

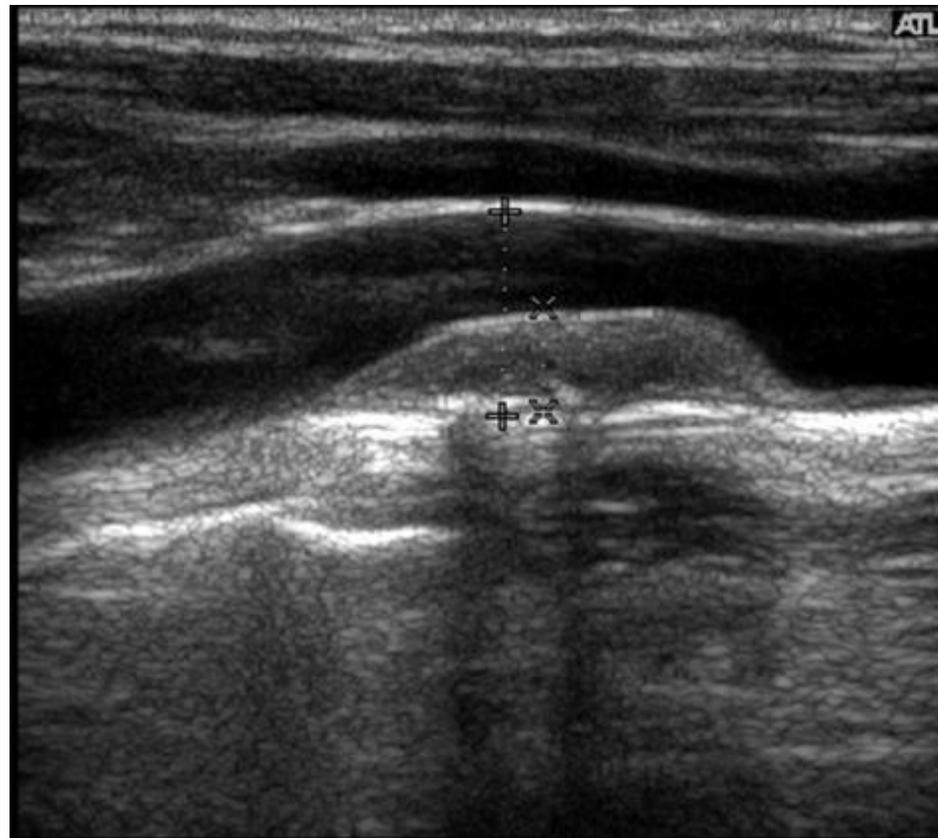
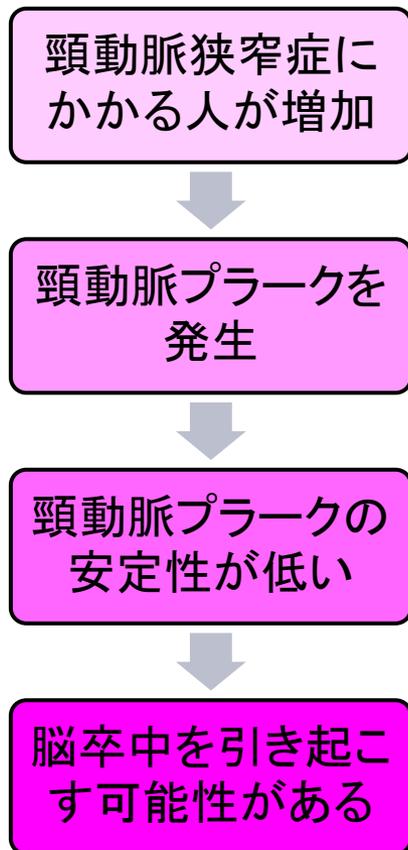
# 超音波エコー画像を用いた頸動脈プラークの半自動検出と 安定性の診断補助に関する検討

Consideration on Semi-Automatic Detection of Carotid Plaque Using  
Supersonic Echo Image and Its Stability Diagnosys Support



# 1. 背景

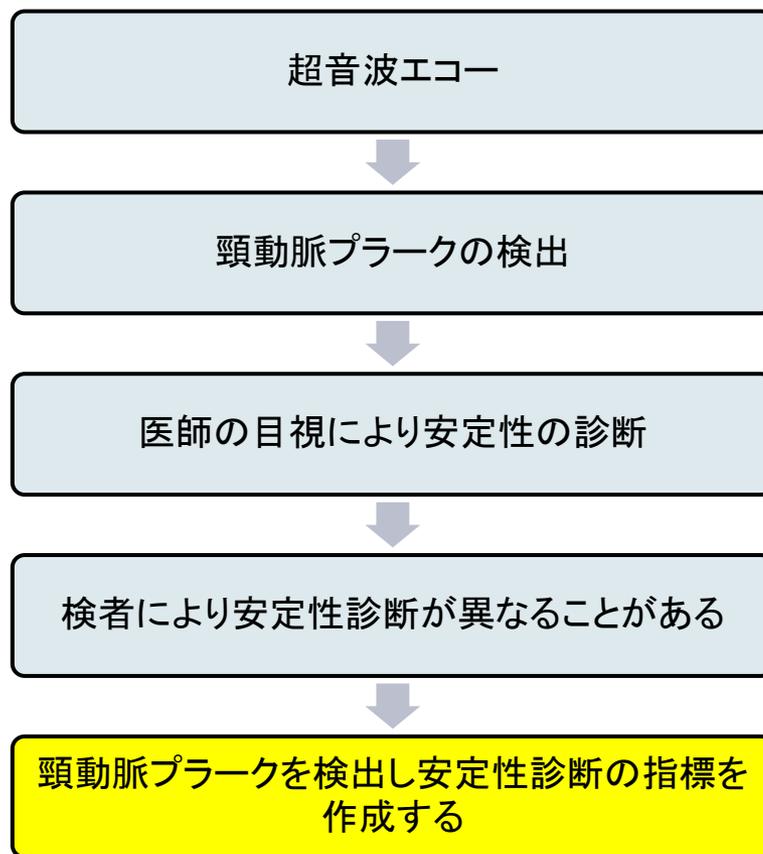
## ▶ 日本人の食生活の欧米化



頸動脈プラークの例

# 1.背景

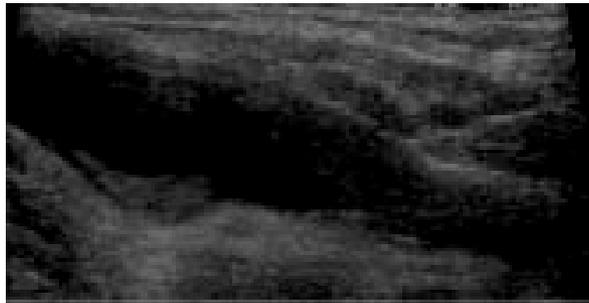
## ▶ 医師による頸動脈プラーク検出と診断



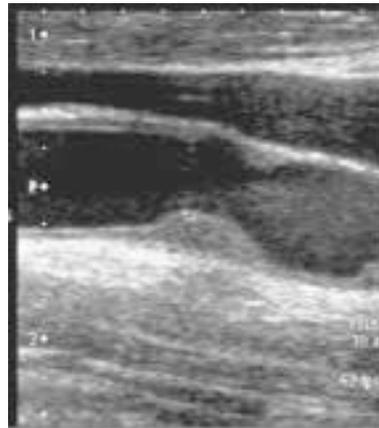
## 2. 頸動脈プラークの安定性

### ▶ 安定性診断補助

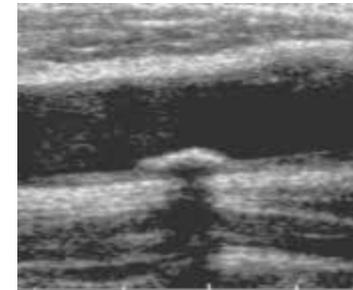
頸動脈プラーク



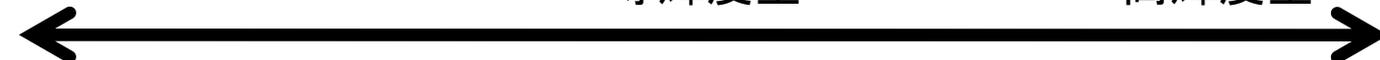
低輝度型



等輝度型



高輝度型



低

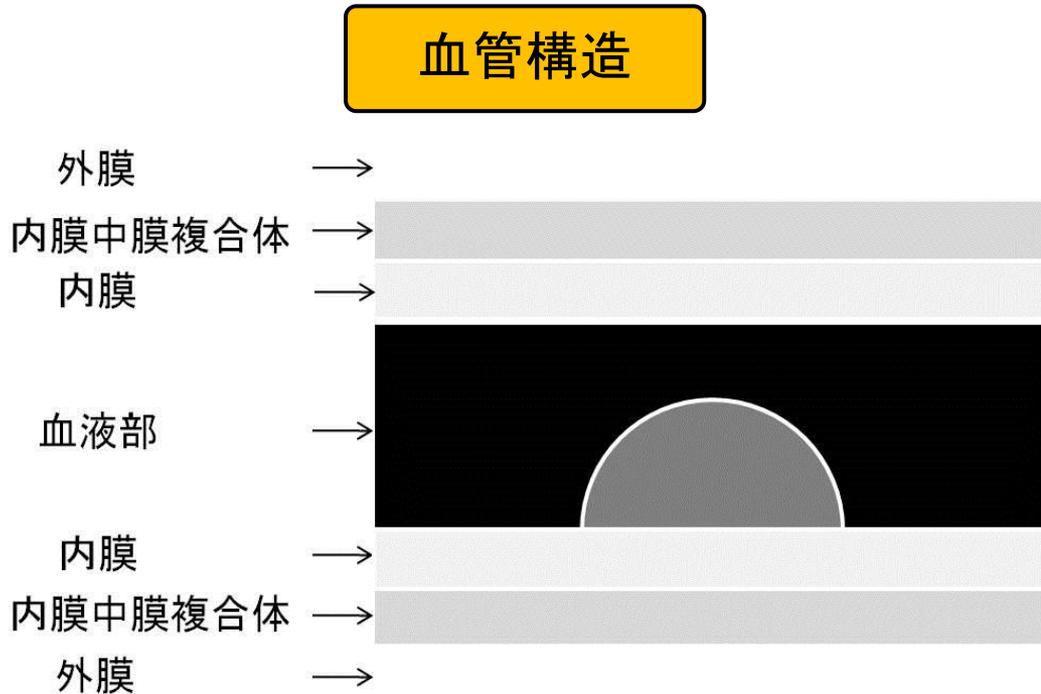
エコー輝度

高

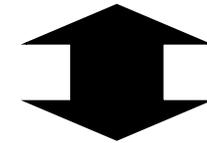
安定性

## 2. 頸動脈プラークの安定性

### ▶ 安定性診断補助



**外膜部**は画像中の  
最白色を含む



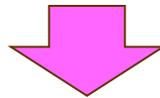
**血液部**は画像中の  
最黒色を含む

## 2. 頸動脈プラークの安定性

---

### ▶ 頸動脈プラークの安定性診断補助

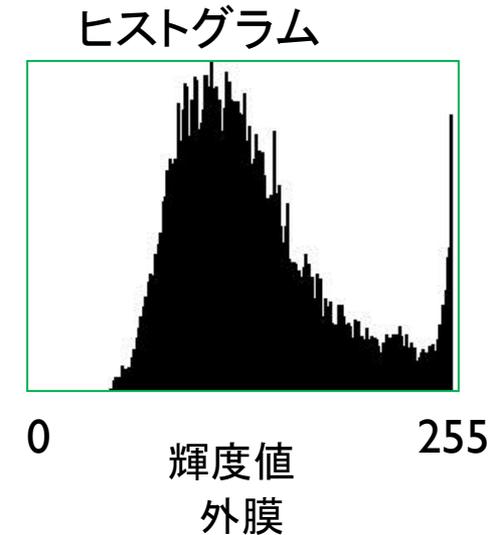
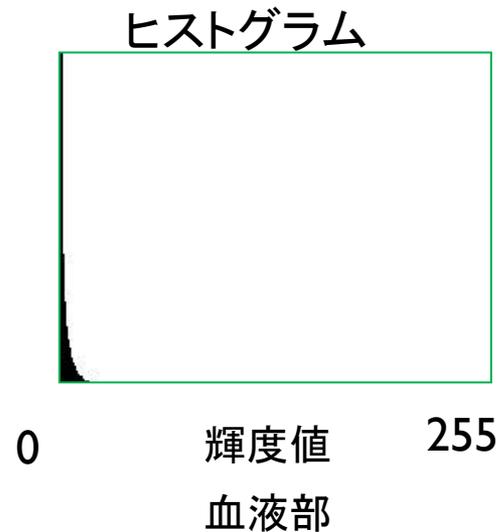
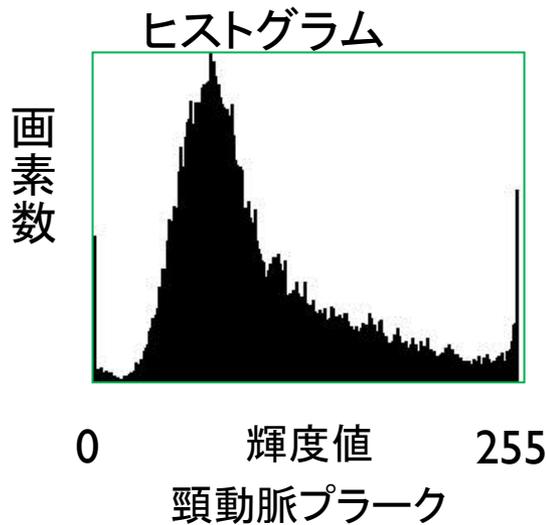
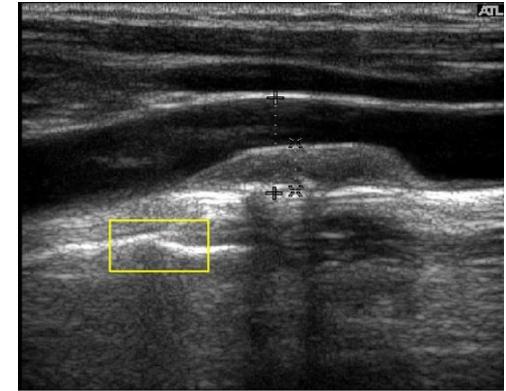
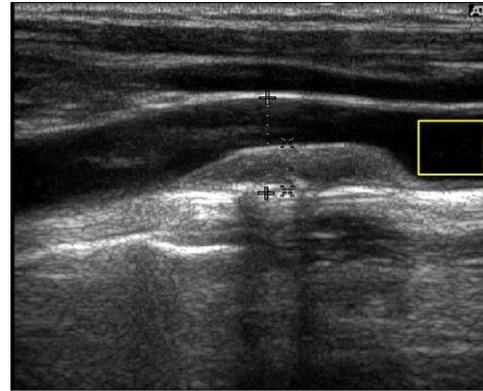
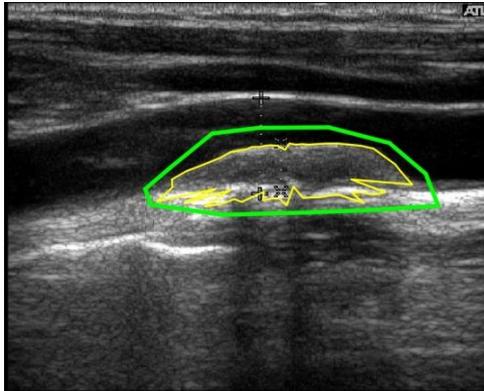
血管外膜部、血液部および頸動脈プラークの輝度値ヒストグラムを作成



医師による診断の指標

## 2. 頸動脈プラークの安定性

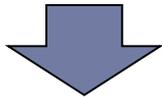
### ▶ ヒストグラムの例



### 3. 頸動脈プラークの検出

#### ▶ 多角形による頸動脈プラーク陰影の範囲指定

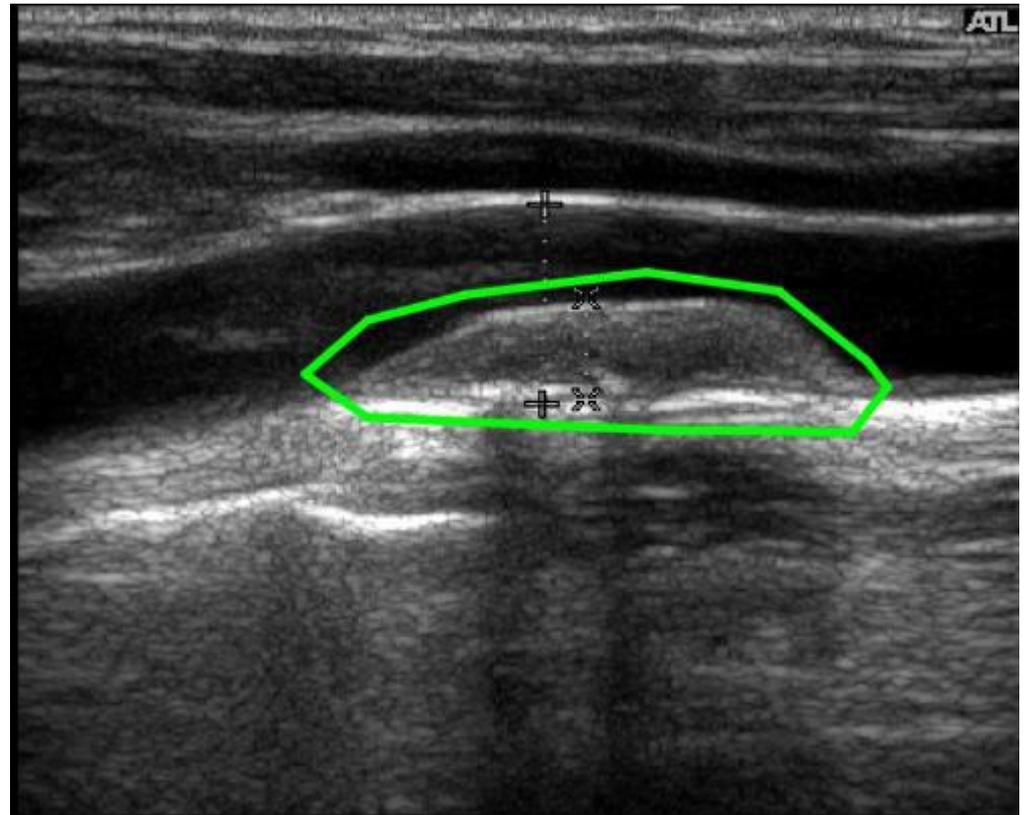
頸動脈プラークの中心辺りに  
「中心点」を定める



プラーク陰影を多角形で囲む



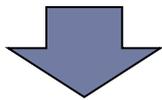
多角形の周を等分割する



多角形指定例

### 3. 頸動脈プラークの検出

#### ▶ 頸動脈プラークの境界線の特徴量の抽出



中心点から多角形周の分割点に向かう直線を定義

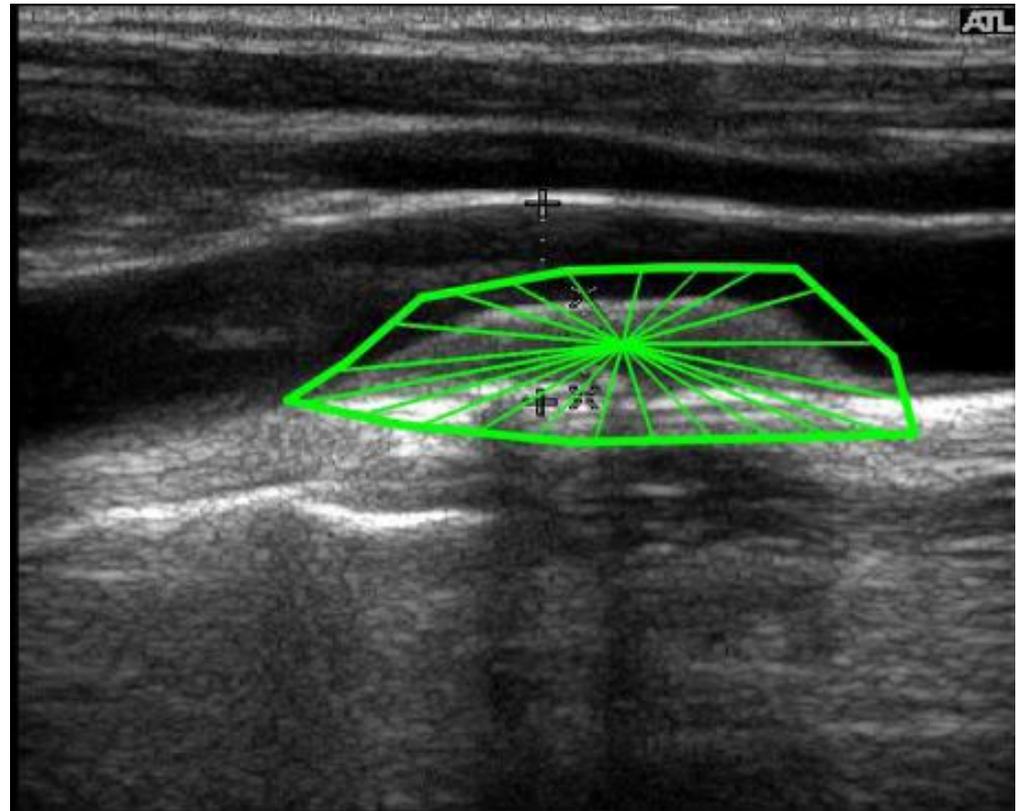
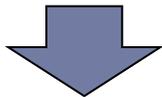


図3輝度値の抽出例

### 3. 頸動脈プラークの検出

#### ▶ 頸動脈プラークの境界線の特徴量の抽出



中心点から多角形周へ向かう直線上の輝度値を観測

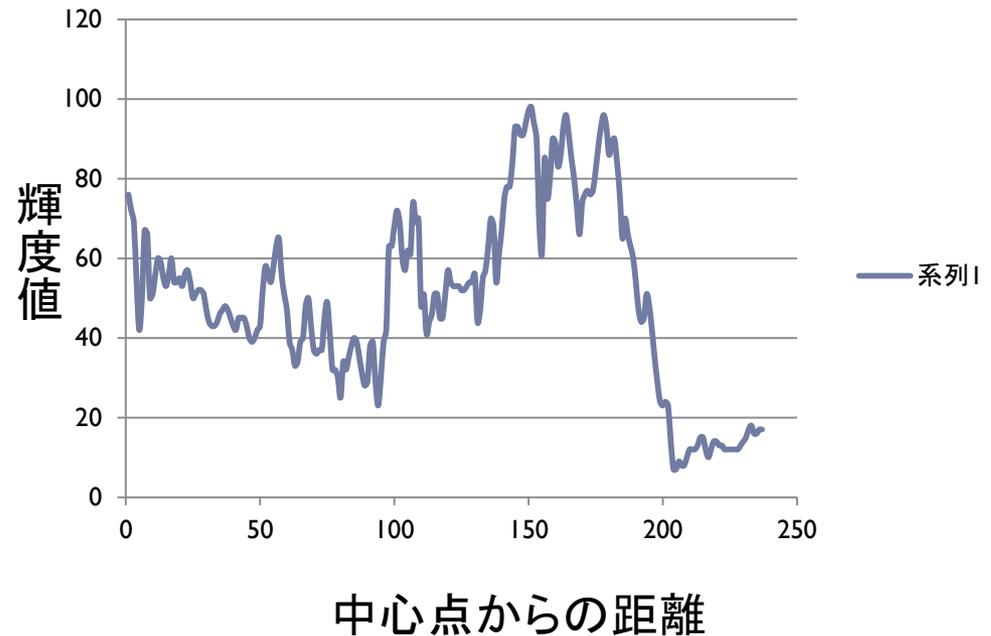
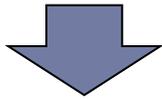
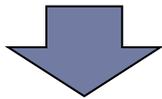


図4 直線上の輝度値の例

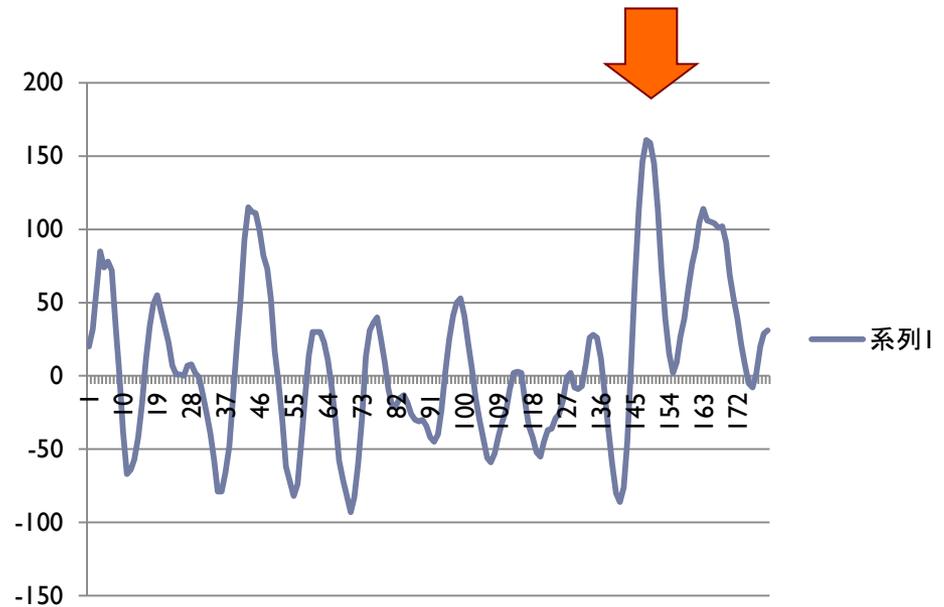
### 3. 頸動脈プラークの検出



直線上の輝度値系列を微分する



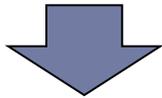
ピーク位置を検出 = 境界点



微分の結果例

### 3. 頸動脈プラークの検出

#### ▶ 頸動脈プラークの境界線の検出



境界点をつないで、検出結果とする

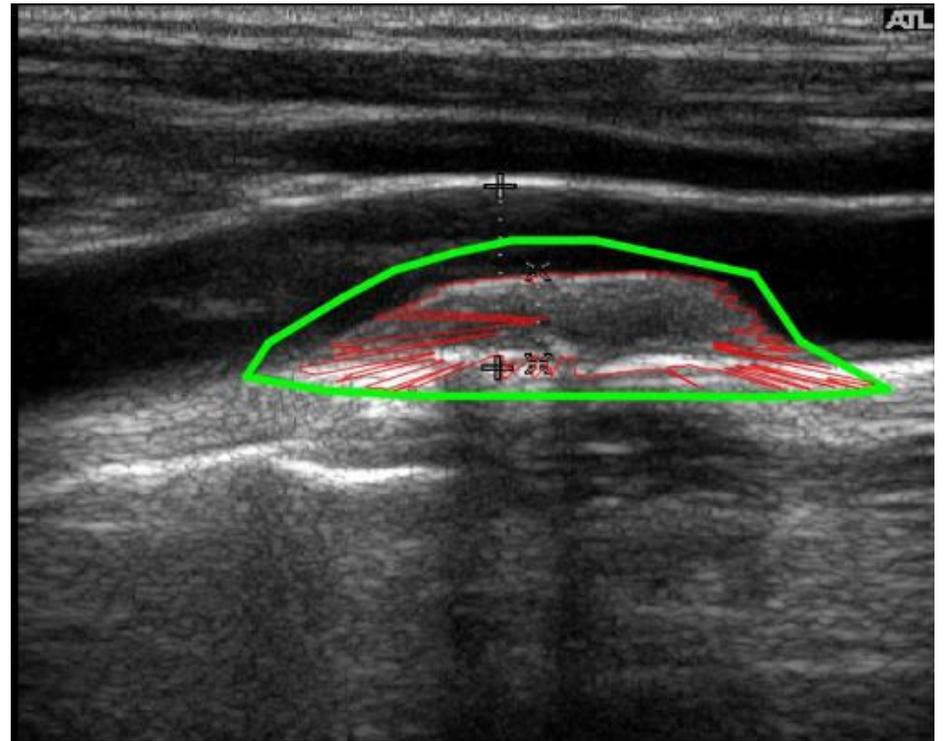
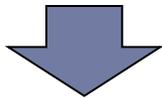


図5 境界線検出例

## 4.境界線補正処理

### ▶ 誤った境界線部分の特定

中心点から境界点までの距離に注目



極端に距離が小さい部分を誤検出境界点とする

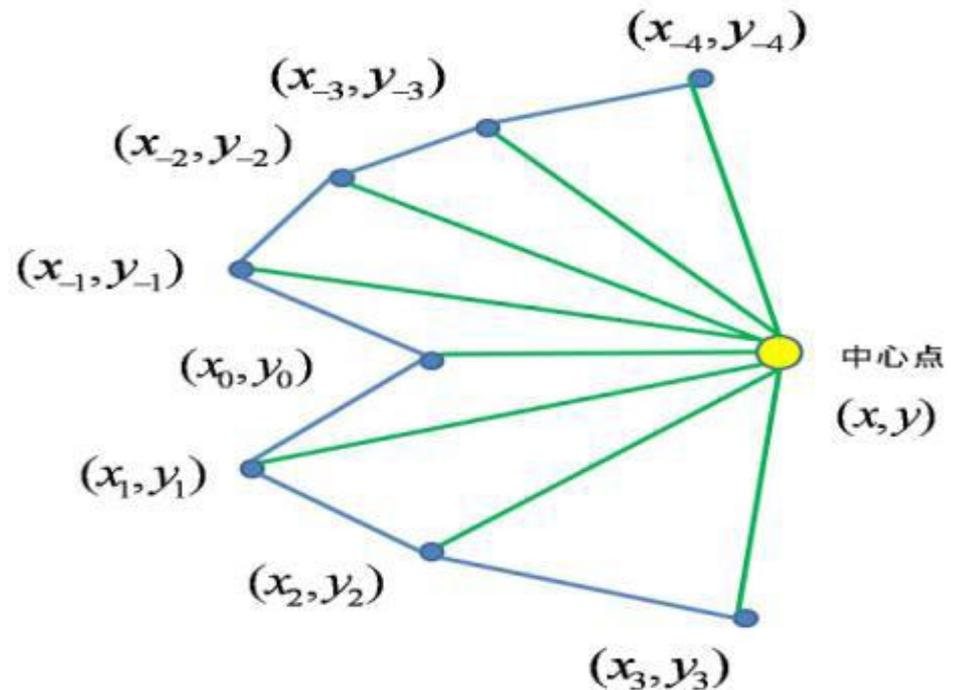


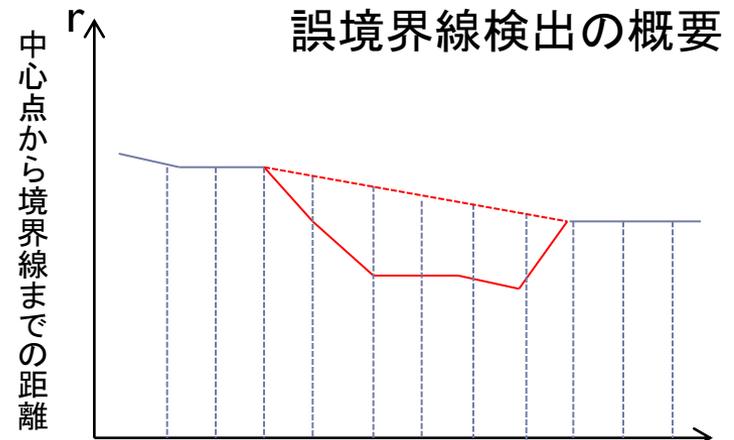
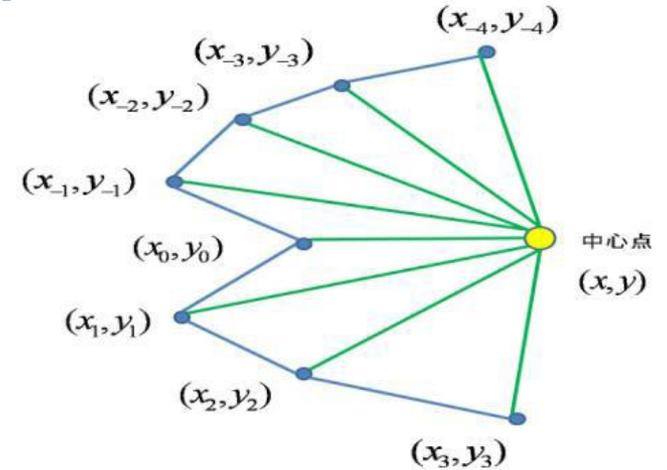
図6 誤境界線検出の概要

# 4.境界点の補正処理

## ▶ 誤った境界線の補正処理

$$x_i = \frac{|x_{i+m} - x_i|}{|x_{i+m} - x_{i-n}|} x_{i-n} + \frac{|x_{i-n} - x_i|}{|x_{i+m} - x_{i-n}|} x_{i+m}$$

極端な陥没を検出して、谷の両側の座標で線形補完

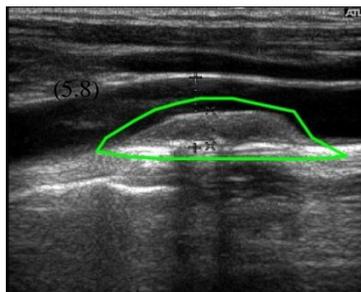


中心点から多角形周へ向かう直線の方法角  $\theta$   
境界線補正処理の概要

# 5. 頸動脈プラーク検出実験

## ▶ 境界線を検出する

$D_{i*}$ は差分値, $A$ は輝度値, $i$ は注目画素を示す。



多角形指定範囲

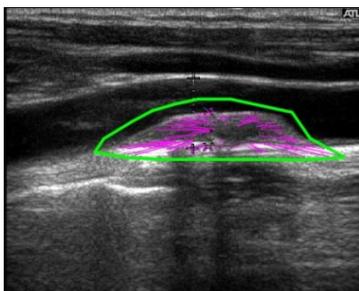
## ○ 結果

$$D_{i1} = A_{i+1} - A_{i-1} \quad (1)$$

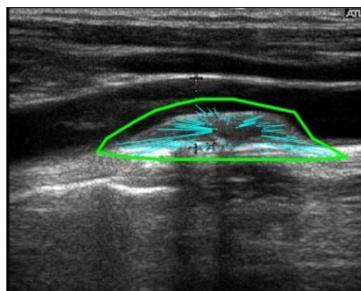
$$D_{i2} = A_{i+1} - A_{i-1} \quad (3)$$

$$D_{i3} = h_1 A_{i+2} + h_2 A_{i+1} + h_3 A_{i-1} + h_4 A_{i-2} \quad (2)$$

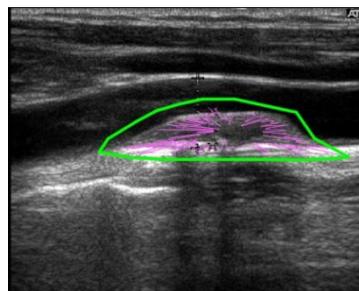
$$D_{i4} = \sum_{-1}^n (-A_{i+n}) + \sum_{-1}^n (A_{i-n}) \quad (n=1,2,3,\dots) \quad (4)$$



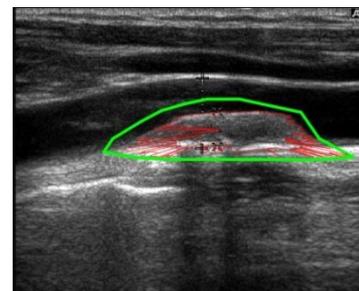
式(1)の結果



式(2)の結果



式(3)の結果

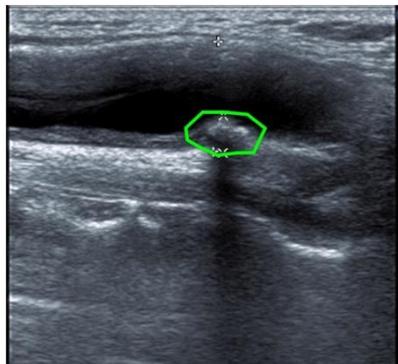


式(4)の結果

# 5.実験

## ▶ 境界線を検出する

$D_{i*}$ は差分値, $A$ は輝度値, $i$ は注目画素のインデックスを示している。



多角形指定範囲

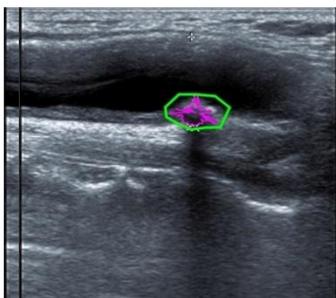
$$D_{i1} = A_{i+1} - A_{i-1} \quad (1)$$

$$D_{i2} = A_{i+1} - A_1 \quad (3)$$

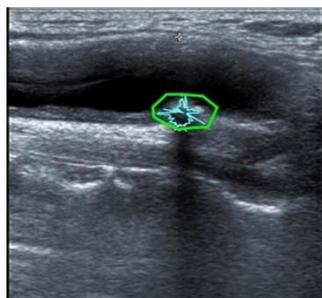
$$D_{i3} = h_1 A_{i+2} + h_2 A_{i+1} + h_3 A_{i-1} + h_4 A_{i-2} \quad (2)$$

$$D_{i4} = \sum_{-1}^n (-A_{i+n}) + \sum_{-1}^n (A_{i-n}) \quad (n=1,2,3\cdots) \quad (4)$$

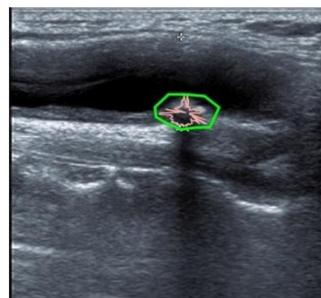
## ○ 結果



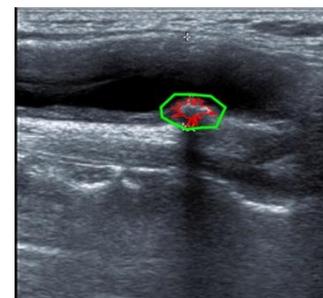
式(1)の結果



式(2)の結果



式(3)の結果



式(4)の結果

# 5.実験

## ▶ 境界線を検出する

$D_{i*}$ は差分値, $A$ は輝度値, $i$ は注目画素のインデックスを示している。



多角形指定範囲

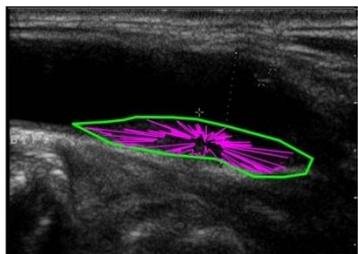
### ○ 結果

$$D_{i1} = A_{i+1} - A_{i-1} \quad (1)$$

$$D_{i2} = A_{i+1} - A_1 \quad (3)$$

$$D_{i3} = h_1 A_{i+2} + h_2 A_{i+1} + h_3 A_{i-1} + h_4 A_{i-2} \quad (2)$$

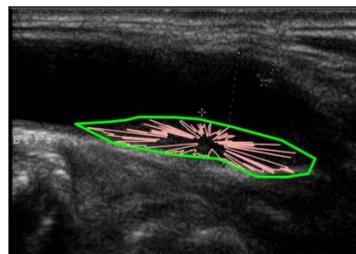
$$D_{i4} = \sum_{-1}^n (-A_{i+n}) + \sum_{-1}^n (A_{i-n}) \quad (n=1,2,3,\dots) \quad (4)$$



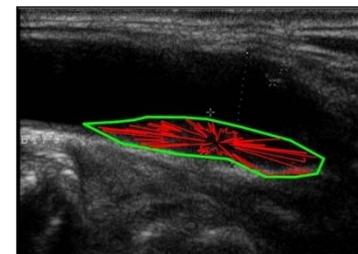
式(1)の結果



式(2)の結果



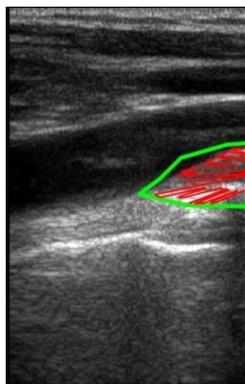
式(3)の結果



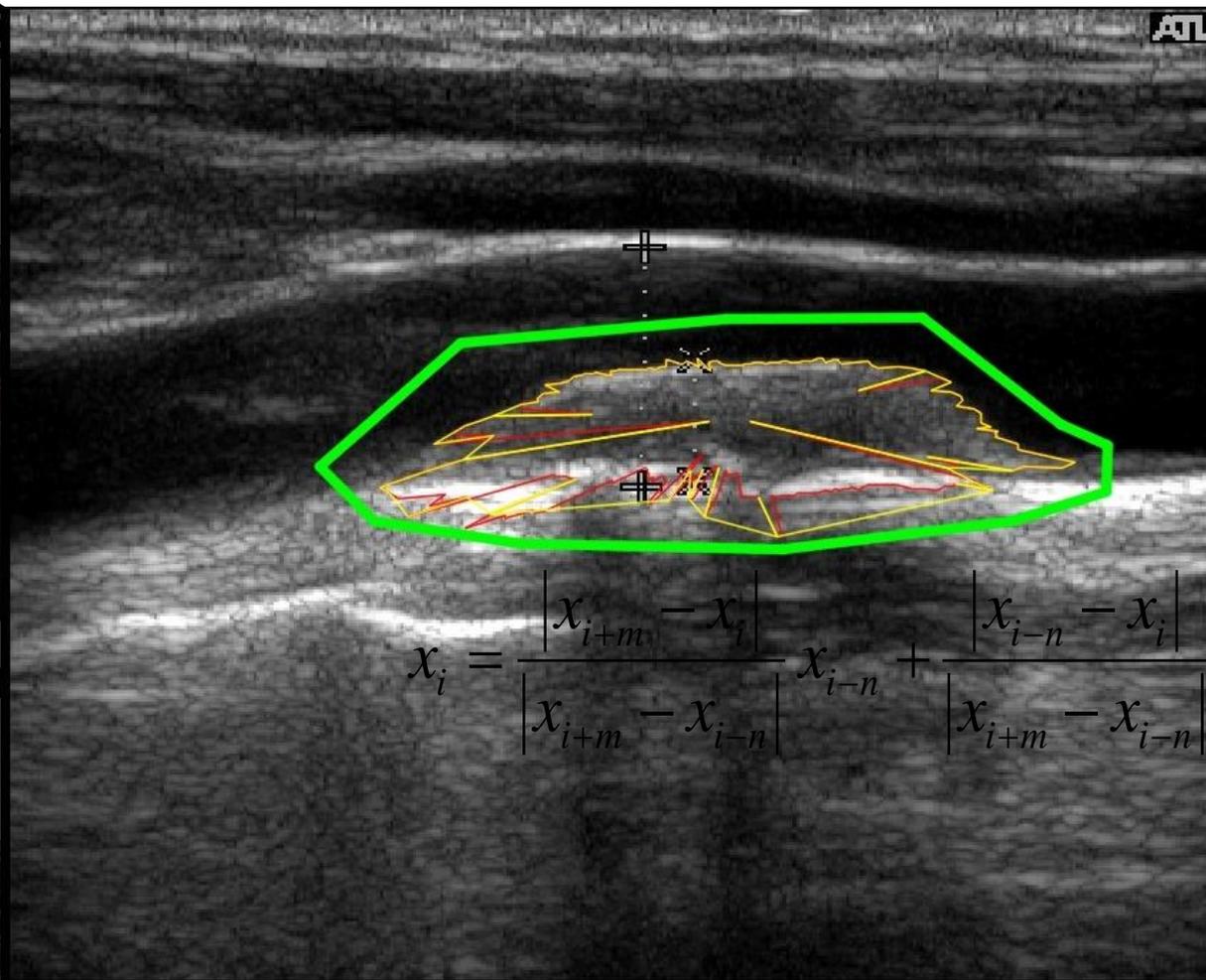
式(4)の結果

# 5. 実験

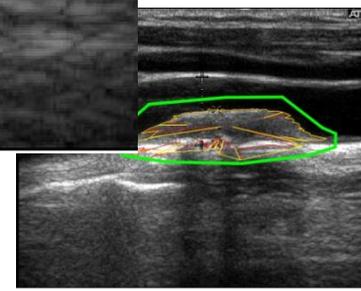
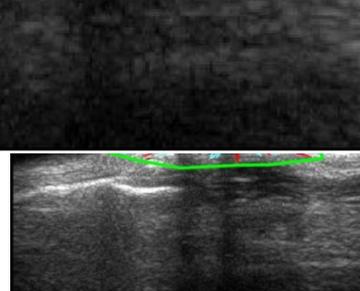
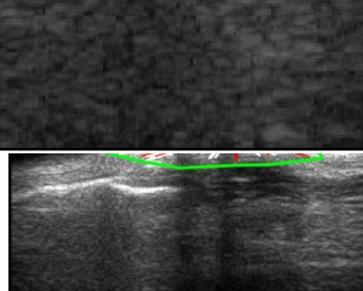
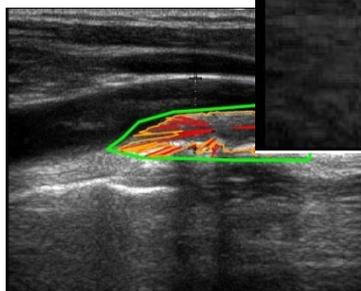
## ▶ 頸動脈



境界線補正処理



$$x_i = \frac{|x_{i+m} - x_j|}{|x_{i+m} - x_{i-n}|} x_{i-n} + \frac{|x_{i-n} - x_i|}{|x_{i+m} - x_{i-n}|} x_{i+m} \quad (7)$$



式(5)n=2の結果

式(5)n=3の結果

式(6)の結果

式(7)の結果

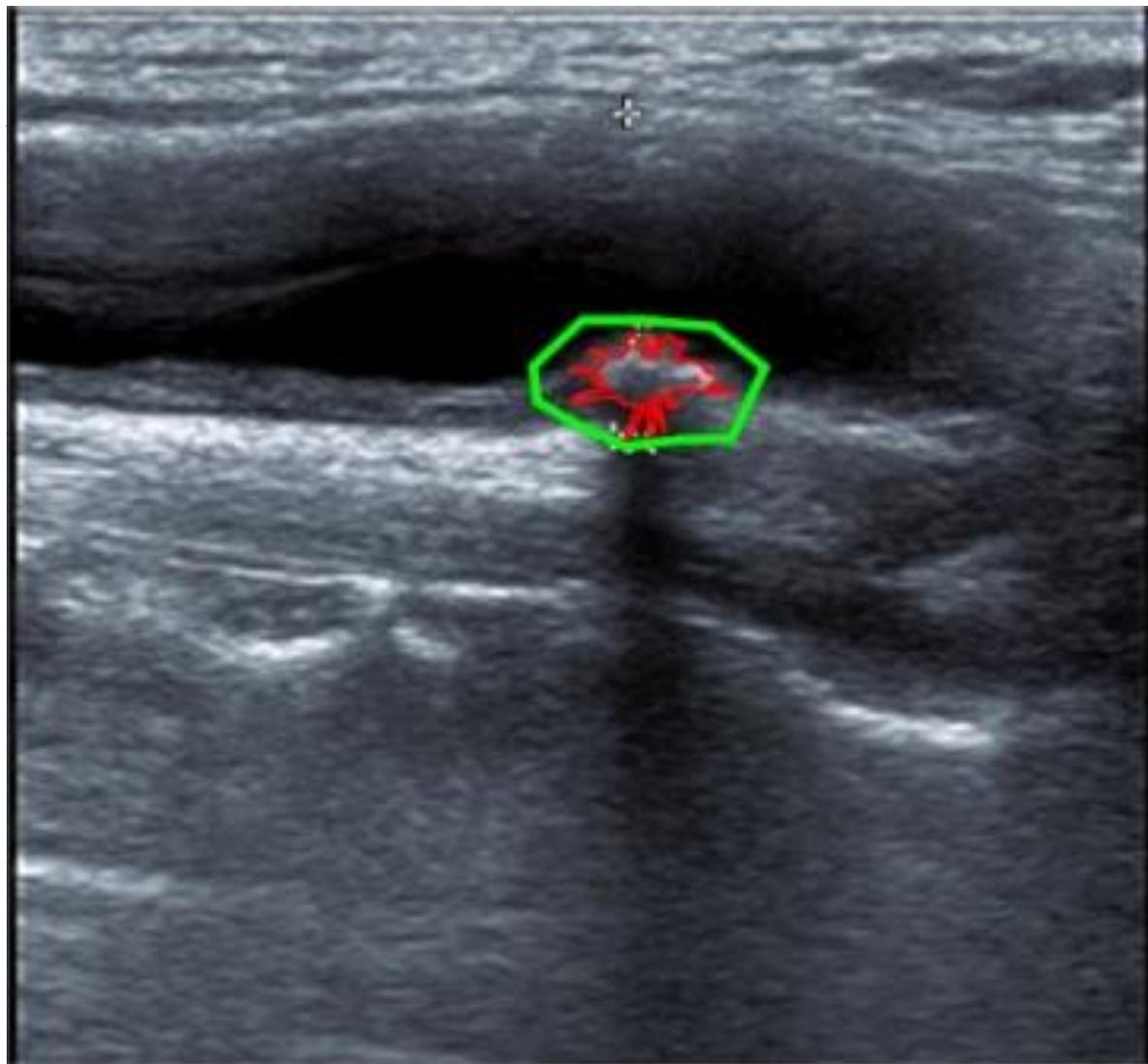
# まとめ

---

- ▶ 超音波エコー画像の頸動脈プラーク陰影の安定性診断補助システムを検討した。
- ▶ プラークを多角形で指定し、プラークを検出する手法を提案した。
- ▶ 誤った境界部を補正する手法を提案した。

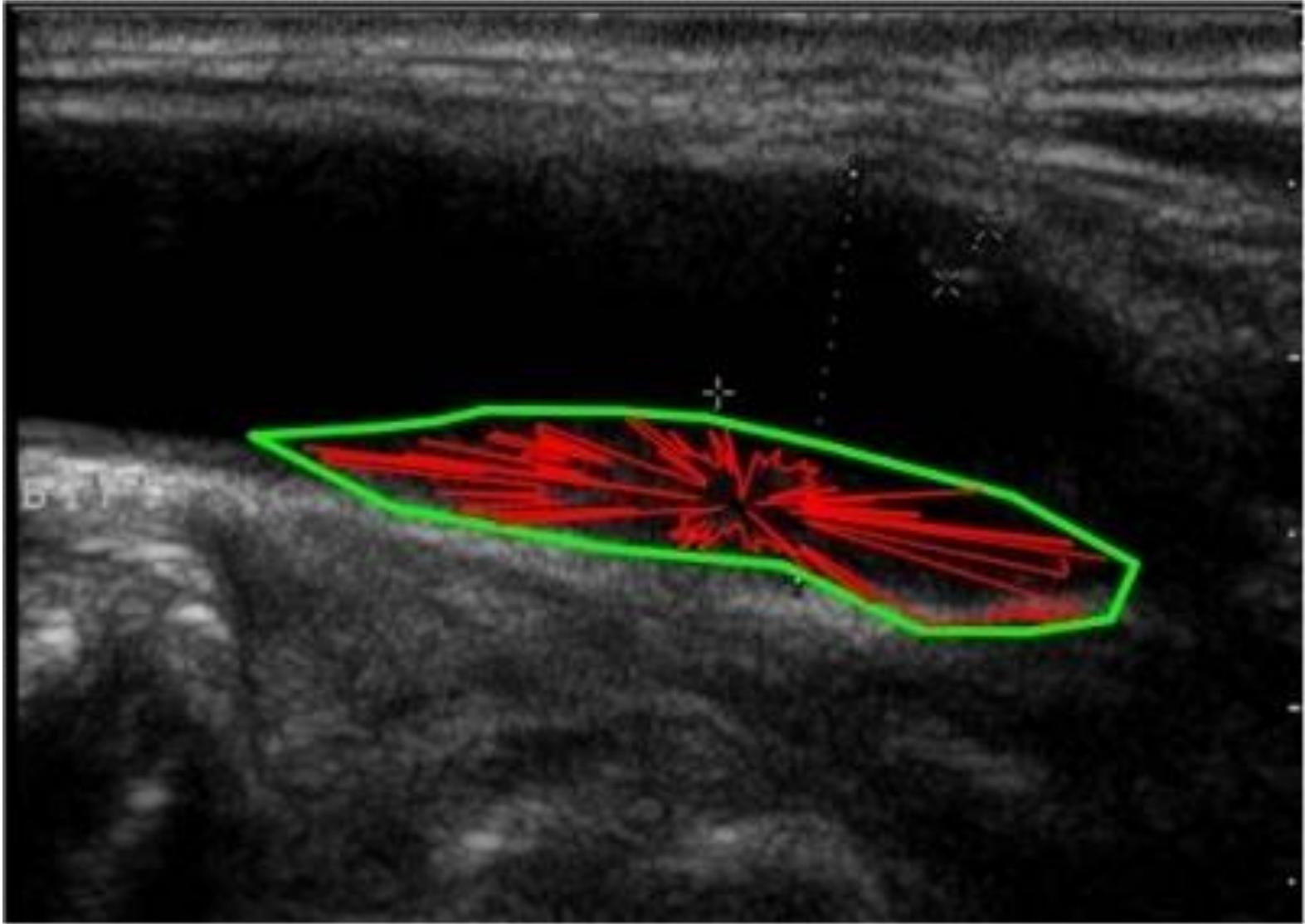
## 今後の課題

- ▶ 複雑な血管構造でのプラークの検出
  - ▶ 低輝度タイプのプラークの検出
  - ▶ プラークの安定性の判定(NNなどの応用)
- 
- ▶



高輝度タイプのプラークの検出例





低輝度タイプのプラークの検出例