

進化ゲーム理論の枠組みを用いたソーシャルゲームにおける ユーザの利他的行動の分析

高野 雅典^{1,a)} 和田 計也¹ 福田 一郎¹

概要: 最近のソーシャルゲームでは、ユーザはギルドというチームを組み協力して課題を達成することを目的としたものが多い。このとき、同じギルドのユーザは基本的には協力関係にあるが、他方の振る舞いが必ずしももう一方にとってプラスになるとは限らず、複雑な社会関係が存在している。本稿ではそのような社会構造を持つソーシャルゲームの特定の状況に焦点を当て、ユーザの関係性や振る舞いを分析する。その状況を分析した結果、その特定の状況におけるユーザ間の関係は SnowDrift ゲームに類似しており、そこでのユーザの振る舞いに基づきユーザを利他的・非利他的という性質で分類できた。また、利他的なユーザ同士はある程度固まってギルドに所属しており、利他的なユーザ同士で協力し合い、効率のよいゲームプレイをしていることがわかった。

キーワード: データマイニング, 進化ゲーム理論, 互恵的利他主義, Snowdrift ゲーム, ソーシャルゲーム

Analysis of Altruistic Behavior on Social Games

Abstract: Users of social games assemble teams, and they fill quests with their team members. The relationship among the users isn't only the cooperative, but also competitive. We have regard a specific situation as Snowdrift game in the complex society, where we have analyzed user's altruistic behaviors. In the result, we have found that altruistic users were eccentrically-located and they mutually cooperated to play in the game effectively.

Keywords: Data Mining, Evolutionary Game Theory, Reciprocal Altruism, Snowdrift Game, Social Games

1. はじめに

近年、スマートフォン利用者などのインターネットユーザの増加や Hadoop などのデータ分析基盤などが整ってきたことを受け、サービスの品質向上のための、Web サービス分析の重要性は増してきている。ソーシャルゲームもそのうちの一つである。基本的な Web サービス分析の方法としては、ユーザ個々人の属性や振る舞いを分析してサービスの問題点を見つけ出し、それをもとに改善をしていくというものである [16]。

近年盛んに利用されているソーシャルネットワークサービス (SNS) では、ユーザ同士のコミュニケーション基盤の提供が主要なサービス内容である。そのため、上記のような個人に焦点を当てた分析だけでなく、ユーザ間の関係性に着目した分析がなされており、ユーザ同士のつながりから構成されるネットワークでの情報伝播やネットワークの成長などについて分析し、とまどち推薦や広告推薦の品質向上 [1] や、人の社会性に関する研究 [2], [18] に役立て

られている。このような SNS におけるユーザ間の関係性は基本的には相利共生型であり、誰かの行為が他の誰かの不利益になるような仕組みはシステムとして提供されていない。

一方、ソーシャルゲームでは、ユーザはギルドというチームを組み協力して課題を達成することを目的としたものが多い。そのためユーザ間の関係性に着目した分析はサービスの品質向上に不可欠である。同じギルドのユーザは基本的には協力関係にあるが、他方の振る舞いが必ずしももう一方にとってプラスになるとは限らず、SNS とは異なったタイプの複雑な社会関係が存在している。そこで本稿では人の社会性を代表するものの一つである「協調行動」に着目してユーザの関係性について分析し、サービスの品質向上に役立てることを目指す。

相互の協調は人間をはじめとして多くの動物に見られる現象であり、社会を形成する上で重要な要素である。しかし、他個体に協力する利他的な個体は、利己的な個体と相互作用すると搾取され、利己的な個体だけが利益を得るため、相互の協調状態は不安定である [14]。そのため、我々の社会においてどのようにして相互の協調状態が維持されているか? は人の社会性を理解する上で大きな課題の一つである [4], [15], [17]。

相互の協調を維持するためには、利他的な個体が利己的

¹ 株式会社サイバーエージェント
CyberAgent, Inc.
Akihabara Daibiru 8F,1-18-13
Sotokanda, Chiyoda-ku, Tokyo 101-0021, Japan
^{a)} takano_masanori@cyberagent.co.jp

な個体との相互作用を避け、利他的な個体同士で相互に協調し合うことが必要である。前述のように利他的な個体は利己的な個体に搾取されてしまうからである。そのような状態を維持する仕組みとして互恵的利他主義がある。互恵的利他主義とは、後で見返りが期待できるならば、即座に自分の利益とならなくても、相手に対して利他的に振る舞うというものである。互恵的利他主義に基づく協調行動は人 [5], [6], [11] や霊長類 [17] でその存在を観測されており、また、それだけでなくチスイコウモリ [13] や魚類 [3] などでも、その可能性が示唆されている。また、進化ゲーム理論に基づいた数理解析やシミュレーションによって、理論的にも互恵的利他主義が相互の協調の維持に有効であることが示されている [7], [8], [14]。

このような互恵的利他主義は過去の相手の振る舞いから自分が協調するか否かを定める行動戦略であるため、相互作用の相手がある程度固定されるような局所性が重要である [10]。そのため理論的研究では相互作用の関係を格子状のネットワークや複雑ネットワークの上で表現し、固定された個体間相互作用に基づく互恵的利他主義の研究が為されており、その有効性が示されてきた [9]。

ところが、Grujić ら [5], [6] が行った、実際に人が囚人のジレンマゲームをプレイする行動実験では、そのような格子状のネットワーク構造や複雑ネットワークの効果によって初期は互恵的利他主義に基づく相互の協調は見られるものの、相互作用を続けるうちに、やがて協調の割合は減り、ランダムな相手とゲームをする場合と協調行動の割合は同程度になってしまうという結果が報告されており、人において相互作用の局所性に基づく互恵的利他主義では、安定した相互の協調を実現できないことを示した。

それでは人はどのようにして人は相互の協調状態を維持しているのでしょうか？ Santos ら [12] は複雑ネットワーク上での囚人のジレンマゲームにおいて、各個体の戦略の更新頻度に比べてエッジの張り替え頻度がある一定以上であることが相互の協調状態の維持に重要であることをコンピュータシミュレーションによって示した。このときのエッジの張り替え戦略は自分と相手の総利得の差に基づいており、相手が自分より高利得であるような不公平な関係であるほど、エッジを張り替えやすくなるように設定されている。これによって、利他的な個体は利己的な個体から他の個体にエッジを張り替えることになるので、利他的な個体同士の相互作用は保たれた。Rand ら [11] は人が複雑ネットワーク上で囚人のジレンマゲームをする行動実験において、同様にエッジを張り替える機会がある程度の頻度で発生することが相互の協調状態の維持に重要であることを示した。そのとき多く見られたエッジの張り替えに関する戦略は、Santos ら [12] のシミュレーションで設定されたものと類似しており、利他的な個体が利己的な個体との相互作用を避けるためにエッジを切断し、相手が利他的な個体であれば、新たにエッジを張るというものであった。また、このようなエッジの張り替えを人が自発的に行ったことは、利他的な個体が利己的個体を避けるという低コストの懲罰が発現したと言える。

このように不安定であるはずの相互の協調状態を人（や動物）は互恵的利他主義などの仕組みによって、維持していると考えられる。本稿ではソーシャルゲームにおけるユーザの社会関係について知見を得るために、ゲームの特定の状況（後述）に焦点を当て、その状況でのユーザの利他的な振る舞いや関係性について分析する。最初に焦点を当てるソーシャルゲームの社会的状況を分析し、その状況

でのユーザの行動から行動を利他的・非利他的に分類できることを示す。次に、その分類をもとに利他的な行動による相互の協調状態は維持されているか？ 維持されているならば、利他的な行動の効果について分析する。最後に、ここまで得られた知見をソーシャルゲームの品質向上に適用することについて考察する。

2. 焦点を当てる状況

本節では本稿で焦点を当てる社会的状況と、その状況が発生するソーシャルゲームのイベントについて述べる。

まず、本稿で扱うイベント（レイドイベント）の概要について述べる。なお、以下で述べているのは本稿で調査対象としたレイドイベントであり、必ずしも一般的な仕様ではない。

本稿では以下のサービス・期間のデータを分析する。

表 1 調査対象

サービス名	ガールフレンド（仮）
対象イベント	お花見イベント
対象イベントの期間	2013/3/25 16:00 ~ 2013/4/8 14:00
調査対象の期間	2013/4/5 0:00 ~ 2013/4/8 14:00

調査対象のイベントは、レイドイベントと呼ばれるタイプのもので、クエスト時^{*1}に遭遇する強力なレイドボス^{*2}を倒し、そこで獲得したポイント（イベントポイント）の合計でランキング争いをする。このイベントポイントの合計でランキング上位になると強力なカードを取得することができるため、ユーザはそれを目指して争う。ランキングにはユーザ個人のイベントポイントで順位を争うものと、ギルド^{*3}の合計イベントポイントで順位を争うものの二種類が存在する。両方で上位になるためには、ユーザが各々イベントポイントを稼ぐとともに、ギルドメンバー全員がイベントポイントを稼ぐ必要がある。

イベントポイントはレイドボスを攻撃すると与えたダメージに比例して獲得することができる（攻撃した時点でポイントは獲得できるので、倒さなくてもポイントは獲得できる）。レイドボスは倒すたびにHPが多くなっていくので、イベントの後半では何度も攻撃しなければレイドボスを倒すことはできない。このように遭遇したレイドボスを一度以上攻撃して倒せなかった場合、「同じギルドに所属するユーザ」に救援を依頼することができる。ユーザは

*1 クエストとはカードゲーム系のソーシャルゲームの基本アクションの一つで、「体力」というパラメータを消費して、経験値を稼ぐアクション。通常は数秒で1アクションが完了する。レイドイベント期間中は、このアクションを続けていると、レイドボスが一定確率で出現する。

*2 レイドボスはHPのみを持ち、ユーザは攻撃されることはない。「ユーザが攻撃ポイントを消費して大量のHPを持つレイドボスを倒す」ことを繰り返してポイントを稼ぐことがレイドイベントの目的。

*3 ユーザは基本的にいずれかのギルドに所属する。ギルドは1~50名程度のユーザで構成される（人数制限あり）。所属しないことも可能であるが所属しないことはゲームをプレイする上で不利であり、アクティブなユーザは基本的にギルドに所属しているためここでは考えない。ユーザは任意のタイミングでギルドを辞めることができ、他のギルドに入団申請ができる。ギルド長がその申請に対して許可をすればそのユーザはそのギルドに入団することができる。

救援を依頼されると依頼元のユーザが遭遇したレイドボスを攻撃することができる。この時のポイントは、自分が遭遇したボスを攻撃した場合より1.5倍多く取得できる。

レイドボスは一度に1体までしか相手にできない。つまり一旦遭遇する、または、救援依頼に応じて攻撃するとそのボスを倒すか、または、一定時間経過^{*4}してボスが逃げずには他のボスに遭遇したり、他のユーザの救援依頼に応えることはできない。レイドボスに対する攻撃力は使用するデッキに依存する。レイドボスに攻撃するには「攻撃ポイント」の1/4を使用する。つまり攻撃ポイントが最大の状態で4回攻撃が可能である。

攻撃ポイントは時間の経過で少しずつ回復する。またアイテム(1つ100円、ゲーム内でも報酬として取得可能)を使用すると最大値まで回復することができる。

つまり、このイベントでは「同じギルドのユーザを救援して通常の1.5倍のポイントを取得する」などをして「攻撃ポイントをできるだけ効率的に使用してポイントを稼ぐこと」が重要である。そのため本稿ではユーザの「有利さ」を表す指標として、イベントポイントを課金額で割った値(課金効率)を採用する。

本稿では、このようなイベントにおいて次の状況に焦点を当てる。

- 複数人でレイドボスを攻撃している
- レイドボスの残りHPが非常に少ない

この状況では

- レイドボスの残りHPが少ない(残りHP < 攻撃力)ため、そのレイドボスを攻撃しても、獲得できるイベントポイントは通常より少ない(使用した攻撃ポイントに対してコストパフォーマンスが悪い)^{*5}。
- レイドボスは一度に1体までしか相手にできないため、そのボスを倒さない限りは遭遇したユーザと救援中のギルドメンバーは他のボスを攻撃することはできず、イベントポイントを稼ぐことができない。

となっており、レイドボス討伐に参加しているユーザが2名の場合、利得行列を書くと表2のようになる。

表2 利得行列

	攻撃する	攻撃しない
攻撃する	α, β	α, β
攻撃しない	β, α	γ, γ

基本的には、 $\beta > \alpha > \gamma$ である^{*6}。この状況での攻撃は効率の悪い行為なので $\alpha < \beta$ 、しかし、どちらも攻撃しないと、その間に他のユーザがイベントポイントを稼いでしまうので、最も利得が低い(γ)。また、残りHPは攻撃力以下なので、両者共に攻撃することはない(どちらかが攻撃した時点でこの状況は解消される)。つまり、Snowdrift

^{*4} この時間は1~2時間(レイドボスの種別により異なる)に設定されており、ランキング上・中位層においては、その間にもしないことはランキングで他のユーザに大きく差を付けられてしまう時間である。

^{*5} レイドボスの残りHPが十分である場合は残りHP < 攻撃力であるため、そのレイドボスを攻撃すると、その攻撃力に応じたイベントポイントが獲得でき、効率的である。

^{*6} ただし互いの状況の違いによってこの大小関係は多少変わり得る。例えば寝る直前であれば、次の日には攻撃ポイントは完全に回復している。そのため、攻撃ポイントをいくら消費したとしても少しでもイベントポイントを得られるように「攻撃する」方が利得が高く、 $\alpha > \beta$ である。

ゲーム(チキンゲーム)に類似した状況と言える。

本稿ではこの状況において攻撃する行為を「利他的行為」として調査する。

3. 利他的なユーザの定義

本節では利他的な行動を定義し、それを元に各ユーザの利他度合いを計算する。その利他度を用いて利他的なユーザを定義する。

最初に調査対象にするユーザの攻撃行動を定義する。調査対象とするユーザの行動は、他のユーザが遭遇したレイドボスの救援依頼に応じて攻撃した場合のみとする。本稿では効率の悪い行動を利他的な行動とみなして調査をしたいため、利他的でない効率の悪い行動をできるだけ排除したいためである。上記でない場合は、自分で遭遇したボスに対して攻撃する場合である。この状況では、救援が無かった場合、自分でボスを攻撃せざるを得ないため、その行動は利他的でない場合が少なからず含まれると考えられるからである(救援があった場合に効率の悪い行動した場合は利他的な行動とも言えるが、現状ではその区別がつかないため自分で遭遇したレイドボスに対する攻撃は全て調査対象としない)。

前述のように本稿で焦点を当てる状況における利他的な行動とは通常の攻撃より効率の悪い行動である。そのためユーザ*i*の攻撃*j*について効率の良さを表す攻撃効率 a_{ij} を以下のように定義する。

$$a_{ij} = e_{ij} / M(e_i) \quad (1)$$

ここで e_{ij} はユーザ*i*の*j*回目の際に取得したイベントポイント、 $M(e_i)$ はユーザ*i*が各攻撃で取得したイベントポイントの中央値である。

図1に攻撃効率 a の密度分布を示す。非常に効率のよい攻撃(通常の10倍以上、各種ボーナスが重なると通常より非常に効率のよい攻撃が可能)がある一方、効率が悪い攻撃もある程度存在することがわかる。ここで攻撃強度が0.4(通常の攻撃の4割程度の効率の攻撃)である場合を利他的行動と定義する。この定義では利他的行動の頻度は全体の0.07程度である。

次にユーザ*i*の利他的行動の割合を利他度 c_i として図2にその密度分布を示す。多くのユーザの利他度がほぼ0である一方、利他度の高いユーザもある程度存在していることがわかる。ここでは利他度が0.1以上であるユーザを利他的なユーザ(以下、利他ユーザ)であるとする。このように定義すると利他ユーザの比率は0.30である。

ここで、表2の関係性を持った環境における個体の利得について整理する。利他的な個体が割合 $p \in [0, 1]$ で存在している集団における利他的な個体・非利他的な個体の利得は次のようになる。利他的な個体の利得の期待値は

$$E_c = p(\alpha + \beta) / 2 + (1 - p)\alpha \quad (2)$$

である。第一項が利他的な個体同士の組み合わせの場合、どちらかが攻撃することを表し、第二項が利他的な個体が非利他的な個体との組み合わせになった場合に利他的な個体のみが攻撃するというを表す。非利他的な個体の利得の期待値は

$$E_d = p\beta + (1 - p)\gamma \quad (3)$$

である。第一項が非利他的な個体が利他的な個体と組み合わせた場合に利他的な個体のみが攻撃するということを

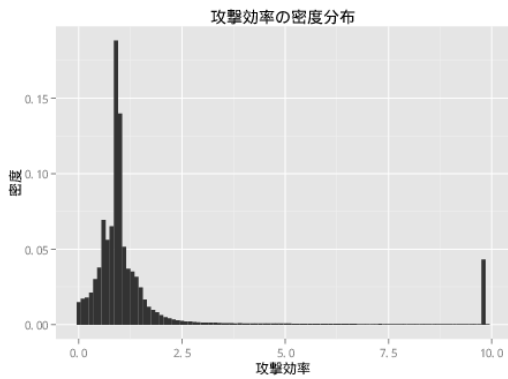


図 1 攻撃効率 a の密度分布 (a はボーナスなどによって非常に大きくなる場合もあるので、 $a > 10$ の場合は 10 としている)

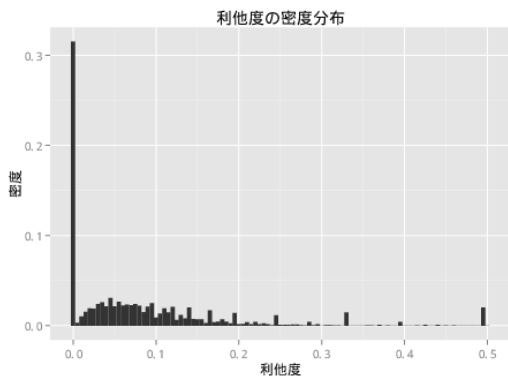


図 2 利他度 c の密度分布

表し、第二項が非利他的な個体同士が組み合わせの場合にどちらも攻撃しないことを表す。

4. 利他ユーザの分布

次に利他ユーザはどのようにギルドに分布しているかについて調査する。調査対象のギルドは調査期間中に一回でもログインしたユーザが5人以上存在するギルドとする。

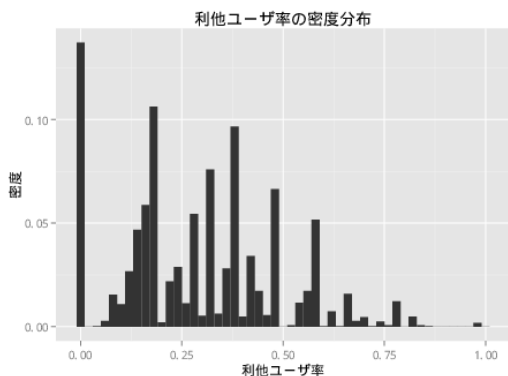


図 3 ギルドの利他ユーザ率の密度分布

各ギルドの利他ユーザ率の密度分布を図3に示す。同図から利他ユーザの分布には偏りが有り、利他ユーザが全く居ないギルド(非利他ギルド)と利他ユーザがある程度以上いるギルド(利他ギルド)に明確に別れており、利他ユーザが固まって分布していることがわかる。

以後、利他ユーザ率が0であるギルドを非利他ギルド(D)、0より大きく0.5以下であるギルドを弱い利他ギルド(Weak C)、0.5より大きいギルドを強い利他ギルド(Strong C)として、比較する。

それではなぜこのように偏った分布になったのであろうか? 利他的な個体の利得について式2, 3を用いて考える。利他的な個体同士の組み合わせでは利他的な個体は平均して利得 $(\alpha + \beta)/2$ を得ることができる。一方で、利他的な個体と非利他的な個体との組み合わせでは平均して利得 α しか得られない(このときの非利他的な個体の平均利得は β)。したがって、利他ユーザは利他ユーザ同士で集まらないうと、非利他ユーザに一方的に搾取される関係であることがわかる。そのため、利他ユーザは非利他ユーザを避け、利他ユーザ同士が集まっているグループを維持する必要があると考えられる。

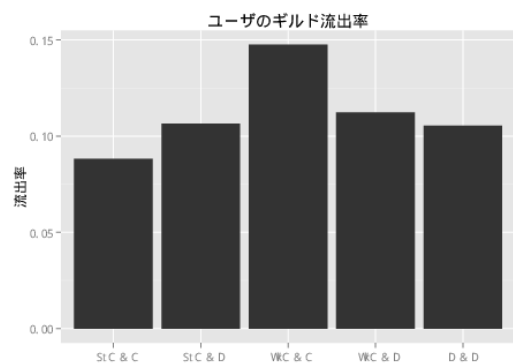


図 4 強い利他ギルドの利他ユーザ (StC & C)・非利他ユーザ (StC & D)、弱い利他ギルドの利他ユーザ (WkC & C)・非利他ユーザ (WkC & D)、非利他ギルドの非利他ユーザ (D & D) のギルド流出率

それではどのようにして利他ユーザ同士が集まっている状態を維持しているのであろうか? 図4に所属ギルドとユーザのカテゴリごとのギルドの流出率を示す。弱い利他ギルドの利他ユーザの流出率が際立って高いことがわかる。このことから、利他ユーザは強い利他ギルドのように周りに利他ユーザが多い場合は、そのギルドに留まる傾向にあるが、弱い利他ギルドのように周りに非利他ユーザが多いと不利な状態が続くので、そのギルドから流出し別のギルドを探していたと言え、それによって非利他ユーザが増え過ぎるとそのギルドからは利他ユーザが流出していき、利他ユーザの分布は偏ったと考えられる。

5. 利他ユーザの有利さ

本節では利他的行動の影響について調査するために、ギルドというグループレベルとユーザとという個体レベルでそれぞれ「有利さ(利得)」について分析する。

まず、利他ギルドと非利他ギルドのどちらのほうが「ギルド」というグループレベルで有利であるかについて調べる。図5に利他ギルドと非利他ギルドのユーザあたりの「平均イベントポイント」を、図6に利他ギルドと非利他ギルドの課金効率を示す。これらの図から、利他ユーザの多いギルドほどイベントポイントを多く取得し、また、課金効率も良いため、ギルドのランキングにおいて、利他ギルドの方が有利であることがわかる。

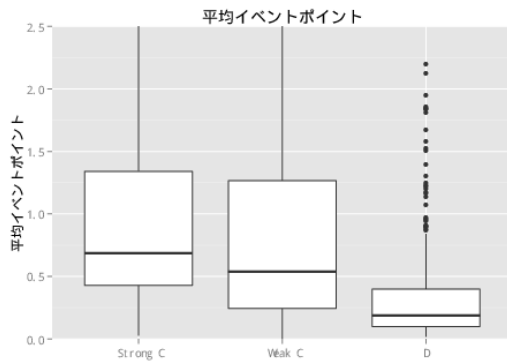


図 5 強い利他ギルド (Strong C), 弱い利他ギルド (Weak C), 非利他ギルド (D) のメンバーごとの平均イベントポイント. 両者ともにロングテール性を持つ分布になるため最大値を表示すると見つらなくなるため表示していない. また表示している値は全て定数倍している. 以降の箱ひげ図は全て同様の処理をしている.

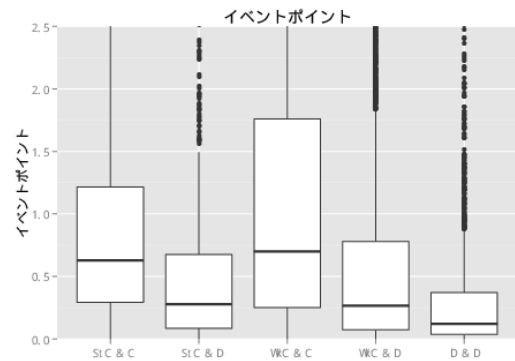


図 7 強い利他ギルドの利他ユーザー (StC & C)・非利他ユーザー (StC & D), 弱い利他ギルドの利他ユーザー (WkC & C)・非利他ユーザー (WkC & D), 非利他ギルドの非利他ユーザー (D & D) の平均イベントポイント.

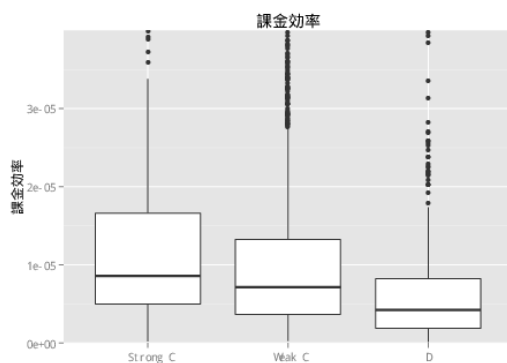


図 6 強い利他ギルド (Strong C), 弱い利他ギルド (Weak C), 非利他ギルド (D) のメンバーごとの課金効率.

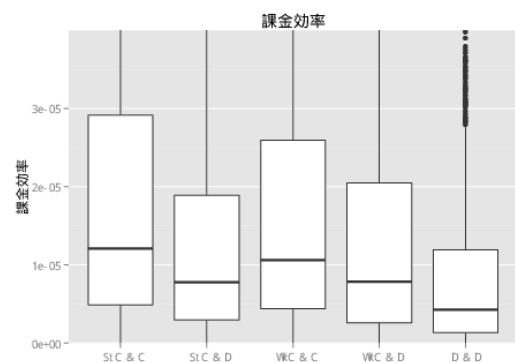


図 8 強い利他ギルドの利他ユーザー (StC & C)・非利他ユーザー (StC & D), 弱い利他ギルドの利他ユーザー (WkC & C)・非利他ユーザー (WkC & D), 非利他ギルドの非利他ユーザー (D & D) の課金効率.

次に「ユーザー」という個体レベルでは利他ユーザー・非利他ユーザーのどちらが有利であるかを調べる. 図 7, 8 にユーザーのイベントポイントと課金効率を示す. これらの図から, 利他ギルドに所属する利他ユーザーが最もイベントポイントを取得し, 課金効率もよく, 次いで利他ギルドに所属する非利他ユーザーがイベントポイントを取得し, かつ, 課金効率もよいことがわかる. そして, 非利他ギルドの非利他ユーザーは両者ともに低かった. 強い利他ギルドと弱い利他ギルドでは大きな違いはなかった.

ではなぜ利他ギルド, 利他ユーザーが有利になったのか? 式 2, 3 を用いて考察する. まず, ギルドというグループレベルについて考えると, p が 1 に近い場合 (利他的なグループである場合), 個体の利得の期待値は

$$E_c = (\alpha + \beta)/2 \quad (4)$$

になり, p が 0 に近い場合 (非利他的なグループである場合), 個体の利得の期待値は

$$E_d = \gamma \quad (5)$$

となり, $\gamma < \alpha < \beta$ なので, $E_c > E_d$ になる. よってグループレベルでは, 利他的な個体が相互に利他的な行動をすることで, グループ全体の利得を向上させていると言える.

次に, 利他ギルド内でのユーザーという個体レベルの利得について考える. p が 1 に近い場合に, 利他的な個体の利得は

$$E_c = (\alpha + \beta)/2 \quad (6)$$

になり, 少数だけ存在する非利他的な個体の利得は

$$E_d = \beta \quad (7)$$

となり, $E_c < E_d$ になる. よって個体レベルでは, 利他的な個体は相互に利他的な行動をすることで互いの利得を高めることができるが, 一方で非利他的な個体は一方的に相手の利他的な行動を享受することができるので, より高い利得を得ることができると考えられる. ところが, 上記の調査では非利他ユーザーよりも利他ユーザーのほうが課金効率が高く有利 (利得が高い) であった.

これは, 利他ユーザーは利他ユーザー同士で集まってギルドを構成するだけでなく, そのギルド内でも非利他ユーザーの搾取を防ぐため, 「互恵的利他主義」に基づく利他ユーザー同士のみ相互の利他行動 (非利他ユーザーに対しては利他的な行動をしない) をしているとためだと思われる.

6. 考察

以上の分析結果から利他ユーザーは, 積極的にゲームに参

加し、相互に協力しているゲームを効率よく進めているという意味で、サービスのユーザにとってもサービスの運営にとっても、サービスを活性化させる「良いユーザ」であると言える。そのような利他ユーザによる相互の協調状態は「互恵的利他主義」に基づいており、それは「利他的な個体同士が集まってグループを構成すること」によって利他ユーザが高い利得を得ること、「利他的なグループに非利他的な個体が増えてきたら利他的個体はそのグループから別のグループに移動すること」によって利他ギルドを構成することの2つが重要であることが示された。そのため、ソーシャルゲームというサービスの品質向上のためには、これらを促進させることが有効であると考えられる。

例えば、本稿で扱ったレイドイベントであれば、最後に効率の悪い攻撃をした場合、そのとき参加していたユーザにそれが伝わりやすくなるような画面のデザインにするなどによって、互恵的利他主義の促進が可能であろう。アクティブで利他的なギルドが検索しやすいうようになっていけば、利他ユーザは自分にあったギルドに移動しやすくなるため、非利他ギルドからの利他ユーザの流出を促進できる（利他ユーザが一方向的に協力している状態を防ぎやすくなる）。

また上記の知見は、互恵的利他主義に基づく相互の協調状態には、理論的・実験的に予測されていた、局所性が重要であること [9], [10]、適度に局所性の更新が必要であること [11], [12] を、理論的・実験的研究のような設計がされていない環境において定量的に明らかにしたと言える。

7. おわりに

本稿ではソーシャルゲームにおけるユーザの社会的行動について知るために、相互の協調状態に焦点を当て利他的行動について分析した。結果、本稿で対象としたソーシャルゲームのレイドイベントではユーザ間の関係は SnowDrift ゲームに類似した状況が発生することがわかり、そこでのユーザの振る舞いに基づきユーザを利他的・非利他的という性質で分類できた。そしてそこで定義した利他的なユーザは非利他的なユーザを避けるようにグループを作り、その中で相互に協調することで効率よく、また積極的にゲームをプレイしており、サービスの他の利用者やサービスの運営にとっても「良いユーザ」であることがわかった。

その分析結果を用いることで、サービスを活性化させる施策に繋がれること、また、人の社会性に関する理論的・実験的研究の知見がより自由に人が振る舞える環境でも重要であることを示した。

ソーシャルゲームは、ユーザの目指す利益が同一、かつ、定量的に定義されたシステムの上での数万人～数百万人規模の相互作用であり、また、ユーザ間の関係にゲームシステムとして「明確な利害関係」が存在するため、進化ゲーム理論の枠組みで扱いやすい。そのため進化ゲーム理論を用いた研究の知見を利用しやすく、サービスの品質向上に活かせると考えられる。また、ソーシャルゲームにおける人の行動を分析することで、人の社会性に関する知見を得られると考えている。

謝辞 本稿作成にあたり、詳細なコメントと洞察に富む助言を与えて頂いた一ノ瀬元喜助教に心からお礼を申し上げます。

参考文献

- [1] Adams, P.: *Grouped: How small groups of friends are the key to influence on the social web (Voices That Matter)*, New Riders, 1 edition (2011).
- [2] Bakshy, E., Rosenn, I., Marlow, C. and Adamic, L.: The role of social networks in information diffusion, *Proceedings of the 21st international conference on World Wide Web, WWW '12*, New York, NY, USA, ACM, pp. 519–528 (online), DOI: 10.1145/2187836.2187907 (2012).
- [3] Bshary, R. and Grutter, A. S.: Image scoring and cooperation in a cleaner fish mutualism., *Nature*, Vol. 441, No. 7096, pp. 975–978 (online), DOI: 10.1038/nature04755 (2006).
- [4] Fehr, E. and Fischbacher, U.: The nature of human altruism, *Nature*, Vol. 425, No. 23, pp. 785–791 (2003).
- [5] Grujić, J., Fosco, C., Araujo, L., Cuesta, J. A. and Sánchez, A.: Social Experiments in the Mesoscale: Humans Playing a Spatial Prisoner's Dilemma, *PLoS ONE*, Vol. 5, No. 11, pp. e13749+ (online), DOI: 10.1371/journal.pone.0013749 (2010).
- [6] Grujić, J., Röhl, T., Semmann, D., Milinski, M. and Traulsen, A.: Consistent Strategy Updating in Spatial and Non-Spatial Behavioral Experiments Does Not Promote Cooperation in Social Networks, *PLoS ONE*, Vol. 7, No. 11, pp. e47718+ (online), DOI: 10.1371/journal.pone.0047718 (2012).
- [7] Lindgren, K.: Evolutionary phenomena in simple dynamics, *Artificial Life II* (Langton, C. G., Taylor, C., Farmer, J. D. and Rasmussen, S., eds.), Addison Wesley Publishing Company, pp. 295–312 (1991).
- [8] Nowak, M. and Sigmund, K.: A strategy of win-stay, lose-shift that outperforms tit-for-tat in the Prisoner's Dilemma game., *Nature*, Vol. 364, No. 6432, pp. 56–58 (online), DOI: 10.1038/364056a0 (1993).
- [9] Nowak, M. A.: Five Rules for the Evolution of Cooperation, *Science*, Vol. 314, No. 5805, pp. 1560–1563 (online), DOI: 10.1126/science.1133755 (2006).
- [10] Pepper, J. W.: Relatedness in trait group models of social evolution., *Journal of theoretical biology*, Vol. 206, No. 3, pp. 355–368 (online), DOI: 10.1006/jtbi.2000.2132 (2000).
- [11] Rand, D. G., Arbesman, S. and Christakis, N. A.: Dynamic social networks promote cooperation in experiments with humans, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 108, No. 48, pp. 19193–19198 (online), DOI: 10.1073/pnas.1108243108 (2011).
- [12] Santos, F. C., Pacheco, J. M. and Lenaerts, T.: Cooperation prevails when individuals adjust their social ties., *PLoS computational biology*, Vol. 2, No. 10, pp. e140+ (online), DOI: 10.1371/journal.pcbi.0020140 (2006).
- [13] Wilkinson, G. S.: Food Sharing in Vampire Bats, *Sci Am*, Vol. 262, No. 2, pp. 76–82 (online), DOI: 10.1038/scientificamerican0290-76 (1990).
- [14] R. アクセルロッド：つきあい方の科学 – バクテリアから国際関係まで、ミネルヴァ書房 (1998).
- [15] ジョン・メイナードスミス, エオルシュサトマーリ：生命進化 8 つの謎, 朝日新聞社 (2011).
- [16] 小川卓：入門 ウェブ分析論 – アクセス解析を成果につなげるための新・基礎知識増補改訂版, ソフトバンククリエイティブ (2012).
- [17] 長谷川寿一, 長谷川真理子：進化と人間行動, 東京大学出版会 (2000).
- [18] 湯田聰夫, 小野直亮, 藤原義久：ソーシャル・ネットワーク・サービスにおける人的ネットワークの構造, 情報処理学会論文誌, Vol. 47, No. 3, pp. 865–874 (2006).