

放射線防護部会誌

Vol.18 No.1 (通巻 46)

●巻頭言 リスクコミュニケーション教育プログラムの必要性

筑波大学医学医療系 磯 辺 智 範

●第 46 回放射線防護部会

●教育講演

宇宙放射線とバイオドシメトリ

国立研究開発法人
宇宙航空研究開発機構 鈴木 健之

●シンポジウム「放射線防護・管理のフロンティア」

① 放射線防護の線量概念－線量当量、等価線量、実効線量－

セントメディカル・アソシエイツ／
名古屋医療センター 広 藤 喜 章

② 不均等被ばく管理の重要性

総合病院国保旭中央病院 五十嵐 隆元

③ CT 撮影による被ばく線量を評価する WEB システム

国家公務員共済組合連合会
新別府病院 吉 武 貴 康

WAZA-ARI の紹介

④ 放射線防護ピットフォール

福島県立医科大学 大 葉 隆

●専門部会講座（防護）入門編

原子力災害医療における役割とは？

広島大学病院 西 丸 英 治

放射線の人体への影響－エビデンスから探る放射線健康リスク－

筑波大学医学医療系 磯 辺 智 範

●放射線防護フォーラム「CT 検査の線量最適化に向けた取り組み」

CT 検査における線量最適化の必要性

金沢大学大学院 松 原 孝 祐

●世界の放射線防護関連論文紹介

Benchmarking pediatric cranial CT protocols using a dose
tracking software system: a multicenter study

川崎医療福祉大学 竹 井 泰 孝

Polonium-210 poisoning: a first-hand account

福島県立医科大学 大 葉 隆

●第 6, 7, 8 回診断参考レベル活用セミナーの参加報告

●防護分科会誌インデックス



リスクコミュニケーション教育プログラムの必要性

放射線防護部会委員 磯辺 智範
筑波大学医学医療系

東京電力福島第一原子力発電所事故以後、放射線・放射能のリスクに関する情報が世間に多く発信され、特に専門家の発言がマスメディアに大きく取り上げられた。このことが、国民の放射線・放射能の理解に貢献したであろうか？ 私はそうは思っていない。その情報発信は、同じデータでも専門家ごとに解釈が異なり、かえって国民を混乱させ、結果として情報そのものや専門家の信頼さえも損なうことにつながったと考えている。さらに、エビデンスの低い十分に精査されていない情報、専門家らしき人の国内的にも国際的にも通用しない思惑付きの主張、素人によるデータの独自解釈が招いた誤ったコメントや議論などが、何度も繰り返しマスメディアに大きく取り上げられ、ネット上に氾濫し、国民の疑念を高める結果となった。

このような事態が発生したのは、情報の橋渡し役であるマスメディアのメディアリテラシー（情報を評価・識別して情報をクリティカルに読み取る能力）の問題が挙げられる。しかし、情報を受け取る側の科学リテラシー（情報を適切に理解・解釈・分析する能力）の不足と、信頼・信用できる情報を提供できなかった「情報を発信する側の問題」がより大きいのではないだろうか？ これは、放射線・放射能のリスクを受容するための正確な情報を、専門家、国民、行政、企業などのステークホルダーである関係者間で共有し、相互に意思疎通を図れなかったこと、すわち、リスクコミュニケーションが不十分だったことを意味している。

この状況を改善するためには、放射線・放射能に関する基礎知識とリスクの概念に関して、社会全体として教育するプログラムを構築する必要がある。はじめに取り組むべきことは、医療従事者の教育である。東京電力福島第一原子力発電所事故発生当時、医療従事者が適切で統一的な住民対応ができず、混乱を招いたことが多くあった。中には、患者に目を向けることなく我先に被災地を去る医師の姿さえみられた。医療従事者の中でも、診療放射線技師は放射線・放射能に関して最も多くの知識を持っている。また、現場での医療行為を通じてリスクの概念も持ち合わせている。そう考えると、放射線リスクコミュニケーションの教育プログラムを構築できる素養を持っているのは、診療放射線技師を中心とした放射線技術学会員であり、とりわけ、放射線防護部会員だと確信している。放射線防護部会では、その第一歩として、来年度、新たに「医療被ばくリスクコミュニケーションセミナー」を実施することとした。本セミナーは、放射線リスクコミュニケーションを理解し、患者や地域住民への放射線・放射能のリスクの説明に活かすのはもちろん、さらには将来、その教育プログラムを構築できる人材の養成を目的としている。詳細は後日、日本放射線技術学会ホームページで案内するが、平成30年（2018年）11月には関東支部、12月には九州支部で開催する予定である。会員諸氏の多くの参加を期待している。

目次

●巻頭言	リスクコミュニケーション教育プログラムの必要性	筑波大学医学医療系	磯 辺	智 範	・・・	1
●目次	・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・					2
●第46回放射線防護部会						
	日時 2018年4月14日(土) 8:50~11:50 (414+415 室)					
●教育講演	宇宙放射線とバイオドシメトリ	国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構	鈴 木	健 之	・・・	4
シンポジウム「放射線防護・管理のフロンティ」						
1.	放射線防護の線量概念—線量当量、等価線量、実効線量—	セントメディカル・アソシエイツ／名古屋医療センター	広 藤	喜 章	・・・	5
2.	不均等被ばく管理の重要性	総合病院国保旭中央病院	五十嵐	隆 元	・・・	9
3.	CT 撮影による被ばく線量を評価する WEB システム WAZA-ARI の紹介	国家公務員共済組合連合会 新別府病院	吉 武	貴 康	・・・	13
4.	放射線防護ピットフォール	福島県立医科大学	大 葉	隆	・・・	19
●専門部会講座（防護）入門編						
	日時 2018年4月14日(土) 8:00~8:45 (414+415 室)					
	原子力災害医療における役割とは？	広島大学病院	西 丸	英 治	・・・	22
●専門部会講座（防護）入門編						
	日時 2018年4月15日(日) 8:00~8:45 (F203+204 室)					
	放射線の人体への影響 —エビデンスから探る放射線健康リスク—	筑波大学医学医療系	磯 辺	智 範	・・・	27
●放射線防護フォーラム「CT 検査の線量最適化に向けた取り組み」						
	CT 検査における線量最適化の必要性	金沢大学大学院	松 原	孝 祐	・・・	34
●世界の放射線防護関連論文紹介						
1.	Benchmarking pediatric cranial CT protocols using a dose tracking software system: a multicenter study					
	(線量管理システムを用いた小児頭部 CT プロトコルの標準化：他施設共同研究)	川崎医療福祉大学	竹 井	泰 孝	・・・	38

2. Polonium-210 poisoning: a first-hand account (ポロニウム 210 中毒：初期対応)

福島県立医科大学 大 葉 隆 . . . 43

●診断参考レベル活用セミナーの参加報告

新潟市民病院 放射線技術科 服 部 正 明 . . . 46

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 . . . 47

NTT 東日本関東病院 羽毛田 和美 . . . 48

稲城市立病院 放射線科 小 浴 恵 . . . 49

NTT 東日本関東病院 勝 部 祐 司 . . . 50

●防護分科会誌インデックス 51

・部会内規 62

・編集後記 63

・入会申込書 64

・防護部会委員会名簿 65

宇宙放射線とバイオドシメトリ

鈴木 健之
国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構

抄録内容は割愛いたします。当日の教育講演をお楽しみください。

1. 放射線防護の線量概念－線量当量、等価線量、実効線量－

広藤 喜章

セントメディカル・アソシエイツ/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

放射線被ばくを評価する際には使用される分野と目的により様々な単位が用いられている。放射線物理学や放射線生物学では、主に“Gy”が使用される。一方、放射線防護の分野では“Sv”を用いている。それぞれには意味があり、取り扱いには十分な知識と正しい評価法が必要である。例えば Sv は、ヒトの放射線健康リスクと関連を持つ、放射線防護の線量概念に用いられる単位である。しかし、呼び名が同じでも意味は異なるものもあり、混乱を招く要因となっているケースが多々見られる。本講では放射線防護に関連した線量概念を基礎からまとめる。

2. 防護量

放射線健康リスクの線量概念として“防護量”がある。これは放射線によって人体の臓器や組織が個々に受けた影響を表すものである。防護量には放射線の「種類」による生物学的効果の違いを考慮した“等価線量”と、「臓器・組織の感受性を」考慮した“実効線量”がある。等価線量や実効線量は外部被ばくと内部被ばくの両方に対して同じ尺度で評価される。一方、防護量の概念を実際の測定値から導く必要があるが、これは“実用量”として評価される。ここで用いられるのが“線量当量”¹⁾であり、この値は実測可能な物理量から求められる。実用量には空間の評価となる周辺線量当量と、個人の評価となる個人線量当量とがある。これらが線量当量と等価線量および実効線量の簡単な関係となる。

防護量の策定は、国際放射線防護委員会（International Commission on Radiological Protection : ICRP）が執り行っている。ICRP では放射線による有害な影響を制限するための概念や指針をとりまとめ勧告を行う。ここでは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として示している（初期の定義は 1978 年の実効線量当量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。

3. 等価線量 (Equivalent dose)

等価線量とは、ヒトの各臓器・組織の吸収線量に放射線の種類に設けられた放射線加重係数を乗じて

求めた値である．ここで放射線加重係数（ W_R ）とは，放射線の種類により異なる生物効果を反映させるためとして示された値である．等価線量の計算式を式(1) 示す．

$$\text{等価線量 (Sv)} = W_R \times \text{吸収線量 (Gy)} \cdots \cdots (1)$$

個人線量管理では，各組織の受ける影響の度合いを図るために使用し，単位は“Sv”である．放射線防護上，着目しなければならない組織は，皮膚と眼の水晶体および女子の腹部である．しかし，この値を実際に求めようとするのは困難である．ICRP Publ. 103 で示された放射線加重係数を表 1 および図 1 に示す．

表 1 放射線加重係数（ W_R ）³⁾

放射線のタイプ	放射線加重係数（ W_R ）
光子（X 線，ガンマ線など）	1
電子とミュー粒子	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 1) (2.5～20 強)

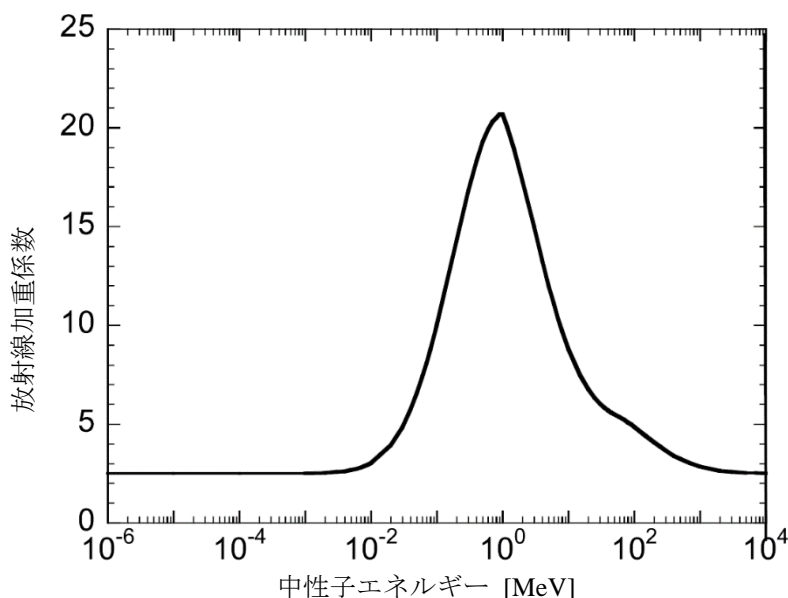


図 1 中性子の放射線加重係数³⁾

4. 実効線量 (Effective dose)

実効線量とは、放射線が全身に均等照射されても不均等照射されても、また放射線の種類（線質）が変わっても、確率的な影響を表現するようにつくられた線量概念である。人体の臓器や組織の線量から計算される量であるが、測定器を使って直接測定することはできない。算出方法は、ヒトの各臓器・組織の吸収線量に、放射線加重係数（ W_R ）と組織加重係数（ W_T ）を乗じた値を総和させるものである。実効線量の計算式を式(2) 示す。

$$\text{実効線量 (Sv)} = \Sigma (\text{等価線量 (Sv)} \times W_T) \quad \dots \dots (2)$$

ここで組織加重係数（ W_T ）とは、各臓器・組織の感受性の違いを考慮するために設けられた値である。ICRP Publ. 103 で示された組織加重係数（ W_T ）を表 2 に示す。各臓器・組織の係数を足し合わせると 1 となる。個人線量管理では、放射線による人体の総合的な影響の度合いを測るために使用し、単位は等価線量と同様の“Sv”である。しかしながら、この値を実際に求めるにも等価線量同様、非常に困難である。

表 2 組織加重係数³⁾

組 織	組織加重係数（ W_T ）
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・	0.12
リンパ節・筋肉・口腔粘膜・脾臓・	
前立腺・小腸・脾臓・胸腺・子宮/頸部	

5. 線量当量 (Dose equivalent)

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。また、先の実効線量などは放射線被ばくによる全身影響を表ものではあるが、これも直接は測定できない。したがって、防護量として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することはできないこととなる。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」⁴⁾ 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。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る。防護量と実用量（線量当量）の関係を図 2 に示す。

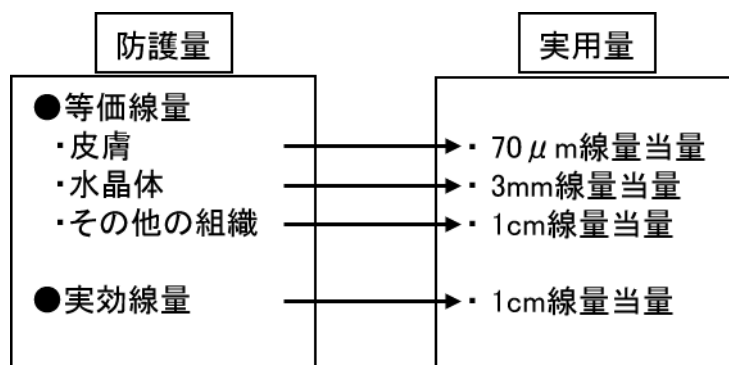


図2 個人線量に関する防護量と実用量（線量当量）の関係

6. まとめ

ICRP では放射線による有害な影響を制限するため防護量を定義しているが、実際に直接的に測定をすることは出来ない。そこで ICRU の定義する実用量＝線量当量を用いて評価している。すなわち実用量とは防護量として、放射線による人体影響を評価するための指標とし用いるものである。これらの関係をしっかりと理解し用いることが大切である。また、単位“Sv”は様々な線量評価に対して同じ呼び名で使用されているため、何に対しての単位なのかを正確に掴み取り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) The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection: Publication 103. Ann. ICRP 37 (2-4), 2007.
- 4) Determination of dose equivalents resulting from external sources: ICRU Report 39. 1985.

2. 不均等被ばく管理の重要性

五十嵐 隆元

地方独立行政法人 総合病院国保旭中央病院

1. はじめに

国際放射線防護委員会（International Commission on Radiological Protection : ICRP）より水晶体のしきい線量について 500 mGy という値が示され^{1,2)}、あわせて職業被ばくに対する水晶体の等価線量限度が 5 年間で 100 mSv、かつ 1 年最大 50 mSv という数値が提言された¹⁻³⁾。これは通常の診療行為で、線量限度を超える可能性があり、また長期にわたるとしきい線量を超えるおそれがある。そのため、にわかに従事者の不均等被ばく管理の重要性が、語られるようになってきている。

	白内障	水晶体混濁
1990年 急性被ばく	5	0.5
1990年 遷延性被ばく	>8	5
2012年 急性および遷延性被ばく	0.5	0.5

(Gy)

ICRPにおける水晶体のしきい線量に関する変更

現行法	<ul style="list-style-type: none"> ICRP Publ.118 IAEA International Basic Safety Standards
1年間で150mSv	5年間で100mSv 1年間で最大50mSv

眼の水晶体の線量限度の比較

医療法施行規則では、

第四節 管理者の義務

(放射線診療従事者等の被ばく防止)

第三十条の十八

前項の実効線量及び等価線量は、外部放射線に被ばくすること（以下「外部被ばく」という。）による線量及び人体内部に摂取した放射性同位元素からの放射線に被ばくすること（以下「内部被ばく」という。）による線量について次に定めるところにより測定した結果に基づき厚生労働大臣の定めるところにより算定しなければならない。

二 外部被ばくによる線量は、胸部（女子（妊娠する可能性がないと診断された者及び妊娠する意思がない旨を病院又は診療所の管理者に書面で申し出た者を除く。以下この号において同じ。）にあつては腹部）について測定すること。ただし、体幹部（人体部位のうち、頭部、けい部、胸部、上腕部、腹部及び大たい部をいう。以下同じ。）を頭部及びけい部、胸部及び上腕部並びに腹部及び大たい部に三区区分した場合において、被ばくする線量が最大となるおそれのある区分が胸部及び上腕部（女子にあつて

は腹部及び大たい部) 以外であるときは、当該区分についても測定し、また、被ばくする線量が最大となるおそれのある人体部位が体幹部以外の部位であるときは、当該部位についても測定すること。と書かれており、プロテクタを着用した場合はまさしくこの「被ばくする線量が最大となるおそれのある人体部位が体幹部以外の部位」という公共に該当し、これを「不均等被ばく」状況という。

これに対し、プロテクタや遮蔽体などが無い状況で線源にさらされる状況を「均等被ばく」といい、個人線量計の装着位置は体幹部表面で最も多く被ばくする部分を代表する位置とされ、通常は胸部（女子は腹部）である。また、不均等被ばく状況では、胸部（女子は腹部）および線量当量が最大となるおそれのある部位（通常は頭頸部の被ばくを代表する位置）の2カ所に個人線量計を装着する。

2. 個人線量計を用いた従事者被ばく管理

個人線量計を用いた従事者被ばく管理では、等価線量および実効線量は、以下の通り算出する。

【体幹部均等被ばく】

皮膚の等価線量＝胸部（腹部）に装着した個人線量計の $70\text{ }\mu\text{m}$ 線量当量

眼の水晶体等価線量＝胸部（腹部）に装着した個人線量計の 1 cm 線量当量と $70\text{ }\mu\text{m}$ 線量当量の最大値

実効線量＝胸部（腹部）に装着した個人線量計の 1 cm 線量当量

【体幹部不均等被ばく】

皮膚の等価線量＝頭頸部に装着した個人線量計の $70\text{ }\mu\text{m}$ 線量当量

眼の水晶体の等価線量＝頭頸部に装着した個人線量計の 1 cm 線量当量と $70\text{ }\mu\text{m}$ 線量当量の最大値

実効線量＝ $0.08H_a + 0.44H_b + 0.45H_c + 0.03H_m$

ここで、 $H_a \cdot H_b \cdot H_c \cdot H_m$ は、

H_a ：頭部および頸部に装着した個人線量計の 1 cm 線量当量

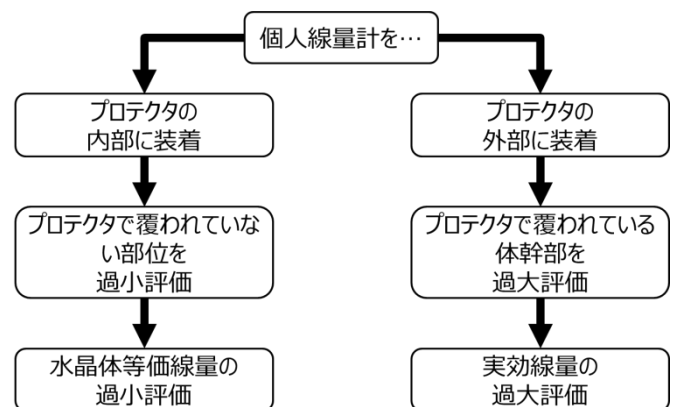
H_b ：胸部および上腕部に装着した個人線量計の 1 cm 線量当量

H_c ：腹部および大腿部に装着した個人線量計の 1 cm 線量当量

H_m ： $H_a \cdot H_b \cdot H_c$ のうちの最大の 1 cm 線量当量

なお、線量当量は皮膚表面からの深さによって、 $70\text{ }\mu\text{m}$ 線量当量（皮膚の基底層）、 3 mm 線量当量（眼の水晶体）、 1 cm 線量当量（その他すべて）を対象とし、以前は上記3つの線量当量を測定していたが、2001年の改正法令施行により、 $70\text{ }\mu\text{m}$ 線量当量と 1 cm 線量当量のみでの測定となった。これは 3 mm 線量当量が他の両者の大きい方を超えないことから、眼の水晶体の等価線量には、 $70\text{ }\mu\text{m}$ と 1 cm の両者のいずれか大きい方の値（安全評価側）を採用することになった。

ひとたびプロテクタを着用したならば、不均等被ばく状況になるわけであり、プロテクタを保有している施設は不均等被ばく管理をすべきと考えられ



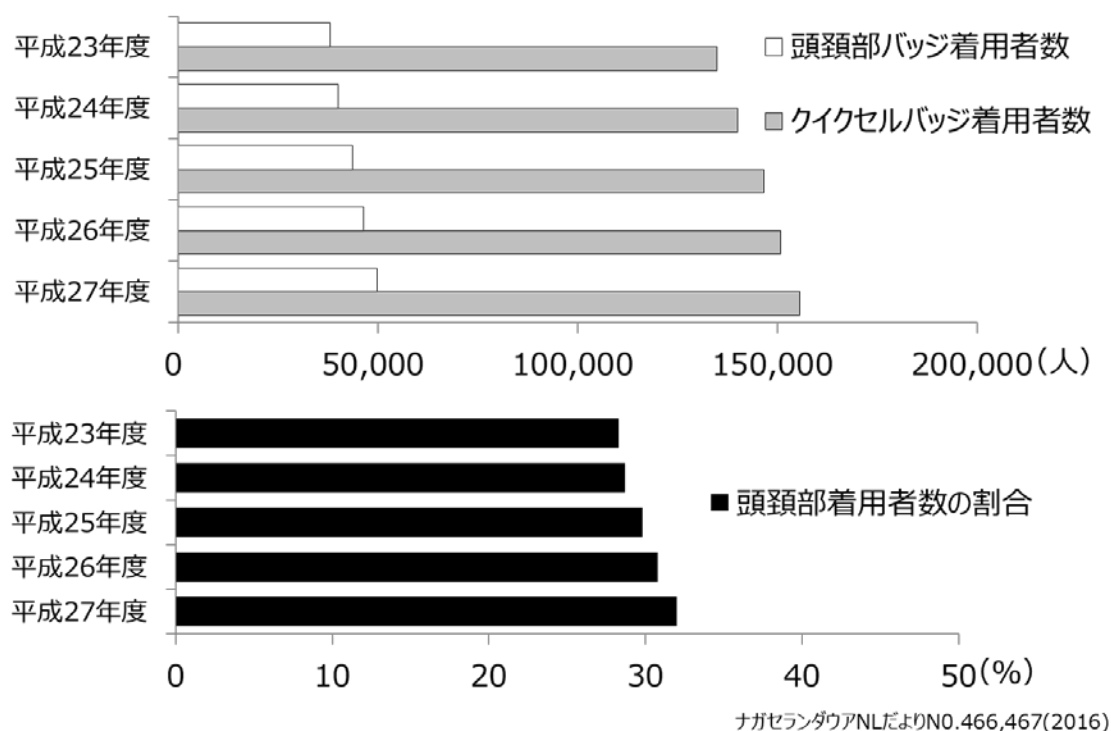
プロテクタを着用した状態での均等被ばく管理

医療法施行規則では「管理者の義務」として記載されていることである。

また、均等被ばく管理（胸部または腹部のみに個人線量計を装着）の状態でプロテクタを着用すると、個人線量計はプロテクタの内部になってしまうため、プロテクタで覆われていない部位（水晶体や甲状腺）などは過小評価され、その個人線量計の読み値から算出される水晶体等価線量は過小評価となってしまう。また、その1個しかない個人線量計をプロテクタの外に装着すれば、体幹部の線量が過大評価となるため、実効線量の過大評価につながる。

3. さいごに

下図の通り、医療で個人線量計を渡されている者のうち、頸部の線量計を渡されているものは、およそ3割であり⁴⁾、このデータからすると、医療現場では不均等被ばく状況にありながら不均等管理がされていないという状況が存在することが予測できる。また、筆者らの調査では、血管や消化管といった透視系モダリティ以外にも、一般撮影やCTで水晶体等価線量が高く、場合によってはICRPが示している新しい線量限度を超えてしまう可能性がある者が存在している。つまり水晶体は普通の診療活動を行っていても、線量限度やしきい線量を超える可能性がある唯一の組織であることに留意し、そのおそれがある者に対して不均等管理をしっかりと行う必要があると考える。また、IVRの担当医等においては、直接3mm線量当量を測定することも必要かもしれない。



医療での個人線量計の年度別利用内訳

参考文献

- 1) International Commission on Radiological Protection. Statement on Tissue Reaction. ICRP ref 4825-3093-1464, Approved by the Commission on April 21, 2011.
- 2) 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).
- 3) International Atomic Energy Agency. General Safety Requirements Part 3, Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards. Vienna, 2014.
- 4) 壽藤紀道：個人線量測定サービス機関の統計データにみる眼の水晶体線量の分布状況．原子力規制庁第3回 放射線審議会 眼の水晶体の放射線防護検討部会資料．

3. CT 撮影による被ばく線量を評価する WEB システム WAZA-ARI の紹介

吉武 貴康
国家公務員共済組合連合会 新別府病院

1. はじめに

2007 年に日本版 ImPACT という名称で開発が開始された WAZA-ARI[1-3]は、線量計算だけではなく、登録された線量の分布を表示することや小児ファントムや体型のことなる成人ファントムを装備することなど計画され開発が進められた。まず 2012 年 12 月に、標準体型の成人男女のファントムを搭載した WAZA-ARI v1 が公開され、その後、男女の体型の異なるファントムや小児のファントム、計算結果の線量分布を表示する機能などを備え、2015 年 1 月に WAZA-ARI v2[4]として一般公開された。ユーザー数も順調に増加し、2018 年 2 月には、海外ユーザーも含め 1,500 名を超える登録者数となり、CT の被ばく線量を把握するためのツールとして広く利用されるようになった。これまで CT による臓器線量を計算するツールとしては、ImPACT[5]や CTExpo[6]といった海外の有料ソフトが利用されてきたが、初の日本人体型のボクセルファントムを搭載した臓器線量評価ソフトとなった。その WAZA-ARI v2 の機能の中で特徴的なものは、①被ばく線量低減機能の一つである、自動露出機構（Automatic Exposure Control : AEC）に対応したこと、②様々な患者体型に対応したこと、③新生児から 15 歳までの小児臓器線量の計算である。このように臨床における CT 検査に対応した WAZA-ARI v2 を紹介する。

2. WAZA-ARI の概要

WAZA-ARI の開発は、国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研究所（以下放医研）、国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構、大分県立看護科学大学、東京医療保健大学の協力で開発され、臨床の立場より、大分県立病院、東海大学医学部附属病院、新別府病院から、数名の診療放射線技師も開発に加わった。WAZA-ARI は WEB ブラウザで動作するアプリケーションとなっており、インストール作業など必要なく、コンピュータ OS に付属している WEB ブラウザで動作する仕様となっている。各臓器の臓器線量の計算は、サーバー上にある、あらかじめ各ファントムでモンテカルロ計算を行ったデータにユーザーが入力したパラメータから計算を行い、結果を WEB ブラウザ上に表示するシステムとなっている（Fig.1）。WAZA-ARI はユーザー登録を行えば、無料で利用することができ、計算結果の登録や頻度分布の表示など、計算以外の統計情報を利用することができる。搭載されている CT 装置の種類は、国内で販売されている全モデルの約 60%の装置が登録されており、さらなる増加に向け、CT 装置の線量測定や計算を行っている。CT 装置の追加情報は、WAZA-ARI のホームページにて確認することができる。

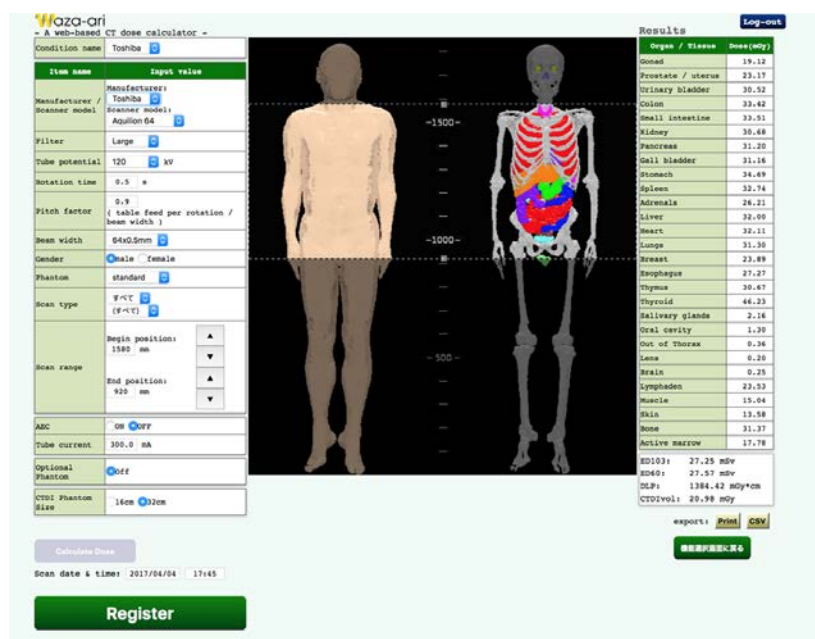


Fig.1 WAZA-ARI v2 の線量計算画面. 左側に CT 装置の設定入力欄. 中央に撮影範囲. 右側に臓器線量や実効線量が表示される.

3. WAZA-ARI の特徴

WAZA-ARI v2 に数多く搭載されている機能のうち、以下の 3 項目について述べる.

① ボクセルファントム

WAZA-ARI v2 に搭載されているファントムは、CT 画像をから作られたボクセルファントムであるために、ImPACT などで使用されている数学ファントム (Medical Internal Radiation Dose Committee : MIRD) より、日常検査を行う患者様に近く、より正確な臓器線量が計算される. WAZA-ARI v2 では、JM-103, JF-103 といった日本人標準体型の男女のファントムが搭載されており、最大の特徴の一つである、瘦型から肥満型といった体型のファントムも用意されている. そのため、様々な患者様に対する臓器線量の計算が可能となっている[7-9] (Fig.2). また、0 歳、1 歳、5 歳、10 歳、15 歳の小児ファントムについては、フロリダ大学で開発されたものを利用し、NCICT[10]にも同じタイプのファントムが搭載されている. このように、WAZA-ARI v2 には、CT 検査を受ける小児から成人まで様々な患者様の臓器線量が計算可能なシステムとなっている.

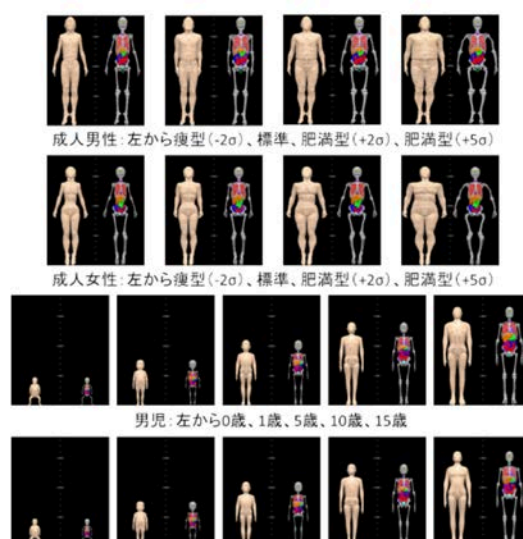


Fig.2 WAZA-ARI v2 に搭載されているボクセルファントムの一覧. 成人男女においては、瘦型 (-2σ), 標準, 肥満型 ($+2\sigma$), 肥満型 ($+5\sigma$) の 4 タイプ. 小児は、0 歳、1 歳、5 歳、10 歳、15 歳の 5 タイプから選択できる.

② AEC への対応

AEC は CT 線量の最適化を図る機能の一つである。これまでに AEC の機能を使用して臓器線量を計算するソフトは存在しなかったが、WAZA-ARI v2 に初めて搭載されることとなった。この AEC を使った臓器線量の算出は、スキャン開始位置と終了位置を含めた計 7 点の管電流変曲点に管電流の値を入力する必要がある (Fig.3)。実際の CT 撮影における AEC は、位置決め画像から管電流変調を行うが、WAZA-ARI v2 に搭載されている AEC は、管電流変調が行われたような簡易モデルを用いて計算した結果となっている。AEC に対応したことによって、より臨床に近い照射体系が再現されている。

Fig.3 Auto Exposure Control(AEC)設定画面. 5つの管電流変曲点に加え、スキャン開始位置とスキャン終了位置を含めた計7点の管電流を入力することによって、AECを再現する仕様となっている。

③ シリーズの結合

臨床における CT 検査は、単純のみならず、造影剤を使用した造影 CT はよく行われる。また、造影も 1 相だけではなく、肝臓ダイナミック CT に代表されるように多相撮影が臨床現場ではよく行われている。そういった場合の 1 検査あたりの合計線量を算出することが可能となっている (Fig.4)。WAZA-ARI v2 は計算毎に Study ID が発行され、統合する場合は、Study ID を同一のものに変換し、その後に、Study 単位で表示することにより統合される。多相撮影は日頃よく行われるので、ぜひ覚えておいてほしい機能である (Fig.5)。

Waza-ari
- A web-based CT dose calculator -

History of your calculations

List to display
☒ by series ☐ by study

Search option: Period
☐ Whole period
☒ Specified period From: To:

Search **Back to the menu page**

<<First <Previous 10 cases Next 10 cases> Last>> 6/6 pages

Select for deletion	Date and Time	Study ID	Series ID	Scan type	Manufacturer	Scanner model	Filter	Tube potential	Rotation time	Pitch factor
<input type="checkbox"/>	2017/07/08 09:44	00026473	00026481	Chest[Chest-Pelvis (1-phase)]	Siemens	Definition Flash(tube A)	Standard	100.0 kV	0.5 s	0.9
<input checked="" type="checkbox"/>	2017/10/05 10:26	00027562	00027570	Chest[Chest-Pelvis (1-phase)]	Toshiba	Aquilion 64	Small	120.0 kV	0.5 s	0.9
<input checked="" type="checkbox"/>	2017/10/05 10:26	00027563	00027571	Chest[Chest-Pelvis (1-phase)]	Toshiba	Aquilion 64	Small	120.0 kV	0.5 s	0.9
<input checked="" type="checkbox"/>	2017/10/05 10:27	00027564	00027572	Chest[Chest-Pelvis (1-phase)]	Toshiba	Aquilion 64	Small	120.0 kV	0.5 s	0.9

Delete the marked data **Merge selected data**

Fig.4 シリーズの結合をおこなう場合、結合するシリーズにチェックを入れ、Merge selected data を押す。

Waza-ari
- A web-based CT dose calculator -

History of your calculations

List to display
☐ by series ☒ by study

Search option: Period
☐ Whole period
☒ Specified period From: To:

Search **Back to the menu page**

<<First <Previous 10 cases Next 10 cases> Last>> 6/6 pages

Select for deletion	Date and Time	Study ID	Series ID	Gonad	Prostate/Urinary / uterus/bladder	Colon	Small intestine	Kidney	Pancreas	Gall bladder	Stomach	Spleen	Adrenals	
<input type="checkbox"/>	2017/07/08 09:44	00026473	00026481	6.15	8.21	10.49	10.93	11.26	10.34	10.68	10.33	11.38	10.56	9.04
<input checked="" type="checkbox"/>	2017/10/05 10:26	00027562	00027570; 00027571; 00027572	66.15	60.13	77.13	80.31	82.24	74.61	76.03	74.5	81.65	74.36	62.97

Delete the marked data **Merge selected data**

Fig.5 Merge selected data することによって、異なった Study ID が同一番号となり、“List to display”を“by study”にすることによって、合算された臓器線量が表示される。

4. 今後について

WAZA-ARI は、CT 撮影による被ばく線量を評価するツールとして開発され、登録ユーザーも公開後 3 年で 1,500 名を超えおり CT 線量の関心が高いことが示されている。現在は、ユーザーが CT の撮影条件を入力することによって線量計算されるが、今後は線量自動収集システムとも連携し CT の被ばく線量自動評価システムが築かれる予定である。また、他のモダリティも含めた、医療被ばくのデータベース

への発展ということが計画されているようで大変楽しみである (Fig.6). CT 装置の登録も国内販売機種
の約 60%が登録されているが, 追加作業も徐々に行われている. 近々, これまで搭載されていないメー
カーの CT が登場する予定なので楽しみにしていただきたい. 最後に, CT における臓器線量を評価する
ソフトは, これまでいくつか存在したが, WAZA-ARI が開発されたことにより, 無料でどこでも (スマ
ホでも) CT の線量を知ることが可能となった. 機能も充実し臨床で働く診療放射線技師の方々に利用し
ていただくことが今後の発展につながるので多くの方に利用していただきたい.

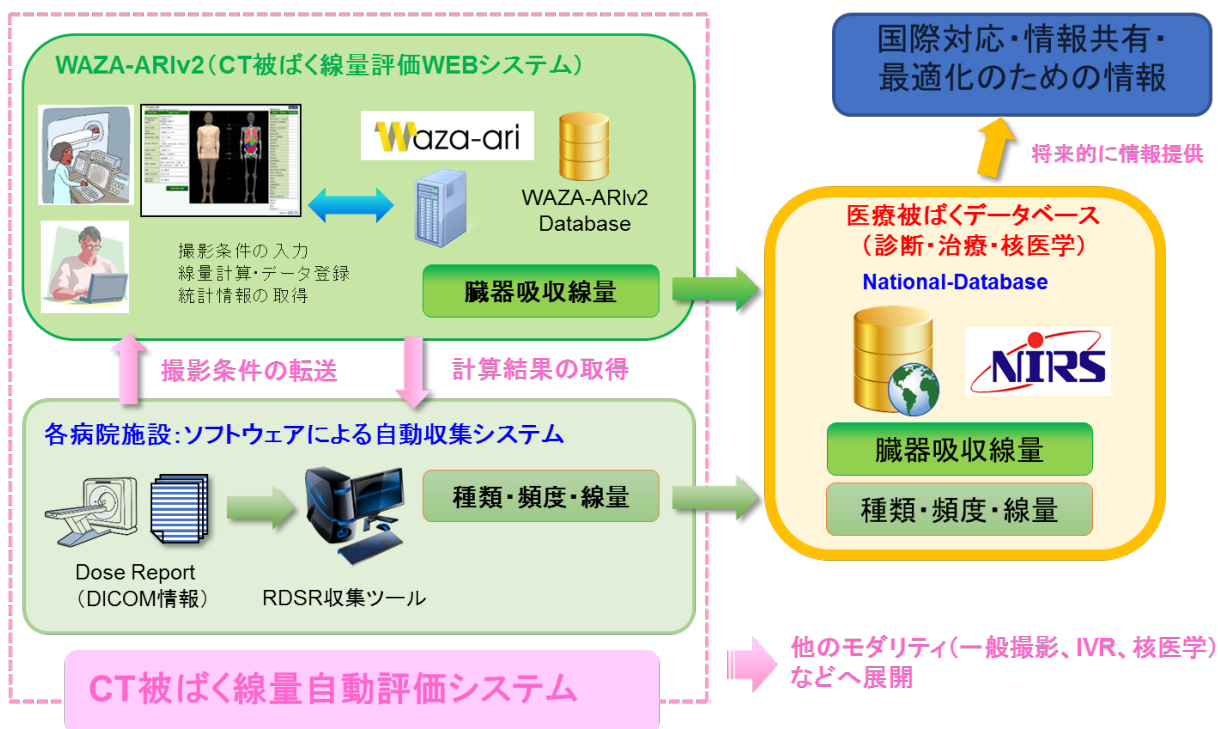


Fig.6 WAZA-ARI v2 の今後の展開の概略図

参考文献

- [1] Isotope News No. 710 (2013 年 6 月号) 「CT 検査からの臓器線量を計算する Web システム (WAZA-ARI) の開発」 甲斐倫明 (大分県看護科学大学)
http://www.jrias.or.jp/books/pdf/201306_RIYOGIZYUTSU_KAI.pdf
- [2] N. Ban, F. Takahashi, K. Sato, et al. Development of a Web-based CT dose calculator: WAZA-ARI, Radiat Prot Dosimetry, 14(71-2), 333-337(2011)
- [3] F. Takahashi, K. Sato, A. Endo, et al. Numerical Analysis of Organ Doses Delivered During Computed Tomography Examinations Using Japanese Adult Phantoms with the WAZA-ARI Dosimetry System. Health Phys., 109(2), 104-112, 2015.
- [4] <https://waza-ari.nirs.qst.go.jp/index.html>
- [5] <http://www.impactscan.org>
- [6] <http://www.sascrad.com/information/downloads/>

- [7] K. Sato, et al. "Japanese adult male voxel phantom constructed on the basis of CT images", *Radiat. Prot. Dosim.* Vol. 123, No. 3, 337-344, 2007.
- [8] K. Sato, F. Takahashi, 体格の異なる成人日本人ボクセルファントムの構築と外部光子照射に対する臓器線量評価への適用. *Hoken Butsuri*. 2017;52(4):247-258. doi:10.5453/jhps.52.247.
- [9] C. Lee, D. Lodwick, J. Hurtado, D. Pafundi, J. Williams, and W. Bolch, "The UF family of reference hybrid phantoms for computational radiation dosimetry", *Phys. Med. Biol.* 55, 339-363, 2010.
- [10] C. Lee, K. Kim, D. Long, R. Fisher, C. Tien, S. Simon, A. Bouville, and W. Bolch, "Organ doses for reference adult male and female undergoing computed tomography estimated by Monte Carlo simulations," *Medical Physics* 38, 1196-1206 (2011).

4. 放射線防護ピットフォール

大葉 隆

福島県立医科大学 医学部 放射線健康管理学講座

1. はじめに

1999 年に大阪にて診断 X 線防護衣の損傷事故が発生し、該当病院で防護衣を使用した医師や看護師が最大で 26 mSv の被ばくをする報告があった¹⁾。その後、日本放射線技術学会誌にて 2000 年に診断 X 線防護衣の損傷事故に関する報告と X 線防護衣の管理指針が放射線防護分科会より報告された²⁾。その中で、適正な X 線防護衣の管理指針として、1. 購入時点検、2. 清拭、3. 目視点検と 4. 透視点検が示された。その後も、X 線防護衣の管理の施設ごとの経験報告やアンケートなど多くの報告が挙げられているが^{3), 4)}、今回は放射線防護のピットフォールとして、放射線防護の原点に立ち帰り、X 線防護衣の管理を見直してみたいと考える。

2. X 線防護衣の品質管理～自施設の経験より～

福島県立医科大学附属病院は、福島市内に位置する 39 診療科・778 床の施設である。X 線防護衣は X 線撮影室、X 線透視室、血管造影室、CT 撮影室、RALS 室などに配置されており、エプロンタイプ (22 枚 : 39%)、コートタイプ (24 枚 : 43%)、スカートを含んだセパレートコートタイプ (10 枚 : 18%) の合計 56 枚が普段使用されている。これらの鉛当量は 0.25～0.35 mmPb であり、無鉛/含鉛、M、L サイズが準備されている。他にネックガード、防護メガネなどがある。

1) 物理的な点検 (目視点検、透視点検)

当院の X 線防護衣の目視点検では、56 枚中 1 枚で表面の破れが発見された (図 1)。また、X 線透視点検では、56 枚中 10 枚 (18%) で穴あきや亀裂が見つかった。図 2 に現在は使用していないが、20 年以上前に購入したスカートの透視画像を示す。こちらは大規模に破損しており使用不可であることがわかる。

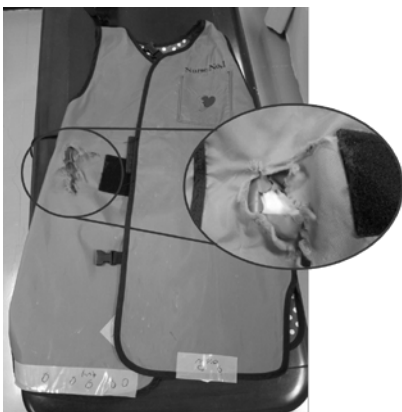
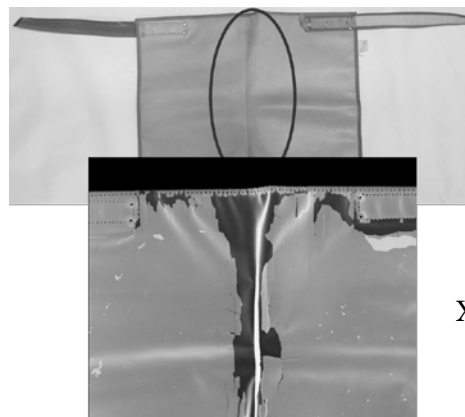


図 1 X 線防護衣の表面の破れ



X 線透視像

図 2 透視による破損状況の確認

2) 衛生的な管理

当院では X 線防護衣の衛生的な管理として市販の除菌消臭剤を使用している。しかし、X 線防護衣の各部位における汚染度は不明でありどのような管理が必要であるか、当院の X 線防護衣を用いて面積当たりの一般細菌数を指標に衛生的な管理方法について検討した。

汚染具合の確認のため、面積当たりの一般細菌数を検出するため、自作の寒天培地によるスタンプ法（押し付け）を実施した。寒天培地は LB 培地（Bacto Tryptone 1% w/v, Bacto Yeast extract 0.5% w/v, NaCl 1% w/v, 寒天 30 g/L）を調整して、オートクレーブにて 120℃で 20 分滅菌し、クリーンベンチ内でプラスチックディッシュ（培養面積：8 cm², 直径：35 mm）に分注し冷蔵庫にて十分固化させた。そして、X 線防護衣へ寒天培地を 10 秒間両手で力強く押し付けた後、インキュベーターにて 37℃で 24 時間培養した。X 線防護衣表面の寒天培地によるサンプリングは、1 部位当たり近隣する重ならない 3 か所についてそれぞれ実施した。一般細菌数は面積（24 cm²）当たりの目視可能なコロニー数の平均値を算出した。

3 枚の X 線防護衣を任意に抜き出し、面積当たりの一般細菌数を確認した。図 3 のように、X 線防護衣の襟元、腰部、臀部のうち襟元の一般細菌数が一番多いことがわかった。

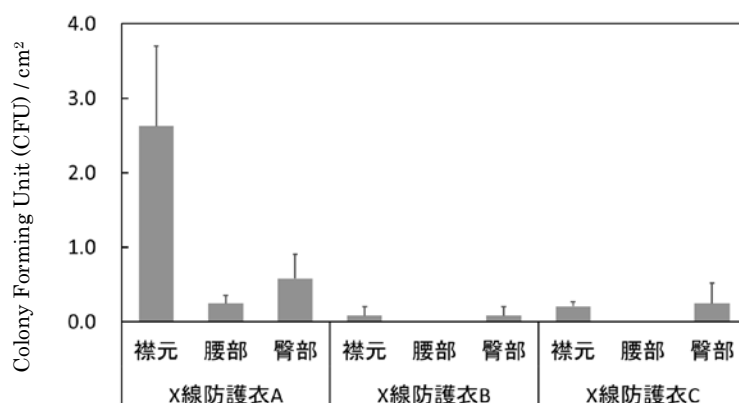


図3 当院の任意の3枚の X 線防護衣の面積当たりの一般細菌数

X 線防護衣 A の襟元はコロニー数が平均 2.6 CFU/cm²のため、食品衛生で用いられるスタンプ用寒天培地の判定基準で軽度汚染のレベルであり⁵⁾、襟元が他の部位と比べて不衛生になりがちであることがわかった。実際に、襟元は多くの汗が付着しやすく、一般細菌の汚染が強いと思われる。当院では X 線防護衣の使用後に市販の除菌消臭剤の噴霧により管理しているが、環境除菌・洗浄剤などの方法も視野に入れた衛生的な管理を考慮したい。

3. X 線防護衣の品質管理における注意点

物理的な管理問題として、X 線防護衣のたわみや亀裂は X 線防護衣の保管状態（折りたたんだ状態や椅子に掛けた状態）により発生すると考えられる。よって、X 線防護衣はハンガーにかけて管理することが推奨される。また、X 線透視で確認されたしわや亀裂は、コートタイプやセパレートコートタイプの着脱時に腹部への圧力が原因で発生することがあるため注意が必要である。他に、先鋭な物への接触は X 線防護衣への穴あき損傷に繋がるため、行動の際に気を付けるべき点となる。CT スカウト像による X 線防護衣の保守管理についての報告もあり⁶⁾、X 線防護衣の X 線透視による物理的な管理が院内で容

易に可能であると考え。さらに、X 線防護衣の損傷面積が大きくなるほど防護能力が低下する報告があるため³⁾、X 線防護衣の物理的な管理についての定期的な実施が良いと思われる。

衛生的な管理として、塚本らは 2005 年にアンギオ室の感染対策のアンケートでプロテクタの消毒は半数以上の施設が実施していると報告していた⁴⁾。しかし、その詳細な内容（消毒部位、消毒方法）は報告されていなかった。今回の結果で、一般細菌は汗や皮膚が付着しやすい襟元などの部分について他の部位と比べて多く検出されたため、襟元などに絞った重点的な衛生管理が適正であると考え。

X 線防護衣を施設で管理するためには、その点検管理のための台帳が必要となる。X 線防護衣の管理指針ではその台帳項目として、全 15 項目が挙げられている²⁾。これらの情報を各施設で管理することは容易ではなく、最近では、X 線防護具点検管理アプリなどを活用した取り組みも存在する⁷⁾。ここから、点検管理の記録を残す仕組みが必要であることがわかる。

4. 最後に

一般的に X 線防護衣の耐久年数について決まりがないため、ユーザー側で事故を未然に防ぐ必要がある。X 線防護衣は物理的、衛生的にメンテナンスフリーな作りではないため、放射線防護と衛生的な維持を考えるうえで、ユーザー側の管理体制が継続的に必要である。

謝辞

本報告は多くの同僚や先生方の協力を得て可能となったため、深く感謝する。特に、X 線防護衣の物理的な点検は当院の管理台帳作成に尽力した放射線部の角田和也技師のお陰である。また、衛生的な管理の一般細菌の測定実験は本学放射線生命科学講座の坂井晃教授、津山尚宏准教授、阿部悠助教のご指導により実現した。

参考文献

- 1) 豊永. 診断用 X 線防護衣の破損事故による職員の被曝. 日放線技会誌; 56 (4) 552-555, 2000.
- 2) 放射線防護分科会. 診断用 X 線防護衣の破損事故に関する報告と管理指針(2000.4). 日放線技会誌; 56 (4) 556-557, 2000.
- 3) 福永, 他. 当院における診断用 X 線防護衣の保守管理と遮蔽シートの破損による防護能力の低下について. Tokushima Red Cross Hospital Medical Journal; 19 (1) 122-127, 2014.
- 4) 塚本, 他. 血管造影室における感染対策の現状（アンケート調査より）. 日放線技会誌; 62 (11) 1566-1574, 2005.
- 5) 日水製薬企業サイト. フードスタンプ, URL; <https://cosmokai.com/recommend/3>.
- 6) 丸山, 他. CT スカウト像による X 線防護衣の保守管理について. 中四国放射線医療技術（一般研究発表）; 7 208, 2012.
- 7) 保科製作所. X 線防護具点検管理アプリ, https://hoshina.co.jp/xray_protection/kanri_app.html.

原子力災害医療における役割とは？

西丸 英治

広島大学病院 診療支援部 画像診断部門

1. はじめに

1999 年の東海村臨界事故後に日本の緊急被ばく医療体制が構築され、原子力施設の立地・隣接県において原子力発電所の近隣の病院は「初期被ばく医療機関」とされ、それらから短時間で搬送出来る「二次被ばく医療機関」、そして二次被ばく医療機関が対応困難な場合に高度被ばく患者等に対応可能な「三次被ばく医療機関」の三段階の体制となった。広島大学は、放射線医学総合研究所（以下、放医研）と共に三次被ばく医療機関に指定され、放射線医学総合研究所は東ブロックを広島大学は西日本ブロックを担当することになった（図 1）。この体制を基に各地で原子力発電所事故に対応するため緊急被ばく医療研修や訓練を開催した。2011 年の東日本大震災に伴う東京電力福島第一原子力発電所（福島第一原発）事故は、単なる原発内事故ではなく地震、津波に原子力発電所事故が加わり想定外の「複合災害」であった。我が国が初めて経験した「複合災害」は、これまでの緊急被ばく医療体制では十分な対応が出来ず、多数の問題点が浮き彫りになってしまった。特に原子力発電所に近い医療施設等からの入院患者の無計画な避難により、多くの生命が危機に曝されたことは現場で対応した医療スタッフに「災害弱者」への対応の困難性を改めて痛感させた。このような福島第一原発事故における災害医療体制の反省を踏まえ、2015 年に原子力規制庁は新しい原子力災害医療体制を設定した（図 2）。

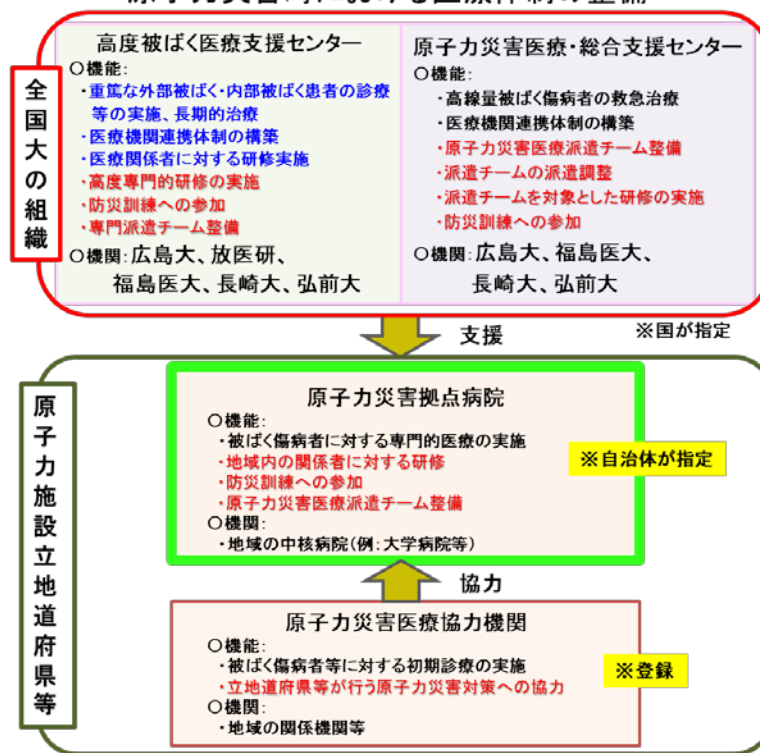
本稿では、広島大学の原子力災害医療体制への関わり、また福島第一原発事故後に実際に行った広島大学の医療チームの対応を紹介し、医療チームとして参加した私の経験を踏まえ原子力災害医療に対する診療放射線技師の役割について述べていきたい。



広島大学 緊急被ばく医療推進センターHP より転用 https://www.hiroshima-u.ac.jp/gensai_iryō/about/gensai_gaiyou

図 1 福島第一原発事故前の緊急被ばく医療体制

原子力災害時における医療体制の整備



第25回原子力規制委員会(H27.8.26)配付資料(公開)の「資料2」別紙2より引用

図2 福島第一原発事故後の緊急被ばく医療体制

2. 広島大学の原子力災害医療体制への関わり

現在の原子力災害対策指針（原子力規制庁，平成29年7月5日全部改定）では，新しい体制の柱となる施設として原子力災害拠点病院を指定し，その原子力災害協力機関と2つのセンターである高度被ばく医療支援センター，原子力災害医療・総合支援センターが支援する体制とした．また，新しい指針では以前の被ばく医療体制の問題点を以下のように述べている．

- ・住民等の視点を踏まえた対応の欠如
- ・複合災害や過酷事象への対策を含む教育，訓練の不足
- ・緊急時の情報提供体制の不備
- ・避難計画や資機材等の事前準備の不足
- ・各種対策の意思決定の不明確さ等に関する見直し

原子力災害拠点病院は自治体が指定し，被災地域内の原子力災害医療の中心となって機能する医療機関となるため基本的に災害拠点病院が指定されている．原子力災害対策指針では原子力災害医療の定義を“通常の救急医療，災害医療＋被ばく医療”としており，救急・災害医療を対応する事が重要である．よって，原子力災害時には汚染の有無にかかわらず傷病者等を受け入れ，被ばくがある場合には除染等の適切な診療等を行う必要がある．原子力災害協力機関は，機能として被ばく傷病者等に対する初期診療の実施，立地道府県等が行う原子力災害対策への協力が求められる．広島大学は，以前の三次被ばく医療機関から“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”に平成27年8

月に指定された。高度被ばく医療支援センターは、地域の原子力災害拠点病院等では対応できない高度専門的な診療及び支援並びに高度専門教育研修等を行うことを目的としたセンターで、広島大学の他に放射線医学総合研究所・弘前大学・福島県立医科大学（以下、福島医大）・長崎大学が指定されている。原子力災害医療・総合支援センターは、原子力災害拠点病院に対する支援や関連医療機関とのネットワークの構築を行うとともに、原子力災害時において原子力災害医療派遣チームの派遣調整等を行うことを目的としたセンターであり、広島大学の他に弘前大学・福島医大・長崎大学が指定されている。

3. 福島第一原子力発電所事故後の広島大学の対応

2011年3月11日14時46分の地震発生時、広島大学の緊急被ばく医療推進センターでは県内で緊急被ばく医療研修を開催中であった。地震発生のお知らせを受け、研修を中止し広島大学では19時に広島大学病院災害派遣医療チームDMATを福島へ派遣した。広島大学の主な対応は以下のとおりである。

- ・3月12日 原子力緊急事態宣言発令（福島第一原子力発電所1号機水素爆発）後、広島大学緊急被ばく対策委員会が設置され、緊急被ばく医療チーム第1班が福島に派遣された。
- ・派遣期間は平成23年3月12日（土）～平成27年3月31日（火）までで、緊急被ばく医療チーム派遣数計37班、延べ人数約1,347人（診療放射線技師14名、延べ人数約290名）となった。
- ・その他

福島第一原発救急医療室に医師・看護師を派遣

内部被ばく特別検診を実施

広島大学放射能環境調査チームを派遣

4. 私の福島での対応

私が医療チームとして福島に派遣されたのは、第4班（3月22日～26日）が最初であった。主な派遣先は、福島県庁内の自治会館とオフサイトセンターで、自治会館では避難住民のサーベイするボランティアの管理、オフサイトセンターでは福島第一原発での事後発生を想定し、汚染傷病者の搬送フロー作成が主な仕事であった。二回目の派遣は約一か月後の第11班（4月20日～23日）であった。派遣先の自治会館に到着後、福島医大病院で人材不足のため広島大学の支援がほしいとの依頼があったと前班の担当から報告があり、次の日から自治会館での朝、夜の住民サーベイミーティングと福島医大での仕事が始まった。福島医大では、ホールボディカウンタの管理、緊急被ばく医療の指導、勉強会、会議への参加、測定器操作、養生のマニュアル作成など多岐にわたる内容であった。その後3回目の派遣では第17班に参加した（5月16～23日）。この時には福島医大には他大学から定期的に人員の派遣が確保されており手持無沙汰なこともしばしば経験した。ちょうどこの時期に警戒区域内の住民が今後の避難生活の長期化を見据え貴重品などを自宅に取りに行く“一時帰宅事業”の話が持ち上がっており、広島大学もこの事業に医療班として放医研と供に参加することになった（図3）。一時帰宅事業の会議に参加していた私はリハーサルと第一回目の実施に向けて福島への派遣期間がこの時延長となった（この頃は3日

交代）。ある程度スタッフが一時帰宅事業に慣れたころ一度に数か所で行う事となり，新たに災害医療センター，弘前大学が医療チームに加わった．一時帰宅での医療班の仕事は，出発前に警戒区域に入る全員の健康調査（主にアンケート）と原子力発電所がまだ安定化していない時期であったために安定ヨウ素剤の服用の説明を行った．当時は，リストの人数と実際の人数が合わないことが多く，出発時間まで走り回って該当者を探していたことを思い出す．住民の帰宅後は，われわれ診療放射線技師はサーベイを行うホットゾーン（汚染があると考ええる区域）の統括が主な仕事であった．住民のスクリーニングでは想定外のトラブルが多数発生した．詳細は専門部会講座当日にお話する．

その後，第 24，25 班（6 月 10～19 日），第 32 班（7 月 13～18 日）に参加し，自治会館のミーティングと一時立ち入り事業（計 8 か所）を終え私の福島派遣は終了した．



図 3 一時帰宅事業の実際（警戒区域出発前）

5. 原子力災害医療に対する診療放射線技師の役割について

私の福島派遣時には，常に新しい派遣先となりそこでのマニュアルの構築に大変苦労したことを今でも覚えている．また，派遣前には各測定器の扱いや特性がわからず移動時に猛勉強した．さらに原発由来の放射線は α ， β ， γ 線であるが恥ずかしながらその違いも核種も当時はほぼ把握できていなかった．この時，診療放射線技師としての仕事が臨床でできていても原子力災害では無力であることを痛感した．今回，福島での派遣を経験し原子力災害医療における診療放射線技師の役割として私が感じた内容を以下に挙げさせていただく．

- ・放射線，測定器の特性を熟知し，使用目的に合った測定器を使用する．
- ・放射線技術のスペシャリストとして臨機応変に対応できるよう幅広く知識を習得してスタッフの医療行為を支援し，被ばく管理を行う．（現地では，他のスタッフから放射線の専門家として，常に頼られる事が多く明確に回答できない自分に嫌悪感を抱いていた．）

6. 最後に

2015 年に新しく制定された原子力災害医療体制を基に来るべき原子力災害に対して、各地域の原子力災害拠点病院、原子力災害協力機関がスムーズに機能できるよう高度被ばく医療支援センターと原子力災害医療・総合支援センターが支援することは今後の最も重要な課題であると思う。しかしながら原子力災害医療派遣チーム専門研修に参加して思うことは未だ「放射線」に対して正しい知識が医療人に不足している事である。また、最近ではもう原子力災害は起こらないだろうという安堵感の印象を受ける事も多々ある。今回の福島第一原子力発電所の事故後、世間では「放射線」に対する様々な根拠のない偏見が拡散したことは周知の事実である。われわれ診療放射線技師はもちろんの事、医療職に対する「放射線」の教育を見直す時期に来ているのではないかと思う。

参考文献

- ・ 原子力災害対策指針，原子力規制庁：平成 29 年 7 月 5 日全部改正
- ・ 原子力規制庁 原子力災害対策・核物質防護課：原子力災害医療派遣チーム活動要領：平成 29 年 3 月 29 日

放射線の人体への影響

ーエビデンスから探る放射線健康リスクー

磯辺智範¹, 森 祐太郎¹, 武居秀行¹, 関本道治^{1,2}, 榮 武二¹

¹筑波大学医学医療系, ²新潟医療福祉大学医療技術学部

Radiation Health Risk Science Medical Staff Education Program (RaMSEP)

1. はじめに

放射線被ばく後、人体にはどのような影響が生じるのだろうか？教科書には、以下のように記載されている。放射線が正常細胞の DNA を損傷し、DNA は修復を試みる。ほぼ全ての DNA は修復に成功するが、まれに誤った DNA 修復を起こすことがある。この場合、修復に失敗して細胞死や細胞の変性につながる影響と、極めてわずかではあるが突然変異を起こして細胞ががん化する影響の 2 つの事象が起こりうる。前者は確定的影響であり、後者は確率的影響と呼ばれる。確定的影響には、脱毛、白内障、皮膚障害などがあり、“しきい値”を持つことが大きな特徴である。しきい値とは、同じ線量を多数の人が被ばくした時、全体の 1%の人に症状が現れる線量である[1]。また、被ばく線量が障害重篤度に比例するのも特徴である。これに対し、確率的影響は、がんや白血病、遺伝的影響を指し、しきい値を持たない。一定の線量以下では他（喫煙や飲酒など）の要因による影響が大きいため、放射線による影響を区別できないが、ICRP などではそれ以下の線量でも影響はあると仮定して放射線防護の基準を定めている[1]。皆様は、この科学的根拠（エビデンス）となった疫学研究についてどれだけ知っているだろうか。放射線健康リスク科学を学び、さらには人に説明する上で、疫学研究を正しく理解することは重要である。本稿では、放射線健康リスク科学を学ぶ上で必要となる疫学・統計学の基礎知識を解説し、実際の疫学データを読み解きたい。また、それらのエビデンスを踏まえた上で、臨床現場で必要となるリスクコミュニケーションの重要性について触れる。

2. 放射線健康リスクを学ぶ前に

放射線健康リスクの影響を求めるための研究手法は、細胞・動物を用いた実験研究とヒトの被ばく影響を追跡調査した疫学研究とに大別される。実験研究の長所は、ヒトに放射線を照射せずに放射線の影響を調査できる点にある。しかし、実験研究によって得られた放射線生物学の成果は、ヒトとは異なる細胞・動物を対象としているため、あくまで補助的な役割しか果たしていない。これに対し、疫学研究ではヒトを直接観察しているため、生物種による影響の違いなどの問題を排除でき、放射線健康リスク評価の信頼性が高い。ただし、放射線の人体への影響においては、発がん過程などが不透明であるため、このようなメカニズム研究における放射線生物学の果たす役割は大きく、実験研究と疫学研究は相補的に行う必要がある。本講演では、疫学研究に焦点をあてて解説する。

表 1 に、代表的な疫学研究の例を示す[2]。疫学研究は、広島・長崎の原爆被ばく、高バックグラウン

ド地域住民の環境放射線被ばく，原発作業従事者および医療従事者の職業被ばく，放射線診断や放射線治療による被ばくの医療被ばくに大別される．疫学研究では，追跡人数が多く，被ばくした線量が広範囲でバラついており，追跡年数が長いほど信頼性が高いとされる．したがって，広島・長崎の原爆被ばく者の疫学調査の信頼性は高いことがわかる．広島・長崎の原爆投下後，原爆被ばく者の健康影響が問題となり，健康調査と被ばくの病理学的調査および研究を目的として，原爆被ばく者の寿命調査(Life Span Study: LSS) が開始された．LSS は，1950 年の国勢調査で広島・長崎に住んでいたことが確認された人の中から約 94,000 人の被ばく者と約 27,000 人の非被ばく者から構成される約 12 万人を対象者とした大規模なコホート研究である．

表 1 代表的な疫学研究（参考文献[2]より引用改変）

線量率	研究対象	人数	平均 累積線量 (mGy)	平均追跡 年数	固形 がん数	1 Gy あたり 過剰相対リスク (90%信頼区間)
高	広島・長崎 原爆被ばく者	105,427	~230	26.2	17,448	0.47 (0.40-0.54)
低	高自然放射線地域住民（インド・ケララ）	385,103	161	10.5	1,379	-0.13 (-0.58-0.46) *
低	高自然放射線地域住民（中国）	80,640	~100	15.5	677	-0.11 (-0.67-0.69)
低	テチャ川流域住民	17,433	40	25.6	1,836	1.00 (0.3-1.9)
低	原子力作業員（15 カ国）	407,391	19.4	12.7	4,770	0.97 (0.27-1.80)
低	原子力作業員（英国）	174,541	24.9	22.3	10,855	0.27 (0.06-0.53)

*95%信頼区間

コホート研究は，放射線被ばく調査において，最も重要な調査研究法の 1 つである．特定の集団をコホートと呼び，これを設定するところから研究はスタートする．次に，追跡時間の原点（ベースライン時点）を決定する．通常，ベースラインは被ばくした時点に設定することが多い．ベースライン時点で誰がどれだけ被ばくしたかという情報を得て，時間経過と共にどのような影響が現れるか調査を行うのがコホート研究である．コホート研究のポイントは，ベースライン時点の調査精度（どれだけ正確に線量を把握できているか），非被ばく群の妥当性（性別・年齢・健康状態・生活習慣などが被ばく群と同等であるか），追跡精度（追跡期間，追跡率，正確な疾患の診断）が挙げられる．以上が，コホート研究の概要である．

次に，結果の評価に関する指標について解説する．基本となるのは発生頻度に関する指標であり，これに当てはまるのが“リスク”と“発生率”である．リスクとは，集団全体の人数に対する疾患発生人数の割合である．図 1 に，発がんリスクに関するコホート研究の例を示す．横軸は追跡期間，各線が個々の追跡を表している．終点に丸が記されているものは発がんが確認されたことを意味し，線が途絶えているものは追跡が不能になったことを表す．図 1 において被ばく群では，集団全体の 5 人に対し，がんの発生人数は 3 人であるため，発がんリスクは $3/5=0.6$ （60%）となる．非被ばく群では， $2/5=0.4$ （40%）

となる．“リスク”でのポイントは，追跡が完了したかどうかにかかわらず集団全員を分母に含むことである．現実のコホート研究では，様々な要因により途中で追跡不能になることが発生しうる．このように，追跡期間の長さが異なってしまうコホート研究では“発生率”が有用となる．発生率とは，疾患発生人数を“追跡期間の合計”で除したものである．追跡期間の合計とは，疫学では人年と呼ばれる．図 1 で言えば，各線の横軸の長さを合計したものが人年である．つまり，被ばく群の発生率は $3/(9+10+7+8+5) \div 0.077$ (7.7%) となり，非被ばく群では $2/(6+10+9+8+10) = 0.047$ (4.7%) となる．これらリスクや発生率は，発生頻度の指標としては有用である．しかし，リスクの程度を直感的に理解するのは難しい．客観的評価の最も簡単な方法は，比較することである．比較の指標として用いられるのが，“相対リスク”や“絶対リスク”である．これらの指標を用いることで，リスクが何倍になるか？あるいは，リスクがどれだけ増えるか？ということを直感的に理解することが可能となる．

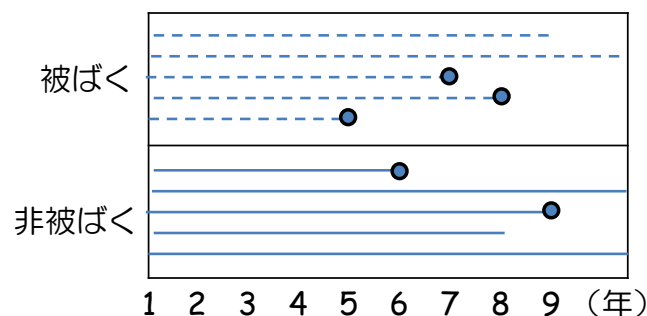


図 1 発がんリスクに関するコホート研究の例

研究で得られたデータには必ず誤差が伴うため，100%信頼できるデータとするのは間違いである．では，データの信頼性はどのように担保されているのか？統計学では，95%信頼区間や p 値によって信頼性を評価している．ここでは，放射線測定でしばしば重要となる 95%信頼区間について解説する．発がんリスクを評価する場合，“この条件でのリスクは●%”というような真値（母平均）はわからない．例えば，発生頻度のヒストグラムが図 2 のように分布している時，真値（母平均）が 95%の確率で入る範囲が 95%信頼区間である．例えば，1 Gy あたり，被ばくによる発がんの死亡リスクを過剰相対リスクで表記する場合には，“0.22 (0.18, 0.26)”と表記することがある．0.22 は母平均の推定値，0.18 は下限値，0.26 は上限値であり，0.18 と 0.26 の間に 95%の確率で母平均が入るということを意味している．

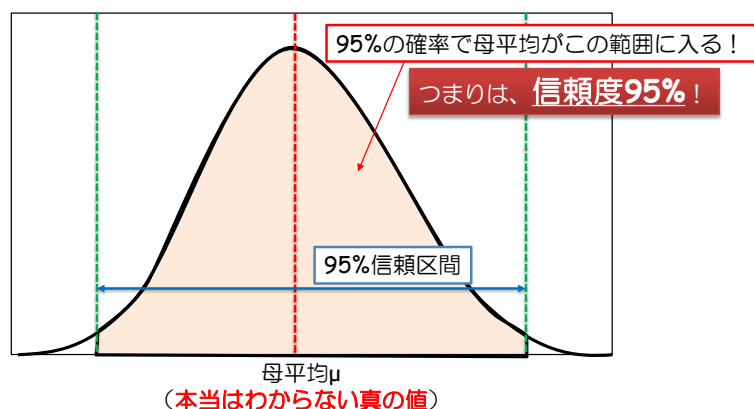


図 2 95%信頼区間

その他、疫学データを見る時の注意点として、放射線の種類は何を対象としているか、照射方法や部位はどこか、単位は何を使っているか、桁はいくつかということに注意して読み解いていただきたい。

3. 放射線健康リスクを科学する

放射線健康リスク科学で重要となる疫学研究データは多数あるが、ここではいくつか絞って解説する。

1) 被ばくによる発がんリスク

図3は、広島・長崎原爆被ばく者のデータを用いた全固形がん発生リスクに関する研究結果である[3]。横軸は、結腸被ばく線量 (Gy) である。結腸被ばく線量として評価する理由は、結腸の放射線感受性は高く、さらにはがんの発生が多いため、保守的評価となるためである。縦軸は、過剰相対リスクを表す。つまり、このデータは、被ばくしていない場合と比べてどれだけリスクが増えるかを表している。観察されたデータは●でプロットされ、データに合うようにフィッティングした曲線が中央の濃い破線で描かれている。濃い破線の上下にある薄い破線は、フィッティングの誤差範囲を表す。これに対して、プロットされたデータから得られた濃い直線は LNT 仮説を表す。このデータから言えることは、全固形がん発生リスクは、結腸での被ばく線量が 0~2 Gy の間で比例して増加する。つまりは、100 mGy 以上の線量域で LNT 仮説を支持する信頼性の高いデータであり、ICRP でも認められている。しかし、このデータにおいても 100 mGy 以下のデータ数は足りず、100 mGy 以下の線量域での明確な傾向は評価できていない。よって、100 mGy 以下の低線量被ばくでは人体への影響を示す証拠はない、または影響はないと、ICRP をはじめとした多くの専門組織や専門家が述べている根拠となっている。

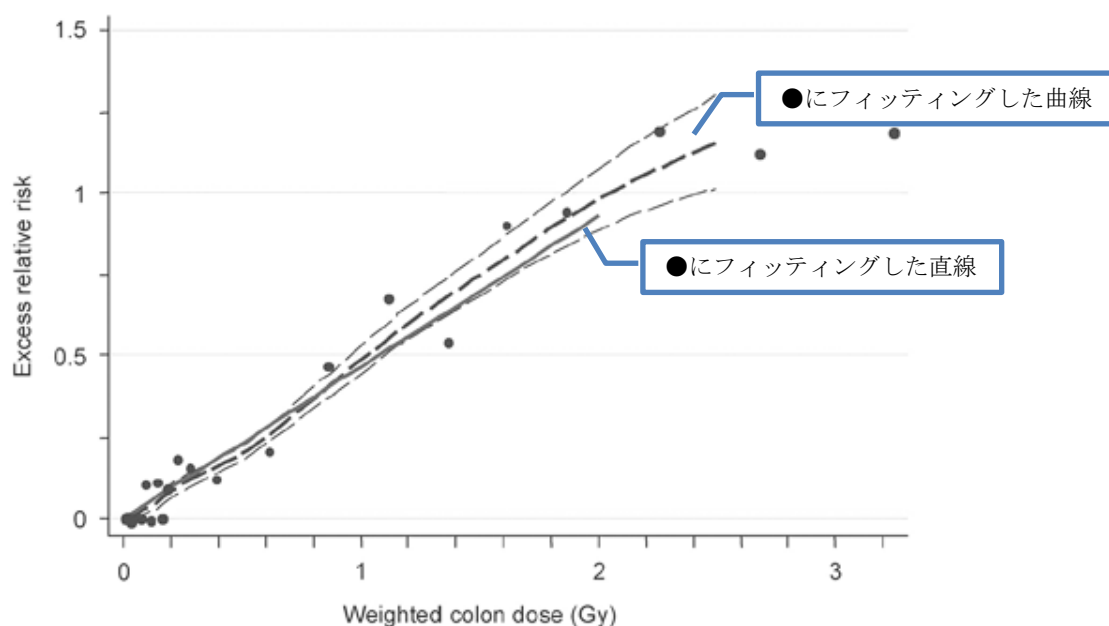


図3 LSS による全固形がん発生リスク (参考文献[3]より引用改変)

最近の疫学研究において、社会的に反響が大きかった研究について紹介したい。2015 年、イギリスの有名な医学学術誌である *British Medical Journal* に、フランス、イギリス、アメリカの職業被ばく者のコホート研究が発表された[4]。この論文では、100 mGy 以下の外部低線量被ばくでも、過剰な固形がん死亡リスクが有意に上昇していると結論を出している。つまり、前述した「100 mGy 以下の低線量被ばくでは人体への影響を示す証拠はない、または影響はない」というこれまでの流れに対して真っ向に反論した報告である。本研究では、3 カ国の原子力従事者で計 308,297 名を対象としており、職業上、線量のモニタリング精度も高い。本研究結果を踏まえ、今後の世界動向を注視する必要がある。

2) 母子への影響

母子への影響は、被ばくした時期により分けて考える必要がある。A:受精前に両親が被ばくして生まれた胎児への影響は、被ばく 2 世に区分され、遺伝的影響がこれにあたる。B:受精後、母親の胎内で被ばくして生まれた子に対しては胎内被ばくによる影響に区分され、C:生まれた後の子ども自身への被ばくも別区分として扱われる。以上の 3 つの区分に分けて研究が進められているが、ここでは子ども自身への被ばく影響について取り上げる。図 4 は、チェルノブイリ原発事故の影響によるベラルーシの小児甲状腺がん発生率の推移を示す[5]。横軸は時間経過を表し、このコホート研究でチェルノブイリ原発事故が起きた 1986 年 4 月をベースライン時点としている。縦軸は、10 万人あたりの甲状腺がん発生率を表す。黒い四角 (■) は小児 (0~14 歳)、白丸 (○) は青年 (15~19 歳)、アスタリスク (*) は成人 (20~21 歳) を表す。つまり、1986 年に生まれた子は、2000 年までは小児、2001 年から青年に分類され、2006 年から成人に分類されることになる。以上を踏まえて、データを見ていきたい。チェルノブイリ原発事故後、小児群における甲状腺がん発生率のピークは、1996 年であり (①)、その後の発生率は低下している。この結果は、チェルノブイリ原発事故前に生まれた子たちの被ばくによる甲状腺がん発生は否定できず、事故が収束した後に生まれた子たちへの影響は低いことを示している。青年群のピーク (②) は、小児群 (①) の子どもたちが成長して成人になった時点であることも、この理由の裏付けとなっている。しかし、全ての年代で事故後の時間経過に伴い右肩上がりでの発生率が増加している。後に、これはスクリーニング効果を示しているということが明らかとなった。

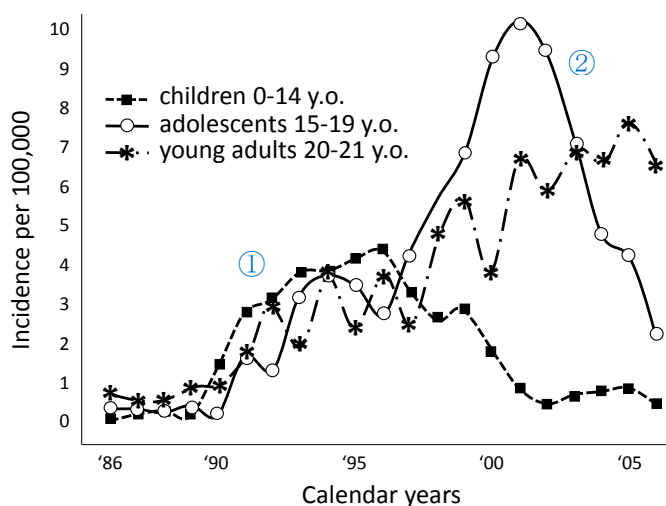


図 4 ベラルーシの小児甲状腺がん発生率の推移 (参考文献[5]より引用改変)

図 5 に、スクリーニング効果が示された研究結果（アメリカにおける甲状腺がん発生率と死亡率）を示す[6]。横軸は時間経過、縦軸は甲状腺がん発生率（Incidence）と死亡率（Mortality）を表す。1980 年代以降、甲状腺がん発生率は右肩上がりで見られている。これは、超音波検査技術が大きく進歩し、がん検診の導入が進んだ結果であると推察される。しかし、注目すべきは発生率と死亡率が相関していない点である。これは、診断技術の進歩により、これまで見つけることができなかった“無症状の甲状腺がん”を多く発見していることを示している。これをスクリーニング効果という。

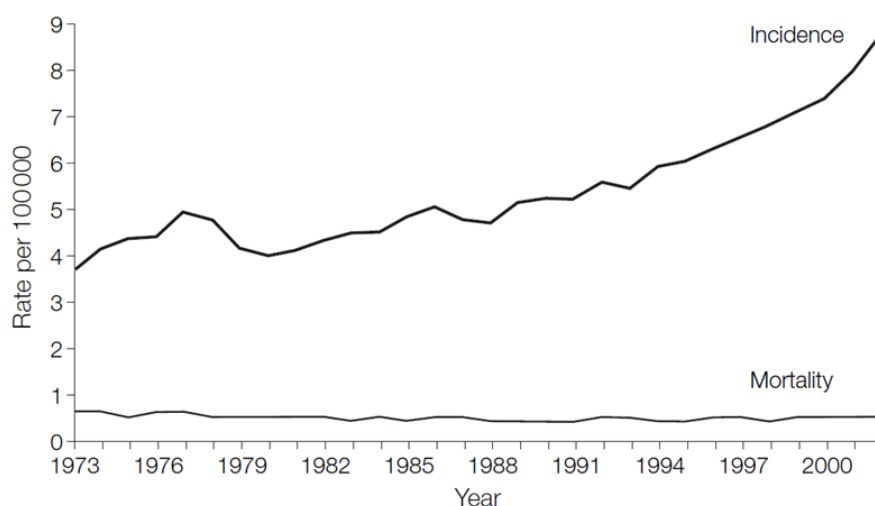


図 5 アメリカにおける甲状腺がん発生率と死亡率（参考文献[6]より引用）

4. エビデンスを踏まえたリスクコミュニケーション

疫学データを学び、放射線健康リスク科学についての知識を深め、それを効果的に活用する。この技術が、エビデンスを踏まえたリスクコミュニケーションである。これを実践するにあたり、2つのポイントを紹介する。

1) 検査のリスクをどう伝えるか

医療被ばくを伴う放射線検査はゼロリスクと言えるのか？もちろん、ゼロリスクはあり得ない。確定的影響にスポットを当てると、しきい値の存在が疫学データとして示されている。例えば、全身被ばくによる胎児に対する確定的影響のしきい値は 100 mGy と低く、臨床では注意しなければいけない値の一つである。しかし、IVR を除く多くの放射線検査では、この線量（100 mGy）以下に収まってしまうだろう。それでは、確率的影響はどうか？100 mGy 以下の低線量の影響については、現在も議論中であり、明確なエビデンスは無い。つまり、ゼロリスクでは無いと言える。我々の本音としては、DRLs を利用して線量低減に努めており、放射線検査には利益があるため、なるべく患者さんの不安を煽ることなく検査を実施したいと考えるだろう。しかし、放射線健康リスク科学においては、疫学データ上、ゼロリスクとは言えず、ICRP で提唱されている LNT 仮説では理論上リスクが有るということになる。上記の葛藤の結果として、仮に「リスクはありません」と説明した場合、患者さんが放射線被ばくの基礎知識を身につけていたらどう思うであろうか？おそらく、我々に対して不信感を抱き、信頼関係は破綻してしまうだろう。我々は、このような点に気をつけて患者さんと上手にリスクコミュニケーションを図らなけ

ればならない。ここで必要となるのが、“被ばく説明のツール”である。

2) 被ばく説明のツールを持つ

160 km/h を超える球速のボールを投げるピッチャーがいれば、“速い”ということはすぐに分かる。なぜなら、プロ野球のピッチャーには 140～150 km/h のボールを投げるピッチャーが多いことを知っているからである。話をパソコン用語に変えるが、SSD (Solid State Disk, ハードディスクに変わる記憶媒体) の読み込み速度が 95,000 IOPS (Input/Output Operations per Second, ストレージの読み書き速度を表す指標) の場合、この速度が速いと分かるだろうか？多くの人が分からないと答えるだろう。なぜなら、SSD や IOPS を知らないからである。ここで重要なことは、比較することによって理解度を大きく向上させることである。放射線検査のリスクコミュニケーションに置き換えると、放射線を知ってもらい、単位を理解し、比較しながら説明することが重要となる。この“比較”が、被ばく説明のツールである。例えば、“100 mGy の放射線被ばくは、受動喫煙や野菜不足による発がんリスクよりも低いですよ”といえれば納得してもらえるかもしれない。いつ相談を受けるか分からない臨床現場にいる我々にとって、このような準備は必要不可欠である。

5. まとめ

放射線健康リスク科学を学ぶには、疫学や統計学の基礎知識が必要不可欠であり、各自で整理しておく必要がある。これにより、エビデンスとなる研究を正しく読み解くことができる。エビデンスを理解することは、臨床現場における患者さんとのリスクコミュニケーションを行う上で重要となる。本稿が、会員の皆様が放射線健康リスク科学を学ぶきっかけとなれば幸いである。

参考文献

- [1] International commission on radiological protection.: The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (ICRP Publication 103). Ann. ICRP 37, 2007.
- [2] Boice JD, Hendry JH, Nakamura N, et al.: Low-Dose-Rate Epidemiology of High Background Radiation Areas. Radiat Res 173, 849-854, 2010.
- [3] Preston DL, Ron E, et al.: Solid cancer incidence in atomic bomb survivors: 1958-1998. Radiation Research 168, 1-64, 2007.
- [4] Richardson DB, Cardis E, Daniels RD, et al.: Risk of cancer from occupational exposure to ionising radiation: retrospective cohort study of workers in France, the United Kingdom, and the United States (INWORKS). British Medical Journal 351, 1-8, 2015.
- [5] Debidchik YE, Saenko VA, Yamashita S.: Childhood thyroid cancer in Belarus, Russia, and Ukraine after Chernobyl and at present. Arq Bras Endocrinol Metabol 51, 748-762, 2007.
- [6] Davies L, Welch HG.: Increasing incidence of thyroid cancer in the United States, 1973-2002. JAMA 295, 2164-2167, 2006.

CT 検査における線量最適化の必要性

松原 孝祐
金沢大学 医薬保健研究域 保健学系

1. はじめに

第 74 回日本放射線技術学会総会学術大会において開催される放射線防護フォーラムでは「CT 検査の線量最適化に向けた取り組み」というテーマで討論を行う。どのように CT 検査における線量の最適化に向けて取り組んでいくのかを考える上で、そもそもなぜ CT 検査における線量の最適化が必要なのか、その理由について十分に理解しておくことは極めて重要である。

2. 線量最適化の必要性

CT 検査において線量最適化の推進が必要な理由として、以下のようなものが挙げられる。

1) 低線量放射線リスクによる影響が明らかにされていない

原爆被ばく生存者について、がんによる死亡者数の継続的調査を行った結果によると、原爆被ばくによる固形腫瘍死亡頻度は被ばく線量にほぼ直線比例して増加する傾向を示すものの、100 mSv 以下の低線量域では、死亡頻度が対象群と比較して有意に大きいとはいえないとされている[1]。がんリスクの推定に用いる疫学的手法は、約 100 mSv までの低線量範囲でのがんリスクを直接明らかにする力を持たないという一般的合意があるが[2]、これは約 100 mSv までの線量範囲における放射線誘発がんのリスクは、明らかに出来ないほど小さいと言い換えることもできる。

CT 検査による被ばく線量（実効線量）は 1 回あたり 100 mSv 未満であるため、CT 検査を受けることによって放射線誘発がんが発症するというリスクは極めて小さいといえることができるが、複数回の検査を繰り返した場合などには、そのリスクが上昇してしまう可能性は否めない。また、影響が明らかにできないほど小さいとはいえ、影響があるか無いかについてまでは明らかにできていないのが現状であり、そのような状況である以上は、少しでも被ばくすればリスクが上昇すると仮定した“放射線防護学的”観点（生物学的観点ではない）に立って、CT 検査による線量をできるだけ低減しつつ最適化していかなければならない。

また、小児 CT 検査に関しては、児童期の CT 検査によって白血病や脳腫瘍の発生リスクが増加するというデータ[3]や、小児期・青年期に CT 検査を行った場合にがん発生率が増加するというデータ[4]が示されている。これらのデータによって小児への CT 撮影が不適切な医療行為であると結論づけられるわけではないが、特に小児患者に CT 検査を行う場合には、線量の最適化についてよりしっかりと意識しなければならないといえる。

2) 医療被ばくでは行為の正当化と防護の最適化が重視される

患者の医療被ばくが他の被ばくと大きく異なる点は、その被ばくによって患者に便益がもたらされるという点である。したがって、患者個人に線量限度を設けることは、放射線診療の中止・制限や放射線量の過度な低減につながり、結果的に診断の質の低下や、本来治癒するはずの病気が治癒しないという状況が生じる可能性があることから、放射線防護体系の3つの原則のうち、「個人の線量限度の遵守」は患者の医療被ばくには適用されず、残る2つの原則である「行為の正当化」と「防護の最適化」により重点が置かれる。Table 1 に、防護体系で用いられている被ばく状況と被ばくのカテゴリーごとの線量値を示す。患者の医療被ばくでは、線量限度や線量拘束値を適用する代わりに、診断参考レベルの使用が推奨されている。日本では2015年に診断参考レベルが公表されており[5]、患者の医療被ばくにおける「防護の最適化」のためのツールとして広く使用されることが期待されている。

Table 1 防護体系に用いられる線量値[2]

被ばく状況	職業被ばく	公衆被ばく	医療被ばく
計画被ばく状況	線量限度 線量拘束値	線量限度 線量拘束値	診断参考レベル ^{d)} (線量拘束値 ^{e)})
緊急時被ばく状況	参考レベル ^{a)}	参考レベル	適用しない ^{b)}
現存被ばく状況	適用しない ^{c)}	参考レベル	適用しない ^{b)}

- a. 長期的な回復作業は計画された職業被ばくの一部として扱うべきである
- b. 該当なし
- c. 長期的な改善作業や影響を受けた場所での長期の雇用によって生じる被ばくは、たとえその線源が“現存する”としても、計画職業被ばくの一部として扱うべきである
- d. 患者
- e. 介助者、介護者及び研究における志願者のみ

3) 被ばく線量と得られる画質は基本的にトレードオフの関係にある

放射線防護体系の3つの原則のうち、国際放射線防護委員会の2007年勧告[2]では特に「防護の最適化」が重視されており、被ばくを“合理的に達成可能な限り低くする—as low as reasonably achievable”というALARAの精神規定を防護の最適化における原則としている。画像診断検査の場合には、患者の被ばく線量と診断画像の画質はトレードオフの関係にあることから、「防護の最適化」とは線量と画質のバランスをとること、つまり診断に耐えられる画像を提供できる最小の撮影線量を選択すること（＝線量の最適化）を意味する。

従来のスクリーン／フィルムシステムを用いた単純X線撮影の場合、線量が多すぎるとフィルムが黒化してしまい診断不能に陥っていたが、現在のデジタルシステムやCTでは、線量が多いほど信号雑音比の向上につながる傾向があることから、画質を重視しすぎると患者の被ばく線量が多くなってしまいう。また、線量を増加させたからといって必ずしも画質が良くはならず、被ばく低減を意識しすぎて線量を下げすぎてしまうと、露出不足や信号雑音比の低下につながり、診断不能に陥ってしまう。そのことから、目的に応じた線量と画質のバランスをとることが求められる。

また、近年になってハイブリッド型逐次近似再構成法や逐次近似再構成法がCTの再構成法として導入され、普及しつつある。両者は再構成処理の詳細は異なるものの、画像雑音の低減処理を行うことに

よって、低被ばくで質の高い画像を得るという共通の目的で臨床応用されている[6]。これらの再構成法を有効活用していくことも、今後の CT 検査における線量の最適化のプロセスにおいて避けて通ることができない。

4) CT 検査の被ばく線量は画像診断検査の中では多いとされている

CT 検査はひとたび臨床的に必要とするならば、患者の受ける利益は非常に大きいといえる。しかし、画像診断検査の中では相対的に線量が多いことが知られており、医療被ばくによる国民 1 人当たりの年間実効線量 3.87 mSv のうち、CT 検査は 2.3 mSv を占めている (Table 2)。またアメリカの 2006 年のデータによると、全放射線診断検査における CT 検査の検査数の割合は 17%に過ぎないが、個人線量の割合はおよそ 49%になるとされている[8]。したがって、CT 検査における線量最適化を推進していくことによって、国民の医療被ばくを効果的に低減できる可能性がある。

日本学術会議からは「CT 検査による医療被ばくの低減に関する提言」[9]が公表されており、CT による医療被ばくの現状を把握するとともに、医療被ばくの低減に向けて今後どう取り組むべきかを考えることは極めて重要であるといえる。

Table 2 医療被ばくによる国民 1 人あたりの年間実効線量[7]

線源	実効線量 (mSv/年)
X 線診断	1.47
X 線 CT 検査	2.3
集団検診 (胃)	0.038
集団検診 (胸部)	0.0097
歯科 X 線	0.023
核医学	0.034
合計	3.87

3. おわりに

CT 検査において線量最適化の推進が必要な理由について紹介した。CT 検査の際に、最後に撮影ボタンを押すのは診療放射線技師である。そのため、撮影パラメータと画質・被ばくとの関係、および画像再構成パラメータと画質の関係を十分に理解した上でそれぞれのパラメータを適切に設定し、最後に責任を持って撮影ボタンを押す必要がある。近年では管電流変調機構も広く使用されているため、それぞれの装置が有する管電流変調機構の動作特性や設定パラメータの意味を良く理解しておくことも必要不可欠である。診療放射線技師は医学および放射線の両方の知識を有する専門家として、線量最適化に関する責任の一端を担わなければならない。診療放射線技師がいかに最適化のプロセスに関与できるかが、線量最適化の成否を分けるといっても過言ではない。

参考文献

- [1] Preston DL, Shimizu Y, Pierce DA, et al. Studies of mortality of atomic bomb survivors. Report 13: Solid cancer and non-cancer disease mortality 1950-1997. Radiat Res 2003;160(4): 381-407.

- [2] Valentine J. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP publication 103. Ann ICRP 2007; 37(2-4): 1-332.
- [3] 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(9840): 499-505.
- [4] Mathews JD, Forsythe AV, Brady Z, et al. Cancer risk in 680,000 people exposed to computed tomography scans in childhood or adolescence: data linkage study of 11 million Australians. BMJ 2013; 346: f2360.
- [5] 医療被ばく研究情報ネットワーク. 最新の国内実態調査結果に基づく診断参考レベルの設定.
<http://www.radher.jp/J-RIME/report/DRLhoukokusyo.pdf> (平成 30 年 2 月 28 日確認).
- [6] 佐藤和宏, 後藤光範. CT とコントラスト④ノイズ対策についてー逐次近似再構成の解説と評価法などー. 日放線技師会誌 2017; 64(3): 313-321.
- [7] 新版生活環境放射線(国民線量の算定). 原子力安全研究協会:東京, 2011.
- [8] Mettler FA Jr, Thomadsen BR, Bhargavan M, et al. Medical radiation exposure in the U.S. in 2006: preliminary results. Health Phys 2008; 95(5): 502-507.
- [9] 日本学術会議. CT 検査による医療被ばくの低減に関する提言.
<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-23-t248-1.pdf> (平成 30 年 2 月 28 日確認)

Benchmarking pediatric cranial CT protocols using a dose tracking software system: a multicenter study

(線量情報管理システムを用いた小児頭部 CT プロトコルの標準化: 他施設共同研究)

第一著者名・掲載雑誌・号・掲載年月

Timo De Bond / European Radiology (27) 2017

文献の英文表記: 著者名・論文の表題・雑誌名・巻・号・ページ・発行年

De Bondt T, Mulken T, Zanca F, Pyfferoen L, Casselman JW, Parizel PM, Benchmarking pediatric cranial CT protocols using a dose tracking software system: a multicenter study, Eur Radiol. 2017 Feb;27(2):841-850. DOI: 10.1007/s00330-016-4385-4. Epub 2016 Jun

論文紹介著者

竹井 泰孝 (川崎医療福祉大学)

論文解説

論文解説

近年、CT 検査件数の急激な増加により、特に CT 検査の被ばくによる小児の発がんリスク上昇が懸念されている。一般病院では成人の CT 検査に比べて小児の CT 検査は非常に少ないが、放射線感受性が非常に高いため、検査数が少ないとはいえ小児には特別な注意を払うことが重要である。最新の研究において、一般病院では小児専用プロトコルを使用する意識付けは小児専門病院よりも低くなる可能性があるが、統計学的有意差を認めるほどの線量差ではない。しかしながら小児 CT の約 90% が成人プロトコルで撮影が行われ、小児を専門としない一般病院の小児 CT 検査は、1 日の検査数のごくわずかを占めるに過ぎない (2-3%) と推定されている。

今回紹介する論文は本邦でも急速に導入が進んでいる線量情報管理システムを用い、一般病院の小児頭部 CT 検査による被ばく最適化を検討したものである。

方法

本研究では生後 1 日から 15 歳以下を小児と定義した。ベルギー国内の 3 施設 (A 施設: 大都市病院, B 施設: 大学病院, C 施設: 地方都市病院) において、2013 年 7 月から 2014 年 7 月までの 1 年間に実施された小児頭部 CT 検査のうち、眼窩、副鼻腔 CT を除いたヘリカルスキャンによる頭部 CT のみを対象とした。本研究に参加した 3 施設では、以下の CT 装置を使用していた。

A 施設: Discovery CT750 HD, 2009 年製, GE Medical Systems

B 施設: LightSpeed VCT 64 2 台, 2006, 2007 年製, GE Medical Systems

C 施設: SOMATOM Definition AS+, Sensation 16, 2012 年製, Siemens

これら全ての CT 装置には同一のオンライン線量情報管理システム Dose Watch (GE Medical Systems) が接続され、患者年齢、依頼医、線量関連情報 (DLP, CTDI_{vol}, スキャン長)、スキャン回数、小児線量プロトコルの使用の有無等の情報を収集した。また鎮静や造影剤使用の有無等の診療関連情報については、RIS や PACS、患者カルテより情報を収集した。収集されたデータは小児を 0-1 歳未満、1-5 歳未満、5-10 歳未満、10-15 歳未満の 4 つの年齢群に分類し、施設ごとにデータ解析を行った。

結果

本研究では 296 例 (A 施設 118 例, B 施設 83 例, C 施設 95 例) の小児頭部 CT 検査について解析を行った。小児の年齢構成は 0-1 歳が 10%, 1-5 歳が 24%, 5-10 歳が 20%, 10-15 歳が 46% となっており、検査目的の 80% が頭部外傷を占めており、頭痛フォローは 10% 未満であった。施設によって異なるが、救急医からの撮影依頼は 50-80%, 鎮静率は 6%, 造影率は 3%, 再撮率は 1.4-5% となっていた。

Fig. 1 に示されているように施設別の各年齢群における CTDI_{vol} と施設間、年齢群との間で有意差が認められた。C 施設は全ての年齢群で最も線量が低く、A 施設は最も高い線量となっていた。全ての施設で CTDI_{vol} の中央値は DRL を下回っていたが、10-15 歳の年齢群で CTDI_{vol} の施設間格差が最も大きくなっていた。

Table 1 に示すように、全ての CT 検査で逐次近似再構成や CT-AEC が使用されていたが、Table 2 が示すように 90% の小児 CT 検査が適切なプロトコルで実施されておらず、特に 10 歳以上の年齢群の 33-87% で成人用プロトコルが使用されていた。また Fig. 2 に示すように成人用プロトコル使用例ではほとんどすべての症例でより高い線量となっていた。唯一の例外が B 施設であり、大半の検査が成人プロトコルを用いて実施されていたが、5-10 歳用プロトコルは成人用プロトコルよりも高い線量となっていた。

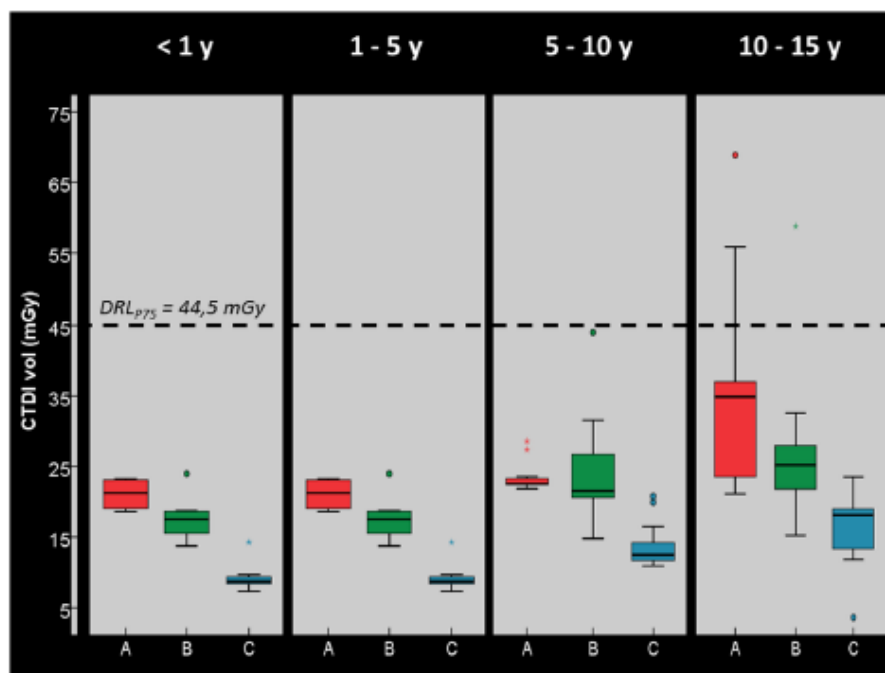


Fig. 1 Boxplots of delivered CTDI_{vol} for each center, stratified by age-group

Age-Category	Hospital - Scanner	KV	mAs min	mAs max	Pitch	Rot. Time (s)	CTDI vol (mGy)	Iterative Recon.
0 to 1 y	A - Discovery	100	100	270	0.97	0.8		ASIR 40 %
	B – VCT 64	100	10	250	0.53	0.6		ASIR 60 %
	C - Emotion 16	80	150 *		0.55	1.5	10.31	IRIS 100 %
	C - Sensation AS+	80	240 *		0.8	1	10.45	SAFIRE 60 %
1 to 5 y	A - Discovery	100	100	270	0.97	0.8		ASIR 40 %
	B – VCT 64	100	10	300	0.53	0.6		ASIR 60 %
	C - Emotion 16	80	225 *		0.55	1.5	15.56	IRIS 100 %
	C - Sensation AS+	80	350 *		0.8	1	15.24	SAFIRE 60 %
5 to 10 y	A - Discovery	100	100	300	0.97	0.8		ASIR 40 %
	B – VCT 64	100	80	400	0.53	0.5		ASIR 60 %
	C - Emotion 16	80	225 *		0.55	1.5	17.25	IRIS 100 %
	C - Sensation AS+	80	350 *		0.8	1	17.42	SAFIRE 60 %
10 to 15 y	A - Discovery	100	100	350	0.97	0.8		ASIR 40 %
	B – VCT 64	120	80	400	0.53	0.5		ASIR 60 %
	C - Emotion 16	110	125 *		0.55		20.00	IRIS 100 %
	C - Sensation AS+	100	220 *		0.8	1	19.61	SAFIRE 60 %
Adult	A - Discovery	120	80	220	0.53	0.8		ASIR 60 %
	B – VCT 64	140	80	600	0.53	0.5		ASIR 40 %
	C - Emotion 16	110	130 *		0.55	1.5	20.34	IRIS 100 %
	C - Sensation AS+	100	225 *		0.8	1	20.21	SAFIRE 60 %

Table 1 Settings of the used scan protocols for all age categories and hospital

Use of adult protocols	<1 y	1 - 5 y	5 - 10 y	10 - 15 y
Center A	0 %	11 %	4 %	33 %
Center B	0 %	20 %	71 %	87 %
Center C	0 %	0 %	0 %	53 %

Table 2 Overview of erroneous use of adult head CT protocols in a pediatric population, per center and age group

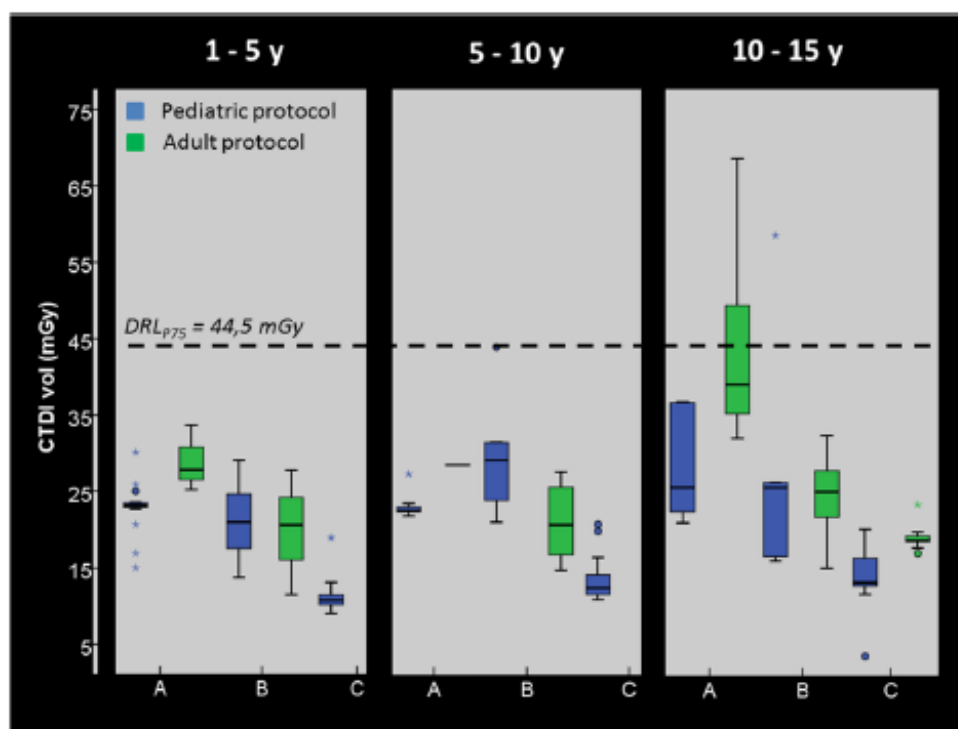


Fig. 2 Boxplots of delivered CTDIvol for correctly used pediatric, and erroneously used adult CT head protocols, by age group and center

考察

この研究では同一の線量情報管理システムを導入し、撮影プロトコルの標準化を行っている A 施設（大都市圏病院）、B 施設（大学病院）、C 施設（地方都市病院）のいずれにおいても、小児 CT 線量の中央値は全年齢群で自国、海外の DRL よりも低く、特に C 施設は最も低い値となっていた。これは C 施設が CT 検査の被ばく最適化を長年に渡って実践していることや、他施設よりも新しい CT 装置（2012 年製、他は 2006, 2007, 2009 年製）を導入していることに起因している。

著者らは CT の新技術や最新装置の導入は更なる線量最適化に向けた理想的な方策であり、CT 線量の施設間格差は CT プロトコル標準化の欠如がもたらしており、医療被ばく最適化プロセスにおいて、線量情報管理システムの活用には以下のような有用性があると述べている。

1. 線量情報管理システムは放射線検査に対する品質管理システムであり、全ての放射線検査情報と共に、技師や術者などの情報も記録する。線量限度を超えた場合に警告を発するようにすることも可能であり、院内の医療被ばくに対する認識や ALARA 実践の雰囲気を作り出すことができる。
2. 線量情報管理システムは全ての放射線検査ごとに線量レベルを標準偏差と共に提供できる。これによって線量レベルのトレンドを認識でき、線量最適化の機会を認識できる。本研究では院内ベンチマークを作成することにより、同一医療施設の異なる CT 装置間の小児頭部 CT 線量に一貫性を持たせ、同一検査における線量のばらつきを小さくすることができた。

3. 線量データは線量情報管理システムから容易に出力することができ、使用する統計ソフトによって様々な種類の解析が可能である。解析結果を共有することによって他施設の線量の大きな違いを認識することも可能である。このような比較は線量レベルを低減するための院内トリガーになり、患者ケアの向上の利点に繋がる。いくつかの国では州政府機関が dose-landscape を設定するためにこれらの情報のモニタリングを開始している。
4. 線量情報管理システムを利用する最大のメリットとして、患者に対する不必要な放射線照射を回避させることが可能になることである。これはこのソフトを使用することの最も重要な倫理的理由である。

著者らは本研究の **Limitation** として、比較を行った検査件数が相対的に少ないこと (<300)、施設ごとに異なる CT 装置や年齢群のデータが蓄積されていること、撮影条件は各施設の院内基準に基づいて決定されていることを上げているが、これらのことが研究結果の質の低下には繋がらないと述べている。また A, B 施設の CT は導入から 6-9 年が経過した装置だが、C 施設の CT は導入後 3 年未満の新しい装置であり、装置性能に差があることを述べている。CT 装置の性能差は臨床的に必要とされる画質を維持できる最小限の線量に影響を与えるが、低線量撮影された CT 画像に対する放射線科医の容認度は施設ごとに異なるため、低線量 CT 画像の主観的、定量的な画質評価は将来の研究において興味深いテーマであると述べている。

結語

本研究によっていくつかの小児頭部 CT 検査で不適切な撮影条件（高電圧，高 mAs），あるいは成人プロトコルの使用が確認された。それらの医療機関の線量の中央値は自国や海外の DRL よりも低い値となっていたが、CT-AEC や逐次近似再構成を搭載したハイエンドの MDCT 装置を使用する施設であっても、線量値に大きな施設間格差が生じており、小児 CT 線量をさらに低減するための最適化プロセスとして、小児の年齢に応じた撮影線量の階層化を行うことが最良の方策である。線量情報管理システムは医療被ばく最適化における新しいツールであり、他の医療機関との比較を行うことにより、同一の部位や臨床目的で行う小児 CT 検査における線量の施設間格差を小さくするきっかけになりうると結論づけられている。

なお昨年末に刊行された ICRP Publication 135 “Diagnostic Reference Levels in Medical Imaging”では、小児の線量調査を行う際、小児を年齢によって分類する代わりに、体重による小児の分類を推奨している。しかし小児の頭部サイズは体重よりも年齢に応じて変化しているので、頭部が含まれる撮影法の線量調査では年齢による小児の分類を推奨している。

Polonium-210 poisoning: a first-hand account

(ポロニウム 210 中毒: 初期対応)

第一著者名・掲載雑誌・号・掲載年月

Nathwani AC / The Lancet. 388: 1075-1080; 2016. doi: 10.1016/s0140-6736(16)00144-6.

文献の英文表記: 著者名・論文の表題・雑誌名・巻・号・ページ・発行年

Nathwani AC, Down JF, Goldstone J, Yassin J, Dargan PI, Virchis A, Gent N, Lloyd D, Harrison JD, Polonium-210 poisoning: a first-hand account. The Lancet. 388: 1075-1080; 2016. doi: 10.1016/s0140-6736(16)00144-6.

論文紹介著者

大葉 隆 (福島県立医科大学 医学部 放射線健康管理学講座)

論文解説

患者の背景と初期対応

本報告は、2006 年 11 月 1 日にロンドンに位置する Accident and Emergency department of Barnet General Hospital 受診を受診したある男性から得た教訓である。

男性は氏名が Alexander Litvinenko で 43 歳である。受診理由は腹痛、吐き気と下痢であり、心電図と血圧は正常であった。この男性は、前ロシア連邦保安庁（元 KGB）職員で、その後イギリスへ亡命をしていた。この男性は症状が発症した日に元 KGB の職員と会っていたとのことだった。来院時に、救急センターの医師は脱水改善のための輸液投与、シプロフロキサシン（ニューキノロン系）の抗生物質を 500 mg 経口 12 時間毎の投与で指示した。その後、入院で経過観察となった。

入院 7 日目にこの男性から便の培養からクロストリジウム・ディフィシルが検出されたことから、クロストリジウム・ディフィシル感染症として、治療が開始された。しかしながら、入院 7 日目の時点で、リンパ球が $0.1 \times 10^9/L$ 、血小板 $92 \times 10^9/L$ と異常な低値を示しており、別の疾患を疑わざるを得なかった。

タリウム中毒として対応

この男性は入院 11 日目に好中球の低下 ($0.3 \times 10^9/L$) と突発的な発熱をきたした。主治医はこの状況に対して、敗血症を避けるためにタゾバクタム/ピペラシリン（ペニシリン系）の抗生物質 4.5g を 6 時間ごとに点滴を指示した。その後にペグ化 G-CSF（アムジェン Neulasta（ニューラスト）6mg）の追加を指示した。

入院 13 日目にこの男性は脱毛症および粘膜炎と血球減少症（白血球数： $0.1 \times 10^9/L$ ）となった。この時点で、病院のあるスタッフが「この症状は放射線被ばく起因するかも」と主治医に助言した。さらに、この男性も KGB 時代に学んだ放射線被ばくにおける症状に自分の現在の状態が似ていると証言していた。この時点で、この男性を隔離して個室に移し、医療スタッフも放射線防護の対応を取った。この時点

で、医療スタッフは GM サーベーターを用いてこの男性の体表面を測定したが、結果は BG レベルだった。

入院 15, 16 日目にはこの男性の骨髓細胞は多くが脂肪組織へと変化しており、骨髓系のダメージが相当であることが予想できた。この男性は、以前に自らの周りでタリウムによる毒殺を遂行した同僚がいたと証言していた。ここから、主治医はこの男性の血中タリウム濃度を測定したところ、30 nmol/L（通常<10 nmol/L）であった。実際にタリウムによる毒殺には血中で 800-1000 nmol/L が必要である。しかし、通常よりは血中タリウム濃度が高いこととこの男性の症状や証言より、主治医はタリウム中毒と診断を変更した。タリウム中度の治療にはプルシアンブルー4 g を 8 時間ごとに投与した。

症状はさらに悪化

この男性は入院 18 日目に ALT は高くなかったが（40 IU/L）黄疸を発症した。この時の血中ビリルビン濃度は 153 μ mol/L であった。さらに吐血を繰り返した。

入院 19-20 日目には、この男性は不整脈を発生して ICU に入室した。CRP が上昇して（DIC の兆候なし）さらに痙攣を発生した。血中、尿中のタリウム濃度は正常レベルであったが、その後、腎機能障害を発生した。

入院 22 日目以降、やはり症状として放射線被ばくを疑い、血液スメアのオートラジオグラフィーを実施した。血液スメアとイメージングプレートが直に接している部分では感光したが、血液スメアとイメージングプレートの間にガラスを挟んだ場合、イメージングプレートは感光しなかった。ここから、ガラスで遮蔽できる放射線の種類であり、 β 線や γ 線のエネルギーが弱い、もしくは、 β 線や γ 線の放出がないと考えられ、 α 線核種が疑われた。さらに、同日尿の γ 線測定を実施された。この頃の男性の症状は、広範囲な皮疹、腹部の張り、アシドーシス、尿減少などが顕著となり、心停止ごとに AED を 2 回実施した。その後、人工透析、人工呼吸器の装着の状態となった。

入院 23 日目に、尿の γ 線測定結果が出た。803.1 keV（放出比 0.0011%）の γ 線ピークがあり、尿中の放射性核種は ^{210}Po （物理的半減期：138 日、生物学的半減期：50 日）であることが断定された。尿中の ^{210}Po 放射能濃度は 825 Bq/mL であった。この時に、やっと ^{210}Po 中毒であると診断された。しかしながら、この男性はこの時には 3 回目の心停止となり死亡が確認された。

男性の ^{210}Po からの被ばく線量

この男性が死亡後に法医学解剖が実施された。スタッフは放射線防護の対策をしたうえで解剖に立ち会った。この男性の臓器 1 g 当たりの ^{210}Po 放射能濃度は腎臓が 49,000 Bq、肝臓が 30,000 Bq であり、他の臓器よりも 1 桁大きい傾向にあった。同様に推定された臓器当たりの ^{210}Po 放射能濃度は腎臓が 15 MBq、肝臓が 54 MBq であった。この実測値から ^{210}Po を摂取 1 日目に 10%血中へ移行したと推定した場合、この男性は 4.4 GBq 摂取したと推定される。 ^{210}Po の 4.4 GBq は二塩化ポロニウム換算で 35 μ g 程度 であった。

さらに、下記の表のように、体重が 70 kg で 4.4 GBq 摂取して 10%血中へ移行したと仮定して臓器ごとの吸収線量計算をした場合、入院 22 日目で腎臓が 140 Gy、肝臓が 92 Gy となった。この吸収線量は RBE を 2 として計算しており、この時の LD50 は腎臓が 6 Gy で肝臓が 8 Gy となる。よって、この男性の臓器は 10-20 倍の線量を受けていたことがわかった。

表 ^{210}Po の 70 kg 男性の臓器積算吸収線量 : Gy (^{210}Po を 4.4 GB 摂取して 10%が血中へ移行した場合)

摂取後 (日)	骨髄	腸管	肝臓	腎臓	脾臓	皮膚	精巣
1	0.8	0.2	5.0	8.1	2.9	0.6	0.8
2	1.8	0.4	11	18	6.4	1.3	1.9
3	2.7	0.6	17	27	9.9	2.0	2.9
4	3.6	0.8	22	36	13	2.8	4.1
5	4.5	1.1	28	44	16	3.6	5.2
10	8.7	2.0	51	80	31	7.9	12
15	12	2.8	70	110	44	13	19
20	16	3.5	86	130	55	18	26
22	17	3.7	92	140	59	20	29

^{210}Po 中毒への治療

^{210}Po 中毒の治療法としては排泄促進薬のキレート剤の使用が挙げられる。薬剤は Unithiol (DMPS) : メソ-2,3 ジメルカプトコハク酸 (商品名 : Dimaval) であり, 水銀や鉛などの重金属中毒の排泄促進で使用する薬剤である。この薬剤は静注用のアンプルだけでなく経口投与薬も存在する。副作用の発生に気を付けるため, 医療体制の整っている状況で投与が望ましいとされている。 ^{210}Po 中毒としてはこの薬剤を過去の旧ソ連時代に小児 2 名へ投与したという記録がある。

^{210}Po の基礎知識

^{210}Po はウラン系列であり自然界に存在する。内部被ばくの影響が最も大きい核種が ^{210}Po である。日本国内でも自然界の ^{210}Po による報告があり, 漁業関係者の自然界の ^{210}Po からの線量が他の職業の人々と比べて高い傾向にある¹⁾。 ^{210}Po は内臓をはじめ筋肉にも分布しており, 食品では魚類に多く含まれている。ちなみに, ^{210}Po は自然界のウラン系列から壊変によってできるが, 原子力発電所などの核燃料使用施設でのウラン系列の壊変による抽出やサイクロトロンにて ^{210}Bi へ中性子線を照射してグラム単位で作成可能である。我々の身の回りでは ^{210}Po が内蔵された静電気除去装置 (α 線イオナイザー) や α 線の校正線源として販売されている。それ以外に衛星の原子電池の動力 (二酸化ポロニウム) としても使用されている。

論文のポイント

- 来院数日後の症状とリンパ球の減少状況から放射線被ばくを疑えるか。
- 化学物質ばく露やタリウム中毒を疑った場合は, ^{210}Po を除外診断するために排泄物の γ 線, もしくは α 線測定をする。(GM サーベーターなどの β 線測定器では測定できないところが特徴)。
- 患者へ対応する医療従事者の放射線防護。
- ホールボディカウンターなどの内部被ばく測定装置を活用。

1) Ohtsuka Y, Kakiuchi H, Akata N, Takaku Y, Hisamatsu S. Daily radionuclide ingestion and internal radiation doses in aomori prefecture, japan. Health Phys 105: 340-350; 2013. DOI: 10.1097/HP.0b013e31829ae95f

第6回診断参考レベル活用セミナー参加報告

服部 正明
新潟市民病院 放射線技術科

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わかりませんでした。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わかる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。



第6回診断参考レベル活用セミナー参加報告

大嶋 友範

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）

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、実際に確認をすることが必要である。

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と考える。



第 7 回診断参考レベル活用セミナー参加報告

羽毛田 和美
NTT 東日本関東病院

平成 29 年 11 月に、第 7 回診断参考レベル活用セミナーに参加させていただきました。DRL とは、放射線リスクの指標ではなく、全体から見て自施設がどれくらいの線量を用いているのかを確認することです。私も自施設において、DRL と比較するための自施設の測定を行っていますが、まだまだ知らないことも多く、とても勉強になりました。

講義では、診断参考レベルは、どういったものか、また施設での活用法などを教わりました。その他に、血管撮影装置の線量測定方法も学ぶことが出来ました。実習では、一般撮影・乳房撮影・X 線 CT の分野において、DRL の測定方法を習うことが出来ました。一般撮影では、半価層測定の際に後方散乱を防ぐために、後ろの壁からどれくらい距離を取ると良いかということや、照射野をなるべく絞り側方散乱を減らすことなど、正確に測定するためのコツや注意点なども教えてもらいました。乳房撮影においては、アルミの取り扱い方法や、半価層測定時のプローブの設置から照射野の設定方法を、X 線 CT では、CTDI を算出するためのファントム測定時においてプローブの位置によっての照射線量の変化などを教えてもらいました。

自施設で DRL と比較するため測定をしていますが、自分たちだけでは知ることができなかった測定するための知識やコツ・注意点などを知ることができる、本当に良いセミナーでした。今回のセミナーで学んだことを、これからの自施設での測定にぜひ活かしていきたいと思っています。

第 8 回診断参考レベル活用セミナー参加報告

小浴 恵
稲城市立病院 放射線科

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た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、ということ教わりました。実際に、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ばくをさせている、という事があるのかもしれないと思いました。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かと思います。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といった 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で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けどなあ.....）

2015 年 Japan DRLs 2015 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ですが、当時 CR 装置と FPD 装置の 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い思いをしました。やはり、新しく制定された線量限度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が必要だと思いました。

第 8 回診断参考レベル活用セミナー参加報告

勝部 祐司
NTT 東日本関東病院

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の放射線防護部会と放射線計測部会の委員の皆様、そして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。

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「よろしく願います」／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（2015.10.8 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

第 42 号（2016.4.16 発行）

巻頭言「放射線防護と画質の関係について」／西丸 英治

教育講演要旨「Worldwide Trend in Occupational Radiation Protection in Medicine」／Kwan-Hoong Ng

「The Current Status of Eye Lens Dose Measurement in Interventional Cardiology Personal in Thailand」／Anchali Krisanachind

第 42 回放射線防護部会要旨

テーマ「放射線診療従事者の不均等被ばくを考える」

1. 「1cm 線量当量の定義と意味」／広藤 喜章

2. 「一般撮影での不均等被ばく」／竹井 泰孝

3. 「血管造影・透視での不均等被ばく」／横山 須美

4. X 線 CT での不均等被ばく／宮島 隆一

専門講座要旨「原子力発電所事故における放射線防護」／長谷川 有史

入門講座要旨「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／関口 美雪
廣澤 文香

防護分科会誌インデックス

第 43 号（2016.10.13 発行）

巻頭言「2 年目を迎えた我が国の診断参考レベル」／竹井 泰孝

第 43 回放射線防護部会要旨

教育講演

疫学データの解釈に必要な基礎知識／橋本 雄幸
テーマ「日常診療に有用な放射線防護の知識」

1. 「放射線生物学—被ばくの理解のために—」／鍵谷 豪

2. 「X線CT検査での被ばく評価」／松原 孝祐

3. 「医学検査での被ばく評価」／津田 啓介

4. 「放射線治療における被ばく」／富田 哲也

入門講座要旨「放射線リスクの基本的な考え方-デトリメント（被ばくに伴う損害）とは？」／広藤 喜章

専門講座要旨「中性子の防護に必要な基礎知識と有効利用」／磯辺 智範

世界の放射線防護関連論文紹介

1. Radiation Exposure of Patients Undergoing Whole-Body Dual-Modality 18F-FDG PET/CT Examination／富田 哲也

2. Measurement and comparison of individual external doses of high-school students living in Japan, France, Poland and Belarus—the 'D-shuttle' project—／高橋 英希

寄稿 「ヨーロッパにおける放射線災害への準備と対応に関する取り組み」／大葉 隆

第8回放射線防護セミナー報告／鈴木 貢

防護分科会誌インデックス

第44号 (2017.4.13 発行)

巻頭言「偉人の言葉」／塚本 篤子

基礎から学べる放射線技術学 2「放射線防護の基本的な考え方」／広藤 喜章

第44回放射線防護部会要旨

教育講演

「血管撮影領域におけるコーンビームCTの臨床と被ばく線量」／瀬口 繁信

テーマ「コーンビームCTの被ばくを考える」

1. 「歯科用CBCTの現状と線量評価」／鍵田 和真

2. 「血管撮影領域におけるCBCTの被ばく線量について」／山田 雅亘

3. 「Current Approach for Dosimetry for Area Detector CT」／庄司 友和

4. 「放射線治療におけるCBCTの被ばくについて」／日置 一成

入門講座要旨「被ばくの種類と基準値の理解」／藤淵 俊王

専門講座要旨「医療被ばくへの不安に向き合うために」／五十嵐 隆元

世界の放射線防護関連論文紹介

1. Tetrahedral-mesh-based computational human phantom for fast Monte Carlo dose calculations.／佐藤 直紀

2. Optimization of Scatter Radiation to Staff During CT-Fluoroscopy: Monte Carlo Studies.／松原 孝祐

第9回放射線防護セミナー報告／上野 博之

第2回診断参考レベル活用セミナーの参加報告／田村 恵美, 田頭 吉峰

第3回診断参考レベル活用セミナーの参加報告／高橋 弥生

第4回診断参考レベル活用セミナーの参加報告／伊藤 照生, 伊藤 等, 小野寺 桜

防護分科会誌インデックス

第45号 (2017.10.19 発行)

巻頭言「従事者の水晶体被ばくと管理者の義務」／五十嵐 隆元

第45回放射線防護部会要旨

教育講演

「放射線災害への対応～その取り組むべきポイントとは～」／大葉 隆

テーマ「放射線災害への対応～その取り組むべきポイントとは～」

1. 「新しい原子力災害医療体制の現状と問題点」／廣橋 伸之

2. 「原子力災害時における初期内部被ばく線量の測定と評価」／栗原 治

3. 「福島県川内村における放射線健康リスクコミュニケーション～長崎大学川内村復興推進拠点での取り組み～」／折田 真紀子

入門講座要旨「個人線量管理（職業被ばく）」／千田 浩一

専門講座要旨「世界の放射線災害から学ぶ-放射線事故対策の重要性-」／広藤 喜章

放射線防護フォーラム

テーマ「今から考えておこう 従事者の水晶体被ばくについて」

「今なぜ従事者の水晶体被ばくが話題になっているか」／松原 孝祐

「各種国内法令見直しの現状」／藤淵 俊王

世界の放射線防護関連論文紹介

1. Exposure to low dose computed tomography for lung cancer screening and risk of cancer: secondary analysis of trial data and risk-benefit analysis／広藤 喜章

2. Subjecting Radiologic Imaging to the Linear No-Threshold Hypothesis: A Non Sequitur of Non-Trivial Proportion.／西丸 英治

第10回放射線防護セミナー（最終開催）の参加報告／石倉 諒一／關原 恵理

第5回診断参考レベル活用セミナーの参加報告／中田 朋子／尾野 倫章

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。

2018 年、この間年を越したと思っていたら、早いものでもう 4 月です。関東では桜が満開となっているとニュースで報道していました。広島は寒いのか 3 月末現在で 6 部咲きです。学会の時期にはみなとみらいの桜は散っているでしょうね。私がまだ、20 代の頃横浜の学会の時には海沿いの桜が満開だった気がします。温暖化が進んでいる証拠でしょうか？

さて、もうすぐ第 74 回日本放射線技術学会総会学術大会が始まります。今年はどんな学会になるでしょうかね。昨年の RSNA では“AI”がテーマでした。そのためか AI 関連の演題が軒並み賞を獲得していました。JRC2018 のテーマは“夢のような創造科学と人にやさしい放射線医学”です。なかなかとらえ方が難しいテーマですね。錦大会長の挨拶を見てみますと、夢のある最先端の技術を臨床現場に如何に還元し、人のためにやさしい医療のために何ができるか？と言われております。AI を夢につなげるとはすばらしいテーマですね。どんな演題、規格が待っているか今から楽しみです。

第 46 回放射線防護部会では「放射線防護・管理のフロンティア」をテーマに教育講演、シンポジウムを行います。今回は、もう一度放射線の基本的な内容に戻って皆さんと討論したいと思います。内容は放射線防護の線量概念、不均等被ばく、線量シミュレーションの活用、放射線防護のピットフォールについて話題提供していただきシンポジウムを進行していきます。また、教育講演も見逃せません。日常的にわれわれが被ばくしている宇宙放射線にスポットをあて生体への影響から線量を評価するバイオドジメトリについて講演して頂きます。どのような話なのか個人的に全く想像が付きません。非常に楽しみです。皆様も是非、第 46 回放射線防護部会にご参加ください。首を長くして皆様をお待ちしております。宜しくお願い致します。

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 46 号

発行日：2018 年 4 月 12 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	昭 ・ 平	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	筑波大学医学医療系 tiso@md.tsukuba.ac.jp
	おおば たかし 大葉 隆	福島県立医科大学 tohba@fmu.ac.jp
	たけい やすたか 竹井 泰孝	川崎医療福祉大学 ytakei@mw.kawasaki-m.ac.jp
	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）