

# ゲーミフィケーションのモジュラー化に向けた 楽しさと集中度のキャリーオーバー効果

村上裕亮<sup>†1</sup> 杉原太郎<sup>†1</sup> 五福明夫<sup>†1</sup>

**概要:**ゲーミフィケーションの活用例の多くは、勉強やリハビリなどの対象とゲームを一体化し、ユーザが取り組むべきタスクをゲームと一体化するやり方が中心である。このような手法では、取り組むべきタスクが変更されるたびに新たなゲーム開発が必要となり、開発コストがかかる。加えて、全体をゲームの一部として取り込むことで、対象に本来期待されていた効果がもたらされるかについて検討が必要である。あるいは、タスクに対する要求水準を減じることなく完遂できたかという、方法論的妥当性が担保されなくてはならない。そこで有効と考えるのが、タスク部とゲーム部をモジュール化し、別々に開発した上で最後に統合する手法である。しかし、モジュール化をする上で、新たな検討事項が生じる。それは、ゲームプロセスのどの場面で対象タスクを実施するかという問題である。場面や状況により、タスクの結果に好悪いずれの影響も生じうる。そこで本研究では、ゲーミフィケーションのモジュール化を可能とするために、ゲームをプレイした際に生じる影響がキャリーオーバーするかを明らかにすることを目的とした。影響する要因には集中度を取り上げ、ゲームへの集中度が対象タスクへの集中度にキャリーオーバーするかを検討した。

## A study of the carry-over effect of enjoyment and concentration towards establishing modularized gamification.

YUSUKE MURAKAMI<sup>†1</sup> TARO SUGIHARA<sup>†1</sup>  
AKIO GOFUKU<sup>†1</sup>

### 1. はじめに

勉強、仕事、リハビリ、検査など、やらなければならないけれども嫌気がつきまとい、自らが積極的に臨む気持ちになりにくい事柄が数多く存在する。これらの問題 に対して、やりたいと思わせるような仕掛けやきっかけを講じることが重要と考えられる。この仕掛けやきっかけづくりの1つに、ゲームデザインの技術やメカニズムを利用し、対象を楽しくかつ自然に取り掛かる支援をするゲーミフィケーションという手法が存在する [1] [2]。

任天堂の「脳を鍛える大人のDSトレーニング」は、計算問題や音読など、脳の機能の低下防止を毎日楽しく続けられるようゲームデザインされており、九州大学の「樹立の森リハビリウム」 [3]は、高齢者の健康維持の訓練である起立-着席の単調動作を、立ち座りの動きで木を伸ばしていくシンプルなゲームで、わかりやすく訓練を楽しませ、リハビリに対する積極性、持続性を向上させている。

以上のように、ゲーミフィケーションの活用例の多くは、勉強やリハビリなどの対象とゲームを一体化し、ユーザが取り組むべきタスクをゲームと一体化するやり方が中心である。このような手法では、取り組むべきタスクが変更されるたびに新たなゲーム開発が必要となり、開発コストがかかる。加えて、ゲーム化することでタスクが有する特性を減じることなく完遂できたかに疑問が残る。例えば検査

の場合、移動を伴うゲームで視力検査のランドルト環を表示して計測した視力が、通常の視力検査と同一とみなせない可能性が生じる。そうすると、検査を受ける人にとっては検査の意義が低減してしまう。

そこで有効と考えるのが、タスク部とゲーム部をモジュール化し、別々に開発した上で最後に統合する手法である [4][5]。検査そのものをゲーム化するのではなく、ゲーム部と検査部をモジュール化して開発を進めることで、多様かつ質の担保された検査や、飽きがきたゲームを新たなものに換装することが可能であると期待される。

しかし、モジュール化をする上で、新たな検討事項があると考えられる。ゲームのどの場面で検査を行うかということである。場面や状況により、検査に好悪いずれの影響も生じうる。この影響はタスク結果の正確性を損なわないように、あるいは高めるために、重要な問題だと考える。そこで、本研究では、好影響の継続性に着目する。影響の1つとして、集中度を取り上げ、ゲームへの集中度が検査への集中度にキャリーオーバーするかを検討する。仮説を立て、実験によりゲーム集中度の検査への影響を明らかにすることで、モジュール化を必要とするゲーミフィケーションの要件について検討していく。

### 2. 関連研究

#### 2.1 ゲーミフィケーション

ゲーミフィケーション (Gamification) [1] [2]とは、ゲー

<sup>†1</sup> 岡山大学大学院自然科学研究科  
Okayama University, Graduate School of Natural Science and Technology



表1 アンケート内容  
 Table 1 Questions of this study

Q1	スリル
Q2	難易度
Q3	臨場感（その場にいる感じがする）
Q4	難しかったが、その難しさに対応するスキルがあると信じていた
Q5	ゲームレベルと私のスキルは同等に高いレベルにあった
Q6	何をしようかと考えなくても正しい動きができた
Q7	自分が上手にできることがとてもはっきりとしていた
Q8	その経験を本当に楽しんだ
Q9	完全に集中していた

ゾンビをセットし、プレイヤーの後方に追手ゾンビを1体配置した。いずれのゾンビに接触してもゲームオーバーとなる。逃走し始めてから一定の距離が避けるための余裕が必要と考え、障害物ゾンビは逃走開始部から通路幅と等距離の位置に置いた。また、壁から1/3の距離に設置し、避けて通れる空間を通路幅の約2/3にした。プレイヤーは、ある通路端から逃走し始めて、これらの障害物ゾンビ2体を避けた後に、反対側の通路端に設置した扉に接触することで次のモジュール（検査部あるいはゴール）に遷移できる。なお、逃走開始部から直接2体目の障害物ゾンビおよび扉が目視できないようにするために、通路には直角部を設けた。障害物ゾンビの移動速度は、1体目より2体目を速くすることでプレイヤーの慣れを抑えようとした。

難度は、基本セットを増やすことで統制した。難度に影響する基本セットのパラメータは、障害物ゾンビの数・初期位置、通路の長さ・形状、障害物ゾンビの移動速度である。この中で主として変更したのは、高難度ゲーム時の障害物ゾンビの移動速度のみで、それ以外は固定した。

この基本セット1個のとき難度低（A）とし、これを反転させながら3個接続したものを難度適切（C）、3個かつ移動速度を高めたものを難度高（D）した。なお、先行研究[5]ではAおよびBと同等の条件で通路を2個繋いだものを用意した（B）が、楽しさ・集中度はCと相違ない結果であった。DはCのゲームを基本とし、テストプレイを繰り返して3体目以降の障害物ゾンビの速度を上げ、極端に難度を高めクリアできないものとした。ゲームを始めてすぐに諦めることがない、かついつかはクリアできると思わせないことを目標に難度を設定した。

#### 4.3 検査部の構成

検査へのキャリアオーバーを確認するためには、ゲームと検査間の移行がスムーズであるものでなければならない。そのため問診形式の検査や、ゲームを一時中断して手元を見ながら作業しなければならない高難度の操作や、修得に時間と練習が必要となる操作や動作は好ましくない。

そのような阻害要因が少ないと考えられる検査の1つに、認知神経心理検査のフランカー課題 [13]がある。これは、

横一列に並んだ文字や矢印などの記号刺激に対し、周辺刺激を無視して中央にある刺激に注意を向ける課題である。矢印を用いる課題の場合、実験参加者は、一列に並んだ5個の矢印のうちの中央の矢印の方向を回答することが求められる。中央以外の刺激について、中央刺激と同一の条件（一致刺激）と異なる条件（不一致刺激）の差異を検討する競合適合効果で、認知的制御の指標にもされている。一致刺激に比べ不一致刺激で反応時間が延長することが知られており、この現象をフランカー効果と呼ぶ。競合する反応を生じさせ、エラーを生じさせる葛藤課題とも呼ばれており、エラー・モニタリングの研究などで用いられ、注意欠陥多動性障害研究においては、決定的に重要な課題の1つとなっている。

実験参加者には、フランカー刺激の中央の標的の向きに応じて左右の反応ボタンを押させた。これはゲーム部での移動と同一のキー操作である。刺激は白色で黒の背景画面に呈示し、その大きさは視角にして各矢印が横1.6°×1.4°で全体では横8.6°×縦1.4°であった。3カウント後刺激を提示し、1試行は、空白画面1000ms間の後、フランカー刺激をボタン押し反応まで、あるいは最大1000msまで呈示した。4つの課題刺激のパターンは等確率でランダムな順序とし、カウンターバランスをとった。

## 5. 実験1：フロー体験誘発の実験

### 5.1 実験概略

著者らは、これまでフロー体験を誘発できるゲーム開発を試みており、一部についてはその効果を確認してきた[5]。しかし、H1-3の難度が高過ぎるケースについては、楽しさおよび集中度の効果を確認できていなかった。そこで、実際にはクリアできないが、クリアできる可能性を感じられる難度のゲームを用意し、フロー体験を実現できたか確認した。

Dはクリアできない仕様となっているため、3つのゲームとも15回以降にギブアップしても良いと参加者に伝えた。この時、選択機会を均等化するため、AおよびCに対

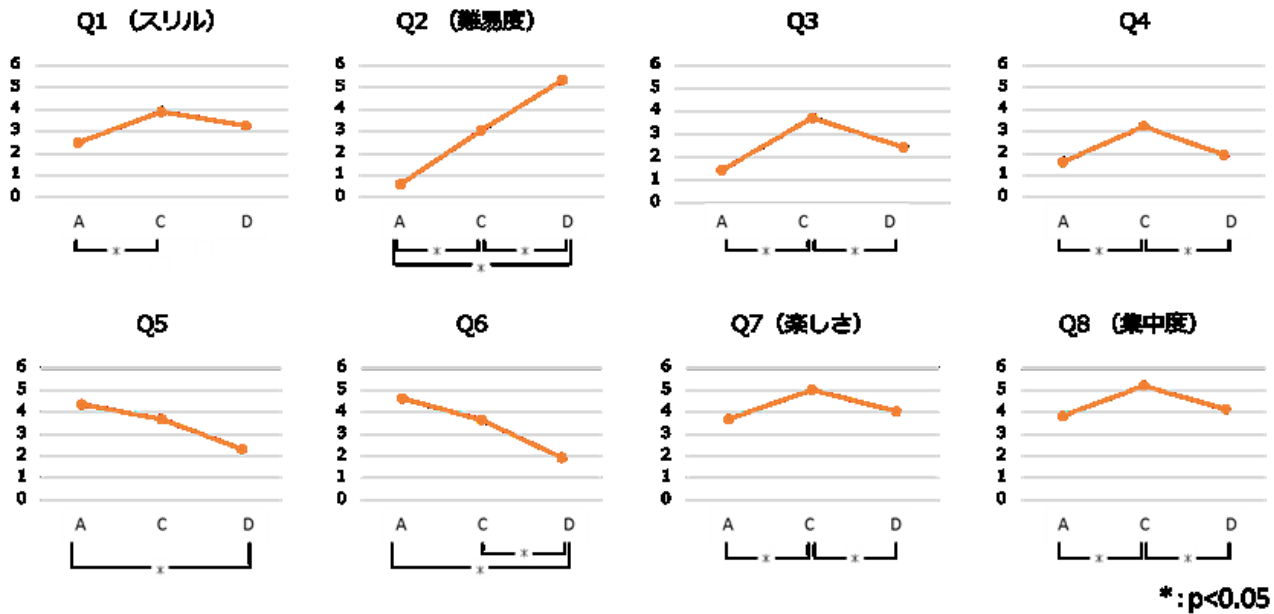


図3 実験1の結果  
 Fig. 3 Results of Experiment 1.

してもギブアップを許可した。15回という基準は、先行研究のCのゲームクリアまでの平均回数に1割増ししたものである。実験の参加者は、20代前半男性18名である。また、ゲームの提示順序による影響を生じないように配慮した。

実験を行う上で、岡山大学工学部機械システム系学科システム工学コースに「ヒトを対象とした研究計画書」として倫理審査の申請を行い、審査の結果認められた(研究課題番号 2016-sys-01)。また、参加者に参加者の権利、調査の目的、調査内容、プライバシーへの配慮などを伝え、調査参加同意書の署名をさせた。また、所属大学の規定に従って、全員に謝金を支払った。

### 5.2 楽しさ・集中度の評価

楽しさ・集中度は表1に示した項目で計測した。この質問紙の内容は、Q1・Q2がこのゲームの楽しさであり集中度につながると考えられるもの、Q3~Q8はFlow State Scale [11][12]を基に作成した。Flow State Scaleは36もの質問から構成されるが、小島ら [12]の因子分析結果から、本実験に関係があると判断した因子から2個ずつ質問文を抽出した。なお、Flow State Scaleには日本語版の尺度は存在していないため、先行研究を元に意味が変わらないように配慮して、著者らで一部を再翻訳・修正して使用した。

本研究においては、Q3・Q4はゲームの難度とその人のスキルのつり合いを問う質問であり「スキルと難度のバランス」と命名した。Q5・Q6は自分にスキルがあるという感覚を認識したかを問う質問であり「有能感」と命名した。Q7・Q8は、小島らが自己目的的经验による楽しさであると解釈しており、本研究でも「自己目的的经验」とした。

それぞれの質問は7段階で回答させた。0が「全くない・あてはまらない」であり、6が「非常にある・あてはまる」とした。Q2の3は「適切である」、それ以外の質問の3は「どちらともいえない」となっている。

Q1の「スリル」は集中度が高いほどスコアが高くなり、Q2の「難易度」はゲームが難しいほどスコアが高くなる。Q3・Q4の「スキルと難度のバランス」は集中度が高ければスコアが高くなり、集中度が低ければスコアは低くなる。Q5・Q6の「有能感」はQ2の難易度と反比例し、ゲームが難しいほどスコアが低くなる。Q7・Q8の「自己目的的经验」は、集中度が高ければスコアが高くなり、集中度が低ければスコアは低くなり、「スキルと難度のバランス」と似た振る舞いをすると考えられる。

### 5.3 実験結果

一元配置の分散分析および多重比較による分析結果を図3にまとめた。Q2「難易度」は有意であり( $F(2, 51)=145.4, p=2.0 \times 10^{-16}$ )、段階的にスコアが上昇し、Tukey法による多重比較(以降同じ)の結果全ての群間で有意差もあった。参加者は、目標通りAを最も簡単なゲーム、Dを最高難度と感じていた。難易度に対して、Flow State Scaleの質問の「スキルと難度のバランス」であるQ3( $F(2, 51)=13.8, p=1.6 \times 10^{-5}$ )、Q4( $F(2, 51)=10.3, p=0.002$ )、「自己目的的经验」もQ7( $F(2, 51)=7.43, p=0.001$ )、Q8( $F(2, 51)=18.5, p=9.2 \times 10^{-7}$ )でも有意差が有り、A-C、C-D間に有意差が認められた。以上の結果は、難度が適切なときにスコアが高まり、難度が低いあるいは高過ぎるときには共に低いスコアとなっている。以上の4つの質問に関しては因子ごとに同様の

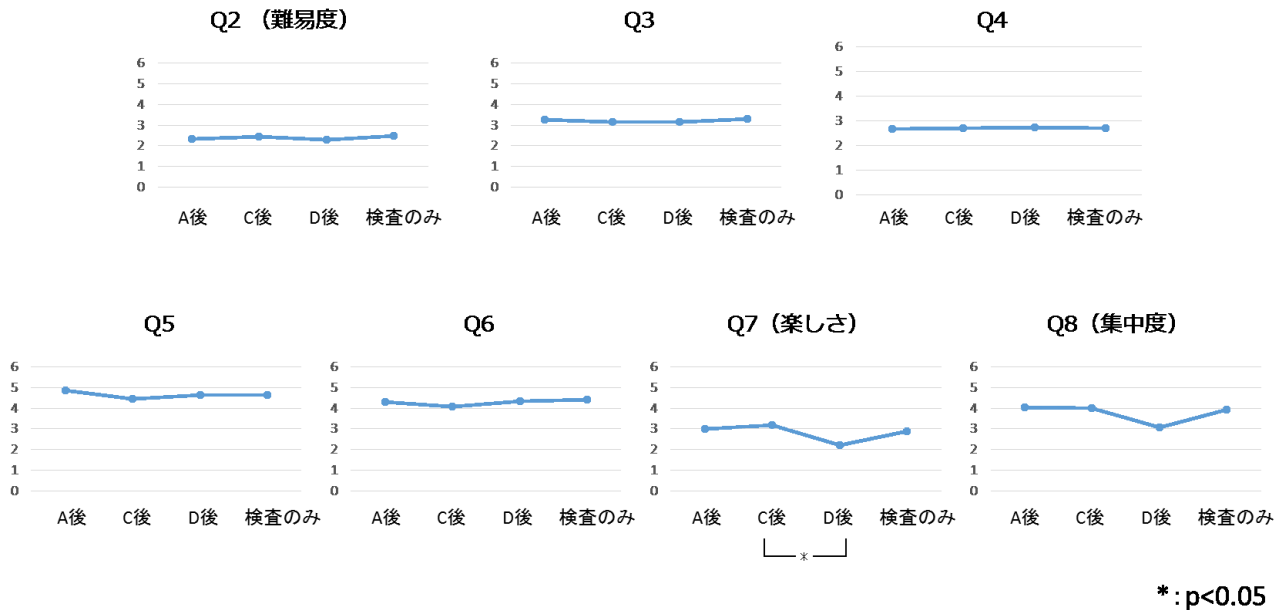


図4 実験2の結果  
 Fig. 4 Results of Experiment 2.

振る舞いをしており、H1の仮説を支持する結果となった。

Q1「スリル」は明らかに難度の低いAにはスリルがないと回答した人が多く ( $F(2, 51) = 4.05, p = .002$ )、有意差はA-C間に出た。

「有能感」因子からピックアップしたQ5 ( $F(2, 51) = 6.63, p = .003$ )、Q6 ( $F(2, 51) = 18.7, p = 8.0 \times 10^{-7}$ )は、A-D (Q5, Q6)とC-D (Q6)に有意差があった。この質問の有能感は、ゲームのプレイにおいて自分のスキルがある感覚を認識できたかできたかどうかを問う質問であったが、操作の慣れについての有能感の質問と解釈した参加者が多かった可能性が残る。実際に提示したゲーム難度に関わらず、ゲームを行った順にスコアが高くなっていく参加者も見られた (Q5: 5人, Q6: 4人)。また、Dの難度が3体目以降の速度を上げただけであり、見てすぐ難しいことがわからないような設定であったため、有能感が予想していたより劣化しなかったと考えられる。

以上の結果より、期待通りに有意差がでなかった質問もあるが、Flow State Scaleの集中度についての重要な要素である「スキルと難度のバランス」、「自己目的的経験」に関する質問は期待通りであり、H1の仮説「ゲーム部の適切な難度設定がゲーム部の集中度を高める」が明らかにできたと考える。

## 6. 実験2: キャリーオーバー効果確認実験

### 6.1 実験概要

参加者に「検査のみ」、「Aのゲームと検査」、「Cのゲームと検査」、「Dのゲームと検査」の4つのパターン全てを

行わせた。検査については、「ゾンビから逃げるための扉を開く仕組み」として、ゾンビゲームをゴールするために必要である、ゲームの一部であると参加者に伝えた。ゲーム中の検査は、ゾンビを避けた先に用意された扉の前のディスプレイに接触することで開始し、検査終了後ゲームクリアとした。

実験後、検査のみの場合とそのほか3つの検査を、客観的指標である正答率や回答速度、質問紙を用いたゲームと検査に対する印象などによって、キャリーオーバーの評価を行った。質問紙は表1の質問紙を利用した。質問は、1つのゲームが終了後、ゲーム部、検査部の両方を聞いた。検査部については、Q1「スリル」を省略している。検査をする順序による影響を生じないように4つの順序を入れ替えた24パターンに1人ずつ割り当てるため、20代前半男性24名を対象とした。なお、実験3の参加者全員は実験1、2に未参加である。

### 6.2 実験結果

紙幅の都合で割愛するが、ゲーム部については実験1と似た結果が得られた。違う点としては、Q1のA-D、Q4のA-D、Q5のA-Cに、Q6のA-Cに有意差が生じ、Q6のC-Dに有意差がなくなった。実験1と有意差の出かたに違いはあるがCの楽しさ・集中度が高く、ADの楽しさ・集中度が低いといった、H1を支持する結果であった。したがって、検査部と統合された状態であっても、ゲーム部の集中度は期待通りの結果となったと言える。

キャリーオーバー効果について図4に示す。検査そのもの

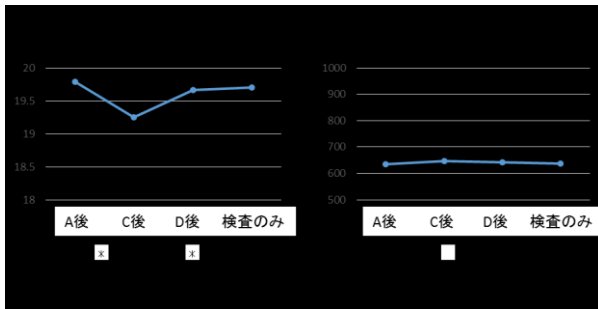


図5 検査結果へのキャリーオーバー効果

Fig.5 Carry-over effects on Eriksen Flanker task

の難易度は変化させていないため、Q2については変化しなかった。フロー体験の中で、Q3・Q4の「スキルと難易度のバランス」、Q5・Q6の「有能感」も変化がなく、以上の5項目は一元配置分散分析の結果も有意差がなかった。

「自己目的的经验」因子のQ7は有意であり( $F(3,92)=3.20, p=0.027$ )、かつC後-D後にのみ有意差があった。因子ごとに2つ質問をしており、Q7・Q8は共に「自己目的的经验」の因子であることから、集中していたかどうか(Q8)の質問も有意差が出ることを期待していたが、Q8の分散分析の結果は有意であった( $F(3,92)=2.88, p=0.041$ )ものの、多重比較で有意差は認められなかった。

有意差が認められなかった原因について考える。今回の実験は、カウンターバランスのみを考慮してサンプルサイズを決定した。これは、質問に対する回答の平均値の差を、通常的印象ベースの回答と同等と見積もったことによる。事実、実験1は18人の実験参加者でゲーム部でのQ8では有意差が出ていたため、検査部でも有意差は生じると考えていた。ここで見落としていたのは、キャリーオーバーすることでの集中度の減衰である。キャリーオーバーをする印象は、ゲーム部での値そのものではなく、いくぶんか減少した値になると考えられる。ところが、実験計画時にこの減衰分を考慮に入れておらず、計画人数が足りなかった可能性が考えられる。実験1および実験2ではQ7とQ8は相関した結果であったことと、実験3のQ7の結果と似た振る舞いをしていることを踏まえて、適切な人数で実験を行えばQ7と同様な有意差が生じたと考える。

Q2「難易度」はどの検査もほぼ同じスコアであり、有意差はない。検査自体の難易度は調整しておらず、同一のものを行わせている。そのことから有意差が出ないことは妥当であると言える。Q5・Q6「有能感」は難易度と反比例するスコアであると考えられ、難易度を変更していない検査部のスコアに変動がなく有意差がないことは妥当である。Q3・Q4「スキルと難易度のバランス」も同様に有意差は出なかったが、妥当な結果であると言える。ここでも検査部の難易度に変化はなく、スキルとの関係性にも変化が生じる刺激は存在しないためである。以上のことから、検査の難易

度の影響以外の要因で「自己目的的经验」のスコアが変動していることが明らかとなり、ゲーム部への集中度のキャリーオーバーがあったことが認められると考えられる。

検査結果は、正答数については一元配置分散分析の結果有意差が認められた( $F(3,92)=3.20, p=0.027$ )。Tukey法による多重比較を行うと、A後-C後とC後-検査のみに有意差があった。プレイヤーがゲーム部で最も集中できていたC後の検査の正答数が悪く、正確でない検査結果を導くことになった。ゲーム部の集中度としては、Cが一番高く、ゲーム部の集中度が高くと正答数は検査のみと変わらないと仮説を立てていたが、期待通りとはならなかった。この結果は、ゲーム部において集中度が高まった状態であるために逃走ゲームに没入してしまい、プレイヤーの頭がうまく検査に切り替えることができなかったと考えられる。回答時間は、注意力によって反応時間が変わるフランカー課題を用意したものの、どの場合でも差異はなく、ゲーム後の検査であり、ゲームの集中度に差があっても、検査結果として妥当である可能性が示された。

## 7. おわりに

本論文では、やらなければならないけれども嫌気がつきまとい、自らが積極的に臨む気持ちになりにくい事柄に対して、やりたいと思わせるような仕掛けやきっかけを講じることが重要であると問題提起し、その問題解決にゲーミフィケーションを採用した。その中でも、ゲームと対象の一体化の問題点を挙げ、モジュール化ゲーミフィケーションについて検討してきた。モジュール化をする上では新たな検討事項が生じると考え、ゲームをプレイした際に生じる集中が検査へキャリーオーバーするかを明らかにすることを目的とした。集中度の計測には、フロー体験を選択した。

まず、集中を要するゲームとして逃走ゲームを開発し、対象タスクとしてフランカー検査を実装した。その後、難度と集中度が連関するかについて、フロー体験尺度を用いて検討し、最後に集中度のキャリーオーバー効果について実験した。その結果、対象タスクをポジティブに行う上で、モジュール化ゲーミフィケーションは有効であることを明らかにすることができた。しかし、ゲームの集中度を高めすぎると、直後の対象タスクの正確性を損なう危険があるという要件を示すことができた。

ゲームの種類、対象の種類などゲームによって変わる特性と検査の特性のマッチングの必要性が示唆された。適した組み合わせを見つけるために他のゲームや対象に換装し、さらに明らかにしていく必要があると考える。

また、世界観の統一性を高め、ゲーミフィケーションの効果を高めることは必要不可欠であると考えられる。その1つ方法として、チュートリアルを作成すること、ストー

リーに一貫性を持たせること、検査結果をゲームに適切に反映することなど、ゲームと検査の関係性を高める方法もあると考えられる。

また、ゲームと対象を一体化しているゲーミフィケーションにおいて、Liらが挙げている Clear Goals や Rewards などの要件[7]を参考にモジュール化ゲーミフィケーションにも適応していくことで、可能性を広げていくことが必要であると考えられる。

## 参考文献

- [1] Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. From game design elements to gamefulness: defining gamification. In Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments, pp. 9-15. 2011
- [2] Deterding, S., Sicart, M., Nacke, L., O'Hara, K., & Dixon, D.. Gamification. using game-design elements in non-gaming contexts. In CHI'11 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, pp. 2425-2428, 2011.
- [3] 松隈浩之, 東浩子, 梶原治朗, 服部文忠, 超高齢化社会におけるリハビリ用シリアスゲームの意義, 情報の科学と技術 62.12 (2012): 520-526, 2012.
- [4] 村上裕亮, 杉原太郎, 五福明夫, 高齢者の継続的な健康診断に向けた能力検査のゲーミフィケーションの検討, 人工知能学会第 29 回全国大会論文集, 1D5-OS-22b-1, 2015.
- [5] 村上裕亮, 杉原太郎, 五福明夫: 検査ゲーム間に生じる違和感低減に向けたゲーミフィケーションの検討, 人工知能学会第 30 回全国大会論文集, 4E4-OS-24b-3, 2016
- [6] Domínguez, A., Saenz-De-Navarrete, J., De-Marcos, L., Fernández-Sanz, L., Pagés, C., & Martínez-Herráiz, J. J.. Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes. Computers & Education, 63, 380-392, 2013
- [7] Li, W., Grossman, T., & Fitzmaurice, G. GamiCAD: a gamified tutorial system for first time autocad users. In Proceedings of the 25th annual ACM symposium on User interface software and technology, pp. 103-112, 2012.
- [8] 鳴海拓志, 谷川智洋, 廣瀬通孝, ゲーミフィケーションを利用した研究活動の可視化と活性化, 人工知能学会全国大会論文集, 29, 1-4, 2015.
- [9] “SPARX,” [オンライン]. Available: <https://research.sparx.org.nz/>. [アクセス日: 15 1 2015].
- [10] Csikszentmihalyi, M. Good business: Leadership, flow, and the making of meaning. Penguin. 大森弘・監訳. フロー体験とグッドビジネス～仕事と生きがい, 世界思想社, 2004.
- [11] Jackson, S. A., & Marsh, H. W. Development and validation of a scale to measure optimal experience: The Flow State Scale. Journal of sport and exercise psychology, 18(1), 17-35. 1996.
- [12] 小島理永 保育者養成校におけるダンス授業のフロー体験: Flow State Scale を用いて. 国際学院埼玉短期大学研究紀要, 26, 37-44. 2005
- [13] Eriksen, B. A., & Eriksen, C. W. Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. Attention, Perception, & Psychophysics, 16(1), 143-149. 1974