

訪問日 2026 年 9 月 29 日

広島大学 半導体産業技術研究所 准教授

研究題名：マイクロ波インパルスレーダーによる乳がん組織検出の特異度に関する研究

広島大学 宋先生の研究室に訪問して、これまでの研究や助成研究についてお伺いしました。（図 1）

プロフィール

私は、電気・電子・情報通信工学を専門に研究しています。特に、目で直接見ることでできないものを、電波や信号処理によって「見えるようにする」イメージング技術に関心を持ってきました。現在は、マイクロ波を用いた乳がん検出技術を中心に、ミリ波レーダーによる壁の向こう側の画像化や、電波を利用した心拍・呼吸の計測などにも取り組んでいます。人々の健康や生活の質の向上に役立つ技術を開発したいという思いから、研究を続けています。



図 1 宋先生と携帯型検知システム

研究の概要

現在、乳がん検診では、X 線を使ったマンモグラフィが標準的に利用されています。マンモグラフィは有効な検査方法ですが、乳房を強く圧迫して撮影するため、痛みを感じる方も少なくありません。また、X 線を使用することから、放射線被ばくを伴います。そこで私は、より負担の少ない乳がん検査の実現を目指し、マイクロ波を利用した検出技術を研究しています。マイクロ波は、携帯電話や無線通信などにも使われている電波の一種です。放射線ではないため、X 線とは異なり、身体的負担の少ない検査方法として利用できる可能性があります。マイクロ波を使う理由は、乳がん組織と周囲の正常な組織では、電波に対する性質が異なるためです。この性質は「誘電特性」と呼ばれます。例えば、携帯電話の電波は、建物の外ではよく届いていても、建物の中に入ると弱くなることがあります。これは、空気と壁では電波に対する性質が異なり、電波の一部が壁で反射するためです。乳房にマイクロ波を照射した場合も、乳がん組織と周囲の組織の境界で電波の反射が起こります。私たちは、その反射して戻ってきた信号をアンテナで受信し、信号の強さや戻ってくるまでの時間を調べます。その情報をコンピューターで処理することで、乳房の内部に異常な反射を示す場所があるか、また、その場所がどこにあるかを推定します。海外では、ベッド型の大きな装置や、高価で大型の計測機器を使った研究が行われています。それに対して私たちは、電波を送受信する回路や信号処理に必要な機能を半導体集積回路にまとめることで、装置の小型化を進めてきました。現在の装置には、4×4 のアンテナアレイが搭載されています。複数のアンテナから電波を送受信することで、乳房内部の異常部位をさまざまな方向から調べられます。この小型化によって、仰向けの姿勢で検査できる可能性が広がりました。将来的には、医療

機関だけでなく、日常生活の中で定期的に利用できる装置にしたいと考えています。これまで、人体の乳房を模したファントムを使って実験を行ってきました。ファントムの内部に乳がんを模した材料を入れ、装置を回転させながら測定したところ、内部に置いたターゲットの位置を三次元的に推定できました。また、5mm 程度のターゲットを検出できることも確認しています。さらに、広島大学病院と連携し、摘出された乳がん組織や患者さんを対象とした初期段階の検証も行っています。病理画像や MRI で確認された病変の位置と、マイクロ波によって推定された位置を比較した結果、対応する反応を確認することができました。

苦労話

この研究は、コンピューター上だけで完結する研究ではなく、実際に装置を作って測定する「ものづくり」の研究です。そのため、思った通りの結果が得られなかったときに、原因を見つけることが大変です。回路に問題があるのか、アンテナに問題があるのか、信号処理の方法に問題があるのかを、一つずつ確認しなければなりません。以前は、ケーブルが一本正しく接続されていないだけで、期待した結果が得られないこともありました。また、乳房の大きさや形には個人差があるため、装置と身体の間に隙間ができることがあります。その隙間によって表面で強い反射が起こり、内部の信号が見えにくくなるという問題もありました。そこで、信号の相関性を利用した処理方法やフィルターを開発し、表面反射の影響を抑えてきました。このような試行錯誤は苦労する部分ですが、原因を見つけて装置が動いたときには大きな達成感があります。実際のものを作り、改善を重ねながら性能を高めていくことが、この研究の面白さでもあります。

今後

今後は、反射信号が乳がんによるものかどうかを判別する技術の向上に取り組みます。現在はシミュレーションを中心に、がんがある場合と無い場合の信号の違いを調べています。今後は、ファントムや実際の装置から得られたデータを使い、機械学習による判定にもつなげたいと考えています。また、現在は一回の測定に約 2 ～ 3 分かかるため、測定時間の短縮も重要です。アンテナの数を増やしたり、装置内部で信号処理を行ったりすることで、将来的には数秒程度で測定

できる装置を目指します。最終的には、自宅や身近な場所で定期的に測定し、異変を感じたら医療機関の受診につなげる検査方法を実現したいと考えています。(図 2) 乳がんは、早期に発見して治療を始めることが重要です。痛みや負担が少なく、誰もが気軽に利用できる



(図 2) 目指す姿 スマホ連動型の在宅医療検査が実現すれば、検診を受ける方を増やすことにもつながると考えています。今後も、装置の小型化、測定的高速化、判定精度の向上を進め、健康や安心に貢献できる技術の実用化を目指していきます。