

電子情報工学専攻

Advanced Electronic and Information Engineering Course

平成26年度 専攻科特別研究論文

ゲーミフィケーションにおける娯楽要素
の違いと作業効率

Task Performance in Gamification with
Different Entertainment Elements

指導教員名 上野 秀剛

論文提出者名 一ノ瀬 智浩

独立行政法人 国立高等専門学校機構
奈良工業高等専門学校 専攻科

National Institute of Technology, Nara College

Faculty of Advanced Engineering

ゲーミフィケーションにおける娯楽要素の 違いと作業効率

Task Performance in Gamification with Different Entertainment Elements

一ノ瀬 智浩
Tomohiro Ichinose

独立行政法人 国立高等専門学校機構

奈良工業高等専門学校 専攻科 電子情報工学専攻

大和郡山市矢田町 22 番地 (〒 639-1080)

National Institute of Technology, Nara College

Faculty of Advanced Engineering,

22 Yata-cho, Yamatokoriyama, Nara 639-1080, Japan

Abstract— Gamification enhances user’s motivation in various activities such as simple tasks and/or exercises by implementing entertainment elements into the activities. Also gamification may improve the task performance, similar to training or work environment improvement. On the other hand, each entertainment element requires to understand the game rules and system usage, therefore, the effect to the task performance by gamification is unclear. Furthermore, different types of entertainment have the different effects; hence to evaluate each entertainment element provides useful knowledge for the development of effective system. In this paper, the author evaluates the effect of three entertainment elements; 1) Contest with others, 2) Improvement from previous, and 3) Collection of the achievements. To measure the task performance and motivation of the participants, the author developed seven systems which implement the combination of the three elements respectively. The result of the experiment showed that *Improvement* and *Collection* increased 9.2% task speed of participants who had the slow performance at tasks with non-entertainment support. In contrast, increase of the task speed by the combination of *Improvement* and *Collection* is low (4.2 %.) All combinations of the entertainment elements including the *Collection* decreased the task speed of the participants who had the fast performance at the task with non-entertainment support.

Keywords— Gamification, Task Performance, Motivation, Cost-effectiveness

目次

第 1 章	はじめに	1
第 2 章	関連研究	2
第 3 章	準備	4
3.1	作業意欲と動機付け	4
3.2	娯楽要素	4
3.2.1	競争	4
3.2.2	収集	6
第 4 章	実験	7
4.1	タスクと計測データ	7
4.2	娯楽要素の提示	9
4.3	娯楽システム	10
4.3.1	他者との競争	10
4.3.2	自分との競争	10
4.3.3	収集	11
4.4	実験手順	13
第 5 章	結果と考察	14
5.1	被験者全員	14
5.2	作業速度による分類	15
5.3	作業精度による分類	16
5.4	主観評価と作業効率	18

5.4.1	作業速度による分類	18
5.4.2	作業精度による分類	19
第 6 章	おわりに	21
	謝辞	22
	参考文献	23
	業績	24

目次

4.1	レシート画像と入力画面	9
4.2	タスク開始前の娯楽要素	10
4.3	タスク終了後の娯楽要素	11
5.1	作業速度の向上率	15
5.2	作業精度の向上率	16

表目次

3.1	16 個の欲求	5
4.1	娯楽要素の組み合わせ	7
4.2	実績の一覧	12
4.3	提示される娯楽要素の順序	12
5.1	作業速度の上位／下位グループにおける向上率	17
5.2	作業精度の上位／下位グループにおける向上率	17
5.3	作業速度とアンケート結果	18
5.4	作業精度とアンケート結果	20

第1章 はじめに

作業者の作業意欲を向上させる方法として、作業に娯楽性を付与するゲーミフィケーションという手法が存在する [1]。高い作業意欲は作業効率の向上に有用であると考えられており、近年では単純な作業や運動に対してゲーミフィケーションを適用し、作業効率・意欲を向上させる研究が複数存在している [2-4]。また、ウェブサイトへのアクセスやコメントの書き込み*¹、プログラミング言語の学習*²などの様々な分野にも応用されている。

既存研究では娯楽性によって作業意欲がどれだけ変化するかアンケートやインタビュー調査によって主観的に評価する一方で、作業自体の効率については十分に研究されていない。ゲーミフィケーションでよく用いられる娯楽性を生む要素（娯楽要素）として記録の競争や、架空のバッジやメダルの収集がある。娯楽要素を含むシステムの利用にはゲームルールや操作を理解する必要があるため、それぞれの作業効率の向上効果は異なると考えられる。また、娯楽要素自体が複雑な場合や複数の要素を組み合わせで実装されたシステムの場合、理解に手間がかかり、作業効率が低下する可能性がある [5]。娯楽要素の実装はシステムの開発コストを増加させるため、作業効率に与える効果と費用の関係を考慮した上で実装する娯楽要素を選択することが望ましい。

本研究では、既存の研究やシステムでよく用いられている3つの娯楽要素“他者との競争”、“自分との競争”、“収集”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、より効果の高いものを明らかにする。娯楽要素の組み合わせごとの効果の違いを明らかにすることは、費用対効果の大きい作業支援システムの開発に有用である。本稿では3つの娯楽要素の組み合わせが異なる7つのシステムを作成し、被験者に単純なタスクを与えたときの作業速度や作業精度を比較する。

*¹ Badgeville, <http://badgeville.com/>.

*² Codecademy, <http://www.codecademy.com/>.

第2章 関連研究

Magy らは Rigby と Ryan の動機付けに関する研究 [6] に基づき、1) 他者と記録を競う、および 2) 過去の自己記録と競うことによってダイエットを支援するシステム Igniteplay を提案している [3]。この研究は実験の被験者に対して、「楽しかったか」や「やる気が出たか」といった主観についてのアンケートや、やる気を促した要因についてインタビューすることで作業意欲の変化を評価した。

一方で、支援対象である作業（ダイエット）にどれだけ効果があったか明らかにされていない。また、医療分野向けの用例対訳システムへの情報提供の評価に対するモチベーション維持支援システムに関する研究 [5] では、アンケートによってシステムのユーザに「楽しさ」や「達成感」を与えることができたと評価している。一方で、アンケートの自由記述において“作業の効率を考えたときは従来システムの方が楽”という意見が見られた。すなわち、娯楽性を付与することで作業時間が増大し、作業意欲が向上しても作業効率が向上しないという状況が考えられる。本研究では、娯楽性を付与することで作業自体の効率がどれだけ向上するか定量的に評価し、作業効率と作業意欲の関係性を明らかにする。

倉本らは、作業者の主観的作業量に合わせて仮想生物を成長させ、作業者同士で仮想生物を戦わせるという流れによって、作業者の作業意欲を向上させるシステム“Weekend Battle”を提案している [2]。Weekend Battle は、カイヨワの提案する楽しさを生む4つの要因 [7] のうち、競争 (Agôn)、偶然性 (Alea)、模倣 (Mimicry) の3つをもつ。また、トレーディングカードゲームのような既存のエンタテインメントに見られる収集の要素に着目し、システムに導入している。倉本らは打鍵速度を作業効率の評価指標として競争の要因を含むゲームが作業効率・意欲の向上に有効であると述べている [2]。

一方で、システムに4つの娯楽要素が含まれるため、作業効率の上昇が個別の要素によるものか複数の組み合わせによるものか分からない。また、計測した作業効率は実験時間が進むにつれて増加する傾向にあったため、被験者のタスクに対する慣れの影響を排除で

きていない可能性がある。本研究では、各娯楽要素とその組み合わせについて、作業効率・意欲の向上に対する有効性を個別に評価する。また、娯楽要素なしの場合も含め、順序効果を考慮してタスクを設定する。これらによって、タスクに対する慣れを排除した、より少ない要素の追加で作業効率を高めるための知見を得ることができる。

第3章 準備

3.1 作業意欲と動機付け

本研究では心理学における“動機付け”に着目する。動機とは“生体に行動を開始させ、行動を維持させ、あるいは停止させ、かつまた行動の方向を決める作用のある「力」”であり、その一種に競争で他者に打ち勝ったり、目標到達に向けて努力したりする“達成動機”が存在する [8]。また、人間の行動を動機付けるものの1つとして、「～したい」という“欲求”があると考えられている [9]。Steven は表 3.1 に示す、人を動機付ける基本的な 16 個の欲求を定義している [10]。娯楽性による動機付けに関する研究や実装システムでよく用いられる娯楽要素のうち、“競争”および“収集”の 2 つは、Steven の 16 個の欲求のうち、Vengeance（競争や仕返しをしたいという欲求）や Saving（物を集めたいという欲求）などを満たしていると考えられる。よって、“競争”や“収集”は作業者を動機付け、作業意欲を向上させるのに適した要素であるといえる。高い作業意欲が作業効率の向上に有用であることから、作業者を動機付けて作業意欲を向上させることで、作業効率も向上できるといえる。そこで、本稿では作業者を動機付け、作業効率を向上させると考えられる“競争”と“収集”に着目し、次節に示す 3 つの要素を定義する。

3.2 娯楽要素

3.2.1 競争

競争は優劣や正否を明確にして達成動機や Vengeance を満たすため、作業者を動機付ける。本研究では Magy らの研究 [3] に基づき、1)他者との競争, 2)自分との競争の 2 つに分類し、異なる要素として扱う。

他者との競争

本研究において他者との競争は、作業者に関する情報が他者に公開され、他者の情

表 3.1 16 個の欲求

名前	内容
Power	他者を支配したいという欲求
Independence	物事を人に頼らずに自力でやりたいという欲求
Curiosity	知識を得たいという欲求
Acceptance	人に認められたいという欲求
Order	物事をきちんとしてほしいという欲求
Saving	物を集めたいという欲求
Honor	人としての誇りを求める欲求
Idealism	社会正義を追求したいという欲求
Social Contact	人とふれあいたいという欲求
Family	自分の子供を育てたいという欲求
Status	名声を得たいという欲求
Vengeance	競争や仕返しをしたいという欲求
Romance	セックスや美しい物を求める欲求
Eating	物を食べたいという欲求
Physical Activity	体を動かしたいという欲求
Tranquility	心穏やかでいたいという欲求

報と比較される状態にあることとする。また、比較結果に基づいて順位付けされ、自分の順位や上位者のリストが提示されることで作業者が他者との優劣を判断できるものとする。他者との記録比較やランキング付けによって作業者を動機付ける手法は、複数の研究 [2,3] や、既存システム [1]*¹で利用されている。他者との競争は作業者が異なる端末を用いている場合、ネットワークを利用して記録の比較をする必要がある。そのため、システム開発にかかるコストが高いと考えられる。

自分との競争

本研究において自分との競争は、作業者の過去の情報と現在の情報を比較し、情報の変化とその優劣のみを判断できる状態にあることとする。他者との競争と明確に区別するため、他者との比較や順位付けは行わず、他者への公開もしない。自分自身の記録と競争する手法も既存研究 [3] や既存システムでよく用いられる。

*¹ Nike+, <https://secure-nikeplus.nike.com/plus/>

自分との競争では他者との競争と異なり，作業者それぞれの端末でシステムを構成することができる．そのため，自分との競争は他者との競争に比べてシステム開発にかかるコストが低いと考えられる．

3.2.2 収集

本研究において収集は，作業者がある条件を満たすことで架空のメダルやトロフィー（以降，実績）を入手できる状態にあることとする．収集は Saving を満たすとともに，実績を得ることができる能力や地位を持っていることの証明になることから Status（名声を得たいという欲求）も満たす．ものを集めさせて作業者を動機付ける手法は，Nike+，Badgeville，e-learning システムの Moodle^{*2}におけるバッジシステムなど，多くの既存システムで利用されている．収集はネットワークを使わなくてもシステムを構成できるため，他者との競争に比べ開発コストは低い．しかし，メダルやトロフィーなどの画像の作成や実績を獲得するための条件の設定をする必要があるため，実績の個数が増えるにつれて開発コストが増加すると考えられる．

^{*2} Moodle, <https://moodle.org/>

第4章 実験

3章で定義した3つの娯楽要素とその組み合わせによって構成される7種類の娯楽性について、作業効率・意欲への影響を評価する被験者実験を行う。表4.1に娯楽要素の組み合わせを示す。表の‘○’は娯楽要素を含むことを表し、‘-’は娯楽要素を含まないことを示す。実験では、7種類の娯楽性を持たせたシステムと娯楽性を含まないシステム（なし）を用いて単純な作業を被験者に課し、作業の精度や実施回数を比較する。

4.1 タスクと計測データ

娯楽要素の付与による作業効率と作業意欲の向上を定量的に評価するためのタスクを設定する。作業内容が複雑で難易度の高いタスクである場合、作業をするのに必要な知識や作業に対する慣れが実験結果に影響を与える可能性がある。また、1つの作業をするのに時間がかかる場合、娯楽性を付与する前後でタスクの成果に差が現れにくくなり、作業効率の向上効果の計測が困難である。そこで本研究では、倉本らの研究 [2] と同様に、単純

表 4.1 娯楽要素の組み合わせ

組み合わせ	娯楽要素		
	他者との競争	自分との競争	収集
なし	-	-	-
他	○	-	-
自	-	○	-
収	-	-	○
他自	○	○	-
他収	○	-	○
自収	-	○	○
他自収	○	○	○

な作業である転写作業をタスクに設定する。転写作業の対象として通常の文章を用いると、タイピングに対する慣れや漢字の知識、予測変換の順番などが実験結果に影響を与える可能性がある。そこで、ディスプレイ上に表示されるレシート画像から、商品の分類番号（2桁の数字）と商品の単価を入力する作業をタスクに設定する。タスクに用いるレシート画像の例と入力画面を図 4.1 に示す。被験者は図の右側に提示されたレシートを見て、左側のテキストボックスに商品の分類番号と単価をキーボードで入力する。1行につき1商品の情報を [商品番号-単価] の形式で入力し、レシートに書かれている商品すべてが入力されると次のレシートが提示される。1回のタスクは2分で、被験者は時間内にできるだけ多くのレシートを入力するよう指示される。タスクの残り時間や、入力した情報の正誤は被験者に提示されない。

レシートは奈良高専生協で発行された210枚をスキャナーで取り込み、画像として表示する。1枚のレシートに必要な作業量をそろえるため、商品数が2個から4個のレシートを各70枚用意し、ランダムに提示する。被験者は奈良高専の学生のうち、PCの操作に慣れていてキーボードが扱える18から22歳の40名である。

タスクの精度や効率を評価するための指標、および娯楽システムで利用する項目として以下の4つを計測する。

- 入力した商品数（入力数）
- 正しく入力した商品数（正解数）
- 入力速度 [商品数/分]
- 入力精度 [%]

入力速度と入力精度は式 (4.1)、および式 (4.2) で求める。

$$\text{入力速度} = \frac{\text{入力数}}{2} \quad (4.1)$$

$$\text{入力精度} = \frac{\text{正解数}}{\text{入力数}} \times 100 \quad (4.2)$$

また、各娯楽要素の組み合わせを提示したときの、被験者のタスクに対する主観的な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が最も強くそう思う、1が全くそう思わない）のリッカート尺度のアンケートを実施する。

- 面白かったか
- 作業のやる気が出たか
- 作業に達成感を感じたか

4.2 娯楽要素の提示

娯楽要素は各タスクの開始前と終了後に提示する。タスク開始前には競争や収集を促すためにメッセージや過去の最高記録を被験者に提示する。タスク終了後には結果やランキングの提示、および実績の収集をする。娯楽要素を複数持つ組み合わせの場合、娯楽要素の表示順によって特定の娯楽要素の影響が大きくなる可能性がある。そのため、娯楽要素は次節で示すように1画面で同時に提示する。



図 4.1 レシート画像と入力画面

4.3 娯楽システム

タスクは 3 章で定義した娯楽要素とその組み合わせを実装した 7 つのシステム、および要素を含まないシステムの計 8 種類（以下、娯楽システム）で実施される。システムは C# で実装された、約 4,400 行のクライアントサーバ型の GUI プログラムである。図 4.2 にタスク開始前、図 4.3 にタスク終了後に提示される娯楽要素を示す。娯楽要素の組み合わせにおいて、いずれかの娯楽要素が含まれていない場合、その部分は何も表示されない。

4.3.1 他者との競争

他者との競争は、タスク結果のランキングを被験者に公開する。タスク開始前には図 4.2 の左側に示すように、“タスクの結果が公開されます。他の人に負けないように頑張ってください” というメッセージを提示する。タスク終了後には図 4.3 の左側に示すように、4.1 節で述べた 4 つの評価項目それぞれに対し、全被験者のうち上位 10 名の ID と、被験者自身の順位が提示される。ID はシステムがランダムで生成する各被験者固有の 8 文字の文字列で、被験者は他者の ID が誰のものかは知ることができない。なお、自分との競争の要素を含まないようにするため、評価項目の具体的な値は提示しない。

4.3.2 自分との競争

自分との競争は、タスク開始前に図 4.2 の中央に示すように、4 つの評価項目それぞれについて、それ以前のタスクで最も良い時の値を提示する。タスク終了後には図 4.3 の中



図 4.2 タスク開始前の娯楽要素

央に示すように、今タスクの結果と過去の最高記録を同時に提示する。

4.3.3 収集

収集は、タスクの正解数に応じて画面上に表示された 5×5 のパネルをめくらせ、めくったパネルがある条件を満たすと実績が獲得できる。タスク開始前には図 4.2 の右側に示すように“タスクの成績が良いほどたくさんの実績が手に入ります。より多くの実績を手に入れられるようにがんばってください”というメッセージを提示する。タスク終了後には図 4.3 の右側に示すように 25 個のパネルを提示する。パネルはマウスクリックでめくることができ、めくったパネルは赤く表示される。めくったパネルの個数や配置が条件を満たすと実績を獲得でき、対応するメダルやトロフィーの画像が表示される。実績の一覧を



図 4.3 タスク終了後の娛樂要素

表 4.2 実績の一覧

条件	画像
パネルを 1 個めくる	銅メダル
四隅のパネルをめくる	銅メダル
パネルを 5 個めくる	銀メダル
縦 1 列のパネルをめくる	銀メダル
横 1 列のパネルをめくる	銀メダル
斜め 1 列のパネルをめくる	銀メダル
パネルを 10 個めくる	金メダル
外周のパネルをめくる	金メダル
パネルを 20 個めくる	銀トロフィー
パネルを全てめくる	金トロフィー

表 4.3 提示される娯楽要素の順序

グループ	タスク施行回数								
	1	2・3	4・5	6・7	8・9	10・11	12・13	14・15	16・17
無	なし	なし	他	自	収	他自	他収	自収	全
他	なし	他	自	収	他自	他収	自収	全	なし
自	なし	自	収	他自	他収	自収	全	なし	他
収	なし	収	他自	他収	自収	全	なし	他	自
他自	なし	他自	他収	自収	全	なし	他	自	収
他収	なし	他収	自収	全	なし	他	自	収	他自
自収	なし	自収	全	なし	他	自	収	他自	他収
全	なし	全	なし	他	自	収	他自	他収	自収

表 4.2 に示す.

収集においては、1 個のパネルをめくるために必要な正解数が被験者の意欲に大きく影響すると考えられる。本実験では事前に奈良高専の学生 5 人になしでタスクを 5 回実施したときの正解数の最大値である 62 個を参考に、25 個のパネルをめくるための正解数を 75 個とした。

4.4 実験手順

本実験では被験者のタスクに対する慣れの影響を排除するため、被験者を無作為に8つのグループに分け、それぞれ異なる順序で表4.1に示した娯楽要素の組み合わせを提示する。組み合わせの提示順を表4.3に示す。タスクは合計17回実施し、1回目は練習として、なしと同じ状態で実施し、分析には用いない。2回目以降のタスクでは各娯楽要素の組み合わせを2回ずつ提示する。主観的な作業意欲に関するアンケートはタスク終了後の提示が2回終わるごとに回答させる。また、全タスクが終了した後にタスクやシステムに関する意見や感想を自由記述形式で回答させる。

第5章 結果と考察

5.1 被験者全員

図 5.1 に被験者全員の作業速度，図 5.2 に作業精度を示す．図はいずれも，各被験者のなしにおける平均値で正規化しており，正の値は娯楽要素によって向上したこと，負の値は娯楽要素によって低下したことを示す．

図 5.1 はいずれの娯楽要素においても作業速度の向上率が -50% から 50% 程度と大きく分散していることを示している．中央値が最も高い自分との競争 (6.0%) においては，娯楽要素の付与によって作業速度が向上したと考えられる．しかし，なしと自分との競争の 2 群に対し t 検定 (有意水準 5%) を行った結果， $p = 0.08$ で有意な差は見られなかった．図 5.2 はいずれの娯楽要素においても作業精度の向上率が -40% から 20% 程度に大きく分散していることを示している．中央値はいずれの要素においても向上率は 1% 未満となり，なしとの間に有意差は見られなかった．

これらの結果は娯楽要素による作業効率の変化について個人差が大きいことを示している．作業効率には限度があると考えられるため，娯楽要素がない場合においても作業効率の高い被験者は，娯楽要素が付与された場合においても作業効率が向上せず，一部の被験者で低下した可能性がある．一方で，娯楽性を付与したことで作業速度が 50% 以上向上した被験者や作業精度が 20% 以上向上した被験者が見られた．このことから，娯楽要素が無い場合において作業効率が低い被験者は，娯楽要素の付与で作業効率が大きく向上した可能性がある．そこで，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 20 人 (下位グループ) と高い 20 人 (上位グループ) の 2 グループに分けて作業効率を評価する．

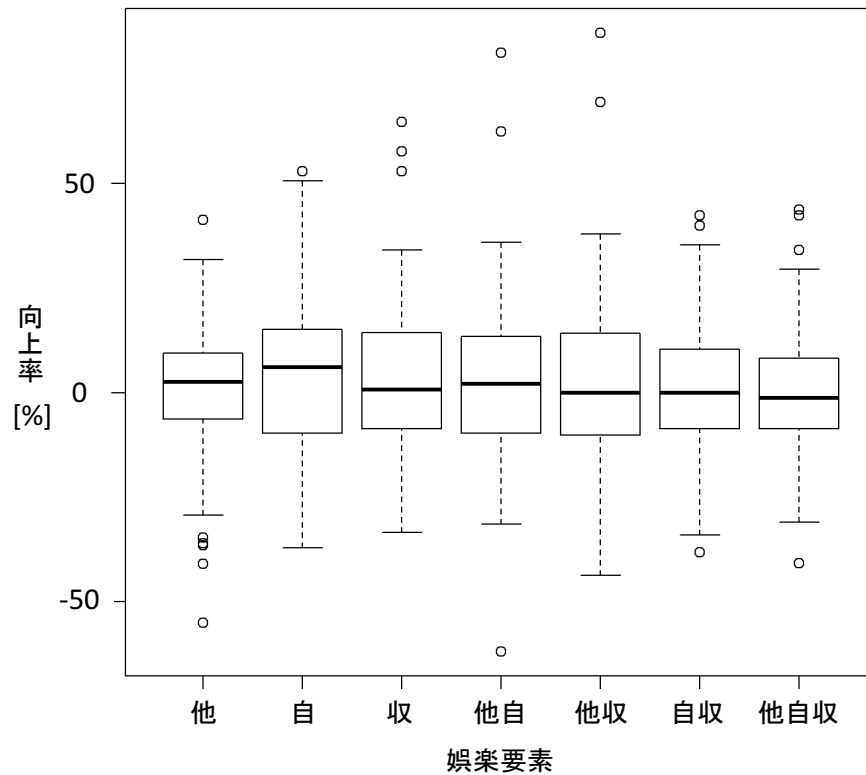


図 5.1 作業速度の向上率

5.2 作業速度による分類

作業速度の下位グループと上位グループの作業速度と作業精度の平均値を表 5.1 に示す。下位グループは全ての娯楽要素の組み合わせで作業速度が 2% 以上向上している。特に自分との競争のみ、収集のみを付与したときに 9.2% と大きく向上し、なしとの有意差（それぞれ $p = 0.006$, $p = 0.007$ ）が見られた。一方で、自分との競争と収集の 2 つを含む組み合わせについては自収で 4.2% ($p = 0.1$)、他自収で 3.4% ($p = 0.2$) と個別に要素を付与したときより低く、なしとの有意差も見られなかった。上位グループの作業速度は他者との競争で -1.6% ($p = 0.5$)、自分との競争で -1.9% ($p = 0.4$) 低下し、2 つの要素を同時に付与したとき 1.1% ($p = 0.5$) 向上したがいずれも有意差は見られなかった。

これらの結果は、複数の娯楽要素の組み合わせによる効果は個々の単純な加算ではないことを示唆している。したがって、娯楽性による作業支援システムを開発する際は、作業効率を高めると期待される娯楽要素を全て取り入れるのではなく、組み合わせによる効果

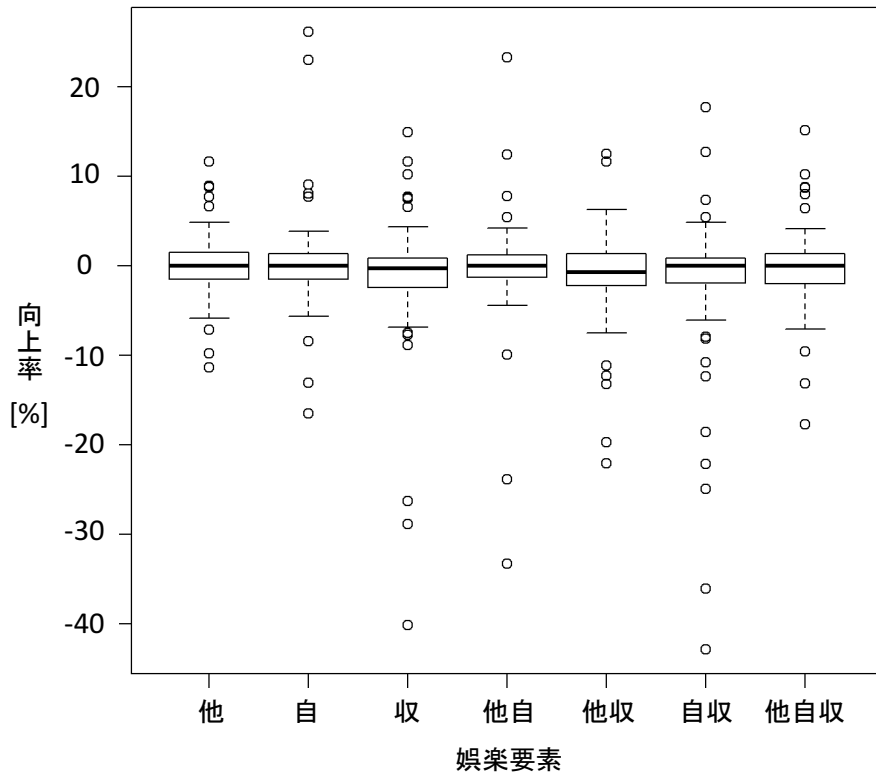


図 5.2 作業精度の向上率

を評価する必要があると考えられる。

また、上位グループは全ての娯楽要素の組み合わせで下位グループより作業速度の向上率が低い。特に収集の要素を含む4つの組み合わせでは、なしに比べて作業速度が低下しており、最も作業速度の低下した収集では -4.4% と有意な差 ($p = 0.04$) が見られた。この原因として、すべての実績の獲得に必要な正解数である 75 を超えた被験者が 2 名いたことが挙げられる。全タスク終了後のアンケートにおいても、“パネルを 25 個以上めくることができずモチベーションが下がった” という意見が見られた。上位グループの被験者は実績を集めることが容易で、下位グループの被験者に比べて効果が低下したと考えられる。

5.3 作業精度による分類

作業精度の下位グループと上位グループの作業速度と作業精度の平均値を表 5.2 に示す。上位グループでは、全ての娯楽要素の組み合わせにおいて作業精度が 0.7% から

表 5.1 作業速度の上位／下位グループにおける向上率

組み合わせ	作業速度 [%]		作業精度 [%]	
	下位	上位	下位	上位
他	2.2	-1.6	0.7	-0.2
自	9.2	-1.9	0.9	-0.2
収	9.2	-4.4	-1.7	-0.7
他自	5.7	1.1	-0.5	0.2
他収	6.4	-2.4	-1.2	-0.6
自収	4.2	-2.2	-3.6	-0.5
他自収	3.4	-1.2	-0.6	-0.1

表 5.2 作業精度の上位／下位グループにおける向上率

組み合わせ	作業速度 [%]		作業精度 [%]	
	下位	上位	下位	上位
他	-1.2	1.9	1.3	-0.8
自	3.2	4.0	1.6	-0.9
収	4.3	0.4	-0.3	-2.1
他自	3.3	3.4	0.3	-0.7
他収	0.1	3.9	-0.6	-1.2
自収	1.2	0.9	-2.9	-1.2
他自収	2.3	0.0	0.5	-1.2

2.1% 低下し、全ての組み合わせでなしと有意差 ($p < 0.05$) が見られた。この結果は単純作業を正確にこなす人は娯楽性を付与することで作業精度が低下することを示唆している。本稿の実験ではいずれの娯楽要素においても主に正解数を用いていた。上位の被験者は作業精度が低下してでも正解数を増やそうとしたため、誤入力が増加したと考えられる。下位グループでは -2.9% から 1.6% と娯楽要素によって違いが見られたが、いずれの組み合わせにおいてもなしとの有意差は見られなかった。作業精度に対する娯楽要素の効果については今後の課題である。

表 5.3 作業速度とアンケート結果

組み合わせ	面白さ		やる気		達成感	
	下位	上位	下位	上位	下位	上位
なし	2.3	2.1	2.3	2.0	1.9	2.2
他	3.1	4.1	3.5	4.6	2.8	3.7
自	3.5	3.7	4.0	4.0	3.6	3.9
収	3.6	4.0	3.9	4.1	3.5	3.8
他自	3.8	4.7	4.2	4.7	3.6	3.6
他収	3.9	4.5	4.1	4.7	3.6	3.6
自収	3.7	4.0	4.0	3.8	3.8	3.5
他自収	4.2	4.8	4.4	4.9	4.0	4.6

5.4 主観評価と作業効率

主観評価と作業効率との関係を明らかにするため、5.2 節および 5.3 節で述べた作業速度および作業精度の下位/上位グループのアンケート結果を評価する。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、娯楽システムに対して肯定的な評価をしたと判断できる。

5.4.1 作業速度による分類

作業速度で分類したときの下位/上位グループの各アンケート項目の平均値を表 5.3 に示す。下位/上位の両方のグループにおいて、すべての組み合わせに対する各アンケート項目の平均値がなしに比べて高い。各娯楽要素の組み合わせとなしとの結果の 2 群に対し、ウィルコクソンの符号順位検定（有意水準 5%）を行ったところ、2 群全てにおいて $p < 0.05$ となり有意な差が見られた。この結果は、全ての娯楽要素の組み合わせが被験者の主観評価を向上させたことを示唆している。

また、全体として下位グループより上位グループの方が値が高く、自収の達成感以外において値が 3.5 を超えている。特に差の大きい他者との競争の各アンケート項目において、下位グループと上位グループの 2 群に対しウィルコクソンの順位和検定（有意水準

5%) を行ったところ、いずれも $p < 0.01$ となり有意な差が見られた。この結果は、作業速度が遅い人より速い人の方が、娯楽性に対する主観評価が高いことを示唆している。この原因は、作業が速い人は他者との競争や収集ではランキングの上位に入ったり実績を多く獲得したりするのが容易であったため、自分との競争では最高記録の具体的な値が大きく、より高い目標を設定することができたためであると考えられる。一方で、5.2 節で述べたように、上位グループは他自以外の組み合わせにおいて作業速度の向上率が負の値となった。つまり、主観評価が高いにもかかわらず、作業速度は低下しているといえる。このことは、高い主観評価が作業効率の向上に結びつかない可能性があることを示唆する。したがって、娯楽性による作業支援システムを評価する際は、面白さや意欲など主観的な評価だけではなく、支援対象の作業の効率も評価する必要があるといえる。

下位グループの主観評価は上位グループより全体に低い。特に他者との競争においては全項目で値が 3.5 以下であり、なしに比べて向上はしているものの、低い評価といえる。これは作業が遅い人は他者との競争において上位 10 人のランキングに入るのが困難であるためであると考えられる。一方で、5.2 節で述べたように、下位グループは全ての娯楽要素の組み合わせにおいて作業速度が向上している。この結果は、作業効率が低い人に娯楽性を付与することで、主観的な評価の高さに関係なく作業効率を向上できる可能性があることを示唆する。したがって、娯楽性による作業支援システムを開発する際には、支援対象となるユーザーの特性を調査した上でユーザー間の効率差が大きいときには支援対象を限定する必要があると考えられる。

5.4.2 作業精度による分類

作業精度で分類したときの下位/上位グループの各アンケート項目の平均値を表 5.4 に示す。5.4.1 項の作業速度による分類と同様に、下位/上位の両方のグループにおいて、各娯楽要素の組み合わせを付与したときの各アンケート項目の平均値がなしに比べて高い。両グループの各娯楽要素の組み合わせを付与したときの結果と、なしとの結果の 2 群に対し、ウィルコクソンの符号順位検定（有意水準 5%）を行ったところ、2 群全てにおいて $p < 0.05$ となり有意な差が見られた。一方で、全体として下位グループより上位グループの方が値が高くなったが、いずれの娯楽要素の組み合わせにおいても、下位グループと上位グループの 2 群に対するウィルコクソンの順位和検定の結果は $p > 0.05$ となり有

表 5.4 作業精度とアンケート結果

組み合わせ	面白さ		やる気		達成感	
	下位	上位	下位	上位	下位	上位
なし	2.3	2.2	2.2	2.1	2.2	1.9
他	3.4	3.8	3.9	4.2	3.2	3.3
自	3.4	3.8	3.7	4.4	3.7	3.9
収	3.6	4.0	3.9	4.1	3.5	3.9
他自	4.2	4.3	4.4	4.5	3.8	4.0
他収	3.8	4.6	4.2	4.7	3.3	3.9
自収	3.8	3.9	3.8	4.1	3.8	3.5
他自収	4.5	4.5	4.6	4.7	4.2	4.4

意な差は見られなかった。両グループのタスクの作業精度の平均値を調べると、下位で 95%、上位で 99% とどちらも 100% に近い高い値であり、グループ間で大きな差が見られなかった。作業精度も作業速度と同様に評価できる実験が必要であると考えられる。

第6章 おわりに

本研究ではゲーミフィケーションによる作業効率の向上効果を明らかにするために、他者との競争、自分との競争、収集の3つの娯楽要素とその組み合わせを実装したシステムを用いた被験者実験を行った。実験の結果、作業速度が遅い人について、自分との競争や収集で作業速度が9.2%向上する一方で、2つを組み合わせると4.2%の向上と効果が低下した。また、収集の要素を含むシステムについて、作業速度が遅い人の作業速度を3.4%から9.2%向上させる効果がある一方で、作業速度が速い人の作業速度を1.2%から4.4%低下させた。主観的な面白さや作業意欲の高さは、作業速度が遅い人より速い人の方が高い傾向が見られ、特に他者との競争においては有意な差が見られた。一方で、作業速度の向上率は全ての娯楽要素の組み合わせにおいて作業速度が遅い人の方が高く、高い主観評価が作業効率の向上と一致しない可能性が示唆された。本研究の結果から、娯楽性による作業支援システムを開発する際は、システムに取り入れる娯楽要素の組み合わせや支援するユーザの能力を考慮する必要があると考えられる。

本研究では短時間の単純作業を支援対象として実験を行った。長時間の作業や、プログラミング、ドキュメント作成などの複雑な作業においては本研究とは異なる結果が得られる可能性がある。また、娯楽要素に作業精度を用いたときの効果の計測については今後の課題である。今後の展望として、金銭的な報酬との比較が挙げられる。作業者に対する金銭的な報酬は作業意欲や効率向上の方法として一般的であるが、内的な自発性を低下させるという研究もある [11]。娯楽性と金銭的報酬による作業効率の変化を比較し、ゲーミフィケーションの効果を明らかにすることは有意義な研究対象である。

謝辞

本論文の執筆および研究をすすめるにあたって、多くの方々に協力していただきました。この場を借りてお礼を申し上げます。ありがとうございました。

指導教員である上野秀剛助教には、本科5年生から専攻科2年生までの3年間に渡り、知識、能力共に至らないところの多い私に多くのご教授をいただきました。またお忙しい中、数回に渡る論文や予稿、発表スライドのチェックをしていただき、的確なご指導をいただきました。ありがとうございました。心より感謝いたします。

査読教員である内田眞司准教授、大谷真弘准教授には、考察内容や論文体裁、本研究の今後に関するアドバイスなど、様々なご指摘、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。

上野研究室の後輩の皆様には、研究発表スライドの作成にあたり、多くのご意見、ご指摘をいただきました。また、研究以外の学生生活においても様々な相談をさせてもらいました。ありがとうございました。

研究や課題でお忙しい中、被験者として実験に協力していただいた同級生および後輩の皆様にも深く感謝しております。ありがとうございました。

参考文献

- [1] 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 ゲームフィクション,” 大和出版, 2012.
- [2] 倉本到, 柏木一将, 植村友美, 渋谷雄, 辻野嘉宏, “Weekend Battle : エンタテインメント性の作業環境への提供により作業意欲を維持向上させるシステム,” ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 8, No. 3, pp. 331–342, 2006.
- [3] M. S. El-Nasr, L. Andres, T. Lavender, N. Funk, N. Jahangiri, and M. Sun, “Igniteplay: Encouraging and Sustaining Healthy Living through Social Games,” In Proc. International Games Innovation Conference 2011, pp. 23–25, 2011.
- [4] L. Singer and K. Schneider, “It Was a Bit of a Race: Gamification of Version Control,” In Proc. 2nd International Workshop on Games and Software Engineering, pp. 5–8, 2012.
- [5] 狩野翔, 福島拓, 吉野孝, “用例評価のモチベーション維持支援システム「用例の森」の開発と評価,” 情報処理学会論文誌, Vol. 53, No. 1, pp. 138–148, 2012.
- [6] S. Rigby and R. Ryan. “Glued to Games: How Video Games Draw Us In and Hold Us Spellbound,” Greenwood Publishing Group, Inc., 2011.
- [7] ロジェ・カイヨワ, “遊びと人間,” 講談社, 1990.
- [8] 金城辰夫, 藤岡新治, 山上精次, “図説 現代心理学入門,” 株式会社培風館, 2006.
- [9] 上淵寿, “動機づけ研究の最前線,” 北大路書房, 2004.
- [10] S. Reiss, “Who Am I?: The 16 Basic Desires That Motivate Our Behavior and Define Our Personality,” Berkley Trade, 2002.
- [11] K. Murayama, M. Matsumoto, K. Izumab, and K. Matsumoto, “Neural Basis of the Undermining Effect of Monetary Reward on Intrinsic Motivation,” In Proc. National Academy of Sciences of the United States of America, Vol. 107, No. 49, pp. 20911–20916, 2010.

業績

1. 一ノ瀬 智浩, 上野 秀剛, “異なる娯楽性を付与したタスクの作業効率比較,” 情報処理学会研究報告 エンタテインメントコンピューティング研究会, Vol.2013-EC-28, No.3, pp.1-6, May 10, 2013.
2. 上野 秀剛, 一ノ瀬 智浩, “娯楽性の付与によるチケット更新頻度の向上,” ソフトウェアエンジニアリングシンポジウム 2013, WS2-4, September 11, 2013.
3. Tomohiro Ichinose, Hidetake Uwano, “Comparison of Task Performance with Different Entertainment Elements,” 2nd Global Conference on Consumer Electronics (GCCE 2013), pp.324-328, October 1, 2013.
4. 一ノ瀬 智浩, 上野 秀剛, “ゲーミフィケーションにおける娯楽要素の組み合わせと作業効率,” 情報処理学会研究報告 エンタテインメントコンピューティング研究会, Vol.2014-EC-34, No.7, pp.1-6, December 12, 2014.