

## 粒子の物理運動による音色合成の試み

江渡 浩一郎<sup>†,††</sup> 渡辺 訓章<sup>†</sup>

物理シミュレーションによって自然界のゆらぎを再現し、音楽/音色表現へと応用した。流体力学の一計算手法である粒子法を用い、流体をリアルタイムに操作可能とした。粒子の流れによる音楽/音色表現、弦振動を元にした音色表現を試みた。

### Sound Synthesis using Physical Particle System

KOUCIHIROU ETO<sup>†,††</sup> and KUNIAKI WATANABE<sup>†</sup>

We reproduce the fluctuation of the nature by using physical simulation system. We use a physical particle system to manipulate fluid object in real-time. We examined three applications, to express music and sound using flow of particles and string sound.

#### 1. はじめに

自然界における物理現象には自然なゆらぎが含まれている。日本ではかつてより、水琴窟やししおどしといった、水の流れを用いて音を出す仕組みが用いられてきた。水の流れのせせらぎをそのまま音環境として利用する場合もある。自然界のゆらぎの心地良さを利用したものとも言えるだろう。米澤ら<sup>1)</sup>は、水の流れにセンサーをとりつけ、水の流れを元に音楽を生成している。水の流れという不確定性の大きい物理現象を音の変化へと利用した例と言える。

自然なゆらぎをより積極的に利用するために、物理シミュレーションによって自然現象を再現する手法も考えられる。大海ら<sup>2)</sup>は、複雑系の生成システムによって生み出される仮想の物理現象を音響表現へと応用した。複雑系における物理現象は、ある程度までは予測がつくが、ある程度から先は予測がつかない。つまりコントロールからはみでる要素が生じる。そのようなコントロール不可能な要素が、自然のゆらぎと同じような表現の魅力の要素になりうる。

筆者による音楽作品「LifeGameMusic」<sup>3)</sup>では、セルラーオートマトンの一種であるライフゲームのルールを用いて音楽を自動生成した。盤面を縦横64の領域に

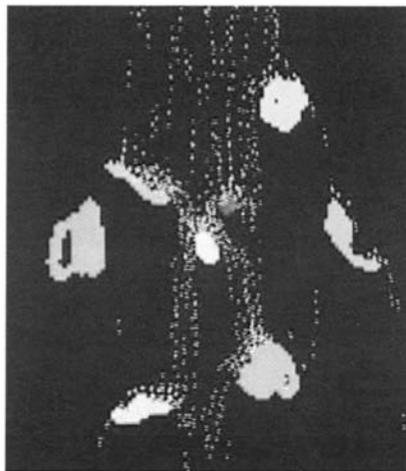


図1 粒子音楽

分割し、領域毎のセルの生死をカウントし、閾値を超えたら発音する。ライフゲームのもつ予測不可能な盤面の動きを、音楽の自動生成に応用することができた。

今回は流体力学の物理シミュレーションを元に、流体のもつ自然なゆらぎを元に音色/音楽を生成する仕組みを検討する。流体力学の計算手法の一つの粒子法<sup>4)</sup>により、流体を粒子の集合によって近似することで、リアルタイムに流体の表現が可能となった。そのような流体の表現を元にした、音楽/音色の自動生成の実験を行った。

<sup>†</sup> 独立行政法人 産業技術総合研究所 National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

<sup>††</sup> 東京大学大学院 情報理工学系研究科 創造情報学専攻  
Department of Creative Informatics, Graduate School of Information Science and Technology, The University of Tokyo

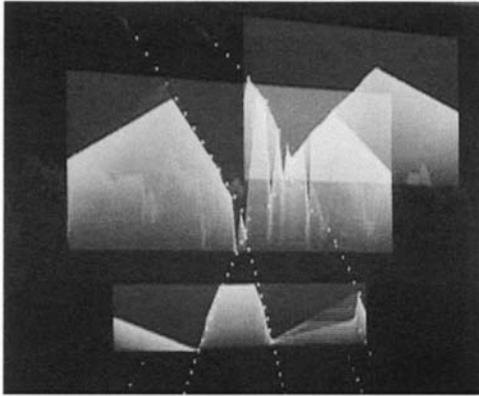


図2 粒子音源

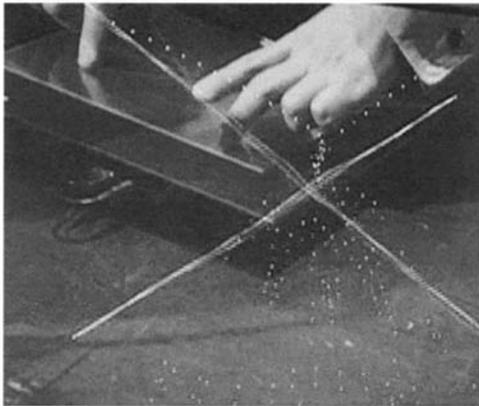


図3 弦音源

## 2. 粒子音楽

粒子の流れを元に音楽を生成するシステム「粒子音楽」(図1)を実装した。画面上部より落ちてくる粒子に壁を当てると、粒子がその壁に当たった瞬間に音となる。壁は8種類配置することができ、それぞれに音色が異なる。壁を描いたときの長さが長いと音程が低くなる。壁を適切に配置することで粒子の流れをコントロールでき、粒子の流れによって音表現が可能となる。

スプリンクラーと呼ばれる粒子を回転しながら噴出させる仕組みもある。回転するスプリンクラーの周囲に壁を配置すると、リズムのある表現が可能となる。また、画面上の重力方向を、重力検知デバイスでコントロールできるようにした。これによって重力検知デバイスを傾げるだけで、あたかも自分で粒子を触れて、粒子の動きをコントロールしているような感覚を味わ

うことができるようにした。

## 3. 粒子音源

画面上に粒子の動きを検知する四角い領域を置く。そこを粒子が通過すると、その領域上の粒子が直線で結ばれ、音の波形となる(図2)。外部のMIDIデバイスより入力を受け取り、ノートに対応した音となる。領域は移動・拡大縮小することができ、複数の領域を配置することができる。粒子を噴出するスプリンクラーは回転させることもでき、一定のリズムで噴出する粒子によって、一定のリズムで変化する音色を作り出すこともできる。

## 4. 弦音源

これまで粒子の流れのみをベースとしたが、そこから一段階踏み込み、弦という新しい要素を配置できるようにした(図3)。移動する粒子が弦を通過すると、その粒子の強さに応じて弦が振動する。弦の振動を音の波形に変化する方法が8種類用意しており、変化させることができる。この弦の振動による音色生成は、弦の動きを物理シミュレーションで再現したものであるが、非常に自然のゆらぎを感じさせる音色となった。また、そのゆらぎを元にある特定の音程の音を出せる仕組みを実装した。

## 5. おわりに

粒子の流れによる音表現手法を模索した。粒子音楽、粒子音源、弦音源の3種類の実装を行った。物理現象の可聴化というアイデアによる音表現の可能性について実験を行った。

### 謝 辞

本論文は、ヤマハ株式会社との共同研究の成果の一つである。ヤマハ株式会社の支援に感謝の意を表する。

### 参 考 文 献

- 1) 米澤朋子, 間瀬健二: 流体による楽器インタラクション, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.5, No.1, pp.755-762 (2000).
- 2) 大海悠太, 渋谷慶一郎, 江原寛人, 池上高志: 複雑系の生成システムを用いた音響ソフトウェアの開発とインストール, 第72回音楽情報科学研究報告, pp.55-60 (2007).
- 3) LifeGameMusic: <http://eto.com/1999/LifeGameMusic/>
- 4) 越塚誠一: 粒子法, 丸善株式会社 (2005).