



卒業研究報告書

平成30年度

研究題目

作業内容の違いが
ゲーミフィケーションに及ぼす影響

指導教員 上野秀剛 准教授

氏名 井上誠之

平成31年2月12日 提出

奈良工業高等専門学校 情報工学科

作業内容の違いが

ゲーミフィケーションに及ぼす影響

上野研究室 井上 誠之

近年、作業の効率化や作業者のモチベーションの向上を図る手段として、ゲーミフィケーションが注目されている。ゲーミフィケーションとは社会活動や教育活動に娯楽要素を組み込むことで、作業者の意欲向上、持続を促し作業効率を上昇させる手法である。一ノ瀬と上野はレシートの打ち込み作業をゲーミフィケーションを用いたシステムを利用した場合と利用しなかった場合で行い、作業速度や作業精度に与える影響を研究した[1]。ゲーミフィケーションで用いられる娯楽要素には様々な種類が存在するが、先行研究では”他者との競争”，”自分との競争”，”収集”を対象としている。その結果、元々の作業効率が悪い人に対しては効率を向上させる可能性があるが、元々の作業効率が良い人に対してはゲーミフィケーションが負の影響を及ぼす可能性が示唆された。これらの結果をうまく利用すれば各作業者ごとに適切なゲーミフィケーションを利用し効率化やモチベーションの向上を図ることができると考えられる。しかし実際の作業はレシートの入力のような単純作業ではなく、問題を自ら考え解決する思考作業であることも多い。単純作業と思考作業では、ゲーミフィケーションが作業速度や作業精度に及ぼす影響にも差異が生じると考えられるが、実際に研究されたデータはない。

そこで本研究では、条件式の正誤判定という思考作業に対してゲーミフィケーションを先行研究と同じ娯楽要素を用いて適応し、作業速度や作業精度にどのような影響を与えるのかを調査する。またその結果を単純作業の場合と比較し、単純作業と思考作業それぞれに適したゲーミフィケーションを明らかにする。これらを明らかにすることで、ゲーミフィケーションを作業内容によって使い分けることが効率的であるか明確になり、今後のゲーミフィケーション利用に応用できるという利点がある。

本研究の結果、作業速度が遅く作業精度も低い人に対してはすべての娯楽要素で作業速度が約18~26%向上するのに対し、作業速度が速く作業精度が低い人に対しては作業速度が約6.5~8.5%低下するなど負の影響を及ぼすこともあることが分かった。このことからゲーミフィケーションは作業能力が低い人に対しては効率を向上させるが、作業能力が高い人に対しては効率を低下させると結論付けられる。しかし、作業能力が高い人にも”他人との競争”など特定の娯楽要素は効率を向上させることが分かった。一ノ瀬と上野の研究[1]と比較した結果、ゲーミフィケーションは単純作業より思考作業に対してより大きな影響を及ぼすことが分かった。さらに思考作業にのみ、または単純作業にのみゲーミフィケーションが有効である作業者の特徴があることも示された。

以上のことから、思考を伴う作業において、ゲーミフィケーションが作業意欲・作業効率に与える影響は単純作業に比べ大きいことが結論付けられた。その影響は作業者の元々の能力に依存するということが結論付けられた。

目次

1	はじめに	2
2	関連研究	3
2.1	教育分野での応用	3
2.2	実務現場での応用	3
2.3	単純作業へのゲーミフィケーションの適応	3
3	ゲーミフィケーション	5
3.1	概要	5
3.2	娯楽要素	5
3.2.1	他者との競争	5
3.2.2	自分との競争	6
3.2.3	収集	6
3.3	単純作業と思考作業	6
4	実験	8
4.1	タスクと評価	8
4.2	実験システム	9
4.2.1	他人との競争	10
4.2.2	自分との競争	10
4.2.3	収集	11
4.3	実験手順	12
5	結果と考察	14
5.1	作業効率の向上率	14
5.2	4グループの分類	17
5.3	主観評価と作業効率	22
5.4	単純作業との比較	23
6	おわりに	25
	謝辞	26
	参考文献	27
A	付録	28

1 はじめに

作業の効率化や作業者のモチベーションの向上を図る手段として、ゲーミフィケーションが注目されている。ゲーミフィケーションはゲーム以外の作業や社会活動、教育活動に娯楽要素を組み込むことで、作業者の意欲向上、持続を促す手法である。スポーツ用品メーカーのNIKEは、ゲーミフィケーションを用いてランニングのモチベーション向上、維持を図るシステム「NIKE+」などを提供している[2]。ゲーミフィケーションには”他者との競争”，”自分との競争”，”収集”など様々な種類が存在する。

ゲーミフィケーションを適応する上で、様々な要因が効果に影響を与えていると考えられている。その1つが作業内容である。作業には長い時間を費やさねばならないものや、短時間で終わられるもの、思考を必要としない単純作業や思考を伴う複雑な作業など様々なものがある。

過去にはレシートの打ち込み作業を対象に、3種類のゲーミフィケーションが作業意欲や作業効率に与える影響を研究した例がある[1]。この研究の結果、単純作業に対してはゲーミフィケーションが効果的であることが確かめられた。また、単体で高い効果がある娯楽要素であっても組み合わせや作業者の能力によって効果が異なり、高い能力の作業者にはマイナスの影響を与える可能性があることが確かめられた。さらに、娯楽要素を付与したシステムに対する主観評価の良否と作業効率の向上率が一致しなかった。そのため、作業効率の向上を目的にゲーミフィケーション適用する場合、主観評価のみで効果を判断せず、作業効率の変化を測定・評価することが重要であることも述べられている。

本研究では思考を伴う作業において、3つの娯楽要素が作業意欲・作業効率に与える影響を定量的に評価する。本研究の結果を既存研究の結果と比較することで、思考作業でもゲーミフィケーションは効果的であるのか、また単純作業と思考作業でゲーミフィケーションに及ぼす内容に差が出るのか分析する。これらを明らかにすることで、ゲーミフィケーションを作業内容によって使い分けることが効率的であるか明確になり、今後のゲーミフィケーション利用に応用できるという利点がある。本稿では3つの娯楽要素を実装したシステムを使用し、被験者に思考を伴うタスクを与えたときの作業速度や作業精度の比較やアンケート行う。

以下、2章では関連研究について説明し、3章でゲーミフィケーションについて、4章で実験について、5章では結果と考察、6章では結論を示す。

2 関連研究

2.1 教育分野での応用

ゲーミフィケーションの効果が期待されている分野のひとつが教育である。初谷らは計算能力の向上を目的とした教育系アプリケーションを制作した[3]。中学生から大学生の被験者に対しこのアプリケーションを使用して2日間自由に学習を行ってもらったところ、学習後の計算テストの平均の正解率は学習前に比べ2.6%上昇した。

学習以外に議論や討論への参加意欲を向上・維持する目的でもゲーミフィケーションは利用されている。川西らはディスカッションマイニングと呼ばれる対面式会議において、議論能力の評価にゲーミフィケーションを導入することで議論への参加意欲の向上やユーザに負担を感じさせない評価が可能であると述べている[4]。さらにゲーミフィケーションは学生の授業や課題の進捗把握などのシステムにおいても利用されている。Jakubらはゲーミフィケーションを取り入れたプログラミング学習 e-learning システムを作成した[5]。このシステムを利用することで生徒の学習意欲向上や容易な生徒の進捗把握などを可能にすると述べている。このようにゲーミフィケーションはモチベーションの維持，向上が困難であるという教育の問題点を解決する方法として大きな可能性を持っている。

2.2 実務現場での応用

仕事など実務における意欲向上にもゲーミフィケーションが適応されている。坂井はある企業で従業員に仕事が娯楽要素を付与する方法を習得する「ゲーミフィケーション研修」を行った[6]。その結果、研修を受けた従業員は工作中ポジティブな感情を出すようになる可能性が示された。さらに娯楽要素を仕事に付与すると仕事に対する認識がポジティブになり、自律的な行動の促進，仕事の質の向上の可能性が示唆されている。

ゲーミフィケーションを用いてプログラミング作業を支援する研究もされている。鷺崎らはソースコードの静的解析ツールにゲーミフィケーションを適応することで利用を促しデバッグ作業の効率化，デバッグへのモチベーションの向上を図った[7]。その結果バグの減少率が1.5倍になり，バグの修正数も増加したことから効率化，意欲向上に効果があると述べている。このようにゲーミフィケーションは様々な分野での活用が研究されている。

2.3 単純作業へのゲーミフィケーションの適応

一方でゲーミフィケーションの適応が作業効率をどれだけ変化させるのかは十分に研究されていない。そこで一ノ瀬と上野は単純作業を対象に”他者との競

争”，”自分との競争”，”収集”の3種類の娯楽要素とその組み合わせについて，作業効率・意欲に与える影響を定量的に評価し，どの要素がより高い効果を持つか明らかにした[1]．その結果，元々作業速度が遅い人に”自分との競争”や”収集”要素を適応すると作業速度は9.2%上昇した．しかしその一方でこの2つの要素を組み合わせると向上率は4.2%と各単体の時より効果が低下した．さらに収集の要素を含むシステムでは，作業速度が早い人の作業速度を4.4%低下させるなど負の影響を与えた．以上の結果から一ノ瀬と上野は，ゲーミフィケーションを作業支援システムに組み込む際はシステムに取り入れる娯楽要素やその組み合わせ，支援するユーザの能力を考慮する必要があると述べている．

一ノ瀬と上野の研究では対象の作業を，思考の必要がない単純作業としているが，自らの思考・判断の必要がある思考作業においては異なった結果が得られる可能性がある．本研究では対象の作業を思考作業とし，ゲーミフィケーションの各娯楽要素について，作業効率・意欲の向上に対する有用性を評価し，一ノ瀬と上野の結果と比較を行う．思考作業での娯楽要素ごとの効果の違いを明らかにすることは，特に多くの思考・判断を必要とするデバッグ作業支援などに有用である．

3 ゲーミフィケーション

3.1 概要

ゲーミフィケーションとは，“ゲームの遊び自体のノウハウを，ゲーム以外の分野に活用すること”である[8]．ビジネスの分野ではゲーミフィケーションがユーザの増加や社員の評価などに役立てられている．例えば株式会社シンクスマイルで取り入れられている人事評価システム「CIMOS」では，社員や顧客が行動指針を表すバッジを送りあうことで社員のモチベーション喚起や人間性の向上に成功している[9]．

ゲーミフィケーションにはいくつかのテクニックが存在する．例えば自分が何か行動したときに，その行動によって起きた変化がすぐにわかる”即時フィードバック”，自分の経験の量などが明確に数字で表される階級制度である”レベルアップ”，仲間とともに作業等を行う”協力”などがあげられる．その中でも本研究では，自分と他人を比べどのくらいの結果が出ているか把握させて意欲を向上させる”スコアとランキング”，身近に同じ作業を行っている人がいることを意識させ，モチベーションを向上させる”競争”，どの程度まで対象作業の進捗を達成しているのか，どれだけ対象作業に必要な技術に熟練しているのか可視化する”バッジと実績”の3つのテクニックに着目する．

3.2 娯楽要素

ゲーミフィケーションは3.1節で示したテクニックが利用された娯楽要素を用いる．本研究では一ノ瀬と上野の研究[1]に倣い”他者との競争”，”自分との競争”，”収集”の3つを対象とする．

3.2.1 他者との競争

他者との競争は，作業者に関する情報が他の作業者に公開され，他者の情報と比較される状況にあることとする．また比較結果に基づきランキングが作成され，自分の順位や上位者のリストを提示することで作業者が他者との優劣を判断できるようにする．

他者との競争は3.1節で述べた”スコアとランキング”，”競争”のテクニックを利用した娯楽要素である．ランキング形式の表示を行うことで，より高い順位を目指したいという競争意欲を喚起させる．さらに作業者に競い合っている相手がいることを知らせることで，他の作業者よりもいい成績を取りたいというモチベーションの向上につながる．

3.2.2 自分との競争

自分との競争は、作業員自身の過去の作業における最高記録と今回の記録を比較できる状態にあることとする。作業開始前に作業員自身の過去の記録を示し、作業後に今回の記録と過去の記録を並べて表示することで作業員が過去の自分との優劣を判断できるようにする。このときほかの作業員の記録は表示されず、本人の結果のみが表示される。

自分との競争は3.1節で述べた”スコアとランキング”のテクニックを利用した娯楽要素である。スコアを表示することで、前回よりもいい結果を残したいというモチベーションを作業員に与えることができる。

3.2.3 収集

収集は、作業員が正解数が規定値を超えるなどある条件を満たすことで架空のメダルやトロフィーのような実績を獲得できる状況にあることとする。収集は3.1節で述べた”バッジと実績”のテクニックを利用した娯楽要素である。実績を与えられることで、達成感を得ることができ、より多くの実績を集めようと作業員のやる気が上がる効果がある。さらにその実績を見ることで作業員の到達度や熟練を測ることもできる。

3.3 単純作業と思考作業

一ノ瀬と上野の研究[1]ではタスク内容として単純作業を用いた実験を行った。具体的には画面に表示されるレシートの内容をタイピングして転写するというものである。このタスクは画面に映った文字や数字をキーボードで入力するだけであり、作業において思考の必要がない。そのため入力速度や入力精度はタイピング技術のみに依存しているといえる。

これに対して本研究では思考作業を対象とする。ここで思考作業とは「自ら判断することが必要な作業」である。例えば仕様書を読み、必要な機能を判断して自らソースコードを作り上げるソフトウェア開発などの作業は、工程にいくつもの判断を有するため思考作業であるといえる。

思考作業は単純作業と比べて慣れや得手不得手による速度差、効率差が生じやすい。すなわち、元々の能力が高い人と低い人の作業効率の差が大きいといえる。このような個人差が大きい思考作業にゲーミフィケーションを適応すると他の作業員との記録の差が大きくなるためより頑張ろうと意欲が高まり”他者との競争”での影響が大きくなることが考えられる。そのため、2.3節で述べた先行研究と異なり、能力が低い人に対して顕著にゲーミフィケーションが影響を及ぼし、作業速度や作業効率が大幅に上昇する可能性がある。思考作業に対するゲーミフィケーションの効果を明らかにすることで、プログラミングや仕様書作成のよ

うな開発作業などより多くの分野で効果的にゲーミフィケーションを適応できると考えられる。

4 実験

4.1 タスクと評価

娯楽要素の適用による作業効率・意欲への影響を定量的に評価するためのタスクを設定する。単純作業と思考作業に対する影響を比較するためには、作業者の入力速度の差が結果に影響しないことが望ましい。そこで本実験では単純な操作で思考・判断のみを繰り返す、条件式判断をタスクに設定する。図1にタスクの例を示す。

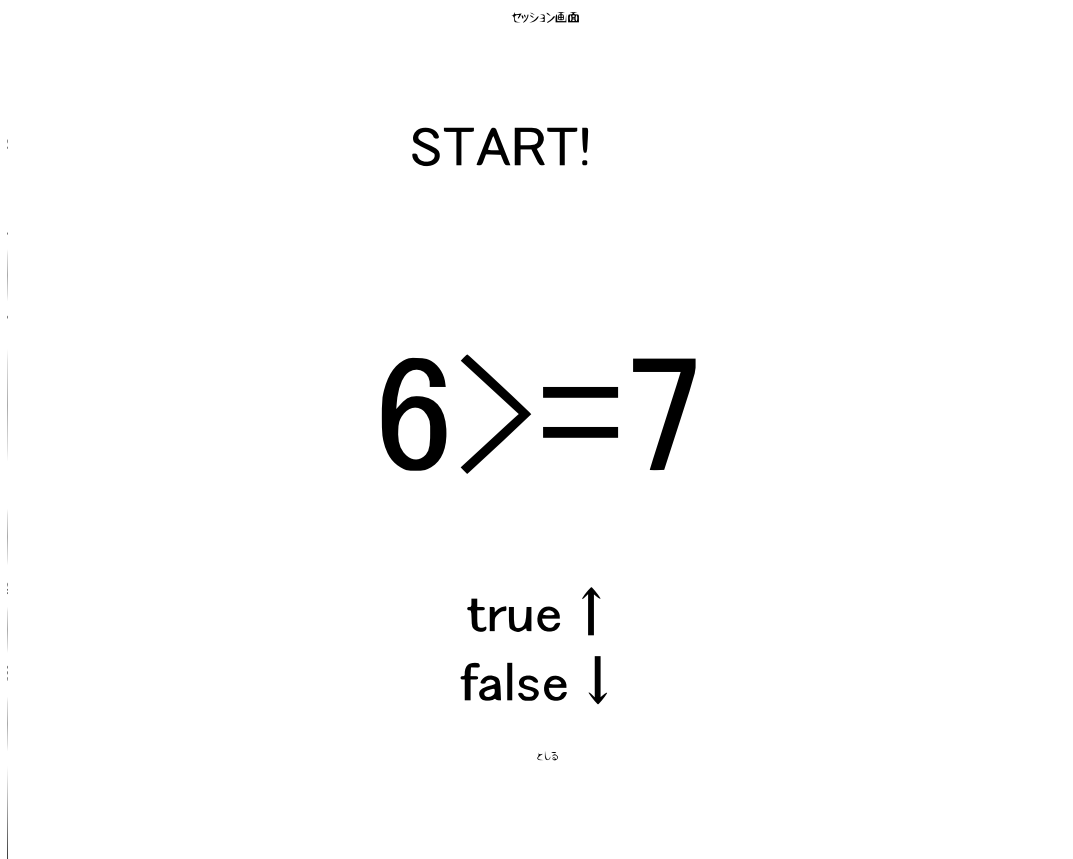


図1 タスク画面

被験者は画面に表示される条件式に対し、真である（条件式がTRUEを返す）ときはキーボードの上キーを、偽である（条件式がFALSEを返す）ときは下キーを押す。条件式は6種類（"=="、"!="、"<"、">"、"<="、">="）の符号とその左辺、右辺に0~9までの10種類の整数をランダムに組み合わせたものを利用し、TRUEとFALSEの出現割合が同じになるようにする。

表示した条件式に対しキーボードで回答を入力すると次の条件式を表示する。1回のタスクは2分で、被験者には時間内にできるだけ速くかつ正確に条件式を判定するよう指示する。タスクの残り時間、入力した判定の正誤などは被験者に表示しない。被験者は奈良高専の学生のうち、プログラミングIを受講した事の

ある16歳から21歳の38名である。

被験者の作業効率を評価するための指標，および娯楽システムに利用するデータとして以下の4つを測定する。

- 解答を入力した数（入力数）
- 正しく回答を入力した数（正解数）
- 入力速度 [個/分]
- 入力精度 [%]

入力速度と入力精度は式(1)，および式(2)で求める。

$$\text{入力速度 [個/分]} = \frac{\text{入力数}}{2} \quad (1)$$

$$\text{入力精度 [%]} = \frac{\text{正解数}}{\text{入力数}} \times 100 \quad (2)$$

また，ゲーミフィケーションをタスクに適応した時の被験者の作業意欲を評価するために，以下の3項目について6段階（6が強くそう思う，1が全くそう思わない）のリッカート尺度と自由記述によるアンケートを実施する。

- ゲーミフィケーションを用いた作業は面白かったか
- ゲーミフィケーションを用いることで作業のやる気が出たか
- ゲーミフィケーションを用いることで作業に達成感を感じたか

4.2 実験システム

3.2節で述べた3つの娯楽要素を個別に含んだシステムと，娯楽要素を含まないシステムの計4種類を実験用システムとして実装した。これらのシステムはC#で実装されたクライアントサーバ型のGUIプログラムである。クライアントは被験者にタスクや娯楽要素を提示し，タスク後に結果をサーバに送信する。サーバはタスク結果をもとに他人との競争の順位や自分との競争の記録の比較，収集でクリックできるパネルの枚数を計算し各クライアントに送信する。

クライアントは各タスクの開始前，開始後に娯楽要素を提示する。タスク開始前には他者との競争や収集意欲を煽るメッセージや本人の過去の最高記録を提示する。タスク終了後にはタスクの結果やランキングの提示および実績の収集機能を表示する。タスクにおいて娯楽要素を適応しない場合はタスク前後とも何も表示はない。次にそれぞれの娯楽要素について説明する。

他者
タスク結果のランキングがタスク終了後に公開されます
他の人に負けないように頑張ってください

図2 他者との競争 タスク前画面

4.2.1 他人との競争

他人との競争（以下”他”）では，タスク結果をランキング形式にして被験者に公開する．図2に”他”のタスク前の提示画面を，図3に”他”のタスク後の提示画面を示す．タスク前には他者とタスク結果で競争することを示すメッセージを表示する．タスク後には4.1節で定義した4つの指標それぞれについて，上位10人のIDと自身の順位がランキング形式で表示する．自身が上位10位以内に入っている場合は自身のIDを赤く表示する．IDはシステムがランダムに生成する各被験者固有の8文字の文字列である．IDで個人が特定できると”他”の娯楽要素以外でも作業に対し特定の人物には負けないようにふるまうような動機付けをする可能性があるため，被験者は他のIDが誰のものであるか分からないようにする．また，自分との競争の要素を排除するため，各評価指標の具体的な値は表示しない．

4.2.2 自分との競争

自分との競争（以下”自”）では，自身のタスク結果の最高記録と今実施したタスクの結果を比較できるよう並べて表示する．図4に”自”のタスク前の提示画面

他者	
入力数ランキング	
あなた: 3 位	
01位: _0Az6}8Q	06位: κ]κzTPD]
02位: ZVwROA^	07位: 9Hc \$!
03位: {CB_xb7}	08位: 4S\$1nEwX
04位: [3ymxrke	09位: w=xzT]-.
05位: gT#8z5rm	10位: R%P+}\$E[
正解数ランキング	
あなた: 3 位	
01位: ZVwROA^	06位: w=xzT]-.
02位: _0Az6}8Q	07位: κ]κzTPD]
03位: {CB_xb7}	08位: 4S\$1nEwX
04位: [3ymxrke	09位: 9Hc \$!
05位: gT#8z5rm	10位: R%P+}\$E[
入力速度ランキング	
あなた: 3 位	
01位: _0Az6}8Q	06位: κ]κzTPD]
02位: ZVwROA^	07位: 9Hc \$!
03位: {CB_xb7}	08位: 4S\$1nEwX
04位: [3ymxrke	09位: w=xzT]-.
05位: gT#8z5rm	10位: R%P+}\$E[
入力精度ランキング	
あなた: 5 位	
01位: w=xzT]-.	06位: 9Hc \$!
02位: 4S\$1nEwX	07位: gT#8z5rm
03位: κ]κzTPD]	08位: [3ymxrke
04位: ZVwROA^	09位: R%P+}\$E[
05位: {CB_xb7}	10位: _0Az6}8Q

図3 他者との競争 タスク後画面

を、図5に”自”のタスク後の提示画面を示す。タスク前には4つの指標それぞれについて自身の過去の最高記録を表示し、その結果を超えるようメッセージを表示する。タスク後には4つの指標それぞれについて、自身の過去の最高記録と今回の記録が同時に表示する。過去の最高記録を上回った項目は結果を赤く表示する。

4.2.3 収集

収集（以下”取”）では、タスクの正解数に応じて画面に表示された5×5のパネルを反転し、パネルが特定の入手条件を満たすと実績が獲得できる。図6に”取”のタスク前の提示画面を、図7に”取”のタスク後の提示画面を示す。タスク前には結果に応じて実績が入手できることを示すメッセージを表示する。タスク後には25枚のパネルと実績の入手条件を表示する。被験者はタスクの成績に応じた枚数のパネルをクリックして反転することができる。反転したパネルの数や配置が入手条件を満たすことで実績を獲得し、対応するメダルやトロフィーの画像が表示される。表1に実績の一覧を示す。

本実験では一ノ瀬と上野の実験[1]と同じ条件にするため、実績の入手条件はパネルの反転数のみで決定し、数に応じてよい実績が獲得できるように設計する。



図4 自分との競争 タスク前画面

また、パネル1枚を反転するのに必要な正解数は被験者の意欲に影響を及ぼす。必要な正解数が少なすぎると難易度が低く、簡単に実績を集められてしまい、反対に多すぎると難易度が高く、実績が集められないため作業意欲が上がらない可能性がある。そこで予備実験として4人の学生に対し娛樂要素を提示せずにタスクを行い、その時の正解数の最大値115を基準に、25枚すべてのパネルを反転するのに必要な正解数を125（パネル1枚当たり正解数5）とした。

4.3 実験手順

実験は4回に分け、合計38人の被験者を対象に実施する。各回で被験者を同じ部屋に集め、実験の開始前にタスクや娛樂要素の内容、およびシステムの操作方法を説明する。また”他”において他の被験者の順位が特定されたり、実験システムで提示される娛樂要素以外で被験者が動機付けされることを防ぐため、実験中は他の被験者との会話を禁止する。

タスクは合計9回実施する。1回目のタスクは練習として娛樂要素を提示しないで実施し、分析には用いない。2回目以降のタスクで各娛樂要素と娛樂要素を適応しない場合の4パターンを計2回ずつ提示する。被験者のタスクに対する慣

セッション後提示	
自分	
入力数	
過去の最高記録	今回の記録
108 個	114 個
正解数	
過去の最高記録	今回の記録
97 個	106 個
入力速度	
過去の最高記録	今回の記録
54 個/分	57 個/分
入力精度	
過去の最高記録	今回の記録
89.81 %	92.98 %

図5 自分との競争 タスク後画面

れの影響を考慮して被験者を無作為に4グループ(A~D)に分類し、それぞれ異なる順序で各娯楽要素を提示する。グループごとの娯楽要素の提示順を表2に示す。全タスクの終了後、娯楽要素が意欲へ与える影響を調べるため、リッカート尺度と自由記述のアンケートを実施する。リッカート尺度は提示された選択肢に解答者がどの程度あてはまるかを数値で解答させる調査形式であり、解答者は最も自分が当てはまると思う選択肢の番号を主観評価で回答できる。

図6 収集 タスク前画面

5 結果と考察

実験の結果，38人304タスクのうち，操作ミスにより8タスク，プログラムのエラーにより42タスク，被験者の不正な入力（同じキーを連打するような著しく分析に影響する恐れがある入力）により8タスク，計58タスクについて測定結果に欠陥があったため分析から除外する．

また，分析対象のタスクについて最低入力数は51，最低精度は82.14%と著しく入力数や精度が低いデータは含まれていないことを確認した．

5.1 作業効率の向上率

図8に被験者全員の作業速度，図9に被験者全員の作業精度の向上率を箱ひげ図で示す．図の縦軸は向上率（%），横軸は左から”他”，”自”，”収”の娯楽要素を示す．これらの図はいずれも各被験者の”なし”の時の結果を基準とし正規化している．すなわち，”なし”のときの速度や精度からどの程度変化したかを示し，向上率が正の値のときは娯楽要素によって向上したことを示し，負の値のときは娯楽要素によって低下したことを示す．なお，全員の”なし”における作業速度の平均は58.7個/分，作業精度の平均は95.9%であった．

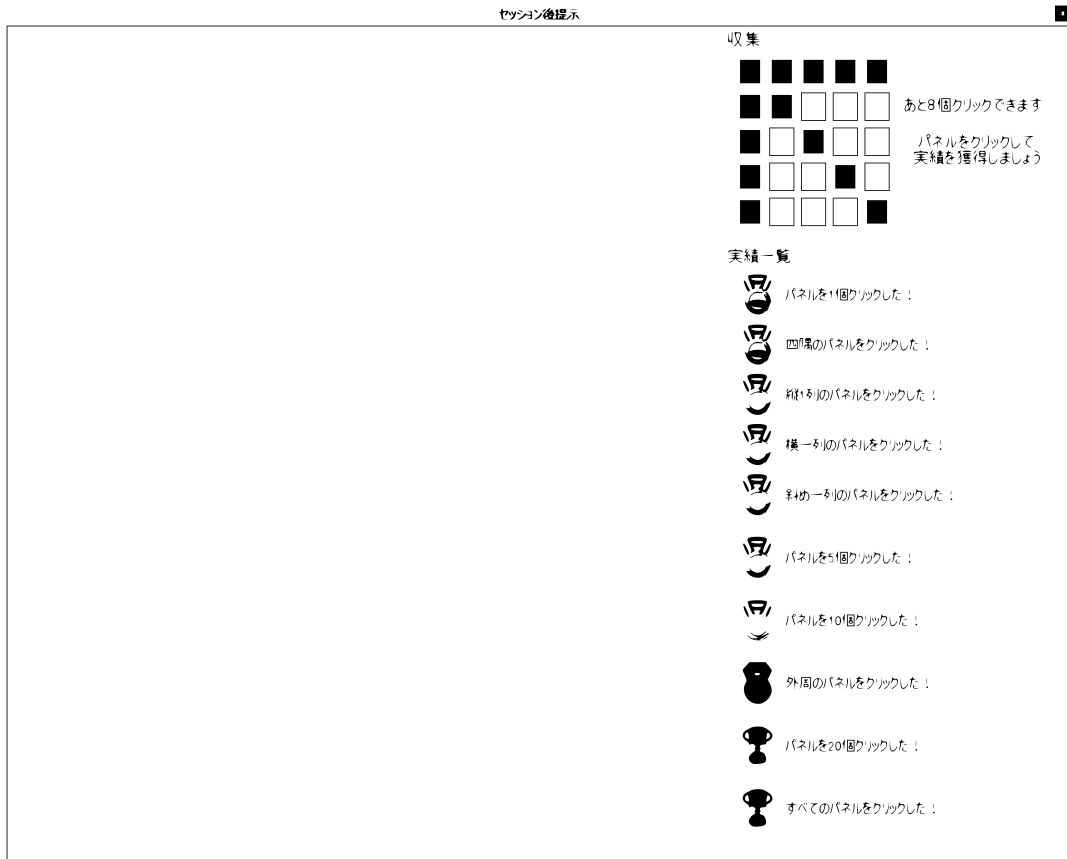


図7 収集 タスク後画面

図8では、各娯楽要素により速度の向上率が大きく異なっていることが分かる。“他”では向上率が-20~20%，“自”では-30~40%と分散が大きく、また“他”では外れ値も多いことから、娯楽要素の影響は個人差が大きいことが考えられる。対して“収”は向上率は-20~0%と全体的に速度が低下する傾向にあることが分かる。それぞれの娯楽要素の速度向上率に対し“なし”を0%とした1標本におけるWelchのt検定（有意水準5%）を行ったところ、いずれも有意な差は見られなかった。

図9では、全体的に精度の向上率の変化が小さいことが分かる。それぞれの娯楽要素の精度向上率に対し、“なし”を0%とした1標本におけるWelchのt検定（有意水準5%）を行ったところ、いずれも有意な差は見られなかった。しかし、速度は上限がなく向上幅が大きいことに対し、精度は上限が100%であることに加え、本実験における精度の平均が95.9%と極めて高いことから、5%の変化は精度においては大きな差であると考えられる。つまり、精度についても大きく向上しており、娯楽要素の影響は個人差が大きいことが考えられる。

思考作業においても単純作業[1]と同様に、元々の作業効率の高い被験者は娯楽要素が付加された場合に作業効率は向上せず、一部の被験者で低下したと考えられる。さらに40%ほども速度が向上した被験者も見られたことから、元の作業効率が低い被験者に対しては娯楽要素の付与で作業効率が大きく向上している可

表1 実績一覧

実績	条件
銅メダル	パネルを1枚反転する
銅メダル	四隅のパネルを反転する
銀メダル	パネルを5枚反転する
銀メダル	縦1列のパネルを反転する
銀メダル	横1列のパネルを反転する
銀メダル	斜め1列のパネルを反転する
金メダル	パネルを10枚反転する
金メダル	外周のパネルを反転する
銀トロフィー	パネルを20枚反転する
金トロフィー	パネルをすべて反転する

表2 提示される娯楽要素の順序

グループ	タスク試行回数				
	1	2・3	4・5	6・7	8・9
A	なし	なし	他	自	収
B	なし	他	自	収	なし
C	なし	自	収	なし	他
D	なし	収	なし	他	自

能性があることも先行研究[1]と同じ結果となった。先行研究では被験者の元の作業速度や作業精度によって影響が異なるか分析するために、被験者を作業能力で上位と下位にグループに分割した。

より細かく被験者を分類し分析することで、それぞれの能力の組み合わせについて有効な娯楽要素を提案することが可能になる。そこでそこで本研究でも同様に、“なし”における作業速度と作業精度それぞれについて、低い16人（下位グループ）と高い17人（上位グループ）の2群に分け、作業速度の上位、下位と作業精度の上位、下位の組み合わせからなる4つのグループについて、娯楽要素がどのような影響を及ぼしているのかを分析する。

被験者を上位、下位の2群に分割するとき、両グループの人数差が多すぎずかつ2群に同値が混在しないようにする必要がある。図10に“なし”における全被験者の速度のヒストグラムを、図11に“なし”における全被験者の精度のヒストグラムを示す。図10より、単純に全被験者の速度を降順にソートしたときの上位と下位の閾値は60であり中央値とも一致している。図11より、単純に全被験者の精度を降順にソートしたときの上位と下位の閾値は96.8であり、速度同様中央値とも一致している。以上から降順にソートし上位と下位で分けた2群を組み合わせる4つのグループを作り分析を行う。

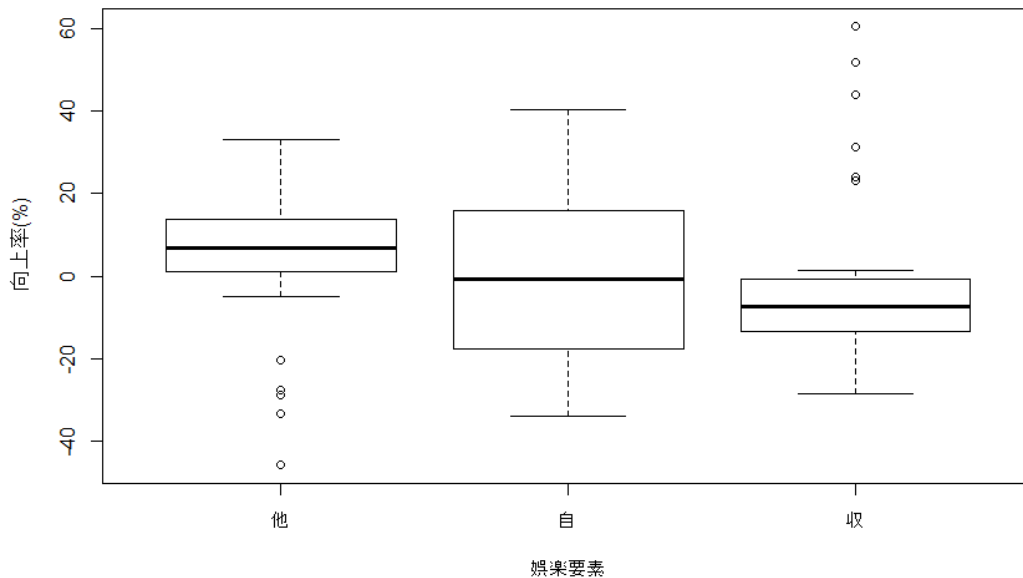


図8 作業速度の向上率

なお付録には先行研究にとの比較のため作業速度の上位，下位グループでの分析結果，作業精度の上位，下位グループでの分析結果を掲載している。

5.2 4グループの分類

今回の分析では4つのグループを[作業速度，作業精度]の形で表し，作業速度の上位を”速”，下位を”遅”，作業精度の上位を”高”，下位を”低”と表す。各グループの人数は[速，高]が6人，[速，低]が11人，[遅，高]が11人，[遅，低]が5人であった。各グループの作業速度と作業精度の向上率と”なし”の向上率0%として1標本のWelchのt検定（有意水準5%）を行ったときのp値を表3に示す。

所属する人数が十分でないため，この結果はあくまでも参考である。表3において横には各群を，縦には適応した娯楽要素を示している。また各群のデータは左が速度，右が精度についての結果であり，各娯楽要素のデータは上が向上率，下がp値である。また，図12に1被験者の各娯楽要素ごとの向上率を1本の折れ線で表したParallel Coordinate Plot (PCP)を示す。図12の縦軸は向上率を示し，横軸は左からそれぞれ”他”の速度(os)，”他”の精度(oa)，”自”の速度(ms)，”自”の精度(ma)，”収”の速度(cs)，”収”の精度(ca)を表す。各線はグループで線が種類分けされており，実線が[速，高](fc)，一点鎖線が[速，低](fi)，破線が[遅，高](sc)，点線が[遅，低](si)である。図に含まれるのは欠損データのない24人分のデータである。

以降では図12と表3を用いて4つの群それぞれに対して考察を行う。[遅，低]に着目して図12を見ると，1人を除きすべての娯楽要素で精度を下げることなく速

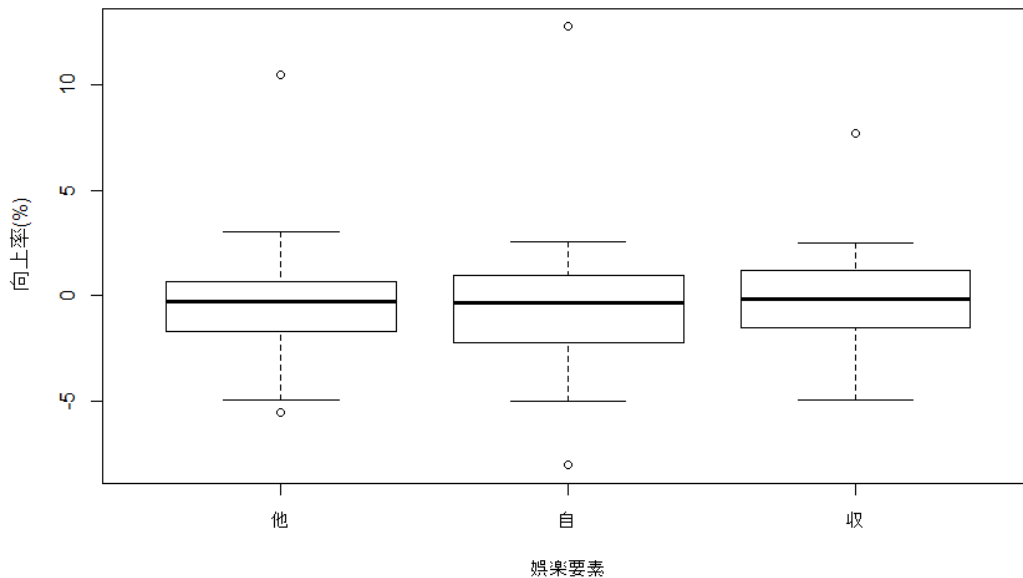


図9 作業精度の向上率

度を向上させていることがわかる。また最高で約60%、最低でも12%とその向上率は大きいことがわかる。表3を見ると[遅, 低]で精度はおよそ±1%(有意差なし)の変化であるのに対し、速度は平均でおよそ20%向上している。特に”他”, ”自”では有意差も見られた。”取”では有意差が見られなかったが、図12で確認できるように”取”の被験者1人の速度が大幅に低下したためと考えられる。速度が大幅に低下した被験者を除くと”取”では1%の精度の低下に対し、26%速度が増加している。この結果は、回答数が34問増えたことに対して誤答が1問増えたことを示している。以上から、元々の作業速度が遅く精度も低い作業員に対しては”他”, ”自”, ”取”すべての娯楽要素が作業速度を向上させるのに有効であり、特に”取”が有効であるということがわかる。この理由として、元々の作業能力が低い人に

表3 各4グループにおける向上率 [%]

娯楽要素	[遅, 低]		[遅, 高]		[速, 低]		[速, 高]	
	速度	精度	速度	精度	速度	精度	速度	精度
他	18.4	0.2	6.2	-0.7	-7.0	0.4	6.0	-1.7
p 値	0.003 [†]	0.672	0.392	0.079	0.257	0.775	0.027*	0.186
自	23.6	0.3	4.2	-1.8	-6.6	1.7	-9.3	-1.5
p 値	0.008 [†]	0.744	0.604	0.061	0.203	0.278	0.202	0.077
取	26.2	-1.2	-0.3	-0.3	-8.4	1.5	-9.5	-1.6
p 値	0.167	0.379	0.966	0.421	0.005 [†]	0.083	0.002 [†]	0.080

*: $p < 0.05$ †: $p < 0.01$

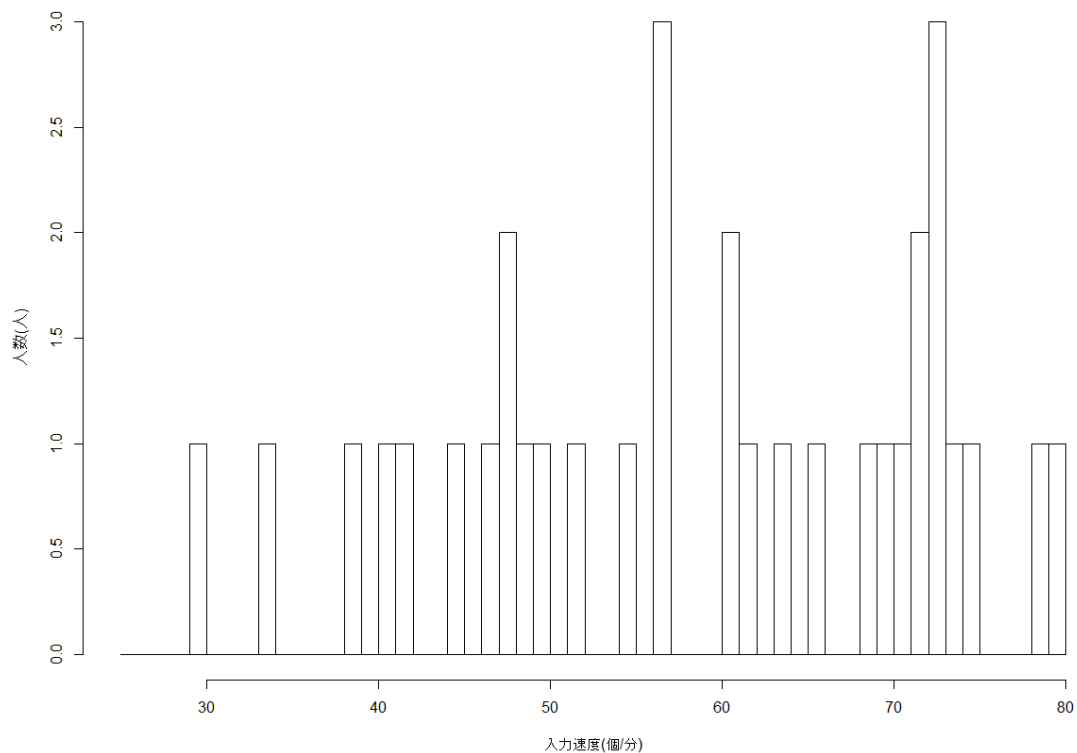


図10 速度のヒストグラム

対しては結果という数字に縛られず実績を集めるという分かりやすい目的に対してモチベーションを抱きやすかったなどが考えられる。

[遅, 高]に着目して図12を見ると, 被験者のうち2人は[遅, 低]と同じ傾向のグラフであり, 精度を下げることなく速度を向上させているが, 反対に精度を下げずに速度を低下させている被験者も2人存在していることがわかる。その他の被験者の速度の向上率は個人差が見られる。”他”では2人以外は速度の向上が見られるもの, ”自”では上昇率±約 30%に均等に分布しており個人差が大きいことが見て取れる。”自”の精度はばらつきがあるが, いずれも低下している。”収”に関しては2人を除き精度はそのまま速度が低下しており, 負の効果があることがわかる。表3を見ると[遅, 高]で”他”, ”自”では速度は向上し精度はやや低下, ”収”では速度と精度ともに低下しているが, いずれも有意差はなく, 作業者によって効果が大きく異なっていることがわかる。3つの娯楽要素で比較すると, 最も速度が低下している被験者が少ない要素は”他”であり, 精度についても大きな低下はない。以上から, 元々の作業速度が遅く精度が高い作業者に対してゲーミフィケーションが与える効果には個人差が大きく, 今回の娯楽要素の中では”他”が最も効果的であると考えられる。さらに”収”の要素は元々の作業速度が遅く精度が高い作業者に対して負の影響を与える可能性が高いと考えられる。この理由として, [遅, 高]は精度が元々高いため, 速度を上げようとした被験者が多かったこ

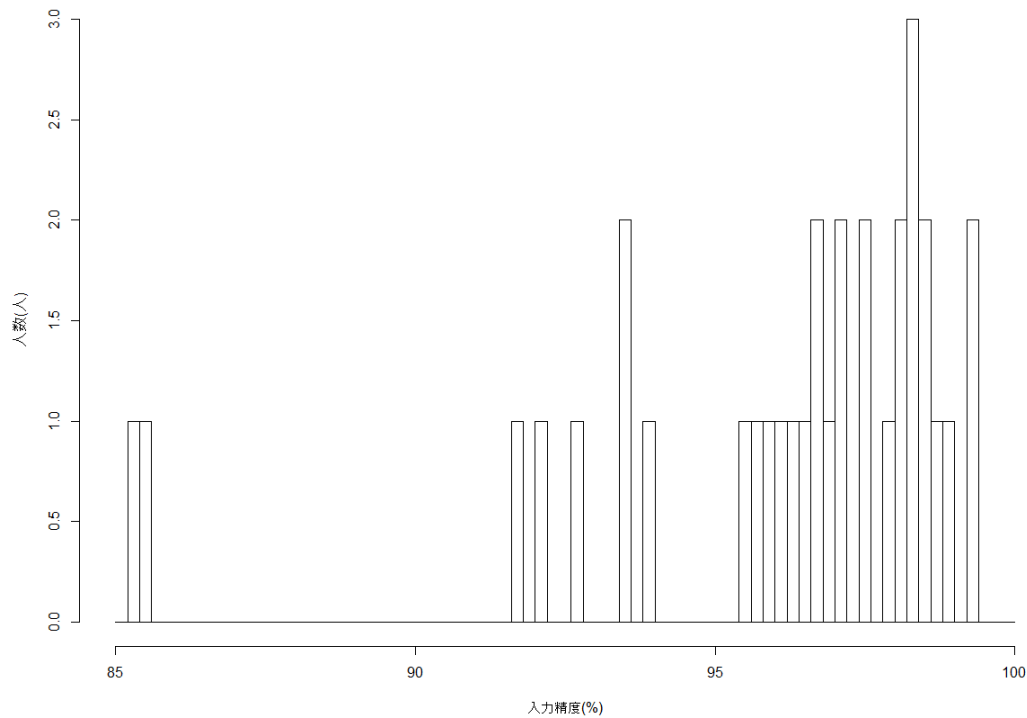


図 11 精度のヒストグラム

とが考えられる。その結果、うまく速度を向上させることができれば向上率は正となるが、娯楽要素がかえって被験者を緊張させ速度や精度が落ちてしまうと向上率が負となる。向上率がどう変化するかは、被験者の性格などに影響を受けていると考えられる。

[速, 低]に着目して図12を見ると、全体的に向上率が低いことがわかる。速度、精度ともに最大の向上率は約12%で[遅, 低]や[遅, 高]に比べると低い。”他”では精度はあまり変化していないが、速度は-40~10%の間で広がって分布しており個人差が大きいことが伺える。”自”では[遅, 高]のように均等に分布しているが、上昇率は±約20%とばらつき方は小さい。”収”では精度はあまり変化していないが速度が低下しており負の効果があることがわかる。また速度は低下しているが精度はいずれも上昇している被験者が1人存在した。これは作業精度を作業速度より重視してタスクを行ったと考えられる。表3を見ると[速, 低]ですべての娯楽要素で速度は低下し精度はやや向上している。”収”においては有意差があり速度が低下しているが、その他はいずれも有意差はなく作業者によって効果が異なっていることがわかる。3つの娯楽要素で比較すると,”他”, ”自”で速度は同程度低下しているが一定数上昇している被験者もあり、一概に効果があるかどうか判定できない。”収”では有意差が出たことから負の影響を与えている可能性が高い。以上から、元々の作業速度が速く精度が低い作業者に対してゲーミフィケーションが与える効果には個人差が大きく、性格などによって変化するが,”収”は負

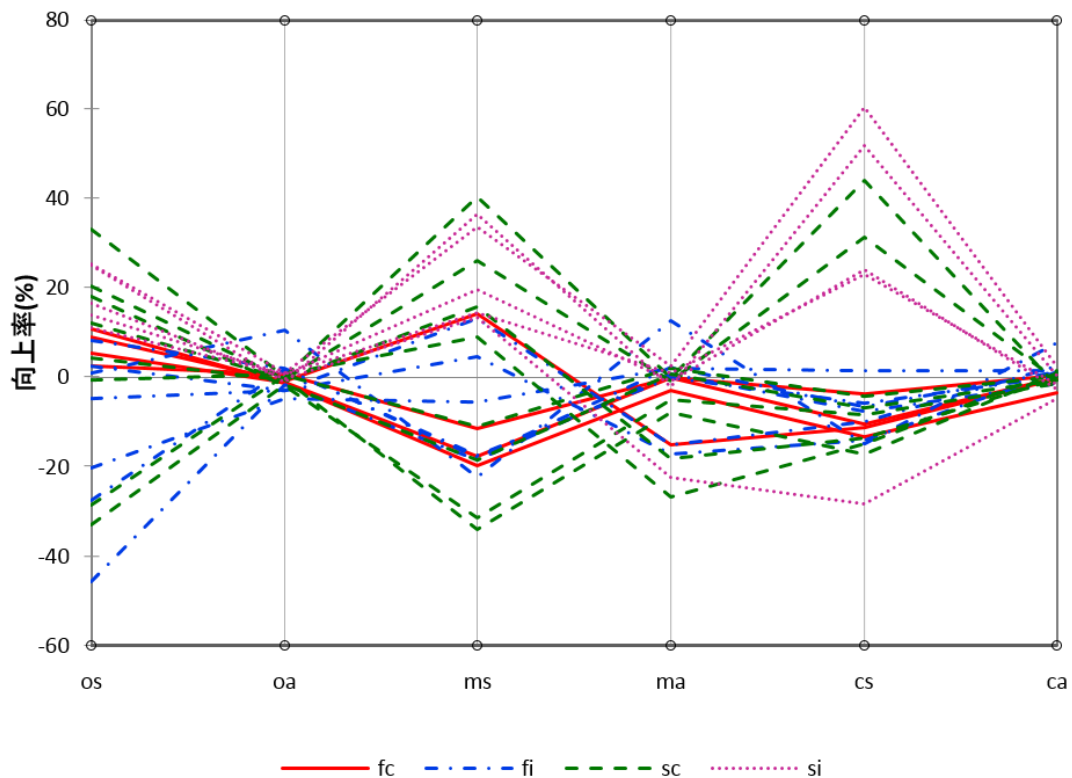


図 12 PCP

の影響を及ぼすと考えられる。この理由として、被験者が娯楽要素を煩わしく感じてしまった可能性が考えられる。[速, 低]の群は元々速度が速く、娯楽要素を提示されることで結果を意識してしまい、より速い結果を目指しミスを誘発したり、その結果ミスをしてしまいやる気が下がってしまった可能性がある。

[速, 高]に着目して図12を見ると、全体的に[速, 低]と傾向が類似していることがわかる。特に”自”, ”取”では[速, 低]とほぼ同じ特徴を示している。しかし”他”では精度は維持したまま、速度は向上していることがわかる。向上率は約10%以下ではあるが向上率がマイナスになった被験者はいなかった。表3を見ると[速, 高]で”他”のとき、速度は平均6%向上しており有意差が見られた。この時の精度は平均-1.7%の向上率であるが、有意差は見られなかった。これは回答数が8問増えたことに対して誤答が2問増えたことを表しており、ゲーミフィケーションの効果が見られたと考えられる。”自”, ”取”ではともに速度が低下しているが”取”のみ有意差が見られた。精度に関してはいずれも低下しているが有意差はなかった。以上から、元々の作業速度が速く精度が高い作業者に対しては”他”が精度を維持したまま速度を上げることが期待されるが、”取”は負の影響を及ぼすと考えられる。この理由として、[速, 低]と同じく娯楽要素を煩わしく感じてしまったと考えられる。しかし[速, 高]の群はランキング表示をされると常にほぼすべての項目で上位にランクインしていると考えられることから、モチベーションを保つこ

とができ、”他”で速度が上昇したと考えられる。

図12のグラフにおいて、グラフの振れ幅が大きい、つまり向上率の絶対値が大きいことは各娯楽要素が作業結果に与える影響が大きいことを示す。向上率の絶対値が大きければゲーミフィケーションの効果が顕著に表れており、絶対値が小さいとゲーミフィケーションの効果は薄いといえる。特にグラフの振れ幅が大きくなっているのは[遅, 低]と[遅, 高]で、反対に[速, 低], [速, 高]では振れ幅が小さい。このことから、ゲーミフィケーションの影響は元々の作業速度が遅い人に大きな影響を与えるが、元々の作業速度が早い人に与える影響は遅い人に比べると小さいことが分かった。中でも最も顕著にゲーミフィケーションの効果が出るのは[遅, 低]の群であった。また[遅, 高], [速, 高]の組はいずれも”他”が有効であることから、元々の作業精度が高い人には”他”の娯楽要素が有効であると考えられる。[速, 低], [速, 高]の組はいずれも”収”が負の影響を与えることから、元々作業速度が早い人には”収”の娯楽要素を適応すべきではないと考えられる。

以上のことから、思考作業に対してもゲーミフィケーションが与える影響は作業者の能力に依存して向上, 低下することが分かった。特に元々の作業能力が低ければ効率を向上させ、作業能力が高ければ作業能力を低下させる恐れもあるといえる。また、ゲーミフィケーションの影響の大きさは元々の作業速度が遅いほうが大きく、早いほうが小さいことも分かった。このことからゲーミフィケーションはある思考作業に対する経験が少なく、能力が低い人に対して効果的であると考えられる。さらに経験がある人でも”他”など特定の娯楽要素をゲーミフィケーションとして組み込むことで効率の向上が見込める可能性がある。しかしこれらの「効率の向上」とは「作業精度を保ったまま作業速度を上げること」を表しており、直接作業精度を上げることにはつながっていない。

5.3 主観評価と作業効率

ここでは作業者の主観的な作業意欲と作業効率の関係を明らかにするため、5.2節の4グループについてアンケートの評価を行う。アンケート結果の平均値が、6段階の回答の中間値である3.5を超える場合に娯楽システムに対して肯定的な評価をしたと判断する。表4に4群の各アンケート項目の結果を示す。すべての群において、すべての項目でシステムに対する評価が3.5を超えており肯定的な評価が得られた。特に[遅, 低]で評価がよく、いずれも5を超えていた。

このアンケート結果より、元々の能力が低いグループのほうが主観評価値が高い傾向にあることがわかる。これは娯楽要素を加えることで作業速度や作業精度が高くなったことを実感でき、面白さや達成感を得られたからだと考えられる。

3つのアンケート項目の中では”やる気”が高い評価を得ている。自由記述では「娯楽要素が作業をする意味になっていた」という意見もあり、全体的にもやる気が高い評価を得ることができたのは、あくまで実験として行っている作業に対し

表44グループにおけるアンケート結果

項目	[遅, 低]	[遅, 高]	[速, 低]	[速, 高]
面白さ	5.2	4.4	4.0	4.2
やる気	5.4	4.5	4.5	4.8
達成感	5.8	4.3	4.3	4.2

て娯楽要素が意味付けをしたことが考えられる。そのため仕事などにおける作業に対して娯楽要素を適応すると異なる結果が得られる可能性がある。

以上のことから、思考作業においてもゲーミフィケーションで作業者の作業意欲を向上させることができるといえるが、必ずしも主観評価がよければ効率も高くなるといえないことが分かった。さらに元々の作業が低い人のほうが強く動機付けされることが分かった。ここでの動機付けは特に「やる気を出させる」効果が高いと考えられる。

5.4 単純作業との比較

思考作業の結果と先行研究[1]の単純作業の結果を比較する。表5に5.2節の4グループ分類した平均向上率の比較を示す。精度に関しては単純作業と思考作業で大きな変化はない。しかし[遅, 高]に対し”収”を適応した時は単純作業で-3.9%であった向上率が思考作業では-0.3%と上昇した。速度に関しては[遅, 高]以外では向上率の絶対値は大きくなっており単純作業よりも思考作業のほうが強くゲーミフィケーションの影響を受けていることがうかがえる。[遅, 低]では単純作業ではおよそ0~10%未満の向上率であったのに対し思考作業では18~26%まで向上率が上昇した。これは作業速度が向上率が単純作業よりも思考作業の時に上昇した遅い人への影響が顕著に表れたためであると考えられる。[速, 低]では単純作業ではおよそ-5~0%程度の向上率であったのに対し思考作業では-8.5~-6.5%まで向上率が低下した。これは作業速度が速い人、作業効率が高い人どちらも単純作業より思考作業のほうが向上率が低かったためその影響が重なり表れたと考えられる。[速, 高]の”自”, ”収”では単純作業ではおよそ-4~-3%程度の向上率であったのに対し思考作業では-9.5%程度まで向上率が低下した。これは作業速度が速い人、作業効率が低い人どちらも単純作業より思考作業のほうが向上率が低かったためその影響が重なり表れたと考えられる。[速, 高]の”他”では単純作業ではおよそ-1.4%の向上率であったのに対し思考作業では6.0%に向上率が低下した。このことから作業速度が速い人、作業効率が低い人どちらの特徴とも一致せず、元々の作業能力が高い作業者に対しても思考作業においては”他”の娯楽要素が有効であるということが考えられる。[遅, 高]では反対に速度の向上率は思考作業よりも単純作業のほうが高い。作業精度が高い人は思考作業よりも単純作業における作業速度の

表5 単純作業と思考作業における各4グループにおける向上率[%]

娯楽要素	作業	[遅, 低]		[遅, 高]		[速, 低]		[速, 高]	
		速度	精度	速度	精度	速度	精度	速度	精度
他	思考	18.4	0.2	6.2	-0.7	-7.0	0.4	6.0	-1.7
	単純	-0.9	1.4	9.5	-0.9	-2.1	1.1	-1.4	-0.7
自	思考	23.6	0.3	4.2	-1.8	-6.6	1.7	-9.3	-1.5
	単純	4.5	2.0	20.0	-1.8	0.2	0.8	-2.8	-0.5
収	思考	26.2	-1.2	-0.3	-0.3	-8.4	1.5	-9.5	-1.6
	単純	8.4	-0.8	11.0	-3.9	-5.2	0.7	-4.1	-1.3

ほうが速かったため、その影響が大きいことも考えられるしかし作業速度が低い人は単純作業よりも思考作業における作業速度のほうが速いためここまでの単純作業のほうが作業速度が速くなる理由とは考えにくい。このことから、単純作業では[遅, 高]に対してゲーミフィケーションが速度を向上させるのに有効であるが、思考作業ではその効果はないということが言える。

以上より、単純作業よりも思考作業のほうが作業速度に大きく影響を受けることが分かった。さらに単純作業でのみ[遅, 高]の作業者に対しゲーミフィケーションが有効であること、また思考作業でのみ[速, 高]の作業者に対して”他”のゲーミフィケーションが有効であることが示された。

6 おわりに

本研究では思考を伴う作業において、ゲーミフィケーションが作業意欲・作業効率に与える影響を定量的に評価するため、“他者との競争”、“自分との競争”、“収集”の3つの娯楽要素を組み込んだ実験システムを用いて被験者実験を行った。その結果、作業速度が遅く作業精度も低い人に対してはすべての娯楽要素で作業速度が約18~26%向上するのに対し、作業速度が速く作業精度が低い人に対しては作業速度が約6.5~8.5%低下するなど負の影響を及ぼすこともあることが分かった。このことからゲーミフィケーションは作業能力が低い人に対しては効率を向上させるが、作業能力が高い人に対しては効率を低下させると結論付けられる。しかし、作業能力が高い人にも“他人との競争”など特定の娯楽要素は効率を向上させることが分かった。さらに主観的な作業意欲と作業効率の関係を分析した結果、作業能力が低い人は主観評価が高い一方で、作業能力が高い人は主観評価が作業能力が低い人よりも低かった。このことからゲーミフィケーションは作業意欲を高める効果があり、作業能力が低い人に対して特に有効である一方で、作業意欲が向上したことによって必ず作業効率が上がるとは限らないことがわかった。

本研究の結果を単純作業についてゲーミフィケーションが及ぼす影響を評価した一ノ瀬と上野の研究[1]の結果と比較した。その結果、ゲーミフィケーションは単純作業より思考作業に対してより大きな影響を及ぼすことが分かった。さらに思考作業にのみ、または単純作業にのみゲーミフィケーションが有効である作業者の特徴があることも示された。

以上のことから、思考を伴う作業において、ゲーミフィケーションが作業意欲・作業効率に与える影響は単純作業に比べ大きいことが結論付けられた。本研究の結果から、作業支援システムの開発にゲーミフィケーションを組み込む際は、支援対象のユーザの作業効率を加味したうえで適切な娯楽要素を用いる必要性が示唆された。また、思考を伴う作業にゲーミフィケーションを応用する場合は、単純作業より大きな影響を及ぼすため、より慎重に娯楽要素を決定する必要があると考えられる。本研究では3つの娯楽要素を単体で組み込み、思考作業におけるゲーミフィケーションの影響を分析したが、これらの娯楽要素を組み合わせることによってそれぞれの要素が影響を与えあい、異なった結果になることが考えられる。

また今回の思考作業は作業者の入力速度の差が結果に影響しないよう条件式の判定のみをタスクとして行ったが、より実際の支援環境に近い、より複雑で長時間行う思考作業においても結果が異なることが考えられる。今後の課題としては今回の実験で作業効率が下がった人に対して有効なゲーミフィケーションの娯楽要素を発見すること、作業速度だけでなく作業精度を直接向上させるような娯楽要素、またはその組み合わせを発見することなどがあげられる。

謝辞

本研究を進めるにあたり、たくさんの方のご協力を賜りましたことをこの場を借りてお礼申し上げます。指導教員である上野秀剛准教授にはお忙しい中、研究内容の決定から実験、分析、論文の修正に至るまでいつでも手厚くサポートしていただき、未熟な私に多くの知識や技術、考え方をご教授していただきました。上野准教授のご指導なしでは本論文を書き上げることはできませんでした。本当にありがとうございました。心から感謝いたします。査読教員である岩田講師には内容や論文体裁に対して的確な指摘、ご意見をいただきました。ここに深謝の意を表明させていただきます。ありがとうございました。上野研究室の先輩方には研究や論文、普段の勉学や学生生活に関しても様々なアドバイスを下さり、とても充実した高専最後の1年を過ごすことができました。また上野研究室の同級生の皆様とは、切磋琢磨しながら卒業研究に取り組みおかげで無事論文を完成させることができました。ありがとうございました。本研究の被験者として予備実験並びに実験に協力していただいた奈良高専情報工学科、専攻科情報システムコースの学生の皆様にも、お忙しい中お時間をいただき実験に参加していただきましたこと感謝しています。ありがとうございました。

参考文献

- [1] 一ノ瀬智浩, 上野秀剛, “ゲーミフィケーションを構成する要素の違いと作業効率の評価”, ヒューマンインターフェース学会論文誌, Vol.18, No.2, pp.65-76 (2016).
- [2] NIKE+アプリ & サービス. Nike.com (JP), <https://www.nike.com/jp/ja.jp/c/nike-plus> (参照: 2018-6-26).
- [3] 初谷拓郎, 伊與田光宏, “計算能力向上を目的とするゲーミフィケーションの提案と評価”, 情報処理学会第76回全国大会講演論文集, pp.633-635 (2014).
- [4] 川西康介, 小林尚弥, 大平茂輝, 長尾確, “ディスカッションマイニングへのゲーミフィケーションの導入”, 情報処理学会研究報告, Vol.2012, No.5 (2014).
- [5] Jakub Swacha, Pawel Baszuro, “Gamification-based e-learning Platform for Computer Programming Education,” X World Conference on Computers in Education, pp.122-130 (2013).
- [6] 坂井裕紀, 柄本健太郎, 向後千春, “ゲーミフィケーション研修が従業員の仕事に対する認識と仕事の質に与える影響”, ヒューマンインターフェース学会論文誌, Vol.18, No.2, pp.65-76 (2016).
- [7] 新井慧, 坂本一憲, 鷺崎弘宜, 深澤良彰, “得点による競争原理を用いた静的解析ツールによる欠陥除去の促進”, 電機情報通信学会技術研究報告, Vol.113, No.489, pp.55-60 (2014).
- [8] 神馬豪, 石田宏実, 木下裕司, “顧客を生み出すビジネス新戦略ゲーミフィケーション”, 大和出版, 2012.
- [9] 株式会社シンクスマイル, <https://5smile.com/> (参照: 2018-12-26).

A 付録

付録として、作業速度及び作業精度の上位、下位グループの2群に分類したそれぞれの結果を示す。

表6 作業速度上位/下位グループにおける向上率[%]とp値

娯楽要素	速度の向上率[%]				精度の向上率[%]			
	上位	p値	下位	p値	上位	p値	下位	p値
他	-2.7	0.513	10.3	0.053	6.2	0.778	1.5	0.186
自	-7.6	0.057	10.3	0.108	0.0	0.598	4.2	0.111
収	-8.8	0.000 [†]	9.2	0.260	-4.0	0.595	3.1	0.217

*: $p < 0.05$ †: $p < 0.01$

表7 作業精度上位/下位グループにおける向上率[%]とp値

娯楽要素	速度の向上率[%]				精度の向上率[%]			
	上位	p値	下位	p値	上位	p値	下位	p値
他	-0.3	0.200	-0.5	0.776	-1.0	0.027*	0.3	0.718
自	0.6	0.999	-1.1	0.442	-1.7	0.013*	1.2	0.243
収	0.4	0.394	-0.6	0.645	-0.8	0.051	0.6	0.423

*: $p < 0.05$ †: $p < 0.01$

表8 作業速度上位/下位グループにおけるアンケート結果

項目	上位	下位
面白さ	4.1	4.6
やる気	4.6	4.8
達成感	4.2	4.8

表9 作業精度上位/下位グループにおけるアンケート結果

項目	上位	下位
面白さ	4.3	4.4
やる気	4.6	4.8
達成感	4.2	4.8

表10 単純作業と思考作業における作業速度上位/下位グループの向上率[%]

	速度[%]				精度[%]			
	上位		下位		上位		下位	
娯楽要素	思考	単純	思考	単純	思考	単純	思考	単純
他	-2.7	-1.6	10.3	2.2	6.2	-0.2	1.5	0.7
自	-7.6	-1.9	10.3	9.2	0.0	-0.2	4.2	0.9
収	-8.8	-4.4	9.2	9.2	-4.0	-0.7	3.1	-1.7

表11 単純作業と思考作業における作業精度上位/下位グループの向上率[%]

	作業速度向上率[%]				作業精度向上率[%]			
	上位		下位		上位		下位	
娯楽要素	思考	単純	思考	単純	思考	単純	思考	単純
他	-0.3	1.9	-0.5	-1.2	-1.0	-0.8	0.3	1.3
自	0.6	4.0	-1.1	3.2	-1.7	-0.9	1.2	1.6
収	0.4	0.4	-0.6	4.3	-0.8	-2.1	0.6	-0.3