

平成30年6月5日現在

機関番号：32651

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2017

課題番号：16K12709

研究課題名（和文）風味表現を学習したセンサーは、人の表現にどこまで近づけるのか？

研究課題名（英文）Aroma description by sensors which learned aroma wheel

研究代表者

藤岡 宏樹 (Fujioka, Kouki)

東京慈恵会医科大学・医学部・講師

研究者番号：90392381

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,700,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、嗅覚センサー装置に香りの標品を使った表現学習を行い、香りの特徴を客観的に数値化できるシステムの開発を目的としている。これまでの研究で、我々はワインの香り表現を学習させたセンサー装置でコーヒーの香りの評価を検討してきた。今回、新しい試みとして、コーヒーの風味表現の学習に適したアロマキットを用いる事で、表現をよりの確にすることを目標とした。結果として、改良の余地がみられるものの、いくつかの香り軸においてコーヒーの香りの数値化が可能となった。今後、測定サンプル数を増やし、人の評価とのすり合わせを行うことで的確な香り表現に近づけることができる可能性があると考えられた。

研究成果の概要（英文）：We aim to develop a system to objectively quantify fragrance with sensor devices which learned aroma wheel. In this research, in order to expand the diversity of the odor description, we used the aroma kit, Le Nez du Cafe, which composed of 36 kinds of scents, for coffee aroma description. As a result, several coffee aroma description axes for discrimination were added. In future study, we should fit the data to human aroma description.

研究分野：香りの評価

キーワード：香り センサー コーヒー

1. 研究開始当初の背景

食品のおいしさを評価する手法として官能評価がある。多くの企業や施設で採用されているが、体調に依存する、嗅覚疲労を起こすことが知られている。さらに、評価者が代わると同じ評価ができるとは限らないため、過去のデータとの比較が難しく、また、再現性に課題があることも多い。

このため、人による官能評価をサポートする方法として、味覚センサーや嗅覚センサーが開発されてきた。味覚センサーは、主に6つの味を基本とした人工膜のセンサーにより構成されており、既に食品業界での活用が進んでいる。一方、嗅覚センサーは香りの強度測定については多くの活用事例があるものの、香りの質的な特徴(どんな香りがするのか)を的確に評価するという点においては開発途上の段階である。理由として、人が約400種類の受容体の組み合わせで香りの特徴を認識しており、装置での模倣が難しいことが挙げられる。

このため、現行の嗅覚センサーは、人の嗅覚とは異なる原理が用いられており、ガスセンサー(4~18種類)の電流値や抵抗値などを指標とした値で表現される。研究論文の主な解析手法としては、これらのセンサー値を主成分分析して判別を行う報告が多数を占める(Loutfi et al., J. Food Eng., 2015)。しかしながら、この主成分分析という手法では、分析された軸に対して、人が後付けで香りの特徴を考える必要があり、考察の難しさや客観性に課題が残る。

2. 研究の目的

そこで本研究では、予め嗅覚センサーに香り表現の基となる香料のセンサーパターンを学習させ、パターンの類似性から食品の香りの特徴を直接表現させる方法を構築し、上記課題の克服を目指す。

これまでの我々の研究では、センサー装置による香り表現の幅を広げることを目的として、人がワインの香り表現の学習に使用するアロマキットの一つである Le Nez du Vin (Editions Jean Lenoir)の香料をセンサー装置に学習させ、コーヒー、緑茶、及びワインの香り表現について検討を進めてきた(Fujioka et al. Sensors, 2015)。この結果、人にわかりやすい表現で香りを客観的に数値化することができるようになったものの、コーヒーの香りの表現で、きのこの香りの数値が高く表示されるなど、人の表現との乖離があり、解釈が難しい点もあった。

このため、今回の研究では従来法での検討に加え、測定する食品に適したフレーバーホイール(風味表現)の香りをセンサー装置に学習させることに取り組んでいく。期間内には、人がコーヒーの香り表現を学習する際に使用するアロマキットの一つである Le Nez du Café (Editions Jean Lenoir)の36種類の香料を装置に学習させ、36種類の香り軸で表

現させるだけでなく、より人に近いコーヒーの香り表現法(フルーティやナッツなどのより抽象度の高い表現法)と判別について検討を行う。

本法の確立によって、食品の香りの評価に役立つだけではなく、味覚センサーとの組み合わせで多くの風味表現の評価がカバーできるようになる。数値化した風味表現によって、食品の評価、嗜好の分析、現在と未来の食品の比較など、産業・学術分野の新しい知見に貢献できると考えられる。

3. 研究の方法

(1) センサー装置への香りの学習:

香りを測定・学習させる装置として、香りセンサー装置 FF-2A(島津製作所)を用いた。これまでの研究において、同装置にワイン用のアロマキット Le Nez du Vin (Editions Jean Lenoir)の香料のうち、51種類の香りを学習させた表現軸を構築してきた(Fujioka et al. Sensors, 2015)。今回、新たな試みとして、同装置に、コーヒーの風味表現を学習するアロマキット Le Nez du Café (Editions Jean Lenoir)の香りを学習させた。Le Nez du Caféはコーヒーの香り表現に関連する36種類の香料で構成されたものであり、米国スペシャリティコーヒー協会がコーヒーの判別などのトレーニングの際に使用しているキットの一つである。

(2) 香りの類似度計算:

香りの類似度は、計算ソフト Asmell2(島津製作所)を使って、FF-2Aに搭載された10種類のセンサー値のベクトル角度から計算されたものを用いた。

(3) コーヒー:

コーヒー豆は専門店で焙煎されたものを購入し、コーヒーメーカー(メリタ製)を用いて抽出した。今回は、インドネシア産コーヒー(Dark roast)、ケニア産コーヒー(Medium roast)、及びラテンアメリカ産ブレンドコーヒー(Blonde roast)で検討した。

4. 研究成果

(1) 従来法によるコーヒー保温時の香り表現の変化:

平成28年度は、ワインの香り表現に関連するアロマキット Le Nez du Vinの学習データを使い、産地の異なるコーヒーの香りの差、及びそれらのコーヒーを保温した際の香りの経時変化について、センサー値を使って表現させる検討を試みた。コーヒーの経時変化の実験では、ドリップ直後のコーヒーと、保温ポット内で1時間静置したものとをセンサー装置で測定、比較した。

まず始めにドリップ直後のコーヒーの香りについて調査した。インドネシア産コーヒーの香りの類似性は、ビターアーモンド、きのこ、レモン、イチゴ、ゼラニウム、ミント、

蜂蜜、ムスク、シャクヤク、松、西洋なし、及びコショウの香りに対して観察された。一方、ケニア産コーヒーは、きのこ、イチゴ、ミント、蜂蜜、シャクヤク、松、及び西洋なし、ラテンアメリカ産ブレンドコーヒーは、コーヒー香料、きのこ、レモン、イチゴ、ゼラニウム、ミント、蜂蜜、ムスク、シャクヤク、松、西洋なし、及びコショウへの類似性が観察された。今回測定したコーヒーでは、上記 13 種類の香りの中で、わずかではあるが数値の差が認められた。また、インドネシア産のコーヒーのみがビターアーモンドへの類似性を示し、ラテンアメリカ産ブレンドコーヒーのみがコーヒー香料への類似性を示しており、産地の判別に役立てられる可能性が示唆された。

保温ポット内で 1 時間静置したコーヒーでは、3 種類全てのコーヒーにおいて、ビターアーモンド、レモン、ストロベリー、ゼラニウム、ミント、蜂蜜、ムスク、シャクヤク、松、西洋なし、及びコショウの香りの類似度が増加していた。この中で、類似度が 2 倍以上増加したもの、及びドリップ直後の類似度が 0 で 1 時間静置後に類似度が 0 を超えていたものは、ビターアーモンド、レモン、ムスク、シャクヤク、及びコショウであった。

以上のように Le Nez du Vin の香りを学習させた従来法を使うことで、今回測定したコーヒーでは、13 種類の香りの軸で数値による評価が可能であり、1 種類のコーヒーでは最大 12 種類の香りに対して類似性が観察された。また、コーヒーをポットで長時間保温すると、酸味と苦味が増すことが知られているが、今回の測定結果からは、酸味に影響すると考えられるレモンの香りや、苦味に影響すると考えられるビターアーモンドの香りの増加が観察されており、嗅覚センサーを使うことで、風味の変化に与える香りの影響を考察できるようになる可能性が示唆された。

(2) コーヒーの風味表現に適したアロマキットの学習と評価：

平成 29 年度は適切なフレーバーホイールの学習が嗅覚センサーの表現力を向上させるという仮説に基づき、嗅覚センサーを使ったアロマキットの香りの測定とパターンの学習を中心に研究を進めた。

今回は、人がコーヒーの香りを学習する際に使用するアロマキットの一つ Le Nez du Café の 36 種類の香りを嗅覚センサー装置に学習させている。

この学習データを使い、上記 3 種類のコーヒーの香りのデータ（1 時間保温後も含む）を評価したところ、現在までに、フルーティ系の香りでは、アプリコット、レモン、及び黒スグリの香り軸で数値化できることがわかった。また、香ばしさに関連する香り（Toasty 系の香り）では、バスマティ米、トースト、ダークチョコレート、ローストピーナッツ、ローストヘーゼルナッツ、ウォールナ

ッツ、煙などの香りに対して類似性が見出されており、数値による評価ができるようになった。他にも、コーヒーの花の香り、メディシナル、蜂蜜などの香りも数値化できるようになっており、コーヒー用のアロマキットの使用によって、よりコーヒーの評価に適した香りで表現ができる可能性が示唆された。

一方で改良の必要な点も明らかになっている。今回用いたケニア産コーヒーは、人の評価でグレープフルーツや黒スグリの風味を特徴としているものであるが、ドリップ直後では検出されないものの、1 時間静置したもので黒スグリの類似度が検出されるようになっており、より短時間で検出できるように改善する必要があるだろう。さらに、他のコーヒーに比べて焙煎度の高いインドネシア産のコーヒーで、Toasty 関連の類似度が低く表示されることもあり、同様に検討する必要がある。

また、ポット保温後の実験データでは、昨年度と同様、香りの評価軸で変化を捉えることができおり、ローストヘーゼルナッツの香りやコーヒーの花の香りの類似度が増加していた。これらの数値を使うことでも、コーヒーの経時変化を評価できる可能性が示された。

(3) 考察：

以上の結果から、センサー装置に香りを学習させることで、産地の判別につながる香りや経時的な変化を捉えることができる可能性が示唆された。

今回、新しい試みとして、コーヒーの香り表現をカバーする Le Nez du Café の香料の香り（36 種類）を学習させた結果、香りの表現が増え、黒スグリ、ダークチョコレートなど、コーヒーの香りに適した表現を数値化する事につながっている。一方で、焙煎度に関連すると考えられる Toasty 関連の香りの数値が、焙煎度の高いコーヒーで低く示されており、人の評価と一致する新しい香りサンプルを見出して学習させる必要もあると考えられた。

今後、測定サンプル数を増やし、人の嗅覚による評価とのすり合わせを行なっていくことで、嗅覚センサーによる表現を人の香り表現に近づけていきたいと考えている。

<引用文献>

- ① Loutfi, A., et al. "Electronic noses for food quality: A review." *Journal of Food Engineering* 144 (2015): 103-111.
- ② Fujioka, K., et al. "Improving the performance of an electronic nose by wine aroma training to distinguish between drip coffee and canned coffee." *Sensors* 15 (2015): 1354-1364.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1 件)

- ①浅川万由子, 山中雄太, 藤岡宏樹, 馬目佳信, 香りセンサの標準化データを用いたリンゴ判別力の検証, 電気学会論文誌 E, 138(8), 2018, 査読有り(採択済. 掲載予定)

〔学会発表〕(計 1 件)

- ①藤岡宏樹, 内川理紗, 馬目佳信. コーヒー保温時における香りの経時指標の探索. 日本味と匂学会第 51 回大会, 神戸国際会議場(神戸市), 2017 年 9 月 25-26 日.

〔図書〕(計 0 件)

なし

〔産業財産権〕

- 出願状況(計 0 件)

なし

- 取得状況(計 0 件)

なし

〔その他〕

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

藤岡 宏樹 (FUJIOKA, Kouki)
東京慈恵会医科大学・医学部・講師
研究者番号: 90392381

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし

(4) 研究協力者

馬目 佳信 (MANOME, Yoshinobu)
東京慈恵会医科大学・医学部・教授
研究者番号: 30219539