位置情報サービスにおける個人特化型ゲーミフィケーション ～スタンプラリーイベントを通じた「慣れ」「飽き」の調査～

松田 裕貴[1,a)]　Akpa Akpro Elder Hippocrate[1]　Konan N'djabli Cedric Ange[1]　中村 優吾[1]
前田 直樹[1]　千住 琴音[1]　荒川 豊[1,2,b)]

概要：位置情報サービスにゲーム要素を組み込んで，ユーザの行動変化を促す「ゲーミフィケーション」が一般的に活用されるようになってきた．しかし，それが人々の生活において身近なものとなるにつれて，サービスから提供されるゲーム性と，ユーザの想定・期待するものとの間にミスマッチが生じ，人に “疲労” や “退屈”，“操作されている” という感覚を与えてしまうことが問題となっている．そこで本研究では，行動変化に要する負荷軽減のために，ユーザから得られる情報に基づいてゲーミフィケーションの内容を最適化する，個人特化型ゲーミフィケーションを検討している．本稿では，ゲーミフィケーションに対しユーザが抱く「好感度数」を定義し，個人特化型ゲーミフィケーションを構築する上で必要な要件を検討する．また，ユーザの心的負荷の要因の一つと考えられる，時間経過による「慣れ」「飽き」を検証するため，スタンプラリーイベントと連携する調査システムを実装し，実際のイベントにて調査実験を行った．調査実験の結果，ユーザがシステムに慣れるまでの間や，システムに慣れた後にユーザが予期しなかったミッションが与えられた際に，離脱率が顕著に上昇するという結果が得られた．このことから，時間に応じて変化する因子が好感度数に影響を与えていることが示唆された．

Personalized Gamification on Location-based Service: Practical Survey of Habituation and Weariness through Stamp Rally Event

Yuki Matsuda[1,a)]　Akpa Akpro Elder Hippocrate[1]　Konan N'djabli Cedric Ange[1]
Yugo Nakamura[1]　Naoki Maeda[1]　Kotone Senju[1]　Yutaka Arakawa[1,2,b)]

1. はじめに

スマートフォンなどの情報端末の普及により，様々なイベントにおいて，イベント情報提供アプリやナビゲーションアプリなど，情報技術を活用するシステムが身近に提供されるようになってきた．これらの情報をより充実させるためには，イベントの開催状況・混雑・盛り上がりなどといったリアルタイムの情報を盛り込んだコンテンツの作成・提供が求められる．そこで，IoT（Internet of Things）を用いたセンサネットワークや，ユーザ参加型センシング [1] などの手法が近年注目を集めている．

一般的にイベントというものは常時行われているものではなく，期間を限定した形で開催されることが多い．ゆえに，期間限定のイベントを想定すると，測定環境にセンサを設置する「センサネットワーク」では，イベントごとに大量のセンサを敷設して運用・維持・回収するといった一連の作業が発生することから，インフラコスト面で人手や運搬・設置費用がかさむという問題点がある．これに対し「ユーザ参加型センシング」は，ユーザが日常生活において利用する端末機器を用いることからインフラコストを必要とせず，都市に点在する一般ユーザがセンシングに参加

[1] 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科
Graduate School of Information Science, Nara Institute of Science and Technology
[2] JST さきがけ
JST Presto
[a)] yukimat.jp@gmail.com
[b)] ara@is.naist.jp

© 2017 Information Processing Society of Japan

するため，都市センシングにおいて網羅的なデータ収集やリアルタイムな情報更新が期待される [2], [3], [4], [5]．しかし，ユーザ参加型センシングの場合，センシングを行う人はごく一般的なユーザが対象となるため，そのユーザがセンシングに参加する “意義” や “モチベーション” を与えなければ，そもそも参加してもらえない，または，参加したとしても持続せずに離脱してしまうなどの課題を抱えている．したがって，ユーザに対して持続的な参加を促すためには，ユーザ参加型センシングシステムに何らかのモチベーション生成機構を導入する必要があるといえる [6]．

こうしたユーザのモチベーション生成に関する課題を解決するための手段として，既存のシステムにゲーム要素を組み込んで，ユーザの行動変化を促す「ゲーミフィケーション」が近年注目されている．しかし，その「ゲーミフィケーション」が人々の生活において身近なものとなるにつれて，サービスから提供されるゲーム性と，ユーザの想定・期待するものとの間にミスマッチが生じ，ユーザに “疲労” や “退屈” を感じさせたり，“操作されている” といった感覚を与えてしまうケースが出てきている．これにより，人に心的負荷を与えてしまいサービスそのものの持続可能性に影響を及ぼすことが懸念される [7]．そこで本研究では，通常のゲーミフィケーションのメカニズムに，ユーザによって内容が変化する機構を組み込むことにより，ユーザの心的負荷を軽減し，ユーザの離脱率を最小化するための個人特化型ゲーミフィケーションを検討している．

本稿では，ゲーミフィケーションに対しユーザが抱く「好感度数」を定義し，個人特化型ゲーミフィケーションを構築する上で必要な要件を検討する．さらに，個人特化型ゲーミフィケーションの要件の課題調査を行うため，ユーザ参加型センシングプラットフォームである「ParmoSense」[8] を活用し，スタンプラリーイベントと連携する調査システムを実装した．また，この調査システムを用いて，心的負荷の要因の一つと考えられる「慣れ」「飽き」が離脱率にどのような影響を与えるかを検証するための調査実験を実際のイベントによって行った．

調査実験の結果，ユーザが本システムに慣れるまでの間と慣れた後の予期しないミッションが与えられたときに，離脱率が顕著に上昇するという結果が得られた．このことから，時間に応じて変化する因子が好感度数に影響を与えていることが示唆された．

2. 関連研究・関連サービス

2.1 ゲーミフィケーションの概要

ユーザ参加型センシングにおけるユーザに参加を促すための仕組みの一つとして，センシングタスクにゲーム性を持たせることで，ユーザの行動を変化または促進する「ゲーミフィケーション」が挙げられる．これは，ユーザがとった行動の対価として「金銭での報酬」を支払う，金銭的インセンティブとは異なり，対価としてユーザにある種の「体験」を与えるものである．この体験とは，単純なゲームとしての「楽しみ」，仮想のバッジやシールなどといった「収集欲」を満たすもの，ランキングなどの「競争心」を与えるものなど，多種多様である．



図 1: Piano stairs



図 2: Speed camera lottery



図 3: 実世界を舞台とした陣取りゲーム Ingress

2.2 ゲーミフィケーションの適用例

ゲーミフィケーションを実際の社会システムに適用した例としては，Piano stairs[*1] や，Speed camera lottery[*2] が挙げられる．Piano stairs は，**図 1** に示すように，階段にピアノの模様を描き，かつ人がその上を歩行することで絵柄に対応する音が鳴るシステムである．これにより，併設のエスカレータではなく階段を利用する通行者が増加し，人々の無意識下の運動を促す効果が得られている．Speed camera lottery は，**図 2** に示すように，道路を走行する車の速度測定・車体撮影を行い，路肩に設置されたサイネージに速度を表示するものである．また，制限速度を守った優良ドライバーに対し，速度違反者から得た罰金を元手とした宝くじに参加権を与えるというゲーミフィケーションを導入したことにより，24,000 台の車の速度を 22 %削減することに成功している．

近年のスマートフォンアプリケーションで特筆すべきは，Niantic 社の提供する位置情報ゲームである，Ingress[*3]，および Pokémon GO[*4] である．Ingress は，**図 3** に示すように，2 つの陣営に分かれたユーザが，現実世界を実際に移動し，現実世界に点在するチェックポイント（＝ポータル）を争奪するゲームである．また，チェックイン（＝ Hack）することにより，ゲーム内におけるアイテムが入手可能であったり，写真撮影し投稿することによりチェックポイン

*1 http://www.thefuntheory.com/piano-staircase
*2 http://www.thefuntheory.com/speed-camera-lottery-0
*3 https://www.ingress.com/
*4 http://pokemongo.nianticlabs.com/

© 2017 Information Processing Society of Japan

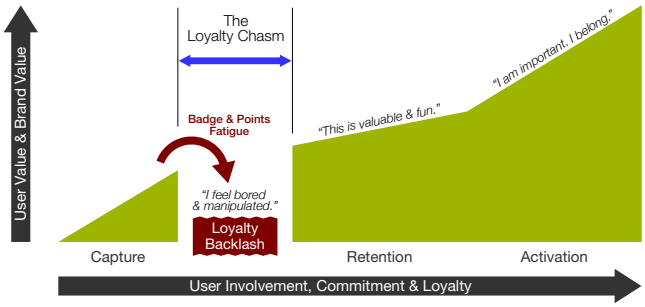
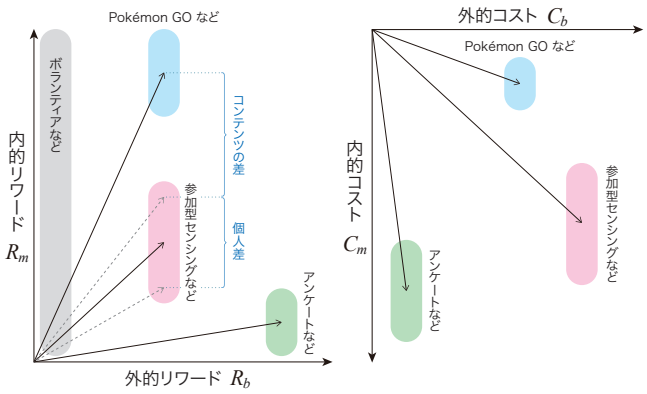


図 4: サービスに対するユーザによる関与の段階



(a) 好子を構成する要素　(b) 嫌子を構成する要素

図 5: 好子と嫌子の構成要素

トを追加することが可能となる．また，ゲーム性をアプリケーションに持たせることにより，ユーザの実世界における何らかの行動（移動，写真撮影，チェックインなど）を促すことを可能としている．Pokémon GO に関しても基本的なゲームシステムは Ingress と同様であるものの，ポケモンとの邂逅といったランダム要素を新たに導入することで，より別の場所に行きたいというユーザの思考変化を誘引し，行動を促すことに成功している．

2.3 ゲーミフィケーションの効果と制限

前述のサービスなどに導入されているゲーミフィケーションは，サービスのリリース直後，つまり人々の注目を集める段階（Capture）において効果的であるといえる．しかしながら，Steve [7] は，これらサービスの多くは継続的なアクティブユーザーの確保の段階（Retention）には至らず，**図 4** に示すように，この間に大きな溝（Chasm）があることを指摘している．また，この溝に落ちる（サービスの利用を止めてしまう）ユーザの多くは，サービスのゲームルールによって付与されるバッジやポイントといった仮想要素に対し，“疲労” や “退屈” を感じたり，“操作されている” という感覚を抱いている兆候が存在することが報告されている．一般的なユーザが対象となる場合，ゲーミフィケーションが与える印象は幅広いものとなることが推測される．そのため，全てのユーザに対して同一のゲーミフィケーションを提供する場合，ゲームコンテンツ（量，内容，タイミングなど）と，ユーザの想定・期待との間にミスマッチが少なからず生じてしまう．こうしたミスマッチが蓄積することで，心的負荷または反発の原因となり，ひいてはユーザの離脱を引き起こす要因となる．

ゲーミフィケーションを導入したサービスの持続可能性を高める（離脱率を抑制する）ためには，こうした心的負荷や反発を防ぎつつ，ユーザに好感を与えるための機構を組み込む必要がある．

3. 個人特化型ゲーミフィケーションの基本コンセプト

本研究では，ユーザから得られる情報に基づいてゲーミフィケーションの内容を最適化する個人特化型ゲーミフィケーションにより，2 章で述べた問題の軽減を目指す．

本章では，位置情報サービスを利用する人が熱中したり離脱したりする要因について，3.1 節にて述べる．さらに，これを踏まえた個人特化型ゲーミフィケーションの基本概念を 3.2 節にて述べ，満たさなければならない要件を整理する．

3.1 好子と嫌子： 人はなぜ熱中／離脱するのか？

あるサービスに対して，「熱中／離脱」する状態は，言い換えると，サービスを利用することを将来「反復／停止」する状態である．杉山 [9] は，これらの状態に至る因子が以下に示す「好子」「嫌子」であると定義している．

好子　ある行動を取ったときに出現した場合，行動が強化（促進）される刺激や出来事

嫌子　ある行動を取ったときに出現した場合，行動が弱化（抑制）される刺激や出来事

つまり，好子が出現する／嫌子が消失する事象が発生した場合に行動が促進され，逆に好子が消失する／嫌子が出現する事象が発生した場合には行動が抑制される，ということである．

さらに，「好子」「嫌子」は，**図 5** に示すように，人の感じ方に依存しない**絶対的な指標**である「**外的リワード R_b・外的コスト C_b**」と，人が感じる “楽しい・面倒” といった**人の感じ方の指標**である「**内的リワード R_m・内的コスト C_m**」から構成されると考えられる．例を挙げると，企業などが実施するアンケートでは，人は行為そのものには楽しさ・達成感（R_m）は感じ難いが，金銭などの報酬（R_b）が高く設定されていることから，人の得る「好子」は大きくなる．一方でボランティアなどは，報酬（R_b）は小さいものの，承認欲求や充実感（R_m）を得ることができることから，人の得る「好子」は大きくなる．また，「嫌子」に関しても同等の性質をもつといえる．このように，「外的リワード・コスト」と「内的リワード・コスト」の組合せが，どれだけ人に影響を与えるかで「好子」「嫌子」は決定されると考えられる．

© 2017 Information Processing Society of Japan

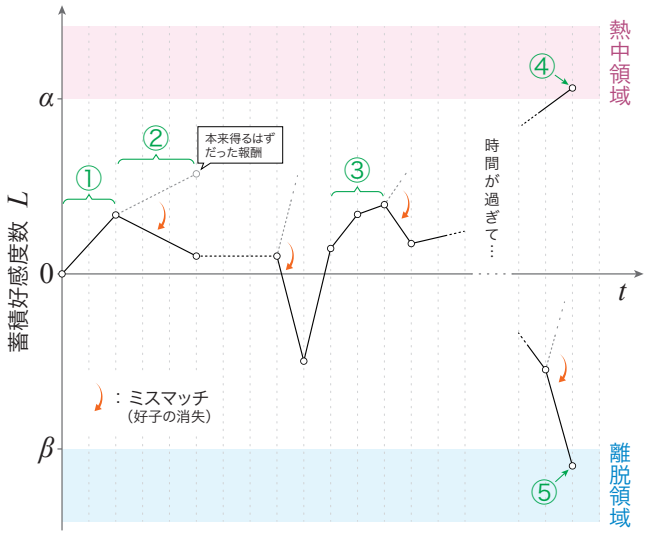


図 6: 好感度数の時系列変化

このことから，「好子」「嫌子」は，例えば式 1，式 2 のように表現することができる．

$$\text{好子} = R_m \times R_b \tag{1}$$

$$\text{嫌子} = C_m \times C_b \tag{2}$$

なお，外的に同じリワード R_b が与えられたとしても，コンテンツやタイミングが異なることや，ユーザ自身の性格・趣味嗜好が異なることにより，人による感じ取り方 R_m に個体差が生じることから，得られる「好子」には，ある程度の幅が生じると考えられる．

この概念をゲーミフィケーションを有するシステムに適用すると，「ある行動をとったことでポイントが獲得された（好子の出現）」，「ある行動を取らなかったことでポイントを得る機会を失った（好子の消失）」といったように，システムが提示する要求とその応答を基にユーザの好感度数を「好子」「嫌子」で表現することが可能となる．また，「好子」「嫌子」の比率が「好子 ≫ 嫌子」となる場合に人は「熱中」しているといえ，また逆に「好子 ≪ 嫌子」となる場合に人はシステムから「離脱」してしまうのである．

3.2 個人特化型ゲーミフィケーションの定義・要件

本稿で提案する個人特化型ゲーミフィケーションは，3.1 節で述べた，ある事象に対しユーザが行動することで生じる因子である「好子」「嫌子」に注目している．この因子を考慮し，ユーザの負荷（嫌子）を抑えつつ，楽しさなど（好子）を最大化することにより，位置情報サービスからのユーザ離脱の抑制を目標とする．

これを実現するための指標として，「好子」「嫌子」の蓄積を式 3 および**図 6** に示す「蓄積好感度数 L」と定義する．なお，実際の利用を考えると，ユーザの得る「好子」「嫌子」には，時間経過や使用経験による影響が現れると考えられるため，時間係数 x_t を掛け合わせている．

表 1: 好子・嫌子と行動の有無の関係

	好子	嫌子
行動を起こした	出現 *a	出現 *b
行動を起こさなかった	消失 *c	消失 *b

*a 参加する意欲を促進（強化）する
*b 参加する意欲を抑制（弱化）する
*c 場合によって促進・抑制が決まる

$$\text{蓄積好感度数 } L = \sum_{t=0}^{T} (x_t L_t) \tag{3}$$

$$\text{好感度数 } L_t = (\text{好子}) + (\text{嫌子})$$

$$\text{時間係数 } x_t = (\text{時間経過で変化する因子})$$

時間係数 x_t としては，「慣れ」「飽き」が挙げられる．例えば，同じ報酬（絶対的リワードは同一）をもらった場合であっても，1 回目と 2 回目では得る内的リワードが異なってくる，といったことである（図 6 ③）．また，$L > \alpha$ の領域（図 6 ④）は，ユーザがシステムに熱中している状態を示し，$L < \beta$ の領域（図 6 ⑤）は，システムから離脱してしまう状態を示している．以上から，過去の「好子・嫌子」の履歴からユーザの行動傾向を学習し，ゲーミフィケーションの内容を最適化することにより，$\beta < L < \alpha$ の領域内に存在するユーザの好感度数を増加・維持することが，本研究で取り扱う最も大きな課題である．

なお，ゲーミフィケーション内容を最適化する際には，それぞれのユーザの「これまでの行動」と「これからする行動」を考慮する必要がある．なぜなら，ユーザはある目的を持って行動しているため，ゲーミフィケーションによって得られるであろう「好子」「嫌子」を予想し，本来の目的や時間制約などと比較することで，行動を起こすかどうかを判断すると考えられるからである．この判断により生じる「好子」「嫌子」およびその効果は，**表 1** や次に示すものとなる．

行動を起こした場合

行動の結果「好子」「嫌子」が与えられる（図 6 ①）．「好子」はゲーミフィケーションへの参加意欲を促進し，「嫌子」は抑制する効果がある．しかし，予想と実際に差異がある場合（予想よりも報酬が少なかった，コストが大きかったなど），その差分に応じて「好子」「嫌子」は増減すると考えられる．

行動を起こさなかった場合

「嫌子」が消失し「好子」となるが，この「好子」は，ゲーミフィケーションへの参加意欲を抑制する効果がある．また，本来得られるはずだった「好子」が消失した（損をした）と捉えられるため「嫌子」となる（図 6 ②）．これは通常「行動を起こさない」ことを抑制する，つまり「行動を起こす」ことを促進する効果があるが，「更に行動を起こさない ＝ 諦め」の状態に陥る場合もある．

© 2017 Information Processing Society of Japan

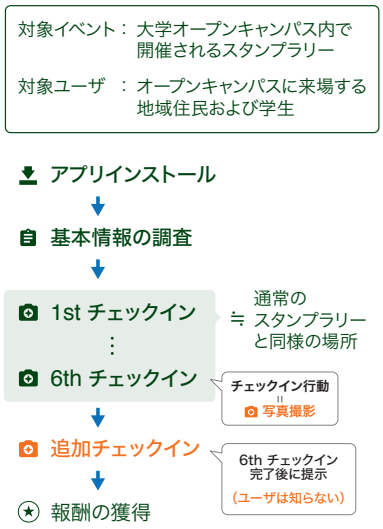


図 7: 調査実験のシナリオ



図 8: 調査システムの概要

つまり，ゲーミフィケーションをユーザに与えたとしても，目的や制約に合致せずに，ユーザが行動を起こさなかった（起こせなかった）場合，サービスに対する好感度数は得られるはずであった好子の分だけ損なわれるのである．このことから，ユーザの行動認識および行動予測をもとに，ゲーミフィケーションを最適化することは，個人特化型ゲーミフィケーションにおいて必須の要件であるといえる．

以上をまとめると，個人特化型ゲーミフィケーションの要件は次に示すとおりである．

Ⓐ ユーザの行動認識・予測
Ⓑ ユーザの反応（行動）に基づく好感度数の推定
Ⓒ 時間に応じて好感度数に影響を与える因子の推定
Ⓓ 好感度数や行動予測に基づくコンテンツの最適化

4. イベントと連動する行動傾向調査

3 章では，個人特化型ゲーミフィケーションの要件について述べたが，要件 Ⓒ の，時間経過や使用経験に基づく時間係数 x_t の構成因子は不明なものが多く，またそれらが離脱率に与える影響も不明である．そこで，既存イベントと連動する行動傾向調査システムを実装し，時間係数 x_t のうち，特に影響を及ぼすと思われる「慣れ」「飽き」について，調査を行う．

4.1 行動傾向調査実験と調査システムの概要

本調査の狙いは，ゲームルールに依存せず経過時間に応じ生じる心的負荷（「慣れ」「飽き」）を評価することである．つまり，普遍的なゲームルールを設定しなければならないことから，ゲームルールが世間一般において確立されており，また一般ユーザによく知られている既存イベントとして，「スタンプラリー」を採用した．

調査実験のシナリオを図 **7** に示す．対象とするイベントは，大学オープンキャンパス内で開催されるスタンプラリーであり，大学構内の各所にはスタンプラリー以外の様々なブースが設置されているという環境である．なお，このオープンキャンパスでは，紙のスタンプラリーも同時に開催されている．また，対象ユーザはオープンキャンパスに来場する地域住民および学生とする．

ユーザの行動の流れとしては，まずアプリインストールおよび基本情報（性別・年齢層）アンケートへの回答を行った上でスタンプラリーに参加する．スタンプラリーのチェックポイントは 6 つ存在し（紙のスタンプラリーと同一地点），ユーザは各チェックポイントを徒歩で周る．6 つのチェックポイントは，大まかな位置が初めからヒントとして地図上に提示されており，ユーザは地図を頼りにチェックポイントを探すことになる．チェックインの方法は紙のスタンプラリーとは異なり，チェックポイントの写真を撮影するというものであり，それぞれのチェックポイントの難易度は同一である．しかしながら，6 つのチェックポイントを収集完了しても報酬は獲得できず，加えて紙のスタンプラリーにはない追加チェックイン（ユーザが行うことは他のチェックインと同等）を要求し，この追加チェックインを終了した場合のみ報酬が獲得できる，というシナリオとなっている．

調査システムの概要を図 **8** に示す．本調査システムは，ユーザが実際に利用する「スマートフォンアプリケーション」と，ユーザやチェックインの管理をする「サーバシステム」，そして外的リワードとして駄菓子を提供する「ガチャガチャマシーン」から構成される．なお，システムの構築にはユーザ参加型センシングプラットフォームである「ParmoSense」[8] を活用した．

「スマートフォンアプリケーション」では，ユーザの位

© 2017 Information Processing Society of Japan



図 9: 調査実験フィールドと各チェックポイントの位置

置情報と BLE 受信強度を定期的にサーバへと送信する機能を有し，ユーザの行動のログを収集する．また，チェックポイントでのみチェックイン可能とするため，チェックポイントに設置した BLE ビーコンによる．6 つのチェックインおよび追加チェックインを完了したユーザには，報酬を得るための QR コードが生成される．この QR コードを「ガチャガチャマシーン」へとかざすことで認証が行われ，報酬が支払われる．

4.2 実験結果と考察

奈良先端科学技術大学院大学にて実施されたオープンキャンパスの電子スタンプラリーとして，本調査システムを導入し，被験者 48 人（男性 34 名，女性 14 名）による実験を行った．各チェックポイントの位置を**図 9** に示す．

■ 「場所」の離脱率への影響

図 10 は，実験によって得られた，ユーザのチェックイン地点と離脱率の関係を示したものである．散布図については，赤四角形は他の地点からその地点，青菱形はその地点から他の地点に移動した割合を示している．つまり，この 2 つの割合の差が離脱率（棒グラフ）を示している．

それぞれの地点においてチェックイン率は異なるものの，各地点の離脱率の平均が 8.6 %（4.1 人）であるのに対し，標準偏差が 3.0 %（1.5 人）であった．なお，地点④および地点⑤は，離脱率が小さくなっているが，同一の建物の近い地点に設置されたチェックポイントであることから，離脱率が抑えられる傾向にあると考えられる．建物レベルで計算し直した場合，離脱率は平均 9.76 %（4.7 人），標準偏差 2.3 %（1.1 人）となることから，「場所」という要素のユーザ離脱率の差に与える影響は少ないことがわかった．

■ 「慣れ」「飽き」の離脱率への影響

また，**図 11** は，実験によって得られた，ユーザのスタンプラリー進行度合い（時間経過）と離脱率の関係を示したものである．折れ線グラフはアクティブユーザの推移，棒グラフはそれぞれのステップにおける離脱率を表している．

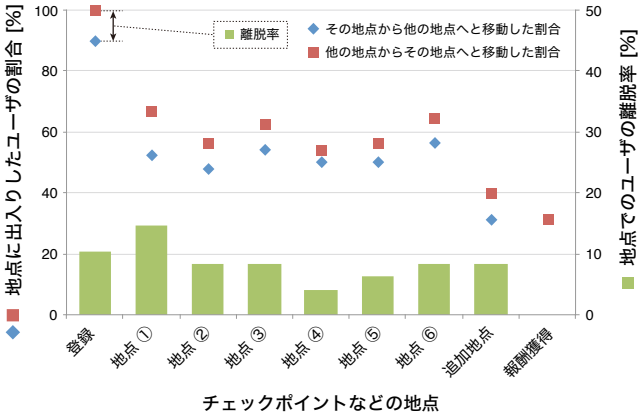


図 10: チェックイン場所と離脱率の関係

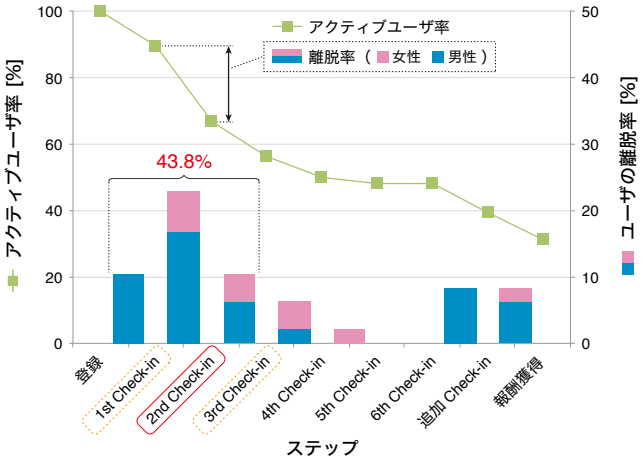


図 11: 時間経過と離脱率の関係

システムの利用開始時付近に注目すると，2nd チェックインをピークに，ユーザの離脱が集中していることがわかる（離脱率 43.8%）．本実験環境においては，紙のスタンプラリー（従来の仕組み）と電子スタンプラリー（本調査システム）が，ほぼ同一のルールで同時に提供されており，ユーザは両方，またはそのどちらかを選択して参加する，というシナリオであった．つまり，ユーザにとっては，本調査システムに参加する内的コスト，つまりユーザの予想する「嫌子」が非常に高く，さらに比較対象である紙のスタンプラリーと得られる「好子」がさほど変わらなかったといえるため，ある一定数のユーザが本調査システムから離脱して，紙のスタンプラリーへと移動してしまう要因となったのではないかと考えられる．しかし，ある一定時間の利用を経た後（3rd チェックイン以降）は，離脱率が大幅に減少していることから，ユーザが「慣れ」ることで，システムに定着しているといえる．

この結果から，利用開始時付近においては，ユーザはゲーミフィケーションは既に確立された他のゲームコンテンツと比較することで，継続するかどうかを決定していると考えられる．このことから，ユーザがシステムに慣れる（定着する）までの期間において，他のゲームコンテンツ

© 2017 Information Processing Society of Japan

と比較した際に，提供するゲーミフィケーションによってユーザが得ると予想する「好子」が最大になるように，内的リワードまたは外的リワードを設定することが必要といえる．なお，制約条件として，ユーザが得ると予想する「好子」「嫌子」が，「好子 > 嫌子」という関係になることを満たさなければならない．

また，紙のスタンプラリーにはない追加タスクとして，「追加チェックイン」が提示された際に，再びユーザの離脱率が上昇することが確認された．これは，ユーザのこれまでの経験から形成される「予想」に反した要求であるとともに，「追加チェックイン」というタスクがこれまでと同様の内容であることから，「反発」や「飽き」が生じているのではないかと考えられる．

この結果から，ユーザの予期しないゲーミフィケーションでは，内的コストが非常に大きくなるため，このコストに見合うだけの内的リワードを設定することや，提示方法やタイミング，その内容などの変更を検討しなければならないといえる．

性別による離脱率の違いを確認するため，図 11 の棒グラフを性別によって色分けした．このグラフから，離脱するステップに関しては男女ともに類似の特性を示しており，最終的な離脱率も男性が 70.6 %，女性が 64.3 % と差異がないことがわかった．しかしながら，若干ではあるが女性の方が離脱が遅れる傾向にあるため，「好子」と「嫌子」のバランスに違いがある可能性がある．この点に関しては，今後の調査により有意な違いが存在するかどうかを検証する必要がある．

以上から，ユーザがシステムに慣れるまでの間や，システムに慣れた後にユーザが予期しなかったミッションが与えられた際に，離脱率が顕著に上昇することが示され，さらに，時間に応じて変化する因子が好感度数に何らかの影響を与えていることが示唆された．今後は，具体的にどのように好感度数に影響を及ぼすのかについての調査を行うとともに，時間係数 x_t の影響を抑えるためのゲーミフィケーションデザインについて検討する．また，性別や年齢層などが好感度数に与える影響についても，引き続き調査を行う必要がある．

5. まとめ

本研究では，ゲーミフィケーションを導入した参加型センシングシステムにおいて，システムからのユーザの離脱率を抑えることを目的としている．本稿では，ユーザによって内容が変化する機構を組み込むことにより，ユーザの心的負荷を軽減し，ユーザの離脱率を最小化する，個人特化型ゲーミフィケーションについて検討を行った．

本稿では，ゲーミフィケーションに対しユーザが抱く「好感度数」を定義し，個人特化型ゲーミフィケーションを構築する上で必要な要件について整理した．さらに，個人特化型ゲーミフィケーションの要件のうち，時間経過や使用経験に基づく時間係数 x_t の構成因子は不明なものが多く，またそれらが離脱率に与える影響も不明であることから，時間係数 x_t のうち，特に影響を及ぼすと思われる「慣れ」「飽き」について，調査を行った．

実験の結果，「場所」によるユーザの離脱率への影響は少ないことが明らかとなった．また，ユーザがシステムに慣れるまでの間や，システムに慣れた後にユーザが予期しなかったミッションが与えられた際に，離脱率が顕著に上昇するという結果が得られた．このことから，時間に応じて変化する因子である「慣れ」「飽き」が好感度数に影響を与えていることが示唆された．また，性別が好感度数に影響を及ぼす可能性が実験結果から得られたため，性別や年齢層などといった，人のプロファイルが好感度数に与える影響についても，引き続き調査を行う．

また，好感度数 L についても推定手法を検討するとともに，ユーザの行動予測と好感度数を考慮したゲーミフィケーションの最適化についても取り組む．

謝辞 本研究は JST さきがけ，JSPS 特別研究員奨励費 16J09670 の助成を受けたものである．

参考文献

[1] J. A Burke, D. Estrin, M. Hansen, A. Parker, N. Ramanathan, S. Reddy, and M. B. Srivastava. Participatory sensing. *Center for Embedded Network Sensing*, 2006.

[2] N. Maisonneuve, M. Stevens, and B. Ochab. Participatory noise pollution monitoring using mobile phones. *Information Polity*, Vol. 15, No. 1, p. 51, 2010.

[3] E. Kanjo. Noisespy: a real-time mobile phone platform for urban noise monitoring and mapping. *Mobile Networks and Applications*, Vol. 15, No. 4, pp. 562–574, 2010.

[4] 田島誠也, 中下岬, 篠原雅貴, 重田航平, 岩井将行. リアルタイム情報共有を実現するモバイル CO_2 濃度センシングプラットフォーム. マルチメディア，分散協調とモバイルシンポジウム 2014 論文集, pp. 853–858, 2014.

[5] Shigeya Morishita, Shogo Maenaka, Daichi Nagata, Morihiko Tamai, Keiichi Yasumoto, Toshinobu Fukukura, and Keita Sato. Sakurasensor: Quasi-realtime cherry-lined roads detection through participatory video sensing by cars. *Proceedings of UBICOMP '15*, pp. 695–705, 2015.

[6] Y. Arakawa and Y. Matsuda. Gamification mechanism for enhancing a participatory urban sensing: survey and practical results. *Journal of Information Processing*, Vol. 57, No. 1, 2016.

[7] Gamification Co. Gamification pitfalls: Badge fatigue and loyalty backlash. `http://www.gamification.co/2012/09/12/gamification-pitfalls-badge-fatigue-and-loyalty-backlash/`.

[8] 松田裕貴, 荒川豊, 安本慶一. 多様なユースケースに対応可能なユーザ参加型モバイルセンシング基盤の実装と評価. マルチメディア，分散，協調とモバイル（DICOMO 2016）シンポジウム論文集, pp. 1042–1050, 2016.

[9] 杉山尚子. 行動分析学入門 – ヒトの行動の思いがけない理由. 集英社, 2005.

© 2017 Information Processing Society of Japan