

# 消費者間オンライン取引における評判管理システムのモデル化 Modeling Reputation Management System on Online C2C Market

山本 仁志  
Hitoshi Yamamoto

東京理科大学 工学部  
hitoshi@rs.kagu.tus.ac.jp

石田 和成  
Kazunari Ishida

東京農業大学  
国際食料情報学部  
k-ishida@nodai.ac.jp

太田 敏澄  
Toshizumi Ohta

電気通信大学大学院  
情報システム学研究所  
ohta@is.uec.ac.jp

## 要旨:

本小論の目的は、消費者間オンライン取引において、消費者相互の評判情報の流通が、市場参加者の協調行動の発現に有効であることを論じることである。我々は、消費者間オンライン取引を、消費者相互の評判情報の流通による評判管理システムを組み込んだモデルとして、繰返し囚人のジレンマ問題の枠組みに基づきモデル化する。インターネット上のオークションサイトにおいて、評判情報の流通が、信頼形成や取引の活性化に有効であることは、いくつかの実証的な研究によって論じられている。こうした評判管理システムは、今後、社会においてオンライン市場が発展する上で重要な役割を果たすと考えられる。しかし、市場の環境条件や参加者の特性などによって、どのような評判管理システムが有効に機能するのかを理解するためには、実証的な研究に加えて、新たな仮説やシナリオを構築できる研究アプローチが必要である。そこで我々は、エージェントベースアプローチを用いて、オンライン取引市場の振舞いを議論する。シミュレーション実験の結果から、参加者の変動が少ない、従来の物的市場の環境下では、Negative Reputation System が機能するが、参加者の変動が高いオンライン取引の環境下では、Negative Reputation System は有効に機能せず、Positive Reputation System が必要なことがわかった。これは、現実のインターネット上のオンライン取引市場における Reputation Management System の設計に有用な知見である。

**キーワード:** 評判管理システム、繰返し囚人のジレンマ、電子商取引、オンライン市場、リスクマネジメント、エージェントベースド・アプローチ

## Abstract:

E-commerce faces a problem due to the risks inherent in C2C online trading. For example, the common worry is how to ensure that the buyer pays for the goods and the seller sends the goods to the buyer. An online trade has the features of anonymity and facility in participation or leaving. Therefore, a system for managing risk in the e-commerce market would very desirable. We focus on online trading among consumers. In a traditional market, a law or a third-party service manages risk. However, in this case, the traditional systems have limits. Ease of participation, low cost, and time lag when exchanging goods for money are characteristics of online trading. In these transactions, one has to worry about "free riders" within a community and lack of cooperation. The method of addressing these problems is explicit reputation circulation.

**Keywords:** Reputation Management System, Iterated Prisoner's Dilemma, e-commerce, online market, Risk Management, Agent-Based Approach

## 1. Introduction

e-commerce の発展は、一方で消費者間取引におけるリスクの増大という社会的問題を引き起こしている。例えば、代金不払い、商品不渡し等の不正行為が一例である。これは、オンライン取引が、匿名性や、参加・離脱が容易であるといった特徴を持つため、売り手・買い手の双方に、貢献することなく、

サービスや財を受け取りたいという、非協調行動への誘引が働くからである。

そのため、取引市場において、参加者の協調行動を出現させ、非協調行動を抑制するためのマネジメントシステムが必要となる。従来の物的市場における取引では、市場参加の会員制度、法律、第三者機関によるなどがマネジメントシステムとして機能していると考えられる。しかし、消費者間オンライン取引に着目すると、従来のマネジメントシステム手

法には、いくつかの問題と限界が存在する。なぜなら、オンラインによる取引は、参加・離脱の容易性、低コスト、商品と代金の交換に空間的・時間的な距離がある、アイデンティティの可変性、という特性を持つからである。我々は、第三者機関の存在なしにリスクを管理し、取引参加者間の信頼形成が可能か、という問題に取り組む。

消費者間オンライン取引の事例としては、インターネット上のオークション市場などが挙げられる。これらの市場では、取引のリスクは大きいといえる。当然、これらの市場運営組織は、全ての取引を詳細に確認することは不可能である。こうした環境下で、どのような信頼形成のメカニズムが働いているのだろうか。我々は、これらの市場は、参加者間に流通する Reputation 情報によって、リスクが管理されているのではないかと考える。

我々は、参加者の Reputation が流通することにより、参加者に協調行動を出現させる仕組みを、Reputation Management System と呼び、Reputation Management System が機能するための条件を探る。

オンライン取引において、Reputation の流通が、市場を有効に機能させることを論じた先行研究はいくつか存在する (Kollock,1999)(McDonald,2002)。Kollock(1999)は、Negative / Positive Reputation System による分析枠組みを提示し、公的な第三者機関の存在しない環境下での協調行動の出現の可能性を示唆した。我々はこれを発展させ、Reputation Management System を動的に把握できる操作的なモデルの構築を試みる。操作的モデルを構築することで、Reputation Management System が有効に機能する条件や、消費者間オンライン取引市場設計に際しての指針を得ることが可能になると考えられる。

## 2. オンライン取引における信頼形成

インターネットの発展に伴い、電子的ネットワークを介したオンライン取引は急速に発展している。本小論では、オンライン取引を、インターネットなどのネットワーク上で電子的に行われる取引と定義する。オンライン取引における信頼形成のメカニズムを議論するために、オンライン取引の概要を俯瞰し、消費者間オンライン取引における、Reputation Management System の必要性を議論する。

### 2.1 オンライン取引

ここではまず、オンライン取引の概要を俯瞰する。取引の参加者としては、組織的な供給者・消費者としての企業(B)と、個人としての供給者・消費者としての個人(C)を考える。

オンライン取引で、最も成功し、普及しているものは、B2B といわれる企業間取引である。オンライン部品受発注システムや、サプライチェーン・マネ

ジメント(SCM)などが事例として考えられる。B2B 取引は、インターネット発達以前から専用回線などを用いて、ネットワークの利用は実現していた。インターネットを利用したオンライン取引が出現したことによっても、その本質は変化していないと考えられる。

続いて、B2C といわれる、企業 - 消費者間の取引がある。これは、取引される財の本質が情報にある銀行や各種チケット販売などで急速に発達した。また、直接手にとって見なくても、財を評価できる書籍や音楽ソフトの販売なども普及している。Amazon.com<sup>1</sup>やインターネットバンキング<sup>2</sup>が主要な事例といえる。B2C 取引は、いわゆる小売の業態である。インターネットの発展により大きな影響を受けたビジネス領域であるといえる。クリック&モルタルといった新しいビジネスモデルが出現したのもこの領域である。生産者が消費者に直接的に商品を販売できることから、中間卸売業者の再編も発生した。更に、インフォメディアリ(情報仲介業)(Hagel and Singer,1999)と呼ばれる新しいビジネスモデルも出現した。

最後は、C2C といわれる、消費者間取引である。これは、インターネットの発展で新たに出現した取引形態である。インターネットの発展により、地理的制約や時間的制約、そして機会的制約が克服され、非常に広範な相手と情報交換が可能になった。そのために、従来は市場化が困難であった消費者間の商取引が可能になったといえる。例えば、eBay<sup>3</sup>などの消費者間オークションが事例として挙げられる。

これらのオンライン取引のなかで、本小論では、新たに出現した市場形態である、消費者間オンライン取引におけるリスクの管理を扱う。オンライン取引は、匿名性や、参加・離脱が容易であるといった特徴を持つ。そのため、売り手・買い手の双方に、貢献することなくサービスや財を受け取りたいという、非協調行動への誘引が働く。相手の行為が予測できない環境下での取引の問題は、囚人のジレンマ構造としてモデル化可能である。囚人のジレンマ構造を持つ問題のナッシュ均衡は、両者とも非協調行動である。オンライン取引の囚人のジレンマ構造によるモデル化は、3説で詳説する。

本節では、消費者間オンライン取引における信頼形成のためのマネジメントシステムを、トップダウン型、ボトムアップ型に大別する。その上で、消費者間オンライン取引においては、ボトムアップ型のマネジメントが有効であることを議論する。

### 2.2 トップダウン・マネジメントシステム

第三者機関の利用は、トップダウン型のマネジメントシステムといえる。第三者機関としては、信用評価サービスやエスクローサービスがある。信用評価は、企業間取引では有効であるが、個人間におい

てはコストの観点から実質的に不可能である。もうひとつの手法はエスクロー(Escrow)サービスである。エスクローサービスとは、取引時の商品引渡しと決済の時間的ずれを克服するものである。取引時の商品引渡しと決済の時間的ずれは、オンライン取引で非協調行動が発生する原因のひとつである。

エスクローサービスは、図1に示すメカニズムによってこの問題を克服している。エスクローサービス提供者が、決済時に取引する二者の間に入ることによって、売り手側の商品不渡し、買い手側の代金不払いの両方を排除することができる。

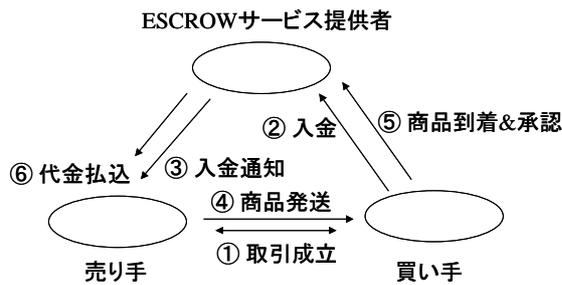


図1.エスクローサービスの概要

しかし、消費者間オンライン取引において、トップダウン型は、いくつかの問題点を持つ。第一が、コストの問題である。オンライン取引の利点は、低コストで簡単に取引できることである。しかし、エスクローサービスなどを利用することで、手数料などのコストが発生する。また、取引手順も複雑になるため、簡便性が損なわれる。第二に、手数料の設定事態が困難な場合が存在する。例えば、絵画などを物々交換する場合、妥当な市場価格を計算することが困難であることがありうる。第三に、エスクローサービスを利用できる範囲には限界が存在していることである。インターネットの大きな長は、個人がグローバルに取引相手を発見できることである。しかし、エスクローサービスが必ずしも全世界にサービスを提供しているわけではない。

では、こうしたトップダウン・マネジメントシステムの限界を克服する手法は何であろうか。我々は、参加者相互に流通する Reputation 情報による協調行動の出現の可能性に着目する。

### 2.3 ボトムアップ・マネジメントシステム

市場参加者相互で評判を流通させ、協調行動の発現を目指すシステムは、ボトムアップ・マネジメントシステムといえる。Reputation Management System の議論を始める前に、本研究における Reputation の定義を与える。我々は、Reputation を、Wilson(1985)の定義に基づいて「ある人の過去の行動によって評価される、他人から与えられた特質、特性」と定義する。Kollock(1999)は、Reputation Management System の分析枠組みとして、

Negative/Positive Reputation System を提示した。

Negative Reputation System とは、非協調行動をとった取引相手の情報を流通させることで、望ましくない取引相手を排除しようとするシステムである。

人は、不満のある取引を経験すると、その不平を周囲の人間に言う。また、コミュニティにおいて、非協調行動をとることでコミュニティから排除されることもある。Negative Reputation System は、こうした仕組みをシステム化したものである。

つまり基本的には、Negative Reputation System はブラックリストなどと同じ仕組みであるといえる。しかし、Negative Reputation System にはいくつかの問題点が存在する。オンライン市場では、悪い評判を得た参加者は、市場から退出し、再び新たな参加者として市場に参加することができる。更に、協調的な参加者と、市場に参加したばかりの非強制的な参加者が同じように見えてしまう。これは、オンライン市場の、参加・離脱が容易であるという特性と、アイデンティティの可変性という特性に起因する。また、このシステムでは、誰かの評判を故意に落とすことが比較的容易である。

一方、Positive Reputation System とは、協調行動をとった取引相手の情報を流通させることで、望ましい取引相手を保護しようとするシステムである。

このシステムは、Negative Reputation System の問題点を克服することができる。アイデンティティを変更すると、よい評判を蓄積することができないので、同じアイデンティティで取引を続ける誘引となる。また、一度蓄積したよい評判は、取引に有利に働くので、参加者はこれを守ろうとする。これによって、協調行動の発現が期待できる。

しかし、Positive Reputation System にも問題点は存在する。新規参加者は、よい評判を持っていないため、非協調的な参加者と区別が困難である。よって、Positive Reputation System が、新規参加者に対する参入障壁となりうる。また、市場の参加者の流動性が非常に高いとき、Positive Reputation System は、有効に機能しない。多くの参加者が入れ替わるため、どの参加者もよい評判を蓄積する機会がないからである。

上記の考察によって、市場の環境条件や、Reputation Management System の特性によって、市場が有効に機能する条件が異なることが考えられる。

### 3. 消費者間オンライン取引のモデル化

消費者間オンライン取引市場を設計、運営するための重要な問題のひとつとして、Reputation Management System をどのように設計すべきかという課題が挙げられる。そのためには、個人の行動と、その相互作用によって生じる大域的現象を、動

的に把握できる操作的なモデルの構築が必要である。我々は、エージェントベースド・アプローチを利用する。エージェントベースド・アプローチは、ローカルな相互作用から創発される大域的現象を観察し、メカニズムを解明する手段として優れている(Axelrod,1997)。本節では、消費者間オンライン取引を、繰返し囚人のジレンマモデルを基盤にモデル化することで、協調行動の発現に必要な環境条件や市場制度を考察する。

### 3.1 オンライン取引の囚人のジレンマ構造

オンライン取引は、匿名性や、参加・離脱が容易であるといった特徴を持つ。そのため、売り手・買い手の双方に、貢献することなく、サービスや財を受け取りたいという、非協調行動への誘引が働く。つまり、売り手には、商品を渡すことなく代金を受け取ろうという誘引が働き、買い手には、代金を払うことなく商品を受け取ろうという誘引が働く。これは、囚人のジレンマ構造としてモデル化可能である。囚人のジレンマとは、一般に次のように定義できる(鈴木,1994)。プレイヤー1とプレイヤー2の2人の行為者がいる。プレイヤー間のコミュニケーションは存在しない。2人のプレイヤーは、ともに2つの戦略C,Dをもっていて、その組合せによって生ずる4つの状態に対する利得が表1のような利得行列によって表される。

表1.囚人のジレンマの利得行列  
プレイヤー2の行動

		C	D
プレイヤー1 の行動	C	$S_1, S_2$	$W_1, B_2$
	D	$B_1, W_2$	$T_1, T_2$

このとき、利得の大きさが、以下の2つの条件を満たすとき、囚人のジレンマという。

$$\begin{cases} B_i > S_i > T_i > W_i, & i=1,2 \\ 2S_1 > B_1 + W_1 \\ 2S_2 > B_2 + W_2 \end{cases} \quad (1)$$

オンライン取引と、囚人のジレンマは、次のように対応する。

売り手にとっての協調行動は、商品を買手に渡すことであり、非協調行動は、商品を買手に渡さないことである。買い手にとっての協調行動は、代金を売り手に払うことであり、非協調行動は、代金を売り手に払わないことである。

こうした環境下では、常に協調行動をとる行為者を仮定すると、非協調行動をとる行為者に搾取されつづけてしまう。そのために、協調行動をとる行為者(市場参加者)を保護し、非協調行動をとる行為者を排除するためのシステムが必要となる。

次節では、繰返し囚人のジレンマモデルに

Reputation Management Systemを組み込んで、消費者間オンライン取引をモデル化し、定式化する。

### 3.2 Reputation Management Systemの定式化

エージェントは、「取引戦略」<sub>1</sub>、「販売できる商品」<sub>1</sub>、「購入したい商品」<sub>1</sub>、「売り手・買い手間の商品特性の相違に関する許容限度」<sub>1</sub>、「評判認知特性」<sub>1</sub>、「考慮する履歴の長さ」<sub>1</sub>という要素を持っている。エージェントの戦略には、「協調戦略」<sub>1</sub>、「非協調戦略」<sub>1</sub>、「しっぺ返し戦略」<sub>1</sub>、「ランダム戦略」<sub>1</sub>がある。

表2.エージェントの要素

要素名	内容
取引戦略	協調戦略、非協調戦略、しっぺ返し戦略、ランダム戦略
販売できる商品	特性をビット列で表現
購入したい商品	特性をビット列で表現
商品特性相違に関する許容限度	許容できるビットのずれ
評判認知特性	評判値計算の際の協調行動と非協調行動との間の重点の配分
履歴の長さ	評判値計算に利用する履歴の長さ

エージェントは他者との取引時に、「協調(C)」<sub>1</sub>、「非協調(D)」<sub>1</sub>を行為  $A_t^i$  として選択することができる。

$$\text{行為の要素} : A_t^i = \{C, D\} \quad (2)$$

協調戦略を用いるエージェントは常に協調を選択する。非協調戦略を用いるエージェントは常に非協調戦略を選択する。しっぺ返し戦略を用いるエージェントは相手のエージェントが前回用いた選択と同じ選択をする。ランダム戦略のエージェントはランダムに協調、非協調を選択する。取引の履歴( $B_N$ )はオンライン取引システムに記録される。

行動履歴の集合:

$$B_N = \{A_t^i | t \in \{0, \dots, Scope\}\} \quad (3)$$

取引は「入札」<sub>1</sub>、「応札」<sub>1</sub>を通じて行われる。エージェントは購入したい商品を所有しているエージェントのうち、望ましいエージェントに対して入札を行い、商品を所有するエージェントは、入札をしたエージェントのうち、望ましい相手に応札する。

この入札、応札における、望ましさは、過去の取引履歴にもとづく評判値によって判断される。この判断においては、エージェントの要素の一つである「評判認知特性」<sub>1</sub>が、「協調」<sub>1</sub>、「非協調」<sub>1</sub>のうちどちらを重視するかに影響を与える。協調行動、非協調

行動の回数( $B_{C,N}, B_{D,N}$ )は、行動履歴にもとづき以下のように集計できる。

協調行動の回数カウント：

$$B_{C,N}^i = \{t | A_t^i = C, t \in \{0, \dots, Scope\}\} \quad (4)$$

非協調行動の回数カウント：

$$B_{D,N}^i = \{t | A_t^i = D, t \in \{0, \dots, Scope\}\} \quad (5)$$

入札・応札において取引相手選択の基準となる評判(レピュテーション)は、協調・非協調行動の回数にもとづき、エージェント*i*の評判 $R_i$ を次のように定義する。

$$評判：R_i = \alpha |B_{C,N}^i| - (1 - \alpha) |B_{D,N}^i| \quad (6)$$

ここでは、「評判認知特性」を現すパラメータである。この式により、 $\alpha$ が1の場合は「Positive Reputation System」、0の場合は「Negative Reputation System」における評判値を求める。エージェントはこの値にもとづき、入札・応札において取引相手となるエージェントを選択する。

オンライン取引システムのパラメータは、システムを利用する、「協調・非協調・しっぺ返し・ランダムそれぞれの戦略を用いるエージェントの初期人数」、「商品の特性数」、「各特性の多様性」、「単位時間当たりの参加・退出人数」がある。

単位時間当たりの参加・退出ルールは、ランダムに退出エージェントが選択され、利益の多いエージェントの戦略を模倣したエージェントが参加する。

このモデルを用いることにより、「売り手・買い手間の商品特性の相違に関する許容限度」、「評判認知特性」、「考慮する履歴の長さ」、「単位時間当たりの参加・脱退人数」の違いが、オンライン取引システムの挙動に与える影響を考察する。

#### 4. シミュレーション実験

3節で構築したシミュレーションモデルに基づきシミュレーション実験をおこなう。

本モデルでは、参加・退出人数を市場の流動性を表現するパラメータと考える。つまり、参加・退出人数が少ない市場は、従来の物的な基盤のある市場を表現している。また、参加・退出人数が多い市場は、オンライン市場を表現している。シミュレーション実験の実行パラメータは、表3に記した。また、各操作パラメータの値は、全エージェントで共通である。つまり、評判認知特性や、履歴の長さがReputation Management Systemの特性を表現し、参加・退出人数が市場の流動性を表現する。市場の流動性が高いことは、オンライン取引市場の特徴を表現しているといえる。

表3.シミュレーションの実行パラメータ

エージェント初期数	取引戦略ごとに 25 エージェントずつ
シミュレーション時間	100 期
商品の特性数	5 ビット
各特性の多様性	5 ビット
商品特性相違の許容幅	10 ビット
評判認知特性	操作パラメータ
履歴の長さ	操作パラメータ
参加・退出人数	操作パラメータ

シミュレーション実験の観察指標は、取引戦略ごとのエージェントの人口である。エージェントは、市場において最も利益をあげている取引戦略を模倣して新たに市場に参加する。よって、エージェントの人口変化を時系列に分析することで、各環境パラメータにおいて、有利な取引戦略を観察することが出来る。

図2は、参加・退出人数が低く、評判認知特性がNegative(=0.0)のときの各取引戦略をもつエージェントの人口変化である。協調戦略が市場で主流となっていく過程が観察できる。図3は、参加・退出人数が高く、評判認知特性がNegative(=0.0)の時の各取引戦略をもつエージェントの人口変化である。非協調戦略が市場で主流となっていく過程が観察できる。更に図4は、参加・退出人数が高く、評判認知特性がPositive(=1.0)の時の各取引戦略をもつエージェントの人口変化である。協調戦略が市場で主流となっていく過程が観察できる。

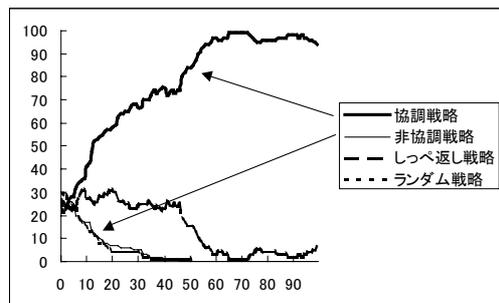


図2.エージェントの人口変化  
(横軸:シミュレーション時間、縦軸:エージェント数)

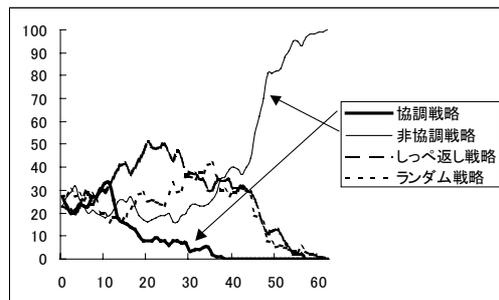


図3.エージェントの人口変化  
(横軸:シミュレーション時間、縦軸:エージェント数)

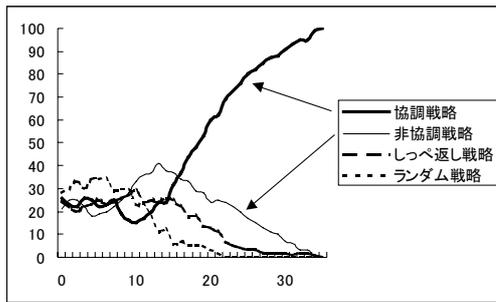


図4.エージェントの人口変化  
(横軸:シミュレーション時間、縦軸:エージェント数)

協調的な参加者を保護し、非協調行動をとる参加者が排除されることが、市場の目的関数となる。表4に、100期後に最も多く生存した取引戦略をまとめる。表中では、協調戦略、しっぺ返し戦略を協調、非協調戦略、ランダム戦略を非協調と表記している。

表4.最も多く生存した取引戦略

参加・退出人数	認知特性	戦略	頻度
低い	Negative	協調	全て
低い	Positive	協調	全て
高い	Negative	非協調	全て
高い	Positive	協調	多数

## 5. 考察

図2,3,4および表5からわかるように、参加・退出人数が低いときは、Negative Reputation Systemで協調戦略が有利となっている。これは、従来の物的市場や、現実の社会システムにおいて、法律などによる非協調行動に対する罰則規定が有効に機能していることと対応する。参加者の変動が少ない社会では、非協調行動は評判を落とし、その後の取引が困難になる。そのために、非協調的な参加者は駆逐され、協調的な参加者が保護される仕組みが機能している。

しかし、参加者の変動が多くなるにつれ、Negative Reputation Systemは機能しなくなる。新規参加者は、協調的な参加者と区別できないため、非協調参加者は、評判を落としても、市場から退出して新たな参加者として参入することが出来る。このため、協調的な参加者は、非協調行動をとる参加者によって駆逐されてしまう。こうした環境下において、Positive Reputation Systemの可能性が生じる。これは、協調行動をとることがよい評判を蓄積することになるので、協調的な参加者は、ますます取引がしやすくなる。逆に、評判をもたない参加者は、取引が困難となるため、非協調行動をとる参加者は駆逐されていく。現実には、eBayなどのインタ

ーネット上のオークション市場においては、よい評判を獲得した売り手は、他者より同一商品でも高価格で販売できているという報告もある(McDonald,2002)。

## 6. まとめ

本小論では、消費者間オンライン取引において、消費者相互の評判情報の流通が、市場参加者の協調行動の発現に有効であることをシミュレーション実験により示した。消費者間オンライン取引のように、市場参加者の変動が大きい環境下では、Negative Reputation Systemと比較してPositive Reputation Systemが有効に機能する。これは、オンライン取引市場を設計する際には、従来の罰則制度のような非協調行動を排除する制度ではなく、協調行動を支援する制度設計が必要となることを示唆している。また、オンライン市場においては、ブランドを構築することが従来の市場と比較して重要になることも示唆している。

Positive Reputation Systemには、新規参加者が評判を持たないために取引に参加しにくいという問題も存在する。シミュレーション実験の結果でも、Positive Reputation Systemが協調的な参加者にとってよい結果をもたらさないケースも稀に観察された。これはPositive Reputation Systemが今後解決すべき問題点であると考えられる。

## 注記

- 1) Amazon.com, Inc. as <http://www.amazon.com>, 2003.
- 2) 日本における事例として例えば、株式会社三井住友銀行 as <http://www.smbc.co.jp>, 2003.
- 3) eBay Inc. as <http://www.ebay.com>, 2003.

## References

- [1] Axelrod, R., "The Complexity of Cooperation", Princeton University Press, 1997.
- [2] Kollock, P., "The Production of Trust in Online Markets", Advances in Group Processes, Vol.16, pp.99-123, 1999.
- [3] McDonald, C., and C. Slawson, "Reputation in An Internet Auction Market", Economic Inquiry, vol.40, issue 4, pp.633-650, 2002.
- [4] Hagel, J. and M. Singer, "Net Worth: Shaping Markets When Customers Make the Rules", Harvard Business School Pr., 1999.(小西 龍治(訳), 『ネットの真価 インフォメディアリが市場を制する』, 東洋経済新報社, 2001.)
- [5] 鈴木光男, 『新ゲーム理論』, 勁草書房, 1994.