

# バネマスダンパモデルによるオノマトペを感じる iPad アプリの開発と実験

Development and experiment of iPad application to feel onomatopoeia  
using a mass-spring-damper model

大海 悠太 久出川 果雄  
Yuta Ogai Kao Kudogawa

東京工芸大学  
Tokyo Polytechnic University

We consider onomatopoeia to be deeply related to body image, and it has become the key to analyzing images of the movements, feelings, and emotions of humans. We have developed an iPad application that carries out various visual expressions by changing the parameters of a spring-mass-damper model. Moreover, we have made subjects create feelings of onomatopoeia with the application, and compared their data.

## 1. はじめに

オノマトペは身体イメージと深く関係していると考えられており、人間の運動や質感、情動に対するイメージを分析するのに、有効な手掛かりになると近年注目されている。

例えば杉山らはロボットの歩行運動シミュレータを用いて、被験者に7種類のパラメータを調節させ、指定したオノマトペ（例えば「びよんびよん」）から想像できるロボット動作のパターンを実現させる実験を行っている [杉山 11]。

また著者の一人が過去に行った研究では、能動的に手を動かすことによる知覚（アクティブタッチ）が触覚に及ぼす影響を明らかにするため、触覚ディスプレイ装置を用いて被験者に「うねうね」と「ざらざら」の2種類のオノマトペを表現する触覚刺激パターンを対話的進化計算の枠組みを用いて最適化させている [大海 13]。

アクティブタッチに関わるオノマトペを調べるためには、被験者の動きに連動してフィードバックのあるようなシステムを実験に用いる必要がある。しかし、触覚ディスプレイを用いた実験装置は取り扱いが難しく、データを多く集めることができなかった。そこで、本研究では様々な被験者や場面で用いるのにより取り扱いやすいシステムとして iPad 上で動くアプリケーションを開発し、実験に用いていく。

iPad にはタッチパネルが搭載されており、被験者の動きを検出することができる。触覚には触覚情報と視覚情報の両方が関わっていることは知られており、iPad アプリでは触覚ディスプレイの代わりに画面上の視覚表現によって、触感を被験者に与えることとする。内部モデルとしてバネマスダンパモデルを用いる。そのパラメータを変えることで被験者に提示したオノマトペの感覚を作らせ、そのデータの比較を行う。

## 2. 実験環境、内容

本研究で開発した iPad アプリは Evono (EVolutionary ONomatopoeia) と命名した。オノマトペを表現する内部モデルは、質点（マス）をバネダンパ（弾性、粘性）で網目状に結合させたものである。図 1 に示すアプリの画面では、その網目状の模様をそのまま描画している。このバネマスダンパモデルの挙

動は、弾力のある表面のような感触を作りだせることで知られている。ユーザーは指でその表面を触ることで、質点に力を加え、その質点に与えられた力が他の質点にも波及していく。質点同士が結びついている弾性係数や粘性係数、また質点の重さ、摩擦などのパラメータを変えることで様々な運動パターンを作り出すことができる。このバネマスダンパモデルを式で記述すると以下のようになる。

$$F(t) = M\ddot{x}(t) + D\dot{x}(t) + Kx(t) \quad (1)$$

ここで、 $F(t)$  は時間  $t$  の時に質点にかかる力、 $x(t)$  は質点の位置、 $M$  は質点の重さ、 $D$  は粘性係数、 $K$  は弾性係数である。また、この  $F(t)$  に対して値が負にならない程度に摩擦力がかかる。モデルでは網目になっているので、バネとダンパについては4方向から力を受けているとして扱っている。

本研究では以下の2種類のモードを開発した。

**モード 1** 図 1 の左図に示すように1つの大きな画面に表示し、パラメータを手動で変えて目指すオノマトペに近い感触を作成していく。パラメータは別画面で調整する。

**モード 2** 図 1 の右図に示すように、モード 1 を2つ上下に出したものである。その上下の内部パラメータは少し異なるものにしていく。その上下を触り比べて、より目指すオノマトペに近いものを選択する。選択された方はそのまま残り、選択されなかった方は選択された方のパラメータが少し変えてコピーされる。この選択を繰り返すことで、目指すオノマトペの感触を探していく。

モード 1 の場合は直感的にパラメータを変えられるが、あまりにパラメータが多い場合や、直感的に影響するパラメータでない場合は、目標の感触を探し当てるのが難しくなると考える。モード 2 の場合は直感的ではないが、どんなパラメータでも一応は少しずつ感触を良くしていくことができると考える。しかし、モード 2 の場合は目標の感触に辿りつくのに時間がかかる恐れもある。

アプリケーションの中では質点の重さを“ズッシリ”、質点に対する摩擦を“ピタッ”、弾性係数を“ボヨンボヨン”、粘性係数を“ネトネト”という言葉で置き替えている。これは将来的には様々な被験者や、データ収集の場面を期待しており、例えば子供が使用する場合、弾性係数や粘性係数という表現は難しいと考えたからであり、ワークショップ実施について経験の深いアーティストの河村美雪氏と議論から決定した。

連絡先: 大海 悠太, 東京工芸大学工学部電子機械学科, 〒243-0297 神奈川県厚木市飯山 1583, Tel:046-242-9643, Fax:046-242-9643, ogai@em.t-kougei.ac.jp

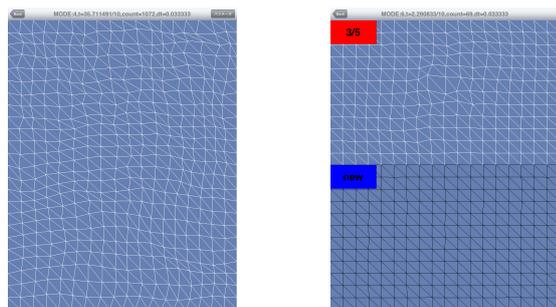


図1: 開発した iPad アプリ Evono のスクリーンショット。左がモード1、右がモード2。

実験内容として、20代の男女20人に対して目指すオノマトペのパラメータを作ってもらった。モード1とモード2の2種類のモードを用いて、それぞれ4つのオノマトペ（ピクピク、ブルブル、プニプニ、サラサラ）について実施した。つまり1人あたり $2 \times 4 = 8$ 回の実験となる。モード1の場合は被験者が完成したと思ったら、もしくは被験者がこれ以上調整しても意味がないと思ったら終了とすることにした。モード2の場合は10回同じ方の感触を選んだら終了としている。

また毎回終了時に、最終的にできた感触は目標に一致していたか、について5段階でアンケートに解答してもらった。

### 3. 実験結果

被験者20人の指の動かした軌道を見た目で分類したところ、大きく3種類(A~C)に分けることができた。Aは画面全体をなぞる軌道であり、Bは斜めになぞる軌道、Cは画面の真ん中あたりをなぞる軌道である。モード1の時はCが多く見られたが、モード2の時はBが多く見られており、画面の大きさにも関係しているようである。この指の動かしかつとオノマトペとの関係を調べてみると、モード1の場合はピクピク、プニプニの時はCの動きをする者が多く、サラサラの時はAの動きをする者が多く見られた。モード2の場合もサラサラの時はAの動きをする者が多く、作ろうとするオノマトペと指の動かしかつには関係性があるように見える。現在は主観的な分類に留まっているが、今後数値化して定量的に分類することを目指していく。

被験者と指の動かしかつを見ても、ある被験者はピクピクとプニプニの場合は何回もタッチをしながら、ブルブルとサラサラの場合一回のタッチに長い時間をかけていた。しかし、別の被験者の場合、ブルブルとプニプニでは真っ直ぐ一方向に触っている様子が見られるが、ピクピクとサラサラでは様々な方向に向って触っていた。前者の被験者はピクピクとプニプニ、ブルブルとサラサラというようにカテゴリー分けしているように見えるが、後者の被験者の場合はピクピクとサラサラ、ブルブルとプニプニというカテゴリー分けをしているように見える。

実験で最終的に得られたパラメータについて、パラメータ毎の平均値を見てみると、ほとんどのパラメータでばらつきが大きく、オノマトペ間での差はあまり見られなかった。ただ、僅かではあるが、粘性係数(ネット)において、サラサラが他の3つのオノマトペよりも少ない傾向にみられた。

アンケートの結果はどのオノマトペについても高評価だった。また、モード1の手で調整する場合と、モード2の進化手法の場合であまり差がなかった。

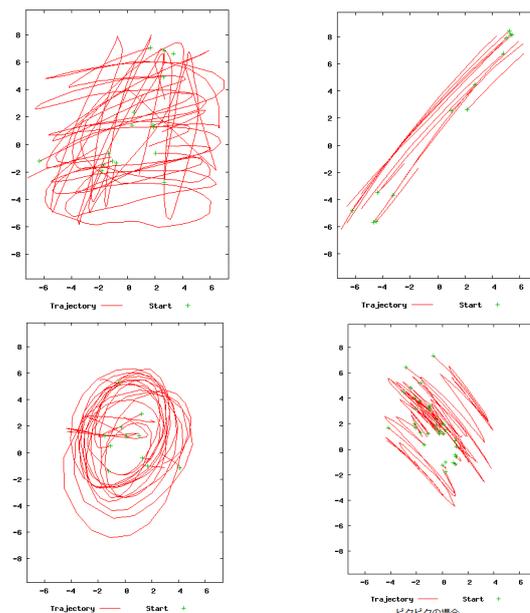


図2: 指の軌道。各図の枠は iPad の画面の大きさに対応している。(左上)A:画面全体をなぞる軌道、(右上)B:斜めになぞる軌道、(左下、右下)C:画面中央あたりをなぞる軌道。

### 4. まとめ、今後の課題

本研究で開発したシステムによって、オノマトペを表現するモデルについて多くのデータを集めることができた。まだ簡単な解析しか行っていないが、今後多変量解析などを行っていく。

本研究で用いた内部モデルには、被験者が調整した4つのパラメータ以外にも様々なパラメータがある。それら全てを手で調整するのは困難だが、アンケートの結果ではモード1とモード2で差が見られなかったため、今後はパラメータを増やした状態で進化手法を試していく。

また、言語学・神経科学の分野の研究者たちとの共同プロジェクトで、本システムの改良版を用い、オノマトペを介した質感認知とその共有の研究をすすめている [Uno 13]。

### 参考文献

[Uno 13] Uno, R., Suzuki, K., Ogai, Y., and Hayashi, Y.: The Role of Semantic Stability in Analyzing Japanese Mimetic Expressions, in *9th International Symposium on Iconicity in Language and Literature* (2013), to appear

[杉山 11] 杉山 雄紀, 近藤 敏之: ロボットの歩行動作設計によるオノマトペ・情動表現の共通理解, 第25回人工知能学会全国大会 (2011)

[大海 13] 大海 悠太, 宇野 良子, 池上 高志: オノマトペとアクティブ知覚: 触覚ディスプレイを用いた実験, 篠原和子・宇野 良子 (編) 「近づく音と意味: オノマトペ研究の射程」, ひつじ書房 (2013), 出版予定