

# 2018 年度研究助成 研究成果報告書（HP掲載用）

研究課題名：PVDF フィルムを用いた嚥下運動の非侵襲計測

所属大学・機関名 東京理科大学 橋本研究室 氏名 塚越恵太

## 【研究要旨】(研究要旨を 200～300 文字程度でご記入ください。)

本研究は、PVDF(PolyVinylidene DiFluoride)フィルムを用いて生理学的情報(筋活動)、音響情報(嚥下音)および運動情報(喉頭挙上)の3つの信号を同時に計測・評価する方法について検討した。健常男性のべ10名を対象に、生体信号を計測する際に一般的に使用されている表面筋電計や咽喉マイクروفोनとの比較を行い、PVDFフィルムを用いて筋音図信号、嚥下音、喉頭挙上の3つの生体信号の振動波形を分離・抽出することに成功した。また、これらの生体信号を用いて嚥下運動を定量的に評価できる可能性を示唆した。さらに、それぞれの信号を取得するために適したPVDFフィルムの配置や枚数について検討を行い、最適な被験筋位置を確認した。

## 【研究目的】

近年、日本では高齢化の進行と共に嚥下(飲み込み)障害に起因する誤嚥性肺炎が大きな問題となっている。現状の嚥下機能診断法は、X線を用いたビデオ嚥下造影検査(VF)や内視鏡を用いた嚥下内視鏡検査(VE)であるが、病院や施設などの特別な環境や機器が必要であり、被爆や侵襲性の問題があることから、摂食中の長時間にわたる診断や症状の進行に応じて度重なる診断が不可欠な嚥下障害患者には対応できていない。この問題を解決するために、表面筋電図や嚥下・呼吸音などの生体信号を用いた、自宅や福祉施設等で手軽に実施できる嚥下機能評価方法が注目されている。これらの生体信号を同時に計測することにより、複雑な嚥下運動を総合的に評価できる可能性があるが、センサごとに計測システムを用意しなければならず、煩雑になってしまう。

そこで本研究では、ベッドサイドで低侵襲かつ簡便に嚥下機能を評価するシステムの開発を目指し、1つのセンサで生理学的情報(筋活動)、音響情報(嚥下音)および運動情報(喉頭挙上)の3つの生体信号を同時に計測する方法について提案する。具体的には、PVDFフィルムと呼ばれる圧電素子を頸部に貼付し、嚥下関連筋の筋音図信号と嚥下音および喉頭挙上を同時に計測する方法について検討を行う。また、これらの生体信号を用いて嚥下機能を総合的に評価するための指標について検討を行う。

## 【研究方法】

まず、PVDFフィルムを用いて、上記の3つの生体信号を計測することが可能であるかどうかを調査するため、それぞれの生体信号ごとに以下の実験を行った。

### A) 筋活動

上腕二頭筋を対象に、表面筋電計との比較を行い、筋音図信号の計測を行った。その後、嚥下関

連筋に PVDF フィルムを貼付し、食塊量に応じた嚥下運動の変化を計測・評価した。

**B) 嚥下音**

嚥下関連筋を対象に、咽喉マイクロフォンとの比較を行い、嚥下音を取得するために最適なフィルタリング範囲を検討した。その後、計測波形に対し、ウェーブレット変換を行い、嚥下音に現れる特徴的な 3 音の抽出を試みた。

**C) 喉頭挙上**

嚥下関連筋を対象に、ビデオカメラとの比較を行い、RSST 時の喉頭挙上回数を算出した。その後、被験筋位置による時間領域での解析を行った。

次に、上記の 3 つの生体信号を計測するために最適な PVDF フィルムの配置や枚数について検討を行った。なお、すべての実験において被験者は健常男性とした。

**【研究結果】**

PVDF フィルムで計測した波形に対し、3 ~ 100 Hz のバンドパスフィルタ処理を行うことで筋音図信号を、200 ~ 3000 Hz のバンドパスフィルタ処理を行うことで嚥下音を、3 Hz のローパスフィルタ処理を行うことで喉頭挙上をそれぞれ抽出できることが明らかになった。また、胸骨舌骨筋に該当する箇所に PVDF フィルムを貼付することで、上記の 3 つの生体信号を同時に計測することが可能であることを確認した。

**【考察】**

本研究では、1 つのセンサを用いて生理学的情報(筋活動)、音響情報(嚥下音)および運動情報(喉頭挙上)の 3 つの生体信号を同時に計測することで、嚥下機能を総合的に計測・評価することを目的とした。その結果、PVDF フィルムと呼ばれるシート状の圧電素子を頸部に貼付することで、上記の生体信号を同時に計測することが可能であると認められ、それらの計測波形に対し、適切な解析を行うことで、摂食物の量による嚥下活動の変化を発見した。このことから、これらの生体信号を用いて、嚥下運動の定量評価ができる可能性を示唆した。しかしながら、本研究は、被験者を健常男性としたため、実際の嚥下障害患者や、性別・年齢などによる違いを検討できていないため、今後、被験者を増やすとともに、様々な条件での実験を行う必要がある。

**【結論】**

一般的に生体信号を計測する際に使用されるセンサとの比較を行い、PVDF フィルムを用いて嚥下時の 3 つの生体信号(筋音図信号、嚥下音、喉頭挙上)の計測に成功した。また、これらの生体信号を用いて、嚥下運動の定量評価ができる可能性を示唆した。さらに、多点での同時計測を行い、PVDF フィルムを用いた 3 つの生体信号の同時計測が可能であることを確認し、同時に、最適な被験筋位置を確認した。