

プログラム名：イノベーターな可視化技術による  
新成長産業の創出

PM名：八木 隆行

プロジェクト名：マイクロ可視化システムの開発

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平成28年度

研究開発課題名：

マイクロ可視化システムのプロトタイプ開発

研究開発機関名：

株式会社アドバンテスト

研究開発責任者：

増田 則之

# I 当該年度における計画と成果

## 1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

本研究では、高解像度で数 mm 角の皮膚微細血管網を三次元可視化するマイクロ可視化システムのプロトタイプを開発し、価値実証に提供することが目的となる。平成 28 年度は、超音波センサー性能評価および光源仕様を検証する試作システムを開発し、下記の研究開発課題の開発を実施する。

(課題 1) 高分解能超音波センサーの開発、光源仕様の決定

(課題 2) 酸素飽和度の測定手法の開発

(課題 3) 水平方向分解能向上と 3D 画像作成のアルゴリズム

## 2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

### 2-1 進捗状況

(課題 1) 高分解能超音波センサーの開発、光源仕様の決定

平成 28 年 10 月、マイクロ可視化システムの要求仕様のコンセンサスを得るプロジェクト 2、5 合同のシステム化検討会議を開催し、可視化対象と要求仕様を決定した。可視化対象は、美容での汎用性と市場性の観点から、酸素飽和度の可視化から血管と真皮中のメラニンの可視化とする事を決定した。システム仕様は、水平方向分解能の向上と高速撮影を両立する AR-PAM (Acoustic-Resolution Photoacoustic Microscope) の構成に決定した。

センサー開発に関して、センサー性能を評価する試作システムを構築し、東北大学が設計した PVDF (ポリフッ化ビニリデン) の高分解能超音波センサーを試作し、試作システムに実装し評価した。PVDF センサーの垂直方向の解像度は目標通りであったが、水平方向は目標解像度を得られなかった。この為、PVDF センサーの 2 次試作を行っている。試作完成が H29 年 1Q となる為、課題を 1Q まで延長する。

光源仕様に関して、要求仕様と実現可能なシステム仕様から、発振繰返し周波数、光出力、2 波長交互発振、波長 (血管) などの仕様を決定したが、波長 (メラニン) は波長範囲 (500nm~600nm) の限定に留まる。メラニンの波長は、H29 年度に理研が開発する光源候補から、高出力可能な光源を選定する。

(課題 2) 酸素飽和度の測定手法の開発

課題 1 に記載した可視化対象の変更により、PM 合意のもと、酸素飽和時計測手法の検証作業を中止する事とした。血管網とメラニンを光の波長で判別し各々画像化する「血管とメラニンの可視化手法の開発」を、H29 年度の新たな課題に設定する。

(課題 3) 水平方向分解能向上と 3D 画像作成のアルゴリズム

システム仕様に基づき、センサーをフォーカスさせ空間分解能の向上を図ると共に、水平方向にスキャンする撮像技術の開発に着手している。AR-PAM の分解能向上に関して、スキャンする機構である高分解能ステージの開発を完了した。次年度評価を予定している。また、分解能向上に伴い、高速信号処理が可能なプリアンプボードを開発し、試作を完成した。高分解能ステージ及びプリアンプボードは試作システムに実装し、動作を確認した。課題 1 の超音波センサーの開発に仕様している。

3D 画像作成では基本アルゴリズムを完成し、PVDF の超音波センサーで得られた信号から 3D 画像作成が可能となっている。H29 年度は、アルゴリズムを改良し分解能向上を図る。

## 2-2 成果

マイクロ可視化システムの仕様を関係機関と可視化対象の必要解像度の調査を元に検討し、実現可能な仕様(測定時間、分解能、測定ターゲット)の目標を決定した(表1)。

表1 マイクロ可視化システム仕様

項目	仕様
測定ターゲット	顔を含む皮膚組織の毛細血管、メラニン
測定範囲	最大4mm x 4mm x 3mmを測定可能
測定時間	最大30秒、撮影範囲に依存
撮影モード	三次元静止画モード
装置形状	フレキシブルアーム・ヘッド
測定方式	単素子のセンサーをスキャンさせて測定範囲の光超音波信号を受信し、三次元画像を作成
照射光	2波長交互照射 (532nm、500~600nm帯域で1波長)

本年度、マイクロ可視化システムの仕様を検討するための試作システムを開発した。本研究機関で既に製品化していた光超音波顕微鏡 WEL5100 を改造することにより、短期間で、1 Gbps の A/D 変換機能を持ち、水平方向 20  $\mu\text{m}$  の分解能で最大 4 mm 角の範囲の測定が可能なシステム(試作システム)が開発できた。図 1. (a) に試作システムのブロック図を示す。

本試作システムにて、東北大学が設計した PVDF の高周波センサーを試作・実装し、センサーの分解能評価を行った。直径 7  $\mu\text{m}$  のカーボンワイヤを対象とした測定を行い、深さ方向 15  $\mu\text{m}$  の高分解能の信号が得られたが、水平方向には 70  $\mu\text{m}$  程度の分解能しか得ることができていない。

開発したセンサーを用いて、in vivo 測定した 3D 画像を、図 1. (b) に示す。手の平を画像化した際に真皮上部と真皮下部で別の構造を得ることができたが、センサーの水平方向の分解能が悪くアーティファクト信号により、微細血管網の画像化には至っていない。

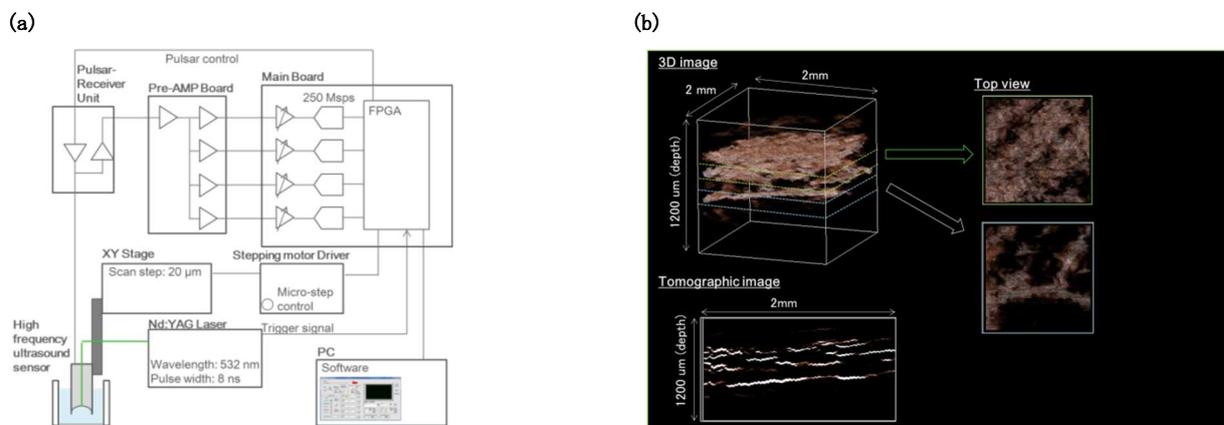


図 1. (a) 開発した高分解能、高速測定の試作システムのブロック図。(b) 開発したセンサーとシステムによる in vivo 測定画像。

### 2-3 新たな課題など

本システムの実現において最大の課題となるのは、高周波センサーと多波長光源である。

- ・高周波数超音波センサーの開発に関して

H28年度に試作した PVDF では、システムの目標分解能に至っていない為、H29年度は PVDF 以外の圧電材料を用いたセンサーも試作し、最適なセンサーを選定し高解像度を達成する。

- ・光源の開発に関して

理化学研究所が開発する、2波長交互発振の光源がシステム仕様に満たない可能性がある。別のレーザーメーカーで、システムの要求コストに見合った金額で複数波長の光源が実現できないかを調査し、本プログラム内でマイクロ可視化システムの価値実証につながるよう、最適な光源の選定を行っていく。

### 3. アウトリーチ活動報告

なし。