

集団意思決定における倫理的競合解消 を目的としたグループ効用モデル

田村 坦之¹

¹工博 大阪大学教授 大学院基礎工学研究科 (〒560-8531 豊中市待兼山町 1-3)
E-mail: tamura@sys.es.osaka-u.ac.jp

本稿では、複数の意思決定主体 (DM) の間で利害の対立があって社会的ジレンマに遭遇し、競合解消のための合意形成が必要な場合を対象にして、集団意思決定を数理的にモデル化する方法を示す。ここでは、各 DM が社会的倫理性からお互いの立場をよく考え、「どのようにすれば集団全体 (社会) がよりよい状態に移行するか?」といった倫理感と社会的な眼をもった柔軟性に富んだ選好構造をとらえてモデル化し、凸依存性に基づいたグループ効用モデルを示す。これによって、集団を構成する複数の DM に関して、自己主張が強く利己的な態度を示す DM、協調性がある柔軟な態度を示す DM など、各 DM の様々な行動パターンをモデル化することができる。

Key Words : utility theory, group utility model, ethical conflict resolution, convex dependence

1. まえがき

集団意思決定を迫られる問題設定には、大きく分けて二通りのケースが考えられる。一つは、集団を形成している複数の意思決定主体 (Decision Maker 以下、DM と略す) の大きな目的が一つの方向を向いていて競合しない場合、もう一つのケースは、複数の DM の間で利害の対立があって、競合解消のための合意形成が必要な場合である。前者の例としては、一企業における政策決定があげられる。企業としての大きな目的はその企業の業績を上げて繁栄に向かうことであるが、どの領域に対してより多くの投資をするかを考えるときに、領域毎の DM の間で集団意思決定が迫られる。これに対して、本報告で取り上げるのは後者のケースで、例えば、国際空港、ごみ処理場、道路などの公共施設を建設するときに、複数の DM として「建設主体」と「地域住民」が考えられるが、両者の間には利害の対立があって社会的ジレンマに遭遇し、競合解消のための合意形成が必要である。

これまでの集団意思決定の数値モデル^{1), 2)}では、これを構成している複数の DM がおのおの独立に自己の利益および欲求のみに基づいて選好構造を決定し、それらを何らかのルールによって集約して集団としての決定を行おうという状況をモデル化してきた。本来、集団意思決定は、利害の対立した各 DM の利益のみに基づいた選好構造をそのまま集団全体に反映すべきものではなく、各 DM が社会的倫理性

からお互いの立場をよく考え、「どのようにすれば集団全体 (社会) がよりよい状態に移行するか?」といった倫理感と社会的な眼をもった柔軟性に富んだ DM の選好構造をとらえ、これをもとにして集団意思決定を行うことが望まれる^{3), 4)}。

本稿では、このような倫理感と社会的な眼を持った DM の選好構造を数理的にモデル化する方法論として、凸依存性⁵⁾に基づいたグループ効用モデルを示す。ここでは、我が国における大型開発プロジェクトの環境影響評価に見られるような負の効用のみに着目してモデリングを行い、効用関数の代わりに不効用関数を用いてモデリングを行う。すなわち、グループ不効用関数が各 DM の多属性不効用関数の関数として表現される。各 DM の多属性不効用関数は、各々独立に異なった属性のもとで構成してよい。また、各々の DM に対して、正規化された条件付きグループ不効用関数 (以下、正規関数と略す) が定義される。一 DM の正規関数は、他の DM の不効用レベルが与えられたとして、グループ不効用を当該 DM の不効用値の関数として表現したものである。そして、この正規関数が、倫理感と社会的な眼をもった DM の選好構造をモデル化するうえで本質的な役割を演じる。この正規関数は、集団を構成する複数の DM に関して

1) 自己主張が強く利己的な態度を示す DM

2) 協調性がある柔軟な態度を示す DM

など、各 DM の様々な行動パターンをモデル化することができる。この正規関数を基礎関数として、ま

た、複数の DM 間の凸依存性の次数に応じて、グループ不効用関数が構成される。0 次凸依存性がいわゆる効用独立性⁶⁾に対応するが、このグループ効用モデルにおいて相互効用独立性は、各 DM が相手の立場を考慮せず、自己の利益のみを主張する場合しかモデル化できない。これに対して 1 次あるいはもっと高次の凸依存性は、社会的倫理性や相手の立場を考慮した複数の DM による集団意思決定をモデル化することができる。

また、住民参加型の集団意思決定の初期の段階において利己的な態度を示していた DM が、情報の蓄積に応じて柔軟な態度に変化してゆく合意形成過程をモデル化する上でも、「凸依存性に基づいたグループ効用モデル」が役に立つものと期待される。

2. 効用関数

自然科学の領域で「価値」が陽に議論されることは少ないが、人間を主体にした方策を論じるシステム工学やオペレーションズ・リサーチの分野では「価値」の問題を避けて通ることはできない。

効用関数とは、一言でいえば人間の価値観を定量的に表現する数学モデルである。価値に関する科学的アプローチは経済学の分野で古くから扱われてきた。人びとは財を消費したりサービス受けることによって一定の心理的満足感を得るが、この満足の場合を「効用」という。この概念は消費者行動理論において基本的役割を担う⁷⁾。

いま、財 A を x_1 量、財 B を x_2 量だけ消費するとき得られる効用（または価値）を $u(x_1, x_2)$ で表し、これを効用関数（または価値関数）という。ここで予算 b が与えられたとして、財 A、B の単位量あたりの価格をそれぞれ p_1 、 p_2 とすれば、消費者は

$$\text{maximize } u(x_1, x_2) \quad (1)$$

subject to

$$p_1 x_1 + p_2 x_2 \leq b \quad (2)$$

を満たす解、すなわち予算制約式(2)のもとで、式(1)で表される満足感が最も大きくなる財 A と財 B の量の組を購入するであろう。すなわち、「消費者は自己の効用を最大にするよう行動する」と考えて消費者行動を説明することが試みられてきた。

近代経済学の初期においては、主観価値説として大きさに意味がある基数尺度 (cardinal scale) に従う基数効用関数 (cardinal utility function) の存在を仮定することによってさまざまな経済理論を展開した。それは限界効用 (marginal utility) を中心にした議論で限界革命とも呼ばれている。しかし、その後、効用の可測性はあまりにも強い要請であるとして批判され、人々の主観的価値を表現する効用関数として基数効用関数を排除し、大きさの大小関係だけを

表す順序尺度 (ordinal scale) に従う序数効用関数 (または順序効用関数) (ordinal utility function) のみの存在を仮定することによって経済分析を行う方向に移ってゆく⁷⁾。これは、経験的に与えられる無差別曲線 (indifference curve) を使って消費者行動を説明しようとする Pareto の提案によるものである。無差別曲線から導かれる序数効用に対しては限界効用 (効用の微分値) の概念は使えない。そのかわりに無差別曲線の傾きを表す限界代替率 (marginal rate of substitution) が使われる⁸⁾。

消費者行動の均衡条件を導出するうえでは序数効用関数によってその目的を達成することができるが、多目的意思決定 (Multiple Criteria Decision Making) のための選好解を導出するには、基数効用関数の存在を仮定することが必要になる。さらに、リスクを伴う意思決定問題では、評価の対象となる結果がある確率分布のもとで発生するので、選好順序を求めるうえで効用の期待値を評価する必要がある、そのためには基数効用関数が必要になる。リスク下の意思決定問題に対して期待効用最大化の仮説が意味をもつように公理系をはじめて作ったのは von Neumann と Morgenstern である⁶⁾。

結果の集合 X 上の基数効用関数 $u: X \rightarrow \text{Re}$ の、 X 上の確率についての期待値

$$E(u, p) = \sum_{x \in X} p(x)u(x) \quad (3)$$

を期待効用 (expected utility) という。 X 上の確率の集合を $P = \{p_1, p_2, \dots\}$ とするとき、期待効用の大小によって P 上の選好関係 (preference relation) を表現することを考える。

【定理】：基数効用関数の存在と一意性⁹⁾

P を X 上の確率の全集合とし、 (P, \succeq) を P 上の選好構造とするととき、任意の $p, q \in P$ に対して

$$p \succeq q \Leftrightarrow E(u, p) \geq E(u, q) \quad \forall p, q \in P \quad (4)$$

を満たす X 上の基数効用関数 $u: X \rightarrow \text{Re}$ が存在するための必要十分条件は次のように与えられる。

NM1 (P, \succeq) は弱順序である。

NM2 $p \succ q \Rightarrow$

$$\alpha p + (1-\alpha)r \succ \alpha q + (1-\alpha)r, \\ \forall r \in P, \alpha \in (0, 1)$$

NM3 $p \succ q \succ r \Rightarrow$

$$\alpha p + (1-\alpha)r \succ q \succ \beta p + (1-\beta)r, \\ \text{for some } \alpha, \beta \in (0, 1)$$

さらに、このような u は正の線形変換 ($u' = h + ku$ を満たす定数 h と $k > 0$ が存在) の範囲で一意であり、別名 von Neumann-Morgenstern 効用関数という。

期待効用最大化仮説に基づく期待効用モデルは、「決定がいかにあるべきか」を議論する規範的 (normative) モデルとしては有用なモデルであるが、

「決定が実際にどのようになされているか」を議論する記述的 (descriptive) モデル (あるいは行動科学的モデル) としては問題がある。すなわち、Allais の反例や Ellsberg の反例に見られるように期待効用モデルでは説明できない現象がいくつか存在する。これらを適切に説明するモデルとして、期待効用モデルを一般化したリスク下の価値関数や不確実性下の価値関数が提案されていて、そこでは事象の生起確率 (または Dempster-Shafer の確率理論¹⁰⁾ でいう焦点要素の基本確率) も評価属性の一つとして扱われる¹¹⁾。

3. 多属性効用関数

結果 $x \in X$ が n 個の属性 X_1, X_2, \dots, X_n によって特長づけられているとき、結果 x は

$$x = (x_1, x_2, \dots, x_n), \quad x_i \in X_i, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

で表される。起こりうるすべての結果の集合 X は、直積集合 $X = X_1 \times X_2 \times \dots \times X_n$ で表され、これを n 属性空間という。 n 属性効用関数は、 $X = X_1 \times X_2 \times \dots \times X_n$ 上に $u: X_1 \times X_2 \times \dots \times X_n \rightarrow [0, 1]$ として定義される。このような n 属性効用関数を直接求めるには、複数の属性を同時に考慮して選好判断をしなければならず、実際にはほとんど不可能である。そこで、複数の属性間に種々の独立性を仮定して、直接評価する効用関数の属性の次元を少なくする分解表現を得ることが重要になる。とくに、 n 個の属性が相互に効用独立という性質を満たすときには、次に示す加法型効用関数または乗法型効用関数を得ることができる⁶⁾。

$$u(x) = u(x_1, x_2, \dots, x_n) = \sum_{i=1}^n k_i u_i(x_i) \quad (5)$$

または

$$ku(x) + 1 = \prod_{i=1}^n (kk_i u_i(x_i) + 1) \quad (6)$$

ただし、 $u_i: X_i \rightarrow [0, 1]$ すなわち u_i は属性 X_i 上の効用関数を表す。このとき、式(5)を加法型効用関数、式(6)を乗法型効用関数という。分解表現が式(5)のような加法型すなわち属性毎の効用値の重み付和で表現されるのは、 n 個の属性が相互効用独立性はもとより、加法独立性という性質を満足するときである。

複数の属性間で効用独立性が満たされないときには、属性間に凸依存性という性質を仮定することによって、さらに広範囲の分解表現を得ることができる^{5), 11)}。以下では、競合する2人の意思決定主体 DM1 と DM2 の間で、倫理感をもった競合解消を試みる状況をモデル化するために、凸依存性を仮定した2属性グループ不効用関数を示しその解釈を明らかにする。

効用関数の代わりに不効用関数を用いてモデリン

グを行う理由は、5. にも示すように、本稿では我が国における大型開発プロジェクトの環境影響評価に見られるような負の効用のみに着目してモデリングを行うためである。

4. 倫理的競合解消のためのグループ不効用関数

$D_1 \times D_2$ は DM1 と DM2 の不効用関数が張る2属性不効用関数空間、 $d_1(x_1) \in D_1, d_2(x_2) \in D_2$ は各々 DM1 と DM2 の評価属性空間 X_1, X_2 上の不効用関数、 $x_i \in X_i (i=1, 2)$ は DM i の評価属性を表すものとすると、 $D_1 \times D_2$ 上のグループ不効用関数は

$$p \succeq q \Leftrightarrow E(u p) \geq E(u q) \\ \equiv g(d_1, d_2) \quad (7)$$

で表される。

d_1^0, d_2^0 を DM1, DM2 の不効用の最悪レベル、 d_1^*, d_2^* を最良レベルとすると、ある与えられた $d_2 \in D_2$ に対して、DM1 の正規化された条件付きグループ不効用関数 (Normalized Conditional Group Disutility Function, 以下 NCGDF と略す) は

$$g_1(d_1 | d_2) \equiv \frac{g(d_1, d_2) - g(d_1^*, d_2)}{g(d_1^0, d_2) - g(d_1^*, d_2)} \quad (8)$$

と定義される。ただし、

$$g(d_1^0, d_2) > g(d_1^*, d_2).$$

と仮定する。この NCGDF は

$$g_1(d_1^0 | d_2) = 1, \quad g_1(d_1^* | d_2) = 0 \quad (9)$$

を満たす正規化された1属性の不効用関数を表す。従って、NCGDF の同定は、1属性効用関数の同定と同様に、50-50 くじ⁶⁾に関する質問を繰り返し用いて容易に行うことができる。

DM2 の NCGDF も同様に、

$$g_2(d_2 | d_1) \equiv \frac{g(d_1, d_2) - g(d_1, d_2^*)}{g(d_1, d_2^0) - g(d_1, d_2^*)} \quad (10)$$

と定義される。

式(8)で示される NCGDF $g_1(d_1 | d_2)$ は DM1 自身が、そして式(10)の $g_2(d_2 | d_1)$ は DM2 自身が感じる主観的グループ不効用を、各自の不効用レベルの関数として表したものである。ただし、相手の不効

用レベルは与えられているものとしている。

式(8), (9)に示した NCGDF は, 相手の不効用レベルが与えられたときに, 自分が感じるグループ不効用を自己の不効用レベルの関数として表現したものになっている。従って, 例えば, 相手の不効用レベルが高い場合には, 自己の不効用レベルが高くてグループ不効用はそれほど高くないと感じたり, 相手の不効用レベルが低い場合には, 自己の不効用レベルが十分低くないとグループ不効用は低いと感じないなど, 様々な選好を数学的にモデル化することができる。

もし NCGDF $g_1(d_1 | d_2)$ が条件レベル d_2 に依存しないならば, 属性 D_1 は属性 D_2 に対して効用独立である。もし属性 D_1 と D_2 が相互に効用独立ならば, 2 属性不効用関数 $g(d_1, d_2)$ は, 式(5), (6)に示した加法型または乗法型効用関数で表される。

いま,

$$\begin{aligned} g_1(d_1 | d_2) &\neq g_1(d_1 | d_2^0) \quad \text{for some } d_2 \in D_2 \\ g_2(d_2 | d_1) &\neq g_2(d_2 | d_1^*) \quad \text{for some } d_1 \in D_1 \end{aligned}$$

すなわち, 属性 D_1 と D_2 の間で効用独立性を満たさないものと仮定する。この場合には, 効用独立性の自然な拡張として定義される凸依存性^{5), 11)} の概念が使える。

凸依存性の性質は次のように定義される⁵⁾。

[定義] 属性 D_1 が属性 D_2 に対して m 次凸依存性を満たすとは, 任意の $d_1 \in D_1$ と $d_2 \in D_2$ に対して

$$g_1(d_1 | d_2) = \sum_{i=0}^m \lambda_i(d_2) g_1(d_1 | d_2^i) \quad (11)$$

$$\sum_{i=0}^m \lambda_i(d_2) = 1$$

を満たす相異なる $d_2^0, d_2^1, \dots, d_2^m \in D_2$ と D_2 上の実数値関数 $\lambda_0, \lambda_1, \dots, \lambda_m$ が存在することを意味し, この性質を $D_1(CD_m)D_2$ と書き表す。ここで, m は式(11)を満たす最小の正数を表す。

この性質は, もし $D_1(CD_m)D_2$ ならば, D_1 上のすべての正規関数が, 条件レベルの異なった他の $(m+1)$ 個の正規関数の凸結合で表されることを意味している。ただし, $\lambda_i(d_2)$ は非負である必要のない広義の意味に用いている。とくに, $m=0$ で $D_1(CD_0)D_2$ の性質を満たすときは, 属性 D_1 が属性 D_2 に対して効用独立であることを意味している。

凸依存性の性質を仮定して 2 属性グループ不効用関数 $g(d_1, d_2)$ を構成するアルゴリズムはつぎのよ

うに示される。

Step 1. NCGDF $g_1(d_1 | d_2^0)$, $g_1(d_1 | d_2^*)$ および $g_1(d_1 | d_2^{0.5})$ を評価する。ここで, $d_2^{0.5}$ は属性 D_2 における最悪レベル d_2^0 と最良レベル d_2^* 間の任意のレベルを表す。

Step 2. もし Step 1 で求めた三つの NCGDF がほぼ等しいと見なせるならば, $D_1(CD_0)D_2$ の性質を満たすものと見なして Step 4 へ, そうでなければ Step 3 へ進む。

Step 3. もし $g_1(d_1 | d_2^0)$ と $g_1(d_1 | d_2^*)$ の凸結合が $g_1(d_1 | d_2^{0.5})$ とほぼ一致していると思なせるならば, $D_1(CD_1)D_2$ の性質を満たすものと考え。そうでない場合には, さらに高次の凸依存性を調べる。

Step 4. 凸依存性の次数が見つければ, 次に, 2 属性空間における隅の不効用値を求める。

Step 5. 2 属性効用関数の分解表現⁵⁾に基づいて, 2 属性グループ不効用関数 $g(d_1, d_2)$ を求める。

利害の対立した DM による集団意思決定をモデル化する上で NCGDF は最も重要な役割を演じる。なぜならば, 次節に示すように, NCGDF によって利己的な DM, 頑固な DM, 柔軟性のある DM など, DM の種々の選好を表現することができるからである。

5. 集団意思決定における倫理的競合解消のモデリング

いま, DM1 と DM2 をそれぞれ地域住民の代表と空港建設などの新しい開発プロジェクトの代表とする。この場合, DM1 は航空機騒音その他生活環境破壊要因のため, 市街地から離れた場所への空港建設を望むのに対して DM2 は空港利用者の利便性を考えて市街地に近い場所への建設を望む場合を考える。

ここで, このような社会基盤整備による正の効用については, 社会 (DM1 と DM2) に共通のもので, 複数の DM 間にコンフリクトを生じることはないと考えて, ここでは評価の対象外とする。その一方で, 社会基盤整備に対する環境影響評価を考えると複数 DM 間にコンフリクトが生じるので, ここでは負の効用すなわち不効用のみを評価の対象とすることにする。

いま, DM1 の不効用関数 d_1 は開発プロジェクトから受ける環境影響に対する不効用を表し, DM2 の不効用関数 d_2 は環境影響を軽減するために費や

される防除費用に対する不効用を表すものとする。これらの不効用関数は、DM1 と DM2 のそれぞれの立場に立った環境のスペシャリストに、必要な質問を繰り返して収集された情報に基づいて構成されるものとする。

次に NCGDF についても、DM1 と DM2 の立場に立った環境のスペシャリストに、必要な質問を繰り返して収集された情報に基づいて構成されるものとする。その結果、状況に依存して次の三つのタイプのモデルが得られたとする。

Model 1 : DM1 と DM2 の間で相互効用独立性が成立する場合

図-1 にこの Model 1 に対する NCGDF の形状の一例を示す。この場合には、DM1 も DM2 も共に相手の立場を考慮することなく自己の欲求や利益のみに基づいてグループ不効用に対する選好構造を評価している。とくに、DM1 は自分の不効用が極めて小さくないと、グループ不効用は小さくないと考え、利己的で頑固な態度を示している。また、DM2 は DM1 と比べて利己的ではないが頑固で、自己の不効用レベルに対するグループ不効用関数が線形であるものとしている。このような状況は、開発者 (DM2) が地域住民 (DM1) に開発計画を提示した初期の段階で、両者の間で理解が進んでいない場合に見られるケースである。

Model 2 : DM1 は DM2 に対して効用独立、DM2 は DM1 に対して 1 次凸依存性が成立する場合

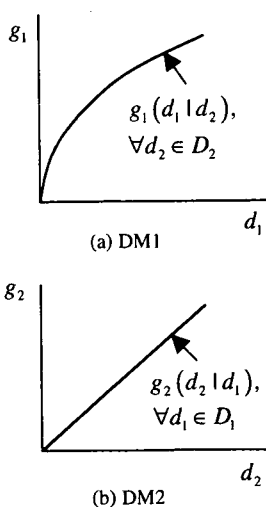


図-1 Model 1 の NCGDF

図-2 にこの Model 2 に対する NCGDF の形状の一例を示す。DM1 のグループ効用に対する選好は Model 1 におけるものと変わらないが、DM2 は DM1 との間で合意を形成しようと努め、Model 1 の場合に比べてより柔軟な態度を示している。とくに、DM1 が最悪状態 ($d_1 = d_1^0$) のとき、DM2 はそれに対して同情する選好を示している。このような状況は、DM1 と DM2 の間である程度の話合いが進み、開発者 (DM2) と住民 (DM1) の相互理解がある程度進んだ状況を表している。

Model 3 : DM1 と DM2 の間で相互に 1 次凸依存性が成立する場合

図-3 にこの Model 3 に対する NCGDF の形状の一例を示す。DM1 と DM2 のグループ効用に対する選好が、ともに柔軟で互いに協力的になり、相手の不効用レベルに応じてグループ効用に対する選好を柔軟に変化させている状況を表している。すなわち、相互に相手の状況を配慮し、倫理的競合解消を図ろうとしているケースがモデル化されている。これは、DM1 と DM2 の間の話し合いがかなり進み、両者がお互いに柔軟な態度で臨んでいるケースである。

現実の空港整備や廃棄物処理場立地計画に際して生じるコンフリクトを解消するにあたって、地域住民 (DM1) と開発者 (DM2) の間の話し合いが進むにつれて相互理解が進み、Model 1 の状況から Model 2 の状況へ移り、さらに Model 3 の状況へと計画が熟してゆくプロセスを、NCGDF を用いてモデル化することができる。

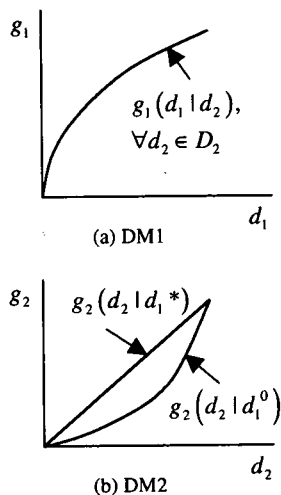


図-2 Model 2 の NCGDF

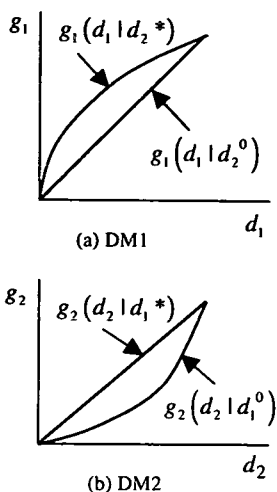


図-3 Model 3の NCGDF

すなわち、DM1とDM2の相互理解が進んでくると、相手の不効用レベルが高くて不遇な場合には、自己の不効用レベルが高くてグループ不効用はそれ程高くはないと感じるといった相手の境遇を慮る倫理観と社会的な眼を持ったDMの選好を表現することが可能になる。

このように、集団意思決定を対象にして、相手の不遇の状況に応じてグループ不効用に対する選好を柔軟に変化させる状況を表現できる数学モデルは、筆者らのオリジナルなモデルで、他に例を見ない。

6. むすび

本稿では、倫理感と社会的な眼を持ったDMの選好構造をモデル化する方法論として「凸依存性に基づいたグループ効用モデル」を示した。ここでは、グループ不効用関数を各DMの多属性不効用関数の関数として表現し、グループ不効用関数を同定するアルゴリズムを示した。ここでは、各DMの多属性不効用関数は、各々独立に異なった属性のもので構成することができる。また、各々のDMに対して、正規化された条件付きグループ不効用関数(NCGDF)を定義し、一DMのNCGDFは、他のDMの不効用レベルが与えられたときに、グループ不効用を当該DMの不効用値の関数として表現した。そして、このNCGDFが、倫理感と社会的な眼をもったDMの選好構造をモデル化するうえで本質的な役割を果たすことを示した。このNCGDFは、集団を構成する複数のDMに関して

1) 自己主張が強く利己的な態度を示すDM

2) 協調性あって柔軟な態度を示すDM

など、各DMの様々な行動パターンをモデル化することができる。

本論文に示した方法論の実際問題への適用可能性として、本文中に例示した大規模設備の立地選択に関する「地域住民」と「建設主体」の間の倫理的競合解消については、枚挙にいとまがないほど多くの差し迫った場面に遭遇する。その一例として、最近の一般廃棄物処理場の立地選択問題をあげることができる。この問題は、市町村にとって最も重要な事業の一つになっているにもかかわらず、廃棄物焼却場の建設予定地の地域住民は、施設の運用や廃棄物輸送車による環境影響を憂慮するので、建設合意を得ることは困難な状況にある。さらに、近年、廃棄物焼却場から排出されるダイオキシンによる環境汚染問題が重大な社会問題となっており、地域住民との合意形成はますます困難になってきている。このような状況のもとで一般廃棄物焼却場を立地選択するにあたって、市町村の意思決定を支援するための方法論として改良型AHPの応用が提案されている¹²⁾。ここでは、集団意思決定問題として扱われてはいないが、これはまさに社会的ジレンマに関わる問題であり、本稿に示したような倫理的な立場から対処すべき集団意思決定の格好の問題と考えられる。

さらに、近年、ダイオキシン問題に端を発して、小規模の一般廃棄物焼却場を統合して複数の市町村のごみ焼却を広域的に処理する大規模な施設を1箇所建設する計画がある。このような場合には、複数の市町村間の競合解消が必要となり、この複数の市町村間の合意形成を支援するうえでも、本稿の合意形成過程のモデリングが役に立つものと期待される。その詳細な検討結果については文献[13]において報告する予定である。

今後、住民参加型の集団意思決定の場で倫理的競合解消のモデリングを試みるとき、話し合いの初期の段階において利己的な態度を示していたDMが、情報の蓄積に応じて柔軟な態度に変化してゆく合意形成課程をモデル化して社会的ジレンマの解消を図る上で、本稿に示したグループ効用モデルを役立てていただけるならば筆者の望外の幸せである。

謝辞：本研究の遂行には、一部、科学研究費補助金学術創成研究「安心・安全社会構築のためのシステム人間科学の創成」(課題番号13GS0018)の補助を受けている。

終わりに、有益なコメントをいただいた2人のレフリーの方に謝意を表したい。

参考文献

- 1) Arrow, K.J.: *Social Choice and Individual Values*, Yale Univ. Press, London, 2nd ed., 1963 長名寛明訳：社会的選択と個人的評価, 日本経済新聞社, 1980.
- 2) Pattanaik, P.K.: *Strategy and Group Choice*, North Holland, Amsterdam, 1978.
- 3) 佐伯 胖：「きめ方」の論理, 東京大学出版会, 1980.
- 4) Sen, A.: *On Ethics and Economics*, Basil Blackwell, Oxford, 1987.
- 5) Tamura, H. and Nakamura, Y.: Decompositions of multiattribute utility functions based on convex dependence, *Operations Research*, Vol. 31, No. 3, pp. 488-506, 1983.
- 6) Keeney, R.L. and Raiffa, H.: *Decisions with Multiple Objectives: Preference and Value Tradeoffs*, (Originally published by Wiley, New York, 1976), Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1993.
- 7) Samuelson, P.A.: *Foundations of Economic Analysis*, Harvard Univ. Press, Cambridge, USA, 1947. 佐藤隆三訳, 「経済分析の基礎」, 勁草書房, 1967.
- 8) 中山弘隆, 谷野哲三：多目的計画法の理論と応用, 計測自動制御学会, 1994.
- 9) 市川惇信：意思決定論, 共立出版, 1983.
- 10) Shafer, G.: *A Mathematical Theory of Evidence*, Princeton University Press, Princeton, N.J., 1976.
- 11) 田村坦之, 中村 豊, 藤田眞一：効用分析の数理と応用, 計測自動制御学会編, コロナ社, 1997.
- 12) 藤田眞一, 田村坦之：一般廃棄物焼却場の立地選定に対する改良型 AHP の適用, *Journal of the Operations Research Society of Japan*, Vol. 45, No. 1, pp. 1-12, 2002.
- 13) Fujita, S. and Tamura, H.: Modeling Ethical Conflict Resolution among Multiple Municipals for Siting a Refuse Incineration Plant, 2002 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics., Hammamet, Tunisia, October 6-9, 2002.

(2002. 1. 9 受付)

GROUP UTILITY MODEL FOR ETHICAL CONFLICT RESOLUTION AMONG MULTIPLE DECISION MAKERS

Hiroyuki TAMURA

This paper deals with modeling decision analysis for ethical consensus formation between two conflicting decision makers. For this purpose we try to construct a group disutility function for two conflicting decision makers taking into account the property of utility independence and convex dependence between them. By using such a group disutility function we could model the mutual concessions of two conflicting decision makers taking into account ethical preference with each other, and hence we can expect fairer group decision making for realizing better social welfare.