

The cover features a white background with large, colorful curved shapes in blue, red, and green. In the center, the word "LUXONUS" is written in a bold, black, sans-serif font. Above the letter "O" is a stylized logo consisting of a red dot, a green ring, a blue ring, and a red ring, resembling a Wi-Fi signal. Below the brand name, the words "Technology guide" are written in a smaller, black, sans-serif font. To the left of the central text is a black desk with a monitor displaying a technical diagram, a keyboard, and a mouse. In the foreground, a large, black, rectangular device with a gold-colored circular element on its top surface is shown. A small, multi-colored marker stands on the device's surface.

LUXONUS

Technology guide

製品コンセプトデザイン
実際の製品とは異なります。



株式会社Luxonus (ルクソナス) は、光と超音波を融合した光超音波イメージングテクノロジーを用いて、被ばくがなく安全で簡便に超高解像度3D画像を撮影できる画像装置を開発しています。この新技術により、血管やリンパ管の形態や機能情報を得ることができるので、疾病の発症から治癒プロセス、病前・病後の健康状態を総合的にとらえられるようになります。



CONCEPT

私たちは、基礎医学領域・創薬研究領域に、革新的技術を提供し医療に貢献したいと考えています

光超音波3Dイメージング

非侵襲
無被ばく

カラー
3D
高解像度

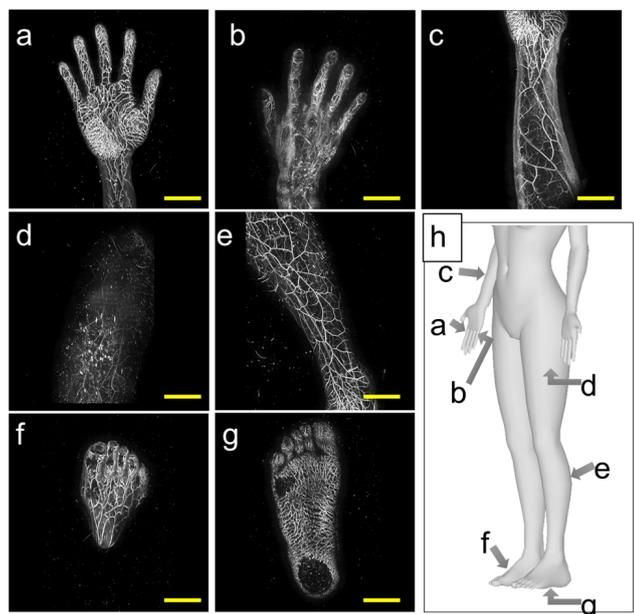
- 酸素飽和度表示
- 分解能0.2mm

簡便
リアルタイム
短時間

- 最大撮影範囲180×290mm
6分以内で撮影
- 深さ30mm
- 動画撮影

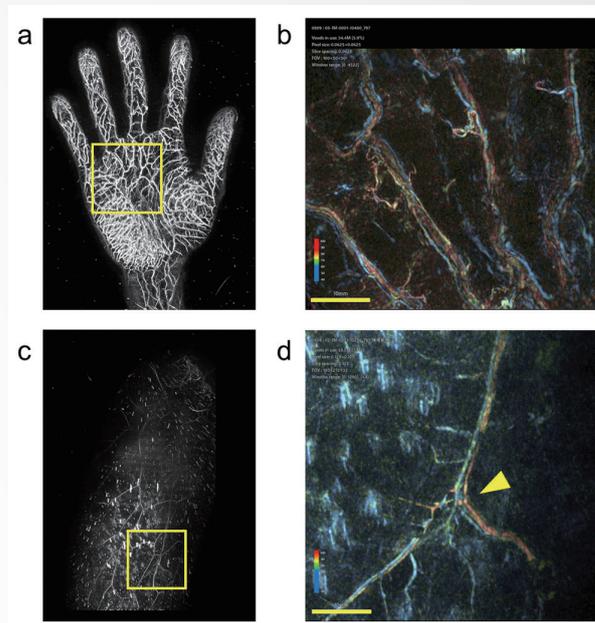
光超音波3Dイメージングテクノロジー (PAI) が拓く新しいイメージングの世界

様々な部位の撮影例 (成人男性)



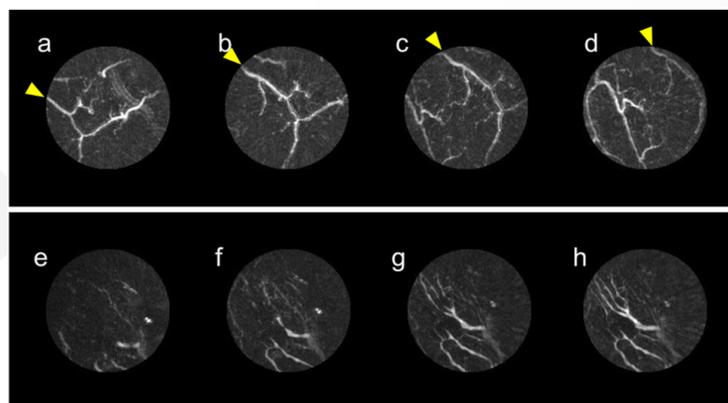
黄色バーは5cm

四肢撮影の例



黄色バーは1cm

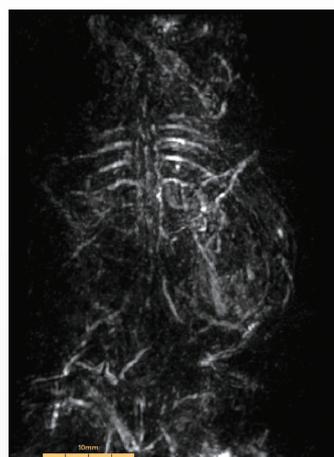
酸素飽和度表示の例



動画撮影の例

Nagae, K. et al. Real-time 3D Photoacoustic Visualization System with a Wide Field of View for Imaging Human Limbs. F1000Research 7:1813 (2019).

ヌードマウスの撮影例



背から撮影した体幹部



静止画モード
撮影時間 約1分



腹から撮影した体幹部



静止画モード
撮影時間 約1分

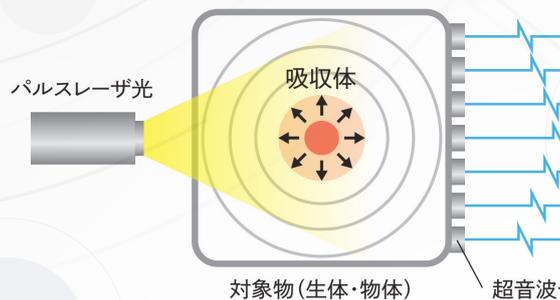
光超音波の原理

光照射による超音波の発生

波長可変レーザーからのパルスレーザー光を対象物に照射し、対象物の内部にある吸収体が光エネルギーを吸収し、温度上昇により体積膨張して生じる超音波を多数の超音波センサで検出します。

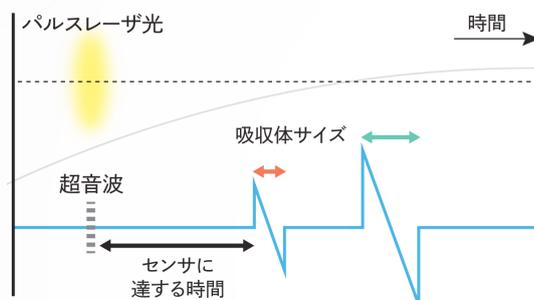
光から超音波へと変わる過程では、光イメージングと同様に、吸収体の色の特徴（吸収特性）を画像情報として得ることができます。

従来の光イメージングでは難しかった高深度での可視化を、生体を伝播できる超音波に変えることで、より深い部分でも高い空間分解能を保持し鮮明に可視化することができます。



再構成・三次元化

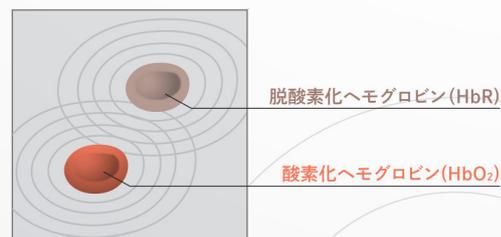
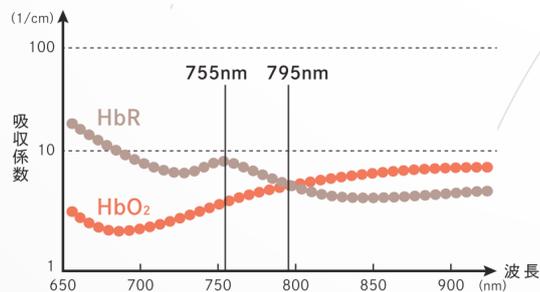
三次元化のために波長可変レーザーからのパルスレーザー光を吸収し発生した超音波を、吸収体に面して配置した多数のセンサで受信します。波長可変レーザーの発光タイミングと、受信までの時間から、吸収体から発生した超音波の各センサへの到達時間を計算します。この到達時間・各超音波センサの位置情報・対象物の伝播速度から、逆投影法（画像再構成）による吸収体の三次元化が可能となります。発生した超音波の波形には、吸収体の形状が反映されています。吸収体の形状が小さいと、発生した超音波の波形は時間軸幅の狭い波形になります。形状が大きいと時間軸幅の広い波形になります。このような波形情報を利用して、吸収体のサイズが計測できます。



色の可視化

光超音波イメージングでは、吸収体の光学特性に対応した波長のパルスレーザー光を複数組み合わせることで、吸収体の色の特徴（吸光特性の違い）を可視化できます。

例えば、吸収体としてのヘモグロビンは、酸素飽和度の違いにより光の吸収スペクトルが異なります。その違いに着目し、ヘモグロビンの酸素飽和度に合わせた2つの波長（例えば、755nmと795nm）のパルスレーザー光を照射すると、各波長で発生する超音波強度が異なります。この超音波強度比を画像化することで、ヘモグロビンの色の違い、つまり生体内の血液の酸素飽和度をイメージングすることができます。

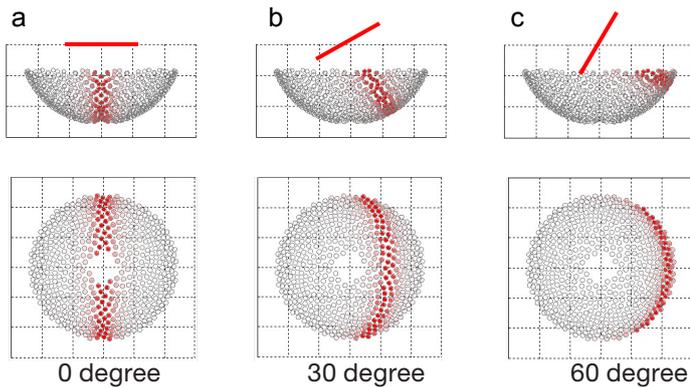


装置の特長

半球型センサの採用： 3Dイメージングの性能向上

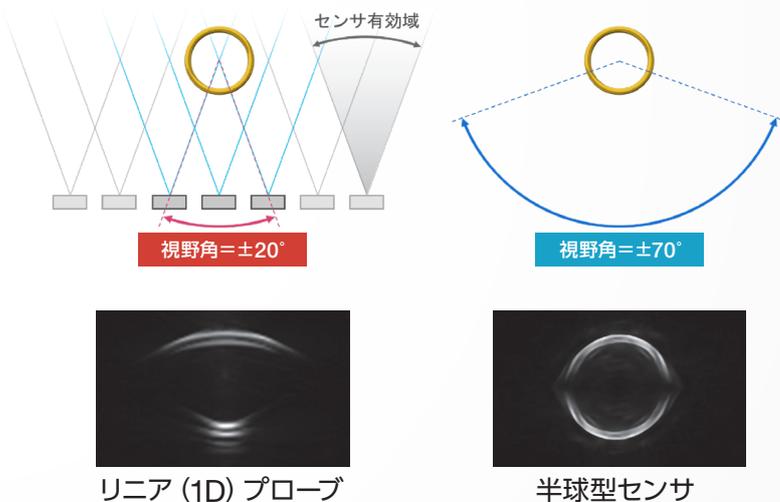
血管のような線状の光吸収体に光照射して発生する超音波は、線の直交方向に伝播することが知られています。

私たちは脈管を再現性良くイメージングするため、半球型の超音波センサを採用しました。



半球型センサを採用することにより様々な向きに走行する血管やリンパ管をほとんど途切れることなく連続した形態情報として画像化することが可能となりました。

Nagae, K. et al. Real-time 3D Photoacoustic Visualization System with a Wide Field of View for Imaging Human Limbs. F1000Research 7:1813 (2019).



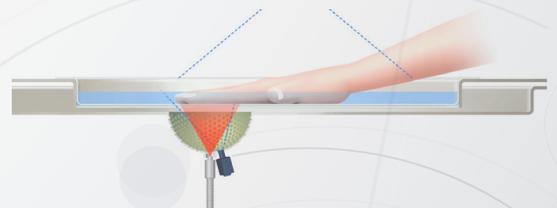
測定対象物がリング状の場合、従来の超音波診断装置のプローブのように直線的な形状ではリングの形を再現することができません。

半球型センサの採用によってより正確な3D画像を再現できることがわかります。

センサ走査機構の採用： 分解能を維持したまま撮影範囲を拡大

1回の光照射によって得られる3Dイメージングの範囲は直径22mmの円を底面とする円柱状の範囲にすぎません。そこでこのセンサを水平面内で移動させ走査することによって、最大290mm×180mmの範囲を撮影する装置構成を採用しました。

センサを特定の位置に固定することによって、直径22mmの範囲内での3D動画を撮影することが可能です。このときセンサをわずかにずらしながら撮影することによって、アーチファクトの少ない動画を撮影することができます。

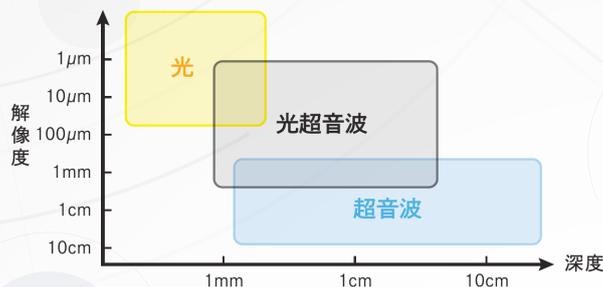


他モダリティとの比較

光超音波の位置づけ

OCT（光干渉断層撮影）や2光子励起顕微鏡に代表される光イメージングは高解像度が得られるがイメージング深度が浅く、超音波診断装置は高深度が得られるが解像度には限界があります。

光超音波イメージングはその中間に位置します。



他モダリティとの比較

光超音波イメージングでは造影剤を使用せずに、既存の造影剤を用いたMRI、CTよりも微細な血管のイメージングを表現します。皮膚への損傷などの影響を与えない強さの波長可変レーザーを使用し計測するので無侵襲です。光を照射して超音波を検出する手法なので、被ばくすることなく、何度も繰り返し測定することも可能です。

さらに、MRIやCT等にある放射線や磁気を遮蔽するための施設や制限区域を必要としないので、設備導入のハードルが低くなります。

また被検体を乗せるだけで測定できるため、簡単に撮影することが可能であって、マウスなどの小型動物からヒトを含む大型動物まで、対象物のサイズによらず撮像することが可能です。

	光超音波	ICG 蛍光法	超音波	動物用 MRI	動物用 CT
非侵襲・無被ばく	◎	○	◎	○	×
血管網の可視化	○	△	○	○	○
酸素飽和度	○	×	×	△	×
リンパ管網の可視化	◎ (ICG 使用)	△	△	△	△
メラニンの可視化	○	×	×	×	×
3D イメージング	○	×	△	○	○
3D 動画	○	×	△	△	△
簡便性・即時性	○	○	○	×	×
小動物 (マウス、ラットなど)	○	○	○	○	○
大型動物 (イヌ、ブタなど)	○	△	○	×	×

関連論文

システム	Nagae, K. et al. Real-time 3D Photoacoustic Visualization System with a Wide Field of View for Imaging Human Limbs. F1000Research 7:1813 (2019).	
乳がん	Matsumoto, Y. et al. Visualising peripheral arterioles and venules through high-resolution and large-area photoacoustic imaging. Sci. Rep. 8 (2018).	
	Toi M, Asao Y, Matsumoto Y, et al.: Visualization of tumor-related blood vessels in human breast by photoacoustic imaging system with a hemispherical detector array. Sci Rep. 2017; 7: 41970.	
	Yamaga I et al., Vascular branching point counts using photoacoustic imaging in the superficial layer of the breast: A potential biomarker for breast cancer. Photoacoustics Volume 11, September 2018, Pages 6-13	
リンパ浮腫	Kajita H. and Kishi K., High-Resolution Imaging of Lymphatic Vessels with Photoacoustic Lymphangiography, Radiology 2019; 292:35	
	Kajita H. et al., Photoacoustic lymphangiography, J Surg Oncol. 2020; 121: 48-50	
	Suzuki Y. et al., Subcutaneous Lymphatic Vessels in the Lower Extremities: Comparison between Photoacoustic Lymphangiography and Near-Infrared Fluorescence Lymphangiography, Radiology VOL. 295, NO. 2	
遊離皮弁	Tsuge I. et al., Photoacoustic Tomography Shows the Branching Pattern of Anterolateral Thigh Perforators In Vivo, Plastic and Reconstructive Surgery: May 2018 - Volume 141 - Issue 5 - p 1288-1292	
	Tsuge I. et al., Preoperative vascular mapping for anterolateral thigh flap surgeries: A clinical trial of photoacoustic tomography imaging, Microsurgery, Volume40, Issue3, March 2020, Pages 324-330	
乾癬	Ishida Y., Photoacoustic imaging system visualizes restoration of peripheral oxygenation in psoriatic lesions, J Eur Acad Dermatol Venereol. 2018 Dec;32(12):e449-e451.	
手の血管	Matsumoto Y. et al., Label-free photoacoustic imaging of human palmar vessels: a structural morphological analysis, Scientific Reports volume 8, Article number: 786 (2018)	
	Saito S. et al., Digital artery deformation on movement of the proximal interphalangeal joint, Journal of Hand Surgery, Volume: 44 issue: 2, page(s): 187-195	

COMPANY

商号 株式会社Luxonus (ルクソナス)

代表者 代表取締役
相磯 貞和 (慶應義塾大学名誉教授・芝浦工業大学特任教授)

OFFICE 〒212-0032 神奈川県川崎市幸区新川崎7-7 AIRBIC A22

T E L 044-742-8681

F A X 044-742-8683

設立 2018年12月

事業内容 光超音波技術を応用した新しい画像撮影装置の製品開発
医療機器製造業 (許可番号14BZ200329)
第二種医療機器製造販売業 (許可番号 14B2X10055)

本カタログの一部の内容は、総合科学技術・イノベーション会議が主導する革新的研究開発推進プログラム (ImPACT) の一環として実施したものです。

製造販売元
株式会社Luxonus

お問い合わせはこちらのメールアドレスから
お願いいたします

lux-info@luxonus.jp



<https://www.luxonus.jp>

2020年9月発行

