

ChanJar:自由に2つの液体の混合比を変更できる水筒の開発

松本華歩^{†1} 村上真菜^{†1} 栗原一貴^{†1†2}

概要：お酒の割り方やコーヒーの甘さなどの味の好みは、人それぞれこだわりがある。しかし、自分の好みぴったりで割合を調節したり、気分や体調によって味を変えたりして飲むことは難しい。そこで本研究では、二つの液体の混合比を任意に調整して飲む水筒である ChanJar を提案する。ChanJar とは、change と jar を組み合わせた造語である。ここで、change は「変える」、jar は「瓶」という意味で用いている。ユーザ評価の結果、システムの有効性や改善点の必要性について確認した。また味覚と感情の関係性についての調査を行い、ChanJar を遠隔地から操作することで、操作者による、使用者への味覚による感情伝達の可能性を示すことができた。さらに、既存のウェアラブルシステムやセンサーを組み合わせることによる、健康管理システムやエンタテインメントシステムとしての可能性を論ずる。

1. はじめに

お酒の割り方やコーヒーの甘さなど、飲み物に関して自分なりの好みやこだわりを持っている人は多い。一緒に食べる料理や、その時々体調や気分によって味を変えたいと思っている人もいるだろう。しかし、飲み物の自分好みの味を見つけ、それちょうどに割合を調整して飲むことは難しい。また、一度別の飲み物を加えて混ぜてしまったものは元の飲み物には戻らない。たとえば、もし自分の好みの割合でコーヒーとミルクを混ぜ合わせカフェオレを作ることができたとしても、あとからコーヒー単体で飲みたくなったときに、それを元のコーヒーの味に戻すことはできないだろう。

そこで本研究では、2つの飲み物の混合比を任意に調整し、味の変化を感じながら飲むことのできる水筒型システム「ChanJar」を提案する。「ChanJar」とは「change (変化する)」と「jar (瓶)」を組み合わせた造語であり、任意の2つの飲み物の混合比を101段階に調整でき、それをチューブから飲むことができるシステムである。水筒型のため持ち運びが可能であり、ChanJar にセットする2つの飲み物はそれぞれ好きなものに交換することができるため、甘さ・苦さ・アルコールの強さなどさまざまな味の調整ができる。また、ChanJar の操作には専用の Web アプリを用いる。混合比はあとからいつでも好きなときに変更できるため、片方の飲み物のみを飲んだり、飲んでいる途中でも味の変化を感じたりすることができる。さらに、Web アプリを使った遠隔地からのシステム操作も可能である。

近年、食べ物や飲み物の味をプログラミングし、味を変化させる研究はいくつか見受けられる。食べ物の味を変化させる例として、喜多らは、食事の味の時間的変化を作り手が一口ごとにデザインできる Midas Spoon[1]を開発した。作り手は一口ごとの味を前もって GUI でプログラムすることができ、システムは食べ手の食事プロセスをセンシングし、プログラムされた味付けを食べる瞬間に口内に調

味料を射出することで行う。鳴海らの開発した Meta Cookie[2]は、HMD を使ってクッキーの見た目、さらに嗅覚ディスプレイによって匂いを変化させることで、食べる人が感じるクッキーの味の認識を変化させるシステムである。また飲み物の味を変化させる例として、中村らは、飲み物に電気を流し、電気の味である電気味覚によって飲み物の味を変化させる、電気を飲むインタフェース[3]を開発した。今回、飲み物の味が変わるタイミングも任意で調整でき、また私達が普段の生活で飲み物の味を変えるためによく行う、「別の飲み物を加えて混ぜる」ことのみで生まれる味の変化を利用したシステム、ChanJar の開発を行った。また、味覚によって感情を伝えることができれば、飲料を用いたコミュニケーションの活性化にもつながると考え、味覚と感情のマッピングについてのアンケート調査を行った。

2. ChanJar

2.1 設計方針

ChanJar の目的は、二つの飲み物を任意の混合比で飲むようにすることである。そこで、二つの電磁弁で液体を一種類ずつ調整するシステムを構築する。

また、ChanJar の操作には、Web アプリを採用する。Web アプリは、PC やスマートフォン等、インターネットに接続でき、ブラウザを閲覧できる環境があれば利用できるように、汎用性が高い。そして、より多くのユーザが ChanJar を使えるように、Web アプリはシンプルな UI にする。

2.2 デザイン

ChanJar は、水筒型のデバイスと、Web アプリで構成されている。

2.2.1 水筒型デバイス

ここでは、水筒型のデバイスについて説明する（図1を参照）。

^{†1} 津田塾大学
Tsuda College
^{†2} Diverse 技術研究所
Diverse Institute of Technology



図 1 水筒型デバイス

水筒型デバイスの外見は、持ち運べることを重視し、水筒型を採用した。水筒の形を再現するために、プラスチック製の果実酒瓶を用いた。一般的な水筒よりも大きい、内蔵する機器を全て収められる最小のサイズになっている。

水筒型デバイス内は、図2のように二段底になっている。また、図3のように、下段に Raspberry Pi[4]、Raspberry Pi 用バッテリー、電磁弁用電源である乾電池8個、電磁弁制御用の2ポートリレーが収納されている。上段は飲み物をセットする空間になっている。

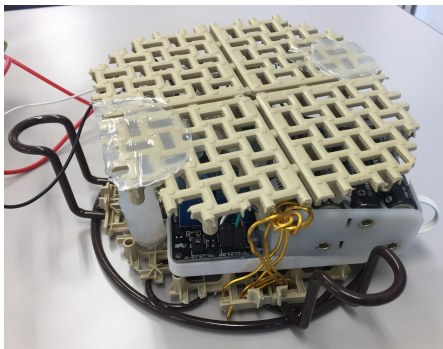


図 2 二段底上段の底

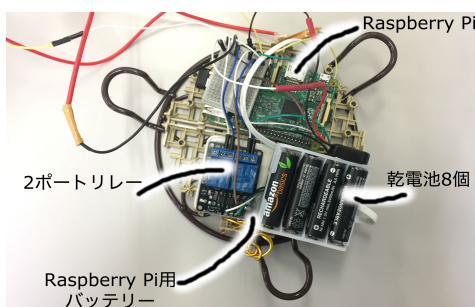


図 3 二段底下段の収容物

飲み物のセットには、市販のゼリー状の飲み物の容器に用いられる図4のような、パウチパック2つ用いた。パウチパックは、水筒型デバイス内上段の底に置く。パウチパックにチューブを入れ、パウチパック側から電磁弁、チューブ、コネクタ、飲み口となるチューブの順に繋ぐ(図5を参照)。飲み口となるチューブは、果実酒瓶の蓋の部分に空いた穴から突出させる。また、電磁弁2個はそれぞれ、下

段の電磁弁用電源やリレーとジャンパワイヤで繋がっている。ジャンパワイヤがあるため、液漏れを起こしてしまうと、漏電の危険性がある。そのため、図6のようなパウチパック部分をビーカーのような容器で実装するプランは不採用とした。

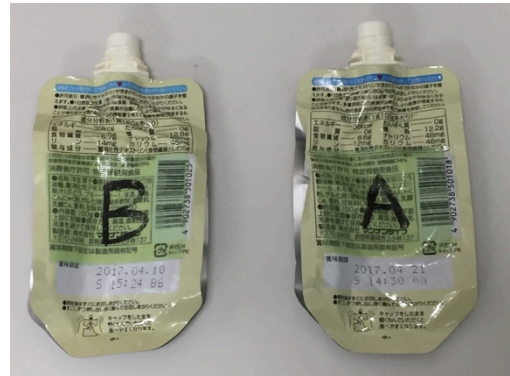


図 4 パウチパック

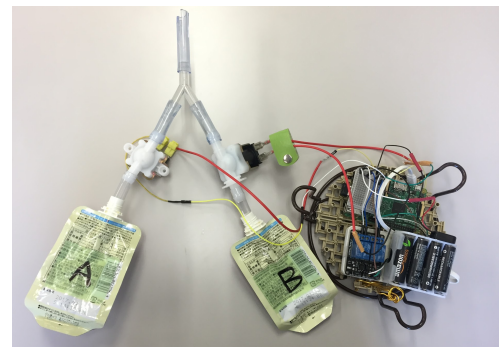


図 5 パウチパックとチューブ



図 6 ビーカーとチューブ

ChanJarを使用する際には、下段に上段の底を取り付け、上段に飲み物をセットする。そこに図7のように果実酒瓶を覆い被せる。そのために、果実酒瓶の底は取り除いてある。



図 7 ChanJar 内部

2.2.2 Web アプリ

ここでは、Web アプリについて説明する(図 8 を参照)。

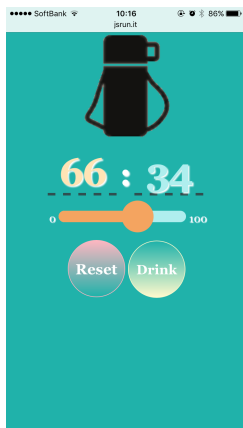


図 8 iOS10.1.1 上の Safari からアクセスした Web アプリ

Web アプリは、2つの飲み物の混合比の変更の際に用いる。スライダーを動かすと、2つの飲み物の混合比が数値として表示される。そして、混合比を送信する時に使う Drink ボタンと、飲まない時に使う Reset ボタンがある。

2.3 システム構成

ChanJar の構成を図 9、表 1 に示す。

図 9 システム構成

表 1 システム構成

本体	Raspberry Pi	meshblu[5]からデータをリアルタイム受信
		受信したデータをもとに GPIO ピンの ON/OFF でリレーを制御
	リレー	電磁弁を制御
	電磁弁	チューブを通る飲み物の流れを制御
Web アプリ	meshblu へ混合比のデータを送信	

水筒型デバイスの構成について説明する。水筒型デバイスは、Web アプリで指定される混合比通りに飲み物を調整することを目的としている。Raspberry Pi で meshblu から混合比のデータを受信し、そのデータをもとに GPIO ピンの ON/OFF を行う。GPIO ピンに 2ポートリレーを繋ぎ、さらに電磁弁を繋げることで、GPIO ピンの ON/OFF と、電磁弁の開閉を連動させる。図 10 に、水筒型デバイス内のブレッドボード図を示す。

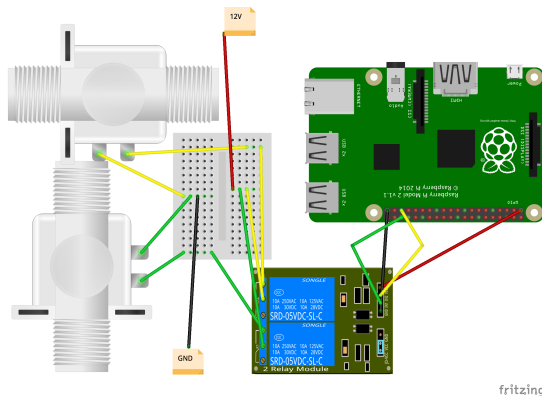
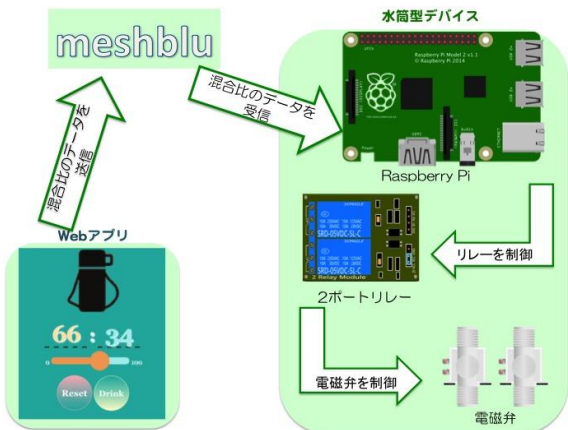


図 10 ブレッドボード図



Raspberry Pi で GPIO ピンを制御するアプリケーションについて説明する。開発には、JavaScript を使用した。本アプリケーションは、Raspberry Pi を起動させると実行される。実行後、GPIO ピンを出力に設定し、meshblu の認証を行う。認証が成功したら、Web アプリからのデータ送信を待つ。データを受信次第、電磁弁の開閉時間の調節を行う(図 11 を参照)。

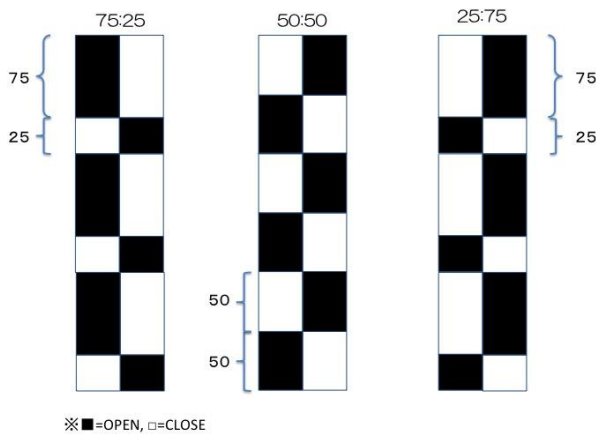


図 11 電磁弁の開閉間隔

meshblu では、JSON 形式のデータで通信を行う。また、そのデータの payload 内を、ユーザ定義のデータとして使うことができる。

例えば、A と B の飲み物を、ChanJar を使って飲むとする。この時、A と B を 59:41 の混合比で飲みたいとき、meshblu から受信するデータは次のようになっている。

```
{ devices: 'b043c105-ce27-4117-877d-34e12d81a466',
  payload: '{"command": "59"}',
  fromUuid: 'b043c105-ce27-4117-877d-34e12d81a466' }
```

ここから、payload 内の数値を取り出す。この数値は A の割合である。この数値をもとに B の割合を求める。そして、電磁弁の開閉時間の比を、A は 59:41、B を 41:59 に設定する。この開閉の動作を 100 ミリ秒ごとに繰り返す。

システムの利用手順は以下の通りである。

- (1) ChanJar の水筒部内に任意の 2 つの飲み物をセットする。
- (2) ChanJar の水筒部に内蔵されている Raspberry Pi を起動する。
- (3) Web アプリ上に表示されるスライダーを使い、2 つの飲み物の混合比を決め、Raspberry Pi 上のプログラムに送信する。
- (4) 送信されたことが確認できたら、飲み口から飲み物を吸う。
- (5) 飲まない時には、Reset ボタンを押すと電磁弁が停止する。

3. 評価実験

3.1 実験 1

実験 1 では、被験者に実際に ChanJar を操作してもらい、ChanJar のデバイス本体と Web アプリの使いやすさについて確認する。また、ChanJar を用いて自分の飲みたい混合比で飲めるのかを確認する。

3.1.1 実験手順

被験者に ChanJar の使用方法について説明したあと、一分間自由に操作してもらった。その後、ChanJar の水筒型

デバイス本体の使いやすさ・Web アプリの使いやすさ・自分の飲みたい混合比(設定した混合比)で飲めたかどうか、の 3 点についてのアンケートに回答してもらった。アンケートの作成には CREATIVE SURVEY を用いた。被験者は津田塾大学学芸学部情報科学科の学生 10 名である。ChanJar にセットする飲み物は、レモンジュースとカルピスを 3:1 で混ぜたもの(以下、酸っぱいジュース)と、そのままのカルピス(以下、甘いジュース)の 2 つである。

3.1.2 実験結果

実験結果を図 12、図 13、図 14 に示す。

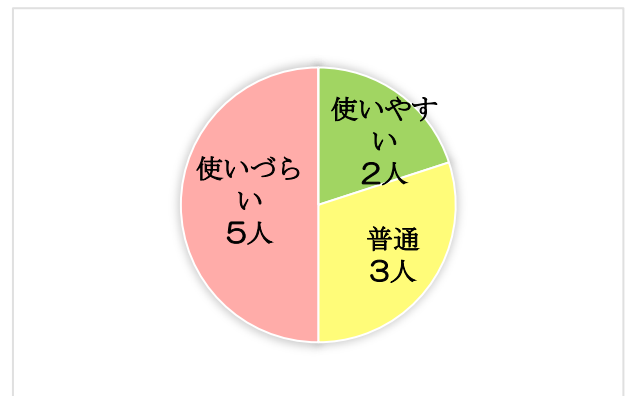


図 12 実験 1 ChanJar の水筒型デバイス本体の使用感



図 13 実験 1 Web アプリの使用感

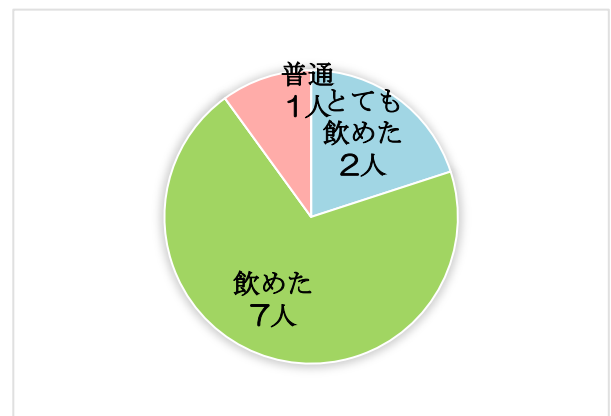


図 14 実験 1 自分の飲みたい混合比（設定した混合比）で飲めたか

図 12 からわかるように、デバイス本体についてはやや使いづらいという意見が多かった。これはデバイス本体が水筒にしてはやや大きく、座ったままでは飲みづらかったからだと考えられ、さらなる小型化の仕組みが必要と考えられる。一方、図 13 からわかるように、Web アプリについては、UI のデザインがシンプルで使いやすいという意見が多く、好評であった。改良点としては、Drink ボタンを押さなくても、スライダーを動かすだけで混合比を変更・送信できるようにしてはどうかという意見があった。また、図 14 からわかるように、自分の設定したとおりの混合比で飲むことができ、味の変化を感じることができたという意見が多く、システムの有効性を確認できた。

3.2 実験 2

実験 2 では、ChanJar を用いて、人間の味覚の正確さについて調査する。

3.2.1 実験手順

開発者側が Web アプリで ChanJar を操作して混合比を変え、被験者に実際に飲んでもらい、2 つの飲み物の混合比がどのくらいになっていると思うかをアンケートで回答してもらった。このとき、被験者には、開発者側が操作している Web アプリの画面を見せないようにし、飲み物の味のみで混合比を判断してもらった。設定する混合比は、酸っぱいジュースと甘いジュースを 25:75, 50:50, 75:25 にした 3 パターンである。設定する混合比の順番は、被験者ごとにランダムに行った。それぞれのパターンの間に水を飲んでもらい、前に飲んだ飲料の影響を受けないようにした。また被験者には、混合比が判断できるまで自由に飲んでもらった。被験者は実験 1 の被験者と同じである。

3.2.2 実験結果

実験結果を図 15, 図 16, 図 17 に示す。

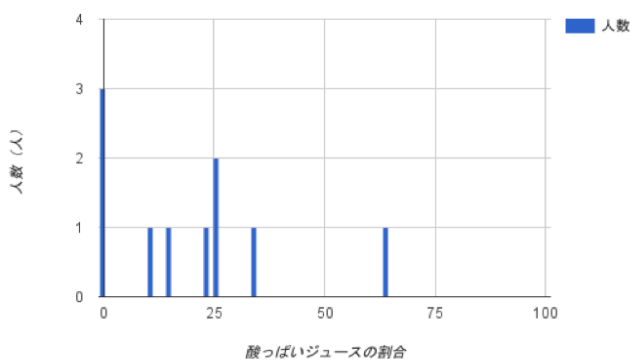


図 15 実験 2 酸っぱいジュースの割合 25 に対する被験者の回答

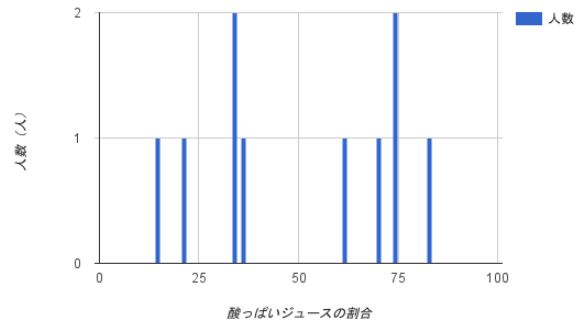


図 16 実験 2 酸っぱいジュースの割合 50 に対する被験者の回答

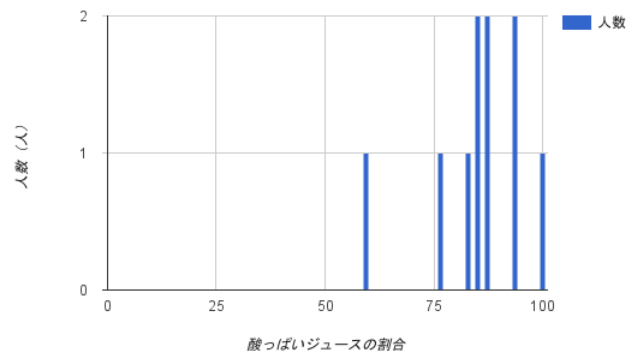


図 17 実験 2 酸っぱいジュースの割合 75 に対する被験者の回答

図 15, 図 16, 図 17 は、それぞれの混合比のパターンに対して、被験者が回答した酸っぱいジュースの割合と、回答した被験者の人数を表している。実験結果から、開発者側が設定したそれぞれの混合比に対して、被験者の回答した混合比は被験者によって差が大きかったため、味の感じ方には個人差があるということがわかった。また、それぞれのパターンの味の違いは感じられたものの、その混合比を正確に感じ取ることは難しいという意見も見られた。

3.3 実験 3

実験 3 では、ChanJar を用いて一口ごとに混合比を変更することで、人間の味覚の錯覚を起こすことができるかどうかについて調査する。

3.3.1 実験手順

実験 2 と同様に、被験者に Web アプリの画面を見せないように、開発者側が混合比の操作を行う。はじめに、被験者に酸っぱいジュースと甘いジュースの混合比を 100:0 にしたものを飲んでもらい、その混合比を回答してもらった。次に、一度チューブから口を離してもらったあと、混合比を 50:50 に変更したものを飲んでもらい、その混合比を回答してもらった。被験者は実験 1, 2 の被験者と同じである。

3.3.2 実験結果

実験結果を図 18, 図 19 に示す。

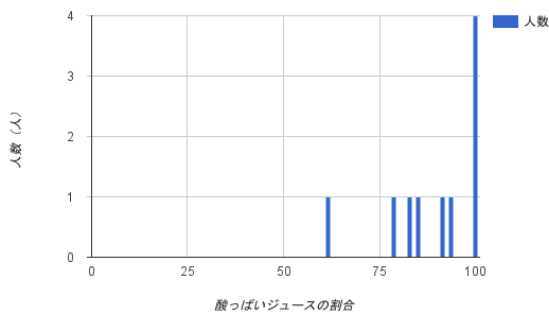


図 18 実験 3 酸っぱいジュースの割合 100 に対する回答

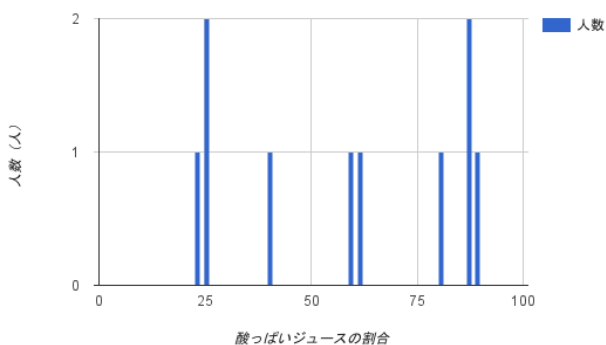


図 19 実験 3 酸っぱいジュースの割合 50 に対する被験者の回答

図 18 は、酸っぱいジュースの割合 100 に対して被験者が回答した酸っぱいジュースの割合と、回答した被験者の人数を表したものである。図 19 は、酸っぱいジュースの割合 50 に対して被験者が回答した酸っぱいジュースの割合と、回答した被験者の人数を表したものである。実験 3 では、酸っぱいジュースと甘いジュースの混合比が 100:0 というとても酸っぱさを感じるジュースを飲んだ後に、混合比 50:50 という少し酸っぱさを感じるジュースを飲むと、味覚の錯覚によりとても甘く感じるのではないかという仮説を立てていた。しかし実験結果から、実験 2 の結果と同様に回答の個人差が大きいことがわかった。被験者のなかには、はじめに飲んだとても酸っぱさを感じるジュースと味が変わらなかったという意見も見られた。これは個人差の他に、酸っぱいジュースがとても酸っぱすぎたため、被験者の味覚が麻痺していたことや、甘いジュースとして使用したカルピスの甘さが弱かったため、変化を感じ取りづらかったのではないかと考えられる。

4. 調査

本研究では、特定の味覚と感情が対応付けされているかどうかについて、アンケート調査を行った。

4.1 調査方法

被験者は、10 代から 50 代の男性 4 名、女性 97 名の計 101 名である。アンケートでは、味覚を用いてコミュニケーション

ョンを取ることでできるデバイスがあると仮定し、「甘味・酸味・苦味・塩味・辛味のそれぞれの味覚が相手から送られてきたとしたら、相手はどのような感情だと思うか」について回答してもらった。回答してもらった感情は、基本感情 10 種類[6]の喜(よろこび)・怒(いかり)・哀(かなしみ)・怖(きょうふ)・恥(はじ)・好(すき)・厭(いや)・昂(たかぶり)・安(やすらぎ)・驚(おどろき)の中から一番近いものを一つ選択してもらった。

4.2 調査結果

調査結果を図 20～図 24 に示す。

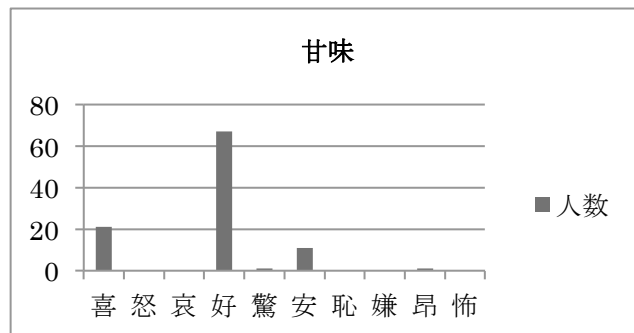


図 20 甘味

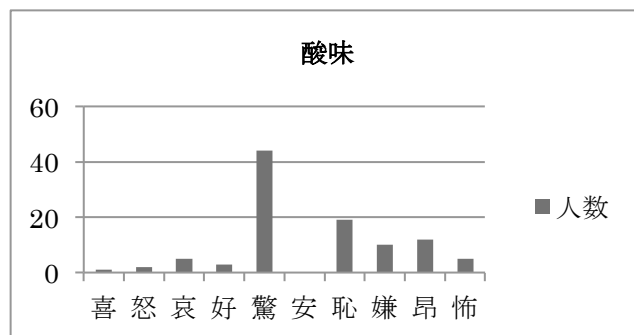


図 21 酸味

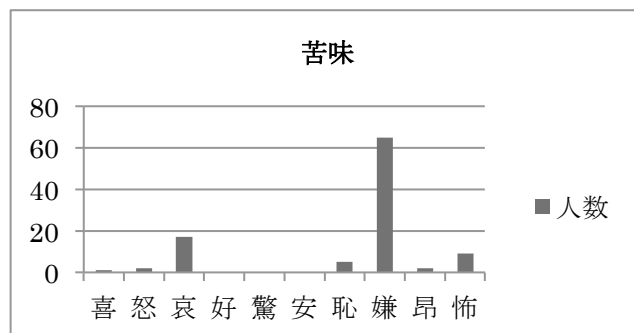


図 22 苦味

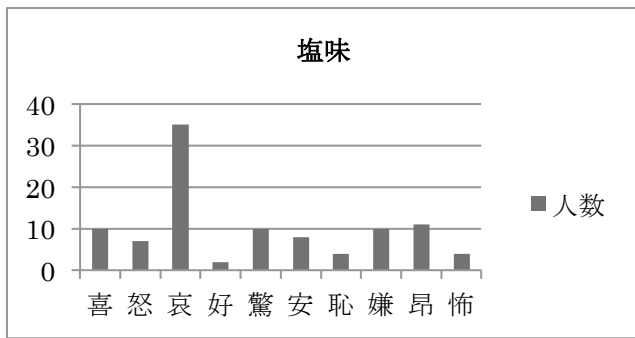


図 23 塩味

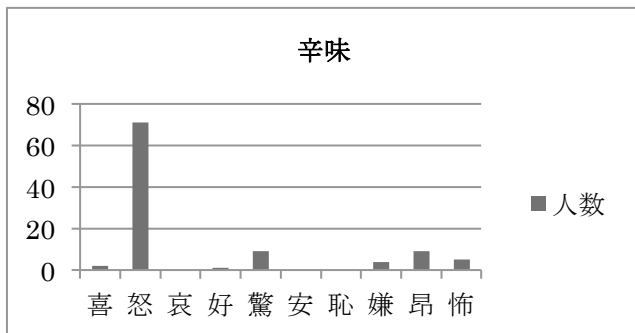


図 24 辛味

図 20 からわかるように、甘味には、「好」・「安」・「喜」といったポジティブな感情を持つ人が多いとわかった。一方で、図 22 から、苦味は「嫌」や「哀」、図 24 から、辛味は「怒」といった比較的ネガティブな感情であるとわかった。図 21 から、酸味は「驚」、図 23 から、塩味は「哀」の感情を持つ人が多く見られたが、他の感情にもバラつきが見られた。

5. 今後の課題と展望

本研究では、2 つの飲み物の混合比を任意に変更できるシステム、ChanJar を実装した。

水筒型デバイスに関して、改善点が 3 つあげられる。

1 つ目の改善点は、電磁弁の消耗が早いことである。これは、電磁弁の開閉を 100 ミリ秒ごとという非常に小さい間隔で行うことが一因と考えられる。電磁弁の開閉の間隔は、より小さい方がユーザに違和感を与えないという点から、電磁弁が動く最小の間隔を採用した。よって、対処法として、ユーザに違和感を与えない範囲での開閉の間隔の調整が挙げられる。

2 つ目の改善点は、水筒型デバイスの大きさである。水筒型デバイスは、一般的な水筒と比べると大きい。これは、使用している電磁弁が 12V で動くものであるため、持ち運ぶには電源を乾電池 8 本から取らなければならないことが原因として挙げられる。Raspberry Pi は 5V で動くため、モバイルバッテリーから電源を取っている。電磁弁も 5V で動くものを使えば、水筒型デバイス内に収納する電源を、2

つのデバイスと同時に電力を供給できるモバイルバッテリー 1 つにまとめることができる。

3 つ目の改善点は、混ぜる 2 つの飲み物の比に偏りがある場合に、割合が大きい液体が飲み口に先についてしまうことである。これは、飲み物を吸う力が、電磁弁の開く時間が長い方に多く働いてしまうためである。そのため、指定した混合比で飲めるまでにタイムラグが生じてしまう。タイムラグをなくすには、図 25 のように、防水性のある電磁弁を使い、飲み物の中に入れてしまうことが考えられる。しかしこれは衛生面の問題が考えられるため、最善策とは言えない。検討が必要である。

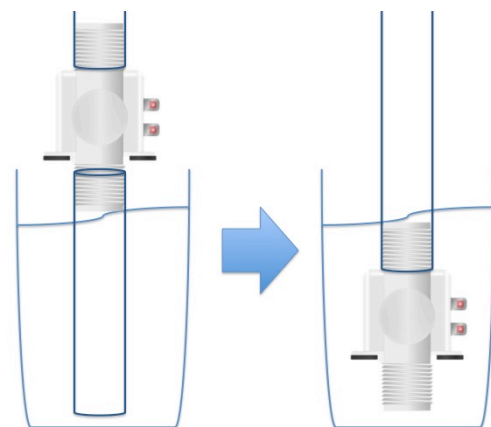


図 25 電磁弁の配置の提案

Web アプリを使って遠隔地からでも ChanJar 本体の操作が可能であり、さらに味覚と感情のマッピングについてのアンケートから、甘味や苦味や辛味に、特定の感情を持つ傾向があるとわかった。そのため、遠隔地から飲み物の味を調整し、伝えたい感情によって味を変えることで、味覚を利用したコミュニケーションデバイスとしても活用できると考えている。今回、コミュニケーションデバイスのプロトタイプとして、チャットツールである slack[7] と ChanJar を連携させ、slack 内の bot である chanjarbot に今の体調や気持ちを話しかけると、話した言葉に合った混合比に自動的に変更し、さらに chanjarbot が返答してくれるというシステムを実装した。chanjarbot との会話の例を図 26 に示す。現在 bot が反応するのは、「好き」「きれい」「疲れた」「驚いた」「ダイエット」などの十単語程度であるが、感情を表す単語やそれに対する混合比のパターンをプログラムに書き加えれば、多くの感情や気分に対応した飲み物の味の変更が可能である。また、現段階では bot に直接話しかけることで ChanJar を動かす仕組みであるが、将来的には、ユーザ同士の会話を傍観し、会話の空気を読んで混合比を変えられるような傍観者型 bot も開発してみたいと考えている。



図 26 chanjarbot との会話

また、ChanJar にセットされた飲み物の消費量を記録するセンサー等を取り付ければ、水分やアルコール、カフェイン等を摂取した時間や量を記録するライフログデバイスとしても利用できると考えている。さらに、心拍数や体温、血圧などを記録するウェアラブルシステムと連携させ、それによって混合比を変更できれば、塩分や糖分の摂取のコントロールに役立つ健康管理デバイスとしても活用できる。

さらに、音楽のリズムに合わせて味が変わったり、セットする 2 つの飲み物の片方に美味しくない飲み物を入れ、Drink ボタンを複数追加した Web アプリを実装し、そのうちのどれかを押すと美味しくない飲み物が飲めてしまうように混合比を設定したりすることで、ロシアンルーレットのようなゲームが楽しめるエンタテインメントデバイスにもなるのではないかと考えている。

6. おわりに

本研究では、2 つの飲み物の混合比を任意に変更でき、味の変化を感じることでできる水筒型システム、ChanJar を提案・実装した。システムの有効性を示すために、10 名の被験者に、実際に ChanJar を利用して飲み物の混合比を変えながら飲んでもらった。味覚の錯覚をシステムで上手く利用することはできなかったが、自分の思った通りの混合比で飲み物を飲むことについては、安定してシステムを利用できることを確認した。また、マッピングの調査により、特定の味覚には特定の感情が対応付けされる傾向があることを確認した。その後、調査結果に基づき、味覚を利用したコミュニケーションデバイスのプロトタイプを作成した。さらに ChanJar を利用した健康管理デバイスやエンタテインメントデバイスとしての可能性を示すことができた。今後、システムの改善や機能の追加を行うことで、飲み物を用いた新たな体験を実現するデバイスとして発展さ

せていきたい。

謝辞 本研究に際して、様々なご指導を頂きました栗原一貴先生に感謝致します。また、日々の議論で貴重なご意見を頂きました栗原研究室の皆様、また評価実験にご協力頂きました皆様に深く感謝申し上げます。

参考文献

- [1] Yui Kita, Jun Rekimoto: Digitally Enhanced Utensils: Designing Dynamic Gustation
https://dl.dropboxusercontent.com/u/316421/kita/yuikitaontheweb%E3%83%AA%E3%83%B3%E3%82%AF/digitally_enhanced_utensils.pdf
- [2] 鳴海 拓志, 谷川 智洋, 廣瀬 通孝: Meta Cookie: 拡張現実感によって味が変化するクッキー
<http://www.interaction-ipsj.org/archives/paper2010/demo/0124/0124.pdf>
- [3] 中村裕美, 宮下芳明: 電気味覚を活用した飲食コミュニケーションの可能性
http://www.apapababy.com/hirominakamura/nakamura_hci.pdf
- [4] Raspberry Pi - Teach, Learn, and Make with Raspberry Pi
<https://www.raspberrypi.org/>
- [5] Welcome to Meshblu · Meshblu
<https://meshblu.readme.io/>
- [6] 中村明: 感情表現辞書, 東京堂出版 (1993)
- [7] slack
<https://slack.com>