

ゲーム理論を用いた経済実験から 学生が学ぶことと学ばないこと

灰谷綾平*

小田宗兵衛†

概要

本稿は、ゲーム理論を用いた経済実験による経済学教育の効果と限界を論じる。我々は2005年から学部
の講義に経済実験を導入しミクロ経済学を教える試み実施してきた。その結果、我々は学生たちが実験から
学ぶことは、必ずしも教員が学生たちに期待することではないという事を発見した。しかし質問紙調査か
ら、実験に参加した学生が経済学の知識を深めていることは、明らかであり実験に参加することでしか得ら
れない知見を深めることも明らかとなった。2007年度後半、および2008年度から我々はゲーム理論を用
いた複占企業実験を学部教育として実施する一方で、実験室で貨幣インセンティブをもちいて同様の実験
を実施した。教室実験と実験室実験の結果から学生の実験内での行動とその原因はインセンティブが大き
く関わっていることが明らかとなった。本稿はその結果とまとめである。本稿はその結果とまとめである。

1 はじめに

経済実験は、いまや経済研究の有力な方法の一つとして認められているが、経済学教育との関わりも深い。
じっさいSmith (1962)の市場実験は、もともと学部教育のために開発されたものであった。その後多くの
教育用実験が開発され、いまでは実験による経済学による教科書や教育用実験のサイトも存在する。しかし教
育実験への参加は、学生たちの満足(面白かった)と主観的な習得感(勉強になった)を高めるが経済学の客
観的理解を必ずしも高めない。そこで著者たちは、京都産業大学経済学部のミクロ経済学の講義のなかで組織
的に市場実験を行うとともに、学生たちの意識と理解を確かめるための質問紙調査と試験を行った。本稿はそ
のまとめであり、実験による経済教育の効果と限界を明らかにする。^{*1}

本稿の構成は以下の通りである。

第2節は、著者たちが行った市場実験の概要と結果を述べる。実験はいずれも市場実験であり、経済学部2
年生を主体とする学生たちに、屋外での多人数のオーラル・ピット・マーケットと経済実験室の情報環境を利
用するダブル・オークションを、設定を少しずつ複雑にしながら行った。実験結果は既存の市場実験の結果と
一致し、学生たちが通常期待される程度に実験を理解して真面目に取りくんだことが確認された。

第3節は、市場実験のまとめと問題点の提起である。学生たちの実験での得点と実験についての試験の得点
を比較することによっても、学生たちの実験中の思考と実験についての理解の不一致は確認された。どの実験
においても、実験の得点と試験の得点に有意な相関は見られなかった原因を考察し、2005年度から2007年の

* 京都産業大学大学院経済学研究科博士後期課程2年

† 京都産業大学経済学部教授

^{*1} Bergstro and Miller (2000) は、実験によって初級経済学を学ぶためのよい教科書である。さらに多くの教育用実験が、Charles Holt's Classroom Games Papers <<http://www.people.virginia.edu/%7Ecah2k/papers.html>> と Economic Science Lab <<http://www.econlab.arizona.edu/>> で提供されている。

学部教育の中で経済実験を使って講義をすることで、我々が得た知見をまとめている。

第4節は、2007年度、学部の授業内で実施したゲーム理論を用いた複占企業実験の説明と実験結果をまとめている。

第5節は、上記の実験の総括である。

第6節は、2007年度に実施した実験室内で行われた複占企業実験の説明と実験結果のまとめである。

第7節は、2007年度実施した複占企業実験の教室実験と実験室実験の結果を比較・考察し、問題点と今後の展望を論じる。

2 実験で経済学を教えられるか？（市場実験による検証）

2005年度から2007年度春学期にかけて、市場実験による経済学教育の効果を調べた。具体的には、小田が京都産業大学経済学部で担当する2年生担当の『ミクロ経済学A』で、市場実験（屋外での100余名のオーラル・ピット・マーケットと経済実験室の情報環境を利用するダブル・オークション）を、毎回の実験に学生に教えるテーマを反映させ設定を少しずつ複雑にしながら3回実施し、実験ごとに質問調査・試験（実験の設定と結果を教え、実験における市場供給曲線と市場需要曲線を描かせる）・講義（解答と解説）を行った。

じっさい実験、試験あるいは試験の終了後に学生の実験への取組や感想を知るために実施した質問調査への回答も考慮すると、学生たちの実験への参加と実験の理解は本稿の図1「流れ図」のように進むこと（進まないこと）が示唆される。

研究の要約は以下の通りである。

- 熱心に実験に取り組む学生ほど実験での儲け（売手または買手として余剰をどれだけ獲得したか）は大きくなる傾向があるが、実験でどれだけ稼いだかと試験での得点は相関せず、学生が真面目に実験に取り組んだか否かは、試験の得点とは無関係である。
- 実験で直接経験することの効果は間接的に経験することの影響よりも実験について正しく推察できるが、正しく推察できるからといって、それを経済学の言葉で的確に表現できるとは限らないということである。

3 効果と課題

実験のなかでの学習と実験についての考察が相関しないであろうとは予測がついていた。なぜならば、今回実施した市場実験は市場均衡に達することと、市場の構造を知ることはもともと関連性がない。市場均衡は実験の設定によって決まるのであって実験の結果は均衡の導出には意味を持たない。（図2）しかし全く実験をすることが意味を持たないという事ではない。2007年度は実験の効果を比較するために、初歩的なピットマーケット実験を1回は行ったが残り2つの実験については座学の講義にて実験の説明を行ったのち、2005年度、2006年度と同様の試験を行った。2007年度の試験結果を2005年度、2006年度の試験結果と比較すると、学生が実験に参加すれば経験的に気がつく部分が存在することがわかった。具体的には学生が実験からの経験と発見に基づいて、本来持っていた自分の考えから正しい予測へと導かれることが試験の結果から明らかになった。

学生たちは、スキナー箱のなかのラットのように実験のなかでの学習（与えられた環境における最適行動の発見）をするだけでなく、実験についての考察（各人が最適行動をとれば全体としてどうなるかなど）をする。それによって教科書や講義だけでは得られない経済の理解を得られるのが、実験による経済学教育の効果である。ただし、実験への参加は通常の学習の代替物ではなく補完物であり、通常の授業との適切に組み合わせが必要である。また実験に参加した学生が自らの行動を客観的に考えることで実験に関する思考（経済理

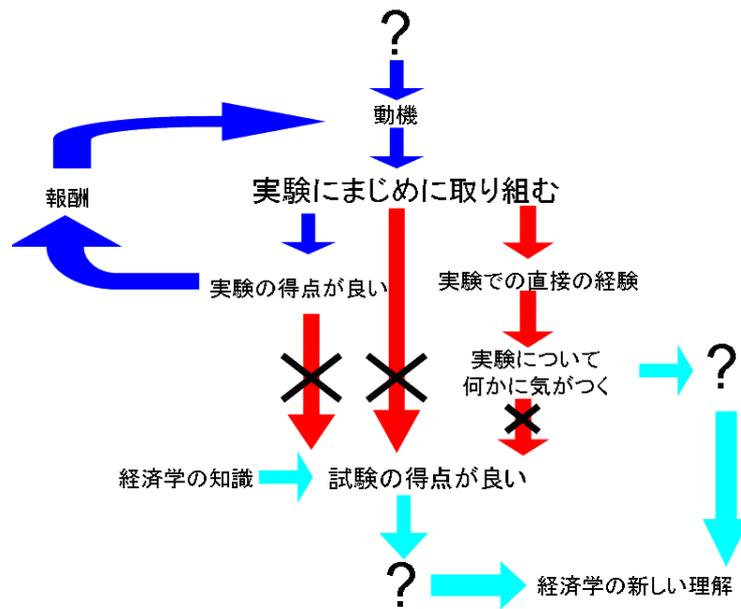


図1 流れ図

論)の考察が深まると考える。

我々は以上の内容を踏まえて、2007年度秋学期よりゲーム理論を用いた複占企業実験を実施した。

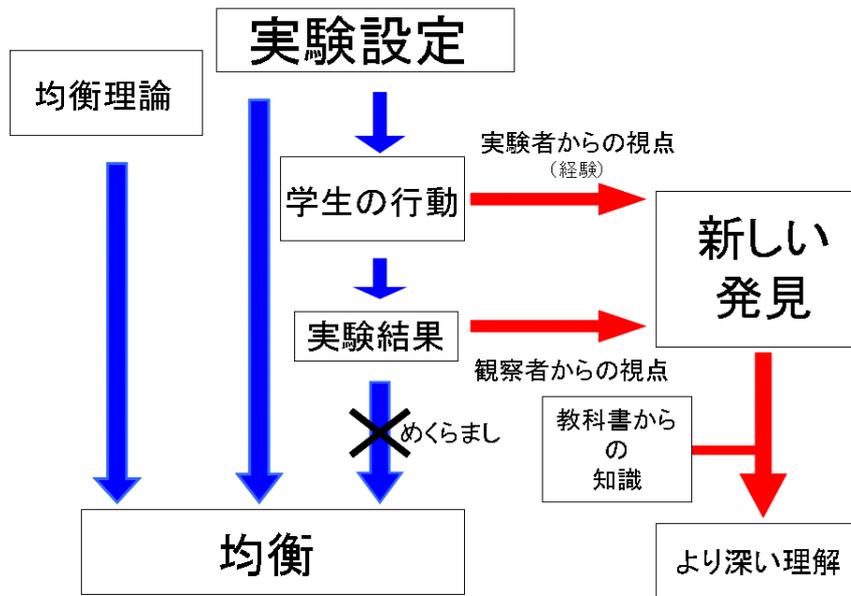


図 2 市場実験考察

4 2007 年秋学期 複占企業実験の説明

表 1 2007 年秋学期：実験参加者数推移

| 日付 | 授業 | | 学生参加者数 |
|------------------|----|------|--------|
| 2007 年 10 月 18 日 | 1 | 実験 1 | 73 |
| 2007 年 10 月 25 日 | 2 | 実験 2 | 66 |
| 2007 年 11 月 15 日 | 3 | 実験 3 | 48 |
| 2007 年 11 月 29 日 | 4 | 実験 4 | 56 |

4.1 教室実験

実験参加者は京都産業大学の経済学部の 2007 年度秋学期に開講された「ミクロ経済学 B」(担当：小田秀典)の受講生である。受講生の殆どは経済学部の 2 年生であり、約 6 割の学生が春学期開講の「ミクロ経済学 A」を受講している。実験は 4 つの複占企業実験を実施し、翌週に実験の説明を講義にて行った。

これらの 4 つの実験は実験に参加した学生がそれぞれのゲーム理論の背景の学習の手助けになるように設計されている。

1 回目の実験は唯一のベルトラン=ナッシュ均衡を教えること。2 回目の実験は 2 nd-Mover Advantage を用いて、後手の戦略空間を変え時、唯一のナッシュ均衡の移動を教えること、3 回目の実験ではクールノーモデルを用いて複数のナッシュ均衡の存在と部分ゲーム完全ナッシュ均衡の意味と限界を教えること、そして 4

回目は対称的な囚人のジレンマの中の、複数均衡とナッシュ均衡は必ずしもパレート最適ではないということ、及び実験 1 と比較してフォーク定理を教えることである。いずれの実験も実験終了後に解説を行った。

第 1 回複占企業実験 (2007 年 10 月 18 日)

学生をランダムに A 社と B 社に分けて、各人に事前に配布したベルトランモデルの利得表から 1 つ販売価格を選んでもらった。そして実験者が A 社と B 社が選んだ販売価格をランダムに組み合わせたのち提示し、各参加者はその組み合わせから各社の利益を利得表から算出した。実験参加者は 73 名で 3 セッション実験を行った。なお対戦相手は毎回ランダムに決定される。

第 2 回複占企業実験 (2007 年 10 月 25 日)

今回は新たなベルトランモデルの利得表を用いて、A 社を先手プレイヤー、B 社を後手プレイヤーとして実験を行った。学生をランダムに A 社と B 社に分けて、まず A 社が利得表から 1 つ販売価格を選び提出用紙にその価格を記入する。その後実験者が記録用紙を回収する。回収された A 社の決定価格を教室前面に張り出し、その提示価格を参考にして B 社は価格を決定する。実験参加者は 66 名で 3 セッション実験を行った。なお対戦相手は毎回ランダムに決定される。

第 3 回複占企業実験 (2007 年 11 月 15 日)

今回はクールノーモデルの利得表 (図 13) を用いて、A 社を先手プレイヤー、B 社を後手プレイヤーとして実験を行った。学生をランダムに A 社と B 社に分けて、まず A 社が利得表から 1 つ生産数を選び提出用紙にその数を記入する。その後実験者が記録用紙を回収する。回収された A 社の決定価格を、毎回同じ取引相手の B 社にその提示価格を見せる。B 社は A 社の販売価格を参考にして自分の生産数を決定する。実験参加者は 48 名で 13 セッション行った。なお対戦相手は毎回同じ相手である。

第 4 回複占企業実験 (2007 年 11 月 29 日)

今回の実験では再びベルトランモデルの利得表 (図 12) を用いて実験を行った。実験参加者は 56 名で 13 セッション行った。今回は先手後手に分かれるのではなく、A 社、B 社とも同時に意思決定した。なお対戦相手は毎回同じ相手である。

4.2 教室実験結果

教室実験 1 : 結果

図 3 は実験 1 の 2 回目の結果である。縦軸は A 社の販売価格、横軸は B 社の販売価格を示している。青と赤のラインが A 社と B 社の反応曲線である。ナッシュ均衡は価格 (6,6) である。結果は価格 5 を選んだ学生が最も多く A 社と B 社で 5 を提示した学生数はそれぞれ 40 %、37 % である。価格 6 を提示した学生は A 社で 31 %、B 社で 44 % であった。質問紙調査を読む限りでは、実験を行った時点でナッシュ均衡を導出した学生は殆どいない。彼らは A 社と B 社の利得の差に着目しており、その差が常に 0 以上の正の値を示している 5 の値を選択する傾向が見られた。

| 2nd | | Player B | | | | | | | | | | | | Total | |
|----------|----|----------|---|---|---|----|---|---|---|---|----|----|----|-------|----|
| Session | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | |
| Player A | 1 | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 2 | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 3 | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 4 | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| | 5 | | | | | | 2 | | | | | | | | 11 |
| | 6 | | | | | 6 | 3 | 2 | | | | | | | 13 |
| | 7 | 1 | 1 | | | 6 | 2 | 1 | 2 | | | | | 1 | 6 |
| | 8 | | | | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | | | | 3 |
| | 9 | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 10 | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 11 | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 12 | | | | | 1 | | | | | | | | | 1 |
| Total | | 1 | 1 | 0 | 1 | 16 | 6 | 4 | 2 | 3 | 0 | 0 | 1 | 36 | |

図3 教室実験1：結果

| 4th | | Player B | | | | | | | | | | | | | | Total | |
|----------|----|----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|----|
| Session | | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | | 64 |
| Player A | 50 | 1 | | | | | 3 | | | | | | | | | | 4 |
| | 51 | | | | | | 1 | | | | | | | | | | 1 |
| | 52 | | | | | | 1 | | | | | | | | | | 1 |
| | 53 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 54 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 55 | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | 2 |
| | 56 | | | | | | | 8 | | | | | | | | 1 | 9 |
| | 57 | | | | | | | 1 | | | | | | | | | 1 |
| | 58 | | | | | | | 1 | | | | | | | | | 1 |
| | 59 | 2 | | | | | | 2 | 4 | | | | | | | | 9 |
| | 60 | | | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 |
| | 61 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| | 62 | | | | | | | | 2 | 1 | | | | | | | 3 |
| | 63 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 64 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| Total | | 4 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 13 | 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 33 |

図4 教室実験2：結果

教室実験2：結果

図4は実験2の結果である。ナッシュ均衡は(56,56)、ベルトラン=シュタッケルベルグ均衡は(59,57)である。均衡点を選んだ学生の割合は24%、ベルトラン=シュタッケルベルグ均衡を選んだ学生は12%である。72%の学生が反応曲線上に位置している。これは後手であるB社の学生が最適反応を選択したことを示唆する。均衡を下回る数値(56以下)を選択した学生は、対戦相手との「勝ち負け」を優先的に考えている学生である。またナッシュ均衡を提示する学生の数も多く見られるがこれは前回の実験の解説でナッシュ均衡を学習したためである。

教室実験3：結果

図5は実験3の結果である。ナッシュ均衡は(8,8)、クールノー=シュタッケルベルグ均衡は(13,5)である。均衡点を選んだ学生の割合は10%、クールノー=シュタッケルベルグ均衡を選んだ学生は67%である。最終セッションにおいて自分にとって有利な方向へ導こうと試みている後手プレイヤーは2名(8%)である。後

| 13th | | Player B | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|----|----------|---|---|---|----|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|-------|
| Session | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | Total |
| Player A | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 9 | | | | | | | | | | | | | | | | 3 |
| | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| | 11 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 12 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | 17 |
| | 14 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 15 | | | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| Total | | 0 | 0 | 0 | 2 | 16 | 0 | 1 | 3 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 24 |

図5 教室実験3：結果

| 13th | | Player B | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|----|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|-------|
| session | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | Total |
| Player A | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| | 2 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | 4 |
| | 3 | 1 | 7 | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | | | | | | 11 |
| | 4 | | | 1 | 1 | 2 | 1 | | | | | | | | | 5 |
| | 5 | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 6 | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| | 7 | | | | | | | | | | | | | | | 3 |
| | 8 | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 9 | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 10 | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 11 | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 12 | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 13 | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 14 | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| Total | | 3 | 0 | 8 | 3 | 2 | 3 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 26 |

図6 教室実験4：結果

手プレイヤーの中にはセッション3から自分に有意な方向へ先手プレイヤーを導こうとするプレイヤーが現れるが、セッション11になると、その殆どが均衡点へ収束する。

教室実験4：結果

図6は実験4の結果である。ナッシュ均衡は(3,3)、パレート最適は(7,7)である。均衡点を選んだ学生の割合は25%、パレート最適を選んだ学生は11%である。今回も実験1の結果と同様に対戦相手との「勝ち負け」を優先的に考え、均衡以下を選択する学生がA社の学生のうち10%見られた。この中には積極的に「自分の得点を下げてでも相手の得点を下げたい。」という選択をしている学生もいた。

5 質問紙調査から見る2007年度複占企業実験（教室実験）の総括

実験結果は理論値かならずしも理論予測にしたがっていたとはいえない。

第一の原因として考えられることは教育目的の経済実験であるため、学生たちには金銭や成績によるインセンティブは与えなかったために、真剣味が薄れてしまったことを示唆する。第二の原因としては、学生の原因をしては参加した学生の入替わりの多さがあげられる。

全ての実験終了後に利得表にA社とB社の反応曲線を書き込んで提出してもらった。実験を重ねるごとに反応曲線とナッシュ均衡については多くの学生が正しく理解した。しかし前述の実験の意味まで理解する学生については多く見られなかった。また全ての学生が実験中に意思決定をする度に、自分が利得表からその数値を選んだ理由を書いてもらった。その理由から学生は現在参加している実験の戦略として前回の実験の最適行動をとる傾向が強く見られた。例えば実験3の結果を見てみると、後手プレイヤーはシュタッケルベルグ均衡かナッシュ均衡に達することで満足してしまっているように見える。これはインセンティブが無いために理不尽な部分ゲーム完全ナッシュ均衡に達しても、その点から脱出しよう何という気持ちが起こらず、妥協したことが示唆される。

また実験2の解説でベルトラン=シュタッケルベルグ均衡の解説を受けたことが原因して、クールノー=シュタッケルベルグ均衡を選択することで、自分は正しく理論的な行動をとっているという満足感をえていることが示唆される。以上を踏まえると学生のタイプは大きく4つに分けられる。

1. 新しい実験を取り入れる度に、理論的推測と前回の授業を元に実験環境の中で最適な行動を取る学生。
2. 実験の内容を深く考えることなく前回授業の解説された理論の戦略をとる学生。
3. 実験に参加した回数が少なくランダムな意思決定をする学生。
4. 対戦相手との勝ち負けに注目して意思決定する学生

タイプ2や3の学生が多くなるとタイプ1,2の学生はナッシュ均衡やシュタッケルベルグ均衡を達成させてしまうと、それ以外の手番をとりたがらない傾向が見られる。実験の意図を正しく推測し理論背景に気がつく学生は少数であるが、彼らはタイプ3の学生の行動に対して最適反応をとること出来る。しかしタイプ2の学生は実験の意図についての理解が、あやふやである為にタイプ3の学生と対戦すると、相手も知っている予想されるナッシュ均衡へと導こうとする。加えてタイプ4の学生にとってナッシュ均衡は意味を持たないので、均衡からさらに低い値に移動する場合も見られた。

6 経済実験室での複占企業実験

教室実験の対照実験として経済学部と経営学部の学生を対象として実際に謝金を支払い以下の4つの実験を行った。実験はzTreeを使ってプログラムを作成し、2008年2月20日に京都産業大学経済実験室(KEE L)で行われた。

1. 実験1 ベルトランモデル複占企業実験 (ランダムマッチング:図12使用)
2. 実験2 ベルトラン=シュタッケルベルグ複占企業実験 (先手後手ランダムマッチング:図12使用)
3. 実験3 クールノー=シュタッケルベルグ複占企業実験 (繰り返し先手後手:図13使用)
4. 実験4 ベルトランモデル複占企業実験 (繰り返し囚人のジレンマ:図(12)使用)

実験内容はほぼ教室実験を踏襲している。実験に参加したグループは経済、経営学部の学生ばかりの集団からなる20名である。

| 11th session | | Player B | | | | | | | | | | | | | | Total | |
|--------------|----|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|-------|---|
| session | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | | |
| Player A | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | 1 |
| | 2 | | | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | 2 |
| | 3 | | | 4 | 1 | | | | | | | | | | | | 5 |
| | 4 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | 1 |
| | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 9 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 10 | | | | 1 | | | | | | | | | | | | 1 |
| | 11 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 12 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 14 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| Total | | 0 | 7 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | |

図 7 実験室実験 1：結果

| 14th session | | Player B | | | | | | | | | | | | | | Total | |
|--------------|----|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|-------|---|
| session | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | | |
| Player A | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | 1 |
| | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 5 | | | | 1 | 5 | 1 | | | | | | | | | | 7 |
| | 6 | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | 2 |
| | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 9 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 11 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 12 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 14 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| Total | | 0 | 0 | 3 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | |

図 8 実験室実験 2：結果

今回使用した利得表は、実験 1,2,4 は教室実験の 4 回目の実験に用いた利得表と同じものを使った。実験 3 については教室実験で使用したものと同一利得表を用いた。

実験室実験 1：結果

図 7 実験室実験 1 の 11 セッションの結果である。ナッシュ均衡は (3,3)、パレート最適は (7、7) である。均衡点を選んだグループ A の学生の割合は 50 %、グループ B の学生の割合は 70 %であった。パレート最適を選んだ学生はともに 0 %であった。

実験室実験 2：結果

図 8 は実験室実験 2 のセッション 14 の結果である。ナッシュ均衡は (3,3)、ベルトラン=シュタッケルベルグ均衡は (5、4) である。均衡点を選んだ学生の割合はグループ A は 0 %、グループ B で 30 %であった。ベルトラン=シュタッケルベルグ均衡を選んだ学生はグループ A で 70 %、グループ B で 60 %であった。グルー

| 11th session | | Player B | | | | | | | | | | | | | | Total | |
|--------------|---------|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|-------|----|
| Player A | session | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | | |
| | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 9 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 11 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 12 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 14 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | Total | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 10 |

図9 実験室実験3：結果

| 13th session | | Player B | | | | | | | | | | | | | | Total | |
|--------------|---------|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|-------|---|
| Player A | session | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | | |
| | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 9 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 11 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 12 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 14 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | Total | 0 | 0 | 5 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 9 |

図10 実験室実験4：結果

プBの学生の70%は反応曲線上の値を提示している。

実験室実験3：結果

図9は実験室実験3セッション11の結果である。ナッシュ均衡は(8,8)、クールノー-シュタッケルベルグ均衡は(13,5)、パレート最適は(6,6)である。均衡点を選んだ学生の割合はグループA 0%、グループB 10%であった。クールノー-シュタッケルベルグ均衡を選んだ学生はグループAで20%、グループBで10%であった。サークル1で示されるように50%のB社が不平等な部分ゲーム完全ナッシュ均衡から脱出するための誘導を行っている。またサークル2で示されるように、後手プレイヤーが先手プレイヤーの提示数と同じ数を提示することで、ナッシュ均衡、及びパレート最適へと誘導する傾向も見られた。

実験室実験 4：結果

図 10 は実験室実験 4 セッション 13 の結果である。ナッシュ均衡は (3,3)、パレート最適は (7、7) である。均衡点を選んだ学生の割合はグループ A 50 %、グループ B 50 %であった。パレート最適を選んだ学生はグループ A で 10 %、グループ B で 10 %であった。

7 教室実験と実験室実験との比較と問題点

実験結果の比較

2007 年度実験

経済実験室で行われた実験結果と授業で行った実験を比較すると、貨幣インセンティブを用いること、つまり効用関数を各参加者に当てはめることで、学生は実験の目的を一定の方向に明確にすることが可能となり、実験結果がより経済理論の結果に近づくことが明らかになった。

- 実験 1 における「勝ち負け」で意思決定する学生が減少した。
- 実験 2 におけるシュタッケルベルグ均衡に達する率の増加
- 実験 3 におけるクールノー＝シュタッケルベルグ均衡を選ぶ割合の低下、不平等な部分ゲーム完全ナッシュ均衡からの脱出

以上の三つの点で明確な違いが見られた。教室実験では学生が各自で勝手に目標を作ってしまうために、単純な理論予想が実現しづらくなる。ゆえに「ジレンマ」や「かけひき」を深刻に考えない単純な理論予想は、実験室実験のほうが実現しやすくなる。例えば実験 1 は、教室実験は理論予測とは異なる結果となり、実験室実験では理論予測に即した結果となっている。これは各学生が利得最大化を目指すのではなく、相手に対して勝つことを目指したからである。一方で実験 3 では、教室実験では先手有利な部分ゲーム完全ナッシュ均衡になる結果となり、実験室実験では理論予測とは異なる結果となった。これは貨幣インセンティブがある場合は、自分の不利な部分ゲーム完全ナッシュ均衡をそのまま受け入れることを望まないからである。

以上のことをまとめると表 2 のようになる。実験内の学習効果に関しては教室実験については、実験結果そのものが違っているので、その中で参加した学生が学び取ることの違いは大きい。教室実験では各人の目標を達成するための学習をする傾向が強く、実験室実験では協力達成への学習をする（その結果、ナッシュ均衡に気がつく。）ことが多いが一概に学習効果があったとはいえない。学生にとって実験室実験では、学習することが目的ではないので、強く学習したことをアンケートで主張することはないが、ゲーム内の行動をみると学習した結果の行動であることが推測される。

| | 実験 1 | 実験 2 | 実験 3 | 実験 4 | 学習効果 |
|-------|------|------|------|------|------|
| 教室実験 | × | × | | | |
| 実験室実験 | | | × | | ? |

表 2 教室実験と実験室実験の比較表

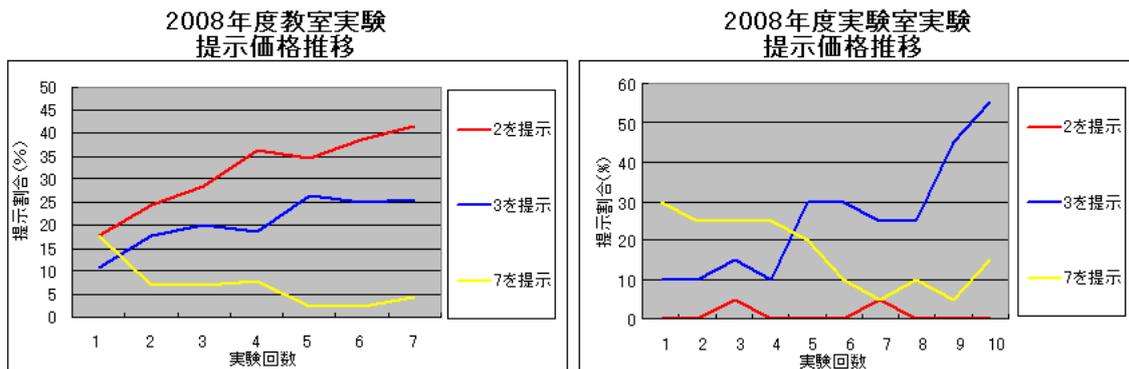


図 11 2008 年度実験結果比較

2008 年度実験

2008 年度は、2007 年度とは違って、教室実験も実験室実験も同じ利得表 (図 12) を用いて実験を行った。2008 年度の教室実験参加者は 140 名、実験室実験の参加者数 18 名である。

図 11 は左図が教室実験の提示価格推移、右図が実験室実験の提示価格推移である。両者を比べると、「相手に勝てる点」である「2」(2007 年の実験 1 の「5」に相当)の提示をする学生が教室実験では、回数を増すごとに増加していく。一方で実験室実験では 2 を提示する学生は殆ど見られない。貨幣インセンティブによって実験も目的をはっきりすることで、参加者の意思決定は大きく変化する。両者の間には、貨幣インセンティブの存在以外に、参加者数の規模の違いも挙げられるがこれは、第 1 回目の意思決定を見ても実験室実験では「2」を提示している学生はいないことから、貨幣インセンティブの影響が大きいといえる。

今後の問題点

貨幣インセンティブが実験結果に影響を与えたという事は必ずしも正しいとはいえない。なぜならば教室実験と経済室実験を比較して実験環境にいくつかの違いが存在するからである。

まず 1 つ目は実験参加者の入れ替わりが挙げられる。教室実験では参加者の入れ替わりが激しく、常に初めて実験に参加する学生と対戦する可能性がある。つまり学生は自分がいままで経験したり学習したことを対戦相手も知っているとは限らないと考える。一方、実験室では、常に同じ人数で行われるために、学生は自分と同じ状況の対戦相手と実験するという事が容易に分かる。

2 つ目は実験、教室実験ともに学生は他者の取引結果を比較できる。その為に利得表の構造や実験の意味を考えず、他の学生の結果と同じ行動をとることが出来る。教室実験と実験室実験の参加者の違いによる提示結果の数が、意思決定に影響を与えていることは無視できない。とくにこの問題は学生が実験を通してナッシュ均衡や実験の構造を学習するために実験を行うという目的に反して、ひとつひとつの意思決定や結果の意味を考える機会を喪失させていると言える。3 つ目は教室実験では実験と実験の間に実験の解説を挟んでいる。教室実験では前回の授業の解説に意思決定が影響を受けている可能性がある。一方実験室実験では実験と実験の間に実験について考える時間はあったものの、実験の解説は受けていない。

以上の問題点を解消する必要がある。

参考文献

- [1] Theodore C. Bergstro and John, H. Miller (2000): *Experiments with Economic Principles Microeconomics*, MacGraw-Hill.
- [2] Douglas D. Davis and Charles A. Holt (1993): “Experimental Economics”, *Princeton University Press*, Princeton, NJ, USA.
- [3] Daniel Friedman and Shyam Sunder (1994): *Experimental Methods A Primer for Economists*, Cambridge University Press; 川越敏司・内木哲也・森徹・秋永利明（訳）『実験経済学の原理と方法』同文館, 1999.
- [4] Ryohei Haitani and Sobei,H Oda(2008): “What Students Learn From Market Experiments and What They Don’t.
- [5] Vernon L. Smith (1962): “An Experimental Study of Competitive Market Behavior” *Journal of Political Economy*, vol. 70 (no. 3), pp. 111–137.
- [6] Vernon L. Smith (1976): “Experimental Economics: Induced Value Theory” *American Economics Review* ,Vol. 66, No. 2, 274-279.
- [7] 飯田善郎、岩崎敦、西野成昭 原著者 Urs Fischbacher(2005) “z-Tree チュートリアルマニュアル”、京都産業大学

| | | Player B | | | | | | | | | | | | | |
|----------|----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| Player A | 1 | 312 312 | 332 338 | 352 342 | 372 326 | 382 309 | 392 288 | 412 230 | 432 150 | 452 50 | 472 -72 | 492 -215 | 512 -378 | 532 -563 | 552 -768 |
| | 2 | 338 332 | 363 363 | 388 372 | 413 361 | 425 347 | 438 328 | 463 275 | 488 200 | 513 105 | 538 -12 | 563 -150 | 588 -308 | 613 -488 | 638 -688 |
| | 3 | 342 352 | 372 388 | 402 402 | 432 396 | 447 384 | 462 368 | 492 320 | 522 250 | 552 160 | 582 48 | 612 -85 | 642 -238 | 672 -413 | 702 -608 |
| | 4 | 326 372 | 361 413 | 396 432 | 431 431 | 448 422 | 466 408 | 501 365 | 536 300 | 571 215 | 606 108 | 641 -20 | 676 -168 | 711 -338 | 746 -528 |
| | 5 | 309 382 | 347 425 | 384 447 | 422 448 | 441 441 | 459 428 | 497 387 | 534 325 | 572 242 | 609 138 | 647 13 | 684 -133 | 722 -300 | 759 -488 |
| | 6 | 288 392 | 328 438 | 368 462 | 408 466 | 428 459 | 448 448 | 488 410 | 528 350 | 568 270 | 608 168 | 648 46 | 688 -98 | 728 -263 | 768 -448 |
| | 7 | 230 412 | 275 463 | 320 492 | 365 501 | 387 497 | 410 488 | 455 455 | 500 400 | 545 325 | 590 228 | 635 111 | 680 -28 | 725 -188 | 770 -368 |
| | 8 | 150 432 | 200 488 | 250 522 | 300 536 | 325 534 | 350 528 | 400 500 | 450 450 | 500 380 | 550 288 | 600 176 | 650 42 | 700 -113 | 750 -288 |
| | 9 | 50 452 | 105 513 | 160 552 | 215 571 | 242 572 | 270 568 | 325 545 | 380 500 | 435 435 | 490 348 | 545 241 | 600 112 | 655 -38 | 710 -208 |
| | 10 | -72 472 | -12 538 | 48 582 | 108 606 | 138 609 | 168 608 | 228 590 | 288 550 | 348 490 | 408 408 | 468 306 | 528 182 | 588 38 | 648 -128 |
| | 11 | -215 492 | -150 563 | -85 612 | -20 641 | 13 647 | 46 648 | 111 635 | 176 600 | 241 545 | 306 468 | 371 371 | 436 252 | 501 113 | 566 -48 |
| | 12 | -378 512 | -308 588 | -238 642 | -168 676 | -133 684 | -98 688 | -28 680 | 42 650 | 112 600 | 182 528 | 252 436 | 322 322 | 392 188 | 462 32 |
| | 13 | -563 532 | -488 613 | -413 672 | -338 711 | -300 722 | -263 728 | -188 725 | -113 700 | -38 655 | 38 588 | 113 501 | 188 392 | 263 263 | 338 112 |
| | 14 | -768 552 | -688 638 | -608 702 | -528 746 | -488 759 | -448 768 | -368 770 | -288 750 | -208 710 | -128 648 | -48 566 | 32 462 | 112 338 | 192 192 |

图 12 利得表 1

| | | Player B | | | | | | | | | | | | | |
|----------|------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| Player A | 1 | 916 | 874 | 832 | 790 | 748 | 706 | 664 | 622 | 580 | 538 | 496 | 454 | 412 | 370 |
| | 916 | 1748 | 2496 | 3160 | 3740 | 4236 | 4648 | 4976 | 5220 | 5380 | 5456 | 5448 | 5356 | 5180 | |
| | 2 | 1748 | 1664 | 1580 | 1496 | 1412 | 1328 | 1244 | 1160 | 1076 | 992 | 908 | 824 | 740 | 656 |
| | 874 | 1664 | 2370 | 2992 | 3530 | 3984 | 4354 | 4640 | 4842 | 4960 | 4994 | 4944 | 4810 | 4592 | |
| | 3 | 2496 | 2370 | 2244 | 2118 | 1992 | 1866 | 1740 | 1614 | 1488 | 1362 | 1236 | 1110 | 984 | 858 |
| | 832 | 1580 | 2244 | 2824 | 3320 | 3732 | 4060 | 4304 | 4464 | 4540 | 4532 | 4440 | 4264 | 4004 | |
| | 4 | 3160 | 2992 | 2824 | 2656 | 2488 | 2320 | 2152 | 1984 | 1816 | 1648 | 1480 | 1312 | 1144 | 976 |
| | 790 | 1496 | 2118 | 2656 | 3110 | 3480 | 3766 | 3968 | 4086 | 4120 | 4070 | 3936 | 3718 | 3416 | |
| | 5 | 3740 | 3530 | 3320 | 3110 | 2900 | 2690 | 2480 | 2270 | 2060 | 1850 | 1640 | 1430 | 1220 | 1010 |
| | 748 | 1412 | 1992 | 2488 | 2900 | 3228 | 3472 | 3632 | 3708 | 3700 | 3608 | 3432 | 3172 | 2828 | |
| | 6 | 4236 | 3984 | 3732 | 3480 | 3228 | 2976 | 2724 | 2472 | 2220 | 1968 | 1716 | 1464 | 1212 | 960 |
| | 706 | 1328 | 1866 | 2320 | 2690 | 2976 | 3178 | 3296 | 3330 | 3280 | 3146 | 2928 | 2626 | 2240 | |
| | 7 | 4648 | 4354 | 4060 | 3766 | 3472 | 3178 | 2884 | 2590 | 2296 | 2002 | 1708 | 1414 | 1120 | 826 |
| | 664 | 1244 | 1740 | 2152 | 2480 | 2724 | 2884 | 2960 | 2952 | 2860 | 2684 | 2424 | 2080 | 1652 | |
| 8 | 4976 | 4640 | 4304 | 3968 | 3632 | 3296 | 2960 | 2624 | 2288 | 1952 | 1616 | 1280 | 944 | 608 | |
| 622 | 1160 | 1614 | 1984 | 2270 | 2472 | 2590 | 2624 | 2574 | 2440 | 2222 | 1920 | 1534 | 1064 | | |
| 9 | 5220 | 4842 | 4464 | 4086 | 3708 | 3330 | 2952 | 2574 | 2196 | 1818 | 1440 | 1062 | 684 | 306 | |
| 580 | 1076 | 1488 | 1816 | 2060 | 2220 | 2296 | 2288 | 2196 | 2020 | 1760 | 1416 | 988 | 476 | | |
| 10 | 5380 | 4960 | 4540 | 4120 | 3700 | 3280 | 2860 | 2440 | 2020 | 1600 | 1180 | 760 | 340 | -80 | |
| 538 | 992 | 1362 | 1648 | 1850 | 1968 | 2002 | 1952 | 1818 | 1600 | 1298 | 912 | 442 | -112 | | |
| 11 | 5456 | 4994 | 4532 | 4070 | 3608 | 3146 | 2684 | 2222 | 1760 | 1298 | 836 | 374 | -88 | -550 | |
| 496 | 908 | 1236 | 1480 | 1640 | 1716 | 1708 | 1616 | 1440 | 1180 | 836 | 408 | -104 | -700 | | |
| 12 | 5448 | 4944 | 4440 | 3936 | 3432 | 2928 | 2424 | 1920 | 1416 | 912 | 408 | -96 | -600 | -1104 | |
| 454 | 824 | 1110 | 1312 | 1430 | 1464 | 1414 | 1280 | 1062 | 760 | 374 | -96 | -650 | -1288 | | |
| 13 | 5356 | 4810 | 4264 | 3718 | 3172 | 2626 | 2080 | 1534 | 988 | 442 | -104 | -650 | -1196 | -1742 | |
| 412 | 740 | 984 | 1144 | 1220 | 1212 | 1120 | 944 | 684 | 340 | -88 | -600 | -1196 | -1876 | | |
| 14 | 5180 | 4592 | 4004 | 3416 | 2828 | 2240 | 1652 | 1064 | 476 | -112 | -700 | -1288 | -1876 | -2464 | |
| 370 | 656 | 858 | 976 | 1010 | 960 | 826 | 608 | 306 | -80 | -550 | -1104 | -1742 | -2464 | | |

图 13 利得表 2