集団意思決定のための支援システム

椹木 義一・井上 紘一・守安　隆

1. 緒　言

Arrow の一般不可能性定理以来，数々の“決め方”の研究がなされてきた．しかし，グループでの意思決定は，単なる決め方の問題ではない．決定に至るまでには数多くのステップを踏む必要がある．しかもこれらのステップは直線的なものではなく，意見を述べ合い，その中から多くの情報を取り出し，自己のもつ情報に加え，あるいは修正し，他人の意見への理解を深め，選好態度を変更し，さらにそれをグループの中へ提出するという繰返しによって合意へ近づくものである．

こうした集団による意思決定をサポートするシム（DSS）としてはISM法[1]などがよく知られている．ここでは，さらに意見の一致度や選好強度に言及した構造化手法として，最近筆者らによって開発されたECR法を中心に，“Car of the Year”選定における順序づけ問題を例として，これらの手法のねらい，およびその有効性について述べる．

ISM法なども含め，これらの手法はコンピュータを用いて，大量のデータを迅速に処理し，意思決定者へフィードバックすることによって，合意を促進しようとするところに特徴がある．近年コンピュータの発達はいちじるしく，ミニコン，マイコンの利用や，CRTディスプレイを用いることにより，これらのソフトウエアは手軽に会議場などで活用することができよう．

さわらぎ　よしかず　(社)システム総合研究所
いのうえ　こういち，もりやす　たかし　京都大学工学部精密工学科

2. Car of the Year 選定と SCR 法

“Car of the Year”はモーターファン誌が毎年その1年間に発売された新型車種，新しい変型車種，部分的仕様変更車種など，いわゆるその年の型式として売り出されたすべての車種の中からその年を代表する車種として選ばれる最優秀車種である．自動車は，わが国ではその数が3500万台を越え，われわれの生活と，さまざまな面で深くかかわっている．もはや単なる輸送機械ではない．非常に多面的な“価値”をもったものとなっている．Car of the Year 選定[2]では，加速性，燃費，操縦性，騒音，振動などの工学的諸性能はもとより，風俗習慣などに根ざす文化的要素，価格，税制，維持費といった経済性，大気汚染，騒音公害，交通渋滞などの交通環境への影響といった面も考慮される．

選考は，25人前後（年によって異なる）の選考委員により，第1次，第2次，最終選考の3ステップで行なわれる．第1次選考では，対象となる約600車種の中から，各委員が任意の数だけ，理由を添えて推薦車種を提出する．ここで全委員から推薦される車種は，合計約60車種となる．第2

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

次選考では，第1次の結果と，各車種の推薦理由を考慮に加え，各委員がそれぞれ1車種を推薦する．これで，約15車種に絞られる．

最終選考ではまず試乗会が催され，委員自身が対象車を乗り較べ，感想を述べ合う．次に各自の推薦理由を発表し討論に入る．討論が進み，大方意見が出つくしたところで投票が行なわれる．

当初，投票は単記投票であったが，票が割れた時などは，20数票中のわずか数票の支持で Car of the Year 決定ということにもなり，決定後，多くの委員に不満が残り，委員間の雰囲気まで険悪になることもあったようである．その後，投票はプラスマイナス5点法と呼ばれる方法に改められた．これは，まず "Car of the Year" に最もふさわしいと思われる1車種に＋5点を与える．次に最もふさわしくないと思われる1車種に－5点を与える．他の車種には，＋5点と－5点の間でそれぞれにふさわしいと思われる点を与える．ただしそれらの点数の合計が0となるように点を与える．こうして付された点を各車種ごとに合計して，その合計点の最も高い車種を "Car of the Year" とし，以下，合計点の高いほうから順位をつけ，得点を添えて発表される．

この方法は，点数のつけ方にいくつかの制限が設けられているものの，各意思決定者が〔＋5，－5〕の範囲で基数効用値を与え，その総和の大小により集団の選好順序を決定しようというものである．これは以下に述べる SCR 法と呼ばれる方法の1種である．SCR (Simple Contributive Rule)[3]とは，CR (Contributive Rule) の特別な場合である．

いま選択枝（この場合対象車種）の2つを a_i, a_j とし，委員（意思決定者）l が集団の選好に寄与する量を表わす関数 c^l (contribution function) を，

$$a_iR^la_j \text{ iff } c^l(a_i, a_j) \geqq 0 \qquad (2.\ 1)$$

と定義する．ここで，$a_iR^la_j$ は，委員 l にとって a_i は a_j より好ましいかあるいは同程度に好ましい（この場合，すぐれている）ことを表わし連結律と推移律を満足する（弱順序関係）．以下では，$c^l(a_i, a_j)$ を $c^l{}_{ij}$ と書く．$c^l{}_{ij}$ は，委員 l の，a_i の a_j に対するある種の選好強度を表わしていると考えてもよい．

委員の数を m 人としたとき，

$$a_iRa_j \text{ iff } g(c^1{}_{ij}, \cdots, c^m{}_{ij}) \geqq 0 \qquad (2.\ 2)$$

で定義される実関数 c^l および g が存在するとき，この個人の選好から集団の選好への写象を Contributive Rule (CR) と呼ぶ．ただし R は集団の選好を表わす．特に g が個人の $c^l{}_{ij}$ の和のとき，つまり，

$$g(c^1{}_{ij}, \cdots, c^m{}_{ij}) = \sum_{l=1}^{m} c^l{}_{ij} \qquad (2.\ 3)$$

のときを SCR (Simple Contributive Rule) という．

個人 l の選択枝 a_i に対する基数効用値を $u^l(a_i)$ で表わす．ここで $c^l{}_{ij}$ を選択枝 a_i と a_j の効用の差，つまり，

$$c^l{}_{ij} = u^l(a_i) - u^l(a_j) \qquad (2.\ 4)$$

とすると，SCR 法では，

$$g(c^1{}_{ij}, \cdots, c^m{}_{ij}) = \sum_{l=1}^{m} u^l(a_i) - \sum_{l=1}^{m} u^l(a_j) \qquad (2.\ 5)$$

となり，先のプラスマイナス5点法が SCR 法であることがわかる．なお，(2. 5) 式の g によっ

表1 "Car of the Year 1977" 最終選考に残った12候補車種

1	Skyline Hardtop 2000 GT-ES (AT3F)
2	Skyline Hardtop 2000 GT-ES (5FPS)
3	Skyline Hardtop 2000 GT-EX (AT3F)
4	Skyline 4-Door 2000 GT-ES (5F)
5	Celica LB 2000 GT (5F)
6	Celica LB 2000 XT (AT3F)
7	Celica LB 2000 SE (AT3F)
8	Mark II 2000 Grande 4-Door (AT3F)
9	Charade XTE (5F)
10	Charade XT (5F)
11	Siguma 2000 Super Saloon (AT3F)
12	Cosmo L 2000 Super Custom (5F)

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会. 無断複写・複製・転載を禁ず.

表 2　候補車種 1 ～12に対する選考委員A～Yの評点

アンダーラインは各委員の＋５点を表わす．

下欄の

＋５；＋５点の数（単記投票のときの得票数）

＋　；正の評点の合計

－　；負の評点の合計

Sum；評点の合計

Order；プラスマイナス５点法（ＳＣＲ法）による順位をそれぞれ表わす．

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	2.	3.	0.	5.	−2.	−3.	−3.	−2.	3.	2.	0.	−5.
B	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	5.	0.	−5.	0.
C	3.	5.	2.	3.	−3.	−2.	−3.	−1.	1.	3.	−3.	−5.
D	2.	0.	−3.	−1.	5.	1.	4.	0.	3.	−2.	−4.	−5.
E	4.	5.	4.	4.	2.	−1.	−2.	−4.	1.	−5.	−4.	−4.
F	−2.	−2.	−1.	−1.	4.	4.	2.	2.	−3.	−3.	5.	−5.
G	4.	−3.	3.	−4.	3.	−3.	−4.5	2.	4.5	5.	−2.	−5.
H	−3.	3.	−3.	3.	4.5	−4.5	4.	5.	4.	−4.	−5.	−4.
I	0.	1.	−4.	−2.	5.	0.	−3.	4.	3.	−1.	2.	−5.
J	0.	3.	1.	0.	−4.	−1.	−2.	2.	5.	4.	−3.	−5.
K	5.	4.	4.	−4.	−4.	−4.	−4.	−5.	4.	4.	0.	0.
L	−2.5	−1.5	−0.5	−3.0	4.8	5.	4.9	4.5	−0.8	−1.	−4.9	−5.
M	0.	2.	0.	0.	5.	0.	0.	−2.	3.	0.	−5.	−3.
N	−4.9	−5.	−4.9	−4.9	5.	4.9	4.9	4.9	−4.	−3.	3.	4.
O	4.	4.5	5.	3.	−3.	−4.	−4.5	1.	2.	−1.	−2.	−5.
P	−3.	4.5	−3.5	2.5	4.	3.	−2.5	−4.	5.	3.5	−4.5	−5.
Q	−4.5	−5.	−4.5	−4.5	5.	4.5	4.5	4.5	3.	2.	−2.	−3.
R	4.	5.	3.	0.	1.	−1.	−2.	−5.	2.	0.	−3.	−4.
S	−1.	1.	−1.	3.	−3.	−4.	−2.	2.	5.	4.	1.	−5.
T	2.	3.	2.	1.	−1.	−2.	−2.	−4.	5.	4.	−3.	−5.
U	4.	5.	4.	4.	−4.	−4.	−4.	−5.	−4.	−4.	4.	4.
V	4.	5.	0.	0.	−5.	0.	4.	0.	−4.	4.	−4.	−4.
W	5.	2.	0.	0.	0.	1.	0.	0.	−2.	−1.	0.	−5.
X	2.	2.	1.	0.	4.	5.	4.	−4.	−4.	−5.	−2.	−3.
Y	−4.5	−5.	−4.	−3.5	5.	4.5	4.	3.5	3.	2.5	−2.5	−3.
+5	2	5	1	1	6	2	0	1	5	1	1	0
+	45.0	58.0	29.0	28.5	57.3	32.9	36.3	35.4	61.5	38.0	150.	8..
−	25.4	21.5	29.4	27.9	29.0	33.5	38.5	36.0	21.8	30.0	59.9	92.0
Sum	19.6	36.5	−0.4	0.6	28.3	−0.6	−2.2	−0.6	39.7	8.0	−44.9	−84.0
Order	4th	2nd	7th	6th	3rd	8th	10th	8th	1st	5th	11th	12th

て決まる集団の選好関係は弱順序となる．

1977年度（第７回）Car of the Year 選定[４]の最終選考に残った車種を表１に示す．この①～⑫の車種に対して委員Ａ～Ｙの25人が与えた評点を表２に示す．単記投票によれば，それぞれ＋５点の車種に１票投ずることになるので，車種⑤が６票で第１位となったはずである．ところがこの車種は負の評点も大きく，反対者も多いと思われる．プラスマイナス５点法（SCR 法）によると，単記投票では５票の⑨が第１位，同じく５票の②が第２位，⑤は第３位である．これは⑨，②とも負の評点が⑤に比べ少なく，比較的反対が少ない

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

ものと思われる.

単記投票からプラスマイナス5点法に変わってからは決定後も委員の間の雰囲気がなごやかで決定に対する満足度も高くなったとのことである.

3. ECR法とその適用

SCR法によって得られる選好関係は，単記投票に比べ各人の意見をより多くとり入れた順序づけであるが，反対意見の大きさなどについてはよく分らない. Car of the Year 選定は最終決定にのみグループの選好を集約しているが，随時グループの選好を集約することで討論をより効果のあるものとすることができる. このような場合には討論に有効な情報をより多く与える選好の集約法が望まれるそのような方法に ECR 法がある.

ECR(Extended Contributive Rule) [5] は，SCR法の拡張であり，(2.4) 式の c^l_{ij} に対して関数 g を，

$$g(c^1_{ij},\ \cdots\cdots,\ c^m_{ij}) = \sum_{l=1}^{m} w^l c^l_{ij} + \lambda \sum_{l=1}^{m} w^l \,\mathrm{Min}(0, c^l_{ij}) - m\theta \qquad (3.1)$$

で定義するものである. ただし $\lambda, \theta \geqq 0$ である. また w^l は各意思決定者の重みである.

上式の第2項は $c^l_{ij}<0$，つまり a_iRa_j(「a_i は a_j と少なくとも同程度に好ましい.」) ことに反対の意見をさらに λ だけ余分に採り入れようというもので λ を大きくしていくと全体の選好強度の大きさ（第1項の値）が同じでも，意見が分かれていて反対が大きいものから関係が切れる.

第3項の θ は，第2項までの全員の平均値の下限を定める閾値で，集団全体として意見の一致度も考えた選好の強さが小さい順序関係から切れていく.

ECR 法による選好関係は 推移律は満たす[5]が，以上のように連結律は満足されないので，半順序となる. 順序関係のつかない選択枝の対については，意見が分かれていたり，その差がほとんどないことから，その時点で優劣をつけるべきではないと示唆していると考えてもよいだろう.

一般に λ, θ はの値は適当に選ばれた値が用いられるが，ここでは λ, θ を変化させた一連の選好構造を観てみよう [6]. 構造は ISM 法で用いられている有向グラフ[1]で表わす.

Car of the Year 選定では，各委員の重みは平等なので $w^l=1$ ($l=1$, …, 12) とする. また実際の点数を 1/10 とし 1/2 を加え，[0, 1] の範囲に写して用いる. 結果を図1に示す.

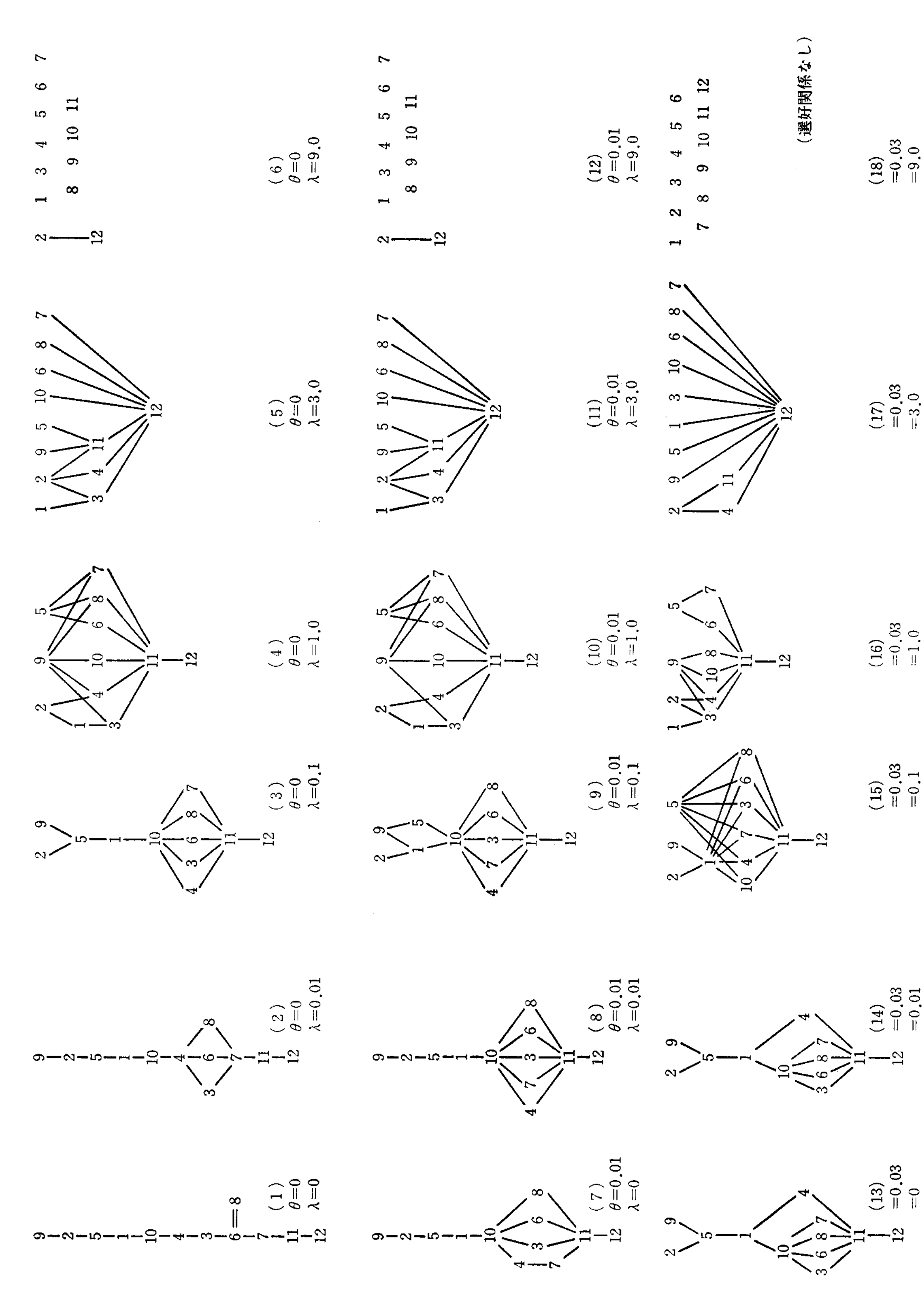
各グラフは上が上位の選好を表わしている. また，一連のグラフは横方向に θ を一定とし，右方に順に λ を大きくしたものを，縦方向に λ を一定，下方に順に θ を大きくしたものを配している.

(3.1) 式より $\lambda=\theta=0$ のとき，SCR法に一致する (1). $\theta=0$ として λ を0から大きくしていくと，逆の選好との比率が小さい対の関係から切れていく. (1) で⑥と⑧は効用値の和が等しいので，反対意見を1％余分に採った(2)では関係が切れる. ③と⑥，⑧の間も切れたことから，③との間の選好の逆の選好との差は1％以下であることがわかる. (3) で $\lambda=0.1$，つまり反対意見を10％大きく採ると，②と⑨の間の関係が切れることから，⑨が②よりすぐれているという意見はその逆と10％以下の違いしかないことがわかる. また，単記投票で1位の⑤は，ここでも②，⑨より下位にあることから意見の比が10％以上であることがわかる.

次に，θ は，第2項までの全員の平均値に対する閾値であるから，$\lambda=0$ とした時は効用値の平均の差が小さい関係から切れていく. (7)で $\theta=0.01$，つまり，効用値の平均の差が 0.01 以下 ([+5, −5] では，0.1以下) の関係は切れる. ⑥と⑧は同じ値なので切れる. ③と⑥，⑧の間，④あるいは⑦とこれらの間の平均値の差は0.01以下であることがわかる. また，⑬から，②と⑨の差はたかだか 0.03 であることがわかる.

これらのことから，③，⑥，⑧間，あるいは，

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会. 無断複写・複製・転載を禁ず.



© 日本オペレーションズ・リサーチ学会. 無断複写・複製・転載を禁ず.

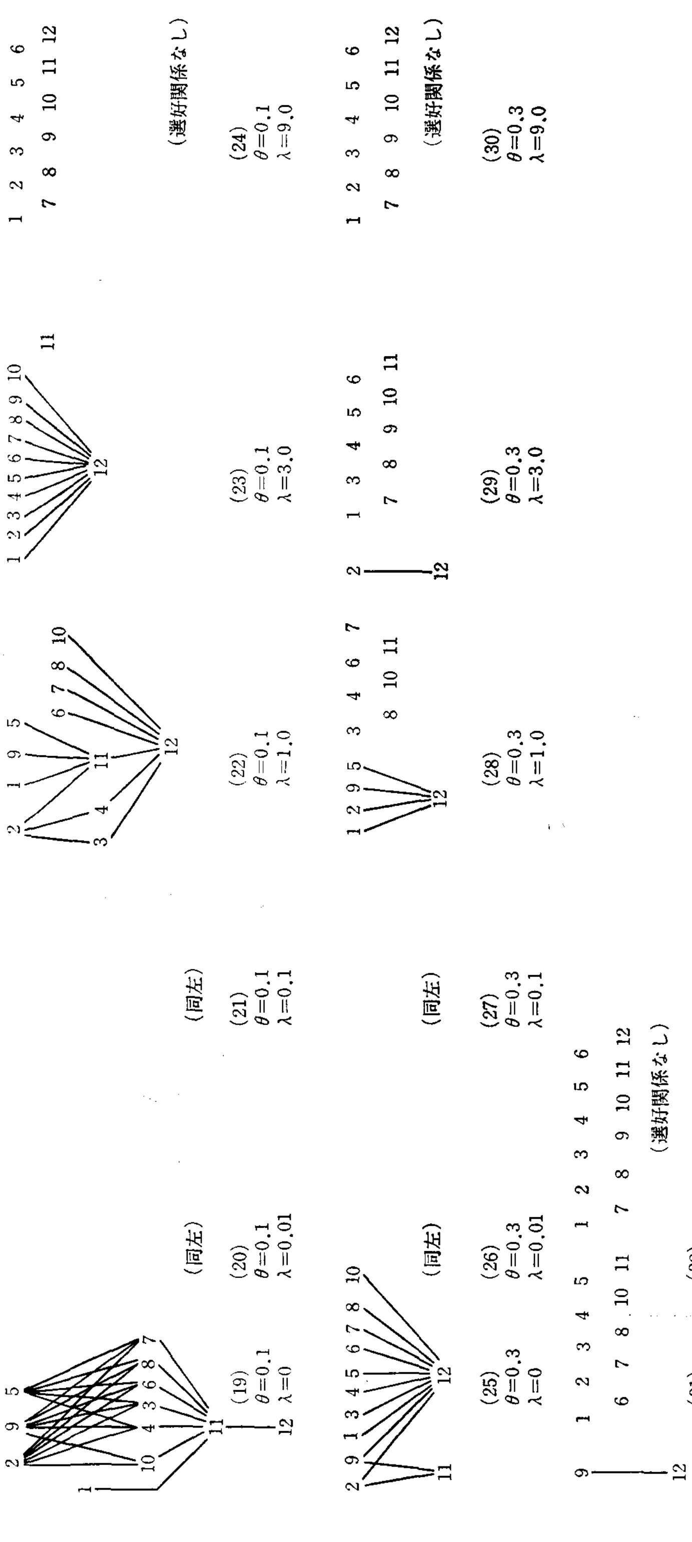


図1 ECR法による選好構造

②，⑨間には，逆の意見も強く，その差もわずかで，ほとんど優劣はないといってもよい．

θを大きくしても，λを大きくしても，選好関係は切れていくが，それぞれ切れ方が異なる．たとえば (4) (θ=0, λ=1.0) では，注1) ②P①，①P③，であるが，②P⑥，②P⑦，②P⑧，②P⑩は切れている．ところが，(19) (θ=0.1，λ=0) では逆に，②P①，①P③は切れているが，②P⑥，②P⑦，②P⑧，②P⑩は切れていない．これは，前者の関係は後者に比べ，意見は一致しているが，それほど大きな差を認めないことを，逆に②は，⑥，⑦，⑧，⑩よりすぐれているという比較的強い意見に支配されているが，反対意見も強いことを示している．

λ, θをそれぞれ大きくした時に最後に残る関係，(6)の②P⑫，(31)の⑨P⑫が異なることから，⑨は評点の和では最高位であるが，意見の一致という点からは②に比べ弱いことが分かる．

このように選好強度に差のないところ，反対意見の強いところと，それぞれに応じて問題に対する理解や意思決定者相互の理解を深める話し合

注1) $a_i P a_j$ iff $a_i R a_j \wedge \neg a_j R a_i$ 「a_iはa_jより好ましい．」ことを表わす．

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

いが求められる．

4. 意思決定者の分類と分析

意思決定過程において選択枝についての整理，分析をすることと同時に，意思決定者についても選好の様子から整理，分析することが重要である．選好が似ている人を1つの群にまとめ，意思決定者全体をいくつかに分類し，群間の意見の違いは何かを分析することにより，問題をマクロに捉えることができる．これにより，少数意見を発掘したり，譲歩の手がかりとすることができる．

Car of the Year 選定委員24人のクラスター分析[7]を試みよう．委員lの選択枝jに対する評点を$x^l{}_j$とすると，委員lと委員kの選好の相関係数を次式で定義する．

$$\gamma_{lk}=\frac{\sum_{j=1}^{n}(x^l{}_j-\overline{x^l})(x^k{}_j-\overline{x^k})}{\sqrt{\left\{\sum_{j=1}^{n}(x^l{}_j-\overline{x^l})^2\right\}\left\{\sum_{j=1}^{n}(x^k{}_j-\overline{x^k})^2\right\}}} \quad (4.1)$$

ただし，nは選択枝の数（ここでは$n=12$），$\overline{x^l}$は$x^l{}_j$のjに関する平均$\left(\overline{x^l}=\frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n}x^l{}_j\right)$を表わす．

委員lとkの類似度S_{lm}は，

$$S_{lm}=\frac{1}{2}(1+\gamma_{lm}) \quad (4.2)$$

と定義し，最遠隣法（Complex Linkage）と呼ばれる，群間で類似度の最も低い要素（委員）間の値の大きいものから結合してゆく方法により，クラスタリングを行なう．これは，2つのクラスター中に意見の大きな違いのある人がいれば結合しにくく，そうでなければ比較的早い段階で結合しやすいからである．

図2は横軸に類似度をとったデンドログラム

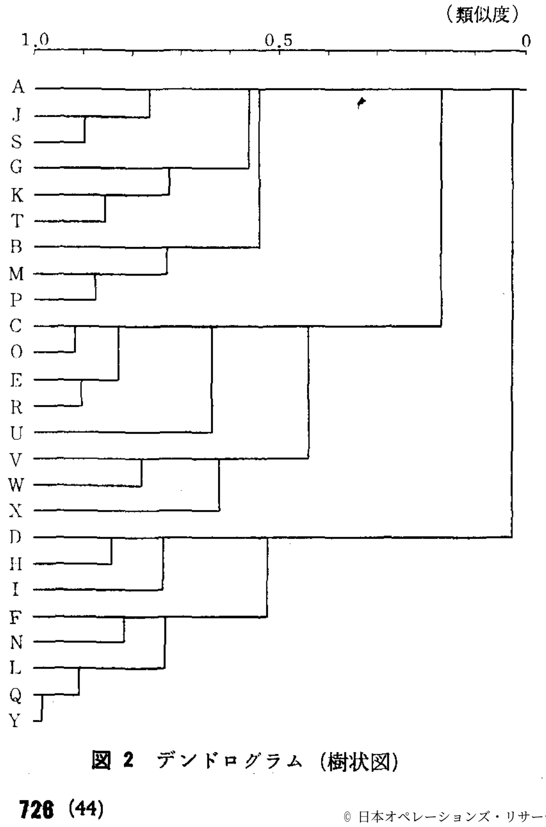


図 2 デンドログラム（樹状図）

1 SK1　2 SK2　3 SK3　4 SK4　5 CE1　6 CE2
7 CE3　8 MAII　9 CH1　10 CH2
11 GAΣ　12 COS　　(ALL)

9 CH1
10 CH2
2 SK2
1 SK1　3 SK3　4 SK4
5 CE1
6 CE2　7 CE3　8 MAII
11 GAΣ
12 COS

(A)

2 SK2
1 SK1
3 SK3
4 SK4
9 CH1
5 CE1　6 CE2　7 CE3　8 MAII　10 CH2
11 GAΣ　12 COS

(C)

5 CE1
6 CE2
7 CE3
8 MAII
9 CH1
1 SK1　2 SK2　3 SK3　4 SK4　10 CH2
11 GAΣ　12 COS

(D)

クラスター；(A) A J S G K T M B P
(C) C O E R U V W X
(D) D H I F N L Q Y

図 3 全員および各クラスターごとのIMS法による選好構造

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

(樹状図)である．ここから，Q-Y は非常に近い意見をもっているとか，クラスター(COERUVWX)は類似度 0.45 のレベルで (COERU)と(VWX) という下位のクラスターに分かれるということなどが読みとれる．

いま，類似度 0.18 から 0.45 のレベルで 3 つのクラスターとなるときについて，選好の分析をしてみよう．3 つのクラスターをそれぞれ A (AJS-GKTBMP)，C (COERUVWX)，D (DHIF-NLQY) で代表する．

ここで，各委員の順序から一対比較多数決をとったとき，同数あるいはサイクル構造になる選択枝を同レベルとして，ISM 法で構造化する．全員の場合およびそれぞれのクラスターのものを図 3 に示す．全員では意見がさまざまで①～⑩が 1 レベルになり，うまく構造化されないが，選好の類似した意思決定者を 1 つのクラスターにまとめることにより，各クラスターのグラフは多階層構造となり，それぞれの選好の特色がはっきりしたものとなる．クラスター(A)はシャレード系，スカイライン系，セリカ系の順であり，(C)は，スカイライン系，その他，(D)では，セリカ系，その他，の順であることが分かる．

次に，各車種の特徴を表わす，メーカー，排気量，価格，燃費などの属性を調べ，各クラスターごとにこれと相関を求める．この中でメーカーに関するデータを表 3 に，その相関係数を表 4 に示す．これから，クラスター(A)，(C)，(D)はそれぞれダイハツ，日産，トヨタに高い正の相関を示し，メーカーという属性に関しては，それぞれを高く評価していることがわかる．また，(A)，(C)はともにトヨタに対し負の相関を示し，ともにトヨタの評価が低い．これは図 2 のデンドログラムからも (A) と (C) は類似度 0.18 で結合するが (D) は 0.03 で最後に結合することを説明している．これらの結果をまとめたものを図 4 に示す．下位のクラスターで (AJS) と (GKT) は (AJS) が 4 ドアに高い相関を示すが (GKT) はそうでないことによる．

こうして意思決定者を分類し，その選好態度を分析することで，どのように意見が分かれているかを明確にし，相互理解や譲歩の指針とすること

表 3　属性（メーカー）に関する各車種のデータ

1 は そのメーカー製造であること
0 は そのメーカー製造でないこと
をそれぞれ示す．

属性＼車種	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
(a) トヨタ自動車工業	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
(b) 日産自動車	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
(c) ダイハツ工業	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
(d) 三菱自動車工業	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
(e) 東洋工業	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

表 4　属性（メーカー）と各クラスターの評点の平均値との相関係数

属性＼クラスター	(A)	(C)	(D)
(a) トヨタ自動車工業	−0.38	−0.38	0.90
(b) 日産自動車	0.30	0.93	−0.61
(c) ダイハツ工業	0.73	−0.21	−0.01
(d) 三菱自動車工業	−0.33	−0.23	−0.12
(e) 東洋工業	−0.51	−0.43	−0.36

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会. 無断複写・複製・転載を禁ず.

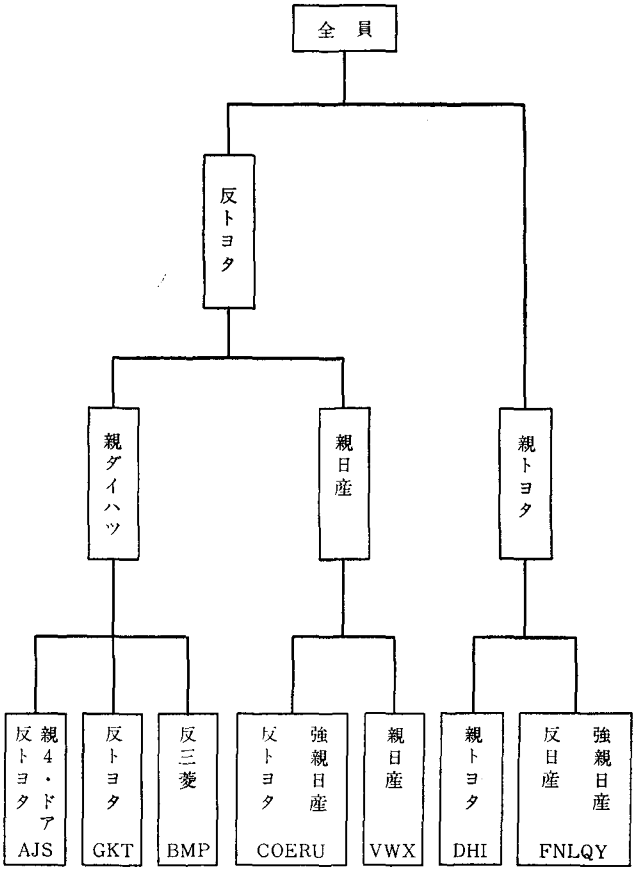


図 4 デンドログラム

ができよう.

5. 結言

ここでは，Car of the Year 選定での順序づけ問題を例にあげ，そこで用いられているＳＣＲ法，さらに，意見の一致度や選好の強度にも言及するＥＣＲ法について述べた．また，意思決定者のグループ化とその選好の分析を行なうクラスター分析を用いた方法について述べ，これらの手法が意思決定のために多くの有効な情報をもたらすことを示した．

SCR 法，ECR 法といった方法は，個人の効用関数からグループの選好を構造化するものであるが，選択枝間に一対比較多数決を行なった結果から選好を構造化する手法 [8] [9] も開発されている．周知のように，多数決は推移律を満足しないため多数決の結果に最も近い推移律を満たす構造を計算するものである．

これら集団意思決定のための支援手法が，実際の意思決定過程に用いられ，より有益で納得のいく良い決定がなされることを望んで止まない．

参考文献

[1] J.N. Marfield: Social System; Planning, Policy and Comlexity, Wiley, (1976).

[2] 平尾収: 自動車の或る評価，特定研究自動車の排気浄化に関する基礎研究 昭和52年度報告書，375/376，(1978).

[3] R. Saposnik: Social Choice with Continuous Expression of Individual Preference, Econometrica' Vol, 43, 683/690, (1975).

[4] "'77 Car of the Year", モーター・ファン，Vol. 32. No. 4. 107/111, 三栄書房，(1978).

[5] H. Nakayama, T. Tanino, K. Matsumoto, H. Matsuo, K. Inoue and Y. Sawaragi: Methodology for Group Decision Support with an Application to Assessment Environment, *IEEE Trans. on Syst. Man Cybern.*, SMC-9, 477/485, (1979).

[0] 井上紘一，守安隆，八木正英: 社会的選好の構造化とその分析．計測自動制御学会論文集，(投稿中).

[7] 真砂洋二: クラスター分析による社会的選好の構造分析．京都大学卒業論文，(1980).

[8] 守安隆，井上紘一: 多数決を基礎とした集団選好構造の作成，第23回システムと制御研究発表講演会論文集，85/86，(1979).

[9] 木村忠司，守安隆，井上紘一: 整数計画法による集団選好構造の同定，第6回システムシンポジウム講演論文集，79/84 (1979).

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．