

# 砲台型シューティングゲームにおける上達感の獲得と持続意欲に与える影響の研究

宮下秀範<sup>†1</sup> 福地健太郎<sup>†2</sup>

**概要:** ゲーム制作者にとってプレイヤーにそのゲームを長く遊んでもらうことは重要である。多くのプレイヤーは、自身の腕前が上達することで喜びを感じ、その喜びをさらに感じようとするためゲームを続けてプレイする。しかしそのゲームの難易度が初心者にとって適切に感じられるものではない場合、上達を感じられず短期間でプレイを放棄してしまう場合がある。そこで我々はプレイヤーに上達感を与えることで、長時間ゲームを遊んでもらえると考えた。それを検証するために本研究では、プレイヤーの操作によって砲台から放たれた弾丸が標的に当たりやすくなる補助機能が付いた砲台型シューティングゲームを作成した。そしてその補助がプレイヤーに気づかれないようミスで補填することで、順調に腕前が上達しているかのように見える仕組みを実装した。今後、本システムを用いてプレイヤーが上達感を獲得できるかを検証し、後のゲームプレイの継続にどのような影響を与えるのか調査する。

## 1. はじめに

ゲーム制作者にとって、ゲームを長期期間遊んでもらうことは重要である。その為にはそのゲームが面白くなければならない。Csikszentmihalyi は、人が何か行為をするとき、行為の難易度である「挑戦」と自身の「能力」とのバランスが適切である状態のときに精神的に集中している感覚（フロー状態）が起こると述べている[1]。このフロー状態にある人は行為に対し喜びを感じると言われている。しかし、ある行為における挑戦が自身の能力より大きくなると不安を感じ、反対に小さくなると退屈を感じ、それぞれフロー状態から脱してしまい活動に没入する感覚が失われてしまう原因となる。ゲームの面白さを測る指標としてフロー状態が用いられることが多く[2][3]、また Beume らは市販されているゲームのほとんどが、プレイヤーをある程度のフロー状態にするように設計されていると述べている[4]。

このように、ゲームを面白くする手法の一つとしてプレイヤーをフロー状態に導くことを狙う場合、ゲーム制作者は挑戦要素であるゲームの難易度を能力要素であるプレイヤーの腕前に合わせる事が重要となる。

しかしプレイヤーの腕前や上達を予想し難易度を調整するのは簡単ではなく、様々なプレイヤー状況を想定しなければならない。特に初めてそのゲームをプレイするプレイヤーの場合、適切な難易度でない場合すぐにゲームをやめてしまう原因になるので慎重に調整しなければならない。

一般にゲームの初心者は難易度が低いことをゲームに期待しており[5]、プレイヤーはゲームの難易度と自身の腕前が大きく離れているとき、フローの状態から逸脱しゲームの継続意欲を下げてしまう。プレイヤーがゲームの難易度に自身の腕前が達していないと感じる原因は、ゲームの難易度が急激に上昇することと、プレイヤーの腕前が順調に向上し

ないことである。我々は後者に注目し、プレイヤーがゲームの難易度に自身の腕前が達していないと感じた時に、プレイヤーに腕前が順調に向上しているような感覚を与えることで、腕前とゲームの難易度が釣り合っているとプレイヤーに思わせることができるという仮説を立てた。

そこでプレイヤーに腕前が向上しているような感覚を与えるために、我々はゲームに補助を加えることによってその感覚を実現する。この腕前が向上している感覚を本論文では「上達感」と定義する。我々はプレイヤーに上達感を与えることでプレイヤーが長期的に遊べるゲームが製作できると考える。

## 2. 関連研究

フロー状態の構成要素として挑戦と能力のバランスの他に、即時のフィードバック、および感覚の喪失が挙げられる。Ngonn らは、フィードバックのより良い条件として、具体性、有効性、正当性を挙げている[6]。また Bosse らは、フィードバックの提供の仕方について研究し、スキル上達において低頻度のフィードバックよりも高頻度のフィードバックが、有効であると述べている[7]。さらに上達初期段階に多くの情報によるフィードバックが存在すると、かえって上達の妨げになってしまうことも示唆されている。

築瀬らは、プレイヤーの入力に対し補助を加えることで、プレイヤーに上達感を与える仕組みを持つアクションゲームを用いた調査を実施しており、補助が加わったプレイヤーの方が補助の無いプレイヤーよりも高い上達感を感じるという結果が出ている[8]。しかし、プレイヤーが自身の入力に対し失敗を予測したにも関わらず、補助によって得点が取れたことで違和感が生じたことにさらなる検証の必要性を述べている。また上達感を与えた後のゲームプレイ継続意欲については言及していない。そこで本研究では、上達感を与えることでその後のゲーム継続にどう影響があるのか調査する。

<sup>†1</sup> 明治大学大学院先端数理科学研究科

<sup>†2</sup> 明治大学

### 3. 実験手法

本研究では、実際にゲームを製作し、そこに補助を加える仕組みを実装することでプレイヤーに上達感を与えその後のゲーム継続にどう影響があるのか調査することを目的とした。そこでまずこの章では実装したゲームの内容、そこに加える補助の内容、本実験で考慮しなければならない条件を検証する実験の内容について述べる。

本研究で用いるゲームは、プレイヤーの習熟具合がわかりやすく、操作が単純で複雑な要素のない 2D 砲台型シューティングゲームである(図 1)。ゲームが開始されると、赤い円板状の的が画面左端から等速で右端まで移動する。画面右下には砲台が表示されており、プレイヤーはマウスクリックによって、砲台から上に向かって弾を放つことができ、砲台から出る弾は等速で上方向に移動する。

的が画面右端に行く、あるいはそれまでに砲台から放たれた弾と的が当たるまでを 1 ラウンドとする。砲台から弾を打つことができるのは各ラウンドにつき 1 回のみである。1 ラウンドが終了し次第、次のラウンドが開始される。

画面にはスコア、現在のラウンド数と、直近 10 ラウンドから算出される的中率、およびゲーム開始時からの通算的中率が順に表示されている。

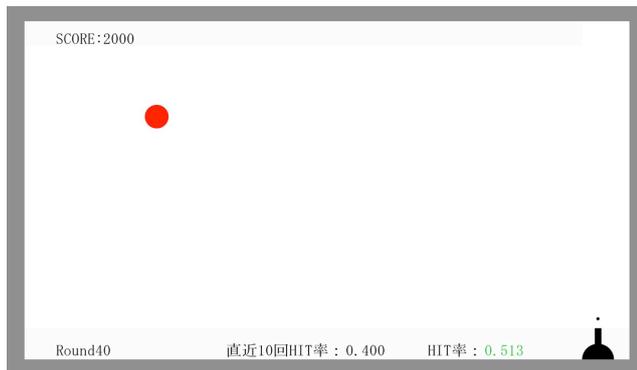


図 1: 実験システム

ここで本実験での補助の仕組みについて説明する。この補助は、プレイヤーの入力によって発射した弾が的に当たらない場合に的に当たるように弾の速さを調整するものである。ここで弾の軌道と的の軌道が交差する点を衝突点と定義する。

まずプレイヤーが弾を発射した時点であらかじめ的と弾が当たるかどうかを計算する。的中しない場合、的が衝突点に達した時点で弾の位置を算出する。弾の衝突点までの距離と、的が衝突点に達するまでにかかる時間から、的中に必要な弾の速さを算出する。砲台から出た弾の速さをその速さに合わせることによって、実際にプレイしている画面では弾が的に当たるようになる。

### 4. 実験概要

プレイヤーに上達感を与えるには、まずスキルの上達について調べる必要がある。スキルの上達は習熟曲線で表されることが多い。本実験の場合、横軸をラウンド数(経過回数)、縦軸を的中率とすると、習熟曲線は右上がりになることが期待される。またスキルの上達には「低迷期」と「停滞期」が存在する[9]。低迷期とはスキルの上達において、前回出した成績よりも低い成績が続く期間であり、停滞期とは同じ程度の成績が続く期間である。

我々は、プレイヤーが上達を感じられない 2 つの時期において、プレイヤーに気づかれずに弾が的に当たりやすくなる補助を加えることで、プレイヤーが順調に的中率を上げていく上達感を感じられるという仮説を立てた。

そこでまず予備調査として今回は二つの実験を実施した。実験 1 では、プレイヤーが本研究のゲームにおいても離脱するタイミングがスキル上達における低迷期や停滞期であるのかを調査し、どのような習熟曲線を描くのか調査するために補助を加えないで上記のゲームを実験参加者にプレイしてもらう。また実験 2 では過剰な補助が加わることで自分が操作している感覚を失う事を防ぐため、プレイヤーが補助を認知する限界を調査した。

#### 4.1 実験 1

プレイヤーがゲームから離脱するタイミングがスキル上達における低迷期、停滞期であるのか、またどのような習熟曲線を描くのかを調査するために実験 1 を行った。鈴木らの研究は 300-600 試行回数あたりに低迷期、停滞期が発生する[9]ことから、実験 1 ではその回数を超えるため、まず実験参加者 1 人(A)に対して 1000 ラウンド実験を行ってもらった。またその試行回数の半分の回数でも低迷期、停滞期が発生するのかを検証するために別の実験参加者 1 人(B)に対して 500 ラウンド実験を行ってもらった。ゲームプレイ中に離脱したいと感じたところを発言してもらい、それを記録した。また実験終了後離脱したくなった理由を聞いた。実験参加者には事前に規定ラウンド数をこなすまで離脱をさせないことは言及せず、我々が実験終了を告げるまでゲームをプレイしてもらった。

#### 4.2 実験 2

次に補助の要素である速さの変化をどこまでの範囲ならプレイヤーに認知されずに変えられるかを調べるために、実験 1 のゲームからの的を除外したものを使用し、実験参加者 5 人(a, b, c, d, e)に対して実験を行った。

10 ラウンドの練習で基準となる弾の速さを覚えてもらう。基準となる速さは、120fps の描画において 10pixels/frame で、弾は等速直線運動をする。実験参加者に以下の①から④の条件でそれぞれ実験を行い、弾の速さが変化し

たと確信したラウンドで操作をやめてもらい、その時点での弾の速度を記録した。

①～④の順番はランダムで各条件の間には練習を挟み、元の速さを覚え直してもらった。

- ① ラウンドごとに弾が速くなる。
- ② ラウンドごとに弾が遅くなる。
- ③ 隔ラウンドごとに弾が速くなる。
- ④ 隔ラウンドごとに弾が遅くなる。

③は一回おきに弾が速くなり、弾が速くなった次ラウンドでは元の速さに戻る。④は一回おきに弾が遅くなり、弾が遅くなった次ラウンドでは元の速さに戻る。

## 5. 結果

### 5.1 実験 1 結果

図 2 および図 3 に、実験参加者 A および B の結果をそれぞれ示す。グラフの縦軸は経過ラウンド数毎に、直近 50 ラウンドの平均的中率（移動平均）を表している。ただし 50 ラウンド未満のラウンドでは、その時点でプレイしているラウンドまでの的中率を表している。

実験参加者 A は、100, 400, 800 ラウンド付近でゲームから離脱したいと回答した（図 2）。実験参加者 B は、100, 200, 400 ラウンド付近でゲームから離脱したいと回答した（図 3）。

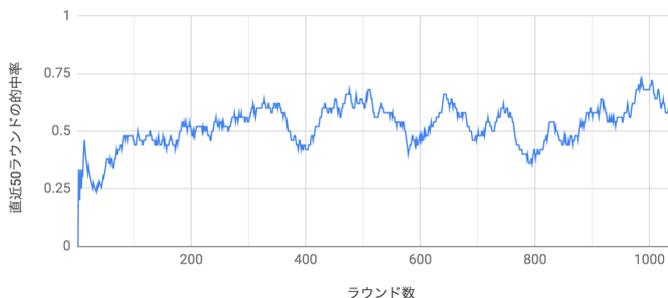


図 2：実験 1 における実験参加者 A の結果

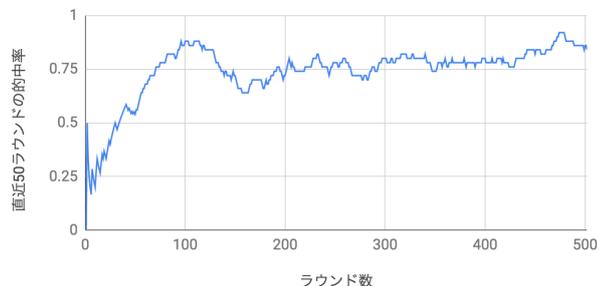


図 3：実験 1 における実験参加者 B の結果

実験参加者 A の結果から、低迷期は 50, 400, 600, 700, 800, 850, 950 ラウンド付近と多くの箇所が存在すると考えられる。また停滞期は 100～200 ラウンドにかけて存在すると考

えられる。

実験参加者 B の結果から、低迷期は 50, 150, 290 ラウンド付近で存在すると考えられる。また停滞期は 100 ラウンド付近と、300～350 ラウンドや 350～400 ラウンドにかけて存在すると考えられる。

これら結果から本実験でもスキル上達において低迷期や停滞期が存在することが示された。

### 5.2 実験 2 結果

プレイヤーが速さの変化を認知した時点での速度の倍率を表 1 に示す。まず①と③を比較した際、ともに弾は速くなっているが、プレイヤーが速さの変化を認知した倍率を比較すると①の方が大きくなっているため、徐々に弾の速さが増えたと変化をした方が変化に気づきにくいと言える。②と④を比較した場合も同じことが言える。

また③と④は、常に元の速さから変化するので、本実験ではこの結果からプレイヤーに気づかれずに速さを変化させることができるのは 106%から 94%の間の範囲で、これを超えて弾の速さを変えてしまうと補助の要素である速さの変化を認知されてしまうことが示された。

		実験条件			
		①	②	③	④
実験参加者	a	152.00%	52.00%	135.00%	80.00%
	b	117.00%	84.00%	108.00%	92.00%
	c	110.00%	95.00%	107.00%	92.00%
	d	116.00%	64.00%	116.00%	75.00%
	e	117.00%	72.00%	117.00%	92.00%
	平均	122.40%	73.40%	116.60%	86.20%
標準偏差		15.03%	15.01%	10.05%	7.28%

表 1：実験 2 結果

## 6. 考察

実験 1 から、本実験で使用するゲームにも低迷期や停滞期が存在することが示唆された。また実験参加者の発言から、プレイヤーがゲームから離脱するタイミングが低迷期や停滞期に多いという結果が得られた。この二つの期間に補助を加えることで、プレイヤーに上達感を与えることができ、プレイヤーのゲームからの離脱を防ぐことが期待できる。

実験 2 から補助の要素である弾の速さ調整の範囲を検証した結果、速くなる限界を 106%、遅くなる限界を 94%と設定する範囲内の変化であればプレイヤーはゲームに加えられた補助には気づかないと考えられる。なお、この範囲の補助で、どれくらいの的中率に影響を与えられるかは不明であるため調査する必要がある。

また認知した速さの変化倍率の分散が大きく、これはプレイヤーのこれまでのゲーム経験によるものだと考えられる。速さの変化に敏感だった実験参加者はゲーム経験が豊富であったため、速さの感覚をつかむことに優れているのではないかと考えられる。こちらに関してもさらに検証が必要

で、あまりにゲーム経験者の有無で結果が違ふようであると本実験では補助を加える条件にゲーム経験の有無を加える必要があると考えられる。

## 7. 今後の課題

今後は、6節で述べた条件で補助を加えることでプレイヤーが上達感を獲得できるかを検証し、また後のゲームプレイの継続にどのような影響を与えるかを検証していく。さらに継続意欲について検証する手法として、ゲームへの没入感を指標にすることを考えており、アンケートによる主観的評価と、ゲームプレイ中におけるプレイヤーの姿勢や態度、発言等を記録することを検討している。

## 8. まとめ

本研究ではゲームプレイヤーの上達感とその後の継続意識について調べるために補助機能が付いたシューティングゲームを作成した。本実験ではプレイヤーにそのゲームをプレイしてもらい、気づかれない範囲で補助を加えることでプレイヤーが上達感を獲得できるかを検証し、後のゲームプレイの継続にどのような影響を与えるかを検証することを目的とした。補助を加える条件として6節の考察から二つ設定することとした。今後はこの条件で補助を加えたシューティングゲームをプレイしてもらい、上達感を感じたかどうかや、ゲームの継続意識の向上について検証していく。

## 参考文献

- 1) Mihaly Csikszentmihalyi 著, 今村浩明 訳:フロー体験 喜びの現象学, 世界思想社(1996).
- 2) Yu-Tzu Chiang, Sunny Lin, Chao-Yang CHENG Eric Zhi-Feng Liu: Exploring online game players' flow experiences and positive affect, Turkish Online Journal of Educational Technology, Vol.10, Issue.1, pp.106-114 (2011).
- 3) Fong-LingFu, Rong-ChangSua, Sheng-ChinYu: EGameFlow: A scale to measure learners' enjoyment of e-learning games, Computers & Education, Vol.52, Issue .1, pp.101-112 (2009).
- 4) Nicola Beume, Holger Danielsiek, Christian Eichhorn, Boris Naujoks, Mike Preuss, Klaus Stiller, Simon Wessing: Measuring Flow as Concept for Detecting Game Fun in the Pac-Man Game, IEEE Congress on Evolutionary Computation, pp.3448-3455 (2008).
- 5) Jolie G, Gascon, Shawn M, Doherty, Dahai Liu Dahai Liu: Investigation of Videogame Flow, Effects of Expertise and Challenge, Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, Vol.59, Issue.1, pp.1853-1857(2016).
- 6) Tricia J. Ngoon, C. Ailie Fraser, Ariel S. Weingarten, Mira Dontcheva Scott Klemmer: Interactive Guidance Techniques for Improving Creative Feedback, 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, No.55 (2018).
- 7) Hans Martin Bosse, Jonathan Mohr, Beate Buss, Markus Krautter, Peter Weyrich, Wolfgang Herzog, Jana Jünger and Christoph Nikendei: The benefit of repetitive skills training and frequency of expert feedback in the early acquisition of procedural skills, BMC Medical Education, Vol.15, No.22 (2015).
- 8) 築瀬洋平, 鳴海拓志:誰でも神プレイできるアクションゲーム,

- 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.1, No.3 pp.415-422 (2016).
- 9) 鈴木宏昭, 大西仁, 竹葉千恵:スキル学習におけるスランプ発生に対する事例分析的アプローチ, 人工知能学会論文誌, Vol.23, No.3, pp.86-95 (2008).