

「ゲーミングによる経済システムのシミュレーション」・第1次開発の機能と問題点

朽 尾 真 一

キーワード：シミュレーション、ゲーミング、経済学

Key words : simulation, gaming, economics

1 はじめに

1998年度から「ゲーミングによる経済システムのシミュレーション」（以降、経済シミュレーションと省略する）を開発し、「経済情報処理」などの授業で運用してきた。これらの経験を元に改善などを行ってきた。「経済シミュレーション」は2016年度からは業者によるサーバ維持のサポートの支援を停止しており、運用を継続することは困難になりつつある。仕様書などの資料では残せない検討事項や、運用上のトラブルなどを、同様のシステム開発時の参考にするために記録する。

2. 経 緯

共同研究者の太田拓男先生¹が、1990年に取引を何らかの物理的な小物を利用して体験させることを考えて、輪ゴムとクリップを用いた取引ゲームを行った。このゲームでは、売り買いなどの経過を簿記的な表記で記録させていたが、学生の記録ミスなどもあり、成果を発展させることができなかった

1 追手門学院大学経済学部名誉教授

た。取引の記録はWebを通したPC（サーバ）上に残す方法を用意することになった。

1996年にUNIX上にプロトタイプを用いて用意しておおよその動作を確認した後、1998年度から3ヶ年間の第1次開発に取りかかった。

3. システムの概要

3-1. 参加主体と財など

システムを単純にするために、取り扱う済などの種類は最小限に抑えた。「消費財」を中心に考える。消費財を製造する「製造業」は「資本財」と「労働力」を用いて「消費財」を生産する。「消費財」は全ての主体が家計で購入して消費する。「資本財」は「資本財製造業」が提供するが、「資本財製造業」は「消費財」を入手するだけで「資本財」に加工する能力を持つ。「労働者」は「労働力」を提供して賃金を得る。初めに「資本財」がないと、開始できないので、「資本財製造業」には、幾らかの数の「資本財」を持たせておくことにする。「製造業」が活動するためには、「資本財」と「労働力」を入手する必要がある。これに必要な資金を融資する「銀行」が存在する。この4つの主体「製造業」「資本財製造業」「労働者」「銀行」については、複数の参加者が活動する。「銀行」に関しては、別途「中央銀行」が存在する。「中央銀行」は、経済シミュレーションのゲームを管理者が必要な設定値で管理する。基本的には「中央銀行」は他の主体のように活動しない。

それぞれの主体が、「消費財」「資本財」「労働力」を、貨幣を用いて交換取引する仕組みである。

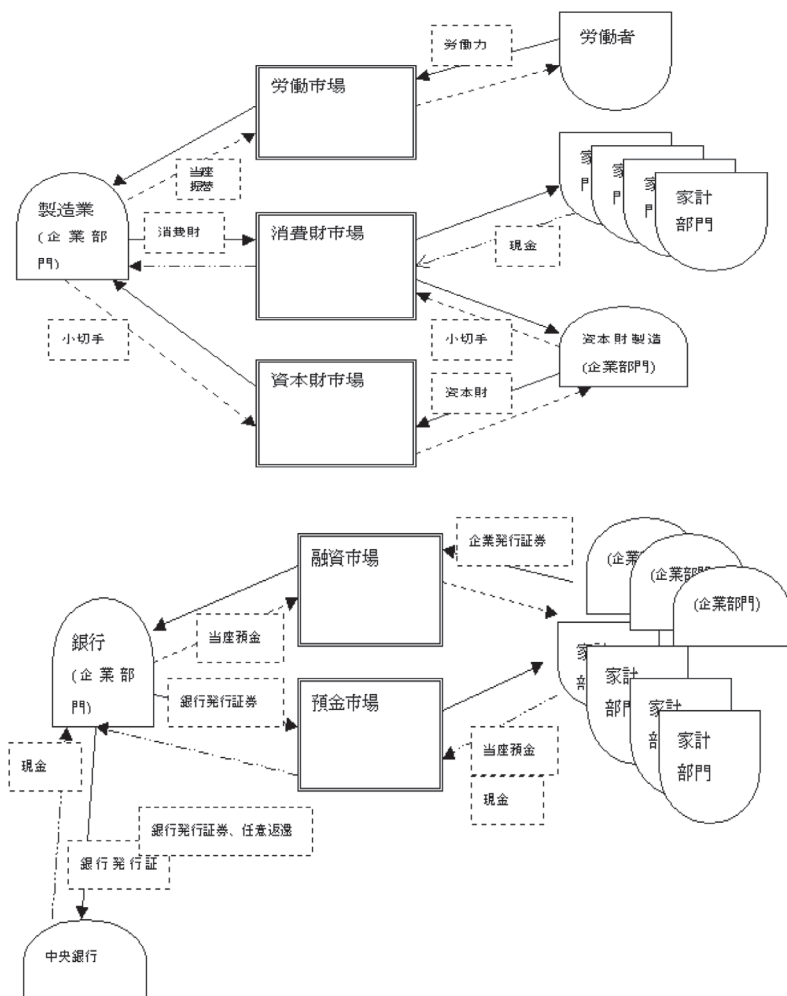
図1は主体と市場とそこで取引される財などをまとめたものである。

半円形は主体を表している。上半分は、企業部門、下半分は家計部門を表しており、労働者は企業部門を持たないため、下半分の形で表現している。中央銀行は管理者が担当し、家計部門を持たないため、上半分で表現している。

二重線で囲まれているのが「市場」である。各主体のどの部門と何を取引

するかを線または点線で繋いで表現している。

図1 経済シミュレーションに登場する4つの主体と5つの市場とその取引される財など



出展：「Webを利用したゲーミングによる経済システムのシミュレーションの開発と評価(1)」教育システム情報学会第24回全国大会予稿集228ページより。

3-2. 取引の成立

交換取引は、5つの市場の何れかに「オーダーを送る」という方法になる。5つの市場は「消費財市場」「資本財市場」「労働市場」「融資市場」「預金市場」である。

売る側、買う側のそれぞれが、取引する数量と価格を決めて、オーダーを該当する市場に送る。具体的には、取引するオーダーを選んで画面上のボタンをクリックし、表示される画面上の価格と数量欄に数値を入力して「OK」ボタンをクリックする。

売る側と買う側の双方の希望する価格が一致すれば取引成立になる。この際、取引する数量は売買する何れかの数量が無くなるまで取引され、残りの数量はオーダーとして残る。

また、売る側と買う側のオーダーが出されたタイミングや取引価格によって、安く買えたり、高く売れたりする。このように取引が成立する状態は微妙に異なる。これはコールオークション方式に従っている。

3-3. 取引状況の記録方法

我々人間の社会では、商品を買う際に必要なお金を持って店舗に出かける。また、予約して購入する場合でも、事前にその費用を残して置くだろう。人によっては封筒に入れて保管するかも知れない。

経済シミュレーションでは、簿記の記帳方法を用いて貨幣や財を保持している。しかし封筒に入れておくものは簿記では記帳できない。

例えば融資の満期が来て、所持金が減ってしまった後に、オーダーしていた取引が成立した場合、支払いが滞ることがある。経済シミュレーションではこれを回避するために、括弧を用いた記述で、所持金をオーダー時に予約して金庫にしまうような方法を行っている。

この括弧を用いる方法は、正式な簿記では存在しないが、システム内の整合性を確保するために用いている。

売買オーダーで、取引成立まで財や貨幣は、帳簿上では括弧（ ）で囲んで表記し、予約分を取り置くように、元の数量から差し引いて表記する。オーダーが成立した際に、括弧付の勘定科目を相殺する形で処理して、支払

いなどの滞りが発生しないようにしている。

3-4. 取引状況の仕分けと表記方法

図2は、消費財の取引に関して、供給側、需要側、消費財市場のそれぞれについて、取引のタイミングで行われる仕分けの例を記述したものである。

図2 消費財市場と供給側、需要側の仕分けの例

タイミング	供給側（製造業）			
1 発注時	未収金	90×2	引渡約束	90×2
2				
3 成立時	引渡約束	90×2	未収金	90×2
4	現金（家計）	100×2	売上	100×2
4'	当座預金（企業）	100×2	売上	100×2
5	製品原価	500×2/10	製品	500×2/10
6				

（製品1個当りの製造原価：仮に10個製造するのに500賃金かったとする）

タイミング	消費財市場			
1 発注時	受領権	90×2	未払金	90×2
2	未収金	100×3	引渡約束	100×3
3 成立時	未払金	90×2	受領権	90×2
4				
5				
6	引渡約束	100×2	未収金	100×2

タイミング	需要側（家計・資本財製造業）			
1 発注時				
2	受領権	100×3	未払金（現金）	100×3
2'	受領権	100×3	未払金（当座預金）	100×3
3 成立時				
4				
5				
6	未払金（現金）	100×2	受領権	100×2
6'	未払金（当座預金）	100×2	受領権	100×2
7	消費財	100×2	現金（家計）	100×2
7'	消費財	100×2	当座預金（企業）	100×2

横に3つの仕分けを並べるスペースが無いので、縦方向に3つ並べている。処理するタイミングが判りやすいように左端に数字を記載している。この数字が時間の経緯である。

網掛け部分は、仕分けの進行に伴い相殺される部分である。また、斜線は貸方借方で対応していることを確認するために引いている。

タイミング1で、供給側から消費財を価格90で2個の売り出しオーダーが出されて、供給側の仕分けに「未収金」と「引渡約束」の勘定科目と数値が表示される。同時に、消費財市場では、「受領権」と「未払金」の勘定科目が表示される。タイミング2では、需要側から、消費財購入のオーダーが出された。例では、家計からのオーダーと企業からのオーダーで勘定科目が異なるので2行同様のものを掲示している。タイミングの数字にダッシュ（'）が付いていない方が家計の取引である。また、ここでは供給側の価格よりも高い価格での購入オーダーの場合を想定している。先に出された供給価格よりも高い価格で購入するので、供給側は損をしない。このため、高い価格で取引は成立する。また、数量は供給量よりも多いため、取引終了後は需要側のオーダーが市場に残ることになる。

需要側から消費財を価格100で3個購入するオーダーが出されて、需要側の仕分けに「受領権」と「未払金」の勘定科目と数値が表示される。同時に消費財市場では、「未収金」と「引渡約束」の勘定科目が表示される。

タイミング3では、取引が成立したため、供給側と消費財市場のタイミング1の勘定科目をタイミング3の勘定科目で相殺している。

タイミング4では、供給側での処理として、売上が計上されて、タイミング5でその分の製品の数量を減らす仕分けが行われる。

タイミング6では、取引成立に伴って、消費財市場と需要側のタイミング2の勘定科目をタイミング6の勘定科目で相殺している。

タイミング7では、需要側の処理として、消費財が購入できて、その対価を支払う仕分けが行われる。

ここでは、消費財の取引を例に仕分けを紹介した。他のオーダーについてもほぼ同様の処理が行われるため、説明は省略する。

3-5. Web上での動作と、画面構成

第1次開発では、Microsoft社のIISとデータベースSQLを用いたシステムであった。ホームページ上に、表示されるボタンで必要なオーダーを出して取引を行い、必要なデータはサーバに保管する方法を用いた。サーバの負担を軽くするため、ホームページの表示は文字を主として、画像の利用は可能な限り省略した。

経済シミュレーションの参加者はサーバにアクセスして、参加するゲームを選択肢する。ゲームの入り口は、入り口用のパスワードを入力する（画面は省略）。参加者一覧が表示されるので、自分のゲーム参加名を選択して、個別のパスワードを入力する。

図3-1 製造業の画面（上が企業、下が家計）

製造業のページ - Microsoft Internet Explorer

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) お気に入り(I) ツール(T) ヘルプ(H) 印刷

製造業

ゲーム名: 02A2001C 氏名: 横田 企業名: オダ食品

得点: 16.97
ライフ値: 2,843.00

家計部門へ 製造業部門 最新

労働力(人)	資本財	時間経過(秒)	予定生産量	製品売出し
要雇用	要資本財購入	生産時間待ち		引渡約束なし
3	2,500	0	2,499	0

生産

貸借対照表 + 損益計算書

資産勘定 + 費用勘定			負債・資本勘定 + 収益勘定		
勘定科目名	数量	金額	勘定科目名	数量	金額
当座預金		3,921	借入金		22,100
製品	0	3			
資本財	2,500	14,625			
労働力	3	3,456	当期利益		-395
支払利息		3,536	売上		9,996
製造原価	2,499	3,453			
減価償却費	375	2,250			
役員報酬		1,152			
当期利益		-395			

小切手入金
当座預金入金
当座預金出金
企業家報酬
ゲームのトップへ
ゲーム概要

インターネット



図3-1は製造業の画面例である。労働者以外の企業は、企業部門と家計部門の2つの画面がある。企業部門の画面は取り扱う財などによって異なるが、右上の部分に所有している財などの情報が表示される。得点は、消費財を消費するところで得られる。ライフ値は2001年から導入した数値で、消費活動を行わないと人が空腹で動けなくなることをイメージした。時間の推移と共に値が減少し、ゼロになると活動できなくなる。実際にはゼロになったら、手で数値を変更した。労働力と資本財を確保している数量、連続して生産することを抑制するためのタイマーの残り時間、現在の労働力と資本財で生産できる消費財の数量、売り出している消費財の数量が表示されている。右下は、企業の財務状況について、貸借対照表と損益計算書が表示される。左側は、その企業が行える活動をリンクボタンで表示している。

家計部門では、右上に消費財を消費するための情報などが表示される。所有している現金の金額、購入して保有している消費財の数量、消費財を連続して消費することを抑制するためのタイマーの残り時間が表示されている。右下は家計部門の貸借対照表と損益計算書が表示される。左側は、家計部門で行える活動をリンクボタンで表示している。

図3-2は、労働者の画面の例である。企業の家計部門に加えて、労働に

関する表示が右上の部分に加えられている。求職していない状態と、求職中と、雇用されている場合の雇用先企業名などが表示される。右下は労働者の貸借対照表と損益計算書が表示される。左側は、労働者が行える活動をリンクボタンで表示している。

図3-2 労働者の画面

労働者

ゲーム名: JA2001C 氏名: 前田 家計名: 前田家 得点: 16.97 ライフ値: 4,067.00

労働者部門 最新

現金: 要現金 要消費財購入 経過時間(秒): 消費時間待ち 消費

雇用状態: 求職可 雇用先企業: F_000164 オダ食品 開始時間: 2001/11/22 18:23:58

貸借対照表 + 損益計算書

資産勘定 + 費用勘定			負債・資本勘定 + 収益勘定		
勘定科目名	数値	金額	勘定科目名	数値	金額
当座預金		1,152	当期剰余金		1,152
生活費		1,152	貸金		2,304
当期剰余金		1,152			

図3-3は、資本財製造業と銀行の企業部門の画面の例である。上段の資本財製造業の画面例では、右上の部分に所有している資本財の数量が表示される。右下は、企業部門の財務状況について、貸借対照表と損益計算書が表示される。左側は、資本財製造業が行える活動をリンクボタンで表示している。

下段の銀行の画面例では、右上の部分に中央銀行からの借入金額が表示される。右下は、銀行の企業部門の財務状況について、貸借対照表と損益計算書が表示される。左側は、その銀行が行える活動をリンクボタンで表示している。

図3-3 資本財製造業と銀行の企業部門の画面（上が資本財製造業、下が銀行）

資本財のページ - Microsoft Internet Explorer

ゲーム名: J2 A2001C 氏名: 斎藤 企業名: 斎藤製作所 得点: 16.97
ライフ値: 4,108.00

家計部門へ 資本財製造部門 最新

資本財数: 2,896

貸借対照表 + 損益計算書

資産勘定 + 費用勘定			負債・資本勘定 + 収益勘定		
勘定科目名	数値	金額	勘定科目名	数値	金額
(未収金)		14,480	引渡約束	2,896	14,480
当座預金		12,639	資本金		450,000
商品	2,896	196,843	当期利益		-238,718
売上原価	2,875	254,441	売上		16,875
役員報酬		1,152			
当期利益		-238,718			

値額表示
アクション
(取引行動)
証券購入
(オーダー)
購入取消
資本財売却
売却取消
証券発行
(値入オーダー)
証券価格変更
証券取消
銀行準備購入
(預金オーダー)
購入取消
小切手入金
当座預金入金
当座預金出金
企業家報酬
ゲームのトップへ
ゲーム概要

インターネット

銀行のページ - Microsoft Internet Explorer

ゲーム名: J2 A2001C 氏名: 滝川 企業名: たきがわ銀行 得点: 16.97
ライフ値: 4086

家計部門へ 銀行部門 最新

中央銀行借入: 7,500

貸借対照表 + 損益計算書

資産勘定 + 費用勘定			負債・資本勘定 + 収益勘定		
勘定科目名	数値	金額	勘定科目名	数値	金額
現金		6,200	借入金		7,500
貸付金		22,100	自行当座預金		18,564
			当期利益		2,236
支払利息		148	受取利息		3,536
役員報酬		1,152			
当期利益		2,236			

値額表示
アクション
(取引行動)
証券(債権)購入
(貸付オーダー)
証券(債権)購入取消
証券(債権)発行
(預金受入れオーダー)
証券価格変更
証券(債権)発行取消
中央銀行借入
中央銀行短期借入
中央銀行短期借入返済
企業家報酬
ゲームのトップへ
ゲーム概要

インターネット

なお、何れの画面でも、
貸借対照表と損益計算書は
表示色を変えて、上段と下
段に区別して表示するよう
にしている。また、3-4
で述べた予定の勘定科目は
括弧付きで表現している。

図3-4 生産関数

$$f(K, L) = \frac{1}{1 + e^{-\frac{K-K^*}{kMax/5}}} - \frac{1}{1 + e^{-\frac{-K^*}{kMax/5}}} \\ \times \frac{1}{1 + e^{-\frac{L-L^*}{lMax/5}}} - \frac{1}{1 + e^{-\frac{-L^*}{lMax/5}}} \\ \times \text{最大生産量} \times \text{規模調整値}$$

K：資本財投入量 L：労働者数

3-6. 効用関数（得点）と生産関数

経済シミュレーション上での活動を評価する方法として、消費財を購入して消費することで得られる効用を得点とした。効用関数は、消費した消費財数量の平方根（ルート）とした。多くの量を一度に消費しても大きな効用は得られない。しかし、消費するための時間制限があるため、少ない量の消費を行っても回数が限られるので、多くの得点が得られない仕掛けを施した。

消費財は、製造業が労働者と資本財を用いて生産する。この生産する消費財の量は、投入する労働者数と資本財数で決まるように設定した。図3-4に式を示した。Kは資本財投入量で、Lは労働者数である。

図3-5 生産関数のクラフ

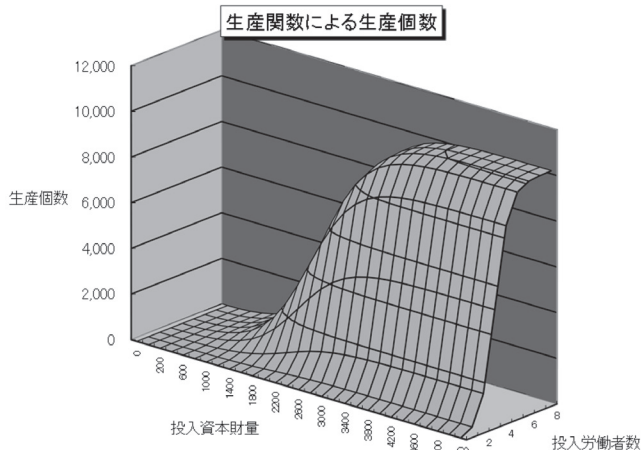


図3-5は、生産関数をグラフにしたものである。資本財量2000と、労働者3人で生産するのが消費財1個当りのコストが最低、つまり最適になるように設定している。

4. 運 用

4-1. 経済シミュレーションの実施と参加人数

表4-1 経済シミュレーション参加人数

年度	授 業 名	参加人数など
1999	情報処理演習 A	労働者：79、製造業：20、資本財製造業：7、銀行：6
	情報処理演習 B	労働者：52、製造業：14、資本財製造業：4、銀行：4
	演習（ゼミ2クラス）	労働者：30、製造業：19、資本財製造業：9、銀行：13
2000	情報処理演習 A	労働者：91、製造業：20、資本財製造業：10、銀行：10
	情報処理演習 B	労働者：107、製造業：20、資本財製造業：8、銀行：8
	演習（ゼミ2クラス）	40名程度
2001	情報処理演習 A	労働者：58、製造業：14、資本財製造業：5、銀行：3
	情報処理演習 B	労働者：58、製造業：14、資本財製造業：5、銀行：3
	演習（ゼミ2クラス）	40名程度
2002	情報処理演習 A	労働者：70、製造業：22、資本財製造業：5、銀行：3
	情報処理演習 B	労働者：101、製造業：22、資本財製造業：5、銀行：3
	演習（ゼミ2クラス）	20名程度
2003	経済情報処理 A	労働者：89、製造業：23、資本財製造業：5、銀行：2
	経済情報処理 B	労働者：96、製造業：24、資本財製造業：5、銀行：2
	演習（ゼミ2クラス）	20名程度
2004	経済情報処理 A・B	労働者：152、製造業：48、資本財製造業：8、銀行：4
	演習（ゼミ2クラス）	30名程度
2005	経済情報処理 A・B	労働者：149、製造業：57、資本財製造業：8、銀行：4
	演習（ゼミ2クラス）	20名程度
2006	経済情報処理 A・B	労働者：186、製造業：93、資本財製造業：(1)、銀行：(1)
	演習（ゼミ2クラス）	20名程度

1999年度から、経済シミュレーションの運用を開始した。1999年度から科目「情報処理演習」（2003年度から名称変更「経済情報処理」）と、杢尾と

太田が担当する「演習」で授業の一部として実施した。2005年度までは受講生の希望と出席状況を考慮して主体を割り当てて実施した。演習では、希望を聞きながら主体を登録していたため、主体別の人数を記録していなかったため、合計数で表示している。

2006年度は、教員が資本財製造業と銀行を担当した。理由は、これらを担当する受講生が欠席した際に、取引が成立しない状況が発生し、全体の取引に影響が及んだためである。その際には教員が担当していたが、数が多いと授業時間内で代行するのに限界があった。

なお、1999年度は参加者同士がネット上で取引に関する情報交換ができるように別のサーバ上にチャットを用意したが、大学のネットワークポリシーのセキュリティ設定の都合で2001年度からはチャットを行っていない。

4-2. 活動評価

2002年度までは、シミュレーション上の活動結果を成績評価には加えていない。

2003年度からは、科目「経済情報処理」で最大15点の評価を採用している。評価の元になるのは、経済シミュレーション上での得点と終了時点での参加主体が保持していた当期余剰金と当期利益を配慮して追加する得点を計算し、一定以上の得点に対して数段階に分けて評価していた。

5. 問題点と対応および解決策

実際に授業などで受講生に参加してもらい運用を始めると、幾つかの問題点を発見できた。これらの問題点の多くは、2007年度からの第2次開発で改善することになる。

5-1. 活動待ち時間の改善

製造業が消費財を生産する回数を制限するために、「次の生産までの待ち時間」を設定していた。これは生産に必要な作業を、良く考慮してから意思決定できるようにという配慮からであった。また、消費についても、効用

関数を消費財の量の平方根にしている都合上、少ない量を多い回数で消費すれば、同じ量の消費財でも高い得点を得られるが、これを防いで必要量の消費財を有る一定期間に消費してもらうことを目的としていた。

運用を始めて困ったことは、労働者は製造業に雇われるが、製造業が生産活動を行わないと賃金も支払われず、新たに求職することもできなくなる事態が発生した。製造業を担当している受講生が授業に欠席した際に、雇われた労働者を担当する受講生は何も活動ができなくなった。

この事態を改善するために第2次開発では、労働者には労働力を提供する為のミニゲームを用意して、そのゲームをクリアしたら製造業から賃金が支払われて、新たに求職活動ができるようにした。また逆に、雇用した労働者が労働力を提供しない場合に、製造業が一定時間後に労働者を解雇できるようにした。これによって、労働者が拘束され続けることは無くなった。また、製造業は支払う予定の賃金を求人した時点で他に使用できないように封印される。イメージとしては封筒に入れて取って置くようなものである。働かない労働者を諦めて、他の労働者を雇用しようとするより賃金が必要になるが、解雇できることで、新たな賃金のための費用を確保する必要がなくなる。

5-2. プライバシー保護 登録名を仮称に

シミュレーションを行っている授業中に、特定の受講生が別の特定の受講生に威圧的に自分が有利になる活動を強制しようとする発言が聞こえてきた。コールオークション方式で市場の取引が成立するため、この発言した受講生の思惑通りには取引が行えなかった。

公平な取引を行わせることが目的であるが、参加している人物が特定できるのは良くない。このため第2次開発では、シミュレーション内では匿名を使用できるように項目を増やした。実際には、参加者を登録するゲーム管理者が鳥・魚・樹木の名称を用いた架空の名称を割り当てている。

5-3. チャット（別サーバ）と取引成立通知メール

1999年度と2000年度は、朽尾が管理する別サーバ上にチャットを用意して、参加者同士で情報交換できるように設定した。「カルテルを結んで価格を上

げよう」などの発言も見られて、有意義であった。残念ながら大学内のネットワークポリシー見直しの影響を受けて別サーバの運用が不可能になったため、チャットは使用できなくなった。

取引成立の情報をチャット上に表示することを計画していたが、諦めた。

そこで、第2次開発時には、取引成立の情報を、参加者に個別にメールで送信するように機能を追加した。担当の朽尾真一です。大学が提供しているメールアドレスに加えて携帯電話のメールアドレスも参加者が登録できるようにした。携帯電話のメールアドレスをゲーム管理者は知ることはできない仕様になっている。

5-4. 市場取引のグラフ 市場グラフの自動生成

労働市場、消費財市場、資本財市場の取引状況は、オーダー価格毎に需要側と供給側の数量を表示して、参加者が取引オーダーを出す際の意志決定に利用できるようにした。また、直近に成立した取引は、一定時間それぞれの価格と数量を表示して、成立内容が確認できるようにした。

各々の取引状況は財務帳票表示機能を用いて各参加者が、他の参加者の財務状況も確認できる。また、市場表示を閲覧している間は、直近の取引も確認できる。しかし閲覧していない期間の取引を確認することは容易ではない。これを解決するために、第2次開発では、取引状況のグラフ表示を用意することにした。当初はデータをダウンロードして管理者が作成する方法であった。改造を加えてもらい夜間に自動的にグラフを生成するようにした。

5-5. Web型での更新ボタンによるトラブル

シミュレーション画面は、HTMLをベースにしたホームページの形式で表示しており、必要な活動のボタンをクリックして操作を行っていた。取引オーダーのボタンでは、別の画面が開き、その画面に必要な値を入力して送信させる方法をとっていた。

授業などで使用している際に、受講生が操作に慣れてくると、より早い反応を求めるようになった。シミュレーション画面の表示更新ボタンは一定期間空けないと再度押せないように設定していた。しかし待たない受講生がシ

ミュレーション用の表示更新ボタンではなく、ブラウザの再表示ボタンをクリックするようになった。このため、サーバは画面を再表示させる為にデータを生成して送るため、負荷がかかるようになり、クリックした操作者の意図とは逆に遅延を招くようになった。早めに気が付いて、受講生に操作を止めるように工夫すれば、回復することが判ったが、こちらの指示を無視する受講生が再読み込みを繰り返すため、サーバは回復不能に陥るようになった。この場合にはサーバを設置している研究室まで戻り、サーバを再起動することになった。

この事態を回避するためには、操作を止めるように叫び続けるしかなかった。

このような事態を回避するために、第2次開発ではHTML形式ではなく、専用のソフトウェアを用意した。これによってどのブラウザでも利用できていたシミュレーションはWindowsのみのサポートになった。

5-6. 「生産と廃棄」から、「生産を作り置き」へ

シミュレーションでは、製造業が生産した消費財は、次に生産活動した際に廃棄するように設定していた。このルールは受講生にも説明していたが、生産して消費財を販売せずに、誤って次の生産を行うことがあった。製造業としては、販売しないで破棄することは赤字に繋がる。このため、第2次開発時には、生産した消費財を作り置きできるように変更した。これにより、社会全体として「無駄」を減らすことになり、シミュレーション上の景気にも影響した。

5-7. マクロデータの整備

シミュレーション上の取引記録は全てサーバ内に保管されている。このデータを取り出して分析などに利用することにした。当初は取引データなどの不具合をデバッグするために用意していたが、容易に取り出せるようにはなっていなかった。

第2次開発時にこのデータを参加者が取り出せるように改善した。このデータは後に「産業連関表」を作成するために活用する。

5-8. 夜間休業

シミュレーションはいつでも参加できるように24時間稼働させていた。授業の成績判定に含むように評価を変更したため、学期末近くになって、夜中に寝ないで活動続ける受講生が現れるようになった。熱心で良いことと考えることもできるが、受講生が寝不足で昼間の他の授業で寝たり、寝不足が原因で様々な事故に繋がるのは問題である。

第2次開発では、夜間などの設定した時間に休止できるようにした。残念ながら曜日の設定を含まなかったため、週末を自動で休止することはできていない。

5-9. 生産待ち、消費待ち

活動する際に、何度でも建て続けに消費財の生産や、消費財の消費ができないように一定時間の待ち時間を設定していた。この待ち時間を第2次開発では、管理者が設定できるように変更した。

5-10. デーモンの参加

シミュレーションを行っていて、欠席した受講生と取引関係がある参加者が、相手が活動しないために、当人も活動できない状態が発生した。これらを補うために、プログラムで決められた活動を行うエージェントが必要になった。欠席した参加者の代わりに教員が代理でログインして活動を行った。しかしこの方法では受講生のサポートに回れなくなってしまう。また、銀行と資本財製造業を教員が担当して、欠席者のトラブルを減らすように試みたが、ここでも、銀行と資本財製造業の操作に追われて、受講生のサポートが疎かになった。

第2次開発時に、デーモンと呼ぶエージェントを導入した。

6. 類似するシステム

この経済シミュレーションは、取引を行う過程の記録をサーバ上に持たせて表示する機能を用意したシステムである。このため、ゲーム理論で用

いられる「協力ゲーム」、「非協力ゲーム」などのような枠組みと、あるいは「囚人のジレンマ」「最後通牒ゲーム」「独裁者ゲーム」などのような実験とは異なるアプローチになっている。また、「最後通牒ゲーム」「独裁者ゲーム」などを教室での実験で蓄積された、現実の人間行動と理論的予測の乖離を示すデータによって登場した分野の行動経済学とも異なるアプローチになっている。

7. まとめ

開発当初は、少人数のゼミなどで単純な経済の仕組みを理解してもらうために用意していたが、開発費などを投入する都合で、より多くの参加者に対応するための改造が必要になった。多人数に対応できるシステムへの第2次開発については別途まとめることにする。

参考文献

有定愛展（2000）『ゲームと情報の経済理論』勁草書房

秋山 哲（2001）『情報経済新論』ミネルヴァ書房

永谷敬三（2002）『入門 情報の経済学』東洋経済新報社

神取道宏（2010）、「経済理論は何を明らかにし、どこへ向かってゆくのだろうか（第6章）」『日本経済学会75年史：回顧と展望』有斐閣、241-271頁

太田拓男・朽尾真一他（1999）「Webを利用したゲーミングによる経済システムのシミュレーションの開発と評価（その1）」『教育システム情報学会第24回全国大会講演論文集』225-228ページ

太田拓男・朽尾真一他（1999）「Webを利用したゲーミングによる経済システムのシミュレーションの開発と評価（その2）」『教育システム情報学会第24回全国大会講演論文集』229-230ページ

太田拓男・朽尾真一他（1999）「Webを利用したゲーミングによる経済システムのシミュレーションの開発と評価（その3）」『教育システム情報学会第24回全国大会講演論文集』231-232ページ

太田拓男、朽尾真一（2000）「Web上のゲーミングによる仮想経済システムの構築と経済学への教育支援」『情報教育方法研究第3巻第1号』25-30ページ