論文審査の要旨及び担当者

No.1

報告番号	甲　乙　第　　号	氏　名	岡本 実哲

論文審査担当者		
	主　査	藤原グレーヴァ香子（慶應義塾大学経済学部教授　Ph. D.）
	副　査	穂刈享（慶應義塾大学経済学部教授　Ph.D.）
		坂井豊貴（慶應義塾大学経済学部教授　Ph.D.）
	面接担当	新井拓児（慶應義塾大学経済学部教授　博士（理学））
		玉田康成（慶應義塾大学経済学部准教授　Ph.D.）

（論文審査の要旨）

岡本実哲君の博士学位請求論文 Essays on Mechanism Design は、メカニズムデザインの手法を用いて、諸制度の設計問題を分析するものである。具体的には、第 1 章でオークション市場、第 2 章でマッチングマーケット、第 3 章で投票制度をそれぞれ扱っている。

第 1 章 Perfect Incentive Compatibility on Multi-Unit Ascending-Bid Auctions では、複数同質財を販売するオークション方式の設計について考察している。ここで複数同質財とは、同じ財が複数個あることを意味しており、好例は国債である。たとえば日本政府は国債をオークションで販売しているが、五千億円ぶんの国債を一億円単位で販売するとき、一億円の国債という同じ財が五千個あることになる。

複数同質財のケースは、国債オークションという重要な応用例をもつことからも、オークション理論では長く注目を集めている。Vickrey (1961, J of Finance)はこのケースについての先駆的研究であり、彼はそこで今日ヴィックリーオークションと呼ばれる、耐戦略性を満たすオークション方式を考案している。耐戦略性を満たすとは、正直入札がすべての入札者にとって弱支配戦略になっていることを意味する。

Ausubel (2004, AER)はヴィックリーオークションの動学化を試みた画期的な研究である。オーズベルは、ヴィックリーオークションを、多段階のプロセスをもつアルゴリズムのように、動学的なオークション方式に変形した。その方式は今日オーズベルオークションと呼ばれている。オーズベルは、オーズベルオークションのもとで、正直入札が事後完全均衡（ex-post perfect equilibrium）になることを証明した。この研究は 2000 年代のオークション理論における最重要成果の一つと目される。

だがオーズベルの論文は問題含みのものであった。モデルの書き方が精緻でなく、また解概念の定義に曖昧さが残っていた。せっかく数理モデルを用いているのに、肝心な議論を数式ではなく文章で話を進めるので、雰囲気は伝わるが、詳細が分からない。だがオーズベルの議論はおおむね正しい様子であり、また、動学的オークションは技術的難度が高いことから、オーズベルの議論の不備を正確に指摘するのは至難の業であった。

論 文 審 査 の 要 旨

岡本君は本章で、この難題を全面的に解決した。まず彼は複数同質財オークションを論じるための精密なモデルを構築した。そしてオーズベルオークション、および解概念に理想的な形の定義を与えた。そこでオーズベルの主張が本当に成り立つのかを検証し、成り立たないことを反例によって証明した。さらに岡本君はオーズベルオークションに独自の修正を行い、その修正版オーズベルオークションのもとで、正直戦略が事後完全均衡になることを証明した。

本章の議論の多くは学術誌 *American Economic Review* (Vol. 108, No. 2, 2018)に論文“An Efficient Ascending-Bid Auction for Multiple Objects: Comment”として掲載されている。オーズベル氏は同誌の同号にリプライを掲載しており、そこで岡本君への謝意と高い評価を述べている。

第 2 章 Non-Wasteful Rescheduling on the Ground Delay Program では空港発着枠の再配分におけるマッチングアルゴリズムを考察している。空港に、飛行機を受け入れる着陸枠が、たとえば一日に 10 個あるとしよう。これらの枠は通常すべて、訪れるであろう航空各社の飛行機の予約で埋まっている。だがそこで天候がひどい状況となり、空港の対応能力が低下し、利用可能枠が 5 個まで減ってしまったとする。また、その空港へ到着できる飛行機も、6 機に減ってしまったとする。それぞれの飛行機が空港に到着できる時間は、フライトスケジュールを始めとする諸事情により決まっている。ではここで、5 個残っている着陸枠を、これから時間差で訪れる 6 機に、どう割り当てればよいだろうか。このように、事前に予定されていたマッチングを、需要も供給も変化したときにどう再編成するかを考える問題を「再編成マッチング」問題と呼ぶ。

再編成マッチング問題は、近年、Schummer and Vohra (2013, AEJ Micro)によって定式化された、新しいクラスのマッチング問題である。シュマーとヴォーラおよび後続研究は、この問題を一方向マッチング（one-sided matching）としてとらえ、トップ・トレーディング・サイクル・アルゴリズム（TTC アルゴリズム）の活用を検討し、それがある種の効率性や耐戦略性を満たすことを示した。

一方、岡本君は問題を双方向マッチング（two-sided matching）としてとらえ、ディファード・アクセプタンス・アルゴリズム（DA アルゴリズム）の活用を検討し、それがある種の安定性や耐戦略性を満たすことを示した。

スロット（枠）を、選好をもたない「モノ」として扱うか、選好をもつ「ヒト」として扱うかが、問題を一方向マッチングとして捉えるか、双方向マッチングとして捉えるかを分け隔てる。再編成マッチング問題を素直に見れば、スロットをモノとして扱う、つまり問題を一方向マッチングとして捉えるのが自然であろう。だが岡本君は、フライトスケジュールの存在は、スロット

論 文 審 査 の 要 旨

が航空各社に対して優先順位をもつようなものだと視点を変え、双方向マッチングによる分析を選択した。これにより双方向マッチングで有力なDAアルゴリズムの活用の道が拓けることになった。

第3章 A Characterization of the Borda Rule では投票方式の設計問題を考察している。ここで分析の対象となるのは投票の選択肢に対して「1位に3点、2位に2点、3位に1点」のように配点するボルダルールである。ボルダルールの分析は1770年のジャン・シャルル・ド・ボルダの研究に遡る。ボルダは、通常の多数決だと、票の割れが起こり「他の選択肢とのペアごとの多数決で全敗する選択肢（pairwise majority rule loser、ペア全敗者）」が選ばれうることを問題視した。だがボルダルールだとそれは起こらず、このことをボルダルールはペア全敗者基準を満たすという。だがボルダルール以外にも、ペア全敗者基準を満たす投票方式は存在する。なぜボルダルールだけが特別なのかは、当該分野における大きな問いである。

この問いには主にふたつの回答がある。まず Fishburn and Gehrlein (1976, Pub Choice)は「スコアリングルールのなかで、ペア全敗者基準を満たすものはボルダルールのみ」と示している。この結果は重要だが、「スコアリングルールのなかで」と適用範囲が狭いのがネックである。

もう一つは Young (1974, JET)によるもので、キャンセレーション・プロパティ等の諸性質を満たす投票方式はボルダルールのみ、というものだ。こちらは適用範囲は広いのだが、キャンセレーション・プロパティは技術的な条件のきらいが強く、あまり規範的な意味が明瞭ではない。いうなればヤングはボルダルールの数学的な性質を明瞭にとらえはしたが、必ずしも社会科学的な含意の深い条件でとらえたわけではない。

岡本君は以上の既存研究を踏まえ、次のような定理を証明した。それは、ペア全敗者基準をはじめとするいくつかの条件を満たす投票方式はボルダルールのみ、というものだ。適用範囲が広く、またペア全敗者基準という規範的な意味が明瞭な条件での公理化である。

以上、いずれの章も、当該分野で高く評価されるであろう、もしくはされている理論的研究である。岡本君の技術力は際立って高く、着眼のよさも並外れて優れている。したがって、審査委員会は全員一致して、岡本実哲君の学位請求論文を卓越したものと認め、博士（経済学）の学位を授与するのが適当と判断する。