

# 電子会議システム（EMS）のMASによるシミュレーション

城川俊一\*、伊藤昭浩\*\*

## 目次

- 1 はじめに
- 2 電子会議システム（EMS）の構造
  - 2.1 電子会議システム（EMS）の構成と特徴
- 3 電子会議システム（EMS）の構成要素と意見更新メカニズム
  - 3.1 意見（効用ベクトル）更新のメカニズム
- 4 電子会議システム（EMS）のMASによるシミュレーション
  - 4.1 2種類の自動車（IXI=2）のケース
  - 4.2 3種類の自動車（IXI=3）のケース
- 5 まとめ

## 1 はじめに

本研究では、MAS（Multi Agent Simulator）[構造計画研究所 2000]を用いて電子会議システム（EMS:Electronic Meeting System）による集団意思決定[城川2001]をモデル化し、シミュレーションによってその特性を明らかにすることを試みた。まず、電子会議システム（EMS）の構造を述べ、次に、各エージェント（本研究では、会議に参加するメンバーをエージェントという）が選択肢に対して序数的効用ベクトル（意見）を持つ場合で、かつ選択肢に対する世間の評判がエージェントの序数的効用ベクトル（意見）の更新に影響を与える場合に、電子会議システム（EMS）による各エージェント間の相互作用（コミュニケーション）によって全エージェントの序数的効用ベクトル（意見）がある同一の序数的効用ベクトル（意見）に収束するダイナミック過程を検討する。

議論の構成は以下の通りである。第2章では、電子会議システム（EMS）による集団意思決定モデルについて簡単に述べる。第3章では、電子会議システム（EMS）における合意形成（意見更新）のメカニズムを説明する。第4章で

---

(\*)東洋大学経済学研究科教授、(\*\*)東洋大学経済学研究科博士課程

は、MAS を用いて、電子会議システム（EMS）による集団意思決定のプロセスをシミュレートする。具体的には、空間の広さ（50x50）、意見を異にするエージェントのグループに属するエージェント数、エージェント総数（60人、120人）、エージェントの視野（0、1、2）、空間の種別（格子モデル、六角形モデル）の違いが合意形成までの時間に及ぼす影響、選択肢の数が2の場合と3の場合の比較、などの視点から報告する。最後の第5章では、本研究で得られた知見、意義、拡張性について簡単に述べる。

## 2 電子会議システム（EMS）の構造

ここでは、電子会議システム（EMS）の構造について述べる。

現在の情報技術(IT)の革新あるいはデジタル革命の流れの中で、集団意思決定を電子会議システムを利用して行うことがさかんになってきた[Matthias 1986]。一般に会議は、どんな組織においても本質的な機能である。会議の目的は、組織が目標達成に挑戦し、その実施のための手段を合意決定するために支援することである。長谷川は、これを具体化して次の4種類に分類した[山川 1987.p.52]。

- (1) 本当の意味でディスカッションを行なう会議(ブレインストーミング)。
- (2) 周知徹底するための会議。
- (3) 物事を決めるための会議。
- (4) トップにレクチャーするための会議。

本研究では、(3)の目的のための電子会議を取り上げる。電子会議システム(EMS)についての具体的事例については、主にA. ウェザーオール & J. ヌナメーカ[1997]を参照されたい。EMSの主なイノベーションは、会議の合意形成の度合いを数値で計ることが出来る点である。EMSの従来のもとの会議と異なる点は、次の2点である。

- (1) エージェントは、パーソナルコンピュータを使用する。
- (2) 進行役(facilitator)は、会議を運営する議長を支援する。

ここで、パーソナルコンピュータは、互いにネットワークに接続されている。エージェントは、これらのパーソナルコンピュータを使って意見、事実を入力する。また、エージェントのインプットや他のデータ表示のため使用されるディスプレイは、同室・同期型のEMSの場合は、部屋の全面に据えられた大型の

パブリック・スクリーンを使用し、リモート・非同期型のEMSの場合は、CRT上のパブリック・スクリーンを使用する。進行役は、会議運営を支援するが、その内容には立ち入らない。本研究では、リモート・非同期型のEMSを取り上げる。

## 2.1 電子会議システム(EMS)の構成と特徴

電子会議の議長により、電子会議の目的や課題が、各自のコンピュータのCRT上のパブリック・スクリーンに表示され、電子会議が開始される。電子会議システム(EMS)が対象とする課題は種々あるが、ここでは特に、具体的なイメージが作りやすいように、企業にとって最適と考えられる自動車をマルチ・エージェント(MA)が複数の選択肢の中から選ぶ「自動車の集団購買問題」を考察するが、問題自身の特性およびモデルの構造は一般性を持っているので、例えば、大学や研究所でのスタッフの採用問題などにも適用可能である。

EMSはいくつかのセッションから成る。各セッションの開始・終了は、EMSの進行役によって各エージェントのコンピュータのCRT上のパブリック・スクリーンで指示される。

会議の始めになされることは、エージェントが自分のプロフィール(専門領域、経験、知識、tec.)を自分のコンピュータに入力することである。会議の間中これらの情報は、全エージェントに利用可能である。次にEMSの基本的セッションの流れを図2.1で示す。

図2.1 電子会議システムの基本的セッションの流れ

### 電子会議システム(EMS)における選択肢のリストの策定

電子会議の議長による電子会議の目的や課題の提示に引き続いて、選択肢のリストの策定をする、選択肢の策定に関しては、次の2つの際立った方法がある。

#### (1) プライベート・リスト方式。

これは、構造的かつ分析的である。これは、それぞれのエージェントが選択肢のリストを提案し、それらを匿名で他のエージェントと共有し、最も適した組み合わせを開発する方式である。

(2) 電子的ブレインストーミング方式。

これは、(1)にくらべて直感的である。ブレインストーミングでは、最初は選択肢の質ではなく、量が重要である。EMS は、ブレインストーミングのプロセスに有効である。何故なら、

(a) すべての選択肢は保存され、何も失われない。

(b) 従来のブレインストーミングに比べて、更に詳細な記述が付け加えられる。

(c) 参加者はすべての選択肢を見られる。

電子的ブレインストーミングのやり方は、次の様なプロセスをとる。

各エージェントの入力は、他のエージェント達にランダムに送られ、受け取ったエージェントは、自分のコメントを付け加えて組み合わせる。これらは、また他のエージェントに送られる。エージェント達は、パソコンのスクリーン上に現われたテーマについて、継続するか、新しく一連の考えをスタートさせるかを自由に決めてよい。このような入力のランダムな交換によって、従来のブレインストーミングよりも更に多くの、またよりよい選択肢を創り上げることが出来る [Kigawa 1990]。

### 電子会議システム(EMS)における優先順位についての集計

前項で述べた選択肢を作り上げることと、それらについて選好順位をつけることを明確に分離することが電子会議システム(EMS)の成功のために必要である。選好順位を付ける際、エージェント同士のインタラクションによる選択肢の順位に対する賛成・反対の議論(メリット・デメリットの議論)を通してエージェント自身の選択肢に対する選好順位(意見)の更新が行われる。そのような意見更新を繰り返して、最終的に合意形成がなされる。賛成・反対の理由を付けた一連の意見と最終選好結果が、会議の最終成果物である。目的と最終成果物をはっきり規定することは、EMS において必要欠くべからざることである。本研究の最終成果物はどの自動車が最終的に選好されたかとその選好理由である(しかし、本研究では個々のエージェントの選好理由は考慮しない)。

電子会議システム(EMS)は、選択肢の集計された優先順位づけのために、多くの有用で使いやすい方法を持っている。特に、次の2つの方法が良く用いられる。

1) 選択肢の基数(カーディナル数)集計方式

もし選択肢が、例えば A,B,C,D,E の5つであり、各選択肢に0から4の効用値が与えられている場合、選択肢ごとの獲得合計点数の最も多いものが選ばれる方式である。またこの集計方式は、エージェントの意見のバラツキ具合もわかる。

## 2) 選択肢の順位(オーディナル数)集計方式

この方式は、従来よく行なわれている集計方式で、全エージェントあるいは大多数のエージェントが一致して1位をつけた選択肢が選ばれる方式である。またこの集計方式は、1)の基数集計方式と同様に、エージェントの意見のバラツキ具合もわかる。またこの方式は、合意形成までの時間が1)の方式よりも短いと期待される。本研究では、2)の選択肢の順位(オーディナル数)集計方式を取り上げる。

選択肢が多いときは、基数(カーディナル数)集計方式あるいは順位(オーディナル数)集計方式いずれも時間がかかる。そこでそれに替わる方式として、各エージェントが、例えば20の選択肢から順位をつけなくて5つだけ選び、多くのエージェントに選ばれた選択肢を最終的に選出する複数選択方式がより効率的であると考えられるが、モデル化が複雑であり、本研究では取り上げないが、今後の課題とする。

## 3 電子会議システム(EMS)の構成要素と意見更新メカニズム

電子会議システム(EMS)は次の構成要素から成り立っている。

(1)目的:EMSの目的は、全エージェントの意見分布が収束し、マルチエージェント(MA)間の意見の不一致が解消されて、合意形成(自動車の決定)が完了することである。EMSの目的および選択肢(自動車)は、EMSのセッション開始前に、全エージェントに共有されている。

(2)ネットワーク構造:ネットワーク構造として、図3.1の様な電子メール型(E型)で図3.2の完全結合ネットワークを持つタイプのものを考える。図3.2で示される $A_i$  ( $i=1, \dots, 6$ )はエージェントを示し、矢印はコミュニケーションルートあるいはエージェント間の可能な相互作用を示す。この電子メール型(E型)は、EMSに参加しているMAが直接電子メールでメッセージをやり取りする方法である。各エージェントはメッセージ交換している相手としか情報を共有しないものとする(ただし、各エージェントは同時に2人以上とメッセージ交換が

可能とする)。会議の進行役は、EMSの進行中常に、各選択肢(自動車)に対するエージェント全体の集計された選好結果を電子メール・サーバーによってモニターし、最終的に、エージェント全員の意見が同一意見に収束した(これを、打ち切りシェア100%という)かどうか、あるいはある意見が80%のシェアを取った(これを、打ち切りシェア80%という)かを判断して、その結果をエージェント全員に通知して、会議を終了する。

(3) EMSにおけるエージェントの出会い方：電子メール型(E型)のEMSの各エージェントの相互作用は、同時平行的に複数の任意のエージェント間でランダムマッチングによって行われる(図3.1参照)。

図3.1 EMSの電子メール型(E型)

図3.2 電子メール型のEMSの完全結合ネットワーク

(4)意見(効用ベクトル)の型：エージェントの意見を表わす選択肢に対する効用ベクトルの要素が、序数(オーディナル数)のケースである。 $X$ を選択肢(自動車)の集合とし、 $X$ の要素の数を $|X|$ で、 $X$ の要素を $x_i, i=1, \dots, |X|$ で示す。各エージェントは、選択肢の集合 $X=\{x_1, x_2, \dots, x_{|X|}\}$ からの $|X|$ 個の順位から成る効用ベクトルを持つ。つまり、その効用ベクトルは、選択肢(自動車)が効用値の高いものから低いもの順に並べられたものからなる。

### 3.1 意見(効用ベクトル)更新のメカニズム

電子メール型(E型)では各エージェントの意見(効用ベクトル)更新のメカニズムは次のようになる。

本研究では、EMSのマルチ・エージェント(MA)が互いに地理的に離れており、意思決定活動も一定期間継続されるタイプのEMS(リモートEMS)を考察の対象とする。

集団意思決定ルールは、原則全員一致(unanimity)ルールである。しかし、もし合意形成までの時間がかかる場合は、多数決(majority)ルール(具体的には打ち切りシェア80%)を適用する。「自動車の集団購買問題」の前提として、一般に各エージェントはどの自動車が組織・集団の目的に適合しているかに関

して意見を異にしており、「正解」というものがない。そこで問題は、EMS においてどのようなアーキテクチャーあるいはメカニズムを設計し組み込めば、エージェント間の意見の不一致を解消し、合理的かつ経済的な合意形成が出来るかである。

前章までの EMS に関する議論を前提条件として、以下の様な EMS による合意形成のモデルを考える。

ここでは、EMS を MA 内のインタラクティブな構造として記述し、合意形成におけるマイクロ・マクロ・リンクの視点をモデル化する。ここでは、2重(ダブル)のマイクロ・マクロ・リンクを考える。1つは、EMS 内部での各エージェントの意見に影響を与える他のエージェントとのインタラクションによるマイクロ・マクロ・ループである。つまり、マイクロレベルである個々のエージェントの意思決定が、“エージェント – エージェント”相互作用を通じて、マクロレベルへ集積する過程である。この過程は、エージェント個人の内的過程という意味で1次過程という。もう1つは、マクロレベルの社会(外部環境)の選択肢に対する評判が、マイクロレベルの EMS(あるいは MA)へ影響を与えるマイクロ・マクロ・リンクである。つまり、評判(reputation)という一種の「社会化装置」あるいは外部環境としての「規範」によって個々のエージェントの意思決定が影響される“エージェント – 環境”相互作用を通じてのマイクロ・マクロ・リンクである。この過程は、MA 全体での意見の収束過程という意味で2次過程という。これらのマイクロ・マクロ・リンケージの問題は、社会変動における多水準間移行過程として従来議論されている[Coleman 1990]。

EMS の各エージェントは、はじめ個々の選択肢に対して異なる意見(効用ベクトル)を持っている。そしてこの EMS におけるエージェント同志の相互作用と評判の作用の過程を通して、エージェントの選択肢に対するはじめの意見(効用ベクトル)を変更(Update)する。そして最終的に MA の意見分布が収束し、MA 間の意見の不一致が解消されて、合意形成(この時、全てのエージェントあるいは大多数のエージェントが同じ意見[効用ベクトル]をもつ)が達成される。以上の様なエージェント間の相互作用と評判の影響によるエージェントの選択肢に対する意見(効用ベクトル)の更新のメカニズムを EMS のモデル化に組み込むことで、固定した選好を前提とする標準的な経済理論とは対照的なエージェントの選好が内生的に変化するモデルができる[Peleg & Yaari 1973, Cowen 1989, 1993, Karni & Schmeidler 1989]。意見更新の際に、MA が外部環境の評判

に従うものとする EMS への評判の導入によって、城川[1997]のモデルは拡張される。従来の集団意思決定システムのモデルは、その内部におけるエージェント間の相互作用のみをモデル化しており、“システム - 環境”相互作用分析の重要性に充分気付いていなかった[図 3.3 参照]。本論文の EMS の分析方法論は、システムと外部環境とを区別する意味でオープン・システムによるシステム論的分析であるといえる。

### 図 3.3 EMS への評判の影響

MA 全体の意見の収束過程（2次過程）における EMS の状態（意見分布）の時間発展は、形式的に3つ組（ $S_t, A_t, S_{t+1}$ ）で記述される。ここで  $S_t$  は EMS の状態の集合、 $A_t$  は MA の意見更新作用の集合、 $S_{t+1}$  は EMS の状態推移の集合である。

電子メール型では、MA 中の1人のエージェントに注目し、その状態（意見）推移を見ると、それは次の形の有限な列からなる可能な実行集合によって記述される。

$$a_1 \quad a_2 \quad \dots \quad a_f$$

$$s_0 \rightarrow s_1 \rightarrow s_2 \dots s_{n-1} \rightarrow s_f$$

ここで、 $s_t$  はあるエージェントの  $t$  時点の状態（意見）で、 $a_t$  はそのエージェントの  $t$  時点の意見更新作用で、 $s_f$  はエージェントの最終状態（最終意見）である。EMS 全体の状態推移は、個々のエージェントの状態推移の集積である。

以上のモデルは、ルーマンの考えるオートポイエーシス論による社会システムであるともみなせる。つまり、社会システム（いまの場合は、EMS）は、コミュニケーションだけから成り立っており、コミュニケーションによってコミュニケーションを再生産する。コミュニケーションはコミュニケーション以外のものに接触できず、閉じており、オートポイエーティック・システムであると見なすことができる[ルーマン 1993]。システムが閉じているとはいっても、外部環境からの入力や外部環境への出力がないというわけではなく、システム内の観点からすると、システムにとって必要なものだけを取り入れるという意味で、システムは開いている。そして、ルーマンは、外部環境からの入力を単に錯乱ないしノイズと見なしているが、本研究では、外部環境からの入力である評判は、錯乱ないしノイズとは見なされず、もっと積極的に合意形成のために必要な「共通価値」と考えている。この点がルーマンのシステムと我々のシ

ステムの違いである。

2人のエージェントの効用ベクトルが、 $(x_i, \dots)'$ と $(x_j, \dots)'$ の時、(ここで、“'”は転置を示す。また、 $x_i, x_j$ はそれぞれ1番目の順位の自動車とする)各エージェントは、順位が1位である選択肢(自動車) $x_i$ と $x_j$ を互いに一対比較した時、評判が $x_i > x_j$ なら、(つまり、 $x_i$ -自動車が $x_j$ -自動車より評判がよければ) $x_j$ の順位を2番目の順位の自動車と順位を交換し、 $x_i < x_j$ なら、 $x_i$ の順位を2番目の順位の自動車と順位を交換する。もし、 $x_i = x_j$ ならば1位の自動車はそのままにして、順位2位の自動車を比較して、上と同様に順位を入れ替える。ここで、 $i, j=1, \dots, |X|$ である。例えば、自動車の数 $|X|=3$ の場合で、選択肢の自動車を $a, b, c$ として、エージェント $n$ の効用ベクトルが $(a, b, c)'$ であるエージェント $m$ の効用ベクトルが $(b, c, a)'$ のとき、エージェント $n, m$ の相互作用の結果は、はじめに、エージェント $n$ の順位1位の $a$ とエージェント $m$ の順位1位の $b$ を比較し、 $a > b$ ならエージェント $n$ の効用ベクトルはそのまま $(a, b, c)'$ で、エージェント $m$ の第1順位の $b$ -自動車と第2順位の $c$ -自動車の順位を入れ替え $(c, b, a)'$ になる。一方、 $a < b$ ならエージェント $m$ の効用ベクトルはそのまま $(b, c, a)'$ で、エージェント $n$ の第1順位の $a$ -自動車と第2順位の $b$ -自動車の順位を入れ替え $(b, a, c)'$ となる。

#### 4 電子会議システム(EMS)のMASによるシミュレーション

ABSにおいて、エージェント間のコミュニケーションは、2次元空間上にランダムに存在する複数のエージェント同志が、エージェントの視野内に入ってきた時に行われる。つまり、ここでエージェントの視野とは他者認知の関心の広さであると考えられる。その際に相互の序数的効用ベクトル(意見)の更新が起こる。エージェントの移動はループ(エージェントが空間の左端に来たら、右端から現れる)する。図4.1, 4.2は、空間の広さ(50x50)、3種類の自動車、視野は1、打ち切りシェア80%の場合の6タイプのエージェントの初期画面と最終画面の例である。また図4.3は、その場合の時系列である。ただし、図4.3は $a$ -自動車、 $b$ -自動車、 $c$ -自動車それぞれが1位と選択したエージェントのシェアを示している。

図4.1 空間の広さ(50x50)の初期画面

図 4.2 空間の広さ ( 50 × 50 ) の打ち切りシェア 80% の最終画面

図 4.3 打ち切りシェア 80% の a,b,c-自動車 が 1 位のシェアの時系列グラフ

#### 4.1 2 種類の自動車 ( |X| =2 ) のケース

この節では、自動車の種類が  $|X| = 2$  で自動車の集合が  $\{a, b\}$  の場合を考察する。各エージェントの効用ベクトルは、 $a > b$  ( $a$  が  $b$  より選好される) なら  $(a, b)'$  と書き、逆に  $a < b$  ( $b$  が  $a$  より選好される) なら  $(b, a)'$  と書く。いま  $a$ -自動車が  $b$ -自動車より評判がよい  $(a, b)'$  とする。その相互作用のパターンは図 4.4 である。

図 4.4 電子メール型の EMS の各エージェント間相互作用のパターン ( |X| =2 )

図 4.4 のパターン 1 は、 $(a, b)'$  と  $(a, b)'$  の 2 人のエージェントが相互作用する場合で、その結果は、両者とも意見更新はない。パターン 2 も同様である。パターン 3 は、 $(a, b)'$  と  $(b, a)'$  の 2 人のエージェントが相互作用する場合で、その結果は、 $(b, a)'$  が  $(a, b)'$  に意見更新する。

シミュレーションのパターンは、エージェントの総数は 60 人、120 人の 2 パターン、視野は 0、1、2 の 3 パターン、 $a$ -自動車、 $b$ -自動車をそれぞれ選好する初期エージェント数のパターンは人数差が同数の ( $a$ -自動車、 $b$ -自動車) = (30, 30)、人数差が少の (40, 20)、人数差が大の (50, 10) およびこれらのケースの  $a$ -自動車、 $b$ -自動車をそれぞれ選好するエージェントの人数を逆にしたパターン (20, 40) (これを逆少という)、(10, 50) (これを逆大という) の 5 パターン、空間の種別は、格子モデル、六角形モデルの 2 パターンの組み合わせである。それらの組み合わせの合計は 60 通りである。シミュレーション結果は表 4.1 である。それぞれをグラフ化したものが図 4.5 ~ 4.8 である。これらの図から分かることは、(1) 格子モデル、六角形モデルいづれにおいても、 $a$ -自動車を選好するエージェントが 100% のシェアを取る (打ち切りシェア 100%) までのステップ数は、 $a$ -自動車、 $b$ -自動車をそれぞれ選好する初期エージェント数の各パターンでは、人数差が逆大 > 逆少 > 同

>少>大の順で少なくなる。(ただし、この傾向は、視野が狭いほど明確であり、また格子モデルの方が六角形モデルよりも顕著である)。(2)視野が広いほど収束までのステップ数は少ない(ただし、空間の種別が六角形モデルの場合の視野が1、2で、かつa-自動車、b-自動車をそれぞれ選好する初期エージェント数のパターンで人数差が同数の場合で、収束までのステップ数で逆転が起きているが、これは、(2,同,6)のケースでは標準偏差が大きいためであると考えられる)。

表 4.1 2種類の自動車の場合、a-自動車を選好するエージェントが100%のシェアを取るまでのステップ数

図 4.5~4.8

#### 4.2 3種類の自動車 ( $|X|=3$ ) のケース

この節では、自動車の種類が  $|X|=3$  で自動車の集合が  $\{a,b,c\}$  の場合を考察する。各エージェントの効用ベクトルは、 $a>b>c$  (aが1番、bが2番、cが3番に選好される) なら  $(a,b,c)'$  と書く。2人のエージェントの相互作用パターンは図 4.9 で示される。

図 4.9 電子メール型の EMS の各エージェント間相互作用のパターン ( $|X|=3$ )

各エージェントの取りうる意見は、 $1=(a,b,c)'$ ,  $2=(a,c,b)'$ ,  $3=(c,a,b)'$ ,  $4=(c,b,a)'$ ,  $5=(b,c,a)'$ ,  $6=(b,a,c)'$  の6通りである。2人のエージェントの相互作用の結果としての意見更新のメカニズムは、例えば、 $1=(a,b,c)'$  と  $2=(a,c,b)'$  の場合、両者の1番目はともに a なので両者の2番目の b,c が比較され、 $b>c$  なので  $2=(a,c,b)'$  が  $1=(a,b,c)'$  に意見更新される。また、 $1=(a,b,c)'$  と  $5=(b,c,a)'$  ではまず両者の1番目の a,b が比較され  $a>b$  なので  $5=(b,c,a)'$  は  $4=(c,b,a)'$  に意見更新される。つまり、1回の相互作用で図 4.4 において左右いずれかにしか推移できない。

シミュレーションのパターンは、エージェントの総数は60人、120人の2パターン、視野は0、1、2の3パターン、a-自動車、b-自動車、c-

自動車をそれぞれ選好する初期エージェント数のパターンは人数差が同数の ( a-自動車、b-自動車、c-自動車 ) = ( 20,20,20,20,20,20 )、人数差が少の ( 30,30,20,20,10,10 )、人数差が大の ( 45,45,10,10,5,5 ) およびこれらのケースの a-自動車、b-自動車をそれぞれ選好するエージェントの人数を逆にしたパターン ( 10,10,20,20,30,30 ) (これを逆少という)、( 5,5,10,10,45,45 ) (これを逆大という) の 5 パターン、空間の種類は、格子モデル、六角形モデルの 2 パターンの組み合わせである。それらの組み合わせの合計は 60 通りである。シミュレーション結果は表 4.2 である。それぞれをグラフ化したものが図 4.10~4.17 である。この自動車の種類が 3 種類の場合は、2 種類の場合と異なり、a-自動車を選好するエージェントのシェアが 80% を超える前に、( a,b,c )' , ( b,c,a )' , ( c,b,a )' の 3 種のエージェントが EMS に残る状態で均衡することが起こる (この状態を棲み分けという)。表の各試行のマスの中の ( x,y ) とその上の数値は、棲み分けでの均衡状態とその時のステップ数を示しており、( x,y ) 初めの x は ( a,b,c )' のシェアの比率を、2 番目の y は ( b,c,a )' と ( c,b,a )' の合計のシェアの比率を表している。これらの図から分かることは、( 1 ) 打ち切りシェア 80% の場合、棲み分けの場合いずれでも言える事であるが、格子モデル、六角形モデルいずれにおいても、a-自動車を 1 位とするエージェントが 80% のシェアを取る、あるいは棲み分けまでのステップ数は、a-自動車、b-自動車、c-自動車をそれぞれ選好する初期エージェント数の各パターンでは、人数差が逆大 > 逆少 > 同 > 少 > 大の順で少なくなる。(ただし、この傾向は視野が広く、かつエージェント総数が 60 人の場合では明確ではない)。( 2 ) 視野が広いほど収束までのステップ数は少ない。( 3 ) エージェント総数が多いほどステップ数は少ない。

表 4.2 3 種類の自動車の場合、a-自動車を選好するエージェントが 80% のシェアを取るか棲み分けまでのステップ数

図 4.10~4.17

## 5 まとめ

本研究では、MAS ( Multi Agent Simulator ) を用いて電子会議システム

(EMS:Electronic Meeting System)による集団意思決定をモデル化し、シミュレーションによってその特性を明らかにすることを試みた。具体的には、シミュレーションによって空間の広さ(50x50)、意見を異にするエージェントのグループに属するエージェント数、エージェント総数(60人、120人)、エージェントの視野(0、1、2)、空間の種別(格子モデル、六角形モデル)の違いが合意形成までの時間に及ぼす影響、

選択肢の数が2の場合と3の場合の比較、などの視点から分析した。シミュレーション結果は(1)a-自動車を1位とするエージェントが80%のシェアを取る、あるいは棲み分けまでのステップ数は、a-自動車、b-自動車、c-自動車をそれぞれ選好する初期エージェント数の各パターンでは、人数差が逆大>逆少>同>少>大の順で少なくなる。(2)エージェント総数(60人、120人)の違いでは、エージェント総数が多い方が、速く打ち切りシェアあるいは棲み分けに達した。(3)エージェントの視野(0、1、2)の違いでは、エージェントの視野が広い程、早く打ち切りシェアあるいは棲み分けに達した。(4)空間の種別(格子モデル、六角形モデル)の違いでは、格子モデルより六角形モデルの方が、a-自動車を1位とするエージェントが80%のシェアを取る、あるいは棲み分けまでのステップ数において、a-自動車、b-自動車、c-自動車をそれぞれ選好する初期エージェント数の人数差が逆大>逆少>同>少>大の順で少なくなる現象が明確に出た。(4)選択肢の数が3種類の場合は、2種類の場合と異なり、a-自動車を選好するエージェントのシェアが80%を超える前に、(a,b,c)',(b,c,a)',(c,b,a)'の3種のエージェントがEMSに残る状態で均衡する棲み分けが起こった。

今後の課題として、(1)選択肢の基数(カーディナル数)集計方式の場合の同様なシミュレーション研究、(2)各エージェントが、例えば20の選択肢から順位をつけずに5つだけ選び、多くのエージェントに選ばれた選択肢を最終的に選出する複数選択方式の同様なシミュレーション研究、(3)意見更新が評判によって決定論的に行われるのではなく、確率論的に行われる場合の同様なシミュレーション研究、などが考えられる。

## 参考文献

- [1] Coleman, J.S. (1990) *Foundations of Social Theory*. Cambridge, The Belknap Press of Harvard University Press.
- [2] Cowen, T. (1989) "Are All Tastes Constant and Identical? A Critique of Stigler and Becker." *Journal of Economic Behavior and Organization* 11 (1): pp.127-35.
- [3] \_\_\_\_\_ (1993) "The Scope and Limits of Preference Sovereignty." *Economics and Philosophy* 9: pp.253-69.
- [4] Kigawa, S. (1990) "A Markov Chain Analysis of A Computer Supported Information Network System: One Approach to Model of Building Consensus in Electronic Brainstorming." *Journal of the Operations Research Soc. of Japan*, vol.33, no.3, September, pp.207-227.
- [5] Kigawa, S. (1997) "The Markov Chain Models in GDSS." *Keizai Ronshu, The Economic Review of Toyo University*, Vol XXII, No.2, pp.1-19.
- [6] 城川俊一 (2001) "電子会議システム (EMS) における集団意思決定のモデル化について—5種類のEMSのマルコフモデルの数値解析による比較—"、経営情報学会、Vol.10、No.1、pp.43-79.
- [7] Karni, E., and Schmeidler, D. (1989) "Fixed Preferences and Changing Tastes." *American Economic Review* 80 (2): pp.262-67.
- [8] 構造計画研究所 (2000) <http://www2.kke.co.jp/abs/index.html>.
- [9] Matthias, J. [Eds] (1986) *Managers, Micros and Mainframes: Integrating Systems for End-Users*. John Wiley. (マティアス・ジャック編・渡辺奎吾 / 三重野研一訳 (1989) 『戦略的情報システムの構築法』、啓学出版、pp.240-256)。
- [10] Peleg, B., and Yaari, M.E. (1973) "On the Existence of a Consistent Course of Action When Tastes Are Changing." *Review of Economic Studies* 40: pp.391-401.
- [11] N. ルーマン (1993) 『社会システム理論 (上)』、恒星社厚生閣。
- [12] A. ウェザーオール、J. ヌナメーカー [関口 義一他訳] (1997) 『電子会議』、富士ブックス。
- [13] 山川 剛 (1987) 『会議革命』、ビジネスアスキー。

