

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

一ノ瀬 智浩^{1,a)} 上野 秀剛¹

概要: ゲーミフィケーションは単純作業や運動といった活動に娯楽性を付与することで、活動に対する意欲を向上させる。娯楽性の付与は作業環境の改善や作業への教育と同様に作業効率の向上にも有用であると考えられるが、娯楽性を含むシステムを利用するにはゲームのルールや操作を理解する必要があるため、作業効率が低下する恐れがある。また、娯楽性は種類ごとに効果が異なると考えられるため、より効果的な支援システムを開発するには娯楽性ごとの効果の違いを明らかにする必要がある。本研究では3つの娯楽要素“他者との競争”、“自分との競争”、“収集”について単体および組み合わせた時の効果を定量的に評価する。実験の結果、娯楽要素なしの時に作業速度が遅い被験者では自分との競争のみ、および収集のみを付与したときの作業速度が9.2%向上し、2つの要素を同時に付与したとき4.2%向上した。また、作業速度の速い被験者において、収集を含む組み合わせのときに娯楽要素なしより1.2%から4.4%速度が低下した。

1. 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][3][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ると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。

2. 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

¹ 奈良工業高等専門学校
Nara National College of Technology

^{a)} ichinose@info.nara-k.ac.jp

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

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

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。

3. 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 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

表 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 | 物事をきちんとしたいという欲求 |
| 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 |

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が向上させることで、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]*³ 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

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

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。

自分との競争では他者との競争と異なり、作業それぞれ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を動機付ける手法は、Nike+、Badgeville、e-learning システムの Moodle*4 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。

4. 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2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記事を用いると、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 (1)、および式 (2) で求める。

$$\text{入力速度} = \frac{\text{入力数}}{2} \quad (1)$$

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

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。

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

表2 娯楽要素の組み合わせ

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

*4 Moodle, <https://moodle.org/>

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2にタスク開始前、図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



図1 レシート画像と入力画面



図2 タスク開始前の娯楽要素



図3 タスク終了後の娯楽要素

には図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3の中央に示すように、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5x5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。実績の一覧を表3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人に娯楽要素なしでタスクを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2に示した娯楽要素の組み合わせを提示する。タスクは合計17回実施し、1回目は練習として“な

表3 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 |

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。

5. 結果

5.1 被験者全員

図4に被験者全員の作業速度、図5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で、負の値は娯楽要素によって低下したことを示す。

図4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、娯楽要素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、娯楽要素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、娯楽要素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。

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4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娯楽要素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

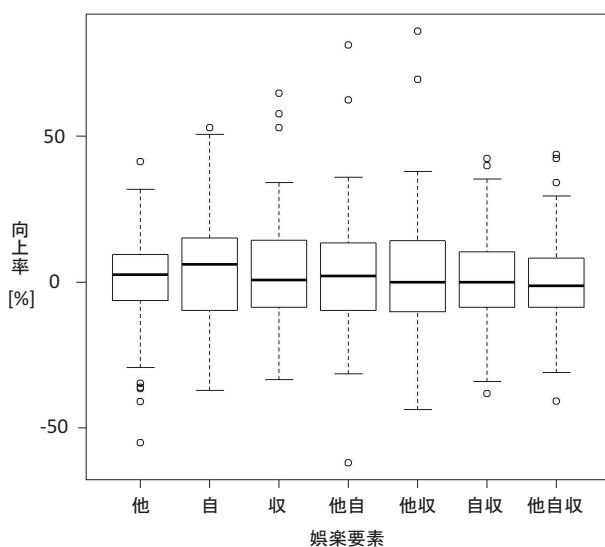


図4 作業速度の向上率

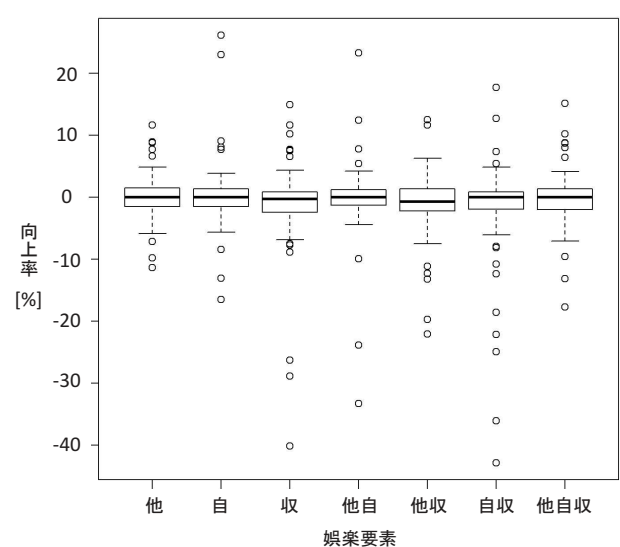


図5 作業精度の向上率

表 4 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 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 |

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。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の特性を調査した上でユーザ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。

5.3 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 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 2.1% 低下し、全ての組み合わせで娯楽要素なしと有意差 ($p < 0.05$) 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るため、被験者が作業精度が低下してでも正解数を増やそうとしたと考えられる。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娯楽要素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。

6. 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。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。

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 ゲーミフィケーション”, 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.