

モーションセンサを用いた子ども向けロコモーション トレーニングゲーム

國分 三輝^{*1}

Development of Locomotion Training Game for Children Using Motion Sensor

Mitsuteru Kokubun^{*1}

Abstract - Some musculoskeletal dysfunction called “locomotive syndrome” which has been proposed as an issue in aging society is said to be occurred also in children. One of the causes of it is considered to be the reduction in the chance of moving the body through play and sport. In the study, a motion-sensor-equipped locomotion training game for children was developed aiming at improving leg muscle strength, capacity of balance, and flexibility of the body.

Keywords: locomotive syndrome, children, locomotion training, game, motion sensor

1. はじめに

超高齢化社会の進行にともない、ロコモティブシンドローム（Locomotive Syndrome; 運動器症候群、略称「ロコモ」）が問題視されている^[1-3]。ロコモは、運動器（身体運動に関わる骨、関節・軟骨、筋肉・腱、神経などの総称）の障害による要介護の状態および要介護リスクの高い状態を表す。

ロコモは通常、主に高齢者における運動器の障害を指すが、近年では、子どもにおけるロコモの存在が注目されつつある。例えば、2007～2011年に宮崎県内で実施された小中学校の児童・生徒約19,000名に対する運動器検診の結果、運動器疾患の推定罹患率は約10%であった^[4]。具体的には、しゃがみ込み動作の不全、肩関節の拳上動作の不全、肘関節の屈伸動作の不全などが多く認められた^[5]。生涯にわたるロコモ予防のためには、児童・生徒の段階からの早期発見と対策が重要である。

ロコモの予防や改善について、日本整形外科学会はロコモーショントレーニング（Locomotion Training、略称「ロコトレ」）を提案している^[6]。主に、片脚立ちやスクワットによる下肢の筋力やバランス能力の向上、軽い体操やストレッチによる柔軟性の向上などを目指したものである。ロコトレは実施が非常に容易であるものの、毎日継続的に実施することが推奨されている。特に児童・生徒に対してロコトレの実施・継続を指導する場合には、ロコトレに対する児童・生徒の動機づけを向上させる必要があると考えられる。

本研究では、ロコトレにゲーム要素を組み込み、児童・生徒が楽しくトレーニングを実施・継続できることを狙ったロコモーショントレーニングゲームを開発した。

2. ロコモーショントレーニングゲームの設計

2.1 基本設計

本研究では、ロコモパンフレット^[6]で紹介されているロコトレメニューのうち、スクワットによる下肢筋力の向上、片脚立ちによるバランス能力の向上、および軽い体操による上肢（特に肩）の柔軟性の向上の動作を取りあげた。モーションセンサで計測されたこれらの動作を画面内のキャラクターのアクションに反映させ、ゲームを通じて自然にロコトレを実施できるようにした（図1）。

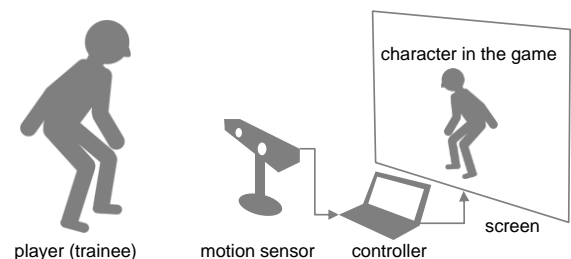


図1 ロコモーショントレーニングゲームの構成

Fig.1 Setup of Locomotion Training Game.

2.2 下肢筋力の向上

通常のロコトレ^[6]では、下肢筋力の向上を目的にスクワットの動作を行わせる。本ゲームでは、画面内のキャラクターに対して画面上部を横方向に移動する障害物を発生させ、これらの障害物を避けるためにプレイヤーにスクワット様の姿勢をとらせる仕様とした（図2(a)）。また、画面上方から落下してくる障害物を発生させ、これらを避けるために、スクワット様の姿勢のまま全身を左右に移動させることで、下肢筋力の向上効果をいっそう高めることを狙った。

^{*1}: 愛知淑徳大学 人間情報学部

^{*1}: Faculty of Human Informatics, Aichi Shukutoku University

2.3 バランス能力の向上

ロコトレでは、バランス能力の向上を目的に、片脚立ちを1分間保たせる（静止する）動作を行わせるが、児童・生徒にとって静止動作は楽しさが不足すると考えられる。そこで、片脚や片腕を左右に伸ばす動作により体の重心を左右に移動させることで、バランス能力を向上させること狙った。ゲーム内では、画面内を移動するアイテムを発生させ、手足でアイテムに触れることで得点が加えられる仕様とした（図2(b)）。

2.4 上肢（特に肩）の柔軟性向上

ロコトレでは、柔軟性の向上を目的に、軽い体操やストレッチを行わせる。本ゲームではこれらの動作のうち、上肢（特に肩）の柔軟性の向上についてのみ扱った。両腕を上方に高く挙げる動作により、画面内のキャラクターからビームが発射され、何らかのターゲットに命中させる仕様とした（図2(c)）。

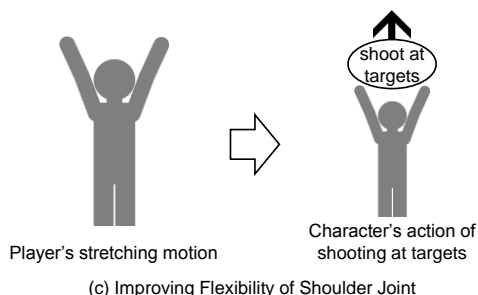
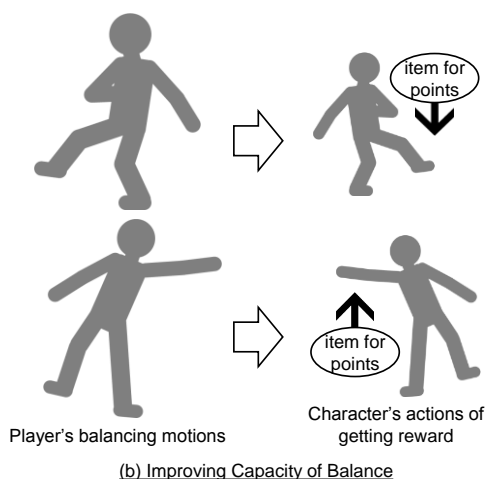
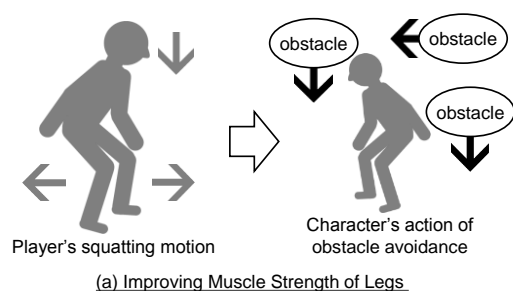


図2 ロコトレの動作と本ゲーム内でのアクション

Fig.2 Motions of Locomotion Training and the Character's Actions in the Game.

3. ゲームの実装

3.1 機材および開発環境

本ゲームにおいてプレイヤーの動作を検出するためのモーションセンサとして、Microsoft Kinect for Xbox 360 (Kinect)を用いた。ゲームのプログラミングおよびコントロールはMicrosoft Windows 8.1を搭載したパーソナルコンピュータで行った。Kinectのドライバおよび開発ライブラリとしてMicrosoft Kinect for Windows SDK v1.6を用いた。プログラミングにはマサチューセッツ工科大学メディアラボにおいて開発されたScratch 1.4 Windows用^[7]を用いた。また、ScratchによるKinectのモーションデータ計測のために、Howellが開発したKinect2Scratch 2.5^[8]を用いた。

3.2 ゲームのシナリオ

本ゲームのタイトルは「VS. エイリアン 〜ちきゅうをまもれ!〜」とし、侵略してくるエイリアンから地球を守るという設定とした。児童・生徒自身がヒーロー／ヒロインとして「地球を守る」という設定により児童・生徒が楽しく実施できることを狙った。

ゲームは二つのステージで構成した。主に下肢筋力向上とバランス能力向上を狙った1stステージと、主に上肢（特に肩）の柔軟性向上を狙った2ndステージを用意した。各ステージのパフォーマンスに応じた得点を表示することで、児童・生徒同士で高得点を競い合いながら、継続的にロコトレが実施できることを狙った。

なお、過度なトレーニングを避けるため、各ステージともプレイ時間は約30秒とした。また、各ステージの開始前にプレイ方法の簡易な解説を提示し、児童・生徒のみでも容易にプレイできるようにした。

3.3 1st ステージ

1stステージでは、Kinectで計測されたプレイヤーの骨格（頭、肩、肘、手、腰、膝、足）の位置情報をもとに、デフォルメされた人型のキャラクターを表示した（図3a）。キャラクターはプレイヤーの動作どおりに動き、画面上を移動するアイテム（エネルギー缶やプレゼント箱）にキャラクターの体のどこかで触れることで得点が加えられる（図3b）。また、キャラクターが画面上を移動する障害物（UFOや隕石）に触れると減点される。これらを通じて、プレイヤーに図2(a)および2(b)に示した動作を自然にとらせることを狙った。

3.4 2nd ステージ

2ndステージでは、Kinectで計測されたプレイヤーの頭の位置の情報をもとに、宇宙飛行士のキャラクターを左右に移動させた（図4a）。画面上にはボスのエイリアンと、ボスを守る子分のエイリアンを表示させた。プレイヤーが両手を頭より高く挙げることでキャラクターがビームを発射させ、エイリアンに命中すると得点が加えられる（図4b）。また、エイリアンが発射してくるビーム

がキャラクターに触れたら減点される。なお、肩まわりのストレッチ動作（図 2c）をより確実に行わせるため、発射したビームがエイリアンに命中するまで両手を挙げ続けなければならない仕様とした。

ボスのエイリアンを倒すことができた場合は「おめでとう！ 地球をまもれました」というメッセージとともにステージ通算の合計得点を表示した。ボスのエイリアンを倒せなかった場合は「ごんねん！ 地球をまもれませんでした」というメッセージを表示した。

3.5 体験の様子

本ゲーム「VS. エイリアン」をプレイ中のプレイヤーの様子を図 5 に示す。1st ステージ（図 5a）では、プレイヤーは障害物を避けるためにスクワット様の姿勢を保っており、下肢筋力の向上やバランス能力の向上の狙ったロコトレの動作を自然に行っていることが確認できた。同様に、2nd ステージ（図 5b）では、プレイヤーはビームを発射するために両手を高く挙げており、上肢（肩まわり）の柔軟性向上を狙ったロコトレのストレッチ動作を自然に行っていることが確認できた。

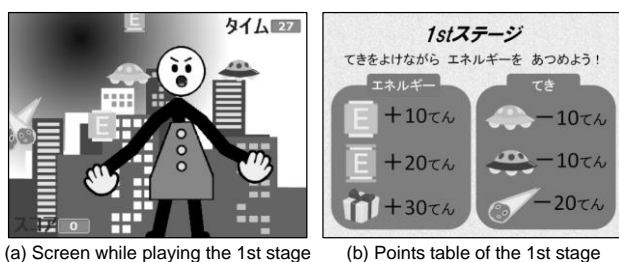


図 3 ロコトレゲームの 1st ステージ

Fig.3 The First Stage of the Locomotion Training Game.

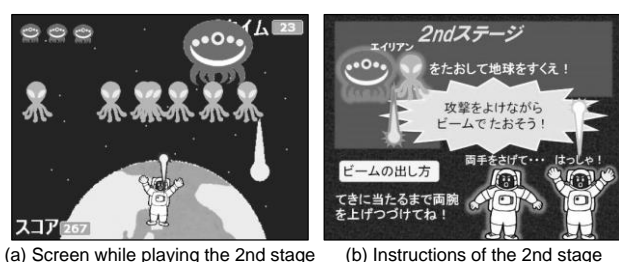


図 4 ロコトレゲームの 2nd ステージ

Fig.4 The Second Stage of the Locomotion Training Game.



(a) Player while playing the 1st stage (b) Player while playing the 2nd stage

図 5 ロコトレゲームをプレイ中のプレイヤーの様子

Fig.5 Players while Playing the Locomotion Training Game.

4. 楽しさと負荷部位の評価

4.1 目的

開発したロコトレゲームが、プレイヤーに狙いどおりの動作をとらせ、ロコトレに必要な身体的な負荷をかけることができるか、および、特に児童・生徒にとって楽しく実施できるかを確認するために、本ゲームを体験したプレイヤーに対する調査を実施した。

4.2 評価方法

4.2.1 評価の場

2014 年 11 月 1 日（土）に開催された愛知淑徳大学の大学祭において、開発したロコトレゲーム「VS. エイリアン」を展示した。来場者に自由に体験してもらった後、アンケートに記入してもらった。

4.2.2 評価者

体験者のうちアンケートに協力が得られた者（評価者）は 58 名であった。男性 7 名、女性 51 名、平均 19.50 歳（S.D. = 5.16）であった。このうち、本ゲームの主な対象である児童・生徒（小学生または中学生）の評価者は 9 名であった。児童・生徒は女子のみで、平均 10.78 歳（S.D. = 3.12）であった。

4.2.3 評価内容

ゲームをプレイした後、評価者には、表 1 に示した四つの項目について、「全く当てはまらない（1 点）」～「非常に当てはまる（6 点）」の 6 段階で評価させた。また、図 6 のような人体図を示し、ゲームをプレイ中によく動かしたと感じた部位にいくつでも○を付けさせた。この際、1st ステージと 2nd ステージで評価を分けることはせず、ゲーム全体について総合的に評価させた。

表 1 アンケートの質問項目

Table 1 Items of Questionnaire.

No.	Item
1	このゲームは楽しかったですか
2	体を動かしたと感じましたか
3	再度このゲームで遊びたいですか
4	自分が親なら子どもに遊ばせたいですか

4.3 評価結果と考察

4.3.1 質問項目への回答

四つの質問項目に対する評価の平均値を表 2 に示す。児童・生徒 9 名と、それ以外の 49 名（平均 21.17 歳、S.D. = 3.53）を「大人」として分けて表示した。

いずれの項目においても 4 点（やや当てはまる）以上の平均値を示し、本ゲームが楽しく実施でき、繰り返し体を動かせるものであることが示された。しかしながら、本ゲームの主な対象として設定した児童・生徒の評価値は大人よりも低い傾向がみられた。ゲームの難易度の高さや、得点の加減・減点ルールの複雑さが、児童・生徒にとって適切ではなかった可能性がある。

表2 質問項目に対する評価の平均

Table 2 Mean Scores of Each Question Item.

Item No.	Mean Score	
	Children	Adult
1	4.78	5.55
2	4.78	5.28
3	4.44	5.21
4	4.78	5.28

4.3.1 動作部位への回答

人体図の各部位に対して○が付けられた割合を図7に示す。この際、二つ以上の部位にまたがって大きな○で囲まれていた場合は、囲まれた部位全てを計数した（例えば腕全体が○で囲まれていた場合、上腕、肘、前腕、手首のすべてを計上した）。また、体の前後（表裏）および左右は区別せず、前後左右いずれかに○がついていればその部位に一回計上した。

上肢では肩や前腕、下肢では膝やふくらはぎに負荷を感じた評価者が多く、プレイヤーに対して概ね狙い通りの動作をとらせることができていたと考えられる。

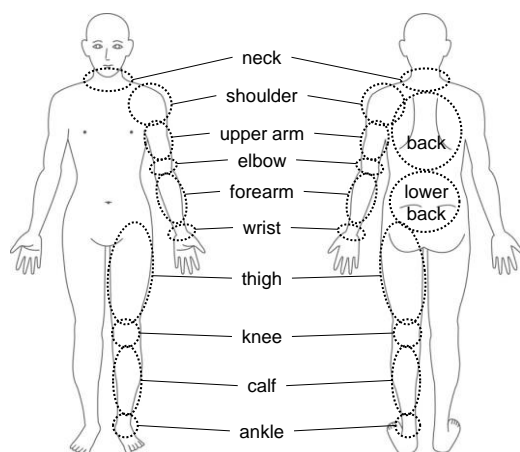


図6 身体的負荷があった部位の回答区分

Fig.6 Segmentation of Body Regions for Physical Load Estimation.

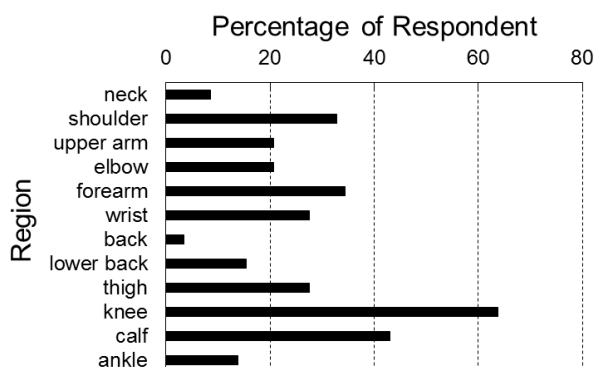


図7 身体的な負荷を感じた部位

Fig.7 Subjectively Felt Physical Load for Each Region.

5. まとめ

近年注目されつつある子どものロコモティブシンドロームに対し、児童・生徒が楽しくロコモーショントレーニングを継続できるような、モーションセンサを用いたゲームを開発した。主に上肢筋力、バランス能力、上肢（特に肩）の柔軟性向上を狙い、全身を使ってプレイするゲームとした。58名の評価者による体験の結果、楽しくトレーニングが実施でき、狙い通りの身体部位の動作を促していることが確認できた。しかしながら、特に児童・生徒による評価が不足している。また、実際にロコモティブシンドロームを予防・改善する効果について、より詳細に検討していく必要があろう。

謝辞

本論文は、大脇由希さん、久野あゆみさん、牧香利さんが著者の指導のもとに執筆した愛知淑徳大学人間情報学部2014年度卒業論文に加筆・修正を加えたものである。

参考文献

- [1] Nakamura, K.: A “super-aged” society and the “locomotive syndrome”; *Journal of Orthopaedic Science*, Vol.13, No.1, pp.1-3, (2008).
- [2] Nakamura, K.: Locomotive syndrome: Disability-free life expectancy and locomotive organ health in a “super-aged” society; *Journal of Orthopaedic Science*, Vol.14, No.1, pp.1-2, (2009).
- [3] Nakamura, K.: The concept and treatment of locomotive syndrome: Its acceptance and spread in Japan; *Journal of Orthopaedic Science*, Vol.16, No.5, pp.489-491, (2011).
- [4] 帖佐悦男: ロコモティブシンドローム: 運動器疾患を取り囲む新たな概念ーロコモ予防とリハビリテーションー; *リハビリテーション医学*, Vol.50, No.1, pp.48-54, (2013).
- [5] 山本恵太郎・稲倉正孝・佐藤雄一・中村典生・高村一志・田島直也・福嶋麻里・帖佐悦男・山口奈美: 宮崎で実施している学校における運動器検診について; 第43回全国学校保健・学校医大会抄録集, (2012), http://www.kumamoto.med.or.jp/school-43/img/program/03_03.pdf (最終閲覧: 2015/6/2).
- [6] 公益社団法人日本整形外科学会: ロコモパンフレット 2014年度版, (2014), http://www.joa.or.jp/jp/public/locomo/locomo_pamphlet_2014.pdf (最終閲覧: 2015/6/2).
- [7] マサチューセッツ工科大学メディアラボ ライフロンギンダーガーテングループ: Scratch ホームページ, <https://scratch.mit.edu/> (最終閲覧: 2015/6/8).
- [8] Howell, S.: Kinect2Scratch ホームページ, <http://scratch.saorog.com/> (最終閲覧: 2015/6/8).