

公共デザインの多数決による集団的決定プロセスに関する研究*

On The Collective Choice Process of Civic Design with The Rule of Decision by Majority*

上田孝行**、岡田雅美***

By Takayuki UEDA**, Masami OKADA***

1. はじめに

都市計画案策定や公共事業に対する住民参加の必要性は近年一層強調され、計画立案の様々な場合での意思決定に住民意見を反映させることが求められている。その認識のもとに、住民参加システムと計画案策定プロセスの関係を対象とした研究が現在精力的に進められている。しかし、それらを概観すると、海外事例の紹介を中心とした実態調査的研究は数多く研究されているが、それらにおいては理論的フレームが明確でない場合が多い。計画立案に関わる意思決定を住民主権の立場から最大限に押しつめて考えれば、それは多数決ルールに基づく集団意思決定プロセスに委ねられることになる。住民よりも賢明である家父長的な意思決定者やいわゆる哲人主的な意思決定者を想定できない、あるいは想定することが許されない限りは、住民主権の立場で意思決定プロセスを設計するほかはない。集団的意思決定プロセスに関する研究プログラムは、以上の立場を前提として考えれば、大きくは二つの内容からなる。第一は、集団意思決定に参加する各個人の選好（効用関数）あるいは各計画代替案に対する評価値（効用水準または利害）を把握するための手法開発に関わる研究である。そして、第二は、それらが与えられたとして、民主的なルールのもとで合理的な集団意思決定が可能であるかを判断する研究、あるいは、逆に可能であるためのルールを求める研究である。第一の研究については、土木計画学においても数多くの試みがあるが、近年では集団意思決定を前提とした高野ら¹⁾や松田・木下²⁾による AHP の活用など

が行われている。第二の研究としては、経済学においては、Arrow に代表される社会選択³⁾などの分野において、集団的意思決定プロセスのモデル分析が進められてきた。そこでは主に、参加する各個人が各計画案に対して明確に利害を認識している場合の集団意思決定が扱われている。しかし、景観の良否を含むような公共デザイン代替案のような場合には、そのような構造化手法によったとしても、各個人が各案に対して有する効用（利害）を明確に認識するのは容易でない。服飾デザインや商業デザインなどの流行が目まぐるしく移り変わることや、また、建築デザイン等でも適切な年数区分でみると流行の移り変わりがあることが見てとれる。そのため、デザインの代替案に対して、各個人が常に他者とは独立に、しかも明瞭に効用を持つとは限らない。このような私的な動機で行われ、しかもその帰結に対する責任も私的に負われる場合には、それに公共的な関与は必要ない。しかし、公共デザインの場合には、本来的には同様に、代替案に対する各個人の効用は確定的でないもとで集団的に意思決定を行う必要がある。しかも、一旦決定されるとそれは上記の他のデザインと異なり、短期で変更することができない。

そこで、本研究では、公共デザインの決定プロセスの中で、潜在的な効用は確定的であるが追従性向の影響から各代替案の案に対する効用が移ろいやすいために、他人の評価に追従しやすい複数の個人からなる集団での多数決による意思決定過程としてモデル化して分析する。特に、複数の投票方式の相違と追従性向の大きさが意思決定プロセスに及ぼす影響を分析する。

2. 集団意思決定の構造

2.1 集団意思決定の状況

集団意思決定の状況として、表-1 に示すような 3

* キーワーズ：計画基礎論、計画手法論、意識調査分析
市民参加

** 正員、工博、岐阜大学助教授 工学部土木工学科
(岐阜市柳戸 1-1, TEL 058-293-2447, FAX 058-230-1248)

*** 学生員、岐阜大学大学院 博士前期課程

つのパターンが考えられる。パターン 2 および 3 は従来の社会選択の分野で既に取り扱われてるが、パターン 1 は、追従性向の影響を含む場合であり、既存の研究では扱われていない部分である。本研究では、公共デザイン決定のような相互比較しにくく流行の影響を受けやすい代替案を対象としているので、長期間にわたって同じ選好順位であるとは限らないことから、以後はパターン 1 について述べることにする。

表-1 集団意思決定の状況

パターン	集団意思決定の状況
1	個人の選好順位が確定的でないため、他人の意見に左右されやすい人が多く、民主主義的多数決で常に同じ集団意思決定の結果が得られるとは限らない。
2	個人の評価関数はわからないが代替案リストに対する選好順位は確定的で、民主主義的多数決で常に同じ結果が得られる。
3	個人の評価関数が確定的に把握されており、代替案リストに対する各個人の選好順位も確定的で 2. と同じ結果になる。

パターン 1 にみられるような意思が不確定な人々が自分の評価を決める際に、大勢に追従するという傾向が見られる。このことは、心理学的実験 ⁴⁾ によっても実証されている。例えば、もし自分の意見を持っていたとしても、他の意見を持った 3 人以上の集団に出会うと、約 3 分の 1 の人が自分が持っていた意見を変えするという結果がみられる。また、自分に自信を持ってない場合や権威者が同席している場合には、特に自分の意見を他人に同調させる傾向があるという結果もみられる。代替案への評価が不確定な人々は、いくつかの意見の間を遷移しながら意思決定を行っていく。意思が不確定な人々の意見は他人の意見による影響を受けやすいため、最終的に集団として一つの意見に収束していくのか複数意見に分散していくのかは状況により異なる。

2.2 集団意思決定状況の仮定 ¹⁾

モデル構築に際し、以下のような仮定をする。

- I. 代替案：代替案は複数で有限個で L 個存在する。
- II. 参加者：有権者一般またはその複数の代表者とする。参加者は各案(k)に対する自分自身の潜在的効用を持ち、それと他人への追従性向に起因する効用を合わせた効用(v_k)に従って支持する

案を選択する。

- III. 決定のルール：ここでの決定のルールとは、投票方法のことを示す。本研究では、第 1 段階のみの最大得票多数決、第 1 段階のみの過半数得票多数決、最終的に過半数を得るまでの多段階多数決 (3 段階) の 3 種類を用いる。
- IV. 各代替案の効用はそれぞれ独立であり、追従性向係数についても独立である。

ここで、多段階多数決方式とは、 n 段階に分けて投票を行う方法であり、各段階ごとに最下位から m 個ずつ代替案を削除していく方法である。

3. Weidlich・Haag⁵⁾の Synergetics Model の援用

本研究では、各個人が他人の意見に影響されながら意思がゆらぎ、支持する意見を変えていくプロセスを *Weidlich・Haag* の Synergetics Model で示すことにする。これは、各個人が支持する案が遷移する状況を確率微分方程式を用いて示し、その動学的性質を調べるものである。Synergetics Model を適用することにより、代替案評価における個人間の相互依存関係を明示的に表現することができる。なお、本論文では集団的意思決定に参加しているすべての個人は潜在的効用の部分については同一の選好（効用関数）を有しており、また追従性向係数も同一である。従って、どの個人も、与えられた代替案リストに対しては同じ選好順位を持つことになるが、追従性向の影響から民主主義的多数決では常に集団意思決定の結果が得られることにはならない。無論この仮定を緩和して、異なる選好を持った個人が混在する場合についても分析する必要があるが、その場合については今後の課題としておく。

今、時刻 t において、ある個人が代替案 k を支持する確率分布 $p(k;t)$ の時間変化は次のように示される ⁶⁾。

$$\frac{dp(k;t)}{dt} = \sum_j [w(k \leftarrow j)p(j;t) - w(j \leftarrow k)p(k;t)] \tag{1}$$

ただし、 $w(k \leftarrow j)$ は支持する案が j から k に変化する遷移確率である。代替案が 2 つの場合の代替案 j から k への遷移確率を(2)式に示す。

$$w(k \leftarrow j) = \frac{x_j}{N} p_{kj} \exp(\alpha + \beta x) \tag{2}$$

x_j : 代替案 j の支持者数

N : 参加者数

α : 他人の影響を受けない潜在的な効用の差

β : 現段階の投票に関する他人への追従性向係数

x : 参加者全員に対する代替案 k の支持者数

ここで、 $\alpha + \beta x$ は 2 つの代替案の効用差 ($v_k - v_j$) を表す。定常状態では(1)式の左辺はゼロとなり、一般的な定常解は次のようになる。

$$\phi(x) = 2 \int \frac{\sinh(\alpha + \beta x') - x' \cosh(\alpha + \beta x')}{\cosh(\alpha + \beta x') - x' \sinh(\alpha + \beta x')} dx' \quad (3)$$

x' : 定常状態で代替案 k の支持者数

(3)式より、代替案 k を支持する人数の極大値は以下の式を満たすものとなる。

$$x_m = \tanh(\alpha + \beta x) \quad (4)$$

このとき、解は α 、 β の値により 1 つまたは 3 つになる。 $0 < \beta < 1$ の場合は、 α の値にかかわらず解は 1 つであり単峰分布になる。 $\beta > 1$ の場合は追従性向が大きくなるため、 α の値によっては解が 3 つ存在し、双方分布になる場合がある (単峰分布の場合もある)。代替案が 2 個の場合の支持者数分布を図-1 に示す。

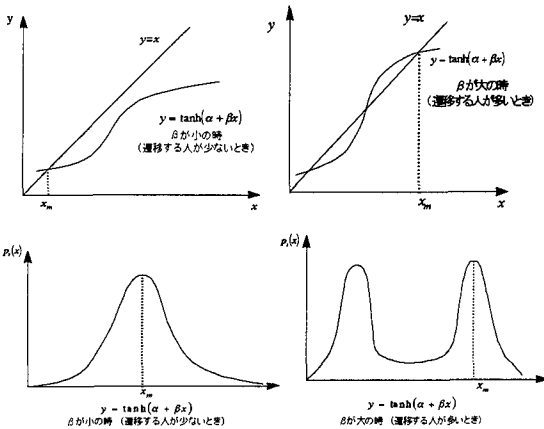


図-1 代替案数 2 個の場合の支持者数分布図

さらに、代替案数を任意の L 個 ($k=1, \dots, L$) とした場合、各個人が支持する案の確率分布を以下のように特定化する。

$$p_{kj} = \exp(v_k - v_j) \quad (k \neq j) \quad (5)$$

$$v_k = \alpha_k + \beta x_k + \gamma x_k^* \quad (6)$$

α_k : 各代替案が持つ効用であり、他人の影響を

受けない潜在的な効用

x_k : 現段階で投票する際の代替案 k の支持者数

γ : 前段階の投票結果による他人への追従性向係数

x_k^* : 前段階で代替案 k を支持した人数

ただし、第 1 段階の投票については、 γx_k^* の項は前段階投票による影響はないので考慮しない。また、代替案 k のもつ効用 v_k の α_k が大きいほど選択されやすいといえる。

ここで、(5)式の確率分布を用いて各代替案の支持者数の変化を以下のように定式化する。

$$\frac{d}{dt} \frac{x_k}{N} = \sum_{i=1}^L \frac{x_i}{N} \exp[u_k - u_i] - \sum_{j=1}^L \frac{x_k}{N} \exp[u_j - u_k] \quad (7)$$

(7)式の定常解は、(8)式のように表すことができる。

$$p(k) = \frac{\exp(v_k)}{\sum_{i=1}^L \exp(v_i)} \quad (8)$$

したがって、代替案 k の支持者数は(9)式になる。

$$x(k) = N \cdot p(k) = \frac{N \cdot \exp(v_k)}{\sum_{i=1}^L \exp(v_i)} \quad (9)$$

これはロジットモデルの形式に他ならないが、定常状態の x_k は式(6)・(9)を同時に解いて得られる。これは複数解を持つので、定常状態での支持者数分布は複数存在する。

本研究では、各代替案の支持者数を定常状態で表現しているが、この数値実験における定常状態とは、参加者が各代替案に関する情報を均しく有していると仮定し、投票前に参加者の間で話し合いを行い、十分議論し尽くした状態を言う。この話し合いの中で、各個人は他の参加者がおおよそどの案を支持しようとしているか、集団の中で大勢がどの案を支持しているかを知ることができ、そのもとで自分の支持する案を選択していくことになる。

4. 数値実験の概要

本研究で構築したモデルを用いて数値実験を行う。追従性向係数 β および γ の影響を分析するため、潜在的効用 α の値は一定とし、追従性向係数の大小の

多数決で決定する場合には、10 通りのうち 8 通りは第 1 段階の投票で決定される。しかし、このときは潜在的効用 α が最も高い A が採択されるとは限らず、2 番目に潜在的効用が高い D が採択される可能性もある。

Figure 1 illustrates the three-stage decision-making process for the 'Three-Party' election system. The process starts with 10 candidates in the first stage. In the second stage, candidates are grouped into three groups: Group 1 (Candidates 1, 2, 3) with 12 votes, Group 2 (Candidates 4, 5, 6) with 12 votes, and Group 3 (Candidates 7, 8, 9, 10) with 12 votes. In the third stage, Group 1 is eliminated, Group 2 is eliminated, and Group 3 is eliminated. The final result is a tie between Candidates 1, 2, and 3, leading to a runoff election.

図-2 Case.1の支持者数分布のパターン

Figure 1 is a 3D bar chart titled '各案の支持者数' (Number of supporters for each case). The vertical axis represents the number of supporters, ranging from 0 to 5. The horizontal axis represents the '支持者数分布の番号' (Number of supporter distribution), ranging from 1 to 10. The depth axis represents the '代替案' (Alternative case), with categories A, B, C, D, and E. The chart shows that Case A consistently has the highest number of supporters across all distributions, while Case E has the lowest.

支持者数分布の番号	A	B	C	D	E
1	5.5	4.5	3.5	3.5	3.5
2	4.5	4.5	3.5	3.5	3.5
3	4.5	4.5	3.5	3.5	3.5
4	4.5	4.5	3.5	3.5	3.5
5	4.5	4.5	3.5	3.5	3.5
6	4.5	4.5	3.5	3.5	3.5
7	4.5	4.5	3.5	3.5	3.5
8	4.5	4.5	3.5	3.5	3.5
9	4.5	4.5	3.5	3.5	3.5
10	4.5	4.5	3.5	3.5	3.5

5. 実験結果および考察

5.2 Case.1 の第2段階・第3段階の投票結果

第1段階で過半数を獲得していない分布について、多段階で投票を行った結果、第1段階から第2段階への過程で決選投票を行う必要がある分布(6番の分布)が実現した場合には、決選投票後に第2段階の投票を行うと代替案 D が採択される支持者数分布が多く現れた(図-4)。しかし、決選投票の必要がな

— 136 —

い分布(4・5・7 番の分布)が実現した場合に第 2 段階の投票を行った結果では、代替案 A が採択される(図-5)。また、第 1 段階で 8 番の支持者数分布のときに投票が行われたとすると、最終段階まで投票を行っても A が採択される場合と、D が採択される場合が存在する(図-6)。また、第 1 段階が 10 番の分布の場合でも同様の結果が得られた(図-7)。

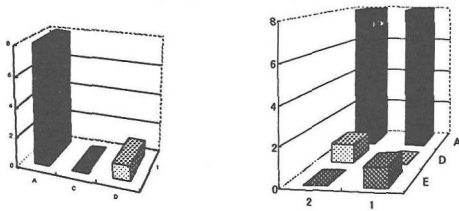


図-5 第 1 段階後決戦投票がなかった場合の第 2 段階の支持者数分布

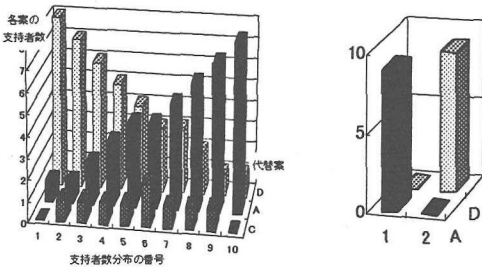


図-6 第 1 段階の 8 番の第 2 段階・第 3 段階の支持者数分布

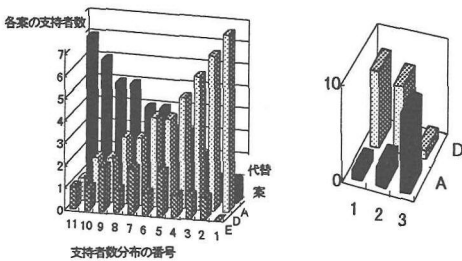


図-7 第 1 段階の 10 番の第 2 段階・第 3 段階での支持者数分布

5.3 Case.2 ($\beta=0.3, \gamma=0.5$)の投票結果

Case2.については支持者数分布のパターンのみ紹介する(図-8)。第 1 段階の結果は、Case.1 と同様の結果になる。Case.2 では前段階の投票結果による

影響が大きくなるため、第 2 段階解が不安定になりやすい。また、第 1 段階で 1 番の分布以外の分布が実現した場合は、代替案 A が採択される分布と代替案 D が採択される分布が存在する。

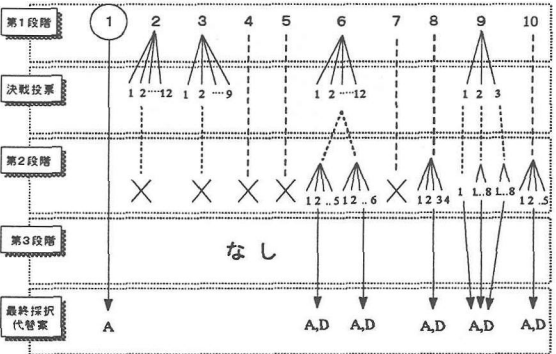


図-8 Case.2 の支持者数分布のパターン

5.4 Case.3 ($\beta=0.5, \gamma=0.3$)の第 1 段階投票結果

Case.3における定常状態での第 1 段階の支持者数分布は、9 通り存在する(図-9)。

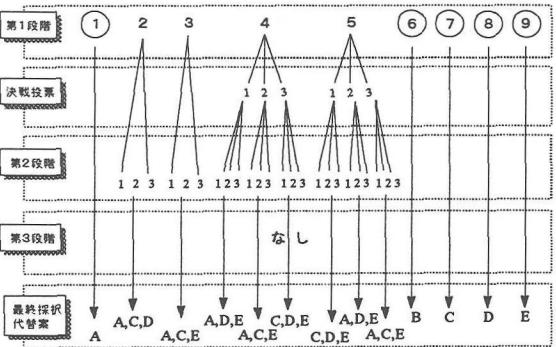


図-9 Case.3 の支持者数分布のパターン

このときに、もし第 1 段階の投票が行われたとすると、1 つの代替案が過半数を獲得することができる場合が各代替案につき 1 通りずつ存在する。しかし、潜在的効用 α が最も低い B が過半数を獲得する 6 番の分布が実現した場合だけは、全員一致ではなく、潜在的効用が高い A と D にも支持者が存在している(図-10)。もし、他の支持者数分布が実現した場合には、過半数を獲得することができず、1 回の投票では決定できない。しかし、最大得票多数決で決定する場合には、どの分布が実現しても第 1 段階の投票で決定される。この場合も、潜在的効用 α の値に

かかわらずどの案も集団意思として採択されている可能性がある。

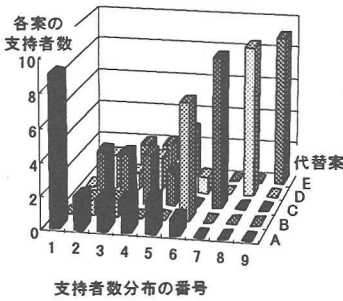


図-10 Case.3 (第1段階の支持者数分布)

5.5 Case.4($\beta=0.5, \gamma=0.5$)の第2段階・第3段階の投票結果

第1段階の投票結果は前段階の影響がないのでCase.3と同様になる。第1段階で過半数を獲得していない分布について、多段階で投票を行った結果、ほとんどの分布が第2段階で決定されている(図-11)。

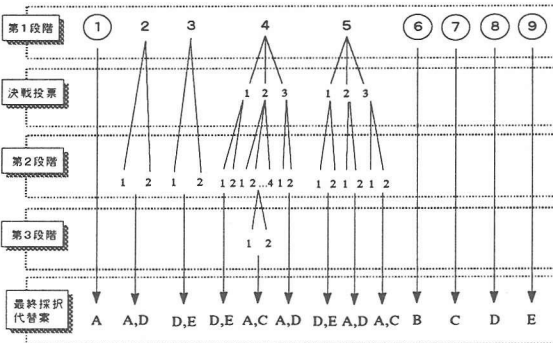


図-11 Case.4の支持者数分布のパターン

その場合には、潜在的効用 α の大きさに関わらず、第2段階に残ったすべての代替案が全員一致で採択される可能性があるという結果になった。また、第1段階の投票で4番の支持者数分布が実現した場合、最終段階まで投票を行う必要があるが、最終段階でもAが採択される場合と、Cが採択される場合が存在する(図-12)。Case.4にみられるように、追従性向が大きくなると安定な分布が得られにくくなる。したがって、潜在的な効用が一番高い案(A)以外が採択される可能性大きくなる。

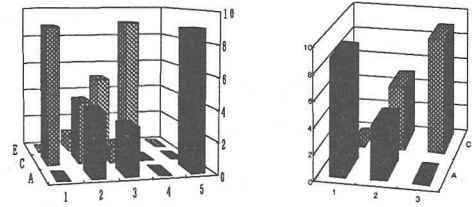


図-12 Case.4第1段階3番の第2段階・第3段階での支持者数分布

6. おわりに

本研究では、確率的遷移過程のモデルを集団意思決定のモデルとして援用することにより、代替案評価における個人間の相互依存関係を動的的に表現し、集団意思決定時にみられる現象の特徴を捉えることができた。また、本モデルを用いた数値実験の結果より、追従性向係数 β および γ の値が大きい場合には各案の支持者数の分布は不安定になり、集団意思決定での意見の収束は難しくなることが確かめられた。今回の実験では追従性向の影響が大きかったことから、現段階では投票方法の相違についての影響は明確に結論は得られていない。しかし、今回の分析では、潜在的にはすべての個人がある一つの代替案に対して最も高い効用を有している場合でも、追従性向のために、それ以外の案が最終採択される可能性があることが示された。そして、場合によっては潜在的に最も効用の低い案すら最終採択される可能性があり、追従性向の存在下でなされた集団意思決定の結果を合理的選択の結果と見なすべきかどうかという問題が提起されたといえる。すなわち、追従性向による効用が参加した各個人に長期的に残存すれば、決定後も採択された案はその後も望ましい案として認められ、たとえ潜在的効用が低いものであったとしても良い結果であったとされるであろう。しかし、追従性向による効用が集団意思決定の場におけるだけの一過性のものであるとしたら、最終採択された案を各個人が振り返ったときには潜在的効用によって評価を行うことになり、多くの個人が後悔する結果に終わる場合がある。

本研究は、このような追従性向が社会学としてはすでに認められており、我々の実体験において見られる現象として明らかに存在するという立場で進め

ている。従って、今後の課題としては追従性向係数である β と γ を内生化して分析すること、潜在的効用である α の値を推定する手法の開発があげられ、それらパラメータの推定を含め、統計的に追従性向が成り立っているかの検証を行っていく必要がある。その上で、追従性向の長期的な残存性を分析する必要がある。

本研究はまだ基礎的段階にあり、多方面を批判を頂きながら発展させたいと考えている。とりわけ、景観工学の専門家から是非ともご批判を頂きたいと願っている。

なお、本研究について、谷下雅義氏（中央大学）、平野勝也氏（東北大学）には資料提供と議論に応じていただいた。ここに記して感謝したい。

【参考文献】

- 1) 高野、佐藤、五十嵐：住民意思の構造化を考慮した地区計画策定手法に関する研究, 土木計画学研究・講演集 No.13, pp.189-196, 1990 年 11 月
- 2) 松田・木下：意思決定理論を用いた保健所保健婦、保健所事務職、および住民の高齢（化）社会に対する意識差の分析, 土木計画学研究・講演集 No.18(1), pp.47-50, 1995 年 12 月
- 3) 加藤寛：入門公共選択, 三嶺書房, pp.67-71
- 4) 斎藤勇：人間関係の分解図, 誠信書房, 1987
- 5) W.Weidlich・G.Haag：Interregional Migration, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp.9-32, 1988
- 6) 吉田和夫：日本財政論, 京都大学学術出版会, pp108-119, 1995
- 7) 上田孝行・松葉保孝：都市群システムにおける構造の安定性と変化に関するモデル分析, 土木学会論文集 No.542/IV-32, pp.33-44, 1996

公共デザインの多数決による集团的決定プロセスに関する研究

岡田雅美, 上田孝行

概要

計画案策定プロセスに関しての既存の研究では、公共デザイン代替案のように、評価をする個人が各計画案に対して利害を明確に認識しにくいような問題は扱われていない。本研究では、計画案への評価が不確定なために、他人の評価に追従しやすい複数個人からなる集団での多数決による意思決定過程をモデル化して分析した。その結果、追従性向係数が大きい場合には計画代替案の支持者数分布は不安定になり、集団意思決定としての意見の収束が難しくなることが確かめられた。また、最終採択される代替案は、各代替案が持つ潜在的な効用が最も高い代替案であるとは限らないことも確かめられた。

On The Collective Choice Process of Civic Design with The Rule of Decision by Majority

By Masami OKADA, Takayuki UEDA

Existing studies on the collective choice processes in planning have not dealt with the situation where each individual doesn't understand his/her interest of alternatives clearly.

In this paper we build a model for the collective choice process with decision by majority with the group. In which the individual's preference is fracturing because of the propensity of following other's preference. As major finding of the model analysis, the strong following propensity makes supporter's distribution for each plans unstable. Also we find that the finally selected plans are not always the alternative that should be potentially ranked at the top.
