

1991(第7回)日本国際賞受賞者

医用画像技術分野

受賞対象業績：
「超音波画像医学の開発」

1991 (7th) Japan Prize Laureate

Imaging Techniques in Medicine

Development of Ultrasound imaging in
Medicine



ジョン ジュリアン・ワイルド博士 (アメリカ合衆国)

Dr. John Julian Wild (U.S.A.)

米国ミネアポリス医理学研究所所長。1914年英国生まれ。

1949年超音波A-mode装置を試作し、これにより世界で始めて超音波計測法による腸管の壁の厚さの計測に成功し、人体の軟部組織の解析に超音波を使用する端緒を開いた。さらに同博士は今まで全く試みられていなかった生体組織の2次元断層像を超音波B-mode法を用いて描出する装置を自作し、これを使用して脳腫瘍、乳癌の診断に成功した。とくに乳癌については婦人乳管内の直径7mmの小乳癌の診断に成功したことは有名である。このことは現在盛んに用いられている癌の早期診断への超音波の応用の可能性を明らかにしたもので、博士の業績のうちで最も高く評価されている。その他博士は現在ようやく実用機が開発され盛んに使用され始めた高周波振動子による体腔内走査法および超音波内視鏡開発の端緒となった特殊な診断装置を1955年に報告し、さらに超音波生体作用に関する研究を行うなど現在の超音波映像法の基礎を確立した業績は高く評価されている。

M.D., Ph.D., FAIUM, the Head, Physicomedical Institute, Minneapolis, U.S.A. Born in 1914 in England. In 1949, he has manufactured a prototype equipment for A-mode ultrasonography and with this equipment, had he succeeded to measure the thickness of human colon, the first attempt to use ultrasound for its biomedical application. Subsequently, he developed a 2 dimensional ultrasound image employing B-mode equipment, on which he has been also recognized as the first pioneer of medical ultrasonic imaging, the method today is widely used on a variety of occasions including detection and diagnosis of brain tumor and breast cancer. In particular, the breast imaging by this equipment brought about the success in imaging of a tiny 7 mm diameter nipple cancer. This has been indeed the first paper to describe an effective application of medical ultrasound in the screening of human cancers. Furthermore, the use of high frequency ultrasound in detecting abnormal changes of the colonic mucosa by the endoscanner in 1955, has only recently been aroused the attention to create practical application as endoscopic sonography. Together with his report on the biological effect of ultrasound, the whole work has made him to be unanimously recognized as the true pioneer of ultrasound imaging, the technique used extensively for the human health and welfare all over the world today.

「超音波体内検査法の発見とその後の医学への応用」

J.J.ワイルド

現在、医師の臨床診断を補助する手段として、X線、核医学、サーモグラフィ、磁気断層法、超音波といった各種の画像診断法があります。これらは、非侵襲的、つまり組織や器官を切ったりしないで検査できる方法です。たとえば腫瘍を発見したり診断する場合、これらのうちのどの方法が適しているかは、操作の仕方、とくに主観的に判断を下す検査者の視覚や熟練度が大きく関係します。

医学的な画像診断法の中で、超音波映像法は、物理学的、遺伝学的な影響という面では最も安全な装置です。しかも、腫瘍の存在を明らかにするだけでなく、ある種の腫瘍については、その位置はもちろん、その組織の特性までも定量的に診断することが可能です。このとき、熟練した臨床医の診断を求める必要がないこともあります。

腫瘍を発見・診断する能力が高いことと、安全で定量的な測定が可能であるという超音波の特徴を結びつけて、将来は、乳がんの集検（集団検診）や緊急を要するがんの診断などに使える効果的で安全で経済的なシステムが登場するでしょう。これは、現在最も切望されている保健システムです。

今回の講演では、私が過去に行った生物学的な研究としてのアプローチが、最終的にこうしたがんの診断法に結びついていった過程について、お話したいと思います。

ケンブリッジ大学での自然科学に対する広い教育と、ケンブリッジ大学医学修練過程の1つとして課されるロンドン大学病院での臨床修練を通して、私は、1940年代前半の戦時下のロンドンで外科臨床の問題となっていた「腸管急性症」の研究に取り組むことになりました。この基礎教育と経験が1つのきっか

けとなって、1946年に、ミネソタ大学外科学教室にポスト・ドクトラルフェロー（博士研究員）として採用されました。1949年には、急性腸症の際の腸管の厚さを超音波でパルスエコー法で計測し、よりよい治療法を選択したり予後（回復の様子）を診断する道を開くことになったのです。

1949年始め、ミネアポリス・ハネウエル制御会社の主任研究員に相談したところ、近くの実験基地で、作戦用の15MHzの超音波による海軍航空隊訓練用航行シミュレータシステムを利用できることになりました。訓練装置は、Aモード（時間増幅）像のほかに、リアルタイムの2次元Bモード表示もオプションとしてついていましたが、私はAモード表示の方だけが使えることになりました。この15MHzの超音波装置を使って、犬の腸管壁の内面と外面の距離を識別できるかどうかの実験に取りかかりました。手始めとして振動子を入れる小さなチェンバー（小室）を作ることになりましたが、機械作りが好きな性格のおかげで、無難に仕上げることができました。超音波パルス波で組織の厚さを計測する初期の実験が成功したので、私は次の実験に取りかかりました。もともとが飛行訓練装置なので、超音波は長距離測定用になっており、これを海軍技師の協力を得て、簡単に生物観察のための短距離測定用に改造できるようにすることでした。また、試行錯誤の末に、1mmの新鮮な牛肉と9mmの脂肪組織を融合した標準検査試料を作ることができました。

標準検査試料をAモード法で調べてみると、組織界面からのエコーが認められましたが、組織内の構造からもエコーが得られました。偶然に胃がんで大きな腫瘍病変を持つ切除組織が手に入ったので早速検査をしてみると、

がん性潰瘍の部分で触診でふれる部分に、顕著な病的なエコーが検出されたのです。いろいろな位置で検査してみると、がん組織ではさまざまな特徴を示すことがわかりました。これらの実験によって、がん組織が超音波を反射したり減衰させることが、初めて科学的に実証されたのです。

実験結果の論文を1949年11月に書き上げ、1950年2月のSurgery誌に掲載されましたが、これが、軟部組織が超音波を反射するという最初の報告文献となりました。胃がん組織のがん潰瘍が異なった超音波反射を示すという発見は、がんに対して絶望的な意見が支配的であった中で、大きな突破口を開くものになりました。私はその時点で、生体の解剖学的な構造や組織学的な構築を、静止像あるいは動的な像として明らかにする超音波診断法の可能性を予想することができました。私は医師として、最も緊急を要する乳がんの診断と消化管の診断に取りかかる決心をしましたが、これは、当時使用していた超音波が、水晶発振子を使った15MHzという高い周波数の装置だったからでもあります。海軍基地では、悪性の神経組織病変について組織破壊の可能性を研究するとともに、臨床面では両側の乳腺組織の腫瘍の診断について研究を続けました。

この時点までの研究で、Bモード・セクタパルス波映像装置を製作する研究資金を得ることができました。これは1951年に臨床的に使用可能になりました。20個の乳腺腫瘍について、いろいろなパラメーターを変えながらAモード像をとらせ、それを健康な状態の像と比較しながら研究を進めました。こうし

たパターンの比較によって、症例ごとに数量的な比較ができること、また、腫瘍の反射波強度が周囲の健康な組織と対比できることを確認できました。この所見は、乳腺腫瘍と正常な解剖学的構造をBモード・セクタ走査して確認されました。この研究成果から、乳腺と消化管は15MHzで検査するのに適した臓器であり、そのために、直接式リニア走査型あるいはレーダー走査型診断装置を製作することが認められました。こういった臨床応用は、この当時使用できた周波数帯域や振動子の素材によって、ある程度制限されていたのです。

1953年5月、携帯式Bモード走査方式の装置が完成し、世界初の生体乳腺悪性腫瘍の映像化が可能になりました。この直径7mmの腫瘍は、乳嘴の炎症性変化と診断されたものでした。現在の診断装置でも、このような像は得られていません。1953年以来、乳嘴、乳暈領域の診断（全乳がんの25%にのぼる）が、このリニア型Bモード診断装置で下されてきました。その後の117例に及ぶ乳腺腫瘍の診断成績で、一種の指標である「positive predictive index」を使って、他のどんな検査法よりも高い診断精度が得られたのです。小さな乳がんの画像による視覚的な診断では、この診断法の優秀性が十分に証明されたと信じています。腫瘍は、周囲の正常な乳腺組織との対比で、陽性ないし陰性のコントラストを示す腫瘍として確認されました。両者のエコーパターンを示す腫瘍でも、腫瘍とこれを被う皮膚との間の部分については、組織のエコー輝度の低下が共通して認められています。この変化は、いずれも腫瘍細胞の侵潤によるものです。このことは、小さな腺組織結節の診断

が、信号処理の技術を使って客観的な方法として実現できることを示しています。

1963年に完成した乳腺自動走査装置は、乳腺を1/2000秒の速度で走査し、戻ってくるエコー信号を即座に計算できるものでした。この装置は、正常、異常の組織の鑑別をごく少量の組織について行うものでした。

パルスエコー法は、よく発生する部位のがんを集団検診で発見する場合に、とくに成功を収めています。現在もなお、この安全なエネルギーを利用して人類の福祉に役立つような、多くの応用可能性が残されていると信じます。