

超音波によって誘起される生体組織の電気分極 II

Electric polarization of biomedical tissues induced by ultrasound waves II

農工大院工¹, ○(B)安齋 也真人¹, (M1)熊本 貴司¹, 生嶋 健司¹

Dept. of Appl. Phys., Tokyo Univ. of A&T¹, °Yamato Anzai¹, Takashi Kumamoto¹, Kenji Ikushima¹

厳密な定義において、圧電性は対称中心を持たない無機物の単結晶に制限される。この圧電性の概念は、多結晶、有機物または生体組織にも拡張されている。多結晶のような不均一材料の場合、圧電性は部分的に配向した結晶領域における分極の総和に起因する。生体組織の圧電性は、骨、アキレス腱、大動脈、気管、腸など多くの生体組織において報告されている。その圧電性の起源は、コラーゲンやエラスチンのような線維状たんぱく質結晶と考えられている。アキレス腱を理想的な一軸対称性結晶と仮定すると、その圧電テンソルの non-zero 成分は $d_{14} = -d_{25}$, $d_{15} = d_{24}$, $d_{31} = d_{32}$, および d_{33} であると考えられる[1]。一方で、最近、我々は、超音波により誘起される交流電磁場を検出する手法（音響誘起電磁(ASEM)法）を用いて、線維状生体組織における局所的な音響誘起電気分極を観測し、その電気分極は音圧に比例することを見出した[2]。この音響誘起分極が厳密な定義における圧電分極であるならば、マクロな圧電測定と同様に線維状組織の結晶対称性を反映することが期待される。そこで、本研究の目的は、アキレス腱を測定対象として、音響誘起電気分極の異方性を明らかにすることである。

ウシから摘出されたアキレス腱に対して、医療用メスを用いて線維方向に対して 45° に切断した試料を作製した。測定系を Fig.1 に示す。音響誘起電気分極（ASEM 信号）は静電結合アンテナによって検出される。超音波照射方向とアンテナの幾何学的配置を考慮して、 d_{12} および d_{14} の圧電テンソル成分に対応する ASEM 信号を測定した(Fig. 2)。各成分において特徴的な ASEM 信号波形が観測されているが、結晶性を反映した明確な異方性は観測されていない。その原因として、1) 軟組織のアキレス腱加工が困難なため、切断面が均一でない、2) 集束超音波が試料表面に照射されたとき、縦波だけでなく、せん断波も発生するため、電気分極がそれらの総和となって異方性が明瞭でなくなる、3) 静電結合アンテナの指向性がよくないため、異方性が顕著に検出できない、ことが考えられる。講演では、これらの原因を調査した結果を報告する。 [1] E. Fukada and I. Yasuda, Jpn. J. Appl. Phys. 3,117 (1964). [2] 熊本ら、2019 年春季応用物理学会発表 9p-W834-12。

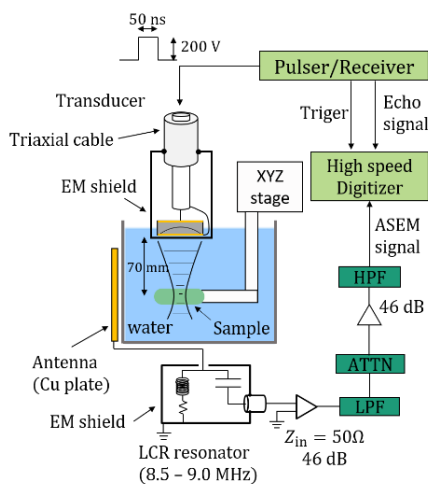


Fig.1 Schematics of the measurement setup.

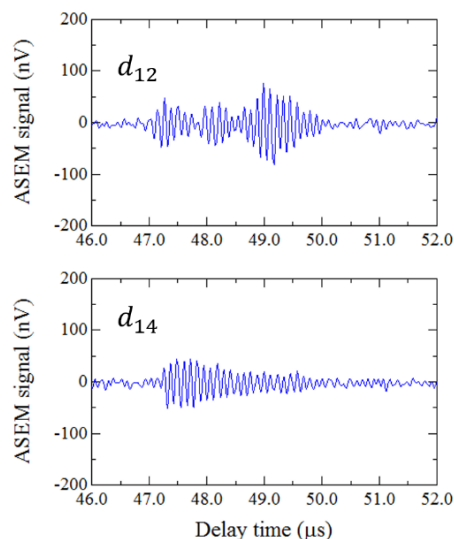


Fig.2 Typical time traces of ASEM signals.