

機関番号：13701  
 研究種目：若手研究（B）  
 研究期間：2007 ～ 2010  
 課題番号：19700418  
 研究課題名（和文） 乳がん超音波併用集団検診のためのコンピュータ支援診断システムの開発  
 研究課題名（英文） Development of computer-aided diagnosis system for breast cancer screening  
 研究代表者  
 福岡 大輔（FUKUOKA DAISUKE）  
 岐阜大学・教育学部・准教授  
 研究者番号：60321436

## 研究成果の概要（和文）：

本邦における乳がんの罹患率は年々増加しており，従来のマンモグラフィ検診に加え超音波併用検診の導入も検討されている．超音波を用いた検診においては，ホールブレスト超音波検査も一手法として期待されている．

本課題では乳がん超音波併用検診の定量性の向上を目的として，マルチモダリティ画像（ホールブレスト超音波画像，マンモグラフィおよびMR画像）を対象としたコンピュータ支援診断（Computer-aided Diagnosis: CAD）システムの開発を行った．

## 研究成果の概要（英文）：

Breast ultrasonography can be used for compensating image interpretation of mammography. It has been often used, along with mammography, for screening purpose in Japan because Japanese women tend to have dense breasts. Whole breast ultrasound (WBUS) imaging is superior to the conventional breast ultrasound imaging for the screening in the way that it does not depend on operators, contains whole breast data, and allows double reading and longitudinal study. When both mammograms and WBUS images were obtained in the screening, it would be useful if a lesion found in either modality can be automatically annotated in the other modality image. We investigated a computerized method for registration of breast masses in WBUS volume data and other modality image.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	900,000	0	900,000
2008年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2009年度	500,000	150,000	650,000
2010年度	400,000	120,000	520,000
年度			
総計	2,800,000	570,000	3,370,000

研究代表者の専門分野：医用画像処理，画像解析システム

科研費の分科・細目：人間医工学・医用システム

キーワード：①乳腺超音波 ②マンモグラフィ ③読影支援 ④計算機支援診断 ⑤画像処理

## 1. 研究開始当初の背景

本邦における乳がんの罹患率は年々増加し，乳がんは女性がんの第1位となっている．乳がんの早期発見・治療に向け，乳房X線写真（マンモグラム：以下 MMG）を用いた集団

検診（スクリーニング）も実施されている．しかし，マンモグラムによる撮影では，圧迫による苦痛や，乳腺の発達した40歳代を含む若年層の撮影における，デンスブレスト（画像全体が白く描出されること）の問題点

が指摘されている。そこで、より高い精度で検診を行うために、マンモグラフィと超音波検査の併用検診の導入へ向けた検討が行われている。しかしながら、超音波検査は撮影の自由度が高く、リアルタイムに体内の情報を提示できる反面、検査者への依存が大きく、ダブルリーディングなどが難しいのが現状である。超音波集団検診の定量性、記録性を向上し、併用検診時の他のモダリティとの融合を図る読影支援システムの開発が求められている。

## 2. 研究の目的

本課題では、乳腺超音波による併用検診のためのコンピュータ支援診断(Computer-aided Diagnosis: CAD)システムの開発を行う。支援システムの開発によって、乳腺超音波検査の定量性の向上を図り、他のモダリティ(MMG, MR 画像)との融合により、より精度の高い検診の実現をめざす。

本課題では、その基礎研究と臨床応用への可能性を検討することを目的とする。

## 3. 研究の方法

ホールブレストスキャナにより撮影される全乳房超音波画像(Whole Breast UltraSound: WBUS)とMMGおよびMR画像を対象に支援診断システムを構築する。

支援診断システムは、以下に述べるマルチモダリティ対応ビューワ、腫瘍病変検出・良悪性鑑別、石灰化像検出、乳腺濃度評価、マルチモダリティ間のレジストレーション処理により構成し、統合的な読影システムとする。

### (1) マルチモダリティ対応ビューワ

ホールブレストスキャナにより撮影される画像を空間コンパウンドによる乳房全体画像のボリュームデータとし、断面画像(AXIAL, CORONAL, SAGITTAL面)の生成を可能とする。また、左右比較、過去画像比較を可能とする。

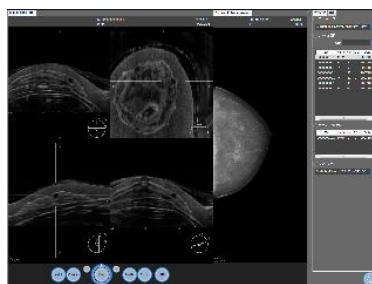


図1 ビューワソフトウェア

### (2) 腫瘍像検出および良悪性鑑別

エッジ情報にもとづいた腫瘍像の自動検出と、各種画像特徴量による良悪性鑑別を行う。

### (3) 石灰化像検出

濃度勾配と3重リングフィルタ(※文献1)を用い、超音波画像上の石灰化像を検出する。

### (4) 乳腺濃度評価

WBUS画像から皮膚、脂肪層、乳腺層、胸筋を領域分割し、乳腺層における乳腺濃度の評価を行う。

### (5) ボリュームレジストレーション

乳頭、皮膚ライン、胸筋などの正常構造の解析を行い、それぞれをランドマークとし、ボリューム間の位置合わせ(レジストレーション)を行う。

## 4. 研究成果

ホールブレスト超音波画像と他のモダリティ間の読影精度の向上を目的として、以下のシステムの開発し研究成果を得た。超音波画像の定量評価と併用検診へ向けた読影システムを開発した。

### (1) マルチモダリティ対応ビューワ

ホールブレスト超音波画像とMMG, MRなどマルチモダリティのための、同時画像表示機能を有した、ビューワソフトを開発した。検診時における超音波画像において左右乳房比較、過去画像比較、任意断面比較などを可能とした(図1) [論文③]。

※文献1 平子ら:”乳房X線写真における微小石灰化検出フィルタの開発“:濃度勾配と3重リングフィルタ解析に基づく方法電子情報通信学会論文誌. J78-D-2(9), 1334-1345

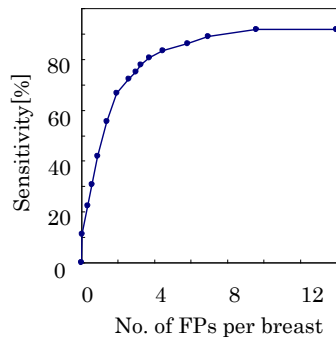


図2 腫瘍像検出能 FROC

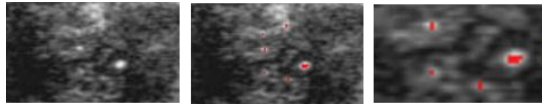


図3 超音波画像上の石灰化像の検出  
(左：原画像，中：検出結果，右：拡大)

(2) 腫瘍像検出および良悪性鑑別

超音波画像上の腫瘍像検出システムを開発した。ホールブレスト超音波画像からの病変検出機能に加え、従来の手法を対象としたリアルタイム病変検出システムを開発した。また、乳腺超音波画像における腫瘍像の良悪性鑑別システムを開発した。ホールブレスト超音波画像からの病変検出機能の検出能を図2に示す[論文①②⑤⑥⑦，発表③]。

(3) 石灰化像検出

超音波画像上の微小石灰化像を対象としたリアルタイム検出システムを開発し改良を行った(図3) [発表④]。

(4) 乳腺濃度評価

ホールブレスト超音波画像における乳腺濃度評価アルゴリズムの開発を行った。超音波画像とMMG間で濃度評価の比較を行ない、超音波画像における乳腺分類を可能とした[論文④]。

(5) ボリュームレジストレーション

ホールブレスト超音波像とMR, MMGなどマルチモダリティ画像間での、画像位置合わせ(ボリュームレジストレーション)アルゴリズムの開発を行った。ここでは乳頭、皮膚ライン、胸筋などの正常構造の解析を行い、それぞれをランドマークとし、Thin-plate Splines(TPS)法により位置合わせし Fusion 画像の生成を行った [発表①②]。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 16 件)

- ① 石原福太郎, 福岡大輔, 村松千左子, 原武史, 高田悦雄, 遠藤登喜子, 森田孝子, 藤田広志 : 全乳房超音波画像における 3 次元的情報に基づいた腫瘍像の自動検出法の開発, 電子情報通信学会技術報告, 110 (364), MI2010-97, . 査読なし, 平成 23 年(2011), 87-91
- ② G.N.Lee, T.Okada, D.Fukuoka, C.Muramatsu, T.Hara, T.Morita, E.Takada, T.Endo, and H.Fujita: Classifying breast masses in volumetric whole breast ultrasound data: A 2.5-dimensional approach, Digital Mammography, J.Marti, A.Oliver, J.Freixenet, and R.Marti (Eds.), Springer Lectures Notes in Computer Science (LNCS) series: LNCS6136, Springer, 査読有, 平成 22 年(2010), 636-642.
- ③ G.N.Lee, D.Fukuoka, T.Morita, and H.Fujita: Whole-breast ultrasound brings significant screening benefits, Diagnostic Imaging Asia-Pacific, WINTER 2010, 査読なし, 平成 22 年 (2010), 7-15
- ④ Y.Ikeda, T.Morita, D.Fukuoka, T.Hara, G.Lee, H.Fujita, E.Takada, and T.Endo: Automated analysis of breast parenchymal patterns in whole breast ultrasound images: preliminary experience, International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery, 4 (3), 査読なし, 平成 21 年 (2009), 299-306
- ⑤ Y.Ikeda, D.Fukuoka, T.Hara, H.Fujita, E.Takada, T.Endo, and T.Morita: Improving mass detection performance by use of 3D difference filter in a whole breast ultrasonography screening system, SPIE Medical Imaging: Computer-aided diagnosis, 6915, 査読有, 平成 20 年 (2008) , 691523-1 - 691523-8
- ⑥ 池戸祐司, 福岡大輔, 原武史, 藤田広志, 高田悦雄, 遠藤登喜子, 森田孝子 : 全乳房超音波画像における腫瘍像自動検

出システムのための左右乳房画像の比較による偽陽性削除法, 電子情報通信学会論文誌 D, J91-D (7), 査読有, 平成 20 年(2008), 1923-1926

- ⑦ Y.Ikeda, T.Morita, D.Fukuoka, T.Hara, H.Fujita, E.Takada, and T.Endo: Computerized classification of whole breast ultrasound images based on mammary gland patterns, Digital Mammography, E.A.Krupinski (Ed.), Springer Lectures Notes in Computer Science (LNCS) series: LNCS5116, Springer, 査読有, 平成 20 年(2008), 188-195

[学会発表] (計 38 件)

- ① D.Fukuoka, Automated Recognition and Registration of Breast Lesions in Whole Breast Ultrasound Data and Screening Mammography, Radiological Society of North America 2009 (RSNA2009), 2009.11.29, McCormick Place(Chicago)
- ② H.Fujita, Diagnostic Utility of Whole Breast Ultrasound and Breast MR Image Information Fusion, Radiological Society of North America 2009 (RSNA2009), 2009.11.29, McCormick Place(Chicago)
- ③ D.Fukuoka, Real-time Mass Detection System in Breast Ultrasonography, Radiological Society of North America 2009 (RSNA2009), 2009.11.29, McCormick Place(Chicago)
- ④ F. Ishihara, Real-time CAD System for Automated Detection of Calcifications in Breast Ultrasonography, Radiological Society of North America 2008 (RSNA2008), 2008.11.30, McCormick Place(Chicago)

[その他]

6. 研究組織

- (1) 研究代表者  
福岡 大輔 (FUKUOKA DAISUKE)  
岐阜大学・教育学部・准教授  
研究者番号: 60321436
- (2) 研究分担者  
なし
- (3) 連携研究者  
なし