2日目に作製した線量計の校正を行いました。線量計の中身は思っていたよりも細かく複雑で、オペアンプやコンデンサなどたくさんの小さな部品を半田ごてでつけていきました。半田ごてを使うのは小学生以来で、回路の知識もほとんどなく最初は戸惑いました。しかし講師の方々に親切に教えていただき、徐々に楽しんで作業に没頭していました。途中と最後に動作確認のテストが全部で3回ありましたが、その度にきちんと接続できているか心配でドキドキしたのを覚えています。最後のテストで動作が確認できた時は達成感でいっぱいでした。

私が作製した乳房撮影用の線量計は一般撮影用の線量計と少し違って、管電圧が26kV、28kV、30kV、32kVに切り替えることができる仕組みでした。その分作業は大変でしたが、それぞれの管電圧で校正定数がほぼ1で測定することができるので今後活用しやすい線量計になりました。



半田付け作業風景



基盤チェック作業

2日目は校正作業でした。自作線量計と標準線量計を隣に並べて数回測定し、2つの値を比較して校正定数を出していきました。乳房撮影用の線量計は作製した人数が少なかったため、校正の作業に参加させていただくことができました。それまで校正で何をしているか全く知らなかったのも、非常に貴重な時間で線量計に対しての知識も深まりました。

少人数のセミナーだったのもあり、講師の方々から半田づけのコツや小さな疑問などたくさんを教えていただくことができました。また同じ班や隣の席の方などみんなで協力し合いながら楽しく作製することが出来たのがとても印象的で、あっという間の2日間でした。

このセミナーに参加して今までそこまで意識していなかった被ばくの管理や装置の精度管理について興味を持つことができました。そしてそれを管理することができる線量計も手に入れることが出来たので、これから施設で日常管理や物理評価に活用していきたいと考えています。

最後になりますが、今回のセミナーで準備や講義、指導をしてくださった講師の皆様、首都大学東京の学生の皆様に感謝申し上げます。



半田付け作業風景



線量計校正作業風景



## セミナー参加の感想

### 第 8 回 簡易線量計作製セミナーに参加して（首都大学東京）

社会医療法人財団 石心会 さやま総合クリニック

小谷野 香

当クリニックでは一般撮影装置の更新に伴い、撮影線量の見直しや最適化を行うために線量計が必要になりましたが、市販の線量計は非常に高価で購入が難しいのが現状です。首都大学東京の根岸先生に相談に乗っていただいたところ、それなら線量計を作りにおいでとお誘いをいただき、今回の簡易線量計作製セミナーに参加しました。

この簡易線量計は、一見すると小さな箱が 2 つ。そんなに大変な作業はないだろうと思っていると、小さな基板に小さな部品を半田付けしていく、根気のいる作業が待っていました。

半田ごてを使うのは何年ぶりだろうと緊張しながらでしたが、すぐ近くに講師の方々がいるので、半田付けのコツや分からないところを丁寧に教えていただきながら作業を進めることができました。

基板の作製や検出部の組み立てなど各作業の区切りごとには、動作チェックが行われます。正常に動作しないとやり直しという不安の中、講師の方からオッケーがもらえた時はとても嬉しく思いました。最初はなかなか上手くできなかった半田付けもコツを掴むと楽しく、線量計が組み上がった時には達成感がありました。



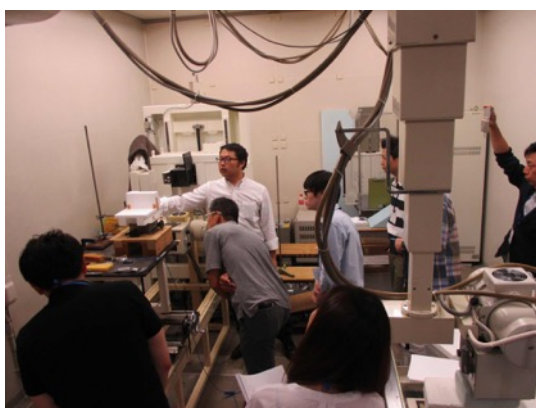
半田付け作業風景

セミナーでは、作製した簡易線量計の校正も行います。線量計を校正するところを見るのは初めてで、気温や湿度を安定させるために前日から校正の準備をしていたと伺い、なんて手間のかかる作業なのだと驚きました。今回は、トラブルもあり当日に校正はできませんでしたが、マンモグラフィ用簡易線量計の校正の見学などもさせていただき、貴重な体験ができました。

そして、全国に 12 箇所ある JSRT の診断領域線量計標準センターでは、今回作製した簡易線量計も無料で校正していただけるとのことなので、定期的な線量計の管理も可能です。

2020 年には、DRLs が改定されると言われています。今後も最適な画像が提供できるように、今回作製した簡易線量計をしっかりと活用していきたいと思います。

最後になりますが、お世話になりました講師の皆様、首都大学東京の学生スタッフの皆様に感謝申し上げます。



校正作業風景



線量計取り扱い講義



第 8 回簡易線量計作製セミナー参加者・講師スタッフ

## 2019年度 事業報告

### 1. 第 75 回総会学術大会：パシフィコ横浜（4 月 11 日～14 日）

#### ・第 53 回計測専門部会：4 月 13 日（土）

1) 教育講演 司会 首都大学東京 加藤 洋  
「サーベイメータの基礎から応用まで」

2) シンポジウム 座長 日立製作所 佐山 邦之  
名古屋大学 小山 修司  
稲城市立病院 落合幸一郎

テーマ：「サーベイメータを用いた漏えい線量測定」

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 斉
2. 校正の確立 学術研究班  
名古屋大学 小山 修司
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
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

#### 3) 専門部会講座（計測部会：入門編）4 月 12 日（金）

「照射線量と空気カーマの測定」  
藤田医科大学 浅田 恭生

#### 4) 専門部会講座（計測部会：専門編）4 月 13 日（土）

「入射皮膚線量」  
金沢大学附属病院 能登 公也

#### 5) 海外招聘講演（計測部会）4 月 13 日（土） 司会 首都大学東京 加藤 洋 東京女子医科大学・早稲田大学 共同大学院 松浦 由佳

「Higher lead exposure in the radiology departments of the of the general hospitals」

張 武修 (Peter Chang)  
洪 茂欽 (Mao-Chin Hung)

### 2. 第 47 回秋季学術大会：大阪府立国際会議場（大阪市：10 月 17 日～10 月 19 日）

#### ・第 54 回計測専門部会：10 月 18 日（金）

1) 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 座長 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

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」

1. ICRU Report90 採用に伴う校正期間の対応

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. 校正証明書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

3) 専門部会講座（計測部会：入門編）：10月17日（木）

「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

4) 専門部会講座（計測部会：専門編）：10月18日（金）

「平均乳腺線量の測定」

慶應義塾大学病院 根本 道子

3. 第8回簡易線量計作製セミナー

日時：2019年9月21日（土）～22日（日）

場所：首都大学東京（荒川区）

（日本放射線技術学会 東京支部共催） 参加者 19名

4. サーベイメータ活用講習会（第19回東北支部セミナー）

日時：2019年9月7日（土）

場所：新潟医療福祉大学（新潟市）

（日本放射線技術学会 東北支部主催） 参加者 24名

5. 第9回デジタルマンモグラフィを基礎から学ぶセミナー（計測部会より講師派遣）

日時：2019年8月24日（土）

場所：横浜社会福祉センター（横浜市桜木町）

6. 計測部会誌「Vol.27, No.1,通巻53」「Vol.27, No.2,通巻54」の電子ジャーナル発行

7. 部会委員会の開催3回

8. 線量計貸出事業

アンフォース社からの無償貸与半導体線量計を会員施設の希望者に送付（一週間程度）

9. 診断領域線量計標準センターの運営

- ・診断領域線量計標準センター班会議

日時：2019年9月29日（日）

会場：東京支部事務所（文京区）

- ・全国12の標準センターで会員施設が所有する線量計の校正を実施



## 2020年度 事業計画

### 1. 第76回総会学術大会：パシフィコ横浜（4月9日～12日）

#### ・第55回計測専門部会：4月11日（土）

1) 教育講演 司会 茨城県立医療大学 佐藤 斉  
「放射線計測における基礎物理学」

2) シンポジウム 金沢大学 林 裕晃  
座長 慶應義塾大学病院 根本 道子  
徳島大学 富永 正英

テーマ：「被ばく線量の記録と管理に関わる線量測定」

1. 医療放射線の被ばく管理の必要性和線量測定について  
日本医科大学多摩永山病院 笹沼 和智
2. 放射線量レポートの取扱いについて  
JIRA 鈴木 真人
3. CT検査における線量測定  
東京慈恵会医科大学附属病院 庄司 友和
4. 血管造影検査における線量測定  
金沢大学附属病院 能登 公也
5. 核医学検査における放射能測定  
潟医療福祉大学 関本 道治

### 3) 専門部会講座（計測部会：入門編）4月12日（日）

「外部被ばく線量と内部被ばく線量の計測」

名古屋大学 小山 修司

### 4) 専門部会講座（計測部会：専門編）4月11日（土）

「CTにおける線量計測」

東京慈恵会医科大学附属病院 庄司 友和

### 2. 第49回秋季学術大会：東京ファッションタウンビル（10月15日～10月17日）

#### ・第56回計測専門部会：10月16日（金）

1) 教育講演 司会 茨城県立医療大学 佐藤 斉  
「放射線測定器の昨今と未来」

2) シンポジウム 静岡大学 青木 徹  
座長 稲城市立病院 落合幸一郎  
金沢大学附属病院 能登 公也

テーマ：「個人線量計と水晶体被ばく線量測定の昨今と未来」

1. OSL と TLD の基礎から応用  
東京都立大学 眞正 浄光

2. 個人線量計（ガラスバッジ）と水晶体被ばく線量計（TLD）  
（株）千代田テクノル 狩野 好延
3. 個人線量計（ルミネスバッジ）と水晶体被ばく線量計（OSL）  
長瀬ランダウア（株） 関口 寛
4. 臨床における水晶体被ばく線量測定 of 昨今と未来  
順天堂大学 坂本 肇
- 3) 専門部会講座（計測部会：入門編）：日程未定  
「光子と物質との相互作用」  
徳島大学 富永 正英
- 4) 専門部会講座（計測部会：専門編）：日程未定  
「スペクトル解析」  
茨城県立医療大学 佐藤 斉
3. 第9回簡易線量計作製セミナー  
日時：2020年9月11日（土）～12日（日）  
場所：東京都立大学（東京都荒川区）  
（日本放射線技術学会 東京支部共催） 参加募集 18名
4. 第1回サーベイメータ活用セミナー  
日時：2020年9月26日（土）  
場所：京都医療科学大学（京都府南丹市）  
（日本放射線技術学会 近畿支部共催） 参加募集 25名
5. 第10回デジタルマンモグラフィを基礎から学ぶセミナー（計測部会より講師派遣）  
日時・場所：未定
6. 計測部会誌「Vol.28, No.1,通巻 55」「Vol.28, No.2,通巻 56」の電子ジャーナル発行
7. 部会委員会の開催 3回予定
8. 線量計貸出事業  
アンフォース社からの無償貸与半導体線量計を会員施設の希望者に送付（一週間程度）
9. 診断領域線量計標準センターの運営
  - ・診断領域線量計標準センター班会議（予定）  
日時：2020年9月20日（土）（予定）  
会場：東京支部事務所（文京区）
  - ・全国 12 の標準センターで会員施設が所有する線量計の校正を実施

## 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。 $^{60}\text{Co}$  o  $^{137}\text{Cs}$  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

(2020 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<br>(北海道支部) | 北海道大学 医学部 保健学科<br>放射線技術科学専攻                      | 〒060-0812<br>北海道札幌市北区北12条西5丁目<br>☎ 011-706-3411    | 石川 正純<br>masayori@med.hokudai.ac.jp        | 石川 正純<br>masayori@med.hokudai.ac.jp                                            |
| 2  | 東北地区<br>(東北支部)   | 東北大学 医学部 保健学科<br>放射線技術科学専攻                       | 〒980-8575<br>宮城県仙台市青葉区星陵町 2-1<br>☎ 022-717-7943    | 千田 浩一<br>chida@med.tohoku.ac.jp            | 小倉 隆英<br>ivan@med.tohoku.ac.jp                                                 |
| 3  | 下越地区<br>(東北支部)   | 新潟医療福祉大学 医療技術学部<br>診療放射線学科                       | 〒950-3198<br>新潟県新潟市北区島見町 1398 番地<br>☎ 025-257-4017 | 関本 道治<br>sekimoto@nuhw.ac.jp               | 関本 道治<br>sekimoto@nuhw.ac.jp                                                   |
| 4  | 関東地区<br>(関東支部)   | 茨城県立医療大学 保健医療学部<br>放射線技術科学科                      | 〒300-0394<br>茨城県稲敷郡阿見町阿見 669-2<br>☎ 029-840-2192   | 佐藤 斉<br>sato@ipu.ac.jp                     | 佐藤 斉<br>sato@ipu.ac.jp                                                         |
| 5  | 西東京地区<br>(東京支部)  | 駒澤大学 医療健康科学部<br>診療放射線技術科学科                       | 〒154-8525<br>東京都世田谷区駒沢 1 丁目 23-1<br>☎ 03-3418-9545 | 佐藤 昌憲<br>masasato@komazawa-u.ac.jp         | 佐藤 昌憲<br>masasato@komazawa-u.ac.jp                                             |
| 6  | 東東京地区<br>(東京支部)  | 首都大学東京 健康福祉学部<br>放射線学科                           | 〒116-8551<br>東京都荒川区東尾久 7-2-10<br>☎ 03-3819-1211    | 加藤 洋<br>kato@tmu.ac.jp                     | 加藤 洋<br>kato@tmu.ac.jp                                                         |
| 7  | 北陸地区<br>(中部支部)   | 金沢大学 医薬保健学域 保健学類<br>放射線技術科学専攻                    | 〒920-0942<br>石川県金沢市小立野 5-11-80<br>☎ 075-265-2500   | 松原 孝祐<br>matsuk@mhs.mp.kanazawa-u.ac.jp    | 松原 孝祐<br>matsuk@mhs.mp.kanazawa-u.ac.jp<br>能登 公也<br>knodo@med.kanazawa-u.ac.jp |
| 8  | 東海地区<br>(中部支部)   | 名古屋大学大学院<br>医学系研究科                               | 〒461-8673<br>愛知県名古屋市中区大幸南 1-1-20<br>☎ 052-719-1595 | 小山 修司<br>koyama@met.nagoya-u.ac.jp         | 小山 修司<br>koyama@met.nagoya-u.ac.jp                                             |
| 9  | 関西地区<br>(近畿支部)   | 京都医療科学大学 医療科学部<br>放射線技術科学科                       | 〒622-0041<br>京都府船井郡園部町小山東町今北 1-3<br>☎ 0771-63-0066 | 赤澤 博之<br>akazawa@kyoto-msc.jp              | 赤澤 博之<br>akazawa@kyoto-msc.jp                                                  |
| 10 | 中国地区<br>(中国四国支部) | 広島大学大学院 医歯薬保健学研究院<br>(歯科放射線学)                    | 〒734-8553<br>広島県広島市南区霞 1-2-3<br>☎ 082-257-5691     | 大塚 昌彦<br>otsuka@hiroshima-u.ac.jp          | 大塚 昌彦<br>otsuka@hiroshima-u.ac.jp                                              |
| 11 | 四国地区<br>(中国四国支部) | 徳島大学 医学部 保健学科<br>放射線技術科学専攻 医用放射線科学講座<br>(歯科放射線学) | 〒770-8509<br>徳島県徳島市蔵本町 3-18-15<br>☎ 088-633-9054   | 富永 正英<br>tominaga@medsci.tokushima-u.ac.jp | ※各種連絡は富永先生へ、<br>佐々木 幹治<br>msasaki@tokushima-u.ac.jp                            |
| 12 | 九州地区<br>(九州支部)   | 九州大学大学院<br>医学研究院保健学部門                            | 〒812-8582<br>福岡県福岡市東区馬出 3-1-1<br>☎ 092-642-6722    | 納富 昭弘<br>nohtomi@hs.med.kyushu-u.ac.jp     | 河窪 正昭<br>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
5. 線量計貸出事業
6. 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 : 一つ目の登録は 2,000 円, 2 つ目以降は各 1,000 円  
シニア会員 : 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 から発行後すぐに関覧できます。
- ・総会学術大会時、秋季大会時に各部会が開催されます。
- ・部会主催のセミナーおよび講習会への参加費が割引になります (例外あり)。

## 編集後記

今年度より、新しく委員に加わりました。これまで、委員の方々のお仕事を見聞きして、ご苦勞を理解していたつもりでございましたが、自身がなってみると、その活動量の多さに驚き、力不足を反省しております。こうして編集後記を書いておりますが、実は編集のお仕事までとても手が届かず…結局全て先輩委員にお任せしてしまった1年でしたが、親身になってご指導下さいました。各先輩方の地道な努力が学会の土台を支え、その原動力となっているのは、会員の方々の存在であると痛感しております。ひとりひとりの目線に立ち、役立つ内容、参加・供覧しやすい環境を考えて、価値ある情報を共有できるよう努めて参ります。宜しくお願い申し上げます。

計測部会委員 根本 道子（慶應義塾大学病院）

## 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    |               | 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   | 東京都立大学        |      | 根本 道子    | 慶應義塾大学病院 |  |
| 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. 28, No. 1, (通巻 55)

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 2020 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 佐藤 斉