

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 5 月 27 日現在

機関番号：23803

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2016～2019

課題番号：16K00914

研究課題名（和文）咬合力と客観的ストレス評価に関する多角的調査研究

研究課題名（英文）Relationship between masticatory ability and objective stress assessment in young Japanese women

研究代表者

桑野 稔子 (KUWANO, Toshiko)

静岡県立大学・食品栄養科学部・教授

研究者番号：20213647

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,600,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、青年期女性の咀嚼能力と客観的ストレス評価との関連について明らかにすることを目的とした。その結果、自律神経バランスLF/HFは、咀嚼能力の指標 E75ile未満群（咀嚼能力低値群）では、安静時と比較し、ストレス負荷予告時、負荷直後、負荷10分後いずれの時点において有意に上昇した（ $p<0.001$ ）。一方、E75ile以上群（咀嚼能力高値群）では、安静時と比較し、ストレス負荷予告時にのみ有意に上昇したものの（ $p<0.01$ ）、ストレス負荷直後、ストレス負荷10分後ともに有意な変化は認められなかった。本研究結果により、高い咀嚼能力はストレス緩和に寄与する可能性が推察された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまでに、咀嚼がストレス緩和に有効であることは報告されているが、個々人の咀嚼能力と客観的ストレス評価との関連について検討した研究報告例はない。本研究では、個々人の咀嚼能力と客観的ストレス評価（唾液コルチゾール、加速度脈波計による自律神経機能評価）、更に食物摂取状況調査を行い、個々人の咀嚼能力を加味した多角的調査研究により、ストレスとの関連を評価する点が特色であり、学術的意義がある。

本研究において、咀嚼能力とストレスとの関連が明らかになれば、咀嚼能力を鍛えることでストレス緩和、改善に有効な健康・栄養教育への活用が期待でき、社会的意義は大きい。

研究成果の概要（英文）：This study aimed to examine the relationship between masticatory ability and objective stress evaluation in young Japanese women. Results showed that for the lower masticatory ability group, whose E is less than 75 percentile, the LF/HF increased significantly at the time of stress warning, right after stress, and 10 minutes after stress than at the time of resting ( $p<0.001$ ). In contrast, for the higher masticatory ability group, whose E is greater than or equal to 75 percentile, the LF/HF increased significantly only at the time of stress warning rather than at the time of resting ( $p<0.01$ ). However, there was no significant difference in LF/HF for both groups right after stress and 10 minutes after stress application. Results suggested that high masticatory ability may contribute to stress relief.

研究分野：栄養教育、健康教育

キーワード：咀嚼能力 自律神経活動 ストレス 食物摂取状況調査

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

#### (1) 現代の咀嚼環境

近年、食の多様化により、噛み応えのある食品や料理を摂取する頻度が少なくなってきており、現代人の咀嚼力の低下が懸念されている。また現代人は、生活時間にゆとりが取れず、喫食時間も短いため、咀嚼回数も減少している。本研究代表者の桑野は、これまでに大学生が日常摂取している食事全体の食物の噛みごたえと咬合力（噛む力）との関連を解析し、我々が日常的に摂取している食事は、軟らかい傾向にあることを客観的データから明らかにしている。つまり、現代は意識して噛みごたえのある食物を選択しなければ、良く噛まずに食物摂取が可能な食環境であることを報告した。また、咬合力の高いグループは低いグループに比べ、噛みごたえのある食物を多く摂取していることを明らかにした (Kuвано T et al, *J. Masticat. & Health Soc.*, **9**, 1999) (桑野ら 日本衛生学会誌, **52**, 1998)。

#### (2) 咀嚼の機能性

咀嚼は、これまでに消化作用と摂食調節作用、唾液分泌促進作用、栄養素吸収の促進、脳の活性化と脳の老化の抑制、免疫機能の向上、生体の恒常性とリズムの維持、肥満による生活習慣病の抑制と改善、運動機能の維持と向上、骨粗鬆症の抑制等、多くの報告がある (Kobayashi Y. *Ann. Jpn. Prosthodont. Soc.*, **3**, 2011)。

その中で、研究代表者の桑野は、1995年から咀嚼の研究を開始し、上記研究(1. 現代の咀嚼環境)や、肥満傾向の青年期女性を対象とした食前ガムチューイングが体重を減少させることを見だし、さらに、このチューイング刺激が満腹中枢刺激と摂食中枢抑制の両方に神経伝達するだけでなく、視床下部・下垂体系を介し、より内臓脂肪分解 (MRI 測定) を促進することを解明した (Hiroko INOUE, Toshiko KUWANO. *J. Masticat. & Health Soc.* **26**, 2016)。さらに、成人期男性の食前ガムチューイング実施による血液中の摂食関連ホルモン (グレリン・レプチン) の影響から、抗肥満効果を確認した (Ayako HASHIMOTO, Hiroko INOUE, Toshiko KUWANO, *J. Masticat. & Health Soc.* **29**, 2019)。

#### (3) 咀嚼とストレス低減効果

これまでに咀嚼は、ストレスを軽減させる効果が報告されている。ラットにストレス刺激を加え、棒を噛ませることで脳内ドーパミンは正常値になり、ストレスが軽減すること (Gómez FM et al. *Eur. J. Oral. Sci.* **107**, 1999) や、咀嚼により交感神経が和らぎ、コルチゾールやアドレナリンが減少するとの報告がある (Sato C et al. *Clin. Oral. Invest.*, **14**, 2010)。またヒトにおいても、計算などのストレス負荷時に咀嚼をすることによってアドレナリンが減少するとの報告がある。しかしながら、ヒトの咬合力は様々であり、咬合力の強さと客観的ストレス評価について検討した研究報告はない。

#### (4) 咬合力に影響を与える要因

咬合力に影響を与える要因は、顔面骨格 (岩崎ら 日衛誌, **50**, 1995)、口腔内の環境 (長谷川 東医歯顎口腔総合研究施設, **184**, 1983)、運動歴 (岩崎ら 日衛誌, **49**, 1994)、握力、背筋力、骨密度 (岩崎ら 民族衛生, **62**, 1996)、除脂肪体重 (桑野ら 日衛誌, **52**, 1998)、食品の硬さ (有住 補綴誌, **33**, 1989) (柴崎ら 小児歯, **19**, 1981)、性差 (岩崎ら 日衛誌, **49**, 1994) (岩崎ら 民族衛生, **62**, 1996) などが報告されている。咬合力は、口腔内環境が良い者、除脂肪体重が高い者、運動歴がある者、噛みごたえのある食物を摂取している者が高いとの報告がある。従って、咀嚼とストレスとの関連を分析する際には、咀嚼能力に大きく依存している個々の咬合力を調査する必要がある。

#### (5) 成人のストレス状況

急速な情報社会の進展や人間関係の希薄化、複雑化により、ストレスや疲労で自律神経活動バランスが乱れている成人が増加している。平成 25 年度「脳・心臓疾患と精神障害の労災補償状況」によると、精神障害の労災請求件数が 1,409 件 (前年度比 152 件増) と過去最多である。

また、日本は世界でも稀にみる疲労大国ともいわれ、過労死も大きな社会問題となっている。平成 24 年度厚生労働科学研究障害者対策総合研究事業によると、6 か月以上の慢性的な疲労を自覚している者が 38.7% であるとの報告がある。

#### (6) ストレス評価

ストレス計測法としては、種々のストレスマーカーによりストレスが評価されてきた。血中カテコールアミンやコルチゾールが典型的な生化学指標である。血中コルチゾールは、採血に専門家が必要となり、対象者に痛みを伴うなど、採血自体がストレスを与えてしまう。一方、唾液コルチゾールは、血中コルチゾール濃度と相関が高く (Umeda T et al. *Clinica. Chimica. Acta.*, **110**, 1981)、血中濃度との時間のずれも数分で (Vining, KF et al. *Ann. Clin. Biochem.*, **20**, 1983) 唾液の浸出速度にも影響を受けないと報告がある (Walker RF et al. *Immunoassays of steroids in saliva*, 1984)。ストレスマーカー以外のストレス評価としては、脳波、心電図、血圧等が用いられてきた。近年、測定が容易で、かつ R-R 間隔と同様の生理的意義を示す加速度脈波の a-a 間隔の周波数解析が自律神経評価に用いられるようになってきた (Takada H et al. *H.E.P.*, **31**,

2004) (Takada M et al. *H.E.P.*, **35**, 2008)。

研究開始当初の背景は以上の通りであり、習慣的咀嚼能力と客観的ストレス評価との関連を検討した研究はない。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、青年期女性の咀嚼能力と客観的ストレス評価との関連について、多角的調査研究により、明らかにすることである。

## 3. 研究の方法

### (1) 研究対象

静岡県立大学研究倫理審査委員会の承認後（静岡県立大学倫理承認番号：28-7）、18歳以上の女性を募集した。本研究に必要とするサンプルサイズは、安静時のLF/HF値、ストレス負荷試験 Trier Social Stress Test (TSST) 前後の唾液  $\alpha$ -アミラーゼ活性値を指標に算出した。信頼区間の幅をそれぞれの測定値の $\pm 20\%$ 、信頼水準 95%と設定し、サンプルサイズを算出した。脱落者、自律神経機能測定不可者が 20%と想定して、80名を対象者募集の目標とした。研究説明会に参加した18歳から27歳の女性105名から同意書を得た。同意撤回書提出者または事前の自律神経機能測定不可の者、安静時の自律神経機能が正確に測定できなかった者、ストレス負荷試験日の自律神経機能の変化が著しく大きかった者を除外した80名（平均年齢  $20.41 \pm 1.85$  歳）を最終解析対象者とした。

また、募集の際は、自律神経機能への影響を除くため、喫煙者、特別な治療や通院・服薬（経口避妊薬含む）をしていない者とした。

### (2) 研究期間

2016年10月から2017年10月に実施した。

### (3) 調査項目

#### ① 身体計測

身体計測の調査項目は、身長、体重、体脂肪率、脂肪量、除脂肪量、BMI、肥満度、腹囲である。身長、体重、BMI、肥満度は、BODY FAT ANALISER (Model No.TBF-215, TANITA) を用いて測定した。腹囲測定は、メタボリックシンドロームの診断基準に基づき、国立健康・栄養研究所のホームページに掲載されている腹囲測定法ビデオを参考に行った。立位の状態で軽く息を吐いてもらい、巻尺等は水平になるように注意し、へその高さ（立位臍高位）で計測した。測定回数は2回とし、その連続した2回の平均値をデータとして用いた。

#### ② 血圧測定

血圧測定は、デジタル自動血圧計 medinote (HEM-5001, OMRON) により、収縮期血圧、拡張期血圧、心拍数を測定した。

#### ③ 握力測定

握力はデジタル握力計 GRIP-D (T.K.K. 5101, 竹井機器工業) を用いて測定した。

#### ④ 自記式食事歴法質問票 (DHQ-L) 密度法による食物摂取状況調査

食物摂取頻度調査は、すでに多くの妥当性研究が報告されている自記式食事歴法質問票 (DHQ-L) を用いた。DHQ-L は、過去1ヶ月間の習慣的な栄養素等摂取量が把握でき、食行動に関する質問も含まれている。算出された栄養素および食品群別摂取量は栄養密度法（1,000 kcalあたりの摂取量、%エネルギー）を用いた。

#### ⑤ 咀嚼能力測定（間接的検査）

咀嚼能力測定の間接的検査として、咬合力測定を行った。咬合力は歯科用咬合力計 OCCLUSAL FORCE-METER (GM10, 長野計器製作所) を用いて測定した。

#### ⑥ 咀嚼能力測定（直接的検査）

咀嚼能力測定の直接的検査として、ロッセキシリトール咀嚼チェックガムを使用した。ガムの色の变化を色彩色差計により測定し、咀嚼前後のガムの色の变化を  $\Delta E$  で評価した。

#### ⑦ 自律神経機能測定

自律神経機能測定は、加速度脈波計 ARTETT CDN (株式会社 ユメディカ) を用いて測定した。

連続する心拍間隔を周波数解析して得られる低周波領域 (0.04-0.15 Hz) パワー値 (LF) は交感神経と副交感神経の両方の活動性を反映し、高周波領域 (0.15-0.40 Hz) パワー値 (HF) は副交感神経機能の指標であると言われる。さらに LF%: LF power/Total power, HF%: HF power/ Total power、LF/HF が自律神経のバランスに用いることができる。本研究では、これらを測定した。

なお、本研究では、100拍測定を選択し、周波数解析結果には、短いデータ長からスペクト

ルを求める際に有効な手法である最大エントロピー法 (MEM) を採用した。

#### ⑧ 心理社会的ストレス負荷試験

ストレス負荷試験として、妥当性と信頼性の高い Trier Social Stress Test (TSST) を使用し実施した。TSST は 2 種類のメンタルテスト (スピーチ課題、暗算課題) で構成されている。TSST は、食事の自律神経への影響を除き、唾液ストレスマーカーの概日リズムによる影響を制御するために 14 時 40 分から 18 時 10 分の間にすべて実施した。空調整備が整った静かな部屋 (室温  $24.2 \pm 0.76$  °C、湿度  $48.0 \pm 14.8\%$ ) にて個別に行った。

対象者には前日の午後 9 時以降の運動、服薬、カフェイン・刺激物の摂取を禁止してもらい、当日の測定時刻の 2 時間前からは水以外の飲食を禁止してもらった。当日は過度の運動を控えてもらい、睡眠時間を十分取ってくるよう口頭、書面にて注意をした。体の締め付けを無くすため、対象者には下着を外してもらい、用意した検査着に着替えてから測定を行った。

#### ストレス負荷試験のプロトコール

ストレス負荷試験のプロトコールを Figure 1 に示す。試験中に客観的ストレス指標である自律神経機能 (LF%, HF%, 自律神経バランス LF/HF) を 4 回 (安静時、ストレス負荷予告時、ストレス負荷直後、10 分後)、唾液  $\alpha$ -アミラーゼ活性を 3 回 (安静時、ストレス負荷 5 分後、15 分後) 測定した。

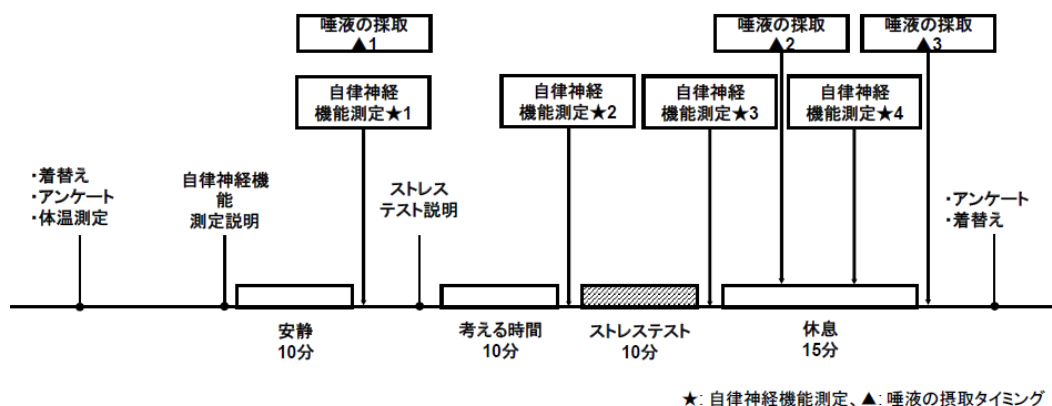


Figure. 1 ストレス負荷試験プロトコール

#### (4) 統計解析

統計解析は、咀嚼能力の指標である  $\Delta E$  を用いて、研究対象者を  $\Delta E75\%ile$  未満 (咀嚼能力の低値) 群 (59 名)、 $\Delta E75\%ile$  以上 (咀嚼能力の高値) 群 (21 名) の 2 群に分類し、アセスメント結果の 2 群間の差の検定、ストレス負荷時における自律神経機能の経時的変化の差の検定を行った。

### 4. 研究成果

#### (1) 対象者の特性

本研究の対象者の身体計測値は、平成 28 年国民健康・栄養調査の 20~29 歳代女性の結果 (身長、体重、BMI、血圧)、15~19 歳の女性の結果 (BMI) と比較するとほとんど変わらなかった。

$\Delta E75\%ile$  以上群は、 $\Delta E75\%ile$  未満群と比較して、体重、体脂肪量、除脂肪量、体水分量、最大咬合力、 $\Delta E$  が有意に高値を示した (体重、体脂肪量:  $p < 0.05$ 、除脂肪量、体水分量、最大咬合力:  $p < 0.01$ 、 $\Delta E$ :  $p < 0.001$ )。

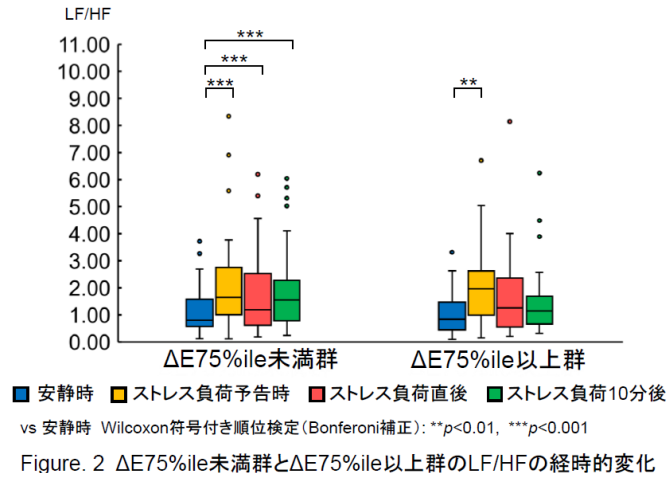
#### (2) 心理社会的ストレス負荷における経時的変化

##### ① $\Delta E75\%ile$ 未満群と $\Delta E75\%ile$ 以上群の自律神経機能 (LF/HF) の経時的変化の比較

ストレス負荷時の自律神経機能の測定結果 LF/HF を Figure 2 に示す。

LF/HF は、 $\Delta E75\%ile$  未満群では、安静時と比較して、ストレス負荷予告時、負荷直後、負荷 10 分後いずれの時点においても有意に上昇した ( $p < 0.001$ )。

$\Delta E75\%ile$  以上群では、安静時と比較して、ストレス負荷予告時にのみ有意に上昇した ( $p < 0.01$ ) が、ストレス負荷直後、ストレス負荷 10 分後は有意な差が認められなかった。

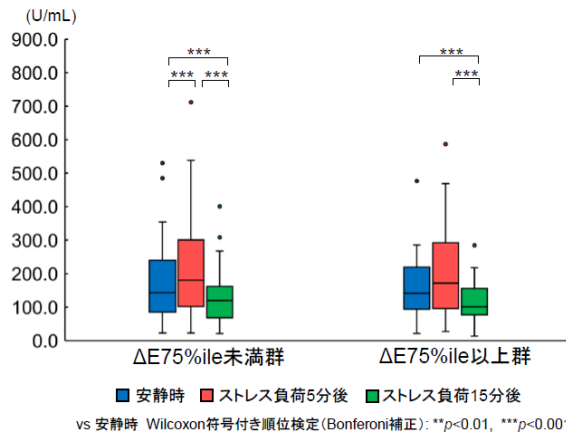


## ② ΔE75%ile 未満群と ΔE75%ile 以上群の唾液 α-アミラーゼ活性の比較

ストレス負荷時の唾液 α-アミラーゼ活性の測定結果を Figure 3 に示す。

ΔE75%ile 未満群では、安静時と比較してストレス負荷 5 分後に有意に上昇し ( $p<0.001$ )、ストレス負荷 15 分後には、有意に低下した ( $p<0.001$ )。

ΔE75%ile 以上群では、安静時と比較してストレス負荷 5 分後には変化が認められず、ストレス負荷 15 分後に有意に低下した ( $p<0.001$ )。



## (3) DHQ-L 密度法による食物摂取状況調査

DHQ-L により推定されたエネルギー調整済み栄養素等摂取量、食品群別摂取量は、ΔE75%ile 以上群は、ΔE75%ile 未満群と比較して、種実類摂取量、その他の飲料摂取量が有意に高値を示し ( $p<0.05$ )、動物性油脂が有意に低値を示した ( $p<0.05$ )。また、ビタミン K 摂取量、パントテン酸摂取量、マンガン摂取量は高値傾向を示した (ビタミン K 摂取量:  $p=0.050$ 、パントテン酸摂取量:  $p=0.064$ 、マンガン摂取量:  $p=0.076$ )。その他の各項目においては咀嚼能力による有意差は認められなかった。

## (4) 考察

咀嚼能力によるストレス応答について、自律神経機能では、ΔE75%ile 未満群は、安静時と比較し、ストレス負荷予告時、ストレス負荷直後、ストレス負荷 10 分後に LF/HF が有意な上昇が継続したのに対し、ΔE75%ile 以上群では、安静時と比較し、ストレス負荷予告時にのみ有意に上昇したが、ストレス負荷直後、ストレス負荷 10 分後には有意な差は認められなかった。また、唾液 α-アミラーゼ活性では、ΔE75%ile 未満群は、安静時と比較し、ストレス負荷 5 分後に有意な上昇を示したのに対し、ΔE75%ile 以上群は、有意な変化は認められなかった。

これらのことから、咀嚼能力の高い対象者は、心理的ストレスを生じてもすぐに LF/HF が低くなり、自律神経機能が平常に戻る事が確認され、ストレスにより生じた交感神経の興奮の抑制に高い咀嚼能力が影響している可能性が示唆された。

以上のことから、本研究において、咀嚼能力を高めることは、ストレス緩和に寄与する可能性が示唆された。現代のストレス社会においては、習慣的な咀嚼能力を高めることでストレス緩和の健康・栄養教育に応用できる可能性が示唆され、日本はもとより世界的なストレス対策のエビデンスの 1 つに貢献できると思われる。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6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 桑野稔子	4. 巻 28 (1)
2. 論文標題 咀嚼と健康 -食育の視点から-	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本咀嚼学会雑誌	6. 最初と最後の頁 2-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Hiroko Inoue and Toshiko Kuwano	4. 巻 26
2. 論文標題 Effect of ongoing Gum Chewing before Food Intake in Obese/Overweight Young Adult Japanese Women: A Before-After Trial.	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 J. Masticat. & Health Soc.	6. 最初と最後の頁 62-69
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Ayako HASHIMOTO, Hiroko INOUE, Toshiko KUWANO	4. 巻 29
2. 論文標題 The effects of chewing and histidine intake in obese and pre-obese men: a before-after pilot study	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 J. Masticat. & Health Soc.	6. 最初と最後の頁 71-79
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 -

〔学会発表〕 計11件（うち招待講演 1件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 橋本彩子, 井上広子, 桑野稔子
2. 発表標題 食習慣、精神的健康状態における咀嚼およびヒスチジン摂取の有用性の検討
3. 学会等名 日本咀嚼学会第28回学術大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 野寄彩, 森翔平, 福島千帆里, 濱本菜穂, 橋本彩子, 井上広子, 桑野稔子
2. 発表標題 青年期女性の日常生活における自律神経活動の変動と食生活・生活習慣との関連
3. 学会等名 第64回日本栄養改善学会学術総会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 森翔平, 野寄彩, 福島千帆里, 濱本菜穂, 橋本彩子, 井上広子, 桑野稔子
2. 発表標題 青年期女性の自律神経活動と身体・食生活状態との関連
3. 学会等名 第64回日本栄養改善学会学術総会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 濱本菜穂, 井上広子, 鈴木真美子, 桑野稔子
2. 発表標題 継続的な食前ガムチューイングによる食・生活習慣、精神状態に与える影響
3. 学会等名 第63回日本栄養改善学会学術総会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 桑野稔子
2. 発表標題 若い世代からの生活習慣病予防と健康教育
3. 学会等名 第73回日本栄養・食糧学会大会（招待講演）
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 日本咀嚼学会編：桑野稔子他43名	4. 発行年 2017年
2. 出版社 一般財団法人口腔保健協会	5. 総ページ数 168
3. 書名 咀嚼の本2 - ライフステージから考える咀嚼・栄養・健康 -	

1. 著者名 杉山みち子，赤松利恵，桑野稔子編著	4. 発行年 2016年
2. 出版社 (株)建帛社	5. 総ページ数 202 (5-8)
3. 書名 カレント栄養教育論	

〔産業財産権〕

〔その他〕

静岡県立大学食品栄養科学部栄養生命科学科栄養教育学研究室 <a href="http://dfns.u-shizuoka-ken.ac.jp/labs/commnutr/">http://dfns.u-shizuoka-ken.ac.jp/labs/commnutr/</a>
---

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	井上 広子  (INOUE Hiroko)  (60438190)	東洋大学・食環境科学部・准教授    (32663)	



## 6. 研究組織（つづき）

	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	橋本 彩子  (HASHIMOTO Ayako)  (70781813)	京都女子大学・家政学部・講師       (34305)	