



Journal of the Measurement Division

計測部会誌

Vol.26 , No.1 , 通巻 51

CONTENTS

○ 第51回計測部会

教育講演 2

「眼の水晶体線量標準の開発」

司会 首都大学東京 加藤 洋

産業技術総合研究所 分析計測標準研究部門 黒澤 忠弘

シンポジウム

テーマ「3mm 線量当量についての最近のトピックス」

司会 茨城県立医療大学 佐藤 斉
金沢大学医学部附属病院 能登 公也

(1) 個人線量計の国際規格とJIS規格

公益社団法人日本アイソトープ協会 中村 吉秀

(2) 心臓カテーテルスタッフの水晶体線量

東北大学大学院医学系研究科 千田 浩一

(3) 3mm 線量当量線量計を用いたIVR 術者の水晶体等価線量の測定

大阪物療大学 今井 信也

○ 専門部会講座（計測）

「検出器の回路と特性」

筑波大学 関本 道治

○ 専門部会講座（計測）

「照射線量と吸収線量」

名古屋大学 小山 修司

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 74 回 日本放射線技術学会 総会学術大会

第 51 回計測部会ご案内

会場：パシフィコ横浜 414 + 415 室

日時：平成 30 年 4 月 13 日(金) 8:50～11:50



目 次

○ 巻頭言 「放射線業務者の毛髪中鉛濃度」

首都大学東京 加藤 洋・・・ 1

○ 第 51 回計測部会

日時：平成 30 年 4 月 13 日（金）8:50～11:50

場所：パシフィコ横浜 414 + 415 会場

教育講演 2 8:50～9:50

司会 首都大学東京 加藤 洋

「眼の水晶体線量標準の開発」

産業技術総合研究所 分析計測標準研究部門 黒澤 忠弘・・・ 2

シンポジウム 9:50～11:50

テーマ：「3mm 線量当量についての最近のトピックス」

司会 茨城県立医療大学 佐藤 斉

金沢大学医学部附属病院 能登 公也

1. 個人線量計の国際規格と JIS 規格

公益社団法人日本アイソトープ協会 中村 吉秀・・・ 4

2. 心臓カテーテルスタッフの水晶体線量

東北大学大学院医学系研究科 千田 浩一・・・ 6

3. 3mm 線量当量線量計を用いた IVR 術者の水晶体等価線量の測定

大阪物療大学 今井 信也・・・ 7

○ 専門部会講座

・平成 30 年 4 月 14 日（土） 8:00～8:45 501 会場

「検出器の回路と特性」

筑波大学 関本 道治・・・ 8

○ 専門部会講座

・平成 30 年 4 月 15 日（日） 8:00～8:45 502 会場

「照射線量と吸収線量」

名古屋大学 小山 修司・・・ 9

○ 第 50 回計測部会発表抄録

教育講演

「サーベイメータの Topics」

株式会社日立製作所 中西 良和・・・ 10

シンポジウム

テーマ：「正しくサーベイメータを使えていますか？」

1. サーベイメータの測定方法をもう一度理解しよう

茨城県立医療大学 佐藤 斉・・・ 20

2. サーベイメータの校正（校正機関）

千代田テクノル 池澤 芳紀・・・ 26

3. サーベイメータの校正（標準センター）

京都医療科学大学 堀井 均・・・ 38

4. サーベイメータを用いた漏えい線量の測定

医建エンジニアリング 細沼 宏安・・・42

○平成 29 年度計測分野に関する論文・発表・・・・・・・・・・・・・・47

○ セミナー報告

- ・ 第 5 回簡易線量計作成セミナー（首都大学東京）

東京都立広尾病院 福士 翔哉・・・53

- ・ 第 5 回簡易線量計作成セミナー（首都大学東京）

北茨城市民病院 川橋 裕子・・・55

- ・ 第 5 回簡易線量計作成セミナー（首都大学東京）

玄々堂君津病院 藤原 敏晴・・・57

- ・ 第 6 回診断参考レベルセミナー（新潟）

新潟県職員労働組合医療部 大嶋 友範・・・59

- ・ 第 6 回診断参考レベルセミナー（新潟）

新潟市民病院 服部 正明・・・60

- ・ 第 8 回診断参考レベルセミナー（東京）

NTT 東日本関東病院 勝部 祐司・・・61

- ・ 第 8 回診断参考レベルセミナー（東京）

稲城市立病院 小浴 恵・・・62

○ 平成 29 年度事業報告・・・・・・・・・・・・・・64

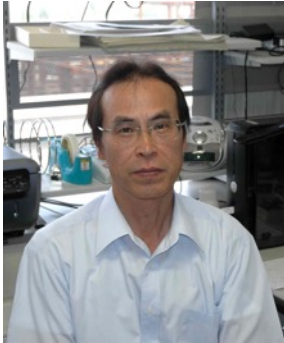
○ 平成 30 年度事業計画・・・・・・・・・・・・・・67

○ 診断領域線量計標準センターご利用案内・・・・・・・・・・・・69

○ 診断領域線量計標準センターご利用基準・一覧・・・・・・・・70

○ 入会案内・・・・・・・・・・・・・・72

○ 編集後記



放射線業務者の毛髪中鉛濃度

計測部会会長
首都大学東京

加藤 洋

台北医科大学の Peter Chang らが「Higher lead exposure in the radiology departments of the general hospitals」という短報を昨年提出した。同じ病院内の事務職 26 名と放射線診療従事者 29 名の毛髪を誘導結合プラズマ質量分析計（Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry; ICP-MS）で分析したところ、放射線診療従事者グループの方が有意に鉛が検出されたというものである。事務職グループは 0.32 ± 0.31 (0.004～0.949) $\mu\text{g/g}$ 、放射線診療従事者グループは 0.62 ± 0.45 (0.08～1.79) $\mu\text{g/g}$ である。推論ではあるが、放射線診療室の放射線防護材としての鉛が飛散し、吸引した結果、毛髪に排泄されたと述べられている。

鉛は労働安全衛生法（昭和四十七年法律第五十七号）および労働安全衛生法施行令（昭和四十七年政令第三百十八号）の規定に基づき、並びに同法を実施するため、鉛中毒予防規定がある。しかし、この法律は鉛業務に携わる労働者に対し、事業者が鉛中毒を予防する措置を施さなくてはならないものである。

では、我々使用者は何で守られているのだろうか？ 労働安全衛生法で職場の環境測定が義務づけられているが、鉛などの有害物質に対する濃度測定は行われていないのが現状である。もし、先の論文が真実ならば、アスベストと同様に職場環境改善を求めていく必要がある。

しかし、先の論文で提示されている毛髪中鉛濃度は、Iyengar GV らがまとめた「The elemental Composition of Human tissues and Body Fluids」中の文献値（2～15 $\mu\text{g/g}$ ）に比べ非常に低い値である。ICP-MS の検出限界を考慮すると、疑わしいものであり、かつ前処理が詳細に述べられていない。いずれにせよ、国内の大多数の放射線診療室の放射線防護材は鉛が使用されていると思われる。学際的に毛髪を分析することで結論が導かれることと思われるが、これらの研究も計測部会が主導して行われる事を望む。

e-mail: katoh@tmu.ac.jp

テーマ：3mm 線量当量についての最近のトピックス

「 眼の水晶体線量標準の開発 」

Development of the dosimetry standard for the lens of the eyes

産業技術総合研究所

黒澤 忠弘

1. はじめに

現在我が国では、水晶体の被ばく線量である 3mm 線量当量については、全身線量である 1cm 線量当量や $70\mu\text{m}$ 線量当量を測定することによって管理を行っている。これは現在の水晶体の等価線量限度が 150mSv/年であり、1cm 線量当量や $70\mu\text{m}$ 線量当量で管理していれば、この線量限度を担保できるという考え方に基づいている。

しかし 2011 年の ICRP (International Commission on Radiological Protection: 国際放射線防護委員会) の勧告¹⁾により、水晶体の等価線量が 5 年平均で 20mSv/年、1 年で 50mSv に下げられたことから、3mm 線量当量の測定の重要性が高まってきている。特に、水晶体の線量が高くなると考えられる比較的エネルギーの低い X 線場、またベータ線場が問題となってくる。

2. 光子の H(3) について

本来、放射線量に関する考え方や定義は、ICRU (International Commission on Radiation Units and Measurement: 国際放射線単位測定委員会) で決められている。放射線の計測に用いられる実用量として、周辺線量当量 $H^*(10)$ や個人線量当量 $H_p(10)$ などが導入²⁾されている。これらの定義は、実際に測定することは非常に困難であることから、光子に対しては、物理量である空気カーマからそれぞれの実用量への換算係数が示されている。水晶体の被ばく線量に関連する $H_p(3)$ も定義としては示されているが、実際の換算係数は示されていない。ICRP の線量限度の変更後、IAEA でも水晶体の線量限度に関する方針³⁾が示された。それに伴い、線量管理の方法として IAEA TECDOC⁴⁾内で個人線量計について述べている。この中では、 $H_p(3)$ を測定する積算型の線量計として、IEC 62387(2012) (光子及び電子の積算型個人線量計の規格)⁵⁾に合致するものとして示されている。この規格の中に、空気カーマから $H_p(3)$ への換算係数が記載されている。この換算係数は、ICRU 組織 (酸素 76.2 %, 水素 10.1 %, 炭素 11.1 %, 窒素 2.6 %) の $30\text{ cm} \times 30\text{ cm} \times 15\text{ cm}$ のスラブファントムでの深さ 3mm 位置で定義されている。この定義では、例えば 90 度からの照射のように大角度でファントム組織による吸収が大きく働いてしまう。一方実際の目では、90 度方向から照射されても目の組織を透過する距離は大きくなく吸収も少ない。そのためこの換算係数では、大角度における換算係数を過少評価している。この点は IAEA での文書でも指摘しており、75 度までであれば問題ないと述べている。この定義としてのファントム形状については、いくつか検討がされている。一つは ICRU スラブファントムよりも一回り小さいスラブファントム⁶⁾である。これは $20\text{ cm} \times 20\text{ cm} \times 15\text{ cm}$ のファントムを提唱し、モンテカルロ計算によって、空気カーマから 3mm 深さである $H_p(3)$ の吸収線量を計算している。この論文では、より人体に近い角度特性となることが示されている。またよ

り人体の頭頸部に近い形状として、円柱ファントム 7) に対する換算係数も評価されている。

光子 (X線及びγ線) の校正に関する規格である ISO 4037 シリーズの改定が進められており、最終案が間もなく示されることとなっている。この中では、H' (3) は ICRU 球の深さ 3 mm に対して、また Hp(3) は頭部を模擬した円柱ファントムの深さ 3 mm に対して換算係数が示されることとなった。我が国の標準としても、この ISO4037 に従い、X線及びγ線の水晶体線量当量の開発を進めている。

3. ベータ線の H(3) について

電子に関しては、水晶体への影響が考えられるエネルギーの高いβ線放出核種である Sr-90/Y-90 線源を主な対象として標準開発が進められている。ドイツ・物理工学研究所 (PTB) では、外挿電離箱を用いてβ線に対する Hp(3) の標準を開発している⁷⁾。我が国でも外挿電離箱を用いた測定を進めており⁸⁾、国家標準の確立、また新しいベータ線場の構築を行い、ISO 規格への提言を行っていく予定である。

1) ICRP; ICRP Statement on tissue reactions/ early and late effects of radiation in normal tissues and organs-threshold doses for tissue reactions in a radiation protection context, ICRP Publication 118, Ann. ICRP, 41(1/2) (2012).

2) ICRU; Conversion Coefficients for Use in Radiological Protection against External Radiation, ICRU Report 57 (1998)

3) IAEA; Radiation protection and safety of radiation sources: International Basic Safety Standards Interim Edition. General Safety Requirements Part 3, No. GSR Part 3 [online].

4) IAEA; Implications for Occupational Radiation Protection of the New Dose Limit for the Lens of the Eye, TECDOC No. 1731 (2014)

5) IEC; Radiation protection instrumentation-passive integrating dosimetry systems for personal and environmental monitoring of photon and beta radiation, IEC 62387-2012 (2012)

6) P. Ferrari, g. gualdrini, r. bedogni, e. Fantuzzi, F. Monteverti, and b. morelli; Personal dosimetry in terms of Hp(3): Monte Carlo and experimental studies, Radiat. Prot. Dosim., 127, 145-148 (2007).

7) R. Behrens and G. Buchholz, "Extensions to the Beta Secondary Standard BSS 2", JINST 6 P11007, 2011

8) Masahiro Kato, Tadahiro Kurosawa and Norio Saito, "Tissue transmission factors of Sr-90+Y-90 beta-particle radiation field calculated for tissue equivalent materials", Proceedings of the 28th Workshop on Radiation Detectors and Their Uses, KEK Proc, 2015-8, 5, (2015)

「個人線量計の国際規格と JIS 規格」

International Electrotechnical Commission Standard and Japan Industrial Standard regarding passive integrating dosimetry systems for personal and environmental monitoring

公益社団法人日本アイソトープ協会

中村吉秀

1 はじめに

個人線量計は測定値を表示する機能をもつ電子式（直読式）個人線量計と蛍光ガラス線量計や光刺激ルミネセンス線量計のように、通常、線量測定サービス事業者に依頼して素子に蓄積した線量を算定してもらう受動形個人線量計とに大別される。個人線量計に関する最近の話題として、水晶体等価線量限度の変更の他、個人線量測定サービス事業者の認定制度の導入なども検討されている。そのいずれにおいても個人線量計に関する規格等は重要な役割を担うことになるが、特に関わりが深いのは受動形個人線量計である。このような状況の中、まさに時宜を得るように、2017 年 11 月に JIS Z 4345「X・ γ 線及び β 線用受動形個人線量計測装置並びに環境線量計測装置」が制定された。個人線量計に関する JIS 規格、IEC 国際規格のこれまでの状況、JIS Z 4345 制定の経緯や主な改正点を中心に概要を紹介する。

2 JIS Z 4345 制定の経緯

JIS Z 4345 が制定されるまでの受動形個人線量計に関する JIS 規格としては、JIS Z 4320（熱ルミネセンス線量計）、JIS Z 4314（蛍光ガラス線量計）及び JIS Z 4339（光刺激ルミネセンス線量計）の三つの規格が線量計の種類ごとに定められ、さらに電子式（直読式）線量計を含む個人線量計全般に共通する要求事項をまとめたものとして JIS Z 4332 個人線量計通則があった（以下、これら四つの JIS 規格を併せて、旧 JIS 規格という。）。旧 JIS 規格の内、熱ルミネセンス線量計だけには関連する IEC 規格があったため、JIS Z 4320 は IEC 61066 を対応国際規格としていたが、その他の受動形個人線量計に関する IEC 規格はなく、JIS Z 4314、JIS Z 4339 及び JIS Z 4332 は対応国際規格のない我が国独自の規格であった。そうした中、IEC は線量計の種類ごとに規格を制定するのではなく、受動形個人線量計全般にわたる共通の性能等に関する規格として、IEC 62387 Passive integrating dosimetry systems for personal and environmental monitoring of photon and beta radiation を 2007 年に制定した。IEC 規格の制定を受け、直ちに JIS 規格では IEC 62387 との国際整合性を図る検討が開始されたが、線量計の種類ごとに規定していた性能や試験方法を IEC 規格に従って一つにまとめることは、それほど容易なことではなく、長期の調整を要した。しかしながら、5 年後の 2012 年に IEC 62387 が改正されたことを契機に、JIS 規格の改正作業も優先的に推し進められ、全ての受動形個人線量計を対象として国際整合性も十分に図られた JIS Z 4345 が制定されるに至った。この制定と同時に、旧 JIS 規格は廃止され、

受動形個人線量計に関する JIS 規格が一つにまとめられた。なお、電子式個人線量計に関する IEC 規格には IEC 61526:2010 があり、これを国際対応規格として JIS Z 4312「X 線, γ 線, β 線及び中性子用電子式個人線量（率）計」が 2013 年に改正されている。

3 規定内容

JIS Z 4345 が個人線量当量 $H_p(3)$ を適用範囲に含めたことが、旧 JIS 規格との最も大きな変更点である。放射線障害防止法を初め、現行の放射線防護関連法令では $H_p(3)$ の直接測定を求めているため、旧 JIS 規格では $H_p(3)$ を適用範囲にはしていなかった。しかしながら、水晶体の等価線量限度の規制取入れの議論が進められている現状に鑑み、 $H_p(3)$ を適用範囲としている IEC 62387 との整合性も重視して、 $H_p(3)$ を適用範囲に含めることとされた。

JIS Z 4345 には個人線量当量の他、管理区域境界や事業所境界などの作業環境の空間線量を測定するための周辺線量当量 $H^*(10)$ 及び方向性線量当量 $H'(0.07)$ を適用範囲としているが、旧 JIS 規格が対象としていた空気吸収線量(Gy)で評価する環境モニタリングの測定については適用範囲から外された。環境モニタリングに関しては、別の JIS 規格の新規作成が進められ、JIS Z 4346「X・ γ 線用受動形環境モニタリング用線量計測装置」（対応国際規格はない。）が JIS Z 4345 の制定と同時に制定された。

放射線エネルギー、入射角度、温度、気圧など、測定値に影響を与える試験条件を影響量と呼んでいるが、JIS Z 4345、IEC 62387 のいずれにおいても、製造業者が定める影響量の範囲（定格範囲：rated range という。）において、全ての試験結果が許容範囲を超えてはならない。定格範囲は製造業者が設定するものであるのに対して、規格が規定した線量計が最低限もつべき影響量の範囲を最小定格範囲という。最小定格範囲は従来の IEC 規格では、minimum rated range という用語が使われていたのに対し、IEC 62387 では mandatory range という用語が用いられている。mandatory range のニュアンスを表現する適切な日本語訳が見つからず、また、いずれの用語であっても、製造業者は最小定格範囲以上の定格範囲を設定しなければならないことには変わりはないため、JIS Z 4345 では mandatory range をこれまでと同様の最小定格範囲を用いて規定した。しかしながら、最小定格範囲を必須の要件とし、それ以上の性能をもたない線量計を個人線量計としてはいけない、という最低限の性能が強く打ち出されたものとなっている。

国際整合性が十分に図られた受動形個人線量計の JIS 規格が整備されたことにより、水晶体の等価線量限度の規制取入れや個人線量測定サービス事業者の認定制度の導入などにおいて十分な役割を果たすことが期待される。

テーマ：3mm 線量当量についての最近のトピックス

「 心臓カテーテルスタッフの水晶体線量 」

Occupational eye dose in interventional cardiology procedures

東北大学 大学院医学系研究科/災害科学国際研究所

千田 浩一

本講演では、英科学誌 Scientific Reports (Sci Rep. 2017 Apr 3;7(1):569. doi: 10.1038/s41598-017-00556-3.) に掲載された、我々の研究成果の解説を中心に述べる。

水晶体被曝が特に多いと懸念されている IVR 従事者の水晶体被曝を、3mm 線量当量が評価可能な新しい線量計 (DOSIRIS) を使用し、より正確に測定評価を行った。半年間、医師と看護師それぞれ 10 名以上の IVR 従事者において測定評価した結果、適切な放射線防護を行わない場合、ICRP 新勧告の水晶体線量限度の一つである 20 mSv/年 (5 年平均) を超過する危険性があることが明らかになった。また頸部に装着した個人線量計による測定値は一般に過大評価する傾向があること、側面防護が可能でかつ装着の負担が少ない軽量型の放射線防護メガネ (0.07mmPb 当量, パノラマシールド, 東レ・メディカル) は、約 60%の水晶体被曝遮蔽効果があることなどの知見が得られた。

参考文献

- Haga Y, Chida K, Kaga Y, et. al. Occupational eye dose in interventional cardiology procedures. Sci Rep. 2017 Apr 3;7(1):569
- 千田浩一, 水晶体被曝 (3 mm線量当量) 評価用測定器 「DOSIRIS」 (ドジリス) の基本特性評価, FBNews No. 485, 12-16, 2017, 5. 1
- 大口裕之, 眼の水晶体の線量限度変更と動向について, FBNews No. 458, 12-16, 2015, 2. 1
- Chida K, Kaga Y, Haga Y, et al. Occupational dose in interventional radiology procedures. Am J Roentgenol. 2013 Jan;200(1):138-41.
- ICRP, 2012 ICRP Statement on Tissue Reactions / Early and Late Effects of Radiation in Normal Tissues and Organs, Threshold Doses for Tissue Reactions in a Radiation Protection Context. ICRP Publication 118. Ann. ICRP 41(1/2).
- Chida K, Takahashi T, Ito D, et al: Clarifying and visualizing sources of staff-received scattered radiation in interventional procedures. AJR Am J Roentgenol. 2011;197(5):W900-3.
- Chida K, Kato M, Kagaya Y, et al: Radiation dose and radiation protection for patients and physicians during interventional procedure. J Radiat Res. 2010;51(2):97-105.
- 千田 浩一, IVR 術者被曝の計測評価と防護, 日本放射線技術学会雑誌 64 (8) 1009-1014(2008. 08)

テーマ：3mm 線量当量についての最近のトピックス

「3mm 線量当量線量計を用いた IVR 術者の水晶体等価線量の測定」

Measurement of lens equivalent dose of IVR physician using 3-mm
equivalent dosimeter

大阪物療大学

今井 信也

1. はじめに

国際放射線防護委員会 (ICRP) は 2011 年に、眼の水晶体の等価線量に対して「5 年間の平均が 20mSv/年、いかなる 1 年間においても 50mSv/年を超えないようにすべきである」と勧告した。医療従事者の中には、水晶体の年間推定線量 50mSv を超える者もいるため、今後はさらに被ばく軽減に向けた取り組みが必要である。本講演では、IVR (Interventional Radiology) 術者の水晶体への被ばくが最も多いと予想されるオーバーテーブル型 X 線 TV 装置を用いて、人体ファントムによる ERCP (内視鏡的逆行性胆管膵管造影) の検査環境を再現し、水晶体専用の 3mm 線量当量線量計 (DOSIRIS) を用いて IVR 術者の水晶体等価線量を計測した結果について報告する。

2. DOSIRIS について

DOSIRIS は、フランス放射線防護原子力安全研究所 (IRSN) で、眼の水晶体の 3mm 線量当量の測定を目的に設計された製品である。検出子には TLD-700 ($^7\text{Li}:\text{Mg}, \text{Ti}$) が用いられ、エネルギー範囲は、X・ γ 線で 25keV～1.25MeV、 β 線で 0.8MeV である。測定線量範囲は、0.1mSv～1,000mSv であり、重さは 12 g と軽量である。ヘッドバンドが付属されているため頭部への装着が可能である。(図 1)



図 1 DOSIRIS

3. 測定内容

ERCP 検査をもとに、人体ファントムに 30 分間の X 線透視を行った。術者の立ち位置は照射中心から距離 60 cm とし、水晶体の位置が床から 160 cm となるよう頭部ファントムを設置し、DOSIRIS にて術者の水晶体等価線量を測定した。(図 2)

今回は、オーバーテーブル型とアンダーテーブル型の X 線 TV 装置での水晶体等価線量の比較や、放射線防護メガネや散乱線防護クロスなどの防護具による散乱線の遮蔽効果についての結果を紹介する。



図 2 測定環境

「 検出器の回路と特性 」

Circuit and characteristics of radiation detector

筑波大学 医学医療系
関本 道治

人間の五感は、放射線を感じるができない。放射線は物質に入射すると、その物質中で変化や反応を起こす。放射線計測の基本は、この変化や反応した量を測定することである。

放射線測定に用いる検出器(測定器)は、放射線と物質との相互作用には放射線や物質の種類によって異なる。放射線と検出器の相互作用で生じた情報は、検出器の固有の機能と作用した結果として検出器から電気信号として出力される。電子回路は、検出器からの情報を選択して最適化した状態で電圧情報に変換して蓄積・分類・分析などの処理を行い、人が利用できる情報に変換して出力する。放射線を測定する者は、目的によって測定器(電子回路)を選択する必要がある。

本講演では、初心にかえり放射線検出器の電子回路の役割を改めて説明する。

「 照射線量と吸収線量 」

Exposure and Absorbed dose

名古屋大学 脳とこころの研究センター

小山 修司

本講座では、放射線を用いた医療診断や治療における計測の基本物理量である照射線量と吸収線量について、詳しく解説する。

光子と空気との相互作用において生成された二次電子は、空気中の気体分子を電離・励起させながら進んで行く。照射線量は、この電離でできた空気中の分子の陽イオンもしくは電子のどちらかの極性の電荷量を、その場の空気の質量で除したものであり、この場合の放射線は光子、対象の物質は空気に限定される。

また、吸収線量は、放射線が物質に入射したとき吸収されたエネルギーを、その場の物質の質量で除したもので、放射線の種類は限定されず、また、物質は何でも良い。照射線量が得られると、1個の電子イオン対を生成するのに必要なエネルギー(W 値)と1個の電子が持つ電荷量(電荷素量, 素電荷), その場の空気の容積(質量)から吸収線量を計算で求められる。照射線量も、吸収線量も有限の容積で考えるが、その場の量, すなわち容積を持たない1点における量であることに注意しなくてはならない。

当日は、両者の具体的な測定方法などについても解説する。

テーマ：サーベイメータ

「サーベイメータのトピックス」

Topics of Survey Meter

株式会社日立製作所
分析システム営業本部
中西 良和

【はじめに】

サーベイメータは、医療、工業、農業、そして原子力発電によるエネルギー分野など、多くの分野において利用されている。また、サーベイメータは、小型、軽量で持ち運びができ、簡便に扱えるため、放射線測定においては非常に便利な機器である。

今回は、『サーベイメータのトピックス』と題し、サーベイメータの基本的な使用用途の紹介と 2011 年東日本大震災以降におけるその変化について述べる。続いて、サーベイメータの過去からの進化と最新の製品を例として挙げ、その技術動向について述べる。

【サーベイメータの使用用途の紹介】

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	BG~1.0 Sv/h BG~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・誤差は大きいが生じるが測定の応答速度が速い為、汚染箇所の検知に優れる、一方時定数を長くすると、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。

最近の医療機関向けサーベイメータの話題として、 α 線核種の管理があるので紹介する。

今般、平成28年3月28日付で骨転移のある去勢抵抗性前立腺癌の治療を目的とする、塩化ラジウム(^{223}Ra)が放射性医薬品として薬事承認されました。具体的な管理要領は①投薬量(放射能)の測定〔注1〕②表面汚染測定③空間線量測定(退室の記録)〔注2〕④排水中の濃度測

定⑤個人被ばく測定⑥排気中の濃度測定このうち、②と③でサーベイメータでも評価が可能となっている。〔注1〕サーベイでなく電離箱式測定器等で測定：キュリーメータ（ドーズキャリブメータ）〔注2〕投与患者の退出時の線量率測定（平成28年5月11日付け医政地発0511第1号参照）

②の表面汚染測定には以下のサーベイメータを用いる。

1) GMサーベイメータ（従来の核医学検査で用いる測定器にて測定可能）

・測定線種：β線（ ^{223}Ra 由来）・測定範囲：0～99.9kmin⁻¹

2) プラスチックシンチレーションサーベイメータ

・測定線種：β線（ ^{223}Ra 由来）・測定範囲：0～300kmin⁻¹

3) α/βシンチレーションサーベイメータ

・検出器：ZnS(Ag)+プラスチックシンチレータ

・測定線種：α/β線（ ^{223}Ra 由来）

・測定範囲：α線 0～100kmin⁻¹ β線 0～300kmin⁻¹

α線の測定により、 ^{223}Ra 由来の汚染であることが推定できる。

（αβ測定なので、混入率の性能が良いものを推奨）

③の表面汚染測定には以下のサーベイメータを用いる。

1) γ線用シンチレーションサーベイメータ

（従来の核医学検査で用いる測定器にて測定可能）

・検出器：NaIシンチレータ ・測定線種：γ線（ ^{223}Ra 由来）

・測定範囲：BG～30μSv/h

これ以外にも高性能検出器として、ゲルマニウム半導検出器、核医学診断装置(PET/SPECT)等に利用される各種シンチレーション検出器や、精度をあまり求めない簡易的な検出器も存在するが、サーベイメータというカテゴリの中では表1、表2のものが一般的である。

参考として ^{223}Ra の壊変系列を図1に示す。

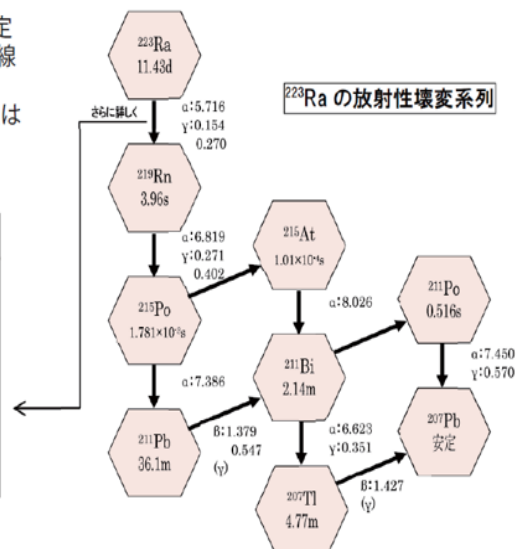
^{223}Ra について(ご参考)

^{223}Ra の壊変生成物は、4つのα壊変と2つのβ壊変を経て安定同位体である ^{207}Pb に至ります。また、一連の壊変に付随してγ線も放出されます。

従って、 ^{223}Ra の管理にあたってはα線だけではなく、β線若しくはγ線の測定・評価を行うことにより運用することができます。

^{223}Ra	主なα線のEg[MeV]と放出割合		主な光子のEg[MeV]と放出割合	
	5.435	2.2%	0.144	3.3%
	5.540	9.0%	0.154	5.7%
	5.607	25.2%	0.269	13.9%
	5.716	51.6%	0.324	4.0%
	5.747	9.0%	他	
			0.0831	41.7% Rn-Kα
			0.0958	11.6% Rn-Kβ
			0.0132	24.1% Rn-L

データ) 公益社団法人日本アイソトープ協会 アイソトープ手帳 11版による



(図1)

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）

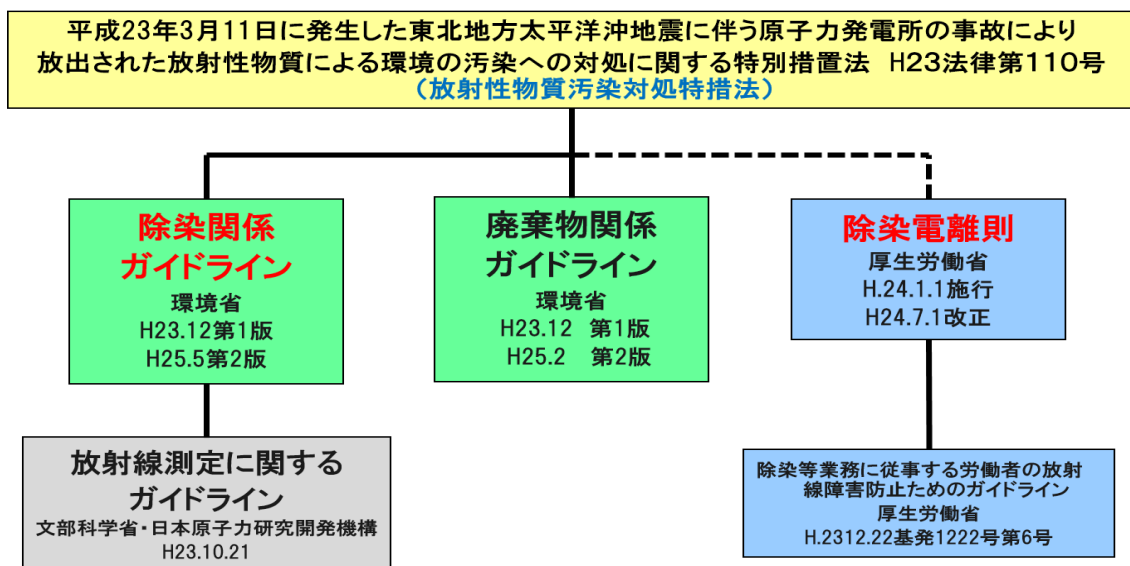
この中で医療法について述べる，労働安全衛生法（通称：電離則）及び原子力災害対策特別措置法（原災法）は次章で説明する。

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。

【除染作業現場におけるサーベイメータ使用状況】

2011 年東日本大震災により，サーベイメータの使用状況に変化が起きた。放射性物質汚染汚染対処特措法を基にその使用状況について説明する。

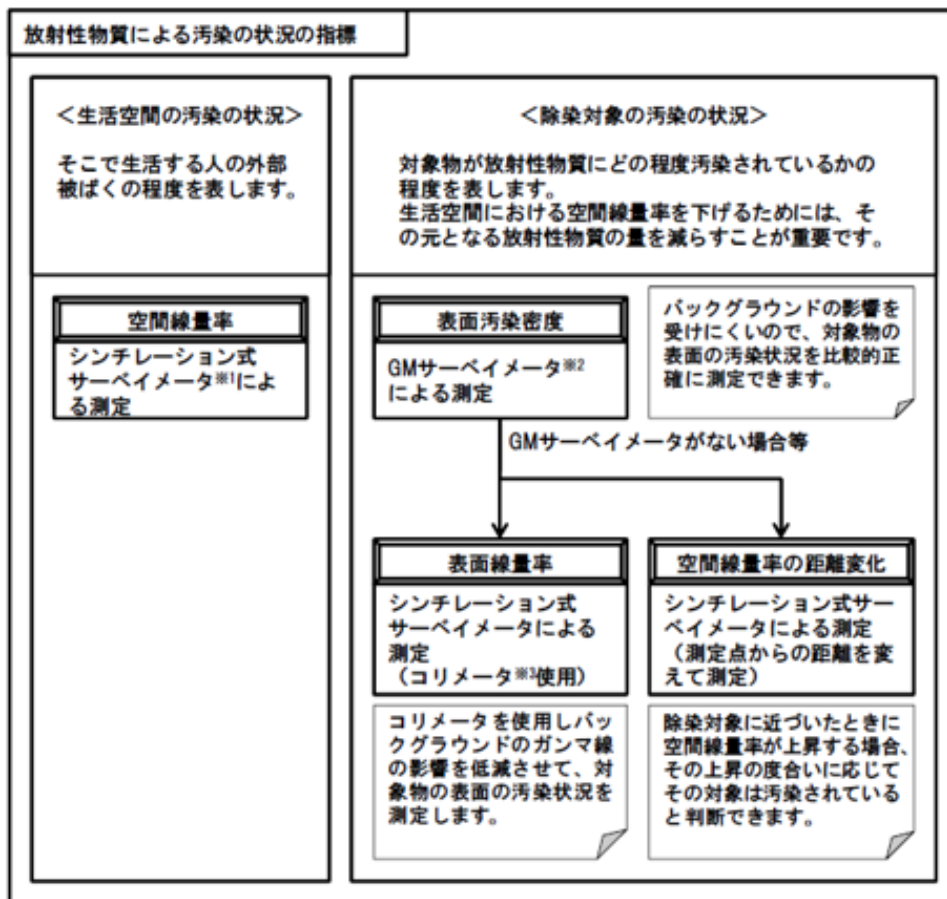


（表 3）

表3は除染関連法令、ガイドライン等の体系表である。放射線物質汚染対処特措法について簡単に説明する。

◎平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故により放出された放射性物質による環境の汚染への対処に関する特別措置法（平成23年8月30日法律第110号）平成23年8月30日に公布 一部を除き同日施行 平成24年1月1日に全面施行
その目的は、事故由来放射性物質による環境の汚染への対処に関し、1.国、地方公共団体、原子力事業者及び国民の責務を明らかにする 2.国、地方公共団体、関係原子力事業者等が講ずべき措置について定める 3.事故由来放射性物質による環境の汚染が人の健康又は生活環境に及ぼす影響を速やかに低減する、となっている。第7章からなる。また同法施工規則は第66条からなる。放射線測定に関するガイドラインは第4編からなる。

2. 放射性物質による汚染の状況の指標



※1：NaIシンチレーションサーベイメータ、CsIシンチレーションサーベイメータ 等

※2：ガイガーミュラー計数管型サーベイメータ

※3：コリメータとは、測定機器のプロープ（検出部）に測定対象の外側にある線源からのガンマ線が入射することを防ぐための器具で、鉛などガンマ線を遮へいする材料（遮へい材）で作られています。（コリメータについては「6. 測定機器と使用方法」を参照してください。）

図1-3 放射性物質による汚染状況の指標

（除染関係ガイドライン 平成25年5月 第2版より引用）

このように、施工規則、ガイドラインにおいては、使用機器、測定方法、校正、分析方法について細かく規制している。例として除染関係ガイドラインによる、放射線物質による汚染の状況の指標を掲載する。

使用機器においては、空間線量率と表面線量率の測定機器は、校正済みのシンチレーションサーベイメータを用いてガンマ線空間線量率と表面線量率を計測（原則としてエネルギー補償型とする）それ以外の測定機器の使用も可能。但し、校正済みのこと、表面汚染密度の測定機器は、校正済みのGMサーベイメータを用いて、対象物表面からのベータ線を主に計測するとある。測定方法については、以下のとおりとなる。

シンチレーション式サーベイメータ（空間線量率の測定）

- ・ 除染実施計画の策定区域の測定ではくぼみ、建造物の近く、樹木の下、側溝、草地等は避ける
- ・ 本体、プローブをビニール等で覆い、測定対象からの汚染を避ける
- ・ 原則として地表から 1m の高さで計測 小学校等では 50cm の高さで計測してもかまわない※ ※幼児・低学年児童の生活空間を配慮
- ・ 時定数を設定できる機器は時定数の 3 倍以上の時間が経過してから測定
- ・ プローブは地表面に平行にして、体からなるべく離す
- ・ 測定値が安定するのを待って測定値を読み取る 1 点での計測回数は 1 回
- ・ 記録紙に記入

GMサーベイメータ（表面汚染密度の測定）

- ・ 除染前と除染後において全く同じ地点で測定を行う必要があるため、測定地点にマーキングする
- ・ 本体、プローブをビニール等で覆い、測定対象からの汚染を避ける
- ・ 原則として測定対象物からおよそ 1cm の高さを計測
- ・ 時定数を設定できる機器は時定数の 3 倍以上の時間が経過してから測定
- ・ プローブは入射窓の面を測定対象面に向ける 除染前と除染後の測定等で同一箇所を測定する場合は、プローブと体を常に同じ位置と向きにする
- ・ 測定値が安定するのを待って測定値を読み取る 1 点での計測回数は 1 回
- ・ 記録紙に記入

校正(保守)の必要性については、測定環境による検出器の感度変化や電気回路の部品劣化により、指示値が正しい値からずれる場合がある。このため定期的に校正・調整（指示値のずれの確認）を行い、精度確保することが必要とあり、それぞれ以下のとおりとなる。

i シンチレーション式サーベイメータ

JIS Z 4511, JIS Z 4333 に準拠した校正を年一回以上行い、要求性能を満たすこと

ii GMサーベイメータ

機器メーカーによる保守点検を年 1 回以上行い、要求性能を満たすこと

次に、除染電離についての説明である。

東日本大震災により生じた放射性物質により汚染された土壌等を除染するための業務等に係る電離放射線障害防止規則（除染電離則）と言い、以下の条にサーベイメータが使用可能である。

シンチレーション式サーベイメータ

第5条 線量の測定 平均空間線量率が

2.5 μ Sv/h を超える : 全員 1cm 線量当量の測定(特定線量下業務従事者)

2.5 μ Sv/h 以下 0.23 μ Sv/h 以上の区域 : 代表者または平均線量率 $\times$ 作業時間でも良い
女性が入る場合は男子, 女子の代表者が装着(除染等業務従事者)

電離箱サーベイメータ

第13条 廃棄物収集業務 容器梱包 0.1mSv/h at 1mを超えない

ただし容器を遮蔽し運搬の場合 0.1mSv/h at 1mを超えなければ可

GMサーベイメータ

第14条 退出者の汚染検査 汚染検査場所の確保 40Bq/cm²以下 GM 計数管のカウント
値で 13,000cpm と同等であると取り扱って差し支えない

第15条 持ち出し物品の汚染検査 40Bq/cm²以下 13,000cpm 再度汚染の可能性があるた
めタイヤは除く

【サーベイメータの進化】

過去から現在に至るまで, サーベイメータがどのように進化してきたのかを述べる.

サーベイメータに関してもその他の電気製品と同様に過去のものから比較するとアナロからデジタルへ進化している. 空間線量率線量測定に使用されている NaI シンチレーションサーベイメータでは, 測定値を直読できるエネルギー補償機能はほぼ当たり前となり, 電離箱サーベイメータではゼロ点調整なども自動化されたりしている. 一方, β 線の表面汚染測定では従来から多く使用されてきたGMサーベイメータに加え, プラスチックシンチレーションサーベイメータも登場してきた. 本項では各サーベイメータが, 時代と共に改良, 進化してきた点についての詳細を述べる.

まず, 測定目的と利用の変化について述べる. 今までの測定目的は

- ・放射線管理区域内外の測定・教育訓練を受けた方が測定
- ・環境放射線測定・自治体の放射線測定・分析の専門家による測定

が殆どであったものが, 最近は

- ・身の回りの空間線量率の測定・放射線測定に関係なかった方が測定
- ・食品中の放射性物質の濃度測定・除染作業に関わる測定

が増えてきた. これらの変化はまとめると, 利用目的が高精度測定と簡易測定の2つに分かれたこと. より簡単な操作性を求められた事. またデータベース増加への対応が求められた事と考える. その為以下のように性能・機能がアップしたと考える.

- ・シンチレーションサーベイメータに, エネルギー補償回路搭載 耐衝撃に強い構造
温度補償回路搭載 測定単位のマルチ表示化
- ・電離箱サーベイに自動ゼロ調整機能が入り, 簡単操作化
- ・PC等へのデータ保存・出力機能(USB I/F)のラインナップが増加する.

これらをまとめたものが空間線量測定装置の変化(表4)と表面測定装置の変化(表5)である.

※エネルギー補償機能・・・従来のシンチレーションサーベイメータでは 100 keVあたりで感度良く 1MeV では感度悪かった, これをエネルギー補償回路搭載により要求される測定基準の特性に近似し, どの核種に対してもほぼ測定値を直読しても誤差が少なくなった.

空間線量測定装置の変化

用途	検出器	変化①	変化②
空間線量測定用 Sv/h Gy/h	NaIシンチ	エネルギー補償付き デジタル表示	温度補償付き Sv Gy s ⁻¹ min ⁻¹ 表示 データ保存・出力 スペクトル機能
	IC (電離箱)	ゼロ調自動補正 デジタル表示	スケーラー機能搭載 データ保存・出力 軽量化
	CsIシンチ 半導体	空間線量率測定用 として開発進む	データ保存 軽量化 コンパクト化・多機能化

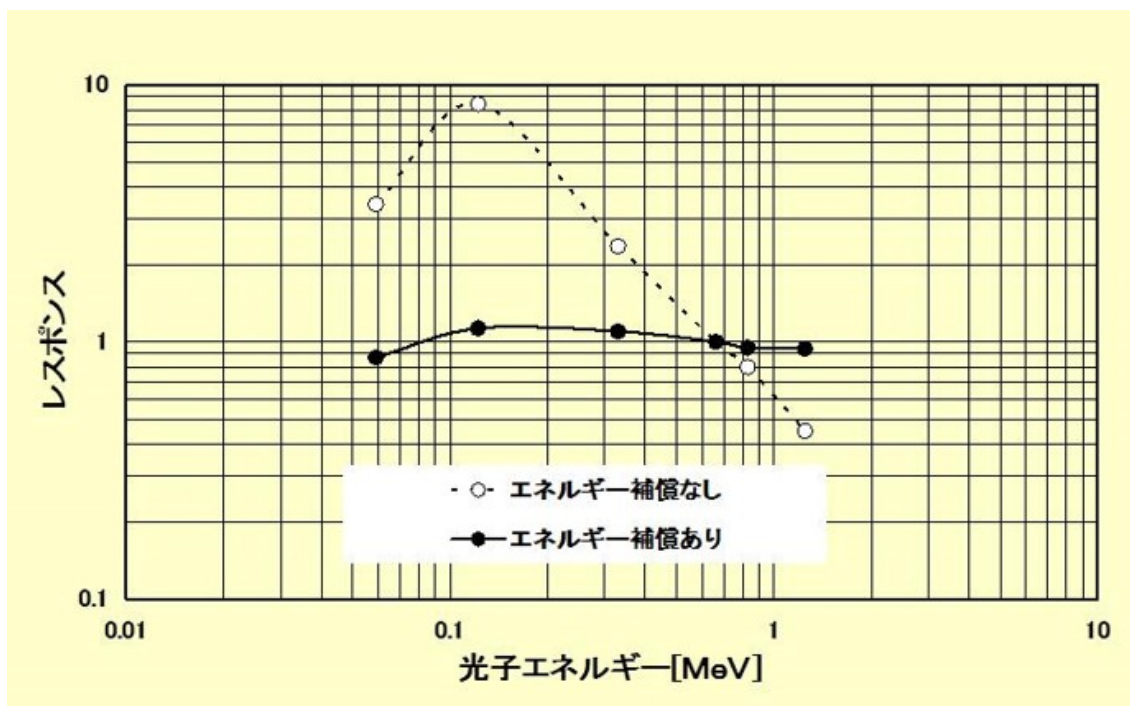
(表 4)

表面測定装置の変化

用途	検出器	変化①	変化②
表面汚染測定用 min ⁻¹ s ⁻¹	GM	デジタル表示	データ保存・出力
	プラスチック シンチ	プラスチックシンチと ZnSシンチが 一体型	検出器保護膜の強化 データ保存・出力 軽量化
	ZnSシンチ		

(表 5)

※エネルギー補償機能

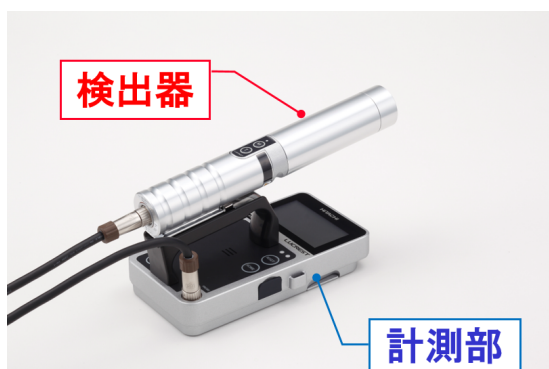


【サーベイメータの最新の技術動向】

サーベイメータは、従来では病院、大学、消防、警察、民間会社、研究所、原子力発電所及其周辺自治体などにおいて、取扱などの訓練を受けた専門者によって、使用されるケース多かったが、2011年 東日本大震災以降、前述の通り除染作業現場なども広く使用され、其中では十分な訓練を受けていない方々が使用されることもあり、使用環境においても従来が変わり、屋外で使用されることが急増した。これを機に、更なる軽量化、堅牢化、小型化、高機能化された様々な製品が発表されている。これらについて実際に販売されている製品を基に紹介する。

特徴として

- ・ 小型（薄型）・軽量（携帯性を重視したデザイン）
- ・ 厳しい使用環境に耐える堅牢な構造（屋外使用可、耐微小振動特性、防塵・防滴構造、温度補償機能※、EMC 特性の向上※）
- ・ 直感的な操作性（効率的な操作性、持ちやすい形状（ハンドリング・作業性）
- ・ データ保存・出力（PC との親和性 UP）



最後に、当社の最新の一般的なサーベイメータの外観図である。

空間線量測定用

NaI(Tl)シンチレータ



円筒型電離箱



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



以上.

計測部会発表 討論会 前抄録

テーマ：正しくサーベイメータを使えていますか？

「サーベイメータ測定法の理解」

Comprehension of the measurement method according to the survey meter

茨城県立医療大学

佐藤 斉

1. はじめに

放射線施設において、空間線量（率）の測定は定期的に行われており、測定器としてサーベイメータが広く用いられている。サーベイメータは、IEC の規格¹⁾を基にした日本工業規格 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」²⁾で規定されている。これは放射線サーベイを目的として、X 線、 γ 線、及び β 線の周辺線量当量（率）計及び警報付き線量（率）計（以下、サーベイメータ）について規定したものであり、その適用範囲は、X 線、 γ 線及び β 線の周辺線量当量（率） $H^*(10)$ 、 $H^*(10)$ 及び方向性線量当量（率） $H'(0.07)$ 、 $H'(0.07)$ である。ただし、放射線診断および放射線治療に用いる放射線場の線量（率）とパルス放射線場の線量（率）の測定にかかわる特別な性能については規定されていない。

この JIS 規格は、サーベイメータの線量直線性やエネルギー特性、方向特性などの性能にかかわる試験方法と適合範囲、許容範囲などについて示している。測定を行う際にはこれらのサーベイメータの特性をよく理解したうえで用いることが望ましい。

ここでは、より信頼のおける測定を実施するために、主な測定対象の線種はエックス線としてサーベイメータの特徴と測定法について再確認し、サーベイメータの基本的取り扱いについて概説した。

2. サーベイメータの基本的確認事項

2.1 サーベイメータの性能

どのような放射線測定にもいえることであるが、測定を実施する際には、測定対象の放射線種など、測定する放射線場の特性や測定目的に応じた測定器を用いることが基本である。JIS Z4333 には、サーベイメータの性能などについて取扱説明書に以下に示す事項を記載することとされており、使用する際にはそれらの内容を確認しておく必要がある。

- a) 検出期の種類
- b) サーベイメータが測定の対象とする放射線の種類
- c) サーベイメータの基準点及び基準の向き
- d) 有効測定範囲
- e) 定格範囲
- f) 直線性
- g) エネルギー・方向特性
- h) サーベイメータの質量及び寸法
- i) 電源

- j) 最大測定時間
- k) 温度試験の結果（形式検査結果）
- l) 操作方法及び保守方法
- m) 取扱い上の注意事項
- n) 交換部品リスト

2.2 サーベイメータの使用分類

JIS Z4333 では、サーベイメータの対象線量及び定格範囲を明確に表現することを目的として、附属書 C に示す使用分類を用いて分類し、取扱説明書などで表現してもよいとしている。分類、記号、最小定格範囲、エネルギー範囲、角度範囲、線量率、線量について示されており、上記の性能事項を含めて使用する状況に照らして確認する必要がある。測定対象が X 線である場合のサーベイメータの使用分類を Table 1 に示した。

この表に従ってサーベイメータの使用分類を示すことになるが、たとえばサーベイメータ Xlek と示された場合には、X 線エネルギー 10 keV 以上、線量率 0.03 $\mu\text{Sv/h}$ 以上、線量 0.1 μSv 以上が測定対象であることを示す。

Table 1 サーベイメータの使用分類(JIS Z4333)

分類	記号	最小定格範囲		拡張オプション									
				エネルギー範囲		角度範囲		線量率		線量			
H*(10) X線	X	エネルギー範囲	20 keV～ 150 keV	l Low 下限値	10 keV	W	-90° ～ +90°	a accident 最大値	10 Sv/h	a accident 最大値	2 Sv		
		角度範囲	-45° ～ +45°	h high	300 keV を含む			e environ mental 下限値	0.03 μSv /h	f 下限値	10 μSv		
		線量率	10 μSv/h 3 デカード以上							k 下限値	0.1 μSv		
		線量率	0.1 mSv/h 3 デカード以上										

2.3 校正

その他に使用する際に把握しておくべき内容はいくつかある。たとえば、各種換算係数や、校正条件などである。校正については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」⁴⁾に示されており、校正内容や確認校正の概念の理解に基づいた実務的な運用について知ることが大切である。

計測部会の診断領域線量計標準センターでは、診断X線のエネルギー範囲で線量計の確認校正を実施しているが、電離箱サーベイメータを対象とした確認校正の希望も多い。本学で¹³⁷Cs 基準ガンマ線源により、近隣医療施設が保有するサーベイメータの確認校正を実施した結果の要約をFig.1に示した。図の横軸上側の値は年度別の実施数である。

この確認校正は、前回の校正値に対する変化の程度を確認することにより、サーベイメータの動作状態を把握することが主な目的である。ほとんどのサーベイメータは隔年から数年ごとに確認校正を実施しているが、毎年実施しているサーベイメータもある。確認時に電池残量不足やコネク

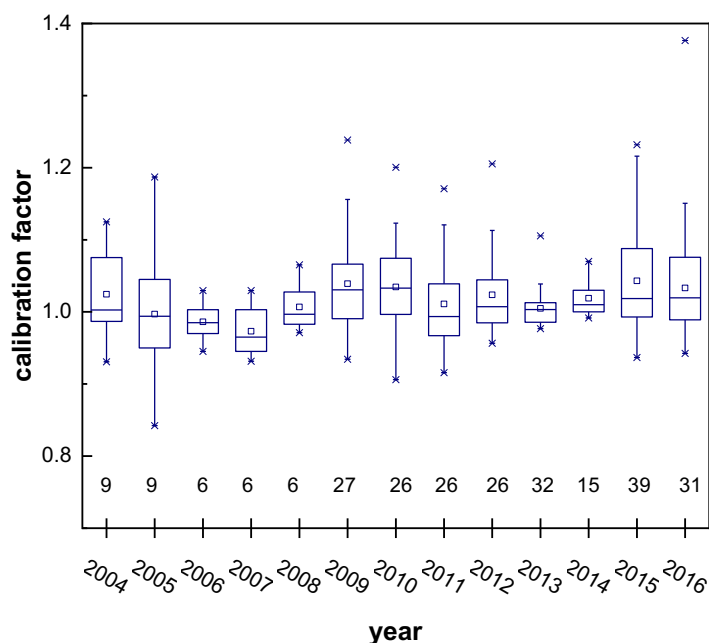


Fig.1 サーベイメータの確認校正結果

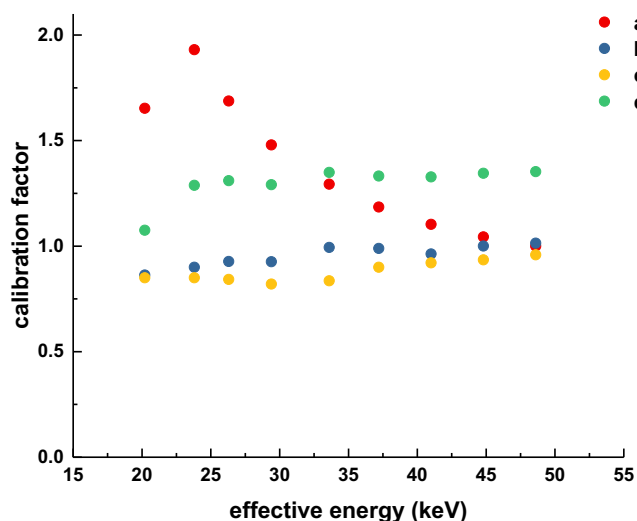


Fig.2 診断領域X線に対する4種類の電離箱式サーベイメータの校正値

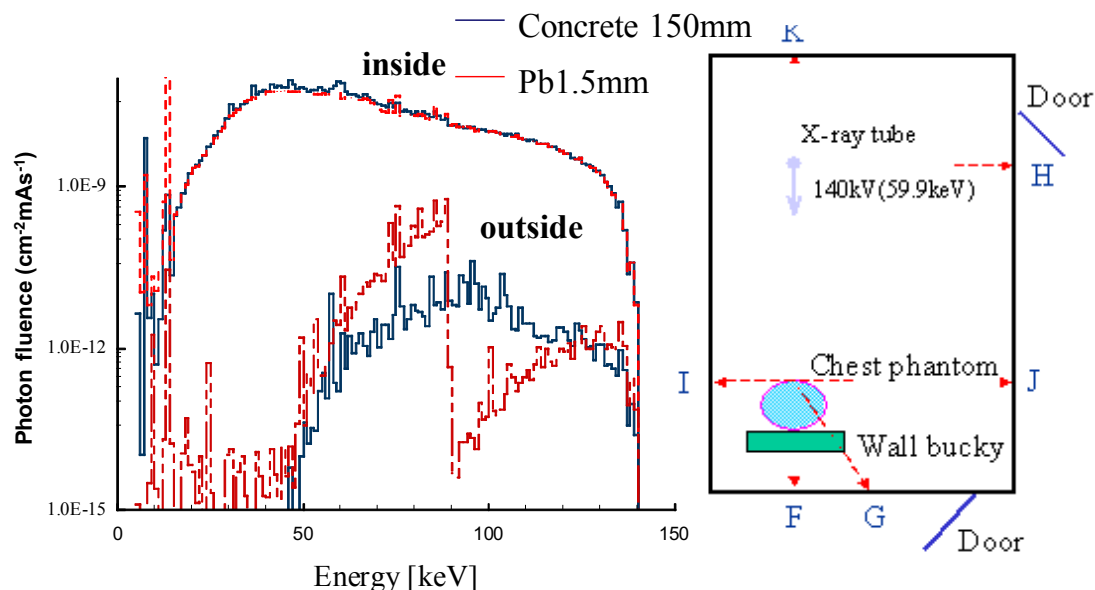


Fig.3 遮蔽壁内外のX線スペクトル

タスイッチ類の接触不良，動作不安定などが発見されたことがあった。

周辺線量当量率を測定する電離箱式サーベイメータは，1 cm 線量当量に対してエネルギーレスポンスが平坦になるような工夫がされている。4種類の電離箱式サーベイメータについて，診断領域X線の実効エネルギーに対する各校正値をFig.2に示した。サーベイメータによっては応答が大きく変化するものがあることが示された。

X線診療室の管理区域境界の測定では，遮蔽壁を透過したX線が測定対象である。遮蔽壁の内側と外側でのX線スペクトルの変化について，MCNP5を用いたモンテカルロ計算により算出した結果をFig.3に示した。この計算は，X線診療室をモデル化し，X線管焦点—画像検出器間距離200 cm，照射野35 cm×35 cmで，胸部ファントムに管電圧140 kVのX線を入射した結果である。図中G点の遮蔽壁内側(inside)と内側(outside)におけるスペクトルを，遮蔽壁としてコンクリート150 mmの場合を赤線，鉛1.5 mmの場合を青線で示してある。

いずれも遮蔽壁の外側では，50 keV以下の成分が激減しているが，遮蔽材が鉛の場合には，鉛の特性X線が相対的に多いことが示された。遮蔽材の種類によってはサーベイメータの応答変化を確認しておく必要があるといえる。

3. 測定法について

測定するサーベイメータの特性を把握したうえで，定められた手順で測定を実施することが求められる。たとえば，エックス線診療室の測定において，撮影時の照射条件で線量率モードでの測定結果が記録されている例を見かける場合がある。

測定開始からのサーベイメータの応答変化をFig.4に示した。図のopenは，連続的な照射の場合のサーベイメータの出力で，照射時間0.1，0.5，1.0，2.0，3.0，4.0秒の場合のサー

ベータのメータの出力である。連続照射の場合の出力は照射開始から約10秒後にほぼ飽和しているが、照射時間が短くなるにつれてサーベイメータの出力が低下している。このことから、短時間照射の場合には、正しい測定値が得られていないといえる。

また、電離箱式サーベイメータの方向特性の例をFig.5に示した。図中の凡例は照射管電圧である。これらの方向による応答変化も把握したうえで用いることが必要である。

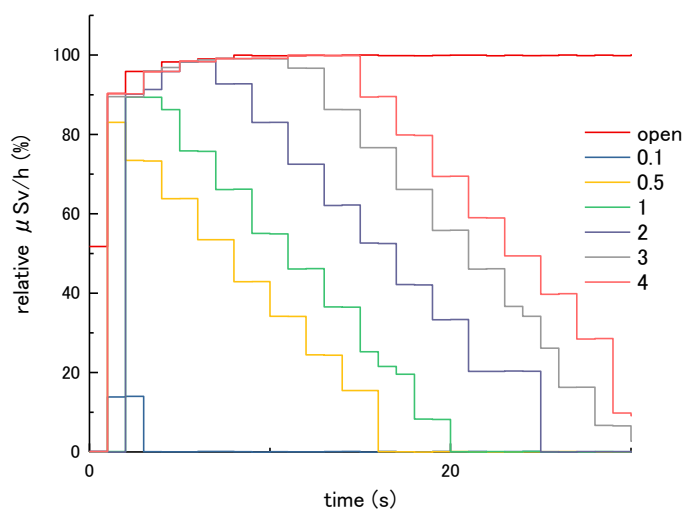


Fig. 4 照射時間によるサーベイメータ応答

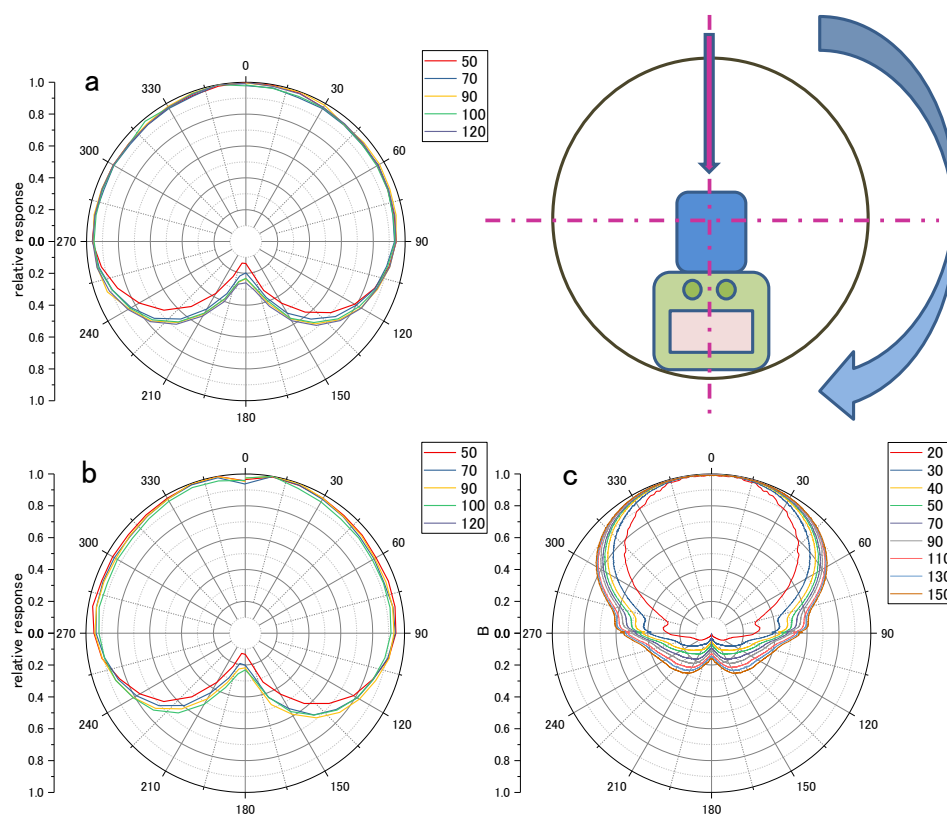


Fig. 5 電離箱式サーベイメータの方向特性の例

4. おわりに

サーベイメータは比較的取り扱いが容易であり、放射線場の線量（率）測定器として広く使用されている。より信頼性を高めて測定を実施するためには、いくつかの要点を抑えながら、放射線測定場の状況を考慮して測定する必要がある。

参考文献

- 1) 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
- 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) JIS Z 4511:2005 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

テーマ：正しくサーベイメータを使えていますか？

「放射線測定器の校正及び校正施設について」

Calibration and calibration facilities of radiation measuring instruments

株式会社千代田テクノル 大洗研究所 放射線標準課
池澤 芳紀

1. はじめに

2011 年に発生した東日本大震災に伴う東京電力福島第一原子力発電所の事故以来、環境中に放出された大量の放射性物質に対する不安から、様々な放射線測定器が世に出回るようになった。同時に、これら多種多様な測定器を使って測定した結果が正しいのか、という懸念が生じている。信頼性のある正しい測定値を得るためには、測定の方法や測定の目的に応じた性能の機種を選定が必要であり、また、きちんと校正された測定器を使って測定することも重要である。

2. 校正の必要性

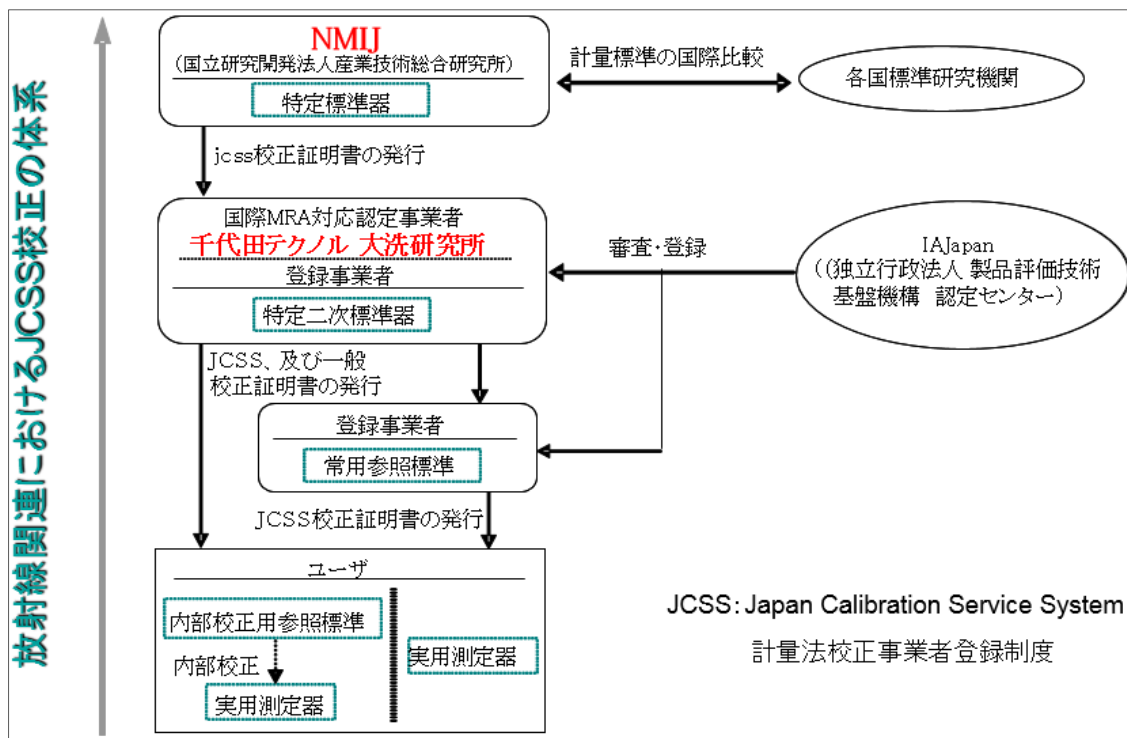
先ほども述べたように、放射線測定器を使用する際には適切に校正されている測定器を用いる必要がある。そのためには、信頼のある校正機関で校正されなければならない。校正とは、測定する基準量と測定器の指示値との関係を求めることである。信頼のある校正機関で定期的に校正を行うことにより、前回の校正と同じ結果であれば、その期間の測定値が保証される。逆に、校正結果が大きくずれていた場合は、その原因追求と共に、前回から今回までの間の検証を行い、正確な結果を確かめることができる。

3. 計測のトレーサビリティ

当社大洗研究所は、1972 年（昭和 47 年）から放射線標準を保有しており、現在、計量法校正事業者登録制度（JCSS）における γ 線の校正事業者として登録されている。

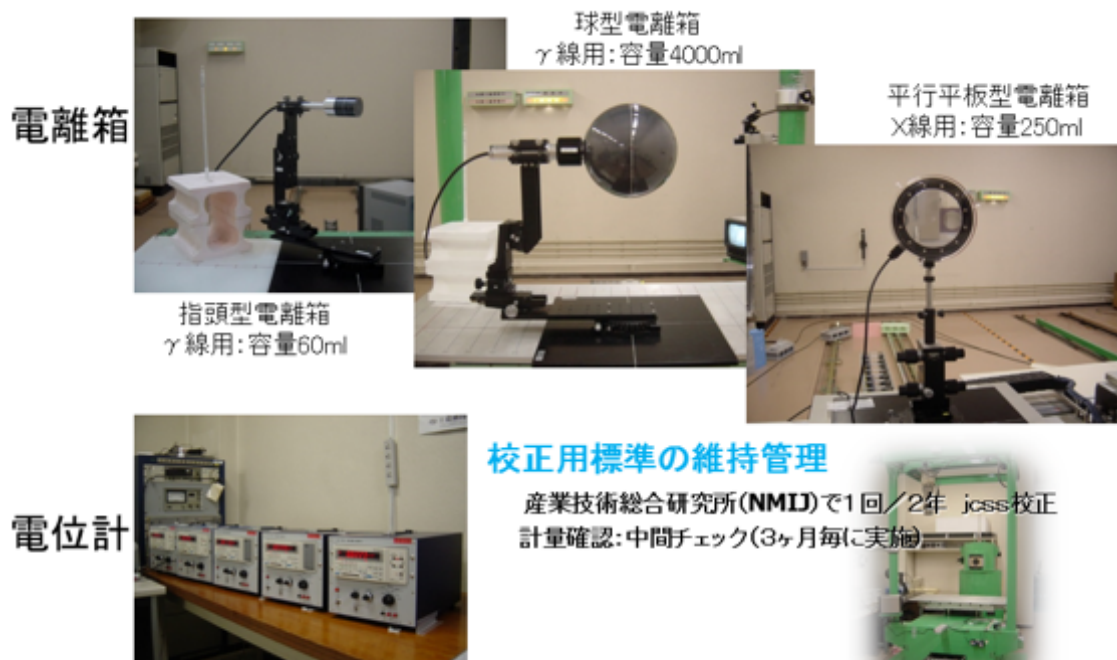
当社大洗研究所が保有している γ 線の特定二次標準器は国立研究開発法人産業技術総合研究所 計量標準総合センター（NMIJ）での特定標準器による定期的な校正、並びに独立行政法人製品評価技術基盤機構 認定センター（IAJapan）による審査により、技術と品質が維持されている。

計量法校正事業者登録制度（JCSS）に基づく JCSS 校正を行った際には、JCSS 標章付き校正証明書を発行することができる。また、当所は国際 MRA 対応認定事業者となっており、認定シンボルマーク付の校正証明書も発行できる。お客様がお使いのサーベイメータ（電離箱式測定器、個人線量計など）に対しては JCSS に準じた一般校正も行っている。



このように、計測のトレーサビリティとは国家標準への切れ目のない校正の繋がりや定期的な校正が基本であり、これにより高い信頼性のある結果を得ることができるといえる。

国家標準にトレーサビリティがとれた



放射線基準器となる電離箱は、透過力の違い（ γ 線とX線・ β 線）や測定する線量率により、異なる形状や容量の電離箱を用いている。

当所では標準の維持管理のため、産業技術総合研究所（NMIJ）で2年に1回 jcss 校正の他に、計量確認として3ヶ月毎に所内にて中間チェックを行い、早期のズレの発見防止を行っている。

登録証および認定証

計量法に基づく校正事業者として登録

校正事業区分 「放射線・放射能・中性子」

国内8機関（民間3機関）

国際MRA対応認定事業所 MRA:相互承認協定

国内3機関（民間1機関）



JCSS 登録証



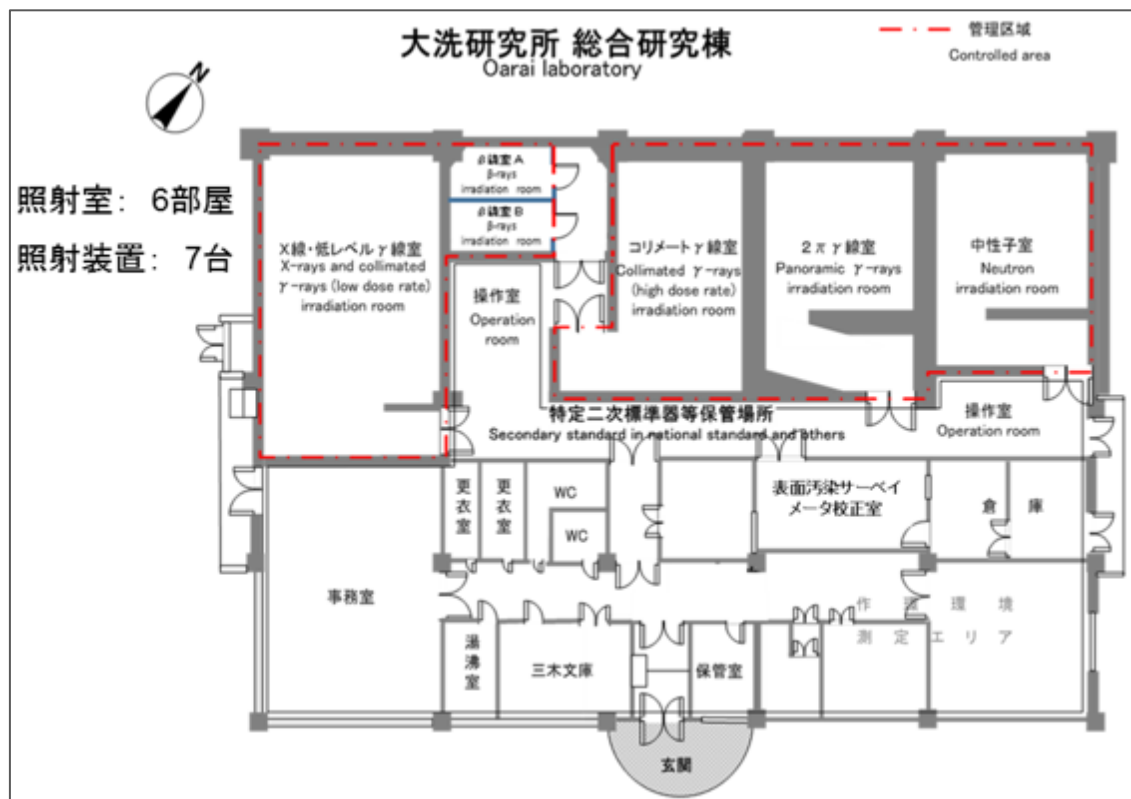
認定証



Certificate of Accreditation

JCSS 標章、認定シンボルマークが付いている校正証明書は、トレーサビリティが取れている証拠であり、証明書以外に体系図等の添付が不要である。

4. 校正の現状



当社大洗研究所では、軟X・中硬X線、 β 線、 γ 線、中性子について照射室（場）を持っており、適切に維持管理を行い、標準を維持している。

測定器の校正の方法は、日本工業規格（JIS）に定められている。 γ （X）線・ β 線・中性子の線質の違いはあるが、概ねトレーサブルな測定器または線源を用いて行われる。校正方法には、置換法、線源法、逆二乗法などがあり、それぞれ適切な方法により校正を行っている。

大洗研究所で保有している照射装置
校正用機器（ γ 線照射装置）

コリメート式 × 2装置



(低レベルコリメート γ 線照射装置)
製造者: 韓千代田テクノル

仕様

- 線源: ^{137}Cs 1.11TBq×2, 185GBq, 11.1GBq, 370MBq, 111MBq
- ^{60}Co 259GBq
- 線量率: $0.3\mu\text{Sv/h} \sim 300\text{mSv/h}$ (^{137}Cs)
- $0.3\text{mSv/h} \sim 15\text{mSv/h}$ (^{60}Co)

校正対象

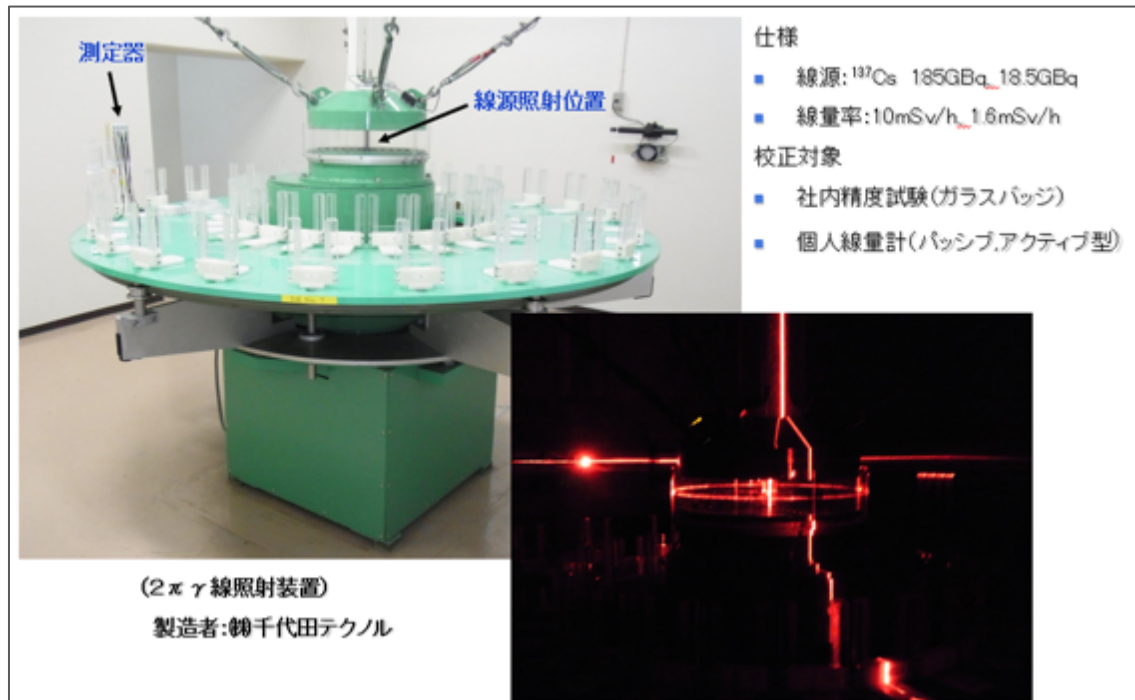
- 社内精度試験(ガラスバッチ)
- 基準測定器
- サーベイメータ
- 個人線量計(パッシブ型、アクティブ型)
- 各種照射試験

当社製の一般的なコリメート型の γ 線照射装置であり、線量率の高い範囲と低い範囲に分けて2台所有している。

線源からの位置で、台車は約0.7m～6mまで1mm単位で移動可能となっている。

鉛の格納容器には、 ^{60}Co 線源や数量の違う複数の ^{137}Cs 線源が格納されており、選択する線源と台車の移動により、照射したい線量率が照射可能となっている。

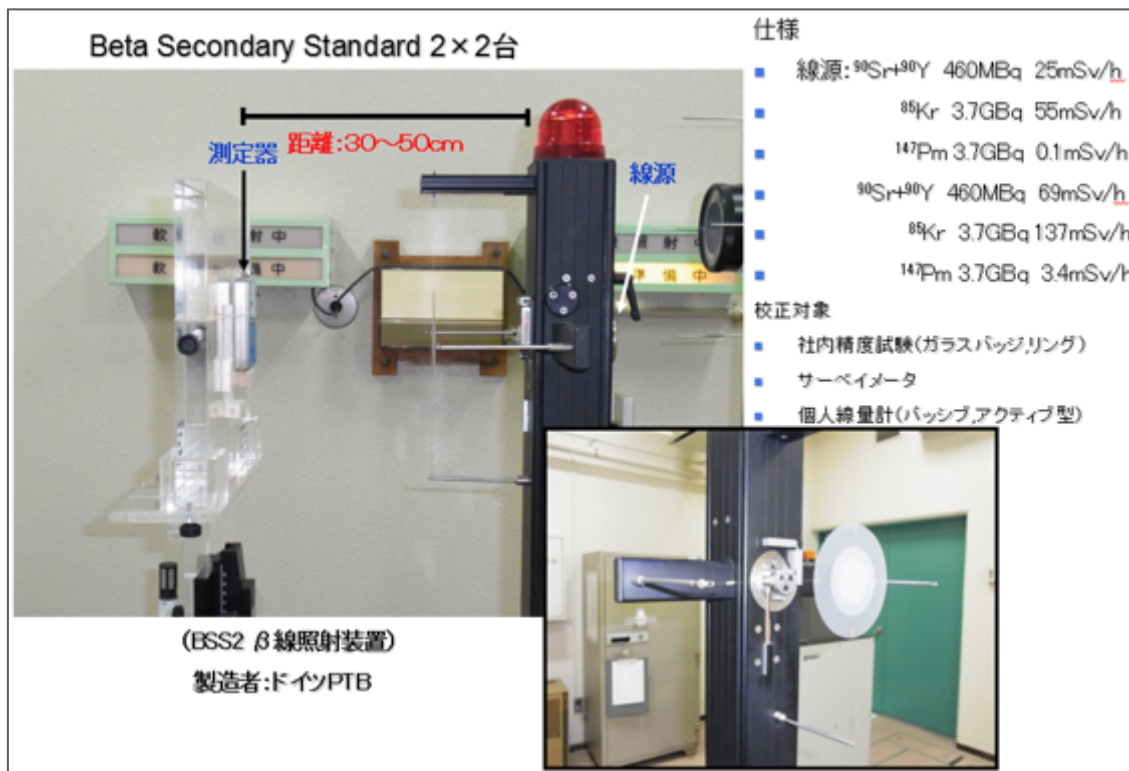
校正用機器（ γ 線照射装置）
積算線量計の校正専用



主に積算線量計の校正用の γ 線照射装置であり、上下にコリメートして 360° 方向に照射可能な装置である。事前に個人線量計の型式ごとにファントムを用いた校正との換算係数を作成する事により、JIS規格にある「ファントムを用いない校正」が可能となっている。

照射は線源から1m位置1点だが、円形校正台の円周に沿って測定器を設置することにより、一度に大量の校正を行っている。

校正用機器（ β 線照射装置）



ドイツの国家計量機関である PTB より線源に値付けされたものを装置ごと購入した物である。また、当所では β 線の基準測定器（平行平板型電離箱）を所有しており、これを産業技術総合研究所で2年に1回、jcss 校正を行い、供給する線量にズレの無いことを確認している。

ちなみに、日本の国家標準を扱っている産業技術総合研究所も同型の照射装置により β 線標準の供給を行っている。

$^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$, ^{85}Kr , ^{147}Pm の線源にて β 線を照射する装置で、国際規格 ISO 6980 の β 線のシリーズ1の照射が可能となっている。

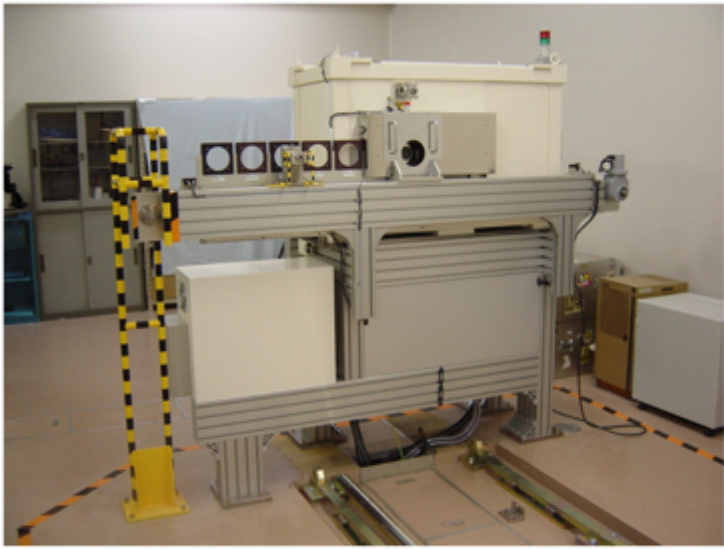
線源カプセルホルダーを装置にセットし、遠隔操作でシャッターの開閉を行い、照射している。線源の手前には β 線の強度分布を均一にするためのフラッタニングフィルターが装着されており、線源ごとに形状が異なっている。

校正用機器（中性子照射装置）



中性子は他の放射線と比べると散乱線が発生しやすいため、これを減らすための設計が施されている。線源の照射位置は照射室の中央に位置するようにし、天井、床、側壁からの散乱線を極力最小限にしている、また、装置等に使用する材質を出来る限りアルミ素材（散乱線の発生が少ない）を使用し、床をアルミのグレーチング（網目構造）にするなど対策をとっている。

校正用機器（X線照射装置）



仕様

- 管電圧:10～225kV
- 最大管電流:13mA
- 線質
ISO-4037 Narrow spectrum series
N-10,N-15,N-20,N-25,N-30,N-40,
N-60,N-80,N-100,N-120,N-150,N-200
(線量率:エネルギーによって異なりますが、
約5～30mSv/h)

校正対象

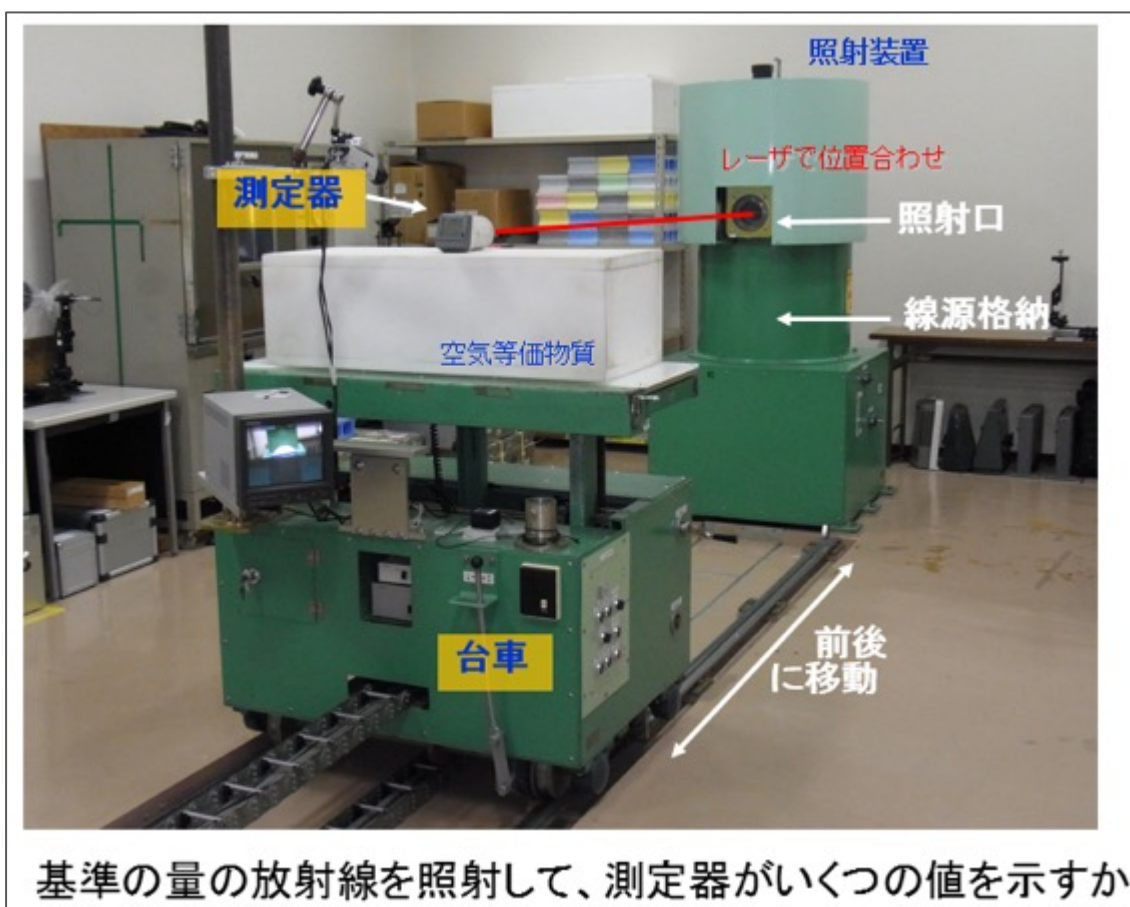
- 社内精度試験(ガラスバッジ)
- 個人線量計(パッシブ,アクティブ型)
- エネルギー特性等の各種照射試験

(軟X・中硬X線照射装置)
製造者:ドイツYXLON・International社製

軟X線から中硬X線まで照射できる装置で、国際規格 ISO 4037 Narrow spectrum series のN-10～N-200を照射可能となっている。

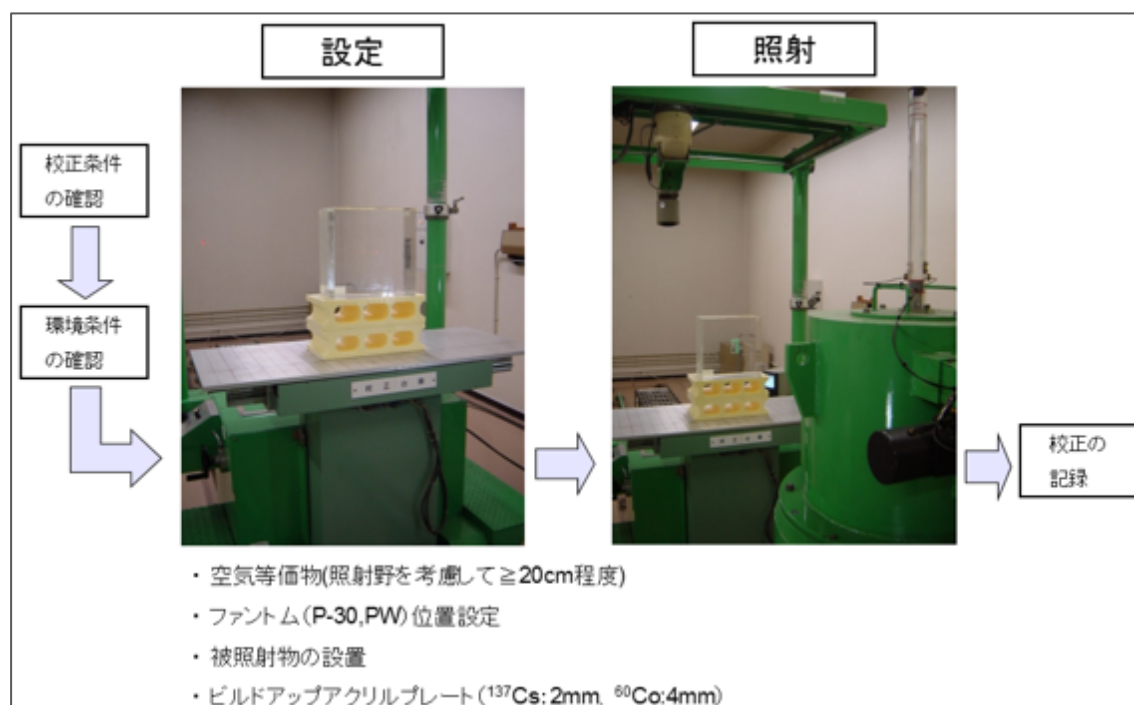
標準の維持管理は、X線の基準測定器である平行平板型電離箱を産業技術総合研究所に2年に1回、jcss校正を行っており、これを用いて照射する際には置換法で線量を確認し、照射・校正を行っている。

電離箱式サーベイメータの校正例



照射装置の円錐形にコリメートされた照射口から出る放射線の中心軸に測定器を設置し、台車の移動による線源からの距離と選択する線源により、照射したい基準となる線量率（測定器の種類にもよるが概ね6～10ポイント程度）を照射し、校正している。この時、注意する事は校正台車からの散乱線であり、これを無くすために照射装置の照射野（JIS Z 4511では許容値 $\pm 2\%$ ）を考慮して空気等価物質により台車天板からの距離をとっている。また、測定器の種類によっては温度の違いによりレスポンスが変化するものがあるため、校正する際の環境条件をJIS規格にある範囲内に合わせて実施する事も重要である。

個人線量計の校正例

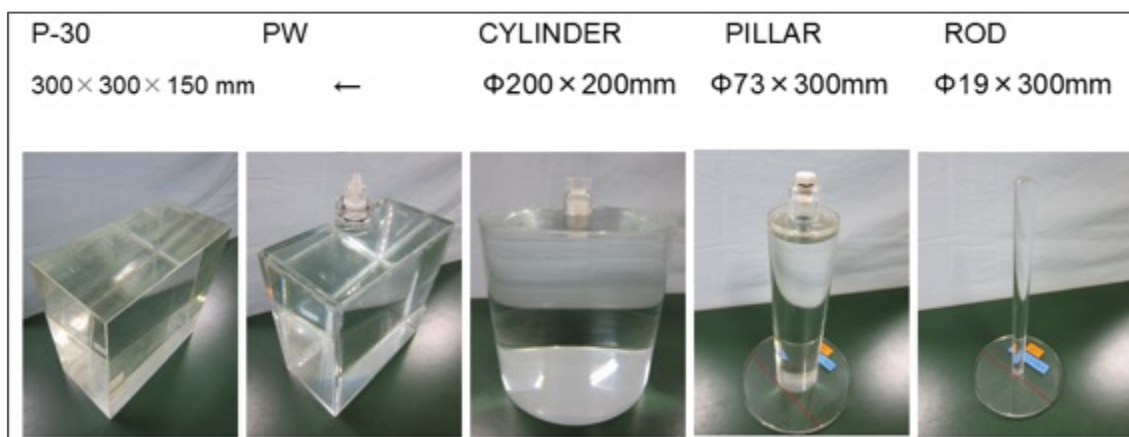


台車の移動等により線量率を決め、タイマー照射により照射したい線量の照射が可能となっている。個人線量計の校正は人体に装着して使用するものであるため、極力同様の状態で校正する事が重要である。これは、人体からの散乱線等が加味されるためであり、画像のように人体を模擬したファントム上での校正が理想的である。他に気を付けることは、電離箱式サーベイメータの校正例で記したように台車からの散乱線、環境条件等である。

また、多数の個人線量計を同時に校正する場合は、JIS Z 4511 の附属書 1 に記載の「ファントムを用いない校正」方法によりファントム校正との換算係数を作成する事により、前述にある円形の照射装置での校正が可能となる。

使用する線量計の部位ごとに合致したファントムを用いて校正を行うことが、より正確な校正定数を得ることに繋がると言える。

校正用ファントム



人体の胴体部、頭部、腕、指を模擬した部材で、アクリルや純水などで国際規格に則り製作されている。

個人線量計の基準校正には、これらの校正用ファントムを用いて校正される。

年間の校正台数(平成28年度実績)

種 類	サーベイメータ	個人線量計	JCSS校正
			
線量率サーベイメータ		β: 229台 γ: 3,709台(※7台) n: 476台	
個人線量計		β: 8,967個 γ: 19,744個(※15個) n: 715個	
γ線照射線量計		9台(※4台)	
線量計測素子		1,436個	
線源(γ線照射装置)		12装置・42線源(※9装置・29線源)	
表面汚染サーベイメータ		2,389台	

※ そのうちのJCSS校正

★ J C S S校正：国内の殆ど(95%以上)の原子力施設および県の施設に放射線標準を供給している

5. おわりに

校正方法の日本工業規格である JIS Z 4511:2005 が 2018 年 1 月現在、改訂作業中であり、また、JIS 規格の基となっている国際規格 ISO 4037-1:1996, ISO 4037-2:1997, ISO 4037-3:1999, ISO 4037-4:2004 も改訂作業中であることから、今後の校正手法が変わることが予想される。このため、改訂の動向を注視し、最新の校正手法による校正を行い、管理していくことが望ましい。当社大洗研究所での校正について、ご質問等がある場合は最寄りの営業所までお問合せください。また、校正依頼についても当社営業所までご連絡ください。

計測部会発表 討論会 後抄録

テーマ：正しくサーベイメータを使えていますか？

「サーベイメータの校正（標準センター）」

Calibrating survey-meters at Diagnostic dosimeter standardizing center

京都医療科学大学

堀井 均

1. はじめに

サーベイメータは手持式の放射線測定器で、装置や部屋からの散乱線や漏洩線の線量率・1cm線量当量率を測定し、放射線管理に用いる。法令においても年2回の漏洩線の測定が義務付けられており、線量計の表示値が正しい値を示しているか確認するため、使用する線量計も校正することが必要となる。

サーベイメータは計測対象の放射線により、 α 線、 β 線、 γ 線(X線)、中性子線用に分類でき、検出器の種類により、電離箱式、GM管式、シンチレーション式、半導体式などがある。

一般的にはX線、 γ 線の計測に対しては、エネルギー依存性が最も良く、検出感度は悪い電離箱式が主に利用されている。

今回は電離箱式サーベイメータについて、全国10か所の日本放射線技術学会 計測部会 診断領域線量計標準センターにて所有、管理する基準線量計（電離箱式）を用いて、JIS規格（JIS Z4511）に準じた方法にて本学で実施している校正（比較）試験について述べる。特徴としては診断領域で利用するX線（70kV, 120kV）を使用して校正（比較）を行っていることである。その比較試験の具体的な方法、近畿地区の医療施設からの依頼により年間50台程度のサーベイメータの算出された校正值に対する各装置メーカーの特長、正しくサーベイメータを使用するにあたっての注意点、最後に標準センターへの線量計の校正の依頼方法について述べる。

2. 京都医療科学大学で校正（比較）試験に使用するX線装置と基準線量計

- ・ X線装置 TITAN-225S（島津製作所） 工業用X線装置

管球冷却方式：水冷 ターゲット材質：タングステン

管電圧：5～225 kV（0.1 kV ステップ） 管電流：0.1～45 mA（0.1 mA ステップ）

安定性、再現性： $\pm 0.05\%$ 以内

- ・ 基準線量計（電離箱式）

検出部：DC300（Wellhofer） TNC/166 指示部：RAMTEC-1500B 013

放射線技術学会 診断領域線量基準センター 所有（全国10か所に同じ測定器）

1回/2年 日本品質保証機構（JQA）で診断領域のX線（70kV, 120kV）にて校正

直近では2016. 10. 21 校正実施済（Tab. 1）

Tab. 1 日本品質保証機構（JQA）で校正係数 （2016. 10. 21 校正）

管電圧	半価層	照射線量	表示値	校正定数	校正係数
(kV)	(mmAl)	(Ckg ⁻¹) (mR)	(pC) (mR)	(Ckg ⁻¹ / C)	(mR / mR)
70	3. 00	1. 29 x 10 ⁻⁵ (50)	45. 8 (45. 8)	2. 82 x 10 ⁻⁵	1. 0917
120	4. 97	1. 29 x 10 ⁻⁵ (50)	46. 1 (46. 1)	2. 80 x 10 ⁻⁵	1. 0846

3. 実験室の X 線装置，検出器の配置

コリメートされた上記 X 線装置とサーベイメータの計測値の読み取り用として Web カメラを配置，線量計を検査台に乗せレール上を容易に移動可能にするとともに，距離確認を精度よく行うためにレーザーポインタを使用する．なお，実験室の X 線装置および検出器は JIS Z4511 規格に従い配置する．標準となるべき基準線量計と被校正線量計を交互に X 線束内の同一点に設置して，両者の測定値比から校正係数を求める置換法にて校正を行う．(Fig. 1)

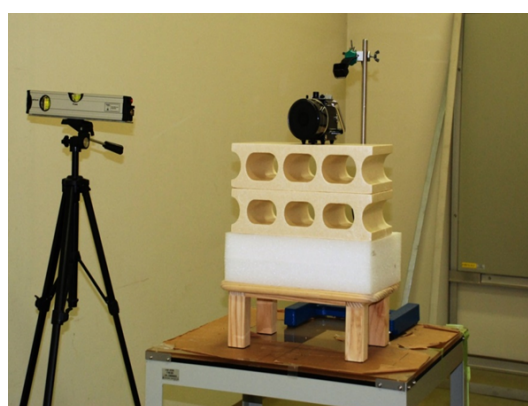


Fig. 1 実験室の X 線装置，検出器の配置写真

- ・置換法：標準となるべき基準線量計と被校正線量計を交互に X 線束内の同一点に設置して，両者の測定比から校正係数を求める方法。

4. サーベイメータの校正の手順

校正の手順の詳細については、計測部会誌 2016 年 Vol. 24 No. 2 「第 47 回計測部会 発表抄録」をご覧ください。

- a. 管電圧 (kV) と半価層 (mmAl) より実効エネルギー (keV) を求める。

管電圧 70kV, 120kV にて JQA 校正時の半価層 3.0 mmAl, 4.97 mmAl になる付加アルミ厚を事前に求めておく。光子減弱データブックよりこの半価層より実効エネルギー (33 keV, 42keV) を得る。

- b. Sv / Gy 変換係数による補正

得られた実効エネルギー 33keV, 42keV について、1cm 線量当量にかかる変換係数 (JIS Z4511) より、Sv / Gy 変換係数を求める。 70kV (33keV) : 1.21 120kV (42keV) : 1.52

- c. 温度気圧による補正 (空気密度補正係数)

実験室内の温度・気圧の計測値から補正を行う。

- d. 基準線量計校正係数 (JQA 校正時の校正係数) による補正 (Tab. 1)

前述の各種の補正係数 (基準線量計校正係数, Sv / Gy 変換係数, 空気密度補正係数) から基準線量計の正しい線量率 (X) を求め、その値 (X) と被校正線量計の指示値 (M) を下記の式より校正係数 (K) を求める。 ($K = X / M$)

5. 各メーカーのサーベイメータの特徴

各メーカーのサーベイメータの校正係数についての特徴を以下に示す。

- ・アロカ社：校正係数 1.0 附近と比較的安定した値
- ・FLUKE 社：校正係数 1.1 以上の値

加圧型 (451P) は圧力低下にて感度の低下 再加圧が必要

- ・ROTEM 社：校正係数 0.8 以下の値 (感度が高い)
- ・富士電機：不安定な値を示す。

校正係数の値ではなく、係数値が経年的に常に安定していることが重要である。

6. 使用上の注意と取り扱い上の留意点

6-1. 使用上の注意

- ・電源を入れ、30 分程度ウォーミングアップ (特に電離箱式の場合)
- ・バッテリーのチェック
- ・レンジの切れ替え (積算線量と線量率)
一般撮影：積算線量 透視 (連続照射)：線量率
- ・零点調整の実施
- ・アナログ式の指示針を水平に保って計測

- ・ 測定レンジの切り替え（高いレンジから低いレンジに）
読み取りした時の値のレンジに注意
- ・ 時定数を考慮にした計測を実施（時定数の3倍の時間で測定）
- ・ 指示値を何度か読み取り，平均値を算出

6-2. 取り扱い上の留意点

- ・ 精密機械であるサーベイメータ
振動・衝撃に注意して扱う。
検出部と本体との接合部，ケーブルの断線
電場・磁場ある場所での計測は不可
電離箱式：防湿対策（シリカゲル，デシケータで保管）
- ・ 定期的な校正
定期的な校正を実施（1年から2年に1回程度）

前回の校正係数と大きく値が異なる時は確認が必要

メーカー等に依頼，原因の究明，修理，再校正

7. 今後の診断領域線量計標準センターの利用

現在，診断領域線量計標準センターでは厳密な校正作業を実施しているにも関わらず，「校正」ではなく「線量計比較試験証明書」という形で依頼施設に校正係数を提供している。本来の「校正」可能な検査基準（JCSS）をクリアするための対策を標準センターで検討中であり，間もなく可能となる。そして，公的な保証という面がクリアできれば，診断参考レベルの公表により正確な線量計校正の需要が増加するものと思われる。

また，定期的に比較（校正）することは単に線量計の精度管理が可能になるだけでなく，線量を評価する従事者の意識の向上にもつながる。

全国10か所の日本放射線技術学会 計測部会 診断領域線量計標準センターに事前連絡を行，校正依頼の線量計を持ち込み，校正に立ち会うことで校正方法についても理解できる。同時に無償で比較結果（校正係数値）が得ることができる大きなメリットがあります。

また，本年度より校正依頼して正常な値を得られた線量計には線量計に合格ラベルを貼付することになっています。

この機会に日本放射線技術学会 計測部会のホームページ，または，この部会誌の最後に記載の基準センターの一覧表から診断領域線量計標準センター利用基準をご覧ください，線量計の校正には診断領域線量計標準センターを有効に利用していただきたい。

計測部会発表 討論会 後抄録

テーマ：正しくサーベイメータを使えていますか？

「サーベイメータを用いた漏えい線量の測定」

Measurement methods of leakage dose using survey meter

医建エンジニアリング株式会社

細沼 宏安

【概要】

医療施設の X 線診療室(診療に用いる X 線装置の定格出力が 10kV 以上で X 線装置のエネルギーが 1MeV 未満の X 線装置(医療法施行規則 第 24 条の 2)が据え置かれた室)は、医療法施行規則や電離放射線障害防止規則等の法規則により、その漏えい放射線量(外部放射線の線量)が定められている。X 線診療室の画壁外側では 1.0mSv 以下/週、管理区域境界、病室では 1.3mSv 以下/3 月間、居住区域境界、敷地境界では 250 μ Sv 以下/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、第 30 条の 26)、X 線診療室からの漏えい放射線量の正確な把握が、X 線診療に対する医療従事者や一般公衆への安全性の担保の上で重要となる。

X 線診療室の漏えい放射線量を把握する方法のひとつに、漏えい放射線量測定がある。漏えい放射線量測定は、X 線診療を開始する前に 1 回、実際には、X 線診療室に新しく X 線装置を据え付けた時、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際に、また、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 条に定める定期的(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、漏えい放射線量測定について法規則では、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、病院また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)
- ・医薬発第 188 号通知 第 2 個別事項 (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(第 30 条の 22) (2)より抜粋：同項第 2 号(医療法施行規則 第 30 条の 22 第 2 項 第 2 号)の放射線の量～(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、適切な方法により行うという趣旨であること。～(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、法規則では、漏えい放射線量測定について具体的な測定方法、例えば、測定箇所、使用する測定器の性能、使用するファントム等について明確な記述はなく、個々の測定者の判断に委ねられている現状があった。

一般社団法人日本画像医療システム工業会(以下 JIRA)では、早くから X 線診療室の漏えい X 線量測定の重要性を認識しており、X 線診療室の漏えい X 線量測定の標準的方法の確立と提示及びその普及を目指し、2003 年に「エックス線診療室の管理区域漏洩線量測定マニュアル」を発行した。2013 年及び 2016 年には、X 線装置の技術的進歩を踏まえてマニュアルの改訂を行い、日本画像医療システム工業会規格(JESRA 規格)として制定された経緯がある。2016 年には、X 線診療室の漏えい X 線量測定方法についての JIS 化を企図し、JESRA 規格の内容を精査、検討して、2017 年に JIS 原案が完成した。

今回、当 JIS 原案での X 線診療室のサーベイメータによる漏えい X 線量測定について、その内容及び留意点を紹介する。

【漏えい X 線量測定方法】

①サーベイメータ

漏えい X 線量測定に用いるサーベイメータは、校正がなされ、且つ、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通りとする。

- 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。

※サーベイメータについて、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 $0.3\mu\text{Sv}$ としたが、これは現在、X 線診療室の漏えい X 線量測定において広く使用されている電離箱式サーベイメータの精度で、十分測定可能な範囲である。X 線診療室自体を管理区域とみなした場合、隔壁外側での線量限度は $1.3\text{mSv}/3$ 月間(単純に計算を行うと $100\mu\text{Sv}/\text{週}$)である。X 線診療室の稼働を $40\text{h}/\text{週}$ とすると、 $2.5\mu\text{Sv/h}$ が線量限度となり、線量率モードによる測定では $1.0\mu\text{Sv/h}$ を測定可能であれば十分である。

②ファントム

当該 X 線診療室での撮影が想定される部位を考慮し、その大きさに近いファントムを用いる。胸・腹部を想定する場合は、JIS Z 4915(胸・腹部用 X 線水ファントム)の胸・腹部用 X 線水ファントムを用いても良い。乳房を想定する場合は、精度管理用ファントム又は 4cm 厚の PMMA 製板を用いる。

※X 線骨密度装置については、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 板、X 線 CT 装置については、頭部、又は、腹部を想定した円柱形水ファントム、歯科用 X 線装置については、頭部を想定した円柱形水ファントムが用いられることが多い。

③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)について、安全側評価の観点から、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、壁面からの距離は10cm以内とする。

※放射線量の測定について、測定の高さは一般的に1m程度であり、当原案でも生殖器官の防護の観点から、測定高さは1mとした。

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)について、安全側評価の観点から、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、上階の床面からの距離は10cm以内とする。

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)について、安全側評価の観点から、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、下階の床面から測定できる範囲で測定を行う。

※例えば、下階が電気室や機械室等では、下階の床面から天井面まで相当な距離がある場合があり、天井面に近い箇所を測定しようとした場合、測定者は相当な高さのはしご等を用いて測定箇所に近づく必要がある。その結果、測定者に転落事故等の危険が生じる可能性が考えられたため、当原案では、下階の床面から測定できる範囲(安全を確保した上で、できるだけ高い位置でという意味合いを意図した)とした。

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、例えば、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線管球から近い壁面、両開扉の扉が合わさる部分(召合せ)等については、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。

④線量率モードと積算モードによる測定

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、積算モードを用いて行う。線量率モードは、透視(パルス透視も含む)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。一方で、積算モードは、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。線量率モード、積算モードのどちらのモードによる測定が適しているかは、サーベイメータの性能を考慮した場合、X線の照射時間が使用する測定レンジに対応する時定数の3倍以上であるかどうか指標となる。

1)線量率モードによる測定

- ・通常、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。
- ・③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線に対して最も検出効率が良くなる配置とする。
- ・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、③の測定箇所のうち、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。

※線量率モードでのサーベイメータの表示値の読み取りについて、表示値の読み取りが恣意的にならないよう、あらかじめ決められた時間間隔、且つ、時定数以上の間隔をもって表示値を読み取ることが望ましい。当原案では時定数の間隔ごとに複数回読み取ることとした。

※バックグラウンド放射線量率の測定箇所について、当原案では、安全側評価の観点から、X線診療室の近傍で、最も放射線量率が低いと想定される箇所で測定を行うこととした。

2) 積算モードによる測定

- ・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。
- ・測定箇所にサーベイメータを配置後、複数回(3回程度)、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。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。
- ・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。

※1回の照射が5秒以上継続する照射の場合の表示値の読み取りについて、5秒以上の継続したX線照射により、X線が十分量照射されていると考えられたため、当原案では、1回照射後の表示値を読み取ってもよいこととした。

※積算モードでの表示値は、測定開始から終了までの時間と同じ時間分のバックグラウンド放射線量も含まれるため、漏えいX線量は、測定値から積算した時間分のバックグラウンド放射線量を減じた値となる。

⑤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)本規格(JIS化の際には規格番号が与えられる)を用いて漏えいX線量(率)の測定を行った旨の記録

(参考:医療法施行規則 第30条の22、医薬発第188号 第2個別事項 (6)線量等の算定等、電離放射線障害防止規則 第54条)

【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。

平成29年度計測分野に関する論文・発表

- ・ 平成 29 年度 4 月 (Vol.73 No.4, 2017)～平成 29 年度 9 月 (Vol.73 No.9, 2017), 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
X 線 CT 体幹部 1 相撮影 (胸腹骨盤部) における実効線量調査	佐藤 俊光	山形大学医学部 附属病院放射線部	ノート	73 巻 4 号 (258-266)
心血管撮影装置におけるノイズ低減 画像処理を使用した線量低減化の検討	西条 貴哉	名古屋第二赤十字病院 医療技術部放射線科	臨床技術	73 巻 6 号 (451-459)
CT コロノグラフィにおける CTDIvol 一定での管電圧変更が病変検出能に 及ぼす影響	二俣 芳浩	JA 北海道厚生連 網走厚生病院 医療技術部放射線技術科	原 著	73 巻 7 号 (548-555)
複数の施設を対象とした一般撮影領域 における線量評価～DRLs 2015 と の比較および施設間の差の評価	大野 晃治	藤田保健衛生大学大学院 保健学研究科	ノート	73 巻 7 号 (556-562)
コリメータカバーを含鉛シートで覆 った血管撮影装置における散乱線低 減効果の検討	宮川 潤	信州大学医学部 附属病院放射線部	臨床技術	73 巻 8 号 (680-688)

第 45 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

○ Theme Session: Clinical Safety (CT) / テーマ演題: 医療安全(CT)

66. CT 装置の線量推定値と実測値の大きな差異が被ばく線量管理へ及ぼした影響についての事例報告
天草地域医療センター 緒方隆昭

○ Imaging (General Radiography) Mammography, Other / 画像(単純 X 線) 乳腺, 他

94. デジタル X 線画像における DQE に基づく線量低減の検証
金沢大学 永井佳奈

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

100. 100mm 以上のビーム幅に対する CT 線量測定法の検討
九州医療センター 平山佳代子
101. IEC 60601-2-44 Edition 3.1 における参照ビーム幅および計算式の適用範囲の妥当性の検討
信州大学医学部附属病院 小林晶代
102. 体輪郭一部欠損画像から算出した Size-Specific Dose Estimates への新たな補正方法の提案
株式会社ジェイマックスシステム 箱石 卓
103. 位置決め画像取得時の撮影条件の違いによる Size-Specific Dose Estimates の評価
東京慈恵会医科大学附属柏病院 壽原 秀
104. 高分子材料を利用した微弱光測定によるボウタイフィルタの形状推定
名古屋大学大学院 川浦稚代
105. 線質の違いが及ぼす臓器吸収線量と線質硬化の影響
東海大学医学部附属病院 勝沼 泰
106. Spectral Shaping CT における断面内線量分布の評価
金沢大学大学院 舟本和彰

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

118. 血管撮影装置における線量表示値の精度と校正方法に関する多施設調査
兵庫医科大学病院 池内陽子
119. 頭部領域の IVR における入射皮膚線量のモニタリング機能の基礎的検討
広島大学病院 藤山邦久
120. 小児血管撮影における線量プロトコールの最適化の検討
山梨大学医学部附属病院 木内琢也
121. 多施設アンケート調査より見えた DRLs2015 による患者被ばく低減効果
榊原記念病院 武田和也
122. 班報告: 我が国の循環器血管撮影領域における医療被ばくの実態調査
土谷総合病院 石橋 徹

123. 血管撮影領域における多施設アンケート調査—診断参考レベル使用状況—
千葉県がんセンター 長谷川亮太
- Radiation Protection (Multi Modality) Occupational Exposure, Lens Dose／防護(マルチモダリティ)術者被ばく・水晶体
124. 血管撮影室における医療従事者の年間水晶体被ばく評価—ICRP2011 年勧告の新線量限度に基づいた検討—
仙台厚生病院 芳賀 喜
125. PCI 及びPercutaneous Peripheral Intervention(PPI)に従事する医師における水晶体被ばく線量の左右差についての初期的検討
東北大学災害科学国際研究所 佐藤文貴
126. CT 撮影時に介助者が装着する防護メガネにおけるサイドカバーの必要性
千葉大学医学部附属病院 田岡淳一
127. ハイブリッド手術室におけるステントグラフト内挿術の手技線量評価
大阪市立大学医学部附属病院 高尾由範
- Radiation Protection (Multi Modality) Radiation Dose Evaluation 1／防護(マルチモダリティ)線量評価 1
128. 福島第一原発事故における体表面汚染密度からの避難途上の吸入による小児の甲状腺等価線量分布の推定
福島県立医科大学 大葉 隆
129. 頭部スキャンニング陽子線治療における各臓器での中性子線量当量推定モデルの作成
名古屋大学大学院 岡田裕史
130. 非線形三次元後処理 IR の使用を想定した胸部 CT 低線量プロトコルの画質と被ばく線量評価
総合大雄会病院 伊藤祐介
131. 面積線量計を用いた当施設の胃 X 線集団検診における線量評価
聖隷予防検診センター 山内紬起子
132. 逐次近似画像再構成法における Ca Score 撮影の適正線量の検討
東海大学医学部付属八王子病院 茂木梨奈
- Imaging Techniques and Research (General Radiography) Bone, Other／撮影(単純 X 線)骨・他
198. FPD 長尺撮影システムの全脊椎撮影線量低減の検討
東京女子医科大学病院 森田康介
- ITheme Session: Dental・Oral Imaging / テーマ演題「歯科口腔領域」
215. 管電圧の異なる装置間での患者入射線量の検討—口内法 X 線撮影装置について—
広島大学大学院 大塚昌彦
216. CR 方式口内法撮影システムの画質改善と被ばく線量低減について
大阪歯科大学附属病院 高橋梢吾

○ Measurement (Fluoro・IVR) Radiation Dose Evaluation / 計測(透視・IVR)線量評価

322. スポット透視における自動輝度制御と被ばく線量の検討

鳥取大学医学部附属病院 前川慶太

323. IVR 装置における患者照射基準点線量の測定及び線量表示値との比較

東北大学大学院 本田崇文

324. 冠動脈造影における入射角度別空気カーマと皮膚線量の比較

榊原記念病院 武田和也

325. 超高精度線量測定に向けた小型 OSL 線量計の固有効率の決定

徳島大学 後藤聡汰

326. OSL 線量計を用いた透視撮影装置における線量測定の検討

宮城県対がん協会 八島幸子

327. 透視撮影における空間散乱線分布測定

NTT 東日本関東病院 岩井美緒

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

328. 目の水晶体用線量計の基本性能評価～蛍光ガラス線量計の比較～

群馬大学医学部附属病院 関 優子

329. 熱蛍光線量計(LiF 素子)のフェーディングに関する評価

東北大学 鈴木友裕

330. 新型半導体式サーベイメータの基礎検討：散乱 X 線平均エネルギー測定精度の検討

東北大学大学院 薩来 康

331. 3mm 線量当量線量計の基本特性評価：長期的再現性の検討

東北大学 小野寺真奈

332. 日常管理を目的とした簡易形線量計における利用範囲の拡大

首都大学東京 小倉 泉

○ Radiation Protection (Multi Modality) Diagnostic Reference Levels/防護(マルチモダリティ)
診断参考レベル

333. 班報告：DRLs2015 の血管撮影・IVR 分野における効果検証および追加項目に関する検討

山梨大学医学部附属病院 坂本 肇

334. 線量管理システムを用いた CT 検査における SSDE の有用性の検討

大阪大学医学部附属病院 矢畑勇武

335. 頭部 X 線 CT 検査の術者間線量差の検討および診断参考レベルとの比較

上尾中央総合病院 佐々木健

336. 班報告：DRLs2015 の CT 分野における効果検証および追加項目に関する検討班

金沢大学 松原孝祐

337. X 線 CT 位置決め画像の被ばく線量——一般撮影の DRL と比較して——

山形大学医学部附属病院 佐藤俊光

ポスター発表

- Imaging Techniques and Research (General Radiography) Chest, Breast／撮影(単純X線)呼吸器・乳腺

P49. 乳房用X線装置における乳腺密度別の平均乳腺線量の検討—乳房等価ファントムによる評価—
上尾中央総合病院 中村哲子

- Clinical Safty (Verification) ／ 医療安全(検証)

P81. 一般撮影領域における面積線量計の検討
徳島大学 諫山貴明

- Measurement (CT1) Radiation Dose Evaluation ／ 計測(CT1)線量評価

P98. 低線量胸部CT：収集スライス厚とPitchの変化と被ばく量との関係について
大阪大学 中井早紀

P100. 小児体幹部撮影を想定した被写体-寝台間距離の違いにおける被ばく線量の評価
大阪急性期・総合医療センター 宮原哲也

P101. 小児CTにおける低管電圧撮影がスキャン範囲外の被ばく線量に与える影響
土谷総合病院 野田典孝

- Measurement (CT2 & General Radiography) Radiation Dose Evaluation ／計測(CT2・X線単純)線量評価

P102. 冠動脈CT-Angiography 検査における被ばく線量評価について—臓器線量と実効線量の比較—
豊田厚生病院 柴田英輝

P103. 極値統計学を用いた心臓CT検査の被ばく線量管理
大阪大学医学部附属病院 川畑秀一

P104. 小型OSL線量計を用いた小児胸部CT検査における散乱X線による水晶体および生殖腺の被ばくの実測
島根大学医学部附属病院 岡 春奈

P105. 320-row Volumetric Scanにおける小児CT検査の被ばく線量解析に向けた基礎検討
島根大学医学部附属病院 多田佳司

P106. Spectral Shaping Filterによる実効エネルギーの上昇が質量エネルギー吸収係数比に与える影響について
滋賀県立成人病センター 市川 尚

P107. 高原子番号付加フィルタを用いた小児腹部撮影条件の最適化
自衛隊中央病院 野辺地智也

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

P108. CTの前面位置被ばく低減システムの線量低減量に影響を与える因子
自治医科大学附属病院 山崎詔一

- P109. Dual Source CT における寝台の高さが被検者の前面線量に与える影響(線量プロファイルによる解析)
自治医科大学附属病院 山崎詔一
- P110. ガントリチルトによる CT 透視時の空間線量分布の評価
大阪市立大学医学部附属病院 有田圭吾
- P111. CT 被ばく線量評価システム WAZA-ARI のための 80 列 CT 装置の線源データ測定
大分三愛メディカルセンター 北里隆文
- P112. CT 透視撮影における防護板による術者被ばく低減の検討
堺市立総合医療センター 藤原 健
- Radiation Protection (Multi Modality) Radiation Dose Evaluation 2 / 防護(マルチモダリティ)線量評価 2
- P113. コーンビーム CT 撮影におけるビスマスシールドを用いた水晶体被ばく線量の低減
虎の門病院 川内 寛
- P114. IVR における放射線防護シートを用いた骨盤部の被ばく低減に関する基礎的検討
広島大学病院 木本涼太
- P115. 複数施設における一般撮影領域の撮影条件の調査
藤田保健衛生大学大学院 近藤佑哉
- P116. IVR における体格の違いによる推定累積皮膚入射線量の基礎検討
東京都立広尾病院 福士翔哉
- Radiation Protection (Multi Modality) Lens Dose/防護(マルチモダリティ)水晶体
- P117. 新生児特定集中治療室(NICU)でのポータブル X 線撮影における水晶体防護方法の検討
東京医科歯科大学医学部附属病院 芦高裕典
- P118. CBCT 撮影における頭部傾斜角度が水晶体被ばくに及ぼす影響
刈谷豊田総合病院 角 英典
- P119. 当院 CT における医療従事者の水晶体被ばく(3mm 線量当量)と対策について
済生会熊本病院 徳永真彦
- P120. IVR に従事する医師及び看護師の水晶体線量の左右差に関する基礎検討:ファントム実験による検討
東北大学大学院 石井浩生

セミナー参加の感想

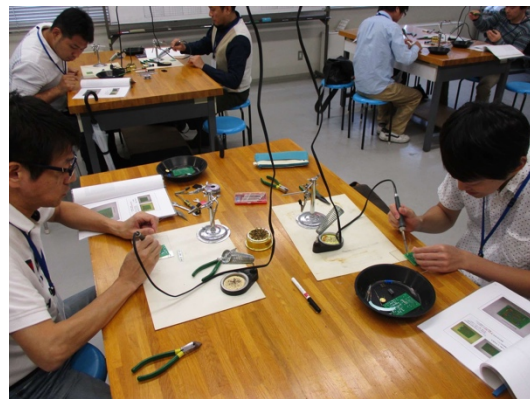
第5回 簡易線量計作製セミナーに参加して（首都大学東京）

東京都立広尾病院

福士 翔哉

上司からの紹介で簡易線量計作成セミナーに参加しました。簡易線量計はすでに私の職場に有り、日常の精度管理や実験にて使用していました。しかし、ただ有るものを使っているという感じであり、その仕組みや作成する大変さは職場の皆も含めてあまり意識していなかったと思います。

実際にセミナーに参加してみると、見た目は小さい箱のような装置でありながら、その作成にはとても苦勞しました。私は非常に不器用な人間であり、まず回路に小さな抵抗やら何やらを並べるといった作業だけでも中々上手くいかずに悶々としてしました。さらにそれらを基板にくっつけるわけですが、実に中学生以来の半田ごての使用に、これもまた難儀しました。火傷こそしなかったものの接着が甘かったり、半田が多すぎたりと一苦勞でしたが、慣れてくると案外楽しかったように思います。



半田付け・組み立て作業風景

ひと通り組み終わると動作チェックをします。他の人よりも時間はかかってしまいましたが、正常に動作したときは本当にうれしかったです。速さよりも丁寧さが大切です。

また、線量計の校正を初めて体験しました。学生時代に授業で何となくやったような気がしますが、改めて実際に体験することで理解が深まったと思います。

普段何気なく使用していた簡易線量計ですが，これほど手間をかけて作成すると
今後はもっと丁寧に扱おうと思いますし，他の職員にも雑に扱わないでと言いたく
なります．これからも当院にて日々活用していきたいと思います．

今回セミナーでお世話になりました講師の皆様，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



簡易線量計



A 班の参加者とスタッフ

セミナー参加の感想

第5回 簡易線量計作製セミナーに参加して（首都大学東京）

北茨城市民病院

川橋 裕子

平成 29 年 9 月 17 日～18 日の二日間の日程で、第 5 回簡易線量計作製セミナーに参加しましたので報告いたします。

昨年の第 2 回のセミナーに続いて 2 度目の参加で、今回は乳腺撮影用の線量計を作製しました。なぜ 2 回も参加したかといいますと、前回作製した一般撮影領域で校正した線量計で乳腺領域の低電圧を測定すると校正定数が大きくなってしまうため、乳腺領域で校正した線量計がほしいと思い、今年も参加させていただきました。もう一つの理由は単純にこのセミナーが楽しかったので、もう一度参加しようと思いました。

このセミナーの楽しいところは何といっても半田付けです。半田付けは中学生の時、授業でラジオを作った時以来ではじめは緊張しましたが、半田付けしたところが富士山の稜線のような形にできたときは、すごく気持ちいいです。抵抗やホトダイオード、オペアンプを半田付けしていき、少しずつ基盤ができてくるのがまた嬉しく感じます。



半田付け・組み立て作業風景

昨年作製した線量計と違うところは、線量計の基盤が専用のものになり、基盤を改造する手間がなくなったところです。前はやや複雑な作業もありましたが、今回はすこし簡単になりました。ただ、乳腺用の線量計は一般撮影用のものより少し作業が多いです。管電圧が 26kV, 28kV, 30kV, 32kV で切り替えできるスイッチがついていて、その 4 つのエネルギーでは校正定数がほぼ 1 で測定することができます。違う電圧を測定した場合でも単純に値を比較できるので、測定したときにわかりやすいです。

電気工学や回路図についての知識は全然ないのですが，少人数のセミナーで，講師の先生方がわかりやすく教えてくださるので，今回も楽しく作製することができました。

自分で作成した線量計は，とても愛着がわきます。作成した線量計の正常な動作を確認できたときは達成感があります。この作製した線量計を活用し，機器の線量測定・管理をすることで，患者さんに安心安全な放射線検査を提供できるよう努めていきたいと思います。

最後になりますが，セミナーの準備・ご指導をしてくださった講師の皆さま，スタッフの皆さまに感謝申し上げます。



半田付け・組み立て作業風景



講義風景



校正作業風景

セミナー参加の感想

第5回 簡易線量計作製セミナーに参加して（首都大学東京）

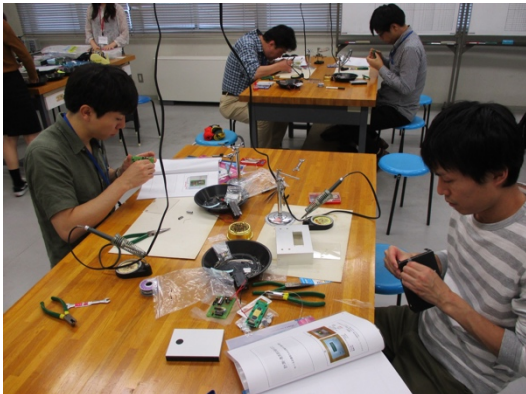
玄々堂君津病院

藤原 敏晴

診療放射線技師の業務は多岐に渡り，それら全てが順番をつける事無く一様に大切な事ではありますが，被ばくの管理と装置の保守管理については，特に重視すべき事項であると思います。その事を考えた時，以前から線量計の必要性を感じており，本企画である簡易型線量計作製セミナーの開催を知り，線量計の所有，線量計の活用方法，また他施設おいての被ばく管理や装置の保守管理についての情報収集を目的として参加致しました。

今回のセミナーでは，二日間の日程になっており，初日は線量計の作製，二日目は校正となっています。まずは，線量計の概要と特性等の説明があり，次に作製へと移ります。基板から作りますので，はんだ付けを行います。そのコツから教えて頂きますので初心者でも安心です。作業自体は作製資料が配布されたので，その資料を見ながら進めていく形になりますが，手順に迷っても常時講師の方がいますので，その都度確認しながら作業を進めていく事が出来ます。

校正では一緒に立ち会う事ができ，貴重な経験をさせて頂きました。セミナー後には懇親会も企画されており，とても有意義な場でありました。



半田付け作業風景



校正作業風景

本セミナーでは、線量計作製だけに留まらずDRLとの関連から、その測定方法についての講義もあり、使用方法について考えた時に実践的な内容で意義のあるものでした。DRLと自施設の線量比較においては計算ソフトによる算出で対応している施設もあると思います。当院においても計算による値との比較です。線量の実測を行うことは計算ソフトによる線量評価では得られない新しい視点や発見があり、それにより種々の事柄について本質的な理解が深まり、日々の業務における問題点を解決する材料になると考えています。しかしながら、線量計自体を所有する施設は少ない事、また線量計を持っても校正の問題等で使用が難しいなど、多くの施設では実測したくともできない状況があると思います。私自身、診療放射線技師という道を歩んで行く中で線量の実測は重要な事と位置付けていますが、それができない現状に悩んでおりました。このような事を背景とした時、本セミナーの意義が見えて来るのではないのでしょうか？

今回作製した線量計は一般撮影領域のもので、その検出部の特性等から使用に対しては少し制限がありますが、それでも線量計を手にする事ができるという意味合いは非常に大きく大変意義のある事だと思います。本セミナーに参加した事で、被ばく管理や装置のQA/QCについて向き合うための一つのツールを手に入れることが出来たと考えており、そのツールを生かして診療の向上に役立てていければと思います。

最後にセミナーの開催にあたり、ご講義頂いた講師の方々、ならびに関係者の方々にこの場を借りて感謝を申し上げます。



B 班の参加者とスタッフ

セミナー参加の感想

第6回 診断参考レベル活用セミナーに参加して（新潟）

新潟県立中央病院 放射線科
（現 新潟県職員労働組合医療部）
大嶋 友範

2017年9月3日に新潟大学医歯学総合病院で開催されたセミナーに参加した。このセミナーには、新潟県内だけでなく宮城県・山形県からの参加者も含め計16人の参加があった。我々、臨床現場で勤務をする診療放射線技師は、日常の撮影業務に追われ、入職時に先輩から教えてもらった線量を基準に撮影をしていると思われる。つまり、自分が用いている線量が、検査内容や患者に対して適正なのかじっくり考えないまま日々の業務を行っているのではないだろうか。そういった中で、今回のセミナーに参加することで、改めて被ばく低減について考えることができた。

午前は座学主体の講義であり、診断参考レベルの概念、今後の展望、モダリティごとの線量測定方法を学び、午後からは実習を行った。実習については、時間や施設の都合上、測定器で実測することはできなかったため、与えられた実測値を元にシートを使い、学生時代以来の関数電卓を用いて線量計算を行った。この際、講師からは有効桁数の使い方や各測定器の細かな配置方法など、教科書に書いていないような注意点や「コツ」を聞くことができた。

私は、マンモグラフィの精度管理や放射線治療に携わったことがあるため、半価層の測定法や線量計の取り扱いが容易に理解することができた。しかし、一般撮影・CTの線量測定については、学生時代の実験以来であり、測定器とファントムの設置方法など改めて学習することができた。

このセミナーに参加して感じたことは、まずは測定器を使った実測の必要性である。しかし、実際に測定しようとしても多くの中小規模の施設では、線量計やファントムなどの各種測定器を持っていないのが現状である。ただし、そのような場合は、大学など近隣の専門施設から機器を借りた上で、まずは失敗しながらも測定することが重要だ。その実測値を診断参考レベルと比較することで自施設の線量がどのような水準にあるのか、確認をすることが必要だ。

我々診療放射線技師は、医療放射線管理のプロとして、経験則で線量を決めるのではなく、エビデンスに基づく線量を用いなければならない。さらにその線量をスタッフ全員で共有し、施設としてどこまで被ばくを低減できるのか、医師も巻き込んだ上で、線量適正化の取り組みを進めることが重要だ。

セミナー参加の感想

第6回 診断参考レベル活用セミナーに参加して（新潟）

新潟市民病院 放射線技術科
服部 正明

今回、第6回診断参考レベル活用セミナーに参加させて頂きました。

以前から診断参考レベルには興味はあったのですが、名前を知っている程度でどう利用していけばいいのか分かりませんでした。

今回のセミナーでは、午前中に放射線防護の話や診断参考レベルについての講義がありました。診断参考レベルがどのように作成されたか、またどのように活用していけばいいのかを聞くことが出来てとても勉強になりました。

午後からは、実際に診断参考レベルと比較するために、一般撮影、マンモグラフィ、CT の計測方法について学びました。今までは計測と聞くと複雑なイメージを持っていました。しかし、講師の先生方がとても分かりやすくポイントを解説してくださり、また実際に計算をすることで計測においてなにが重要なのかを理解することが出来ました。

今回のセミナーで学んだことを活かして、自分の病院の撮影の線量を診断参考レベルと比較し、撮影条件の最適化に取り組みたいです。

セミナー参加の感想

第8回 診断参考レベル活用セミナーに参加して（東京）

NTT 東日本関東病院

勝部 祐司

2018 年 1 月 21 日に NTT 東日本関東病院で開催された第 8 回診断参考レベル活用セミナーに参加致しました。今回参加しようと思ったきっかけは、私が勤務している病院で行われるということもありましたが、それよりも講師の方々がその道のエキスパートであったという所に魅かれて参加しました。

講習会の内容としましては座学と実習のプログラムが組まれており、座学では放射線計測や防護に必要な単位の話から診断参考レベルの概要についての話、実習では組まれていなかった血管撮影における線量測定方法の話がありました。私自身、診断参考レベルについて存在は知っていたのですが、その目的や意味の捉え方、各モダリティでのデータ解析や活用方法について勉強していなかったため、今回の講義で理解することが出来ました。実習については一般撮影・乳房撮影・CT の診断参考レベルで評価する線量測定方法について、実際の装置を用いながら講義を受けました。電離箱線量計の表示値である照射線量からどのように入射表面線量や平均乳腺線量、CTDI に変換されるのかを手計算で行ったため、久々の関数電卓と向き合って計算しました。講師の方々は線量測定において様々な知識や経験を持っており、測定の注意事項やコツについても教えて頂きました。各モダリティで 50 分の講義時間でしたが、時間が経つのが早く、私自身も測定を経験した中から質問したかったのですが、時間が足りずであったと感じています。

座学と実習を踏まえて大変有意義な時間を過ごせたと思っております。

最後になりましたが、このセミナーを企画して頂きました日本放射線技術学会放射線防護部会と放射線計測部会の委員の皆様、セミナーの準備と実習の補助をして頂きました NTT 東日本関東病院のスタッフの皆様に心より感謝申し上げます。

セミナー参加の感想

第8回 診断参考レベル活用セミナーに参加して（東京）

稲城市立病院 放射線科
小浴 恵

2018年1月20日 NTT 東日本関東病院にて開催された「診断参考レベル活用セミナー」に参加いたしました。厚かましくも一応のことはわかっているつもりでいましてのでどちらかというと測定の実習をさせていただけるということに引かれて参加しました。

講義では DRL は最適値や限度値ではなく、今の日本でこの線量で検査できているなら普通と言って良いという目安だということを改めて確認しました。もし大きく超過しているなら原因を検討して必要な対処をする必要がありますよ、ということをお教わりしました。装置が旧式に過ぎる、経年で劣化が激しい、きちんと管理されてなくて無駄な被曝をさせている、という事があるのかもしれない。その場合、撮影法などを見直す、お金をかけてでもメンテナンスをする、場合によっては装置更新をする、などの対処に根拠を提供することにもなる。検査法が特殊で臨床上必要であるなら超過していてもそれは別に問題ではない。そういった DRL の理解と使いかたを改めて学びました。その点で、DRL 自体時期をおいて見直していくべきもの、この線量以下という値だけでなくこれ以上という値も提示していく必要があるかもしれないといったお話は印象的でした。

もちろん提示される DRL の値と意味を知っても、自施設の装置でどの程度の線量で検査しているのかを測定していなければ何も役にたちませんので、測定法と計算方法の体得が必要です。担当しているマンモグラフィはともかく、ほかのモダリティについては何をどう測るのかということから曖昧でしたのでともかく興味津々で受講しました。実際にセットアップされたファントムやチェンバを見ながら、勘所やコツまで話していただき大変実践的な実習になりました。測定結果から計算する過程は実際に電卓を叩きながら体験できましたが、「電卓を叩くこと」そのものも久しぶりだと思うようにいかないことに呆然とし、ちょっとショックを受けました。たまにはやっていただけたらいいなあ。

2015 年 DRLs2015 が発表された直後、私の所属病院でも各モダリティの担当者に対し「DRL とは何か？ 当院の装置は基準を満たしているのか？」という報告を要請された事がありました。その際、DRL は”適切に管理されている装置で標準的な検査を行っている場合は概ねこの程度の線量(以下)になるのが普通”という目安であって”基準を満たす”と言うのとは違うと言うようなことを話した記憶があります。私が担当しているのはマンモグラフィなのですが、当時 CR 撮影機と FPD 搭載機の 2 台運用で、装置間で平均乳腺線量は当然異なることもなかなか上手く伝えられなくて歯がゆく思いました。やはり新しく制定された線量限度の類、値の評価も優劣と受け止められていたのだと思います。

この度セミナーに参加しながら当時のことを思い出し、せっかく提示されている DRL をちゃんと活用する努力をしなくちゃいけないなあと思いました。

第8回 DRL セミナー（東京）セミナー風景写真



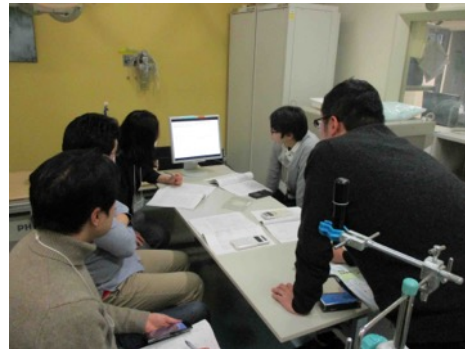
講義の様子



血管撮影装置での実習



一般撮影の測定実習



一般撮影の測定実習



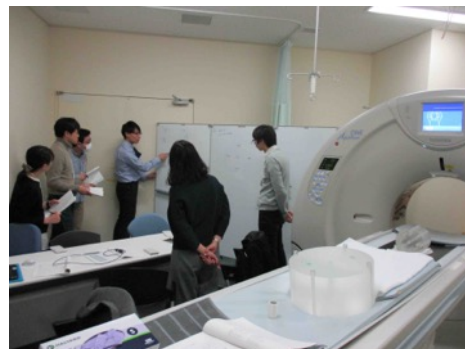
乳房撮影の測定実習



乳房撮影の測定実習



X線 CT 装置での測定実習



X線 CT 装置での測定実習

平成29年度事業報告

1. 第73回総会学術大会：パシフィコ横浜（4月13日～16日）

・第49回計測専門部会：4月15日（土）

- 1) 教育講演6 司会 稲城市立病院 落合幸一郎
「医療における目の水晶体に対する線量評価」

量子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研究所 赤羽 恵一

- 2) シンポジウム 座長 稲城市立病院 落合幸一郎
名古屋大学 小山 修司

テーマ：「面積線量計について学ぼう！」

1. 面積線量計の基礎

トーレック株式会社 中沢 洋

2. 血管撮影領域での面積線量計の活用

山梨大学医学部附属病院 坂本 肇

3. 口腔領域のX線撮影における面積線量計の測定と評価

創聖健康保険組合診療所 遠藤 敦

4. 一般撮影部門における面積線量計の活用法

川崎市立川崎病院 三宅 博之

3) 教育講座入門編5 4月15日（土）

「放射線計測と単位1 -放射線場の強さ-」

藤田保健衛生大学 浅田 恭生

4) 教育講座専門編1 4月14日（金）

「放射線計測の実際3 -CTDI-」

東京慈恵会医科大学附属柏病院 庄司 友和

2. 第45回秋季学術大会：広島国際会議場（広島）（10月19日～10月21日）

・第50回計測専門部会：平成29年10月20日（金）

- 1) シンポジウム 司会 首都大学東京 加藤 洋
「サーベイメータのTopics」

株式会社日立製作所 中西 良和

- 2) シンポジウム 司会 東京慈恵会医科大学附属病院 庄司 友和
筑波大学 関本 道治

テーマ：「正しくサーベイメータを使えていますか？」

1. サーベイメータの測定方法をもう一度理解しよう

千代田テクノル 池澤 芳紀

2. サーベイメータの校正（校正機関）

茨城県立医療大学 佐藤 斉

3. サーベイメータの校正（標準センター）

京都医療科学大学 堀井 均

4. サーベイメータを用いた漏えい線量の測定

医建エンジニアリング 細沼 宏安

3) 入門講座 10月19日（木）

「発光現象を利用した放射線線量測定」

茨城県立医療大学 佐藤 斉

4) 専門講座6 10月20日（金）

「エネルギースペクトルの測定の理論的基礎と応用について学ぶ」

金沢大学附属病院 能登 公也

5) 教育委員会企画2「部会セミナー紹介」 10月19日（木）

「計測部会セミナー」

東京慈恵会医科大学附属病院 庄司 友和

3. 簡易線量計作成セミナー 開催

1) 第4回簡易線量計作成セミナー

日時：平成29年9月9日（土）～10日（日）

場所：九州大学

（日本放射線技術学会九州支部共催） 参加者9名

2) 第5回簡易線量計作成セミナー

日時：平成29年9月16日（土）～18日（月）

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 A班10名、B班8名

4. 診断参考レベル（DRL）セミナー（放射線防護部会共催）

1) 第5回診断参考レベルセミナー

日時：平成29年6月18日（日）

場所：熊本大学医学部附属病院（熊本市） 参加者24名

2) 第6回診断参考レベルセミナー

日時：平成29年9月3日（日）

場所：新潟大学医歯学総合病院（新潟市） 参加者15名

3) 第7回診断参考レベルセミナー

日時：平成29年11月19日（日）

場所：名古屋市立大学病院（名古屋市） 参加者20名

4) 第8回診断参考レベルセミナー

日時：平成30年1月21日（日）

場所：NTT 東日本関東病院（東京都） 参加者26名

5. 第7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1名派遣)
日時：平成29年9月2日(土)
場所：広島赤十字・原爆病院 参加者 68名
6. 計測部会誌「Vol.25, No.1, 通巻49」「Vol.25, No.2, 通巻50」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
開催日：平成29年9月24日
会 場：名古屋大学(名古屋市)

平成30年度事業計画

1. 第74回総会学術大会：パシフィコ横浜（4月12日～15日）

・第51回計測専門部会：4月13日（金）8:50～9:50

- 1) 教育講演2 司会 首都大学東京 加藤 洋
「眼の水晶体線量標準の開発」
産業技術総合研究所 分析計測標準研究部門 黒澤 忠弘
- 2) シンポジウム 9:50～11:50 座長 茨城県立医療大学 佐藤 斉
金沢大学医学部附属病院 能登 公也
- テーマ：「3mm 線量当量についての最近のトピックス」
1. 個人線量計の国際規格と JIS 規格 公益社団法人日本アイソトープ協会 中村 吉秀
2. 心臓カテーテルスタッフの水晶体線量 東北大学大学院医学系研究科 千田 浩一
3. 3mm 線量当量線量計を用いた IVR 術者の水晶体等価線量の測定 大阪物療大学 今井 信也

- 3) 専門部会講座（計測） 4月14日（土）8:00～8:45
「検出器の回路と特性」 筑波大学 関本 道治
- 4) 専門部会講座（計測） 4月15日（日）8:00～8:45
「照射線量と吸収線量」 名古屋大学 小山 修司

2. 第46回秋季学術大会：仙台国際センター（仙台市）（10月4日～10月6日）

・第52回計測専門部会：（日程予定）

- 1) 教育講演：「（仮）管理区域と法令、線量管理」
- 2) シンポジウム：
テーマ「（仮）震災からの復旧に向けて考える。管理区域の安全と線量管理」
1. （仮）放射線治療領域
2. （仮）核医学診断領域
3. （仮）診断領域
4. （仮）臨時の管理区域設定
- 3) 教育講座入門編 日程未定
「漏洩線量の測定法」 筑波大学 関本 道治
- 4) 教育講座専門編 日程未定
「診断領域検出器のトレーサビリティ」 稲城市立病院 落合幸一郎

3. 簡易線量計作成セミナー 開催予定

1) 第6回簡易線量計作成セミナー

日時：平成30年9月15日（土）～16日（日）

場所：京都医療科学大学（園部市）

（日本放射線技術学会近畿支部共催） 参加募集 14 名

2) 第7回簡易線量計作成セミナー

日時：平成30年9月22日（土）～23日（日）

場所：徳島大学（徳島市）

（日本放射線技術学会中国四国支部共催） 参加募集各 14 名

4. 計測部会誌「Vol.26, No.1, 通巻 51」「Vol.26, No.2, 通巻 52」の電子ジャーナル発行

5. 部会委員会の開催4回予定

6. 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希望者に送付（一週間程度）

7. 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：9月予定

会場：首都大学東京（東京都荒川区）

診断領域線量計標準センターご利用案内

計測部会長 加藤 洋

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

(平成 29 年 9 月 24 日 現在)

地区	設 置 施 設 名	住 所 (電 話)	責任者名	取扱担当者名
北海道地区	北海道大学 医学部 保健学科 放射線技術科学専攻	〒060-0812 札幌市北区北 12 条西 5 丁目 TEL 011-706-3411	石川 正純 masayori@med.hokudai.ac.jp	石川 正純 masayori@med.hokudai.ac.jp
東北地区	東北大学 医学部 保健学科 放射線技術科学専攻	〒980-8575 仙台市青葉区星陵町 2-1 TEL 022-717-7943	千田 浩一 chida@med.tohoku.ac.jp	小倉 隆英 ivan@med.tohoku.ac.jp
関東地区	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 4669-2 TEL 029-840-2192	佐藤 斉 satoh@ipu.ac.jp	佐藤 斉 satoh@ipu.ac.jp
西東京地区	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 TEL 03-3418-9545、9548	佐藤 昌憲 masasato@komazawa-u.ac.jp	佐藤 昌憲 masasato@komazawa-u.ac.jp
東東京地区	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 TEL 03-3819-1211	加藤 洋 katoh@tmu.ac.jp	加藤 洋 katoh@tmu.ac.jp
北陸地区	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 金沢市小立野 5-11-80 TEL 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
東海地区	名古屋大学大学院 医学系研究科	〒461-8673 名古屋市東区大幸南 1-1-20 TEL 052-719-1595 Fax 052-719-1596	小山 修司 koyama@met.nagoya-u.ac.jp	小山 修司 koyama@met.nagoya-u.ac.jp
関西地区	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 TEL 0771-63-0066	堀井 均 hhorii@kyoto-msc.jp 赤澤 博之 akazawa@kyoto-msc.jp	堀井 均 hhorii@kyoto-msc.jp 赤澤 博之 akazawa@kyoto-msc.jp
中国地区	広島大学大学院 医歯薬保健学研究院 (歯科放射線学)	〒734-8553 広島市南区霞 1-2-3 TEL 082-257-5691	大塚 昌彦 otsuka@hiroshima-u.ac.jp	大塚 昌彦 otsuka@hiroshima-u.ac.jp
四国地区	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 徳島市蔵本町 3-18-15 TEL 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)
九州地区	九州大学大学院 医学研究院保健学部門	〒812-8582 福岡市東区馬出 3-1-1 TEL 092-642-6722	納富 昭弘 nohtomi@hs.med.kyushu-u.ac.jp	川窪 正照 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

JSRT 秋季大会（広島）では、「サーベイメータ」を改めて見直す意味も込めてシンポジウムを開催させて頂きました。サーベイメータは、これからも普及する重要な測定器の一つであります。今回、教育講演、シンポジウムを通じて、測定方法や管理、校正など、改めて見直すことが出来たと思っております。担当して頂きました演者の先生方に心より感謝申し上げます。

ちなみに、右図に写る方々が手にしているのはサーベイメータではありません（笑）。



原爆ドームを撮る姿を激写(撮影:関本)

計測部会委員 関本 道治（筑波大学）

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		加藤 洋	首都大学東京	
浅田 恭生	藤田保健衛生大学		庄司 友和	東京慈恵会医科大学附属病院
落合 幸一郎	稲城市立病院		関本 道治	筑波大学
小山 修司	名古屋大学		能登 公也	金沢大学附属病院
佐藤 斉	茨城県立医療大学		源 貴裕	兵庫医科大学病院

計測部会誌 Vol. 26, No. 1, (通巻 51)

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 2018 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 加藤 洋