

PTTV：粉末混合式の味ディスプレイ

千田 知佳* 宮下 芳明*

概要. 既存の味ディスプレイでは主として、味溶液混合式が採用されてきた。しかし腐敗等のリスクから味溶液の長期保存が困難であった。また、ポンプの詰まりや、添加された水分による湿潤化・食感損失も指摘されている。これらの問題を解決するため、本稿では粉末混合式の味ディスプレイを提案する。まず、スクリューを用いて粉詰まりを防ぎ、粉末の安定した出力を実現した。そしてロードセルで質量を計測し、目標値に近づくほどスクリューの回転速度や蓋の開閉を自動調整することで精密な計量と混合を実現した。

1 はじめに

調味料には、砂糖・塩のように常温保管が可能なものが存在するが、これらの溶液は水の存在により微生物が繁殖しやすい。既存の味ディスプレイの多くはポンプ式の溶液混合装置を使用して味溶液を調合しているため、保存期間の短さが課題となっていた。また、ポンプの詰まりや、添加された水分による湿潤化・食感損失も指摘されていた。本稿では、粉末混合式を用いた味ディスプレイ PTTV (Powders to Transform Tastes and Variations) を提案し、既存の味ディスプレイに比べて大幅に保存期間を延長でき、水分を含まない味覚付与による食感維持を実現した。

2 提案システム

本研究では、スクリューを用いた粉末混合手法を用いた味覚ディスプレイ PTTV を提案する(図1)。粉末自動混合機の上部に粉末自動吐出機を設置し、3種類の粉末をそれぞれ供給する。工業用スクリューミキサー[8]を参考に粉末自動吐出機を設計した。内部でスクリューを回転させ粉詰まりを防ぐことで、安定した粉末の出力を可能にしている。また、スクリューを傾斜して配置することで粉末の流動性を向上させ、容量を確保している。吐出された粉末は下部にある粉末自動混合機内に収容される。粉末自動混合機にロードセルを装着し、粉末自動吐出機からの粉末供給量を計測している。データが目標値に近づくにつれてスクリューの回転速度を低下させ、蓋を徐々に閉じることで精密な調整を自動で行ってい

る。これにより、粉末の種類が異なっても適切に対応できる。さらに、粉末自動混合機内にもスクリューを設置し、供給された3種類の粉末を混合することで味覚物質の偏りが無い均一な出力を可能にしている。蓋の開閉にはマイクロサーボ SG92R を使用し、スクリューの回転にはマイクロサーボ 9g SG-90 を用いて Arduino Uno Rev3 で制御した。粉末の出力量計測はロードセル SC616C を使用した。



図1. PTTV (左：前面, 右：内部構造)

3 関連研究

Dan は、味覚にフィードバックを与えるエディブルユーザインタフェース (Edible User Interface, EUI) や味ディスプレイのコンセプトを提案した[1]。TTTV は、基本五味に対応する味覚溶液を噴霧混合し、食品の味を変化させることができる[2]。さらに、TTTV3 では、0.02ml 単位の精密なポンプ制御により、繊細な味の再現が可能になった[3][4]。Virtual Cream Generator は、ゼラチン等を用いて脂質・糖質ゼロのカスタードクリームを再現する手法であり[5]、Virtual Oil Generator では、脂質ゼロで油の食感を再現する手法が提案された[6]。原材料を使わずに味や食感を再現することで、健康とおいしさの両立を実現している。EMO 味は、定量の調味料を出力するためすり切りを利用したマス式計量器を提案している[7]。

Copyright is held by the author(s). This paper is nonrefereed and non-archival. Hence it may later appear in any journals, conferences, symposia, etc.

* 明治大学

4 スクリューの選択

4.1 スクリューの断面形状

本稿では断面形状が異なる2種類のスクリーューを作成した(図2)。粉末の粒子径が小さいほど容器内で詰まりやすく出力量も少ない。そこで、粉詰まりを解消し出力量を増やすために断面が三角形のスクリーュー(図2左)を採用した。出力口付近の壁面との接触を最小限に抑え、1回転で多くの粉末を出力できる。一方で、粒子径が大きい粉末は粒子間の隙間により粉詰まりが比較的起こりにくいものの、1回転当たりの出力量が多い。そこで、断面が四角形のスクリーュー(図2中央)を採用し、出力口付近の壁面との接触面を増やすことで出力量を減らし、微調整を可能にしている。



図2. 断面形状が異なる2種類のスクリーュー

4.2 計量精度

2種類のスクリーューを用いてそれぞれ24回ずつ2gの計量を行い、平均値、標準偏差を表1にまとめた。用いた粉末はグァーガム分解物(PHGG)とスクロースである。PHGGは粒子径が小さく、スクロースは粒子径が大きいことが目視で確認できた。なお、これらはどちらも味再現や食感表現に用いられる物質である。表1からPHGGでは断面が三角形のスクリーューの方が誤差およびばらつきが小さいことが分かる。一方で、スクロースでは断面が四角形のスクリーューの方が誤差・ばらつきが小さい。断面が三角形のスクリーューは粒子径が小さい味覚物質(グルタミン酸ナトリウム、キナ抽出物)に適しているのに対し、断面が四角形のスクリーューは粒子径が大きい味覚物質(スクロース、クエン酸、塩化ナトリウム)に適していると考えられる。

表1. スクリューごとの計量精度

	標準偏差	平均値(g)
PHGG: 断面が三角形	0.043	2.010
PHGG: 断面が四角形	0.097	1.954
スクロース: 断面が三角形	0.206	2.575
スクロース: 断面が四角形	0.149	2.201

5 考察

5.1 粉末混合式と溶液混合式の併用

溶液混合式との併用について考察する。粉末混合式で味覚物質を混合した後に溶液混合式で水分を加えることで、従来の溶液混合式のみでは調合できなかった味溶液や食感制御物質の混合も可能になると考えられる。また、既存の味覚物質や食感制御物質等は粉末状だけではなく、アルコールや酢酸などの味覚物質や香料は液体として存在することが多い。そのため、溶液混合式を併用することで、調合できる味覚物質の幅を拡張することができる。

5.1.1 溶液混合式の欠点の粉末混合式による補完

溶液混合式の問題点として、粘度の高い溶液の混合が挙げられる。粘度の高い溶液は詰まりを起こし、正確な出力ができない。Virtual Cream Generator [5] や Virtual Oil Generator [6] のように硬度と粘度を調整して食感再現を行う研究では、溶液混合式のみで再現が不可能である。しかし、粉末混合式と溶液混合式を併用し、粘性のある物質を粉末状で混合した後、溶液混合式で水分を加えることで粘度の高い溶液の調合が可能となる。

従来の溶液混合式では、食材に味覚物質を付与する際、水分によって食材の食感が変化してしまうことが指摘されていた。粉末混合式は水分を含まず味を付与できるため、水分に弱い食材への味覚付与に適していると考えられる。

5.1.2 粉末混合式の欠点の溶液混合式による補完

粉末混合式の問題点は、原液の濃度変更ができないことである。味物質の混合比を変えることで味の変更は容易だが、濃度調節は行えない。そこで溶液混合式で水分を加え濃度調節をすることで、ユーザーの好みに合わせた味の濃さの再現が可能になると考えられる。

5.2 計量精度について

粒子径の小さい粉末の計量では最大誤差が0.05gであり、この誤差が味再現に与える影響は小さい。しかし、粒子径の大きい粉末では最大誤差が0.45gであり、味再現に影響を及ぼす可能性が考えられる。例えば、クエン酸は0.1gで味が大きく変化してしまう。粒子径の大きい粉末の計量するための仕組みについて今後改良が必要である。例えば、出力口を小さくし、スクリーューと壁面の接触を強めれば最大誤差を0.1g未満に抑えられると考えている。また、粒子径に適したスクリーューの断面形状を採用することで、基本五味すべての精密な計量を行う予定である。

参考文献

- [1] D. Maynes-Aminzade. Edible Bits: Seamless Interfaces between People, Data and Food. 2005.
- [2] 宮下芳明. 液体噴霧混合式の味ディスプレイの試作. 第 29 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ(WISS2021)論文集, pp. 121-127, 2021.
- [3] 宮下芳明, 村上崇斗, 大友千宙, 深池美玖. TTTV3 (Transform The Taste and reproduce Varieties): 産地や品種の違いも再現する調味機構と LLM による味覚表現. エンタテインメントコンピューティングシンポジウム論文集, Vol.2023, pp.236-243, 2023.
- [4] 村上崇斗, 宮下芳明. ポンプ混合式調味家電 TTTV3 (Transform The Taste and reproduce Varieties) の設計と実装. 第 28 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, pp.1-4, 2023.
- [5] 宮下芳明, 千田知佳, 奥野達也. Virtual Cream Generator:多様なクリームを脂質・糖類ゼロで生成する装置に向けて. エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2024 論文集, Vol.2024, pp.193-198, 2024.
- [6] 小平乙寧, 宮下芳明. Virtual Oil Generator:多様な油を脂質ゼロで生成する装置実現に向けて. エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2024 論文集, Vol.2024, pp.483-487, 2024.
- [7] 佐藤祉大, 上岡玲子. EMO 味:心を味わうインタフェース開発. 情報処理学会インタラクシオン 2020, pp.321-326, 2020.
- [8] 株式会社西村機械製作所. スクリューミキサー [製品ページ]. <https://www.econmw.co.jp/products/753/> (2024 年 10 月 30 日アクセス)