

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

一ノ瀬 智浩^{*1} 上野 秀剛^{*2}

Evaluation of Task Performance with Different Entertainments in Gamification

Tomohiro Ichinose^{*1}, Hidetake Uwano^{*2}

Abstract – Gamification improves workers' motivation and performance by implementing entertainment elements into a task. The different entertainment elements such as competition or collection may have the different effects to the task performance; hence to evaluate each entertainment element provides useful knowledge for the development of effective task support system. In this paper, authors evaluate 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, authors 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 without any entertainment support. In contrast, increase of the task speed by the combination of *Improvement* and *Collection* is lower (4.2%) than each respective element. All combinations of the entertainment elements including the *Collection* decreased the task speed of the participants who had the fast performance at the task without entertainment support.

Keywords : Gamification, Entertainment Elements, Task Performance, Motivation

1. はじめに

近年、シリアスゲームや Games with a purpose など、娯楽であるゲームを問題解決に利用することの関心が高まっている [1-3]。その中でもゲーミフィケーションはゲームそのものではなく、ゲームの要素を社会活動や活動を支援するシステムに取り入れることで意欲を高め、持続させる手法である [4]。ゲーミフィケーションは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、様々な分野で利用されているほか、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、作業意欲・効率を向上させる研究が複数存在している [5-7]。

著者らは作業者を支援することを目的に、ゲーミフィケーションの適用による作業効率の変化に着目して研究を行っている。作業意欲を高めることは作業効率の向上にも有用であると考えられており、ゲーミフィケーションに関する既存研究ではアンケートやインタビュー調査によって作業意欲の変化を評価している。一方で、ゲーミフィケーションの適用によって作業効

率がどれだけ変化するか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を支援対象作業に適用する場合、作業者は娯楽性を生む要素（娯楽要素）のルールや実装されたシステムの操作方法を理解・習得する手間が増えるため、作業効率にマイナスの影響を与える可能性がある。教育の分野においても、ゲーム性を導入することで教育とは直接関係しないゲームのストーリーやアクションに学習者が夢中になり、学習が阻害される危険性が指摘されている [8]。そのため、作業にゲーミフィケーションを適用することが作業意欲と作業効率にどのような影響を与えるか明らかにすることは重要である。

また、ゲーミフィケーションでは成績の競争や架空のバッジ・メダルの収集といった複数の娯楽要素が利用される。それぞれの娯楽要素は異なる操作・ルールの理解を要求するため、作業者の性質や好みによって影響が異なる可能性がある [9]。ことに加え、複数の要素を組み合わせることで理解に手間がかかり、作業効率が低下する可能性がある [10]。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。

本稿では、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

*1: 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

*2: 奈良工業高等専門学校 情報工学科

*1: Department of Information Science, Nara Institute of Science and Technology

*2: National Institute of Technology, Nara College Department of Information Engineering

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

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

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

娯楽性を付与することで作業を支援するシステムはこれまでに複数提案されている。MagyらはRigbyとRyanの動機付けに関する研究 [11] 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ツトを支援するシステム IgnitePlay を提案している [6]。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。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 [10] 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かを評価している。これらの研究はいずれもシステムを利用することに対する主観的な評価の向上やモチベーションの維持を目的としており、その支援対象である作業そのものに対する効果については評価の対象とされていない。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。

作業に娯楽性を付与した際の作業効率の変化を分析した研究として、倉本らの研究がある [5]。倉本らが提案したシステム Weekend Battle 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。このシステムはカイヨワの提案する楽しさを生む4つの要因 [12] 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。打鍵速度を作業効率の評価指標として行った実験の結果、競争の要因を含むゲームが作業効率と意欲の向上に有効であると述べている [5]。

倉本らの研究は娯楽性を付与した際の作業効率の変化について分析している点で本研究と関連しているが、実験で用いられたシステムに4つの娯楽要素が含まれており、個々の要素の効果が評価されていない。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順序を設定する。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。動機付けとは、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や機能である [13]。動機付けには食や睡眠、性行動に対して生得的に持つ生理的動機付けや、他者との競争や目標を達成することに対する達成動機付けなどがある。本研究では作業意欲を、対象とする作業に対する動機付けの度合いと定義し、ゲーミフィケーションによって作業意欲を高めることが作業効率にどのように影響するか分析する。

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 [14]。表1にStevenが定義した、人を動機付ける基本的な16個の欲求を示す [15]。ゲーミフィケーションは支援対象とする作業に娯楽要素を付与し、作業者の欲求を満たすことで動機付けする。たとえば、ゲーミフィケーションでよく用いられる娯楽要素のうち、“競争”はVengeance (競争や仕返しをしたいという欲求) を満たすことで動機付けし、“収集”はSaving (物を集めたいという欲求) を満たすことで動機付けすると考えられる。ここで、異なる娯楽要素は異なる欲求を満たすため、作業意欲や作業効率に対する効果が異なると考えられる。また、作業に対する元々の作業効率の違いによっても効果が異なると考えられる。そこで、本稿では次節に示す3つの娯楽要素について、元々の作業効率が高い被験者と低い被験者の差を分析する。

3.2 娯楽要素

本稿では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、競争と収集に着目する。また、競争についてMagyらの研究 [6] 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。

3.2.1 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。他者との競争は、他の作業者との優劣を明確にすること

表 1 16 個の欲求
Table 1 The 16 Basic Desires.

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

で Vengeance (競争や仕返しをしたいという欲求) を満たし、作業者を動機付ける。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 [5, 6] や、既存システム [4]³ で利用されている。

倉本らの提案する Weekend Battle [5] では、ユーザの作業量に応じて成長する仮想生物を用いたゲームで作業者間で対戦が行われる。各作業者が利用する端末上のシステムが作業量を計算し、サーバに送信する。作業量に応じて仮想生物が成長し、対戦ゲームで有利になるため、ユーザの平日の作業に対する意欲を向上させることができる。

他者との競争はネットワーク環境に接続したクライアントとサーバが必要になるため、各作業者のユーザ情報 (ID やパスワードなど) の管理やセキュリティの保持といった点で実装及び管理のコストが発生する。ネットワークを用いずに同一端末で他者と競争することもできるが、複数の作業者で同時に作業できないか、作業で用いた端末から対戦を実施する端末へのデータ移動が必要なため作業効率が低下する。

3.2.2 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、他者へ公開しない。自分との競争では、過去の記録を提示し、目標としてその記録を超えるよう作業者を促すことによって達成動機付けを行う。また、過去と現在の情報の優劣を明確に提示することで Vengeance を満たし、作業者を動機付ける。自分自身の記録と競争する手法も既存研究 [6] や既存システムでよく用い

られる。例えば IgnitePlay [6] では消費カロリーや行った運動などの過去と現在のデータを比較することができる。また、自分の目標に対する進捗を提示することにより競争を促している。

自分との競争の実装には必ずしもネット環境は必要ではないため、他者との競争に比べて実装や管理にかかるコストは低い。しかし、過去のデータの保存にネットワーク上のサーバなどを用いる場合、他者との競争と同程度のコストが必要になる。

3.2.3 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 Moodle⁴ 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。Weekend Battle [5] では、対戦ゲームを有利に進めるためのアイテムの収集をすることができる。対戦ゲームに与える影響が大きいものほど入手の難易度を高くすることで収集の意欲を満足させている。また、架空のキャラクターの変身前後の姿を全て経験しようという意欲も収集要因としてとらえている。用例の森 [10] では「たくさんのお金を評価する」や「何度も利用する」といった条件を満たすことで架空のメダルが入手できる。

収集の要素を実装する場合、支援対象の作業の特徴や動機付けたい作業に合わせて複数個の実績を用意する必要がある。また、収集が極端に容易、もしくは困難だと収集意欲が下がる可能性があるため、各実績に対して適切な難易度を設定する必要がある。

4. 実験

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・意欲への影響を被験者実験で評価する。表2に娯楽要素の組み合わせを示す。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、作業に対する慣れや知識が結果に影響を与える可能性がある。そこで本稿では、倉本らの研究 [5] と同様に、単純な作業

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

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

表 2 娯楽要素の組み合わせ

Table 2 Combination of entertainment elements.

| 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 | - | ○ | - |
| 取 | - | - | ○ |
| 他自 | ○ | ○ | - |
| 他取 | ○ | - | ○ |
| 自取 | - | ○ | ○ |
| 他自取 | ○ | ○ | ○ |



図 1 レシート画像と入力画面
Fig. 1 Screenshot of receipt and input form.

である転写作業をタスクに設定する。本稿では単語に対する知識や予測変換の順番などによる影響を受けないタスクとして、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用いる。

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回のタスクの制限時間は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。

各娯楽要素では以下の4つの指標を用いて動機付けをする。作業速度の分母は2分で固定であるため、入力数と作業速度は本質的に同じものである。タスクの効率および精度の評価には作業速度と作業精度をそれぞれ用いた。

- 入力した商品数（入力数）
- 正しく入力した商品数（正解数）
- 作業速度：入力数/2 [商品数/分]
- 作業精度：正解数/入力数 × 100 [%]

また、娯楽要素の組み合わせによるタスクに対する被験者の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

| 自分 | |
|--------------------|----------|
| 過去の最高記録 | |
| 入力した商品数: | 73 個 |
| 正しく入力した商品数: | 50 個 |
| 入力速度: | 36.5 個/分 |
| 入力精度: | 68.49 % |
| この記録を超えるよう頑張ってください | |

図 2 タスク開始前に提示する娯楽要素（自分）
Fig. 2 Entertainment elements before a task (Improvement.)

- 作業のやる気が出たか
- 作業に達成感を感じたか

4.2 実験システム

タスクは3章で定義した娯楽要素を実装したシステム上で実施される。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。クライアントは被験者にタスクと娯楽要素を提示し、タスク結果をサーバに送信する。サーバはタスク結果から他者との競争の順位付けや自分との競争の記録の比較、収集のクリックできるパネルの枚数の計算をして、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と終了後に娯楽要素を提示する。タスク開始前には競争や収集を促すためのメッセージや、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。図2にタスク開始前の自分との競争の提示内容を、図3にタスク終了後に提示される全ての娯楽要素を示す。クライアントは事前の設定

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



図3 タスク終了後に提示する娯楽要素
Fig. 3 Entertainment elements after a task.

によって、利用される娯楽要素の組み合わせを変更できる。複数の娯楽要素を利用する場合、表示順が結果に影響しないように1画面で同時に提示する。利用されない娯楽要素がある場合、その部分は何も表示されない。それぞれの娯楽要素の実装方法について以下に示す。

4.2.1 他者との競争

他者との競争は、すべての被験者をタスク結果に基づいて順位付けし、ランキングとして公開する。タスク開始前に“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4.1節で述べた4つの評価項目それぞれに対し、上位10名のIDと、被験者本人の順位が提示される(図3左)。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。

4.2.2 自分との競争

自分との競争は、被験者自身の過去のタスクにおける作業速度・精度の最高記録と直近のタスクを比較する。タスク開始前に4つの評価項目それぞれについて、以前のタスクで最も高い時の値を提示する。他の被験者の値は提示されず、本人の値のみが提示される。タスク終了後に今タスクの結果と過去の最高記録を同時に提示する(図3中央)。

4.2.3 収集

収集は、タスクの成績に応じて実績である架空のメダル、トロフィーを獲得させる。タスク開始前に“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5×5の25個のパネル(図3右)を提示し、タスク

表3 実績の一覧
Table 3 List of achievements.

| 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 |

の成績に応じた数のパネルをクリックで反転する。反転し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。

収集による作業意欲の向上には、作業者が事前に実績の獲得条件を理解する必要がある。本実験では被験者の記憶能力に依存しないよう、実績の獲得条件をパネルの反転数のみとし、数に応じた実績が獲得できるよう配慮した。また、パネル1個の反転に必要な正解数は被験者の意欲に影響する。必要な正解数が少なすぎると簡単に実績を集められ、多すぎると努力しても実績が獲得できないと感じるため作業意欲が低下すると考えられる。そこで、予備実験として学生5人に娯楽要素を提示せずにタスクを5回実施させ、このときの正解数の最大値である62を基準に、25個のパネルをめくるための正解数を75個(1個当たり正解数3つ)とした。

4.3 実験手順

実験は2回にわけ、合計40人(1回目16人、2回目24人)の被験者を対象に実施した。各回で被験者は同じ部屋に集められ、実験の開始前にタスクや娯楽要素の内容、およびシステムの操作方法の説明を行っ

表4 提示される娯楽要素の順序
Table 4 Order of the entertainment elements in the task.

| 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 | 取 | 他自 | 他取 | 自取 | 他自取 | |
| 他 | なし | 他 | 自 | 取 | 他自 | 他取 | 自取 | 他自取 | なし | |
| 自 | なし | 自 | 取 | 他自 | 他取 | 自取 | 他自取 | なし | 他 | |
| 取 | なし | 取 | 他自 | 他取 | 自取 | 他自取 | なし | 他 | 自 | |
| 他自 | なし | 他自 | 他取 | 自取 | 他自取 | なし | 他 | 自 | 取 | |
| 他取 | なし | 他取 | 自取 | 他自取 | なし | 他 | 自 | 取 | 他自 | |
| 自取 | なし | 自取 | 他自取 | なし | 他 | 自 | 取 | 他自 | 他取 | |
| 他自取 | なし | 他自取 | なし | 他 | 自 | 取 | 他自 | 他取 | 自取 | |

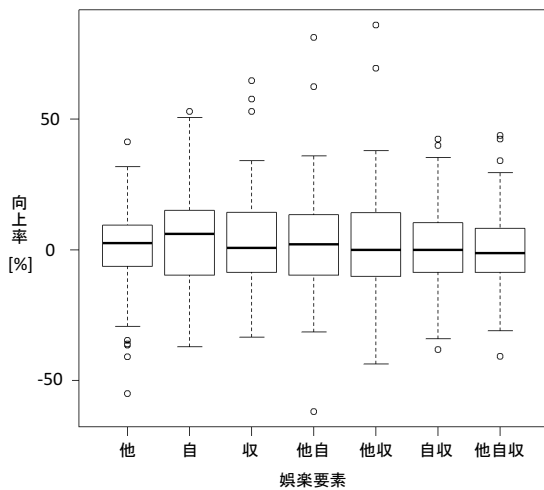


図4 作業速度の向上率
Fig. 4 Improvement of the task efficiency.

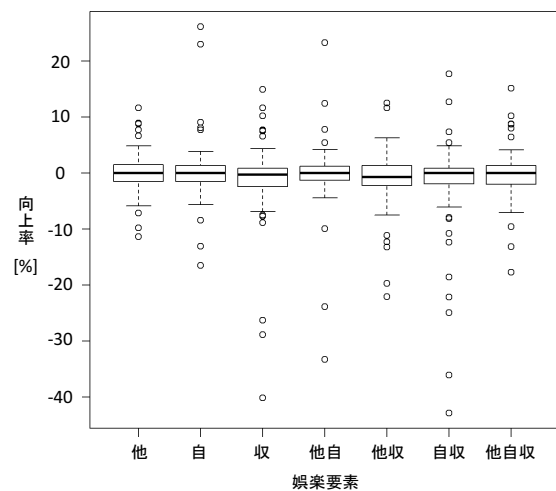


図5 作業精度の向上率
Fig. 5 Improvement of the task accuracy.

た。また、他者との競争において個人が特定されたり、実験システムで提示される娯楽要素以外で被験者が動機付けされたりすることを防ぐために、実験中は他の被験者と会話をしないよう指示をした。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に示す。タスクは合計17回実施する。1回目は練習として娯楽要素を提示せずに実施し、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。各組み合わせが終わるごとに主観的な作業意欲を計測するためのアンケートに回答させる。また、全タスクが終了した後には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。

5. 結果と考察

5.1 全被験者の向上率

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”における平均値を基準としており、正の値は娯楽要素によって向上したことを示し、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”(6.0%)においては、娯楽要素を用いることで作業速度が向上したと考えられる。しかし、“なし”と“自”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。他の娯楽要素についても“なし”との間に有意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%程度と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1%未満であった。向上率が-0.03%の“自取”においてはt検定(有意水準5%)を行った結果、 $p = 0.03$ で有意な差が見られた。こ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。作業効率には上限があるため、元々の作業効率の高い被験者は娯楽要素によって作業効率が上限に達した可能性がある。また、アンケートにおいて、“どの娯楽要素も効率が頭打ちになるとつまらなくなる”という意見が見られたことから、一部の被験者は娯楽要素を用いている状態で作業効率が上限に達すると作業意欲が

表5 作業速度が異なるグループの比較
Table 5 Comparison of groups divided by task efficiency.

| 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 |
| 取 | 9.2 | -4.4 | -1.7 | -0.7 |
| 他自 | 5.7 | 1.1 | -0.5 | 0.2 |
| 他取 | 6.4 | -2.4 | -1.2 | -0.6 |
| 自取 | 4.2 | -2.2 | -3.6 | -0.5 |
| 他自取 | 3.4 | -1.2 | -0.6 | -0.1 |

低下し、娯楽要素が無い状態よりも作業効率が低下した可能性がある。一方で、娯楽性を用い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。娯楽要素が無い時に作業効率が低い被験者は、効率が向上する余地が大きく、娯楽要素で動機付けされること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。

5.2 作業速度が異なるグループの比較

表5に作業速度で被験者を分割したときの作業速度と作業精度の平均値を示す。下位グループに着目すると、全ての娯楽要素の組み合わせで作業速度が2%以上向上した。特に“自”、“取”で9.2%と大きく向上し、“なし”との間に有意差（それぞれ $p = 0.006$, $p = 0.007$ ）が見られた。娯楽要素の組み合わせを比較すると、“他”と“自”、および“他”と“取”の間に7%の差が見られ、娯楽要素によって効果が異なることを示している。下位グループの被験者はアンケートで“上の人に勝てないのでだんだん面倒になる”と述べており、“他”でランキングに入れられないため作業意欲があまり向上しなかった可能性がある。一方で、“自”や“取”は他者と比較されないため下位グループに対しても効果があったと考えられる。したがって、作業速度の遅い作業者の作業速度を向上させるには、他者との比較を行わない娯楽要素が適していると考えられる。

娯楽要素を単体で利用した際に効果の大きかった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“自取”で4.2%($p = 0.1$)、“他自取”で3.4%($p = 0.2$)と個別に要素を用いたときより低く、“なし”との有意差も見られなかった。この結果は、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。アンケートにおいても、“3つの要素が表示されるとゴチャゴチャした感じがした”、“全ての要素があるとあせってしまう”という意見が見ら

れた。1章でも述べたように複数の要素が提示されることでタスクに関連する情報量が増加し、システムの理解を妨げてしまった可能性がある。娯楽性による作業支援システムを開発する際は、娯楽要素の組み合わせによる効果を考慮した上で実装する要素を選択する必要があると考えられる。本稿の実験で用いたシステムは4.2節で述べたように、1つの画面で3つの娯楽要素の情報の表示/非表示を切り替えて娯楽要素の組み合わせを表現した。複数の娯楽要素を提示することで1画面の情報量が増加し、被験者のシステムへの理解が困難になった可能性がある。娯楽要素ごとに画面を分ける、ユーザが配置を変えられるといったユーザインタフェースの改善をすることで、複数の娯楽要素によって情報量が増加しても作業者の理解を妨げないシステムが開発できると考えられる。

下位グループの作業精度は“他”と“自”でそれぞれ0.7%、0.9%向上し、それ以外の組み合わせでは0.6%から3.6%低下した。各組み合わせと“なし”の間には有意差(有意水準5%)は見られなかった。下位グループの“なし”のときの作業精度の平均値は96%と高く、精度を向上させるのが困難であったと考えられる。また、本稿の実験では各娯楽要素で動機付けをするための指標として主に正解数を用いた。被験者がより多くの入力を行うことで作業精度を下げてでも正解数を増やそうとしたため、作業速度が向上した一方で、作業精度が低下した可能性がある。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。

上位グループに着目すると、“他自”以外のすべての組み合わせにで作業速度が低下しており、最も作業速度の低下した“取”で-4.4%と“なし”との間に有意な差($p = 0.04$)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。アンケートにおいても、“パネルを25個以上反転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。娯楽要素の組み合わせを比較すると、“他自”で1.1%($p = 0.5$)の向上が見られたものの、2つの要素を個別に用いた“他”で-1.6%($p = 0.5$)、“自”で-1.9%($p = 0.4$)といずれも低下した。

この結果は、単体では作業速度を低下させる娯楽要素でも、複数組み合わせることで速度が向上する可能性を示唆する。本実験では、“他”は作業速度や精度の具体的な数値を被験者に提示しないが、“自”の提示を併せて見ることで、どの程度の記録を出せばランキングの上位に入るか把握できる。そのため、被験者が具体的な目標を設定しやすくなり、作業速度が高い

表6 作業精度が異なるグループの比較
Table 6 Comparison of groups divided by task accuracy.

| 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 |

表7 作業速度とアンケート結果
Table 7 The task efficiency and the subjective evaluation.

| 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 |

被験者にも効果が出たと考えられる。

上位グループの作業精度は作業速度と同様に、“他自”以外のすべての組み合わせで低下した。各組み合わせと“なし”の間には有意差(有意水準5%)は見られなかった。上位グループの“なし”における作業精度は平均で99%と極めて高く、下位グループ以上に向上が困難であったと考えられる。

5.3 作業精度が異なるグループの比較

表6に作業精度で被験者を分割したときの作業速度と作業精度の平均値を示す。下位グループに着目すると“他”において作業速度が1.2%低下し、それ以外の組み合わせで作業速度が0.1%から4.3%向上した。しかし、各組み合わせと“なし”との2群において、いずれの組み合わせも有意差(有意水準5%)は見られなかった。作業速度で分割した下位グループでも、“他”は最も作業速度の向上率が低かった。また、作業精度が下位のグループ20人のうち13人は、作業速度でも下位グループに属していた。したがって、“他”においてランキング上位に入ることが難しく、作業速度が低下した可能性がある。

作業精度は-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(有意水準5%)は見られなかった。下位グループの“なし”における作業精度は最大で98.7%、平均で95%と高いことから、精度を向上させることが困難であった可能性がある。一方、“なし”における作業精度が90%未満と低かった2名の被験者は、娯楽要素を付与した時に平均で11.4%と、7.9%それぞれ向上しており、元の作業精度が低い作業者には効果があると考えられる。

上位グループに着目すると、全ての娯楽要素の組み合わせで作業速度が0.0%以上と向上したが、いずれも“なし”との有意差(有意水準5%)は見られなかった。一方で、作業精度は0.7%から2.1%低下し、全ての組み合わせで“なし”との有意差(有意水準5%)が見られた。この結果は元の精度が高い作業者は、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。5.2節でも述べたように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動機付けをした。上位の被験者はより多くの入力をする事で作業精度を下げてでも正解数を増やそうとしたため、作業速度が向上した一方で作業精度が低下したと考えられる。本実験では正解数を動機付けに用いたことで、作業速度が上位のグループでも“他自”で作業速度が向上した。同様に作業精度の向上につながる動機付けをすることで、元の精度が高い作業者でも作業精度を向上できる可能性がある。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。

5.4 主観評価と作業効率

主観的な作業意欲と作業効率との関係を分析するため、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する。

5.4.1 作業速度が異なるグループの主観評価

作業速度で分割した下位/上位グループの各アンケート項目の平均値を表7に示す。下位/上位の両グループにおいて、すべての組み合わせに対する各アンケート項目が“なし”より高い。グループごとに各娯楽要素の組み合わせと“なし”の2群に対し、ウィルコクソンの符号順位検定を行ったところ、全ての娯楽要素で $p < 0.05$ 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、両グループのすべてのアンケート項目において、すべての娯楽要素を組み合わせた“他自収”で最も評価が高い。

グループ間で比較すると、全体として下位より上位グループで値が高く、上位グループは“自収”の達成感を除いたすべてにおいて値が3.5を超えている。特に“他”はグループ間の差が最も大きく、すべてのアンケート項目で下位と上位の2群に有意な差(ウィルコクソンの順位和検定で $p < 0.01$)が見られた。この結果は、元々の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している。上

位グループは他者との競争でランキングで上位に入ることや収集で多くの実績を獲得するのが容易であり、また、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、主観的な達成感や面白さが高くなったと考えられる。

上位グループは主観評価が高い一方で、5.2節で述べたように、“他自”以外の組み合わせで作業速度が低下した。下位グループは娯楽要素単体に比べ複数を組み合わせた方で主観評価が高く、すべての娯楽要素を組み合わせた“他自収”が最も評価が高い。一方で、5.2節で述べたように、作業速度の向上率は“自”および“収”が最も高かった。このことは、高い主観評価が作業効率の向上に必ずしも結びつかないことを示唆する。下位グループのアンケートにおいて、“ミスしたときに一気にやる気が削がれた”という意見や、上位グループで“レシートのパターンが簡単な時の記録を超えられる気がせず、モチベーションが下がった”という意見が見られた。複数の娯楽性を付与することでタスク開始前に作業意欲が大きく向上しても、実際にタスクをこなす中で意欲が低下してしまい、最終的な作業効率の向上に繋がらなかった可能性がある。また、上位グループのアンケートで“記録が頭打ちになってやる気が下がったが、力まなかったせいか記録が更新できた”という回答があり、低い主観評価が高い作業効率につながった例も見られた。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とは別に、作業効率に対する影響を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低く、特に“他”で全項目で値が3.5以下と“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、主観的な評価は低くても作業効率は向上する可能性を示唆する。これは作業効率が低くランキング入りや記録更新ができないため達成感や面白さが低くなるものの、タスク中は良い成績を残そうとしたためと考えられる。下位グループへのアンケートにおいても“上手くいったときは達成感が高いが、失敗すると低く感じた”という回答が見られ、作業効率が向上しても、自身の目標が達成されずに主観評価が低くなった可能性が示唆された。したがって、支援対象となるユーザ間で効率差が大きいときには支援対象を限定するなどの対応が必要と考えられる。

表 8 作業精度とアンケート結果
Table 8 The task accuracy and the subjective evaluation.

| 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 |

5.4.2 作業精度が異なるグループの主観評価

作業精度で分割した下位/上位グループの各アンケート項目の平均値を表8に示す。作業速度で分割した場合と同様に、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用いた時にすべてのアンケート項目が“なし”より高い。グループごとに各娯楽要素の組み合わせと“なし”の2群に対し、ウィルコクソンの符号順位検定を行ったところ、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。

グループ間で比較すると、全体として下位より上位グループで値が高いものの、いずれの娯楽要素の組み合わせにおいても、下位と上位の2群で有意な差(ウィルコクソンの順位和検定で $p > 0.05$)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。これは、実験タスクが単純な転写作業であり、また、タスクの途中で間違いを修正できるようにしたことから、精度が低下しにくい環境だったためと考えられる。複雑な作業や被験者間で作業精度の差が出やすい実験をすることで、作業精度と主観評価の関係性を明らかにできると考えられる。

5.5 4グループの比較

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による影響の差があるか分析する。本節では4つのグループを[作業速度, 作業精度]の形で表し、作業速度の上位と下位をそれぞれ“速”, “遅”, 作業精度の上位と下位をそれぞれ“高”, “低”と表す。たとえば作業速度と作業精度が共に上位のグループは[速, 高]と記す。各グループの人数は[遅, 低]が14人, [遅, 高]が6人, [速, 低]が6人, [速, 高]が14人であった。表9に各グループの作業速度と作業精度の平均値を示す。

[遅, 高]はすべての娯楽要素の組み合わせで作業精

表9 4 グループの作業速度と作業精度

| 組み合わせ | [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 | -0.9 | 1.4 | 9.5 | -0.9 | -2.1 | 1.1 | -1.4 | -0.7 |
| 自 | 4.5 | 2.0 | 20.0 | -1.8 | 0.2 | 0.8 | -2.8 | -0.5 |
| 収 | 8.4 | -0.8 | 11.0 | -3.9 | -5.2 | 0.7 | -4.1 | -1.3 |
| 他自 | 5.3 | -0.2 | 6.5 | -1.3 | -1.4 | 1.6 | 2.1 | -0.4 |
| 他収 | 4.8 | -1.2 | 10.0 | -1.2 | -11.0 | 0.8 | 1.2 | -1.1 |
| 自収 | 4.3 | -4.2 | 3.9 | -2.0 | -6.2 | 0.2 | -0.4 | -0.8 |
| 他自収 | 3.7 | 0.0 | 2.7 | -2.2 | -1.1 | 1.5 | -1.2 | -0.8 |

度が低下した一方、全体に作業速度の向上率が高く、“自”で20%，“収”で11%，“他収”で10%と大きく向上している。[遅, 高]の被験者は元々速度よりも精度が高かったが、娯楽性を付与することで作業速度を高めようとしたのではないかと考えられる。特に“自”では自分の作業速度の最高記録とタスクでの記録だけが具体的に提示され、他の情報の提示がなかったため、作業速度の向上だけに集中する事ができ、支援効果が高くなったと考えられる。[速, 低]は“自”以外で作業速度が低下しており、特に“他収”において11%と大きく低下している。一方、作業精度はすべての娯楽要素の組み合わせにおいて向上している。[速, 低]の被験者は元々精度より速度が高かったが、娯楽性を付与することで作業精度を高めようとしたと考えられる。“他収”においては、自分の記録が表示されずランキング上位に入るための具体的な目標が立てられないため、作業速度をさらに向上させようという意欲が湧かなかったと考えられる。これらの結果から、ゲーミフィケーションによる作業支援は、作業者の低い能力を向上させるのに特に有効であるといえる。

5.2節で述べた作業速度の下位・上位による分析では、下位グループはすべての娯楽要素の組み合わせで作業速度が向上していたが、[遅, 低]の“他”で作業速度が0.9%低下している。元々の作業速度が遅いために頑張ってもランキングの上位に入ることができず、さらに他の娯楽要素による支援も無かったために作業意欲が湧かず、作業速度が向上しなかったと考えられる。一方で同じ[遅, 低]の“他”で作業精度が1.4%向上している。作業精度は上限が決まっているためランキングの上位に入りやすいと感じ、作業速度を下げても作業精度を上げようとしたと考えられる。他者との競争のみによるゲーミフィケーションを適用する場合は、能力の低い作業者が競争において極端に不利にならないよう、ハンディキャップを設けたり、能力の高さに応じたランキングを設けたりするなどの対策が必要であると考えられる。

また、2グループによる分析では、作業速度の下位

は“自”と“収”が9.2%と最も向上していたが、[遅, 低]の“自”は4.5%と向上率が低くなっており、[遅, 高]と15.5%の差がある。一方、[遅, 低]の“自”での作業精度は2%向上しており、2グループによる分析での下位の向上率である0.9%よりも高い。[遅, 高]は向上させたい能力が作業速度だけと明確であったため、精度を下げても速度を大きく上げようとしたが、[遅, 低]は速度と精度を共に向上させようとしたため、速度と精度が少しずつ向上したと考えられる。複数の能力が低い作業者は、各能力に対応した評価指標を用いた自分との競争によるゲーミフィケーションが有効だと考えられる。

主観評価については作業速度・精度の2グループによる分析と同様、すべての組み合わせに対する各アンケート項目が“なし”より高かった。また、全体に複数の要素を組み合わせた場合の方が評価が高く、2グループによる分析と大きな違いは見られなかった。

6. おわりに

本稿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%向上した一方で、2つを組み合わせると4.2%の向上となり、単体では効果の高い娯楽要素でも組み合わせることで効果が低下した。また、作業が遅い人の速度が収集の要素によって最大で9.2%向上した一方で、作業が速い人は最大で4.4%低下し、同じ娯楽要素でも作業者の能力によって作業効率に与える影響が異なった。本研究の貢献の1つとして、個々の効果が高い娯楽要素であっても組み合わせや支援対象とする作業者の能力によってその効果が異なり、能力の高い作業者の場合に負の影響を与える可能性が示唆された。

主観的な面白さや作業意欲と作業速度向上の関係性を分析した結果、元々作業が速い人は主観評価が高い一

方で作業速度が低下した。反対に元々作業が遅い人は作業速度が向上した一方で主観評価が低い傾向が見られた。この結果は、娯楽要素を付与したシステムに対する主観評価と作業効率の向上が一致しない可能性を示唆している。ゲーミフィケーションを作業意欲のみではなく作業効率の向上のために適用する場合、それぞれに対する効果を測定・評価することが重要であるといえる。

本研究の結果から、作業支援システムを開発する際は支援対象ユーザの作業効率に応じて異なる娯楽性を用いる必要性が示唆された。具体的には、作業効率の高いユーザには自身の能力の高さが具体的数値やランキングによって分かるシステムが適しており、低いユーザには自身の能力向上が分かるシステムや成果に応じて架空のメダルやトロフィーが入るシステムが適していると考えられる。支援システムに実装する娯楽要素を限定することで、作業初心者への教育や、より熟練した作業者を対象とした支援など、対象に応じた最適な支援につながると期待される。また、作業支援システムの開発に必要な機能を限定することで開発コストを削減できると考えられる。

本稿では短時間の単純作業を支援対象として実験を行った。そのため、長時間にわたる作業の場合や、プログラミングに代表される複雑な作業においては結果が異なる可能性がある。長時間の作業では、ユーザがランキングや実績といった娯楽性のフィードバックを得る頻度が少なくなり、娯楽性の効果が働きにくくなる可能性がある。複雑な作業では必要な知識や能力が単純作業と異なるため、娯楽性を付与しても作業の成果に結びつかない可能性がある。長時間のタスクや複雑なタスクを対象としたときの娯楽性付与の影響を明らかにすることは今後の課題である。本稿の実験の被験者は全員が18歳から22歳の理系学生であった。年齢や所属、コミュニティが異なる作業者を対象とした場合、ゲームに対する親しみの度合いが異なるため、娯楽性の効果が異なる可能性がある。様々な作業者を対象としたときの娯楽性の効果や要素の違いを明らかにすることは今後の課題である。また、本稿の実験では作業速度を基準とした娯楽要素が多く、作業精度を向上させるように被験者を動機付けることができなかった。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。

本研究の今後の展望として、本稿の実験で扱わなかった娯楽要素の評価が挙げられる。“架空の生き物の育成”は多くのシステムで利用されており [5] [10] [16], Steven の 16 個の欲求 [15] の “Family” にも当てはまるため、作業意欲・効率を向上させると考えられる。また、作業結果や獲得したメダル・トロフィーの “共

有”もよく用いられる要素であり [17], これらの娯楽要素を評価することでより効果の高い支援システムの開発につながると期待される。金銭的な報酬との比較も興味深い研究対象である。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 [18]。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] S. Deterding, R. Khaled, L. Nacke, and D. Dixon, “Gamification: Toward a Definition,” In Proc. CHI 2011 Gamification Workshop, 2011.
- [2] L. von Ahn, “Games with a purpose,” Computer, vol.39, no.6, pp.92–94, 2006
- [3] 白鳥和人, 星野准一, “シリアスゲーム,” 人工知能学会誌, Vol. 23, No. 1, pp. 79–84, 2008.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 藤本徹, “効果的なデジタルゲーム利用教育のための考え方,” コンピュータ&エデュケーション, Vol. 31, pp. 10–15, 2011.
- [9] B. Barbaros, “A Motivational Framework for Analyzing Player and Virtual Agent Behavior,” Entertainment Computing, Vol. 1, No. 3-4, pp. 139–146, 2010.
- [10] 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.
- [11] S. Rigby and R. Ryan, “Glued to Games: How Video Games Draw Us In and Hold Us Spellbound,” Greenwood Publishing Group, Inc., 2011.
- [12] ロジェ・カイヨワ, “遊びと人間,” 講談社, 1990.
- [13] 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.
- [14] 上淵寿, “動機づけ研究の最前線,” 北大路書房, 2004.
- [15] S. Reiss, “Who Am I?: The 16 Basic Desires That Motivate Our Behavior and Define Our Personality,” Berkley Trade, 2002.
- [16] 倉本到, 片山拓馬, 渋谷雄, 辻野嘉宏, “懐優館: 作業意欲を持続的に維持向上させる EELF に基づく主観的比較型エンタテインメントシステム,” 情報処理学会論文誌, Vol. 50, No. 12, pp. 2807–2818, 2009.
- [17] 吉野孝, 山野孝幸, “キャラっとスケジュール: アバタを用いたカジュアルなスケジュール管理・共有システム,” 情報処理学会論文誌, Vol. 52, No. 3, pp. 1234–1244, 2011.

- [18] 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.

(2015年10月28日受付, 2016年2月17日再受付)

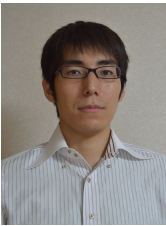
著者紹介

一ノ瀬 智浩



2015年奈良工業高等専門学校専攻科電子情報工学専攻修了。現在、奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科修士課程在学中。ゲーミフィケーションによる作業支援に関する研究に従事。

上野 秀剛 (正会員)



2009年奈良先端科学技術大学院大学博士課程修了。同年奈良工業高等専門学校情報工学科助教。2015年より講師。ソフトウェア開発におけるヒューマンファクタおよび、ユーザビリティの研究に従事。電子情報通信学会, ソフトウェア科学会, IEEE, ACM 会員。博士(工学)。