

UTAKATA：水流と電気分解を用いた流れる泡ディスプレイ

福島 真花（指導教員：椎尾 一郎）

1 はじめに

行く川のながれは絶えずしてしかも本の水にあらず。よどみに浮ぶうたかたは、かつ消えかつ結びて久しくとゞまることなし。世の中にある人とすみかと、またかくの如し。（鴨長明，1212）

1212年に鴨長明によって書かれた方丈記では、あらゆる物事の無常を常に流れ続けている川や、生じてもすぐに消えて無くなってしまふ、川に浮かぶ泡に例えている。エフェメラルユーザインタフェース（EUI）[2]ではあえて水や石鹸の泡などの常に変化するものを用いることによって、儚く、ユーザに過負荷をかけないインタフェースを実現している。本研究ではユーザに過負荷をかけないアンビエントなディスプレイ表示を目的として水面に浮かぶ水の泡を用いたディスプレイを提案・実装した。



図 1: UTAKATA の概観（“CHI”という泡文字が流れる様子）。

2 関連研究

泡を用いたディスプレイの研究は、いくつか実施されている。The information percolator[3]は、複数のパイプの下から泡を発生させ、パイプ内を浮かんでいく泡によってディスプレイ表示するものである。空気を発生させるためにエアコンプレッサーや電磁力で動かす弁など大掛かりな機械を用いており、高画素表示を安価に実現することが困難である。一方、BubBowl[4]では電気分解を用いて泡を発生させるため高画素表示の実装が容易である。しかし、発生させた泡の自然消失に約 60 秒かかり、連続性のある表示には適していないと考える。

また、泡を用いたアート作品がいくつか発表されている。

バブルディスプレイ表示の実装と応用 [5] では、煙の入ったシャボン玉に映像を投影し、人がシャボン玉を割ることで映像の変化や効果音の出力といったインタラクション可能なバブルディスプレイ方式を提案している。泡プリンタ [1] は、泡でできた文字や図形を空中に浮かばせることができるプリンタである。

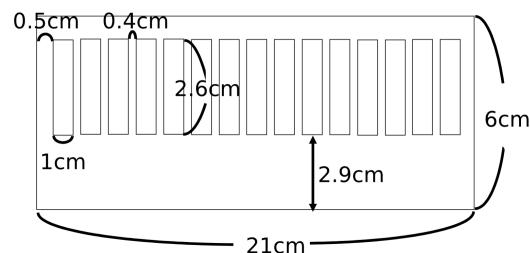


図 2: スリット。

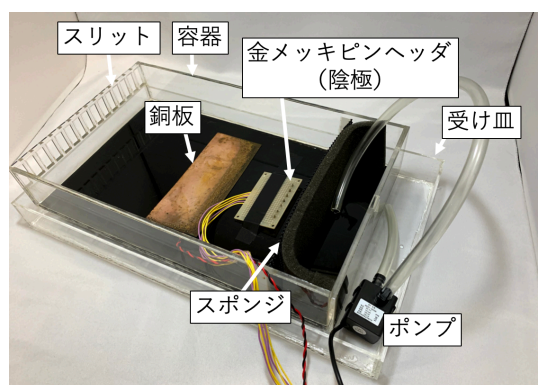


図 3: システム構成。

3 実装

3.1 システムの概要

本システムの全体構成を図 3 に示す。本システムは、アクリル製の容器、受け皿、Arduino UNO、電極、銅板、ポンプ、スポンジ、電源装置、FET スイッチで構成される。ポンプを用いて水流を発生させ、ポンプによって引き起こされる乱流を緩和して流れを均一にする目的でスポンジを設置した。液体が排出される面はスリットが入っており、排出量の調整が可能である。本システムにおける水流の動きを図 4 に示す。受け皿にある液体がポンプを通して本体容器に入り、泡を流してスリットから排出され受け皿に戻るといった流れである。

3.2 電気分解による泡表示

泡を発生させるために電気分解を行う。電解液は BubBowl[4] と同様に、重曹とコーンスターチを加えたインスタントコーヒーを使用した。本研究では流れを起こしている状態で泡を発生させているため、泡を集結させるためには BubBowl よりも電解液の粘度を上げる必要がある。そのため、コーンスターチは BubBowl では 1.8g/L であったが、本研究では 2.4g/L 加えている。重曹 (0.4%) とインスタントコーヒー粉末 (16g/L) は BubBowl と等しい。重曹は電気を流れやすくし、コーンスターチは電解液の粘度を上げて泡が拡散することを防ぐ効果がある。インスタントコーヒーは液体に色をつけることで、発生した白い泡を見やすくしている。陽極には銅板、陰極には 1 列に並べた 7

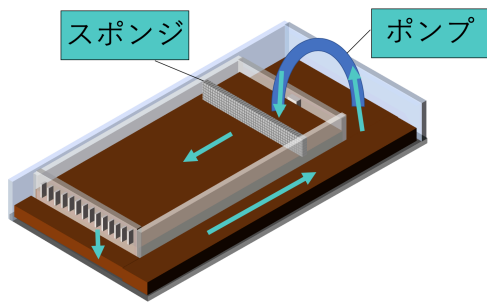


図 4: 水流の動き.

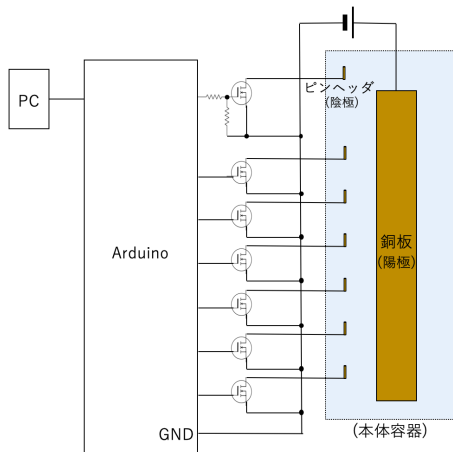


図 5: 回路図.

つの金メッキピンヘッドを使用した。本システムの回路図を図5に示す。それぞれの金メッキピンヘッドにFETスイッチを接続し、このスイッチによって微小な電流を増幅することができる。これをArduinoによって作動させ、対応するピンが接地することによって任意のピンから泡を発生させることができる。泡を発生させている陰極から水面までの高さは3 cm、電流は約150mAである。

4 結果

本システムを実際に動かして、水面に「CHI」と表示させる様子を図6に示す。図のように、文字の連続表示を実現した。

「CHI」との文字の読解は可能であるが、図6(c)からも分かるように、泡が下流に流れるほど横に伸びて歪んでいる。容器の内側の壁と液体との間に生じる摩擦によって、壁際と比べて壁から遠ざかると液体の流れが速くなっていることが原因の1つであると考えられる。また、上流よりも下流の方が流れが速い点の原因であると考えられる。液体はスリットから排出する仕組みであるが、スリットは図2のような形状であり液体の下層は排出されずに流れが止まっている状態である。排出口付近の水流の様子を図7に示す。上流に比べて下流の液体が流れている断面積が小さくなっていることによって下流の流体速度が速くなっていると考えられる。現在は通電のタイミングを制御することによって明瞭な表示を実現させているが、ここに挙げた2つの課題は、容器の幅をより広くする、スリットの幅を広げる、水深を浅くすることで解決できる可能性がある。

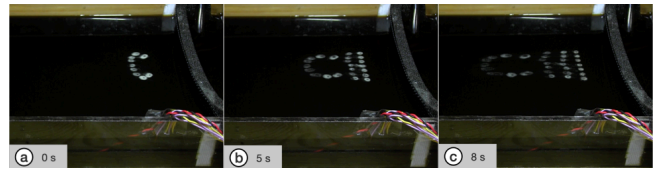


図 6: 泡の推移. a) 0秒, b) 5秒, c) 8秒経過後の泡の様子.

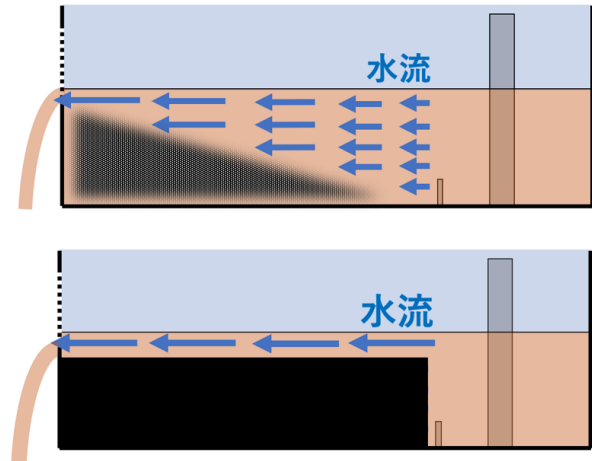


図 7: 上) 容器の断面図, 下) 容器の改良案.

5 まとめと今後の課題

本研究では、水流と電気分解を用いた流れる泡ディスプレイを提案・実装した。発生させた泡を水流によって流すことで、従来の泡ディスプレイでの課題であった、泡の自然消失に時間がかかり、連続性のある表示に適さない点を改善できたと考える。今後、下流に行くほど泡が歪むという課題を解決するために、水流の速さや容器の形状・大きさなどを調整したい。容器の形状においては、具体的に図??のような形を考えている。泡を発生させている場所と液体の出口における、液体が流れている断面積の差を減らすことで、上流と下流での流水速度差を減少させることが期待できる。

参考文献

- [1] chaka「空飛ぶ泡の文字や図形をむくむくむく、と成形できる「泡プリンタ」」, dna. 2011年6月29日更新 (最終閲覧日: 2020年2月6日), <https://dailynewsagency.com/2011/06/29/foam-printer/>.
- [2] Tanja Döring, Axel Sylvester, and Albrecht Schmidt. A design space for ephemeral user interfaces. In *Proceedings of the 7th International Conference on Tangible, Embedded and Embodied Interaction*, TEI '13, pp. 75–82, New York, NY, USA, 2013. ACM.
- [3] Jeremy M. Heiner, Scott E. Hudson, and Kenichiro Tanaka. The information percolator: Ambient information display in a decorative object. In *Proceedings of the 12th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, UIST '99, pp. 141–148, New York, NY, USA, 1999. ACM.
- [4] Ayaka Ishii and Itiro Siio. Bubbleowl: Display vessel using electrolysis bubbles in drinkable beverages. In *Proceedings of the 32nd Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, UIST '19, pp. 619–623, New York, NY, USA, 2019. ACM.
- [5] 中村正宏, 稲葉剛, 玉置淳, 白鳥和人, 星野准一. バブルディスプレイ方式の実装と応用. 日本バーチャルリアリティ学会論文誌 11(2), pp. 339–346, 2006.