

LeapMotionを利用したゲームの試作と ユーザーインターフェースの考察

吉田 修悟¹ 伊藤 朱音¹ 羽生 美里¹ 白方 満理奈¹ 堀内 結衣¹ 間辺 広樹¹ 島袋 舞子²
兼宗 進²

概要：高校の「総合的な学習の時間」で行う探求活動の研究テーマとして、手指動作を認識する Leap Motion とプログラミング言語ドリトルを用いたゲームに着目した。ジェスチャー入力新しい感覚のゲームを作ることができる一方、操作の習得が難しいという問題がある。そこで、誰もが楽しめるゲームを作るためには、簡略化した単純な動きだけで操作をできるようにすることと、動作の一つ一つを段階的に習得させるインストラクションが必要ではないかと考えた。本稿では、これらの仮説を検証するために行った2つの実験から得た知見を報告する。

キーワード：Leap Motion, ドリトル, ジェスチャー入力, 総合的な学習の時間, 情報科学教育

Creating program of the game using Leap Motion and consideration of user interface.

SHUGO YOSHIDA¹ AKANE ITO¹ MISATO HANYU¹ MARINA SHIRAKATA¹ YUI HORIUCHI¹
HIROKI MANABE¹ MAIKO SHIMABUKU² SUSUMU KANEMUNE²

Abstract: As a research theme for our high school's integrated studies, we focused on a game that uses "Leap Motion", a sensor which recognizes hands and fingers motions, and a programming language called "Dolittle". A game that's uses hand gesture as a input allows us to make a game that has a new type of sence. But in the other hand, there is a problem with the difficulty of how to master the controls of the game. So, we thought, in order to make a game that anyone can enjoy, controls that uses simple and easy movements, and an instruction that makes the player learn the controls by step is needed. In this paper, we will report the outcomes we have earned from the two experiments we did to examin our hypotheses.

1. はじめに

スマートフォンなど電子機器の普及に伴い、ユーザが機器を操作するための入力手法は発展し、多様化している。中でも、ユーザインターフェースとして身体的な動きを用いた「ジェスチャー入力」が、近年、数多く提案されている。

ジェスチャー入力を行う機器の一つに、両手の指の動き

を検知する入力装置 Leap Motion[1]がある(図1)。Leap Motionは、縦30mm、横80mm、厚み12.7mmと小型ながら、100分の1mmの動きを感知する精度を持ち合わせ、USBで簡単にコンピュータと接続できることから、これまでの入力装置ではできなかった仕組みの開発や提案がなされている[2][3]。

その一方で、三次元的なジェスチャー入力であるため、ユーザが操作を理解して利用することは難しく、どのように使い方を正しくユーザに伝えればよいか、というインストラクション(教え方)の課題もある[4]。

筆者らは、高校の「総合的な学習の時間」の探求活動の一

¹ 神奈川県立柏陽高等学校
Hakuyo High School

² 大阪電気通信大学
Osaka Electro-Communication University



図 1 Leap Motion 本体

環として、Leap Motion で操作するゲームを用いて、ユーザーの動作を観察し、どのようにすればユーザーが操作を習得し、ゲームを楽しめるようになるかを検討することとした。Leap Motion は手指の複雑な動作や形状を認識するが、ゲームで使うにはなるべく簡略化した単純な動きだけで操作方法を設計した方がよく、正しい操作ができない人に対しては、動作の一つ一つを段階的に習得させるインストラクションが効果的であると考えられる。

本稿では、これらの仮説を検証するために行った2つの実験から得た知見を報告する。本稿は6章で構成する。2章では、研究の背景となったドリトル言語で記述されたサンプルゲームのプログラムについて示す。その上で、手指の動きを簡略化するためにどのような改良を施したかを示す。3章では、改良したゲームを用いて実施した2つの実験について示す。【実験1】では、正しい操作ができない人に共通した動きを特定する。【実験2】では、それらの人に対するインストラクションとして2通りの方法で説明書を提示し、習得への影響を調査する。4章では、実験の結果を示す。5章では、結果について考察する。6章では、研究のまとめと今後の可能性を示す。

2. 研究の背景

2.1 ドリトルによる Leap Motion 対応

2012年に開発された Leap Motion は、赤外線 LED に照らされた手や指を赤外線カメラで撮影し、それを画像解析することによって、3D空間での手や指の位置を検出できる小型の入力装置である。手のひらと指の向きと位置、手のひらの球体半径、指よりも細長い棒やペンといった棒状のツールの認識する。更に、サークル(正面に向かって円を描いた動きを検出する)、スワイプ(正面に向かって一直線方向に動かした動きを検出する)、スクリーン(正面に向かって突く動きを検出する)、タップ(下に向かって叩く動きを検出する)という4つのジェスチャーを認識する。

島袋らは初心者でも学びやすいように設計された日本語表記の教育用プログラミング言語ドリトル([5])を Leap Motion に対応させた[6]。その際に、

「リープ!パー?!」なら「かめた!10歩く」実行。といった簡単な命令で、オブジェクトである「カメ」を操

作するゲームのサンプルプログラムを作成していた。Leap Motion にかざした手の位置や形によって、カメを動かしてリングを取るゲームである(図2)。

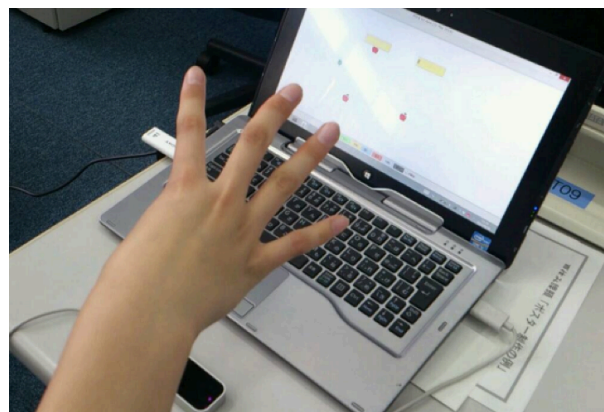


図 2 ゲームの様子

2.2 サンプルプログラムの改良

筆者らがこのサンプルプログラムを使ってみたところ、「どのような動きでどのようにカメを動かすか」という手指動作とキャラクタの動きの対応が、ゲームの面白さに影響を与えることがわかった。サンプルプログラムでは、サークルやスワイプなどのジェスチャーとカメの動きが対応していたが、操作に慣れるまでに時間が掛かることと、慣れなくても自在にカメを操ることが困難であることがわかった。そこで、いくつかの対応を試みた結果、Leap Motion にかざす指の本数によってカメの動く速さを変えられるようにして『前進』を制御し(図3)、Leap Motion と手の位置関係によって『回転』を制御する(図4)という、簡略化した手指動作を用いることで、なめらかな操作性が得られ、ゲームを面白くすることがわかった。

1				
指の本数	0	1 → (2) → 3 → (4) → 5		
音	ピョッ	の3の3	フッ	ピョッ
カメのスピード	停止	遅い ←	→ 速い	

図 3 『前進』の制御(指の本数とカメの速さとの対応)

これらの動作を、前進や回転に関わるパラメータを調節しながら、ドリトルに実装した(図5)。更に、ゲーム性を高めることと、ゲームをする人の操作能力を測る目的で、次の機能も追加し(図6)、検証実験に用いることとした。

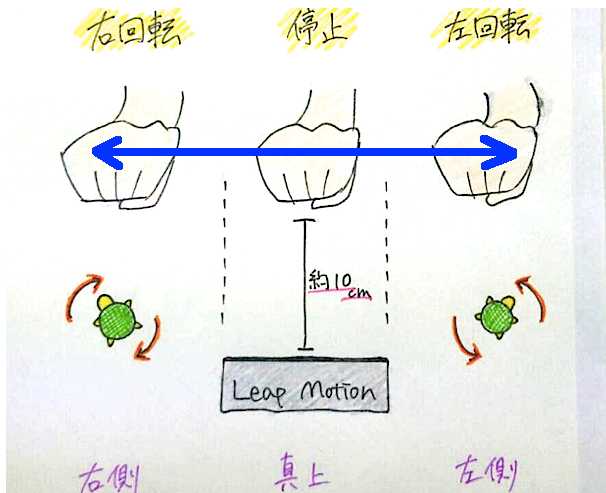


図4 『回転』の制御(手の位置とカメラの向きとの対応)

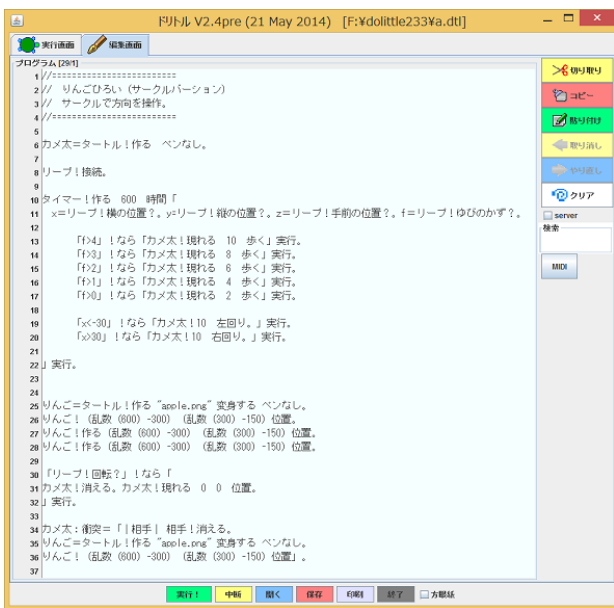


図5 ドリトルによるプログラム

- 制限時間の設置
- 取ったリンゴの数を数えるカウンターの設定
- ゲームを画面内で行うための壁の設置



図6 改良したゲームの実行画面

3. 検証実験

改良したプログラムを用いて、次の3点を調べることにした。

- (1) 被験者が正しく Leap Motion を操作できるか
 - (2) 被験者がゲームを面白いと感じるか
 - (3) どのようなインストラクション(教え方)が効果的か
- そのために、次のように実験を2回に分けて行うこととした。【実験1】では、ゲームで遊ぶ被験者の観察とインタビューを通して(1)と(2)を調査する。【実験2】では【実験1】の結果を踏まえて、複数のインストラクションを用意した比較実験で(3)を調査する。

3.1 【実験1】操作の様子を調べる実験

【実験1】は、筆者らが通う高校で一般公開している文化祭にて、保護者や中学生などの来場者を被験者として実施した。被験者には、Leap Motion を用いたゲームを体験してもらいながら、操作の様子を観察した(図7)。その際、面白さの比較をするためにマウスでできる同じルールのゲームも製作し、2種類のゲーム体験を通して、次の項目を感想として回答してもらった。

- どちらのゲームが使いやすかったか
- どちらのゲームが面白かったか
- その他(自由意見)



図7 文化祭での来場者を被験者とした実験風景

実験に協力してくれた被験者は35名であった。この中で、約5割の被験者が正しい操作ができず、カメを自在に動かすことができなかった。そこで、正しく操作できない人に共通の動作を見だし、「操作説明書」と「注意書き」を作成した(詳細は4.1.2で示す)。

3.2 【実験2】動きを理解させる実験

動きを理解させる【実験2】では、高校生20人を被験者として実施した。被験者ごとに使い方を簡単に説明し、ゲームを体験してもらい、操作の様子と取れたリンゴの数

を記録した。その結果、10名はすぐに正しい動きができたが、残りの10名は正しい動きができなかった。そこで、正しい操作ができなかった10人を5人ずつに分け(図8)、『実験1』の結果を受けて作成した「操作説明書」と「注意書き」を使い、「方法A」と「方法B」の2通りのインストラクションを施し、改善効果の違いを観察した。

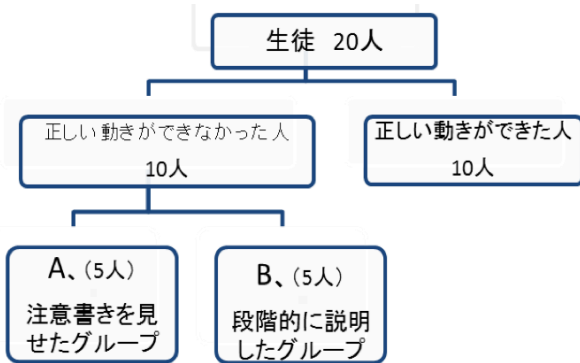


図8 実験2の被験者の構成

- 方法A:「操作説明書」と「注意書き」を渡し、3分程度読んでもらい、改善してもらい、改善を促す。
- 方法B:「操作説明書」の3段階に対応させたプログラムをそれぞれ用意し、各段階を1分ずつの合計3分間試してもらい、改善を促す。

4. 結果

4.1 【実験1】操作の様子を調べる実験の結果

4.1.1 「使いやすさ」と「楽しさ」のマウスとの比較

Leap Motion を用いたゲームとマウスを用いたゲームとで、「使いやすさ」と「楽しさ」について、アンケート調査した結果を示す(表1, 図9, 図10)。

「使いやすさ」については、Leap Motion を使いづらいと答える人が多く、30名(86%)の被験者がマウスの方が使いやすいと答えた。実際、ゲームの中で取れたリンゴの平均個数は、マウスの方がLeap Motion の約2倍となった(図11)。一方で、「面白さ」については、33名(94%)の被験者がLeap Motion の方が楽しいと答えた。

表1 Leap Motion とマウスを用いたゲームの比較

	Leap Motion	マウス
どちらが使いやすいか	5人(14%)	30人(86%)
どちらが面白い	33人(94%)	2人(6%)

4.1.2 操作の観察結果と操作説明書の作成

被験者の様子を観察すると、Leap Motion を「正しく操作できる人」と「正しく操作できない人」に分かれた。正しく操作するためには、手を左右にスライドさせたり(図12)、Leap Motion から10cm程度離れた高さ(図13)に保つ必要がある。「正しく操作できない人」の動作を分

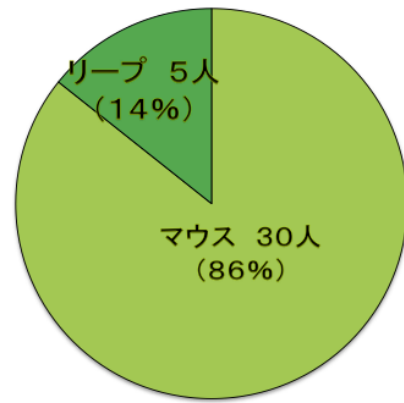


図9 マウスと Leap Motion の「使いやすさ」の比較

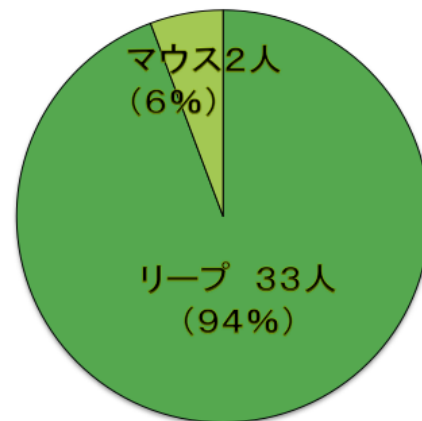


図10 マウスと Leap Motion の「面白さ」の比較

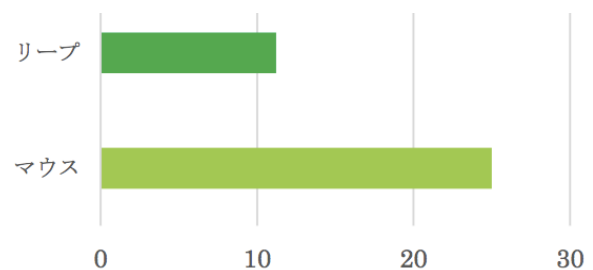


図11 取れたリンゴの平均個数

類すると、以下のようになった。

- (1) Leap Motion に手を近づけすぎてしまう
- (2) 手首を捻ってしまう
- (3) Leap Motion が感知できない離れた範囲で手を動かしてしまう
- (4) 動きが速すぎて Leap Motion が感知できない
- (5) 体ごと動いてしまう

この中で、(1)Leap Motion に手を近づけすぎてしまう動作(図14)と(2)手首を捻ってしまう動作(図15, 図16)が多く、操作に大きな影響を与えていた。

そこで、できない人に共通する動きをまとめた「操作説明書」(図17)と「注意書き」(図18)を作成し、【実験2】で行うインストラクションの違いが操作改善に与える影響

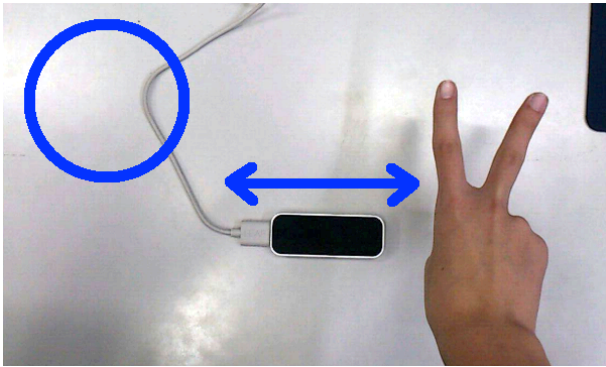


図 12 正しい手の動き

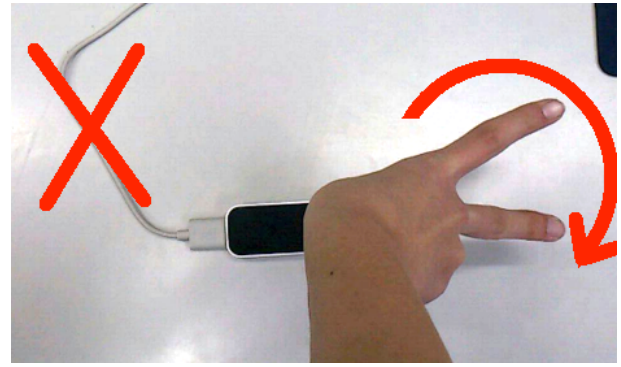


図 15 手首を捻ってしまう

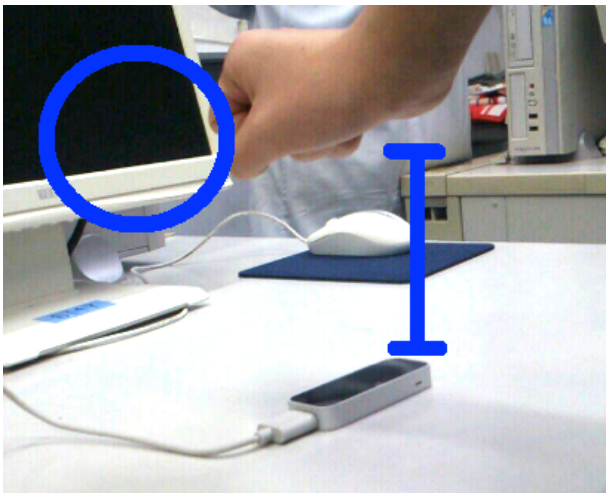


図 13 正しい手の高さ

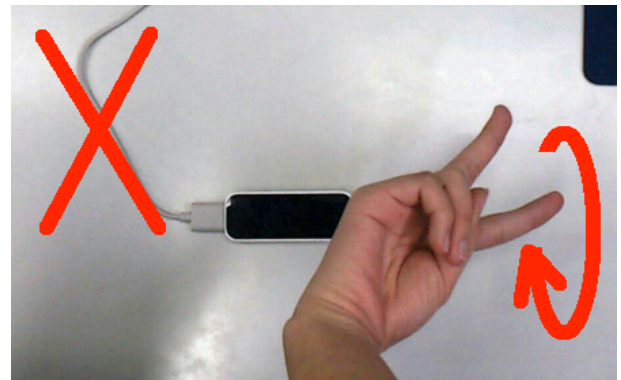


図 16 手首を捻ってしまう



図 14 Leap Motion に手を近づけすぎしてしまう

の調査に利用することとした。

「操作説明書」は、「1. 立てる指の本数とスピードの関係」「2. 手の左右の動きと向きとの関係」「1+2.1 と 2 を組み合わせによるカメの動きの制御」の 3 段階に分けて、説明文とイラストで構成した。「注意書き」は、センサーが反応しない動きを箇条書きで示した。

操作説明書

このゲームでは、カメを進めてリングをとり、その数をカウントします。カメの操作は、リアモーションの約 10cm 上、同じように手もかざし、動かすことでできます。操作する分には利き手のみです。このゲームが作られたゲームでできることは 2 つ、スピードの変化と回転です。

1 カメを進めるときは、1, 2, 3, 4, 5 の指を出します。ゲーム終了時の指の本数が 0 の時は前に進みません。1 の時が最も遅く、5 の時が最も速いです。

指の本数	0	1	3	5
カメ				
ゲームスピード	停止	遅い	速い	速い

2 手をリアモーションの真上にかざすと停止し、自分から見て右側にかざすと右回転、左側にかざすと左回転します。最初は指 0 本で回り方を確かめるといいでしょう。

1+2 この 2 つの操作を組み合わせたことで、カメを自由に操ることが出来ます。制限時間は 90 秒です。では、始めましょう!!

図 17 操作説明書

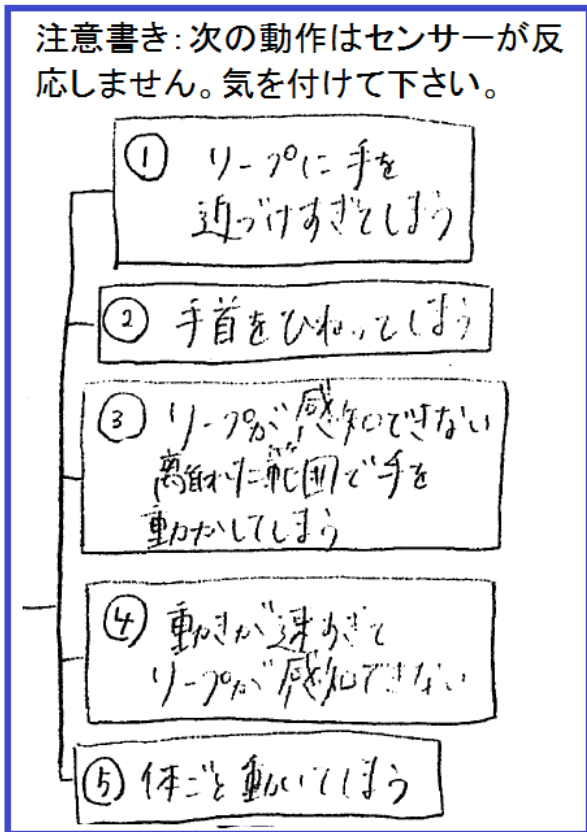


図 18 注意書き

4.2 【実験 2】動きを理解させる実験の結果

「操作説明書」と「注意書き」を見せただけの方法 A で実施した 5 名と、「操作説明書」とプログラムを用いて段階的に説明した方法 B で実施した 5 名について、「近すぎる」と「捻り」動作の観察とゲームで取ったリンゴの数を比較して示す。

方法 A の操作の変化を表 2 に、また、ゲームで取ったリンゴの数の変化を表 3、図 19 に示す。操作は 3 人に改善が見られたが、2 人は改善できなかった。リンゴの個数は、平均の個数は、2.6 個から 4.6 個へと 2 個分増加したが、2 回とも 7 個と変化のなかった被験者 (A-1) や、3 個から 2 個へと減少した被験者 (A-2) もいて、大きな効果はみられなかった。

表 2 グループ A の操作の変化

被験者	1 回目・近さ	1 回目・捻り	2 回目・近さ	2 回目・捻り
A-1	×	×	×	○
A-2	×	×	×	×
A-3	○	×	○	○
A-4	×	○	○	○
A-5	○	×	○	○

方法 B の操作の変化を表 4 に、また、ゲームで取ったリンゴの数の変化を表 5、図 20 に示す。操作は全員に改善が見られ、2 回目には「近すぎる」「捻る」被験者はいなくなった。リンゴの個数は、平均は 5.4 個から 9.6 個へと 4.2

表 3 グループ A のゲーム得点の変化

被験者	1 回目	2 回目	変化量
A-1	7	7	0
A-2	3	2	-1
A-3	2	5	+3
A-4	1	7	+6
A-5	0	2	+2
平均	2.6	4.6	+2.0

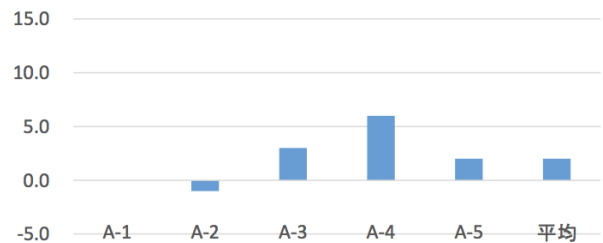


図 19 取れたリンゴの変化量 (グループ A)

個分増加した。11 個から 8 個へと減少した被験者 (B-2) がいる一方、1 個から 6 個へと増加した被験者 (B-4) や、1 個から 14 個へと増加した被験者 (B-5) もいた。、方法 A に比べて高い効果が認められた。

表 4 グループ B の操作の変化

被験者	1 回目・近さ	1 回目・捻り	2 回目・近さ	2 回目・捻り
B-1	×	×	○	○
B-2	×	○	○	○
B-3	○	×	○	○
B-4	○	×	○	○
B-5	○	×	○	○

表 5 グループ B の得点の変化

被験者	1 回目	2 回目	変化量
B-1	11	14	+3
B-2	11	8	-3
B-3	3	6	+3
B-4	1	6	+5
B-5	1	14	+13
平均	5.4	9.6	+4.2

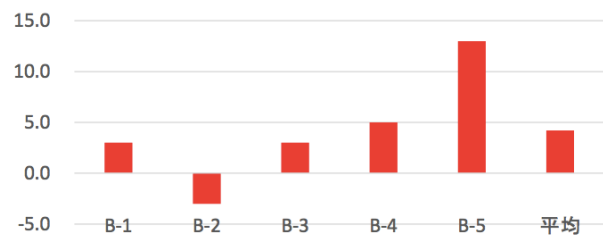


図 20 取れたリンゴの変化量 (グループ B)

5. 考察

5.1 【実験1】操作の様子を調べる実験から

【実験1】では、改良したゲームの「使いやすさ」と「面白さ」を調査した。「使いやすさ」については、すぐに操作を習得できる人とできない人に分かれた。スワイプなどを使っていたサンプルプログラムに比べると、かなり操作を簡略化したが、それでも約5割の被験者が正しく使えなかった。このことは、ジェスチャー入力が、個人が持つ動作の癖などに影響され、コンピュータやセンサーが要求する動作の範囲に収まらないことなどが考えられる。また、正しく操作できない人には「手を近づけすぎる」「手首ごと捻ってしまう」といった共通の動きがあった。このことから、事前にこれらの動きを回避するインストラクションが必要であることがわかった。

「面白さ」については、慣れれば使いやすく、滑らかに動かせるようになれば「面白い」と答える人が多かった。このことから、筆者らが考案した動きの利用価値が高いことが示唆された。

5.2 【実験2】動きを理解させる実験から

【実験2】では、正しく操作できなかった人に共通する動きを回避するための「説明書」を作り、2通りの提示方法で比較した。「説明書」を見せただけの方法Aでは、注意書きの内容を忘れてしまったり、自分が間違える動きを意識することが出来ないなどの理由で、操作を習得できない被験者がいた。それに対し、一つ一つの動きを段階を踏んで説明した方法Bでは、すべての被験者が正しく操作を習得し、ゲームのポイントも大幅に向上した。

今回は「指を立てる」と「手を横に動かす」という2つの動作を組み合わせたカメの動きを制御した。始めて使う人には1つ1つの動作は単純でも、組み合わせるとできなくなる。しかし、方法Bでは、頭の中で動きを整理して理解し、動作に繋げることができたからではないかと考えられる。このように、新しいインターフェースの説明は、動作を細かく分けて段階を踏んだ説明が好ましいことがわかった。

5.3 今後の可能性

本研究は、サンプルプログラムを改変するところからはじまっている。指の本数でカメの速さを変え、手を左右にスライドさせて回転させる方法へと簡略化した。そのアイデアを実装したことで、サンプルプログラムでは不可能であったカメの滑らかな動きを実現した。その結果、面白いと言われるゲームへと改良することができた。更に、正しく操作できない人に共通する動きを特定し、段階的なインストラクションによってそれを解消できることを示した。

本研究は、高校生が「総合的な学習の時間」の探求活動

として行ったものである。プログラミング言語の学習を十分に行っていない段階で、ゲームを改良し、このような知見を見出すことができた理由の一つに、ドリトルがプログラミング言語として初学者にもわかりやすかったことがある。マニュアルを見ながらの作業であったが、ドリトルの命令はわかりやすく、初心者でもサンプルプログラムを読んで、理解することができた。ドリトルとLeap Motionの教育利用についての先行研究[6]に示されていたが、それを再確認できた。このことは、同種の探求活動が高校生全般に可能であり、「新しいデバイスをどのように使っていけばよいか」という観点から情報化社会へ参画することが可能であることを意味する。筆者らも今回はLeap Motionに着目したが、今後は、全身のモーションをキャプチャできるKinectや電子工作ができるArduinoなど、ドリトルから制御できる他のデバイスの可能性の追求したいと考えている。

6. まとめ

Leap Motionのゲームを誰にでも使えるようにするための手指動作とインストラクションを提案した。Leap Motionは複雑なジェスチャーも認識できるが、より多くの人に使ってもらうためには、習得の容易な簡略化した動きの方がよく、そのインストラクションも、一つ一つの動作を段階的に教えることが必要であると考えられる。また、一度習得してしまえば、従来型のゲームより面白いと多くの人が感じることもわかった。

今回の実験では、被験者に年齢的な偏りがあることや、多くの被験者を確保できなかったため、年齢や性別と、操作の習得との関連などの掘り下げた議論ができなかった。これらの観点については、今後の研究で新たな知見が得られるかもしれないと考えている。

また、【実験1】の被験者の一人であった特別支援学校の教員が「肢体不自由の子供達のための教材を作れそうだ」と教えてくれた。今後も他のジェスチャー入力できる機器を含め、新しい情報機器をどのように使っていけるのか、その可能性を探っていきたい。

謝辞 本研究は、科学研究費補助金（基盤研究（C）25350214及び奨励研究26910017）の補助を受けています。

参考文献

- [1] Leap Motion: <https://www.leapmotion.com/>
- [2] 玄馬史也, 富永浩之: LeapMotion 機器を用いたプレゼンテーション中のポイント操作の支援ツールの試作, 研究報告コンピュータと教育 (CE), (2014).
- [3] 武井優樹, 中山泰一, 赤澤紀子: 非接触入力デバイスを用いたシステムのジェスチャー認識の研究, 情報処理学会第76回全国大会講演論文集 2014(1), pp.135-136(2014).
- [4] 小川正幹, マルコ ユルム, 米澤拓郎, 中澤仁, 徳田英幸: 公共メディアへのジェスチャー入力のためのユーザに対する操作指示手法 (2014年10月16日版), 情報処理学会論文誌

Vol.56 No.1, pp.316–328 (2015).

- [5] 兼宗進, 久野靖: ドリトルで学ぶプログラミング (第2版),
イーテキスト研究所 (2011).
- [6] 島袋舞子, 兼宗進: ドリトル言語における Leap Motion 対
応と教育的利用の可能性, 情報教育シンポジウム 2014 論
文集, pp.239–243, (2014).