

令和 4 年 6 月 30 日現在

機関番号：32415

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2021

課題番号：18K02260

研究課題名（和文）給食の食塩相当量の低減化を目指す献立構成要素の品質における基礎資料の構築

研究課題名（英文）Building of basic data on the quality control for menu components aiming to reduce the amount of salt in food services

研究代表者

名倉 秀子（Nagura, Hideko）

十文字学園女子大学・人間生活学部・教授

研究者番号：80189175

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：給食の献立を構成する料理について、調理・製造管理する際の食塩濃度の変動要因を把握するために、異なる施設で50食の調理実験を行った。

汁物における変動要因は、加熱・保温中の蒸発率、食材の洗浄による付着水量、食材からの離水量であった。特に、蒸発率は鍋蓋の開閉時間や調理室の湿度に影響され、料理の塩味の濃淡に関係していた。これらの成果は、給食の汁物を品質管理するための基礎資料となる。主菜、副菜についても同様の傾向がみられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では給食を調理・提供する時に、料理の食塩濃度に影響する要因を具体的に明示し、給食の本来の目的である健康な食生活のモデルの食事として体験することを可能とするための品質管理に資する基礎的で有用な資料を構築した。これまで、給食の食塩濃度は計画量と提供量で変動することが把握されているが、その要因である調理条件や調理室内の環境などが影響する報告はなされていない。

本研究の知見により給食の食塩濃度の品質管理が向上し、適切な塩味で提供され、日常で健康な食生活の味付けを学ぶ機会が増すと、食塩摂取量の低減化に貢献でき、健康生活につながり、社会的な意義がある。

研究成果の概要（英文）：To understand the factors behind variations in salt concentration during the cooking and production control of meals that make up the menus of food services, an experiment was conducted in which 50 dishes were cooked at different facilities.

The factors behind variations in the salt concentration of soup were the evaporation rate during heating and keeping warm, the volume of water adhering to food during washing, and the volume of water exuded from food. The evaporation rate in particular was influenced by the time during which the pot lid was opened or closed and the humidity of the kitchen and was related to the saltiness of the meal. These results constitute basic data for the quality control of soup prepared for food services. The same trends were seen for main and side dishes.

研究分野：食生活学

キーワード：給食サービス 品質管理 料理 食塩濃度 変動要因

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

「和食」が2013年にユネスコ無形文化遺産登録され、一汁三菜を基本とする日本の食事スタイルは理想的な栄養バランスといわれている。また、健康寿命の延伸のための「健康な食事」(厚生労働省) 企業経営者に対する「健康経営」(経済産業省)では、栄養バランスのよい食事や健康メニューを給食に提供するなど食環境整備の推進がなされている。

一方で、日本人の食生活(国民健康・栄養調査)における食塩摂取量は、13.2g(1995年)から9.9g(2016年)と経年的減少がみられるが、健康日本21(第二次)で示す8.0g/日未満、さらに世界保健機構の目標5g/日未満には、さらなる努力が必要であり、減塩における取り組みや給食などの食環境整備がこれまで以上に重要となっている。

給食は食生活のモデルの食事とされ、利用者が毎日の給食を通じた食事から適正な塩味を学習し、食塩摂取量の低減を意識した食生活の実践に繋げる機会となる。しかし、料理の食塩濃度は、給食の調理・製造の工程で変動があり、その要因の把握が詳細に検討されておらず標準化が難しいために、常に適正な塩味であるとはいえない。一般的に給食は、原材料である食品が工業製品のように規格化されていることは少なく、納品された食材料、特に生鮮食品を確認しながら調理者の経験と感を頼りに調理・製造されることが多いといわれる。また、給食調理の実験は、大量の食材料を扱うことになれた実験者と給食用の設備が必要となる点から研究レベルでの検討は少なく、給食提供時の記録の報告のみであった。

また、食塩摂取量の減少のために、うま味や酸味の増強、減塩食品の開発、嗅覚と味覚からの改良など料理や食品レベルでの検討は多いが、食事を摂る時の献立については、一食あたりの食塩相当量の目標量が示されるのみで、料理の構成や献立の構造に及んだ研究はみられない。給食は複数の料理から成立つことから、利用者にとって適正な食塩相当量の料理の組合せ(健康メニュー)の法則性を見出すことが可能であり、食生活のモデルとしての食事の研究が求められる。

### 2. 研究の目的

本研究では、給食の献立を構成する料理について、生産管理のインプット、アウトプットに対応させ、品質である食塩濃度の変動をプロセス(工程)の変換要因から究明し、適正な食塩相当量の給食を継続的に管理するための基礎的な資料の構築を目的とする。また、それらに基づく給食が、アウトカムとして給食利用者の食塩摂取量の減少につなげる。

### 3. 研究の方法

給食の食塩相当量に關与する料理として、大量調理実験に適切な料理の選定を行い、汁物、主菜、副菜の調理工程における食塩濃度について検討した。なお、実験の回数は3回以上として、平均値と標準偏差値で統計的な検討も行った。

#### (1) 汁物の調理に用いる厨房機器・器具について

汁物の調理工程における食塩濃度の変動は、加熱による蒸発率が大きく關与するため、実験的に水の加熱・保温による特徴を把握することを行った。さらに、給食施設の設備である厨房機器や器具は、一般的に施設により異なることが多く、標準的な調理工程を得るためには、異なる施設の設備として汁物調理に用いる寸胴鍋と回転釜の蒸発率の傾向を捉えることとした。

施設Aの寸胴鍋(20L)で170ml/食の汁物として、10~50食まで10食ごとに、沸騰時間と蒸発率を測定した。また、50食(水8.5L)の加熱・保温における蒸発率について、蓋の有無、加熱保温(95℃)有無の調理条件として測定を行った。蒸発量の測定はいずれも重量計を用いた。

施設Bの回転鍋(30L)は、釜中の容量(重量)を把握するために釜中心に垂直に立てた容量棒を用いた。その容量把握のために、鍋中の容量(重量)と高さの検量線を作成した。なお、検量線は鍋に50mlずつ0~10Lまで、10L~30Lでは100mlずつ水を入れて高さと直径を測定し、鍋底からの高さにより、蒸発量を算出することとした。また、回転釜における沸騰後30分間の水温保持(3種)と蒸発率の関係を測定した。

#### (2) 調理場の環境について

汁物は、季節性のない食材料を用いると通年の調理が可能である。この季節性のない同じ食材料を用いた時の汁物について、蒸発量は同一であるかを把握するために、みそ汁(じゃがいもと玉ねぎのみそ汁)を50食、施設Aと施設Bにて、同じ分量のレシピで調理し、6~8月、11~2月の蒸発率について測定した。その際にそれぞれの調理場の温度、湿度の記録も行った。

#### (3) 調理工程の洗浄による食材料の付着水

調理工程は、洗浄、切裁、加熱、保温、盛付けがある。食材料は洗浄による付着水が生じ、その後の調理に影響を及ぼす。そのため、汁物(根菜汁)を50食、施設Bにて調理し、食材料の洗浄工程での付着水、また、冷凍食品の解凍後の重量減少などを計測し、出来上がり量の影響を蒸発率と合わせて検討した。

#### (4) 食材料の離水について

汁物は、鍋の中で食材料と汁と一緒に加熱調理するみそ汁と、すまし汁に代表されるような食材料を加熱調理して椀に直接入れ、その椀に味付き汁を注いで仕上げる調理がある。また、すまし汁の加熱時間は、だし汁に食塩と醤油を加えた調理のみであることから短時間である。そのため、調理による蒸発率は少なく、計画時の汁の食塩濃度と調理後が一致すると仮説を立て、確認

の実験（50食）を行った。食材料は、豆腐（30g）と麩（1.5g）、小ねぎ（1.5g）として、食塩濃度0.7%のすまし汁とした。なお、調理工程では、衛生管理のために豆腐をスチームコンベクションオープンにて加熱、水切り後、椀に盛り、花麩と小ねぎを加えて、適正な塩味（塩、醤油）の汁を盛り付け調理した。椀の汁の食塩濃度を測定し、また、調理工程での汁の重量、食材料の重量を測定した。

#### 4. 研究成果

##### (1) 蒸発率に関わる厨房機器・器具

施設Aの寸胴鍋を用いた水の沸騰時間と蒸発率の関係を表1に示した。10～50食の5種類の食数別の沸騰時間は、食数（水の重量）と正の相関があるが、蒸発率は水量が少ない10食、20食で5%を超える値となった。そこで、寸胴鍋の蒸発率は50食（8.5L）について検討し、沸騰後90分まで保温のための加熱の有無、蓋の有無による蒸発率を図1に示した。沸騰後、保温のために加熱を継続すると、蒸発率は高くなるが、蓋をした状態を保つと蒸発率を抑えることが可能であった。また、保温加熱のない場合（消火）では、蒸発率がおさえられるが、50に水温が低下し、汁物提供の至適温度ではないことが明らかになった。

表1 寸胴鍋中の水の沸騰時間と蒸発率

食数 (食)	水重量 (kg)	時間 (min)	蒸発率 (%)
10	1.7	4.5	6.7
20	3.4	6.0	6.1
30	5.1	7.8	4.6
40	6.8	9.5	3.9
50	8.5	11.5	3.1

施設Bの回転鍋の釜は、固定されているため蒸発量の測定には水量と水面の高さの検量線を用いて、蒸発率を把握した。蒸発量測定のために、図2水量の変化に伴う水面の高さの検量線、図3に水量の変化に伴う表面積の検量線を示した。図2の水量と水面の高さの関係では、3L以下での高さの変化が大きいが示された。図3の表面積の検量線における推定式は対数関数として示すことができ、その変曲点から水6L以下は水量の変化に伴う表面積の差が大きく、特に1L以下では蒸発量に大きな影響が生じることが推察できた。これらのことから、回転鍋の蒸発率では、水と材料を合わせた汁物として6L以上を実験試料として検討することとして、検量線を用いた。

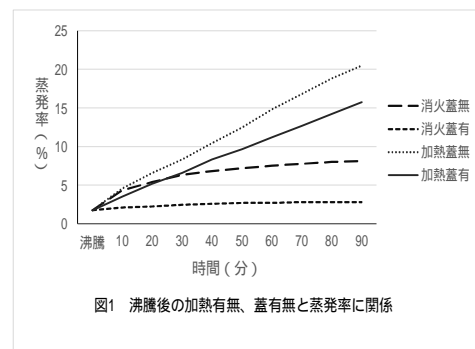


図1 沸騰後の加熱有無、蓋有無と蒸発率の関係

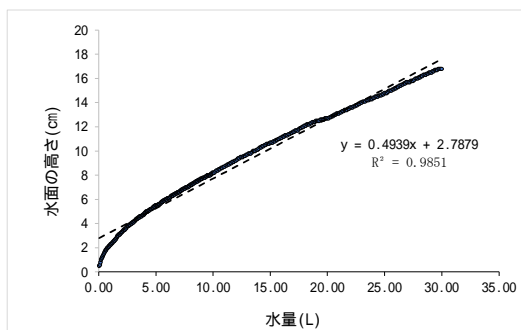


図2 水量の変化に伴う水面の高さの検量線

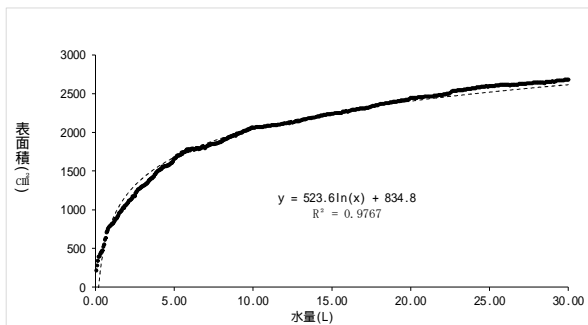


図3 水量の変化に伴う表面積の検量線

回転釜の水温を95、98、100に30分間保った時の蒸発量について検量線により把握した。図4の加熱保持温度と蒸発率に示したように、100での調理継続は蒸発量が多く、その値の変動が大きいため、蒸発量の少ない98または95で調理することが食塩濃度の品質管理に好ましいと推察できる。

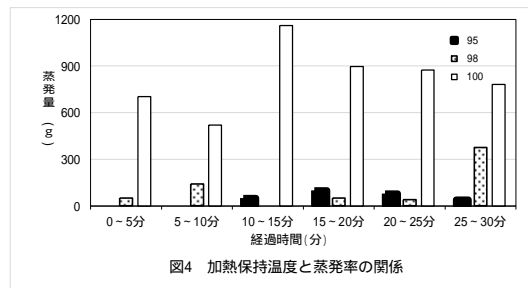


図4 加熱保持温度と蒸発率の関係

##### (2) 蒸発率に関わる調理場の環境

みそ汁（じゃがいもと玉ねぎのみそ汁）は、食材料が年間通して利用することが可能であるため、先の基礎的な蒸発率の結果を踏まえて、加熱時間、温度や蓋の開閉の条件を同一にして実験を行った。施設Bの結果を表2に示した。食材料は、廃棄率の変動による差であり、冬季（11～2月）の方がやや多くなった。しかし、出来上がり重量では冬季（11～2月）の方がやや少ないことが示された。

そこで、調理場の環境を温度や湿度の関係と蒸発率を比較し、表3に示した。

表2 みそ汁（じゃがいもと玉ねぎ）の重量変化（50食）

実施月	n	重 量					
		食材 (kg)	水 (kg)	みそ (kg)	顆粒だし (g)	加熱前 (kg)	出来上がり (kg)
6~8	8	2.41±0.26	5.0±0.0	0.32±0.23	32.3±1.8	7.77±0.26	7.12±0.12
11~2	4	2.58±0.30	5.0±0.0	0.32±0.00	33.5±0.0	7.94±0.31	6.67±0.16

数値：平均値±S.D.

調理場内は衛生管理の視点で、室温 25 以下、湿度は 80%以下での環境が示されており、給食調理のマニュアル<sup>1)</sup>の範囲であることが確認できた。6~8月の夏季と11~2月の冬季における室温、湿度、蒸発率には有意な差が認められた。そこで、室温と湿度と蒸発率の関係を図5、図6にそれぞれ示した。夏季は冬季より室温や湿度が高いが、蒸発率は低いことが明らかになった。

表3 調理時期別の調理場内環境と蒸発率の関係

実施月	調理場内		汁 物	
	室温 ( )	湿度 (%)	蒸発率 (%)	食塩濃度 (%)
6~8月	24.5±1.5	54.3±6.8	9.5±1.0	0.7±0.08
11~2月	18.4±2.9	28.3±5.3	14.1±1.6	0.9±0.01
検定結果	p < 0.05	p < 0.05	p < 0.05	n. s.

検定は t 検定（両側検定）

数値：平均値±S.D.

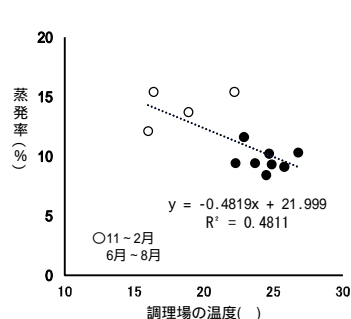


図5 室温とみそ汁の蒸発率の関係

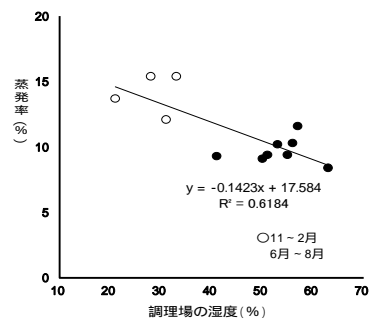


図6 湿度とみそ汁の蒸発率の関係

この調理場内の室温と湿度を説明変数として重回帰分析を行った所、次のような回帰式が得られ、蒸発率は有意に湿度の影響が関与していることが明らかになった。

重回帰式  $Y = 20.34 - 0.186X_1 - 0.111X_2$  Y: 蒸発率 X<sub>1</sub>: 室温 X<sub>2</sub>: 湿度  
 (6.733) (-1.032) (-2.505) ( ) 内の数値: 各係数の t 値  
 調整済み決定係数 R<sup>2</sup> = 0.826 重相関係数 R = 0.830

また、施設 A の寸胴鍋においても、蒸発率は夏季のほうが冬季より低値を示す傾向が得られていた。施設 A 及び施設 B の所在地はいずれも関東地域であり、同年の実験であるため気温、湿度も地域的な特徴を示しており、関東地域における蒸発率の傾向を捉えたものと推察する。

### (3) 洗浄調理による食材料への付着水

根菜汁は、食材料に冷凍むき里芋(15g)、大根(18g)、人参(8g)、しめじ(8g)、ねぎ(9g)、油揚げ(3g)を使用した。この食材料は、洗浄調理により純使用量に対して、大根4%、人参4%、しめじ58%、ねぎ15%の付着水が確認された。一方で、冷凍むき里芋は計画の重量が解凍により2%の減少となった。また、調理実験の時期は6月のため、汁の蒸発量を10%と予測し、食材料の付着水による重量増加や解凍による減少を考慮して、汁物の食塩濃度0.8%となる味噌を加える調理条件とした。その結果、出来上がり重量は2%の減少となり、食塩濃度では汁が0.99%、具が0.69%となり、全体で0.84%と計画より0.04%濃縮されていた。これは、蒸発率が予測値10%より高く、12%であることが影響しており、加熱時間が長くなったことが要因と示された。調理では、汁中の根菜類の食材料の軟化状態を把握しながら調理をし、食材料の個体差によるものと考えられる。このように、一律に蒸発率を決定することが困難であることも明らかになった。

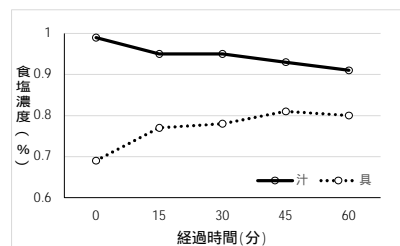


図7 時間経過に伴う食塩濃度

食塩濃度は計画時の0.8%が0.84%と計画より濃く出来上がった。さらに、出来上がりより時間が経過することにより、汁の食塩濃度は具に浸透していくことも明らかになった。この時間経過に伴う食塩濃度は、利用者にとって汁と具の食塩濃度差が縮小し、汁内の濃度差分布がみら

れず塩味の均一化による塩味の美味しさの捉え方が今後の検討課題となった。

#### (4) 食材料からの離水量

すまし汁の調理工程において、食塩濃度 0.7%の汁を調理(50食)し、盛りつけ時に食材料を入れた椀に注ぐ方法での食塩濃度の変動を確認した。蒸発率を抑えるために、鍋に蓋をして調理した結果、汁は10分以内に仕上がり、蒸発率は11.1%を示した。また、食塩濃度は計画よりやや高い、0.8%になった。また、保温1時間後の汁の蒸発率は、蓋を付けたため変動が抑えられた。一方、椀に盛り付けた汁の食塩濃度は0.06~0.13%低下し、豆腐からの離水とともに食塩の浸透圧の現象が推察できた。

以上の汁物における食塩濃度の変動は、冬季の調理場内の低湿度による高い蒸発率によって高い傾向となり、また、食材料の洗浄による付着水により低くなることが示された。これらの食塩濃度の変動要因は、主菜、副菜においても同様の傾向になった。

汁物の食塩濃度について、汁はでき上り後(保管中)、経時的に減少傾向が認められ、食材料では汁からの食塩の浸透(拡散現象)により経時的に増加することを確認した。汁物の時間経過による食塩濃度の変動について、でき上り直後の汁と食材料に食塩濃度差が示されるが、給食特有の移動や保管などによる時間経過とともに均一化することが明らかになった。これは、品質設計時に汁物に使用する食材料と汁の全量に対する食塩濃度を設定することを推奨する根拠として明示できた。今後、汁と食材料に濃度差のある汁物と均一化した汁物について、利用者の塩味の嗜好性を検討することが新たな課題となった。

本研究の期間2018~2021年のうち、2019年以降は新型コロナウイルス感染症およびその拡大予防により実験環境が大きく異なり、様々な工夫を余儀なくされた。その中で、給食における食塩相当量に関わる品質管理について、大量調理実験により明らかにすることができたが、さらに検討すべき課題も見出され、食塩濃度の変動要因の究明が必要とされる。

#### 1) 大量調理施設衛生管理マニュアル(平成9年3月24日付衛食第85号別添)

最終改正：平成29年6月16日付け生食発0616第1号

<https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11130500-Shokuhinanzenshu/0000168026.pdf>

(アクセス日：2022年6月26日)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計12件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 名倉秀子, 五十嵐朋子, 大嵐紗季, 横尾成美, 辻ひろみ
2. 発表標題 給食の汁物調理における蒸発率の変化に関する基礎的研究
3. 学会等名 第66回 日本栄養改善学会学術総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 辻ひろみ, 橋本裕奈, 石間源也, 岡澤萌々香, 名倉秀子
2. 発表標題 回転釜を用いた汁物調理における食塩濃度の標準化に関する研究
3. 学会等名 第66回 日本栄養改善学会学術総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松下太郎, 明尾祐希, 辻ひろみ, 名倉秀子
2. 発表標題 大量調理におけるほうれん草のお浸しの品質の標準化に関する研究
3. 学会等名 第15回 日本給食経営管理学会学術総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 齋藤大夢, 高砂遼, 辻ひろみ, 名倉秀子
2. 発表標題 大量に鮭フライを調理する際の吸油率に関する研究
3. 学会等名 第15回 日本給食経営管理学会学術総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石間源也, 酒井望海, 辻ひろみ, 名倉秀子
2. 発表標題 回転釜による汁物調理の蒸発率変化に関する研究
3. 学会等名 第15回 日本給食経営管理学会学術総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 橋本裕奈, 辻ひろみ, 名倉秀子
2. 発表標題 回転釜を用いた汁物調理における食塩濃度の標準化に関する研究 付着水ー
3. 学会等名 第15回 日本給食経営管理学会学術総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 辻ひろみ, 名倉秀子
2. 発表標題 給食における汁物の食塩濃度と保管条件に関する研究
3. 学会等名 第65回日本栄養改善学会学術総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宮田唯, 大場友香, 小林優美, 名倉秀子
2. 発表標題 学校給食のサラダに用いるきゅうりの品質評価
3. 学会等名 第65回日本栄養改善学会学術総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 関口貴久, 齋藤大夢, 高砂遼, 辻ひろみ, 名倉秀子
2. 発表標題 大量調理における冷凍鮭を用いたフライの精度管理
3. 学会等名 第14回日本給食経営管理学会学術総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 浅見光瑠, 辻ひろみ, 名倉秀子
2. 発表標題 大量調理における清汁の食塩濃度の設定について
3. 学会等名 第66回日本栄養改善学会学術総会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 市川陽子, 神田知子, 名倉秀子, 赤尾正, 石田裕美, 上岡章男, 金光秀子, 金谷由希, 齋藤長徳, 佐々木ルリ子, 柴崎みゆき, 高橋孝子, 縄田敬子, 韓順子, 細山田洋子, 堀端薫	4. 発行年 2021年
2. 出版社 医歯薬出版株式会社	5. 総ページ数 236ページ
3. 書名 管理栄養士養成のための栄養学教育モデル・コア・カリキュラム準拠 第11巻 給食経営管理論 給食と給食経営管理における関連項目の総合的理解	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>1. 招待講演 辻ひろみ, 埼玉県狭山保健所 給食施設講習会 「給食施設における調理と減塩対策～料理の塩分の見方, 考え方～」 埼玉県狭山保健所, 2019年10月2日</p> <p>2. 招待講演 辻ひろみ, 群馬県前橋市保健所令和元年度特定給食施設研修会「給食施設での栄養管理について」 群馬県前橋市中央公民館, 2019年12月10日</p> <p>3. 招待講演 辻ひろみ, 埼玉県坂戸保健所 給食施設研修会「給食施設における調理と減塩対策」 埼玉県坂戸保健所, 2020年10月26日</p>
--



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	辻 ひろみ  (Tuji Hiromi)  (00300004)	東洋大学・食環境科学部・教授    (32663)	

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