

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 12 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2023

課題番号：20K02324

研究課題名(和文) 料理人と研究者の協働による分子調理法を活用した料理のおいしさの数値化，見える化

研究課題名(英文) Quantification and visualization of preferences of cuisines using molecular cooking methods in cooperation with chefs and researchers

研究代表者

富永 美穂子 (Tominaga, Mihoko)

広島大学・人間社会科学研究科(教)・准教授

研究者番号：50304382

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)：料理人と研究者の協働によるおいしさの数値化，見える化，客観化に焦点をあて、熟練者と非熟練者調製コンソメスープの嗜好成分分析と官能評価を中心に分子調理の認知度，分子調理法を使用したプリン画像の印象評価などに関するアンケート，分子調理法を利用した料理教室の3点から研究を遂行した。

熟練者と非熟練者のコンソメを分析した結果，嗜好成分含量は熟練者の方が高値で色も濃く，濃厚な味わいと考えられた。一方で，嗜好性の評価にコンソメ間差はみられなかった。分子調理法の認知度はそれほど高いとは言えなかったが，理科的興味関心の向上につながる教育活動への応用性が高いことが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

コンソメスープを例に熟練者と非熟練者との調製方法や嗜好成分差，熟練者の完成度の見極め方などが明らかとなり，教育現場においても活用できる有用な知見が得られた。嗜好成分含量の違いに関わらず，官能評価ではコンソメ間に有意差がみられず，評価が分散したことも興味深い。料理の味と香りのバランスやアンケート結果も含め，喫食者のこれまでの食経験もおいしさの評価に大きく影響することが示唆された。料理人のスキル向上に寄与するとともに料理人と研究者の協働により，料理やおいしさの発展につながる新しい方法論が提供でき，分子調理を一般に普及し，料理を通じて科学への興味関心を高める教育活動にも活用できることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：The study focused on quantifying and objectifying deliciousness through collaboration between chefs and researchers. The research consisted of three parts: 1) Analysis of the flavor components and sensory evaluation of consommé soups prepared by experts and non-experts, 2) Questionnaire survey on recognition of molecular cooking and impression evaluation of pudding photos made using molecular cooking methods, and 3) Cooking class using molecular cooking methods. Analysis of the consommés prepared by experts and non-experts showed that the consommés prepared by the experts had a higher content of flavor components, were darker in color, and were considered to have a richer flavor. However, no difference was observed between the consommés in the evaluation of preference. Although recognition of molecular cooking cannot be said to be particularly high, the results suggest that it has great applicability in educational activities that can lead to increased interest in science.

研究分野：調理科学

キーワード：熟練者 非熟練者 コンソメスープ 分子調理 嗜好成分 料理人 協働 教育活動

1. 研究開始当初の背景

物理や化学の原理を応用し、実験機器・器具等を使用し、科学技術的なアプローチでこれまでにない新しい料理を開発する試みが国内外問わず広まりつつあり、分子調理と呼ばれている。分子調理の基本技術として通常の状態(液体、固体など)で食べる料理の形状を球状(分子キャビア)、泡状(エスプーマ)、シート状などに変えることにより料理の外観はもとより、使用食材の風味、食感を変化させることが挙げられる。日本においては一部の先進気鋭の料理人の調理技術を除き、分子調理技術を含め分子調理の学術的概念や理論がほとんど浸透していない。また、専門分野に分子調理を掲げる研究者も非常に少ない。加えて、料理人による分子調理技術の方が先行し、その理論的枠組みが定まっていない状況で料理が提供されている場合が多いと考えられる。そのため分子調理“法(技術)”と分子調理“学(理論)”の統合や体系化を図り、研究分野として位置づける必要がある。料理人(法)と研究者(学)の連携はさらに新しい料理の誕生につながる。

一方、20世紀後半より我が国では理科離れが憂慮されはじめ、理工系学部志願者の学力低下、市民の科学的リテラシーの低さに関しては深刻になりつつある。そのため、理科への関心およびその学習の重要性に対する認識を向上させる活動の必要性が報告されている。誰もが作って楽しい料理から科学を捉えていけば、子どもたちの目が輝き、市民も含めて理工系に対する理解や興味・関心が高まると考えられる。

2. 研究の目的

これまでの調理科学では、調理された料理の特性が科学的に分析されてきたが、食材の分子レベルでの特性に加え、化学、物理的な理論、科学技術的なアプローチで調理された新しい、これまでにない料理のおいしさに関する研究はほとんどない。料理業界においては斬新な料理が常に求められ、分子調理法を用いた料理はマスコミも含め、大きな注目を浴びている。料理業界においては、分子調理“法(技術)”がかなり先行しているが、斬新・奇抜な料理の原理や料理に使用する食材や添加物の特徴を理解して調理を行っている料理人は少ない。料理においては、常に再現性が求められ、それには客観化が必要不可欠である。客観的なデータに基づき料理人も調理すれば、原因解明、応用展開も容易となる。そのために研究者と料理人の連携・協働は大きな価値がある。加えて、細かい温度設定が可能な調理機器類や低温乾燥器などが生活家電レベルで販売されはじめている。児童・生徒、一般市民を対象においしい科学教育活動を展開し、分子調理の科学的理論を理解した上で新調理機器類も使用できるようになれば誰もが創造性に富んだ新しい料理の開発者にもなり得、そこに分子調理を普及させる意義があるといえる。研究者と料理関係者を中心とする多様な人々との連携は新しい研究の土台を作り、未来の食を変革・転換させていく力も有すると考える。

本研究では、分子調理を通じた人類の幸福への貢献を最終目的とし、分子調理の国内普及を目指していた。研究申請時点は研究者と料理人の連携・協働により分子調理法による新しい料理のおいしさを客観化し、従来料理との違いを明らかにすることで、おいしさの要因の解明につなげる、分子調理を利用したおいしい科学教育活動を行い、科学や料理に対する対象者の意識の変容を明らかにし、科学への興味を高める学習材としての分子調理の有効性を評価することを目的としていた。しかしながら、コロナ禍の影響により制限されたことも多く、本研究期間は特に料理人と研究者の協働によるおいしさの数値化、見える化、客観化に焦点をあて、検討を試みた。

3. 研究の方法

新型コロナウイルス感染拡大防止のため、特に2020年度は移動や学生の来学が制限された中で研究スタートとなり、その対応に追われた。実験室レベルの研究が来学制限により行うことができなかった。そのため、目的①については、料理人との協働に重点をおいた。料理人との協議の結果、料理人自身の興味・関心や料理人が後進を育成する視点を重要視していたことから、追究する料理を分析、可視化しやすいと考えられたコンソメスープと決定した。

1) 熟練者と非熟練者調製コンソメスープの嗜好成分分析と官能評価

2020年度はエコール辻 東京に協力いただき、料理経験25年以上の熟練者2名(料理人兼教員)、調理経験3年程度の若手料理人兼教員1名、エコール辻 東京所属学生1名の計4名に同じ材料・分量を使用し、制限時間内(2時間)に各調理者自身の牛肉ベースのコンソメスープを調製してもらった。各調理者の完成コンソメについて、外観の色、pHを含め嗜好性に関与すると考えられる呈味成分の組成・含有量(遊離アミノ酸(L-グルタミン酸など18種)、有機酸(乳酸など8種)、うま味に関与する核酸類(5'-イノシン酸、5'-グアニル酸)、Brix、糖類(L-グルコースなど3種)、脂肪酸(パルミチン酸など18種))、および香気成分を比較分析した。また、完成4種のコンソメについて、エコール辻 東京 教職員・学生15名による官能評価を行った。官能評価の際にはパネリスト自身のストライクゾーン(おいしさの範囲)のコンソメスープの味や香りについても尋ねた。

2021年度は2020年度の結果をもとに、料理人、研究者で協議し、再度コンソメスープの調製

およびそれらコンソメの比較分析を試みた。エコール辻 東京の協力を得、熟練者2名(料理経験25年以上の西洋料理人兼教員)、日本料理を専門とする料理人兼教員1名、学生1名を調理者とした。調理者にはビデオカメラ付きヘッドセットを装着してもらい、調製においては、分量・切り方を揃えた材料および塩分使用量を規定して行い、調製途中の複数点でサンプル抽出を行い、2020年度と同様の嗜好性に関する呈味成分、香気成分の分析比較を行った。エコール辻東京所属の西洋料理人、調味料開発経験者、大学生各8人を対象に完成品4サンプルの官能評価を行った。官能評価の際には2021年度と同様にストライクゾーンのコンソメスープの味や香りについても尋ねた。

2) 分子調理法の認知度、分子調理法を使用したプリンの印象評価などのWebアンケート

分子調理に関するアンケート調査として、2020年度は新しい料理に関するWebアンケートを学生を中心に10~70代に実施し、料理用語や調理法などに関する認知度を把握した。2022年度には、同材料で一般的、エスプーマ(泡状)、シート状、エスプーマを凍結させたプリンを調製し、それら画像を提示し、摂食意欲および摂食意欲と個人特性との関連を中国、韓国との文化間比較を含めて検討した。2021年度の官能評価からおいしいと感じるコンソメスープに属性や個人による差があることが考えられたため、2023年度においしい汁物(みそ汁、吸い物、コンソメスープ、ポタージュスープ)のイメージと個人属性との関連を明らかにするためのWebアンケートを大学生を主対象に18歳以上に実施した。

3) 分子調理を利用したおいしい科学教育活動

目的については、2020年度以降長期化するコロナ禍で料理教室自体の開催が困難を極めた。東広島市教育委員会との連携事業「科学の芽育成講座」に2020年度から登録していたが、2022年度まで希望者はいなかった。2020年度に教員免許状更新講習に分子調理をテーマとして取り上げ、実験実習を行った。2023年度に東広島市生涯学習課主催の理系イノベーション講座の一講座として「科学を分子調理でおいしく学ぼう」とのタイトルで小学生を対象に分子キャビア、エスプーマ、シート状の料理をつくる講座を開催した。

4. 研究成果

1) 熟練者と非熟練者調製コンソメスープの嗜好性成分分析と官能評価

2020年度に行った熟練者2名、非熟練者2名の渾身のコンソメスープの嗜好成分を分析した結果、成分分析において、pHおよび脂肪酸類を除き、調理者間にスープの収量および成分含量差が認められた。Brix、遊離アミノ酸総量、有機酸類総量は熟練者の方が高値であった。香気成分の分析において、熟練者の香気成分が類似している傾向がみられた。また、非熟練者である若手料理人のコンソメの調製方法に特徴が認められ、調理者の調製方法が最終収量や成分含量に影響することが示された。非熟練者である学生は今回が2回目の調製であったが、学習した料理レシピに沿って忠実に調理していることが確認できた。一方、官能評価においては、4種のサンプルに有意差が認められず、個人の嗜好差が大きいことが示唆された。

2021年度はコンソメ調製中の経時的な成分変化を含め、熟練者2名、非熟練者2名のコンソメを分析した結果、煮込み時間の経過に従い呈味成分がスープに蓄積されていき、味覚応答においては酸味や苦味雑味が低下し、旨味と塩味が増加した。最終的な煮詰め操作により濃縮され、香気成分の多くは加熱時間の経過により減少傾向を示した。熟練者は調製終盤の煮詰め操作でスープが濃縮された旨味とコク味の強さと、暗褐色で黄色の強度が強いスープの色で完成度を判断していることが示唆された。香気成分の多くは加熱時間が長くなるほど減少傾向にあり、熟練者間では共通の香気特性を示した。コンソメの最終収量に調理者による差があり、最終収量での比較はやや難しいと考えられた。4種のコンソメの官能評価を料理人、調味料開発経験者、学生、各8人で比較した結果、おいしさの総合評価にはバラツキがあり、熟練者および非熟練者による差は2021年度同様みられなかった。しかしながら、ストライクゾーンのコンソメスープのイメージに関して、料理人は色や透明度などの外観やまったり感(濃厚な口当たり)を重視し、官能評価においても料理人は、うま味やコク味を重視する傾向があり、料理人のおいしさ評価の重視ポイントが可視化されてきた。

熟練者と非熟練者の渾身のコンソメスープの嗜好性の評価と成分分析(数値化、見える化)を実施し、使用材料と分量は統一したが、調理者の調理方法(材料の切り方、火加減、加熱時間など)により、糖度、塩分、味覚応答、遊離アミノ酸、有機酸、糖組成、香気成分などに差がみられた。コンソメを例に熟練者と非熟練者との差が考察できる成果が得られ、教育現場においても活用できる有用な知見が得られたと考える。また、これらの違いに関わらず、官能評価ではコンソメ間に有意差がみられず、評価人数は少ないが、評価が分散したことも興味深い。評価人数を増やし、検討する必要があるが、料理の味と香りのバランス、喫食者のこれまでの食経験もおいしさの評価に大きく影響することが示唆された。料理人側は誰を対象とした料理なのか、調製料理のどこを味わってほしいのか、食べる側は料理の味わいをどこに求めればよいのかを再考する布石となり、料理業界や食品産業に貢献できる成果が得られた。

コンソメの成果については、2021年、2023年に調理科学会で発表するとともに分子調理研究会勉強会で料理人を含めたセミナーを開催し、結果に関して活発に議論ができた。2020年度の成果は国際誌に投稿中である。

2) 分子調理法の認知度、分子調理法を使用したプリンの印象評価などのWebアンケート

分子調理を国内に普及していくために新しい料理用語の認知度および分子調理法で調製した

外観に驚きのあるプリン料理画像の印象に関する Web アンケートを行った。調査に使用したプリン画像の一例を図 1 に示す。306 人のデータを分析した結果、真空調理、エスプーマなど新しい料理に関する 59 用語の認知度の平均は 27.6 用語と 5 割未満であった。新しい料理に関する用語の認知度は高いとは言えず、調理・料理は日常的な営みであるが分子調理は新規性の高い分野であることが明らかとなった。また、性別、年代、居住地、価値観などにより分子料理への印象評価や摂食意欲に差がみられた。女性、20 代、地方圏周辺部居住者に特徴的であった安全志向型は、分子調理法を用い外観を変化させたプリンよりも一般的なプリンの摂食意欲順位が高かった。他方、革新性、技術性、芸術などに価値をおく人や新しい料理に関する知識がある人は一般的なプリンを上位に選択しない傾向にあり、分子調理の受容性と個人特性との関連を見出すことができた。プリン画像の印象評価から分子調理法で調製した泡状やシート状、球状のプリン画像の摂食意欲は 20 代の若年層において、男女、文化的背景の相違に関わらず低かった。しかしながら、食品の外観が摂食意欲を大きく左右し、人側の要因である外向性、協調性などの性格特性、甘党傾向などの食嗜好性、日本、韓国、中国などの文化的背景の相違が影響することが明らかとなった。分子料理の認知度において、存在を知らない割合は日本が 65.9%と最も高く、中国の 2 倍以上であった。学校教育での取り扱いの差として出た可能性が考えられ、この点からも日本で分子調理を普及させていく必要性が示唆された。本研究成果の一部は 2022 年度の調理科学会で発表した。



図 1 調査に使用したプリン画像例

おいしい汁物のイメージについて 567 人のデータを分析した結果、おいしいとイメージする味噌汁、コンソメスープ、ポタージュスープ、吸い物に関して地域差（特に味噌汁の色や種類、酸味や甘味）、年代差（ポタージュスープの甘味、うま味、コクなど）、男女差（コンソメスープの色、吸い物の嗜好度）がみられ、おいしさの捉え方に影響していることが示唆された。

3) 分子調理を利用したおいしい科学教育活動

長期化するコロナ禍により、2020 年度から 2022 年度はグループで調理する、共食する環境を提供することができなかった。しかしながら、受講者は 15 名であったが、2020 年度の教員免許更新講習において、小中高校の教員を対象に実習を含めた講習を行った。分子キャビア、エスプーマ、シート状料理共に好評で、調理実習時のデザートに活用できる、調理とは何かを生徒に考えさせるきっかけになるのではないかなどとのコメントがあり、教育現場への活用を肯定的に捉える教員の割合が高かった。2024 年 2 月に小学生を対象に開催した理系イノベーション講座では、これまでの教室と同様、料理への興味とともに実験や科学に対する関心が高まったと回答した児童がほとんどであった。一方で、開催時だけの興味にとどまる可能性もあり、継続的な意識変容の調査が必要といえる。これまで行ってきた分子調理を取り入れたおいしい料理教室に関する研究成果をアジア地区家政学会で発表した。

本研究成果は料理人のスキル向上に寄与するとともに料理人と研究者の協働により、料理やおいしさの発展につながる新しい方法論を提供できたとともに分子調理を一般に普及し、料理を通じて科学への興味関心を高める教育活動にも活用できることが示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

| |
|---|
| 1. 発表者名 M Tominaga, F Treiber, M Yuasa |
| 2. 発表標題 Science Education Activity to Stimulate Visual and Taste Senses using the Molecular Cooking Method |
| 3. 学会等名 21st ARAHE BIRNNIAL International Congress (国際学会) |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 富永美穂子, 迫井千晶, 山田研, 秋元真一郎, 来島壮, 石川伸一, 湯浅正洋 |
| 2. 発表標題 コンソメスープ調製過程の化学成分変化と熟練者における完成度の判断基準の可視化 |
| 3. 学会等名 一般社団法人 日本調理科学会2023年度大会 |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 村上穂乃佳, 橋本英香, 町澤まる, 水落亮平, 富永美穂子 |
| 2. 発表標題 大学生におけるプリン画像に対する多感覚的印象の主観評価 |
| 3. 学会等名 (一社)日本調理科学会2022年度大会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 湯浅正洋, 迫井千晶, 山田研, 秋元真一郎, 来島壮, 石川伸一, 富永美穂子 |
| 2. 発表標題 種々のビーフコンソメの呈味特性 |
| 3. 学会等名 (一社)日本調理科学会2021年度大会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 富永美穂子, 迫井千晶, 山田研, 秋元真一郎, 来島壮, 石川伸一, 湯浅正洋 |
| 2. 発表標題 熟練者および非熟練者調製コンソメスープの化学成分と嗜好性 |
| 3. 学会等名 (一社)日本調理科学会2021年度大会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 村上穂乃佳, 町澤まる, 水落亮平, 佐々卓哉, 角野充奈, 富永美穂子 |
| 2. 発表標題 分子調理法で調理したプリンの印象評価と個人特性との関連 |
| 3. 学会等名 (一社)日本調理科学会2021年度大会 |
| 4. 発表年 2021年 |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

本研究組織が主として運営している分子調理研究会 (<https://www.molcookingsoc.org/>) で分子調理に関する情報発信や勉強会を開催している。

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 | 石川 伸一 (Ishikawa Shin-ichi) (00327462) | 宮城大学・食産業学群・教授 (21301) | |

6. 研究組織（つづき）

| | 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 | 湯浅 正洋 (Yuasa Masahiro) (00756174) | 神戸大学・人間発達環境学研究科・助教 (14501) | |

| | 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 協 力 者 | 山田 研 (Yamada Ken) | | |
| 研究 協 力 者 | 迫井 千晶 (Sakoi Chiaki) | | |
| 研究 協 力 者 | 秋元 真一郎 (Akimoto Shinichiro) | | |
| 研究 協 力 者 | 来島 壮 (Kurushima Takeshi) | | |

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 |
|---------|---------|
| | |