

平成 21 年 4 月 30 日現在

研究種目：基盤研究 (C)
 研究期間：2006～2008
 課題番号：18510043
 研究課題名(和文) X線医学検査による成人と小児の医療被ばくの人体ファントム内部線量計測に基づく解明
 研究課題名(英文) Dose evaluation based on in-phantom dosimetry to adult and pediatric patients undergoing diagnostic x-ray examinations
 研究代表者
 青山 隆彦 (AOYAMA TAKAHIKO)
 名古屋大学・医学部(保健学科)・教授
 研究者番号：80023307

研究成果の概要：X線医学検査による患者の被ばく線量を、多様なX線医学検査の各々について、日本人標準体型を有する成人と小児(6歳児)の人体等価ファントムの種々の組織・臓器位置に小型で直読可能なフォトダイオード線量計素子を埋め込んだ人体ファントム臓器線量計測体系を使用して、成人と小児で別々に、且つ、がんを発症することが知られている組織・臓器ごとに精密に測定・調査し、我が国におけるX線医学検査による医療被ばくの実態を総合的に解明した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	2,100,000	0	2,100,000
2007年度	700,000	210,000	910,000
2008年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	450,000	4,050,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：環境学，放射線・化学物質影響科学

キーワード：線量測定・評価，医療被ばく

1. 研究開始当初の背景

(1) 平成 16 年 2 月「日本国内でがんにかかる人の 3.2 %は医療機関での放射線診断による被ばくが原因の発がんと推定される」との英国の医学雑誌 LANCET の論文に基づいた報道がなされ、また、翌 17 年 7 月「放射線被ばくは低線量でも発がんリスクがあり、10 ミリシーベルトの被ばくになる全身の X 線 CT 検査を受けると千人に一人はがんになる」との米科学アカデミーの報告が新聞報道されて大きな社会不安を引き起こしたが、放射線によるがん発症率の算定方法に対する問

題点はともかく、先の LANCET 論文で使用されている我が国の X 線医学検査による被ばく線量データは、現在使用されていない旧式の X 線装置で調べられたものであったり、概略測定値から推定で求められた不正確なものであることが専門家の間で指摘されている。このため、現代の X 線装置による、また、今日の多様な X 線医学検査方法について個別に且つ正確に被ばく線量を測定し、我が国における X 線医学検査による被ばくの実態を正しく把握することが、医療被ばくによる患者個人並びに国民全体に対する健康への

影響を評価する上で急務となっている。また、先の LANCET 論文以来、X 線検査を受けた個々の患者が、病院に被ばく線量に関する情報開示を求めるようになり、病院側も患者の要求に答えざるを得ない状況になりつつある。このため、各病院で実施される種々の X 線医学検査それぞれの被ばく線量を、病院側が実測に基づいて正確に把握しておく必要に迫られている。

(2) 放射線による発がん等の確率的影響を評価するためには、がんを発症する人体内のそれぞれの組織・臓器が個別に受けた線量である臓器線量や、確率的影響に関し、全身で評価し直した線量である実効線量を求める必要がある。とりわけ医療被ばくでは全身の均等被ばくはほとんどあり得ず、X 線検査ごとに X 線に被ばくする臓器とほとんど被ばくしない臓器が異なっているため、X 線検査ごとに臓器線量を求めることが基本的に重要である。さらに、放射線によるがん発生確率は被ばく時年齢でも大きく異なり、成人と小児では一般に小児の方が、がん発症確率が数倍高くなると考えられているので、成人とは別に、小児の被ばく線量を把握することも重要である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、日本人標準体型を有し、人体組織等価物質で構成された成人と小児(6歳児)の2体の人体ファントムの種々の組織・臓器位置に小型のフォトダイオード線量計素子を埋め込んだ、独自開発の臓器線量計測体系を使用して、頭頸部、胸部、腹部 X 線 CT 検査、各種 X 線単純撮影等の一般的な X 線医学検査については成人と小児で別々に、また、心臓や大腸の CT 検査、上下部消化管 X 線検査、冠動脈造影検査等の成人病の診断に関連した特殊 X 線検査については成人のみ、組織・臓器ごとに精密に被ばく線量を測定・調査し、我が国における X 線医学検査による医療被ばくの実態を解明するとともに、その影響を評価することにある。

3. 研究の方法

(1) 小型で直読可能な線量計素子として、浜松ホトニクス製平板型フォトダイオード S8385-04 および S2506-04 を使用した。これらはいずれも表面が黒色樹脂で覆われたシリコン PIN フォトダイオードで、有感面積はそれぞれ $2 \times 2 \text{ mm}^2$ および $2.8 \times 2.8 \text{ mm}^2$ である。シリコンの厚みは $200 \mu\text{m}$ で、裏面が厚さ 0.5 mm の金属板になっているため、X 線が裏面から入射すると減衰し感度が低下する。このため、2 個のフォトダイオードを裏面同士張り合わせて 1 個の線量計素子とした。その結果、両面とも同一感度になったほか、面に平行な方向からの X 線に対する感度も、リード線が

ある足側の約 50% 低下を除けば、面に垂直に入射した場合の感度を基準として最大で $\pm 10\%$ 程度の変動に収まった。もし、X 線が全方向から一様に入射した場合には、線量値は 5% 程度の過小評価になるが、X 線強度の大半を占める機器からの直接 X 線の飛来方向は決まっているので、この方向に素子の面を向けておけば感度の過小評価は無視し得る。線量計素子の構造、並びに出力直線性、感度のエネルギー依存性など線量計の特性については、既発表論文(T. Aoyama et al., Med. Phys. 29, 1504-1510, 2002)で詳述した。

(2) 本研究で使用した、成人および小児用人体ファントム臓器線量計測体系を図 3.1 に示す。人体ファントムは、診断および治療用 X 線エネルギー領域において、X 線の減弱に関して生体軟組織、肺組織、骨組織と等価な物質から構成された、人体等価ファントム(京都科学社製)である。成人ファントムは標準日本人成人男性(身長 170 cm、体重 60 kg)を模擬したものであるが、乳房を付加して男女両用とした。また、小児ファントムは、平均的日本人 6 歳児(身長 115 cm で成人の 2/3、体重 20 kg で成人の 1/3)を模擬したものである。これらファントム内の、表 3.1 に示す種々の組織・臓器位置に、成人ファントムでは、頭部に S8385-04 フォトダイオード線量計素子を 14 個、体幹部に S2506-04 フォトダイオード線量計素子を 32 個、さらに皮膚に 2 個の合計 48 個、小児ファントムでは S8385-04 フォトダイオード線量計素子を 32 個、さらに皮膚に S2506-04 フォトダイオード線量計素子を 2 個の合計 34 個を装着した。



図 3.1 線量計を埋め込んだ成人用(右)および小児用(左)人体ファントム臓器線量計測体系

表 3.1 国際放射線防護委員会(ICRP)の 2007 年新勧告 (ICRP Publication 103) に基づく実効線量評価に必要な組織・臓器に設置したフォトダイオード線量計素子の個数と組織荷重係数

組織・臓器	線量計素子の個数		組織荷重係数
	成人用	小児用	
脳	5	2	0.01
水晶体	2	1	.
唾液腺	6	1	0.01
甲状腺	1	1	0.04
肺	2	2	0.12
乳房	1	1	0.12
食道	2	2	0.04
肝臓	2	2	0.04
胃	1	1	0.12
結腸	5	4	0.12
膀胱	1	1	0.04
生殖腺			0.08
・精巣	1	1	
・卵巣	1	1	
骨表面	21	13	0.01
赤色骨髄	20	13	0.12
皮膚	2	2	0.01
残りの組織・臓器	10*	10*	0.12

*) 副腎/腎臓, 外気道, 胆嚢, 心臓, 口腔粘膜, 脾臓, 小腸, 脾臓, 胸腺, 前立腺/子宮/子宮頸部

(3) X線照射により発生した各線量計素子からの電流信号は多チャンネルの電子回路で一度に読み取り、線量に比例した電圧信号に変換し、さらにこれを AD 変換器を通してパーソナルコンピュータに取り込んで線量計算を行った。各フォトダイオード線量計の校正は、国家標準に対してトレーサビリティを有する電離箱照射線量計を使用して行い、この校正定数を基に各線量計の出力電圧値を生体軟組織吸収線量に変換し、さらに国際放射線防護委員会(ICRP)の定義に基づく臓器線量、および ICRP の 2007 年新勧告 (ICRP Publication 103) に基づく実効線量の評価計算を行なった。線量計の最小検出限界線量は 0.02 mGy、線量計素子の出力値から線量に変換する過程で生じる不確定性は 95%の信頼レベルで 7%と評価され、従って測定精度もこの程度となった。

(4) 成人用および小児用人体ファントム臓器線量計測体系を使用して、現在、医療被ばく線量の大半を占める X 線 CT 検査、また、線量が比較的高い下部消化管 X 線検査や小腸内視鏡検査、冠動脈造影検査や経皮的カテーテル電気焼灼術等について、実際の検査手順を忠実に再現し、また、臨床で使われる X 線照射条件で被ばく線量を測定した。

4. 研究成果

(1) 頭頸部 CT 検査における被ばく線量

頭頸部 CT 検査における成人と小児患者の被ばく線量を、CT スキャナの世界 4 大メーカー、東芝 (日本)、GE (USA)、Siemens (ドイ

ツ)、Philips (オランダ) の 4~64 スライスの CT 装置を使用して測定した。CT 検査の種類は、頭部単純、頭部 CTA (成人のみ)、頭部、副鼻腔、内耳道で、測定された線量は CT の機種や X 線照射条件に大きく依存しなかった。このため、各検査で、各組織・臓器について平均の臓器線量を求め、これを図 4.1 と図 4.2 に示す。頭部 CT 検査では脳と水晶体の線量が、また、頭部 CT 検査では甲状腺の線量が高いことがわかる。水晶体は放射線感受性の高い組織で、白濁を生じるしきい線量は 500-2,000 mGy とされている。頭部 CT 検査における水晶体線量は成人で 60 mGy、小児ではその 1/2 の 30 mGy 程度であるので、短期間に繰返し同一検査を受けない限り問題にはならないと言える。

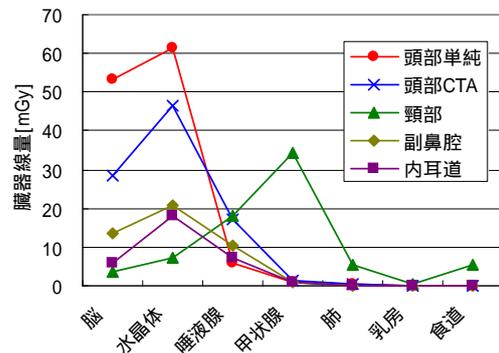


図 4.1 頭頸部 CT 検査による成人患者の被ばく線量

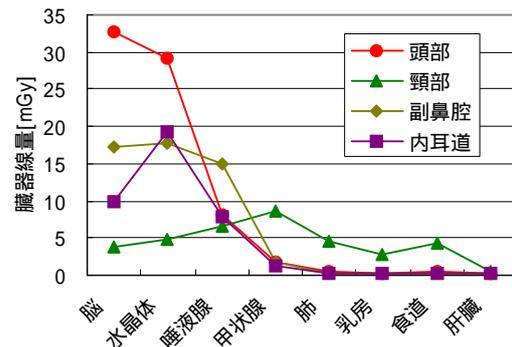


図 4.2 頭頸部 CT 検査による小児患者の被ばく線量

(2) 胸部 CT 検査における被ばく線量

表 4.1 および表 4.2 は、現在、臨床で用いられている CT 装置では最多スライス数の 64 スライスの CT 装置を製造している、東芝、GE、Siemens、Philips の CT 装置による、胸部 CT 検査における成人および小児患者の被ばく線量測定結果を、X 線照射条件と共に示している。スキャン範囲は肺尖部から横隔膜レベルまで (成人で 300 mm、小児で 200 mm) で一定であるが、X 線照射条件や得られた線量値は CT 装置ごとに異なり、線量値は機種

間で 2~3 倍の開きを生じた。臓器線量，実効線量は，従来の 4~16 スライス CT 装置の線量とほぼ同一レベルであった。成人，小児共に，甲状腺から胃までの，X線が直接照射される範囲の臓器では，成人で 10~30 mGy，小児ではその 1/2 程度の比較的高い線量となったが，確定的影響はもとより，確率的影響が問題になる線量レベルには達していない。

表 4.1 胸部 CT 検査における成人患者の被ばく線量

単位	東芝	GE	Siemens	Philips
管電圧 [kV]	120	120	120	120
管電流変調	Volume EC	Smart mA	Care Dose 4D	D-DOM
実効 mAs [mAs]	186	134	266	112
スキャン時間 [s/scan]	0.5	0.4	0.5	0.5
ビーム幅 [mm]	0.5 × 64	0.625 × 64	0.6 × 32	0.625 × 64
ピッチ	0.828	1.375	1.0	1.015
スキャン範囲 [mm]	305	300	300	260
組織・臓器				
甲状腺 [mGy]	19.9	34.8	26.8	17.2
肺 [mGy]	32.4	16.5	31.2	12.1
食道 [mGy]	29.1	15.7	28.5	10.8
乳房 [mGy]	23.6	11.3	18.4	8.2
肝臓 [mGy]	27.7	9.7	19.7	10.7
胃 [mGy]	31.0	11.8	16.6	12.0
結腸 [mGy]	3.1	1.7	1.7	1.1
卵巣 [mGy]	0.2	0.1	0.2	0.1
膀胱 [mGy]	0.1	0.1	0.1	0.0
精巣 [mGy]	0.1	0.0	0.1	0.0
骨表面 [mGy]	17.8	9.5	14.4	5.7
赤色骨髄 [mGy]	12.0	7.5	12.4	3.9
皮膚 [mGy]	4.8	6.4	3.5	2.0
残りの組織・臓器 [mGy]	17.6	10.1	14.1	7.7
実効線量 [mSv]	17.7	9.6	14.5	7.0

表 4.2 胸部 CT 検査における小児患者の被ばく線量

単位	東芝	GE	Siemens	Philips
管電圧 [kV]	120	120	120	120
管電流変調	Volume EC	Smart mA	Care Dose 4D	一定 203mA
実効 mAs [mAs]	37	28	116	100
スキャン時間 [s/scan]	0.5	0.4	0.33	0.5
ビーム幅 [mm]	1.0 × 32	0.625 × 32	0.6 × 32	0.625 × 64
ピッチ	1.406	1.375	1.0	1.015
スキャン範囲 [mm]	205	200	186	190
組織・臓器				
脳 [mGy]	0.3	0.1	0.5	0.6
水晶体 [mGy]	0.1	0.0	0.3	0.3

唾液腺 [mGy]	4.1	0.5	1.6	3.8
甲状腺 [mGy]	8.5	6.4	17.0	13.5
肺 [mGy]	8.8	4.9	16.1	12.6
食道 [mGy]	8.3	3.6	14.3	12.1
乳房 [mGy]	8.4	4.1	12.5	12.0
肝臓 [mGy]	7.7	4.1	12.3	12.2
胃 [mGy]	7.7	1.6	3.4	6.5
結腸 [mGy]	0.9	0.3	0.8	1.1
卵巣 [mGy]	0.2	0.1	0.3	0.4
膀胱 [mGy]	0.1	0.0	0.2	0.2
精巣 [mGy]	0.1	0.0	0.2	0.1
骨表面 [mGy]	10.0	4.7	12.3	11.4
赤色骨髄 [mGy]	2.7	1.4	4.5	3.8
皮膚 [mGy]	1.0	0.7	1.8	2.0
残りの組織・臓器 [mGy]	6.3	3.1	7.5	7.5
実効線量 [mSv]	5.4	2.5	7.3	6.9

(3) 心臓 CT 検査における被ばく線量

表 4.3 は，64 スライス CT 装置による実際の臨床条件での心臓 CT 検査における成人患者の被ばく線量測定結果で，心電図同期による管電流変調をかけない場合の線量である。乳房や肺の線量が非常に高いのがこの検査の特徴である。ICRP Pub. 103 によれば，放射線被ばくによる致死性乳がんおよび肺がん発生確率は 100 mGy 当りそれぞれ 3×10^{-4} および 1×10^{-3} とされているので，表 4.3 から，心臓 CT 検査では，これらの組織・臓器に対する致死がん誘発も現実味を帯びてくる。心電図同期による管電流変調をかけると，線量は実測で 20%-50%程度低下するが，不整脈のある患者には適用できない。最近，64 スライスを越え，ビーム幅を広くした 128 スライス (Siemens)，320 スライス (東芝) の CT 装置が臨床に供されるようになった。後者は心臓のスキャン範囲を上回る最大 160 mm のビーム幅を持つため 1 回のスキャンで，また前者はビーム幅が 38 mm なので 4 回のシーケンシャルスキャンで，それぞれ必要な画像データを取得できる。これらの CT 装置で被ばく線量を測定した結果，従来の心臓 CT に比べ乳房線量で約 1/6 (15 mGy 以下) と，劇的に線量が低下することが明らかになった。

表 4.3 64 スライス CT 装置による心臓 CT 検査における成人患者の被ばく線量・心電図同期による管電流変調を使用しない場合

単位	Siemens	Philips	東芝
管電圧 [kV]	120	120	135
実効 mAs [mAs]	770	800	1250
スキャン時間 [s/scan]	0.33	0.42	0.35
ビーム幅 [mm]	0.6mm × 64	0.625mm × 64	0.5mm × 64

ピッチ		0.2	0.2	0.14
スキャン 範囲	[mm]	134	95	100
組織・臓器				
甲状腺	[mGy]	3.7	3.3	6.9
肺	[mGy]	48.5	50.9	127.5
乳房	[mGy]	65.6	64.7	156.4
食道	[mGy]	43.6	37.2	71.2
肝臓	[mGy]	44.3	37.2	63.7
胃	[mGy]	20.6	13.9	22.4
結腸	[mGy]	3.4	2.5	4.0
卵巣	[mGy]	0.3	0.2	0.4
膀胱	[mGy]	0.2	0.2	0.3
精巣	[mGy]	0.2	0.1	0.2
骨表面	[mGy]	29.0	29.5	91.3
赤色骨髄	[mGy]	21.6	19.5	55.8
皮膚	[mGy]	4.6	4.0	10.9
残りの組織・ 臓器	[mGy]	19.8	15.1	33.9
皮膚最大線量	[mGy]	73.5	83.9	218.4
実効線量	[mSv]	23.9	23.5	54.7

(4) 腹部 CT 検査における被ばく線量

表 4.4 および表 4.5 は、東芝、GE、Siemens、Philips の 64 スライス CT 装置による腹部 CT 検査における成人および小児患者の被ばく線量測定結果を、X 線照射条件と共に示している。スキャン範囲は横隔膜レベルから恥骨下縁レベルまでで一定であるが、X 線照射条件や得られた線量値は CT 装置ごとに異なり、線量値は機種間で 2~3 倍の開きを生じた。臓器線量、実効線量は、従来型の 4~16 スライス CT 装置の線量とほぼ同レベルであった。成人、小児共に、肝臓から膀胱までの X 線が直接照射される範囲の臓器では、成人で 10~30 mGy、小児ではその 1/2 程度の比較的高線量となったが、確定的および確率的影響が問題になるレベルには達していない。

表 4.4 腹部 CT 検査における成人患者の被ばく線量

	単位	東芝	GE	Siemens	Philips
管電圧	[kV]	120	120	120	120
管電流変調		Volume EC	Smart mA	Care Dose 4D	D-DOM
実効 mAs	[mAs]	208	124	251	247
スキャン時間	[s/scan]	0.5	0.5	0.5	0.5
ビーム幅	[mm]	1.0 × 32	0.625 × 64	0.6 × 32	0.625 × 64
ピッチ		0.844	0.984	1.0	0.641
スキャン範囲	[mm]	440	420	460	425
組織・臓器					
甲状腺	[mGy]	0.5	0.3	0.6	0.7

肺	[mGy]	12.0	7.4	12.7	12.3
食道	[mGy]	13.6	5.9	12.6	13.3
乳房	[mGy]	17.9	11.3	14.9	16.1
肝臓	[mGy]	27.1	11.5	21.9	24.9
胃	[mGy]	31.0	11.9	22.2	29.6
結腸	[mGy]	31.3	15.1	23.9	26.6
卵巣	[mGy]	31.1	19.6	28.7	22.9
膀胱	[mGy]	32.6	17.3	27.5	20.1
精巣	[mGy]	21.0	6.5	7.2	10.3
骨表面	[mGy]	29.4	17.8	23.4	21.2
赤色骨髄	[mGy]	14.4	8.2	12.6	11.8
皮膚	[mGy]	5.8	4.0	5.0	6.1
残りの組織・ 臓器	[mGy]	21.3	9.9	16.5	19.1
実効線量	[mSv]	20.7	10.3	16.6	17.8

表 4.5 腹部 CT 検査における小児患者の被ばく線量

		東芝	GE	Siemens	Philips
管電圧	[kV]	120	120	120	120
管電流変調		Volume EC	Smart mA	Care Dose 4D	一定 203mA
実効 mAs	[mAs]	43	28	90	100
スキャン時間	[s/scan]	0.5	0.5	0.33	0.5
ビーム幅	[mm]	1.0 × 32	0.625 × 32	0.6 × 32	0.625 × 64
ピッチ		1.406	1.375	1.0	1.015
スキャン範囲		260	280	275	260
組織・臓器					
脳	[mGy]	0.1	0.0	0.1	0.1
水晶体	[mGy]	0.0	0.0	0.1	0.1
唾液腺	[mGy]	0.1	0.0	0.1	0.2
甲状腺	[mGy]	0.6	0.1	0.5	0.5
肺	[mGy]	6.5	2.1	6.4	6.8
食道	[mGy]	6.1	1.8	6.3	6.4
乳房	[mGy]	10.0	0.6	3.8	7.3
肝臓	[mGy]	8.5	4.5	12.2	12.2
胃	[mGy]	7.9	4.6	12.3	13.7
結腸	[mGy]	8.2	5.4	12.2	13.1
卵巣	[mGy]	8.1	5.2	12.3	11.2
膀胱	[mGy]	8.6	5.2	11.3	11.3
精巣	[mGy]	6.5	3.2	3.7	8.9
骨表面	[mGy]	10.1	4.4	9.7	8.2
赤色骨髄	[mGy]	4.1	1.8	4.8	3.9
皮膚	[mGy]	1.0	1.2	2.0	2.5
残りの組織・ 臓器	[mGy]	6.2	3.4	8.7	8.7
実効線量	[mSv]	6.8	3.0	7.8	8.5

(5) 下部消化管 X 線検査、経皮的カテーテル電気焼灼術、各種 X 線単純撮影、冠動脈造影検査における被ばく線量

発表論文〔雑誌論文〕、参照。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計7件)

Yoshiaki Hirofujii, Takahiko Aoyama, Shuji Koyama, Chiyo Kawaura and Keisuke Fujii, Evaluation of Patient dose for barium enemas and CT-colonography in Japan, The British Journal of Radiology, 82, 219-227 (2009) (査読あり)

Shigenobu Seguchi, Takahiko Aoyama, Shuji Koyama, Chiyo Kawaura and Keisuke Fujii, Evaluation of exposure dose to patients undergoing catheter ablation procedures - a phantom study, European Radiology, 18, 2559-2567 (2008) (査読あり)

Keisuke Fujii, Takahiko Aoyama, Shuji Koyama and Chiyo Kawaura, Comparative evaluation of organ and effective doses for paediatric patients with those for adults in chest and abdominal CT examinations, The British Journal of Radiology, 80, 657-667 (2007) (査読あり)

Chiyo Kawaura, Takahiko Aoyama, Shuji Koyama, Masataka Achiwa and Masaki Mori, Organ and effective dose evaluation in diagnostic radiology based on in-phantom dose measurements with novel photodiode-dosimeters, Radiation Protection Dosimetry, 118, 421-430 (2006) (査読あり)

瀬口繁信, 青山隆彦, 小山修司, 川浦稚代, 人体ファントム線量計測に基づいた冠動脈造影と冠動脈インターベンション術における患者の被ばく線量評価, 保健物理, 41 [4], 234-248 (2006) (査読あり)

Shuji Koyama, Keisuke Fujii, Takahiko Aoyama and Chiyo Kawaura, Patient exposure dose delivered by modern multi-detector helical computed tomography, Proceedings of the Second Asian and Oceanic Congress for Radiation Protection, 1376-1379 (2006) (査読なし)

青山隆彦, X線検査における患者被曝線量計測のための人体ファントム・フォトダイオード線量計システムの開発, 日本放射線安全管理学会誌, 5 [2], 91-92 (2006) (査読なし)

[学会発表](計7件)

瀬口繁信, 藤井啓輔, 青山隆彦, 小山修

司, 川浦稚代, 経皮的カテーテル電気焼灼術における被ばく線量評価, 日本保健物理学会第42回研究発表会, 2008年6月26日, 沖縄コンベンションセンター

藤井啓輔, 青山隆彦, 山内(川浦)稚代, 小山修司, 64列X線CT装置を用いた成人, 小児CT検査における患者被ばく線量評価, 日本保健物理学会第42回研究発表会, 2008年6月26日, 沖縄コンベンションセンター

山内(川浦)稚代, 藤井啓輔, 山内雅人, 青山隆彦, 小山修司, 急性期脳卒中診断時CT検査における患者被ばく線量の評価, 日本保健物理学会第42回研究発表会, 2008年6月26日, 沖縄コンベンションセンター

青山隆彦, 小山修司, 川浦稚代, 人体等価ファントムに埋め込んだフォトダイオードによるX線医学検査時の患者被ばく線量計測, 研究会「放射線検出器とその応用」(第22回), 2008年2月5日, 高エネルギー加速器研究機構(つくば)

瀬口繁信, 青山隆彦, 小山修司, 川浦稚代, 心臓CTの被ばく線量評価 冠動脈造影との比較, 日本保健物理学会第41回研究発表会, 2007年6月14日, タワーホール船堀(東京)

藤井啓輔, 青山隆彦, 小山修司, 川浦稚代, 小児, 成人の頭頸部CT検査における被ばく線量の評価, 日本保健物理学会第41回研究発表会, 2007年6月14日, タワーホール船堀(東京)

Shuji Koyama, Keisuke Fujii, Takahiko Aoyama and Chiyo Kawaura, Patient exposure dose delivered by modern multi-detector helical computed tomography, The Second Asian and Oceanic Congress for Radiation Protection, October 9-13, 2006, Beijing, China

6. 研究組織

(1) 研究代表者

青山 隆彦 (AOYAMA TAKAHIKO)
名古屋大学・医学部(保健学科)・教授
研究者番号: 80023307

(2) 研究分担者

小山 修司 (KOYAMA SHUJI)
名古屋大学・医学部(保健学科)・講師
研究者番号: 20242878
川浦 稚代 (KAWAURA CHIYO)
名古屋大学・医学部(保健学科)・助教
研究者番号: 60324422

(3) 連携研究者

藤井 啓輔 (FUJII KEISUKE)
放射線医学総合研究所・研究員
研究者番号: 40469937