

放射線防護部会誌

Vol.16 No.1 (通巻 42)

●巻頭言 放射線防護と画質の関係について

放射線防護部会 委員 西丸 英治

●Educational Lecture 6/教育講演 6 (放射線防護部会)

Worldwide Trend in Occupational Radiation Protection in Medicine

University of Malaya Kwan-Hoong Ng

The Current Status of Eye Lens Dose Measurement in Interventional

Chulalongkorn Anchali

Cardiology Personal in Thailand

University Krisanachinda

●42nd. Radiation Protection Section/第 42 回放射線防護部会

Consider about the Non-uniform Exposure for Medical Staffs (放射線診療従事者の不均等被ばくを考える)

1. Definition and Consensus of 1-cm Dose Equivalent

セントメディカル・

(1cm 線量当量の定義と意味)

アソシエイツ LLC

広藤 喜章

2. The Non-uniform Exposure of Medical Staffs in General Radiography

浜松医科大学医学部

(一般撮影での不均等被ばく)

竹井 泰孝

附属病院

3. The Non-uniform Exposure in Interventional Radiology

藤田保健衛生大学

(血管造影・透視での不均等被ばく)

横山 須美

4. The Non-uniform Exposure of Medical Staffs in X-ray Computed

九州医療センター

Tomography Examination (X 線 CT での不均等被ばく)

宮島 隆一

●Advanced Course 4 (Radiation Protection)/専門講座 4 (放射線防護)

The Radiological Protection in a Nuclear Power Plant Accident

福島県立医科大学

(原子力発電所事故における放射線防護)

長谷川 有史

●Basic Course 2 (Radiation Protection)/入門講座 2 (放射線防護)

Reconsider of the Radiation Exposure in CT Scans

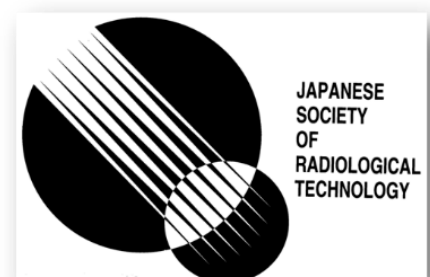
広島大学病院

(CT 検査の被ばくを考える)

西丸 英治

●第 7 回放射線防護セミナーを受講して

●防護分科会誌インデックス



放射線防護と画質の関係について

西丸 英治
放射線防護部会 委員

平成 27 年度より、日本放射線技術学会 放射線防護部会の委員となり一年が過ぎました。なかなか慣れない中で委員の皆様にご迷惑をおかけしながらあっという間に過ぎた一年だったと思います。私は、会誌の編集担当を仰せつかりまして常に奮闘しております。皆様に読みやすい会誌を目指し、これから努力していきたいと思います。今後ともよろしくお願い致します。

さて、私はこれまで computed tomography (CT) の画質評価法や画質改善の手法の開発などを中心に研究活動を行ってきました。一見、画質は放射線防護にあまり関係がないようにも思われる方もおられると思います。“放射線防護”という言葉の思い起こしたとき、皆様は 2011 年 3 月 11 日に東日本大震災での福島第一原子力発電所の事故を真っ先に思い出される方が多いのではないのでしょうか。この事故でこれまでの原子力発電所の安全神話は完全に崩れ、国民の皆様に放射線防護に関する関心が高まったのではないかと思います。この事故の影響は、医療現場にもやってきました。当時は対応に追われた方も多くおられると思います。特に CT 検査の被ばくは、放射線画像診断の中でも比較的撮影線量が多いため、患者様からの放射線の影響について問い合わせが多くあったと記憶しています。釈迦に説法となりますが、放射線防護の目的を考えますと“放射線の有効利用”がもっとも重要ではないかと思います。有効は“効きめがあり役に立つこと”です。これは医療現場において不利益よりも利益が上回ることであり、CT 検査にも当てはまることです。CT 装置は、1968 年に開発され医療現場に導入されてから 40 年以上経過しました。CT 装置がどれほど医療に貢献してきたかは世界中で知られていることです。CT 装置の技術開発の歴史を振り返ると、まず開発のターゲットは空間分解能の向上でした (1.0→0.25 mm)。続いて、スキャンスピード (時間分解能) の向上が主な開発ターゲットとなりました。(1 万→10 秒以下, 35 cm スキャン時)。このとき高速で回転しながらデータの収集効率が求められ、副産物として低コントラスト検出能も向上していきました。現在では、X 線自動露出機構、逐次近似法に代表される撮影線量の減少、すなわち被検者の被ばく線量の低減が開発のターゲットとなっています。“画質”は、CT 装置の開発と共に向上し、平行して性能に対応する画質評価法も開発されてきました。元来、画質評価はフィルムや機器開発等の指標を論じるために必要であった手段でしたが、現在では主にエビデンスを求める手段になっていると感じます。画像は、被ばく線量を低減すればノイズは増加し、低コントラスト検出能に悪影響が出てきます。反対にノイズを低減すれば空間分解能が犠牲となります。われわれは、撮影線量を有効に活用するために病変の特徴や装置に合った撮影プロトコルやヨード造影剤の注入方法等の検討を常に行いエビデンスを求める必要があると考えます。

放射線防護と画質、一見関係がないように思えますが、基準の画質を考えると“放射線防護”はもっとも本質的でエビデンスとなる学問であると思います。

目次

●巻頭言 放射線防護と画質の関係について

放射線防護部会 委員 西丸 英治 . . . 1

●目次 2

●Educational Lecture 6/教育講演 6 (放射線防護部会)

日時 2016 年 4 月 16 日(土) 13 : 00~15 : 00 (414+415)

Worldwide Trend in Occupational Radiation Protection in Medicine

University of Malaya Kwan-Hoong Ng . . . 3

The Current Status of Eye Lens Dose Measurement in Interventional Cardiology Personal in Thailand

Chulalongkom University Anchali Krisanachind . . . 4

●42nd. Radiation Protection Section/第 42 回放射線防護部会

Consider about the Non-uniform Exposure for Medical Staffs (放射線診療従事者の不均等被ばくを考える)

日時 2016 年 4 月 16 日(土) 15 : 00~17 : 00 (414+415)

1. Definition and Consensus of 1-cm Dose Equivalent (1cm 線量当量の定義と意味)

セントメディカル・アソシエイツ LLC / 名古屋医療センター 広藤 喜章 . . . 5

2. The Non-uniform Exposure of Medical Staffs in General Radiography (一般撮影での不均等被ばく)

浜松医科大学医学部附属病院 竹井 泰孝 . . . 10

3. The Non-uniform Exposure in Interventional Radiology (血管造影・透視での不均等被ばく)

藤田保健衛生大学 横山 須美 . . . 14

4. The Non-uniform Exposure of Medical Staffs in X-ray Computed Tomography Examination

(X 線 CT での不均等被ばく)

九州医療センター 宮島 隆一 . . . 16

●Advanced Course 4 (Radiation Protection)/専門講座 4 (放射線防護)

日時 2016 年 4 月 15 日 (金) 12 : 00~12 : 45 (F201+202)

The Radiological Protection in a Nuclear Power Plant Accident (原子力発電所事故における放射線防護)

福島県立医科大学 長谷川 有史 . . . 21

●Basic Course 2 (Radiation Protection)/入門講座 2 (放射線防護)

日時 2016 年 4 月 16 日 (土) 12 : 00~12 : 45 (503)

Reconsider of the Radiation Exposure in CT Scans (CT 検査の被ばくを考える)

広島大学病院 西丸 英治 . . . 25

●第 7 回放射線防護セミナーを受講して 31

●防護分科会誌インデックス 33

・部会内規 43

・編集後記 44

・入会申込書 45

・防護部会委員会員名簿 46

Worldwide Trend in Occupational Radiation Protection in Medicine

Kwan-Hoong Ng, Ph.D.

Department of Biomedical Imaging University of Malaysia

UNSCEAR 2008 reports worldwide 3.6 billion diagnostic radiology examinations, 33 million nuclear medicine examinations or therapy procedures and 5.1 million radiotherapy procedures per year are performed. The largest contribution to medical occupational exposure is from interventional procedures due to the increasing number of procedures per year and the complexity of procedures.

Occupational exposure is defined as all exposures of radiation workers incurred in the course of their work (with the exception of exposures excluded from the basic safety standard (BSS) and exposures from practices or sources exempted by the BSS). Requirements for protection against occupational exposure are given in the BSS, while the recommendations on how to meet these requirements are given in the IAEA Safety Guidance on Occupational Radiation Protection, RS-G-1.1 and 1.3. Protection and safety are optimized in accordance with the requirements of the BSS and shall involve workers, through their representatives; establish and use constraints as part of optimization of protection and safety. The BSS defines dose constraint as: “For occupational exposures, dose constraint is a source-related value of individual dose used to limit the range of options considered in the process of optimization”. Anticipated individual doses should be compared with the appropriate dose constraints and protective measures should be taken to keep doses below dose constraints.

In the Joint IAEA and WHO Position Statement on the Bonn Call-for-Action (2012), Action 6 highlights occupational radiation protection which focuses on increase availability of improved global information on medical exposures and occupational exposures by:

- Improve collection of dose data and trends on medical exposures globally, and especially in low- and middle-income countries, by fostering international co-operation;
- Improve data collection on occupational exposures in medicine globally, also focussing on corresponding radiation protection measures taken in practice;
- Make the data available as a tool for quality management and for trend analysis, decision making and resource allocation.

This paper presents a survey of occupational exposure in diagnostic radiology, interventional radiology and cardiology, nuclear medicine, radiotherapy and dental radiology; and discusses strategies and recommendations on improving optimization in occupational exposure.

The Current Status of Eye Lens Dose Measurement in Interventional Cardiology Personnel in Thailand

Anchali Krisanachinda, Ph.D.

Chulalongkorn University

Workers involved in interventional cardiology procedures receive high eye lens dose if protection has not been used. Currently, there is no suitable method for routine measurement of eye dose. In this study, the eye dose in terms of Hp (3) of the cardiologists, nurses and radiographers for interventional cardiology procedures have been measured. The optically stimulated luminescence (OSL) dosimeter is used to measure occupational exposure and the eye lens dose for 31 interventional cardiology personnel. The first badge is set under the lead apron; the second is placed at the left collar for cardiologist and right collar for nurse. Nano dot OSL dosimeter is taped on skin near the end of the eyes for the period of 2 month exposures.

A total of 31 exposed were examined from interventional cardiology personnel. The mean eye dose for the cardiologists, nurses and radiographers would be demonstrated. The results are compared to the current dose limit for the eye lens of radiation worker and the detection of the cataract would be reported.

テーマ「Consider about the Non-uniform Exposure for Medical Staffs」

(放射線診療従事者の不均等被ばくを考える)

1) Definition and Consensus of 1-cm Dose Equivalent

(1cm 線量当量の定義と意味)

広藤 喜章

セントメディカル・アソシエイツ LLC

国立病院機構名古屋医療センター 臨床研究センター

1. はじめに

国際放射線防護委員会（International Commission on Radiological Protection : ICRP）は、放射線の有害な影響を制限するための概念や指針を策定する。当初は、医療放射線への応用を念頭とし、医療放射線従事者の健康を考えることがスタートであった。放射線被ばくの制限を目的とした、リスクを表す概念として「実効線量」¹⁾ という量で示している（初期の定義は 1978 年（ストックホルムの ICRP 会議）の実効線量当量²⁾）。一方、電離放射線の生物効果は、飛跡に沿ったエネルギー沈着の特性、特に電離密度と強く相関していると考えられている。当初、人体への影響は線量との比例関係にあるとして、吸収線量よりそのリスクを考えていた。しかし、実際には放射線の種類と組織や臓器などにより異なることが分かってきた。これらを総合的に評価した概念が「防護量」である。しかし、これらの値は直接測定できないため、放射線モニタリングにおける量として使用できない。ここで登場するのが「線量当量」という概念である（図 1 参照）。今回、これらの定義や意味を整理し、また、2010 年に勧告された ICRP Publication 116³⁾ についても簡単に解説を行う。

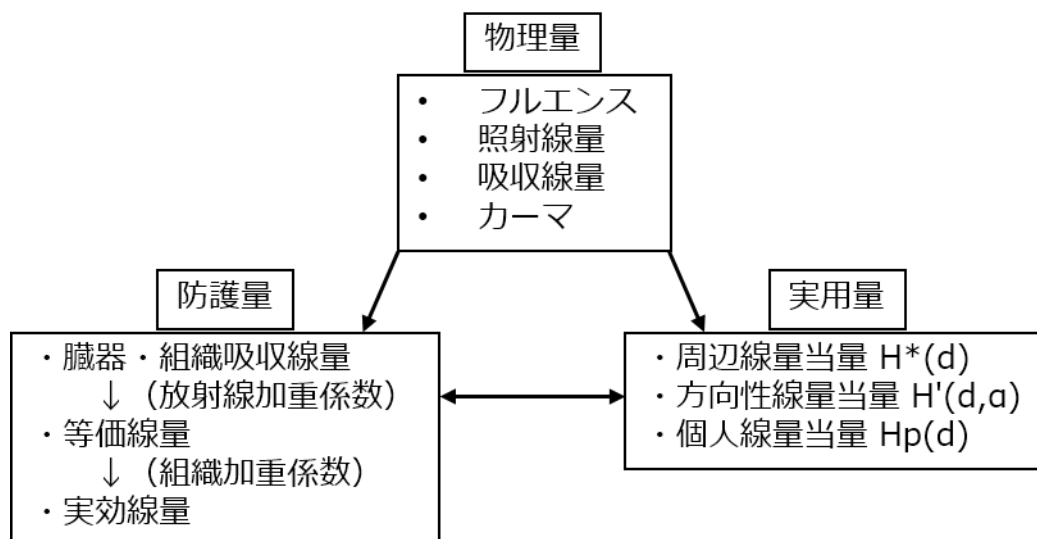


図 1 放射線防護における線量体系

2. 防護量（等価線量・実効線量）

先に述べた，放射線被ばくに対する人体影響を評価する防護量とは，後で述べる線量当量の概念から始まり「等価線量」，「実効線量」へと発展した値である．これらは測定可能な「吸収線量」より換算し求めることが出来る．吸収線量は，様々な種類の電離放射線にも，色々な角度からの照射ジオメトリに対しても用いられる．しかし，人体への影響は放射線の種類やエネルギーによって異なるため，これらを考慮したものが等価線量である．等価線量は，吸収線量に放射線の種類による重みづけを掛け合わせて計算される．この重みづけが，「放射線加重係数」であり，表1および図2に示す⁴⁾．これに対し，人体全体の影響を考慮したものが実効線量であり，組織等価線量の加重和として示される．この各臓器・組織ごとに与えられた加重を「組織加重係数」と呼び，表2に示す⁴⁾．一方，2つの防護量とも「Sv」という単位で示されるため，どちらの線量単位として示されているのかを把握しておかなければ，混乱をきたす要因となりうる．

表1 放射線加重係数⁴⁾

放射線のタイプ	放射線加重係数
光子（X線、ガンマ線など）	1
電子とミュオン粒子	1
陽子と荷電パイ中間子	2
アルファ線、核分裂片、重イオン	20
中性子線	中性子エネルギーの連続関数 ^{図2)} (2.5~20)

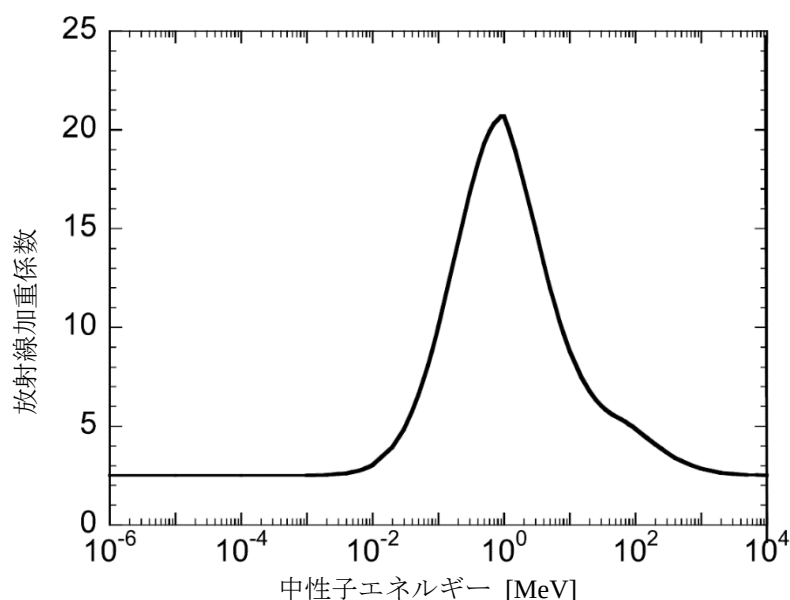


図2 中性子の放射線加重係数⁴⁾

表2 組織加重係数⁴⁾

組 織	組織加重係数
骨髄, 乳房, 結腸, 肺, 胃	0.12
生殖腺	0.08
膀胱, 食道, 肝臓, 甲状腺	0.04
骨表面, 脳, 唾液腺, 皮膚	0.01
-残りの組織-	
副腎・胸郭外領域・胆嚢・心臓・腎臓・ リンパ節・筋肉・口腔粘膜・睪臓・ 前立腺・小腸・脾臓・胸腺・子宮/頸部	0.12

3. 実用量（線量当量）

人体への影響を考える際に必要な物理量は各臓器や組織の平均吸収線量であるが、人体内部を直接測ることはできない。したがって、防護量（等価線量、実効線量）としても直接測定できないため、放射線モニタリングにおける量として使用することはできない。しかし、放射線業務従事者に、放射線障害防止法や医療法施行規則等、ALARA（as low as reasonably achievable）原則などの線量限度を適用させるためには、何らかの概念が必要となってくる。ここで登場するのが、国際放射線単位測定委員会（International Commission on Radiation Units and Measurements：ICRU）が定義した実用量とされる「線量当量」⁵⁾である。ICRUは外部被ばくに関する計測可能な量として、ある点当たりの吸収線量に基づく実用量を定義している。

4. 各種線量当量

線量当量は、周辺線量当量、方向性線量当量、個人線量当量などの定義があり、これらを下記にて解説する。

・周辺線量当量 $H^*(d)$

直径30cmの球形状の人体等価ファントム（人体軟組織に近い元素組成を持つ物質）に放射線が平行に一樣に入射したときの、球表面から深さ d cm で生じる線量当量である（図3左参照）。全身の被ばくに対応する場合、すなわちこれを実効線量として評価する場合には1cmの深さの値が使われるため、1センチメートル線量当量と表現される場合もある。測定を行った空間の線量を表す単位であり、一般に測定器を用いて空間線量測定を行う際はこの単位となる。しかし、臓器や組織の多くは人体の表面から1cmより深い場所にある。周辺線量当量（1cm線量当量）は、常に実効線量よりも高い値に見積もられているといえる。そこで、

$$1\text{cm 線量当量} = \text{実効線量}$$

という実用量として周辺線量当量を用いれば、安全側に立った放射線被ばく管理ができることとなる⁶⁾。したがって、当然のことながら、場と個人線量の“Sv”は異なる値を示す。

・方向性線量当量 $H'(d, \alpha)$

角度 α における、深さ d cm での線量当量である。測定器で計測した場合、放射線の種類や照射状況によっては測定面の向きにより感度が変わる場合がある。そこで、方向により線量が変わること考慮した単位として使用する。通常は線量が最大になる角度を見つけ、その角度による最大値を用いるので、角度 α については記載しないことが一般である。

・個人線量当量 $H_p(d)$

上記 2 つは空間での線量を考慮したものに対し、人体として表したものがこの単位となる。これは、人体のある点における、深さ d cm の線量当量として示される。校正は、空間で使用した球と異なり、ICRU スラブファントムと呼ばれる $30 \times 30 \times 15$ cm のスラブ（図 3 右参照）上に測定器を置いて行う。ここで、1cm の深さで評価したなら、1 センチメートル線量当量ということになる。この単位は、例えばガラスバッジなどの測定器を身につけて行う個人線量計の計測値に使用される。

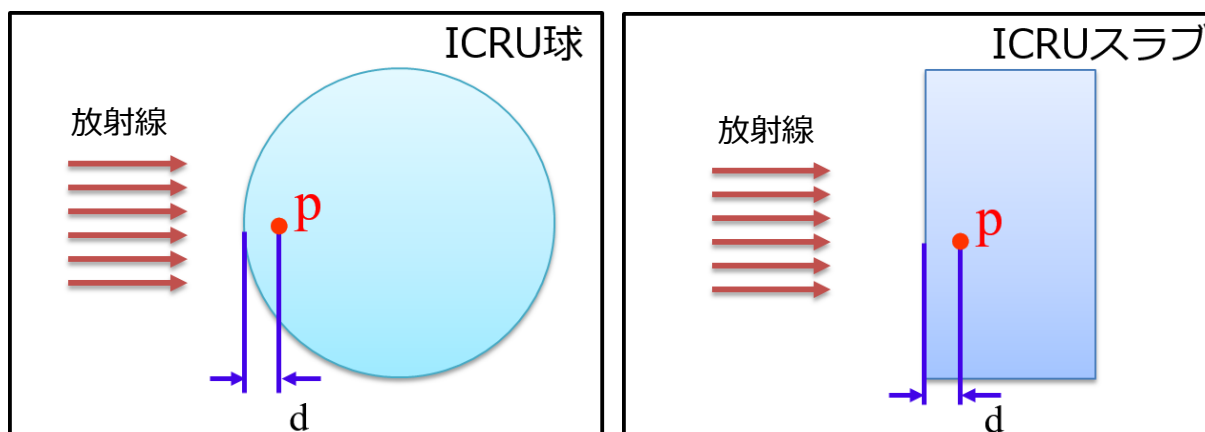


図 3 ICRU 球（左）と ICRU スラブ（右）

5. ICRP Publ. 116 と 74 の違い

ICRP Publication 116「外部被ばくに対する放射線防護量のための換算係数」³⁾と Publication 74⁷⁾を比較すると、まず計算に使用した人体モデルファントムが変更されたことが大きいようである。Publ.74 で使用された MIRD 型ファントムに対し、Publ.116 では ICRP/ICRU コンピュータファントムと呼ばれる成人の標準男性と標準女性のボクセルファントムを使用して計算されている。また、ボクセルファントムでは適切に模擬できない目の水晶体や皮膚骨、組織に対しては、他のモデルも併せ補完されている。一方、Publ.74 では光子と電子は 10 MeV まで、中性子は 180 MeV までの換算係数であったが、Publ.116 では陽電子、陽子、ミュー粒子、パイ中間子、ヘリウムイオンが追加され、それぞれのエネルギー範囲も大幅に広がられている。

一方、Publ.103（2007 年勧告）で用いられた放射線加重係数の変更に伴い、実効線量換算係数の比較も行われている。しかし、光子については変更がなかったため、一般の医療分野では組織加重係数と標準ファントムの違いが実効線量算出の相違の起因となっている。これらの変換係数の変更は今後の法改正での反映されることが予想されるため、実用量と防護量との関連を理解し、変更箇所を整理しておく必要があるであろう。

6. まとめ

実用量は防護量として、放射線による人体影響を評価するための指標として用いるものである。これは外部被ばくを、より安全側にたった評価値として使用していることとなる。また、サーベイメータのような空間の測定を行う測定器では「周辺線量当量」を、ガラスバッジなど人体に装着させる線量計では「個人線量当量」を表示するように調整されている。したがって、同じ“Sv”でも異なり、これらを混同しないよう整理しておく必要がある。放射線防護の立場では、より保守的に数値を見積もるようにするため、周辺線量（場の線量）や個人の不均等被ばく（被ばく線量）は、実効線量とイコールにならないことを理解し、混同しないよう注意しながら使用する必要がある。

参考文献

- 1) 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. Ann. ICRP 21 (1-3), 1991.
- 2) Recommendations of the ICRP. ICRP Publication 26. Ann. ICRP 1 (3), 1977.
- 3) Conversion Coefficients for Radiological Protection Quantities for External Radiation Exposures: ICRP Publication 116. Ann. ICRP 40(2-5), 2010.
- 4) The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection: Publication 103. Ann. ICRP 37 (2-4), 2007.
- 5) Determination of dose equivalents resulting from external sources: ICRU Report 39. 1985.
- 6) 放射線を放出する同位元素の数量等を定める件（平成 12 年 10 月 23 日科学技術庁告示第 5 号）第 20 条第 1 項 1 号
- 7) Conversion Coefficients for use in Radiological Protection against External Radiation: ICRP Publication 74. Ann. ICRP 26 (3-4), 1996.

テーマ「Consider about the Non-uniform Exposure for Medical Staffs」

(放射線診療従事者の不均等被ばくを考える)

2) The Non-uniform Exposure of Medical Staffs in General Radiography

(一般撮影での不均等被ばく)

竹井 泰孝¹⁾, 栗野 直也¹⁾, 東田 真吾¹⁾, 福岡 道大¹⁾, 小林 育夫²⁾

¹⁾浜松医科大学医学部附属病院 放射線部

²⁾長瀬ランダウア株式会社

1. はじめに

2011 年に国際放射線防護委員会 (International Commission on Radiation Protection: ICRP) は, 目の水晶体の白内障のしきい線量を 0.5 Gy, 水晶体の等価線量限度を 5 年間の平均で年 20 mSv (単年度 50 mSv) に引き下げる緊急勧告を行い, その科学的根拠を Publication 118 として公開した¹⁾.

医療現場においても水晶体被ばくに対する関心が高まっており, Interventional Radiology (IVR) や内視鏡的逆行性胆管膵管造影 (Endoscopic retrograde cholangiopancreatography: ERCP) における水晶体被ばく線量の評価に関する研究成果が, 国内外の学会で多数報告されている^{2~4)}.

しかし日常の放射線診療で, 最も実施件数の多い一般撮影の水晶体被ばく線量の評価に関する報告はほとんどなく, 水晶体被ばくの実態についても正確に把握されていない.

今回, 我々は一般撮影部門を担当する診療放射線技師に超小型の光刺激ルミネセンス (Optically Stimulated Luminescence: OSL) 線量計を貼付した放射線防護メガネを装着して業務に従事し, 一般撮影業務によって診療放射線技師が受ける水晶体被ばく線量の評価を行った.

2. 測定方法

本研究は浜松医科大学 医の倫理委員会の承認を受けて実施した. 2015 年 6 月より 12 月末の 6 ヶ月間, 当院の一般撮影部門を担当する診療放射線技師 2 名に不均等被ばく測定用個人被ばく線量計 (クイクセルバッジ, 長瀬ランダウア製) と 0.07 mmPb の鉛当量を有する放射線防護メガネ (HS-400S, 保科製作所製) を装着し, 一般撮影業務に従事する診療放射線技師の水晶体等価線量測定を行った. なお放射線防護メガネの左右それぞれの内外 (視界に入らない位置) に 4 箇所, および不均等被ばく測定用個人被ばく線量測定器の前面 1 箇所に超小型 OSL 線量計 (nanoDot OSLD, 長瀬ランダウア製) を貼付し, それぞれの位置の空気カーマ値を 1 ヶ月間の積算値として測定を行った. また OSLD で測定された空気カーマ値に対し, Behren が示した水晶体等価線量換算係数 を乗じて水晶体等価線量の算出を行った.

3. 結果

測定期間中に 26,489 件の一般撮影が実施され、そのうち 465 件（2%）で診療放射線技師による撮影介助が行われていた（図 1）。撮影介助を行った撮影部位として胸部撮影が 182 件（39.9%）と最も多く、次いで股関節撮影の 127 件（27.9%）となっていた（図 2）。

放射線防護メガネ外部の OSLD で測定された水晶体等価線量の中央値は 0.24 mSv であったが、放射線防護メガネ内部の OSLD で測定された水晶体等価線量値の中央値は 0.12 mSv に減少しており、放射線防護メガネの着用によって水晶体等価線量を 1/2 に低減できる防護効果が確認された（図 3）。また右目の水晶体等価線量の中央値 0.24 mSv に対し、左目の水晶体等価線量の中央値は 0.12 mSv となっており、左目に比べ、右目の水晶体等価線量が有意に高い（ $p < 0.05$ ）ことも確認された（図 4）。

なお診療放射線技師の介助回数と水晶体等価線量の間には右上がり傾向を示していたが、両者の間に有意な相関は認められなかった（図 5）。

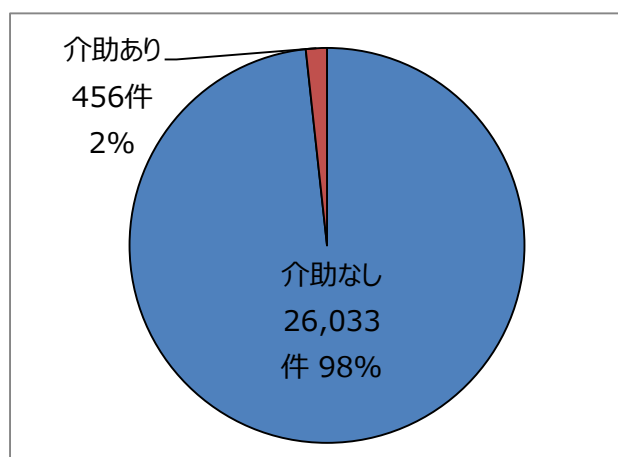


図 1 撮影件数に占める撮影介助の実施件数

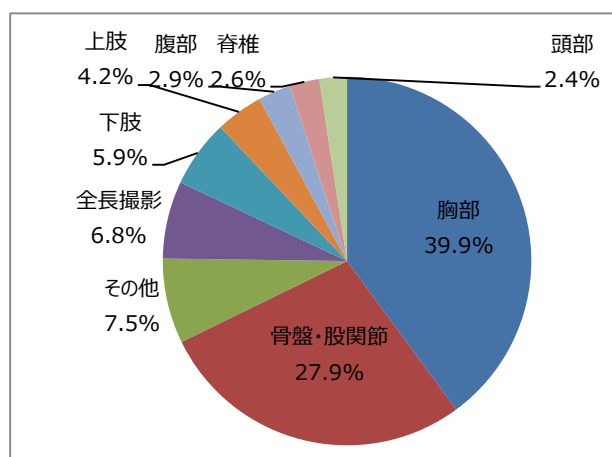


図 2 撮影介助が行われた撮影部位の内訳

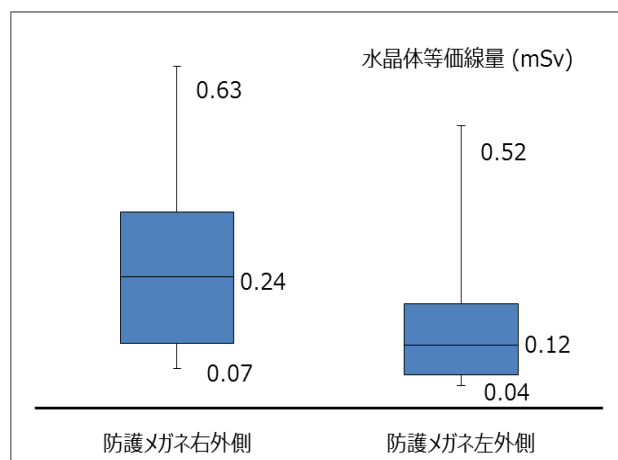


図 3 OSLD で測定された水晶体等価線量

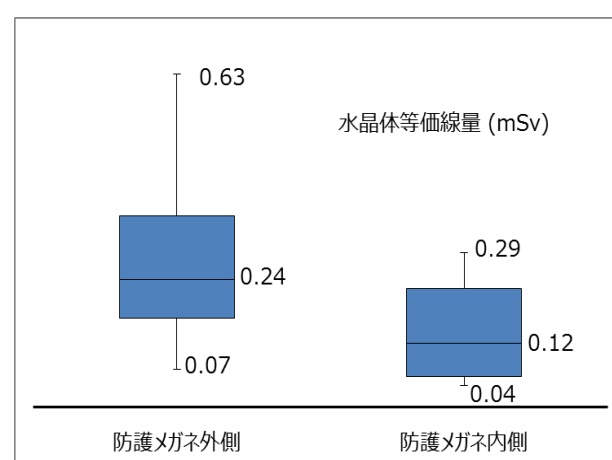


図 4 防護メガネの防護効果

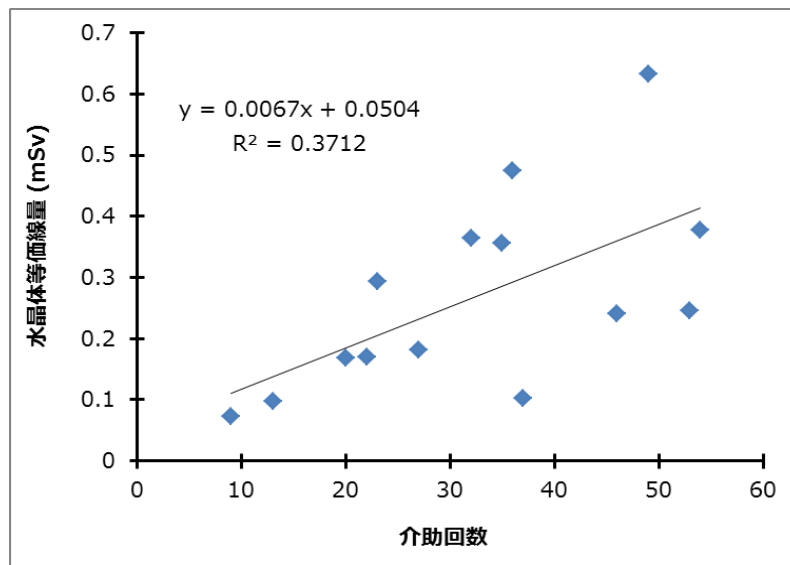


図 3 介助回数と水晶体等価線量との相関

4. 考察

今回の測定から一般撮影で撮影介助を行う診療放射線技師が1ヶ月間に受けた水晶体等価線量は最大値でも0.63 mSvであった。これは一年間に換算すると約7.6 mSvに相当し、Publication 118が示す新しい水晶体等価線量限度を超えていないことが確認された。

防護メガネ右側で測定された水晶体等価線量は、左側に比べて高値となっていた。これは撮影介助を行う際、技師の立ち位置に影響を受けていることが考えられる。

当院の一般撮影で実施された撮影介助件数は、全撮影件数の2%を占める程度であった。今回の測定結果から介助回数と水晶体等価線量の間に右上がりの傾向が見られたが、有意な正の相関関係は認められなかった。

しかし撮影介助件数が増加することにより、撮影介助者が受ける水晶体等価線量の増加も懸念される。今後は撮影介助を行う際には放射線防護メガネを着用して介助に当たるなど、介助者の水晶体被ばく防護策が必須になってくると考える。

5. まとめ

今回の測定により、当院の一般撮影で撮影介助にあたる診療放射線技師が1ヶ月に受ける水晶体等価線量は、ICRPのPublication 118で示された新しい線量限度よりも低い値であることが確認された。当院の一般撮影での撮影介助は全撮影件数の僅か2%を占める程度であったが、今後、撮影介助回数の増加によっては、介助を行う診療放射線技師が受ける水晶体等価線量も増加していくことも十分に考えられる。

撮影介助時に放射線防護メガネを着用することにより、介助者が受ける水晶体等価線量を1/2に低減できるなど、放射線防護メガネの有用性が確認されたため、撮影介助を行う際には防護衣と共に放射線防

護メガネも着用すべきである。

また水晶体等価線量を正しく評価するためにも、撮影介助に当たる診療放射線技師は、不均等被ばく測定用個人線量計を装着することが必須であると考ええる。

参考文献

- 1) 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).
- 2) Matsubara K, et al., 2011. A head phantom study for intraocular dose evaluation of 64-slice multidetector CT examination in patients with suspected cranial trauma. European Journal of Radiology 79:283-287.
- 3) 武 俊夫他：脳血管 IVR における水晶体被曝に対する防護シールドの作成と被曝低減効果. 日本放射線技術学会雑誌 63:1246-1252, 2007
- 4) O'Connor U, et al., 2013. Occupational radiation dose to eyes from endoscopic retrograde cholangiopancreatography procedures in light of the revised eye lens dose limit from the International Commission on Radiological Protection. Br J Radiol 2013;86:20120289.
- 5) Behren R., Air kerma to dose equivalent conversion coefficients not included in ISO 4037-3. Radiat Prot Dosimetry. 2011 Nov;147(3):379-379

テーマ「Consider about the Non-uniform Exposure for Medical Staffs」

(放射線診療従事者の不均等被ばくを考える)

3) The Non-uniform Exposure in Interventional Radiology

(血管造影・透視での不均等被ばく)

横山 須美

藤田保健衛生大学 医療科学部

1990 年代になるとインターベンショナルラジオロジー (IVR) の件数が増加しはじめ、血管造影・透視により長時間 X 線に曝されることから、患者の皮膚障害が報告されはじめた。また、IVR の増大により、長時間かつ多くの医療スタッフが IVR に携わるようになるとともに、最適化されていない不適切な装置の使用により、患者だけでなく、患者からの散乱線を受ける IVR に携わる医療スタッフに対しても最適化の観点から被ばく低減は重要視されるようになった。

2000 年には、国際放射線防護委員会 (ICRP) は血管造影・透視・治療における患者の線量の最適化と患者線量と密接に関連のある医療スタッフの線量低減のためには、医療スタッフに対する放射線安全や放射線影響に関する十分な知識・教育が必要であるとして、Publication 85 Avoidance of Radiation Injuries from Medical Interventional Procedures (IVR における放射線障害の回避) を発刊した。この中では、オーバチューブ型の X 線装置からの散乱線により被ばくした IVR 医療スタッフが後嚥下白内障を発症した事例や X 線透視中にカテーテルを挿入する際、照射野内に指先が入り、被ばくする事例も紹介された。医療スタッフの線量管理において重要なこととしては、まず、患者の線量管理をすることを挙げている。合わせて、防護エプロン、防護眼鏡及び遮蔽板を使用すること、線量の最小化のために装置位置を適正設定すること、手技や装置によっては実現することがなかなか難しいものの、X 線管を患者 (ベッド) の下部に位置するよう配置することを勧めている。ICRP は、その後も IVR に携わる医療スタッフ等に対しては、2007 年の ICRP 基本勧告を踏まえ、患者及び医療スタッフの放射線防護教育及び訓練を継続していくことが重要であるとして、2009 年に ICRP Publication 113 Education and Training in Radiological Protection for Diagnostic and Interventional Procedures (放射線診断および IVR における放射線防護教育と訓練) を発刊した。

一方、ICRP は、2011 年 4 月に組織反応に関する声明を発表するとともに、Publication 118 を発刊した。この声明及び報告書では、これまで $>8 \text{ Gy}$ としてきた放射線誘発白内障のしきい線量を近年の組織影響に関する疫学調査研究結果等を踏まえ、 0.5 Gy とみなすとした。この大幅なしきい線量の引き下げにともない、計画被ばく状況における放射線作業者の水晶体の等価線量限度については、これまでの年間 150 mSv から 5 年間の年間平均線量を 20 mSv (単一年度あたり 50 mSv を超えない) とすべきであるとした。

国際的な放射線安全基準を定めている国際原子力機関 (IAEA) は、2014 年に改定した国際基本安全基準 (BSS) にも ICRP の新しい水晶体の等価線量限度を取り入れた。この線量限度の引き下げに関しては、加盟国の関心が非常に高かったことから、BSS 発刊前に水晶体の新しい線量限度適用に関する技術文書 (TECDOC 1731) を発刊するなどの対応を行った。この報告書の中では、水晶体の被ばく線量モニタリングの実施に際しては、高レベル被ばくを伴う作業者を分類するとともに、低透過性放射線 (β 線や低エ

エネルギーX線)による被ばくや不均等被ばくを伴う作業員に対しては、線量限度を超えることのないよう線量測定やその評価方法について、十分に検討が必要であるとした。これらの要件に当てはまる作業員として、IVRに携わる医療スタッフが挙げられている。

わが国においても、早い時期からIVRに携わる医療スタッフの間では、患者の皮膚障害に関する報告がされており、日本医学放射線学会から警告が発せられていた。しかし、放射線被ばくの低減に関してはあまり関心が向けられなかった。2004年、これを問題としてとらえ、患者の被ばく低減のみならず、医療スタッフの被ばく低減及び、放射線、線量、その健康影響に関する基礎知識を身に付け、十分に理解した上で手技に携わるべきとして、循環器関連学会が合同研究班を組織し、2006年に「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」を発刊した。ちょうどICRPが新しい水晶体の等価線量限度を発表した2011年に改定版を出版した。この報告書の中では、医療スタッフに対しては、PCIの実施に伴う線量が高いこと、透視パルスレート、撮影フレーム数と患者及び術者の被ばく線量との関係、付加フィルタによる患者・術者の被ばく低減効果等が示されている。そして、患者(術者についても)の被ばく低減の原則として、① 不必要な透視、撮影をしない、② 撮影フレームレートをできるだけ低くする、③ 撮影時間を短くする、④ 装置と検査手技にあった照射条件で検査を実施するなどが挙げられている。海外において、IVRに携わる医療スタッフの放射線誘発白内障や甲状腺機能低下についても懸念されていることから、適切な位置への線量計の着用とともに、遮蔽板の使用、防護衣やネックガードの着用等も勧めている。

IVR医療スタッフの被ばく線量測定・研究としては、2000年はじめ頃から実施されており、IVRを実施している複数施設において、手技と医療スタッフの線量との関係等が調査されている。注目すべきは、水晶体の線量であるが、頭部塞栓術においては、眉間位置の70 μm 線量当量が最大1.3 mSv (平均0.1 mSv)、PTCAでは、最大2.7 mSvと報告されている。1件あたりこれらの最大線量を被ばくするとした場合、ICRPの新しい水晶体の等価線量限度を超えないようにするには、年間に実施できる検査は非常に制限され、20件にも満たないことになる。平均線量でも、200件程度であり、現在の各施設でのIVR実施状況を考えると、胸部については防護エプロンを着用しているため、実効線量限度を超えることはないものの、水晶体の等価線量として20 mSvを超える医療スタッフは少なくないと考えられる。このため、防護眼鏡の着用は不可欠となるだろう。

欧州連合(EU)では、医療スタッフの放射線防護の最適化としてORAMEDプロジェクト(2008年-2011年)、2012年には低線量影響研究のプラットフォーム(MELODI)において、標準的な水晶体の線量評価及び疫学調査方法の確立を目指し、欧州の心臓カテーテル検査・治療スタッフ(IC)の放射線誘発白内障に関する疫学データを収集、研究を進めるため、ELDOプロジェクト等を開始している。

IVRに携わる医療スタッフの被ばくについては、さまざまな点から着目されており、今後もより詳細なデータが必要となってくるものと考えられる。わが国においても、将来、水晶体の線量限度についての法令取り入れの検討がなされることが予想されることから、特に導入後の水晶体の等価線量限度を超える可能性のあるIVRに携わる医療スタッフの被ばく防護研究やデータ蓄積は必要不可欠である。本学会においても、現在、松原らが中心となり、非血管IVR術者及び介護者の線量評価に関する多施設共同研究を進めているが、これらの研究成果についても、より一層重要性を増すものと考えられる。

テーマ「Consider about the Non-uniform Exposure for Medical Staffs」

(放射線診療従事者の不均等被ばくを考える)

4) The Non-uniform Exposure of Medical Staffs in X-ray Computed Tomography Examination

(X 線 CT での不均等被ばく)

宮島 隆一¹⁾, 藤淵 俊王²⁾, 大浦 弘樹¹⁾, 折田 信一¹⁾

¹⁾ 国立病院機構 九州医療センター 放射線部

²⁾ 九州大学大学院 医学研究院保健学部門

1. はじめに

X 線 CT 検査時には、介助者が検査室内で患者の抑制や造影剤漏出の監視を行わなければならないケースがあるが、介助者の不均等被ばくについて正確な評価や被ばく防護管理がなされていない現状にある。また、多列化 CT の出現によるスキャン方法の多様化によって散乱線分布にも変化が見られることが考えられる。本講演では、CT 検査時の散乱線による介助者の不均等被ばくの評価方法や、CT 透視・撮影スキャン方法の違いによる散乱線発生量について測定結果を述べ、介助者の不均等被ばくの低減方法について報告する。

2. 検出器について

2-1. 検出器の選択

CT 検査における介助者の被ばくは、数 μGy ～数 mGy におよぶことより、場の管理に用いる周辺線量当量を評価できる電離箱式サーベイメータの線量モードでは測定可能範囲が $0.3\sim 10\ \mu\text{Sv}$ (Table 1) であり測定が困難である。また、サーベイメータによる場の線量測定には、人が作業する領域において、整列拡張場が成り立っていることが必要であるが、CT 検査室内の放射線場は、被写体からの散乱線によるもので不均一な放射線場であり、均一な平行な放射線場とは異なる。

物理量を測定する線量計を用いた測定では、測定した空気カーマ (Gy) から実用量の線量当量 (Sv) に変換するのに光子エネルギーに依存した変換係数を乗じなければならず、光子エネルギーが測定困難である散乱線においては、安全側を考慮して 1cm 線量当量 $\text{Hp}(10)$ では 1.903 , $70\ \mu\text{m}$ 線量当量 $\text{Hp}(0.07)$ では 1.716 を測定した空気カーマに乘じることになり¹⁾正確な評価が困難となる。

ポケット線量計などの個人被ばく線量計を用いた測定では、実用量の 1cm 線量当量 (個人線量当量) で評価が可能であり、測定範囲 ($1\mu\text{Sv}\sim 1\text{Sv}$) においても CT 検査における、介助者の被ばく線量評価に適している。

2-2. 半導体を用いたポケット線量計の特徴

ポケット線量計は Table 1 に示すように、測定可能エネルギーの範囲によって X (γ) 線用と γ (X) 線用の 2 種類に存在する。頭部 CT Volume scan における頭部ファントムから発生する散乱線の個人線量当量をガントリ中心から頭頂方向に 1 m 離れた位置に 3 種類（日立アロカ： γ (X) 線用 PDM-122B-SHC, X (γ) 線用 PDM-127B-SZ, 富士電機： γ (X) 線用 CPXANRFA-30) の個人被ばく線量計を配置して、時間応答特性を測定した結果を Fig. 1 に示す。 γ (X) 線用と比較すると X (γ) 線用の感度は高く、照射時間の変化に対する直線も良好であった。また、富士電機社製の線量計は、1 秒以下の領域で時間応答が悪く、0.6 秒以下では散乱線を検出しない結果となった。造影剤注入時に造影剤到達を評価する目的で、1 秒以下のスキップを間欠で行う照射や、多列化 CT によって可能となった頭部・心臓に用いられる一回転で撮影が終了するスキャンにおいては、1cm 線量当量を過小評価するので使用は控えるべきである。

Table 1 線量計の特性

	製造 型式	測定線種	測定エネルギー 範囲	積算線量	線量区分
電離箱式 サーベイータ	アロカ ICS-323C	X線、 γ 線 及び β 線	30keV～2MeV	0.3～10 μ Sv	周辺線量当量 $H^*(10)$
個人被ばく 線量計	アロカ PDM-127B-SZ	X(γ) 線	20keV～	1 μ Sv～1Sv	個人線量当量 $H_p(10)$
	アロカ PDM-122B-SHC	γ (X) 線	40keV～	0.1 μ Sv～10Sv	個人線量当量 $H_p(10)$
	富士電機 CPXANRFA-30	γ (X) 線	35keV～	1 μ Sv～999mSv	個人線量当量 $H_p(10)$

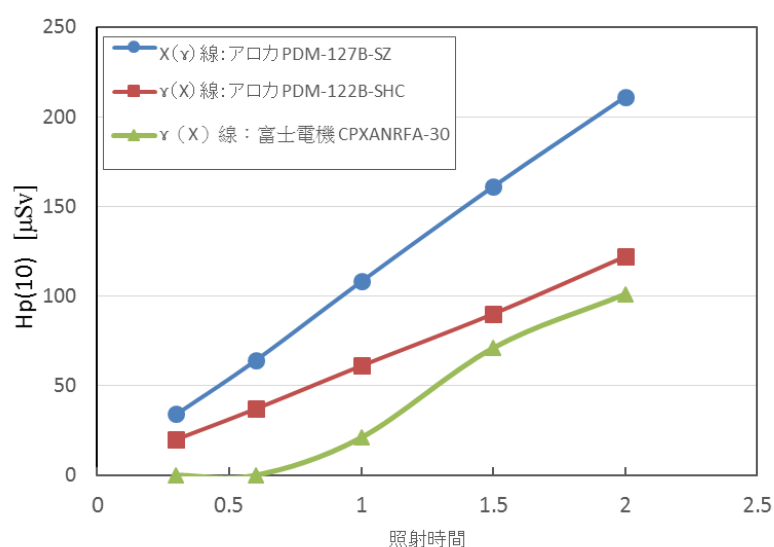


Fig. 1 線量計の特性

3. CT 検査における介助者・術者被ばくについて

3-1. 介助者・術者被ばくの形態

1) 患者抑制時の被ばく

患者の意識レベルや状態が悪く、抑制や呼吸管理等の監視を行う時に被ばくを受ける。頭部固定介助時は、ガントリ中心に最近接する被ばくで、手指は照射野内に入ることもあり、水晶体はガントリ中心から約 50 cm の距離に近づく。

2) 造影剤注入監視時の被ばく

造影剤注入時の造影剤漏出監視時にモニタリングスキャンや本スキャン時に受ける被ばく、ガントリ中心から約 1 m の距離で観察を行う、施設によっては、モニタリングスキャンが始まる前に撮影室から退出して被ばくを受けないケースや、造影剤に引き続き投与する生理食塩水の投与終了時まで観察を行うことで多量の被ばくを受けるケースがあり、施設の運用によって被ばく形態は様々である。

3) CT 透視時の被ばく

CT ガイド下生検の手技における術者被ばく、ガントリ中心に最近接する被ばくで、手指は照射野内に入り、水晶体はガントリ中心から約 50 cm の距離に近づく

3-2. CT 検査における介助者被ばくの測定

320 列 CT を用いて頭部撮影時の 80 列の検出器を用いた helical scan (管電圧 120 kVp, 管電流 Auto, SD2, 回転時間 0.75 s/rot, 撮影時間 6.6 s, CTDIvol72.9 mGy, DLP1570.5 mGy・cm) と、320 列の検出器を用いて一回転で撮像を行う volume scan (管電圧 120 kVp, 管電流 Auto, SD2, 回転時間 0.75 s/rot, 撮影時間 0.75 s, CTDIvol53.3 mGy, DLP853.5 mGy・cm) のスキャン方法の違いにおける介助者の水晶体位置での被ばく線量をポケット線量計 (日立アロカ: PDM-127B-SZ) を用いて比較した。また、介助者の位置は頭部 CT 撮影時の患者固定時の位置で、ガントリ中心から約 50 cm 離れた点とした。さらに、線量計の向きはガントリ中心向きを基準とし、顔の向きを変化させることでの水晶体の防護効果について検討した結果を Table 2 に示す。

Helical scan の水晶体位置での 1cm 線量当量は、約 600 mSv と高い値となったのに対して、16 cm の撮像範囲を一回転で撮像を行う volume scan を用いると約 250 mSv に低下して約 60% の低減効果が認められた。

介助者の顔の向きを患者向きから、患者観察が可能な範囲で後方にそむくとガントリから 12 cm 遠ざかることが可能となり (ガントリ中心から 62 cm の位置)、helical scan と比較すると volume scan 併用で左眼が 77% の低減効果があった。また、ガントリ方向に顔を向けてガントリに密着させて測定を行うと volume scan 併用で右眼が 93% の低減効果が得られた。

Table 1 線量計の特性

スキャン方式	helical		volume					
測定位置	ガントリ中心から 50cm		ガントリ中心から 50cm		ガントリ中心から 62cm		ガントリ密着	
	左眼	右眼	左眼	右眼	左眼	右眼	左眼	右眼
1 cm線量当量 (μSv)	598	612	245	256	137	178	97	42
低減効果 (%)	—	—	59.0	58.2	77.1	70.9	83.8	93.1

3-3. 水晶体の線量当量評価について

IAEA のガイドラインにおいては眼の水晶体の評価は、できる限り目の近傍に線量計を装着し 3mm 線量当量を測定するように推奨している²⁾。水晶体の線量評価となる 3mm 線量当量はこれまで国内に評価する環境が未整備で 1 cm もしくは 70 μm 線量当量の値を代用していた。千代田テクノルが今年 4 月から測定サービスを開始する『DOSIRIS』は、眼瞼部の横に装着可能な TLD 素子を用いた線量計で 3 mm 線量当量を測定することが可能である。

今回『DOSIRIS』を使用する機会が得られたので、測定した結果を当日会場で報告する。

4. 水晶体の防護について

頭部 CT 時の患者抑制時の被ばくは撮影条件も高く、ガントリに最近接する被ばくとなることから介助者が受ける被ばくは増大するが、水晶体を防護する防護メガネに関しては保有する施設が少ない現状にあるように思える。Fig. 2 に放射線防護メガネの防護効果について検討した結果を示す。鉛の含有率によって防護効果は約 60～90%の範囲で変化した。同じ鉛当量であっても眼球を広範囲に覆うことが可能な Over Glasses タイプの防護効果が高い結果となった。

ICRP Publication 118³⁾では最近の知見に基づき水晶体に関するしきい値と等価線量限度が引き下げられた。今後国内法にも取り入れられることが考えられる。職業被ばくにおいては、これまでの 150 mSv/年から 100 mSv/5 年かつ 50 mSv/年となり、これまでより厳しい管理が求められている。

鉛当量が高い防護メガネは、重量が重く長時間装着する IVR 系の検査においては敬遠される傾向にあったが、CT 検査は散乱線量が大きく検査が数分で終了することから積極的に採用するべきだと考える。

5. 終わりに

CT 検査における介助者の被ばくは、CT 装置の普及に伴い増加している傾向にある。しかし CT の放射線防護に関する認識は低く、防護具等については未整備な施設が多い現状にある。近い将来、水晶体の線量限度の見直しを唱えた ICRP 勧告³⁾が我国の放射線関係法令に取り入れられることとなる。変更の前に我々診療放射線技師が中心となって CT の介助者の被ばく低減を実践していく必要があると考える。

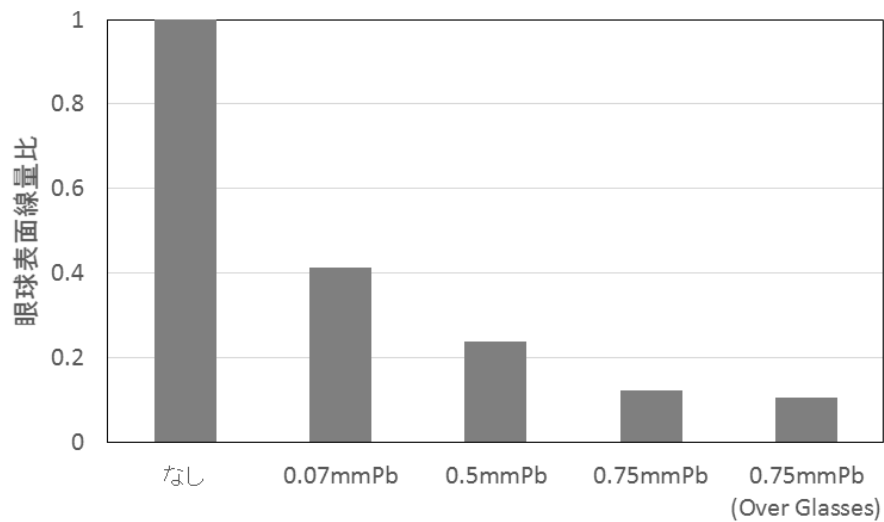


Fig. 2 X線防護メガネの防護効果

参考文献

- 1) ICRP Pub.74 外部放射線に対する放射線防護に用いるための換算係数 日本アイソトープ協会
- 2) International Atomic Energy Agency. General Safety Requirements Part 3, Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards. Vienna, 2014.
- 3) International Commission on Radiological Protection. ICRP Statement on Tissue Reactions and 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).

The Radiological Protection in a Nuclear Power Plant Accident

(原子力発電所事故における放射線防護)

長谷川 有史
福島県立医科大学

1. はじめに

東京電力福島第一原子力発電所（福島第一原発）の事故を受けて原子力災害対策指針が平成 24 年 10 月に改正された。我々は原子力災害医療体制と避難退域時検査について関わるため、これらの点について述べてい。

2. 原子力災害医療体制

平成 27 年度より原子力規制委員会より原子力災害時の医療体制について改定があり、3 次被ばく医療機関は高度被ばく医療支援センターと原子力災害医療・総合支援センターとなり、被ばく医療の臨床、教育、研究のみならず、施設間連携および原子力災害時の専門チームの派遣も担うこととなった。

また、2 次被ばく医療機関は原子力災害拠点病院として、自治体が指定する地域の中核病院が担い、ある程度の傷病者対応完結性を求められることとなった。初期被ばく医療機関については、概念も変化し、原子力災害医療協力機関として、原発の近隣病院だけでなく、学術団体や民間団体も協力できることとなった。図 1 のように、原子力対策重点地域は福島第一原発事故前の 45 自治体より全国 21 道府県の 135 自治体となり大幅に拡大した。今まで、被ばく医療に関わりがなかった地域の医療機関においても、被ばく医療の実施が求められる。言い換えれば、その医療機関に所属する診療放射線技師へ被ばく医療の参加が求められることとなった。

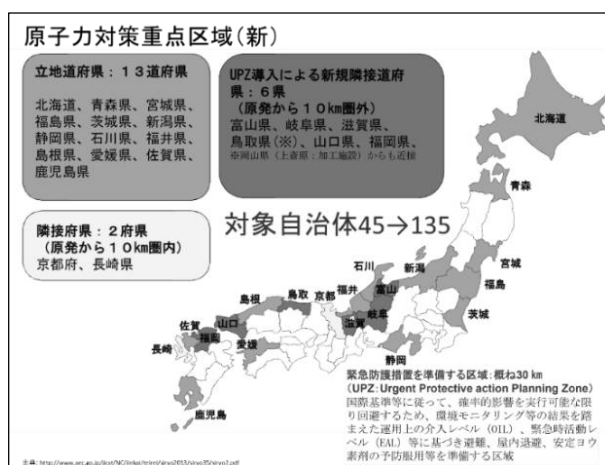


図 1. 原子力対策重点地域の状況

3. 被ばく医療への取り組み

被ばく医療をここでは、放射性物質による汚染あるいは放射線被ばくを伴うあらゆる傷病者への医療対応と定義する。

被ばく医療の特徴の一つは、ゾーニングであり「初療室における放射能汚染管理区域の設定」が重要となる。汚染や被ばくがない、もしくは、限りなく軽度の場合には、①に該当し、従来の救急初療室で対応可能と考える。（図2）また、図2②のように高線量の被ばくがあっても、外部汚染レベルが軽度の場合、従来の救急初療室で対応可能である。しかしながら、高度の汚染があった場合（③、④）は、被ばく線量に関わらず、初療室に放射性物質汚染管理区域設定が必要となり、汚染拡大の防止対策、スタッフの放射線防護策を講じなければならない。ゾーニングの判断と設置管理は、医師よりむしろ、診療放射線技師が知識と経験が豊富であり、医療チームの一員として診療放射線技師の積極的関与が求められる。

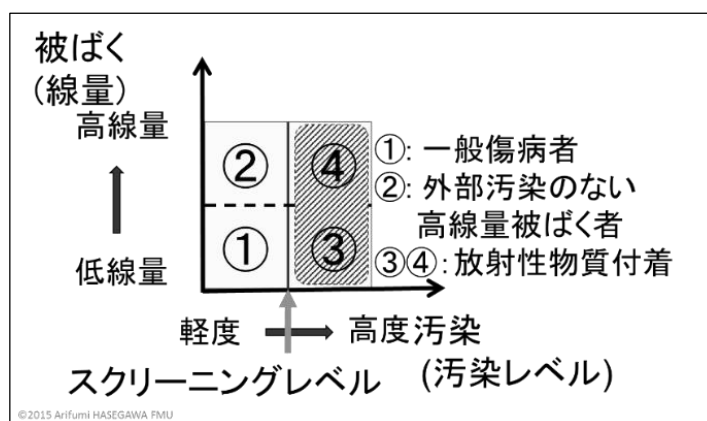


図2. 被ばく医療の基本概念

被ばく医療の第二のポイントは、被ばく医療であっても通常の診療手順が求められるという当たり前の事実である。例えば図3のように、JATECTM 診療手順に特定の行為を追加することにより、通常の診療手順を省略することなく、被ばく医療が提供できると考える2)。下記に、そのポイントを示す。

① 放射線情報の収集

救急での傷病者受入情報とともに、傷病者の被ばく線量や汚染レベルの情報を事前に入手しておくことで、ゾーニングや放射線防護措置などを事前に講じることができる。

② 簡易的な汚染検査の実施

医師は救急の初期診療手順で、生理学的評価のために患者の顔に近づき、胸部や手首に触れる（第一印象評価）。そのため、医師の放射線防護と汚染拡大防止を考慮し、口・胸・表在動脈触知部の優先的な表面汚染密度測定が望まれた。

③ 除染と被ばく線量評価のタイミング

傷病者の詳細な汚染検査と除染はバイタルサインが安定してから、対応することが望ましい。また、被ばく線量の評価も同様に患者の根本的な治療と同時もしくは、治療行為以降で対応が可能である。

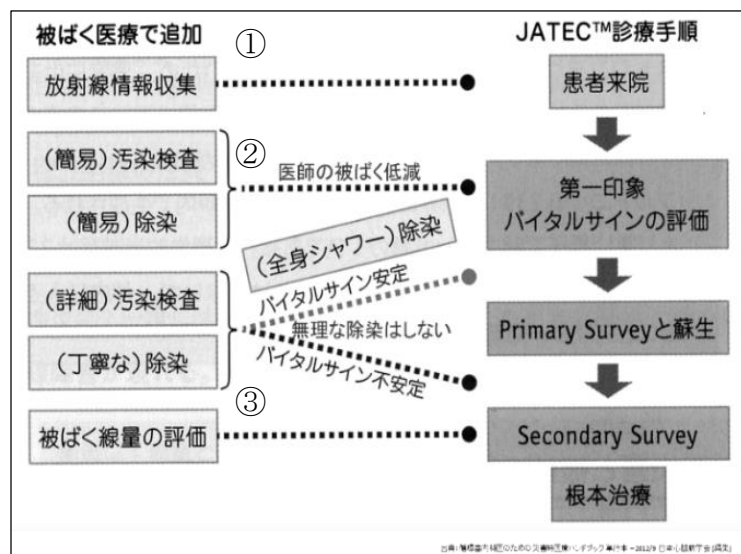


図3 被ばく医療のコンセプト

4. 避難退域時検査

避難退域時検査は、避難者の汚染状況を確認することで主に以下の目的を達成するために行われる。

- ・ 情報収集：災害事象の規模を評価する。
- ・ 汚染拡大防止：環境への汚染拡大防止対策および除染の要否判断。
- ・ 放射線影響評価：住民への放射線防護および医療介入の要否判断。

であるが、福島第一原発事故では上記に加え、

- ・ 証明：避難者・避難者受入者へ安全証明と安心感の提供、

としての役割をも果たしたことは、事の良否は別にして現実であった。避難退域時検査では、必要に応じて、簡易除染も同時に実施することとなる。原発立地道府県以外でも、避難住民を受け入れる自治体は、避難退域時検査及び簡易除染の実施が求められ、診療放射線技師の対応が不可欠となる。

避難退域時検査の手順は以下の通り³⁾。

- ① 検査場所で避難者の自家用車やバスなど車両のタイヤとワイパー部をGM計数管により測定する。車両用ゲートモニタ(図4)を使用する場合には、2本の検出部の間をゆっくりと車両が通過する。
- ② 車両が40,000 cpmを超えた場合には、車両に乗車している代表者1名の頭部、両手、靴底を測定する。さらに、代表者が40,000 cpmを超えた場合には、車両に乗車していた全員を測定する。
- ③ 除染は、衣服の脱衣、拭き取り除染、皮膚や頭髮などの流水除染がある。汚染部位の状況に合わせて、適宜除染方法を選択することが望ましい。

5. 終わりに

原子力発電所の再稼働が進む中、原子力災害は生活の中に身近なリスクの一つであり、その対策は必須となりつつあるのが実情である。福島での経験から学んだことを参考に、諸氏の所属施設における被ばく医療や原子力災害避難訓練への意識を機会となれば幸いである。



図4 平成27年度福島県原子力災害避難訓練の車両用ゲートモニタの様子

参考文献

- 1) まとめてみました 最近気になること：原子力災害対策指針の改訂―被ばく医療体制はどう変わる？：日本医事新報, No4770, p10-11, 2015 9 月.
- 2) 循環器内科医のための災害時医療ハンドブック p28 図2, 日本心臓病学会 2012 9 月.
- 3) 原子力災害時における避難退域時検査及び簡易除染マニュアル 原子力規制庁 原子力災害対策・核物質防護課 平成 27 年 3 月 <http://www.nsr.go.jp/data/000105017.pdf>.

Reconsider of the Radiation Exposure in CT Scans (CT 検査の被ばくを考える)

西丸 英治
広島大学病院

1. はじめに

X 線 computed tomography (CT)は、1968 年に当時技術者として働いていたハウズフィールド (Godfrey Newbold Hounsfield) によって開発され、現在の放射線診断学および医療の発展に重要な役割を担っている¹⁾。しかし、CT 検査は X 線を利用した画像診断の中で比較的撮影線量が高く、被検者の被ばく線量が多くなってしまいう現状がある。特に小児については、International Commission on Radiological Protection (ICRP) Publication 102 が、成人に比較して放射線による影響は数倍高くなると報告し、National Cancer Institute (NCI)は、小児 CT 検査は疾患および外傷等の診断にきわめて重要な検査であるとしながら、医療従事者に対して検査施行時には特別な配慮を必要とすると注意喚起を行っている^{2,3)}。

今回の入門講座では、CT 検査における被ばくとリスクについての考え方、また CT 装置に搭載されている撮影線量の低減技術の現状について私見を交えて述べさせていただく。

2. CT 検査の被ばくの現状とリスクについて

平成 27 年 6 月、医療被ばく研究情報ネットワーク (Japan Network for Research and Information on Medical Exposures: J-RIME) より日本における各モダリティの診断参考レベル (Diagnostic Reference Levels: DRLs) が発表された⁴⁾。CT 装置における DRLs は、volume computed tomography dose index (CTDIvol)および dose length product (DLP)共に策定され、さらに成人と小児を別々に報告している (Table 1, 2)。これら数値の根拠は、関連団体による多施設 (1522 施設) でのアンケート調査の結果である。

現状での放射線リスクの考え方として、CT 検査の被ばくによる発がんリスクの推定した論文はいくつか挙げられるが、成人では 100 mSv 以下の被ばくによる発がんリスクへの影響は非常に小さいと考えられている^{5~7)}。また、広島・長崎の原爆被災者のデータにおいても 100 mSv 程度の低線量による発がんリスクは非常に小さいとされており、実際にこれらの線量域の放射線と発がんの因果関係は証明されていない^{8~10)}。しかしながら、小児の CT 検査による被ばくに関して発がんリスクは成人よりも高いことがいくつか報告されており^{11,12)}、As Low As Reasonably Achievable (ALARA)の原則に準じた撮影条件の適正化が重要である。

一方、CT 検査による被ばくの影響に関するこれまでとは異なる研究のアプローチとして、近年では CT 検査前後の被検者の採血から DNA の二本鎖切断を実証した論文がいくつか報告されている^{13~16)}。これらの報告では、DNA の二本鎖切断の量と dose length product (DLP)が直線的な関係であることを証明しており、ICRP が採用している Linear no-threshold hypothesis (LNT)仮説の後押しをする研究結果となっている。これらの報告から、2 回撮影もしくは 2 倍の撮影線量で検査を施行した場合には、DNA への影響は 2 倍になると推測され、撮影プロトコルの適正化が如何に重要であるかが理解できる。

Table 1 成人の CT の診断参考レベル

	CTDI _{vol} (mGy)	DLP (mGy・cm)
頭部単純ルーチン	85	1350
胸部 1 相	15	550
胸部～骨盤 1 相	18	1300
上腹部～骨盤 1 相	20	1000
肝臓ダイナミック	15	1800
冠動脈	90	1400

注1) 標準体格は体重 50～60kg、但し冠動脈のみ体重 50～70 kg

注2) 肝臓ダイナミックは、胸部や骨盤を含まない

Table 2 小児の CT の診断参考レベル

	1 歳未満		1～5 歳		6～10 歳	
	CTDI _{vol}	DLP	CTDI _{vol}	DLP	CTDI _{vol}	DLP
頭部	38	500	47	660	60	850
胸部	11 (5.5)	210 (105)	14 (7)	300 (150)	15 (7.5)	410 (205)
腹部	11 (5.5)	220 (110)	16 (8)	400 (200)	17 (8.5)	530 (265)

注1) 16cm ファントムによる値を示し、括弧内に 32cm ファントムによる値を併記した。

注2) CTDI_{vol} の単位は mGy、DLP の単位は mGy・cm である。

3. CT 装置における撮影線量の低減技術について

現在の CT 装置では、さまざまな被ばく低減技術が開発されており実際に臨床で利用されている。具体的な技術として、ボウタイフィルタ、自動コリメーション、焦点膨張の制御、X 線の自動露出機構 (automatic exposure control: AEC)、画像再構成関数、画像処理技術、逐次近似応用法、逐次近似法等が挙げられる。また、被ばく低減技術の中には、ヨード造影剤と低管電圧を組み合わせた撮影技術、電気回路の改善やデータ伝達技術の進歩による電気ノイズの低減やデータの質の向上等の 2 次的な被ばく低減技術も含まれる。本稿では、CT 検査において話題にされることの多い逐次近似応用法、逐次近似法について解説する。

3-1. 逐次近似応用法と逐次近似法について

CT の画像再構成法は、filtered back projection (FBP) が長い間用いられており現在のゴールドスタンダードとなっている。近年になって、画像ノイズの低減または被検者の被ばく線量の低減を目的とした逐次近似法 (iterative reconstruction: IR) を用いた新たな画像再構成の技術が提案され、臨床での実用的な使用へ期待されている。しかしながら、逐次近似法は計算処理が膨大なため画像再構成に要する時間は実用的ではなく、この問題が臨床応用へ

大きな課題となっている^{17)~18)}。この課題を解決するため FBP をベースにした逐次近似応用法が考案された^{19)~22)}。逐次近似応用法は、投影データ、FBP による再構成画像または両方のデータを用いて繰り返し

返し計算（逐次近似的）を行う事により、画像に含まれるアーチファクトや画像ノイズの低減を行う手法である。この手法は **FBP** と逐次近似法の一部を組み合わせた手法となるため、ハイブリッド型とも呼ばれる。逐次近似応用法の利点として、計算速度が速く撮影プロトコルに組み込むことが可能で、**AEC** と連動する装置も存在するため撮影時に利用しやすい。

逐次近似応用法は、画像の解像特性を維持しつつ、量子のゆらぎに起因して生じた画像ノイズを低減する特徴を有するため、撮影線量の低減が使用の主な目的となる。ほとんどの逐次近似応用法は、非線形処理に基づいて設計されているため^{23,24)}、その画像特性は **FBP** に比して複雑であり、画質評価法においても十分に確立されていない。従来の一般的な画質評価法は、**FBP** のような線形処理の画像のために考案された手法であり逐次近似応用法には適用できないとの報告もある^{25,26)}。正しい画質評価が困難であることでエビデンスを医師側に提供できない場合もあり、逐次近似応用法や逐次近似法を臨床に応用しにくい現状が考えられる。

3-2. 逐次近似応用法と逐次近似法の問題点

逐次近似応用法と逐次近似法の特徴として、空間分解能を維持しながら画像ノイズを低減する、また幾何学的モデル、画像ノイズの統計学的モデル、人体の臓器モデル等の様々なモデルを考慮し、画像再構成を行っている。これらの特性を考慮した場合、対象物のコントラストや形状の違いを画像再構成のアルゴリズムに組み込んでいると考えられ、**CT** システムの限界を評価する現在の手法では対応が困難であると考えられる。図 1 に均一性ファントムをスキャンし、同一の **RAW** データ（1 回転中に集められた角度ごとの **view** の集合体、これを元に画像再構成が行われる）から再構成した異なる **display field of view (DFOV)** 画像の標準偏差（standard deviation: **SD**）の結果を示す。測定時の関心領域は画像の中心部に配置した。なお、図 1 は理解しやすいように **FBP** を基準とした標準偏差の低減率を示した。検討に用いた **Adaptive Iterative Dose Reduction 3D (AIDR 3D)** は逐次近似応用法、**Forward projected model-based Iterative Reconstruction SoluTion (FIRST)** は逐次近似法の画像である。**AIDR 3D** の処理強度は **Mild**、**FIRST** は腹部標準の処理とした。

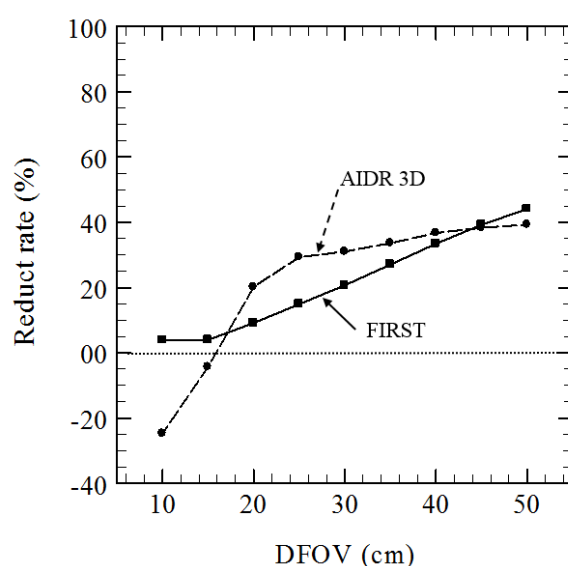


図 1 AIDR と FIRST 画像の SD の低減率（**FBP** を基準）

図 1 より、AIDR 3D および FIRST とともに DFOV の大きさによって SD の低減率が異なっている。SD の低減率の変化は画像ノイズを表しているため、今回の検討では DFOV が大きいほど FBP と比較して画像ノイズが多く低減し、DFOV が小さいほど画像ノイズは低減しにくいことを表している。前述したがこのような特性によって画像の線形性は保持されず、これらの再構成画像の評価を困難にしている。ただし、今回は均一性ファントムを使用した結果であり、人体のような複雑な構造の場合この限りではない。次に問題となるのは、空間分解能の低下の問題である。図 2a は FBP のファントム画像、図 2b は AIDR 3D（強度は Strong）の画像である。AIDR 3D の画像は FBP に比較して画像ノイズは大幅に低減しているが画像のシャープさが失われているようにも見える。臨床に必要な低コントラスト検出能は、ある程度の模擬腫瘍（5.0 mm 程度）を検出できれば良い場合（肺がん、肝臓がんなど）がほとんどであるため、どの程度の空間分解能が必要であるのかないのかは議論する必要がある。また、体幹部を撮影する場合の DFOV の設定は、比較的大きいサイズ（30～50 cm）で再構成される場合が多く、見た目だけの過度な空間分解能は、CT 画像のような構成ピクセル数が制限されている画像において描出能を考慮すれば意味はない。画像ノイズは、被検者の被ばく線量に大きく影響するため十分な検討が必要であると考える。

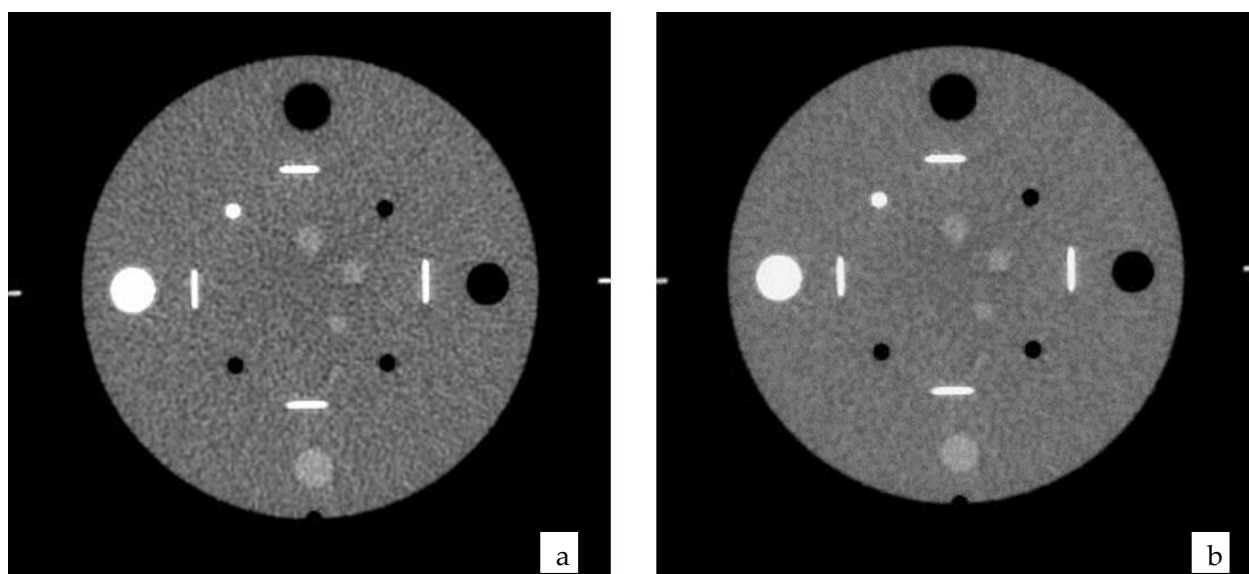


図 2 a: FBP, b: AIDR 3D（Strong）画像の SD の比較

4. まとめ

本稿では、CT 検査における被ばくとリスクの考え方、また CT 装置に搭載されている撮影線量の低減技術の現状について私見を交えて述べた。

前述の通り、CT 検査で用いられている被ばくの発がんリスクについて、統一の見解はないと考える。しかしながら、被ばくによるリスクは可能な限り回避されるべきであり、現在の被ばく低減技術を熟知した上で臨床に応用するべきである。また、逐次近似応用法、逐次近似法の臨床に対応した画質評価について確立された方法はなく、いまだ研究段階である。現在報告されている手法の中でどれを選択しどのように応用するかはユーザーに委ねられており、その見極めは重要であると考える。

近い将来において、現在の空間分解能を維持しながら撮影線量が半分以下になるような革新的な技術開発は絶望的であると考えられ、われわれは現在利用できる撮影線量の低減技術を上手に利用する方法を考慮する必要がある。CT 検査は、ユーザーの良識によって被検者の被ばく線量が大きく変化する検査である事を常に考え業務に携わる必要があると思われる。

参考文献

- 1) Hounsfield GN. Computerized transverse axial scanning (tomography): Part I. Description of system. Br J Radiol. 1995; 68(815): 166-172.
- 2) International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 102 Managing Patient Dose in Multi-Detector Computed Tomography (MDCT). Ann ICRP 2007; 37(1).
- 3) National Cancer Institute (最終閲覧日 : 2016 年 2 月 10 日)
<http://www.cancer.gov/about-cancer/causes-prevention/risk/radiation/pediatric-ct-scans>
- 4) 医療放射線防護連絡協議会, 日本小児放射線学会, 日本医学物理学会・他 : 医療被ばく研究情報ネットワーク (J-RIME) : 最新の国内実態調査に基づく診断参考レベルの設定.
<http://www.radher.jp/J-RIME/report/DRLhoukokusyo.pdf>
- 5) UNSCEAR 2010 Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation 2010, 2011, United Nations, New York.
- 6) Jacobson FL, Austin JH, Field JK, et al. Development of The American Association for Thoracic Surgery guidelines for low-dose computed tomography scans to screen for lung cancer in North America: recommendations of The American Association for Thoracic Surgery Task Force for Lung Cancer Screening and Surveillance. J Thorac Cardiovasc Surg. 2012; 144(1): 25-32.
- 7) Hendee WR, O'Connor MK. Radiation risks of medical imaging: separating fact from fantasy. Radiology. 2012; 264(2): 312-321.
- 8) Preston DL, Shimizu Y, Pierce DA, et al. Studies of mortality of atomic bomb survivors. Report 13: Solid cancer and noncancer disease mortality: 1950-1997. Radiat Res. 2003; 160(4): 381-407.
- 9) Preston DL, Ron E, Tokunaga S, et al. Solid cancer incidence in atomic bomb survivors: 1958-1998. Radiat Res. 2007; 168(1): 1-64.
- 10) Ozasa K, Shimizu Y, Suyama A, et al. Studies of the mortality of atomic bomb survivors, Report 14, 1950-2003: an overview of cancer and noncancer diseases. Radiat Res. 2012; 177(3): 229-43.
- 11) Brenner DJ, Elliston CD, Hall EJ, Berdon WE. Estimated risks of radiation-induced fatal cancer from pediatric CT. American Journal of Roentgenology 2001; 176: 289-296.
- 12) Pearce MS, Salotti JA, Little MP, et al. Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study. Lancet. 2012; 380: 499-505.
- 13) Rothkamm K, Balroop S, Shekhdar J, et al. Leukocyte DNA damage after multi-detector row CT: a quantitative biomarker of low-level radiation exposure. Radiology. 2007; 242(1): 244-251.
- 14) Beels L, Bacher K, Smeets P. et al. Dose-length product of scanners correlates with DNA damage in patients undergoing contrast CT. Eur J Radiol. 2012; 81(7): 1495-1499.
- 15) Halm BM, Franke AA, Lai JF, et al. γ -H2AX foci are increased in lymphocytes in vivo in young children 1 h after very low-dose X-irradiation: a pilot study. Pediatr Radiol. 2014; 44(10): 1310-1317.
- 16) Piechowiak EI, Peter JF, Kleb B, et al. Intravenous Iodinated Contrast Agents Amplify DNA Radiation Damage at CT. Radiology. 2015; 275(3): 692-697.
- 17) Thibault J-B, Sauer KD, Bouman CA, Hsieh JA. Three-dimensional statistical approach to improved image quality for multislice helical CT. Med Phys 2007; 34(11): 4526-4544.

- 18) Yu Z, Thibault J-B, Bouman CA, Sauer KD, Hsieh J. Fast modelbased X-ray CT reconstruction using spatially nonhomogeneous ICD optimization. *IEEE Trans Image Process* 2011; 20(1): 161-175.
- 19) Sagara Y, Hara AK, Pavlicek W, et al. Abdominal CT: comparison of low-dose CT with adaptive statistical iterative reconstruction and routine-dose CT with filtered back projection in 53 patients. *AJR Am J Roentgenol* 2010; 195(3): 713-719.
- 20) Gervaise A, Osemont B, Lecocq S, et al. CT image quality improvement using adaptive iterative dose reduction with wide-volume acquisition on 320-detector CT. *Eur Radiol* 2012; 22(2): 295-301.
- 21) Niu YT, Mehta D, Zhang ZR, et al. Radiation dose reduction in temporal bone CT with iterative reconstruction technique. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2012; Feb 9.
- 22) Winklehner A, Karlo C, Puippe G, et al. Raw data-based iterative reconstruction in body CTA: evaluation of radiation dose saving potential. *Eur Radiol* 2011; 21(12): 2521-2526.
- 23) Marcel Beister, Daniel Kolditz, Willi A. Kalender. Iterative reconstruction methods in X-ray CT. *Physica Medica* 2012; 28(2): 94-108.
- 24) Zeng GL. Model Based Filtered Backprojection Algorithm: A Tutorial. *Biomed Eng Lett*. 2014; 4(1):3-18.
- 25) Richard S, et al. Towards task-based assessment of CT performance: system and object MTF across different reconstruction algorithms. *Med Phys*. 2012; 39(7): 4115-22.
- 26) Urikura A, Ichikawa K, Hara T, et al. Spatial resolution measurement for iterative reconstruction by use of image-averaging techniques in computed tomography. *Radiol Phys Technol*. 2014; 7(2): 358-366.

第7回放射線防護セミナーを受講して

関口 美雪
NTT 東日本関東病院 放射線部

日本は医療被曝大国と言われているほど、国民1人当たりの医療被曝が他国の国民と比べて多い国です。この背景には、日本は他国と比べて人口に対して医療機器が豊富であり、医療先進国であるからと考えられます。一般撮影をはじめ、CTやIVRが普及してきたと同時に患者さんの被曝線量が増えているということは事実であり、患者さんにとって被曝するというリスクより得られるベネフィットが上回るように最適な条件で検査を行うのが我々診療放射線技師の使命の一つであると考えます。また、東日本大震災で起きた福島第一原子力発電所の事故をきっかけにマスコミや国民が被曝に関してより一層関心を持ち、日々仕事をしていく中で患者さんに被曝に関して質問をされる機会も多くなってきました。このような状況下、放射線防護についてきちんと復習しなければと感じ、今回行われた放射線防護セミナーを受講しようと考えました。

今回の放射線防護セミナーは放射線防護における基本的な考え方についてから始まり、基礎中の基礎である放射線物理学や放射線生物学はもちろんのこと昨年発表された診断参考レベル(DRLs: Diagnostic Reference Levels)について、従事者の水晶体被曝管理についてやリスクコミュニケーションの基礎についてといった、放射線防護においてどれもとても重要な内容でした。DRLsにおいては、2015年4月19日の新聞の1面に誤った内容で記載されていたことはまだ記憶に新しく、講義を受けながらこの当時私は仕事に多くの患者さんから質問を受けたことを思い出し、質問を受ける立場としてきちんと理解していなければならないと、改めて強く感じました。頭で理解をしても実際に患者さんを目の前にして質問を受けるとなかなか言葉が浮かんでこなかったり、対応に困ったりすることもあるかと思います。今回のセミナーではそういった場面があることを想定してグループディスカッションを行う時間もあり、大変良い経験となりました。

放射線は目に見えません。見えないからこそ放射線に対して様々な不安を抱えている患者さんや患者さんのご家族の方はたくさんいると思います。その不安を少しでも取り除くことができるよう、今回のセミナーで学んだことを今後生かせるように努力していきたいと考えます。

第7回放射線防護セミナーを受講して

廣澤 文香
富山県立中央病院 画像技術科

日々の業務の中で「毎日、胸部写真を撮っているけど被ばくは心配ない?」、「検査をしたらがんになることはないの?」といった質問を患者さんからされることがあります。私は、病気や放射線被ばくに関して不安に思っている患者さんの不安を取り除き、安心して検査を受けていただくことも放射線技師の大切な仕事の1つであると考えています。しかし、限られた時間で、すべての患者さんが理解できるように説明できていないのが実情で、もっといろいろな人の意見を聞いて参考にしたいと思い1月24日にNTT 東日本関東病院にて開催された第7回放射線防護セミナーに参加させていただきました。

内容は、放射線防護における基本的考え方、放射線防護で扱う量と単位、放射線の人体影響、小児被ばくとその対策、リスクコミュニケーションの基礎についての講義と患者からの被ばく相談に対する応対についてのグループワークがありました。放射線防護に関する講義の中で特に興味深かったのは五十嵐先生が「透視系だけではなくCTや一般撮影にも防護メガネが必要ではないか」と話されていたことです。当院ではカテ室にしか防護メガネは配置されていないので、従事者の防護についても考えさせられました。リスクコミュニケーションの講義では「聴く・質問する・伝える」技術それぞれの必要性を学びました。同じ内容を伝えようとしても相手によって受け取り方が異なります。相手に理解してもらえるように言い方や表現を工夫し、専門用語などは使わないように気を付けようと思いました。

グループワークでは医療現場で患者さんや家族の方から受けたことのある質問を題材にしてロールプレイを行いました。講義で学んだことに注意しながらグループで考えましたが、たった1つの質問でも明確な回答を用意しようとするのが難しかったです。現場では想像していなかった質問や相談を受けることもあると思うので、実際にシミュレーションを行い普段から考えておくことは大切だと感じました。また、グループの方々といろいろ話をした際にそれぞれの病院の放射線防護に関する考え方を聞くことができたことも良かったです。

セミナーへの参加は、放射線防護やリスクコミュニケーションについて改めて考える良い機会となりました。患者さん一人ひとりに応じた対応を行うには、自分が放射線に対する正しい知識を理解したうえで患者さんが必要としている情報や気持ちに寄り添った提案を考えて伝えることが大切です。ぜひ、今回学んだことを今後の業務に活かしていきたいと思います。

最後に、このような素晴らしい放射線防護セミナーのお世話をいただきましたスタッフの皆様に感謝申し上げます。

放射線防護分科会誌インデックス

第1号(1995.10.20 発行)

放射線防護分科会 発足式並びに研究会

あいさつ 放射線防護分科会の発会を祝して／川上壽昭

放射線防護技術の発展に会員のご協力を／砂屋敷忠

記念講演要旨 医療における放射線の利用と防護

ー放射線防護分科会への期待ー／佐々木康人

討論要旨 テーマ「医療放射線防護を考える」

(1) なぜいま医療放射線防護なのか／森川薫

(2) X線撮影技術の分野から／栗井一夫

(3) 核医学検査技術の立場から／福喜多博義

(4) 放射線治療技術の立場から／遠藤裕二

第2号(1996.4.1 発行)

第52回総会学術大会 放射線防護分科会特集

巻頭言「ヒトから考える医療放射線防護／赤羽恵一

特別講演要旨「ICRP1990年勧告 その後・古賀佑彦

パネルディスカッション要旨

テーマ「放射線利用における公衆の防護」

(1) 公衆の放射線防護 序論／菊地 透

(2) 病室におけるX線撮影時の室内散乱線量分布／小倉 泉

(3) 放射線医薬品投与後の周囲への安全性と現状／中重富夫

(4) 放射線施設の遮蔽条件／砂屋敷忠

(5) 診療の立場から／飯田恭人

(6) 現在の施設の防護状況報告／木村純一

文献紹介 放射線防護に関連した著書の紹介／西谷源展

最近の海外文献紹介／菊地 透

第3号(1996.9.26 発行)

第24回秋季学術大会 放射線防護分科会特集

巻頭言「放射線防護と画像評価」／栗井一夫

パネルディスカッション要旨

テーマ「ボランティアの被曝と防護を考える」

(1) ボランティアの放射線被曝とは／菊地透

(2) 新技術・装置開発での問題点／辻岡勝美

(3) 学生教育の立場から／三浦正

(4) 診療現場での事例／平瀬清

教育講演要旨 宮沢賢治百年と放射能100年「医療放

射線の被曝と防護をめぐって」序文／栗冠正利

資料 厚生省「医療放射線管理の充実に関する検討会」報告書

第4号(1997.4.5 発行)

第53回総会学術大会 放射線防護分科会特集

巻頭言「21世紀に向けた節目の時代」／菊地透

第4回放射線防護分科会 パネルディスカッション要旨

テーマ「診療用X線検査における患者の被曝線量を知る方法」

(1) 被曝線量の実用測定ー個人線量計を利用する場合／福本善巳

(2) 診療現場の問題ー簡易換算法による被曝線量の推定／山口和也

(3) 診療現場の問題ー自作線量計による患者被曝線量の測定／重谷昇

(4) 診療現場の問題ー線量測定の位置と単位について／鈴木昇一

会員の声 放射線防護に対する認識ーある放送から感じたこと／平瀬清

資料 X線診断による臓器・組織線量、実効線量および集団実効線量 RADIO ISOTOPE 誌転載

第5号(1997.10.30 発行)

第25回秋季学術大会 放射線防護分科会特集

巻頭言「IAEA ガイダンスレベルと線量評価法の混乱」／鈴木昇一

第5回放射線防護分科会パネルディスカッション要旨
テーマ「医療放射線被曝とは何か」

(1) 被曝のとらえ方ー医療被曝を中心に／菊地 透

(2) 内部被曝ー線量評価／赤羽恵一

(3) 外部被曝ー計る／前越久

(4) 被曝の混乱ーアンケートにみる原因と対策／森川薫

(5) 討論 司会／砂屋敷忠

会員の質問

(1) 個人被曝線量計の精度

(2) 施設線量の測定法

資料 放射線防護分科会アンケート集計報告

第6号(1998.4.9 発行)

第54回総会学術大会 放射線防護分科会特集

第6回研究会プログラム

教育講演要旨

「医用放射線と保健福祉」／森光敬子

「ICRPの国内法令取り入れをめぐって」／菊地 透

会員の声 医療放射線の「リスク論議考」／輪嶋隆博

質問欄 カテーテルアブレーションの被曝低減法／委員会

論文紹介

国際放射線防護委員会 ICRP1997年オックスフォード会議／松平寛通（放射線科学から転載）

第7号(1998.10.29 発行)

第26回秋季学術大会 放射線防護分科会特集
第7回研究会プログラム パネルディスカッション要旨
テーマ「医療被曝（X線検査）のガイダンスレベルは制定できるか」
(1) ガイダンスレベルとは何か／菊地透
(2) 一般撮影での問題点／佐藤斉
(3) 乳房撮影（歯科も含む）の注目点／加藤二久
(4) 病室・在宅医療での考え方／加藤英幸
会員研究発表リスト 1998年 春・秋

第8号(1999.4.5 発行)

第55回総会学術大会 放射線防護分科会特集
放射線防護研究一分科会の活動／砂屋敷忠
第8回研究会プログラム 教育講演資料
(1) 放射線防護 過去・未来／館野之男
(2) 医療法施行規則改正の動き／諸岡健雄
第26回秋季学術大会分科会報告
医療被ばく（X線検査）のガイダンスレベルは制定できるか／菊地透
防護分科会印象記／輪嶋隆博
学術大会防護関連座長印象記
X線検査装置－2／江口陽一
X線質評価／久保直樹
放射線管理測定技術／大釜昇
放射線管理－IVR 従事者被曝／水谷宏
討論室 続 防護エプロン論争／輪嶋隆博

第9号(1999.10.28 発行)

第27回秋季学術大会 放射線防護分科会特集
巻頭言「これからの放射線防護に求められるもの－21世紀の活動」／栗井一夫
第9回放射線防護分科会
パネルディスカッション要旨
テーマ「放射線管理における西暦2000年問題について」
病院における西暦2000年問題／谷重善
医療用具製造業者等のコンピュータ西暦2000年問題への対応状況について／田村敦志
病院における西暦2000年問題への対応について／水谷宏
西暦2000年問題への対応と現状／泉孝吉
放射線治療装置における西暦2000年問題／大野英
第55回総会学術大会防護関連座長印象記
放射線管理－IVR・乳房撮影／栗井一夫
放射線管理－スペクトル・フィルタ／大釜昇
放射線管理－RI管理／菊地透
X線検査－DR被曝／千田浩一
放射線管理－測定器／新開英秀
放射線管理－CT被曝・測定器／鈴木昇一
ニュース

低線量放射線影響に関する公開シンポジウム／加藤英幸
放射線防護に関する関係省庁への要請書および要望書の提出について／菊地透
質問欄 放射線管理のQ&A／菊地透

第10号(2000.4.6 発行)

第56回総会学術大会 放射線防護分科会特集
巻頭言「新たな世紀を迎える前に放射線防護論（防護学）の問題点を考える／加藤英幸
第10回放射線防護分科会
基調講演要旨 「放射線防護関連法令の改正について」／菊地透
シンポジウム要旨
テーマ「放射線安全規正法改正と新しい放射線医療技術の対応」
放射線診療施設・管理区域の対応／鈴木昇一
個人被曝管理の対応／寿藤紀道
新しい放射線医療技術の対応／諸澄邦彦
第27回秋季学術大会防護関連座長印象記
核医学－被曝／中田茂
放射線管理－被ばく低減／有賀英司
放射線管理－IVR・DSA／三宅良和
X線撮影－血管撮影被曝・その他／阿部勝人
討論室 ウラン加工工場臨界事故に学ぶ／菊地透
クラーク論文を読んで／水谷宏
ニュース 平成11年度公開シンポジウム「医療における放射線被曝と対策」印象記／富樫厚彦

第11号(2000.10.20 発行)

第28回秋季学術大会 放射線防護分科会特集
巻頭言「モラル・ハザードと放射線防護のプロ」／寿藤紀道
第16回計測、第11回放射線防護合同分科会要旨
「診断領域における線量標準測定法の確立」－より安全な放射線防護を目指して－
医療被曝測定の意義／菊地透
X線診断領域における較正場について／加藤二久
標準測定法の確立／小山修司
現場における被曝線量測定／熊谷道朝
第56回総会学術大会防護関連座長印象記
CT検査－被曝低減技術／新木操
マルチスライスCT－被曝低減技術／村松禎久
小児のための放射線検査1／増田和浩
放射線管理－患者被曝1／梅酢芳幸
放射線管理－患者被曝2／加藤英幸
放射線管理－術者被曝／山口和也
核医学－RI管理／工藤亮裕
放射線管理－測定器／小山修司
討論室 原子力時代のパイオニア 武谷三男氏の死去に際して／富樫厚彦
ニュース IRPA-10に参加して／有賀英司

国際放射線防護学会 第 10 回国際会議(IRPA-10)参加
印象記／富樫厚彦

資料 密封小線源の紛失事例分析と防止対策／穴井重
男

書評 「緊急被ばく医療の基礎知識」／西谷源展

第 12 号(2001.4.6 発行)

第 57 回総会学術大会 放射線防護分科会特集

巻頭言「これからの放射線防護分科会」／栗井一夫

第 12 回放射線防護分科会要旨

テーマ「法令改正で貴方の施設は大丈夫ですか？」－
これからでも間に合う現場対応－

基調講演要旨 医療施設の放射線防護関係法令改正の
要点／菊地透

話題提供要旨 管理区域境界等における測定と評価方
法について／山口和也

放射線診療従事者の被曝管理について／加藤英幸

診療用 X 線装置等の防護基準の測定について／水谷宏

第 28 回秋季学術大会防護関連座長印象記

放射線管理－被曝線量評価・QC／越田吉郎

放射線管理－乳房撮影／小山修司

放射線管理－法令改正・環境測定／鈴木昇一

資料 平成 12 年度公開シンポジウム 一般公衆から
の質問と回答-1

医療法施行規則の一部を改正する省令新旧対比表

書評 「被ばく線量の測定・評価マニュアル 2000」と
「放射線施設のしゃへい計算実務マニュアル 2000」／
山野豊次

第 13 号(2001.11.10 発行)

第 29 回秋季学術大会 放射線防護分科会特集

教育講演要旨「緊急被曝医療の展望」／青木芳朗

フレッシュャーズセミナー要旨 「低線量の健康影響」

／米井脩治

第 13 回放射線防護分科会要旨

テーマ「どうしてですか、あなたの施設の放射線管理
－法令改正半年を経て－」

(1) 放射線従事者の管理／水谷宏

(2) 治療施設の管理／穴井重男

(3) 核医学施設の管理／山村浩太郎

(4) 医療現場の対応状況／加藤英幸

第 57 回総会学術大会防護関連座長印象記

放射線管理－教育・危機管理／石田有治

放射線管理－装置管理／吉村浩太郎

放射線管理－IVR 被曝／梅津芳幸

放射線管理－一般撮影、乳房／山口和也

放射線管理－測定器／熊谷道朝

放射線管理－測定評価／小山修司

放射線管理－CT 被曝／五十嵐隆元

放射線管理－被曝管理／千田浩一

学術大会印象記 「放射線安全管理の基礎・放射線管
理フォーラム」／福田篤志

資料 IVR に伴う放射線皮膚傷害報告症例から放射線
防護を考える／富樫厚彦

文献紹介 「塩化タリウムの放射線皮膚炎」／防護分
科会

第 14 号(2002.4.4 発行)

第 58 回総会学術大会 放射線防護分科会特集

巻頭言「医療現場の放射線安全管理は大丈夫か」／穴
井重男

教育講演要旨 「IVR における皮膚傷害発生の現状と
今後の展開」／西谷 弘

第 14 回放射線防護分科会要旨

テーマ「血管撮影領域における放射線皮膚傷害の現状
と対策」

(1) 皮膚傷害事例とその治療にあたって／大和谷淑子

(2) 循環器科医の立場から／角辻 暁

(3) 被曝の現状と対策／水谷 宏

(4) 放射線防護の対応について／菊地 透

第 29 回秋季学術大会放射線防護管理関連演題後抄録

第 15 号(2002.10.17 発行)

第 30 回秋季学術大会 放射線防護分科会特集

巻頭言「100mGy の意味するもの」／新井敏子

教育講演要旨 「女性の放射線被曝について」／大野
和子

第 15 回放射線防護分科会要旨

テーマ「ICRP Publ.84－妊娠と医療放射線－を考える」

(1) ICRP Publ.84 の意図するもの／富樫厚彦

(2) 女性と放射線被曝：医療被曝／安友基勝

(3) 女性と放射線被曝：職業被曝／新井敏子

(4) 女性と放射線被曝：公衆被曝／穴井重男

第 13 回放射線防護分科会(第 29 回周期学術大会)抄録
集

「どうしてですか、あなたの施設の放射線管理－法令
改正半年を経て－」

放射線従事者の管理／水谷宏

治療施設の管理／穴井重男

医療現場の対応状況／加藤英幸

座長集約／鈴木昇一

第 59 回総会学術大会放射線防護管理関連演題発表後
抄録

第 16 号(2003.4.11 発行)

第 59 回総会学術大会 放射線防護分科会特集

巻頭言「放射線防護分科会の役割」／前越久

第 16 回放射線防護分科会要旨

テーマ「医療従事者への放射線防護教育」

(1) 放射線診療従事者への教育訓練／穴井重男

(2) 医療従事者への教育／富樫厚彦

(3) 技師養成期間における防護教育／鈴木昇一

(4) 患者さんへの対応／新井敏子

岩手高校生被曝事故に関する考察／加藤英幸／鈴木昇

一／富樫厚彦／西谷源展

ニュース 医療放射線防護連絡協議会第 16 回フォーラム印象記／磯辺智子

第 30 回秋季学術大会放射線防護管理関連演題後抄録

第 17 号(2003.10.10 発行)

第 31 回秋季学術大会 放射線防護分科会特集

巻頭言「よろしくお願いします」／塚本篤子

教育講演要旨 「医療被曝とその影響」／阿部由直

第 17 回放射線防護分科会要旨

「ディベート：胸部撮影における患者さんの防護衣は必要か」

(1)「必要の立場から」／相模 司

(2)「必要の立場から」／加藤英幸

(3)「不要の立場から」／松下淳一

(4)「不要の立場から」／輪嶋隆博

ニュース IVR に伴う放射線皮膚傷害の防止に関するガイドラインおよび IVR の患者の受ける線量測定マニュアル作成状況報告／放射線防護分科会

フォーラム印象記 第 17 回「医療放射線の完全使用研究会」フォーラム印象記／塚本篤子

第 59 回総会学術大会放射線防護管理関連演題発表後抄録

第 18 号(2004.4.9 発行)

第 60 回総会学術大会 放射線防護分科会特集

巻頭言「医療放射線防護とリスクコミュニケーション」／松下淳一

第 18 回放射線防護分科会要旨

テーマ「IVR における患者皮膚障害防止」

(1)「IVR に伴う放射線皮膚障害の防止に関するガイドラインの趣旨」／菊地透

(2)「IVR における患者皮膚線量の測定マニュアルの概要」／水谷宏

(3)「心臓領域における IVR の現状」／石綿清雄

ニュース 国政免除レベル等の取り入れに伴う放射線同位元素等による放射線障害の防止に関する法律（障害防止法）改正について－経緯と現況－／加藤英幸
トピックス “医療”解剖学～インターネット情報から今の医療を考える～／三上麻里

印象記 “医療における放射線安全・防護についてのパネル討論会”／塚本篤子

放射線免疫学調査講演会「低線量放射線の健康影響」に参加して／加藤英幸

平成 15 年度市民公開シンポジウム（富山市）／伊藤祐典

平成 15 年度医療放射線安全管理講習会に参加して／小林正尚

文献紹介 X 線診断被ばくによる発がんのリスク：英国及び 14 カ国の推計／藤淵俊王

訃報 斉藤岩男氏を偲ぶ

第 31 回秋季学術大会放射線防護管理関連演題後抄録

第 19 号 (2004.10.21 発行)

第 32 回秋季学術大会 放射線防護分科会特集

巻頭言「今どきの ICRP 報告書」／栗井一夫

第 19 回放射線防護分科会要旨

テーマ「医療における放射線防護関連法令の改正とその運用について」

(1)「加速器使用施設における対応」／松下淳一

(2)「密封線源使用における対応」／石井俊一

(3)「放射線廃棄物への対応」／青木功二

(4)「放射線完全管理規制の課題」／山口一郎

ニュース 分娩前の歯科 X 線撮影と出生時低体重児を読んで／宮田あきこ

資料 CT 検査における線量測定／鈴木昇一

第 60 回総会学術大会放射線防護管理関連演題発表後抄録

第 20 号 (2005.4.8 発行)

第 61 回総会学術大会 放射線防護分科会特集

巻頭言「公衆と放射線」／三田創吾

第 20 回放射線防護分科会要旨

テーマ「X 線診断領域の被曝でがんは増えるのか」

(1)「放射線影響の立場から」／坂井一夫

(2)「放射線管理の立場から」／菊地透

(3)「放射線被曝に対する市民の不安」／中島久美子

資料 ICRP Publication 86「放射線治療患者に対する事故被曝の予防」の要約／松下淳一

第 32 回秋季学術大会放射線防護管理関連演題後抄録

第 21 号 (2005.10.20 発行)

第 33 回秋季学術大会 放射線防護分科会特集

巻頭言「分科会長に就任して」／加藤英幸

第 21 回放射線防護分科会要旨

教育講演要旨「医療における Gy と Sv の考え方」／加藤和明

テーマ「医療現場での線量評価を考える」

(1)「胸部撮影における線量評価の現状」／船橋正夫

(2)「乳房撮影における線量評価の現状」／安友基勝

(3)「CTにおける線量評価の現状」／村松禎久

(4)「線量評価ガイドラインの提示」／菊池 透

トピックス放射線関係法令改正対応記／富樫厚彦

第 61 回総会学術大会放射線防護管理関連演題発表後抄録

第 22 号 (2006.4.7 発行)

第 62 回総会学術大会 放射線防護分科会特集

巻頭言「放射線防護 雑感」／五十嵐隆元

第 22 回放射線防護分科会要旨

教育講演要旨「医療放射線防護と最近の ICRP の動向」／米倉義晴

テーマ「PET 検査における放射線被ばくを考える」

(1)「PET 検査室における被ばく」／五十嵐隆元

(2)「被検者の被ばく線量評価」／赤羽恵一

(3)「法整備の現状と問題点」／渡辺 浩
トピックス「ICRPの新体制と新勧告の動き」／菊地透
平成17年度市民公開シンポジウム印象記／小林剛
第33回秋季学術大会放射線防護管理関連演題後抄録

第23号(2006.10.19発行)

第34回秋季学術大会 放射線防護分科会特集
巻頭言「アララ!小惑星と電離性放射線」／富樫厚彦
第23回放射線防護分科会要旨
教育講演要旨「医療をとりまく放射線災害の現状と課題」／高田 純
テーマ「もしも放射線災害が起きたら…」
(1)「緊急被ばく医療の実際」／神 裕
(2)「緊急被ばく医療の病院における放射線管理の実際」／武田浩光
(3)「医療用放射線源のセキュリティ対策の課題」
／菊地透
合同分科会シンポジウム「マンモグラフィの精度管理について」
学術交流委員会報告プレリリース
第62回総会学術大会放射線防護管理関連演題発表後抄録

第24号(2007.4.13発行)

第63回総会学術大会 放射線防護分科会特集
巻頭言「防護計測の愚痴、自戒」／鈴木昇一
第24回放射線防護分科会要旨
教育講演要旨「放射線安全とヒューマンファクター」／石橋 明
テーマ「放射線安全教育の現状と課題」
(1)「学生教育では」／福士政弘
(2)「医療従事者に対して」／中里 久
(3)「一般公衆に対して」／西田由博
技術活用セミナー1「医療被ばくの説明とリスク仮説—LNT仮説を中心に—」／輪嶋隆博
モーニングセミナー「患者さんの不安に答えた経験から言えること」／大野和子
「医療被曝相談—この事例にあなたはどうか答えませんか—」／五十嵐隆元
第23回防護分科会後抄録
テーマ「もしも放射線災害が起きたら…」
(1)「緊急被ばく医療の実際」／神 裕
(2)「緊急被ばく医療の病院における放射線管理の実際」／武田浩光
(3)「医療用放射線源のセキュリティ対策の課題」
／菊地透
トピックス「ICRP-2007新勧告案についての私見」
／富樫厚彦
印象記 第3回お茶の水アカデミアシンポジウム「医療被ばくを考える」に参加して／三反崎宏美
第34回秋季学術大会放射線防護管理関連演題発表後抄録

第25号(2007.10.26発行)

第35回秋季学術大会 放射線防護分科会特集
巻頭言「手と放射線」／水谷 宏
第25回放射線防護分科会要旨
教育講演要旨「医療従事者における外部被曝の現状と課題」—個人被曝線量測定サービス機関のデータから／石山 智
テーマ「手指の被曝を考える」
(1)「放射線診療従事者の手指被曝の実態調査(アンケート報告)」／塚本篤子
(2)「Vascular(血管系)IVRでは」／坂本 肇
(3)「Vascular(血管系)IVRでは」／藤淵俊王
(4)「CT撮影では」／小林正尚
合同分科会(画像・放射線撮影・計測・放射線防護・医療情報)シンポジウム
「X線CT撮影における標準化—GuLACTIC 2007—胸部疾患(びまん性疾患および肺がん)のガイドライン作成にあたって—」
(1) GuLACTIC 2007 肺がんのガイドラインについて
／萩原 芳広
(2) CT画像の画質特性と臨床適応／市川勝弘
(3) 造影理論と臨床応用／山口 功
(4) CTの線量特性と被曝線量／小山修司
(5) CT検査の放射線防護の考え方とその評価方法／加藤英幸
(6)データ保存と画像配信／山本勇一郎
第24回防護分科会後抄録 パネルディスカッション
テーマ「放射線安全教育の安全と課題」
「一般公衆に対して」／西田由博
印象記 第24回放射線防護分科会「放射線安全教育の安全と課題」を拝聴して／松崎正弘
第63回総会学術大会放射線防護管理関連演題発表後抄録

第26号(2008.4.4発行)

第64回総会学術大会 放射線防護分科会特集
巻頭言「本年は放射線防護における変革の年となるのか」／広藤 喜章
第26回放射線防護分科会要旨
教育講演要旨「医療放射線における放射線防護の最新動向—ICRP新勧告とIAEA国際基本安全基準について—」
／米原 英典
テーマ「放射線防護の観点からのデジタル画像」
(1)ICRP Publ.93(デジタルラジオロジーにおける患者線量の管理)の概要と課題／富樫 厚彦
(2)医療現場におけるデジタル画像の現状—学術調査研究班調査研究の中間報告から—／鈴木 昇一
(3)デジタル撮影における放射線防護／小林 剛
(4)デジタル撮影における画像評価／西原 貞光
モーニングセミナー「医療放射線防護の常識・非常識—私たちが伝えたかったこと—」／大野和子・栗井一夫

技術活用セミナー「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」-技術学会の果たした役割-／栗井 一夫
第 35 回秋季学術大会放射線防護管理関連演題発表後抄録
市民公開シンポジウムのお知らせ

第 27 号 (2008.10.23 発行)

第 36 回秋季学術大会 放射線防護分科会特集
巻頭言「科学技術の発達と融合」／藤淵 俊王
第 27 回放射線防護分科会要旨
教育講演要旨「医療被曝の国際動向と課題」／菊地 透
テーマ「患者以外の医療被曝を考える」
(1)患者以外の医療被曝の住み分け／富樫厚彦
(2)ボランティア被曝の現状／小寺吉衛
(3)介護被曝の現状／祖父江由紀子
部会・分科会合同シンポジウム
テーマ：「X線診断領域におけるデジタル化と被曝防護を考える」
(1)X 線診断領域での被曝と防護の考え方／加藤英幸
(2)我が国での診断領域の患者被曝の現状—X線診断時に患者が受ける線量の調査研究より—
1. 調査概要／近藤裕二
2. 一般撮影での傾向／能登公也
3. マンモ、CTでの傾向／小林謙一
(3)個人線量計を用いたX線装置の出力測定調査について／塚本篤子
分科会合同シンポジウム
テーマ「救急検査のクオリティを考える—救急専門技師に求められるもの—」

(1)救急撮影の基礎（一般撮影）／渡辺啓司
(2)救急診療におけるCT撮影の在り方／山本浩司
(3)救急診療におけるMR撮影の在り方／松村善雄
(4)救急診療における放射線防護の在り方／五十嵐隆元
(5)救急診療における医療情報の活用／原瀬正敏
第 26 回防護分科会後抄録
学術調査研究班調査研究の中間報告から／鈴木昇一
デジタル撮影における放射線防護／小林 剛
デジタル撮影における画像評価／西原貞光
第 64 回総会学術大会放射線防護管理関連演題発表後抄録

第 28 号 (2009.4.17 発行)

第 65 回総会学術大会 放射線防護分科会特集
巻頭言「放射線安全管理と不景気」／鈴木 昇一
第 28 回放射線防護分科会要旨
教育講演要旨「胎児、小児期被ばくによる発がん影響」／島田 義也
テーマ「小児の医療被曝を考える」
(1)小児放射線検査の現状／宮崎 治
(2)小児放射線検査の現状調査報告／田邊 智晴
(3)小児医療被曝の捉え方／五十嵐隆元

フレッシュセミナー
「放射線防護のいろは」-患者の線量管理-
／小林 剛
「放射線防護のいろは」-従事者の線量管理-
／藤淵 俊王
技術活用セミナー

「医療用線源のセキュリティ管理」／富樫 厚彦
「ICRP Publ.102 の概要と課題」／鈴木 昇一

第 36 回秋季学術大会放射線防護管理関連演題発表後抄録

第 29 号 (2009. 10.22 発行)

第 37 回秋季学術大会 放射線防護分科会特集
巻頭言「実効線量に関する問題点」／松原 孝祐
第 29 回放射線防護分科会要旨
教育講演要旨
「日本人ボクセルファントムの開発と線量評価について」／斎藤 公明
ST 講座要旨
「被ばくによる発がん影響について」／島田 義也
テーマ「我が国の診断参考レベル (DRL) を考える」
(1) DRLとは？／五十嵐隆元
(2) 各モダリティのDRLについて／鈴木 昇一
(3) 放射線診療における線量低減目標値／笹川 泰弘
(4) 国際動向について／大場 久照
第 65 回総会学術大会放射線防護管理関連演題発表後抄録
市民公開シンポジウムのお知らせ

第 30 号 (2010. 4.8 発行)

第 66 回総会学術大会 放射線防護分科会特集
巻頭言「クリアランス制度の法整備と本学会の貢献」／渡辺 浩
第 30 回放射線防護分科会要旨
教育講演要旨
「放射線防護における最近の国際動向」／細野 眞
ST 講座要旨
「実効線量を理解しよう」／五十嵐 隆元
入門講座要旨
「医療従事者の被ばく管理と低減対策」／藤淵 俊王
技術活用セミナー
「放射線防護の国際的な動向」／米原 英典
テーマ「オールジャパンで考える小児医療」
(1) オールジャパンとしてどう取り組むか？／赤羽 恵一
(2) 小児被曝把握の必要性／宮崎 治
(3) 小児医療被曝の現状と評価／松原 孝祐
(4) 小児CT撮影のプロトコルを考える／大橋 一也
第 37 回秋季学術大会放射線防護管理関連演題発表後抄録
防護分科会誌インデックス

第 31 号 (2010.10.14 発行)

第 38 回秋季学術大会 放射線防護分科会特集

巻頭言「猛暑日…熱帯夜…太陽からのエネルギー」
／広藤 喜章

第 31 回放射線防護分科会要旨

教育講演要旨

「研究の倫理を考える」／栗原 千絵子

テーマ「放射線研究の倫理を考える」

(1) ICRPにおける倫理の考え方／赤羽 恵一

(2) 各施設での倫理委員会の現状 —調査報告—

／広藤 喜章

(3) 技術学会編集委員会の現状と事例／土井 司

(4) 放射線技術学分野における研究倫理とその実情／

磯辺 智範

WORLD MEDICAL ASSOCIATION [訳] (

専門講座要旨

「放射線施設の管理と設計」／渡辺 浩

入門講座要旨

「よくわかる関係法令」／笹沼 和智

技術活用セミナー

「放射線防護の国際的な動向」／米原 英典

第 66 回総会学術大会放射線防護管理関連演題発表後
抄録

防護分科会誌インデックス

第 32 号 (2011.4.8 発行)

第 67 回総会学術大会 放射線防護分科会特集

巻頭言「オールジャパンでの放射線防護分科会の役
割」／鈴木昇一

入門講座要旨

「医療法施行規則を理解しよう！」／大場久照

技術活用セミナー

「CT 検査で患者が受ける線量」／鈴木昇一

第 32 回放射線防護分科会要旨

教育講演要旨

「医療被ばく管理の国際的な動向」／赤羽 恵一

テーマ「救急患者の撮影における防護と問題」

(1) 救急専門医が必要とする画像／船曳知弘

(2) 救急撮影認定技師とは／坂下恵治

(3) 救急撮影における放射線防護／五十嵐隆元

(4) 救急撮影で患者、術者等の受ける線量／松原孝祐

専門講座要旨

「疫学データから学ぶ放射線誘発がん」／吉永 信治

専門講座要旨

「ICRP について学ぼう」／山口和也

38 回秋季学術大会放射線防護管理関連演題発表後
抄録

防護分科会誌インデックス

第 33 号 (2011.10.28 発行)

第 39 回秋季学術大会 放射線防護分科会特集

巻頭言「就任の挨拶」／五十嵐 隆元

入門講座要旨「放射線装備機器および放射線発生装
置の安全取扱い」／磯辺 智範

専門講座要旨「放射線災害時の防護」／武田 浩光

第 33 回放射線防護分科会要旨

教育講演要旨

「福島原発事故における内部被ばくを考える」／下
道國

テーマ「放射線防護に関連した数値を考える」

(1) 規制値の経緯とその考え方／広藤 喜章

(2) リスクについて／島田 義也

(3) 医療における放射線防護の考え方／松原 孝祐

入門講座要旨「X 線管理学 (X 線の管理・防護・
測定)」／坂本 肇

専門分科会合同シンポジウム要旨

「デジタル画像を再考する —検像について—」

(1) 単純 X 線撮影領域における検像について／川本
清澄

(2) 画像情報の確定に関するガイドラインからみた検
像／坂本 博

(3) 検像における画像品質の確保について／陳 徳
峰

(4) 核医学領域における検像システムの役割／對間
博之

(5) 検像における線量指標の活用／有賀 英司

防護分科会関連行事参加報告

防護分科会誌インデックス

第 34 号 (2012.4.12 発行)

巻頭言「放射線防護対策チームの結成」／磯辺 智範

専門講座要旨「疫学データから学ぶ放射線誘発がん」

／吉永 信治

技術活用セミナー 要旨「被曝説明の核心に迫る」

／松原 孝祐

入門講座要旨「医療法施行規則を理解しよう」

／浅沼 治

第 34 回放射線防護分科会要旨

教育講演

「原発事故と医療放射線 ～放射線のリスクコミュ
ニケーションの課題～」／神田 玲子

テーマ:「福島原発事故後の医療におけるリスクコミュ
ニケーション」

(1) 福島での市民とのやりとりを通じて

／加藤 貴弘

(2) 医療現場におけるリスクコミュニケーション

／竹井 泰孝

(3) マスメディアから見たリスクコミュニケーション
／田村 良彦

専門講座要旨

「ICRP を学ぼう」／山口 和也

第 39 回秋季学術大会放射線防護管理関連演題発表後
抄録

防護分科会誌インデックス

第 35 号 (2012.10.4 発行)

巻頭言「掛け値のない放射線知識を市民へ」

／丹治 一

専門講座要旨「診療放射線技師の役割と義務」

／塚本 篤子

入門講座要旨「放射線影響論」

／竹井 泰孝

専門分科会合同シンポジウム要旨

テーマ：「CT 検査における線量低減技術」

1. 撮影：CT における被ばく低減技術のソリューション／村松 禎久

2. 画像：線量低減技術と画質への影響

／市川 勝弘

3. 計測：線量低減技術の線量測定の注意点

／庄司 友和

4. 防護：線量低減技術による臓器線量からみたリスク評価／広藤 喜章

5. 核医学：SPECT/CT 装置における被ばく線量（X 線）の評価／原 成広

6. 医療情報：線量低減技術と医療情報／栃原 秀一

第 35 回放射線防護分科会要旨

教育講演

「CRP2007 年勧告についてー第 2 専門委員会の取り組みー」／石樽 信人

テーマ：「医療における非がん影響を考える」

(1) ICRP1990 年勧告からの変更点と今後ー医療被ばくに関してー／赤羽 恵一

(2) 原爆被爆者における放射線と非がん疾患死亡との関連／小笹晃太郎

(3) 頭部 IVR による医師と患者の水晶体被ばく／盛武 敬

(4) 医療従事者の被ばく状況について／大口 裕之
市民公開講座参加報告

第 68 回総合学術大会放射線防護・管理関連演題発表後抄録

防護分科会誌インデックス

第 36 号 (2013.4.11 発行)

巻頭言「福島復興と高橋信次先生」／島田 義也

入門講座要旨「妊娠と放射線」／島田 義也

専門講座要旨「国際機関の取り組みと国際的動向」

／赤羽 恵一

第 36 回放射線防護分科会要旨

教育講演

「海外における医療放射線管理の動向について」

概要および診断装置の立場から／伊藤 友洋

管理システムの立場から／鈴木 真人

テーマ：「線量管理はできるのか？できないのか？」

(1) 精中委施設画像評価における画質と線量の評価／西出 裕子

(2) Exposure Index の有効な使用法と当面の問題について／國友 博史

(3) CT の線量評価：現状と今後の展開／村松 禎久

(4) 血管撮影装置における線量管理／塚本 篤子

第 40 回秋季学術大会放射線防護・管理関連演題発表後抄録

防護分科会誌インデックス

第 37 号 (2013.10.17 発行)

巻頭言「みんなの力の結集を！！」／塚本 篤子

入門講座「放射線の人体への影響」／水谷 宏

専門講座「診断領域での患者線量評価と最適化」

／鈴木 昇一

第 37 回放射線防護分科会

教育講演

「国内外の医療施設における放射線防護教育事情」

／松原 孝祐

テーマ：「放射線防護における診療放射線技師の役割とは？」

1. 医療施設における放射線防護教育（医療従事者に対して）／磯辺 智範

2. 被ばく相談にどう向かい合うべきか（患者に対して）／竹井 泰孝

3. 養成施設における防護管理者としての技師教育（学生に対して）／佐藤 斉

4. 福島原発事故に対する診療放射線技師の役割（公衆に対して）／大葉 隆

専門分科会合同シンポジウム：「デジタル化時代の被ばく管理を考える」

1. 線量指標の取扱いと注意点／庄司 友和

2. 医療情報分野からの被ばく線量管理／栃原 秀一

3. 一般撮影領域における被ばくと Exposure Index (EI)／中前 光弘

4. 知っておきたい CT 検査領域における被ばく管理／野村 恵一

5. 核医学検査領域の被ばくとの関係／原 成広

6. 放射線被ばくリスク評価／広藤 喜章

世界の放射線防護関連論文紹介

1. 小児腹部 CT における診断参考レンジ

／松原 孝祐

2. 小児から青年期 680,000 人による CT 検査のがんリスク：豪州 1,100 万人の研究データから

／土居 主尚

第 4 回放射線防護セミナー参加報告

／倉本 卓／石橋 徹／井上 真由美

砂屋敷忠先生を偲んで／西谷 源展

防護分科会誌インデックス

第 38 号 (2014.4.10 発行)

巻頭言「柔軟な発想とノーベル賞の素」／藤淵 俊王

専門講座 2 要旨「患者への放射線説明 診療放射線技師の役割」／石田 有治

第 38 回放射線防護分科会要旨
教育講演「放射線影響の疫学調査」／鎌石 和男

テーマ：「血管系および非血管系 IVR における術者の水晶体被ばくの現状と管理方法」

1. 従事者の水晶体被曝の現状と管理方法／大口 裕之

2. non-vascular IVR における現状と管理／森 泰成

3. vascular IVR における現状と管理／小林 寛

合同企画プログラム要旨

テーマ「医療被ばくの低減と正当化・最適化のバランス」

1. 小児 CT における正当化と最適化／宮寄 治
2. CT 検査で患者さんが受ける線量の現状と低減化の状況／鈴木 昇一
3. 低線量放射線の発がんリスクに関するエビデンス／島田 義也
4. 放射線撮影：知っておきたい CT 検査領域における被ばく管理／赤羽 恵一

入門講座要旨「リスクコミュニケーションの考え方 -低線量長期被ばくを見据えて-」／広藤 喜章

専門講座要旨「放射線による人体への影響 -急性障害と晩発障害-」／松原 孝祐

世界の放射線防護関連論文紹介

1. Dose distribution for dental cone beam CT and its implication for defining a dose index／吉田 豊
2. Establishment of scatter factors for use in shielding calculations and risk assessment for computed tomography facilities／藤淵 俊王
3. Ultrasonography survey and thyroid cancer in the Fukushima Prefecture／広藤 喜章

防護分科会誌インデックス

第 39 号 (2014.4.10 発行)

巻頭言「放射線防護分科会が担うこととは」／加藤 英幸

専門分科会合同シンポジウム要旨「撮影技術の過去から未来への継承～画質と線量の標準化を目指して～」

1. 防護：診断参考レベル (DRLs) 策定のための考察／鈴木 昇一
2. 計測：患者線量の測定および評価／能登 公也
3. 画像：X 線画像における感度と画質／岸本 健治
4. 放射線撮影：画質を理解した撮影条件の決定／中前 光弘
5. 放射線撮影：X 線撮影装置と AEC の管理／三宅 博之
6. 医療情報：デジタル画像時代の検像と標準の活用／坂野 隆明
7. 教育：デジタル化時代における洞察力の必要性／磯辺 智範

学術委員会合同パネルディスカッション要旨「病院における非常時の対応～医療機器対策と緊急時対応～」

〔座長提言〕土井 司／佐藤 幸光

1. 撮影：撮影装置の対応と管理 (X 線 CT を含む)／柏樹 力
2. 撮影：MR 装置の対応と管理 (強磁性体、クエンチなど)／引地 健生
3. 核医学：核医学検査装置と非密封放射性物質・放

射化物の管理／山下 幸孝

4. 放射線治療：放射線治療装置の管理と患者の治療の継続／原 潤

5. 医療情報：災害時のネットワーク管理 (自施設対応と地域連携)／坂本 博

6. 放射線防護・計測：安全管理のための計測と再稼働のための確認／源 貴裕

7. 医療安全対策小委員会：法的規制の立場からの注意点／小高 喜久雄

8. JIRA：医療機器メーカーが提唱する緊急時対策～医用システムについて～／鈴木 真人

入門講座 3 要旨「内部被ばく線量評価と防護」

／五十嵐 隆元

専門講座 3 要旨「従事者被ばくの概要と被ばく管理」／加藤 英幸

第 39 回放射線防護分科会【計測分科会 / 放射線防護分科会 / 医療被ばく評価関連情報小委員会 合同分科会】要旨

教育講演「医療放射線防護と診断参考レベル」

／五十嵐隆元

合同シンポジウム テーマ：「診断参考レベル (diagnostic reference level : DRL) を考える」

1. 装置表示線量値の持つ意味とその精度／小山 修司

2. Dose-SR を利用した医療被ばく管理は出来るのか／奥田 保男

3. 医療被ばく管理に対する日本医学放射線学会からの提言／石口 恒男

4. 我が国の画像診断装置、医療情報システムにおける Dose-SR 対応の現状／佐藤 公彦

世界の放射線防護関連論文紹介

1. Estimation of mean glandular dose for contrast enhanced digital mammography: factors for use with the UK, European and IAEA breast dosimetry protocols.／五十嵐隆元

2. Reducing radiation exposure to patients from kV-CBCT imaging.／森 祐太郎

第 5 回放射線防護セミナー参加報告

横町 和志／田丸 隆行／甲谷 理温

防護分科会誌インデックス

第 40 号 (2015.4.16 発行)

巻頭言「日本の医療放射線防護」／赤羽 恵一

専門講座要旨「水晶体の線量限度引き下げの概要と今後の課題」／松原 孝祐

教育講演要旨「福島第一原子力発電所事故後の現状」／遊佐 烈

第 40 回放射線防護部会要旨

テーマ「知っておきたい中性子の知識 -基礎から応用まで-」

1. 中性子の特徴－物理学的観点から－／磯辺 智範
2. 中性子の人体への影響／米内 俊祐

3. 中性子の把握／黒澤 忠弘
 4. 中性子の医学利用／佐藤 英介
 5. 医療機関における中性子に関する法令／藤淵 俊王
- 入門講座要旨「診断参考レベル（DRLs）を理解しよう」／五十嵐 隆元
- 世界の放射線防護関連論文紹介
1. Secondary neutron doses received by pediatric patients during intracranial proton therapy treatments.／松本 真之介
 2. Size-specific, scanner-independent organ dose estimates in contiguous axial and helical head CT examinations／松原 孝祐
 3. Radiation Dose and Cataract Surgery Incidence in Atomic Bomb Survivors, 1986-200／広藤 喜章
- 第 42 回秋季学術大会後抄録 放射線防護分科会/計測分科会/医療被ばく評価関連情報小委員会 合同シンポジウム
- ・テーマ「診断参考レベル（diagnostic reference level : DRL）を考える」
1. 装置表示線量値の持つ意味とその精度／小山 修司
 2. Dose-SR を利用した医療被ばく管理は出来るのか／奥田 保男
 3. 医療被ばく管理に対する日本医学放射線学会からの提言／石口 恒男
 4. 我が国の画像診断装置，医療情報システムにおける Dose-SR 対応の現状／佐藤 公彦
- 第 6 回放射線防護セミナーのご案内
- 防護分科会誌インデックス

第 41 号（2015.4.16 発行）

- 巻頭言「放射線防護委員会&日本の診断参考レベル元年」／塚本 篤子
- 第 41 回放射線防護部会要旨（撮影部会，JIRA 共催）
- テーマ「CT 撮影における標準化と最適化～次のステップに向けた取り組み」
- 教育講演「医療被ばくの放射線防護～正当化および最適化の現状と課題～」／赤羽 恵一
- パネルディスカッション「CT における線量最適化の現状と課題」
1. 「X 線 CT 撮影における標準化～GALACTIC～」の改訂／高木 卓
 2. DRL 構築のための線量管理「装置から提供される情報」／山崎 敬之
 3. DRL 構築のための線量管理「線量情報管理システム」／伊藤 幸雄
 4. CT における診断参考レベルの設定について／西丸 英治
 5. 小児 CT における撮影条件設定の考え方／坪倉 聡
 6. 我が国の小児 CT で患児が受ける線量の実態／竹

- 井 泰孝
- 専門講座要旨「日本の診断参考レベルと活用方法」／五十嵐 隆元
- 入門講座要旨「放射線防護で扱う単位と用語の活用方法」／磯辺 智範
- 市民公開講座要旨
- テーマ「放射線と食の安全 ～日本の食文化を守るために～」
1. ここがポイント！放射線と放射能 ～医療での利用を含めて～／塚本 篤子
 2. 食品に含まれる放射性物質～内部被ばくと外部被ばくは違うの？～／広藤 喜章
 3. 放射線と食品のリスク ～食の安全を確保するためには～／畝山智香子
- 世界の放射線防護関連論文紹介
1. Effect of staff training on radiation dose in pediatric CT／西丸 英治
 2. Units related to radiation exposure and radioactivity in mass media: the Fukushima case study in Europe and Russia／大葉 隆
- 第 6 回放射線防護セミナー参加報告
- 高橋 伸光／角田 和也
- 防護分科会誌インデックス

日本放射線技術学会放射線防護部会内規

1. 目的

この内規は、専門部会設置規定第1条ならびに専門部会規約第4条に基づき、放射線防護部会の事業を円滑に運営するための細部について定める。

2. 適用範囲

この内規は、定款ならびに専門部会設置規定および専門部会規約に定めるもののほか、放射線防護部会ならびに必要により放射線防護部会内に設置された分科会あるいは班の業務遂行にかかわる必要事項について適用する。

3. 放射線防護部会の編成と運営の基本

放射線防護部会はもとより、分科会ならびに班の構成、業務運営にかかわるすべては、放射線防護部会長の所管とし責任とする。

4. 放射線防護部会委員の構成および任期

- (1) 放射線防護部会の委員構成は、部会長、部会委員、分科会長、班長（分科会、班が設置された場合のみ）とする。
- (2) 放射線防護部会の委員構成には、放射線防護部会が対象とする調査・研究分野に関して、十分な専門知識と研究経験を持つものを含めることとする。
- (3) 分科会の委員ならびに班の班員の構成は、分科会、班の実務内容への対応を考慮した構成を原則とし、経済性を含め必要最低限とする。
- (4) 分科会長ならびに班長は、部会長が任命する。
- (5) 分科会の委員ならびに班の班員の選任は、分科会長、班長の推薦を得て部会長が行う。
- (6) 部会委員および分科会委員の任期は2年とし、再任を妨げない。
- (7) 班員の任期は1年で、再任を妨げない。

5. 放射線防護部会の業務

- (1) 放射線防護、放射線安全管理、リスクコミュニケーション等に関する調査・研究の促進。
- (2) 総会および秋季学術大会における放射線防護部会の開催。
- (3) 総会および秋季学術大会における教育講演・シンポジウム・教育のための講座・講習会等の講師の推薦。
- (4) 放射線防護に関連した、研究支援や臨床応用を目的としたセミナーの開催。
- (5) 地方支部主催の講演会、研修会、セミナー等への支援。
- (6) 理事会承認による各委員会からの要請事項の遂行。
- (7) その他、放射線防護部会が担務すべき事項。

6. 放射線防護部会の業務運営

放射線防護部会の委員会は、部会業務に合わせて必要回数とし、部会長はそれを事業計画に盛り込む。

付 則

1. この内規は、運営企画会議の議決により改訂することができる。
2. この内規は、平成27年度事業より適用する。

平成 27 年度より新体制としてスタートした放射線防護部会は、発足より一年が経過しました。昨年度も放射線防護セミナーや市民公開講座など開催し、多くの会員の皆様、市民の皆様にご参加いただきました。本年度は、従来の放射線防護セミナーに加え、診断参考レベル活用セミナーを計測部会と共催で行います。この診断参考レベル活用セミナーでは、昨年 6 月に医療被ばく研究情報ネットワーク (Japan Network for Research and Information on Medical Exposures: J-RIME) より発表された日本の各モダリティの診断参考レベル (Diagnostic Reference Levels: DRLs) においてどのように臨床現場で活用するのか？その方法が習得できるセミナーです。実習では、各モダリティの線量計測について正しく学習し、自施設でも線量測定や線量管理が次の日から行えるような内容のです。講師の先生方から、他では聞けないコツなども習得できると思います。第一回目の診断参考レベル活用セミナ

ーは 7 月 31 日に北海道で行う予定です。しかも前日の 7 月 30 日には第 8 回放射線防護セミナーを開催します。この二日間で放射線の知識をたくさん習得できる絶好のチャンスです。都心では夏の暑い日でも北海道では涼しく勉強できます。旅行がてら参加してみたいかがでしょうか？両日とも皆様のご参加を部会委員一同お待ちしております。

さて、第 72 回総合学術大会では、放射線診療従事者の不均等被ばくをテーマとして、教育講演とパネルディスカッションが行われる予定です。仕事に一所懸命になるとつい自分自身の被ばく管理がずさんになってしまうこともしばしば経験します。この機会に“不均等被ばく”のいろはを一緒に勉強いたしましょう！

放射線防護部会委員 西丸 英治
(広島大学病院 診療支援部)

放射線防護部会誌 第 42 号

発行日：2016 年 4 月 16 日

発行人：公益社団法人 日本放射線技術学会 放射線防護部会
部会長 塚本 篤子

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屋町 167

ビューフォート五条烏丸 3F

TEL 075-354-8989

FAX 075-352-2556

日本放射線技術学会 放射線防護部会入会申込書

支部名	支部	技術学会会員番号	
フリガナ 氏 名			
性別・生年月日	男・女	大 ・ 昭	年 月 日
所属・機関名			
所在地	〒		
自宅の場合は住所 (任意)	〒		
電話番号 (任意)	() ー		
メールアドレス (携帯不可)			
専門分野	放射線防護に関する得意とする分野を学会研究区分コード 番号で御記入下さい。		
※事務所記入欄 (会費受付)			

公益社団法人 日本放射線技術学会 放射線防護部会委員（50 音順）

部 会 長	つかもと あつこ 塚本 篤子	NTT 東日本関東病院 放射線部 tukamoto@kmc.mhc.east.ntt.co.jp
委 員	いがらし たかゆき 五十嵐 隆元	総合病院国保旭中央病院 診療技術部放射線科 igarashi@hospital.asahi.chiba.jp
	いそべ とものり 磯辺 智範	筑波大学大学院 人間総合科学研究科 tiso@md.tsukuba.ac.jp
	おおば たかし 大葉 隆	福島県立医科大学 医学部放射線健康管理学講座 tohba@fmu.ac.jp
	たけい やすたか 竹井 泰孝	浜松医科大学医学部附属病院 放射線部 ytakei-ham@umin.net
	にしまる えいじ 西丸 英治	広島大学病院 診療支援部 eiji2403@tk9.so-net.ne.jp
	ひろふじ よしあき 広藤 喜章	セントメディカル・アソシエイツ LLC hirofuji@cma-llc.co.jp
	ふじぶち としおう 藤淵 俊王	九州大学大学院 医学研究院保健学部門 fujibuch@hs.med.kyushu-u.ac.jp
	まつばら こうすけ 松原 孝祐	金沢大学 医薬保健研究域保健学系 matsuk@mhs.mp.kanazawa-u.ac.jp

放射線防護部会オリジナルホームページ

<http://www.jsrtrps.umin.jp/>

（日本放射線技術学会 HP の専門部会からでもご覧いただけます）