

## 会議システムと合意ベース手法を用いた意思決定支援について

佐藤 浩司 平石 邦彦

k-sato@jaist.ac.jp hira@jaist.ac.jp

北陸先端科学技術大学院大学

集団の意思決定を支援する方式として、C-GDS(Consensus-based Decision Support Method)が提案されている。この手法は、代替案評価と評価基準の重み付けから、多目的意思決定の手法を用いて代替案選択と反対者の説得を支援するものである。本研究では、数値データの容易な入力を可能とし、さらに計算結果のグラフ表示を行うシステムを計算機上に実装することを目的とした。このシステムは、決定の過程で交渉・説得によりメンバの評価基準優先度がダイナミックに変化しても、候補案の評価を直ちに更新し、それをメンバ全員に伝達することを可能とする。さらに、リアルタイム会議システムのサポートツールとして、表示と入力にグラフィカルなUIを採用し、より迅速で円滑な集団の意思決定を支援できる。

### A Consensus-based Decision Support System with Desktop Conference Systems

SATO, Koji HIRAISHI, Kunihiko

Japan Advanced Institute of Science & Technology

This paper presents a decision support system based on the Consensus-based Decision Support method ( C-GDS ). C-GDS supports decision making on selecting from alternatives and persuading persons who uphold another through Multiple Criteria Decision Method. The proposed system provides facility for making input data and displaying various output results graphically. The displayed data will be dynamically updated when some decision making members' criteria priorities are changed through negotiation and persuasion process.

Our system is designed to be used with desktop conference systems. Currently it works with NEC OfficeMermaid system.

## 1 はじめに

社会の高度化が進むにつれ、複雑な意思決定を行なう機会が増えている。企業を中心とした組織の内部における意思決定は、業務がチームで進められるのと同様に、決定も複数の人間の合意を得て行なわなければならないことがほとんどである。

集団の意思決定の支援を計算機で行なう試みは、これまでは主として会議の運営サービス環境の提供 (Colab, PLEXYS 他) や、意思決定過程を記述するモデルの構築、特に議論の展開や論拠の図式化 (gIBIS, SIBYL) で行なわれてきた。

ところが、日本の組織での決定は、これら研究が進められてきた欧米とは決定のプロセスがことなる。つまり、正式決定の前に「叩き台」「根回しと稟議」といった過程を通じて、あらかじめ関係者の合意をとりつつ決定に至るケースが多い。このスタイルでは、決定事項の障害となりうる関係者間の調整を合意形成の過程であらかじめ解決しておくことで、決定事項の実施が円滑に行なわれることを意図している。しかし、その過程はそれ自体非構造的・非定型的であるため、計算機システムによる支援がなじまないとされてきた。事実、このようなプロセスは、上に掲げた各システムでは十分に考慮されているとは言い難い。

そこで本研究では、以下の事項を考慮した合意形成を支援するシステムを提案し、計算機上に実装することを目的とした。

- 複数のメンバによる合意形成を支援する
- 集団内の役割と権限を考慮する
- 電子会議システムをサポートする
- 決定の過程を記録する

具体的には、実際に交渉と説得の支援に利用できると思われるメソッドとして C-GDS (Consensus-based Group Decision Support Method) [1] に着目し、これを適用したシステムをワークステーション上に実装する。

[1] が提案する方法は、集団の決定において、メンバの評価項目間の重み付けには AHP (Analytical Hierarchy Process) を、代替案の評価には多目

的意思決定法 (MCDM: Multiple Criteria Decision Making) を拡張した手法をとっている。これらはいずれも行列を用いた計算による手法であり、その計算、およびそのための入力数値の生成が大きな負担となるものとなることが予想される。このため、そのままでは決定への実用的な応用は期待できない。そこで本研究では、入力数値の生成、計算および入力数値の変更に伴う再計算を自動化し、これをリアルタイムの電子会議システムによる決定のサポートツールとして、計算機上に実装する。

また本システムを使用することで、電子会議システムの非定型的交渉という局面での応用的利用が可能になる。

## 2 C-GDS の方法

C-GDS の手法の特色は、決定の候補となるそれぞれの案 (以下、代替案) の反対者とその程度/理由を数値で明示することにより、説得の適切なポイントをつかむことで、コンセンサスベースの決定をより効率的に行なえることである。[1] によるその方法を以下に示す。

決定事項に関して、立案者は複数の代替案を用意する。それらの案について、複数の評価基準から評価し、得点をつけた代替案評価行列  $E$  を用意する。この得点付けは利害関係のない専門家による客観的評価によって行う。

次に、決定集団の各メンバそれぞれの、評価基準に対する重み付けを表す個人基準優先度行列  $C$  を用意する。これは、メンバ個人が作成することになる。ただし、各メンバの評価値の合計が一定であるものとする。

これらから、各メンバが支持する案と支持の程度を表す支持案行列  $S$  を得ることができる。この  $S$  により、得点の高いものを選択するのが、通常の MCDM である。

ここで、各代替案のそれぞれについて、その案が全員に支持されたものとしたとき、 $S$  の形がどうなるかを仮想的に表した理想的支持案行列  $S(k)$  を考える。

この  $S(k)$  に対応するような  $C$  を理想的個人基準優先度行列  $C(k)$  とする。ただし、 $C(k)$  は対応す

る実際の  $C$  の成分との差の絶対値の総和が最小になるように求める。この行列は、各案ごとに、その案が全員一致で支持されるためには、メンバの基準の優先度がどのようになっていなければならないか、を示すことになる。

そして、 $C$  と  $C(k)$  の差として、不満度行列  $D(k)$  を求める。この行列は、各案に対して、各メンバがどの基準項目に関して不満を持っているかを表す行列であると考えることができる。

$$S = EC = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \cdots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \cdots & s_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{i1} & s_{i2} & \cdots & s_{in} \end{bmatrix}$$

$$S(k) = EC(k) = \begin{bmatrix} s_{11} & \cdots & s_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{k1}(k) & \cdots & s_{kn}(k) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{h1} & \cdots & s_{hn} \end{bmatrix},$$

$$s_{km}(k) \geq s_{1m}, s_{2m}, \dots, s_{hm}$$

$$c(k) : \min \sum_m \sum_j |c_{jm}(k) - c_{jm}|$$

$$\sum_j c_{j1}(k) = \sum_j c_{j2}(k) = \cdots = \sum_j c_{jn}(k)$$

$$D(k) = C - C(k)$$

立案者は、各メンバに対して、「説得に応じない割合」を表す説得困難度ベクトル  $P$ 、「決定に関して発言力が強く他人に影響力を及ぼす割合」を表す決定影響度ベクトル  $G$  を求め、不満度の分布状況を計算する際に重み付けとして使用することができる。いずれも、説得に応じない者ほど、また影響力の大きい者ほど、不満度により大きな重み付けがなされる。

不満度は、重み付けをおこなわない場合、

$$U(k) = \left( \sum_j |d_{j1}(k)|, \dots, \sum_j |d_{jn}(k)| \right)$$

というベクトルで表すが、 $P, G$  を使用する場合は、 $U(k)$  の各要素  $u_n(k)$  に、 $g_n + ap_n$  ( $a$  は  $G$  と  $P$  の相対的重要性によって定める定数) を乗じて、加重不満度ベクトル  $U^{gp}(k)$  で表す。

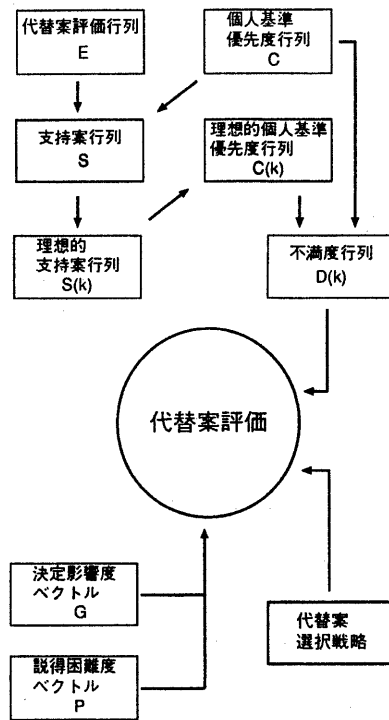


図 1: 代替案評価要因間の関係

さらに立案者は、この不満度の分布をもとに、代替案の中からどれを稟議に諮る案として採用するかを検討する。そのとき、案を選択するための戦略に以下のような複数の方法が考えられる。

- 合計不満度最小化戦略 ( $k : \min \sum_m u_m(k)$ )
- 説得困難範囲不満度最小化戦略 (ある一定の閾値を超えた不満度のみの合計が最小となる案を選ぶ)
- 最大不満度最小化戦略 ( $k : \min (\max u_m(k))$ )
- メンバの不満度とは一切関係なく、立案者自身の判断で最適と考えられる案を選ぶ戦略

支持案行列  $S$ 、不満度行列  $D(k)$  を得ることで、立案者は、決定後にスムーズな実施が期待できるのはどの代替案であるかをあらかじめ検討、予測することができる。

また、稟議に諮るべき案について、立案者は  $D(k)$  から

1. 反対しているメンバ
2. 反対の程度
3. 反対の理由
4. 説得すべきポイント

をあらかじめ具体的数値で知ることができる。これにより適切なポイントをつかむことが可能となり、説得と交渉をより効率的に行なうことができる。

このように、C-GDSを利用することで、集団の意思決定を支援することができる。

### 3 システムの概要

本システムは、日本電気の EWS4800/OM の X ウィンドウシステム上で、電子会議システム Office Mermaid と同時に使用することを想定している。開発言語には、一部に C を、大部分に Tcl/Tk およびその拡張である BLT-Toolkit を使用している。

従来の意思決定に関する計算手法に共通して挙げられる問題点は、入力数値獲得の面倒さである。よく用いられている AHP でも、処理を実現するために一対比較を繰り返し行ない、その比較結果を与えなければならない。この数値を求めるのがユーザにとって負担であると指摘されている。本システムでは、評価項目の重み付けの一対比較にあたっては、数値を入力する方法ではなく、マウス操作による感覚的な入力方法を採用している(図2)。またスケールすべてを表示し、メンバがそれらを一対比較全体を同時に見ながら操作することができる。このため、比較の矛盾(この場合は推移律に反する比較)がわかりやすくなっている。

これにより、決定に参加するメンバは、数値入力に煩わされることなく重み付けを決定し、支持案の理由や程度を合理的に説明することができる。

また、決定と実行に責任を負う立案者のためには、案の支持状況と不支持の理由を示す数値の表示には多彩で効果的なグラフ表示を行なうことができる。図3では、各メンバの評価項目の重み付けを表示した画面と、不満度の分布をソートしたグラフの

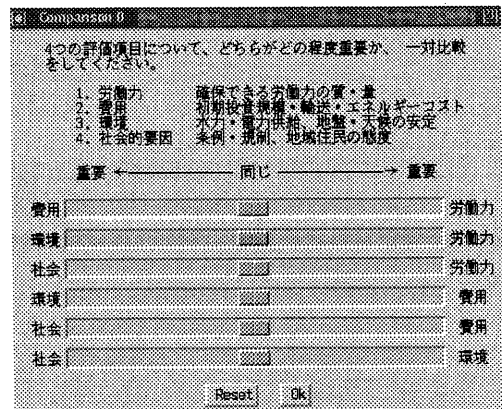


図 2: 一対比較入力画面

画面を示している。また、戦略に応じた最適な案をシステムが指示できる。図3の画面では、合計不満度最小化、最大不満度最小化の戦略によってどの案が選択されるかを表示している。

これらにより立案者は、稟議に諮るべき最適な案をよりスムーズに選択することができる。

また Office Mermaid のリアルタイム電子会議システムが提供する対話モードまたは会議モードのサポートツールとして本システムを導入することにより、複数のメンバによる意思決定において、これらのグラフをリアルタイム会議で複数のメンバ全員に同時に見せることも可能となる。しかも、電子会議において決定に到る過程で説得と交渉によってメンバ個人の重み付けに変化があった場合、これをダイナミックに表示に反映させることができる。

また、この変化の履歴を記録することによって、 $P$  の数値をより妥当なものに更新するなど、新たな決定の際の説得・交渉に役立てることができる。

### 4 適用例

これまで述べた内容を実現しよう開発している、システムのプロトタイプについて、新工場を建設する際の候補地選定を例に説明する。

候補として検討しなければならない土地は複数案の中から、X,Y,Z の 3 候補にまでしぼりこまれて

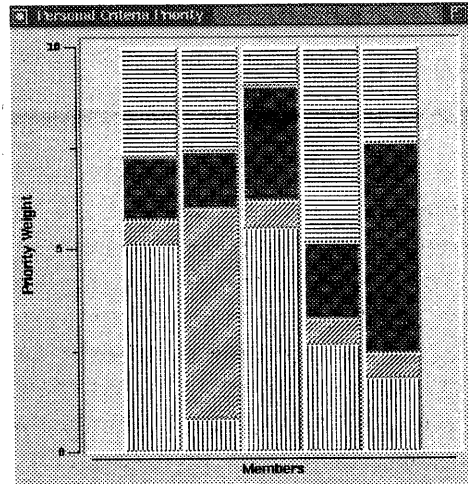
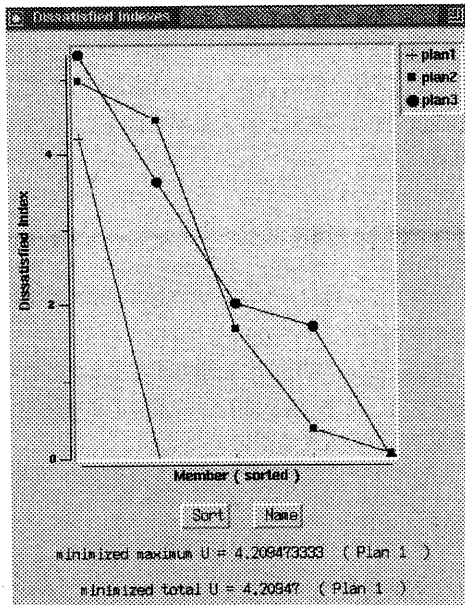


図 3: グラフ表示の例

いる。

各候補地について、以下の4つの評価項目を検討する。

1. 確保できる労働力の質・量
2. 必要な初期設備投資規模およびエネルギー・輸送などのコスト要因
3. 地盤・天候の安定度や水力・電力供給などの環境要因
4. 条例・法的規制や地域住民の受け入れ状況などの社会的要因

評価項目ごとの各候補地の得点は、すでに公平な立場の専門家によって正規化された数値が得られており、決定まで変化することはないものとする。

また、決定に関与するメンバは A,B,C,D,E の5人で、この中には立案者 A 氏も含まれるものとする。5人はそれぞれ異なった立場から各候補地に対して順位付けを持っている。

さて、今すでに以下のようにデータが得られてい

るとする。

$$E = \begin{bmatrix} 3 & 6 & 3 & 5 \\ 5 & 3 & 6 & 4 \\ 4 & 2 & 7 & 4 \end{bmatrix}$$

ここで、各メンバの重み付けから  $C$  を構成し、 $C$ -GDS の方法により不満度分布を求めてみると、以下のようなになった。

$$C = \begin{bmatrix} 1.0 & 0.8 & 4.2 & 1.8 & 2.2 \\ 5.0 & 4.2 & 3.5 & 1.0 & 4.4 \\ 3.0 & 3.3 & 1.5 & 4.5 & 1.1 \\ 2.0 & 1.7 & 0.8 & 2.7 & 2.3 \end{bmatrix}$$

$$S = \begin{bmatrix} 47.0 & 46.0 & 42.1 & 38.4 & 47.8 \\ 42.0 & 43.2 & 43.7 & 49.8 & 40.0 \\ 39.0 & 41.5 & 37.5 & 51.5 & 34.5 \end{bmatrix}$$

$$U = \begin{bmatrix} 0.00 & 0.00 & 0.53 & 3.80 & 0.00 \\ 1.67 & 0.93 & 0.00 & 1.70 & 2.60 \\ 3.00 & 1.70 & 6.20 & 0.00 & 5.50 \end{bmatrix}$$

$$D(X) = \begin{bmatrix} 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 & -0.3 & -1.9 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 & 0.3 & 1.9 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 \end{bmatrix}$$

$$D(Y) = \begin{bmatrix} 0.0 & 0.0 & 0.0 & -0.85 & 0.0 \\ 0.83 & 0.46 & 0.0 & 0.0 & 1.3 \\ -0.83 & -0.46 & 0.0 & 0.85 & -1.3 \\ 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 \end{bmatrix}$$

この結果のうち  $S$  をみると、候補地  $X$  を支持するメンバが3人いるが、他の候補地を支持するものも2人いて、合意は得られていない。まず、説得困難度  $P$  や決定影響度  $G$  にメンバ間の差がないものとする、合計不満度最小化戦略と多数決戦略では  $X$  が、最大不満度最小化戦略では  $Y$  が稟議に諮る案として適当ということになる。説得・交渉にかかる労力を最小にするために  $X$  を選択することにして、改めて得られた結果をみると、以下のようなことがわかる。

- 候補地  $X$  に反対しているのは、 $C$  氏と  $D$  氏であって、 $C$  氏は  $X$  を2位に支持しているが、 $D$  氏は  $X$  を3位にしか支持していない。
- $C$  氏、 $D$  氏はともに環境要因について候補地  $X$  に不満を持っている。

したがって、候補地  $X$  を選定する合意を得るには、 $C$  氏と  $D$  氏に、コスト要因を現在より重くみてもらうため、初期投資に必要な設備投資額の差を強調して、 $C$  氏と  $D$  氏の説得を試みればよいことがわかる。

逆に、候補地  $Y$  を選定するには、 $D$  氏には労働力確保の重要性を、 $A$  氏、 $B$  氏と  $E$  氏には電源・水力の安定供給の必要性を強調すればよいことがわかる。なお、 $G$  や  $P$  によるメンバの重み付けを行う場合も、案の支持状況の変化によって戦略別の最適となる案は変化してくるが、説得のための適切な主張点は  $D(k)$  をみることで同じように得ることができる。

このように、メンバ間の力関係も含めて、全員の意向をより反映した案にまとめることができる。この点で本システムは合意の形成に効果的であり、迅速で円滑な決定を支援できる。

また、本システムを電子会議システムと併用して利用することで、従来、電子会議にはなじまないとされてきたわが国のスタイルの合意形成を、電子会議の上でも効果的に行うことが可能になると考えられる。

## 5 おわりに

本システムはプロトタイプであり、現在は実験動作が可能というレベルにとどまっている。

今後、決定に実用的に利用可能とするシステムを完成させ、決定の実験を行うことにより本システムの有効性を検証する予定である。

## 参考文献

- [1] 渡部和雄, Clyde W. Holsapple, Andrew B. Winston: コンセンサスにもとづくグループ意思決定支援方式, 情報処理学会論文誌, Vol.33, No.6, pp.836-845 (1992)
- [2] 草野耕一: ゲームとしての交渉, 丸善, 東京 (1994)
- [3] 刀根薫: ゲーム感覚意思決定法, 日科技連, 東京 (1990)