

第32回 運輸政策コロキウム

空港適地選定の一手法

- 九州国際空港構想を例として -

平成11年7月22日 運輸政策研究機構 大会議室

1. 講師 轟 朝幸 高知工科大学助教授

2. コメンテーター 山崎 朗 九州大学助教授

3. 司会 中村英夫 所長

講演の概要

1 空港適地選定問題の発生

1.1 九州国際空港構想の経緯

1985年頃から円高などにより海外旅行者が増え、国際空港の容量が不足してきたため、九州にも近・中距離中心の国際空港が必要との認識が高まった。92年に九州知事会、九州・山口経済連合会の調査検討委員会が九州に国際ハブ空港が必要との結果を報告した。これを受け、3地域6地点(後に5地点)の候補地調査が開始されたが、各県の利害調整が困難となり、94年、候補地一本化を当面断念した。各県が行った調査は前提条件が違うため議論がかみ合わず、第三者機関(ワイズメン・コミッティ)で検討することとなった。

1.2 第三者機関での審議

ワイズメン・コミッティに求められたものは候補地の総合評価であり、既存調査を踏まえつつ必要な調査を行い、有

識者の判断として最適候補地を選定することである。私はその検討手法のお手伝いをさせていただいた次第である(表1コミッティ委員)。

図1のとおり、九州国際空港の候補地は3地域5地点であったが、これらについてワイズメン・コミッティは次の手順で評価を行った。

基本的考え方の整理

候補地としての適性を、技術的、経済的条件のみならず、地域受容性(反対が起きないか)、九州としての一体性なども含めて定義した。

評価の前提条件の整理

社会・経済の将来フレーム、空港規模
新たな調査

需要予測、アクセス条件、用地造成費、九州全体に与える影響

代替案評価

AHP(階層化意思決定法)による総合
評価

最適候補地の選定

2 適地選定手法

2.1 代替案評価

先述した代替案評価における「総合評価」とは大局的価値規範による判断であり、多様な評価要素を網羅的に列挙し、各々を評価した上で、要素間の重要性を比較し、最終判断するものである。この評価の問題点は、評価基準が多岐にわたり、共通の尺度がないこと、価値判断が介入するため要素の数量化が困難なこと、過去の事例やデータの収集が困難なものがあることである。このようなあいまいな状況での意

表1 ワイズメン・コミッティ委員

| (所属は当時) | |
|---------|-------------|
| 中村英夫 | 運輸政策研究所 所長 |
| 速水 優 | 日商岩井 相談役 |
| 牧野 昇 | 三菱総合研究所 相談役 |
| 松井和治 | 日本海事財団 会長 |
| 山本雄二郎 | 高千穂商科大学 教授 |



講師：轟助教授



コメンテーター：山崎助教授

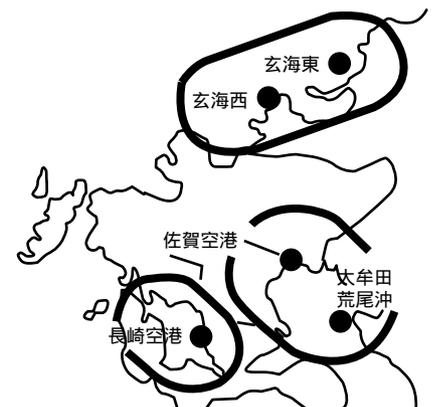


図1 候補地位置図(3地域5地点)

思決定には、こうした多基準分析による総合評価が行われるわけである。

2.2 一般的な代替案評価手法

専門家の知見・経験則による判断

<問題点> 第三者への説明性・説得性に乏しい。「総合的に決めた」というが「総合」とは何なのか、すなわち要素間の重要性の判定において客観性が欠如している。また、決定プロセスが不明瞭である。

費用便益分析

<問題点> 便益計測技術が不十分である。価値観に依存する非市場価値(環境質、安全性、快適性等)の定量化が困難である。CVM等の手法でより広く計測できるようになってはいるが未だ信頼性が充分でない。また費用便益分析では40~50年を計測することが多いが、超長期にわたる地域発展への影響は評価しにくい。

2.3 Analytic Hierarchy Process(階層化意思決定分析法)の採用

人間的価値規範を定量的に取り入れることが可能な意思決定支援ツールであり、システムズ・アプローチと主観的判断をミックスした手法としてピッツバーグ大のサティアー教授が提唱した手法である。AHPの利点としては

- 価値判断の数量化が可能なことで、判断の矛盾をある程度(完全ではないが納得行く範囲で)数量化できること
- 手軽さ、わかりやすさ
- 第三者への説明性、納得性
- 合意形成の手助け

意思決定問題分野において(公共分野に限らず)多数の事例がある

2.4 AHP手法の概略

サティアー教授が提唱したAHP手法の原型を図2を参考に説明すると、問題の明確化...問題の要素を最終目標-評価基準-代替案の関係で階層構造に整理する

評価基準項目間に重要度を設定する
 評価基準ごとに代替案を評価する
 評価基準項目の重要度と基準ごとの評価結果から総合評価する

2.5 AHPの適用事例の紹介

広範囲の分野、目的に対応した多数の適用事例がある。

民間企業では施設機器選定、勤務評定、経営戦略分析、株式投資分析に用いられている。

公的部門では、もともとORの一手法として開発されたため戦争など戦略的分野に用いられてきたが、その他交通システム選定、街路樹の選定、県民意識による地域将来像分析、地域の豊かさ指標の提案、地区安全性(地震)評価などに用いられている。

2.6 適用したAHP手法の手順

AHPにもいろいろなやり方があるが、ここではオーソドックスな相対評価法(代替案の優劣の対比較)ではなく、客観性をできるだけ高めるため絶対評価法(ただし元の方法を改良したもの)を採用している。手順は図3のとおりで、代替案を設定し、評価要素を抽出して階層(トゥリー)構造に体系化

し、評価要素の重みづけを行い、最下層評価要素による代替案の評価を行う。ここが改良を加えたところで、個別の評価指標を作り、評価基準を設定する際に意識調査ではなく数量的データを用いて評点を付けることとした。その上で総合評価値を算出する。

2.7 適用におけるAHP手法の改良

今回の改良点は、入手可能な統計データを反映するため代替案の絶対評価を行ったことであり、トゥリーの最下層で代替案を評価する際に、相対評価ならば代替案ごとに対比較するところを、評価指標(例えば「水深」)ごとに優劣を評価した。

また、重みづけの方法としては、部分トゥリー内で10点満点で配点する配点法と、あいまいなものの数量的評価について優れている対比較法を併用した。なお、最下層の評価項目の重みづけについては専門性の高いものが多いため、ワイズメンとは別の専門家に評価を依頼した。

2.8 手順1-代替案の設定

5候補地があるが、新空港の将来需要に大きく影響する既存空港の存続の有無を加えて8つの代替案を設定した(表2)。

2.9 手順2-評価要素の抽出・体系化

既存調査などをもとにブレインストーミングによって評価要素を列挙し、トゥ

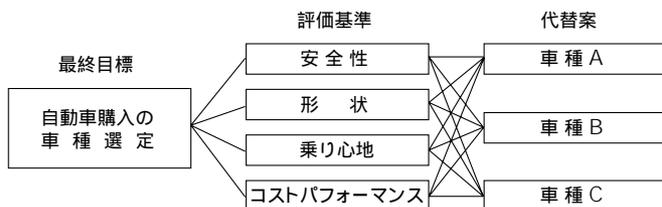


図2 AHP手法の適用例

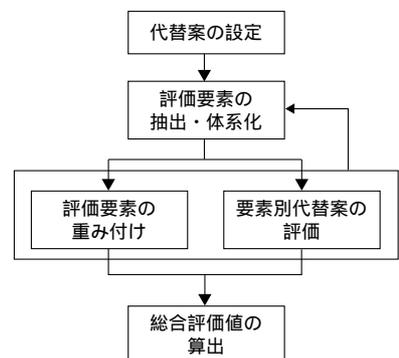


図3 AHP手法の手順

リー状に体系的に整理する。この場合の留意点は、なるべく網羅的に列挙することと、同一レベルでの要素の独立性を確保することである。また、ツリー構造にするメリットは、人間の問題分析過程に類似していること、網羅的な要素の列挙が可能なこと、評価過程の第三者への説明が容易なこと、評価結果の差異の原因究明が容易なこと、である。

こうして要素項目を体系化した結果が図 4である。

2.10 手順3 - 要素項目の重みづけ(アンケート意識調査)

評価者(ワイズメン・メンバー)の価値観を調査するもので、具体的には部分ツリー内の評価項目間の相対重要度

をアンケート意識調査により分析するものである。先ほど説明したように一対比較法と配点法を併用したが、一対比較法は、例えば技術難易度の要因として水深と地形のどちらがどの程度重要かを比較するものであり、配点法はこれらの要因の重要度を10点満点で配分するものである。

実際には委員にアンケートを行い、すぐにアウトプットを見せるということを繰り返して質問の趣旨の勘違いなどを防ぐようにしている。

一対比較の重みの推定は、まず、要素iの要素jに対する重要度(一対比較値 a_{ij})を「やや重要」なら3、「重要」なら5、「かなり重要」7、「極めて重要」9、というように相対重要度を決める。さらに、要素間の比例尺度を保持する必要がある。

り、例えば要素i,j,k間の重要度は $a_{ij} = a_{ik} \times a_{kj}$ で首尾一貫しなければならぬが、そういった一貫性を保って回答するのは大変なのでそれをチェックする方法が必要となる。

固有値法によって重みベクトルを求める方法は、一対比較値 a_{ij} で $n \times n$ 行列Aを作成し、

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & 1 & \dots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

行列Aの右側から各評価要素の重み成分ベクトルWをかけると、Wは行列Aの固有ベクトルとなっている。したがって行列Aの固有ベクトルを求めれば、各要素の重みベクトルWが求められる。

$$Aw = \begin{bmatrix} 1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & 1 & \dots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \lambda w$$

次に回答の首尾一貫性を確認するため、コンシステンシー指標CIを算出し、

整合度チェック方法
・コンシステンシー指標CIの算出

$$C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

ただし、 λ_{\max} は行列Aの最大固有値

完全に整合性があればCI=0となるが、CI > 1.5ならば問題があることとなる。この場合、回答を見直して修正することとなり、評価者のあいまいさや勘違いを排除することが望ましいが、場合によっては評価構成ツリー自体を見直すこともある。

2.11 手順4 - 要素別代替案の評価

代替案の最下層評価項目ごとに得点評価を行う。各要素について代替案ご

表 2 代替案(8ケース)

| 福岡県 | | | 佐賀県 | | 長崎県 | 熊本県 | |
|---------|---------|---------|---------|--------------------|---------|---------|--------------------|
| ケース1 | ケース2 | ケース3 | ケース4 | ケース5 | ケース6 | ケース7 | ケース8 |
| 新宮・津屋崎沖 | 新宮・津屋崎沖 | 糸島半島沖 | 佐賀空港地区 | 佐賀空港地区 | 長崎空港地区 | 大牟田・荒尾沖 | 大牟田・荒尾沖 |
| 現福岡空港廃止 | 現福岡空港存続 | 現福岡空港廃止 | 現福岡空港存続 | 現福岡空港廃止 新福岡空港建設 | 現福岡空港存続 | 現福岡空港存続 | 現福岡空港存続 現熊本空港廃止 |

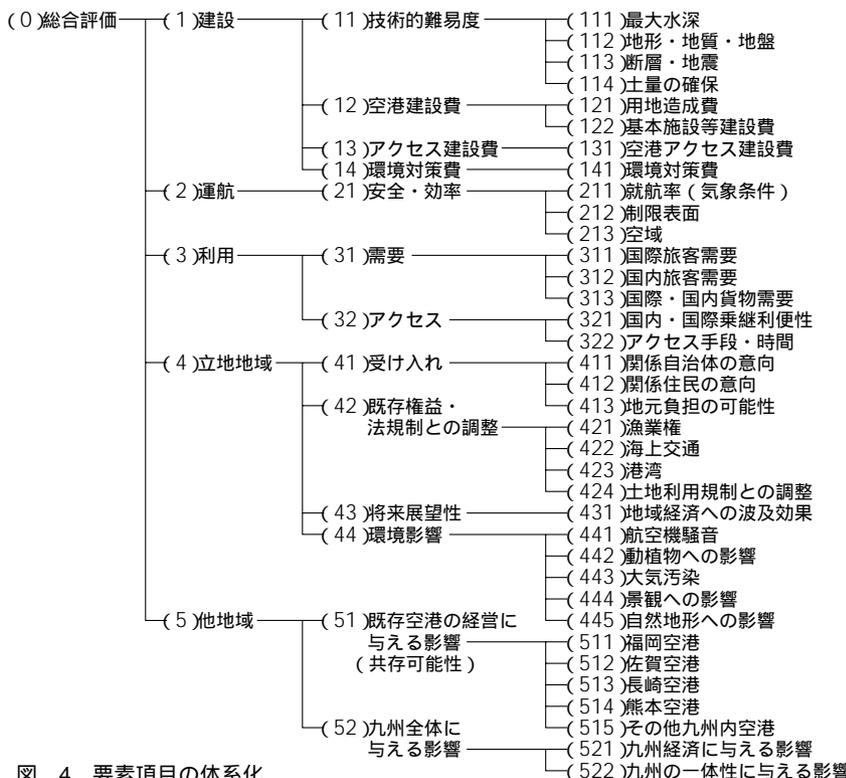


図 4 要素項目の体系化

とに評点づけを行うが、ここでは一元的に4段階評価とした。このランクづけについては統計データを客観的に評価するため、過去の分析、専門家の意見を踏まえて決定した。また、最終的にはワイズメンのメンバーの価値基準が優先するので、メンバーの合意、承認を得て評価要素、評点を定めることが前提である。

2.12 手順5 - 総合評価値の算出

総合評価値は重み付き線形関数を足し合わせることで求められる。

$$U(x_1, x_2, \dots, x_n) = \sum_{i=1}^n w_i \cdot x_i$$

要素
重み×得点

先ほど独立性を保つことが足し合わせる前提として必要であると述べたが、ダブルカウントを完全に排除することは困難であり、場合によっては重要性のあらわれとして容認している。

2.13 総合得点評価の結果

結果としては、一対比較法と配点法とは大きな差はなく(余り変わってはおかしいのだが)、5人の委員ともにケース1(福岡空港との統合を前提とした玄海東)が優れているという結果が出た。この結果については評価基準やプロセスを含め報告書で公開し、新聞にも取り上げられた。

2.14 AHPの繰り返し適用

評価要素、ツアーの修正

議論を繰り返していく中で、要素の追加、省略、合併、グループ化や新たなツアーの追加を行ったり、最下層要素の評点の妥当性を検討する作業を常に行うべきである。

重みづけ作業の繰り返し

コンピュータによる重み計算の結果や各評価者の回答結果を即時に提示し、直感的判断とあっているか、誤解がないかどうかなどを確認しつつ再アンケー

トを行っている。ただし、価値規範の違いがあるので他の評価者などと回答結果が離れることがあるのは当然である。

感度分析

ウェイトを少し変更して優劣順位に大きな変動がないかどうかチェックする。

3 AHP適用の成果と留意点

3.1 AHP適用の成果

評価基準(要素)の明確化

評価要素重要度の定量化

- 評価者の価値観を反映可能

これらの結果、会議においてはメンバー間の価値観の相違点を明確化し、議論の発散を防止し、合意形成を促進することができた。また、市民に向けては評価基準やプロセスを含め情報公開することにより、説得性を確保することができた。

3.2 AHP適用の留意点

AHPのメリットは意思決定者の価値規範を定量的に表現することにあるが、反面、問題点としては

誰が意思決定者か

大局的判断ができる人が必要だが、部分的判断には専門家の判断も必要
意思決定者の恣意性

全面的に排除できないので、手順と結果についての合意、情報開示と説明責任が不可欠、意思決定者の選定についても合意が必要

評価結果は絶対ではない

価値規範は変化するという認識が必要であり、状況に応じ再評価も必要

その他

AHP手法の課題としては、評価要素の独立性確保、集団的意思決定(人によって結果が違った場合にどうするか)等があり、多くの事例分析によって改良を加えるしかない。現在ANP(Analytic Network Process)という独立性の影響について把握できる方法が提案されているが、方式が精緻になるほど手間

がかかる傾向はある。

コメントの概要

98年度の福岡空港の旅客数は国内4位を占め、また貨物の輸出入額では名古屋を上回って国内3位である。一方、福岡空港の発着回数は98年度13万回を超えているものと思われる、もはや限界に近づいている。福岡空港問題の解決は大きなメリットをもたらすが、熊本、長崎両県が反対している以上、九州国際空港としてではなく、「新福岡」として二種空港で行わざるを得ない。

ワイズメンの答申はAHPを用いているが、費用便益分析を併用した方が玄海東の優位性がより明確になったのではないか。

質疑応答

Q1 AHPだけでなく費用便益分析を行った方がより説得力があったのではないか。

A1 費用便益分析もラフな形では行ったが、費用便益分析以外の決定要素が多いために候補地を絞れない状況であったので、多様な評価項目を取り入れられるAHPを使ったわけである。

Q2 ワイズメンには価値基準の違いがあると思うが、評価を行っていく段階で意見の対立が先鋭化していくのか、それとも近づいてくるものなのか。

A2 一般的には両方あり得ると思うが、今回のケースは結果に響くほどの違いは出なかった。ただ仮に、意見が分かれて合意が難しいケースであっても、対立の要因を明確化して議論の発散を防ぐことはできる。

Q3 地域住民全員に適用は可能か。

A3 住民に十分な説明をすることや、大局的判断ができるかどうかチェックすることが必要になるのではないか。

(とりまとめ: 運輸政策研究所 添田慎二)