

## Iridescent I/O: シャボン玉をスイッチとする電子デバイスの提案

平山詩芳<sup>†1</sup> 笥康明<sup>†2</sup>

本研究では、照明やラジオ、おもちゃなど身近な電子機器に対して、ヒトが息を吹き込んで作ったシャボン玉の膜をスイッチとして用いるというエンタテインメントシステム Iridescent I/O を提案する。このシステムでは、まず体験者がシャボン膜に息を吹き込むことにより、シャボン玉を作成する。このシャボン玉を電極の付いた台の上に乗せることにより、その膜の導電性を電子回路のスイッチとして利用する。シャボン膜が台の上に乗っている間は、照明は光り、ラジオは音を発する。そして、シャボン膜が破裂した瞬間に回路のスイッチが切れる。シャボン玉をある種の制限付きのスイッチとして利用することで、電子回路、ユーザ、環境の間に緩やかな関わりを電子回路に持たせるものである。システムの概要、基本設計・実装について述べると共に、展示における体験者の反応に関してまとめる。

## Iridescent I/O: A Proposal of Electronic Devices Using Soap Bubbles as a Switch

SHIHO HIRAYAMA<sup>†1</sup> YASUAKI KAKEHI<sup>†2</sup>

In this research, we propose a novel entertainment system named Iridescent I/O, which utilizes soap bubbles created by audiences' puff as a switch of our familiar electronic devices such as light, radio, toys and so on. In this system, at first the audience creates soap bubbles by using a straw. Then, he/she puts the bubbles on small plates with electrical poles. When the bubbles are placed on the plates, the bubbles work as a part of the electronic circuit of the device because the soap film has high conductivity. As long as the bubbles exist, the light is turned on and the radio plays audio. The toy car runs around with a soap bubble. And when the bubble popped, these devices stop according to the timing. By using soap bubbles as a timer switch, we aim to facilitate loose interactions between the electronic devices, users and environment. In this paper, we describe the system concept, basic design, implementation of the system, and audiences' reactions through an exhibition of the system.

### 1. はじめに

例えば花瓶に花を活ける場合や、線香花火に代表される手持ち花火に火をつける場合など、有限の時間（花が咲いてから枯れてしまうまで／花火がついてから消えるまで）の中での美しさや楽しさを味わうエンタテインメントが我々の日常の中に存在する。玩具の世界では、例えばゼンマイ式の車のおもちゃは、ゼンマイが緩み動力を失うまでにどこまで遠く走ることができるか、などという有限の時間の中でのエンタテインメント性を有している。これらの例において、その時間の有限性は、ユーザの行為によって影響を受けるものでもありながら、環境や素材の影響によっても決定される。例えば、線香花火の寿命は、ユーザが火をつけてから、いかにじっと持ち続けているかという工夫以外にも、周囲の風などの環境の影響や、選んだ花火の素材のコンディションにも依存する。これらの営みや遊びの中には、ユーザが介入しながらも、完全にはコントロールしきれない時間の中で楽しむ、あるいはその時間を自覚化する行為自体にエンタテインメント性が潜んでいると考える。

一方で、電気的あるいはデジタル的な仕掛けで駆動するプロダクトに関しては、上記のような意味での時間の存在を意識する機会は多くはないものの、電池が切れることによってラジオが聞こえなくなる、電池式のおもちゃが動かなくなる、あるいは電球の寿命により照明が付かなくなるなど、日常のとところどころでその有限性を意識する場面が少なからずある。これらは通常は積極的に楽しむという場面ではないが、これに対し本研究では、電子デバイスに対



図 1 Iridescent I/O

Figure 1 Iridescent I/O.

<sup>†1</sup> 慶應義塾大学 政策・メディア研究科  
Graduate School of Media and Governance, Keio University

<sup>†2</sup> 慶應義塾大学 環境情報学部  
Faculty of Environment and Information Studies, Keio University

して積極的に有限の寿命を設定し、それを楽しむというエンタテインメント装置を提案する。具体的にはシャボン玉という非常に繊細な素材を電子回路の一部として利用するインタラクティブで有機的なエンタテインメントシステム Iridescent I/O (図 1) を制作した。このシステムでは、導電性を有するシャボン玉を電子回路の間に設けた電極に吹き付けることによって、様々な電子デバイスの「スイッチ」として利用する。電子デバイスはシャボン玉が乗っている場合には作動し、割れたり飛んで行ってしまうと電子回路が途切れて作動しなくなる。シャボン玉の作り方や乗せ方というユーザの工夫や、環境の影響や膜の状態などユーザは操作しきれない要素の両方を持つスイッチであり、照明、モータ、ラジオ、玩具などの市販の様々な機器と接続することで、その有限の寿命をさまざまなかたちで体験することができる。

本稿では、以下に関連研究をまとめながら位置づけを述べ、システムのコンセプト、基本設計、実装と展示を通じた体験者の様子についてまとめる。

## 2. 関連研究

昨今の Makers ムーブメントの隆盛もあり、電子回路と素材を組み合わせたプロダクトも様々な提案されるようになってきた。代表的なものとして、Drawdio [1]は黒鉛の持つ導電性に注目して鉛筆で描いた線を抵抗として見なすことにより、音響をコントロールする手段として鉛筆を用いている。筆者らのグループで開発した NeonDough [2] も、小麦粘土が持つ導電性を活かして、粘土の塊をつなげることで粘土に内蔵された LED の色や輝度をコントロールしながら造形することができる。Squishy Circuits [3]も同様の特性に注目して、小麦粘土を用いて電子回路を作るというプロジェクトである。これらのプロジェクトでは、電子回路の部品を身体的な行為を通して作成するという点では、今回の筆者らの提案に通じる。筆者らの提案の特徴は、シャボン膜という脆くて不安定な素材をあえて電子回路のスイッチとして用いることで、その寿命を体験の中の要素に積極的に取り込んだ体験を提供する点である。また、アプローチは異なるが、身体的動作を通して発電（のぼさ）を体感する Energybugs [4]などの取り組みに通じる点もある。

シャボン膜を電子デバイスに接続する取り組みはこれまでも行われており、筆者のグループでもシャボン膜の膨張・収縮を用いてシャボン膜をピクセルとする実体ディスプレイ Shaboned Display [5]を開発してきた。この他にも、シャボン膜をプロジェクションのスクリーンにするもの [6]や、空中でのシャボン玉の位置の制御を行い空間的な情報提示を行うもの [7]、中に含まれる気体に香り等を封入して割れた際に局所的に匂いを提示するもの [8][9][10]など、さまざまな応用が試みられてきた。

その中でも、シャボン膜の特徴である破裂・消失という点に注目したメディアアート作品として、ephemeral melody [11]がある。これは、空中に放出された大量のシャボン玉が、空間に置かれた棒に当たることによって、電子的な音響が生成されるというインスタレーションである。筆者らも、シャボン玉が割れるというイベントをその導電性を活かして検出する仕組みを開発し、上述のシャボン膜による実体ディスプレイにおけるタッチ入力を可能にする Shaboned Chime [5]を提案してきた。これらの取り組みに対して、今回提案する Iridescent I/O は、割れた瞬間の演出のみならず、人間が作成したシャボン玉が割れるまでの時間を演出するという点に特徴を置く。

## 3. Iridescent I/O

### 3.1 システム概要

今回提案するシステムの概要について述べる。まず、本システムが提供する体験の流れとして、体験者は、まずシャボン液のついたストローに息を吹き込むことによりシャボン玉を生成する。次に、このシャボン玉を皿状の台に乗せる。この台は、ラジオや照明、電子おもちゃなどさまざまなデバイスにつながっており、台の上に割れずにシャボン玉が乗るとこれらのデバイスのスイッチが入って駆動し始める。シャボン膜がある間は動作し続けるが、時間経過や、風や接触などの要因で膜が破裂あるいは飛散すると、スイッチが切れてデバイスが作動しなくなるというものがある。体験者は、そのデバイスの駆動する時間を決定するシャボン膜を自分自身で作るという点から、インタラクシオンに参加し、シャボン玉が台に乗った後は意図的に割るといった参加の仕方や、割れるまで眺めるというような多様な関わり方が可能である。

さらに、詳しくは後述するが、デバイスとしては日常に身近に存在するものを選ぶ。例えばベッドサイドの照明にシャボン膜のスイッチを接続して、割れて照明が消えるまで本を読んで寝ようというような不確定な要素を含んだタイマーとしての使い方が考えられる。また、暖炉の火が消えないために薪をつぐように、ラジオの放送を聞き続けるためにシャボン膜を吹き足し続けるというような体験の継続のための関わり方もできる。さらにはモータで走る車のおもちゃと接続して、シャボン玉が割れるまでに走る距離を競うという遊び方も想定できる。

シャボン玉／シャボン膜は、液膜という非常に特殊な状態の素材である。それ故非常に薄く、宙に浮くほど軽い、液体でできているため、容易に割れる。その際、ゴム風船等と異なり、瞬時に霧散するという点も特徴である。また、その破裂も、物理的な接触だけでなく、液体の特性上時間経過に伴い膜の厚さに差が出るため、膜への物理的な接触がなくても自然に割れてしまうことも多い。そのため、環境とのインタラクシオンの中で起こる経時変化や偶発性を

機器に反映させる上で適した素材として選定した。また、シャボン玉は遊びの道具・素材としては広く一般的であり、多くの人間が体験したことがあるものである。その素材特性から、息で膨らまず、触って割る、吹き飛ばす、割れるまで眺めるといった様々な行動が自然に引き起こされる。この素材特性は、体験者や周囲にいる人間をインタラクションに巻き込む上でも重要な役割を果たすと考える。

### 3.2 システムの基本設計

次に、本システムの基本設計について述べる。シャボン膜の存在と消失（破裂）の検知には、筆者らの以前の研究 *Shaboned Chime* の方式を応用する。図2のように2本の導電性を有する電極の先に半円板状の形をした導電性の板を取り付ける。それぞれの電極および板はシャボン膜が無い時に接することが無いように間隔を空けて設置する。体験者は、ストローで作ったシャボン玉を板の上に乗せる。シャボン玉を2つの板の上をまたがるように乗せると、シャボン膜の導電性により、電極の間が通電するようになることをインタラクションに利用する。

最もシンプルな構成としては、このシャボン膜の部分を直接スイッチとして用いることができる。例えば、2本の棒の先に電源とLEDを取り付ければ、シャボン膜がある時だけLEDが点灯することになる。このように、電極の先にさまざまな電子デバイスのスイッチおよび回路に接続することで、シャボン玉の有無をトリガーとしたプロダクトを制作できる。

ただし、上記の構成ではシャボン膜がある場合にも膜の上で多少の電圧の降下が起こるため、より安定した動作のためには、抵抗分圧回路等で出力電圧の変化を読み取ることによって膜の有無を判断する。この場合は、マイコン等を用いて電圧変化を読み取り、その先に接続する電子デバイスに対して、有無に応じた信号を送ることになる。



図2 Iridescent I/O の破裂検知のためのシステム  
Figure 2 A sensor system for detecting explosions of bubbles on Iridescent I/O.

### 3.3 スイッチを用いた装置の作例

ここでは、Iridescent I/O を用いて、シャボン膜をスイッチとして身近な電子デバイスを拡張した装置の作例と実装について述べる。

#### Iridescent I/O <Light> (図3(a))

これは、照明に接続する例である。上でも紹介した通り、シャボン膜をタイマーとして用い、シャボン膜が乗っている時には点灯し、割れると共に消灯する。

#### Iridescent I/O <Radio> (図3(b))

ラジオに接続すると、シャボン玉が乗っている間だけ音が聞こえてくるという状況を作ることができる。音量に対応付けると、シャボン玉の乗っているラジオの音量を大きくして出力するなどという使い方も考えられる。

#### Iridescent I/O <Toy Car> (図3(c))

電池とモータで走るおもちゃの車にスイッチとして接続すると、シャボン玉が乗っている時だけ走り出す車になる。より速くまで走るように競ったり、早くゴールまで着くようにシャボン玉を継ぎ足したりという遊び方が考えられる。

## 4. 展示と体験者の様子

XD EXHIBITION 2014(2014年3月1日(土)-3月2日(日) 二子玉川ライズ・オフィス)にて Iridescent I/O の展示を行った。この際は、上記に述べた照明、ラジオ、おもちゃの車の3種類のバージョンを体験できる形で展示した(図4)。

体験者からのフィードバックとして多かったのは、シャボン玉を吹き付けたのに応じて、システムのスイッチが入る事に対して「心地良い」という反応である。また、装置に愛着が湧くという意見も多く得られた。その理由を体験者に尋ねると、自らの呼吸の一部として生成されたシャボン玉がシステムを駆動させているという関係性が、自分自身と電子デバイスとの距離を縮め、愛着を生んでいるのではないかとの意見が少なからず得られた。これに関連して、体験者の多くが、シャボン玉が割れてしまった際になんとか寂しい、悲しいといった趣旨の発言をする機会が見られた。シャボン玉ができるだけ割れないように周りの人間を制して見守る、または複数のシャボン玉をくっつきあわせてシステムの延命を図るといった行動も観察されている。

今回は3種類のアウトプットの形を用意して展示を行ったが、関係性が自然であったり、心地よいと思うデバイスという観点では体験者によって意見が別れた。次の課題として、体験者のアンケート等を用いた本システムの評価を今後実施して、体験者の反応や嗜好を通した本システムの位置づけをまとめていきたい。

この他、展示における特徴的な行動として、そっと一つのシャボン玉を正確に乗せたり、一度にたくさん乗せるなど、シャボン玉の乗せ方にもさまざまなバリエーションが見られた。また、シャボン玉のサイズを変えたり、位置を変えてみるなど、より長くシャボン玉が乗っている条件を

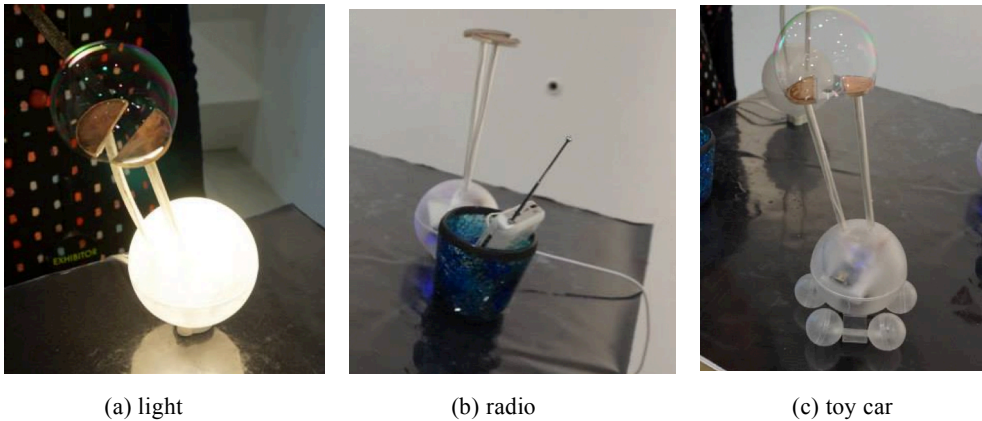


図 3 Iridescent I/O の実装  
Figure 3 Implemented systems.



図 4 展示の様子  
Figure 4 Exhibition of Iridescent I/O.

探る様子が見られた。

## 5. むすびと今後の展望

本研究では、シャボン玉をあらゆる電子回路の時限付きタイマーとして接続することで、安定した機械の中に設置環境や周囲の人間の振る舞いを取り込み、人、環境、機械のなかに緩やかな相互関係を発生させるものである。シャボン玉という身近でかつ繊細な素材を用いることで、人を機器の挙動に積極的に介入させ、また、おかれた環境によって、さまざまな挙動を引き起こさせる。

展示を通して、シャボン玉を吹くらませるというシンプルな行動の中に、多様なバリエーションが存在した。現状ではシャボン玉が電極についた瞬間と破裂した瞬間2つの状態しか検知することができていない。これについては、現在検知の仕方を工夫し、生成から破裂までのより細かい段階をセンシングする方法の開発を検討している。これによって、シャボン玉の経時変化や、強い風に吹かれているといった状態の検知が可能になり、より人と環境、機器の間に繊細なインタラクションが成立するものと考えている。

また、既存の電気製品やガジェットをハックして、シャボン玉のスイッチを取り付けるという作業自体をワークショップのような形式にして、自分の好きなデバイスを作るという体験を提供したい。このために、シャボン玉の載せる電極部分をモジュール化させることを検討している。

**謝辞** 本研究の一部は JST CREST「共生社会に向けた人間調和型情報技術の構築」領域「局所性・指向性制御に基づく多人数調和型情報提示技術の構築と実践」による助成を受けた。

### 参考文献

- 1) Drawdio <https://learn.adafruit.com/downloads/pdf/drawdio.pdf> (2014年5月2日現在)
- 2) 山岡, 寛: NeonDough: 導電性粘土を用いた光る粘土細工, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 14, No. 4, pp. 341-350 (2012).
- 3) A,Thomas.: Squishy Circuits, <http://courseweb.stthomas.edu/apthomas/SquishyCircuits/conductiveDough.htm> (2014年5月2日現在)
- 4) K. Ryokai, et al.: EnergyBugs: Energy Harvesting Wearables for Children, CHI'14 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, pp. 1039-1048, (2014).
- 5) 平山詩芳, 寛康明: アート表現のためのシャボン膜を用いたタッチ入力可能な実体ディスプレイ, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 16, No. 3, pp. 469-477 (2011).
- 6) Y. Ochiai, et al.: A colloidal display: membrane screen that combines transparency, BRDF and 3D volume, ACM SIGGRAPH2012, Emerging Technologies, Article No. 2, (2012).
- 7) 柏木, 谷川, 廣瀬: 静電気を用いた実体型三次元ディスプレイに関する研究, エンタテインメントコンピューティング論文集, pp.23-30, (2006).
- 8) 中村ほか: バブルディスプレイ方式とその応用, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.11, No.2, pp.339-349, (2006).
- 9) Axel S, et al.: Liquids, Smoke, and Soap Bubbles Reflections on Materials for Ephemeral User Interfaces, TEI '10 Proceedings of the fourth international conference on Tangible, embedded, and embodied interaction, pp. 269-270 (2010).
- 10) Sue Ann Seah, et al.: SensaBubble: A Chrono-Sensory Mid-Air Display of Sight and Smell, CHI'14 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, pp. 2863-2872, (2014).
- 11) 鈴木ほか: 環境を取り入れた弱インタラクティブアートの提案, 第13回日本バーチャルリアリティ学会大会, 1A5-3, (2008).