

令和 2 年 5 月 10 日現在

機関番号：15401

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2019

課題番号：18K15321

研究課題名（和文）通信用微弱電波を用いた非侵襲的かつ携帯型の新規乳癌検診画像システムの開発

研究課題名（英文）Development of a noninvasive and portable breast cancer screening system using communicative microwave

研究代表者

笹田 伸介（Sasada, Shinsuke）

広島大学・病院（医）・助教

研究者番号：30711329

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：標準的なマンモグラフィ乳癌検診の欠点を克服すべく、通信用微弱電波を用いた非侵襲的な新規乳癌検診画像システムの開発を行った。特定臨床研究（jRCTs062180005）を実施し、乳癌症例100例を登録、測定した。全症例において有害事象はみられなかった。共焦点画像を作成し、乳房内を画像化した。乳癌存在診断は、乳房内誘電率分布の最大輝度とそのばらつきに基づいて行った。暫定的な乳癌診断精度は、感度88%、特異度50%であった。偽陽性の最大の原因は皮膚と装置の間隙であり、アーチファクト除去プログラムを作成した。今後は、さらなるアーチファクト除去により偽陽性の減少させ、測定の高速度・高精度化を図る。

研究成果の学術的意義や社会的意義

乳癌は日本女性の悪性新生物の中で罹患率1位であり、女性の11人に1人が乳癌に罹患する。マンモグラフィ検診により乳癌死亡が15～20%減少するが、本邦では検診受診率が40%程度と非常に低い。マンモグラフィ検診は乳房圧迫に伴う疼痛や放射線被曝のため検診受診率が低迷していることが課題である。本研究で開発する乳癌画像システムは携帯電話で使用する通信用微弱電波を利用しており、痛みや被曝がない低侵襲な検査方法である。本研究では、診断性能に一定の成果が得られたが、臨床応用にはさらなる課題の解決が必要である。本乳癌画像システムの改良により、乳癌検診率の向上と乳癌死亡の減少へとつながることが期待される。

研究成果の概要（英文）：In order to overcome the shortcomings of standard mammography breast cancer screening, we developed a novel non-invasive microwave breast imaging system. We conducted a specified clinical trial (jRCTs062180005), 100 breast cancer cases were registered and measured. There were no adverse events in all cases. Confocal images were created to image the inside of the breast. Breast cancer diagnosis was performed based on the maximum brightness of the dielectric constant distribution in the breast and its variation. The provisional breast cancer diagnostic accuracy was 88% sensitivity and 50% specificity. The largest cause of false positives was the air gap between skin and device, and an artifact removal program was created. In the future, we will reduce false positives by further removing artifacts, speed up measurement and improve accuracy.

研究分野：腫瘍診断

キーワード：乳癌 検診 画像検査 通信用電波

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 乳癌は成人女性において罹患率1位の癌種であり、早期発見可能な高精度の検診法が望まれている。マンモグラフィ検診は乳癌死亡率を減少させるが、本邦の乳癌検診受診率は40%程度と非常に低い。マンモグラフィは乳房圧迫に伴う疼痛のため検診受診率の低迷、放射線被曝により妊婦への検診ができないことに加えて、乳腺密度の高い高濃度乳腺では乳癌の発見が困難である。これらの課題を解決するため、非侵襲的な新規乳癌検診画像システムの開発が持とられている。

(2) 乳房内組織（正常乳腺、脂肪組織）および乳癌における誘電率の周波数特性の差を利用した乳房画像装置が検討されており、広島大学では通信用微弱電波を用いる携帯型乳癌検診画像装置プロトタイプを開発した。本画像装置は、乳房ファントムおよび乳房切除組織において乳房内腫瘍の検出に成功し、人に対する使用の安全性を確認した。

2. 研究の目的

本乳房画像装置の人における乳癌診断性能を評価し、病理標本と比較検討することにより最適な乳癌検出アルゴリズムを開発する。

3. 研究の方法

(1) 臨床研究

乳癌患者を対象に臨床研究を実施する。治療開始前に本乳房画像装置プロトタイプ（図1）で両側乳房の測定を行い、乳癌診断精度を評価する。正常乳房の測定を行うことにより、乳房単位での感度、特異度を評価する。病理標本と比較検討し、検出に関わる乳癌の特徴を検討する。

検査方法は、仰臥位になった患者の乳房に本装置のドームアンテナ部位を密着させ、装置内のモーター回転により360°の測定データを採取した（図2）。検査時間は片側乳房あたり3～5分とした。

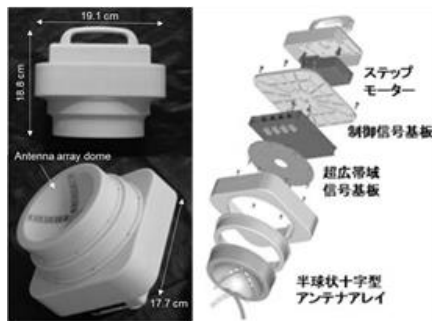


図1：本研究装置プロトタイプの構造



図2：検査姿勢

(2) 偽陰性、偽陽性の評価

偽陰性および偽陽性の頻度とその原因を検討し、装置の改良に応用する。

(3) 乳癌検出アルゴリズムの作成

上記(1)(2)に基づいて、最適な乳癌検出アルゴリズムを開発する。

4. 研究成果

(1) 2018年11月より特定臨床研究(jRCTs062180005)を開始し、乳癌症例100例を登録した。すべての検査で有害な事象は発生しなかった。乳癌検出の陽性/陰性判定は、乳房内誘電率分布の最大輝度とそのばらつき(σ)で行った（図3）。

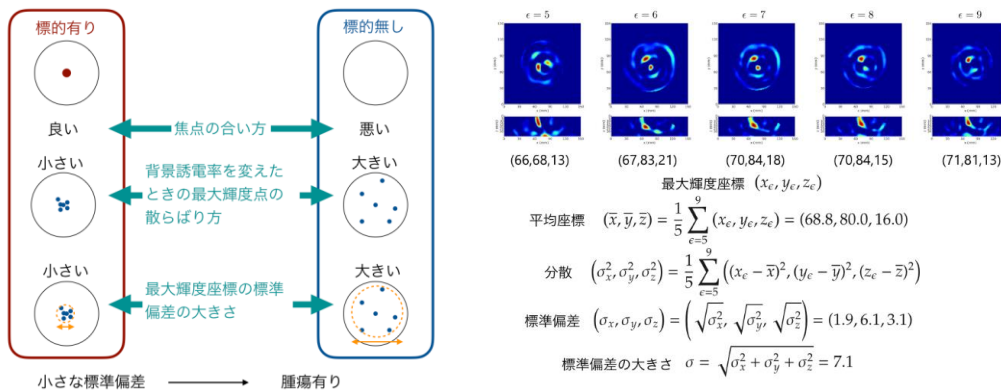


図3：陽性/陰性判定理論（左）と座標/分散の計算法（右）

背景組織比誘電率を考慮し、透過共焦点画像を作成し、乳房内の病変を画像化した (図 4)。 σ 設定による暫定的な判定結果を図 5 に示す。

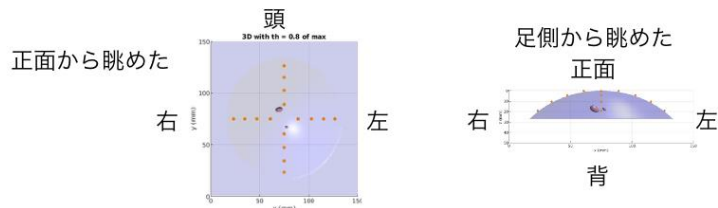


図 4 : 透過共焦点画像の作成。左 : 正面像、右 : 軸位断

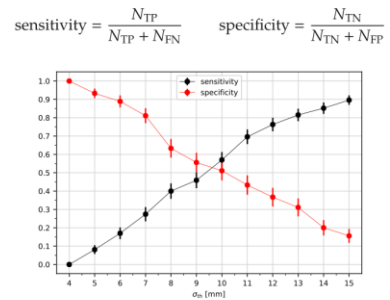


図 5 : 判定結果 (暫定)

(2) 解析にあたり皮膚と装置表面の間隙によるアーチファクトが偽陽性の大きな要因になっていることが判明した。投射した電波の散乱が大きくなるためである。皮膚表面のアーチファクトを除去するため、two-stage rotational clutter suppression method (TSR 法) を作成して、アーチファクトの除去に成功した (図 6)。この技術を用いた、暫定的な乳癌存在診断判定は感度 88%、特異度 50%であった。

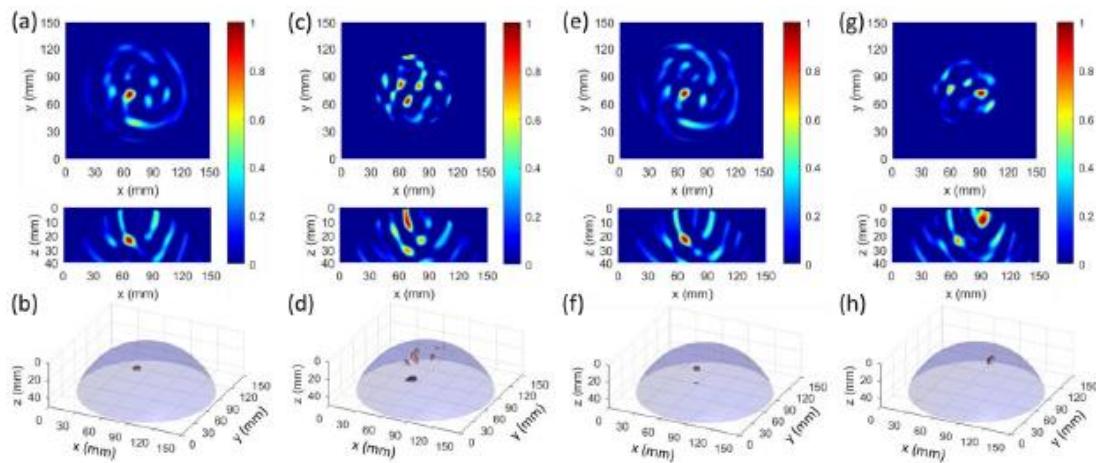


図 6 : アーチファクト除去方法による共焦点画像。(a-b)TSR 法、(c-h)他の方法。

(3) 研究年度終了時において、生体の乳房内多様性におけるアーチファクトの課題が残っている。今後の臨床応用に向けては、偽陽性の解決が重要である。さらなるアーチファクト除去プログラムにより偽陽性の減少を図るとともに、乳癌の臨床病理学的特徴と診断精度の関連を調査し、本研究装置原理の最適使用法を検討する。また、トモグラフィ処理および複素誘電率再構成法を融合して、データ処理の高速化・高精度化についてさらなる解析を進め、装置の改良を図る予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Sasada S, Masumoto N, Song H, Kajitani K, Emi A, Kadoya T, Arihiro K, Kikkawa T, Okada M	4. 巻 5
2. 論文標題 Portable impulse-radar detector for breast cancer: a pilot study	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J Med Imaging	6. 最初と最後の頁 25502
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1117/1.JMI.5.2.025502	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Song H, Sasada S, Masumoto N, Kadoya T, Shiroma N, Orita M, Arihiro K, Okada M, Kikkawa T	4. 巻 66
2. 論文標題 Detectability of Breast Tumors in Excised Breast Tissues of Total Mastectomy by IR-UWB-Radar-Based Breast Cancer Imaging	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Trans Biomed Eng	6. 最初と最後の頁 2296-2305
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/TBME.2018.2887083	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Sasada S, Masumoto N, Song H, Goda N, Kajitani K, Emi A, Kadoya T, Arihiro K, Kikkawa T, Okada M
2. 発表標題 Hand-held impulse-radar detector for breast cancer: development and a pilot study
3. 学会等名 San Antonio Breast Cancer Symposium 2018（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Song H, Watanabe H, Xiao X, Kikkawa T
2. 発表標題 Influence of Air-gaps between Antennas and Breast on Impulse-Radar-Based Breast Cancer Detection
3. 学会等名 13th European Conference on Antennas and Propagation（国際学会）
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 協力 者	吉川 公麿 (Kikkawa Takamaro)		