

# ビデオゲームの制作技術を基盤とした「学習」の再デザインに関する研究

## A STUDY ON THE DESIGN OF "LEARNING" BASED ON VIDEO GAME PRODUCTION TECHNOLOGY

大内 克哉  
橋本 英治  
榮元 正博  
尹 智博  
小山 明

芸術工学教育センター 教授  
芸術工学部まんが表現学科 教授  
芸術工学部ビジュアルデザイン学科 准教授  
芸術工学教育センター 助教  
神戸芸術工科大学 名誉教授

Katsuya OUCHI  
Eiji HASHIMOTO  
Masahiro EIGEN  
Jibak YOON  
Akira KOYAMA

Center for Art and Design Education, Professor  
Department of Manga Media, School of Arts and Design, Professor  
Department of Visual Design, School of Arts and Design, Associate Professor  
Center for Art and Design Education, Assistant Professor  
Kobe Design University, Professor Emeritus

### 要旨

ビデオゲームには「遊び」の要素と並行して、人間にとって有用な「学習」の要素が含まれていると考えられる。本研究は、このリテラシーを他分野の「学習」に置き換えることが可能かどうかを実験を通して検証した上で、ゲーム制作技術を教育領域の学習支援システムの再構築に応用することを目的とする。

ビデオゲームの領域においてはプレイヤーの習熟曲線に合わせた学習方法が確立している。本研究では、学習が必要な他分野の例の一つとして音楽領域に注目し、ビデオゲームの学習方法を応用することで、楽器演奏の「難しさ」の前に「楽しさ」を体験出来る補助装置の作成を目指す。研究はゲームクリエイター、ヨコオタロウ氏と協力して進めた。

### Summary

It is considered that video games include an element of "learning" which is useful for humans, in addition to the element of "play". The purpose of this study is to verify whether it is possible to replace this literacy in a form that can be applied to "learning" in other fields through experiments, and to apply game production technology to the reconstruction of learning support systems in the educational domain.

In the field of video games, learning methods that match the learning curve of players have been established. In this research, we focus on the area of music as an example of other fields that need learning, and aim to create an auxiliary device which can experience "fun" before "difficulty" of music performance by applying the learning method of video games. The research was conducted in collaboration with game creator YOKO TARO.

## 1 研究の目的

ビデオゲームには「遊び」の要素と並行して人間にとって有用な「学習」という要素が含まれていると考えられる。本研究では、こういったリテラシーが他分野に対しても適用可能かどうかを実験を通して検証した上で、ゲーム制作技術を特に教育領域における学習支援システムの再構築に応用することを目的とする。

ビデオゲームの領域においてはプレイヤーの習熟曲線に合わせた学習方法が確立している。本研究では、学習を必要とする他分野の例の一つとして音楽領域に注目し、ビデオゲームの学習方法を応用することで、音楽演奏の「難しさ」の前に「楽しさ」を体験できる補助装置の作成を目指す。研究はゲームクリエイターのヨコオタロウ氏と協力して進めた。

## 2 研究の方法

「学習」や「習熟」に関する概念を整理し、ビデオゲーム開発技術がどういった分野に応用可能かについて検討する。楽器演奏の習熟を例にすると、現状では演奏の楽しさを知る前に、音楽の基礎知識や楽譜の読み取り、楽器自体の操作の難しさ等に直面するが、ビデオゲームの開発技術を用いてこの問題を解決するための研究を以下のように進めた。

1) 楽器演奏をする際の技能を各種要素に細分化し、「上手く演奏する」という部分の解体を行なった。要素の「楽しさ」と「難しさ」を検証した上で、実装時にリアルタイム技能調査を行うことで、コンピュータで補助する要素を決定した。「難しい」部分を排除することで「楽しさ」のみを体験できる楽器演奏装置の開発を試みた。

2) 「楽譜とずれのない演奏」というものの習熟を到達点として設定し、それとの「ずれ」に注目する。ここではその「ずれ」を「差異」としてとらえることで時間的、空間的な「緩和」を数値化し、その「緩和」を少なくすることを目的としてシステム構築をおこなった。

すなわちゲームの習熟曲線と音楽演奏の習熟曲線の「比較」を基礎として「学習」という行為を捉える。譜面もしくは譜面の映像を見ながらキーボードの演奏を行う際に、本研究で開発した「演奏補助機能」を用いることにより、楽器の初心者でも「楽しく演奏する」ための「演奏補助」と「演出」が行われる仕組みを考案した。

3) 研究は「学習」という教育概念の枠組みを拡張するこ

とを目的としている。研究の最終段階では、音楽以外の領域に対してもそういった概念を適用できるかどうかの検討もおこなった。

## 3 研究内容

1) ピアノ習熟のためのハードウェアおよびソフトウェアから構成される実験装置の試作をおこなった。

製作したシステムは、映像モニターと MIDI キーボード及び、それらを制御するプログラムにより構成される。演奏者はモニターの上部からキーボードに向かって降りてくる仮想鍵盤(後述)に合わせて左右の10本の指でキーボードを弾くことで、繰り返し学習を進める。

2) ここでは元となる楽譜と演奏とのズレを時間的・空間的な「差異」としてとらえる。たとえば間違っただけのキーを押した場合、それを空間的な差異としてとらえ、間違っただけのタイミングで押した場合には時間的な差異としてとらえる。更に、その程度によって差異を数値化する。

この差異を習熟に応じて減少させていく手法として、「空間的緩和」「時間的緩和」というゲームにおける空間や時間に対する差異の許容範囲(トレランス)の概念を応用し、その失敗に対して「演奏補助」を自動的におこなうという手段を取り入れる。これにより、正しい演奏に近づきたいという意欲を失うことなく、逆に楽しみながら練習を続けることが可能となる。

3) 演奏補助の方法については、

- 正しく打鍵が行われなかった場合も、譜面に合わせて補正する
- ある範囲までの誤差であれば正しい音を出す
- ひとつが正しければ続く音は間違っただけでも正しい音を出す

など時間的・空間的な様々な補助の可能性を検討した。

4) これらの装置の構造やプログラムは被験者に演奏を繰り返してもらい、そのフィードバックを行うことでより良いシステムの構築へと繋げることができる。こうした「学習」の方法は、今回注目したピアノ学習からさらに様々な領域における学習への応用が可能であり、その検討を今後進めていく。

## 4 開発プログラムの詳細

本研究では、音の生成とデバイス制御を MAX で、映像制御と MIDI データの処理を openFrameworks でそれぞれプログラミングを行い、この2つが常時相互に連携(イ

インタラクション)することで統合的に機能するシステムを構築した。ここで MAX とは、Cycling'74 が開発・保守している音楽や映像の処理を得意としたプログラミング環境で、openFrameworks はグラフィックスを中心に様々なデバイスを制御可能なオープンソースの C++ソフトウェアフレームワークである。

openFrameworks のプログラムは大内が、MAX のプログラムは尹が担当した。openFrameworks と MAX は、現在アートやデザインの世界において主流で使われているプログラミング言語であり、また本学のプログラム教育にも組み込まれていることから、今後の展開も踏まえこれらを使用することにした。

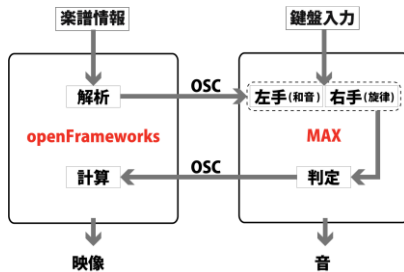


図 1) openFrameworks と MAX の模式的な連携図。情報の入出力やそれらを処理するフローを示している。

図 1 は、openFrameworks と MAX の連携をまとめたものであり、図の上部が入力、中部の枠で囲まれた部分が各プログラムにより制御されている内容、下部が出力となっている。また、openFrameworks と MAX の 2 つの異なるプログラムの連携には、元々電子楽器やコンピュータなどで音楽演奏データをネットワーク経由でリアルタイムに共有するために開発された Open Sound Control (OSC) という通信プロトコルを用いている。

### 1) openFrameworks での制御内容

openFrameworks (図 2 参照) では、まず MIDI 形式の音楽データを読み込み、その音程 (ノートナンバー) や音の長さ、音を発するタイミングといった情報を抽出する。次に得られた情報を、鍵盤をイメージした立体図形を用いて視覚的に表現する。ここではそれらを仮想鍵盤と呼ぶこと

にする。その際、各仮想鍵盤を実際のキーボードの位置に一致するよう調整し、音の長さを仮想鍵盤の長さ、タイミングを奥行きとして可視化している (図 3 参照)。また弾く指に合わせて、例えば親指は赤、人差し指は緑といった具合に色分けを行っている。

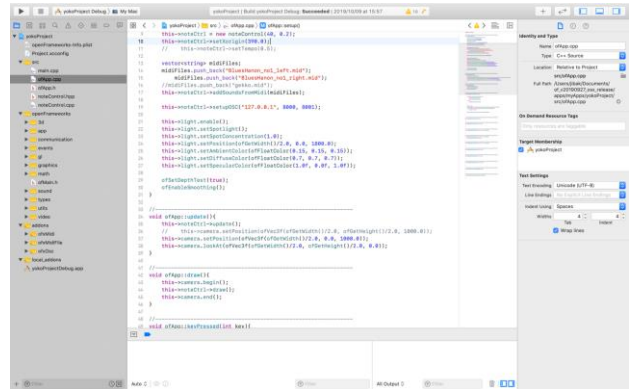


図 2) openFrameworks のプログラム画面。Xcode で開発している。

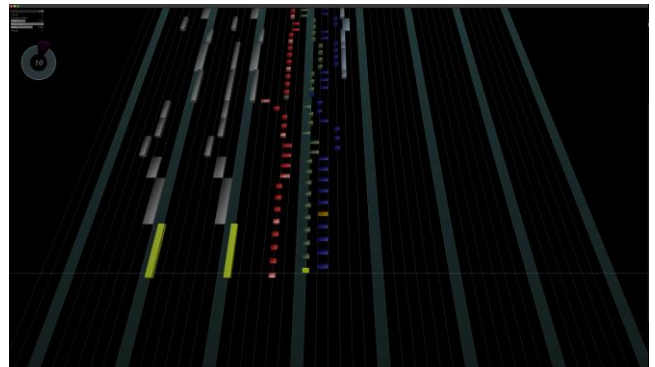


図 3) openFrameworks による表示画面。MIDI ファイルから読み込まれた情報を仮想鍵盤で可視化している。

演奏が始まると、画面の上部から仮想鍵盤が下がってきて、指定したライン上で演奏を促す。現在演奏されている仮想鍵盤は黄色で色付けしている。演奏すべき仮想鍵盤もまた色分けされており、更にキーが印字されている。それらは一定のタイミングで配置されているが、学習レベルに応じてその割合は増えていく。それらがライン上に到達した際、openFrameworks から MAX に、ノートナンバー等処理に必要な情報を、OSC を用いて送信する (図 1 参照)。それらの情報は MAX により処理され、演奏が成功したかどうかは OSC で openFrameworks に送られてくる (図 1 参照)。openFrameworks では、その結果に応じて、失敗した場合はその箇所にマーカを表示するとともに、成功の回数をカウントしていく。なお現在は、必要なタイミング中に演奏者がキーボードを弾かなかっ

た場合や間違ってキーボードを弾いた場合、正しいキーボードを弾くまで1.0秒間待つようプログラムされている(図3参照)。演奏が全て終了すると、成功率を100点満点で表示する。成功率がある閾値を超えると、レベルが一つ上がり、難易度が増していく。

## 2) MAXでの制御内容

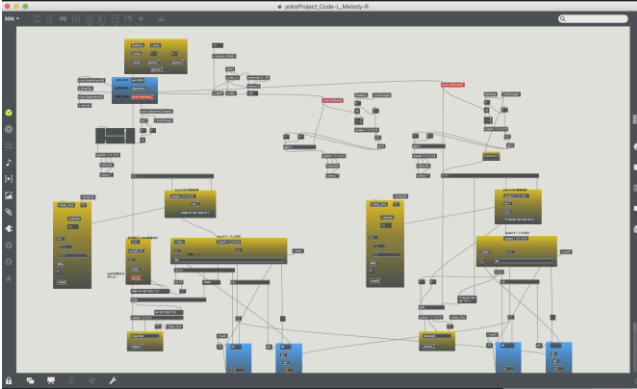


図4) MAXのプログラム画面

MAXでの制御内容は、openFrameworksで処理されたMIDIデータに対して、和音と単音を自動判別し、MAX内において異なる和音用と単音用の異なる2つのプログラムを同時に動かすというものである。

ここで和音用と単音用としたのは、ヨコオタロウ氏の提案により、サンプルとなる音楽作品としてベートーヴェンのピアノソナタ「月光」を採用しているが、この作品は構造的に左手部分が和音だけで構成されているのに対し、右手部分は旋律を中心とした単音で構成されている事による。

26



図5) ピアノソナタ「月光」の楽譜

そしてキーボードが正しいタイミングで弾かれた時に、OSCを通して、openFrameworksに音判定の可否が送られる様になっている。

特にMAXにおいては、本研究の特色である「習熟」に合わせたステップアップに対応するべく様々なモジュールから構成されており、その中の1つ、単一のキーボード入力でそれに関係する和音がMIDIデータから抽出され音が鳴るという動作は、他のシステムでは確認されておらず、本研究独自のものである。

## 5 実験

一通りプログラムが完成した後に、ピアノを一度も弾いた事が無く、また楽譜を読む事も出来ない学生に協力して頂き、その効果の確認を行った。



図6) 大内と尹によるデバッグ作業風景

その結果、本研究で構築したピアノ練習システムを用いる事によって、ベートーヴェンのピアノソナタ「月光」の第1楽章の20小節程度を、楽譜を読めなくとも、ゲームを遊ぶ感覚による指の反復操作により、20分程で弾ける様になった事を確認した。



図7) 楽譜を読めず、またピアノを弾いた事も無い学生の練習風景。20分程で20小節程度を弾けるようになった。

## 5 まとめ

本研究では、ビデオゲームの学習方法を応用することにより、通常多くの学習が必要とされる音楽演奏において、演奏技術を習得する「難しさ」の前に「楽しさ」を体験できる補助装置の製作を試みた。

ここでは特にピアノ習熟を目的とし、そのためのハードウェアとソフトウェアから構成される補助装置のプロトタイプを製作した。

試作した装置は、映像モニターと MIDI キーボード及び、それらを制御するプログラムから構成されている。具体的には、映像は openFrameworks によって、MIDI キーボード及びサウンドは MAX によってそれぞれ制御されている。それらは本来全く別の開発環境であるが、本研究では汎用的な情報伝達のプロトコルである OSC を採用することにより相互に情報を送受信することが可能となり、一体となった装置を構築することに成功している。

演奏者はモニターの上部からキーボードに向かって降りてくる仮想鍵盤に合わせて左右の 10 本の指で実際のキーボードを弾くことにより、繰り返し学習を進める。

これらの装置の構造やプログラムは被験者に演奏を繰り返してもらうことで問題点を洗い出し、フィードバックをかけることにより良いプログラムを構築していくことができた。こうした「学習」の方法はピアノ学習からさらに様々な領域における学習への応用が可能であり、その検討を今後進める予定である。

### ■ 図版出典

- 1) 尹作成
- 2) 大内作成
- 3) 大内作成
- 4) 尹作成
- 5) 『ベートーベンソナタアルバム』、全音ピアノライブラリー
- 6) 小山撮影
- 7) 小山撮影