

誰でも神プレイできるジャンプアクションゲーム

篠瀬 洋平^{*1*2}鳴海 拓志^{*3}

Transparently Adjusting Difficulty in a Jump-Action Game

Yohei Yanase^{*1} and Takuji Narumi^{*2}

Abstract --- Most game players want to improve their skills, but if they don't sense improvement they'll give up playing. So, we suggest a new way of dynamically adjusting a game's difficulty, in a way that is transparent to the player. In an experiment with a platforming game that focuses on jumping and hitting a target, players felt they were becoming better at the game instead of noticing the decrease in difficulty.

Keywords: computer game, difficulty adjustment, sense of self-agency

1 はじめに

評論家の荻上チキは、ゲームプレイにおける快楽を「操作的快楽」「攻略的快楽」「上達の快楽」の3つに分類し、これらを適切に与える設計がなされたゲームを「ゲームバランスが高い」と評している[1].

ここでいう「操作的快楽」とはコントローラからの入力によってゲーム内の空間に干渉し、フィードバックを得ることによる快楽である。「操作的快楽」を得るには、プレイヤキャラクタを通じて干渉すべき対象と、干渉するための動機が必要となる。「攻略的快楽」は、プレイヤキャラクタを操作し解決すべき問題について思慮を巡らせ、仮説を立て、それが正しいかを検証する過程において発生する。問題の解決には正しい仮説と、解決のために正しい操作をする技能が必要であり、より早く正しい仮説を立てられるようになること、より正確に望んだ操作を行えるようになることで「上達の快楽」が得られる。これら3つの快楽要素は結びついており、適切な問題設定、適切な操作が与えられていなければどれも得ることができない。

プレイヤはゲームプレイ中ほとんどの時間をコントローラによるゲーム世界への干渉に費やしているため、「操作的快楽」はもっとも頻繁に発生する。「攻略的快楽」は「操作的快楽」の積み重ねの末にあり、「上達の快楽」が「攻略的快楽」の末にある。

設計者は操作系の設定にあたり、シンプルで反応が速いものがベストという考えに陥ることがあるが、実際そうとは限らない。鈴木謙介は、ゲームコントローラの歴史は『「ゲーム的な身体」の発明と拡張の歴史』であると述べたうえで、ゲーム操作に日常動作を取り入れることとそれが直感的な操作方法として理解できることの乖離

について記している[2]。鈴木はじゃんけんやおにごっこ、だるまさんがころんだなどの遊びを例に挙げ、多くの遊びには非日常的な動きが取り入れられていると指摘すると同時に、その動きに習熟していく過程こそが遊びであると述べている。

これらの論を元にすれば、ゲーム空間内に自己を投影できる身体を作り、コントローラを通じてその身体を動かす過程を楽しむことがゲームであると言える。岩谷は、自著やインタビューの中で、動詞からゲームを発想することによりパックマンを始めとする様々な作品を生み出したと繰り返し述べており[3]、中村も動詞からゲームを生み出すフレームワークを発表している[4]。これらは日常動作を用いる事でゲーム内のキャラクタの挙動を想像しやすくし、没入させるためのものと考えられる。

しかし、日常のわれわれ自身の身体は何らかの不調がない限り思い通りに動いていると感じているのに対し、コントローラを通じて動かすゲーム内の身体は必ずしも全てのプレイヤにとって自己の感覚とマッチするわけではない。自己の感覚とマッチしない身体を操ってもそこに操作的快楽は発生しにくい。思うように動かさなければ攻略も難しく、当然上達したという感覚も得られない。上達したという感覚はゲームを続けるための動機として重要なものであり、その消失はゲームからの離脱を招いてしまう。

そこで本研究では、コントローラによる入力とゲーム内の出力結果の間に補正を加えることで、プレイヤの意図通りに動いているという感覚を保ちつつ実際よりも理想に近い結果をフィードバックし、プレイヤに上達感を与える手法を提案する。提案手法では、補正の度合いを段階的に変化させることで、だんだんと上達していく感覚を強く与えながら、プレイヤのスキルに応じて見た目を変えずに難易度を調節できるようにすること等が実現可能になると考えられる。

本論文では、提案手法で作られたゲームをWeb上で

*1 ユニティ・テクノロジーズ・ジャパン合同会社

*2 東京大学

*1 Unity Technologies Japan

*2 The University of Tokyo

配布してアンケートを実施し、その結果を分析することで、プレイへの影響、特に自らが操作しているという感覚と自らが上達しているという感覚に与える影響について検証した結果を述べる。

2 上達感と自己主体感

上達感を得るには、自分の操作が以前よりもうまくなったという感覚が必要である。以前よりもうまくなったという感覚は、過去の自分の操作結果を上回る結果を得た際に、それが偶然やシステムの意図によるものではなく、自分の操作によるものであると原因を帰属することにより得られる。この上達感の構成要素でもある、「ある行為を自分自身でおこなっている」という感覚は、自己主体感(sense of self-agency)[5, 6]と呼ばれる。入力に対して自己主体感を損なってしまうような補正や支援を与えた場合には、行為の結果が偶然やシステムの意図に帰属されてしまうために、上達感は得られない。

自己主体感が自己と外界を切り分け、自らが外界に対して効力を発揮できる範囲を自覚するために生じる感覚である。Miall と Wolpert は、自己主体感生起のモデルとして、自己主体感は「知覚される実際の結果」が「結果の予測」に合致するときに生起されるとしているフォワードモデルを提唱した[7]。これはまず行為の結果を予測し、実際の行為の結果と照合する事によって行為主判別を行い、行為主が自分であった場合に自己主体感が生まれるとするモデルである。このモデルに基づくと、自己主体感を保ったままシステムが操作結果に介入するためには、「知覚される実際の結果」と「結果の予測」が一致しているとされる範囲において、「知覚される実際の結果」と「結果の予測」の片方または双方を変化させる必要がある。

後者の「結果の予測」を変化させる手法としては、学習により脳内に生じる予測モデルを変化させることが考えられる。実際に浅井らは、実験を通じて、学習による予測の変化が自己主体感に影響することを示している[8]。しかし、こうした学習には時間がかかるため、本研究で目的とするゲームを続けるための動機の喚起へ適用することは難しいと考えられる。

他方、誰でも神プレイできるシューティングゲーム[9]では、プレイヤキャラクタの位置を予測して当てる弾丸だけでなく、位置を予測してあえて外す弾丸を加えることにより、見た目の弾丸の量から予測される難易度を実際の難易度よりも高く感じさせている。この時、プレイヤは飛来する弾丸を避けようと意図して自機を操作するが、プレイヤキャラクタ、弾丸の双方が動いている状態では命中するか否かの正確な視覚的判別は困難であり、かつプレイヤは常に弾を避けようと動いているため、弾がプレイヤを避けて撃たれていてもプレイヤは弾を避けていると感じる。難易度が高い状態で操作に失敗し、飛来

する弾丸に当たってしまうという体験の後で、同様の難易度に見えるが実際には難易度が低下したゲームをプレイすると、操作の努力に対してより良い結果が得られ、これを自己の操作が上達したと解釈する。ただし、こうしたモデルはシューティングゲームのように画面上での見た目から難易度が予測可能なゲームにのみしか適用できないという制約がある。そこで、より汎用的に適用可能なモデルとして、前者の「知覚される実際の結果」を変化させる手法を考える。

Lécuyer らは PC モニタ上のマウスカーソルの移動速度を変化させることで物理的な凹凸感を提示できる事を示した[10]。自身の手と連動して動くカーソルには自己主体感が生じることが知られているが、その運動の対応関係に適切な変化を与えた場合に、脳内での自己主体感の整合性を保とうとして、別のテクスチャや形状の表面をなぞっているという異なる予測モデルが引き出され、触覚的体験が変化して感じられると考えられる。こうした効果は視覚触覚間の相互作用である Pseudo-haptics として知られており、適切に用いることで他に質量[11]、形状[12, 13]等の知覚を操作できることが明らかになっている。また、渡邊らの VisualHaptics では、その応用として、背景のテクスチャに応じて運動、変形するカーソルを用いることで、テクスチャの知覚などの触覚的体験を提示できることが示されている[14]。こうした研究は、自己主体感を介して多様な知覚に影響を与えられる可能性を示している。

同じく渡邊らによる CursorCamouflage は、同形の複数カーソルが同時に動く中で操作者には自分の動かししているカーソルが判別できるが、傍観者には判別が極めて難しいという状態を作り出している[15]。操作者は自己の身体による操作から画面上のカーソルの動きを予測し、実際の画面上でのカーソルの動きと比較できるため、自身が動かしているカーソルの判別が可能であるためと考えられる。

他方、櫻井らは、自らの身体動作と同期させて外部のオブジェクトが動くことを短い試行を通して学習した後に、その対応関係に変化を与えると、自らの身体動作に変化が起きたかのように感じられ、緊張感が生じることを示唆している[16]。こうした研究は、予測に反する結果が知覚される際には、すぐに違和感が生じることを示唆している。

ここで、櫻井らが明らかにしたモデルとは逆に、最初に即座には思い通りに動かない操作系のキャラクタを与え、数度の学習試行を与えたうえで操作結果に介入し、予測の範囲内で最初よりも良い結果を与えるを考える。この場合には、次第に予測に合致する結果が得られるようになるため、上達したという感覚を与えることができるという仮説を立てた。特に、ゲームプレイ中の人間は目の前の課題を解決し、より良い結果を得ようとい

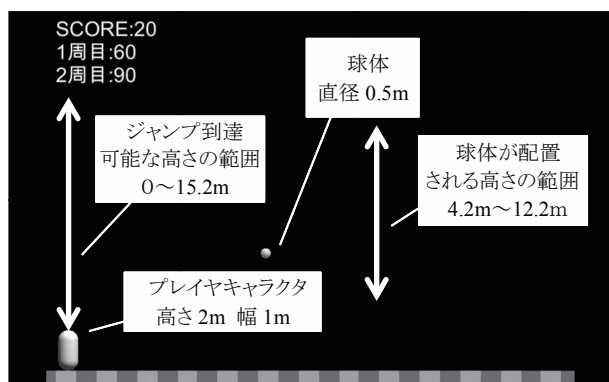


図 1. 誰でも神プレイできるジャンプアクションゲーム 画面

う姿勢で操作に臨んでいる。そのため、より良い結果を得ようとプレイを重ねることによってより良い結果を得ることは、行為の結果の予測を裏切らないであろうと考えられる。

そこで本研究では、コントローラによる入力とゲーム内の出力結果の間に段階的に補正を加えることで、次第にプレイヤーの意図通りにゲームがプレイできているという感覚を生じさせ、プレイヤーに上達感を与える手法について検討することとした。

3 提案システム

提案システムである「誰でも神プレイできるジャンプアクションゲーム」(図 1)は、スペースキーを押下し、離すことでジャンプするキャラクタを操作し、画面右から飛来する球体にキャラクタを当てることで加点される横スクロールジャンプアクションゲームである。球体との接触で 10 点が加点され、ゲームは 10 個の球体が飛来するまでを 1 周とし、3 周を 1 セットとする。

キャラクタは Unity 実行アプリケーション内の単位で高さ 2m、幅 1m の Capsule、球体は直径 0.5m の Sphere であり、初期配置位置は高さ 0m である。形状的には奥行きを持つが、システム中の当たり判定を持つオブジェクトはすべて Z 軸の 0 座標上に配置されているため、奥行き方向は無視できる。

画面左上には得点が、2 周目以降は前の周回の得点も含めて表示されるため、プレイヤーは特に指示されずともより高い得点を取ろうと行動することが期待できる。

3.1 インタラクション

プレイヤーキャラクタはカプセルによって表現され、スペースキーの押下時間に応じて高さ方向に縮み、キーを離すと縮んだ量に応じてジャンプする。本システムでは縮み量に限界を持たせ、ジャンプの高さには限界を設けた。ジャンプの高さが最大るとき、上端は 15.2m まで到達する。

点を得るには飛来する球体の高さに合わせてジャンプする必要があるため、球体の飛来を視認し、スペース

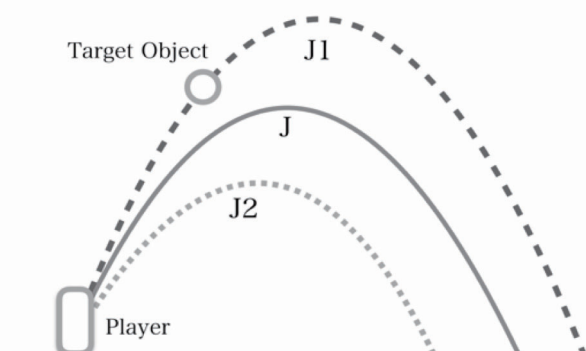


図 2. ジャンプ補正図

キーを適切なタイミングから適切な時間だけ押下し、適切なタイミングで離すことが求められる。

3.2 球体の配置

飛来する球体の高さは 10 段階あり、10 個の球体は中心の座標が最低 4.2m、最高 12.2m、約 0.9m 刻みとなるように、すべて違う高さに配置されている。最初の 1 周についてはその順番をランダムで配置しているが、2 周目以降については 1 周目と同じ順番に固定される。

なお、常にスペースキーを押下しておくことにより、離すタイミングだけでジャンプをコントロールすることも可能である。しかし、球体の飛来間隔は高さに応じて変化し、最高高度のジャンプのみではすべての球体を取ることができないように配置が調整される。そのため、高得点を狙うには、適切な高さでジャンプする技能を身につける必要がある。

3.3 ジャンプの補正

本システムは内部的にジャンプ補正值 n を持っている ($0 \leq n \leq 100$)。ジャンプ実行時に直近の球体への理想的なジャンプ曲線を算出し、補正值に応じて実行されるジャンプの曲線を理想曲線に近づける。

ここでいう理想曲線とは押下したスペースキーを離れた時点で球体の配置座標を通るジャンプの高さが最低となるもののことである。最低とする理由は、大きすぎるジャンプを行うと着地後すぐにスペースキーの押下をしても次の球体が取れないというケースが発生するためである。通常はジャンプの頂点で球体を取る事になるが、スペースキーを離すのが早ければジャンプ下降中に、遅ければジャンプ上昇中に球体を取る事になる。

また、それ以上にキーを離すのが遅すぎる、早すぎるなどの場合はジャンプ中に球体を取る事ができずそのまま着地する。

実際のジャンプを J_1 、理想的なジャンプを J_2 とした時、実行ジャンプ J (図 2) は以下のように表現される。

$$J = \frac{J1 \times (100 - n) + J2 \times n}{100}$$

ジャンプのタイミングが早い、遅いなどの問題で、操作によって与えられるジャンプの強さの最大値を与えても届かない場合には、操作された値そのままの強さでジャンプを行う。補正値は 1 周単位で設定され、1 周目は常に $n = 0$ としている。

3.4 実験用ゲームの流れ

アプリケーションが実行されるとタイトル画面でゲームの上達度をテストする旨説明が表示され、Enter を入力することによってゲームの説明が始まる。

最初に操作、次に飛来する球体を取るというゲームの目的が説明される。説明中は操作を試すことができる。説明が終了すると 1 周目が開始され、10 個の球体が飛来し、画面から消えると 1 周が終了する。1 周毎に思い通りに動かせたか否かを 10 段階で評価するアンケートが行われ、回答すると次の周が開始される。

3 周目のアンケート後、プレイの様子を記録した映像を自分の操作によって本来行われるはずだったジャンプ曲線(緑)と実際のジャンプ曲線(赤)表示と共に再生する。その後、「どの程度上達したか」を 11 段階、「補正に対してどの程度違和感があったか」を 11 段階で評価するアンケートを行う。

4 実験

項目 3 で説明したゲームを Web ブラウザでプレイできる状態にし、SNS で実験を行う旨告知した結果、4 日間でのべ 267 人がアンケート記入までプレイを行った。得られた回答のうち、プレイの結果がすべて 0 点であるものの、規定した数値の範囲外の回答を行ったもの、プレイが重複していると見られるものなどを除き、263 件について集計を行った。

その結果および考察は以下で述べる。

4.1 補正パターン

3 周それぞれの補正率について、3 つのパターン(表 1)を用意した。パターン A は通常プレイ時の基準としてすべて補正率 0%、パターン B は 2 周目に 30%の補正を加えた後、3 周目で 0%に戻す。パターン C は 0%、30%、100%と徐々に補正率を上げている。パターン A、B、C への振り分けはランダムで行った。

4.2 本実験における仮説

自己の行為に対して良い結果が出ると、プレイヤーは自己のスキルが向上したと感じ、上達感を得ると考えられ

る。同様に、提案手法による補正を加えても、プレイヤーが自らが適切な操作をしていると感じられている場合には、違和感あまり感じられず、上達感が得られると考えられる。他方、補正が強すぎる場合には、自らが操作しているという感覚が薄れ、違和感が強まると考えられる。

そこで、補正の強さの異なる ABC の各パターンについて、補正の強さと得られた得点の関係だけでなく、得点と上達感との間の相関、および上達感と違和感の相関を比較検証する。補正を加えないパターン A では、得点と上達感の間に相関が見られ、違和感が低くなることが予想される。補正の程度の弱いパターン B では、プレイヤーが自らが適切な操作をしていると感じて、補正を加えないパターン A と同程度の相関が見られ、違和感も低く留まることが期待される。一方で、補正の強いパターン C では、プレイヤーが自らが適切な操作をしている感覚が薄れ、補正を加えないパターン A よりも相関の度合いが低くなり、違和感も強まることが予想される。

他方、通常はプレイの繰り返しによってプレイヤーが学習することでスキルが上昇するが、補正をかけた場合にはスキルの上昇が阻害され、場合によってはスキルが低下することも考えられる。そこで、プレイヤーのスキルの学習に変化が見られるかを検証するため、パターン A とパターン B に関して、3 週のプレイを通じた得点上昇率の比較をおこなう。補正をおこなわないパターン A の 1 周目と 3 周目の得点の上昇率と、2 周目のみ補正を加え、1 周目・3 周目では補正をおこなわないパターン B の 1 周目と 3 周目の得点の上昇率を比較し、両者に差が見られれば、提案手法は学習を阻害する効果を持っていると言える。

4.3 得点の集計結果

パターン A について 85 件、パターン B について 89 件、パターン C について 89 件のデータが得られた。各パターンについて、周回ごとの平均得点を図 3 に示す。

パターン A、B、C の 1 周目に関してボンフェローニ・ホルム法による補正を用いて多重検定を行ったところ、いずれも有意差は認められなかった(A-B: $p = 0.51$; B-C: $p = 0.67$; A-C: $p = 0.6$ 、いずれも p 値は補正後の値)。この結果により、各パターンに割り当てたユーザー群間において、初期のゲームスキルに差があるとは言えないことを確認した。そこで、補正の強さと得点との関係を見、のちに補正の強さが得点と上達感との相関関係に影響するという仮説を検証すべく、各パターン間での周回ごとの伸び率の変化を求めた。

パターン A は 1 周目の平均得点が $44.2(\pm 2.12)$ 、2 周目の平均得点が $53.6(\pm 2.26)$ 、3 周目の平均得点が $58.6(\pm 2.19)$ と、周回に従って得点が増加していくのが見て取れる。この上昇度は、補正を加えない場合の、通

表 2. パターン別周回ごとのジャンプ補正率

	1 周目	2 周目	3 周目
パターン A	0%	0%	0%
パターン B	0%	30%	0%
パターン C	0%	30%	100%

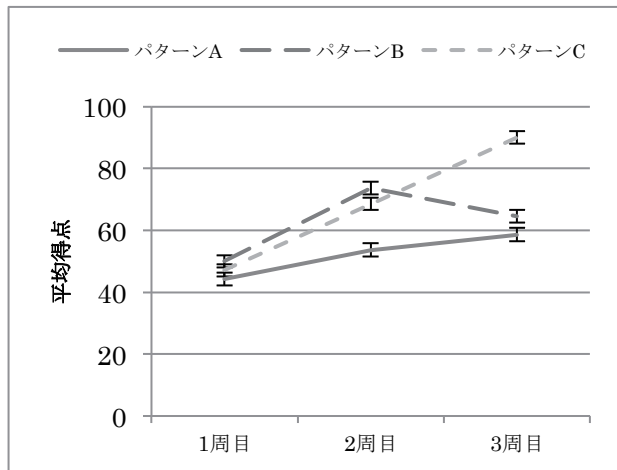


図 3. パターン別周回ごとの平均得点 (±標準誤差)

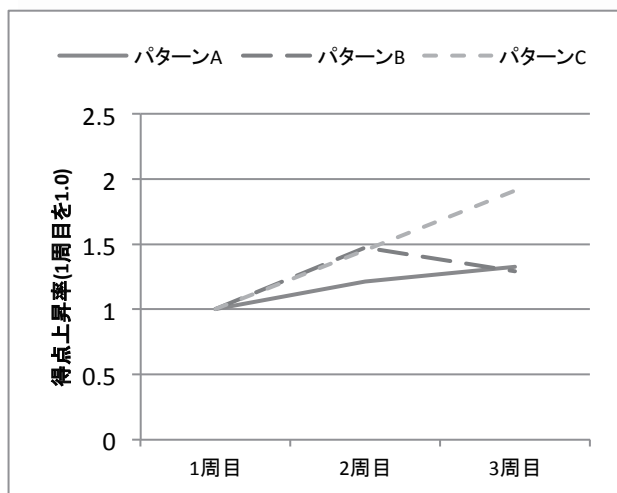


図 4. パターン別周回ごとの平均得点上昇率

常の学習効果を反映したものであると考えられる。

パターン B では 1 周目の平均得点が $50.0(\pm 2.11)$, 2 周目の平均得点が $73.6(\pm 1.96)$, 3 周目の平均得点が $64.5(\pm 2.19)$, C では 1 周目の平均得点が $47.1(\pm 2.17)$, 2 周目の平均得点が $68.5(\pm 2.19)$, 3 周目の平均得点が $90.0(\pm 1.89)$ で、どちらも 2 周目に 30% の補正が入っているため、2 週目の得点が大幅に上昇している。

パターン C では、さらに強い 100% の補正が入ったことで、平均得点の伸びが維持されている。一方で、パターン B では 3 周目で補正率 0% に戻ったために、平均得点が低下している。他方、パターン B の 3 周目の結果を 1 周目の結果と比較すると、平均得点は向上している。

ここで、補正によって学習が阻害されるかについて、

パターン A とパターン B の 1 周目と 3 周目の得点の上昇率に差が見られるかを検証した。その結果、パターン A の 3 周目平均得点は 1 周目と比べて 32% 上昇しており、パターン B の 3 周目平均得点は 1 周目と比べて 29% 上昇していた(図 4)。このパターン A とパターン B の得点上昇率に差があるかについて t 検定をおこなったところ、パターン A とパターン B の得点上昇率に有意な差は認められなかった ($p = 0.365$)。すなわち、今回の結果からは、提案手法によって補正を入れた状態でプレイをしても、補正を加えない場合と同様の学習効果が見られるという仮説の棄却は保留された。そのため、提案手法による支援を与えた場合に、必ずしもスキルの上昇が阻害されるとはいえないことが示唆された。

4.4 アンケートの集計結果

実験時、周回終了ごとに「まったく思い通りにならない」を 0, 「完全に思い通りに動かした」を 10 として「思い通りに動かした?」という質問(以下操作感と記述する)を行った(図 5)。パターン A では 1 周ごとに順当に上昇し、パターン B は 2 周目で上昇し、3 周目で数値が下がるが、1 周目よりも高い。パターン C は急激に上昇している。結果の補正を行うことによって、1 周目で学習した操作感覚と 2 周目以降の操作感覚にずれが生じ、思い通りに動かせなくなるという懸念があったが、そのような結果は見られなかった。

また、パターンごとの操作感集計にはパターンごとの平均得点との類似が見られる。得点と操作感の相関を求めたところ、全データでは相関係数 $0.77 (p < .001)$ となり、高い相関が見られた(表 2)。そこでさらに、補正の強さが得点と上達感との相関関係に影響するという仮説を検証すべく、補正 0%, 30%, 100% の場合ごとに相関を求めた。その結果、前者 2 項目では強い相関が見られたのに対し、補正 100% の場合については相関係数 $0.57 (p < .001)$ となり、相関が見られるという程度に留まった。

3 周目終了後には「どの程度上達したか」について「まったく上達しなかった」を 0, 「完全にマスターした」を 10 として 11 段階でのアンケートを、ジャンプに補正が入っていることを示したうえで、サポートに対する違和感(以下違和感と記述)に関して「まったく感じなかった」を 0, 「プログラムに動かされていると確信した」を 10 としての 11 段階でアンケートを実施した(図 6)。

上達感、違和感ともに補正割合が大きいほど値が大きい傾向が見られるが、両者の間の相関係数は $0.14 (p < .01)$ であり、相関はほぼ見られない。得点と違和感に関しても相関係数 $0.21 (p < .01)$ と相関はほぼ見られなかった。

パターンごとの違和感の出現頻度をヒストグラムにより比較すると、パターン A ~ C どれも最頻値は 0 であるが、

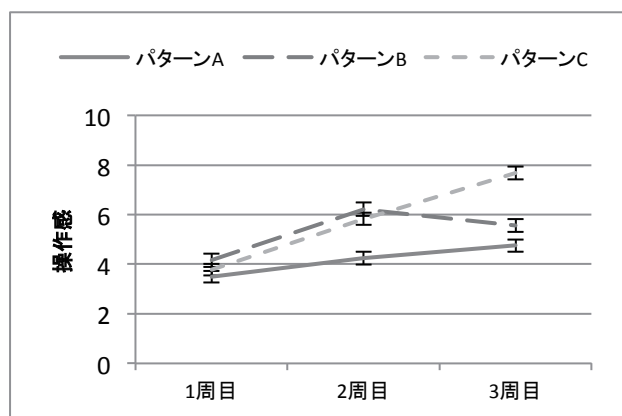


図 5. パターン別周回ごとの操作感 (±標準誤差)

表 4. ジャンプ補正率ごとの得点-操作感相関

	相関係数
全体	0.773 ($p < .001$)
補正 0%	0.744 ($p < .001$)
補正 30%	0.718 ($p < .001$)
補正 100%	0.569 ($p < .001$)

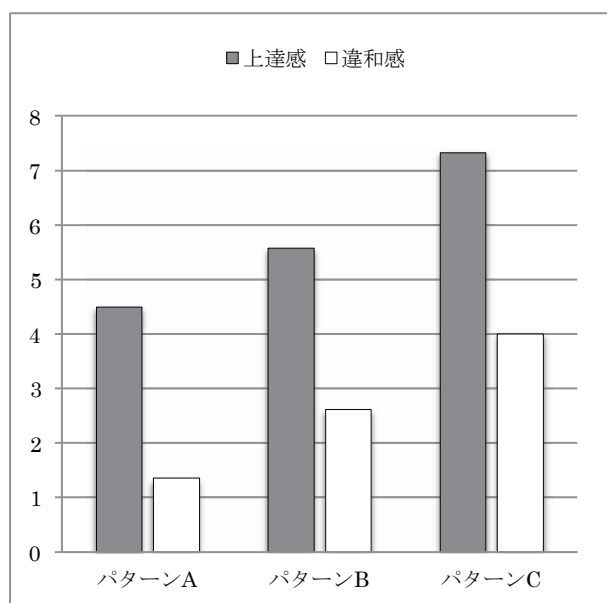


図 6. パターンごとの上達感と違和感

補正率が高くなると 0 の頻度が低下することが見てとれる(図 7)。また、8 以上の強い違和感に関しても補正率の上昇によって頻度が上がる傾向が見られる。

5 考察

得点およびアンケートから、3 週のプレイによって得点が上昇し、同時に思い通りに操作出来たという感覚が強くなっていることがわかる。

特筆すべきは得点とうまく操作できたという感覚の間に強い相関が見られた点である。プレイヤーは基本的に

取れると思うタイミングでボタンを押下し、離しているため、取れたという結果に対し自らの操作がうまくいったというフィードバックを得ているものと考えられる。これらの結果により、本システムが目指す「プレイヤーに気づかれることなく結果を補正し、上達したかのような感覚を与える」という目的は達成できていると判断する。

補正を入れることでプレイヤー自身の技能の上昇を妨げることを懸念していたが、その問題もパターン B の 1 周目と 3 周目の結果の比較では有意な差は認められなかった。機械的支援によって技能上昇が妨げられるという現象は、機械的支援によって自己主体感が損なわれているために起こることが考えられる。本研究で実現した系では、自己主体感が維持されたまま支援がおこなわれているために、技能上昇を妨げることがなかったことが考えられる。ただし、直接的に自己主体感の有無で技能上昇に差が見られるかを検証できてはいないため、本研究から示唆される自己主体感と技能上昇の関係に関しては、今後より詳細な検討が必要であると考えられる。

上達感についてのアンケート結果は正規分布しているのに対し、違和感については正規分布から外れた結果が見られた。違和感の出現頻度(図 7)については、ABC いずれのパターンについても最頻値は 0 であったが、補正が強いほど 0 の割合は減少しており、その他については規則性が見られない。これは小さな違和感が積み重なるのではなく、例えば「失敗した」と自覚した際や、意図的に失敗する操作をしたにも関わらず取れてしまったなど発生した事象に対する評価に依存するためと考えるが、より詳細な分析については個別の調査が必要である。

なお、キャラクタを操作する際、プレイヤーが上昇中の接触を意図する場合と下降中の接触を意図する場合があり、下降中を意図したのに対して上昇中に接触してしまう、もしくは上昇中の接触を試みて下降中に接触してしまうというケースが発生する可能性があったが、実際にプレイを観察している範囲では下降中に接触するケー

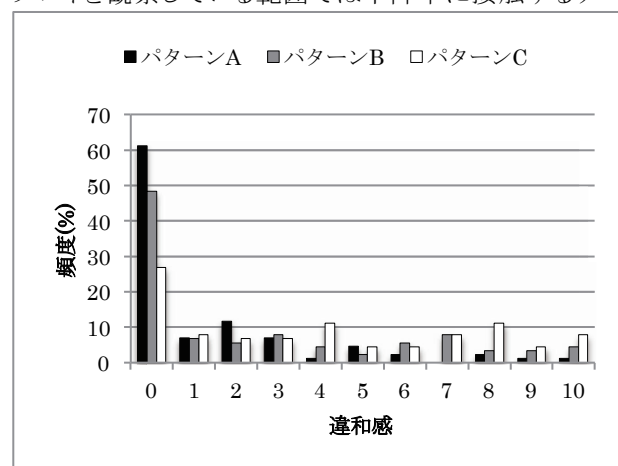


図 7. パターン別違和感の出現頻度

ス是非常に稀であり、実際にそういった操作を試みるのは高得点者に限られる傾向があり、違和感を生じさせる一般的な例としては無視して良いと考える。また、上昇中に接触を意図して下降中にとってしまうというケースについては発生が近距離のジャンプに限られ、わずかな操作量の差でどちらの結果になるかが変わるため発生しても違和感が少ないと考えられる。

終了後アンケートの上達感と違和感の間には負の相関が生まれると予測したが、実際のアンケート結果からそれはうかがえなかった。個別の結果を参照すると、上達感を得ながらも違和感を覚えるケースや、上達感も違和感もなかったというケースが散見された。それらの原因を考察するには実際のプレイの様子を分析することなどが必要と思われる。

自由記述アンケートにおいてはパターン B で 3 周目の得点低下を「集中力が切れた」「うまく操作できなかった」など自己に原因を求めるものが目立った。また、パターン A では補正率が 0% であるにも関わらず「1 周ごとに補正が強くなるのを感じた」「最初から補正があると思っていた」などの記述や「補正がかかっているためにうまくプレイができなかった」という意見も見られた。このシステムはジャンプのタイミングが合っていない時により大きく補正する方式であるため、理屈のうえでは技能の高いプレイヤーほど影響が少なくなるはずである。補正がかかることがあるという説明そのものにより、バイアスがかかったものと思われるが、実際の製品などにこのようなシステムを組み込む際、システムの存在そのもの、あるいは存在するという知識がプレイを阻害してしまう可能性を示唆している。これらについては、補正をオフにする機能を同時に実装するなどの対策が考えられる。

6 課題および今後の発展

本稿における実験は Web を通じて行い、記録している。この方式は短時間で多くの結果を得られる反面、被験者の環境およびプレイ中の行動を十分に把握できないため、完全に統制の取れた環境下での検証であるとはいえず、個別の外乱の影響を含んでいる可能性がある。また、SNS を通じて実験用のページを拡散する性質上、著者の研究を知る被験者が多分に含まれ、「ゲームプレイの上達に関する研究」と称していても何かしらの補正がかかっていることを疑っている被験者が含まれている可能性は否定できない。実験手法および情報の拡散方法については今後検討する余地がある。ゲームを通じた実験は、より多くの被験者を短時間で集められる可能性があり、有用な知見になり得ると考える。

本システムは短時間に習熟度合いを推し量るため、キーの押下時間と離すタイミングという二つの要素を持つやや複雑な操作をプレイヤーに要求しており、さらに常に取りべき目標が 1 つだけになるよう単純化している。よ

り実践的な研究のためにはジャンプアクションゲームにおいてより一般的な操作方法で、かつ取るべきもの、触れてはいけないもの、落下してしまう場所など複数の要素が組み合わさった空間の中でジレンマを感じながらも上達したという感覚を与えられるシステムを考案し、実装していく必要がある。

本実験は補正システムの介入により自己主体感が低下し、「操作的快楽」が得られなくなる限界を調べるのに寄与していない。これについてはジャンプ補正率の粒度を細かくし、さらなるデータを集めていく必要がある。将来的な目標として上達率をコントロールすることによってプレイヤーのモチベーションをコントロールし、離脱率を低下させるという点に関しても、プレイヤーごとに最適な補正率を算出する方法や上達感を得るために必要な得点上昇率などの知見が今後は必要となる。具体的には、補正率 0% でのプレイ結果を元に補正率を調整するなどの手法が考えられる。さらには、元々技能を持っている上級プレイヤーにマイナスの補正をかけ、低いスコアから始めさせることによって徐々に上達する体験を与え、ゲームの寿命を延ばすという方向性も考えていきたい。

なお、本稿のような手法についてはプレイヤーに手法が知られることによってゲームシステムに対する信用を失い、上達感が得られなくなるというリスクが懸念される。この点について CEDEC2015 のインタラクティブセッション [17] に出展し、多くの参加者と議論を行った結果、現役のゲーム開発者から肯定的に評価されるという結論に到った。この出展ではインタラクティブセッション オーディエンス賞の 3 位という結果を得られた。これについては多くのゲームには曲線補完を用いたエイム操作の自動修正 [18] などがあり、プレイヤー間でも一般的な知識として知られている背景があるため、開発者としても機械的な操作修正の導入に抵抗が少ないためと考えられる。これらの操作補完の仕組みの多くは操作量が一定範囲だった場合に操作を補完するというものであり、目標との距離に応じて意図した割合で補完を行うという当手法とは異なる。

本実験によって得た知見はゲームに限らず、コンピュータ上で行うトレーニング全般に有用であり、例えばタッチタイピングソフトなどとは相性が良いと考える。また、長時間同じ作業を繰り返すような作業において演出や目標の付与など、いわゆるゲーミフィケーションとは違った形でのモチベーション構築にも寄与していきたい。

7 まとめ

本稿ではプレイヤーに気づかれずゲームの入力結果に対して補正を入れて本来よりも良い結果を与え、それを認識したプレイヤーが通常よりも高い上達感を得るためのジャンプアクションゲームを構築した。

補正を入れない通常プレイとの比較の結果、プレイヤー

は補正を入れた際に高い得点を取り、同時に操作がうまくできたと感じ、補正がない場合よりも高い上達感が生じるという結果を得た。補正が強くなるに従って違和感も生じるとわかった。また、提案手法によって補正を加えて支援を与えた場合にも、必ずしもスキルの上昇が阻害されるとはいえないことが示唆された。

参考文献

- [1] 荻上チキ: 社会的な身体: 振る舞い・運動・お笑い・ゲーム; pp.166-176 (2009年6月)
- [2] 鈴木謙介: 入力装置が生み出す〈ゲーム〉性, 鈴木謙介の「そこ見るんですか?」; <http://www.4gamer.net/games/000/G000000/20100430016/> (2015年8月18日確認)
- [3] 岩谷徹: バックマンのゲーム学入門 エンターブレイン; 2章 (2005年9月)
- [4] 中村隆之: EMS Framework. CEDEC 2014 <http://www.gamer.ne.jp/news/201409040048/> (2014/08/18 確認)
- [5] S.Gallagher: Philosophical conceptions of the self: implications for cognitive science; Trends in Cognitive Sciences, Vol.4, No.1 (2000, January)
- [6] N. David, A. Newen, and K. Vogeley: The "sense of agency" and its underlying cognitive and neural mechanisms; Consciousness and Cognition, 17, pp.523-534 (2008, March)
- [7] R.C. Miall, and D.M. Wolpert: Forward models for physiological motorcontrol; Neural Networks, 9, pp.1265-1279 (1996, November)
- [8] 浅井智久, 丹野義彦: 自己主体感における自己行為の予測と結果の関係 — 行為主判別に対する学習課題を用いた検討; パーソナリティ研究, 第16巻, 第1号(2007), pp. 56-65 (2007年9月)
- [9] 築瀬洋平: 誰でも神プレイできるシューティングゲーム; <http://www.wiss.org/WISS2013Proceedings/demo/093.pdf> (2014/08/18 確認)
- [10] A. L'écuyer, J.M. Burkhardt, and L. Etienne: Feeling bumps and holes without a haptic interface: the perception of pseudo-haptic textures; Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems, pp.239-246 (2004, April)
- [11] Y. Ban, T. Narumi, T. Fujii, S. Sakurai, J. Imura, T. Tanikawa, and M. Hirose: Augmented endurance: controlling fatigue while handling objects by affecting weight perception using augmented reality; Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, pp. 69-78 (2013, April)
- [12] Y. Ban, T. Kajinami, T. Narumi, T. Tanikawa, and M. Hirose: Modifying an identified curved surface shape using pseudo-haptic effect; 2012 IEEE Haptics Symposium (HAPTICS), pp. 211-216 (2012, March)
- [13] Y. Ban, T. Kajinami, T. Narumi, T. Tanikawa, and M. Hirose: Modifying an identified angle of edged shapes using pseudo-haptic effects; Haptics: Perception, Devices, Mobility, and Communication, pp. 25-36 (2012, June)
- [14] K. Watanabe, M. Yasumura. VisualHaptics: Generating Haptic Sensation Using Only Visual Cues; Proceedings of the International Conference on ACE2008, pp.405-405 (2008, December)
- [15] K. Watanabe, F. Higuchi, M. Inami, and T. Igarashi: CursorCamouflage: multiple dummy cursors as a defense against shoulder surfing; SIGGRAPH Asia 2012 Emerging Technologies, Article No. 6 (2012, November)
- [16] 櫻井翔, 鳴海拓志, 勝村富貴, 谷川智洋, 廣瀬通孝: Interactonia Ballon: 風船を用いた能動的呼吸の誘発による緊張感の喚起・増幅; 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.18 No.3, pp.361-370 (2013年9月)
- [17] CEDEC2015 インタラクティブセッション 2015 結果発表: <http://cedec.cesa.or.jp/2015/session/INT/result.html> (2016年2月24日確認)
- [18] Shoemake, K: Animating rotation with quaternion curves; ACM SIGGRAPH computer graphics, Vol. 19, No. 3, pp. 245-254 (1985, July) (2016年3月4日受付)

[著者紹介]

築瀬 洋平 (正会員)



1995年から2012年までゲームデザイナー、シナリオライターとしてゲーム開発に従事。2012年10月より研究職に転身。2013年よりユニティ・テクノロジーズ・ジャパン プロダクト・エヴァンジェリスト。

鳴海 拓志 (正会員)



2006年東京大学工学部システム創成学科卒業。2008年同大学大学院学際情報学府修了。2011年同大学大学院工学系研究科博士課程修了。2011年より同大学情報理工学系研究科知能機械情報学専攻講師、現在に至る。拡張現実感、錯覚を利用した五感インタフェースに関する研究に従事。博士(工学)。