

特別講演

主催 埼玉医科大学卒業教育委員会 ・ 企画 埼玉医科大学産科婦人科学教室

平成15年11月10日 於 埼玉医科大学第三講堂

医用超音波の最近のトピックス

山越 芳樹

(群馬大学工学部電気電子工学科)

超音波診断法はエコー法として広く臨床の場で使われ映像技術としては成熟した観があるが、X線やMRIなどの電磁波と比べて超音波でしか実現できないような応用や分野がある。これら新たな展開は緒に就いたばかりであるが、このような新たな応用のいくつかについて我々が行ってきた研究を紹介しながら概説したい。

生体軟組織中での音波は可聴音域とそれよりはるかに周波数が高い超音波領域ではまったく異なる挙動を示す。音波と同じ機械的振動である地震は縦波であるP波と横波であるS波が同時に励振されることは良く知られているが、生体組織中の音波もこれら2つの波が同時に励振されるが、その大きさに周波数依存性があり周波数が低い時には横波が主に生じ、超音波領域になると縦波が主になる。低周波数で主に励起される横波は、その速度が組織の硬さに依存して大きく変わるという特徴がある。たとえば、こんにゃく程度の硬さの組織では数m/秒の速度を持ち、プラスチック消しゴム程度の硬さの組織ではそれよりも早い十数m/秒の速度になる。このような大きな速度変化は超音波領域で主になる縦波では見られない特徴であるが、これを利用すると生体組織中を伝播する横波の速度を測定することで組織の硬さが評価できることになる。これが加振映像法の原理でありその概要を図1に示す。この方法では生体表面から低周波振動を加え、その時に励起される横波の伝播を同時に送波した超音波で映像化する。埼玉医大の小林浩一助教授が約10年前にこの方法による映像化を世界で初めて試み、子宮筋腫での映像を得ている。この加振映像法は現在、専門の国際会議(2003年度はテキサスで、2004年度は日本で開催)が開かれ、また工学分野で最も権威のあるIEEE超音波シンポジウム(2003年度はホノルルで開催)でもセッション当たりの報告数でトップを占めるなど新たな超音波映像技術として実用化に向けた研究が盛んである。

超音波分野における最近のもう一つのトピックスは気泡応用技術の開拓である。超音波映像においてマイクロンサイズ気泡は超音波造影剤として実用化されていることは周知の事実であるが、気泡応用に携わる研究者、企業の大きな関心事は気泡を利用したドラッグ・デリバリー・システムの実現であろう。血液中に薬液を付加させた気泡を注入しそれを患部にまで運び、患部に薬液を有効に放出する将来のドラッグ・デリバリー・システムは夢の治療法として注目を集めているが、この技術の実現には気泡を患部で留めおく技術、内部薬液を可制御な形で放出させる技術、生体組織内部への薬液の浸透を助ける技術など多くの関連技術開発が求められている。これら要求される技術の多くに超音波を利用した方法が検討されてきている。これは超音波が微小な気泡に非接触な方法で力(音響放射圧と呼ばれ超音波が気泡に与えるある一定方向の力)を加えることができ、この力を積極的に利用すれば気泡のダイナミクスを制御できる可能性があるからである。図2に血液に混入させたマイクロンサイズ気泡を超音波で補足するためのIn vitro実験を示す。気泡が多数超音波の

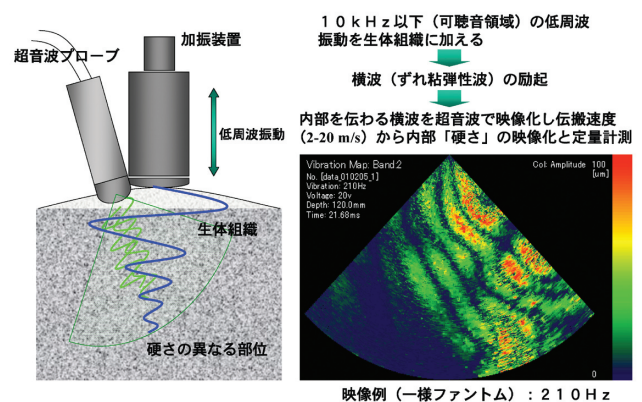


図1. 加振映像法の概要.

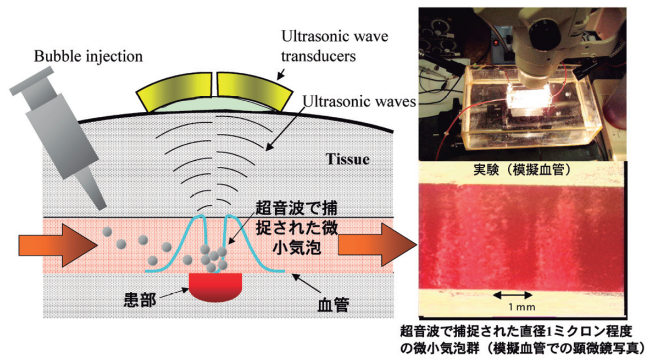


図 2. 超音波による微小気泡トラッピング.

場の中にトラップされている様子が良くわかる. この分野の研究は医学, 工学, 薬学等, 異分野の連携が必須でありこのようなコラボレーション研究に強い欧米諸国が一歩リードしている観があるが, 日本においてもこのような共同研究体制の充実をこの場をお借りして切にお願いしたい.