

題名: 光・超音波の融合による医用イメージング技術
発表者: 椎名 毅(京都大学 大学院医学研究科 人間健康科学系専攻)
抄録:

超音波および光を用いた医用イメージングは、ともに非侵襲性、簡便性、実時間性が高いという点で共通の特性を持ち、現在、臨床の場で不可欠な診断法として幅広く用いられている。一方、光計測は、表層の組織を高い分解能とコントラストで可視化し、吸光スペクトルや蛍光により生化学的な情報が得られるが、生体組織内での強い散乱特性のため深部の観察が困難となる。また、超音波は、集束性と侵襲度が大きく、体内組織の形態や動き・血流等の機能の画像化が可能であるが、単独で生化学的な情報を得るのは難しい。そこで、超音波と光技術を融合することで、双方の限界を補いさらに高機能な診断情報が得られる新たなイメージング技術の創出が期待される。代表的な融合の方法としては、音響光学効果(acousto-optic effect)により、超音波で変調された光を空間選択的に計測する超音波変調光計測法や、光音響効果(photo-acoustic effect)により光吸収で生ずる超音波から、光吸収分布像を再構成する、光音響(超音波)イメージングなどがあるが、特に、後者は近年実用化の研究が盛んになり、乳がん診断用の装置の研究開発も始まっている。ここでは、これらの融合技術を概説し、今後の発展の方向を展望してみたい。

題名: 光音響画像の特徴：光を専門にする研究者の視点から
発表者: 石原 美弥(防衛医科大学校 医用工学講座)
抄録:

光音響分光分析法 (=PAS)は光を吸収した分子が光熱変換過程を経て音波を発生することを利用する物性分析法で、その歴史は 19 世紀に遡る。近年のパルスレーザーの小型化や超音波検出素子の高性能化により、2000 年頃から生体イメージング法としての光音響画像に関する研究が盛んになった。光イメージングでは既に OCT や DOT が実用化されているが、高散乱体である生体を対象にすると適用が限定されている。これに対して光音響画像は、光は音波を発生させるエネルギー源であり、検出対象は超音波であるために検出光の光散乱に起因する分解能の悪化及び感度の低下が生じず、原理的に数 cm の画像化深さ、10 μm ~ 1 mm の空間分解能が得られる。また、撮像分子(光吸収体)の吸収スペクトルに励起波長を対応させることで選択的、かつ、高コントラストの画像が得られる。光音響画像は、光と超音波の特徴を併せ持つイメージング技術として光超音波画像とも呼ばれている。講演では、光音響画像のいくつかの研究例を紹介する。

題名: 光超音波マンモグラフィを用いた乳癌診断法の開発
発表者: 山賀 郁(京都大学 医学研究科 乳腺外科学)
抄録:

光超音波マンモグラフィ(photoacoustic mammography: PAM)は光音響技術を用いた機能イメージング装置である。近赤外光を用い、主として生体内のヘモグロビンが吸収した光エネルギーを超音波に変換し画像化する原理であり、非侵襲的に酸素飽和度やヘモグロビン量が測定できる。今回我々は京都大学医学部附属病院にて乳癌および葉状腫瘍の診断にて手術を予定した 39 症例(41 病変)について PAM での測定を行

った。PAM 像と造影 MRI 像とを対比して PAM による腫瘍の同定の検討および酸素飽和度・総ヘモグロビン量を算出した。乳癌では 40 病変中 30 病変が同定され、75.0%の同定率が得られた。葉状腫瘍の 1 例は同定しえなかった。同定率と病変の大きさとの相関関係は認めなかった。同定しえなかった原因を検討し、腫瘍の性質によるものとノイズなどの装置起因によるものとに分類した。今後さらなる装置性能の改善は要するものの、PAM は既存の形態に基づく画像診断に加え、新たな機能情報が得られる診断機器であり、今後の臨床に有用な検査となりうることが示唆された。

題名： 光音響信号からの光吸収係数分布画像再構成

発表者： 大川 晋平, 石原 美弥(防衛医科大学校 医用工学講座)

抄録：

光音響信号から光吸収体の分布を画像化する様々なアルゴリズムが提案されている。超音波画像を取得するためのアルゴリズムは超音波の特性を生かした精細な光音響画像を効率的に取得することが可能である。一方で光を吸収する組織の持つ固有の光吸収特性が、がんなどの疾患の診断に役立つ可能性が以前から知られており、光音響画像の高空間分解能を活かしつつ、光吸収係数が定量的に推定できる画像化アルゴリズムが望まれている。

本講演ではいくつかの代表的な画像再構成アルゴリズムを振り返りながら、生体内の光伝播を考慮したアルゴリズムを紹介する。光拡散方程式と波動方程式から定式化した順問題から逆問題を解くことによって光吸収係数分布を画像再構成するアルゴリズムを導出し、有限要素法を用いてシミュレーションした結果を示しながら、定量性やノイズの影響などについて議論する。

題名： 光超音波イメージングにおける M 系列関連符号を用いた 符号化多波長同時励起法

発表者： 張 海崇, 近藤 健悟, 山川 誠, 椎名 毅(京都大学 大学院 医学研究科)

抄録：

光超音波イメージングは、光と超音波を組み合わせたモダリティであり、光による機能的情報と、超音波による深部情報を得ることができ、近年、乳がん診断への応用を目指した研究も進められている。一方、光超音波イメージングが抱える課題として、入射光の減衰により、深部からの光音響信号の SN 比が低下するという問題がある。また、血中酸素飽和度を得る場合など、複数波長の情報を利用することは、光超音波イメージングの大きな特徴であり、現在は各波長を分けて送信する必要があり、フレームレート低下の要因となっている。本研究では、高 SN 比かつ高フレームレートを実現するために符号化多波長同時励起法を検討した。本手法では、符号化されたパルスを送信し、受信信号を符号で畳み込むことで、加算平均に比べ短い計測時間で SN 比を高めることができる。また、低い相互相関特性を持つ符号を利用することで、多波長信号の同時送信が可能となる。今回、M 系列及び関連符号を用いて画像化実験を行い、提案手法の有用性の確認と実際の応用における最適な利用法の考察を行った。

題名: 2光子励起による光音響顕微鏡の高空間分解能化

発表者: 山岡 禎久, 高松 哲郎(京都府立医科大学)

抄録:

光音響イメージングには、高空間分解能化に光音響波の高周波成分が必要であるため、生体深部の観察が困難になるという問題が存在する。我々が開発した2光子励起光音響顕微鏡はこの問題を解決する1つの方法である。本顕微鏡の空間分解能は2光子吸収が起こる領域の大きさによって決定される。発生する光音響波は生体内長距離伝播可能な低周波成分を信号として利用することができるため、生体深部での空間分解能向上が可能である。実際に本顕微鏡の性能評価を、低周波音響トランスデューサを用い、2光子吸収色素溶液で満たしたシリコン中空の断面形状、および、励起光空間伝搬特性を測定することにより行った。結果として、2光子励起の理論計算から推察される空間分解能が、2光子励起光音響顕微鏡によって得られていることが明らかとなった。

題名: 光ファイバプローブを用いた全光学式光音響イメージング

発表者: 三井田 佑輔, 松浦 祐司(東北大学)

抄録:

光音響イメージングの内視鏡下への応用を目的とした超音波検出用光ファイバプローブを構築した。プローブは光ファイバの先端に厚さ数十ミクロンのパラフィン薄膜が形成された構造をしており、音圧により生じる干渉光の強度変調を検出することで超音波を計測する。構築したプローブを用いて光音響信号の検出を試みた結果、数MHz帯の信号を検出することに成功し、PVDFハイドロフォンによって得られた波形とほぼ一致することが確認できた。また、血管擬似ファントムを用いてイメージングを行った結果、ヘモグロビンを用いて作製したファントムを識別することに成功した。

題名: 超音波速度変化イメージングの血管プラーク診断への応用

発表者: 木村 亮介, 真野 和音, 泉川 悠, 和田 健司, 松中 敬行, 堀中 博道

(大阪府立大学 大学院 工学研究科)

抄録:

超音波速度の温度依存性が伝搬する媒質によって異なることを利用して、生体組織内の脂肪分布を検出する装置の開発を行ってきた。体温付近において、近赤外光照射などによって超音波が伝搬する組織の温度を上昇させると、水中を伝搬する場合は超音波の速度が速くなるのに対して、脂肪中では遅くなり、相反する変化を示す。媒質の加温前後における超音波エコー波形の取得を行い、反射パルスの時間的シフトを検出し、超音波の速度変化を求めることで脂肪領域の抽出を行う。

血管プラークとは動脈の内側に粥状の隆起が生じる疾患のことである。このプラークが剥がれることで、血管が詰まり心疾患を引き起こす恐れがある。プラークには、剥がれやすいものと剥がれ難いものがあり、脂質コアの大きさと形状に依存する。

血管プラークの診断に超音波診断装置が用いられているが、プラークの構成物質を識別することは困難で

ある。近赤外光あるいは超音波によって外部から加温し、超音波速度変化画像を求めることで血管プラーク内の脂質コアの分布を描出できると考え。脂肪領域を持つ模擬血管ファントムを作製し、基礎実験を行った。水流や振動がある場合でも、超音波速度変化画像は脂肪の分布領域を示し、非侵襲血管プラーク診断法の可能性を示した。

日本超音波医学会 光超音波画像研究会
平成 25 年度 第 1 回 光超音波画像研究会

日程:平成 25 年 8 月 2 日(金)

会場:京都大学 医学研究科 杉浦地域医療研究センター(京都市)

プログラム

■13:30~13:35 開会のあいさつ

光超音波画像研究会 代表 椎名毅

■13:35~14:05 特別講演

13:30~13:35 光超音波(光音響)画像診断におけるレーザー安全に関する基礎検討

石原 美弥 (防衛医科大学校 医用工学講座)

■14:05~17:00 一般演題

14:05~14:35 光超音波イメージング及び速度計測のための符号化励起法

○張 海崇 1), 近藤 健悟 2), 山川 誠 2), 椎名 毅 1) (1 京都大学大学院医学研究科, 2 京都大学学際融合教育研究推進センター)

14:35~14:45 休憩

14:45~15:15 腫瘍周囲の微細血管をイメージングする小動物用光音響顕微鏡開発

○中嶋 隆夫 1), 浅尾 恭史 1,2), 椎名 毅 3), 戸井 雅和 2) (1 キヤノン株式会社 総合 R&D 本部, 2 京都大学大学院医学研究科乳腺外科学, 3 京都大学大学院医学研究科人間健康科学系専攻)

15:15~15:45 光音響イメージングを用いたニワトリ胚の心血管系の可視化

○佐藤 みか 1), 和泉 拓哉 1), 渡邊 裕二 2), 仲村 春和 2), 西條 芳文 1) (1 東北大学大学院 医工学研究科, 2 東北大学 加齢医学研究所)

15:45~16:00 休憩

16:00~16:30 光超音波を用いた乳房血管イメージングの報告

○鳥井 雅恵 1), 浅尾 恭史 1,7), 山賀 郁 1), Elham Fakhrehjani1), 高田 正泰 1), 鍛 利幸 4), 杉江 知治 5), 金尾 昌太郎 2), 片岡 正子 2), 三上 芳喜 3), 椎名 毅 6), 戸井 雅和 1) (1 京都大学医学部附属病院 乳腺外科, 2 同 放射線診断科, 3 同 病理診断部, 4 市立岸和田市民病院 外科, 5 関西医科大学 乳腺外科, 6 京都大学大学院医科学研究科人間健康科学系専攻, 7 キヤノン株式会社 総合 R&D 本部 医用イメージング推進プロジェクト)

16:30~17:00 光音響イメージング装置ー光音響画像と超音波画像との融合ー

○辻田 和宏 1), 入澤 覚 1), 広田 和弘 1), 平沢 壮 2), 藤田 真敬 3), 石原 美弥 2) (1 富士フイルム(株) R&D 統括本部メディカルシステム開発センター, 2 防衛医科大学校 医用工学講座, 3 防衛医科大学校 防衛医学研究センター)

■17:00 閉会のあいさつ

光超音波画像研究会 幹事 石原 美弥

日本超音波医学会 光超音波画像研究会
平成 25 年度 第 2 回 光超音波画像研究会

日程:平成 25 年 10 月 3 日(木)

会場:東北大学工学部総合研究棟 1 階 講義室 2(110)(仙台市)

共催:超音波エレクトロニクス研究会

プログラム

■13:00~13:05 開会のあいさつ

第 2 回光超音波画像研究会世話人(幹事) 西條芳文

■13:05~16:55 一般演題

13:05~13:45 画像差分型シュリーレン法による超音波音場可視化の原理

○工藤 信樹(北海道大学情報科学研究科)

13:45~14:25 光ファイバプローブを用いた全光学式光音響イメージング装置

三井田佑輔, ○松浦祐司(東北大学大学院医工学研究科)

14:25~15:05 光音響イメージングにおける周波数成分に関する検討

○石原美弥(防衛医科大学校医用工学講座)

15:05~15:15 休憩

15:15~15:40 位相コントラスト法による集束超音波の圧力分布の定量的な測定

○モハマドシャヒド 1), 宮坂遼 1), 安田惇 1), 吉澤晋 1), 梅村晋一郎 2) (1 東北大学工学研究科, 2 東北大学医工学研究科)

15:40~16:05 光音響イメージングセンサに向けた透明圧電/導電薄膜の成長

○奥田修平, 千葉博, 森達哉, 川島知之, 鷲尾勝由(東北大学大学院工学研究科)

16:05~16:30 光音響イメージングセンサに向けた透明圧電/導電薄膜の膜質向上

○千葉博, 奥田修平, 森達哉, 川島知之, 鷲尾勝由(東北大学大学院工学研究科)

16:30~16:55 全体討論

■17:00 閉会のあいさつ

光超音波画像研究会 幹事 石原 美弥

日本超音波医学会 光超音波画像研究会
平成 25 年度 第 3 回 光超音波画像研究会

日程:平成 25 年 12 月 6 日(金)

会場:京都府立医科大学 基礎医学学舎 1 階 第 1 講義室(京都市)

共催:日本超音波医学会基礎技術研究会・日本生体医工学会専門別研究会・
日本音響学会アコースティックイメージング研究会

プログラム

■開会のあいさつ

第 3 回光超音波画像研究会世話人(幹事) 山岡禎久

■13:05~16:55 一般演題

13:00~13:30 生体組織の熱的特性に着目した超音波組織性状診断—ファントムの温度変化測定—

○森田 晟央, 伊藤 瑳恵, 秋山 いわき, 渡辺 好章 (同志社大学超音波エレクトロニクス・生体計測研究室)

13:30~14:00 医療穿刺用超音波アレイ探触子の特性評価

○田中 雄介 1), 大平 克己 1), 小倉 幸夫 1), 田中 克彦 2), 塩見 尚礼 3), 来見 良誠 3), 谷 徹 3) (1 ジャパンプローブ株式会社研究開発センター, 2 立命館大学総合科学技術研究機構, 3 滋賀医科大学外科学講座)

14:00~14:30 RF 信号の乗算や累乗の効果または演算による高周波化および広帯域化

○炭 親良 (上智大学理工学部情報理工学科)

14:30~14:40 休憩

14:40~15:10 微小気泡位置制御システムの開発と高速度撮影によるソノポレーション機序の検討

○内田 和輝, 工藤 信樹 (北海道大学大学院情報科学研究科)

15:10~15:40 コード間干渉の影響を受けない同時送波手法を用いた高速音響イメージング

○林 壮宏, 平田 慎之介, 蜂谷 弘之 (東京工業大学理工学研究科)

15:40~16:10 周波数領域干渉計法を用いた肝臓の高分解能超音波イメージングに関する基礎検討

—豚肝臓への適用—

○瀧 宏文 1), 阪本 卓也 1), 瀧 公介 2), 山川 誠 3), 椎名 毅 4), 工藤 基 2), 佐藤 亨 1) (1 京都大学大学院情報学研究科通信情報システム専攻, 2 滋賀医科大学解剖学講座, 3 京都大学先端医工学研究ユニット, 4 京都大学大学院医学研究科)

16:10~16:20 休憩

16:20~16:50 光超音波技術を用いた生体イメージング

○浅尾 恭史 1,2), 戸井 雅和 2), 椎名 毅 2) (1 キヤノン株式会社総合R&D本部, 2 京都大学大学院医学研究科)

16:50~17:20 フェムト秒光パルスを用いた2光子励起光音響顕微鏡

○山岡 禎久 1,2), 原田 義規 2), 西埜 繁 3), 前原 正司 3), 浜野 修次郎 3), 高松 哲郎 2) (1 京都府立医科大学医学研究法システム学, 2 京都府立医科大学細胞分子機能病理学, 3 寺崎電気産業株式会社システム事業産業部)

■閉会のあいさつ

日本超音波医学会 光超音波画像研究会
平成 25 年度 第 4 回 光超音波画像研究会

日程:平成 26 年 1 月 28 日(火)

会場:産業技術総合研究所 つくば東事業所 第1会議室(研究本館1階1206室)
(茨城県つくば市並木1-2-1)

共催:電気学会 医用・生体工学研究会(技術会合)

プログラム

■13:30～16:15 一般演題

13:30～14:00 超音波粒子速度のレーザー計測に基づく再生軟骨片弾性率測定装置の開発

新田 尚隆, 兵藤 行志, 三澤 雅樹, 林 和彦, 白崎 芳夫, 本間 一弘(産業技術総合研究所 ヒューマンライフテクノロジー研究部門)

14:00～14:30 体外循環治療を支援する光診断技術

迫田 大輔, 小阪 亮, 西田 正浩, 丸山 修(産業技術総合研究所 ヒューマンライフテクノロジー研究部門)

14:30～15:00 近赤外領域の光音響信号によるグルコース濃度計測

佐藤 充輝¹⁾, 浪田 健²⁾, 近藤 健悟³⁾, 山川 誠³⁾, 椎名 毅²⁾(¹京都大学医学部, ²京都大学大学院医学研究科, ³京都大学学際融合教育研究推進センター)

15:00～15:15 休憩

15:15～15:45 光音響イメージングを利用したラット下顎頭の可視化

羽鳥 弘毅¹⁾, 佐藤 みか²⁾, 西條 芳文²⁾, 萩原 嘉廣³⁾, 富士 岳志¹⁾, 橋 健太¹⁾, 佐々木 啓一¹⁾(¹東北大学大学院歯学研究科, ²東北大学大学院医工学研究科, ³東北大学大学院医学系研究科)

15:45～16:15 リアルタイム光超音波イメージング・システムの熱傷および移植皮膚診断へ

伊田 泰一郎¹⁾, 保坂 智也¹⁾, 川口 康¹⁾, 塚原 直哉²⁾, 桜井 孝夫²⁾, 増田 伸²⁾, 岩屋 啓一³⁾, 津田 均³⁾, 川内 聡子³⁾, 斎藤 大蔵³⁾, 佐藤 俊一³⁾, 岩井 俊昭⁴⁾(¹株式会社アドバンテスト, ²株式会社アドバンテスト研究所, ³防衛医科大学校, ⁴東京農工大学)

本研究事業の研究成果紹介のホームページ

研究代表者 石原 美弥 防衛医科大学校 医用工学講座 教授

要旨

本研究事業及びその研究成果の紹介のために「深部機能画像診断のための光音響画像化技術の有用性検証 研究成果公表サイト」を作成した。

構成は【トップページ】に「研究の概要」や本研究事業の「関連サイトへのリンク」、「発表に関する最新情報」として簡単な紹介とともに最新情報がアップデートできるようにした。【研究について】では本研究事業で開発する光音響画像の基礎的知識についてPDFで紹介している。【研究体制】では本研究は医療機器開発に不可欠な連携体制（医工連携，産学連携）となっているのが特長である。これがわかるように，また本研究に携わっている研究者個人がわかるように紹介した。【研究紹介】では，H23～H24年度の研究成果を中心に紹介している。この共著からも連携の様子が分かる。【研究論文一覧】では，本研究事業に関連する内容が一覧できるようにした。

本ホームページは4ヶ月で353件のアクセスがあり，ページ別訪問数，キーワード別の訪問数など興味深い結果が得られた。社会に研究成果を発信するツールとして，また，光音響画像という新しい技術そのものの啓蒙に役立った。

A. コンテンツ

【トップページ】

English

厚生労働科学研究費補助金 医療機器開発推進研究事業
 深部機能画像診断のための光音響画像化技術の有用性検証 研究成果公表サイト

ホーム 研究について 研究体制 研究紹介 研究論文一覧 発表に関する最新情報 お問い合わせ

研究概要

我々は、厚生労働科学研究費補助金「医療機器開発推進研究事業」における「深部機能画像診断のための光音響画像化技術の有用性検証(H23-医療機器-一般-005)」の研究を実施しております。

光音響画像(光超音波画像)は、広範に使用されている超音波画像診断技術の長所と機能情報を取得できる光画像技術の長所を活かせるため、従来ではカバーできない深部の機能を取得できる新しい画像診断技術として着目されています。

本研究では要素技術開発、プロト機の製作という工学的な研究項目と、臨床研究という医学的な研究項目について、研究者間で連携をしながら遂行しております。

具体的には、夫々の医療の場面での使い勝手や画像表示法などを重要視して「医」側が使いたくなるような技術を開発し、構築したプロト機の特徴や性能を「医」側が理解して臨床研究を進めることで、世界に先駆けた光音響画像診断技術の確立を目指しております。

研究代表者
 防衛医科大学校医工学講座
 教授 石原英弥



厚生労働省
医療機器開発
(ナノテクノロジー等)
総合推進研究経費

日本超音波医学会
光超音波画像研究会

光音響法を使った研究例の紹介
細胞シートによる関節治療を
目指した東海大学における
臨床研究

日本レーザー医学会
光音響画像の特集号
2013 Vol.33 No.4
2013 Vol.34 No.1

Map of Fusion Imaging

PAI: Photo-Acoustic Imaging



The diagram plots imaging depth (Surface to Whole body) against imaging resolution (1mm to 0.1mm). PAI is highlighted in a red dashed oval, showing a depth of approximately 3cm and a resolution of about 0.3mm. Other techniques like PET/SPECT, CT, f-MRI, and MRI are shown at higher depths and resolutions. US and PAI are shown at a depth of 3cm. Endoscope and Fluorescence imaging are shown at the surface with high resolution.

発表に関する最新情報

2014年10月15日~18日
[第87回日本生化学会大会 \(国立京都国際会館\)](#)

2013年11月8日
[第27回日本泌尿器内視鏡学会総会](#)
 (特別企画) 未来の名匠を築く4 医工連携への取り組み
[「根治的前立腺全摘術における的確な神経温存のための光音響画像化技術の有用性」 \(堀口明男\)](#)

2013年10月17日
[第5回 BioOpto Japan](#)

ページ上部へ

Copyright © 厚生労働科学研究費補助金 医療機器開発推進研究事業 深部機能画像診断のための光音響画像化技術の有用性検証 研究成果公表サイト. All rights reserved.

【研究について】

English

厚生労働科学研究費補助金 医療機器開発推進研究事業

深部機能画像診断のための光音響画像化技術の有用性検証 研究成果公表サイト

ホーム 研究について 研究体制 研究紹介 研究論文一覧 発表に関する最新情報 お問い合わせ

研究について

新しい画像診断法として着目され世界的に盛んに研究されている光音響画像診断技術をどこよりも先駆けて実用化するために、本研究では「産学」及び「医工」が密に連携できる研究体制を構築し、その連携を最大限機能させ、以下に示す3つの研究項目を有機的かつ効率的に実施した。具体的には外来や手術場に持ち込むことができ、「造影剤を使用することなく主要血管から微細な血管網まで非侵襲的に画像化できるプロト機の構築」、「医師主体的に実施する複数の臨床研究の推進」、さらに「機能画像としての有効性を検証するための基礎的検討」である。さらに、昨年度実施した(独)医薬品医療機器総合機構(PMDA)の薬事戦略相談を活用しながら研究を進めることで日本発シーズの実用化を目指している。

光音響画像の原理

光音響画像の位置づけ

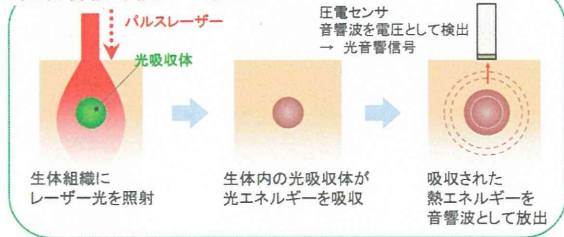
ページ上部へ

Copyright © 厚生労働科学研究費補助金 医療機器開発推進研究事業 深部機能画像診断のための光音響画像化技術の有用性検証 研究成果公表サイト. All rights reserved.

光音響画像の原理

特定の条件のレーザー光（ナノ秒パルスレーザー）を照射すると光吸収に伴って超音波が発生する。この超音波の伝搬時間から光の吸収体の位置情報を、信号強度より吸収係数に関する情報を断層画像にするもので、光と生体の相互作用を画像化する技術の1つである。原理的に数mm～数cmの計測深さ、10μm～1mmの空間分解能を得ることが可能である。また、光のパラメータを適当に設定することで特定の吸収体を選択的に励起可能であること、検出対象が超音波である原理上、検出光の光散乱に起因する分解能及び感度の悪化が生じず、高コントラストで生体深部を可視化できる優れた特長を持つ。

光音響信号検出の原理



光音響波動方程式

$$\nabla^2 p(\vec{r}, t) - \frac{1}{v_s^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} p(\vec{r}, t) = -\frac{\beta}{C_p} \frac{\partial}{\partial t} H(\vec{r}, t)$$

光音響画像の位置づけ

光音響分光分析法 (PAS)は、光熱変換過程を音波という力学的エネルギーで測定する物性分析法として古くから知られている分光法の1つである。近年のパルスレーザーの小型化や超音波検出素子の高性能化により生体への応用が現実的となり、2000年頃から新しい画像診断技術としての光音響画像化技術の研究が盛んになった。既に、2010年2月18日のNatureの分子イメージングに関する記事では、モダリティの1つとして光音響(photoacoustic)画像が取り上げられている。さらに現在、米国国立がん研究所がPET-SPECTの次世代の画像診断技術として大規模な橋渡し研究プロジェクトを立ち上げるなど、世界で最も研究開発が活発な分子イメージング技術となっている。光音響画像化技術は、原理的に被曝がなく、リアルタイムに画像化できる技術であること、小型で可搬な装置になること、超音波画像との重量ができることなどから、新しい画像診断ツールとして期待されている。

光エネルギーを利用するイメージング技術では、光散乱分子、光吸収分子、蛍光分子などが撮像対象になりうる。既に実用化されている光イメージング手法には、光コヒーレントトモグラフィー(Optical Coherence Tomography, OCT)と拡散光トモグラフィー(Diffuse Optical Tomography, DOT)、内視鏡分野への応用が盛んな蛍光イメージングが挙げられる。OCTは散乱光を利用する画像化技術で、数μmの高分解能を有するが、検出光の散乱により撮像可能な深さが2mm程度に制限される。DOTは、生体内部の機能・形態情報をもつ主に光吸収(正確には吸収係数や散乱係数などの光学特性値)を利用して定量的に3次元イメージングが可能な手法であるが、高分解能が得られない。蛍光イメージングは、自家蛍光やプローブを利用して蛍光を発生した部位を抽出してイメージングするが、分解能や画像化深度は限られるのが現状である。

	撮像深さ	分解能	コントラスト
光音響画像	>25 mm	<150 μm	非常に高い
OCT(光干渉断層像)	>数 mm	<10 μm	高い
DOT(拡散光トモグラフィ)	~50 mm	~数 mm	非常に高い
標識蛍光色素を用いた光イメージ	>数 mm	数百 μm	高い
超音波造影画像	>50 mm	<150 μm	低い

【研究体制】

English

厚生労働科学研究費補助金 医療機器開発推進研究事業
深部機能画像診断のための超音波画像化技術の有用性検証 研究成果公表サイト

ホーム 研究について 研究体制 研究紹介 研究論文一覧 発表に関する最新情報 お問い合わせ

研究体制

研究代表者

[石原 美弥](#) 防衛医科大学校医用工学講座・教授

研究分担者

[堀口 明男](#) 防衛医科大学校泌尿器科学講座・講師
[藤田 真敬](#) 防衛医科大学校防衛医学研究センター異常環境衛生研究部門・准教授
[大谷 直樹](#) 防衛医科大学校脳神経外科学講座・講師
[平沢 壮](#) 防衛医科大学校医用工学講座・助教
[津田 均](#) 防衛医科大学校病態病理学講座・教授
[池脇 克則](#) 防衛医科大学校内科学講座・教授
[辻田 和宏](#) 富士フィルム株式会社R&D統括本部メディカルシステム開発センター・主任研究員

研究協力者

[綾織 誠人](#) 防衛医科大学校内科学講座・助教
[北垣 学](#) 自衛隊横須賀病院診療部・医局長兼内科長
[権引 俊宏](#) 防衛医科大学校医用工学講座・准教授
[大川 晋平](#) 防衛医科大学校医用工学講座・助教

[ページ上部へ](#)

Copyright © 厚生労働科学研究費補助金 医療機器開発推進研究事業 深部機能画像診断のための超音波画像化技術の有用性検証 研究成果公表サイト. All rights reserved.

【研究紹介】

研究紹介

臨床研究に使用可能な超音響画像化システムプロト型の構築

研究分担者 辻田 和宏 (富士フイルム株式会社 R&D統括本部メディカルシステム開発センター 専門主任研究員)

【要旨】

超音響画像化技術の有用性検証ならびに臨床価値検証に向けて、昨年までの定製上に各種要素を並べて組み上げた実機系から、抽出組織やヒトでの測定及び、検査室や手術室などでの使用を想定した、プロト型の構築を進めた。システム全体の可搬型を目指して、小型化コンパクト化設計を進めることにより、一体化したプロト型を実現した。特に超音波プローブの照明系と超音波検出系の一体化によって、実機系の性能を確保しつつ、臨床研究で使用可能なシステムが構築できた。このプロト型を使用して既に医師主体の臨床研究を開始しており、有用性検証並びに医療価値検証に使用可能なレベルの機能・性能を実現できた。

全文PDF

超音響画像化システムの泌尿器科応用について

研究分担者 堀口 明男 (防衛医科大学校 泌尿器科学講座 講師)

研究分担者 辻田 和宏 (富士フイルム株式会社 R&D統括本部メディカルシステム開発センター 専門主任研究員)

研究分担者 津田 均 (国立がん研究センター中央病院 病理科臨床検査課 課長)

【要旨】

前立腺癌の診療において応用可能な超音波断層法と超音響画像との組み合わせによる超音響イメージング技術の確立を目的に、昨年に引き続き抽出組織を用いて前立腺周囲の微細血管網が画像化できている事を明確にするために、機体の計測と病理画像との対応付けを実施した。抽出した機体の超音響画像では、前立腺周囲を覆う血管網と思われる信号が、抽出された機体毎に異なるもの、高い割合で抽出された。比較的超音響信号で明瞭な画像の得られた機体抽出し、超音響信号の部分について免疫染色の結果を超音響画像所見と照合したところ、信号の強い部位と比較結果が一致しており、前立腺周囲の微細血管網が観察されている可能性が高いことが判った。今後は、機体数のアップとより精緻な撮合、さらには臨床検査の場での計測が必要である。

全文PDF

脈管疾患における超音響技術の有用性の検証

研究分担者 池田 克明 (防衛医科大学校 内科学講座 教授)

研究協力者 藤嶋 誠人 (防衛医科大学校 内科学講座 助教)

研究分担者 辻田 和宏 (富士フイルム株式会社 R&D統括本部メディカルシステム開発センター 専門主任研究員)

研究代表者 石原 美弥 (防衛医科大学校 医用工学講座 教授)

【要旨】

本研究事業では超音響画像化技術を臨床応用する対象疾患として脈管疾患を挙げている。そこでプロト型の性能評価としてウサギを用いた動物実験を実施し、主要血管から微細な血管まで抽出できることを開始した。防衛医科大学校倫理委員会の承認を得て、臨床研究を実施した。

全文PDF

超音響画像の脳外科応用に関する基礎～臨床検討

研究分担者 大谷 直樹 (防衛医科大学校 脳神経外科学講座 講師)

研究分担者 平沢 社 (防衛医科大学校 医用工学講座 助教)

【要旨】

脳神経外科手術における超音響技術の応用が期待できる領域としては血管再構築におけるドナー血管の走行把握、ならびに脳動脈プラークの病的診断等が考えられる。これらの有用性を検証すべく、基礎的実験及び臨床応用進められた結果を報告する。血管動態性脳梗塞の予防治療として行われる外科的血管吻合による血管再構築における、安全性確保のためには、ドナー血管の走行を確実に把握する必要がある。超音響画像化技術は、皮下の微細な血管網をコントラスト上に画像化できる特徴より、現有的手法よりも手術操作の安全性向上が見込まれるため、臨床研究を開始する準備を行った。また、不安定プラークは、軽度狭窄であっても破裂することにより血栓症を生じる危険性があり、存在を的確に把握することは、脳梗塞の発症を予防する鍵となる。本研究では、測定対象の光学的特性を計測可能な超音響技術により、プラークの不安定性の評価が可能かを検討した。

腫瘍モデルマウスを用いた超音響画像の有用性検証

研究分担者 堀口 明男 (防衛医科大学校 泌尿器科学講座 講師)

研究分担者 辻田 和宏 (富士フイルム株式会社 R&D統括本部メディカルシステム開発センター 専門主任研究員)

研究協力者 櫻引 俊宏 (防衛医科大学校 医用工学講座 准教授)

研究代表者 石原 美弥 (防衛医科大学校 医用工学講座 教授)

【要旨】

超音響画像の有用性を検証するための1つの手段として、腫瘍モデルマウスを対象に計測し、可能性を検討した。泌尿器科領域での腫瘍モデルマウスとして、ヒト前立腺癌モデルマウスとヒト腎癌モデルマウスを作成した。これらを対象に超音響画像を取得した。またコントロールのために正常マウスを取得し、比較検討した。腫瘍内に血管が豊富なヒト腎癌モデルマウスは、腫瘍内に超音響信号が認められ、ヒト前立腺癌モデルマウスとは異なる像であり、正常マウスとも異なる超音響画像であった。

全文PDF

超音響技術を用いた血液酸素飽和度計測

研究分担者 藤田 真敬 (防衛医科大学校 防衛医学研究センター 異常環境衛生研究部門 准教授)

研究分担者 平沢 社 (防衛医科大学校 医用工学講座 助教)

【要旨】

超音響画像化技術を用いた血液酸素飽和度マッピング技術の確立を目的としている。診療現場において、無侵襲に生体血管内の血液の酸素飽和度を計測可能な技術へのニーズは多く、心臓カテーテル検査の代替としての使用や、分娩時の胎児の血液酸素飽和度モニターなど集中治療分野への応用が期待される。血液酸素飽和度マッピング技術の確立のためには、本研究事業の基盤研究にて構築している血流分布の画像化技術に加えて、血液酸素飽和度の定量化技術を開発する必要がある。そこで本分科研究では、超音響画像化技術を用いた血液酸素飽和度の定量化技術を開発し、既存の血液ガス分析器による計測値と比較して評価する。今年度は、ウサギを用いた血液酸素飽和度計測技術の精度検証のための実験系を作成した。本実験系は人工呼吸器による呼吸回数を血液酸素飽和度を制御可能で、血液ガス分析器による計測値との対比が可能である。さらに、超音響技術を用いてウサギ後脚及び鼠肝部の深さ4~7 mmの血管内血液の酸素飽和度の計測実験を行った。この結果、統計処理を行うサンプル数を揃えていないものの、計測の範囲では、血液ガス分析器による計測値と近似した血液酸素飽和度が得られた。

全文PDF

ページ上部へ

厚生労働科学研究費補助金(医療機器開発推進研究事業)
 深部機能画像診断のための光音響画像化技術の有用性検証(H23-医療機器-一般-005)
 総合研究報告書

【研究論文一覧】

厚生労働科学研究費補助金 医療機器開発推進研究事業
 深部機能画像診断のための光音響画像化技術の有用性検証 研究成果公表サイト

ホーム 研究について 研究体制 研究紹介 研究論文一覧 発表に関する最新情報 お問い合わせ

研究論文一覧

論文 | 学会発表

論文

- Hirasawa T, Fujita M, Okawa S, Kuzhibiki T, Ishihara M. "Quantification of effective attenuation coefficients using continuous wavelet transform of photoacoustic signals", Applied Optics (Submitted)
- Hirasawa T, Fujita M, Shingo O, Kuzhibiki T, Ishihara M. "Improvement in quantifying optical absorption coefficients based on continuous wavelet transform by correcting distortions in temporal photoacoustic waveforms". Proceedings of SPIE, 8541, 85414I-1: 1-8 (2012.02). <http://dx.doi.org/10.1117/12.2009395>
- Hirasawa T, Ishihara M, Tsujita K, Hirota K, Iriwaka K, Kitagaki M, Fujita M, Kikuchi H. "Continuous wavelet-transform analysis of photo-acoustic signal waveform to determine optical absorption coefficient". Proceedings of SPIE, 8223, p. 82233I-1-8 (2012.01). <http://dx.doi.org/10.1117/12.906808>
- Ishihara M, Hirasawa T, Hirota K, Tsujita K, Ishihara M. "Influence of laser pulse width to photoacoustic temporal waveform and the image resolution with a solid-state excitation laser". Proceedings of SPIE, 8238, p. 82383I-1-8 (2012.01). <http://dx.doi.org/10.1117/12.907214>

Copyright 2012-2013 Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers. One print or electronic copy may be made for personal use only. Systematic electronic or print reproduction and distribution, duplication of any material in this paper for a fee or for commercial purposes, or modification of the content of the paper are prohibited.

石原真寿, "光音響法を用いた生体計測技術", 光アポリアンズ, 24(9), p.12-14, 2013.09.

櫻川俊史, 石原真寿, "深部組織のための光音響イメージング技術", レーザー世界, 41(8), p.606-612, 2013.08.

石原真寿, "光音響イメージングの最近の進展", 日本レーザー学会誌, 34(1), p.10-13, 2013.06

堀口晴利, 笠野友彦, "前立腺癌に対する光音響イメージングを用いた患部診断の可能性", 日本レーザー学会誌, 34(1), p.19-23, 2013.06

上田和志, "光音響イメージングの医療応用に向けてー光音響造影と超音波造影の融合ー", 日本レーザー学会誌, 33(4), p.380-385, 2013.01

櫻川俊史, 石原真寿, "がん検診のための光音響イメージング技術", レーザー世界, 33(4), p.392-398, 2013.01

石原真寿, "光音響造影の現状", 電子学技術文化(電子・情報・システム部門誌), 132(8), p.1287-1290, 2012.08

平沢社, 櫻川俊史, 藤田真哉, 石原真寿, "連続ウェーブレット変換を用いた光音響造影特性による光取込係数測定法の開発", 生体工学学会, (電子情報), 2012.05

石原真寿, "光と超音波のハイブリッドモダリティとしての光音響造影", 医学のあゆみ, 240(4), p.487-491, 2012.02

平沢社, 石原真寿, 藤田真哉, 北畑亨, 大谷直規, 菊地真, "光音響画像化技術の医療技術開発とシステム化:動物モデルによる性能検証", Optics and Photonics Japan, P65-1-P65-2, 2011.11

学会発表

- 2013年4月
 Conference on Laser Surgery and Medicine 2013
 "Comparison of regularization methods for photoacoustic image reconstruction"
 Okawa S, Hirasawa T, Kuzhibiki T, Ishihara M.
- 2013年2月
 SPIE Photonics West Biomedical Optics, BIOS 2013
 "Improvement in quantifying optical absorption coefficients based on continuous wavelet transform by correcting distortions in temporal photoacoustic waveforms"
 Hirasawa T, Fujita M, Shingo O, Kuzhibiki T, Ishihara M.
- 2012年8月
 14th International Congress of Histochemistry and Cytochemistry
 [シンポジウム] "Photoacoustic imaging and sensing in medicine"
 Ishihara M
- 2012年7月
 XIV IUPAC Symposium on Photochemistry
 "Photoacoustic measurements of various gold nanoparticles to design contrast agents for in vivo imaging"
 Ishihara M, Hirasawa T, Sato R, Teranishi T
- 2012年4月
 Conference on Laser Surgery and Medicine 2012
 "Development and integration of photoacoustic imaging technology"
 Kuzhibiki T, Hirasawa T, Fujita M, Ishihara M.
- 2012年1月
 SPIE Photonics West Biomedical Optics, BIOS 2012
 "Continuous wavelet-transform analysis of photo-acoustic signal waveform to determine optical absorption coefficient"
 Hirasawa T, Ishihara M, Tsujita K, Hirota K, Iriwaka K, Kitagaki M, Fujita M, Kikuchi H.
- 2012年1月
 SPIE Photonics West Biomedical Optics, BIOS 2012
 "Influence of laser pulse width to photoacoustic temporal waveform and the image resolution with a solid-state excitation laser"
 Iriwaka K, Hirasawa T, Hirota K, Tsujita K, Ishihara M
- 2013年9月
 第3回in vivo イメージングフォーラム
 「光と超音波のハイブリッドモダリティとしての光音響造影イメージングの基礎から最先端応用まで」
 石原真寿
- 2013年8月
 第1回光超音波造影研究会
 「特許講演」 「光音響造影(光音響) 画像診断におけるレーザー安全に関する基礎検討」
 石原真寿
- 2013年8月
 第1回光超音波造影研究会
 「光音響イメージングの最新ー光音響造影と超音波造影の融合ー」
 上田和志, 入道寛, 広田和弘, 平沢社, 藤田真哉, 石原真寿
- 2012年12月
 第3回日本分子生体学会
 "Development of photoacoustic technique towards deeply penetrating in vivo imaging and its clinical application"
 石原真寿
- 2012年11月
 第3回日本レーザー学会
 「3次元光音響造影技術のための光音響イメージング技術の開発」
 櫻川俊史, 平沢社, 大川博平, 石原真寿
- 2012年10月
 独立行政法人日本学術振興会 生体イメージング技術と応用105委員会 第2回委員会
 「特許講演」 「光音響法を用いた医療技術の開発: 光音響造影の可能性」
 石原真寿
- 2012年5月
 第7回日本分子生体学会
 [シンポジウム] 「光取込係数測定を基盤とする光音響造影: 腫瘍診断への可能性」
 石原真寿
- 2012年5月
 第10回医療・医大研究交流
 「光音響法を用いたin vivoおよびin vitroイメージングによる生体組織診断」
 櫻川俊史, 平沢社, 大川博平, 石原真寿
- 2012年5月
 第51回日本生体工学学会
 「連続ウェーブレット変換を用いた光音響造影特性による光取込係数測定法の開発」
 平沢社, 櫻川俊史, 藤田真哉, 石原真寿
- 2011年11月
 第32回日本レーザー学会総会
 「光音響技術を利用した深部組織イメージングの動物モデルによる性能検証」
 平沢社, 石原真寿, 藤田真哉, 北畑亨, 大谷直規, 堀口晴利, 菊地真
- 2011年11月
 Optics and Photonics Japan 2011
 「光音響画像化技術の医療技術開発とシステム化: 動物モデルによる性能検証」
 平沢社, 石原真寿, 藤田真哉, 北畑亨, 大谷直規, 菊地真
- 2011年9月
 第3回BioOpto Japan
 「特許講演」 「光音響画像化技術の医療応用」
 石原真寿

ページ上へ

Copyright © 厚生労働科学研究費補助金 医療機器開発推進研究事業 深部機能画像診断のための光音響画像化技術の有用性検証 研究成果公表サイト. All rights reserved.

【発表に関する最新情報】

English

厚生労働科学研究費補助金 医療機器開発推進研究事業
深部機能画像診断のための超音響画像化技術の有用性検証 研究成果公表サイト

ホーム 研究について 研究体制 研究紹介 研究論文一覧 発表に関する最新情報 お問い合わせ

発表に関する最新情報

- 2014年10月15日～18日
[第87回日本生化学会大会\(国立京都国際会館\)](#)
- 2013年11月8日
[第27回日本泌尿器内視鏡学会総会](#)
(特別企画) 未来の名匠を発掘する4 医工連携への取り組み
[「根治的筋立腺全摘術における的確な神経温存のための超音響画像化技術の有用性」\(堀口明男\)](#)
- 2013年10月17日
[第5回 BioOpto Japan](#)
[カンファレンス テーマ2「再生医療と光技術」](#)
[「再生医療を評価する光計測技術」\(石原美弥\)](#)
- 平成25年10月3日
[平成25年度 第2回 光超音波画像研究会](#)
[「超音響イメージングにおける周波数成分に関する検討」\(石原美弥\)](#)
- 2013年9月5日
[第8回In vivo イメージングフォーラム2013](#)
[「光と超音波の特長を併せ持つ超音響断層イメージングの基礎から最先端応用まで」\(石原美弥\)](#)
- 2013年9月
[光アライアンス24\(9\)](#)
[「超音響法を用いた生体計測技術」\(石原美弥\)](#)
- 2013年9月
日本レーザー医学会誌34(1)
「超音響(光超音波)画像の最前線②」の特集によせて (石原美弥)
- 2013年9月
日本レーザー医学会誌34(1)
「【総説】超音響イメージングの最近の進展」(石原美弥)
- 2013年9月
日本レーザー医学会誌34(1)
「筋立腺癌に対する超音響イメージングを用いた局在診断の可能性」(堀口明男, 浅野友彦)
- 2013年8月2日
[平成25年度 第1回 光超音波画像研究会](#)
[【特別講演】「光超音波\(超音響\)画像診断におけるレーザー安全に関する基礎検討」\(石原美弥\)](#)
- 2013年8月2日
[平成25年度 第1回 光超音波画像研究会](#)
[「超音響イメージング装置—超音響画像と超音波画像の融合—」\(辻田和宏, 入澤 覚, 広田和弘, 平沢 壮, 藤田真敬, 石原美弥\)](#)
- 2013年8月
[レーザー研究41\(8\)](#)
[「癌診断のための超音響イメージング技術」\(樺引俊宏, 石原美弥\)](#)
- 2013年1月
日本レーザー医学会誌33(4)
「「超音響(光超音波)画像の最前線」の特集によせて」(石原美弥)
- 2013年1月
日本レーザー医学会誌33(4)
「細胞観察のための超音響イメージング顕微鏡」(樺引俊宏, 石原美弥)

▲ ページ上部へ

Copyright © 厚生労働科学研究費補助金 医療機器開発推進研究事業 深部機能画像診断のための超音響画像化技術の有用性検証 研究成果公表サイト. All rights reserved.

【お問合せ】

B. アクセス数レポート

表1 月別訪問数

月	訪問数
2013年 10月	77
2013年 11月	72
2013年 12月	59
2014年 1月	97
2014年 2月	48

表2 キーワード別の訪問数と訪問別ページビュー

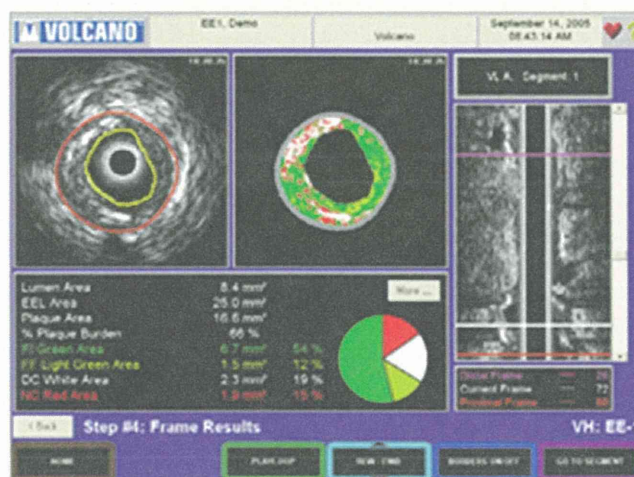
キーワード	訪問数	訪問別ページビュー
(not provided) ※	142	2.83
大谷直樹教授	22	1.55
藤田真敬	4	3.00
光超音波 イメージング	3	7.67
厚生労働科学研究費補助金	3	1.00
厚労 光音響	3	4.33
富士フイルム(株) r&d 統括本部 メディカルシステム開発センター 辻田	3	7.33
石原美弥	2	8.00
bioopto japan 石原美弥	1	2.00
photoacoustic imaging 論文	1	1.00

※ (not provided)とはキーワードが不明という表示。
 google で検索した場合、google が訪問者の入力したキーワードを暗号化するために不明となる。

VOLCANOに関する調査報告

VOLCANO

独自の組織性状評価法(VH: Virtual Histology)により、
血管の性状を4種類に分類し、色分けして表示可能な
血管内超音波(IVUS)装置



従来のIVUS

エコー輝度を基に組織性状を予測

- ・ 硬い組織 : 高エコーかつ均一
= 石灰化, 高密度な線維組織
- ・ 柔らかい組織 : 低エコー
= 軟性及び混合プラーク

→ 診断速度, 再現性の面で問題



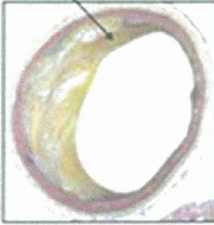
VH-IVUS

信号処理による自動識別

- ・ リアルタイムでの識別が可能
- ・ 再現性, 定量性がある情報

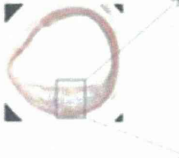
VH IVUS Plaque Types Basic VH IVUS

Fibrous Tissue



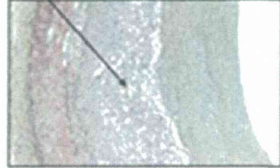
Densely packed bundles of collagen fibers with no evidence of intra-fiber lipid accumulation. No evidence of macrophage infiltration. Dark-yellow/green on Movat stained histology section and dark green on VH.

Necrotic Core




Highly lipidic necrotic region with remnants of foam cells and dead lymphocytes present. No collagen fibers are visible and mechanical integrity is poor. Cholesterol clefts and micro calcifications are clearly visible. Red on VH.

Fibro-Fatty



Loosely packed bundles of collagen fibers with regions of lipid deposition present. Turquoise on Movat stained histology section. Light-green on VH.

Dense Calcium

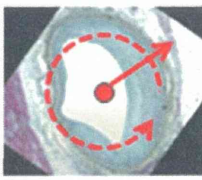


Focal area of dense calcium. Purple or deep blue on Movat. Usually falls out of histology section, but calcium crystals are evident at borders. White on VH.

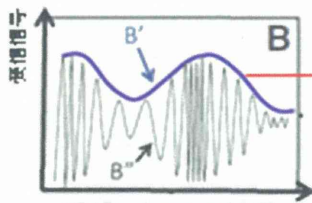
Nak, A., Margolis, MP, Kuban, S., Vince, DG. "Automated coronary plaque characterization with intravascular ultrasound backscatter: ex vivo validation". *EuroIntervention* 3 (2007): 113-120.

組織性状の識別方法

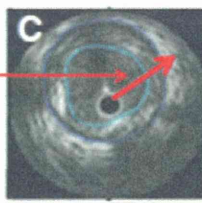
- 組織により反射超音波の周波数特性が異なる
- 信号を周波数解析し、事前に取得したデータベースと比較して分類



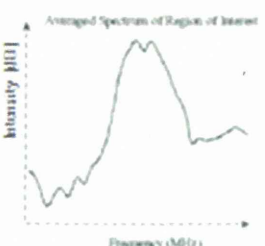
IVUSIによる超音波の送受信



受信したIVUS信号 時間=長さ



IVUS画像



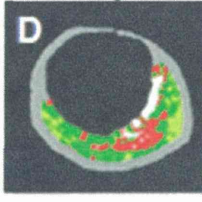
信号の周波数スペクトル
(横軸: 周波数, 縦軸: 強度)

計測データから得た特徴量
・中心周波数, 最大強度等, 8つの値

統計的性状による比較・分類

装置に保存されているデータベース

Fibro-Fatty群	Necrotic Core群
Fibrous Tissue群	Dense Calcium群



VH-IVUS画像

信号解析により特徴量を抽出

データベースを利用して組織性状を分類

VH IVUSの組織識別精度

Nair(開発者)によるEx vivo実験の結果

VH Plaque Component	Predictive	Sensitivity		Specificity	
	Accuracy	%	CI	%	CI
FT (n = 471) (Fibrous Tissue)	93.5%	95.7%	94 - 98	90.9%	88 - 94
FF (n = 130) (Fibro-Fatty)	94.1%	72.3%	65 - 80	97.9%	97 - 99
NC (n = 132) (Necrotic Core)	95.8%	91.7%	87 - 96	96.6%	95 - 98
DC (n = 156) (Dense Calcium)	96.7%	86.5%	81 - 92	98.9%	98 - 100

⇒ 良好な精度での組織識別が実現されている

VH-IVUSの制約

- 心電計と同期したカテーテルの操作(引き戻し)が必要
 - VH画像は心電計のR波のピークで撮像
- 演算精度はIVUS画像の境界の正確性に依存
 - 境界が不明瞭な場合, 組織変性を過大, 過小評価
- 血栓及び解離の検出は不可
 - 血栓は繊維組織あるいは繊維脂質組織として誤認識
- スtentに関して評価したデータはない
 - Stentは石灰化組織として誤認識

IVUSの研究動向

VH-IVUSの機能

- ・血管プラークの識別



医療ニーズ

- ・Vulnerableプラークの識別

Vulnerableプラークの組織学的特徴 [1]

- ・壊死性コアの内在
- ・マクロファージの浸潤
- ・薄いプラーク被膜(65μm以下)



プラーク被膜(fibrous cap)の厚さが脆弱性(Vulnerability)の基準

IVUSの現状[2]

- ・空間分解能200μm
- ◇ 被膜の厚さを基準とした脆弱性の評価ができない



研究動向

- 高分解能化のための検討
- ・センサの高周波, 広帯域化
- ・信号処理技術の改善
- ・OCTとのfusion画像化

[1] R. Virmani, et al., "Vulnerable Plaque: The Pathology of Unstable Coronary Lesions", J. Interv Cardiol 2002; 15: 439-46

[2] 上枝正幸, et al., "Virtual Histology IVUSを使った冠動脈病変の解析: 冠動脈冠動脈因子と多価不飽和脂肪酸のプラーク性状への影響", 超音波医学 2010; 37-4: 447-53

VH-IVUSの類似技術について

VH-IVUSとその類似技術

技術名	使用している情報	主要研究グループ	メーカー
VH-IVUS	周波数スペクトル 超音波組織散乱の積分値 (Integrated Backscatter)	Case Western Reserve University (Cleveland, Ohio)	Volcano社
iMap-IVUS	周波数スペクトル	Boston Scientific社	
IB-IVUS	超音波組織散乱の積分値 (Integrated Backscatter: IB)	岐阜大学	テルモ

In-vivoの評価結果比較 [1]

技術名	指標	Fibrous	Fibro-fatty	Necrotic core	Calcium	Author
VH-IVUS	Sensitivity	86	79.3	67.3	50	Nasu (2006)
	Specificity	90.5	100	92.9	99	
iMap-IVUS	Confidence	95	98	97	98	Sastryanarayana (2009)
IB-IVUS	Sensitivity	94	-	84(Lipidpool)	100	Kawasaki (2006)
	Specificity	84	-	97(Lipidpool)	99	

[1] H. M. Garcia-Garcia, et al., "IVUS-based imaging modalities for plaque characterization: similarities and differences", Int J Cardiovasc Imaging 2011; 27:225-234