

平成22年 3月 31日現在

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2007年度～2009年度

課題番号：19300054

研究課題名（和文） 協創コミュニティにおけるインセンティブ設計の研究

研究課題名（英文） Research on incentive design in co-creation community

研究代表者

松原 繁夫（MATSUBARA SHIGEO）

京都大学 大学院情報学研究科・准教授

研究者番号：80396118

研究成果の概要（和文）：まず、マッチングにおける情報共有促進の問題を、非対称情報下での2サイドマッチングの問題として定式化を行い、条件付選好の提示を認めることで情報公開を動機づけるメカニズムを開発した。つぎに、潜在的協調関係の発見という視点から、競り上げオークションと固定価格販売が混在するインターネットオークション市場を解析し、即決価格オプションの利用が複数の売り手の収入を増加させること、すなわち、売り手の間に協調的關係をもたらすことを確認した。

研究成果の概要（英文）：First, we focused on the information sharing in the matching process and formalized the problem as two-sided matching problems under asymmetric information. We propose a new two-sided matching mechanism in which participants are allowed to report their conditional preferences and well informed participants are motivated to disclose their information. Second, we focused on the problem of finding a latent coordination relation and examined an Internet auction market where ascending-auction and fixed-price selling coexist. The analysis shows that utilizing an option of buyout price brings larger revenue, i. e., beneficial coordination among sellers.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	5,400,000	1,620,000	7,020,000
2008年度	5,300,000	1,590,000	6,890,000
2009年度	3,900,000	1,170,000	5,070,000
年度			
年度			
総計	14,600,000	4,380,000	18,980,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・知能情報学

キーワード：オークション，誘因両立性，メカニズムデザイン

1. 研究開始当初の背景

(1) Wikipedia プロジェクトなど利用者参加

型のコンテンツ生成が注目を集めている。しかし、医療や教育現場での使用を目的とした、

より信頼性の高いコンテンツ作成を考えると、知財の問題に直面する。例えば、医学事典など書籍として出版済みのコンテンツは、出版社が著作権を持つため、たとえ著者であっても、その内容を Wikipedia には掲載できない。デジタルコンテンツの共有を目的とした Creative Commons の活動もあるが、コモンズと商用ドメインをうまく橋渡しする仕組みはまだ提供されていない。つまり、コンテンツやサービスの扱いに対するインセンティブのずれが放置されたままであり、これが協創を妨げる要因となっており、その解決が必要である。

(2) 学術面では、これまでのメカニズムデザイン研究は主に市場を対象に議論されてきた。サービス提供者と利用者のマッチング決定問題に関しても、ゲーム理論だけでなく、マルチエージェント研究においても、大規模問題への計算論的接近が試みられている。しかし、参加者間での情報共有といったコミュニティに見られる特徴をメカニズムデザインにどう取り込むかは十分に議論されていない。すなわち、取引の場への参加を促す、参加を継続させるという視点での検討が必要である。

## 2. 研究の目的

### (1) コミュニティ指向安定マッチングメカニズムの開発

コミュニティの果たす機能の主要な役割は情報共有である。コンテンツ・サービス作成時に知財の問題が現れるのは、この情報共有の過程におけるインセンティブの考察が十分でない点にあると考えた。

コンテンツ・サービスの協創における中心課題の一つは、提供者と利用者のマッチングである。インターネット環境の利用を前提とすれば、提供者・利用者はより多数の候補の中から自己の目的に合った利用者・提供者を発見することが可能である。一方で、多数の候補者すべてについて品質などの情報を得ることは難しくなる。従来研究では、前者に対しては、マッチングの安定性に焦点が当てられ、研修医配属問題に対するマッチングメカニズムなどが提案されてきた。また、後者については、評判メカニズムが研究されてきている。しかし、それらの研究は分離されており、利用可能なコンテンツ・サービスが時々刻々変化する協創コミュニティにおいて、安定なマッチングを動的に得るには不十分である。そこで、本研究では提供者・利用者の適切な選択の実現には、参加者間での情報共有が重要である点に着目し、情報共有を促進するマッチングメカニズムを開発する。

### (2) オークションにおける潜在的協調関係の発見

オークションは競争的な場と考えられている。談合などは排除されるべきであるが、参加者の意図せぬ行動が他者に影響する、他者から影響を受けるといった潜在的な協調関係が発見できれば、それは、より積極的な形で協調を促すことになる。

最近のインターネットオークション市場において、素早く財を購入できる即決価格オプションを用いた固定価格販売による取引が増加する傾向にある。即決価格は売り手によって設定され、買い手が即決価格での入札を行えば、財を即落札できる。

売り手は開始価格と即決価格を設定することで、一方、買い手は入札行動を行うことで、財の価値に対する意見を表明しているとみなせ、それらの意見が集約されて取引価格が決定されることになる。

売り手が開始価格と即決価格を同額に設定することで、実質的な固定価格販売となる。現実の市場には、即決価格を使用して財を販売する売り手が存在する一方で、即決価格を設定せずに競り上げオークションによる販売を行う売り手も存在する。しかし、過去の研究では、このような2つの販売方法が互いにどのように影響しあうかについて十分議論されていない。その相互作用のあり方の解明が必要である。

## 3. 研究の方法

### (1) コミュニティ指向安定マッチングメカニズムの開発

ゲーム理論の分野では、これまでに、安定マッチング問題に対して、Gale-Shapley アルゴリズムなどのマッチングアルゴリズムが提案されているが、情報共有の問題はモデルに含まれていない。

情報共有は様々な現われ方をするが、本研究では以下の状況に焦点を絞り、情報の非対称性が存在する場合の2サイドマッチングの問題としてモデル化した。あるサービスについて利用経験がある者は品質をよく知っているが、初めての利用者は品質の判断が難しいであろう。この品質情報を共有することなくマッチングを行うと、事後的に別のサービスを使いたかったという不満を持つ利用者が現れる。しかし、個々の利用者にとっては、品質情報を提供すれば、自己の利用希望サービスに対する競争率が上がるため、情報提供する誘因を持たない。このため、安定なマッチングの実現が困難になる。

そこで、「もし条件Aが成立するならば、

候補Xを選好する」といった条件付きの選好表明を認めることとし、この元で情報提供を促すメカニズムを設計する。

## (2) オークションにおける潜在的協調関係の発見

本研究では、即決価格オプションを伴うインターネットオークションの実際の取引データに関して、即決価格設定の有無と設定方法に着目し、参加者の行動解析を行った。まず、Yahoo! JAPAN オークションを運営するヤフー株式会社から提供を受けた11921件のオークションデータの解析を行い、売り手の主要な販売戦略を明らかにする。つぎに、実データの解析結果をもとに、2人の売り手と3人の買い手が存在する2ステージゲームのモデルを作成し、ゲーム理論の観点から売り手の収入に関する解析を行い、潜在的協調関係の存在を調べる。

## 4. 研究成果

### (1) コミュニティ指向安定マッチングメカニズムの開発

情報の非対称性が存在する場合の2サイドマッチングの問題を解決するため、新たなプロトコルを開発した。まず、利用者に条件付きの選好をシステムに申告させる。これは、サービスA、Bが存在するとき、例えばAの反応時間が10秒未満であれば、 $A > B$ 、10秒以上であれば、 $B > A$ といった申告である。記号 $>$ は選好関係を表す。

このもとで以下のメカニズムによりマッチングを計算する。

step1 各利用者が自ら知っている情報に基づき、条件付選好リストをシステムに提示する。また、あらかじめ共有したい真の情報があればその情報を提供する。

step2 一方、提供者の側も利用者に関する選好リストをシステムに提示する。

step3 システムは得られた条件付選好リストと、提供された真の情報を集約し各利用者に通知する。通知された情報は全てが真の情報ではないかもしれない。

step4 各利用者は通知された情報のもとに条件付選好リストを更新し、再びシステムに提示する。また、通知された情報の中に、真偽を知っている情報があれば、その情報の真偽をシステムに提示する。

step5 システムは提示された情報と決められたプロセスに基づきマッチングを一意に決定する。

step6 システムは求職者や企業にマッチング結果を通知する。このとき、真の情報を提供した求職者の名前をメタ情報として提供

する。

step5におけるマッチングの決定は以下の通りである。システムは利用者にランダムに順位をつけ、利用者からの提供情報を用いるか用いないかで分岐するゲーム木を生成する。次に、ゲーム木の葉の部分から根に向かって、各選択点で提供者が損をしない経路を選択する。

提案方式は、つねに利用者からの情報提供を保証するわけではない。しかし、計算機実験を行い、10万サンプルを作成して情報提供による効用の増減を調べたところ、効用が減少するのは97例(0.097%)に過ぎなかった。つまり、ほとんどの場合において、合理的な利用者は情報提供に対する誘因をもつことが確認できた。

また、情報共有により、安定なマッチングが得られるかどうかについて調べた。図1は情報共有による影響率と平均ブロッキングペア数の関係をグラフで示している。「IACP」が提案メカニズムの場合を、「Simple GS」は比較手法であり、情報共有の仕組みが存在しない場合にGale-Shapleyアルゴリズムを適用した場合を示す。また「All Shared」は情報がすべて共有されているという理想的な場合を示している。また、影響率は提供された情報が他の参加者の選好変化に与える程度を表し、ブロッキングペア数はマッチングの不安定さの程度を表す。

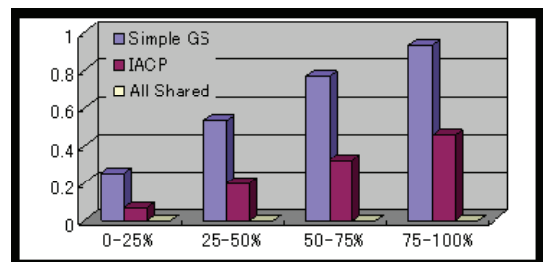


図1 情報共有によるマッチング安定化の評価

図1より、影響率が大きくなるにつれて、平均ブロッキングペア数が増加する傾向が読み取れる。しかしながら、影響率に関係なく提案メカニズムは単純なGale-Shapleyアルゴリズムの適用よりも平均ブロッキングペアを減少させることができていることがわかる。さらには、提案メカニズムでは、シミュレーションにおける全事例中90%以上の事例でブロッキングペア数が0となり、安定なマッチングを得ることができていることが確認できた。これにより、従来手法と比較してより安定なマッチングの実現が可能となった。

### (2) オークションにおける潜在的協調関係の発見 (実データの解析)

ヤフー株式会社から提供を受けた 11921 件のデータ解析を結果したところ、即決価格設定なしのオークションは全体の約 45%、即決価格設定されたオークションは約 55%であった。図 2 に即決価格設定されていないオークションの開始価格の分布を示す。オークションの取引される価格はアイテムの種類ごとに異なるため、それらをまとめて取り扱うため正規化した値が示されている。図 3 には即決価格設定されたオークションの開始価格の分布を示す。

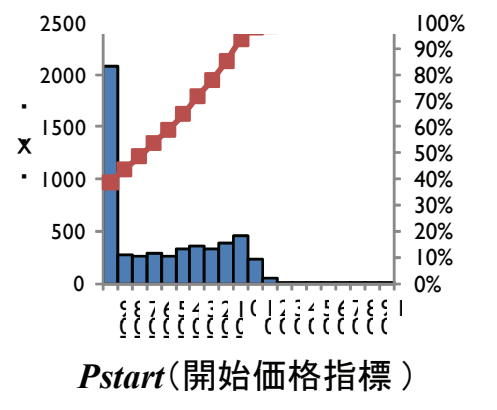


図 2 即決価格設定なしのオークションの開始価格の分布

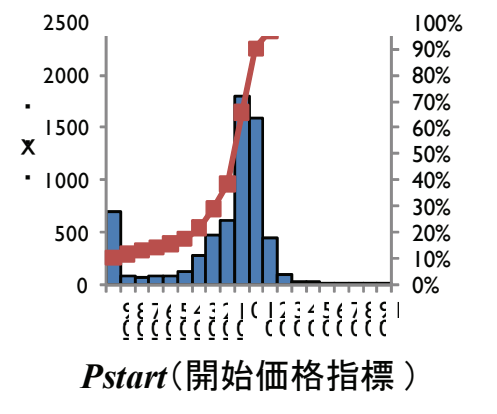


図 3 即決価格設定ありのオークションの開始価格の分布

これにより、売り手の主要な戦略として以下の 2 つのタイプが存在することが明らかとなった。

(タイプ 1) 即決価格を設定せず、非常に低い開始価格を設定する。

(タイプ 2) 即決価格を設定し、開始価格を即決価格とほぼ同額に設定する。

(3) オークションにおける潜在的協調関係の発見 (ゲーム理論モデルによる解析)

実データから得られたタイプ 2 の売り手は、実質的には固定価格販売とみなすことができる。ゆえに、現在のインターネットオークションは固定価格販売と競り上げオークションが混在する市場であるといえる。本研究では、このような市場を解析するため、ゲーム理論に基づくモデルを考案した。過去の即決価格の研究での議論は、1 人の売り手が存在する状況に限定されている。しかし、現実には、同一財を取り扱う複数の売り手が存在し、それぞれの売り手の行動が影響しあう。そこで、本研究では、2 人の売り手と 3 人の買い手が存在する状況を考える。また、売り手の戦略は、実データの解析結果より、タイプ 1 とタイプ 2 の 2 つの戦略に絞って検討する。

以下の 2 段階ゲームを考える。ステージ 1 において売り手 S1 が到着し、ステージ 2 において売り手 S2 が到着する。ここで、以下を仮定する。もし売り手 S1 が即決価格 B を設定し、少なくとも 1 人の評価値 B 以上のリスク回避型の買い手が存在するならば、売り手 S1 は、ステージ 1 において、即決価格 B で財を販売することができる。ここで、評価値とは買い手が支払っても良いと考える価格を表す。ステージ 2 において、売り手 B は競り上げオークションにおいて財を販売することを選好する。もし、ステージ 1 において、売り手 S1 が財を即決価格で販売できなかった場合、売り手 S はステージ 1 と同じ価格設定でステージ 2 でも財を販売する。

買い手の評価値は、分布関数  $F$  に従うとする。また、買い手がリスク回避型である確率は一定であり、確率  $q$  で与えられるとする。売り手の評価値は 0 とし、オークションの収入が利得となる。売り手 S1 が即決価格で財の販売を試みた場合の期待収入  $r_B$  は、 $B$  の値により決定される。評価値が  $B$  以上となる買い手の人数により 4 つの場合に分類でき、各場合の期待収入の和が  $r_B$  となる。これで目的関数を構成できたことになる。これから  $q$  の値が与えられたとき、期待収入を最大化する即決価格  $B^*$  が計算できる。

このモデルを解析したところ、買い手が財の購入失敗リスクを回避しようとする傾向が高いとき、一方の売り手が即決価格を設定すれば、もう一方の即決価格を設定しない売り手の収入も増加するという関係があることがわかった。すなわち、競合関係にある 2 人の売り手が、即決価格を通して、実質的に協調的關係に達することが可能になった。このような潜在的な関係を顕在化すれば、より広い場面で協創を実現することが可能になると考える。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 12 件)

- ①荒木博道, 松原繁夫, 櫻井祐子. 競り上げオークションと固定価格販売が混在する電子商取引市場における売り手の行動の解析. 情報処理学会創立 50 周年記念(第 72 回)全国大会, 2010 年 3 月 9 日. 東京, 日本.
- ②畠中将徳, 松原繁夫. 情報の非対称性が存在する場合の 2 サイドマッチングプロトコルの設計. 電子情報通信学会 人工知能と知識処理研究会 (AI) 信学技報, Vol. 109, No. 386, AI2009-28, pp. 55-60, 2010 年 1 月 22 日. 東京, 日本.
- ③Masanori Hatanaka and Shigeo Matsubara. Designing a Two-sided Matching Protocol under Asymmetric Information. International Conference on Principles of Practice in Multi-Agent Systems (PRIMA-09), Lecture Notes in Artificial Intelligence, 5925, Springer-Verlag, pp. 308-321, December 16th, 2009. Nagoya, Japan
- ④荒木博道, 松原繁夫. オークションにおける即決価格の適切な設定に向けて. エージェント合同シンポジウム (JAWS2009), 2009 年 10 月 28 日. 宮城, 日本.
- ⑤畠中将徳, 松原繁夫. クラウドソーシングにおけるタスク請負者行動の均衡分析. エージェント合同シンポジウム (JAWS2009), 2009 年 10 月 28 日. 宮城, 日本.
- ⑥ Hiromichi Araki, Shigeo Matsubara. Capturing the structure of Internet auctions: the ratio of winning bids to the total number of bids. Web Science Conference 2009 (WebSci09), 2009.03.19. Athens, Greece.
- ⑦畠中将徳, 松原繁夫. 一方に情報の非対称性がある場合の 2 サイドマッチングプロトコルの設計. 情報処理学会第 71 回全国大会 (平成 21 年) 講演論文集 1R-8, 2009.03.10. 滋賀県草津市.
- ⑧小谷敏也, 松原繁夫. マッチングプロトコルにおける相関価値の影響. 情報処理学会第 71 回全国大会 (平成 21 年) 演論文集 1R-9, 2009.03.10. 滋賀県草津市.
- ⑨ Nilar Aye, Fumio Hattori, Kazuhiro Kuwabara. Bridging Semantic Gap in Distant Communication: Ontology-Based Approach. The 2nd KES International Symposium on Agent and Multi-Agent Systems : Technologies and Applications (LNAI 4953), 2008.3.27. Incheon, Korea.
- ⑩ Zhixing Huang, Yuhui Qiu, Shigeo

Matsubara. Designing a Refundable Auction for Limited Capacity Suppliers. Third International Conference on Semantic Knowledge and Grid (SKG-2007), pp.104-109, 2007.10.30. Xian, China.

⑪松原繁夫. Web サービスのオークション. エージェント合同シンポジウム (JAWS2007), 2007.10.29. 沖縄県宜野湾市.

⑫Zhixing Huang, Shigeo Matsubara. DFCA: A Flexible Refundable Auction for Limited Capacity Suppliers. The Fourth International Workshop on Grid Economics and Business Models (GECON 2007), pp. 83-97, 2007. (Jorn Altmann, Daniel Veit (Eds.): Grid Economics and Business Models, 4th International Workshop, GECON 2007, Proceedings. Lecture Notes in Computer Science 4685 Springer 2007), 2007.8.28. Rennes, France

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

松原 繁夫 (MATSUBARA SHIGEO)  
京都大学・大学院情報学研究科・准教授  
研究者番号: 80396118

### (2) 研究分担者

桑原 和宏 (KUWABARA KAZUHIRO)  
立命館大学・情報理工学部・教授  
研究者番号: 10374092