

# 2004 年度森泰吉郎記念研究振興基金 研究助成金申請書活動報告

## —こどものコミュニケーションを支援するインテリジェント・トイの開発と評価—

政策・メディア研究科1年 大橋 裕太郎

### 1. はじめに

2004 年度、自身は“こどものコミュニケーションを支援するインテリジェント・トイの開発と評価”をテーマに、こどもが楽しみながら協調的に音楽を制作できるタンジブルなインタフェースのプロトタイプ制作、ORF でのデモ展示、外部発表などの活動を行った。その他、学習支援インタフェースやモバイルを使った科学教育プログラムのリサーチを行った。

### 2. 研究内容

#### 2.1 研究目的

この研究では、こどもが音楽学習を協調的に学ぶツールを開発する。こどもと学習の橋渡しとして遊具に注目した。ブロックという実世界のオブジェクトを取り入れることでコンピュータとこどもの垣根を取り払い、より直感的で楽しい操作環境を実現するのが狙いである。

#### 2.2 研究手法

このインタフェースを開発するにあたり、遊具をインタフェースとして取り入れるというアプローチを取る。こどもは、遊具を使った遊びの中から社会性や論理思考、想像力などを身につける。その過程の中で、こどもの想像世界と実世界とを橋渡しする役割を果たすのが遊具である。遊具の果たす役割には抽象表現と具象表現の二つがある。具象表現とは、建物、電車、人形などの具体的な形態を指す。これらミニチュア化された世界を通して世界を再構成する。これは Piaget の主張する記憶の「再構成」にあたり、遊びを繰り返すことで学んだことを見につける。抽象表現とは、抽象的な形態がユーザの想像力を支援し発見を促すことである。このような流れの中でこどもはそれぞれの個性を獲得するに至る。

今後広まりが予想されるユビキタス・コンピューティング環境においては、日常の道具がインタフェースとなり、コンピュータがより身近な存在になる。従来のデスクトップといった概念は不要になり、日常の道具から情報へのアクセスが可能になる。マルチモーダルな情報が入力信号に変換

でき、これまでのようなデバイスは必要なくなる。そう考えたとき、コンピュータなどではなく日常的に接する日用品や遊具を用いたほうがユーザにとって自然である。

こどもの学習環境においては、こどもが日常的に触れる遊具を使うことで操作性も向上すると期待できる。実体のある物と情報とを関連付け、意味を持たせることで直感的なフィードバックがリアルタイムに得られる。そのようなオブジェクトオリエンテッドな学習環境は学習の動機付けとなり、学習意欲が向上することが期待できる。

### 3. 関連研究

ヒューマンインタフェース開発の分野において、脱 GUI、身体性指向、実世界指向という流れがある。特に、モバイル端末の普及によって固定的なものから実世界へとヒューマンインタフェースの範囲は拡大している。物理オブジェクトを利用した実世界インタフェースの研究の代表として MIT の **Tangible Media** がある。タンジブル UI にはこれまで抽象的な概念のものが多かったが、次第に具体的なアプリケーションが生まれている。(Patten, J. et al:2002, McNeerney, T.S.:2004, 間瀬:2001, 伊藤:2001 など。) MIT の **Toys of Tomorrow** は、おもちゃを使った学習支援を提案したプロジェクトである。おもちゃという実世界のオブジェクトを通してプログラミングや物理法則を学べるデバイスがある。ブロックをプログラムのコマンドとして扱い、それらコマンドを組み合わせることでおもちゃの電車の走路をプログラムするという **Tangible Programming** というプロジェクトは、エンタテイメント性と実用性の面で大変興味深い一例である。同 MIT の **Toy Symphony** は、初心者やこどもでも簡単に操作、熟達が可能なおもちゃの特性を生かした楽器を発表している。おもちゃを使うことでスキルの習得を支援し、効率化を図っている。学習支援を目的としたタンジブルインタフェースは、もはや具体的なアプリケーションとして使われ始めている。

## 4. Tangible な音響合成インタフェースの実装

### 4.1 ハードウェア構成

このインタフェースの基本技術として、RF-ID を使っている。RF-ID を使うことで実世界指向のインタフェースを比較的簡単に実装でき、様々なアプリケーションと連動させることが可能である。ハードウェアは RF-ID Tag を貼り付けたブロックと、テーブルで構成されている(Fig.1, Fig.2)。



Fig.1, Fig.2 インタフェースの外観

テーブルの中には、RF-ID タグの ID を読み取るための RF-ID Reader と、読み取り範囲を広げるためのアンテナが配してある。ブロックの裏面に貼り付けた RF-ID Tag (Fig.3)からそのブロックの ID を読み取り、その都度置かれたブロックによって違ったふるまいをする。以下はシステムの構成図である(Fig.4)。

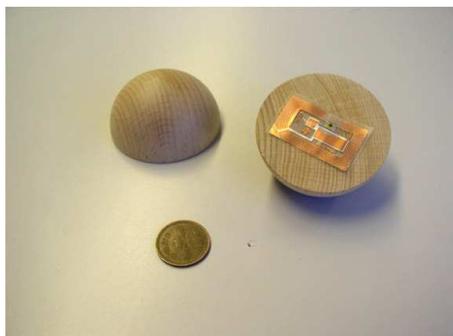


Fig.3 ブロックと RFID-Tag

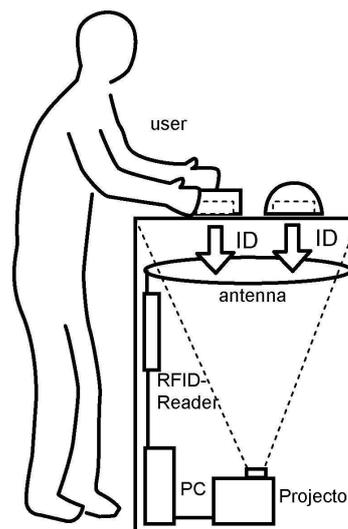


Fig.4 システム構成図

### 4.2 インタラクションデザイン

現段階では、星、半球、円柱、六角形の 4 種類の形のブロック(Fig.1)を用意し、それぞれ固有の ID を割り振ってある。テーブルの上にブロックが置かれると、それぞれにあらかじめ割り振ってある音が出されるようになっている。複数のブロックが組み合わせされると、それぞれの音をひとつにして出力する。すべてのブロックが置かれると、音は最終的にひとつのメロディーとして統合し、出力されるようになっている(Fig.5)。

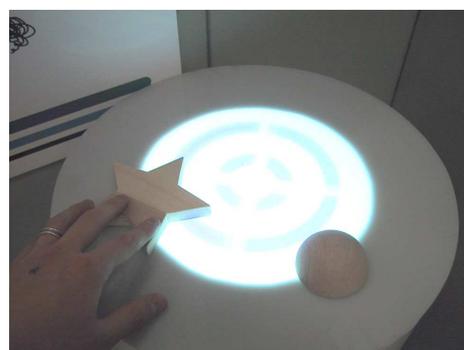


Fig.5 ブロックの組み合わせ

出力は音だけでなく、テーブルの中心に円の映像も投影される。これは、どの音が出力されているかを視覚的に表すためのものである。Fig.5 では 2 つのブロックが選択されているので、それらの音を表す 2 つの円が表示されている。現段階では、ブロックが 4 種類あるので組み合わせによって 15 種類の音を選択できる。最終的には、1 から音を作ることができるツールを目指しているが、現段階では音のセレクトタのような仕様になっている。

## 5. 予想される成果

### 5.1 協調学習支援

このシステムは物理的で同期的な協調的な作業を支援するものである。学習にこのようなシステムを取り入れることで、これまで実現しにくかったコンピュータを使った、顔と顔を合わせた物理的な協調作業が可能となる。個人作業と全体作業の統合という相互作用的な働きを通じ、参加者は適応的な技能を身につけられる。初心者同士の場合、あるいは初心者と熟達者などの場合において、ユーザ同士の作業の中で、他のユーザのやり方を真似たり、応用したりすることで作業に発展性が生まれやすい。また、作業の蓄積や意見交換などからフィードバックが得られやすい。その結果、理解の深化と技能の熟達化が期待できる。

また、円形のテーブルを共有の作業エリアとして設け、ユーザ同士が自然に顔と顔を向かい合わせるよう設計することでコミュニケーション支援を図っている。また、作業の蓄積や意見交換などからフィードバックが得られやすい。その結果、理解の深化と技能の熟達化が期待できる。

### 5.2 遊びと学びの支援

このシステムが目指すもうひとつの目標は、遊びながら学ぶことができるような、エンタテインメント性と実用性を兼ね備えることである。特に、年齢が低い子どもを対象とする場合、遊びを通して何らかのことを学べるシステムが望ましい。インタフェースにブロックや他のユーザとのコミュニケーションの要素を取り入れることで、これらの点がクリアできると考える。

学びには、作業のプロセスを再構成することが不可欠である。子どもは学習の軌跡を何度もたどることで学習を身につけようとする。ここではブロックを奥順序や組み合わせを試行錯誤する行為が学習の再構成にあたる。遊びという一種の学習行動の中で気づき、発見し、振り返るという一連のプロセスを楽しみながら経験することで多くのことを学ぶことができる。ブロックは子どもなら誰でも遊んだことがあるメタファであり操作が分かりやすいので、学習という意識を持たずにすむ。また、コンピュータのわずらわしい操作や楽器を演奏するスキルの習得をしなくても操作することができる。

## 6. これからの課題と展望

現段階での問題点は、決められた音しか出力されないことである。テーブルの上にブロックが置かれたら、そのブロックに割り当てられている音を出力する仕組みになっている。前述したように、このシステムが最終的に目指すのは、ブロックを

使って音を1から組み上げることができるシステムである。現時点で、このような処理はできない。また、ブロックと音の意味づけの問題もある。4つのブロック（半球、円柱、星、6角形）は、それぞれ太鼓、重低音、バイオリン、ビート音に対応している。これらのブロックと音の対応付けは製作者の意図によるもので、万人がそのように感じるものではない。よってユーザは出したい音を自分で操作できるわけではない。音とオブジェクトの関連付けは、万人に受け入れられるもの（たとえば、オブジェクトの動きの早さ、加速度、位置、中心からの距離、その他の科学法則など）にのっとって行う必要がある。

もうひとつの課題は、音そのものはプリミティブなものにしながらも、音の組み合わせのバリエーションを増やすことである。組み合わせが増えることで発展性が高まり、より複雑なインタラクションが望める。そのためには、ブロックの位置情報を取り、そのパラメータによってインタラクションを変化させるという手法がある。テーブルの天板の下にアンテナを複数這わせたり、アプリケーション全体に手を加えたり、ユーザへのインタラクション全体をもう一度見直したりする必要がある。

物理的な制限を少なくすることも今後の課題である。現状では、テーブルのサイズが小さいので参加する人数、使用できるブロックの数に制限がある。これら制限をできるだけ排除し、より発展性を持たせたい。

今期の外部発表：

04/11/23-24

SFC Open Research Forumにてデモ発表

04/11/23

湘南藤沢学会第3回研究発表大会にて口頭発表

キーワード：「子供 or/and 老人」

発表タイトル：「音楽の協調的製作活動を支援する Tangible UI の開発—コンピュータを使った学習環境での体験型 UI の提案と実装—」

05/2月 Interaction2005 発表予定

05/3月 情報処理学会発表予定