

IV 乳がん画像診断の最新技術動向

6. 光超音波イメージングの技術と研究・開発の動向

松本 純明 京都大学医学部附属病院乳腺外科 / 先制医療・生活習慣病研究センター
戸井 雅和 京都大学医学部附属病院乳腺外科

がんの増大、浸潤、転移には血管新生が深く関与することが知られている。われわれは、乳房の皮膚から3cm以内の血管網を精細に描出可能な光超音波装置を用いて、腫瘍関連血管の微細構造の描出、酸素飽和度の特徴的な所見、薬物治療前後の血管の形態的、機能的な変化などを報告してきた^{1)~4)}。

本稿では、光超音波イメージングの技術と乳がん診断における研究・開発の動向について述べる。

光超音波イメージングの原理

1880年、Alexander Graham Bellは、光エネルギーが熱膨張を介して音に変化すること、いわゆる光音響現象が実在することを証明した^{5), 6)}。本稿で述べる光超音波イメージングは、生体内の光

吸収物質に生じる光音響現象を応用したイメージングである。具体的には、生体に照射されたパルスレーザー光がヘモグロビンなどの光吸収物質に吸収された結果、局所的な温度上昇が熱弾性変形を引き起こし、応力波(超音波)が発生する。得られた信号強度と到達時間を用いて超音波の強さと位置を再構成することができる。これを画像化することでヘモグロビンの存在部位、つまり「血管」を可視化する非侵襲的な生体イメージングが可能となる(図1)。光と超音波双方の特性を有する(図2)ことで、高いコントラストと空間分解能を併せ持つ。すなわち、光学イメージングでは通常、探索組織の深さが増すと光散乱により空間分解能が低下するのに対し、組織内での散乱が光に比べてきわめて小さい超音波で検出を行う光超音波イメージングでは、良好な空間分解能も維持することができ

る。例えるならば、「光で見て、音で聴くイメージング」である。光の波長を調整すれば、ヘモグロビン以外にもさまざまな生体組織を可視化しうる(ヘモグロビン、水、脂質、メラニンなどの異なる生物学的発色団は異なる吸収ピークを持つため、異なる波長の光を用いて区別することができる)が、現時点で最も研究が進んでいるのがヘモグロビンを対象にした血管イメージングである。照射光をヘモグロビンの光吸収波長に合わせることで、従来の画像技術では検出できない微細な血管を無被ばく、非造影で描出可能となり、酸化・還元ヘモグロビンそれぞれに対応する異なる2波長を用いることで、酸素飽和度の近似値(S-factor)も算出できる(図3)。つまり、これを乳がんの診療に応用すれば、血管の構造および機能の双方から乳がんとその微小環境における血管バイオロジーを評価でき、診断だけでなく治療効果予測、薬剤選択、画像ガイド下手術への応用などが期待される。

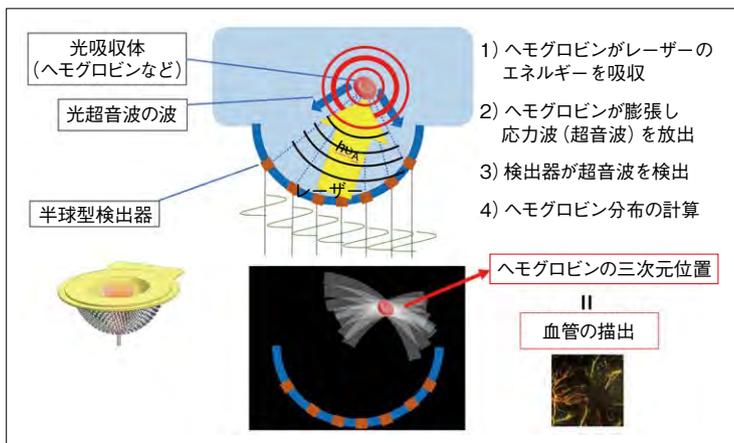


図1 光超音波イメージングの概念図(乳房を例に)
(参考文献7)より引用改変)

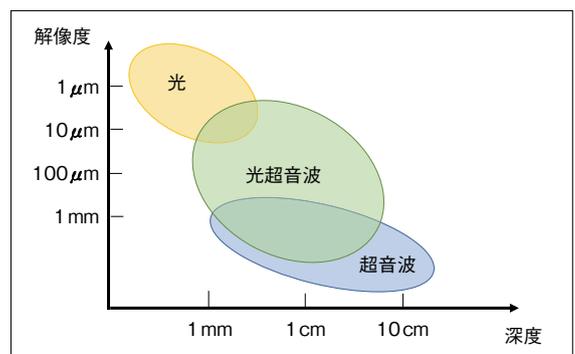


図2 光超音波の位置づけ
(参考文献7)より引用改変)