

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 23 日現在

機関番号：32202

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2009～2011

課題番号：21500451

研究課題名（和文）

複数の超音波パラメータを用いた皮膚疾患診断法の開発

研究課題名（英文）

Development of novel methods for diagnosis of skin disorders using multiple acoustic parameters.

研究代表者

藤井 康友 (FUJII YASUTOMO)

自治医科大学・医学部・講師

研究者番号：00337338

研究成果の概要（和文）：

干渉波に応じて変化する音響インピーダンスは、試料の密度と音速の積であるため、皮膚の表面の凹凸模様と音響物性を反映する画像の取得が期待できる。超音波干渉法を用いた音響インピーダンス差分イメージングシステムを皮膚に応用し、皮疹の凹凸や硬さを客観的に評価する手法の開発が本研究の目的である。このシステムを用いて、ほぼ均一な物性である 10 円硬貨の表面凹凸を反映する画像が得られた。さらに、切除した豚の皮膚を用いて火傷前後での画像の変化を比較したところ、火傷部分を反映する画像が得られた。以上より本システムは、皮膚の凹凸のみならず、皮膚の性状変化を反映した画像が得られることが期待され、この領域における有用な画像診断法になり得る可能性が示唆された。

研究成果の概要（英文）：

To clarify the potential of a novel system using the acoustic impedance difference imaging (AIDI) method for diagnosis of skin disorders, we used it on a coin, and swine skin. An ultrasound wave with a central frequency of 20 MHz, emitted from a fused quartz rod with a diameter of 1.25 mm, was focused on the surface of the coin and skin samples. The difference in acoustic impedance was determined by the reflection-type interference-based acoustic impedance measurement method. The processed data were produced as grey-scale images on which the maximum measured amplitudes were mapped. We applied the method to a coin. Swine skin, burned and covered with an acrylic board with a thickness of 0.2 mm. All the processed images obtained corresponded almost exactly with the magnified optical ones. In the processed images of swine skin, a marked difference was found after the burning procedure. The processed images obtained using the AIDI method reflected not only the undulations but also other information such as elasticity. In conclusion, our system using AIDI has the potential to become a useful modality for the diagnosis of skin disorders.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,400,000	720,000	3,120,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
2011年度	600,000	180,000	780,000
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目： 医用システム

キーワード：超音波組織性状診断、音響インピーダンス、皮膚

1. 研究開始当初の背景

皮膚疾患に限らず、多くの内科疾患において種々の皮膚徴候を示すことから、プライマリーケアにおいて皮膚徴候の詳細な観察およびその評価は重要である。皮膚徴候は病変自体がマクロの病理像を示しており、その凹凸や色調・硬さの正確な評価にて内臓疾患の診断が可能であるとされている。しかし病変の凹凸や色調・硬さの正確な評価は必ずしも容易ではなく、様々な診断機器が発展した現代において、未だ熟練した専門医の視診・触診においてのみなされている。また病変部の病理学的評価がその診断に重要であるが、その評価には侵襲的な病変部の切除が不可欠である。一方で超音波は非侵襲的検査法であり、減衰係数、テクスチャ解析、非線形パラメータなどの音響学的パラメータを用いることにより病変部の微細な形態学的評価および構成成分比率などの広義の病理学的評価が可能となりつつある。また、その良好な分解能により微細な構造変化の把握を最も得意とする modality である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、病変の凹凸の評価法として音響インピーダンスを、病理学的評価法として非線形パラメータ、テクスチャ解析および減衰係数を用いた皮膚徴候の新しい診断法を開発することである。

3. 研究の方法

この研究期間中、表面性状の客観的評価が可能な干渉型音響インピーダンス計測法の開発に関する研究を主に行った。

(1)干渉型音響インピーダンス法の原理

皮膚の超音波画像化に用いた超音波干渉法

の原理を図1に示す。試料の表面との距離(凹凸)と試料の音響インピーダンスの大きさに応じて変化する干渉波を計測し、画像化することができる。音響インピーダンスは密度と音速の積であるため、皮膚の表面の凹凸模様と音響物性を反映する画像の取得が期待できる。

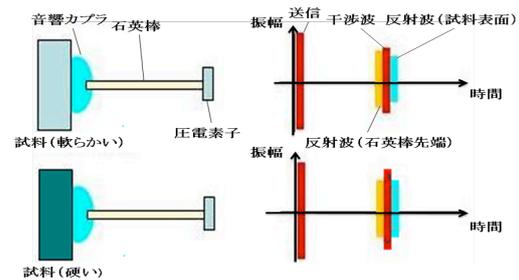


図1 超音波干渉法

(2)音響インピーダンスの差分の画像化を行うためのシステムを開発

干渉型音響インピーダンス計測法については骨密度の計測および穿刺型超音波顕微鏡への応用で培ったノウハウを用いて、生体皮膚表面の音響インピーダンスの差分の画像化を行うためのシステムを開発した。

(3)本システムを用いた表面性状の計測

音響インピーダンス差分画像は音響インピーダンスと計測試料の表面凹凸を反映させた画像を得ることが可能であり、診断のための新たな情報を提供することができる。先に音響インピーダンス差分法により音響インピーダンスの違いを画像化できることを示した。今回、開発した画像化システムにより得られる表面形状の画像の分解能を調べるため、均一な材質である10円硬貨の表面を画像化した。

(4) in vivo および in vitro での本システムを用いた皮膚の画像化

in vivo として ヒト皮膚（手掌）表面および in vitro としてブタ皮膚火傷の画像化の画像化を行った。In vitro の実験では、皮膚の物性変化を確認するために試料と石英棒の間に厚さ $200\mu\text{m}$ のアクリルを挿入した。これは皮膚の物性変化の画像を得るために試料の凹凸の影響をできるだけ小さくする目的がある。それに加え、音響インピーダンスの差の関係から従来の試料と音響カプラの境界からの反射に対し、試料とアクリルの境界からの反射とし、反射波を大きくした。また、アクリルと音響カプラとの反射を抑えるために整合層の役割を果たす厚さ $50\mu\text{m}$ のポリエチレンを挿入した。

4. 研究成果

(1)本システムの開発

皮膚の計測を行う際に腕を装置に乗せた状態で計測するために、探触子を上向きに固定し自動ステージにより操作する構造とした。探触子の構造：一端を凹面加工した直径 1.25mm の石英棒センサ（固定長伝送線路）、圧電素子、トップフォルダ、石英棒センサ固定治具により構成した。

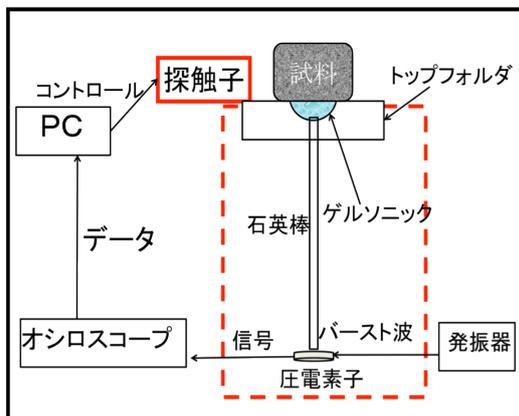


図2 計測システム概略

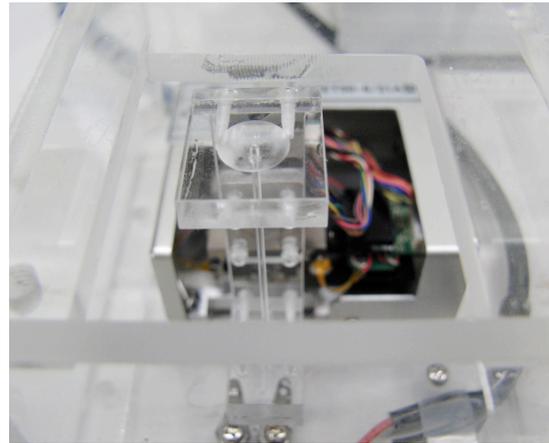


図3 計測システム上部

(2)本システムを用いた試料の画像化

①10円硬貨

開発したシステムにより 0.1mm 程度の細かい模様を画像化できることを確認した。

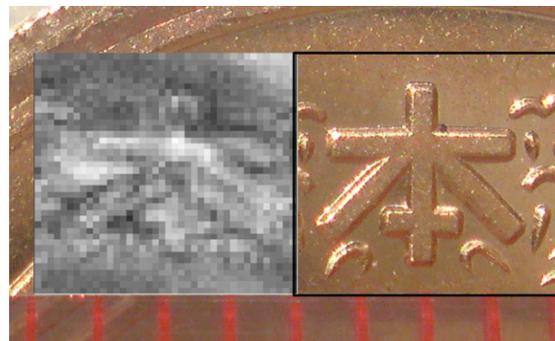


図4 10円硬貨の輝度変調画像（左）と光学画像（右）の比較図

②皮膚（手掌および手背）

いずれも、表面形状と組織性状を反映した画像が得られた

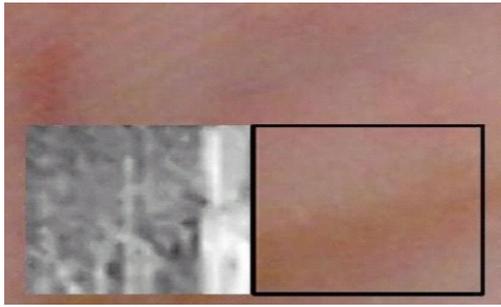


図5 手掌の輝度変調画像（左）と光学画像（右）の比較図

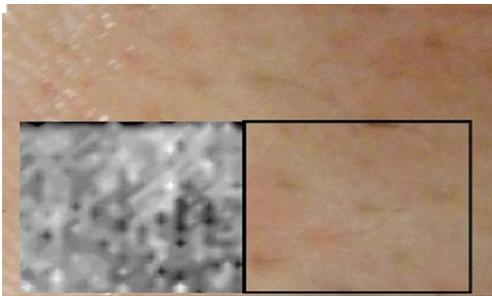


図6 手背の輝度変調画像（左）と光学画像（右）の比較図

③切除した豚の皮膚に火傷を加え、加える前後で火傷の部位（右下部）に一致して画像の変化が得られた。

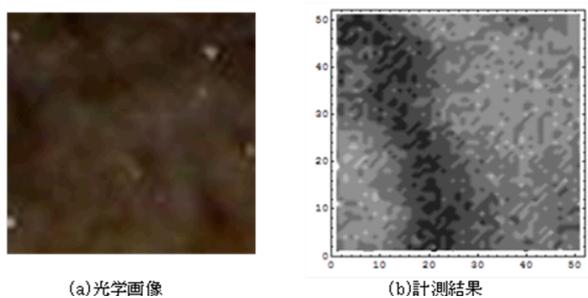


図7 豚皮膚 火傷処理前

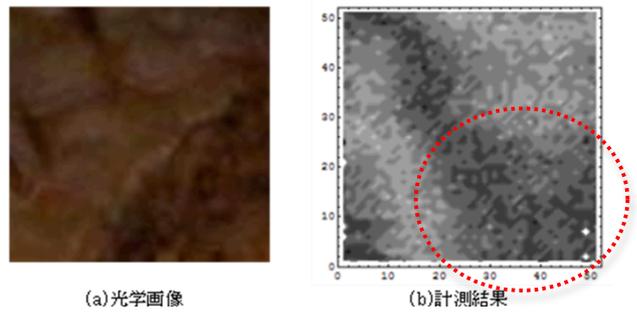


図8 豚皮膚 火傷処理後
右下部の火傷部位に一致して黒く変化している（赤点線円）

(3) 結語

以上より本システムは、皮膚の凹凸のみならず、皮膚の性状変化を反映した画像が得られることが期待され、この領域における有用な画像診断法になり得る可能性が示唆された。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計2件）

1. 川畑 宏貴、江本龍二、吉沢昌純、藤井康友、入江喬介. 皮膚用音響インピーダンス差分イメージングシステムの開発. 生体医工学シンポジウム 2009.
2. Fujii, Y., Yoshizawa, M., Emoto, R., Haruyama, N., Irie, T., Taniguchi, N.: Processed skin surface images acquired by acoustic impedance difference imaging using the ultrasonic interference method: a pilot study. J Med Ultrasonics 39; 37-42, 2012.

〔学会発表〕（計2件）

1. 江本龍二、吉澤 昌純、川畑 宏貴、藤井 康友、入江 喬介、谷口 信行. 超音波干渉法を用いた音響インピーダンス差分イメージングシステムによる皮膚表面画像. 日本超音波医学会第83回学術集会、京都、2010年5月.
2. Fujii, Y., Yoshizawa, M., Emoto, R., Haruyama, N., Irie, T., Taniguchi, N.: Processed skin surface images acquired by acoustic impedance difference imaging using the ultrasonic interference method. 2011 Congress of the World Federation for Ultrasound in Medicine and Biology, Vienna, Austria, August 26-29, 2011.

〔図書〕（計0件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計0件）

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

出願年月日：

国内外の別：

○取得状況（計0件）

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

取得年月日：

国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

藤井 康友 (FUJII YASUTOMO)

自治医科大学・医学部・講師

研究者番号：00337338

(2) 研究分担者

吉澤 昌純 (YOSHIZAWA MASASUMI)

東京都立産業技術高等専門学校・

ものづくり工学科・教授

研究者番号：40191564

(3) 連携研究者

()

研究者番号：