

令和元年5月27日現在

機関番号：32663

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K00827

研究課題名(和文)新規味覚「脂肪味」を含む味覚感受性と自律神経活動との関連

研究課題名(英文) Relationship between taste sensitivity including "fat taste" and autonomic nervous activity

研究代表者

井上 広子 (Inoue, Hiroko)

東洋大学・食環境科学部・准教授

研究者番号：60438190

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、青年期の味覚識別能力・味覚感受性の実態を詳細に解析し、食物摂取状況、健康状態等との関連について検討を行った。

その結果、全ての味覚を正しく識別出来た者は約2割しかおらず、多くの者が味覚を正しく識別出来ていないことが明らかとなった。また女性では、正しく味覚を判別できなかった者は、血清鉄濃度が有意に低く、潜在的な鉄欠乏との関連が推察された。さらに甘味・塩味・酸味の各味覚感受性は、ストレスや抑うつ性等の精神状態との関連が推察された。これらの結果より、本研究成果は、味覚機能と健康状態に関するエビデンスの構築に資することが期待される。

研究成果の学術的意義や社会的意義

味覚識別や味覚感受性を認知することは、生活習慣病予防の観点からも極めて重要である。

本研究では、青年期男女の味覚識別能力と味覚感受性の実態を詳細に調査し、食習慣や生活習慣、精神的健康状態との関連を明らかにした。本研究成果は、味覚機能と健康状態に関するエビデンスの構築に資する極めて貴重な学術的成果である。また、ヒトの味覚識別能力や味覚感受性が健康状態を反映する指標のひとつとなる可能性に繋がる結果であったことから、社会的意義のある研究成果であると考えられる。

研究成果の概要(英文)：This study analyzed the relationship between adolescent taste discrimination ability and taste sensitivity, and health indicators such as autonomic nervous activity, food intake, and lifestyle habits. Results showed that about 20% of the participants could correctly identify all the tastes. Among female participants, those who could not distinguish taste correctly had significantly lower serum iron levels, suggesting a relationship with potential iron deficiency. Furthermore, it was inferred that each taste sensitivity of sweetness, saltiness, and sourness was related to mental conditions such as stress and depression. The results of this study suggest that taste discrimination ability and taste sensitivity may be barometers for certain health conditions, and they are expected to contribute to the body of evidence linking taste function to health.

研究分野：栄養教育

キーワード：味覚 食生活 生活習慣 精神的健康状態

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

平成 22 年国民生活基礎調査の日常生活での悩みやストレスの有無別構成割合をみると、「ある」と回答した者が 46.5%であることが報告されている。また、悩みやストレスがある者を性別にみると、男性 42.4%、女性 50.3%で女性が高い。また、日本疲労学会によると、我が国では約 60%の人が疲労を自覚し、全体の 37%の人が 6 カ月以上持続する慢性疲労を感じているとの報告がある。そして我が国の慢性疲労症候群 (Chronic Fatigue Syndrome: CFS) は、約 3,000 万人と推定されている。これまでは、CFS の多くは勤労男性に多く見られたが、現在、若い年代において増加してきている (Kessler RC et al. *Arch Gen Psychiatry*, **62**, 2005)。慢性的なストレスや CFS は、うつ病へと進展することも報告されている (Uchida et al. *Neuron*, **69**, 2011)。一方、うつ病は、近年世界的な慢性疾患として特に高所得国で深刻な疾病として社会的問題となっている (Lopez AD et al. *Lancet*, **367**, 2006)。

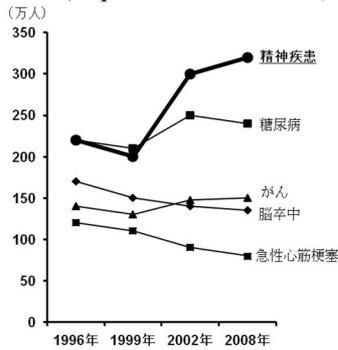


Figure 1 疾病別患者数 (厚生労働省)

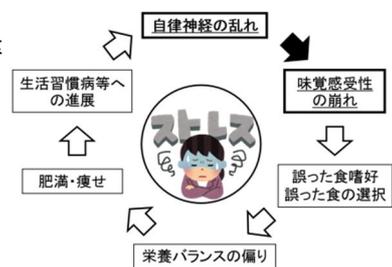
また 2030 年には、全疾病の中で罹患率の上位を占めることも推測されており (Mathers CD et al. *PLoS Med*, **3**: e442, 2006)、我が国では、厚生労働省が 2011 年に、これまでの「がん」「脳卒中」「心臓病」「糖尿病」という「4 大疾病」に、新たに「精神疾患」を加えて「5 大疾病」とする方針を決めた。このように疲労やストレスから派生する精神的疾病の増大に歯止めがかからず、深刻な医療問題となっている (Figure 1)。

一方、現代人は、多様化した食生活や食形態の変化により、味覚感受性が低下してきている。味覚感受性の低下は、味の濃い食品を選択し、誤った食の選択や食事量の増大によって、過剰栄養摂取や栄養バランスの崩れから生活習慣病等へつながることが危惧される。我が国の味覚調査の最新研究として、Ohnuki らは、350 人の子どもの対象に「酸味」「塩味」「苦味」「甘味」の味覚調査を行ったところ、4 つの味覚のどれかを認識できなかった子どもが全体の 30%おり、その中で「酸味」を理解できなかった子どもは、全体の 21%、「塩味」は 14%、「甘味」と「苦味」については、6%の子どもが分からないと回答した研究報告をしている (Ohnuki et al. *BMC Oral Health*, **14**: 36, 2014)。このように我が国の子どもの世代から 3 割ほどの者が味覚を正しく識別できない現状は、将来の生活習慣病罹患率の増大につながり、医療費増大に歯止めがかからない日本の医療経済にとっても大変深刻であり、危機的状態ともいえる。

また、味覚に関し、2015 年に新しい味覚の発見が報告された。これまで、ヒトの味覚には「甘味」「酸味」「塩味」「苦味」「うま味」の 5 味であったが、第 6 の味覚として、「脂味 (脂肪味) Oleogustus」があることを米国パデュー大学 Running らが報告した (Running CA et al. *Chem Senses*, **40**, 2015)。まだ甘味や塩味のように単一の味覚として確立されていないが、多くの脂肪含有食品が溢れている我が国の食環境にとって、Oleogustus の概念は注目すべき味覚であると考えられる。

研究代表者の井上は、これまでの科研費を中心とした研究において、青年期女性には食事摂取の知識の習得と正しい体型認識の意識付けが必要であること (教育医学, **56**, 2010) や苦味受容体 TAS2R38 遺伝子多型は、エネルギー摂取や身長・体重に関連があること (*J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, **59**, 2013)、野菜の継続的な摂取には、食環境介入が有効であること (*Lipids Health Dis.*, **13**:57, 2014)、継続的な生野菜果物ジュースは、血清脂質低下に有効であること (*Lipids Health Dis.*, **13**:102, 2014) 等、栄養教育学的研究において多くの知見を得、報告してきた。特に平成 27 年度まで取り組んできた科研費のテーマ (苦味感受性を応用した野菜摂取向上のためのオーダーメイド栄養教育への展開) では、苦味の嗜好は、遺伝子に大きく左右されず、これまでの食経験や食環境に起因するという新規的な知見を得たことが本研究を着想する大きなきっかけとなった。

そこでこれまで井上が実施してきた研究を発展させ、ヒトの味覚感受性と自律神経活動に着目し、「味覚感受性が、自律神経活動を反映するパラメータとなるのでは?」との発想をした。一過性の疲労と味覚との関連についての報告はあるが、慢性的な疲労・ストレスと詳細な自律神経活動と味覚との関連性について研究した報告例はない。井上は、慢性的な疲労やストレスは、自律神経活動を乱し、味覚感受性を崩すことで、誤った嗜好と食の選択から食事摂取のバランスが偏り、肥満や痩せといった体型異常から生活習慣病等への疾病へとつながる“負のスパイラル” (Figure 2) に陥るのではないかと着想した。Figure 2 負のスパイラル



### 2. 研究の目的

本研究では、青年期男女を対象に新規第 6 の味覚である脂肪味を含む各種味覚の識別能力や味覚感受性、疲労・ストレスや血液状態等を含む健康状態、食物摂取状況調査について多角的に調査・解析し、その相互の関連性を明らかにすることを目的とした。味覚が確立している青年期でも正しい味覚の認知、自身の味覚感受性の客観的情報を認識させ、食生活を改善させるきっかけづくりに寄与することにもつながる。計 6 種の味覚感受性と詳細かつ感度の高い客観

的な自律神経測定、主観的ストレス・疲労調査等、多角的に味覚感受性と自律神経活動や健康状態等との関連を解析する研究は、これまでに報告はなく、極めて独創的な研究である。これらを詳細に調査し、解析を行うことで、ストレスの負のスパイラルを断ち切ることが可能であると考える。

そこで本研究では、3年間(平成28年~30年)のプランニングで脂肪味を含む各種味覚の味覚識別と味覚感受性、加速度脈波計による自律神経活動との関連性、食物摂取状況や血液生化学検査等との関連について詳細に調査・解析を行った。

### 3. 研究の方法

#### (1) 調査対象

東洋大学研究倫理委員会の承認後、研究について詳細に説明をし、同意を得た青年期男女を対象にした。初年度の平成28年度は、54名が研究に同意をし、対象者となった。2年目の平成29年度は、48名が研究同意を得て対象者となり、2年間で102名(男性28名、女性74名、21.1±0.7歳)を最終解析対象者とした。

#### (2) 調査内容・方法

##### 味覚官能評価試験

それぞれの呈味物質は、甘味はスクロース(和光純薬工業株式会社、試薬特級)、塩味は塩化ナトリウム(和光純薬工業株式会社、試薬特級)、酸味はクエン酸(和光純薬工業株式会社、和光特級)、うま味はL(+)-グルタミン酸水素ナトリウム水和物(和光純薬工業株式会社、和光特級)、苦味は硫酸キニーネ二水和物(和光純薬工業株式会社、和光特級)と6-n-Propyl-2-thiouracil (PROP) (和光純薬工業株式会社、生化学用)を用いた。脂肪味については、食用油であるアマニ油(日清オイリオグループ株式会社)、サラダ油(日清オイリオグループ株式会社)を用いた。

Table 1 官能評価試験溶液

味覚種類	試薬	試験溶液① (低濃度)	試験溶液② (高濃度)
1 甘味	スクロース	0.0125 M	0.025 M
2 塩味	塩化ナトリウム	0.01 M	0.05 M
3 酸味	クエン酸	$0.5 \times 10^{-3}$ M	$1.0 \times 10^{-3}$ M
4 うま味	グルタミン酸ナトリウム	0.005 M	0.01 M
5 苦味	硫酸キニーネ	$1.0 \times 10^{-6}$ M	$1.9 \times 10^{-6}$ M
	6-n-propylthiouracil (PROP)	0.032 mM	0.32 mM
6 脂肪味	アマニ油、サラダ油	-	-

各呈味溶液濃度は、本実験の前に予備実験を何回も実施し、甘味0.0125 M, 0.025 M, 塩味は0.01 M, 0.05 M, 酸味は $0.5 \times 10^{-3}$  M,  $1.0 \times 10^{-3}$  M, うま味は0.005 M, 0.01 M, 苦味(硫酸キニーネ)は $1.0 \times 10^{-6}$  M,  $1.9 \times 10^{-6}$  M, 苦味(PROP)は0.032 mM, 0.32 mMとした。試料溶液はミニディスプレイポット PP-N 10C(アズワン株式会社)に10 mL入れて提供した(Table 1)。官能評価試験は、VAS法とgLMS法の2種を用いた。味覚は、女性ホルモンの影響を受けやすいため、比較的安定していると考えられている卵胞期と黄体期に実施した。

##### 身体計測・血圧測定

身体測定は、TANITA BODY FAT ANALYZER Model No.TBF-217Aを用いて行った。この体組成計は、デュアル周波数・リアクタンステクノロジーによる高精度の体組成測定である。測定部位は両足間、測定方法は4電極方式を採用している。着衣量は1.0 kgで統一し、全対象者の体重データから着衣量を引いた値を用いた。対象者は素足の状態で測定した。

血圧は、デジタル自動血圧計 msdinote (HEM-907, OMRON)により測定した。この血圧計の測定方法はオシロメトリック法を用いている。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利用した。測定時は座位で、枕を用いて測定する腕と心臓を同じ高さにした。

##### 腹囲測定

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ビデオを参考にして行った。立った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。脂肪蓄積が顕著でへその下に偏位している場合は、肋骨下縁と前上腸骨棘の midpoint の高さで測定した。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利用した。

##### 血液生化学検査

対象者に採血前日の夜21時以降の飲食をすべて禁止してもらい、早朝空腹時の採血を実施した。血液生化学検査はすべて株式会社SRLに依頼した。採血業務は、一般社団法人日本健康倶楽部 東京支部に依頼し、臨床経験豊富なベテランの看護師に採血を実施してもらった。測定項目は、Table 2の通りである。

Table 2 血液検査項目

血液検査項目	TP	T-Chol	TG	UIBC	ヘマトクリット
	Alb	HDL-Chol	T-Chol	コレステロール	血小板
	AST	LDL-Chol	HDL-Chol	Glu	MCV
	ALT	Na	LDL-Chol	白血球	MCH
	γ-GTP	K	血清鉄	赤血球	MCHC
	Cl	Ca	TIBC	血色素量	

## 食物摂取状況調査

本研究では、食事調査のゴールドスタンダードである秤量法と自記式食事歴法質問票 (DHQL) を用いた。秤量法については、特別な行事のない平日 2 日と休日 1 日の合計 3 日間実施し、食事記録票に飲食した全てのものを記入してもらった。

## 自律神経機能評価測定

心拍変動性の測定には着衣のまま座位にて短時間で測定でき、同時に周波数解析も実施できる加速度脈波システム (APG) (Artett CDN U-medica 社製) を採用した。測定前 5 分程度安静にした後、右手人差し指で 100 拍の脈派を記録し、周波数解析を実施した。この測定を続けて 2 回行った。同様の測定を別日にもう一度行った。なお味覚官能評価試験同様に、女性の自律神経活動は、女性ホルモンの影響を受けやすいので、比較的安定していると考えられている卵卵期と黄体期に実施した。

## 生活習慣・食習慣に関するアンケート

対象者への研究に関する事前説明会時に配布し、後日回収した。アンケートは、生活習慣、食習慣、健康に対する考え方、EAT-26 (摂食障害スクリーニングテスト)、不定愁訴に関する質問、現在の食生活状況の準備性を問う質問、習慣的な排便状況に関する質問、Chealder Fatigue Scale (疲労感に関する質問)、SDS (抑うつ性に関する質問)、JPSS (ストレス度に関する質問)、PSQI (睡眠障害に関する質問)、JESS (眠気が過剰かどうかに関する質問) の計 12 個の大項目からなる。また、EAT-26、不定愁訴に関する質問、便秘傾向、Chealder Fatigue Scale、JPSS、PSQI、JESS に関しては、算出した点数と診断結果に分けて解析を行った。

## 統計解析

データの集計および解析には、「SPSS 25.0 for windows」を用いた。また、効果量、観測検定力の分析には「G\*Power 3」を用いた。味覚識別能力と味覚感受性の 2 つの分類の視点から各パラメータとの関連について解析を行った。また、本研究では女性が多かったことから青年期女性については、健康状態との関連についてさらに詳しく解析を行った。なお、本報告では、gLMS における試験溶液 (低濃度) の解析結果の詳細について報告する。

## 4. 研究成果

### (1) 味覚識別・味覚感受性の実態把握と各味覚感受性との関連

#### 味覚の正解者数とその割合

2 回の官能評価試験のうち、全ての試験溶液を正しく認識できた者は、全体の 24% であった。試験溶液のうち、甘味においては、正しく認識出来ていない者が女性と比較し、男性で有意に多かった ( $p<0.05$ )。また、苦味 (硫酸キニーネ) においては、苦味と認識出来なかった者が男性と比較し、女性で多い傾向が見られた ( $p<0.1$ )。

#### 各味覚の感受性の相関

全ての味覚を正しく解答できた者に限定し (以下、正解群) 各味覚との感受性を解析した結果、全体、男女それぞれで塩味と酸味・うま味、酸味とうま味、アマニ油とサラダ油の脂肪味間で有意な正の相関が認められた ( $p<0.05$ ) (Table 3)。

Table 3 各味覚感受性の相関 (全体)

	甘味	塩味	酸味	うま味	キニーネ	PROP	アマニ油	サラダ油
甘味	$r$ 1.00							
	$p$							
塩味	$r$ .344**	1.00						
	$p$ 0.006							
酸味	$r$ 0.131	.525**	1.00					
	$p$ 0.308	0.000						
うま味	$r$ 0.103	.341**	.491**	1.00				
	$p$ 0.421	0.006	0.000					
苦味 (キニーネ)	$r$ .291*	.353**	0.244	.364**	1.00			
	$p$ 0.021	0.005	0.054	0.003				
苦味 (PROP)	$r$ 0.141	0.183	0.081	0.192	.291*	1.00		
	$p$ 0.289	0.151	0.529	0.132	0.020			
脂肪味 (アマニ油)	$r$ 0.094	0.166	0.111	.393**	.250*	0.057	1.00	
	$p$ 0.463	0.195	0.388	0.001	0.048	0.658		
脂肪味 (サラダ油)	$r$ 0.078	0.241	0.151	.295*	0.229	0.065	.893**	1.00
	$p$ 0.543	0.057	0.236	0.019	0.071	0.615	0.000	

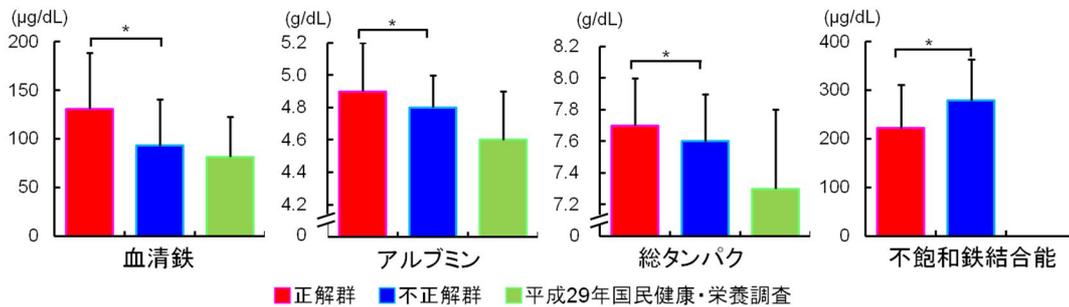
また男性では、塩味と苦味 (硫酸キニーネ) で、女性では甘味と塩味・苦味のキニーネ、うま味と苦味 (硫酸キニーネ)・アマニ油・サラダ油の脂肪味、苦味 (硫酸キニーネ) と PROP との間に有意な正の相関 ( $p<0.05$ ) を示し、男女で味覚の種類によって感受性の相関が異なる結果であった。

### (2) 味覚識別・味覚感受性と身体的パラメータ・血液生化学検査との関連

#### 味覚識別の解析結果

男性では、正解群は、不正解群に比較し、体脂肪率、BMI が有意に高値 ( $p<0.05$ )、体重、腹囲が高値傾向であった ( $p<0.1$ )。

女性においては、血液生化学検査結果において、不正解群は、正解群と比較し、血清鉄、アルブミン、総タンパク濃度が有意に低く、不飽和鉄結合能の値が有意に高値を示し ( $p<0.05$ )、総合的な味覚識別能の低下は、潜在的な鉄欠乏との関連が示唆された (Figure 3)。また、正解群において収縮期血圧が高値傾向であった ( $p<0.1$ )。



独立したサンプルのt検定, Mann-WhitneyのU検定: \* $p < 0.05$

Figure 3 血液生化学検査結果 (女性)

### 味覚感受性の解析結果

男性では、甘味の感受性は、身長と有意な正の相関が認められた ( $p < 0.05$ )。塩味の感受性は、体重・BMI・腹囲と有意な負の相関が認められた ( $p < 0.05$ )。酸味の感受性は、体重・BMI・体脂肪率・腹囲・握力と有意な負の相関が認められた ( $p < 0.05$ )。苦味 (PROP: 6-n-propylthiouracil) の感受性は、右握力と有意な負の相関が認められた ( $p < 0.05$ )。

女性においては、うま味の感受性において、HF (%) -MEM と有意な負の相関が認められた ( $p < 0.05$ )。

### (3) 味覚識別・味覚感受性と食物摂取状況調査との関連

#### 味覚識別の解析結果

男性では、味覚識別と食物摂取状況調査結果との間に有意な関連は認められなかった。

女性においては、不正解群は、正解群と比較し、砂糖類の摂取が多く、魚介類の摂取が少ない傾向 ( $p < 0.1$ ) であり、正解者群においては、いも類、肉類の摂取量が有意に少なかった ( $p < 0.05$ )。

#### 味覚感受性の解析結果

男性では、塩味感受性において、エネルギー、たんぱく質、脂質、鉄、脂肪酸、コレステロール、カリウム、亜鉛摂取量と有意な負の関連が認められた ( $p < 0.01$ )。脂肪味のアマニ油の感受性においては、炭水化物、食塩相当量で、サラダ油の感受性においては、たんぱく質、コレステロール摂取量と有意な負の関連が認められた ( $p < 0.05$ )。

女性では、苦味 (PROP) 感受性において、肉類摂取量との間に有意な負の関連が認められ、アマニ油の感受性では、穀類摂取量との間に有意な正の相関が認められた ( $p < 0.05$ )。

### (4) 青年期女性における味覚識別・各味覚の感受性と精神的健康状態との関連

不正解群は、正解群と比較し、日中の眠気が強い者が多かった。また、各味覚の味覚感受性は、甘味では、不正解群は高感受性群と比較し、不定愁訴傾向やストレス、疲労感、抑うつ性が高く、日中の眠気が強い者が多かった。塩味では、不正解群は高感受性群と比較し、ストレスや抑うつ性が高かった。酸味では、不正解群は高感受性群と比較し、疲労感が強く、日中の眠気が強い者が多かった。

### (5) 考察

本研究結果より、全ての味覚を正しく認識出来た者は、約2割に留まり、多くの者が味覚を正しく認識出来ていないことが明らかとなった。甘味の感受性は男性と比較し、女性が高いことが示唆され、脂肪味の感受性は、うま味の感受性と関連があることが推察された。また、味覚識別と味覚感受性が身体的パラメータや血液生化学検査に影響を及ぼす要因となる可能性が推察された。特に女性においては、味覚感受性の低下が潜在的な鉄欠乏性貧血と関連があり、味覚ごとの解析では甘味、塩味、酸味の各味覚感受性は、精神状態と関連があることが示唆され、特に甘味においては顕著であった。

本研究結果において味覚識別能力や味覚感受性は、食生活や食習慣と深く関連があることが推察された。また、味覚識別能力や味覚感受性は、健康状態を反映するバイオメータとなる可能性も示唆され、青年期における生活習慣病予防のための味覚機能の維持のための貴重なエビデンスに資する研究成果が得られたと考える。

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計3件)

Inoue H, Kuwano T, Yamakawa-Kobayashi K, Waguri T, Nakano T, Suzuki Y. Perceived 6-n-Propylthiouracil (PROP) Bitterness Is Associated with Dietary Sodium Intake in Female Japanese College Students. *J Nutr Sci Vitaminol*. 63 (3), 167-173, (2017). 査読有

〔学会発表〕(計9件)

井上広子、和田巧、橋本彩子、桑野稔子：青年期女性における各味覚の味覚感受性と健康状態との関連 第66回日本栄養改善学会学術総会 2019年9月(富山)

和田巧、井上広子、橋本彩子、桑野稔子：青年期女性における味覚識別能の実態と食生活・生活習慣との関連 第65回日本栄養改善学会学術総会 2018年9月4日(新潟)

〔図書〕(計2件)

井上広子 他、(株)東京化学同人、新スタンダード栄養・食物シリーズ 12 臨床栄養学、2017、p.57-62, p.68-73

井上広子、他、(株)建帛社、カレント栄養教育論、2016、p.85-90

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

出願年：

国内外の別：

取得状況(計0件)

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

取得年：

国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究分担者

研究分担者氏名：桑野 稔子

ローマ字氏名：KUWANO, Toshiko

所属研究機関名：静岡県立大学

部局名：食品栄養科学部

職名：教授

研究者番号(8桁)：20213647

研究分担者氏名：鈴木 裕一

ローマ字氏名：SUZUKI, Yuichi

所属研究機関名：仙台青葉学院短期大学

部局名：現代英語学科

職名：副学長・教授

研究者番号(8桁)：50091707

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。