



電気味覚による炭酸感増強のためのトラベラーリッド付き コップ型インターフェイスの評価

Evaluation of a Cup-Shaped Interface with Traveler Lid
for Carbonate Stimulus Amplification by Electric Taste

渡辺真夕¹⁾, 望月典樹²⁾, 中村壮亮²⁾, 小池崇文³⁾

Mayu WATANABE, Noriki MOCHIZUKI, Sousuke NAKAMURA, and Takafumi KOIKE

1) 法政大学大学院 情報科学研究科 (〒 184-8584 東京都小金井市梶野町 3-7-2, mayu.watanabe.2m@stu.hosei.ac.jp)

2) 法政大学 理工学部 (〒 184-8584 東京都小金井市梶野町 3-7-2, noriki.mochizuki.66@hosei.ac.jp, snakamura@hosei.ac.jp)

3) 法政大学 情報科学部 (〒 184-8584 東京都小金井市梶野町 3-7-2, takafumi@hosei.ac.jp)

概要: 舌に電気を流すことで生じる味覚である電気味覚を炭酸水に適用することで、炭酸感を増強できる。本研究では、炭酸飲料に電気味覚を提示するためのコップ型インターフェイスの評価を行う。著者らが提案したトラベラーリッド付きコップ型インターフェイスは、飲み口から出る飲料の量を減らすことで、唇や頬の内側以外に接触する飲料を減らす。それにより、舌以外に電流が流れにくくなると推測した。また、トラベラーリッドと鼻が接触する部分に電極を配置することで、電極を意識せず、より自然に飲料を飲むことが可能となる。

キーワード: 電気味覚, 炭酸感増強, コップ型インターフェイス

1. はじめに

炭酸飲料とは炭酸ガスを含む清涼飲料水を指し、多くの人に愛飲されている。しかし、時間経過や温度などが要因となり、炭酸ガスは次第に抜けてしまい、炭酸飲料の特徴であるシュワシュワとした炭酸感が損なわれてしまう。そこで、野村らは陽極電気刺激による電気味覚が酸味を増強させること、炭酸刺激が口腔内の酸味を感じる細胞を活性化させること [1] に着目し、電気味覚により炭酸飲料の炭酸感が増強することを示した [2, 3]。これにより、開封から時間が経過した炭酸水であっても、電気味覚により炭酸感を増強させることで、再度炭酸感を楽しむことができる。

電気味覚を提示するためのインターフェイスの形状は様々であり、中村らはフォークやストロー型のインターフェイスを提案している [4]。一方の電極を腕や手のひらに設置し、フォークやストロー型の電極を用いて飲食物を口にするすることで、電気味覚を提示する。有賀らも飲食物を介して電気刺激を印加し、酸味や塩味を再現することでスープの味を変化させるスプーンを提案している [5]。これらのようにインターフェイスを食器型にすることで、自然な行動で舌に電気刺激を印加することができると考え、著者らはトラベラーリッド付きコップ型インターフェイス (Cup-Shaped Interface with Traveler Lid: 以下, CITL) を提案した [6]。そこで本研究では、炭酸飲料に電気味覚を適用するためのコップ型インターフェイスである CITL の評価を行う。

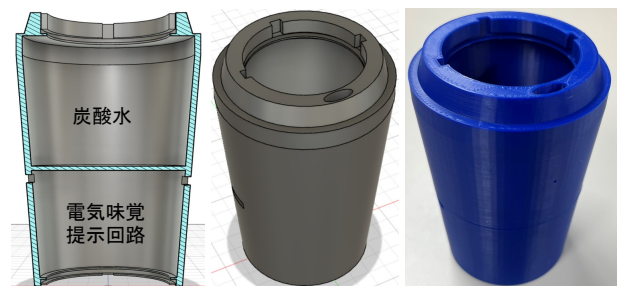


図 1: トラベラーリッド付きコップ型インターフェイス (CITL)

2. 関連研究

野村らの電気味覚による炭酸感増強に関する研究 [2] で提案されるインターフェイスは、プラスチックや紙のような非導電性のコップにステープラの針を止め、電気刺激付加装置に繋がっているスリーブを取り付けている。スリーブの内側と外側にはそれぞれ導電布テープが貼られており、外側の導電布テープは電気刺激付加装置の陰極側と、内側の導電布テープは電気刺激付加装置の陽極側かつコップに止めたステープラの針と接する。そのため、スリーブの外側の導電布テープに触れながら飲料を飲むことで電気刺激が印加される。しかし、このインターフェイスでは唇に痛みを感じるユーザーがみられた。この痛みの原因として、電気刺激が炭酸刺激が考えられる。仮に唇に生じた痛みが電気刺激によるものだとすると、舌のみに印加されるべき電

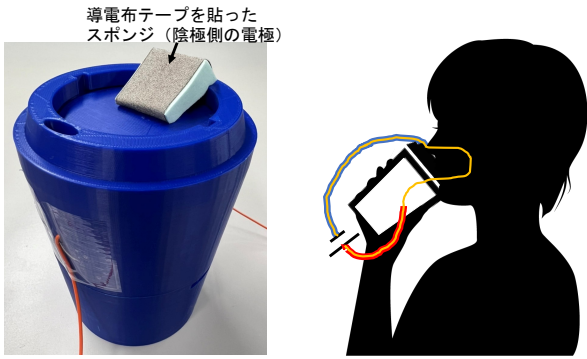


図 2: 電極を配置した CITL (左) と生成される閉回路の経路 (右)

電気刺激が、唇や頬の内側などにも印加されている可能性がある。そこで、著者らは炭酸飲料に電気味覚を提示するためのコップ型インターフェイス、CITL を提案した [6]。

著者らが提案した CITL は図 1 に示すように飲み口がトラベラーリッドのような形状をしていることが特徴である。これは、飲み口を小さくすることにより、同時に出る飲料の量を減らし、舌以外に流れる電流を減らすことを目的とする。また、野村らによる従来のインターフェイスでは、手と飲料が電極に触れるように意識して飲料を飲む必要があった。CITL では、図 2 (左) のように陰極側の電極となる導電布テープを貼り付けたスポンジがトラベラーリッドの上部に配置されている。そのため、飲料を飲んだ際に鼻と陰極側の電極が接触する。さらに、飲み口の場合も固定されており、陽極側の電極と飲料も必ず接触するため、飲料を飲む際に電極を意識する必要がなくなる。電気刺激装置と接続した CITL を用いて炭酸飲料を飲むことで、陽極側の電極、炭酸飲料、口腔内、鼻、陰極側の電極と、図 2 (右) が示すように人体を介して閉回路が生成され、炭酸飲料に電気味覚が適用される。

3. 実験

CITL によって従来のインターフェイスよりも、唇や頬の内側に接触する飲料が少なくなったか、炭酸感が増幅するか、使いやすさを調査する実験を行う。また、電気刺激を印加する前と後でのそれぞれのインターフェイスの印象についてアンケートを行う。ここでの従来のインターフェイスとは、野村らの実験で用いられていた、ホチキスの針を止めたプラスチックコップにスリーブを取り付けたものを指す。

3.1 実験方法

実験には、市販の軟水である「サントリーホールディングス株式会社 南アルプスの天然水」にソーダストリームで炭酸を注入した炭酸水を使用した。飲料中の炭酸ガスの含有量を表す単位であるガスボリューム (GV) は飲料の摂氏温度と飲料の pH を用いた式から算出でき [7], GV が 1.5 で一定になるように炭酸水を作る。また、飲料の温度は 5.5 °C であった。電気刺激は、金山らが提案した定電流回路 [8] を

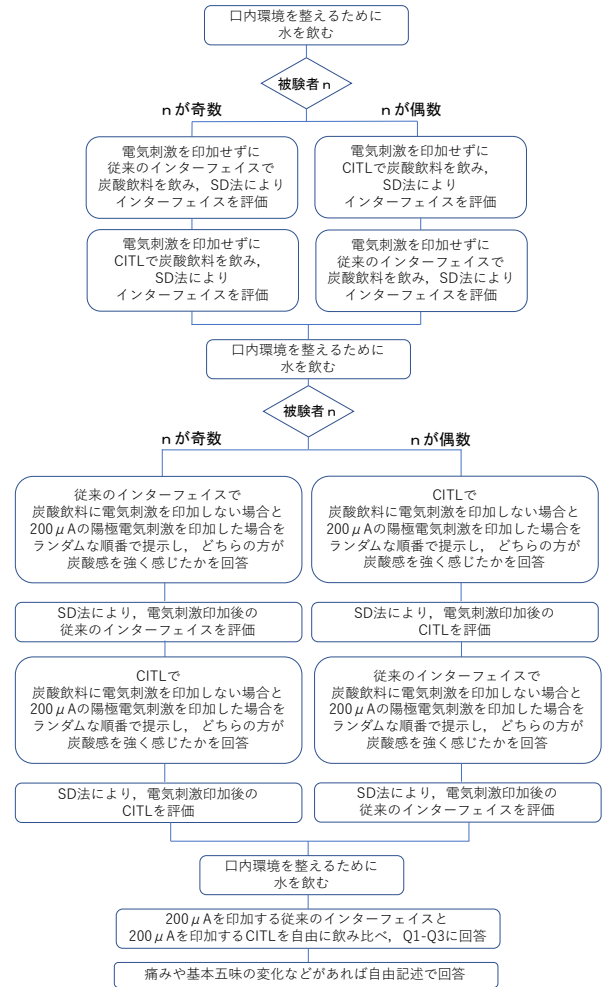


図 3: 実験の手順

用いて、直流の 200 μ A を提示した。被験者は 20 代の男女 6 名 (男性 5 名, 女性 1 名) で、電気刺激を提示することを事前に伝え、それぞれのインターフェイスの使い方を説明した後、実験を行った。実験開始時にはそれぞれ約 150ml ずつの炭酸水が注がれており、飲料が半分を下回った際には、飲料を追加した。また、被験者にインターフェイスだけの印象で回答してもらうため、インターフェイスのある被験者側と電気刺激を制御する実験者側の間に仕切りを設けた。さらに、意識せずに飲料を飲んだ際のインターフェイスの印象や炭酸感の感じ方の違いを調査したかったため、飲む飲料の量は指定しなかった。

CITL を使用した際に、従来のインターフェイスよりも唇や頬の内側に接触する飲料が少なくなったか、炭酸感が増幅するか、使いやすさを調査するためのアンケートでは「Q1: 従来のインターフェイスに比べ、CITL の方が唇や頬の内側に当たる飲料が少ないと感じた」、「Q2: 従来のインターフェイスに比べ、CITL の方が炭酸感に変化を感じた」、「Q3: 従来のインターフェイスに比べ、CITL の方が使いやすいと感じた」の 3 つの質問に 7 段階で評価してもらった。電気刺激を印加する前と後でのそれぞれのインターフェイスの印象については 7 段階評価の SD 法により評価してもらった。実験の手順を表すフローチャートを図 3 に示す。実

験の手順によってインターフェイスに対する印象が変化する可能性があるため、被験者により実験の手順を変えている。また、電気刺激を印加しない場合でも、インターフェイスは電気刺激装置に接続されており、被験者は電気刺激を印加されると認識している。

3.2 実験結果

従来のインターフェイスを用いた際、電気刺激を印加していない方が炭酸感が強いと回答した人が3名、200 μ Aの陽極電気刺激印加した方が炭酸感が強いと回答した人が3名であった。一方で、CITLを用いた際は、電気刺激を印加していない方が炭酸感が強いと回答した人が2名、200 μ Aの陽極電気刺激印加した方が炭酸感が強いと回答した人が4名であった。

また、本研究で作成したインターフェイスは唇や頬の内側に接触する飲料が少なくなったかに対する評価結果を図4に示す。この結果より、被験者全員がCITLによって、唇や頬の内側に接触していた飲料が減少したと感じていることが分かる。CITLの方が炭酸感に変化を感じるかに対する評価結果を図5に示す。次に、CITLの方が電気味覚による炭酸感の増幅を強く感じた被験者が半数以上となった。使いやすさに対する評価結果を示した図6からは、ほとんどの被験者が従来のインターフェイスよりも使いやすくなったと感じていることが分かる。

さらに、SD法により評価してもらった、電気刺激印加前のそれぞれのインターフェイスに対する印象と電気刺激印加後のそれぞれのインターフェイスに対する印象を評価項目ごとに平均値を求め、まとめた結果を図7に示す。電気刺激印加前はCITLの方が従来のインターフェイスより、「安全な」、「安心な」といった項目の平均値が大きくなっていった。しかし、電気刺激印加後には、CITLの「安全な」、「安心な」の項目の平均値は従来のインターフェイスよりも大きく下回る結果となった。

3.3 考察

唇や頬の内側に接触する飲料が少なくなったかについての評価(Q1)の結果から、CITLは舌以外に接触する飲料を減らすことができたといえる。これは、トラベラーリッドのように飲み口を小さくしたことで、同時に出る飲料が限られ、舌のみに飲料が接触しやすくなったと考える。

また、CITLの方が炭酸感に変化を感じたかの評価(Q2)の結果より、CITLの方が従来のインターフェイスよりも電気味覚による炭酸感の増幅が感じられやすいたことが分かる。さらに、従来のインターフェイスに比べ、CITLの方が電気刺激を印加していない場合よりも、電気刺激を印加した場合の方が炭酸感が強いと回答した人数も多くなっている。これらより、舌以外に接触する飲料が減ったことで、舌に流れる電流量が増え、炭酸感の増幅を感じやすくなった可能性がある。一方で、従来のインターフェイスの方が炭酸感の増幅を感じた被験者からは、口腔内へ流れる炭酸飲料が少ないことにより、電気刺激の有無に関係なく炭酸感を感じにくいという意見も得られた。

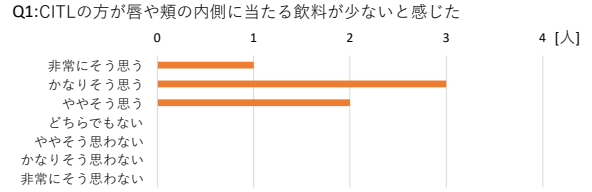


図4: 「Q1: 従来のインターフェイスに比べ、CITLの方が唇や頬の内側に当たる飲料が少ないと感じた」の評価結果

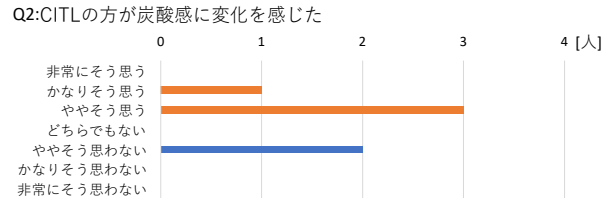


図5: 「Q2: 従来のインターフェイスに比べ、CITLの方が炭酸感に変化を感じた」の評価結果

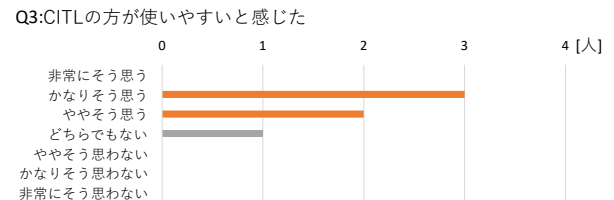


図6: 「Q3: 従来のインターフェイスに比べ、CITLの方が使いやすいと感じた」の評価結果

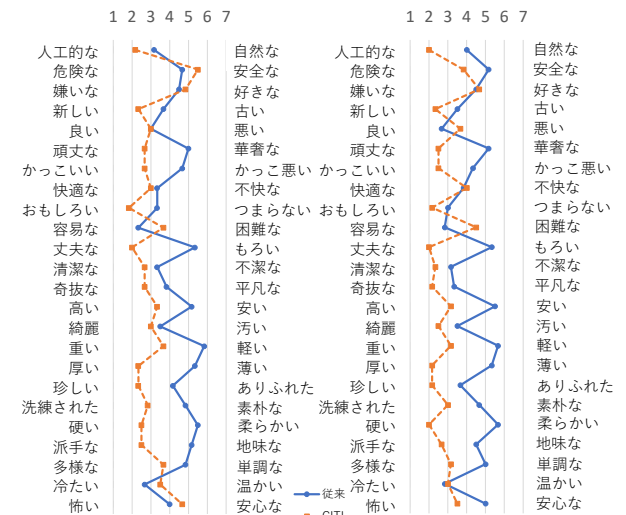


図7: 電気刺激印加前の印象評価(左)、電気刺激印加後の印象評価(右)

使いやすさについての評価(Q3)結果からは、従来のインターフェイスよりも使いやすくなったといえる。これは、従来のインターフェイスは陰極側の電極に触れるように持ち、ステープラの針を通して飲料が口に入るように飲む必要があったのに対し、CITLは意識せずに飲料を飲んでも電極が接触するようになったことで、被験者の負担が減ったためだと考えられる。

また、CITLに対する電気刺激印加前の印象評価に対し

因子分析を行った結果を表1に、それぞれの被験者の因子得点を表2示す。第1因子は「重い」、「温かい」、「自然な」などの飲料を飲んだ際のインターフェイスを持った印象に関する形容詞が抽出された。第2因子では「快適な」、「良い」、「綺麗」といった形容詞が抽出されたことより、使用することへの安心感に関する因子といえる。第3因子には「つまらない」、「単調な」といった形容詞があげられたことより、新規性のなさ関した因子であると考えた。因子得点については、数値が高い被験者ほどその因子の影響を強く受けているといえる。表2の第2因子である使用することへの安心感に関する因子の因子得点が5人の被験者で正となっている。よって、電気刺激を印加していない場合のCITLでは、被験者のほとんどが使用することに対し恐怖心を感じていないとわかる。これは、電極を意識せずに飲料を飲むことで、身体に電気刺激が印加されることを意識しにくくなるためだと考えた。

本実験では、従来のインターフェイスで電気刺激を印加した際に、唇に痛みを感じた被験者がいた。一方で、CITLでは唇に痛みを感じる被験者はいなかったものの、鼻に痛みを感じる被験者がいた。これは、鼻の形や位置が人によって異なるため、電極と鼻の接触面積が小さくなり、電流密度が大きくなってしまふ被験者がいたことが原因であると考えられる。

表1: 電気刺激印加前のCITLに対する印象評価の因子分析結果 (一部抜粋)

項目	Factor1	Factor2	Factor3
重い-軽い	-0.932	0.200	0.241
冷たい-温かい	0.918	-0.151	0.388
人工的な-自然な	0.910	0.227	0.175
珍しい-ありふれた	0.899	0.286	-0.136
丈夫な-もろい	-0.816	0.383	-0.003
新しい-古い	0.813	0.387	-0.109
快適な-不快な	0.051	-0.972	0.164
良い-悪い	0.051	-0.972	0.164
綺麗-汚い	0.108	-0.938	-0.282
かっこいい-かっこ悪い	0.148	0.775	-0.580
硬い-柔らかい	0.391	0.730	-0.388
頑丈な-華奢な	0.479	0.657	-0.501
怖い-安心な	0.448	0.590	0.349
面白い-つまらない	0.262	-0.010	0.871
多様な-単調な	0.037	-0.291	0.863
清潔な-不潔な	-0.531	0.279	-0.824
厚い-薄い	-0.384	0.154	0.811
嫌いな-好きな	0.400	0.544	0.584
洗練された-素朴な	0.232	-0.293	-0.466

4. まとめと今後の課題

本研究では、著者らが作製したトラベラーリッド付きコップ型インターフェイスであるCITLの評価を行った。実験

表2: 電気刺激印加前のCITLに対する各被験者の因子得点

	Factor1	Factor2	Factor3
被験者1	2.143	0.972	-5.470
被験者2	7.595	2.109	-9.731
被験者3	3.907	2.202	-9.106
被験者4	1.706	-1.121	-6.470
被験者5	1.143	0.910	-9.220
被験者6	0.584	1.318	0.454

の結果、舌以外に接触する飲料を減ったことにより、舌以外に流れる電流量が少なくなる可能性が示された。また、電極を意識せずに飲料を飲むことが可能となったことで、ユーザの使い勝手がよくなった。さらに、野村らのインターフェイスに生じていた唇への痛みも生じることはなかった。しかし、鼻に痛みが生じてしまうという問題点がある。よって、異なる鼻の形状でも電極と鼻の接触面積が一定以上確保できるように改良する必要がある。

参考文献

- [1] Jayaram Chandrashekar, David Yaramolinsky, Lars von Buchholtz, Yuki Oka, William Sly, Nicholas J. P. Ryba, and Charles S. Zuker. The Taste of Carbonation. *Science*, 2009.
- [2] 野村伊吹, 小池崇文. 電気味覚による炭酸飲料の刺激増幅に関する基礎検討. 情報処理学会第82回全国大会講演論文集, 2020.
- [3] 野村伊吹, 金山純平, 望月典樹, 中村壮亮, 小池崇文. 電気味覚による飲料の炭酸感増強に関する伝達機序仮説設定と検証実験の検討. 第26回 香り・味と生体情報研究会, 2021.
- [4] 中村裕美, 宮下芳明. 一極型電気味覚付加装置の提案と極性変化による味質変化の検討. 情報処理学会論文誌, 2013.
- [5] Yukika Aruga and Takafumi Koike. Taste change of soup by the recreating of sourness and saltiness using the electrical stimulation. In *Proceedings of the 6th Augmented Human International Conference*, 2015.
- [6] 渡辺真夕, 野村伊吹, 望月典樹, 中村壮亮, 小池崇文. 電気味覚による炭酸感増強のためのトラベラーリッド付きコップ型インターフェイスの検討. 情報処理学会第84回全国大会講演論文集, 2022.
- [7] 野村伊吹, 石岡光, 望月典樹, 中村壮亮, 小池崇文. 電気味覚による炭酸水に含まれる炭酸の変化に関する基礎検討. 第26回バーチャルリアリティ学会大会論文集, 2021.
- [8] Jumpei Kanayama, Ibuki Nomura, Noriki Mochizuki, Takafumi Koike, and Sousuke Nakamura. Basic evaluation of carbonate stimulus amplification and taste change using ac electric stimulation. In *2021 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII)*, 2021.