

# 嚥下筋活動のセンシングと嚥下補助食品への応用に関する研究 (142304004)

## Measurement of swallowing activity for food development

### 研究代表者

大森信行 長野県工業技術総合センター

Nobuyuki Ohmori Nagano Prefecture General Industrial Technology Center

### 研究分担者

村澤智啓<sup>†</sup> 相澤淳平<sup>†</sup> 小山吉人 栗田浩<sup>††</sup> 百瀬英哉<sup>†††</sup>

Chihiro Murasawa<sup>†</sup> Jumpei Aizawa<sup>†</sup> Yoshito Koyama<sup>††</sup> Hiroshi Kurita<sup>††</sup> Hideya Momose<sup>†††</sup>

<sup>†</sup>長野県工業技術総合センター <sup>††</sup>信州大学 <sup>†††</sup>(株)西澤電機計器製作所

<sup>†</sup>Nagano Prefecture General Industrial Technology Center <sup>††</sup>Shinshu University

<sup>†††</sup>Nishizawa Electric Meters Manufacturing Co., Ltd.

研究期間 平成 26 年度～平成 28 年度

## 概要

ヒトの嚥下活動を計測するためのワイヤレス型のセンサシートを開発、試作し、簡易な手順による高品質な計測が実現できることを確認した。医療への応用を目指し、嚥下筋電図測定を、嚥下 X 線透視検査とともにを行い、検査用食品の嚥下時の筋活動が計測できることを検証した。食品分野への応用としては、センサシートにより地域企業の開発した食品の評価を行った。物性値（食品の硬さ）により嚥下活動時間が有意に異なること、食品の硬さ感により筋活動時間が有意に異なることがわかった。以上の通り、食品メーカーの製品を対象とした評価にも活用できることが分かった。

## 1. まえがき

日本は国際的にも長寿であり、長野県では平均寿命が男女共に全国一位(平成22年)と世界的にも上位に位置する。一方で、高齢化の進展に伴う課題への対策が重要となっている。本研究開発においては、摂食、咀嚼、嚥下、栄養といった食に関する課題の中で、人体の重要な機能である嚥下に関する課題を、医療及び食品開発におけるセンシング技術により解決することで、食を通じた健康で自立した生活の実現と健康寿命の延伸を目指した。

正常な嚥下では、食品は口腔から咽頭を通り食道に入る。これに対して、誤嚥は、摂食時に口腔から食道に入るべき食物が、誤って気道に進入することである。誤嚥は、誤嚥性肺炎の原因となり、これは特に高齢者において重症化の可能性が大きく、生命の危険につながる問題である。主に医療の課題として、誤嚥せず安全に食事をするためには、ヒトの嚥下機能を適切に診断し、嚥下機能に応じて飲み込みやすく、美味しい食品を提供する必要がある。食品開発に関する課題として、病院や施設に入院・入所する高齢者をはじめ嚥下機能の低下している人であっても、健常者同様においしく、楽しく、経口で安心して食事ができることは、生活の質(QOL)向上の観点から必要である。

本研究開発では、美味しく、かつ誤嚥しづらい食品の提供、摂食の実現という目標に向けて、医療及び食品分野の主要な課題である次の3点について、解決に取り組んだ。  
①嚥下筋活動のセンシング:簡易な手順で測定に関する専門知識のない利用者でも測定できる方法が必要である。被験者の負担が小さい(非侵襲的)測定に利用される筋電図では、測定対象の筋群位置に関する専門知識が必要であること、及び複数箇所へ取り付けには複雑な作業が必要であることといった問題があった。

②医療における課題:医療現場においては被験者の負担が小さい(非侵襲的)、かつ、簡易な方法で測定できる嚥下機能評価装置が必要とされている。嚥下機能検査に標準的に用いる X 線撮影や内視鏡による方法は、被曝や装置を体内に進入させる点で被検査者の負担が大きい(侵襲的)ため、検査回数の制限があり、また、検査は専門知識を持つ医療

従事者が行う必要があった。

③嚥下補助食品、介護食品開発の課題:食品開発においては、「嚥下しやすさ」を簡易、かつ定量的に測定するための評価指標「モノサシ」が必要とされている。例えば、長野県では漬物をはじめとする地域固有で伝統的な食品を「嚥下しやすい」ものとする開発が進んでいるが、介護食品としての適切さを示すためのこれまでの「モノサシ」は主に物性値に基づいており、食品の価値を十分に伝えることができない。地域の産業発展の上で、適切な「モノサシ」の開発が急務であった。

## 2. 研究開発内容及び成果

①嚥下筋活動測定のためのワイヤレス型のセンサシートを開発、試作した。図 1 及び図 2 の通りセンサシートは、嚥下に関連する筋群の活動電位を4箇所測定するために電極(8個)を配置した粘着シートであり、位置合わせのための指標を被験者の喉仏(甲状軟骨)に一致するように貼り付ける。1回の貼付け作業で複数の電極を、電極間の位置関係を維持して貼り付けることで、取付時間の短縮と測定品質向上が可能となる。品質評価として、接触抵抗による安定性評価、無線通信状態の評価を行った。実験では既存方法である単体電極と同等の計測結果が得られることが検証できた。計測品質向上のために、統計解析(パターン認識)による測定ノイズ除去手法を開発し、ノイズにロバストな計測を実現した。センサシートの基本特許が特許登録となった。

②センサシートの医療応用を目指した臨床研究を行った。センサシートによる嚥下筋電図測定を、図 3(a)の通り嚥下 X 線透視検査とともにを行い被験者約 30 人、約 450 件の計測ができた。患者らに対しても計測が可能であった。臨床研究において、図 4 の通り X 線検査により得られた嚥下の時刻はセンサシートにより計測した筋電図の反応時刻と一致していること、健常者と患者間で筋活動時間に有意な違いが生じることが確認され、研究の目標である臨床、診断への可能性が検証できた。

③食品評価のための嚥下筋活動計測について図 3(b)の通り

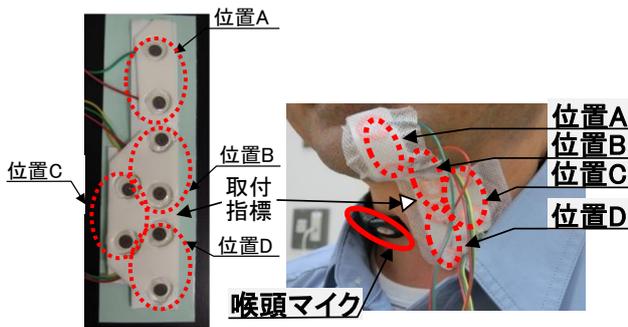


図1 試作したセンサシート(粘着面)と貼り付け状態

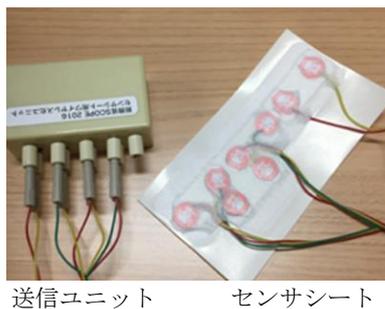


図2 ワイヤレス型センサシート

センサシートにより複数の種類の食品の評価を行った。介護食用の柔らかく加工した野菜煮物の評価のために、被験者約 20 人、約 1100 件の測定を行った結果からは、物性値(硬さ)が異なる食品において、嚥下時の筋活動時間が有意に異なり、硬い食品は活動時間が延長すること、計測した活動時間が主観評価と同傾向を示すことがわかった。また、咀嚼回数、主観評価で違いがなく、筋電図活動時間では有意差が生じる食材があった。漬物等の地域企業の開発した介護食品について、その飲み込みやすさを定量的に示すことができ、食品の価値を示す指標が得られた。

### 3. 今後の研究開発成果の展開及び波及効果創出への取り組み

センサシートについてはこれまでに関連分野の研究者、長野県及び国内食品メーカー等から利用希望があるため、サンプル提供や共同研究等を進めて飲み込み安く付加価値の高い食品評価のための普及を目指す。また、本研究の成果に基づいて、人の摂食感覚計測の研究、医療における嚥下機能診断方法開発を目指した臨床研究の検討が進んでいる。人間計測、医療診断のための新たな機器開発に向けた取り組みを進める予定である。

### 4. むすび

試作したセンサシートにより得られた嚥下筋電図により、食品を飲み込む様子を計測できることがわかった。本研究の成果が、嚥下時の食品状態に基づいた嚥下しやすい食品開発へ活用できることが確認できた。

今後は、美味しく、楽しい食事の実現による生活の質向上を目指し、食品の飲み込みやすさ等の評価規格、嚥下機能診断研究等の取り組みを進める予定である。

#### 【誌上発表リスト】

- [1]Ohmori.N, Murasawa.C, Aizawa.J, Momose.H,



(a)臨床研究(X線検査室) (b)食品評価(テイスティング室)  
図3 センサシートによる計測

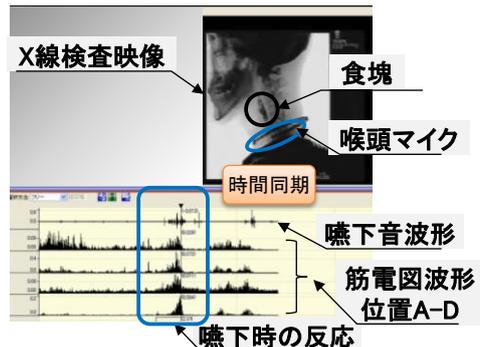


図4 X線検査映像とセンサシート筋電図波形

Koyama.Y, Kurita.H, Yoshida.H, and Kamijo.M, "Noise reduction in swallowing muscle activity measurement based on mixture Gaussian distribution model", JACIII Vol.21 No.1 pp109-118 (平成29年1月20日)

[2]小山、栗田、大森、"嚥下筋活動のセンシングと嚥下補助食品の開発"、摂食嚥下リハ学会学術大会抄録集 P24-4 (平成 28 年 9 月 23 日)

[3]大森、村澤、相澤、百瀬、小山、栗田、吉田、上條、"食品開発に向けたセンサシートによる嚥下筋活動の非侵襲的計測"、第 17 回日本感性工学会大会論文集 B41(平成 27 年 9 月 2 日)

#### 【申請特許リスト】

[1]大森、村澤、相澤、百瀬、小山、栗田、処理装置および測定装置、日本、平成 29 年 2 月 20 日

[2]大森、村澤、相澤、百瀬、小山、栗田、処理装置、判定装置および適正範囲特定方法、日本、平成 28 年 8 月 22 日

[3]大森、村澤、相澤、百瀬、小山、栗田、判定装置および判定方法、日本、平成 28 年 2 月 23 日

#### 【受賞リスト】

[1]大森、村澤、相澤、百瀬、小山、栗田、吉田、上條、ヒューマンインタフェースシンポジウム 2016 プログラム委員会賞最終選考、センサシートを用いた嚥下筋活動計測による食品評価、平成 28 年 9 月 7 日

#### 【報道掲載リスト】

[1]"「嚥下」機能測定をより簡単に"、産経新聞、平成 29 年 5 月 9 日

[2]"のみこむ力 貼って測定"、信濃毎日新聞(長野県長野市)、平成 29 年 1 月 26 日

[3]"嚥下の研究成果 16 日発表"、市民タイムス(長野県松本市)、平成 29 年 2 月 14 日

#### 【本研究開発課題を掲載したホームページ】

<http://www.gitc.pref.nagano.lg.jp/reports.html>