

うつろいドリンク: コクとキレを両立するための連続的な飲料混合率変化グラスの提案

日塔 諒太^{1,a)} 小宮 晨一¹ 割澤 伸一¹ 伴 祐樹^{1,b)}

概要: 飲料の体験価値において、口内に広がる濃厚感（コク）と嚥下後の味の消失（キレ）は重要な要素であるが、これらは成分の吸着と離脱という相反する物理現象に基づいているため、単一の飲料での両立は困難であった。そこで本研究では、飲用過程に応じて2種類の飲料の混合率を連続的に変化させることで、コクとキレの両立を目指す「うつろいドリンク」を提案する。本手法では、グラスを傾ける動作に連動して、仕切り板の穴を通じて異なる飲料が徐々に混合される。黒ビールとジンジャーエールを用いたプロトタイプによる予備実験の結果、混合率が一定の条件と比較して、提案手法では嚥下後の苦みが抑制され、キレが向上する可能性が示唆された。

1. はじめに

飲料のおいしさや消費者の嗜好形成において、感覚の時系列的な変化は重要な役割を果たしている。飲用前から飲み始め、飲み途中、飲み終わり、そして飲用後までのダイナミクスを設計することで、印象を高め不快感を減らすことができる。特に、口に広がる濃厚感（コク）、嚥下後の急激な味の消失（キレ）と呼ばれ、体験価値を高める上で重視されている。

このような飲料体験の時系列的設計は、基本的に単一の飲料内での味成分の調整によって行われてきた。この際、コクは味成分の吸着量、キレは嚥下後の味成分の離脱速度として定量化される [1]。コクとキレは吸着と離脱という相反する物理現象であるため、単一の飲料内ではトレードオフの関係にあり、両者を独立に設計することが困難であった。

そこで本研究では、コクを担う飲料とキレを担う飲料を分離し、飲用過程に応じて両者の混合率を動的に変化させることでトレードオフの解消を試みる。この手法により、コクとキレをそれぞれ独立に設計することが可能となる。具体的には、飲み始めから飲み終わりにかけて飲料をスムーズに切り替える（図1）。これにより、「重厚なのに一瞬で消える」という単一の飲料では成し得ない体験を実現する。本稿では、そのプロトタイプの設計と官能評価の予備実験を行い、有用性の一端を報告する。



図1 うつろいドリンク。2種類の飲料（黒ビールとジンジャーエール）を仕切りで隔てて注ぐ。飲む際にグラスを傾けると混合率が飲用過程に応じて連続的に変化する。黒ビールが徐々にジンジャーエールになることで、コクとキレを両立させる。

¹ 東京大学 大学院新領域創成科学研究科

^{a)} nittoryota@lelab.t.u-tokyo.ac.jp

^{b)} ban@edu.k.u-tokyo.ac.jp

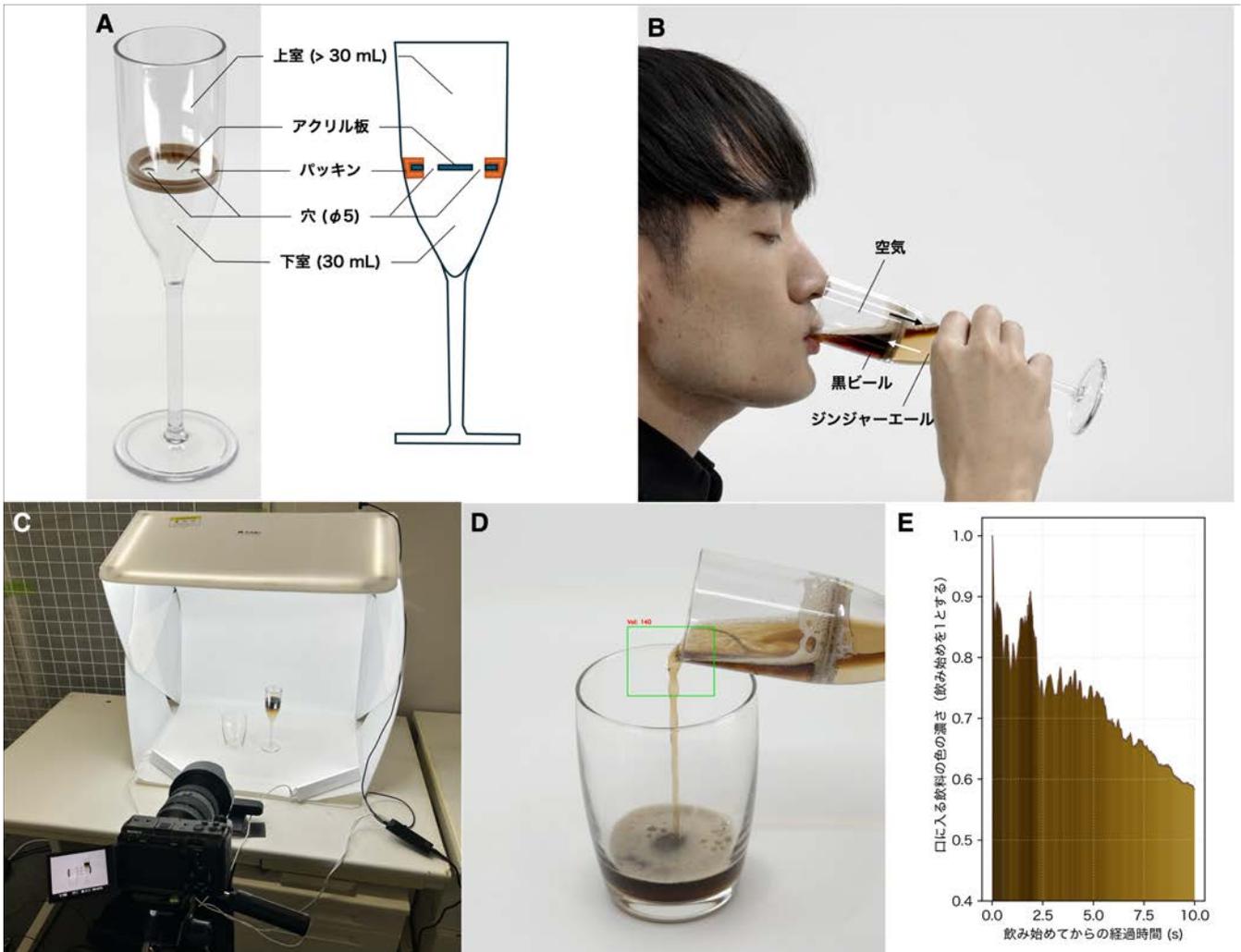


図 2 装置のメカニズム。A: シャンパングラスの中央に 2 つの穴が空いた亚克力板を固定した構造である。B: グラスを傾けると奥の穴は空気穴として機能し、手前の穴から下室の液体（ジンジャーエール）が上室に流れ込む。C: 混合率測定のための撮影環境。D: 混合率の解析に使用した映像の 1 フレーム。E: 上室に黒ビール、下室にジンジャーエールを入れ、10 秒間かけて飲む際の飲み口付近の飲料の色の濃さの変化。混合率が線形的に変化し、黒ビールからジンジャーエールへと遷移することを示している。

2. 関連研究

時系列的な味覚設計を行う試みは、成分調整を行うものと外部刺激を制御するものに大別される。

成分調整によって時系列的な味覚設計を行う手法として、Kasahara らは、小型ポンプを内蔵したスプーン型装置（TTTV4）を提案している [2]。微細な成分添加によって、あらゆる味の再現を可能にした。しかし、離散的な 1 口ごとの飲食に適した設計であるため、複数の嚥下を伴う連続的な味覚設計にはそのままでは適用できなかった。

成分調整に依らない飲料体験の時系列的設計手法として、Ueno らは電気刺激によって味の増強と消失を行う手法を提案している [3]。飲用過程に応じて電流方向を切り替えることで成分の泳動を制御し、味の強弱を変化させた。しかし、適用できる成分は、極性があり泳動を操作できるも

のに限られ、味質ごとの調整も難しかった。

複数の嚥下を伴う連続的な飲用体験に焦点を当て、連続的な成分調整を行う主砲として、Nitto らは 2 つのポンプを用いて 2 液の混合率を制御する装置（DynaDrink）を提案している [4]。しかし、ストローで飲む設計であるため、飲料の香りを感じにくいという課題があった。

本研究では、DynaDrink を発展させ、連続的な成分調整をグラス型デバイスで行うことで、香りの提示も可能にする。

3. 提案手法

本研究では、コクを担う飲料とキレを担う飲料を時間的に分離し、異なる 2 種類の飲料の混合率を連続的に変化させる手法を提案する。従来の単一飲料設計では、吸着性成分と離脱性成分が同一の液体中で相互に制約し合っていた。

本手法では、それぞれの特性を持つ飲料を独立に選択・設計した上で、混合比率を 100:0 から 0:100 へと段階的に遷移させることで、統合された 1 つの飲用体験の中でコクとキレを両立させる。これにより、従来の単一の飲料設計で発生していたコクとキレのトレードオフを解消することを目指す。

プロトタイプの構造図を図 2A に示す。PET 樹脂製シャンパングラス (φ55 mm×192 mm, 山田化学 No.3542) の中央部にアクリル製の仕切り (φ35.5 mm, $t = 2$ mm) をパッキン (サーモス, JNL パッキンセット) で水平に固定した。アクリル板には 2 箇所穴が空いており、グラスを傾けたときにそれぞれ空気穴と液体移動穴として機能する (図 2B)。プロトタイプでは 10 秒間で 60 mL の飲料を連続的に飲むことを想定し、下室の容積は 30 mL, 上室の容積は 30 mL 以上とした。

本稿における初期的な検証において、飲料として黒ビール (Guinness Extra Stout) とジンジャーエール (コカ・コーラ Canada Dry) を使用した。ビールとジンジャーエールの組み合わせはシャンディ・ガフとして一般に知られる。黒ビールでは、焙煎モルトの工程でメイラード反応により生成されるメラノイジン (高分子褐変化合物) が多く含まれ、マウスフィールやボディに寄与することが報告されている [5], [6]。一方、炭酸飲料は口腔内での炭酸刺激を通じて味・風味知覚を変調し、爽快感 (refreshing / thirst-quenching) を高め得ることが報告されている [7]。さらに、ジンジャーエールに含まれる 6-ジンゲロールは唾液の分泌量を増やす [8] ため、味成分の離脱を促進しうる。そこで本研究では、黒ビールがコクを、ジンジャーエールがキレをそれぞれ担うと仮定し、両者の組み合わせ効果を検証した。

混合率の変化の評価のための予備実験を行った。プロトタイプのグラスの下室にジンジャーエールを 30 mL 入れ、上室に黒ビールを 30 mL 入れた。そして、スタジオボックス (foldio foldable studio) による照明環境内 (図 2C) で、一定の角速度で 10 秒間で液体が全て出るようにグラスを手で傾けてコップに注いだ。この際、グラスの端点の位置をコップの中央上部に固定した形で傾けた。グラスの口から液体が出る様子をカメラ (Sony FX3, SEL2470GM2) で撮影した。各フレームごとに、グラスの端点を中心に 2.4 cm×3 cm 四方の領域内の液体部分を抽出した (図 2D)。OpenCV の cv2.COLOR_BGR2GRAY を使用してグレースケールに変換した後、0 秒時点における値を 1, 無色を 0 とする線形変換によって色の濃さを数値化した。図 2E に飲み口から出た瞬間の飲料の色の濃さの変化を示す。時系列的に色の濃さが薄まり、10 秒時点で 0.58 となることが確認され、ジンジャーエールの混合率が連続的に高まることが確認された。

4. 実験

提案手法の有効性の初期検討を行うため、研究室内の参加者 3 名 (全員男性, 24 ± 0 歳) を対象に予備実験を行った。

2 条件の参加者内計画で行い、飲料混合率が 100:0 から 0:100 まで連続的に変化する変化条件 (提案手法) と混合率が一律に 50:50 である一定条件 (比較条件) を用意した。変化条件ではグラスの下室にジンジャーエールを 30 mL, 上室に黒ビールを 30 mL 入れた状態から飲用を開始した。一定条件では、事前にジンジャーエール 30 mL と黒ビール 30 mL を混合し、グラスに注いだ。これにより、両条件で黒ビールとジンジャーエールの摂取量は等しく、混合率の変化の有無のみが異なる設計とした。

参加者は、飲用前にグラスに鼻を近づけて 5 秒間香りを嗅いだ。そして、実験者による口頭での合図に従って飲用を開始した。飲用中はスピーカーからピアノの音で 8 音 (ドレミファソラシド) の音階が 10 秒間流れた。参加者は最初の音 (低いド, C2) に合わせて飲み始め、最後の音 (高いド, C3) に合わせて飲み終えるように飲用した。飲用後、5 秒間口腔内の香りに注意した。このような手順を水を用いて練習した後、2 条件での飲用を行った。条件間では水で口をすすぎ 3 分間の休憩をした。条件の順番は参加者ごとに換え、順序効果を打ち消した。

各条件の飲用後に官能評価を行った。飲用前、飲み始め 0-3 秒, 飲み途中 4-7 秒, 飲み終わり 8-10 秒, 飲用後の 5 つのタイミングに分割して評価した。それぞれのタイミングで感じた香り・風味の強さを 1 (ほとんど感じなかった) から 7 (非常に強く感じた) までの 7 段階で回答した。また、それぞれのタイミングで感じた香り・風味をジンジャー、柑橘系、コーヒー、ビターチョコ、炭酸感、濃厚感、その他から複数選択した (炭酸感、濃厚感は飲み始め、飲み途中、飲み終わりの 3 タイミングのみ評価)。そして、口頭で回答理由や自由な感想を述べた。

5. 結果・考察

飲用過程に応じた香り・風味の強さの推移を図 3 に示す。すべての参加者において、変化条件は一定条件に比べて評価値の変化幅が大きくなった。提案手法による動的な味成分の変化が知覚されたと考えられる。

各飲用タイミングにおいて、3 名の参加者中その風味を選択した人数の割合を選択率として算出した (図 4)。飲用後について、一定条件では黒ビール由来の風味 (コーヒー、ビターチョコ) が高い一方、変化条件では低くなった。また、変化条件ではジンジャーエール由来の風味 (ジンジャー、柑橘系) が高くなった。参加者の感想では、一定条件では「飲んだ後に苦い感じがあった」という感想が

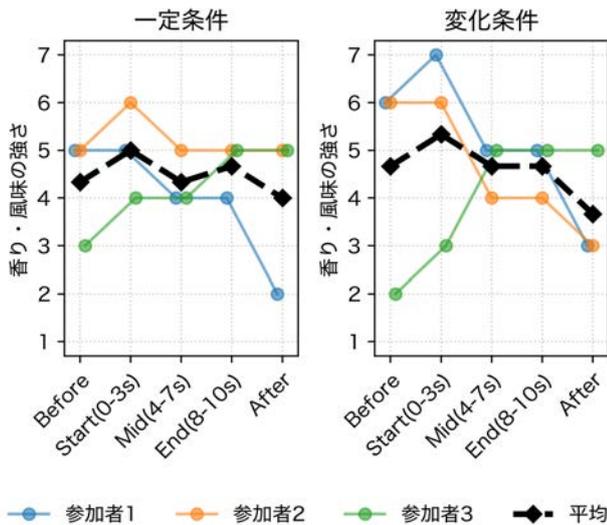


図 3 飲用前から飲用後までの香り・風味の強さの推移

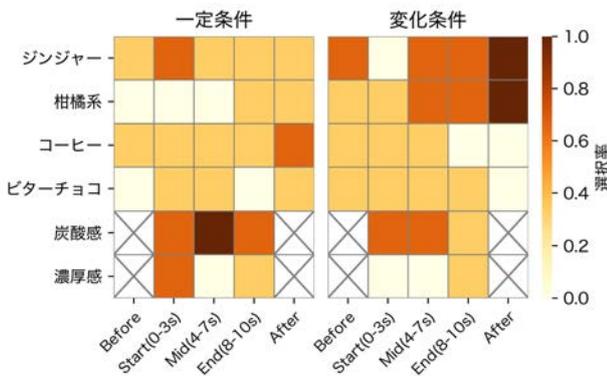


図 4 香り・風味の選択率の推移. 各タイミングにおける風味項目ごとの選択者数の割合 (n=3) を示す.

あったが、変化条件ではそのような感想はなかった。提案手法によって、嚥下後の苦みが消失され、キレを実現できる可能性が示唆された。

一方、飲み始めの濃厚感については一定条件の方が選択率が高くなった。飲み始めにおいて、一定条件では黒ビールとジンジャーエールが 50:50 で混合しているが、変化条件では 100:0 であるため、一定条件の方が味の複雑性が増加し、濃厚感に寄与した可能性が考えられる。

6. おわりに

本研究では、コクとキレを両立した飲料体験を実現するため、飲用過程に応じて連続的に 2 種類の飲料の混合率を変化させる手法を提案し、プロトタイプの実装と評価を行った。黒ビールとジンジャーエールを用いた予備実験では、混合率が一定の条件に比べて、変化条件ではキレの実

現可能性が示唆された一方、コクの表現は限定的であった。

作成したプロトタイプは、10 秒間の飲用に限定した設計であった。今後の研究では、仕切り板の穴の開閉を制御することで、飲用速度の個人差に対応する。また、黒ビールとジンジャーエール以外の飲料の組み合わせを探索し、コクとキレを両立するための組み合わせの規則性を探る。

謝辞 本研究の一部は、JSPS 科研費 JP24H00892 および第 49 回バネス研究費 ニッポン 食のイノベーション賞の助成を受けて実施したものである。また、装置の作成に際して、同研究室の岩田梓氏の協力を得た。

参考文献

- [1] Hirotaka Kaneda, Masachika Takashio, and Yoshio Okahata. Development of beer taste sensor using a lipid-coated quartz-crystal microbalance. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, Vol. 63, No. 3, pp. 89–95, 2005.
- [2] Nobuhito Kasahara, Miku Fukaike, and Homei Miyashita. Tttv4: Cutlery-type taste display toward personal taste media. In *Adjunct Proceedings of the 38th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, pp. 1–3, 2025.
- [3] Saraha Ueno, Kazuma Aoyama, Hiromi Nakamura, and Homei Miyashita. Controlling temporal change of a beverage's taste using electrical stimulation. In *Extended Abstracts of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 1–6, 2019.
- [4] Ryota Nitto, Yuki Ban, Rui Fukui, and Shin'ichi Wari-sawa. Gradual increases in sugar concentration enhance total perceived sweetness in individuals prone to sweetness habituation. *Frontiers in Psychology*, Vol. 16, p. 1561107, 2025.
- [5] Masaru Kato, Toshihiro Kamada, Mayura Mochizuki, Toshinori Sasaki, Yuko Fukushima, Takumi Sugiyama, Aiko Hiromasa, Takashi Suda, and Takeo Imai. Influence of high molecular weight polypeptides on the mouthfeel of commercial beer. *Journal of the Institute of Brewing*, Vol. 127, No. 1, pp. 27–40, 2021.
- [6] Qihui Zhang, Moutong Chen, Teodora Emilia Coldea, Huirong Yang, and Haifeng Zhao. Structure, chemical stability and antioxidant activity of melanoidins extracted from dark beer by acetone precipitation and macroporous resin adsorption. *Food Research International*, Vol. 164, p. 112045, 2023.
- [7] Catherine Peyrot des Gachons, Julie Avriillier, Michael Gleason, Laure Algarra, Siyu Zhang, Emi Mura, Hajime Nagai, and Paul A. S. Breslin. Oral cooling and carbonation increase the perception of drinking and thirst quenching in thirsty adults. *PLOS ONE*, Vol. 11, No. 9, pp. 1–12, 09 2016.
- [8] Katharina Lorenz, Matthias Bader, Andreas Klaus, Walter Weiss, Angelika Gorg, and Thomas Hofmann. Orosensory stimulation effects on human saliva proteome. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 59, No. 18, pp. 10219–10231, 2011.