

実験手法に基づいた経済学教育支援システムのデザイン

内 木 哲 也*

Design of the Oral Experimental Market Support System for Economics Education

Tetsuya Uchiki

1. はじめに

実験経済学¹で用いられる市場実験²は、経済学の研究方法としてだけではなく、経済学の教育ツールとしても有効に機能する。市場実験の場において、自らの行動を含めた人間行動が経済現象を発現させることを体感することで、被験者に経済理論の深い理解を促すからである。特に、教科書と板書により形式的な知識として経済学を受動的に学んできた学生にとって、市場実験で経済理論と経済主体としての個人の主体的な思考や行動との関係性を体験することは、極めて高い学習効果をもたらすことが事例としても報告されている[Friedman, Sunder 1994]。また、市場実験は経済学の教育者としての実験を用いた教育実践の礎を育むための場としても有用である。市場実験の場を通した経済学の学習経験は、その学習効果への理解を深めると同時に、より効果的な実験的方法を発掘する機会となるためである[梶井 2003]。

しかし、多くの教師にとって人間の被験者を用いる市場実験を効果的にかつ厳密に実施することは容易でないのが実情である。その理由は、計画から実施に至る実験の全ての過程に関して十分な知識と経験が必要とされることと同時に、緻密な実験環境の設計と入念な下準備とが不可

欠となるからである。しかも教育現場では、実験に費やせる時間が限られているにも拘わらず、その時間内で学習効果を損なわぬように手際よく実験を実施しなければならない。その上、教育目的での実験では、手慣れた実験者でも手間取る実験結果の整理やその提示を実験終了後即時に行うことを求められる。何故なら、実施された実験の余韻が残っているうちにその結果を提示および解説できなければ、学習効果が激減してしまうからなのである。このように、授業の場で教育ツールとして市場実験を行うには教師側の熟練度が要求されるため、実験経験が豊かな教師でさえも容易には取り入れられないのが実情なのである³。

そもそも人間を被験者とする市場実験では、綿密に実験計画を立てたとしても、そして経験豊富な実験実施者であったとしても、想定外の状況が常に起こり得るため、実験は安易に実施できるものではない。しかも、研究での実験では、より詳細な実験設定が必要であるため、その実施には慎重かつ細心の注意を払わねばならず、実験者への負担が大きい⁴。そのため、市場実験のための実験環境の構築や実験の実施に関わる一連の作業を支援するコンピュータシステムが米国を中心に多数開発され、市場実験において広く用いられるようになった。これらの支援システムを利用することで、実験市場で交わされる情報が全て記録でき、結果も即時に整理

* うちき・てつや

埼玉大学教養学部教授、情報システムの社会学的研究

できるばかりでなく、実験当日の被験者数変動のような不確定要因にも容易に対処できるようになったのである。しかし、それらのシステムを利用するためには、専用ソフトウェアが実装されたパソコン実習教室のような特別な環境が必要である⁵。そのため、通常の授業で利用するための設備としては導入や維持に関わる費用対効果が良くない。しかも、システム自体も被験者の学習効果を狙ったものではないため、被験者に対する情報は各自の実験における成績が中心であり、実験の全貌についてはほとんどフィードバックされてこなかった。

ところが、そのような機能的な側面ばかりでなく、これらのシステムを試用した結果、多くの被験者はその実験が理論的結果をもたらしたというより、むしろ経済理論が仕組まれたシステムによって理論的結果に導かれたとの感覚を抱いていることがわかった。つまり、学習者としての被験者たちは、実体験としてのリアリティを得ることができないため、コンピュータ上での実験結果は自らの行動がもたらしたというよりも、「ゲームソフトウェアと同様に元来プログラムされている評価基準や動作メカニズムに従って得られた結果に過ぎない」という認識であった⁶。このような感想は、研究のための市場実験の被験者からも数多く寄せられている。

これらの調査結果が示していることは、教育目的で実験を行うには、自分と同様の他の被験者の存在が確認でき、共に実験を行っていることが実感できることの重要性である。他の被験者が目の前にいる実験の場で、市場の変化や経済現象を実際に肌で感じて体験できることこそが大切なのである。それはコンピュータによって電子的に模倣または再現された仮想空間ではなく、口頭実験のように実験室の中で被験者によって形成される場がもたらす感覚なのである⁷。

従って、教育目的での市場実験では、コンピ

ュータが作り出す仮想空間ではなく、実験被験者の行動を教室内でお互いに認識し合える口頭での実験が望ましいと考えられるのである。しかし、先述したように、口頭での市場実験では実験実施者に高い熟練度が要求されるため、多くの教師が容易に実施することはできない。その一方で、現在開発されているコンピュータによる実験システムは、設備の導入、維持管理に必要な費用や手間ばかりでなく、教育効果の面からも市場実験の教育ツールとしての意義を減少させ兼ねないため、望ましくない。つまり、市場実験がもたらす学習効果を教育現場で享受すると共に、実験実施者を育成するための教育ツールとして市場実験を活用するためには、単にこれまでの実験実施方法を踏襲するのではなく、実験そのものを教育ツールとして捉え直して、その実施に向けた問題点を検討することが必要なのである⁸。

以上のような背景に基づき、本論文では経済学教育のために教室で実施される口頭での市場実験に焦点を絞り、教育ツールとして市場実験を実施するための支援システムのあり方を検討し、そのデザインを提示する。まず、教室における口頭市場実験を被験者としての学生と実験を指揮する教師とで形成される情報システムとして捉え、そのシステム内で交わされる一連の情報を分析する。ここで具体的な問題点を洗い出し、コンピュータシステムによる対応策を検討することを通して、実験支援のためのコンピュータシステムを位置づけた口頭市場実験システム⁹の全体像をデザインする。次に、このデザインの妥当性と有用性を検証するためにダブルオークションを用いた価格形成口頭実験のための支援ソフトウェアを試作し、教育現場における実験での使用を通して評価する。

2. 口頭市場実験¹⁰を用いた学習プロセスの概念

教育現場における市場実験は、学習者である学生が実験の被験者であり、その計画から実施、結果の集計、公表までを全て教師が総轄することとなる。このような教室における教師と生徒による一連の情報のやり取りは、教室という空間内部に閉ざされた情報システムとして捉えることができる。そこで、市場実験でよく用いられるダブルオークション¹¹による口頭での価格形成実験を具体例として、実験の実施手順および実験で交わされる一連の情報を情報システムの観点から分析する。この分析過程を通して、口頭市場実験を用いた学習プロセスの全体像を明らかにする。

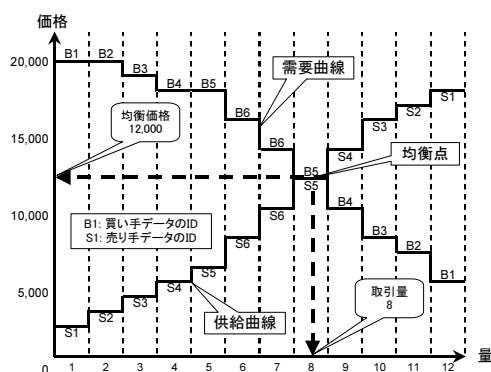


図1 実験設定としての需要供給曲線の例

2. 1 ダブルオークションによる口頭市場実験

市場実験とは、その市場で取引される財を保持する被験者が売り手となり、財の購入予算を

保持する被験者が買い手となって、各被験者にその市場で相互に自由に財を売り買いさせて得られる利得の多さを競わせるという実験である。図1に示すのは、ダブルオークションを用いた最も基本的な価格形成のための実験データ例である。図1の横軸は財の数量を示しており、この例では総数で12個の財が用意されていることが示されている。12個の財の仕入れ価格は左から順番に2,000、3,000、4,000、……となっており、それぞれは同様に左から順番に売り手となるS1、S2、S3、……の被験者に割り当てられている。図1では、売り手となる被験者にはそれぞれ2個ずつの財が与えられることを示しており、例えばIDがS1の被験者には仕入れ価格が2,000と18,000の2つとなっている¹²。一方、買い手となる被験者に与えられる財の購入予算額¹³が12用意されていることも示されている。図1では、12の予算額は左から順番に20,000、20,000、19,000、……となっており、売り手の場合と同様に左から順番に買い手となるB1、B2、B3、……の被験者に割り当てられている。買い手にも売り手の場合と同様にそれぞれ2つずつの購入予算額が与えられることが示されており、例えば売り手S1と買い手B1には実験開始にあたり、図2に示したようなそれぞれの実験データを記載した記録シートが配布される。

この実験では、売り手は与えられた財を仕入れ価格以上で販売できれば差額が利得となり、買い手は与えられた購入予算以下で財を手に入れたらば予算残額が利得となる。各被験者がこのようにして得られる利得を最大化しようとし

第1回実験 売り手 S1			
No	仕入価格	販売価格	収益
#1	2,000		
#2	18,000		
収益の合計			

第1回実験 買い手 B1			
No	購入予算	購入価格	余剰
#1	20,000		
#2	5,000		
余剰の合計			

図2 被験者に配布される実験記録シートの例

て市場での売買行為を進めてゆくわけである。なお、この実験で重要となるルールは、買い手の購入予算はそれぞれを1つの財の購入で使用するものと、利得がマイナスにならない価格で取引することの2つである。従って、購入予算を合算して財を購入することや、仕入価格を平準化して販売することはできない。売り手の場合も同様に仕入れ価格を合算して利得を平均化したり、利得調整をしたりすることはできない。このようなルールに従って、売り手の被験者6名と買い手の被験者6名の計12名で3～5分の実験を行うと、図1の実験データの場合には取引価格の平均値が12,000付近となり、取引量も8程度となることが観測できるのである。実験に用いるデータは、図1に示したように財の仕入れ価格を低い順に、購入予算額を高い順に、それぞれ並べて需要供給曲線のように表せば、双方の交差点が均衡点として市場均衡価格と取引量が示されることとなる¹⁴。

ダブルオークションによる価格形成のための口頭市場実験でやり取りされる一連の情報を明らかにするために、以下に実験の具体的な実施手順を示す。

手順 1. 実験実施者は、実験に先立ち図 1 のような実験に用いる需要供給曲線を設計し、被験者 ID 毎に財の仕入価格と購入予算の額を記した図 2 のような記録シートを作成する

手順2. 実験実施者¹⁵は、一連の記録シートの中から被験者ID毎に割り当てられたシートを対応するIDが割り振られた被験者に配布し、実験実施要領を説明する¹⁶

手順3. 実験実施者は、実験市場での取引を開始すると同時に、「取引仲介人¹⁷」として取引提示価格を管理する。その際には、黒板などを利用して図3のように被験者から提示された購入価格と販売価格を各々提示された順序で提示した

被験者のIDと共に記載してゆく。但し、既に提示されている価格よりも低い購入価格および高い販売価格は受け付けない。

手順 3.1 「取引仲介人」は、売買が成立した時点で取引を一旦中断して、その売り手と買い手の被験者に売買データを記録シートへ書き込ませた後、取引を再開する。取引を再開する際には、図 3 に示されているように、それまでに提示された価格は全て無効として、新規に価格を提示してゆく

手順 3.2 「取引仲介人」は、設定された制限時間が経過したとき、もしくはこれ以上の売買が成立しない状況となったときには実験市場での取引を終了する

手順4. 実験実施者は、被験者から記録シートを収集して、各被験者毎の実験成果を集計すると共に、成果に応じた報奨を与える¹⁸

購入価格		販売価格	
B1	3000	S4	19000
B2	5000	S2	17000
B4	7000	S1	16000
B1	9000	S3	14000
B3	10500	S2	13000
B2	11000	S1	12900
B1	11400	S3	12500 取引成立
B2	12500		
B1 5000		S1 19000	
B4 7000		S3 17000	
⋮		⋮	

図 3 ダブルオークションの取引価格の提示状況例

通常の市場実験は、この手順4までで終了となり、これ以降は研究成果を得るための各研究者や研究スタッフによる作業となるため、実験終了後¹⁹に必要な応じて適宜実施されることとなる。しかし教育目的の場合には、学習者である被験者が実験での経験や感覚が記憶に鮮明なうちに、その結果を整理して実験計画の達成度合いや実験経過の状況などを示しつつ実験の全貌を明らかにすることが、より高い学習効果を得るために要求される²⁰。そのため、教育目的

で実験を実施する際には、上述した手順に加えて以下の手順が必須となるのである。

手順 5. 始めに設定した需要供給曲線や取引の経過などを実験結果と共に視覚的に比較しながら被験者に解りやすく示すことで、価格形成のメカニズムの理解を促す

2. 2 口頭市場実験という情報システム

前節で述べた手順で実施される口頭市場実験でやり取りされる情報に着目して、一連の情報の流れをダイアグラム形式で図式化すると図4のように実験プロセス全体を情報システムとして表現することができる。図4は、情報システム内でのデータの流れを中心にそのデータに関する処理を整理して捉えるデータ中心アプローチに基づき、データフローダイアグラム(DFD)の形で表現されたものである。特に図4では、無理なく確実に稼動する情報システムの運用環境を設計するために、データの処理および管理の担当者を明示することで情報システムの維持管理負担とその偏在性を明らかにできる、富澤と内木によって提案されたSDU記法²¹に則って表現している。SDU記法では、情報シ

テム分析設計方法論であるSSADM²²のDFD記法に則してデータ処理機能を示す機能ボックスとデータ保持機能を示すデータ庫、そしてその間でのデータ流を示す矢印によって情報システムを記述する。さらに、各処理機能ボックスに担当者を明示するだけでなく、それぞれのデータ庫を誰がどのような機能で支えているかを特別な矢印で明示することを特徴としている。

図4には、実験を実施する教師と学習者との間で交わされる情報の全貌と共に、発生する一連の情報群をマネジメントする担当者が明示されている。3区画から成る長方形は個々の情報処理機能を表現しており、例えば左上の「教師1」と記された長方形は、「事前準備」という処理を実験実施者である教師が行うことを示している。この図には「教師1」から「教師5」までが記されているが、それぞれは上述した手順1から手順5までに対応する処理となっている。但し、「教師4」については、実験データの整理が実験結果「M5」の作成も含んでいるため、手順5の資料作成作業を含んだ定義となっている。一方、右側が開いた2区画から成る長方形は処理によって発生する一連の情報群を表現し

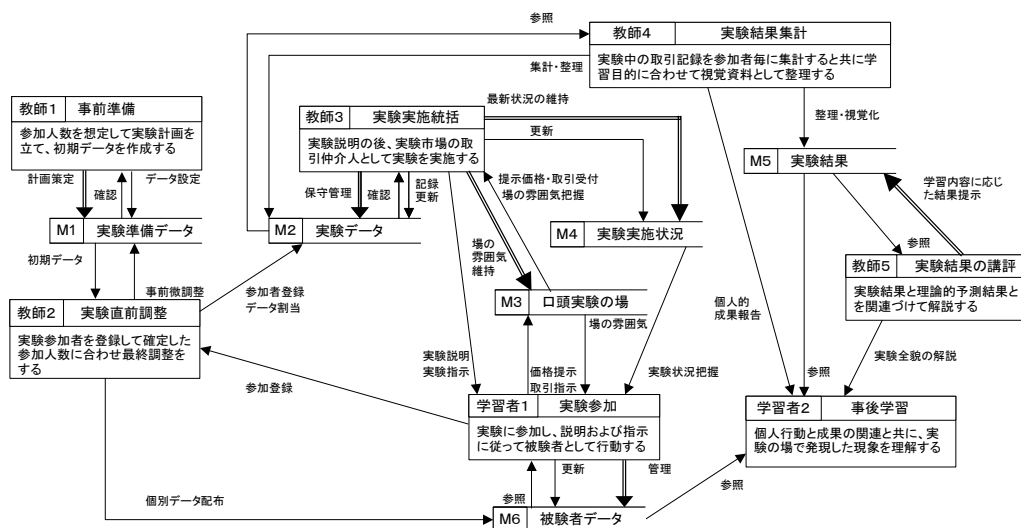


図4 教育目的での口頭市場実験の全体像 (SDU 記法による)

ており、例えば最も左にある「M1」と記された長方形は、実験に向けて予め準備するデータセットを示している。また、「M1」に「教師1」から延びた二重線矢印は、実験準備データを教師が実験計画として策定すると同時に、保持し管理することを示している。上記の手順は実験者の実施手順であったため、被験者である学習者の手順は記されていないが、図4では「実験参加」と「事後学習」という2つの処理機能として明記されており、各自がそれぞれ自分の実験データを保持し管理することが示されている。また、実験データである「M2」とは別に実験準備データ「M1」が併記されているのは、「M2」が「M1」のデータセットから抽出されたサブセットとなっておりながら、実験が開始された段階で、「M1」は破棄されて「M2」が実験の準備データそのものとして扱われるため、別物として表記しているのである。

口頭市場実験の実施に際しては、先述した手順2～4を円滑に行うことが求められる。これを図4のシステムにおけるデータの取り扱いという観点から捉えれば、準備データ「M1」に基づいて実験参加者の状況に応じた実験データ

「M2」を素早く作り出し、各被験者のデータ「M6」として割り当た後、実験を開始して被験者から提示される価格や取引を実験実施状況「M4」に反映させつつ、実験データ「M2」に記録するということとなる。しかし、教室においてこれら一連の手順を滞りなく実施するには、以下のような障害が立ちはだかっている。

1. 被験者数は実験当日の参加者数で確定するため、人数変動への対応策が不可欠
2. 実験実施には被験者を統制しつつ実験への意欲を失わせないような配慮と目配りが必要
3. 実験状況に応じた経過や結果を実験終了後に示すには、多量な取引情報の処理が必要

被験者による実験を実施するには、準備および設定する値やその分布、範囲などが被験者の参画意欲や意思決定に対して妥当に作用できるものかどうか重要な点である[Friedman, Sunder 1994]。しかし、実験当日まで変動的である被験者数に即座に対処できるように実験を準備することは容易でないばかりか、その場で調整することは手慣れた実験者にとっても至難の業である。しかも、実験の実施に際して、被験者を統制しつつ実験状況を示しながら記録も

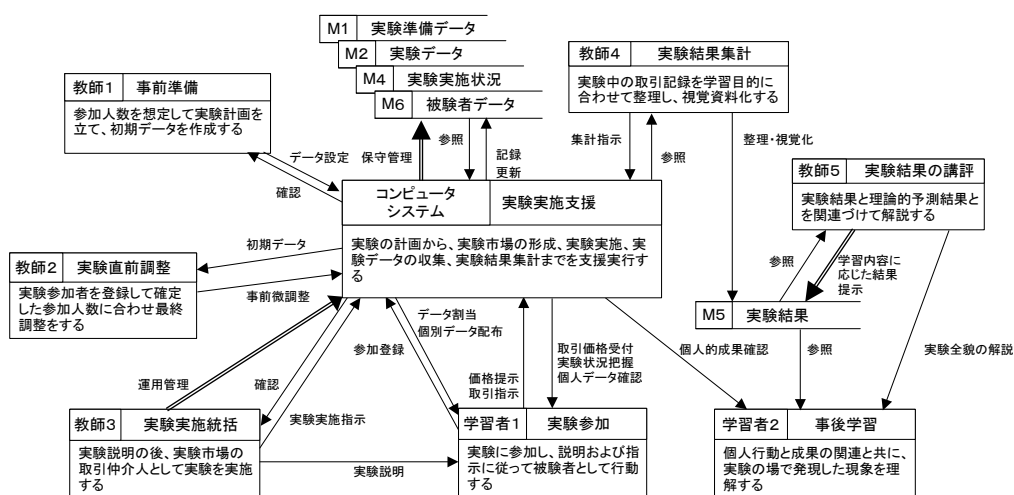


図5 経済学研究用コンピュータ市場実験システムの全体像 (SDU 記法による)

取ることは大変な作業量となるため²³、経験の浅い実験者には実施が難しいのである。

このような具体的な問題に対処するため、経済学研究における市場実験用には多くの実験支援システムが開発されてきた²⁴。これらのシステムには、目的とする実験内容や機能、ユーザインターフェースなどにそれぞれ特徴はあるものの、市場実験システムとして捉えた全体像はどれも同様に図5のようになっている。すなわち、コンピュータシステムが市場実験全般のアシスタントとして振る舞えるように、実験に関わるデータ全てをコンピュータシステム内部に表現すると同時に、コンピュータ上に作り出された実験市場で被験者に取引行為をさせ、実験中に発生するデータも全て取り込める形になっているのである。このようにして、口頭実験で懸案とされていた図4の「M1」、「M2」、「M4」、「M6」に関わる処理と取り扱いをコンピュータが代行できるのである。

図5のように実験市場全体をコンピュータ上に置くことは、実験データを収集し、処理するために効率的であることは間違いない。しかし、実験中の被験者は単にコンピュータと無機質な対話をしていることと変わり無いため、実験結果がプログラムとして組み込まれたものであるのか否かという実感を得ることが難しい²⁵。そのため、このようなシステムを用いた実験では、教育目的の如何によらず、多くの被験者が実験結果をコンピュータゲームの結果のように受け止めており、被験者相互の行為が引き起こした結果としては受け取られていなかったのである。これに対して、口頭による同様の実験での被験者への事後のアンケートやヒアリングからは、多くの被験者が実験結果としての経済現象を実感として受け止め、得心していたことを窺い知ることができたのである。つまり、口頭市場実験では図5には現れない、単に実験データとし

てではない情報が被験者に伝達されていることが推察されるのである。

この情報とは、コンピュータシステムが扱える明示的かつ形式的な情報ではなく、文字や数値だけ²⁶では表現し得ない口頭実験の場の空気のような暗黙的な雰囲気としての情報といえよう²⁷。通常システム分析設計においては、当然のことながら、明示的にデータ表現できるコンピュータシステムが扱える情報のみを分析対象として扱い、その情報のみが扱われるシステムを設計するわけである。それ故に図5のように実験市場全体がコンピュータ上に実現された場合には、明示的に表現し得ない実験の場の雰囲気は、模倣的で表面的にしか成り得ないのである²⁸。そこで、図4には口頭実験を特徴づける重要かつ有意な暗黙の情報として「場の雰囲気」なる情報を実験の場に生じる一時的なデータ庫「M3」として敢えて表現しているのである。

しかも、教育場面においては先の手順5として示したように、被験者の学習効果を高めるために、実施された実験の設定条件と実験結果を、例えば図1のような需要供給曲線などの形に整理して、体験した出来事を認識させながら理解を促すことが重要となる。しかし、研究用システムでは各被験者の実験成果については集計公表されるものの、実験の全貌や具体的な結果については通常被験者には提示されない。そのため、実験の内容を被験者に説明するための実験結果資料「M5」は、コンピュータ支援の範疇ではなく、実験者である教師が自ら作成しなければならないのである²⁹。

3. 口頭実験支援システムのデザイン

口頭市場実験の特徴を活かしつつ、それを実施する上での問題点を克服または軽減することができれば、より多くの経済学の教育現場で市

場実験を取り入れることができ、その効用を享受できることとなろう³⁰。そのためには、コンピュータによる実験支援システムが有効であると考えられる。しかし、図5に示したような研究用システムとは異なり、口頭市場実験を用いた学習プロセスの概念を活かした支援システムでなければ、教育目的を果たすことができない。そこで、教育目的の口頭市場実験を実施する上での具体的な問題点を調査し、その対応策を検討した。その結果として得られた主要な問題点と対応策は、表1に示すように、実験準備、実験実施、実験終了後の3つの段階に分類して挙げることができる。この3つの段階は、前述した5つの実験実施手順および図4の教師による処理と対応させることができる。実験準備段階は手順1および「教師1」が、実験実施段階は手順2～4および「教師2～3」と「教師4」の一

部が、そして実験終了後段階は手順5および「教師4」の一部と「教師5」が対応している。表1の実験実施上の問題点とは、いわば口頭市場実験という情報システムへの要求事項であり、その対応策とは口頭市場実験という情報システムの全体像の中で、コンピュータのような情報技術によって機能的に支援可能な実現方策なのである。

表1に示された具体的な対応策に基づいて、実験的手法にまつわる不確定要素に対処しつつ、学習効果を損なうことなく、教育実践の場で口頭市場実験を支援できるコンピュータシステムは、図6に示したように位置付けることができる。図6は図5に示した研究用システムと似ており、コンピュータシステムが市場実験全般のアシスタントとして振る舞えるよう、実験に関わるデータ全てをコンピュータ内に表現すると同

表1 口頭実験実施上の具体的な問題点とその対応策

	実験実施上の問題点	具体的な対応策
実験準備段階	a. 実験に先だって、具体的価格を入れた需要供給曲線を決定し、それに従った記録シートを作成しなければならない b. 記録シートに複数の財が記載される場合には、その価格から均衡価格が推定できにくいような仕分け上の配慮が必要 c. 同じデータセットでの実験を繰り返すと、その均衡価格を推察してしまう被験者がいるため、何度も繰り返し実験する場合には数種類のデータセットが必要	① 予め需要供給曲線の形状と均衡価格、予想参加人数から、基本的な実験データを設定し、実験当日に印刷できるようにする ② 被験者ID毎に実験データを管理し、実験当日に印刷して提供できるようにする
実験実施段階	a. 被験者数は当日まで確定しないため、当日の人数に応じて購入予算と仕入価格の均等配分を考慮しながら、予め用意した実験データセットをその場で組み直す必要がある b. 取引仲介人は被験者の提示価格を逐一黒板に記すが、短時間に価格提示が集中すると書ききれないことがある c. 実験終了まで全ての提示価格および取引の履歴を黒板に残しておかず、途中で書き写しや整理が必要となることがある	① 実験実施段階で参加者数や実験項目の変更に柔軟に対応して、データシート作成および印刷できるようにする ② 実験中の提示価格や取引情報をコンピュータに記録すると同時にプロジェクタ画面に提示する
実験終了後	a. 実験実施者は、被験者の記録が正しいかどうかをチェックする必要があるが、実験後のデータ整理に追われて、そこまでの余裕がない b. 実験終了後は、被験者毎の成果整理の作業に追われ、本来の目的である実験結果の検討や市場メカニズムについて効果的な結果の提示や説明を行う時間が作れない場合が多い	① 記録内容を提示することで、記録の正しさを被験者本人が確認可能とする ② 実験データの整理、集計を自動化する ③ 実験の設定と経過を整理し、被験者への説明資料を生成できるようにする

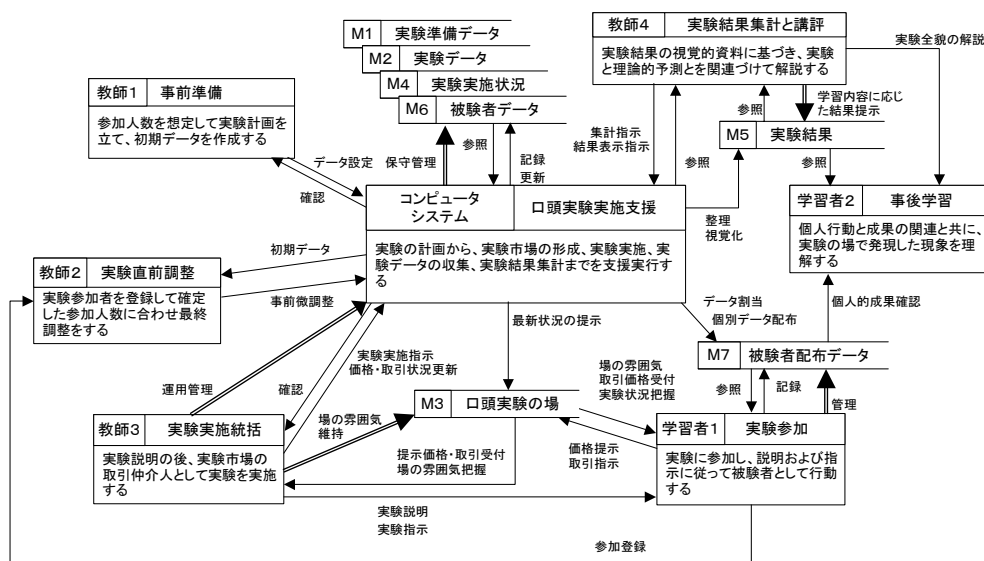


図6 教育目的での口頭市場実験におけるコンピュータ支援システムの位置付け（SDU 記法による）

時に、コンピュータに実験中に発生する取引データを入力して実験市場の状況を表示させる形になっている。これにより、口頭実験で懸案とされている「M1」、「M2」、「M4」、「M6」に関わる処理と取り扱いをコンピュータシステムが行えるのである。

しかし、図6は図4の口頭市場実験システムで示された「口頭実験の場」である「M3」が取り入れられている点と、実験結果資料としての「M5」、および個々の被験者に配布される実験データシート「M7」の作成を支援する点で図5とは大きく異なっている。「口頭実験の場」の形成は、具体的には図7に示したように、これまでの口頭実験のやり方である教室での口頭によるコミュニケーションを中心に据えて、コンピュータは実験者の実験実施のみを支援させることで実現可能となる。そのため、実験支援システムの操作は必要最小限に抑え、被験者は個別に紙とペンを使用することでコンピュータとは切り離し、実験者である教師のみが操作する電子黒板のようなシステムで、被験者全員

が物理的に同じ情報を共有できる図7に示したような実験環境が望まれる。実際、昨今の教室の多くがプロジェクタとスクリーンを備えているため、このようなシステムであれば教室のコンピュータに実験支援ソフトウェアを導入するか、あるいはそれが導入済みのコンピュータを持ち込むことで実験環境を構築可能である。

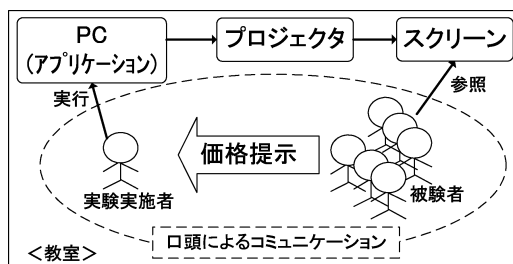


図7 物理的な口頭実験支援システム

4. システムデザインの評価

前章で提示した情報システムデザインの中に位置づけられた口頭実験支援システムを試作し、その支援システムを実地に用いた教育実践を通して、この情報システムデザインを評価する。

教育実践の場としては、大学教養教育として経済学を未習で専攻しない学生を対象とした基礎教育レベルと、大学で経済学を専攻する学生を対象とした専門基礎教育レベルとを想定し、それぞれソフトウェアを試作した。以下の節で各々についての実践的な評価について述べた後、最後に教育目的での口頭市場実験のための情報システムデザインの妥当性および有効性について検証する。なお、以下では混乱を避けるため、教育目的での口頭市場実験の全体像としてのシステムを「口頭市場実験システム」、その内部に位置づけられた口頭市場実験のためのコンピュータ支援システムを「支援システム」と表現する。

4. 1 基礎教育レベルでの教育実践

経済学の基礎である市場への財の需供バランスによって価格が決定するメカニズムを学習させることを目的として、ダブルオークションによる口頭価格形成実験を支援するコンピュータシステム（以下、支援システム）を試作した³¹。この支援システムを用いた実験は次のような手順で実施される。まず、実験の計画段階では、教師が想定される被験者数と実施時間を念頭において、実験回数、需要供給曲線、均衡価格、取引量を支援システムと対話しながら決定し³²、設定値として保存しておく。実験実施に際しては、当日の被験者数を確認の上、支援システムの設定値を最終調整し、被験者に配布する実験データシートをプリンタで用紙に印刷する。電子黒板的な実験市場での価格提示画面を映し出し、被験者に実験データシートを配布し、実験の概要と実施手順を説明した後、支援システムを始動させて実験を開始する。実験中に被験者から提示される価格や契約情報は、教師が随時システムに入力し、市場の状況をリアルタイムにスクリーンに反映させる。必要な実験回数を

終了後、支援システムが提供する実験結果画面を用いて、実験の経過および結果が示唆する内容について解説する。

この支援システムを用いた教育実践として、まず著者らが実験実施者となり、埼玉大学で大学院生および学部学生、研究生を被験者とした実験を行った³³。支援システムの機能的評価としては、提示される売買価格データの記録と提示、実験結果に必要な計算、実験結果の提示などの作業支援により、実験実施作業全体で大幅に時間を短縮でき、円滑に実験を実施することができた。この点で、実験を容易に実施できる実験環境の構築という最初の目的を果たせることが確認できた。

最も重要な事項である教育効果についてであるが、被験者全員に実施後のアンケートとインタビューを行ったところ、ほとんどの学生が個人の自由な市場行為によって理論的均衡価格が形成されたことを実感できたという回答を得られた。特に、実験終了後に実験結果を即座に一括して処理して提示できたことで、被験者は実験中の行為とその結果とを強く関係付けることができたため、実験を通して経済現象の理解を深められたようであった[Uchiki 2008]。教育学を専攻する被験者からは、社会科教育の中で利用してみたいという声も聞かれた程、強い印象を与えることができたようである。

被験者の回答からは、支援システムを利用した口頭市場実験システムの評価にも関係する以下の事柄についても、確認することができた。支援システムの実験準備機能である、参加人数に応じた実験データ設定機能を利用して、実験における均衡価格を分散化したことで、被験者らが均衡価格を予測できてしまう状況や、それによる被験者の参加意欲低下などの問題回避に貢献できたようである。準備機能としては、実験成果として得られる利得が平準化するように

実験データを準備でき、この設定バランスを崩さないように実験当日の被験者数に応じて素早く実験データを調整できたことも、全被験者が最低一回は取引の成立を経験できたという結果に繋がり、被験者の学習効果を高めると同時に参加意欲低下を防ぐ手立てとなったようである。

この実験の他にも、埼玉大学で他の同様な被験者で数回行った結果、被験者からは同様の評価を得ることができた。また、想定された教育目的とは異なるが、市場実験を未経験の経済学者を被験者として、研究会でのデモンストレーション³⁴の実験を数回実施したところ、被験者から市場実験に対する評価を改め、意識を新たにしたとの声が多数聞かれた。このことは、実験の狙いでもある、実験者の育成にも貢献できる結果が得られたものとして評価できよう。

4. 2 専門基礎教育レベルでの教育実践

経済学の専門基礎教育として、完全競争均衡が形成されるメカニズムを学習させることを目的とした、ダブルオークションによる口頭価格形成実験のための支援システムを試作した³⁵。この実験では売り手と買い手とが決められていないため、購入した「アイテム」を販売して「キャッシュ」を得ることも、「アイテム」を販売して得た「キャッシュ」で別のアイテムを購入することも可能である³⁶。また、「キャッシュ」そのものが利得となるわけではなく、表2に示したような得点表に従って、手にしている「アイ

テム」と「キャッシュ」との組み合わせで実験利得が決定される仕組みである³⁷。そのため、各被験者には、初期データとしての「キャッシュ」または「アイテム」の数量が記された実験データシートの他に、この利得表が配布される。表2が示しているのは、「アイテム」一つ当たりの得点は持っている「アイテム」の量によって異なるということであり、「アイテム」が増えるほど得られる得点は低くなってゆき、ついには得点が減ることさえある。つまり、被験者は与えられた「キャッシュ」および「アイテム」を得点が増える組み合わせに移行できるように取引するわけである。この支援システムでは実験準備機能として、理論式に基づいてパラメータ値を設定することで、この表を自動的に生成する機能を加えた。また、このダブルオークションでは、一度にいくつもの「アイテム」を取引できるため、市場の情報としては図3に示したIDと価格の他に数量も記すこととなる。

この支援システムを用いた実験の手順は、4.1で述べた支援システムとほぼ同様であり、実験を円滑に実施して想定された時間内に実験結果の総括まで行うことができた。さらに、2種類の「アイテム」を取引できるように支援システムを拡張して、「アイテム」を1種類ずつ交互に取引する実験と、2種類のアイテムを同時に取引する実験も実施した³⁸。

この支援システムを用いた教育実践として、まず著者らが実験実施者となり、埼玉大学で

表2 被験者データとしての得点表の例

		キャッシュ																				
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
アイテム	0	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
	1	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55
	2	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68
	3	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79
	4	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88
	5	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79	81	83	85	87	89	91	93	95
	6	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100
	7	63	65	67	69	71	73	75	77	79	81	83	85	87	89	91	93	95	97	99	101	103
	8	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104
	9	63	65	67	69	71	73	75	77	79	81	83	85	87	89	91	93	95	97	99	101	103
	10	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100

学院生および学部学生、研究生を被験者とした実験を行った³⁹。この支援システムの機能的評価は、4.1での支援システムと同様であった。特に、これらの実験では、市場情報として取引数量が加わるため、黒板等に記載するにはより広い場所を必要とするだけでなく、実験結果の集計にもより多くの時間が費やされていただけに、より強くその効果が認識された⁴⁰。但し、教育効果については、被験者全員に実施後のアンケートとインタビューを実施したところ、先の実験とは異なり、理論的均衡価格が形成されることを実感できたというよりは、単に得点が高まるように行動した結果であり、市場取引ゲームのようであったとの回答が多数見受けられた。しかし、神戸大学および東京工業大学での経済学専攻学生を被験者とした先行実験においては、理論的均衡価格の形成が実感できたという回答が得られていた。実際、単純な需要供給関係とは異なり、理論的背景も直観的には把握し得なかったことが回答から窺うことができた。つまり、この実験で学習効果を発揮するためには、被験者に背景にある理論を理解できる程度の専門基礎知識が不可欠であったことが先の回答となった要因と考えられる⁴¹。

4. 3 デザインの妥当性および有効性

上述してきたように、図6に示した口頭市場実験システムとしての情報システムデザインは、教育目的の口頭実験を実施する教師を機能的な面から支援でき、これまで困難とされてきた決められた授業時間内での実験実施とその総括が可能である、ということが実験支援システムを用いた教育実践の場での実験実施を通して検証できた。被験者への調査結果からも、口頭でのコミュニケーションを重視することで、実験経過をコンピュータに入力してプロジェクタ画面に提示する形であっても、口頭実験で重要な場

の雰囲気が失われることなく体感できていたことを窺い知ることができた。特に、試作した支援システムを用いた実験での被験者の反応や調査結果を通して、実験結果の迅速なとりまとめ、被験者へのフィードバックが、学習効果を得る上で重要であることを改めて認識できた。また、被験者に対する学習効果ばかりでなく、この支援システムを使用する実験者も実験に伴う作業が軽減するため、実験機会が増え、実験実施スキルの向上も期待できる。さらに、これは実験者の更なる拡大をもたらすことにもつながろう。このような観点から見て、図6の情報システムデザインは、教育目的の口頭実験市場を妥当な形で有効に機能させることができるものであったと評価できよう。

ところで、4.2で対象とした専門基礎教育の実験で、経済学を専攻しない被験者から寄せられた回答は、より専門的な経済理論に立脚した実験では口頭市場実験の重要な点である場の雰囲気よりも、実験経緯や実験結果がもたらす意味やその解釈の方により力点を置いている、ということを示しているとも考えられる。実際に、被験者からも実験中は周囲の状況を感じている間もない程に計算処理にかかりきりであったとの意見が散見された。しかも、被験者は得点計算に電卓を使用している状況であった。これらのことから勘案して、4.2で対象とするような実験は必ずしも口頭実験である必要性はなく、むしろ被験者の計算処理コストを低減するようなインターフェースを備えたコンピュータ市場実験の方が妥当と考えられる。そのようなシステムのデザインは、図5に示したコンピュータ市場実験システムに不足している教育目的のための情報提供や結果の整理集計作業を支援する機能を付与した、図8に示すような情報システムとなろう。

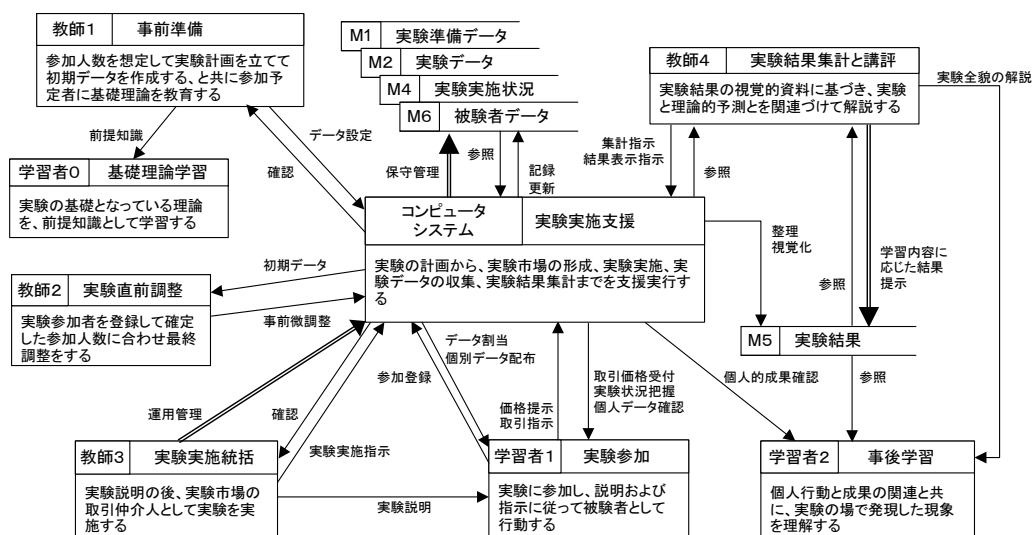


図 8 専門基礎教育用コンピュータ市場実験システムの全体像（SDU 記法による）

5. おわりに

本論文では経済学教育のために実施される口頭市場実験に焦点を絞り、教育ツールとして容易に口頭市場実験を実施するための支援システムのあり方を検討し、その全体像としての情報システムデザインを提示した。また、このデザインの妥当性および有用性を検証するためにダブルオークションによる口頭価格形成実験のための支援システムを試作し、教育実践の現場での実験を通して評価した。支援システムを利用した実験の実践を通して、教室において教育目的の口頭市場実験の環境を容易に構築でき、経済学習に求められる形での実験を実施できることが実証できた。また、被験者との口頭でのコミュニケーションの場を中心に据えることで、コンピュータ支援システムを利用しても口頭市場実験の特徴である「場の雰囲気」を醸し出せることも被験者の評価として得ることができた。

経済学の専門基礎教育においては、経験的理解よりはむしろ理論的背景に立脚した理解を求められる実験が中心となるため、手間がかかり、

実験スキルも必要とされる口頭市場実験よりも、コンピュータ実験の方が妥当と考えられた。そこで、専門基礎教育を目的としたコンピュータ市場実験システムのデザインも提示した。しかし、今回は取り組むことができなかったものの、口頭市場実験の支援システムをうまく利用することで、これまでとは異なるやり方での実験の可能性もある。現在の実験の多くは、紙と鉛筆を用いた口頭実験としてデザインされたものであるが、本論文で提示したような口頭市場実験による教育目的のシステムとして再考することで、より直観的な実験環境を構築できるものと期待できるからである⁴²。

今後、より多様な経済実験の実施を支援できる環境を整備できれば、教育の場での実験を通して、様々な経済理論を体感的知見として学べるようになるであろう。多くの教師や研究者が、そのような実験手法を理解し、身につけることと共に、有用な実験方法が多数開発され、実施されるようになることを願ってやまない。このシステムデザインによる知見が、今後の経済学の教育および研究における多様な実験方法開発

の一助となれば幸いである。

謝辞

本研究の遂行にあたり、神戸大学経済経営研究所所長下村研一教授、並びに東京工業大学大学院社会理工学研究科 大和毅彦教授には、実地での実験計画および実施からシステムデザインへまで幅広く知見をご教示頂き、また多くの情報をご提供頂いたこと、記して感謝の意を表する。

本研究は、平成 20～22 年度科学研究費補助金（基盤研究(C)、課題番号 20500829「経済学学習環境としての市場実験支援システムに関する研究」）により、情報システムとしての効果的な学習環境の構築に向けた基礎研究の一環として実施された。記して感謝の意を表する。

〈注〉

- 1 実験経済学(experimental economics)は、実験室での実験の手法に基づいて経済現象を研究するための方法論である[Davis, Holt 1993]。著名な経済学者である Paul A. Samuelson の書にもあるように、経済現象はその重要な要因を統制した実験が困難であるため、実験科学とは成り得ないと長年考えられ、それが定説とされてきた[Friedman, Sunder 1994]。Vernon Smith や Charles Plott らの先駆的な取り組みと実験の統制方法の開発により、この 40 年あまりの間に実験経済学は経済学研究の方法として認知され、確固とした位置を占めている。特に米国では、経済学研究の基礎として教育に広く取り入れられており、経済学は実験科学へと変貌を遂げつつある。2002 年に Vernon Smith がノーベル経済学賞を得たことは、そのことへの先駆的かつ継続的な貢献が認められたためと言われている[下村 2005a, 川越 2007]。我が国においては、実験的手法を実際に経験した研究者が少なく、実験実施回数も少ないため、実験経済学を標榜しつつもその方法論を学術的に意義のある統制条件下で実施した研究は限られており、その数もあまり増加していないのが現状である[Uchiki 2008]。
- 2 研究室や教室で実験市場(experimental market)を開設し、市場での財の取引状況を通して経済現象を実験的に解析する方法を市場実験(market experiment)と呼ぶ。市場実験は、Vernon Smith によって設計された被験者に売値と買値と取引値として市場の情報が公開されるダブルオークション方式によって学術的に価値がもたらされ、研究方法として認知されるようになった[Davis, Holt 1993, 下村 2005a]。
- 3 学習ツールとしての実験は研究目的のそれとは緻密さや精度の点で厳しくないものの、逆に経験豊かな教師は実験結果の全貌を被験者に対して整理公表する必要のない研究目的の実験が主であるため、学習目的としての対応は不慣れな場合が多い[杉本, 内木 2005]。なお、研究目的の場合には各被験者の実験中の成果に応じた報償を与えることが必須とされているため[Davis, Holt 1993, Friedman, Sunder 1994]、各被験者の実験での成果は即算出することが求められている。
- 4 文献[下村 2005a]にも、実験実施者の精神的負担や緊張について述べられている。
- 5 我が国において、市場実験を実施している機関（大学）の多くは、そのための専用の実験室を擁している。しかし、我が国だけでなく国際的にも経済学の先端的な研究を実施している大学や研究機関以外では、コンピュータ実験設備は普及していない。そのため、コンピュータを利用する場合でも、導入と維持運用に費用や手間のかからない解が求められることになる。
- 6 著者らは当初、経済実験の実施を支援する方策として、カリフォルニア工科大学の MUDA やアリゾナ大学の Market Link のような経済実験を支援するためのコンピュータシステムを利用することを検討し、試用した結果から得られたことである。
- 7 コンピュータのディスプレイ上に表現された世界は全てシミュレートされたことと捉えることができ、被験者の感想は正にその素直な感覚によるものといえよう[内木 2007]。
- 8 これまでの市場実験は経済学の理論研究が第一義であり、コンピュータシステムも研究遂行を念頭に開発されたものである以上、流用が困難であることは自明の理といえよう。
- 9 一般的に「システム」とは、コンピュータシステムのような具体的なメカニズムだけを指し示すことが多いが、真に稼働できる情報システムをデザインするには、具体的なメカニズムを取り巻く環境全体を「システム」として捉え、そこでの位置づけを明らかにすることこそ重要である[内木 2009]。
- 10 本文中でも述べているように、そもそも市場実験は口頭での実験として行われたが、コンピュータおよびネットワークが普及した今日ではコンピュータ・システム上に実験市場を開設して、スクリーン上で実験を行うことが多くなっている。そのため、一堂に会した被験者が発声することで取引を進める形の実験を、コンピュータ・スクリーン上での実施される今日一般的な市場実験と区別するために、「口頭」と断りを入れている。
- 11 ダブルオークション(Double Auction)とは、外国為替

- 市場のように売り手と買い手とが同時に取引価格を提示し合う方式の市場である。他の方式と比較して早く均衡価格に収束すると言われている[Friedman 1991]。
- 12 基本的な実験では、この例のように最大値と最小値とからデータのペアを作成することが多い。それにより、全ての被験者が実験に等しく参画できることと、実験で得られる利得に大きなばらつきが生じないからである。但しこの場合には、実験計画を立てる際に均衡価格がデータペアの中間値付近にならないように注意しなければならない。さもないと被験者が配布されたデータから容易に均衡価格を推定できてしまい実験に支障が生ずる危険性がある [Davis, Holt 1993, Friedman, Sunder 1994]。
- 13 財の仕入れ価格に対して、財の購入予算額というのは少々こじつけた設定であるが、実験をうまく機能させるために必要な枠組みである。
- 14 そこで、図 1 のような実験データの需要供給構造は単に実験の需要供給曲線とも呼ばれている。
- 15 日本の大学での経済学教育に関しては一般には望めないことではあるが、手順 2~4 に関しては、実験を実施できるアシスタントがいる場合には必ずしも教師が実験実施者でなくともよい。
- 16 米国の文化的価値観に基づいて構築されてきた実験経済学では、信頼性のある研究成果として承認されるためには、被験者の実験に対するインセンティブを実験成果に応じた報奨金を支払うことで担保しなければならない、と規定されている。授業で行われる実験は、研究目的ではないためその限りではなく、実際に報奨金を支払うことが困難なことが多いが、むしろ授業中では被験者の実験に対するインセンティブが高いため、多くの実験が報奨金無しでも有効に機能している [Friedman, Sunder 1994]。
- 17 実験市場での Auctioneer に対応する日本語は「競売人」や「競り人」であるが、一般的なオークションである買値を競い合う「競り」の印象が強く、ダブルオークションの誤解に繋がる恐れがあるため、本論文では敢えて「取引仲介人」と表記した。
- 18 研究目的での実験では、成果に応じた報奨金を支払うためにここで被験者毎の結果を集計する必要が生ずるが、実験の全貌や総括した結果について被験者に知らされることはない。
- 19 実験の規模や内容によっては、後日に整理、検討されることもしばしばある。
- 20 いわゆる手品の種明かしに相当しよう。しかし、種明かしとは逆に実験の印象は強化されることとなる。
- 21 SDU については、文献[Tomizawa, Uchiki 2007]で提案され、具体的な使用例も紹介されている。
- 22 SSADM は英国で開発され、欧州を中心として広く利用されているが、日本および米国ではあまり良く知られていない方法論である [Cutts 1991, Chester, Athwall 2002]。SSADM の特徴は、独特の DFD 記法を用いて現実のシステムを具体的な物理的情報メディアが交わされる物理的モデルとして表現し、それを論理化(Logicalization)することで物理的制約や慣例的名称を外して、情報システムの意味的な枠組みを明らかにする形で分析を行うことにある。そして、この枠組みを検討する形で要求されるシステムに必要な意味的な枠組みを設計し、最終的に実現する上での制約条件を加味して新たな物理的システム像を創出しようとするのである [Avison, Fitzgerald 2006, Chester, Athwall 2002]。本論文でも、一般的になされているように物理的な情報システムの技術的な実現方法についてではなく、意味的な枠組みである論理的な情報システムをデザインし、その考え方に即した試作システムを通してデザインそのものの妥当性や有用性を議論しているわけである。
- 23 通常、黒板やホワイトボードを用いて実験状況を提示する際に、全ての実験過程が書き込めるように位置や大きさを調整しながら実験終了までそのまま全記録を残せるよう実験者は取り組んでいる。場合によって途中結果を写真に残したり、黒板の代わりに模造紙を使ったりと、種々の取り組みも見られている。
- 24 カリフォルニア工科大学の MUDA やアリゾナ大学の Market Link などをはじめとして、経済理論研究のための経済実験を支援するコンピュータシステムが多数開発され、国際的に利用されている。
- 25 研究用のシステムは被験者が実体感を得ることには重きを置いていないので当然の帰結といえる。
- 26 コンピュータはそもそも数値データしか扱えず、文字も数値データの一つに過ぎないが、一般的に分かりやすさに配慮して文脈に即した形でこのように表現している。
- 27 端的な例としては、窓が無い自動車をカメラモニタ画面だけを使用して高速運転する場面を想定されたい。車庫入れのような超低速運転時には、周囲の物理的な障害物の情報が最も重要となるため直接視認するよりもむしろモニタ画面を見ながらの方が操作し易い場合もあろう。しかし、高速運転時には目に見える対象だけではなく情報の組み合わせや微妙な変化などが必要とされるため、モニタ画面だけでは心許なく感ずることであろう。
- 28 ディスプレイ画面を通した商取引は、価格、取引量、双方の ID などの形式的な情報のみのやり取りであるため、その対話過程だけに焦点を当てれば、そのシス

テムはコンピュータの知能を評価するチューリング・テスト(Turing test) [長尾 1990]に合格してしまうこととなり、取引相手がコンピュータであるか他の被験者であるかは判断し兼ねる状態となる。そのため、ディスプレイ上には他の被験者からの価格提示や取引の変遷は表現されるわけであるが、被験者には市場取引シミュレーションでプレイしている感覚となるのである[内木 1996]。

29 つまり、教師としての講義の力量である経験や勘といった暗黙的知見が問われる場面である。

30 そればかりか経済実験の実践者を養成することにもつながり、経済学における実験的手法の意義をより広く普及できる。それと同時に、経済学研究における実験的手法の意義をより広く知らしめる効果もあると考えられる。

31 この支援システムは Java で実装されており、推奨する動作環境である Java Runtime Environment Version1.4.2 以降がインストールされたシステム環境であれば実行可能である[杉本, 内木 2005]。

32 例えば、1 ラウンドを 5 分として考えるとき、取引量は 10 程度が経験的に妥当である。多過ぎる場合には対応が慌だしくなり、少な過ぎる場合には市場に活気が生じない。また、あまりに多すぎると取引時間内に設計した取引が処理しきれない事態も生ずるので、注意が必要である。均衡価格については、実態経済に合わせた価格帯とすることが望ましく、日本で大学生を被験者とする場合には経験的に 1~3 万円当たりが市場の活性度合から見て妥当なようである。

33 埼玉大学大学院文化科学研究科および教育学研究科の修士課程学生と、教養学部および教育学部の学生および研究生を被験者としており、経済学についての専門知識をあまり持たない者たちである。

34 埼玉大学以外でも、複数の大学および大学院で実施した。

35 この支援システムは Microsoft Excel のマクロ言語である Visual Basic(VBA)で実装した。

36 すなわち、「アイテム」と「キャッシュ」という 2 つの財の交換レートを決めるということになる。この枠組みを拡張して、2 種類の「アイテム」が共通の「キャッシュ」を介して取引できるとするならば、2 種類の財が相互に関係するより現実に近い価格形成実験を行うことができる。

37 この得点表に従うメカニズムにより、アイテムの転売やキャッシュの流用を行うことができるのである。

38 2 種類のアイテムを交互に取引するのは卸売り市場であり、同時に取引するのは株式市場であると考えられる。

39 埼玉大学大学院文化科学研究科の修士課程学生と教養学部の学生および事務職員を被験者としており、経済学についての専門知識をあまり持たない者たちである。

40 同様の評価は神戸大学の下村教授や東京工業大学の和教授からも寄せられている。

41 この手の実験は被験者が取引の要領を習熟していることが重要であると下村教授も指摘している[下村 2005b]。

42 理論の重要性は重々承知しているが、理論のみに依拠した教育はコンピュータ科学者の育成アプローチと同様で、先端的な方法論や技法にのみ依拠する形となり、それらの背景や位置付けなどについては正しい知識が与えられず、議論もされないことから、本当の力として身に付けられないというジレンマが生ずる[内木 2009a]。理論の新たな展開には、このような基礎的な理解を促す取り組みにこそその礎があるように思えてならない[内木 2007]。

参考文献

- Avison, David, Guy Fitzgerald (2006) Information Systems Development (4th Ed.), McGraw-Hill.
- Chester, Myrvin, Avtar Athwall (2002) Basic Information Systems Analysis and Design, McGraw-Hill.
- Cutts, Geoff (1991) Structured Systems Analysis and Design Methodology (2nd Ed.), Alfred Waller (浦昭二 監訳 (1995) 『情報システムの分析と設計』培風館).
- Davis, Douglas D., Charles A. Holt (1993) Experimental Economics, Princeton University Press.
- Friedman, Daniel, Shyam Sunder (1994) Experimental Methods: A Primer for Economists, Cambridge University Press (川越敏司, 内木哲也, 森徹, 秋永利明共訳 (1999) 『実験経済学の原理と方法』同文館).
- Friedman, Daniel (1991) "The Double Auction Market Institution: A Survey," The Double Auction Market -Institutions, Theories, and Evidence-, Santa Fe Institute Studies in the Sciences of Complexity, Addison Wesley, pp.3-25.
- 梶井厚志 (2003) 「経済学教育としての経済実験」『日本経済学会秋季大会基調報告』日本経済学会.
- 川越敏司 (2007) 『実験経済学』東京大学出版会.
- 長尾真, 他編著 (1990) 『岩波 情報科学辞典』岩波書店.

- 下村研一 (2005a) 「完全競争の実験：ダブルオークション」『経済セミナー』6月号, No. 605, 日本評論社, pp.69-74.
- 下村研一 (2005b) 「完全競争の実験：部分均衡モデルとその向う側」『経済セミナー』8月号, No.607, 日本評論社, pp.68-75.
- 杉本泰一, 内木哲也 (2005) 「経済学習のための市場実験支援システムの開発」『情報処理学会研究報告』2005-IS-91, 情報処理学会, pp.17-24.
- Tomizawa, Hiroki, Tetsuya Uchiki (2008) “A Proposal on IS Design Method based on User’s Roles: a Case Study of a Class Support System,” SEFBIS Journal, No.3, pp.52-62.
- 内木哲也 (1996) 「売買行動に基づいた価格形成シミュレーション」『経営論集』43号, 東洋大学経営学部, pp.37-47.
- 内木哲也 (2007) 「社会科学におけるコンピュータシミュレーションの意義」『埼玉大学紀要』第43巻, 第1号, 埼玉大学教養学部, pp.1-18.
- Uchiki, Tetsuya (2008) “Design of Oral Market Experiment Support System,” SEFBIS Journal, No.3, pp.77-87.
- 内木哲也 (2009a) 「情報基礎教育を巡る社会的文脈の変容と教育方策に関する研究」『埼玉大学紀要』第45巻, 第1号, 埼玉大学教養学部, pp.13-23.
- 内木哲也 (2009b) 「情報システムの射程とそのデザイン視点」『埼玉大学紀要』第45巻, 第2号, 埼玉大学教養学部, pp.11-21.