

# 被験者実験を用いた複占仲介業者の 価格競争に関する研究

井 寄 幸 平

(受付 2006 年 10 月 11 日)

## 1. は じ め に

本稿ではマーケットマイクロストラクチャー理論 [7, 8] に基づいて複占仲介業者をモデル化し、価格戦略における競争と協調について分析する。

企業が独占状態にある場合、その企業は自らの利益を独占するように価格を設定することができるが、複数の企業が存在する場合には価格を下げるなどして競争相手に対抗することが予想される。実際に、家電量販店や外食産業での価格競争は従来の価格からは考えられないほどの安値に達することも多い。一方、同様の機能を持つ製品が異なるメーカーの製品であってもほとんど同じ価格で販売されていることもある。このような価格競争や価格協定を企業の立場から分析するには、まず企業が価格決定者である必要がある。従来の新古典派経済学では、価格は需要と供給の一致によって決定されるもの、としており企業に価格設定の能力はない。そこで、マーケットマイクロストラクチャー理論において企業が売り手と買い手の仲介業者として取り扱われており、価格設定者であることに着目する。本稿ではまずマーケットマイクロストラクチャー理論に基づいて企業を価格設定者としてモデル化し、2社の企業がベルトラン競争を行う場合の均衡状態について述べる。次に理論が想定する状況の被験者実験を行い、実際に人間がどのような意思決定を行うのかを分析する。

## 2. 複占仲介業者の価格競争モデル

マーケットマイクロストラクチャー理論は、市場システム内の取引制度や規制の枠内でミクロな主体が行う合理的行動の積み重ねとしての価格の決定や市場均衡を扱う理論であり、主に金融の分野で発展してきた [9]。近年では製品市場への応用も進んでおり、本研究では Spullber [8] による製品市場の理論に基づいて市場のモデル化を行う。従来の新古典派理論では、価格は需要と供給の一致した点において決定され（ワルラス均衡）、需給を一致させる作業を無償で行う存在（オークションヤ）の存在が市場の外部に仮定されている。しかし、現実の製品市場において無償で需給の一致という非常に困難な作業をおこなう存在が、しか

も市場の外にいるとは考えにくい。製品市場のマーケットマイクロストラクチャー理論では企業を売り手と買い手の間の仲介業者として市場に内在化し、利益の最大化という企業の行動原理を明確化した上で価格形成のメカニズムを説明している。本稿ではこの理論に従って企業を売り手と買い手の間の仲介業者かつ価格設定者であるとし、複数の企業がベルトラン競争をおこなっている市場をモデル化する。

ベルトラン競争は複数の企業の価格競争をモデル化したものであり、もっとも基本的なモデル化は **winner-take-all** と **equall-sharing** である。すなわち、複数の企業のうちで価格競争にうち勝った者がすべての売り上げを独占するという仮定と、もし複数の企業が同じ価格を設定した場合にはその価格での配分量を等しく分け合うという仮定に基づいたものである。

以下に本研究で用いる複占市場のモデルとその均衡解析について述べる。

まず、市場に同質の製品を扱う 2 社の企業が存在するとする。企業はそれぞれ売り手（サプライヤ）から製品を仕入れ、買い手（消費者）に販売することで利益を得る。ここで製品の仕入れ、販売には上述の **winner-take-all** と **equall-sharing** の仮定が適用される。取引の流れは以下になる。

1. 企業がサプライヤに同時に仕入れ価格を提示する。高値をつけた企業がその価格での仕入れ量を独占することができる。また、両者が同じ価格を提示した場合にはその価格での仕入れ量を 2 等分して双方が仕入れることができる。
2. 製品を仕入れることのできた企業が消費者に販売価格を提示する。もし 2 社が仕入れに成功していれば消費者に対し同時に販売価格を提示する。このとき、安値をつけた企業が優先的に販売を行う。ただし、高値をつけた企業も残差需要によって利益を得る可能性がある。

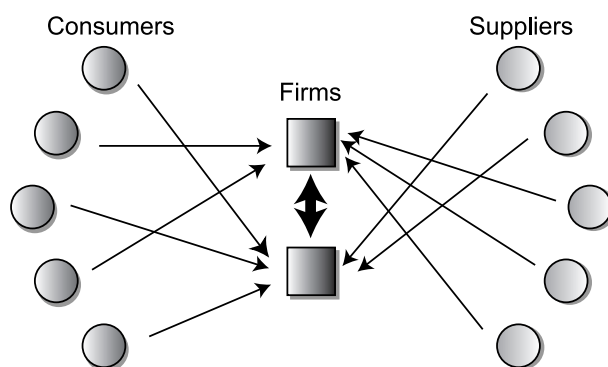


図1 市場モデル

以上のモデルにおける市場均衡（ベルトラン均衡）の解析を行う。まず企業をそれぞれ企業 1、企業 2 とし、それぞれの仕入れ価格を  $w_1$ ,  $w_2$ , 販売価格を  $p_1$ ,  $p_2$  とする。価格  $w$  で

のサプライヤの供給量を  $S(w)$ 、価格  $p$  での消費者の需要量を  $D(p)$  とする。同質財の製品市場では両企業は対称であるため、以下では企業 1 についてのみ考える。第 1 段階での企業 1 の仕入れ量  $x_1$  は以下のようになる。

$$x_1 = \begin{cases} D(w_1) & (\text{if } w_1 > w_2) \\ D(w_1)/2 & (\text{if } w_1 = w_2) \\ 0 & (\text{if } w_1 < w_2) \end{cases} \quad (1)$$

もし企業 1 が仕入れを独占した場合には、その仕入れ量でもっとも利益の高い販売価格で販売することができる。また、仕入れができなかった場合には販売を行うことはできない。両企業が対称であることを考慮すると、均衡点では両企業の提示する仕入れ価格は同じになるため、以下では両企業が同じ仕入れ価格を提示する場合のみを考えればよい。

第 2 段階では企業は仕入れた製品を消費者に販売する。企業 1 の販売量  $q_1$  は以下のようになる。

$$q_1 = \begin{cases} \min\{x_1, D(p_1)\} & (\text{if } p_1 < p_2) \\ \min\{x_1, D(p_1)/2\} & (\text{if } p_1 = p_2) \\ \min\{x_1, RD(p_1, p_2, x_1)\} & (\text{if } p_1 > p_2) \end{cases} \quad (2)$$

ここで  $RD(p_1, p_2, x_1)$  は残差需要である。残差需要とは安値をつけた企業が販売できるだけ販売した後に、高値をつけた企業が売ることのできる需要量を表しており、 $RD(p_1, p_2, x_1)$  は  $p_1, p_2$  に関して連続であり  $p_1$  についての単調減少関数であるとする。よって、以下の式が得られる。

$$\lim_{p_1 \rightarrow p_2} RD(p_1, p_2, x_1) = \max\{D(p_2) - x_2, 0\} \quad (3)$$

つまり、高値をつけた企業の得る残差需要はその価格が本来得る市場での需要の半分以下にしかない。

$$RD(p_1, p_2, x_1) \leq D(p_1)/2 \quad (4)$$

次に価格の均衡点について考える。仮に第 1 段階でどちらかの企業がすべての仕入れを独占する場合を考えると、仕入れを独占した企業の利益  $\pi^*$  は

$$\pi^*(w) = R^*(S(w)) - wS(w) \quad (5)$$

となる。ここで  $R^*(x)$  は企業が得る利益を最大化するよう定義されたものであり

$$R^*(x) = \max\{pD(p) \mid D(p) \leq x\} \quad (6)$$

と表される。

ここで  $w^0$  を  $\pi^*(w^0) = 0$  となる価格 (zero-monopoly-rent bid) とするといずれの企業も  $w^0$  以上の買値をつけると利益が負となるために、 $w^0$  以上の買値を提示することはない。しかし、仕入れを独占するために買値を  $w^0$  までの間で相手よりも高くつけようとする意思は持っていることになる。

次に  $p^R$  を売り上げが最大となる売値とすると、

$$p^R D'(p^R) + D(p^R) = 0 \quad (7)$$

を解くことによって得られる。

まず、売り上げが最大となる価格がワルラス価格より大きい場合 ( $p^R > p^W$ ) の場合を考える。

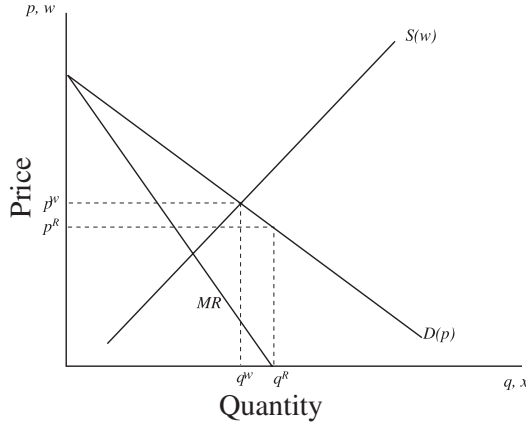


図2  $p^R > p^W$  の場合

このとき、均衡点は存在しない。仮に買値・売値ともにワルラス価格であるとするとその時の利益は

$$\pi = p^W D(p^W) - p^W S(p^W) = 0 \quad (8)$$

となるが、売り上げは売値  $p^R$  で最大となるため  $p^R D(p^R) > p^W S(p^W)$  となり、売値  $p^R$ 、買値  $p^W$  での利益は正となる。

$$\pi = p^R D(p^R) - p^W S(p^W) > 0 \quad (9)$$

供給関数が単調増加であることより、zero-monopoly-rent bid  $w_0$  はワルラス価格より大きくなる ( $w_0 > p^W$ )。よって、仕入れ過多による売れ残りが発生しても売値  $p^R$  をつけることで正の利益を得ることができる。各企業は買値において  $w_0$  まで価格を上昇させる誘因を持ち、売値においては  $p^R$  で正の利益となるが、市場を独占するために相手より低い価格をつけよ

うとする誘因を持つ。よって、この場合の均衡点は存在しない。

次に、売り上げが最大となる価格がワルラス価格以下の場合 ( $p^R \leq p^W$ ) を考える。

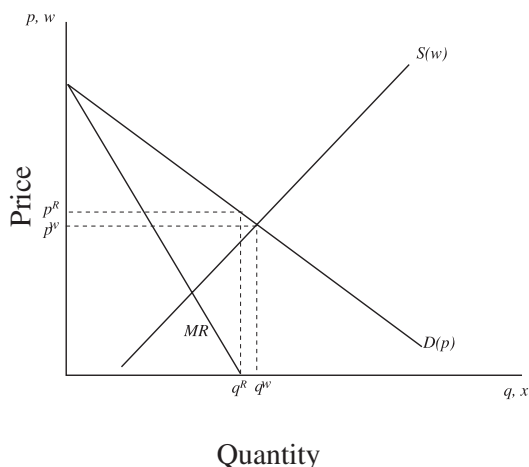


図3  $p^R \leq p^W$  の場合

この場合、仕入れ・販売ともにワルラス価格  $p^W$  が唯一の均衡価格となる。 $p^R < p^W$  のとき、 $w > p^W$  ならば供給関数が単調増加であることから利益は負となる。また、 $w < p^W$  ならば超過需要となり仕入れた量  $S(w)$  しか売れない（つまり売れ残りが発生し、結果的に損失となる）。このことから仕入れ値は必然的に  $p^W$  まで上昇もしくは下降する。このとき、売値  $p$  が  $p < p^W$  となると利益が負となるため  $p^W$  まで下降して停止する。よって、このときの利益は  $\pi = 0$  となり  $w^0 = p^W$  となる。そこで、第1段階（仕入れ）での両企業の買値を  $w^0$  とすると第2段階で唯一のサブゲームナッシュ均衡が得られる。このときの供給量は  $x = S(w)/2$  であり、ワルラス価格より低い価格では  $S(p^W)/2 < D(p)/2$  であるから売値をワルラス価格より低くしても追加利益はない。また、残差需要の定義からワルラス価格より大きい価格では収入が減少する。よって、売値をワルラス価格より引き上げても追加利益はない。以上のことから、第2段階での均衡価格はワルラス価格  $p^W$  となる。

### 3. 被験者実験

#### 3.1 被験者実験のモデル

被験者実験では各被験者が仲介業者として売り手から製品を仕入れ、買い手に販売する。また、仕入れ・販売は1人ではなく2人での対戦とする。被験者実験を行うにあたって、需要関数・供給関数を図4のように設定した。

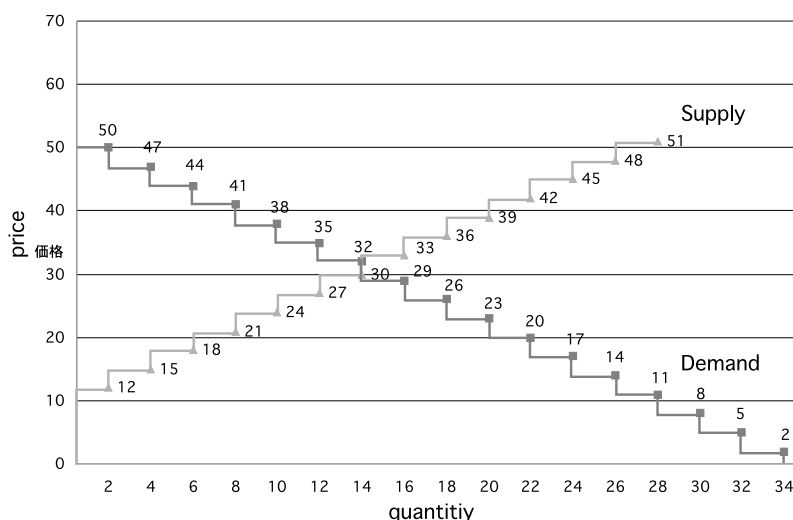


図4 被験者実験での需要・供給曲線

被験者実験では設定できる価格を1から50までの整数とする。2人の提示価格が同じだった場合のことを考え、仕入れ・販売数量が全て整数となるように図4に示す階段状の需要・供給関数を設定した。また、残差需要  $RD(p_1, p_2, x_1)$  には Uniform Rationing (式(10))を用いる。

$$RD(p_1, p_2, x) = \max(D(p_1 - x), 0) \quad (10)$$

このとき、ベルトラン均衡は仕入れ・販売価格が30から32の間となり<sup>1)</sup>、独占価格（企業が独占状態である場合にもっとも利益の高くなる価格）は仕入れ価格  $w = 21$ 、販売価格  $p = 41$  である。被験者実験の手順は以下のようになる。

1. 各被験者が仕入れ価格を提示する。
2. 各被験者の仕入れ価格に基づいて仕入れ量が決定される。
3. 仕入れに成功した被験者は販売価格を提示する。
4. 仕入れ価格に基づいて販売量と利益が決定される。

以上の手順を繰り返し行う。

### 3.2 被験者実験の概要

前節で述べたモデルを用いて被験者実験を行った。実験は2日間行われ、大学生（交換留学生を含む）から募集された48名（1日目22名、2日目26名）が実験に参加した。実験室

1) ステップ型の需要・供給関数を使用しているためベルトラン均衡は完全なワルラス価格には一致せず、需要・供給曲線の交点付近となる。



図5 経済実験室

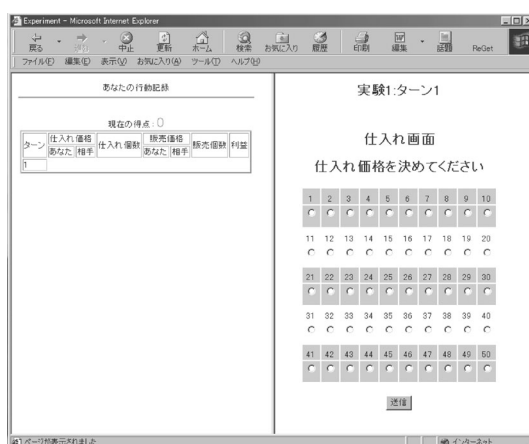


図6 実験画面

(図6)は25台の専用機<sup>2)</sup>(他の被験者と隔離するための仕切り板付き)それぞれに計算機が1台ずつ設置されており、被験者は計算機を用いて実験に参加した。参加者募集はホームページと掲示によりおこなわれ、いずれも実験結果に比例する金銭が報酬として支払われることが明記された。実験は1日に2種類行われた。各日の1回目の実験では、被験者に需要・供給関数は知らされない。2回目の実験は1回目の実験と同じ需要・供給関数を用い、その内容がグラフと表により被験者に明示された。いずれの実験も、被験者は実験が何回続くかは一切知らされない。第1日目の1回目の実験をMB1-1、2回目の実験をMB1-2、第2日目の1回目の実験をMB2-1、第2日目の2回目の実験をMB2-2とする。各被験者は計算機の画面に表示される実験画面を通してゲームをおこなう。

2) 被験者が26名の場合は簡易機の追加で対応した。簡易機も他の専用機と同様、仕切り板と計算機を備えている。

- メイン画面：画面右のフレーム。仕入れ価格および販売価格の決定をおこなう。また、ゲームの結果（仕入れ量、販売量、利益）が表示される。
  - 履歴画面：画面左のフレーム。過去のラウンドにおける自分と相手の仕入れ価格、自分の仕入れ量、自分と相手の販売価格、自分の販売量、自分の利益が表示される。
- すべての実験が終了すると、被験者はゲームでの総得点に応じた報酬を支払われる。報酬の計算式は $0.4 \times (\text{総得点}) + 2000$ （円）とし、実験前に被験者に明示された。

### 3.3 被験者実験の結果

被験者実験の結果を以下に示す。表 1 より、明らかに 2 回目の実験（需要・供給関数を被験者に開示しておこなった実験）の方が得点が高くなっている。これは 1 回目の実験の初期に需要・供給関数を知らないために大きな損失を出してしまうことが主な原因と思われる。また、1 回目の実験での経験からある程度相手の行動を予測できることも得点が高くなった一因と考えられる。

表 1 被験者実験結果の概要

—	MB1-1	MB1-2	MB2-1	MB2-2
rounds	103	107	102	109
number of subjects	22	22	26	26
max points	3961	7636	1982	8904
min points	-10203	516	-2761	923
average points	-126.8	3372.0	261.7	3887.9

次に仕入れ価格・販売価格については以下のような特徴が観察された。

- 価格がある値に収束する場合と変動し続ける場合がある。
- 最終的な価格はベルトラン均衡付近，すなわち価格32-34付近で推移することがほとんどであるが，一部の被験者は独占価格での協調を行う。

ここで価格がベルトラン均衡付近に収束する場合を BF，ベルトラン均衡付近で変動する

表 2 実験結果の分類

—	MB1-1	MB1-2	MB2-1	MB2-2
BF	5	1	5	6
BC	3	9	4	6
MF	0	1	0	2
MC	1	0	0	0
other	2	0	4	0



場合を BC，独占価格付近で収束する場合，変動する場合をそれぞれ MF，MC とすると，実験結果は表 2 のように分類できる。表中の数字はそれぞれの場合に分類されたペア数を示す。

“other” に分類されているものの中には(1)価格の変動幅が大きい，(2)ベルトラン均衡よりも仕入れ－販売価格の幅がやや大きい，ものの 2 種類がある。以下にそれぞれの場合の例を示す。グラフの縦軸は価格，横軸はラウンド数を示す。また，図の左側は仕入れ価格 (bid price)，右側は販売価格 (ask price) の推移である。

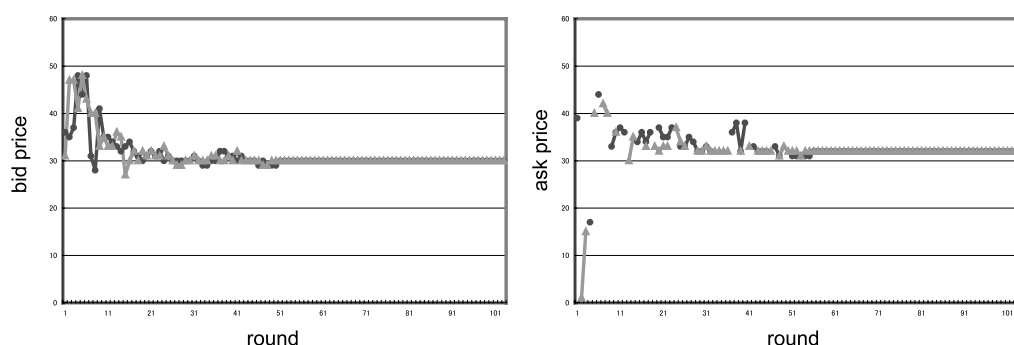


図 7 実験結果例：BF

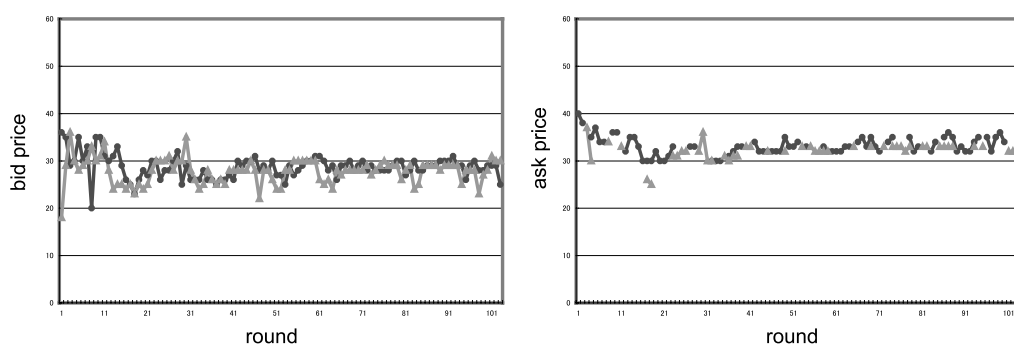


図 8 実験結果例：BC

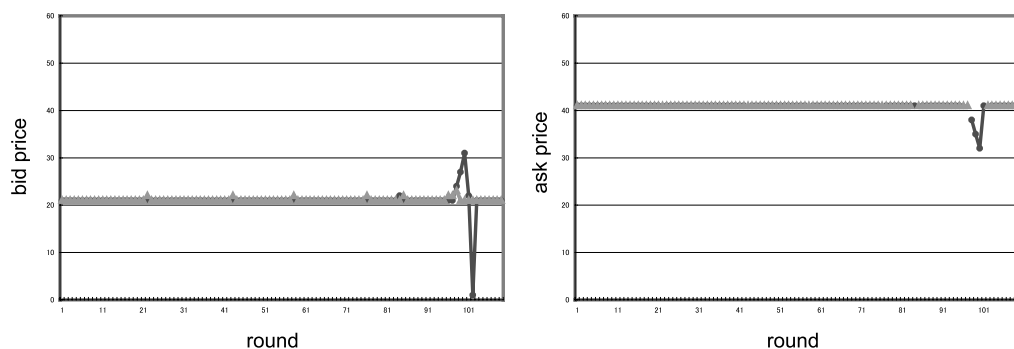


図 9 実験結果例：MF

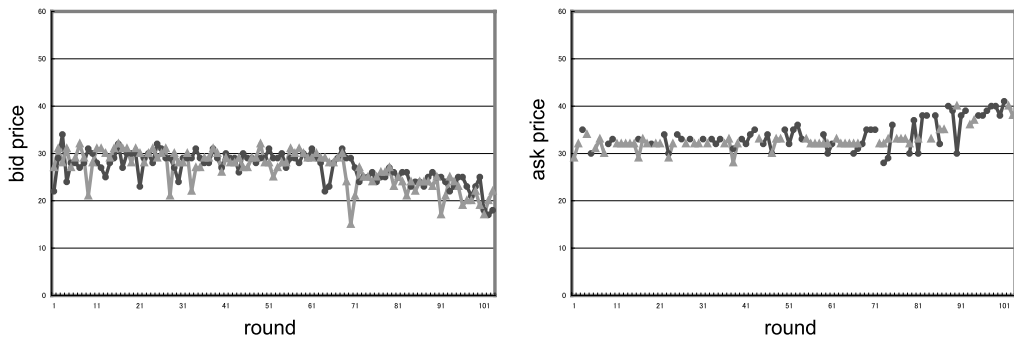


図10 実験結果例：MC

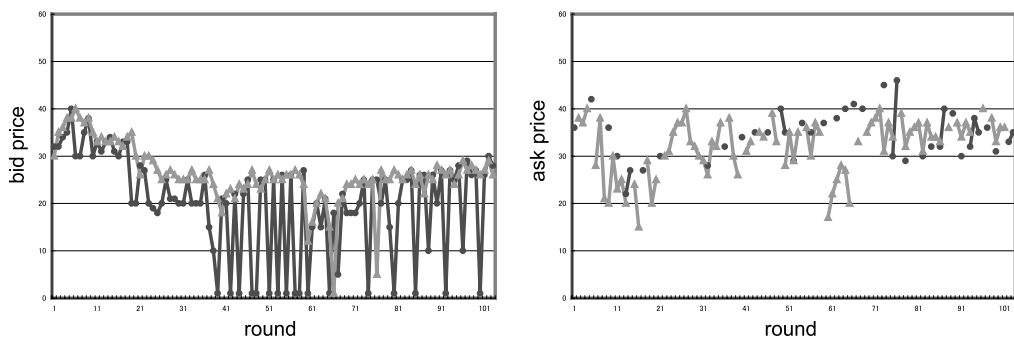


図11 実験結果例：その他 (1)

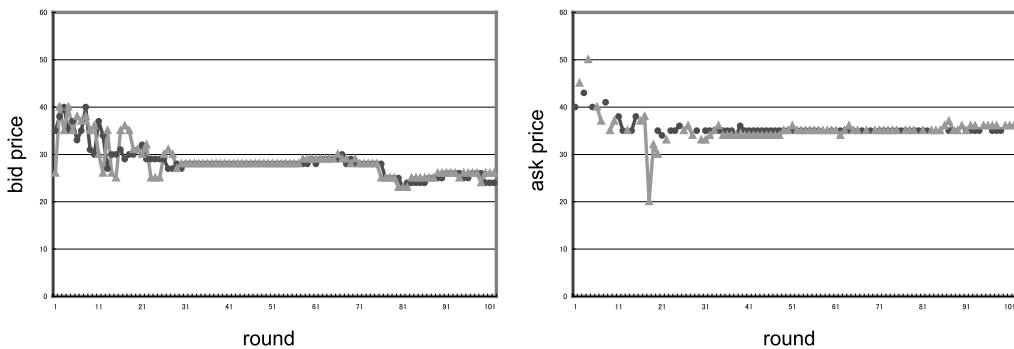


図12 実験結果例：その他 (2)

実験結果より、ほとんどの場合（約81％）でペルトラン均衡付近の価格をとることが分かる。しかし一部ではあるが独占価格で相手と協調し、高い得点を得ているペアがある（MB1-1, MB1-2 で各1ペア, MB2-2 で2ペア）。特に2回目の実験（MB1-2, MB2-2）では比較的長期間にわたって独占価格での協調が続いており、需要・供給関数を開示することで互いに最も利益の高い点を正確に把握し、なおかつ相手を裏切らない（わずかに高い仕入値の提示やわずかに低い売値の提示）ことによってその関係を維持している。需要・供給関数が被験

者にとって未知である1回目の実験では初期段階で大きな損失を被ることも多く、ある程度利益の出る点を発見した場合にそれ以上の探索を行わないペアがいくつか見られた。ベルトラン均衡より若干利益は出るものの、最も利益の高い独占価格（付近）まで探索を続けたのはMB1-1の1ペアだけであり、独占価格に到達したのも100ラウンド近く経過してからであった。小川〔6〕による独占市場の実験では、需要・供給関数が未知であっても多くの被験者が独占価格を発見することが示されており、対戦相手がいることで価格探索が複雑になるものと思われる。

#### 4. 考 察

被験者実験により、仕入れ価格・販売価格ともある特定の値に収束する場合と変動し続ける場合があることが分かった。価格の変動は需要・供給関数が未知の場合の探索行動と、価格競争に勝って市場を独占しようとする行動の2種類によるものと思われる。一方、特定の価格への収束は競争の結果（すなわちこれ以上価格を変化させると利益を得ることができなくなる）として発生する場合と、高い利益を得る点を把握した上で両者がその利益を等分することを目的とした協調行動とがあると思われる。

また、ほとんどのペアが理論均衡であるベルトラン均衡（ワルラス価格）に収束するか、もしくはその付近で価格を変動させることが分かった。需要・供給関数が被験者に開示した2回目の実験でもベルトラン均衡に向かうペアの割合は減少せず、むしろ増加している。これは相手より高い仕入値、もしくは低い売値をつけることによって市場の独占が可能であるため、需要・供給関数が開示されても市場独占の誘因により競争状態が起こるためである。その結果として利益が相対的に減少するとしても、価格競争に敗れば一切利益が得られないこともあるために競争状態に甘んじるしかない、という悪循環に陥っている。現実社会において家電量販店や外食産業での価格競争に見られるように、利益を削ってでも価格を下げないと顧客がつかめないという状態が被験者実験により再現されたと言える。

ただし一部のペアはより高い利益を求めて探索を行ったり、高い利益を得る価格で相手と協調して（すなわち相手と同じ価格をつけることによって利益を等分して）ベルトラン均衡よりもかなり高い利益を得ている。1回目の実験では需要・供給関数が示されていないために各被験者はそれぞれ利益が出るような価格を探索している。その結果1つのペアは独占価格付近に到達し、最終的には高い利益を得ることができている。他のペアも独占価格には到達しなかったがベルトラン均衡で得られる利益より高い利益が出る点まで価格を変化させている。2回目の実験では需要・供給関数が示されているので、利益が最大となる点は既知である。この場合に重要となるのは「独占価格で相手と協調する」ことにあると言える。もし

一方が市場の独占を狙って仕入れ値を上げるようなことがあると、他方もそれに対抗して価格競争が始まり、最終的にはベルトラン均衡へと向かう。しかし互いに同じ価格をつけることによって利益を等分しておけば価格競争は回避され、長期にわたって利益を得ることができる。この状態は実社会で考えると暗黙の価格協定が成立していると捉えることができる。被験者実験の結果から、このような価格協定が発生するには(1)互いが市場を熟知していること、(2)どちらも自分から裏切らない（価格を変化させない）ことが必要であると言える。特に(2)に関しては別の角度からも考察が可能である。今回の実験は実験回数が被験者に知らされていないため、無限回繰り返しゲームの構造でもとらえられる。Axelrod [1, 2] の計算機実験トーナメントが示すように、ともに独占価格で利益を等分している状態では TFT 戦略（第1手目で協調を選択し、以降は相手の手を真似る）やトリガー戦略（相手が裏切らない限り協調を続けるが、相手が一度でも裏切った場合にはそれ以降常に裏切りを返す）がナッシュ均衡として成立する可能性がある。被験者が互いに長期間の関係を予想していたならば、裏切りによって利益を得る誘因はない。よって協調が持続したのだと考えられる。また、今回の実験では他の被験者（現実社会では企業）の参入がない閉じた市場を対象としている。もし市場に新たな被験者（企業）が参入し、価格が変化したとすると競争が開始され、最終的には理論が示す均衡価格へと推移していくことが考えられる。

## 5. お わ り に

本稿ではマーケットマイクロストラクチャー理論に基づいて複占企業をモデル化し、被験者実験を用いて価格戦略における競争と協調について分析した。実験の結果、被験者が提示する仕入れ価格および販売価格は以下のような特徴を持つことが分かった。

- 特定の値に収束する場合と変動し続ける場合がある。
- ベルトラン均衡（ワルラス価格）付近で推移することがほとんどであるが、独占価格での協調を行うペアも存在する。

これらの結果は被験者の競争もしくは協調の結果として発生する。現実社会において見られる価格競争や価格協定の構造を被験者実験は再現しており、今後実社会での企業行動や戦略を分析する手法として応用できると考えている。

## 参 考 文 献

- [1] Axelrod, R.: *The evolution of cooperation*, Basic Books, New York, 1984.
- [2] Axelrod, R.: *The complexity of cooperation*, Princeton University press, New York, 1987.
- [3] Davis, D. D. and Holt, C. H.: *Experimental Economics*, Princeton University Press, 1993.

- [4] Hagel, J. H. and Roth, A. E.: *The Handbook of Experimental Economics*, Princeton University Press, 2002.
- [5] Miller, R. M.: *Paving Wallstreet: Experimental Economics and the Perfect Market*, John Wiley & Sons, Inc., 2002.
- [6] Ogawa, K., Koyama, Y. and Oda, S. H.: An Experimental Approach to Market Microstructure -Search and Market Efficiency, The Proceedings of The 6th International Conference of COMPLEX SYSTEM 2002, pp124–134, 2002.
- [7] O'hara, M.: *Market Microstructure Theory*, Cambridge University Press, 1995.
- [8] Spullber, D. F.: *Market Microstructure: intermediaries and the theory of the firm*, Cambridge University Press, 1999.
- [9] 大村敬一, 宇野 淳, 川北英隆, 俊野雅司, 「株式市場のマーケットマイクロストラクチャー：株価形成メカニズムの経済分析」, 日本経済新聞社, 1998.
- [10] 酒井泰弘, 「寡占と情報の理論」, 東洋経済新報社, 1990.
- [11] ロバート・アクセルロッド著, 松田裕之訳, 「つきあい方の科学」, HBJ 出版局, 1984.