

異なる娯楽性を付与したタスクの作業効率比較

一ノ瀬 智浩^{1,a)} 上野 秀剛¹

概要: 作業・行動に対する意欲を向上させることを目的とした、娯楽性を持つシステムについて複数の研究が行われている。本研究では、作業効率・意欲の向上に有効とされている娯楽要素のうち、他者との競争、自分との競争、収集の3つに着目し、各要素が作業効率・意欲に与える影響の違いを比較し、より効果の高い要素を明らかにすることを目的とする。実験では各娯楽要素を個別に実装したシステム上で単純な計算タスクを被験者に行ってもらい、計算速度や計算精度などの違いを比較する。実験の結果、3つ全ての要素において、計算問題の作業効率、および作業意欲が向上し、作業効率が最も向上したのは他者との競争、作業意欲が最も向上したのは収集であった。

1. はじめに

チケット管理システムとは、ソフトウェア開発において、必要な作業をチケットと呼ばれる単位に分割し管理するシステムである。チケットとして登録することで必要な作業を可視化し、進捗管理や作業量の見積りを容易にするとともに、仕様変更や担当者の変更、不具合の検出など開発過程で発生する作業変更の把握を容易にする。一方で、チケットを用いた管理は、チケットの閲覧や更新など本来の開発とは異なる作業が発生する。このような“管理のための作業”は開発者にとって作業意欲がわきにくく、チケット更新の遅延や不十分な更新につながる恐れがある。開発プロジェクトの予算や人材には限りがあるため、労働環境・雇用条件の改善や作業の変更による改善は必ずしも容易ではない。

近年では、娯楽性を付与することで作業に対する意欲を向上させる研究が複数存在している [1][2]。これらの研究では娯楽性を付与することで作業意欲がどれだけ変化するかを、アンケートやインタビュー調査による主観的な評価を行っている一方で、作業自体の効率について定量的な評価が十分にされていない。また、作業効率・意欲を向上させる娯楽要素について複数を同時に実装しているため、個々の要素による影響が区別できず、実装したシステムも複雑になってしまう。

本稿は、従来の研究で良く用いられている3つの娯楽要素について作業効率・意欲に与える影響を定量的に比較し、より効果の高い娯楽要素を明らかにすることを目的と

する。実験では他者との競争、自分との競争、収集の3つの娯楽要素を実装したシステムを用いてチケット更新の代わりとなる単純な計算タスクを被験者に与え、計算速度や計算精度などの違いを比較する。より効果の高い娯楽要素を定量的に明らかにすることで作業効率・意欲の向上に効果的なシステムを低コストで開発することができる。

2. 関連研究

Magy et. al. は Rigby と Ryan の人間の動機付けに関する研究 [3] に基づき、他者との記録の競争、および自分の記録との比較（競争）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 [1]。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」といった項目のアンケートや、やる気の要因となったものについてのインタビューによって、作業意欲の変化について評価している。しかし、実際にどの程度ダイエツトに効果があったのか示されておらず、支援対象である作業自体の成果にどれだけ影響を与えているか明らかにされていない。本研究では、娯楽性を持たせることで作業自体の効率、効果がどれだけ向上するかを定量的に評価する。

倉本らは、作業者の主観的作業量 [4] 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 [5]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。

¹ 奈良工業高等専門学校
Nara National College of Technology
^{a)} ichinose@info.nara-k.ac.jp

しかし、キーボードの打鍵速度を評価し、作業効率が上昇したと述べているが、システムは4つの楽しさの要素によって構成されているため、作業効率が個々の要素によって上昇したのか、または要素が複数あることによって上昇したのかは分からない。また、システムのゲーム性が複雑で戦略によって結果が変化するため、システムの理解と戦略の構築に時間を取られ、支援対象である作業効率が低下してしまう可能性がある。本研究では、各娯楽要素の作業効率・意欲の向上に対する有効性を個別に評価することで、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 チケット管理システム

チケット管理システムとは、ソフトウェアの開発過程における作業をチケットと呼ばれる単位に分割して管理するシステムである。図1にチケットの例を示す。1つのチケットは1つの作業を表し、作業の担当者や期日、優先度など作業の進捗管理に必要な情報が含まれる。図2にチケットを用いた作業管理の流れを示す。

関数αの作成			
管理者Zが3カ月前に追加。約1時間前に更新。			
状態:	新規	開始日:	2012-09-01
優先度:	通常	期日:	2012-10-04
担当者:	作業員A	進捗%:	80%
対象バージョン: Ver. 1.0			

図1 チケットの例

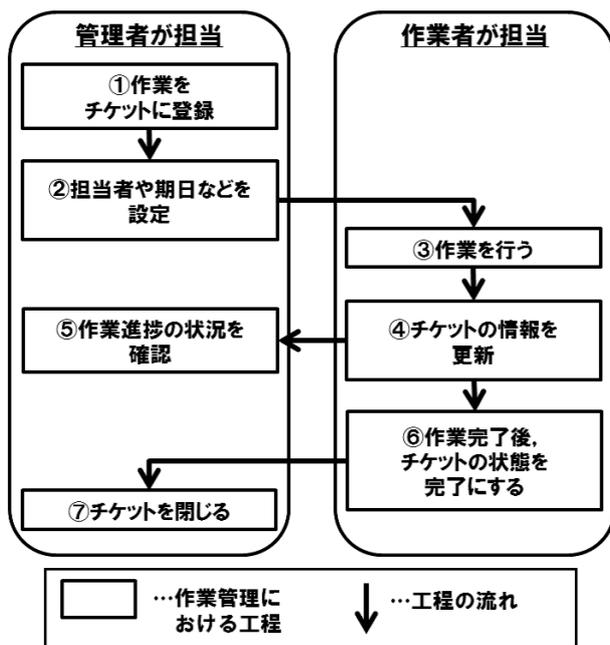


図2 チケットによる作業管理の流れ

プロジェクトの管理者は開発に必要な作業をチケットとして登録し、担当者や期日などの情報を設定した上で担当する作業員に割り当てる。作業員は割り当てられたチケットの情報を元に開発作業を行い、進捗の報告としてチケットの情報を随時更新する。管理者はチケットの情報を確認することで各作業員の進捗状況を把握する。作業を完了した作業員はチケットの状態を更新し、バージョン管理システムなどにその成果物を登録する。管理者は完了した作業の成果物を確認し、そのチケットを閉じる。チケットを用いてソフトウェア開発の進捗を管理するチケット駆動開発においては、具体的な活動が容易に理解できる粒度の作業をチケットに登録することでプロジェクト全体の見積りが容易になるとされている[6]。また、仕様変更や不具合修正、担当者の変更などプロジェクトに対する変更を随時チケットとして登録することで管理が容易になる。

一方で、チケットを用いた管理は、チケットの閲覧や更新など本来の開発作業には存在しない手間が発生する。また、チケットは管理には有効である一方で開発作業には直接寄与しないため、チケットの閲覧や更新が十分にされず、進捗報告の遅れや不正確な報告につながる危険がある。賃金を上げて作業員の作業意欲を向上させたり、より作業意欲の高い作業員に変更することでチケットの更新を促すこともできるが、すべてのプロジェクトで予算や人材に余裕があるわけではないため、予算や人材に依存せずに作業意欲を向上させる方法が望ましい。

3.2 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[7]また、Stevenによる人間を動機付ける16個の欲求の中には、物を集めたい欲求である“Saving”，権威や有名さを求める“Social status”，および勝利を求める欲求である“Vengeance”が存在する[8]。娯楽性による動機付けに関する研究や実装システムで良く用いられる娯楽要素のうち、“競争”および“収集”の2つは、作業員を動機付けることによって、作業意欲を向上させるのに適した要素であるといえる。そこで、本稿では作業員を動機づけ、作業意欲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。

3.3 娯楽要素

3.3.1 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、作業員を動機づけることができる。本研究ではMagy et. al.の研究[1]に基づき、他者との競争、自

分との競争の2つに分類し、異なる要素として扱うものとする。

他者との競争

他者との競争は、作業者の持つ情報が他者に公開され、他者の持つ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、比較結果を作業者に提示する際の提示内容が変更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。

自分との競争

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、比較結果に基づく順位付けや提示内容の変更をせず、情報の変化とその優劣のみを判断出来る状態にあることとする。また、他人との競争と明確に区別するため、自分との競争における情報は他者に公開されず、作業者のみが閲覧できるものとする。

3.3.2 収集

収集は“Saving”を満たすと同時に、対象物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“Social status”も満たす。本研究において収集は、作業者が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）を入手できるとともに、入手した旨が他者に公開されることで、一定の地位が得られることとする。本研究の定義における収集は、その結果が他者に公開されるため他者との競争の要素を一部含んでいるが、順位付けされず、比較もされないため異なる要素として扱う。

4. 実験

3章で定義した3つの娯楽要素について、作業効率・意欲への影響を評価する被験者実験を行う。実験では、3種類の娯楽性を持たせたシステム上で行う単純な繰り返し作業を被験者に課し、作業の精度や実施回数の違いを比較する。

4.1 タスク

本研究の分析対象であるチケット更新作業は開発の進捗に伴って発生するが、タスクとしてソフトウェア開発作業を与えると開発自体の難しさや開発に対する作業意欲が結果に影響する可能性がある。また、開発作業を伴わないチケット更新作業のみをタスクとすると、更新対象となる開発作業が存在しないため意味のあるタスクの設定が困難な上にその効率の計測が困難である。そこで、本研究ではチケット更新と同様に単純な作業である、計算問題（乗数および被乗数が1～15のランダムな掛け算）をタスク（以下、計算タスク）に設定する。

1回の計算タスクの長さは5分間であり、この間、被験者には図3に示す形で次々に問題が出題される。被験者はキーボードで答えを入力する。解答のチェックは1秒毎に自動的に行われ、正解の場合はその旨が表示され次の問題へと進む。不正解の場合、表示の変化はない。1問あたり

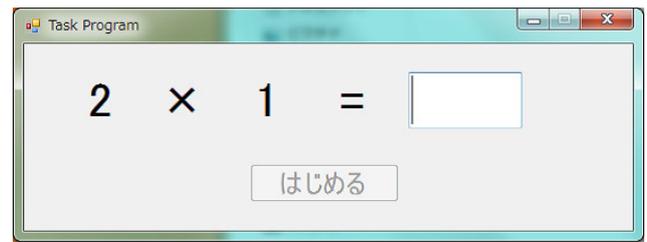


図3 計算タスク

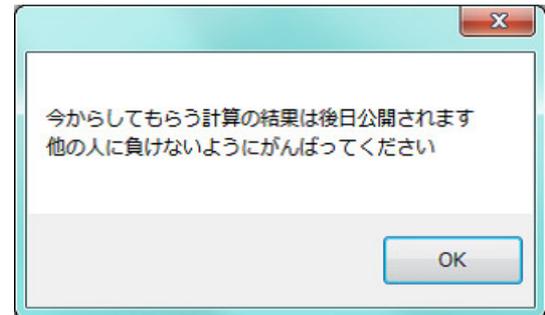


図4 他者との競争を促す表示

の制限時間は5秒間であり、被験者はこの間何度でも答えの入力が可能である。5秒以内に正解が入力されなければ不正解とみなし、次の問題へと進む。タスクの残り時間および一問あたりの制限時間は表示されない。

4.2 娯楽システム

計算タスクは3章で定義した娯楽要素を実装した3つのシステム（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、200～600行のGUIプログラムである。各システムは前節で示した計算タスクを被験者に提示する際に、以下に示す3つの娯楽性を被験者に提供する。

4.2.1 他者との競争

他者との競争を実現する娯楽システムは、計算タスクの結果が他者と比較されることを被験者に提示することで、競争を促す。図4に娯楽システムの表示内容を示す。被験者に後日結果が公開されることを意識させると同時に、他者よりも良い結果を出すよう促すことで他者との競争を促進させる。なお、自分との競争の要素を含まないように、タスク終了後にタスクの結果を被験者に提示しない。

4.2.2 自分との競争

自分との競争を実現する娯楽システムは、計算タスクの開始前に、それ以前の計算タスクで最も成績が良かった時の記録を表示し、過去の成績との競争を促す。また、タスク終了後には正解数や計算速度などのタスク結果を提示する。図5にタスク開始前の表示を、図6にタスク終了後の表示を示す。

4.2.3 収集

収集を実現する娯楽システムは、計算タスクの正解数に応じて画面上に表示されたパネルを埋めることができ、パ

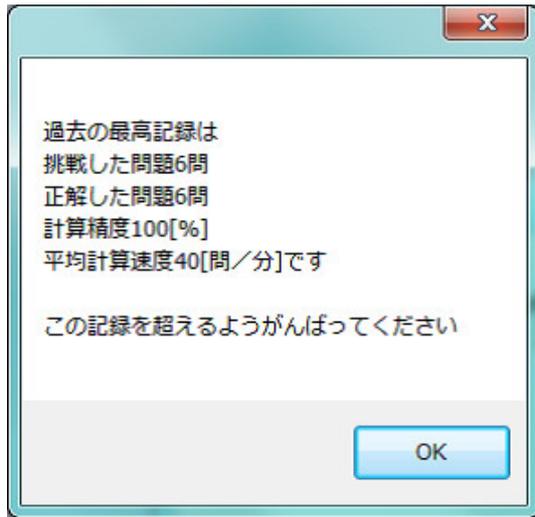


図 5 自分との競争を促す表示：タスク開始前

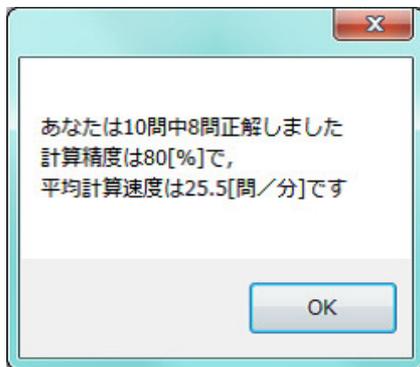


図 6 自分との競争を促す表示：タスク終了後



図 7 パネル（計算タスク前）

パネルがある条件を満たすと獲得できる実績を実装することで被験者に収集をさせる。また、タスク開始前に収集の結果が公開されることを被験者に提示し、被験者の他者に認められたいという欲望を促す。図 7 にタスク開始時のパネルを示す。



図 8 パネル（計算タスク後）

表 1 実績の一覧

条件	画像
パネルを 1 枚埋める	銅メダル
パネルの四隅を埋める	銅メダル
パネルを 5 枚埋める	銀メダル
パネルの縦 1 列を埋める	銀メダル
パネルの横 1 列を埋める	銀メダル
パネルの斜め 1 列を埋める	銀メダル
パネルを 10 枚埋める	金メダル
パネルの外周を埋める	金メダル
パネルを 20 枚埋める	銀トロフィー
パネルを全て埋める	金トロフィー

パネルは合計 25 枚あり、計算タスクの正解数が多いほどより多くのパネルを埋めることができる。図 8 にタスク終了後、被験者が埋めたパネルを示す。収集においては、1つのパネルを埋めることのできる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1つのかけ算問題に平均 2 秒かかると仮定し、5 分のタスク時間でミス無く回答した際に全てのパネルを埋めることのできる、1 パネルあたり 6 問正解を基準とし、さらに 1 問多い 1 パネルあたり 7 問正解を用いた。収集におけるタスクの難易度による影響の変化は今後の検討課題である。

実績は埋めたパネルの枚数や配置が条件を満たすことで獲得され、対応するメダルやトロフィーの画像が表示される。実績はタスク開始前には図 7 のようにシルエットのみ表示され、条件を満たすと図 8 のように画像が表示される。実験で用いた実績の条件と画像の一覧を表 1 に示す。

4.3 実験手順

被験者を無作為に 4 つのグループに分け、それぞれ異なる順序で娯楽システムを利用した計算タスクを実施し、結果を記録する。表 2 にグループごとの計算タスクの順序を

表 2 グループごとのタスク順序

グループ	娯楽システム		
	1 回目	2・3 回目	4・5 回目
他 1	なし	他者	収集
自 1	なし	自分	収集
他 2	なし	収集	他者
自 2	なし	収集	自分

示す。表の“他者”は他者との競争，“自分”は自分との競争，“なし”は娯楽要素を持たない計算タスクを表す。まず、全てのグループは娯楽システムを用いずに計算タスクを 1 回行う。その後、2・3 回目および 4・5 回目は特定の娯楽システムを使用してタスクを実施する。5 回のタスク終了後、娯楽システムについてのアンケートに回答してもらう。

4.4 計測データ

実験では、計算タスクの精度や効率を評価するための指標として以下の 4 つを計測する。

- 回答した問題数
- 正解数
- 計算精度 [%]
- 計算速度 [問/分]

計算精度と計算速度は式 (1)、および式 (2) で求める。

$$\text{計算精度} = \frac{\text{正解した問題数}}{\text{回答した問題数}} \quad (1)$$

$$\text{計算速度} = \frac{\text{正解した問題数}}{\text{総タスク時間}} \quad (2)$$

アンケートでは、使用した娯楽システムについての主観的な評価を計測するために、それぞれのシステムについて以下の 3 項目を 4 段階 (4 がもっともそう思う, 1 が全くそう思わない) で評価してもらう。

- やる気が出たか
- 面白かったか
- 同様のシステムを今後使いたいと思うか

5. 結果と考察

4 章で示した設定を用いて、奈良高専 情報工学科 5 年生の 12 名を対象に実験を行った結果を示す。表 3 に各娯楽システムにおける被験者の問題数、正解数、計算精度、計算速度の平均値を示す。括弧内の数値は娯楽システムを用いない場合 (なし) との相対差を示している。表から娯楽システムを用いない場合に比べ、全ての娯楽システムで全ての指標が向上していることが分かる。特に、娯楽システムのうち、他者との競争で全ての指標が最も向上しており、問題数が 11.3%、正解数が 15.2%、計算精度が 3.7%、計算速度が 8.7% 増加した。また、3 つの娯楽システムのうち、自分との競争で最も値の向上率が小さく、娯楽システムによって違いが見られた。自分との競争は、他者との競争お

よび収集と比べ、作業の成果が他者に公開されない点で違いがあり、この違いが作業効率の差に影響している可能性がある。

表 4 に娯楽システムごとのアンケート結果の平均値を示す。値が 2.5 を超える項目は 4 段階の回答の中間値より値が高く、娯楽システムに対して肯定的な評価をしていると判断できる。表より全ての娯楽システムにおいて、“やる気が出たか”、“面白かったか”の 2 項目で 2.5 以上の数値を示していることが分かる。また、全ての項目において、収集が最も高い数値を示しており、最も高い主観評価を得ていることが分かる。

アンケートの自由記述では収集について、“目標を持ってやれた”や“目的があった”という意見が見られた。また、自分との競争について、“どれだけ速く答えられるか試した”という回答があった。収集と自分との競争は、いずれもタスク完了直後に作業の効率や作業量が提示されるため、記録の更新や、特定の実績の獲得といった、具体的な目標を設定して以降の作業に望むことができる。一方で、他者との競争では、後で記録が公開されると通知することで競争を促したが、作業中には提示されないため、具体的な目標を設定できない。本実験の結果は、作業の結果を即時に提示することで作業者の作業意欲を向上できる可能性を示している。

作業効率とアンケートによる主観評価の結果から、自分との競争は、“やる気が出たか”、“楽しかったか”の 2 項目で他者との競争より高い値を示した一方で、作業効率は他者との競争よりも低く、作業意欲と作業効率の向上に不一致が見られた。自分との競争に対する自由記述には、“向上心はかき立てられたけど、前の記録より伸びなさそうだなと思った瞬間に、続けるのが辛くなった”という回答があった。このことより、自分との競争によって目標を設定し、作業意欲が一時的に向上しても、作業効率の上限に達したり、向上率が小さくなることが予測できるとタスク全体を通じての作業効率が向上しにくくなると考えられる。

また、アンケートの自由記述では収集について、“パネルは見た目が楽しいので埋めるのは楽しかった”、“メダルを集めてみたいと感じ、目標を持ってやれた”、“パネルをたくさん埋めるという目的があったので楽しかった”などの意見が見られた。収集は計算タスクの回答数に応じて得られる実績をメダルやトロフィーという形で被験者にわかりやすく可視化するため、数値のみを表示する他者との競争や自分との競争と比べて作業意欲が向上したと考えられる。他者との競争や、自分との競争の場合でも、競争の結果をテキストだけでなく、図や表を用いて視覚的にわかりやすく提示することで、作業意欲が更に向上する可能性があると考えられる。

実験の結果からは、最も作業効率が上がったのは他者との競争であるが、最も作業意欲が向上したのは収集と娯楽

表 3 計算タスクの結果

娯楽システム	問題数	正解数	計算精度 [%]	計算速度 [問/分]
なし	115.5	104.4	90.0	25.8
他者	128.6(+11.3 %)	120.3(+15.2 %)	93.3(+3.7 %)	28.0(+8.7 %)
自分	122.3(+5.8 %)	111.9(+7.2 %)	91.3(+1.4 %)	27.3(+5.9 %)
収集	125.5(+8.6 %)	117.0(+12.1 %)	93.0(+3.4 %)	27.4(+6.5 %)

表 4 アンケートの結果

娯楽システム	やる気が出たか	面白かったか	今後使いたい
他者	2.8	2.5	2.5
自分	3.0	2.7	2.3
収集	3.3	3.7	3.0

性を生む要因によって異なる影響が見られた。これは他者との競争において、被験者は具体的な目標を設定できなかったため主観的な作業意欲は他の娯楽要素に比べて向上しなかったが、良い記録を残さなければ他者に負けてしまうという強さを感じ、作業効率のみが大きく向上したのだと考えられる。つまり、作業効率の向上に必ずしも作業意欲の向上が必要であるとは限らないといえる。作業意欲と作業効率の関係性については今後調査する必要がある。

6. おわりに

本研究ではチケット管理システムにおけるチケット更新に対する作業効率・意欲を向上させることを目的とした。そのために、単純な計算問題への作業意欲を向上させるシステムを作成し、他者との競争、自分との競争、収集の3つの娯楽要素が作業効率・意欲の向上に与える影響の違いを計算速度や計算精度などによって調査した。学生を対象とした実験の結果、3つの娯楽要素すべてで娯楽要素を含まない場合よりも作業量、作業効率、作業精度が向上した。娯楽要素の中では作業効率が最も向上したのは他者との競争、作業意欲が最も向上したのは収集であった。

本稿ではチケット駆動開発のように作業を細かく分割し、多数のチケットとして管理する開発形態を対象としたため、短い期間で多数のチケットが高頻度で更新される環境を想定してタスクを設定した。

チケット管理システムを用いた開発管理においては、1つのチケットに割り当てられる作業の粒度が比較的大きく、チケットの更新頻度が高くない場合も存在する。このような開発環境においては、3.1節で述べた、作業を細粒度で管理することによる見積りの容易化や作業の想定漏れ防止といった効果を得るためにも、より細かい粒度で開発作業を登録するよう開発者を動機づけることが望ましい。本稿で考察した娯楽要素をチケット管理システムに実装することで、チケットの更新数や終了チケット数による競争や収集を促し、開発者がより細かい粒度で作業を登録するよう動機づけることが可能と考えられる。また、本稿ではソフトウェア開発作業の管理に付随する作業としてのチケット

更新を対象としたが、管理のための作業を必要とする他のシステムについても適用できると考えられる。

本稿の実験では、開発作業を含まないチケット更新作業の代替として単純な計算タスクを用いた。今後、チケット管理システムを用いた開発と同様に、開発作業とチケット更新作業を繰り返す環境で実験し、チケットの閲覧・更新に対する作業効率・意欲が向上するか検証する必要がある。

参考文献

- [1] Magy Seif El-Nasr, Lisa Andres, Terry Lavender, Natalie Funk, Nasim Jahangiri, and Mengting Sun. Igniteplay: Encouraging and sustaining healthy living through social games. International Games Innovation Conference 2011, pp. 23–25, 2011.
- [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] Scott Rigby and Richard Ryan. Glued to Games: How Video Games Draw Us In and Hold Us Spellbound. Greenwood Publishing Group, Inc., 2011.
- [4] 柏木一将, 大塚茂樹, 倉本到, 渋谷雄, 辻野嘉宏. 作業量を反映したエンタテインメントの提供により作業意欲を向上させるシステム. ヒューマンインタフェース 2003 講演論文集, pp. 139–142, 2003.
- [5] ロジェ・カイヨワ. 遊びと人間. 講談社, 1990.
- [6] 小川明彦, 阪井誠. Redmine によるタスクマネジメント実践技法. 株式会社翔泳社, 2010.
- [7] 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.
- [8] Steven Reiss. Who Am I?: The 16 Basic Desires That Motivate Our Behavior and Define Our Personality. Berkley Trade, 2002.