

Discussion Papers in Economics No. 680

ダブル・オークション実験における競争均衡
への収束の検証

名古屋市立大学大学院経済学研究科
濱口 泰代

2022年 6月 20日

**Society of Economics
Nagoya City University
Nagoya Japan**

ダブル・オークション実験における競争均衡 への収束の検証

名古屋市立大学大学院経済学研究科

濱口 泰代

2022年6月20日

概要

本研究は、Smith (1962) の中の5種類のダブル・オークション実験を行い、実験結果が再現されるか検証した。すべての実験で、競争均衡価格への収束が観察されたが、一部の実験においては、均衡価格と若干乖離する結果が観察された。この乖離の傾向は Smith(1962) と同様であった。また、実験参加者が取引の経験を重ねるにつれて、市場の効率性は90%以上達成された。

Keywords: ダブル・オークション, 再現性

JEL Classification: C88, D44

1 はじめに

ミクロ経済学の講義では、完全競争市場における買い手と売り手は、競争均衡で取引を行うと教えられる。しかし、本当にそのような予測通りの価格と数量で取引が行われるのだろうか。このような疑問に対して最初に経済実験を行ったのは、Chamberlin (1948) である。Chamberlin は、彼の講義を受講する学生に売り手と買い手の役割を与え、売り手には仕入れ価格、買い手には最大支払可能額の情報を個別に与えて、自由に相対取引を行わせた。実験結果は、取引価格は競争均衡価格へは収束せず、競争均衡理論は現実の市場を説明するモデルとしては欠陥があるのではないかと批判した。その後、Smith (1962) は、Chamberlin (1948) の実験を改良したダブル・オークション実験を行った。Smith (1962) は、Chamberlin (1948) の実験と類似した対称な需要曲線と供給曲線のケースだけではなく、様々な形状の市場条件の実験を行い、ほぼ全てのケースで取引価格が競争均衡価格へと収束することを示した。また、Smith (1962) の実験は、1つの市場につき20名~40名の被験者で実験が行われており、非常にたくさんの取引者がいなくても、競争均衡への収束が容易に達成されることを示した。

これら2つの実験結果の違いは、実験において買い手と売り手が提示する価格の情報が、効率的に市場参加者全体に伝わったかどうかである。Chamberlin (1948) の実験では、買い手および売り手の提案した価格の情報は、それぞれの取引者内に留まる傾向があり、他の参加者に十分に共有されることがなかった。¹一方、Smith (1962) の実験では、すべての買い手および売り手の提案する価格は、提示されると即時に取引者全員に共有され、競争均衡価格への収束がごく数回の繰り返しで観察された。

実験室と現実の市場の類似点は、買い手は自分の最大支払可能額しか知らず、売り手も取引が成立すれば発生する自分の費用しか知らないことである。また、株式市場であれば、株価の値上がりや値下がりを観察できるが、ダブル・オークション実験でも、どのような価格で取引が成立したかを随時観察することができた。²経済実験は、あくまで抽象的な理論の予測を検証するものであり、理論が想定しているいくつかの重要な要素のみを実験室に再現して、理論予測を検証するものである。現実の市場のミニチュアを実験室に再現しようとするものではない。

本研究では、Smith (1962) で行われた9種類の実験のうち5つの実験と、ほぼ同じデザインで実験を行った。³これら5つの実験を行うことによって、Smith (1962) の実験結果と同様に競争均衡への収束が観察されるかを検証する。Smith (1962) の実験は、講義内で受講生を対象に行われた実験であり、被験者への報酬の支払いはなかった。後に、Smith によって提案された価値誘発理論 (Smith, 1976) では、実験でのパフォーマンスに応じた金銭報酬を支払うことが、経済実験を行う上で必要条件であるが、Smith (1962) の実験では、報酬による被験者の動機づけがなくとも均衡への収束が観察されたことから、本研究でも、報酬を支払わずに講義内でダブル・オークション実験を行った。

¹ 現在では、Chamberlin (1948) の実験は、実験デザインの失敗例として、実験経済学の講義で説明されることが多い。

² Smith (1962) は、実験のデザインと現実の市場との違いは、通常の市場は外生的な要因によって需要曲線や供給曲線のシフトがいつでも起こりうるが、実験では、均衡への収束を観察するために、需要曲線や供給曲線が実験で決められた期間は一定にしていることである、と指摘している。

³ それぞれの実験は、Smith (1962) の test 1, test 2, test 3, test 4A, test 7 の実験に対応している。

2 実験の手順

実験は、2018 年開講の実験経済学 I の講義中に行った。この日の受講者 67 人が実験に参加し、Moblab という教育用経済実験ソフトウェアを用いて行った。⁴

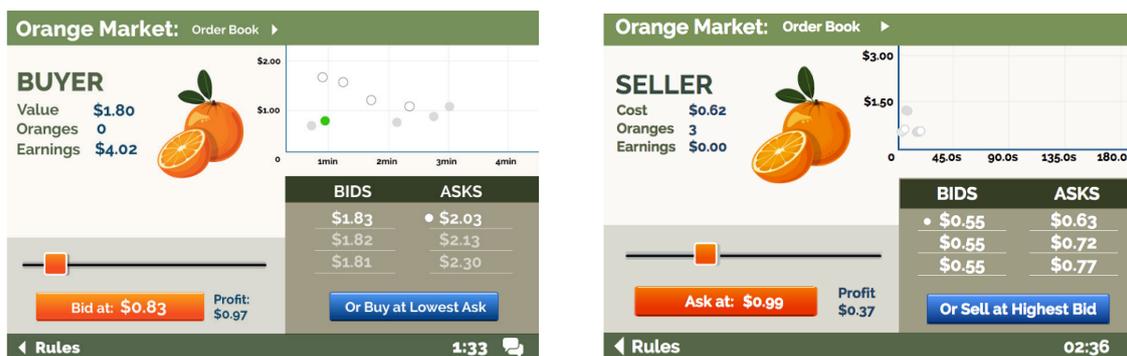


図1 スマートフォンに表示された画面

実験の説明が終わった後、実験をサーバー側の教員の PC で開始すると、学生の側では、ダブル・オークションの実験の画面が表示された（図1）。実験被験者は、Moblab によってランダムに買い手と売り手に分けられた。自分が買い手と売り手のどちらの役割かは、図1のどちらかの画面が各自のスマートフォンに表示されることによって知らされた。それぞれの画面に個別に役割が表示され、会話は禁止されていたので、隣り合う学生がスマートフォンの画面を見せ合わない限り、誰がどちらの役割を与えられているかは分からないようにした。

実験中の価格の単位は、仮想的なドルで表示された。買い手の画面左上に示されている“value”は、その被験者に与えられた留保価格である（図1の例では、財はオレンジ1個に対して最大1.8ドルまで支払ってもいいという設定である）。売り手画面の左上には仕入れ費用（図1の例では0.62ドル）が知らされる。この費用は、売り手の留保価格であり、非負の利潤を得るためにはこれ以上の価格で取引を成立させる必要がある。売り手の費用は、取引が成立したときのみ発生し、固定費用はない。これらの情報は個々の被験者に個別に知らされた私的情報であり、他の被験者の持つ情報については知ることはできない。⁵ 買い手も売り手も每期最大1単位だけ取引をすることができ、次の期には、また新たに1単位の売買取引が可能であった。買い手と売り手の役割は固定されており、前の期に買った財を次に期に売ることはできない。また、前の期に売れなかった財を、次の期に持ち越すこともできない設定であった。

買い手の利益は、与えられた留保価格から取引価格を引いたもので、できるだけ安い価格で取引を行うことが得である。買い手は、その時点での最も低い価格を提示している売り手から”Or buy at Lowest Ask”ボタンを押すことによって購入することができた。もし、提示されている売値（ASKS）に取引したい価格

⁴ Moblab は教育用経済実験ソフトウェアである。様々な国で主として教育用に使用されている。学生はまず、各自のスマートフォンに Moblab のアプリケーションをダウンロードする。サーバー側である教員のコンピュータでは、インストラクター用の Moblab のサイトにログインし、ダブル・オークションのプログラムを起動する。被験者は各自のスマートフォンで Moblab のアプリを開くと、講義への参加者としてメールアドレスが登録されている場合は、当該講義のコース名（実験経済学）名が表示される。所定の講義キーを入力することによって、実験の参加が可能になった。まず、実験の説明を日本語で講義用のスクリーンに表示しながら行った。スマートフォン上で意思決定を行うための操作方法、利得の決まり方など、実験参加者すべてで共有知識になるように、口頭とスマートフォンの画面の両方で説明された。

⁵ 講義の中で行った実験であるので、周りの学生のスマートフォンを覗いて、自分以外の被験者の役割を知ることができた可能性はある。しかし、2つから3つの市場が同時に進行しており、それらの市場は互いに独立であった。被験者は、自分がどの市場に属しているか知らないし、隣の被験者の画面が見えたとしても、同じ市場で取引しているかどうかは容易にはわからない。したがって、教員の監視の下で、隣同士の学生が、オンライン上で直接取引することは不可能であった。

がなければ、画面左下のスライダーを操作して、新しい買い値を提案することができた。画面左下のスライダーで価格を決めて、その下の“Bid at \$__”のボタンと押すと、画面右下の揭示版に自分の提案した買い値が BIDS の列に表示された。新しく提案する買い値は、現在提示されている買い値より高い価格でないと提示できない設定になっていた。

売り手の利益は、取引価格から仕入れ費用を引いたものなので、できるだけ高い価格で取引を成立させると得である。売り手は、その時点での最も高い価格を提示している買い手から”Or sell at Highest Bid”ボタンを押すことによって売ることができる。もし、提示されている買い値 (BIDS) に取引したい価格がなければ、画面左下のスライダーを操作して、売り値を提案することができた。画面左下のスライダーで価格を決めて、その下の“Ask at \$__”のボタンと押すと、自分の提案する売り値が ASKS の欄に表示された。新しく提案する売り値は、現在提示されている売値よりも低い価格でないと提案できない設定になっていた。取引価格を提案したものの、取引相手がいない場合は、さらに新しい価格を提案しなおすことができた。再提案は制限時間内 (2 分) であれば何度でもできた。図 1 の BIDS と ASKS の列を見ると分かるように、提案された価格がどの被験者によるものかは分からない。画面右上には、その被験者の属しているグループで成立した取引価格の推移が時系列に表示されている。新たに取引が成立したら、その取引価格がグラフに追加された。このようにして、成立した価格の相場を随時知ることができた。

1 人 1 単位しか取引ができないので、それぞれの被験者は、取引が成立したら市場から退場した。時間が進むにつれて、売り手の留保価格 > 買い手の留保価格となるような取引者だけが残った場合は、最終的に誰も取引ができないことになる。制限時間がくると、その期の市場はクローズされた。そして、すぐに次の期が自動的に始まり、すべての被験者が新たに意思決定を行った。前の期に、購入した財や売れなかった財を次の期に販売したり、売ったりすることはできず、空売りなどの投機的な取引もできなかった。1 つの実験内で、グループのメンバーは同じであった。

実験は 5 種類行った。基本的な実験の手順はすべての実験で同じである。市場の需要関数や供給関数を、被験者は事前に知らされなかった。実験は、講義時間の制約のため、各実験の期の数は実験によって異なっている。⁶ 各期間で割り当てられた、それぞれの被験者の役割および買い手の最大支払希望価格や売り手の費用は、1 つの実験の間は全期間を通して固定されていた。よって、期が新しくなっても、他の被験者に与えられていた私的情報を他の期で知ることはできなかった。被験者は、実験の説明の中で、仮想的ではあるができるだけ高い利益を稼ぐように伝えられた。⁷ 5 種類の実験を終了するのにおよそ 1 時間 15 分かった。⁸

⁶ Smith (1962) においても講義内で実験を行ったため、期の数は実験によって異なる設定になっている。

⁷ 実験の意思決定において、損失が発生しないように取引に応じるように説明したが、実験の最初において損失の発生するような取引があった。後の章でみるように、このことが市場の効率性を妨げる原因の一つになった。

⁸ 2 節で述べられたように、各トレーダーは 1 単位しか取引ができず、取引が成立すると市場から退出する。したがって正確には、需要曲線と供給曲線は取引が成立するごとに左側にシフトし、その都度均衡は変化する。このことは、Smith (1962) においても述べられている。本研究においても、Smith (1962) に従って、初期的な形状から予想される均衡を基準に実験での取引結果を評価する。

3 実験結果

実験結果の概要は、表 1 にまとめられている。それぞれの実験での需要曲線と供給曲線は階段状であり、実験 2、実験 3、実験 5 は、競争均衡価格が一意ではなく範囲で決まるデザインになっていた。表 1 に示されているそれらの実験の均衡価格は、価格範囲の平均値が示されている。実験 1 では、1つのグループ（市場）の人数は 22 人（買い手 11 人、売り手 11 人）であった。講義の受講者は 67 人であったが、Moblab によりランダムにグループ化され、22 人に満たないグループについては、Moblab のプログラム内でロボットが自動的に追加されて 22 人の市場が作られた、本論文では、ロボットが混じっていないグループの実験結果のみを報告する。実験 1 では、2 グループの実験結果を報告する。実験 2 では、1 市場の人数は 38 人であり、1 グループの実験結果を報告する。実験 3 では、1 市場の人数は 42 人で、1 グループの実験結果を報告する。実験 4 では、1 市場の人数は 26 人で、2 グループの実験結果を報告する。実験 5 では、1 市場の人数は 24 人で、2 グループの実験結果を報告する。

実験の種類	期	均衡価格	均衡取引量	平均取引価格		取引量	
				G1	G2	G1	G2
1	1	2	6	2.37	2.03	6	8
	2	2	6	1.69	1.81	6	8
	3	2	6	2.31	2.32	7	7
	4	2	6	1.75	2.18	10	8
	5	2	6	2.25	2.16	9	6
2	1	3.46	15	3.14	n.a	16	n.a
	2	3.46	15	3.08	n.a	17	n.a
	3	3.46	15	3.12	n.a	16	n.a
3	1	3.58	16	4.28	n.a	19	n.a
	2	3.58	16	3.80	n.a	17	n.a
	3	3.58	16	3.81	n.a	15	n.a
	4	3.58	16	3.32	n.a	16	n.a
4	1	3.10	10	2.85	3.42	8	10
	2	3.10	10	3.10	3.40	9	11
	3	3.10	10	3.10	3.38	10	9
5	1	3.07	9	2.58	3.00	9	10
	2	3.07	9	3.01	3.05	10	10

表 1 実験結果のまとめ

すべての実験で、各期の制限時間は 120 秒である。講義時間の制約のため、それぞれの実験で期の数は異なる。これら 5 種類の実験を講義内で順に行った。Smith (1962) の実験は、それぞれの実験ごとに異なる被験者を用いて行われたが、本実験は、同じ被験者が 5 種類の実験すべてに参加した点異なる。ただし、1つの実験から次の種類の実験に進むとき、グループ（市場）の構成員は入れ替えられた。例えば、実験 1 が終わって実験 2 を開始するとき、被験者を新しいグループにランダムに割り当てた。また、買い手と売り

手の役割についても、新しくランダムに割り当てられた。被験者の学生は、どのような需要曲線と供給曲線が実験の背景にあることは事前には知らされておらず、個々に与えられた留保価格のみしか知らない。表1は、実験結果の概要をまとめたものである。それぞれの実験の最終期における平均価格は、均衡価格と大きく乖離していない。取引数量についても、実験1を除いて、ほぼ均衡取引量と等しい。以下の節で各実験の結果について、個別に説明する。

3.1 実験1の結果

実験1で用いられた需要曲線と供給曲線の形状は図2に、買い手と売り手の留保価格のリストは表2に示されている。実験1は、需要曲線と供給曲線が対称的で、均衡の右側と左側に割り当てられているトレーダーの数が等しい。つまり、理論的に予測される消費者余剰と生産者余剰の大きさが等しく、競争均衡においては、買い手側と売り手側で余剰の取り分に偏りが無い。競争均衡理論によれば、均衡の右側にいる買い手と売り手（以下、サブ・マージナルな買い手、サブマージナルな売り手と呼ぶ）は、留保価格が低すぎるか（買い手の場合）、高すぎる（売り手の場合）ために、取引相手を見つけることができない。しかし、競争均衡価格以外の様々な価格で取引がなされるならば、それらの買い手と売り手が非負の利潤を達成しつつ取引を行うことは可能である。例えば、3.25ドルの留保価格を持つ買い手が、3.0ドルの留保価格を持つ売り手と3.1ドルで取引をし、また、3.0ドルの留保価格の買い手が、2.75ドルの留保価格を持つ売り手と2.9ドルで取引をする、というようにマッチングが行われるならば、理論予測よりも多くの取引が成立する。ただし、この場合の総余剰は競争均衡で取引されるよりも大きく損なわれてしまう。

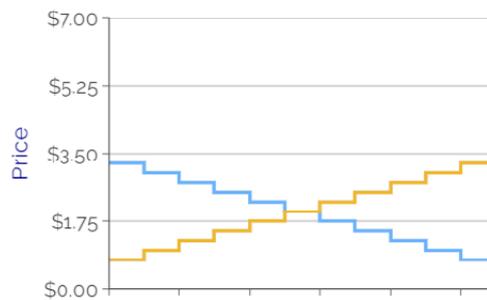


図2 実験1の需要曲線と供給曲線

		買い手の留保価格 (DD) と売り手の留保価格 (SS)										
DD	3.25	3.00	2.75	2.50	2.25	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00	0.75	
SS	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.25	

表2 実験1の買い手と売り手の留保価格

実験1では、ロボットを含まない2つの独立したグループ（市場）を作ることができた。図3は、それら2グループの取引の推移を表している。図3の縦軸は価格を、横軸は時間（ミリ秒）を表している。横軸の値は、各期間内で何ミリ秒後に取引が成立したかを表しており、時間は新しい期間が始まるとリセットされている。理論的な予想価格は2.0ドルであり破線で示されている。Group1およびGroup2の両方で、最初は競争均衡価格から乖離した取引価格が観察されるが、次第に競争均衡価格への強い収束が見られる。Group1の取引価格の推移をみると、新しい期間が始まると価格が大きく均衡価格から離れるが、このような均衡価格から離れた価格が後続の取引で維持されることはなく、すぐに均衡価格の近くで取引されるよう

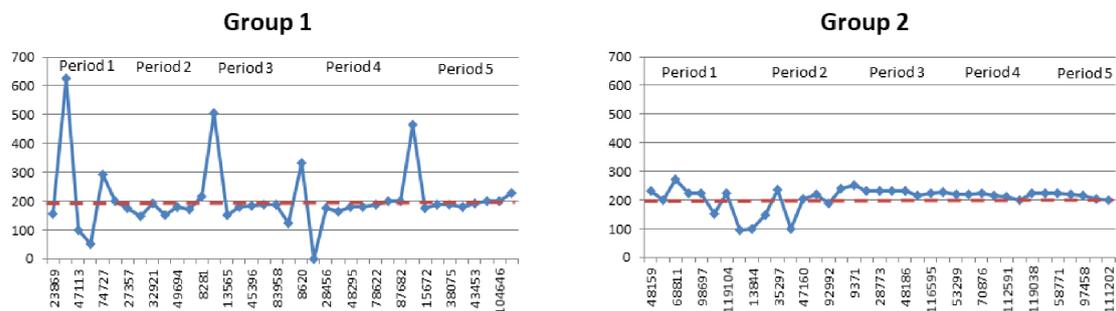


図3 実験1の結果

になった. Group 2はGroup 1よりも均衡価格からの乖離が小さい.

注意すべき点は, 実験1の市場の需要曲線と供給曲線は対称的であったので, 均衡価格への収束というよりは, 提示された買い値や売り値の情報から, 被験者がヒューリスティック的に平均値を計算し, それを予想価格の指標とした結果, たまたま均衡価格に収束しているように見えるだけかもしれない. つまり, 実験1の結果が均衡価格への収束なのか, 買い手と売り手の提示する価格の平均に回帰する傾向なのか, 実験1の実験デザインだけでは判断がつかないため, 別の需要曲線と供給曲線の形状で調べる必要がある. さらに, 効率性の観点から評価するために, 理論上取引が不可能な, 均衡の右側の買い手や売り手が取引を成立させていたかどうか調べる必要がある. 各被験者は, 1人1財しか取引できないため, 理論上取引が不可能な, サブ・マージナルな買い手やサブ・マージナルな売り手が取引を成立させると, より高い余剰をもたらすような取引者が取引を成立できなくなり, 市場の効率性が損なわれる.

3.2 実験2の結果

実験1との大きな違いは、需要曲線と供給曲線ともにより弾力的であり、サブ・マージナル・トレーダーが少なく、理論上、ほとんどの市場参加者が取引を成立させることができることである。実験1との共通点としては、理論上達成される消費者余剰と生産者余剰の大きさがほぼ等しいことである。実験2は、1市場の人数が多かったため（38人）、ロボットを含まないグループは1つしか作ることができなかった。図4は、需要曲線と供給曲線の形状を表している。表3は、買い手と売り手の留保価格のリストである。図5は、取引価格の推移を表している。取引価格は予想価格（3.46ドル）より一貫してやや低い取引価格が続ぎ、取引量は均衡取引量よりも若干多い。

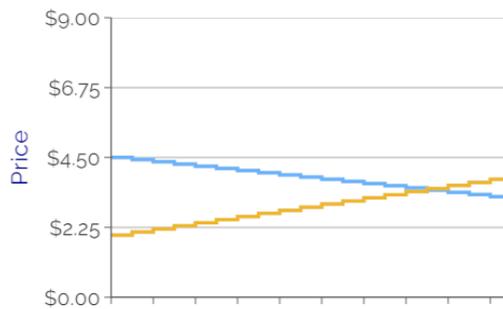


図4 実験2の需要曲線と供給曲線

	買い手の留保価格 (DD) と売り手の留保価格 (SS)									
DD	4.50	4.43	4.36	4.29	4.22	4.15	4.08	4.01	3.94	3.87
SS	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90
DD 続き	3.80	3.73	3.66	3.59	3.52	3.45	3.38	3.31	3.24	
SS 続き	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50	3.60	3.70	3.80	

表3 実験2の買い手と売り手の留保価格

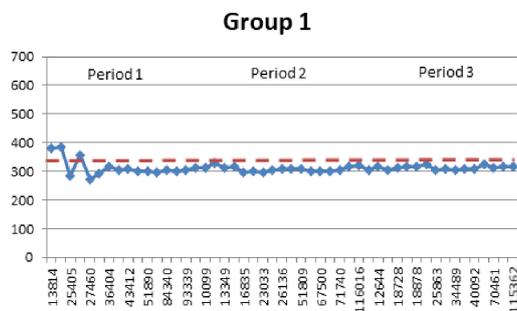


図5 実験2の結果

3.3 実験3の結果

実験2と実験3は、予想価格がほぼ等しい（実験2は3.5ドル，実験3は3.46ドル）。しかし，実験3の需要曲線は，実験2のそれに比べて傾きが急である。また，理論上達成される消費者余剰は，生産者余剰よりも大きい。図7を見ると，実験3は実験2と比べて，第1期での取引価格の変動が大きく，収束が不安定であった。このことはSmith(1962)の対応する実験（test 3）の結果と一致している。4期間繰り返され，最終的な取引価格は，ほぼ予想価格であるが，若干予想価格よりも低く，取引量は均衡取引量よりも若干多かった。

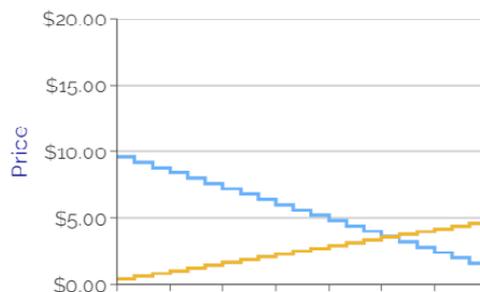


図6 実験3の需要曲線と供給曲線

	買い手の留保価格 (DD) と売り手の留保価格 (SS)										
DD	9.60	9.20	8.80	8.40	8.00	7.60	7.20	6.80	6.40	6.00	5.60
SS	0.40	0.61	0.82	1.03	1.24	1.45	1.66	1.87	2.08	2.29	2.50
DD 続き	5.20	4.80	4.40	4.00	3.60	3.20	2.80	2.40	2.00	1.60	
SS 続き	2.71	2.92	3.13	3.34	3.55	3.76	3.97	4.18	4.39	4.60	

表4 実験3の買い手と売り手の留保価格

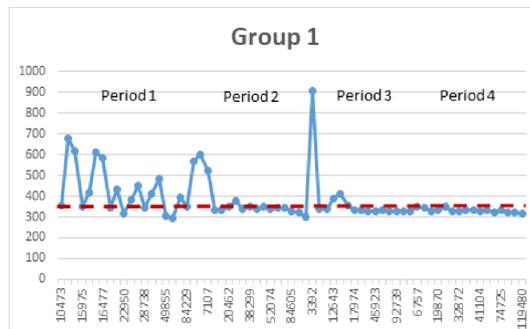


図7 実験3の結果

3.4 実験 4 の結果

実験 4 が、実験 1、実験 2、実験 3 と大きく違う特徴は、供給曲線が完全に弾力的であることである。つまり、売り手の留保価格が一致しているの、買い手によって提示された価格に対する売り手の反応が、あまり違いはないはずである。供給曲線が完全に弾力的であるということは、ワルラス仮説によると、均衡価格よりも少しでも高い価格が提案された場合、売り手が全員売る意思を表明するので、大きな超過供給が発生する。そのため、価格はすぐに均衡価格にまで下がり、収束に時間がかからないかもしれない。また、理論上、生産者余剰はゼロで、消費者がすべての余剰を獲得するような市場である。この実験に対応する Smith (1962) の test 4 では、均衡価格への速い収束は観察されず、均衡価格よりも若干高い価格で安定的に推移することを観察した。このことは、同じ費用を持つ売り手が相談せず、暗黙に一致して、均衡より高い価格を維持したようなバイアスが生じた可能性がある。本研究の実験結果では、そのようなバイアスは Group 1 の結果にはほとんど観察されないが、Group 2 の結果に若干その傾向がみられる。

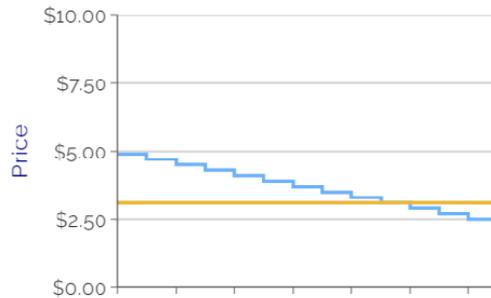


図 8 実験 4 の需要曲線と供給曲線

買い手の留保価格 (DD) と売り手の留保価格 (SS)													
DD	4.90	4.70	4.50	4.30	4.10	3.90	3.70	3.50	3.30	3.10	2.90	2.70	2.50
SS	3.10	3.10	3.10	3.10	3.10	3.10	3.10	3.10	3.10	3.10	3.10	3.10	3.10

表 5 実験 4 の買い手と売り手の留保価格

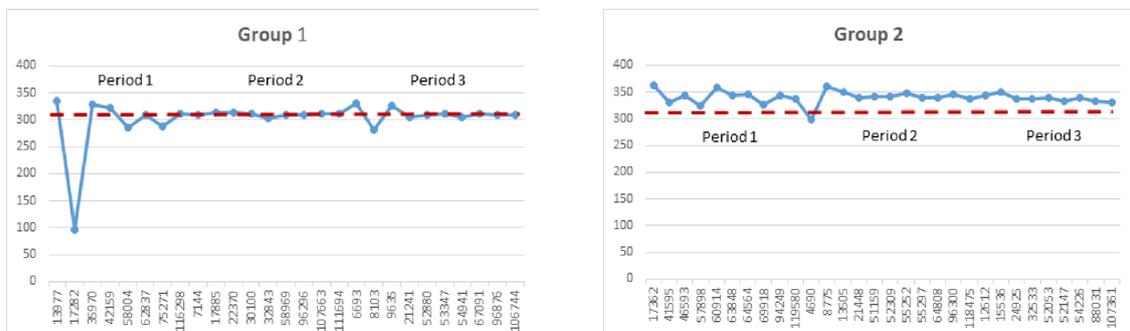


図 9 実験 4 の結果

3.5 実験5の結果

実験5は、実験4とは逆に需要曲線がほぼ水平である。つまり理論上達成される余剰の配分が、生産者余剰の方が消費者余剰よりも大きい。取引価格が均衡価格よりも低くても正の利潤を得られる生産者が多いため、Group 1とGroup 2共に1期の価格は、均衡価格よりも低い価格からスタートしている。しかし、2期目には均衡価格への収束が見られる。Group 2の3期目に均衡価格の周りに大きい変動が見られるが、Group 1については、ほぼ均衡価格に収束している。

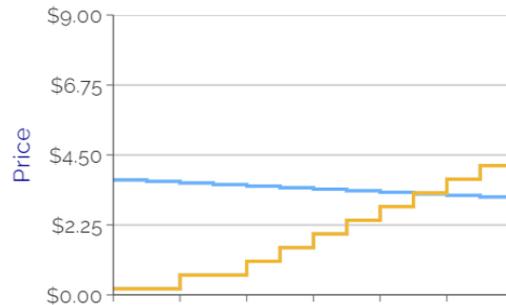


図10 実験5の需要曲線と供給曲線

買い手の留保価格 (DD) と売り手の留保価格 (SS)												
DD	3.70	3.65	3.60	3.55	3.50	3.45	3.40	3.35	3.30	3.25	3.20	3.15
SS	0.20	0.20	0.64	0.64	1.08	1.52	1.96	2.40	2.84	3.28	3.72	4.16

表6 実験1の買い手と売り手の留保価格

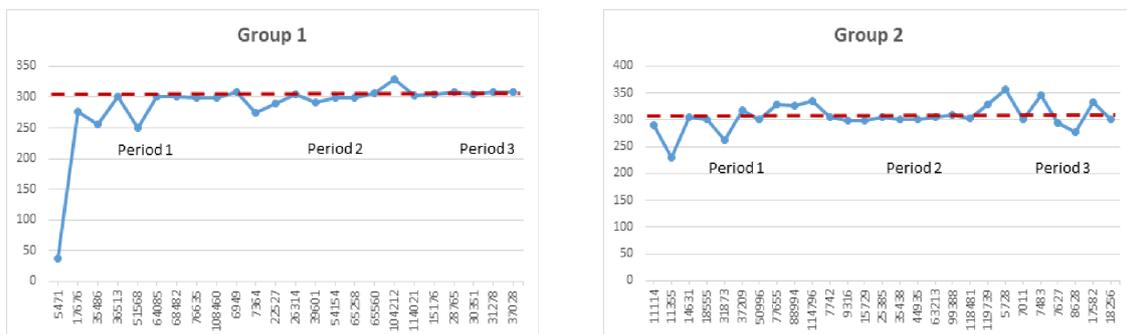


図11 実験5の結果

4 効率性, 収束係数, 余剰

本節では, Smith (1962) での分析方法に従って, それぞれの実験で観察された競争均衡価格への収束傾向や達成された効率性を詳しく評価する. 均衡価格への収束傾向については, 以下の (1) 式の収束係数 α を調べる.

$$\alpha_i = 100 \times \frac{\sigma_i}{p^*} \quad (1)$$

α_i は, 第 i 期の取引価格がどの程度均衡価格に近かったかを表し, 取引価格が均衡価格に近いほど小さくなる (すべての取引価格が均衡価格と等しければゼロになる). σ_i は, 取引価格が均衡価格からどれだけ乖離しているかを表す標準偏差である (取引価格の平均と比較した標準偏差ではない). p^* は均衡価格である. 表 7 は, それぞれの実験で達成された効率性, 収束係数, 効率性を計算するための余剰の一覧である.

実験 1 の効率性は, 他の実験と比較して低く, 第 1 期はマイナスになっている. また, 実現された消費者余剰と実現された生産者余剰にもマイナスの値がある. これは, 買い手の中で, 自分に与えられた留保価格 (最大支払希望価格) を超える価格で取引をした被験者がいたことと, 売り手の中で, 自分に与えられた留保価格 (取引が成立したときに発生する仕入れ費用) よりも低い価格で取引を成立させて被験者がいたことに起因する. また, 十分に高い留保価格を持っているにも関わらず, なかなか取引を行おうとしない買い手もいた. 実際に実験報酬を与えていないため, 正の利潤を得ようとするインセンティブの欠如と, 最初の実験であったので, 利得の計算の仕方にまだ慣れていなかったことが理由であると考えられる. 3.1 節で述べたように, 均衡価格と取引価格の違いは小さく, 均衡価格へ収束したかのように見えるが, 収束係数は, 他の実験に比べて高めである. おそらく, 実験 1 では, 一部の被験者は正の利潤が得られるかどうかを気にせず, 平均的な相場価格で取引が成立するかどうかを試していると考えられる. 高い利潤を得ることよりも, とにかく取引を成立させようとしたために, 理論上は取引ができない留保価格を持っていた被験者が取引を行った. そのために, 取引量が均衡取引量よりも多かった. 実験 2, 実験 3, 実験 4 については, 効率性は上昇し, 実験 4 の第 3 期については 100 % を達成している. 収束係数も, それぞれの実験の最終期には, かなりゼロに近づいている. 実験 5 の効率性が低いのは, 講義時間が終わりに近づき, 学生たちの実験への集中力が落ちてきていたからだと考えられる.

実験	期	効率性		収束係数 α		最適総余剰	実現した消費者余剰		実現した生産者余剰	
		G1	G2	G1	G2		G1	G2	G1	G2
1	1	-0.17	0.20	2.36	0.74	7.50	-1.25	1.50	-0.04	0.02
	2	0.57	0.50	0.42	0.81	7.50	3.84	3.55	0.41	0.20
	3	0.57	0.40	1.55	0.44	7.50	0.32	-2.71	3.93	5.71
	4	0.30	0.40	1.29	0.28	7.50	3.53	-0.71	-1.28	3.71
	5	0.37	0.13	1.34	0.23	7.50	-0.99	-2.70	3.74	3.70
2	1	0.87	n.a.	0.52	n.a.	19.65	11.73	n.a.	5.29	n.a.
	2	0.90	n.a.	0.46	n.a.	19.65	13.00	n.a.	4.64	n.a.
	3	0.90	n.a.	0.40	n.a.	19.65	12.60	n.a.	5.15	n.a.
3	1	0.92	n.a.	1.61	n.a.	74.00	31.06	n.a.	36.78	n.a.
	2	0.93	n.a.	1.04	n.a.	74.00	44.19	n.a.	24.84	n.a.
	3	0.92	n.a.	1.57	n.a.	74.00	41.23	n.a.	26.81	n.a.
	4	0.90	n.a.	0.32	n.a.	74.00	48.15	n.a.	18.30	n.a.
4	1	0.60	0.78	0.70	0.34	9.00	7.41	3.85	-2.01	3.15
	2	0.91	0.89	0.03	0.36	9.00	8.18	4.67	0.02	3.33
	3	1.00	0.73	0.13	0.28	9.00	8.97	4.06	0.03	2.54
5	1	0.84	1.00	0.92	0.33	20.02	7.76	4.73	9.07	15.21
	2	0.81	0.97	0.15	0.09	20.02	4.03	3.61	12.23	15.78
	3	0.43	0.57	0.02	0.25	20.02	1.76	1.78	6.86	9.67

表7 効率性, 収束係数 α , 余剰

5 結語

本研究は、Smith (1962) のダブル・オークション実験の結果の再現性を検証した。実験デザインが完全に同じとは言えないが、競争均衡への収束が観察された。実験経済学的手法として、被験者に実験でのパフォーマンスに応じた報酬を支払うことは今日では当たり前のことになっているが、講義内で行う教育目的の実験では、このような報酬の支払いを行うことは難しい。しかし、本研究の内容が示すように、報酬の支払いがなくとも、最終的には均衡価格への収束が観察された。学生たちは、講義内で競争均衡価格の価格形成を体験することができ、競争均衡理論が現実の説明力を持つことを理解したと思う。ただ、学生たちに、実験を通して、経済学をどの程度よく学んだかについてのアンケートは行っていない。経済実験は教育的効果が高いと言われているが、この点について検証することは今後の課題である。

参考文献

- [1] E. Chamberlin, “An Experimental Imperfect Market,” *Journal of Political Economy*, 1948, 56, pp. 95-108.
- [2] V. Smith, “An Experimental Study of Competitive Market Behavior,” *Journal of Political Economy*, 1962, 70, pp. 111-137.