

ソーシャルネットワークにおけるクチコミに対する インセンティブ報酬を用いた行動促進手法

田仲 理恵^{1,a)} 新熊 亮一² 板谷 聡子¹ 小西 琢¹
吉永 直生¹ 土井 伸一¹ 山田 敬嗣¹ 高橋 達郎²

受付日 2014年9月26日, 採録日 2015年4月3日

概要: 商業活動や社会活動においては、人々に情報を伝達して行動を促進する試みがしばしば行われる。社会活動では商業活動に比べて、情報受信者の情報や行動そのものへの興味が薄いことがあり、同じ情報伝達の枠組みでも行動に結び付きにくいという問題がある。そこで本論文では、商業活動において行動促進効果があるといわれているクチコミを用いた情報伝達に着目し、ソーシャルネットワーク上のクチコミによって社会行動を促進する手法について検討を行う。具体的には、ソーシャルネットワーク上での情報送信に対してインセンティブ報酬を与えるモデルを想定して、情報送信そのものに報酬を付与する送信基準方式と、情報送信後に相手が行動を起こした場合に情報送信者に報酬を付与する行動基準方式の2通りを比較した。114名の参加した社会実験結果から、行動基準方式の方が素早い行動が起きること、情報送信時に依頼的なクチコミを付加する方が素早い行動が起きること、行動基準方式は送信基準方式に比べて依頼的なクチコミを付加する割合が高いことが明らかになった。これより、行動基準方式を用いることで情報送信者は依頼的な内容のクチコミを作成する傾向が強まり、それにより行動促進効果があることが確かめられた。

キーワード: クチコミ情報伝達, インセンティブ報酬, ソーシャルネットワーク, 社会行動促進

Activity Promotion Method with Incentive Reward for Word-of-mouth Information Propagation on Social Networks

RIE TANAKA^{1,a)} RYOICHI SHINKUMA² SATOKO ITAYA¹ TAKU KONISHI¹ NAOKI YOSHINAGA¹
SHINICHI DOI¹ KEIJI YAMADA¹ TATSURO TAKAHASHI²

Received: September 26, 2014, Accepted: April 3, 2015

Abstract: Sometimes information is sent to people in order to promote commercial or social activities. Since people are less interested in social activities, like environmental or political activities, than in commercial activities, like buying something, the mechanism of commercial activity promotion may not work well for social activity promotion. We focus on word-of-mouth which is said to have an effect on commercial activity promotion and propose a method of social activity promotion with word-of-mouth on on-line social network. We assume the model to give incentive reward to word-of-mouth information propagation and compare 2 cases: giving incentive reward to propagation itself (propagation-base incentive), and giving incentive reward to sender if receiver carries out an activity (activity-base incentive). We conducted social experiment with 114 subjects and it was clarified that quicker activities were carried out with activity-base incentive and in case sender adds asking comment for promotion, and that such comments are tend to added more with activity-base incentive than with propagation-base incentive. This result shows that activity-base incentive had an effect on promotion of activities because it makes senders create more promoting comments.

Keywords: word-of-mouth information propagation, incentive reward, social network, social activity promotion

1. はじめに

人々の日常行動には、商品を買う購買行動など、行動が自身の利益につながる商業活動と、リサイクルなどの環境行動や施策アンケートへの回答など、行動が社会の利益につながる社会活動がある。このうち社会活動は、社会や環境に対する自身の行動の影響が実感しにくい、または自身との関連が実感しにくいなどの理由でなかなか実行に移せないものも多い。著者らはそういった行動のうち環境行動を例に、情報の提示方法の工夫により行動を促進するメカニズムの構築を行ってきた [1]。本論文では情報の伝達方法に着目し、人々が興味を抱きにくい行動であっても、伝達方法の工夫により実行に結び付けてもらうことを目指す。

まず我々は情報の伝達方法をブロードキャスト型とクチコミ型の2種類に分類した (表 1)。ブロードキャスト型とは、企業や団体が個人に直接情報を送る形のことである。商業活動におけるブロードキャスト型の代表例はマスマーケティングで、企業が商品に関する情報を多くの顧客に送り、興味を持った顧客が商品を購入する枠組みとなっている。社会活動におけるブロードキャスト型も同様であるが、多くの人に均一に情報を送る形では、先述のような理由で実感につながりにくく行動に結び付かないことも多い。

一方でクチコミ型は、企業や団体から情報を受け取った個人が発端となって個人間で順々に情報の伝達が行われる形のことである。商業活動においては、商品・サービスの購買意思決定過程においてクチコミが重要な影響を及ぼし、購買行動が促進できる可能性が多くの研究で報告されている [2], [3], [4]。また、最近では、クチコミ型の情報伝搬はノイズ、消費者の懐疑性、消費者のつながりの3点から重要度を増しているという報告もある [5]。情報爆発が起こる (ノイズ) 中で、消費者はブロードキャスト型の広告に懐疑的であり、SNS (ソーシャルネットワークサービス) などのつながりを利用するのが効果的であるといわれている。これら3つの特徴は、商業活動に加えて社会活動にもあてはまるものであり、クチコミは社会活動の促進に

も効果を発揮することが期待される。しかし、社会活動においては、前述のように人々の興味が強くない場合も多いため、そもそも情報伝達が起こりにくく、期待行動に結び付く前に情報が到達しないことも起こりうる。

そこで我々は社会活動の促進方法として、クチコミ型の情報伝達にインセンティブ報酬を付与することに着目した。理由は次のとおりである。商業活動に対するクチコミ型情報伝達においてはアフィリエイトというインセンティブ報酬方式が存在する [6]。アフィリエイトは、ある人が商品紹介記事を書き、それを読んだ友人がそこから商品を購入すると記事を書いた人に報酬が入るといった枠組みで、ネット通販などで一般的によく用いられており、機能していると思われる。一方で、社会活動におけるクチコミ型の情報伝達にインセンティブ報酬を付与する枠組みはあまり見られないため、商業活動と同様の枠組みを適用することを検討する。

本論文では、ある期待行動を促すための情報がソーシャルネットワーク上で伝達される場面を想定し、情報伝達の過程にインセンティブ報酬を付与するモデルを考案する。インセンティブ報酬を付与する条件として、ある人が誰かに情報を送信した場合に付与する場合と、ある人が情報を送信した相手が行動を起こした場合に付与する場合の2通りを設定し、前者よりも後者の方がより行動に結び付きやすいという仮説を検証する。後者の条件では、情報を送信する人は相手に行動を起こしてもらえようようなコメントを添えたりいい方を工夫したりすることが期待され、結果としてより多くの行動が起きると考えているためである。

本論文の構成は次のとおりである。2章に関連研究を、3章に本論文で検討するメカニズムの概要を述べる。4章に著者らが実施した社会実験の内容を詳述し、5章に実験結果を考察する。最後に6章でまとめを行う。

2. 関連研究

関連研究として、オンラインソーシャルネットワークの特性を分析したもの [7]、ソーシャルネットワークの成長過程を研究したもの [8] などがある。しかし、これらはネットワーク自体の特徴に着目したものがほとんどであり、本論文のように情報に関連する行動を取り扱うものではない。一方、フォーラムやブログの記事を自然言語処理を用いて分析する試みもある [9]。しかし、情報に関連する行動のメカニズムやインセンティブ報酬といった点での検討は行われていない。また、2009年にDARPA (米防衛高等研究計画局) が実施した Network Challenge [10] という、米国の各地に配置された10の風船の発見時間を競う社会実験も関連する。この発見競争に優勝した MIT Media Lab. Team はインセンティブ報酬付与を用い、クチコミ型での情報伝達を促進させる戦略を採用した [11]。その戦略では、情報を受け取った人が、風船を発見することと友人にこの

表 1 情報伝達の型

Table 1 Type of information propagation.

	ブロードキャスト型	クチコミ型
商業活動	マスマーケティング	ブログや SNS 記事, メールで商品紹介
社会活動	CM, ポスター, ポスティング	ブログや SNS 記事, メールで活動紹介

¹ 日本電気株式会社
NEC Corporation, Kawasaki, Kanagawa 211-8666, Japan
² 京都大学大学院情報学研究科
Communications and Computer Engineering, Graduate School of Informatics, Kyoto University, Kyoto 606-8501, Japan
a) r-tanaka@ak.jp.nec.com

社会実験について伝達することの両方に報酬が付与されていた。風船の発見という期待行動自体にインセンティブ報酬が付与されていたことから、情報伝達においてその報酬効果と、伝達自体に対する報酬効果の二重効果になっていた可能性がある。それに対し、本研究では情報伝達のみに対するインセンティブ報酬の効果の検討を目的とする。本論文では以上の動向をふまえて、3章以降の議論を行う。

3. 情報伝達とインセンティブ報酬付与モデル

3.1 用語の定義

1章で述べたように、本研究では情報伝達および情報伝達後の行動促進のため、ソーシャルネットワーク上で行われる情報伝達にインセンティブ報酬を付与するモデルを想定する。以降の説明で用いる用語を次のように定義する。

- 情報発信者…伝達したい情報を持っている人。たとえば、住民向けアンケート調査を行いたい団体など。
- 情報受信者…誰かから情報を受け取った人。
- 情報送信者…誰かに情報を送る人。
- 情報送信…ある人から別のの人に情報が送られること。
- 情報伝達…情報送信の連鎖により、ソーシャルネットワーク上に情報が広がっていくこと。
- 期待行動…情報発信者が情報受信者に期待するふるまい。アンケートへの回答など。なお、情報送信は期待行動には含まないものとする。
- クチコミ…情報送信者が情報送信時に添えるコメント。伝達対象となる情報そのものとは別のもの。

情報伝達の様子を図1(a)に示す。図1(a)の情報の送受信が起きている全体像が図1(b)である。以降では、何次回目の情報の送信であるかを次数を用いて表現する。第1次

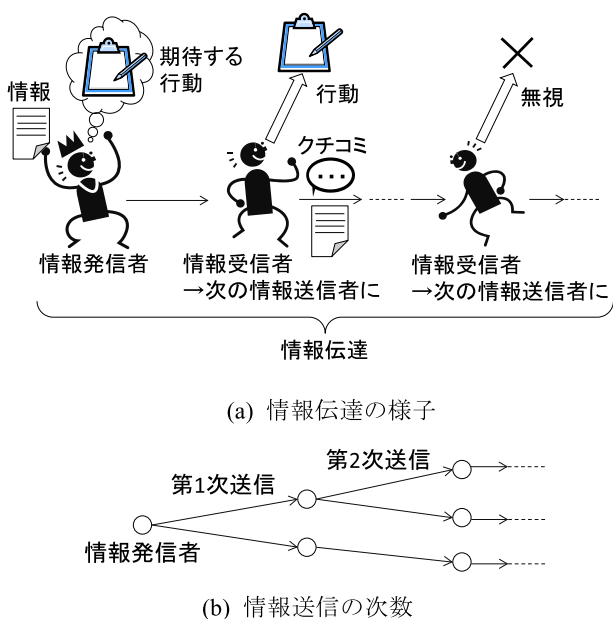


図1 情報伝達の定義

Fig. 1 Definition of "Information Propagation".

送信での情報受信者は第2次送信での情報送信者となる。

3.2 情報伝達的方式

情報伝達のステップは次のようなものを想定している。

- I. 情報発信者がソーシャルネットワーク上の人を選んで情報を送信する。
- II. 情報受信者は情報に関連する期待行動を行う、または無視する。
- III. 情報受信者が情報発信者となり、ソーシャルネットワーク上の別の相手に情報を送信する、または何も行わない。情報送信時にクチコミを付加する場合もある。
- IV. ステップIIとIIIを繰り返して情報伝達が進み、誰も情報送信をしなくなった時点で終了となる。

このようなステップにおいて、情報送信者に対するインセンティブ報酬付与のモデル、および期待される情報受信者のモデルを図2に示す。インセンティブ報酬を付与する方法には次の3通りが考えられる。

- (1) 第 $i-1$ 次送信の情報受信者が期待行動を起こした際に、その者にインセンティブ報酬を付与する。
- (2) 第 $i-1$ 次送信における情報受信者が第 i 次送信における情報送信者になった場合に、その者にインセンティブ報酬を付与する。
- (3) 第 $i-1$ 次送信における情報受信者が第 i 次送信における情報送信者になった場合に、第 i 次送信における情報受信者が行動を起こした場合のみ、第 i 次送信における情報送信者 (= 第 $i-1$ 次送信における情報受

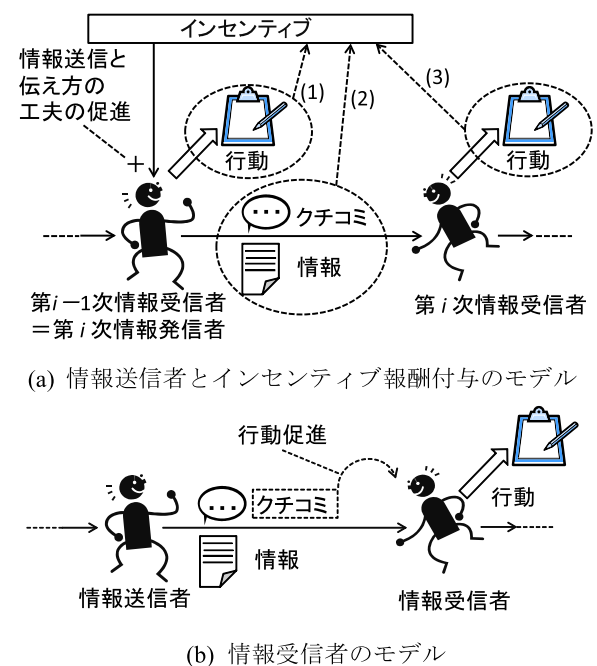


図2 情報の送受信とインセンティブ報酬付与のモデル

Fig. 2 Model of information forwarder and receiver, and proposed incentive reward.

信者) にインセンティブ報酬を付与する。

このうち (2) と (3) はともにソーシャルネットワーク上で
の情報送信に対してインセンティブ報酬を付与するもので
あり, (2) では情報送信そのものに, (3) では情報を送信し
た相手に行動を起こさせることにインセンティブ報酬が働
いているといえる。本論文では (2) を送信基準方式, (3)
を期待行動基準方式と呼び, この2つをインセンティブ報
酬付与方式として効果を比較する。(1) は期待行動そのも
のに対して直接インセンティブ報酬を働かせるものでは
あるが, ソーシャルネットワークや情報伝達に関連がないこ
とから, 本研究で扱う対象外と見なして比較対象とはしない
ものとする。

3.3 インセンティブ報酬モデル

第 i 次送信において情報送信者に与えられるインセン
ティブ報酬を定式化する。まず, 送信基準方式でインセン
ティブ報酬額を1人送信あたり W_{send} とすると, 情報送信
者 S_i の獲得する報酬額の期待値 W_i は下記のような
になる。

$$W_i = W_{send} \times N_i$$

N_i は S_i が情報送信を行った回数 (情報受信者の人数) で
ある。一方で, 行動基準方式のインセンティブ報酬額を1
人が行動するごとに W_{act} とし, 情報受信者 R_j が情報
を受け取った結果行動を起こす確率を p_j とすると, 報酬額
の期待値 W'_i は下記のようなになる。

$$W'_i = \sum_{j=0}^{N_i} W_{act} \times p_j$$

$0 \leq p_j \leq 1$ であるから, 報酬額の期待値は下記のような
になる。

$$W'_i \leq \sum_{j=0}^{N_i} W_{act} = W_{act} \times N_i$$

S_i に対してインセンティブ報酬を付与する場合, S_i が送
信基準方式と行動基準方式で同じだけの報酬を獲得するた
めには $W_{send} \leq W_{act}$ でなければならない。 $W_{send} = W_{act}$
である場合, S_i はできるだけ W'_i を高めるように努めると
予想される。具体的には, p_j が高まるように, R_j が行動を
起こしてくれそうなクチコミを添えて情報を送信するか,
 N_i を増やすかのいずれかが考えられる。結果として R_j が
行動を起こす割合も増えることが期待される。実際にこの
ような傾向が表れるかどうかを5章で検討する。

4. 社会実験

4.1 社会実験のシステムと手順

1章で述べたように, 本研究の目的は, 人々が興味を抱き
にくい行動を情報伝達で促進することにある。よって我々
は, SNS や携帯電話の利用に関する社会調査への回答を期
待行動として設定した。図3に実装した社会実験のシステ
ムを示す。サーバ上に社会調査を Web アンケートの形で

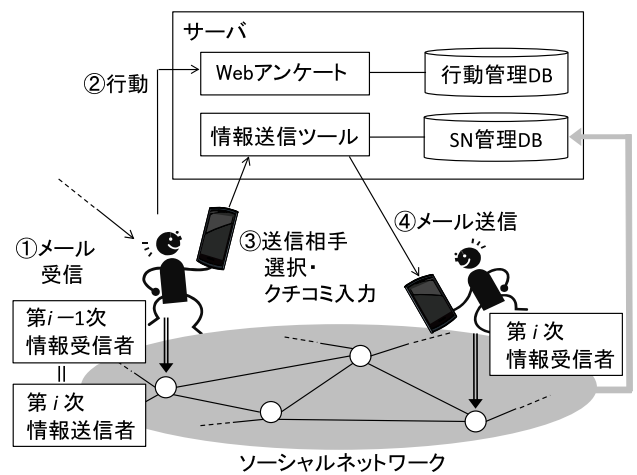


図3 実験で用いたシステム

Fig. 3 Implemented system for experiment.

実装し, Web アンケートの URL を伝達していくことによ
り Web アンケートへの回答が促進されるかどうかを検証
する。情報伝達過程を追うため, 情報送信者が情報受信
者にメールなどで直接 URL を送信するのではなく, あるコ
ミュニティの知人関係 (ソーシャルネットワーク情報) を
取得してシステムに保存し, システムを介して情報送信
を行うように設定した。情報送信の手順は次のとおりである。

- ① 第 $i-1$ 次送信において, 情報受信者はメールで Web
アンケートの URL と情報送信者からのクチコミを受
信する。クチコミはない場合もある。
- ② 第 $i-1$ 次送信の情報受信者は Web アンケートにア
クセスして回答する, または無視する。
- ③ 第 $i-1$ 次送信の情報受信者は続いて, SN (ソーシ
ャルネットワーク) 管理 DB の中から情報を送信する
相手を選択する。情報送信時にクチコミを付加した
場合は合わせて入力する (自由記述形式)。情報を送
信しない場合はここで終了する。
- ④ 選ばれた相手 (第 i 次送信の情報受信者) に情報送
信ツールから Web アンケートの URL とクチコミが送
信される。
- ⑤ ステップ①~④を繰り返す。

ステップ②では, 情報受信者が受信した URL にアクセス
するかどうかで期待行動を起こしたかどうかを判断する。
本実装では, URL にアクセスすると SNS や携帯電話に関
する Web アンケートが表示され, 回答することも無回答
を選択することもできるようになっている。回答した場合は
期待行動を実施したと見なし, 無回答を選択した場合も,
アンケート内容や選択肢が自分にあてはまらないなどの理
由で, 回答したくないという意図を持って選択を行ったと
して期待行動と見なす。URL にアクセスしなかった, ま
たはアクセスしても回答・無回答どちらも選択しなかつ
た場合は期待行動を起こしたとは見なさない。誰が誰に情
報を送信したかは図3の SN 管理 DB に, 期待行動の有無と

Web アンケートの回答内容は行動管理 DB に保存される。これら DB のデータを参照して、送信基準方式と行動基準方式それぞれのインセンティブ報酬の報酬額を決定する。

ステップ③で情報送信相手を選択する際に、すでに誰かから情報を受信している相手は選択できないようにした。その理由は、複数の相手から情報を受信できるようにすると、情報受信者に“多くの人が推薦してくるコンテンツであれば閲覧しよう”といった、本研究の対象とは異なる心理が働く可能性があり、1 回の情報送信に対するインセンティブ報酬の効果を検証することが難しくなるためである。

4.2 実験参加者とソーシャルネットワークの形成

今回の実験の対象は、ソーシャルネットワークを形成している人々である。そこで、京都大学の学部学科、サークルのうち、著者らとは関わりのない4つのコミュニティを実験対象として選んだ。下記に述べる方法でソーシャルネットワークを形成し、実験対象となったのは各コミュニティ 30 名程度、合計人数は 114 名であった。各自が自分の携帯電話で情報の送受信と Web ページへのアクセスができるようにした。送受信時に先輩後輩関係のような、インセンティブ報酬とは別の要素が影響しないよう、学部学科からは同学年のコミュニティを選び、サークルからは、文系サークルで学年が近い学生が集まるコミュニティを選んだ。

ソーシャルネットワークは情報交換の頻度を基準として、人をノードとし、その人と情報交換を行った人との間にリンクを引く方式で構築した。具体的には各メンバに、自分が所属するコミュニティの他のメンバと直近 3 カ月間で情報交換を行った頻度を尋ねた。情報交換は、3 分以上の会話や 3 往復以上のメールの送受信と定義した。情報交換の頻度は頻度 F1 から頻度 F5 の 5 段階で評価させた。事前の簡易調査において、コミュニティごとに平均的な頻度にばらつきがあることが分かったため、コミュニティごとに頻度 F2 に平均的な頻度を設定し、それを元に残りの頻度を設定した。頻度は 1 日に 1 回、3 日に 1 回、1 週間に 1 回、2 週間に 1 回、3 カ月に 1 回の区分を用意し、そこから設定した。たとえば、あるコミュニティの平均的な頻度が 3 日に 1 回であれば、F2 を 3 日に 1 回と設定し、F1 を 1 日に 1 回、F3 を 1 週間に 1 回といったように設定した。この方法により、情報交換頻度の絶対量の違いを正規化し、コミュニティ間でリンク頻度の値を対等に取り扱うことが可能となる。ここで、本実験で形成されるソーシャルネットワークのリンクは有向であることに注意が必要である。たとえば、メンバ M1 がメンバ M2 との情報交換頻度を F1 と判定しても、メンバ M2 がメンバ M1 との情報交換頻度を F2 や F3 と判定することがある。あるノードのリンク数は、そのノードに対応するメンバが何らかの情報交換を行ったことのある他のメンバの人数となる。

そして、情報交換の頻度の違いを反映し、かつ n 次送信の対象者を狭めないという制約のもとソーシャルネットワークを形成した。具体的には、初めに頻度 F1 のリンクのみでネットワークを形成し、次にすべてのノードの自分自身へのリンク数が 3 本以上になり、かつネットワークが分断されないよう、F2, F3, F4 の順にリンクを補った。すべての頻度のリンクをソーシャルネットワークに反映すると、コミュニティ内の情報交換の特徴が失われてしまう。一方で、頻度 F1 のリンクのみでソーシャルネットワークを形成すると、ふだん情報交換の頻度が高い相手との関係は再現できるが、高頻度ではないが情報交換を行う相手との関係が表現できない (n 次送信の対象者が狭まってしまう)。これらを考慮して上記の方法を取った。結果、構築されたソーシャルネットワークのノード間の平均距離は 2 程度となった。構築したソーシャルネットワークを図 3 の SN 管理 DB に蓄積し、自分とつながりがあって誰も情報を送信していない人の中から情報送信相手を選択するようにした。

4.3 インセンティブ報酬の設定

インセンティブ報酬の付与方法は、3.2 節で述べた送信基準方式と行動基準方式を用いた。まず、情報の送信をしてもらうため、情報送信を 1 回行うたびに 100 円を支払うよう設定した。その上で、2 種類の付与方法による違いを見るため、次のような金額を設定した。

送信基準方式

情報送信者が 1 名に情報送信するごとに、情報送信者にインセンティブ報酬として 300 円が支払われる。

行動基準方式

情報送信者が 1 名に情報送信し、情報受信者がアンケートに回答または無回答を選択した場合のみ、情報送信者にインセンティブ報酬として 300 円が支払われる。

この金額設定は 3.3 節の定式化の中で $W_{send} = W_{act}$ に相当するものであり、情報送信者が情報受信者に期待行動を起こさせる情報送信の仕方をするを狙っている。インセンティブ報酬の説明は、Web アンケートに回答または無回答を選択した後、情報受信者を選択する画面に表示し、情報送信者がインセンティブ報酬付与方法を理解した上で情報送信できるようにした。

4.4 実験の実施

実験に先立ってコミュニティ内で試行期間を 2 週間程度設定し、メンバにシステムに慣れてもらった。その後、2009 年 11 月から 2010 年 1 月までの 2 カ月間に、4 つのコミュニティに対しそれぞれ 2 回ずつ実験を行った (表 2)。1 回目の実験後、実験が終了した旨とその実験における獲得報酬額を実験に関わったメンバに個別に連絡し、1 回目と 2 回目互いに独立な実験と見なされるよう配慮した。

表 2 インセンティブ報酬付与方式の割り当て

Table 2 Assignment of rewarding methods to each community.

コミュニティ	1, 4	2, 3
実験 1 回目	行動基準方式	送信基準方式
実験 2 回目	送信基準方式	行動基準方式

本実験の第 1 次送信の送信者（情報発信者）は著者らであった。第 1 次送信の情報受信者は、一定数以上のリンク数を有し、リンク数の多い人に対する距離が遠すぎないコミュニティメンバの中から 1 人ランダムに選択した。実験ごとに異なるメンバを第 1 次送信の情報受信者として選択した。また、事前に調査を行い、コミュニティで集まっている時間や、実験の作業を行うのが困難な時間を避けて第 1 次送信を行った。

2 回の実験が終了した後、質問紙による調査を行い、5.1 節で議論する最小金額、最大金額や、5.3.3 項で議論するクチコミについて尋ねた。質問紙による調査後、各メンバが実験で獲得した報酬を支払い、実験を終了した。

5. 実験結果

本章ではまず、実験で構築したソーシャルネットワークおよび報酬額の妥当性について論じる。その後、設定した 2 種類の報酬付与方式について、情報受信者・送信者それぞれの視点からの考察を行う。

5.1 実験の妥当性の確認

今回構築したコミュニティのソーシャルネットワークの妥当性を、ネットワークの特徴を表す指標であるリンク数分布とクラスタ係数によって検証する。リンク数はノードから出ているリンクの数である。クラスタ係数は、あるノードに隣接するノード間に張ることのできるリンク数の最大値で実際のリンク数を割ったものであり、コミュニティのクラスタ係数は全ノードのクラスタ係数の平均値である。リンク数分布を図 4 に、クラスタ係数を表 3 に示す。一般に、ソーシャルネットワークのリンク数分布はべき乗則に従い [12], [13], [14], [15], [16], [17], [18], そのクラスタ係数は 0.1~0.7 程度と報告されており [12], クラスタ係数はユーザ人数と相関がない（相関係数 -0.197）[7] ことから、今回の実験で構築したソーシャルネットワークは妥当であり、特異なものではなかったといえる。

実験後の質問紙調査では、Web アンケートへのアクセス、回答、情報受信者への情報送信という一連の作業の対価を尋ねた。具体的には、報酬額がこれ以下であれば絶対に行わないという意味の最小金額と、報酬額がこれ以上であれば 9 割以上の確率で行うという意味の最大金額を取得した。参加者にとってインセンティブ報酬として妥当な金額は最小金額と最大金額の間に収まると考えられる。結果

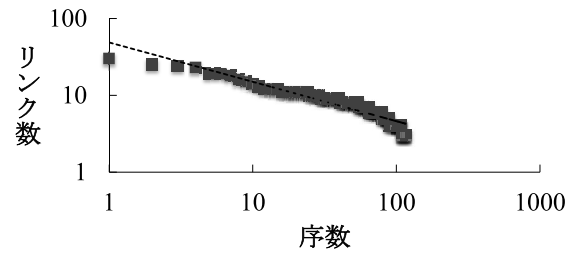


図 4 構築したソーシャルネットワークのリンク数分布
Fig. 4 Distribution of number of links in social networks.

表 3 コミュニティごとのクラスタ係数

Table 3 Clustering coefficient and average distance.

コミュニティ	1	2	3	4
クラスタ係数	0.62	0.60	0.60	0.64

表 4 コミュニティごとの平均最大金額と平均最小金額

Table 4 Average max and minimum compensations.

コミュニティ	1	2	3	4
最大金額[円]	414	461	317	292
最小金額[円]	60	75	56	43

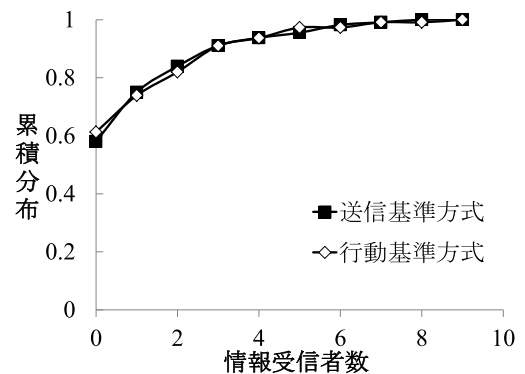


図 5 1 人あたりの情報送信人数の累積分布
Fig. 5 CDF of number of receivers per forwarder.

を表 4 に示す。信頼区間 95% のスミルノフ・グラブス検定 [19] により外れ値を除去している。実験において 1 名への情報送信に対して設定したインセンティブ報酬額は 100~400 円であり、最大金額と最小金額の間におおむね収まっていることから、報酬額は妥当なものであったといえる。

5.2 情報の送受信数の概要

114 名の参加者のうち、第 1 次受信者を除いた情報受信者数は送信基準方式で 108 名、行動基準方式では 106 名であり、期待行動を起こした総数はそれぞれ 96 名と 98 名であった。期待行動のうち、無回答を選んだ人数はそれぞれ約 10% 前後であった。1 人あたりの情報送信人数の累積分布を図 5 に示す。情報送信人数についてはどちらの方式も明確な差は見られず、1 人以上に送信を行った割合が

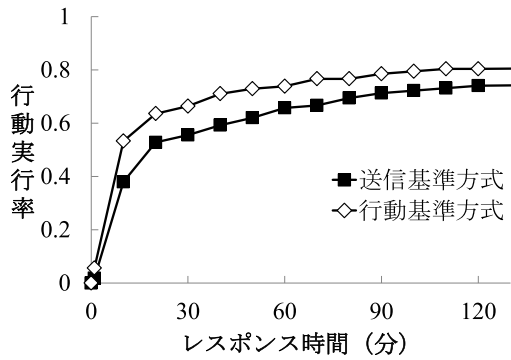


図 6 報酬付与方式による行動実行率の違い

Fig. 6 Difference of reaction ratio between incentive reward methods.

40%前後であった。以上の結果を元に、以降では情報送受信の過程における両方式の違いについて分析する。

5.3 情報受信者視点での考察

5.3.1 期待行動の実行率

図 6 に情報受信者の期待行動実行率を示す。横軸は URL を受信してから行動を起こすまでの時間（レスポンス時間）であり、120 分までの時点を示している。縦軸は、横軸の時間以内に行動を起こした情報受信者の比率を示している。伝達が終了した時間と最終的な行動実行率は、行動基準方式では 930 分後に 91%、送信基準方式では 1,321 分後に 89%となった。また、レスポンス時間の平均は行動基準方式で 57.8 分、送信基準方式で 88.0 分であり、レスポンス時間の分布はマン・ホイットニーの U 検定において 95%の信頼性で有意差が現れている。最終的な行動実行率はどちらの方式でも変わらないが、全体を通して、行動基準方式の方が短い時間で行動が起きていることが明らかになった。

5.3.2 クチコミの内容の影響

4.1 節で述べたとおり、クチコミは自由記述形式で記入される。我々はまずクチコミを、行動（投票）に関する依頼（下記 (a) と (b)）とそれ以外に分類した。さらに、行動に関する依頼を、期待行動を想像できる単語を含む強い依頼 (a) とそれ以外 (b) に分類した。

(a) 強い依頼：「投票」「回答」「アンケート」などの単語を含む依頼

例：「投票してね」「投票お願いします」

(b) 弱い依頼：(a) 以外の依頼

例：「よろしく」「暇つぶしにどうぞ」「お願いします」

(c) それ以外：投票に関連のないコメント

例：「久しぶり」「初めて送信します」

(d) コメントなし

内訳は、(a) 強い依頼、(b) 弱い依頼、(c) それ以外、(d) コメントなしがそれぞれ 12.8%、19.6%、26.8%、40.9%であった。図 7 にクチコミの種類ごとの行動実行率の違いを

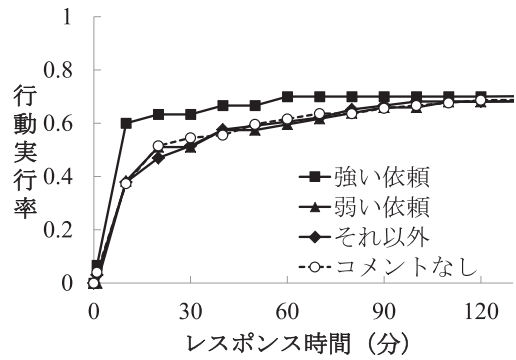


図 7 クチコミの内容ごとの行動実行率の違い

Fig. 7 Difference of reaction ratio between comment types.

表 5 質問紙調査の結果

Table 5 Result from questionnaire.

クチコミの種類	(a)	(b)	(d)
絶対アクセスする	48.7%	34.8%	13.9%
たぶんアクセスする	41.7%	45.2%	51.3%
どちらともいえない	7.8%	13.0%	27.8%
たぶんアクセスしない	1.7%	5.2%	6.1%
絶対アクセスしない	0.0%	1.7%	0.9%

示す。伝達が終了した時間と最終的な行動実行率は、クチコミ (a) が 531 分後で 83.3%、(b) が 1,244 分後で 83.0%、(c) が 605 分後で 80.3%、(d) が 1,321 分後で 77.8%であり、レスポンス時間の分布は、クチコミ (a) が 46.3 分、(b) が 98.1 分、(c) が 65.4 分、(d) が 75.7 分であった。(a) に対するレスポンス時間の分布は、(b) に対するものに比べてマン・ホイットニーの U 検定において 95%の信頼性で有意となった。また、(b)、(c)、(d) のクチコミに対するレスポンス時間の分布はそれぞれ有意差が現れなかった。よって、最終的な実行率はどのクチコミでも大きな差はないが、強い依頼のクチコミが素早い行動を引き起こせていることが分かった。

2 種類の基準方式とクチコミの内容の交互作用について、強い依頼のクチコミは 90%以上が行動基準方式を用いた際に付加されていた。標本数のばらつきが大きいため統計検定は行っていないが、実行率には強い依頼のクチコミが直接的に働き、その強いクチコミを付加させるために行動基準方式が有効に働いたのではないと思われる。

5.3.3 質問紙調査との比較検討

実験終了後に行った質問紙調査のから、5.2.2 項の結果の裏付けを試みる。質問紙では前節のコメントの分類 (a)~(d) それぞれに対して Web にアクセスするかどうかを 5 件法での回答を求めた。結果を表 5 に示す。強い依頼ほどアクセスする意図が高まることが分かった。このように 5.3.2 項の結果は質問紙調査によっても裏付けできる。

以上の結果より、情報受信者の観点から見ると、強い依頼のクチコミが付与されていた方が行動を起こす確率が高

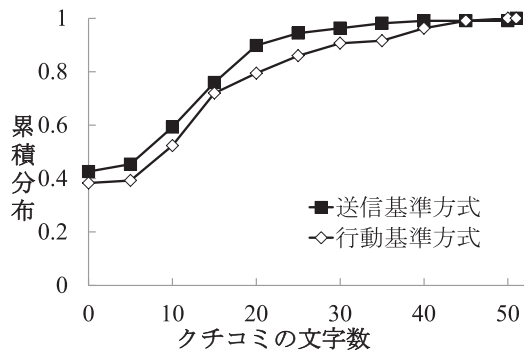


図 8 クチコミの文字数の累積分布

Fig. 8 CDF of number of characters in word-of-mouth.

表 6 クチコミの内容の内訳

Table 6 Ratio of types of word-of-mouth comment.

方式	(a)	(b)	(c)	(d)
送信基準方式	1.9%	28.7%	26.9%	42.6%
行動基準方式	23.4%	10.3%	28.0%	38.3%

いこと、行動基準方式のほうが素早く行動を起こす確率が高いことが明らかになった。また、今回のコミュニティでは、およそ 30 分から 1 時間の間に期待行動を起こすかどうか決定されるということも分かった。

5.4 情報送信者視点での考察

3.3 節で述べたとおり、情報送信者は獲得報酬額の期待値 W_i^e を大きくするために、情報受信者が行動を起こす率 p_i を高められるようクチコミを添えるか、情報を送信する相手を増やすと予想される。前者を 5.4.1 項および 5.4.2 項、後者を 5.4.3 項で確認する。

5.4.1 クチコミの文字数と内容

図 8 にクチコミの文字数の累積分布を示す。統計的な有意差は見られなかったが、基本的には行動基準方式の方がクチコミの文字数が多かった。次に、5.3.2 項と同様に、クチコミの内容を 4 つに分類した結果を表 6 に示す。強い依頼のコメントの割合は、送信基準方式に比べ行動基準方式の方が多かったことが明らかになった。

5.4.2 情報送信間隔

次に情報送信の間隔を分析した結果を図 9 に示す。これは、情報受信者が情報を受け取ってから次の相手に情報を送信するまでの間隔である。統計的な有意差は見られなかったが、行動基準方式の方が送信間隔が長いことが分かる。平均値は、送信基準方式、行動基準方式それぞれ 61.5 秒、88.7 秒であった。5.3.2 項で述べたとおり、行動基準方式では文字数の多い強い依頼のクチコミを作成するため、作成にかかる時間が長くなったことで、結果として送信間隔が長くなったのではないかと推測される。

上の結果を、リンク頻度 F1 とそれ以外で分けたものが図 10 である。頻度 F1 のリンクについては両方式で差異

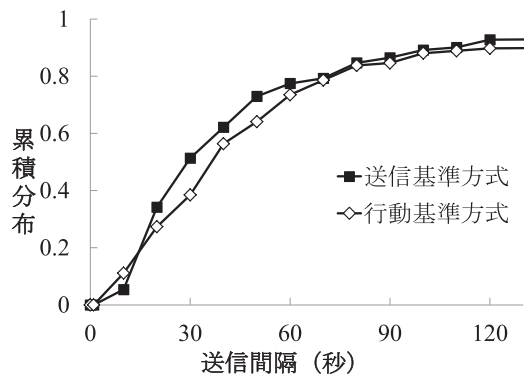


図 9 送信間隔の累積分布

Fig. 9 CDF of time to forward content.

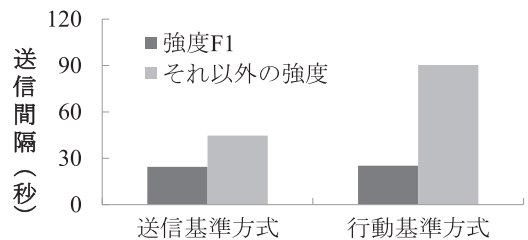


図 10 リンク頻度別の送信間隔

Fig. 10 Time to forward content of each link frequency.

が見られないのに対し、それ以外のリンクについては行動基準方式における送信間隔が非常に長い。これより行動基準方式では、5.3.2 項のとおり文字数が多く強い依頼のクチコミが付与されていたが、頻度の小さいリンクの友人に送信する際にはより長く時間をかけて推敲していたと推測される。

以上の結果と 5.3 節での分析結果を合わせると、行動基準方式を用いた場合は送信基準方式を用いた場合に比べて、情報送信者は情報受信者に行動を起こしてもらうため、強い依頼で文字数の多いクチコミを時間をかけて作成し、その効果で情報受信者はより早く行動を起こしたといえる。

6. おわりに

社会活動に関する情報伝達において、クチコミを用いて行動促進を行うメカニズムを検討した。本論文では、ソーシャルネットワーク上での人から人への情報送信に対しインセンティブ報酬を付与するモデルを想定し、情報送信が行われるたびにインセンティブ報酬を付与する送信基準方式と、情報受信者が目的の行動を起こしたときのみインセンティブ報酬を付与する行動基準方式について比較検討を行った。社会実験の結果、行動基準方式を用いたほうが情報受信者の短時間での素早い行動を促していることが明らかになった。また、情報送信者が情報受信者の行動を促す強い依頼のクチコミを送ることで、素早い行動を促していることと、行動基準方式は送信基準方式に比べて強い依頼のクチコミが作成される割合が高いことも明らかになった。これより、行動基準方式を用いることで、情報送信者

は強い依頼のクチコミを作成する傾向が強まり、それにより実際の行動の促進効果があることが確かめられた。

参考文献

- [1] 田仲理恵, 土井伸一, 小西琢ほか: 環境行動促進システム“エコまめ”の提案と地域コミュニティへの適用, 情報処理学会論文誌, Vol.53, No.4, pp.1480–1488 (2012).
- [2] Arndt, J.: Role of Product Related Conversations in the Diffusion of a New Product, *Journal of Marketing Research*, Vol.4, pp.291–293 (1967).
- [3] Takeuchi, S., Kamahara, J., Shimojo, S. and Miyahara, H.: Human-Network-based Filtering: The Information Propagation Model based on Word-of-Mouth Communication, *Proc. IEEE/IPSJ SAINT 2003* (2003).
- [4] Cheng, X. and Zhou, M.: Study on Effect of eWOM: A Literature Review and Suggestions for Future Research, *International Conference on Management and Service Science (MASS 2010)*, pp.1–4 (2010).
- [5] Emanuel, R.: *The Anatomy of Buzz: How to Create Word of Marketing*, New York, Random House (2000).
- [6] 株式会社矢野経済研究所: アフィリエイト市場に関する調査結果 2012 (2012).
- [7] 鳥海不二夫, 山本仁志, 諏訪博彦ほか: 大量 SNS サイトの比較分析, 人工知能学会論文誌, Vol.25, No.1, pp.78–89 (2010).
- [8] 中田豊久, 加藤義彦, 國藤 進: 友人ネットワークの状態遷移図による分析, 情報処理学会論文誌: 数理モデル化と応用, Vol.2, No.1, pp.87–97 (2009).
- [9] Wang, D., Wen, Z., Tong, H., et al.: Information spreading in context, *WWW '11 Proc. 20th International Conference on World Wide Web*, No.10, pp.735–744 (2011).
- [10] DARPA: DARPA Network Challenge (2009), available from <https://networkchallenge.darpa.mil/default.aspx>.
- [11] Pickard, G., Rahwan, I., Pan, W., et al.: Time Critical Social Mobilization: *The DARPA Network Challenge Winning Strategy*, ArXiv e-prints (2010).
- [12] Albert, R. and Barabasi, A.L.: Statistical mechanics of complex networks, *Reviews of Modern Physics*, Vol.74, No.1, pp.47–97 (2002).
- [13] Watts, D.J.: *Small Worlds: The Dynamics of Networks Between Order and Randomness*, Princeton University Press (2003).
- [14] Watts, D.J.: *The Structure And Dynamics of Networks*, Princeton University Press (2006).
- [15] Barabasi, A.L.: Linked: The New Science Of Networks, *American Journal of Physics*, Vol.71, No.4, pp.409–410 (2003).
- [16] Watts, D.J.: *Six Degrees: The Science of a Connected Age*, W.W. Norton&Co. Inc. (2004).
- [17] 松尾 豊, 安田 雪: SNS における関係形成原理-mixi のデータ分析, 人工知能学会論文誌, Vol.22, No.5, pp.531–541 (2007).
- [18] 湯田聰夫, 小野直亮, 藤原義久: ソーシャル・ネットワーキング・サービスにおける人的ネットワークの構造, 情報学論, Vol.47, No.3, pp.865–874 (2006).
- [19] Grubbs, F.E.: Procedures for Detecting Outlying Observations in Samples, *Technometrics*, Vol.11, No.1, pp.1–21 (1969).



田仲 理恵

2006年京都大学工学部情報学科卒業。2008年同大学大学院情報学研究科修士課程修了。同年 NEC 入社。現在、スマートエネルギー研究所主任。人の行動のモデル化・行動促進に関する研究に従事。2014年電子情報通信学会学術奨励賞。電子情報通信学会、人工知能学会会員。



新熊 亮一

2000年大阪大学工学部卒業。2001年同大学大学院工学研究科博士前期課程修了。2003年同博士後期課程修了。同年京都大学大学院情報学研究科助手。現在、准教授。2008～2009年米国 New Jersey 州 Rutgers 大学 WIN-LAB (Wireless Information Network Laboratory) 客員研究員。通信ネットワークの設計・制御技術の研究に従事。特に社会学・経済学的アプローチに取り組む。2006年電子情報通信学会学術奨励賞。2007年エリクソン・ヤング・サイエンティスト・アワード。博士 (工学)。



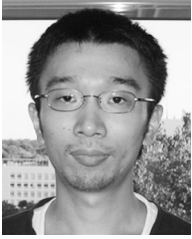
板谷 聡子 (正会員)

1996年奈良女子大学大学院修士課程修了。同年セイコーエプソン株式会社に入社。1999年博士課程進学のため同退社。2002年奈良女子大学大学院博士後期課程修了 (理学博士)。同年 ATR 研究員。2006年上級研究員。2008年 NEC に入社。C&C イノベーション研究所主任。2013年スマートエネルギー研究所主任。2014年独立行政法人情報通信研究機構 (現、国立研究開発法人情報通信研究機構) に入所。ワイヤレス研究所主任研究員。マルチレイヤ統合制御の研究に従事。電子情報通信学会 (正員)、IEEE 各会員。



小西 琢

2008年神戸大学大学院文化科学研究科心理学専攻博士課程修了。同年 NEC に入社。C&C イノベーション研究所主任 (当時)。社会行動の生起に関わる心的要因に関する研究に従事。JPA (日本心理学会) 会員。



吉永 直生

2007年京都大学工学部情報学科卒業。2009年同大学大学院情報学研究科修士課程修了。同年 NEC 入社。現在、情報・ナレッジ研究所主任。データマイニングに関する研究に従事。電子情報通信学会会員。



土井 伸一

1987年東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻修士課程修了。1990年同博士課程満期退学。同年 NEC 入社。1996～1997年英国エディンバラ大学 HCRC (Human Communication Research Centre) 滞在研究員。現在、

東京オリンピック・パラリンピック推進本部東京2020推進室シニアエキスパート。2020年を起点とした社会ソリューション事業の企画立案に従事。人工知能学会、言語処理学会各会員。



山田 敬嗣 (正会員)

1987年京都大学大学院工学研究科情報工学専攻博士後期課程修了。同年 NEC 入社。現在、NEC シンガポール研究所所長。専門分野は、情報理論、パターン情報処理、ユビキタスシステム、ヒューマンコミュニケーション。

学会論文賞、奨励賞等受賞多数。情報処理学会理事、当学会理事を歴任。電子情報通信学会、IEEE 等会員。



高橋 達郎

1973年京都大学工学部電気工学科卒業。1975年同大学大学院修士課程修了。同年日本電信電話公社武蔵野電気通信研究所入社。1983～1984年コロンビア大学客員研究員。2000年京都大学大学院情報学研究科通信情報シ

テム専攻教授、現在に至る。主として、電話・パケット・フレームリレー・ATM等の通信システムの研究開発と、マルチメディアネットワーク、光ネットワーク、モバイルネットワークとそのプロトコルの研究に従事。1996年電子情報通信学会業績賞・森田賞、1997年前島賞、1998年科学技術功労者賞、2011年電子情報通信学会功績賞受賞。工学博士、電子情報通信学会フェロー、IEEE Fellow。