

# AHPの世界

## 第5回 集団AHP

木下 栄蔵

### 1. 集団AHPによる住民合意形成

事業計画を立案・運営する際に、住民合意形成をいかに満足する形で図るかについては、依然として事業担当者レベルでの試行錯誤が繰り返されている。

特にここ数年は、地方分権がさげばれ、市町村への権限移譲が進み、いわゆる都市マスタープランを含む都市計画法の改正や新たな事業アセスメントの方式など法制面での変化も始まるなど、市町村主体の都市計画への流れはいよいよ本格的になってきた。こうした動きの眼目の一つは住民参加型都市計画であり、事業計画の策定段階からの住民の主体的な参画が求められている。法制面、手続き面の整備はいうまでもないが、あわせて重要なのが、人々が多様な価値観やライフスタイルを持ってきた中で、いかに実際の場面において住民意見の合意形成を図るかといった問題である。ここに住民合意形成の方法論、手法論の検討が強く求められる。

著者は、一連のAHP (Analytic Hierarchy Process) に関する研究の中で、元来の多目的意思決定手法であるという枠組みを超え、この手法の現実の合意形成局面、特に住民説明会や非公式の会合等への適用方法について検討を加えてきた。すなわち、代替案選択の合理性を高める手法としての基本は保ちながらも、計算過程そのものを合意形成の場における意見集約システムとして位置づけられないか、あるいは、いかに住民それぞれの意向をAHPの代替案比較のフレームに取り組みか、さらに、算定された選好案の住民への提示方法を工夫することで、意見集約の契機とすることができないかなど、プロセスモデルとしてAHPの考え方を活かす観点を重視している。

こうした前提をふまえ、本稿では住民合意形成の場面を想定して、評価者（ここでは住民）の合理的な格

付け（ウェイト付け）への「集団意思決定ストレス法（集団AHP手法の一種）」（中西・木下提案）[1]の適用を紹介し、この方法により算定された評価者ウェイトに基づく候補案呈示の妥当性をロールプレイ実験により検証した結果を紹介する。

### 2. 住民合意形成へのアプローチ

土木計画および都市計画においては、様々な意思決定手法が提案されている。特に現実の計画局面では、複数の評価主体の合意形成による意思決定を行う必要が生じる。これについては、AHP手法の適用をはじめ、ゲーム論的アプローチ、効用関数の利用等、数多くの研究がなされている。

しかし、近年ますます重要視されるようになってきた、住民間の集団合意形成を意識した、あるいは対象として明示した研究はそれほど多くない。その一方住民合意形成を扱った研究は大きく、定性的に現実の集団合意形成プロセスの観察や理論的考察を行ったものと、そのメカニズムの把握やモデル化のための定量的分析を行ったものに分類できる。

そこで、住民合意形成の方法論の構築を意図した定量的分析（定量的アプローチ）としての集団AHP手法について紹介する。

AHPの創始者Saatyは、集団における適用方法として、メンバ全員で「集団としての」一対比較値を決定する方法と、各人の一対比較値の幾何平均値を集団としての一対比較値として採用する方法を提案している。しかしこうした方法は、高野が「集計化問題」[2]として整理したように、①個々の一対比較行列の妥当性の検証問題、②個々の一対比較行列から全体のウェイトを求める上での問題、③グループ討議により全体の一対比較行列を作成する場合の問題、④各グループの値から全体の解を導出する問題等が生じる。これに対し山田らは、上記の①と②に着目し、「区間判断」の考え方を集団意見の集約に拡張した。すなわち、一点判断のみで一対比較が行われた場合の集団値の区

きのした えいぞう

名城大学 都市情報学部

〒509-0261 可児市虹ヶ丘4-3-3

間表現方法を提案し、これに基づく集団の意見集約の方法論（「区間 AHP 法」）[3]を開発している。また高野・五十嵐が、代替案評価にファジィ測度の考え方を取り入れ[4]、福島・岸・加賀屋・佐藤がこれを「ファジィ AHP」[5]と名付け、意思決定問題の構造化、ゲーム理論を取り入れた代替案の満足度としての評価得点算出、決着プロセスのモデル表現、さらに事例適用を行い、計画における合意・決着プロセス全体を見通してまとめ上げている。さらに高野・佐藤・加賀屋・佐藤は、住民間のウェイトに関してグループ意思調整解を同定するための責任ウェイトの考え方を示している[6]。

一方、中西・木下は、集団意思決定を効果的に行うために、新しい手法「集団意思決定ストレス法（集団 AHP 手法の一種）」を提案した。この手法は、評価者の原始データ（見解）を操作することなく、各評価者の不満の総和（集団意思決定ストレス）を最小化する評価者格付けを行う。参加者の合理的な格付けの結果、類似見解が多い意見の持ち主の重みは大きくなり、孤立した見解の持ち主の重みは小さくなるが、それぞれの重みが不当に重んじられたり軽んじられたりすることはない。この手法を用いることにより、類似見解グループの探索や、それに基づく集団案の収束が行いやすくなる。

### 3. 集団意思決定ストレス法（中西・木下提案）

#### 3.1 集団意思決定の問題解決シナリオ

中西・木下は、AHP 手法によって集団評価値を求める方法を、①評価者を等価に扱う/格付けする、②原始データ（見解）を操作しない/する、の二つの軸の組み合わせによって整理し、図 1 に示す「問題解決シナリオ」を提案している。

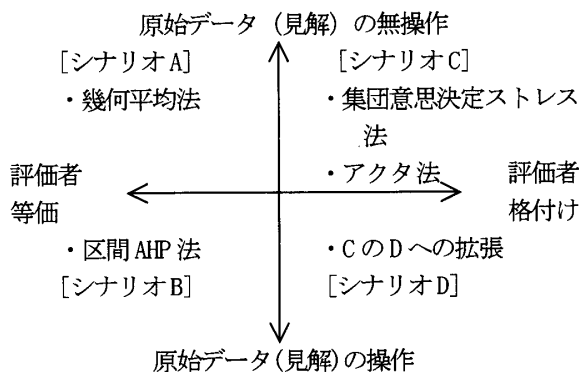


図 1 四つのシナリオの特徴と位置関係

以下では、このシナリオに沿って、用いられる集団評価値の集約方法について整理し、本稿で住民合意形成への適用を試みる「集団意思決定ストレス法」を位置づける。

#### ① 幾何平均法（評価者は等価/見解を操作しない）

個人ごとの一対比較データの幾何平均値を当該集団の一対比較値とする。集団の一対比較行列の対称成分も逆数行列になり、個人の場合と同様に分析できる（シナリオ A）。

#### ② 区間 AHP 法（評価者は等価/見解を操作する）

初めに各評価者が一対比較を区間値として申告し、これをもとに集団見解としての一対比較値を区間値で求め、その中から最も整合性の高い一対比較値を集団全体の見解として集約していく。許容区間を個人に申告させることにより、評価者を擬制的に等価に扱う中で整合性の見地から評価者の見解に操作を加えている（シナリオ B）。

#### ③ アクタ法（評価者を格付け/見解を操作しない）

評価者を積極的に格付けしようとする手法であり、評価者をアクタ階層の要素として定義して格付け値を与え、これによってアクタごとの代替案の総合評価を最終的に合算し、集団の評価結果とする。格付け値は、個々人の見解とはかかわりなく原始データで与えられる（シナリオ C）。

#### ④ 集団意思決定ストレス法（合理的な格付け）

評価者の当初の評価結果をもとに個々人の不満の総和（集団意思決定ストレス）を最小にする集団案およびその場合の個々人の格付け案を算出する。この方法は、見解に操作を加えずに合理的な格付けを行う方針をとる。

#### 3.2 集団意思決定ストレス法の具体的方法

集団意思決定ストレス法では、数理計画法を用いて個々人の代替案評価の情報のみを元に、集団整合性の観点から評価者を「合理的に格付け」する。具体的には、評価者個々の不満の総和を仮説的に表す指標として「偏差平方和」を用い、格付け値を、集団案に寄与すべき評価者の見解の重みと考える。そしてこれに基づき、アクタ型 AHP 手法に沿って集団案を算定する。集団意思決定ストレス (S) は以下のように定義される。

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

$$e_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (w_i \times x_{ij})$$

$$S = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (w_i \times x_{ij} - e_j)^2$$

ただし

- $i$ : 評価者 ( $i=1, \dots, n$ )
- $j$ : 評価要素 ( $j=1, \dots, m$ )
- $x_{ij}$ : 評価者  $i$  による評価要素  $j$  の評価結果
- $w_i$ : 評価者  $i$  の格付けウェイト (合計を 1)
- $e_j$ : 評価要素  $j$  の集団評価
- $S$ : 集団意思決定ストレス

ここでは原始データ (見解)  $x_{ij}$  の値は変えない (評価者の評価の保存)。調整可能なデータは、評価を総合するために設定された格付けウェイト  $w_i$  だけである。集団意思決定ストレス  $S$  が最小になる  $w_i$  の配分  $w_i^*$  が求める合理的格付け案である。集団意思決定ストレス法は、二つの基準、①「評価者の見解の保持」、②「集団案と個人案のギャップの最小化」によって、評価者の差別化に合理的な根拠を与える。ここでは集団のために自らの見解をゆずるべき評価者ひとりひとりの妥協の大きさが、集団意思決定ストレス最小化の原理によって一意に算出される。

### 3.3 集団意思決定ストレス法の特徴

現実の住民合意形成の局面において、AHP 手法をもとにした集団案の算定を行う際には、評価者である住民の納得性が高く、かつ運用性の高い方法をとる必要がある。

アクタ法の考え方は従来よりなされてきた合議のメカニズムを踏襲していると見ることもできるが、格付けの合理性に問題がある。トップダウン的に代表者・第三者に格付けを委ねる、アクタ同士の相互格付けを算術平均する、説明可能度による重み付け等の方法がとられてきたが、評価者の利害関係が絡むと運営が難しくなる。

また Saaty が提案した、集団構成員全員の合議により評価値を求める方法は、コンセンサスを得るまでに時間がかかり調整負荷が大きくなるおそれがある。

さて、集団意思決定の場合は様々な価値観の持ち主の参加を前提としており、参加者の不満は不可避免的に発生する。その点、評価者の当初の評価結果をもとに個々人の不満の総和を最小にするという方法は納得性が高いと考えられる。区間 AHP 法も表面上の納得性は高いと考えられるが、評価者の見解について区間での申告を必要とするため運用性に欠け、また評価者を等価とする原則はあくまで擬制的であるため、格付け案を呈示することで混乱が生じるおそれがある。集団意思決定ストレス法の場合は、ストレスの総和最小化の原則にさえ納得が得られれば、集団案およびその場

合の個々人の格付け案を各人に提示し、集団の中での個人の位置を評価者自身に自覚させる方法もとることができる。

さらに幾何平均法は、住民に理解しやすい算定方法であり、かつ算定も従来と同様に行えるものの、個々人の不満度の観点からは、これの減少が保証できない。

## 4. ロールプレイ実験による検討

### 4.1 集団意思決定ストレス法の適用方法

集団意思決定ストレス法を、実際の住民合意形成の場に適用する場合には、次のような手順が考えられる。

調整の前段階として、従来の AHP 手法による代替案の対比較を求め、各評価者のウェイトを均等として各代替案の集団評価値を算定する。この時点で調整前のストレス  $S$  が前述した三つの式によって計算される。そして集団意思決定ストレスが最小となるウェイトを算出し、これを用いて調整後の代替案の集団評価値を算出し、ストレスの改善を確認したうえで、この評価値が最も高かった代替案を、集団意思決定の候補案として提示するといった手順である。

### 4.2 ロールプレイ実験の目的

集団合意形成のための手法は様々なものが存在し、手法ごとに導かれる答えは異なり得る。すでに述べたように集団意思決定ストレス法は、評価者の不満の総和を最小にすることが、集団整合性の立場から「合理的」であるという立場に立っており、この原則が認められる場面ならこの方法は有効に機能するであろう。

ただしその前提として、呈示された候補案が、「自然に」議論が収束した場合の合意案から大きく乖離しないこと、言い換えれば、自然な合意形成のメカニズムは個々人のストレスの総和を最小にする方向に働いていることを実証的に確認しておくことが必要となる。この保証がなければ、ここでいう合理性を参加者は認識しないであろうし、候補案を受け入れて合意案とされることもないと考えられる。

そこで、事業代替案選択のための住民説明会を想定し、議論の収束が進んで合意が得られる状況をロールプレイ実験を行うことにより作り上げ、話し合いを続けた帰結として得られた合意案と、提案した手法を用いた場合の「解」としての候補案との一致を確認するとともに、調整前後のストレスの改善を実証することにしたわけである。

### 4.3 ロールプレイ実験の諸元

実験は平成 9 年 10 月 27 日、29 日、11 月 18 日の 3

回に分け、いずれも名城大学都市情報学部3回生（延べ27人）を被験者とした。議論の対象として道路の新設を扱い、市職員等を加えた非公式の説明会との条件設定を行っている。

各被験者のロール付けの内容は、実験の説明会の場の構成やあり得る賛否の理由を再現することと、各被験者が自らのロールを明確に認識できることに考慮して、表1のように設定した。ここでは、設定条件や被

表1 ロールの構成

	A.大都市	B.中都市	C.農村
住民	自営(52,男) 学生(20,女)	主婦(35,女) 社員(27,男)	農業(60,男) 農業(38,男)
ドライバ	職業運転手 社員(35,男)	職業運転手 主婦(42,女)	職業運転手 農業(70,男)
事業主体	建設業者 市職員	建設業者 市職員	建設業者 市職員

験者の個人的条件による一般性の欠如を避けるため、A：大都市、B：中都市、C：農村の三つの場所設定を行い、それぞれ被験者（6人）を変えて3回ずつ同じ条件の実験を繰り返し、その平均値を実験データとした。すなわち延べ9回の実験を行ったことになる（各被験者は条件の異なる2回の実験に参加）。

また、代替案としては、I. 道路をつくらない（現状維持）、II. 一車線歩道なし、III. 二車線歩道あり、IV. 四車線歩道、分離帯あり、V. 高規格道路、を設定した。本来は、権利意識等を現実合ったものにするため住民の協力を得るべきであるが、今回はやむを得ず学生を被験者としたため、学生にイメージしやすいものを題材とした。

また実験の手順は以下のようなものである。

- ① 実験の趣旨説明とロールプレイにおける一般的注意
- ② 場所設定と代替案の説明（都市イメージは写真を呈示、代替案はイメージ写真と道路の横断構成図を提示）
- ③ 「人物カード」を配布し、各被験者のロール付け

表2 ロール付けの内容

想定地区	ロール				
	人物	属性と賛否	性格または賛否の理由	代替案の許容範囲	
A. 大都市	a	自営業	・予定路線が商店を通るので、現在地で営業ができなくなる。	I	64%
		52才, 男	・立ち退いても今と同じ生活ができるのか分からない。	IV	26%
		反対	・交通量が多くなれば、客が立ち寄りにくくなる。	III	10%
	b	学生	・人の意見に左右されやすい。	I	52%
		20才, 女	・環境の視点から反対（大気汚染、肌荒れ）	III	20%
		反対	・交通量が増えれば治安が悪くなると考えている。	IV	20%
				V	8%
	c	運転手	・トラック運転手として、その土地を通過するだけ。	III	64%
		賛成	・通りやすい道路であればよい。	IV	26%
			・目的地までの到達時間が短くなることを最も重要視。	V	10%
	d	営業職	・得意先回りの効率がよく、便利になる。	IV	61%
		35才, 男	・今までの渋滞が道路新設により解消される。	III	30%
		賛成	・企業や住宅の建設が沿道で進めば顧客が増える。	V	9%
	e	建設業者	・利益優先の考え方。	V	83%
		賛成	・できるだけ広い道路の方がよい。	IV	17%
			・行政の呈示案より広幅員にしたいと考えている。		
	f	市職員	・渋滞緩和が新設のねらいである。	V	75%
		賛成	・町を発展させたいと考えている。	IV	25%
		・きれいごとを言う。			

④ 住民説明会を想定した議論 (30分)

⑤ ロールの解除

なお上記の「人物カード」には、表2において大都市の場合を例示したのと同様の項目が記載されている。表中最右列の「代替案の許容範囲」は、実際の議論で起こり得る、他人の影響による考え方の変化を再現しようとしたもので、初期の意見に固執する必要がないことを明示する役割と、議論の方向をある程度制御する役割がある。これはあらかじめ、著者らが想定した人物像に基づき、代替案ごとの一対比較表をつくり、各々の代替案を望ましいと考える割合を、和を100%として算定したものである。すなわち各被験者は、他者の発言に影響を受けながらも、この割合が高い場合はあくまで自らの意見に固執し、割合が低く他者の意見に納得した場合には、同意を示すなどの行動を示したわけである。

4.4 実験結果

実験の結果は、表3に示すようになった。中都市では3回目の結果が異なったが、被験者が変わっても概ね同じ結論に至り、収束の安定性は高かった。

一方、集団意思決定ストレス法を適用した場合の評価者ウェイトと意思決定ストレスの算定結果は、表4の通りである。表中の調整後とは、この手法を適用し

表3 実験における収束代替案

地区	第1回	第2回	第3回
大都市	IV	IV	IV*
中都市	IV	IV	III
農村	III	III	III

\*: 4車線にするという条件付きで収束。

て求めた評価者ウェイトによる計算結果をいう。

4.5 集団意思決定ストレス法の適用

節4.4に示した評価値のうち最大の、太字で示した代替案が最も評価値が高い、すなわち集団評価結果として提示する候補案になる。これは整理すると表5のようになる。このように大都市では、候補案と実際の論議の収束結果(以下「収束案」)が一致している。また中都市では、二つの収束案が各々、第一候補案と第二候補案に一致している。農村については第二候補案と収束案が一致した。

表5からわかるように、調整前後において代替案の評価値の順位は変わっていない。これは節3.2で示した三つの線形モデル構造で評価を行うときには、一般に平均値  $e_j$  の寄与が大きいことを示す。意思決定ストレス最小の原理による調整案は、各人の評価の平均値から大きく乖離しないということであり、この方法を候補案算定の基準として用いることに安全側に働く。よって「自然な」合意形成の過程における帰結を代替的に示すものとして、意思決定ストレス最小化を規範とすることには妥当性が存在すると考えられる。

そして、これを基準として用いた場合には、実際に一定のストレス改善度が見込めることが実証できた。また、ロールプレイ実験の構成の検討と実施を通して、現実の合意形成局面に適用する場合の、集団意思決定ストレス法の手続き上の有効性も、次の二つの面にお

表5 集団 AHP 手法により算出した候補代替案

地区	最大	2番目
大都市	IV	V
中都市	III	IV
農村	I	III

表4 評価者ウェイト算定結果

	地区	大都市					中都市					農村							
	代替案	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V			
調整前	集団評価値	.193	.000	.118	.355	.334	.156	.061	.285	.389	.110	.378	.113	.284	.182	.043			
	分散計	.00698					.00614					.00821							
	代替案	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V			
調整後	集団評価値	.202	.000	.131	<b>.373</b>	.294	.101	.041	.284	<b>.445</b>	.129	<b>.377</b>	.131	.302	.159	.032			
	評価者	a	b	c	d	e	f	a	b	c	d	e	f	a	b	c	d	e	f
	ウェイト	.153	.201	.194	.182	.124	.145	.865	.177	.198	.153	.198	.186	.113	.216	.125	.201	.175	.171
	分散計	.00655<ストレス改善度6.1%>					.00599<ストレス改善度2.4%>					.00740<ストレス改善度9.9%>							
		代替案	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V		

\*: 調整前は評価者ウェイトは全員均等 (=0.167) としている。

\*: 評価値最大の代替案を太字, 2番目を斜体で表した。

いて確認することができた。

① この手法は、区間 AHP 法と異なり、集団案を一対比較行列として得る必要は必ずしもないため、本実験のように代替案間の一対比較を行わない絶対評価法による評価データも原始データとして扱うことができる。このことは、代替案数が多くなると一対比較数が極端に多くなり参加者の負担が増大するという AHP の問題点を解消する役割を果たす。

② この手法は評価者の原始データ（見解）を操作しないため、区間 AHP 法のように評価者に許容区間を申告させる必要がない。このことは、①と同様の住民の負担軽減効果とともに、集団評価値の算定主体にとっても、評価者の態度や性格等の申告への影響を公平性の観点から別途考察するといった対策が必要でないことを意味する。

## 5. 集団 AHP としての集団意思決定ストレス法

本稿では、集団合意形成局面での調整案（候補案）の算定において、問題解決シナリオの考え方をもとに、評価者格付けによるアプローチによる集団意思決定ストレス法を用いる方法を検討した内容を紹介した。そしてロールプレイ実験により、この手法の現実の合意形成場面への適用性の検証を行った結果を紹介した。

この結果、次のことがわかった。

① 議論による収束代替案とこの手法による候補代替案（集団案）との一致が確認され、議論の自然な収束結果を代替的に示す方法としての妥協性を見いだすことができた。

② 評価ウェイトをこの手法による調整前後で比較すると、一定のストレス改善がすべての場合において実現されていることが確認され、これを調整案算定の規範とした場合の実効性が確認された。

③ 一方で、代替案の順位自体は調整前後で変化せず、平均値の寄与が大きいことが示された。このことは逆に、ストレス最小化の規範が、現実と大きく乖離した結論を導くものではないことの例証となり、規範そのものの妥当性を保証するものであると考えること

ができる。

ただし一方で、この手法による格付け値や集団案をそのままの形で採択される必要はないわけであって、次に示すような、議論の収束が期待できない場合の触媒としての役割も、実務上は有効であると期待できる。

① 「とっかかり」案作り：集団意思決定は常に何らかの妥協を評価者に強いる。そこで合意形成のための「とっかかり」の提供に用いる。提供された候補案が受け入れられれば、それがそのまま合意案となる。提供された案が不満であれば、妥当な結論を目指して協議を継続すればよい。

② 「ゆさぶり資料」：とりまとめが順調に進まなくなった場合、観点を変えてみる意味で、候補案やシナリオの試行プロセスそのものを参考資料に使い、ゆさぶりをかけて議論を活性化させる。

最後に、本稿で紹介した集団 AHP 手法は、中西昌武氏（名古屋経済大学）と吉川耕司氏（大阪産業大学）との議論に負うところが大きく、両氏に厚く感謝する次第である。

## 参考文献

- [1] 中西昌武, 木下栄蔵: 集団意思決定ストレス法の集団 AHP への適用, *Journal of Operations Research Society of Japan*, Vol. 41, No. 4, pp. 560-571, 1998.
- [2] 高野伸栄: AHP における集計化問題について, *土木計画学研究・講演集*, No. 19(1), pp. 564, 1996.
- [3] 山田善靖, 杉山学, 八巻直一: 合意形成モデルを用いたグループ AHP, *Journal of Operations Research Society of Japan*, Vol. 40, No. 2, pp. 236-243, 1997.
- [4] 高野伸栄, 五十嵐日出夫: 階層分析手法による地区計画代替案の評価法に関する研究, *土木計画学研究・論文集*, No. 9, pp. 245-252, 1991.
- [5] 福島宏文, 岸邦宏, 加賀屋誠一, 佐藤警一: ファジィ AHP を用いた土木計画における合意・決着プロセスに関する研究, *土木計画学研究・講演集*, No. 20(2), pp. 357-360, 1997.
- [6] 高野伸栄, 佐藤信哉, 加賀屋誠一, 佐藤警一: 土木計画におけるグループ意思調整解に関する研究, *土木計画学研究・講演集*, No. 19(2), pp. 95-96, 1996.