



---

# 卒業研究報告書

平成 24 年度

---

研究題目

異なる娯楽性を付与した作業管理システムの  
作業効率比較

---

指導教員 上野 秀剛 助教

---

氏名 一ノ瀬 智浩

---

平成 25 年 3 月 1 日提出

奈良工業高等専門学校 情報工学科

# 異なる娯楽性を付与した作業管理システムの

## 作業効率比較

上野研究室 一ノ瀬 智浩

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。作業を分割し、チケット管理システムを用いて進捗を管理することで、進捗や今後すべき作業が具体的に分かりやすくなり、作業量の見積りが容易になる。

しかし、チケットを用いた管理は、チケットの閲覧や更新など、本来の開発作業とは直接関係ない手間が発生する。また、チケットの更新を管理のために強制的にやらされていると感じてしまう開発者が多く、チケットの閲覧や更新に対する作業意欲・効率が低下してしまうことが考えられる。作業意欲・効率が低下することにより、進捗報告の遅れや不十分な報告が多くなるという問題が発生する。

近年では、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の導入に関する研究や実装がされている。しかし、作業意欲の変化についてアンケートやインタビュー調査による主観的な評価がされている一方で、システムを導入したことによる、客観的な作業効率の変化についての評価は十分にされていない。更に、作業意欲・効率が向上するとされている競争や収集といった娯楽要素について、複数を同時にシステムに実装しているため各要素の有効性を正確に評価できていない。

そこで本研究では、作業意欲・効率の向上に有効とされている娯楽要素として、他人との競争、自分との競争、収集の3つに着目し、各要素が作業意欲・効率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。そのために、各要素による作業意欲・効率の向上を促すシステムをもつ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。そして、実験結果から提案する娯楽性のあるチケット管理システムが持つべき要素を検討する。

実験の結果から、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ており、作業効率が最も向上したのは他人との競争、作業意欲が最も向上したのは収集であることが分かった。また、実験の結果から、娯楽性のあるチケット管理システムの実装例を提案した。

# 目次

<b>1</b>	<b>はじめに</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>問題点</b> .....	<b>3</b>
2.1	チケット管理システム .....	3
2.2	既存研究 .....	4
2.3	既存システム .....	5
<b>3</b>	<b>定義</b> .....	<b>6</b>
3.1	作業意欲と動機付け .....	6
3.2	競争 .....	6
3.2.1	他人との競争 .....	6
3.2.2	自分との競争 .....	6
3.3	収集 .....	7
<b>4</b>	<b>実験</b> .....	<b>8</b>
4.1	設定タスク .....	8
4.2	娯楽システム .....	8
4.2.1	他人との競争システム .....	8
4.2.2	自分との競争システム .....	9
4.2.3	収集システム .....	9
4.3	被験者と手順 .....	11
4.4	計測データ .....	11
<b>5</b>	<b>結果と考察</b> .....	<b>13</b>
5.1	計算タスクの結果 .....	13
5.2	アンケートの結果 .....	13
5.3	考察 .....	14
5.3.1	計算タスクとアンケートの結果について .....	14
5.3.2	チケット管理システムへの適用 .....	15
<b>6</b>	<b>おわりに</b> .....	<b>17</b>
	謝辞 .....	18
	参考文献 .....	19
	付録 .....	20

## 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。粒度の粗い作業を粒度の細かい作業に分割し、チケットを用いて進捗を管理することで、進捗や今後すべき作業が具体的に分かりやすくなり、作業量の見積りが容易になる。また、プロジェクトの途中で発生した仕様変更や担当者の変更、検出された不具合の修正といった作業の増減や変更を確実に把握できる。チケット管理システムは特定の開発手法や開発組織に限定的に利用されるものではないため、ソフトウェア開発全般において進捗管理を支援することが可能である。

しかし、チケットを用いた管理は、チケットの閲覧や更新など、本来の開発作業とは直接関係ない手間が発生する。また、チケットの更新を管理のために強制的にやらされていると感じてしまう開発者が多く、チケットの閲覧や更新に対する作業意欲・効率が低下してしまうことが考えられる。作業意欲・効率が低下することにより、進捗報告の遅れや不十分な報告が多くなるという問題が発生する。開発プロジェクトの予算や人材には限りがあるため、作業者の賃金を上げて作業意欲を向上させたり、作業者を変更したりしてこれらの問題を解決するのは難しい。よって、予算や人材に依存しない方法で作業意欲・効率を向上させる必要がある。

そこで、チケットの閲覧や更新に対する作業意欲・効率を向上させ、チケットを用いた開発を支援するために、娯楽性を持つチケット管理システムを提案する。近年では、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の導入に関する研究<sup>[1][2]</sup>や実装<sup>[3]</sup>がされている。しかし、作業意欲の変化についてアンケートやインタビュー調査による主観的な評価がされている一方で、システムを導入したことによる、客観的な作業効率の変化についての評価は十分にされていない。更に、作業意欲・効率を向上させるとされている競争や収集といった娯楽要素について、複数を同時にシステムに実装しているためシステムが複雑になっているものが多い。システムが複雑になると、システムを使用するために必要な知識が増え、ソフトウェア開発の作業効率が低下してしまう可能性がある。また、そのシステムの開発の手間が増えてしまう。作業意欲・効率の向上に有効でない娯楽要素をシステムから取り除き、システムはなるべく単純にする必要がある。そのためには、各要素の有効性を正確に評価する必要がある。

そこで本研究では、作業意欲・効率の向上に有効とされている娯楽要素として、他人との競争、自分との競争、収集の3つに着目し、各要素が作業意欲・効率に与える影響の違いを比較する。そして、比較結果から、作業意欲・効率の向上により効果の高い要素を明らかにする。そのために、各要素による作業

意欲・効率の向上を促すシステムをもつ，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．そして，実験結果から提案する娯楽性のあるチケット管理システムが持つべき要素を検討する．

## 2 問題点

### 2.1 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。例えば、機能 X の作成という作業を管理する場合、チケットには機能 X の実現に必要な関数  $\alpha$  の作成、関数  $\beta$  の作成、関数  $\alpha$  のレビュー、関数  $\beta$  のレビューといった粒度の細かい作業を登録する。チケットはプロジェクトの管理者が発行し、図 1 に示すような、作業内容や作業担当者、進捗状況などの情報を記入した上で各作業者に割り当てられる。

図 2 にチケットを用いた作業管理の流れを示す。作業者は担当するチケットに登録された作業をして、進捗状況の報告としてチケットの情報を更新する。管理者はチケットの情報を確認することで各作業者の進捗状況を把握し、作業が完了したらそのチケットを閉じる。チケット管理システムは、チケットに登録された粒度の細かい作業を管理することにより、進捗や今後すべき作業が具体的に分かりやすくなるため、プロジェクト全体の作業量の見積りが容易になる。また、プロジェクトの途中で新しいチケットを発行したり、チケットの情報を修正したりすることにより、ソフトウェアの仕様変更や作業担当者の変更、検出された不具合の修正といった作業の増減や変更を確実に把握することができる。チケット管理システムは特定の開発手法や開発組織に限定的に利用されるものではないため、ソフトウェア開発全般において進捗管理を支援することが可能である。

しかし、チケットを用いた管理は、チケットの閲覧や更新など、本来の開発作業とは直接関係ない手間が発生する。また、チケットの更新を管理のために強制的にやらされていると感じてしまう開発者が多く、チケットの閲覧や更新

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

図 1 チケットの例

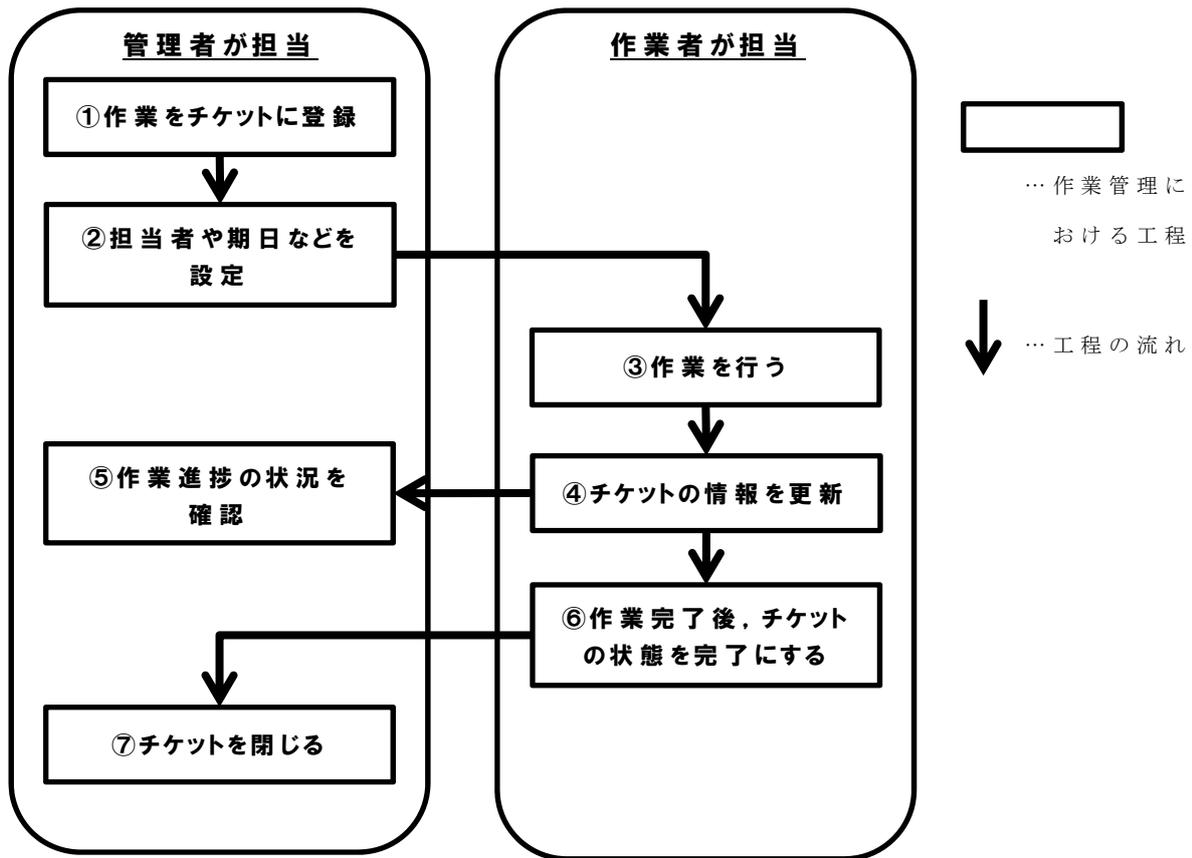


図2 チケットによる作業管理の流れ

に対する作業意欲・効率が低下してしまうことが考えられる。作業意欲・効率が低下することにより、進捗報告の遅れや不十分な報告が多くなるという問題が発生する。開発プロジェクトの予算や人材には限りがあるため、作業者の賃金を上げて作業意欲を向上させたり、作業者を変更したりしてこれらの問題を解決するのは難しい。

## 2.2 既存研究

倉本らは、作業者の主観的作業量<sup>[4]</sup>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<sup>[1]</sup>。Weekend Battleは、カイヨワの提案する楽しさを生む4つの要因<sup>[5]</sup>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。

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、Weekend Battleは4つの要素を導入したことによ

ってシステムが複雑になっており，作業者は仮想生物の能力やアイテム，対戦の戦略といった複数のパラメータを理解する必要がある．システムが複雑になり，システムを理解するのに時間がかかると，本来の作業の作業効率が低下してしまう可能性がある．

Magy et. al.は Rigby と Ryan の人間の動機付けに関する研究<sup>[6]</sup>に基づき，他人との記録の競争，および自分の記録との比較（競争）によってダイエットを支援するシステム“Igniteplay”を提案している<sup>[2]</sup>．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ットに効果があったのかは示されていない．

### 2.3 既存システム

「バッジヴィル」は，様々な企業のサイトに，バッジやレベルといったゲームのためのフィードバックの仕組みを導入するためのサービスである<sup>[3]</sup>．これは，バッジを収集したりレベルを上げたりことによって，「人間の他人に認められたい」という感情を働かせ，作業者を熱中させることにより作業を支援する<sup>[7]</sup>．しかし，このシステムで用いているバッジの収集やレベルの上昇という要素が，実際に作業に与える影響については十分に調査されていない．

### 3 定義

本章では、研究対象を明確にするために、作業意欲・効率の向上を促すための娯楽要素について定義する。

#### 3.1 作業意欲と動機付け

本研究では Magy et. al.の研究<sup>[2]</sup>と同様に、心理学における“動機付け”に着目する。金城らは、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」のようなものである”と述べている<sup>[8]</sup>。本研究では、作業者の作業意欲が向上することは、作業者が動機により作業を促される（動機付けられる）ことであるとする。

金城らは動機付けの対象となる動機の1つに、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ための動機である“達成動機”が存在すると述べている。また、Stevenの研究で示された、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”，および勝利を求める欲求である“Vengeance”が存在する<sup>[9]</sup>。つまり、既存の研究やシステムでよく使われている娯楽要素のうち、“競争”および“収集”の2つは、作業者を動機付けすることによって、作業意欲を向上させるのに適した要素であると考えられる。本研究では、この2つの要素に着目し、既存の研究を踏まえ、3つの要素に分類し定義する。

#### 3.2 競争

倉本らの研究<sup>[1]</sup>や Magy et. al.の研究<sup>[2]</sup>で示されたように、競争の要素を持つシステムは作業者の作業意欲を向上させている。これらのシステムが持つ要素は、金城らの“達成動機”や、Stevenの“Vengeance”を満たしているものだと考えられる。本研究では Magy et. al.の研究<sup>[2]</sup>に基づき、競争を他人との競争、自分との競争の2つに分類し、別の要素として扱うものとする。

##### 3.2.1 他人との競争

本研究において他人との競争は、作業者の持つ情報が他者に公開され、かつその情報が他者の持つ情報と比較される状態とする。また、その比較結果が順位付けされたり、比較結果を作業者に提示する際に、結果に応じて提示内容が変更されたりすることによって、作業者が他者との勝敗を判断できるものとする。

##### 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を判断出来るものであるとする。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 収集

倉本らの研究<sup>[1]</sup>や、「バッジヴィル」<sup>[3]</sup>のような既存システムにみられる収集の要素は、Steven の 16 個の欲求<sup>[9]</sup>の“Saving”を満たすことができる。また、収集の対象物の入手を目標とすると、金城らの“達成動機”<sup>[8]</sup>も満たすことができると考えられる。よって、収集による動機付けにより、作業者の作業意欲を向上させることができると考えられる。

本研究において収集は、ある条件を達成することによって、作業者が、システム側が用意した情報入手し閲覧できるものとする。また、「人間の他人に認められたい」という感情を働かせるために、単純に情報入手するだけでなく、入手した情報が他者に公開されるものとする。

## 4 実験

3章で定義した3つの娯楽要素が、作業意欲・効率を向上させるのか評価する実験を行う。

### 4.1 設定タスク

チケット管理システムにおいて、チケットの更新は、プロジェクト管理においては意味のある作業である。しかし、チケットを更新するという作業自体は、マウス操作やキーボード入力で行う単純なものである。よって、本研究ではチケット更新の代わりとして、単純な計算問題（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。

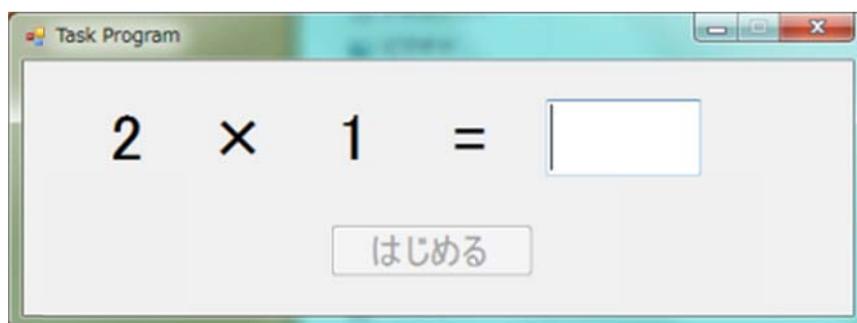
1回の計算タスクの長さは5分間であり、この間、被験者には図3に示す形で次々に問題が出題される。被験者はキーボードで答えを入力する。解答のチェックは1秒毎に自動的に行われ、正解の場合は‘○’が表示され次の問題へと進む。不正解の場合、表示の変化はない。1問あたりの制限時間は5秒間であり、被験者はこの間何度でも答えの入力が可能である。5秒以内に正解が入力されなければ不正解とみなし、次の問題へと進む。タスクの残り時間および制限時間は表示されない。

### 4.2 娯楽システム

3章で定義した娯楽要素を個別に持つ、計算タスクに娯楽性を生むシステム（以下、娯楽システム）を説明する。各システムはC#で作成し、プログラム行数は200～600行程度である。クラス数は他人との競争システム、自分との競争システムは1つであり、収集システムは2つである。

#### 4.2.1 他人との競争システム

被験者に他人との競争を促すために、図4に示すように、システム内で“後日記録が公開される”，“他の人に負けないように頑張ってください”という情



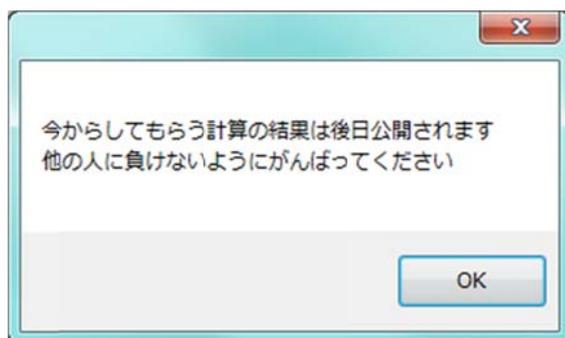


図 4 他人との競争を促す情報の提示



図 5 自分との競争を促す情報の提示

報を提示する．自分との競争の要素を含まないように，タスク終了時に計算精度や計算速度などの結果は提示しない．

#### 4.2.2 自分との競争システム

後述する実験の手順のうち，1回目，および2もしくは4回目に自分との競争のシステムを使用する時の記録のうち良い方を，図5(a)のように計算タスクを始める前に提示することにより，自分との競争を促す．また，計算タスク終了後は図5(b)に示すように計算タスクの記録を提示する．

#### 4.2.3 収集システム

収集の対象物として，図6に示すようなパネル，および表1に示す条件を満たすことで表示されるメダル・トロフィーの画像（以下，実績）を用意する．また，図7に示すように計算タスク前にパネルと実績の結果が公開されるという情報を提示することにより，被験者の他人に認められたいという欲望を促す．



図 6 パネル（計算タスク前）



図 8 パネル（計算タスク後）

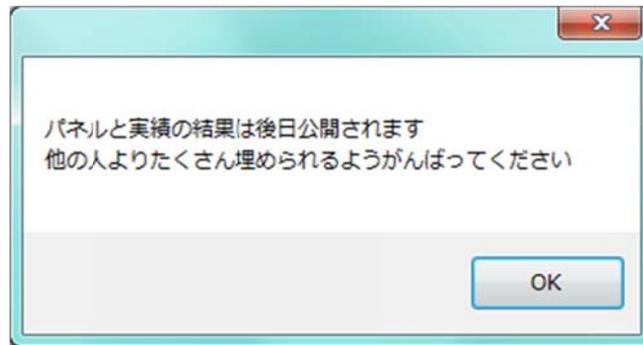


図 7 収集を促す情報の提示

パネルはタスク終了毎に、正解した問題数（正解数）に応じてクリックして埋められるようにする。パネルは合計 25 個あり、埋める場所や順番は指定しない。埋めたパネルは図 8 に示すように赤く表示される。実績は、タスク前は図 6 のように条件はパネルの右側に表示されており、メダル・トロフィーの画像はシルエットのみ表示されている。タスク終了後、パネルを埋めることにより条件が満たされると、図 8 のようにメダル・トロフィーの画像が表示され、条件の表示部分の文字色が赤色になる。

パネルを 1 枚埋めるのに必要な正解数であるが、パネルをすべて埋めるのが容易すぎると、被験者の多くがパネルをすべて埋めてしまう。その場合、他人に認められたいという欲望が弱くなってしまうと考えられる。反対に、パネルをすべて埋めるのが困難すぎると、物を集めたいという欲望が弱くなってしまうと考えられる。つまり、1 枚埋めるのに必要な正解数が少なすぎたり、逆に多すぎたりすると、収集システムによる作業意欲・効率の変化を正しく計測できない。正しく計測するには、適当な正解数の設定が必要である。そこで、掛

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

計算の答えを入力し、解答がチェックされて次の問題に進むのに平均 2 秒かかると仮定する。すべて正解の場合、1 回のタスク（5 分間）の正解数は 150 問となり、6 問正解で 1 枚パネルを埋められる場合に 25 枚すべてのパネルを埋めることができる。よって、平均より素早く問題を解く被験者がパネルをすべて埋めたいと思うように、仮定から得られた 6 問より 1 問多い 7 問を、1 枚のパネルを埋めるのに必要な正解数とする。

#### 4.3 被験者と手順

奈良高専 情報工学科 5 年生の 12 名を、無作為に 4 つのグループに 3 名ずつ分け、計算タスクと娯楽システムを PC 上で使用してもらい、後述する計算タスクの問題数、正解数、計算精度、計算速度を計測する。また、タスク終了後にアンケートを取る。

計算タスクは合計 5 回行い、1 回目は娯楽システムを使用しない時のデータ、2・3 回目および 4・5 回目は特定の娯楽システムを使用する時のデータを測定する。使用してもらった娯楽システムは表 2 に示すように、グループ他 1 は他人との競争、収集の順、グループ自 2 は自分との競争、収集の順であり、グループ他 2 と自 2 はグループ他 1 と自 1 の順番を入れ替えたものである。なお、表 2 において“他人”は他人との競争、“自分”は自分との競争を表す。

#### 4.4 計測データ

計測するデータは、計算タスクの挑戦した問題数、正解した問題数、計算精度[%]、計算速度[問/分]の 4 つである。計算精度と計算速度は以下の式 1, 2

表 2 グループと実験順

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	他人	収集
自 1	なし	自分	収集
他 2	なし	収集	他人
自 2	なし	収集	自分

で求める。

$$\text{計算精度} = \frac{\text{正解した問題数}}{\text{挑戦した問題数}} [\%] \quad (1)$$

$$\text{計算速度} = \frac{\text{正解した問題数}}{\text{正解するまでにかかった時間の総和}} [\text{問} / \text{分}] \quad (2)$$

アンケートでは、使用した 2 つの娯楽システムに対して、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の 3 つの項目について、4 段階で評価してもらおう。選択肢はやる気が出たかの項目の場合、出た、やや出た、あまり出なかった、全く出なかったというように、数値ではなく言葉で提示する。また、なぜやる気が出たのか、具体的に何が面白かったか、感想を自由に記述してもらおう。

## 5 結果と考察

### 5.1 計算タスクの結果

表 3 に実験の結果を示す。表 3 の値は、娯楽システムの種類ごとに挑戦した問題数（問題数）、正解した問題数（正解数）、計算精度、計算速度の平均値を求めたものであり、他人、自分、収集の平均値の括弧内は、娯楽システムなしの時（計算タスク 1 回目）の平均値との相対差を表す。表 3 より、娯楽システムがある場合、娯楽システムが無い時に比べて、問題数は 6～8%、正解数は 7～15%、計算精度は 1～4%、計算速度は 6～9%増加していることが分かる。また、娯楽システムのうち、他人との競争システムが最も値が増加していることが分かる。このことから、チケット管理システム各要素を導入することにより、作業者の作業効率を向上させることができ、最も効果が高いのは他人との競争であるといえる。

### 5.2 アンケートの結果

アンケートの結果を数値化するため、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の 3 つの項目について 4 段階で評価してもらった結果を、例えば、やる気が出たかという項目の場合、出たを 4、やや出たを 3、あまり出なかったを 2、全く出なかったを 1、というように 1～4 の数値と見なし、娯楽システム毎に平均値を求める。アンケートを数値化した結果を表 4 に示す。

表 4 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

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	115.50	104.42	89.97	25.76
他人	128.58(+11%)	120.25(+15%)	93.29(+4%)	28.00(+9%)
自分	122.25(+6%)	111.92(+7%)	91.27(+1%)	27.26(+6%)
収集	125.46(+9%)	117.04(+12%)	93.04(+3%)	27.43(+6%)

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
他人	2.83	2.50	2.50
自分	3.00	2.67	2.33
収集	3.25	3.67	3.00

項目が 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、収集システムが最も高い数値を示していることが分かる。

アンケートの自由記述では、“公開されるということで、あまり恥かしい記録は残したくないと思ったので少しやる気が出た”や“パネルで結果が視覚化されるのでやる気は出た”，“メダルを集めてみたいと感じ、目標を持ってやれたのが面白いと思いました”など、他人との競争システム、収集システムに対して作業意欲が向上したと判断出来る回答が多く見られた。

以上より、チケット管理システム各要素を導入することにより、作業者の作業意欲を向上させることができ、最も効果が高いのは収集であるといえる。

### 5.3 考察

#### 5.3.1 計算タスクとアンケートの結果について

計算タスクの結果とアンケートの結果を比較すると、最も作業効率が上がったのは他人との競争システムであるが、最も作業意欲が向上したのは収集システムである。よって、娯楽性を生む要因によって、作業に与える影響は異なるといえる。しかし、アンケートの自由記述を考慮すると、収集システムが作業意欲を向上させる効果が高いのは、計算タスクの結果が、視覚的に分かりやすく、自分で操作することの出来るパネルに反映されるためであると考えられる。よって、他人との競争、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分かりやすく提示することにより、作業意欲が更に向上する可能性があると考えられる。

自分との競争システムは、アンケートのやる気が出たか、楽しかったかの 2 項目において 2.5 以上の高い数値を示しているにもかかわらず、作業効率は他人との競争、収集システムと比べるとそれほど向上していない。この理由は、結果が公開されないため、良い結果を目指そうとする意識が他のシステムより低くなるためであると考えられる。また、アンケートの自由記述において、“向上心はかきたてられたけど、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、作業意欲が一時的に向上しても、支援システムの結果がある程度予測できてしまうと作業意欲が低下してしまい、作業効率は向上しにくくなると考えられる。これに対し、他人との競争、収集システムは結果が公開されるため良い結果を目指そうとする意識が高まり、他人の結果が最後まで分からないため作業意欲が作業の間維持されていると考えられる。よって、作業意欲が作業効率により強く影響を与えたと考えられる。

### 5.3.2 チケット管理システムへの適用

実験結果より、作業効率が最も向上したのは他人との競争であり、作業意欲が最も向上したのは収集である。作業意欲が向上しても、作業効率が向上しなければ支援システムを導入する意味がないため、この2つのうち、より適している要素は他人との競争である。しかし、自分との競争、収集の要素も、作業効率、作業意欲共に向上している。よって、本実験で検証した3つの要素は全て、支援システムに実装することでチケットの閲覧・更新に対する作業意欲・効率を向上できると考えられる。

支援システムの構成は、プロジェクトの作業員全員がアクセス可能な部分、作業員一人一人が自分だけアクセスできる部分を設ける。そして、前者では他人との競争、および収集の結果の公開を行い、後者では自分との競争と収集の対象物の獲得を行うようにする。このように記録の公開範囲を設定することにより、それぞれの要素をもつ支援システムを構成できる。

実験において競争や収集に用いた、計算問題の正解数や計算速度などの情報は、チケット管理システムにおいては、チケットの更新の際に入力する進捗状況や、終了したチケットの枚数に置き換えることができる。よって、他人との競争、および自分との競争では進捗状況や終了したチケットの枚数などの情報を比較させることによって競争を促し、収集では進捗状況や終了したチケットの枚数などに合わせて収集の対象物を獲得できるようにする。

支援システムの実装は、例えば他人との競争の場合、図9に示すように、チケットの更新をするとランキングが更新され、上位の作業員が表示されたり、各作業員の情報がグラフとして表示されたりするようなものが考えられる。また、自分との競争の場合は、1日の作業進捗の合計を記録し、進捗の量をグラフとして表示するようなものが考えられる。

このような支援システムを導入することにより、作業員の作業意欲を向上させ、進捗報告の遅れや不十分な報告の発生を防ぐことができると考えられる。また、作業員の作業意欲が向上することにより、ソフトウェア開発の作業効率も向上すると考えられる。

しかし、実際に作業をしていなくてもチケットの更新は可能であるため、作業員が支援システムに熱中し、競争や収集のために嘘の情報でチケットの更新をしてしまうことが考えられる。よって、実際にソフトウェア開発の現場に支援システムを導入する際は、不正なチケットの更新がされないような対策が必要であると考えられる。具体的には、例えば第三者によるチケットの更新内容の評価が挙げられる。多くのソフトウェア開発の現場ではチケットの更新に管理者の許可が必要であるため、不正なチケット更新の影響は少ないと考えられる。

チケットが更新されました。

**関数 α の作成**

管理者 Z が 3 カ月前に追加. 1 分以内に更新.

状態: 終了                      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 %: 100%

対象バージョン: Ver. 1.0

チケットランキングが更新されました。

順位	名前	終了チケット
1 位 →	作業員 B	5 枚
2 位 ↑	作業員 A	4 枚
3 位 ↓	作業員 E	3 枚

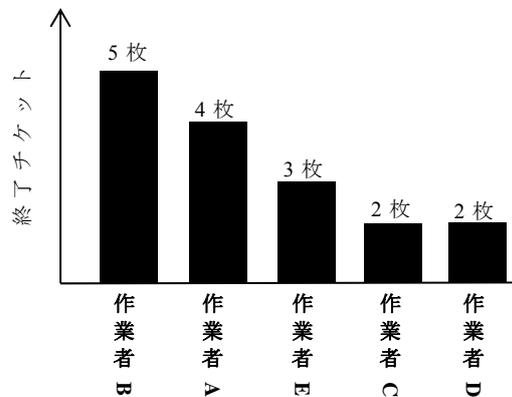


図 9 支援システムの実装例 (他人との競争)

また、作業員が支援システムのために、短時間で終了する優先度の低い作業ばかり行い、優先度の高い作業を後回しにしてしまうことにより、プロジェクト全体の進捗が遅れてしまう可能性がある。比較対象となる記録や、収集の対象物の獲得条件の設定をする際には、チケットに割り当てられた作業の優先度を考慮し、優先度に合わせて重みづけをする必要があると考えられる。

## 6 おわりに

本研究では他人との競争，自分との競争，収集の3つの娯楽要素が作業意欲・効率の向上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，要素が作業意欲を向上させるのか，また，作業に影響を与えるのかを計算速度や計算精度などによって調査した．

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ており，作業効率が最も向上したのは他人との競争，作業意欲が最も向上したのは収集であることを確認した．そして，得られた結果からチケット管理システムでのチケットの閲覧・更新に対する作業意欲・効率を向上させる支援システムを考察した．

本研究では，チケット更新作業のような単純作業に対する，娯楽性による作業意欲・効率向上について調査するために，開発作業を含まない，単純な計算タスクによる実験をした．今後，チケット管理システムを用いた開発と同じように，開発作業とチケット更新作業を繰り返し行う実験をし，チケットの閲覧・更新に対する作業意欲・効率が向上するか検証する必要がある．また，考察した支援システムの具体的な構成を考案してシステムを作成し，実際の作業現場に導入することにより，作業者の作業意欲が向上するか検証することが挙げられる．

作業者によっては支援システムを利用することによって，逆に作業意欲・効率が低下してしまう可能性がある．そのため，支援システムの効果がすべての作業者に有効かどうかを検証する必要がある．

本研究は，チケット管理システムを用いて作業を細かく分割する開発を対象としており，要求抽出や設計を1つのチケットとするような，作業の期間が長い開発は対象としていない．しかし，一部の作業の期間が長くなっている開発現場でも，本研究の結果を適用することにより，作業の期間を短くすることができると考えられる．

本研究はチケット管理システムを対象としたが，作業管理のために本来の開発とは直接関係のない作業をする必要がある，他の作業管理システムにおいても作業意欲・効率の向上ができると考えられる．

## 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、この1年間を通して、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、岩田大志助教には、論文の体裁から研究結果の正当性、今後の課題に至るまで、鋭い指摘、質問をしていただきました。ありがとうございました。

同研究室の先輩、同輩の皆様には、論文や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助言をいただき、相談もさせてもらいました。ありがとうございました。

この1年間私を支えてくださった教員、OB、クラスメイト、家族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] 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)
- [2] Magy Seif El-Nasr, Lisa Andres, Terry Lavender, Natalie Funk, Nasim Jahangiri, Mengting Sun, ”IgnitePlay: Encouraging and Sustaining Healthy living through Social Games,” In-ternational Games Innovation Conference 2011 (IGIC2011),pp. 23-25(2011)
- [3] バッジヴィル, <http://badgeville.com/>
- [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, 1253, pp.139-142(2003)
- [5] ロジェ・カイヨワ, “遊びと人間”, 講談社, (1990)
- [6] Rigby, R. Ryan, “Glued to Games: How Video Games Draw Us In and Hold Us Spellbound,” Greenwood Publishing Group, Inc., 2011.
- [7] 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”, 株式会社大和出版, (2012)
- [8] Steven Reiss, ”Who Am I?: The 16 Basic Desires That Motivate Our Behavior and Define Our Personality,” Berkley Trade, (2002)
- [9] 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)

## 付録

- ・ 計算タスクの実験結果のグラフ

計算タスクの各計測データのグラフを図 10～13 に示す。

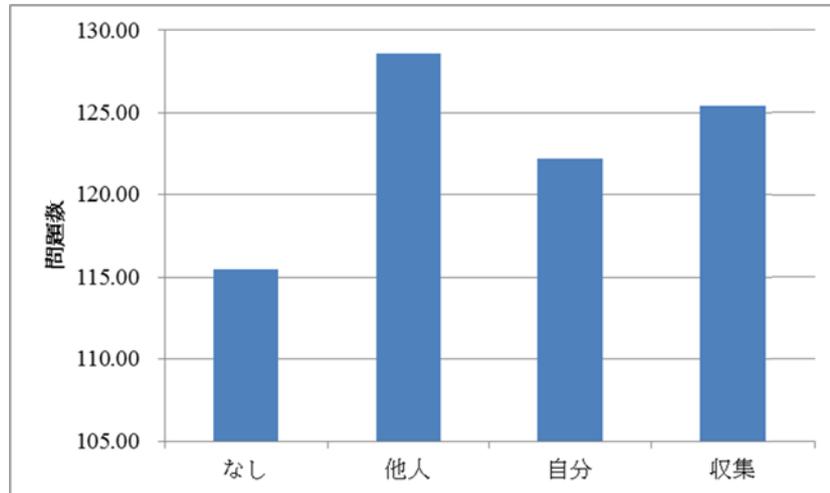


図 10 計算タスクの結果（問題数）

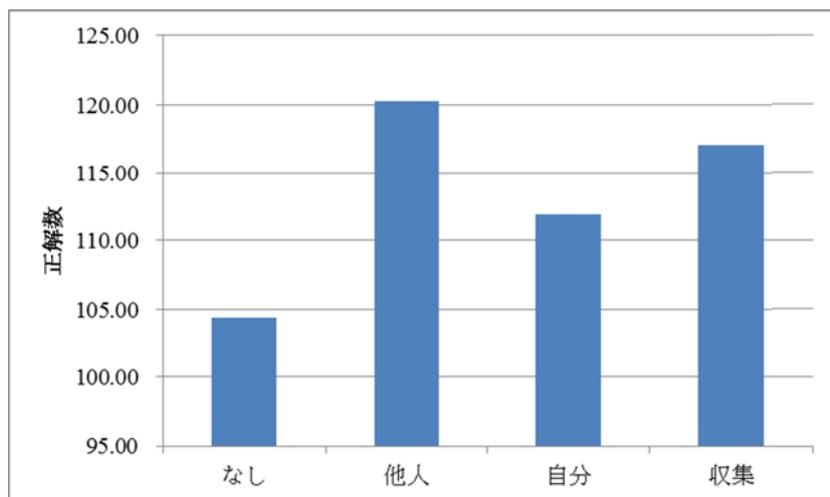


図 11 計算タスクの結果（正解数）

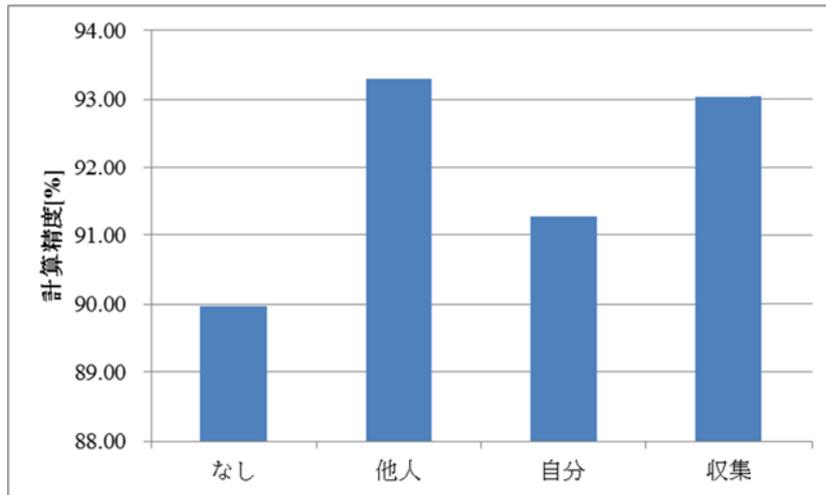


図 12 計算タスクの結果 (計算精度)

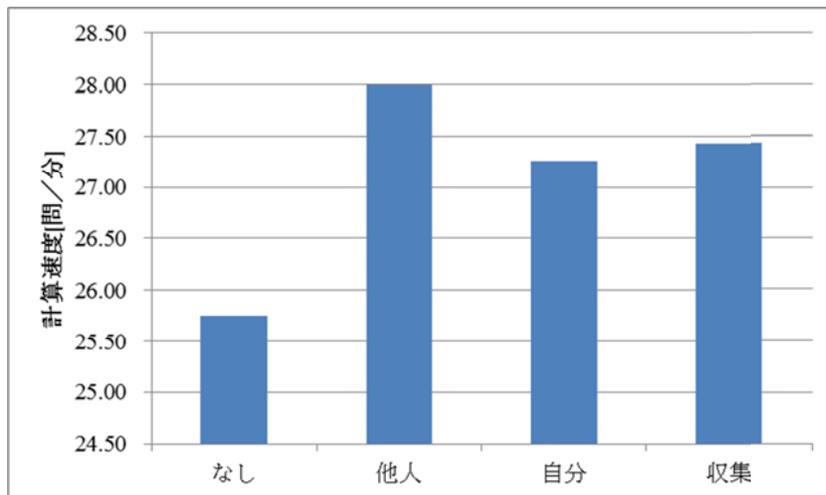


図 13 計算タスクの結果 (計算速度)