

課題番号	Q21P-02
課題名 (和文)	超音波診断装置を用いたワイヤレス圧力センサシステムの基礎的研究
課題名 (英文)	Preliminary study of a wireless pressure measurement method using ultrasonic diagnostic equipment
研究代表者	所属 (学部、学科・学系・系列、職位) 工学部, 先端機械工学科, 准教授 氏名 桑名 健太
共同研究者	所属 (学部、学科・学系・系列、職位) 工学研究科, 先端機械工学専攻, 修士課程 2 年 氏名 坂尻 麻衣果
	所属 (学部、学科・学系・系列、職位) 氏名
	所属 (学部、学科・学系・系列、職位) 氏名
	所属 (学部、学科・学系・系列、職位) 氏名

研究成果の概要 (和文)

本研究では、超音波診断装置を用いたワイヤレス圧力センサシステム用の感圧モジュールの評価環境として、感圧モジュール・圧力計・シリンジポンプ・超音波診断装置からなる実験系を構築した。構築した実験系は、感圧モジュールに対して、加圧・減圧可能な構成とし、ポータブルエコーを用いることでコンパクトな構成とした。また、超音波診断装置を用いた圧力計測方法としてこれまで検討してきた膜の変形を評価する方法に加え、新たな手法として超音波エラストグラフィによるひずみの画像化による手法の検討を行った。

研究成果の概要 (英文)

In this study, we constructed an experimental system for applying pressure as an evaluation environment for the sensor system including a pressure-sensing module, two pressure gauges, a syringe pump, and an ultrasonic diagnostic equipment. We can apply positive and negative pressure to the pressure-sensing module using the experimental system. The experimental system is compact because the ultrasonic diagnostic device is portable. Moreover, we evaluated the feasibility of the method based on the ultrasound elastography in addition to the method based on the deformation of a film.

1. 研究開始当初の背景

出生前に発症する胎児期疾患は、胎児期に治療を行うことで障害を抑制できることが報告されているが、胎児は術後も子宮内に留まるため経過観察時に生体情報計測が難しい。これに対し、母胎内に埋植可能な生体情報計測デバイスの研究がされてきたが、生体適合性、情報伝達、電力供給などの課題が残っている。そのため我々は超音波診断装置を用いた圧力計測に基づく生体情報計測法を提案している。提案手法は、体内植込み可能な感圧モジュールを超音波診断装置で画像化・解析することで圧力を算出し、算出した圧力から生体情報を推定する手法である。これまでに感圧モジュールの感圧機構として、膜の変形、気泡の挙動変化を解析する手法について原理確認を行ってきた。

2. 研究の目的

本研究では、これまでの手法のさらなる特性評価のため、センサシステムの評価環境として圧力印加用実験系の構築を行う。

3. 研究の方法

提案する圧力計測法において、感圧モジュールは本体と保護部の2つの構造体で感圧膜となる薄膜を挟んだ構成となっている。本体と薄膜によりダイアフラム構造が構成されており、ダイアフラムが置かれた領域の環境圧力に応じて薄膜が変形する。これまでに、圧力計測原理確認用モジュールとして、30×30×30mmのラージスケールでシリコンゴムにより感圧モジュールを試作した。感圧モジュールの評価方法として、保護部側チャンバに圧力を付与し、参照用チャンバ内圧と保護部側チャンバ圧力(外圧)の関係を計測しつつ、超音波診断装置により撮像した感圧モジュールの感圧膜の変形との関係性を評価する。そのための実験系として、1. 圧力を印加するための圧力印加部、2. 超音波診断装置を含む感圧モジュールの画像化部を含む実験系を構築する。

4. 研究成果

構築した感圧モジュール評価実験系を図1に示す。実験系は、感圧モジュール・圧力計・シリンジポンプ(YSP-201;ワイエムシイ)・超音波診断装置(ポケットエコー miruco;日本シグマックス)で構成した。感圧モジュールの圧力誘導用流路に固定したチューブに圧力計を介してシリンジポンプを取り付け、加圧・減圧可能な構成とした。このとき、2つの圧力計を組み込み、参照用チャンバ内圧と保護部側チャンバ圧力(外圧)の圧力を同時に参照可能な構成とした。感圧モジュールの画像化に超音波プローブとしてリニアプローブを取り付けたポータブルエコーを用いた。ポータブルエコーはタブレットPCにより制御され、机上に設置可能な大きさとなっている。超音波プローブを3Dプリンタで試作した治具を介してステージに固定し、感圧モジュールに押し当てられる構成とした。以上のように、感圧モジュールに圧力を印加しつつ、超音波診断装置による感圧モジュールの画像化が可能な実験系を構築することができた。

また、これまで感圧モジュールの感圧機構として、膜の変形の画像化による手法を検討してきたが、この手法は小型化する際に膜の変形が小さくなるという課題があった。これに対し、新たな指標として、超音波エラストグラフィによるひずみの画像化による方法の検討を行った。今後は膜の変形に加え、ひずみを評価する手法を導入し、具体的な生体情報の推定方法の構築を目指す。

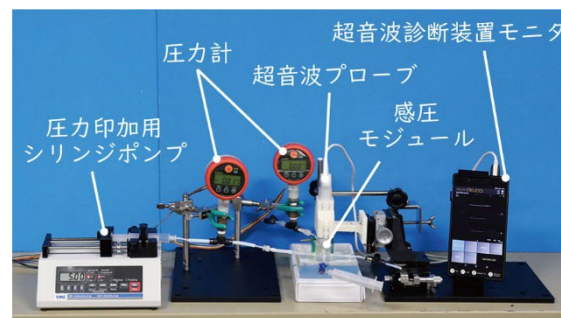


図1 構築した感圧モジュール評価実験系