

Title	経済的効用からゲーム効用へ:AI時代におけるオークションのシリアスゲームとレジャー経済の分析
Author(s)	李, 斯琦
Citation	
Issue Date	2025-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/10119/19922
Rights	
Description	Supervisor: 飯田 弘之, 先端科学技術研究科, 博士

氏 名	LI, Siqu
学 位 の 種 類	博士（情報科学）
学 位 記 番 号	博情第 544 号
学 位 授 与 年 月 日	令和 7 年 3 月 21 日
論 文 題 目	From Economic Utility to Game Utility: A Serious Game and Leisure Economic Analysis of Auctions in the AI Era
論 文 審 査 委 員	飯田 弘之 北陸先端科学技術大学院大学 理事 池田 心 同 教授 Nguyen Le Minh 同 教授 吉村 仁 静岡大学 名誉教授 Mohd Nor Akmal Khalid National University of Malaysia Senior Lecturer

論文の内容の要旨

This dissertation investigates the interdisciplinary application of auction theory, game theory, and behavioral economics through AI-driven modeling and simulation, leveraging advances in artificial intelligence (AI) and data science. Using Game Refinement Theory and the Motion in Mind framework, combined with extensive auction data, a dual-perspective model (internal and external perspectives) has been developed to analyze complex participant behaviors in auction environments. This model captures not only the economic utility of participants under rule-based constraints but also the game utility driven by non-economic motivations, positioning auctions as a unique type of economic game.

Over 10,000 auction items from major auction houses Christie’ s and Sotheby’ s (2020-2023) were collected and analyzed, with simulation techniques applied to model and optimize key auction dynamics. Findings reveal a strong negative correlation between auction velocity and price deviation across various price segments, highlighting the crucial impact of non-economic motivations (e.g., status signaling, social recognition, emotional investment) on participant decision-making. Furthermore, an AI-based simulation system was designed to optimize auction participant experience and market performance, using auction simulation algorithms and feedback loops to dynamically analyze participant behavior patterns. This system enables real-time simulation of bidding decision processes, improving the predictive accuracy for complex decision-making.

Technically, this research: (1) introduces a model of non-economic game utility to quantitatively analyze psychological and social motivations beyond economic utility, (2) develops an AI-driven dual-perspective simulation model linking “irrational behavior” of participants with overall auction dynamics, and (3) constructs an efficient data processing and simulation framework, combining game theory with AI to optimize auction systems. The results confirm the effectiveness

of AI algorithms in modeling complex economic decisions and provide theoretical and empirical support for application to other interactive economic transaction systems.

This study contributes to the intersection of computer science, behavioral economics, and game theory, demonstrating the potential of AI and data-driven methods for simulating complex market dynamics and optimizing decision-making. Future applications of this model could extend to other economic game scenarios, providing deeper tools for modeling irrational behaviors in digital economic activities, supporting algorithm optimization, and guiding decision-making in real market contexts.

Keywords : Motion in mind, Game refinement theory, Non-Economic Utilities, Auction design, Auction Simulation, Gameplay incentives

論文審査の結果の要旨

本論文は、オークションを題材として、オークション理論、ゲーム理論、行動経済学といった学際的領域に焦点を当て、オークション参加者の行動ダイナミクスを探究するために AI 主導モデルとシミュレーションを適用し、従来手法による評価アプローチに加え、ゲーム要素の評価としてゲーム洗練度指標を用いて、オークションシステムの経済的効用と非経済的動機を分析した。ゲーム洗練度指標を求めるために、オークションプロセスをゲーム木としてモデル化し、また、オークションアイテムの初期価格と最終価格に基づいて報酬獲得の変動比率強化スケジュールとしてモデル化した。世界的に知られるオークションハウスである Christie と Sotheby の 1 万点以上のオークションアイテムを対象として、それぞれのオークションプロセスを分析し、社会的認知や感情的関与といった非経済的要因が入札行動にどのように影響するかを分析した。人気の高いオークションハウスに共通する特徴として、初期価格の設定の工夫があることなど浮き彫りとなった。本研究の全体像として、非経済的ゲーム効用に関する定量的モデルを導入し、合理的行動と非合理的行動のギャップを埋める理論的拡張を提案したことにより、ここで得られた知見は経済ゲームの微妙な側面に関する理解を深め、伝統あるオークションハウスがその人気を持続できているメカニズムを俯瞰しつつ、競争環境における意思決定を分析するための新たな枠組みを提供した。

本論文には 3 つの重要な貢献が含まれる。第一は、理論的進歩として非経済的ゲーム効用という概念を提唱し、オークション環境における心理的・社会的要因の分析を強化した。第二は、AI の統合として複雑なオークション行動をモデル化するための AI 駆動シミュレーションのフレームワークを提案・検証し、行動経済学と計算モデルの橋渡しを試みた。第三は、実用的なアプリケーションとしてオークション設計とデジタル経済取引やライブストリーミング商取引に有用な示唆を与えた。

以上、本論文は、オークションを題材として、ゲーミフィケーションの観点から、情報科学、行動経済学、ゲーム理論の学際領域の融合および深化について探究したものであり、従来の枠組みを超えた経済的意思決定を探究する革新的な方法論を提供し、学術的に貢献するところが大きい。よって博士（情報科学）の学位論文として十分価値あるものと認めた。