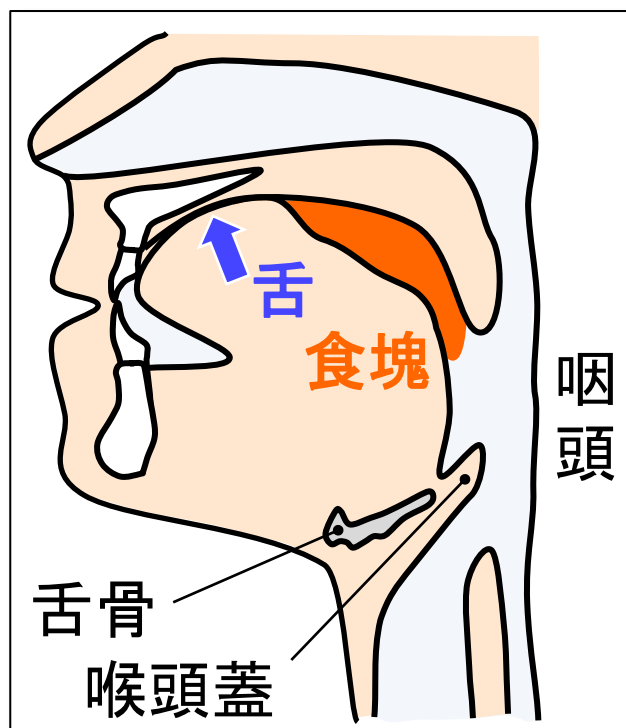


食品の咀嚼・嚥下容易性を 生体視点で評価する技術

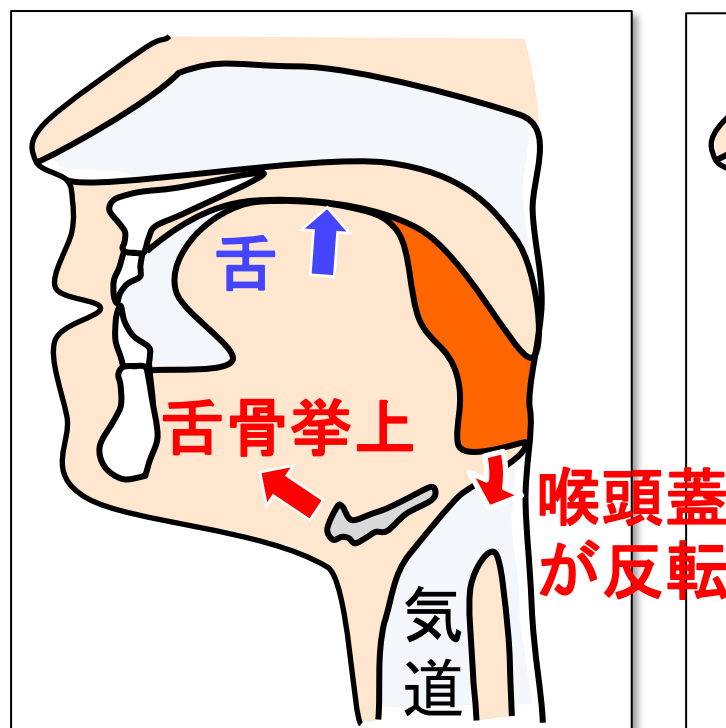
岩手大学 理工学部 システム創成工学科
教授 佐々木誠

2025年3月6日

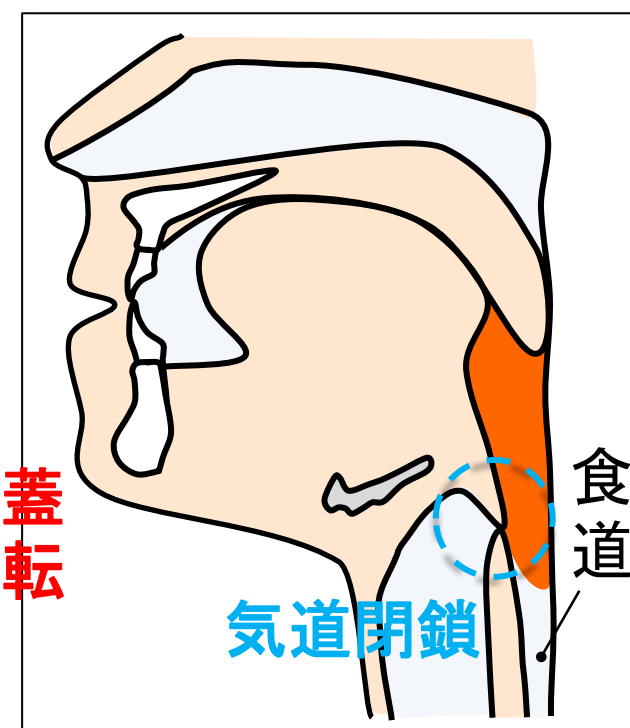
咀嚼・嚥下のメカニズム



随意運動



嚥下反射



深刻化する摂食嚥下障害

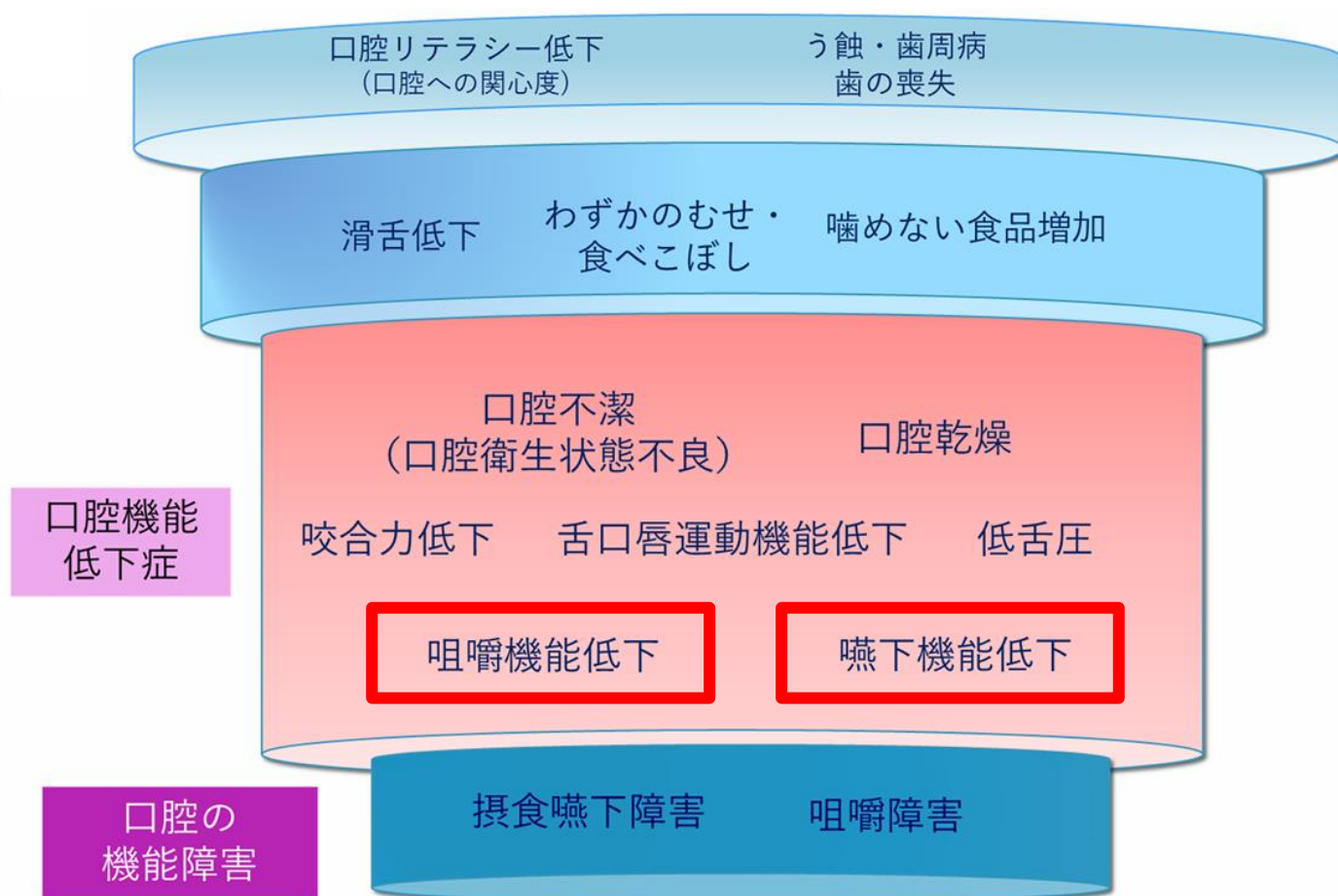


年間5万人以上が誤嚥性肺炎や窒息で死亡

口腔機能低下症

加齢により口腔内の
・感覚
・咀嚼
・嚥下
・唾液分泌
等の機能が少しずつ
低下してくる症状

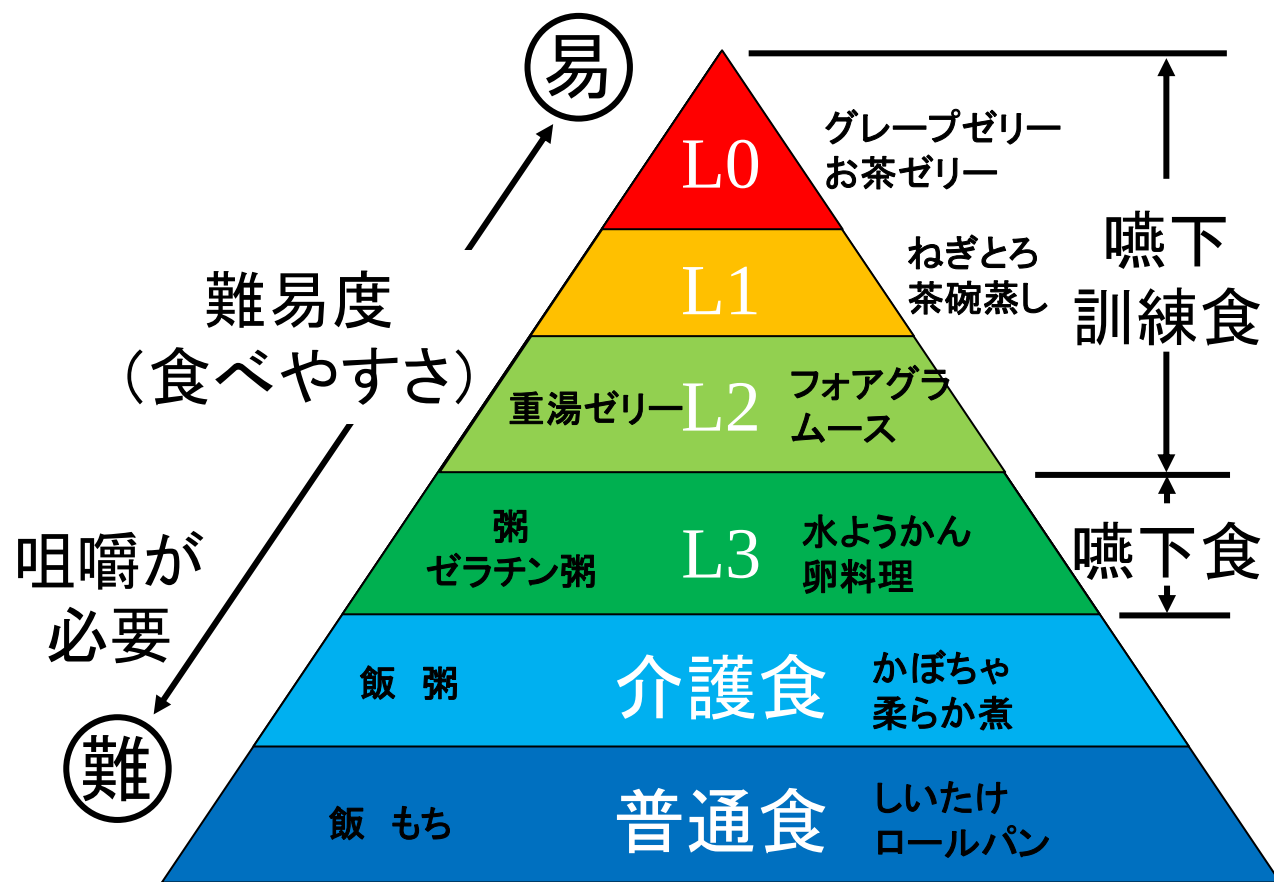
早期の自覚が重要



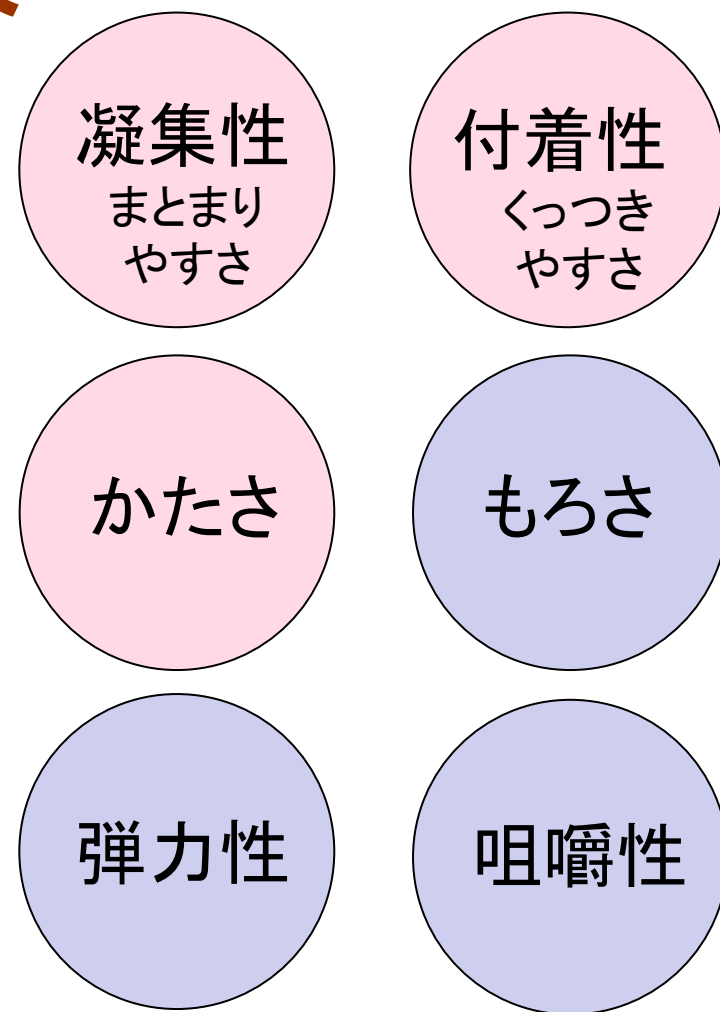
日本老年歯科医学会

<https://www.gerodontology.jp/committee/001190.shtml>

食形態の分類

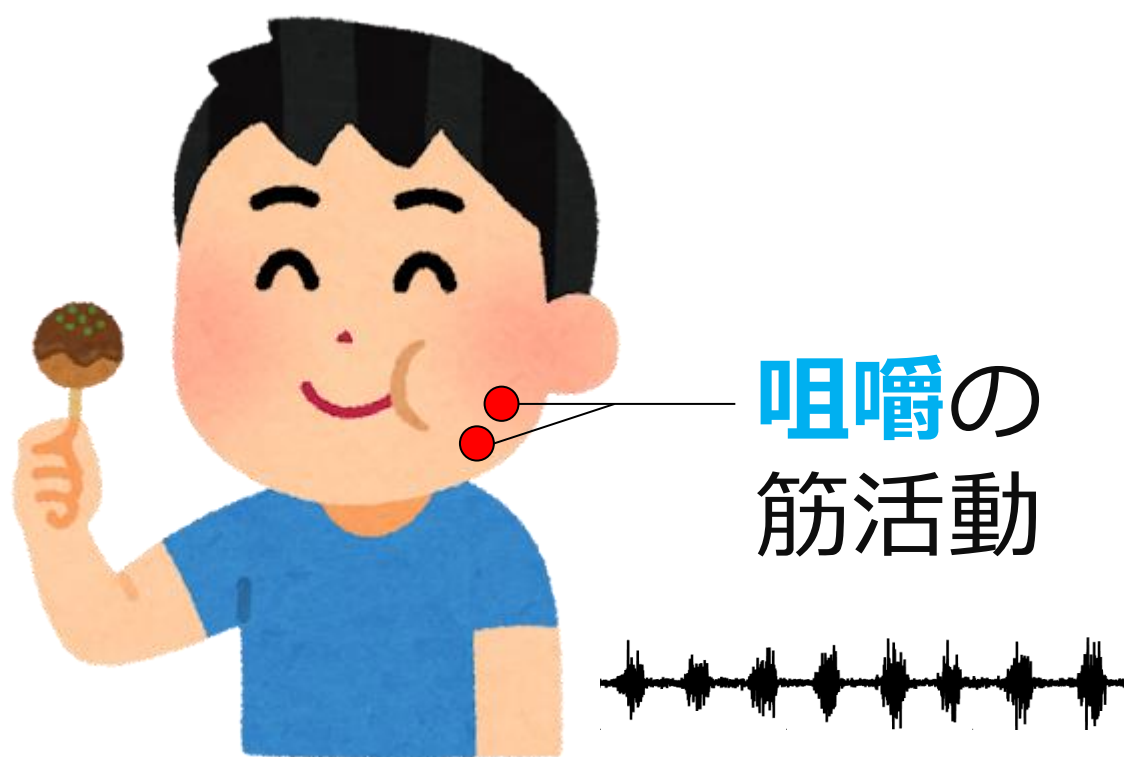


嚥下食ピラミッド



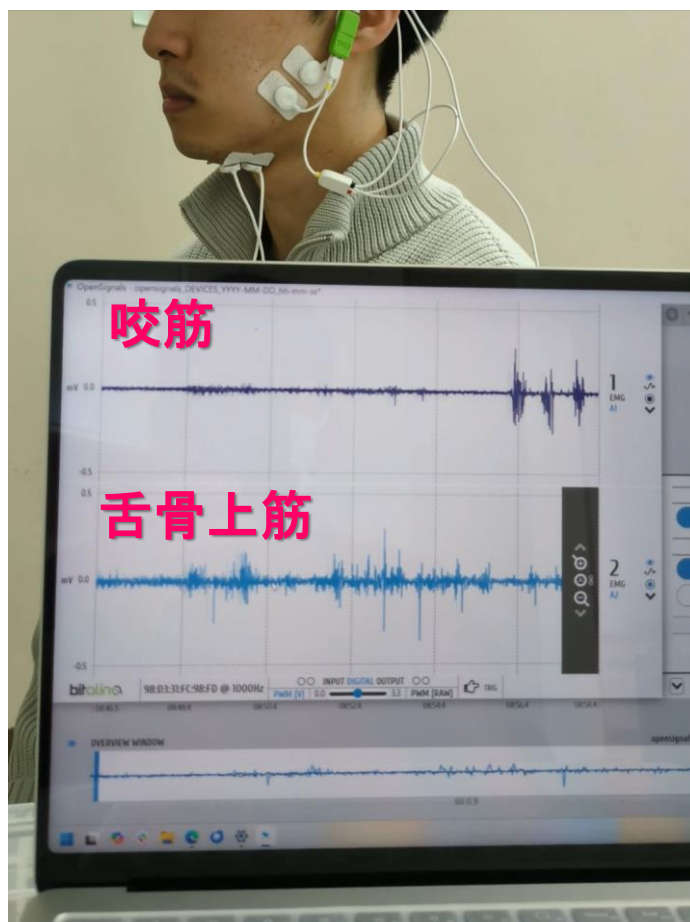
レオメーターによる
物性評価

筋活動に着目した咀嚼・嚥下の評価



表面筋電位 (surface Electromyography, 以下sEMG) 信号の「振幅」, 「積分値」, 「活動時間」などを用いた評価

従来技術の課題



下顎と舌運動



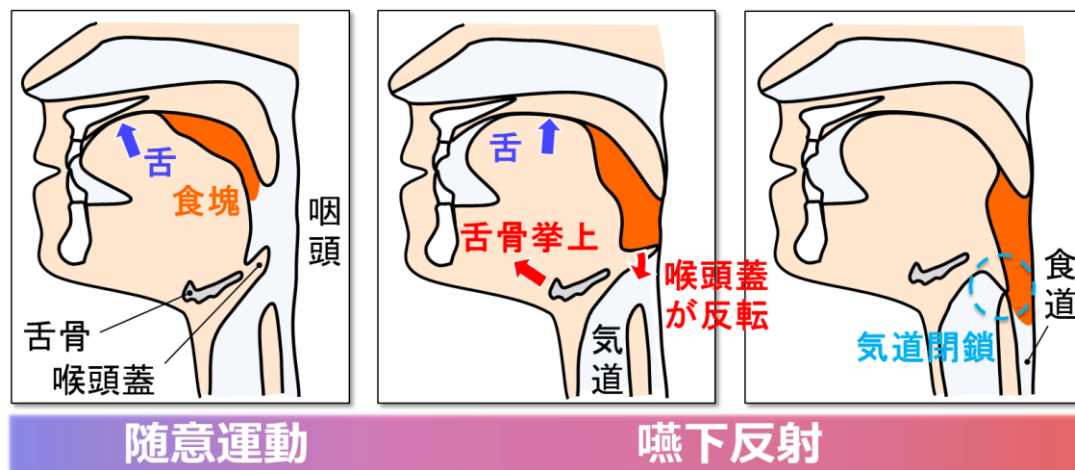
舌運動



嚥下

従来技術の課題

- ✓ 咀嚼時sEMG信号から下顎運動を評価できても
「食塊形成に関わる舌運動」を評価できない
- ✓ 嚥下時のsEMG信号からマクロ的視点で嚥下運動を評価できても **「食塊の送り込み（随意運動）と嚥下反射」**を個別かつ詳細に評価できない



咀嚼・嚥下評価の新技術

筋シナジー（筋協調構造）に着目した信号解析

咀嚼の
筋シナジー解析
(特願2024-055172)

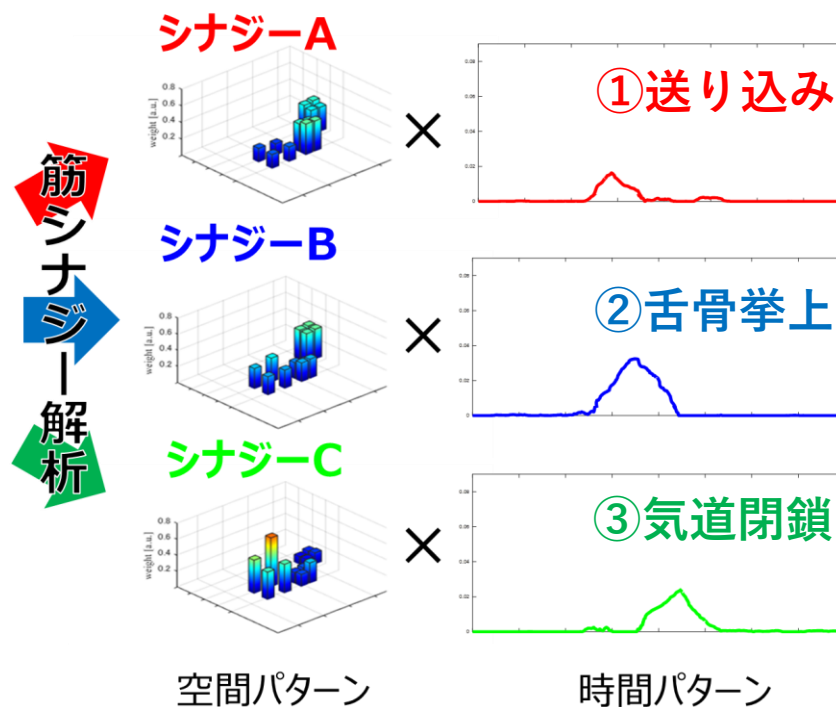
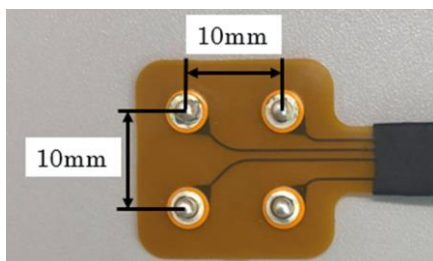
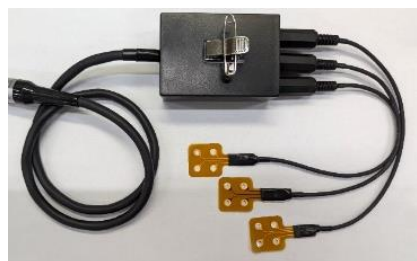
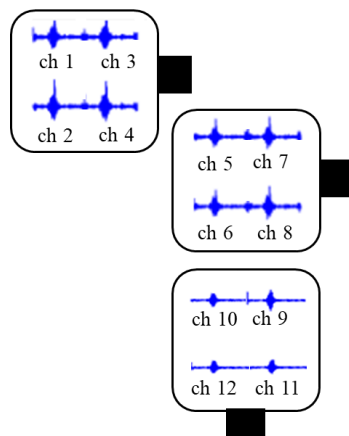
下顎運動と舌運動のsEMG信号を
分離する技術

+

嚥下の
筋シナジー解析
(特願2020-042502)

随意運動と嚥下
反射のsEMG信号
を分離する技術

嚥下の筋シナジー解析



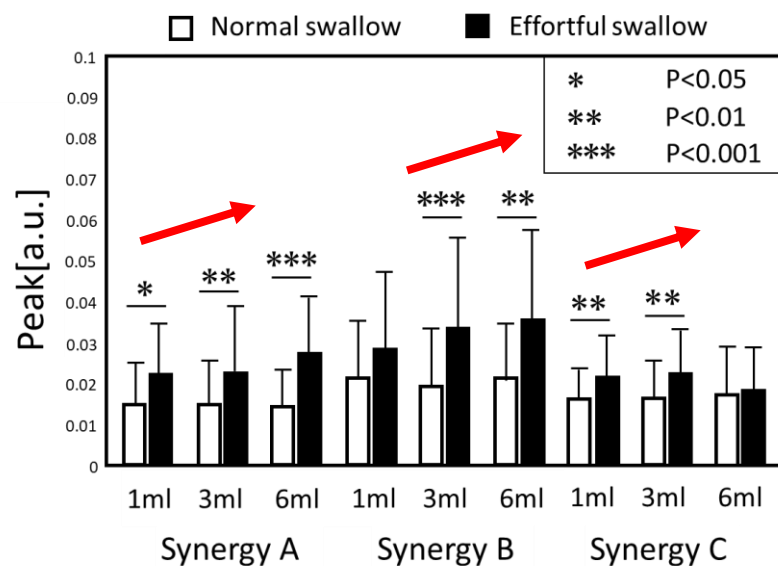
嚥下時sEMG信号を紐解き，下記に対応する筋シナジーを抽出

- ①舌の随意運動による食塊の咽頭への送り込み
- ②嚥下反射に伴う舌骨挙上
- ③喉頭蓋反転に伴う気道閉鎖

嚥下の筋シナジー解析

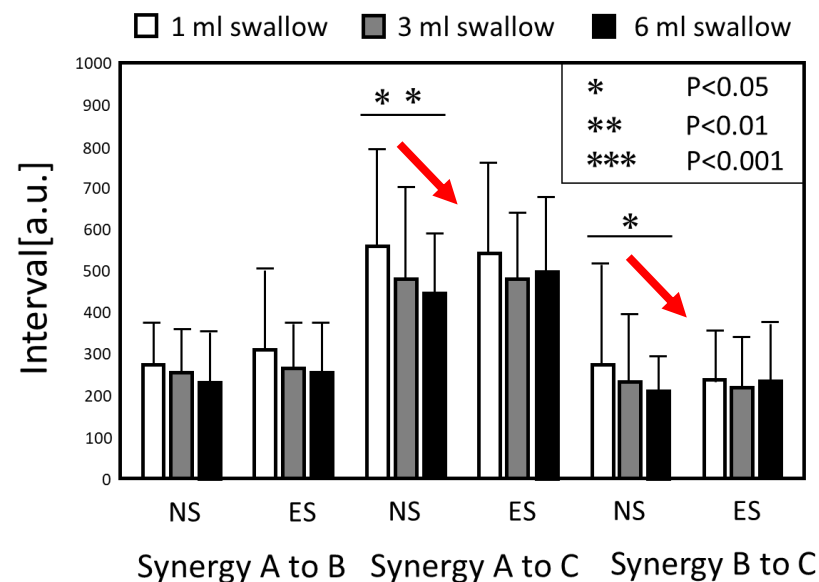
被験者：若年者15名（年齢 22.5 ± 1.3 歳）

通常嚥下 VS 努力嚥下



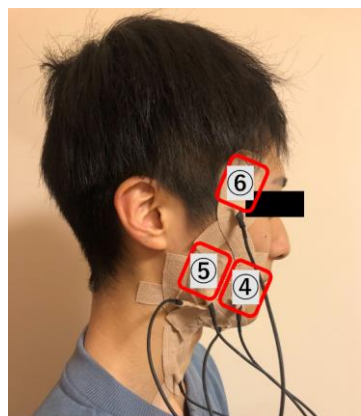
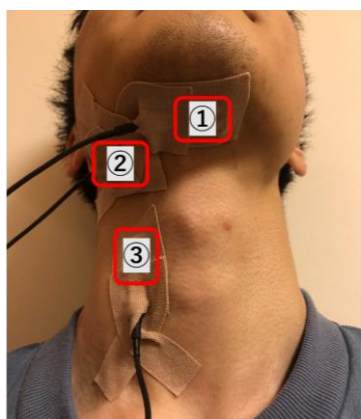
送り込み 舌骨挙上 気道閉鎖

冷水1 ml vs 3 ml vs 6 ml



嚥下反射
のタイミング 気道閉鎖のタイミング

咀嚼のsEMG信号



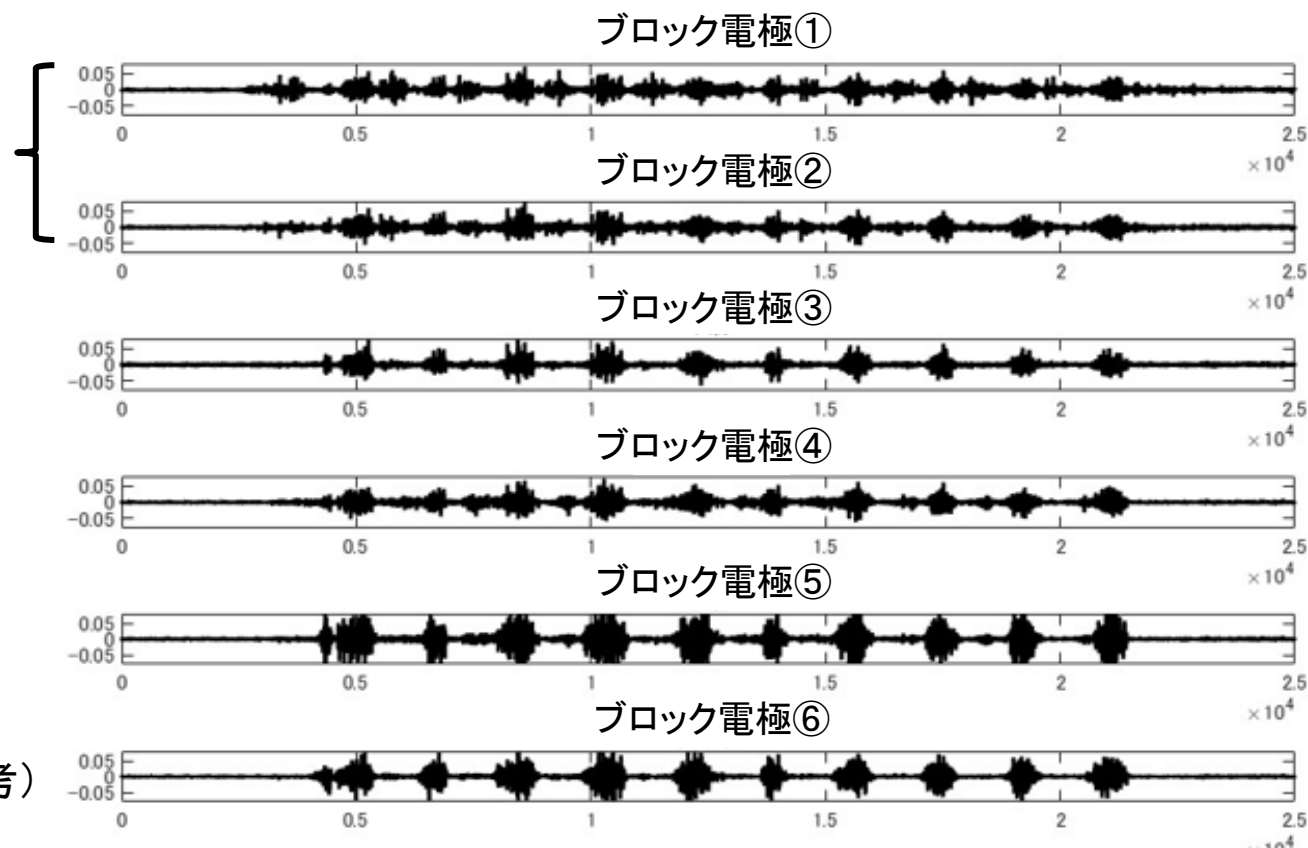
舌骨上筋群

舌骨下筋群

頬筋(参考)

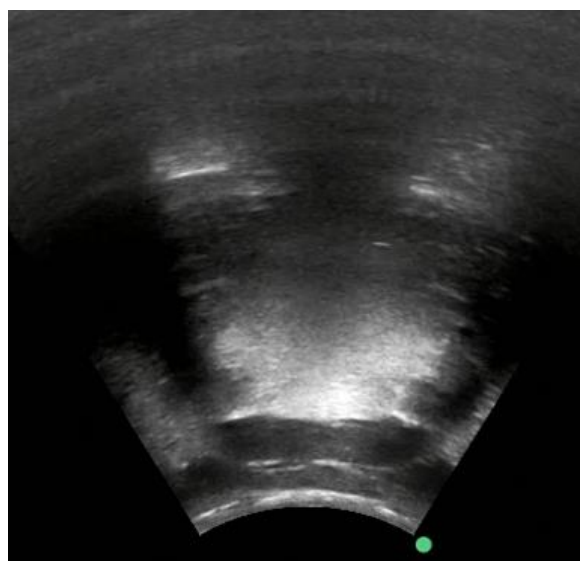
咬筋

側頭筋(参考)

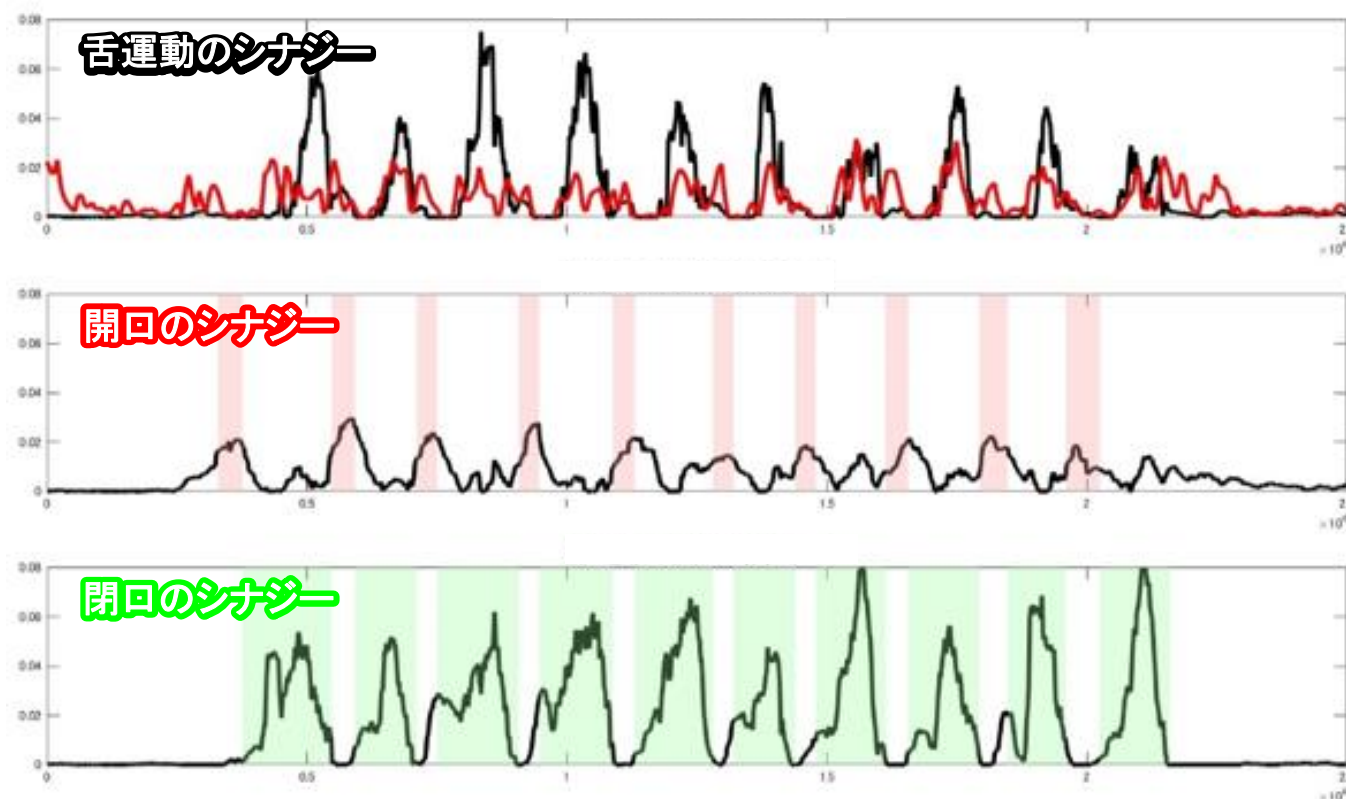


スルメの咀嚼

咀嚼の筋シナジー



超音波動画画像



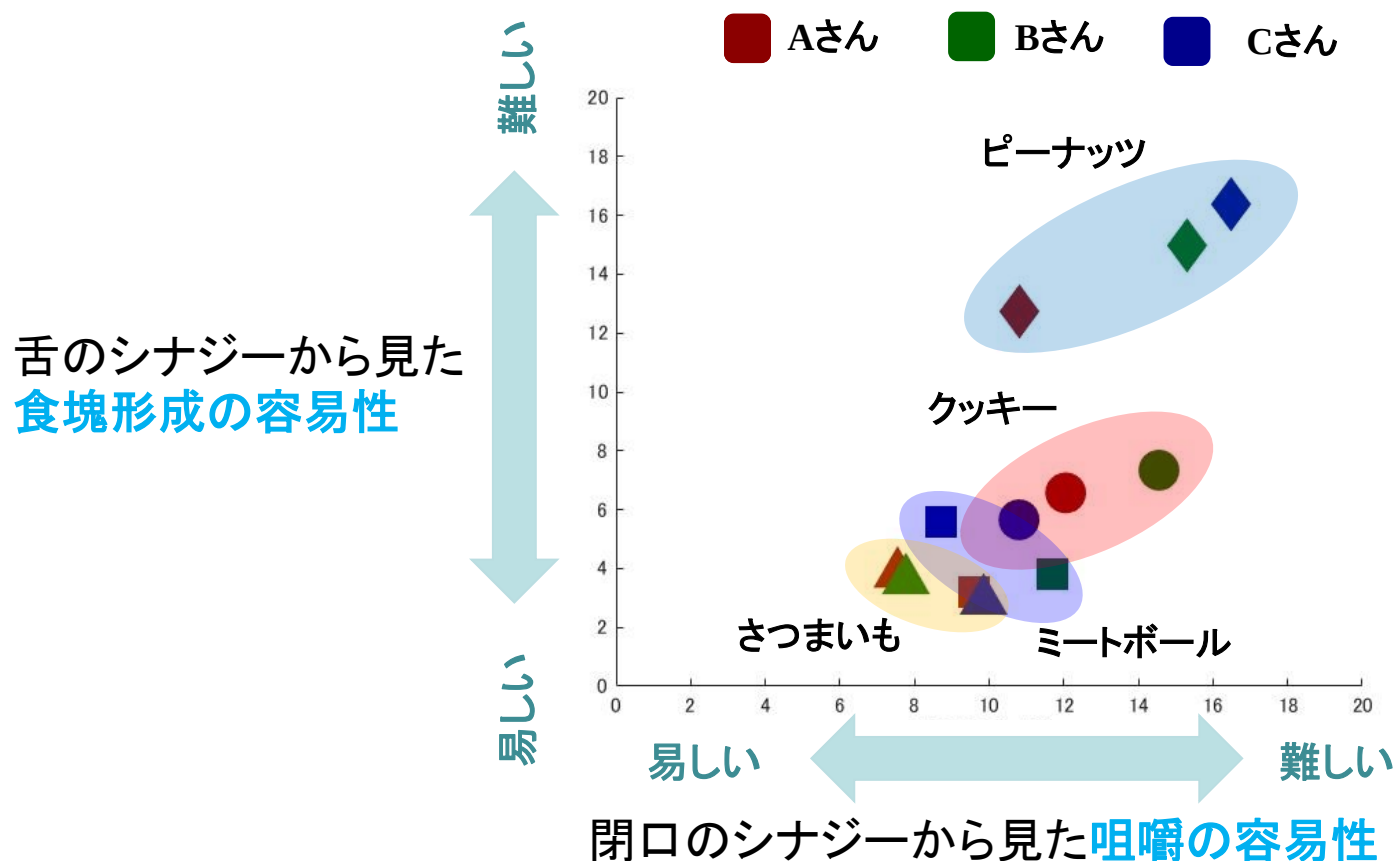
咀嚼時sEMG信号を紐解き，下記に対応する筋シナジーを抽出

- ①食塊形成のための舌運動
- ②開口相
- ③閉口相（咬合を含む）

咀嚼と嚥下の評価例

若年者3名(平均21.9歳)
試行回数:3回

クッキー	さつまいも甘煮	ミートボール	ピーナッツ
4g	4g	4g	4g



さつまいも甘煮

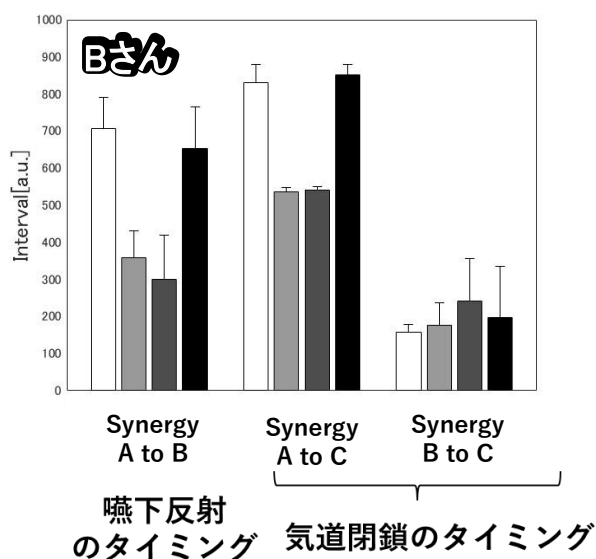
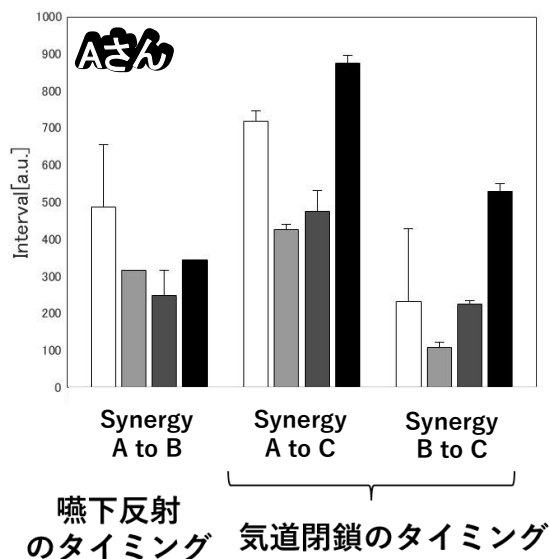
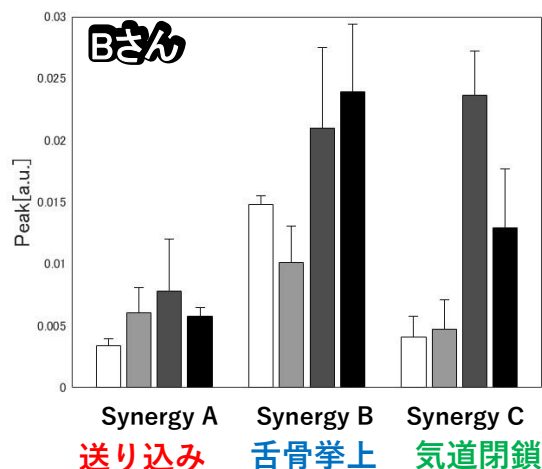
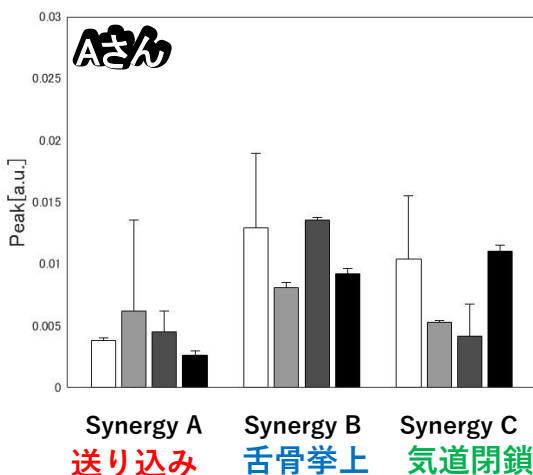
ペースト状のため、咀嚼が容易で、まとまりやすい

ピーナッツ

硬くて、まとまりにくい

咀嚼と嚥下の評価例

□ クッキー ▒ さつまいも ■ ミートボール ■ ピーナッツ



さつまいも甘煮

嚥下反射時の筋活動が小さく、嚥下が容易

クッキーとピーナッツ

嚥下反射時の筋活動が大きく、タイミングも遅い

個人差

被験者によって飲み込むタイミング(嚥下前の咀嚼回数)が異なり、差が生じる

新技術の特徴・従来技術との比較

- 咀嚼中の下顎運動の計測は比較的容易であるが、**口腔内の舌運動**については簡便な手法がない。
- **食塊形成の容易性**を「生体視点」で評価できる手法は十分に開発されていない。
- 嚥下検出手法もいくつか開発されているが、**舌による食塊の咽頭への送り込みや嚥下反射等**を非侵襲的かつ詳細に評価できる手法は乏しい。

新技術の特徴

- 咀嚼時のsEMG信号から、口腔内の舌運動と下顎運動の情報を抽出し、**各食品に対する食塊形成の容易性**を非侵襲的に評価できる。
- 嚥下時のsEMG信号から、舌による食塊送り込みや嚥下反射の情報を抽出し、**食品の嚥下容易性**を非侵襲的に評価できる。
- 食品の生体評価に留まらず、高齢者や嚥下障害者の**咀嚼・嚥下機能**を評価できる。

想定される用途

- ヒトの目線に立った生体工学に基づく食品の評価・設計・開発
- 高齢者や嚥下障害者一人一人に適した食品（食形態）選定システムの開発
- 誤嚥・窒息等の異常検出システムの開発
- 咀嚼機能や嚥下機能の評価・訓練・支援機器の開発

実用化における課題

- 本技術を普及するためハードウェアの量産化が必要（go-tech事業で専用機を開発中）
- 食品評価に関する実験・解析データの蓄積（食品メーカーとの連携の必要性）
- 提案手法と従来法（レオメーターによる物性評価，主観評価等）による食品評価の比較，ならびに総合的な評価基準の開発

企業への期待（ひとこと）

- 生体の視点（筋シナジー解析）に基づいた、**人にやさしい食品の評価・設計・開発**に、一緒に挑戦してみませんか？
- 高齢者や嚥下困難者の**咀嚼・嚥下能力に応じた食品（食形態）の選択方法**を、一緒に考えてみませんか？
- **咀嚼・嚥下困難者用の訓練機器**などを、一緒に開発してみませんか？

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称：舌運動状態評価装置、食品評価方法、食品評価装置
 - 出願番号：特願2024-055172
 - 出願人：岩手大学
 - 発明者：佐々木誠, 出雲友也
-
- 発明の名称：摂食嚥下機能評価システム
 - 出願番号：特許第7533919号
 - 出願人：岩手大学
 - 発明者：佐々木誠, 村上 千晃

産学連携の経歴

- 令和3年度JST A-STEPトライアウト
- 令和3年度公益財団法人JKA機械振興補助事業開発研究
- 令和4年度JST A-STEPトライアウト
- 令和4年度岩手県 産学官連携による科学・情報技術活用DX推進事業
- 令和5年度日本中央競馬会畜産振興事業
- 令和6年度成長型中小企業等研究開発支援事業

お問い合わせ先

岩手大学
研究支援・産学連携センター

T E L 019-621-6689
e-mail urapj@iwate-u.ac.jp