

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 30 日現在

機関番号：50102

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2010～2013

課題番号：22500194

研究課題名(和文) 食嗜好と評価を目指した感性情報処理と複数センサの融合による味覚計測システムの構築

研究課題名(英文) Fundamental study of taste sensing system using various sensors and information technology

研究代表者

小島 洋一郎 (Kojima, Yohichiro)

苫小牧工業高等専門学校・その他部局等・教授

研究者番号：50300504

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円、(間接経費) 1,050,000円

研究成果の概要(和文)：食嗜好と評価を行うセンサシステムの開発が非常に遅れていることを踏まえ、味を呈する溶液に対して、複数の最先端センシングデバイスから溶液の物理化学的物性値を取得した。得られた多種多様な物性値データに多変量解析などの感性情報処理を実施した。その後、食品の評価に向けた味覚センシング技術の開発を検討し、さまざまな種類の味溶液や市販嗜好飲料に対して、高感度でかつ選択性を有するセンサシステムの開発が確立できた。

研究成果の概要(英文)：The development of a sensor system evaluating food is late. Taste sensing requires various techniques of sensor fusion to effectively obtain chemical and physical parameter of taste solutions. For the basic technology to construct taste sensor array system, a bio-taste sensor that enables us to measure taste is developed based on research of an artificial receptor at the molecular level for gustatory sense. A sensor fusion method of various sensors, such as the taste sensor, analytical instrument and multivariate analysis, to estimate tastes were proposed and examined in this investigation. As a result, we have successfully achieved a high sensitivity and selectivity taste sensor array system.

研究分野：情報学

科研費の分科・細目：感性情報学・ソフトコンピューティング

キーワード：味覚センサ 感性情報処理 計測システム 食品分類

### 1. 研究開始当初の背景

近年、食を通して、国民の健康に対する意識と関心は非常に高くなっている。この事を反映して、健康・福祉機器の研究開発と製品化が現在急速に進んでいる。その一方で、「おいしさ」などの嗜好と評価を行うセンサシステムの開発は非常に遅れている。

ヒトの嗜好と食行動は、その個人が生まれ育った自然、経済、文化、民族などの条件により影響を受けることが知られている。ある地域や民族または嗜好強度のレベルなどの特定条件を設定すれば、マーケティング分野で用いられている様々な統計的数値化手法を適用することにより、設定した条件を満足し大多数の人々に共通する嗜好基盤の抽出が可能である。この基盤の上に立ち、先端技術を駆使したセンサデバイスにより、嗜好の感性計測評価システムを構築することで、個人の嗜好にも一定の物理的スケールを与えることが可能になる。

### 2. 研究の目的

本研究では従来の研究を踏まえ、新たな「味覚計測システム」の構築を目指し、各種実験を行った。

#### (1) 味覚計測システムによる果実飲料の分類

食品に対するヒトの総合的感覚、例えば「おいしさ」は、官能評価を用いて行われてきた。しかし、パネラーの育成に時間を要し、得られた評価データの再現性や信頼性に課題が残ると指摘されている。その一方で、味認識装置が実用化され、味の評価が客観的に行われるようになった。近年一人あたりの消費量が増加している果実飲料 6 種について、機器分析や味認識装置により測定・評価を行い、どのような相互関係があるのか、また、サンプルの飲料を簡易に分類する手法に関して検討を行った。

#### (2) 測定原理の異なる物理化学機器を用いた紅茶飲料の評価

食品メーカーにおいて、自社製品の品質評価や、他社製品との差別化を検討することは大変重要である。そのため、官能評価に従事している担当者の負担は、これまで以上に増加している。そこで、従来から利用され比較的廉価な物理化学機器と、これらの機器から得られる測定データを統計的に情報処理するシステムの構築を行った。これにより、官能検査の代替、もしくは、検査員をサポートする情報に活用できれば、安定した評価へ繋がり負担の軽減が適進すると考えられる。この計測システムを用いて、嗜好飲料である市販紅茶の分類を検討した。

### 3. 研究の方法

#### (1) 果実飲料の実験方法

果実飲料として、リンゴジュース 3 種(果汁濃度 100%)、オレンジジュース 3 種(果汁濃度 100% 2 種、30% 1 種)をサンプルに使用

した。味認識装置では、8 項目(酸味、苦味、苦味雑味、渋味、渋味刺激、旨味、旨味コク、塩味)について測定を実施した。機器分析では、5 項目(pH、電気伝導度、粘度、糖度、酸度)について測定を行った。なお、の実験では各サンプルに関して誤差を考慮し計 5 回の測定を行った。また、それぞれの機器から得られる計測データは単位などが異なることから、平均を 0、標準偏差を 1 とし、標準化したデータで評価する。

#### (2) 紅茶飲料の実験方法

市販されている 3 社のペットボトル紅茶を用いた。サンプルの紅茶は、タイプの違う 6 種(無糖、ストレート、レモン、オレンジ、ミルク)と、経時変化を確認するため 10 以下の冷蔵にて 6 日間保存した 2 種を合わせて 8 種とした。測定原理の異なる理化学機器(粘度、pH、抵抗率、密度) 4 機種を選択した。なお、温度は  $22 \pm 0.5$  にて行った。それぞれ測定データの単位やスケールが異なることから、平均値を 0、標準偏差を 1 とし、標準化を施したデータにて紅茶の差異を評価した。さらに、得られた測定データを用いて多変量解析の一つである主成分分析をかけ、紅茶の分類を行った。解析ソフトには SAS 社製 JMP(Ver. 10)を用いた。各サンプルに関して誤差を考慮し数回の測定を行い、それらの平均値にて評価した。

### 4. 研究成果

#### (1) 果実飲料に対する計測システムの分類結果

味認識装置から得られる 8 項目の測定結果について相関図を作製した。その後、相関係数が 0.90 以上と高い数値を示す 2 項目のうち一方の項目を削除することで、最終的に 4 項目で分析を行った。その結果、サンプルは 3 つに分類された。1 つ目はリンゴジュースのグループ、2 つ目は果汁濃度 100% オレンジジュースのグループ、3 つ目は果汁濃度 30% オレンジジュースである。8 から 4 項目へ測定数を減らしても同じ結果が得られた。測定した 4 項目に対する応答パターンを図 1 に示した。それぞれのサンプルに特徴的なパターンが明瞭に得られたため、分類が容易になった。

機器分析においても、と同様に相関図を作製し、相関係数の高い項目を削除したところ 5 から 3 項目へ絞り込むことができた。測定に使用した 3 つの機器に対する応答パターンを図 2 に示した。分析の結果、味覚センサと同様に、サンプルは 3 つに分類された。分類パターンに関しても味覚センサと同じ傾向を示した。

以上のことから、「ジュースの種類ごとに分類」、「果汁濃度ごとに分類」するのであれば、味覚センサと同程度の分類結果を 3 種類の分析機器にて代替できる可能性が得られた。今後は、様々な飲食品に対して、これら

の機器を用いて食品の簡易分類を行い、データベースの構築を目指す。

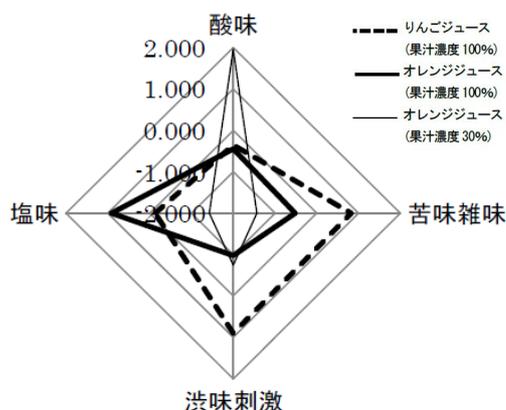


図1 味覚認識装置の応答パターン

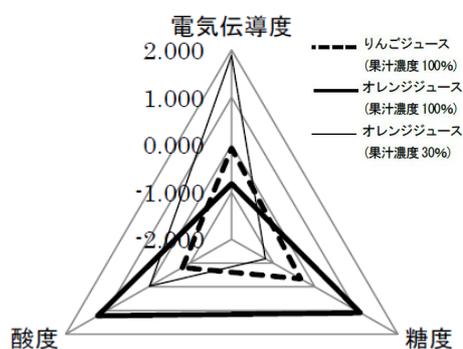


図2 機器分析の応答パターン

## (2) 紅茶飲料の分類・評価

表1に標準化した紅茶の分析データを示す。ストレートティーは8種の紅茶の平均値となり、紅茶の基準として見据えることができた。無糖の紅茶は、開封直後・6日後ともに粘度や密度が負の値を、これに様々な物質が添加されると考えられるレモンやミルクティーなどは正の値を示しており、添加された物質の有無を表している。レモンやオレンジティーはpHの値が低く、ヒトの味覚における酸味に相当していることがわかる。ミルクティーは乳脂肪分が他の紅茶より多いことから抵抗率に反映した値となっている。このように表から、紅茶の差異を見出すことができた。次に、多変量のデータを可視化する統計的情報処理手法として主成分分析を用いた。図3にその結果を示す。基準となるストレートティーがグラフの中央になった。無糖の紅茶は銘柄に応じて違いが現れているが、座標面において同じグループに位置している。経時変化により元の位置より別の点へ移動する傾向が得られた。オレンジやレモンティーの柑橘系は同じ傾向を示すグループと見なすことが出来る。

以上のことから、各サンプルに特徴的なデ

ータが明瞭に得られたため、容易に分類することが出来た。今後は味認識装置との融合を図る。

表1 標準化した紅茶の分析データ

	粘度	pH	抵抗率	密度
A社 無糖	-0.75	0.30	-0.09	-0.82
A社 無糖 6日後	-0.75	0.45	-0.30	-0.93
B社 無糖	-0.61	0.34	1.07	-0.84
B社 無糖 6日後	-1.04	0.38	0.86	-0.93
A社 ストレート	0.10	0.15	0.31	0.12
A社 レモン	0.66	-1.40	0.53	0.94
C社 オレンジ	0.45	-1.60	-0.23	1.22
A社 ミルク	1.94	1.38	-2.14	1.23

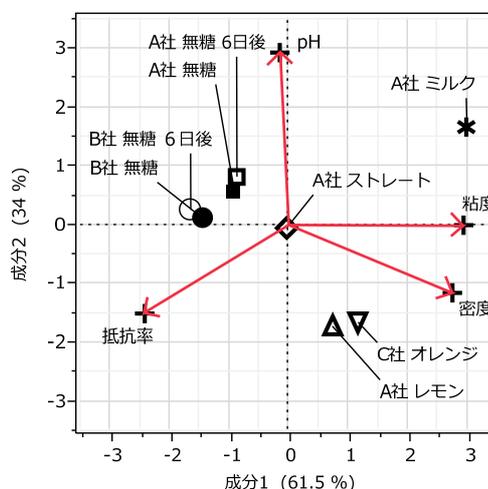


図3 主成分分析による紅茶の分類

これらの結果をまとめると、以下のようになる。

- 1) 味を呈する溶液に対して、複数のセンシングデバイスから溶液の物理化学的物性値を取得し、その後得られた物性値データから、食嗜好と評価に向けた味覚センシング技術の開発ができた。
- 2) これまでに報告例のない味覚センシングを目指すには、ヒトの化学感覚を模倣し測定原理の異なる複数のセンシングデバイスから得られるデータを融合すること、すなわちセンサフュージョンの重要性を明らかにできた。
- 3) 味センサの開発には、感性工学的な情報処理手法が大変有用である。1), 2) から得られたデータに対して多変量解析を利用し、新しい味識別・評価に向けた感性情報処理システムへの基礎的な知見を得ることができた。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計9件)

“Estimation of coffee using a human taste panel and taste sensing system”, Yohichiro Kojima and Tsuyoshi Mikami, The 15th International Symposium on Olfaction and Electronic Nose Proceedings (CD-ROM), P1-11 (2013) 査読有

「無機成分含有量と多変量解析による豚肉製品の分類」合田元清, 小島洋一郎, 三上剛, 宇津野国治, 岩波俊介, 日本味と匂学会誌, Vol.19, No.3, pp417-420 (2012) 査読有

“Development of taste sensing system using inorganic membrane”, Yohichiro Kojima and Yuki Hasegawa, American Institute of Physics, Vol.1362, pp.195-196 (2011) 査読有

「複数の機器分析データと統計的手法による液状食品の識別法に関する研究」小島洋一郎, 佐藤恵理子, 跡部昌彦, 日本味と匂学会誌, Vol.18, No.3, pp.455-458 (2011) 査読有

「各種物性値と多変量解析による市販食塩の製造法判別に向けた基礎研究」三宅悠, 小島洋一郎, 三上剛, 宇津野国治, 日本味と匂学会誌, Vol.18, No.3, pp.451-454 (2011) 査読有

「無機物の化学分析値とクラスター分析を用いた豚肉製品分類法に関する基礎的検討」合田元清, 小島洋一郎, 三上剛, 宇津野国治, 日本味と匂学会誌, Vol.18, No.3, pp.447-450 (2011) 査読有

「食品成分データと判別分析による牛肉識別の検討」木村祐太, 小島洋一郎, 三上剛, 宇津野国治, 日本味と匂学会誌, Vol.18, No.3, pp.443-446 (2011) 査読有

「マルチモーダルセンサを用いた味覚センシングへの検討」小島洋一郎, 日本味と匂学会誌, Vol.16, No.3, pp.517-520 (2010) 査読有

「味覚センサの開発に向けた機器分析データと情報処理手法による基礎的評価」, 小島洋一郎, 三上剛, 日本味と匂学会誌, Vol.16, No.3, pp.513-516 (2010) 査読有

[学会発表](計18件)

「豚肉製品に含まれる無機成分データと感性データ解析による分類の検討」小島洋一郎・合田元清, 第15回日本感性工学会大会予稿集(CD-ROM), P46 (2013)

査読無

「栄養成分データとケモメトリクスを用いた食品の識別方法」中島広基, 合田元清, 小島洋一郎・三上剛, 岩波俊介, 日本味と匂学会第47回大会予稿集, p116 (2013) 査読無

「ハスカップフルーツピネガー製造時における発酵条件の検討」石川勇人, 伊藤美姫, 小島洋一郎, 岩波俊介, 日本食品工学会第14回年次大会講演要旨集, p147 (2013) 査読無

「ハスカップ果汁の粉末化における乾燥助剤の効果」伊藤美姫, 石川勇人, 小島洋一郎, 岩波俊介, 日本食品工学会第14回年次大会講演要旨集, p148 (2013) 査読無

「食品の化学成分とデータ解析による食品分類に向けた基礎的検討」小島洋一郎, 合田元清, 岩波俊介, 三上剛, 宇津野国治 日本食品工学会第14回年次大会講演要旨集, p149 (2013) 査読無

「計量化学的手法を用いた豚肉製品簡易分類法の検討」合田元清, 小島洋一郎, 三上剛, 宇津野国治, 岩波俊介, 大橋智志, 土居茂雄, 松尾優子, 川上光博, 山口和美, 第18回高専シンポジウム in 仙台講演要旨集, p369 (2013) 査読無

「原子吸光分析装置と多変量解析を用いた豚肉製品の分類に関する検討」合田元清, 小島洋一郎, 日本農芸化学会大会講演要旨集 (Web), WEB ONLY 2J17P19 (2012) 査読無

「化学成分データと統計的情報解析による食品分類に関する基礎的検討」小島洋一郎, 木村祐太, 日本食品工学会年次大会講演要旨集 13th, p.171 (2012) 査読無

「無機成分含有量を利用した多変量解析による豚肉製品分類法の検討」合田元清, 小島洋一郎, 三上剛, 宇津野国治, 岩波俊介, 山口和美, 川上光博, 日本食品工学会年次大会講演要旨集 13th, p.170 (2012) 査読無

「食化学分析機器と統計手法による食品の簡易分類」三宅悠, 小島洋一郎, 三上剛, 宇津野国治, 岩波俊介, 山口和美, 川上光博, 木村祐太, 日本感性工学会大会予稿集 (CD-ROM) 14th, ROMBUNNO.P2-07 (2012) 査読無

「無機成分含有量によるクラスター分析を用いた牛肉・豚肉製品分類法の基礎的研究」合田元清, 小島洋一郎, 三上剛, 宇津野国治, 岩波俊介, 山口和美, 川上光博, 木村祐太, 日本感性工学会大会予稿集 (CD-ROM) 14th ROMBUNNO.P2-06 (2012) 査読無

「複数の解析法を用いた PEI DNA 相互

作用の解明」山田崇博,大塚貴洋,小島洋一郎,宇津野国治,日本化学会北海道支部夏季研究発表会講演要旨集 2011, p.152(2011)査読無

「ミネラル成分値による多変量解析を用いた豚肉分類法の検討」合田元清,小島洋一郎,三上剛,宇津野国治,土居茂雄,山口和美,川上博,日本感性工学会大会予稿集 (CD - ROM)13th, ROMBUNNO.P58(2011)査読無

「食塩のクラスター分析による分類可能性の検討」三宅悠,小島洋一郎,三上剛,宇津野国治,土居茂雄,山口和美,川上博,日本感性工学会大会予稿集 (CD - ROM)13th, ROMBUNNO.P57(2011)査読無

「食品分析データと判別分析を用いた牛肉の分類」木村祐太,小島洋一郎,三上剛,宇津野国治,日本感性工学会大会予稿集 (CD - ROM)13th, ROMBUNNO.P56(2011)査読無

「化学分析データを活用した簡易な食品識別方法の検討」,小島洋一郎,三上剛,日本感性工学会大会予稿集 (CD - ROM)11th, ROMBUNNO.P47, (2010)査読無

「各種センサによる食品の品質評価に関する基礎研究」小島洋一郎,日本感性工学会大会予稿集 (CD - ROM)11th, ROMBUNNO.P45(2010)査読無

「コーヒーに対する無機膜センサの応答特性」立野靖大,長谷川有貴,内田秀和,谷治環,勝部昭明,小島洋一郎,電気学会全国大会講演論文集 2009, p.242(2010)査読無

〔図書〕(計1件)

「食の安全・安心とセンシング 放射能問題から植物工場まで」小島洋一郎ほか(共著),共立出版株式会社(2012)

6. 研究組織

(1)研究代表者

小島 洋一郎 (KOJIMA, Yohichiro)  
苫小牧工業高等専門学校・理系総合学科・教授  
研究者番号: 50300504

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

なし