

# 音の輪：外遊びの楽しさを引き出すインタラクティブな 縄跳びの提案

岩崎恵美<sup>†1</sup> 樋口文人<sup>†2</sup> 安村通晃<sup>†3</sup>

外遊びをすることは、身体を動かす目的以外に、五感全体を使ってあらゆることを体感し、友人たちと一緒に遊びながら社会性や新しい秩序を学ぶという目的があると考える。しかし、近年の傾向をみると外遊びや運動をする子どもは減っている。本研究は外遊びの魅力を引き出すため、既存の遊具では実現できない要素を取り入れたインタラクティブな縄跳び「音の輪」を提案する。音の輪は、跳ぶテンポに合わせて音楽のテンポが変化する縄跳びであり、複数人で同時に跳ぶことで、音楽のテンポをそれぞれがコントロールし、音楽の重なりを作り出すことができる。試作の早い段階で子どもたちに使ってもらい、ハードウェア、ソフトウェア両方のデザインに関するフィードバックを得ることができ、プロトタイプさらなるバージョンアップに取り組んだ。

## Otonowa: A Proposal of Interactive Jump Rope that Enhances Fun on Playground

MEGUMI IWASAKI<sup>†1</sup> FUMITO HIGUCHI<sup>†2</sup> MICHIAKI YASUMURA<sup>†3</sup>

Playing outside not only has aims to be physically active, but also to feel many things using your five senses and to learn social interactions by playing with your friends. However, it is true that the number of children who play outside these days is decreasing. In order to induce the attraction of playing outside, this study proposes interactive jump rope “Otonowa” of which interaction cannot be made by existing playground toys. Otonowa is a jump rope that the tempo of the music changes corresponding to the tempo of the jumping. By playing this with other people and controlling the tempo respectively, we are able to create the compilation of music. In the early stage of our prototype, we conducted an evaluation test with children, and we got some feedbacks for both hardware and software designs. Based on those feedbacks, we have improved our prototype.

### 1. はじめに

外遊びや屋外での運動は、個人の身体能力を高めるだけでなく、社会的、感情的、認知的なスキルの獲得にも役立つ[1][2]、自ら遊びのルールを決める過程を通して創造性の発達を促すと言われている[3]。筆者自身はそれだけでなく、外遊びには、五感全体を使って空間や自然環境を体感し、友人同士で遊びながら学校では学べない社会性や新しい秩序を学ぶ機会を得ると考える。しかし、子どもを取り巻く外遊び環境は大きく変化し、体育の授業やスポーツクラブ活動以外で身体を動かしたり、外遊びをしたりする子どもの数は、その親世代に比べて減少している[4]。また放課後や休みの日によく遊ぶ場所として、「自分の家」あるいは「友達の家」を上げる子どもが多く、内遊びを好む傾向が強く、公園や校庭で遊ぶ子どもが減っている[5]。これらの現象によって、子どもの運動能力低下という新たな社会問題も引き起こされている[6][7]。

これらの背景には、次のような要因があると考えられる。

1. 子どもが外遊びを楽しむ時間、場所、仲間の減少[8]
2. ゲームやインターネットなどのエンタテインメントコンテンツの充実
3. 外遊び自体が相対的に単調なものとなり、それ以外の遊びの選択肢に匹敵する魅力をもっていない

本研究では3に対する解決策とし、既存の外遊びとデジタルコンテンツを組み合わせた遊具「音の輪」(図1)を提案する。現代社会では、物理的な運動時間、場所、仲間の減少や昔ながらの外遊び離れを直接的に食い止めることは困難である。さらにデジタル機器を用いたエンタテインメントコンテンツの台頭、およびそれを子どもたちが享受するのを止めることは、遊びの否定に繋がりがかねない。そこで筆者らはインタラクティブな要素を含んだ新しい遊具を制作し、既存の遊具では実現できないインタラクションを取り入れ、現代の子どもたちに受け入れられるような形で、外遊びの楽しさを引き出そうと考えた。

筆者は、誰もが一度は使ったことがある縄跳びを題材に、インタラクティブな遊具「音の輪」を制作した。縄跳びは手軽で一人遊びから複数人遊びまで幅広く対応できる。さらに体力向上に必要な跳躍力だけでなく、さまざまな技を習得する過程で試行錯誤を繰り返しながら創造性を育むという特徴を持つ。

<sup>†1</sup> 慶應義塾大学環境情報学部  
Faculty of Environment and Information Studies, Keio University

<sup>†2</sup> 慶應義塾大学 SFC 研究所  
The Keio Research Institute at SFC, Keio University

<sup>†3</sup> 慶應義塾大学環境情報学部  
Faculty of Environment and Information Studies, Keio University

## 2. 関連研究

### 2.1 デジタル遊具に関する研究

近年、インタラクティブな要素を含んだ新しい遊具(=デジタル遊具)に関する研究が数多く行われている。それは前章でも述べたように、子どもに身体を動かす楽しさを再認識してもらい、外遊びを促進するためであると同時に、そのような遊具が遊んでいる者同士の社会性を高めるからである[9]。具体的には身の回りの音と動きを利用して自分たちだけの新しい遊びを作り出すことができる遊具Sound Candy[10]やプレイヤーが自由にルールを決めて遊ぶことのできる遊具More1[11]などがある。さらに商業的な面では、任天堂のWii Fit[12]やダンスダンスレボリューション[13]などが実用化されActive Gamingという名称で呼ばれるようになってきている。本研究はこのようなデジタル遊具の流れに含まれるものであると考えている。

### 2.2 身体動作とインタラクションに関する先行研究

デジタル遊具以外に、身体を動かすことにエンタテインメント性を持たせたシステムや運動を促進するデバイスを紹介する。縄跳びと音楽を融合させた作品として大縄オーケストラ[14]がある。これは複数人でバーチャルな縄跳びを跳ぶことで、オーケストラの一体感のある演奏を体験できるシステムである。しかし、これは実際の縄を跳ぶわけではないため、身体を動かす楽しさを最大限引き出すことは難しい。また室内で大掛かりなシステムを用いる必要があり、本来大縄跳びをやる屋外空間で使うことはできない。同様に、the Interactive Slide Project[15]は、屋内に巨大な滑り台空間を作り、滑り台に映像をプロジェクションする作品で、暗い閉じた空間が必要である。身体を動かすときの重要な要素である屋外であることや気軽に楽しめることに関しては制限があると言える。したがって、外遊びコンテンツの1つの選択肢としてより楽しい遊具を制作することはまだ発展途上の研究課題である。

## 3. 音の輪の概要と設計

### 3.1 システム概要

音の輪は、縄跳びを跳ぶテンポに合わせて、音楽のテンポが変化するインタラクティブな縄跳びである。ここでいうインタラクティブとは、縄を速く回すと音楽の再生スピードが上がり、逆にゆっくり回すと音楽のテンポが下がる仕組みで、縄跳びの持ち手についたスイッチで音楽の再生、切り替え、停止ができることを指す。音楽の切り替えはスイッチを押すことでランダムに選曲される。通常縄跳びは一人で遊ぶものというイメージがあるが、本システムでは、プレイヤーの工夫次第で、複数人で音の輪を跳んだときに、音楽のテンポをそれぞれがコントロールし、輪唱や重奏を作り出すことが可能である。



図1 インタラクティブな縄跳び「音の輪」

### 3.2 システム要件

筆者の体験では、縄跳びには小学校の体育の時間にさまざまな技を練習し、その技ができるようになる嬉しさがある。音の輪は、縄跳びが好きな子もそうでない子も含め、自分の身体動作を入力として音楽を出力する楽しさを体験してもらい、身体を動かすことを楽しんでもらおうという作品である。その目的を達成するため、本システムに求められるシステム要件は以下の4点である。

- ・シンプルであること

外遊びに限らず、遊びは本来直感的にルールを理解できることが人を飽きさせないために重要である。そこで音の輪は身体動作を通じて、インタラクションの原理がすぐに理解できるよう視覚と聴覚に訴求する出力方法が必要である。

- ・安全であること

縄跳びを跳ぶ最中にデバイスの導線に引っかかったり、ケガをさせたりしないことが大切である。

- ・遊びを自由に発想できること

遊びにおいてルールは必要最小限に留め、プレイヤー自身がルールを作れることが楽しさを引き出す一つの指標となっている[9]。そこであえてゲーム性をもたせたシステム(たとえば、音楽のテンポが早い状態を一定時間キープできた人が勝者など。)にはしない。

- ・縄跳びを跳ぶ身体動作によって、プレイヤーが考えもしないフィードバックを得ること

適切なフィードバックや予想外のフィードバックが起きると、人のモチベーションが上がり、プレイヤーを楽しませることができると言われている[16]。

### 3.3 システム実装

音の輪のシステム構成を図2に示し、説明を行う。

#### 3.3.1 ハードウェア

今回、実装のしやすさ、無線接続のしやすさから、Arduino Fioをベースに手の回転速度を測るための3軸加速度センサー(KXM52-1050モジュール)、音楽を切り替えるためのタクトスイッチを取り付けて、音の輪を制作した。また電池として、小型のリチウムイオンポリマー電池3.7V、400mAhを採用した。Arduino Fioに取り付けたXBee(XB24-AWI-001)

を通じ、PC (dynabook SS RX2 TG120E/2W) 側のXBeeと無線通信を行い、それぞれのセンサーの値を取得する。それをプログラムで読み込み、ディスプレイの映像およびスピーカーからの音楽として出力する。

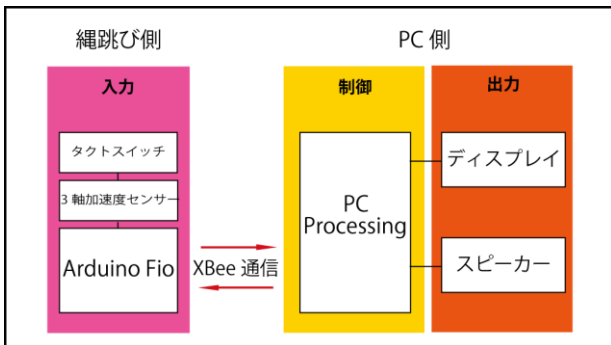


図 2 音の輪システム構成

縄跳びの持ち手部分への取り付けに関しては、プラスチック製の縄跳びの柄を超音波カッターで半分に切り、間にデバイス挿入する形をとった。タクトスイッチは、子どもが持ち手を握ったときに、無意識に指で押してしまうことがないように、指をスライドさせなければ届かない位置に取り付ける工夫をした。

### 3.3.2 ソフトウェア

Processingを用いて3軸加速度センサーの値とタクトスイッチの値を取得するプログラムを作成した。本システムの実装では、どのようなプレイヤーが縄跳びを跳んでも、その手の動きと音楽のテンポが同期していると感じられるよう数十回に渡って3軸加速度センサーのデータを取得し、それを分析することでプログラム上の工夫を行った。それは跳ぶときのテンポを、加速度センサーの出力ピークを数えることで実現したことである。図3は3軸加速度センサー（Z軸）の値の変化を時系列で示したものである。青線は縄跳びを速く回したときに得られたZ軸の値、一方赤線はゆっくり回したときに得られたZ軸の値である。この図からも分かるように、3軸加速度センサーのピーク値の間隔は、縄を回すスピードが速い、つまり縄を跳ぶテンポが速ければ速いほど狭くなり、跳ぶテンポが遅いと逆に広がる。そこで、連続するピーク間隔30個の平均を割り出し、平均よりどのくらい数が多いか、少ないかで、跳ぶテンポを定義した。

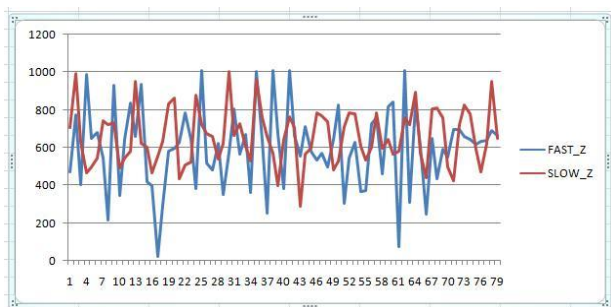


図 3 3軸加速度センサー（Z軸）の値の変化

また図4に示されているように、PCのディスプレイ上に、0.5～1.2までの範囲で変化するリアルタイムのテンポ数値とその数値に合わせて円を描く速度が変わるグラデーション模様をProcessingで作成し、視覚的に入力値の変化を感じ取れるビジュアルなフィードバック方法を考えた。



図 4 ディスプレイのビジュアルデザイン

## 4. 考察

### 4.1 予備実験

以上のような実装を行うに当たり、本研究では予め音の輪バージョン1を制作し、2012年7月2日（月）14時～16時に墨田区緑小学校のいきいきスクール事業の一環である「みどりっ子クラブ」にて、予備実験を行った。みどりっ子クラブで通常使用している校舎2階の多目的室の一部を借り、小学校1年生と2年生計4名に実験協力をお願いした。当日はビデオ撮影を行い、子どものお迎えに来ている親御さんにも研究の趣旨を説明し、同席してもらった。実験で確かめたポイントは以下の2点である。

- ①縄跳びの持ち手が握りやすいか
- ②子どもは音の輪に対してどのような反応を示すか

### 4.2 得られた知見

①に関して、図5に示すように、小学校低学年の児童の手では、持ち手を握り込むことができないと分かった。これは当初リチウムイオンポリマー電池3.7V, 1000mAhを使用していたため、電池の横幅が縄跳びの持ち手よりはみ出してしまったからである。また音楽の再生、切り替え、停止用につけていたタクトスイッチが、持ち手に収納できておらず浮き上がった状態になっていたこと、それを取り付けた位置がちょうど子どもの親指に当たる部分だったことから、手を回しているうちに無意識的にボタンを押してしまうという不具合も見受けられた。そこで電池を小型化し、タクトスイッチの位置を側面に移動させ、バージョン2の制作を行った。

②に関して、実験に協力してくれた児童たちから「面白い」「楽しい」というポジティブな意見が聞け、インタラクティブな遊具で遊べることを喜んでいるようだった。小学校2年生の男子児童は、音の輪のシステムに非常に興味を示し、どういう仕組みで音楽がPCから出ているのか、しき

りに尋ねてきた。それ以外に、4人の反応から、本システムに組み込む音楽の選定において、小学校低学年が対象であるとはいえ、「小さな世界」や「うさぎとかめ」などの童謡はあまり小学生に馴染みがなく、適さないことが分かった。この実験では童謡以外に「ミッキー・マウス・マーチ」を選曲できるようにしておいたところ、小学校1年生の女子児童から高評価を得た。さらに音の輪を手を持って回している途中、PCのディスプレイに表示されている数値データの変化を注視していたことから音楽のテンポが上がったり、下がったりする様子を視覚的にも見せる工夫が必要であるということが分かった。そこでディスプレイ上に図4のような表示を行うことにした。



図 5 子どもが音の輪を握ったときの様子

## 5. 課題と展望

今回制作した音の輪のシステムの課題と展望について述べる。

### 5.1 XBee 通信に関する検討

本システムの試作を重ねて行く中で、XBeeの無線通信が途中で切れるという事態が何度か発生している。他の無線通信機器との衝突を避けるため、X-CTUを使い、PAN IDの設定などを行ってはみたものの、縄跳びの持ち手にデバイスを組み込む際、ホットボンドを使って結合させていることや握っているときの手の水分と干渉して通信が疎外されているなど他の原因の存在も考えられる。この点に関しては、依然としてはっきりと理由は分かっておらず、特にPC側に接続したXBeeから距離が遠くなると必然的に通信が切れやすくなるため、現段階では距離を限定しない走り跳びや激しい身体動作を伴う二重跳びなどが可能なデバイスとはなっていない。通信を安定させることは今後の課題である。

### 5.2 本格的な評価実験

現在、音の輪バージョン2のプロトタイプを使った評価実験を準備している。小学校1,2年生を対象として、大学のある地元の児童クラブに協力を仰ぎ、音の輪を体験してもらおうと考えている。実験では、音の輪という遊具が先述したシステム要件を満たすものとなっているのかを確かめるとともに、子どもがどんなときに楽しさを感じるのかを観察する。

現段階の実装で、身体を動かすことの楽しさを引き出すことに成功したものの、システムの条件上、外で遊ぶことを促すまでの機能追加には至っていない。本来縄跳びは外で自由に遊ぶものであると考え、今後は音の輪を渡せば自然と公園に行くようなきっかけを与えるものとしていきたい。

## 6. おわりに

本研究では、跳ぶリズムに合わせて音楽のテンポが変わる縄跳び音の輪を紹介し、インタラクティブかつ新たな外遊びコンテンツとして身体を動かす楽しさを引き出す可能性について議論を行った。

## 参考文献

- 1) Janienke Sturm, Tilde Bekker, Bas Goenendaal, Rik Wesselink, Berry Eggen: Key issue for the successful design of an intelligent interactive playground IDC2008, 258-265.
- 2) Sue Waite: Losing our way? The downward path for outdoor learning for children aged 2-11 years, Journal of Adventure Education and Outdoor Learning, Vol.10, No.2, December 2010, pp.111-126.
- 3) Lisa Witherspoon, John P. Manning: Active Gaming: The Future of Play?, American Journal of Play, volume 4, number 4, 2012, 464-487.
- 4) 村瀬浩二, 落合優: 子どもの遊びを取り巻く環境とその促進要因: 世代間を比較して, 体育学研究 52: 187-200, 2007.
- 5) 子どもの遊び実態調査 調査結果 (要約版)  
<http://www.ambitious.pref.fukuoka.jp/pdf/material/research/asobijittai0203.pdf>
- 6) Benesse 教育研究開発センターが選ぶ「調査データ クリップ! 子どもと教育」2007年8月27日  
<http://benesse.jp/berd/data/dataclip/clip0008/clip0008a.pdf>
- 7) 文部科学省 平成22年度全国体力・運動能力、運動習慣等調査結果  
[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/sports/kodomo/zencyo/1300266.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/sports/kodomo/zencyo/1300266.htm)
- 8) 文部科学省 子どもの体力向上のための総合的な方策について (答申)  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/021001a.htm#g0201](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/021001a.htm#g0201)
- 9) Tilde Bekker, Janienke Sturm, Berry Eggen: Designing playful interactions for social interaction and physical play Pers Ubiquit Comput(2010) 14:385-396.
- 10) 石橋秀一, 石澤太祥, 植木淳朗, 爪生大輔, 勝本雄一朗, 神山友輔, 白鳥成彦, 徳久悟, 橋本翔, 奥出直人, 稲蔭正彦: Sound Candy: ユビキタスコンテンツ設計手法を用いたケーススタディ, エンタテインメントコンピューティング 2009, pp.167-170, 東京, 16-18 September, 2009.
- 11) Kenji Iguchi, Masa Inakage: More!: Remotely Launchable Outdoor Playthings, ACE2006, 35-36.
- 12) Wii Fit, <http://www.nintendo.co.jp/wii/rfnj/>
- 13) ダンスダンスレボリューション,  
<http://www.konami.jp/bemani/ddr/jp/>
- 14) 横窪安奈, 佐藤彩夏, 椎尾一郎: 大縄オーケストラ: 身体動作と音楽を融合したインタラクティブシステムの提案, エンタテインメントコンピューティング 2010.
- 15) Joan Soler-Adillon, Jaume Ferrer, Narcís Parés: A Novel Approach to Interactive Playgrounds: Interactive Slide Project, IDC2009, 131-139.
- 16) 徳久悟, 稲蔭正彦: エンタテインメントシステムにおける楽しさをデザインするためのインタラクションモデルに関する考察, 情報処理学会論文誌 Vol.48 No.3, 2007.