情報処理学会論文誌　Vol. 50　No. 12　2807–2818 (Dec. 2009)

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

倉本　到[†1]　片山拓馬[†1,*1]
渋谷　雄[†1]　辻野嘉宏[†1]

EELF は，エンタテインメントの有する楽しさを日常的なつまらない作業に導入することで，その作業に対するユーザの意欲を維持向上させるためのエンタテインメントシステムの枠組みである．本論文では，EELF に基づく，作業意欲を長期間継続的に維持向上させるエンタテインメントシステムである懐優館を提案する．懐優館の比較システムでは，既存システムが有する長期間の作業意欲が維持できないという問題へ対処するために，ユーザが持つキャラクタである熱帯魚の優劣をそれぞれのユーザが主観的に決定できるようにする主観的比較を用いる．このとき，熱帯魚はユーザ自身の主観的作業量に基づいて，各ユーザの好みの姿かたちへと様々に成長する．34 週にわたる実環境適用実験の結果，懐優館は作業意欲を継続的に維持向上させることができることが分かった．しかし，その原因は主観的比較にあるのではなく，熱帯魚を育成する目的が多様化したことと，他者と共存しているという意識を与えたことにあると分かった．

A Virtual Aquarium Based on EELF with Subjective Competition for Keeping Workers' Motivation

Itaru Kuramoto,[†1] Takuma Katayama,[†1,*1]
Yu Shibuya[†1] and Yoshihiro Tsujino[†1]

EELF is a framework of entertainment system which aims to keep high users' motivation of daily, dull works by means of introducing entertainment into such works. VASC (Virtual Aquarium with Subjective Competition) is one of the entertainment systems based on EELF. Subjective competition method is introduced in VASC to solve the problem about that the previous EELF-based systems could not keep users' motivation in long-term use. As the result of a 34-week empirical evaluation, it is found that VASC can keep participants' motivation high through the evaluation period. However, the result comes not from the proposed subjective competition, but from the various directions of their characters' growth and the sense of co-existence of colleagues in the system.

1. はじめに

科学技術の発展により，日常的になされる多くの作業が効率的に行えるようになってきたが，それでもなお，作業者にとり非生産的であり，単調で面白みがなく，したがって作業をしようという意欲が起こらない作業はいまだ多数存在する．一方，計算機技術を利用して，人間に楽しさや気分転換，快適さを与えるエンタテインメントを提供し，その質を向上させるための研究がさかんに行われている．本質的に楽しさや快適さを求める人間は，エンタテインメントを積極的に受け入れようとすると考えられる．このことを利用して，先に述べた単調で面白みがないために意欲がわかないような作業に対してエンタテインメントを適用することで，作業に対する意欲を引き出すことができると考えられる．

この観点に立ち，エンタテインメントによる意欲の引き出し効果を利用して，単調でつまらない作業に対する作業意欲を維持向上させることを目指すエンタテインメント導入の枠組みである EELF（Entertainment-for-Everyday-Life Framework）を筆者らは提唱している[1)]．

1.1 EELF

EELF の概念図を**図 1** に示す．EELF では作業に対する意欲が低下する理由を以下の 2 点ととらえている．

(1)　努力結果が見えない，満足感が得られない．

(2)　活動そのものが単調で変化に乏しい．

EELF では，(1) を解決するために，ユーザの作業を検出し，その作業に対してユーザが感じる努力の度合い（以下，主観的作業量と呼ぶ）を定量化し，それに基づいてキャラク

†1 京都工芸繊維大学
Kyoto Institute of Technology
*1 現在，富士通株式会社
Presently with FUIJITSU LIMITED

© 2009 Information Processing Society of Japan

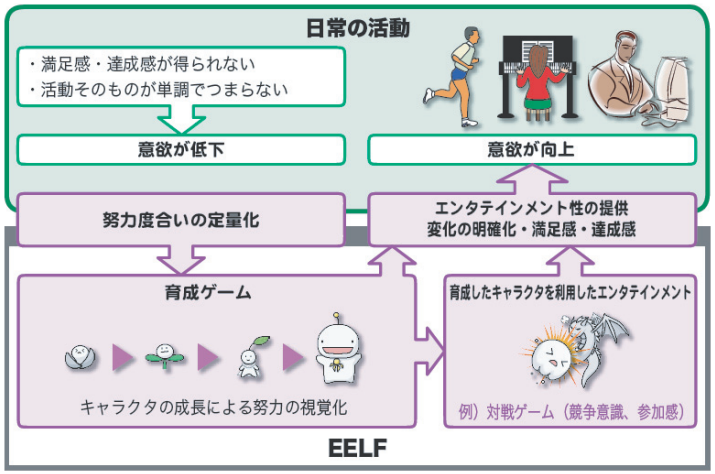


図 1　EELF 概念図
Fig. 1　Overview of EELF.

(a) キャラクタ育成　　(b) 対戦ゲームの様子

図 2　Weekend Battle が提供するエンタテインメント
Fig. 2　Entertainments in Weekend Battle.

タが成長するという育成ゲームの形で主観的作業量を視覚化する構造を持つ．これにより，ユーザがこれまでにどの程度努力してきたかを直感的にユーザに知らせ，作業に対する達成感や満足感をユーザに与えることを狙う．また，(2) を解決するために，キャラクタの成長に複数の分岐を与える．これにより，ユーザに与えるキャラクタの多様性を増し，ユーザの変化に対する興味を失わないようにする．

また，EELF では，さらなるエンタテインメント要素として競争を取り上げており，対戦ゲームなどの利用者が成長させたキャラクタを使用した比較対戦の要素を持つ．この比較対戦要素により，「対戦ゲームに勝つためにキャラクタを強く成長させる」というように，キャラクタの成長に対する目的をユーザに持たせることができ，より作業に対する意欲を刺激することができると考えられる．なお，この比較対戦要素の実現においては，意欲向上の対象となっている作業そのものを邪魔しないように，キャラクタを直接操作する行為をさせてはならない．ただし，休憩時間などに戦略を指定できるようにするなどの間接的な関与を与えることにより，比較対戦要素への参加感を提供し，エンタテインメント性を高めている．

1.2　長期使用の問題

この EELF に基づくエンタテインメントシステムとして，これまでにデスクワークに対するシステムである Weekend Battle[2]，健康を維持するための日常的な運動に対するシステムである ExS[3]，楽器の練習に対するシステムである MIPS[4] が提案されている．これらは対象とする作業がそれぞれ異なるが，提供されるエンタテインメントはほぼ同一である．**図 2** は Weekend Battle が提供するエンタテインメントである．図中 (a) は各ユーザの有するキャラクタを育成している状況，(b) は対戦ゲームの画面をそれぞれ示す．

文献 2) で示されているように，Weekend Battle は 5 週間（うちシステム使用期間は 2 ないし 3 週間である）の評価実験において，作業意欲ならびにキーボード打鍵数を指標とした作業能率の向上が見られた．ところが，Weekend Battle を 6 カ月にわたり使用したのちに使用者の意欲がどの程度維持されているかをアンケート評価したところ，期間初頭（開始 1 週間後）で見られた意欲を維持向上させる効果がほとんど失われていることも明らかになった．

アンケート結果の抜粋を**図 3** に示す．この結果は，10 カ月以上 Weekend Battle を継続的に利用していたユーザ 14 名に対し，使用直後と 10 カ月使用後の現在とでどの程度 Weekend Battle が意欲向上に役立っているかを 7 段階（−3：かなり意欲が低下した，0：意欲に変化はない，+3：かなり意欲が向上した）で回答させたものである．

この理由をアンケート回答者に聞いたところ，長期間 Weekend Battle を使用するとユーザ間の主観的作業量の累積値に差がつき，それにともなってユーザ間のキャラクタの強さに差がついてしまうことがあげられた．つまり，弱いキャラクタを持つユーザが対戦ゲームに

© 2009 Information Processing Society of Japan

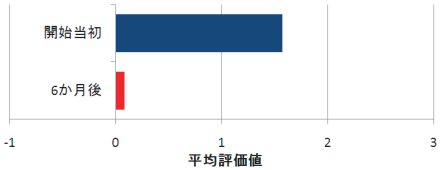


図 3　Weekend Battle 長期使用後の評価（文献 2) より抜粋）
Fig. 3　The result of questionnaire about Weekend Battle after long-term use.

「勝てない」と感じ，対戦ゲームへの興味を失うことが考えられる．その結果，キャラクタを強く育てることに意味を感じなくなり，両エンタテインメントへの関心が薄れるため，作業意欲向上の効果が失われたものと考えられる．

そもそも EELF に基づくエンタテインメントシステムは，日々のつまらない作業に対する意欲を刺激するためのシステムであり，継続的に利用できる必要がある．しかし，以上で示したように，現在のエンタテインメントの実装には継続的に作業意欲を維持することができないという重大な問題がある．

そこで本研究は，この継続的に意欲を維持できないという問題を解決することを目的とする．本論文では，既存のエンタテインメントの性質を分析し，EELF に適用可能な新たなエンタテインメントの形式である主観的比較型エンタテインメントを提案する．また，その提案に基づいて実装された，デスクワークを支援するバーチャルアクアリウムを模したエンタテインメントシステム「懐優館」について述べる．そして，実際に懐優館が継続的に意欲を維持向上させることができるかどうかを評価した長期使用評価実験について述べ，実験結果に基づき，継続的な意欲の維持向上に適したエンタテインメントの性質とは何かを考察する．

1.3　関 連 研 究

エンタテインメントを日常の活動に応用する研究の先駆けに Chao の研究[5] がある．この研究は UNIX ワークステーションのプロセス管理業務を対象としたもので，専門的業務にエンタテインメントの表層をかぶせることにより，初心者の作業に対する直感的理解を向上させることができるのではないかと論じている．また，Bernhaupt ら[6] は，オフィスでの作業者の「ハッピーさ」を表情認識を用いて取得し，それを植物をモチーフとした表現でオフィスの休憩室に提示することで，社会的関係を維持向上させることを目指したシステムを提案している．これらの研究は，EELF が利用するエンタテインメントの性質とは異なる，直感的で楽しい表現を直接的に応用した研究である．

エンタテインメントによる意欲の引き出し効果を用いた研究として，エンタテインメントを用いて教育の効果を向上させることを目的とするエデュテインメントと呼ばれる研究分野がある[7]．学習動機付けモデル ARCS[8] によると，学習は興味を引き，動機付けするという段階をまずふむ必要があるとされる．このことからも，エンタテインメントは学習の動機付けに対して適応性が高い．楽しくない状況を楽しくするためにエンタテインメントを導入するという点でこの研究は EELF の考え方と一致するが，EELF では作業内容にかかわらずに，作業意欲が維持向上されない状況に対処する方法を導入する枠組みを与えている点で異なっている．

懐優館に類するエンタテインメントシステムの研究もいくつか存在する．杉野ら[9] は，台所で料理をする状況にリズム性に基づくエンタテインメントを導入し，日々継続的に行わなければならない料理を楽しめるような仕組みを提唱している．また，安藤らのプレゼンテーションへの注意を維持するための手法[10] は，画面隅のキャラクタが意外性のある動きを見せる，というエンタテインメント的な表現により，プレゼンテーションへの注意を維持するという手法である．しかし，いずれの研究も長期使用の問題に触れておらず，意欲の維持向上を長期間実現できるかどうかは明らかでない．

2.　主観的比較

2.1　既存システムの性質

1.2 節のアンケートによると，Weekend Battle の問題点は，他者との比較競争を提供するエンタテインメントである対戦ゲームにおける意欲低下にあることがうかがえる．Weekend Battle の提供する，他者との比較競争を提供するエンタテインメント（以下，単に比較という）には，以下に示す 2 つの性質がある．

（1）　比較における勝敗は値の大きさのみに依存する．すなわち，Weekend Battle に実装されている対戦ゲームは，乱数的要素はあるものの基本的には各キャラクタの強さを意味する値であるパラメータの大小で勝敗が決定する．

（2）　比較における勝者はただ 1 人である．つまり，対戦ゲームでは最終的に勝ち残ったキャラクタのみが勝者となる．しかも，ゲーム終了時に勝ち残ったキャラクタの間にも明確な順位付け（残り体力の多い順）がなされるため，勝者はただ 1 人に決定する．

直感的には，Weekend Battle における比較は，値の大小という客観的な指標でなされるといえる．以下，このような特徴を持つ比較を客観的比較と呼ぶ．

EELF に基づくエンタテインメントシステムである Weekend Battle は，各ユーザの主観

© 2009 Information Processing Society of Japan

的作業量を視覚化することを意欲向上の要素の 1 つとしてとらえているため，各キャラクタのパラメータは主観的作業量の蓄積に応じて上昇する．客観的比較の性質 1 により，主観的作業量を蓄積することによりパラメータを大きくするほかに，比較に勝利する方法はない．

ところが，ユーザの作業量は時期によりそれぞれ異なるため，長期間 Weekend Battle を利用し続けると，途中で主観的作業量が蓄積されない時期があったユーザのキャラクタは成長せず，パラメータは上昇しない．パラメータは累積的に増加するため，1 度このような差が発生すると，その差を埋めることは難しくなる．しかも，その差を埋めるべく努力している間の比較では，性質 2 のために，継続的に成長してきたキャラクタに敗北し続けることになる．結局，1 度差がついてしまうと比較での勝利に対する意欲を急速に失うと考えられる．

この問題は，Weekend Battle の利用開始時期が異なるユーザ間で顕著に発生すると考えられる．つまり，遅れて利用を開始したユーザは，すでに利用が進み十分にパラメータを蓄積したキャラクタたちと比較を行わなければならず，Weekend Battle 利用当初から比較における勝利が期待できず，意欲の維持向上に効果がないという問題が起こると考えられる．このことは，Weekend Battle の実用性を損なっているといえる．

つまり，客観的比較が有するこれらの性質が，EELF に基づくエンタテインメントシステムの長期間利用時に発生する意欲低下の問題を引き起こしていると考えられる．

2.2　比較の改善

人間はそれぞれ「美しい」「綺麗」「かっこいい」のような，それぞれの好みに基づく主観的判断基準を有している．このとき，ある対象物に対して，それらのうちどの尺度が重要であるかは人によって様々である．また，たとえば「美しい」という尺度を取り上げたとしても，その尺度値を構成する要素が何であるか（色，形状，バランスなど）とその「美しい」という尺度に対する影響の度合いは様々であると考えられ，複数の対象物に対しいずれが最良のものであるかという判断は異なる．

この「好み」に基づく比較手法を EELF に基づくエンタテインメントシステムに導入することで，2.1 節で述べた問題の解決を図る．具体的には，主観的判断に用いることのできるキャラクタの構成要素が各ユーザの好みに沿ってそれぞれ変化するようにし，ユーザにそのようにして変化した互いのキャラクタをそれぞれの好みの判断基準に従って比較させる，という手法である．

このとき，判断基準を構成する要素，すなわちキャラクタのパラメータ値が大きいキャラクタが必ずしも勝利するとは限らない．たとえば，キャラクタの身体の大きさというパラメータに対して，ユーザ A は「大きいことはいいことだ」と考え身体の大きいキャラクタを育成する一方で，ユーザ B は「小さくてかわいいキャラクタが好き」と考えて身体の小さいキャラクタを育成することが考えられる．この場合，単純なパラメータの大小ではユーザ A が勝利するが，ユーザ B にとっては「より小さい」自分が勝利していると考えることになる．すなわち，この比較は客観的比較が有する性質 1 を有さないといえる．

また，それぞれのユーザが異なる判断基準を有しているため，比較における勝者はユーザごとに存在する．先の例でいうと，ユーザ A にとっては「身体の大きさが最大」のキャラクタが勝者である一方，ユーザ B にとっては「身体の大きさが最小，あるいは特定のかわいい大きさにより近い」キャラクタが勝者であると考えられる．一般に，この両者を同時に満足することはできないので，勝者は客観的にいずれか 1 つのキャラクタとしては確定せず，必然的に客観的比較が有する性質 2 を有さないことになる．

本論文では，この好みに基づく比較のような各ユーザの主観に基づく判断基準を用いた比較手法を主観的比較と呼ぶ．主観的比較を用いることで，客観的比較が有する問題となる性質を排除したエンタテインメントを実現できると考えられる．

3.　懐　優　館

懐優館は，2.2 節で述べた主観的比較を有する EELF に基づくエンタテインメントシステムであり，Weekend Battle と同じくデスクワークの作業意欲を維持向上させることを目的としている．懐優館の概要を**図 4** に示す．他の EELF に基づくエンタテインメントシステム同様，懐優館もユーザの主観的作業量を反映した形で各ユーザのキャラクタである熱帯

図 4　懐優館の概要
Fig. 4　Overview of Virtual Aqualium with Subjective Competition (VASC).

© 2009 Information Processing Society of Japan

魚を成長させ，ユーザはそれらを「好み」に基づいて比較することで，デスクワークに対する意欲を刺激される．

好みによる主観的比較を行う懐優館では，キャラクタの成長をそれに沿った形で実現する必要がある．以下では，まずキャラクタの成長について詳しく述べ，その後，実装について説明する．

3.1　キャラクタの成長

本節では，好みによる主観的比較をユーザが行えるようなキャラクタの設計と，そこから生じる問題の対処について述べる．まず，好みによる主観的比較を実践するために成長要素に関するキャラクタが持つべき特性を論じ，逆に客観的比較を行えないようにそれらの要素をどのように変化させるかを議論する．また，キャラクタを育成する期間を制限する必要性とその弊害への対処を述べる．

3.1.1　成長要素の多様化

ユーザに対して好みによる主観的比較を行わせるためには，比較対象となるキャラクタである熱帯魚の好き嫌いを判断する要素を提供する必要がある．ユーザごとに判断に用いる要素は異なると考えられるため，要素は単一ではなく，互いに異なる多数の要素を提供することが望ましい．熱帯魚はその好ましさを表現しうると考えられる要素が多数存在するため，主観的比較のためのキャラクタとして適当である．熱帯魚キャラクタが有する比較のための要素として懐優館で実装したものを**表 1** に示す．

それぞれの要素を増減・変更させるためには，ユーザの主観的作業量が一定以上蓄積されたときにシステムから与えられる餌を用いる．各ユーザは，懐優館使用時にそれぞれの要素を変更するためのどの餌が欲しいかをあらかじめ指定することで，ユーザの主観的作業量に応じて，ユーザの好みに沿った熱帯魚になるように各要素を変更することができる．これにより EELF が要請する育成ゲームの性質を満たす．

表 1　比較のための熱帯魚の要素
Table 1　Properties of tropical fish for subjective comparison.

要素	変化軸/範囲/要素数
身体の大きさ	大きい・小さい
胴体の太さ	太い・細い
ひれの大きさ（背びれ・尾びれ・尻ひれ・左胸びれ・右胸びれ）	短い・長い
泳ぐ速度	速い・遅い
色相	0 度〜359 度
彩度	高い・低い
明度	明るい・暗い
柄	402 種類

なお，予備調査の結果に基づき，およそ 10 分間継続的に一生懸命作業を行うごとに 1 つの餌を手に入れられるように，餌の取得頻度を調整している．また，主観的作業量の推測には，文献 2) で用いた文章作成・プログラミング・プレゼンテーション作成に関する作業量推測式に加えて，表計算ソフトウェアでの作業量推定式を同文献で示した推定式導出手法を用いて実験的に導出し，用いている．

3.1.2　客観的比較の排除

懐優館では，主観的比較の効果を最大限に導くため，客観的に比較可能になる要素をできるだけ排除する．餌の概念を用いた場合，単純に餌の個数を比較可能にすると，餌数の大小という尺度を用いて客観的比較が可能になる．そのため，餌の個数や蓄積された主観的作業量は各ユーザにのみ提示され，3.2.2 項で示すすべてのユーザが見ることができる比較ユニット上ではそれらを提示しない．

しかし，単純に主観的作業量の蓄積に対してユーザの望む餌が手に入る場合，長期間懐優館を使用し続けると，餌の適用度合いにより，各ユーザがどの程度の餌を手に入れ，適用したかが推測可能になると考えられる．これは，与えた餌の数に対して増減するパラメータが一定の変化を示すために，経験を積むにつれてユーザはどの程度の餌を与えるとどの程度増減するかの推測が容易になることが原因である．これにより，ユーザ間での餌数による客観的比較ができる可能性がある．これに対処するために，餌 1 個あたりのパラメータ変化量を変動させることが考えられるが，この場合だと，餌の個数とパラメータの増減量とが一致せず，餌を与えたユーザにとって，熱帯魚の変化から直感的に自分の努力度合いを類推することが困難になり，たまたま変化量が小さい状態が続くとユーザが不満に感じるという問題が起こると考えられる．

そこで懐優館では，次の 2 つの手法で客観的比較を難しくする．

(1)　手に入れる餌の種類が確率的に変化する．具体的には，1 つの餌を手に入れるまでにかかった時間が長いほど，実際にユーザが求めた餌ではないまったく別の餌が手に入る可能性が高くなるようにする．餌を手に入れるまでに時間がかかる状態は，短期的に見ると努力の度合いが小さいことを意味するので，ユーザにとっては努力の度合いを定量化する時間的要素が増えたととらえることができる．したがって，餌があまり手に入らず成長が緩やかである状態と自分の努力度合いとの関係は変化しない．また，同一餌数を手に入れたとして

© 2009 Information Processing Society of Japan

も，そのうち実際にユーザが希望した餌数がいくつになるかは異なるため，その変化から実際にどれだけユーザが餌を手に入れたかを他者が類推して客観的比較を行うことは難しくなる．さらに，予期しない餌を手に入れることにより，ユーザに新しい観点を提示することもできるようになる．

（2）　手に入れた餌を使うタイミングをユーザに委ねる．餌はユーザが使用したいタイミングまで蓄積することが可能である．そのため，手に入れた餌をつねにユーザが使用するとは限らず，また，餌を使用した期間とユーザが一生懸命に作業した期間とが一致するとは限らない．そのため，他者にはある期間に手に入れた餌数を類推できず，それを用いた客観的比較は困難である．

3.1.3　キャラクタの寿命

さらなる問題として，ユーザの育成している熱帯魚は，累積的に餌を与えることにより，いつかユーザの好みの形に行き着くと考えられる．この場合，ユーザはそれ以上その熱帯魚を育成することに意味を感じなくなり，熱帯魚を育てる意欲が失われてしまうという問題が起こる．

この問題に対処するために，熱帯魚を育成できる期間を制限する．懐優館では，3 種類の熱帯魚を育成することができ，種類ごとに別の育成期間を設定している．育成期間を終え，寿命を迎えた熱帯魚はそれ以上餌を与えることができなくなり，システムによりユーザは新たに別の熱帯魚を育成するように促される．熱帯魚の種類と寿命を**表 2** に示す．

寿命は，3.1.2 項で述べた客観的比較を除く手法 2 を効果的に働かせる手法としても有効である．すなわち，ある熱帯魚を育てている間に蓄積した餌をその熱帯魚に対しては利用せず，その熱帯魚が寿命を迎えた後，次に育成を始めた熱帯魚に対して蓄積した餌を一気に与えることで，より大きな変化を熱帯魚に与えることができる．これは，育成期間の短い種の熱帯魚に対して，その期間に得られる餌の数よりも大きな変化をユーザが欲している場合に有用である．

ところが，この方法では，これまでの EELF に基づくエンタテインメントシステムが維持してきた，使用開始時からこれまでに蓄積してきた主観的作業量の累積を提示することができなくなる．そこで懐優館では，寿命を迎えた熱帯魚を鑑賞するためのインタフェースである，パーソナルアクアリウムを提供する．パーソナルアクアリウムでは，これまでにそのユーザが育成してきた熱帯魚と，その熱帯魚に与えた餌の総数が提示できるようになっている．パーソナルアクアリウムの実装は 3.3 節で述べる．

表 2　熱帯魚の種類と育成期間
Table 2　Sort and lifetime of tropical fish.

種別	育成期間（日）
グッピー	3
エンゼルフィッシュ	7
アロワナ	14

3.2　実　　装

図 4 に示したように，懐優館は，各ユーザのデスクトップ上で実行される，個々の熱帯魚を育成するための育成ユニットと，共有スペースに配置され，他者の熱帯魚との比較を行うための比較ユニットからなる．

3.2.1　育成ユニット

育成ユニットでは，以下の 3 機能を提供する．

- 熱帯魚の提示
- 餌の使用と所有状況の確認
- 主観的作業量の推定

育成ユニットのメインウィンドウを**図 5** に示す．メインウィンドウには，各ユーザの熱帯魚と，次に餌が手に入るまでに必要な主観的作業量とその残量を示すプログレスバーが常時表示される．ただし，このウィンドウはつねに最前面に表示されるわけではなく，必要に

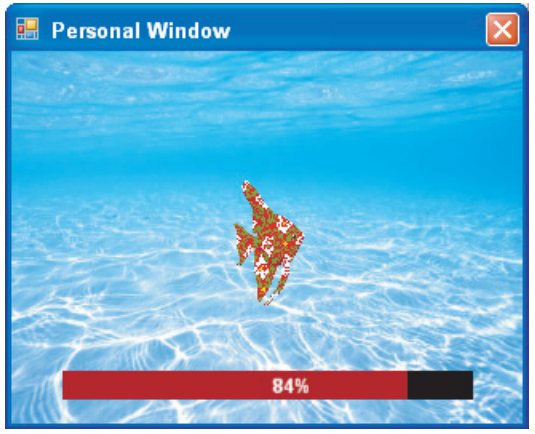


図 5　育成ユニット：メインウィンドウ
Fig. 5　Rearing unit: main window.

© 2009 Information Processing Society of Japan

図 6　育成ユニット：餌提示ウィンドウ
Fig. 6　Rearing unit: feeding window.

応じてユーザがウィンドウをアクティブにしない限り熱帯魚やプログレスバーの様子は確認できない．右クリックで表示されるメニューにより，現在の餌の所有状況を示すウィンドウを提示し，ユーザはそのウィンドウ上で熱帯魚に与える餌を選択する（**図 6**）．また，3.3 節で述べるパーソナルアクアリウムの起動もこのメニューから行う．

主観的作業量は 5 秒ごとに算出され，そのデータは逐一比較ユニットに送信される．

3.2.2　比較ユニット

比較ユニットでは，以下の 2 機能を提供する．

- 全ユーザの熱帯魚を同時に提示
- 全ユーザの熱帯魚の情報を格納

比較ユニットは，休憩エリアや共用テーブルなど，懐優館を使用する全ユーザの目に触れやすい共有スペースに配置する．比較ユニットのディスプレイには，ヴァーチャルアクアリウムを模した水槽が表示されており，その中に全ユーザの熱帯魚が同時に提示される（**図 7**）．各ユーザはこの比較ユニットを眺め，他者の熱帯魚と自分の熱帯魚との比較を行う．なお，画面上の熱帯魚にマウスカーソルをポイントすると，各熱帯魚の名前と所有ユーザの名前が表示されるようになっている．

図 7　比較ユニット
Fig. 7　Comparison unit.

比較ユニットを共有スペースに置くのは，懐優館の比較ユニットがインフォーマルコミュニケーションの活性化に役立つと考えられるためである．インフォーマルコミュニケーションは複数人で行われる業務や協調作業を円滑に進めるために重要であることが知られている[11]．また，Weekend Battle において，その比較対戦要素である週末の対戦ゲームについての会話が自発的にユーザ間で発生することが分かっている[2]．これらのことから，複数のユーザ間で積極的に比較について会話することによる，コミュニケーションの機会を誘発することを狙って，比較ユニットを各ユーザのデスクトップで閲覧するのではなく，共有スペースへ配置してそこへユーザの足を運ばせるものとしている．

ユーザによっては，デスクワーク作業環境が複数の箇所にわたっている可能性がある．そこで，懐優館の育成ユニットを複数箇所で起動することを考慮し，現在までの主観的作業量，現在の熱帯魚のパラメータ，餌の個数，これまでに育成した熱帯魚の情報をすべて比較ユニットで管理する．これらの情報とユーザとは，懐優館が独自に管理するアカウント情報により対応づけられる．

3.3　パーソナルアクアリウム

パーソナルアクアリウムは，これまでにユーザが育成し，寿命を迎えた熱帯魚たちを表示

© 2009 Information Processing Society of Japan

図 8　パーソナルアクアリウム
Fig. 8　Personal Aquarium.

する機能である．これは，3.1.3 項で述べた，各ユーザの主観的作業量の累積を確認するために備えられている．パーソナルアクアリウムのインタフェースを**図 8** に示す．

パーソナルアクアリウムのメインウィンドウには，自分がこれまでに育成してきた熱帯魚が表示される．また，各熱帯魚の詳細として，姿かたちのほかに，与えた餌の種類と数に加え，その期間に得た餌の個数を詳細に提示できるようになっている．

4. 評 価 実 験

懐優館が実際に 1.2 節で述べた長期使用における意欲の維持ができなくなるという問題を解決し，作業意欲の維持向上を図れるかを評価するための実験を行った．

4.1 環　　境

本実験は，情報科学を専攻する大学生・大学院生の所属する研究室において実施した．被験者はこの研究室に所属する学生 16 名（女性 5 名，男性 11 名）であった．実験期間は 2007 年 6 月 25 日から 2008 年 2 月 17 日までの 34 週であった．

各被験者はそれぞれ各自が専有するデスクワーク用の計算機を研究室に有しており，懐優館はその計算機にのみ導入した．被験者には実験のための特別なタスクを与えず，日常の業務を行わせた．日常業務は期間の前半では文章作成（授業レポートおよび輪講資料作成のための資料整理）が主で，期間後半ではプログラミングの業務（コーディングおよびドキュメント作成）が増加しており，いずれの作業についても被験者にとって意欲向上が期待できないものが多かったが，内容や分量は被験者ごとに様々であった．

実験開始前に，各被験者には懐優館の目的と使用法に関して説明した．具体的にはまず，懐優館が作業意欲の維持向上のためのシステムであり，作業量に応じて熱帯魚を育てる餌が手に入り，それを用いて自分の熱帯魚を成長させ，他者の熱帯魚と比較することができることを教示した．その後，紙資料を用いて，懐優館のインタフェースと，キャラクタである熱帯魚のパラメータの種別，および餌の入手方法を教示した．この際，望んだ餌が手に入る可能性が変動すること（3.1.2 項の (1)）は教示したが，単一の餌で各パラメータがどのように変動するかは教示しなかった．なお，この紙資料は各被験者に配布され，いつでも参照することができるようにした．

これらの教示により，被験者は懐優館の目的を把握してしまうため，以降の評価にこの知識が影響を与える可能性がある．しかし，懐優館を実際の利用場面に適用する際，目的を知らないままに利用者が懐優館を使用し続ける場面は想定し難い．そのため，本実験では懐優館の目的を教示したうえで実験を実施することとした．ただし，懐優館の機能のどの部分が特に面白さや意欲の向上に役立つと考えているかに関する仮説や，客観的比較と主観的比較の違いなど，評価考察の根幹にかかわる知識はいっさい伝えなかった．

また，この研究室にある共有テーブルのそばに比較ユニットを配置した．比較ユニットのディスプレイには 19 インチのものを用いている．比較ユニットのディスプレイを被験者が見るかどうかは各自の判断に任せ，実験者はいっさいの指示をしなかった．

本実験において，被験者は実験に積極的に参加を希望した者から選定した．このとき，計算機性能の不足により実験に参加できなかった被験者が数名いた．また，被験者に実験途中で懐優館の使用を中止できることを明示的には教示しなかった．しかし，懐優館はユーザの操作をほとんど要求せず，そのメインウィンドウもつねに最前面に表示されるわけではない．そのため，メインウィンドウや共有ディスプレイを閲覧，操作しないことにより，被験者は懐優館を実質的に用いないでいることはできた．

4.2 方　　法

評価はアンケートによる主観評価で実施した．各週の初めにアンケートを提示し，前週について回答させた．アンケートの項目を以下に示す．

(1)　懐優館は面白かったか
(2)　懐優館により作業のやる気が出たか
(3)　他人の熱帯魚と比較したか

© 2009 Information Processing Society of Japan

(4)　パーソナルアクアリウムは育成に影響を与えたか

(5)　今後も懐優館を使いたいか

項目 (1)，(2) および (5) は 7 段階（−3：非常につまらなかった・非常にやる気がなくなった・絶対使いたくない，0：影響はなかった・どちらともいえない，+3：非常に面白かった・非常にやる気が出た・絶対使いたい）で，項目 (3) は「はい・いいえ」の選択形式で，また項目 (4) は 4 段階（0：まったく影響しなかった，+3：非常に影響を与えた）でそれぞれ回答させた．

さらに，項目 (1) では，その理由を以下の項目から複数選択を許して選択させた．

(比)：比較することが面白い

(好)：自分の好きなように熱帯魚を育てられる

(餌)：餌を集めることが面白い

(種)：餌の種類が多いことが面白い

(他)：その他（自由記述）

また，項目 (2) では，その理由を以下の項目から複数選択を許して選択させた．

[成]：熱帯魚を成長させたかったから

[頑]：自分のがんばりを感じられたから

[入]：餌の入手までがんばろうと思ったから

[当]：欲しい餌を入手する確率を上げたかったから

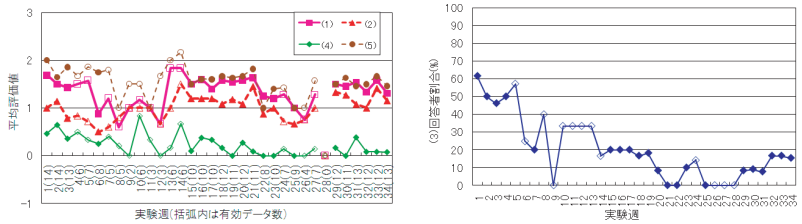
[他]：その他（自由記述）

評価においては，1 週間に 3 日以上作業を行っていたユーザのアンケート結果を有効データとして扱った．また，長期使用実験の第 32 週および第 33 週にて，1 名の被験者について懐優館の一部機能が使用できないというトラブルがあったため，この 2 週のその被験者のデータを無効とした．

4.3　結　　果

4.2 節で述べたアンケート結果の平均値，および質問項目 (3) に対する，有効アンケート数における「はい」と回答した被験者の割合を実験週ごとに**図 9** に示す．また，有効アンケート数における，質問項目 (1) および (2) の理由それぞれの項目を回答として選択した被験者の割合を実験週ごとに**図 10** に示す．両理由とも複数選択を許したため，各週の割合の合計が 100%を超えることがある．

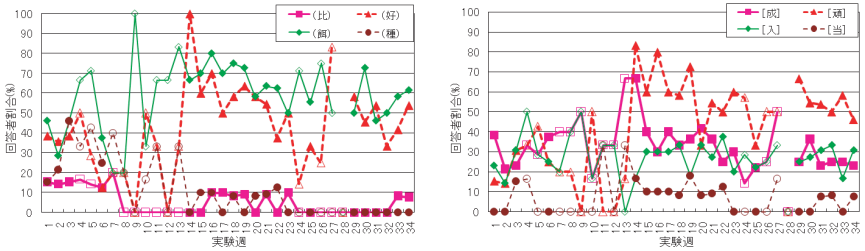
すべての図において，記号が白抜きになっているものは，その週の有効アンケート数が被験者の半数未満だった週を示している．また，第 28 週は有効アンケート数が 0 となった．



(a) 質問 (1)，(2)，(4)，(5) 平均値　　(b) 質問 (3)「はい」回答者割合

図 9　アンケート結果推移

Fig. 9　The result of the questionnaire.



(a) 質問 (1) の回答理由　　(b) 質問 (2) の回答理由

図 10　質問 (1)，(2) 回答理由の推移

Fig. 10　The reason of question (1), (2).

なお，この週はちょうど年末年始期間に該当する．なお，有効アンケート数が被験者の半数未満だった週を以降の分析では用いていない．

4.4　考　　察

図 9 (a) より，懐優館が楽しかったか，意欲が向上したかの両項目に対する回答において，すべての週でアンケート評価の平均値は 0 より高い．このことから，懐優館は持続的に作業意欲の維持向上が可能であると考えられる．

ところが，図 9 (b) を見ると，他者と比較を行ったユーザは時間を追うごとに減少する傾向にあることが分かる．このことから，被験者が楽しさや意欲を感じる原因となる要因が比較でありうるのは実験期間の初期だけであることがうかがえる．また．図 10 (a) によると，(比) を面白さの原因としてあげた被験者の割合はつねに低い．このことからも，被験者は主観的比較に対して楽しさを見い出していない可能性が示唆される．

© 2009 Information Processing Society of Japan

そこで，懐優館の楽しさや意欲向上の原因を考察する．図 10 (a) を見ると，（好）および（餌）を原因としてあげた被験者の割合が終始高い．このことから，「好きなように育てられる」という自由度や，「餌をこんなに集めた」という達成感が面白さを与えていると考えられる．一方，（種）を原因としてあげた被験者の割合は実験期間の初期では高いが，これ以降は減少傾向を示し，23 週以降は 0%となる．これは，期間初期にあった「他にどんな種類があるのだろう」といったような未知への期待感が時間，経験とともに低下していったためであると考えられる．

次に，図 10 (b) を見ると，［頑］を意欲向上の理由としてあげた被験者の割合が実験期間の初期から徐々に増加し，期間後半では最も高い割合を示すようになっている．また，［入］と［成］を理由としてあげた被験者の割合はほぼすべての期間で 20〜30%と安定している．このことから，特に長期間使用時において，熱帯魚の成長による主観的作業量のフィードバックや，プログレスバーを用いた「もうちょっと頑張れば餌が取れるから頑張ろう」という短期の目標を懐優館が与えていることが意欲を生み出していると考えられる．

ところで，被験者があげた理由による意欲向上はもともと EELF が期待していたものと合致しているが，キャラクタによる主観的作業量のフィードバックやプログレスバーによる短期目標の提供は，Weekend Battle でも同様に提供されており，これだけでは懐優館が持続的に被験者の意欲を維持向上させることができた理由を説明できない．

懐優館だけが長期使用時の意欲向上に成功した理由の 1 つとして，目的の多様化が考えられる．Weekend Battle においてキャラクタを育てる目的は唯一対戦ゲームでの勝利であるのに対し，懐優館では主観的比較を実現するために多数のパラメータを提供したため，「どのような熱帯魚を育てるか」というキャラクタ成長の目的を，各ユーザが好みに応じて数多く想定することができる．楽しさの原因として（好）があがっていたことからも，各ユーザは自分の好きなようにキャラクタである熱帯魚を育てることに楽しさを見い出しており，懐優館ではそれがひとたび達成されても，そのユーザにとって好ましい「別の」熱帯魚を育てるという目的を想定し，それを目指して作業を行うことができる．このことにより，Weekend Battle では実現できなかった持続的な意欲の維持向上が達成できたと考えられる．

次に，ほとんど行われなかったとされる比較の意義について考察する．実験期間終了後，他者の熱帯魚が表示されている比較ユニットのディスプレイの必要性についてアンケート調査したところ，被験者 16 名中 13 名が「比較ユニット（のディスプレイ）がなくなると楽しさや意欲向上に悪影響が出る」と回答した．この回答を寄せた被験者のうち 3 名は実験期間中 1 度も比較を行っていない．13 名にさらにインタビューを行い，その理由を尋ねたところ，意欲向上の観点では「みんなでやっていることが重要」「見てもらっているからがんばる」という理由を回答した被験者が複数見られた．

このことから，被験者は比較ユニットを用いて自ら積極的に他の被験者に勝ちたいと考えているというよりもむしろ，比較ユニットから他者と共存している感覚を得たことで，他者を意識して熱帯魚を成長させるようになり，それが意欲向上につながったと考えられる．つまり，他者との比較により自己の優位性を認識することで意欲が刺激されるよりも，他者と共存しているという意識が，より効果的にキャラクタを成長させようとする意欲への刺激となったと考察される．

本実験では，被験者に熱帯魚のパラメータ種別を教示して実験を行った．そのため，被験者間で偶然同一のパラメータを成長させようという目的を共有することがある．この状況において，同じパラメータを成長させようとしている被験者間では客観的比較ができる可能性が生まれる．しかし，熱帯魚には寿命があるためにこの比較がなされる期間は短く，懐優館を使用している途中で目的を自由に変更できるため，継続的にこのような客観的比較が行われる状況が発生する可能性は低いと考えられる．しかも，ユーザは自分が持つ餌を次の熱帯魚に持ち越すことができるため，ある目的で敗北が確定的になったと判断したユーザは，その餌を次の機会に持ち越して，別の目的を設定することもできる．これらのことから，パラメータが事前に教示されていることによる，作業意欲や面白さへの影響は限定的であると考えられる．

最後に，パーソナルアクアリウムの価値について考察する．図 9 (a) から，パーソナルアクアリウムは被験者に楽しさや意欲にほぼ影響を与えていないことがうかがえる．実験期間終了後，パーソナルアクアリウムを使ったことがあるかどうかをアンケート調査したところ，まったく使ったことがないと回答した被験者は 16 名中 12 名であった．にもかかわらず，同時にパーソナルアクアリウムが失われると面白さや意欲に悪影響が出るかを質問したところ，7 名が「悪影響が出る」と回答し，そのうち 4 名はまったく使ったことがないと回答した被験者であった．この 7 名に理由を尋ねたところ，「以前成長させた熱帯魚が残っているという事実そのものが重要で，寿命になるとなくなってしまうのではやる気が出ない」と回答した被験者が複数見られた．つまり，パーソナルアクアリウムは直接的に面白さや作業意欲の向上には貢献しないものの，主観的作業量が累積している感覚を被験者に与えることができ，累積値が初期化されることから発生する不満を解消していると考えられる．

© 2009 Information Processing Society of Japan

5. おわりに

本論文では，日常的に行われるつまらない作業の意欲を維持向上させることを目的とした EELF に基づくエンタテインメントシステムがこれまでかかえてきた，長期使用時の作業意欲を維持向上させることができないという問題を解決する手法として，主観的比較を提案した．そして，それに基づくエンタテインメントシステムである懐優館を実装し，34 週にわたる実環境での使用評価実験を行った．

その結果，懐優館は実験期間中持続的に作業意欲を維持向上させることができるシステムであることが分かった．しかし，その理由は元々想定していた主観的比較によるものではないことも示された．この理由を考察した結果，主観的作業量の直感的フィードバックや餌を手に入れるという短期目標が与えられることによるという既存のエンタテインメントシステムと同様の理由に加え，次の 2 つの理由があることが分かった．

（1）　多数のパラメータを導入したことで，キャラクタ育成に対するユーザの目的が多様化したこと

（2）　既存のエンタテインメントシステムが目指していた他者との比較により自己の優位性を認識することで意欲を刺激することではなく，他者と共存しているという認識を懐優館が与えていること

また，ユーザの主観的作業量の累積を提示することは直接作業意欲の刺激には結び付かないことが示されたが，同時に，キャラクタが更新される懐優館でその提示が失われることに対してユーザは不満を持つため，累積提示はその使用頻度にかかわらず必要であることも分かった．

今後は，比較ユニットが他者と共存しているという感覚を持続的に与える効果を有することに対してより深い検討を行い，懐優館がユーザ間のコミュニケーションにどのように影響を与えるか，それが協調作業の意欲や能率にどのように影響するかを分析する．また，デスクワーク環境以外にも懐優館を適用し，同様に長期間の使用に耐えるシステムであるかを評価することも検討している．

謝辞　本研究を遂行するにあたり，数多くの有益な助言をいただいた京都産業大学の水口充氏に感謝の意を表する．

参　考　文　献

1) 倉本　到，芝田祐也，島田卓哉，渋谷　雄，辻野嘉宏：日常生活の日常生活による日常生活のためのエンタテインメント，エンタテインメントコンピューティング 2006 講演論文集，pp.117–118 (2006).
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) Shimada, T., Kuramoto, I., Shibuya, Y. and Tsujino, Y.: Keep Healthy with Fun: An Entertainment System for Keeping the Motivation of Daily, Dull and Monotone Exercise, *Proc. 4th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology* (*ACE2007*), pp.280–281 (2007).
4) Kuramoto, I., Shibata, Y., Shibuya, Y. and Tsujino, Y.: An Entertainment System for Improving Motivation in Repeated Practice of Musical Instruments, *Proc. 12th International Conference on Human-Computer Interaction* (*HCII2007*), Part IV, pp.278–283 (2007).
5) Chao, D.: Doom as an interface for process management, *Proc. SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (*CHI'01*), pp.152–157 (2001).
6) Bernhaupt, R., Boldt, A., Mirlacher, T., Wilfinger, D. and Tscheligi, M.: Using Emotion in Games: Emotional Flowers, *Proc. 4th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology* (*ACE2007*), pp.41–48 (2007).
7) Pan, Z., et al. (Eds.): *Technologies for E-Learning and Digital Entertainment* (*Edutainment2008*), LNCS5093, Springer, Germany (2008).
8) 鈴木克明：『魅力ある教材』設計・開発の枠組みについて—ARCS 動機づけモデルを中心に，教育メディア研究，Vol.1, No.1, pp.50–61 (1995).
9) 杉野　碧，岩渕絵里子，椎尾一郎：家事と食卓を楽しくする「歌うダイニングキッチン」の試作，エンタテインメントコンピューティング 2007 講演論文集，pp.67–70 (2007).
10) 安藤雅洋，植野真臣：e-learning における効果的な教材提示方法の研究，日本教育工学会第 19 回全国大会，pp.759–760 (2003).
11) Jacovi, M., Soroka, V. and Ur, S.: Why do we reachout?: Functions of a semi-persistent peer support tool, *Proc. 2003 International ACM SIGGROUP Conference on Supporting Group Work* (*Group'03*), pp.161–169 (2003).

(平成 21 年 3 月 18 日受付)
(平成 21 年 9 月 11 日採録)

© 2009 Information Processing Society of Japan

倉本　　到（正会員）

2001 年大阪大学大学院基礎工学研究科情報数理系専攻博士後期課程修了．博士（工学）．同年より京都工芸繊維大学工芸学部電子情報工学科助手．同大学助教を経て，2007 年京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科准教授．ヒューマンインタフェース，エンタテインメントコンピューティングおよび計算機上での協調作業に関する研究に従事．ヒューマンインタフェース学会会員．

片山　拓馬

2009 年京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科修了．修士（工学）．同年富士通株式会社に入社，現在に至る．在学中は作業意欲を維持向上させるエンタテインメントシステムおよびヒューマンインタフェースに関する研究に従事．

渋谷　　雄（正会員）

1990 年大阪大学大学院工学研究科通信工学専攻博士後期課程修了．工学博士．同年より京都工芸繊維大学工芸学部電子情報工学科助手，同講師，同助教授を経て，2007 年同大学情報科学センター教授．1997〜1998 年ドイツ，カッセル大学客員研究員．ヒューマンインタフェース，人間情報技術の研究に従事．電子情報通信学会，ヒューマンインタフェース学会，システム制御情報学会，日本人間工学会，ACM 各会員．

辻野　嘉宏（正会員）

1979 年大阪大学基礎工学部情報工学科卒業．1984 年大阪大学大学院博士課程修了．工学博士．同年大阪大学基礎工学部助手．同大学講師，助教授を経て，1999 年より京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科教授．計算機言語，並列処理記述，HCI，ソフトウェア工学に関する研究に従事．IEEE-CS，ACM，電子情報通信学会，日本ソフトウェア科学会，ヒューマンインタフェース学会各会員．

© 2009 Information Processing Society of Japan