

水滴落打音を音源としたMIDIデバイス：Potarhythm

加藤 泰生¹ 馬場 哲晃¹

概要：日本庭園の水琴窟や雨、水の動きや音が鑑賞対象となる音声コンテンツは数多く存在しており、様々なアーティストが水の音を音源として利用した作品を制作している。本稿では水の音、とりわけ水滴が物体に衝突する際に生じる落打音を用いた演奏装置を制作し、MIDI信号により制御可能な音源デバイスPotarhythmを報告する。MIDI信号におけるショートメッセージを流用し、バルブの開け締めを制御可能とすることで、水滴落打音によるミュージックシーケンサー及び、音高・音量制御を実現した。

A MIDI device that uses the sound of a collision caused by the drop of water as a sound source

1. はじめに

水の流れる様子や水面の波紋、さざ波の様子を収録した映像や音声は、ASMR (Autonomous Sensory Meridian Response) と呼ばれ、陶酔状態やリラクゼーション効果を引き起こす現象の一つとして、鑑賞されているコンテンツである。また、日本庭園においても、水琴窟やししおどしといった水を利用した装飾が施されている事例がある。いずれも水の動きや音を鑑賞する目的とし制作されるものである。音楽作品においても、様々なアーティストが水の音を使用した作品を発表している。例えば、1989年に神山純一^{*1}、2001年、2016年にコーネリアス^{*2}などが水の音を使用した作品を発表している。水の音が音楽表現の手法として用いられることは明らかである。そこで、水の音を用いた楽器や演奏装置を制作し、演奏、音楽制作に使用することは有用性があると考え制作する経緯に至った。

本研究では、水の音における音高、音長、音色、音量の要素を制御し、ユーザの指定した音を奏でられる楽器もしくは、演奏装置を制作することを目的とする。本研究で使用する水の音は、水滴が落下し水面に着水する際の気泡音、または物体と衝突する際の衝突音の2種類とする。本研究ではこれらをまとめて水滴落打音と呼称する。また、着水時の気泡音のみを指す時は関連研究から水滴音と呼称する。水滴を

使用する理由は、音が発生するタイミングが着水時と衝突時であり、流れている間鳴り続き変化する水流の音よりも音の発生が視覚的にはっきりとわかりやすいことから楽器、演奏装置として演奏時のリズムに応用がしやすいと考えたためである。

2. 関連研究

水滴の水面衝突で誘起される気泡音の発生機構についての研究があり、富田ら [1] は、落下水滴における水滴直径と衝突速度の組み合わせで空気泡が必ず取り込まれて気泡音が発生するレギュラー領域と必ずしも取り込まれないイレギュラー領域があることを示した研究 [2],[3] を元に両者の実験を行い、実験結果とその考察を示している。また、水滴音を利用した制作物も存在する。組地ら [4] は、水滴着水時の音を応用したアンビエントライトの制作を行った。組地らは、この制作において、水滴を発生させる管の内部に網を設置することにより、水の表面張力と管下面から管内部に向けて押される大気圧の影響で網のない管よりも安定した水滴を発生することが可能と仮定し実験を行った。

3. 手法

本研究では、制作する装置で水滴音の4要素をユーザの操作により変化させることを可能にし、楽器、演奏装置として機能することを第一に考える。水滴発生機構による水滴落打音の要素の制御を可能にし、さらに、水滴の落ちる頻度を制御することでリズムを作る。それを複数用意して同時

¹ 首都大学東京
Hino, Tokyo, Japan

*1 作曲家。自然を素材にして楽曲を多く制作している。

*2 Cornelius. 音楽家。1993年より活動。

に駆動し、制御することで演奏を可能にした装置の制作が本研究のシステム構想である。

3.1 水滴発生方法

関連研究から水滴直径と落下速度の組み合わせから気泡が発生することがわかっていたことと、水滴発生から発音までの時間を一定にすることでリズムの制御を容易にしたことから、水滴発生機構の高度を一定にすることで落下速度を一定に保ち、水滴直径を変化させることで音の要素を変化させることを考えた。本研究では、水滴発生機構に電流により弁を開閉し水を通すソレノイドバルブを用いた。ソレノイドバルブは、水滴直径の変化を2種類の方法で制御することが可能である。一つは、チューブをつけた継手を装着することができ、そのチューブの直径の変化による方法、もう一つは、電流によるバルブの開放時間の制御による水量を変化させる方法である。これを Arduino とトランジスタによってソレノイドバルブに流れる電流を制御し、水滴の発生するタイミングと水滴直径の制御を可能にした。

3.2 システム構築

演奏装置としてユーザがインタフェースと通してそれらを指定して動かすことができるシステムの構築を行う。本研究で、電子楽器や音楽制作ソフトウェアで用いられる MIDI 通信の規格を用いた MIDI 通信のショートメッセージを流し、Note on (発音) の際の "Channel", "Note", "Velocity" の3つデータを Arduino 上でそれぞれ他の演奏装置の選択、"ソレノイドバルブの番号", "バルブの開放時間" に割り当てることで MIDI 出力のあるデバイスから水滴発生機構の制御を可能にした。MIDI 通信で送信される "velocity" は本来、音の強さを指すことが多いが本研究で制作する装置は、着水時または物体衝突時に発音するため電子的に音の強さを制御することは不可能であるため、バルブの開放時間に割り当て、変化させることで水滴直径の変化をもたらす、音高、音の強さを制御することを可能にした。また、本研究で独自のインタフェースを作ることにより指定の奏法のみになることは演奏者それぞれが Potarhythm の奏法、インタフェースの自由度を制限すると考え、MIDI を用いることで演奏者が様々な機器をインタフェースとして扱い、奏法を考えられるようにした。

4. 実装

4.1 設計

3で述べたシステムを元に MIDI デバイスの回路、プログラムを作成した。Arduino UNO とトランジスタ (東芝の 2SC1815GR) を使用した。着水だけでなく物体との衝突を発音機構としているため、音色の拡張のために水滴発生機構には4つのソレノイドバルブ (Hilitandn5rsq6ofhc) を使用した。これは常閉2方電磁弁で12Vで駆動するものであ

る。MIDI 通信による Velocity の信号は127段階の数値が送信されるが、それを1~127msのバルブの開放時間に対応させた。できるだけ短い開放時間で発生した小さい水滴でも水滴音が発生するように水滴発生機構の高度を調整し、1mから落とすように設計を行った。水滴の元となる水を入れるタンクはソレノイドバルブごとにかかる水圧が均一になるよう1つを共有するよう作成した。水を収容するタンクと発音する受け皿となる水槽は、中身が見えやすいようアクリルを用いて作成した。着水による水の飛び跳ねと收音するためのマイクなどを配置するスペースを考慮し、受け皿の水槽は幅、奥行き、高さ共に400mmで作製した。タンクを支えるために、アルミアングルを支柱と渡しに使用した。デバイスはタンクの底面の下に設置し、アルミアングルに穴を空け、MIDI ケーブルの差込口を作製した。

4.2 演奏

音楽制作ソフト Reason^{*4}を用いて MIDI データを打ち込み、Potarhythm を外部 MIDI 音源として自動演奏させた。装置の中央にマイクを設置し、録音できることも確認した。水滴音は完全に安定はしないが、デバイスによるバルブの開放時間の調節により、一つのバルブから低音域、中音域、高音域を人の聴覚で判別できるほどに制御することができた。また、物体衝突による水滴落打音においても、水滴直径の変化による音高の変化が見られた。水滴落打音は、衝突する物体の材質によって音色が変化するだけでなく水が音を発生させていることが認識できる音色となった。固体と固体の衝突とは違い、液体は衝突時に弾けて消えるからだと考える。

5. 考察

水滴発生を制御し、水滴落打音で演奏が可能であることがわかった。また、衝突対象物を変化させることで音色の拡張を行うことが可能になった。これは、音楽制作やパフォーマンスに活用できると考える。

参考文献

- [1] 富田幸雄, 葛西敏靖, 三浦伸也, “落下水滴の水面衝突による気泡音の発生”, 第30回可視化情報シンポジウム講演論文集, 22 Suppl. No.1, 305-308(2002).
- [2] G.J.Franz: Splashes as Sources of Sound in Liquids, J.Acoust.Soc.Am.31 (1959) pp.1080-1096.
- [3] H.C.Pumphrey and P. A. Elmore: The Entrainment of Bubbles by Drop Impacts, J.Fluid Mech. 220 (1990) pp.539- 567.
- [4] 組地翔太, 佐藤康三, “水滴着水時の音を応用したアンビエントライトの制作”, 2014年度法政大学デザイン工学部システムデザイン学科卒業研究概要集

^{*4} スウェーデンの Propellerhead Software によって開発された Windows・Macintosh 用のソフトウェア・シンセサイザー統合型 DAW (音楽制作ソフトウェア)

6. 付録



図 1 水琴窟



図 2 ソレノイドバルブ (Hilitandn5rsq6ofhc)

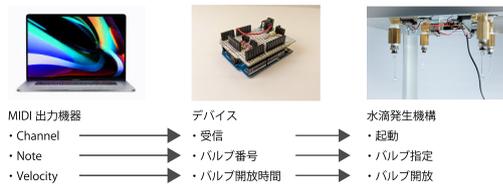


図 3 MIDI 出力から水滴発生機構までの MIDI 通信の流れ

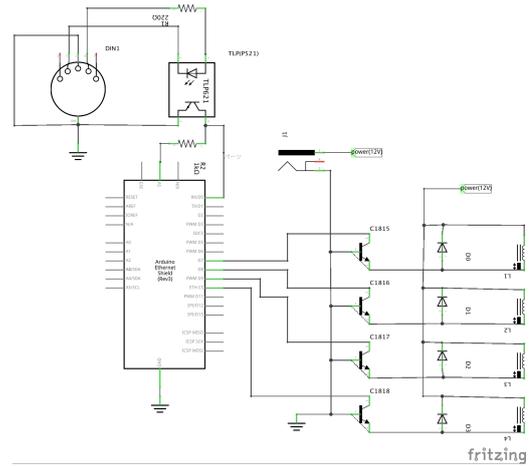


図 4 制作した MIDI デバイスの回路図



図 5 Potarhythm 全体像



図 6 左: Potarhythm を上から見た図 中央: MIDI 差込口 右: MIDI 通信とソレノイドバルブの制御を行うデバイス