

# ウェアラブル長時間腸音計測装置のための 高感度腸音センサの開発

目黒 剛† 阪田 治†  
†東京理科大学大学院工学研究科電気工学専攻

## 1. はじめに

人間の小腸は消化活動を行う際、腸蠕動音(腸音)と呼ばれる特徴的な音を発生させる。この音は患者の体調を把握するのに利用されている。腸音は、一般的に医師が聴診器によって計測しているが、これでは長時間の腸音計測が困難という問題点が存在する[1]。

これを解決するため、腸音の長時間の計測についての研究が行われている。小型マイクを用いた腸音計測システムについては、集中治療室にいる重篤患者を中心に、腸音の頻度解析や特徴抽出などの研究に利用されている[2]。しかし、小型マイクでの計測では、周囲の雑音が多く含まれてしまう。そのため、より幅広い状況での長時間計測を可能にするため、新たに小型マイクと圧電素子を組み合わせたハイブリッド型の腸音計測システムを考案した[1]。本研究では、この計測システムの評価のため、振動板を用いて圧電素子が実際にどの程度腸音を計測できるかについて実験を行った。

## 2. 腸音計測システム

### 2.1 従来の自動腸音計測

従来の腸音の長時間計測に用いられた計測器は、図1のようなシリコンマイクの周りを人肌ゲルで囲んだものが使用されている。人肌ゲルにより、体表と計測器との間に密閉空間を作り、内部で音を反響させることで腸音を計測することができる。

### 2.2 圧電素子

石英などの単結晶物質やチタン酸バリウムなどの多結晶強誘導性セラミックには、表面に加えられた圧力により、力学的エネルギーを電気エネルギーに変換し、電荷が生じる圧電効果と呼ばれる現象がある。圧電素子とは、この圧電効果を利用した受動素子のことである。図2は実験に使用した圧電素子である。



図1 従来の腸音計測器



図2 圧電素子

## 3. 実験方法

振動スピーカーもしくは体から出る腸音を圧電素子と振動板を用いて収集した。腸音の信号は微弱であるため、本実験では100Hz~1000Hzの信号を40dBで増幅し、サンプリング周波数2000Hzで記録した。

## 4. 実験及び結果

### 4.1 振動板の性能評価

腸音のサンプル音源を振動スピーカーから出力し、6種類の振動板を用いて腸音計測の性能を比較した。図3に性能が高かったPS板とプレーンゴムを用いたときの波形を示す。

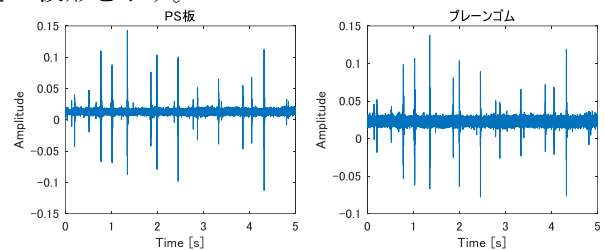


図3 振動板比較結果

### 4.2 大きさの異なる圧電素子、振動板の比較

半径が5mmと10mmの圧電素子に半径が35mm、30mm、25mm、20mm、15mmの振動板を組み合わせ計測を行った。半径5mmに比べ性能の高かった半径10mmの圧電素子を用いた結果を図4に示す。雑音の混入リスクを考慮して振動板の半径は20~25mmが適切である。

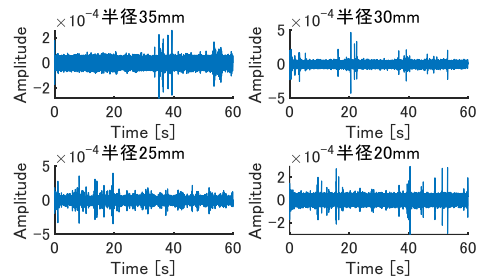


図4 半径10mmの結果

## 5. まとめ

今後は、ウレタンゲルの粘着シートの利用の検討や、マイクとの同時計測を行う予定である。

### 参考文献

[1] 山田ほか, "騒音環境下で腸音解析を行うための音響マイクと圧電素子を組み合わせた腸音検出システムの検討", 東京理科大学工学研究科電気工学専攻

[2] M. Ogawa, et al.;; "Evaluation of Perioperative Intestinal Motility Using a Newly Developed Real-Time Monitoring System During Surgery", World Journal of Surgery(2020)