

〔方法〕

胸部立位単純撮影、腹部立位単純撮影、腹部臥位単純撮影において、ファントムを通常撮影する患者の位置（胸部立位時はファントム中心が床から130 cm、腹部立位撮影時はファントム中心が床から100 cm）に配置し、ファントム表面に線量計を固定し、被写体厚20 cmの通常の撮影条件をあらかじめ記録し、マニュアル撮影にて5回照射して計測し平均値を求め、さらに気圧計を用い大気補正係数を乗じ実測値とした。胸部撮影の場合ファントム内の水は外層のみ満たし、腹部撮影の場合内層と外層を満たした。Fig. 1に配置図を示す。

〔調査期間〕

2004年2月～2004年5月

〔結果〕

1 胸部撮影

胸部撮影時の撮影条件をTable 1に示す。管電圧は、96～132 kV、管電流時間積（以下；mAs）は1～16 mAs、Focus-Film distance（以下；FFD）は1.5

～2 m。グリッドは8：1，10：1，12：1が使用されていた（Fig. 2）。36装置のうち単相交流が1装置，3相12パルスが2装置，インバータ装置が33装置であった。入射表面線量の分布を示す（Fig. 3）。ガイドラインである0.3 mGyを超える装置が36装置のうち9装置認められた。また，ガイダンスレベルである0.4 mGyを超える装置を4装置認められた。最小値（0.11 mGy）と最大値（0.72 mGy）で約7倍の格差を認めた。ガイダンスレベルおよびガイドラインを超えているのは，すべてComputed radiography（以下；CR）であった。Table 2は入射表面線量について第3四分位法による1/4値，中央値，3/4値，平均値，標準偏差，最小値，最大値を求め，森らの全国データ⁸⁾と英国NRPB⁹⁾の値を比較した。その結果，大分県のデータは全国データ，英国NRPBデータに比べ1/4値，中央値，3/4値，平均値がいずれもやや高値を示したが最大値は最も低かった。さらにTable 3はFilm-Screen system（以下；F/S）とCRについて比較した。その結果，中央値，平均値，最小値，最大値いずれもCRの方が高値を示し，Welchのt検定にて有意差を認めた（ $p < 0.01$ ）。

2 腹部立位撮影

腹部立位撮影時の撮影条件をTable 4に示す。管電圧は，65～86 kV，mAsは10～80 mAs，FFDは

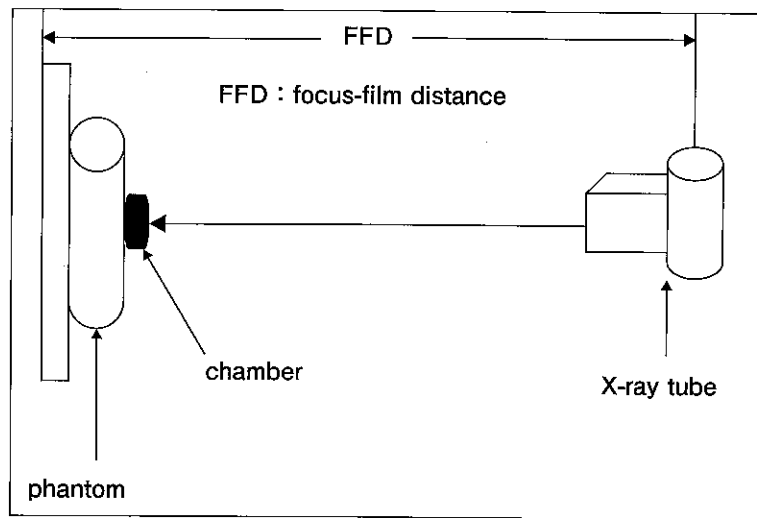


Fig. 1 Geometric configuration

Table 1 Radiographic Condition of Chest PA Radiography (n=36)

	Minimum	Maximum	Median
Tube voltage (kV)	96	132	120
Integrated current (mAs)	1	16	5
FFD (m)	1.5	2	2

mAs : Tubu current (mA) × exposure time (sec)

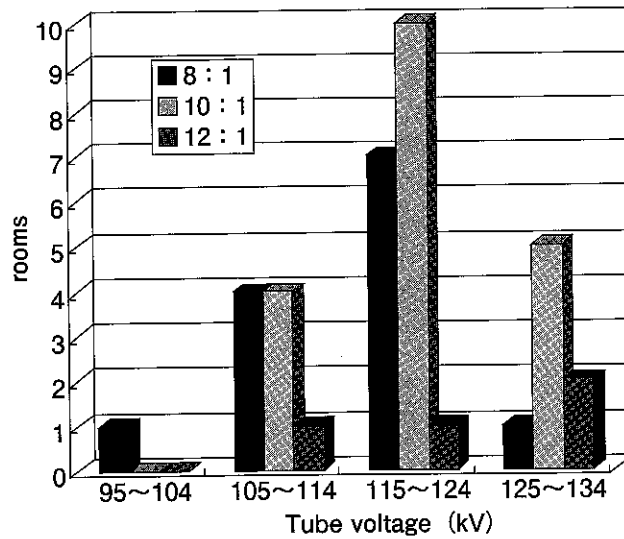


Fig. 2 Tube voltage (kV) and Grid ratio of Chest Radiography

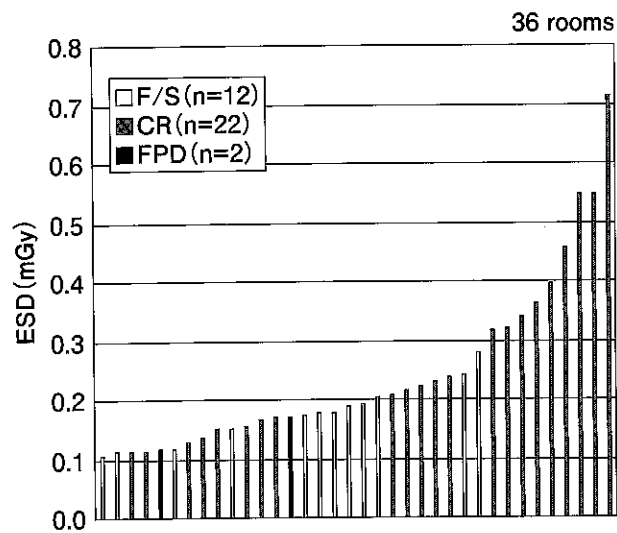


Fig. 3 Result of ESD of Chest PA Radiography

Table 2 Comparison of ESD for chest PA Radiography (mGy)

	1st quartile	Median	3rd quartile	Mean	SD	Minimum	Maximum
Oita prefecture (n=36)	0.152	0.188	0.28	0.241	0.144	0.107	0.715
Japan (MORI, et al) (n=1244)	0.09	0.13	0.19	0.22	0.47	0.002	11.6
NRPB (n=415)	0.08	0.12	0.18	0.15		0.01	1.5

Table 3 F/S and CR ESD for chest PA Radiography (mGy)

	Median	Mean	SD	Minimum	Maximum
F/S (n=12)	0.175	0.176	0.05	0.107	0.281
CR (n=22)	0.222	0.285	0.17	0.113	0.715

1~1.5m, グリッドは6:1, 8:1, 10:1, 12:1が使用されていた (Fig. 4). 35装置のうち単相交流が1装置, 3相12パルスが3装置, インバータ装置が31装置であった. 入射表面線量の分布を示す (Fig. 5). ガイダンスレベルである10mGyを超えていた装置は認めなかったが, ガイドラインである3mGyを超える装置が35装置のうち10装置認められた. また, 最小値 (1.0mGy) と最大値 (5.5mGy) で5.5倍の格差を認めた. Table 5に腹部立位の大分県のデータ, 全国データおよびNRPBのデータを示す. 第3四分位法による1/4値, 中央値, 3/4

値, 平均値が, いずれもやや高値を示していた. Table 6に腹部立位のF/SとCRの入射表面線量を比較したが, Welchのt検定にて有意差は認められなかった (p=0.175).

3 腹部臥位撮影

腹部臥位撮影時の撮影条件をTable 7に示す. 管電圧は, 65~80kV, mAsは15.7~80mAs, FFDは1~1.3m, グリッドは8:1, 10:1, 12:1が使用されていた (Fig. 6). 27装置のうち単相交流が1装置, 3相12パルスが3装置, インバータ装置

Table 4 Radiographic Condition of Upright Abdominal Radiography (n=35)

	Minimum	Maximum	Median
Tube voltage (kV)	65	86	80
Integrated current (mAs)	10	80	32
FFD (m)	1	1.5	1.2

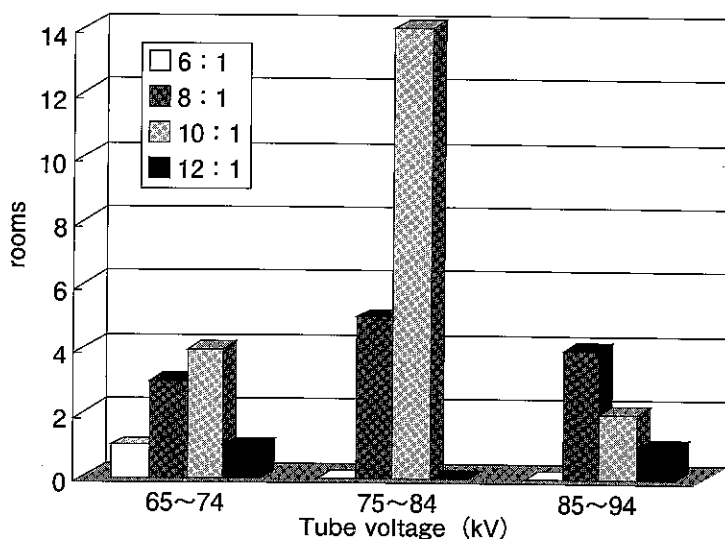


Fig. 4 Tube voltage (kV) and Grid ratio of Upright Abdominal Radiography

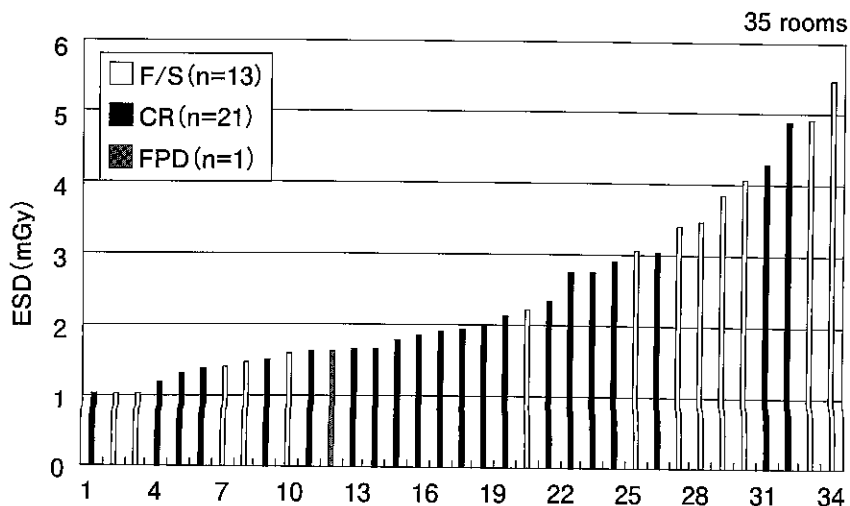


Fig. 5 Result of ESD of Upright Abdominal Radiography

が23装置であった。入射表面線量の分布を示す (Fig.7)。ガイダンスレベルである10 mGyを超える装置は認めなかったが、ガイドラインである3 mGyを超える装置が27装置のうち12装置認められた。最小値 (0.87 mGy) と最大値 (5.41 mGy) で約6倍の格差が認められた。Table8に腹部臥位の大分県のデータ、全国データおよびNRPBのデータを示す。第3四分位法による1/4値、中央値、3/4値、平均値が、いずれもやや高値を示していた。Table9に腹部臥位のF/SとCRの入射表面線量を比較したが、Welchのt検定にて有意差は認められなかった (p=0.544)。

4 実測値とNDD-Mによる算出値の比較

各撮影におけるNDD-Mの算出値と実測値の相関

については、相関係数は胸部撮影では0.93 (Fig.8)、腹部立位撮影では0.71 (Fig.9)、腹部臥位撮影では0.76 (Fig.10)であった。

〔考察〕

①胸部撮影において、入射表面線量が装置間で約7倍の格差を認めた背景として、撮影条件のパラツキが原因と考えられる。FFDについては2mで撮影している装置が多く、他の条件に比べパラツキが少なかった。FFD2mの装置における管電圧と線量の関係 (Fig.11)を示すと、管電圧が高いほど線量は低くならなければならないが、他の撮影条件がパラツキがあるため管電圧が高くても必ずしも線量が低くなかった。FFDを一定にすれば

Table 5 Comparison of ESD for Upright Abdominal Radiography (mGy)

	1st quartile	Median	3rd quartile	Mean	SD	Minimum	Maximum
Oita prefecture (n=35)	1.5	1.93	3.02	2.41	1.2	1.03	5.47
Japan (MORI, et al)	0.94	1.5	2.36	1.98	1.91	0.03	25.6
NRPB (n=280)	3.3	4.1	5.6	4.7	—	0.28	14.6

Table 6 F/S and CR ESD for Upright Abdominal Radiography (mGy)

	Median	Mean	SD	Minimum	Maximum
F/S (n=13)	3.01	2.84	1.49	1.04	5.47
CR (n=21)	1.91	2.18	0.98	1.03	4.88

Table 7 Radiographic Condition of Supine Abdominal Radiography (n=27)

	Minimum	Maximum	Median
Tube voltage (kV)	65	80	80
Integrated current (mAs)	15.7	80	20
FFD (m)	1	1.3	1.2

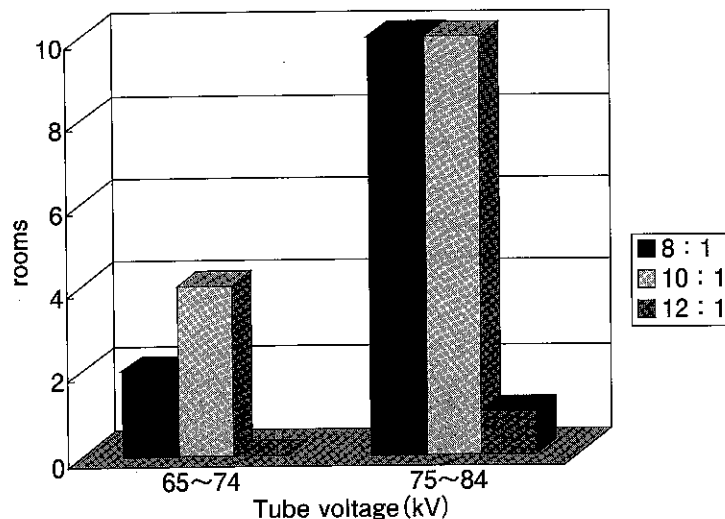


Fig. 6 Tube voltage (kV) and Grid ratio of Supine Abdominal Radiography

mAsと入射表面線量については比較的相関が認められた (Fig.12). 特にCRを採用している装置でmAsが高い傾向であった. 肥合ら¹⁰⁾は, F/Sが, 120~130 kV程度の高圧撮影を行っている施設が最も多いのに対し, CRでは, 100~110 kV程度のやや低圧で撮影している施設が多いと報告している. CRでは, 階調処理ができるため高圧撮影の意義が少なく, X線管の負荷軽減や, イメージングプレートのX線吸収効率を考慮して撮影電圧を低下させたと考えられている. またCRはF/Sに比べ大電流の割合が多く, CRのほうがF/Sよりやや被ばく線量が高い施設が多いと報告している.

- ②腹部撮影においては, 胸部撮影に比べどの撮影パラメータも装置間でのバラツキが大きく (Table 4, 7), FFDを一定にとればmAsが最も影響してくると思われる (Fig.13,14).
- ③使用されているグリッドについては本来は撮影時の管電圧に応じたグリッド比のものを使用すべきであるが, 若干不適切な使用もみられた.
- ④実測値とNDD-Mによる算出値の相関関係については, 森らは, 単相装置で $\gamma = 0.9926$, 三相装置で $\gamma = 0.9738$, インバータ装置で $\gamma = 0.9929$ となり実測値と算出値の相関関係は比較的強いと言わ

れている⁸⁾. また近藤らのガラス線量計とNDD-Mとの関係は, 相関関係は胸部, 腹部それぞれ0.93, 0.91であり, 強い相関関係であると言われている¹¹⁾. 今回の結果では, 胸部撮影においては, 相関係数0.93で相関関係は強く, 腹部撮影においては入射表面線量が3.5 mGy以下の領域において相関関係が強かった. 線量計を所有していない施設においても, 装置の指示値を確認し, NDD-Mにより線量を推定しガイダンスレベルおよびガイドラインを参考に心がけることが大切である.

〔結語〕

同一撮影にもかかわらず, 撮影条件のバラツキより入射表面線量にかなりの格差を生じることは必ずしも最適化が行われているとは言えない. 今後は, 線量を考慮して撮影条件の標準化が必要と思われる.

本論文の内容の一部は第21回放射線技師総合学術大会にて報告した.

謝辞

今回の調査活動にご協力いただきました大分県放射線技師会会員の皆様およびアドバイスをいた

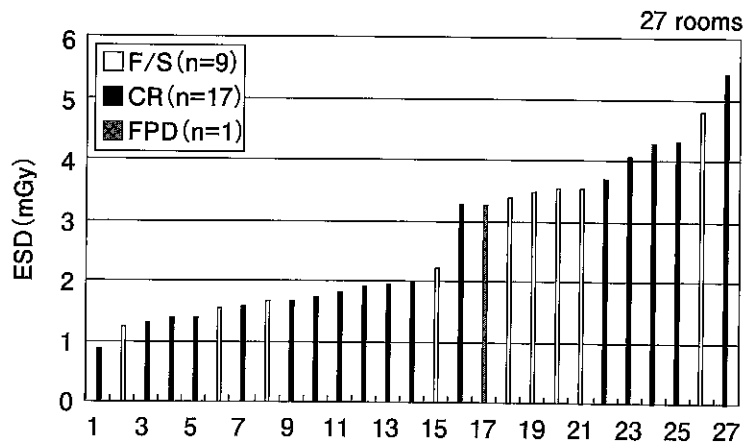


Fig. 7 Result of ESD of Supine Abdominal Radiography

Table 8 Comparison of ESD for Supine Abdominal Radiography

	1st quartile	Median	3rd quartile	Mean	SD	Minimum	Maximum
Oita prefecture (n=27)	1.57	2.01	3.54	2.64	1.27	0.87	5.41
Japan (MORI, et al) (n=1178)	1.31	1.95	2.85	2.44	2.09	0.1	22.4
NRPB	3.3	4.1	5.6	4.7	—	0.28	14.6

Table 9 F/S and CR ESD for Supine Abdominal Radiography

	Median	Mean	SD	Minimum	Maximum
F/S (n=9)	3.4	2.82	1.2	1.24	4.8
CR (n=17)	1.9	2.5	1.36	0.87	5.41

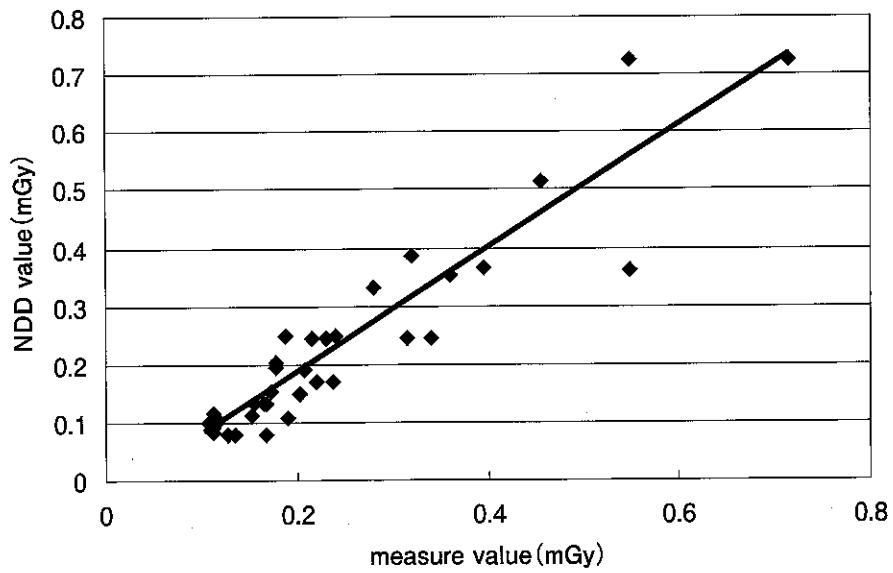


Fig. 8 NDD-M and measure value of Chest PA Radiography

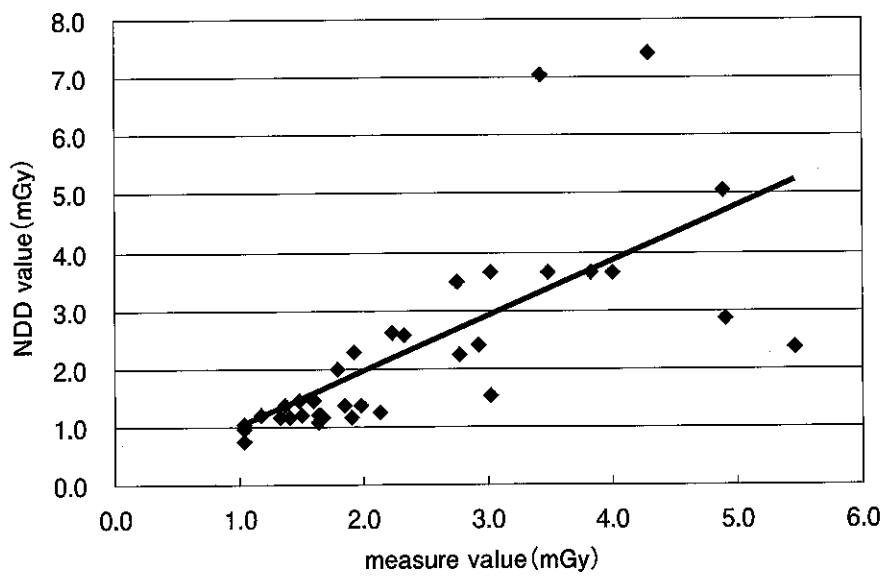


Fig. 9 NDD-M and measure value of Upright Abdominal Radiography

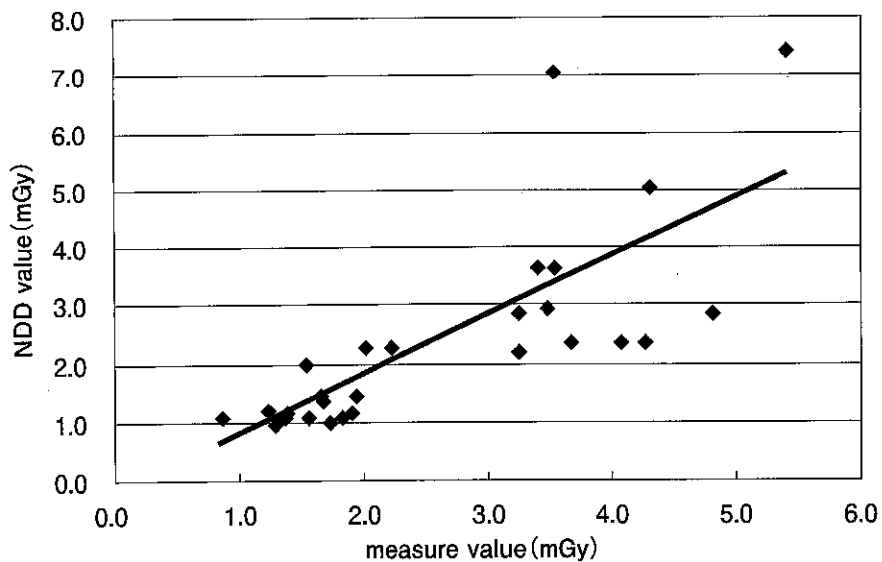


Fig. 10 NDD-M and measure value of Supine Abdominal Radiography

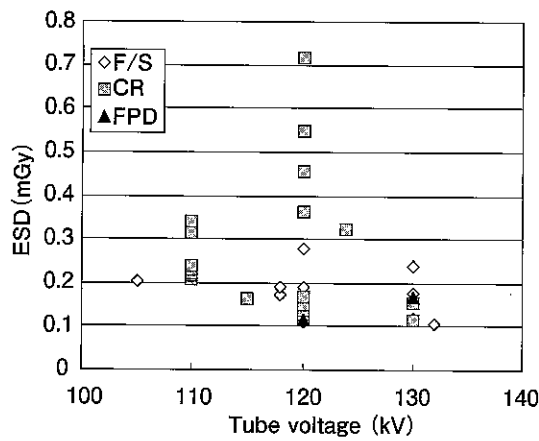


Fig. 11 Tube voltage and ESD of Chest Radiography (FFD 2m)

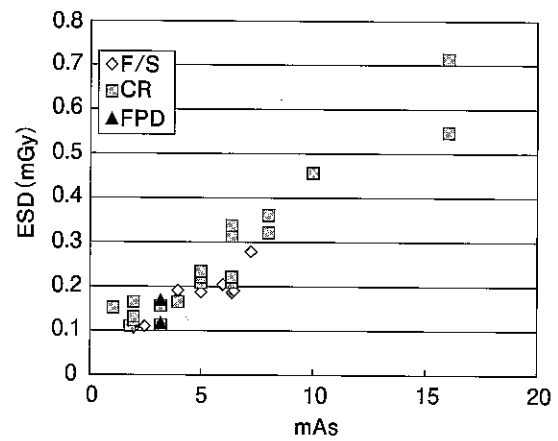


Fig. 12 mAs and ESD of Chest Radiography (FFD 2m)

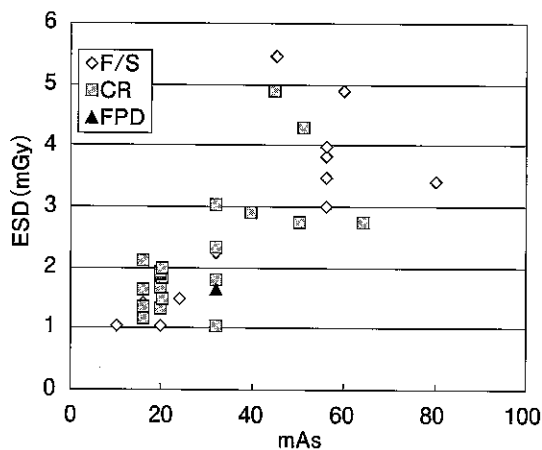


Fig. 13 mAs and ESD of All Upright Abdominal Radiography

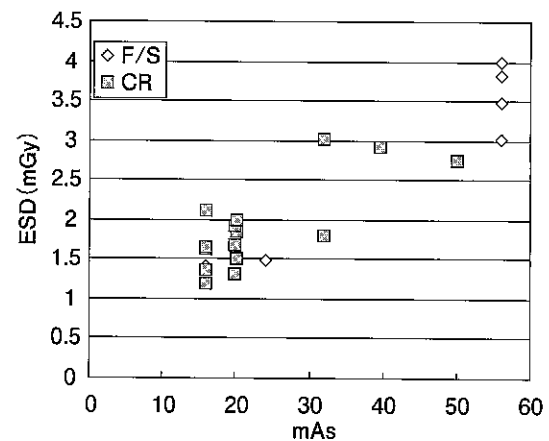


Fig. 14 mAs and ESD of Upright Abdominal Radiography (FFD 1.2m)

いただきました大分県立看護科学大学環境科学研究室助教 伴 信彦先生に深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 日本放射線技師会 医療被ばくガイドライン委員会: 医療被ばくガイドライン. 医療科学社, 東京, 8-10, 2002
- 2) 菊地 透: わが国における医療被曝の現状と問題. 医学のあゆみ 8: 460-461, 1996
- 3) 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, 12-22, 2003
- 4) ICRP Publication 60: 国際放射線防護委員会の1990年勧告. 日本アイソトープ協会, 1991
- 5) IAEA INTERNATIONAL BASIC SAFETY STANDARDS FOR PROTECTION AGAINST IONIZING RADIATION AND FOR THE SAFETY OF RADIATION SOURCES. Vienna,

IAEA SAFETY SERIES No.115, 1996

- 6) 日本放射線技師会 医療被ばくガイドライン委員会: 患者さんのための「医療被ばくガイドライン (低減目標値)」。日放技会誌 47: 1694-1710, 2000
- 7) 日本放射線技師会: 単純撮影, 造影検査領域の線量測定. 放射線安全管理の手引き, 302-308, 2002
- 8) 森 剛彦・他: X線診断撮影条件の調査に基づく被曝線量とわが国におけるガイダンスレベルの提案. 日本医放会誌 60: 389-395, 2000
- 9) D Hart, MC Hillier, BF Wall: Doses to Patients from Medical X-ray Examinations in the UK 2000 Review. National Radiological Protection Board, 2002
- 10) 肥合康弘・他: CR画像の撮影実態. 日本放射線技術学会雑誌 52: 1587-1589, 1996
- 11) 近藤裕二・他: ガラス線量計による診断領域 X線装置の出力測定およびアンケート調査. 日放技会誌 50: 48-56, 2003