

一般撮影における体格指数BMI による実効線量の推測

深部量百分率からの解析

医学部保健学科放射線技術科学専攻

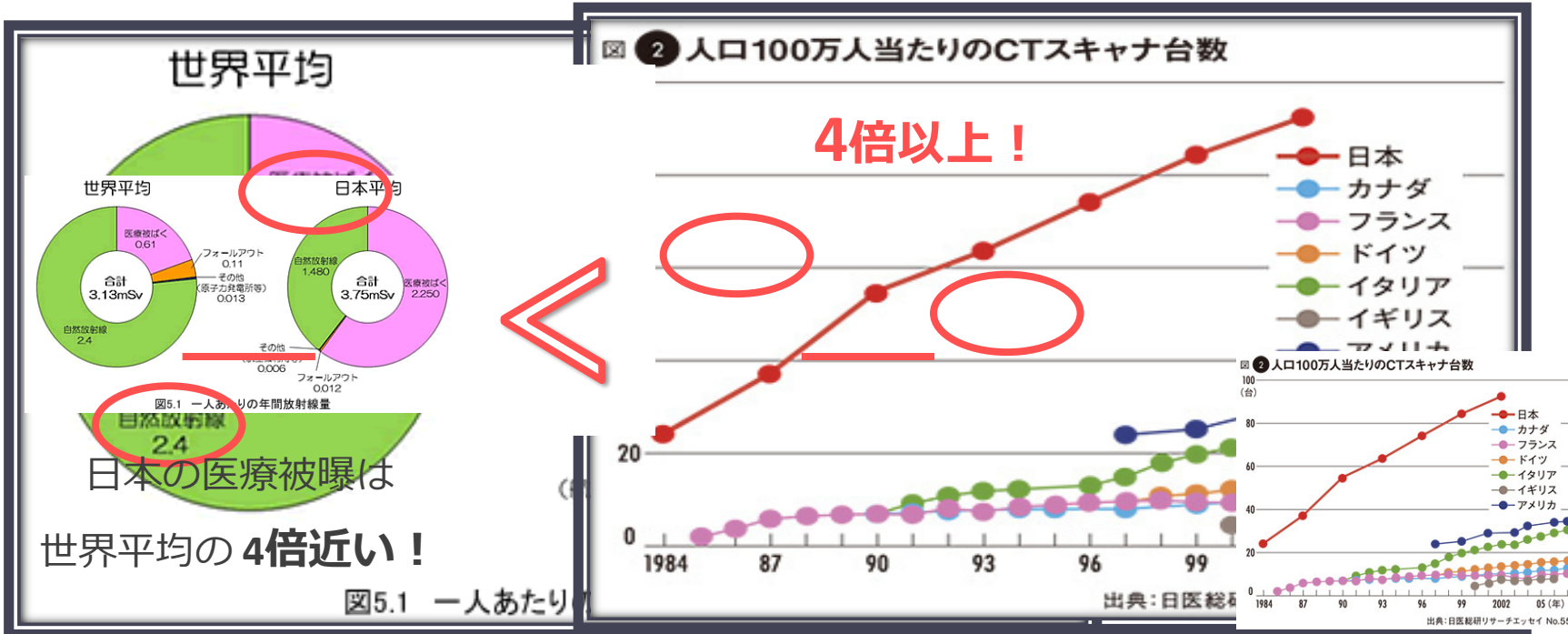
05C12022

志賀仁美

指導教員

松本光弘准教授

背景 日本の医療被曝



日本の医療被曝は世界平均の4倍近い!
医療被曝を測定し

管理していくことが重要!

背景 被曝管理の現状

被曝線量推定ソフトウェア

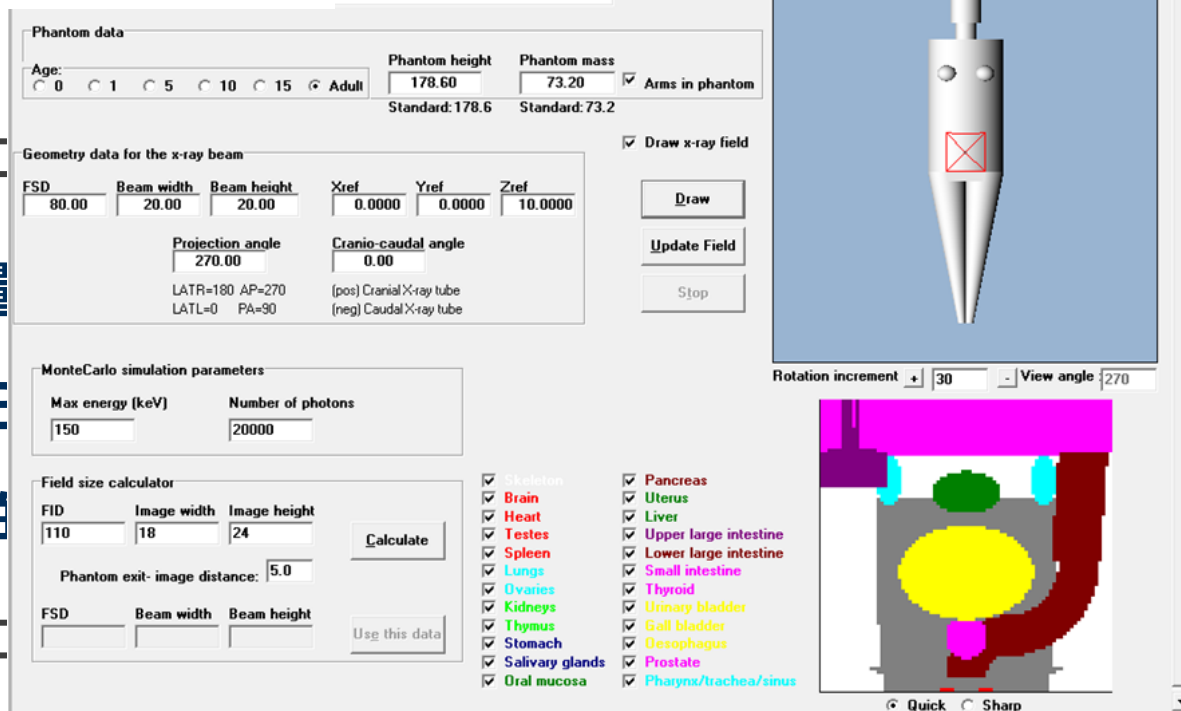
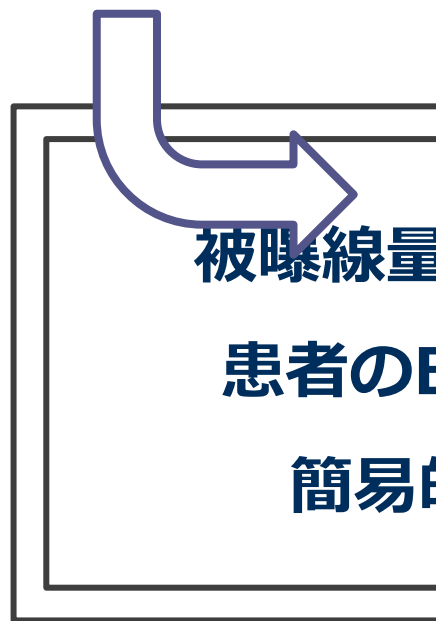
(PCXMC)などにより個人の

実効線量の推定が可能となってきた。

このソフトウェア**有料**であり、

使用できるのは限られた施設で

汎用性に乏しい!



方法

1. 臓器平均深部の測定

CTの画像データより、体厚に対する各臓器の平均深部の割合を求めた。
CTの画像データより、体厚に対する各臓器の平均深部の割合を求めた。
BMIと体厚の関係より、体厚近似式を求めた。
BMIと体厚の関係より、体厚近似式を求めた。
以上より、BMIにおける臓器の平均深度を求めた。
以上より、BMIにおける臓器の平均深度を求めた。

2. 実効線量の算出と過去の文献との比較

深部量百分率(PDD)近似式と臓器の深度分布を用いて、各X線検査における実効線量の算出を行った。深部量百分率の近似式は以下の式を用いる。

$$PDD_{\leq 5cm} = (0.1172E_{eff} + 99.508) \cdot \exp(-(-0.0072E_{eff} + 0.3867) \cdot d)$$

$$PDD_{>5cm} = (2.4492E_{eff} + 54.82) \cdot \exp(-(-0.0042E_{eff} + 0.3231) \cdot d)$$

方法

なお、**実効線量**は以下の式で表される。

$$\text{実効線量} = \sum_{\text{tissue}} W_T H_T \quad \dots \text{式(1)}$$

W_T : 組織加重係数(tissue weighting factor)

$$H_T : \text{等価線量} = \sum_R W_R \cdot D_{T,R} \quad \dots \text{式(2)}$$

W_R : 放射線加重係数(radiation weighting factor)

$$D_{T,R} : \text{臓器の平均線量} = \sum_{\substack{i= \\ \min \\ \max}} PDD_i \cdot ESD \quad \dots \text{式(3)}$$

方法 例：Chest PA (male/BMI=22)

	ESD (BMI:22) [mGy]		Effective dose [mSv]
Oesophagus			
Lung			
Breast	0.231		
Bone-marrow	0.231		
Bone surface	0.23		
Skin	0.23		
Heart	0.23		

1	0.0017
1	0.0023
86	0.00047

Σ=0.033mSv

① 入射表面積 ESD を求める近似式

Chest PA (male) $y = 0.145x + 0.0876$

② PDD 近似式から臓器ごとの平均深度における PDD [%] を求め、
臓器吸収線量 = ESD × (PDD / 100) を求める

③ X線の放射線荷重係数

臓器吸収線量 = ESD × 係数

④ 等価線量に組織加重係数 W_t を乗じ risk organs を足し合わせて

実効線量 = Σ 等価線量 × W_t

結果

BMIにおける臓器の平均深度

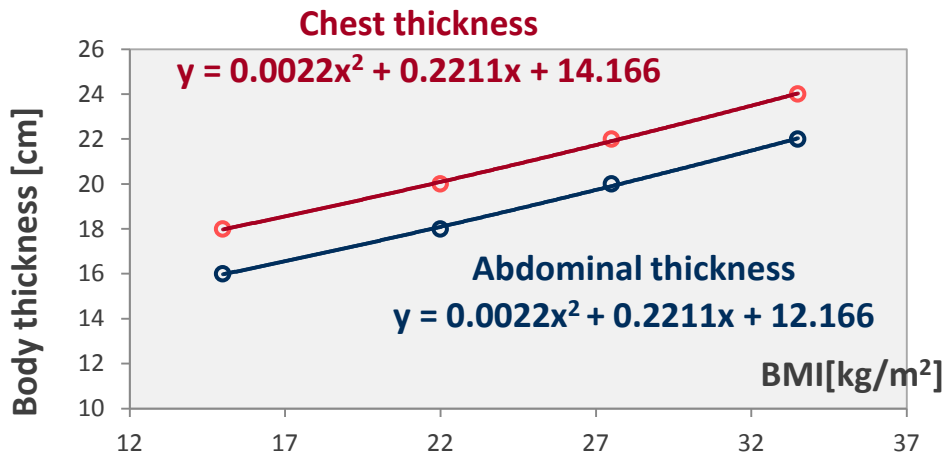


fig.1 Body thickness by BMI (male)

Table1 average depth of organ : Chest PA

Oesophagus	$x \times 0.5$	Bone-marrow	$x \times 0.25$
Lung	$x \times 0.5$	Bone surface	$x \times 0.15$
Breast	$x \times 0.9$	Heart	$x \times 0.6$

x = Body thickness

Table2 average depth of organ
: Abdomen/Pelvis AP

Stomach	$x \times 1/3$
Liver	$x \times 0.5$
Colon	$x \times 0.3$
Bone surface	$x \times 0.6$
Bone-marrow	$x \times 0.8$
Pancreas	$x \times 0.5$
Spleen	$x \times 0.65$
Kidneys	$x \times 0.7$
Bladder	$x \times 0.35$
Small intestine	$x \times 1/3$
Prostate	$x \times 0.5$
Gonads	$x \times 0.5$
Uterus	$x \times 0.5$

結果 胸部PA撮影 実効線量

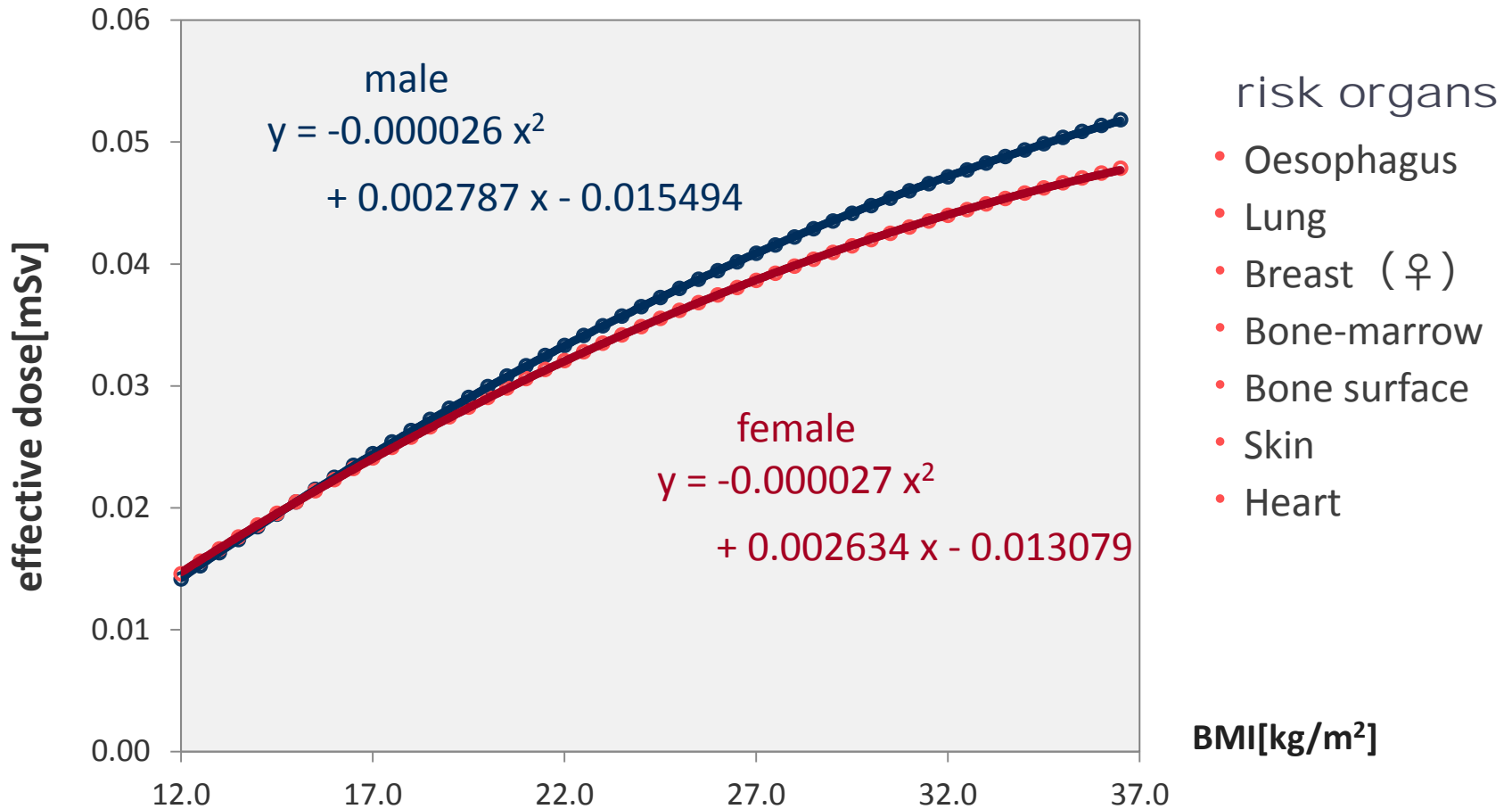


Fig.2 effective dose by BMI : Chest PA

結果 腹部AP撮影 実効線量

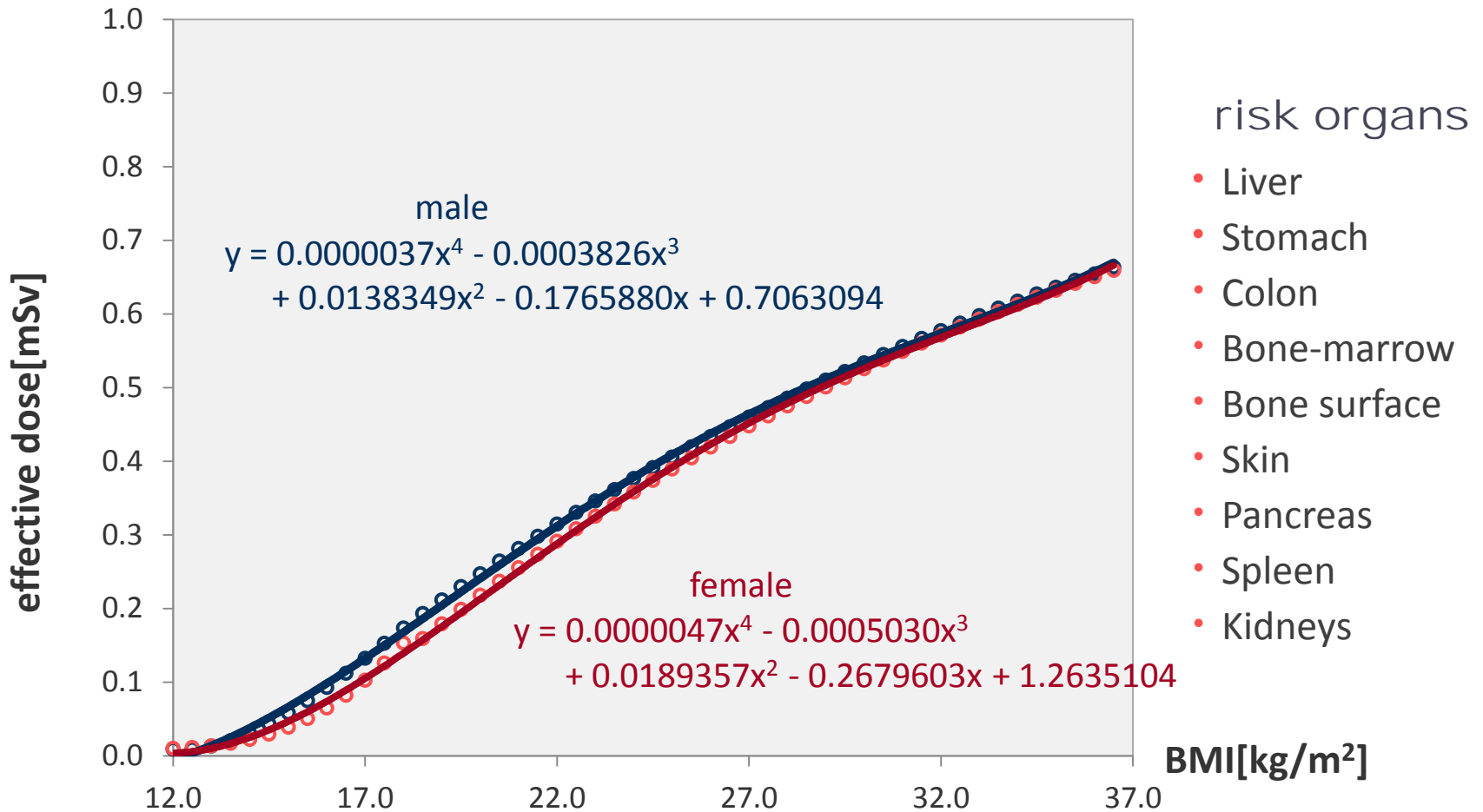


Fig.3 effective dose by BMI : Abdomen AP

結果 骨盤AP撮影 実効線量

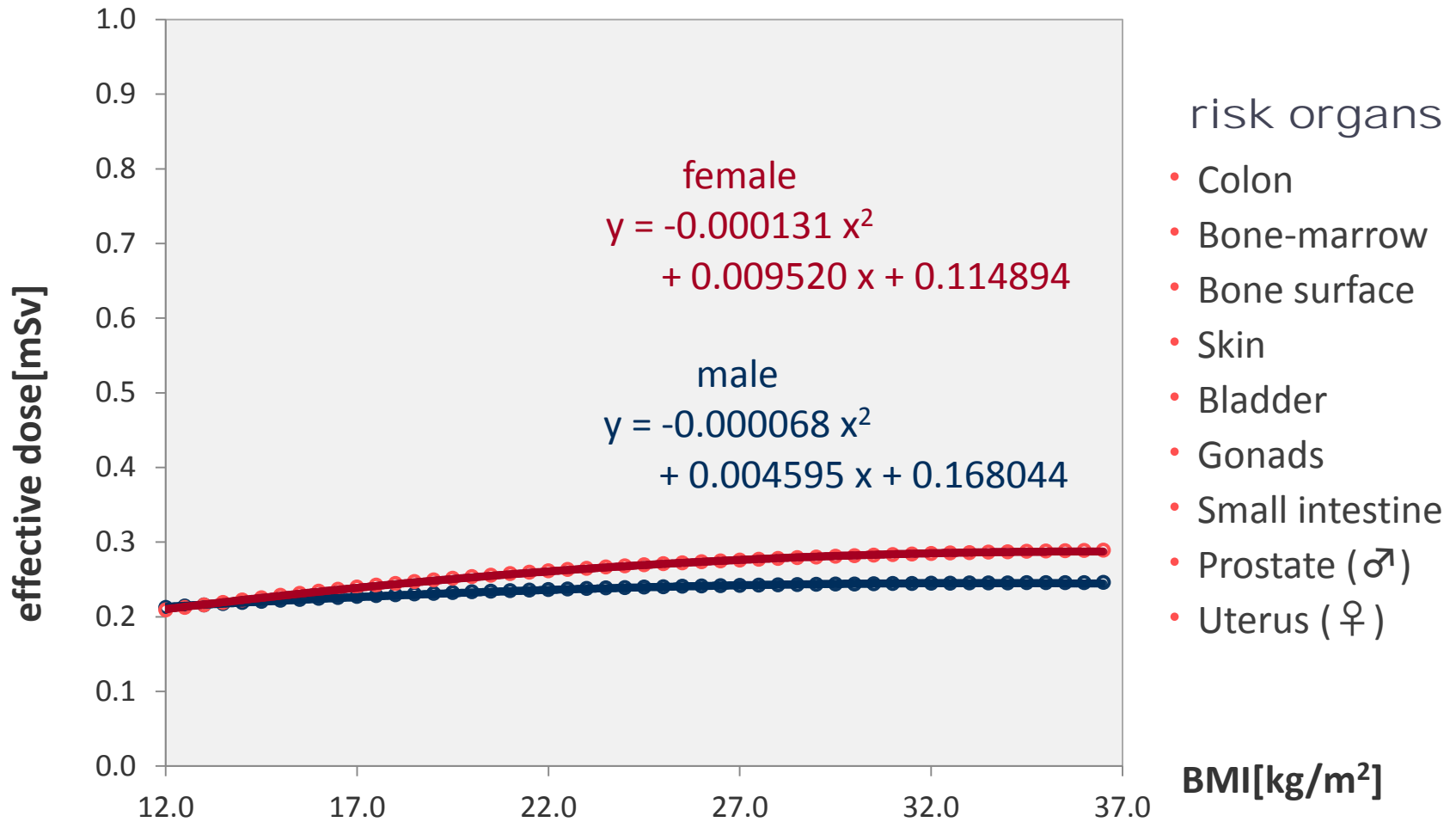


Fig.3 effective dose by BMI : Pelvis AP

結果 腰椎AP撮影 実効線量

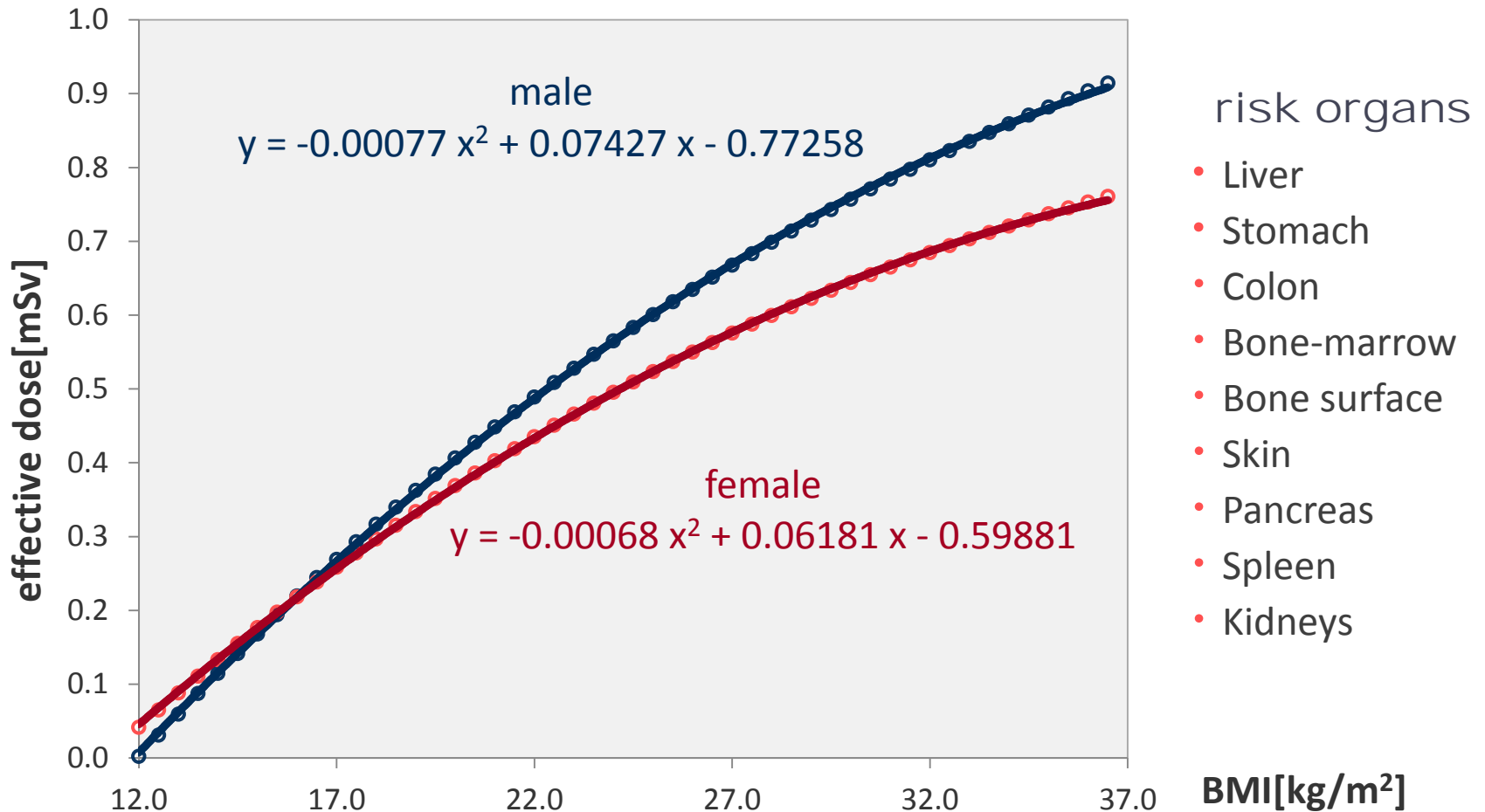


Fig.5 effective dose by BMI : Lumbar spine AP

結果 過去の文献値

Table3 Our study and papers [mSv]

	Our study	①	②	②'	③
Chest PA	0.033	0.02	0.02	0.007~0.050	0.034
Abdomen AP	0.31	0.7	0.7	0.04~1.1	0.29
Pelvis AP	0.24	0.7	0.6	0.2~1.2	-
Lumbar spine AP	0.49	1.3	1.5	0.5~1.8	-

	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
Chest PA	0.04	0.021	0.056	0.06	0.04	0.02
Abdomen AP	-	-	-	-	0.54	0.53
Pelvis AP	-	-	-	-	-	0.7
Lumbar spine AP	-	-	1.490	-	0.39	0.7

結果 過去の文献値との相違

Table4 Difference between our study and papers [mSv]

	①	②	②'	③	④
Chest PA	0.01	0.01	範囲内	-0.001	-0.01
Abdomen AP	-0.39	-0.39	範囲内	0.02	-
Pelvis AP	-0.46	-0.36	範囲内	-	-
Lumbar spine AP	-0.81	-1.01	範囲内	-	-

	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
Chest PA	0.01	-0.02	-0.03	-0.01	0.01
Abdomen AP	-	-	-	-0.23	-0.22
Pelvis AP	-	-	-	-	-0.46
Lumbar spine AP	-	-1.00	-	0.10	-0.21

結果 過去の文献値との比較（相対値）

Table5 relative percentage of our study and papers [%]

	①	②	②'	③	④
Chest PA	165%	165%	範囲内	97%	83%
Abdomen AP	44%	44%	範囲内	107%	-
Pelvis AP	34%	40%	範囲内	-	-
Lumbar spine AP	38%	33%	範囲内	-	-

	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
Chest PA	157%	59%	55%	83%	165%
Abdomen AP	-	-	-	57%	58%
Pelvis AP	-	-	-	-	34%
Lumbar spine AP	-	33%	-	126%	70%

結果 過去の文献値との比較

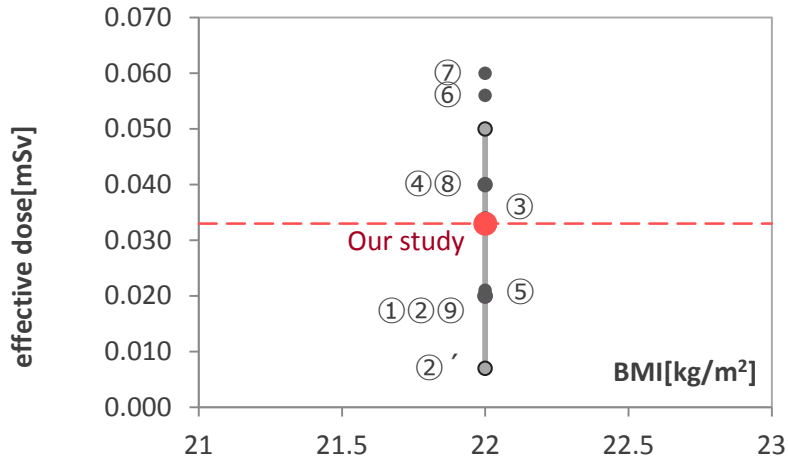


Fig.5 our study and papers :Chest PA

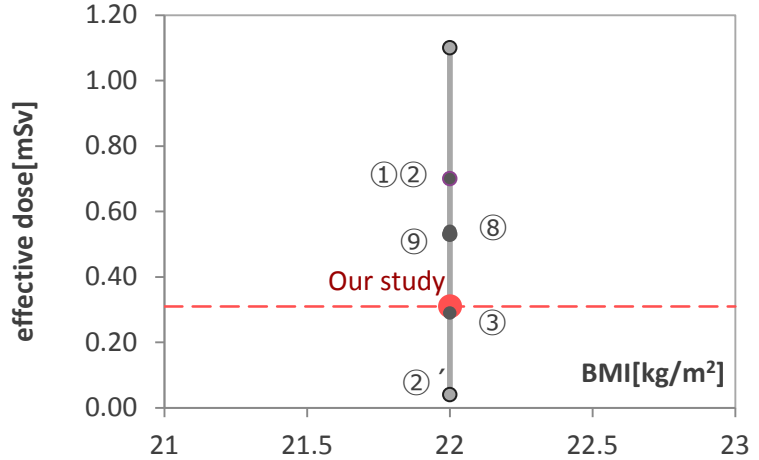


Fig.6 our study and papers :Abdomen AP

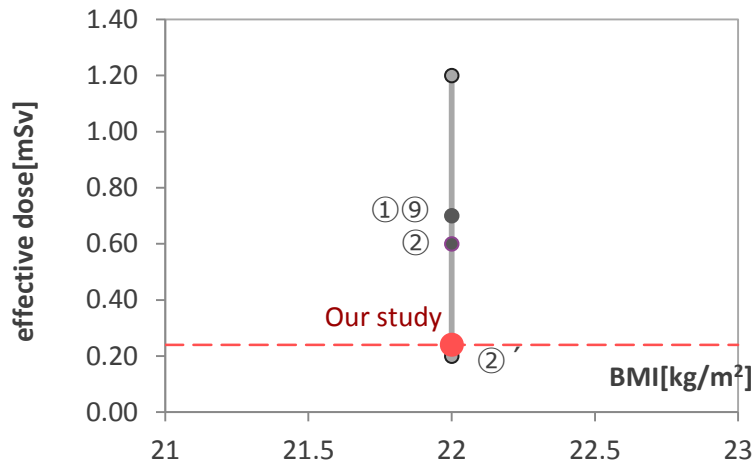


Fig.7 our study and papers :Pelvis AP

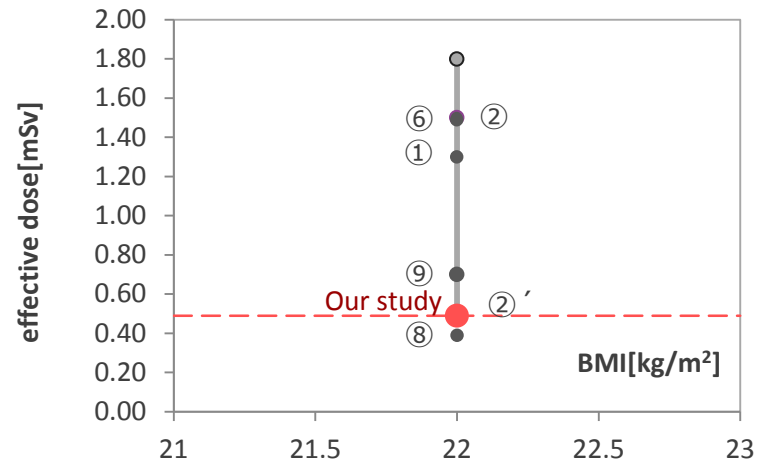


Fig.8 our study and papers :Lumbar spine AP

考察 計算値と文献値との比較

- 文献値との相違は $-0.001\text{mSv} \sim -1.01\text{mSv}$ であった。

また相対値としては $33\% \sim 165\%$ の範囲であった。

fig.5~8より、今回の計算値よりも**高い値**を示す文献値が多かった。

- 文献値との相違には、**X線撮影の様式の変化** が考えられる。

文献の出版年数

文献①~⑥：2010年以前・・計算値を**上回る**傾向 **アナログ撮影**

文献⑦~⑧：2010年以降・・計算値に**近い**値
完全デジタル化 = 2010年頃以降

↓
入射表面線量
低下

文献⑦~⑧：2010年以降：・・計算値に**近い**値

デジタル撮影

考察 計算値と文献値との比較

$$\text{実効線量} = \cancel{\text{測定値}}$$

└───────────▶ **真値の存在しない推定値**

公表されている文献値との比較からこの範囲に入っておれば **十分な精度** であると判断した。

以上より、今回の計算近似式は実際の実効線量推定に有効であると考えられる。

結論

- 本研究では、PDD近似式から **BMI** における実効線量を求めることのできる **個人被曝線量推定方法** を提案した。
- これにより **被曝線量推定ソフトを使用せず** 患者個々の実効線量を推定することが出来る。本手法は **汎用性があり** 他の施設でも簡便に使用できるため、**臨床現場で有用なツールとなる** と考えられる。
- **検査前** に患者の身長、体重によりおおよその実効線量を示すことが出来るため、**患者の被曝に対する不安を解消するツール** となると思われる。

ご清聴ありがとうございました。