

令和 6 年 6 月 17 日現在

機関番号：82111

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K05900

研究課題名（和文）香りセンサと人の官能表現をつなぐ新規アルゴリズムの構築

研究課題名（英文）Novel algorithm for connecting electronic nose values and descriptive words for smells

研究代表者

藤岡 宏樹（FUJIOKA, Kouki）

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・農業情報研究センター・ユニット長

研究者番号：90392381

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は嗅覚センサーを使い、食品の香りを客観的に数値化するシステムの構築を目的とするものである。特に、センサー値と官能評価値との比較解析を中心に検討を行なった。コーヒーに関する試験の結果からは、風味に影響を与えると示唆される成分の一部を同定できたが、センサー値から官能評価値を予測するまでには至らなかった。一方、チーズの評価試験の解析結果からは、少ないサンプル数であるが、センサー値と官能評価値との間で有意な相関があるものが観察され、一部の官能評価値についてはセンサー値が予測等に役立つ可能性が示唆された。今後、本研究で得られた結果を基に、測定方法と予測アルゴリズムの改良を進めたい。

研究成果の学術的意義や社会的意義

現在、食品等の香りの評価は、人の嗅覚を利用した評価が多く行われている。しかしながら、嗅覚は体調に依存することや、嗅覚疲労を起こすために一日で評価できるサンプル数が限られることなどの課題がある。本研究では、嗅覚センサーの利用によって、香りに関する一部の官能評価値がセンサー値から予測できる可能性があることを示唆しており、また、一部の評価値については、閾値等を考慮する必要があることも示唆している。今後の官能評価のサポートを目的とした嗅覚センサーの応用研究に貢献するものである。

研究成果の概要（英文）：The aim of this study is to build a system for objectively quantifying food odour using olfactory sensors. In particular, this study focused on comparative analysis of electronic nose values and sensory evaluation scores. The results of the tests on coffee in allowed the identification of some of the components suggested to influence the flavour, but due to the influence of moisture and other factors, it was not possible to predict the sensory evaluation values from the sensor values in this study. On the other hand, from the results of the analysis of cheese evaluation tests, it was observed that there were significant correlations between sensor values and sensory evaluation scores in several categories, although the number of samples was small, suggesting that for some sensory evaluation values, sensor values may be useful for prediction. In the future, these results would be useful to improve the measurement method and the prediction algorithm.

研究分野：嗅覚センサーの応用

キーワード：嗅覚センサー 食品

## 様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

現在、食品等の香りの評価は、人の嗅覚を利用した評価が多く行われている。しかしながら、嗅覚は体調に依存することや、嗅覚疲労を起こすために一日で評価できるサンプル数が限られることなどの課題がある。

このため、官能評価のサポートを一つの目的として、嗅覚センサーの研究開発が進められている。嗅覚センサーでは、一種類または、複数のガスセンサーが搭載されており、香り成分とセンサーが接触した際の電気抵抗値の変化などが測定される。従来の研究論文では、これらの値を主成分分析して判別を行う報告が多かった。主成分分析は、共通する大きな特徴を軸にして分類できる利点があるが、サンプル等の情報を人が読み取り、主成分軸やグループに意味付けをする必要がある。場合によっては考察が難しいこともあり、また、評価したい項目の軸を自由に設定しにくいなどの課題があった。

一方、これまでの私たちの研究では、主として嗅覚センサー値のベクトル様計算を利用した解析方法を使い、菌の検出方法や、食品の香りをソムリエのように別の香りに例えてわかりやすく評価・比較する方法(ソムリエセンサー)などについて報告してきた。しかしながら、食品の評価においては、サンプルを直接測定するセンサーの評価と、人が行う評価との間に差が存在することがわかっているため、これらを解決する必要がある。

### 2. 研究の目的

本研究は、嗅覚センサーを使い、食品の香りを客観的に数値化するシステムの構築を目的とするものである。これまでの私たちの研究では、嗅覚センサーに食品(飲料)の「フレーバーホイール(風味表現)」の香りを学習させて、コーヒー等の香りを表現させる方法の検討を進めてきた。本法を発展させるため、特に食品の摂取時に感じる香りに着目して嗅覚センサーによる測定方法や、評価アルゴリズムを検討し、よりの確な香り評価法の構築を目指す。

### 3. 研究の方法

(1) 嗅覚センサー値から飲料摂取時の官能評価値を予測する方法を検討するため、焙煎度の異なるコーヒーについて、市販嗅覚センサーによる測定、官能評価(3名)及びレトロネーザルアロマの質量分析を行なった。本研究で用いた嗅覚センサーは、研究の方法(2)(3)で用いたものとは異なるセンサーが使用されている。

(2) 嗅覚センサー値から食品喫食時における官能評価値を予測する方法を構築するため、6種類の市販チーズについて、嗅覚センサーによる測定と6名の方による官能評価を行なった試験の解析を行なった。試験に用いられたチーズはプロセスチーズ5種類とナチュラルチーズ1種類で、プロセスチーズには、ブルーチーズが含まれるもの2種類、熟成チーズが含まれているもの1種類、ノーマルタイプのもの2種類が含まれている。官能評価では、喫食前の香りの強さ、咀嚼中の香りの強さ・味を感じる強さ、嚥下後の香りの強さ・嚥下後の風味の持続感を7段階の評点で評価したものである。

(3) 嗅覚センサー値から香りを簡易的に定量化し、更に精度評価を行なうため、リンゴ様の香りのするリップクリームを紙に決められた面積分塗布したもの(対照:塗布していない紙)について嗅覚センサーで測定した試験の解析を行なった。

本研究の方法(1)(2)で行なった人を対象とする試験は、農業・食品産業技術総合研究機構倫理審査委員会での承認を得て実施したものである。

### 4. 研究成果

(1) 焙煎の異なるコーヒーについて、官能評価(3名)と摂取後のレトロネーザルアロマの成分について質量分析法による測定を行なった。コーヒーの味と香りの強さについて官能評価を行なった結果からは、焙煎の深いコーヒーにおいて、摂取時の味の強さのスコアが高い傾向にあり、また、味の感覚に影響すると考えられる成分の一部が、コーヒー摂取時のレトロネーザルアロマの成分において高い傾向にあった。同成分を経時的に測定した結果からは、摂取直後に大きく上昇し、時間の経過とともに下降していく傾向が見られた。このため、同成分をセンサーで検出することができれば、センサー値からコーヒーの風味を予測する際に役立つ可能性がある。しかしながら、コーヒーの香りに対応する市販の小型嗅覚センサーを用いて、同じコーヒーを上方から測定した結果からは、センサー値と焙煎度との間に相関が認められなかった。これは、水分等や測定したい成分以外の成分がセンサー値に影響を与え、目的とする成分が正確に測定できていない可能性が考えられた。このことから、嗅覚センサーの値からコーヒー摂取時の官能評価値を予測する場合、センサー値に影響を与える水分等を抑制して測定を行なうこと、官能評価に寄与する成分を測定しやすいセンサーを用いること、更に、人の摂取に近い環境を模擬的に再現

して測定を行なうことが予測精度の向上に役立つ可能性が考えられた。

(2) また、嗅覚センサーの値を喫食時の人の表現に近づける方法の検討として、チーズについて、官能評価と嗅覚センサーの測定を行なった試験について解析を行なった。この試験は、6種類の市販チーズについて、6名の方に官能評価を行なって頂き、また嗅覚センサーによる測定を行なったものである。今回解析した試験の結果からは、喫食中の香りの強さや嚥下後の香りの強さと有意な相関が認められた。サンプル数や評価者の数が少ないため確定的ではないが、限られたチーズにおいては、嗅覚センサー値から、喫食中の香りの強さや、嚥下後の香りの強さが予測できる可能性がある。

一方で、喫食前の香りの強さは嗅覚センサーの値との相関はあったが、喫食中や嚥下後の香りの強さとは異なる傾向を示していた。官能評価での喫食前の香りの強さの中央値は、1種類のブルーチーズ入りプロセスチーズで高く、今回の試験でのナチュラルチーズは低い傾向にあったが、そのほかの4種類のチーズでは同じ値を示していた。しかしながら、官能評価で同じ値を示したチーズであっても、嗅覚センサーで得られた値では、有意差が示されたもの認められた。このため、嗅覚センサーの値で官能評価値を予測する方法の一つとして、センサー値の範囲を設定して、センサー値のある範囲では官能評価のこのスコアになるなど、範囲を考慮したアルゴリズムも役立つ可能性が示唆された。

(3) センサー装置の示す値の簡易的な定量化や精度評価を行なうため、リンゴ様の香りがするリップクリームを紙に塗布し、それらを嗅覚センサーで測定した試験について解析を行なった。この結果、嗅覚センサーの値は塗布面積とともに上昇することがわかったが、直線状にはならず、近似曲線として塗布面積の関数で表せることが示唆された。また、同嗅覚センサーで繰り返し測定したときの誤差や、測定した日毎の差(日間誤差)についての解析も行なったが、限られた期間におけるこれらの誤差は比較的小さいことがわかった。この中で、リップクリームを塗布していない紙の日間誤差がもっとも大きかった。理由として、リップクリームを塗布していない紙は、塗布した場合と比較してセンサー値が小さく、日間の環境差によるベースラインのずれの影響が反映されやすいことが考えられた。塗布量の制御等、改良の余地があるが、香り成分量(面積)を指標とすることで、サンプル間の香りの強さの比較や、日間誤差の補正等に役立つ可能性が考えられた。

研究期間全体を通じて、嗅覚センサーの値と官能評価値との比較解析を中心に検討を行ってきた。コーヒーに関する試験の結果からは、風味に影響を与えると示唆される成分は得られており、主としてこの成分をセンサーで検出できれば、センサー値から風味の評価の一部が簡便にできるようになる可能性がある。本研究期間内では、センサー値から直接、コーヒーの官能評価値を予測するまでには至らなかったが、今後、水分等の影響を少なくする方法について更なる検討を行ない、センサー値からの予測までつなげたい。また、チーズの試験についての解析結果からは、嗅覚センサー値と官能評価値で有意な相関があるものや、ないものが観察された。喫食前の香りの強度のように、人の評価の閾値の考慮が必要であるものも観察されており、今後、官能評価値の予測アルゴリズムを作るうえで役立つ可能性がある。更に、リップクリームのように簡易に香りを定量できるものを利用することで、サンプル間の比較や日間誤差などの補正等に役立つ可能性が示唆されている。今後、本研究で得られた結果を基に、嗅覚センサーの測定方法と予測アルゴリズムの改良を進めたい。

#### <引用文献>

Fujioka, K., Arakawa, E., Kita, J., Aoyama, Y., Okuda, T., Manome, Y., Yamamoto, K. Combination of real-value smell and metaphor expression aids yeast detection. PLoS One 2009, 4 (11), e7939.

Fujioka, K., Tomizawa, Y., Shimizu, N., Ikeda, K., Manome, Y. Improving the Performance of an Electronic Nose by Wine Aroma Training to Distinguish between Drip Coffee and Canned Coffee. Sensors 2015, 15 (1), 1354-1364.

Fujioka, K. Comparison of Cheese Aroma Intensity Measured Using an Electronic Nose (E-Nose) Non-Destructively with the Aroma Intensity Scores of a Sensory Evaluation: A Pilot Study. Sensors 2021, 21 (24), 8368.

Fujioka, K. Evaluating the Non-Invasive Measurement of Apple Aroma Using Electronic Nose Device through Comparison with Direct Mass Spectrometry, Sugar Content, and Ripeness Measurements. Sensors 2024, 24 (10), 3114.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Fujioka Kouki	4. 巻 21
2. 論文標題 Comparison of Cheese Aroma Intensity Measured Using an Electronic Nose (E-Nose) Non-Destructively with the Aroma Intensity Scores of a Sensory Evaluation: A Pilot Study	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Sensors	6. 最初と最後の頁 8368 ~ 8368
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/s21248368	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Fujioka Kouki	4. 巻 24
2. 論文標題 Evaluating the Non-Invasive Measurement of Apple Aroma Using Electronic Nose Device through Comparison with Direct Mass Spectrometry, Sugar Content, and Ripeness Measurements	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Sensors	6. 最初と最後の頁 3114 ~ 3114
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/s24103114	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 藤岡宏樹
2. 発表標題 香りセンサーによるチーズ官能評価値の予測可能性の検証
3. 学会等名 日本畜産学会第130回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤岡宏樹
2. 発表標題 置くだけにおいを測定するセンサの分析性能の評価
3. 学会等名 第35回におい・かおり環境学会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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
--	---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------