

平成 30 年 5 月 7 日現在

機関番号：82626

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K00326

研究課題名(和文) 予約取引と現物取引を融合した市場メカニズムの提案

研究課題名(英文) Proposal of mechanism design for integrated spot and forward markets

研究代表者

宮下 和雄 (Miyashita, Kazuo)

国立研究開発法人産業技術総合研究所・情報・人間工学領域・主任研究員

研究者番号：00358128

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究が対象とする青果や水産物などの生鮮品取引においては、現物取引が主体であるため、市場で売れ残った財の価値は0となり、生産者にとって損失リスクが大きく従来市場での取引手法は公平性に欠けていると考えられる。本研究では、様々な観点から現物取引と予約取引を融合した市場における商品価値の時間的変化に対応した収益最大化メカニズムに加え、市場で取引に参加するバイヤーに対して、取引失敗に適切なペナルティを課すことにより取引成功率を向上させるインセンティブを与えることで、セラー収益を改善させるべくメカニズムの改良を実施し、その効果をマルチエージェントシミュレーションに基づく評価結果の解析により確認した。

研究成果の概要(英文)：In current markets of perishable goods, sellers are typically in a weak bargaining position since perishable products cannot be stored for long without losing their value. The market mechanism needs to be reformed in order to resolve unfairness between sellers and buyers. To solve the problem, we incrementally improve an online double auction mechanism for perishable goods markets, which promotes buyers' truthful bidding by penalizing their failed bids without harming their individual rationality. We evaluate traders' behavior under several market conditions using multi-agent simulation and show that the developed mechanism achieves fair resource allocation among traders.

研究分野：知能情報学

キーワード：マルチエージェントシステム メカニズムデザイン ダブルオークション 消耗材

1. 研究開始当初の背景

経済産業省の実施した「平成 25 年度電子商取引に関する市場調査」の結果によると、2013 年度の国内 B2B 取引における電子商取引の市場規模は約 260 兆円で、更に増大する傾向にある。それに伴い、農産物に関しても、電子商取引は従来の流通にかかる中間コストを削減し、高い収益性が確保できる新たな販売チャネルとして、生産者からの期待が大きい。しかし、食品に関する現状の電子商取引の内容は、在庫可能な食品の定価販売に大きく偏っている。穀類などを除き多くの農産物は在庫としての長期保存が困難である上、価格変動が激しいため、時間をかけて定価販売するのは適さない。一方、花卉などは現時点でもインターネット上で、定価ではなくオンラインオークションでの販売が行われている。しかし、そこでの取引手法は片方向オークション方式であり、生産者は価格決定プロセスに参加できない上、取引が成立しなければ出品した財の価値を失うリスクを伴う。したがって、そのような農産物に関する取引では、従来重視されてきた取引におけるパレート最適な社会的余剰配分を実現するだけではなく、取引失敗時における商品の価値損失も考慮して取引参加者全体の収益最大化を実現する市場設計を行う必要がある。

一般に市場制度設計（マーケットデザイン）に関するゲーム理論やミクロ経済学における研究では、解析的に最適解を求めることを指向しているために、専ら取引構成要素（参加者、商品などの属性）が時間的に不変である静的問題を前提としている。したがって、これまでは農産物のように財の価値が時間的に低下することを考慮した取引手法は研究対象とはされておらず、そうした財の売買には取引時間を短縮するためのオークション手法（クロックオークションなど）が提唱されるのみであった。近年、インターネットでのオークションなど、市場参加者が取引

に自由なタイミングで参加、脱退できる動的問題に対して適切な取引を実現するための市場設計に関する研究の重要性が指摘されているが、価値が時間的に変化する財の取引に対応するための研究は申請者らによるもの以外に例がない。

オークションに基づく市場制度の設計に関しては既に国内外に多数の研究が存在する。しかし、多数の売り手と買い手がいつでも参加、退出可能なオンライン環境でのオンラインオークションに関する研究は、メカニズムに関する基礎的な研究が始まったばかりである。そうした先行研究においては、取引参加者が時間的に変化することによってもたらされる問題を解決するためのメカニズムが研究対象となっているが、本研究はそうした問題に加え、取引対象となる財の価値の動的な変化に対応するメカニズムを設計しようとしている点で、他に類例がなく独創的な研究である。具体的には、本研究では（1）オークションにおいて入札のマッチングを行う際に、入札価格のみで判定するのではなく、入札の有効期限も考慮することによりマッチング成約率を改善し財の売れ残りを削減する、（2）双方向オークションと片方向オークションを組み合わせることで、需給不均衡な状況でもセラーの収益性を損なわずに売れ残りを削減する。このような考え方に基づくメカニズムは、従来のオークション理論における社会的厚生最大化を目指した価格ベースのメカニズムとは全く異なるため、その設計、検証は学術的に大きな意味を持つ。

本研究成果が実用化されることにより、農産物などの生鮮品電子商取引市場において、取引参加者全体の収益を最大化する取引が実現することができ、財の売れ残りによる損失の問題からインターネットでの大規模な商取引が遅れていた一次産業においても積極的に電子商取引を導入することが可能に

なり、従来の生鮮流通を効率化することが期待され、社会的にも大きな意味を持つ研究である。

2. 研究の目的

農産物など消耗財を予約取引することで、取引参加者の収益を大きく改善する新たな市場制度を実現した。しかし、予約取引で売れ残った農作物は、収穫後に現物取引で販売する必要があるが、農産物は長期保存が困難であり、現物取引では販売機会が限られるため、売れ残りによる損失リスクも大きく、生産者は価格決定に適切に関与できない。そこで本研究課題では、予約取引と現物取引を連携させることで、農産物の生産者にとってより収益性の高い取引制度を実現するため、(1) 予約取引と現物取引が混在する市場で、財の売れ残りによる生産者の損失を抑える市場制度を提案し、(2) 提案された制度に基づく現物取引と予約取引により、取引参加者全体の収益が改善されることをマルチエージェントシミュレーションにより検証する。

3. 研究の方法

本研究の対象となる複雑な市場メカニズムを、ミクロ経済学やゲーム理論などの知見を用いて解析的に設計、評価することは困難であるため、本研究では実証的な評価に基づく逐次的改善手法を用いて取引参加者全体の収益を最大化するヒューリスティックなメカニズムの設計を行う。ここでは、(1) 対象とする問題を単純化した上で適切なメカニズムを設計し、(2) 設計したメカニズムを対象問題に適用した際に、どんな不具合が生じるかを実験的に発見し、(3) 発見された不具合点を無効化するようメカニズムを理論的に分析し改良する、というステップを繰り返すことにより、より安定的で高性能なメカニズムを構築する。

(1) 市場制度の設計では、多数のセラー、バイヤーが参加する生鮮品取引のオンライ

ン取引市場において、生産後の財の現物取引に関してはバイヤーのみが購入希望価格を入札する片方向オークション方式、生産前の財の予約取引に関してはセラーも同時に販売希望価格を入札する双方向オークション方式を採用するハイブリッドな市場メカニズムを実現する。予約取引においては、財の在庫を予測的に制御し、注文や在庫の状況に応じて財の割当を調整することにより、セラーの販売希望価格を満足しながら、できるだけ多くの財を生産前にバイヤーの注文に割り付ける。一方、現物取引に関しては、予約取引ではマッチングしなかった財に対して、有効期限の近づいた売買注文を優先的に割り付けることにより売れ残りによるセラーの損失を抑えることを目指す。

(2) 上記のような複雑な構造を持つ市場の挙動を数理的な手法で解析することは不可能であるため、設計した市場制度が意図した効果を実現するかは、実験的に評価する必要がある。そのため本研究では、設計された市場の挙動を計算機により効率的に模擬するためのマルチエージェントシミュレータの開発を行う。マルチエージェントシミュレータでは、市場における取引に参加する複数のセラーやバイヤーは様々な入札戦略を持つソフトウェアエージェントとして実装され、それらのエージェントが各々の入札戦略に基づいて、取引時間の経過やこれまでの取引状況に応じた取引希望価格を入札することにより市場における取引がシミュレートされる。その際に、市場に参加するエージェントの数、エージェントの使用する入札戦略の種類、個々のエージェントの財に対する価値などに関する様々な組み合わせを市場データとして用意し、それらの市場データに基づくマルチエージェントシミュレーションを実行することで、多様な取引シナリオに対する市場制度の有効性の評価を行う。評価の結果、更なる実験が必要であると判断した場合

にはエージェントの入札戦略を追加、改良し、それらのエージェントを用いた新たな市場データに基づく実験を行う。設計された市場制度が想定された効果を上げないことが実験により確認された場合には、問題点を解決すべく市場制度の設計改善を行ったうえでシミュレータに実装し、実験により効果の再検証を行う。

4. 研究成果

本研究が対象とする青果や水産物などの生鮮品取引においては、現物取引が主体であるため、市場で売れ残った財の価値は0となり、生産者にとって損失リスクが大きく従来市場での取引手法は公平性に欠けていると考えられる。本研究では、現物取引と予約取引を融合した市場における商品価値の時間的変化に対応した収益最大化メカニズムに加え、市場で取引に参加するバイヤーに対して、取引失敗に適切なペナルティを課すことにより取引成功率を向上させるインセンティブを与えることで、セラー収益を改善させるべくメカニズムの改良を実施した。具体的な研究成果を以下に示す。

(1) 現物取引と予約取引を融合した市場モデルの提案

多数のセラー、バイヤーがダイナミックに参加、退出する生鮮取引のオンライン市場において、既に生産された後の財の現物取引に関しては、従来の生鮮市場と同様にバイヤーのみが購入希望価格を入札する片方向オークションを実施し、一方未だ生産前の財の予約取引に関してはセラーも同時に販売希望価格を入札する双方向オークションを採用するハイブリッドな市場において、取引参加者や取引内容に関して様々な制約を設けることで単純化した市場モデルを構築した。

(2) マルチエージェントシミュレーションに基づく市場メカニズムの評価
構築した市場モデルに基づき、市場メカニ

ズムの挙動を模擬するシミュレータを設計、開発し、バイヤーに対して取引失敗時に様々なペナルティが課せられる市場において、多様な戦略的行動に基づいた入札者の行動をパラメータ化した上でシミュレートするソフトウェアエージェントの実装を行い、大規模マルチエージェントシミュレーションを行った。

(3) 市場メカニズムの有効性、頑健性の改善

上記のマルチエージェントシミュレーションに基づく評価結果を解析することにより、戦略的行動に対するメカニズムの頑健性や様々な取引状況におけるメカニズムの有効性を定量化するための評価尺度を開発することにより、市場メカニズムの設計に対する具体的な指針を与えた。それらの結果を踏まえ、メカニズムに対して容易に実施可能で有効な戦略的行動を無効化しよう改良を加え続けることにより、取引参加者のモデルに制約を加えない現実的な取引状況においても、現物取引と予約取引が融合した市場において、取引失敗時にバイヤーに適切なペナルティを課すことにより、商品価値の時間的変化に対応した取引参加者全体の収益を最大化するメカニズムを実現した。

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)

[雑誌論文](計2件)

宮下和雄、広域的な水産物の電子卸売市場の実現に向けて、月刊アクアネット、19巻、2016、32-35

Kazuo Miyashita, Incremental Design of Perishable Goods Markets through Multi-Agent Simulation, Applied Sciences, Vol.7, 2017, 1300

[学会発表](計5件)

Kazuo Miyashita, Market Mechanism for Trading Perishable Goods, International Conference on Information and Communication Technologies in

Agriculture, 2015年7月15日

Kazuo Miyashita, Developing an Online Market Mechanism for Trading Perishable Agricultural Commodities, International Conference of Agricultural Economists, 2015年8月12日

宮下和雄、生鮮食品取引のための市場設計、食と流通の仕組みをデザインする数理技術と現場介入ワークショップ、2015年12月2日

Kazuo Miyashita, Online Penalized Double Auction for Perishable Goods, Social Simulation Conference 2016, 2016年9月22日

宮下和雄、水産物電子商取引における漁業収益の改善「おらほのカキ市場」その実績と展望、経営情報学会秋期全国大会、2017年9月22日

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

宮下 和雄 (MIYASHITA, Kazuo)
産業技術総合研究所・人間情報研究部門・
主任研究員
研究者番号：00358128

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者 ()

研究者番号：

(4) 研究協力者 ()