

自己効力感がビデオゲームの主観的難易度に与える影響

荒木 咲多郎^{1,a)} Jia Yibin^{1,b)} 平林 里菜^{1,c)} 郭 志行^{1,d)} 任 向実^{1,e)}

概要: 本研究は、自己効力感の4つの要素がビデオゲームの主観的難易度 (SGD) に与える影響を調査することを目的とする。自己効力感とは、特定の活動やタスクを遂行できるという個人の信念を指す。従来の研究では、SGD に直接影響を与える方法は検討されていなかった。本研究では、2D 横スクロールアクションゲームを用いた4つの実験を行い、参加者の自己効力感を構成する4つの要素とSGDを評価した。その結果、自己効力感が高いほどSGDが低くなる傾向が示唆された。本研究は、ゲーム難易度に影響する新しい知見を提供し、ゲームデザインに役立つものである。

1. はじめに

ゲームデザインの分野においてゲームをプレイした際にプレイヤーが知覚する難易度である主観的難易度 (SGD: Subjective Game Difficulty) は、プレイヤーのゲーム体験 (PX: Player Experience) において大きな影響を与える重要な要素である。

SGD を調整する現在のアプローチは、主に合理的なレベルデザインに依存しており、チャレンジ要素、敵の種類と数、リソースの割り当てなどのゲーム本来の難易度パラメータを調整することでSGDに影響を与える手法である。さらに、様々な難易度を提供することもSGDを調整する効果的な手法の一つである [1]。このようなゲーム内パラメータによって調整される難易度は客観的難易度と呼ばれる。

プレイヤーが認識できない程度に客観的難易度を変更する事で、SGDに影響を与えずに客観的難易度を変更する2つの手法を提案した研究がされている [2]。しかし、自己効力感がプレイヤーのSGDに影響を与えるかを調査した研究はない。

自己効力感とは Bandura が提唱した概念であり、自分が特定の活動やタスクを遂行することに関する個人の信念のことである [3]。自己効力感が強い、あるいは高いレベルの人は自分の能力を強く信じており、困難は避けるべき脅威で

はなく、克服すべき課題であると捉えていた [4]。Bandura の理論によれば自己効力感とは習得経験、代理経験情報、社会的説得、情動的状态の4つの情報源に依存するとされている。習得経験とは、個人の実際の努力や経験を通じての遂行行動の達成経験のことである。代理経験情報とは、他者のパフォーマンスやスキルレベルを観察することにより得られる経験のことである。社会的説得とは、本人に対する他者の言葉や励まし、あるいは課題に対する評価である。情動的状态とは、不安、緊張、リラクセスといった個人の生理的状态のことである。

自己効力感と知覚された困難さ^{*1}との間に相関があることが示されている [5]。知覚された困難さと自己効力感とはどちらもタスクの完了に対する個人の知覚に関するものである。そのことに着目し、本研究では自己効力感を形成する4つの要素がそれぞれSGDに対して影響を与えるかを調査する。具体的には、2種類の2Dの横スクロールアクションゲームを用いた4種類の実験を行うことで、自己効力感の1つ1つの要素がそれぞれSGDに及ぼす影響を調査する。

一般的に知覚された困難さが高いほど、自己効力感が低くなるというように、自己効力感と知覚された困難さの間に関連性があることが示されている。この視点から、自己効力感の情報源がSGDに対しても影響を与える可能性があると考えられる。

そこで、本研究は、自己効力感の4つの要素のそれぞれがSGDにどのような影響を与えるかを、以下の4つの実験を通して明らかにする。

¹ 高知工科大学 情報学群 Human-Engaged Computing 研究室

a) shotaro0araki@icloud.com

b) hamlet1125051234@gmail.com

c) rinahira2003@yahoo.co.jp

d) guozhihang725831@gmail.com

e) ren.xiangshi@kochi-tech.ac.jp

^{*1} ビデオゲームに限らず、一般的にあるタスクを遂行する時に知覚される困難さのこと

2. 実験1：代理経験情報

2.1 ゲームデザイン

実験1に使用したのは本研究室開発（Jia Yibin氏とHu Mengqian氏開発）のPanda Bounceというスーパーマリオブラザーズタイプのゲーム（プラットフォームゲーム）である。Panda Bounceはブラウザ上で動作するゲームであり、キーボードの矢印キーの左右を押下している間、対応する方向にパンダのキャラクターを操作することができる。また、スペースキーを押下することでパンダのキャラクターがジャンプする。

図1はPanda Bounceの練習レベルであり、ゴールのない短いステージになっている。実験参加者が操作方法を簡単に確認するためのステージである。一方で図2はPanda Bounceの公式レベルであり、ゴールのある長めのステージになっている。Panda Bounceはスーパーマリオブラザーズとは異なり、公式レベルのステージ上に穴はなく、敵キャラクターも配置されていない。さらに、時間制限もなくプレイ画面右上には経過時間のみが表示されており、必ずクリアすることができるようにデザインされている。本実験では統制群、高ランキングフィードバック群（高RF群）、低ランキングフィードバック群（低RF群）の3つがあり、フィードバック画面がそれぞれ図3、図4、図5のようにになっている。

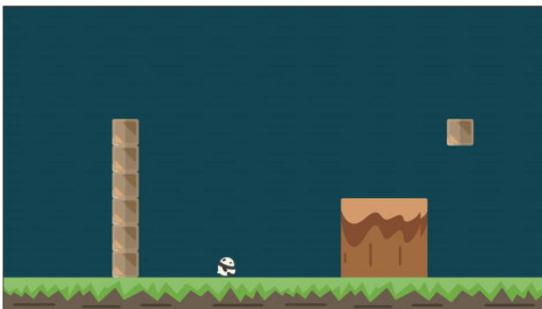


図1 Panda Bounceの練習レベル

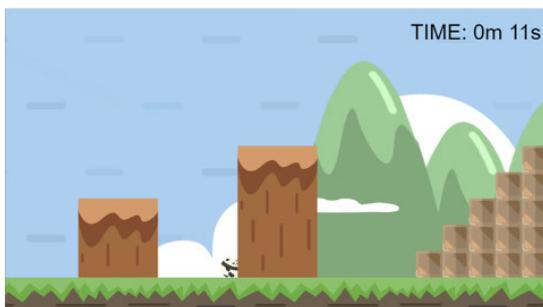


図2 Panda Bounceの公式レベル



図3 フィードバック画面（統制群）



図4 フィードバック画面（高ランキング群）



図5 フィードバック画面（低ランキング群）

2.2 実験方法

本実験では実験参加者を高RF群、低RF群、統制群の3グループにランダムに振り分けて実施した。これはプレイヤーに高ランキングフィードバック情報を提供することでSGDは減少し、低ランキングフィードバック情報を提供することでSGDは増加すると考えたためである。

はじめに実験参加者にはプラットフォームゲームのゲーム経験と自己効力感および一般的なゲームのゲーム経験を問うアンケートを実施した。続いてプレイ方法や操作感がわかるまで10分以内でPanda Bounceの練習レベルをプレイしてもらった。次に公式レベルを1回プレイしてもらい、ゲームのパフォーマンスとしてクリアにかかった時間を測定した。

その後SGDと自己効力感をアンケートを用いて測定した。最後に、インタビューにより主観的難易度、ランキングフィードバックがSGDと自己効力感に与えた影響を調査した。本実験には18歳以上の男女45名が参加した。SGD、自己効力感はいずれも7段階のリッカート尺度で

ある。

2.3 結果と考察

SGD, 自己効力感, パフォーマンスについてそれぞれANOVAを適用した。これは代理経験情報がSGDに変化を起こすかどうかを検討するためである。

SGDは3つの実験群間で統計的に有意な差が見られた($F = 3.992, p = 0.026$)。特に高RF群のSGD($M = 2.73, SD = 1.03$)は低RF群および統制群と比較して有意に低下した。一方で自己効力感の総スコア($F = 0.182, p = 0.834$)およびパフォーマンス(クリア時間)($F = 0.960, p = 0.391$)には統計的に有意な差は見られなかった。また, SGDと自己効力感の総スコアの間には有意な負の相関関係が見られた($r = -0.375, p = 0.011$)。

高RF群のSGDが統制群よりも有意に低かった結果はプレイヤーに高ランキングフィードバック情報を提供することでSGDを減少させるという仮説と一致した。SGDの低下のメカニズムとして, プレイヤーが「他の大部分のプレイヤーよりも優れていた」という情報を得たことで優越感を抱き, この優越感がゲームの難易度認識を低下させた可能性が考えられる。これはプレイヤーの認識では, 高いパフォーマンスは低い難易度と関連付けられるためである。

また, 自身のパフォーマンスが期待を超えたと感じた際に生じる満足感もSGDの低下に寄与したと考えられる。しかしながら, パフォーマンスへの影響は実際にはなかったため, この手法はゲームのパフォーマンスに影響を与えずにSGDを調整できるという利点があると言える。

一方で, 低RF群のSGDが統制群と比較して有意に高くならなかった点は, 当初の仮説と一致しなかった。インタビューの結果参加者の多くは, 低ランキングフィードバックを難易度の増加とは直接結びつけず, これを潜在的な成長の機会として捉える心理的調整メカニズムが働いたと考えられる。実験参加者たちは現在の低ランキングは自分のスキルレベルがピークに達していないためであり, 練習すれば改善できると信じていた。また, 一部のプレイヤーは低ランキングが提示された際に, ランキング情報の信憑性を疑う傾向も見られた。

3. 実験2：社会的説得

3.1 ゲームデザイン

実験2ではDon't Touch My Birdieという横スクロールのアクションゲームを使用した。このゲームはMark Steve Samsonによって開発されたオープンソースのゲームで, 連絡と協議を経て, 当実験への適用と改変に同意を得た。図6の左が最初の画面であり, マウスをクリックすると真ん中のプレイ画面に移行する。キャラクターはマウスをクリックしていない間落下し続けるが, マウスを繰り返しクリックすることでキャラクターが上昇し, 位置を調整する

ことができる。ゲーム画面では上下から指が現れ, その隙間を何回通り抜けることができるかによってスコアが加算される。

キャラクターが指に当たってしまったら, 地面に当たってしまったらすると図6右のゲームオーバー時の画面に遷移する。

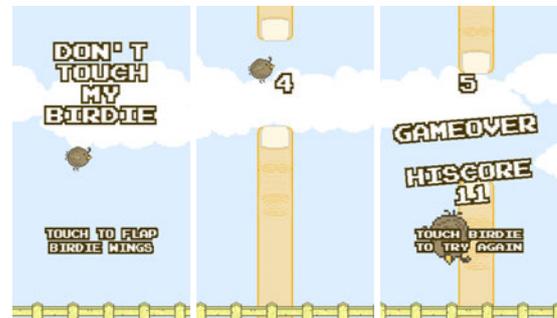


図6 Don't Touch My Birdie

3.2 実験方法

本実験は実験1の後に続けて行われ, 実験1の参加者をポジティブな社会的説得群, ネガティブな社会的説得群, 統制群の3グループにランダムで振り分けた。これはポジティブな社会的説得はSGDを減少させ, ネガティブな社会的説得はSGDを増加させると考えたためである。

まずはじめに3グループの実験参加者はそれぞれ異なるゲーム紹介映像を視聴した。ポジティブな社会的説得群ではゲームの操作方法は非常に簡単で高得点を取りやすいという説明が含まれており, ゲームのプレイ映像では成功が繰り返されている。一方ネガティブな社会的説得群ではゲームが非常に難しく, 高い反応速度が必要であるという説明が含まれており, ゲームのプレイ映像はすぐに失敗するような映像が繰り返されている。統制群ではこれらとは異なり, ゲームのルールに関する基本的な情報のみを含む説明がされており, ゲームのプレイ映像は成功を繰り返しておらず失敗し続けてもいいない, 注目されにくい映像になっている。

続いてゲーム紹介映像を視聴してもらった後に同種のゲームのゲーム経験と自己効力感を問うアンケートを実施した。その後Don't Touch My Birdieを10回練習としてプレイしてもらった後, ここからは本番で10回プレイしてもらい, 全てスコアを記録すると説明し, 同じようにDon't Touch My Birdieをプレイしてもらった。

10回の本プレイ終了後, アンケートを用いてSGDと自己効力感を調査した。最後にインタビューでゲームプレイ前後のSGDと動画から受け取った情報, 社会的説得情報がSGDと自己効力感に与えた影響を調査した。本実験には実験1と同様に18歳以上の男女45名が参加した。

3.3 結果と考察

実験1と同様にSGD, 自己効力感, パフォーマンスについてそれぞれANOVAを適用した。これは社会的説得がSGDに変化を起こすかどうかを検討するためである。

ゲームプレイ前後のSGDはいずれの測定においても3つの実験群間で統計的に有意な差は見られない結果となった(プレイ前 $p = 0.151$;プレイ後 $p = 0.922$)。また, 自己効力感の総スコア($F = 0.043, p = 0.958$)およびパフォーマンス(ゲームスコア)($F = 1.097, p = 0.343$)にも統計的に有意な差は見られなかった。一方で, ゲームプレイ前のSGDと自己効力感の総スコアの間には有意な負の相関関係が見られた($r = -0.474, p = 0.001$)。

実験2の結果からは, いずれの社会的説得もゲームプレイ前後のSGDに影響しなかったことが分かる。インタビューの結果から, 参加者の多くはゲームのルールやメカニクス(ゲームプレイ)といったゲーム自体の説明に注意を集中させており, 社会的説得情報への注意が相対的に低くなったことが示唆された。この状況は, プレイヤーの強い関心がゲームのメカニクスに向かい, 外部からの説得情報が限界的となりSGDに影響を及ぼせなかったことを示していると考ええる。

しかしながら, 社会的説得情報がSGDに有意な影響を与えなかったにもかかわらず, SGDと自己効力感の間には有意な負の相関関係が再び確認された。このことは外部情報がSGDを直接変化させなくても, SGDと自己効力感の間には関連性が存在することを裏付けている可能性があると考えている。ただし, 社会的説得情報に実験参加者が目を向けるように促す等の実験デザインの改善の必要性もあると考える。

4. 実験3: 情動的状态

4.1 ゲームデザイン

本実験では実験1のPanda Bounceを用いたが, 実験1とは異なり制限時間が70秒に設定されている。そのため, 公式レベルのゲーム画面が図7のように実験1とは異なり, タイマーが70からカウントダウンしていくようになっている。また, ネガティブフィードバック群(NegF群), ノーマルフィードバック群(NomF群), ポジティブフィードバック群(PosF群)の3つがあり, それぞれフィードバック画面が図8, 図9, 図10のように変更されている。

4.2 実験方法

本実験は実験参加者をNegF群, PosF群, NomF群の3つのグループにランダムに振り分けて行った。まず初めに一般的なゲーム経験アンケートに答えてもらい, その後Panda Bounceの練習レベルを5分間プレイしてもらった。その後SGDと自己効力感をアンケートによって測定した。続いて公式レベルでの条件を2つ提示した。

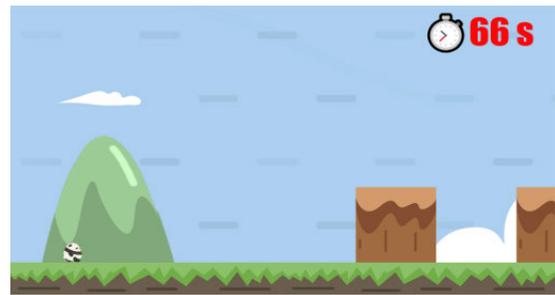


図7 公式レベル(実験3)



図8 フィードバック画面(ネガティブ)



図9 フィードバック画面(ノーマル)



図10 フィードバック画面(ポジティブ)

まず1つは公式レベルには70秒の時間制限が存在し, その時間内でゴールに到着する必要があるということである。本実験では習得経験の情報を与えないために, 全ての

実験参加者が失敗するように時間設定を行った。

もう1つはこのゲームではポイントが計算されており、ポイント数に応じてフィードバックが表示されるということである。その説明をするにあたって、実際にポイントが計算されているようなフィードバックが表示されているゲーム映像を提示した。ただし、ゲーム中では総獲得ポイント数は表示されず、実際は計算もされていない。これは、あくまでプレイヤーの感情変化を引き起こすために設定したからである。

条件の説明後 Panda Bounce の公式レベルをプレイしてもらった。その後アンケートにより SGD, 自己効力感および情動の状態を測定した。本実験には 18 歳以上の男女 24 名が参加した。SGD, 自己効力感, 情動の状態はいずれも 7 段階のリッカート尺度である。

4.3 結果と考察

SGD および自己効力感において対応あり t 検定を適用した。これは情動の状態を操作するフィードバックが SGD に変化を起こすかどうかを検討するためである。

SGD は全体 ($p = 0.02$) および全ての実験群において、公式レベルプレイ後に統計的に有意に高まった。自己効力感については NegF 群のみが公式レベルプレイ後に有意に低下した ($p < .001$)。情動の状態については、全ての実験群でポジティブな感情を示しており、実験群間で有意な差は見られなかった。

SGD と自己効力感の実験前後の差の間には、全体として有意な負の相関傾向が見られた (スピアマン $\rho = -0.57, p < 0.01$)。

実験 3 の結果では、全ての実験群でゲームプレイ後に SGD が有意に高まった。これは、全ての実験参加者が失敗するように実験設計を行ったからであり、フィードバックの内容によらずゲームが難しいと感じる傾向が生じたと考ええる。この結果はフィードバックの効果を十分に反映しているとは限らず、成功する可能性を提示するなど実験デザインの変更が必要であると考えられる。

NegF 群のみ、公式レベルプレイ後に自己効力感が有意に低下したが、これはゲームの失敗に加え、ネガティブな社会的説得が生じ、習得経験と社会的説得の要素が低下したからだと考える。特に習得経験は自己効力感に与える影響が大きく [4]、失敗の条件が大きく作用したことが示唆されている。

一方で PosF 群では自己効力感に有意な変化が見られず、失敗後にポジティブな言葉がかけられたとしても自己効力感を補うには不十分であった可能性がある。NomF 群では、公式レベルプレイ後に自己効力感の要素である情動の状態が有意に向上した。これは「ゲームの半分をクリアしました」という一般的なフィードバックを、ゴールが見えないゲームであるためにポジティブに解釈した結果情動の状態

に影響を与えたと考えられる。

情動の状態に関しては、すべての実験群の参加者がポジティブな感情を示しグループ間で有意な差は見られなかった。これは、ゲームキャラクターが可愛いパンダであったことや、ゲーム体験そのものが楽しく、ネガティブなフィードバックの影響を打ち消した可能性があることを示唆している。SGD と自己効力感の相関は、全体として弱い負の相関傾向が見られた。相関が弱かった理由として、「次はうまくやろう」と前向きに捉え、SGD が高まっても自己効力感の低下が見られなかった参加者による個人差が影響していると考えられる。

5. 実験 4：習得経験

5.1 ゲームデザイン

本実験では実験 1 の図 3 のフィードバック画面の Panda Bounce を用いた。難易度変化や制限時間は存在しないため、実験参加者は公式レベルを複数回プレイし、ゲームをクリアするという目標を達成した経験を繰り返し得られ、習得経験が上昇する。また、フィードバック画面はクリア時間しか表示されないため、習得経験以外の要素の上昇が起これないように配慮されている。

5.2 実験方法

本実験は習得経験の上昇が SGD を変化させる（特に低下させる働きがある）と仮説し行った。初めに実験参加者にプラットフォームゲームのゲーム経験を測定するためのアンケート調査を行った。

このアンケートのスコアにより実験参加者を表 1 のように分類した。アンケートはプラットフォームゲームの今までのプレイ時間、プラットフォームゲームの自分の腕前、プラットフォームゲームの経験と腕前両方の 3 項目を 5 段階で評価するものである。このアンケートのスコアにより、上位 3 割未満が上級者、初心者と中級者は同程度になるように振り分けた。

習得経験は主観的な要素であるため、主観的評価が重要であり、アンケートのみで分類分けを行った。また、実際にプラットフォームゲームをプレイしたスコア等で分類分けを行うと習得経験が上昇してしまう恐れもあり、今回の実験には適切ではないと判断した。

表 1 実験参加者の分類

分類	アンケートのスコア
初心者	3-7
中級者	8-11
上級者	12-15

次に、実験参加者に図 1 の練習レベルをゲームの操作方法が分かるまで最大で 3 分間プレイしてもらった。その後図 2 の公式レベルをマスターできたと思うまで 3 回以上プ

レイしてもらった。各実験参加者はプレイ回数が異なる場合があるが、これは習得経験は主観的評価のみを行うため、自分がマスターできた、習得できたと思うまでプレイし続けてもらう必要があったためである。

最初のプレイと最後のプレイの後に SGD と習得経験をアンケートを使用して測定した。最後にインタビューを行い、実験参加者が習得経験を得られたか、また習得経験を得心したことによって SGD が下がったように感じたかを調査した。本実験には 18 歳以上の男女 15 名（初心者 4 名、中級者 8 名、上級者 3 名）が参加した。SGD、習得経験はいずれも 7 段階のリッカート尺度である。

5.3 結果と考察

実験結果は SGD は両側 t 検定、習得経験は右側 t 検定を適用した。これは習得経験の上昇^{*2}が SGD に変化を起こすかどうかを検討するためである。

本実験では SGD は上級者の場合プラットフォームゲームに慣れているため、初めから低く、変化しない可能性がある。また、習得経験も同様の理由から上昇しない可能性がある。そのため、実験参加者は基本的に初心者と中級者に絞り、上級者を除いての結果分析を行った。しかしながらゲームプレイヤーには初心者から上級者まで様々なプレイヤーがいるため、上級者も含んだ全体としての傾向も得るため、上級者を含む全体としての結果分析も行った。

SGD は両分析ともに統計的に有意な差は見られない結果となった。一方で、習得経験は両分析ともに統計的に有意な差が見られた（初心者+中級者 $p = 0.03$ ；全体 $p = 0.02$ ）。また、SGD と自己効力感の実験前後の差の間には、有意な負の相関が見られた（初心者+中級者 $r = -0.61, p = 0.03$ ；全体 $r = -0.67, p = 0.01$ ）。

実験 4 の結果から、初心者と中級者のみの場合と上級者を含む全体の場合どちらも習得経験の上昇が見られたと言える。一方で SGD に関してはいずれの場合も変化していない。これは初回プレイ後に SGD を測定したため、難易度の過小評価が起きていた影響によるものだと考えている。

Constant らの研究によると、プレイヤーの性別、自己効力感、リスク回避、ゲーム習慣によらず、プレイヤーは高いレベルの難易度を過小評価する傾向があると示唆されている [6]。このことから、どのプレイヤーも最初はゲーム難易度を過小評価していたが、複数回プレイすることによりその影響が弱まり、結果としてスコア上では SGD が変化しなかったと考える。

一方インタビューへの回答では多くの実験参加者がゲームスキルは向上し、習得経験が得られたことにより、SGD が減少したと回答していた。このことと自己効力感全体と

SGD とのスコアの間には負の相関が見られたことから、総合して自己効力感が高いと SGD が低くなる傾向が示唆された。

6. 考察とまとめ

本研究では自己効力感における、4 つの要素がビデオゲームの主観的難易度知覚に与える影響を調査することを目的とし、自己効力感における 4 つの要素を取り入れた実験を行った。実験を総括して、自己効力感には SGD に影響を与える可能性が高いと考える。これは 2 つの要素（代理経験、情動的状态）で SGD の低下や上昇が見られたためである。また、全体的に自己効力感と SGD の間には負の相関が見られており、自己効力感が高いほど SGD が低くなる傾向があることを示唆している。このことから、自己効力感が高くなるようにゲームデザインを行うことが、ゲーム内のパラメータを操作することなく SGD を低下させることに利用できる可能性があると考える。特にゲームを続けてもらうことが重要なシリアスゲームに役立ち、例えば学習ゲームで段々と内容が難しくなっていくとしても、自己効力感を高く保てば SGD は高くなりすぎることなく挫折率が下がると考える。

本研究では各要素それぞれを個別で見た場合 SGD が変化していないものも見られたが、これは自己効力感の各要素 1 つのみに絞って操作したため、SGD への影響が低くなったと考えられる。実際は自己効力感はそれぞれの要素が相互に影響を与えており、全ての要素を同時に操作した場合に SGD への影響が強まる可能性が高いと考える。今後の課題としては、自己効力感の全要素を同時に上昇/低下させることによって SGD に変化が見られるかを調査することが挙げられる。

参考文献

- [1] McMillan, L.: The Rational Design Handbook: An Intro to RLD, available from (<https://www.gamedeveloper.com/design/the-rational-design-handbook-an-intro-to-rlld>) (accessed 2024-12-19).
- [2] 坂上俊太, 木村大樹, 西野裕樹: プレイヤの主観的難易度評価に影響を与えないデジタル・ゲームの客観的難易度調整手法, インタラクシオン 2024 論文集, pp. 1434-1439 (2024).
- [3] Bandura, A.: On the functional properties of perceived self-efficacy revisited, *Journal of Management*, Vol. 38, No. 1, pp. 9-44 (2012).
- [4] Bandura, A.: Self-efficacy: Toward a Unifying Theory of Behavioral Change, *Psychological Review*, Vol. 84, No. 2, pp. 191-215 (1977).
- [5] Liu, Y. et al.: Perceived difficulty and self-efficacy in the factor structure of perceived behavioral control to seek drug information from physicians and pharmacists, *Research in Social and Administrative Pharmacy*, Vol. 3, No. 2, pp. 145-159 (2007).
- [6] Constant, T. et al.: From Objective to Subjective Difficulty Evaluation in Video Games, *Human-Computer Interaction - INTERACT 2017*, pp. 107-127 (2017).

^{*2} 習得経験はタスクを失敗した場合に減少する可能性があるが、本実験デザインではタスクを失敗しないデザインとしているため上昇しているかどうかを判断した。