

MATLABを使用した‘胃腫瘍性病変’ のデジタル画像処理

日本文理大学医療専門学校 診療放射線学科
(大分大学大学院工学研究科 博士前期課程) 長野宣道

目的

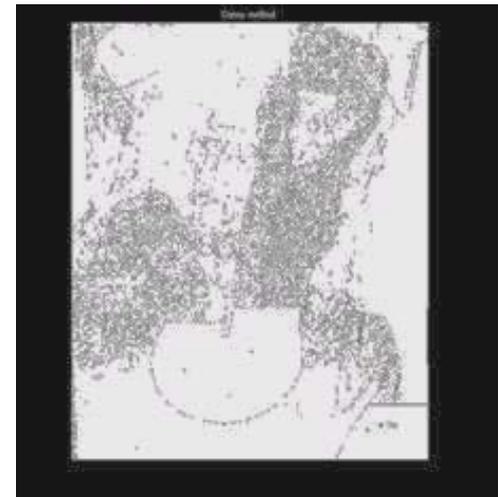
- ▶ 胃X線写真の自動診断支援(Computer aided diagnosis : 以後CAD)の研究を行う上で‘**MATLAB**’を使用し処理しやすいプログラムを選択・決定する目的で試験的に処理法と処理画像を比較検討した。



元画像



ポジ反転画像



キャニー法

方法

デジタル化した、特徴的所見のある胃病変を

- (1) ネガ反転,
- (2) 濃度変換 (γ 強調) 処理,
- (3) 平滑化処理,
- (4) 鮮鋭化処理,
- (5) エッジ検出,

ソーベル法, レビット法, ラプラシアン法, ロバーツ法,
ゼロ交差法, キャニー法など

- (6) 加算法 (ソーベル法, レビット法のxy方向加算画像),
- (7) フーリエスペクトル解析,
- (8) テクスチャ解析,
- (9) ヒストグラム解析,

を適用して画像の特徴を**工学的に評価**した。

使用機器

- ▶ 数値解析・画像処理・制御シミュレーションソフト

“**MATLAB**”

Release 2007b image processing

- ▶ PC

富士通 “**FMV BIBLO**” MG series

2G デュアルプロセッサ

Matlab program

clear all, close all

```
x = imread('polypoid.bmp');  
figure(1),imshow(x);
```

% グレイスケール画像

```
XBW = rgb2gray(x);  
figure(2),imshow(XBW,[0 255]);
```

% 平滑化と雑音除去フィルタ

```
fsmooth = [ 1 1 1 ; 1 1 1 ; 1 1 1 ]/9;  
y = filter2(fsmooth, XBW);
```

```
figure(3),imshow(y,[0 255]);
```

% 平均化フィルタ

```
H = fspecial('average',[3 3]);  
Ave = imfilter(XBW, H);
```

```
figure(4),imshow(Ave);
```

% 鮮鋭化フィルタ

```
fshape = [ 0 -1 0 ; -1 5 -1 ; 0 -1 0 ];  
y = filter2(fshape, XBW);
```

```
figure(5),imshow(y,[0 255]);
```

% 鮮鋭化(unsharp filter)

```
H = fspecial('unsharp',0.2);  
Unsharp = imfilter(XBW, H);  
figure(6),imshow(Unsharp);
```

% ソーベルフィルタ処理

```
H = fspecial('sobel');
```

```
Sy = imfilter(XBW, H);
```

```
figure(7),imshow(Sy);
```

```
H = fspecial('sobel');
```

```
Sx = imfilter(XBW, H');
```

```
figure(8),imshow(Sx);
```

% レビット(Prewitt)フィルタ

```
H = fspecial('Prewitt');
```

```
Py = imfilter(XBW, H);
```

```
figure(9),imshow(Py);
```

```
H = fspecial('Prewitt');
```

```
Px = imfilter(XBW, H');
```

```
figure(10),imshow(Px);
```

% ラプラシアンフィルタ

```
H = fspecial('laplacian',0.2);  
lap = imfilter(XBW, H);  
figure(11),imshow(lap);
```

% ラプラシアン(log)フィルタ

```
H = fspecial('log',[5 5],0.5);  
log = imfilter(XBW, H);  
figure(12),imshow(log);
```

% ロバーツフィルタ

```
figure(13), imshow(edge(rgb2gray(x), 'roberts'));  
title('roberts method');
```

% 零交差法フィルタ

```
figure(14), imshow(edge(rgb2gray(x), 'zerocross'));  
title('Zero-Cross method');
```

% キャニーフィルタ

```
figure(15), imshow(edge(rgb2gray(x), 'canny'));  
title('Canny method');  
figure(16),imshow(x);
```

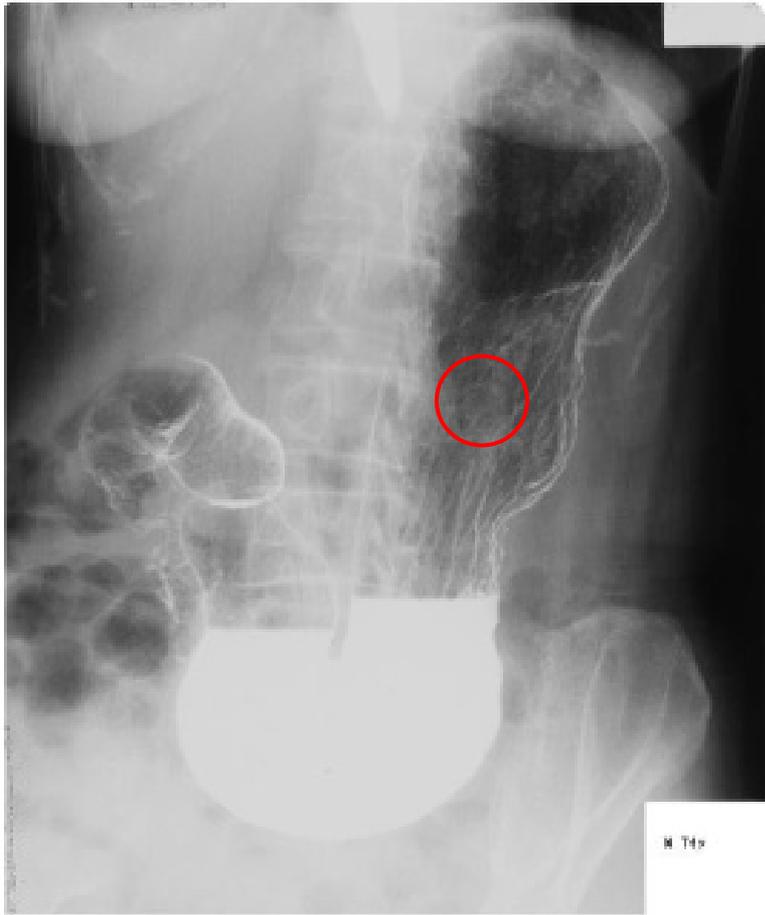
% フーリエ変換

```
a = fft2(x);  
image(uint8(fftshift(abs(a))/100));
```

% 逆フーリエ変換

```
B = ifft2(a);  
figure(17),imshow(B);  
image(uint8(abs(B)));
```

結果: 微細病変部分の描出 ⇒ ネガ反転



元画像



反転画像

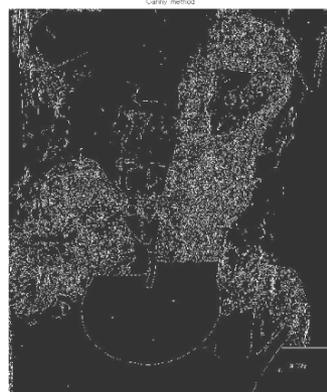
結果：胃全体の描出 ⇒ 零交差法, キャニー法



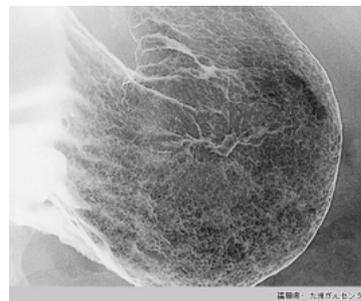
元画像



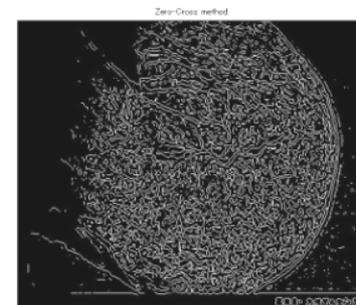
零交差法



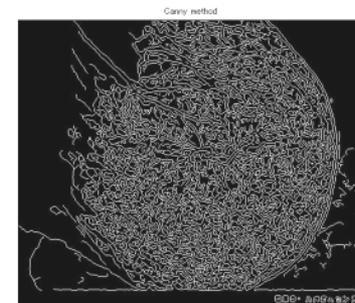
キャニー法



元画像

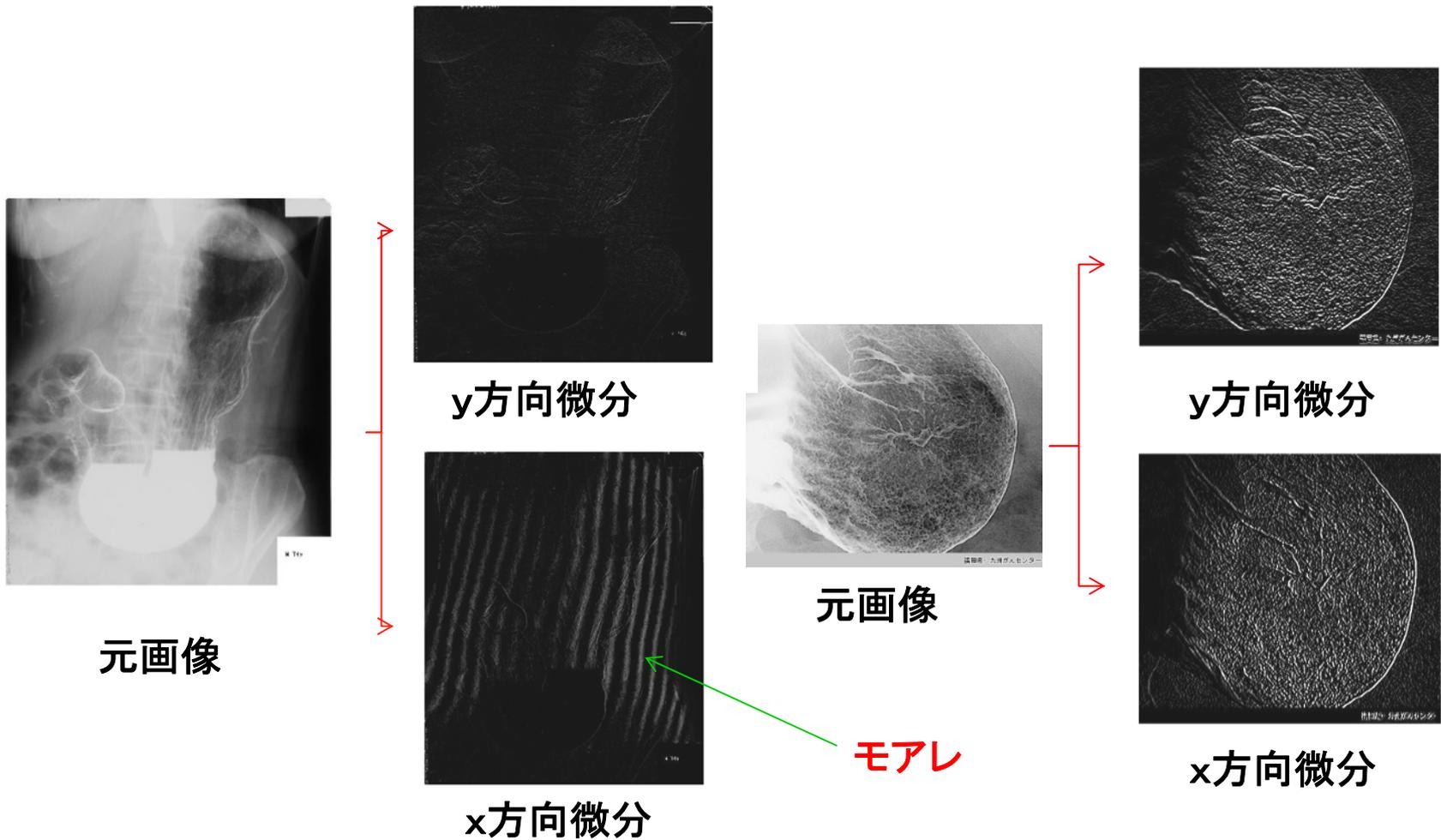


零交差法

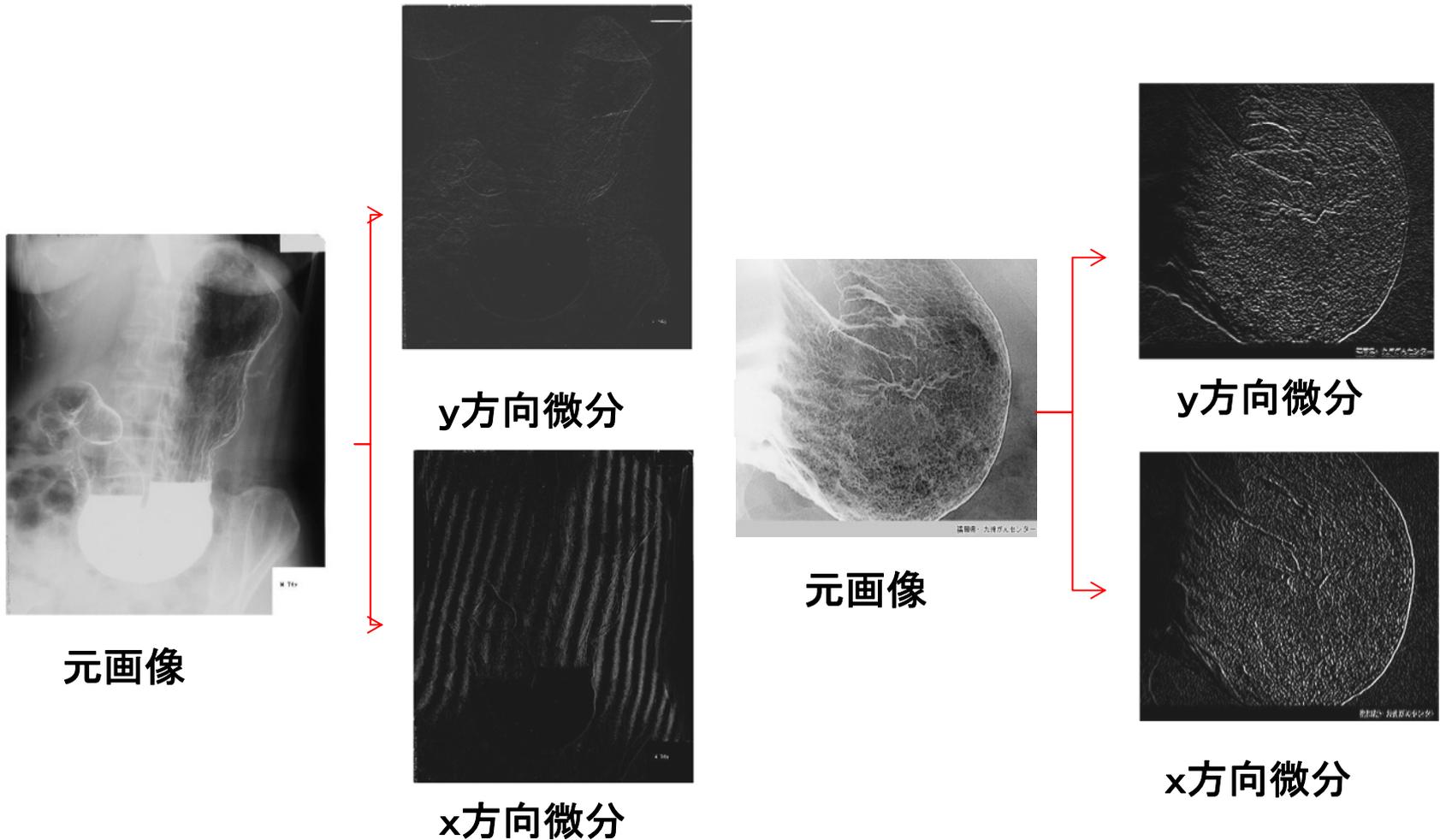


キャニー法

結果:線の描出 ⇒ Sobel法



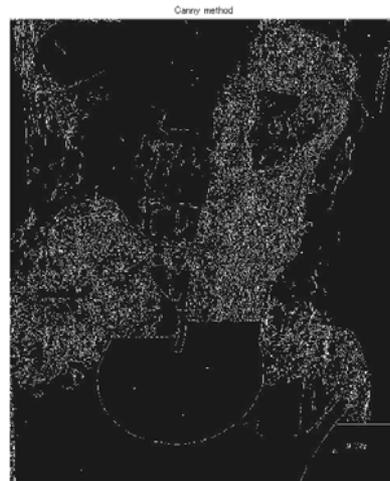
結果:線の描出 ⇒ Prewitt法



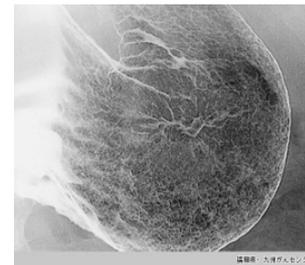
結果：線の描出 ⇒ Canny法



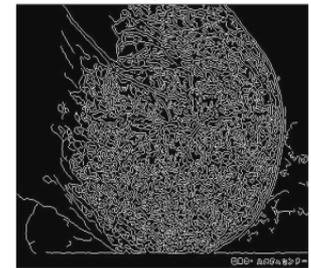
元画像



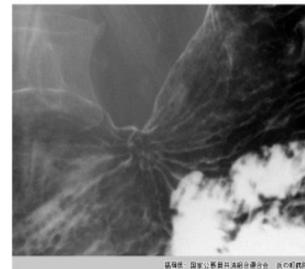
キャニー法



元画像



キャニー法



元画像

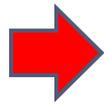


キャニー法

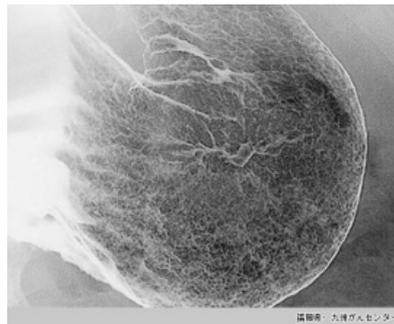
結果:線の描出 ⇒ laplacian法



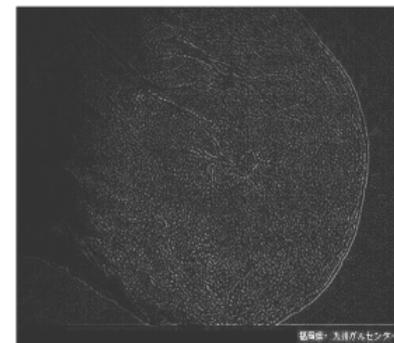
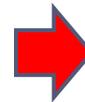
元画像



ラプラシアン法

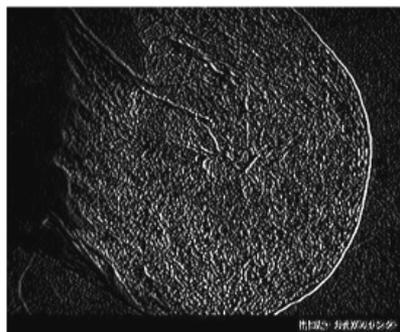


元画像

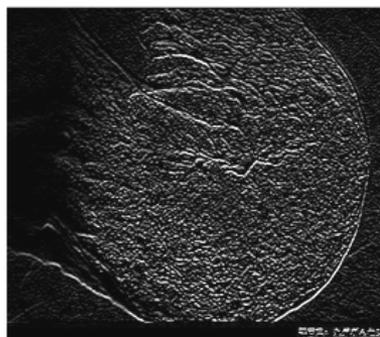


ラプラシアン法

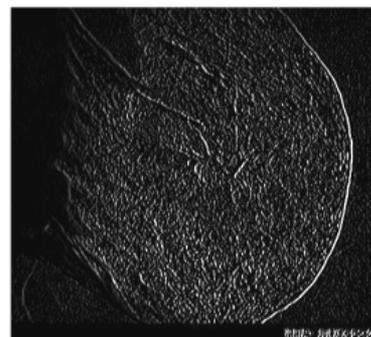
結果 線の描出⇒Sobel,Prewittのx, y方向加算



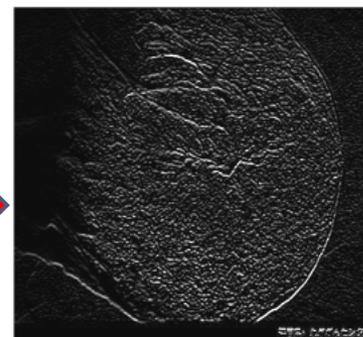
x方向微分



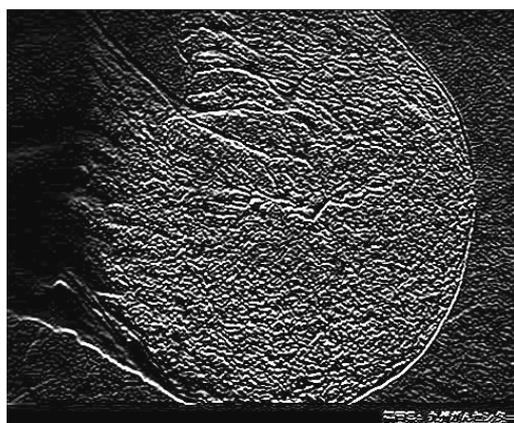
y方向微分



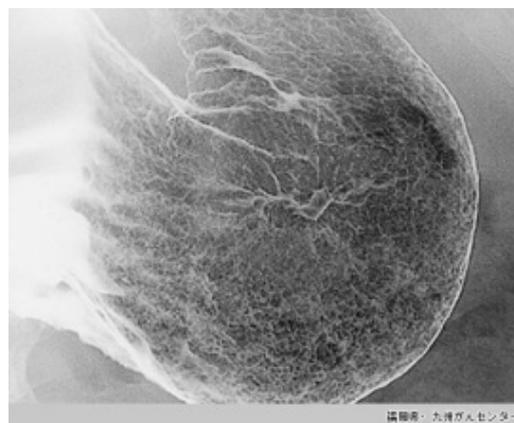
x方向微分



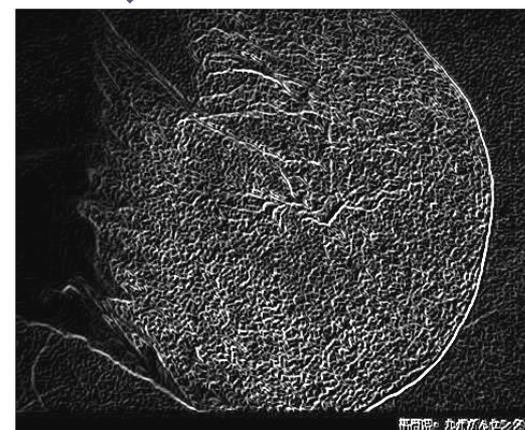
y方向微分



ソーベル(x+y)



元画像 IIc+III早期癌



レビット(x+y)

結果

- ▶ **微細病変部分の描出**

 - ネガ反転.

- ▶ **胃全体の存在描出**

 - キャニー法.

- ▶ **線の描出**

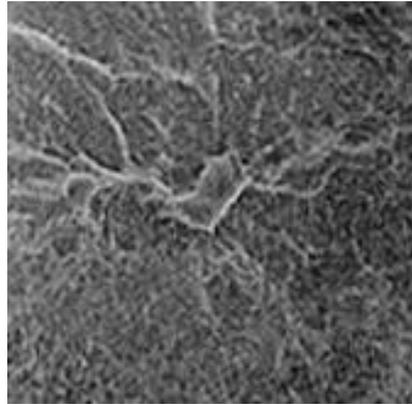
 - ソーベル法, レビット法, キャニー法.

 - ラプラシアン法** ⇒ 線が消失してしまい評価できない.

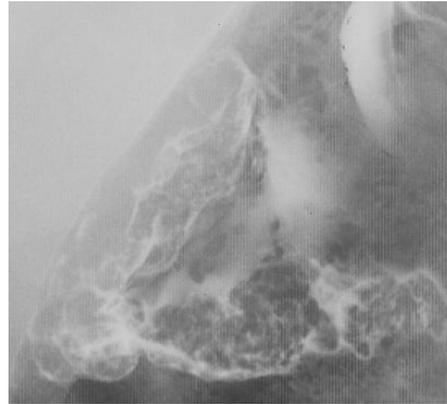
 - ☞ ソーベル法とレビット法のx, y方向加算.

 - 一枚の画像で**全体的に線を強調**することができる.

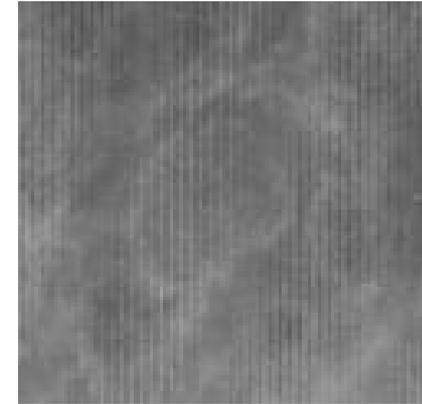
結果:フーリエ解析法



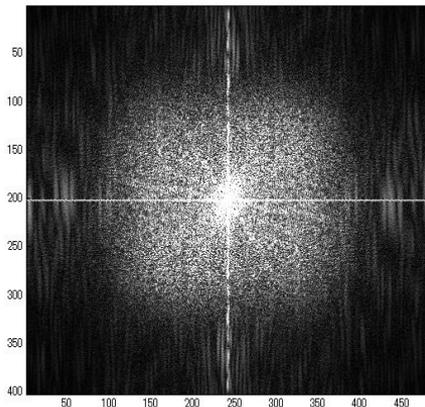
IIc+III 早期癌



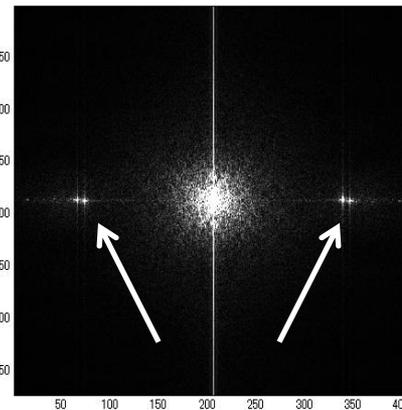
Borr I 進行癌



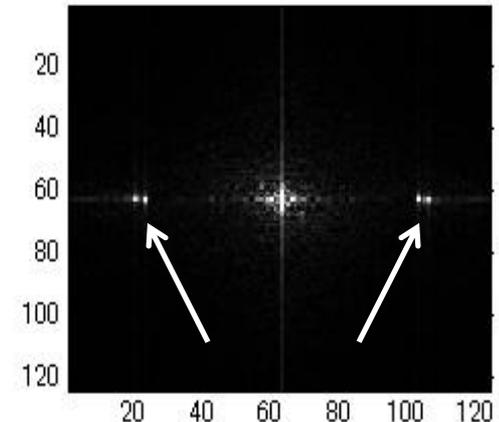
潰瘍瘢痕(良性)



高周波成分まで広がっている

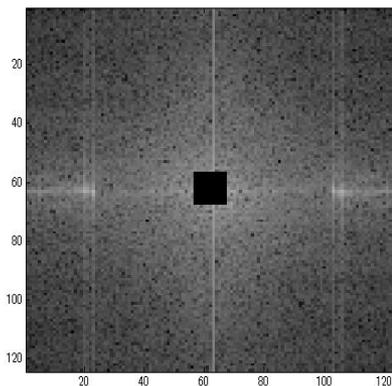
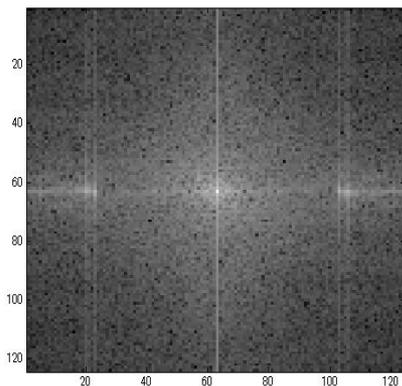


グリッドの輝点

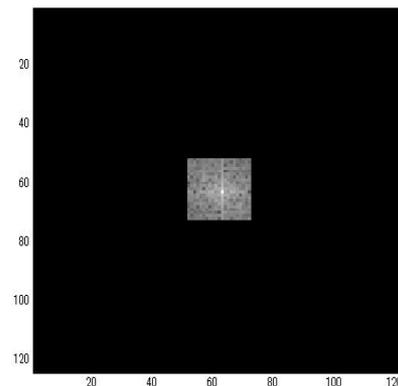


低周波成分主体

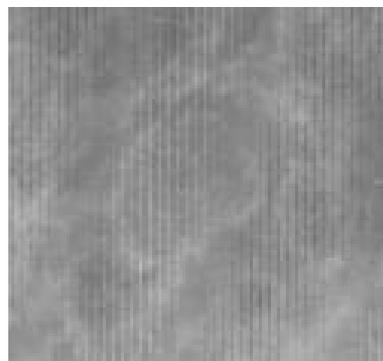
スペクトルと画像の対比 1



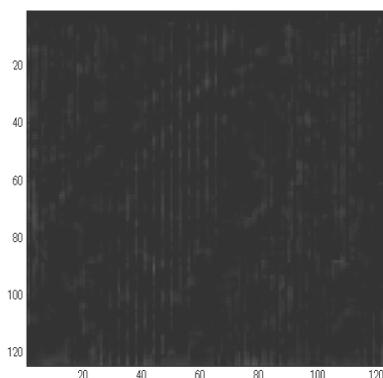
高周波通過フィルタ



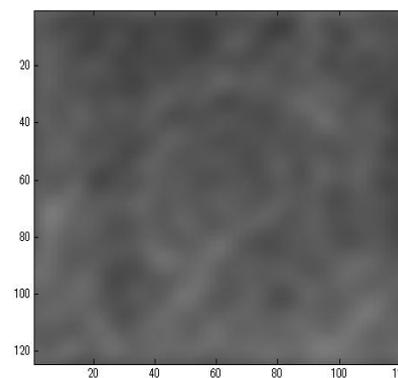
低周波通過フィルタ



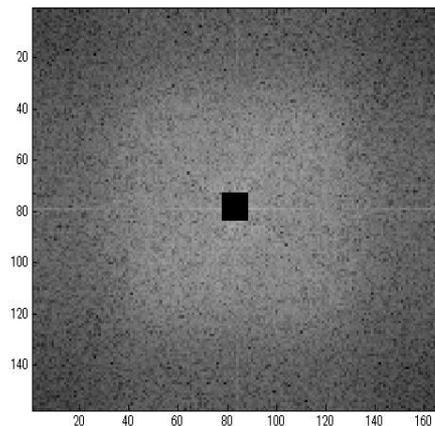
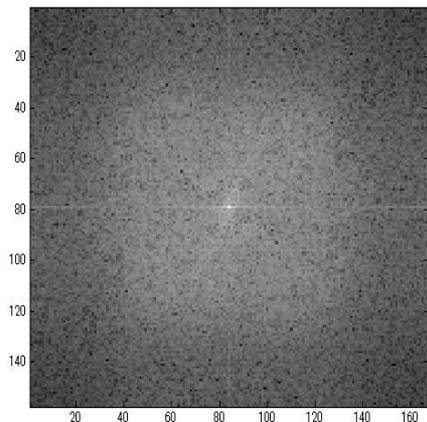
潰瘍瘢痕(良性)



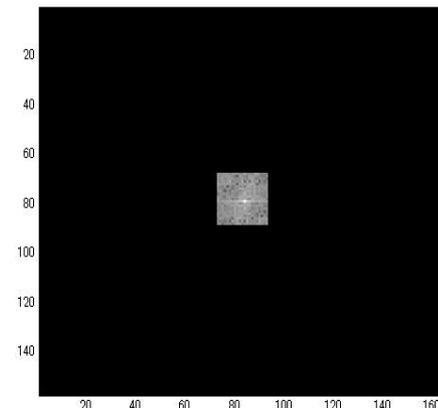
高周波成分ほとんどは写らず, 低周波成分主体.



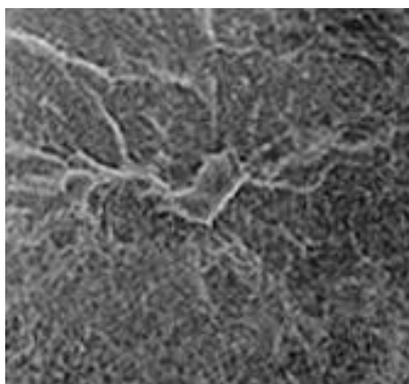
スペクトルと画像の対比 2



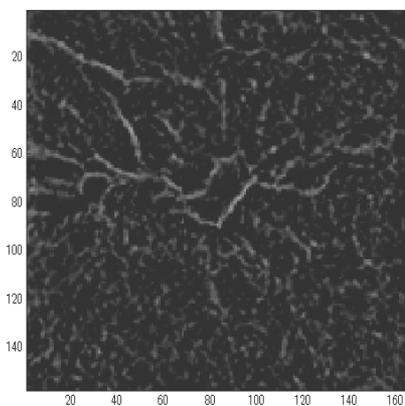
高周波通過フィルタ



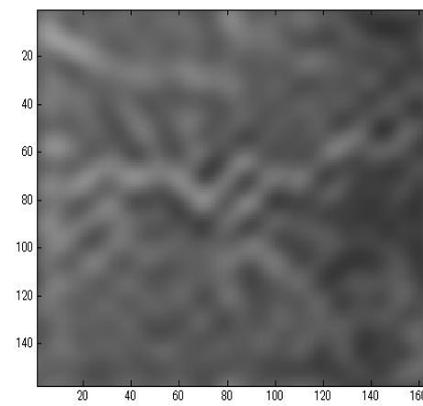
低周波通過フィルタ



Ⅱc+Ⅲ早期癌



高周波成分により疾患の形態を写し出している。



結果：フーリエ解析

- ▶ 粗雑アレアや大小不整隆起を持つ腫瘍性病変では高周波成分を多く含む結果となった。
- ▶ 逆に、平滑な粘膜面や大きな隆起性病変では白～黒の色調が単調となり輝度スペクトルが中央の低周波領域に集中した。
- ▶ 水平方向にグリッドの影響と考えられる輝点が観察された。

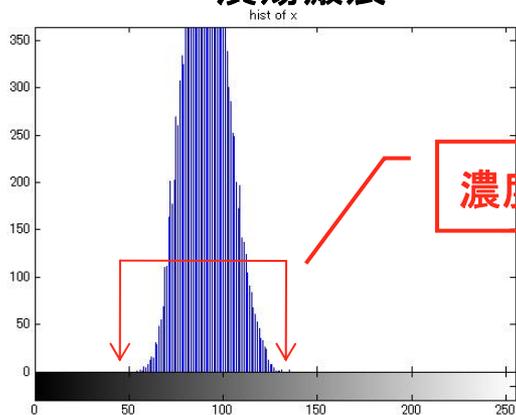
結果: テクスチャ解析

- ▶ 前回(第2回九州学会)の発表と同じく, 大きな隆起とBaの弾き像で構成されるSMTや大きな隆起と中央の溜まり像などで構成されるBorr IIなどのように, 白と黒の両極端な色調で構成される画像ほど**エネルギーが高くエントロピーが低くなる**ことが分かった.
- ▶ 曖昧さの尺度であるエントロピーに関しては, 不整形な構造で構成されるIIc+III型の早期癌や不整な形のBorr Iなどでは**値が高くなる**傾向にあった.

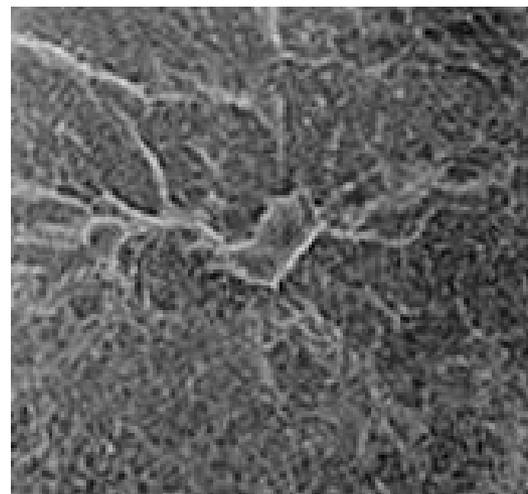
結果:ヒストグラム解析



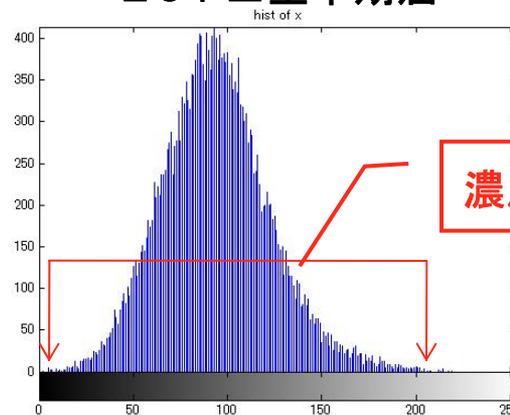
潰瘍瘢痕



中間濃度域に集中

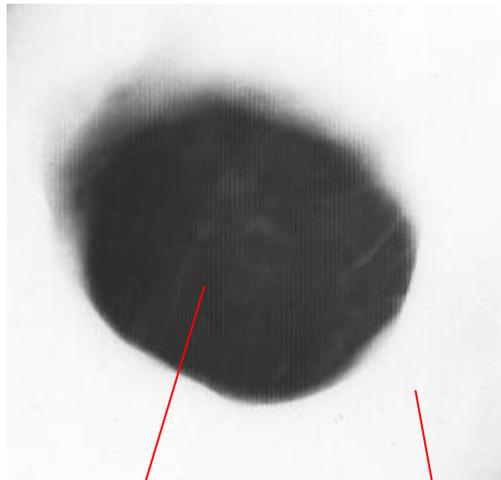


IIc+III型早期癌

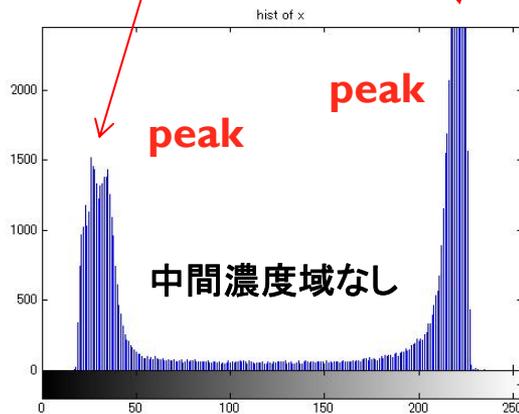


低濃度から高濃度まで分散

結果: ヒストグラム解析



SMT



両方に分極する



Borr II

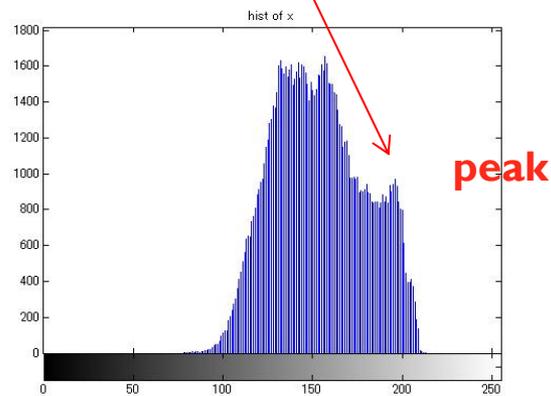


両方に分極する

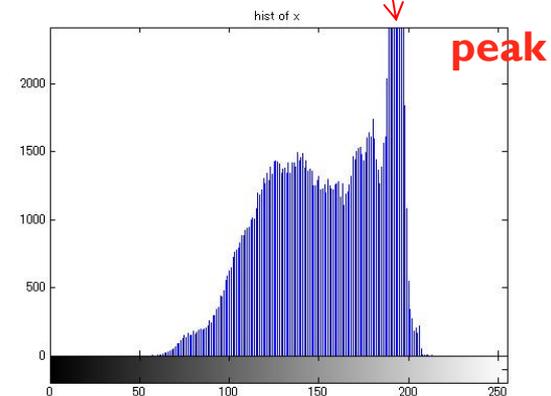
結果:ヒストグラム解析



鬚の集中を伴う潰瘍瘢痕



Borr I



高濃度(輝度)部分にBaの溜りを示すピークがある.

結果：ヒストグラム解析

- ▶ 濃度変化の少ない病変に関しては同じような階調値にヒストグラムが集中する.
- ▶ 大きな隆起がありその周囲にBaの溜まり像があるものに関してはヒストグラムの最大値方向と最小値部分(両極)にピークを持つ傾向にある.
- ▶ 低い隆起とその周辺の浅いBaの溜まりや背の低い襞とその間に溜まった浅いBaで作られるヒストグラムは輝度値が中央より広がった形となる. この場合, Baの溜まりを示すピークが存在する.

考察：画像特徴抽出法に関して

▶ 胃全体像を抽出する処理方法

最初に**エッジ強調処理フィルタ**を用い、その後**二値化処理**を施し胃内面所見の解析を行う手段がよい。フィルタ単体としては、わずかに骨のエッジが残るが、ほぼ全体のBa部分を抽出した**キャニー法**が有効であると考えられる。

▶ 病変部分の強調

レビットフィルタと**ソーベルフィルタ**)のx, y方向画像を合成したもの、および**ゼロ交差法**や**キャニー法**が有効であった。特に微細な線の抽出まで可能な**キャニー法**は全ての画像で評価がよかった。

考察：微小病変の描出に関して

- ▶ 周辺粘膜との境界が分かりづらい病変
潰瘍瘢痕やⅡc型の早期癌の検索には単純な**ネガ反転**が有効であると考えられるが、**その他の方法では現在の手法では判断しづらいものがある。**

- ▶ 今後はこの問題を解決することが課題となるであろう。

考察:フーリエ解析

- ▶ 細かい白黒で構成され複雑模様の疾患
粗雑胃小区で構成されたⅡc+Ⅲ型の早期癌のスペクトル域がかなり高周波域まで広がっているのが観察された.
- ▶ 太い白黒で粗雑な大小不同不整隆起で構成された疾患
Borr I , Ⅱ型進行癌もスペクトル域は広がる傾向にある.
- ▶ 淡い同一模様で構成された疾患
潰瘍瘢痕などではスペクトル域が中心に集中しているのが観察された.
- ▶ これらの特徴(または傾向)は今後の画像解析手法を考える上で十分参考になるものと思われる.

考察: テクスチャ解析

- ▶ 大きな隆起とBaの弾き像で構成される疾患
SMTやBorr II のように、大きな隆起と溜まり像などで構成される疾患では**エネルギーが高くエントロピーが低くなる傾向**にある。
- ▶ 不整形な構造で構成される疾患
II c + III型の早期癌や不整形Borr I などでは**エントロピーが高くなる傾向**にあった。
- ▶ これらの特徴(または傾向)は今後の画像解析手法を考える上で**十分参考になるもの**と思われる。

考察:ヒストグラム解析

▶ 濃度変化の少ない病変

H期の潰瘍瘢痕のように同じような濃度で構成される疾患では**特定階調値にヒストグラムが集中**する。

▶ 大きな隆起とBaの溜まり像がある病変

ヒストグラムの最大値方向と最小値部分(両極)にピークを持つ傾向にある。

▶ 低い隆起と浅いBaの溜まりのある病変

輝度値が中央より広がった形となる。また**Baの溜まりを示すピークが存在**する。

これらの特徴(または傾向)は今後の画像解析手法を考える上で**十分参考になる**ものと思われる。

結論

▶ 胃の全体像と線の描出

キャニー法で良い結果を得た。微分フィルタを**加算**した画像では**全体的な線の強調**ができた。

▶ フーリエ解析

不整な細かい構造で構成される**粘膜面**や**腫瘍**ほど**高周波成分**が**広がる**ことが確認できた。

▶ テクスチャ解析

単調な大きな構造の**腫瘍**ほど**エネルギー**が**大きく**、**不正な構造**ほど**エントロピー**が高くなった。

▶ ヒストグラム解析

大きな腫瘍性病変に関しては**両極に分かれる傾向**がある。

これらの特徴は今後**CADプログラム**を検討する上で**大きな参考**になるものと考えられる。今後はこの結果をふまえ**CAD**に関する過去の論文を参考にこの研究を進めていきたい。

謝辞

- ▶ 今回、この研究を行う上で症例写真の一部は、

九州がんセンター

「消化管医用画像データベース」

より許可を得て使用させていただいております。

- ▶ ‘**学術発展のために**’と快く症例画像を提供していただいた牛尾恭輔院長ならびにデータベース管理者の安藤様にこの場をお借りしてお礼を申し上げます。