

網膜剥離検査時の観察視野拡張を目的とした多方向からの眼球超音波合成断面画像の作成  
東京都市大学 工学部 医用工学科 臨床器械工学研究室  
森勇輝

## 要旨

網膜剥離における検査法として光干渉断層計測法や専用プローブを用いた超音波検査が挙げられる。専用プローブを使用した超音波検査では検査時に眼球動作を固定するため、観察視野が制限される。そこで本研究では網膜剥離検査時における観察視野に着目した。本稿では眼球用超音波装置に依存しない超音波検査の一般応用及び観察視野拡張を目的として多方向からの合成超音波画像について検討する。

## 1. 緒言

網膜剥離とは、網膜が網膜色素上皮から剥離し視野が欠損する状態であり、病的近視、後部硝子体剥離などの原因により発症する。現行の検査方法として光干渉断層計測法や眼球用超音波プローブを用いた超音波検査が挙げられる。眼球用超音波プローブを使用した超音波検査では眼球動作を固定するため、眼球全体を一度に表示できない、前眼部及び後眼部の境界部分が観察困難であるといった課題がある。眼球用超音波機器の使用は特定の条件下に限られる。そこで、生体計測分野における基礎研究として、網膜剥離の早期発見に向けた眼球用超音波装置に依存しない超音波検査の一般応用及び視野角拡張を目的とした多方向からの合成超音波画像について研究を行う。

## 2. 研究目的

網膜剥離の早期発見に向けた超音波検査時の視野角拡張が可能かを確認するために、多方向から撮影した超音波画像を合成させた合成超音波画像について検討を行った。

## 3 研究方法

### 3.1 眼球ファントム作製

眼球型はPLA樹脂を使用して3Dプリンタで作製した。眼球ファントムをプラスチックボックス、眼球型、水、傾斜台を用いて作製した(図1)。図1より眼球の直径は実際の眼球超音波診断でのプローブ径と眼球直径の比から決定した。成人正視眼の眼球は約24[mm]であり、眼球用プローブ径は20[mm]であった<sup>[1]</sup>。実験に使用するリニア式プローブの幅は60[mm]であるため、眼球部分の直径は72[mm]とした。3Dプリンタで作製した眼球型の前面を上向きにして水を張った水槽に沈めた。眼球ファントムは底に固定した。剥離眼球の剥離部は、眼球型の底面に線状のPLA樹脂を接着させ作製した。

### 3.2 画像取得

#### 3.2.1 実験方法

画像取得時には、眼球ファントムを用いて正視眼と剥離眼の画像取得を行う(表 1)。正面からの取得画像では必要な角度の観察が行えないため、眼球を動かした場合を想定した方法として、眼球型を傾斜台により傾けて画像取得を行う。使用するファントムでは傾斜角を 10[deg]以上にすると画像取得時にプローブが眼球型上部に当たり、境界面の映り方に差が出てしまう。従って、本実験では合成方法を確認するため傾斜台は傾斜角度が 10[deg]になるよう作製した。一枚の画像で取得可能な角度は 51[deg]であるため、画像合成後において最終目標とする視野角は 71[deg]とした。複数枚画像を取得し合成することで、正面から取った場合と比較し広範囲の網膜の観察が可能になると考える(図 2)。

### 3.2.2 画像取得結果

図 3 に取得結果(正視眼)を示す(図 3)。図 4 に取得結果(剥離眼)を示す(図 4)。

### 3.2.3 考察

図 3,4 より予想される深部 80[mm]付近に境界面の特徴が観察できた。境界面の前側にアーチファクトが見られるが、境界面の映り方には影響していないため問題ないとする。

## 3.3 画像合成

画像合成・評価にはツールとして python3.9 を用いた。実行環境としては Google Colaboratory を用いた。合成・評価手順について以下に示す。

### 3.3.1 トリミング・中心点の特定

全画像で同様に超音波画像部分のみをトリミングした。画像分解能は 1 ピクセル当たり 0.34[mm]とした。画像合成は中心点を用いて行うため、3 枚の画像の中心点の座標をそれぞれ特定する。中心点は、眼球型の半径が 36[mm]であることを用いて、境界面からの長さより特定した。取得した画像の境界面の上面より 36[mm](107[px])上の点を中心点とした(図 5)。図 5 より左右の画像における中心点は傾けた角度に対して垂直な線上の点を中心点とした。

### 3.3.2 移動・回転・合成

中心点を合致させるため 3 枚の画像の眼球型の中心座標を合致させて画像を移動させた。取得時の角度に合わせて画像を 10[deg]回転し、3 枚の画像内の模擬眼球の中心点を基準として合成した。

### 3.3.3 合成結果

図 6 に合成結果を示す(図 6)。

### 3.3.4 考察

図 6 より正視眼では境界面の重ね合わせが行えたが、剥離眼では剥離部分が二重に映ってしまった。理由としては、画像取得の際に手動でプローブ走査を行ったことにより取得断面がずれたことが考えられる。プローブ位置を固定しながら画像取得を行うことで断面のずれを極力減らすことが可能だと考える。視野角については、正視眼、剥離眼ともに観察可能範囲が 72[deg]であり、目標とする角度での視野拡張が行えた。

実際の網膜剥離を適用した場合、音響インピーダンスの差が変化するため、実験で取得した輝度値とは異なる輝度値が取得されると予想される。しかし、観察したい剥離部は眼球内

部に位置し、境界の外側が筋肉に変わることから境界外側はぼやけた画像になることが予想できる。また、境界内側は液体であり超音波をよく通すことから、今回の結果と変わらず、はっきりと映ることが予想できる。また、その境界に剥離ができると取得境界が弧ではなくなると思われる。

#### 4.今後の展望

今回は 10[deg]の傾斜台を作製し 20[deg]の視野拡張を行ったが、取得枚数の増加や傾斜角度を大きくし画像取得及び合成を行うことで、観察可能範囲の拡張が行えると考える。将来的に画像合成や視野角拡張が可能となることで診断可能な疾患が増え、疾患の早期発見に繋がると考える。

#### 5.結言

本稿では、正視眼と剥離眼を作製し、それらを用いて得られた画像を角膜の中心からのプローブの角度と模擬眼球の角度をそれぞれ基準に合成した。合成結果より、正視眼、剥離眼ともに境界の両端と中心点から観察可能範囲は 72[deg]であり、目標とする視野角での観察視野拡張が行えた。眼球用超音波機器と一般機器の相違点である熱特性や音圧が変化可能となれば、超音波機器の統一と合成が可能になると考える。



図 1 眼球ファントムの断面図と立体図

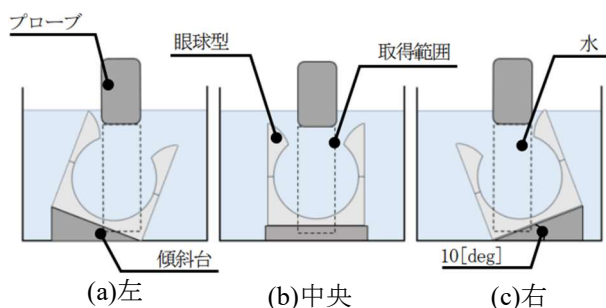


図 2 画像取得位置

表 1 使用機器

超音波装置	TOSHIBA Aplio SSA-790
プローブ	Linear Probe (7.5[MHz])
Video software	IC Capture2.4 (Argo Co., Ltd.)

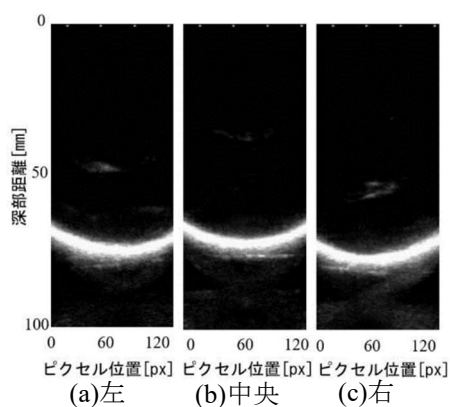


図 3 取得結果 (正視眼)

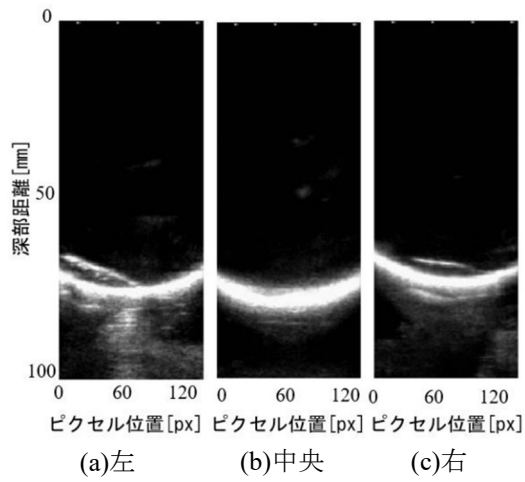


図4 取得結果 (剥離眼)

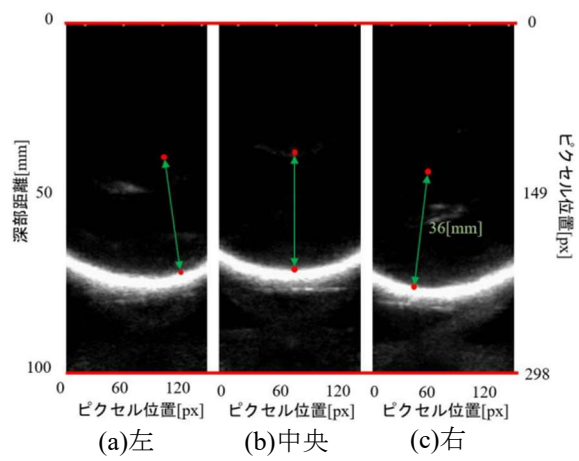


図5 中心点の特定

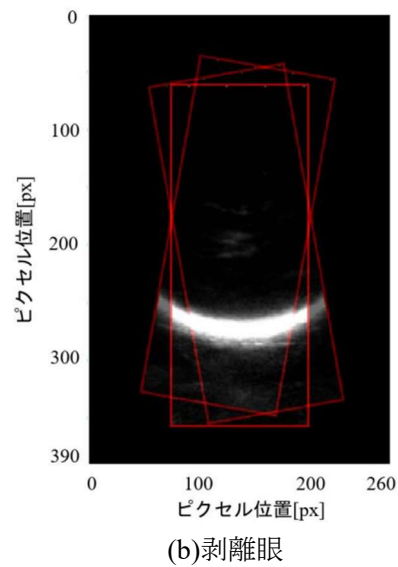
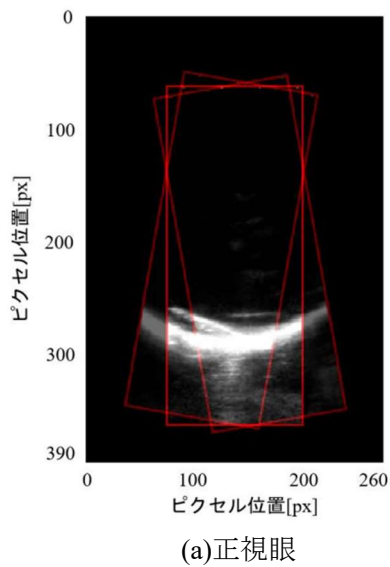


図6 合成結果

文献

[1] 山本節, “小児の眼疾患と視力発達”, 日本視能訓練士協会誌 第27巻:p.41-48,1999

指導教員

東京都市大学

森 晃