

デジタルゲームにおける難易度と失敗の繰り返しに関する研究

中井理貴ⁱ 遠藤雅伸ⁱⁱ

ⁱⁱⁱ 東京工芸大学

ⁱm.nakai0806@gmail.com, ⁱⁱm.endo@game.t-kougei.ac.jp

概要: プレイヤーは、ゲームが与える課題の難易度が高く、達成ができないとゲームから離脱する。しかし、課題の難易度が高くても成功するまで離脱せずに繰り返しプレイするプレイヤーがいる。我々は、実験用ゲームを使って難易度と失敗の繰り返しに関する検証実験を行った。その結果、最も多かったのは 10 回未満の失敗で離脱したプレイヤーであり、それより多い回数で離脱したプレイヤーは繰り返す間隔が短かった。一方、20 回を超えるプレイヤーは成功するまで離脱しなかった。成功するまで繰り返すプレイヤーは執着が強く、ゲームに対する執着は繰り返しの間隔で測れると示唆された。

キーワード: デジタルゲーム, ゲームプレイ, 執着, 繰り返し, 難易度, レベルデザイン

Study on the Relationship between Difficulty and Repetition of Failure in Digital Games

Michitaka NAKAIⁱ Masanobu ENDOHⁱⁱ

ⁱⁱⁱTokyo Polytechnic University

ⁱm.nakai0806@gmail.com, ⁱⁱm.endo@game.t-kougei.ac.jp

Abstract Players drop out game playing when the game is too difficult and could not achieve. But some players play repeatedly until to succeed even if the game is so difficult. We implemented the testing game and conducted an experiment on the difficulty and the failure repetition. As a result, majority of players who dropped out less than 10 times repetition. And not less than 10 times repetition players had short repeat interval. On the other hand, more than 20 times repetition players did not drop out until to succeed. It suggested that players who repeat until success have strong engagement to the game, and the degree of this engagement can measure at repeated intervals.

Keyword Digital game, Game play, Attachment, Repeat, Difficulty, Level design

1. はじめに

デジタルゲームは、対戦相手を必要としない課題に挑戦する遊び方を生み出した[1]。課題の設定はレベルデザインと呼ばれ、その重要な要素に難易度がある[2]。

フロー理論によると、プレイヤーのスキルレベルに適した課題を与えればプレイヤーは面白いと感じる[3]。しかし、課題の難易度が高ければ苦痛に感じ、低いと退屈に感じる。その結果、プレイヤーはモチベーションを喪失しプレイから離脱する[4]。

アクションゲームでは、難易度が適正であればプレイヤーは課題に失敗してもモチベーションを失わず、繰り返し挑戦する[5]。しかし、難易度が高い課題においても成功するまで挑戦を繰り返すプレイヤーがおり、高い難易度による失敗が必ずしも離脱に繋がらないと我々は考えた。

そこで我々は、難易度と失敗の繰り返しの関係を、実験用ゲームを用いて検証した。

2. 先行研究、関連研究

難易度調整の方法については、Schweizer がまとめている[6]。近年は、動的難易度調整 (DDA: Dynamic Difficulty Adjustment) に関する研究が進んでおり、これらはフロー理論に基づいている[7][8][9]。

Chen によれば、コアユーザーは適正な難易度より高い課題を好み、ライトユーザーは低い課題を好む[10]。また Juul によると、コアユーザーは失敗することにより挑戦意欲が掻き立てられ、ゲームに対する評価が高くなる[11]。

3. 本研究の手法

本研究の目的は、高い難易度と失敗の繰り返しの関係を明らかにすることである。

研究手法は、実験用ゲームをネット上でプレイ可能とした、不特定多数のプレイヤーによる公開実験である。被験者は SNS の告知で募り、プレイデータを収集した。得られたデータの統計的処理と分析を行った。

3.1 実験用ゲーム

実験用ゲームには、アクションゲームにおいてポピュラーであり、定量的に難易度を調整できる「穴」を飛び越える課題を用いた、横スクロールジャンプアクションゲームを採用した。仕様の詳細を次に示す。

- 操作はキーボードで行う
- プレイヤーキャラクターは移動ボタンで右に動き、ジャンプボタンでジャンプする
- 移動はボタン長押しで加速し、速度には上限設定がある
- ジャンプはその時点の移動速度に比例して到達距離が決まる
- 課題はスタート後に 1 つ設置される穴で、これを飛越すると成功、落下すると失敗となる
- 飛越後に再プレイか離脱を選択できる

ゲームは Unity で実装し、Unity WebGL を用いてネット公開した。穴を飛越しているシーンの実験用ゲーム画面を図 1 に示す。

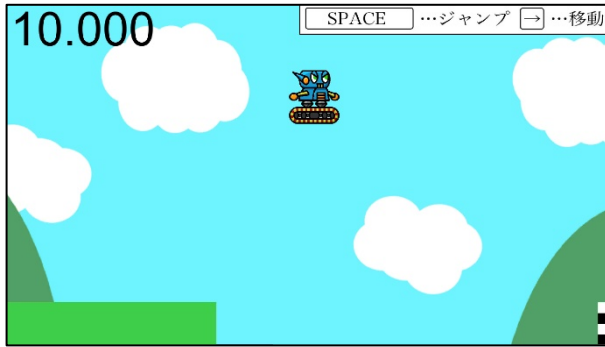


図 1. 実験用ゲーム画面

難易度は穴の幅で設定した。実験用ゲームには、幅の狭いレベル 1 から幅の広いレベル 5 まで、5 段階のレベルを実装した。

3.2 収集データ

公開したゲームには、プレイデータを収集する機能を実装した。収集したデータを次に示す。

- 被験者の識別 ID
- 毎回のプレイレベルとプレイ開始時間
- 課題達成の成否

4. 結果

2019 年 7 月より実験を行い、800 人のプレイデータを得た。

「定量的な難易度と失敗回数の関係」と「毎回のプレイ開始時間に注目した失敗の繰り返し間隔と失敗回数の関係」の 2 つを示す。

4.1 難易度と失敗回数

全てのレベルをクリアした被験者 191 名を対象に、難易度別の失敗回数をまとめた。失敗回数の分布は、レベル別失敗回数の特徴的な傾向を表すために「0 回」、「1～3 回」、「4～9 回」、「10 回以上」に分割した。被験者のレベル別失敗回数の人数分布を表 1 に示す。

表 1. レベル別失敗回数分布

失敗数	Lv.1	Lv.2	Lv.3	Lv.4	Lv.5
0	97	131	85	33	6
1～3	93	59	90	57	41
4～9	0	1	14	59	63
10～	1	0	2	42	81

ボンフェローニ補正法を用いて、各レベル間の失敗回数を多重比較した。結果を表 2 に示す。

表 2. 各レベル間の多重比較

	Lv.1	Lv.2	Lv.3	Lv.4
Lv.2	p=0.27			
Lv.3	p<0.05	p<0.01		
Lv.4	p<0.01	p<0.01	p<0.01	
Lv.5	p<0.01	p<0.01	p<0.01	p<0.01

レベル 1 と 2 の間には有意差が見られなかった。しかし、レベル 1 をプレイした後にレベル 2 をプレイした被験者の内 65 名は、レベル 1 で 1 回以上失敗があるものの、レベル 2 では失敗していない。これは初見プレイによる操作の不慣れが影響していると見られ、この被験者を除くと差が有意になる。その他のレベル間には有意差があり、レベルが上がるほど失敗回数が増えている。

レベル 1～3 については、被験者の 91%が 4 回以上の失敗をしていない。これは、プレイヤーにとって課題が適正もしくは簡単な難易度と考えられる。

一方、レベル 4 からは 4 回以上の失敗が多く、レベル 4 と 5 の間では 10 回以上失敗した被験者の人数が倍になっている。これは、レベル 4 が成功に少しの繰り返しを要する高い難易度であり、レベル 5 は多くの失敗を繰り返す過度な難易度と考えられる。

これらのことから、難易度が上がるほど失敗が繰り返されると言える。

4.2 失敗の繰り返し間隔と失敗回数

失敗を繰り返しやすいレベル 5 をプレイした被験者を対象に、初成功もしくは離脱までの「失敗回数」と「平均反復時間」の関係をまとめた。有意水準を 5%とし、全被験者の両端 5%を除いた人数分布を表 3 に示す。

表 3 に関して、フィッシャーの正確検定を用いたところ $p<0.01$ となり、被験者の人数分布に有意な偏りがあるとわかった。ここで特徴的なのは 10 回以下で離脱した被験者が最も多く、以降は 20 回までに離脱者が集中していることである。

一方で、20 回を超えて失敗を繰り返す被験者も存在しており、該当者 108 名中 87 名が成功するまで離脱していない。そこで被験者を「10 回以下」、「11～20 回」、「21 回以上」の 3 群に分割し、それぞれの平均反復時間についてデータを集計した。

表 3. レベル 5 をプレイした全被験者の両端 5%を除いた人数分布

平均 反復 時間	初成功もしくは離脱するまでの失敗回数																															
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
4	4	6	8	12	14	10	10	15	9	10	10	10	14	7	7	7	12	6	4	9	0	7	2	7	8	5	2	3	2	2	2	
5	10	14	9	17	6	10	13	7	16	5	8	4	4	3	2	0	5	2	1	3	2	2	0	3	1	1	0	0	0	1	1	
6	6	11	8	8	13	3	5	3	6	4	3	4	3	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	6	5	2	3	4	3	5	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	3	1	2	1	0	3	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

平均反復時間の分布については、各被験者群で全てに分布している3～9秒を1秒単位の度数分布とし、それ以外を「10秒以上」として分割した。この際に、繰り返しプレイの間隔として不適当な「2秒以下」と「30秒以上」を除いている。失敗回数と平均反復時間の関係を表4に示す。

表 4. 失敗回数別の平均反復時間分布

失敗数	平均反復時間(秒)								平均	標準偏差
	3	4	5	6	7	8	9	10～		
1～10	13	88	103	68	38	15	9	23	5.78	2.22
11～20	9	87	34	18	3	3	4	0	4.65	1.19
21～	9	74	21	1	1	1	1	0	4.24	0.85

スティール=ドゥワズ法を用いて、各被験者群の平均反復時間を多重比較した。その結果、全ての組み合わせで $p<0.01$ となり、失敗回数が多いほどプレイの反復時間は短くなるとうわかった。

5. 考察

難易度と失敗回数の関係は、難易度が高いほど失敗回数が増加する。また、高い難易度の課題は失敗の繰り返しが起こりやすく、その失敗回数が多いほどプレイの反復時間は短くなる。失敗が続いているにも関わらず、短時間に何度も繰り返すプレイヤーはプレイに対する執着が強く、その執着の度合いは繰り返しの間隔で測れると、我々は考えた。

5.1 レベルデザインへの応用

レベル5をプレイした被験者の57%は、試行回数10回までにゲームから離脱していると分かっている。また、現在レベルデザインではDDAが広く使われている[7][8][9]。しかし、プレイヤーのプレイに対する執着が強ければ10回以上のプレイでも離脱しないが、弱ければ数回の失敗で離脱してしまう為、スキルレベルに対してのみの難易度設定では不十分である。そこで、ゲーム中のリトライ時の時間を計測し、その繰り返しの間隔からプレイヤーのプレイに対する姿勢を定量的に判断することで、今後のDDAに活用できると考えた。

本研究の実験ゲームでは、成功まで繰り返す執着の弱いプレイヤーに対しては10回未満の試行回数で成功させることが望ましいと考えた。

5.2 課題成功後の繰り返し

本研究の実験用ゲームは穴を飛越する単純な課題で、成功に報酬が存在しないにも関わらず、最高難易度のレベル5成功後も繰り返すプレイヤーが見られた。該当する被験者の例を表5に示す。

表 5. レベル5成功後も繰り返す被験者の例

被験者	初成功時の失敗数	合計失敗数	合計成功数	離脱時の成否
A	4	30	2	成功
B	9	33	1	失敗
C	10	13	2	失敗
D	0	3	2	成功
E	0	11	2	成功
F	3	18	2	成功
G	0	16	3	成功
H	6	15	2	成功
I	10	44	2	成功

この被験者たちは比較的早期に課題を成功しており、被験者Bを除く全員が再度成功するまで繰り返すプレイしている。また、被験者B,Cを除けば全員が課題を成功しての離脱である。これらのプレイヤーは、自身の成功をまぐれと感じており、成功を確認するための繰り返しと考えられる。また、2回以上成功したプレイヤーは「自己目標の達成」による離脱であり、本来ゲームが想定したゴールを越え、自身で定めた目標を目指しプレイしているとも考えられる[4]。これらのプレイヤーに対しては、二次目標となる、課題の成功を段階に分けて評価する手法が有用であると考えた[12]。

6. まとめ

本研究はデジタルゲームにおける課題の難易度と、その課題を失敗することによる繰り返しの関係を実験により実証した。

その結果、高い難易度の課題ほど失敗回数は増加し、その数が多いほどプレイの反復時間は短くなると分かった。また、成功するまで何度も繰り返すプレイヤーはプレイに対する執着が強いことから、その執着の度合いは繰り返しの間隔で測れると示唆された。

このことから、プレイヤーのゲームプレイに対する姿勢を繰り返しの間隔で測り、それを動的難易度調整にフィードバックすることで、より良質なレベルデザインが可能になると結論付けた。

本研究では横スクロールアクションゲームに限定して検証を行ったが、他のジャンルのゲームでも失敗時にリトライできる仕様があれば、同様に執着の度合いを繰り返しの間隔で測れると考える。また、今回の実験では繰り返しの間隔に注目したが、これをプレイに対する執着と決定付けることはできない。今後は新たに執着を測る手法を模索したい。

参 考 文 献

- [1] 小山友介(2016)『日本デジタルゲーム産業史: ファミコン以前からスマホゲームまで』, 人文書院.
- [2] アダムス, E.・ドーマンズ, J., ホジソン, 田中(訳), バンダイナムコスタジオ監修(2013)『ゲームメカニクス: おもしろくするためのゲームデザイン』, SBクリエイティブ, Adams, E., Dormans, J.(2012) Game mechanics: advanced game design, New Riders.
- [3] チクセントミハイ, M., 今村浩明(訳)(1996)『フロー体験 喜びの現象学』, 世界思想社.
- [4] 遠藤雅伸, 三上浩司, 近藤邦雄(2014) ひとはなぜゲームを途

中でやめるのか?-ゲームデザイン由来の理由, 2014 年夏季研究発表大会予稿集, 日本デジタルゲーム学会, pp.15-18.

- [5] 渡辺修司, 中村彰憲(2014)『なぜ人はゲームにハマるのか』, SBクリエイティブ.
- [6] Schweizer, B. (2016) *Difficulty, Debugging Game History: A Critical Lexicon*, MIT Press.
- [7] Hunicke, R., Chapman, V. (2004) *AI for Dynamic Difficulty Adjustment in Games*, Proceedings of the 2005 ACM SIGCHI International Conference on Advances in computer entertainment technology, pp.91-96.
- [8] Jennings-Teats, M., Smith, G., Wardrip-Fruin, N. (2010) *Polymorph: dynamic difficulty adjustment through level generation*, Proceedings of the 2010 Workshop on Procedural Content Generation in Games, Article(11).
- [9] Xue, S. Wu, M., Kolen, J., Aghdaie, N., Kazi A. Zaman. (2017) *Dynamic Difficulty Adjustment for Maximized Engagement in Digital Games*, Proceedings of the 26th International Conference on World Wide Web Companion, pp.465-471.
- [10] Chen, J. (2007) *Flow in games (and everything else)*, Communications of the ACM 50(4), pp.31-34.
- [11] ユール, J., 渡邊(編) (2015) *しかめっ面にさせるゲームは 成功する 悔しさをモチベーションに変えるゲームデザイン*, ボーンデジタル, Juul, J.(2013) *The Art of Failure: An Essay on the Pain of Playing Video Games*, MIT Press.
- [12] 平賀良太, 遠藤雅伸(2016) *三段階評価ゲームのユーザー行動に関する研究*, 2016 年夏季研究発表大会予稿集, 日本デジタルゲーム学会, pp.144-146.