

音の魔術師

椎名毅

京都大学大学院医学研究科

私が、医用超音波の研究に足を踏み入れたのは、大学院のときからで早くも25年以上になる。私のももとの専門分野は電子工学であり、研究としては、特に生体計測を目的とした、非侵襲的計測理論、生体情報のセンシングと可視化、画像診断支援などに取り組んできた。その点では超音波は、モダリティの1つではあるが、気がつくとも四半世紀の付き合いとなった。私は、大学院時代にはイメージングの逆問題に取り組み、当時実用化されたMRIに興味があった。そこで、指導教員であった東大医用電子の齋藤正男教授に相談したが、当時、研究室は超音波の研究に力をいれており、教授の「これからは超音波だ!」の一言で、私の研究対象が超音波に決定された。学生の研究テーマを決めるのは、指導教員は仲人のようなもので、学生に合いそうなテーマと見合いをさせて、伴侶とさせるわけである。しばしば(?)、教授の独断も入ることもあるが、離縁せずに続けば成功で、今では、私も仲人役を演じている。初恋のMRIにちょっぴり未練がないわけでもないが、これまで超音波の研究を続けてこれたことは、超音波との相性が良かったからであろう。

大学院を修了後、研究対象としては超音波以外も、脳波計測による脳機能解析や、CT、MRIの画像診断の研究なども行ってきたが、超音波の良い点は、実験システムを自分で構築し、信号生成の段階から設計が容易にできるという点である、私の興味は、理論的な解析や、シミュレーションで説明するだけでなく、実際のデータで検証しさらに臨床応用まで持っていくことであった。この点で、大学の研究室でその実現を考えると、CTやMRIに比べ、超音波ははるかに容易であることが魅力的であった。

医用超音波の中でも、特に興味があったのは、組織性状診断法の研究で、最初に取り組んだのは、減衰係数分布の画像化とそれを用いる体内温度分布計測であった。超音波CTとして透過波を用いれば比較的容易であるが、臨床応用の点ではエコー信号から得る必要があり、いわゆるill-posed逆問題として様々な仮定のものに推定する必要がある。F社との共同研究で、肝臓での適用を想定した装置を試作したが、精度を上げるには空間分解能を2cm程度まで下げる必要があることと、肝臓組織の減衰係数の温度特性が単純でないことなどから、実用化までには至らなかった。

そうした中、1995年に学振の在外研究で、英国の王立Marsden病院と癌研究所(The Institute Cancer Research)に1年近く滞在する機会を得た。私は研究所の物理部門に所属していたが、研究所で開発中の試作機を隣接する病院に移動して評価し、再度、研究所で改良を加えるというようなことが日常的に行われていた。また、研究所はロンドン大学の連携大学院として多数の大学院生がおり、理工系と医学系のスタッフや学生が一緒になって研究できる環境であった。新しい医療機器の開発にはこのような状況が不可欠であり、この点で、まだまだ不十分な日本の大学や研究所としては、見習うべきものが多かった。私は、英国では新しい研究テーマとして組織弾性の研究に着手した。そこでは、日常の雑務から解放され研究に専念でき、実用的な組織弾性イメージング法の原理(複合自己相関法)を考案した。

帰国後、このアイデアを実用化するため、筑波大学乳癌外科の植野映先生と、乳がん診断装置の開発に取り組んだ。(写真参照)NEDOや科振費等の支援と、日立メディコとの共同研究により、2004年1月には日本発の技術として、組織弾性映像システム(Real-Time Tissue Elastography)の製品化を達成することができた。これに関しては、実用化された技術として評価され、幸いにも今年4月に、文部科学大臣表彰の科学技術賞を受賞した。結婚25周年は銀婚式であるが、この受賞は超音波と25年連れ添った成果と考えている。

組織弾性映像法の製品化はがん診断への応用であるが、この他に慢性肝炎の線維化の評価、冠動脈プラークの性状評価など各種の応用について研究している。これらを含めた医用超音波の研究について、講演を依頼されることが多いが、数年前に循環器系の学会で特別講演をした際に、印象に残った言葉がある。座長の

先生から、私の研究内容の概略を説明した結びとして、「このように、超音波を操る音の魔術師とも言える椎名先生です。」という紹介をいただいた。魔術師とは多少怪しいが、うまいことを言ったものだと思った。しかし、音の魔術師なら、師匠とも言える超音波の使い手であるイルカやコウモリがいる。エコーロケーションとして知られているように、コウモリは、ドプラ-効果や周波数を変化させるチャープパルスを送信して、動きや位置の同定をしている。最近の研究では、障害物の多い森などでは超音波の周波数帯域を、発信するごとに変えて、複数の対象物からの反射音を識別しているとの報告もある。また、イルカも頭部にある楕円状のメロンという組織はまさに音響レンズで、標的に向かって超音波ビーム集束することができる。単に形状や位置だけでなく硬さなど質的な違いを識別していると思われるが、これは組織弾性イメージングに通ずる。また、近年、放射圧のイメージングへの応用がなされているが、クジラの中には強力な音波を餌となる魚にあてて気絶させるような使い方をしているのではないとも言われている。これらの生物の超音波利用は、人工的なものに比べて高度でかつ効率的に行われている可能性がある。私も真の音の魔術師となるためには、師匠に教えを請う必要があるかもしれない。

朗報と言えるものとして、イルカと人間のコミュニケーションの研究も進んでいるようである。イギリスとアメリカの研究者らは、“Speak Dolphin”プロジェクトと称して、“CymaScope”という特殊な機械を用いてイルカの言葉を集め、イルカが海中で発する音の種類を書き留めた“イルカ言語辞書”を制作中とのことである。もし、これが実用化したら、イルカに真先に聞いてみたい、「お師匠様、エコーからものの硬さもわかるでしょうか?」

