

# 放射線防護部会誌

Vol.17 No.1 (通巻 44)

- **巻頭言** 偉人の言葉  
放射線防護部会長 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  
セントメディカル・アソシエイツ LLC 広藤 喜章
- **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  
名古屋第二赤十字病院 瀬口 繁信
- **第 44 回放射線防護部会**
- **シンポジウム「コーンビーム CT の被ばくを考える」**  
歯科用 CBCT の現状と線量評価  
群馬大学医学部付属病院 鎌田 和真  
血管撮影領域における CBCT の被ばく線量について  
国立循環器病研究センター 山田 雅亘  
Current Approach for Dosimetry for Area Detector CT  
東京慈恵会医科大学附属柏病院 庄司 友和  
放射線治療における CBCT の被ばくについて  
広島大学病院 日置 一成
- **入門講座 6 (放射線防護)**  
被ばくの種類と基準値の理解  
九州大学大学院 藤淵 俊王
- **専門講座 7 (放射線防護)**  
医療被ばくへの不安に向き合うために  
総合病院国保旭中央病院 五十嵐 隆元
- **世界の放射線防護関連論文紹介**  
Tetrahedral-mesh-based computational human phantom for fast Monte Carlo dose calculations.  
九州大学大学院医学系学府 保健学専攻医用量子線科学分野 佐藤 直紀  
Optimisation of Scatter Radiation to Staff During CT-Fluoroscopy: Monte Carlo Studies.  
金沢大学医薬保健研究域保健学系 松原 孝祐
- **第 9 回放射線防護セミナーを受講して**
- **第 2, 3, 4 回診断参考レベル活用セミナーを受講して**
- **防護分科会誌インデックス**



## 偉人の言葉

放射線防護部会長 塚本 篤子  
NTT 関東病院 放射線部

毎年、皆さんは職場のカレンダーをどうされていますか？私が携わっているのは血管撮影で、血管撮影室エリア（血管撮影室3部屋、準備室、手洗い場等々）の一角にトイレがあります。そこに、毎年自分の趣味を押し付けたカレンダーを用意しています。日めくりの“これを英語でいえますか（国際化のために??）”や“まいにち、修造！（友人からのプレゼントですが）”だったり、週めくりの“四文字熟語”だったり、……。

今年は、週めくりの“人生はもっとニヤンとかなる！”です。猫好きの方はご存知かもしれません。毎週、サブタイトルの“明日にもっと幸福をまねく 53の方法”のうちの一つと、その言葉にあったニヤッと笑える猫の写真が掲載されています。今年も、すでに3か月が過ぎましたが、“観戦より、参戦”、“積み重ねると、遠くが見える”、“どんな仕事もなめない”、“わからないを、ほっとかない”などがありました。この掲載されている“53の方法”の一つ一つも興味深いですが、毎週関連した内容の偉人たちの名言が3つずつのっています。トイレに行くと写真を見て、ニヤッとしたり、偉人のことばを読んで考えたりしています。

偉人の言葉はさすがと思えるものが多く、例えば、『品質とは、誰も見ていないときにきちんとやることである（ヘンリー・フォード：フォード・モーター社創業者）』、『些細なことだといって、ひとつ妥協したら、将棋倒しにすべてがこわれてしまう（黒澤明：映画監督）』のように、“ほお真理だ”と感心し自分でも気をつけようと考えさせられることがたくさんあります。また、『他人任せでは物事は好転しない。「誰かが」ではなく、「まず自分が」という生き方を心がけたい（松下幸之助：松下電器創業者）』、『「そんな難しいことはできない」と言う前に、まずやることです。結論はそれからでも遅くありません（ラルフ・ワルド・エマーソン：思想家）』、『成功が上がりでもなければ、失敗が終わりでもない。肝心なのは、続ける勇気である（ウインストン・チャーチル：政治家）』など、実際に自分でも行動できればと願うこともたくさんあります。すべてを実行することは難しいですが、その時だけでも考えること、反省することはできます。

その中には、『真剣に働いているからといって、いつもしかめっ面をしたり、難しい顔をしている必要はないのだ。どんな仕事をする場合でも、私たちは楽しくやりたいと考えている（サム・ウォルトン：ウォルマート創業者）』、『楽しんでやる苦労は、苦痛を癒すものである（ウィリアム・シェイクスピア：劇作家）』など、「どうせやらなければならないこと（仕事）」ならば、やらされていると考えるのではなく、「楽しくやりたい」を目標にしている私には、良い座右の銘になります。仕事以外にも研究やそのための勉強なども、楽しくやりたいものです。

放射線防護関連の研究も、みなさんぜひ楽しく行いましょう!!

目次

●巻頭言 偉人の言葉	放射線防護部会長 塚本 篤子 . . .	1
●目次	. . . . .	2
●基礎から学べる放射線技術学2		
日時 2017年4月14日(金) 8:00~8:50 (414+415室)		
放射線防護の基本的な考え方	セントメディカル・アソシエイツ LLC 広藤 喜章 . . .	4
●教育講演		
日時 2017年4月14日(金) 8:50~9:50 (414+415室)		
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	名古屋第二赤十字病院 瀬口 繁信 . . .	5
●第44回放射線防護部会		
日時 2017年4月14日(金) 9:50~11:50 (414+415室)		
シンポジウム「コーンビームCTの被ばくを考える」		
歯科用CBCTの現状と線量評価	群馬大学医学部附属病院 鏝田 和真 . . .	9
血管撮影領域におけるCBCTの被ばく線量について	国立循環器病研究センター 山田 雅亘 . . .	13
Current Approach for Dosimetry for Area Detector CT	東京慈恵会医科大学附属柏病院 庄司 友和 . . .	17
放射線治療におけるCBCTの被ばくについて	広島大学病院 日置 一成 . . .	20
●入門講座6 (放射線防護)		
日時 2017年4月15日(土) 12:00~12:45 (414+415室)		
被ばくの種類と基準値の理解	九州大学大学院 藤淵 俊王 . . .	25
●専門講座7 (放射線防護)		
日時 2017年4月16日(日) 12:50~12:45 (502室)		
医療被ばくへの不安に向き合うために	総合病院国保旭中央病院 五十嵐 隆元 . . .	29
●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.	九州大学大学院医学系学府保健学専攻医用量子線科学分野 佐藤 直紀 . . .	31
2. Optimisation of Scatter Radiation to Staff During CT-Fluoroscopy: Monte Carlo Studies.	金沢大学医薬保健研究域保健学系 松原 孝祐 . . .	34

●第9回放射線防護セミナーを受講して	高岡市民病院	上野 博之 . . .	37
●第2回診断参考レベル活用セミナーを受講して	広島大学病院	田村 恵美 . . .	38
	広島県厚生農業協同組合連合会 尾道総合病院	田頭 吉峰 . . .	40
●第3回診断参考レベル活用セミナーを受講して	香川大学医学部附属病院 放射線部	高橋 弥生 . . .	42
●第4回診断参考レベル活用セミナーを受講して	東邦大学医療センター佐倉病院	伊藤 照生 . . .	43
	千葉市立青葉病院 放射線科	伊藤 等 . . .	45
	船橋整形外科病院 放射線部	小野寺 桜 . . .	47
●防護分科会誌インデックス			48
・部会内規			59
・編集後記			60
・入会申込書			61
・防護部会委員会名簿			62



## 放射線防護の基本的な考え方

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

1895年11月、レントゲン博士がX線を発見した数か月後に急性皮膚炎が見られ、のちの数年で脱毛、造血臓器の障害などが報告されるようになった。そこで人体障害に対し様々な研究がなされるようになり、電離放射線を防護するための技術や制度などが考えられるようになっていった。初期には耐容線量という概念が存在していた。この考えは、人体に障害が表れず長期にわたり耐えうる線量とされ、皮膚紅斑の表れる線量の1/100以下（一ヶ月あたり）なら安全であると考えられていた。この後、耐容線量は国際放射線単位・測定委員会（International Commission on Radiation Units and Measurement; ICRU）が定めた0.2レントゲン [r]（1r=10mGy相当、0.2rは現在の600mGy/年）とし、その後16年間変更されることなく国際的な基準値となっていた。

第二次世界大戦後、専門家の立場より放射線防護に関する勧告などを行う国際機関として発足した国際放射線防護委員会（International Commission on Radiological Protection; ICRP）により放射線利用の安全基準につき再検討を行った。その結果、耐容線量の考えは不相当とし最大許容線量を導入した。放射線の吸収線量を[rad]（1rad=10mGy）、生体に対する放射線影響量を[rem]（1rem=10mSv）と定められた。そして、放射線リスクを定量的に取り扱うための単位として実効線量当量を導入し、放射線の線量と影響発現の間にしきい値を持たない線量効果関係があるという放射線防護への適用のための仮定を設定した上で、許容線量の概念もリスクと便益とのバランスに基づいた概念を採用した。この概念は現在の放射線障害リスクの基本的な考え方である、しきい値無し直線モデル（Linear Non-Threshold; LNT）、単位を実効線量[Sv]とし使用されている。

放射線防護の基本原則としては、行為の正当化、防護の最適化、個人の線量限度の3つが謳われている。また、放射線の利用は経済的及び社会的な考慮し、全ての線量を容易に達成できる限り低く保つべきとしている（As Low As Readily Achievable; ALARA）。これらの考え方は、放射線量がどの程度から危険なのかといったものではなく、人体への障害を「リスク」として考えていくものである。一方、放射線防護は種々の目標を持って行われている。これは被ばくを伴う諸活動に対し、適切に安全な諸条件を作り上げ維持することであり、確定的な影響を防止し、確率的影響の確率を容認できるレベルへ制限すること、そして、放射線被ばくを伴う行為が正当化されるようにすることである。

### 参考文献

ICRP Publication 26, 60, 103

## 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  
名古屋第二赤十字病院

フラットパネルディテクタ (flat panel detector: FPD) を使用したコーンビーム CT (Cone-beam CT: CBCT) は、様々な臨床現場で用いられている。歯科領域ではインプラントの術前診断として、口腔外科領域では顎関節、上顎洞などの病変の診断等に有用である。放射線治療では高精度の画像誘導放射線治療 (Image guided radiation therapy: IGRT) を行なう際に CBCT が用いられている。これは照射の直前や照射中に得られる患者の画像情報を基に、放射線治療時の位置誤差を補正しながら正確に治療するための技術として有用である。血管撮影領域では、イメージディテクタがイメージインテンシファイアから FPD に移行してから、腹部、脳神経領域の診断および血管内治療に対して CBCT が使われてきた。特に脳神経血管内治療では、高コントラスト信号を重視した 3D ローテーションアンギオグラフィ (rotation angiography: 3DRA) や低コントラスト信号を重視した CBCT は、手技を行う上で必要な画像支援ツールである。

CBCT の線量評価については確立しているとは言い難く、CT 装置と比較する場合には CTDI として評価されることが多い。しかし従来の 100mm の CT 用電離箱線量計を使用した CTDI 測定を、CBCT に対して適応することには問題がある。米国食品医薬品局 (Food and Drug Administration: FDA) の規定によると、CTDI では X 線束幅の前後それぞれ 7 倍の幅まで計測が必要であり、それを満たすためには非常に長いファントムが必要となる。一方、血管内治療における線量を評価する場合には、血管撮影装置に表示された面積線量 (dose area product: DAP) あるいは参照空気カーマ (reference air-kerma: RAK) が用いられる。これら CTDI, DAP および RAK は患者被ばく線量を評価するための線量指標ではあるけれど、皮膚線量や実効線量といった被ばく線量を示してはいない。欧米ではこれらの線量指標から実効線量へ換算するための変換係数が使用され、患者の被ばく線量として評価されている。ここでは人体ファントムに線量計を埋め込んだ臓器線量計測システムを使用して、頭部に対する 3DRA と CBCT および IVR-CT として使用している 16 列 CT 装置による被ばく線量を測定したので紹介する。Table 1 に 3DRA と CBCT (2 種類の撮影モード) のスキャン条件を示す。頭部 CT はコンベンショナルスキャンを使用し、スキャン条件は管電圧 120 kV, 管電流 300 mA, ビーム幅 0.625 mm×16 であった。結果として Table 2 に、患者の臓器吸収線量、入射皮膚線量、実効線量を示す。脳線量および水晶体線量は頭部 CT が最も高く、CBCT の水晶体線量は頭部 CT の 40% 以下であった。とりわけ 3DRA では、頭部 CT による水晶体線量の 3% 程度であった。CBCT による水晶体線量が低い原因は、水晶体を避けるように X 線が照射されるスキャン軌道にある (Fig.1 参照)。入射皮膚線量も頭部 CT が最も高かったが、実効線量は CBCT normal モードが最も高かった。これは CBCT normal モードによる唾液腺、甲状腺、残りの臓器に対する線量が頭部 CT を上回ったことが原因であると思われる。これらの臓器吸収線量の違いは Fig.2 に示したスキャン範囲からも推測できる。3DRA, CBCT の normal モードと HR モードの臨床における使用用途について説明する。3DRA は脳血管を 3D 表示することで動脈瘤のネック形状や流入、流出血管を把握するためには有用なツ

ールであり、血管内治療におけるワーキングアングルの決定や3Dロードマップとしても必要不可欠である。脳血管内のステントストラッドの描出には、CBCTのHRモードが必要であり、ステント留置後のステントと血管の圧着具合の確認に使用される。CBCTのnormalモードは頭部CTの代用として使用される。これらのことから、頭部に対する血管撮影および血管内治療では3DRAの果たす役割は大きく、その被ばく線量は著しく低く。これは画像処理の目的を3D表示による血管描出に限定することで、X線量の低減を図った結果である。さらに3DRAおよびCBCTの撮影では、水晶体へのX線照射を避けるようなスキャン軌道により（Fig.1参照）16列MDCTによる単純CTと比べて大幅な水晶体線量の低減が可能となった。血管内治療後の頭蓋内出血の確認では、CT装置だけではなくCBCTも選択肢として考慮すべきである。

Table 1 FPDを使用した3DRAとCBCT (Normalモード, HRモード) のスキャン条件

	FPD size [cm]	tube voltage [KV]	effective energy [keV]	tube current [mA]	pulse width [msec]	total frame	reference air karna [mGy]	filter
3DRA	31	82	44	147	7	122	12.0	0.1mm Cu + 1.0mm Al
CBCT normal	48	120	62	250	5	622	64.4	0.4mm Cu + 1.0mm Al
CBCT HR	22	80	42	260	7	622	137	No

3DRA : three-dimensional rotation angiography, CBCT normal : cone-beam CT normal mode, CBCT HR : cone-beam CT high resolution mode, FPD : flat panel detector

Table 2 FPD を使用した 3DRA, CBCT (normal モード, HR モード)および 16 列 CT 装置を使用した  
頭部単純 CT による患者の臓器吸収線量, 入射皮膚線量, 実効線量.

Organ		3DRA	CBCT		16-MDCT
			Normal	HR	
Brain	[mGy]	3.49	36.4	25.2	53.3
Lens	[mGy]	1.61	20.4	6.60	50.2
Salivary gland	[mGy]	2.06	25.6	3.91	7.79
Thyroid gland	[mGy]	0.08	1.67	0.19	1.00
Lung	[mGy]	0.02	0.30	0.03	0.30
Breast	[mGy]	0.01	0.08	0.06	0.12
Esophagus	[mGy]	0.01	0.14	0.10	0.20
Liver	[mGy]	0.01	0.07	0.05	0.10
Stomach	[mGy]	0.00	0.02	0.01	0.03
Kidneys	[mGy]	0.01	0.05	0.04	0.08
Colon	[mGy]	0.00	0.03	0.02	0.05
Uterus	[mGy]	0.00	0.00	0.00	0.00
Ovary	[mGy]	0.00	0.00	0.00	0.00
Bladder	[mGy]	0.00	0.00	0.00	0.00
Testis	[mGy]	0.00	0.00	0.00	0.00
Bone surface	[mGy]	1.59	13.6	8.50	14.0
Red bone marrow	[mGy]	0.32	3.77	2.04	4.10
Skin	[mGy]	0.26	2.58	1.23	1.77
Reminder	[mGy]	0.12	2.75	0.32	0.60
Entrance skin	[mGy]	4.57	55.3	40.8	71.3
Effective dose	[mSv]	0.13	1.67	0.64	1.39

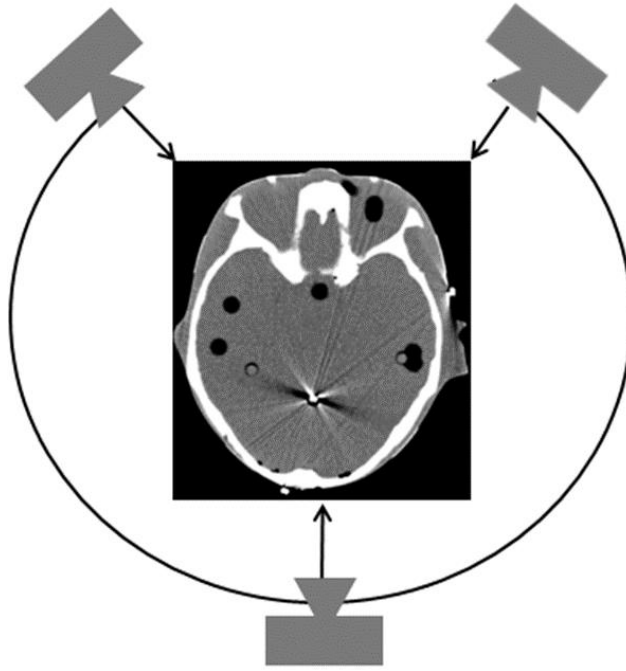


Fig.1 3DRA, CBCT のスキャン軌道

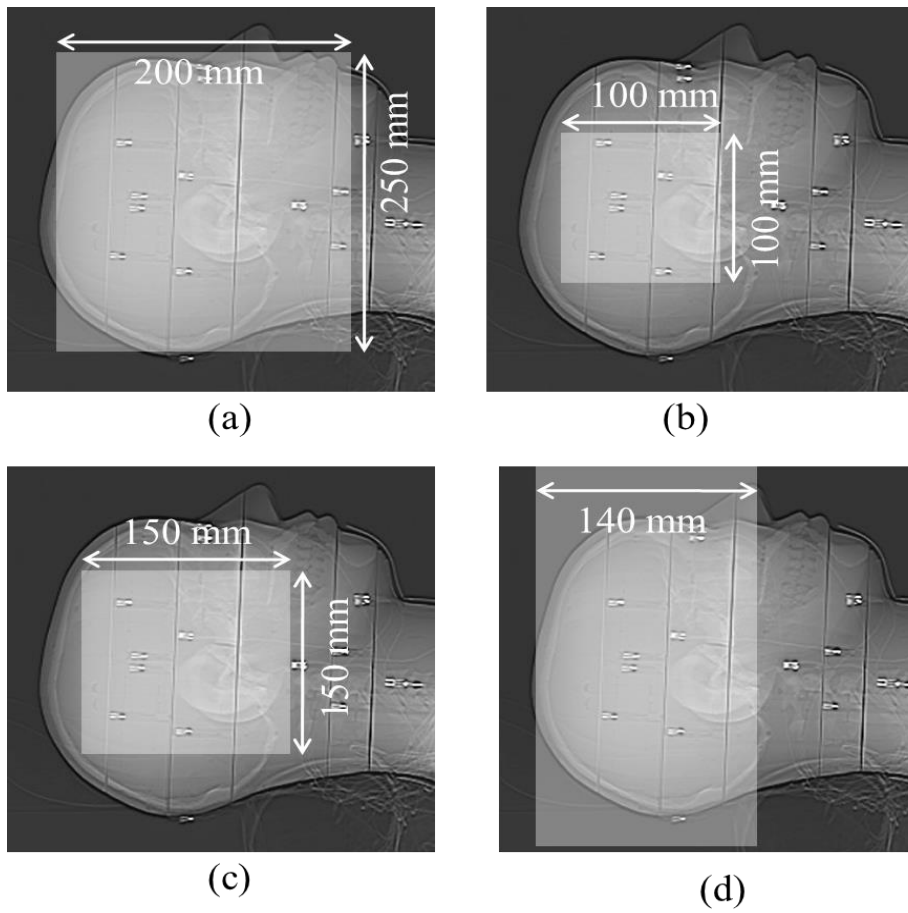


Fig.2 3DRA, CBCT および MDCT のスキャン範囲. a) CBCT Normal モード, b) CBCT HR モード  
c) 3DRA, d) MDCT

## 歯科用 CBCT の現状と線量評価

群馬大学医学部附属病院  
鏝田 和真

歯科用 Cone Beam Computed Tomography (CBCT) は歯や顎顔面の撮影に特化した装置であり、2016 年現在、日本国内で約 1 万台の歯科用 CBCT 装置が稼働し、年間 10 万回前後の検査が実施されていると推定される<sup>1)</sup>。インプラント術前、歯列矯正、顎関節疾患、歯周病をはじめ歯科用 CBCT の臨床有用性は数多く報告されており<sup>2)</sup>、中でもインプラントの術前診断においては非常に大きな役割を担っている。日本口腔インプラント学会による口腔インプラント治療指針<sup>3)</sup>より、インプラント術前検査は一般的な医科用 CT (MDCT) や歯科用 CBCT が画像検査法として推奨されている。今後、歯科医院を中心に歯科用 CBCT が更に普及すると予想される。

歯科用 CBCT が普及する一方で、線量評価法は MDCT をはじめとする他のモダリティと比較すると遅れており、確立された線量評価法が存在しないのが現状である。そこで標準化された線量評価法の確立が、患者被ばく線量の最適化に向けて必要となる。そのツールとして診断参考レベル (Diagnostic Reference Level; DRL) が国際放射線防護委員会 (International Commission on Radiological Protection; ICRP) をはじめとする国際的な機関で提唱されており、我が国においても 2015 年に診断参考レベル (DRLs 2015) が公開された。しかし歯科用 CBCT については設定されていない。

一方で、2012 年に歯科用 CBCT の線量評価を記載した放射線防護に関するガイドラインが欧州委員会 (European Commission: EC) 承認のもと SEDENTEX CT プロジェクトにより発表された<sup>4)</sup>。さらに、CBCT の放射線防護の指針が 2015 年に ICRP Publication 129 で勧告された<sup>5)</sup>。これらの歯科用 CBCT の線量評価法は、CBCT dose index と DAP (Dose Area Product) を紹介している<sup>4,5)</sup>。CBCT dose index はファントムを用いた評価法であり、指頭型電離箱を用いてアクリルファントム中の X-Y 平面内の複数の点で測定を行う。ファントムの直径は 16 cm が推奨されており、SEDENTEX CT プロジェクトにより歯科用 CBCT 装置用に設計されたファントムが開発されている (Fig. 1<sup>5)</sup>)。CBCT dose index は Fig. 1<sup>5)</sup>に示すように、線量計の配置により Index 1 と Index 2 の 2 つのパターンに分かれる。



Fig. 1 The SEDENTEXCT dose index (DI) phantom<sup>5)</sup>

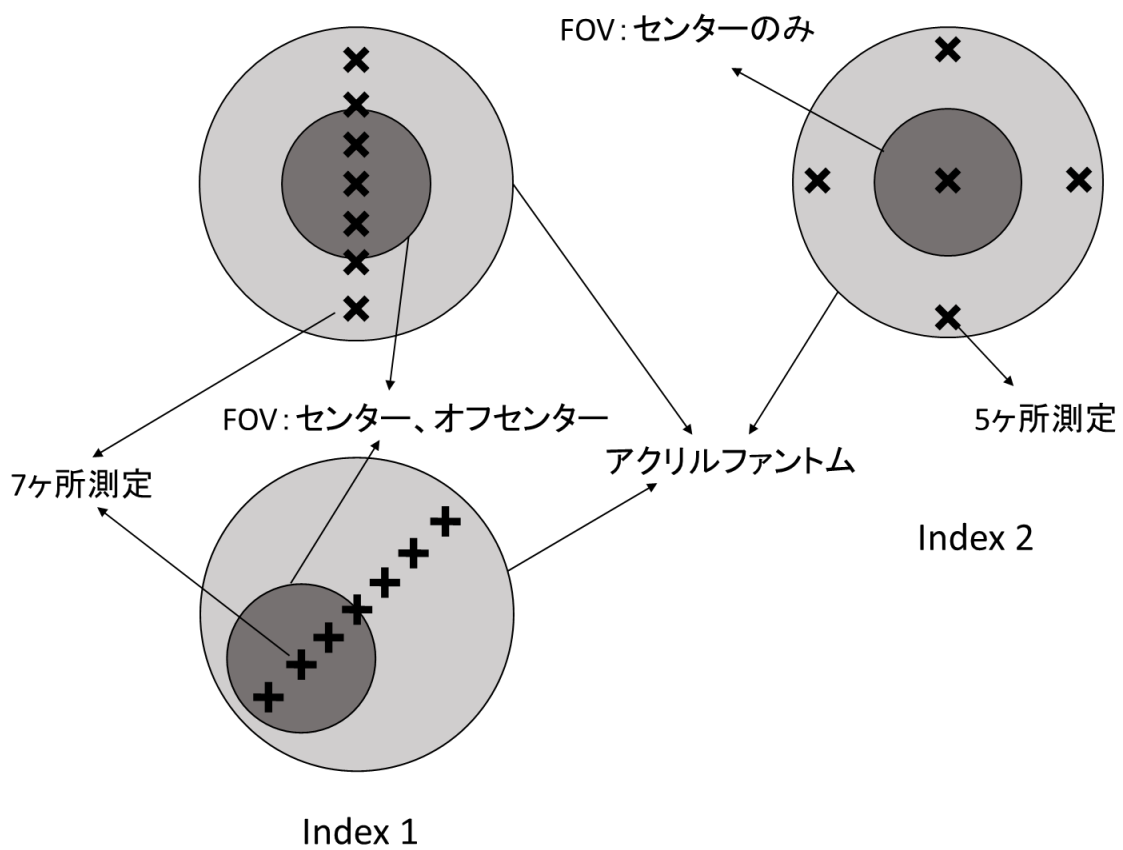


Fig. 2 Measuring points for the estimation of Index 1 (left) and Index 2 (right)<sup>5)</sup>



もう一方の DAP は照射野と線量の積で表される面積線量であり、一般撮影領域やパノラマ撮影、セファロ撮影でも用いられる線量指標である。DAP は平行平板型の電離箱である面積線量計で測定可能であり、面積線量計は装置に内挿されていることが多い。国際電気標準会議（International Electrotechnical Commission : IEC）規格では、CBCT 装置に DAP と受像器面での中心線空中空気カーマ  $K_{air,c}$  を明示することを要求している<sup>6)</sup>。ガイドラインでは歯科用 CBCT の達成可能な線量として、FOV を 4×4 (cm) に正規化した値で 250 mGy cm<sup>2</sup> としている。これは標準成人患者の上顎第一臼歯のインプラントにおける画像検査を対象としており、英国健康保護庁（Health Protection Agency : HPA）により提案されている<sup>7)</sup>。

標準化された線量評価法は防護の最適化に向けて必要であるが、患者の被ばく線量を把握するためには、臓器・組織の吸収線量の測定や実効線量の推定が必要である。筆者は歯科用 CBCT の入射面や水晶体における平均吸収線量を簡易的に測定した。Fig. 3 に示すように頭部ファントムの水晶体、甲状腺および歯列部分に蛍光ガラス線量計を貼り、他の歯科画像検査と平均吸収線量の比較を行った。

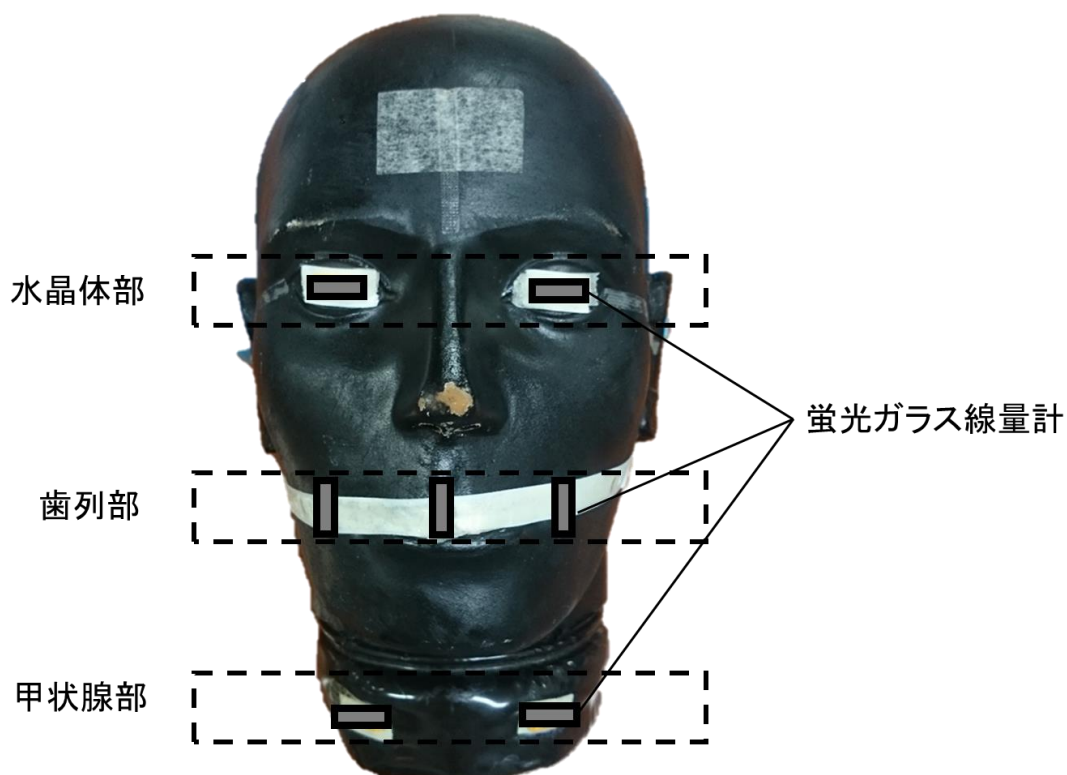


Fig. 3 Arrangement of the florescence glass detectors (FGDs) on the human body phantom of the head and neck



対象とした検査はデンタル撮影、オルソパントモグラフィ、頭部規格撮影、MDCT、歯科用 CBCT とした。歯科用 CBCT は歯科医院 2 施設に協力して頂き測定を行った。測定に用いた撮影条件は、当院および歯科医院 2 施設において通常の診療で撮影している条件とした。歯科用 CBCT の平均吸収線量は、デンタル撮影やオルソパントモグラフィ、頭部規格撮影と比較するとやや高く、MDCT と比較すると、低い結果であった。歯科用 CBCT における水晶体の平均吸収線量は、デンタル撮影やオルソパントモグラフィ、頭部規格撮影と同程度で、MDCT より低い結果となった。歯科用 CBCT は MDCT と比較すると低被ばくであると言われている 8)。しかし歯科用 CBCT 撮影時における患者被ばく線量は、照射野の大きさや撮影条件が多岐に渡ることにより、実効線量は 0.03 mSv から 1 mSv に及ぶと報告も存在する 9)。これはパノラマ撮影の 3 倍程度から、MDCT の頭部撮影と同程度の線量に及ぶ 9)ため、目的の撮影に応じた最適な撮影範囲や撮影条件を選ぶことが重要である。

歯科用 CBCT の患者被ばく線量の最適化を進めるため、我が国においても線量評価について活発な議論が求められる。紹介した CBCT dose index や DAP は、DRL として使用できる可能性が示唆されている 2)。しかし、歯科用 CBCT の非対称な線量分布を考慮した更なる検討や装置の表示値の精度の検証が今後必要である 2,4,5)。また、どのような線量評価法が患者被ばく線量を正確に反映しているのか、検討が必要である 2,4,5)。我が国における歯科用 CBCT の患者被ばく線量の最適化に向けて、欧州などを参考に DRL の設定を見据えた線量評価法の検討および標準化が急がれる。

#### 参考文献

- 1) 日本歯科放射線学会. 歯科用コーンビーム CT の臨床利用指針(案)2016.
- 2) K Araki, S Patil, A Endo, et al. Dose indices in dental cone beam CT and correlation with dose-area product. *Dentomaxillofacial Radiology*2013; 42.
- 3) 公益社団法人日本口腔インプラント学会. 口腔インプラント治療指針 2016.
- 4) SEDENTEXCT. Radiation Protection : Cone beam CT for Dental and Maxillofacial Radiology, Evidence based guidelines 2011(v2.0 Final).
- 5) M.M. Rehani, R. Gupta, S. Bartling, et al. ICRP Publication 129: Radiological Protection in Cone Beam Computed Tomography (CBCT). *Ann ICRP*. 2015; 44(1).
- 6) International Electrotechnical Commission (IEC). Medical electrical equipment – Part2 - 63:Particular requirements for the basic safety and essential performance of dental extra -oral X-ray equipment. IEC60601-2-63:2012.
- 7) HPA, 2010a. Health Protection Agency Recommendations for the Design of X-ray Facilities and Quality Assurance of Dental Cone Beam CT (Computed Tomography) Systems. HPARPD-065. Health Protection Agency, Chilton.
- 8) 佐野司, 西川慶一. 歯科用コーンビーム CT と医用 CT との違い—その 2—. *歯科学報* 2009 ; 109(1):73 - 75.
- 9) 岡野友宏, 新井嘉則, 伊藤公一, 他. 歯科診療における歯科用コーンビーム CT の基礎的・臨床的評価. *日歯医学会誌* 2012 ; 31 : 64 - 68.

## 血管撮影領域における CBCT の被ばく線量について

国立循環器病研究センター病院 放射線部  
山田 雅亘

### 1. はじめに

血管撮影領域におけるコーンビーム CT (C-arm Cone beam CT : C-arm CBCT) は、高い空間分解能やコントラスト分解能の利点を生かし脳脊髄血管や腹部血管などに多用されるようになってきた。血管撮影装置 C-arm に FPD を搭載した装置が主流で画像収集回転角は約 200° によるハーフスキャン再構成による CT Like image である。そして C-arm CBCT, 3D-RA(3D rotational angiography), 3D-DSA を総称した呼称として表現されている。代表的な臨床例として、頭蓋内の脳動脈瘤や急性期血行再建に対する血管内治療、大動脈瘤に対するステントグラフト挿入術、大動脈弁狭窄症に対する経カテーテル大動脈弁治療 (Transcatheter aortic valve implantation : TAVI), 肝動脈化学塞栓術での CBCTHA(CBCT during hepatic arteriography) などである。

### 2. C-arm CBCT の被ばく線量

血管撮影における C-arm CBCT は、診断や手術・治療の支援ツールとして施行されており透視や DSA, DA(Digital angiography)撮影による被ばくを伴っている。線量評価は、米国食品医薬品局 (Food and drug administration : FDA)において提示され、ペンシル型電離箱線量計 (長さ 100mm) と円筒型アクリルファントム(長さ 15cm,直径 16,32cm)を用いた回転中心の線量評価 CTDI(Computed tomography dose index)である。測定には体軸方向にスライス厚の前後 7 倍を必要とする。現状の線量計とファントムでは限界があり測定は難しい 1)。表 1 は当院での脳血管内治療 (内頸動脈瘤コイルエンボリゼーション) 後の血管撮影装置に表示される患者被ばくレポートである。全 59 回の撮影中 CBCT(3D-RA)は 2 回施行しているが、装置表示の空気カーマ(Air Kerma : AK)は DSA 撮影より 1 桁多く、医療被ばく防護の原則を遵守し患者への影響を合理的に低減するように努めなければならない。

### 3. ICRP Publication 129 : Radiological Protection in Cone Beam Computed Tomography (CBCT)

2015 年 1 月に国際放射線防護委員会 (ICRP) から、すべての CBCT に関連する放射線防護問題は従来の CT のものとは十分に異なっていると勧告している。

#### ➤ Pub.129 のポイント

○ 医療被ばくの防護は、行為の正当化(justification)と防護の最適化(optimization)であり、従事者被ばくに

対して線量限度は適応されるが患者被ばくには適応されない。


- CBCT を使用するにあたり臨床的利益と放射線リスクとのトレードオフの関係を最適化するための基本を提供している。
- ICRP は全身被ばくだけでなく特定の組織、特に目の水晶体、甲状腺、胸部、心臓、および脳血管系の被ばくに対しても防護を最適化すべきであることを強調している。
- 透視と CBCT の両方を使用する装置は、個々の患者に対する全撮影の総線量指標をオペレーターコンソール上のディスプレイに表示し被ばく線量レポート（Radiation dose structured report : RDSR）として提供すべきである。
- 患者と従事者に対する被ばく線量の最適化は、特に従事者が装置に近づく必要がある場合には線量のモニタリングが重要で不可欠である。個々の患者の放射線量の記録、レポート、追跡は、ベンダー間で標準化が必要である。
- 低線量プロトコールは、肺、骨、歯科および顎顔面、耳鼻科領域（副鼻腔、頭蓋骨、側頭骨）、インターベンションデバイス、および血管造影（血管内治療）などの高コントラストなものを描出する目的とした診断には十分なプロトコールである。
- 高線量プロトコールは、頭蓋内出血、軟部組織、腫瘍、または膿瘍などの低コントラスト組織の描出が主な目的である場合にのみ選択すべきである。
- 甲状腺、目、女性の乳房、生殖腺など限局性臓器は、可能な限り C-arm の検出器側になるようになければならない。
- 臨床的に重要なのは、従事者は、放射線感受性臓器は FOV 外に、関心領域が CBCT の FOV 内に完全に入るよう努力をする必要がある。
- CBCT の目的は他のモダリティによる診断を確定する。または手術を支援することであり MDCT に匹敵する高画質を得ることではない。CBCT を施行するためには画像の専門家と相談して行う必要がある。
- 患者の眼の線量に対して信頼性のある推定値を提供する方法を確立し利用すべきである。  
インターベンションにおける CBCT の使用者は、‘低画質は低線量’或いは‘高画質は高線量’というプロトコールを慎重に使い分けることで患者の被ばく線量に影響を及ぼす。
- 放射線治療において CBCT は治療のための異なる段階で正当に使用される。  
患者体位と治療目標物の照射前の位置確認  
軟部組織の不形成の評価や解剖学的変化や脊柱の湾曲の確認  
治療前後において患者体位の変化の有無を確認  
低線量 CBCT プロトコールは、骨組織の照射前の調整に使用
- 放射線防護の教育は、予想された放射線照射のレベルと同等レベルの教育であるべきである。  
診断目的で CBCT を使用する従事者は診断 CT と同じ方法で訓練する必要がある。  
インターベンションを目的として CBCT を施行する従事者はインターベンション CT と同等の教育を受けるべきである。

Table 1 血管撮影装置表示の患者被ばくレポート

Run no	No. of images	Procedure	Time hh:mm	Image Channel	Speed fr/sec	kV	mA mAs	ms	DAP [mGycm <sup>2</sup> ]	AK [mGy]	Rotation	Angulation	SID [cm]
1	22	Cerebral 3fps sub	09:47	Frontal	3	75	3		1701	2.59	0	CRAN 3	90
2	21	Cerebral 3fps sub	09:53	Frontal	3	75	3		1723	2.71	0	CRAN 3	92
3	14	Cerebral 3fps sub	09:57	Frontal	3	75	2		586	1.40	RAO 30	0	82
4	40	Cerebral 3fps sub	10:00	Frontal	3	75	10		4373	18.25	0	CRAN 15	90
5	122	3D Prop 4.1sec	10:05	Frontal	30	86	179	8	2310	12.80	RAO 105	CRAN 1	119
6	122	3D Prop 4.1sec	10:05	Frontal	30	87	197	8	2586	14.37	RAO 105	CRAN 1	119
7	28	Cerebral 3fps sub	10:13	Frontal	3	75	3		1701	2.59	0	CRAN 3	90
				Lateral		75	4		510	3.13	RAO 91	0	115
8	70	Cerebral 3fps sub	10:18	Frontal	3	75	12		4213	21.10	0	CRAN 15	90

Examination	
Cumulative fluoroscopy time:	82:21 mm:ss
Cumulative DAP (fluoroscopy):	62,383 mGycm <sup>2</sup>
Cumulative DAP (exposure):	266,377 mGycm <sup>2</sup>
Total DAP:	328,760 mGycm <sup>2</sup>
Cumulative frontal Air Kerma:	2,458.14 mGy
Cumulative lateral Air Kerma:	1,844.58 mGy
Total number of acquired runs:	59
Total number of acquired images:	3,649
Total number of acquired exposure images:	3,649

	mA mAs	ms	DAP [mGycm <sup>2</sup> ]	AK [mGy]	F
	75	3	1701	2.59	
	75	3	1723	2.71	
	75	2	586	1.40	
	75	10	4373	18.25	
	86	179	2310	12.80	
	87	197	2586	14.37	
	75	3	633	2.09	

 3D-RAの DAP(mGycm<sup>2</sup>), AK(mGy)

#### 4. おわりに

先述したように医療被ばく防護の原則は、行為の正当化と防護の最適化で患者に利益が存在することである。また、確率的影響を合理的に低減し確定的影響を回避することである。前者には診断参考レベルが有効であり、患者への影響を知るためには入射皮膚線量と臓器線量を得ることである。多用されている C-arm CBCT であるが CT(Fan-beam CT)のような CTDIvol (Computed tomography dose index)および DLP (Dose length product) として被ばく線量管理は確立されていない。我々の施設では装置表示の面積線量計(Dose Area Product : DAP)値や空気カーマ(Air kerma : AK)を記録するに留まっている。AAPM(The American association of physicists in medicine)と国際放射線単位測定委員会 (International standards for radiation units : ICRU) による直径 300mm, 長さ 600mm の線量測定ファントム The ICRU / AAPM TG200 phantom による線量評価を試してみたい。

#### 参考文献

- 1) 福西康修：血管造影における Cone-beam CT の有効な利用法と課題 第 2 部 Cone-beam CT 画像，日本放射線技術学会雑誌，Vol.66 (2010)No.3, P 265-270.
- 2) 福西康修：血管造影における Cone-beam CT の有効な利用法と課題 第 1 部 三次元アンギオグラフィ，日本放射線技術学会雑誌，Vol.66 (2010)No.1, P 99-105.

- 3) ICRP Publication 129 : Radiological Protection in Cone Beam Computed Tomography (CBCT). First Published June 26, 2015.
- 4) Kawauchi S, Moritake T, Hayakawa M, et al. Estimation of Maximum Entrance Skin Dose during Cerebral Angiography. Nihon Hoshasen Gijutsu Gakkai Zasshi. 2015 Sep;71(9):746-57.
- 5) Hayakawa M, Moritake T, Kataoka F, et al. Direct measurement of patient's entrance skin dose during neurointerventional procedure to avoid further radiation-induced skin injuries. Clin Neurol Neurosurg 2010; 112(6): 530-536.
- 6) JR Sykes, R Lindsay, G Iball, et al : Dosimetry of CBCT : methods, doses and clinical consequences, Journal of Physics : Conference Series 444 (2013) 012017.
- 7) Y. Kyriakou, G. Richter, A. Dörrfler, et al : Neuroradiologic Applications with Routine C-arm Flat Panel Detector CT : Evaluation of Patient Dose Measurements. AJNR November 2008.29 : 1930-1936.

# Current Approach for Dosimetry for Area Detector CT

東京慈恵会医科大学附属柏病院 放射線治療室  
庄司 友和

## 1. はじめに

Computed Tomography Dose Index (CTDI) は、CT 装置に表示される代表的な線量指標であり、測定方法は z 軸方向に均一な感度を持つ長尺の電離箱を用いて、1 回のスキャンで得られる線量プロファイルを一度に測定し得られる値である[1]。多列化が進んだ現在でも、この概念に基づいて評価が行われている。

CTDI は装置の性能評価などに使用される値であり、患者の被ばく線量を示すものではない。現在では、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) から報告された診断参考レベル (Diagnostic Reference Levels 2015; DRLs 2015) に利用され、日本の医療被ばくの正当化と最適化に大きく貢献している[2]。

## 2. CTDI の変遷

CTDI は 1999 年の IEC60601-2-44 Ed1.0 により Weighted CTDI<sub>100</sub> (CTDI<sub>w</sub>) として操作画面上に表示されるようになった。そして 2001 年の IEC 60601-2-44:Ed 2.0 により Volume CTDI (CTDI<sub>vol</sub>) と DLP が操作画面上に表示されるようになった。また 2002 年の IEC 60601-2-44:Ed 2.1 の改定では、CTDI<sub>vol</sub> の操作画面上への表示が義務付けられた[3-5]。

IEC 60601-2-44:Ed 2.1 における CTDI<sub>100</sub> の定義は、式 (1) に示すようにスライス面に対して垂直な線 (z 軸方向) に沿った単一アキシヤルスキャンの線量プロファイル  $D(z)$  を +50 mm から -50 mm の範囲で積分した値に対し、単一スキャンで生成されるビーム幅  $BW$  で除したものとした。

$$CTDI_{100} = \frac{1}{BW} \int_{-50mm}^{+50mm} D(z) dz \quad \dots (1)$$

その後、CT 装置の多列化に伴いビーム幅が CT 用電離箱線量計の検出幅 100 mm の範囲を超える装置が出てきたため CTDI<sub>100</sub> の定義式が見直され、IEC 60601-2-44:Ed 3.0 として以下の式 (2) に変更になった[6]。IEC 60601-2-44:Ed 3.0 では、スライス面に対して垂直な線 (z 軸方向) に沿った単一アキシヤルスキャンの線量プロファイル  $D(z)$  を +50 mm から -50 mm の範囲で積分した値に対し、単一スキャンで生成されるビーム幅又は 100 mm のいずれか小さい方で除したものとし、これを CTDI<sub>100</sub> と定義している。

$$CTDI_{100} = \frac{1}{\min(BW, 100mm)} \int_{-50mm}^{+50mm} D(z) dz \quad \dots (2)$$

しかし IEC 60601-2-44:Ed 3.0 では、ビーム幅 100 mm を超えた部分の補正が効きすぎた計算式になっていることから、ビーム幅 100 mm 以上の測定領域への対応のため、更に定義を見直した。そして 2012 年に IEC 60601-2-44 Ed 3.1 として新たな式が導入された。ここではビーム幅 40 mm を境に場合分けがされた[7].

ビーム幅が 40 mm 以下の場合

$$CTDI_{100} = \frac{1}{BW} \int_{-50mm}^{+50mm} D(z) dz \quad \dots (3)$$

ビーム幅が 40 mm を超える場合

$$CTDI_{100} = \frac{1}{BW_{ref}} \int_{-50mm}^{+50mm} D_{ref}(z) dz \times \frac{CTDI_{free\ air, BW}}{CTDI_{free\ air, ref}} \quad \dots (4)$$

ここで、 $BW_{ref}$  は単一スキャンで生成されるビーム幅、 $D_{ref}(z)dz$  は  $BW_{ref}$  にて CTDI ファントムを用いたときのスライス面に対して垂直な線（z 軸方向）に沿った単一アキシアルスキャンの線量プロファイル  $D(z)$  を +50 mm から -50 mm の範囲で積分した値、 $CTDI_{free\ air, BW}$  は求めたいビーム幅を用いたときの空中におけるスライス面に対して垂直な線（z 軸方向）に沿った単一アキシアルスキャンの線量プロファイル  $D(z)$ 、 $CTDI_{free\ air, ref}$  は  $BW_{ref}$  を用いたときの空中におけるスライス面に対して垂直な線（z 軸方向）に沿った単一アキシアルスキャンの線量プロファイル  $D(z)$  を示す。

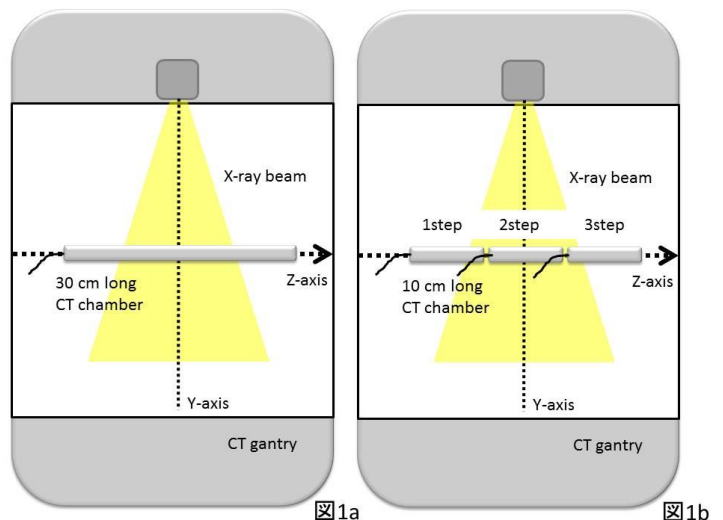
なお、 $BW_{ref}$  については、推奨値は 20 mm としているが 20 mm がなければ、それより小さい値で最も近い値で設定する。 $CTDI_{free\ air, ref}$  も同様のビーム幅とする。

### 3. IEC 60601-2-44 Ed 3.1 の評価法

これまで CTDI ファントムと検出幅 100 mm の CT 用電離箱線量計を用いて、操作画面上に表示される  $CTDI_{vol}$  の精度を確認してきた[8]。しかし検出幅 100 mm を超えるビーム幅に対しては、長尺の電離箱を用いて、1 回のスキャンで得られる線量プロファイルを一度に測定するという CTDI の定義から外れてしまう。

CTDI ファントム内で測定する  $CTDI_{100}$  と空中で測定する  $CTDI_{free\ air, ref}$

はビーム幅 20mm もしくはそれより小さい値で最も近い値で設定するとしているため、従来の検出幅 100 mm の CT 用電離箱線量計を用いて測定することは可能である。しかし、検出幅 100 mm を超えるビーム幅の  $CTDI_{free\ air, BW}$  を空中で測定することは困難である。実際のところ、検



出幅 300 mm の CT 用電離箱線量計を用いれば図 1a のように測定は簡単であるが、殆どの施設は検出幅 300 mm の CT 用電離箱線量計を持っていない。そのため IAEA のレポートには図 1 b の測定方法も記載されている[9]。この方法を用いることにより  $CTDI_{free\ air, BW}$  を求めることができる。

#### 4. まとめ

本稿では CTDI の変遷から、IEC 60601-2-44 Ed 3.1 における CTDI100 の評価法について述べた。シンポジウムでは測定時の注意点や測定結果について報告する予定である。

#### 参考文献

- [1] Shope TB, Gagne RM, Johnson GC. A method for describing the doses delivered by transmission x-ray computed tomography. *Med Phys* 1981; 8: 488-95.
- [2] 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/> (Accessed 2016.4.26).
- [3] IEC 60601-2-44:Ed 1.0, 1999
- [4] IEC 60601-2-44:Ed 2.0, 2001
- [5] IEC 60601-2-44:Ed 2.1, 2002
- [6] IEC 60601-2-44:Ed 3.0, 2009
- [7] IEC 60601-2-44:Ed 3.1, 2012
- [8] 日本放射線技術学会計測分科会 編. 医療被ばく測定テキスト. 放射線医療技術学叢書 (25). 日本放射線技術学会, 京都, 2012: 55-72.
- [9] IAEA HUMAN HEALTH REPORTS No. 5, Status of Computed Tomography Dosimetry for Wide Cone Beam Scanners, Printed by the IAEA in Austria, October 2011.



# 放射線治療における CBCT の被ばくについて

広島大学病院 診療支援部 放射線治療部門  
日置 一成

## 1. はじめに

近年の放射線治療では高度な照射位置精度が求められ、照射直前に撮影した照合画像に基づき、治療時の患者位置変位量を計測・修正する画像誘導放射線治療 (Image-guided radiation therapy: IGRT) が広く利用されている<sup>1,2)</sup>。その中でも kV-cone beam computed tomography (CBCT) を用いた位置照合は三次元の位置情報を提供し、標的や周辺の軟部組織での位置照合を可能とするため高い有用性を示す一方で、頻繁な利用により正常組織への被ばく線量を増加させ、二次誘発がんのリスク増加や治療計画でのリスク臓器の線量制約に影響を与える可能性が懸念されている<sup>3-6)</sup>。放射線治療において IGRT は今後ますます重要な役割を担うと考えられる技術であり、kV-CBCT の被ばく線量について十分に理解し、適切に評価・管理することは重要であると考えられる。そこで本稿では、放射線治療における CBCT の被ばく線量について概説する。

## 2. kV-CBCT の被ばく線量評価・管理

IGRT における被ばく線量の評価・管理に関して米国医学物理学会 (The American Association of Physicists in Medicine: AAPM) Task Group 75 (TG-75)<sup>7)</sup> では吸収線量や被ばく線量は位置照合装置毎の線量指標で評価し、吸収線量から等価線量や実効線量を算出して患者の確定的、確率的なリスクを臨床的に問題ない程度にとどめ、基準値からの変化を確認することを推奨し、kV-CBCT の被ばく線量に関しては Computed tomography dose index (CTDI) を利用した実効線量評価が提唱されている。しかし、等価線量や実効線量は個人に対して評価される値ではなく、特に低線量被ばくを受けた個人のリスク評価への適用には注意が必要である。

## 3. 電離箱線量計を用いた吸収線量測定

そこで、kV-CBCT の簡便で正確な被ばく線量評価法としてコバルト水吸収線量校正定数で校正されたファーマ型電離箱を用いた kV-CBCT の吸収線量測定法を紹介する<sup>8)</sup>。

本法では、次式から、水吸収線量  $D_w$  を求める。

$$D_w = N_{D,w}^{60Co} M_{pl} k_{pl} k_Q \quad (1)$$

ここで、 $M_{pl}$  は測定された電離量[nC]、 $k_{pl}$  は水と CT 水ファントム内の電離量比、 $k_Q$  はコバルトに対する

kV-CBCTでの電離箱の感度補正係数であり、これらの係数はモンテカルロ計算から求められる。Fig. 1に示すような体幹部用と頭部用CT水ファントムを作成し、Varian On-Board Imager (OBI)とElekta X-ray Volume Imaging (XVI)の水吸収線量測定を行なった。Fig. 2に体幹部用と頭部用CT水ファントム内の測定線量とモンテカルロ(MC)での計算線量の比較を示す。体幹部用CT水ファントムでの測定線量は、OBIとXVIでそれぞれ1.94-2.86 cGyと0.82-1.05 cGyであり、頭部用CT水ファントムでの測定線量はそれぞれ0.25-0.66 cGyと0.15-0.31 cGyであった。MC計算線量との比較から、本法で求めた測定線量は全ての条件で3%以内で一致しており、正確な吸収線量の評価が可能であることが分かる。コバルト水吸収線量校正定数で校正されたファーマ型電離箱は全ての放射線治療施設で所有しており簡便に使用できるため、放射線治療におけるkV-CBCTの吸収線量評価法として有用であると考えられる。

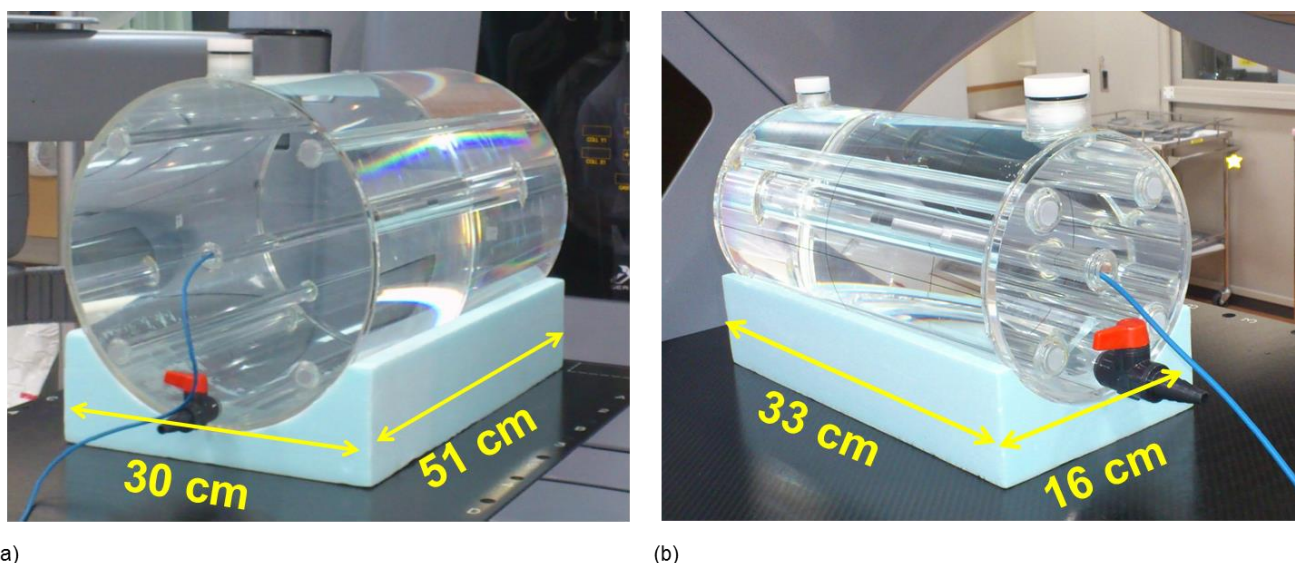


Fig. 1 In-house CT water phantoms for (a) body-type and (b) head-type.

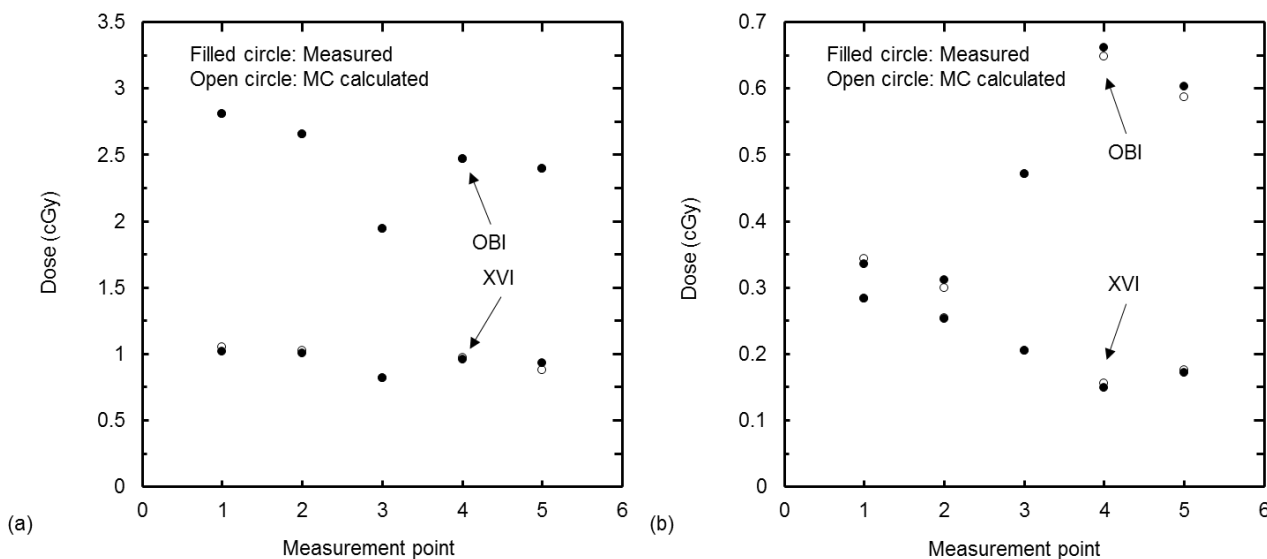


Fig. 2 Comparison of measured and calculated absorbed dose-to-water in (a) body-type phantom and (b) head-type phantom.

#### 4. MC 計算による患者臓器線量の評価

kV-CBCT による患者固有の体内線量は、患者体格や照射部位の違いなど患者個々の状態によって様々な分布を示すため、より詳細な線量評価には体内線量分布による臓器線量の評価が望ましい。これを実現する方法として、MC 計算による患者臓器線量計算について紹介する<sup>9)</sup>。MC 計算は乱数を用いた数値計算で、放射線の物質中における相互作用を量子力学的に確率的な事象と捉えることで、任意の体系での放射線の挙動を計算することが可能である。Fig. 3 に骨盤部治療患者における OBI と XVI の線量分布及び Dose Volume Histogram (DVH) の比較を示す。kV-CBCT のエネルギーでは深さ方向の減弱が大きいいため患者前面および後面で高線量が観測され、質量エネルギー吸収係数の違いにより、骨組織における被ばく線量は軟部組織よりも 2-4 倍高くなった。膀胱、前立腺、直腸での平均臓器線量は OBI ではそれぞれ 2.80, 2.39, 2.32 cGy、同様に、XVI では 1.13, 0.99, 0.97 cGy であり、今回検討した撮影条件では XVI による被ばく線量は OBI に比べて 2-3 倍低くなる結果となった。さらに、Fig. 4 に OBI, XVI による頭部患者の線量分布及び DVH の比較を示す。頭部の撮影条件では、回転角度の違いから、OBI では患者後面、XVI では患者前面で高線量がみられた。脳幹、脊髄、水晶体での平均臓器線量は OBI ではそれぞれ 0.43, 0.37, 0.11 cGy、同様に XVI では 0.21, 0.13, 0.33 cGy であった。kV-CBCT の被ばく線量は、放射線治療での処方線量と比較すると低線量ではあるが、より詳細な線量評価には体内線量分布による患者固有の臓器線量を評価することが望ましく、治療期間における患者被ばく線量の決定にはこれらの臓器線量を考慮した総合的な管理が必要になると考えられる。

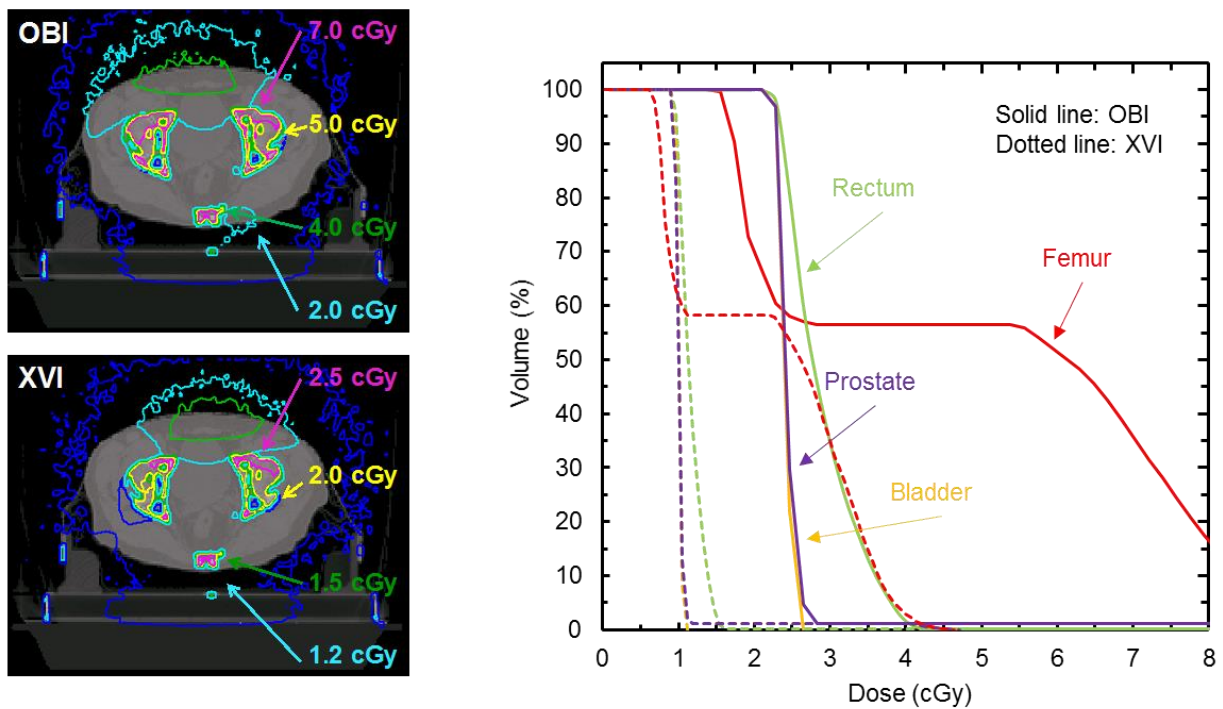


Fig. 3 Comparison of dose distributions and DVHs for Varian OBI and Elekta XVI kV-CBCT systems calculated from patient CT images for pelvis.

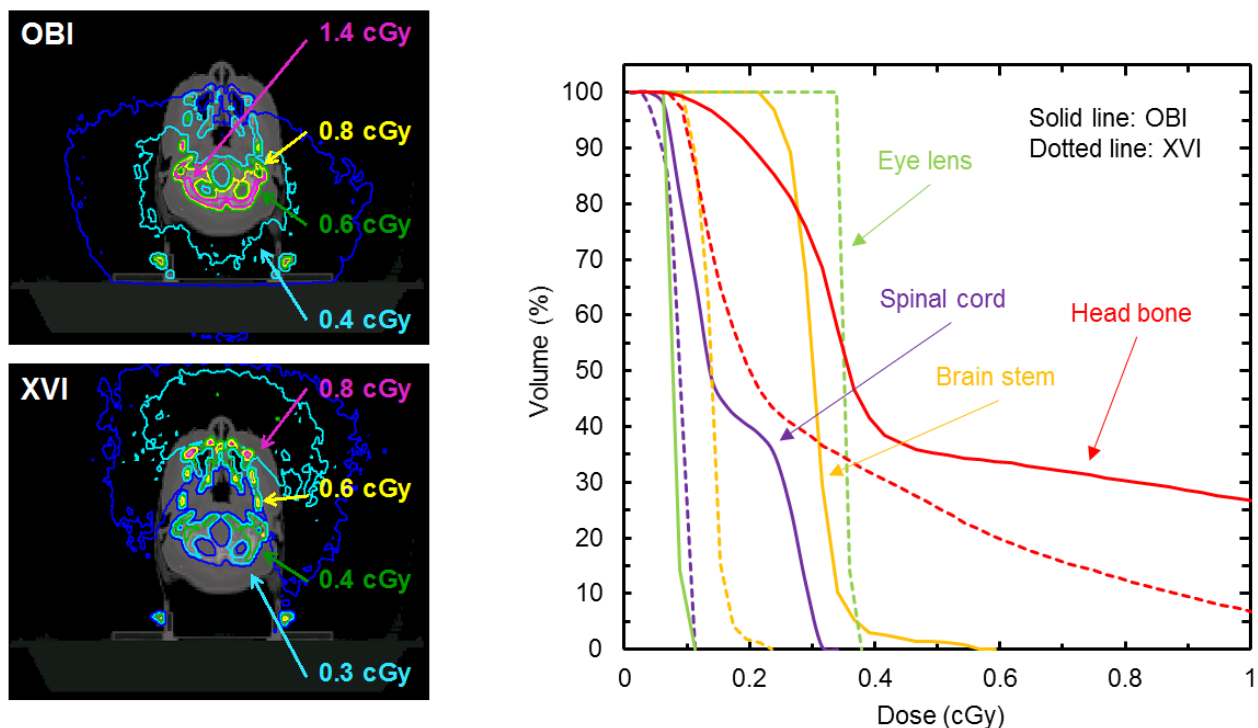


Fig. 4 Comparison of dose distributions and DVHs for Varian OBI and Elekta XVI kV-CBCT systems calculated from patient CT images for head

## 5. おわりに

放射線治療における kV-CBCT は今後ますます活用の幅が広まることが期待される技術であるが、被ばく線量に関する物理的、臨床的データは十分とは言えず、多くの施設で被ばく線量の評価・管理が行われていないのが現状である。本稿では、被ばく線量評価・管理法として電離箱線量計を用いた吸収線量測定法及び MC 計算を用いた患者臓器線量評価を紹介した。放射線治療における kV-CBCT の被ばく線量は、放射線治療での処方線量と比較すると低線量ではあるが、撮影装置、条件や頻度、さらには患者体格や治療体位に大きく依存するため患者固有の最適化が望ましく、患者固有の被ばく線量を考慮した適切な線量の評価・管理が必要である。

### 参考文献

- 1) T. R. Mackie, J. Kapatoes, K. Ruchala, W. Lu, C. Wu, G. Olivera, L. Forrest, W. Tome, J. Welsh, R. Jeraj, P. Harari, P. Reckwerdt, B. Paliwal, M. Ritter, H. Keller, J. Fowler, and M. Mehta, "Image guidance for precise conformal radiotherapy", *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 56, 89-105 (2003).
- 2) W. Song, B. Schaly, G. Bauman, J. Battista, and J. V. Dyk, "Image-guided adaptive radiation therapy (IGART): Radiobiological and dose escalation considerations for localized carcinoma of the prostate", *Med. Phys.* 32, 2193-2203 (2005).
- 3) E. G. A. Aird, "Second cancer risk, concomitant exposures, and IRMER (2000)", *Br. J. Radiol.* 77, 983-985 (2004).

- 4) S. P. Waddington, and A. L. McKenzie, "Assessment of effective dose from concomitant exposure required in verification of the target volume in radiotherapy", *Br. J. Radiol.* 77, 557-561 (2004).
- 5) D. Brenner, "Induced cancers after prostate-cancer radiotherapy: No cause for concern?", *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 65, 637-639 (2006).
- 6) M. K. Islam, T. G. Purdie, B. D. Norrlinger, H. Alasti, D. J. Moseley, M. B. Sharpe, J. H. Siewerdsen, and D. A. Jaffray, "Patient dose from kilovoltage cone beam computed tomography imaging in radiation therapy", *Med. Phys.* 33, 1573-1582 (2006).
- 7) M. J. Murphy, J. Balter, S. Balter, J. A. BenComo, I. J. Das, S. B. Jiang, C. M. Ma, G. H. Olivere, R. F. Rodebaugh, K. J. Ruchala, H. Shirato, and F. F. Yin, "The management of imaging dose during image-guided radiotherapy: Report of AAPM Task Group 75", *Med. Phys.* 34, 4041-4063 (2007).
- 8) K. Hioki, F. Araki, T. Ohno, Y. Nakaguchi, and Y. Tomiyama, "Absorbed dose measurements for kV-cone beam computed tomography in image-guided radiation therapy", *Phys. Med. Biol.* 59, 7297-7313 (2014).
- 9) K. Hioki, F. Araki, T. Ohno, Y. Tomiyama, and Y. Nakaguchi, "Monte Carlo-calculated patient organ doses from kV-cone beam CT in image-guided radiation therapy", *Biomed. Phys. Eng. Express.* 1, 025203 (2015).



## 被ばくの種類と基準値の理解

藤淵 俊王  
九州大学大学院

### 1. 放射線防護の目的と基本原則

放射線防護の目的は、①放射線被ばくを伴う行為が利益をもたらすことが明らかな場合、その利益を不当に制限することなく人の安全を確保すること、②個人の確定的影響の発生を防止すること、③確率的影響の発生を制限するために、あらゆる合理的な手段を確実にとること、これらを達成することである。この目的を達成するために、三つの基本原則がある。第一に放射線被ばくを伴う行為は、正味の便益がなければならない（行為の正当化）。放射線被ばくを伴わない代替手段の便益とコストについても検討し、総合的に判断するもので、三原則の中では最初に判断される。第二に放射線被ばく源からの放射線影響をできるだけ少なくするために、単に技術的視点からだけではなく、社会的要因や経済的要因等を考慮し、放射線量、被ばくする人数、被ばくの数などを「合理的に達成できるだけ低く」抑える必要がある（防護の最適化）。そして第三に個人が受ける線量の上限を定める線量限度である。

### 2. 被ばくの種類と区分

国際放射線防護委員会（ICRP: International Commission on Radiological Protection）

では被ばくのカテゴリーとして、職業被ばく、公衆被ばく、医療被ばくの3つに区分している。

職業被ばくは作業者がその作業の過程で受けるすべての被ばくであり、1) 除外された被ばく、及び、放射線を含む免除された活動による又は免除された線源による被ばく； 2) すべての医療被ばく；及び、3) 通常地域の自然バックグラウンド放射線を除く。公衆被ばくは、職業被ばく又は医療被ばく、及び通常地域の自然バックグラウンド放射線のいずれをも除いた、放射線源から公衆が被る被ばくである。医療被ばくは、患者が自らの医学または歯学の診断あるいは治療の一部として受ける被ばく；職業上被ばくする者以外の人、患者の支援や介助に自発的に役立つ間に承知して受ける被ばく；及び、自らの被ばくを伴う生物医学的研究プログラムにおける志願者の被ばくである。

ICRP 2007年勧告では、計画被ばく状況、緊急時被ばく状況、現存被ばく状況と状況に応じ、また被ばくの区分に防護対策を示している。計画被ばく状況とは、被ばくが生じる前に放射線防護を前もって計画することが出来る状況で、発生が予想される被ばく（通常被ばく）と、発生が予想されない被ばく（潜在被ばく）が起こり得る。被ばくの大きさと範囲を合理的に予測できる状況であり、医療被ばく、職業被ばく、公衆被ばくが起こり得る。緊急時被ばく状況は、事故、悪意ある行動（テロ）、あるいは他の予想しない状況から、急を要する防護対策と、長期的な防護対策の履行が要求され得る不測の状況である。短時間に高レベルの被ばくの可能性があり、確定的影響についても注意を払わなければならない。現存被ばく状況は、緊急事態の後の長期被ばくを含む被ばく状況である。

### 3. 線量拘束値と参考レベル

線量拘束値と参考レベルの概念は、個人線量を制限するために、防護の最適化とともに用いられる。これらの値の目的は、経済的及び社会的要因を考慮に入れ、すべての線量を合理的に達成できるかぎり低いレベルに

減らすことである。線量拘束値とリスク拘束値も参考レベルも、“安全”と“危険”の境界を表したり、あるいは個人の健康リスクに関連した段階的变化を反映するものではない。ICRP の防護体系で用いられているいろいろなタイプの線量制限(限度、拘束値、参考レベル)の、被ばく状況のタイプと被ばくのカテゴリーとの関係を表 1 に示す。

表 1 ICRP の防護体系に用いられる線量拘束値と参考レベル

被ばく状況のタイプ	職業被ばく	公衆被ばく	医療被ばく
計画被ばく	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 <sup>d)</sup> (線量拘束値 <sup>e)</sup> )
緊急時被ばく	参考レベル <sup>a)</sup>	参考レベル	-b)
現存被ばく	-c)	参考レベル	-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

### 3.1 線量拘束値

線量拘束値は、計画被ばく状況(患者の医療被ばくを除く)における線源からの個人線量に対する予測的かつ線源関連の制限であり、その線源に対する防護の最適化における予測線量の上限值となっている。線量拘束値は、これを超えれば、与えられた被ばく源に対して防護が最適化されているとは言えず、対策をとらなければならない線量レベルである。計画被ばく状況に対する線量拘束値は、防護の基礎レベルを代表しており、関連する線量限度よりも低い値となる。

線量拘束値を超える場合に必要な対策には、防護が最適化されているかどうか、適切な線量拘束値が選択されているかどうか、そして、容認できるレベルにまで線量を下げたための更なるステップが適切であるかどうかを決めることが含まれる。

職業被ばくにおいて、線量拘束値は選択の幅を制限するために用いられる個人線量の値であり、その拘束値よりも低い線量となることが期待されるような選択肢のみが最適化のプロセスで考慮される。公衆被ばくにおいて線量拘束値は、公衆が特定の制御された線源の計画された操作により受けることがある年間線量の上限值である。ICRP2007 年勧告に表される線量拘束値を表 2 に示す。

表 2 各カテゴリーにおける線量拘束値

カテゴリー		線量拘束値	
職業被ばく	-----	≤20 mSv/年	
公衆被ばく		状況に応じ, 1 mSv/年以下で選択	
	放射性廃棄物処分	≤0.3 mSv/年	
	長寿命放射性廃棄物処分	≤0.3 mSv/年	
	長期被ばく	<~1 及び~0.3 mSv/年	
	長寿命核種からの長期処分	≤0.1 mSv/年	
医療被ばく	生物 志願者 医学 研究の	(社会への便益が少ない)	< 0.1 mSv
		(社会への便益が中間)	0.1~1 mSv
		(社会への便益がそれほど大きくない)	1~10 mSv
		(社会への便益が大きい)	>10 mSv
	介助者と介護者	1 事例あたり 5 mSv	

### 3.2 参考レベル

緊急時又は現存の制御可能な被ばく状況において、参考レベルは線量又はリスクのレベルを示しており、これを上回る被ばくの発生を許す計画の策定は不適切であると判断され、このレベルに対し防護対策が計画され最適化されるべきである。

緊急時被ばく状況が起こった場合、若しくは現存被ばく状況が確認され、かつ防護措置が履行されたときは、作業員及び公衆の線量を測定または評価することができる。参考レベルは防護選択肢を遡及的に判断することができるベンチマークとして様々な機能を担うことになることがある。計画された防護対策の履行の結果としての線量の分布は、対策の成否に依存して、参考レベルより高い被ばくを含むこともある。しかしながら、可能であれば、参考レベルより高いどのような被ばくも、参考レベルより低いレベルへの低減を目指した努力がなされるべきである。表 3 に ICRP2007 年勧告での参考レベルを示す。

表 3 各カテゴリーにおける参考レベル

カテゴリー		参考レベル
職業被ばく	救命活動 (情報を知らされた志願者)	他のものへの利益が救命者のリスクを上回る場合は 線量制限なし
	他の緊急救助活動	1000 または 500 mSv
	他の救助活動	≤100 mSv
公衆被ばく	1 つの全体的な防護戦略に統合されたすべての対策	計画では、状況に応じ一般的に 20 mSv/年から 100 mSv/年の間



#### 4. 線量限度

線量限度とは、計画被ばく状況から個人が受ける、超えてはならない実効線量又は等価線量を意味する。職業被ばくまたは公衆被ばくのカテゴリーの中で、線量限度は、既に正当化された行為に関連する線源からの被ばくの合計に適用される。ICRP2007年勧告での線量限度を表4に示す。

表4 計画被ばく状況において勧告された線量限度の値<sup>a)</sup>

限度のタイプ	職業被ばく	公衆被ばく
実効線量	定められた5年間の平均として、年間 20 mSv <sup>e)</sup>	1年につき 1mSv <sup>f)</sup>
以下の組織における年等価線量:		
眼の水晶体 <sup>b)</sup>	150 mSv	15 mSv
皮膚 <sup>c, d)</sup>	500 mSv	50 mSv
手足	500 mSv	-

a) 実効線量の限度は、ある特定の期間の外部被ばくからの該当する実効線量と、同じ期間における放射性核種の摂取からの預託実効線量の合計である。成人に対しては、預託実効線量は摂取後 50 年の期間で計算され、子供の場合には 70 歳までの期間について計算される。

b) この限度は ICRP 118 で見直されている。

c) 実効線量のこの制限は、皮膚の確率的影響に対して十分な防護を与える。

d) 被ばく面積に関係なく、皮膚面積 1 cm<sup>2</sup> 当たりの平均である。

e) 実効線量はいかなる 1 年にも 50 mSv を超えるべきではないという規定がある。妊娠女性の職業被ばくには追加の制限が適用される。

f) 特別な事情の下では、単年における実効線量のより高い値が許容されることもあり得るが、ただし 5 年間にわたる平均が年に 1 mSv を超えないこと。

#### 参考文献

- 1) ICRP Publ.103, 国際放射線防護委員会の 2007 年勧告

## 医療被ばくへの不安に向き合うために

五十嵐 隆元  
地方独立行政法人 総合病院国保旭中央病院

平成22年4月30日に出された厚生労働省医政局長 通知（医政発0430第1号）「医療スタッフの協働・連携によるチーム医療の推進について」（図1）において、「画像診断における読影の補助を行うこと」ならびに「放射線検査等に関する説明・相談を行うこと」が、診療放射線技師の業務として認められた。これは厚生労働省が進めているスキルミクス型のチーム医療の一環でもある。もちろんこの中には患者からの医療放射線被ばくに対する不安について、説明や相談を行うことが求められている。そのような中で本講座では、これらに対して対応するための基礎知識を講義したい。

- 患者（市民）にリスクとベネフィットを詳しく提示すれば、合理的な意思決定をしてくれる
- 専門用語を平易な言葉にすれば相手に伝わる
- 専門的なことがわかってないから、やさしく説明すればわかってくれる
- 一般の人は専門家の考えを受容すべき？

従来、このような視点で対応をしていなかったらどうか。実は人のリスク認知行動というのはこのような単純なものではないので、その結果としてリスク・コミュニケーションというのもパターンリスティックなものではない。

リスク・コミュニケーションとは、「対象の持つ情報、ことにリスクに関する情報を、当該リスクに関係する人びとに対して可能な限り開示し、たがいに共考することによって、問題解決に導く道筋を探る社会的技術」のことを言い1)。相手を説得したり屈服させたりすることではなく、問題解決に向けてより良い解決法を模索することである。

ちなみに筆者は20年ほど、さまざまな所で医療被ばくについての相談活動を行ってきた。そのような中で気を付けているのは以下の点である2)。

- 時間をちゃんととる
- プライバシーには踏み込まない
- 相手の話を良く聞く
- 何を心配しているのか、対象をしっかり把握する
- 時には、第三者を紹介する
- 意見を押し付けない（説得ではない）
- 一度で理解していただくとは、考えない（何度でも質問できるような状況を築いておく）
- 立ち話はしない（常に、同じ目線で）
- 話すペースや語調などを相手に合わせる

併せて気をつけたいのは、「可能性がある」、「可能性は否定できない」、「おそれがある」、「示唆される」等の曖昧な言葉の使用や、専門用語の使用である。専門用語については使っていないつもりでいても、多用されていることがしばしばある。これは専門家と一般人の間における専門用語の認識の違いによるところが大きい。また「医療における放射線被ばくに関する患者からの問合わせを苦情相談と誤解してはならない。診療におけるインシデントやアクシデントと思って対応すると、不要な謝罪の気持ち

が含まれ、かえって質問者の理解を混同することになる。」3)ということも注意しなくてはならない点である。必要以上に遜った態度や、営業的な口調も慎むべきである。あくまでも相談であるので、人対人の心の会話が出来る状況にして行うものとする。

こういった相談業務も診療放射線技師の業務の一つとなったわけであり、それぞれの医療現場でもしっかりと対応する必要がある。その場でじっくりと対応するのが一番であるが、診療業務が忙しくどうしても対応ができないのであれば、相談者と相談して別に日程を組んでみるなども必要かもしれない。行ってはならないのは、忙しいからといって時間を掛けず簡単に「大丈夫ですよ」で済ませてしまうことである。これは安全情報だけではその人の安心につながらないからであり、そこには信頼ということが大変重要である。つまり、信頼できる人から安全情報を告げられて、人は初めて安心できるのです。あの原発事故の時にも、政府が出す安全情報がことごとく信頼されず、人々に安心を与えることができなかったことは、まだ記憶にあるところではないでしょうか。

医療機関に相談したが、不安が解消できず本学会に相談してくる方もしばしば居ます。そのような場合には、そこでの回答や対応に納得してない方がほとんどなのですが、時に誤った知識や情報を基にして、誤った回答をしているケースも散見されます。少なくとも我々は正しい知識に基づいて対応しなくてはならないと思います。

文部科学省の科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 安全・安心科学技術及び社会連携委員会が取りまとめた「リスクコミュニケーションの推進方策」4)では、

- 大学・研究機関、学協会などの専門家集団は、リスクコミュニケーションという学術領域の探求のみならず、実学としての社会的貢献を行うべく、社会に足を踏み出して実践的な取組をしていくこと
- 大学や学協会は、リスクコミュニケーションを職能として身につけ社会の様々な場面で活躍する人材を育成すること

などと、学会や大学に対する要望や期待にまで言及している。

講座当日は、人のリスク認知行動、リスクコミュニケーション等について、事例も織り込みながら講義をしたいと思います。

#### 参考文献

1. 木下富雄. リスク・コミュニケーション再考 統合的リスク・コミュニケーションの構築に向けて(1). 日本リスク研究学会誌 2008; 18(2): 3-22.
2. 五十嵐隆元. 医療被ばく相談—この事例にあなたはどのように答えますか. 日放技学誌 2008; 64(11): 1398-1403.
3. 大野 和子. 患者さんの不安に答えた経験から言えること. 日放技学誌 2008; 64(5): 601-604.
4. 文部科学省 安全・安心科学技術及び社会連携委員会. リスクコミュニケーションの推進方策. (2014).

## Tetrahedral-mesh-based computational human phantom for fast Monte Carlo dose calculations

(モンテカルロ計算高速化のための人体形状テトラファントム)

第一著者名・掲載雑誌・号・掲載年月

Yeom YS / Physics in Medicine and Biology, Volume 59, Number 12, May 2014

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

Yeom YS, Jeong JH, Han MC, Kim CH. Tetrahedral-mesh-based computational human phantom for fast Monte Carlo dose calculations, Physics in Medicine and Biology 59 (2014) 3173-3185.

論文紹介著者

佐藤 直紀 (九州大学大学院医学系学府保健学専攻医用量子線科学分野)

論文解説

### はじめに

数値ファントムはモンテカルロシミュレーションによる線量計算に広く利用されている。数値ファントムは歴史的に定型ファントム(stylized phantom), ボクセルファントム(voxel phantom), 境界表現ファントム(BREP phantom)に区分でき, それぞれに特徴がある。一方でモンテカルロ法による線量計算において, 解剖学的な表現の制限や計算に時間がかかるなどの問題がある。

本論文では, 境界表現ファントムの一つであるポリゴンサーフェスファントム(polygon-surface phantom)を利用して, 複数の連続四面体で構成されるテトラファントム(Tetrahedral mesh phantom)を作成し, ポリゴンサーフェスファントムおよびボクセルファントムと計算時間の比較を行っている。

### 方法

Kim らによって開発されたポリゴンサーフェスファントム, PSRK-Man (polygon-surface reference Korean male phantom)を使用してテトラファントムに変換した。変換には WIAS (Weierstrass Institute for Applied Analysis and Stochastics)の研究グループが開発した TetGen コードを利用している。モンテカルロコードには Geant4 を使用している。ファントムによる線量計算結果に違いがないか確認するため, 0.01, 0.1, 1, 10, 100, 1000, 10000 MeV の光子を全身に均一に AP 方向に照射した際の臓器線量を比較し, テトラファントムの再現性を確認している。計算時間の比較には PSRK-Man ポリゴンサーフェスファントムと PSRK-Man から作成したテトラファントムおよび PSRK-Man をボクセル化 (分解能:  $1.301 \times 1.301 \times 1.301$  mm<sup>3</sup>)したボクセルファントムを利用している。照射はエネルギーが 0.01, 1, 100, 10000 MeV の光子, 中性子, 電子, 陽子についてそれぞれ AP 方向に行い, 10 回の計算を繰り返した後, その平均値を計算時間とした。

## 結 果と考 察

PSRK-Man と作成されたテトラファントムを図 1 に示す. また図 2 に各エネルギーの光子を照射した際の PSRK-Man とテトラファントムの大腸, 肝臓, 口腔粘膜, 骨, 唾液腺, 皮膚の臓器線量およびその差異を示す. テトラファントムは PSRK-Man の表面形状を維持しつつ, 口腔粘膜などの薄膜構造や小腸などの複雑な形状をした臓器も正確に表現できている. 図 2 では 6 つの臓器に対する光子フルエンス当たりの臓器吸収線量の平均値と計算された値の差異を縦軸に, 横軸には光子エネルギー (単位: MeV) をとり, 比較している. 両ファントムの線量の差異は平均で 1.2% であり, テトラファントムは十分に再現できていると考えられる.

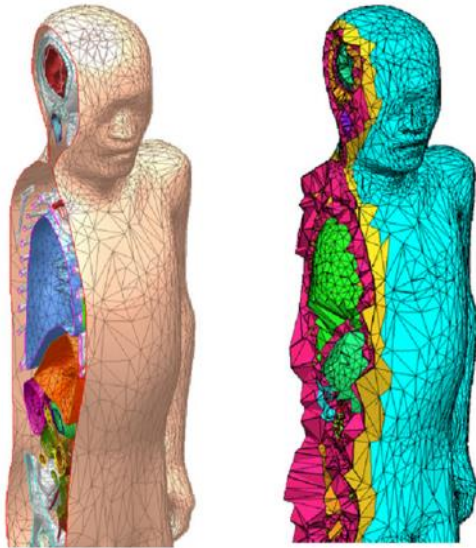


図 1 PSRK-Man ポリゴンサーフェスファントム (左) とテトラファントム (右) の比較 (本文中 Figure 4 より抜粋)

表に PSRK-Man のポリゴンサーフェスファントム (A), テトラファントム (B) およびボクセルファントム (C) の計算時間とその比較を示す. PSRK-Man とテトラファントムで比較した場合, すべての場合で計算時間が改善されている. またボクセルファントムと比較してもいくつかのケースで計算時間が改善されている.

表 各ファントムの計算時間の比較 (本文中 Table 2 より抜粋)

Particle	Energy (MeV)	Computation time (sec)			Ratio	
		Polygonal surface phantom (A)	Tetrahedral mesh phantom (B)	Voxelized phantom (C)	A/B	C/B
Gamma	0.01	214.4 (± 68.3)	0.6 (± 0.1)	2.4 (± 0.1)	375.4 (± 124.1)	4 (± 0.7)
	1	1491.3 (± 487.1)	4.7 (± 0.3)	7.4 (± 0.3)	314.9 (± 104.8)	1.6 (± 0.1)
	100	13 017.0 (± 3767.5)	27.6 (± 2.2)	30.4 (± 1.6)	471.9 (± 141.5)	1.1 (± 0.1)
	10 000	24 917.2 (± 6579.6)	43.3 (± 4.2)	45.8 (± 3.2)	575.3 (± 68.3)	1.1 (± 0.1)
Neutron	0.01	716.2 (± 189.7)	41.7 (± 1.7)	87.6 (± 2.8)	17.2 (± 4.6)	2.1 (± 0.1)
	1	737.6 (± 73.9)	84.4 (± 2.3)	165.0 (± 7.1)	8.8 (± 0.9)	2.0 (± 0.1)
	100	16 493.7 (± 3064.5)	91.7 (± 8.1)	85.0 (± 3.2)	179.9 (± 37.0)	0.9 (± 0.1)
	10 000	74 457.4 (± 16 970.9)	268.8 (± 28.3)	246.0 (± 14.3)	277.0 (± 69.5)	0.9 (± 0.1)
Electron	0.01	352.5 (± 93.3)	0.7 (± 0.1)	3.1 (± 0.1)	532.5 (± 163.9)	4.4 (± 0.6)
	1	46 10.4 (± 1055.2)	5.5 (± 0.4)	7.5 (± 0.1)	831.6 (± 198.0)	1.4 (± 0.1)
	100	82 624.0 (± 14 317.1)	136.8 (± 7.6)	141.3 (± 3.1)	603.8 (± 109.8)	1.0 (± 0.1)
	10 000	103 518.9 (± 17 826.2)	174.0 (± 9.5)	174.9 (± 6.2)	595.1 (± 107.5)	1.0 (± 0.1)
Proton	0.01	68.3 (± 16.0)	0.5 (± 0.1)	3.4 (± 0.1)	149.4 (± 38.3)	6.8 (± 1.4)
	1	2492.7 (± 746.7)	3.9 (± 0.1)	5.9 (± 0.1)	645.3 (± 193.6)	1.5 (± 0.0)
	100	197 032.4 (± 15 929.1)	1025.1 (± 34.4)	863.1 (± 10.1)	192.2 (± 16.8)	0.8 (± 0.0)
	10 000	154 536.0 (± 31 712.8)	460.9 (± 19.8)	403.4 (± 15.0)	335.3 (± 70.3)	0.9 (± 0.0)

## まとめ

本論文では PSRK-Man ポリゴンサーフェスファントムを基にテトラファントムおよびボクセルファントムを作成し、モンテカルロ計算にかかる計算時間を比較した。結果、テトラファントムにおいて計算時間が高速化した。また、最後にテトラファントムの計算時間改善のほかにテトラファントムの利点として形状を容易に変形でき、多くの研究者がテトラファントムを開発していると述べている。

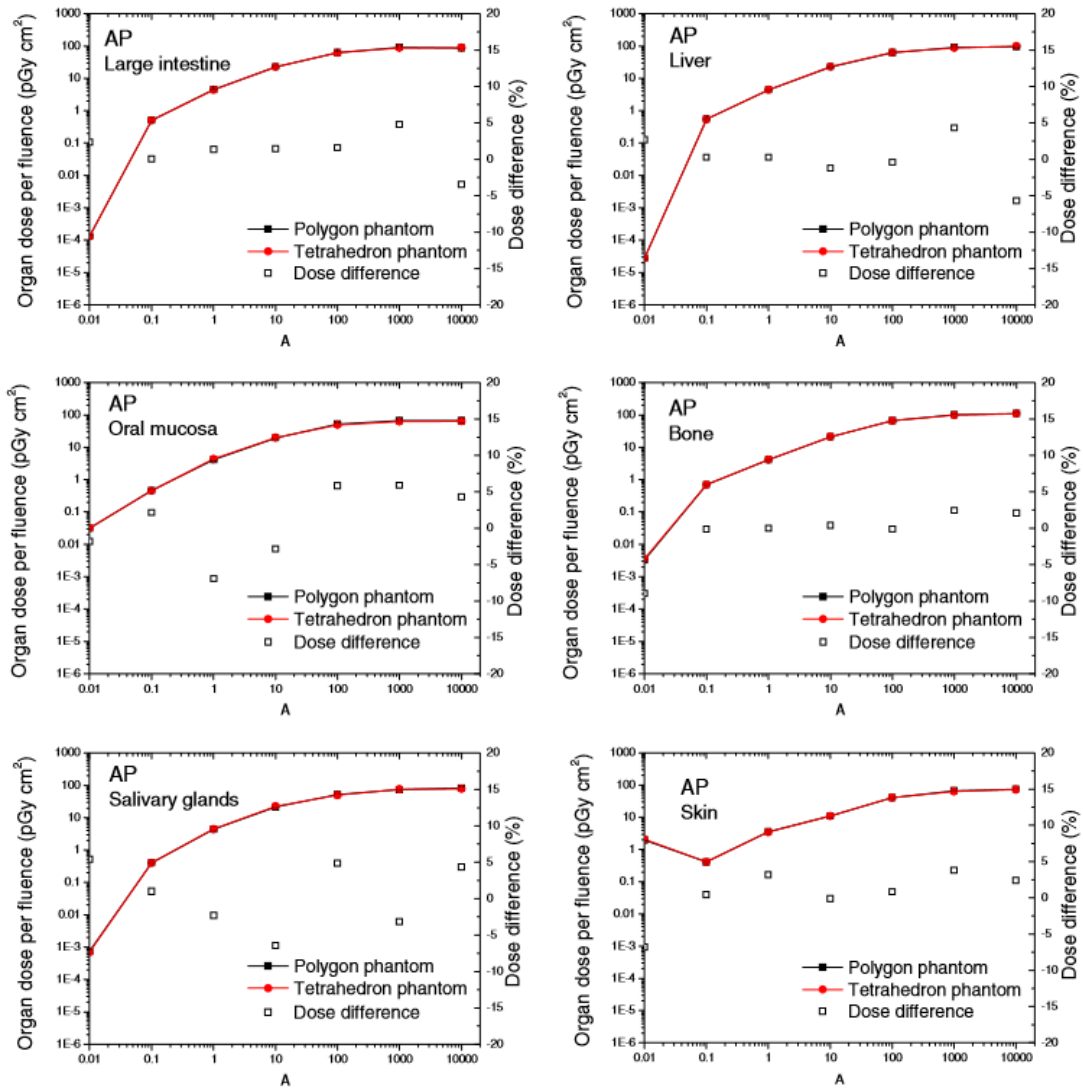


図 2 PSRK-Man とテトラファントムの光子フルエンスあたりの臓器吸収線量の比較 (本文中 Figure 6 より抜粋)



# RADIATION TO STAFF DURING CT-FLUOROSCOPY: MONTE CARLO STUDIES.

(CT透視検査における従事者の被ばく:モンテカルロでの調査)

第一著者名・掲載雑誌・号・掲載年月

Gyekye PK / Radiation Protection Dosimetry, September 2016

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

Gyekye PK, Becker F, Mensah SY, Emi-Reynolds G. OPTIMISATION OF SCATTER RADIATION TO STAFF DURING CT-FLUOROSCOPY: MONTE CARLO STUDIES. Radiation Protection Dosimetry 170(1-4):393-397, 2016.

論文紹介著者

松原 孝祐 (金沢大学 医薬保健研究域保健学系)

論文解説

眼の水晶体の放射線による生物学的影響に関する新たな科学的知見を踏まえ、2011年のソウル声明において水晶体の等価線量限度の引き下げという形で示されたことによって、特に影響が大きいであろう医療現場において、線量の実態を把握するとともに、今後の国内法令への取り入れに向けた対策を講じる必要がある。

線量の実態を把握するための方法としては、「各種線量計を用いた実測法」が挙げられ、特に血管撮影・IVR 領域における実態が報告されつつある。しかし、実際に眼の水晶体に小型線量計を貼り付けて測定を行うことはできないため、実測法のみによって得られた値の精度を確認することはきわめて困難である。そこで、もう1つの方法である「モンテカルロシミュレーションによる推定法」に着目したのがこの論文である。

この論文は、IVRのCT透視を用いた手技に着目し、術者の眼の水晶体吸収線量、甲状腺吸収線量、および実効線量の推定を行っている。モンテカルロシミュレーションコードとしては Monte Carlo N-Particle eXtended (MCNPX) を用いている。MCNPXは代表的な汎用輸送計算コードの1つであり、このコードを医療被ばくや医療従事者の職業被ばくの評価に用いた論文はこれまでも数多く報告されていることから、このコードを用いたのは妥当であるといえる。実際のCTのガントリー、寝台、および防護具などのモデリングは、CERN(欧州合同素粒子原子核研究機構)が開発した SimpleGEO という多くのモンテカルロ計算コードに対応した体系作成用の GUI インターフェイス (<http://theis.web.cern.ch/theis/simplegeo/>) を用いて行っている。また、身長175.6cmを想定した患者および術者のモデリングは、VOXEL2MCNP というフレームワークによって行われている。もちろん、

モンテカルロシミュレーションのみでは、本当にその結果が高い精度を有するものなのかどうかという検証が行えないため、CTDI の測定結果によって実測法と推定法の比較を行うために、電離箱線量計のモデリングも行っている。その際、MCNPX でタリーできるのは MeV/g/particle となるため、これを mGy/100mA に換算して比較を行っている。

具体的な評価項目としては、防護衣（前面：0.25mmPb 当量，後面：0.35mmPb 当量），眼の水晶体の防護ゴーグル（0.75mmPb 当量），および甲状腺のネックガード（0.35mmPb 当量）の有無による線量低減効果の検証を行うとともに，および部屋の広さ，ガントリーの配置方向，術者の立ち位置を変化させた場合の影響についても検証を行っている。

まず CTDI による実測法と推定法の比較結果は，実測法が 5.94mGy/100mA，推定法が 5.96mGy/100mA ということで，かなりの精度で一致していたようである。

次に防護具の有無による線量低減効果を表 1 に示す。防護具の使用によって，甲状腺吸収線量および実効線量は大幅に低減できているが，水晶体吸収線量はほとんど低減できていない。この理由として，著者らは術者の頭部の向きの設定による影響だと考察している。このあたりは，複数の向きを組み合わせることや，防護メガネをより実際の形状に近くモデリングすること，さらには頭が動くボクセルファントムの導入（これは著者らの提案であるが，そのようなものが実現可能かどうかは不明）によって，さらに実態に即した評価が可能であろう。

表 1 防護具の有無による術者の 1 回転 100mA あたりの臓器吸収線量および実効線量

(当該論文より引用)

	防護具有り	防護具無し
甲状腺吸収線量 ( $\mu$ Gy)	0.8 $\pm$ 0.2	2.6 $\pm$ 0.6
水晶体吸収線量 ( $\mu$ Gy)	4.5 $\pm$ 1.3	4.8 $\pm$ 1.3
実効線量 ( $\mu$ Sv)	1.7 $\pm$ 0.4	7.6 $\pm$ 1.6

部屋の広さによる各種線量の比較結果を表 2 に示す。部屋の広さによる臓器吸収線量および実効線量の差は見られていない。このことから，部屋の壁，天井，床からの散乱線による術者被ばくへの影響と部屋の大きさの関係性は低いようである。

表 2 部屋の広さと術者の 1 回転 100mA あたりの臓器吸収線量および実効線量

(当該論文より引用)

部屋の広さ ( $m^2$ )	甲状腺吸収線量 ( $\mu$ Gy)	水晶体吸収線量 ( $\mu$ Gy)	実効線量 ( $\mu$ Sv)
25.01 (4.26 $\times$ 5.87)	2.6 $\pm$ 0.6	4.5 $\pm$ 1.3	7.6 $\pm$ 1.6
33.75 (5.06 $\times$ 6.67)	2.6 $\pm$ 0.6	4.5 $\pm$ 1.3	7.6 $\pm$ 1.6

ガントリーの配置および立ち位置による各種線量の比較結果を表 3 に示す。なお，テーブルおよびガントリーから術者までの距離はそれぞれ 5cm，10cm に設定されている。結果としては，ガントリーを斜めに配置し，術者が患者の左側に立った場合に，線量が最も低減するという結果が示されており，これは



部屋の壁，天井，床からの散乱線の影響の度合いが変化することが原因であろうと著者らは考察している．それ以外に原因は考えにくいいため，考察としては間違っていないであろうが，もう少し条件を変えたシミュレーションを通して原因を詳細に探していただければ，より意義のある論文になったのではないかと考える．

表 3 ガントリーの配置および立ち位置と術者の 1 回転 100mA あたりの臓器吸収線量および実効線量  
(当該論文より引用)

	ガントリー配置：まっすぐ		ガントリー配置：斜め (30 度)	
	立ち位置：右	立ち位置：左	立ち位置：右	立ち位置：左
甲状腺吸収線量 ( $\mu$ Gy)	2.8 $\pm$ 0.6	3.3 $\pm$ 0.6	2.7 $\pm$ 0.6	2.6 $\pm$ 0.6
水晶体吸収線量 ( $\mu$ Gy)	5.0 $\pm$ 1.4	5.6 $\pm$ 1.4	5.3 $\pm$ 1.3	4.8 $\pm$ 1.3
実効線量 ( $\mu$ Sv)	9.4 $\pm$ 1.6	8.3 $\pm$ 1.6	8.6 $\pm$ 1.6	7.6 $\pm$ 1.6

論文内で示されたのは，CT 透視のかなり限られた条件でのシミュレーション結果であるため，その点を踏まえて結果を参照すべきであろう．また，CTDI による比較のみならず，実際の CT 透視を用いた手技における線量の実態を調べることによって，推定法によって示した結果の精度を多面的に検証していくことも必要であろう．それにしても部屋の広さやガントリーの配置方向による術者線量の変化に着目したあたりは素晴らしく，その点についてももう少し詳細なシミュレーションを追加していたら，更に良い論文になったと思われるため，その点は悔やまれるところである．今後の著者らの追加検証が期待される．

## 第 9 回放射線防護セミナーを受講して

上野 博之  
高岡市民病院

平成 28 年 12 月 17 日(土)に大阪府立急性期・総合医療センターで開催された第九回放射線防護セミナーに参加させていただきましたので報告します。

平成 22 年の厚生労働省医政局長による通達によると「放射線検査等における説明・相談を行うこと」が診療放射線技師の業務として実施すること望まれるとされています。この説明、相談を行うに当たって必要とされるものは正しい知識と信頼であると考えます。したがって、この正しい知識と信頼を得ていくには放射線防護の基礎となる知識とリスクコミュニケーション踏まえた対応について学ぶことが必要であると考えます。

今回参加したセミナーでは、前半は講義、後半はグループディスカッションと患者相談のシミュレーションが行われました。

講義①では「放射線防護の考え方と関係法令」について講義が行われ、ICRP や IAEA 等による国際的な放射線防護の取り組みと医療被ばくに関する放射線防護について講義が行われました。この講義では放射線防護体系に関する ICRP の最新の考え方や規制値などの放射線防護に関する基本的な事項について学ぶことができました。

講義②の「放射線防護で扱う量と単位」では放射線被ばくの種類や被ばくに関する量について講義が行われました。この講義では放射線の種類の違いが内部被ばくと外部被ばくに与える影響や放射線被ばくに関わる数値の意味などについて学ぶことができました。

講義③の「放射線による人体影響とその対策」では放射線が人体に与える作用について講義が行われました。この講義では確定的影響と確率的影響の仕組みと違い、実効線量とデトリメント(損害)の関係、遺伝的影響、胎児への影響について学ぶことができました。

講義④の「医療被ばく相談に生かすリスクコミュニケーション」ではリスクと安全、リスクコミュニケーションの基礎について講義が行われました。この講義ではリスクコミュニケーションの目的や注意点、患者(市民)に説明する際には相手の不安に向き合うこと、受け手のニーズや認知に配慮することや、放射線に関わる相談を受けた場合リスクの説明だけでなく放射線の便益についてもしっかりと説明することが必要であることを学びました。また、自分以外周囲の人間やインターネットを通じた情報によって放射線に関して不安を持った相談者も多いとのことで正しい知識の重要性を改めて感じました。

後半のグループディスカッション及び患者相談のシミュレーションでは参加者が 3 人程度でグループを作成し、与えられた相談のケースについて自分の経験を交えながら対応について意見交換を行い、それを基に代表者が相談者役を務めるスタッフを相手にシミュレーションを実際に行いました。各班のシミュレーション後には相談者と自分の座る位置や向きや話し方について講師の方々よりアドバイスをいただきました。

今回のセミナーに参加したことで放射線に関する相談に対応するために必要であると思われる放射線防護に関する最新の動向、基礎的な知識、リスクコミュニケーションを通じた対応方法、実際にあったケースについて学ぶことができました。そして、今回得た知識を今後の患者相談に生かすことで患者が放射線検査に安心して受けることができるように努力していきたいと思えます。

## 第 2 回診断参考レベル活用セミナーに参加して

田村 恵美  
広島大学病院

平成 28 年 11 月 27 日に広島市立広島市民病院で開催された第 2 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ので、内容や感想を報告させていただきます。

このセミナーは、診断参考レベル (Diagnostic Reference Levels : DRL) と日本の診断参考レベル (DRLs2015) の詳細や日常診療に役立てる方法などの解説と DRLs2015 で採用されている線量指標の計測方法と計算の実習を行いました。

DRL で重要なポイントは以下の通りでした。

- ① 一般より高い線量を用いている施設を特定し、線量の最適化の推進を行うことが目的
- ② 臨床的な目的に寄与しない患者さんへの余分な放射線量の回避に役立てるもの
- ③ 線量限度ではない。
- ④ 各検査の平均的な被ばくを示すものではない
- ⑤ 放射線のリスク指標や最適値ではない。
- ⑥ 臨床的な必要性があれば超過してもよい。
- ⑦ 臨床的に正当な理由がない限り、DRL を超えた場合見直しを行う必要がある。
- ⑧ 標準的な体型で容易に測定される線量尺度を用いて設定される。
- ⑨ 国や地域で DRL が設定された後も、機材や診療の変化に伴い、定期的に再評価される

座学終了後、下記の線量測定と計算の実習を行いました。

モダリティ名 (DRLs2015 で採用されている線量指標)

- ① IVR (IVR 基準点線量率)
- ② 一般撮影 (入射表面線量)
- ③ マンモグラフィ (平均乳腺線量)
- ④ X 線 CT (CTDIVOL, DLP)

DRL についての講演は聞いたことがありましたが、実習があるセミナーは初めてで、DRL を具体的にどのように算出するのか興味があったため、参加することにしました。

実習では、久しぶりに使用した関数電卓との格闘と自分の不勉強さが原因で実習のスピードについていけず、持ち帰った資料を元に復習が必要だと感じました。私の現在の所属は核医学であり、残念ながら実習はありませんでしたが、一定期間あるいは一定件数の平均実投与量を DRL と比較検討し、当院の投与量の多寡を確認したいと思います。

今後 DRL の測定をしようと考えている方は、実習のあるこのセミナーに参加することをお勧めします。最後になりましたが、お忙しい中このような機会を設けて頂き本当にありがとうございました。



セミナーの様子

## 第 2 回診断参考レベル活用セミナーを受講して

田頭 吉峰  
広島県厚生農業協同組合連合会 尾道総合病院

はじめに

2011 年 3 月に発生した福島第一原子力発電所事故により、患者さまの被ばくに対する意識が非常に高まってきた。そんな中、2015 年 6 月に医療被ばくネットワーク(Japan Network for Research and Information on Medical Exposure : J-RIME)より本邦初の診断参考レベル(Diagnostic Reference Level : DRL)が公表された。

当院においても患者さまに安心して医療を提供できるよう、日常の機器管理を見直し、線量測定、DRL との比較検討を行うことを決定した。

そこで各モダリティの線量測定の方法及び、診断参考レベルの理解をするために、本セミナーに参加させていただいた。

セミナーの印象

受講するにあたり、本セミナーの案内には少数での座学・実習を行うとあり、放射線治療を除けば線量測定の経験は学生実習以来の私についていけるのかと、いささか不安に感じつつの参加であった。ところが実際参加してみるとそんな不安は吹き飛び、次から次へと入ってくる情報を理解するのに必死になっていた。

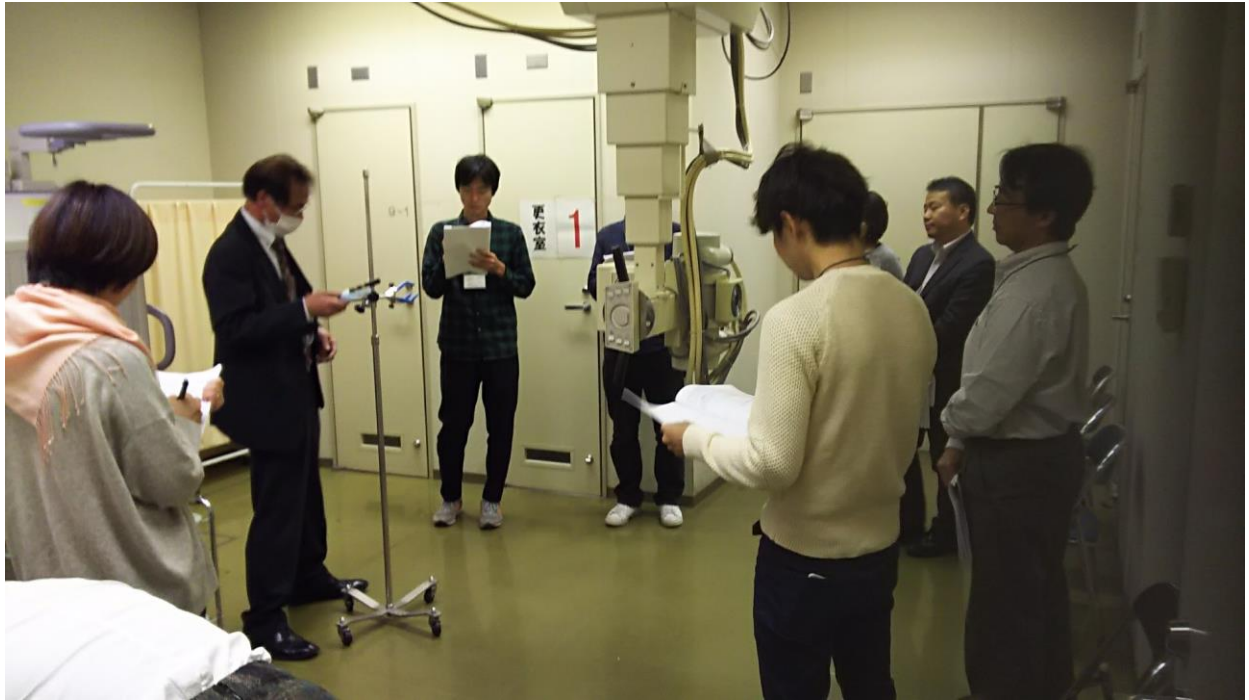
本セミナーの流れは、午前中に診断参考レベルの解説、設定した経緯、今後の展望についての座学があり、血管造影室での実習を行い、その後昼休みを挟んでの一般撮影装置、乳房撮影装置及び CT 撮影装置の実習であった。

診断参考レベルの解説については、各モダリティの DRL 設定方法や他国と比較した日本の DRL に関することなどとても勉強になった。

実習に関しては、どのモダリティにおいても計測ができる状態へのセットアップを示していただき、計測するイメージがしやすかった。また、測定をする際の注意点も教えていただき助かった。その後ワークシートにて測定の手順に基づいて計算を行った。例えば、一般撮影装置においては半価層の測定から始まり、撮影法に従った照射における測定後、各補正係数を乗じて入射表面線量及び皮膚吸収線量を求める。求めていく過程を自分で計算することでより理解が深まった。

おわりに

今回のセミナーで学んだこと活かし、DRL との比較検討を行い被ばくの適正化に基づいた被ばく低減を行っていきたいと改めて感じた。また、このようなセミナーを各地で開講していただいている、日本放射線技術学会の関係者各位に厚く御礼申し上げます。



セミナーの様子



## 第3回診断参考レベル活用セミナー

高橋 弥生  
香川大学医学部附属病院 放射線部

2016年12月18日(日)、大阪府立急性期・総合医療センターにて開催された「第3回 診断参考レベル活用セミナー」に参加してきました。初めて大阪・天王寺駅に降り立ち、あべのハルカス横を通り過ぎ、バスに揺られること15分で現地到着しました。セミナーは、大きく分けて午前は講演、午後は実習でした。

まず、午前の講演1つ目は、NTT東日本関東病院の塚本先生による「おさえておこう！診断参考レベル」についての講演でした。診断参考レベル(DRL)の基本的な考え方をはじめ、線量指標の考え方としてその他にも達成可能線量や診断参考レンジなどがあることを教えて頂きました。

そして、講演2つ目は、金沢大学の松原先生による「Japan DRLs2015の解説・活用方法と今後の展望」ということで、昨年発表されたJapan DRLs設定までの経緯や解説をしていただきました。技師経験の浅い私にとっても非常に分かりやすい丁寧な内容で、頭にスムーズに入ってくる有用な情報ばかりでした。特に、モダリティによる後方散乱の考慮有無や以前から疑問点であった小児CTにおけるDRLなどより理解が深まりました。各施設参加者からの多くの質問にも答えていただき、非常に勉強になりました。その後、最後に午後実習の概要もあり、何となく午後実習の大枠がつかめたことも良かったです。

昼食をはさみ、午後は各班に分かれて、乳房撮影、一般撮影、X線CTと順番に実習をしていきました。乳房撮影と一般撮影では実際に半価層測定・計算から平均乳腺線量又は入射表面線量を算出、X線CTではCTDI測定・計算からCTDIvol及びDLPを算出しました。臨床に沿った実際の実習であったので、かなり大きい知識となりました。

今回のセミナーでは、一般撮影やIVRは国際的なDRL表記に準じて面積線量(DAP)表記するだろう、という今後の動向はリアルタイムでその都度新しいセミナーに参加することの意義を知りました。また実習では、普段聞けない些細な質問もできることで、自分自身の理解度も深まり、さらに自施設へフィードバックできる知識が増えました。ぜひ、皆さんにも参加をお勧めしたいセミナーでした。



セミナーの様子

## 第4回診断参考レベル活用セミナー参加報告

伊藤 照生  
東邦大学医療センター佐倉病院

今回、筑波大学病院で開催された本セミナーに当院から自分を含め3名参加させていただいた。この診断参考レベルは、海外に若干遅れはしたが、本邦において2年前に公表されたものである。J-RIMEに関係する先生方が各所属団体での調査を経て、オールジャパンとして調整統一され、現在普及活動を行っているものである。診療放射線技師としては、主に技師会や技術学会の講習会に参加して、その内容を把握し、自施設の撮影条件の適正化に努めなければならない。

当院でも、大学病院という立場上もっと早く取り組むべき課題であったが、諸事情により遅くなってしまった。そもそも被曝管理、線量測定、画質評価は一連のものであり、その総合力で診療放射線技師としての業をなすべきと考える。十分な素養があれば、発布されたDRLs2015や当該活用マニュアルを読むだけで問題なく自施設における活用ができるはずである。しかし、画質側の華やかなところは積極的に行ってきたが、裏方や縁の下の力持ち的な被曝管理は地味かつ面倒であり、被曝低減と口に出しつつも何ら実働してこなかった領域である。恥ずかしながら、当院スタッフは、その領域の素養に乏しく、一気に鍛え上げるため、3名も参加させていただいた次第である。

私自身、放射線管理を専門としているが、職業被曝や遮蔽計算、法令管理が主であり、純然たる医療被曝に関しては経験が乏しく、若手2人とともに筑波に赴かせていただいた。特に、実習が各種予定されていることが参加を決めたポイントである。75パーセントタイル値の意味やIVR基準点=患者照射基準点ということはマニュアルを読めばわかるが、段ボールや鉛による小物の加工や小さなティップスが実習の価値である。また、測定作業の手順における重要度や優先順位の考え方も、正確な測定を行い誤差の伝番を最小にするうえで有用な情報であった。

治療における等価正方形は、等価線量を得るための変換であるが、診断では、純粋な幾何学的等価正方形であるといった新しい知見も得られた。

今回の経験を他のスタッフにも紹介し、3人が中心となり、様々なモダリティの線量測定を行い、DRLs2015との比較から患者被曝線量低減と撮影画質向上のバランスを追求していきたい。そして、この診断山参考レベルのみだけでなく、今後も継続して被曝問題を考え、診療放射線技師としての責務を果たしていきたいと思う。

最後に、前日から泊まり込みで準備していただいた委員の先生方とサポートしていただいた筑波大学病院の技師の方々にお礼を言いたいと思います。ありがとうございました。





セミナーの様子

## 第4回診断参考レベル活用セミナーに参加して

伊藤 等  
千葉市立青葉病院 放射線科

2017年2月5日に茨城県つくば市の筑波大学附属病院にて第4回診断参考レベル(DRL)活用セミナーが開催されました。DRLに関しては、今までにも何度も座学での講義は受けていて頭の中ではある程度の理解をしているつもりではありました。しかしこのセミナーでは実際に線量をどのように測定したらよいのか実習が織り込まれており、これは必ず役に立つであろうと思い、申し込みをいたしました。

今回は申し込み人数が多かったとのことで大きく2グループに分け、午前、午後で講義と実習のグループを入れ替える措置が取られました。

午前中の講義では、講義①「知っておきたい単位の話」で、苦手な物理量・防護量・実用量の関係に関して、非常に理解しやすく図を交えて解説していただきました。講義②「おさえておこう！診断参考レベル」では、むやみやたらに線量を低減すればよいというものではなく線量と画質の最適化のためのツールとしてDRLが使用されるべきものであることを解説していただきました。講義③「Japan DRL s 2015の解説・活用法と今後の展望」では、本邦におけるDRL sの設定や今後我々が自施設でどのように活用するべきか詳細に解説していただき、実際の活用に仕方が見えてきた気がします。そして今回は特別に「血管撮影線量測定ミニマム基礎講座」と題して、血管撮影における患者照射基準点での線量測定について放射線防護部会長の塚本篤子先生(午後の講義のグループは千田浩一先生)から講義と血管撮影室での説明を受けました。血管撮影における患者照射基準点での線量測定は、普段血管撮影を行っている私にはなじみ深いですが血管撮影に従事していない方にとってはアイソセンターの合わせ方や線量計の配置の仕方など実際に見ることができ役立つのではないかと思います。

午後の実習では受講者が5~6名の3グループに分かれ、一般撮影・乳房撮影・X線CTに関する計測実習が行われました。検診マンモグラフィー認定技師の講習会以来の半価層測定は頭の隅から引っ張り出して来ようにも忘れ去られており、今回の実習のお陰で再び思い出すことができました。X線CTでは、プローブ以上の長さを有する検出器サイズのCTで測定を行う際の工夫やCBCTではどうするのかなど積極的な質疑が行われました。一般撮影では、後方散乱係数を求めるのが憂鬱で今まで避けて通ってきましたが、今回受講したおかげで苦手意識が若干無くなった気がします。

今回のセミナーを受け、自施設でも積極的に測定を行い現状の線量把握をして線量の適正化に努めていきたいと思えます。皆さまも実際にこのようなセミナーに参加して自施設の線量把握と適正化に活用してみたいですか？

このようなセミナーを企画・運営して下さった教育委員会、計測部会、放射線防護部会、関東支部ならびに筑波大学附属病院のスタッフの皆さまに感謝を申し上げます。



セミナーの様子

## 第4回 診断参考レベル活用セミナーに参加して

小野 寺桜  
船橋整形外科病院 放射線部

今回私がこのセミナーに参加した目的は、最近よく目にするキーワード「診断参考レベル」はどのようなものか、ということと、当院では線量計を所持していないが、実際に自施設の線量の代表値をどのようにして算出するのか、というのを知りたいと思ったからである。そして何よりこのセミナーが、日帰りで行ける場所、茨城県つくば市で開催されるという事で、セミナーの参加を決意した次第です。申し込みをしたのは良いが、セミナーの実習についていけるだろうか、というのが当初からの不安であった。専門学校を卒業してもう何年も経っている。当日の持参品の中に「関数電卓」とある。うーん、まだ持っているだろうか、捨ててはいないはずだからきっとあるはず…。とりあえず関数電卓は見つかった。しかし何の表示もされない。明るい場所に出しても表示されない。どうやら内臓電池切れらしい。そりゃそうだ、10年も経てばね、よし電池買おう。と3日前にしてやっと準備が整った。

当日は午前と午後で、実習を行うグループと講義を受けるグループに別れてプログラムが進められた。実習を行うグループの中では更に4～5名のグループに班分けされ、進められた。一般撮影、乳房撮影、X線CTと各モダリティについて、講師の先生の指導の下、測定方法の解説の後、実際に線量値を算出していく。これらは普段の業務では行わない工程なので、やはり少し難しく感じた。関数電卓の使い方もすっかり忘れていたが、講師の先生方や会場である筑波大学病院のスタッフの皆様にアドバイスを頂き、何とか計算を進める事が出来た。

実際にセミナーに参加して感じた事は、自施設の代表値を測定し算出するのは、やはり相当な手間や時間を要するのだなあという事である。講義の中で線量計算ソフト等の精度も上がってきているとの話があった。自施設で出来る事は何か考え、こういったソフトウェア等も上手に利用していくのも手なのかもしれないと感じた。



セミナーの様子

# 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  
—放射線防護分科会への期待—／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—個人線量計を利用する場合／福本善巳  
(2) 診療現場の問題—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—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—線量測定的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—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—医療被曝を中心に／菊地 透  
(2) 内部被曝—線量評価／赤羽恵一  
(3) 外部被曝—計る／前越久  
(4) 被曝の混乱—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「よろしくお願ひします」／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 - 第 2 専門委員会の取り組み-」／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 - 医療被ばくに関して-／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-ゲトリメント（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

# 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。



2017年、今年も日本放射線技術学会総会学術大会が始まります。新年度となって初めての学会ですが新たな職場に移動された方、社会人としてスタートされた方、たくさんの出会いと仲間を見つける良い機会だといつも思います。今年度も防護部会は興味深い内容で新年度スタートします。是非ご参加ください。

さて、昨年度から放射線防護部会は、計測部会と合同で「診断参考レベル活用セミナー」を開催しております。これまで全国で4回開催し、たくさんの方々にご参加いただきました。このセミナーは Diagnostic Reference Levels: DRLs の理解と実際に装置の線量測定を行う実践を兼ね備えたセミナーとなっております。装置の線量測定をしたことがない、仕方が分からない、難しそうだし、と思っている皆様には最高の内容となっております。次回第5回の開催は、6月18日に熊本で行われます。現在、第8回まで開催が予定されていますので、ご興味のある方は防護部会ホームページをチェックしてください。

話は変わりましたが、第45回日本放射線技術学会秋季学術大会は、私の地元である広島で開催されます。テーマは“医療安全を科学する”となっております。医

療安全で論文執筆が目標となっております。なかなかないテーマではないでしょうか？目からウロコ状態になること間違いなしです。研究者には大変ためになると思います。また広島の観光は、宮島をはじめ平和公園・原爆ドーム、など世界遺産を巡ることができます。原爆ドームの隣にはドームを上部から見学できるおりづるタワーが完成しました。地元でも原爆ドームを上方から見る事が出来るのは初めてのことでないかと思えます。ぜひ広島にお越しの際にはおりづるタワー展望台をご利用ください。グルメでも広島は、B級グルメの宝庫として知られています。お好み焼き、広島つけめん、汁なし担々麺、広島つけ麺、さらにホルモン天ぷら、せんじがらなど見た目を気にしなければ安くておいしい食べ物にも出会えます。一方でお金のある方は広島名物の牡蠣をご堪能ください。是非、観光そして勉強、グルメのために広島においでください。もちろん、第45回秋季大会で防護部会はアツと思わせる企画で皆様をお待ちしております。多数のご参加をお願い致します。

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44号

発行日：2017年4月13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)	(            )            -		
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
	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
	ちだ こういち 千田 浩一	東北大学大学院 医学系研究科 chida@med.tohoku.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)