

- 9) European Commission. European guidelines on quality criteria for computed tomography. Report EUR 16262 EN. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. 1999: 69-78
- 10) ICRP. Managing Patient Dose in Computed Tomography. ICRP Publication 87, Annals of the ICRP, Vol. 30, No. 4, 2000.
- 11) Nagel HD ed. Radiation Exposure in Computed Tomography. European Coordination Committee of the Radiological and Electro-medical Industries. 4th Revised and Updated Edition. 2002.
- 12) ICRP. ICRP Publication 103, 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Annals of the ICRP 37 (2-4). 2008.
- 13) Napier I D. Reference doses for dental radiography. Brit. Dent. J. 1999; 186: 392-396.
- 14) EC. European Commission RADIATION PROTECTION 136: European guidelines on radiation protection in dental radiology - The safe use of radiographs in dental practice. 2004.
- 15) 佐々木武仁, 加藤二久, 岩井一男, 岡野友宏, 佐藤健児, 島野達也, 速水昭宗, 和田真一, 寿藤紀道. 口内法X線撮影における患者の被曝線量及びX線半価層の測定-放射線防護委員会報告-. 歯科放射線 2000; 40: 58-69.
- 16) Doyle P, Martin C J, Robertson J. Techniques for measurement of dose width product in panoramic dental radiography. Brit. J. Radiol. 2006; 79: 142-147.
- 17) Gulson AD, Knapp TA, Ramsden PG. Doses to Patients arising from Dental X-ray Examinations in the UK, 2002-2004. A Review of Dental X-ray Protection Service Data. HPA. 2007; HPA-RPD-022.
- 18) Bridge L R, Hillier D S, Bonnett D E, Bowley N. A local diagnostic reference level for velopharyngeal investigations. Brit. J. Radiol. 2005; 78: 637-638.
- 19) 境野利江, 原田康雄, 佐藤健児, 岡野友宏. 歯科X線検査におけるローカル診断参考レベルの調査. 日本歯科放射線学会第47回学術大会講演抄録集 2006; 76.
- 20) Perisinakis K, Damlakis J, Neratzoulakis J, Gourtsoyiannis N. Determination of dose-area product from panoramic radiography using a pencil ionization chamber: Normalized data for the estimation of patient effective and organ doses. Med. Phys. 2004; 31: 708-714.
- 21) 原田康雄, 境野利江, 佐藤健児, 小林育夫, 岡野友宏. 東京地域の歯科医院に対するX線撮影についての調査. 日本歯科放射線学会第49回学術大会, 2008年5月16-18日, 日本歯科放射線学会第49回学術大会報文集 p. 56.
- 22) Sakaino R, Sato K, Harata Y, Iwata H, Ide Y, Yosue T, Okano T. Initial value of local diagnostic reference levels in computed tomography for dental implant

- planning. Proceeding of 7th Asian Congress of Oral and Maxillofacial Radiology. 2008: 132.
- 23) 佐藤健児、境野利江、原田康雄、小林育夫、岡野友宏. 口内法 X 線撮影における患者入射線量の調査. 日本歯科放射線学会第 49 回学術大会、2008 年 5 月 16-18 日、日本歯科放射線学会第 49 回学術大会報文集 p. 57.
 - 24) 境野利江、佐藤健児、原田康雄、小林育夫、岡野友宏. パノラマ X 線撮影における線量ビーム幅積の調査. 日本歯科放射線学会第 49 回学術大会、2008 年 5 月 16-18 日、日本歯科放射線学会第 49 回学術大会報文集 p. 58.
 - 25) 佐藤健児、岩田 洋、井出吉昭、杉崎貴裕、藤本悠彦、原田康雄、境野利江、代居敬. 本大学病院における歯科インプラント術前 CT 検査時の患者および線量データ. 日本歯科放射線学会第 49 回学術大会、2008 年 5 月 16-18 日、日本歯科放射線学会第 49 回学術大会報文集 p. 97.
 - 26) 境野利江、佐藤健児、原田康雄、岩田 洋、井出吉昭、岡野友宏、代居 敬. インプラント術前 CT 検査の 2 大学歯科病院における線量比較. 日本歯科放射線学会第 207 回関東地方会・第 28 回北日本地方会・第 16 回合同地方会、2008 年 7 月 19 日.
 - 27) Sakaino R, Sato K, Harata Y, Ide Y, Yosue T, Okano T. Initial value of local diagnostic reference levels in computed tomography for dental implant planning. Proceeding of 7th Asian Congress of Oral and Maxillofacial Radiology. 2008: 132.
 - 28) 金子福和、原田康雄、境野利江、佐藤健児、舟橋逸雄、岡野友宏. 光刺激ルミネッセンス線量計による CT 線量プロフィールの測定. 第 64 回日本放射線技術学会総会学術大会、2008 年 4 月 4-6 日、第 64 回日本放射線技術学会総会学術大会講演予稿集 p. 245.
 - 29) 佐藤健児、境野利江、原田康雄、西川慶一、小林育夫、代居 敬、岡野友宏、佐野司. 頭部 CT および歯科用コーンビーム CT における体軸 z 方向の線量プロフィール. 日本歯科放射線学会第 207 回関東地方会・第 28 回北日本地方会・第 16 回合同地方会、2008 年 7 月 19 日.
 - 30) 境野利江、原田康雄、佐藤健児、西川慶一、小林育夫、岡野友宏. 歯科用コーンビーム CT における線量プロフィール. 第 95 回日本医学物理学会学術大会、2008 年 4 月 4-6 日、第 95 回日本医学物理学会学術大会報文集 p. 227.
 - 31) 佐藤健児、原田康雄、境野利江、西川慶一、代居 敬. ICRP 新勧告が歯科 X 線検査における実効線量計算に及ぼす影響. 第 95 回日本医学物理学会学術大会、2008 年 4 月 4-6 日、第 95 回日本医学物理学会学術大会報文集 p. 166-167.
 - 32) 佐藤健児、原田康雄、境野利江、西川慶一、代居 敬. ICRP 2007 年勧告による歯科 X 線検査時の実効線量について. 日本歯科放射線学会第 49 回学術大会、2008 年 5 月 16-18 日、日本歯科放射線学会第 49 回学術大会報文集 p. 59.

- 33) Gibbs SJ, Pujol Jr A, Chen T-S, Carlton JC, Dosmann MA, Malcolm AW, James Jr AE. Radiation doses to sensitive organs from intraoral dental radiography. *Dentomaxillofac Radiol.* 1987 ; 16 : 67-77.
- 34) Gibbs SJ, Pujol Jr A, Chen T-S, James Jr AE. Patient risk from intraoral dental radiography. *Dentomaxillofac Radiol.* 1988 ; 17 : 15-23.
- 35) Gibbs SJ, Pujol Jr A, McDavid WD, Welander U, Tronje G. Patient risk from rotational panoramic radiography. *Dentomaxillofac Radiol.* 1988 ; 17 : 25-32.
- 36) Shrimpton PC, Edyvean S. CT scanner dosimetry. *Brit J Radiol* 1998; 71: 1-3.
- 37) Shrimpton PC, Hillier MC, Dunn M. National survey of from CT in the UK:2003. *Brit J Radiol* 2006; 79 : 968-980.
- 38) Council directive on health protection of individuals against the dangers of ionizing radiation in relation to medical exposure. 97/43/EURATOM. *Official Journal of the EC L* 180, p. 22, 1997.
- 39) Tyndall DA, Brooks SL, Hill c, Mich AA. Selection criteria for dental implant site imaging: A position paper of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2000; 89: 630-7
- 40) Jurik AG, Jessen KA, Hansen J. Image quality and dose in computed tomography. *Eur Radiol.* 1997; 7: 77-81
- 41) Jurik A.G, Bongartz G, Golding SJ, Leonardi M. The quality criteria for computed tomography. *Radiation Protection Dosimetry.* 1998; 80: 49-53
- 42) Calzado A, Roderiguez AR, Munos A. Quality criteria implementation for brain computed tomography examinations. *Radiation Protection Doseimetry.* 1998; 80: 65-68

平成20年度厚生労働科学研究費補助金
(地域医療基盤開発推進研究事業)
「医療放射線の安全確保に関する研究」

分担研究報告書

診断参考レベルと放射線機器の保守点検に関する検討

平成21年3月

分担研究者 成田 浩人

目次

課題（5）： 医科領域の診断参考レベルの検討

－ 胸・腹部撮影およびCT撮像における被ばく線量調査の検討 －

研究要旨	1
A 研究目的	2
B 研究方法	2
C 研究結果	4
D 考察と結論	9
E 参考資料	14

課題（6）： 放射線機器の保守点検のあり方に関する検討

研究要旨	15
A 研究目的	15
B 研究方法	16
C 研究結果	16
D 考察と結論	17
E 参考資料	20

平成 20 年度厚生労働科学研究費補助金（地域医療基盤開発推進研究事業）
「医療放射線の安全確保に関する研究」（H19-医療一般-003）
（主任研究者：細野 眞）

分担研究報告書

医科領域の診断参考レベルの検討

一 胸・腹部撮影およびCT 撮像における被ばく線量調査の検討 一

分担研究者 成田 浩人 東京慈恵会医科大学附属病院放射線部

研究協力者 熊谷 孝三 広島国際大学
中村 泰彦 九州大学病院
諸澄 邦彦 埼玉県立循環器・呼吸器病センター
伊藤 友洋 GE 横河メディカルシステム株式会社

研究要旨

現代医療における医用放射線の利用は不可欠であるが、新たな医療技術の導入に伴い医療被ばくが問題にされている。UNSCEAR 2000¹⁾の報告でヘルスケアレベルの高い国では一応に人口集団に対する平均の年間実効線量が高くなっている。近年、わが国はヘルスケアレベルの高い先進諸国に比べて、さらに多くの医療被ばくがもたらされているという報告から、医療被ばく大国とまで揶揄されている。このことは、国民皆保険制度や国民一人当たりのエックス線装置の多さなどから、わが国の医療において、エックス線検査を受ける機会が多いところに依るものと考えられる。病診連携、セカンドオピニオン診療など複数の医療機関を受診し、その都度画像診断の再検査が行われることなどわが国における問題点なのかも知れない。その上でも一検査あたりの被ばく線量を可能な限り、低減させることは重要な課題である。しかしながら、わが国において放射線検査における検査部位ごとの適正な放射線量を示す基本的な指標としての値は公に示されていない。それ故、装置個々の検査部位ごとの被ばく線量を把握している施設は稀であった。唯一、日本放射線技師会が医療被ばくを低減するための目標値として平成 12 年に会員向けに「医療被ばくガイドライン（低減目標値）」²⁾を会告し、さらに検討、追加調査を加え、平成 18 年に「放射線診療における線量低減目標値-医療被ばくガイドライン 2006-」³⁾が改定され出されている（以下「低減目標値」という。）。日本放射線技師会は、この改定にあたり日本放射線公衆安全学会に研究委託を行った。そして日本放射線公衆安全学会の医療被ばくガイドライン作成ワーキンググループが研究結果報告書として日本放射線技師会に報告し、会告として出されたものである。エックス線単純撮影においてこの報告は、平成 17 年 3 月から 4 月に掛けて 50 施設を再調査している。この低減目標値は、わが国における多施設調査の結果を基に検査部位ごとに決められ、International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources Safety Series No. 115（以下「BSS」という。）⁴⁾で示された値よりも同等あるいは低い値を目標値として示している。この目標値は、検査部位ごとの照射線量の把握ができていない医療機関では、更なる医療被ばく低減を目指す指標となっている。医療被ばくの最適化を図る上でも、いわゆる

診断参考レベルの放射線量を検討するための資料を収集することは意味深い。今回、日本放射線技師会の協力の下、最も一般的な胸部単純撮影と腹部単純撮影ならびに被ばくの多さを指摘されているエックス線 CT がわが国でどのような条件の下に検査されているのかをインターネットによるアンケート調査という形で平成 20 年 11 月から 12 月に掛けて追加調査が行われたので、低減目標値について妥当性を検討し、わが国の放射線診療において目標とする値にすることが可能かどうかを考察する。

A. 研究目的

わが国の医療においてエックス線 CT (以下「CT」という。)を用いた検査の需要は多く、先進諸国と比較してもその機会が多いと指摘されている。わが国の CT 検査による被ばく線量を調査し、CT 検査における被ばく線量評価の指標、その表示方法、測定方法を一元化し、CT 検査における部位毎の診断参考レベルを提示可能かどうか検討することを目的とする。さらに、最も一般的な胸部単純撮影と腹部単純撮影がどのような条件の下に検査されているのかを検討し、低減目標値として提示した値の有効性を検証する。

B. 研究方法

インターネットを用いた任意報告型アンケート調査という形で胸部単純・腹部単純撮影における撮影条件と入射表面線量を全国の診療放射線技師が勤務する施設から収集した。胸厚 20cm の男性を撮影する場合の撮影条件と入射表面線量の記載を求め、入射表面線量を把握していない施設については、Numerical Dose Determination (NDD 法)¹⁾を用いて算出した(調査 1)。また、成人頭部、胸部、腹部の CT 検査における撮像条件ならびに CTDIvol を把握している施設に対し、報告を依頼した。平成 15 年以前の機器など頭部と腹部各々の代表撮像条件に対する CTDI100 の値およびスキャン条件によるアジャスト値が不明なため CTDIvol が把握できない装置もあることから ImPACT (CT Patient Dosimetry Calculator) ソフトを用いて算出した(調査 2)。

尚、依頼文と記載フォーマットは以下の通り。

調査 1. 胸部・腹部における撮影条件と入射表面線量について(表 1)

胸厚・腹厚とも 20cm の男性を撮影する場合の条件を記入してください。また、貴施設でその場合の入射表面線量を実測等により把握している場合は、その線量 (mGy) をご記入ください。

表1 胸部・腹部における撮影条件と入射表面線量

No.	装置種別 1:単相 2:インバータ 3:3相	デテクタ種別 1:フィルム 2:DR(CR) 3:FPD	管電圧	管電流	時間	焦点-皮膚 間距離	ターゲット 角度	総ろ過(1.5~9.0mmAl)				散乱線除去 ブッキーorグリッド	入射表面線量
			kV	mA	sec	cm	度	固有ろ過 mmAl	付加ろ過 mmAl	mmCu	その他		
例(胸部正面)	3	2	120	200	0.20	180	15	1.0	0.5	0.1		ブッキー(8:1)	0.21mGy
胸部正面立位													
胸部側面立位													
胸部正面臥位													
腹部正面立位													
腹部正面臥位													

注意：焦点-皮膚間距離は焦点から被写体表面までの距離であり、焦点からフィルムまたはデテクター間の距離ではないことに注意してください。

注意：Al と Cu 以外の附加ろ過をお使いの場合には、下記にその材質をお書きください。

調査2. CT撮影における撮影条件とCTDIvolについて(表2)

成人頭部、胸部、腹部のCT検査を実施する場合の条件を記入してください。また、貴施設でその場合のCTDIvolを実測等により把握している場合は、その線量(mGy)をご記入ください。

表2 頭部・胸部・腹部CT撮影における撮影条件とCTDIvol

検査名	装置メーカー	装置名称	スキャン方式	管電圧(kV)	スキャン範囲(mm)	管電流(mA)	Rotation time(sec)	ビーム幅	Slice Width(mm)	ビーム Pitch	CTDIvol(mGy)
	選択(セレクト)	リスト	コンベンション・ヘリカル	整数	整数	整数	実数	実数(mm)	実数	実数	実数
頭部CT											
胸部CT											
腹部CT											

記載注意事項

頭部CT

頭部CTの途中でスライス厚を変更している場合は、そのスキャン範囲とSlice Widthを撮影条件2にご入力してください。

また、貴施設での条件におけるCTDIvolを把握されている場合は、その線量(mGy)をご入力してください。

胸部 CT

胸部 CT の途中でスライス厚を変更している場合は、そのスキャン範囲と Slice Width を撮影条件 2 にご入力してください。

腹部 CT

このアンケートにおける腹部 CT とは上腹部のスキャンを想定しております。骨盤領域を範囲に含めない条件をご回答してください。

腹部 CT の途中でスライス厚を変更している場合は、そのスキャン範囲と Slice Width を撮影条件 2 にご入力してください。

調査期間：平成 20 年 11 月 6 日～12 月 5 日

C. 研究結果

回答数：同一施設を除く有効回答数は、胸・腹部単純撮影：237 件、CT 検査：198 件であった。

調査 1

施設数：237 施設（国公立病院：56、私立大学：8、国公立大学：7、日赤：7、社保：7、労災：6、厚生連：4、その他：142）

胸部正面単純撮影

回答数 237 件の内、入射表面線量 (mGy) の回答は 88 件に留まり、自施設の胸部撮影における被ばく線量を把握しているのは 37.1% の結果であった。また、PCXMC を用いて組織・臓器線量の評価のために必要なエックス線管のターゲット角度の回答数は 74.4% であり、無回答ならびに 0 度、90 度等の誤回答は 61 件 (25.7%) であった。

撮影条件より NDD 法を用いて算出した入射表面線量の結果は、最小値 0.029mGy、最大値 1.615mGy であり、第 3 四分位点に相当する入射表面線量は 0.22mGy となった (図 1)。

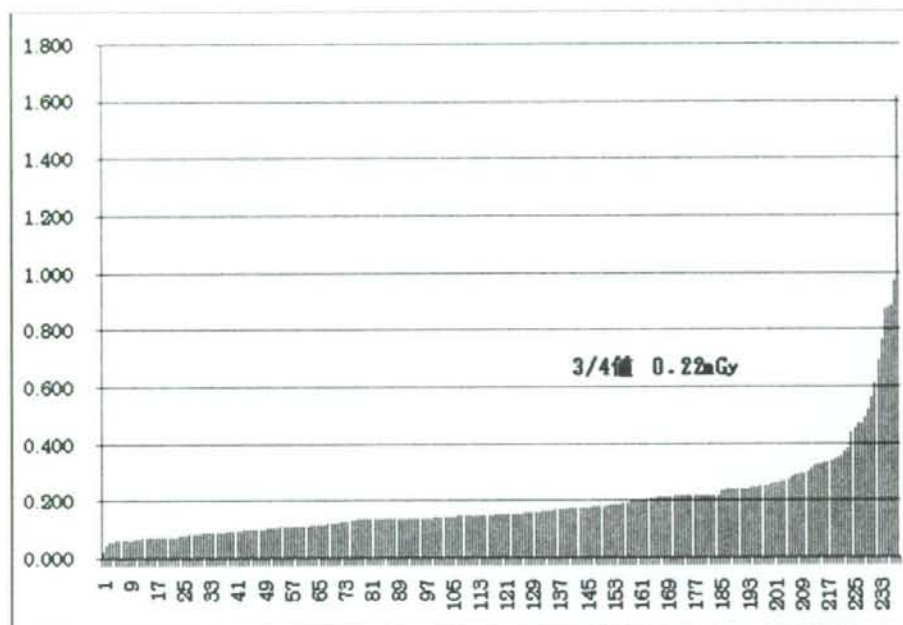


図1. 胸部正面撮影条件より NDD 法を用いた入射表面線量の分布

胸部側面単純撮影

回答数 234 件の内、入射表面線量の回答は 86 件で、胸部（側面）撮影における被ばく線量を把握しているのは 36.8% の結果であった。撮影条件より NDD 法を用いて計算した入射表面線量の結果は、最小値 0.022mGy、最大値 2.86mGy であり、第 3 四分位点に相当する入射表面線量は 0.76mGy となった（図 2）。

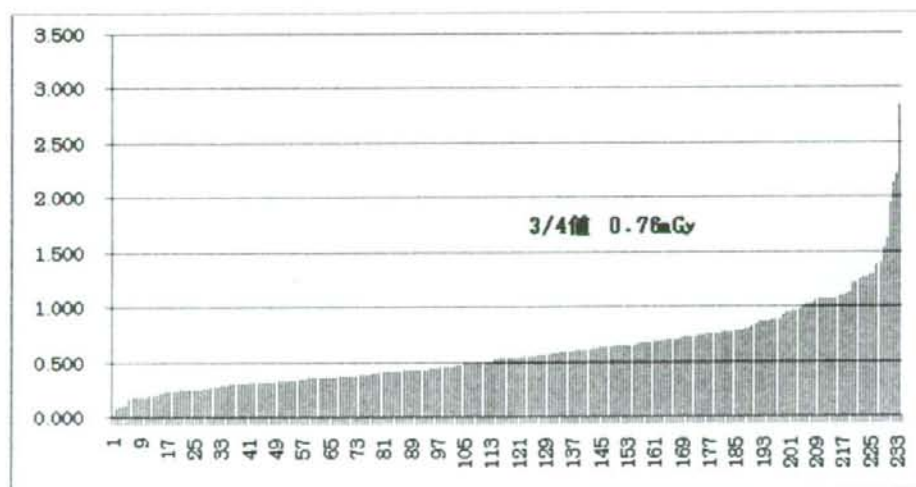


図2. 胸部側面撮影条件より NDD 法を用いた入射表面線量の分布

腹部正面単純撮影

回答数 237 件の内、入射表面線量の回答は 82 件で、自施設の腹部撮影における被ばく線量を把握しているのは 34.6% の結果であった。撮影条件より NDD 法を用いて計算した入射表面線量の結果は、最小値 0.067mGy、最大値 8.25mGy であり、第 3 四分位点に相当する入射表面線量は 2.22mGy となった (図 3)。

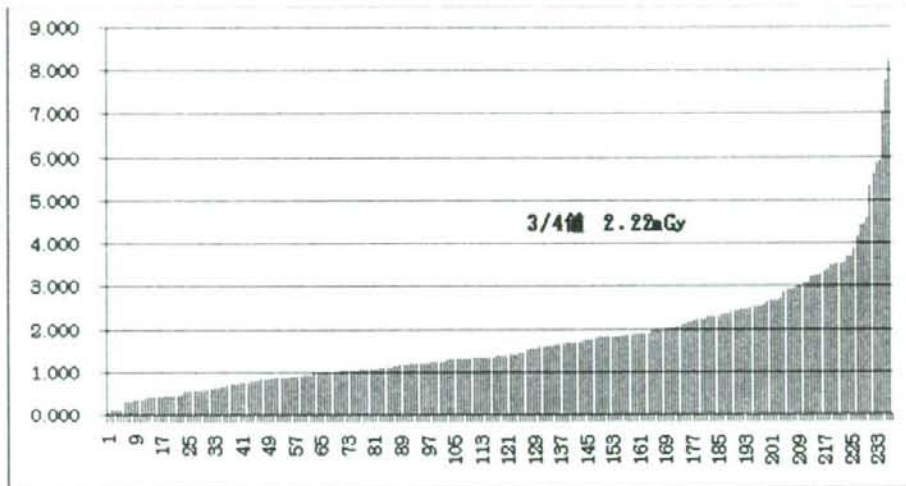


図 3. 腹部正面撮影条件より NDD 法を用いた入射表面線量の分布

表 3 本調査における入射表面線量分布の第 3 四分位点線量と低減目標値との比較

	胸部正面撮影	胸部側面撮影	腹部正面撮影
医療被ばくガイドライン 2006 被ばく線量低減目標値	0.3mGy	0.8mGy	3mGy
本調査における入射表面線量分布の第 3 四分位点線量	0.22mGy (237 施設)	0.76mGy (234 施設)	2.22mGy (237 施設)

調査 2

施設数：212施設 (国公立病院：58、私立大学：8、国公立大学：6、日赤：9、社保：7、労災：4、その他：120)

頭部 CT 撮影

頭部 CT 撮像条件の回答施設 212 件の内、コンベンショナルスキャンが 85.8% (182 件)、ヘリカルスキャン 14.2% (30 件) であった。CTDIvol の回答は 129 件であり、39.2% (83 件) は自施設の頭部 CT 検査における CTDIvol を回答していなかった。

ビーム幅やビーム Pitch 等の撮影条件が明確でヘリカルスキャンを除く 191 装置について ImPACT を用いて計算した CTDIvol (mGy) の結果は、最小値 15.8mGy、最大値 369.0mGy であり、平均値に相当する CTDIvol は 91.7mGy、中央値 83.7mGy、第 3 四分位点の CTDIvol は 98.0mGy であった (図 4)。

表4 頭部CT撮影条件より ImPACT を用いて算出した CTDIvol (mGy) の分布値

	最小値	中央値	平均値	第3四分位値	最大値
CTDIvol	15.8mGy	83.7 mGy	91.7 mGy	98.0 mGy	369.0 mGy

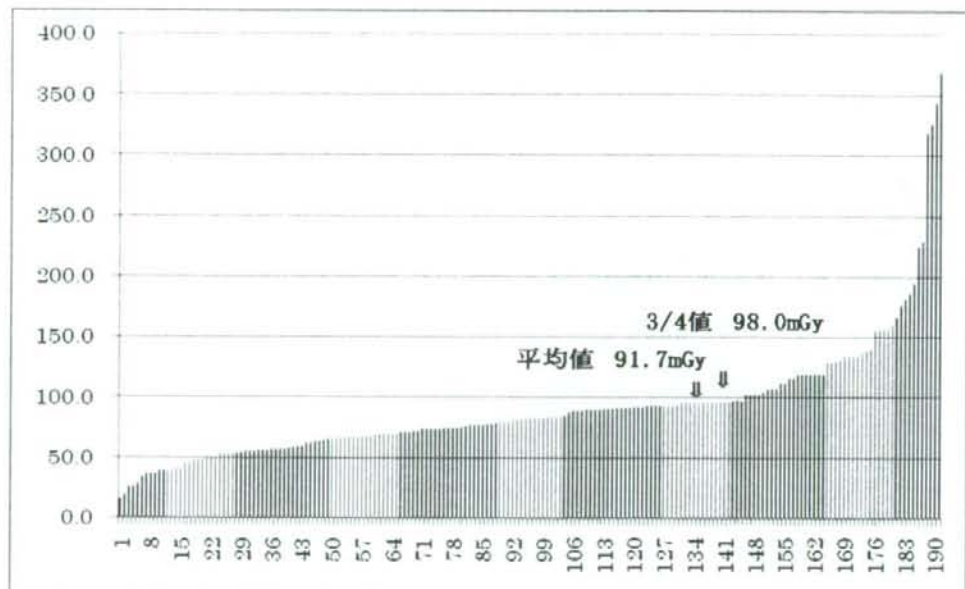


図4. 頭部CT撮影条件より ImPACT を用いて算出した CTDIvol (mGy) の分布

胸部CT撮影

胸部CT検査におけるCTDIvolの回答は212件であり、83件(39.2%)は自施設の胸部CT検査におけるCTDIvolを回答していなかった。頭部CT同様ビーム幅やビームPitch等の撮影条件が明確な183装置についてImPACTを用いて計算したCTDIvol(mGy)は、最小値0.7mGy、最大値37.2mGyであり、平均値に相当するCTDIvolは15.2mGy、中央値14.2mGy、第3四分位点のCTDIvolは19.7mGyであった(図5)。

表5 胸部CT撮影条件より ImPACT を用いて算出した CTDIvol (mGy) の分布値

	最小値	中央値	平均値	第3四分位値	最大値
CTDIvol	0.7mGy	14.2 mGy	15.2 mGy	19.7mGy	37.2 mGy

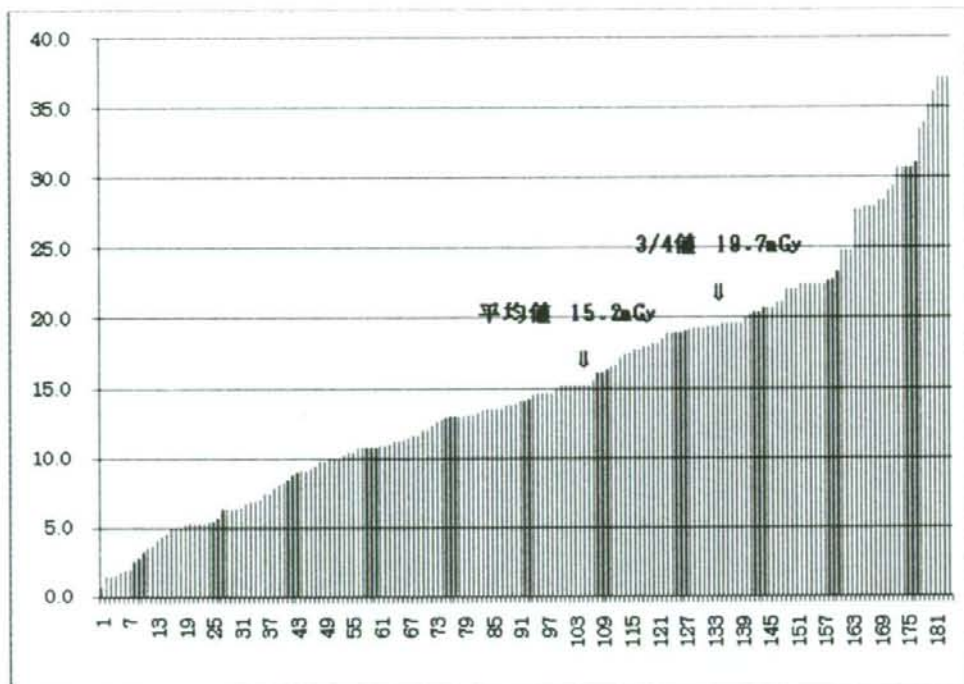


図 5. 胸部 CT 撮影条件より ImPACT を用いて算出した CT DIvol (mGy) の分布

腹部 CT 撮影

腹部 CT 検査における CT DIvol の回答は 212 件であり、82 件 (38.7%) は自施設の腹部 CT 検査における CT DIvol を回答していなかった。ビーム幅やビーム Pitch 等の撮影条件が明確な 161 装置について ImPACT を用いて計算した CT DIvol (mGy) は、最小値 5.0mGy、最大値 64.4mGy であり、平均値に相当する CT DIvol は 20.0mGy、中央値 19.0mGy、第 3 四分位点の CT DIvol は 24.7mGy であった (図 6)。

表 6 腹部 CT 撮影条件より ImPACT を用いて算出した CT DIvol (mGy) の分布値

	最小値	中央値	平均値	第 3 四分位値	最大値
CT DIvol	5.0mGy	19.0 mGy	20.0 mGy	24.7 mGy	64.4 mGy

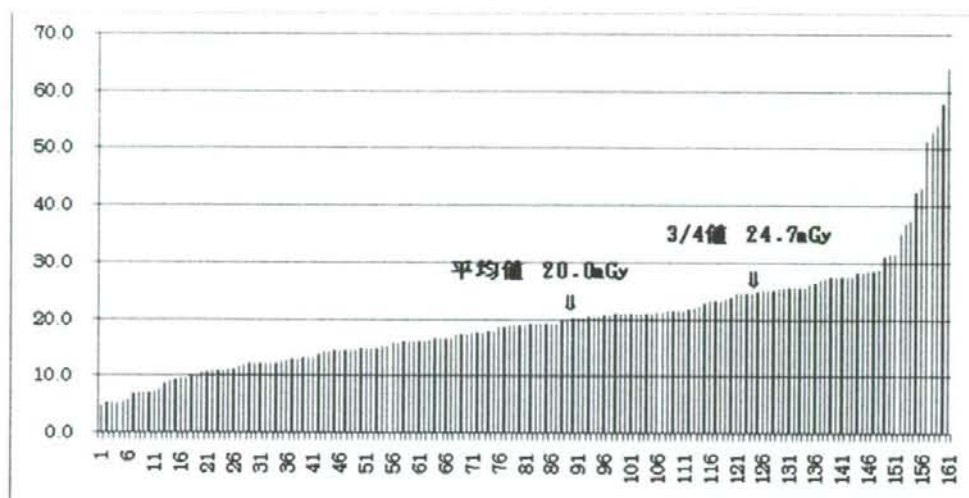


図 6. 腹部 CT 撮影条件より ImPACT を用いて算出した CTDIvol (mGy) の分布

D. 考察と結論

今回、インターネットを用いた任意報告型アンケート調査で収集された胸・腹部単純撮影条件ならびに頭部・胸部・腹部の CT 撮像条件から、それぞれの被ばく線量分布を把握することができた。

調査 1. 胸部・腹部における撮影条件と入射表面線量の把握

胸部正面単純撮影

「放射線診療における線量低減目標値—医療被曝ガイドライン 2006—」の根拠とした胸厚 20cm の男性を撮影する場合の撮影条件回答数 237 施設の撮影条件より NDD 法を用いて算出した入射表面線量の結果は、最小値 0.029mGy、最大値 1.615mGy であり、第 3 四分位点に相当する入射表面線量は 0.22mGy であった。

胸部正面単純撮影に関して、IAEA ガイダンスレベルは 0.4mGy としている。本調査において 94% の施設で国際的な基準を下まわっていた。しかしながら、6% (15 施設) の施設では 0.4mGy を超えており、最大値として 1.615mGy で撮影している施設もあった。この線量は最小値 0.029mGy の施設の 55.7 倍の被ばく線量である。また、低減目標値の 0.3mGy を超えた施設は、11.8% (28 施設) であった。IAEA ガイダンスレベルの値は主に英国での調査結果に基づいているため、日本人の体格とは異なっている。さらに、相対感度 200 のスクリーン-フィルム系を用いて評価しているため、より高感度な感光材料を用いているわが国の一般的な施設と比べて高めの数値となっていると推察する。また、近年デジタル化が進み、機構上線量のコントロールに幅ができていられると考えられる。

胸部側面単純撮影

同様に胸部側面単純撮影に関して、回答数 234 件の撮影条件より NDD 法を用いて算出した入射表面線量の結果は、最小値 0.022mGy、最大値 2.86mGy であり、第 3 四分位点に相当する入射表面線量は 0.76mGy であった。IAEA ガイダンスレベルは 1.5mGy としている。本

調査において 97.4%の施設で国際的な基準を下まわっていた。しかしながら、2.6% (6施設)の施設では 1.5mGy を超えていた。また、低減目標値の 0.8mGy を超えた施設は 20.5% (48施設)であった。胸部正面単純撮影は多くの施設で IAEA ガイダンスレベル並びに低減目標値以下で検査が行われていた。

腹部正面単純撮影

腹厚 20cm の男性を撮影する場合の腹部正面単純撮影に関して、回答数 237 件の撮影条件より NDD 法を用いて算出した入射表面線量の結果は、最小値 0.067mGy、最大値 8.25mGy であり、第 3 四分位点に相当する入射表面線量は 2.22mGy であった。腹部正面単純撮影の IAEA ガイダンスレベルは 10mGy としている。本調査において 100%の施設で国際的な基準を下まわっていた。また、低減目標値の 3mGy を超えた施設は 12.2% (29施設)であった。腹部正面単純撮影は調査した全ての施設で IAEA ガイダンスレベル以下の線量で検査が行われていた。低減目標値の 3mGy 以下で検査を行っている施設は 87.8%であり、低減目標値は診断参考レベルとして適切な値であると考ええる。

入射表面線量の回答は 82 件で、自施設の腹部撮影における被ばく線量を把握しているのは 34.6%の結果であった。

胸・腹部単純撮影まとめ

日本放射線技師会が、医療被ばくを低減するための目標値として平成 12 年に低減目標値を設定した。さらに平成 18 年に動向を調査するため、50 施設を再調査したデータを基に「医療被ばくガイドライン 2006」として改定されている。今回、インターネットによる任意報告型アンケート調査という形で全国の 230 を超える施設から寄せられた胸厚、腹厚とも 20cm の成人男性の撮影条件から入射表面線量を NDD 法にて算出した。その分布を検討した結果、各々の第 3 四分位点となる入射表面線量は低減目標値を下まわっていた。今回の調査は、任意報告であったもののわが国のエックス線診療における入射表面線量の実態を示したものであり、診断参考レベルを設定するための資料となり得る。IAEA ガイダンスレベルは英国を中心とした調査のため、体格や感光材料系の違いから低減目標値よりも高い線量を必要としている。わが国のエックス線単純撮影は、日本放射線技師会が設定した低減目標値を概ね下まわり、適正な診療が行われている事を確認した。

医療被ばくの把握は、国民の関心が高まっているものの撮影する側が被ばく量を把握していなかった現状がある。今日までわが国において診断参考レベルの議論はありながらも提示が困難であった背景は、検査部位ごとの放射線被ばく量が把握されずに放射線診療が行われてきている現状にあると考える。診断参考レベルを設定することにより、自施設での放射線量の把握や放射線診療の見直しが図られるという大きな意義を持つものであり、装置の品質管理向上も併せて推進される事が考えられる。

今回調査した胸部撮影、腹部撮影に関しては低減目標値をそのまま診断参考レベルに設定しても大きな混乱は無いと考える。他の部位における撮影条件の調査もインターネットを用いる事によって収集可能である。将来的にはデータベースを構築し、わが国の被ばく線量を一元管理する仕組みが必要と考察する。

調査 2. CT 撮像における被ばく線量評価

頭部 CT

報告された 191 装置の撮像条件より ImPACT を用いて計算した CTDIvol (mGy) の結果は、最小値 15.8mGy、最大値 369.0mGy であり、平均値に相当する CTDIvol は 91.7mGy、中央値 83.7mGy、第 3 四分位点の CTDIvol は 98.0mGy であった。

低減目標値は平成 10 年当時に臨床で用いられていた CT 装置の撮像条件からファントム中心の CTDI₁₀₀ を求めその平均値を利用した。その後、平成 17 年に 60 装置の CTDIw、CTDIvol を検討し、平均線量を低減目標値として改定されている。今回の調査で得られた頭部 CT 検査の平均線量と、低減目標値である平均値 65mGy と比較すると低減目標値より 41% 高値であった。最大値は 369.0mGy と非常に高線量で撮像されている。300mGy を超えていた装置は 4 装置であり、全体として高めにシフトしているものと思われる。仮に第 3 四分位点である 98mGy を超えた 48 装置を除外して再度分布を取ったとしてもその群の第 3 四分位点の線量は 89.7mGy、平均線量 71.3mGy である。低減目標値は、ICRP の診断参考レベル 60mGy (CTDIw) や IAEA のガイドライン 50mGy (32cm ファントム中心線量) を参考に、更なる追加測定を行って設定しているが、今回調査した結果は明らかに線量が多い傾向にあると考える。

要因として挙げられるものとして、実測値とモンテカルロシミュレーションの値との違いがある。しかし、ImPACT は英国や欧州の CT の線量調査データから推定しており、広く用いられており、指標としての信頼性は高い。

サンプル数が増加したことによる値の変化。

平成 17 年から実際に増加してきた。などである。

最近、急性期の脳梗塞治療に対し tPA 治療の判定に CT が採用された関係から高線量での高画質を求めているのではないかという意見も出された。

何れの要因であるか定かではないが、第 3 四分位点である 98mGy を超えた 48 装置は、少なくとも再検討する余地があると考ええる。

胸部 CT

ビーム幅やビーム Pitch 等の撮像条件が明確な 183 装置について ImPACT を用いて計算した CTDIvol (mGy) は、最小値 0.7mGy、最大値 37.2mGy であり、平均値に相当する CTDIvol は 15.2mGy、中央値 14.2mGy、第 3 四分位点の CTDIvol は 19.7mGy であった。頭部 CT (図 4) と腹部 CT (図 6) の線量分布は第 3 四分位点から最大値に掛けて急激に増加している。しかしながら、胸部 CT の分布は図 5 の通り、第 3 四分位点より低い部分と同様な上昇を呈している。実際、頭部 CT での最大値と第 3 四分位点の差は 271mGy、腹部 CT での最大値と第 3 四分位点の差は 39.7mGy に対し、胸部 CT では 17.5mGy となっている。この結果は、胸部 CT の線量に指標となる基準が無く、各施設が設定した様々な条件で施行されていると考察できる。それは胸部 CT の低減目標値が定められていないことにも要因があるのではないかと推察する。

腹部 CT

ビーム幅やビーム Pitch 等の撮像条件が明確な 161 装置について ImPACT を用いて計算した CTDIvol (mGy) は、最小値 5.0mGy、最大値 64.4mGy であり、平均値に相当する CTDIvol

は 20.0mGy、中央値 19.0mGy、第 3 四分位点の CTDIvol は 24.7mGy であった。

医療被曝ガイドライン 2006 では、2005 年（平成 17 年）の測定結果の平均値から 20mGy を設定したが、今回の調査では平均値が 20.0mGy と同値であり、平成 17 年の調査と変化が見られなかった。第 3 四分位点に相当する CTDIvol は 24.7mGy となり、これを超える装置 37 台の平均線量は 32.9mGy であった。同様の計算を頭部 CT で行うと、48 台の装置が第 3 四分位点を超えその平均は 152.5mGy であった。腹部 CT で第 3 四分位点を超えた装置の平均線量は第 3 四分位点より 8.2mGy 高いのに対し、頭部 CT では同様に 54.2mGy 高かった。腹部 CT の線量は第 3 四分位点の 2 倍以上の線量を設定しているところがあるが、全体的には適切な線量設定が行われていると考察する。

まとめ

胸部正面単純撮影は多くの施設で IAEA ガイダンスレベル並びに低減目標値以下で検査が行われていた。

入射表面線量を把握している施設は 37.1%（88 施設）であった。データ収集方法は任意報告型ということもあり、被ばく線量の意識レベルが高い施設と考える。しかしながら、今回、回答頂いた施設は日本放射線技師会の会員施設で診療放射線技師が勤務する施設であるにも関わらず、被ばく線量の把握はまだ徹底されていない状況であった。

今回の調査により、胸部並びに腹部単純撮影の低減目標値をそのまま診断参考レベルに設定しても大きな混乱は無いと考える。

エックス線 CT 検査に関しては、技師会が提示した低減目標値は、ICRP DRLⁱⁱを参考に他施設の平均的な線量を求め、その値から低減目標値を提示している。一般的な第 3 四分位点を目標と考えず平均線量としている。この点が議論されているが、今回の調査で示した第 3 四分位点は、腹部で 24.7mGy と低減目標値（平均）の 20mGy より 4.7mGy 高値となっている。回答された 75%の装置で 25mGy を下まわっているわけで、診断参考レベルとして第 3 四分位点を起用しても良いと考察する。また、頭部の第 3 四分位点は 98.0mGy であり、頭部の低減目標値（平均）の 65mGy より 33.0mGy 高値である。低減目標値より低い線量で撮像していた装置は 24.6%（47 台）であった。

CT における線量評価は装置の進歩が早く、困難を極めている。しかしながら、UNSCEAR 2000 では CT の被ばくが全体の 41%であると報告しており、CT の被ばく線量把握は早急に取り組まなければならないことである。被ばく線量は実測することが基本であるが、測定のための CTDI ファントムや校正された線量計を用意することは決して簡単なことではない。しかしながら、各施設において頭部や腹部の代表撮像条件に対する CTDI100 の値（中心、4 箇所周辺）を如何に測定するかを測定者のスキル等も含めて検討する必要があると考える。

CT の IEC 個別規格である IEC60601-2-44:2002 を受け、平成 17 年に業事法が改正され、CTDIvol の表示が義務化された。国際的には EU で EN60601-2-44:2003 が採用されたので、平成 15 年以降の CT は CTDIvol を表示する機能を有している。また、この業事法改正以降になるが、IEC60601-2-44:2002 では、別要求で、頭部と腹部各々の代表撮像条件に対する CTDI100（中心、4 箇所周辺）の値および撮像条件（管電圧、スライス厚、ピッチファクターなど）を変化させた場合のアジャスト値を取扱説明書に提示することが義務付けられている。然るに、表計算ソフト等で簡単な計算式により、簡便に CTDIvol を算出するこ

とを可能にしている。

頭部と腹部各々の代表撮像条件に対する CTDI₁₀₀ の値およびスキャン条件によるアジャスト値が不明な古いモデルの場合、CTDI_{vol} 値の算出に ImPACT 等のソフトウェアは有効であり、わが国の実態を把握する上でも有用と考える。CT の被ばく調査は毎年行う必要があると考える。わが国の CT 被ばく線量データベースを構築し、診断参考レベルを随時設定することは、医療被ばくの低減に極めて有効に働くと考えられる。

診断参考レベルは正に指標値であり、個々の患者に適用するべきではない。良質な医療を提供する上でも被ばく線量把握のためのエックス線装置管理が必要である。この前提の上で診断参考レベルを設定することによって他施設との比較が可能となり、相対的に医療被ばくの低減が図られると考える。

今回、インターネットのアンケート調査で収集された胸・腹部単純撮影条件ならびに頭部・胸部・腹部の CT 撮影条件から、それぞれの被ばく線量分布を把握することができた。胸部、腹部単純撮影といった撮影に関しては、日本放射線技師会が示した低減目標値を下まわっており、少なくとも 3/4 の施設は一定の条件の下放射線診療が行われている現状が確認できた。しかしながら、低減目標値を超えている施設も多くみられることも事実であり、特に最大値を示している施設への呼びかけも必要であると考えられる。

他の部位における撮影条件の調査もインターネットを用いる事によって収集可能である。将来的にはデータベースを構築し、わが国の被ばく線量を一元管理する仕組みが必要と提案する。

診断参考レベルは技術の進歩やその時代の必要性によって改定されるべき値である。エックス線単純撮影において低減目標値をわが国の診断参考レベルとすることに疑問を持たない。一方、頭部 CT 検査における医療被ばくの実態は、ガイドライン値を大幅に超えている現状を認識する必要がある。

IAEA は基本安全基準において、より良い放射線診療を行うために不必要に高い医療被ばくをさけるためのガイダンスレベルとして、放射線検査ごとに具体的な数値を提示した。また ICRP においては、被ばくする個人に直接的な利益が少なく、放射線検査が日常的に画一化された検査等に対しては、医療被ばくの上限となる値として、診断参考レベルが提示された。

日本放射線技師会の示した医療被ばくガイドライン 2006 では、健全な放射線診療を提供するために、第一に適正な放射線検査の適用に従い検査を実施すべきであるとしている。そのためには臨床医が、最新の医療水準に対応し、学会等のガイドラインに基づいた放射線診療を行うことを期待している。また、質の高い画像やデータが得られるような技術の追求だけでなく、安全性・快適性の向上が図られた機器や、可能な限り少ない線量で情報を得られるような高感度な診断情報システムが開発され、それを普及させる努力を機器製造業者にも期待したい。併せて、CTDI_{vol} 等の被ばく線量の表示義務化やこれらを導き出す計算式の統一、ファントムの統一、線量の結果をアウトプットできるように統一する等 IEC 規格への提言も進んで行うべき事と考える。

CT 検査における組織吸収線量 (10mGy~100mGy) は、放射線診断検査の中でも最も高い部類に入る。CT 検査は繰り返し施行される傾向がある点を考慮すると、放射線防護の観点から CT 検査の最適化を再検討することが必要である。

最後に

診断参考レベルの設定は画質の評価も伴い、設定が困難ではあるが、画一した現段階の被ばく線量を把握し、第3四分位点を診断参考レベルとして公に提示することで他施設との比較が可能となり、相対的に医療被ばくの低減が図られる。診断参考レベルは技術の進歩やその時代の必要性によって改定されるべき値であるため、機を待っている次第に陳腐化してしまう。エックス線単純撮影において低減目標値をわが国の診断参考レベルとすることに疑問を持たない。しかしながら、エックス線CT検査は大々的な調査を行い、信頼ある被ばく線量調査が必要と結論する

今後の検討課題

エックス線CTの被ばく線量調査は継続する必要がある。わが国における医療被ばくデータベースの構築を検討したい。小児の低減目標値が設定されているが、小児そのものの被ばく線量を評価するファントムが未提案である。これらの文献検索や取り組みについて検討することを課題とする。

E. 参考資料

- 放射線医学総合研究所監訳：放射線の線源と影響 原子放射線の影響に関する国連科学委員会の、総会に対する2000年報告書 附属書付(UNSCEAR 2000)(日本語訳 実業広報社2002年)
- ii (社)日本放射線技師会医療被ばくガイドライン策定委員会：患者さんのための医療被ばくガイドライン(低減目標値)。日放技誌 47: 1694-1750, 2000
- iii (社)日本放射線技師会医療被ばくガイドライン策定委員会：放射線診療における線量低減目標値-医療被ばくガイドライン2006-。日放技誌 53: 1405-1418, 2006
- iv IAEA: International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources 「電離放射線に対する防護と放射線源の安全のための国際基本安全基準」。IAEA Safety Series No. 115, IAEA, 1994
- v 森 剛彦、他：X線診断領域における患者の表面入射線量簡易換算式(NDD法)。(社)茨城県放射線技師会, 日本放射線技術学会茨城支部被曝低減委員会, 1996
- vi ICRP publication 73: 医学における放射線の防護と安全, 日本アイソトープ協会, 1997

平成 20 年度厚生労働科学研究費補助金（地域医療基盤開発推進研究事業）
「医療放射線の安全確保に関する研究」（H19-医療-一般-003）
（主任研究者：細野 眞）

分担研究報告書
放射線機器の保守点検のあり方に関する検討

分担研究者 成田 浩人 東京慈恵会医科大学附属病院放射線部

研究協力者 熊谷 孝三 広島国際大学
中村 泰彦 九州大学病院
諸澄 邦彦 埼玉県立循環器・呼吸器病センター
野口 雄司 富士フイルムメディカル株式会社
伊藤 友洋 GE 横河メディカルシステム株式会社

研究要旨

日本の医療現場にあった放射線機器の保守点検のあり方を、国際基準、国際的な指針、ガイダンスノートや、国内で調査された情報を基に医療機関における医療機器の保守点検の実態を把握する。平成 19 年 4 月 1 日の医療法改正から 1 年が経った現状での放射線機器の保守点検実態を把握し、保守点検に対する実情を検討する。さらにわが国の放射線診療関連団体（（社）日本放射線技師会、（社）日本放射線技術学会、（社）日本画像医療システム工業会）が横断的にまとめた「放射線業務の安全の質管理指針」及び「放射線業務の安全の質管理マニュアル」ならびに日本放射線技師会の放射線機器管理士部会が提唱している保守点検のあり方等を基とし、最終的にはわが国の医療機関で実施可能な品質管理の実情に合わせた「放射線機器の保守点検のあり方に関するマニュアル（案）」を策定する。また、保守点検に関連する確認用チェックリストを作成する。

A. 研究目的

平成 19 年 4 月 1 日の医療法改正に伴い、わが国における放射線機器の保守点検のあり方に関して国内の医療機関における放射線機器の保守点検の実態を把握し、どのような項目をどのような頻度で行う必要があるのかを検討する。放射線機器の共通の指標となるべく、日本の医療現場にあった放射線機器の保守点検の概念の確立と、品質保証プログラムを見据えた、実施可能な放射線機器の保守点検について考察し、「放射線機器の保守点検のあり方に関するマニュアル（案）」の策定を目的とする。今年度は医療機関における医療機器の保守点検、始業終業点検、放射線治療機器の品質管理に関する実態について分析することを目的とする。