

# WWW 上のゲーミングによる 経済システムのシミュレーション

太田 拓男

## 1. はじめに

実験的方法を経済学の基本的原理の研究に用い、さらに教育分野に応用しようとする試みは既に半世紀の歴史を持ち、実験経済学 (Experimental Economics) として一つの分野を形成している。

一方、経営の分野ではビジネスゲームと呼ばれる方法によって仮想的な経営環境を設定し、企業経営者 (あるいは潜在的な企業経営者) に意思決定の訓練を行う試みがなされてきている。そこでの主眼は参加者に仮想的な体験をさせることであって、取引、契約だけによって結びついた経済システムの整合性には関心が払われていないものが多い。

一方、市場に関する命題に関心がある経済の分野にとっては、市場の参加者にモチベーションを与えることに問題が生じる。参加者が同時に観察者でもあることによる利点よりも、先に「達観」してしまうことによる意欲の消失現象があるからである。市場が完全であることはゲームが面白くなることになるのである。

純粋な経済理論では完全になってしまった市場を前提とするが、そこに至るまでの取引を「実現」することによって完全な市場が現実の市場に対してもつ意味を考えさせることになろう。これまで、著者が行ってきた実験によれば、

効用関数、生産関数が一定であっても、市場の不完全性を原因とした経済のダイナミクスが生じる。これによって十分に参加者が意欲をもって活動できるゲームを構築することができるのである。

仮想的な経済を実現するに当たっては参加者に取引の記帳の手間が障害になることが多い。また、取引上のルールを貫徹させることも困難である。このような問題を解決し、さらに必要な情報を集計し閲覧させ市場を完全なものに近づける機能を実現するものとしてネットワーク上の WWW でのシステムの構築を行っている。以下はそのシステムの概要である。

## 2. システムの概略

実経済と理論の橋渡しとなる仮想的な経済システムをネットワーク上のゲーミング環境の下に構築することを目的としたプログラムの解説を行う。

このシステムの特徴を以下に列記しておく。

### 1. 自己完結的なシステム

(a) 参加者の決定は「取引」の形で全てシステムに反映

(b) システムの動きは全て各参加者の意思決定の結果

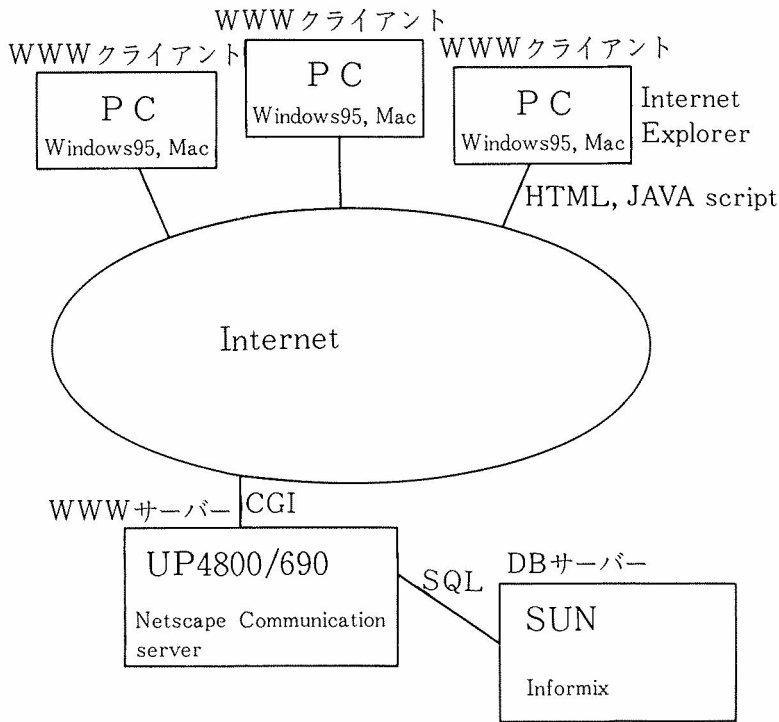
### 2. 単純な構造

(a) 最小限の経済主体の種類、

(b) 最小限の財の種類。

1) ミシガン大学における Theodore Bergstrom による報告を Web 上で見ることができる。  
Experiments with Economic Principles  
<http://leon.econ.lsa.umich.edu/>

2) このプログラムは追手門学院大学総合情報教育センターでプロトタイプまでが作成されている。



システム構成

- 3. ユーザインターフェイスの活用
  - (a) システムの状態のビジュアルな形での表現
- 4. インターネット上のゲーミング
  - (a) 遠隔地インターネットユーザの自由な参加
  - (b) ホームページアクセスによる必要なソフトウェアの準備
- 5. 理論的に整合的なシステム
  - (a) システムの動きと理論との対応の把握が容易

### 3. ゲームのルール

最終的な得点の獲得を目指してゲームの参加者同士が取引を行う。この取引によって結びつけられた活動全体が実際の経済システムの簡略化した姿になっているようにするのが目的である。つまり、各家計は最終生産物である消費財

の消費からもたらされる効用を最大化するように企業を組織して生産・投資活動を行っている、ということに対応する行動をこのゲーム中に再現しようとするものである。

参加者は、経済学の概念を知っている必要はなく、次のルールに従って各自の得点をあげるように決定をしていけばよい。

1. ゲームの各参加者は、一つの家計の役を演じる。家計は、生産資源として(1)労働力、(2)企業能力、いずれかの組の所有者に分けられる。それぞれを労働者、企業家と呼ぶ。
2. 企業家は、企業（製造業、資本財製造業、銀行のいずれか）を組織する。それぞれは製造業者、資本財製造業者、銀行家と呼ばれる。これらも家計より生産資源のもたらず用役を雇用して財の生産に直接、間接に携わる経済主体となる。
- 3.ゲーミングの開始時点で参加者は労働者、

製造業者、資本財製造業者、銀行家のいずれかの主体を演ずるかを決めなくてはならない。一度決めた主体の変更はできない。

4. この簡素化された経済システムでは、消費財は一種類のみである。各家計は、所有する生産資源の用役を労働市場を通じて企業に雇用されることによって現金を受け取る。この現金によって消費財を消費財市場で製造業より購入し、これを消費することによってこのゲームの得点となる効用を得る。一回あたりの消費から得られる効用との関係は、各家計に与えられる効用関数のグラフで決められている。このゲームの通算成績はこの効用の合計である。
5. 各経済主体の活動は、任意の時点で行うことができる。ただし、製造業の製造過程に所与の時間  $T_1$  を要する。また、家計の消費も時間  $T_2$  以上の間隔をあけてなされなければならない。これによって他の経済主体の活動の同期がとられることになる。
6. ゲームは、決められた一定の時間にわたって行なわれる。終了時の負債額の評価を擬似的に行い、ゲーム得点が修正される。
7. 財の生産は製造業で行なわれる。一回の

- 3) この変更を合理的に行わせるためには企業の売買のために企業の所有と経営を分離し、株式で企業の所有を行い、その売買を行う市場が必要となる。まず、簡素化のためにこの版では主体の変更を許さないことにする。
- 4) このシステムの原型はコンピュータシステムを用いないゲーミングであった。そこでは輪ゴムがこの唯一の財として用いられた。
- 5) ゼムピンが現金として用いられた。
- 6) 輪ゴムを審判に返す
- 7) 効用関数、等産出曲線が非線形であるため、消費、生産に時間間隔を開ける必要があるのである。そうでなければ細分化した消費、生産を行うことで有利な活動ができることになる。
- 8) 実際の経済では、ゲームの終了はなく、これが永久に継続するものとして各主体の各時点での評価がなされる。しかし、この経済模擬システムをゲームとして成立させるためには、ゲームを終了させねばならない。

生産で可能な量は、雇用する労働の量とそれ以前の投資の量によって決まる資本の量によって決まる。この関係は、等生産量曲線のグラフによって与えられる。

8. 資本財製造業は消費財市場で購入した財(消費財と同じもの)を資本財に加工して、資本財市場で製造業に販売する。このために労働を雇用する必要はない。投入量と産出量の関係が線形であるため、製造に要する時間は無視してよい。
9. 製造業の保持する資本財は、時間  $T_4$  ごとに一定割合  $d$  だけ減耗する。
10. 家計は一度の消費行動で手持ちのすべての消費財を消費しなくてはならない。また、製造業において、財の生産が行われた場合、以前生産活動による財は消滅する。購買力を保持するには、現金、あるいは金融市場(貸付)を通じて入手する銀行に対する債権の形で行う。
11. 企業は、賃金の支払いや、投資財の購入に必要な資金を銀行より金融市場(借入)を通じて借りることが出来る。

#### 4. 各主体の行動について

企業の利潤は、各企業主である家計の所得である。これは、通常の家計として効用の合計で評価され、特に企業としての評価は行なわない。

##### 4.1 家計

- ・家計のゲーム得点：消費財の消費からもたらされる効用の大きさを「効用関数のグラフ」より求める。消費時点ごとの効用の合計が
- 9) 輪ゴムを袋に詰めていた。
  - 10) 審判に返すことになる
  - 11) 企業の評価は、以下のように行なうのが実経済の模擬として望ましいのであるが、終わりのある我々のゲームでは実現方法が今のところ見当らない。1. 資金の調達方法として株式を発行する。2. 利潤は株式数に応じて株主の所得となる。3. その株式の評価を株式市場で行なわせる。発行株式の総価値を最大化する。

ゲームの得点となる。

- 消費財を分けて消費することはできない。
- 消費財は、手持ちの現金を交換することによって購入できる。交換比率は、市場の需給によって決まる。
- 現金は、将来にわたって保存できる。
- 現金は、銀行に対する債権と交換できる。これは  $T_3$  時間後に請求によって利子と共に返却される。請求がなければ債権のまま保有されることになる。
- 現金は、家計の持つ労働が市場を通じて企業に雇用されることによって賃金として入手できる。雇用は製造過程一回ごとに行われる。労働に対する賃金も市場の需給によって決まる。
- 家計も銀行より貸付を受けることができる。 $T_3$  時間後に利子分を加算した額を返却せねばならない。

#### 4.2 製造業

- 一回の生産活動ごとに家計より労働を複数雇用し、その時まで蓄積された資本<sup>12)</sup>のもとで消費財の生産を行なう。この資本と労働のもとで生産できる量は、「等量曲線群」によって決まる。
- 各時点の資本は、投資財として資本財製造業より購入する財の分だけ増加させることができる。この財の購入には、現金の他に小切手を用いることができる。交換比率はこの市場の需給によって決まる [投資財市場]。
- 投資として固定化された財は消費財として使用したり、投資財として他社へ転売することはできない。
- 資本の量は、 $T_1$  時間に一定率  $d$ % 減耗する<sup>14)</sup>。これは生産のための費用 (減価償却費) である。
- 生産された財の一部は、家計によって現金と

交換される [消費財市場]。交換比率は、消費財市場の需給によって決まる。

- 生産された財の他の部分は、資本財製造業に販売される。ここでの代金は、現金の他、銀行の小切手で受け取ることもできる。受け取った小切手は銀行にて現金に替えることが出来るが、将来の取引のために当座預金としておいてもよい。
- 次の生産活動による財がでてきた時点で、売れ残った財は、すべて消滅する。
- 利潤は、財の売上高よりその生産のために雇用した用役に対する支払い (賃金、利子) 及び減価償却費を差し引いたものである。原料費は存在しない。

#### 4.3 資本財製造業

- 財の仕入れ価格と販売価格の差を利潤とする。
- 財の仕入れは、消費財市場で製造業社より行なう。支払いは現金の他に小切手でもよい。
- 財の販売は、投資財市場で製造業者に対して行なう。受取は現金の他に小切手でもよい。受け取った小切手は銀行にて現金に替えることが出来るが、将来の取引のために当座預金としておいてもよい。
- 企業家のみで資本財製造の活動を行い、労働、資本は雇用しなくてよい。
- ゲームの開始時に一定額の財を複数の資本財製造業が所有している。

#### 4.4 銀行

- 資金の貸付に対する受取利子と預入れに対する支払い利子の差が銀行の利潤である。銀行家の能力のみでこの業務を行ない、労働や資本は雇用しなくてよい。
- 債務ごとに口座を設ける。市場で決まる利子を減じた額を企業家に対しては当座預金に入れ、家計に対しては、現金を渡す。 $T_3$  時間後に返却を求める。返却は、小切手、現金、当座預金いずれであってもよい。

- 所有する現金準備率 まで他の主体に貸付を行なう

12) 資本財製造業より購入した輪ゴムの累積量

13) この場合の生産とは、輪ゴムを袋より数えて取り出すことであった。

14) 袋に輪ゴムを返すことであった。

ことができる。ここで現金を直接貸し付けるのではなく当座預金口座を開設する。貸付に対しては利子を  $T_3$  時間後に現金、あるいは小切手で支払うよう要求する。当座預金口座には、支払い利子は発生しない。

- 他行の小切手が持ち込まれた場合は、持参人に現金を支払う。
- 自らの小切手が持ち込まれた場合は、持参人

の当座預金へ振り出し人の口座から額面分を振り替える。

- 当座預金口座に対して要求があれば現金を支払う。
- 現金は中央銀行より一定の利率で借り入れることができる。
- 現金は中央銀行に一定の利率で預けることができる。

## 5. 各主体の勘定科目

### 5.1 家計

貸借対照表の科目		損益計算書の科目	
資産勘定	負債, 資本勘定	費用勘定	収益勘定
現金	借入金 (債務ごと)	生活費	賃金
消費財		支払利息	受取利息
貸付金 (債権ごと)	剰余金	当期剰余金	事業所得
出資金	当期剰余金		

### 5.2 製造業

貸借対照表の科目		損益計算書の科目	
資産勘定	負債, 資本勘定	費用勘定	収益勘定
現金	借入金 (債務ごと)	売上原価	売上高
当座預金 (銀行ごと)		減価償却費	受取利息
貸付金 (債権ごと)		評価損	
小切手	資本金	支払利息	
設備 (資本財)	当期利益	当期利益	
製造原価算出までに用いる勘定			
資産勘定		負債, 資本勘定	
賃金			
製品			

### 5.3 資本財製造業

貸借対照表の科目		損益計算書の科目	
資産勘定	負債, 資本勘定	費用勘定	収益勘定
現金	借入金 (債務ごと)	売上原価	売上高
当座預金 (銀行ごと)		支払利息	受取利息
貸付金 (債権ごと)		当期利益	
小切手	資本金		
商品	当期利益		

5.4 銀行

貸借対照表の科目		損益計算書の科目	
資産勘定	負債, 資本勘定	費用勘定	収益勘定
現金	当座預金 (顧客別)	支払利息	受取利息
小切手	借入金 (債務ごと)	当期利益	
貸付金 (債権ごと)	資本金		
	当期利益		

6. 取引の記帳例

各勘定科目間の取引は次のように分類される。

- ・市場を介するもの、つまり市場に対して買い、売りの要求を出すことによって取引を成立させるもの。

労働市場：家計の供給する労働を製造業が現金で購入する。

消費財市場：製造業が供給する消費財を家計、及び資本財製造業が現金で購入する。

資本財市場：資本財製造業が供給する資本財を製造業が小切手で購入する。

- ・市場を介しないもの
- 過去の契約に従うもの
- システムの特性からでてくるもの<sup>15)</sup>

1. 製造業 Fa が銀行 Ba から 50 ゼムの借り

製造業 Fa			
借 方		貸 方	
当座預金 (Ba)	49	借入金 (Ba)	50
支払い利息	1		

銀行 Ba			
借 方		貸 方	
貸付金 (Fa)	50	当座預金 (Fa)	49
		受取利息	1

15) このシステムは平成2年度に追手門学院大学の1年生対象の科目「基礎演習」で太田が行った演習に端を発する。ここでは、教室内の学生に財としての輪ゴムと現金貨幣としてのゼムピンが配られた。財の単位として「リング」、貨幣の単位として「ゼム」が用いられているのは、この時用いられた輪ゴムとゼムピンによる。

入れを行う。

ここで金融市場（借入）では利子率2%かもっとも低く、これに対して借り入れを行う取引が成立したとしている。

また、利子は前払いで、借入時に利子分を減じた額が当座預金に振り込まれる。

T<sub>3</sub> 時間後に現金で返済の要求が銀行よりなされる。

2. 製造業 Fa が資本財製造業 Ca から 10 リングの財を 20 ゼムで購入する。

製造業 Fa			
借 方		貸 方	
設備	20 (10 リング)	小切手 (Ba)	20

資本財製造業 Ca			
借 方		貸 方	
小切手 (Ba)	20	売上商品	20
売上原価	10		10 (10 リング)

資本財製造業 Ca の所有する財は平均1リング当たり1ゼムで購入されていた。

3. 製造業 Fa が銀行 Ba より 15 ゼムを当座預金より引き出す。

製造業 Fa			
借 方		貸 方	
現金	15	当座預金	10

銀行 Ba			
借 方		貸 方	
当座預金 (Fa)	15	現金	15

4. 製造業 Fa が労働者 La, Lb を雇い賃金

製造業 Fa

借 方		貸 方	
賃金	10 (2 レイバ)	現金	10

労働者 La

借 方		貸 方	
現金	5	賃金	5

労働者 Lb

借 方		貸 方	
現金	5	賃金	5

をそれぞれに5ゼムずつ支払う。

5. 製造業 Fa が 2 レイバ, 設備 10 キャピタルで生産活動を行う。

製造業 Fa

借 方		貸 方	
製品	10 (188 リング)	賃金	10 (2 レイバ)

$K=10$ ,  $L=2$  に対応する産出量 188 リングは別表の等産出量曲線に基づいて求められている。生産活動を始めて,  $T_1$  時間後に製品の販売ができる。

6. 労働者 La が製造業 Fa より 1 リング当たり 0.12 ゼムで 40 リングを現金で購入する。

製造業 Fa

借 方		貸 方	
現金	4.8	売上高	4.8
製造原価	$10 \times \frac{40}{188}$	製品	$10 \times \frac{40}{188}$

労働者 La

借 方		貸 方	
消費財	4.8	現金	4.8

7. 労働者 La が消費財 4.8 ゼム (40 リング) を消費して効用を得る。

労働者 La

借 方		貸 方	
生活費	4.8	消費財	4.8 (40 リング)

労働者は消費財 40 ゼムの消費によって効用 = 得点 98 ユーティルを得る。次の消費は  $T_2$  時間後以降に行わなければならない。

7. 各主体の属性と勘定科目以外の状態変数 (一部)

7.1 家 計

属性: 家計名, 構成員氏名, 種類 {労働者, 製造業, 資本財製造業, 銀行}

状態変数:

1. 前回の消費時点と経過時間
2. 得点 = 効用の累積額
3. 労働者の場合, 雇用の状態 {失業中, 雇用中 (企業名)}

7.2 製造業

属性: 製造企業名

状態変数:

1. 現在の状態 {製造中 (開始時点), 準備中}
2. 労働者 {労働者リスト}
3. 設備 (資本財の量, 減価償却 (直前の時点, 経過時間))
4. 製品 (在庫量)

(平成 9 年 2 月 20 日受理)