

公共交通機関における立ち状態を動機付けする エンタテインメントシステムの実装と評価

石橋 拓也¹ 山本 景子¹ 倉本 到¹ 辻野 嘉宏¹

概要: 混雑中の公共交通機関において、立ち続けることは疲労と退屈さを感じさせる。しかし、通勤・通学時には時間や路線の制約から常に座席に座ることは難しく、無理に座ろうとするとマナーの問題が発生する。筆者らは以前、積極的に立ち続ける動機を与える手法として、加速度センサを用いてユーザの立ち座りを判別し、立ち続けることに対する報酬として育成ゲーム上のキャラクタを成長させるエンタテインメントシステムを提案・実装した。本稿では、実際の通学環境におけるシステムの有効性評価実験を行った。その結果、座席がほぼ埋まっている程度の混雑時において、ユーザを積極的に立ち続けさせる効果があることがわかった。

キーワード: 動機付け, ゲーミフィケーション, 行動認識, 公共交通機関

Design and Evaluation of Entertainment System for Motivating to Stand in Public Transportation

TAKUYA ISHIBASHI¹ KEIKO YAMAMOTO¹ ITARU KURAMOTO¹ YOSHIHIRO TSUJINO¹

Abstract: In crowded public transportation such as buses, trains and so on, standing passengers feel fatigue and boringness. However, if they would occupy the seats in buses or trains at any times, it might cause moral hazard. To solve the problematic situation, we had proposed an entertainment system to motivate users to stand. In the proposed system, they have their own avatars, and the avatars grow up while their owners stand in buses or trains. The system discriminates whether an user is standing or not with an accelerometer. In this paper, we conducted an experimentation to evaluate the effectiveness of the system practically. As a result, it is found that the system can motivate participants to stand in buses or trains when their seats are almost occupied.

Keywords: motivating, gamification, recognizing human action, public transportation

1. はじめに

電車やバスなどの公共交通機関において、混雑時は座席が埋まりやすいため、座席に座ることができない場合がある。特に通勤・通学時は目的地への到着予定時刻と経路が他の乗客と重なることが多く、混雑状況を常に回避することは難しい。

人は一般に、座っている状態（以降、座り状態）より立っている状態（以降、立ち状態）において疲労を感じる。し

かし、座席に座ることにこだわると、身体的弱者が座席に座れなくなる可能性が高くなり、マナーの問題につながる。また、満員電車などの混雑している車両に乗っている間は身動きがとれないため、読書やゲームなどの娯楽によって疲労をまぎらわすこともできない。

筆者らは以前、前述した疲労とマナーの問題を解決するために、公共交通機関における立ち状態にエンタテインメント性を導入することで立つことに対する動機付けを行うエンタテインメントシステムを提案した [1]。実際の通勤・通学環境においてユーザの立ち座り判別精度を測定する実

¹ 京都工芸繊維大学, ent@hit.is.kit.ac.jp
Kyoto Institute of Technology

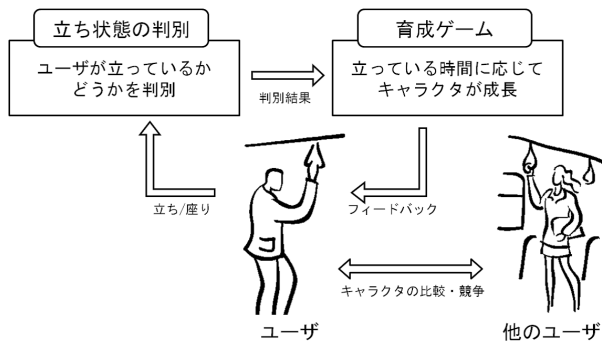


図 1 システムの概念図

験を実施した結果、システムを運用する上で十分な精度が得られた。しかし、立つことに対する動機付けの効果については評価されていなかった。

そこで本稿では、実際の通勤・通学環境に本システムを導入し、ユーザを積極的に立たせることができたか、またそのための動機付けを行うことができたかを評価する。

2. 立つことを動機付けするシステム

2.1 立ち状態への EELF[2] の適用

筆者が所属する研究グループでは、日常の活動にエンタテインメントを導入することで、達成感の得がたい作業に対する意欲を向上させるための枠組みである EELF (Entertainment-for-Everyday-Life Framework) を提唱している。EELF を用いたエンタテインメントシステムである Weekend Battle [3] はキーボードの打鍵数やマウスの移動量からユーザの作業量を検出し、それに応じて成長させた仮想的なキャラクターをユーザ間で比較・競争させることで、デスクワークに対する動機付けを行なっている。このシステムはユーザの実作業環境での評価実験において、作業意欲を向上させることが示されている。

公共交通機関での立ち状態における疲労とマナーの問題は、立ち状態の維持に対する意欲を向上させることで軽減できると考えられる。そこで本章では、これらの問題を解決することを目的とした、公共交通機関における立ち状態に EELF を適用したエンタテインメントシステムの設計を述べる。

EELF に基づくエンタテインメントシステムを実現するためには、ユーザの主観的な努力度合いを定量化し、それに応じてエンタテインメント性をもつフィードバックを与える必要がある。そこで、立ち状態における努力度合いの検出と、それに応じたエンタテインメントの 2 つを設計する。

本システムの概念図を図 1 に示す。本システムは、ユーザの立ち状態を判別する立ち状態判別パート (2.2 で述べる) と、その判別結果に応じてキャラクターを成長させる育成ゲームパート (2.3 で述べる) からなる。

2.2 立ち状態の判別

通勤・通学という活動を阻害することなく、ユーザの「立ち状態を維持しよう」という努力度合いを検出するためには、ユーザが立っているかどうかをシステムが自動的に判別する必要がある。

倉沢ら [4] の研究では、被験者に携帯させた加速度センサの測定値をもとに「歩いている」、「立っている」、「座っている」、「走っている」という 4 つの状態を 9 割以上の精度で判別している。この手法では、ユーザが立っているか座っているかを判別できるのは、端末がズボンのポケットに入れられている場合のみに限定されている。

倉沢らの手法はユーザに単一の加速度センサを携帯させるだけで状態を判別できるため、手軽さという観点で優れている。また、ズボンのポケットは携帯端末の一般的な携帯箇所である [4] ため、立ち状態を判別する上で携帯箇所をズボンのポケットに限定しても問題はないと考えられる。

そこで本システムでは、ズボンのポケットに携帯させた端末の傾きおよび過去 5 秒間における加速度の分散からユーザの「立っている」、「座っている」、「運動している」の 3 状態を判別する手法を採用し、実際の通勤・通学環境においてシステムの運用に十分な精度が得られることを確認した [1]。

2.3 育成ゲームの設計

2.1 で述べた Weekend Battle では、仮想的なキャラクターを成長させる育成ゲームという表現を用いてエンタテインメントを導入している。これに倣い、本システムでも育成ゲームにおけるキャラクターをユーザの努力の結果として成長させ、他のユーザと比較・競争させるものとする。

以降では、立つことに対する意欲を向上させるエンタテインメントシステムとしての設計について特に検討すべき 4 項目を論じる。

(1) 混雑状況における使用への対応

Weekend Battle では、定量化した努力度合いの提示のためにキャラクターの成長を視覚化している。しかし、満員電車などの身動きがとれない状況においては、ユーザが端末を閲覧・操作することは困難である。そのため、視覚のみの情報でキャラクターの成長を提示したり、キャラクターの成長のためにユーザに操作を求めることはできない。

これらの問題を解決するために、本システムにおける育成ゲームは、ユーザが立っているだけで自動的に進行するものとし、キャラクターの成長の様子は視覚に加えて聴覚への提示を行うことで表現する。

(2) 立ち続けることによる努力度合いの増加

長時間連続して立っている人ほど肉体的な疲労が蓄積することから、主観的な努力度合いも同様に大きくなることが予想される。

そこで、ユーザの連続して立っている時間が一定時間を

越えるたびに、キャラクターの成長効率を向上させる。これにより、長時間連続して立っているユーザの立つことに対する意欲の低下を防ぐことができると考えられる。

(3) 通勤・通学環境の違いへの対応

EELF では、ユーザ間に競争の概念を意識させることにより、システムの使用に対する意欲を向上させている。そこで、キャラクターの成長度合いを示すパラメータ（以降、ステータス）を用意し、他人のキャラクターとの成長度合いを比較することを可能にする。

しかし、単純にユーザが立っている時間に比例してキャラクターを成長させるだけの実装とすると、電車やバスによる通学・通勤時間が長く、立っている時間を長くとれるユーザほどステータスの高さにおいて有利になる。このことから、立っている時間の短いユーザがシステム使用に対する意欲を失ってしまうことが予想される。

そこで、立っている時間以外にキャラクターの成長効率を制御する要因を用意することにより、通学・通勤時間の短いユーザに逆転のチャンスを与える。これにより、通学・通勤時間の短いユーザのシステム使用に対する意欲を維持できると考えられる。

(4) 長期使用への対応

Weekend Battle の長期使用時において、各ユーザのキャラクターのステータス間に差が生じた場合、作業意欲を向上する効果が低下していくという問題を持っていることがわかっている [3]。この原因は、キャラクターのステータスの低いユーザが、自分の勝てる可能性を失ったように感じ、キャラクターの育成に意欲を感じなくなるためである。

そこで、本システムの育成ゲームパートでは、一定の周期でキャラクターのステータスを初期状態に戻すことにより、周期ごとに対等な条件下で他のユーザと競うことを可能にする。これにより、ユーザ間でキャラクターのステータスの差が開くことを防ぐ。

しかし、この設計では、一定の周期ごとにキャラクターの成長が取り消されるため、ユーザが長期間頑張ってキャラクターを育てても意味が無いと感じてしまう恐れがある。そこで、キャラクターの成長度合いに影響しない累積要素を用意し、これを一定の周期を超えても引き継げるようにする。こうすると、システムを長期間にわたって使用することによるメリットが発生するため、長期ユーザのシステム使用に対する意欲を維持できると考えられる。

3. 育成ゲームの実装

育成ゲームパートは、プレイヤーの分身となる仮想的なキャラクターを成長させるゲームであり、家庭用ゲームの一種である RPG (role-playing game) を模している。RPG を模した理由は、これが家庭用ゲームにおいて一般的なゲームジャンルであり、多くの人が楽しめると考えられるためである。



(a) ステータス確認画面 (b) 成長方針設定画面



(c) 装備品設定画面 (d) ランキング表示画面

図 2 育成ゲームの画面構成

3.1 キャラクタ

育成ゲームパートでは、キャラクターは「ダンジョン」と呼ばれる仮想的なフィールドを探索することにより、「経験値」を入手する。ダンジョンの深さは「階層」という値で表される。キャラクターの成長度合いを表すパラメータとして、「レベル」、「体力」、「攻撃力」、「防御力」および「幸運」を採用した。レベルは経験値の蓄積によって段階的に増加する値であり、キャラクターの総合的な成長度合いを示す。

キャラクターのステータスは図 2(a) に示す画面で確認することができる。「Lv」、「EXP」、「HP」、「ATK」、「DEF」、「LUCK」はそれぞれレベル、経験値、体力、攻撃力、防御力、幸運を表している。画面右下には、発生したイベントの結果やレベルの上昇によるステータスの増加量など、効果音で表現されない詳細な成長記録を後から確認するためのスクロール可能なテキストボックスを実装している。

3.2 ゲームの進行

立ち状態判別パートの判別結果が立ち状態であるとき、その状態に対する報酬としてキャラクターは体力の続く限りダンジョンの階層に比例した経験値を一定時間ごとに獲得し続ける。経験値が一定の値に達すると、キャラクターのレベルの値が 1 増える。レベルの増加時には、攻撃力、防御力および幸運の値が増加する。またこの状態では、一定時間ごとにダンジョンの階層が自動的に増加する。キャラクターの経験値入手効率はダンジョンの階層に比例するため、2.3(2) で述べたように連続して長時間立っているときほど単位時間あたりの経験値入手量が多くなる。

キャラクタの育成における単調さを解決するため、立ち状態判別中は一定時間ごとに、キャラクタの成長に影響を及ぼす「探索イベント」または「戦闘イベント」が発生するようにする。キャラクタの体力はこれらのイベントによって変動し、体力がなくなると階層が初期値に戻る。つまり、イベントの種類とその結果によってキャラクタの成長効率が変動する。

イベントの発生はユーザにとって把握しておきたい情報であると考えられる。そこで、2.3(1)で述べた満員電車など端末が閲覧できないような状況でも、いつでもどちらのイベントが発生したかを把握することができるように、それぞれのイベント発生時にそれぞれ異なる効果音を再生する。両イベントの具体的内容は3.3で述べる。

ユーザは図2(b)に示す画面からキャラクタの各ステータスの増加量の割合、探索・戦闘イベントの発生する割合および戦闘イベントにおける敵の強さを調整することができる。立ち状態判別パートで座り状態が判別されると、階層が初期値に戻る。運動している状態の判別中は階層・経験値の変動およびイベントの発生が停止する。判別された状態の変化時には変化後の状態にそれぞれ対応した効果音を再生することで、ユーザに状態の変動を通知する。

3.3 探索イベントと戦闘イベント

探索イベントではキャラクタがアイテムを入手する。アイテムは体力を回復するための「回復薬」またはキャラクタの外見を変えるための「装備品」であり、回復薬は入手と同時に使用される。装備品を入手すると、それをキャラクタが身につけるものとして設定することにより、キャラクタの外見を変えることができる。装備品の変更は図2(c)に示す画面から行うことができる。入手したアイテムが装備品である確率はキャラクタの幸運に依存し、幸運の値が大きいほど増加する。

戦闘イベントはキャラクタが敵キャラクタと戦うイベントであり、その結果として体力を失い、経験値を入手する。このとき、キャラクタの体力が0になると階層が初期値に戻る。戦闘イベントが起きたとき、キャラクタの攻撃力が高いと入手できる経験値が多くなり、防御力が高いと体力の減少量が小さくなる。

戦闘イベントにおける体力の減少量および経験値入手量は敵の強さに比例する。したがって、イベントの発生傾向と併せて適切に設定することにより、特定の使用状況におけるキャラクタの成長効率を上げることができる。例えば、戦闘イベントの発生を多めに、敵の強さを強めに設定すると、体力が0になるリスクの増加とひきかえに単位時間あたりの経験値入手量を増加させることができる。この機能により、2.3(3)で述べたように、通学・通勤時間の異なるユーザがそれぞれ適した戦略を選択することを可能にする。

3.4 キャラクタのランキング表示

他のユーザが育てたキャラクタと自分の育てたキャラクタを比較するために、全ユーザのキャラクタのステータスをサーバに蓄積し、端末の通信機能を用いて図2(d)に示す画面からランキング形式で確認できるようにした。この機能は、2.3(3)で述べたように、他のユーザとの比較・競争を意識させるためのものである。

3.5 ステータス初期化と累積アイテム

キャラクタのステータスであるレベル、攻撃力、防御力および幸運の値は1週間ごとに初期化されるものとした。このようにすることで、ある周期において育成したキャラクタのステータスが低かったユーザも、次の周期からは他のユーザと対等な条件でキャラクタの育成を開始することができる。

これに対し、入手した装備品は1週間を過ぎても失われないため、システムの使用期間が長ければ長いほど、キャラクタの外見を多くの選択肢から好みに選ぶことができるようになる。装備品はコレクション要素としてとらえることもできるため、育成ゲームパートのエンタテインメント性の向上も期待できる。この機能は、2.3(4)で述べたシステムの長期使用に対応するためのものである。

3.6 協力プレイ機能

ユーザを積極的に立たせるきっかけを増やすために、Bluetooth通信機能を用いた協力プレイ機能を実装した。これは、本システムを使用しているユーザ同士が物理的に近い距離に居る場合に、それぞれのキャラクタが協力してダンジョンを探索しているとみなして、それぞれの成長効率を向上させるという機能である。付近に存在するユーザの数が多ければ、成長効率が向上する。また、協力プレイの開始は、専用の効果音の再生によりユーザに通知される。

このようにすることで、本システムを使用中に座っているユーザに別のユーザが近づいた場合に、座っているユーザに「今立てば高い効率でキャラクタを成長させられる」と気付かせることができるため、積極的に立つためのモチベーションの向上につながると考えられる。

4. 評価実験

混雑中の公共交通機関において、本システムのユーザを積極的に立ち続けさせることができるかを評価するため、実際の通勤・通学環境にシステムを導入して実験を行った。なお、本システムはiOS端末上で動作するアプリケーションであり、実験用端末としてはiPod touchを採用した。

4.1 方法

被験者は大学生および大学院生10名である。被験者を5人ずつの2つのグループに分け、2012/1/12~2012/2/2

および 2012/1/30～2012/2/17 の各 3 週間で実施した。

実験の最初の 2 週間では被験者に通学時および帰宅時の公共交通機関において本システムを使用させ、通学経路中のそれぞれの区間において

- 立っていたか座っていたか
- そのときの混雑度

について毎日のアンケートを実施した。混雑度については、
混雑度 (高) 新たに座ることができない程度だった
混雑度 (中) 新たに座ろうと思えば座れる程度だった
混雑度 (低) 混雑していなかった
 の 3 択で回答させた。

区間とは、公共交通機関の乗車時間を乗り換えごとに分割したものである。ただし、ある区間内で立ち座りまたは混雑度が変化した旨の回答があった場合は、その変化の前後を別の区間とする。また、立ち座りと混雑度が共に変化した区間については、混雑度の変化に応じて被験者が立ち座りを切り替えたと考えられるので、それらの変化は同時に起こったものとする。区間の分割例を図 3 に示す。

また、1 週間ごとにアンケートを実施し、

Q1 先週と比較して積極的に立つ気になったか

Q2 育成ゲームは面白かったか

について -3 (全くそう思わない) ～3 (非常にそう思う) の 7 段階で主観的に評価させた。このとき、それぞれの回答の理由として、表 1、表 2 に示す項目について当てはまるものをすべて選択させた。

また、最後の 1 週間では本システムを使用させずに、最初の 2 週間と同様の毎日のアンケートを実施した。また、実験終了時に先週と比較して積極的に立つ気になったかのアンケートを実施した。

4.2 結果と考察

4.2.1 被験者が立っていた割合

実験期間のそれぞれの週において、被験者が立っていた割合 (以降、立ち率) の平均を混雑度ごとに算出した結果を図 4 に示す。立ち率は、各被験者の通学経路中に利用した区間の合計数に対して、それぞれの区間において「立っていた」と答えた回数の割合を示すものである。

図 4 より、混雑度 (中) の状況において、本システムを使用したとき (1 週目および 2 週目) と使用しなかったときの被験者の立ち率に有意差がみられた。この結果から、本システムを用いると、座ろうと思えば座れる程度の混雑状況において、ユーザに積極的に立つことを選択させる効果があることがわかる。混雑度 (高) において有意差がみられなかったのは、被験者に立ち座りの選択の余地がないため、また混雑度 (低) については座席が空いていてマナーの問題が発生しないため、そもそも被験者が立つ必要を感じなかったと考えられる。

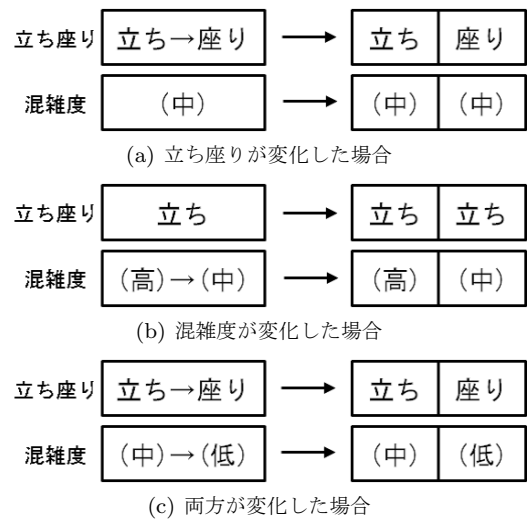


図 3 区間の分割例

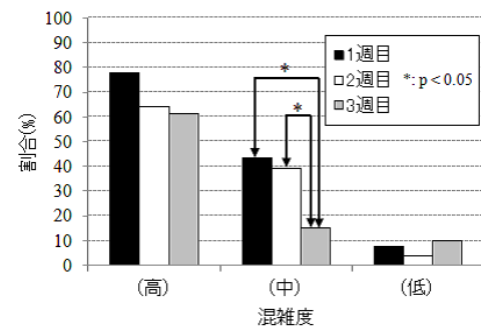
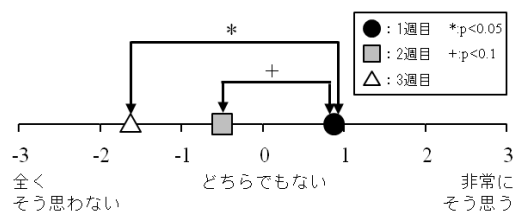
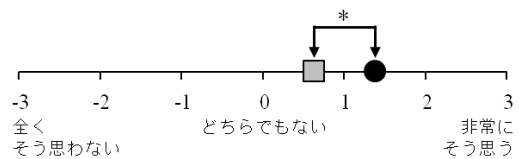


図 4 混雑度ごとの立ち率



(a) Q1. 積極的に立つ気になったか



(b) Q2. 育成ゲームは面白かったか

図 5 1 週間ごとのアンケート結果

4.2.2 立つことに対する動機付け

1 週間ごとに実施したアンケートの回答結果の平均を図 5、1～2 週目におけるそれぞれの回答の理由を図 6(a)、図 6(b) に示す。

図 5 の Q1 の結果より、システムを使用していた最初の 1 週間である 1 週目と比較して、システムを使用しなかった 3 週目に有意差がみられ、1 週目と 2 週目の評価の差に有意傾向がみられた。また、Q2 では 1 週目と 2 週目の評価

は正の値を示しているが、2週目の評価は1週目と比較して有意に低下していた。これらの結果より、短期使用時においては、本システムによってユーザに積極的に立つためのモチベーションを与えることができるが、長期使用時においてはユーザが育成ゲームに面白さを感じ続けられず、立つことに対するモチベーションが低下する可能性があることがわかった。

図5のQ1では、図4において立ち率に有意差のみ見られた2週目と3週目の間に有意差がみられなかった。また、アンケートの自由記述欄では、「座席に座れなかったときのがっかり感が少なくなった」「立ってもいいやという気持ちになった」といった意見が得られた。これらの結果は、立つことに対する目的が与えられることで立つことに対するモチベーションが向上し、それが立ち率の向上につながったことを示唆している。

立つことに対するモチベーションおよび育成ゲームの面白さが時間が経つにつれて低下した原因について分析する。図6より、2週目において[成]、[頑]、(戦)、(装)の割合の低下がみられた。また、2週目におけるアンケートの自由記述欄では、「ユーザにできることが少ないため、育成ゲームに飽きてきた」「効果音だけでは戦闘中の詳細な状況(体力の増減量など)がわからないため、レベルを上げてもキャラクターの成長が実感できなかった」などの意見がみられた。これらの結果より、エンタテインメント性が低下した原因として、本システムにおいてユーザが設定でき

るキャラクターの成長方針の幅が狭く、ゲームが自動的に進行する設計であるために、ユーザに「ゲームに参加している」という感覚を十分に与えられなかったことが考えられる。また、本実装の効果音による提示ではユーザに与える情報量が不十分であったため、キャラクターの成長をうまく表現できなかったことが考えられる。

システムの長期使用時において育成ゲームに飽きてしまう原因として、1週間ごとに行ったキャラクターのステータスの初期化も考えられる。アンケートの自由記述欄においても、「どうせステータスが初期化されるならキャラクターを育てても意味がないと感じる」という意見が得られた。本システムでは長期使用時におけるモチベーションの低下を防ぐために、累積要素としてキャラクターの外見を設定するアイテムである装備品を用意している。しかし、新しい装備品を設定してもキャラクターの成長効率などゲームに関する要素が変動しないため、装備品がユーザにとって魅力的なアイテムに感じられなかった可能性が考えられる。

5. まとめ

本稿では、公共交通機関における立ち状態の問題に着目し、ユーザの立ち状態に対する動機付けを行うためのシステムを実装し、実際の通勤・通学環境における評価実験を行った。その結果、システムは短期使用時において、被験者に積極的に立ち続けるためのモチベーションを与えることができた。また、座ろうと思えば座れる程度の混雑時において、被験者を積極的に立たせる効果があることがわかった。しかし、2週間の使用中に育成ゲームの面白さに対するユーザの評価に低下がみられ、長期使用時において本システムで立つことに対するモチベーションを保つことはできなかった。

今後の課題としては、システムの長期使用時に耐えうるエンタテインメント性の高い育成ゲームを設計するために、キャラクターの成長のよりよい表現方法を検討することが挙げられる。

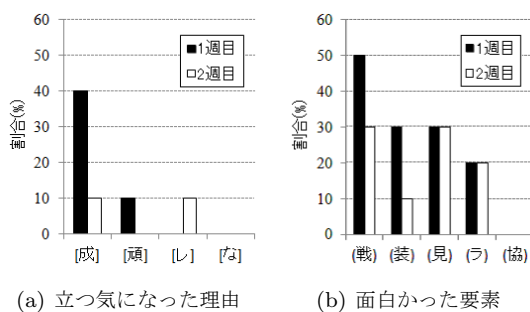


図6 アンケート回答の理由

表1 立つ気になった理由

記号	項目
[成]	キャラクターを成長させたかったから
[頑]	自分の頑張りが感じられたから
[レ]	レベルアップまで頑張ろうと思ったから
[な]	なんとなく

表2 面白かった要素

記号	項目
(戦)	成長方針の設定による戦略性
(装)	装備品の入手
(見)	キャラクターの外見の変更
(ラ)	ランキング表示機能
(協)	協力プレイ機能

参考文献

- [1] 石橋他, “公共交通機関における立ち状態を動機付けするシステム,” EC2011 論文集, pp. 353-359, 2011.
- [2] Kuramoto, I., “An Entertainment System Framework for Improving Motivation for Repetitive, Dull and Monotonous Activities,” Human-Computer Interaction, Maurtua, I (Eds.), In-TEH, Chap. 18, pp. 317-338, 2009.
- [3] 倉本他, “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,” HI 学会論文誌, Vol.8, No.3, pp. 331-341, 2006.
- [4] 倉沢他, “センサ装着場所を考慮した3軸加速度センサを用いた姿勢推定手法,” 情報処理学会研究報告, UBI, 2006(54), pp.15-22, 2006.