

内臓脂肪評価目的による 腹部CT法における 再構成フィルタ関数の影響

水井 雅人^{*1 *2} 溝口 裕司^{*1} 田城 孝雄^{*2}

1) 鈴鹿回生病院 診療関連部 放射線課

2) 放送大学大学院



社会医療法人 峰和会
鈴 鹿 回 生 病 院
鈴鹿回生病院附属クリニック

SUZUKA KAISEI HOSPITAL



放送大学大学院

概要 Summary

- 国民の健康への関心は年々高まり、内臓脂肪への関心も注目されている。内臓脂肪評価法は腹囲測定法、X線CT法、超音波診断法などがある。腹囲測定法は簡便だが、内臓脂肪と皮下脂肪を分離して評価できない。
- 一方、X線CT法は撮像条件に一定の基準はあるが、各施設が独自の撮像条件で施行している。
- 画質を決定する撮像条件には管電圧・管電流・管球回転時間・フィルタ関数などがある。

概要 Summary

- 今回我々はフィルタ関数が内臓脂肪などの評価に与える影響を検討した。
- その結果、再構成フィルタ関数をソフトからシャープに変化させるとノイズレベルは7.5HU→15.6HUまで変動を認めたが、内臓脂肪・皮下脂肪・腹囲径のいずれも解析値に変動を認めなかった。
- 本研究により、ノイズ量を適正に制御すれば診療で用いる一般的な撮像条件より線量を低減して内臓脂肪評価目的による腹部CT検査を行える可能性が示唆された。

緒言 Introduction

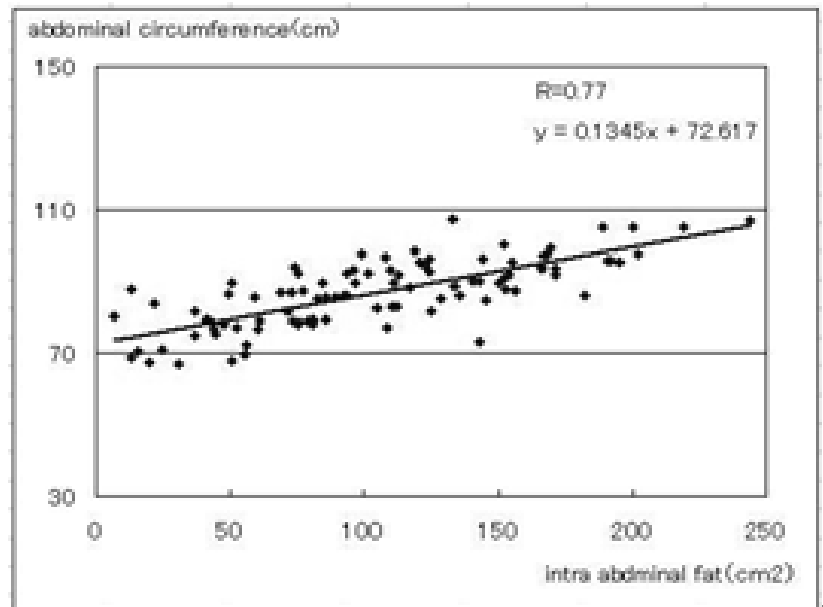
- 近年、国民の健康への関心は年々高まる傾向にあり、内臓脂肪への関心も注目されている。内臓脂肪型肥満 (visceral fat obesity) でいう内臓脂肪とは腸間膜脂肪 (mesenteric fat), 大網脂肪など門脈系に存在する脂肪組織で、皮下脂肪 (subcutaneous fat) とは異なる脂肪組織である。
- 肥満は従来、皮下脂肪が問題とされていたが、腸間膜脂肪など門脈系に存在する内臓脂肪の蓄積は糖尿病、高脂血症などの代謝異常や高血圧・動脈硬化性疾患をきたしやすいことが判明している^[1]。

[1] 徳永 勝人：内臓脂肪とは。内臓脂肪型肥満 マルチプルリスクファクター症候群として、初版，東京，医薬ジャーナル社； 1995:14-18

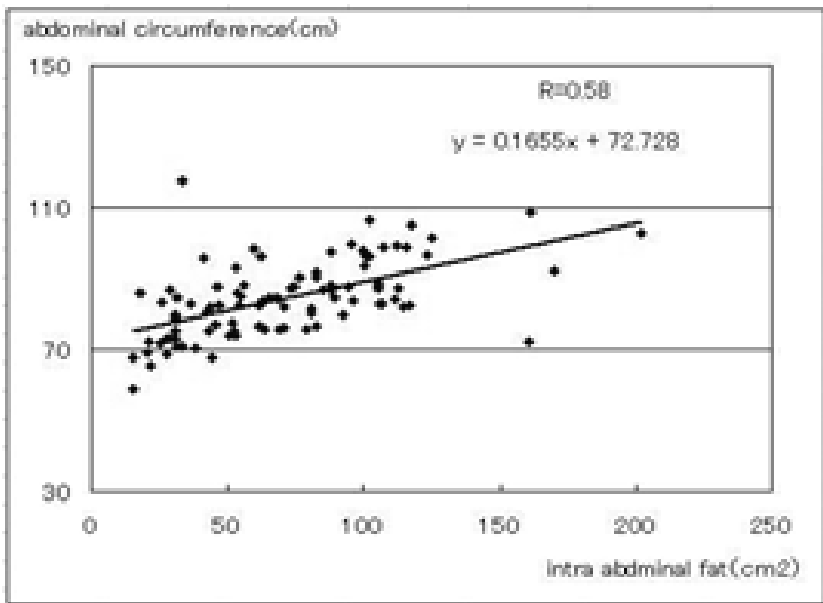
緒言 Introduction

- CTスキャンを用いた腹部脂肪の解析は腹囲計測法では判別できなかった**内臓脂肪と皮下脂肪の個々の解析が可能**で有用。
- 我々の報告では、**内臓脂肪蓄積症は男性は女性より約2倍多いが、腹囲を計測する方法では見逃され、CTでは発見できる内臓脂肪蓄積症は女性が男性の約2.4倍多い^[2]。**
- 全体では**約5人に1人が腹囲を直接計測する方法では検出できない内臓脂肪蓄積症であった^[2]。**

male



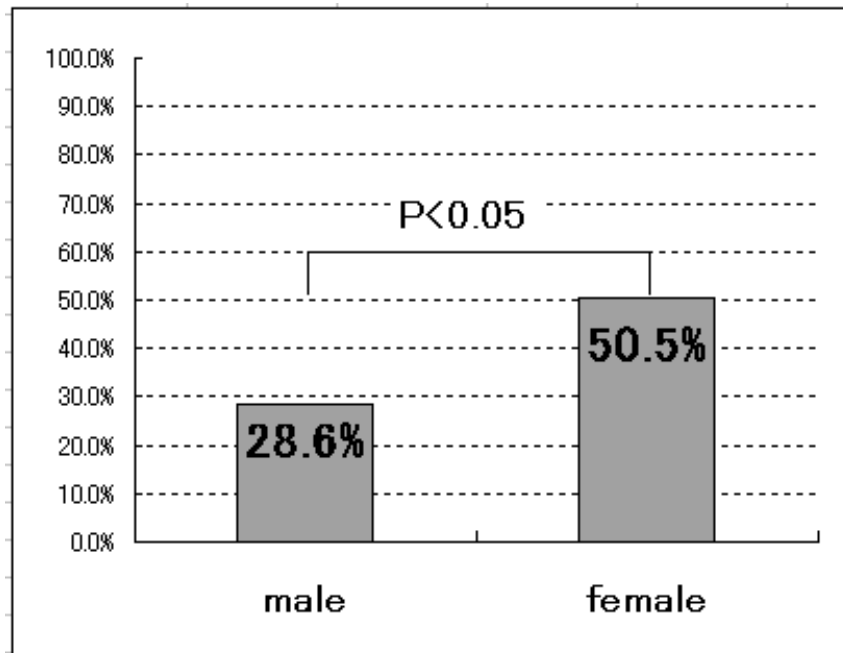
female



	男性(n=98)	女性(n=99)
年齢 (歳)	55.1±13.1	57.2±11.0
身長 (cm) ※	168.6±6.3	155.9±5.8
体重 (kg) ※	70.2±11.3	59.3±9.3
BMI ※	24.7±3.5	20.7±5.0
腹囲 (cm)	86.6±9.8	84.4±10.6
内臓脂肪 (cm ²) ※	103.6±55.3	70.2±36.3
皮下脂肪 (cm ²)	143.3±67.4	189.6±79.1

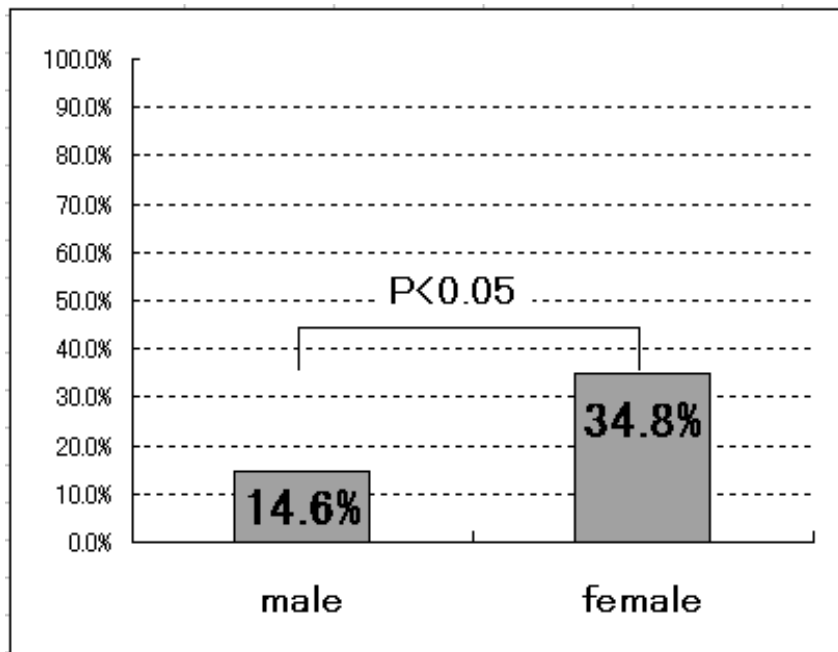
※ 男女間に有意差を認める (P<0.05)

Fig.1 Correlation of the abdominal circumference and the intra abdominal fat (male and female)



内臓脂肪蓄積症を男女別に比較すると
男性は女性より約2倍多い

Fig.2 The percentage of applicants who showed normal BMI, normal abdominal circumference and normal values of intra abdominal fat



腹囲を計測する方法では見逃される内臓脂肪蓄積症は**女性が男性の約2.4倍多い**

Fig.3 The percentage of applicants who showed the visceral fat accumulation detected only by the abdominal CT

緒言 Introduction

- X線CT法によるメタボリックシンドローム検査は検診分野で精度高く内臓脂肪蓄積診断が可能で、正確な内臓脂肪評価を行う検査として有用
- 診断基準； 世界各国で詳細に規定されている。
（日本ではCTを用いる方法を推奨している）

世界の肥満評価法と我が国との比較

Table 1 The diagnosis standard of the metabolic syndrome [3]

	WHO(1999)	米国コレステロール教育プログラム 高脂血症治療ガイドライン(2001)	国際糖尿病連合 IDF(2005)	日本 (2005)
定義	糖尿病、空腹時血糖耐糖能生涯、インスリン抵抗性 上記が必須項目、加えて下記から2項目以上	下記から3項目以上	中心性肥満が必須 加えて下記から2項目以上	中心性肥満が必須 加えて下記から2項目以上(但しトリグリセリドかHDL-Cはどちらかでも1項目とする)
肥満	ウェスト/ヒップ比 男性; >0.90 、女性; >0.85 またはBMI $\geq 30\text{kg/m}^2$	腹部肥満 ウェスト周囲径: 男性 $\geq 102\text{cm}$ 女性 $\geq 88\text{cm}$	男性 $\geq 85\text{cm}$ 女性 $\geq 90\text{cm}$	男性 $\geq 85\text{cm}$ 女性 $\geq 90\text{cm}$ または内臓脂肪面積 $\geq 100\text{cm}^2$
トリグリセリド (mg/dl)	≥ 150	≥ 150	≥ 150 (治療中でもカウント)	≥ 150 (治療中でもカウント)
HDL-C (mg/dl)	男性; <35 、女性; <39	男性; <40 、女性; <50	男性; <40 、女性; <50 (治療中でもカウント)	<40 (治療中でもカウント)
血圧(mmHg)	$\geq 140/90$	$\geq 130/85$	$\geq 130/85$ (治療中でもカウント)	$\geq 130/85$ (治療中でもカウント)
尿中アルブミン	尿中アルブミン排泄率 $\geq 20\mu\text{g/分}$ またはアルブミン・クレアチニン比 $\geq 30\text{mg/g}$			
空腹時血糖 (mg/dl)	空腹時血糖だけでなく、 上記の耐糖能に関する異常の いずれかが必須	≥ 110	≥ 100 または2型糖尿病	≥ 110 (治療中でもカウント)

男性 $\geq 85\text{cm}$
女性 $\geq 90\text{cm}$
または内臓脂肪面積
 $\geq 100\text{cm}^2$

X線CTが普及している我が国の特色ともいえる

日本の肥満診断;内臓脂肪蓄積の診断にはX線CTを用いることが望ましい。

診断基準は存在するが、撮影基準は？

- ・内臓脂肪蓄積を診断する基準は確立されている
- ・内臓脂肪評価におけるX線CT撮像法は確立されていない
- ・撮像パラメータや表示法・解析法で評価される内臓脂肪面積が異なる可能性が存在する

最適な画像スライス厚の解明

最適な再構成フィルタ関数の解明

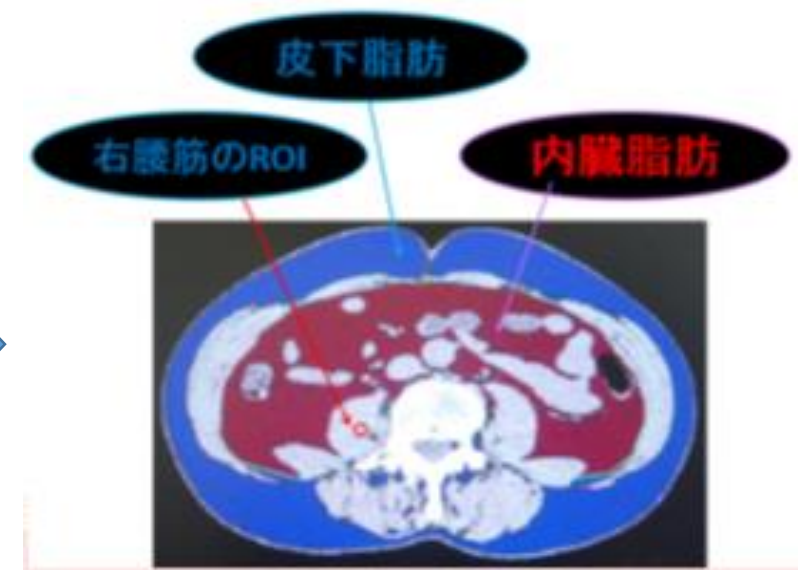
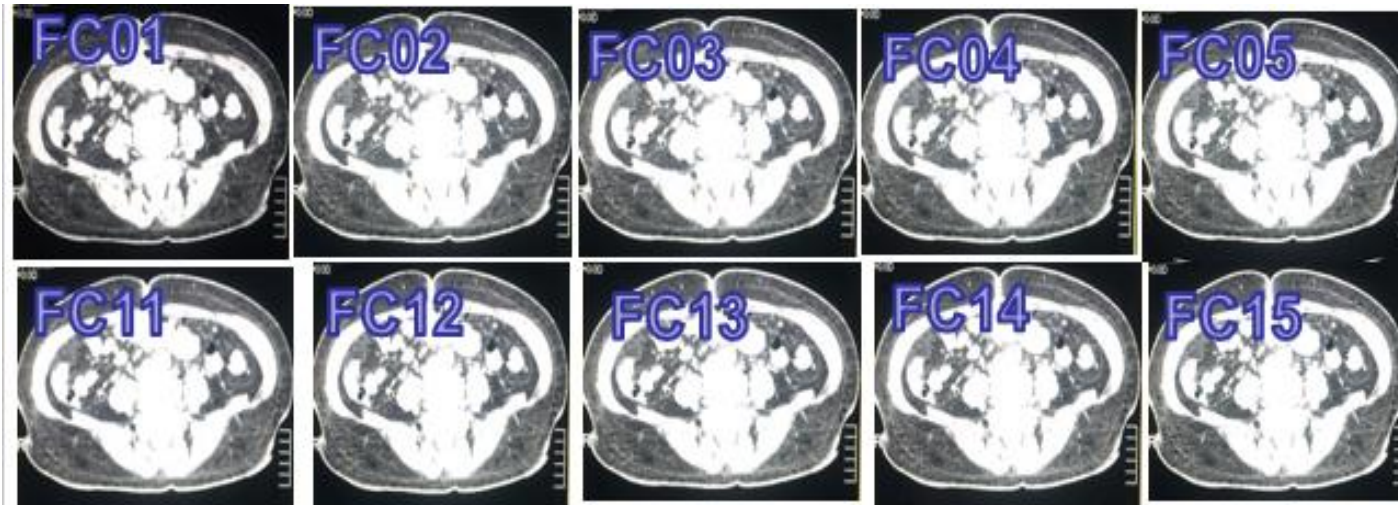
最適な投与線量の解明

検討 Examination

**本研究では再構成フィルタ関数の選択が
X線CTを用いた内臓脂肪測定に
どのような影響を与えるか検討をする。**

方法 Method

- 臨床で臍周囲をヘリカルスキャンにて撮像した症例10症例をよりランダムに抽出。
- スライス厚3mmにて10種類のフィルタ関数にて再構成（BHCあり：FC1～FC5、BHCなし：FC11～FC15）して、画像のノイズ・内臓脂肪・皮下脂肪・腹囲を測定。



結果 Result

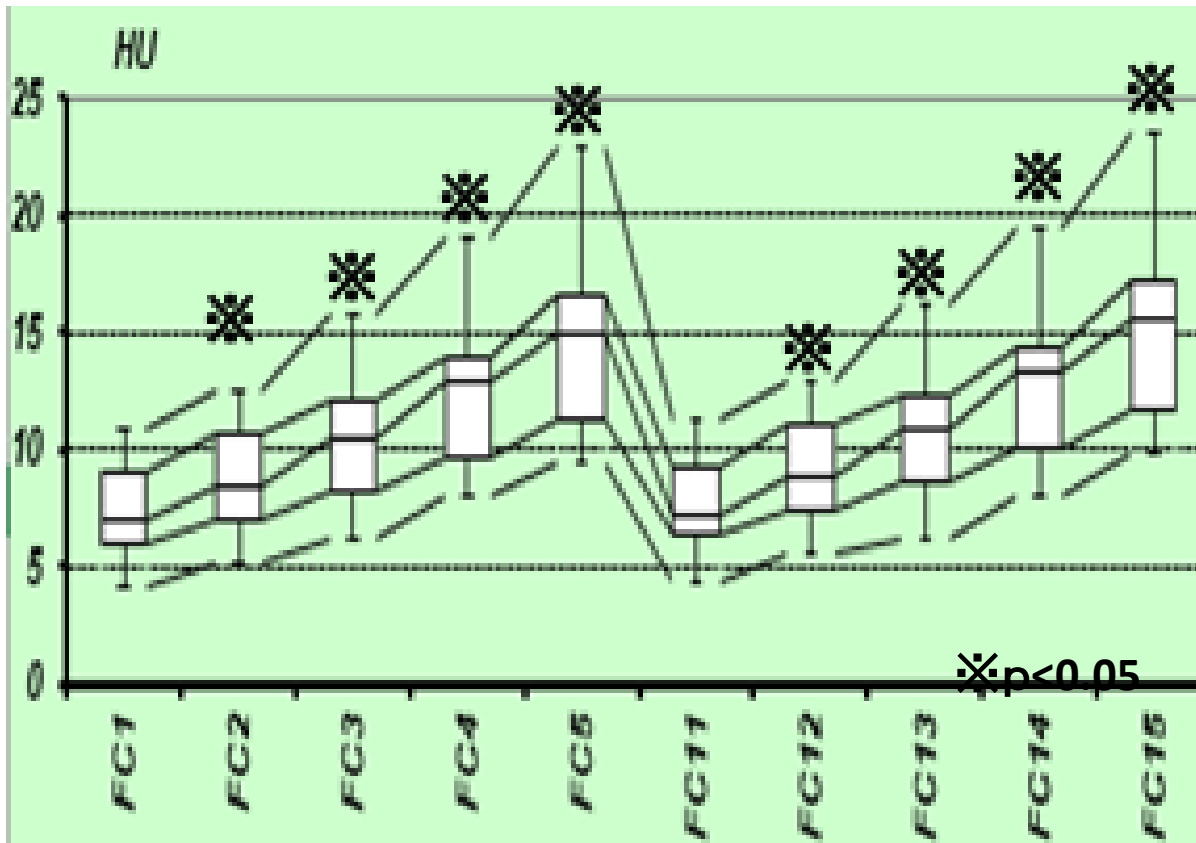


Fig4. Noise level increased significantly ($P < 0.05$) at each filter function (FC2-FC5, FC12-FC15) compared to the noise level at FC1

ノイズはFC1からFC5に変化するにつれて上昇し、症例ごとのばらつきも増加した。
また、FC11からFC15に変化する際も同様の傾向を示した。
ノイズはFC1が最も低い値となり、FC1とその他の関数を比較するとFC11以外のすべての組み合わせにおいて有意差を認めた(Fig.4)

結果 Result

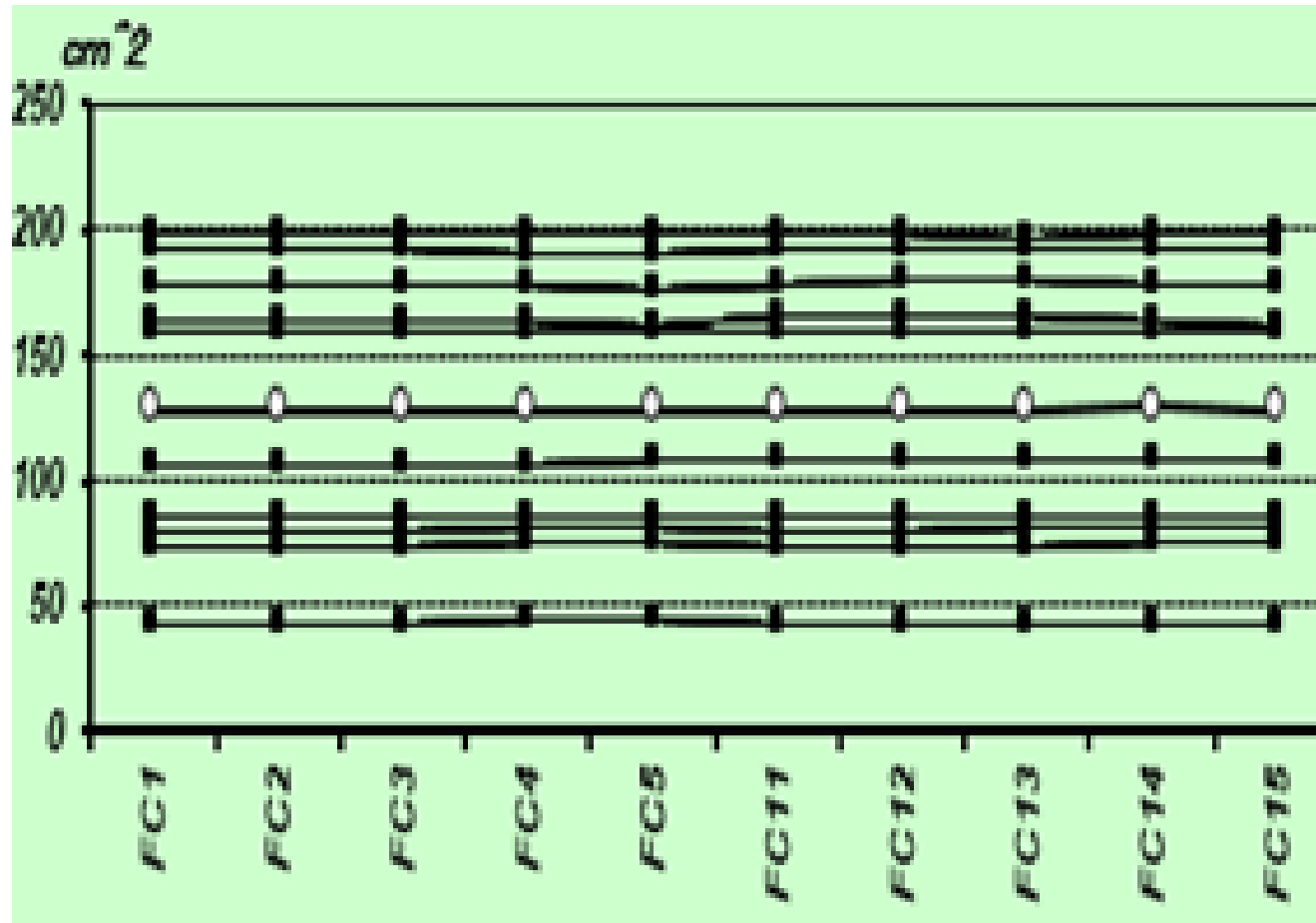


Fig.5 The area of intra-abdominal fat: In all patients there is no significant difference among any filter function (—○—: average value)

内臓脂肪面積はすべての組み合わせにおいて**有意差を認めなかった**(Fig.5)。

結果 Result

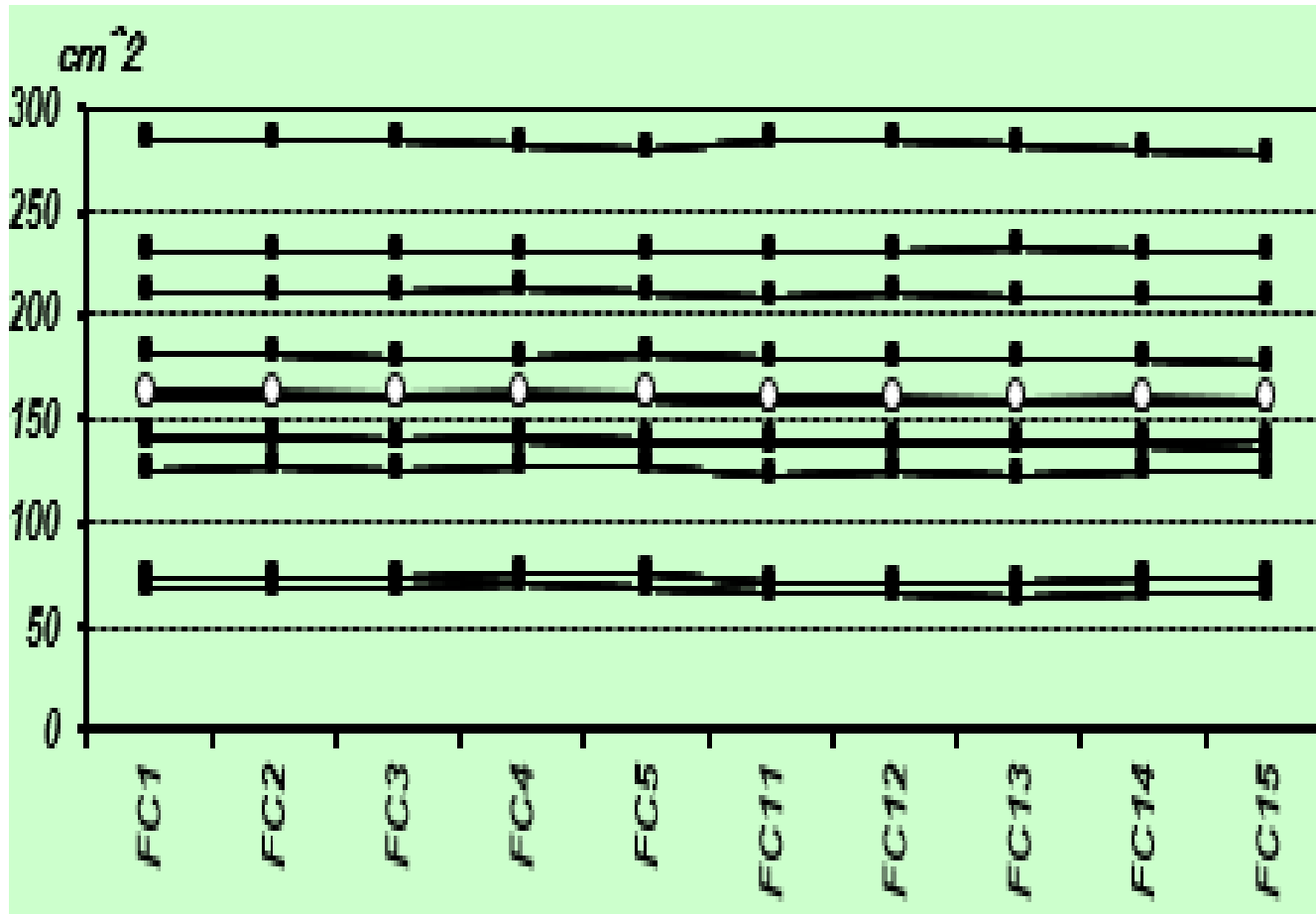


Fig.6 The area of subcutaneous fat: In all patients there is no significant difference among any filter function (-○-: average value)

皮下脂肪面積はすべての組み合わせにおいて有意差を認めなかった (Fig.5)。

結果 Result

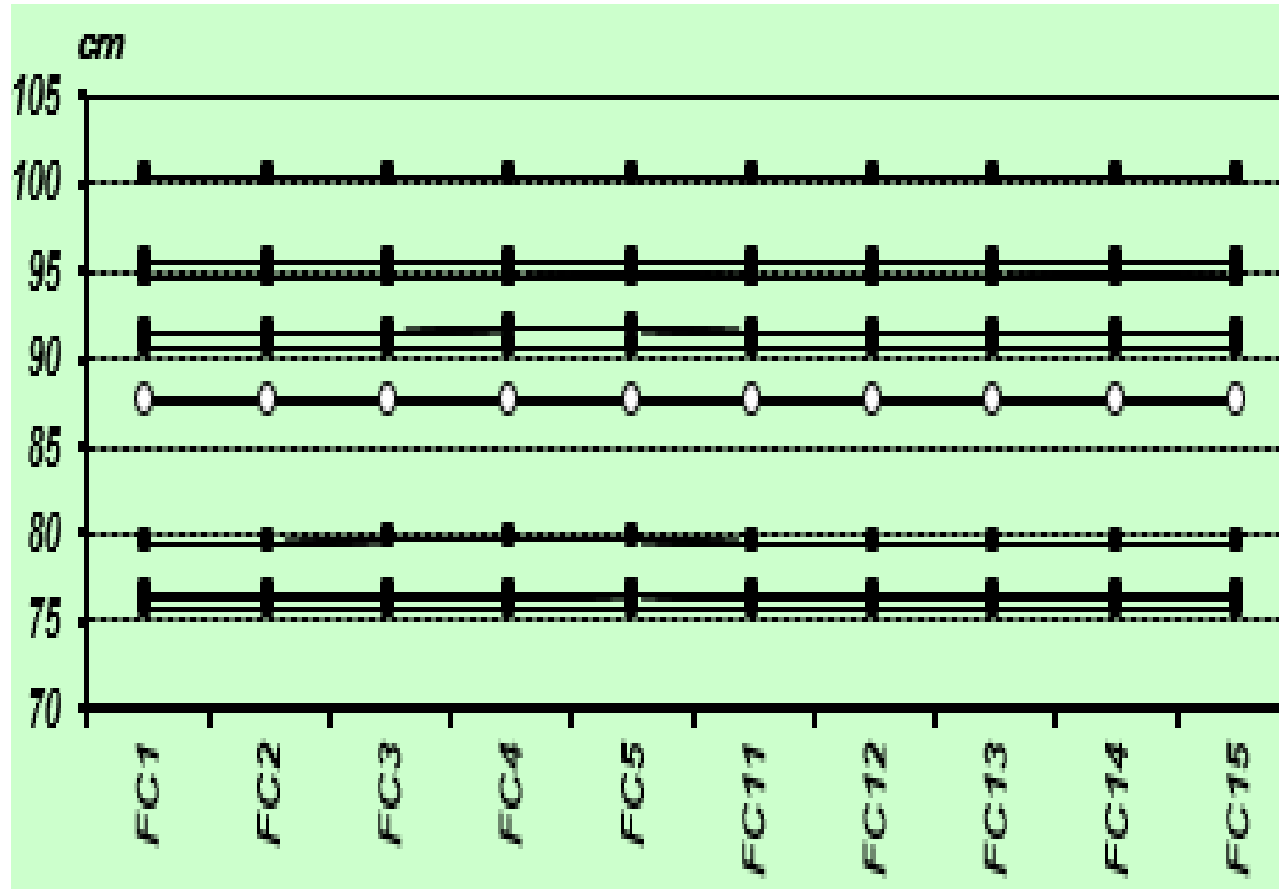
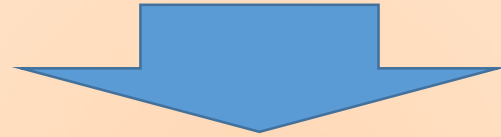


Fig.7 The abdominal circumference diameter:
In all patients there is no significant difference
among any filter function
(-○-: average value)

腹囲はすべての組み合わせにおいて**有意差を認めなかった**
(Fig.7)。

考察 Discussion

- ノイズはソフトな関数を用いることで減少し、シャープな関数を用いることで増加した。しかし内臓脂肪・皮下脂肪・腹囲径の解析値には影響しなかった。

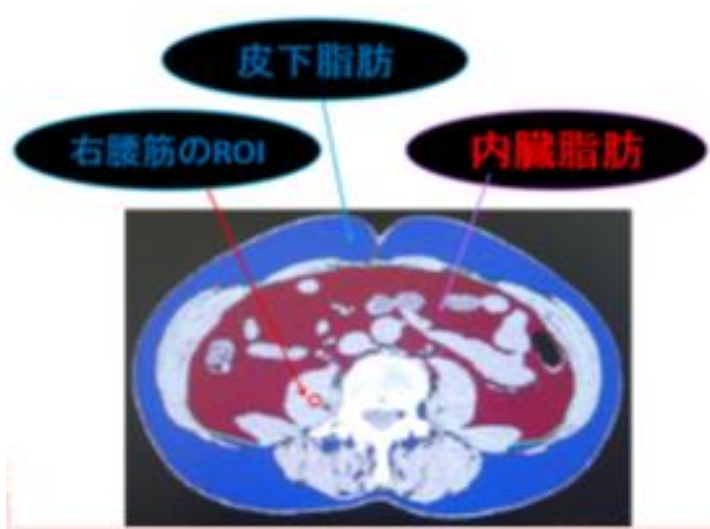
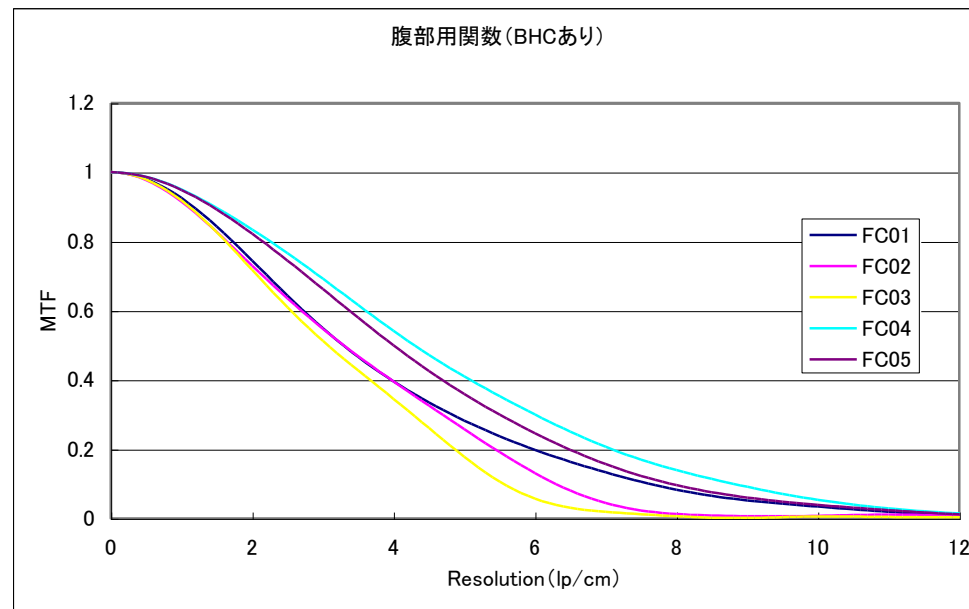
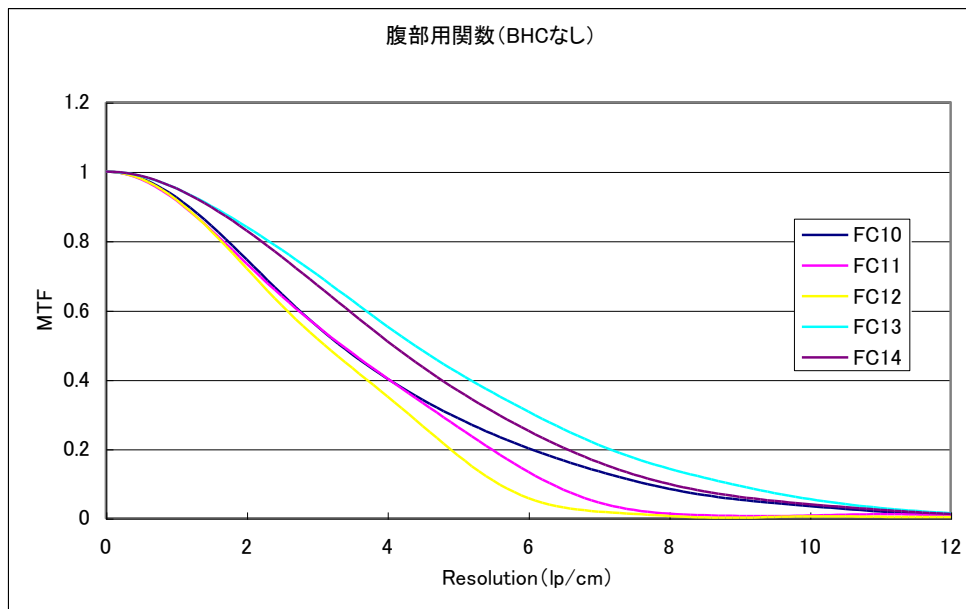


- 解析値には影響しなかった理由
 - 1.脂肪として認識されるCT値を-70HU~-160HUに設定したため、再構成フィルタ関数の変化によってノイズが増加しても閾値から外れる脂肪領域が存在しなかった
 - 2.再構成フィルタ関数による空間分解能の変化がFC1~FC5及びFC11~FC15の領域では微細で、解析値に影響しなかった

考察 Discussion

- 今回用いたX線量は管電圧120kV、管電流時間積(mAs値)は患者のノイズレベルが8HUの設定で照射された症例
- 内臓脂肪面積・皮下脂肪面積・腹囲径を計測する場合のみに腹部画像を用いる場合、これよりも線量を低減して撮像しても測定値への直接的な影響はないと推測できる

考察 Discussion



この程度の分解能の変化では、内臓脂肪などの解析への輪郭の影響は軽微(解析に影響はない)
しかし、**ノイズは大きく影響する**



ノイズを閾値内に制御できれば、被ばく線量を下げて撮影できると推察できる。

考察 Discussion

- ・どのくらいまで線量を低減(ノイズを増加)しても測定値に影響しないと考えるか？

画質の関係は多くの研究者より研究がすすめられ、下記の式(1)が成立することが認められている^[6]。

$$N = 1 / \sqrt{B \cdot D \cdot h \cdot w^3} \quad (1)$$

N ; 画像ノイズ

B ; 被験者のX線透過率

D ; 入射線量

h ; スライス厚

w ; ピクセルサイズ

[6]金森 勇夫, 井戸 靖司 et al: 第2章CT装置とCT画像, 診療画像検査法 最新・X線CT検査の実践, 初版, 東京: 医療科学者; 2006: 27

この式を適用すれば、例えばノイズレベルを2倍の16HUにした場合、被験者に照射する線量を通常**の25%に低減**しても測定値への影響がないと予想できる

結論 Conclusion

- 内臓脂肪評価目的による腹部CT検診は撮像する領域が臍周囲に限定されているため、X線による被ばくがあまり考慮されていない。
- 再構成フィルタ関数は内臓脂肪解析のノイズに影響するが、解析値に影響しない。
- 本研究において内臓脂肪評価目的による腹部CTは、再構成フィルタ関数を検討することによってノイズレベルを実際の測定値に影響することなく低減できる。