

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 5 月 26 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18H00961

研究課題名（和文）「おいしさ」のマルチモーダルな評価系の確立とそれに基づく嚥下調整食の開発

研究課題名（英文）Establishment of a multimodal evaluation system for deliciousness and its utilization for establishment of dysphagia-adjusted diet

研究代表者

朝倉 富子（Asakura, Tomiko）

東京大学・大学院農学生命科学研究科（農学部）・特任教授

研究者番号：20259013

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,900,000円

研究成果の概要（和文）：食品を口腔内に入れた時、舌で感じた味(快・不快)の感覚が飲み込み易さにどのように影響を与えるか、その際、嚥下筋であるオトガイ舌骨筋の応答はどのように変化するかを解析した。味の種類によりその応答に違いが有るか否かを解析した。5基本味の溶液に対する嗜好性、飲み込み易さを官能評価により評価した。次にそれらの溶液を嚥下する際のオトガイ舌骨筋の表面筋電位を測定した。時間因子、量的因子、周波数因子の合計14の要素を説明変数、飲み込み易さ或いは嗜好性を目的変数としてPLS回帰分析に供した。その結果、全ての味において嗜好性および飲み込み易さ共に筋電位要素によって高い相関を示す予測モデル式を構築する事が出来た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

味覚の研究を進める中で、味も重要な要素ではあるが、食品の二次機能である嗜好性は、味以外の要素も多く、それらが互いに作用しあうことで総和として「おいしさ」を認知する。近年、日本では超高齢社会が深刻化し、介護食品の需要が高まる一方で、長寿国である半面、健康寿命との差が10年近くもあり、誰かの手助けなしには最後の10年間を送ることができない。これを短縮し、健康寿命と実寿命が等しくなるためには、生活習慣、特に食生活の占める役割は大きい。特に口から食物を得ることは健康維持に大きな効果を与えることから、味と嚥下の関係を解明することは嚥下調整食の開発に重要な研究である。

研究成果の概要（英文）：We examined how taste sensation with comfortable or uncomfortable affect the easiness of swallowing and response to submental muscle movement in the throat. Five different concentrations of five basic tastes were prepared to test sensory evaluation. Palatability and easiness swallowing were evaluated using nine step analysis. Next, electromyogram of submental muscle at the time of swallowing of these taste solutions were examined. Fourteen factors of electromyography which consist duration, quantities such as PSD, Vp-p, maximum amplitude, and frequency were extracted from electromyogram. Palatability of easiness of swallowing were subjected to partial least squares regression analysis. Palatability and easiness of swallowing were used as objective value and fourteen factors of electromyography were explanation values. As a results, palatability and easiness of swallowing with all five basic tastes were exhibited predictive formula with high accuracy.

研究分野：食品科学

キーワード：嚥下調整食 表面筋電位 味覚 官能評価 PLS回帰分析 オトガイ舌骨筋

### 1. 研究開始当初の背景

食物摂取の判断は、視覚、嗅覚、味覚、聴覚、触覚の五感すべてによって行われる。五感からの情報は脳で統合され、摂取行動を起こすか否かの判断へと繋がる。食物摂取に関わる要因は極めて複雑で、特に高齢者では、長年の食経験と身体的機能の変化が喫食困難原因の複雑さを増し、低栄養状態に陥る例は少なくない。本研究では、消化吸収の第一段階である咀嚼と嚥下に焦点を当て、咀嚼・嚥下を誘導する因子を、食品に含まれる成分(機器分析による)食品の物理的性質(動的粘弾性などの物性測定)生体応答(喉の表面筋電位、脳波、脳血流)の多側面から解析し、食物摂取を促す主観的「おいしさ」を客観的な数値で示すことで新規介護食品の開発を迅速かつ適正化する必要性が求められている。

### 2. 研究の目的

これまでに食品の成分や物性の解析データと飲みこみやすさなどの官能特性との関連性の研究が行われてきた。嚥下の難易は食品そのものの物性だけでなく、摂食者の嚥下時の生体応答も影響しているが、ヒトにおける嚥下時の生体応答と官能特性の関連性に関する報告は少ない。

そこで、当研究室の先行研究では、市販されている嚥下調整食を用いて、表面筋電図法の測定値を説明変数、官能評価値の「飲みこみやすい」を目的変数とした解析に PLS 回帰分析法を用いた予測モデル構築の成功例を報告している<sup>1)</sup>。

しかし、市販されている嚥下調整食を用いた、飲みこみやすさの評価系には食品の物性・味・香りや人が感じる嗜好や強度など様々なファクターが存在しているため、本章では、基本呈味質における「飲みこみやすさ」、「嗜好性」と「嚥下時の喉の筋肉の応答」に着目することとした。5 基本味の溶液を用いて官能評価による嗜好・飲みこみやすさの評価と喉の生体応答を表面筋電位計で測定し、まず、嗜好や飲みこみやすさを表面筋電図法によって評価できるのかを検討し、次に、嗜好や飲みこみやすさと生体応答の関係は呈味質によって異なるのかを明らかにすることを目的とした。

### 3. 研究の方法

#### (1) 材料

5 基本味の溶液の試験濃度を設定し、設定した濃度で官能評価を行った。溶質は甘味:シヨ糖、苦味:無水カフェイン、塩味:食塩、酸味:クエン酸、旨味:グルタミン酸ナトリウムを用いた。

#### (2) パネル

官能評価は女子大学生 41 名、表面筋電位の測定は各呈味質 17 名~20 名の代表者で行った。

#### (3) 官能評価

表 1 に示す基本呈味質の 5 味、各 5 水準濃度の 25 サンプルについて、強度、嗜好、飲みこみやすさを 9 段階尺度の採点法による絶対評価を実施した。

強度はパネルが各サンプルの濃度の違いを正しく評価できているかを判断するために、評価項目に加えた。

甘味		1	2	3	4	5
シヨ糖	濃度 (%)	2.465	4.849	9.539	18.765	36.915
苦味		1	2	3	4	5
カフェイン	濃度 (%)	0.050	0.073	0.107	0.157	0.230
塩味		1	2	3	4	5
食塩	濃度 (%)	0.402	0.671	1.120	1.869	3.119
酸味		1	2	3	4	5
クエン酸	濃度 (%)	0.128	0.270	0.567	1.191	2.505
旨味		1	2	3	4	5
MSG	濃度 (%)	0.100	0.177	0.313	0.553	0.979

表1 本実験試験サンプルの濃度  
表面筋電図測定が可能なサンプル数を考慮した各5水準の濃度を設定した。

#### (4) 表面筋電図法

表面筋電位の測定には P-EMG plus( 有限会社追坂電子機器 ) を用い、湿式電極は Blue Sensor M( 株式会社メッツ ) を用いた。計測用電極はオトガイ舌骨筋に沿って、電極間の間隔が 10mm になるよう 2 つ貼り、リファレンス用電極は利き腕と反対側の肘の関節の骨の下に貼り付けた。7.5 ml 嚥下時の筋電位を測定した。

表面筋電図測定パラメーターは時間因子、周波数因子、量的因子の 3 因子に分類される 14 のパラメーターを用いた ( 図 1 )。継続時間は、嚥下に要した時間を表す。表面筋電図の周波数解析には時系列データ解析プログラム MemCalc ( 株式会社 GMS ) を用いた。周波数帯 1 : 0-0.2 Hz, 周波数帯 2 : 0.2-5 Hz, 周波数帯 3 : 5-10 Hz, 周波数帯 4 : 10-100 Hz, 周波数帯 5 : 100-1500 Hz。そのうち、0.2-10 Hz の区分パワー / PSD の全面積を低周波成分比、100Hz 以上の区分パワー / PSD の全面積を高周波成分比とした。PSD の全面積とは波形の周波数成分をエネルギーとして表したものであり、PSD の全面積が嚥下による刺激の指標となっている<sup>2)</sup>。

量的因子の解析は P-EMG 内蔵ソフトで行った。全ての EMG を全波整流処理をした。Vp-p や積算値といった量的因子は筋収縮の強さの指標となる。最大値、最小値は振幅の値の最も大きい値、小さい値である。Vp-p は最大振幅を示し、振幅が大きいということは発生した活動電位の数が多く、すなわち、収縮している筋線維数が多いことを示す<sup>3)</sup>。積算値とは筋電図の波形を絶対値化した際の面積で、平均値はある区間の振幅を平均した値である ( 図 1 )。

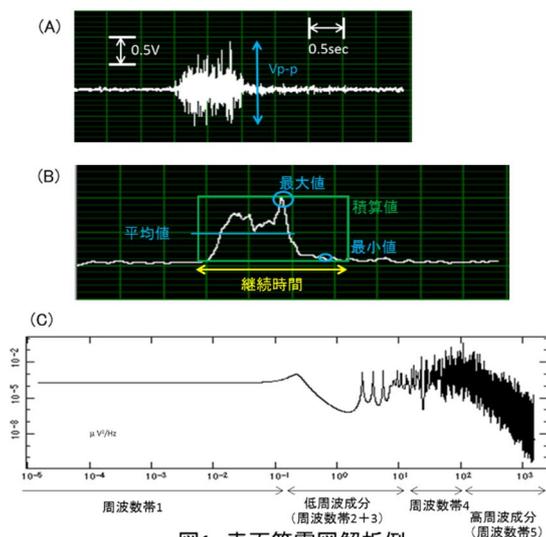


図1 表面筋電図解析例  
(A)出力波形 (B)全波整流処理 (C)フーリエ変換

#### (5) 嗜好、飲みこみやすさのモデル構築

嗜好、飲みこみやすさの予測モデル式の構築のために、嗜好、飲みこみやすさの官能評価値を目的変数、表面筋電図測定パラメーターを説明変数として PLS 回帰分析を適用した。手法は、NIPALS ( Non-linear Iterative Partial Least Squares ) 交差弁証法の K 分割 ( K = 5 ) を適用し、目的変数を精度良く説明できるパラメーターの組み合わせを探索した。交差弁証法の K 分割とは、元のデータを K 個に分割し、そして順番に ( K-1 ) 個分のデータにモデルをあてはめ、残っているデータでモデルを検証するモデル構築手法で、全部で K 回モデルをあてはめる。この方法は、少ないデータを効果的に利用する小規模なデータセットに適している手法である。予測モデル式の予測精度の評価は決定係数  $R^2$  値及び誤差の標準偏差 RMSE ( Root Mean Square Error ) 値で行った。説明変数の選択とそれらの目的変数に対する重要度指標にはステップワイズ PLS-VIP ( Variable Importance in Projection ) 法を適用し、VIP 値を閾値として用いた。ステップワイズ PLS-VIP とは、変数を VIP 値の閾値レベルで再選択し、繰り返し PLS 回帰分析を試行することである。VIP 値は、目的変数および説明変数をモデル化する上で、説明変数の重要度を表す指標である。モデル係数と VIP の値が小さい変数は、モデルから削除する候補となる<sup>4)</sup>。1 つの目安として、VIP 値が 0.8 以下の説明変数は重要でないと考えられている。本研究では  $VIP > 1.0$  を閾値として採用し、説明変数の選択を行った。

## 4 . 研究成果

## (1) サンプル濃度と官能評価値の関係

外れ値除外後の各呈味質別の官能評価項目について、濃度別の平均値と SE をグラフ化したものを図 2 に示した。塩味は、濃度 2 (0.671%) で最も嗜好が高くなり、その後濃度が高くなるとともに、嗜好は低下した。一方、飲みこみやすさは濃度 1 (0.402%) で最も評価値が高く、その後濃度が高くなるとともに、飲みこみやすさは低下した。甘味は、嗜好、飲みこみやすさともに濃度 2 (4.849%) または濃度 3 (9.539%) といった中間濃度で官能評価値が高く、嗜好と飲みこみやすさで同じような挙動を示した。苦味は、嗜好評価値が他の呈味質と比べて低く、嗜好、飲みこみやすさともに濃度 1 (0.050%) の評価値が高かった。酸味も苦味と同様に、嗜好、飲みこみやすさともに濃度 1 (0.128%) の評価値が高かった。旨味は、嗜好は濃度が高くなるとともに、評価値も高くなったが、飲みこみやすさには変化がみられず、独自のパターンを示した。

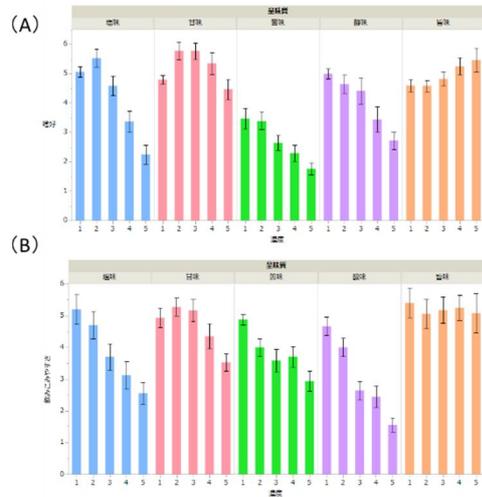


図2 5基本味の濃度別官能評価値  
(A)嗜好 (B)飲みこみやすさ  
各呈味質の濃度1~5は表1に対応

## (2) PLS 回帰分析による予測モデルの構築

外れ値を除外した官能評価データと対数変換後の表面筋電図測定値の平均値を用いて、PLS 回帰分析に適用した。目的変数を嗜好または飲みこみやすさ、説明変数を表面筋電図測定パラメーターに設定し PLS 回帰分析を行い予測式を構築した。

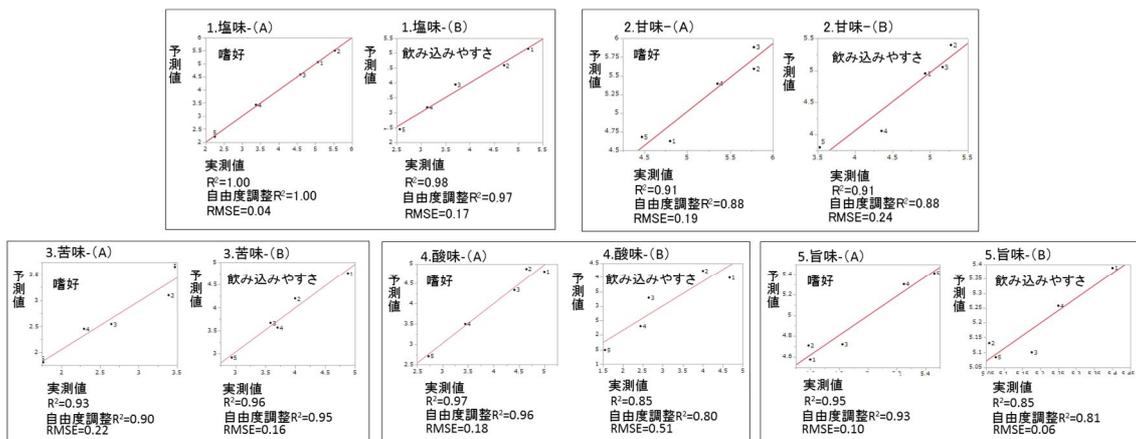


図3 PLS回帰分析による予測モデル

(A)嗜好の実測値と予測値の線形関係 (B)飲みこみやすさの実測値と予測値の線形関係

予測式の精度を判定する実測値と予測値の2変数の関係図およびその予測式を図3に示した(図3-1:塩味、図3-2:甘味、図3-3:苦味、図3-4:酸味、図3-5:旨味)。この時、塩味の嗜好は、 $R^2 = 1.00$  及び  $RMSE = 0.04$ 、塩味の飲みこみやすさは、 $R^2 = 0.98$  及び  $RMSE = 0.17$ 、甘味の嗜好は、 $R^2 = 0.91$  及び  $RMSE = 0.19$ 、甘味の飲みこみやすさは、 $R^2 = 0.91$  及び  $RMSE = 0.24$ 、苦味の嗜好は、 $R^2 = 0.93$  及び  $RMSE = 0.22$ 、苦味の飲みこみやすさは、 $R^2 = 0.96$  及び  $RMSE = 0.16$ 、酸味の嗜好は、 $R^2 = 0.97$  及び  $RMSE = 0.18$ 、酸味の飲みこみやすさは、 $R^2 = 0.85$  及び  $RMSE = 0.51$ 、旨味の嗜好は、 $R^2 = 0.95$  及び  $RMSE = 0.10$ 、旨味の飲みこみやすさは、 $R^2 = 0.85$  及び  $RMSE = 0.06$  であった。いずれの呈味質の予測式、精度の高いモデルが得られた。

今回構築した予測モデルはいずれも精度が高く、この予測モデルを用いることによって、基本呈味質における嗜好と飲みこみやすさを表面筋電図法により客観的な評価できることが示された。また塩味と酸味の嗜好・飲みこみやすさと生体応答の関係には似た傾向があることが考えられ、塩味と酸味の嗜好および飲みこみやすさはいずれも周波数因子と相関がみられた。甘味も周波数因子と相関がみられたが、塩味や酸味とはパラメーターが異なった。苦味は嗜好と飲みこみやすさの生体応答がほぼ一致することが示唆された。旨味は 5 味の中で唯一、嗜好と飲みこみやすさが一致しないことが考えられた。このような呈味質の違いも表面筋電図法により説明できる可能性が示された。

<引用文献>

1. Kayanuma, Y. *et al.* A Predictive Model Based on Surface Electromyography to Assess the Easiness of Deglutition of Dysphagia Diets. *J. Food Process. Technol.* **7(7)**, 1000604 (2016)
2. Miura, Y., Morita, Y., Koizumi, H. & Shingai, T. Effects of taste solutions, carbonation, and cold stimulus on the power frequency content of swallowing submental surface electromyography. *Chem. Senses* **34(4)**, 325–331 (2009)
3. 木塚朝博, 増田正, 木竜徹 & 佐渡山亜兵. 表面筋電図. (東京電気大学出版局, 2006)
4. Wold, S. *PLS for multivariate linear modeling. QSAR: chemometric methods in molecular design Methods and principles in medicinal chemistry.* (Weinheim, Germany: Verlag-Chemie, 1994)

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Asakura Hiroko, Yamakawa Takashi, Tamura Tomoko, Ueda Reiko, Taira Shu, Saito Yoshikazu, Abe Keiko, Asakura Tomiko	4. 巻 69
2. 論文標題 Transcriptomic and Metabolomic Analyses Provide Insights into the Upregulation of Fatty Acid and Phospholipid Metabolism in Tomato Fruit under Drought Stress	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Agricultural and Food Chemistry	6. 最初と最後の頁 2894 ~ 2905
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jafc.0c06168	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Kusunoki Kenta, Hoshi Masako, Tamura Tomoko, Maeda Tatsuya, Abe Keiko, Asakura Tomiko	4. 巻 10
2. 論文標題 Yeast based reporter assay system for identifying the requirements of intramembrane proteolysis by signal peptide peptidase of <i>Arabidopsis thaliana</i>	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 FEBS Open Bio	6. 最初と最後の頁 1833 ~ 1842
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/2211-5463.12936	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Abe Arata, Tanaka Mayui, Yasuoka Akihito, Saito Yoshikazu, Okada Shinji, Mishina Masahiro, Abe Keiko, Kimura Kazumi, Asakura Tomiko	4. 巻 21
2. 論文標題 Changes in Whole-Blood microRNA Profiles during the Onset and Treatment Process of Cerebral Infarction: A Human Study	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Molecular Sciences	6. 最初と最後の頁 3107 ~ 3107
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijms21093107	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Lu Peng, Moriwaki Yoshitaka, Zhang Mimin, Katayama Yukie, Lu Yi, Okamoto Ken, Terada Tohru, Shimizu Kentaro, Wang Mengyao, Kamiya Takehiro, Fujiwara Toru, Asakura Tomiko, Suzuki Michio, Yoshimura Etsuro, Nagata Koji	4. 巻 11
2. 論文標題 Functional characterisation of two ferric-ion coordination modes of TtFbpA, the periplasmic subunit of an ABC-type iron transporter from <i>Thermus thermophilus</i> HB8	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Metallomics	6. 最初と最後の頁 2078 ~ 2088
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C9MT00245F	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kasahara Yoichi, Sakurai Takanobu, Matsuda Ryusei, Narukawa Masataka, Yasuoka Akihito, Mori Naoki, Watanabe Hidenori, Okabe Takayoshi, Kojima Hirotsu, Abe Keiko, Misaka Takumi, Asakura Tomiko	4. 巻 83
2. 論文標題 Novel indole and benzothiophene ring derivatives showing differential modulatory activity against human epithelial sodium channel subunits, ENaC and	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry	6. 最初と最後の頁 243 ~ 250
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/09168451.2018.1533802	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Midorikawa Keiko, Kuroda Masaharu, Yamashita Haruyuki, Tamura Tomoko, Abe Keiko, Asakura Tomiko	4. 巻 14
2. 論文標題 Oryza sativa Brittle Culm 1-like 6 modulates $\beta$ -glucan levels in the endosperm cell wall	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0217212
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0217212	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Narisawa Tomoyuki, Nakajima Hideo, Umino Marie, Kojima Tokiko, Yamashita Haruyuki, Kiribuchi-Otobe Chikako, Yamada Masaharu, Asakura Tomiko	4. 巻 87
2. 論文標題 Cultivar differences in lipoxygenase activity affect volatile compound formation in dough from wheat mill stream flour	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Cereal Science	6. 最初と最後の頁 231 ~ 238
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jcs.2019.04.004	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tomoyuki Narisawa, Hideo Nakajima, Marie Umino, Tokiko Kojima, Haruyuki Yamashita, Chikako Kiribuchi-Otobe, Masaharu Yamada, Tomiko Asakura.	4. 巻 87
2. 論文標題 Cultivar differences in lipoxygenase activity affect volatile compound formation in dough from wheat mill stream flour.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Cereal Science	6. 最初と最後の頁 231-228
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jcs.2019.04.004	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Akihiro Matsuura, Ko Yoshimura, Hiroyuki Kintsu, Takashi Atsumi, Yasushi Tsuchihashi, Takeshi Takeuchi, Noriyuki Satoh, Lumi Negishi, Shohei Sakuda, Tomiko Asakura, Yuki Imura and Etsuro Yoshimura Michio Suzuki.	4. 巻 204(2)
2. 論文標題 Structural and functional analyses of calcium ion response factors in the mantle of Pinctada fucata.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Structural Biology	6. 最初と最後の頁 240-249
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jsb.2018.08.014	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Mana Ogawa, Toshitada Nagai, Yoshikazu Saito, Hitonari Miyaguchi, Kei Kumakura, Keiko Abe, Tomiko Asakura	4. 巻 6;498
2. 論文標題 Short-term mastication after weaning upregulates GABAergic signalling and reduces dendritic spine in thalamus	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Biochem. Biophys. Res. Commun.	6. 最初と最後の頁 621-626
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbrc.2018.03.032	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計26件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 森安珠、上田玲子、朝倉富子、阿部啓子
2. 発表標題 官能評価値をオトガイ舌骨筋の表面筋電位を用いて可視化する
3. 学会等名 日本農芸化学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 李善美、安岡顕人、永井俊匡、齋藤芳和、阿部啓子、朝倉富子
2. 発表標題 幼若期における咀嚼刺激が記憶に与える影響
3. 学会等名 日本農芸化学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 永井俊匡、齊藤美佳、清水愛恵、齋藤芳和、安岡顕人、阿部啓子、朝倉富子
2. 発表標題 長期間の咀嚼は視床下部の遺伝子発現の変化と血圧の低下をもたらす
3. 学会等名 日本農芸化学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 數村公子、波多野薫子、竹内康造、松下悦史、吉田晃浩、阿部新、朝倉富子
2. 発表標題 光センシングによる簡便な未病マーカーの開発
3. 学会等名 日本農芸化学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 成澤朋之、酒井孝一朗、仲島日出男、山下治之、杉山健二郎、乙部千雅子、椎葉 究、山田昌治、朝倉富子
2. 発表標題 小麦生地中の揮発性成分生成における LOX アイソザイ ムの影響
3. 学会等名 日本農芸化学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 梅谷華奈、上田玲子、小西史子、舟木淳子、安岡顕人、阿部啓子、朝倉富子
2. 発表標題 表面筋電図法と動的粘弾性測定を用いた増粘多糖類ゲルの嚥下難易度の評価
3. 学会等名 日本農芸化学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 酒井孝一朗、黒田昌治、福田あかり、永野淳、阿部啓子、朝倉富子
2. 発表標題 窒素施肥によるイネ種子内のトレハロース 6-リン酸及び その関連分子の発現変動解析
3. 学会等名 日本農芸化学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 朝倉浩子、山川隆、上田玲子、平修、阿部啓子、朝倉富子
2. 発表標題 乾燥ストレス下で生育したトマト果実のトランスクリプトームおよびメタボローム解析
3. 学会等名 日本農芸化学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 李善美、安岡顕人、永井俊匡、斎藤芳和、阿部啓子、朝倉富子
2. 発表標題 幼若期における咀嚼刺激が脳内発現遺伝子と行動に与える影響
3. 学会等名 日本農芸化学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西原百合枝、杉本茉優、林田美穂、星野楓、宮原奈美、朝倉富子、舟木淳子
2. 発表標題 プロテアーゼを用いた伊達巻の作製
3. 学会等名 日本調理科学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 笠原洋一、松田龍星、成川真隆、安岡顕人、森直紀、阿部啓子、三坂巧、朝倉富子
2. 発表標題 ケミカルライブラリーを用いたhuman ENaC活性化剤のスクリーニング
3. 学会等名 日本農芸化学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 永井俊匡、浅野実久、齊藤美佳、齊藤芳和、阿部啓子、朝倉富子
2. 発表標題 長期間の咀嚼による小脳の遺伝子発現変動
3. 学会等名 日本農芸化学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮口一勢、永井俊匡、齊藤芳和、安岡顕人、阿部啓子、朝倉富子
2. 発表標題 ラットの幼若期における咀嚼刺激が海馬の遺伝子発現と記憶能力に与える影響
3. 学会等名 日本農芸化学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 梅谷華奈、上田玲子、小西史子、安岡顕人、阿部啓子、朝倉富子
2. 発表標題 5つの基本味溶液嚥下時における表面筋電図と嗜好性の関連解析
3. 学会等名 日本農芸化学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 酒井孝一朗、黒田昌治、緑川景子、阿部啓子、朝倉富子
2. 発表標題 窒素施肥がイネ種子のデンプン組成に与える影響
3. 学会等名 日本農芸化学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田中まゆひ、阿部新、齊藤芳和、安岡顕人、阿部啓子、朝倉富子
2. 発表標題 脳梗塞患者の全血を用いた脳梗塞バイオマーカーmiRNAの探索
3. 学会等名 日本農芸化学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 朝倉浩子、山川豊、阿部啓子、朝倉富子
2. 発表標題 塩ストレス下で生育したトマト果実中のトランスクリプトーム解析
3. 学会等名 日本農芸化学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 萩本政大、成川真隆、中島健一朗、石丸喜朗、朝倉富子、阿部啓子
2. 発表標題 口腔、消化管を介するエネルギー代謝調節の解析
3. 学会等名 日本農芸化学会2018年度大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大久保智史、寺内かえで、山浦高夫、阿部啓子、朝倉富子
2. 発表標題 クルクリゴ属植物における次世代シーケンサーを用いたネオクリン類似遺伝子グループの発現解析
3. 学会等名 日本農芸化学会2018年度大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田熊彩子、齋藤芳和、阿部新、上田雅之、仁藤智香子、木村和美、阿部啓子、朝倉富子
2. 発表標題 脳梗塞重症化予防効果を持つ食品成分探索のためのヒトバイオマーカーの開発
3. 学会等名 日本農芸化学会2018年度大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 永井俊匡、小川真奈、齋藤芳和、宮口一勢、阿部啓子、朝倉富子
2. 発表標題 離乳直後の短期間咀嚼は視床の GABA シグナリングを亢進して樹状突起スパインを減少させる
3. 学会等名 日本農芸化学会2018年度大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宮口一勢、永井俊匡、齋藤芳和、阿部啓子、朝倉富子
2. 発表標題 離乳直後のラットにおける短期間咀嚼が海馬に与える効果の評価
3. 学会等名 日本農芸化学会2018年度大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 成澤朋之、海野まりえ、仲島日出男、小島登貴子、乙部千雅子、金子成延、杉山健二郎、朝倉富子、山田昌治
2. 発表標題 小麦ストリーム粉の揮発性成分に影響する酵素活性
3. 学会等名 日本農芸化学会2018年度大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 朝倉浩子、山川隆、阿部啓子、朝倉富子
2. 発表標題 塩ストレス条件下で栽培したトマト果実に発現するマイクロ RNA の解析
3. 学会等名 日本農芸化学会2018年度大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西原百合枝、池口舞、田崎奈緒子、藤本彩花、朝倉富子、舟木淳子
2. 発表標題 パン粥のテクスチャーにプロテアーゼが及ぼす影響
3. 学会等名 日本調理科学会平成30年度大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 成澤朋之、仲島日出男、杉山健二郎、山田昌治、朝倉富子
2. 発表標題 うどん製造工程における呈味成分の変化
3. 学会等名 日本食品科学工学会第65回大会
4. 発表年 2018年

## 〔図書〕 計3件

1. 著者名 朝倉富子	4. 発行年 2020年
2. 出版社 株式会社北隆館	5. 総ページ数 9
3. 書名 「健康を築く咀嚼と嚥下」月刊アグリバイオ2020年12月臨時増刊号	

1. 著者名 成澤朋之、仲島日出男、海野まりえ、乙部千雅子、山田昌治、朝倉富子	4. 発行年 2020年
2. 出版社 日本食品科学工学会	5. 総ページ数 2
3. 書名 日本食品科学工学会誌vol.67(9)	

1. 著者名 山下治之、笠原洋一、阿部啓子、朝倉富子	4. 発行年 2020年
2. 出版社 篠原出版新社	5. 総ページ数 7
3. 書名 「味覚の宇宙観 - ナトリウム摂取と塩味制御の視点から」宇宙・医学・栄養学vol.2	

## 〔産業財産権〕

## 〔その他〕

-

## 6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	舟木 淳子  (Funaki Junko)  (60219079)	福岡女子大学・人間環境科学研究科・准教授   (27103)	

## 7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

## 〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------