

複数種財取引のオークションについての経済学実験： 逐次一位価格入札，時計入札，VCG メカニズムの比較分析*

松 島 齊
照 山 博 司

要 旨

複数種財をオークションによって売却する状況について実験をおこなった結果を、効率性、売り手収入、入札者利益などの観点から説明する。2財を2入札者によって競う取引状況を、逐次一位価格入札、時計入札、VCGメカニズムについて比較し、アンケート調査もおこなった。各入札者は、相手の金銭的利得構造を知らないことを仮定して、代替的評価と補完的評価の様々な組み合わせについて実験した。アンケートによる意識調査とは対称的に、実験においては、VCGメカニズムはおおむね好結果であるが、時計入札は Exposure Problem の弊害が顕著であることを示した。

Abstract

This paper shows the experimental results for multi-object auctions in terms of efficiency, revenue, and bidders' payoffs. We assume that there are two heterogeneous objects and two bidders, and that each bidder does not know the other bidder's material payoff structure. We conducted the laboratory experiments for eight payoff structures associated with complements and substitutes. We compare three types of auction formats, i.e., sequential first price auction, clock auction, and VCG mechanism. We also research questionnaires concerning the subjects' impressions about the performance of these formats. The experimental results imply that the VCG mechanisms generally function very well, while the performance of the clock auctions is pretty bad in some cases. These observations are in contrast with the results of the questionnaires.

1. 序 文

本論文は、複数種財をオークションによって売却する状況について、経済学実験をおこなった結果を、効率性、収入、入札者利益などの観点から解説するものである。入札者の指値の仕方についての立ち入った考察は、別の論文において紹介される予定である。¹⁾

本論文においては、入札者にとって、複数種財の価値評価は相互に独立ではなく、代替的ないしは補完的関係にあることが明示的に考慮される。一方の財の購入がもたらす価値は、他方の財を購入するか否かに依存するため、単一種

一単位の財取引についての基礎的なオークションの分析よりも、状況は複雑になる。

オークションのルールについては、一財ずつ財を売却するか、あるいは複数財を同時に入札にかけるか、つまり逐次型か同時型か、また、封印型か公開型か、さらには個別財のみならずパッケージについて価値評価の表明を要求するか否か、などの違いによって、様々な形態が考えられる。本論文における実験では、三つのルール、すなわち逐次一位価格入札、時計入札、VCGメカニズムを、様々な金銭的利得構造について比較分析した。本論文における重要な仮定の一つは、各入札者は自身の金銭的利得

構造を知ることができるが、相手入札者の金銭的利得構造を知らないとするのである。

本論文の実験では、各被験者は、自身の金銭的利得構造を知っているが、相手については知らない、ということを仮定した。

逐次一位価格入札は、逐次封印型で、しかもパッケージについての価値表明の機会が提供されないオークションルールである。このルールは、財が独立でないことを考慮しないでオークションのルール設計がなされた場合を念頭に置いている。

残りの2ルールは、財が独立でないことを考慮して設計されたものである。まず、時計入札は、同時公開型で、せり人がせり上げていく価格に対して、入札者が、プライステーカーとして、どちらの財を需要するか、両財をパッケージとして需要するか、あるいはどちらの財も需要しないか、のいずれかを随時表明するルールである。ただし、せり人が公示する価格は各財単体の価格のみであり、パッケージの価格は両財の価格の合計であるとする制約が仮定される。

VCGメカニズムは、同時封印型メカニズムであり、パッケージについての自由な価値表明の機会が、時計入札の時のようなパッケージの価格についての制約なく、提供されているルールである。VCGメカニズムでは、正直に価値を表明するインセンティブが各入札者に提供され、効率的配分が達成されることが、理論的に明らかにされている。

これら三つのルールは、理論的かつ実践的意味において、複数種財取引のオークションの代表的なルールとみなすことができる。VCGメカニズムは、理論上効率性達成という観点からはもっともすぐれたルールである。しかし、その支払ルールは他のルールに比べて複雑であり、またパッケージに対する価値評価を直接的に要求するなど、価値査定についての意思決定負担が高い、とする批判がある。本論文では、実験後にアンケートをとって、VCGメカニズムが他のルールに比べて、入札者に好まれてい

ないことを確認した。

しかし、VCGメカニズムの実験結果は、おおむね他のルールと比べて良好であり、特に代替的評価をする入札者と補完的評価をする入札者が混在するケースではすぐれたパフォーマンスを示した。また、入札者利益も概して高水準である。このことは、アンケート調査では、入札者の多数意見が、VCGメカニズムが入札者に不利なルールであるとされていることと対称的である。総じて、アンケートはVCGメカニズムに対して低評価であるのに反して、実験はすこぶる良好な結果を示している。

時計入札については、アンケート調査では高い人気を誇るものの、実際の実験結果は芳しくなく、とりわけ代替的評価の入札者と補完的評価の入札者が混在するケースでは、売れ残りが生じるなど、Exposure Problemと呼ばれる配分の失敗が顕著に観察された。また、売れ残りを再配分しても、複数財の非独立性を考慮していない逐次一位価格入札、さらにはランダムな配分よりもむしろパフォーマンスが悪くなることが示される。

以下、第2節において、実験のための理論モデルを解説する。第3節において、実験計画とその遂行について説明する。第4節において、効率性、収入、収入シェア、入札者利益、個別入札者の利益シェア、といった観点から、実験結果を説明する。第5節において、アンケート調査の結果を説明する。

2. モデル

1人の売り手が、ことなる財AとB各一単位ずつを、二人の入札者1, 2に、売却する状況を考える。入札者 $i \in \{1, 2\}$ の個別財 $h \in \{A, B\}$ に対する評価を、 $u_i(h) \geq 0$ 、両財のパッケージに対する評価を $u_i(AB) \geq 0$ と表す。どの財も獲得しない場合の評価はゼロとされる。これらの評価の値については、本人は熟知しているが、相手の入札者および売り手にはわからないとする。

入札者 i について、

$$u_i(A+B) > u_i(A) + u_i(B)$$

である場合、入札者 i の財評価は補完的であると定義する。一方、

$$u_i(A+B) < u_i(A) + u_i(B)$$

である場合、入札者 i の財評価は代替的であると定義する。

売り手が財を入札者に配分するオークションの代表的なルールとして、本論文は、逐次一位価格入札、時計入札、VCGメカニズムを比較検討する。

ルール1：逐次一位価格入札

売り手は、財 A と B を 2 期間にわけて売却する。1 期目に財 A を一位価格入札によって売却し、1 期目の落札結果が公表されてから、2 期目に財 B を一位価格入札によって売却する。つまり、1 期目において、各入札者は、財 A に対して指値を提示し、高い指値をした入札者が財 A を購入し、自身の指値を売り手に支払う。次に、両入札者の指値が公開され、その後、財 B を同様に入札にかける。

売却すべき財は複数存在しているので、オークションは、複数財を同時に売却するか、ひとつずつ逐次的に売却するか、をあらかじめルールとして決めなければならない。逐次一位価格入札は後者に類し、時計入札、VCGメカニズムは前者に類する。

ルール2：時計入札

時計入札では、財 A と B が、せり人のせり上げによる公開入札によって、同時に売却される。せり人は、個別財 A, B について各々ゼロ円からせり上げ、公示価格ベクトルに対して、各入札者は、財 A のみ、財 B のみ、パッケージ（両財共に購入希望）、あるいは、なにも購入を希望しない、のいずれかを表明する。任意の財について、二人共に購入を希望しているならば、その財の価格を一円せり上げる。両財共

に 1 人以下の需要になればせり上げを終了し、終了時点の価格で購入希望入札者に売却する。

時計入札において問題にされることは、Exposure Problem と呼ばれる、価格高騰現象である。これは、一方の財評価が代替的、他方が補完的であるケース（代替・補完のケース）で深刻化すると考えられる。両財が高騰する結果、売れ残りが生じる可能性が考えられる。

ルール3：VCGメカニズム

VCGメカニズムでは、各入札者は、財 A のみ、財 B のみ、およびパッケージについて、三つの評価を一度に同時に表明することが要求される。表明された評価にしたがって、評価の総額が最大になるように配分が決定される。つまり、表明された評価に則した効率的配分が決定される。VCGメカニズムは、他の二つのルールとはことなり、各入札者は個別財のみならずパッケージについての評価をも直接表明するので、効率的配分の計算に必要な情報はすべて、入札者にその提供を要求していることになる。VCGメカニズムの重要な特徴は、落札者の支払額の決定の仕方にある。各入札者 i は、相手入札者 $j \neq i$ がパッケージを獲得できなかったことによる損失分を支払う、つまり

$$u_j(AB) - u_j(a_j)$$

を支払うとする。ここで、 a_j は表明された評価にもとづく効率的配分にしたがって相手入札者 j が獲得する財ないしはパッケージである。

VCGメカニズムにおいては、正直に表明するならば、必ず実際の評価にもとづく正しい効率的配分が実現できる。そして、重要な性質は、獲得ポイントを最大にすることを目的とする合理的な入札者であるならば、正直な評価表明をすることが優位戦略になることである。

3. 実験デザイン

パソコンを使った統制実験を、2011年1月20日、24日に、2回ずつ東京大学にて、また、

2011年2月24日に京都大学にて1回、計5回おこなった。被験者数は、各回24名ずつ、合計120名である。被験者は各大学の全学の学部生および大学院生から募集した。実験終了後に、被験者には、実験において獲得したポイントが、1ポイント5円で換金して、支払われた。被験者には、別途参加費1,500円が支払われた。

5回の実験は、三つのセッションから構成されている。各セッションは8ラウンドで構成されている。各セッション共通に、第1表(第1-1表から第1-8表まで)に示される8つのポイント表(ケース1, 2, ..., 8)のいずれかにもとづいて、各ラウンドにおいて支払がなされた。8つのポイント表の順番はセッションごとにランダムに決められ、どのポイント表も必ず1回プレイされるとした。この際、ポイント表の本人についての箇所は知らされるが、相手についてのポイント表の箇所はわからないとした。ルール3においては、獲得ポイントを知らせなかった。

被験者は、ラウンドごとにランダムにペアが組まれ、同じ相手が同一セッションにおいて組まれることを排除した。被験者には、日本語の実験マニュアルと画面説明書が配られ、音声でその内容が説明された。パソコンの画面上では、ポイント表などの、意思決定に必要なとされる情報が示された。実験終了後、アンケート調査をした。

本文の最後に、実験説明書、画面説明書、および実験アンケート調査書を添付した。

ルール1(逐次一位価格入札)については、実験1, 2, 3, 4において同点の場合の処理に不

備があったため、不備のあるデータを削除した。ルール2(時計入札)では、消極的入札を防ぐ目的で、せり上げ途中で需要個数をふやせないとする「アクティビティールール」を設けた。ルール3(VCGメカニズム)は、その支払ルールを理解するのが難しいと考えられるので、「正直な評価申告が優位戦略になる」ことを、実験説明書において強調した。

4. 実験結果

4.1. 標本分布

ケースごとに、各ルールについて、実験においてどの配分がどの割合で実現されたかを示す標本分布は、以下の通りである。

4.1.1. ケース1(代替・代替)

ケース1は、両入札者の財評価が共に代替的であるケースである。効率的配分は(B, A)である(入札者1に財B, 入札者2に財Aが配分されるのが、ケース1において効率的である)。第1-1表の標本分布は、どのルールにおいても、効率的配分(B, A)が達成された頻度がかかなり高いことを示している。

4.1.2. ケース2(代替・代替)

ケース2は、ケース1同様、両入札者の財評価が共に代替的であるケースである。効率的配分は(A, B)である。第1-2表の標本分布は、どのルールにおいても、効率的配分(A, B)が達成された頻度がかかなり高いことを示している。

第1-1表 ケース1のポイント表と配分の標本分布

	A				B				AB	
入札者1(代替)	10				14				16	
入札者2(代替)	16				6				20	
	(AB, 0)	(0, AB)	(A, B)	(B, A)	(A, 0)	(0, A)	(B, 0)	(0, B)	(0, 0)	入札組数
ルール1	0.07	0.09	0.04	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	56
ルール2	0.02	0.07	0.03	0.80	0.02	0.02	0.05	0.00	0.00	60
ルール3	0.05	0.13	0.00	0.82	—	—	—	—	—	60

注) 上段の表は、二つのことなるタイプの入札者につき、財の配分ごとのポイントを示す。下段の表は、実験において実現された配分の比率を示す。下線は効率的配分を示す。同表の最右欄は入札者の総組数である。以下同。

第 1-2 表 ケース 2 のポイント表と配分の標本分布

	A				B				AB	
入札者 1 (代替)	<u>12</u>				8				16	
入札者 2 (代替)	7				<u>15</u>				19	
	(AB, 0)	(0, AB)	(A, B)	(B, A)	(A, 0)	(0, A)	(B, 0)	(0, B)	(0, 0)	入札組数
ルール 1	0.13	0.15	0.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	54
ルール 2	0.03	0.00	0.87	0.05	0.02	0.00	0.00	0.03	0.00	60
ルール 3	0.10	0.08	0.82	0.00	—	—	—	—	—	60

第 1-3 表 ケース 3 のポイント表と配分の標本分布

	A				B				AB	
入札者 1 (補完)	4				9				<u>23</u>	
入札者 2 (補完)	9				4				20	
	(AB, 0)	(0, AB)	(A, B)	(B, A)	(A, 0)	(0, A)	(B, 0)	(0, B)	(0, 0)	入札組数
ルール 1	0.37	0.21	0.02	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52
ルール 2	0.65	0.12	0.02	0.10	0.00	0.05	0.07	0.00	0.00	60
ルール 3	0.67	0.30	0.00	0.03	—	—	—	—	—	60

第 1-4 表 ケース 4 のポイント表と配分の標本分布

	A				B				AB	
入札者 1 (補完)	11				5				20	
入札者 2 (補完)	4				9				<u>27</u>	
	(AB, 0)	(0, AB)	(A, B)	(B, A)	(A, 0)	(0, A)	(B, 0)	(0, B)	(0, 0)	入札組数
ルール 1	0.20	0.48	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	54
ルール 2	0.02	0.78	0.13	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	60
ルール 3	0.22	0.77	0.02	0.00	—	—	—	—	—	60

第 1-5 表 ケース 5 のポイント表と配分の標本分布

	A				B				AB	
入札者 1 (補完)	3				8				19	
入札者 2 (代替)	<u>13</u>				11				13	
	(AB, 0)	(0, AB)	(A, B)	(B, A)	(A, 0)	(0, A)	(B, 0)	(0, B)	(0, 0)	入札組数
ルール 1	0.19	0.19	0.11	0.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	54
ルール 2	0.02	0.03	0.05	0.52	0.00	0.17	0.00	0.20	0.02	60
ルール 3	0.58	0.02	0.00	0.40	—	—	—	—	—	60

4.1.3. ケース 3 (補完・補完)

ケース 3 は、両入札者の財評価が共に補完的であるケースである。効率的配分は (AB, 0) である。第 1-3 表の標本分布において、まず、ルール 1 では、(B, A) の達成の割合が高いことが示されている。これは、逐次入札では、補完性が考慮されにくいことを示唆している。ルール 3 では、(0, AB) の割合が高い。これは、

VCG メカニズムでは、補完性が過剰に考慮される傾向にあることを示唆している。

4.1.4. ケース 4 (補完・補完)

ケース 4 は、ケース 3 同様、両入札者の財評価が共に補完的であるケースである。効率的配分は (0, AB) である。第 1-4 表の標本分布において、ルール 1 では、(A, B) が達成され

第 1-6 表 ケース 6 のポイント表と配分の標本分布

	A				B				AB	
入札者 1 (代替)	15				14				15	
入札者 2 (補完)	8				7				<u>29</u>	
	(AB, 0)	(0, AB)	(A, B)	(B, A)	(A, 0)	(0, A)	(B, 0)	(0, B)	(0, 0)	入札組数
ルール 1	0.17	0.49	0.23	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	53
ルール 2	0.00	0.32	0.08	0.05	0.20	0.00	0.18	0.00	0.17	60
ルール 3	0.00	0.90	0.05	0.05	—	—	—	—	—	60

第 1-7 表 ケース 7 のポイント表と配分の標本分布

	A				B				AB	
入札者 1 (補完)	4				4				<u>17</u>	
入札者 2 (代替)	9				9				9	
	(AB, 0)	(0, AB)	(A, B)	(B, A)	(A, 0)	(0, A)	(B, 0)	(0, B)	(0, 0)	入札組数
ルール 1	0.52	0.13	0.15	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	48
ルール 2	0.15	0.00	0.03	0.13	0.00	0.27	0.00	0.23	0.18	60
ルール 3	0.85	0.05	0.03	0.07	—	—	—	—	—	60

第 1-8 表 ケース 8 のポイント表と配分の標本分布

	A				B				AB	
入札者 1 (代替)	<u>13</u>				<u>10</u>				13	
入札者 2 (代替)	<u>11</u>				<u>8</u>				11	
	(AB, 0)	(0, AB)	(A, B)	(B, A)	(A, 0)	(0, A)	(B, 0)	(0, B)	(0, 0)	入札組数
ルール 1	0.09	0.05	0.65	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	57
ルール 2	0.00	0.00	0.47	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	60
ルール 3	0.15	0.05	0.35	0.45	—	—	—	—	—	60

る割合が高い。これは、逐次入札では補完性が考慮されにくいことを示唆している。

ルール 3 では、(AB, 0) の割合が高い。つまり、VCG メカニズムでは、補完性が過剰に考慮される傾向にあることが示唆される。

4.1.5. ケース 5 (補完・代替)

ケース 5 は、入札者 1 が補完的、入札者 2 が代替的であるケースである。効率的配分は (B, A) である。第 1-5 表の標本分布において、ルール 3 では、(AB, 0) の達成される割合が高い。つまり、VCG メカニズムでは、補完性が過剰に考慮される傾向にある。一方、ルール 2 では、売れ残りが発生している ((0, A) と (0, B))。よって、ルール 2 では、Exposure Problem が発生していると解釈できる。

4.1.6. ケース 6 (代替・補完)

ケース 6 は、入札者 1 が代替的、入札者 2 が補完的であるケースである。効率的配分は (0, AB) である。第 1-6 表の標本分布において、ルール 3、つまり VCG メカニズム、の効率性が、相対的にも絶対的にも抜きん出ている。一方、ルール 2 (時計入札) では売れ残りが発生している ((A, 0), (B, 0), (0, 0))。

4.1.7. ケース 7 (補完・代替)

ケース 7 は、入札者 1 が補完的、入札者 2 が代替的であるケースである。効率的配分は (AB, 0) である。第 1-7 表の標本分布において、ルール 3 (VCG メカニズム) の効率性が、相対的にも絶対的にも抜きん出ている。一方、ルール 2 (時計入札) では売れ残りが発生して

いる ((0, A), (0, B), (0, 0)).

達成している。ルール1 (逐次一位価格入札) では, (A, B) が達成される割合が高く, 財A単体の評価に偏った配分になる傾向がみられる。よって, 代替・代替のケースでも, ルール1は一般にはあまりうまく機能しない可能性があると考えられる。

4.1.8. ケース8 (代替・代替)

ケース8は, ケース1, 2同様, 両入札者共に代替的であるケースである。効率的配分は (A, B) および (B, A) である。第1-8表の標本分布において, どのルールもほぼ効率的配分を

第2表 効率性指標の分布の比較

	ルール1	ルール2	ルール3	入札者最適コア*	ランダムな配分	最小の配分
1 代替・代替						
平均値	27.61	27.27	27.97	30	20.5	16
中央値	30	30	30			
標準偏差	4.96	5.68	4.40			
変動係数	0.180	0.208	0.157			
2 代替・代替						
平均値	24.39	25.38	25.23	27	19.25	15
中央値	27	27	27			
標準偏差	4.32	4.18	3.82			
変動係数	0.177	0.165	0.151			
3 補完・補完						
平均値	20.06	20.27	21.93	23	17.25	8
中央値	20	23	23			
標準偏差	2.80	4.80	1.56			
変動係数	0.140	0.237	0.071			
4 補完・補完						
平均値	23.37	24.45	25.37	27	19	9
中央値	20	27	27			
標準偏差	3.53	6.05	2.99			
変動係数	0.151	0.247	0.118			
5 補完・代替						
平均値	18.37	16.67	19.70	21	16.75	13
中央値	21	21	19			
標準偏差	3.37	4.93	1.32			
変動係数	0.183	0.296	0.067			
6 代替・補完						
平均値	24.25	17.68	28.30	29	22	15
中央値	22	15	29			
標準偏差	5.28	10.04	2.12			
変動係数	0.218	0.568	0.075			
7 補完・代替						
平均値	14.58	9.22	16.20	17	13	9
中央値	17	9	17			
標準偏差	2.83	5.25	2.06			
変動係数	0.194	0.569	0.127			
8 代替・代替						
平均値	19.77	21.00	19.30	21	16.5	11
中央値	21	21	21			
標準偏差	3.09	0.00	3.45			
変動係数	0.156	0.000	0.179			

*「入札者最適コア」とは, もっとも効率的なパッケージ配分でありかつ, 入札者の支払負担を最小にするコア配分を意味する。本論文のモデルでは, VCGメカニズムにおける優位戦略が達成する理論値に, 入札者最適コアは一致する。一般的にはこのような一致は成立しない。

4.2. 効率性

配分がもたらすポイントの総和を、「効率性指標」と定義する。第2表は、各ケース各ルールについて、達成された効率性指標の平均値、中央値、標準偏差、および変動係数を示している。以下では、平均値について検討する。

どの実験結果についても、ルール2のケース5, 6, 7を除いて、各ルールの効率性は、割り当て(ランダムな配分)よりすぐれている。ルール3(VCGメカニズム)は、多くのケースで(特に補完性のあるケースで)もっとも効率的である。特に、補完・代替ケース(5, 6, 7)において、ルール3(VCGメカニズム)は秀でているといえる。

一方、ルール2(時計入札)は、補完・代替ケース(5, 6, 7)において、効率性がかなり劣る。ケース6, 7では、ルール2は、割り当てより悪い。補完・代替のケース(5, 6, 7)では、Exposure Problemが発生し、売れ残りが生じている。

効率的配分が達成される頻度を比較したのが、第3表である。第3表の優劣関係は、ケース4とケース5を除いて第2表と同じである。²⁾ ケース4では、効率性指標はルール3, ルール2, ルール1の順で高いが、効率的配分達成頻度ではルール2とルール3の頻度がほぼ等しく、ルール1がもっとも劣る。また、ケース5では、効率性指標はルール3, ルール1, ルール2の順で高く、一方、効率的配分達成頻度はルール1とルール2が等しく、ルール3が低い。このように、ケース4とケース5について効率性指標との対応関係が成り立っていないことを除くと、第3表の優劣関係はほぼ第2表と同じであった。³⁾

効率性指標の代用として、効率的配分達成頻度がルール間で統計的に有意な差があることを、Pearsonの χ^2 乗検定によって確かめた。検定の詳細は補節A.1.に記す。その結果をまとめたものが第4表である。

第4表の結果は、代替・代替のケース1, ケース2では、ケース2でルール2がルール1

に優ると判断された一例を除いて、ルール間で効率性に有意な差がないことを示している。補完・補完のケース3, ケース4では、ルール1が効率性の点で他の二つのルールよりも劣るが、ルール2とルール3には有意な差はないと判断される。補完・代替のケースでは、ケース5ではルール間に効率性の差はみられないが、ケース6およびケース7では、ルール3, ルール2, ルール1の順に効率的配分達成比率が高いと判断される。⁴⁾ 代替・代替のケース8では、ルール2の効率性が高く、他のルール

第3表 効率的配分達成の頻度比較

	ルール1	ルール2	ルール3
1 代替・代替	0.80	0.80	0.82
2 代替・代替	0.72	0.87	0.82
3 補完・補完	0.37	0.65	0.67
4 補完・補完	0.48	0.78	0.77
5 補完・代替	0.52	0.52	0.40
6 代替・補完	0.49	0.32	0.90
7 補完・代替	0.52	0.15	0.85
8 代替・代替	0.86	1.00	0.80

第4表 効率的配分達成の頻度の検定(Pearsonの χ^2 乗検定の結果のまとめ)

効率的配分達成頻度順序				
1 代替・代替	rule1	=	rule2	< rule3
2 代替・代替	rule1	<	rule3 < **	rule2
3 補完・補完	rule1	<***	rule2 < <***	rule3
4 補完・補完	rule1	<***	rule3 < <***	rule2
5 補完・代替	rule3	<	rule1 = <	rule2
6 代替・補完	rule2	<*	rule1 <*** <***	rule3
7 補完・代替	rule2	<***	rule1 <*** <***	rule3
8 代替・代替	rule3	<	rule1 <*** <***	rule2

注) 表中の不等号は、第3表にもとづき、効率的配分達成の頻度をルール間で順序づけた結果である。等号は頻度が等しいことを示す。不等号の右側に示されたルールでの頻度が高いことを意味する。不等号に添えられた印は、不等号両側に示す二つのルール間での効率的配分を達成した入札者の組と達成しなかった入札者の組の分布が同じか否かを検定したPearsonの χ^2 乗検定の p 値にもとづき、***1%, **5%, *10%有意水準で分布が等しいとする帰無仮説が棄却されることを示す。左右両端に示す二つのルールについての比較は、下中の不等号で示す。

第5表 売り手収入の分布の比較

	ルール1	ルール2	ルール3	入札者最適コア
1 代替・代替				
平均値	23.54	10.90	6.95	6
中央値	24.5	11.5	6	
標準偏差	6.14	5.69	3.14	
変動係数	0.261	0.522	0.452	
2 代替・代替				
平均値	20.37	9.87	8.53	8
中央値	21	9	8	
標準偏差	4.99	5.23	3.54	
変動係数	0.245	0.530	0.415	
3 補完・補完				
平均値	18.88	15.98	14.72	20
中央値	18	18	15	
標準偏差	5.11	5.30	3.33	
変動係数	0.271	0.332	0.226	
4 補完・補完				
平均値	22.04	16.62	15.03	20
中央値	22	19	15	
標準偏差	4.02	6.67	4.05	
変動係数	0.182	0.401	0.269	
5 補完・代替				
平均値	16.83	10.37	8.80	11
中央値	17	10	10	
標準偏差	4.36	5.09	2.80	
変動係数	0.259	0.491	0.318	
6 代替・補完				
平均値	22.17	13.88	12.20	15
中央値	22	14	13	
標準偏差	6.06	9.08	2.84	
変動係数	0.273	0.654	0.233	
7 補完・代替				
平均値	13.13	6.27	6.67	9
中央値	14.5	8	7	
標準偏差	3.66	4.66	2.81	
変動係数	0.279	0.743	0.421	
8 代替・代替				
平均値	13.6	5.48	4.77	2
中央値	13	4	4	
標準偏差	5.55	3.75	2.79	
変動係数	0.408	0.684	0.585	

間での差はないと判断される。

全体を通じて、ケース8を除くと、ルール3 (VCGメカニズム) が他のルールよりも効率的配分の達成頻度において劣るという結果はみられなかった。以上の結果から、ルール3 (VCGメカニズム) が効率性の観点からすぐれた結果をもたらしたといえる。

4.3. 収入

ルールおよびケースごとに、売り手収入の平均値、中央値、標準偏差、および変動係数を示したのが、第5表である。以下、平均値を見ていく。ルール1 (逐次一位価格入札) は、全てのケースにおいて、売り手収入を最大にする。一方、ルール3 (VCGメカニズム) は、全てのケースにおいて、売り手収入を最小にす

第6表 売り手収入分布の比較 (KS 検定の結果のまとめ)

売り手収入分布の比較	
1 代替・代替	$rule3 < rule2 < rule1$
2 代替・代替	$rule3 = rule2 < rule1$
3 補完・補完	$rule3 < rule2 = rule1$
4 補完・補完	$rule3 < rule2 < rule1$
5 補完・代替	$rule3 < rule2 < rule1$
6 代替・補完	$rule3 < rule2 < rule1$
7 補完・代替	$rule3 = rule2 < rule1$
8 代替・代替	$rule3 = rule2 < rule1$

注) ルール間の売り手収入の分布の相違を KS 検定によって検定し、有意水準 5% で判定して、ルール間で母集団分布がことならないと判断される場合に "=", 一方のルールでの分集団分布がより大きい方向に偏ると判断される場合に "<" で示した。

る。また、補完性のあるケースでは、理論値よりも売り手収入が低い。

第5表で平均値について確認された特徴が、統計的に有意なものかどうかを見るために、売り手収入の分布について Kolmogorov-Smirnov 検定 (KS 検定) をおこなった。検定の詳細は補節 A.2. に記すが、その結果をまとめたものが第6表である。総じて、第5表での売り手収入平均値の観察から得られるルール間の差異、特に、売り手収入はルール1において高く、ルール3において低いという特徴は、統計的に見ても有意な違いであることが確認できる。

4.4. 収入シェア

実現された配分もたらすポイント総和のうち、売り手の収入が占める割合を、「収入シェア」と呼ぶことにする。ケースおよびルールごとに、収入シェアの平均値を、中央値、標準偏差、変動係数と共に示しているのが、第7表である。以下平均値を見る。

ルール1では、総じて総便益の約 90% あるいはそれ以上が売り手収入になり、入札者最適コアと比べて公正さを欠いている。ルール3は、全てのケースで、収入シェアは最低である。また、補完性のあるケースでは、入札者最適コアより低い。ルール2 (時計入札) では、補完・補完のケース (ケース3, ケース4) を除

いて、売り手収入割合は入札者最適コアより高いものである。

第7表でみられた傾向が、統計的に有意なものといえるかどうかを、収入シェアの分布に関する KS 検定によって確認した。検定の詳細は補節 A.3. に記すが、その結果を第8表にまとめた。ケース8でルール1とルール2の間に差がないと判断されたことを除いて、分布に有意な差があることがわかる。総じて、第7表からの収入シェア分布に関する知見は、統計的に見ても有意であることが確認された。

さらに、実現する収入シェアと、入札者最適コアにおける収入シェアに有意な差があるかについて、Wilcoxon 符号付順位検定をおこなった。その結果は、第9表に示された通りである。ルール1は、総じて入札者最適コアを上回る収入シェアであり、売り手にバイアスのある不公正な配分であるといえる。

ルール2では、補完・補完のケースを除いては、総じて入札者最適コアより収入シェアが高めになる。ルール3では、代替・代替のケース以外では、収入シェアは低くなる。しかし、代替・代替のケースでは、高くなる傾向がある。これは二位価格入札において、高い指値をする傾向があることと類似した現象と考えられる。

4.5. 入札者利益

入札者利益 (入札者1, 2を合わせたもの) の平均値、中央値、標準偏差、および変動係数は、第10表に示された通りである。以下、平均値について見る。ルール3 (VCG メカニズム) における入札者利益は、ほぼすべてのケースにおいて最高である。また、入札者最適コアにおける入札者利益を、多くのケースで上回っているが、代替・代替のケースでは下回る傾向にある。一方、ルール1 (逐次一位価格入札) における入札者利益は、全てのケースにおいて最低である。

前節までと同じく、入札者利益の分布の違いについて、KS 検定をおこなった。その詳細は

第7表 収入シェアの分布の比較

	ルール 1	ルール 2	ルール 3	入札者最適コア
1 代替・代替				
平均値	0.86	0.42	0.27	0.20
中央値	0.86	0.42	0.20	
標準偏差	0.25	0.28	0.20	
変動係数	0.291	0.667	0.741	
2 代替・代替				
平均値	0.87	0.41	0.37	0.30
中央値	0.81	0.41	0.30	
標準偏差	0.32	0.24	0.22	
変動係数	0.368	0.585	0.595	
3 補完・補完				
平均値	0.96	0.79	0.68	0.87
中央値	0.94	0.83	0.65	
標準偏差	0.28	0.20	0.17	
変動係数	0.292	0.253	0.250	
4 補完・補完				
平均値	0.96	0.67	0.60	0.74
中央値	0.90	0.74	0.59	
標準偏差	0.22	0.21	0.17	
変動係数	0.229	0.313	0.283	
5 補完・代替				
平均値	0.95	0.67	0.45	0.52
中央値	0.85	0.73	0.52	
標準偏差	0.33	0.35	0.15	
変動係数	0.347	0.522	0.333	
6 代替・補完				
平均値	0.96	0.80	0.43	0.52
中央値	0.86	0.86	0.45	
標準偏差	0.39	0.25	0.10	
変動係数	0.406	0.313	0.233	
7 補完・代替				
平均値	0.93	0.71	0.43	0.53
中央値	0.88	0.89	0.47	
標準偏差	0.37	0.31	0.23	
変動係数	0.398	0.437	0.535	
8 代替・代替				
平均値	0.72	0.26	0.28	0.10
中央値	0.62	0.19	0.19	
標準偏差	0.37	0.18	0.23	
変動係数	0.514	0.692	0.821	

補節 A.4. に示されるが、その結果をまとめたものが第 11 表である。検定結果は、第 10 表の観察内容を支持するものである。

4.6. 入札者 1, 2 ごとの利益シェア

入札者 1 と 2 を区別して、実現された配分がもたらすポイントの総和のうち、各入札者の利益になる割合を、「入札者利益シェア」と呼

ぶことにする。第 12 表はその平均値を示したものである。また、第 13 表には、実現する入札者利益シェアの入札者最適コアでのシェアからの偏りを調べるため、Wilcoxon の符号付順位検定をおこなった結果が示されている。

ルール 1 における入札者利益は、入札者最適コアより総じて低い。ルール 2 では、補完・代替のケースの場合、補完的な評価の入札

第8表 収入シェアの分布の比較(KS検定の結果
のまとめ)

収入シェアの分布の比較	
1 代替・代替	rule3<rule2<rule1
2 代替・代替	rule3<rule2<rule1
3 補完・補完	rule3<rule2<rule1
4 補完・補完	rule3<rule2<rule1
5 補完・代替	rule3<rule2<rule1
6 代替・補完	rule3<rule2<rule1
7 補完・代替	rule3<rule2<rule1
8 代替・代替	rule3=rule2<rule1

注) ルール間の売り手収入シェアの分布の相違をKS検定によって検定し、有意水準5%で判定して、ルール間で母集団分布がことならないと判断される場合に“=”，一方のルールでの分集団分布がより大きい方向に偏ると判断される場合に“<”で示した。

第9表 各ルールの収入シェアと入札者最適コア
における収入シェア比較

	Wilcoxon 符号付順位検定統計量		
	ルール1	ルール2	ルール3
1 代替・代替	6.51***	5.40***	2.34**
2 代替・代替	6.39***	3.16***	1.09
3 補完・補完	2.25**	-3.23***	-6.07***
4 補完・補完	6.26***	-0.85	-4.84***
5 補完・代替	6.34***	2.73***	-2.50***
6 代替・補完	6.06***	5.18***	-5.61***
7 補完・代替	5.48***	3.81***	-4.59***
8 代替・代替	6.57***	4.70***	3.96***

注) 表中の数値は、収入シェアの中央値が、入札者最適コアにおける収入シェアとことなるか否かを検定する符号付順位検定統計量である。

*** 1%, **5%, *10%有意水準で、収入シェアの中央値が入札者最適コアにおける収入シェアと等しいとする帰無仮説が棄却されることを示す。

者利益が入札者最適コアより低く、代替的な評価の入札者利益は入札者最適コアより高い。ルール2では、代替・代替のケースの場合、入札者最適コアより利益が低い。

ルール3では、総じて、補完的な評価の入札者利益は入札者最適コアより高いが、代替的な評価の入札者利益はそうではない。ルール3では、代替・代替のケースの場合の入札者利益は、入札者最適コアと同じか、より低めである。この結果は、二位価格入札での既存の実験結果と似ている。特にケース8では顕著である。補完・補完のケースでは、実質的に一財取引と変わらないはずであるにもかかわらず、低

く指値する傾向がある。その理由は、相手の利得構造がわからないとしていることにあると考えられる。

5. アンケート結果

実験終了時点で、被験者に4つのアンケート調査をおこなった。その結果は第14表の通りである。

売り手にとって有利なルールは三つのうちどれかという質問に対しては、ルール3(VCGメカニズム)と答えた被験者がもっとも多く、ルール1(逐次一位価格入札)は売り手にとって不利だという回答が多かった。これは、実験結果とは対照的であり、被験者の予想と実際の実験結果の間で乖離が生じていることがわかる。

三つのルールのうち、意思決定判断が難しいのはどれか、という質問に対しては、ルール3(VCGメカニズム)がもっとも難しいという回答が多く、ルール2(時計入札)がもっともやさしいという回答が多かった。

三つのうち公正なルールはどれかという質問に対しては、ルール2(時計入札)だとする回答が多く、ルール3(VCGメカニズム)については不公正だとする回答が多かった。

実際に使ってほしいルールはどれか、という質問に対しては、ルール2(時計入札)がトップであるのに対して、ルール3(VCGメカニズム)は最下位であった。

総じて、VCGメカニズムの評価は低いが、実際の実験結果はそうではなく、意識と実際のギャップが、このアンケート結果から見て取ることができる。

補節A

この補節では、本文中で述べた実験結果の分析につき、それらの検定方法および検定結果の詳細を述べる。本文で触れた通り、ルール2ではケースによって売れ残りが発生したが、本

第10表 入札者利益の分布の比較

	ルール1	ルール2	ルール3	入札者最適コア
1 代替・代替				
平均値	4.07	16.37	21.02	24
中央値	3	17	23	
標準偏差	5.62	7.57	6.65	
変動係数	1.381	0.462	0.316	
2 代替・代替				
平均値	4.02	15.52	16.70	19
中央値	5	16	19	
標準偏差	6.64	6.710	6.48	
変動係数	1.652	0.432	0.388	
3 補完・補完				
平均値	1.17	4.28	7.22	3
中央値	1	4	8	
標準偏差	5.27	3.36	3.80	
変動係数	4.504	0.785	0.526	
4 補完・補完				
平均値	1.33	7.83	10.33	7
中央値	2	6.5	11	
標準偏差	4.75	4.74	4.82	
変動係数	3.571	0.605	0.467	
5 補完・代替				
平均値	1.54	6.30	10.90	10
中央値	3	4	10	
標準偏差	5.41	6.86	3.29	
変動係数	3.513	1.089	0.302	
6 代替・補完				
平均値	2.08	3.80	16.10	14
中央値	4	1.5	16	
標準偏差	7.43	5.60	3.22	
変動係数	3.572	1.474	0.200	
7 補完・代替				
平均値	1.46	2.95	9.53	8
中央値	2	1	9	
標準偏差	4.27	4.11	3.73	
変動係数	2.925	1.393	0.391	
8 代替・代替				
平均値	6.18	15.52	14.53	18
中央値	8	17	17	
標準偏差	6.78	3.75	5.57	
変動係数	1.097	0.242	0.383	

文中および本補節では、売れ残った財は、売り手および入札者のいずれにも配分されないとして処理した結果を示している。

なお、売れ残った財を確率的に入札者に割り当てて配分した場合の獲得ポイントを計算し、全く同様に検定をおこなった。その結果は、補節Bにまとめている。

A.1. 効率性

あるオークションルールの下で、二人の入札者 i ($i=1, 2$) が入札をおこなった結果、実現した配分の価値(ポイント)を s_i とすれば、実現した配分の総価値(ポイント総和)は (s_1+s_2) となる。一方、それらの入札者の利得構造(ポイント表)が与えられた下で、効率的配分がおこなわれた場合(入札者最適コア)のポイント

第 11 表 入札者利益の分布の比較 (KS 検定の結果のまとめ)

入札者利益の分布の比較	
1 代替・代替	rule1<rule2<rule3
2 代替・代替	rule1<rule2<rule3
3 補完・補完	rule1<rule2<rule3
4 補完・補完	rule1<rule2<rule3
5 補完・代替	rule1<rule2<rule3
6 代替・補完	rule1≠rule2
	rule2<rule3
	rule1<rule3
7 補完・代替	rule1≠rule2
	rule2<rule3
8 代替・代替	rule1<rule3
	rule1<rule2=rule3

注) ルール間の入札者利益の分布の相違を KS 検定によって検定し、有意水準 5% で判定して、ルール間で母集団分布がことならないと判断される場合に "=", 一方のルールでの分集団分布がより大きい方向に偏ると判断される場合に "<" で示した。なお, "=" で示した結果は、分布は同じではないが、どちらの分布が大きな値を多く含むかが判定できなかったことを示す。

第 12 表 入札者利益シェア平均

入札者	ルール 1	ルール 2	ルール 3	
1	1 代替	0.05	0.27	0.28
	2 代替	0.08	0.30	0.45
2	1 代替	0.01	0.26	0.27
	2 代替	0.12	0.34	0.37
3	1 補完	0.03	0.14	0.25
	2 補完	0.02	0.08	0.07
4	1 補完	0.00	0.04	0.06
	2 補完	0.04	0.29	0.34
5	1 補完	0.00	0.08	0.44
	2 代替	0.05	0.24	0.11
6	1 代替	-0.03	0.10	0.02
	2 補完	0.07	0.10	0.55
7	1 補完	0.05	0.10	0.55
	2 代替	0.01	0.20	0.02
8	1 代替	0.15	0.41	0.41
	2 代替	0.13	0.33	0.31

第 14 表 アンケート結果のまとめ

	Q1: 売り手に有利なルール				Q2: 意思決定の判断が難しいルール			
	ルール 1	ルール 2	ルール 3	計	ルール 1	ルール 2	ルール 3	計
1 位	19	41	56	116	14	12	91	117
2 位	50	36	30	116	71	27	19	117
3 位	47	39	30	116	32	78	7	117
	Q3: 公正なルール				Q4: 使ってほしいルール			
	ルール 1	ルール 2	ルール 3	計	ルール 1	ルール 2	ルール 3	計
1 位	40	49	28	117	33	70	15	118
2 位	51	36	30	117	58	31	29	118
3 位	26	32	59	117	27	17	74	118

注) 表中の数値は回答者数。アンケートでは、各質問に該当するルールを、順位を付けて回答させた。

総和を $(s_1^* + s_2^*)$ と記す。これは、VCG メカニズムの下で理論的に達成される配分に等しい。本文第 4 表の効率性のオークションルール間比較では、あるルールの下で、 $(s_1 + s_2) = (s_1^* + s_2^*)$ が起こる頻度を効率性指標の代理としている。そこで、三つのルールから二つずつを比較し、それらのルールの下での効率的配分が達成される場合の頻度の分布について、Pearson の χ^2 乗検定 (独立性検定) を、ポイント表のケースごとにおこなった結果が、以下の第 A-1 表で

第 13 表 入札者利益シェアと入札者最適コア利益シェアとの比較

Wilcoxon 符号付順位検定統計量				
入札者	ルール 1	ルール 2	ルール 3	
1	1 代替	-6.52***	-2.62***	-1.96**
	2 代替	-6.48***	-5.50***	-0.34
2	1 代替	-6.30***	-1.98**	-1.03
	2 代替	-6.38***	-3.02***	-0.24
3	1 補完	-4.15***	0.36	3.79***
	2 補完	0.99	4.11***	4.02***
4	1 補完	1.11	2.34**	3.60***
	2 補完	-6.25***	1.58	2.32**
5	1 補完	-6.42***	-6.74***	3.65***
	2 代替	-0.51	4.41***	-0.10
6	1 代替	1.33	3.76***	1.67*
	2 補完	-6.35***	-6.29***	4.28***
7	1 補完	-5.96***	-5.93***	3.45***
	2 代替	2.12**	5.48***	1.01
8	1 代替	-6.56***	-3.74***	-3.99***
	2 代替	-6.57***	-2.84***	-3.02***

注) 表中の数値は、入札者利益シェアの中央値が、最適コアにおける入札者利益シェアとことなるかを検定する符号付順位検定統計量である。

***1%, **5%, *10% 有意水準で、入札者利益シェアの中央値が最適コアにおける入札者利益シェアと等しいとする帰無仮説が棄却されることを示す。

ある。第A-1表の結果にもとづき、観察された効率的配分の頻度のルール間の比較を、分布が同じとする帰無仮説が棄却される有意水準と共にまとめた表が、本文中の第4表である。

A.2. 収入

入札者 i ($i=1, 2$) が、入札の結果支払ったポイント p_i とすると、売り手収入は (p_1+p_2) である。この売り手収入 (p_1+p_2) の分布が、ルール間で同じか否かを検定した。標本の分布を観察すると、母集団が正規分布にしたがわない可能性が高く、また分布の形状もルール間でことなる傾向が認められる。そこで、以下では、ノンパラメトリック検定の中でも、母集団

分布の位置だけでなく、分布の形状がことなる場合にも適用できる、Kolmogorov-Smirnov 検定 (KS 検定) によって、三つのルールから二つずつを比較し、母集団分布が同じか否かの検定をおこなった。ルール i とルール j ($i, j=1, 2, 3$) について二つの分布が同じであることを帰無仮説とし、ルール i のほうがルール j よりも大きな値を多く含むとする対立仮説と、逆にルール j のほうがルール i よりも大きな値を多く含むとする対立仮説の、二通りの対立仮説に関する片側検定の結果にもとづき判断する。各利得構造ケースにつきおこなった KS 検定の結果が、以下の第A-2表に示されている。第A-2表の結果にもとづき、有意水準5%で判断して、ルール間での売り手収入の分布を比較した結果をまとめたものが本文中の第6表である。

第A-1表 効率的配分達成の頻度の検定

	Pearson χ^2 乗検定統計量		
	ルール1と ルール2の 比較	ルール2と ルール3の 比較	ルール1と ルール3の 比較
	1 代替・代替	0.00	0.05
2 代替・代替	3.68**	0.56	1.44
3 補完・補完	9.04***	0.37	10.14***
4 補完・補完	11.24***	0.48	9.93***
5 補完・代替	0.00	1.64	1.61
6 代替・補完	3.55*	42.84***	22.82***
7 補完・代替	17.00***	58.80***	13.86***
8 代替・代替	9.04***	13.33***	0.74

注) ***1%, **5%, *10%有意水準で、分布がことならないとする帰無仮説が棄却されることを示す。

A.3. 収入シェア

売り手収入の大きさは、実現する配分が効率的配分に近いか否かと同時に、実現した配分のどれだけの比率が売り手にもたらされるか、に依存して決まる。前者がルールの効率性を示すのに対し、後者はルールの(入札者と売り手の間の)公平性を示すと考えることができる。

収入シェア $(p_1+p_2)/(s_1+s_2)$ に関し、第A-2表と同様に、各ポイント表の下で、二つずつの

第A-2表 売り手収入の分布の比較

	Kolmogorov-Smirnov 検定統計量					
	ルール1とルール2の比較		ルール2とルール3の比較		ルール1とルール3の比較	
	対立仮説					
	rule1 < rule2	rule1 > rule2	rule2 < rule3	rule2 > rule3	rule1 < rule3	rule1 > rule3
1 代替・代替	0.00	-0.74***	0.03	-0.48***	0.00	-0.92***
2 代替・代替	0.00	-0.72***	0.12	-0.22*	0.00	-0.82***
3 補完・補完	0.00	-0.22*	0.13	-0.30***	0.00	-0.45***
4 補完・補完	0.00	-0.39***	0.15	-0.42***	0.00	-0.68***
5 補完・代替	0.00	-0.57***	0.08	-0.25**	0.00	-0.82***
6 代替・補完	0.00	-0.57***	0.20*	-0.32***	0.00	-0.89***
7 補完・代替	0.00	-0.70***	0.22*	-0.10	0.02	-0.76***
8 代替・代替	0.00	-0.80***	0.03	-0.13	0.00	-0.78***

注) 表の各列の対立仮説は、“<”と記した場合はその右側のルールにおいて、“>”と記した場合はその左側のルールにおいて、分布がより大きな値を多く含むことを示す。***1%, **5%, *10%有意水準で、分布が同じとする帰無仮説が棄却されることを示す。

第 A-3 表 収入シェアの分布の比較

	Kolmogorov-Smirnov 検定統計量					
	ルール 1 とルール 2 の比較		ルール 2 とルール 3 の比較		ルール 1 とルール 3 の比較	
	対立仮説					
	rule1<rule2	rule1>rule2	rule2<rule3	rule2>rule3	rule1<rule3	rule1>rule3
1 代替・代替	0.01	-0.77***	0.02	-0.45***	0.00	-0.92***
2 代替・代替	0.00	-0.75***	0.12	-0.23***	0.00	-0.79***
3 補完・補完	0.00	-0.44***	0.03	-0.33***	0.00	-0.57***
4 補完・補完	0.00	-0.67***	0.09	-0.37***	0.00	-0.81***
5 補完・代替	0.00	-0.41***	0.07	-0.56***	0.00	-0.87***
6 代替・補完	0.09	-0.25**	0.05	-0.83***	0.00	-0.91***
7 補完・代替	0.16	-0.25**	0.05	-0.62***	0.02	-0.81***
8 代替・代替	0.00	-0.80***	0.08	-0.13	0.00	-0.71***

注) 表の各列の対立仮説は，“<”と記した場合はその右側のルールにおいて，“>”と記した場合はその左側のルールにおいて，分布がより大きな値を多く含むことを示す。***1%，**5%，*10%有意水準で，分布が同じとする帰無仮説が棄却されることを示す。

ルール間での KS 検定を適用した結果をまとめた表が以下の第 A-3 表である。第 A-3 表の結果にもとづき，有意水準 5% で判断して，ルール間での売り手収入シェアの分布を比較した結果をまとめたものが本文中の第 8 表である。

実現した収入シェアの大きさからは，あるオークションルールがもたらす配分が，売り手と入札者のどちらか一方に偏る傾向があるか否かの特徴はわかるものの，配分の望ましさについての判断を与えるものではない。そこで，配分の望ましさの基準として，入札者最適コアの下で成立する収入シェアを考える。最適配分が達成された場合の収入シェアと，実現した収入シェアが乖離しているか否かを検証した。すなわち，最適配分が達成された場合の売り手収入シェアを $(p_1^*+p_2^*)/(s_1^*+s_2^*)$ としたときの，実現された売り手収入シェアのそれからの乖離，

$$\frac{(p_1+p_2)}{(s_1+s_2)} - \frac{(p_1^*+p_2^*)}{(s_1^*+s_2^*)}$$

がゼロとことなるか否かの検定を，三つのルールの各ポイント表のケースについて実施した。検定にあたっては，母集団分布が正規分布でない可能性を考慮し，Wilcoxon の符号付順位検定を適用した。その結果の統計量と有意水準を示した表が，本文中の第 9 表である。

A.4. 入札者利益

入札者 i ($i=1, 2$) は，入札の結果，財を獲得すると s_i のポイントを得て， p_i を売り手に支払うため，その利益は (s_i-p_i) となる。したがって，入札者全体としての利益，すなわち，獲得したポイントから入札者へ分配される部分は， $(s_1-p_1)+(s_2-p_2)$ である。この入札者利益 $(s_1-p_1)+(s_2-p_2)$ が，ルール間で同一の分布にしたがうか否かを，各ポイント表のケースについて，KS 検定によっておこなった結果が第 A-4 表である。第 A-4 表の結果にもとづき，有意水準 5% で判断して，ルール間での入札者利益の分布を比較した結果をまとめたものが本文中の第 11 表である。

第 A-4 表の検定結果によると，利得構造ケース 6 および 7 に関する，ルール 1 とルール 2 の比較において，入札者利益が同一の分布にしたがうという帰無仮説が，二つの相反する対立仮説について共に棄却されるという結果を示している。すなわち，これらのケースでは，ルール 1 とルール 2 において，入札者利益の分布はことなるものの，どちらの分布が大きな値をより多く含むかが判定できない。ただし，これらのケースにおいても，ルール 3 の下での入札者利益の分布については，それが他の二つのルールの下での分布よりも大きな値を含むと判断される。

第 A-4 表 入札者利益の分布の比較

	Kolmogorov-Smirnov 検定統計量					
	ルール 1 とルール 2 の比較		ルール 2 とルール 3 の比較		ルール 1 とルール 3 の比較	
	対立仮説					
	rule1<rule2	rule1>rule2	rule2<rule3	rule2>rule3	rule1<rule3	rule1>rule3
1 代替・代替	0.72***	0.00	0.48***	0.00	0.85***	0.00
2 代替・代替	0.69***	0.00	0.23**	-0.12	0.75***	0.00
3 補完・補完	0.40***	0.00	0.38***	0.00	0.57***	0.00
4 補完・補完	0.65***	0.00	0.35***	0.00	0.73***	0.00
5 補完・代替	0.31***	0.00	0.57***	-0.07	0.86***	0.00
6 代替・補完	0.25**	-0.25***	0.83***	0.00	0.91***	0.00
7 補完・代替	0.23**	-0.24**	0.70***	-0.02	0.79***	0.00
8 代替・代替	0.80***	0.00	0.12	-0.12	0.70***	0.00

注) 表の各列の対立仮説は, “<” と記した場合はその右側のルールにおいて, “>” と記した場合はその左側のルールにおいて, 分布がより大きな値を多く含むことを示す. ***1%, **5%, *10%有意水準で, 分布が同じとする帰無仮説が棄却されることを示す.

A.5. 入札者利益シェア

入札者間での利益の配分, すなわち, 個々の入札者が得る利益シェア, $(s_i - p_i) / (s_1 + s_2)$, $i = 1, 2$, に関し, それが入札者最適コアで達成される利益シェアから傾向的に乖離するか否かを検証した結果が, 本文中の第 13 表である. そこでは, 入札者最適コアでの入札者別利益シェアを $(s_i^* - p_i^*) / (s_1^* + s_2^*)$ として, 実際の入札者別利益シェアとの乖離 $(s_i - p_i) / (s_1 + s_2) - (s_i^* - p_i^*) / (s_1^* + s_2^*)$ がゼロであるか否かを, Wilcoxon 符号付順位検定によって調べた結果の統計量を示している.

補 節 B

ルール 2 (時計入札) では, ケースによっては売れ残りが発生した. 本論文のこれまでは, 売れ残った財は誰にも配分されないとして処理した結果を分析している.

一方, 本補節では, 売れ残った財を確率的に入札者に割り当てて配分した場合の獲得ポイントを計算し, 同様な分析をおこなった結果を示す. そこで得られた主要な結果は, 売れ残りを配分しない場合と大きくことなるものではなかった.

B.1. 効 率 性

第 2 表に対応する効率性指標 (ポイント総和) の平均値, 中央値, 標準偏差および変動係数は以下の第 B-1 表のようになる. ルール 1 およびルール 3 の結果は, 比較のための第 2 表の数値の再掲である. 特に売れ残りが多く発生した補完・代替のケース 5, 6, 7 については, 売れ残りを再配分したとしても, ランダムな配分の効率性指標の平均値と比べ, ケース 5 ではやや高いが, ケース 6 ではほぼ同じ, ケース 7 ではやや下回る. すなわち, 補完・代替のケースでは, ランダムな配分を大きく上回ることはなく, 依然として下回る場合もある. これらのケースで, ルール 2 の効率性指標の平均値がもっとも低いことも第 2 表と変わらない.

第 3 表に対応する効率性配分の達成頻度を比較したものが次の第 B-2 表である. 比較のために, ルール 1 および 3 についての頻度も再掲した. また, 効率的配分の達成頻度の差が統計的に有意かどうかを検定した第 A-1 表に対応するものが第 B-3 表である. 第 A-1 表と結果がことなるのは, ケース 6 でルール 1 とルール 2 の分布に, 10%水準でみても有意な差がなくなった点のみである.

第 B-1 表 効率性指標の分布の比較

	ルール 1	ルール 2	ルール 3	入札者最適コア *	ランダムな配分	最小の配分
1 代替・代替						
平均値	27.61	28.17	27.97	30	20.5	16
中央値	30	30	30			
標準偏差	4.96	4.47	4.40			
変動係数	0.180	0.159	0.157			
2 代替・代替						
平均値	24.39	25.90	25.23	27	19.25	15
中央値	27	27	27			
標準偏差	4.32	3.36	3.82			
変動係数	0.177	0.130	0.151			
3 補完・補完						
平均値	20.06	21.68	21.93	23	17.25	8
中央値	20	23	23			
標準偏差	2.80	2.58	1.56			
変動係数	0.140	0.119	0.071			
4 補完・補完						
平均値	23.37	25.35	25.37	27	19	9
中央値	20	27	27			
標準偏差	3.53	3.96	2.99			
変動係数	0.151	0.156	0.118			
5 補完・代替						
平均値	18.37	17.62	19.70	21	16.75	13
中央値	21	21	19			
標準偏差	3.37	3.85	1.32			
変動係数	0.183	0.219	0.067			
6 代替・補完						
平均値	24.25	22.82	28.30	29	22	15
中央値	22	22	29			
標準偏差	5.28	5.48	2.12			
変動係数	0.218	0.240	0.075			
7 補完・代替						
平均値	14.58	12.60	16.20	17	13	9
中央値	17	13	17			
標準偏差	2.83	2.62	2.06			
変動係数	0.194	0.208	0.127			
8 代替・代替						
平均値	19.77	21.00	19.30	21	16.5	11
中央値	21	21	21			
標準偏差	3.09	0.00	3.45			
変動係数	0.156	0.000	0.179			

第 B-2 表 効率的配分達成の頻度比較

	ルール 1	ルール 2	ルール 3
1 代替・代替	0.80	0.85	0.82
2 代替・代替	0.72	0.90	0.82
3 補完・補完	0.37	0.72	0.67
4 補完・補完	0.48	0.82	0.77
5 補完・代替	0.52	0.55	0.40
6 代替・補完	0.49	0.37	0.90
7 補完・代替	0.52	0.17	0.85
8 代替・代替	0.86	1.00	0.80

第 B-3 表 効率的配分の達成頻度の検定

	Pearson χ^2 乗検定統計量	
	ルール 1 とルール 2 の比較	ルール 2 とルール 3 の比較
1 代替・代替	0.44	0.24
2 代替・代替	5.98**	1.71
3 補完・補完	13.90***	0.35
4 補完・補完	14.19***	0.45
5 補完・代替	0.11	2.71
6 代替・補完	1.77	36.75***
7 補完・代替	15.27***	56.05***
8 代替・代替	9.04***	13.33***

注) 第 A-1 表と結果が^aことなる箇所を下線を付して示した。

第 B-4 表 収入シェアの分布の比較

	ルール 1	ルール 2	ルール 3	入札者最適コア
1 代替・代替				
平均値	0.86	0.40	0.27	0.20
中央値	0.86	0.40	0.20	
標準偏差	0.25	0.24	0.20	
変動係数	0.291	0.600	0.741	
2 代替・代替				
平均値	0.87	0.39	0.37	0.30
中央値	0.81	0.40	0.30	
標準偏差	0.32	0.23	0.22	
変動係数	0.368	0.590	0.595	
3 補完・補完				
平均値	0.96	0.74	0.68	0.87
中央値	0.94	0.78	0.65	
標準偏差	0.28	0.25	0.17	
変動係数	0.292	0.338	0.250	
4 補完・補完				
平均値	0.96	0.64	0.60	0.74
中央値	0.90	0.74	0.59	
標準偏差	0.22	0.25	0.17	
変動係数	0.229	0.391	0.283	
5 補完・代替				
平均値	0.95	0.62	0.45	0.52
中央値	0.85	0.62	0.52	
標準偏差	0.33	0.34	0.15	
変動係数	0.347	0.548	0.333	
6 補完・代替				
平均値	0.96	0.61	0.43	0.52
中央値	0.86	0.71	0.45	
標準偏差	0.39	0.35	0.10	
変動係数	0.406	0.574	0.233	
7 補完・代替				
平均値	0.93	0.51	0.43	0.53
中央値	0.88	0.62	0.47	
標準偏差	0.37	0.35	0.23	
変動係数	0.398	0.686	0.535	
8 代替・代替				
平均値	0.72	0.26	0.28	0.10
中央値	0.62	0.19	0.19	
標準偏差	0.37	0.18	0.23	
変動係数	0.514	0.692	0.821	

B.2. 収入シェア

売り手収入については、売れ残りを入札者に配分するか否かに依存しないため、変更はない。一方、売り手収入とポイント総和の比率である収入シェアは、分母のポイント総和が変わるため、売れ残りを配分することで変化する。この場合のルール 2 の収入シェアを、比較のために、第 7 表の他の二つのルールの下での

収入シェアの再掲と共に示したものが第 B-4 表である。また、第 A-3 表の収入シェア分布についての KS 検定の結果に対応するものが第 B-5 表である。KS 検定の結果で、第 A-3 表とことなるのはケース 7 のルール 2 とルール 3 の比較において、ルール間の優劣関係を判定できなくなった点のみである。

また、各ルールの収入シェアと入札者最適コ

第 B-5 表 収入シェアの分布の比較

	Kolmogorov-Smirnov 検定統計量			
	ルール 1 とルール 2 の比較		ルール 2 とルール 3 の比較	
	対立仮説			
	rule1 < rule2	rule1 > rule2	rule2 < rule3	rule2 > rule3
1 代替・代替	0.00	-0.80***	0.03	-0.45***
2 代替・代替	0.00	-0.77***	0.12	-0.22*
3 補完・補完	0.00	-0.47***	0.13	-0.27***
4 補完・補完	0.00	-0.68***	0.13	-0.35***
5 補完・代替	0.00	-0.51***	0.08	-0.47***
6 代替・補完	0.00	-0.37***	0.20*	-0.68***
7 補完・代替	0.00	-0.48***	<u>0.22**</u>	-0.48***
8 代替・代替	0.00	-0.80***	0.08	-0.13

注) 第 A-3 表と結果がことなる箇所を下線を付して示した。

第 B-6 表 各ルールの収入シェアと最適コアにおける収入シェア比較

	Wilcoxon 符号付順位検定 ルール 2
1 代替・代替	5.40***
2 代替・代替	2.83***
3 補完・補完	-3.89***
4 補完・補完	-1.26
5 補完・代替	<u>1.78*</u>
6 代替・補完	<u>1.67*</u>
7 補完・代替	<u>-0.58</u>
8 代替・代替	4.70***

注) 第 A-3 表と結果がことなる箇所を下線を付して示した。

アにおける収入シェアの差について検定した第 9 表に対応する符号付順位検定の結果が第 B-6 表である。売れ残りを配分しない場合には、ルール 2 では補完・補完の場合を除くと収入シェアが入札者最適コアを上回る傾向があったが、売れ残りを配分すると、ケース 5 からケース 7 の補完・代替のケースでその傾向がみられなくなる点でことなる。

B.3. 入札者利益

ルール 2 での売れ残りを確率的に配分した場合の入札者利益を、比較のために第 10 表からの、ルール 1 とルール 3 の再掲値と共に示したものが第 B-7 表である。また、第 A-4 表に対応し、入札者利益の分布のルール間の相違につき KS 検定をおこなった結果が第 B-8 表

である。KS 検定の結果からの判断につき第 A-4 表とことなる点は、まず、ケース 2 において、ルール 2 とルール 3 の間で、5% 有意水準では分布がことなるとはいえないと判断された点である。さらに、第 A-4 表では、ルール 1 とルール 2 の比較で、分布はことなるもののどちらが大きな値を多く含むかが判定できなかった二つの例(ケース 6 とケース 7)について、他のケースと同様にルール 2 が優ると判断された点でもことなる。

B.4. 入札者利益シェア

最後に、入札者ごとの利益シェアの平均値を示した第 12 表に対応するものが第 B-9 表である。比較のため、ルール 1, ルール 3 についても再掲した。また、実際の入札者利益が入札者最適コアにおける入札者利益から偏っているかどうかを検定した結果が第 B-10 表であり、第 13 表に対応する。ここでは、検定結果の判定につき、第 13 表とことなった点はなかった。

実験説明書

本日は実験にご参加いただきありがとうございます。封筒の中身と配布物をご確認ください。配布物は、

1. ボールペン 1 本
2. 実験説明書 1 部

第 B-7 表 入札者利益の分布の比較

	ルール 1	ルール 2	ルール 3	入札者最適コア
1 代替・代替				
平均値	4.07	17.27	21.02	24
中央値	3	17	23	
標準偏差	5.62	6.94	6.65	
変動係数	1.381	0.402	0.316	
2 代替・代替				
平均値	4.02	16.03	16.70	19
中央値	5	16	19	
標準偏差	6.64	6.27	6.48	
変動係数	1.652	0.391	0.388	
3 補完・補完				
平均値	1.17	5.70	7.22	3
中央値	1	4.5	8	
標準偏差	5.27	4.65	3.80	
変動係数	4.504	0.816	0.526	
4 補完・補完				
平均値	1.33	8.73	10.33	7
中央値	2	7	11	
標準偏差	4.75	5.38	4.82	
変動係数	3.571	0.616	0.467	
5 補完・代替				
平均値	1.54	7.25	10.90	10
中央値	3	5	10	
標準偏差	5.41	6.58	3.29	
変動係数	3.513	0.908	0.302	
6 補完・代替				
平均値	2.08	8.93	16.10	14
中央値	4	7	16	
標準偏差	7.43	8.47	3.22	
変動係数	3.572	0.948	0.200	
7 補完・代替				
平均値	1.46	6.33	9.53	8
中央値	2	5	9	
標準偏差	4.27	4.78	3.73	
変動係数	2.925	0.755	0.391	
8 代替・代替				
平均値	6.18	15.52	14.53	18
中央値	8	17	17	
標準偏差	6.78	3.75	5.57	
変動係数	1.097	0.242	0.383	

3. コンピューター画面が印刷された冊子 1部
4. 銀行振込依頼書 1枚
5. メモ用紙 1枚

です。上記の配布物が1つでも足りない場合は静かに挙手してください。配布物はメモ用紙を除き実験終了後に回収します。メモ用紙のみ持ち帰りが認められます。

実験説明書をご覧ください。みなさんにはコンピューター端末上で選択をしていただきます。その結果に応じて、みなさんは「ポイント」を獲得します。あなた自身が獲得したポイントは1ポイントあたり5円に換算され、それに参加料1,500円を加えたものが報酬として支払われます。よって、あなたが実験で獲得する金額は、

第 B-8 表 入札者利益の分布の比較

Kolmogorov-Smirnov 検定統計量				
ルール 1 とルール 2 の比較			ルール 2 とルール 3 の比較	
対立仮説				
	rule1 < rule2	rule1 > rule2	rule2 < rule3	rule2 > rule3
1 代替・代替	0.77***	0.00	0.47***	0.00
2 代替・代替	0.74***	0.00	<u>0.20*</u>	0.09
3 補完・補完	0.47***	0.00	0.27***	0.01
4 補完・補完	0.70***	0.00	0.32***	0.00
5 補完・代替	0.39***	0.00	0.52***	0.00
6 代替・補完	0.26***	<u>0.02</u>	0.67***	0.00
7 補完・代替	0.43***	<u>0.00</u>	0.52***	0.00
8 代替・代替	0.80***	0.00	0.12	0.44

注) 第 A-4 表と結果がことなる箇所を下線を付して示した。

第 B-9 表 入札者利益シェア平均

入札者	ルール 1	ルール 2	ルール 3
1 1 代替	0.05	0.27	0.28
1 2 代替	0.08	0.30	0.45
2 1 代替	0.01	0.26	0.27
2 2 代替	0.12	0.33	0.37
3 1 補完	0.03	0.13	0.25
3 2 補完	0.02	0.07	0.07
4 1 補完	0.00	0.04	0.06
4 2 補完	0.04	0.27	0.34
5 1 補完	0.00	0.08	0.44
5 2 代替	0.05	0.23	0.11
6 1 代替	-0.03	0.08	0.02
6 2 補完	0.07	0.08	0.55
7 1 補完	0.05	0.08	0.55
7 2 代替	0.01	0.15	0.02
8 1 代替	0.15	0.41	0.41
8 2 代替	0.13	0.33	0.31

第 B-10 表 入札者利益シェアと最適コア利益シェアとの比較

Wilcoxon 符号付順位検定統計量		
入札者	ルール 2	
1 1 代替	-2.64***	
1 2 代替	-5.84***	
2 1 代替	-1.98**	
2 2 代替	-3.37***	
3 1 補完	-0.06	
3 2 補完	4.11***	
4 1 補完	2.34**	
4 2 補完	0.79	
5 1 補完	-6.80***	
5 2 代替	4.27***	
6 1 代替	3.78***	
6 2 補完	-6.96***	
7 1 補完	-6.76***	
7 2 代替	5.54***	
8 1 代替	-3.74***	
8 2 代替	-2.84***	

あなたの総獲得ポイント×5円

+参加料 1,500円

です。実験中は他の人とおしゃべりをしたり、合図をしあったりしないでください。そのようなことをした人は退出してもらうことがあります。また、やむをえない場合を除き、退出はできません。実験中は携帯電話の電源を切ってください。説明や指示にないコンピューター操作はおこなわないでください。質問がある場合は静かに挙手してください。運営スタッフが個別に対応します。

実験の概要

本日は3つの実験をおこないます。3つの実

験はお互いに独立したものであり、1つの実験での結果が他の実験の結果に影響を及ぼすことはありません。各々の実験において、以下に説明される選択を複数回おこなっていただきます。回数をラウンド1、ラウンド2、ラウンド3、…、と呼ぶことにします。ポイントはラウンドごとに定まります。

みなさんは、三つの実験において、架空の売り手が2種類の財1単位ずつを売却する入札に参加します。入札にはふたりの入札者が参加します。

みなさんは、他の実験参加者とペアになりま

す。ペアの組み方は、コンピューターによってランダムに決まり、ラウンドごとに相手が変わります。実験におけるみなさん同士のやり取りは、全てコンピューター端末を通じておこなわれ記録されます。

質問のある方は静かに挙手してください。

実 験 1

実験1では8ラウンドをおこないます。各ラウンドで、あなたは入札に参加していただきます。入札では、財Aと財B各々一単位が取りされます。あなたは、ペアになったあなたの相手と、財Aと財Bの購入をめぐる競います。あなたは、購入した財に応じて、あるポイント数を獲得できます。同時に、あなたは、対価として、あるポイント数を、売り手に支払います。また、ラウンドごとに、あなたには、あらかじめ30ポイントが与えられます。

実験1では、財Aと財Bが、順番に、入札にかけられます。最初に財Aが入札にかけられます。あなたは、ペアになった相手と、財A一単位の購入を競います。あなたは、財Aに対する入札額を入力します。入札額として入力されるポイント数は、0から30ポイントまでの整数です。

コンピューター画面が印刷された冊子をご覧ください。

画面1をご覧ください。画面の左に描かれた表には、財の購入によってあなたが獲得できるポイント数が示されています。このポイント表は、入札者ごとに、ラウンドごとに確定されます。この例では、あなたは、財Aのみを購入した場合は11ポイント、財Bのみを購入した場合は6ポイント、財AとB両方を購入した場合は23ポイントを獲得できます。なにも購入しなかった場合は0ポイントです。

このポイント表は、あなただけが知ることのできる情報です。売り手、他の実験参加者は、あなたのポイント表を観察できません。実験主催者は、あなたのポイント表を、あなたの獲得

ポイントの確定に利用しません。

画面1の右下にある入力用のボックスの枠内に、0から30の範囲内で、財Aに対する入札額のポイント数を半角整数で入力し、右下のOKボタンをクリックしていただきます。意思決定の猶予時間は30秒です。必ず、時間内に意思決定してください。画面1の例では、14ポイントが入力されています。

あなたの相手には、あなたとはことなるポイント表が示されています。あなたの相手も、財Aに対する入札額を入力します。

あなたと、あなたの相手のうち、より高い入札額を入力した方が、財Aを購入します。財Aを購入した入札者は、本人が入力した入札額を、対価として売り手に支払います。購入しなかった入札者は支払いませんし受け取りません。

画面2をご覧ください。あなたが入力した入札額のポイント数14ポイントと、相手が入力した入札額のポイント数が表示されています。画面の例では、相手は12ポイントを入力しています。よって、あなたの入力したポイント数が、相手が入力したポイント数よりも高いので、この例ではあなたが財Aを購入することになり、あなたが入力した14ポイントを売り手に支払います。

この例では、この段階で、あなたは財Aを購入することが確定しました。しかし、財Bを購入できるかどうかはまだ確定していません。よって、あなたが財の購入によって実際に獲得するポイント数は、この段階ではまだ確定していません。

次に、財Bが入札にかけられます。あなたは、あなたの相手と、財B一単位を競います。あなたは、財Bに対する入札額を入力します。入力できるポイント数は、0ポイント以上、30ポイントからすでに支払ったポイント数を差し引いた額以下、の整数とします。

画面3をご覧ください。画面の左上方に、画面1と同じポイント表が示されています。画面右下にある入力用のボックスの枠内に、入

札額のポイント数を半角整数で入力し、右下の OK ボタンをクリックしていただきます。この例では、あなたはすでに 14 ポイントを支払っているのです。最大 16 ポイントまで入力できます。意思決定の猶予時間は 30 秒です。必ず、時間内に意思決定してください。この例では、7 ポイントが入力されています。

あなたと、あなたの相手のうち、入札額の高い方が、財 B を購入します。財 B を購入した入札者は、本人が入力した入札額のポイント数を対価として支払います。購入しなかった入札者は支払いませんし受け取りません。

画面 4 をご覧ください。あなたが入力した入札額のポイント数 7 ポイントと、あなたの相手が入力した入札額のポイント数が表示されています。この例では、あなたの相手は 6 ポイントを入力しています。あなたの入力したポイント数の方が、相手が入力したポイント数よりも高いので、あなたは、財 B を購入し、7 ポイントを売り手に支払います。

この例では、あなたは、財 A と財 B の両方を獲得しましたので、ポイント表にしたがって、23 ポイントを獲得します。よって、このラウンドで、あなたは、23 ポイントを獲得し、財 A の対価 14 ポイントと財 B の対価 7 ポイントを支払うので、あらかじめ与えられた 30 ポイントとあわせ、合計で

$$23 - 14 - 7 + 30 = 32 \text{ ポイント}$$

を獲得したことになります。

10 秒後に自動的に次のラウンドに進み、ペアが組みなおされます。以下、同様の仕方で、8 ラウンドが繰り返されます。

質問のある方は静かに挙手してください。

以上で実験 1 は終了します。みなさんの獲得ポイントは全てコンピューターに記録されています。

実験 2

実験 2 では 8 ラウンドをおこないます。各ラウンドで、あなたは入札に参加していただき

ます。入札では、財 A と財 B 各々一単位が取引されます。あなたは、あなたの相手と、財 A と財 B の購入をめぐる競います。あなたは、購入した財に応じて、あるポイント数を獲得できます。同時に、あなたは、対価として、あるポイント数を、売り手に支払います。ラウンドごとに、あなたには、あらかじめ 30 ポイントが与えられます。

実験 2 では、実験 1 とはことなり、財 A と財 B が、同時に、入札にかけられます。入札は、架空の競売人によって、以下の仕方で行われます。

画面 5 をご覧ください。画面左に描かれている表には、財の購入によってあなたが獲得できるポイント数が示されています。ポイント表の数値は、入札者ごとに、ラウンドごとに確定されます。画面 5 の例では、あなたは、財 A のみを購入した場合 11 ポイント、財 B のみを購入した場合 6 ポイント、財 A と B 両方を購入した場合 23 ポイントを獲得できます。

このポイント表は、あなただけが知ることでできる情報です。競売人、売り手、他の実験参加者は、あなたのポイント表を観察できません。実験主催者は、あなたのポイント表を、あなたの獲得ポイントの確定に利用しません。

まず、競売人は、財 A を価格 1 ポイント、財 B を価格 1 ポイントで売却すると掲示します。画面 5 の右の記述でこのことをご確認ください。掲示価格に対して、あなたは、財 A のみの購入を希望するか、財 B のみの購入を希望するか、財 A と財 B 両方の購入を希望するか、あるいはどちらも購入を希望しないかを意思決定し、画面 5 右下方の所定欄にて選択します。あなたの相手も、同様の意思決定をします。意思決定の猶予期間は、15 秒です。必ず、時間内に意思決定してください。

二人共に購入を希望した財については、競売人は、掲示価格を 1 ポイントせり上げ、2 ポイントとします。購入希望者が 1 人ないしは 0 人の財については、掲示価格をせり上げません。以降、各財について、購入希望者が 2 人

いる場合には、価格のせり上げを続け、両財共に購入希望者が1人以下になった時点で入札を終了します。あなたは、終了時点で購入を希望した財を獲得し、終了時点での揭示価格を対価として支払います。

あなたは、購入希望を随時変更できます。しかし、あなたは、購入を希望する財の「総数量」を増やすことはできません。たとえば、財A、財B両方の購入を希望していたのを、どちらか一方のみの購入希望に変更した場合、以降、あなたは財A、B両方の購入を希望できません。また、一旦どの財も購入を希望しなかった場合、以降、どの財も購入を希望できなくなります。このことを画面5右下の記述で確認してください。

ただし、あなたは、財Aから財Bへ、あるいは財Bから財Aへ、購入を希望する財を入れ替えることは自由にできます。

画面6をご覧ください。財Aの揭示価格は12ポイント、財Bの揭示価格は4ポイントであることを確認してください。また、直前の揭示価格は、財Aが11ポイント、財Bが4ポイントであり、財Aに対して2人が購入を希望し、財Bに対しては1人が購入を希望していたことを確認してください。よって、競売人は、財Aの価格のみを1ポイントせり上げています。画面6では、あなたは財A、財B両方に対して購入希望を入力しています。このことを確認ください。

画面7をご覧ください。1人が財Aの購入を希望し、1人が財Bの購入を希望しています。どちらの財についても購入希望者は1人以下になりましたから、ここで入札は終了します。あなたは、終了時点で、財Aと財B両方の購入を希望したので、財A、財B両方を購入することになります。よって、あなたは、23ポイントを獲得し、財Aの価格12ポイントと財Bの価格4ポイントを支払い、手持ちの30ポイントとあわせて、合計

23-12-4+30=37ポイント

を獲得することになります。画面7右の記述

でこのことを確認してください。

10秒後に自動的に次のラウンドに進み、ペアが組なおされます。以下同様の仕方で、8ラウンドが繰り返されます。

質問のある方は静かに挙手してください。

以上で実験2は終了です。みなさんの獲得ポイントは全てコンピューターに記録されています。

実験3

実験3では8ラウンドをおこないます。各ラウンドで、あなたは入札に参加していただきます。実験1,2と同様に、入札では、財Aと財B各々一単位が取引されます。あなたは、あなたの相手と、財Aと財Bの購入をめぐる競います。あなたは、購入した財に応じて、あるポイント数を獲得できます。同時に、あなたは、対価として、あるポイント数を売り手に支払います。ラウンドごとに、あなたには、あらかじめ30ポイントが与えられます。

実験3は、実験2と同様に、財Aと財Bが、同時に、入札にかけられます。入札は、競売人によって、以下の仕方でとりしきられます。

画面8をご覧ください。画面左下方に描かれている表には、財の購入によってあなたが獲得できるポイント数が示されています。ポイント表の数値は、入札者ごとに、ラウンドごとに確定されます。画面8の例では、あなたは、財Aのみを購入した場合11ポイント、財Bのみを購入した場合6ポイント、財AとB両方を購入した場合23ポイントを獲得できます。このポイント表は、あなただけが知ることのできる情報です。競売人、売り手、他の実験参加者は、あなたのポイント表を観察できません。実験主催者は、あなたのポイント表を、あなたの獲得ポイントの確定に利用しません。

あなたは、以下の三つのポイント数を、画面8右下方の所定欄に入力します。

財Aのみを購入するならば何ポイントまで支払っていいか、を意思決定し、入力します。

財 B のみを購入するならば何ポイントまで支払っていいか、を意思決定し、入力します。財 A および財 B を両方購入するならば何ポイントまで支払っていいか、を意思決定し、入力します。

財 A, 財 B 両方の購入について入力したポイント数が、入力した三つのポイント数の中で最大になるように入力してください。入力できるポイント数は、0 以上 30 以下の整数です。

画面 8 の上方に、

- ・売り手は、みなさんの獲得ポイントの和が最大になることを希望しています。
- ・ポイント表に記されたポイント数を、正直に入力していただきたい。
- ・あなたが支払う対価は、あなたの相手が財 A, 財 B 両方の購入に対して入力したポイントと、あなたの相手が実際に購入する財に対して入力したポイント数の差額分です。
- ・あなたが支払う対価は、正直に入力したことで不利益が生じないように定められています。

と記されていることを確認してください。

画面 8 の例では、財 A のみの購入について 6 ポイント、財 B のみの購入について 2 ポイント、財 A と財 B 両方の購入について 18 ポイントが入力されています。画面右下方で、このことを確認してください。

これらの入力によって、あなたの支払い額は、財 A のみを購入することになった場合 6 ポイント以下、財 B のみの場合 2 ポイント以下、財 A と財 B 両方の場合 18 ポイント以下になるように、必ず設定されます。

画面 9 をご覧ください。あなたが入力したポイント数と、あなたの相手が入力したポイント数が表示されています。あなたの相手は、財 A のみの購入について 3 ポイント、財 B のみの購入について 14 ポイント、財 A と財 B 両方の購入について 19 ポイントを入力しています。競売人は、入力されたポイント数の合計が最大になるように、財 A と財 B をだれが購入

するかを決定します。この例では、財 A をあなたが、財 B を相手が購入する場合のポイント数の合計は

$$6+14=20 \text{ ポイント}$$

財 B をあなたが、財 A を相手が購入する場合のポイント数の合計は

$$2+3=5 \text{ ポイント}$$

財 A と財 B 共にあなたが購入する場合のポイント数の合計は

$$18+0=18 \text{ ポイント}$$

財 A と財 B 共にあなたの相手が購入場合のポイント数の合計は

$$0+19=19 \text{ ポイント}$$

です。20 ポイントが最大なので、財 A をあなたが、財 B を相手が購入することになります。

あなたの支払う対価は、以下のように確定されます。あなたの相手が財 A, B 両方の購入について入力したポイント数は 19 ポイントです。あなたの相手が実際に購入した財である財 B について入力したポイント数は 14 ポイントです。あなたの支払う対価は、

あなたの相手が財 A, B 両方の購入について入力したポイント数

－あなたの相手が実際に購入する財 B について入力したポイント数

$$=19-14=5 \text{ ポイント}$$

と定められます。

以上より、この例において、あなたは、財 A のみを購入したので、11 ポイントを獲得し、5 ポイントを支払い、手持ちの 30 ポイントとあわせ、合計

$$11-5+30=36 \text{ ポイント}$$

を獲得します。画面 9 でこのことを確認してください。

10 秒後に自動的に次のラウンドに進み、ペアが組なおされます。以下同様の仕方で、8 ラウンドが繰り返されます。

質問のある方は静かに挙手してください。

以上で実験 3 は終了です。みなさんの獲得ポイントは全てコンピューターに記録されています。

今から、アンケート用紙を配りますので記入してください。

質問のある方は静かに挙手してください。

アンケート用紙が記入されていることを確認してください。

アンケート用紙を封筒の中にしまってください。

以上で全ての実験は終了です。みなさんの獲得ポイントは全てコンピューターに記録されています。

封筒の中から、銀行振込依頼書を取り出して、必要事項を正確に記入してください。必要事項が記載されていないと、獲得金額の支払いができませんのでご注意ください。

質問のある方は静かに挙手してください。

銀行振込依頼書が記入されていることを確認してください。

質問のある方は静かに挙手してください。

全ての書類を封筒の中にしまってください。メモ用紙は持ち帰ってもかまいません。ボールペンと朱肉は机の上においたままにしてください。忘れ物が無いように注意してください。

本日の実験の内容については、他の人に喋ったり、教えたりしないようにお願いします。お疲れ様でした。順に退室していただきます。

それでは、まず廊下側の2列の席の方から退出していただきます。次に、中央の2列の席の方に退出していただきます。最後に、窓側の2列の席の方に退出していただきます。

画面 1

ラウンド 1 / 1		取引型/問題形: 25
購入品目	獲得できるポイント	
A	11	
B	6	
AとB	23	
		<p>詳細については入力です。 詳細は必ず入力欄に入力してください。 あなは 11 ポイントを獲得しています。</p> <p>14</p> <p>OK</p>

画面 2

ソフト

1 / 1

移動時間: 23

あなたの入力値は 14 ポイントです。
あなたの相手の入力値は 12 ポイントです。

あなたの材料を購入しました。

OK

画面 3

ソフト

1 / 1

移動時間: 23

購入する財	獲得できるポイント
A	11
B	6
AとB	23

あなたは財Aを購入しました。

財Bに比べての入札です。
財Bに付する入札値を入力して欲しい。
あなたは 14 ポイントまで入力できます。

7

OK

画面 4

ウインドウ

1 / 1

経済学実験 13

あなたの入札額は 7 ポイントです。
あなたの相手の入札額は 6 ポイントです。

あなたは財Aを1単位購入しました。
このウインドウでは 32 ポイントを獲得しました。

このウインドウでは、バウンス時間も終了ポイントも変わりません。

OK

画面 5

ウインドウ

1 / 2

経済学実験 13

購入する財	獲得できるポイント
A	11
B	6
A+B	23

財Aの現在の提示価格はこちらです。
財Bの現在の提示価格はこちらです。

財Aを
 購入希望
 購入しない

財Bを
 購入希望
 購入しない

同時に購入を希望した場合のみ、この財Aも購入を希望することができます。
同時に購入を希望しない場合は、同時に財Aも購入を希望できません。

OK

画面6

ラウンド			1 / 2			残り思考時間 [秒]: 4		
購入する財			獲得できるポイント					
A			11					
B			6					
AとB			23					
財Aの提示価格	あなたの財Aに対する希望購入数	相手の財Aに対する希望購入数	財Bの提示価格	あなたの財Bに対する希望購入数	相手の財Bに対する希望購入数	<p>財Aの現在の提示価格は12です。 財Bの現在の提示価格は4です。</p> <p>財Aを</p> <p><input checked="" type="radio"/> 購入希望 <input type="radio"/> 購入しない</p> <p>財Bを</p> <p><input checked="" type="radio"/> 購入希望 <input type="radio"/> 購入しない</p> <p>両財とも購入を希望した場合のみ、次も両財とも購入を希望することができます。 両財とも購入を希望しない場合、以後どの財とも購入を希望できません。</p> <p style="text-align: right;">OK</p>		
1	1	1	1	1	1			
2	1	1	2	1	1			
3	1	1	3	1	1			
4	1	1	4	1	0			
5	1	1	4	1	0			
6	1	1	4	1	0			
7	1	1	4	1	0			
8	1	1	4	1	0			
9	1	1	4	1	0			
10	1	1	4	1	0			
11	1	1	4	1	0			

画面7

ラウンド			1 / 2			残り思考時間 [秒]: 7		
購入する財			獲得できるポイント					
A			11					
B			6					
AとB			23					
財Aの提示価格	あなたの財Aに対する希望購入数	相手の財Aに対する希望購入数	財Bの提示価格	あなたの財Bに対する希望購入数	相手の財Bに対する希望購入数	<p>入札は終了しました。</p> <p>あなたは、財Aを対価12ポイントで1個、財Bを対価4ポイントで1個購入しました。</p> <p>よって、あなたは37ポイントを獲得しました。</p> <p>次のラウンドでは、ペアを組む相手とポイント表が異なります。</p> <p style="text-align: right;">OK</p>		
1	1	1	1	1	1			
2	1	1	2	1	1			
3	1	1	3	1	1			
4	1	1	4	1	0			
5	1	1	4	1	0			
6	1	1	4	1	0			
7	1	1	4	1	0			
8	1	1	4	1	0			
9	1	1	4	1	0			
10	1	1	4	1	0			
11	1	1	4	1	0			
12	1	0	4	1	0			

画面 8

1 / 1
取引思考時間: 9

注意

買手は、あなたの獲得ポイントの和が最大になることを希望しています。あなたは、ポイント制に反対はポイント制も、正値に記入してはならない。ただし、買手は、正値に記入した点でも満足できません。

あなたの買手が付値は、あなたの買手買手、買手が購入について記入したポイント制に、あなたの買手が実際に購入する額について記入したポイント制の、買手が購入する額に等しく定められます。あなたの買手が付値は、正値に記入したことであなたの利益が最大化されています。

購入した財	獲得ポイント	
A	11	財Aのみ購入 <input type="button" value="0"/> 財Bのみ購入 <input type="button" value="2"/> 財A, 財B両方購入 <input type="button" value="14"/>
B	6	
AB	23	

画面 9

1 / 1
取引思考時間: 9

subject	A	B	point	subject	A	B	payment
1	1	0	6	1	1	0	5
1	1	1	18	2	0	1	12
1	0	1	2				
2	1	0	3				
2	1	1	19				
2	0	1	14				

あなたは財Bのみを購入しました。

実験アンケート

- (1) 実験1 (先に財 A, 後で財 B 入札) では意志決定の際にどのようなことを考えましたか？

- (2) 実験2 (財 A, B を同時にせり上げ入札) では意志決定の際にどのようなことを考えましたか？

- (3) 実験3 (財 A, 財 B, 財 A+B について各々ポイント入力) では意志決定の際にどのようなことを考えましたか？

- (4) 三つの実験を比較して、「売り手に有利なルールだ」と感じた実験はどれですか？売り手に有利と感じたものから順に、番号 (1, 2, 3) を振ってください。

実験1 () 実験2 () 実験3 ()

- (5) 三つの実験を比較して、「意思決定の判断が難しいルールだ」と感じた実験はどれですか？意思決定の判断が一番難しいと感じたものから順に、番号 (1, 2, 3) を振ってください。

実験1 () 実験2 () 実験3 ()

- (6) 三つの実験を比較して、「入札者と売り手双方にとって公正なルールだ」と感じた実験はどれですか？公正だと一番感じたものから順に、番号 (1, 2, 3) を振ってください。

実験1 () 実験2 () 実験3 ()

- (7) 入札者の立場として、三つの入札ルールのうち、実際にどのルールを使って財 A と財 B の売却をしてほしいと感じましたか？実際に使ってほしいと一番感じたルールの実験から順に、番号 (1, 2, 3) を振ってください。

実験1 () 実験2 () 実験3 ()

ありがとうございました

* 本研究の実験用プログラムは z-Tree によって作成された (Fischbacher, U. (2007)). プログラムの作成および実験の実施にあたっては, 木村匡子, 島俊彦, 遠山智久, 溝端泰和の各氏からの協力を得た. 本研究は, JSPS 科研費 (基盤 B 21330043, 基盤 B 25285059, 基盤 A 24243035) の助成を受けた. また, 京都大学での実験は, 京都大学経済研究所共同利用・共同研究拠点から, 平成 23 年度プロジェクト研究として助成を受けた.

- 1) オークションの理論を展望する基本文献として, Klemperer (2004), Krishna (2010), Milgrom (2004) などがある. オークションの実験を展望する基本文献として, Camerer (2003), Kagel (1995), Kagel and Levin (2011) などがある. 本論文と過去の成果との詳しい比較はこの論文では最小限にとどめる.
- 2) 正確には, ケース 1 についても, 効率性指標の第 2 位と第 3 位が, 効率的配分達成頻度では同率 2 位となっている点でことなるが, 指標の平均値も達成頻度もルール間で差が小さいため, 効率性がルール間でほぼ等しいという点で指標と頻度は共通する.
- 3) ケース 4 において, ルール 2 とルール 3 で効率的配分達成の頻度がほぼ同じにもかかわらず, ルール 3 の効率性指標の平均値がルール 2 よりも高いのは, ルール 3 で 2 番目にポイント総和の高い配分が実現した頻度が高いことによる. ケース 5 のルール 3 において, 効率的配分達成

- の頻度が他のルールよりも低いにもかかわらず, ポイント総和の平均値が高い理由も同じである.
- 4) ただし, ケース 6 ではルール 1 とルール 2 の分布がことなると判断できる有意水準がやや低い (10%有意).

参考文献

- Camerer, C. (2003): *Behavioral Game Theory*, Princeton: Princeton University Press.
- Fischbacher, U. (2007): "z-Tree: Zurich Toolbox for Ready-made Economic Experiments," *Experimental Economics*, Vol. 10, 171-178.
- Kagel, J (1995): "Auctions: A Survey of Experimental Research," in *The Handbook of Experimental Economics* (ed. by J. Kagel and A. Roth), 501-585, Princeton, Princeton University Press.
- Kagel, J. and D. Levin (2011): "Auctions: A Survey of Experimental Research, 1995-2010," forthcoming in *The Handbook of Experimental Economics*, Vol. 2.
- Klemperer, P. (2004): *Auctions: Theory and Practice*, Princeton University Press.
- Krishna, V. (2010): *Auction Theory*, Academic Press.
- Milgrom, P. (2004): *Putting Auction Theory to Work*, Cambridge University Press.
- (松島) 東京大学大学院経済学研究科教授
(照山) 京都大学経済研究所教授