

日本歯科医学会認定分科会

日本顎口腔機能学会 第 68 回学術大会

68th Scientific Meeting of the Japanese
Society of Stomatognathic Function

プログラム・事前抄録集

Program and Abstracts

平成 4 年 12 月 17 日(土), 18 日(日)

主管

新潟大学大学院医歯学総合研究科 包括歯科補綴学分野

大会長挨拶

新潟大学大学院医歯学総合研究科

包括歯科補綴学分野 小野高裕

このたび、日本顎口腔機能学会第 68 回学術大会のために冬の新潟にお越しいただきました参加者の皆様に、心より御礼と歓迎のご挨拶を申し上げます。今年で 3 年目に入ったコロナ下の生活ですが、5 月には第 67 回大会が久しぶりに塩尻市で現地開催され、また 10 月には第 12 回顎口腔機能セミナーが総社市で無事に開催されました。第 6 波と第 7 波が過ぎて、現在第 8 波に入ったと言われており、いぜんとしてさまざまな制約を強いられておりますが、まずは皆様と新潟市民プラザでお会いできることを喜びたいと思います。

今回は、おかげさまで 17 題という多くの演題をお寄せいただき、特別講演、学術企画シンポジウムとあわせてかなりタイトなスケジュールとなりました。しかし、どうか時間を気にせず本学会ならではの濃密なディスカッションを行っていただければ幸いです（座長さん、切り盛りよろしくお願ひいたします！）。また、12 月後半ですので、寒ブリにも十分脂が乗っており、日本酒も冷やでよし温めてもよしの季節になっております。残念ながら懇親会は開催いたしませんが、会場はなんと言いましても古町の入り口です。どうか皆様感染予防に留意された上で新潟の美味・美酒をお楽しみ下さい。

最後になりましたが、開催にあたりご協賛いただきました各企業とご支援いただきました新潟大学歯学部同窓会に厚く御礼申し上げます。

日本顎口腔機能学会第 68 回学術大会のご案内

日本顎口腔機能学会第 68 回学術大会を下記の通り開催いたします。

多数の皆様のご参加をお待ちしております。

日本顎口腔機能学会 学術大会

日時：令和 4 年 12 月 17 日(土)、18 日(日)

会場：新潟市民プラザ

〒951-8061 新潟市中央区西堀通 6-866 NEXT21 6 階

日本顎口腔機能学会 常任理事会・理事会

日時：令和 4 年 12 月 16 日(金) 17:30~19:00

会場：新潟大学駅南キャンパス ときめいと（講義室 A,B）

〒950-0911 新潟県新潟市中央区笛口 1 丁目 1 プラーカ 1 2 階

大会長：小野 高裕

連絡先：〒951-8514 新潟市中央区学校町通 2-5274

新潟大学大学院医歯学総合研究科 包括歯科補綴学分野内

日本顎口腔機能学会第 68 回学術大会準備委員会

準備委員長 堀 一浩

Tel : 025-227-2891 Fax : 025-229-3454

Email : 1ho-info@dent.niigata-u.ac.jp

■学会に参加される皆様へ

1. 本学術大会の参加費は、会員 2,000 円、大学院生・研修医 1,000 円、学部学生は無料です。大学院生・学部学生は当日、身分証の呈示をお願いいたします。
2. 学会に参加されるすべての方を対象に、①参加当日の検温と②「参加同意書」のご提出を参加の必須条件とさせていただきます。「新型コロナウイルス感染症拡大防止への取り組み」のご確認ならびに「参加同意書」に必要事項を記入いただき、参加当日にご提出をお願いいたします（ホームページおよび次頁に記載）。
3. 会場内では、マスク着用、手洗い・手指消毒、咳エチケットの励行をお願いいたします。
4. 口演およびシンポジウム中の写真・ビデオ等の撮影は著作権保護のため禁止です。
5. 本学術大会は日本歯科医師会生涯研修認定となっていますので、生涯研修登録用カードをご持参のうえ、専用のカードリーダーでご登録ください。
6. 会場受付にて、入会手続き、年会費の受付と書籍販売を行いますのでご利用下さい。
7. 懇親会の開催はございません。
8. 館内は禁煙です。また、会場内（ホール内）での飲食はできません。

■演者の皆様へ

1. 発表形式は、液晶プロジェクターの単写です。スライドのサイズは、ワイド画面（16:9）での作成をお願いします。発表スライド中に COI の開示をお願いいたします。詳細は学会 HP をご覧ください。
2. ご自身の PC をご持参ください。また、故障など予期せぬ事態に備え、必ずバックアップデータ（USB メモリー）をご持参ください。発表前の休憩時間が始まる前までに PC データ受付にて必

ず受付をお済ませください。

3. プロジェクターとの接続端子は、HDMI 端子になります。ご使用の PC に上記の映像出力端子が無い場合、必ず変換コネクタをご用意ください。また、必ず AC 電源アダプターをご持参ください。スクリーンセーバーや節電機能を無効にしておいて下さい。発表スライド中に音声を含む場合は、事前に学術大会準備委員会までお知らせください。
4. プロジェクターへの接続は、新型コロナ感染の一環として、ご自身でお願いいたします。
5. 事後抄録（CD-R 書き込み電子ファイルと印刷物）を当日受付へご提出ください。
6. 受付にて学術大会優秀賞抄録評価用紙を受け取り、記入の上、最終演題終了までに発表者受付へご提出ください。
7. 口演は、発表 15 分、質疑応答 15 分です。発表終了 1 分前と終了時をアラームでお知らせします。演者席にはアクリル板を設置しておりますので、アクリル板の後ろで発表される場合はマスクを外していただいて構いません。
8. 次演者は、前演者の開始前に所定の席でお待ちください。

会場のご案内

日本顎口腔機能学会 学術大会

新潟市民プラザ

〒951-8061 新潟市中央区西堀通 6-866 NEXT21 6 階

Tel : 025-226-5500

日本顎口腔機能学会 常任理事会・理事会

新潟大学駅南キャンパス ときめいと

〒950-0911 新潟県新潟市中央区笠口 1 丁目 1 プラーカ 1 2 階

Tel : 025-248-8141

※ 新潟駅改修工事のため、最新の情報とは異なる場合があります。ご了承ください。

- JR 新潟駅 から 新潟市民プラザ まで
JR 新潟駅万代口（北口）駅前バスターミナルより、
萬代橋ライン、浜浦町線、信濃町線、鳥屋野線、有明線、西小針線
で「古町」バス停下車、徒歩 1 分。
- JR 新潟駅 から ときめいと まで
JR 新潟駅南口より、東側自由通路（CoCoLo 南館側）直結、徒歩
3 分。



新潟市民プラザ –
アクセス

- 新潟空港 から 新潟駅 まで
路線バスを利用：新潟駅万代口（終点）下車（33分）
リムジンバスを利用：新潟駅南口（終点）下車（25分）



新潟空港 – アクセ
スマップ – バス

新型コロナウィルス感染症拡大防止への取り組み

日本顎口腔機能学会 第68回学術大会においては、新型コロナウィルス感染症パンデミックが収束するまでは、万が一の際の感染経路追跡調査が可能となるよう、学会に参加されるすべての方を対象に ① 参加当日の検温と②「参加同意書」のご提出を参加の必須条件とさせていただきます。

また、主催者側も会場内での感染予防対策を徹底し安心してご参加いただけるよう配慮いたしますが、同時に3密を避ける観点から、当日の混雑状況によっては予告なく入場制限や受付時間の変更などを行う可能性がございます。

ご不便、ご迷惑をお掛けいたしますが、何卒ご理解とご協力を賜りますようお願い申し上げます。

以下①②③④⑤いずれか1つでもあてはまる場合はご参加いただけません。

- ① 来場前の検温で37.5度以上の発熱がある
- ② 「参加同意書」の提出がない
- ③ 過去3日以内に健康状態に異常がある場合
(咽頭痛、発熱、咳、倦怠感、他の呼吸器症状がある。嗅覚異常や味覚異常がある)
- ④ 過去5日以内に、新型コロナウィルス感染者との濃厚接触がある場合（ただし濃厚接觸があった時点から3日経過し、かつ抗原定性検査キットを用いた検査で陰性を確認した場合は参加できます。）
- ⑤ 過去3日以内に海外への渡航歴がある場合

会場内では必ずお守りください。

- ・マスク着用、手洗い・手指消毒、咳エチケットの励行
- ・3密を避ける（特に参加受付周辺、会場内、パブリックスペース）

- ・金銭授受時の接触を減らすため、お釣り銭が出ないようご準備をお願いいたします。

※来場日初日に提出ください

参加同意書（会場参加者当日提出用）

日本顎口腔機能学会 第68回学術大会

記載事項をすべてお読みいただき、枠内すべての事項にチェックとご記入・ご署名が確認できた場合のみ参加可能といたします。ご記入後は参加受付にご提出ください。

同意できる事項にチェックをつけてください(8か所)

- 本日、来場前に検温を行いました(体温は下枠内に記載してください)
- 過去3日以内に健康状態に異常はありません。また参加中も体調変化には十分に留意いたします。
(咽頭痛、発熱、咳、倦怠感、他の呼吸器症状はありません。嗅覚異常や味覚異常はありません。)
- 過去5日以内に、新型コロナウイルス感染者との濃厚接触はありません。
- 過去3日以内に、海外への渡航歴はありません。
- 会場内ではマスクを着用し、こまめな手洗いと咳エチケットを徹底いたします。
- 濃厚接触者となった場合は、接触してから5日を目安に自宅待機の要請が行われる可能性があることを承諾いたします。
- 万が一参加者内においてクラスターが発生した場合、行政機関や保健所等に対し本同意書記載の連絡先を開示することについて承諾するとともに、追跡調査に協力いたします。
- 混雑時には会場内での入室制限や参加・単位登録の時間に変更が生じる可能性があることを承諾いたします。その際は主催会長および会場責任者・会場係員の指示や誘導に従います。

会場内では次の感染対策を実施いたします

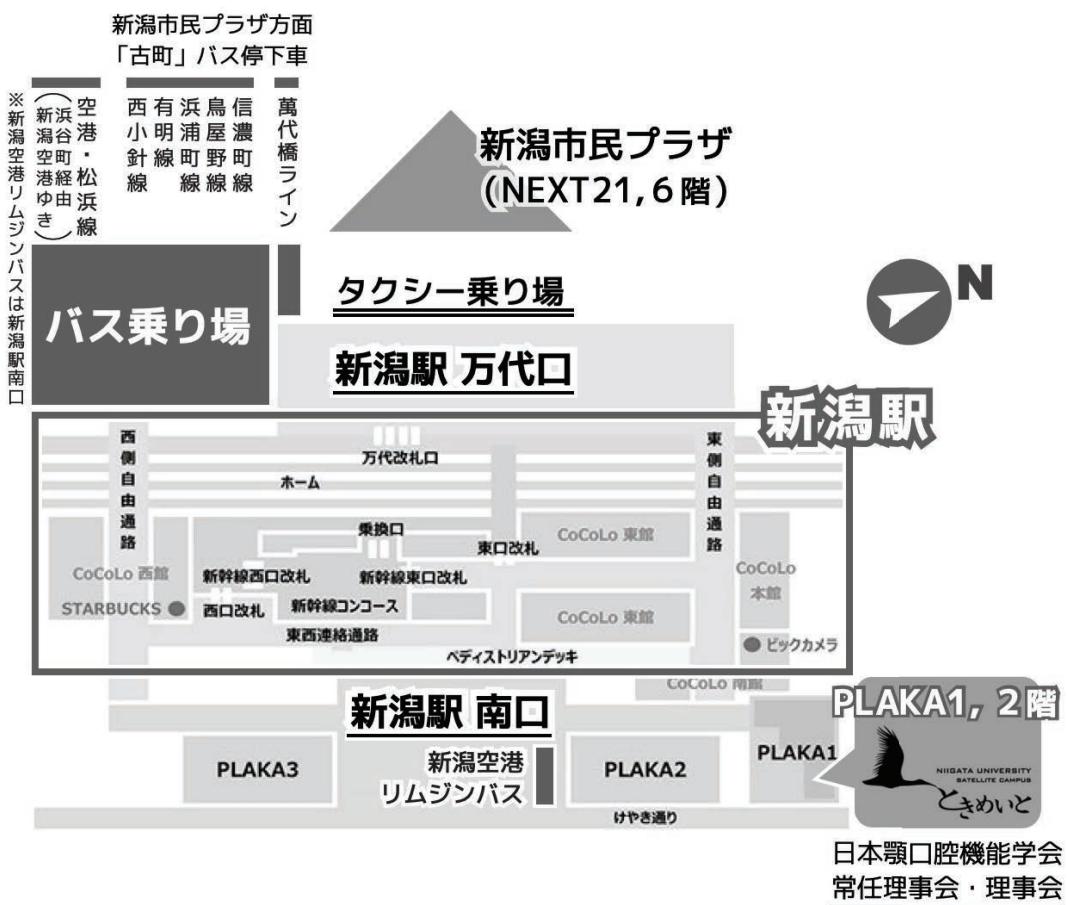
- ・入口ドアの開放および定期的な室内換気を行います。
- ・受付各所および会場内座席には十分な距離を確保いたします。
- ・会場内備品や設備各所は定期的な消毒を行います。
- ・受付・会場内係員はすべて検温と健康観察を行い、体調に異常がないことを確認しております。

私は本『参加同意書』記載のチェックリストを確認し、項目について順守するとともに、
自らの意思にもとづき参加いたします。

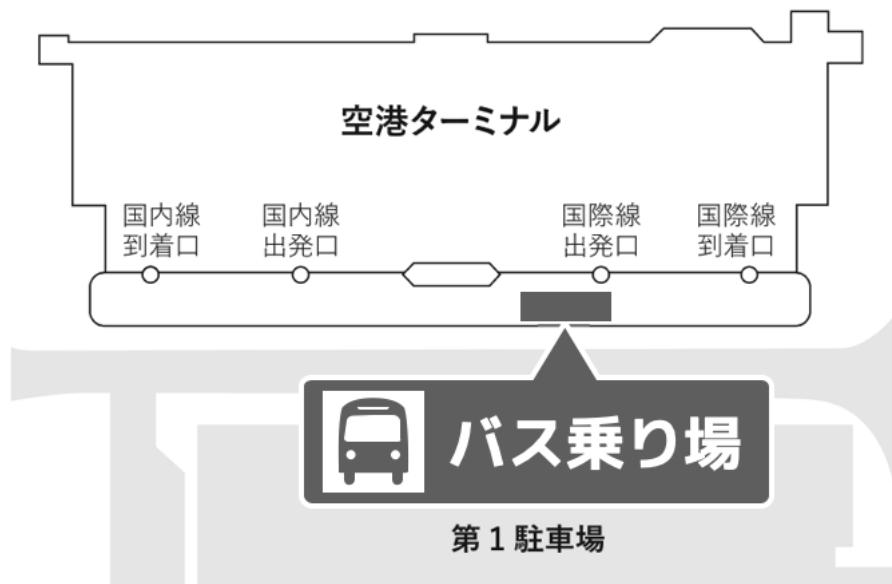
来場日	来場するすべての日に <input type="checkbox"/> をつけてください <input checked="" type="checkbox"/> 12月17日 <input type="checkbox"/> 12月18日
本日の体温	度 分(37.5度以上の場合は参加をご遠慮ください)
参加者氏名	(ふりがな:)
所属先	(都道府県:)
連絡先電話番号	

- ・ 本同意書は 日本顎口腔機能学会 第68回学術大会が現地開催にあたり、新型コロナウイルス感染拡大予防対策として参加者の健康状態を確認することを目的としています。
- ・ ご記入いただいた個人情報は、参加者の健康状態の把握、来場参加可否の判断および必要な連絡のために使用いたします。
- ・ 法令等に基づく開示請求を受けた場合を除き、第三者への開示提供や他目的での利用は行いません。

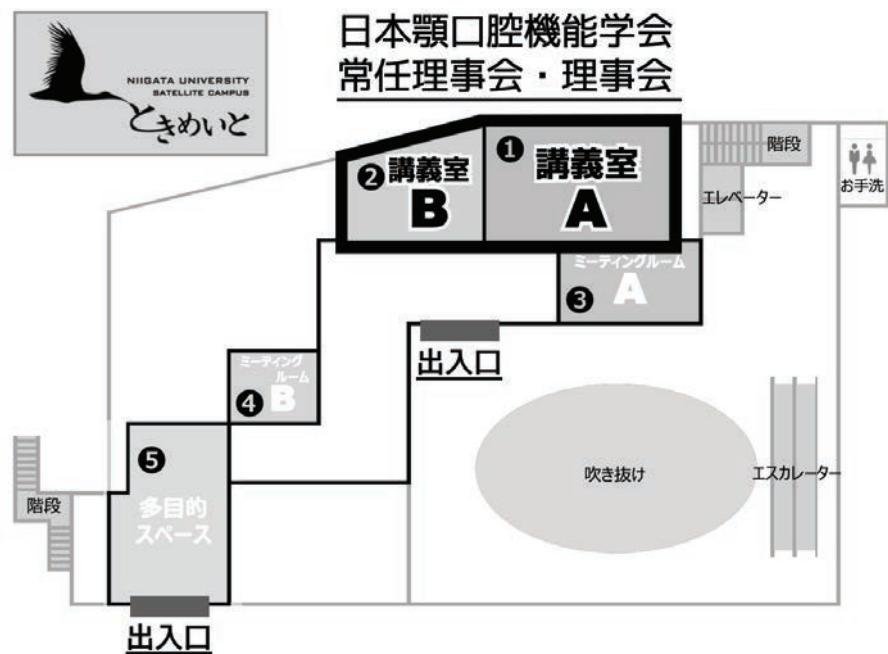
新潟駅周辺の案内図



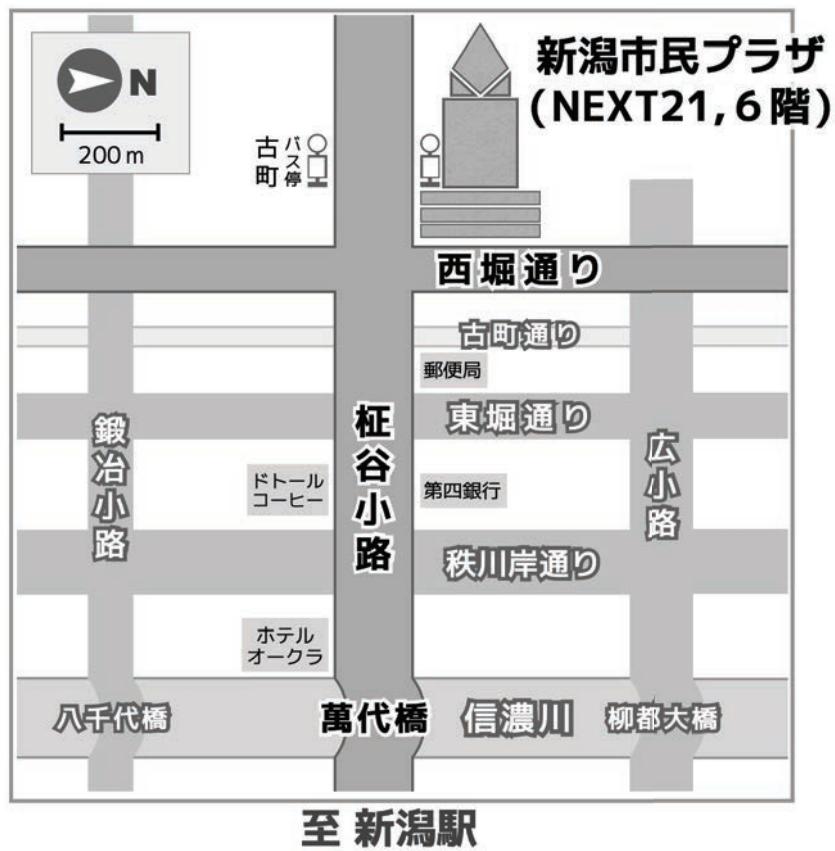
新潟空港の案内図（バス乗り場）



新潟大学駅南キャンパスときめいとの案内図



新潟市民プラザ周辺の案内図



日本顎口腔機能学会第68回学術大会プログラム

【 1日目 令和4年12月17日(土) 】

8:30 ~ 開場および受付開始

8:55 ~ 開会の辞 大会長 小野 高裕

9:00 ~ 10:00 セッション1 座長 富士 岳志 先生 (松本歯科大学)

1. ガム咀嚼時の舌運動と顎運動経路

○佐藤 理加子, 児玉 匠平, 大川 純平, 村上 和裕, 堀 一浩, 小野 高裕
新潟大学大学院医歯学総合研究科包括歯科補綴学分野

2. 若年健常者の口腔テクスチャーの感受性と摂食動作の調節

○伊藤 有希, 田中 恒恵, 大道寺 明也, 服部 佳功
東北大学大学院歯学研究科加齢歯科学分野

10:00 ~ 11:00 セッション2 座長 森田 匠 先生 (愛知学院大学)

3. カリウムイオンの嚥下誘発促進効果

○川田 里美, TiTi Chotirungsan, 筒井 雄平, 真柄 仁, 辻村 恒憲, 井上 誠
新潟大学大学院医歯学総合研究科摂食嚥下リハビリテーション学分野

4. 麻酔ラットへのアトロピン静脈内投与がもたらす嚥下誘発の変調効果

○中嶋 優太, 辻村 恒憲, 吉原 翠, 那小屋 公太, 真柄 仁, 井上 誠
新潟大学大学院医歯学総合研究科摂食嚥下リハビリテーション学分野

11:05 ~ 12:05 特別講演

座長 小野 高裕 先生 (新潟大学)

講演 「咀嚼ロボットシミュレータを用いた食品のテクスチャー評価」

東森 充 先生 (大阪大学大学院工学研究科機械工学専攻 教授)

12:05 ~ 12:15 表彰式

12:15 ~ 13:15 昼食

13 : 15 ~ 14 : 45 セッション3 座長 鈴木 善貴 先生 (徳島大学)

5. 咀嚼行動の変容による認知機能と脳活動パターンの変化

○宮崎 透奈¹⁾, 鈴木 達也¹⁾, 長谷川 陽子²⁾, 吉村 将悟²⁾, サンタマリア マリアテリース²⁾, 堀 一浩²⁾, 山村 健介³⁾, 小野 高裕²⁾, 小野 弓絵⁴⁾

1) 明治大学大学院理工学研究科電気工学専攻

2) 新潟大学大学院医歯学総合研究科包括歯科補綴学分野

3) 新潟大学大学院医歯学総合研究科口腔生理学分野

4) 明治大学理工学部電気電子生命学科

6. 近赤外分光法を用いたガム咀嚼課題中の脳血流計測および皮膚血流ノイズ除去手法の評価

○鈴木 達也¹⁾, 宮崎 透奈¹⁾, 長谷川 陽子²⁾, 吉村 将悟²⁾, サンタマリア マリアテリース²⁾, 山村 健介³⁾, 小野 高裕²⁾, 小野 弓絵⁴⁾

1) 明治大学大学院理工学研究科電気工学専攻

2) 新潟大学大学院医歯学総合研究科包括歯科補綴学分野

3) 新潟大学大学院医歯学総合研究科口腔生理学分野

4) 明治大学理工学部電気電子生命学科

7. 摂取食品に対する情動変化が脳神経活動に与える影響

○長谷川 陽子¹⁾, 吉村 将悟¹⁾, 鈴木 達也²⁾, 白水 雅子³⁾, サンタマリア マリアテリース¹⁾, 山村 健介⁴⁾, 小野 弓絵⁵⁾, 小野 高裕¹⁾

1) 新潟大学大学院医歯学総合研究科包括歯科補綴学分野

2) 明治大学大学・院理工学研究科電気工学専攻

3) 大手前短期大学歯科衛生学科

4) 新潟大学大学院医歯学総合研究科口腔生理学分野

5) 明治大学理工学部電気電子生命学科

14 : 50 ~ 16 : 20 セッション4 座長 中村 史朗 先生 (昭和大学)

8. ウサギ咀嚼様運動中に誘発した低閾値開口反射の顎位による変調の違いは咀嚼開始後何サイクル目から始まるのか

○松永 知子, 森田 匠, 平場 勝成

愛知学院大学歯学部生理学講座

9. ラットの嚥下における顎二腹筋後腹の活動

○筒井 雄平, 辻村 恭憲, Titi Chotirungsan, 真柄 仁, 井上 誠

新潟大学医歯学総合研究科摂食嚥下リハビリテーション学分野

10. Modulation of Digastric Reflex Responses during Chewing, Licking and Swallowing in conscious rats

○T. Chotirungsan^{1,2)}, J. Magara¹⁾, T. Tsujimura¹⁾, M. Inoue¹⁾

1) Division of Dysphagia Rehabilitation, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences

2) Department of Oral Diagnosis, Faculty of Dentistry, Naresuan University

16:25 ~ 17:55 セッション5 座長 飯田 崇 先生（日本大学松戸歯学部）

11. 複数の機械学習手法を用いた嚥下音検出システムの提案

○木村 慧¹⁾, 榎本 崇宏²⁾, 後藤 祐美³⁾, 鈴木 善貴⁴⁾, 新開 瑞希⁴⁾, 柴垣 あかり⁴⁾, 松香 芳三⁴⁾

- 1) 徳島大学大学院創成科学研究科理工学専攻
- 2) 徳島大学大学院社会産業理工学研究部理工学域
- 3) 徳島大学大学院創成科学研究科創成科学専攻
- 4) 徳島大学大学院医歯薬学研究部顎機能咬合再建学分野

12. 日常生活中の筋電図記録に混入し得るノイズ信号に関する研究

○皆木 省吾¹⁾, 児玉 直紀²⁾, 中原 龍一³⁾, 尾崎 敏文³⁾, 古寺 寛志²⁾, 北川 佳祐²⁾, 萬田 陽介¹⁾, 田中 祐貴¹⁾, 杉本 皓¹⁾, 森 慧太朗²⁾, 山田 蘭子¹⁾, 松岸 諒¹⁾, 桑原 実穂¹⁾

- 1) 岡山大学学術研究院医歯薬学域咬合・有床義歯補綴学分野
- 2) 岡山大学病院補綴歯科部門
- 3) 岡山大学病院整形外科

13. 年代別にみた女性の舌の感受性とリドカインの反応の違い

○岡安 一郎¹⁾, 小見山 道²⁾, 鮎瀬 卓郎¹⁾

- 1) 長崎大学大学院医歯薬学総合研究科歯科麻酔学分野
- 2) 日本大学松戸歯学部クラウンブリッジ補綴学講座

【 2 日目 令和 4 年 12 月 18 日(日) 】

9 : 00 ~ 10 : 00 セッション 6 座長 萬田 陽介 先生 (岡山大学)

14. 唾液分泌量の増加が、摂食嚥下動態に及ぼす影響

○新開 瑞希¹⁾, 中川 悠²⁾, 馬場政典²⁾, 松田 有加子³⁾, 佐藤 理加子⁴⁾, 高野 日南子⁴⁾, 鈴木 拓⁵⁾, 真柄 仁⁵⁾, 井上 誠⁵⁾

1) 徳島大学大学院医歯薬学研究部顎機能咬合再建学分野

2) 北海道大学大学院歯学研究科冠橋義歯補綴学教室

3) 大阪歯科大学高齢者歯科学講座

4) 新潟大学大学院医歯学総合研究科包括歯科補綴学分野

5) 新潟大学大学院医歯学総合研究科摂食嚥下リハビリテーション学分野

15. 液体の物性および量による嚥下時舌圧の変化と AI による解析

○李 宙垣¹⁾, 渡辺 崇文¹⁾, 松岸 諒²⁾, 喜田 悠太³⁾, 板 離子⁴⁾, 津賀 一弘⁵⁾, 児玉 匠平⁶⁾, 大川 純平⁶⁾, 堀 一浩⁶⁾

1) 九州歯科大学顎口腔欠損再構築学分野

2) 岡山大学学術研究院医歯薬学域咬合・有床義歯補綴学分野

3) 徳島大学病院卒後臨床研修センター

4) 新潟大学大学院医歯学総合研究科摂食嚥下リハビリテーション学分野

5) 広島大学大学院医系科学研究科先端歯科補綴学

6) 新潟大学大学院医歯学総合研究科包括歯科補綴学分野

10 : 00 ~ 11 : 00 セッション 7 座長 真柄 仁 先生 (新潟大学)

16. 咽喉マイクロホンを用いた顎口腔咽頭活動音の音響特性

○後藤 祐美¹⁾, 鈴木 善貴²⁾, 木村 慧³⁾, 榎本 崇宏⁴⁾, 仲座 海希⁵⁾, 船岡 俊介⁵⁾, 内ヶ崎 一徹⁶⁾, 有安 雄一⁷⁾, 新開 瑞希²⁾, 柴垣 あかり²⁾, 松香 芳三²⁾

1) 徳島大学大学院創成科学研究科創成科学専攻

2) 徳島大学大学院医歯薬学研究部顎機能咬合再建学分野

3) 徳島大学大学院創成科学研究科理工学専攻

4) 徳島大学大学院社会産業理工学研究部理工学域

5) 松本歯科大学大学院顎口腔機能制御学講座

6) 東北大学大学院歯学研究科リハビリテーション歯学講座加齢歯科学分野

7) 鹿児島大学医歯学総合研究科小児歯科学分野

17. 口腔のテクスチャー感受性は食品特性の知覚に影響する

小出理絵¹⁾, 野口毅²⁾, 山田蘭子³⁾, 小澤彩⁴⁾, ○柴垣あかり⁴⁾, 田中恭恵⁵⁾, 服部佳功⁵⁾

1) 東北大学大学院歯学研究科口腔システム補綴学分野

2) 昭和大学歯学部スペシャルニーズ口腔医学講座口腔機能リハビリテーション医学部門

3) 岡山大学学術研究院医歯薬学域口腔顎顔面機能再生制御学講座咬合・有床義歯補綴学分野

4) 徳島大学大学院医歯薬学研究部顎機能咬合再建学分野

5) 東北大学大学院歯学研究科加齢歯科学分野

11 : 05 ~ 12 : 05 第 66 回学術大会優秀賞受賞者学術企画シンポジウム

企画・座長 内ヶ崎 一徹 先生（東北大学）、後藤 祐美（徳島大学）

『顎口腔機能への人工知能の応用を考える』

講演 「人工知能による睡眠個性可視化と良否判別」

福井 健一 先生（大阪大学産業科学研究所第 1 研究部門情報・量子科学系 准教授）

12 : 05 ~ 12 : 10 閉会の辞 次期大会長 小見山 道 先生、準備委員長 飯田 崇 先生

（日本大学松戸歯学部）

企画講演

特別講演

1日目 12月17日(土) 11:05 ~ 12:05

「咀嚼ロボットシミュレータを用いた食品のテクスチャー評価」

大阪大学大学院工学研究科機械工学専攻

教授 東森 充 先生

第66回学術大会優秀賞受賞者企画シンポジウム

2日目 12月18日(日) 11:05 ~ 12:05

「人工知能による睡眠個性可視化と良否判別」

大阪大学産業科学研究所第1研究部門情報・量子科学系

准教授 福井 健一 先生

企画者

内ヶ崎 一徹 先生 東北大学大学院歯学研究科加齢歯科学分野

後藤 祐美 先生 徳島大学大学院創成科学研究科理工学専攻

特別講演

咀嚼ロボットシミュレータを用いた 食品のテクスチャー評価



東森 充（ひがしもり みつる）
大阪大学大学院工学研究科
機械工学専攻 教授

【略歴】

1996年 広島大学工学部 第二類（電気系）卒業
1998年 広島大学大学院工学研究科 情報工学専攻 博士課程前期 修了
1998年 株式会社東芝 東京システムセンター
2002年 広島大学大学院工学研究科 助手
2006年 博士（工学）（広島大学）
2006年 大阪大学大学院工学研究科 助手
2007年 同上 助教
2008年 同上 准教授
2019年 同上 教授
現在に至る。
ロボットマニピュレーションとその食品操作・評価への応用展開に関する研究に従事。

【主な受賞】

2003年 計測自動制御学会 学術奨励賞
2007年 日本ロボット学会 研究奨励賞
2009年 計測自動制御学会 論文賞
2013年 計測自動制御学会 論文賞・蓮沼賞
2017年 日本ロボット学会 学会誌論文賞
2022年 日本食品科学工学会誌 論文賞
2022年 日本ロボット学会 学会誌論文賞

【所属学会】

日本ロボット学会
計測自動制御学会
日本機械学会
IEEE
日本食品科学工学会

【要 旨】

食品は、多種多様な化学的特性と物理的特性を有し、個体差および化学的、熱的、機械的、電気的作用に対する特性変化も激しい。そのため、食品の分析、評価、加工、操作の難易度は、金属や樹脂から構成される工業製品のそれと比べて数段高くなる。これに対して、近年、AI、ビッグデータ、ロボティクス・メカトロニクス技術の革新的進歩により、計測・制御系、情報処理系の未知、複数、非一様といった複雑な対象に対する認識能力、適用能力が劇的に向上してきている。こういった先端的工学技術を駆使した食品工学に関する研究が取り組まれており、これらを総じて、ニューフードエンジニアリングと称するものとする。本講演では、はじめに、“ニューフードエンジニアリングがどこでどのように取り組まれているか”について、現在進行中の大規模プロジェクトと具体的な研究・開発タスクの両観点から概説する。次に、ニューフードエンジニアリングの一端として、講演者らが推進している、咀嚼ロボットシミュレータを用いた食品のテクスチャー（食感）評価システムに関する研究・開発について紹介する。具体的には、舌での押しつぶし喫食を想定した高齢者食のテクスチャー評価システム、および、歯・舌両感覚に基づくテクスチャー評価システムを中心に、基礎研究の成果と課題について解説する。さらには、食品評価のための新しい咀嚼ロボットシミュレーションの枠組みとして、「ヒトの構造や動作の忠実な再現」を重視するのではなく、「形成されゆく食塊の忠実な再現」を目指した食塊形成マニピュレーションについて言及する。

【MEMO】

第 66 回学術大会 優秀賞受賞者企画

シンポジウム

「顎口腔機能への人工知能の応用を考える」

【企画趣旨】

近年、ディープラーニングを牽引役とした人工知能の発展に伴い、人工知能の応用に関する研究が活発に行われている。現在は、第三次 AI ブームと呼ばれ、医療分野でも画像診断や見守りシステムなどの医療 AI の開発が進んでいる。

これまで本学会において、顎運動、咀嚼、嚥下などの顎口腔機能を対象とした、筋電図や生体音、センサーデータの測定・分析だけでなく、新たな測定装置の開発も数多く行われてきた。そこから得られた技術や経験は、今後、顎口腔機能領域での人工知能を開発する上で大きな推進力になると企画者は考えている。そのような意図から、今回の受賞者企画では「顎口腔機能への人工知能の応用を考える」と題したシンポジウムを企画した。

ご登壇いただく福井健一先生は、機械学習のアルゴリズム開発やその応用と幅広く、ご研究されている。シンポジウム前半では、先生が開発された「睡眠音に基づいた睡眠個性の可視化と良否判別」の技術についてご講演いただく。さらに、人工知能を開発する上で課題となる個人差や環境差の影響についても解説いただき、現在の人工知能の可能性や限界についても皆様と共有していきたい。シンポジウム後半では、今後の顎口腔機能への人工知能の応用やその可能性について、会場の皆様と議論できればと考えている。

【企画者】

内ヶ崎 一徹（東北大学大学院歯学研究科加齢歯科学分野）

第 66 回学術大会受賞テーマ

『超微量粘度計を用いた残留唾液の粘度測定：安静時唾液による予備的検討』

後藤 祐美（徳島大学大学院創成科学研究科理工学専攻）

第 66 回学術大会受賞テーマ

『成人男性被験者における頭位が嚥下音に与える影響』

講演

人工知能による睡眠個性可視化と良否判別



福井 健一（ふくい けんいち）

大阪大学 産業科学研究所

第1研究部門（情報・量子科学系）准教授

【略歴】

- 2005年7月～2010年3月 大阪大学 産業科学研究所 新産業創造物質基盤技術
研究センター 特任助手（2007年度より特任助教）
2010年3月 博士（情報科学）取得（大阪大学）
2010年4月～2015年6月 大阪大学 産業科学研究所 第1研究部門
(情報・量子科学系) 助教
2015年7月～現在 同 准教授
2020年6月～2022年6月 人工知能学会理事

【関連文献】

1. Hongle Wu, Takafumi Kato, Tomomi Yamada, Masayuki Numao and Ken-ichi Fukui. “Personal Sleep Pattern Visualization using Sequence-based Kernel Self-Organizing Map on Sound Data”, Artificial Intelligence in Medicine, Vol. 80, pp. 1-10, Elsevier, 2017.
2. Hongle Wu, Takafumi Kato, Masayuki Numao, and Ken-ichi Fukui. “Statistical Sleep Pattern Modelling for Sleep Quality Assessment based on Sound Events”, Health Information Science and Systems, Vol. 5, No. 11, Springer, 2017.
3. Wasin Kalintha, Takafumi Kato, Ken-ichi Fukui, “SleepAge Sleep Quality Assessment from Nocturnal Sound in Home Environment”, Proc. 24th International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems (KES2020), Procedia Computer Science, Vol. 176, pp. 898-907, 2020.
4. 福井健一, 加藤隆史. “機械学習による睡眠評価と睡眠改善に向けて”, 人工知能, Vol. 35, No. 4, pp. 495-503, 2020年7月号.
5. “Python と実例で学ぶ機械学習 識別・予測・異常検知”, 福井健一(著), オーム社, 2018年11月.

【要 旨】

睡眠は覚醒時における身体的、精神的、社会的、感情的な機能に影響を及ぼす生体現象であり、日常の睡眠状態を評価することは日々の健康を管理する上で重要である。本講演では、非接触かつ簡便な計測が可能な睡眠中の音響に基づく睡眠評価法を紹介する。睡眠音には睡眠を特徴付ける様々な生体活動（いびき、歯ぎしり、体動等）や周囲の環境音など多様な情報が含まれるため、従来のウェアラブルデバイスでは困難であった総合的な睡眠評価が可能になる。講演者は、睡眠音を解析するための人工知能技術に関する研究を行っている。本講演では、1. 一晩の睡眠個性を可視化する人工知能技術、2. 睡眠の良否判別を行う人工知能技術、について講演者の研究事例を紹介する。最後に、個人差・環境差の問題、多様な要因の考慮、少数データからの学習、等の課題について述べ、会場の皆様と議論できればと存じます。

【MEMO】

一般口演

ガム咀嚼時の舌運動と顎運動経路

Tongue movement and jaw movement path during chewing gum

○佐藤 理加子, 児玉 匠平, 大川 純平, 村上 和裕, 堀 一浩, 小野 高裕

○Sato R, Kodama S, Okawa J, Murakami K, Hori K, Ono T

新潟大学大学院医歯学総合研究科包括歯科補綴学分野

Division of Comprehensive Prosthodontics,

Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences

I. 目的

舌は緻密でダイナミックな動きにより様々な機能を生み出し、咀嚼・嚥下・構音において重要な役割を担っているが、口腔内にあるため直接運動する様子を観察することはできない。我々は舌運動モーションキャプチャシステム（電磁アーティキュログラフ、以下 EMA とする）と舌圧測定の同時測定により、水嚥下時やとろみ水嚥下時の舌運動と舌圧発現様相の特徴及び双方の関係性について研究を行い、報告してきた^{1,2)}。

一方で、咀嚼時の顎運動の解析や舌圧測定³⁾は今まで様々な研究がされてきたものの、舌運動の詳細な解析はこれまでほとんど行われておらず、舌運動と顎運動との関係性についても不明な点が多い。

そこで今回我々は、本システムを用いて咀嚼時の詳細な舌運動を明らかにするため、同時測定を記録し解析を試みた。本研究の目的是 EMA を用いて咀嚼時における舌運動と顎運動との関係を明らかにすることである。

II. 方法

1. 被験者

健常若年成人 7 名（男性 2 名、女性 5 名、平均年齢 26.5±1.5 歳）とした。

2. 実験装置

顎運動と舌運動の測定には EMA (AG-501, カールステン社)、舌圧測定には 5 カ所の感压点を有する舌圧センサシートと Swallow Scan System (ニッタ社) を用いた。

EMA のセンサは、舌圧センサシートの Chs1, 3, 4, 5 に対応する舌背上の位置にシアノアクリレート系接着材（アロンアルファ A、三共社）を用いて貼付し、それぞれ前方 (Ant), 後方 (Post), 左側 (Lt), 右側 (Rt) とした（図 1）。また、顎運動測定のために下顎切歯唇側面に切歯点 (Inc) のセンサ、頭部動揺補正のために左右頬骨弓外側部と鼻骨正中部にもセンサを貼付した。また、EMA の導線を噛まないようにするための口腔内装置を下顎に装着した。



図 1 EMA センサ貼付位置

3. 計測方法

被験試料はガム（サリバーガム α、東京歯材社）を用いた。被験者の口腔内にガム 1 個を入れ、左側のみで咀嚼を指示し、50 回咀嚼す

るまで測定した。測定は1回ずつとした。測定装置を装着した状態に馴化させるため、実験日以前に1度全ての装置をつけて同様の実験を試行した。

4. 解析方法

今回の報告では、舌運動と顎運動のみを分析対象とした。まず、左右頬骨弓と鼻骨正中の各センサの値から頭部動揺を補正した。つぎに、各センサの座標の値を上方、右方、後方を正とする3次元座標に置換した。さらに、Incにおける開口開始からの1咀嚼サイクルを基準として顎運動・舌運動波形の正規化と重ね合わせ処理を行ったのち、被験者全員の波形を重ね合わせ、前頭断・矢状断に分けて波形を分析した。本研究は新潟大学倫理委員会の承認を得て行った(28-R49-11-15)。

III. 結果及び考察

1. 前頭断波形(図2)

最大開口の後、舌は閉口相の間に最左方へ到達し、咬合相の間に右方へ戻ってきた。また、最大開口時付近で舌は最下方に到達し、閉口開始とともに舌も上方へ移動するが、閉口終了直前に一時的に下方へ移動したのち、上方へと戻っていた。

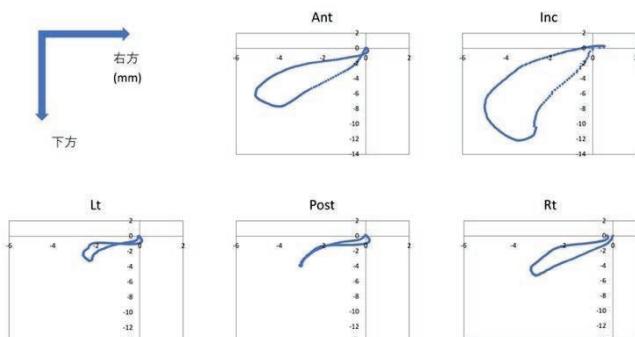


図2 舌運動および顎運動波形(前頭断)
(開口開始時の位置を0とする)

2. 矢状断波形(図3)

開口時にはIncは後方に動いたが、舌は前方へも動いていた。舌は開口開始後、最大開口までの間に最前方位を取っており、Antは舌後方のマーカーよりも早く後方へと移動

を開始した。後方のマーカーは閉口とともに後方へ移動した。閉口終了時に舌は最後方へ到達し、咬合相で元の位置へと戻っていた。

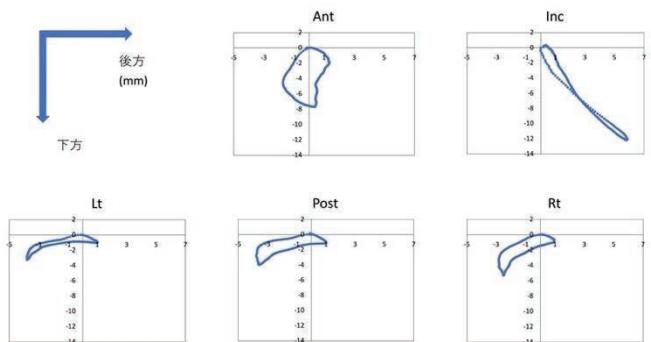


図3 舌運動および顎運動波形(矢状断)
(開口開始時の位置を0とする)

以上より、舌は、開口後最大開口までの間に前方へ、最大開口後閉口運動の間に咀嚼側へと動いていた。また、閉口時に舌は一度下方へ移動し、閉口後に右方・後方・上方へ動き元の位置へ戻っていた。これらの動きは、舌が食塊を歯列上に乗せ、咬合するまでの間に食塊を歯列上に維持し、咀嚼され歯列から溢れた食塊を再度歯列に乗せる動きと考えられた。

今後は、舌圧の解析を含めて詳細に咀嚼時の舌運動を検討する予定である。

IV. 文献

- Shitara S, Fujiwara S, Okawa J, et.al Coordination between lingual motion and pressure production during dipper/tipper type swallows. *J Oral Rehabil.* 2020;47(12):1479-1488.
- Kodama S, Fujiwara S, Okawa J, et.al Modulation of tongue motion and tongue pressure during liquid swallowing with different bolus volumes. *J Oral Rehabil.* 2021;48(11):1243-1251.
- Hori K, Ono T, Nokubi T. Coordination of tongue pressure and jaw movement in mastication. *J Dent Res.* 2006;85(2):187-191.

若年健常者の口腔のテクスチャー感受性と摂食動作の関連

Association between oral texture-perception ability and ingestive behavior in healthy young adults

○伊藤有希, 田中恭恵, 大道寺明也, 服部佳功

Yuki Ito, Yasue Tanaka, Akinari Daidoji, Yoshinori Hattori

東北大大学院歯学研究科加齢歯科学分野

Division of Aging and Geriatric Dentistry, Tohoku University Graduate School of Dentistry

I. 目的

食品のテクスチャーは、食べ物のおいしさに加えて、摂食嚥下の安全性に関わる重要な要素である。テクスチャーの変化により、咀嚼時間や嚥下時間が変化することとは知られているが、テクスチャーを捉える感覚の低下が摂食嚥下動作に及ぼす影響についてはよく調べられていない。

本研究では、とろみとざらつきの程度を識別する能力により口腔テクスチャー感覚を評価し、それらと、マッシュポテト摂取時に表面筋電図によって計測される咀嚼・嚥下のパラメータの関連を調べることで、口腔テクスチャー感受性が摂食動作に及ぼす影響を明らかにする。

II. 方法

1. 被験者

健常若年者 22 名（男性 5 名、女性 17 名、 24.0 ± 4.7 歳）を対象とし、研究の内容を十分に説明し、研究参加の同意を得た。顎顔面領域の運動・感覚障害、第三大臼歯を除く 4 本以上の歯牙欠損、実験に使用する食品等に対するアレルギーを有する者は除外した。本研究の実施に先立ち、東北大大学院歯学研究科研究倫理委員会の承認 (#2020-3-021) を得た。

2. 口腔テクスチャー感覚試験

本研究では、口蓋と舌により、検査試料のとろみおよびざらつきの程度を識別する能力（識別閾値）を口腔テクスチャー感覚として評価した。

1) 試料

とろみ感覚の評価にはキサンタンガム水溶液

(XG)，ざらつき感覚の評価には微結晶セルロース水懸濁液 (MCC) を使用した。XG は 0.30～0.65wt% で 8 段階、MCC は 3.4～6.6wt% で 9 段階に濃度を調整し、それぞれ最も濃度の大きい試料をリファレンスとし、その他の検査試料は濃度の小さい方から順にナンバリング (MCC-1～7/XG-1～8) した。

2) 識別閾値（ざらつき感覚スコアととろみ感覚スコア）の決定

リファレンスと識別可能な最大濃度の検査試料を決定するため、staircase method と 2 肢強制選択法を組み合わせて識別閾値を決定した。アイマスクを装着した被験者の舌上に、リファレンス試料と検査試料をランダムな順で流し入れ、濃度が大きいと感じた方を答えさせた。正答の場合は検査試料の濃度を 1 段階ずつあげ、被験者が誤答するまで繰り返した。誤答した場合は、検査試料の濃度を再び正解するまで濃度を 1 段階ずつ下げ、正答から誤答または誤答から正答の折り返しが 4 回となるまで試行を繰り返し、最後に正解した検査試料の番号をとろみ感覚スコア (XG スコア) およびざらつき感覚スコア (MCC スコア) とした。

3. 摂食嚥下動作の筋電図記録

水分量を 65% に調整したインスタントマッシュポテト（北海道じゅがマッシュ、カルビー）4 mL を試験食品として、咀嚼開始から 1 回目の嚥下終了までを、両側咬筋および舌骨上筋群の表面筋電図により各被験者 5 回ずつ記録した。テクスチャー感覚が良好だと、嚥下時の食塊のテクスチャーが一定であると仮定し、食塊テクスチャーの代替指標として、咀嚼回数、咀嚼時間、嚥下時間、嚥下時の EMG 積分値について平均値および変動係数を求め、テクスチ

ヤー感覚との関連を調べた。

4. 口腔機能検査

デンタルプレスケールIIを用いた最大咬合力検査、JMS 舌圧測定器による最大舌圧検査、/pa/, /ta/, /ka/音のオーラルディアドコキネシス、グルコセンサーを用いた咀嚼能力検査、サクソンテストを実施し、口腔テクスチャー感覚との関連を調べた。

5. 統計解析

MCC スコアと XG スコアのそれぞれについて、被験者を高値群と低値群に分類し、筋電図記録および口腔機能検査によって得られたパラメータに関する群間差を Wilcoxon の順位和検定を用いて有意水準 0.05 で検討した。

III. 結果および考察

XG スコアは 1~7 に分布し（中央値 5）、スコア 1~5 を XG 低値群（n=10）、スコア 6~7 を XG 高値群（n=12）とした。MCC スコアは 0~8 に分布し（中央値 5.5）、スコア 0~5 を MCC 低値群（n=11）、スコア 6~8 を MCC 高値群（n=11）とした。両スコアともに高値群に含まれたのは 6 名、両スコアともに低値群に含まれたのは 5 名だった。

XG 高値群では低値群と比較して咀嚼能力が大きく（ 208.8 ± 58.8 mg/dL vs. 148.7 ± 40.4 mg/dL, p=0.009）、嚥下時間の変動係数（標準偏差／平均値）が小さかった（ 0.43 ± 0.23 vs. 0.63 ± 0.20 , p=0.044 : 図）。とろみ識別感覚が鋭敏であると、食塊のテクスチャーを適切に判断して、食塊を効率的に咬合面上に輸送する能力が高い可能性が示唆された。また嚥下時間の変動の大きさは、嚥下時の食塊テクスチャーの変動の大きさを反映すると推察され、とろみ識別感覚が低下している者では、食塊テクスチャーを誤認し、嚥下時点での食塊テクスチャーが一定ではない可能性が示唆された。

MCC 高値群では低値群と比較して咬合力が小さく（ 1007 ± 355 N vs. 1578 ± 440 N, p=0.004）、咀嚼回数が少なく（ 24.6 ± 4.7 回 vs. 37.4 ± 15.1 回, p=0.049 : 図）、咀嚼時間が短かった（ 16.7 ± 4.4 秒 vs. 25.8 ± 11.4 秒, p=0.026）。本研究で試験食品として

用いた水分添加量 65% のマッシュポテトは、嚥下可能な食塊の要件としての構造と潤滑性のうち²⁾、既に構造の要件は満たしており、咀嚼により唾液と混和され潤滑性を得ることで嚥下に適当な食塊になると推察される。ざらつき識別感覚が低下した者は、食塊が咀嚼によって嚥下可能な状態に加工されてもなお、嚥下せずに咀嚼を継続している可能性があることが示唆された。また、ざらつき識別感覚が咬合力のコントロールと関連する可能性が伺われた。

本研究で口腔テクスチャー感覚の指標として評価したとろみ識別感覚閾値とざらつき識別感覚閾値は、それぞれ嚥下の可否の判断を介してマッシュポテト摂取時の摂食動作に影響を与える可能性が示唆された。

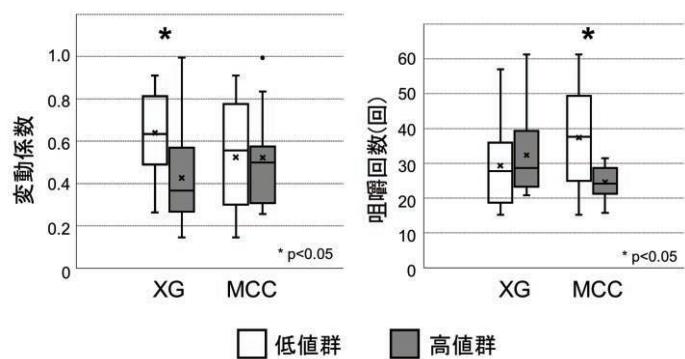


図 嚥下時間の変動係数（左）と咀嚼回数（右）

IV. 文献

- 1) Park HS, Kim DK, Lee SY, et al. The effect of aging on mastication and swallowing parameters according to the hardness change of solid food. J Texture Stud 2017; 48: 362-369.
- 2) Hutchings JB, Lillford PJ. The perception of food texture – The philosophy of the breakdown path. J Texture Stud 1988; 19: 103-115.

V. 謝辞

本研究は、公益社会法人ロッテ財団奨励研究助成を受け実施された。

カリウムイオンの嚥下誘発促進効果

Effect of potassium ions facilitates swallowing initiation in rat

○川田里美, TiTi Chotirungsan, 筒井 雄平, 真柄 仁, 辻村 恭憲, 井上 誠
Satomi Kawada, TiTi Chotirungsan, Yuhei Tsutsui, Jin Magara,
Takanori Tsujimura and Makoto Inoue

新潟大学大学院医歯学総合研究科 摂食嚥下リハビリテーション学分野
Division of Dysphagia Rehabilitation,
Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences

I. 目的

摂食嚥下障害において、嚥下惹起遅延は主たる病態のひとつである。過去の報告では、麻酔下ラットにおける塩化カリウム (KCl) の喉頭滴下による嚥下反射誘発効果は塩化ナトリウム (NaCl) に比して効果的である¹⁾、ヒトでは KCl を適用した時の随意嚥下間隔時間は NaCl よりも短かった²⁾と報告している。しかし、カリウムイオンがどのように嚥下開始に関与しているかは明らかではない。本研究では、生理学的手法を用いてカリウムイオンが嚥下開始に及ぼす影響について、ラットを対象として評価した。

II. 方法

実験 1: 全身麻酔下ラットにて、異なる濃度の各種カリウム塩水溶液 (KCl, KF, K₂SO₄) とナトリウム塩水溶液 (NaCl, NaF, Na₂SO₄) を声帯に滴下 (3 μl) して嚥下回数を記録した。嚥下運動同定には頸二腹筋前腹および甲状腺筋筋電図を用いた。

実験 2: 全身麻酔下・非動化ラットを用いて、声帯に生理食塩水 (160 mM NaCl), 蒸留水 (DW), 塩化カリウム水溶液 (160 mM) を滴下し、30 秒間の上喉頭神経応答を記録した。

実験 3: 觉醒自由行動下ラットを用いて、各種溶液に対する飲水行動を記録した。記録は頸二腹筋および甲状腺筋とし、ヘッドコネクタ・

シールドケーブルを介して筋電図記録を行った。記録時、塩化カリウム水溶液 (120 mM), 蒸留水、生理食塩水をランダムに提供して際の飲水行動を、動画撮影および筋電図記録により評価した。

解析: 各溶液の滴下によって誘発された嚥下回数、上喉頭神経応答、および覚醒ラットの飲水行動における嚥下関連筋群の筋電位を計測した。同一個体内で比較した統計解析として、2 群比較には t 検定、多群比較には繰り返しのある一元配置分散分析または二元配置分散を行った。

III. 結果及び考察

実験 1 では、塩化カリウムの嚥下誘発効果は蒸留水および生理食塩水より有意に大きかった (図 1)。また、すべてのカリウム塩水溶液は濃度依存性に嚥下誘発を促進した (図 2)。これに対して、塩化ナトリウム水溶液では濃度依存性に嚥下誘発を抑制し (図 3)、他のナトリウム塩水溶液では嚥下回数の変化が認められなかった。すなち、嚥下促進をもたらすのはカリウムイオン、抑制に関わるのは塩化物イオンであることを示唆する。

実験 2 では、各溶液に対する上喉頭神経の応答は塩化カリウムが蒸留水および生理食塩水よりも有意に大きな応答を示した (図 4, 5)。ことに、滴下直後の応答の違いは嚥下回数の違い

に相当するものであることが示唆される。

実験 3 では、ラットは提示された各溶液に対して、数回のリッキングの後に嚥下という動作を繰り返した。嚥下間隔と嚥下間のリッキング回数は塩化カリウムが蒸留水および生理食塩水よりも有意に小さかった(図 6)。対して、リッキングおよび嚥下 1 サイクルごとの筋活動およびサイクル時間には差が認められなかった。

以上より、カリウムイオンは上喉頭神経を活性化させることで、運動動態を変化させることなく嚥下反射誘発を促進したと推察される。現在、上喉頭神経に局在するカリウムイオンチャネルの詳細解明を目指した薬理学的アプローチを開始した。

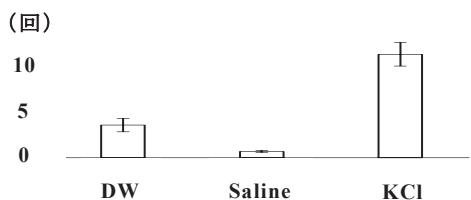


図 1. 各溶液滴下後の誘発嚥下回数の比較。

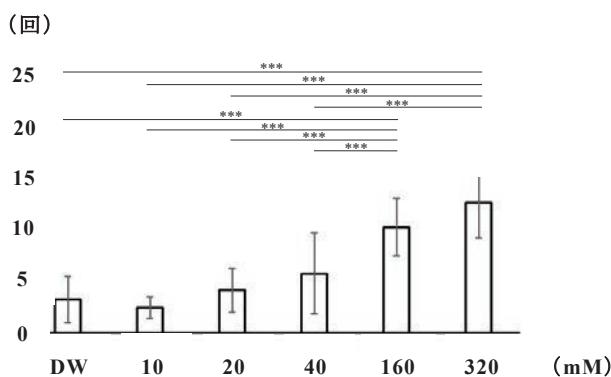


図 2. KCl の各濃度で誘発された嚥下回数。

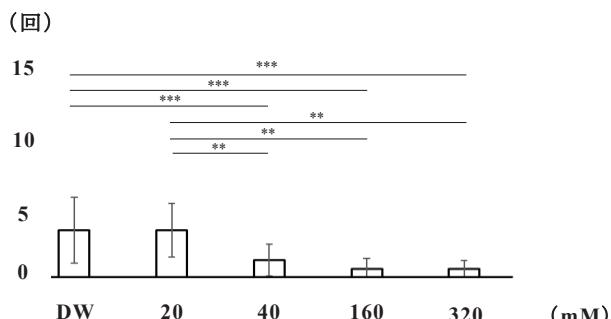


図 3. NaCl の各濃度で誘発された嚥下回数。

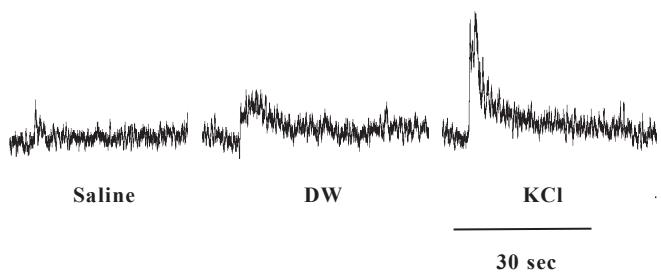


図 4. 各溶液刺激による上喉頭神経応答の例。

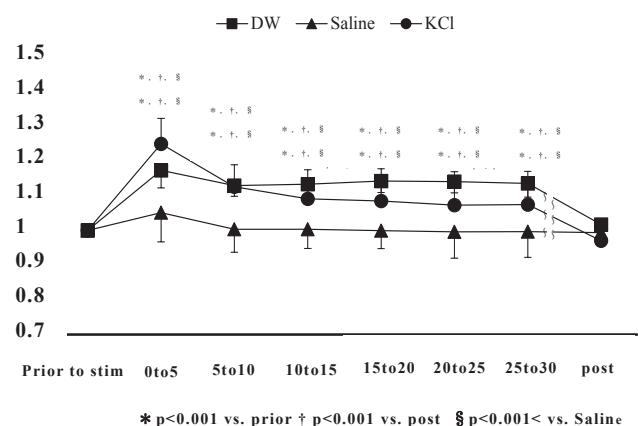


図 5. 各溶液に対する SLN 応答の大きさ。

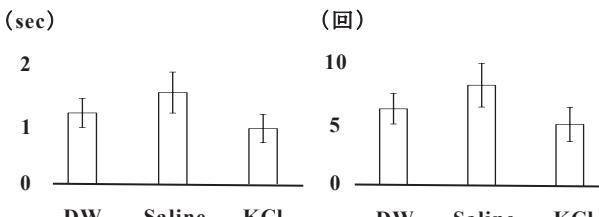


図 6. 飲水記録におけるリッキングと嚥下動態。

IV. 文献

- Shingai T. Water Fibers in the Superior Laryngeal Nerve of the Rat. JPN. Physiol 1980;30:305-307.
- Kitada Y, Yahagi R, Okuda-Akabane K. Effect of Stimulation of the Laryngopharynx with Water and Salt Solutions on Voluntary Swallowing in Humans: Characteristics of Water Receptors in the Laryngopharyngeal Mucosa. Chem Senses 2010;35-8;743-749

麻酔ラットへのアトロピン静脈内投与がもたらす 嚥下誘発の変調効果

Intravenous injection of atropine facilitates initiation of swallows in anaesthetized rats

○中嶋 優太, 辻村 恭憲, 吉原 翠, 那小屋 公太, 真柄 仁, 井上 誠
Yuta Nakajima, Takanori Tsujimura, Midori Yoshihara, Kouta Nagoya,
Jin Magara, and Makoto Inoue

新潟大学大学院医歯学総合研究科 摂食嚥下リハビリテーション学分野

Division of Dysphagia Rehabilitation,

Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences

I. 目的

高齢者の多くは抗コリン作用をもつ薬剤を服用している。その副作用として唾液分泌抑制に伴う口腔乾燥や消化管運動低下が挙げられており、摂食嚥下機能への影響が懸念される。臨床的に抗コリン薬と摂食嚥下障害との関連は認識されている¹⁾ものの、嚥下機能に対する直接的な影響については未だ明らかにされていない。

本研究は、ムスカリン性アセチルコリン受容体(mACh-R)遮断薬であるアトロピンが嚥下誘発に与える影響を検証し、そのメカニズムを解明することを目的とした。

II. 方法

対象：ウレタン麻酔 SD 系雄性ラット ($n=86$)

記録：左側舌骨上筋および甲状腺筋に留置したワイヤー電極(直径 0.18 mm, 電極間距離 2 mm)により筋電位を記録し、嚥下運動を同定した。

刺激：嚥下誘発のために、化学刺激として蒸留水(DW), 生理食塩水, クエン酸(10^{-2} M), カプサイシン(10^{-9} - 10^{-5} M)各 3 μ l の声带上滴下, 機械刺激として気切部より喉頭側にエアフロー刺激(8 ml/s, 10 秒), 電気刺激として右側上喉頭神経(SLN)刺激(4.8-125 μ A, 30 Hz, 10 秒)を行った。水嚥下誘発への関与が報告されている³⁾孤束核外側副核(1-NTS)へのNMDA微量注入(2 mM, 100 nL)によっても嚥下を誘発した。

処置：mAch-R遮断薬であるアトロピン(0.01-10

mg/kg)を静脈内(iv)投与し、嚥下誘発に及ぼす影響を検討した。対照群には、アトロピンの溶媒である生理食塩水またはアトロピンと同様の効果を有するが血液脳関門を通過しないメチルアトロピン(1 mg/kg)を iv 投与した。水嚥下誘発に対する上位脳の影響を評価するために除脳動物を用いて水誘発嚥下回数の比較を行った。

解析：化学・機械刺誘発嚥下回数および電気刺激誘発嚥下閾値を計測した。予備実験において繰り返し投与による嚥下誘発への影響を認めたクエン酸およびカプサイシン刺激は別群間で比較し、その他は同一個体内で比較した。統計解析として、2群比較には Paired t 検定または Student t 検定を、多群比較には繰り返しのある二元配置分散分析、繰り返しのある一元配置分散分析後に Tukey 法または Kruskal-Wallis 検定後に Dunn 法を行った。

III. 結果及び考察

アトロピンの iv 投与(1 mg/kg)では、水誘発嚥下回数は投与前よりも有意に増加し、生食、メチルアトロピン iv 投与では変化がなかった(図 1)。一方、生理食塩水、クエン酸、カプサイシン、エアフロー誘発嚥下に対するアトロピンの効果は認められなかった。

アトロピンによる水誘発嚥下の促通効果は、1 mg/kg 投与 15 分後で最大となり、この効果はメチルアトロピンでは確認されなかった(図 2)。SLN 刺激誘発嚥下閾値は 1 mg/kg のアトロピン投与群

で有意に低下し、生食投与群では変化がなかった(図3)。

アトロピングの嚥下誘発促通効果は中枢性に生じていると考えられたため、嚥下誘発に対する上位脳の影響を評価する目的で除脳処置を行ったところ、水誘発嚥下回数が有意に減少し、その後にアトロピングを投与しても嚥下回数に変化は認められなかつた。最後に、1-NTSへのNMDA微量注入による誘発嚥下回数は、アトロピング投与後に有意に増加した(図4)。

以上の結果から、アトロピングによる水誘発嚥下特異的な促通効果が認められ、これは中枢におけるmACh-Rが関与していると考えられた。

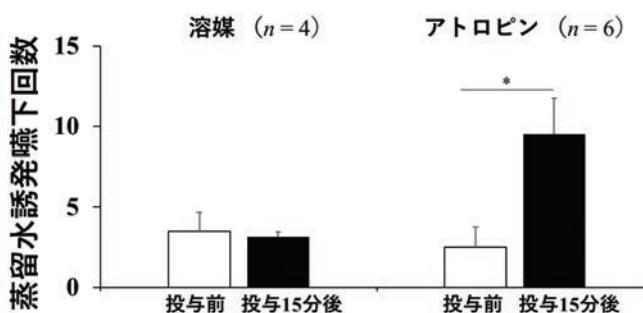


図1. アトロピングおよび溶媒(生理食塩水) iv 投与前後の水誘発嚥下回数の比較。

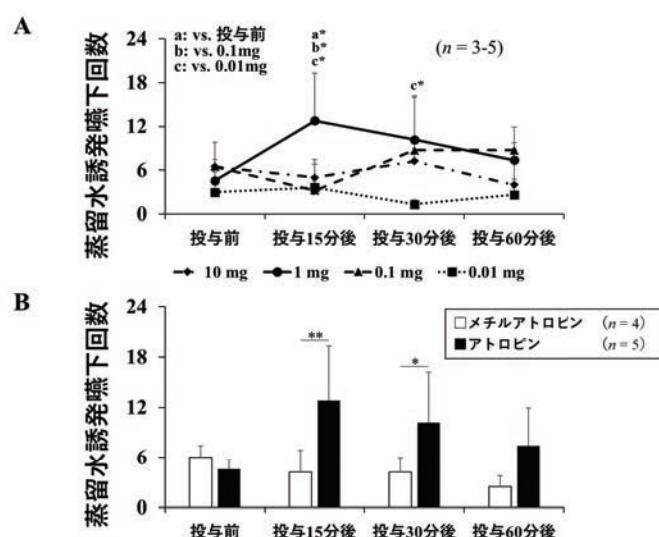


図2. 水誘発嚥下に対する異なる濃度のアトロピング投与の経時的变化の比較(A)とアトロピングとメチルアトロピングの効果の比較(B)。

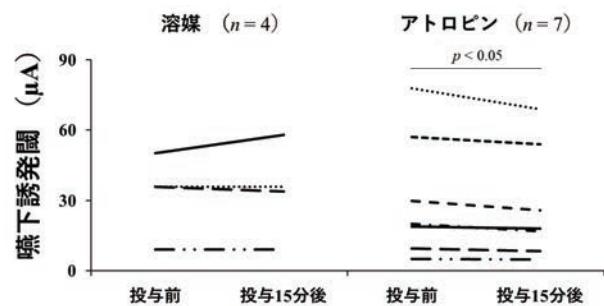


図3. アトロピングと溶媒(生理食塩水) iv 投与前後のSLN刺激による嚥下誘発閾値の比較。

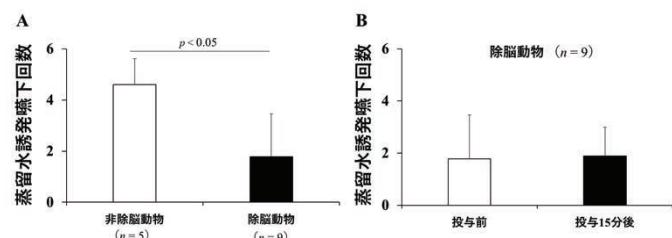


図4. 水誘発嚥下に対する除脳の影響(A)と除脳動物におけるアトロピング iv 投与前後の水誘発嚥下回数の比較(B)。

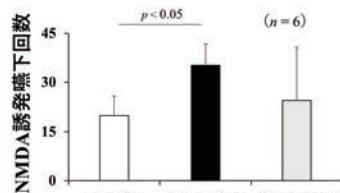
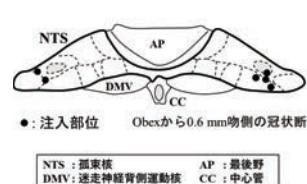


図5. NMDA微量注入部位(左)とNMDA誘発嚥下に対するアトロピング投与の効果。

IV. 文献

- 1) Castejón-Hernández et al. Association between anticholinergic burden and oropharyngeal dysphagia among hospitalized older adults. *Aging Clin Exp Res*; in press, 2020.
- 2) Tsubouchi et al. Swallowing disorder and inhibition of cough reflex induced by atropine sulfate in conscious dogs. *J Pharmacol Sci* 2008;106(3):452-459.
- 3) Prescott SL et al. An Airway Protection Program Revealed by Sweeping Genetic Control of Vagal Afferents. *Cell*. 2020 Apr 30;181(3):574-589.

咀嚼行動の変容による認知機能と脳活動パターンの変化 Changes in cognitive function and brain activity patterns due to altered masticatory behavior

○宮崎透奈¹, 鈴木達也¹, 長谷川陽子², 吉村将悟²,
サンタマリア マリアテリース², 堀一浩², 山村健介³, 小野高裕², 小野弓絵⁴
Yukina Miyazaki, Tatsuya Suzuki, Yoko Hasegawa, Shogo Yoshimura,
Sta.Maria M, Kazuhiro Hori, Kensuke Yamamura, Takahiro Ono, Yumie Ono
1. 明治大学大学院・理工学研究科電気工学専攻, 2. 新潟大学大学院・医歯学総合研究科包括
歯科補綴学分野, 3. 新潟大学大学院・医歯学総合研究科口腔生理学, 4. 明治大学・理工学部
電気電子生命学科

1. Electrical Engineering Program, Graduate School of Science and Technology, Meiji University, 2.
Division of Comprehensive Prosthodontics, Niigata University Graduate School of Medical and Dental
Sciences, 3. Division of Oral Physiology, Niigata University Graduate School of Medical and Dental
Sciences, 4. Department of Electronics and Bioinformatics, School of Science and Technology, Meiji
University

I. 目的

近年の研究から、ガムチューイングなどの咀嚼活動が一時的に認知機能を向上させることや、咀嚼機能が維持されている高齢者ほど認知機能障害のリスクが少ないとされている¹⁾が、日常生活における積極的な咀嚼行動の増加が認知機能を向上させられるかについてはまだ明らかではない。そこで、本研究は若年者を対象とし、ウェアラブルデバイスを用いて1か月間咀嚼行動の変容を促した場合の咀嚼行動、認知機能、認知課題実行中の脳活動の変化についてランダム化比較試験により検討した（新潟大学倫理審査委員会承認 2020-0478, 明治大学理工学部人を対象とした実験研究に関する倫理委員会承認 理工安倫 22 第 558 号, 日本学術振興会科学研究費 20H03877）。

II. 方法

1. 被験者

若年健常成人 41 人（男性 20 人、女性 21 人、平均年齢 24.0 歳）が実験に参加した。

2. 実験方法

1 か月かけてよく噛むことを習慣化する介入群と、いつも通りの食生活を送る対照群の二つのグループにランダムに被験者を振り分けた。介入群が用いた bitescan (SHARP 社製) は、専用のアプリと連携して食事時の咀嚼回数目標値を自動で設定し、咀

嚼回数をリアルタイムで提示するウェアラブルデバイスである。介入群の被験者は間食も含め全ての食事時に bitescan を使用するよう指示された。介入群の被験者のみ、 bitescan 使用による咀嚼行動の変容を調べる目的で、介入期間の前後で海苔巻きおにぎり(昆布; 100g, food sunaga) 摂取時の咀嚼回数を計測した。また認知機能の変化を調べるために、介入期間の前後で全被験者が以下の 3 つの課題を行い、機能的近赤外分光法(functional near-infrared spectroscopy: fNIRS (OMM-3000 または FOIRE-3000, 島津製作所)) を用いて課題実行時の脳活動を計測した。

- 2back 課題
- カラーストループ課題
- ガム (サリバーガム α , 株式会社東京歯材社) の咀嚼課題

2back 課題とカラーストループ課題は、実行機能・行動抑制機能・短期記憶機能を評価できる認知課題である。介入期間の前後における成績の変化を調べるために、脳活動に加え、反応時間(課題がスクリーンに表示されてから被験者が回答するまでの時間 [s]) と正解数(問) も計測した。

3. データ解析

おにぎり摂取時の咀嚼回数は、各被験者の初日と最終日の変化量を算出し、群ごとに一標本 t 検定を適用して有意な咀嚼回数の変化を検討した。認知課題の成績(正解数と反応時間)については二元配置分散分析を行った。fNIRS データは Oxy-Hb 濃度変

化量を用い、重畠する全身血流反応は血流動態分離法²⁾を用いて除去した。一般線形モデル (GLM) 解析によって検出した各被験者の皮質活動マップに対し、SPM12³⁾を適用して群間・介入前後での脳賦活状態の比較を行った。

III. 結果および考察

おにぎり咀嚼回数の介入期間後の増加量は介入群でのみ有意に増加した($p<0.05$; 図1)。カラーストループ課題と2back課題の成績(正解数、反応時間)は、いずれも時間の主効果のみ有意であった($p<0.05$; 図2)。ガム咀嚼課題中のOxy-Hb濃度変化量は、介入前では両群に差は見られなかったが、介入後では介入群の左右の前頭前野背外側部(Dorsolateral prefrontal cortex: DLPFC)と運動前野の活動が対照群に比べ有意に高かった(2sample-t検定；図3)。2back課題中のOxy-Hb濃度変化量は、介入前では両群に差は見られなかったが、介入後では介入群の右DLPFCの活動が対照群に比べ有意に低かった(2sample t検定；図4)。

Bitescanによる介入は咀嚼行動の変容を促し、食事中の咀嚼回数を増加させた。若年者では介入群と対照群とで認知課題成績に変化は見られなかったが、脳活動計測の結果より bitescanによる介入は咀嚼時にDLPFCをより活動させ、認知負荷の高い課題を行う際には、より少ない前頭前野の負荷で認知課題の遂行が可能となったと考えられる。

これらの結果から、日常生活で頻回に行う食事時に意識的な咀嚼を行うようになることで、DLPFCを日常的に活動させる習慣が形成され、DLPFCを介する神経ネットワークに可塑的な変化が生じた結果、DLPFCの活動効率が上昇し、同じ難易度の認知課題でも少ない脳活動で行うことができるようになったと考えられる。

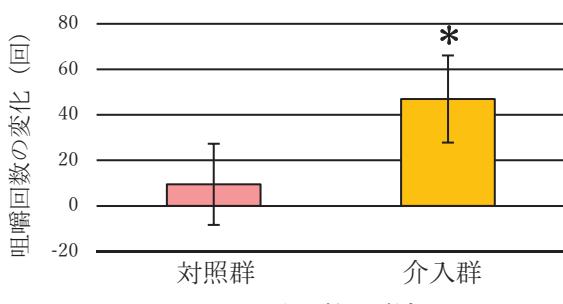


図1 咀嚼回数の増加

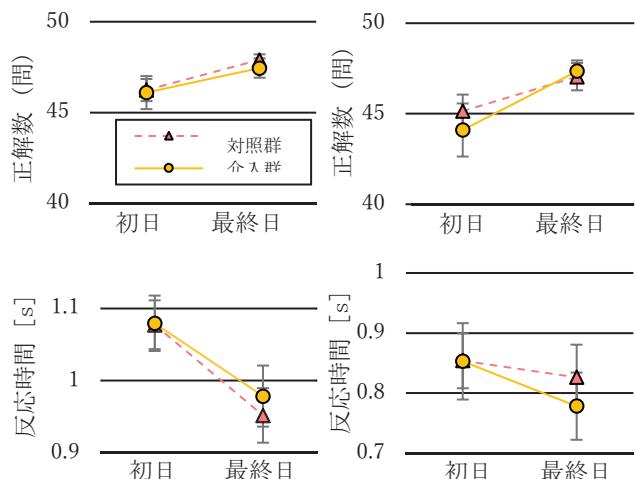


図2 認知課題の成績の変化
(左:カラーストループ課題、右:2back課題)

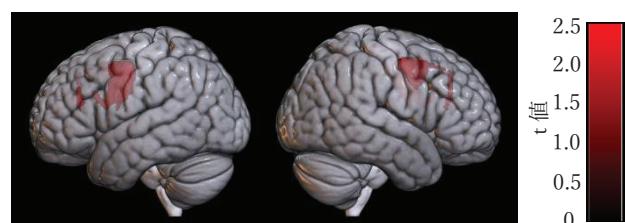


図3 ガム咀嚼課題時の脳賦活部位の比較

(補正なし $p<0.05$; 介入後, 介入群 > 対照群)

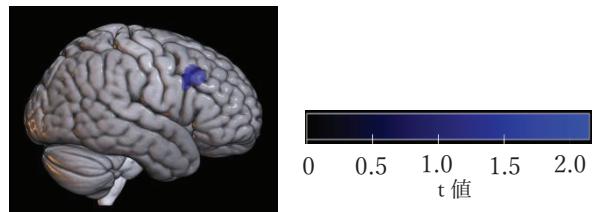


図4 2back課題時の脳賦活部位の比較

(補正なし $p<0.05$; 介入後, 介入群 < 対照群)

IV. 文献

- Ono Y, Yamamoto T, Kubo, K. Y., Onozuka M. Occlusion and brain function: mastication as a prevention of cognitive dysfunction. J Oral rehabilitation. 2010;37(8):624-640.
- Yamada T, Umeyama S, Matsuda K. Separation of fNIRS signals into functional and systemic components based on differences in hemodynamic modalities. PloS one. 2012;7(11):e50271.
- Ye J C, Tak S, Jang K E, Jung J, Jang J. NIRS-SPM: statistical parametric mapping for near-infrared spectroscopy. Neuroimage. 2009;44(2):428-447.

近赤外分光法を用いたガム咀嚼課題中の脳血流計測 および皮膚血流ノイズ除去手法の評価

Measurement of cortical blood flow during gum-chewing task using near-infrared spectroscopy and evaluation of skin blood flow artifact removal method

○鈴木達也¹⁾, 宮崎透奈¹⁾, 長谷川陽子²⁾, 吉村将悟²⁾,
サンタマリア マリアテリース²⁾, 山村健介³⁾, 小野高裕²⁾, 小野弓絵⁴⁾

Tatsuya Suzuki¹⁾, Yukina Miyazaki¹⁾, Yoko Hasegawa²⁾, Syogo Yoshimura²⁾,
Ma Therese Sta. Maria²⁾, Kensuke Yamamura³⁾, Takahiro Ono²⁾, Yumie Ono⁴⁾

¹⁾明治大学大学院 理工学研究科 電気工学専攻,
新潟大学大学院 医歯学総合研究科 ²⁾包括歯科補綴学分野, ³⁾口腔生理学分野,
⁴⁾明治大学 理工学部 電気電子生命学科

¹⁾Electrical Engineering Program, Graduate School of Science and Technology, Meiji University,

²⁾Division of Comprehensive Prosthodontics, ³⁾Division of Oral Physiology,
Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences,

⁴⁾Department of Electronics and Bioinformatics, School of Science and Technology, Meiji University

I. 目的

機能的近赤外分光法 (functional near-infrared spectroscopy: fNIRS) は近赤外光が皮膚や頭蓋骨などの生体組織を透過する性質を利用して大脳皮質の血流変化 (ヘモグロビン濃度変化) を評価する非侵襲的脳機能計測法である。fNIRS は計測時の姿勢や体動への制約が比較的小ないため、歯科分野においては顎口腔運動時の脳機能計測への応用が試みられてきた¹⁾。しかし、頭皮上に光プローブを設置する原理上 (図 1)，運動に伴う皮膚血流変化によるアーチファクトの混入が結果の解釈を困難にしていた。近年ではこれらの皮膚血流ノイズを除去する先進的な信号処理手法が提案されてきている。

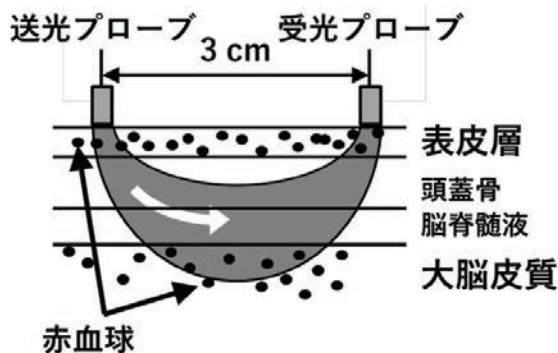


図 1. fNIRS 計測の近赤外光検出のイメージ。

本研究では、皮膚血流増加が重畠しやすいガム咀嚼課題中の fNIRS データを対象とし、全ての計測信号に共通して重畠する皮膚血流の影響を除去する空間フィルタ法²⁾を適用してその妥当性を検討した結果を報告する。

II. 方法

1. 被験者

若年健常成人 41 名（男性 20 名、女性 21 名、平均年齢 24.0 歳）が実験に参加した。本研究は明治大学理工学部人を対象とした実験研究に関する倫理委員会（承認番号：理工安倫 19 第 539 号）ならびに新潟大学倫理審査委員会の承認（承認番号：2020-0478）を経て行われた。

2. 実験方法

被験者は両側前頭葉から頭頂葉をカバーする 48 チャンネルの fNIRS (OMM-3000 または FOIRE-3000, 島津製作所) を装着し、レスト（安静）15 秒、タスク（ガム咀嚼）15 秒を 6 回繰り返した。咀嚼回数を制御するために、ガム咀嚼運動は一定のテンポ（70 回/分）のメトロノーム音と同期して行った。fNIRS 計測における脳活動の指標である酸素化ヘモグロビン濃度変化 (Oxy-Hb) および脱酸素化ヘモグロビン濃度変化 (Deoxy-Hb) を取得した。また、3 次元ディジタルイザ (FASTRAK, Polhemus)

を用いて fNIRS 計測のプローブ位置を計測した。取得したプローブ位置の 3 次元座標より標準脳座標 (MNI 座標) を算出した。

3. 空間フィルタ法

本研究で皮膚血流ノイズを除去するために用いた空間フィルタ²⁾において、皮膚血流ノイズは計測領域全体に重畠していると仮定される。まず、全チャンネルの fNIRS 計測信号に対して主成分分析を適用し、計測信号全体に含まれる皮膚血流信号を推定することができる。さらに、計測された fNIRS 信号 (生データ) から皮膚血流信号 (推定されたノイズ信号) を減算することで、皮膚血流ノイズが除去された fNIRS 信号 (推定された脳血流信号) が得られる。

4. fNIRS 信号のデータ解析

計測した fNIRS 信号に対して上述の空間フィルタ法を適用した。皮膚血流ノイズ除去前後の各波形に対して全 6 回のタスクのデータを加算平均処理した後、加算信号のタスク開始が 0 となるようにベースライン補正を行った。

III. 結果及び考察

fNIRS 信号の生データおよび皮膚血流ノイズ除去後の信号に対して、加算平均処理およびベースライン補正を行った時系列波形を図 2 に示す (右半球の計測チャンネルの一部)。皮膚血流ノイズ除去前の生データは Oxy-Hb および Deoxy-Hb の波形が同方向に変化しており、皮膚血流増大の影響が強く表れた (図 2a)。一方、皮膚血流ノイズ除去後の波形は、Oxy-Hb と Deoxy-Hb が逆方向に変化しており、典型的な脳賦活パターンとなった (図 2b)。また、生データでは計測チャンネル全体に Oxy-Hb の増大がみられたが、皮膚血流ノイズ除去後は背外側前頭前野や一次運動野、一次体性感覚野などの咀嚼関連脳領域に限局した賦活がみられ、fMRI を用いた先行研究³⁾の結果と一致した。

以上より、空間フィルタ法はガム咀嚼課題中に重畠する皮膚血流ノイズを除去し、脳活動を抽出できる可能性が示された。より日常に近い食事中の脳活動などへの応用も期待できる。

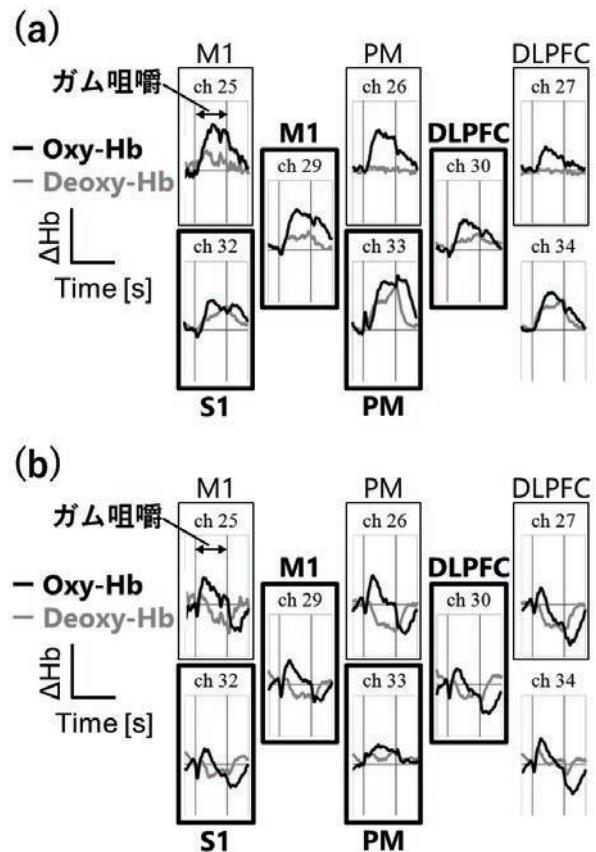


図 2. (a) 皮膚血流ノイズ除去前 (生データ)、および (b) 皮膚血流ノイズ除去後の fNIRS 信号の加算平均波形 (右半球の計測チャンネルの一部)。M1 : 一次運動野, S1 : 一次体性感覚野, DLPFC : 背外側前頭前野.

IV. 文献

- 1) Ono Y, Kobayashi G, Hayama R, Ikuta R, Onozuka M, Wake H, Shimada A, Shibuya T, Tamaki K. Prefrontal hemodynamic changes associated with subjective sense of occlusal discomfort. BioMed Research International 2015;2015:395705.
- 2) Zhang X, Noah JA, Hirsch J. Separation of the global and local components in functional near-infrared spectroscopy signals using principal component spatial filtering. Neurophotonics 2016;3(1):015004.
- 3) Onozuka M, Fujita M, Watanabe K, Hirano Y, Niwa M, Nishiyama K, Saito S. Mapping brain region activity during chewing: a functional magnetic resonance imaging study. J Dent Res. 2002;81(11):743-746.

摂取食品に対する情動変化が脳神経活動に与える影響

Effects of emotional changes in brain neural activity in relation to food intake

○長谷川陽子¹, 吉村将悟¹, 鈴木達也², 白水雅子³, サンタマリアマリアテリース¹, 山村健介⁴, 小野弓絵⁵, 小野高裕¹

Yoko Hasegawa, Shogo Yoshimura, Tatsuya Suzuki, Masako Shiramizu, Ma. Therese Sta. Maria, Kensuke Yamamura, Yumie Ono, Takahiro Ono

1. 新潟大学大学院医歯学総合研究科包括歯科補綴学分野, 2. 明治大学大学院理工学研究科電気工学専攻, 3. 大手前短期大学歯科衛生学科, 4. 新潟大学大学院医歯学総合研究科口腔生理学分野, 5. 明治大学理工学部電気電子生命学科

1. Division of Comprehensive Prosthodontics, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Niigata University, 2. Department of Electronics and Bioinformatics, Graduate School of Science and Technology, Meiji University, 3. Department of Dental Hygiene, Otemae Junior College, 4. Division of Oral Physiology, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Niigata University, 4. Department of Electronics and Bioinformatics, School of Science and Technology, Meiji University

I. 目的

「おいしい」と感じる食事は脳を活性化させ、幸福感を生み出し、体に良い影響を与えると考えられている。日常的な食事では「おいしい、好き」と感じる快情動と、「まずい、嫌い」と感じられる不快情動とが混在し、人によって「おいしさ」の感じ方は様々である。前頭皮質は、経験依存的な風味処理の中枢を担っているだけでなく¹、食経験や味嗅覚への記憶によって活動性が影響され、主観的な快楽経験にも深く関わっていることが知られている。

我々は、機能的近赤外分光法 (functional near-infrared spectroscopy: fNIRS) による脳神経活動の計測から、咀嚼時の情動変化と生体反応との関連性に注目して研究を行ってきた。先行研究では、ガムの味・香りが「おいしくない」と感じるガムを咀嚼した方が、「おいしい」と感じるガムより、左前頭極・背外側前頭前野において有意に脳血流変化が大きかった²。一方で、同じ硬さ・容量の被験食品（ガム）を使用したため、本来の個人の嗜好が考慮されておらず、被験食品ではなく、「おいしくない」ガムを「おいしい」と官能試験にて判定してしまう被験者がいる等、個々の嗜好に併せた情動変化を評価出来なかった。

そこで本研究では、被験食品を各人の食品嗜好にあわせたものを準備し、おいしいもの／おいしくないものをそれぞれ食べた際の脳

血流変化を fNIRS で評価し、摂取食品に対する情動変化が脳神経活動に与える影響について明らかにすることを目的とした（新潟大学倫理審査委員会承認 2019-0216）。

II. 方法

対象は、20-35 歳の右利きの健常有歯齶者 21 名（男性 10 名 女性 11 名、 28.1 ± 3.7 歳）。

被験食品の決定は、アレルギーの有無を確認したのち、Google Forms を用いた食品に関する質問への回答から行った。

食品に関する質問は、closed question と open question (“好きな食品／嫌いな食品を教えてください”）の 2 つを実施した。closed question は、被験者以外の 20 代健常成人 40 名に open question でたずねた際、“好き”または“嫌い”と答える頻度が多かった食品 10 種について、それぞれ点数を記入してもらった（とても好き～とても嫌い：5 点～1 点）。open question の回答を優先し、被験食品が準備し難い場合は closed question の回答を考慮して被験食品を決定した。被験食品は、介護食品として軟らかく調理されたあいーと®（イエヌ大塚製薬）または囁まずに飲み込めるようペースト状に調理した食品とした。

実験プロトコルを図 1 に示す。脳血流の計測は、両側前頭葉から頭頂葉をカバーする 45 チャンネルの fNIRS (FOIRE-3000、島津製作

所) を用いて行い、oxy-Hb を解析した。実験は、食後 3 時間以上あけておこなった。

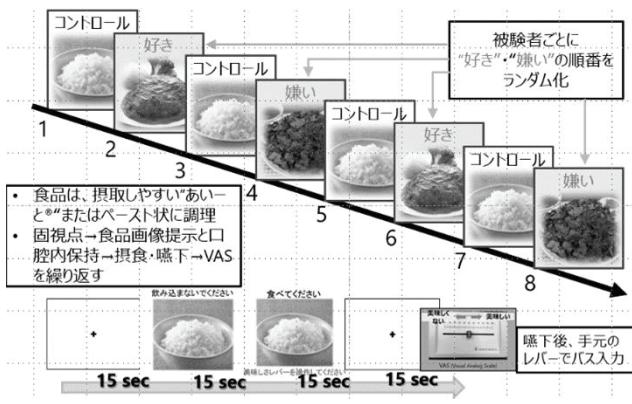


図 1：実験プロトコル

食品は、コントロール（あいーと®ごはん）・好き・嫌いな食品を計 3 種用い、それぞれスプーン 1 杯 4g ずつ繰り返し摂取した。目前に設置したモニターに表示される指示に従って、摂取嚥下と Visual analog scale (VAS: おいしい～まずい) の回答とを繰り返し行った。

fNIRS のデータは、一般化線形モデル (generalized linear model: GLM) を用いて解析した。まず、食品摂取時の情動価反応に関して被験者に共通して応じて賦活する脳部位を抽出するのため、VAS 値により評した情動の影響を取り込んだ以下の式で表される GLM により解析を行った。

$$y(t) = \beta_1 x_1(t) + \beta_2 x_2(t) + \beta_3 x_3(t) + \beta_4 x_4(t) \\ + \beta_5 x_5(t) + \beta_6 x_6(t) + \varepsilon(t)$$

$y(t)$: fNIRS 計測信号、 β_i : 係数、 $x_1(t)$: 食品摂取による情動反応 (VAS) に起因する脳活動のモデル関数、 $x_2(t)$: 食品画像呈示刺激に起因する脳活動のモデル関数、 $x_3(t)$: 食品の口腔内保持に起因する脳活動のモデル関数、 $x_4(t)$: 咀嚼および嚥下に起因する脳活動のモデル関数、 $x_5(t)$: ベースラインドリフトのモデル関数、 $x_6(t)$: ベースラインシフトのモデル関数、 $\varepsilon(t)$: 誤差項。

ここで x_1 は食品摂取時の VAS 値を反映した脳活動のモデル関数であるため、情動価に対応した活動変化を示す部位ほど係数 β_1 が高値を示すこととなる。よって各チャンネルの β_1 値より皮質活動マップを被験者毎に作成し、SPM12³ を用いて one-sample t-test を行い、“おいしさ”の情動変化に応じて全被験者に共通して反応する脳賦活部位（多重比較補正なし、 $p < 0.005$ ）を求めた。

III. 結果及び考察

食品摂取時の情動価が大きい場合、左側の背外側前頭前野 (Brodmann area: BA 9 野、BA 46 野) のにおいて、有意に活動が有意に亢進した。右側半球においてもでは、BA 6 野 (前運動野、補足運動野) の一部に有意な活動亢進がみられたがわずかに変化した (図 2)。背外側前頭前野は、食欲制御、食物渴望、実行機能に関連する重要な脳領域であり、記憶、注意、学習、行動と深く関連する実行機能を制御する。また背外側前頭前野の血流変化は、報酬価値 (reward) や、線条体などの大脳辺縁系の報酬領域の制御と関連することが報告されている。摂食行動に伴う情動変化が、左側背外側前頭前野で確認できたことは、食事に伴う報酬系の活動が、記憶、学習など高次機能に影響を与える可能性を示している。すなわち、食事時の“おいしさ”が認知機能変化に影響を与える可能性が推察された。



図 2：食事による情動で賦活化する皮質領域

IV. 文献

- Rolls ET, Critchley HD, Mason R, Wakeman EA. Orbitofrontal cortex neurons: role in olfactory and visual association learning. J neurophysiology 1996; 75: 1970-81.
- Hasegawa Y, Sakuramoto A, Suzuki T, et al. Emotional modulation of cortical activity during gum chewing: A functional near-infrared spectroscopy study. Front Neurosci; in press.
- Ye J C, Tak S, Jang K E, Jung J, Jang J. NIRS-SPM: statistical parametric mapping for near-infrared spectroscopy. 2009; Neuroimage;44(2):428-447.

演題番号 8

ウサギ咀嚼運動中に誘発した低閾値開口反射の 顎位による変調の違いは咀嚼開始後 何サイクル目から始まるのか Which mastication cycle does start the difference of the jaw-opening reflex modulation that depended on the jaw-position evoked during fictive mastication in rabbits?

○松永 知子, 森田 匠, 平場 勝成

Tomoko Matsunaga, Takumi Morita, Katsunari Hiraba

愛知学院大学歯学部生理学講座

Department of Physiology, School of dentistry, Aichi Gakuin university

I. 目的

咀嚼運動はリズミカルな筋の協調運動であり、そのリズムは脳幹に存在するパターンジェネレーターによって中枢性に形成される¹⁾。咀嚼中は口腔内に摂取した食物の物性に応じて末梢からの感覺入力による調整を受けるが、この顎運動の制御に関与する顎反射の一つである開口反射には低閾値刺激で誘発されるものがある。低閾値開口反射は咀嚼運動中に誘発されると、閉口相と咬合相で抑制されることが知られている²⁾。

我々は以前より、この低閾値開口反射の変調が咀嚼サイクル中の咬合接触直前の顎位（閉口相の後期）で最も強く抑制されることを報告してきた。しかし、この顎位に依存した強い抑制が咀嚼開始後にどのタイミングから生じるのかという点は未だ明らかではない。

仮に、咀嚼運動開始直後の、咬合接触が生じる前から強い抑制が生じるのであれば、この顎位に依存した開口反射の強い抑制には、咬合接触による末梢からの入力が必要ではないことを意味する。一方、数サイクル咀嚼したのちに強く抑制が開始されるか、サイクルを重ねるごとに徐々に抑制されていくのであれば、咬合接触による末梢からの感覺入力に基づいて最も強く

開口反射が抑制される顎位が決定されていることを示唆する。

本研究の目的は、安静時と咀嚼様運動中に下歯槽神経刺激によって誘発される開口反射応答を、刺激開始後1発目および咀嚼開始1サイクル目からそれぞれを順に解析し、咀嚼開始後の開口反射の変調が何サイクル目から開始されるのかを明らかにすることである。

II. 方 法

1. 外科処置と記録

本研究の外科処置および後述の実験は愛知学院大学歯学部動物実験指針に準拠して（承認番号：AGDU 476-2号）行った。

ウレタン麻酔下の雄の日本白色ウサギ（体重 2.9～3.5kg）12羽において、オトガイ部に磁石を固定し、鼻部に取り付けた磁気センサーで下顎の運動を記録した。左側下歯槽神経刺激のために鋼ワイヤー電極を左側下顎管から挿入し固定した。左側頸二腹筋前腹に環状の筋電図記録電極を縫合して筋電図の記録を行った。動物の頭部を脳定位固定装置に固定し咀嚼運動誘発電気刺激のために右側頭蓋骨の一部を削除し皮質咀

嚙野を露出した。外科処置の後、ハロタン麻酔下にて大脳皮質咀嚼野にタングステン微小電極を刺入し、咀嚼様運動を誘発させた。安静時及び咀嚼様運動時に、咀嚼サイクルの中で最も強い抑制がみられる閉口相後半の咬合接触前（end-CL：開口量約 2.6 mm）の頸位において、下歯槽神経を二発刺激（刺激頻度 4Hz、刺激強度 1.04T）して頸二腹筋に低閾値開口反射を誘発し、その筋電図記録を行った。

2. 解析

ウサギの咀嚼様運動時の咀嚼周期は約 4 Hz である。本研究では 1 咀嚼サイクル毎に同じ頸位で開口反射が誘発されるため、咀嚼運動中の開口反射は約 4 Hz で誘発・記録される。過去の多くの研究では 1 Hz の頻度で開口反射を誘発しているが、安静時に 4 Hz の頻度で開口反射を誘発すると、1 Hz の時と比較して刺激を重ねるごとの開口反射の変化が大きく、振幅が減少していく傾向が見られる。そこで、安静時に 4 Hz の頻度で誘発・記録した開口反射と、咀嚼様運動中に記録した開口反射を、反射が誘発された順序を対応させて咀嚼開始後 1 サイクル目から 6 サイクル目までの開口反射の減弱率を算出した。

III. 結果及び考察

安静時に 4 Hz の頻度で誘発した開口反射の振幅は刺激開始後 1 発目から 2 発目にかけて大きく減少し、その後徐々に減少する傾向が見られ、5 発目以降、反射波形は概ね安定した。誘発順を対応させた安静時の開口反射振幅を 100%とした時、咀嚼開始後 1 サイクル目に誘発した開口反射の振幅は安静時の約 40%，2 サイクル目は約 15%と、1 サイクル目から 2 サイクル目

の間に急速に抑制され、その後も持続的に概ね 15%以下に抑制されていた。安静時に見られた 1 発目から 2 発目の間の開口反射振幅の減少を加味しても、咀嚼運動中の end-CL の頸位で誘発した開口反射の 1 サイクル目から 2 サイクル目での変化は有意なものであった。また、1 サイクル目の振幅と比較して、3 サイクル目以降の全てのサイクルにおける各振幅との間に有意差が認められた。

本研究における end-CL の頸位は、1 咀嚼サイクルの中でも閉口相後期で咬合相直前の上下顎の咬合接触が生じる前であるので、1 サイクル目に誘発した開口反射は歯根膜からの感覚入力もまだ生じていない状態で誘発されている。しかし、咀嚼開始後 2 サイクル目以降から開口反射が強く抑制された。これは、咀嚼の 1 ストローク目、すなわち咀嚼開始後 最初の咬合接触による末梢からの感覚入力により下顎位の設定が行われ、そのあとはその設定に基づいて開口反射の一連の制御が行われている可能性を示唆している。

咀嚼運動時にたった 1 回の咬合接触が生じるだけでも最も強い咬合力を発揮する頸位の設定が行われ、次のストロークからはより精細な顎運動制御を可能にしているものであると考えられる。

IV. 文 献

- 1) Nakamura Y, Katakura N: Generation of masticatory rhythm in the brainstem. *Neurosci Res*, 23: 1995.
- 2) Lund JP, Olsson KA: The importance of reflexes and their control during jaw movement. *Trends Neurosci*, 6: 1983.

ラットの嚥下における頸二腹筋後腹の活動

Activation of posterior digastric muscle during swallowing

○筒井雄平, 辻村恭憲, Titi Chotirungsan, 真柄 仁, 井上 誠

○Yuhei Tsutsui, Takanori Tsujimura, Titi Chotirungsan,

Jin Magara, Makoto Inoue

新潟大学医歯学総合研究科摂食嚥下リハビリテーション学分野

Division of Dysphagia Rehabilitation,

Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences

I. 目的

嚥下反射誘発時には、脳幹の中樞性嚥下パターン発生器の活性化に伴い多くの筋が動員されて一連の運動が認められる。その中に舌骨上筋群が含まれていることは良く知られているが、頸二腹筋後腹 Posterior belly of digastric muscle (Post Dig) の活動に関する記述はほとんどない。Post Dig は顔面神経支配とされ、その運動核は accessory facial nucleus (Acs7) に位置するという¹⁻³。本研究の目的は、嚥下中の Post Dig の筋活動を記録すること、中枢における運動ニューロンの所在と嚥下中の活動様相を探ることである。

II. 方法

動物: 7-9 週齢の雄性 Sprague-Dawley ラット

実験 1: 嚥下反射に関連した Acs7 内の運動ニューロンの同定の為に、免疫組織化学染色を行った。その内容は、(1) Choline Acetyltransferase (CHAT) 陽性細胞の同定、(2) 反復的な喉頭への機械刺激によって引き起こされる c-Fos 陽性細胞の同定、(3) Post Dig に注入された逆行性神経トレーサーである Fluoro Gold (FG) 陽性細胞の同定、(4) c-Fos および FG 陽性細胞数の定量評価とした。

実験 2: 嚥下反射における Post Dig の筋電図 (electromyography, EMG) 記録を麻酔下および自由行動下ラットにて行った。

実験 2-1 (急性実験) では、ウレタン麻酔下のラット (1.5 g/kg) を用いた。頸二腹筋後腹に加えて、嚥下運動同定のために甲状腺骨筋ならびに横隔膜に筋電図記録用電極を埋入した。嚥下誘発は Von Frey フィラメント (0.0008g) による声帯への機械刺激とし、嚥下時活動を記録した。

実験 2-2 (慢性実験) では、全身麻酔下にて咬筋、頸二腹筋前腹・後腹、甲状腺骨筋筋電図記録電極を埋入した。術後 1 週間程度の回復を待って咀嚼、嚥下、飲水運動を記録した。記録に際しては、生体内の筋電図記録用電極ケーブルをヘッドコネクタに接続し、シールドケーブル、増幅器、AD コンバータを介して 10 kHz のサンプリング速度にて PC に取込んだ。

III. 結果及び考察

実験 1

c-Fos 陽性細胞は、嚥下誘発のための喉頭機械刺激後に孤束核や疑核に加えて、Acs7、ことにその吻側部において、尾側部よりも有意に多く認められ、定量的な評価により、sham 群よりも嚥下誘発群において有意に増加していた (図 1)。また、Acs7において、CHAT および FG 陽性細胞が認められ、Acs7 の吻側部で幾つかの c-Fos/FG 二重染色陽性細胞が認められた (図 2)。

実験 2-1：喉頭の機械刺激によって誘発される嚥下反射に応答して、嚥下同定筋として知られる甲状舌骨筋に加えて Post Dig にバースト発火が認められた（図 3）。2 群の筋の発火開始時間に差はなかったが、Post Dig における発火開始からピークまでの時間は、甲状舌骨筋よりも短かった（図 4）。

実験 2-2：自由行動下ラットの咀嚼嚥下時記録を行ったところ、Post Dig では咀嚼時ののみならず嚥下時にも活動が観察された。嚥下時活動のパターンは急性実験同様に、舌骨下筋群との同期を示した。

以上の結果は、Acs7 は喉頭への機械刺激に応答して活性化、かつ Post Dig の運動ニューロンは Acs7 へと投射することより、Post Dig 筋活動および Acs7 の活性化は、嚥下反射に関与する可能性を示唆している。

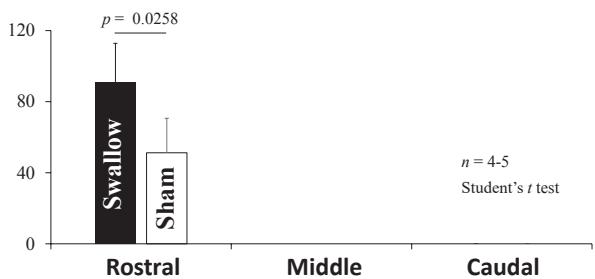


図 1. 嚥下誘発群と sham 群における c-Fos 陽性細胞数（縦軸）の比較. Swallow, 嚥下群；Rostral, 吻側 Acs7; Middle, 中間 Acs7; Caudal, 尾側 Acs.

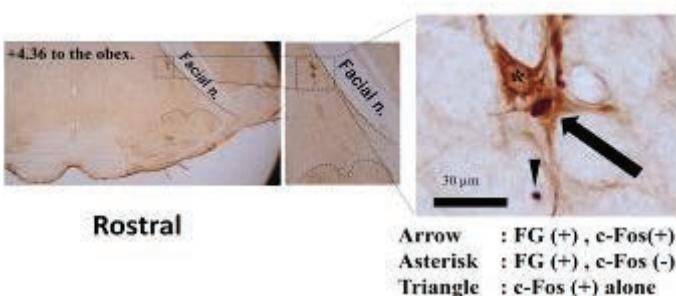


図 2. c-Fos/FG 二重染色 (DAB 染色) 陽性細胞
Arrow:矢印, FG 陽性/c-Fos 陽性
Asterisk:アスタリスク, FG 陽性/c-Fos 陰性
Triangle:矢尻, c-Fos 陽性,
Facial n.:顔面神経

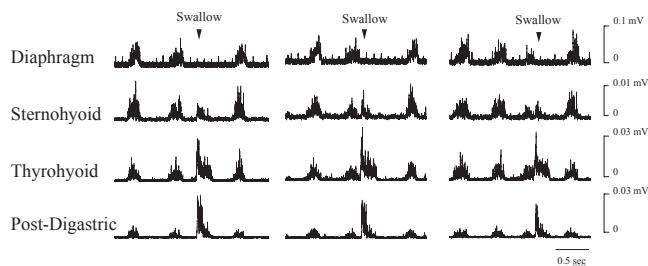


図 3. 実験 2-1 における喉頭機械刺激による筋電図波形. 嚥下反射に伴い、呼吸は停止し、舌骨上筋、下筋とともに、頸二腹筋後腹にも大きなバースト発火が観察される.

Diaphragm, 横隔膜; Sternohyoid, 胸骨舌骨筋；Thyrohyoid, 甲状舌骨筋；Post-Digastric, 頸二腹筋後腹；Swallow, 嚥下.

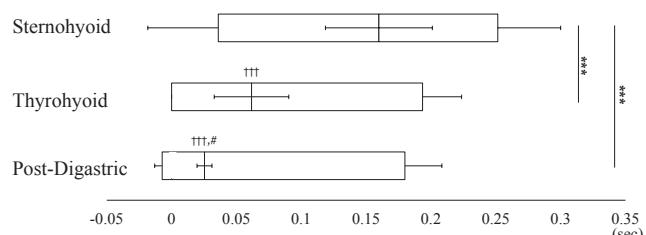


図 4. 嚥下時の各筋の時間的特性. 甲状舌骨筋 (Thyrohyoid) の活動開始を基準 (time 0) とした. 頸二腹筋後腹 (Post-Digastric) と嚥下同定筋である Thyrohyoid の発火開始時間に差はなく、ピークは Post-Digastric が有意に先行していた. 胸骨舌骨筋 (Sternohyoid) の活動開始には上記との時間的差異を認めないものの、ピーク値、活動停止とともに有意な遅れを認めた. †††p < 0.001 vs Sternohyoid, #p < 0.05 vs Thyrohyoid; ***p < 0.001 (rm one way ANOVA).

IV. 文献

- 1) Semba K and Egger MD, J Comp Neurol. 1986
- 2) Sasaki S et al, Brain Behav Evol. 1982
- 3) Shohara E and Sakai S, Exp Neurol. 1983

Modulation of Digastric Reflex Responses during Chewing, Licking and Swallowing in conscious rats

○T. CHOTIRUNGSAN^{1,2}, J. MAGARA¹, T. TSUJIMURA¹, M. INOUE¹

¹Division of Dysphagia Rehabilitation., Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences, Japan

²Department of Oral Diagnosis, Faculty of Dentistry, Naresuan University, Thailand

I. 目的

Digastric muscle (Dig) is composed of anterior belly (Ant-Dig) and posterior belly (Post-Dig) innervated by different motor neurons. Ant-Dig reflex is known to be a jaw-opening reflex and numerous studies have reported modulation of Ant-Dig reflex responses in functions (Lund and Olsson, 1983; Yamamura et al., 1998; Yamada et al., 2013). However, the Post-Dig reflex and its contribution to orofacial function have never been investigated before.

This is the first time to reveal the nature and modulation of Post-Dig reflex during rest, chew, lick, and swallow. We investigated how the reflex was evoked and modulated in the functions.

II. 方法

In this study, Sprague Dawley rats were chronically implanted electrodes for recording electromyograms (EMGs) of Post-Dig, Ant-Dig, masseter and thyrohyoid muscles. Via the head connector and cables, the rat could freely behave in the recording session (Fig. 1).

During rest, chew, lick, and swallow of conscious rats, reflexes were evoked by low-threshold electrical stimulation of the

inferior alveolar nerve (single pulse, 0.5 μ s in duration). EMG burst of thyrohyoid and both masseter and Ant-Dig muscles were used to identify swallowing and masticatory phases, respectively. In each phase, the comparison and association between two reflexes were examined with reflex parameters, including threshold, latency and peak-to-peak amplitude (Fig. 2).

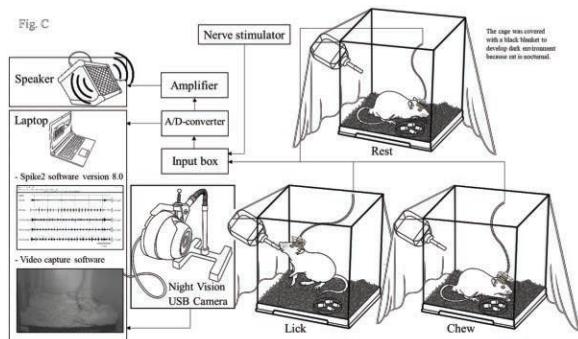


Fig. 1 Recording setup

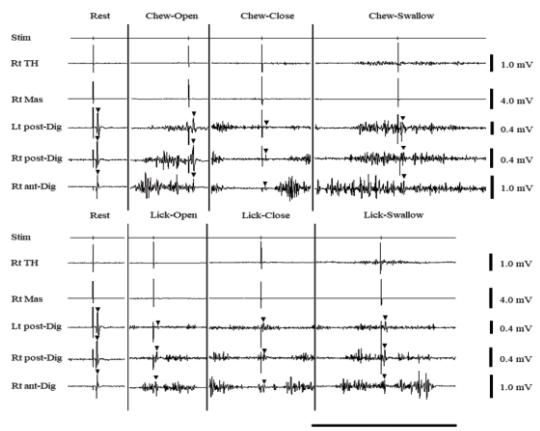


Fig. 2 Raw data of EMG recordings during rest vs chew (upper part), and during rest vs lick (lower part). After stimulation (\approx 5 msec), the

reflex responses were established (indicated by arrowheads). The responses during mastication and deglutition were obviously inhibited compared with that during rest.

III. 結果及び考察

The mean stimulus intensity to evoke both reflexes was 0.263 ± 0.132 mA (< 3T, n = 10). The latency was 5.477 ± 0.429 ms (n = 10) for Ant-Dig reflex and 5.509 ± 0.265 ms (n = 10) for Post-Dig reflex. There was no difference in those values between Ant-Dig and Post-Dig reflex responses. The results indicate that Post-Dig may also be a disynaptic reflex evoked by non-noxious trigeminal stimulation.

Both reflex peak amplitudes were significantly inhibited during chew compared with rest (Fig. 3). The inhibition was the largest in the jaw-closing phase ($P < 0.001$).

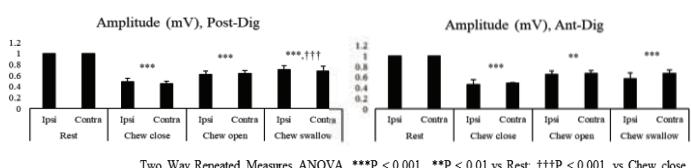


Fig. 3 Mean amplitudes of reflex responses in Post-Dig (left chart) and Ant-Dig (right chart) while the animals were resting and eating food pellet. For feeding period, amplitude values were divided into jaw-closing, jaw-opening and swallowing phases. In each phase, the reflex responses were evoked by either ipsilateral or contralateral nerves.

As with chew, reflex responses were significantly inhibited during lick. especially in jaw-closing phase ($P < 0.001$). Further, modulatory property of both reflexes was identical to each other (Fig. 4).

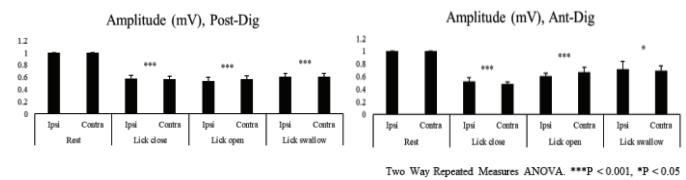


Fig. 4 Mean peak amplitudes of Post-Dig (left chart) and Ant-Dig reflex responses (right chart) during rest and lick.

These results suggest that Post-Dig coordinated with Ant-Dig to serve not only orofacial but also laryngeal protective mechanisms. We predict that both reflexes should be reduced during ingestion, especially in the jaw-closing phase, to prevent unnecessary occurrences.

IV. 文献

- 1) Lund, J. P., & Olsson, K. A. (1983). The importance of reflexes and their control during jaw movements. *Trends in Neurosciences*, 6, 458-463.
[http://doi.org/10.1016/0166-2236\(83\)90219-9](http://doi.org/10.1016/0166-2236(83)90219-9)
- 2) Yamamura, K., Inoue, M., Igarashi, N., Takahashi, Y., & Yamada, Y. (1998). Effects of food consistency on the modulatory mode of the digastric reflex during chewing in freely behaving rabbits. *Brain Research*, 796, 257-264.
[http://doi.org/10.1016/s0006-8993\(97\)01470-4](http://doi.org/10.1016/s0006-8993(97)01470-4)
- 3) Yamada, A., Kajii, Y., Sakai, S., Tsujimura, T., Nakamura, Y., Ariyasinghe, S., Magara, J., & Inoue, M. (2013). Effects of chewing and swallowing behavior on jaw opening reflex responses in freely feeding rabbits. *Neuroscience letters*, 535.
<http://doi.org/10.1016/j.neulet.2012.12.047>

複数の機械学習手法を用いた嚥下音検出システムの提案

Swallowing sound detection system based on multiple machine learning algorithms

○木村慧¹⁾, 榎本崇宏²⁾, 後藤祐美³⁾, 鈴木善貴⁴⁾,
新開瑞希⁴⁾, 柴垣あかり⁴⁾, 松香芳三⁴⁾

○Satoru Kimura¹⁾, Takahiro Emoto²⁾, Yumi Goto³⁾, Yoshitaka Suzuki⁴⁾,
Mizuki Shinkai⁴⁾, Akari Shibagaki⁴⁾, Yoshizo Matsuka⁴⁾

1)徳島大学大学院創成科学研究科理物理学専攻,

2)徳島大学大学院社会産業理工学研究部理工学域,

3)徳島大学大学院創成科学研究科創成科学専攻,

4)徳島大学大学院医歯薬学研究部顎機能咬合再建学分野

1) Division of Sciences and Technology, Tokushima University Graduate School,

2) Graduate School of Technology, Industrial and Social Sciences, Tokushima University,

3) Division of Sciences and Technology for Innovation, Tokushima University Graduate School,

4) Department of Stomatognathic Function and Occlusal Reconstruction, Institute of Biomedical Sciences, Clinical Dentistry, Tokushima University Graduate School

I. 目的

II. 方法

近年リハビリテーションや在宅医療において摂食嚥下障害に対する関心が高まっている。摂食嚥下障害を診断するために嚥下造影検査 (VFSS:Video-Fluoroscopic Swallow Study) や嚥下内視鏡検査 (FEES: Fiberoptic Endoscopic Examination of Swallowing) が行われるが、侵襲的な検査であり、高価な計測機器や専門技術が必要とされている。非侵襲的なスクリーニング法として、頸部聴診法に基づく嚥下障害の評価が行われているが、評価者の経験や主観に依存する。近年では、嚥下音は咽喉マイクロフォン等を用いて録音でき、簡便な嚥下障害のスクリーニングのために機械学習に基づく嚥下音検出法が提案されている [2][3]。しかしながら、我々の調査によれば、音響特徴量の MFCC(Mel-Frequency Cepstrum Coefficients) は単独で使用され、单一の機械学習モデルが使用されてきた。そこで我々は複数の特徴量並びに複数の機械学習手法を用いた嚥下音自動検出システムにより、更なる性能向上を目指せるものと考えた。本研究では、ゼリー嚥下時において獲得された嚥下音データベースをもとに、提案する複数の機械学習手法を用いた嚥下音自動検出システムの有効性を検討することを目的とした。

1. 嚥下音データベース

本研究は、徳島大学病院生命科学・医学系研究倫理審査委員会の承認 (No.3332-1) を受けて実施した。本研究では、摂食嚥下障害患者もしくはその疑いがあり、VFSS と一緒にゼリーを嚥下時の嚥下音を録音した患者 74 名の音声データを対象とした。録音は咽喉マイクロフォン (SH-12jk, 南豆無線電機) を用い、サンプリング周波数: 44.1KHz, デジタル分解能: 16bit で、VF 動画と同時収録した。波形や VF 動画の視聴をもとに、2 名の歯科医により嚥下イベントのラベリングが行われた。

2. 嚥下音の自動抽出システム

図 1 には、本研究で提案する嚥下音自動検出システムの処理過程を示す。提案システムは、前処理工程、特徴量抽出工程、複数の機械学習モデルを結合させるアンサンブル学習工程からなる。まず録音データは 16kHz にダウンサンプリングされ、フレームサイズ 410 サンプル、シフトサイズ: 160 サンプルで分割した。各フレームから 13 次元の MFCC を抽出し、その 2 次元目までの値の総和に基づく特徴に対し、閾値を越えるフレームを有音フレームと定義した。得られた有音フレームが連続する場合、それらの集まりを一つの有音エピソードとした。さらに得られた有音

エピソードは、マニュアルラベリングにより同定された嚥下音区間の30%以上を含むものを嚥下音エピソードと定義した。録音データには、嚥下音エピソード以外に発声、環境音などが含まれるが、それらは非嚥下音エピソードとして取り扱った。

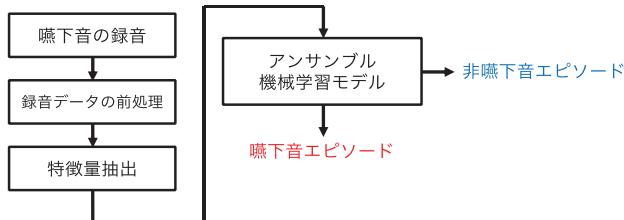


図1 提案する嚥下音自動抽出システムのブロック図

提案システムを用いて録音データから嚥下音エピソードの自動抽出を行うために、有音エピソードから、特微量の抽出を行った。特微量とはデータの際立った側面を数値で表現したものであり、特微量とともに機械学習モデルは学習を行う。本研究では人間の聴覚特性ならびに特微量の組合せの性能を考慮して MFCC とスペクトル重心、およびそれらの動的特微量を合わせ合計 72 次元の特微量の抽出を行った。

機械学習モデルとして、線形サポートベクトルマシン(SVM:Support Vector Machine)と多層パーセプトロン (MLP: MultiLayer Perceptron)を用いたアンサンブル学習により、嚥下音・非嚥下音エピソードの分類を行った。線形 SVM は、間違いに対するペナルティの強さを決めるコストパラメータの値は 1 とした。MLP は、入力層のユニット数 : 72、中間層のユニット数 : 75、出力層のユニット数 : 1 とし、学習回数は 1000 回とした。アンサンブル学習には Ensemble Learning Toolbox:Easily Building Custom Ensembles in MATLAB[4]を使用し、5 個の線形 SVM、5 個の MLP を学習させ、それぞれの学習結果から得られる信頼度をもとに、重み付き投票により最終的なアンサンブル学習による結果を得た。この学習により得られたモデルの性能評価を行うために、5 分割交差検証を行い、評価指標は F1score、感度、特異度、精度、陽性的中率 (PPV: Positive Predictive Value)、陰性的中率 (NPV: Negative Predictive Value)を用いた。F1score とは感度と PPV の調和平均で計算され、精度を測る指標の一つである。本研究では Matlab (R2017a, Mathworks) を用いて、データ解析を行った。

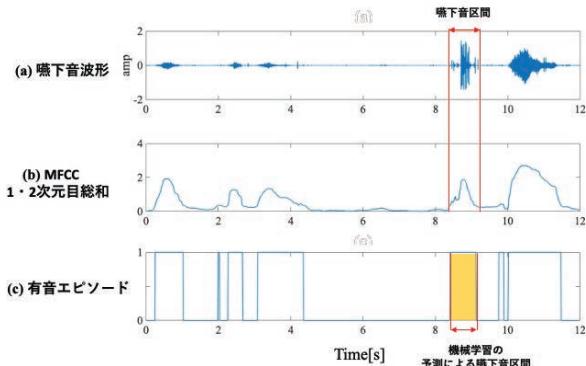


図2 嚥下音区間とモデルの予測との比較

III. 結果及び考察

図2には、(a)嚥下音を含む録音データ波形(b)前処理で用いたMFCC 1・2次元目の総和(c)推定された有音エピソード並びに、アンサンブル学習により推定された嚥下音エピソードを示している。この結果の一例からMFCCに基づく特徴を用いて有音エピソードが検出され、アンサンブル学習により嚥下音エピソードが推定できることが確認できた。表1には、上述の手順で得られた 232 個の嚥下音エピソードと 3502 個の非嚥下エピソードを用いた嚥下音自動検出結果を示す。

表1 アンサンブルモデルによる嚥下音検出結果

F1-score	Sensitivity[%]	Specificity[%]	Accuracy[%]	PPV[%]	NPV[%]
0.86±0.02	81.59±7.00	99.52±0.19	98.36±0.76	91.52±3.46	98.73±0.73

(mean ± SD)

この結果から、提案するシステムを使用することにより 0.86 の F1score で嚥下音エピソードをより安定的に検出できることが示唆された。また選定された MFCC、スペクトル重心などの特微量、並びにアンサンブル学習が嚥下音検出においても有効であると示された。

謝辞

共同研究者である七條文雄医師、友野陽平氏にこの場を借りて深く感謝いたします。

文献

- [1] Jayatilake, Dushyantha, et al. "Smartphone-based real-time assessment of swallowing ability from the swallowing sound." IEEE journal of translational engineering in health and medicine 3 (2015): 1-10.
- [2] Kuramoto, Naomi, et al. "Deep Learning-Based Swallowing Monitor for Realtime Detection of Swallow Duration." 2020 42nd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (EMBC). IEEE, 2020.
- [3] Khlaifi, H., Istrate, D., Demongeot, J., & Malouche, D. (2018). Swallowing sound recognition at home using GMM. IRBM, 39(6), 407-412.
- [4] Victor Henrique Alves Ribeiro, Gilberto ReynosoMeza. Ensemble LearningToolbox: Easily Buildin CustomEnsembles in MATLAB (2022 年 11 月 10 日閲覧)

日常生活中の筋電図記録に混入し得るノイズ信号に関する研究 Properties of noise signals in ambulatory EMG recording during daily life

皆木省吾^{○1)}, 児玉直紀²⁾, 中原龍一³⁾, 尾崎敏文³⁾, 古寺寛志²⁾, 北川佳祐²⁾, 萬田陽介¹⁾, 田中祐貴¹⁾, 杉本皓¹⁾, 森慧太朗²⁾, 山田蘭子¹⁾, 松岸諒¹⁾, 桑原実穂¹⁾ Minagi S¹⁾, Kodama N²⁾, Nakahara R³⁾, Ozaki T³⁾, Furutera H²⁾, Kitagawa K²⁾, Manda Y¹⁾, Tanaka Y¹⁾, Sugimoto H¹⁾, Mori K²⁾, Yamada R¹⁾, Matsugishi M¹⁾, Kuwahara M¹⁾

1) 岡山大学学術研究院医歯薬学域咬合・有床義歯補綴学分野, 2) 岡山大学病院 補綴歯科部門,
3) 岡山大学病院 整形外科

1) Department of Occlusal and Oral Functional Rehabilitation, Okayama University, 2) Department of Removable Prosthodontics, Okayama University Hospital, 3) Department of Orthopaedic Surgery, Okayama University Hospital

I. 目的

睡眠時のみでなく覚醒時の咀嚼筋活動も頸口腔系に及ぼす影響が大きいことが最近の研究によって明らかにされつつある¹⁻³⁾。これらの詳細かつ客観的な特徴を解析するためには、プラキシズムや TCH に関するアンケート調査ではなく筋電図記録に基づく解析が重要であると考えられる。

一方、我々の日常生活環境に存在する電子機器は益々増加しており、それらが発する電磁波に由来するノイズ信号がどの程度筋電図記録に影響を及ぼすかについての情報は不足しているのが現状と考えられる。そこで本研究は、覚醒時の日常生活環境において筋電図記録に混入し得るノイズ信号の特徴に関する情報を収集することを目的とした。

II. 方法

被験者

被験者は、健常成人 7 名（男性 3 名、女性 4 名、平均 35.3 歳）とした。本研究は、岡山大学研究倫理審査専門委員会の承認（臨 1810-001, 研 2210-022）を得て行った。

ノイズ信号記録装置

ノイズ信号用アンテナは、ワイヤレス LAN 用

アンテナ素子 (NN01-102, Ignion 製)、モバイル通信用複合アンテナ素子 (FR01-S4-220, Ignion 製) ならびに導電ゲルパッドを併用して作製した。ノイズ信号用アンテナの概要を図 1 に示す。



図 1 ノイズ信号用アンテナ

アンテナ素子は EMG アンプを介してレコーダー (RR-XS455) に接続した。また、各被験者には、特に電気・電子機器の操作の際には環境についてボイスメモに記録するよう指示した。

ノイズ信号用アンテナの装着状態を図 2 に示す。



図 2 ノイズ信号用アンテナ装着状態

測定

定量的なノイズ検索として、被験者 7 名にノイズ信号記録装置を装着させ、通常の勤務環境下におけるノイズ記録を行った。得られたデータは、オフラインにて自作のノイズ信号検出ソフトウェアを用いて解析を行い、ノイズの認められる秒数をカウントした。

定性的なノイズ検索としては、被験者 1 名を対象としてノイズ信号記録装置を装着するとともに、左側咬筋に対して表面筋電計を装着した状態で、勤務環境ならびに市内の各種施設訪問時の記録を行った。また、自家用車の運転ならびに助手席同乗にて日常活動を再現した環境下における筋電図とノイズ信号の同時記録を行った。解析はオフラインで行い、ノイズ、EMG、ボイスメモの全ての記録データを 1 名の評価者がビューアソフト上で目視によるノイズイベント検索・記録を行った。

III. 結果及び考察

日常生活におけるノイズ記録解析結果を図 3 に示す。7 名の被検者において観察された平均ノイズ秒数は 284.0 ± 306.5 秒／時であった。うち最低値 106.2 秒／時、最大値 953.3 秒／時であり、中央値は 156.2 秒／時であった。

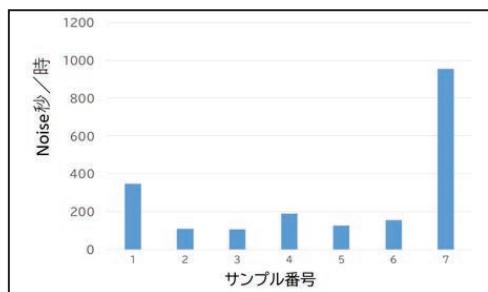


図 3 日常生活（日中）におけるノイズ記録

定性的に観察されたノイズ波形は、筋活動に類似する波形と、Grouped Discharge（以下、GD と略す）に類似したノイズが主に認められた。図 4 に、スマートフォンの操作ならびに発信～通話中に認められた、筋活動に類似したノイズ例を示す。

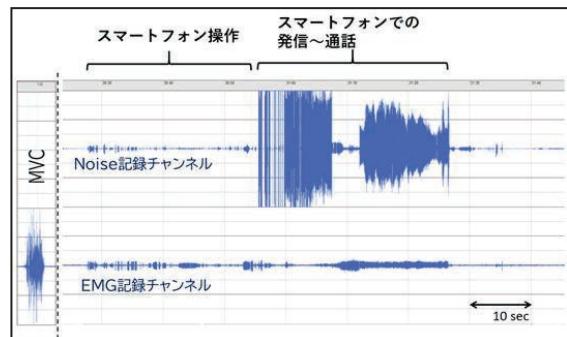


図 4 筋活動に類似したノイズの一例

このような波形の発現は、電子機器の使用方法によっても影響を受けるが、特にスマートフォンは現在の社会においては使用頻度も高く使用を回避することは困難であると考えられる。したがって覚醒時のみならず入眠前後を含めて日常生活中の筋電図を採得する場合には、このようなノイズの特性をふまえてノイズ混入の回避あるいは、混入したノイズの正確な除去手段を講じることが必要と考えられた。

（本研究は JSPS 科研費 20H03878 の助成を受けた）

IV. 文献

- 1) Kato S, Ekuni D, Kawakami S, Mude AH, Morita M, Minagi S. Relationship between severity of periodontitis and masseter muscle activity during waking and sleeping hours. Arch Oral Biol 2018;90:13-18.
- 2) Kitagawa K, Kodama N, Manda Y, Mori K, Furutera H, Minagi S. Effect of masseter muscle activity during wakefulness and sleep on tooth wear. J Prosthodont Res 2022;66:551-556.
- 3) Kawakami S, Kumazaki Y, Manda Y, Oki K, Minagi S. Specific diurnal EMG activity pattern observed in occlusal collapse patients: relationship between diurnal bruxism and tooth loss progression. PLoS One. 2014;9:e101882.

年代別にみた女性の舌の感受性とリドカインの反応の違い Age Differences in Sensitivity and Effect of Topical Lidocaine on the Tongue in Healthy Female Subjects

○岡安一郎¹⁾, 小見山 道²⁾, 鮎瀬卓郎¹⁾

Ichiro Okayasu¹⁾, Osamu Komiyama²⁾, Takao Ayuse¹⁾

1) 長崎大学大学院医歯薬学総合研究科 歯科麻酔学分野

2) 日本大学松戸歯学部 クラウンブリッジ補綴学講座

1) Dept of Dental Anesthesiology, Nagasaki University Graduate School of Biomedical Sciences, 2) Dept of Oral Function and Rehabilitation, Nihon University at Matsudo

I. 目的

口腔灼熱痛症候群 (burning mouth syndrome: BMS) の病態は不明だが、心理社会的因素の他、神経障害性疼痛との関連が示唆されている¹⁾。Watanabe ら²⁾は、定量的感覚検査 (quantitative sensory testing: QST) による感覚閾値の測定結果から、BMS における神経障害性疼痛の関与を示唆した。一方、Honda ら³⁾は、QST と心理テストの結果から、神経の機械的感受性より、心理社会的因素が BMS の病態に重要な役割を担っているとの見解を示している。

BMS の治療法は未確定だが、カプサイシンやリドカインによる局所薬物療法の有効性が示唆されている¹⁾。それらの有効性を検討するために、前段階として、健常者を対象とした先行研究があるが⁴⁾、われわれはリドカインに着目し、研究を行ってきた⁵⁾。

BMS の疫学的特徴は、患者の多くが中高年女性である¹⁾。そのような背景を踏まえると、研究の前段階としては、これまでのよう、若年の健常女性だけでなく、中高年、特に、好発年齢である 50 代の健常女性を対象とし、若年女性との比較を行うことが重要であると考えた。

本研究は、年代の異なる女性 (50 代と 20 代) の舌の感受性と、リドカインによる反応を、QST で評価し、両者を比較検討した。

II. 方法

被験者は、50 代の健常女性 8 名 (年齢範囲 52-59 歳、平均年齢 56.1 歳) と、20 代の健常女性 8 名 (年齢範囲 24-27 歳、平均年齢 25.5 歳)、計 16 名とした。

実験に先立ち、心理テスト (General Heath Questionnaire-60: GHQ-60)、舌の触圧閾値 (tactile detection threshold: TDT)、舌の痛覚閾値 (filament-prick pain detection threshold: FPT)、痛みの程度 (numerical rating scale: NRS) を 2 群間で比較した。TDT と FPT は知覚テスターを用いて、極限法で求めた⁵⁾。

実験条件として、被験者の舌 (舌尖) にリドカイン (キシロカインゼリー) を塗布し、5 分間放置し、塗布前 (Pre) と塗布後 (Post) における体性感覚閾値 (TDT, FPT) を評価した。対照条件として、無麻酔のジェルを用いて、同様に行った。同一被験者に対し、二週間間隔で、上記 2 つの条件における TDT と FPT および NRS を評価し、年代間で反応を比較した。

本研究は、長崎大学大学院医歯薬学総合研究科歯学系倫理委員会の承認の下で行った (許可番号 1502-4)。

III. 結果及び考察

50 代 (middle-aged) と 20 代 (younger) の両被験者群とも、キシロカインゼリー塗布後、TDT と FPT の増大、NRS の低下が認められた (Fig-a,b,c)。

一方、対照条件下では、両者における反応は異なった (Fig-a,b,c). 50 代の被験者群では、無麻酔ジェル塗布後、全てのパラメータ (TDT, FPT, NRS) 値が増大したのに対し、20 代の被験者群では、無麻酔ジェル塗布前後で、全てのパラメータ値は一定で、変化がみられなかった (Fig-a,b,c).

Fig-a. TDT

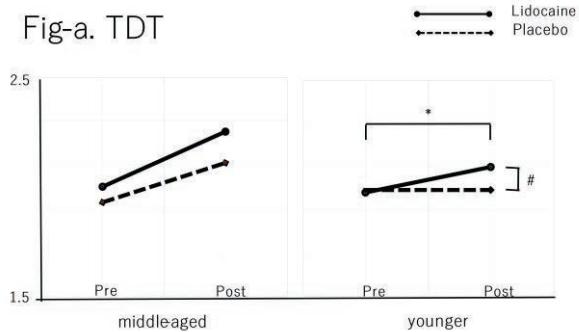


Fig-b. FPT

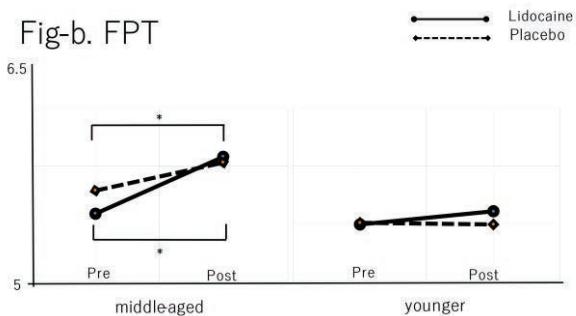
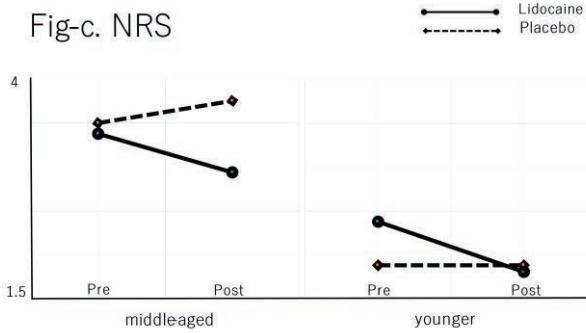


Fig-c. NRS



20 代被験者群では、リドカインの効果がみられた (Fig-a). 一方、50 代被験者群における反応は、それぞれ、非連合学習の一つである慣れ (habituation) およびプラセボ効果であると言える (Fig-b). 両者における反応の違いは、年代と経験の違いによる知覚 (perception) と認知 (recognition) の差に起因すると考えられる。

仮に、本研究でみられた 50 代女性被験者と同じ結果が BMS 患者で認められた場合、BMS の病

態は神経障害性疼痛ではなく、痛覚変調性疼痛 nociceptive pain と解釈するのが妥当である⁶⁾.

今後、BMS 患者を対象に QST 研究を展開していくとともに、QST を脳卒中患者の口腔の評価に応用し、現在使用されている Revised Oral Assessment Guide (ROAG) や Oral Health Assessment Tool (OHAT) に QST を組み合わせた新たな口腔アセスメント（痛みの評価）の提案を目指す検討中である⁷⁾.

IV. 文献

- 1) De Laat A. Pain associated with temporomandibular disorders and with burning mouth syndrome. In Mogil JS (ed). Pain 2010-An Update Review: Refresher Course Syllabus. Seattle: IASP Press, 2010; 147-152.
- 2) Watanabe K, Noma N, Sekine N, et al. Association of somatosensory dysfunction with symptom duration in burning mouth syndrome. Clin Oral Invest. 2019; 23: 3471-3477.
- 3) Honda M, Iida T, Kamiyama H, et al. Mechanical sensitivity and psychological factors in patients with burning mouth syndrome. Clin Oral Invest. 2019; 23: 757-762.
- 4) Honda M, Baad-Hansen L, Iida T, Komiyama O, Kawara M, Svensson P. Somatosensory profile changes evoked by topical application of capsaicin to the tongue in healthy individuals. J Oral Facial Pain Headache 2017; 31: 139-146.
- 5) Okayasu I, Komiyama O, Ayuse T, De Laat A. Effect of topical lidocaine in the oral and facial regions on tactile sensory and pain thresholds. Arch Oral Biol. 2016; 72: 51-55.
- 6) 岡安一郎, 達 聖月, 鈴江絵梨佳ほか. 口渴を伴う口腔灼熱痛症候群に対し漢方薬を用いて管理した 1 症例. 日歯誌. 2022; 50: 146-148.
- 7) 大石佳奈, 西岡心太, 岡崎裕香ほか. 回復期脳卒中患者の口腔衛生・口腔機能と退院時 ADL との関連. Jpn J Compr Rehabil Sci. 2022; 13: 17-25.

唾液分泌量の増加が、摂食嚥下動態に及ぼす影響

Effect of increased saliva secretion on chewing and swallowing behaviors.

○ 新開瑞希¹⁾, 中川 悠²⁾, 馬場政典²⁾, 松田有加子³⁾, 佐藤理加子⁴⁾,
高野日南子⁴⁾, 鈴木 拓⁵⁾, 真柄 仁⁵⁾, 井上 誠⁵⁾

Mizuki Shinkai, Yu Nakagawa, Masanori Baba, Yukako Matsuda, Rikako Sato,
Hinako Takano, Taku Suzuki, Jin Magara, Makoto Inoue

¹⁾ 徳島大学大学院医歯薬学研究部 頸機能咬合再建学分野 Department of Stomatognathic Function and Occlusal Reconstruction, Tokushima University

²⁾ 北海道大学大学院歯学研究科 冠橋義歯補綴学教室 Department of Crown and Bridge Prosthodontics, Hokkaido University

³⁾ 大阪歯科大学 高齢者歯科学講座 Department of Geriatric Dentistry, Osaka Dental University

⁴⁾ 新潟大学大学院医歯学総合研究科 包括歯科補綴学分野 Division of Comprehensive Prosthodontics, Niigata University

⁵⁾ 新潟大学大学院医歯学総合研究科 摂食嚥下リハビリテーション学分野 Division of Dysphagia Rehabilitation, Niigata University

I. 目的

加齢に伴う口腔内の生理学的变化の一つとして、唾液分泌量の減少が挙げられる。我々は、本学会第 66 回、67 回学術大会において、唾液分泌量の減少が摂食嚥下動態に及ぼす影響について報告した。今回、健常成人を対象に、塩酸ピロカルピン誘発性の唾液分泌量の増加が咀嚼嚥下に及ぼす影響を検証した。

II. 方法

1. 被験者

摂食嚥下機能に臨床的な問題を持たない健常成人 10 名（女性 6 名、平均年齢 28.7 ± 5.4 歳）とした。

2. 生体記録

左右咬筋、左右舌骨上筋群、右側舌骨下筋群の表面筋電図ならびに嚥下内視鏡画像の同時記録を行った。また、塩酸ピロカルピン内服前後で、血圧、脈拍、安静時唾液量（ワッテ法）、刺激時唾液量（サクソン法）を測定した。

3. 被験食

パン（カネ増製菓株式会社）とりんごを使用し、一口量はいずれも 3.5 g とした。

4. 主観的評価

Visual Analog Scale (VAS) を用いて、内服前後における、口腔乾燥感ならびに摂食嚥下の主観的評価（噛みやすさ、食塊形成のしやすさ、嚥下のしやすさ）を測定した。

5. 実験プロトコル

- (1) 解析時の各パラメータ値標準化のために、最大開口 3 秒間、空嚥下時の筋電図を記録
- (2) 血圧、脈拍、安静時唾液量、VAS を測定
- (3) 刺激時唾液量測定
- (4) 嚥下内視鏡 (VE) 下で、パンを自由に摂取してもらい、初回嚥下までの咀嚼回数を記録
- (5) VE 下で、パン（自由咀嚼）、パン（咀嚼回数規定、(4) の咀嚼回数の 3/4 回）、りんご（自由咀嚼）摂取の 3 施行をランダム順で実施
- (6) 塩酸ピロカルピン 5 mg を内服し、以降 10 分ごとに (2) を実施
- (7) 内服 30、60 分後に、(2)、(3)、(5) を実施

6. 解析

唾液分泌量（安静時・刺激時唾液）、主観的評価、被験食摂取時の咀嚼時間、食塊移送嚥下時間、咀嚼時の咬筋・舌骨上筋群の総筋活動量、1 咀嚼サイクルあたりのサイクル筋活動量、食塊移送嚥下時における咬筋・舌骨上筋群の総筋活動量を、内服前後で条件ごとに比較した。

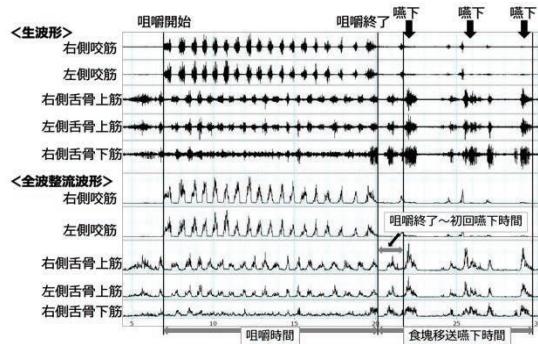


図 1. パン自由摂取時の筋電図記録の一例。

III. 結果

1. 唾液分泌量の変化（図 2）

ピロカルピン内服後に安静時唾液量、刺激時唾液分泌量ともに経時的に増加した。

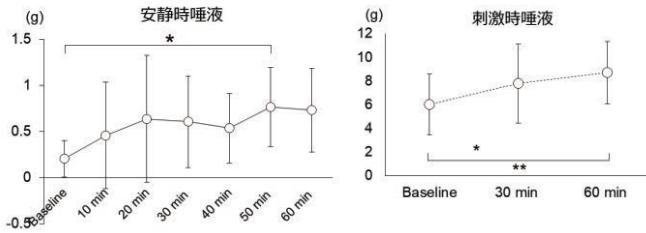


図 2. 安静時唾液量（左）と刺激時唾液量（右）の経時的变化と比較. *p<.05, **p<.01.

2. 主観的評価の変化（図 3）

咬みやすさについては、パン自由咀嚼で、飲み込みやすさでは、パン自由咀嚼、回数規定咀嚼において有意な経時的变化が認められた。

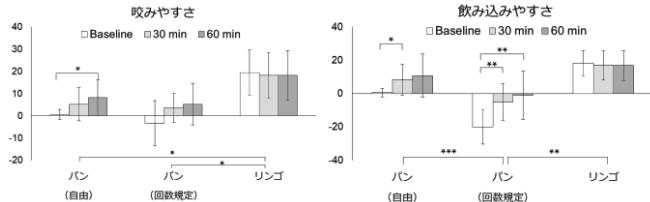


図 3. 主観的な咬みやすさ（左）と飲み込みやすさ（右）の被験食と経時的变化の比較. *p<.05, **p<.01, ***p<.001.

3. 咀嚼時間と食塊移送嚥下時間（図 4）

咀嚼時間については、パン自由咀嚼で経時に短縮する傾向が認められた。食塊移送嚥下時間については、変化は認められなかった。

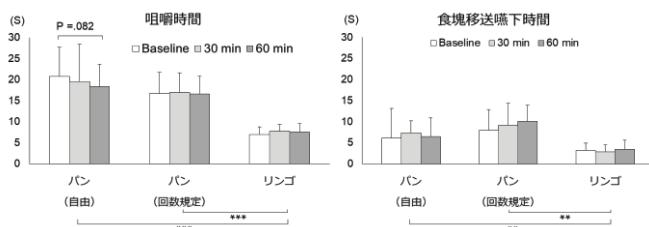


図 4. 咀嚼時間（左）と食塊移送嚥下時間（右）の被験食と経時的变化の比較.

p<.01, *p<.001.

4. 咀嚼時の咬筋、舌骨上筋筋活動量

咀嚼時の咬筋総筋活動量、および舌骨上筋總

筋活動量について、パン自由咀嚼で経時に有意に減少した（図 5）。

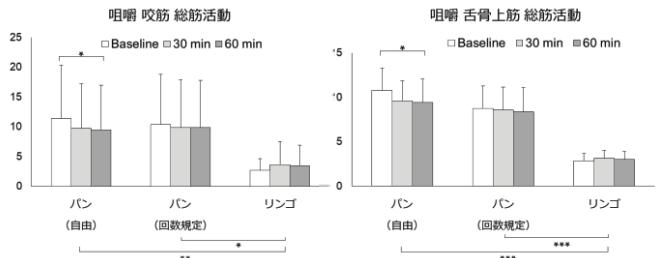


図 5. 咀嚼時の咬筋総筋活動量（左）と舌骨上筋総筋活動量（右）の比較.

*p<.05, **p<.01, ***p<.001.

1 咀嚼サイクルあたりのサイクル筋活動量を比較したところ、咬筋、および舌骨上筋において経時的变化が認められなかつた（図 6）。このことから、総筋活動量の減少は、咀嚼時間が短縮したことによ存していると考えられた。

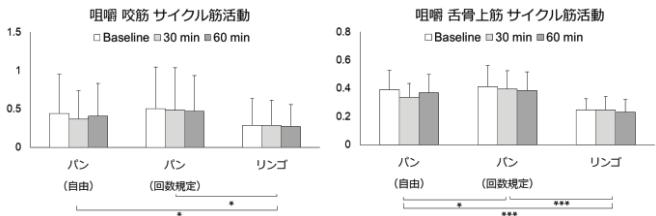


図 6. 咀嚼時の咬筋サイクル筋活動量（左）と舌骨上筋サイクル筋活動量（右）の比較.

*p<.05, **p<.01, ***p<.001.

5. 食塊移送嚥下時の咬筋、舌骨上筋筋活動量

咀嚼終了から摂取終了まで、また咀嚼終了から初回嚥下までの咬筋、および舌骨上筋筋活動量についても評価したが、いずれも経時的变化に伴う差は認められなかつた（図なし）。

IV. 結論と考察

塩酸ピロカルピン内服後には、安静時、刺激時唾液分泌量が有意に増加し、主観的な咬みやすさや飲み込みやすさをもたらした。

唾液分泌量増加時には、咀嚼関連の総筋活動量が減少した。これは主に咀嚼時間が短縮することが影響していたと考えられ、咀嚼サイクルや食塊形成・移送のパターン変化に伴う効果は明らかには認められなかつた。

液体の物性および量による嚥下時舌圧の変化と AI による解析

Tongue pressure during swallowing liquids with different properties and volumes

○李 宙垣¹⁾, 渡辺 崇文¹⁾, 松岸 謙²⁾, 喜田 悠太³⁾, 板 離子⁴⁾,
津賀 一弘⁵⁾, 児玉 匠平⁶⁾, 大川 純平⁶⁾, 堀 一浩⁶⁾
Lee J.¹⁾, Watanabe T.¹⁾, Matsugishi M.²⁾, Kita Y.³⁾, Ita R.⁴⁾,
Tsuga K.⁵⁾, Kodama S.⁶⁾, Okawa J.⁶⁾, Hori K.⁶⁾

- 1)九州歯科大学顎口腔欠損再構築学分野, 2)岡山大学学術研究院医歯薬学域咬合・有床義歯補綴学分野,
3)徳島大学病院卒後臨床研修センター, 4)新潟大学大学院医歯学総合研究科摂食嚥下リハビリテーション学分野,
5)広島大学大学院医系科学研究科先端歯科補綴学, 6)新潟大学大学院医歯学総合研究科包括歯科補綴学分野
1) Division of Occlusion & Maxillofacial Reconstruction Department of Oral Function, Kyushu Dental University,
2) Department of Occlusal and Oral Functional Rehabilitation, Okayama University Graduate School of Medicine,
3) The Post-graduate Education Center, Tokushima University Hospital,
4) Division of Dysphagia Rehabilitation, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences,
5) Department of Advanced Prosthodontics, Graduate School of Biomedical and Health Sciences, Hiroshima University,
6) Division of Comprehensive Prosthodontics, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences

I. 目的

舌は、咀嚼や嚥下、構音などの機能を担っており、嚥下時には、口蓋と接触することで食塊を咽頭へ送り込む役割を果たす¹⁾。また、嚥下障害を呈する者には、誤嚥のリスク低減のために液体へのとろみ付けや一口量の調整が行われている。しかしながら、液体の物性や一口量の違いによって嚥下時の舌圧がどのように変化するかは明らかになっていない。本研究では、健常者における液体嚥下時の舌圧を測定し、液体の物性や嚥下量による舌圧の変化を検討した。さらに、AI による解析として機械学習を用い舌圧の特徴を探査した。

II. 方法

被験者は、健常成人 9 名（女性 2 名、男性 7 名、年齢 34.1 ± 10.1 歳）とした。舌圧測定には、5 点の感圧点をもつ舌圧センサーシートシステム（SwallowScan, ニッタ社）を用い、義歯安定剤を用いて口蓋に貼付した（図 1）。

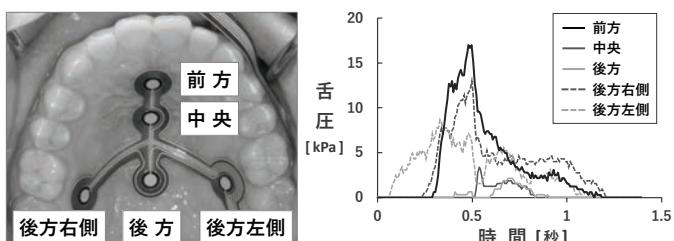


図 1. 舌圧センサーシートシステムと波形例

被験試料は、水、とろみ水、炭酸水、とろみ付き炭酸水の 4 種類とした。とろみ水およびとろみ付き炭酸水は、とろみ調整食品（つるりんこ Quickly, つるりんこシュワシュワ、クリニコ社）を用いて、400mPa·s に調製した。摂取量を 3 mL およびカップからの一口量とし、各被験試料ごとに 3 回ずつ（合計 24 回）施行した。測定順序は、摂取量ごとにランダムとした。

舌圧の評価項目は、各感圧点における舌圧最大値、舌圧持続時間、舌圧積分値とした。各評価項目について、被験者ごとにタスク 3 回の中央値をそれぞれ算出し、代表値とした。

統計解析として、摂取量および被験試料における舌圧の比較を行い、Friedman 検定を行った後、多重比較として Wilcoxon の符号順位検定および Bonferroni 調整を行なった。

機械学習として、はじめに教師なし学習である t 分布型確率的近傍埋め込み法(t-SNE)を行い、測定された舌圧の傾向について可視化を行なった。t-SNE は、複数の評価項目をもつ多次元のデータに対し、特徴を考慮して 2 次元のデータに変換する手法である²⁾。データの可視化から得られた情報をもとに、教師あり学習としてサポートベクタマシンを用い、機械学習によってどのようなデータの分類が可能かを検討した。

本研究は、新潟大学倫理委員会の承認を得て行った（承認番号：2019-0294）。

III. 結果及び考察

図2-4に3mLおよび一口量摂取時の各被験試料における舌圧最大値、舌圧持続時間、舌圧積分値をそれぞれ示す。

3mL摂取時には、すべての舌圧評価項目において、被験試料間の有意差を認めなかった。

一口量の中央値は、水 16.2mL、炭酸水 17.0mL、とろみ水 11.7mL、とろみ炭酸水 10.7mLであり、水および炭酸水の方がとろみ水およびとろみ炭酸水に比べて有意に多かった。また、舌圧最大値、舌圧持続時間および舌圧積分値は、中央および後方において、水および炭酸水よりもとろみ水およびとろみ炭酸水の方が有意に大きく、長かった。

被験試料ごとの3mL摂取時と一口量摂取時の比較では、いずれの試料においても、一口量摂取時に比べ3mL摂取時の方が舌圧最大値、舌圧持続時間および舌圧積分値が有意に大きく、長かった。

機械学習において、t-SNEによるデータの可視化から、嚥下時の舌圧は、試料や嚥下量よりも被験者の個性による影響が大きいことが推定された。そこで、サポートベクタマシンに被験者の舌圧を学習させた結果、3mL摂取時には91.7%、一口量摂取時には92.6%の精度で被験者の分類が可能であった。

本研究より、1)統計解析から、試料や摂取量によって舌圧が異なること、2)機械学習から、個人の特性により舌圧が変化すること、が示された。従来の統計解析にAIを組み合わせて評価し、個人の特性や病態などを捉えることで、嚥下時の舌圧に影響する因子をより詳細に探索できる可能性が示唆された。

IV. 文献

- 兒玉匠平, 藤原茂弘, 設樂仁子ほか. 液体へのとろみづけが舌運動と舌圧発現様相に及ぼす影響. 日顎口腔機能会誌 2019; 25: 126-127
- Maaten L.v.d Hinton G. Visualizing data using t-SNE. J Mach Learn Res 2008; 9; 2579-2605.

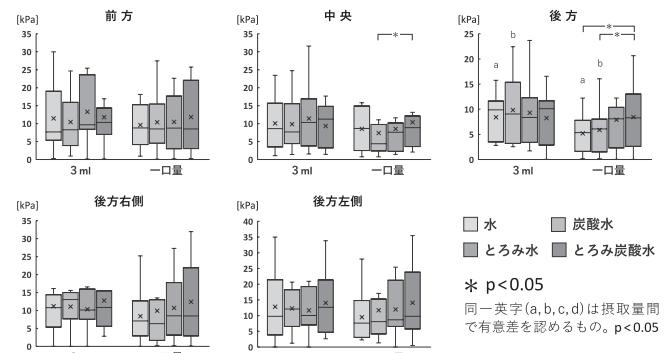


図2. 舌圧最大値の比較

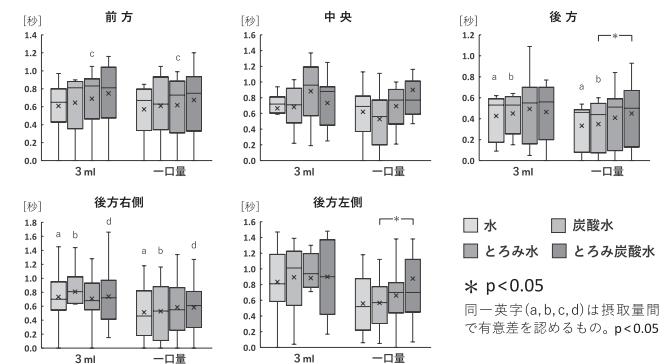


図3. 舌圧持続時間の比較

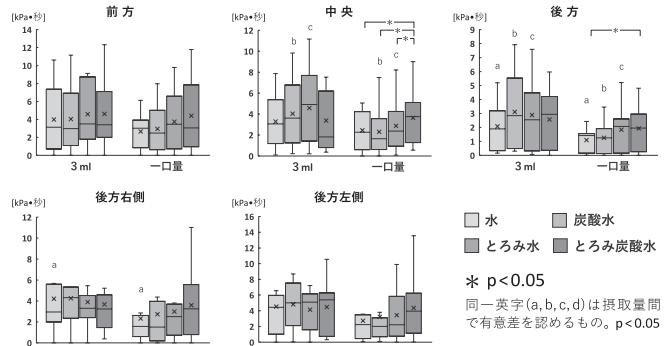


図4. 舌圧積分値の比較

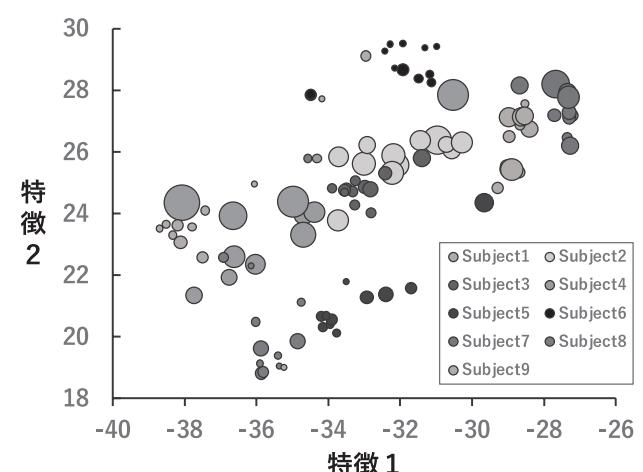


図5. t-SNEによるデータの可視化の例(一口量嚥下時、円のサイズは一口量). 被験者ごとにデータが集合した.

咽喉マイクロフォンを用いた顎口腔咽頭活動音の音響特性

Sound Features of Oropharyngeal Activity Sound by Using Throat Microphone

○後藤祐美¹⁾, 鈴木善貴²⁾, 木村慧³⁾, 榎本崇宏⁴⁾, 仲座海希⁵⁾, 船岡俊介⁵⁾,

内ヶ崎一徹⁶⁾, 有安雄一⁷⁾, 新開瑞希²⁾, 柴垣あかり²⁾, 松香芳三²⁾

Yumi Goto¹⁾, Yoshitaka Suzuki²⁾, Satoru Kimura³⁾, Takahiro Emoto⁴⁾, Miki Nakaza⁵⁾, Shunsuke Funaoka⁵⁾, Ittetsu Uchigasaki⁶⁾, Yuichi Ariyasu⁷⁾, Mizuki Shinkai²⁾, Akari Shibagaki²⁾, Yoshizo Matsuka²⁾

¹⁾徳島大学大学院創成科学研究科創成科学専攻, ²⁾徳島大学大学院医歯薬学研究部顎機能咬合再建学分野,

³⁾徳島大学大学院創成科学研究科理工学専攻, ⁴⁾徳島大学大学院社会産業理工学研究部理工学域,

⁵⁾松本歯科大学大学院顎口腔機能制御学講座, ⁶⁾東北大学大学院歯学研究科リハビリテーション歯学講座加齢歯科学分野,
⁷⁾鹿児島大学医歯学総合研究科小児歯科学分野

¹⁾ Division of Sciences and Technology for Innovation, Tokushima University Graduate School

²⁾ Department of Stomatognathic Function and Occlusal Reconstruction, Institute of Biomedical Sciences, Clinical Dentistry, Tokushima University Graduate School

³⁾ Division of Sciences and Technology, Tokushima University Graduate School

⁴⁾ Graduate School of Technology, Industrial and Social Sciences, Tokushima University

⁵⁾ Department of Oral and Maxillofacial Biology, Graduate School of Oral Medicine, Matsumoto Dental University

⁶⁾ Division of Aging and Geriatric Dentistry, Tohoku University Graduate School of Dentistry

⁷⁾ Department of Pediatric Dentistry, Kagoshima University Graduate School of Medical and Dental Sciences

I. 目的

心音のように生体音は生体の健康状態を示す非常に重要な生体信号となり得る。歯科臨床の現場においても、顎関節症における顎関節雜音や嚥下障害における頸部聴診法^[1]など音声を用いた診断法が確立されている。口腔や咽頭部から生じる音として、構音・発語はもちろんのこと、それ以外にも咀嚼や歯ぎしり、いびき等、様々な口腔咽頭活動に伴って音声が生じている^[2-4]。これらの音声を包括的に取得し、判別することで、これらの活動の有無や障害をスクリーニングできる可能性がある。

そこで本研究では、成人男性を対象に、様々な口腔咽頭活動のタスクを行わせ、咽喉マイクロフォンによる音声検出の可否及び取得された顎口腔領域の音声の音響特徴量を解析し、他の活動と識別することが可能であるか調査することを目的とした。

II. 方法

1. 対象

本研究には、臼歯部の咬合支持がある 20 歳代の若年成人男性(平均 26.83 ± 2.27 歳)6 名と 59 歳以上の高齢成人男性(平均 63.33 ± 3.86 歳)6 名の合計 12 名を対象とした。なお、本研究に際し、事前に徳島大学大学院社会産業理工学研究部理工学域及び生物産業学域研究倫理委員会の承認を得た上で実験を行なった。

2. 音声の収録

被験者は背もたれにある椅子に、背筋を伸ばした姿勢で着席し、頭位は正面を向いた状態で、オーラルディアドコキネシスや歯ぎしり、3 mL の常温水を用いた改訂水飲みテスト(以下 MWST)、一口大の米菓(ハッピーターン, 亀田製菓)の咀嚼嚥下など 16 項目のタスクを行った。

これらの顎口腔領域の音声を収録するために咽喉マイクロフォン(SH-12jkL, 南豆無線電機), プリアンプ(AT-AM2, Audio-Technica), そして、マルチトラックレコーダー(Celesonic US-20x20, TASCAM)を使用した。なお、咽喉マイクロフォンは、マイクユニットが被験者の喉頭隆起の左側に密着するように装着した。すべてのタスクは 1 回ずつ連続して測定した。

3. 音声データの前処理

収録音声はサンプリング周波数 44100 Hz, ディジタル分解能 16bit でデジタル化処理した。咽喉マイクロフォンで録音した音声には、ある周波数帯域に一定のノイズの混入が見られたため、観測した音声信号からノイズ部分のスペクトルの平均値を推定し、ノイズを含む音声信号から差し引くことでノイズを取り除き、音声のみを抽出した。その後、音声再生ソフトウエア (Audacity 2.3.3, Audacity team) を用いて、視聴をもとに各音声の始点及び終点を同定し、解析の対象となる区間をラベリングした。

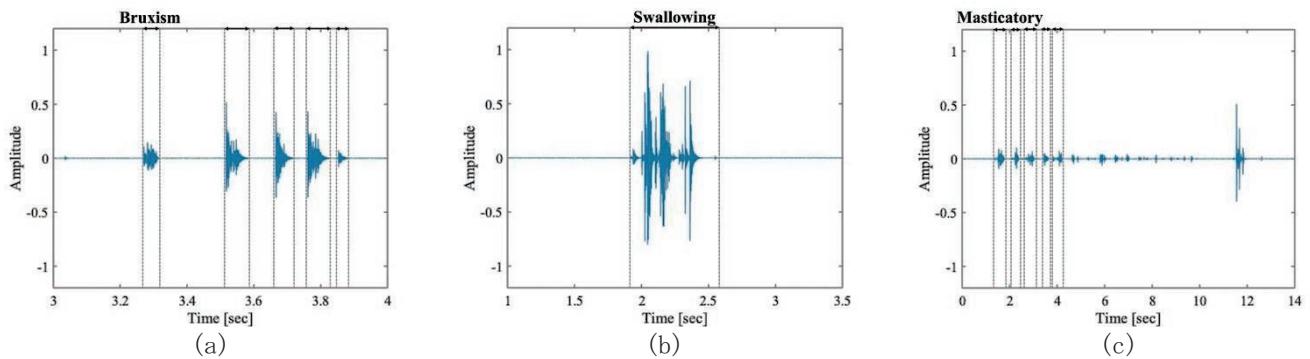


図1. 被験者から獲得された頸口腔領域の音声 (a)歯ぎしり(64歳, BMI: 23.63 kg/m²), (b)MWST; 常温水3 mL(29歳, BMI: 26.51 kg/m²), (c)米菓の咀嚼嚥下(22歳, BMI: 20.76 kg/m²)

表1. 歯ぎしり, 嚥下音(MWST; 常温水3 mL), 咀嚼音(米菓)から獲得された音響特徴量 ($n=$ 被験者数)

タスク	持続時間 [sec]			SNR [dB]		
	全体($n=12$)	高齢被験($n=6$)	若年被験($n=6$)	全体($n=12$)	高齢被験($n=6$)	若年被験($n=6$)
歯ぎしり	0.068 * (0.033-0.119)	0.061 (0.033-0.090)	0.085 (0.036-0.109)	6.857 * (1.681-26.998)	6.765 (1.681-26.998)	6.857 (3.426-12.900)
MWST	0.718 * (0.547-0.981)	0.796 (0.663-0.936)	0.631 (0.547-0.981)	27.578 * (15.302-33.372)	29.854 (20.888-31.861)	23.832 (15.302-33.372)
咀嚼	0.267 * (0.212-0.525)	0.244 (0.212-0.273)	0.351 (0.239-0.525)	17.779 * (7.373-24.941)	22.429 (7.373-24.941)	13.008 (7.630-18.353)

*Significant different at $p < 0.05$ by Wilcoxon signed-rank test with Bonferroni-corrected.
Median (Min-Max)

本研究では、咽喉マイクロフォンの周波数特性を考慮して、特定の周波数帯の音声を抽出するバンドパスフィルタを適用し、解析する周波数範囲を100～15,000Hzに限定してラベリングした音声のフィルタ処理を行った。このようにして獲得した音声データから、時間領域の音響特徴量である持続時間及び信号対雑音比(以下 SNR)を算出した。持続時間は、各タスクにおいて1つのエピソード分の長さを評価し、SNRは、音声の大きさを評価する指標である。なお、音響特徴量の算出は、Matlab R2019b (MathWorks)を用いて行った。

4. 統計解析

各タスクで獲得された音声の音響特徴量の比較を、対応のある標本においてノンパラメトリックな検定法であるWilcoxon signed-rank testで有意差検定を行い、有意水準は p 値で0.05未満とした。また、3群以上の比較については、ボンフェローニ補正により有意水準を算出した。

III. 結果及び考察

16項目のタスクのうち、被験者から獲得された歯ぎしり、嚥下音(MDST; 常温水)、咀嚼音(米菓)の音声波形を図1に示す。これら3種類の音声は、すべての被験者で検出された。さらに、全被験者を対象に、これらの音声の音響特徴量を算出した結果を表1に示す。歯ぎしり及び咀嚼音は開始から5回分、嚥下

音は波形の始点から終点の音声を用いて算出した。なお、歯ぎしりが5回未満の被験者は、施行された回数分を用いて音響特徴量を算出した。

嚥下音及び咀嚼音に関しては、個人差があるものの、7.0 dB以上の明瞭な音声が獲得された。また、歯ぎしりは音声が口腔内から発生するにも関わらず、1.5 dB以上の音声が獲得され、聴感でも捉えることができ、咽喉マイクロフォンで収録されたこれら3種類の音声は、持続時間及びSNRともに有意な差が生じることが認められた。しかしながら、高齢被験者と若年被験者の間で、音響特徴量の変化に有意差は認められなかった。

これらの結果から、咽喉マイクロフォンは、咽頭部から発生する嚥下音に加えて、歯ぎしりや咀嚼音も検出でき、各タスクの音響特徴量も異なることから、今後機械学習によって識別できる可能性が示唆された。

IV. 文献

- [1] Christiane B. Martina H.F. et al., Reliability and Validity of Cervical Auscultation, Dysphagia 2007; 22: 225-234.
- [2] Shilpa S. Varun P. et al., Bruxism: A Literature Review, J Indian Prosthodontic Soc 2010; 10 (3): 141-148.
- [3] Dirk P. Ronald M. et al., The acoustics of snoring, Sleep Medicine Reviews 2010; 14: 131-144.
- [4] Van der Bilt A. Engelen L. et al., Oral physiology and mastication, Physiology & Behavior 2006; 89: 22-27.

口腔のテクスチャー感受性は食品特性の知覚に影響する

Oral texture-perception ability influences perceived food properties

小出理絵¹⁾,野口毅²⁾,山田蘭子³⁾,小澤彩⁴⁾,○柴垣あかり⁴⁾,田中恭恵⁵⁾,服部佳功⁵⁾

Rie Koide¹⁾, Tsuyoshi Noguchi²⁾, Ranko Yamada³⁾, Aya Ozawa⁴⁾, Akari Shibagaki⁴⁾, Yasue Tanaka⁵⁾, and Yoshinori Hattori⁵⁾

¹⁾ 東北大学大学院歯学研究科口腔システム補綴学分野; ²⁾ 昭和大学歯学部スペシャルニーズ口腔医学講座口腔機能リハビリテーション医学部門; ³⁾ 岡山大学学術研究院医歯薬学域口腔顎面機能再生制御学講座咬合・有床義歯補綴学分野; ⁴⁾ 徳島大学大学院医歯薬学研究部顎機能咬合再建学分野; ⁵⁾ 東北大学大学院歯学研究科加齢歯科学分野

¹⁾ Division of Advanced Prosthetic Dentistry, Tohoku University Graduate School of Dentistry; ²⁾ Division of Oral Functional Rehabilitation Medicine, Department of Special Needs Dentistry, School of Dentistry, Showa University; ³⁾ Department of Occlusal and Oral Functional Rehabilitation, Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences; ⁴⁾ Department of Stomatognathic Function and Occlusal Reconstruction, Graduate School of Biomedical Sciences, Tokushima University; ⁵⁾ Division of Aging and Geriatric Dentistry, Tohoku University Graduate School of Dentistry

I. 目的

口腔における味やテクスチャーに対する感覚の個人差は、食品イメージの捉え方の違いに影響する可能性がある。本研究では、口腔内でざらつきを検知するテクスチャー感覚の鋭敏さと、試験食品を摂取した時に感じる食品の物理的性質の関連を調査し、口腔のテクスチャー感受性と食品テクスチャーの知覚の関連を検討した。

II. 方法

被験者は、第 12 回顎口腔機能セミナーの参加者から研究参加の同意が得られた健常成人 13 名(25~71 歳、男性 7 名)とし、以下の 4 項目を調査した。

1. 口腔ざらつき感覚

アイマスクを装着した被験者の口腔内に、0.5ml の水(2 試料)および微結晶セルロース(MCC)水懸濁液(0.4g/100ml, 1 試料)をランダムな順に注入し、MCC を含むと感じた 1 つを答えさせる 3 選択肢強制選択(3-AFC)を 10 回繰り返し、正

答した試行数をその被験者のざらつき感覚スコア(0~10)とした。スコアの中央値を基準として、被験者を低感度群と高感度群に分類した。

2. 茎状乳頭密度

青色食用色素で染色した被験者の舌背を、デジタルカメラにて撮影し、直径 10 mm の範囲に存在する茎状乳頭の数を計測した。

3. Temporal Dominance of Sensation (TDS)

被験者が捉える食品イメージを、記述型官能試験である TDS 法¹⁾で評価した。試験食品には 3 種類のビスケット(A: ムーンライト, B: チョイス, C: マリー; 森永製菓)を使用した。5 名のパネリストが試験食品を食べて感じた感覚を具体的な用語で表現し、それらを近似した用語同士でまとめ、テクスチャーに関連する 7 種類の特性用語(サクサク、パリッとした、ホロホロ、ザラザラ、パサパサ、ぬちやぬちや、しっとり)とその定義を決定した。

被験者は、それぞれの特性用語を十分理解した後、官能評価用ソフトウェア(SensoMaker, <http://ufla.br/sensomaker>)の TDS モジュールを用い、以下の手順で TDS 試験を実施した。①試験食品の咀嚼開始時、ノートパソコンのスクリーン

上の Start をクリックし, TDS の記録を開始する。②dominant に感じた感覚が生じる都度, その特性用語をクリックする。③初回嚥下時に Stop をクリックし, 記録を終了する。

各被験者のデータは, 咀嚼時間で標準化した後, 特性用語ごとに各時点で選択された割合 (Dominant rate) を算出し, その頂点をスムージングした TDS カーブを作成した。高感度群と低感度群の比較には TDS difference curves を用了。

4. アンケート

食の嗜好や異常絞扼反射の有無について問うアンケートを実施した。

年齢, ざらつき感覚スコア, 茎状乳頭数の関連について, Spearman の相関分析を用いて検討した。口腔ざらつき感覚の感度と, 年齢, 性別, 茎状乳頭密度, アンケート結果の関連を, Wilcoxon の順位和検定および χ^2 検定を用いて検討した。

III. 結果および考察

ざらつき感覚スコアは 1~10 の間に分布し(中央値 6), 1~5 を低感度群 ($n=6$), 6~10 を高感度群 ($n=7$) とした。茎状乳頭数は 5~37 の間に分布した(中央値 11)。年齢とざらつき感覚スコアの間に有意な負の相関 ($\rho = -0.59$, $P=0.03$) を認めたが, 年齢と乳頭数 ($\rho = -0.48$, $P=0.09$) およびざらつき感覚スコアと乳頭数 ($\rho = 0.39$, $P=0.18$) の間には有意性を認めなかった。

また, ざらつき感覚の低感度群と高感度群で年齢, 性別, 茎状乳頭数に有意差を認めなかつた。一方, アンケートで異常絞扼反射が強いと回答した 3 名は, いずれも高感度群に属していた。

TDS の有意水準を超える特性用語は, 食品 A の高感度群でぬちやぬちや, 低感度群でサクサクとぬちやぬちや, B の高感度群でぬちやぬちやとしつとり, 低感度群でサクサクとぬちやぬちや, C の高感度群でパリッとしつとり, 低感度群でパリッとぬちやぬちやであった。TDS difference curves では, 高感度群は食品 B の咀嚼前期にサクサクを, 食品 C の咀嚼末期にしつとりを有意に高頻度で知覚し, 低感度群は食品 C の咀嚼末期のぬち

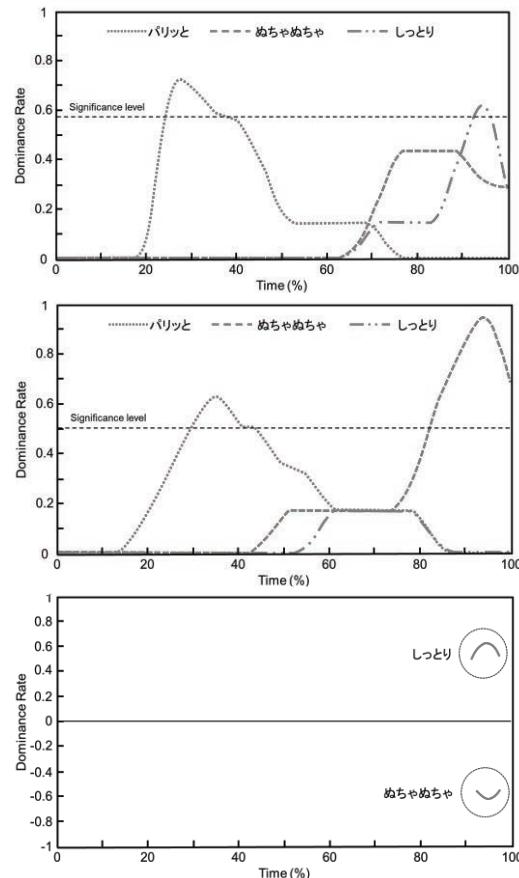


図 食品 C の高感度群(上段)と低感度群(中段)の TDS カーブ(有意水準を超えた特性のみ表示)と, 両群間の TDS difference curve(下段)

やぬちやを有意に高頻度に知覚した(図)。

本研究から, ざらつき感覚の感受性が高い被験者と低い被験者が, 同じ食品を異なるイメージで捉えることが示された。ざらつき感覚の感受性と舌乳頭の発達程度との関連が示されている。高齢者では舌乳頭の萎縮が好発する。高齢者における舌乳頭の萎縮が食品のイメージの把握や嗜好性に及ぼす影響は, anorexia of aging との関連で興味深く, 今後検討を要すると考えている。

IV. 文献

- 1) Pineau N, Schlich P, Cordelle S, et al. Temporal Dominance of Sensations: Construction of the TDS curves and comparison with time-intensity. Food Qual Prefer 2009; 20: 450-455.

【MEMO】

謝 辞

日本顎口腔機能学会第68回学術大会を開催するにあたり、下記の団体および企業から
多大なご協力を賜りました。ここに記し、心より御礼申し上げます。

日本顎口腔機能学会第68回学術大会
大会長 小野 高裕

MDPI Japan

三栄源エフ・エフ・アイ株式会社

株式会社 ジーシー

株式会社 松風

株式会社 シンワ歯研

新潟大学歯学部同窓会

株式会社 メディナ

株式会社 モリタ

森永乳業 株式会社

ユーハ味覚糖 株式会社

株式会社 ロッテ

(五十音順)

日本顎口腔機能学会 第68回学術大会

プログラム・事前抄録集

発行日：2022年12月6日

編集・発行：〒951-8514 新潟市中央区学校町通2-5274
新潟大学大学院医歯学総合研究科 包括歯科補綴学分野内
日本顎口腔機能学会第68回学術大会準備委員会