光超音波イメージングで人体の精細な動静脈像を得ることに成功

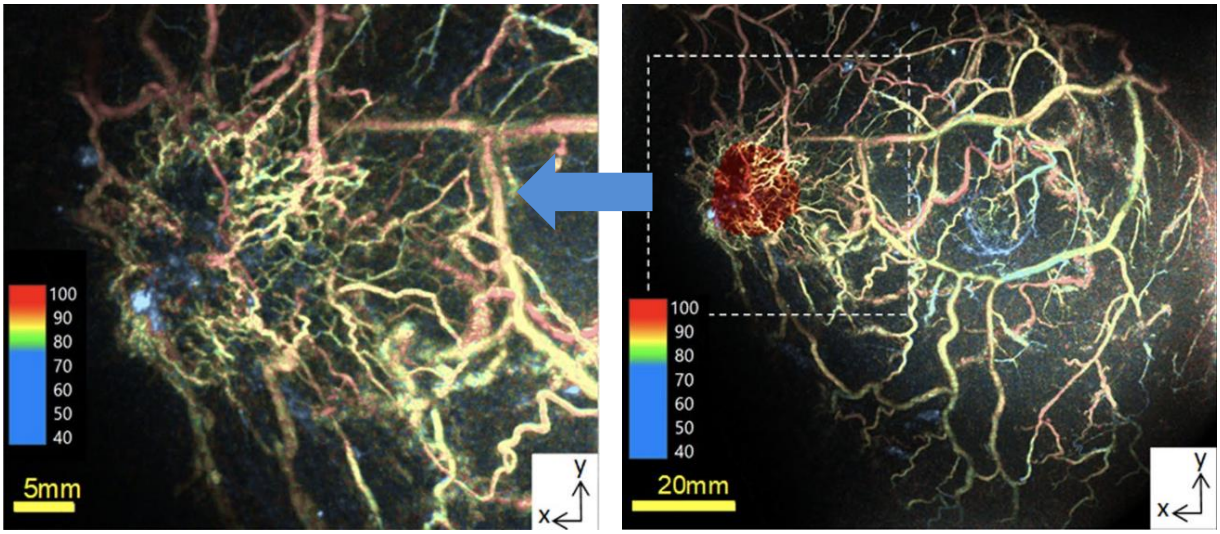
―腫瘍血管の解析や再建手術への応用に期待―

概要

光超音波イメージングは、血中のヘモグロビンが光を吸収した後に発する超音波を画像化することで血管を可視化できる非侵襲の生体イメージング技術です。酸化・還元ヘモグロビン各々に対応する異なる波長の光を用いることで、酸素飽和度に対応する指標も算出できます。つまり、構造および機能の両方の観点から、血管を解析できる技術です。

戸井雅和 医学研究科教授（兼・医学部附属病院教授）、松本純明 医学部附属病院特定助教らの研究グループではこれまで、乳癌の腫瘍血管が描出できることや薬物療法で画像に変化が見られることを明らかにし、また、手掌の血管を対象に血管の形状解析技術を開発するなど、装置や解析手法の改良を重ねてきました。今回、２波長の光の照射方法を工夫（逐次照射から交互照射に変更）することで、より解像度が高く、動脈と静脈が精度良く分離される画像が得られるようになりました。乳房では、従来の超音波画像を同じ座標軸で同時取得し、その２次元画像を積分することで３次元の超音波画像を生成、光超音波による３次元血管像と重ね合わせることができます。今後は腫瘍血管の形状や酸素飽和度について、詳細な解析を行う予定です。乳房以外では、四肢の細い穿通枝血管が精細に可視化できることがわかり、形成外科において再建手術の術前マッピングへの活用が期待されます。

本成果は、2018 年 10 月 8 日に国際学術誌「Scientific Reports」誌にオンライン掲載されました。

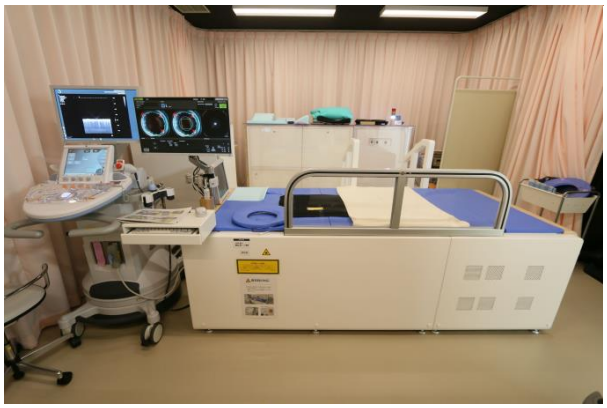


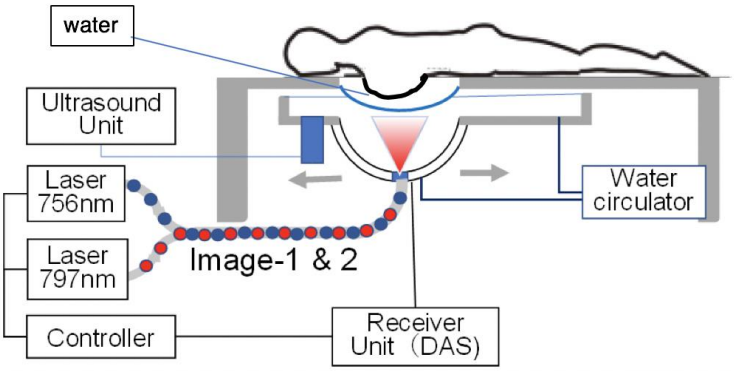
１．背景

血管の異常が関与する疾患は７０以上あると言われています。しかしながら、これまで血管を詳細に調べるには、造影剤の使用が必須であり、放射線被ばくを伴う検査がほとんどでした。しかしながら、小児には被ばくの影響は大きく、アレルギーや腎臓機能の低下などで造影剤が使用できない患者さんも少なからずおられます。そのような状況で、無被ばく非造影で精細な血管画像が得られる技術が求められていました。

２．研究手法・成果

本研究グループはこれまで、光超音波装置に改良を重ね、今回で第４世代の装置になります。正常乳腺組織、腫瘤のある乳腺組織、手掌や大腿部などの血管像を取得しました。これまでの装置でも精細な血管画像は得られていましたが、光超音波技術のもう一つの特長である酸素飽和度指標が位置ずれによって正確に算出できないという問題がありました。第４世代ではレーザーの照射方法を逐次照射から交互照射に変更することで、異なる波長間での位置ずれが解消され、動脈と静脈がはっきり区別できるまでになりました。





３．波及効果、今後の予定

今回の成果により、血管の構造と機能の両面から血管が関与する様々な疾患の病態解明や薬物による治療効果の判定などに応用されることが期待されます。

４．研究プロジェクトについて

本研究は、内閣府の革新的研究開発推進プログラム（ImPACT）の「イノベーティブな可視化技術による新成長産業の創出」（八木隆行プロジェクトマネージャー）の支援を受けて行われました。

＜論文タイトルと著者＞

タイトル：Visualising peripheral arterioles and venules through high-resolution and large-area photoacoustic imaging（高解像度かつ広域の光超音波イメージングによる末梢動静脈の可視化）

著　　者：松本 純明、 浅尾 恭史、 関口 博之、 吉川 彩、石井 智子、 長永 兼一、 小林 秀一、 津下 到、齊藤 晋、高田 正泰、 石田 雄大、 片岡 正子、 櫻井 孝規、八木 隆行、椛島 健治、鈴木 茂彦、富樫 かおり、椎名 毅、戸井 雅和

掲 載 誌：Scientific Reports　DOI：10.1038/s41598-018-33255-8