

## 分散アイデンティティエスクローを想定した電子掲示板における ユーザ行動に関する研究

佐藤 亮太<sup>†</sup> 廣田 啓一<sup>†</sup> 山本 太郎<sup>†</sup> 谷本 茂明<sup>†</sup> 塩野入 理<sup>†</sup> 金井 敦<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 日本電信電話株式会社 NTT 情報流通プラットフォーム研究所  
〒 239-0847 神奈川県横須賀市光の丘 1-1

E-mail:

†{sato.ryota,hirota.keiichi,yamamoto.taro,tanimoto.shigeaki,shionoiri.osamu,kanai.atsushi}@lab.ntt.co.jp

あらまし インターネット社会における匿名性に関する問題の一解決策として、我々は分散アイデンティティエスクロー (DECIDE: DECentralized Identity Escrow) を提案している。DECIDE は、ユーザの匿名性を担保する管理者が複数存在する仕組みで、一定数以上の管理者が合意するとユーザの匿名性がユーザ間や管理者に対して剥奪される特徴をもつ。本稿では、この仕組みの適用先として、匿名性に由来する誹謗中傷などの問題が多発している電子掲示板に着目し、掲示板上でユーザの振る舞いについてモデル化を行い、シミュレーション実験やその検証、補足をする被験者実験の結果を示すことで、インターネット社会における匿名のあり方についての基礎的な検討を行う。

キーワード プライバシー、匿名性、アイデンティティエスクロー、シミュレーション

## A Study on a Participant Behavior in Bulletin Board System based on Decentralized Identity Escrow

Ryota SATO<sup>†</sup>, Keiichi HIROTA<sup>†</sup>, Taro YAMAMOTO<sup>†</sup>,

Shigeaki TANIMOTO<sup>†</sup>, Osamu SHIONOIRI<sup>†</sup>, and Atsushi KANAI<sup>†</sup>

<sup>†</sup> NTT Information Sharing Platform Laboratories, Nippon Telegraph and Telephone Corporation  
1-1 Hikarino-oka, Yokosuka-shi, Kanagawa, 239-0847 Japan

E-mail:

†{sato.ryota,hirota.keiichi,yamamoto.taro,tanimoto.shigeaki,shionoiri.osamu,kanai.atsushi}@lab.ntt.co.jp

**Abstract** An identity escrow scheme called Decentralized Identity Escrow (DECIDE) has three identity tiers, 'identity' (= 'real identity'), 'pseudonymity' (= 'virtual identity'), and 'anonymity,' and a person can move dynamically from one tier to another. The scheme provides a high decentralization capability for the management of the identity tiers. In this paper, we present some results from a computer simulation study and human experiment study on DECIDE when it is applied to a kind of bulletin board system (BBS). Based on these results, we discuss the way the identity management should be.

**Key words** Privacy, Anonymity, Identity Escrow, Simulation

### 1. はじめに

近年、人々の生活におけるネット利用の比重が高まってきている。電子メールやネットオークションは多くの人々の生活に浸透しており、さらに電子掲示板や blog, SNS (Social Networking Service) 等のいわゆる CGM (Consumer Generated Media) の利用も著しく増えている。その一方で、これらのサービスの広がりにより、ネットオークション詐欺やフィッシング、CGM

上での誹謗中傷などの問題が多発し、社会問題として取り上げられることも多くなった。

ネット社会では基本的にコミュニケーションしている相手は何者であるかを確認することが実社会に比べて難しいため、「顔の見えない (=匿名性が高い) 社会」であると言われ、ネットの持つ「匿名性」が上述の社会問題を引き起こす要因の一つとして挙げられている。しかしその一方で、「匿名性」はプライバシー保護や表現の自由の保護に対してきわめて重要な役割を

担っており、必要不可欠なものとの認識も高い。こうした中、ネット社会で経済活動やコミュニティ活動を安心して行えるようにするための信頼の基盤として、適切なアイデンティティ管理 (ID 管理) [1] のあり方の議論に注目が集まっている。

匿名性に基づくプライバシーや表現の自由の保護と、ID 管理に基づく信頼の確立という、方向性の異なる二つの要求を妥当なレベルでバランスさせる一つの技術的ソリューションとして、アイデンティティエスクロー (identity escrow, 以下 ID エスクロー) [2] がある。ID エスクローでは、ネット社会のレイヤーが、アイデンティティの特定に必要な最小限の情報しか保持しない、事実上の匿名性が守られた層 (第一層) と、本人性が確認可能な詳細情報を保持する層 (第二層) とに分けられている。ネット社会の参加者は、通常、第一層でネット活動を行うため、第一層の管理者や他の参加者に対して匿名性が保たれる。一方で、参加者が誰であるかを確認する必要が生じた場合のために、第一層から第二層へと参加者の状態を遷移できる仕組みも用意されている。ただし、その状態遷移に関する権限が第二層の管理者に集中するのを避けるため、遷移を判断する権限は第二層の管理者とは異なる主体に持たせられるようになっていく。

筆者らは、この ID エスクローの考え方を拡張して、実名性 (real identity)、仮名性 (virtual identity)、匿名性 (anonymity) の三層から構成される、権限分散の度合いを高めたフレームワーク “DECIDE” (DECentralized IDentity Escrow) [1] の提案を行い、その有効性の検証を進めている。DECIDE 自体は、暗号技術に基礎をおく技術的フレームワークである。しかし、DECIDE が取り扱うものは、信頼やプライバシーといった社会的価値であり、その検証にはネット社会の参加者の視点から見た社会科学的な検討が欠かせない。そこで、本稿では、ネット社会における実名性、仮名性、匿名性の定義とそれに基づく DECIDE の概念モデルについて簡単に述べた後に、電子掲示板というフィールドを対象としたシミュレーション実験、被験者実験の概要と得られた結果を示し、DECIDE モデルの下でのユーザ行動と匿名性のあり方について議論する。

## 2. DECIDE モデル

DECIDE モデルにおける実名性、仮名性、匿名性の三層の定義を以下のように与える。

### 実名性

ネット社会の参加者 (以下、参加者) を実世界の個人として特定可能な情報の集合が提供された状態を、その個人の実名性 (アイデンティティ) が確立された状態と定義する。参加者は複数のアイデンティティ (例: 社員としてのアイデンティティと私的なアイデンティティ) を保持する事もできる。

### 仮名性

ある参加者が、ネット社会では同一の存在として特定されているが、実社会の誰であるかは特定されていない時、仮名状態と定義する。参加者は、何らかの識別子 (identifier) を仮名として使用することで、仮名性を獲得する。ただし、ここでいう仮名は、実名性が確立された一人の参加者 (アイデンティティ)

によって繰り返し使用される識別子であり、捨てハンドルのような一度しか使われない識別子は仮名とはみなさない。また、一人の参加者は複数の仮名を利用する事ができるものとする。

### 匿名性

匿名状態とは、実社会とネット社会の双方において、参加者の個人が特定されていない状態である。例えば参加者は、サービスにアクセスする毎に異なる識別子を用いることで、匿名性を獲得することができる。また、あらゆる参加者が同一の識別子を共用することでも、匿名性が確保される。

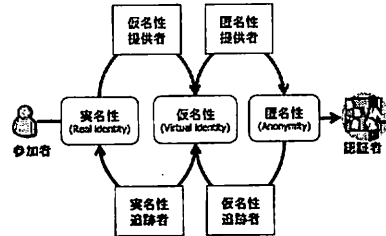


図 1 DECIDE の概念モデル

上述の定義に基づいた、DECIDE の概念モデルを図 1 に示す。このモデルでは 6 つの役割と 3 つの状態からなり、参加者は実名性、仮名性、匿名性の 3 つの状態のいずれかにより、認証者の認証を受けるものとする。仮名性提供者と匿名性提供者は、それぞれ参加者の状態を実名性から仮名性へ、仮名性から匿名性へと遷移させる機能を持つ。一方、仮名性追跡者と実名性追跡者は、それぞれ参加者の状態を匿名性から仮名性へ、仮名性から実名性へと遷移させる機能を持つ。

DECIDE はその技術的特徴により、状態遷移を司る 4 者の内、仮名性提供者以外の 3 者の機能について、複数の判断主体に権限を分散して担わせることが可能である。さらに仮名性追跡者、実名性追跡者の機能については、追跡者群を構成する判断主体のうち、一定数以上の協力がある時に状態を遷移させる機能が有効になる。このため、DECIDE では、従来の ID エスクローに比べ、より高い権限分散が可能となっている。

DECIDE が適用されたサービスの下では、各参加者は仮名性あるいは実名性の追跡機能の存在を意識することで、より思慮深く、慎重な行動を取るようになるものと期待できる。一方で、追跡機能の濫用に対する参加者の不信感・不安感などが生じることも想定されるが、仮名性と実名性の二層構造での追跡に分けたこと、追跡機能の利用に一定数以上の追跡者群の協力を必要としたことにより、その心理的なデメリットは比較的抑えられるものと考えられる。

## 3. シミュレーション実験

第 2 節で述べた DECIDE モデルが参加者の行動に与える影響について、具体的な適用先として電子掲示板 (以下、BBS) を想定したシミュレーション実験により、定性的な視点に基づく検証を行った。BBS は、共有された一つの場に記事を投稿することで参加者が議論を行うコミュニケーション・アプリケーションである。DECIDE モデルの導入により、参加者である BBS ユーザは通常匿名の状態では認証者である BBS 運営者へアクセスし、その BBS へ投稿を行なうことができるが、何か問題

のある記事を投稿した場合には、複数の仮名追跡者の一定数の協力により仮名追跡が行われ、その記事を投稿した匿名のBBSユーザの仮名を明らかにして、BBSからの追放や投稿不可などの罰則を与えるという仕組みを考えることができる。BBSユーザ、BBS運営者、仮名性追跡者の3つの役割からなる上記の仕組みを図2に示す。

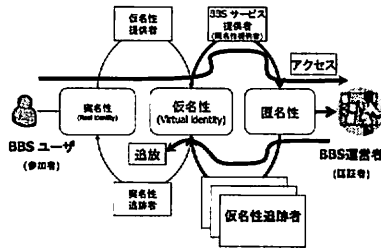


図2 電子掲示板にDECIDEを適用した場合の概念モデル

### 3.1 シミュレーション実験の詳細

シミュレーションの構築にあたっては、井底らにより提供されているシミュレーション・プラットフォームであるPlatBox [3]を用いた。PlatBoxはJavaをベースとしたシミュレーションツールとそのモデル作成支援ツールで構成されており、社会・経済のモデル化を支援し、それらをシミュレートするツールとして発展している [4] [5]。

#### 3.1.1 シミュレーション実験の登場人物と構成

今回のシミュレーションでは、エージェントとしてMember, ArticleField, MembershipManagerの3つを用意した。図2に示したDECIDEモデルの3つの役割に対するエージェント割り当てを以下に示す。

シミュレーション実験の構成 S1

- BBS ユーザ : Member
- BBS 運営者 : ArticleField
- 仮名性追跡者 : Member

個々のエージェント Member は、BBS ユーザとして記事の作成・投稿と、他の Member が投稿した記事の閲覧を行う。Member は場としてのBBSに対する満足度の程度を示す指標である満足値を持ち、記事の投稿や閲覧の際に自分の満足値を増減させる。また、Member は仮名性追跡者としても機能し、閲覧した記事が不適切と判断した場合には他 Member の追放に関する投票行為を行なう。

エージェント ArticleField は、BBS 運営者として個々の Member の記事投稿を受け付け、その記事を他の Member に配布する。他の Member は ArticleField から配布された記事の閲覧を行うこととなる。また、ArticleField は各 Member から受け付けた追放投票を集計し、一定数以上が集まった場合には MembershipManager に対し投稿者である Member への罰則を要求する。

MembershipManager は、Member のBBSへの加入や脱退といった能動的、もしくは、追放といった受動的な行動を実行させるために存在する便宜的な存在するエージェントで、DECIDEモデルの役割には対応していない。MembershipManager は定期的に新たな Member を追加し、ArticleField から投稿者であ

る Member への罰則要求があった場合には、罰則としてその投稿者をBBSから追放する。また、各 Member の満足値の状態を常に確認し、満足値が0以下となった Member をBBSから退会させる。

上述したシミュレーションのフローを図3に示す。

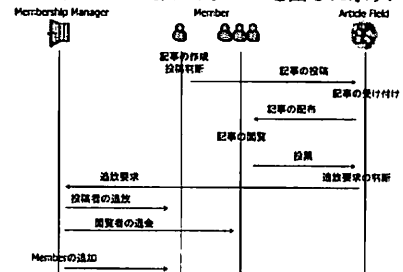


図3 シミュレーションのフロー

#### 3.1.2 シミュレーション実験のパラメタの詳細

##### 初期設定

まず最初に、初期の Member 数を定数  $m^{(0)}$  で与える。次に、個々の Member  $U_\ell (1 \leq \ell \leq m^{(0)})$  を作成する。各 Member は、固定のパラメタとして、記事を作成する際にどの程度の質の記事を書くことができるかを表す能力 (以下、作成能力) と記事を読む際にどの程度の記事の質に対して満足を示すかを表す能力 (以下、閲覧能力)、およびシミュレーションを通じて変動するパラメタとして満足値が与えられる。

今回のシミュレーションでは簡単のために作成能力と閲覧能力は等しいものと考え、これらを能力関数  $\rho_\ell(x)$  として、下記に示す正規分布をもつ乱数生成関数と設定する。

$$\rho_\ell(x) = \sqrt{\frac{1}{2\pi\sigma_\ell^2}} \exp\left(-\frac{(x - \mu_\ell)^2}{2\sigma_\ell^2}\right) \quad (1)$$

ここで、能力関数における平均  $\mu_\ell$  と標準偏差  $\sigma_\ell$  は各 Member 固有に与えるものとして、それぞれ下記の式により決定する。

$$\mu_\ell = \rho_m(r_\ell) = \sqrt{\frac{1}{2\pi\sigma_m^2}} \exp\left(-\frac{(r_\ell - \mu_m)^2}{2\sigma_m^2}\right) \quad (2)$$

$$\sigma_\ell = \rho_s(r'_\ell) = \sqrt{\frac{1}{2\pi\sigma_s^2}} \exp\left(-\frac{(r'_\ell - \mu_s)^2}{2\sigma_s^2}\right) \quad (3)$$

式中の平均  $\mu_m, \mu_s$  と標準偏差  $\sigma_m, \sigma_s$  は、シミュレーションの共通定数として与える。

例えば、 $\mu_m = 50, \sigma_m = 10$  とした場合、 $\mu_\ell$  は約 95% の確率で 30 から 70 の値をとり、また  $\mu_s = 10, \sigma_s = 2.5$  とした場合は、 $\sigma_\ell$  は約 95% の確率で 5 から 15 の値をとることとなる。従って、例えば Member  $U_\ell$  が、 $\mu_\ell = 55.5, \sigma_\ell = 7.5$  という値をもつ能力関数を持っている場合は、 $U_\ell$  が作成した記事の質や、閲覧する際に満足する記事の質の基準は、約 95% の確率で 40.5 から 70.5 の値をとることとなる。

Member の満足値は  $F_\ell$  で与える。その初期値  $F_\ell^{(0)}$  はシミュレーションの共通定数とし、全 Member に同じ値を付与する。

ステップ  $t$  における設定

初期設定が終わると、以降は図3に示したフローを1ステップとして、繰り返し実行する。以後、任意のステップを  $t$  で示し、例えば、ステップ  $t$  の Member 数を  $m^{(t)}$  と表現する。

### a) 記事の投稿フェーズ

各ステップにつき1人のMemberが1つの記事を作成・投稿する。この時投稿 Member  $U_i (1 \leq i \leq m^{(t)})$  は与えられた能力関数(作成能力)を用いて、投稿記事の質  $Q^{(t)}$  を決定する。したがって、高い作成能力をもつ Member の記事は質が高い可能性が高くなる。

$$Q^{(t)} = \rho_i(r_i^{(t)}) \quad (4)$$

次に、投稿 Member  $U_i$  は作成した記事を投稿するか否かの判断を、ある判断基準に従って行う。本シミュレーションでは判断基準として、過去の数ステップに投稿された記事の質の平均値と作成した投稿記事の質  $Q^{(t)}$  とを比較し、後者の値が大きかった場合に投稿を行うものとした。これはつまり、BBSユーザがBBSの質や雰囲気といったものによって投稿を判断することを意味している。ステップ  $t_1$  からステップ  $t_2$  までに投稿された記事の質の平均値  $ArtAcc^{(t_1:t_2)}$  は以下の式で表される。

$$ArtAcc^{(t_1:t_2)} = \frac{1}{t_2 - t_1 + 1} \sum_{k=t_1}^{t_2} Q^{(k)} \quad (5)$$

今回は、過去の5ステップの記事の質の平均値  $ArtAcc^{(t-5:t-1)}$  を投稿 Member が参照するものとした。

さらに、我々は投稿 Member が記事の質の平均値を誤認する共通パラメタとして  $RecErr$  を導入した。これはつまり、BBSユーザがBBSの質や雰囲気を読めない、あるいは読みきれないことを表す。以上より、投稿判断のルールは下記のように表現できる。

```
if  $Q^{(t)} \geq ArtAcc^{(t-5:t-1)} - RecErr$ 
then 記事を投稿
else 記事の投稿を断念
```

投稿を行なった投稿 Member  $U_i$  は、満足値  $F_i^{(t)}$  を以下の式により増加させる。ここで、 $sp$  は記事投稿による満足値の上昇度合いを表す定数とする。

$$F_i^{(t)} = F_i^{(t-1)} + sp \quad (6)$$

### b) 記事の閲覧フェーズ

投稿 Member が投稿した記事は ArticleField に送られ、ArticleField がステップ  $t$  における記事の質の平均値  $ArtAcc^{(0:t)}$  (以下、単に  $ArtAcc$ ) を計算する。また、ArticleField が投稿記事を投稿 Member 以外の各 Member に配布することで、記事の閲覧が行われる。記事を読む閲覧 Member  $U_j (j = 1, \dots, m^{(t)}, j \neq i)$  は、与えられた能力関数(閲覧能力)を用いて下記のように記事の評価基準  $E_j^{(t)}$  を決定し、投稿された記事の質  $Q^{(t)}$  との比較により記事の評価を行う。

$$E_j^{(t)} = \rho_j(r_j^{(t)}) \quad (7)$$

記事評価の結果として、閲覧 Member の満足値  $F_j^{(t)}$  は以下の式により増減する。ここで、 $sb$  は悪い記事を読んだときに不満に思う度合い、 $sg$  は良い記事を読んだときに満足に思う度合

いを表す定数とする。

$$\begin{cases} E_j^{(t)} \geq Q^{(t)} : F_j^{(t)} = F_j^{(t-1)} - sb \\ E_j^{(t)} < Q^{(t)} : F_j^{(t)} = F_j^{(t-1)} + sg \end{cases} \quad (8)$$

加えて、記事評価の結果により投稿記事に対して不満を感じた時、閲覧 Member は投稿 Member の追放を要求する投票を ArticleField に対して行う。

### c) Member の加入、退出フェーズ

閲覧 Member からの投票を収集した ArticleField は、その投票数が所定の閾値  $Rev$  を超えた場合に、その投稿 Member の仮名を明らかにして、MembershipManager に対して投稿 Member の追放を要求する。

MembershipManager は、投稿 Member の追放要求を受けるとその Member を BBS から追放する。次に、MembershipManager は全 Member の満足値  $F_j^{(t)}$  をチェックして、0 以下であった場合にはその Member を BBS から退会させる。最後に MembershipManager は、各ステップごとに 1/2 の確率で新しい Member を追加する。

## 3.2 シミュレーション実験のパラメタ設定

### 3.2.1 共通の設定

本稿に示すシミュレーション実験では、Member の能力関数を決める式(2)、式(3)のパラメタを  $\mu_m = 50, \sigma_m = 10, \mu_s = 2.5, \sigma_s = 2.5$  とし、Member の満足値の初期値を  $F^{(0)} = 50$  とした。また、投稿時の満足値の上昇を  $sp = 1.0$ 、閲覧時の満足値の上昇・下降をそれぞれ  $sg = sb = 1.0$  とした。

実験条件として、追放の閾値  $Rev$  と誤認の程度  $RecErr$  を個別に設定し、さらに、新たなパラメタ  $AgProp$  をシミュレーションの拡張として設けた。これは Member 生成の際に“積極的な” Member を作り出す割合を示し、この積極的な Member は記事の投稿判断を一切行わずに作成した記事を全て投稿するものとした。こうした積極的な Member は、例えば、記事の質の平均が高い BBS に対しても躊躇することなく質の低い投稿を行なう参加者となる。

以下、本シミュレーションで用いた実験条件のパラメタ設定を列挙する。

### 3.2.2 Type1 ( $Rev, RecErr, AgProp$ ) = (1000, 100, 0.0)

Type1 では、匿名で投稿可能な BBS を想定したパラメタ設定を行った。追放の閾値  $Rev$  は実際に追放が発生しない十分に大きな値とし、誤認の程度  $RecErr$  は全ての投稿 Member が記事の平均値を低く見積もり、作成した記事を全て投稿するように大きな値とした。これにより投稿 Member が全ての記事を投稿し、また追放が一切起きないような、管理されていない BBS の特徴を反映するものと仮定した。

### 3.2.3 Type2 ( $Rev, RecErr, AgProp$ ) = (10, 100, 0.0)

Type2 では、管理された BBS を想定して、追放の閾値  $Rev$  を十分追放が発生する程度の値とした。この設定により、DE-CIDE モデルに特徴的な仮名性追跡の効果(追放の効果)が得られるものと考えられる。

### 3.2.4 Type3 ( $Rev, RecErr, AgProp$ ) = (10, 5, 0.0)

Type3 では、各投稿 Member が妥当な程度に記事の平均値

を見積もることを考慮した、誤認の程度  $RecErr$  を設定した。これにより、各投稿 Member が作成した記事の投稿前に BBS の平均的な記事の質との比較を行い、記事の投稿を躊躇する (投稿しない) というユーザ行動の反映を想定した。

### 3.2.5 Type4 ( $Rev, RecErr, AgProp$ ) = (10, 5, 0.2)

Type4 では積極的なメンバの追加割合  $AgProp$  を設定した。この設定により、投稿 Member の大部分は BBS の記事の質を考慮するが、一部の投稿 Member は全ての記事を投稿するという、BBS の状況が実現される。我々は、DECIDE モデルを導入した BBS におけるユーザ行動の振る舞いは、Type4 の実験条件にもっとも近くなるものと想定している。

## 3.3 シミュレーション実験の結果

### 3.3.1 Member 数の遷移

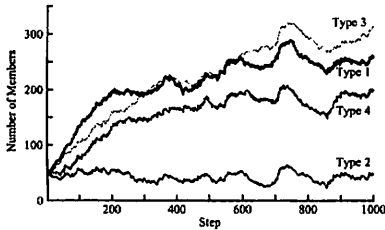


図4 シミュレーション実験における Member 数の遷移

シミュレーション実験による、実験条件毎の Member 数の遷移を図4に示す。なお、いずれの実験条件も乱数のシードには同じ値を用いた。

Type1 では、Member 数は振動しながら単調に増加していく。Type1 の実験条件では、Member の追放が起こらず、満足値の低下による Member の脱退のみが時々起こっている。また、投稿 Member は記事の質に関係なく投稿を行うため、質の悪い記事を開覧した Member の満足値が低下するが、閲覧 Member の脱退よりも新規 Member の追加の方が若干勝ったためこのような結果になったと考えられる。

Type2 では、Member 数は常に低い値のまま振動している。Member 数が全く増加しなかったのは、導入された追放の効果が強くて現れたためである。全ての投稿 Member が記事の質を考慮せずに投稿するため、質の悪い記事を投稿した Member の追放が発生し、同時に記事を開覧した Member の満足値が低下する。特に、追放の効果に関しては、本実験では一度でも質の悪い記事を投稿すると追放されるものとしたため、Member 数は常に小さく、追放の閾値付近で振動する結果となった。

Type3 では、Member 数が順調に増加する傾向を示し、追放の発生しない Type1 よりも上回る結果となった。最初の 300 ステップ辺りまでにおける Member 数の増加は、追放の効果があるために Type1 と比べて緩やかである。一方で、300 ステップ以降もその増加傾向を保持し、Type1 を上回った。これは、パラメタとして誤認の程度  $RecErr$  を下げたことによって、各投稿 Member が記事の質の平均との比較により投稿の判断を行う“躊躇の効果”が現れたものと考えられる。すなわち、質の悪い記事の投稿が減少したため、投稿 Member の追放や閲覧 Member の脱退が起こりにくく、BBS の参加者数が増加する理想的な状態が得られている。

Type4 では、積極的な Member の存在により、Type3 に比べてやや強く追放の効果が現れ、Member 数が小さい値をとっている。こうした記事投稿を躊躇しない積極的な Member の参加は、BBS の記事の質を下げるだけでなく、Member 数の増加を妨げる悪い効果を及ぼしていると言える。

### 3.3.2 記事の質 ( $ArtAcc$ ) の遷移

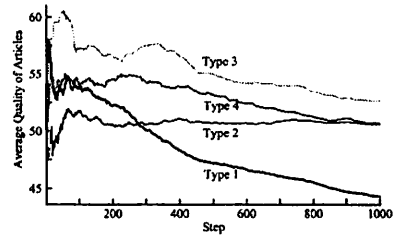


図5 シミュレーション実験における記事の質 ( $ArtAcc$ ) の遷移

図5に、実験条件毎の記事の質の平均 ( $ArtAcc$ ) の遷移を示す。

Type1 では、 $ArtAcc$  は単調に減少し、ほぼ最低に近い質にまで低下する。これは全ての投稿 Member が作成した記事の質に無関係に投稿を行うため、閲覧 Member においては質の悪い記事の開覧による満足値の減少が頻繁に発生する。この BBS に存在する Member のうち、相対的に能力関数の高い投稿 Member は、質の高い記事を投稿しやすく、一時的に  $ArtAcc$  を増加させると考えられるが、その一方で、そうした Member は質の高い記事にしか満足しないため、満足値の減少がより起こり易い。その結果、高い能力関数を持つ Member ほど先に BBS から退会し、低い能力関数を持つ Member の割合が増えることになる。こうした負のスパイラルにより、 $ArtAcc$  は単調に減少していく。

Type2 では、 $ArtAcc$  がほぼ平坦な値をとり、大きく増減することがない。これは、質の悪い記事を投稿する Member は追放の効果によって BBS から逐次いなくなるため、ある程度能力関数の高い Member が BBSに残っていると考えられる。ただし、追放が起こる際には質の悪い記事が少なくとも一度は投稿されるために、能力関数の高い Member の退会が発生し、 $ArtAcc$  が大きな値とはならないものと考えられる。

Type3 は、実験条件の中で一番高い値となっている。これは、質の悪い記事を投稿する Member の追放と、記事の質の平均を見ることによる躊躇の効果により、能力関数の高い投稿 Member による投稿が優先され、質の悪い記事の投稿そのものが抑えられているためである。ただし、本実験では誤認の効果  $RecErr$  を入れたことにより若干記事の質が悪くても投稿が行われ、全体的な記事の質の平均は緩やかに減少する。また、投稿者は過去 5 ステップの記事の質の平均  $ArtAcc^{(t-5:t-1)}$  を投稿判断の材料とするため、一度質の悪い記事が投稿されると、その記事に誘発される形で質の悪い記事が投稿可能となる。こうした現象は、一種の“フレーミング効果”の現れであると考えられる。

Type4 では、Type3 をそのまま値を小さくしたような振る舞いを示した。これはどんな記事も投稿する積極的な Member

の存在により、Type3 で見られたフレーミング効果がより顕著に現れたものと考えられる。

### 3.3.3 投稿数の遷移

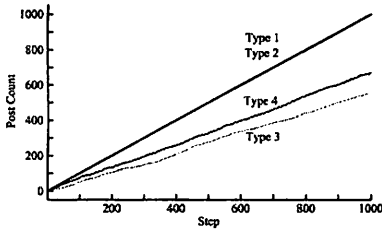


図 6 シミュレーション実験における投稿数の遷移

BBS の活性化を測る尺度の一つとして、記事の投稿数の遷移を図 6 に示す。Type1, 2 では全ての投稿 Member が記事を投稿するため、投稿数はステップ数に比例して単調に増加する。Type3, 4 に関しては、大きく変動することなく同様に単調増加するが、記事投稿の判断による躊躇の効果により、投稿数はステップ数のそれぞれ約 55% 程度、約 67% 程度の値となった。

Type3 と 4 の投稿数の差はステップ数の約 12% 分だが、これは投稿を躊躇しない積極的な Member の存在による投稿数の差だけでなく、記事の質の平均が下がることによって他の Member の投稿を誘発する効果があったものと考えられる。積極的な Member による投稿の実質的な寄与は 9%  $((1 - 0.55) \times 0.2)$  と算出できるため、残る差分の 3% は積極的な Member により誘発された他の Member による投稿の寄与と推察される。

### 3.3.4 シミュレーション実験結果からの考察

我々は、DECIDE の導入効果を検証するパラメータとして、追放の閾値 *Rev*、誤認効果 *RecErr*、積極的な Member 率 *AgProp* を実験条件として考慮した。*Rev* の値は追放の効果进行调整するもので、DECIDE の仮名性追跡によって BBS にふさわしくない Member を追放する、直接的な効果を示す。一方、*RecErr* や *AgProp* の値は躊躇の効果进行调整するもので、DECIDE の仮名性追跡の存在により各 Member が自ら慎重な行動をとるといった抑止力の仮説に基づいた、いわば間接的な効果を示す。

Member 数や記事の質 (*ArtAcc*) の遷移から、追放の効果のみを考慮した Type2 よりも、躊躇の効果も考慮した Type3, 4 において、Member 数の増加と記事の質の平均の向上が見られた。特に Type3 では、追放の効果も躊躇の効果もない Type1 よりも Member 数、記事の質ともに上回る結果となった。すなわち、DECIDE の導入効果は、追放という強制的な機能ではなく、追放に起因する参加者への抑止力が上手く働いている場合に、BBS に対して最も良い影響を及ぼすことが分かる。

また、Type3 の多くの Member は躊躇の効果により記事の投稿を抑える一方で、能力関数の大きな Member の投稿記事を読み満足値を増加させる、いわゆる ROM (Read Only Members) [6] となっている事が分かった。こうしたユーザ層による行動の差異やその遷移についても、今後のシミュレーション実験により明らかにしたい。

## 4. 被験者実験

我々は、シミュレーション実験を通じてモデル化した掲示板上のユーザ行動について、導入効果の検証・補足を行うために被験者実験を行った。ここでは、その結果について述べる。

被験者は、goo リサーチ [7] のインターネット・モニターに対して事前アンケートを実施し、回答のあった 19,082 名の中から BBS のアクティブユーザを中心に、20 代～40 代までの男女を含む 25 名を抽出した。被験者実験では、被験者に PC の用意された個室に入ってもらい、シミュレーション実験の内容と類似した、擬似的な BBS 上での記事の閲覧および投稿を行ってもらった (以下、本実験)。さらに、その後に本実験の内容や実験中の思考および行動に関するアンケート (以下、アンケート調査) に答えてもらった。

### 4.1 被験者実験の詳細

シミュレーション実験と同様に、図 2 に示した DECIDE を適用した BBS の概念モデルを、被験者実験へとマッピングした。つまり、被験者実験においても、参加者は既に匿名性を獲得した状態で BBS へアクセスしているとの前提とした。

#### 4.1.1 被験者実験の登場人物と構成

被験者実験では、エンティティとして被験者と被験者実験を企画・遂行する者のうち代表者一名 (以下、実験遂行者) が存在し、それらを図 2 の役割に割り振ることで、構成の異なる 3 つの実験を実施した。

##### 被験者実験の構成 H1

BBS ユーザ : 被験者  
BBS 運営者 : 実験遂行者  
仮名性追跡者 : なし

被験者は BBS ユーザとして、記事の投稿と他の被験者から投稿された記事の閲覧を行う。各被験者は BBS に対する満足の度合いを示す満足値を持っており、記事の投稿、閲覧の際に自らの満足値を増減させる。

実験遂行者は BBS 運営者として、被験者から投稿された記事を受け付け、それを BBS 上に表示する。

##### 被験者実験の構成 H2

BBS ユーザ : 被験者  
BBS 運営者 : 実験遂行者  
仮名性追跡者 : 実験遂行者

実験遂行者が仮名性追跡者として機能する構成とした。ただし、実験遂行者は単体であり、実験遂行者が投稿記事を不適切と判断した場合に投稿者に罰則が与えられる。

##### 被験者実験の構成 H3

BBS ユーザ : 被験者  
BBS 運営者 : 実験遂行者  
仮名性追跡者 : 被験者

複数の被験者が仮名性追跡者として機能する構成とした。被験者が投稿記事を不適切と判断した場合に投票を行い、投票が閾値を超えた場合には投稿者に罰則が与えられる。この構成は、シミュレーション実験の構成 S1 と同様である。

#### 4.1.2 被験者実験の詳細：閲覧実験

まず、投稿用の記事として 150 件の記事を予め用意し、25

名の被験者に1記事ずつ提示して、各記事に対する評価をさせた。各記事は表1に例示したような数行程度の短い文章で、記事の間には意味的な繋がりはなく、筆者らの主観により、良い記事・悪い記事・普通の記事を各50記事ずつ用意した。

表1 記事の例

● 風船がとび去る。病室と戦いながら生きていらっしやる奥様にご主人の(以下略)
● おまえらアホがいなければこのスレは最強なんだがね? 尻らしは死ぬばええやん。(以下略)
● 電話帳調べ: * * 岡 + * 川 6 件 * 川 * 敬 090.****.***** (以下略)

被験者による記事の評価は、以下の判断基準によりア)～オ)までの5段階で評価を行ってもらった。

- ア) この記事の投稿者の他の記事も読んでみたい
- イ) この記事の感想として、面白い/嬉しい
- ウ) 特に気にならない/興味がない記事と思う
- エ) この記事の感想として、面白くない/嬉しくない
- オ) この記事の投稿者の他の記事を二度と読みたいくない

閲覧実験により得られた各被験者による記事の評価は、離散的ではあるが、シミュレーション実験における閲覧能力の導出に相当し、この評価値を実験システムに記憶させて、後の投稿実験に用いた。

#### 4.1.3 被験者実験の詳細: 投稿実験

次に、先に示した被験者実験の構成にしたがって、記事の投稿実験を行った。投稿実験では被験者を5人1組のグループとして5グループ(G1~G5)作成し、各グループ毎に固有の擬似的な掲示板上で、各被験者が与えられた投稿用の記事を投稿、閲覧するものとした。

##### 投稿実験におけるパラメタ設定

シミュレーション実験の設定と同様に、各被験者は満足値  $F_i^{(t)}$  を持っており、その初期値は全被験者共通に  $F_i^{(0)} = 50$  とした。満足値は、投稿実験中常にディスプレイ上に表示され、記事の投稿あるいは閲覧により上下するものとした。記事を投稿した時の満足値の上昇を  $sp = 1.0$ 、閲覧した時の上昇・下降を  $sg = sb = 1.0$  とし、さらに罰則を受けた時の満足値の下降を  $sr = 1.0$  とした。また、構成 H3 における罰則の閾値は  $Rev = 1.0$  とした。

##### a) 記事の投稿フェーズ

1回の投稿フェーズにつき、各グループに属する1人の被験者に対して150記事からランダムに1つの記事が与えられ、被験者はその記事の投稿を判断する。投稿判断の基準については、各被験者が実際の掲示板上でその記事を実際に書く状況を想定した上で、投稿するか否かを決定してもらうように説明を行った。なお、全ての被験者が投稿した過去の記事はディスプレイ上に表示されているため、掲示板の質や雰囲気を感じることも可能である。

投稿を行なった被験者の満足値  $F_i^{(t)}$  は、式(6)により増加する。満足値が被験者自身の満足の度合いを示すパラメタであることは事前に説明しており、常にディスプレイ上に表示されているため、その値を増加させる事も投稿の判断基準の一つとなると考えられる。

実験時間の制約から、被験者1人につき10件の記事投稿を

判断するものとしたため、1つの実験構成につき計50ステップ分の投稿判断が結果として得られた。

##### b) 記事の閲覧フェーズ

BBS上に投稿された記事は表示され、グループの他被験者がこれを読み取る。各閲覧者のディスプレイ上では、投稿記事に対して、事前に行った閲覧実験の評価値ア)～オ)が表示され、その評価値にしたがって、記事を読み取ったことによる満足値の上下が実験システムにより自動的に行われる。

$$\begin{cases} \text{エ) もしくは オ) : } F_j^{(t)} = F_j^{(t-1)} - sb \\ \text{ア) もしくは イ) : } F_j^{(t)} = F_j^{(t-1)} + sg \end{cases} \quad (9)$$

構成 H2 の場合は、実験遂行者が予め各記事に対して付けた評価がエ) またはオ) であった時に、不適切な記事を投稿したとのメッセージが投稿者と閲覧者の双方に表示され、投稿者への罰則が実行される。一方、構成 H3 の場合は、記事を読み取った各被験者の評価がエ) またはオ) であった時に投票が行われ、投票数が閾値  $Rev$  を超えた場合に不適切な記事を投稿したとのメッセージが投稿者に表示され、投稿者への罰則が実行される。シミュレーション実験では投稿者への罰則は BBS からの追放を想定していたが、被験者実験では被験者数が少ないため追放という罰則は適用せず、下記のように満足値の減少をもって罰則とした。

$$F_i^{(t)} = F_i^{(t-1)} - sr \quad (10)$$

#### 4.2 被験者実験の結果

##### 4.2.1 本実験結果

###### 投稿数

各実験構成における、グループ毎の50ステップ中の総投稿数と、8割以上の記事を投稿した積極的な被験者の割合 ( $AgProp$ ) を、表2に示す。

構成 H1 と H2 とを比べると、総投稿数、 $AgProp$  ともに増加している。3.3.4 で述べたように、我々は仮名性追跡者が存在する構成 H2 において、被験者がその存在を意識することで慎重な行動を取るという仮説に基づいた躊躇の効果が現れる事を期待していた。しかしながら、本実験の結果では投稿数の観点では躊躇の効果は現れていない。

また、構成 H2 と H3 における総投稿数と  $AgProp$  の全グループの平均を比べると、僅かながら減少しており、構成 H3 の方が構成 H2 よりも投稿が抑えられた結果となった。

###### 投稿記事の質

閲覧実験における各被験者の記事評価について、ア)～オ)をそれぞれ5点～1点とスコア化することで、150件の記事それぞれに対して、最低25点、最高125点の間で記事の質を評価した。各実験構成において使用した記事セットの上位10記事と下位10記事について、その投稿率を調べた(表3)。

表3 投稿率

	H1	H2	H3
上位10記事	64%	92%	74%
下位10記事	62%	36%	42%

構成 H1 と H2 とを比較すると、H2 では上位10記事の投稿

表 2 総投稿数と *AgProp*

グループ	G1		G2		G3		G4		G5		全グループの平均	
	総投稿数	<i>AgProp</i>	総投稿数	<i>AgProp</i>	総投稿数	<i>AgProp</i>	総投稿数	<i>AgProp</i>	総投稿数	<i>AgProp</i>	総投稿数	<i>AgProp</i>
H1	35	0.6	34	0.4	21	0.0	25	0.0	29	0.2	28.8	0.24
H2	38	0.6	35	0.6	34	0.4	27	0.0	30	0.2	32.8	0.36
H3	40	0.8	36	0.4	32	0.4	20	0.0	27	0.0	31	0.32
平均	37.7	0.67	35	0.47	29	0.27	24	0.0	28.7	0.13	30.9	0.31

率が高く、逆に下位 10 記事の投稿率が低くなっている。このことから、仮名追跡者の存在する構成 H2 の方が、存在しない H1 に比べて記事の質の高い BBS となっている事が分かる。

また、構成 H2 と H3 を比較すると、H3 の方が上位 10 記事の投稿率が低く、逆に下位 10 記事の投稿率が高くなっており、構成 H2 で見られた質の高い記事の投稿がされなかった事がわかる。

#### 4.2.2 アンケート調査結果

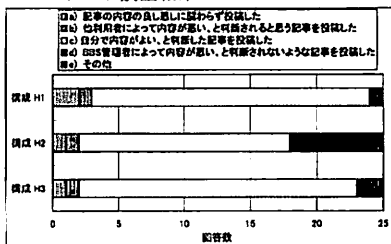


図 7 被験者実験における投稿判断の基準

アンケート調査では、本実験の内容や実験中の思考および行動に関する設問を幾つか用意した。図 7 は、各実験構成において各被験者が記事を投稿する際に最も意識した判断材料を問う設問の結果である。この結果から、被験者実験全体を通して投稿による満足値の上昇を意識した被験者（図 7 の a）は少なく、むしろ自身のモラルを意識した投稿（図 7 の c）がされた事が分かる。

また、構成 H2 では管理者（仮名性追跡者）の評価を気にしたと回答（図 7 の d）した被験者が 24% も存在している。しかしながら、前項に示したように、本実験における総投稿数と *AgProp* のグループ平均は H1 よりも H2 の方が高く、データとしては逆の結果となった。また、構成 H3 との比較でも、H2 の方がわずかに上回った。これらの結果から、被験者が仮名性管理者の存在を意識していたことはわかるが、必ずしもその意識によって被験者の慎重な行動が、投稿数と *AgProp* の観点からは、促進されたとは言えなかった。

一方で、表 3 に示した記事の質の観点からすると、構成 H2 において管理者の評価を意識することで、質の高い記事の投稿が促されたものと考えられる。さらに、構成 H3 では H2 に比べて被験者の仮名性追跡者への意識が弱まった結果として、若干質の低い記事の投稿が行なわれる傾向を示したものと思われる。

こうした本実験およびアンケート調査の結果からは、DECIDE の導入による効果として、被験者が仮名性追跡者の存在を意識することにより、投稿数の観点ではなく記事の質の観点で、慎重な行動を示し、躊躇の効果が現れることがいえる。

#### 4.3 被験者実験の結果の考察

仮名性管理者の存在により投稿される記事の質が向上することは被験者実験の結果からも確認され、シミュレーション実験の結果をサポートするものとなった。一方、投稿数と *AgProp* に関しては、仮名性管理者が存在する構成 H2 においてその値が増加する傾向を示し、シミュレーション実験と比較して一見矛盾した結果となった。

しかし、仮名性管理者の存在による記事の質の向上、および被験者の判断基準として自らのモラルを回答する被験者が多かったことから、構成 H2 において使用した記事の質が他の構成と比べて相対的に高かった可能性も考えられる。各被験者に提示された記事の質と投稿判断との相関をより詳細に分析することで、再度実験結果の検証を行いたい、また、実験時間の制約から投稿実験のステップ数（投稿判断数）が少なかったことも要因の一つと考えられ、ステップ数を増加させることにより、使用される記事の質のランダム性が増し、シミュレーション実験と矛盾しない結果が示せるのではないかと考えている。

#### 5. まとめ

本稿では、匿名、仮名、実名を考慮した ID 管理手法である DECIDE がユーザ行動に与える影響について、BBS を例にシミュレーション実験および被験者実験の結果から検証を行った。その結果から、仮名性管理者の存在は BBS への投稿記事の質の向上に繋がる結果が得られ、それはシミュレーションの結果とも一致した。今後は、本研究から得られたユーザ行動への知見をシミュレーションやフィールド実験などに活かし、この DECIDE の社会的有効性や受容性を評価し、実社会での活用に向けた検討を進めていくつもりである。

#### 文 献

- [1] N. Taniguchi, K. Chida, O. Shionoiri, and A. Kanai, "Decide: a scheme for decentralized identity escrow," Proc. 2005 ACM Workshop on Digital Identity Management, pp. 37-45, Fairfax, Virginia, USA, November 2005.
- [2] J. Killian, and E. Petrank, "Identity escrow," CRYPTO 1998, LNCS 1642, pp. 169-185, Springer-Verlag, 1998.
- [3] PlatBox. <http://www.platbox.org/>
- [4] T. Iba, "A framework and tools for modeling and simulating societies as evolutionary complex systems," In the 2nd International Conference of the European Social Simulation Association, September 2004.
- [5] T. Iba, Y. Matsuzawa, and N. Aoyama, "From conceptual models to simulation models: Model driven development of agent-based simulations," In the 9th Workshop on Economics and Heterogeneous Interacting Agents, May 2004.
- [6] J. Kokuryo, and S. Nohara, "The behavior of silent participants (rooms: read only members) to the net," Journal of the Japan Society for Management Information, 12(2), pp. 37-46, September 2003.
- [7] goo リサーチ. <http://research.goo.ne.jp/>