

食べテルミン

中森 玲奈[†] 塚田 浩二^{‡ §} 椎尾 一郎[†]

我々は、食べる事で音の変化する食器、食べテルミンを提案し、フォーク型の2種類のプロトタイプを試作した。食べテルミンは、フォークに刺した食べ物の抵抗値の変化に応じて、食べた時に様々な音を生成するインタラクティブな玩具である。これにより、食べるという行為自体を活用した、新しいエンターテインメントを提案する。

EaTheremin

REINA NAKAMORI[†] KOJI TSUKADA^{‡ §} ITIRO SHIO[†]

We propose a fork-type instrument, EaTheremin, which enables users to play various sounds by eating foods. These sounds are changed, according to resistance values of foods attached on the fork.

1. はじめに

これまで、食事を彩る研究は多く行われてきたが、その多くは食卓や食器など、食事を取り巻く環境に関するものであった[1][2][3]。我々は、口に入れて食べる行為自体に着目し、食べる行為により効果音を生成するフォーク型デバイス「食べテルミン」を制作した。



図1 「食べテルミン」システムイメージ

2. 食べテルミン

食べテルミンは、フォークに刺した食べ物の抵抗値の変化に応じて、食べた時に様々な音を生成するインタラクティブな玩具である。抵抗値は食べる物の種類や、長さ・太さ、口の動かし方などによって多様に変化する。これにより、食べるという行為自体を活用した、新しいエンターテインメントを提案する(図1)。

我々は、食べる行為と音のマッピング手法の異なる、2種類のプロトタイプ「アナログ食べテルミン」「デジタル食べテルミン」を試作した。



図2 アナログ食べテルミンの外観

2.1 アナログ食べテルミン

「アナログ食べテルミン (以下、アナログ版)」は、フォークに刺した食べ物を口に入れた時の抵抗値の変

[†] お茶の水女子大学院人間文化創成科学研究科
Ochanomizu University, Graduate School of Humanities and Sciences

[‡] お茶の水女子大学 お茶大アカデミックプロダクション
Ochanomizu University, Ochadai Academic Production

[§] 科学技術振興機構 さきがけ
JST PRESTO

化によって、アナログ的にビープ音を奏でるシステムである(図 2)。本システムの特徴は、食べ物の口への入れ方、入れた後の口の動き、食べ物の種類による微妙な抵抗値の変化にも対応し、細かに音が変わることである。これにより、口に入れた後も音をインタラクティブに変化させる楽しみが生まれると考える。

2.1.1 プロトタイプ

ここでは、プロトタイプの実装について説明する。抵抗値の変化から周波数の異なる音を生成する仕組みとしては、Drawdio¹の等価回路を利用した。Drawdioでは、絵筆などの筆記具の持ち手に電極を取り付け、通電する素材（水性絵具・鉛筆など）で描いた線の端をもう片方の手で触ることで、絵を描きながら異なる周波数の音を生成する。本システムでは、この仕組みをフォークに応用した。まず、柄がプラスチックのフォークを分解し、ステンレス製の先端部を取り出して、Drawdio 基板上の電極 1 に金属ネジで固定した。次に、プラスチックのパイプ（外寸 2.4mm、内寸 2mm）を切断して筒状の柄を作成し、上部に銅箔を貼りつけた。この中に Drawdio 基板を挿入し、電極 2 と銅箔部を金属ネジで固定した（図 3）。このように、Drawdio 基板の電極 1 をフォーク先端に、電極 2 をフォーク持ち手に接続することで、「(フォークの先端→) 食べ物→口→人体 (→フォークの持ち手)」の間の抵抗値の変化によって、異なる周波数の音を生成する仕組みとした。

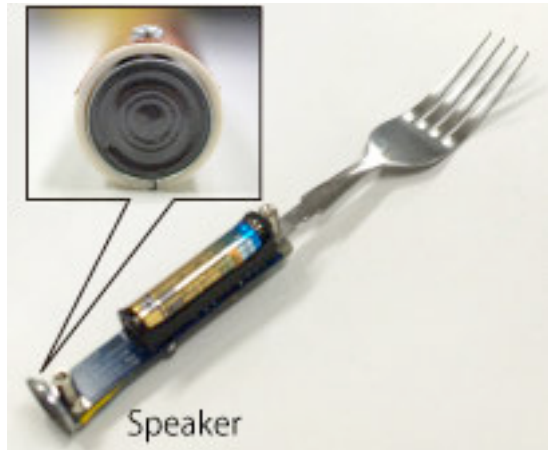


図3 「アナログ食べテルミン」のデバイス構成

2.2 デジタル食べテルミン

「デジタル食べテルミン（以下、デジタル版）」は、フォークに刺した食べ物を口に入れた時の抵抗値の変化をトリガーとして、事前に用意された任意の効果音を生成するシステムである（図 4）。アナログ版は、食べ物の口の中での動かし方などの変化に着目したが、

デジタル版では「食べ物を噛み切る」瞬間に音を生成することで、リズムよく食べ物を食べながら効果音を生成して楽しめるインタラクシオンを提案する。



図4 「デジタル食べテルミン」システム

2.2.1 プロトタイプ

ここでは、プロトタイプの実装について説明する(図 4, 5)。プロトタイプは、フォーク部、マイコン（Arduino Uno²）、及び音再生部（MP3 Trigger Board³）から構成される。まず、アナログ版と同様に、フォークの先端部と持ち手にそれぞれ電極を取り付けた。次に、電極の一方を Arduino Uno のアナログ入力端子に接続することで、「(フォークの先端→) 食べ物→口→人体 (→フォークの持ち手)」の抵抗値の変化を 10bit の A/D コンバーターで計測する。ここで、アナログ入力値の一定の変化をトリガーとして、MP3 Trigger を介して任意の効果音（MP3 ファイル）を再生する。図 6 に、センサー部の回路構成を示す。

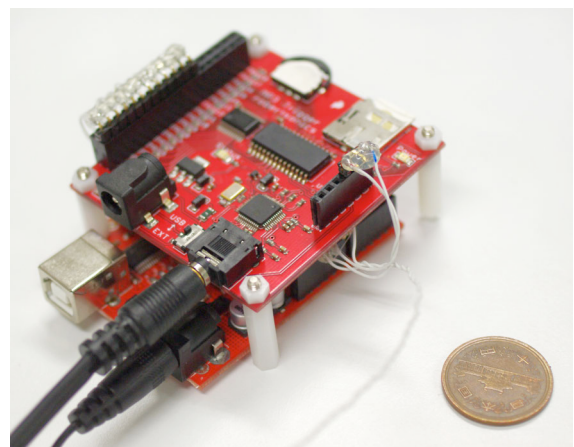


図5 「デジタル食べテルミン」のマイコン部と音再生部

¹ www.drawdio.com

² www.sparkfun.com/products/9950

³ www.sparkfun.com/products/9715

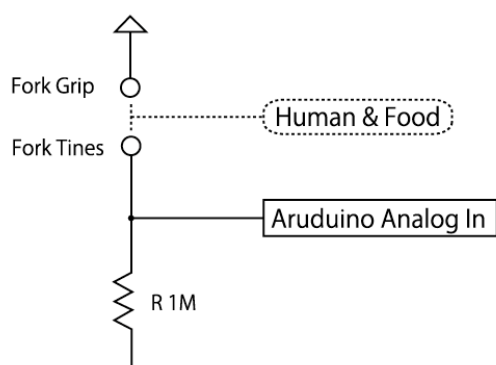


図6 「デジタル食べテルミン」の基本回路図

3. 実験

3.1 予備実験

まず、身近な食べ物の通電しやすさ・抵抗値を調査するために、テスターを利用して食材を食べる際の抵抗値を計測する予備実験を行った。具体的には、被験者（女性 1 名、24 歳）の片手にテスターの電極を保持しながら、もう一方の電極を食材に刺した上で、それを食べた。電極は食材の端に刺し、その反対の端から食べ進めることで、食材のサイズによる抵抗値の変化にも注目した。

まず、乾いた長細いクッキー（e.g., グリコ ポッキー）や、チョコレートについては、抵抗値は無限大となり、通電しなかった。ただし、中身にジャムが入ったチョコレート（e.g., ロッテ ラミー）の中身に口を付けた場合は通電した。この際の抵抗値は、約 $2\text{cm} \times 8\text{cm}$ (4 ブロック分) の場合 $140\text{k}\Omega$ であり、1 ブロック分食べて約 $2\text{cm} \times 6\text{cm}$ の場合 $0.6\text{M}\Omega$ に増加した。また、レモングミ（e.g., ブルボン フィットチーネグミ シチリアレモン）も通電した。抵抗値は、約 $5\text{cm} \times 0.5\text{cm}$ の本体で $1.2\text{M}\Omega$ であり、半分の約 $2.5\text{cm} \times 0.5\text{cm}$ になると $2.0\text{M}\Omega$ であった。さらに、魚肉ソーセージ（e.g., マルハ フィッシュソーセージ）のような長い食材の場合、食べていく事によって抵抗値が明確に変化した。約 15cm の元の長さでは $500\text{k}\Omega$ 、約 12cm の長さになると $530\text{k}\Omega$ 、約 9cm で $560\text{k}\Omega$ 、約 5cm で $0.7\text{M}\Omega$ であった。なお、食材の長さが短くなる時と同様、細くなる事でも抵抗値が上がった。

3.2 実験

正式な評価実験はまだ行っていないが、我々のグループ内でアナログ版／デジタル版の食べテルミンを使用して、いくつかの食材を食べながらその効果を検証した（図 7）。

まず、アナログ版・デジタル版共に、試した素材全体として、肉、魚、野菜、スープなど、多くの食材を

食べる際に、音を生成できた。特に、キュウリや魚肉ソーセージのような長い食材は、食べ進めた際の抵抗値の変化が大きく、音の変化に繋げやすい傾向があった。また、二人で手を繋ぎ、食べさせ合いをしても、システムは問題なく使用出来た。

次に、アナログ版の場合、皮と中身で素材が異なるものだと、両者の抵抗値の違いから、より複雑な音を楽しむ事が出来た。例えば、餃子、コロッケ、皮付きの鶏肉などで効果を確認した。餃子の場合、最初に口に当たる皮の部分で音が鳴り、噛み始めた時に皮と中身の肉が接触して音が変わり、噛み切るときには中身の肉に口が当たり音が再び変化するというように、一口で細かな変化が見られた。また、鳥皮のように伸びる食材だと、皮の伸び具合に応じて音程が変化して、ビブラートのような音が生成された。他に、凹凸の細かい食材でも、複雑な音の変化が見られた。例えば、揚げ物の衣は、噛む時の唇の力を入れ具合などによって、口に接触する食べ物の面積が変化しやすく、ご飯の粒は、中身の小さな空洞で音が変わる事もあり、様々な周波数の音が生成された。また、人によって人体の抵抗値が異なる事から、低音域で音が変わりやすい人や、高音域で音が変わりやすい人など、人により同じ食材でも発せられる音に違いが見られた。

さらに、デジタル版を研究室の 4 人のユーザ（女性 2 人、22～33 歳）に試用してもらい、10bit の A/D コンバータを介したアナログ入力値を調査した。その結果、個人差はあるが、5 人全員、食べ物を口につけることでアナログ入力値が明示的に変化した。この中には、乾燥肌で皮膚表面が通電しにくい人も含まれる。これは、誰しも口の中は濡れているため、皮膚の表面よりも通電しやすいからだと思われる。また、手に持ったフォークを食材に刺し、口に入れない状態だと 1023 の値が検出された。食材の実際の値としては、例えば、約 15cm のソーセージに口を付けると 84～90



図7 「食べテルミン」の使用例

となり、口にくわえたまま約 13cm まで食べると 100 まで増加した。食べ続けて約 9cm になると 104~119, 約 5cm になると 119~132 の値が検出された。なお、食べ物を噛み切る瞬間は口が直接フォークに当たるため、食材を介した場合と比較して大きく異なる値が計測された。また、食材に舌を付けるとよく通電し、値の変化が見られた。

4. 今後の予定

今後は、以下の課題を解決して行く予定である。

- デザインの改良
- 効果音の調整
- フォーク以外の食器への実装
- 様々な被験者による実験
- コミュニケーションへの応用

デザインの改良について、アナログ版に関しては、フォーク持ち手の柄の部分をも手でも握りやすい形状に改良したい。現在は正円の筒状の柄を使用しているが、基盤との隙間部分が多く小型化の余地があるので、よりフォークの柄の形状に近い平らな楕円系にしたりと、改良する予定である。また、デジタル版に関しては、現在外部にあるマイコン部と音再生部を持ち手と一体化させたい。Arduino nano などの小型マイコンや、MP3 再生基板の自作などを現在検討している。

効果音の調整については、デジタル版の抵抗値と効果音の鳴る対応をより細かく行っていきたい。例えば、抵抗値の変化が小さい食材でも、フォークが食材に刺さっていない時値を初期化し、1口食材を食べる毎に、前回計測された抵抗値と、次にその食材を口に付けた時の抵抗値との、差分を見て音を変化させるなど、プログラムを対応させていきたい。また、食べる時に鳴る効果音として何が適切かを探っていきたい。

フォーク以外の食器への実装については、スプーンやコップなどを考えている。例えば、スプーンに実装すれば、スープなどの液体類にも使用出来る。また、電極を二つの食器に分割することで、両者を同時に使った場合のみ音を奏でるシステムも検討している。たとえば、徳利とおちょこに電極を搭載し、一方に食べテルミンと同じ電子回路を搭載することで、徳利からおちょこに液体を注いだ時だけ、音が変わるシステムを構築できる。今後様々な食器に組み込む事で、対応できる食材を広げ、それぞれの面白さを追求していきたい。

様々な被験者による実験では、特に子供を対象とし、食の進み具合にどのような変化が現れるのかを調査していきたい。一般に、幼児期の子供は食べる事に飽き

てしまい、食が進まない事も多い。食材の違いにより、様々な音の鳴る本システムにより、食べる行為自体に楽しさを感じさせたり、今まで食べた事のない食材も食べてみたくなるような効果を期待している。

コミュニケーションへの応用としては、食べさせ合いの発展が上げられる。3.2 章で述べたように、食べテルミンでは二人で手を繋ぎ、一方のフォークで相手に食べさせる事でも音を変化させることができる。これは、親子やカップルで親近感を得たり、会話のきっかけになる事が期待される。また、前述の徳利とおちょこの例では、二人で手を繋ぎながら、お酌のし合いなども出来る。さらに、複数人で利用する場合の効果的な音も検証したい。

5. 関連研究

食卓により楽しさを加える事で食事を支援する研究は、多く存在する。例えば、いもどりん[1]は、食卓をディスプレイとし、食べる物に関するインタラクティブなコンテンツを表示する事で、食育を支援している。また、Playful Tray [2] は、食べた食事の色によって、食卓の表示コンテンツを変化させる楽しさにより、食が進まない子どもの食事を支援している。他に、シンセスライサー[3]は、Drawdio をナイフに装着することで、食材などを切る行為に楽しさを加えたシステムである。また、飲食物 + 電気味覚[4]は、電気を流した飲食物を飲む事で、味を変化させるシステムである。

本研究は、口に入れて食べる行為自体に着目し、食べる行為を楽しくするシステムである。

参考文献

- 1) 森 麻紀, 栗原 一貴, 塚田 浩二, 椎尾 一郎, 投影型拡張現実システムの食卓への応用, 情報処理学会第 72 回全国大会講演論文集, pp. 4-205—206 (2010).
- 2) Dori Tung-yun Lin, Arthur Jen-hao Chen, Keng-hao Chang, Shih-yen Liu, Hao-Hua Chu, Playful Tray: Adopting Ubicomp and Persuasive Techniques into Play-based Occupational Therapy for Reducing Poor Eating Behavior in Young Children, In Proceedings of Ubicomp 2006, (2006).
- 3) Jonathan Guberman, The Syntheslicer, http://blog.makezine.com/archive/2010/03/drawdio_hack_the_syntheslicer.html
- 4) 中村裕美, 宮下芳明, 飲食物 + 電気味覚, 第 18 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 (WISS2010) 論文集, (2010).