

とびとび:大縄跳び訓練ゲームの開発及び マイクロコズミックアプローチによる評価

新井恒陽^{†1} 高澤有以子^{†2} 栗飯原萌^{†3} 古市昌一^{†3}

概要: 我が国では 2007 年に出生率が過去最低の 1.26 となった後 2016 年は 1.44 と改善の兆しがあるが、少子高齢化は社会問題となっている。そのため、一人っ子の増加等の影響により屋外で兄弟姉妹または友人同士で遊ぶ機会が減少し、子ども達が協調性を醸成する場の欠如が懸念されている。更に、保健体育等の授業においては楽しさを感じられる授業の実現が必要不可欠であると認識されているにも関わらず、授業中のネガティブな体験によりそれが苦手になる場合も多い。そこで、本研究では大縄跳びを仮想空間上で行うシリアスゲームを開発し、「協調性向上」と「エンタテインメントとしての運動能力向上」を実現した。本稿では、子どもの協調性の向上を実現する要素を数多く組み込んだ「とびとび」の概要を示すとともに、技術と情報と人とのインタラクションから構成される社会システムの評価に適すると考えられるマイクロコズミックアプローチによる評価結果について述べる。

Tobi Tobi : A Development of Group Jump Rope Training Game and Evaluation by Microcosmic Approach

KOYO ARAI^{†1} AIKO TAKAZAWA^{†2}
MEGUMI AIBARA^{†3} MASAKAZU FURUICHI^{†3}

Abstract: With the prolonged reality of Japan's low birthrate and aging population, the pressing issue is not only its economic downturn but also a breakdown in the fabric of social life, especially for young children. As the fertility rate recoded at lowest of 1.26 in 2007, it's 1.44 in 2016, the majority of school children are also raised in only one child environment where they tend to lose the immediate availability of others with whom to interact socially. Therefore, in this study, we set our objective to improve young children's cooperability in a playful environment using a collaborative serious game called "Tobi Tobi." Using this virtual group jump rope game, designed to help people quickly acquire coordination and communication skills, we explore the microcosmic approach in order to understand the effect of the playful virtual coordination and communication skills among players.

1. はじめに

我が国では出生率の低下による少子高齢化が社会問題となっており、一人っ子の増加等により屋外で兄弟姉妹や友人同士で遊ぶ機会が減少している。そのため、子どもの協調性、人間関係の構築力及び社会性の欠如等が問題として指摘されている。

また、中央教育審議会では体育・保健体育の授業現場が抱えている諸問題として以下の課題が挙げられている[1].

- ・ 一つの観点に偏った指導が見られること
- ・ 課題解決する学習が不十分であること
- ・ 体育水準が依然として低い状況が見られること
- ・ 新たな健康課題に対応した教育が必要であること
- ・ 運動やスポーツが「嫌い・やや嫌い」と答える中学生女子生徒が、約 2 割見られること

これらの課題解決のためには、楽しさを感じられるプレイフルな体育・保健体育の授業の実現が必要不可欠である。そこで、友人同士による遊びや一緒に切磋琢磨する機会の減少により生じる「子どもの協調性の欠如の改善」及び「楽しさを感じられる体育・保健体育の授業」を実現するために、大縄跳びが有効であると考えた。

大縄跳びは、グループ全員が夢中になって取り組む魅力ある種目であり、学校教育での体育行事として導入される機会が多い。授業内での練習だけでなく、休み時間にも自主的に練習を行い、大会前は盛り上がる。しかし、大縄跳びに苦手意識がある子どもはストレスを感じる傾向がある。そこで我々は大縄跳びをモチーフにしたシリアスゲーム「とびとび」を開発した[2]。モーションキャプチャを用いて大縄跳びを行う仮想空間を実現し、その中で子ども達が飛び跳ねる行動をすることで、「協調性向上」と「エンタテインメントとしての運動能力向上」の双方の達成が期待できる。本稿では、「とびとび」の概要と実験による改良及びマイクロコズミックアプローチによる評価結果について述べる。

^{†1} 日本大学生産工学部

Nihon University, College of Industrial Technology

^{†2} イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校 情報科学大学院

University of Illinois at Urbana-Champaign, School of Information Sciences

^{†3} 日本大学大学院 生産工学研究科

Nihon University, Graduate School of Industrial Technology

2. 関連研究

身体動作を用いたインタラクティブシステムに関して、数多くの研究が行われている。大縄オーケストラ[3]では、参加者全員が壁と床に投影されたバーチャルな縄を跳ぶことで、オーケストラを演奏することができる体験型システムを開発し、身体動作と音楽を融合した新しいインタラクティブシステムを提案している。この研究では、2～3人で同一画面を観ることでより一体感を醸成し、ゲーム性を高めている。一方で、実際に大縄跳びが苦手な人や運動が不得意な人には、大縄跳びと同じようなストレスを感じてしまう問題点がある。

また、協力的運動プログラムとしての大縄跳びの効果[4]では、体育授業に大縄跳びを導入することで、生徒に統制感を感じさせ、仲間と協力することで体育授業参加に対するストレスを軽減することができるかを確かめている。授業のウォーミングアップとして大縄跳びを行い、ストレスに関するアンケートを行った結果、予想していた「ストレスを軽減する」という結果には至らなかった。この理由として大縄跳びを導入した結果、失敗した生徒への批判が更にストレスを感じる結果となってしまったと考えられる。クラス全員で行える運動であることから大縄跳びを実施する学校が多いが、大縄跳びでは跳んだ回数を競い合うため、大縄跳びに苦手意識のある子どもは、縄に引っかかってしまった際に周りに責められることを恐れて大縄跳びを楽しめずに肩身が狭くなってしまう傾向がある。

3. とびとびの提案方式

「とびとび」では、「協調性向上」と「エンタテインメントとしての運動能力向上の実現」の双方を達成するために、以下の5項目を提案する。

○提案

- (1) 実際の大縄跳びに近く、身体を使ったシステムの実現
- (2) ミスへの恐れを軽減し、参加者の特性に合わせたプレイの実現
- (3) 参加者のモチベーションの向上の実現（エンタテインメント性の追求）
- (4) 協調性の向上及びコミュニケーションを促進させる機能の実現
- (5) 運動能力向上の的確なサポートの実現

上記の提案(1)を目指すために、とびとびでは、モーションキャプチャを利用し、プレイヤーはジャンプをして大縄跳びを行う。その他4点を考慮した機能については「特徴的な機能」として、4章で述べる。

プレイ画像の例を図1に示す。本システムはUnityとKinect for Windows v2(Kinect) [5]を用いて実装した。ディスプレイ内では3Dキャラクタ(NPC)が大縄跳びを回す。同時プレイ人数は2～4人を想定する。参加者は、回っている縄を跳ぶタイミングでジャンプをし、飛べた時間・回数等で得点を稼ぐ。

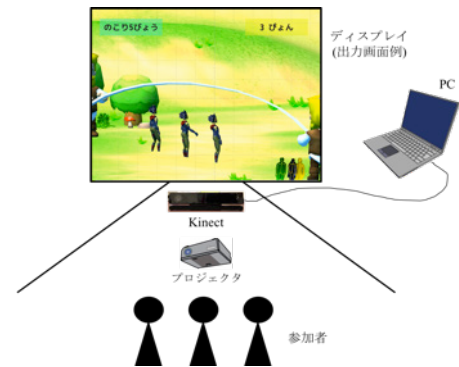


図1 プレイ画像の例

Figure 1 Play image.

4. とびとびの特徴的な機能

「とびとび」は、協調的な運動を支援する機能を備えるとともに、大縄跳びの問題点を解決することを目的としたゲームデザインとした。ここでは、大縄跳びの問題点を「失敗した生徒への批判が更にストレスを感じる」とことと定義をする。「とびとび」は、大縄跳びの問題点を解決する要素及び大縄跳びの効果を最大限に生かした協調性を育むために必要な要素を、次に示す機能として組み込んだ。

4.1 ジャンプのタイミング

チームで同じタイミングで跳ぶことに成功した際、縄が回りゲームが開始される(図2-1)。紐に引っかかる判定の際は、跳ぶ前のタイミングで縄が止まり、ミスをしたことを表す画像が表示される(図2-2)。再開するためには、タイミングを合わせて跳ぶ必要があるため、ユーザーのペースで行うことが可能になる。また、この際に声を掛け合うなどの協調作業が期待できる。



図2-1 ジャンプのタイミングに関する例その1

Figure 2-1 Examples of jump timing (1).



図 2-2 ジャンプのタイミングに関する例その 2
Figure 2-2 Examples of jump timing (2).

4.2 ライフポイント

大縄跳びが苦手な人を対象に、ミスを確認されずにゲームが継続する機能(ライフポイント)を付けた。ゲームが始まる前にライフポイント選択画面(図3-1)へと遷移し、0から3のライフポイントを選択する。この選択したレベルの回数分、ミスをしてでもゲーム上ではエフェクトが表示され、ゲームの進行は止まらない(図3-2)。これは、大縄跳びが苦手なプレイヤーでもミスへの恐れを軽減し、プレイを楽しめるようにしたためである。



図 3-1 ライフポイント選択
Figure 3-1 Life point selection.

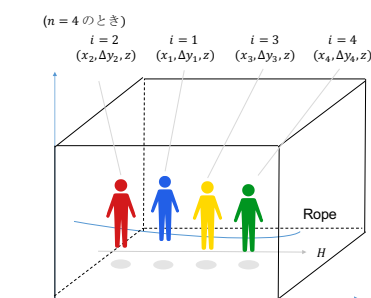


図 3-2 ミスのエフェクト
Figure 3-2 Miss effect.

4.3 タイミングボーナス

跳んだ回数のみがスコアに反映されるのではなく、お互いのタイミングによってボーナスポイント(メダル機能)が加算される(図4)。お互いのジャンプをしたタイミングを内部に格納し、参加者間の誤差を求め、この誤差が短いほど良いスコアが加算される。これにより、更にスコアを加算

させるため、お互いを意識し合い、掛け声を掛けるなどの協調作業が期待できる。



$$ScoreTime = \frac{1}{n-1} \sum_{i=2}^n (T_i - T_{i-1}) \quad (n=2,3,4)$$

n ... プレイヤー人数
 T_i ... i 番目にプレイヤーが高さ H に達した時($\Delta y_i = H$)の基準点からの計測時間(s)

ScoreTime: Bonus Point Medal	
0 ~ 0.05 (s)	S
0.05 ~ 0.1 (s)	A
0.1 ~ 0.15 (s)	B
0.15 ~ 0.25 (s)	C
0.25 ~ (s)	D

図 4 タイミングボーナス

Figure 4 Timing Bonus.

4.4 タイミングチェック

参加者間のジャンプタイミングの誤差を数値的に確認する機能である。本機能により、体験後の解析が可能となる。

4.5 その他

その他の特徴的な機能として、集合写真撮影機能(図5-1)、ランキング機能(図5-2)を実装した。

以上のような機能により、参加者のモチベーションの向上や、さらなるコミュニケーションの促進、エンタテインメント性の追求を目指している。



図 5-1 集合写真

Figure 5-1 Group photo.

のこり8びょう		16 びょう
メダル: S S S S S A A S S S S A		
ボーナス: 36		
ジャンプ回数: 16		
Score: 52		2 位
1: score 55	7: score 44	
2: score 52	8: score 35	
4: score 51	9: score 26	
5: score 48	10: score 16	

図 5-2 ランキング

Figure 5-2 Ranking.

5. 評価

5.1 評価の概要

東京都内の私立中学校による大学見学会(2017 年 11 月)の体験学習「シリアスゲームを体験する」において、本大縄跳びゲームの体験会を実施した(図 6). 本システムを 3~4 名で 1 プレイとして、全体で 20 チーム 73 名の中学生が 1 プレイずつ体験をし、参加の様子をビデオ収録により観察した. 1 プレイの制限時間は 30 秒とした.

また、体験した人を対象にアンケートを実施した. このアンケートは 5 段階 (1:全然当てはまらない, 2:あまり当てはまらない, 3:どちらとも言えない, 4:やや当てはまる, 5:よく当てはまる)として評価した. アンケートは以下の 6 項目とした.

- もう一度遊んでみたいと思いますか?
- このゲームを通じて実際の大縄跳びはうまくなりそうですか?
- 参加者同士のコミュニケーションは促進されましたか?
- 息を合わせて跳ぶことはできましたか?
- このゲームは楽しかったですか?
- 実際の大縄跳びは得意ですか?



図 6 体験会の様子

Figure 6 Experiment environment.

5.2 マイクロコズミックアプローチによる評価

4 章に述べた本システムの特徴的な機能によって、参加者にもたらす心理的効果を、マイクロコズミックアプローチにより観察し、本システムの評価を実施した. マイクロコズミックアプローチとは、構造(structure)及び構成要素間の命令体系(order)で構成される社会システム(social system)を評価する方法のことで、利用者の使用によって動的に変化する 4 要素 (participants, perspectives, rules, expressions) と併せてその社会システムをマイクロコズム(microcosm)と呼び、変化する 4 要素の観察を通して評価する方法のことである.

本体験会を社会システムとみなした場合のマイクロコズムを表 1 に示す. ここでは、特に特徴的であった 3 グループをグループ A,B,C として、以下に述べる.

グループ A は男子 4 名の普段から仲の良いグループである. 参加者間では、「4.3」に述べた機能により、スコアを高めようと、毎回ジャンプをする際にお互いが声を掛け合う様子や、お互いが向き合い笑いを共有する様子が見られた. これは、お互いを意識し合い協調作業を行う機会が、本システムにより多く創出することができたと考えられる.

グループ B は女子 3 名と男子 1 名の計 4 名のグループである. 参加者間では最も低いスコアのグループであった. 参加者の一人が「4.2」に示したライフポイントを 0 としてゲームを開始した(その他全てのグループの参加者は 3 と設定). そのため、ゲーム上のタイミングに慣れ始める前に、低いスコアでゲームが終了してしまった. また、参加者間でのコミュニケーションがあまり取ることができず、ジャンプのタイミングは参加者ではない筆者が声を掛け合図を取った. 今回のプレイでは、参加者間でのコミュニケーションの創出を行うことができなかったが、このゲームでの「4.2」に示したライフポイント機能がもたらす効果と、

表 1 本体験会でのマイクロコズム

Table 1 Microcosm of this experiment environment.

		グループA	グループB	グループC
Structure	物理的及び建築的制約	・約1mのマークで記している間隔に並ぶ.		
		・最初に近くに滞在したが、彼らがプレイしたときに広がった.	・他のグループよりも多くのスペースを使用	・近づいたまま変化なし
Order	指令・指示、集団形成、環境	・センサーの前に立つ. ・回している縄のタイミングが合うようにジャンプする.		
		・まわりの生徒からの声援	・まわりに見られてしまうのを恥ずかしがる.	・まわりに他の生徒はいない.
Participants	各プレイヤー 年齢・性別、チーム構成、ゲーム以前のコラボ経験&関係性、ゲーム後の関わり	初対面0人 14歳 男子4名	初対面0人 13歳 女子 3名 14歳 男子 1名	初対面1人 14歳 女子 2名 制作者 1名
Perspectives	ゲームに関する知識・経験、大縄跳びに関する知識・経験	・運動経験豊富	・運動能力はあまり高くない.	・ゲームに慣れた制作者を含む.
Rules	どうやってゲームを開始したか&終了したか、与えられた指示以外の命令、声かけ、タイミングの測り方、イニシアチブの取り方、口頭や無言でのやりとり	・複数人が声を掛け合いながらジャンプをする.	・外部からの掛け声を頼りにジャンプをする.	・制作者が声を掛ける.
Expressions	外在化された情報や知識、新しい表現、顔の表情&声のトーンの変化、困惑、許容具合	・参加中にも手を叩いたり、お互いが向き合い笑いや大声を出す.	・お互いが画面に集中	・小さい声量の掛け声 ・終了後に高いスコアを見て女子2人がハイタッチ

「4.1」に示したタイミングを合わせるために参加者間での掛け声を掛け合うことの2つが、制作意図通りに機能している点を確認することができた。

グループCは女子2名と著者1名の3名のグループである。参加者間の掛け声が小さいにも関わらずコミュニケーションを取ることができ、タイミングが合い良い結果を得ることができた。これは、ゲーム内で独自の世界とチームに合ったコミュニケーションの取り方を創出することができたと考えられる。

5.3 アンケートによる評価

図7にアンケート結果を示す。「このゲームは楽しかったですか?」と、「もう一度遊んでみたいと思いますか?」の項目では、非常にそう思うという回答が多く、参加者は楽しく大縄跳びをすることが実現出来たことがわかる。

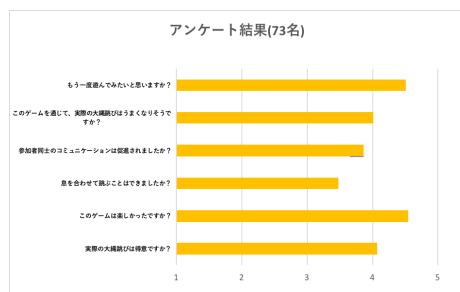


図7 アンケート結果

Figure 7 Questionnaire results.

また、本アンケートを元に非階層クラスター分析した結果を図8,9に示す。図8の(1)には「楽しく、コミュニケーションが促進される」かつ、「息を合わせて跳ぶことができ、コミュニケーションが促進された」集団が示されている。多くの点が(1)に集中していることから、章3に示した「とびとび」の特徴的な機能が、制作意図通りに機能したことが確認できた。

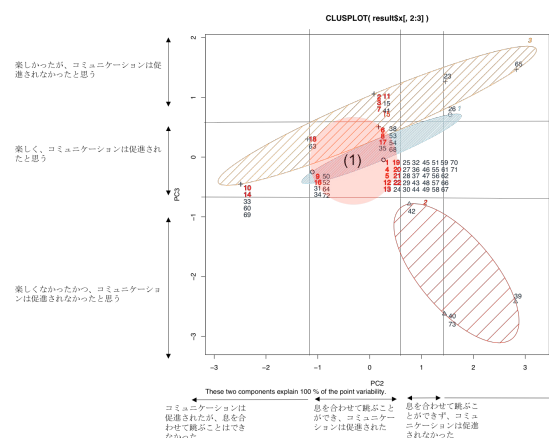


図8 非階層クラスター分析

Figure 8 Nonhierarchical cluster analysis.

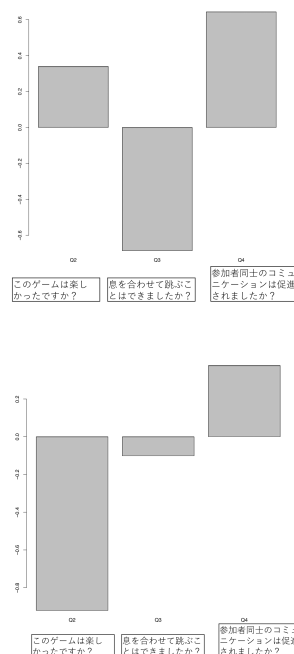


図9 非階層クラスター分析の定義

(上図:第二主成分 下図:第三主成分)

Figure 9 Definition of nonhierarchical cluster analysis.

(Up: Second main component. Down: Third main component.)

6. おわりに

本研究では、モーションキャプチャを利用して、「協調性向上」と「エンタテインメントとしての運動能力向上」を目的とした複数人でジャンプをする大縄跳び訓練ゲーム「とびとび」を開発し、評価を実施した。評価は、社会システムの評価に適すると考えられるマイクロコズミックアプローチによって行い、本システムによって協調作業やコミュニケーションが促進されている様子が確認できた。

今後の展開として、実際の大縄跳びを行う際の人数(10~30人)を考慮した大縄跳び訓練ゲームの開発を行い、学校教育における大縄跳びの意識向上及びさらなる子どもの協調性向上を考えていきたい。

参考文献

- [1] 学校体育の充実について (文部科学省・中央教育審議会)
http://www.mext.go.jp/prev_sports/comp/b_menu/shingi/giji/_ics_Files/afidfield/2016/10/05/1377941_007.pdf (2017/12/21)
- [2] 新井恒陽, 来嶋悠士, 黒田尚長, 栗飯原萌, 古市昌一: “子どもの協調性向上を目的とした大縄跳び訓練シリアスゲームの開発”, 日本デジタルゲーム学会予稿集(2016) pp189-192
- [3] 横窪杏奈, 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)
- [4] 平井元気: “中学生の体育授業参加に対するストレスについて: 協調性運動プログラムとしての大縄跳びの効果”, 日本体育学会予稿集(61), 120, 2010-09-08
- [5] Microsoft Kinect for Windows
<http://developer.microsoft.com/en-us/windows/kinect> (2017/12/21)