

評判管理システムの可能性：C2C取引の人工市場モデル

山本 仁志[†] 石田 和成[‡] 太田 敏澄[†]

[†]電気通信大学 182-8585 東京都 調布市 調布ヶ丘 1-5-1

[‡]東京農業大学 〒156-0054 東京都 世田谷区 桜丘 1-1-1

E-mail: [†]{hitoshi, ohta}@is.uec.ac.jp, [‡]k-ishida@nodai.ac.jp

あらまし

インターネットの普及によって、消費者間オンライン市場という新しい取引形態がもたらされた。しかし、ネットワークを介したコミュニケーションの特性として、匿名性や参加離脱の容易性があるため、参加者には貢献することなくサービスを受け取りたいという誘引が働く。また一方で、ネットワーク上では、参加のためのコストや情報投入のコストが低いことから、利他的な行為をもたらす誘引も働く。オープンソースコミュニティなどが一例である。こうした環境下で、非協調行動を抑制するメカニズムとして、参加者相互が取引相手を評価し、その結果を評判として共有する評判管理システムがある。我々は、先行研究において、囚人のジレンマの枠組みでオンライン市場をモデル化し、シミュレーション実験をおこなった。その結果、オンライン市場では、ポジティブ評判管理システムが協調行動を促進することを示した。本論文は、囚人のジレンマを表現する利得行列に対して、「誘惑」「貢献」という二つの指標を提示することで、取引される財の特質を議論することを可能にした。更にシミュレーション実験により、オンライン市場では物財の取引にはポジティブ評判システムが有効であり、情報財の取引では、ネガティブ評判システムが有効であることを示した。

キーワード 評判管理システム、繰り返し囚人のジレンマ、C2C市場、エージェントアプローチ

An Artificial Market Model of online C2C transaction

Hitoshi YAMAMOTO[†] Kazunari ISHIDA[‡] and Toshizumi OHTA[†]

[†] University of Electro-Communications 1-5-1 Choufugaoka, Choufushi, Tokyo 182-8585, JAPAN

[‡] Tokyo University of Agriculture 1-1-1 Sakuragaoka, Setagayaku, Tokyo, 156-0054, JAPAN

E-mail: [†]{hitoshi, ohta}@is.uec.ac.jp, [‡]k-ishida@nodai.ac.jp

Abstract: This paper discusses the effectiveness of sharing information concerning the reputations of buyers and sellers making online transactions in a consumer-to-consumer (C2C) market. We developed a computer simulation model that describes online transactions with a reputation management system that shares information concerning the reputations of consumers. The model takes an agent-based approach in which agents' actions are based on the iterated prisoner. No model exists to analyze C2C markets even though there are many case studies concerning the effectiveness of sharing reputation information among participants in a market. The simulation results revealed that a positive reputation system can be more effective than a negative reputation system for an online transaction, even though the negative one can work for a traditional transaction. The result should be an important consideration when designing practical reputation management systems for online transactions.

Keyword Reputation Management System, C2C market, e-commerce, online market, Agent-Based Approach, Iterated Prisoner's Dilemma.

1. はじめに

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。

Kollock(1999)は、参加者相互の評判を利用することで、評価のための第三者機関を必要とせずに協調行動を促進することが可能であると論じている。

我々は、市場の参加者が相互に取引相手の行為を評価し、その情報を集積・流通させるシステムを評判管理システムと表現する。信頼形成の手段として、参加者相互の評判を用いる手法は、多くの研究者によって着目されている。Rensnick et. al.(2000)は、インターネット上の相互作用において、信頼を促進する手段として、評判を取り上げている。また、Dellarocas(2000)は、不公平な評価に対する評判システムの頑健性に関して議論している。Kollock(1999)は、評判管理システムの分析枠組みとして、ポジティブ・ネガティブ評判管理システムを提示した。山本他(2003)は、エージェント・ベースド・アプローチを採用することで、評判管理システムの性質による市場の振舞いの代替的シナリオを検証することを可能にした。本論文では、「誘惑」「貢献」指標を提案し、市場で扱う財の特性を同時に議論する基盤を与える。

2. 囚人のジレンマの「誘惑」と「貢献」による分析

1節で論じたように、オンライン取引は相手が協調し、自分が裏切ったときが自分にとっての利得が最大化できる。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。プレイヤー1とプレイヤー2の2人の行為者がいる2人のプレイヤーは、ともに2つの行為C,Dを選択できる。その組合せによって生ずる4つの状態に対する利得を(プレイヤー1の利得, プレイヤー2の利得)で表現すると、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, S)	(W, B)
	D	(B, W)	(T, T)

このとき、利得の大きさが、以下の条件を満たすとき、囚人のジレンマという。

$$\begin{cases} B > S > T > W \\ 2S > B + W \end{cases} \quad (1)$$

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。

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。

表1の利得行列に対して、4つのパラメータ間の相互関係を持つ意味を解釈するために、我々は「誘惑」「貢献」指標を導入し、この二つの軸による2次元平面上の議論を可能にした。

「誘惑(Temptation)」指標(γ)は、次式のように表現できる(Taylor, 1976)。

$$\gamma = \frac{B - S}{B - T} \quad (2)$$

分母である $B - T$ が小さいということは、自分と相手の行動が(D,C)のときの利得と(D,D)の利得の差が小さいということであり、Dをとるリスクが小さいといえる。分子である $B - S$ が大きいということは、(D,C)のときと(C,C)の利得の差が大きいということであり、Dをとる誘惑が大きくなる。よって、 γ が大きいということは、非協調行動(D)をとることの誘惑が大きいといえる。逆に γ が小さいということは、非協調行動(D)をとることの誘惑が小さいといえる。 γ の範囲は、式(1)より、 $0 < \gamma < 1$ である。

次に我々は、「貢献(Contribution)」指標(δ)を次式で定義した。

$$\delta = \frac{S - T}{S - W} \quad (3)$$

分母である $S - W$ が小さいということは、(C,C)と(C,D)の利得の差が小さいということであり、協調するリスクが小さくなる。分子である $S - T$ が大きいということは、(C,C)と(D,D)の差が大きいということである。

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

協調戦略を用いるエージェントは、常に協調行動を選択する。非協調戦略を用いるエージェントは、常に非協調行動を選択する。しつぺ返し戦略を用いるエージェントは、自分の今回の取引相手が前回の取引で用いた選択と同じ選択をする。また、取引相手が行動履歴を持っていないときには、協調行動を選択する。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。以上のことから、エージェント i が t 期にとる行為は、協調戦略では $A_t^i = C$ であり、非協調戦略では $A_t^i = D$ であり、ランダム戦略では C もしくは D が、1/2 の確率で選択される。しつぺ返し戦略では、 t 期における取引相手を j とすると A_t^i は次式で表現できる。

$$A_t^i = \begin{cases} C & \text{if } A_{t-1}^j = C \\ D & \text{if } A_{t-1}^j = D \end{cases} \quad (5)$$

取引の履歴 (T_t^i) はオンライン取引システムに記録される。

$$T_t^i = \{A_k^i | k \in \{0, 1, \dots, t\}\} \quad (6)$$

協調行動、非協調行動の回数 ($T_{C,t}^i, T_{D,t}^i$) は、行動履歴にもとづき以下のように集計できる。

$$T_{C,t}^i = \{k | A_k^i = C, k \in \{t - \text{Scope} + 1, t - \text{Scope} + 2, \dots, t\}\} \quad (7)$$

$$T_{D,t}^i = \{k | A_k^i = D, k \in \{t - \text{Scope} + 1, t - \text{Scope} + 2, \dots, t\}\} \quad (8)$$

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_t^i を次のように定義する。

$$\text{評判: } R_t^i = \alpha |T_{C,t}^i| - (1 - \alpha) |T_{D,t}^i| \quad (9)$$

ここで α は、「評判認知特性」を現すパラメータである。この式により、 α が 1 の場合は「ポジティブ評判管理システム」、0 の場合は「ネガティブ評判管理システム」における評判値が求まる。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。

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、利益の高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。

新規参入者は、既に市場に参加している知人に話を聞いてから利用を始めるケースが多いと考えられる。その際、知人が高い利益をあげていれば利用を始めるが、そうでなければ参加を見合わせると考えられる。また、Byrne(1965)によれば、知人関係は、態度や性質が類似している相手と築きやすいとされている。よって、本モデルでは、市場への新規参加者の戦略は、既存の参加者のうち、利益の高いエージェントの戦略を模倣するとした。

4. シミュレーション実験

前節で構築したモデルを用いて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。

表 3: シミュレーション実験のパラメーター一覧

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
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。

4.1. 評判管理システムと市場の流動性

我々は最初に、 δ, γ がそれぞれ中程度(0.67, 0.43)の状態、市場流入出率を変化させて、従来の物的な市場とオンライン市場においてそれぞれ有効に機能する評判管理システムの条件を示した。

り、互いに協調したときに、より良い結果が得られるということであり、Cをとる動機となる。よって、 δ が大きいということは、協調行動(C)をとることの動機が大きいといえる。逆に δ が小さいということは、協調行動(C)をとることの動機が小さいといえる。 δ の範囲は、式(1)より、 $0 < \delta < 1$ である。

式(1)の条件式から、囚人のジレンマを満たす δ および γ は、次式で定義できる。

$$\begin{cases} \gamma < 1/(1+\delta) \\ 0 < \gamma < 1 \\ 0 < \delta < 1 \end{cases} \quad (4)$$

また、(4)を満たす γ δ 平面を描くと図1のようになる。

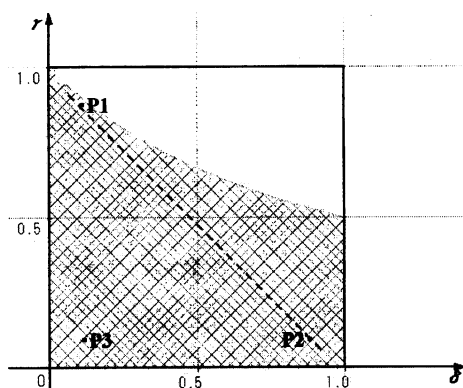


図1 「誘惑(γ)」「貢献(δ)」平面において、囚人のジレンマが成立する条件

点 P1 付近は、 γ が大きく δ が小さい領域である。利得行列がこの領域にあるということは、相手を裏切った時の利得が大きく、自分が裏切られたときの損失が大きい。現実の取引においては、高価な物財の取引が該当すると考えられる。

点 P2 付近は、 δ が大きく γ が小さい領域である。利得行列がこの領域にあるということは、お互いが協調したときに得られる利得 S と自分だけが裏切ったとき B の利得の差が小さいので、協調する誘引がある。また、 $S - T$ が大きいので、お互いに協調することで大きな利得を得られる期待があることから、積極的に協調する動機付けが可能である。これは、オープンソースコミュニティのような情報を共有することでお互いに利得を得る状況が該当すると考えられる。

点 P3 付近は、 δ も γ も小さい領域である。この領域では、 B と S の差が小さいため、裏切りに対する誘惑も小さいが、 W と T の差が大きくなる。そのために、協調することのリスクも大きい。この領域は、裏切り

に対する積極的な動機は存在しなくても、自分だけ協調行動をとることが困難な状況である。

本論文で提案した「誘惑」「貢献」の軸で利得行列を分析することで、扱っている財の特質を議論することが可能となった。次節で構築する評判管理システムのモデル上で、「誘惑」「貢献」のパラメータを操作し、モデルの振舞いを観察する。これにより、市場が扱う財の特性に相応しい評判管理システムの設計指針が得られると考えられる。

3. 評判管理システムのモデル化

本研究では、売り手と買い手が、入札・応札を通じて商品を売買する市場を扱う。市場における取引は下記の手順で行われる。

- 手順1 売り手は自分の持つ「商品」を市場に投入する。
- 手順2 買い手は自分の持つ「需要」に基づいて「商品」を選択する。
- 手順3 売り手・買い手ともに、「需要」「供給」のマッチングをおこない、さらに取引相手を評判情報により選択する。
- 手順4 取引相手が選択されたら取引をおこなう。ただし、取引においては、囚人のジレンマに基づく利得行列が定義される。
- 手順5 市場には每期、新しい参加者が参入する。ただし、退出者はランダムに選択され、新規参入者は、現在高い利得を得ている参加者の行動を模倣する。

エージェントは、「取引戦略」、「販売できる商品」、「購入したい商品」、「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」、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」、「非協調戦略」、「しつぺ返し戦略」、「ランダム戦略」がある。表2は、エージェントの要素をまとめたものである。

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、しつぺ返し戦略、ランダム戦略
商品	特性をビット列で表現
商品	特性をビット列で表現
商品特性相違の許容幅	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

図 2は、市場流入出率が低く、評判管理システムがネガティブ評判管理システムであるとき(式(6)において $\alpha=0.0$)の各取引戦略をもつエージェントの人口変化である。ネガティブ評判管理システムが存在することで、協調戦略が市場で主流となっていく過程が観察できる。

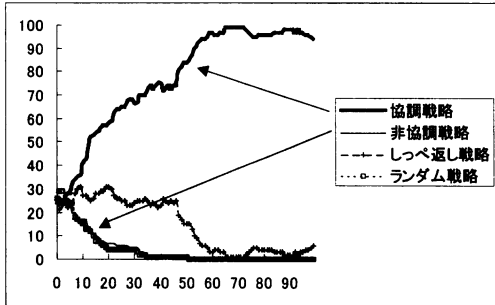


図 2: 市場流入出率が低くネガティブ評判管理システムを採用した場合のエージェントの人口変化

図 3は、市場流入出率が高く、評判管理システムがネガティブ評判管理システムであるとき($\alpha=0.0$)の各取引戦略をもつエージェントの人口変化である。

市場流入出率が高い状態、つまりオンライン市場のような環境では、ネガティブ評判システムを採用しても、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。

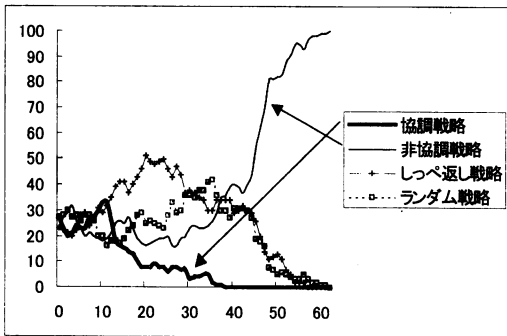


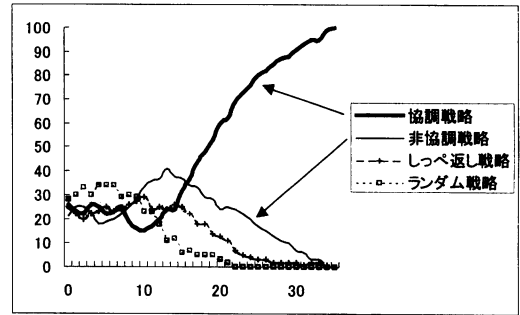
図 3: 市場流入出率が高くネガティブ評判管理システムを採用した場合の人口変化

この結果は、従来の市場や社会で採用されている、ブラックリストのようなネガティブ評判管理システムは、オンライン市場においては有効に機能しないことを示している。

そこで、新しい評判管理システムの方式として、オ

ンライン市場のように市場流入出率が高い市場で、ポジティブ評判管理システムを採用することで、協調戦略が安定化するかどうかを実験する。

図 4は、市場流入出率が高く、評判管理システムがポジティブ評判管理システムであるとき($\alpha=1.0$)の各取引戦略をもつエージェントの人口変化である。市場流入出率が高く、ID 変更によって搾取行為が容易である環境にもかかわらず、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 4: 市場流入出率が高くポジティブ評判管理システムを採用した場合の人口変化

4.2. 「誘惑」と「貢献」による市場特性の表現

オンライン市場で扱う財の特性による評判管理システムの有効性を議論するために、 γ, δ を変化させて、協調戦略が有利になる評判管理システムの性質を探る。本論文では、 $\gamma + \delta = 1$ の直線上で γ, δ を変化させている。

図 5は、評判管理システムが、協調行動だけを評価する仕組み($\alpha=1$)であるときのモデルの挙動である。

図 6は、評判管理システムが、協調行動と非協調行動を同等に評価する仕組み($\alpha=0.5$)であるときのモデルの挙動である。図 5および図 6において、 δ が増大するにしたがって協調戦略が有利になっていることがわかる。

図 7は、評判管理システムが、非協調行動のみを評価する仕組み($\alpha=0.0$)であるときのモデルの挙動である。図 5~図 7における横軸は δ である。縦軸にシミュレーション 200 期後の各戦略の人口割合をプロットしている。 δ が 0.6 以下のとき、ネガティブ評判システムでは、非協調行動が完全に支配的であるが、0.8 以上の値では、逆に非協調行動を完全に抑制している。

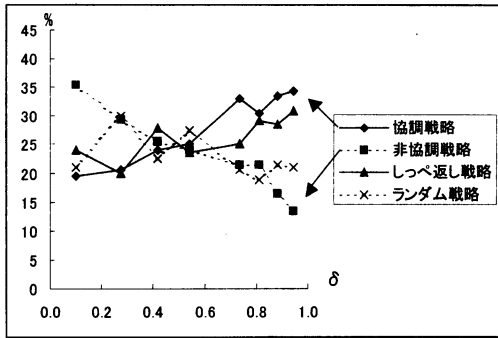


図 5: δ を変化させたときの各戦略の人口 ($\alpha = 1.0$)

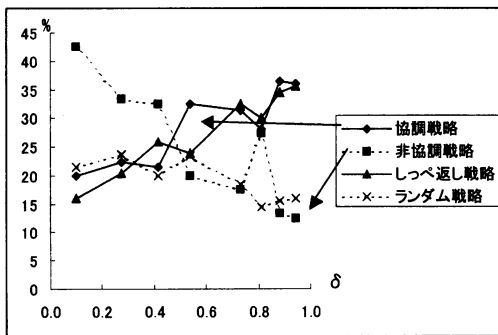


図 6: δ を変化させたときの各戦略の人口 ($\alpha = 0.5$)

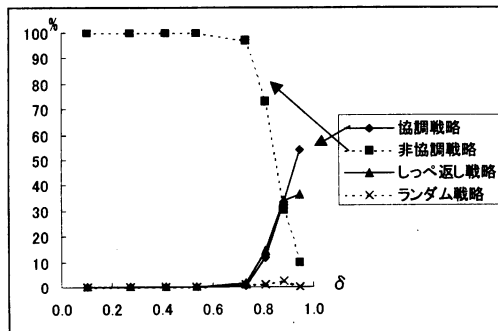


図 7: δ を変化させたときの各戦略の人口 ($\alpha = 0.0$)

5. まとめ

我々は、消費者間オンライン市場における取引が囚

人のジレンマ構造を持つことを示し、その上で、利得行列に対して「誘惑」「貢献」という指標を提案することで、市場で扱う財の特性を操作的に扱うことを可能にした。これによって、市場の設計者が、財の特性によってどのような評判管理システムが有効であるかを検討することが可能になる。続いて、評判管理システムを取り入れた消費者間オンライン市場を扱うエージェントモデルを構築し、シミュレーション実験をおこなった。シミュレーション実験の結果から、高価な物財を扱う市場のように「誘惑」が高い環境では、ポジティブ評判システムのほうがネガティブ評判システムより有効であることがわかった。また、オープンソースコミュニティや情報交換の市場のように「誘惑」の低い環境では、ネガティブ評判システムが有効であることを示した。これは、ポジティブ評判システムを持つ、新規参入者に対する参入障壁という限界を克服しつつ、単純なシステムで実装可能なネガティブ評判システムの可能性を示唆するものである。

参考文献

- [1] Byrne, D., and Nelson, D., "Attraction as a linear function of proportion of positive reinforcements", *Journal of Personality and Social Psychology*, 1, 659-663, 1965.
- [2] Dellarocas, C., "Immunizing Online Reputation Reporting Systems Against Unfair Ratings and Discriminatory Behavior", *Proceedings of the 2nd ACM Conference on Electronic Commerce*, 2000.
- [3] Kollock, P., "The Production of Trust in Online Markets", *Advances in Group Processes*, Vol.16, pp.99-123, 1999.
- [4] Resnick, P., Zeckhauser, R., Friedman, E., and Kuwabara, K., "Reputation Systems", *Communications of the ACM*, 43(12), pp.45-48, 2000.
- [5] Tailor, M., "Anarchy and Cooperation", London: Wiley, 1976.
- [6] 山本 仁志, 石田和成, 太田敏澄, "消費者間オンライン取引における評判管理システムの分析", *経営情報学会誌*, vol.12, No.3, pp.55-69, 2003.