

# 新しい「合意形成学」が扱うべきこと

－ 社会選択論からの考察 －

猪原健弘

2007年12月1日(土)

## 概要

社会選択論で行われてきた研究や用いられてきた数理モデルを手がかりに、新しい「合意形成学」が扱うべきことについて考察する。特に、主体選択の方法、主体間の関係、主体と場との関係、主体の提携形成、意思決定ルールの選択方法、新しい案の生成、主体の意見の変化などを、これまで扱われてこなかった側面として挙げ、これらを扱う際に参考となる理論枠組みを紹介する。

## 1 はじめに

この論文では、合意形成学への、社会選択論からのアプローチを試みる。特に、これまでの社会選択論が扱ってこなかったことを紹介しながら、新しい「合意形成学」が扱うべきことを明らかにする。

2節では、社会選択論が乗り越えなければならない困難を紹介する。具体的には、

- 意思決定ルールの多様性
- 最低限の条件を満たす意思決定ルールの非存在性
- 主体の嘘
- 一度に扱える案の数の上限

である。

3節では、社会選択論で用いられる数理的枠組みをみることで、社会選択論が扱ってこなかったことをまとめる。

- 主体選択の方法
- 主体間の関係
- 主体と場との関係
- 主体の提携形成
- 意思決定ルールの選択方法
- 新しい案の生成
- 主体の意見の変化

がそれである。

4節では、新しい「合意形成学」が扱うべきことをまとめる。特に、3節での議論をふまえ、新しい「合意形成学」が参考にすべき数理的枠組みを紹介する。

## 2 社会選択論における「壁」

社会選択論には、乗り越えなければならない困難がいくつかある。この節では、そのうちの代表的なものを紹介する。

### 2.1 意思決定ルールの多様性 — 架空の大統領選 [21]

投票者が 55 人、候補者が 5 人 (T, K, H, B, C) であるような架空の大統領選を考える。投票者それぞれの意見は次の表のようにになっている。例えば、表の 2 列目は、55 人の投票者のうち 18 人が、T, K, H, B, C の順に候補者を好んでいることを示している。

	18	12	10	9	4	2
順位 1	T	C	B	K	H	H
順位 2	K	H	C	B	C	B
順位 3	H	K	H	H	K	K
順位 4	B	B	K	C	B	C
順位 5	C	T	T	T	T	T

誰が当選するかは、当然、投票者の意見の集約の仕方、すなわち、意思決定ルールによって変わってくる。この架空の大統領選では、次の 5 つのルールでそれぞれ意思決定を行うと、それぞれ異なる候補者が当選することになることがわかる。

- 単純多数決 (T が当選)
- 上位 2 人の中での決選投票 (C が当選)
- 得票が少ない順に削除していく方法 (B が当選)
- ポイント制 (Borda ルール) (K が当選)
- 一対一の比較で負けないもの (Condorcet ルール) (H が当選)

意思決定のルールは数多く考えられ、また、採用されるルールに依存して最終的な決定が変わってくるので、意思決定ルールの選択方法が重要となる (4.5 節参照)。

### 2.2 最低限の条件を満たす意思決定ルールの非存在性 — Arrow の不可能性定理 [1, 24]

Arrow の不可能性定理は、「最低限の条件を満たす意思決定ルール」が存在しないことを示す、重要な定理である。社会選択理論は、この定理をどのように克服していくかについてのチャレンジだといっても過言ではない。

Arrow の枠組みでは、意思決定ルールは「社会厚生関数」によって表現される [1, 24]。社会厚生関数  $F$  とは、主体それぞれの意見 ( $R^N = (R^i)_{i \in N}$ 、 $R_i$  は線形順序) が与えられると、それを集約して全体の意見 ( $F(R^N)$ 、線形順序) を返すような関数として定義される。つまり、

$$F : L^N \rightarrow L$$

である。ただし、

- $N = \{1, 2, \dots, n\}$  : 意思決定主体の集合
- $A$  : 代替案全体の集合
- $L$  :  $A$  上の線形順序全体の集合

$L^N$  の要素を  $R^N = (R^i)_{i \in N}$  で表す。また、 $R^N$  が与えられたとき、 $F$  によって決まる全体の意見 ( $L$  の要素) を  $F(R^N)$  で表す。

ここの、意思決定ルール  $F$  が満たすべき「最低限の条件」とは、以下の3つである。

- 定義域の普遍性

「各主体は  $L$  中のどんな線形順序でも自分の意見として表明することができる。」

- 全員一致についての条件 (Pareto 性)

「もし2つの案に対する意見がすべての主体で一致していれば、それは全体の意見に反映される。」

$$[\forall R^N \in L^N][\forall x, y \in A][[\forall i \in N, x R^i y] \rightarrow x F(R^N) y]$$

- 無関係な案からの独立性 (IIA; Independence of irrelevant alternatives)

「2つの案に対する全体の意見は、その他の案の存在に無関係に決まる。」

$$[\forall R^N, Q^N \in L^N][\forall x, y \in A][[R^N|_{\{x, y\}} = Q^N|_{\{x, y\}}] \rightarrow [F(R^N)|_{\{x, y\}} = F(Q^N)|_{\{x, y\}}]]$$

ただし、 $R^N|_{\{x, y\}}$  は、 $A$  上の線形順序  $R^N$  を集合  $\{x, y\}$  上に制限して得られる、 $\{x, y\}$  上の線形順序を指す。

Arrow の不可能性定理の内容は以下の通りである。

『上の3つの条件を満たす採決のルールは独裁的である。』

社会構成関数  $F: L^N \rightarrow L$  が、「定義域の普遍性」と「全員一致の条件」と「無関係な案からの独立性」を満たし、 $A$  が3つ以上の代替案からなるときには、 $F$  は独裁的である。

ただし、独裁的とは、

- 「すべての意思決定を自分の思い通りにできるような主体が存在する。」

$$[\exists j \in N][\forall R^N \in L^N, F(R^N) = R^j]$$

ことを指し、「(民主的な)意思決定ルールが満たすべきではない」条件のうち1つである。

すなわち、意思決定ルールが満たすべき最低限の条件として「定義域の普遍性」、「全員一致についての条件」、「無関係な案からの独立性」の3つを考え、これらを同時に満足させようとする、その意思決定ルールは独裁的にならざるを得ないのである。この事実を乗り越えるための方法としては、

- 条件のうちどれかを緩める、あるいは、諦める [26]。
- 情報交換によって意見を集約しておく (4.7 節参照)。

などが考えられ、少なくとも最初の方法については一定の成果が上がっている [26]。

### 2.3 主体の嘘 — Gibbard-Satterthwaite の定理 [2, 24, 25]

ここまでの分析の中には、主体の意見は正直に申告されたものであるという暗黙の前提があった。しかし、実際には、嘘をつく (虚偽の意見を表明する) ことで、嘘をついた主体が得をする場合も考えられる。では、このような嘘や、嘘によって得をする主体が出現することを防ぐような意思決定ルールはあるだろうか。Gibbard-Satterthwaite の定理はこの疑問に対する否定的な結論である。

Gibbard-Satterthwaite の枠組みでは、「社会選択関数」によって意思決定ルールを表現する [2, 24, 25]。社会選択関数  $F$  とは、主体それぞれの意見（線形順序）が与えられると、代替案の中の1つを返すような関数として定義される。つまり、

$$F : L^N \rightarrow A$$

である。さらに、Gibbard-Satterthwaite の定理では、次のような概念を用いる。

- 社会選択関数  $F$  と主体の意見  $R^N$  に付随する標準形ゲーム  $g(F, R^N)$  とは、
  - $N$  がプレイヤーの集合
  - $L$  が各プレイヤーの戦略集合
  - $F$  が結果関数
  - $R^i$  がプレイヤー  $i$  の、結果集合  $A$  に対する選好

で構成される標準形ゲームを指す。

- $Q^N \in L^N$  が標準形ゲーム  $g(F, R^N)$  の均衡点であるとは、

$$[\forall i \in N][\forall T^i \in L][F(Q^N)R^i F(Q^{N-\{i\}}, T^i)]$$

を満たすことをいう。ただし、 $Q^{N-\{i\}} = (Q^j)_{j \in N-\{i\}}$  である。

- $F$  が操作不可能であるとは、

$$[\forall R^N \in L^N][R^N \text{ 自身が } g(F, R^N) \text{ の均衡点である}]$$

を満たすときをいう。

Gibbard-Satterthwaite の定理の内容は以下の通りである。

『 $F$  が操作不可能で、 $|A^*| \geq 3$  ならば、 $F$  は独裁的である。』

ただし、 $A^* = R(F) = \{x \mid \exists R^N \in L^N, x = F(R^N)\}$  であり、独裁的とは、

- 「すべての意思決定を自分の思い通りにできるような主体が存在する。」

$$[\exists j \in N][\forall R^N \in L^N, \forall x \in A^*, F(R^N)R^j x]$$

ことを指す。

つまり、「嘘をついても得できない」という性質を満たす意思決定ルールを採用しようとする、それは必然的に独裁的になることがわかる。やはり、「嘘をついても得できない」という条件を緩める、あるいは、情報交換によって意見を集約しておく（4.7 節参照）などしなければ、主体の嘘に関するこの壁を乗り越えることは難しい。

## 2.4 一度に扱える案の数の上限 — Nakamura の定理 [23, 24]

「コア」の考え方をを用いると、主体が持っている意見に応じた、選ばれるべき案が特定できる。しかし、コアの要素はいつも存在するとは限らない。では、どのような条件のときにコアは常に存在するのだろうか。この疑問に関しては、Nakamura の定理 [23, 24] が答えを与えている。

ここでは、意思決定状況を「会議」と呼び、会議を  $(N, W, A, R^N)$  の4つの要素で表す。ただし、 $(N, W)$  はシンプルゲームであるとする。

- $N$  と、 $N$  の部分集合族  $W$  の組  $(N, W)$  がシンプルゲームであるとは、 $N \in W$  かつ  $\emptyset \notin W$  であって、かつ、

$$[S \in W \wedge S \subset T] \rightarrow T \in W$$

を満たすときをいう。

拒否権者と会議のコアの定義を与える。会議  $(N, W, A, R^N)$  が与えられているとする。

- $V = \cap\{S \mid S \in W\} \neq \emptyset$  とする。 $V$  の要素を拒否権者と呼ぶ。
- $A$  上の支配関係  $Dom(R^N)$  は、任意の  $x, y \in A$  に対して、

$$x Dom(R^N) y \Leftrightarrow [\exists T \in W][\forall i \in T, x R^i y]$$

で定義される。

- 会議のコア  $C(N, W, A, R^N)$  は次で定義される。

$$C(N, W, A, R^N) = \{x \in A \mid \forall y \in A - \{x\}, \neg[y Dom(R^N) x]\}$$

Nakamura の定理の内容は以下の通りである。

『 $(N, W)$  に拒否権者がいない会議  $(N, W, A, R^N)$  を考える。このとき、

$$[\forall R^N \in L^N, C(N, W, A, R^N) \neq \emptyset] \Leftrightarrow |A| < \nu(G)$$

である。ただし、 $\nu(G) = \min\{|\sigma| \mid \sigma \subset W, \cap\{S \mid S \in \sigma\} = \emptyset\}$  である。』

この定理から、主体たちがどんな意見であってもコアが存在するためには、扱っている案の数がある程度少なくなくてはならないことがわかる。例えば、主体が5人いて、3人以上が支持した案が採用されるような意思決定ルール（過半数のルール）を採用している場合、上記の  $\nu(G)$  が3になるので、一度に扱える案の数は2つになる。扱う案の数を多くし、かつ、コアの存在を保証するためには、情報交換による意見の集約（4.7 節参照）などをする必要がある。

### 3 社会選択論が扱ってこなかったこと

前節で紹介した3つの定理は、社会選択論の代表的な成果であると同時に、新しい「合意形成学」の構築を目指す私たちにとって乗り越えなければならない「壁」である。ここでは、前節で紹介した3つの定理が用いている前提や数理的枠組みを参考にし、社会選択論が扱ってこなかったことを取り上げることで、「壁」を乗り越えるための手がかりを探ることにする。

まず、各定理が用いている数理的枠組みにおいて意思決定状況がどのように表現されているかを見る。

- Arrow の枠組みでは、意思決定状況は、社会構成関数  $F : L^N \rightarrow L$  によって表現される。
- Gibbard-Satterthweight の枠組みでは、社会選択関数  $F : L^N \rightarrow A$  で意思決定状況を表している。
- Nakamura の枠組みでは、会議  $(N, W, A, R^N)$  が意思決定状況の表現である。

ここで、 $N$  は意思決定主体全体の集合、 $A$  は案全体の集合、 $L$  は主体の意見全体の集合（数学的には、 $A$  上の線形順序全体の集合）、 $W$  は1つの意思決定ルールを指す。また、 $R^N = (R^i)_{i \in N}$  で、 $R^i$  は主体  $i$  の意見を表す。

Arrow の枠組みと Gibbard-Satterthweight の枠組みにおける  $F$  は、意思決定ルールを表す関数であり、変数は各主体の意見  $R^N = (R^i)_{i \in N}$  だけである。いい換えれば、意思決定状況を表現するために用いられ

ている他の要素、すなわち、主体全体の集合  $N$  と案全体の集合  $A$  は、意思決定ルール  $F$  が定められた段階で固定されるのである。

Arrow の定理と Gibbard-Satterthweight の定理は、両者とも、望ましい意思決定ルールの存在に関する命題である。しかし、定理の内容からわかることは、各定理が追求している「望ましい意思決定ルール」は、社会選択論の理論や研究者が与えるものであって、実際に意思決定状況に巻き込まれている主体達が選択するものでも、主体達が持っている意見に応じて選択されるものでない、ということである。

Nakamura の定理が述べているのは、望ましい意思決定ルールであるために満たされるべき「意思決定ルールと、扱われる案の数の間の関係」である。これは、Nakamura の定理では、案全体の集合  $A$  も一種の変数として扱われていることを意味する。したがって、例えば、意思決定状況をデザインする際、意思決定ルールだけでなく、そこで扱う案の数も選択の対象になる。

前節で紹介した3つの定理の前提として共通しているのは、これらが、意思決定状況における「採決」の場面を想定しているという点である。しかし、通常、採決の前には、主体の間での「情報交換」が行われる。さらにその前には、各主体が意思決定状況を「意思決定状況」として「認識」する場面がある。「情報交換」の場面では、説得や妥協などを通じて主体の意見が変化することが考えられる。また、各主体は、自らにとってより望ましい結果を達成するために他の主体達と党派や提携を形成するかもしれない。さらに、それまで扱っていた案とは別の新たな案が提案されて、それまで意見の衝突により膠着状態だった状況が解決に向かうかもしれない。意思決定ルールがまだ定まっていない状況であれば、どの意思決定ルールを用いて意思決定を行うか、ということについての議論も行われるであろう。一方、「認識」の場面では、だれがその意思決定状況に関わっているのか、あるいは、関わるべきなのかという疑問が関連する。また、意思決定状況が発生する以前からすでに存在する主体の間での関係も、状況の認識、特に、案に対する各意思決定主体の意見を左右する。また、主体が状況とどのように関わっているか、ということも状況の認識やその後の情報交換、さらには最終的な決定に影響を与える。

以下では、上記の議論を、「社会選択論が扱ってこなかったこと」として7つの点にまとめ、社会選択論の「壁」を乗り越え、新しい「合意形成学」を構築するための手がかりとする。

#### 1. 主体選択の方法

合意形成が必要な場があるときに、合意形成に関わる者を選択することを指す。一般に、合意形成の場が与えられた時点では、誰がその合意形成に関わることができ誰ができないのか、誰がそこに関わるべきで誰が関わるべきでないのか、関わる者を選択するのは誰なのか、などは自明ではない。また、誰をその場に関わらせるかによって、最終的な合意内容は異なりうる。したがって、合意形成の場が適切に運営されるためには、その場に関わる者を選択すること、つまり、主体選択の方法が重要である。

#### 2. 主体間の関係

社会選択論で想定されてきた意思決定主体は「利己的」である。これに対して、新しい「合意形成学」が扱うべきなのは、利己的とは限らない主体である。特に、他者の選好やその他者に対する自らの態度に依存して自らの選好や行動を決定する主体が扱われるべきである。

#### 3. 主体と場との関係

「意思決定主体」あるいは「主体」という用語には、その人が全体の合意に影響を与えることができ、また、最終的な合意によって自らが影響を受けるということを暗に含んでいることが多い。新しい「合意形成学」では、合意に影響を与えることができるとは限らない、あるいは、合意から影響を受けるとは限らない者も対象とするべきである。

#### 4. 主体の提携形成

主体が、他の主体との協力により、単独で行動するよりも望ましい結果を得るために作るグループを提携といい、提携を作ること提携形成という。派閥、党派、アライアンスなどが提携の例である。新しい「合意形成学」では、主体が提携を形成することも考慮に入れるべきである。

#### 5. 意思決定ルールを選択方法

合意形成が必要な場が与えられたとき、そこに巻き込まれている主体たちが既に意思決定ルールを持っていることはまれである。まだ意思決定ルールが定まっていない場合には、何らかの方法でそのルールを選択・決定しなければならぬ。もちろん、どのルールが選択されるかによって、最終的な合意は変化するので、ルールの選択の方法は重要である。

#### 6. 新しい案の生成

合意形成には、関連の主体全員が合意できるような「案」が必要である。しかし、適切な案は、合意形成の場の最初からそこに与えられているわけではなく、関連の主体が生成するものである。したがって、いかにより案を生成できるかが重要となり、新しい「合意形成学」は、このことを扱うことができる必要がある。

#### 7. 主体の意見の変化

合意形成の場では、その過程において、主体の意見の変化が必要不可欠な場合が多い。新しい「合意形成学」では、主体の意見の変化を明示的に扱うことができるような枠組みが必要である。

## 4 新しい「合意形成学」が扱うべきこと

ここでは、新しい「合意形成学」が扱うべきことをまとめる。特に、3節での議論をふまえ、新しい「合意形成学」が参考にすべき数理的枠組みを紹介する。

### 4.1 主体選択の方法

主体選択の方法に関連する疑問のうち、新しい「合意形成学」が解答を与えるべきものとして、少なくとも以下のものがある。

- 合意形成の場には誰が参加するべきで誰が参加すべきではないのか。
- 合意形成の場は誰によって管理・運営されるべきなのか。

これらは、前節での議論をふまえてより具体的にいえば、

- 合意に影響を与えられ、かつ、合意から影響を受ける人
- 合意に影響を与えられるが、合意から影響を受けない人
- 合意には影響を与えられないが、合意から影響を受ける人
- 合意に影響を与えられなく、かつ、合意から影響を受けない人

のうち誰をどの程度の度合いで合意形成の場に参加させるべきなのか、また、上記の4タイプのうち誰が合意形成の場を管理・運営すべきなのか、という疑問である。

主体の分類については4.3節が、また、これらの主体の数理的表現や分析には [4, 5, 7, 8, 10, 12, 13, 15, 16] などの社会ネットワーク理論による扱いが参考になる。

### 4.2 主体間の関係

合意形成の場に参加している者は、従来の経済学やゲーム理論、社会選択論が想定するようには「合理的」でも「利己的」でもない。新しい「合意形成学」では、特に、他者の選好やその他者に対する自らの態度に依存して自らの選好や行動を決定する主体が扱われるべきである。例えば、他者にとっての望ましさを

自らにとっての望ましさより優先する、献身的あるいは利他的な主体や、逆に、他者にとってより望ましくない結果を望むような、いわば、攻撃的な主体などである。このような、必ずしも合理的でない主体の扱いについては、[18, 19] が参考になる。

### 4.3 主体と場との関係

主体と合意形成の場との関係は、「合意に影響を与えられるか否か (y/n)」と「合意から影響を受けるか否か (y/n)」という2つの視点から、次のように4つに分類することが可能である。

- (y, y): 当事者 (players)
- (y, n): 専門家 (experts)
- (n, y): 観客 (audiences)
- (n, n): 野次馬 (onlookers)

当事者は、合意に影響を与えることができ、合意から影響も受ける。専門家は、合意に影響を与えることはできるが、合意から影響を受けない。観客は、合意に影響は与えられないが、合意から影響を受ける。野次馬は、合意に影響を与えることも、合意から影響を受けることもない。新しい「合意形成学」においては、このような主体の分類のもと、[4, 5, 7, 8, 10, 12, 13, 15, 16] などの社会ネットワーク理論による数理的な扱いを参考にしながら、各主体が合意形成の場で果たすべき役割について研究が進むべきである。

### 4.4 主体の提携形成

合意形成の場において、主体がそれぞれ単独で振舞うことはまれである。通常、主体同士で協力し合い、提携を形成して、合意形成の場に臨む。しかし、形成された提携が永続的なものであるとは限らず、場の進行や提携内外の状態に応じて提携の組み換えが起こりうる。つまり、提携形成は、生来的に協力的側面と競争的側面を持っているので、新しい「合意形成学」で扱う場合にも、両面を同時に考慮する必要がある。協力的側面からのアプローチとして [3, 6] などが、競争的側面からのアプローチとしては [6, 14, 27] などが参考になる。また、提携影響力の比較に関しては、[20, 22, 30] などの研究がある。

### 4.5 意思決定ルール選択の方法

2.1 節でみたように、意思決定ルールは数多く考えられ、また、採用されるルールに依存して最終的な決定が変わってくる。当然、意思決定にかかわっている主体たちは、全員、このことを知っている。すると、主体たちは、「自分にとってより望ましい案を選ぶような意思決定ルールを好む」ことになる。すなわち、主体たちは、案(2.1 節の大統領選の例では候補者)に対する意見をもとにして、意思決定ルールに対する意見を持つようになる。

この考えを進めていくと、もとの「案の選択」に関する意思決定問題から、「ルールの選択」に関する(メタな)意思決定問題を導出することができる。メタな意思決定問題を用いて「(意思決定ルールの)自己整合性」という概念を定義し、意思決定ルールの選択の方法を提案している論文に [11, 17] がある。

### 4.6 新しい案の生成

合意形成の場には、新しい案を生成する機能があるはずであるし、そのような機能があるべきである。ブレインストーミングや KJ 法をはじめとする、新たなアイデアの創出を助けるための種々の方法が提案されている。新しい「合意形成学」では、既存の方法を参考にしつつ、ある程度システマティックに新たな案

を生成できる方法や、そのために必要な主体選択の方法（4.1 節参照）、あるいは、合意形成の場のデザインについての知見を集積していくべきである。

#### 4.7 主体の意見の変化

新しい「合意形成学」では、従来のように「静的」な分析ではなく、「動的」な分析が行われるべきである。例えば、各主体の当初の意見や主体間の関係（4.2 節参照）についての情報が与えられると、意見の変化の履歴やその収束先が分析できるような枠組みやツールが構築されると、主体の選択（4.1 節参照）や合意形成の場の運営に役立つだろう。エージェントベース・シミュレーションが有望な方法である。

### 5 おわりに

この論文では、社会選択論が扱ってこなかったことを参考にしながら、新しい「合意形成学」が扱うべきことについて考察・提案してきた。Nakamura の定理の枠組みを使って本論文の主張をまとめると、

新しい「合意形成学」は、意思決定状況の捉え方として、従来の社会選択論の  $(N, W, A, R^*)$  でなく、 $(N^*, W^*, A^*, R^*, e^*)$  を採用すべきである。

となる。ここで、 $*$  は、これが付けられている意思決定状況の要素を「変数」あるいは「主体が選択するもの」として考えることを意味している。また、 $e$  は、主体間の関係を表す要素である。すなわち、従来の社会選択論で「主体が選択できるのはその主体の意見のみ」と考えられていたものを、新しい「合意形成学」では、「意思決定状況の要素はすべて選択されうる」と考えるのである。

もちろん、合意形成の場のさまざまな場面に応じて、どの要素を固定し、どの要素を変数とするかを変化させなければ、望ましい合意を達成することは難しいだろう。新しい「合意形成学」は、この側面に対する貢献も必要である。

### 参考文献

- [1] K.J. Arrow (1963). Social Choice and Individual Values, 2nd ed., Wiley, New York.
- [2] A. Gibbard, Manipulation of voting schemes: A general result, *Econometrica* 41 (1973) 587-601.
- [3] T. Inohara, On consistent coalitions in group decision making with flexible decision makers, *Applied Mathematics and Computation*, Vol.109, No.2-3, pp.101-119, 2000.
- [4] 猪原健弘, 符号付きグラフの擬 - 集群化可能性の拡張について、平成 14 年日本オペレーションズ・リサーチ学会秋季研究発表会, 公立はこだて未来大学, pp.196-197, 2002 年 9 月 10-13 日.
- [5] 猪原健弘, 社会ネットワークの安定性と社会的主体の信頼性について、科学技術社会論学会第一回年次研究大会, 東京大学駒場 I キャンパス, pp.95-98, 2002 年 11 月 16-17 日.
- [6] 猪原健弘 (2002). 合理性と柔軟性 (競争と社会の非合理戦略 I), 勁草書房.
- [7] 猪原健弘 (2002). 感情と認識 (競争と社会の非合理戦略 II), 勁草書房.
- [8] T. Inohara, Characterization of clusterability of signed graph in terms of Newcomb's balance of sentiments, *Applied Mathematics and Computation*, Vol.133, No.1, pp.93-104, 2002.
- [9] T. Inohara, Generalizations of the concepts of core of simple games and their characterization in terms of permission of voters, *Applied Mathematics and Computation*, Vol.132, No.1, pp.47-62, 2002.

- [10] 猪原健弘, 社会ネットワークにおける情報拡散の範囲についてのグラフ論的研究, 第九回社会情報システム学シンポジウム 学術講演論文集, pp.105-110, 電気通信大学大学院情報システム学研究科棟, 2003年1月29日.
- [11] 猪原健弘, 「決め方」の決め方, 経営情報学会 2003 年春季全国研究発表大会, pp.356-359, 青山学院大学, 2003年6月14-15日.
- [12] 猪原健弘, 社会ネットワークの安定構造と情報共有, 科学技術社会論学会第二回年次研究大会, 神戸大学, pp.39-40, 2003年11月15-16日.
- [13] T. Inohara, Clusterability of groups and information exchange in group decision making with approval voting system, *Applied Mathematics and Computation*, Vol.136, No.1, pp.1-15, 2003.
- [14] T. Inohara, Coalition formation by organizations, (chapter 6 (pp.115-130) in *Applied general systems research on organizations* (S. Takahashi, K. Kijima, and R. Sato eds.), Springer-Verlag, Tokyo, 2004).
- [15] T. Inohara, Quasi-clusterability of signed graphs with negative self evaluation, *Applied Mathematics and Computation*, Vol.158, pp.201-215, 2004.
- [16] T. Inohara, Signed graphs with negative self evaluation and clusterability of graphs, *Applied Mathematics and Computation*, Vol.158, pp.477-487, 2004.
- [17] T. Inohara, Self-consistency of decision rules for group decision making, *European Journal of Operational Research* 180 (2007) 1260-1271.
- [18] T. Inohara, Relational dominant strategy equilibrium as a generalization of dominant strategy equilibrium in terms of a social psychological aspect of decision making, *European Journal of Operational Research* 182 (2007) 856-866.
- [19] T. Inohara, K. W. Hipel, and S. Walker, Conflict analysis approaches for investigating attitudes and misperceptions in the War of 1812, *Journal of Systems Science and Systems Engineering* 16(2) June 2007 181-201.
- [20] K. Ishikawa and T. Inohara, A method to compare influence of coalitions on group decision making other than desirability relation, *Applied Mathematics and Computation* 188 (1) 2007 838-849.
- [21] ジョン・A・パウロス (1998). 数学者が新聞を読むと, はやし・はじめ、はやし・まさる訳, 飛鳥新社.
- [22] M. Kitamura and T. Inohara, A characterization of the completeness of blockability relation with respect to unanimity, *Applied Mathematics and Computation* (to appear).
- [23] K. Nakamura, The vetoers in a simple game with ordinal preferences, *International Journal of Game Theory* 8 (1979) 55-61.
- [24] B. Peleg (1984). *Game Theoretic Analysis of Voting in Committees*, Cambridge University Press, New York.
- [25] M. A. Satterthwaite, Strategy-proofness and Arrow's conditions: Existence and correspondence theorems for voting procedures and social welfare functions, *Journal of Economic Theory* 10 (1975) 187-217.
- [26] M. A. van Deemen (1997). *Coalition Formation and Social Choice*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

- [27] S.Walker, K.W.Hipel and T.Inohara, Strategic Analysis of the Kyoto Protocol, 2007 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, Montreal, Canada, October 7-10, 2007, pp.1806-1811
- [28] 山崎輝, 猪原健弘, 中野文平, 投票者の許容範囲とシンプルゲームのコアの関係について, 日本オペレーションズ・リサーチ学会, Vol.42, No.3, pp.286-301, September 1999.
- [29] A. Yamazaki, T. Inohara and B. Nakano, New interpretation of the core of simple games in terms of voters' permission, Applied Mathematics and Computation, Vol.108, No.2-3, pp.115-127, 2000.
- [30] A. Yamazaki, T. Inohara and B. Nakano, Comparability of coalitions in committees with permission of voters by using desirability relation and hopefulness relation, Applied Mathematics and Computation, Vol.113, No.2-3, pp.219-234, 2000.