

# 運動障害のある児童生徒を対象としたゲーム開発のための 設計指針の検討 ～トロッコ操作ゲーム試作に基づく知見～

永留菜花<sup>1</sup> 松室美紀<sup>2</sup> 小倉靖範<sup>3</sup> 池田彩乃<sup>4</sup> 柴田史久<sup>1</sup> 木村朝子<sup>1</sup>

**概要：**生まれつき運動障害のある児童生徒は、自力での移動経験が乏しく、遊びの種類が限られる。そこで本研究では、運動（歩行）能力のリハビリテーションを目的としない、視覚誘導性自己運動感覚（ベクション）を応用した手軽に楽しみながら移動感覚を体験できるアプリケーションを作成した。児童生徒、教員を対象とした複数回の調査と改良を通じ、児童生徒の「楽しさ」を中心とする、開発のための設計指針の検討を行った。結果、児童生徒の知的な障害の程度に合わせた内容の実装が必要であることがわかった。さらに、設計指針として、軽度の児童生徒に対しては素早い反応や判断を要する内容の実装によるゲーム性の向上が、比較的重度の児童生徒に対しては視覚情報提示方法の工夫と操作の単純化が重要であることが明らかとなった。また、本研究で開発したアプリケーションに関しては、その体験によって、視覚と運動の協応、因果関係や注意力の学習への寄与が期待できるとの見解が示された。

**キーワード：**障害児療育、遊び、視覚誘導性自己移動感覚、設計指針

## 1. はじめに

生まれつき運動障害のある児童生徒の多くは、移動に際して、車椅子の利用と介護者によるその操作を必要とする。そのため、遊びの種類、とりわけ移動経験を伴う遊びは限られ、さらに、テーマパークのアトラクションなどの体験も困難な場合が多い。よって、児童生徒の発達や学習を促す機会ともなる遊びの提供を考える必要がある。

それらの児童生徒を対象とする研究開発の多くは、主に運動能力のリハビリテーションを目的としている[1,2]。これらの研究開発では、歩行や運動訓練などに合わせて変化する映像が提示されるが、これらの運動行為を実現するため、トレッドミルや大型の補助装置と併用されることが多い。そのため、手軽に体験できないという課題がある。さらに、それらの児童生徒が、特に娯楽として楽しむための設計指針は明らかとされていない。

そこで、本稿では、運動障害のある児童生徒が、大掛かりな装置なしに安全に楽しめる娯楽の提供を目的とし、乗り物による移動を取り入れ、トロッコ操作ゲームを試作した。また、試作したゲームを実際の対象者や専門家に体験させ、改良を繰り返した。このフィードバックループの形成により、ゲームの改良とともに、児童生徒の「楽しさ」を中心とする、開発のための設計指針の検討を行う。

## 2. トロッコ操作ゲーム

### 2.1 概要

洞窟を模したコース内にあるレール上をトロッコで走行するトロッコ操作ゲームを試作した（図 1）。体験者は、

一人称視点でトロッコを操作しながら、洞窟からの脱出を目指す。コース内には複数の分岐点が存在し、分岐点に差し掛かると進行可能な方向へ矢印が表示され、進みたいコースを選択する（図 1(a)）。

そのほか、コースには起伏、急加速、回転（図 2）、落下などの演出が含まれる。トロッコの速度や動きは、コースの起伏や落下時の重力に沿ったものとした。

### 2.2 機材

ゲームは Unity を用いて作成した。Windows PC1 台と、自作の操作用コントローラが体験に必要な機材である。

操作に用いるコントローラを図 1 (b)に示す。8 方向のオンオフ入力のジョイスティックを USB ケーブルで PC と接続することで、トロッコの動きを制御した。ジョイスティックを前方に傾けることでトロッコが前進し、後方に向けてと停止する。分岐に差し掛かった際は、右前方、左前方に傾けることで左右それぞれの進行方向を選択し、進むことができる。また、ジョイスティックを倒さない場合、トロッコは徐々に減速し静止状態となる。

### 2.3 障害のある児童生徒へ向けた設計

第一に、手先での細かい作業を行うことが困難である点を考慮し、ジョイスティックコントローラで操作できるようにした。さらに、力のコントロールが難しい児童生徒もいるため、コントローラの底面には滑り止めをつけ、さらに、箱の内部におもりを入れることにより、力を入れすぎでもコントローラが動かないようにした。

また、児童生徒がトロッコに乗って、普段体験できない疾走感を楽しめるように、ゲーム内の映像に視覚誘導性自

1 立命館大学大学院 情報理工学研究科  
Graduate School of Information Science and Engineering,  
Ritsumeikan University  
2 立命館大学 情報理工学部  
College of Information Science and Engineering,  
Ritsumeikan University

3 愛知教育大学 特別支援教育講座  
Department of Special Needs Education, Aichi University of Education  
4 山形大学 地域教育文化学部  
Faculty of Education, Art and Science, Yamagata University



(a) 体験画面



(b) 装置の全景

図1 トロッコ操作ゲーム

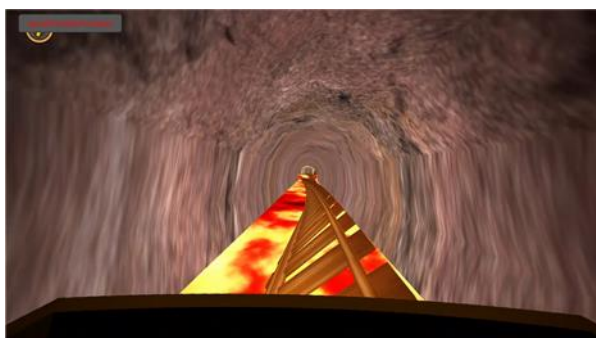


図2 回転するコース

己移動感覚（バクシオン）の知見を応用した。視覚誘導性自己移動感覚とは、実際には動いていないにも関わらず、まるで動いているかのように感じる運動感覚である[3]。一定方向に運動する視覚刺激を観察することで発生し、視覚刺激の運動方向とは反対方向に運動感覚を知覚する。トロッコ操作ゲームでは、コース内の線路と支柱が周期的に通り返ることにより、体験者が移動しているように感じさせた。

第四著者の運動障害を持つ児童生徒の教育に従事する知人への聞き取りにより、運動障害のある児童生徒は手を動かすことの困難さと、併発する知的障害により、分岐点での操作が難しいことが挙げられた。そこで、分岐点での進行方向選択時間を設けることを目的とし、分岐点で減速する映像演出を加えた。また、選択内容によって、同じコースをループし続ける可能性がある。そこで、認知能力を考慮して、一度通過した分岐点に再び差し掛かった際には、ゴールに近づけるルートにのみ進行可能な仕様とした。

### 3. 障害のある児童生徒を対象とした体験会

#### 3.1 目的

運動障害・知的障害のある児童生徒を対象に、試作したトロッコ操作ゲームを体験させた際の反応を確認する。また、障害の異なる様々な児童生徒からのフィードバックを獲得し、それらをもとにゲームに求められるニーズを把握し、その質を高める。

#### 3.2 参加者

愛知教育大学において開催されている動作法訓練会の参加者を対象とした。訓練会の参加者およびその兄弟のうち、同意が得られた運動障害または知的障害をもつ13歳から25歳の児童生徒8名が体験会に参加した。年齢を制限しない訓練会であったため、想定した対象児童よりも年齢の高い参加者が含まれていた。体験参加者は脳性麻痺や体幹機能障害、自閉症などを主障害としてもっており、その多くが普段の移動手段として手動車椅子を利用している。

また、ジョイスティックの操作や、体験者本人との対話が困難な場合が想定されるため、体験参加者の保護者に付き添いを依頼した。

#### 3.3 手続き

参加者に、コントローラを用いて練習用のコースを十分に体験させたのち、本番用コースを2種類体験させた。練習回数に制限は設けず、コントローラを用いて操作が十分に行えていることを確認した上で、本番用コースの体験に移った。

本番用コースでは、2種類のコースを1回ずつ体験し、1コースあたりおよそ3分から5分を要した。コースの種類ごとに異なる演出が配置されており、それらを経て体験開始地点から終了地点に到達することで体験終了とした。

参加者の保護者には、体験中の参加者の表情や様子を観察し、体験後に参加者の感情を口頭で説明するよう求めた。進行方向の決定などを含め、参加者に主体的な操作を行わせたが、操作困難な様子が見られた場合にも、彼らの意

思・希望を尊重した上で操作の補助をするよう教示した。

体験終了後、感想や改善点などを聞くインタビューを行った。質問内容を以下に示す。質問には選択肢を設けず、自由に回答させた。

- トロッコ操作ゲームの体験全体を通じた感想
- 具体的にどの部分でどのような反応が見られたか
- 改善すべき点があれば、どこか
- 今後も使用できるのであれば、使用したいと思うか

本研究の手続きは、立命館大学における人を対象とする研究倫理審査委員会により承認されており（衣笠-人-2019-33）、すべての参加者または保護者からインフォームドコンセントを取得している。

### 3.4 結果

類似性のある回答内容をまとめて集計を行った。時間の都合上、インタビューに応じることができなかった参加者1名を除いた7名の回答について記す。また障害の程度について、インタビューの際に実験実施者との言語コミュニケーションが成立した参加者2名の運動障害・知的障害を軽度とし、実験実施者とのコミュニケーションが困難であり、付き添いの保護者を介してインタビューを実施した参加者5名の運動障害・知的障害を中程度と定義する。運動障害と知的障害の程度はほぼ相関していたため、上記の分類とした。ただし、中程度の内1名は知的障害のみを持つ。

#### 3.4.1 体験全体を通じた感想

体験全体を通じた感想について聞いたところ、障害の程度によって反応が分かれた。以下に詳細を示す。

#### 3.4.2 具体的にどの部分でどのような反応が見られたか

体験を楽しんでいると見られる部分と退屈している様子がうかがえる部分の2つに大きく分類された。以下に、それぞれの内容を示す。

楽しんでいる反応が見られたとして、障害の程度によらず最も多く挙げられたのは、ジェットコースターのような回転やコースの逆走、急降下やジャンプなどの変化の大きい動きであった。これに次いで、キャラクターが出現する部分（図3）や、映像に対応した効果音といった回答が見受けられた。

退屈している様子が見られた部分について尋ねたところ、運動障害・知的障害が中程度の参加者からは、退屈した部分はなかったとの回答が見受けられた。その一方で、運動障害・知的障害が軽度の参加者からは、後に詳しく記すが、全体的に退屈であったとの意見があった。また、障害の程度によらず、キャラクター等が出現しないコース上を前進し続けるような、単調な映像や操作が続く部分で退屈したという指摘を一部の参加者から受けた。

#### 3.4.3 改良すべき部分

改良してほしい部分について聞いたところ、障害の程度にかかわらず、分岐点において左右に進行方向を選択する場合にコントローラのジョイスティック部分を斜め前に傾



図3 キャラクターの出現

ける操作方法が直感的でないとの声があった。また同様に、分岐点での選択時間を設けることを目的として実装した減速演出についても、理解しづらいとの意見を受けた。これらの部分に関しては、参加者の保護者に対し、体験中の参加者の詳細な様子について尋ねた際、理解できていない様子が見られた、興味を失う原因になっているとの指摘を受けた。

#### 3.4.4 今後の使用に関して

トロッコ操作ゲームを今後も使用したいかどうかについて聞いた結果、運動障害・知的障害の程度が中程度の参加者からは今後も使用したいとの回答が得られた。使用したい場面に関しては、自宅や特別支援学校など様々であった。その一方で、障害の程度が軽い参加者からは、再び使用したいという意見は得られなかった。自身よりも障害の程度が重い児童生徒、もしくは自身よりも年齢の低い児童生徒に向けて作られたものだと感じたという回答があった。また、参加者が過去に体験したことのあるゲームと比べると、面白さが劣るといった意見が見られた。

### 3.5 考察

知的障害の程度について、参加者間で差があったものの、反応を示した要素に関しては、大きな違いは見られなかった。アクション要素やキャラクターの出現、映像に対応した効果音など、視覚的・聴覚的に大きく変化が見られるところを楽しむ反応が見られた。それとは反対に、単調な映像・操作が続く部分にて退屈をした参加者が多かった。そして、途中まで楽しんでいても、一度退屈してしまうと、それ以降の体験をやめてしまう参加者も見られた。そのため、単調な映像・操作が続く部分に対して、映像の変化や効果音を伴うイベントを配置する必要があると考えられる。

また、改良を希望する部分についての設問でも、障害の程度によらず、共通した回答が得られた。分岐点での減速演出やコントローラ操作等、混乱を招いたり、理解が困難であったりする部分は、楽しみを減衰させる。加えて、それ自身が体験への興味を損なう原因になりかねない。そのため、より継続して楽しみを得られるように、これらの部分については表現方法や操作感など改めて検討しなければ



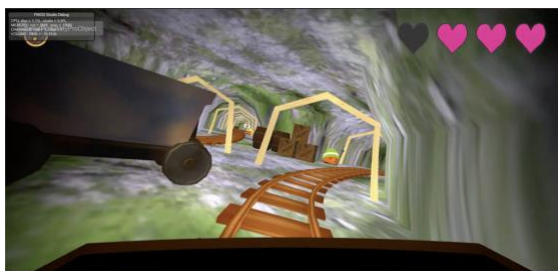


図4 体力ゲージ (右上)



図5 遮断機と障害物

ならない。

今後の使用に関して尋ねた際に、運動障害・知的障害の程度によって回答に大きな差が見られた。運動障害・知的障害が中程度にあたる参加者からは、本事例を今後も使用したいとの意見が多く、好感触を得られた。また使用したい場面に関しても、自宅や特別支援学校など様々で、大型装置や補助を必要としない手軽さが評価されていると考えられる。その一方で、運動障害・知的障害の程度が軽い児童生徒からは、今後の使用に対する前向きな意見は得られなかった。そして、自分より症状の重い児童生徒や年齢の低い児童生徒に向けて作られていると感じたとの感想や、参加者がそれまで体験したことのあるゲームと比較すると、面白さが欠如しているという意見が得られた。加えて、改良を希望する部分について尋ねた際に、よりゲーム的な要素を追加してほしいとの回答を受けた。以上のことから見て取れるように、障害が軽度の児童生徒にとっては十分に満足できる内容ではなかったと考えられる。また、これらの結果に加えて、訓練会での指導も行っている特別支援教育を専門とする本稿の第三著者も含めた議論の結果、知的障害の程度に合わせた操作方法や内容を実装する必要性が挙げられた。

以上のことから、運動障害・知的障害の程度に関わらず単一の難易度・内容の事例を作成することは、体験者により反応が分かれてしまい、適切でない。そのため、障害の程度を考慮した事例を作成することが望ましい。まずは、運動障害・知的障害が軽度の児童生徒に向けて、より認知能力を必要とする体験内容を作成する。先に複雑なゲームを作成することにより、障害の重い児童生徒へは、要素の削除や単純化により対応できると考えられるためである。また、運動障害の重い児童生徒に対してはコントローラ等のハード面での改良も必要かもしれない。運動障害と知的障害の程度は往々にして相関するため、ゲーム内容の改良で対応が可能な障害の軽い児童生徒から対応を始める。

#### 4. 体験会の結果に基づく改良

体験会結果を踏まえ、障害の程度が軽い児童生徒を対象に絞り、トロッコ操作ゲームの改良を実施した。具体的な障害の程度の目安として、記号の理解ができ、補助つきであってもコントローラの操作が可能な児童生徒を想定して

いる。

##### 4.1 体力ゲージの実装とそれに伴うイベントの追加

運動障害・知的障害の程度が軽い児童生徒からの意見として得られた、ゲーム的な要素の追加を目的として、体力ゲージと、イベントの追加を行なった。

体力ゲージは画面右上にハート型のアイコンで表示される(図4)。ゲーム開始時、ゲージは満たされているが、イベントによってアイコンの数が増減する。イベントとして、コース内に障害物回避イベントと分岐選択イベントを追加した。

障害物回避イベントでは、衝突すると体力が減少する障害物が出現する。障害物の前には遮断機が設置され、出現中は遮断機があり、信号が赤く点滅する(図5)。この状態で遮断機に突入するとトロッコが後方に押し返されると同時に、画面全体が暗転し、体力が減少する。遮断機がおりているときは、コントローラ操作によって急停止し、遮断機が開くまで一定時間待機することで、衝突を回避することが可能である。体験会にて退屈した部分として指摘を受けた、単調な映像・操作が続いている箇所へ重点的に配置し、体験者の注意を引きつけ、退屈を避けることを目的とした効果音が、映像中の動作に対応して発生する。

次に、分岐選択イベントでは進行方向選択先に正誤が存在し、分岐点に差し掛かる直前に、正しい進行方向を示すキャラクターを配置した(図6)。指示に従わずに不正解ルートへと進んだ場合、効果音によって不正解であることを示すと同時に、壁に衝突し、体力が減少する。一方で、同様の分岐点における正解ルートの先には、体力回復オブジェクトを配置した(図7)。図6のオブジェクトの指示に従い正解ルートへと進み、これに衝突することで、減少した体力を回復することができる。体力ゲージは体験開始時のアイコン数が最大値であり、これを超えての回復は行われない。

これらの実装により、時間制限のある中での指示に従ったコントローラ操作が要求される。そのため、本来の実装目的であるゲーム性の向上に留まらず、自らの選択行動とその結果という因果関係の学習や、注意力の向上についても期待できると考える。



図6 進行方向を示すキャラクター



図7 体力回復オブジェクト

#### 4.2 分岐点での選択演出の変更

体験会にて、参加者の障害の程度に関わらず改良を希望する意見が寄せられた、分岐点での進行方向選択に関する改良を実施した。まず、進行方向選択時の減速演出を取り除き、分岐点以外のレール上を走行している場合と同じ速度で分岐点を通過できるように変更した。また、進行方向の選択肢を示す矢印が表示されるタイミングを早めることで、減速演出排除前と同等の進行方向選択時間を確保した。

加えて、進行方向選択時のコントローラ操作方法についても改良を行った。改良前は、分岐点にて左右に進行方向を選択する場合、左右斜め前方向にジョイスティックを傾ける操作を必要とした。一方、改良後は、分岐点にてジョイスティックを左右方向に倒すだけで、前進しながらの進行方向選択を可能とした。

#### 4.3 オブジェクトと効果音の追加

障害の程度に関わらず楽しめる要素として挙げられた、オブジェクトや効果音の追加を行なった。追加したオブジェクトはモグラのキャラクター、木箱、樽、スコップ、トロッコの5種類である。体験者が退屈を覚えないよう、コース全体に均等に配置した。追加した効果音は前述の4.1項で述べた正解・不正解イベントに伴う効果音だけでなく、オブジェクトとの衝突音、モグラの鳴き声、踏切のサイレン、進行方向切り替え時のコントローラの音、水の音の5種類である。また、これらのキャラクターに合わせ、工事中のトンネルをモグラの作業員の指示に従って脱出するというストーリーを設定し、よりゲーム性を高めた。

### 5. 意見聴取

#### 5.1 目的

対象となる児童生徒の教育に従事している教員からのフィードバックを獲得し、それらをもとにゲームに求められる設計を検討する。

#### 5.2 回答者

X 特別支援学校(知的障害)の教員19名に意見聴取を実施した。参加者の所属は小学部から高等部までさまざまであり、改良前のアプリケーションは体験していない。主に知的障害を持つ生徒を担当する教員であったが、運動障害を持つ児童生徒は、知的障害も併せ持つことが多く、本改良は特に知的な面に焦点を当てたため、有用な意見が得ら

れると考える。

#### 5.3 手続き

ある特別支援学校(知的障害)に、体験用のWindows PC3台と自作のコントローラ3台、トロッコ操作ゲームの概要や使い方を記した説明書とアンケート用紙を送付した。

回答者には、著者らの立ち合いなしに、2022年3月19日から2022年4月25日までの期間内の任意の日程で、トロッコ操作ゲームを体験した。送付した説明書に目を通したのち、その指示に従って、操作を進めた。体験会と異なり、練習コースは用意せず、本番の走行回数に制限は設けなかった。

体験終了後、アンケートに回答させた。質問内容を以下に示す。

- 対象となる児童生徒に使わせたいと思うか(7件法)とその理由(自由記述)
- 対象となる児童生徒の学習・訓練に役立つと思うか(7件法)とその理由
- 対象となる児童生徒が楽しめる、喜ぶ、興味を引かれると思う点(自由記述)
- 更なる改善や実装が必要な点(自由記述)
- より障害の程度が重い児童生徒を対象にする場合に改善すべき点(自由記述)

#### 5.4 結果

##### 5.4.1 使わせたいと思うか

「実際に対象となる児童生徒に使わせたいと思うか」という質問の結果を図8に示す。

回答の理由として、「非常にそう思う」「そう思う」「ややそう思う」と回答した回答者からは、「単純な操作で楽しむことができる」「トレーニングや学習に活用できる」といった回答が最も多く得られた。次いで「特に電車が好きな児童生徒に効果的である」との意見も多く見られた。

一方で、「どちらともいえない」もしくは「あまりそう思わない」と回答した回答者からは「コースにバリエーションがないため飽きが出る」という意見が得られた。また「使用目的がはっきりしない」との回答も得られたが、使用目的に関しては体験用機材と併せて送付した説明書の記述が不十分であった可能性が考えられる。そのほか、「児童生徒の障害による」との回答も見受けられた。対象として想定した児童生徒の障害の程度の中でもさらに細かい設定が必

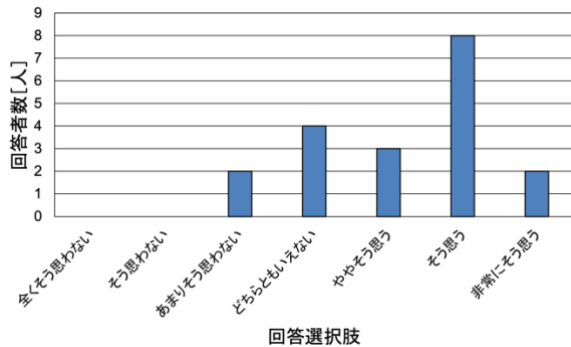


図8 児童生徒に使わせたいと思うか

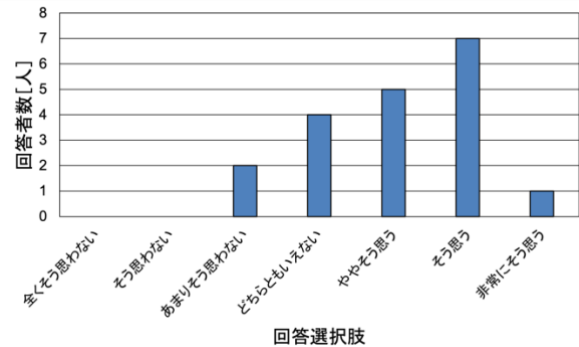


図9 児童生徒の学習・訓練に役立つと思うか

要である可能性がある。

#### 5.4.2 学習や訓練に役立つと思うか

「児童生徒の学習や訓練（勉強，認知機能，運動機能）に役立つと思うか」という質問の結果を図9に示す。

「非常にそう思う」、「そう思う」、「ややそう思う」と回答した理由として、最も多かったのは「目と手の動きの協応のトレーニングに使えと思ったから」であった。そのほか、「手の操作性の向上」、「前後左右の理解」、「選択・判断力の向上」に役立つと思ったという回答が得られた。また、児童生徒の学習やトレーニングだけでなく、教員が児童生徒の実態を把握する用途に役立つと考えられるとの回答も見られた。

一方で、「どちらともいえない」または「あまりそう思わない」と回答した回答者からは、「イベントの数が少ないため思考が働く場面が少ないから」との理由が得られた。また、「分岐点での正誤の基準がわからない」との回答については、説明書の記述が理解しづらかった可能性がある。また、「障害の重い児童生徒にとっては意味が理解できない」との回答も得られた。これについては、後の質問項目と関連し、重度の障害をもつ児童生徒に向けた改良において考慮すべき点である。

#### 5.4.3 楽しめる、喜ぶ、興味を引かれると思う点

対象となる児童生徒が楽しめる、喜ぶ、興味を引かれると思う点に関する意見として、「トロッコの動きがコントローラと対応している点で楽しめる」との回答が最も多く得られた。次いで、「分岐点や踏切のイベントが喜ばれる」との回答が多かった。加えて「音楽・背景の変化に興味をもつのではないか」との意見も見られた。

#### 5.4.4 更なる改良や実装が必要な点

障害の程度が軽い児童生徒に向けたゲームとして更に改善や実装が必要な点について尋ねたところ、「ゴールまでが長く感じた」という意見が多く寄せられ、「ゴールまでの長さや体験時間の目安が分かるような表示が欲しい」との改善案が得られた。次いで、イベントやコースの種類の少なさを指摘する声や、操作方法・ルールの説明を入れてほ

しいとの意見が見られた。また、コントローラを通してイベントに対応した振動が伝わるとより良くなるのではないかと回答も多く得られた。

#### 5.4.5 より障害の程度が重い児童生徒に向けた改良案

本アプリケーションをより障害の程度が重い児童生徒に向けたものにする場合の改善点として、入力操作をより一層簡単にすべきだとの意見が多く得られた。また、矢印や踏切などの色合いが背景と同化し見にくい、分岐点での正誤を示すイラスト・効果音の大きさが小さいなど、提示情報を強化する必要があるとの声や、単調な部分を排除すべきであるとの意見が得られた。

#### 5.5 考察

意見聴取の結果から、3.4.3項に記載した体験会で得られた改善すべき点の結果と、5.4.4項に記載の意見聴取結果を比較すると、改良前のアプリケーションについて指摘されていた課題についての意見が、改良後には指摘されていないことが見て取れる。このことから、体験会を経て明確になった課題に対する改良が適切であったことが確認できる。さらに、体力ゲージの実装に伴うイベントを追加したことで、手の操作性や選択・判断力の向上に役立つという意見を得ることができた。これらのことから、体験会結果をもとにした改良が、障害の程度が軽い児童を対象としたものとして適切であったと言える。

教員の意見から、改良後のトロッコ操作ゲームは、児童生徒が楽しむだけでなく、学習・トレーニングに使用できることが示された。児童生徒の目と手の動きの協応や選択・判断力の向上は、観察して指示に従うという改良点により得られた効果である。さらに、使用している児童生徒の様子を教員が観察することで、児童生徒の認知機能・運動機能の実態を理解することができるという意見が得られた。すなわち、本来想定していた児童生徒にとっての学習・トレーニングを目的とした使い方に加え、特別支援学校の教員にとって児童生徒の実態把握を目的とした使い方ができることが新たに明らかになった。

### 5.5.1 障害が軽い児童に向けての課題

意見聴取を通して新たに得られた課題としては、ゲーム性を高める内容・演出の追加が挙げられる。児童生徒の負荷を考え、イベントの数を調整したつもりであったが、今後は障害物や音のなるオブジェクトは教員が対象生徒に合わせ自由に設置できるようにすることも考えられる。また、コースにバリエーションを持たせるだけでなく、改善が必要と意見が多かったゴールまでの長さ・体験時間の目安の表示を実装することで、飽きを防ぐことができ、継続的な使用が期待できると考えられる。

操作方法・ルールの説明をゲーム内に入れてほしいとの意見については、児童生徒が文字や音声指示をどの程度認識できるかといった能力が大きく影響する部分であると考えられるため、慎重に検討したい。ただし、説明書を読まずに理解できる、生徒に教えながら進められるという点で、ゲーム内での説明は教員にとって役立つ可能性が高い。

### 5.5.2 障害が重い児童生徒に向けての課題

重度の児童生徒の利用を想定した場合には、操作方法の単純化や映像内のイラスト・オブジェクト等の情報の色合い、効果音の大きさが挙げられた。

コントローラ操作方法については、改善案が複数挙げられた。例として、前後操作のみに限定すれば使いやすくなるとの意見や、タッチパネルを用いて画面に触る操作方法が直感的でわかりやすい等の改善案を得た。これらの改良についても、児童生徒の認知能力や運動機能によって適しているもの、不適切であるものが分かると考える。例えば、コントローラ操作をするにあたって、手首の運動機能が十分でない児童生徒や、コントローラ操作と映像の対応関係を認知することが困難な児童生徒にとっては、タッチパネルを用いた操作が適している。一方で、それら運動機能や認知機能が十分である児童生徒については、臨場感を感じつつ、手の操作性向上を目的とするためにも、コントローラ操作が最適であると言える。

映像内のイラスト・オブジェクト等の情報の色合い、効果音の大きさといった点が、障害のある児童生徒を対象としたゲーム開発をする上で特に注意をして検討しなければいけない部分であることも明らかにできた。強い色合いを用いて、提示情報の差を際立たせる必要がある。

### 5.5.3 障害の程度による設計指針の違い

以上の結果は、体験する児童生徒の障害の程度を十分に考慮した上で設計しなければ、彼らの楽しさや使いやすさが損なわれてしまうことを示す。障害の程度が重い児童生徒を対象としてゲーム開発を行う際は、情報がはっきりと視認しやすいようにしつつ、操作を極限まで単純化することが重要である。併せて、映像の変化や動きにより単調さを減らし、注意を惹きつける工夫が必要である。

対して、障害の程度が軽い児童生徒を対象としてゲーム開発を行う際は、視聴覚情報と運動の対応づけの学習や判

断を必要とするシーンを含めることができる。これにより、ゲーム性が高まり、飽きも軽減できると考えられる。また、これらのイベントの数や難易度を変更することにより、各児童生徒に対応させたり、能力の状態を把握したりすることに利用できる。

ただし、障害の程度は連続的に変化するので、操作方法やイベントの内容や数にはバリエーションを持たせながら、児童生徒の障害の程度に合わせて、調整できるようにする必要がある。教員はそれらを変更しながら、児童生徒に向けた学習・トレーニングを目的とした使い方と、教員に向けた実態把握を目的とした使い方の両方面から利用することができる。併せて、利用する教員のために、説明書を読まずとも簡単に利用できる工夫が必要である。

## 6. むすび

本稿では、生まれつき運動障害のある児童生徒を対象としたトロック操作ゲームの試作を行い、対象となる児童生徒、教員からのフィードバック、改良を繰り返した。このフィードバックループを通し、ゲームの改良を行うとともに、彼らにとって「楽しい」ゲームとするための設計指針の検討を行った。

改良とフィードバックの獲得を重ねる過程から、ゲームの設計に重要な以下の点が明らかとなった：

- 障害の程度や認知能力によって細かくターゲット層を設定し、難易度や視覚・聴覚情報の提示方法、操作方法を決定する
- 比較的障害が軽い児童生徒に対しては、素早い反応や判断を必要とするシーンを含め、ゲーム性を高める
- 比較的障害が重い児童生徒に対しては、情報の提示方法を工夫し、単純な操作方法を用いる

我々の作成したゲームに関しては、操作の楽しみを得られるだけでなく、手と目の協応や判断のトレーニングができることが示された。また、教員が児童生徒の実態把握を行うという使い方と教員のフィードバックから提案された。

## 参考文献

- [1] E. Biffi, C. Maghini, A. Marelli, E. Diella, D. Panzeri, A. Cesareo, C. Gagliardi, G. Reni and A. C. Turconi: "Immersive virtual reality platform for cerebral palsy rehabilitation," Proceedings of the 4th Workshop on ICTs for improving Patients Rehabilitation Research Techniques, pp. 85 -88, 2016.
- [2] P. L. Weiss, P. Bialik and R. Kizony: "Virtual reality provides leisure time opportunities for young adults with physical and intellectual disabilities," CyberPsychology & Behavior, Vol. 6, No. 3, pp. 335 -342, 2003.
- [3] T. Seno and H. Fukuda: "Stimulus meanings alter illusory self-motion (vection) -experimental examination of the train illusion," Seeing and Perceiving, Vol. 25, pp.631 -645, 2012.