

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 29 日現在

機関番号：16401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25461952

研究課題名(和文) 3Dエコーガイドによる心拍動下心臓内手術の基盤技術の確立

研究課題名(英文) Establishment of basis on 3D echo-guided beating heart surgery

研究代表者

渡橋 和政 (ORIHASHI, Kazumasa)

高知大学・教育研究部医療学系臨床医学部門・教授

研究者番号：70204295

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：3Dエコーを用いて、心臓が拍動したまま心臓内の修復を行う技術を確立するための基礎研究として、3Dエコーで可視化しやすい手術器械の表面性状について検討を行った。11種類の素材を用いて、エコー画像の明瞭さ(斜めの場合も含め)を表面形状の顕微鏡画像と比較検討した。その結果、平滑な素材より、凹凸が多く粗造な表面形状の素材が、超音波の入射角度にかかわらず描出されやすいこと、同時にアーチファクトが少ないことがわかった。

研究成果の概要(英文)：As the first step toward 3D echo-guided surgery in the beating heart, optimal surface property for echo visualization was studied. By using 11 materials, clarity of echo image, especially at a large incident angle, was compared with the microscopic shape of the surface of each materials.

A material with irregular surface (rough surface), not a flat and smooth surface, proved to be better visualized by echo irrespective to the incident angle as well as associated with less artifact (smaller area of side lobes).

研究分野：心臓血管外科

キーワード：超音波 心臓手術 反射 素材 アーチファクト

1. 研究開始当初の背景

心臓内の修復手術を行うためには、皮膚の切開が小さい MICS 手術を行ったとしても、心臓を停止するという侵襲は避けることができない。軽微な修復であれば、心拍動下に修復できないかと考えていた。

近年、3Dエコーの登場により、エコーを目として使い、心臓内修復を行うことが可能かもしれないと考えた。

(1) 『目』の研究

しかし、手術器械のエコー画像は見づらく、外科医の目として機能するのは困難である。原因は、入射角が大きくなる部分で起こるエコードロップアウトや、サイドローブなどアーチファクトである。これらを抑制できる表面性状なら、当初の目的を達することができる可能性があり、本研究を企画した。

(2) 『手』の研究

一方で、高知工科大学との共同研究として、手術器械の開発を計画した。ロボット手術の器械と異なり、触れた対象の抵抗を手もとで感じることでできるシステムである。

2. 研究の目的

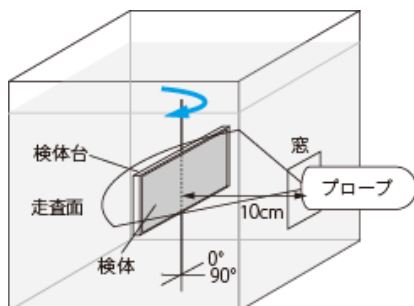
入射角が大きい(斜めに超音波が当たる)部分でもエコードロップアウトを起こさず、サイドローブも軽微な表面の形状や、素材の条件を検討することに焦点を当てた。

検討項目として、大きな入射角における『輝度低下』と『サイドローブの面積・輝度』を指標とした。輝度低下が小さいほど、またサイドローブがめだたないほど、外科医の『目』としての役割を果たしやすい。

3. 研究の方法

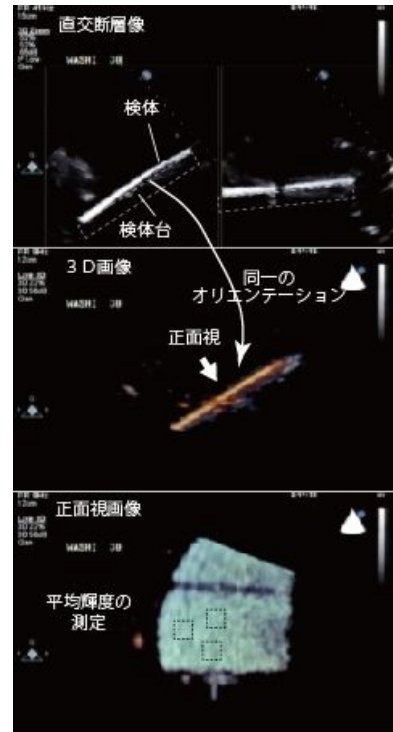
(1) 素材とエコー画像記録

7種の素材からなる計11種類の検体を準備した。うち3種類の素材で、表面性状の異なる3種類ずつを準備して、計11種類の検体とした。検体を検体台上載せて水浸し、3Dエコープローブで窓から走査し、エコー画像を記録する。検体台の上に乗せた検体を入射角0°～90°で回転して3D画像を記録した。傾いた状態でも、正面視の画像を表示して記録した。



(2) 画像処理

全ての検体で記録した10°刻みの3Dエコー画像(正面視)を画像処理した上で、画像解析した。画像解析ソフトを用いて、各入射角における平均輝度を測定し、入射角-輝度変化を算出した。



また、入射角10°の画像を用いてサイドローブのサイズと平均輝度を全ての検体について画像解析ソフトを用いて測定した。

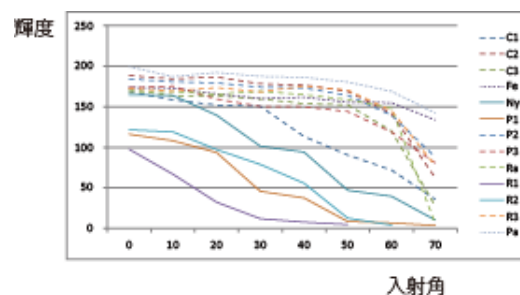
(3) 表面性状の解析

各検体のプレパラートを作製して顕微鏡で撮影した。画像作成ソフトを用い表面形状をトレースした。この曲線を入射角0°～90°(10°刻み)に対する有効反射部分(垂直±5°)に分け、各入射角で有効反射部分の長さを合計し、各入射角における有効反射面の大きさとし、変化を検討した。

4. 研究成果

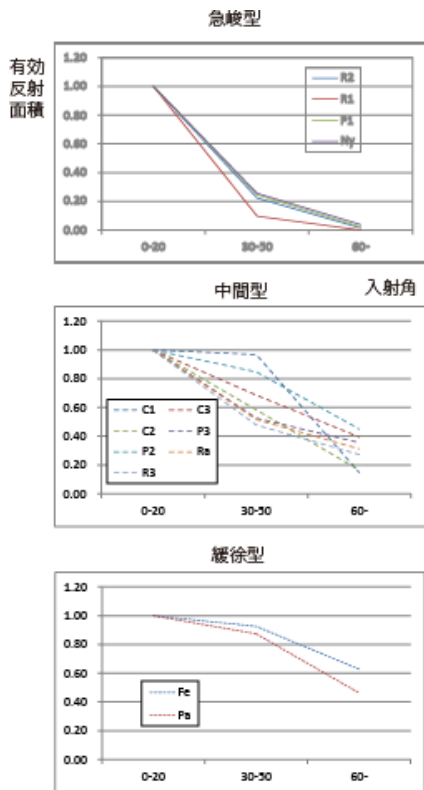
(1) 全検体の輝度変化

入射角を増加させたときの輝度変化は、検体によって大きく異なり、30°で大きく低下するものもあれば、60°でもほとんど低下しないものもあった。



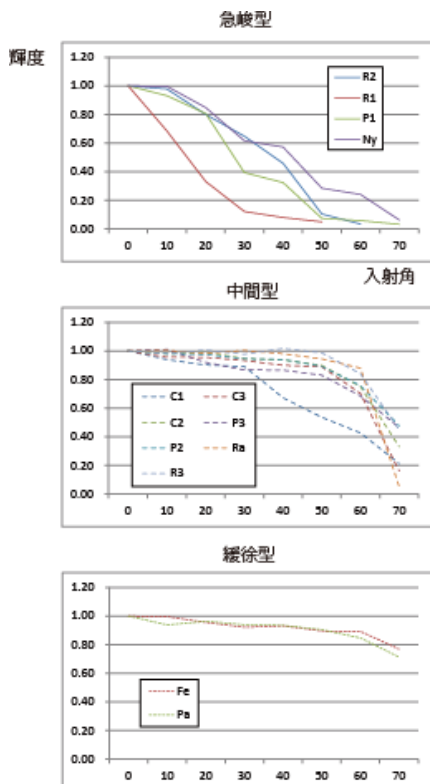
(2) 輝度変化3つのグループ

0°に対する相対値で見ると、急峻型、中間型、緩徐型の3種類に分類された。



(3) 有効反射面積の変化

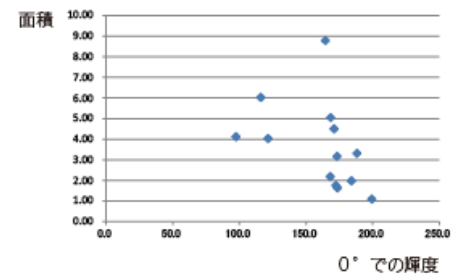
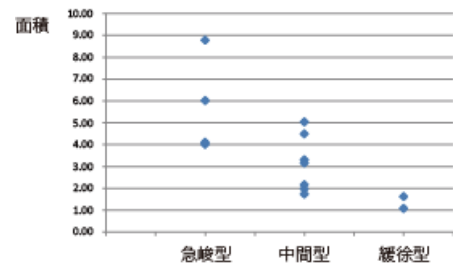
30°ごとに分割すると、有効反射面積の変化は、急峻型で大きく、緩徐型で小さいという結果であった。



すなわち、表面にある陥凹、突出が浅く、比較的平滑な表面形状では輝度が急に低下するが、凹凸が大きく深い形状では、輝度はほとんど低下しないと言える。したがって、表面形状に凹凸を形成加工することにより、器械を傾けたときにも3Dエコーで明瞭に描出されるようになると思われる。

(4) サイドローブ

サイドローブについて、当初強く超音波を反射する素材が大きなサイドローブを伴うと考えていたが、輝度の絶対値とは相関なく、むしろ上記と同様に表面形状に凹凸があり、輝度が緩徐に低下する『緩徐型』の検体で、サイドローブも小さくなると判明した。



これらの知見を用いて、有効反射面積の変化が少ない表面形状の加工を行って手術器械を作製し、実際に3Dエコーガイドで手術操作を行うシミュレーションを今後進めていきたいと考えている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 0件)

研究成果を原著として投稿中。

〔学会発表〕(計 0件)

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

取得状況(計 0件)

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

渡橋 和政 (ORIHASHI, Kazumasa)
高知大学・教育研究部医療学系臨床医学部
門・教授
研究者番号：70204295

(2) 研究分担者

井上 喜雄 (INOUE, Yoshio)
高知工科大学・総合研究所・教授
研究者番号：50299369