

# SoundClayTablet: 粘土を用いた音が鳴る幼児用玩具の提案

有松克晟<sup>†</sup> 渡邊康太<sup>†</sup> 山本隼也<sup>†</sup> 串山久美子<sup>†</sup>

**概要:** 粘土遊びは幼児教育の教材として広く普及している。しかし、現代では子供においてもスマートフォンなどのアプリケーションで遊ぶ機会が増えてきている。そこで粘土遊びの魅力を感じてもらうために、私たちは粘土を用いた音が鳴る玩具を提案する。小麦粉から作られている粘土、いわゆる小麦粘土には電気伝導性がある。この特性を用いて、音の再生を切り替えるスイッチのような役割を粘土と粘土板の接触によって担わせている。粘土を粘土板に置いたり、転がしたりして楽器のように扱うことができる。

## SoundClayTablet: Proposal of Sound Device using Clay

MASAAKI ARIMATSU<sup>†</sup> KOTA WATANABE<sup>†</sup>  
JUNYA YAMAMOTO<sup>†</sup> KUMIKO KUSHIYAMA<sup>†</sup>

**Abstract:** Clay play is widely used as teaching material for childhood education. But nowadays, opportunities to play applications such as smartphone is increasing not only adults but also children. Therefore, to get the charm of clay playing, we propose a toy sounded using clay. Clays which are made from flour, so-called flour clays have electrical conductivity. With this characteristic, we can control playback of sound by collision detection of clays and clay tablet. By putting clays on clay tablet and rolling clays, we can play with this toy as musical instruments.

### 1. はじめに

粘土は幼児教育の教材として広く用いられている。子供が粘土を用いた造形活動に魅了される理由としては、粘土の「可塑性」「応答性」といったものがある。自分の働きがけがすぐさま形として現れる素材であり、造形がうまくいかなかったとしても何度でもやり直せる再利用も可能である。さらに粘土特有の粘着力は、柔軟な造形を可能とする。このように粘土遊びは幼児の柔軟な発想を容易に形にし、子供の創造力や巧緻性、集中力の発達を促す<sup>1)</sup>。

しかし、情報化社会において粘土遊びは原始的であるという見方もある。身の回りにはデジタル機器が溢れスマートフォンのゲームアプリを幼児に遊ばせている光景も見られるようになった。また、知育玩具にも子供用パソコン・タブレットを使用したデジタル玩具が普及し始めている。

そこで粘土遊びの特性を維持しながらも、デジタルの知育玩具に劣らない機能を粘土に付加することのできるデバイスを考えた。具体的には粘土板上で粘土をこねたり、転がしたりすることで楽しげな音が鳴るものである。

### 2. 関連研究

粘土を使ったデジタル知育デバイスの NeonDough<sup>2)</sup>は粘土内部に電子回路やセンサ、フルカラーLEDを含み、モジュールに内蔵された電極間の抵抗値の変化を読み取るこ

とで電極間の距離を測定し、各モジュールのLEDの色を変化させる。粘土自体を回路の一部とすることで、粘土同士の接触、伸縮といった変化の読み取りを可能としている。

粘土を用いた2次元モデリング手法<sup>3)</sup>は圧力センサシート上に粘土を置き粘土の形状を2次元平面に表す。形状認識から、つぶす、つまむといった操作の認識も行うことができる。

Slime Synthesizer<sup>4)</sup>は流れ落ちるスライム状の液体をユーザが触ることで音が鳴るシンセサイザで、スライムに電気を流し、スライムの電気抵抗値の変化を読み取り、音を奏でる。

筆者らの研究においては、微弱な電気を粘土に流し、粘土の抵抗値の変化を読み取ることで粘土の形状の変化や粘土の有無を認識する。粘土内部に電子部品を入れる、電極を組み込むといったことは子供の発想の妨げることとなると考え、粘土の外部に電極を置くこととした。

### 3. 粘土の導電性の確認

プロトタイプの作成には市販の着色された小麦粘土を利用した。水や塩が含まれているため電気伝導性が高く、小麦アレルギーによるアナフィラキシーショックというリスクを除けば安全性が高いといった特徴が挙げられる。

はじめに、小麦粘土の電気伝導性を確認する実験を実施した。(図1) 粘土の形の変化により電気の流れ方に影響が

<sup>†</sup> 首都大学東京システムデザイン学部  
Faculty of System Design Tokyo Metropolitan University

出るか数値を計測した。

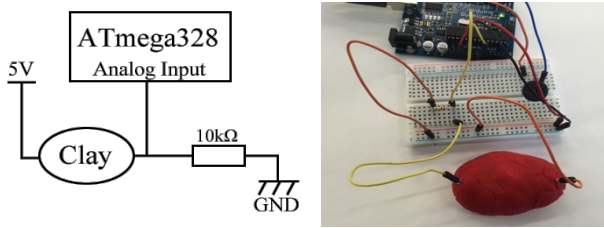


図1 プロトタイプ

Figure1 prototype

実験の結果、アナログピンの電圧変化により電極との接触面の面積の変化と粘土の長さの変化を読み取ることができた。

粘土に流れる電流は人体が無反応である  $0.5\text{mA}$  以下<sup>5)</sup>とし、影響が無いよう配慮した。

## 4. Sound Clay Tablet

### 4.1 粘土と粘土板の接触判定

粘土と電極が接触した時に電気が流れるか確認するために以下の実験を実施した。(図2)

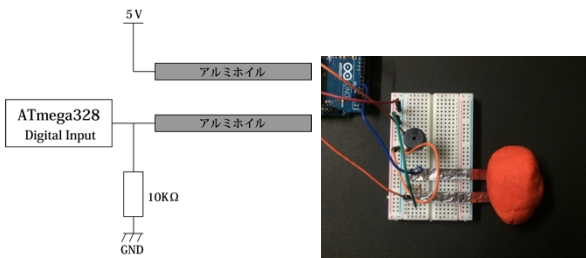


図2 接触判定の回路図

Figure2 collision detection circuit

タクトスイッチによって、デジタルピンから HIGH と LOW を読み取る時はプルダウン抵抗もしくはプルアップ抵抗を用いる。プルダウン抵抗の場合、スイッチを押した時に HIGH, 押ししていない時に LOW が返される。

この実験では、タクトスイッチの代わりに2本の電極(アルミホイル)を用いている。また、プルダウン抵抗として  $10\text{k}\Omega$  の抵抗をつないでいる。粘土を2枚の電極上に置いた場合、粘土を介して電気が流れるため HIGH が返されることを予想した。

実験の結果、粘土と電極の接触時に HIGH, 非接触時に LOW が返された。

このようにして、粘土の下に仕組んだ電極(アルミホイル)と粘土の接触で、粘土の有無を判定することができる。センサーなどを多量に用いずとも、粘土と粘土板の接触を判定できるのがこのシステムの利点である。

### 4.2 音の再生

粘土自体は形状が変化していくため、電極を粘土に刺して繋いだりすることは好ましくない。そのため、粘土では

なく粘土板に回路を組み込むことを考案した。(図3)

従来の粘土遊び同様、自由に粘土の形を変形させることができ、粘土板上に粘土がある限り粘土の形の変化を認識する。粘土を複数個置いても反応するので、粘土の数の変化によっても音が変わる。

電極の配置は正極と負極とを交互に並べ、できるだけ粘土をどこに置いても電流が流れるようにした。

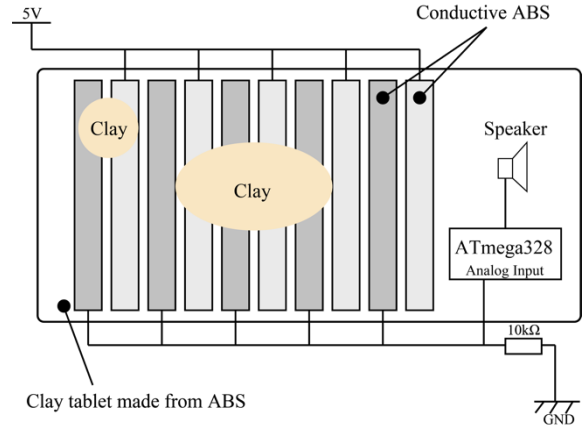


図3 音の出る粘土板

Figure3 SoundClayTablet

音の出力は粘土と電極の接する面積によって音の高さを変化させる。さらに板上で粘土を、こねる・つぶす・落とす・転がすといった動作によって音の種類を変えることができるか予備実験をおこなった。紙の上に電極としてアルミホイルを4つ敷き、マスキングテープで固定したものの上に粘土を乗せることで SoundClayTablet の簡単なプロトタイプとした。(図4)

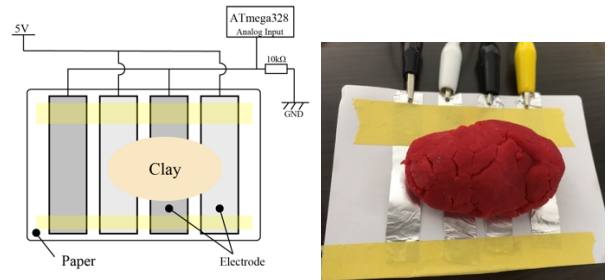
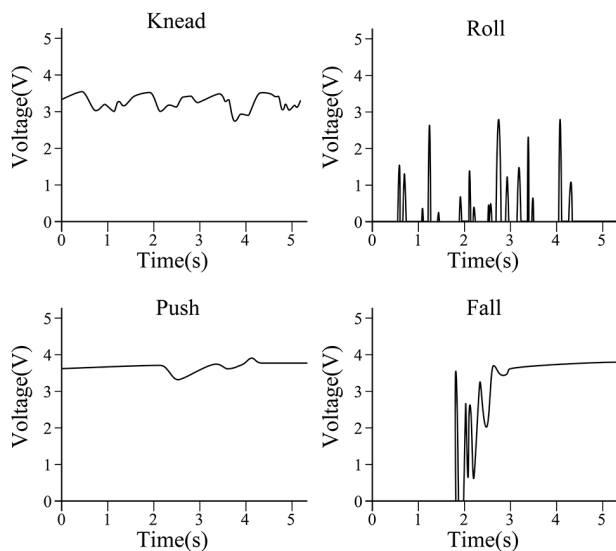


図4 予備実験

Figure4 preliminary experiment

予備実験によって動作ごとに特徴のある電圧変化がある(図5)ことが分かった。動作の認識にはあらかじめ電圧変化のグラフの特徴を学習させておき、得られたデータとの特徴を比較して判断する。粘土に対してユーザーがおこなっている動作の違いを認識させ、その動作を楽しませる効果音の再生をおこなうことができる。



Sound Clay Tablet

図5 動作ごとの電圧変化を表したグラフ

Figure4 Graph showing voltage change per operation

## 5. まとめと今後の展望

本稿は粘土遊びに音という要素を付加する粘土板型デバイス SoundClayTablet を提案した。粘土と粘土板とを回路とすることで、粘土自体に部品等を組み込む必要がなく、従来通りの粘土遊びを行いながら音の変化を楽しむことができる。

今後は電極と接する面積や動作だけでなく、粘土全体の形状によって音を変える仕組みや、電極の間隔をより小さくし小さい粘土にも反応するといった工夫が必要である。

さらにデバイスに幼児がより楽しめるような機能を追加することも検討していきたい。

## 参考文献

- [1] 藤原逸樹. 粘土遊びの指導法に関する一考察. 安田女子大学紀要 44,2015,p191-198.
- [2] 山岡 潤一, 寛 康明. NeonDough: 光る粘土を用いた粘土 細工の提案, 情報処理学会シンポジウム論文集, Vol.2012, No.3, 2012.
- [3] 吉田 有花, 志築 文太郎, 田中 二郎. 粘土を用いた 2 次元モデリング手法の提案. インタラクシオン 2015.
- [4] “Slime Synthesizer” .<http://doritab.com/>. (参照 2016-12-10).
- [5] “感電及び対策” .<http://www.crane-club.com/study/crane/shock.html> . (参照 2016-12-12).