



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	土木計画におけるストラテジックモデリングに関する研究
Author(s)	高野, 伸栄
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	乙第5137号
Issue Date	1997-03-25
DOI	<a href="https://doi.org/10.11501/3122412">https://doi.org/10.11501/3122412</a>
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/51431">https://hdl.handle.net/2115/51431</a>
Type	doctoral thesis
File Information	000000307603.pdf



土木計画における  
ストラテジックモデリング  
に関する研究

高野 伸栄

土木計画における  
ストラテジックモデリング  
に関する研究

高野 伸 栄

## 目 次

第1章 序論	頁
1-1 研究の目的	1
1-2 研究の内容と構成	2
第2章 ストラテジックモデリングの意義と方法論	
2-1 土木計画におけるモデリングのアプローチとその変遷	4
2-1-1 システムズ・アプローチの概要	4
2-1-2 計画方法論としてのシステムズ・アプローチ	5
2-1-3 システムズ・アプローチの適用上の問題点	5
2-2 SCAによる土木計画のモデリング	7
2-2-1 SCAの歴史	7
2-2-2 SCAの計画プロセス	9
2-2-3 SCAの特徴	14
2-3 SCAに関する既存研究	16
2-4 土木計画をとりまく状況の変化	18
2-5 土木計画におけるストラテジックモデリング	19
参考文献	24
第3章 計画代替案創出のためストラテジックモデリング	
3-1 概説	25
3-2 住民意思の構造化を考慮した地区計画策定モデリング	25
3-2-1 問題の背景	25
3-2-2 江差町の概要	26
3-2-3 計画策定の手順	29
3-2-4 地区計画と住民意思の問題点	30
3-2-5 計画策定手順の適用	32
3-3 対立状況下における空港計画策定モデリング	40
3-3-1 問題の背景	40
3-3-2 丘珠空港の概要	40
3-3-3 丘珠空港に係わる問題点	43
3-3-4 丘珠空港利用意識アンケート調査	58
3-3-5 AHPを用いた代替案の評価	60
3-3-6 航空機の利便性と環境	66
3-3-7 フリーアンサー	68
3-3-8 本アンケート調査のまとめ	70
3-4 まとめ	71
参考文献	72
第4章 不確実性を前提とした計画代替案評価のためのストラテジックモデリング	
4-1 概説	73
4-2 階層分析法による地区計画代替案評価の問題点	73
4-2-1 階層分析法の概要	73
4-2-2 ウェイトの計算(従来法)	73
4-2-3 計算例	74
4-2-4 階層分析法の問題点	76
4-3 ファジイ測度を用いた評価法の定式化	79
4-3-1 ファジイ集合とファジイ測度	79

4-3-2	ファジイ測度の定義	80
4-3-3	可能性測度、必然性測度	80
4-3-4	ファジイ測度を用いた評価法の定式化	81
4-4	ファジイ測度を用いた評価法の特徴	85
4-4-1	独立性の条件	85
4-4-2	MM、MN評価の持つ意味	86
4-4-3	複数の評価主体による取扱い	86
4-5	地下通路ネットワーク評価問題へのファジィAHPの適用	88
4-5-1	札幌都心部地下通路ネットワークマスタープラン	88
4-5-2	AHP階層図の構築	89
4-5-3	評価項目ウエイトの算出	92
4-5-4	各評価項目からみた代替案評価	93
4-5-5	代替案の総合得点の算出	93
4-5-6	評価結果の考察	94
4-6	新幹線駅選定問題へのファジィAHPの適用	96
4-6-1	新幹線札幌駅位置選定問題	96
4-6-2	AHP階層図の構築	97
4-6-3	評価項目ウエイトの算出	98
4-6-4	各評価項目からみた代替案の評価	100
4-6-5	代替案の総合得点の算出	101
4-6-6	評価結果の考察	101
4-7	まとめ	103
	参考文献	104

## 第5章 衆知結合型のストラテジックモデリング

5-1	概説	105
5-2	物流量の予測モデルに係わる問題点と本研究の基本的考え方	105
5-3	分析のフロー	107
5-3-1	予測フレーム	107
5-3-2	分析のフロー	107
5-4	対話型変数選択システムによる物流量発着モデルの構築	108
5-4-1	物流量発着モデルの構造	108
5-4-2	データのスクリーニング	110
5-4-3	対話型変数選択による変数選択	117
5-5	まとめ	130
	参考文献	131

## 第6章 交通機関分担率予測のためのストラテジックモデリング

6-1	概説	132
6-2	TSLの概要とその特徴	132
6-2-1	TSLの概要	132
6-2-2	TSLの輸送機関特性	133
6-3	貨物輸送分担モデルに係わる問題点とモデル構築の基本方針	136
6-4	TSL適合品目の抽出	137
6-4-1	交通機関特性及び品目別物流特性図の作成	137
6-4-2	TSL適合品目の抽出	139
6-5	輸送機関分担モデルの構築	141
6-5-1	モデル構築のプロセス	141
6-6	ヒアリング調査	142

6-6-1	ヒアリング調査の概要	142
6-6-2	ヒアリング調査表	145
6-7	輸送機関選択の要因	153
6-7-1	輸送コスト	153
6-7-2	その他の要因	153
6-8	階層図の作成	155
6-9	評価基準ウエイト、交通機関別評価点の算出	156
6-9-1	一対比較によるウエイトの算出	156
6-9-2	評価基準別交通機関評価点の算出	157
6-9-3	交通機関総合評価点の算出	157
6-9-4	交通機関現況分担率の把握	158
6-10	貨物輸送機関分担モデルの構築	159
6-11	T S L 分担量の算出	160
6-11-1	T S L 分担率の算出	160
6-11-2	T S L 分担量の算出	161
6-12	分担率モデルの分析	162
6-12-1	運賃変化に伴う T S L 選択率	162
6-12-2	『高速性』点数変化に伴う T S L 選択率の変化	164
6-13	まとめ	165
	参考文献	166

## 第7章 交通需要マーケティングのためのストラテジックモデリング

7-1	概説	167
7-2	マーケティングの概念とマーケティングプロセス	167
7-2-1	社会基盤施設整備におけるマーケティングの必要性	167
7-2-2	マーケティングの理念	168
7-2-3	マーケティングの概念の変遷	169
7-3	地下鉄需要マーケティングの意義	170
7-4	地下鉄利用交通実態及び住民意識調査	172
7-4-1	住民意識調査	172
7-4-2	地下鉄延伸後の交通実態	173
7-5	マーケティング対象の設定とマーケティング方策の分類	177
7-5-1	マーケティング対象の設定	177
7-5-2	マーケティング方策の分類	178
7-6	地下鉄利用者層の利用率増大方策のためのライフスタイルに基づくセグメンテーション	180
7-7	地下鉄選択率モデルの構築と料金割引政策の検証	182
7-7-1	実験計画法に基づく選好意識調査の実施	182
7-7-2	地下鉄選択率モデルの構築	186
7-8	まとめ	188
	参考文献	190

## 第8章 結論

8-1	結論	191
8-2	残された問題点と今後の課題	194

謝辞



### 1-1 研究の目的

土木計画が対象とする範囲は、地球環境問題のような地球的規模の問題を例にとるまでもなく、地区計画、都市計画、国土計画といった各段階の計画において、関連する事柄は極めて多岐にわたり、把握すべき要因としては、技術的環境のみならず、自然環境、経済的環境、社会的環境<sup>1)</sup>のすべての環境にわたり、これらに関連する科学領域は極めて広範囲に及ぶ。

一方、これらに対する研究は、高度になるにしたがい細分化、専門化される傾向にある。土木計画学もその例外となるものではなく、より分析的で理論的な研究に力点が置かれ、複雑な社会システムの下、理論的には解明しがたい事象については、それゆえ、社会的重要性にも係わらず、研究対象とされてこなかった面がある。

これに対し、土木計画の対象は、これまで、増大する需要に対応し、いかに土木施設を整備していくかという、より量的側面に重きをおいたものであったが、一応の水準まで土木施設の整備が進み、人口も停滞期を迎えようとしているこれからは、それぞれの利用者にとって使い勝手が良いという、質的側面を重視せねばならないものが増えている。また、解明すべき事象も問題のディテールに及ぶことが多く、それを分析しうるデータ自体もないケースが増えており、ますます、理論的、定量的にモデル化しにくい状況となっている。

本研究は、このような状況の下、様々な制約、不確実性の中で、目的とする事象の解明を行っていくためのモデリング方法論として、ストラテジックモデリングの方法論を確立するとともに、様相の異なるいくつかのケーススタディに対して、適用を行い、その有用性を検証しようとするものである。

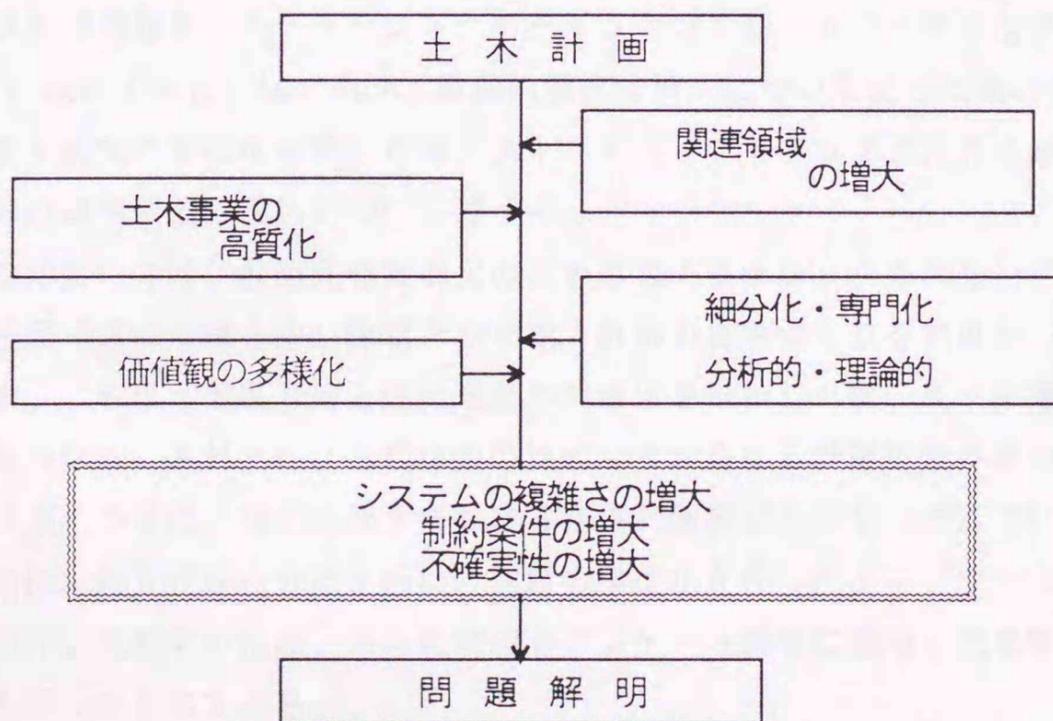


図1-1 本研究の背景

## 1 - 2 研究の内容と構成

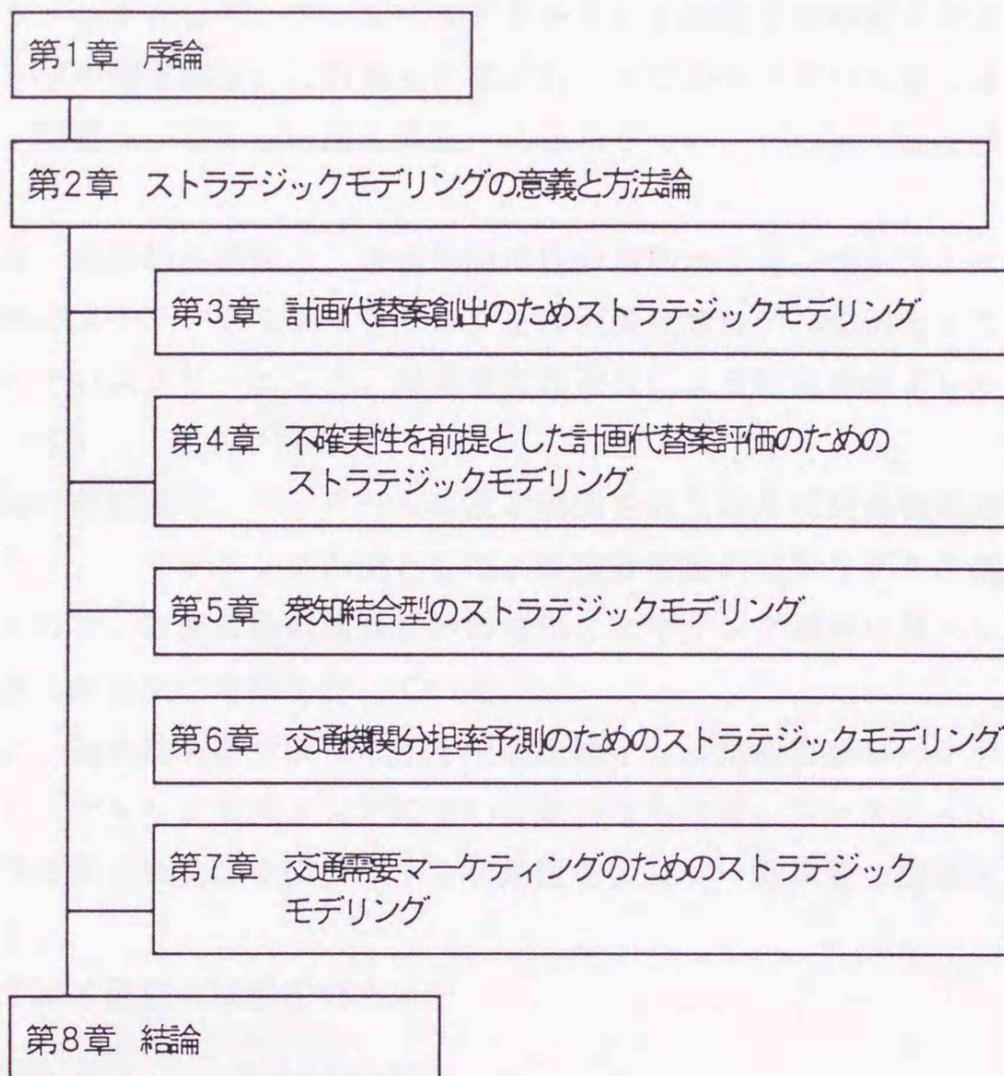


図 1 - 2 本論文の構成

本論文は、8章から構成され、第1章では、本研究の目的及び構成が示される。第2章においては、本研究に係わる既存研究として、システムズ・アプローチの概要及びその問題点、ストラテジックモデリングのフレームワークをなす、SCA (Strategic Choice Approach: 戦略的選択分析) について記した後、土木計画をとりまく状況の変化を考察した後、ストラテジックモデリングの方法論及び第3章以降の適用例との関係について述べる。

第3章においては、計画代替案創出のためのストラテジックモデリングとして、まず、住民意思の考慮を中心課題とした地方都市のまちづくりを対象とした適用例を示す。これは、地区計画と住民意思の問題点を指摘した後、KJ法等を用いた計画案の作成、AHPによる代替案の比較などからなる計画策定手順の適用を行っている。つぎに、対立状況下における空港計画策定モデリングについて述べる。これは、対立状況の分析を行い、問題の構造化を行った上で、ワークショップに基づく、代替案の作成、さらに利用者アンケート調査に基づく代替案の定量的評価を行ったものである。

第4章においては、不確実性を前提とした計画代替案の評価のためのストラテジックモデリングとして、ファジィAHPを用いた評価手法の定式化を行う。これは、ファジィ測度を用いた評価法の定式化、その特性を述べた後、地下通路ネットワーク問題及び新幹線駅選定問題への適用を行い、その有用性を検証したものである。

第5章は、統計的説得性と、合理的説得性の調和点を見い出そうとするもので、衆知結合型のストラテジックモデリングを物流量発着モデルを例として行ったもので、データのスクリーニング、対話型変数選択による変数選択プロセスについて述べている。

第6章は、非数量的、ディテールに及ぶ要因を取り込んだ交通機関分担のためのストラテジックモデリングの例として、新型貨物船の分担モデルの構築について記したもので、新型貨物船適合貨物の抽出、ヒヤリング調査に基づくモデリング、分担量の算出及び考察を行っている。

第7章は、選択性を取り扱うことを中心課題とした交通需要マーケティングにおけるストラテジックモデリングについて述べたもので、マーケティングにおいて求められる選択性及びそのモデリング過程をアンケート調査を踏まえて示したものである。

第8章では本研究の総括を行う。

#### 参考文献

- 1) 五十嵐日出夫編著：土木計画数理、朝倉書店、1976年

1. ニトハ島に居るマダリシグのアプローチと今の状況

2. 「マダリシグ」のアプローチと今の状況

「マダリシグ」のアプローチは、社会政策や行政アプローチの枠組みに組み込まれ、実践を担うためのアプローチとして注目される。

「マダリシグ」のアプローチは、今の状況下で注目を集めるようになった。

第2章 ストラテジック

## モデリングの意義と方法論

この章では、モデリングの意義と方法論について述べる。モデリングとは、現実世界を単純化して表現することであり、その目的は、複雑な現象を理解し、予測することにある。この章では、モデリングの種類、モデリングの過程、モデリングの限界について述べる。

まず、モデリングの種類について述べる。モデリングには、定量的モデリングと定性的モデリングがある。定量的モデリングは、数値データを用いて現象を表現することであり、定性的モデリングは、言葉を用いて現象を表現することである。また、モデリングには、静的モデリングと動的モデリングがある。静的モデリングは、時間変化する現象を表現することであり、動的モデリングは、時間変化する現象を表現することである。

次に、モデリングの過程について述べる。モデリングの過程は、問題の特定、変数の選定、モデルの構築、モデルの検証、モデルの適用の順に進む。問題の特定とは、何をモデル化するのかを明確にすることである。変数の選定とは、モデルに含める変数を選択することである。モデルの構築とは、変数間の関係を表現することである。モデルの検証とは、モデルの予測能力を検査することである。モデルの適用とは、モデルを用いて現実世界の問題を解決することである。

最後に、モデリングの限界について述べる。モデリングには、現実世界を単純化することによる誤差が生じるという限界がある。また、モデリングには、モデルの構築に十分なデータが必要という限界がある。さらに、モデリングには、モデルの適用に十分な知識が必要という限界がある。したがって、モデリングは、現実世界の問題を解決するための有用なツールであるが、その限界を理解し、適切に活用することが重要である。

## 2-1 土木計画におけるモデリングのアプローチとその変遷

### 2-1-1 システムズ・アプローチの概要<sup>1) 2)</sup>

システムズ・アプローチは、社会政策や巨大プロジェクトのため生み出され、真理を発見するためのアンチテーゼとして生まれた。

科学的アプローチとは、今日の近代科学を生み出した基本的な考え方をいい、その特徴は、要素還元主義、反復可能性、反証可能性の3つにまとめられる。つまり、ものごとの本質を確実につかまえるには、複雑な現象を要素にわけ、何度も仮説をたてては繰り返し実験を行ない、その結果によって仮説を修正していくことにある。また、こうして作られた理論が科学的であるためには、反証可能性を有していなければならない。この考え方は、自然科学者、技術者の間では深く浸透している。現代の科学技術の発展がこうした科学的アプローチによって支えられているのは疑う余地はなく、科学的アプローチの意義は決して失われてはいない。

しかし、科学的アプローチは複雑性に弱く、要素にわけ作業が困難な現象には適さないことが多い。その代表的な例は社会現象である。社会科学は科学を標榜してきたが、科学的アプローチの観点から見ると、現段階では自然科学が到達した水準に達しているとはいいがたい側面がある。社会科学がこのような現状にあるのは社会科学の扱う対象が自然科学の対象に比べ格段に複雑で、分析が困難なことによる。また、社会科学の領域では、条件を整え、繰り返し実験できるほど現象は単純でない。伝統的な科学が得意としてきた反復再現性、要素還元主義が、理想的に成立する領域を限定科学と呼ぶとき、システムズ・アプローチが挑もうとする領域は、非限定科学といわれる領域である。

かつては現象の一部を切り取り、他の要素を気にせず分析を行い、実行に移しても成功したことがあった。しかし、近年は科学の限界が認識され、今日では、自然科学分野においても、他の領域への影響や、相互関係に気を使うようになった。つまり、科学的な問題解決においても、システムズ・アプローチは浸透してきているのである。この意味で、システムズ・アプローチは科学的アプローチに対するアンチテーゼとして生まれてきたが、決して科学的アプローチとは矛盾せず、むしろ科学的アプローチを補完するものとして考えられる。

システムズ・アプローチの定義は様々あるが、考え方の重点のおきかたによって分類することができる。「合理的、論理的、体系的アプローチ」として使われる場合のシステムズ・アプローチは、システムティック・システムズ・アプローチとよばれる。しかし本来のシステムズ・アプローチはシステムティック・システムズ・アプローチだけではない。科学的アプローチのアンチテーゼとしてのシステムズ・アプローチとは、システムミック・システムズ・アプローチ<sup>3)</sup>と呼ばれ、これは重点が体系的、論理的というところにあるのではなく、「対象をシステム

として扱う」というところにある。

計画方法論としてMcLoughlinがシステムズ・アプローチと呼んだものは、システムティック・システムズ・アプローチを意図したと思われる。したがって、システムズ・アナリシスと呼ばれている手法は、システムズ・アプローチであり、これはシステムティック・システムズ・アプローチに他ならない。

### 2-1-2 計画方法論としてのシステムズ・アプローチ

システムズ・アプローチは、目的の明確化、代替案作成、代替案の評価と選択という問題解決のための一連のプロセスを基本としており、仮説演繹的な論理に基づく明示的な合理性を特徴としている。その計画プロセスを図2-1に示す。

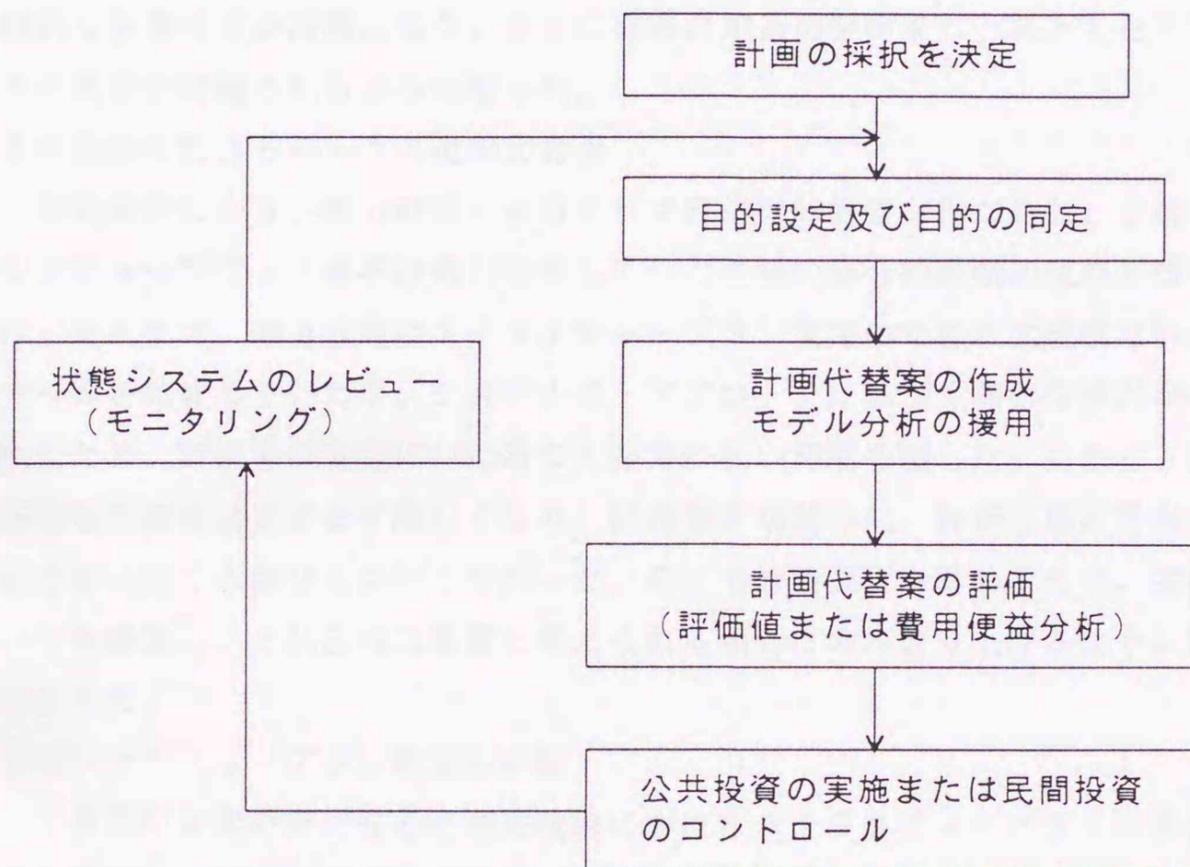


図2-1 システムズ・アプローチの計画プロセス

システムズ・アプローチの主な特徴は次の様にまとめることができる。

- ①対象とする問題をできるだけ数学的モデルとして表現する。
- ②計画は、明示的な目的設定と代替案の作成、評価の各段階を持つ合理的なアプローチであるとする。
- ③対象をシステムとして扱う。

### 2-1-3 システムズ・アプローチの適用上の問題点

イギリスではシステムズ・アプローチに基づく体系的な手順に沿って、多くの

地方政府において都市計画案の策定が行われ、一応の成果を納めていた。しかし、1970年代半ばになると社会経済状況が大きく変化し、それとともに中央政府の行財政の方向転換が図られた。システムズ・アプローチの有効性と限界が論議されるようになった。Hall、Bettyはこの問題を以下のように整理している。

#### ① 社会情勢の変化

社会情勢の変化が内容的にも空間的にも多様化し、計画アプローチにも柔軟な対応が必要になった。システムズ・アプローチは、これまで通りの成長が期待できた地域では、その有効性はあまり疑問視されなかった。しかし、ロンドンやマンチェスターなどの大都市では、人口や雇用が減少傾向となり、計画の主要テーマも施設整備などの物的計画から、失業問題などの質的要素に関わる社会経済計画へと変化した。これらの地域においては、周辺環境の不確実な変化によって長期的な目標設定が困難になり、さらに従来の定量的分析をベースとしたアプローチに限界が認識されるようになった。

#### ② 中央政府によるテーマの選択的勧告

中央政府により、地方政府によるテーマの選択的勧告が行われ、当初のストラクチャープラン（基本計画）の有していた計画の総合的戦略的性格が弱められた。それまで、地方政府はストラクチャープラン策定のために大規模な計画研究チームを結成していたが、システムズ・アプローチに基づく綿密な検討が行われたため、計画案の策定にいたるまで非常に長い時間を要した。しかし、社会経済情勢の変化はますます激しくなり、計画策定期間中に、計画目標の妥当性が問題となってくる場合も少なくなかった。そこで計画策定を早めるため、主要なテーマを限定し、それ以外は重要と考えられる場合にのみ取り上げるように勧告がなされた。

#### ③ ストラクチャープラン策定の終結

1970年代の末になると地方政府におけるストラクチャープランの策定は一通り終了し、計画案の実行と見直しが中央政府により提言された。しかし②で述べたように計画策定の期間が長かったこと、そしてそのあいだに①のように社会経済情勢が変化したために、策定された計画は必ずしも十分ではなく、計画が実行できる保証もなかった。このことにより、長時間にわたる戦略的計画よりも短期的な政策対応や、より具体的な課題に早急に対応できることが重要と考えられるようになった。

#### ④ 中央政府による地方政府への財政補助の変化

中央政府は地方政府に対する財政補助を抑える傾向にあり、また最近では特に公共投資に対する規制が強まる傾向にある。

以上のように、社会情勢の変化、中央政府による計画策定の方針や、財政補助の変化、さらに計画策定の長期化による計画対応の遅れなどが重なり、長期間の

計画目標に基づいたシステムズ・アプローチの信憑性が疑問視されるようになった。またシステムズ・アプローチの中でのシステマティック・メソッドの開発と応用の面から次のような問題点が指摘されている。

a. 計画手法の実際的な利用

- (1) キャリブレーション方法や予測精度等の技法上の詳細に没頭し、現実の問題を検討した上でどのような計画手法を適用するかといった考察が少ない。
- (2) 計画手法の適用結果をどのように用いるか、即ち誰にどのような方法で周知させ、効果的に用いるかについての検討が必要である。
- (3) 計画手法の開発と利用に関して、費用—有効度の分析が必要である。

b. 組織上の制約

- (1) 計画を担当する多くの部局では、その場対応のプラグマティックな側面を持っており、日々のルーチンワークにとらわれて革新的な仕事の遂行が困難になっている。
- (2) 新たな計画手法の展開は、往々にして特定の個人に依存している。

c. 計画技法上の問題点

- (1) 交通や人口の分野と比べると、住宅市場分析や地域経済の分野での計画手法の発達が遅れている。
- (2) 種々の計画技法を整合させ、効果的に用いる努力がない。

d. 理論上の問題

- (1) 計画手法がうまく適用でき、良好な結果が得られれば、その技法がどのような理論的ベースに基づいても受容される。すなわちプラグマティックな性格が強い。
- (2) システムズ・アプローチはもともと合理的な計画策定を行なうための一般的な手順を表わし、どのような計画が望ましいかといった計画内容に関係した価値判断から中立の立場をとっている。

## 2-2 SCAによる土木計画のモデリング

### 2-2-1 SCAの歴史<sup>4)</sup>

SCAはIOR学派の研究活動の中で生み出されたものである。IOR学派とは、英国において1963年に設立されたthe Institute for Operational Research (IOR)における活動グループに対して付けられた名称である。

(1) 第一期(創世期1963-69年)

この時期はI O R 学派が設立されてS C Aが一応の形を整えるまでの7年間に相当する。I O Rはthe UK Operational Research Societyとthe Tavistock Institute of Human Relationsとが共同して設立した研究所であり、戦後において民間企業で急速に発展したO R技法を社会科学や公共政策の部門に導入し、O Rと社会科学との連携をはかることがねらいであった。研究活動は地方政府における計画や、政府立案を含めて1960年代から1970年代にかけて幅広い分野で活動した。I O Rの設立早々のプロジェクトとして”The Coventry Project”がある。このプロジェクトでは当初、システムズ・アプローチに基づく検討が試みられたが、その中でコベントリー市における実際の政策決定過程を調査する許可が得られたことを契機として、これまでと異なったアプローチが提案されるにいたった。

調査は議会や各部局内の会議、政党会談、過去に開発計画に参加した人への面接など幅広い範囲を対象とし、そこで観察されたことに対し、決定の行動をモデル化することが試みられた。その際配慮されたのは、意思決定問題の複雑性と不確実性への配慮であった。このアプローチでは、意思決定問題の複雑性を部分問題相互間の関連性に着目することにより、A I D A (the Analysis Interconnected Decision Areas)という手法を用いて対応し、不確実性に対してはその特性を検討して各々に即応した対応を工夫している。

(2) 第二期(発展期1970-72年)

この時期では、中央政府の付属機関であるC E S (The Center Environmental Studies)の助成を得て、S C Aが5つの地方政府の計画問題に適用されてその有効性が検討された。まず、Hertfordshire County Councilでは、コベントリー市の成功をみて、S C Aを都市再開発問題に適用することをI O Rに依頼した。それを契機として中央政府に助成金が出され、人口配置、都市再開発、道路建設、リクリエーション計画等の推進に対してS C Aが適用されることになった。この実験は一般にL O G I M P (Local Government Implementation Experiment)と呼ばれ、この実験においてこのアプローチは全国の地方政府に広まった。また1970年からI O Rでは地方政府の計画実務者を主な対象としてS C Aの研修コースがもうけられ、現在にいたっている。

(3) 第三期(展開期1973-79年)

この時期には、S C Aが地方政府の様々な計画問題に実際に利用され、またイギリス以外の諸国でもいくつかの適用例が見られるようになった。まずこの時期で注目すべきことは、”the Batley Project”と呼ばれる西ヨークシャーのバトリー市での都市商業再開発への適用である。このプロジェクトはこれまで計画実

務者だけでこのアプローチを運用していたのと異なり、地元住民も含めた住民参加形式のなかでのSCAを用いた点に特徴がある。また、1974年から3年間にわたって環境省(DOE)により委託されたthe Regional Strategy ProjectとしてStructure Planの策定のためにこのアプローチを適用した。

East Anglia Berkshireをはじめ、7つの地域でSCAが適用された。次にSCAの開発者の一人であるHicklingはこのアプローチを普及させるために分かりやすい冊子を作成した。この冊子はベルギーにおいてフランス語版が出版され、ブラジルにおいてポルトガル語版が発行された。また、カナダにおいては、英語のIORと同様な研究所がバンクーバーに設立され、Suttonが中心的な位置を占めている。さらに西ドイツやオランダにおいてもSCAに関する研究や計画実務への適用は盛んである。

#### (4) 第4期(確立期1980-)

この時期には、これまでのIOR活動に関するレビュー論文が多く出され、SCAをより充実したものにするために様々な批判的検討が行われている。まず1980年代には"OR Social Science and Strategic Choice"に関する学会が開催され、IORが係わってきた公共事業に関する一連のプロジェクトに対して再検討が行なわれている。また、1982年には、IORによって策定された7つの地域におけるストラクチャープランに対する批判的検討が加えられた。また、SCAの提唱の一人であるFriendはこのアプローチの再整理を行なうとともに、着目すべき重要な要素である不確実性の概念に関して厳密な再検討を行なっている。

#### 2-2-2 SCAの計画プロセス

SCAにおいては、「計画は不確実な条件のもとで、相互に関連した意思決定の行為である。」と考える。つまり、システムズ・アナリシスのように計画目標の達成を計画上の課題と考えるのではなく、現状の問題に対しての選択を如何に行うかを第一義的な課題と考える。また、その選択が必要となる事項を明らかにして、それを助けるための情報の収集が行われる。SCAはサイクリックなプロセスであり、計画プロセスは次の6段階からなる。<sup>5)</sup>

- 段階1：計画問題の選択
- 段階2：計画問題の構造化
- 段階3：計画代替案の作成
- 段階4：計画代替案の比較
- 段階5：具体的施策の決定
- 段階6：施策の実施

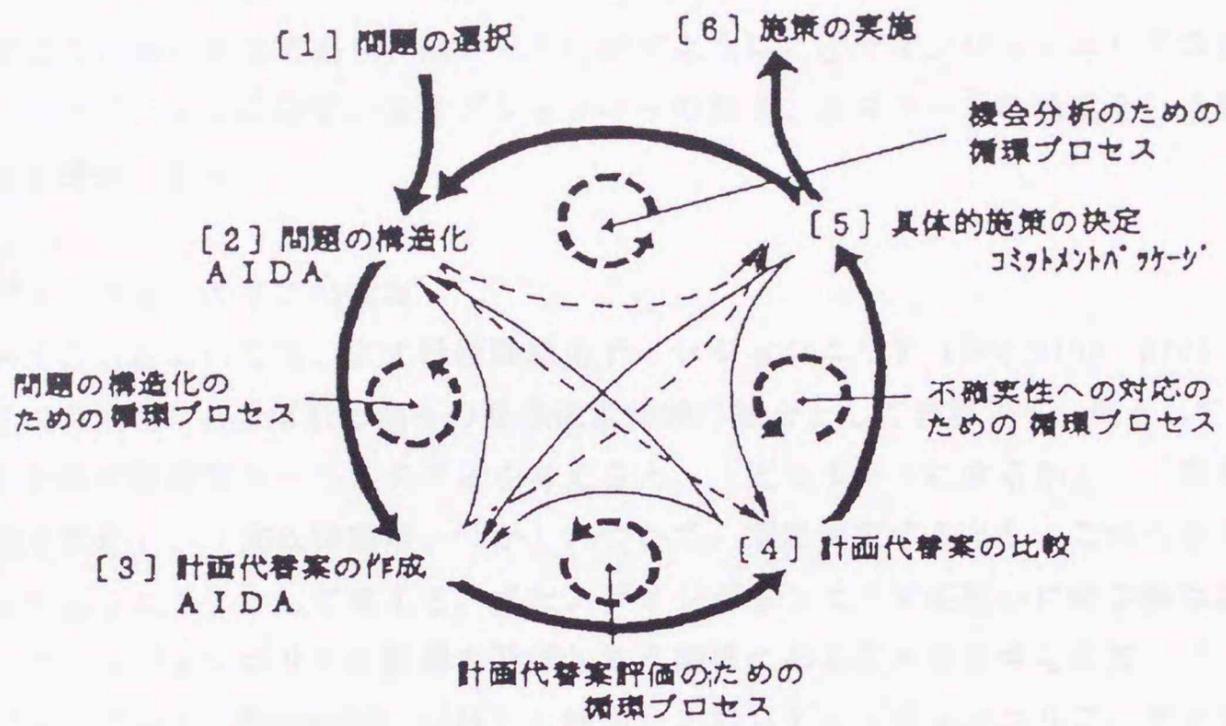


図 2 - 2 SCAの計画プロセス

(1) AIDAによる構造化

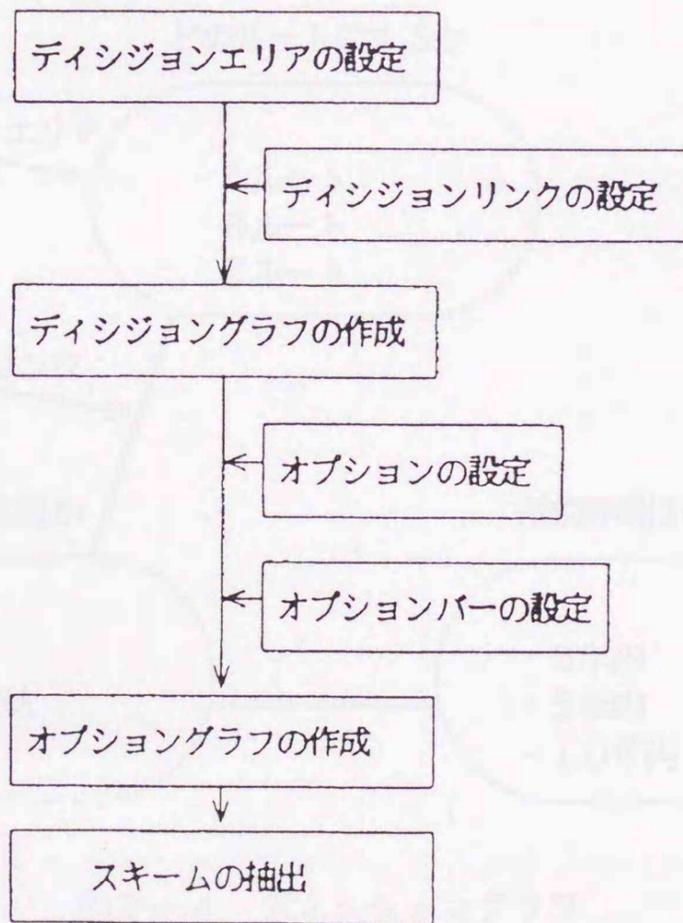


図 2 - 3 AIDAのプロセス

AIDA (Analysis of Interconnected Decision Areas) は、計画代替案作成のための手法であり、図2-3に示すように、①ディシジョンエリアの設定、②オプションの設定、③オプションバーの設定、④スキームの抽出という段階から構成される。

#### ①ディシジョンエリアの設定

AIDAにおいては、まず計画課題をディシジョンエリア (Decision Area; 意思決定領域) とよばれる個々の意思決定領域の結合として表現する。例として、道路計画の簡単なケーススタディを考えると、「どのルートにするか」、「事業主体は誰か」、「完成時期はいつか」について、意思決定するとし、これらをディシジョンエリアとして考える。また、ディシジョンエリアを互いに結ぶ線は各々のディシジョンエリアが影響を及ぼしあう関係にあることを示すもので、ディシジョンリンク (Decision Link) と呼ぶ。これらディシジョンエリア、ディシジョンリンクによって課題の構造化を図ったものを図2-4に示すディシジョングラフという。

#### ②オプションの設定

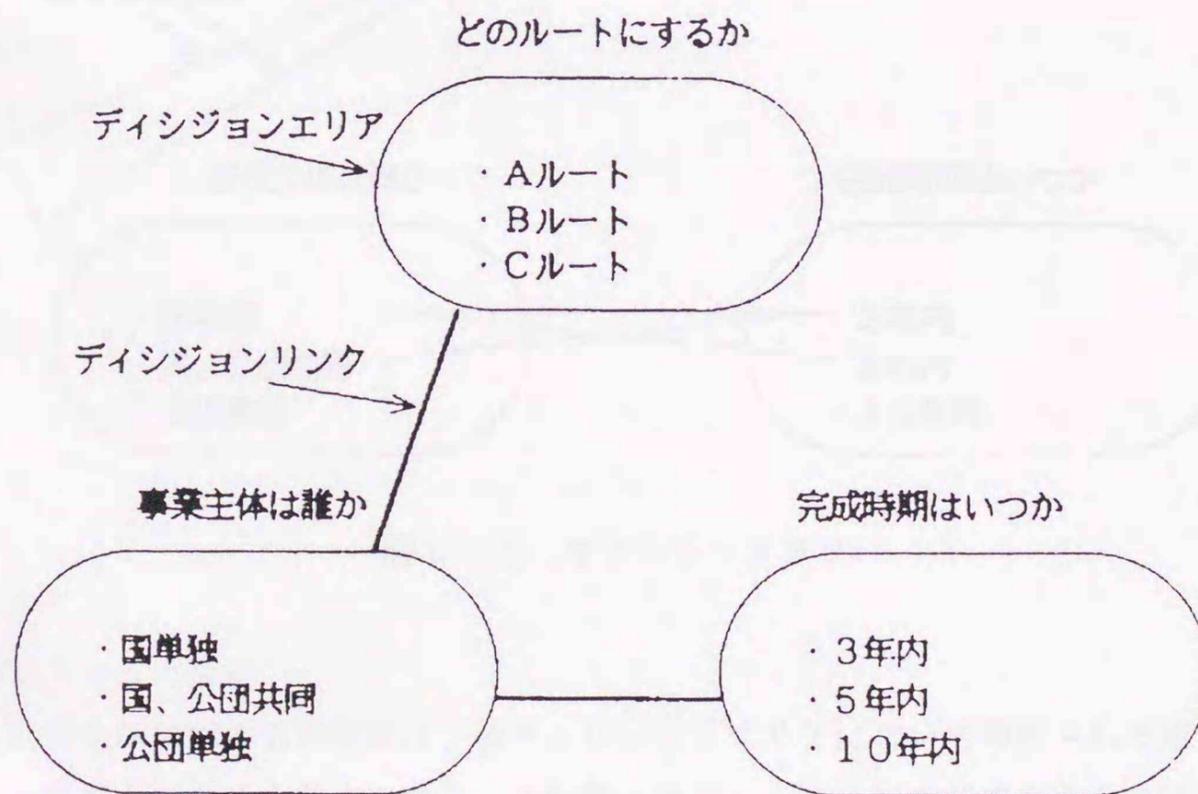


図2-4 ディシジョングラフ

ディシジョンエリア内で選択することができる選択肢をオプション (Option) という。なお、オプションの設定の際の約束ごととして、一つのディシジョンエ

リアにおいて二つのオプションを同時に選択することができないこと、及びいずれかのオプションが必ず選択されることの二つの条件が満足していなければならない。

### ③オプションバーの設定

一つのディシジョンエリア内のオプションは、各々一つずつ選択されるが、異なるディシジョンエリアのオプション間では、同時に選択できる場合とできない場合がある。例えば、「国単独」の場合は、予算制約の関係から、「3年内」、「5年内」の完成は不可能である。このような制約条件は予算、法制度、技術のほか、論理的に矛盾するもの、その他の意思決定者の判断によるものなど多くの場合が考えられる。

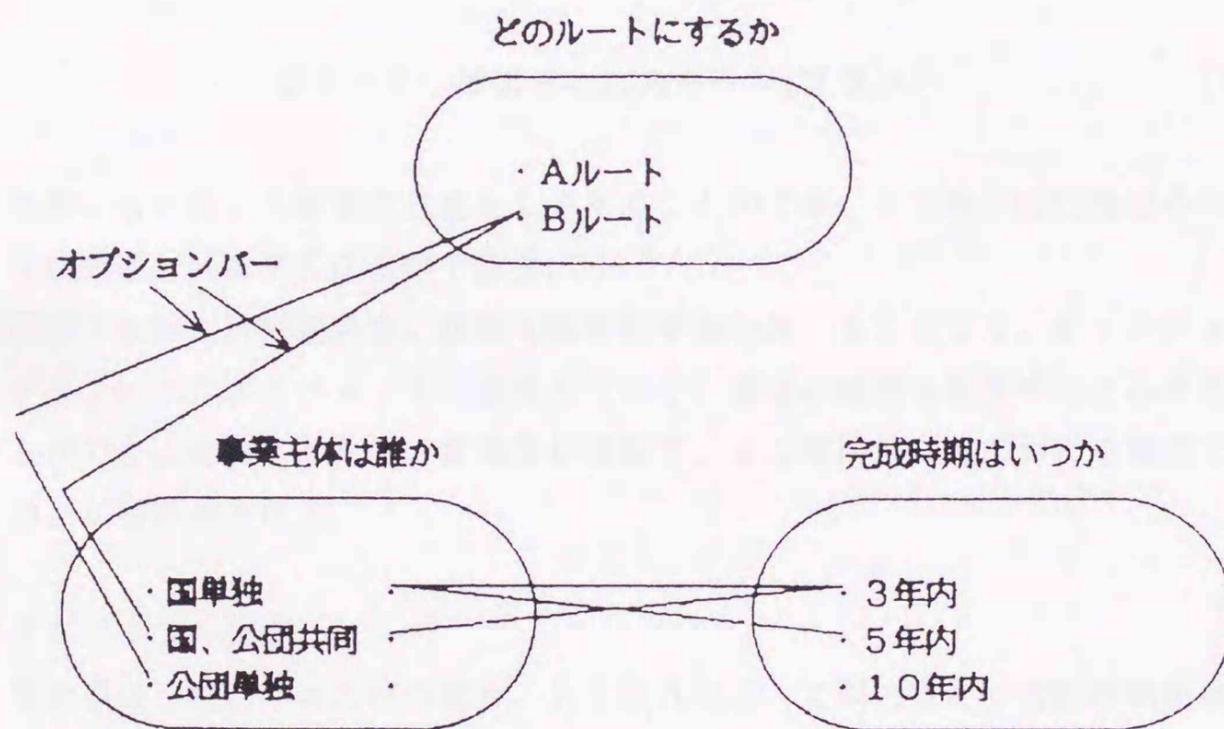


図 2 - 5 オプショングラフ

### ④スキームの抽出

計画全体に対する代替案は、各ディシジョンエリアにおいて選択されたオプションの集合であると考えられる。この際、各ディシジョンエリアから一つずつのオプションを選択したものが代替案となる。これをスキーム (Scheme) として抽出するが、オプションバーが引かれ、両立できないオプションはこの段階で排除される。

以上、述べた A I D A の特徴を述べると次のようにまとめられる。

- ①全てのオプションの組合せの中から実行可能なスキームを探索するという手順

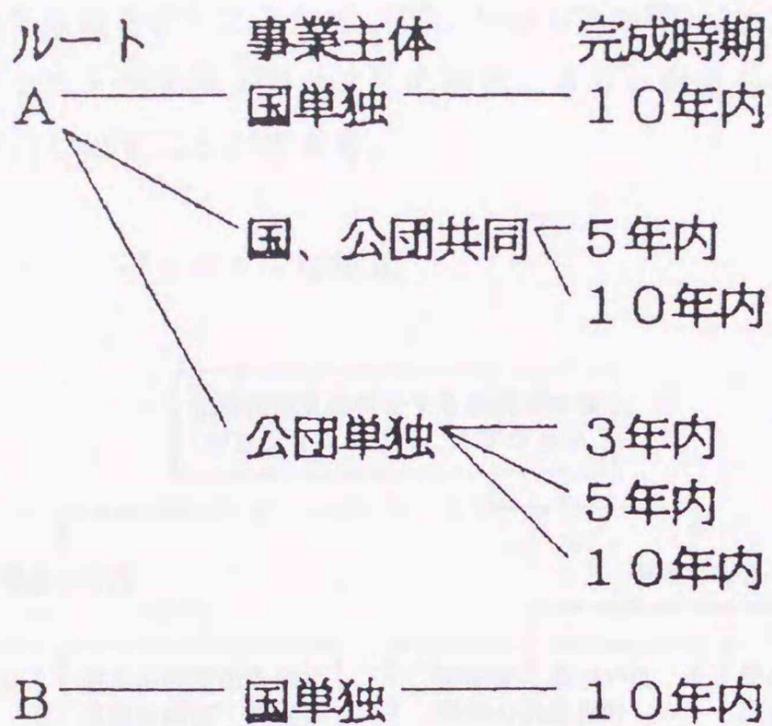


図 2 - 6 抽出されたスキーム(プラン)

を用いるため、代替案の見落としを防ぐことができ、かつ明示的に実現不可能な代替案を排除することができる。

- ②複雑で多様な計画課題を、複雑な数学的手法を用いることなく、ディンジョングラフによりグラフィックに表現しており、課題の構造を視覚的にとらえることができるため、計画への参加者が複数で、また専門家以外にわたる場合でも論点が明らかとなる。

## (2) プランの比較

筆者等は、思いつきだけの案と、A I D Aによって制約条件や判断基準を踏まえた実行可能な案であるプランの使い分けを行うよう提案を行った。<sup>6)</sup>本研究においてもこの提案に従い、実行可能な代替案をプランと称してその比較手法について述べる。

プランの比較手法としては、一般的に費用便益分析が用いられ、A I D Aに見られるような複数の評価項目(ディンジョンエリア)の下での評価手法としては、ゴール・プログラミングや多基準分析等が用いられてきた。<sup>7) 8)</sup>筆者らは、これに対し、A I D Aの特徴である明示的・視覚的に計画課題に係わる構造を表現できるということを最大限に生かすため、A H P法(Analytic Hierarchy Process; 階層分析法)を用いて、プランの比較を行うことを提案した。A H P法においては、まず、最初に代替案を比較するための階層図を検討する必要がある。この階層図を計画に係わる関係者が、各々の評価基準の一対比較を行い、重み付けを

行う。次に評価基準ごとのプランに比較を行い、各プランの相対評価を行う。AHP法は、複雑な数式を使うことなく、プランの評価を明示的に行うことができ、さらに、前進プロセスや後退プロセス<sup>9)</sup>の適用により、対立した評価主体間の折り合いの点を見付け出すことができる。

### (3) コミットメントパッケージの策定

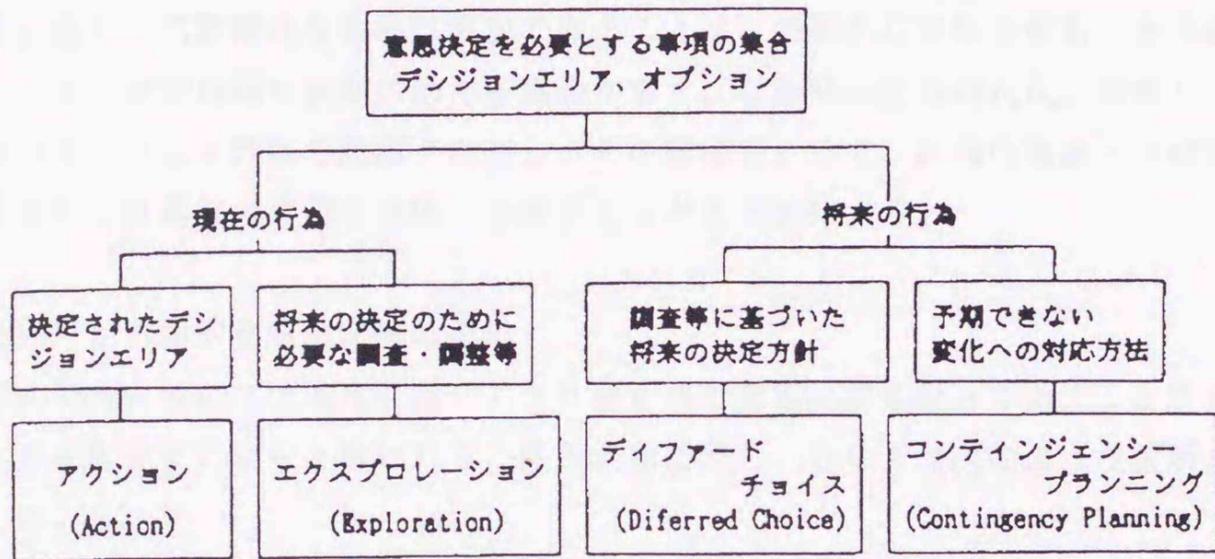


図 2-7 コミットメントパッケージの構成

コミットメントパッケージは、AIDAによって求めた一つのプランを選択するのではなく、プラン全体を考慮しながら現時点でオプションの選択を行うディシジョンエリアと、不確実性のため現時点ではオプションの選択を行うことが望ましくないディシジョンエリアに分離する。決定を留保したディシジョンエリアでは将来の決定のため、不確実性を減少させるための調査、調整、検討、研究などを行うことが考えられる。

したがって、現在実行すべき行動としては、決定を行ったオプション（アクション、Action）と決定を将来に留保したために必要となった調査、調整、検討、研究事項等（エクスプロレーション、Exploration）がある。また、現在決定しないディシジョンエリアは調査、調整等の結果に基づいて将来において決定することになるが、その方針を現時点において想定したものがディファードチョイス（Diferred choice）と呼ばれる。これに対し、将来において予期できないような条件の変化が生じたときの対応方法をコンティンジェンシープランニング（Contingency Planning）として準備しておく。

### 2-2-3 SCAの特徴

#### (1) 多様で複雑な問題構造の明確化

SCAはこれまで述べたように、AIDAにより、ディシジョングラフを用いて複雑な数式等を用いることなく、視覚的に計画課題に係わる問題を構造化しようとするものである。これにより、住民等専門家以外の人々であっても、計画の論点を理解しやすく、抽象的な指標等に置き換えることなく、ディシジョンエリアという意思決定の内容を真正面からとらえることができる。そのため、ブレインストーミング法、KJ法のように、自由な発想を土台として、現行の制約に必ずしもとらわれることなく、多面的、広範囲に計画課題を検討することが可能となる。また、問題構造を明確に表現できることは、効果的な戦略を検討できるのみならず、建設期間が長期にわたる場合が多く、計画時の社会的状況が変貌してしまうという土木計画の問題点に対し、その解決策として、計画の実施・完成後の時点へ、計画時の意図を明確に伝達することを可能にする。

## (2) 住民参加型意思決定への適応

土木計画においては住民に対してより開かれた意思決定を行っていくことが今後ますます重要になるとと思われる。住民参加に関し、SCAは次のような長所を有している。<sup>6)</sup>

### ① 住民意見の把握

計画代替案の中に住民からの意見が十分に盛り込まれていない場合、住民から了解を得ることは困難である。住民の意見をどのように代替案作成過程の中で考慮し、対応したのかを明示的に示すため、AIDAの中でヒヤリング等を実施することにより、可能となる。

### ② 代替案の実現性の明確化

住民から提示された代替案は、事業者側から見ると技術的、制度的等の理由により不可能である場合も多い。しかしながら、これに対する事業者側の説明は不十分である場合が多く、これが事業者と住民の不信感につながる場合が少なくない。これに対し、SCAでは、思いつきの案をスキーム、実現可能な案をプランと区別し、AIDAによる代替案作成過程の中で、どのような観点から検討し、なぜ不可能なのかを明示的に示すことができる。

### ③ 事業者と住民の折り合いの点を探る

事業者側が代替案を提示する場合、代替案を実行するかしないかという二者択一的な議論がなされ、その結果事業は中止されるか、何も行われず、双方にとって無益な事態が生じがちである。SCAはこのような場合に循環プロセスによって、双方の折り合いの点を見付け、事業推進につなげることができる。

## (3) 不確実性への対応

SCAにおいては、不確実性に対し、漸進的なアプローチを行う。そのため、

長期にわたる計画目標としての固定的なマスタープランの策定を目指すものではなく、計画に伴う不確実性に対応しながら段階的・逐次的に意思決定を行うものである。すなわち、現時点において不確実性の大きいものについては、その起こり得る不確実性の範囲内であれば極力対応し得るようにしておくべきであると考ええる。その上で現在何が実行可能であるかということを実時点における行動として取出し、決定が難しい事項については将来のメニューとして記述しておくにとどめ、その決定は保留し不確実性がしだいに限定されてきた段階で考えるという方法である。<sup>10)</sup>

### 2-3 SCAに関する既存研究<sup>5)、10)~17)</sup>

SCAに関する既存研究は、いくつかの種類に分類することが出来る。まず、我が国において、SCAそのものの認知が低い時には、SCAの紹介が必要であった。それらの研究の代表として次のものがあげられる。

- 1) 戸田常一：都市地域計画におけるシステムズ・アプローチの展開—英国の計画事情を例として—，土木計画学研究・講演集No. 7, 1985
- 2) 戸田常一：都市地域問題に対する2つの計画アプローチ、システムズ・アプローチと戦略的選択アプローチ，土木計画学研究・講演集No. 8, 1986

これらは、英国における計画手法の移り変わりと、SCAの成立事情を歴史的な背景を交えながら述べたものである。さらに、我が国にSCAを紹介したものとして、極めて重要であり、今日でもSCAに関する研究の参考文献には、必ずといっていいほど引用される研究である。

つぎに、以上の研究により、ある程度SCAのアウトラインがわかってくると、代替案作成の手法としてAIDAを用いたいくつかの研究が行われた。その研究の代表として次のものがあげられる。

- 3) 中川大、天野光三、戸田常一：公共交通網計画へのAIDA手法の適用，土木計画学研究・講演集No. 9, 1986
- 4) 中川大、武林雅衛：オプションパー基準を用いたAIDAによる計画代替案の作成，土木計画学・論文集No. 6, 1988
- 5) 古池弘隆、綿谷達夫：キャンパス交通計画へのAIDAの適用に関する研究，土木計画学研究・講演集No. 10, 1987

これらは、計画方法論としてのSCAにより計画を策定したわけではなく、SCAの計画プロセスから、代替案作成の手法としてAIDAのみを取り出して行った研究である。とくに、4)では、オプションパーを設定する基準として、「オプションパー基準」として数式化し、コンピュータによってスキームを導き

出す手法を考案した。これは後の研究に大きな影響を与え、今日でもオプションバー基準を用いてスキームの抽出を行っている研究が数多く見受けられる。

これらの研究においては、論点がSCAの本質部分ではなく、「AIDAは、合理的に計画代替案を導き出していく手法として優れている。」という論拠建てによってAIDAを適用している。なぜ、AIDAのみが注目されたかといえ

- ① SCAのプロセスの最初の部分に位置する。
- ② SCAのプロセスの中でAIDAが最も分かりやすい。
- ③ 数量化をベースにコンピュータ利用が可能で研究論文に適している。

ためであると考えられる。

これらの研究がSCAの普及に果たした役割は大きい。しかしながら、後に問題を残したことも否めない。それは、

- ① SCAの基本が多人数の参加・ディスカッションであることが中心課題から外れた面がある
- ② AIDAによつて合理的に代替案が作成されることが強調されすぎた。
- ③ SCAとは、AIDAを意味するものと誤解される原因となった。

ということである。

つまり、SCAの基本型では模造紙を壁に何枚も張り、各自色ペンを持ちながら計画に参加することに意義がある。それは支援的にコンピュータを用いる時でも全く同じであり、その場合でも、デシジョンエリア、オプションバーの設定は、多人数の話し合いによることが基本であり、データを入れれば代替案が自動的に出てくるような、エキスパートシステムのものでは決してない。また、AIDAによって代替案が合理的、客観的に作成されるという言葉もきわめて限定した上で、使うべきである。なぜならば、SCAはその創出の出発点として、「計画は合理的方法論だけでは導かれ得ない。」という理念があり、AIDAもこの考え方の枠組みの中に含まれるものだからである。すなわち、AIDAにおいて設定されるオプションやオプションバーは、客観的なものというよりも、むしろその場において合意がなされただけのものにとらえるべきであり、その参加者や、時間による変動によって当然変化するものにとらえるべきである。つまり、ここでの「合理的、客観的」という意味は、「代替案作成の過程がガラス張りになることにより、多くの人にとって納得のいく代替案作成を明示的に作ることができる、またその手順が明らかになっている。」という意味でのみ用いることができるものである。

この段階以降、AIDAだけではなく、スキームの比較など、ほかのプロセスに係わる研究も出てくるが、その数はきわめて少ない。

コミットメントパッケージ作成までの各プロセスを行ったものとして、

6) 中川大、是沢優：修復型まちづくり計画策定のための支援方法の提案、日本

不動産学会昭和63年度学術講演会梗概集4, 1988

スキームの比較をAHPを用いて行ったものとして、

7) 天野光三、中川大、吉川耕司、佐藤弘之：SCAを用いた循環的プロセスに関する研究：土木学会第46回年次学術講演会講演集, 1991があげられるのみである。

その理由は、AIDA以外の手法がわかりにくいことと、研究論文の対象にはなじみにくいことがあげられよう。前者は、スキームの抽出からコミットメントパッケージの作成にいたるプロセスにおいては、決まりきった手順がない上に、SCAの実施プロセスについての解説書がなかったことが原因であると思われる。後者については、スキーム抽出以降のプロセスは、すべてが関係者の話し合いによって行われる。それ以前のスキーム抽出までのプロセスも、もちろん話し合いによるわけだが、ヒアリングなどを変わりに行うことによってもかなりの成果をあげることができる。しかしながら、それ以降は、実際の行動計画を作るためのプロセスなので、個別の事情に切り込んでゆくことになる。したがって、計画の直接当事者でないとわからないことが多く、研究の対象にすることはきわめて難しい。

上記の研究においても、6)、7)のように計画理論の紹介に主眼がおかれているものであり、実際の土木計画に適用された例はなく、いわゆる実質論の立場で書かれたものではない。

そのほかの研究の傾向として、SCAの計画理論としての位置づけを探ったものがある。

8) 中川大：交通施設の計画過程とその方法論に関する研究, 京都大学学位論文, 1989

これは、SCAに関する論文の集大成であるとともに、英国のみならずアメリカの計画論の流れも視野に入れながらSCAの位置づけを行っている。

9) 中川大：計画の多様性・不確実性への対応と計画方法論, 土木計画学研究・講演集No. 13, 1990

これは、計画の多様性と不確実性への対応方法に関して、近年の論点をふまえて、いくつかの考え方を整理したものである。ここでは、具体的にSCAについて言及されてはいないが、計画論におけるSCAの位置づけと、我が国におけるSCA展開の可能性が示されている。

#### 2-4 土木計画をとりまく状況の変化

近年、土木施設に求められるものが高度になるにつれ、土木計画に係わる法制度、財源、土地、資源、時間、技術等の制約条件はますます多様なものとなってきた。

さらに、土木事業の実施主体は、市町村、都道府県、国公団等の行政機関及び民間企業が、一つの事業を単独で行うのみならず、共同で行ったり、分割して行うなどの複雑な形態でなければ事業をなしえない状況も生じている。また、事業の評価についても行政、民間企業、地域住民など評価主体が多岐にわたるとともに、その視点も多様であり、同一評価主体であってもその視点により、意見が分かれるなど多様なものとなっている。

土木事業の対象を振り返ってみると、これまでは、増大する需要に対応し、いかに土木施設を整備していくかという、量的側面に重きをおいたものであった。これに対し、土木施設の整備が進み、人口も停滞期を迎えようとしているこれからは、それぞれの利用者にとって使い勝手が良い質的側面を重視する土木計画を立案する必要がある。量的不足が生じている状況においては、施設を作ることが即、需要を満たすことになり、いわば独占的で他の競争相手を想定せず、施設整備に専念していれば良い。しかし、質の充足を満たそうとする段階になると、利用者は、「水は低きに流る」というように、使い勝手の一番優れた施設を選択して利用することになる。

土木計画の不確実性についていえば、極めて多様な情報が必要となる。すなわち、計画の立案から実現まで、時には数十年という年月が必要とされる土木計画においては、技術の進歩、ライフスタイルの変化、価値観の変容等極めて不確実性の高いものとなる。

近年の土木計画では、地球規模の影響等極めて広範にわたる因果関係を踏まえ、技術的に解明できない点も多くある。また、地域・地区計画の場合であっても、計画に係わる条件は多様でその事実関係について多くの不確実性が存在し、人間の意思・評価に係わる部分については、極めて多くの不確実性が存在しているといえる。したがって、これらの不確実性へ適切に対応することが、土木計画に強く求められている。

したがって、これからの土木計画は、以下に示す制約要因を克服していかなければならない。

- ①問題の個別・詳細化
- ②対象領域の拡大
- ③価値観の多様化
- ④不確実性の増大

## 2-5 土木計画におけるストラテジックモデリング

戦略的という言葉は、戦術的とも対比され、戦略的経営、戦略的情報システム、戦略的政策など一般に広く用いられる。この場合の「戦略」とは、「競合優位性を活用して、定められた目的を継続的に達成しうる整合的な施策群のまとまり」

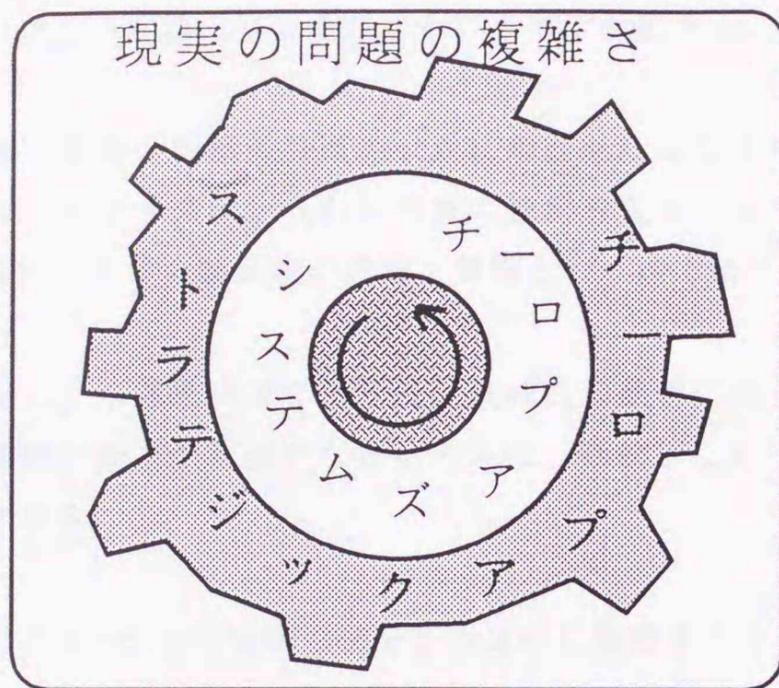


図 2 - 8 システムズアプローチとストラテジックアプローチ

<sup>13)</sup>と考えることができる。

「戦略的」にもものごとに取り組む必要条件の一つとして、目的を達成しようとする強い意思があげられ、それをより効率的に行うためには、適切な「フレームワーク」の活用が十分条件となる。そのためのフレームワークとして、2-2で紹介したSCAがあげられるが、本研究においては、これをさらに土木計画におけるモデリングに適するよう「ストラテジックモデリング」として、新たな定義を行った。

システムズ・アナリシスに代表される従来のアプローチが「合理的、体系的に臨む」ことに重点をおくとすれば、ストラテジックアプローチは「多様な制約、不確実性を考慮した上で臨む」ことといえる。したがって、ストラテジックモデリングとは「緊急性、データ不足、社会・法制度、諸要素の複雑性等の制約下において、目的にしたがい説得性、有用性のあるモデリングを行うこと」、またシステムズアプローチとの関連でいえば、「単純化、システム化を指向するシステムズアプローチと問題の複雑さのギャップを埋めるためのアプローチ」ということができ、そのモデリングのポイントは、次のようにまとめることができる。

①現状にとらわれない選択肢、関連する要因に係わる情報、判断のよりどころとなる価値観から納得できるロジックを使って行動指針に対する結論を導き出す。

②意思決定に必要な精度で不確実な要因を一つの代表的な価だけでなく、楽

観値と悲観値の間の幅の中でとらえ、どの程度の確率でそれぞれの道筋、すなわちシナリオが起こりうるか、という形で判断する。

③関係者全体の最善の知識や判断をいかに創造的につなぎ合わせるかを目指す。このコンセンサスは一人の有力者の独断や妥協に比べ、判断としての確かさと実行に対する関係者の決意、覚悟という点で優れている。

④ストラテジックな意思決定に対して、継続的な改善に取り組むプロセスによって、持続的向上が可能になるとともに、制約下における局面での判断を可能にさせる。

また、従来のアプローチと特徴的な部分を対比的に整理するとすれば、

- a. 直線への指向 「一度に一つのことだけに取り組む」 → 循環性を取り扱う
- b. 客観性への指向 「個人的な部局的な偏見を避ける」 → 主観性を取り扱う
- c. 確実性への指向 「状況の全ての事実を把握する」 → 不確実性を取り扱う
- d. 総合性への指向 「ものごとを半端にはしない」 → 選択性を取り扱う

となる。

また、ストラテジックモデリングのキーワードと本研究との関連章を列挙すると以下のようなになる。

#### ①循環・継続的取組み

循環・継続的取組みは3章以降全章にわたって、指向しているものであり、明示的には表れていないが、この前提の上で分析を行っている。逆にいえば、不確実性が存在する状況下において、各局面において最善と思われる何らかの判断を下すためにはこの前提が不可欠であるともいえよう。

#### ②選択肢を創造的に案出すること

土木計画代替案においては、多くの要因が複雑に関係しあっている場合が多い。そのため、分析自体をあきらめてしまう場合や、逆に常識的解決方策に隠れて有効な代替案が埋もれてしまう場合がある。そこで、それらの諸要因を目的に対応し、抽出、分析した上で、代替案の作成及び評価を行うプロセスを提示する。

→第3章 計画代替案創出のためのストラテジックモデリング

住民意思を考慮した地区計画策定モデリング  
問題の発見、循環的取組み  
対立状況下における空港計画策定モデリング  
新たな代替案の発見、定量的評価

③不確実性（マクシマックスとマクシミンの幅の中でとらえる）を取り扱う

評価を行うに際し、一般的には、最確値としての平均値に基づき行っている場合が多い。しかし、評価要因や代替案に多くの不確実性があり、これを明示的に考慮するとすれば、平均値ではなく、目的により、もっとも楽観的・マクシマックスもしくは、悲観値・マクシミンという幅の中で評価すべきである。本論文ではこのためファジィAHPによる計画代替案評価モデルを構築し、その有用性を検証する。

→第4章 不確実性を前提とした計画代替案評価のためのストラテジックモデリング

④関係者全体の知識・判断をつなぎ合わせること

説得性のあるモデリングは、目的や利用者に対応し、学術上のみならずモデルパラメータの正負等の常識、実務上の経験など広い観点から納得できるものである必要がある。そのためには、関係する専門家が対話を通じて、モデルを修正していくプロセスは極めて重要である。しかし、これまでは、計算環境の制約により実現が困難であったが、近年の計算環境の改善に伴い、これが可能となった。本論文では、物流量発着モデルにこれを適用し、統計的説得性と、合理的説得性の調和点を見出し、説得性の高いモデリングを行えることを示す。

→第5章 衆知結合型のストラテジックモデリング  
対話・参加型プロセス、統計的説得性と合理的説得性

⑤主観性を取り扱うこと

モデリングにおいて、客観的、定量的データとして把握できる要因には限りがあり、主観性を含んだ要因こそが重要である対象も多いと考えられるが、これまではそれらを避け、定量的データのみでモデリングを行ってきた場合が多い。本論文においては、相対評価を基本とするAHPを用いて、主観項目を取

り込んだモデリングを新型貨物船の交通機関分担モデリングに適用し、その有用性を検証する。

→第6章 交通機関分担のためのストラテジックモデリング  
主観項目、非定量的データ

⑥ 選択性を取り扱う

モデリングにおいては、一般性を指向し、対象全般に当てはまるものを求め、その結果として、モデリングが失敗に終わったり、有用ではないモデリングに終わる場合がある。これに対し、ストラテジックモデリングにおいては、場合によっては、一般性を放棄し、目的にしたがい重要な対象のみを選択した上でモデリングを行うことが求められる。本論文では交通需要マーケティングを対象として、選択性を指向し、セグメンテーションを行うためのプロセス及びその有用性を示すものである。

→第7章 交通需要マーケティングのためのストラテジックモデリング  
計画対象のセグメンテーション

#### 参考文献

- 1) 戸田常一：英国における戦略的計画と計画手法について、第7回土木計画学研究発表会講演集、1984
- 2) 佐藤馨一：非まじめな都市計画、1990
- 3) 北原貞輔、矢田俊文：地域経済システムの研究、九州大学出版会、1986
- 4) John friend & Allenn Hickling: Planning Under Pressure -The Strategic choice approach, Pergamon Press, 1987
- 5) 中川大：交通施設の計画課程とその方法論に関する研究、1989
- 6) 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、第13回土木計画学研究発表会講演集、1990
- 7) 天野、戸田、阿部、中川：多基準分析に基づく計画代替案の評価に関する基礎的研究、土木学会論文報告集、第307号、1981
- 8) 宮嶋勝：公共計画の評価と決定理論、企画センター、1982
- 9) 刀根薫：ゲーム感覚意思決定法、日科技連、1986
- 10) 中川大：計画の多様性・不確実性への対応と計画方法論、第13回土木計画学研究発表会講演集、1990
- 11) 戸田常一：都市地域計画におけるシステムズ・アプローチの展開—英国の計画事情を例として—、土木計画学研究・講演集No. 7、1985
- 12) 戸田常一：都市地域問題に対する2つの計画アプローチ、システムズ・アプローチと戦略的選択アプローチ、土木計画学研究・講演集No. 8、1986
- 13) 中川大、天野光三、戸田常一：公共交通網計画へのA I D A手法の適用、土木計画学研究・講演集No. 9、1986
- 14) 中川大、武林雅衛：オプションベースを用いたA I D Aによる計画代替案の作成、土木計画学・論文集No. 6、1988
- 15) 古池弘隆、綿谷達夫：キャンパス交通計画へのA I D Aの適用に関する研究、土木計画学研究・講演集No. 10、1987
- 16) 中川大、是沢優：修復型まちづくり計画策定のための支援方法の提案、日本不動産学会昭和63年度学術講演会梗概集4、1988
- 17) 天野光三、中川大、吉川耕司、佐藤弘之：S C Aを用いた循環的プロセスに関する研究：土木学会第46回年次学術講演会講演集、1991
- 18) 波頭亮：「戦略策定概論・企業戦略の理論と実際」産能大学出版部、1995



### 3-1 概説

土木計画に係わる要因は多様であり、その関係も複雑である。地区計画など関係する主体が多い計画案であればあるほど、その要因は複雑を極めており、これを明快な形で整理することが計画案を分析評価する上で、重要なポイントとなる。また、地区計画など住民の意向がその計画の成否に大きく関与するものでは住民の意向と計画者サイドの意向、さらに法制度の仕組み等が明確に整理された上で、実現に向けての計画案を作成する必要がある。一方、計画をめぐる社会的対立が起こっている場合においては、賛成、反対の二者択一的な論議が中心となり、冷静な分析が行われにくく、折り合いの点を見失ってしまうきらいがある。本章においては、これらの問題に対し、住民意思を考慮したストラテジックモデリング及び対立状況下における空港計画策定モデリングをとおして、計画代替案創出のためのストラテジックモデリングの有用性を示すものである。

### 3-2 住民意思の構造化を考慮した地区計画策定モデリング

#### 3-2-1 問題の背景

本事例で、取上げる江差町は、古くから蝦夷地と本州との拠点として栄え、今なお歴史的、文化的に価値の高い建造物や街並みが残っており、「江差追分」で全国的にも知られる町である。

しかしながら、江差町の中心軸をなす旧国道（いにしえ街道）は幅員が狭いため、歩道と車道との区別はなく、部分的に一方通行となっており、歩行者は歩きにくく、運転しにくい状況となっている。さらに、駐車場は未整備であり、住民及び観光客にとって極めて利便性の悪いものになっている。いにしえ街道沿道には、多くの歴史的建造物が残っているが、近隣商店、空き地等が混在しているため、雑然としており、歴史的街並み景観の観点から再整備が必要とされている。

このような問題点を踏まえ、本地区は、北海道から「歴史を生かす街並み整備モデル地区」に指定され、整備がなされようとしている。<sup>1)</sup> このような街作り計画を策定するに当たり、当該地区に係わる住民の意思をその計画にいかん反映させるかは、極めて重要である。住民の意思が適切に反映されていない計画は、事業を遂行する中で、住民からの反対を受け、計画が頓挫したり、反対を受けないまでも、積極的な協力が得られず、事業実施に遅れが生じる場合が多い。<sup>2) 3)</sup>

<sup>4)</sup> また、他の地区への影響が比較的少ない地区計画においては、当該地区に係わる住民こそが計画の評価主体であり、その意味からも住民意思の把握は重要な課題である。

本事例は、住民の意思を街作り計画に積極的に取り込み、住民、事業者、学識経験者らが一体となった街作り計画を立てていくための一つのケーススタディと



たが、明治の流通経済や交通運輸などの近代化政策によって、小樽、函館などの他の商業港が整備され、また、明治以降の鯨の不漁と重なって、大正初期には江差繁栄の歴史も終焉にいたり、現在に至っている。

このように江差は道内において極めて古い歴史をもつ町であり、鯨と檜材に関連した産業建築ともいえる問屋、蔵、商家、町屋そして社寺などの歴史的建造物や史跡、旧跡が数多く残されている。明治維新直後の戊辰戦争時に、江差港内で沈没した幕府軍艦の開陽丸は昭和49年に海底遺跡として国に登録されている。また、明治初期の典型的町屋である「中村家」は国の重要文化財に、「横山家」は北海道の文化財に指定されている。

## (2) 街路構成

江差町中心市街地の交通体系は、主要幹線道路である国道227号・228号が海岸沿いを走っており、中心市街地と幹線道路の接続は海岸段丘による地形的条件から制約されている。中心市街地の大部分を占める海岸段丘上の上町地区については、背後の丘陵部が急傾斜地であることから、山側を南北に縦貫する幹線がなく、市街地内をループ状に通過する幹線道路のパターンとなっている。

このように、江差町においては下町地区の海岸端部を走る主要幹線道路から上

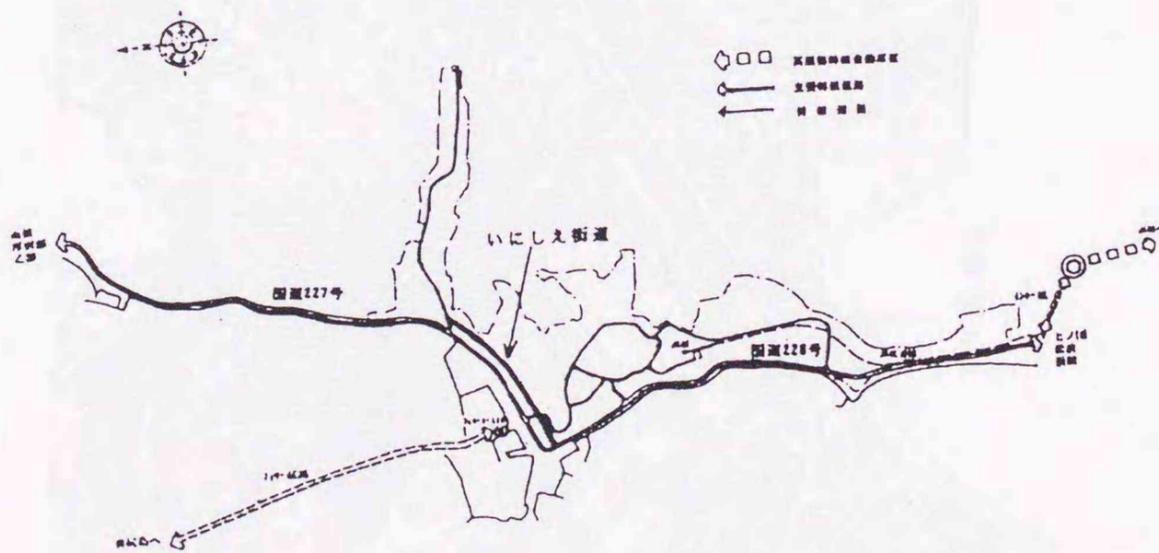


図3-2 街路構成図

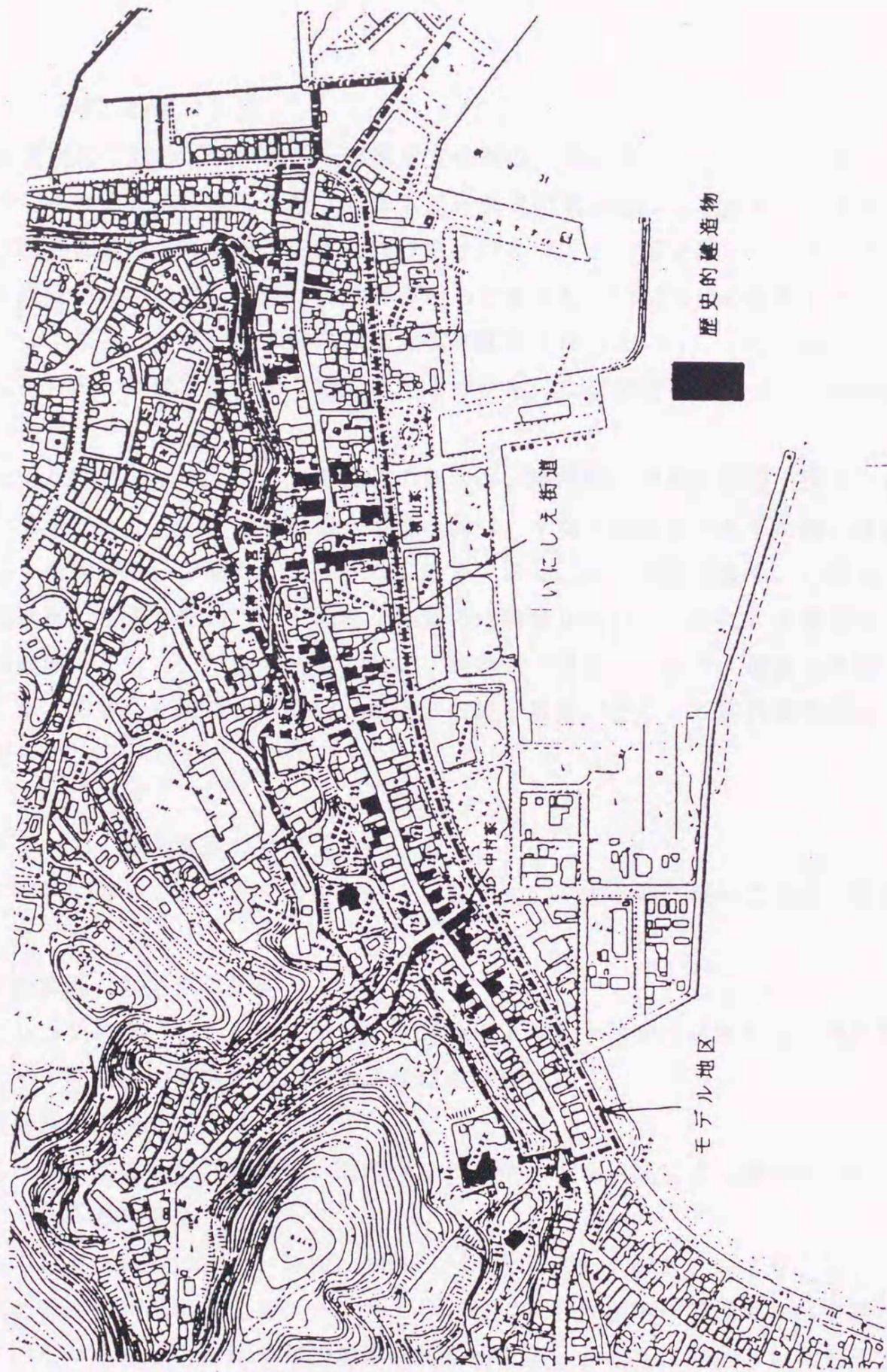


図 3 - 3 いにしえ街道沿いの歴史的建造物

町地区へ連絡する幹線道路の数に制約があることから、旧国道（いにしえ街道）は、下町地区への補完的なアクセスルートを提供するという交通上の役割があるといえる。

### （３）モデル地区の状況

国重要文化財の「中村家」、道重要文化財の「横山家」などの江戸末期から明治中ごろの商家等江差に存在する８６棟の歴史的建造物のうち多くが、下町地区及び鷗島に分布しており、旧檜山郡役所及びかつての土蔵を除いて、すべていにしえ街道沿いに残り、江差が商港都市として繁栄していた当時の面影を今に伝えている。町としては、本事業を単なる観光施設を作るということではなく、歴史的な街並み・景観と近代的な施設とを合わせもった総合的なまちづくりを目指している。

モデル地区となったいにしえ街道の地区は、海岸段丘の崖と国道に挟まれた細長い地域であり、いにしえ街道と国道の間は、かなり高低差があるため、住居はいにしえ街道沿いに面して建てられている。また、古い家屋が多く、一軒当りの敷地は狭く密集しており、火災時に延焼の危険性が高い。さらに、本地区は、近隣商業地区として、一般の住宅、商店、事業所が混在しており、道路も狭隘なものとなっており、商店、事業所、観光客の路上駐車が多く、地区内交通の面で支障をきたしている。

### 3-2-3 計画策定の手順

本事例においては、SCAを枠組みとし、次に示す手順に従って計画の策定を行う。

#### ①計画課題・問題点の把握

ブレインストーミングやアンケート調査により、当該地区に係わる住民の現状に対する問題点や事業計画に対する課題の把握を行う。

#### ②計画課題の構造化

①により把握した計画課題・問題点をKJ法やISM法により構造化を行う。

#### ③スキームの構造化

AIDA（Analysis of interconnected Decision Areas）により、スキームに係わる諸条件の構造化を行う。AIDAは従来の代替案作成過程では明確にされていなかった制約条件や判断基準を明示的に示し、相互に連結した意思決定領域間で相互矛盾を生じない様な選択肢の組合せを分析し、スキームを作成しようとするものである。

#### ④プランの抽出

③で行った構造化に従い、制約条件や判断基準により、スキームのうち、実行

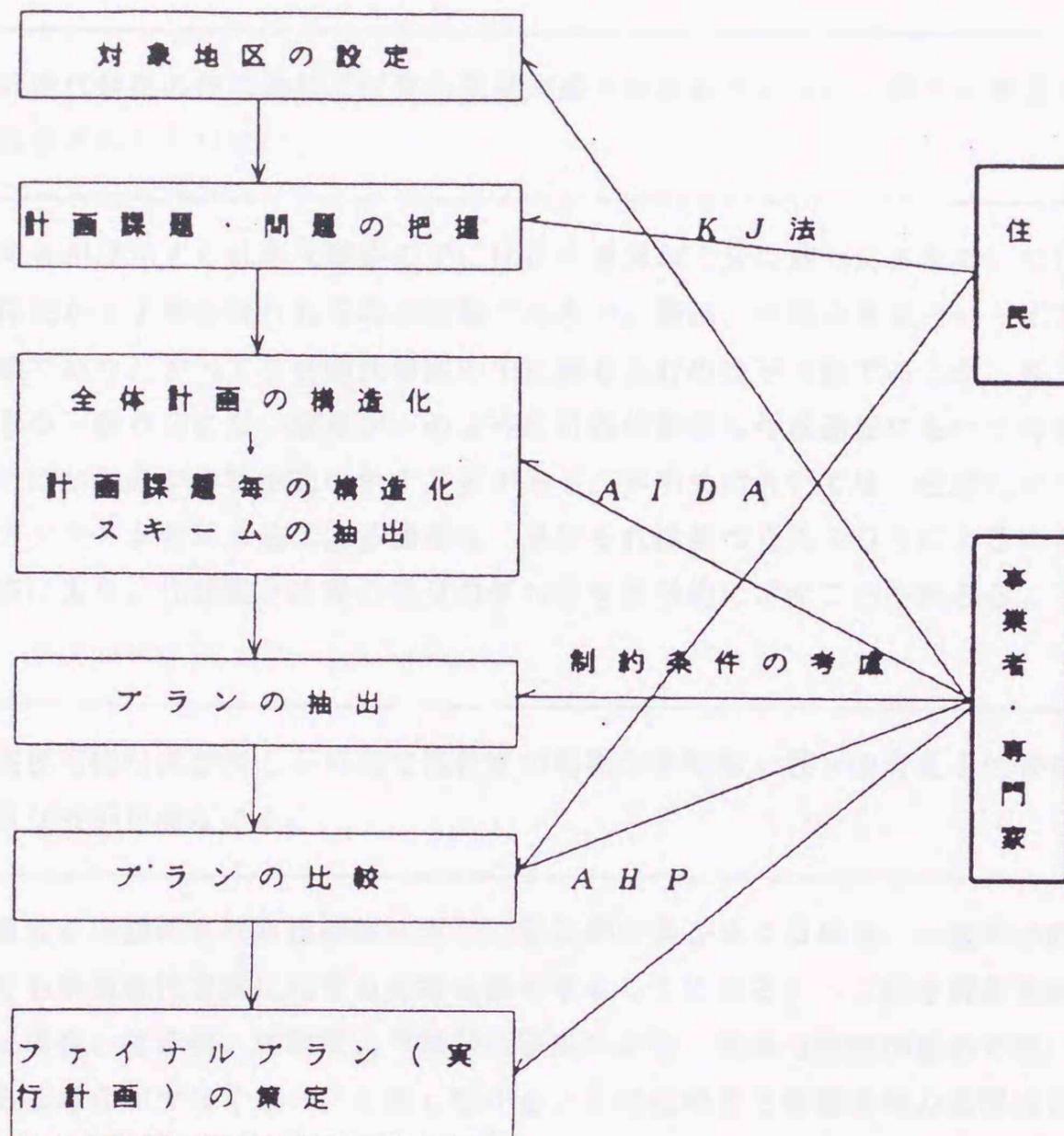


図 3 - 4 計画策定手順のフロー

可能なものを抽出する。本事例ではこれをプランとし、スキーム（思いつきの案）、とプラン（実行可能な案）との区別を行なうこととする。

⑤プランの比較

実行計画案（ファイナルプラン）を選出すべく、AHP法<sup>6)</sup>によりプランの比較を行う。

⑥実行計画策定（ファイナルプランの選出）

⑤の比較結果に基づき実行計画を策定する。

3 - 2 - 4 地区計画と住民意思の問題点

本事例においては、街作り計画など地区計画と住民意思の問題点を次の5つとし、これに対応すべく前節で示した計画策定手順を作成した。以下にこの問題点

を掲げ、それに対する本手法の対応を記す。

①計画代替案の作成過程に住民の意見が盛り込まれていない－我々の要望を取り入れてくれない。

事業者が提示する計画代替案の中に住民の意見が十分に盛り込まれていない場合、住民から了解を得られるのは困難であろう。無論、住民の意見といっても多種多様であり、すべてを計画代替案の中に盛り込むのは不可能であるが、盛り込んだもの・盛り込まない意見がどのように計画代替案の作成過程において考慮され、対応したのかを明示的に示す必要がある。本手法においては、住民ヒヤリング・アンケートのKJ法による構造化、及びそれに基づくAIDAによるスキーム作成により、代替案と住民の意見の係わりを明示的に示すことを試みる。

②実現可能な代替案と不可能な代替案の根拠が不明確－我々の考える代替案はなぜ不可能なのか。

事業者から提示された代替案に対し、住民側が異を唱える場合、一般的には住民側でも事業者代替案に対する対案を提示することになるが、これを事業者側からみた場合、技術的、法制度、予算等の理由により、実現可能性が極めて低いものである場合が少なくない。しかしながら、これに対する事業者側の説明は住民側にとって曖昧である場合が多く、なぜ我々の代替案をもっと真剣に考慮しないのかという疑問が不信感につながり、事業者－住民が対決状態となる場合が少なくないのではなかろうか。

本事例においては、これを明確にするため、技術的、法制度等の面から検討がなされていない、いわば思いつきの案を「スキーム」、これに対し、これらの検討を行い、実現可能であるものを「プラン」とよび、代替案の明確な区別を行い、AIDAによる代替案作成過程の中で、どのような観点から検討し、なぜ不可能であるのかを明示的に示す。

③事業者の提示する代替案が硬直的である－中間案・折り合いの点を見付けるのが困難

一般に事業者側が代替案を提示する場合、その代替案は非のない、完全なものであるという前提に立ち、これを認めるか、どうか、といった二者択一的な方向で議論がなされる場合が多い。これに対し、住民側の理解が得られないときは、

ややもすると、事業の中止－現状のまま何もなされない－ということになり、結果的に事業者・住民側双方のためにならない事態が生じがちである。この問題については、AHPによるプランの検討の結果得られる各プランのウェイトをできるだけ高めるべくプランの修正を行うことによって、双方の折り合いの点を見付け、事業の推進につなげることが出来ると考えられる。

④代替案の比較根拠が不明確である。

本事例で提案する手法において、代替案（プラン）の比較をAHP法に基づいて行う、AHP法においては、まず、代替案を比較するための階層化した構造図を検討する必要がある。この階層図を事業者・住民側と一緒に検討・議論を行う中で、双方の代替案比較が同じ枠組みの中で、明示的に行なうことができる。

⑤社会的状況の変化に対して、どのような対応をとれば良いかが不明確

事業に係わる様々な社会的状況の変化に対応して、その時点時点で最適な施策（戦略）を行うことが、SCAの目的とするところである。本手法におけるAHPによる代替案の比較では、代替案比較の枠組みを明示的に示し、その時点での社会的状況における各代替案のウェイトが得られる。さらに、AIDAによる代替案作成過程にフィードバックすることにより、スキームからプランにいたる技術的・法制度等の社会的状況の変化によるスキームの実現可能性の変化を考慮できる。よって、本計画策定手法は社会的状況の変化に即応して最適な戦略をとる上で有用な手法であると考えられる。

### 3-2-5 計画策定手順の適用

以下、「歴史を生かす街並み整備モデル地区」<sup>7)</sup>に係る各整備計画のうち、いにしえ街道の整備計画をケーススタディとして、本計画策定手順の適用を行う。

#### (1) KJ法の適用

本事例においては、計画課題・問題の把握を行うため、対象地域においてヒヤリングを行うとともに、「歴史を生かす街並み整備モデル地区」について行ったアンケート調査のフリーアンサーに関し、KJ法を適用し、構造化を行った。

図3-5は、それらのうち、交通政策に関する住民の意見をKJ法A型図解により示したものである。住民の意見は極めて具体的なものから抽象的なものまで精粗まちまちであるとともに、互いに相矛盾し体系付けられていないため、従来、



現状の課題をまとめたものであり、右半分はその対策を掲げたものである。また、上半分は歩行者交通について、下半分は自動車交通について集約したものである。

(2) 計画課題の抽出

KJ法による交通政策に関する住民意思の構造化を踏まえ、歴史的価値の保全・整備並びに事業としての成立可能性を考慮し、いにしえ街道整備に係る計画課題をまとめると次のようになる。

- ①歴史的価値を保全・高め
- ②歩行者通行、自動車通行等の交通機能を改善し
- ③事業として早期に着手できる

計画を立案する必要がある。

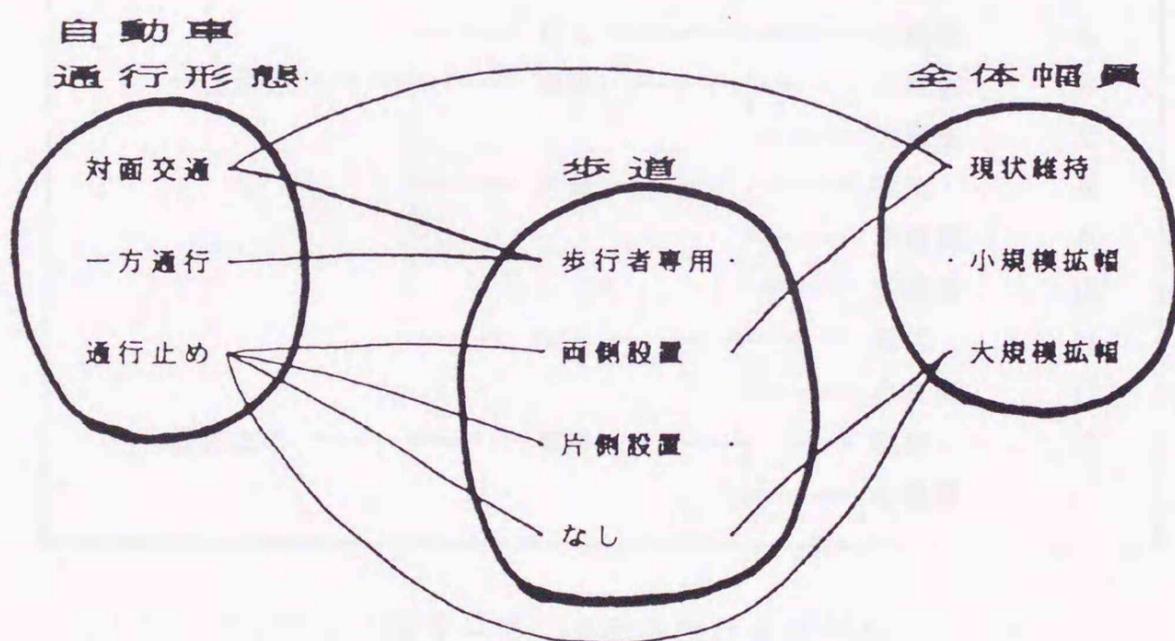


図3-6 オプショングラフ No.1

(3) AIDAによる代替案の策定

a. ディシジョンエリア及びオプションの設定

SCAにおいては、スキームをいくつかのディシジョンエリアの結合として表す。図3-6はいにしえ街道に係る整備計画を構造化したものである。各ディシジョンエリアのなかのオプション間を結んだものはオプションバーと呼ばれるもので、制約条件により、両立しないオプションであることを示している。

図3-6においては、機能・構造的に両立しえないオプションバーを示している。

図3-7は、これに基づき抽出された14のスキームを示したものである。

①自動車通行形態

対面交通、一方通行、通行止め（但し許可車両は認める）の自動車の通行形態を表わすオプションである。現況のいにしえ街道は、一方通行となっている。沿線の住宅・商店には、いにしえ街道以外に自動車アクセスが不可能なものが多数存在し、沿線住民は対面交通、ついで一方通行を望んでいる。

②歩道

自動車通行形態	歩道	全体幅員	No.
対面交通	両側	小規模	1
		大規模	2
	片側	小規模	3
		大規模	4
	なし	小規模	5
一方通行	両側	小規模	6
		大規模	7
	片側	現状	8
		小規模	9
	大規模	10	
なし	現状	11	
通行止め	専用	小規模	12
		現状	13
		小規模	14

図 3 - 7 抽出されたスキーム

歩道形態を示すディシジョンエリアである。現行は歩道なしとなっている。快適な歩行環境という点から歩行者専用・両側歩道設置が望まれている。

③全体幅員

現状のいにしえ街道の幅員は、9～11mである。小規模拡幅とは、沿線の土地・建物の切り取り等の軽微な工事によって、幅員を11～13mに拡幅する案である。（なお、いにしえ街道の山側はすぐに崖がせまっております、これ以上の拡幅は大規模な工事を必要とする。）大規模拡幅とは、崖の整備、建物の移転等により、16m以上の幅員に拡幅するものである。

図3-8は、図3-6に歴史的地区環境整備街路事業（歴街事業）、その他の道路・街路事業というオプションをもつ対応事業のディシジョンエリアを加えたものである。これは、機能・構造に係るオプションバーに加え、観光交通と居住者の生活交通の分離を図る等の事業目的に従う「歴街事業では、大規模な拡幅以外で歩行者専用道にする。」という事業要件のオプションバーを加えたものである。

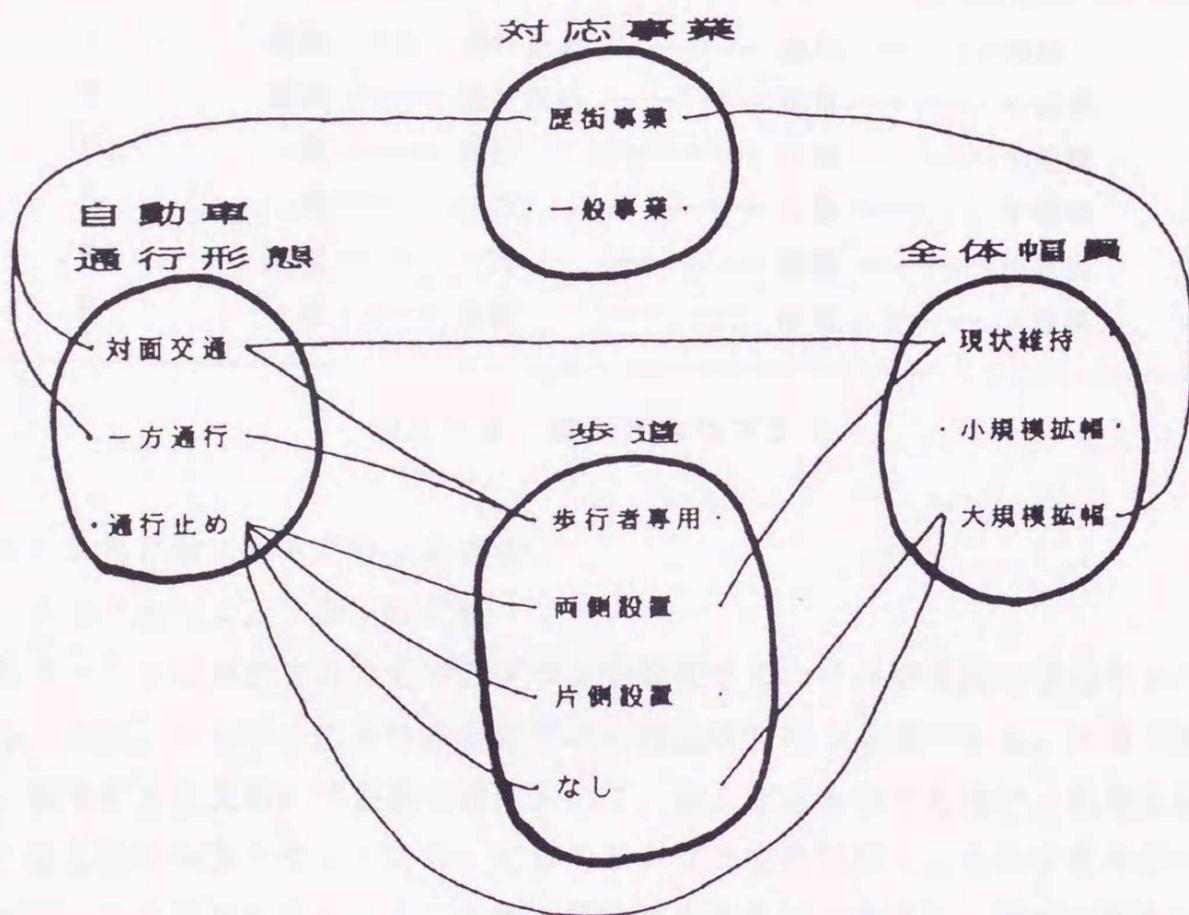


図3-8 オプショングラフ No.2

ここで、あえて対応事業のディシジョンエリアをその他のディシジョンエリアと段階を分けて、加えたのは、これまでの計画立案過程の中では、特に住民にとっては、この過程が不明確で理解し難く、「なぜ、我々の意見を取り入れないのか」という不満に起こっていたように思われるからであり、これをできるだけわかりやすく示すためである。

b. プランの抽出

a. によって抽出されたスキームに対し、次の4つの制約条件を考慮し、実現可能な代替案（プラン）を抽出する。

- ①歴史的街並み整備の観点から、歩道は必要である。
- ②幅員構成は、各標準値以上のものとする。

③同一の機能ならば、事業化の難易度から、歴街事業を採用する。

④幅員の大規模拡幅を行うならば、対面交通、両側歩道とする。

これにより、抽出されたプランは次の6つである。

プラン	対応事業	自動車通行形態	歩道	全体幅員
A	歴街	通行止め	専用	現状
B	歴街	通行止め	専用	小規模
C	一般	対面	片側	小規模
D	一般	一方	片側	小規模
E	一般	一方	両側	小規模
F	一般	対面	両側	大規模

図3-9 抽出されたプラン

(4) AHP法によるプランの比較

a. AHP法によるプランの比較

図3-10は抽出された6つのプランを比較するための階層図を示したものである。次に、各レベルにおける要素間の一対比較を行う必要がある。本来であれば、事業者・住民側の代表者の間において、各人が重み付けを行い、収束を図るか、はじめから各ウエイトについてコンセンサスを得ながら、全体で重み付けを行っていく必要があるが、ここでは、筆者らが重み付けを行い、算出された結果を表3-2に示している。

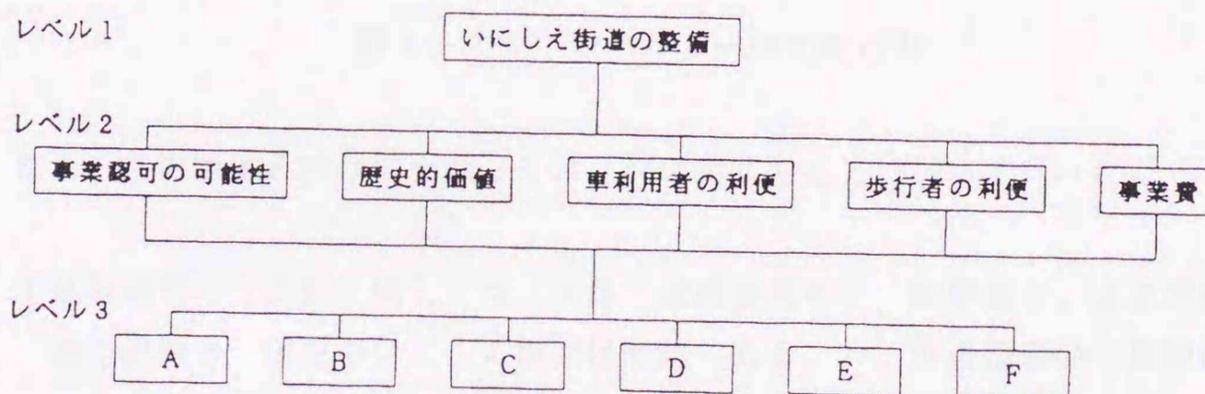


図3-10 プラン比較のための階層図

表 3 - 1 一対比較値の意味

一対比較値	意味
1	A B が同じくらい重要
3	A が B より若干重要
5	A が B より重要
7	A が B よりかなり重要
9	A が B より絶対的に重要
偶数値	補完的に用いる
上記逆数	B から A を見た場合用いいる

	事業	歴史	車利用	歩行者	事業費
事業	1	5	9	7	9
歴史	1 / 5	1	5	3	7
車利用	1 / 9	1 / 5	1	1 / 3	3
歩行者	1 / 7	1 / 3	3	1	3
事業費	1 / 9	1 / 7	1 / 3	1 / 3	1

図 3 - 1 1 レベル 2 一対比較行列

なお、この際重み付けに当たっては、次に示す考え方に従って行った。

- ①事業認可の可能性に関しては、街路・道路事業等の一般事業は、道道昇格整備の困難さ（現在のいにしえ街道は町道である。）、町道整備の予算制約により、歴街事業に比べかなり困難であるとした。
- ②歴史的価値の保全については、小規模拡幅においては補償を契機として、建物の整備が促進されるとして一番好ましいものとした。また、大規模拡幅は、街区構成が壊れるとして現状よりも好ましくないものとした。
- ③車利用にとっては、対面交通、一方通行、通行止めの順に好ましいとした。

- ④歩行にとっては、歩行者専用、両側歩道、片側歩道の順に好ましいとした。
- ⑤事業費については、現状維持の幅員がもっとも安価で、ついで小規模拡幅、大規模拡幅であるとした。

(5) 比較結果の適用

このように、AHPを用いることにより、不確実性が存在し、かつ歴史性のような定性的な評価項目を含めて、総合的な重要度（ウェイト）を数値で得ることができるとともに、どのような比較項目が重要視されて、総合的なウェイトが高くなったかも判別することができる。

本例では、プランBがウェイトが0.313と一番高く、ついでプランAが0.297となっている。これは、レベル2の評価項目で最も高くなっている「事業認可の可能性」について、プランA、Bが歴街事業によるものであるために、プ

表3-2 AHPによるプランの比較結果

	事業	歴史	車利用	歩行者	事業費	総合ウェイト	順位
レベル2のウェイト	0.595	0.216	0.056	0.099	0.034		
プラン名							
A	0.385	0.123	0.033	0.317	0.250	0.297	②
B	0.385	0.209	0.033	0.317	0.179	0.313	①
C	0.069	0.209	0.300	0.046	0.179	0.114	④
D	0.069	0.209	0.167	0.046	0.179	0.106	⑤
E	0.069	0.209	0.167	0.137	0.179	0.115	③
F	0.024	0.042	0.300	0.137	0.036	0.055	⑥

ランC～Fに比べ、このような大きなウェイトになったものであり、プランBはAに比べ歴史的価値に優れているために第一位のウェイトになっている。

この点からすると、プランAが実行計画案（ファイナルプラン）になると考えられるが、この評価は、絶対的なものではなく、あくまでも現在の状況での評価であることに留意すべきである。たとえば、本例では、事業認可の可能性について不確実性が大きいために、「歴街」と「一般事業」の双方を並列で比較しているが、新しい情報が加わり、どちらか一方に事業を絞ることができるとすれば、さらに異なった評価を行う必要がある。つまり、SCAの考え方の基礎をなす循環的なプロセスを実行する必要があるということであり、AHPはこれに適した手法であるといえる。

### 3-3 対立状況下における空港計画策定モデリング

#### 3-3-1 問題の背景

本節でケーススタディとする丘珠空港は、札幌都心部から約6 Kmと極めて近く、我が国においては希有な利用者にとって、サービス水準の高い都市型空港である。現在、丘珠空港からは、稚内、紋別、中標津、釧路、函館の北海道内5都市へ定期便が就航しており、丘珠空港は、道内主要都市と札幌を結ぶ道内航空ネットワークの要として経済・社会の発展に対し、大きな役割を担っている。

これに対し、丘珠空港の定期便全ての運航を行っているANK（エアーニッポン株）は、YS-11の後継機種として、B737-500の導入を発表した。同社によると、同機の導入時期は平成7年度を予定しており、導入に当たっては現有のYS-11を順次更新する方式をとるとしている。現在の丘珠空港の滑走路は1400mであり、B737-500を就航させるためには、滑走路の延長を行う必要がある。しかしながら、滑走路の延長については、空港周辺の住民等により、騒音などの生活環境、市街化等土地利用などの面から反対の声が起きている。

#### 3-3-2 丘珠空港の概要

##### (1) 施設概要

丘珠空港は<sup>8)</sup>、札幌市の中心部より北東約6 kmに位置し、滑走路（滑走路長1,400 m×30 m）1本を有している。丘珠空港は、陸上自衛隊北部方面航空隊の基地として使用され、防衛庁が設置・管理しているが、公共用飛行場として指定され、民間航空機が共用している空港である。空港の概要は表1のとおり、用地総面積93 ha、エプロン面積2.1 haでバース数としてYS-11型機用3バース、小型双発機用4バース、小型単発機用18バースの他ヘリコプタースポット2を有している。

航空保安施設の設置状況は、NDB（Non Directional Radio Beacon：無指向性無線標識施設）、VOR（VHF Omnidirectional Radio Range：超短波全方向式無線標識施設）、DME（Distance Measuring Equipment：距離測定装置）、GCA（Ground Controlled Approach：着陸誘導管制装置）の無線施設と飛行場灯台、進入角指示灯、滑走路灯、滑走路端末識別灯、誘導路灯、風向灯の灯火施設が設置されている。運用時間は午前7時30分から午後8時30分までの13時間である。当空港は道内唯一の航空機使用事業等の小型機（常駐機約30機）による国土測量、資源開発、報道取材、電線・鉄道監視、病虫害駆除、遊覧飛行等幅広い使用事業を行う拠点として利用されている。格納庫の設置状況は北海道航空(株)が2,871 m<sup>2</sup>、全日本空輸(株)が541 m<sup>2</sup>、朝日航洋(株)が481 m<sup>2</sup>、(株)伊藤組が233 m<sup>2</sup>である。

丘珠空港の沿革は表3-4のとおり昭和17年に旧陸軍が設置し、36年11月に公共施設指定を受け、北海道内外航空網の拠点空港として利用されてきたが、道外路線がジェット化に伴い千歳空港発着となったため、現在では道内航空網のハブとなっている。

表3-3 丘珠空港の概要

種類	その他公共用飛行場
位置	札幌市東区丘珠町
設置者	防衛庁
管理者	防衛庁
標点の位置	N43° 6' 55" E 141° 23' 4" 標高8m
滑走路の方位	N144° E (磁方位)
用地総面積	927,855m <sup>2</sup> (うち運輸省所管57,071m <sup>2</sup> )
ターミナルビル	3,515m <sup>2</sup>
着陸帯	長さ 1,620×巾 300m E級
滑走路	長さ 1,400×巾 30m
誘導路	長さ 1,530×巾 20m
エプロン	21,164m <sup>2</sup>
バース数	YS-11×3 小型機×22
駐車場	4,769m <sup>2</sup> 183台分
都心からの距離	6km (直線)
都心からの時間	バス25分

出典：北海道、「北海道の空港」1985.3

## (2) 札幌市における丘珠空港の位置付け

札幌市における丘珠空港の位置付けを考察するために、空港アクセスに着目して考えてみる。

札幌都心から丘珠空港までの距離は約6km(直線距離)と10km圏内に位置し、都市型空港の性格を有している。これに対するアクセス交通機関は自家用車の他、地下鉄、バス、タクシーである。

地下鉄は南北線さっぽろ駅から麻生駅まで9分、220円。東豊線さっぽろ駅から栄町駅まで11分、220円とサービス水準は高いものの麻生、栄町駅からはタクシーや路線バスへの乗り換えが必要となる。このうちバスでは栄町駅から丘珠空港まで約5分必要であり、札幌駅からのトータルでは乗り継ぎ割引を考慮し、乗換え時間を含まない場合、約20分、340円である。

バスは札幌駅から丘珠空港までの連絡バスを用いると25分、300円となり、公共輸送機関中最も便利なものである。また、札幌駅は経由しないが中央バス札幌ターミナル(大通東1丁目)から路線バスが1日16往復(所要35分、190円)運行されている。タクシーの所要時間は約20分で、料金は現行のタクシ

表 3 - 4 丘珠空港の沿革

年 月 日	内 容
昭和17年 9 月	旧陸軍が用地225万平方メートル（695千坪）を購入して飛行場を設置した。
昭和21年～25年	米軍空挺部隊等が演習場として使用した。
昭和27年 6 月	青木航空(株)が始めて遊覧飛行を実施した。
昭和29年 4 月	陸上自衛隊が移駐した。
昭和31年 6 月	北日本航空が女満別へ不定期 1 便の運行を開始した。
昭和33年12月 3 日	防衛庁告示167号により「札幌飛行場」として飛行場、航空保安施設の設備及び管理に関する告示が行われた。
昭和36年11月27日	運輸省告示407号により公共施設指定の告示が行われた
昭和36年12月10日	上記告示により基づき飛行場として供用が開始された。
昭和38年 3 月15日	タワー（飛行場管制）の運用が防衛庁により開始された
昭和39年 4 月15日	日本国内航空(株)が発足し、丘珠～帯広～釧路、丘珠～函館～秋田、丘珠～旭川～女満別、丘珠～八戸～東京各便の運行を開始し道内航空網の中心基地となった。
昭和39年 8 月15日	N D B（無指向性無線標識）が供用開始された。運輸省所管。
昭和41年 7 月 1 日	全日本空輸(株)が運行を開始した。（丘珠～仙台～東京 丘珠～新潟～小松）
昭和46年 5 月15日	日本国内航空(株)、東亜航空(株)が合併し東亜国内航空(株)となり従来の路線を引き続き運行した。
昭和47年 1 月12日	G C A（着陸誘導管制業務）の運用が開始された。防衛庁所管。
昭和47年 1 月19日	全日本空輸(株)の定期便が千歳に移転した。
昭和49年 8 月10日	日本近距離航空(株)が業務を開始した。（札幌～稚内～利尻）
昭和49年10月15日	日本近距離航空(株)が路線を新設した。（札幌～函館～奥尻）、（札幌～紋別、札幌～中標津）
昭和49年12月 1 日	東亜国内航空(株)が基地を千歳に移転した。
昭和52年 7 月27日	防衛庁告示134号により滑走路方位（15/33→14/32）の改正が行われた。
昭和53年 6 月 1 日	日本近距離航空(株)が路線を新設した。（稚内～礼文）
昭和56年 3 月20日	日本近距離航空(株)稚内、中標津線に Y S - 1 1 を就航させた。
昭和56年 6 月11日	札幌 V O R / D M E（超短波全方向式無線標識／距離測定装置）の運用が開始された。運輸省所管。
昭和56年 7 月16日	日本近距離航空(株)が紋別便に Y S - 1 1 を就航させた
昭和58年 5 月12日	V A S I S（進入角指示灯）運用開始。防衛庁所管。
昭和59年 6 月 1 日	日本近距離航空(株)が函館線に Y S - 1 1 を就航させた
昭和62年 4 月 1 日	日本近距離航空(株)がエアーニッポン(株)に社名変更
平成元年	エアーニッポン(株)が丘珠～函館線を増便
平成 2 年 4 月	エアーニッポン(株)が丘珠～釧路線を運行開始
平成 2 年 8 月	エアーニッポン(株)が千歳～紋別線を運行開始
平成 3 年 5 月	新旅客ターミナルビル着工
平成 4 年 2 月	新旅客ターミナルビル竣工、供用開始

出典：北海道 「北海道の空港」 1985. 3

一料金体系より2,000円程度と考えられる。

本章で行った航空旅客実態調査<sup>9)</sup>から丘珠空港へのアクセス交通機関利用状況によると、タクシーが35%、自家用車が15%、バスが39%、その他が12%である。また、空港までの所要時間は平均30分と全国の空港までの平均所要時間の平均と比較すると、かなり短いことがわかる。

### 3-3-3 丘珠空港に係わる問題点

#### (1) 丘珠空港問題に係わる近年の経緯

表3-5 丘珠空港問題に係わる近年の経緯

年月日	事 項
毎年 年末	地区労から「市民生活に関わる要求書」が提出され、その中で、「丘珠空港の移転」が挙げられている。
元年2月21日	第1回定例会で、「丘珠空港の移転問題について」の代表質問（社会党・宮口議員）に対し、桂助役から「丘珠を活用する方向で検討したい」旨の答弁。
2年10月	（社）寒地港湾技術センターが石狩町の生振に第3空港の建設を提唱した。
3年2月15日	第1回定例会で、「自衛隊基地の撤去について」の代表質問（共産党・菊田議員）に対し、市長から「防衛施設については歴史的な経緯の中で存在しており、本市の考え方のみでは対応できない困難な問題である。」旨の答弁。
3年3月8日	「丘珠空港移転促進期成会」（代表幹事 大沢正一）が結成され、市長に対し公開質問状（空港移転等について）が提出された。
3年6月13日	第2回定例会で、共産党・小川議員から「自衛隊基地の撤去について」の代表質問があった。答弁趣旨は従来どおり。
3年10月8日	第3回定例会で、自ク・村山議員の「ジェット化に伴う滑走路延長等について」の代表質問に対し、市長は「滑走路の延長は、今後の東区の高度土地利用が相当制限を受け、また住民のコンセンサスを得る必要があるので、難しい問題だ」と答弁。
4年3月14日	第1回定例会予算特別委員会で、社会党の西村議員がジェット化による滑走路延長、問題点、石狩に新空港を建設することの検討、丘珠空港の今後などについて質問があった。 これに対して、理事は「ジェット化した場合、現在の滑走路では対応が出来ない。新空港建設は、建設場所、財源、関連住民との調整などでかなり時間を要する。」杉本助役「道とも連携をとりながら今後のことを考えていきたい

	。」旨の答弁。
4年5月11日	道商連が中心となって「札幌丘珠空港整備促進協議会」（会長・鈴木茂 道商連会頭）を設立。同協議会が市長及び道知事に滑走路延長拡幅陳情をした。
4年6月9日	第2回定例会で、社会党・大西議員が「今後の丘珠空港のあり方」について代表質問をした。これに対し、市長は「北海道をはじめ関係機関と十分協議を重ね、周辺環境への影響など多方面から検討する必要がある」旨の答弁。
4年6月17日	稚内商工会議所、北海道商工会連合会宗谷支部から丘珠空港の早期整備について陳情があった。
4年7月20日	丘珠連合町内会は、丘珠空港のジェット化問題で集会を開き、地元の方針として「ジェット化、滑走路拡張反対」などを確認した。また、「丘珠空港対策協議会」を設け、今後のジェット化の問題の窓口とした。
4年8月7日	地方自治体としては初めて根室地方総合開発期成会から丘珠空港の早期整備について陳情があった。
4年8月31日	宗谷地域総合開発期成会等から丘珠空港の早期整備について市長に陳情。
4年8月31日	丘珠空港対策協議会が丘珠空港のジェット化反対等について市長に陳情。
4年9月1日	札幌地区労等から「丘珠空港ジェット化反対の申し入れ」が市長にあった。
4年10月14日	エアーニッポンが、YS-11の後継機種としてB737-500を平成7年度から導入することを発表した。
4年11月9日	北海道政経文化同友会（PEC 会長 筒浦明 北海学園大名誉教授）が「札幌丘珠空港フォーラム－札幌と全道各地との空港ネットワークと丘珠空港の今後を考える－」を開催。
4年11月30日	札幌市は道との行政懇談会において、丘珠空港問題についての積極的対応を要請した。
4年12月	札幌市が「丘珠空港についての基礎的調査」を開始。  オホーツク紋別空港整備促進期成会会長 金田武紋別市長が丘珠空港の滑走路延長・早期整備を求める陳情を行い丘珠空港と空路で結ばれている5空港の陳情が出そろった。

(2) YS-11型機の代替機について

エアーニッポン（ANK）の発表資料及びヒヤリング等により、YS-11型

機に替わる代替機の選定過程についてまとめる。

a. Y S - 1 1 型機について

A N Kは現在、Y S - 1 1を23機所有しており、最も古いものでは27年経過しているものもある。A N Kとしては、安全面については、整備により、問題ないとしているが、

- ①機内サービス等の乗客への十分なサービスを行えないこと
- ②部品の入手に苦勞するなど、整備のためのコストがかさむこと
- ③1機当たりの乗客定員が64名と少なく、経費面において、さらに大型機の方が優れていること

などから、Y S - 1 1型機に替わる航空機を選定することとした。

b. 新型機の選定基準について

新型機を選定にあたっては、以下の項目を基準として行った。

- ①100席程度の乗客定員を有する飛行機であること
- ②Y S - 1 1型機と同程度以下の低騒音機であること
- ③離着陸性能に優れていること
- ④安全性・信頼性に優れていること
- ⑤運航性・快適性に優れていること
- ⑥経済性・社内生産体制の面から優れていること

c. 選定結果

A N Kにおいては、平成3年12月に新機種選定委員会（委員長 櫻井 勇）を発足させ、候補機の選定作業を行い、平成4年5月にはヨーロッパ・米国へ調査団を派遣するなどして、候補5機種（エアバスインダストリー社製A319、ブリティッシュエアロスペース社製BAE-146、ボーイング社製B737-500、フォッカー社製F100、マクドネルダグラス社製MD87）について検討を行った結果、総合的に見て、B737-500が、最も適しているとの結論を出した。

導入時期は、平成7年度からを予定しており、現有のY S - 1 1を順次更新していく予定である。購入機数は確定発注7機、オプション機8機の計15機、購入価格は1機約45億円となっており、予備エンジン、予備部品を含めた投資総額は約800億円となる。

(3) 丘珠空港周辺土地利用現況

a. 丘珠空港周辺土地利用現況

図3-12は、丘珠空港周辺の都市計画図を示したものである。丘珠空港の西

側部分は、市街化区域となっているのに対して、丘珠空港通を境にして東側部分は、南北に約5 Kmわたって、市街化調整区域となっている。市街化区域となっている西側地域の用途地域としては、北側部分が「準工業地帯」、西側及び南側

表 3 - 6 B 7 3 7 - 5 0 0 主要諸元

機体寸法	機体全長	31.0 m	
	機体全高	11.1 m	
	機体全幅	28.9 m	
	胴体径	3.8 m	
	客室全長	21.1 m	
	客室全高	2.2 m	
	客室全幅	3.5 m	
重量	最大離陸重量	48トン程度 (ANK仕様) 52.4トン (設計最大重量)	
	最大着陸重量	46トン程度 (ANK仕様) 49.9トン (設計最大重量)	
	運用自重	32トン程度 (ANK仕様)	
性	実用航続距離	1,200 Km程度 (ANK仕様) 3,000 Km (設計最大)	
	離陸滑走路長	1,800 m (雪氷滑走路)	
	着陸滑走路長	1,900 m (雪氷滑走路)	
	巡航速度	マッハ0.74 約810 Km/h	
能	予騒音値証明値	離陸	80 EPNdB程度
		側方	91 EPNdB程度
		進入	98 EPNdB程度
座席数	123席		
貨物室容量	822 FT <sup>3</sup>		
装着エンジン	CFM56-3 CFM社製		

部分が「第一種住居専用地域」となっており、さらに西側都心部では、「第二種住居専用地域」となっている。また、東側丘珠鉄工団地周辺は、飛び地的に市街化区域となっており、「工業地域」、「第二種住居専用地域」の用途地域となっている。

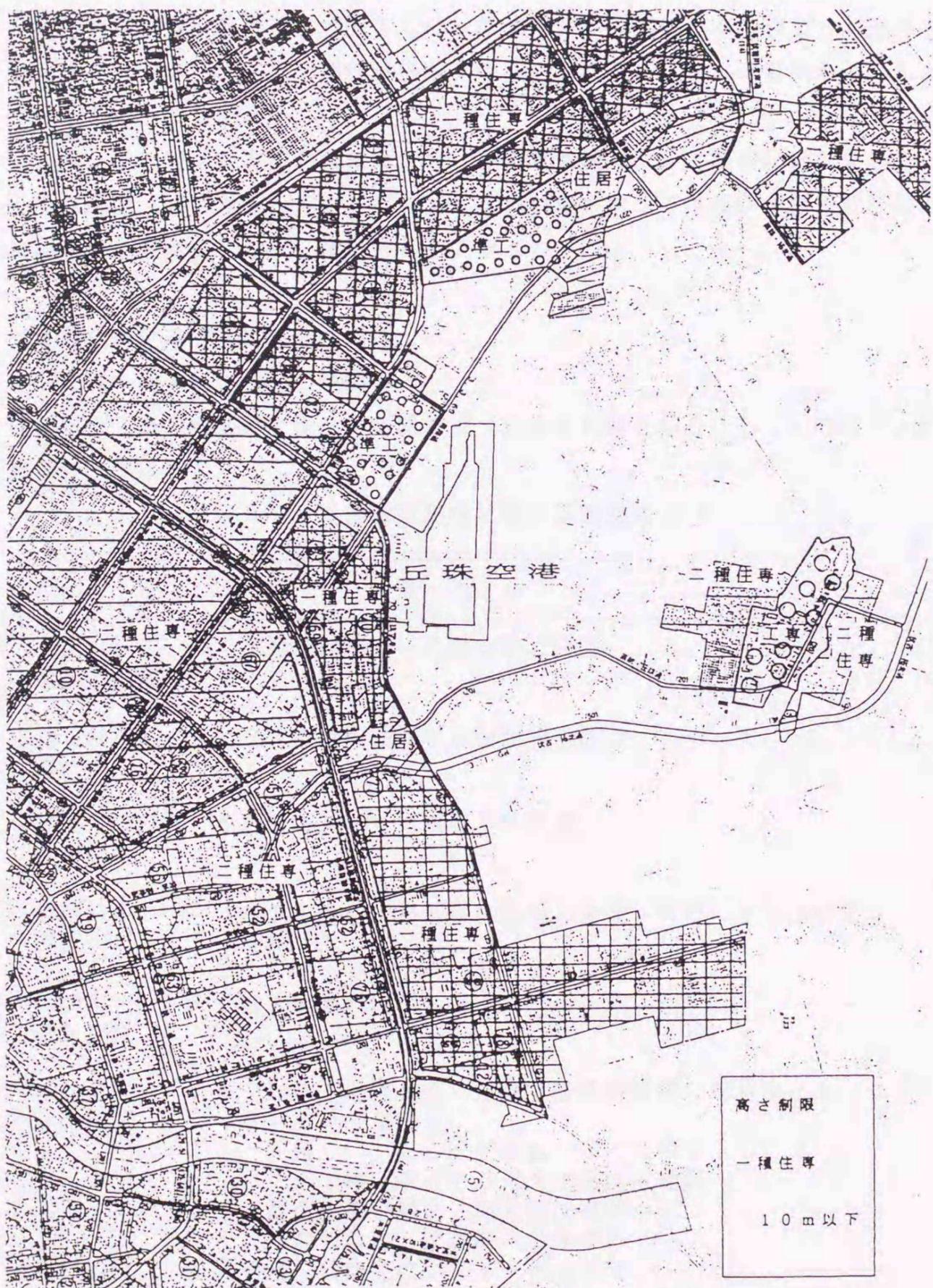


図3-12 丘珠空港周辺都市計画図

b. 丘珠空港周辺の既定の将来計画

第3次札幌市長期総合計画第2次5カ年計画（平成4～8年度）における丘珠空港周辺の主要事業としては、丘珠空港に接した西側地域で、「栄町土地区画整理事業」、北側地域で「百合が原土地区画整理事業」、さらにその北側地域で「篠路地区住宅団地」、南側地域で「東雁来第2（工業系）土地区画整理事業」、「東区東部土地区画整理事業」さらにその北部で「札幌里づくり事業」が進められようとしており、土地区画整理事業を中心とした主に住居系の事業が行われようとしていることがわかる。

また、土地利用基本構想図によると、丘珠空港区域は「大規模緑地的施設」、その周辺は「都市環境緑地」となっており、現在の構想では丘珠空港周辺区域は、市街化等の開発を行わず、緑地として計画されている。

(4) 丘珠空港問題に係わる論点

a. 丘珠空港問題に係わる新聞報道

近年の丘珠空港問題に係わる新聞報道（北海道新聞を中心として）の日付、見出しを次表に示す。

表3-7 丘珠空港問題に関わる新聞報道<sup>10)</sup>

年 月 日	見 出 し
4年2月27日 道新投書欄	複雑な問題多い丘珠空港の将来
4年5月12日 道新	丘珠空港の整備促進協が設立総会
4年5月18日 道新社説	新段階迎えた札幌圏空港整備
4年9月1日 道新	丘珠空港滑走路延長に前向き発言 札幌市長慎重姿勢から転換
4年9月2日 道新社説	動き出す丘珠ジェット化
4年9月20日 読売新聞	ジェット化揺れる「丘珠」滑走路延長か路線廃止か 「YS」引退で急浮上 「難しい」から一転整備へ傾く札幌市 「新千歳」余力ある道サイドは消極的 都市化遅れ懸念 地元の反対派 “地域の足”強調道内の促進派
4年10月11日 道新投書欄	手軽な丘珠空港ジェット化は不要
4年10月15日	ANK YS後継にジェット機 B737-500「丘珠延長」正

道新	正念場に
4年10月23日 道新投書欄	丘珠空港は今のままで
4年10月26日 道新	滑走路延長是か非か
4年10月26日 道新投書欄	丘珠のジェット化周辺の発展阻害
4年10月28日 道新	丘珠空港で道の主体的解決要望 札幌市議社党
4年11月10日 道新	地元合意の必要性強調 丘珠空港拡張問題推進派がフォーラム
4年11月18日 道新	丘珠空港拡張で札幌市長に陳情 釧路管内7市町村の首長
4年12月1日 道新	丘珠空港拡張へ道の協力を要請 札幌市長、知事と会談
4年12月26日 道新	丘珠空港問題 札幌市が単独調査 騒音影響中心に来月下旬から着手
5年1月 道新	丘珠空港の拡張に反対 町内会など署名運動
5年1月19日	「丘珠空港拡張」調査結果年度内は困難 市が表明全機種の騒音把握へ
5年1月22日 道新	丘珠拡張へ”札幌包囲”紋別がしんがり五空港、陳情そろ
5年1月25日 道新	騒音、入念にチェック 札幌市丘珠空港で調査開始
5年2月1日 道新投書欄	札幌丘珠空港のジェット化反対
5年2月3日 道新	札幌・丘珠空港騒音調査 陸自へり通常の半分「訓練で偶市が再実施へ
5年3月9日 道新投書欄	丘珠空港拡張は地域振興を抑制

b. 丘珠空港問題に係わる賛成・反対の論点

a. の新聞報道等から丘珠空港問題に係わる賛成・反対の論点を整理すると以下のようになる。

	賛成	反対
地域住民	地域振興の核	騒音 事故の危険 土地利用の制限 地域振興の抑制
札幌市民 丘珠空港乗り入れ 道内各都市民	都市型空港としての必要性 道内各都市からの道都の玄関口 としての整備 道内経済の活性化	住民環境保全の 重要性
その他	新千歳空港との役割分担 自衛隊の存在 第三空港の建設	

図 3 - 1 3 対象別論点

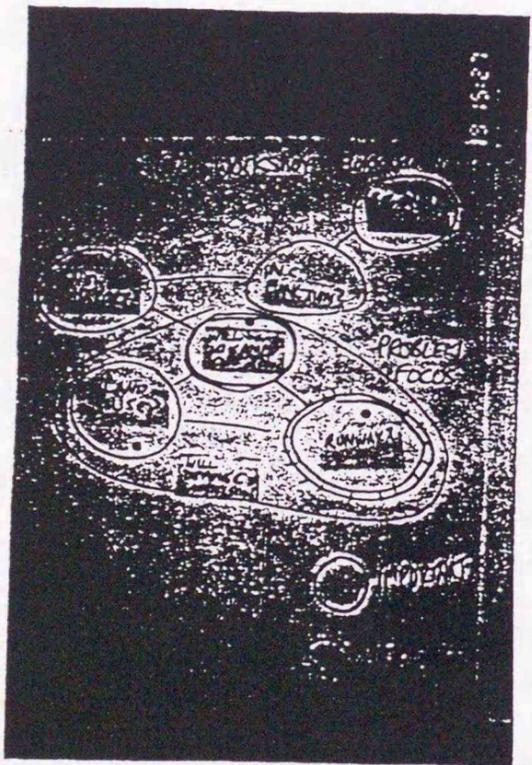
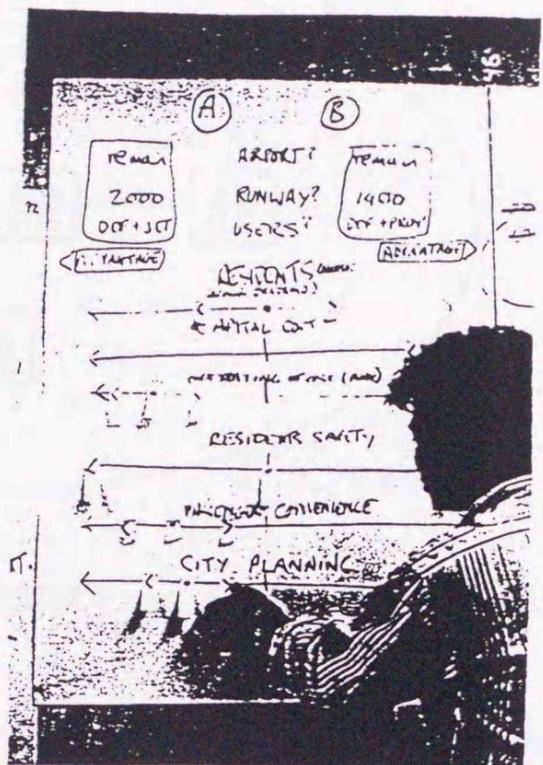
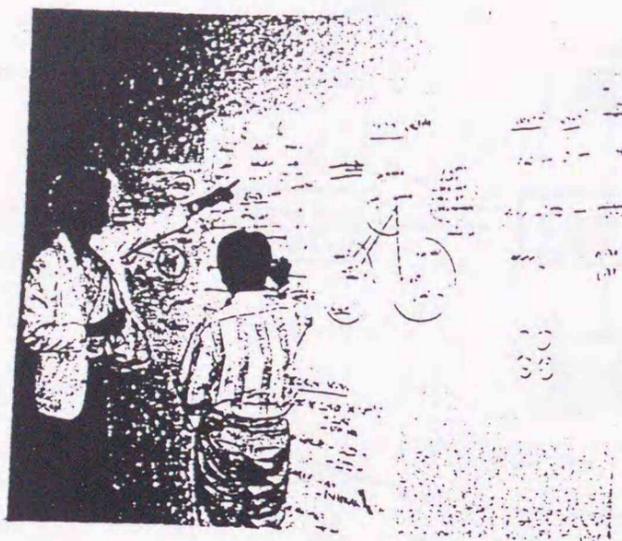
(5) 丘珠空港問題に係わる問題の構造化

a. 丘珠空港問題における S C A

丘珠空港問題では、図 3 - 1 5 のように「利用者」、「行政」、「周辺住民」、「航空会社」の 4 つの利害が複雑に絡み合っている。また、計画策定までの期間が短く、早急に判断を求められている（制約がある）状況である。

b. S C A ワークショップ

平成 4 年 1 0 月 1 9 日に北海道大学において、S C A ワークショップが行われ



H/E		PLAN	ACT
1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16
17	18	19	20
21	22	23	24
25	26	27	28
29	30	31	32
33	34	35	36
37	38	39	40
41	42	43	44
45	46	47	48
49	50	51	52
53	54	55	56
57	58	59	60
61	62	63	64
65	66	67	68
69	70	71	72
73	74	75	76
77	78	79	80
81	82	83	84
85	86	87	88
89	90	91	92
93	94	95	96
97	98	99	100

図 3-14 SCAワークショップ

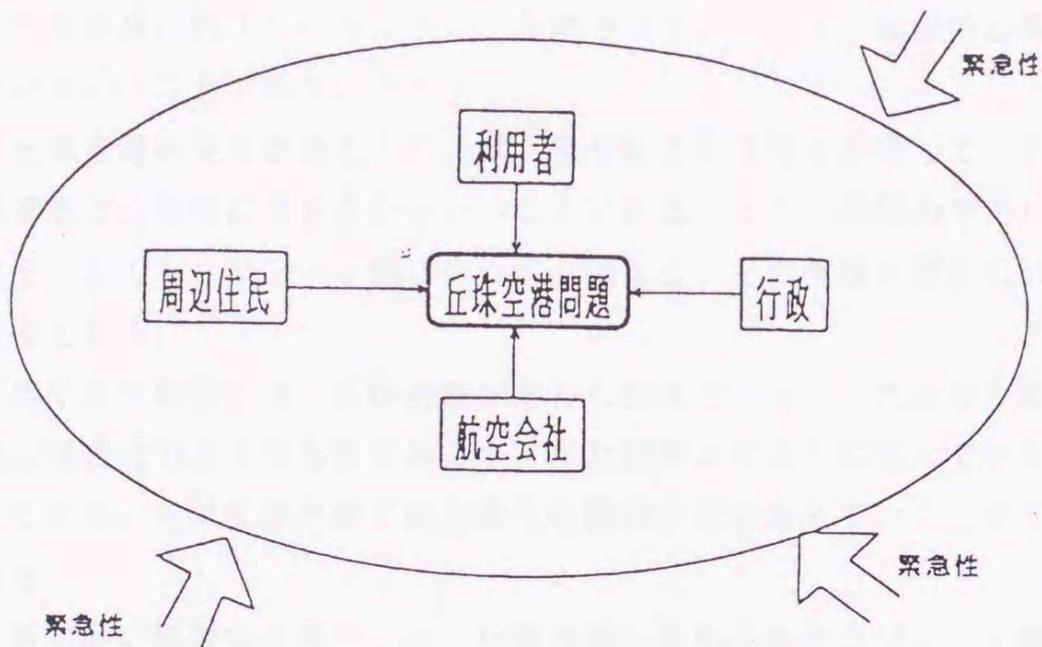


図 3 - 1 5 丘珠空港問題をめぐる 4 者

た。ワークショップでの題材は、本調査の内容である丘珠空港問題である。ここで述べる「丘珠空港問題における S C A」は、ワークショップの成果である。

c. 意思決定領域(Decision Area)

丘珠空港拡張に関わる問題として、ブレインストーミングにより挙げられた項目は次の 7 つである。

I	丘珠空港周辺の土地利用
II	丘珠空港は閉鎖か否か
III	滑走路長は何メートルか
IV	丘珠空港の使用者はどこか(どのタイプの機種か)
V	新千歳空港の機能はどのようなものか
VI	新空港の建設は必要か
VII	航空機の頻度はどの程度のものか

I の「丘珠周辺の土地利用」は、丘珠空港問題での焦点の 1 つである。現在丘珠地区は、空港の存在により都市計画から取り残されている状態である。丘珠空港の滑走路拡張による影響は考えなくてはならない。

II の「丘珠空港は閉鎖か否か」は、問題となっている丘珠空港そのものを閉鎖・移転させてしまうのか、存続させていくのかということである。

Ⅲの「滑走路長は何メートルか」は、存続させていく場合、拡張の必要があるのかどうかということである。

Ⅳの「丘珠空港の利用者はどこか」は、現在陸上自衛隊と共用している丘珠空港の利用者をどの団体にするのかということである。また、民間の使用が引き続き行われるにしても、ジェット機、プロペラ機など、どの機種が望ましいのかということでもある。

Ⅴの「新千歳の機能」は、丘珠空港が近くに控えている、「大空港」新千歳空港の機能は現在どのようなものであるか、また将来どのようなようになっていくのかということである。丘珠空港と新千歳空港との機能分担を考えていく上で、重要な項目である。

Ⅵの「新空港の建設は必要か」は、丘珠空港に替わる新たなジェット機に対応した空港の建設が必要か否かということである。

Ⅶの「航空機の頻度はどの程度のものか」は、道内航空網の拠点となっている丘珠空港にとって、死活に関わる問題である。道内航空の需要が少なければ、新千歳空港に現在の便数をシフトさせることで問題の解決となってしまう。逆に需要が多ければ、丘珠空港の必要性が大きくなっていくであろう。

これらの項目をSCAでは、デシジョンエリア（意思決定領域）と呼ぶ。次に、

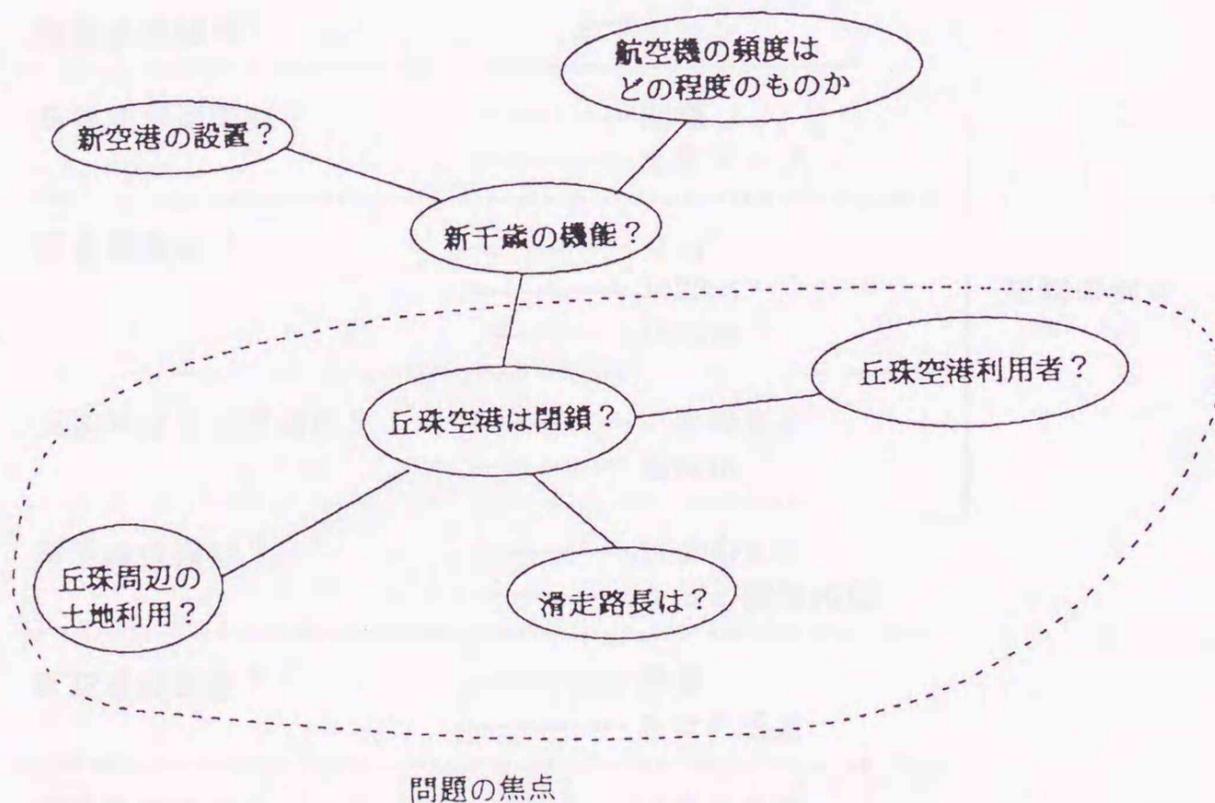


図 3 - 1 6 丘珠空港問題におけるデシジョングラフ

これらのデシジョンエリアをSCAの中心手法であるAIDA(Analysis of Interconnected Decision Areas)によりデシジョングラフを作成したものを図3-16に示す。デシジョングラフとは、関連する選択肢を持つ2つのデシジョンエリア間をデシジョンリンクと呼ばれる線で結び、デシジョンエリアの関係を明確にするものである。デシジョンリンクで結ばれた2つのデシジョンエリアは、同時に検討する必要がある。

また、「丘珠空港周辺の土地利用」、「丘珠空港は閉鎖か否か」、「滑走路長は何メートルか」、「丘珠空港の使用者はどこか」は、特に重要な問題であるので、「問題の焦点(プロブレムフォーカス)」とした。

d. オプション(Option)

c.において決定したデシジョンエリアのそれぞれについて、オプションを定める。オプションとは、それぞれのデシジョンエリアにおいて選択できることのできる選択肢のことである。また、このオプションの設定の際の約束ごととして、1つのデシジョンエリアにおいて2つのオプションを同時に選択する事はできない。すなわち、1つのデシジョンエリアにおいては、必ず1つのオプションが選択されなければならない。

丘珠空港問題におけるオプションを図3-17に示す。

意思決定領域	オプション	
丘珠空港は閉鎖?	——— 閉鎖	}
	——— まだオープン	
滑走路長は?	——— 0 m	}
	——— 1400 m	
	——— 2000 m	
丘珠周辺の土地利用?	——— いまのまま	}
	——— 都市化	
新千歳の機能?	——— いまのまま	}
	——— もっと国際的に	
新空港の設置?	——— 不要	}
	——— 石狩に設置	
道内各都市から	——— いまのまま	}
	——— いまより増やす	
	——— いまより減らす	

図3-17 丘珠空港問題におけるオプション

次に、オプションバーを引く。オプションバーとは実行不可能なオプションの組み合わせに引かれる線のことである。オプションバーを引くことにより、代替案の抽出の際に実行不可能な代替案を抽出するミスを防ぐことができる。丘珠空港問題では、空港を閉鎖した場合、滑走路長は当然0 mとなるから、1, 400 m、2, 000 mは実行不可能である。逆に存続した場合、0 mは実行不可能である。また、丘珠空港を閉鎖した場合、民間・自衛隊とも使用が不可能になってしまう。すなわち「利用者が誰もいない」状態になる。滑走路長が1, 400 mの場合、ジェット機が安全に離着陸できなくなる。以上をオプションバーとする。オプションバーを引いたものを図3-18に示す。

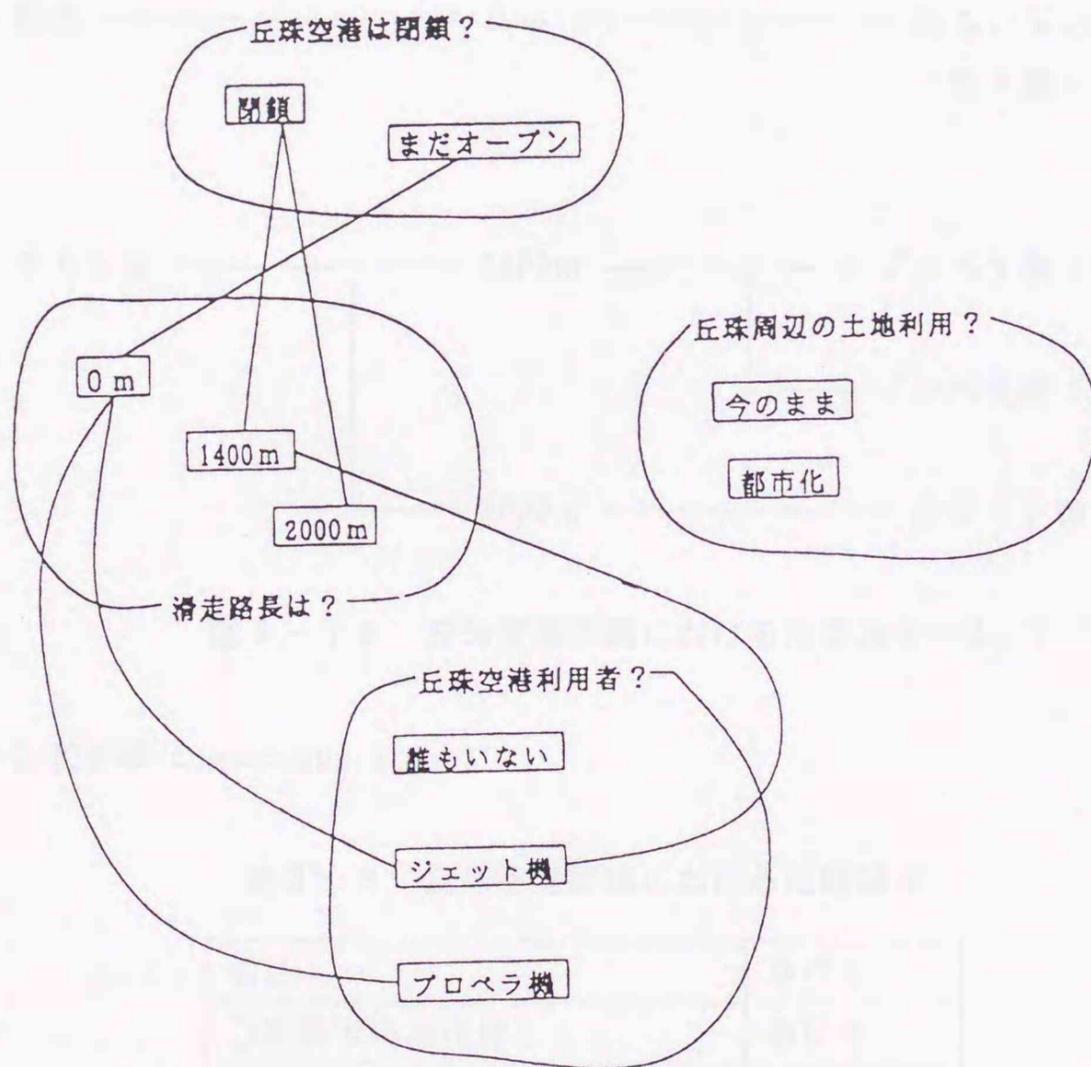


図3-18 丘珠空港問題におけるオプションバー

e. 決定スキーム(Decision Scheme)

実行可能なオプションの組み合わせをスキームという。丘珠空港問題におけるスキームは図3-19により、次の3つである。

スキームA：丘珠空港を閉鎖し、丘珠便を全て新千歳空港にシフトしてしまう。

スキームB：丘珠空港は存続し、滑走路長は1400m、就航機種はプロペラ機。

スキームC：丘珠空港は存続し、滑走路長は1400m、就航機種は新プロペラ機。

スキームD：丘珠空港は存続し、滑走路長は2000m、就航機種はジェット機。

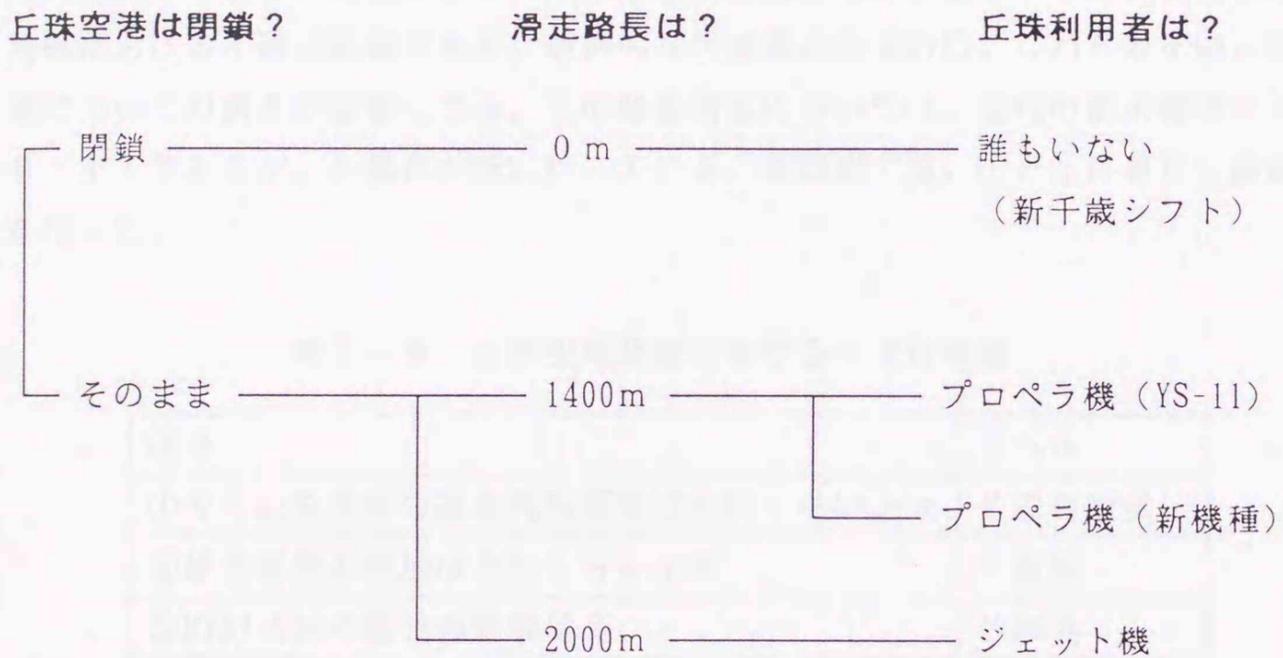


図3-19 丘珠空港問題における決定スキーム

f. 比較領域(Comparison Areas)

表3-8 丘珠空港問題における比較領域

項目	ラベル
① 利用者の利便性	利便性：
② 地域住民に与える騒音	騒音：
③ 機体の安全性	安全性：
④ 丘珠周辺の都市計画	都市計画：
⑤ 空港そのものにかかる費用	空港費用：
⑥ 航空会社の運行費用	運行費用：

e. において抽出されたスキームは複数であり、最終的には1つを決定しなければならぬ。そのためにはスキームを比較することが不可避であり、比較には何らかの比較項目を設ける必要がある。SCAでは、スキームを比較する際の比較項目を「比較領域」と呼んでいる。表3-8は、丘珠空港問題におけるスキームの比較項目である。

g. 不確実性領域(Uncertainty Area)

比較領域で設定した基準に従ってスキームを比較しようとしても、「不確実」なため比較ができない要素をSCAでは不確定領域と呼ぶ。表3-9は、丘珠空港問題における不確定領域である。最終的な代替案の決定の際、これらの不確定領域についての調査が必要となる。③の騒音調査については、現在の使用機種のYS-11であるが、札幌市が既に行っている。本調査では、①と②に着目し調査を行った。

表3-9 丘珠空港問題における不確定領域

項目	ラベル
①今の丘珠空港の総合的利便性はどれくらいか※	? 総合利便
②航空需要の増加はどれくらいか※	? 需要
③B737-500の騒音の影響は?	? 騒音
④拡張した場合の近隣住民への影響は	? 拡張影響
⑤都市空港に対して丘珠住民がどのくらい重要だと思っているか	? 住民の意識

- 「? 総合利便」は比較領域の「利便性:」に影響
- 「? 需要」は " の「利便性:」に影響
- 「? 騒音」は " の「騒音:」に影響
- 「? 拡張影響」は " の「都市計画:」に影響
- 「? 住民の意識」は " の「都市計画:」に影響する

※は、今回調査を行った項目

### 3-3-4 丘珠空港利用意識アンケート調査<sup>9)</sup>

#### (1) 調査の目的

本調査は、利用者が航空機を利用する際の交通アクセス、航空機を便数、所要時間、料金等のサービス水準に対する評価構造を把握し、航空機利用者からみた丘珠空港の現状及び整備後の評価を行うものである。

#### (2) 実施した調査

表3-10 利用者アンケート調査項目一覧

I	個人属性	1. 性別 2. 年齢 3. 住所
II	利用目的	1. 今回の出発地 2. 今回のアクセス交通手段 3. 今回の総所要時間 4. 今回の利用便 5. 今回の目的地 6. 今回の利用目的 7. 今回の旅行日数
III	過去1年間の 道内航空路線利用回数	
IV	丘珠空港の利用理由	1. 新千歳空港との比較の有無 2. 丘珠空港を利用した理由
V	航空機利用の際の利便性	一対比較
VI	利便性と周辺環境の影響	四者択一式
VII	利便性の変化	1. 便数変化 2. 料金変化 3. 飛行時間変化
VIII	空港までの交通条件	新千歳空港との比較
IX	フリーアンサー	

本調査では、次の2つの調査を行った。

- ① 丘珠空港におけるヒアリング形式アンケート（以下「利用者アンケート」）
- ② 道内各都市における郵送方式アンケート（以下「都市アンケート」）

表 3 - 1 1 都市アンケート調査項目一覧

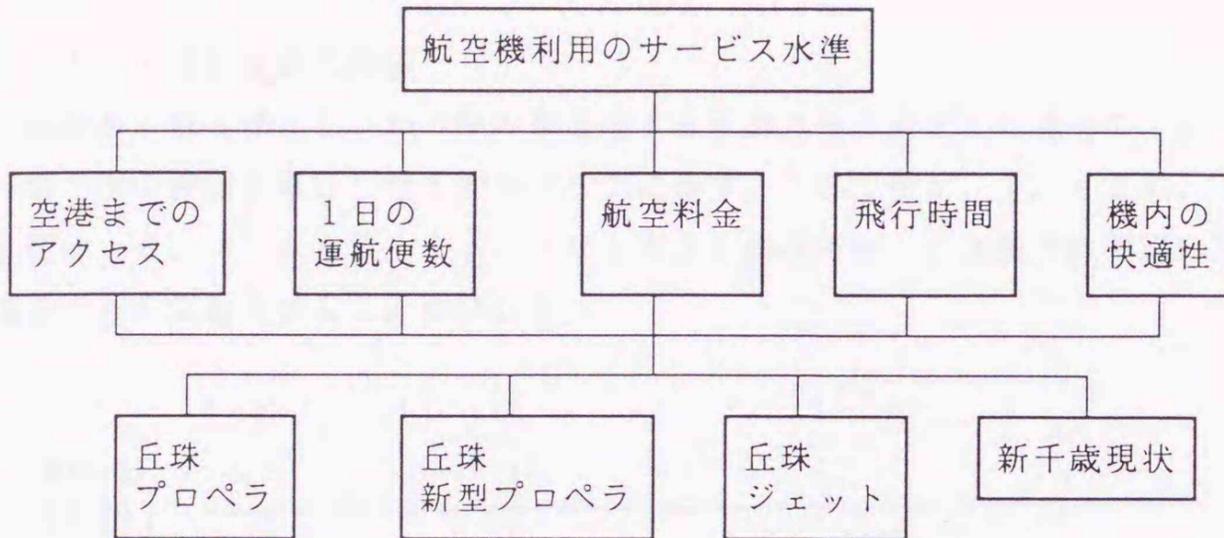
I	個人属性	1. 性別 2. 年齢 3. 役職◎ 4. 住所
II	丘珠利用について	1. 丘珠の利用の有無 ◎ 2. 丘珠利用の主要目的地 3. 主要交通機関 4. 総所要時間
III	過去 1 年間の 航空路線利用回数	1. 道内航空路線利用回数 2. 道外便への乗継ぎの割合◎
IV	丘珠空港の利用理由	1. 新千歳空港との比較の有無 2. 丘珠空港を利用した理由
V	航空機利用の際の利便性	一対比較
VI	利便性と周辺環境の影響	四者択一式
VII	利便性の変化	1. 便数変化 2. 料金変化 3. 飛行時間変化
VIII	空港までの交通条件	新千歳空港との比較
IX	フリーアンサー	

◎印は、利用者アンケートと内容を変更した箇所である

3-3-5 AHPを用いた代替案の評価

(1) 評価モデルの構築

本章で用いた階層図は図3-20の通りである。



丘珠プロペラ : 現状 (YS-11) を表す

丘珠新型プロペラ : 新型プロペラ (50~60人程度の定員) を導入した場合

丘珠ジェット : ジェット機 (B737-500) を導入した場合

新千歳現状 : 新千歳空港の現状を表す

図3-20 航空機利用のサービス水準の階層図

a. 評価項目ウエイト

利用者が航空機利用の際にどの項目を重視するかをまとめた結果をグラフに示

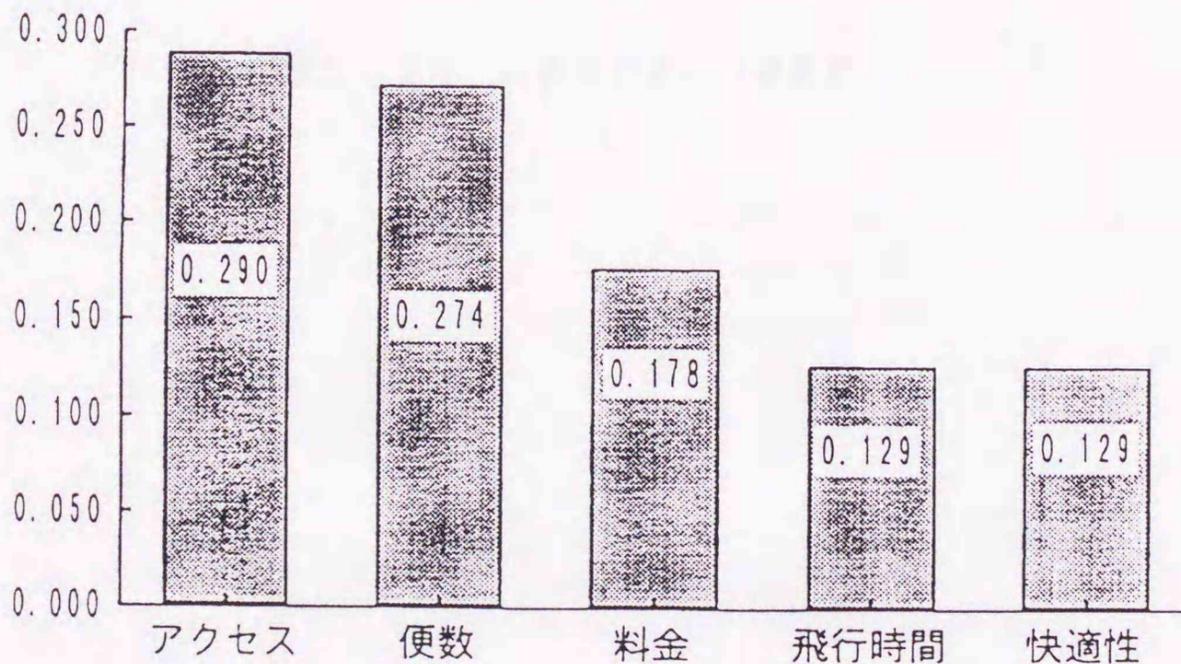


図3-21 AHPによるウエイト

す。グラフにより、重視する項目は「空港までの交通機関」が0.290、「1日の便数」が0.274と大きくなっていることがわかる。ついで、「料金」、「飛行時間」、「快適性」の順となっている。

b. 1日の運航便数の評価

現状を1日3便とし、かつその評価を10点満点中5点とした場合の1日1便、1日5便の評価を集計したものをグラフに示す。1日1便は、1.42点、1日5便は、8.48点と双方とも5点から大きく離れており、運航便数の違いが評価を大きく変動させることが分かる。

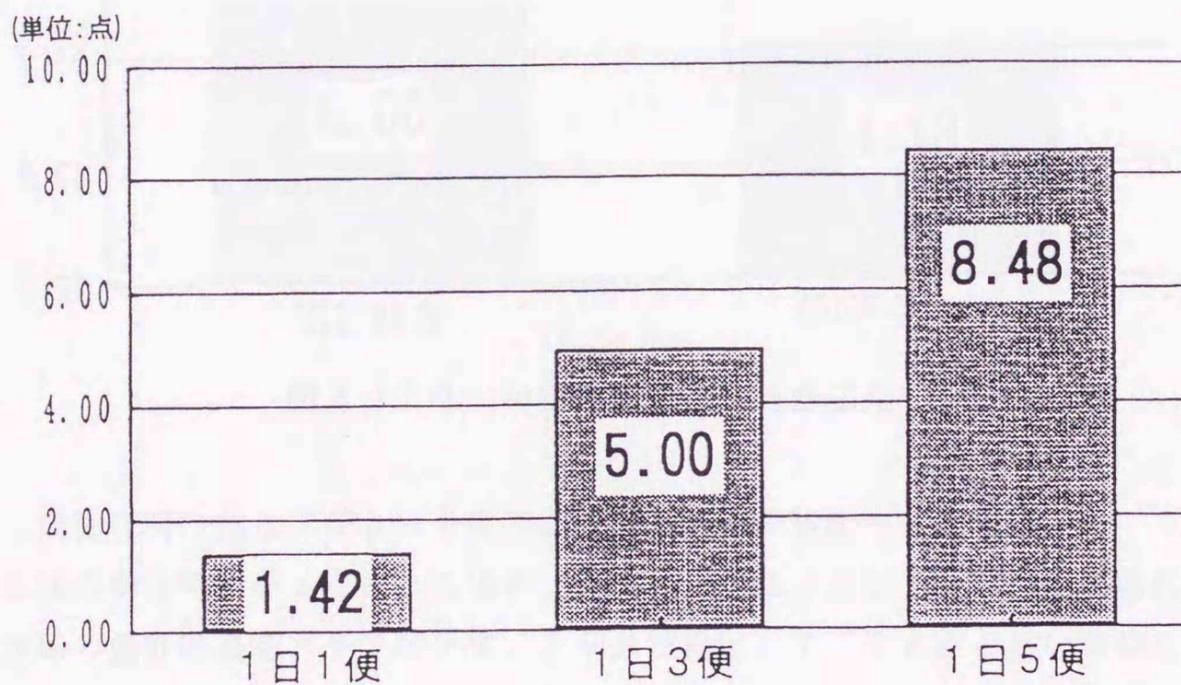


図3-22 利便性の変化(便数変化)

c. 料金の変化（ジェット化による値上げ）の評価

現状の航空料金を5点とした場合、ジェット化による850円の値上げに対する集計結果をグラフに示す。850円の値上げは、4.18点とそれほど低い評価にはなっていないことがわかる。

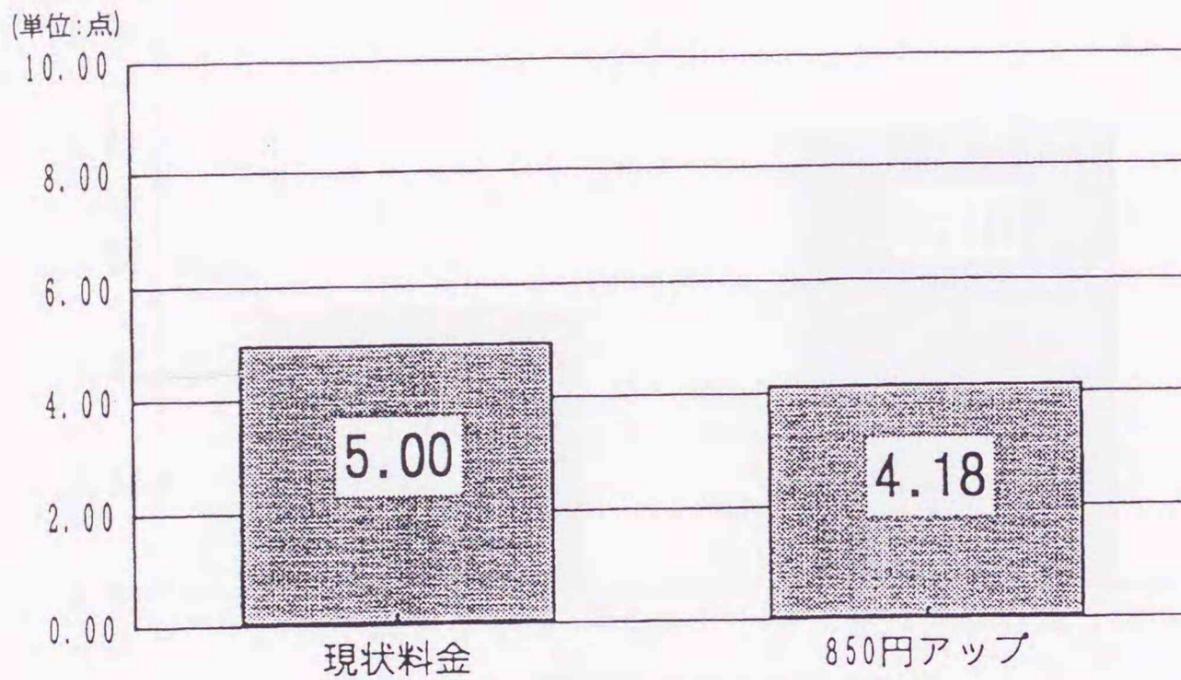


図3-23 利便性の変化（料金変化）

d. 飛行時間の変化（ジェット化による飛行時間の短縮）の評価

現状の飛行時間を5点とした場合、ジェット化による20分の時間短縮に対する評価の集計結果をグラフに示す。20分短縮は、7.86点と高い評価を得ていることがわかる。

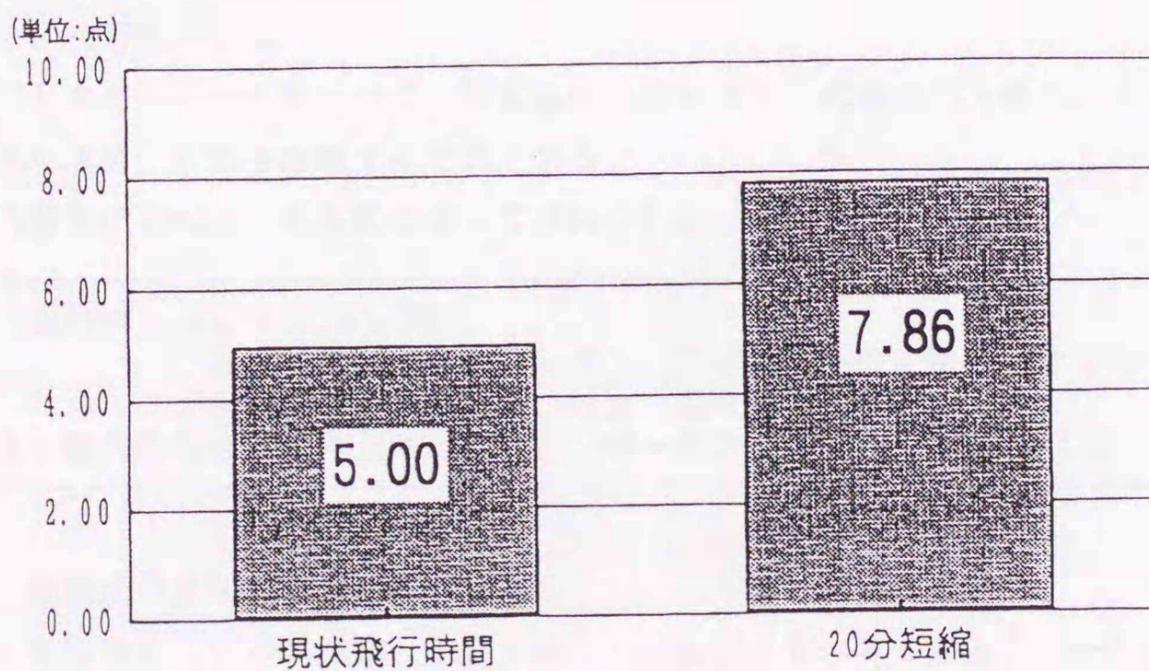


図3-24 利便性の変化（飛行時間変化）

e. 空港のアクセス条件の評価

新千歳空港のアクセス条件を5点とした場合の、丘珠空港のアクセス条件の評価の集計結果をグラフに示す。丘珠空港のアクセス条件は、8.18点とかなり

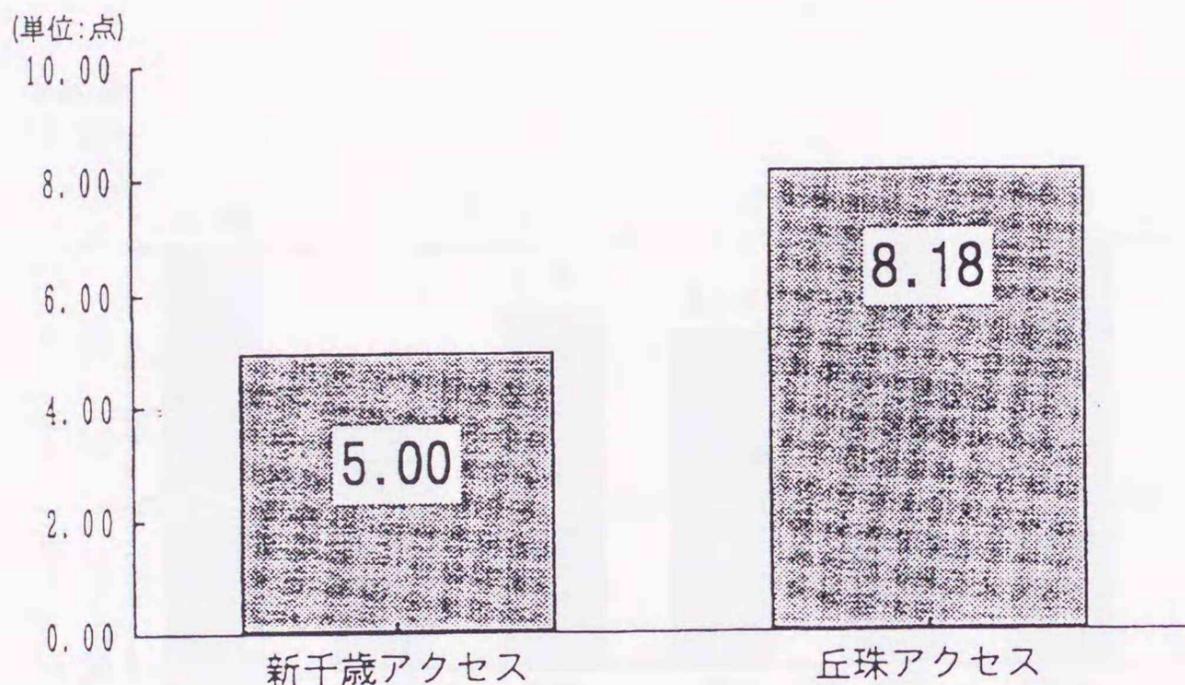


図3-25 空港アクセス条件の変化

高い評価を得ていることがわかる。丘珠空港は、札幌都心部に近いという有利な点がある反面、新千歳空港には鉄道という軌道系の交通機関が存在するが、利用者全体でみると丘珠空港の近接性をより評価し、このような高い評価を得たものと考えられる。

(2) 代替案の評価

これまでのデータを用いて、代替案の比較を行う。代替案の比較は、代替案の得点を求め、それを比較する方式とする。

代替案の得点は、次の式によって求められる。

$$(総得点) = \sum (W_i \times P_i)$$

W: AHPによるウェイト P: 利便性の変化における得点  
i = アクセス, 便数, 料金, 飛行時間, 快適性  
注) 機内の快適性の得点は、ジェット機 = 6点 YS-11 = 5点とした。

a. 函館便の各代替案の比較

「丘珠現状(プロペラ機、1日5便)」は総得点6.88点と、「新千歳現状(ジェット機、1日3便)」の総得点5.35点より、かなり高い値を示している。このことは、現在丘珠-函館便の利用率の高さを忠実に表しているものとい

える。丘珠空港の整備に当たって、ジェット機で1日5便の運航ならば、7.23点までポイントが上昇し、現状よりも相当程度サービス水準を高めることができる。一方1日3便（ジェット）の運航では、6.27点で、丘珠現状のポイントよりも低くなり、「サービス水準が低下した。」という意識をもたれるであろう。

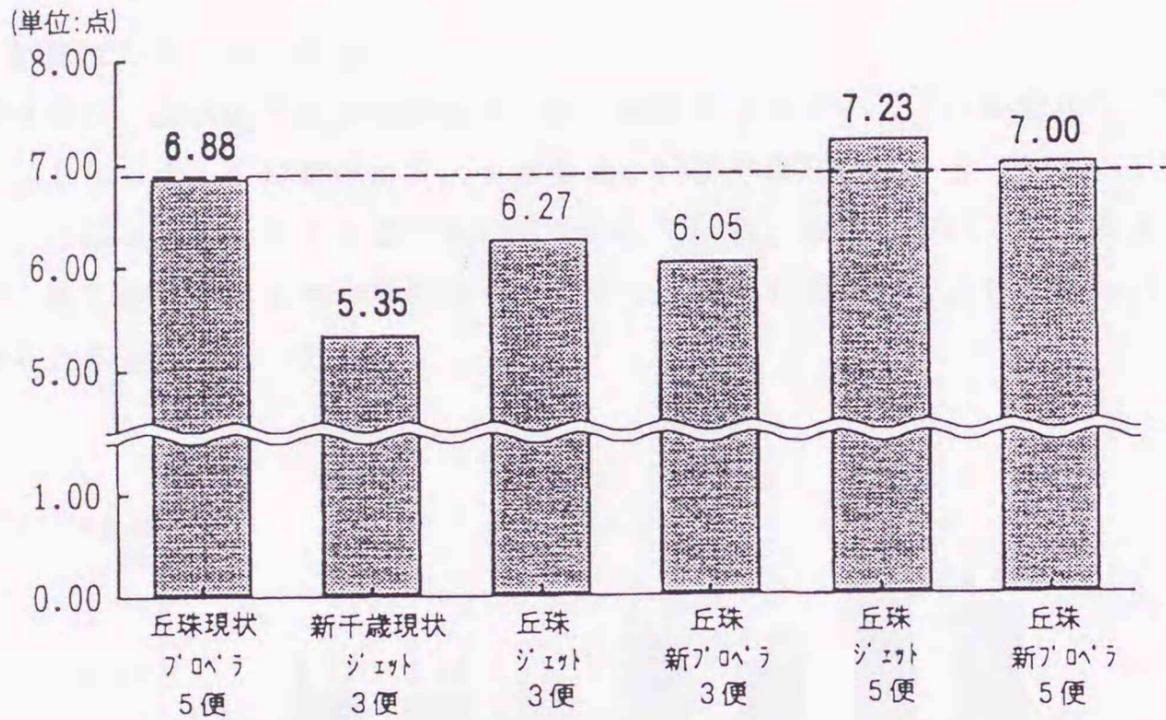


図3-26 代替案の比較（函館便）

b. 中標津便の各代替案の比較

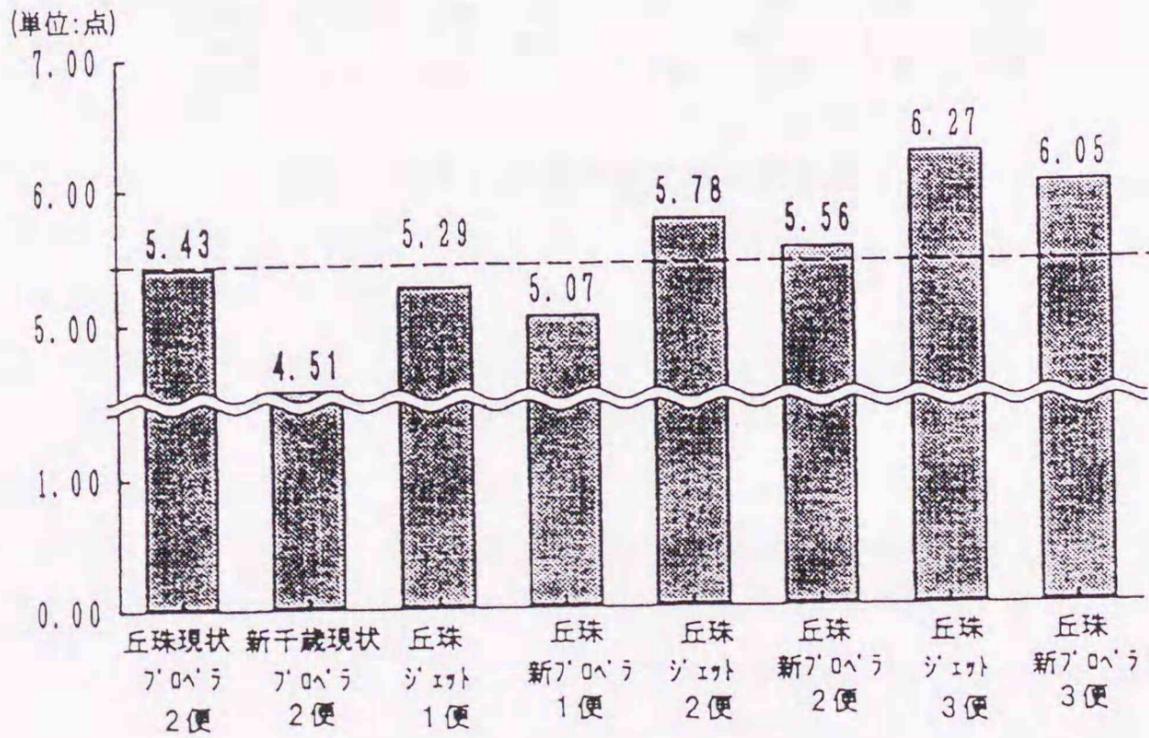


図3-27 代替案の比較（中標津便）

「丘珠現状（YS-11、1日2便）」は総得点5.43点と、「新千歳現状（YS-11、1日2便）」の総得点4.51点より、高い値を示しており、ここでも丘珠空港便が新千歳空港便より多く利用されている実態を表している。整備にあたっては、運航便数が大きな影響を与えることが示され、「ジェット機で3便」の場合最大の評価6.27を得る。

c. 釧路便の各代替案の比較

釧路便は、現状の丘珠空港便の方が新千歳便より少ない。「丘珠現状（YS-11、1日2便）」は総得点5.43点と、「新千歳現状（YS-11、1日4便）」の総得点5.83点より低い値を示している。現状においては、前述した通り、新千歳空港便の方が分担率0.574とよく利用されており、本モデルの妥当性が示されたといえる。

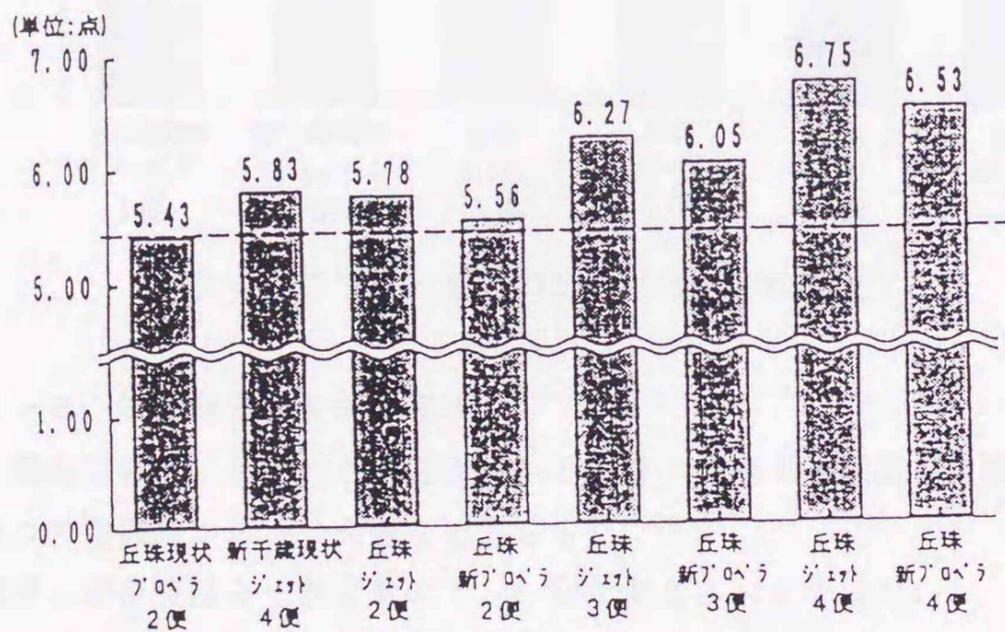


図3-28 代替案の比較（釧路便）

d. 稚内・紋別便の各代替案の比較

稚内・紋別便は、丘珠空港便・新千歳便共にプロペラ機による1日1便の運航である。「丘珠現状」は総得点4.94点と、「新千歳現状」の総得点4.02点より高い値を示している。ここでも本モデルの妥当性が示されたといえる。

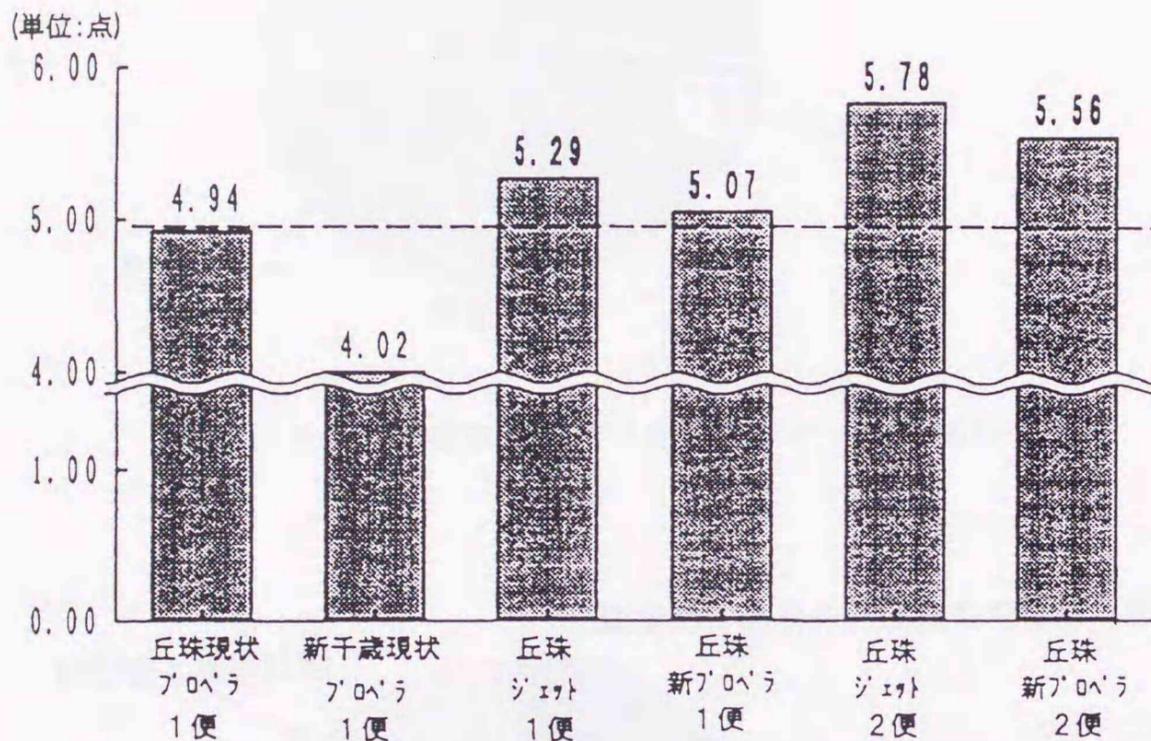


図3-29 代替案の比較（稚内・紋別便）

3-3-6 航空機の利便性と環境

航空機利用者の「利便性と周辺環境への影響」に関する意識を把握するため、次の四つの選択肢から一つを選んでもらった。

- ①環境と利便性は全く別なもので、一緒に考えるべきではない。
- ②利便性が最も重要であり、周辺環境へは補償などで対応する。
- ③周辺環境のためには、利便性はやや犠牲（不便）になってかまわない。
- ④周辺環境を考えるのが第一であり、そのためには空港移転など利便性はかなり犠牲になってかまわない。

この結果、「②利便性が最も重要であり、周辺環境へは補償などで対応する。」が36%であるのに対し、「④周辺環境を考えるのが第一であり、そのためには空港移転など利便性はかなり犠牲になってかまわない。」は7%となっており（いずれも「都市アンケート全体」）、利用者としては、利便性に重きを置く人の割合が多くなっていることがわかる。

一方、「③周辺環境のためには、利便性はやや犠牲（不便）になってかまわない。」とするものも27%あり、全体の約1/3が空港整備と環境への配慮に

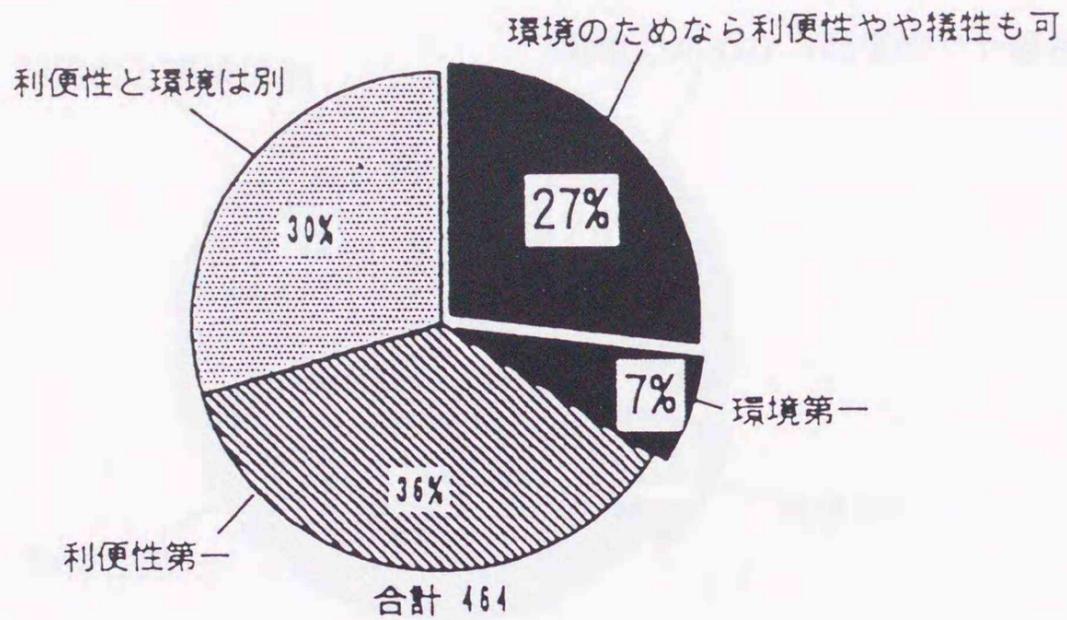


図3-30 利便性と環境（都市アンケート全体）

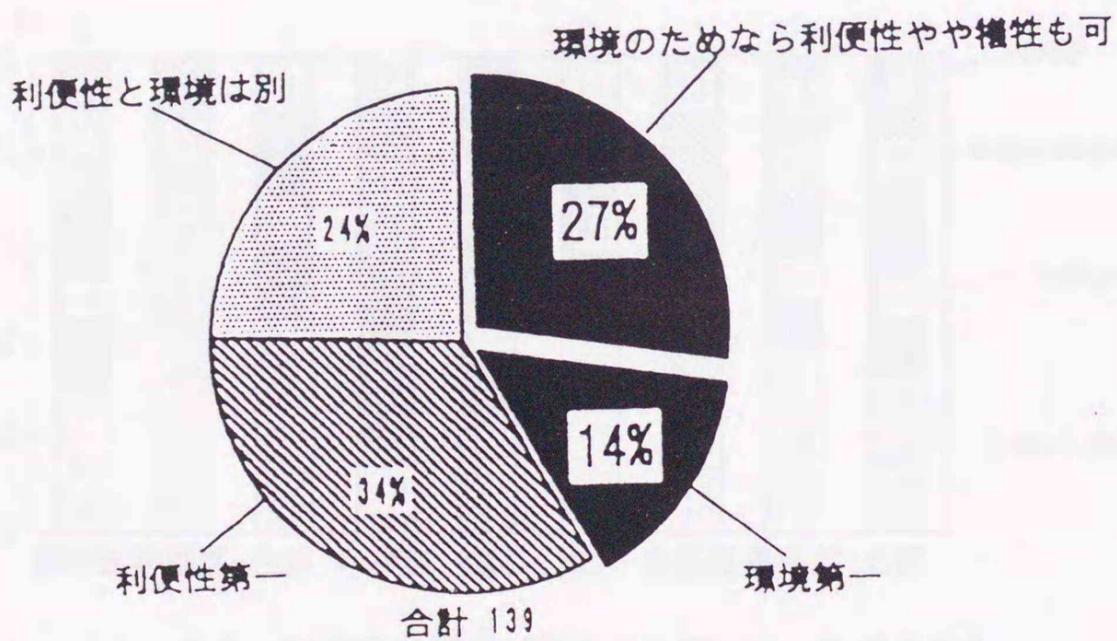


図3-31 利便性と環境（利用者アンケート）

ついでの問題点を強く意識していることが推察される。

なお、この傾向は札幌市各区分・道内各都市の地域別、また都市アンケート・利用者アンケートのアンケートの種別にほぼ関係なくみることができる。

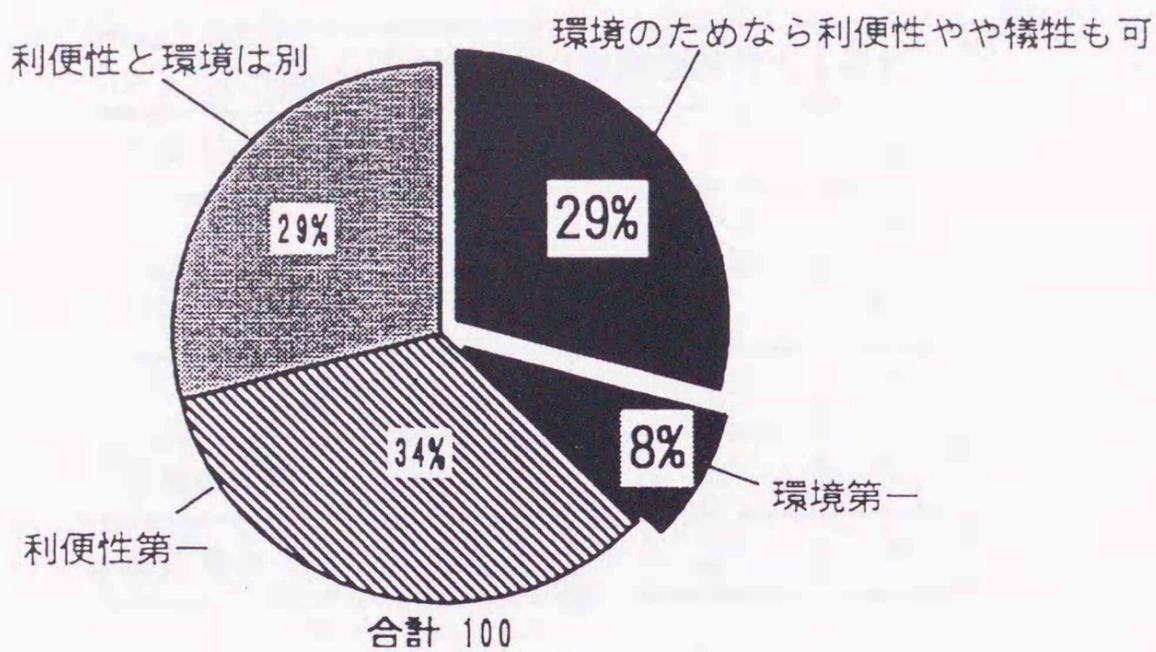


図 3-3-2 利便性と環境 (都市アンケート、札幌市)

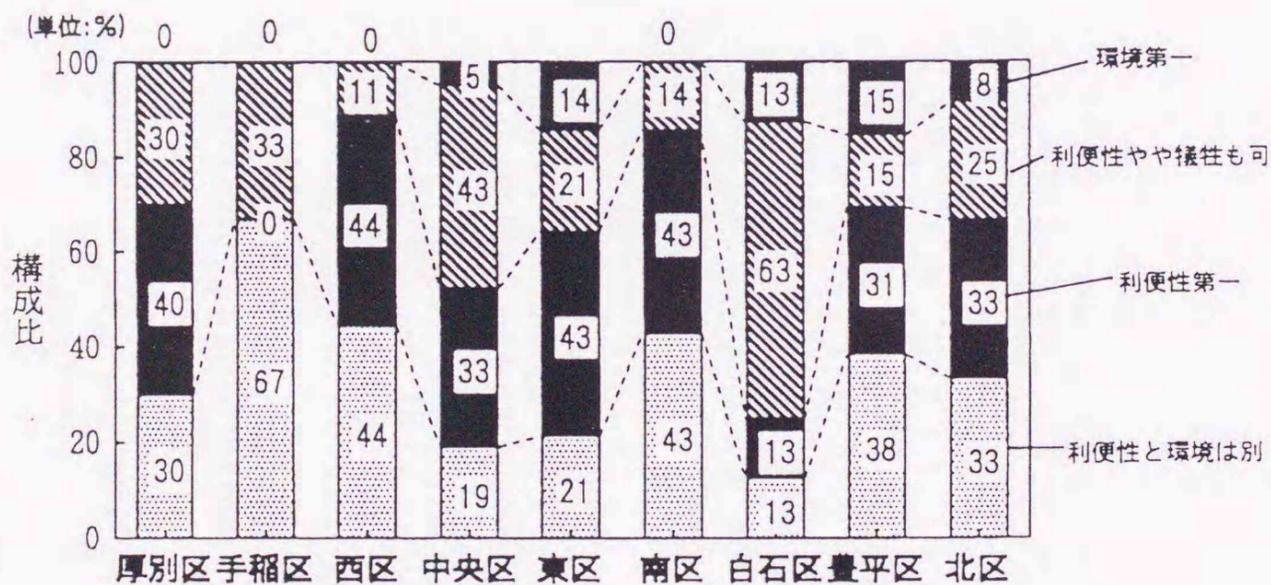


図 3-3-3 利便性と環境 (都市アンケート、札幌市区別)

### 3-3-7 フリーアンサー

都市アンケートと利用者アンケートにおけるフリーアンサーの中で主なものを表にしたものを示す。(複数回答可)

都市アンケートでは、「丘珠空港は必要」、「環境を考えるべき」、「ジェット化賛成」の意見が多い。一方、利用者アンケートは、ジェット化についての意見が多い。そして賛成の意見が反対の意見より多く、しかも賛成の意見の大部分が、札幌以外の道民によるものであることがわかる。また、両アンケートとも「環境を考えて」という意見が出ている。利便性だけを考えてジェット化するのではなく、環境問題を解決してジェット化という意見が利用者の中には存在する。

表 3 - 1 2 フリーアンサー集計 (利用者アンケート)

	札幌市民	札幌以外の人	合計
丘珠空港は便利	3	5	8
〃 不便	0	2	2
ジェット化賛成	9	14	23
〃 反対	2	1	3
環境を考慮	1	5	5
便数増加	2	2	2

表 3 - 1 3 フリーアンサー集計 (都市アンケート)

	札幌市	道内都市	合計
丘珠は便利	5	8	13
〃 不便	3	0	3
丘珠は必要	5	18	23
〃 不要	1	4	5
環境を考える	4	15	19
ジェット化賛成	13	41	54
〃 反対	2	0	2
地下鉄の延長を	2	5	7
欠航を減らしてほしい	0	3	3
アクセスを改善してほしい	3	7	10
アクセスを良くして移転を	1	4	5
移転賛成	2	8	10
〃 反対	0	1	1
利用時間帯の改善を	0	17	17
待合い室が狭い	1	4	5
便数増加	4	15	19
手荷物検査の自動化	0	2	2

3 - 3 - 8 本アンケート調査のまとめ

- a. 利用者は航空機を利用するにあたり、特に空港までのアクセス条件、利用できる航空機の便数を重視しており、ついで、料金、飛行時間、快適性を重視している。
- b. 丘珠空港のアクセス条件は新千歳空港に対し、高く評価されており、利用者は、現状の丘珠空港を新千歳空港より相当程度高く評価しており、現状の利用実態からもこのことが裏付けられる。よって、仮に丘珠空港が廃止されると航空機利用者はかなりのサービス水準の低下を強いられることになる。

- c. 将来、最もサービス水準が高いのは丘珠空港にジェット機が就航される場合である。しかし、ジェット機ではなく、プロペラ機が丘珠空港に就航された場合でも、運航便数が確保されればそのサービス水準は新千歳空港よりも高い評価を得る。
- d. 利便性と環境については、札幌、道内各都市とも、ほぼ同様の評価となっており、「②利便性が最も重要であり、周辺環境へは補償等で対応する。」とするものが、「④周辺環境を考えるのが第一であり、そのためには空港移転など利便性はかなり犠牲になってもかまわない。」とするものに比べて多く、利用者としては、利便性に重きを置く人の割合が多くなっている。
- 一方、全体の約3割の人が「③周辺環境のためには、利便性はやや犠牲（不便）になってもかまわない」とし、空港整備と環境への配慮についての問題点を強く意識していることがわかった。

### 3-4 まとめ

本章においては、計画代替案創出のためのストラテジックモデリングの有用性を示すべく、住民意思の構造化を考慮した地区計画策定モデリング及び対立状況下における空港計画策定モデリングを示したものである。

住民意思の構造化を考慮した地区計画策定モデリングのフレームワークは、KJ法による計画課題・問題の構造化、AIDAによる代替案の構造化、AHPによる代替案の比較という手法からなるものである。この中で、スキームとプランという概念の区別や、住民にとってもわかりやすく柔軟性に富んだAHPを用いることによって、地区計画に係わる住民意思の問題の解決を図っていく上で、一つの有用な手法を提示したと考える。

対立状況下における空港計画策定モデリングにおいては、まず、これまでの丘珠空港問題の経緯、新聞記事等から、丘珠空港問題全体の論点を整理し、これをさらに、簡潔な形で構造化を行った。これにより、多くの要因が複雑にからみあっている本問題を明確化できたとともに、本分析を通じ、新型プロペラ機の導入という新たな代替案を導出することができた。つぎに、SCAの構造化を受け、「丘珠空港のサービス水準をその整備の仕方により、利用者はどのように評価するのか」に関し、丘珠空港利用者にアンケート調査を行い、丘珠空港の必要性を明らかにした。この結果、利用者の丘珠空港への評価に関し、定量的に各代替案を評価することができた。

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、1990
- 2) 佐藤馨一：非まじめな都市計画、1990
- 3) 木俣昇：社会的システムにおける役割構造の分析、第5回土木計画学研究発表会講演集、1983
- 4) 石田東生：Citizen Involvement のための住民意識についての基礎的考察、第1回土木計画学研究発表会講演集、1979
- 5) 江差町：江差町史、1977
- 6) 刀根薫：ゲーム感覚意思決定法、日科技連、1986
- 7) 北海道：歴史を生かす街並み整備モデル地区ガイドライン、1990
- 8) 北海道：北海道の空港、1985
- 9) 檜館、高野、佐藤：都市型空港における旅客の利用意識に関する研究、土木学会第48回年次学術講演会、1993
- 10) 北海道新聞、1992年2月～1993年3月

第4章 不確実性を前提とした  
計画代替案評価のための  
ストラテジックモデリング

#### 4-1 概説

土木計画代替案の評価を行う場合、例えば、平均点は高いけれども、ある評価要因に関する評価が極端に低く、それが重大な障害となる場合や、逆に平均点は低いけれども、ある評価要因に関する評価が他より非常に高く、この代替案の再検討が良い結果をもたらす可能性がある場合などが想定される。

本章においては、これらの問題に対し、より柔軟な要因の取扱いと多角的な評価を可能にすべく、ファジイ測度の考え方を用い、新たな評価法を提案するとともに、ケーススタディに対し、適用を試み、その有用性を検証するものである。

#### 4-2 階層分析法による地区計画代替案評価の問題点

##### 4-2-1 階層分析法の概要

階層分析法のプロセスは次の三段階からなる。<sup>1)</sup>

- ① プランに係わる諸要素を階層構造に分解する。
- ② 各レベルの要素間の重み付けを行う。つまり、あるレベルにおける要素間の一対比較を一つ上のレベルにある要素を評価基準として行う。
- ③ 各レベルの要素間のウエイトが求まると、それぞれ計画案のウエイトは、関連する要素のウエイトを合成することにより、計算することができる。

##### 4-2-2 ウエイトの計算（従来法）

階層のあるレベルの要素  $A_1, A_2, \dots, A_n$  のウエイトを  $w_1, w_2, \dots, w_n$  とすると、一対比較行列  $A = [a_{ij}]$  は次のようになる。

$$\begin{pmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{pmatrix}$$

$W = [w_1 \ w_2 \ \dots \ w_n]^{-1}$  とすると、

固有値と固有ベクトルの関係より、

$$A \cdot W = n \cdot W \quad \text{--- (1)}$$

とでき、 $n$  は  $A$  の固有値にほかならない。 $A$  のランクは 1 であり、ただ一つの 0 でない  $\lambda_i$  を  $\lambda_{\max}$  とすると、 $\lambda_{\max} = n$  となる。

また、Wは、(2)式に従って、正規化する。

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \text{ --- (2)}$$

ここで、現実の一対比較行列Aは、前述の形をしていることは期待できないが、ほぼそれに近い形をしているとみれば、Aの最大固有値と固有ベクトルを求めれば、その固有ベクトルが各評価項目のウェイトとして採用できる。

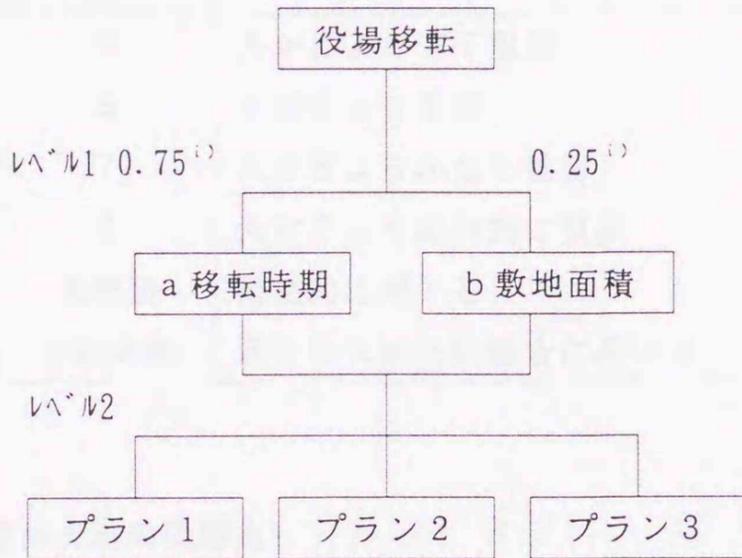
#### 4-2-3 計算例

ケースIは、表4-1の「役場移転問題」に対して抽出された三つのプランをa 移転時期、b 敷地面積という二要因によって、評価を行う計算例を示したものである。レベル1、2の各要素間の一対比較行列は表4-2～表4-4に示すとおりであり（表中の数字は表4-5参照）、それらを各一対比較行列毎固有値を求め、式(2)によって正規化されたウェイトが階層図中に示されている。例えば、プラン1の総合ウェイトは、a 移転時期からみたウェイト（0.64）、b 敷地面積からみたウェイト（0.14）をレベル1における評価要因a、bのウェイト（0.75、0.25）によって重み付け平均することによって求まる。

表4-1 抽出されたプラン（江差町役場移転の例）

プラン	移転先	移転時期	敷地面積
1	埋立地	2年以内	2000m <sup>2</sup>
2	中歌町	5年以内	5000m <sup>2</sup>
3	つたやの沢	10年以内	7000m <sup>2</sup>

ケース I



$w \leftarrow a$	$0.64^{(i)}$	$0.26^{(ii)}$	$0.10^{(ii)}$
$w \leftarrow b$	$0.14^{(ii)}$	$0.28^{(ii)}$	$0.58^{(ii)}$

$$w_1 = 0.75 \times 0.64 + 0.25 \times 0.14 = 0.52$$

$$w_2 = 0.75 \times 0.26 + 0.25 \times 0.28 = 0.27$$

$$w_3 = 0.75 \times 0.10 + 0.25 \times 0.58 = 0.22$$

注) <sup>(i)</sup> はレベル1の評価項目のウェイト、<sup>(ii)</sup> は各評価項目からみた各プランのウェイトを示す

図4-1 ケース I

一対比較行列

表4-2

レベル1	目的	a時期	b面積
	a時期	1	3
	b面積	1/3	1

レベル2

表4-3

a時期	プラン1	プラン2	プラン3
プラン1	1	3	5
プラン2	1/3	1	3
プラン3	1/5	1/3	1

表4-4

b面積	プラン1	プラン2	プラン3
プラン1	1	1/3	1/3
プラン2	3	1	1/3
プラン3	3	3	1

表 4 - 5 一対比較値

1	A B が同じくらい重要
3	A が B より若干重要
5	A が B より重要
7	A が B よりかなり重要
9	A が B より絶対的に重要
偶数值	補完的に用いる
上記逆数	B から A をみた場合に用いる

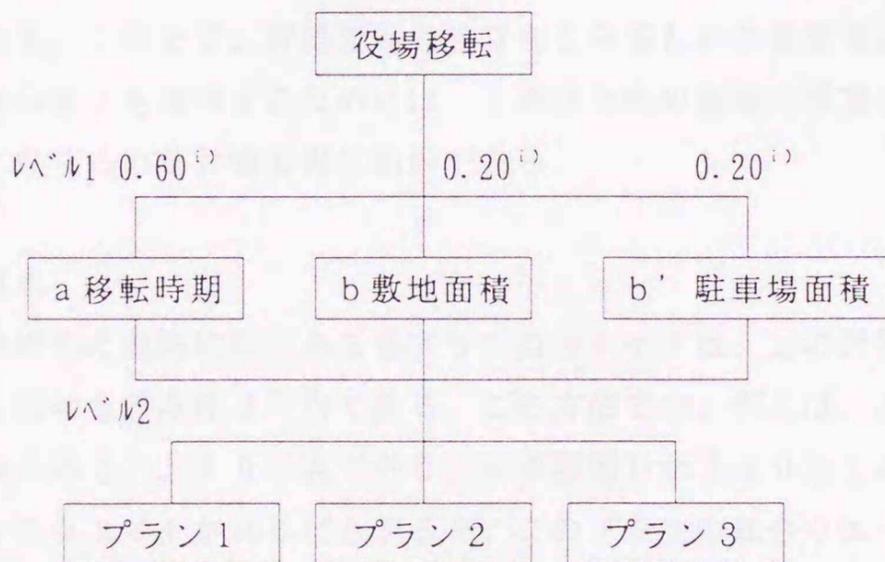
4 - 2 - 4 階層分析法の問題点

(1) 評価項目の独立性の必要性

従来の階層分析法では同一レベルの評価要因は互いに独立、もしくは独立に近い関係であることを前提としている。ここで独立という意味は階層としての上下関係は考えられないということである。例えば評価要素として次の3つの要素、

ケース II

(ケース I に極めて従属性の高い b' が加わった場合)



w ← a	0.64 <sup>(i)</sup>	0.26 <sup>(ii)</sup>	0.10 <sup>(ii)</sup>
w ← b	0.14 <sup>(ii)</sup>	0.28 <sup>(ii)</sup>	0.58 <sup>(ii)</sup>
w ← b'	0.14 <sup>(ii)</sup>	0.28 <sup>(ii)</sup>	0.58 <sup>(ii)</sup>

注) <sup>(i)</sup> はレベル 1 の評価項目のウェイト、<sup>(ii)</sup> は各評価項目からみた各プランのウェイトを示す

図 4 - 2 ケース II

レベル1

表4-6

一対比較	役場移転	a 時期	b 面積	b' 駐車場
	a 時期	1	3	3
	b 面積	1/3	1	1
	b' 駐車場	1/3	1	1

a（移転時期）、b（敷地面積）、b'（駐車場面積）があったとする。これらは、本来上下の階層関係がないので独立でなければならない。かりに、これらが弱い従属関係であれば、問題はないが、強い従属関係であれば結果に重大な影響を及ぼすことになる。

計算例（ケースII）は、bと完全に従属な評価要因b'を評価要因に取り込んでしまったために、プラン2、3のウエイトが逆転してしまった例を示している。

レベル2は、ケースIと同様

以下、ケースIと同様に計算して

$$w_1 = 0.44 \quad , \quad w_2 = 0.27 \quad , \quad w_3 = 0.29$$

逆転

この点から考えてみると、地区計画のプランの比較においては、これらの評価要因の独立性が保証されるとは限らず、むしろ、その判定が容易ではないものが多いと考えられる。これまで、評価要因の独立性を守るための提案等がなされているが<sup>2)</sup>、従来の手法を適用するためには、この独立性の確保に慎重な検討を行う必要があり、取り込める評価要因に制約がある。

## （2）評価の視点

従来の階層分析法の最終結果である各プランのウエイトは、上の計算例でもわかるとおり、いわゆる重み付け平均である。この方法では、例えば、あるプランが評価要因aからみると、100点であり、評価要因bからは0点であった場合、評価要因aとbのウエイトが同じだとすると、このプランの総合ウエイトは50点となる。この結果、評価要因a及びbからみて50点であるプランと全く同様の評価結果となる。平均と分散というとらえ方でいえば、従来の評価は平均のみであり、分散の概念に対する評価がなされなかったといえる。

しかしながら、地区計画等土木計画の評価を行う場合、例えば、平均点は高いけれども、ある評価要因に関する評価が極端に低く、それが重大な障害となる場合や、逆に平均点は低いけれども、ある評価要因に関する評価が他より非常に高く、この代替案の再検討が良い結果をもたらす可能性がある場合などが想定され

る。

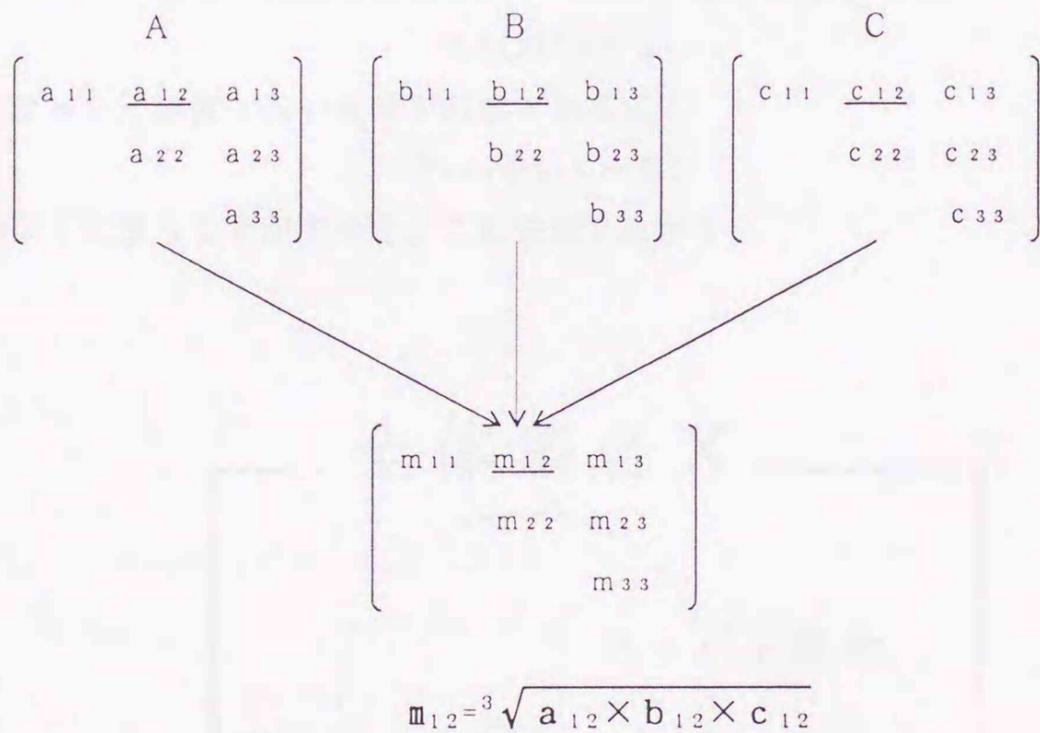
(3) 複数の評価主体による評価の扱い

プランの比較に、階層分析法を用いる場合、一対比較行列は事業者、住民、専門家等と一緒に検討していくのが望ましい。

この場合、各人、各主体により、当然一対比較結果は異なり、これを何らかの方法で一つに集約する必要がある。一番望ましい方法としては、全体で討議を行い、一対比較結果について、全体でのコンセンサスを得、集団で一つの一対比較行列を作成することであるが、それが不可能な場合、従来、次のように幾何平均により、集約を行う。

なぜならば、階層分析法においては、

$a_{ij} = 1/a_{ji}$  という仮定を行っており、これをみたすため算術平均ではなく幾何平均を用いる必要があるからである。



この幾何平均の意味について考えてみると、下に示す関係から、

$$(a_1 + \dots + a_n) / n \geq \sqrt[n]{a_1 \times \dots \times a_n}$$

特に評価主体による評価差が大きい場合に、より平準化（より1に近づく）されるよう平均化されることがわかる。

幾何平均を用いた場合の利点としては、評価主体によって評価が大きく異なる場合、それを一対比較値でいえば1に、ウエイトでいえば、等ウエイトに近づけるような合成値が得られることがあげられる。

一方、幾何平均を用いる結果、選択されたプランとは、大きく異なる評価をもつ評価主体があったとしても、それらの存在が各プランのウェイトにはあらわれない可能性がある。この場合、自らの評価が切り捨てられたと感じられる評価主体にとっては、選択されたプランは受け入れがたいものになり、この意味でプラン決定のあり方としては、適切さを欠く可能性がある。

#### 4-3 ファジイ測度を用いた評価法の定式化

##### 4-3-1 ファジイ集合とファジイ測度

ファジイ集合とファジイ測度との違いは、

- ・ファジイ集合：ぼやけた境界を持つ概念のあいまいさ
- ・ファジイ測度：多くの可能性のうちのどれであるかを特定できないあいまいさである。

具体的には、

ファジイ集合：25歳の女性がA = {若い} 集合に属すること

$$h_A(25) = 0.5$$

ファジイ測度：若い女性が25歳であること

$$P_{25}(\text{若い}) = 0.5$$

のように扱うことができる。これを図2に示す。

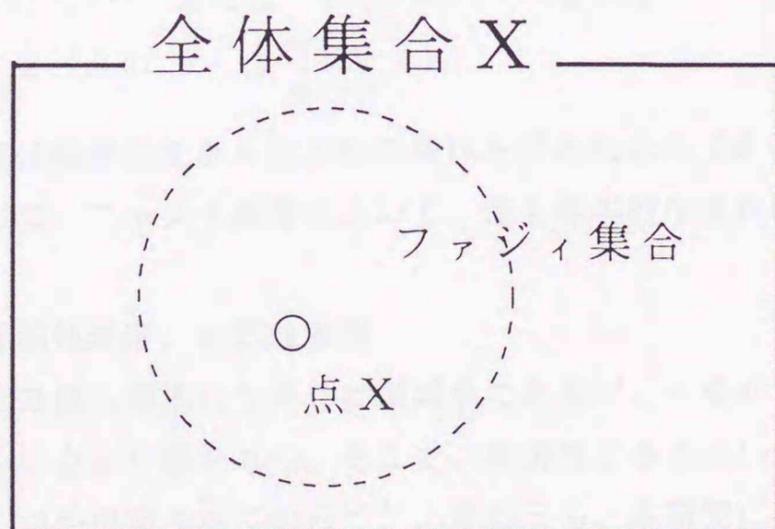


図4-3 ファジィ集合

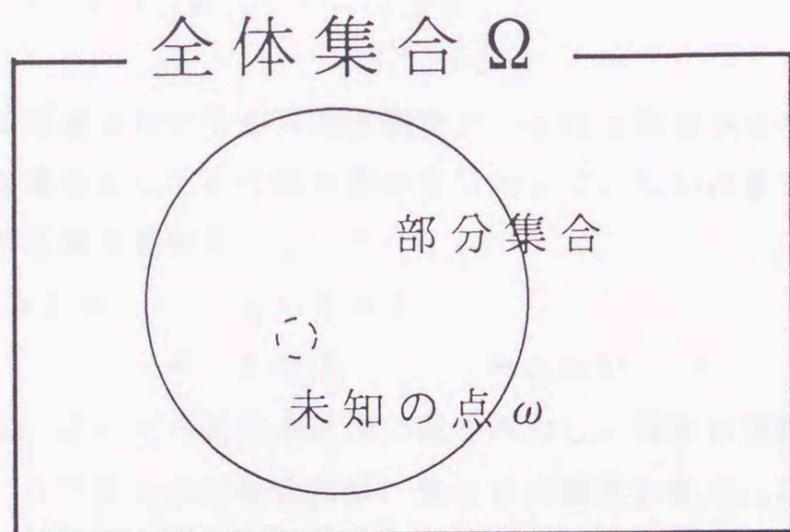


図 4-4 ファジィ測度

#### 4-3-2 ファジィ測度の定義

ある集合  $X = \{x\}$  において、 $X$  の任意の部分集合  $A$  (クリップ集合) を実数値区間  $[0, 1]$  内の実数値に対応付ける関数  $g$  を考える。 $X$  の全ての部分集合の族を  $B(X)$  とすると、 $g$  は次のように記述される。

$$g : B(X) \rightarrow [0, 1]$$

そして関数  $g$  が以下に示す条件をみたすとき、これをファジィ測度という。

条件 1  $g(\phi) = 0, g(X) = 1$

条件 2  $A \subset B$  ならば  $g(A) \leq g(B)$

条件 3  $A_1 \subset A_2 \subset \dots$  または  $A_1 \supset A_2 \supset \dots$  ならば

$$\lim_{n \rightarrow \infty} g(A_n) = g(\lim_{n \rightarrow \infty} A_n)$$

ファジィ測度は確率測度から加法性の条件を緩めたものであり、非加法性の尺度である。そして、ファジィ測度において、最も基本的な条件は単調性である。

#### 4-3-3 可能性測度、必然性測度

ファジィ測度の最も基本的な条件は単調性であるが、一般的すぎて、数学的に理論展開しにくいという面をもつ。そこで、単調性よりも強い条件を加えたファジィ測度がいくつか提案されており<sup>3) 4)</sup>、そのうち、本研究においては、次の二つの測度を基本にして評価を行うものである。

##### (1) 可能性測度

まず定義から述べると集合  $\Omega$  の部分集合を区間  $[0, 1]$  の数値に対応付ける集合関数  $\Pi$  は、次の公理を満たすとき、可能性測度という。

$$\Pi(\phi) = 0 \quad \Pi(\Omega) = 1$$

$$\Pi(A \cup B) = \max(\Pi(A), \Pi(B))$$

$$\forall A, B \subseteq \Omega$$

このように定義された  $\Pi$  が可能性測度といわれるのは次の理由による。

いま、特別な場合として  $\Omega$  の部分集合  $B$  に対して、 $\Omega$  の任意の部分集合  $A$  を  $[0, 1]$  に対応づける集合関数  $\Pi_B$  として

$$\Pi_B(A) = \begin{cases} 1 & A \cap B \neq \phi \\ 0 & \text{その他} \end{cases} \quad \forall A \subseteq \Omega$$

で定義すれば、 $\Pi_B$  は可能性測度の公理をみたし、可能性測度となることがわかる。ここで、 $A \cap B \neq \phi$  の場合には、集合  $B$  の要素が集合  $A$  に属することは可能であるから、 $\Pi_B(A)$  は可能性の度合い（ただしこの場合は 0 か 1）を与えられていることがわかる。

## (2) 必然性測度

まず定義から示す。集合  $\Omega$  の部分集合を区間  $[0, 1]$  の数値に対応づける集合関数  $N$  は、次の公理をみたすとき、必然性測度と呼ばれる。

$$N(\phi) = 0 \quad N(\Omega) = 1$$

$$N(A \cup B) = \min(N(A), N(B))$$

$$\forall A, B \subseteq \Omega$$

特別な場合として  $\Omega$  の部分集合  $B$  に対して  $\Omega$  の任意の部分集合  $A$  を  $[0, 1]$  に対応づける集合関数  $N_B$  を

$$N_B(A) = \begin{cases} 1 & B \subseteq A \\ 0 & \text{その他} \end{cases} \quad \forall A \subseteq \Omega$$

で定義すれば、 $N_B$  は必然性の公理をみたし、必然性測度となることがわかる。ここで  $B \subseteq A$  の場合には、集合  $B$  の要素が集合  $A$  に属することは必然であるから、 $N_B(A)$  は必然性の度合い（ただしこの場合は 0 か 1）を与えていることがわかる。

## 4-3-4 ファジイ測度を用いた評価法の定式化

### (1) 非加法的ウェイトの正規化

従来の階層分析法においては、

$$(A - \lambda_{\max} \cdot I) \cdot W = 0 \quad \text{--- (1)}$$

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad \text{--- (2)}$$

によって、ウェイトを求め、総合評価値を算出していた。本方法では、非加法的

なファジイ測度を用いた評価を行うため、式(1)と次の式(3)によって、ウェイトを求める。

$$\max (w_i) = 1 \text{ ----- (3)}$$

(2) 説明可能度の定義

前述したファジイ測度の一つとして、本研究において説明可能度という言葉をは次のように定義する。

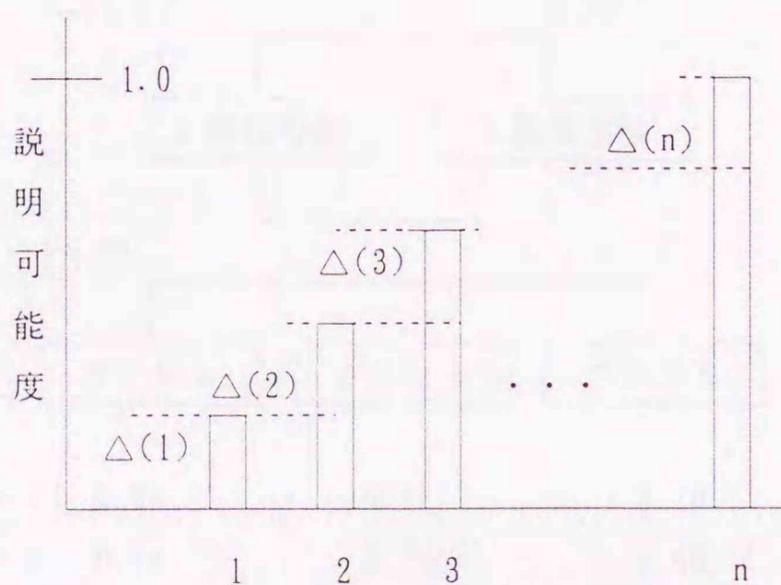
「評価要素  $X_i$  が上位目的を説明できる度合い」

すなわち、あるレベルのウェイト  $w_i = 1.0$  であったとすると、その評価項目が上位目的を完全に説明できるものであり、 $w_i = 0.1$  であれば、0.1の度合いで可能であることを示すのである。

(3) MM、MN、N評価の定式化

説明可能度を用い、可能性測度、及び必然性測度により定式化された、代替的評価及び補完的評価値<sup>5)</sup>を、本研究においては、その特徴をより分かりやすく表現するため、マキシマックス評価(MM評価)、マキシミン評価(MN評価)と再定義する。[式(4)、(5)] また、評価値の意味としては、MM評価は、代替案の長所を重視した評価、MN評価は、短所を重視した評価値となる。

さらに、本研究においては、MM評価及びMN評価と同じとらえ方で、説明可能度毎のウェイトの平均値を加算するニュートラル評価(N評価)を次のように定式化した。[式(6)]



説明可能度の昇順に並べた評価基準No.

図4-5 評価基準と説明可能度

$$MM(i) = \sum_{j=1}^n \Delta(j) \cdot \max f(i, k) \quad \text{--- (4)}$$

- MM(i) : 代替案 i の MM 評価値
- j : 評価基準の説明可能度昇順
- n : 評価基準の数
- E(j) : 評価基準 j の説明可能度
- $\Delta(j)$  : E(j) - E(j-1)
- f(i, k) : 各評価基準からみた各代替案のウェイト
- k : E(k)  $\geq$  E(j) なる評価基準を表わす

$$MN(i) = \sum_{j=1}^n \Delta(j) \cdot \min f(i, k) \quad \text{--- (5)}$$

MN(i) : 代替案 i の MN 評価値

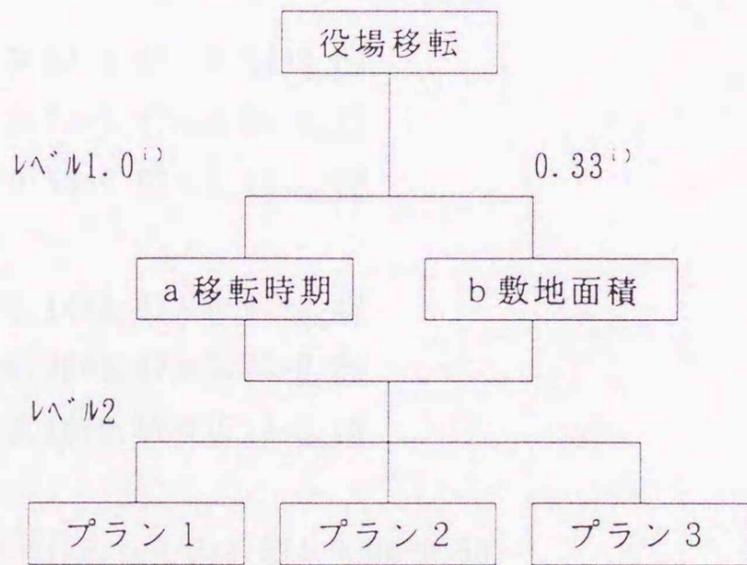
$$N(i) = \sum_{j=1}^n \Delta(j) \cdot \text{mean } f(i, k) \quad \text{--- (6)}$$

N(i) : 代替案 i の N 評価値

(4) 計算例

ケース I'

(ケース I' における MM, MN, N 評価)



w ← a	0.64 <sup>(1)</sup>	0.26 <sup>(1)</sup>	0.10 <sup>(1)</sup>
w ← b	0.14 <sup>(1)</sup>	0.28 <sup>(1)</sup>	0.58 <sup>(1)</sup>

注) <sup>(1)</sup> はレベル 1 の評価項目の説明可能度、<sup>(1)</sup> は各評価項目からみた各プランのウェイトを示す

図 4-6 ケース I'

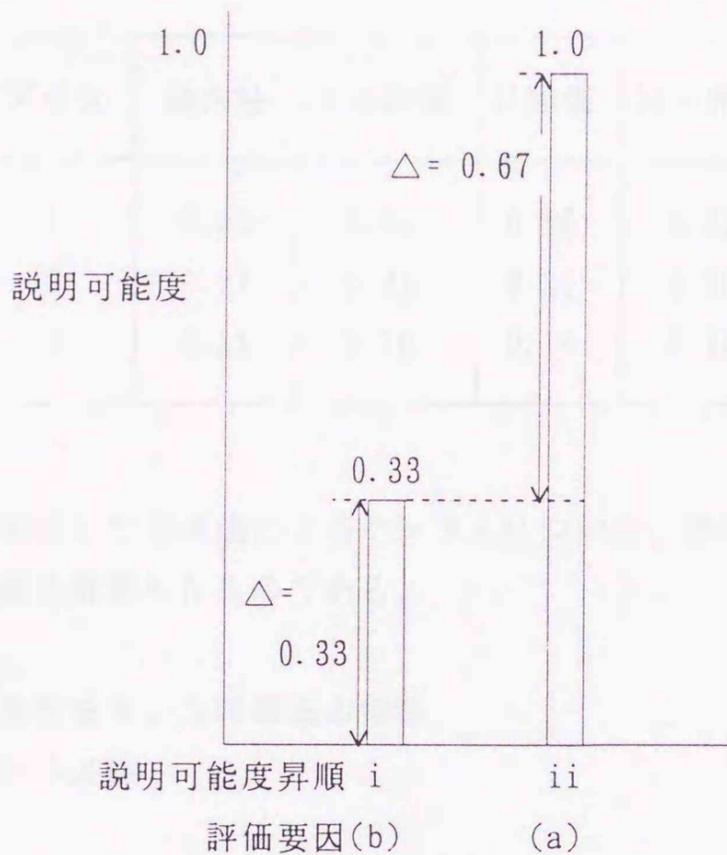


図 4 - 7 評価要因と説明可能度

$$E(i) = 0.25 / 0.75 = 0.33, \quad E(ii) = 1.0$$

$$\Delta(i) = 0.33, \quad \Delta(ii) = 0.67$$

$$MM(1) = 0.33 \times 0.64 + 0.67 \times 0.64 = 0.64$$

$$MM(2) = 0.33 \times 0.28 + 0.67 \times 0.26 = 0.27$$

$$MM(3) = 0.33 \times 0.58 + 0.67 \times 0.10 = 0.26$$

$$MN(1) = 0.33 \times 0.14 + 0.67 \times 0.64 = 0.47$$

$$MN(2) = 0.33 \times 0.26 + 0.67 \times 0.26 = 0.26$$

$$MN(3) = 0.33 \times 0.10 + 0.67 \times 0.10 = 0.10$$

$$N(1) = 0.33 \times (0.64 + 0.14) / 2 + 0.67 \times 0.64 = 0.56$$

$$N(2) = 0.33 \times (0.26 + 0.28) / 2 + 0.67 \times 0.26 = 0.26$$

$$N(3) = 0.33 \times (0.10 + 0.58) / 2 + 0.67 \times 0.10 = 0.18$$

表4-7 ケースI'の計算結果

プラン	従来法	MM評価	U評価	MN評価
1	0.52	0.64	0.56	0.47
2	0.27	0.27	0.26	0.26
3	0.22	0.26	0.18	0.10

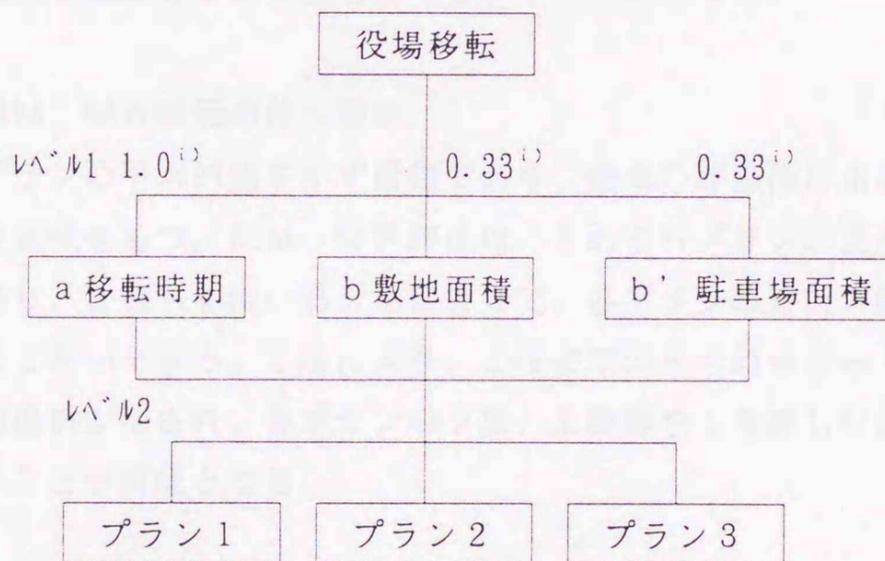
ケースI'は、前述した従来法によるケースIについて、本研究で提案するM、MN、N評価値を計算したものである。

4-4 ファジイ測度を用いた評価法の特徴

4-4-1 独立性の条件

ケースII'

(ケースIIのMM, N, MN評価)



w←a	0.64 <sup>(i)</sup>	0.26 <sup>(ii)</sup>	0.10 <sup>(iii)</sup>
w←b	0.14 <sup>(ii)</sup>	0.28 <sup>(iii)</sup>	0.58 <sup>(iii)</sup>
w←b	0.14 <sup>(ii)</sup>	0.28 <sup>(iii)</sup>	0.58 <sup>(iii)</sup>

注) <sup>(i)</sup>はレベル1の評価項目の説明可能度、<sup>(ii)</sup>は各評価項目からみた各プランのウェイトを示す

図4-8 ケースII'

表 4 - 8 ケース II' の計算結果

プラン	従来法	MM 評価	N 評価	MN 評価
1	0.44	0.64	0.53	0.47
2	0.27	0.27	0.26	0.26
3	0.29	0.26	0.21	0.10

表 4 - 8 は、ケース I に評価要因  $b$  と極めて従属性の高い  $b'$  を入れたケース II の MM, N, MN 評価を求めたものである。これと、表 4 - 7 を比べると、従来法では、従属性の高い要因を入れた結果、プラン 2 とプラン 3 の逆転が起きたが、N 評価においては幾分の変動があるものの、ほぼ、安定した結果を示しており、MM, MN 評価においては全く同一の評価となっていることが示される。式 (4)~(6) で示される算出法から、明らかなように、MM, MN 評価は、評価基準の独立・従属性の影響はなく、N 評価においては幾分の変動があるものの従来の評価法に比べその影響は小さい。そのため、ファジイ測度を用いた評価法においては、ほぼこの点を考慮せずに分析を行っていくことができる。

#### 4 - 4 - 2 MM, MN 評価の持つ意味

N 評価は、プランの平均的値を示す指標であり、従来の評価法によるウエイトと、ほぼ同一の意味をもつ。MM, MN 評価は、それぞれプランの長所、短所を評価する値であり、これらを用いることによって、各プランの分散の概念に相当するものを知ることができる。これにより、これまでの平均的値のみの評価に加え、多くの情報提供がなされ、各プランの下限、上限等をも考慮しながら、プランの選択を行うことが可能となる。

#### 4 - 4 - 3 複数の評価主体による取扱い

複数の評価主体による評価の取扱いとしては、前述したようにこれまでは、評価主体を階層図中に取り込むのではなく幾何平均が用いられてきた。これは、従来の評価法で必要とされる独立性の条件を評価主体において保つことは極めて困難であるからである。しかしながら、ファジイ測度を用いた MM, MN 評価においては、独立性を保つ必要がないため、評価主体の従属性、その数が評価結果に影響を及ぼさない。そのため、図 4 - 9 のように、評価主体を階層図中に取り込むことが可能となる。ここで、各評価主体の説明可能度 (ウエイト)  $f_1, f_2 \dots f_n$  について、

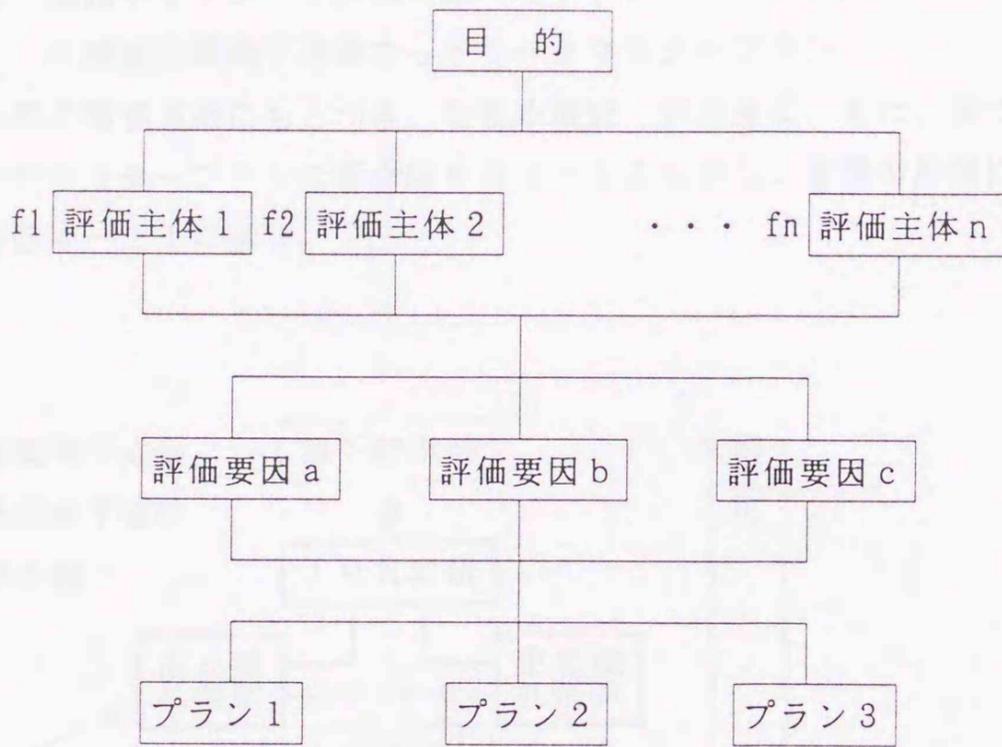


図 4 - 9 評価主体を取り込んだ階層図

$f_1=f_2=\dots=f_n=1$  とした場合は、MM評価は各評価主体による評価のうちの最大評価値、MN評価は最小評価値となり、N評価は各主体による評価の算術平均となる。

現実的には、N評価を基準とするなどにより、一つのプランを選択しなければならないが、特に評価基準の説明可能性が大きく異なっている評価主体による決定の場合は、さらに選択されたMN評価が上昇するようプランの改善を行うことが望ましい。これにより、意が結果につながらなかった評価主体の不満を解消するようなプランの修正方向（折り合いの点）を見つけることが可能となる。

4-5 地下通路ネットワーク評価問題へのファジィAHPの適用<sup>6)</sup>

4-5-1 札幌都心部地下通路ネットワークマスタープラン<sup>7)</sup>

札幌都心部の整備方策にもとづき、各都市機能、都市施設、また、街づくりを念頭に置いたマスタープランの概念図を図4-10に示し、実際の地図にあてはめたものを図4-11に示す。

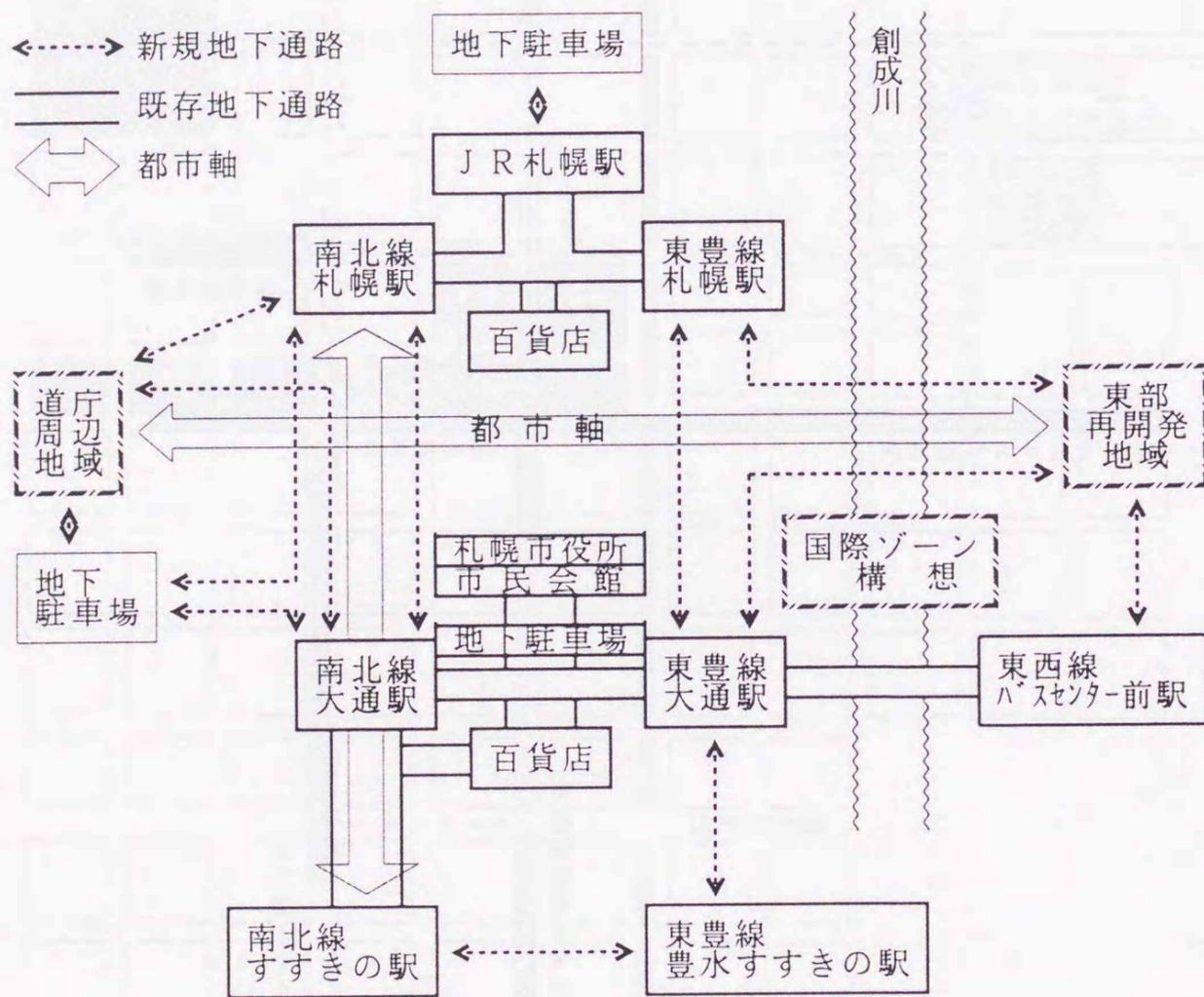


図4-10 地下通路ネットワークのマスタープラン概念図

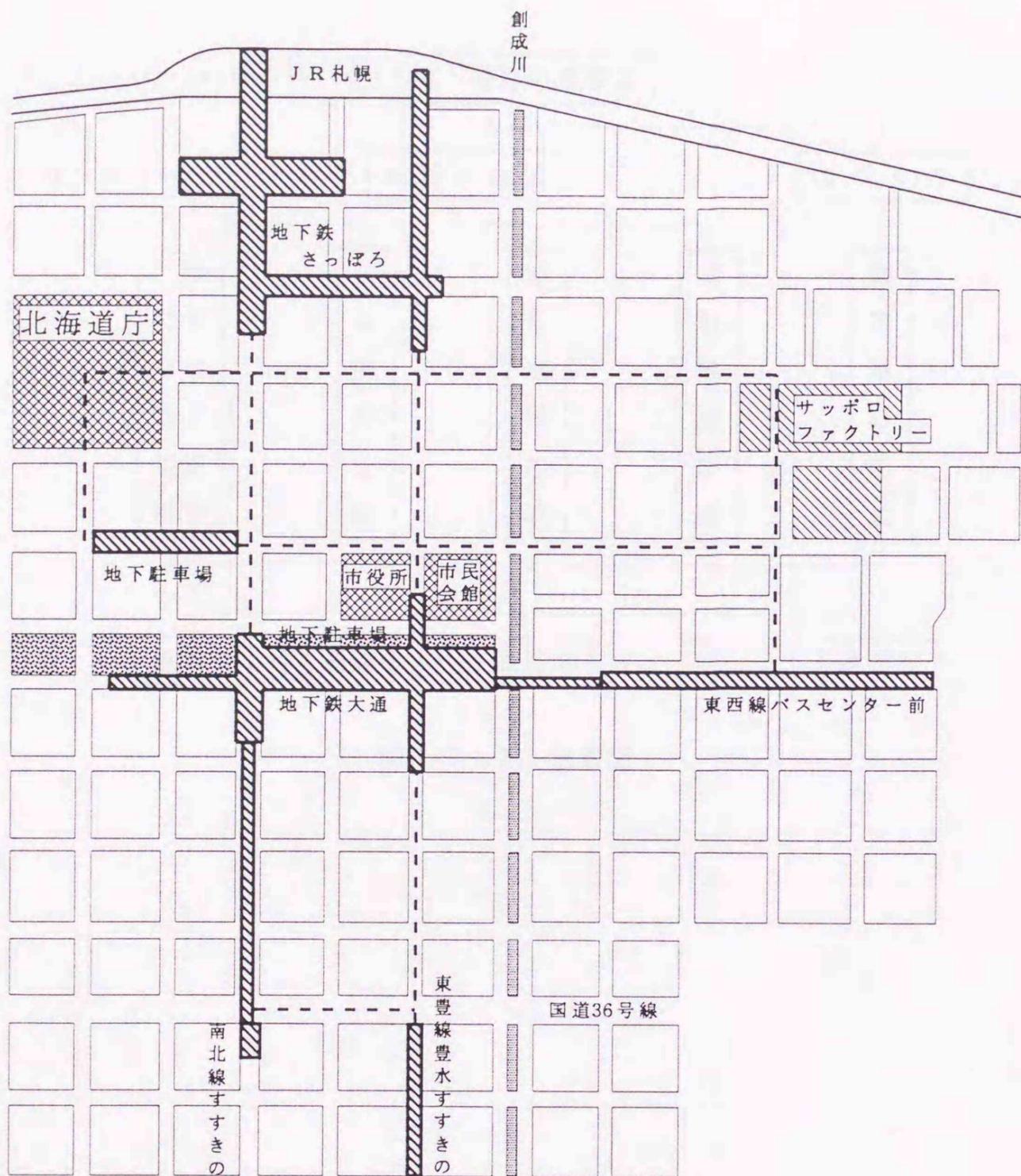


図4-11 地下通路ネットワーク

#### 4-5-2 AHP階層図の構築

評価目的を、「地下通路の重要度」とし、評価項目には、都市整備の検討項目である、「既存地下施設の有効利用」「公共施設結節」「商業地域結節」「業務地域結節」「都市軸の形成」の5つを取りあげる。

またこれら5つを「施設の結節」「街づくり」の2つの機能に分類し、下図のような構造にまとめる。

なお、代替案としての地下通路ネットワークは、図4-13に示すように図4-11で示した通路を意味のある経路で分割し、評価の代替案とする。<sup>8)</sup>

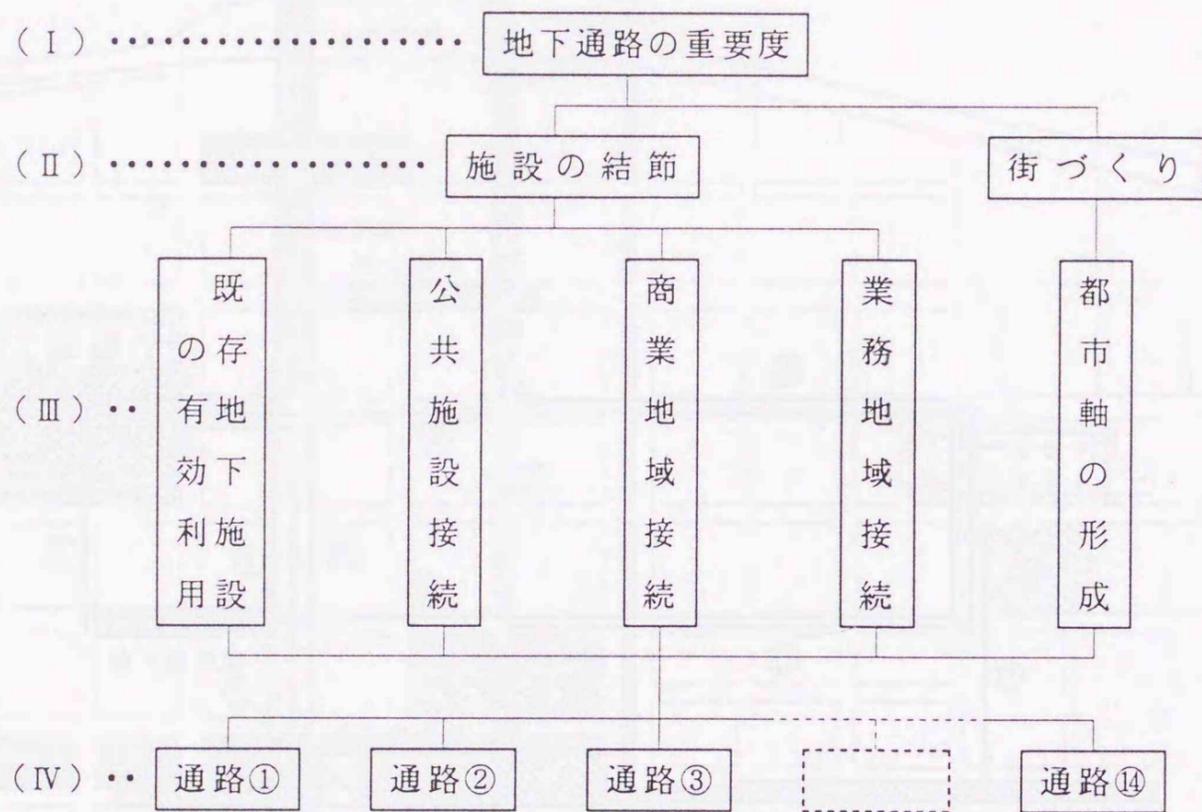


図 4 - 1 2 階層図

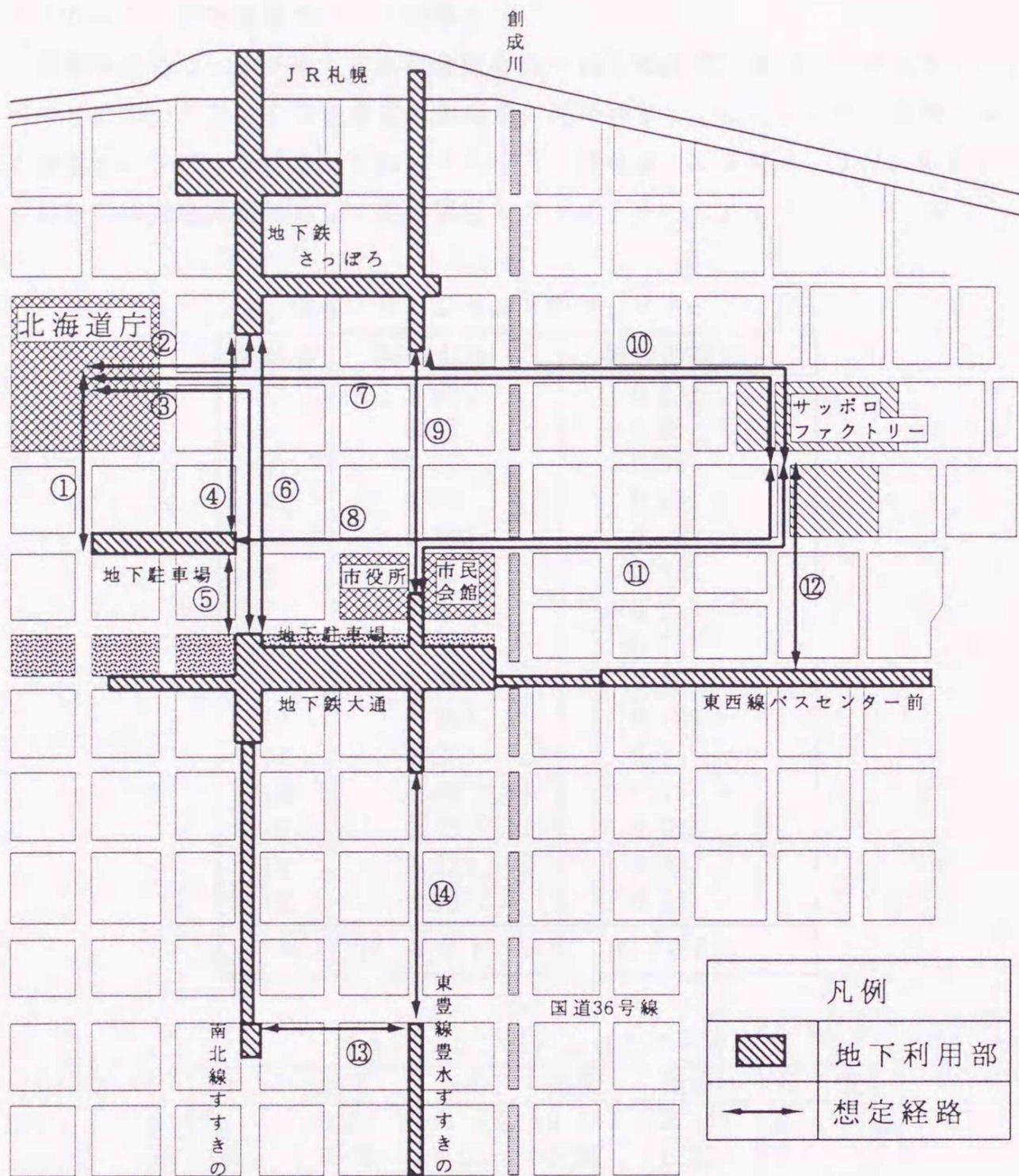


図 4 - 1 3 地下通路の想定経路

- ①北1地下P - 道庁周辺
- ②南北線札幌 - 道庁周辺
- ③南北線大通 - 道庁周辺
- ④南北線札幌 - 北1地下P
- ⑤南北線大通 - 北1地下P
- ⑥南北線札幌 - 南北線大通
- ⑦道庁周辺 - 再開発地域

- ⑧北1地下P - 再開発地域
- ⑨東豊線札幌 - 東豊線大通
- ⑩東豊線札幌 - 再開発地域
- ⑪東豊線大通 - 再開発地域
- ⑫バスセンター前 - 再開発地域
- ⑬すすきの - 豊水すすきの
- ⑭東豊大通 - 豊水すすきの

4-5-3 評価項目ウエイトの算出

評価項目のウエイトを15名の被験者の一対比較結果に基づき、決定する。レベルIIについては、15名全員の結果を算術平均することによって、全体ウエイトを求め、レベルIIIについては、そのうち、整合度(CI<0.10)の良い10名分の結果を算術平均して評価項目のウエイトとした。

表4-9 レベルIIのウエイト

被験者	街づくり	施設の結節
1	0.667	0.333
2	0.25	0.75
3	0.25	0.75
4	0.75	0.25
5	0.833	0.167
6	0.25	0.75
7	0.5	0.5
8	0.25	0.75
9	0.75	0.25
10	0.833	0.167
11	0.5	0.5
12	0.25	0.75
13	0.75	0.25
14	0.833	0.167
15	0.75	0.25
平均	0.561	0.439

表4-10 レベルIIIのウエイト

NO.	地下	公共	商業	業務	CI値
8	0.5	0.167	0.167	0.167	0
10	0.25	0.25	0.25	0.25	0
15	0.264	0.519	0.102	0.116	0.0382
14	0.564	0.263	0.055	0.118	0.039
13	0.059	0.386	0.386	0.169	0.0511
5	0.386	0.223	0.293	0.098	0.0511
4	0.173	0.395	0.3	0.132	0.0511
11	0.554	0.126	0.248	0.073	0.0658
1	0.069	0.452	0.302	0.178	0.0868
3	0.057	0.374	0.425	0.144	0.0868
2	0.183	0.183	0.317	0.317	0.1031
6	0.566	0.233	0.153	0.049	0.1292
7	0.137	0.313	0.313	0.238	0.1581
9	0.3	0.173	0.458	0.068	0.1648
12	0.187	0.369	0.362	0.082	0.2493
CI<0.1	0.2876	0.3155	0.2528	0.1445	

} CI<0.10

4-5-4 各評価項目からみた代替案評価

評価得点は各経路について1～9点で付け、表4-11のようにした。

表4-11 各経路についての評価得点

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭
地下施設	5	7	7	9	9	9	4	3	9	4	3	6	9	9
商業地域	2	3	4	8	8	9	6	6	8	5	5	7	7	8
公共施設	9	9	9	7	7	7	6	5	8	5	5	5	7	7
業務地域	7	7	7	7	6	9	4	4	6	3	3	4	3	4
都市軸形成	2	2	3	6	4	8	9	9	7	8	8	5	2	7

4-5-5 代替案の総合得点の算出

表4-12 総合評価結果

	MM評価		N評価		MN評価	
	評価値	順位	評価値	順位	評価値	順位
①北1地下P-道庁周辺	0.748	11	0.357	14	0.200	12
②南北線札幌-道庁周辺	0.748	11	0.389	13	0.200	12
③南北線大通-道庁周辺	0.770	10	0.459	11	0.300	11
④南北線札幌-北1地下P	0.821	6	0.670	6	0.600	4
⑤南北線大通-北1地下P	0.778	9	0.544	9	0.400	10
⑥南北線札幌-南北線大通	0.865	3	0.810	1	0.723	1
⑦道庁周辺-再開発地域	0.900	1	0.751	2	0.522	5
⑧北1地下P-再開発地域	0.900	1	0.726	4	0.444	8
⑨東豊線札幌-東豊線大通	0.850	4	0.741	3	0.700	2
⑩東豊線札幌-再開発地域	0.800	7	0.663	7	0.458	7
⑪東豊線大通-再開発地域	0.800	7	0.651	8	0.422	9
⑫バスセンター前-再開発地域	0.634	14	0.524	10	0.464	6
⑬すすきの-豊水すすきの	0.734	13	0.400	12	0.200	12
⑭東豊大通-豊水すすきの	0.843	5	0.718	5	0.593	4

代替案の得点の算出結果を表4-12、表4-13及び図4-14に示す。

表4-13 総合評価順位順

MM評価		N評価		MN評価	
順位		順位		順位	
1	⑦道庁周辺 - 再開発地域	1	⑥南北さっぽろ - 南北大通	1	⑥南北さっぽろ - 南北大通
1	⑧北1条地下P - 再開発地域	2	⑦道庁周辺 - 再開発地域	2	⑨東豊さっぽろ - 東豊大通
3	⑥南北さっぽろ - 南北大通	3	⑨東豊さっぽろ - 東豊大通	3	④南北さっぽろ - 北1条地下P
4	⑨東豊さっぽろ - 東豊大通	4	⑧北1条地下P - 再開発地域	4	⑭東豊大通 - 豊水すすきの
5	⑭東豊大通 - 豊水すすきの	5	⑭東豊大通 - 豊水すすきの	5	⑦道庁周辺 - 再開発地域
6	④南北さっぽろ - 北1条地下P	6	④南北さっぽろ - 北1条地下P	6	⑫ハースセンター - 再開発地域
7	⑩東豊さっぽろ - 再開発地域	7	⑩東豊さっぽろ - 再開発地域	7	⑩東豊さっぽろ - 再開発地域
7	⑪東豊大通 - 再開発地域	8	⑪東豊大通 - 再開発地域	8	⑧北1条地下P - 再開発地域
9	⑤南北大通 - 北1条地下P	9	⑤南北大通 - 北1条地下P	9	⑪東豊大通 - 再開発地域
10	③南北大通 - 道庁周辺	10	⑫ハースセンター - 再開発地域	10	⑤南北大通 - 北1条地下P
11	①北1条地下P - 道庁周辺	11	③南北大通 - 道庁周辺	11	③南北大通 - 道庁周辺
11	②南北さっぽろ - 道庁周辺	12	⑬南北すすきの - 豊水すすきの	12	①北1条地下P - 道庁周辺
13	⑬南北すすきの - 豊水すすきの	13	②南北さっぽろ - 道庁周辺	12	②南北さっぽろ - 道庁周辺
14	⑫ハースセンター - 再開発地域	14	①北1条地下P - 道庁周辺	12	⑬南北すすきの - 豊水すすきの

#### 4-5-6 評価結果の考察

##### (1) 南北線札幌 - 南北線大通間

南北線さっぽろ - 大通間(⑥)の評価は、マキシミン評価(MN評価)およびニュートラル評価(N評価)で評価値が高い。その理由として、

- ・不特定多数の人が利用する
- ・業務地区へのアクセス向上
- ・大通地下街と札幌駅地下街の連続化

という比較的欠点がないことが評価された点が挙げられる。この経路は、現在地下通路の建設をすることが決まっており、同時に北1条地下駐車場から接続されることも決定している。

##### (2) 東西都市軸経路

東部再開発地域への都市軸方向の経路(⑦、⑧)は、

- ・創成川で分断されている地域の結合
- ・街づくりを積極的に推進する

という、優れた点が評価され、マキシマックス評価(MM評価)を受けている。

##### (3) 地下鉄ハースセンター前 - 再開発地域間

ハースセンター前 - 再開発地域間(⑫)の経路は、MM評価では最下位であるが、MN評価では6位と上位に位置している。これは、都市軸形成のような都心部全体

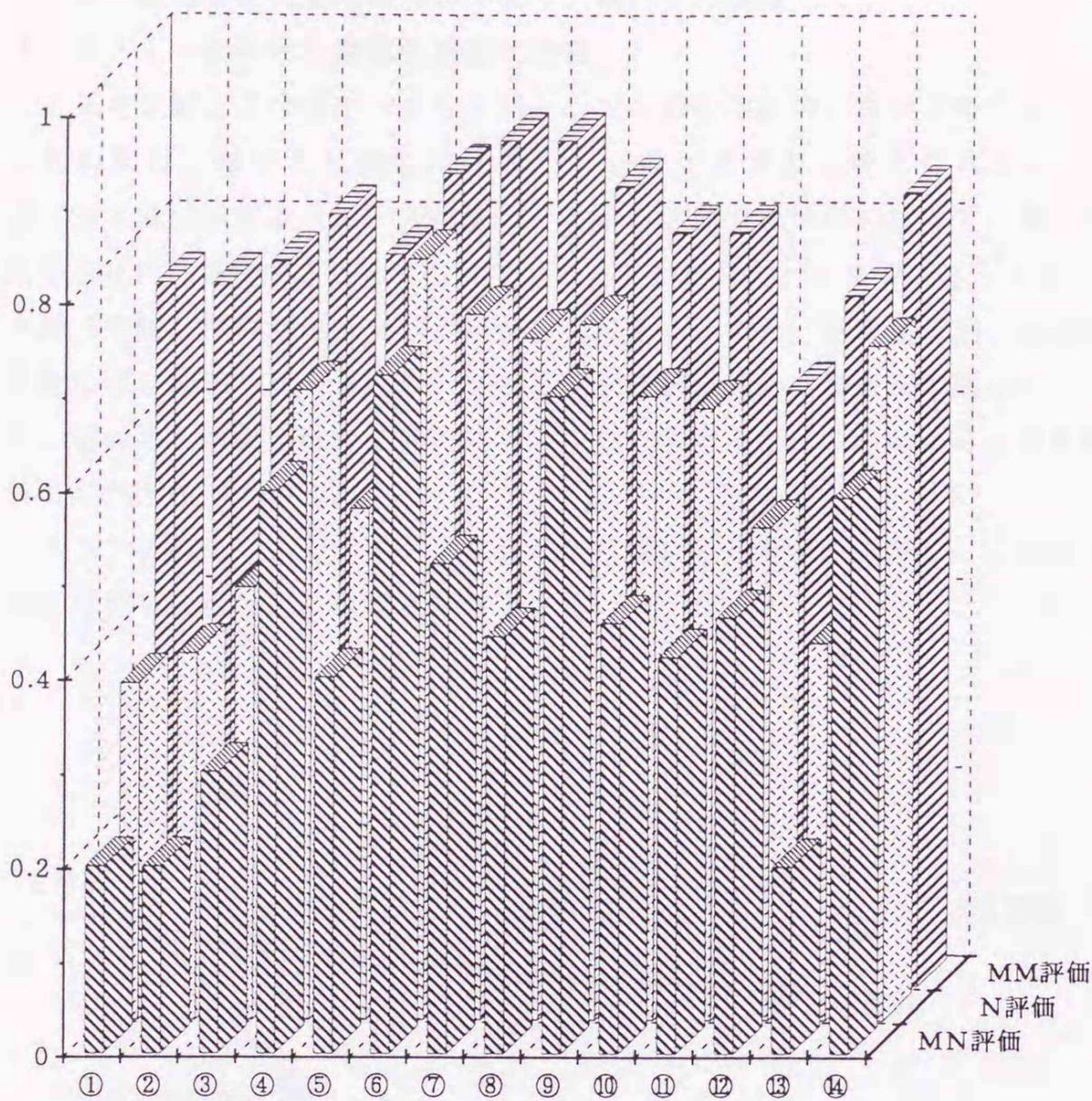


図 4 - 1 4 総合評価結果

へのインパクトは無いが、サッポロファクトリーを中心とする再開発地域へのアクセスがよく、とくに欠点がないことからMN評価である程度の得点を得ていると考えられる。

(4) まとめ

以上のように、評価結果から各経路の持つ様々な特徴を示すことができた。しかし、経路決定の最終判断は、意思決定者の判断にゆだねられることになる。

都市計画、交通計画において、計画の最終決定は一意的に決まるのではなく、様々な条件が複合している場合がほとんどである。この手法による評価の最大の特徴は、この複合した条件下で、意思決定者の立場の違いや、それぞれの代替案の特徴を表現することが可能な点であり、意思決定者の判断材料として有用な情報となる。つまり、ファジィAHPによる評価手法は、地下通路ネットワーク計画においては、そのマスタープランの構築の意思決定支援システムとして非常に有効であると考えられる。

#### 4-6 新幹線駅選定問題へのファジィAHPの適用<sup>9)</sup>

##### 4-6-1 新幹線札幌駅位置選定問題

JR在来線との接続や、まちの顔としての新幹線駅の存在から考えると、新幹線札幌駅は、現JR札幌駅に併設とするのが妥当とも考えられるが、一方、図4-16に示すように、新幹線ルートは、西部の山地帯を抜けて、西区手稲富岡から市内へ接続することになっている。したがって、工事費の面から考えると、西部（手稲、琴似）地区への選定が有利であり、また、駐車場用地、交通渋滞の発生など自動車アクセスについては、現札幌駅以外の方が有利な面がある。さらに、新幹線札幌駅を新たな都市拠点の中心と考えると、この面からも現札幌駅以外の案が浮かび上がる。

そこで、図4-15示すような新幹線札幌駅の候補地を選定し、これにファジィAHPを適用し、この問題を解明する。

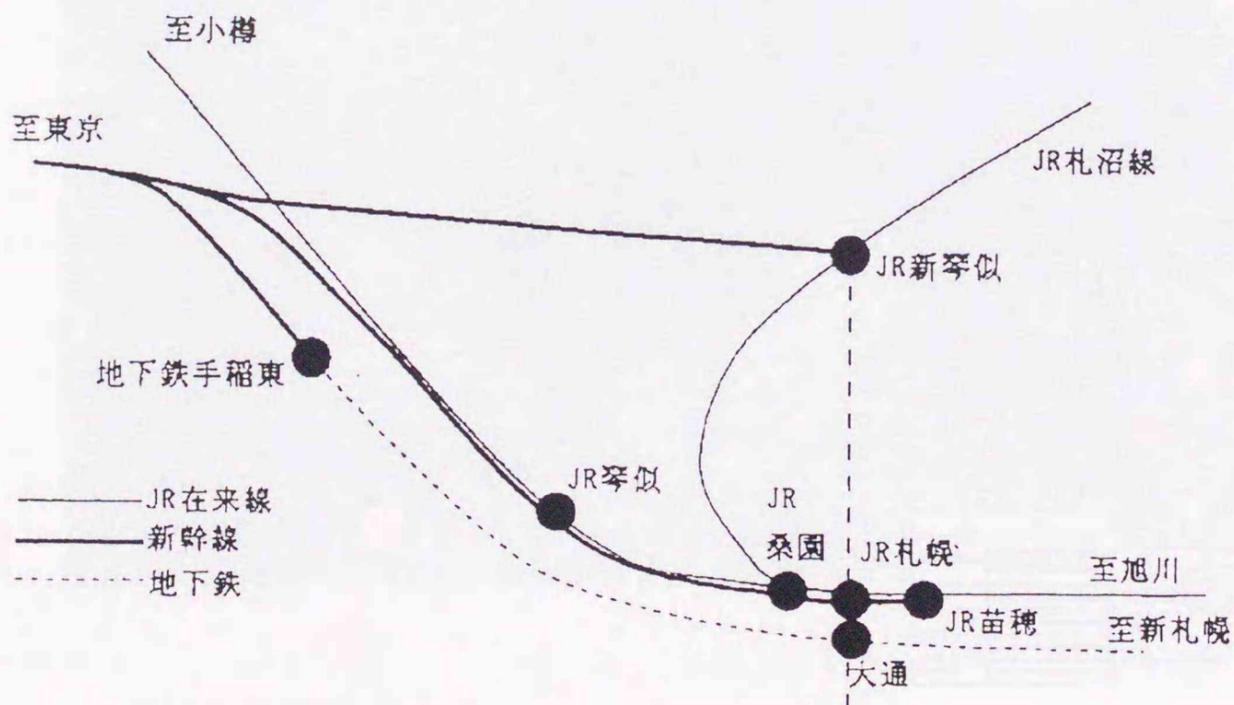


図4-15 新幹線駅候補地

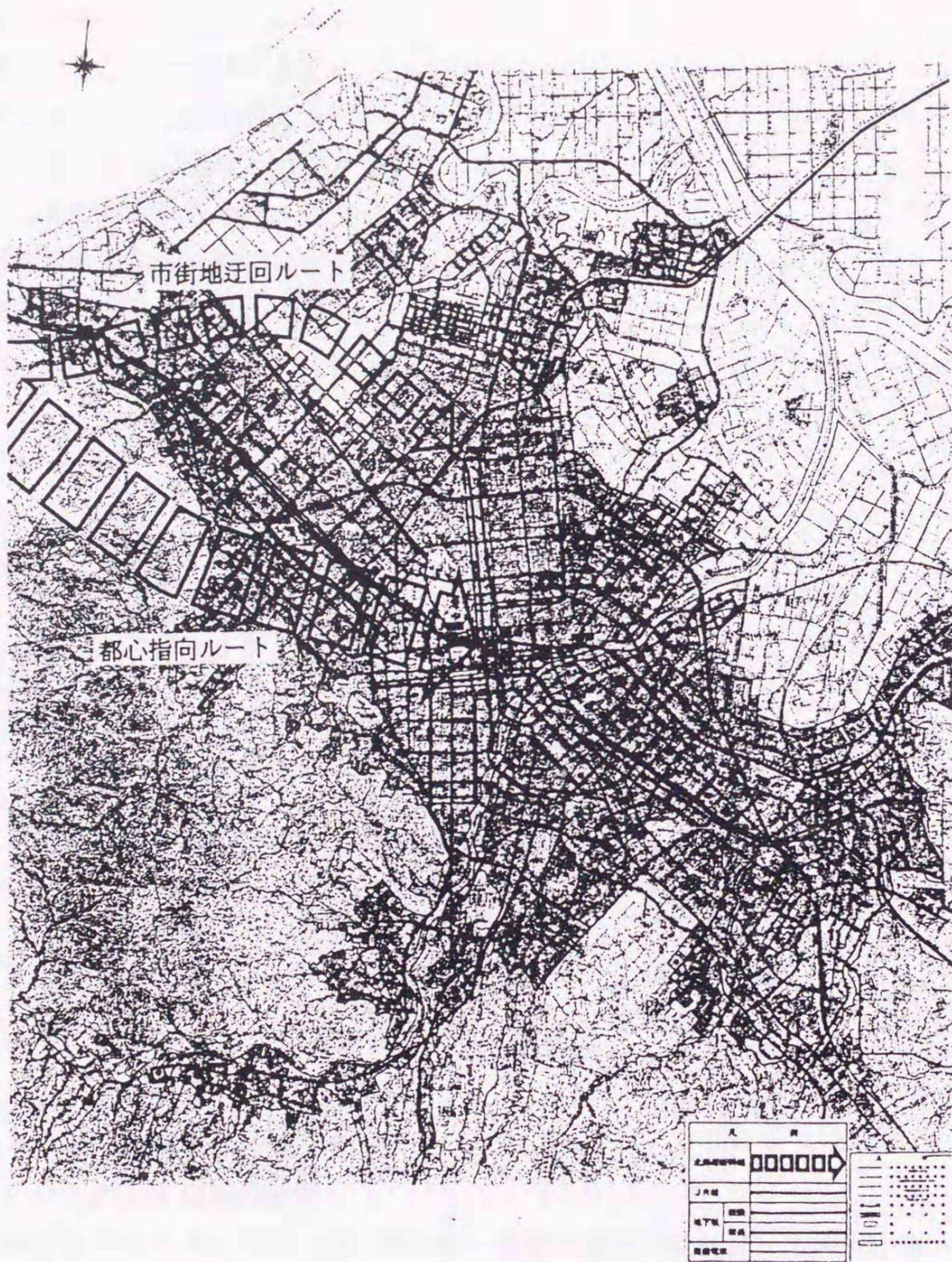


図4-16 新幹線札幌市内ルート図（出典：「北海道新幹線・札幌駅のあり方（提言）」北海道新幹線・札幌駅のあり方に関する懇談会）

#### 4-6-2 AHP階層図の構築

評価項目を以下の8項目とし、7つの新幹線駅候補地（JR札幌駅、JR新琴似駅、JR苗穂駅、JR桑園駅、地下鉄手稲東駅、JR琴似駅、地下鉄大通）を代替案として、図4-17に示す階層図を作成した。

評価項目

- ① JR在来線とのアクセスがよい。
- ② 地下鉄とのアクセスがよい。
- ③ 駐車場スペースを確保しやすい。
- ④ 中心業務地区に近接しており至便である。
- ⑤ 都心部の再活性化をはかることができる。
- ⑥ 新幹線駅周辺の再開発による新たな拠点形成を期待できる。
- ⑦ 建設費が安価である。
- ⑧ 都心部の交通渋滞を悪化させない。

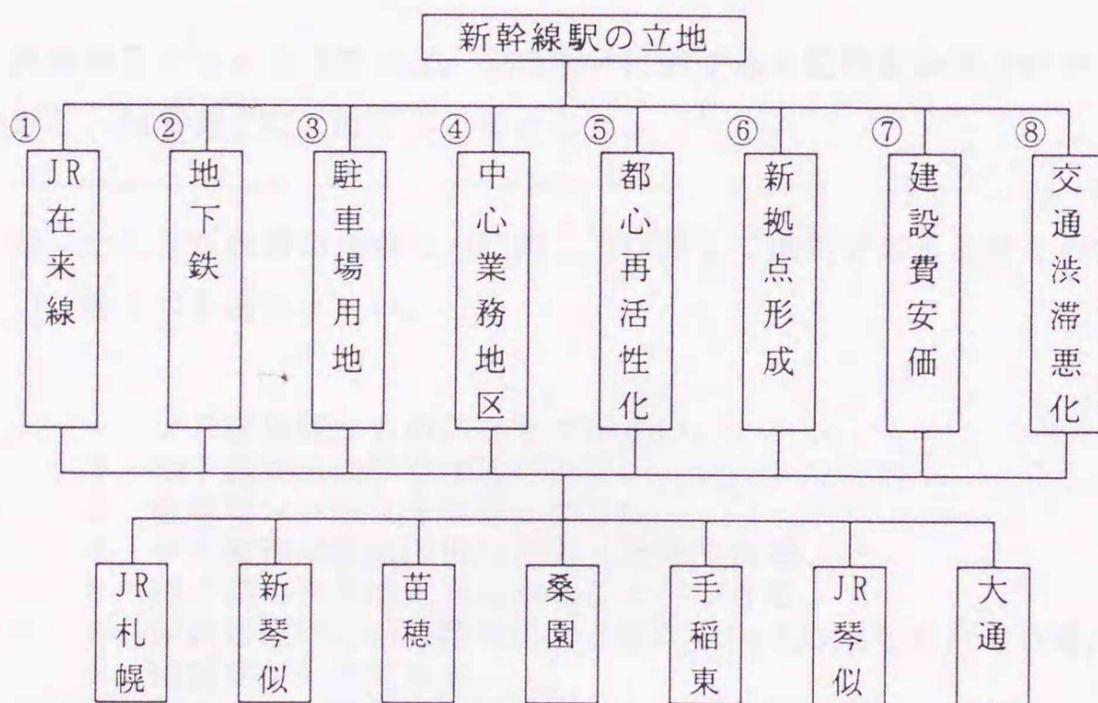


図4-17 階層図

#### 4-6-3 評価項目ウエイトの算出

##### (1) アンケート調査の実施

評価項目ウエイトについては、関係者、道民の意見を反映させる観点から、アンケート調査を実施し、その結果から算出することとした。

アンケート調査は市民（道民）に北海道新幹線の建設に対する意向を把握するためのものであるため、市民（道民）が参加が多数見込まれる新幹線フォーラムの会場においてアンケート調査を行うこととした。

平成7年11月7日（火）にポールスター札幌で行われた”新幹線フォーラム”の会場で北海道庁の企画調整部新幹線対策室のご協力により来場者全員を対象として行われた。

当日は来場者に対して入場の際にアンケート用紙を他の資料類と同時に配布し、フォーラム開催中に各々に回答してもらい、終了時にボックスを設け回収を行った。アンケートの回収総数は456であった。



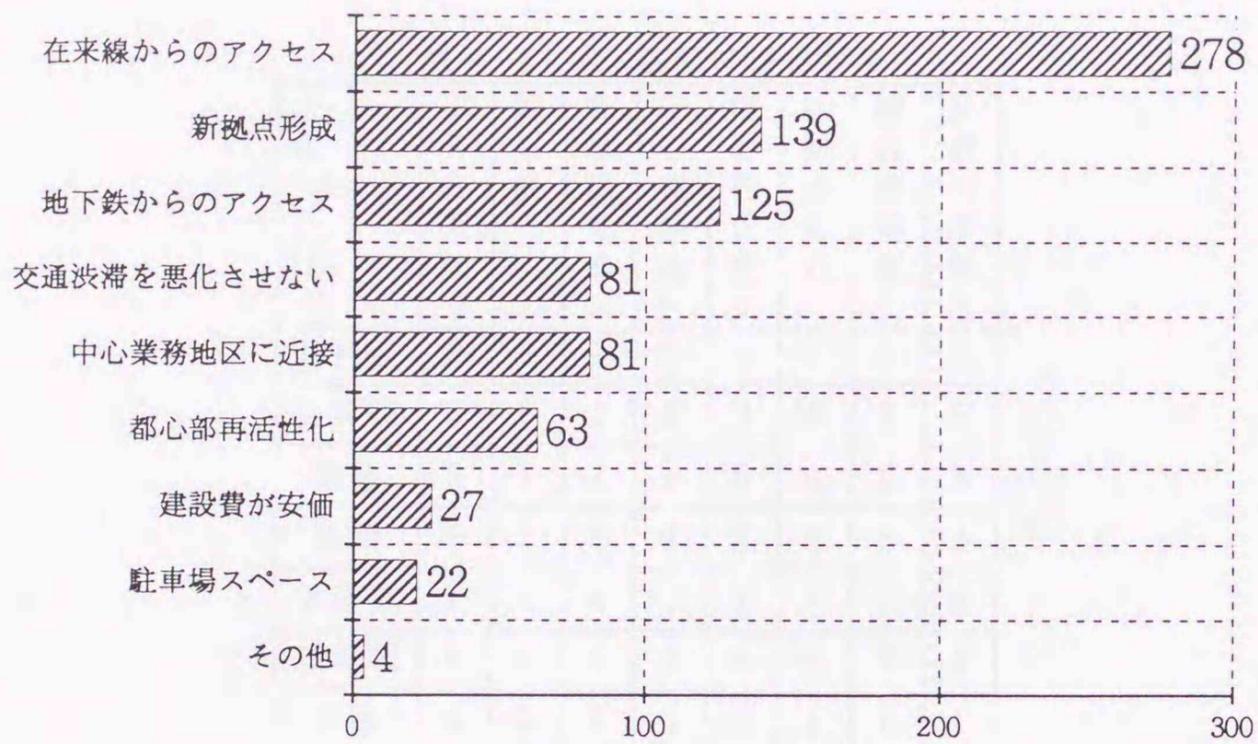


図 4 - 1 8 評価項目選票数



図 4 - 1 9 評価項目ウェイト (最大値を 1 とする)

#### 4 - 6 - 4 各評価項目からみた代替案の評価

一般的には各代替案について各評価要因ごとにアンケートの被験者に点数付けを行ってもらうのが一般的であるが、本ケーススタディにおいてはアンケートの集計結果及びその他のデータを参考にし、有識者 5 名により、各代替案について各評価要因ごとに得点評価を行った (表 4 - 1 4)。

表 4 - 1 4 各駅の得点評価

	J R 在 来 線	地 下 鉄	駐 車 場 用 地	中 心 業 務 地 区	都 心 再 活 性 化	新 拠 点 形 成	建 設 費 安 価	交 通 渋 滞 悪 化
JR札幌	9	7	1	9	8	1	3	1
新琴似	3	3	2	3	3	6	2	5
苗穂	5	1	7	5	5	4	2	3
桑園	5	1	8	5	4	3	6	3
手稲東	1	4	4	1	1	7	9	8
JR琴似	4	2	3	4	3	6	7	5
大通	4	9	1	9	9	1	1	1

4 - 6 - 5 代替案の総合得点の算出

代替案の得点の算出結果を表 4 - 1 5 及び図 4 - 2 0 に示す。

表 4 - 1 5 総合得点の結果

	MM 評価	N 評価	MN 評価
札幌	0.90(1)	0.72(1)	0.50(1)
新琴似	0.45(6)	0.34(6)	0.29(5)
苗穂	0.52(4)	0.44(2)	0.31(2)
桑園	0.53(3)	0.43(4)	0.31(4)
手稲東	0.44(7)	0.25(7)	0.10(7)
JR琴似	0.51(5)	0.41(5)	0.31(3)
大通	0.63(2)	0.43(3)	0.25(6)

カッコ内は順位

4 - 6 - 6 評価結果の考察

MM 評価、N 評価、MN 評価どの評価方法の場合においても札幌駅の評価が高い。これはアンケートの集計結果においてJR在来線からのアクセスを重視する意見が非常に強かったためである。この結果を見る限り長所が多く短所が少ないJR札幌駅への併設が最も望ましいといえる。

苗穂駅は欠点が少ないことが評価されN 評価、MN 評価においてJR札幌駅につぐ評価を受けている。これはJRの工場用地の有効利用がはかれることが評価が高

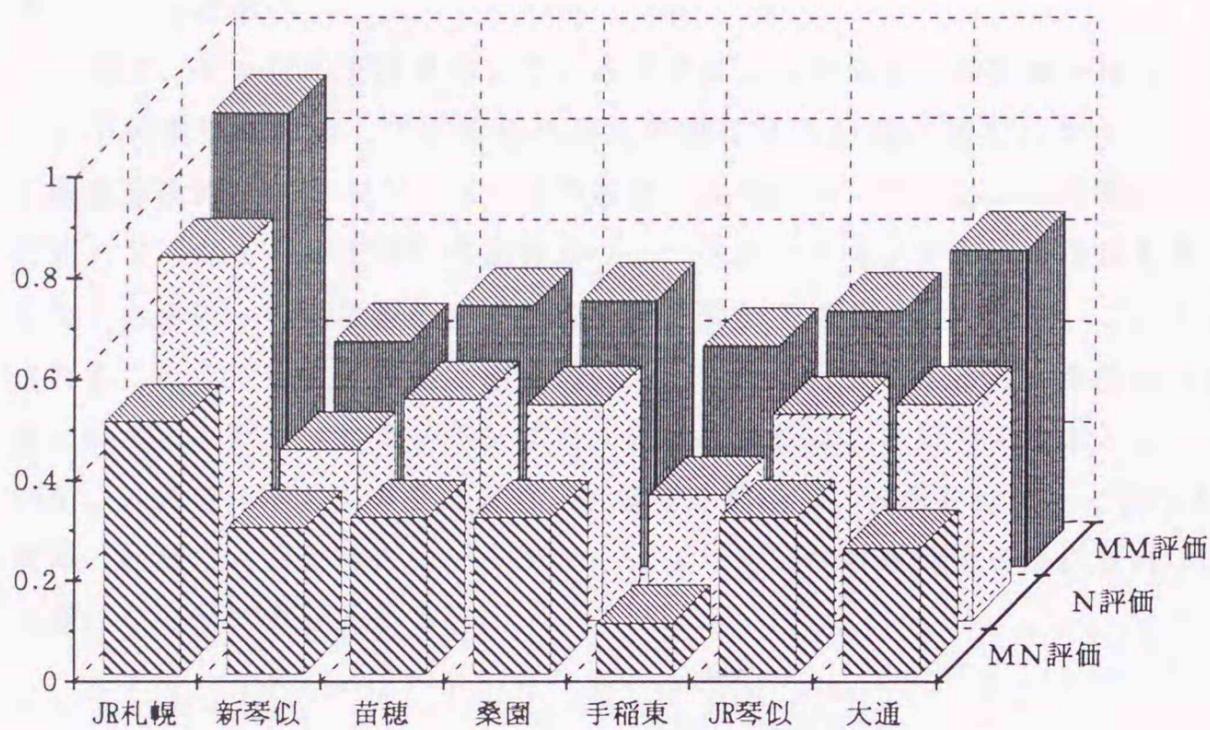


図4-20 各代替案の総合得点

かった要因の一つである。ただJR函館本線上にある苗穂駅、桑園駅、JR琴似駅は得点で見るとほぼ同一となっている。

新琴似駅は有力な駅候補地の一つであるが、新拠点形成で6点を獲得したのが最高であり、他の得点評価は低いものに留まった。これはJR新琴似駅付近は既に市街地化が進行してしまっているためである。また、JR札幌線の路線事態の貧弱さ、地下鉄との乗り継ぎにおいても利用者に負荷をかけてしまうことがネックとなった面もある。

JR線への接続がない地下鉄手稲東駅は低い評価にとどまっている。

地下鉄大通駅については評価要因からみた得点評価が非常に高い項目と低い項目に2極分化したためMM評価ではJR札幌駅に次いで高得点を得たものの、欠点が少なく各項目の得点のバランスの良さが求められるMN評価においては6位の評価になってしまった。

このアンケート結果を考慮に入れたAHPを利用した場合、JR在来線からのアクセスを重要視する意見が圧倒的であったため、結果的にJR函館本線沿線の候補駅が得点において上位を占めた。この結果から新幹線札幌市内駅については少なくともJR函館本線上の駅が望ましいということが出来る。さらにその中でもJR札幌駅の得点が他を引き離している。

この評価は現在の都市、交通状況を基本として各駅の得点評価を行ったものである。新幹線開通後の都市、交通状況の変化は考慮していないので今後、再度、新幹線駅の立地に関する都市・交通計画を視野に入れた、得点評価を行うことが望ましい。

#### 4-7 まとめ

本章は、ファジイ測度を用いて、AHPによる評価方法の改善を行うことにより、不確実性を考慮して、従来の平均的値による評価に加え、マキシマックス（長所重視的）、マキシミン（短所重視的評価）を可能にし、より多様な評価が可能となったことを定式化の過程及び二つのケーススタディへの適用を通して示した。さらに、評価項目の独立性の条件を緩和できたことにより、この点に制約されることなく自由度の高い階層図の下で検討を行えることも、本法の大きな特徴といえる。どの代替案を選択するかは最終判断は、本研究の及ぶところではないが、本章で提示した方法により、代替案を作成し、判断を行おうとする人々が、従来と同様のAHPの入力データから、より有益な計画情報を提供されることが可能になったことがわかる。

## 参考文献

- 1) 刀根薫：ゲーム感覚意思決定法、日科技連、昭和61年3月
- 2) 刀根薫：AHPにおけるコピーまがいの代替案への現実的対処方、オペレーションズ・リサーチ、Vol.36、No.4、平成3年4月
- 3) 菅野、室伏：ファジイ測度論入門、日本ファジイ学会誌、Vol2, No.2, 平成2年5月
- 4) 本多、大里：ファジイ工学入門、海文堂出版、平成元年7月
- 5) 市橋秀友：最大値を1とする重要度の基準化について、5th Fuzzy Symposium、平成元年6月
- 6) 福島宏文：積雪寒冷地における地下通路ネットワーク計画に関する研究、北海道大学工学部土木工学科卒業論文、1995
- 7) 札幌市都心交通対策調査検討委員会：昭和63年度総合都心交通体系調査都心交通対策調査報告書、1989
- 8) 高橋、金田一、佐藤：都心部における地下空間マスタープランの構築に関する研究、土木学会北海道支部論文報告集第51号(B)、1995
- 9) 赤川裕志：新幹線札幌駅の立地計画に関する研究、北海道大学工学部土木工学科卒業論文、1996

## 第5章 衆知結合型の ストラテジックモデリング

## 5-1 概説

線形回帰モデルは、モデリングに数多く使われており、予測値だけでなく、独立変数のパラメータにより様々なデータ構造を推測することも行われている。しかし、一般に独立変数間には従属性が存在する場合が多く、そのため、統計学的には最も説明力があるモデルであっても、パラメータが常識的なものとは反対の符号を示すことなどのため、説得性には欠ける場合がある。本章においては、これを踏まえ、統計的説得性と合理的説得性の調和点を見い出すべく衆知結合型のストラテジックモデリングの有用性を物流量の発着重回帰モデルに適用し、その有用性を検証するものである。

本モデルを物流に適用した背景は近年、物流に関しても、将来の物流量を予測する必要性が高いが、これまで、物流量に関する予測について、説明力のあるモデルを作成することは困難であったことによる。その原因としては、後述するように物流の多様性にある。表5-1に示すとおり、物流の分類としては、32分類が一般的であるが、それらの発生メカニズムはそれぞれ異なり、別個のモデルとする必要がある。また、品目分類が多いため、データの信頼性の面でも大きな問題がある。これを考え、本研究においては、対話型の変数選択システムを基に物流・流通及び、データ解析の専門家が議論しながらグループの意思決定として、モデル構築を行い、説明力、実用性のあるモデルを構築しようとするものである。

## 5-2 物流量の予測モデルに係わる問題点と本研究の基本的考え方<sup>1) 2) 3)</sup>

物流量のモデルを構築するにあたり、考えられる問題点をまとめると以下の2点にまとめられる。

### a. データの信頼性

総流動データのみならず物流データにおいては、品目毎、地域毎に分類してしまうと明らかに不自然と思われるデータが少なくない。信頼性の低いデータを基にどのように必要とする精度に足るモデルを構築するか。

### b. 多様な品目と複雑な要因

貨物は多くの品目に分類されており、品目毎発生のメカニズムも多様であり、それぞれ別個のモデルを構築する必要がある。また、実用という観点から考慮すると、統計的には有意である説明変数であっても、物流・流通の専門家に対して、説得力のある要因でなくては、将来を予測し、各ケースのシュミレーションを行う上で意味をなさない。

これらを踏まえ、本研究においては、以下の二点の基本的考え方に従い、予測を行うこととした。

表5-1 品目分類表

品目No.	品 目	主 要 品 目 の 概 要
1-1	穀 物	米、麦、とうもろこし
1-2	野 菜・果 物	いも類、野菜、果物
1-3	その他の農産品	工芸作物、わら工品、その他の農産品
1-4	畜 産 品	鳥獣類（主として食用）、肉類、未加工乳、鳥卵、原毛皮
1-5	水 産 品	生鮮・冷凍魚介類、塩蔵・乾燥魚介類、その他の水産品
2-6	木 材	原木、坑木、製材、その他の林産品
2-7	薪 炭	薪、炭
3-8	石 炭	石炭、亜炭
3-9	金 属 鉱	鉄鉱、非鉄鉱、その他の鉄鉱
3-10	砂 利・石 材	砂利、砂、石材
3-11	石 灰 石	石灰石
3-12	その他の金属鉱	燐鉱石、原塩、工業用原油、その他の非鉄鉱
4-13	鉄 鋼	鉄、鋼、鋼材
4-14	非 鉄 金 属	地金、合金類、電線、ケーブル
4-15	金 属 製 品	建設・建築用金属製品、練材製品、刃物工具類、その他金属製品
4-16	機 械	産業機械、電気機械、輸送機械、医療機械、その他の機械類
5-17	セ メ ン ト	セメント、コンクリート製品、れんが
5-18	その他の窯業品	ガラス製品、陶磁器、研磨材、その他の窯業品
5-19	石 油 製 品	重油、軽油、灯油、ガソリン、潤滑油、その他の石油製品
5-20	石 炭 製 品	コークス、コーライト、練炭、豆炭
5-21	化 学 薬 品	硫酸、ソーダ類、カーバイド、タール、その他の化学薬品
5-22	化 学 肥 料	窒素肥料、燐酸肥料、加里肥料、その他の化学肥料
5-23	その他化学工業品	染料、塗料、合成樹脂、医薬品、火薬、農薬、その他化学工業品
6-24	紙・パ ル プ	パルプ、洋紙、和紙、板紙、巻取紙、その他の紙
6-25	織 維 工 業 品	繊維系、紡績半製品、織物類、繊維2次製品、その他の織物
6-26	食 料 工 業 品	動植物性製造食品類、酒類 飲料食品類、その他の食料工業品
7-27	日 用 品	書籍印刷物、衣類、文具、玩具、台所用品、その他の広義日用品
7-28	その他製造工業品	ゴム、皮革製品、合板、特種加工材、紙製品、その他製造工業品
8-29	金 属 く ず	鉄くず、非鉄くず、くず紙、その他のくずもの類
8-30	動植物性飼料肥料	動物性飼料、植物性飼料、その他の製造飼料
8-31	その他の特種品	廃棄物、輸送容器、取合わせ品（引越、コンテナ、混載貨物等）
8-32	そ の 他	上記の1～31品目に分類不能のもの

ア. 不自然と思われるデータの除去

分析をするに当たり、品目・地域毎傾向曲線を大きく逸脱したデータについては、分析対象から除外すること。

イ. 対話型変数選択システムによる物流量発着モデルの構築

物流量発着モデルを構築するあたり、事前に統計的に一番妥当性の高いステップワイズによる重回帰モデルを与え、OHP（オーバーヘッドプロジェクター）上で変数と回帰結果をリアルタイムに表示しながら、データ解析と流通の専門家

が討議を行いモデルを構築することとした。

以上、要約するとデータの信頼性の低さと現状の複雑さ及び将来の不確定要因に対し、分析不可能なデータ・要因の除去と流通システムの専門家、予測結果を用いる人々への確認及び討議によりグループの意思決定として予測を行ったといえる。

### 5-3 分析のフロー

#### 5-3-1 予測フレーム

本研究においては、貨物総量の将来推移をとらえることが第一であり、またその交通機関分担を明示化する必要性が高いことから総流動データを用いることとした。分析の対象とするのは北海道内及び対道外との物流であり、北海道内を7地域に分けた。品目分類として、物流発着モデルの構築は、32品目毎発・着別にモデルを構築した。

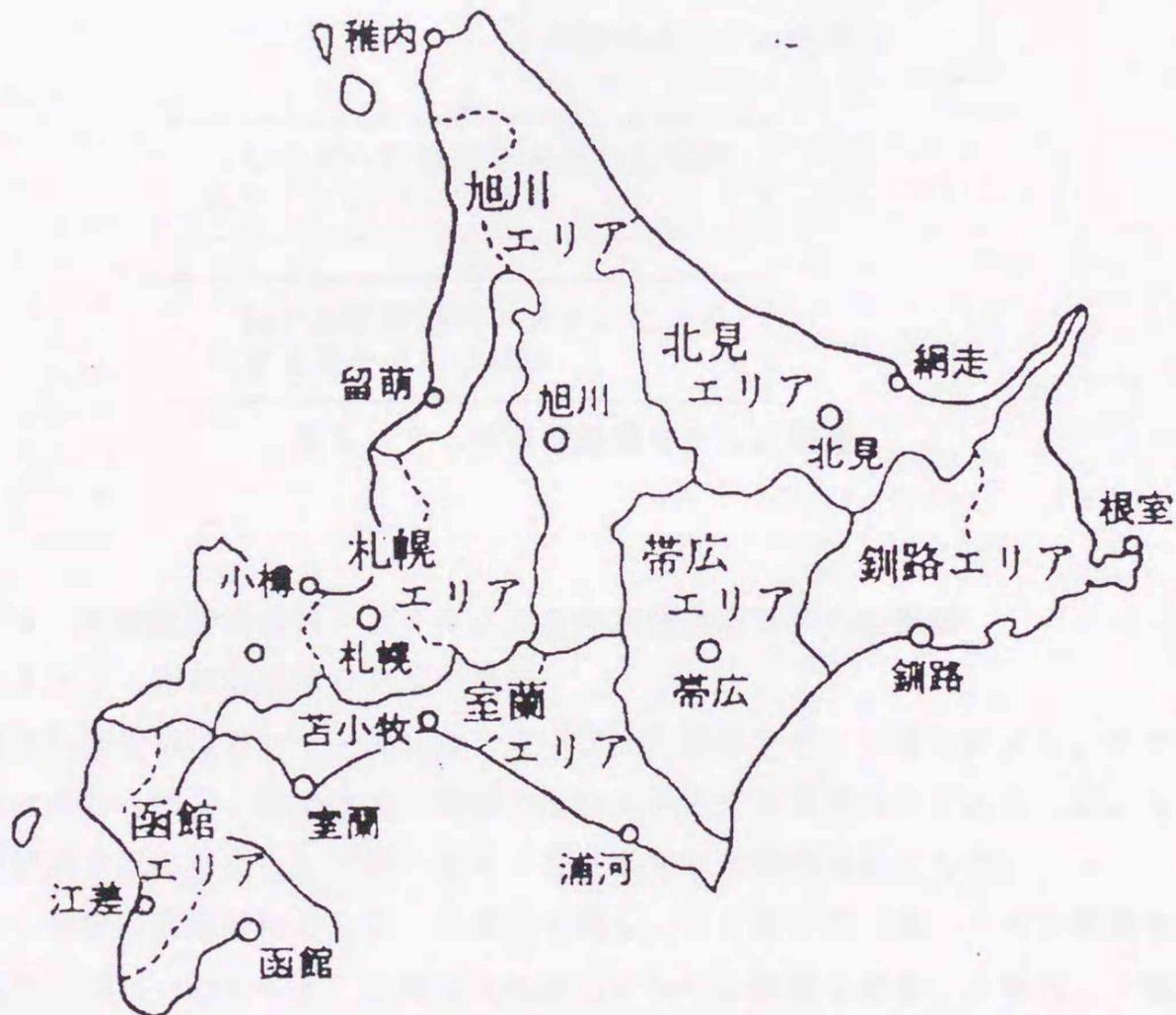


図5-1 地域区分図

#### 5-3-2 分析のフロー

本分析のフローを図5-2に示す。

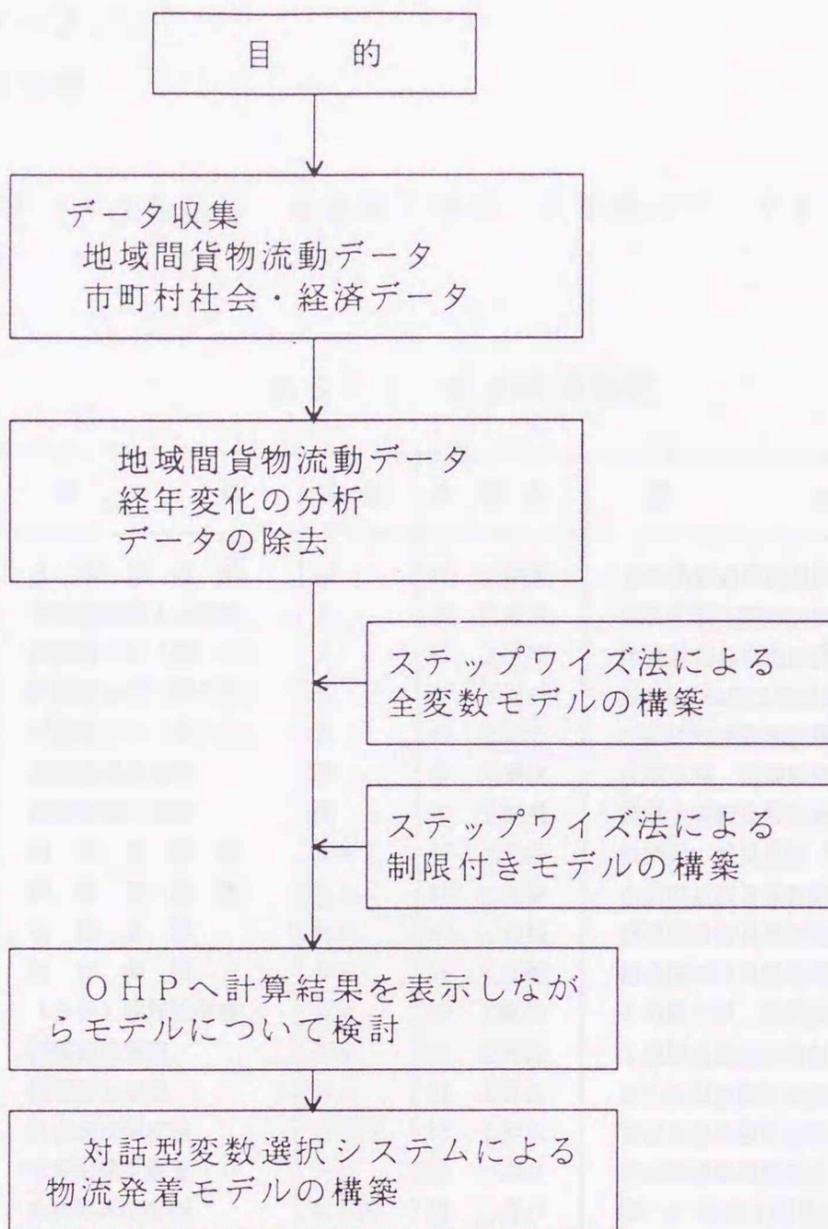


図 5 - 2 物流量発着モデルの構築

#### 5 - 4 対話型変数選択システムによる物流量発着モデルの構築

##### 5 - 4 - 1 物流量発着モデルの構造

物流の発着量は各ゾーンの社会・経済状況に依存するとの仮定により、モデル構造はそれら社会、経済状況の指標を説明変数とする重回帰モデルとした。なお、社会経済状況の指標としては、表 5 - 2 に示す 65 個の項目とした。

次に、分析の前提条件として、自由度を増し、より安定性の高いモデル構築を行うため、1979~87年のまでは構造変化がないものと仮定を置き、5年次、7地域のデータをプーリングして、品目毎モデル構築を行った。式(1)にモデル形を示す。

$$Y = a_1 \times x_1 + a_2 \times x_2 + \dots + b \quad (\text{式 1})$$

Y : 品目別発 or 着物流量

a : パーラメータ

x : 社会経済指標

b : 定数項

[なお、回帰データは各品目・発着毎7地域、5年次のデータをプーリングして用いた。]

表 5 - 2 社会経済指標

No. 略称	項 目	単 位	No. 略称	項 目	単 位		
2	総面積	土地総面積	km <sup>2</sup>	39	工従食	食料品製造業従業員数	人
3	人口	年齢階層別人口総数	人	40	工従木	木材木製品製造従業員数	人
4	一次人	就業者人口(第1次)	人	41	工従家	家具装備品製造従業員数	人
5	二次人	就業者人口(第2次)	人	42	工従パ	紙パルプ紙加工業従業員数	人
6	三次人	就業者人口(第3次)	人	43	工従出	出版印刷関連業従業員数	人
7	農事体	農業事業体総数	所	44	工従化	化学工業 従業員数	人
8	漁経総	漁業事業体総数	所	45	工従窯	窯業土石製品業従業員数	人
9	森林面	森林総面積	ha	46	工従鉄	鉄鋼業 従業員数	人
10	耕地面	耕地総面積	ha	47	工従金	金属製品製造業従業員数	人
11	田面積	田総面積	ha	48	工従機	機械器具製造業従業員数	人
12	畑面積	畑総面積	ha	49	工従輸	輸送機械器具業従業員数	人
13	牧草面	(うち)牧草地面積	ha	50	工従他	その他工業 従業員数	人
14	樹園面	樹園地総面積	ha	51	工荷総	工業製造品総出荷額	百万円
15	漁 数	漁種別生産量	トン	52	工荷食	食料品製造業製品出荷額	百万円
16	漁 金	漁種別水揚げ額	百万円	53	工荷木	木材木製品業製品出荷額	百万円
17	水産数	水産製品生産量	トン	54	工荷家	家具装備品業製品出荷額	百万円
18	水産金	水産製品生産額	百万円	55	工荷パ	紙パルプ紙加工製品出荷額	百万円
19	事従総	事業所別従業員総数	人	56	工荷出	出版印刷関連製品出荷額	百万円
20	事従農	農林水産業従業員数	人	57	工荷化	化学工業 製品出荷額	百万円
21	事従鉱	鉱業 従業員数	人	58	工荷窯	窯業土石 製品出荷額	百万円
22	事従建	建設業 従業員数	人	59	工荷鉄	鉄鋼製品 出荷額	百万円
23	事従製	製造業 従業員数	人	60	工荷金	金属製品 出荷額	百万円
24	事従電	電気ガス水道業従業員数	人	61	工荷機	機械器具製品出荷額	百万円
25	事従運	運輸通信業従業員数	人	62	工荷輸	輸送機械器具製品出荷額	百万円
26	事従卸	卸小売飲食店従業員数	人	63	工荷他	その他工業製品出荷額	百万円
27	事従融	金融保健業従業員数	人	64	道路延	道路実延長キロ	km
28	事従不	不動産業従業員数	人	65	財歳出	一般会計歳出総額	百万円
29	事従サ	サービス業従業員数	人	66	土木費	一般会計歳出土木費額	百万円
30	事従公	公務(その他)従事員数	人				
31	商従総	商業別従業員総数	人				
32	商従卸	卸売業 従業員数	人				
33	商従小	小売業 従業員数	人				
34	商販総	年間商品販売総額	百万円				
35	商販卸	卸売業 商品販売額	百万円				
36	商販小	小売業 商品販売額	百万円				
37	自車台	登録自動車総台数	台				
38	工従総	工業別従業員総数	人				

#### 5-4-2 データのスクリーニング

前述したように物流におけるデータの信頼性は低く、品目、地域別に時系列的推移をみると、極めて不自然に思われる推移を示しているデータが少なくない。これらの不自然な推移は、総流動データの調査法による誤差によるものが多いのではないかと推測される。従来、総流動データを用いた分析においては、これらの誤差を多く含むデータを用いていたため、必要な精度が得られにくかったと考えられる。そこで、本研究では、下に示す方法にしたがって、品目、地域、発着別に傾向曲線をあてはめることにより、データの分析から除外を行った。この結果、約21%のデータが除外されることとなった。

- ①各品目・地域・発着別データに対し、昭和54、56、58、60、62年の五つの値に対する回帰直線を求める。
- ②回帰直線と実データの差分 $\Delta Y_i$ に対し、次式により差分が大きい値を分析から除外する。

$$\frac{\Delta Y_i}{54 \sim 62 \text{年データの中央値}} > 3.0 \quad (2)$$

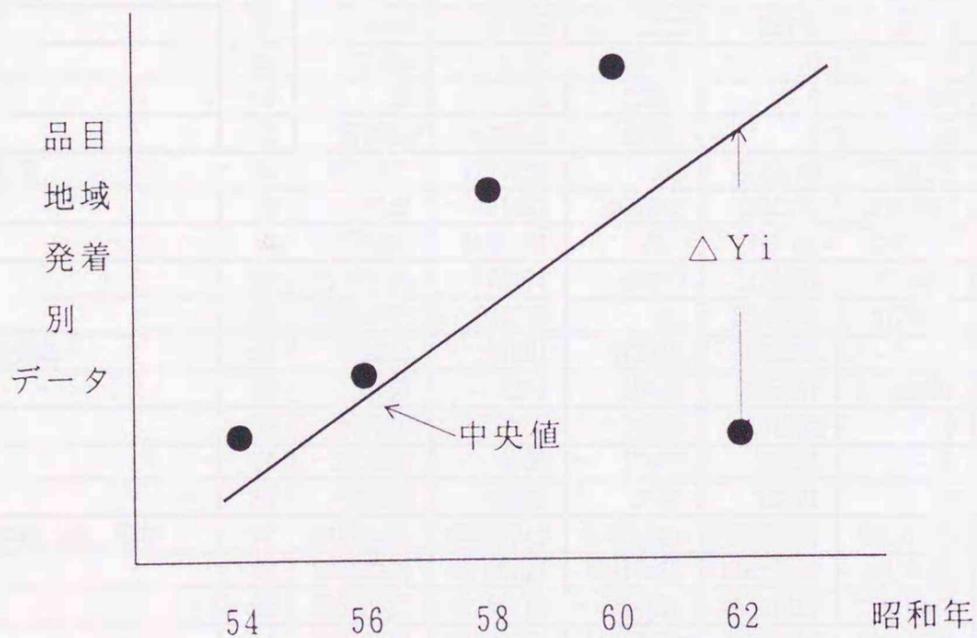


図5-3 差分 $\Delta Y$ と中央値

表5-3 スクリーニング結果(発データ)

は除外データを示す。

品目	年	札幌	旭川	函館	室蘭	釧路	帯広	北見
穀物	54	1756745	1242006	844577	447654	222035	351388	434521
	56	877900	2131607	158083	607833	251175	3917936	468605
	58	569318	973226	982114	431435	16428	2438884	292274
	60	2389193	978336	311115	331106	2208197	824201	1135201
	62	2318683	1573740	679067	666330	9098	1989704	206925
野菜・果物	54	2633808	2408508	756329	511343	483881	880355	1578626
	56	937973	1260738	836423	292953	4432	4196517	5346511
	58	1165525	1657766	1035661	1000459	98327	3134197	1045588
	60	2061276	1903524	707671	484919	93337	3405081	10702861
	62	1769983	901753	3326984	562752	31519	4337052	4524618
その他の農産品	54	137578	1021853	898	919200	670674	2031960	2616434
	56	251990	693386	237571	182412	164950	5007411	5780698
	58	876087	1678959	160229	545309	76807	4357843	4589216
	60	409745	128921	390921	250291	8310	4718627	3633088
	62	322440	484262	288649	171796	81210	3588211	3999124
畜産品	54	615611	504523	213813	66984	183521	273514	574196
	56	857509	905734	126453	1439836	1984656	334890	221030
	58	585609	931853	329929	251213	2293288	1678894	38803
	60	1357153	808116	61385	843740	1606913	1126069	1315450
	62	795904	1914173	693069	385079	1220961	317486	487823
水産品	54	756781	1209840	1229265	296212	2226247	24395	841762
	56	988453	1825170	972089	234074	1164102	78096	631797
	58	667076	1646902	1660773	280106	2074081	80312	832920
	60	1615774	1607664	1028284	227640	1800801	104103	931900
	62	501964	1579376	2196624	376825	1122523	370096	1140434
木材	54	6365355	7341174	1535312	2888321	2065191	2429562	3945149
	56	5059812	3119526	2000256	2997623	1472717	1347861	4339196
	58	2664680	3519943	833299	3025601	4774180	1823438	5479409
	60	2968985	2337306	971637	2716727	1439607	3975369	2759291
	62	2050531	3006739	2504865	2146456	606364	1451266	3552182
薪炭	54	2204	11297	156298	15	369206	88	0
	56	13649	61165	5272	28175	96714	0	0
	58	30650	12	56703	0	77	0	0
	60	0	10	18211	0	31869	0	0
	62	378753	422318	80552	0	0	0	0
石炭	54	8191617	1217505	160	2938690	2269179	34	221
	56	9548740	801361	1891242	3083295	3370475	34	19168
	58	13270342	1408134	754	2717846	3802417	21687	0
	60	11972408	678474	18409	2426257	3586403	0	3197
	62	12004799	264923	11	3598579	3176643	0	250307
金属鉱	54	420023	17881	143988	638239	0	20	0
	56	156737	1260	30610	175747	93902	13	0
	58	109729	0	14165	134502	0	0	0
	60	323482	5456	17335	22536	0	0	0
	62	102050	16883	2624	29221	0	0	0
砂利・砂・石材	54	34565403	67822041	15328447	29453503	18507119	18265669	23880750
	56	36853005	46160797	13147466	23422865	15210180	26618432	21675405
	58	29522127	42205179	4720152	28107839	15016417	24034062	17907368
	60	19948042	22009385	14592723	20533103	19258527	9139051	20199566
	62	15674233	51010776	3839930	7968749	11230942	15494348	25381179
石灰石	54	0	184747	850	17080	0	0	0
	56	0	187810	0	1419	0	0	51
	58	0	187535	0	0	0	0	0
	60	0	139851	0	40	0	0	0
	62	0	45430	1466	40	0	0	0
その他の非金属鉱	54	6897735	9208156	2182865	1604318	752874	568425	6505301
	56	7490505	5374050	1636073	6707650	3176742	2137360	4129542
	58	4401122	3115920	441886	1803171	1334896	1393052	4867259

	60	2896585	1797914	283965	542973	879947	745202	4912104
	62	5163722	9046829	311690	608176	60419	1221114	3203749
鉄鋼	54	2077008	742026	126071	3744928	439816	588540	356775
	56	1942731	957004	332800	3651279	286875	760759	328214
	58	1430506	249408	137915	2256702	167803	154437	247991
	60	2732066	1347587	566178	3953571	230937	197890	920150
	62	1653163	490214	446046	1946678	708382	157992	155112
非鉄金属	54	167886	101056	1245	169254	1096	171	470
	56	161945	4541	47850	121656	68116	8	19737
	58	59840	78159	134266	116043	12698	16317	1269
	60	90520	85016	0	259593	27460	17189	2310
	62	240104	28806	1572	164802	403	5863	30200
金属製品	54	1436885	987228	443163	711330	142556	242165	438936
	56	3226969	2140796	670357	424016	472144	863324	884443
	58	1993542	1575754	633453	612991	415567	411215	145573
	60	1849935	934039	234201	1055236	206342	207362	344861
	62	1768240	1006741	626509	314446	58204	220189	154517
機械	54	2458448	1896191	375070	984760	481090	381334	885459
	56	2309905	4049362	628456	1934184	704838	1434791	1804500
	58	2957613	1020400	1022720	3767958	2240754	537689	1966916
	60	2896175	2487210	640880	2176826	2157183	1006394	956967
	62	4664642	1337684	1875416	3172674	694147	579847	1776914
セメント	54	1562394	217960	2884342	3334556	1193913	95474	197629
	56	553016	592694	2942026	1666185	410836	509500	145824
	58	534045	414732	2739017	1899968	215184	106617	58371
	60	1342816	651007	1951891	3353728	105884	53994	38929
	62	825038	58934	2439557	1736835	16761	15524	20220
その他の窯業品	54	15713870	4003527	948914	5338197	2483189	1065106	2243301
	56	15586502	8679756	1296592	4651389	1609659	3465471	2393723
	58	13078602	4282007	1186495	5005742	640520	5841534	3054791
	60	8593122	3627718	750000	3320363	1486318	2088652	1466981
	62	7240771	7183731	877393	1831397	734246	1276791	1031268
石油製品	54	6326987	3610555	6189999	12228109	1687362	1522176	1415868
	56	6134147	4537141	941385	13714506	2172469	902947	2252788
	58	6989736	2549965	488630	11968774	1764576	1190735	2276160
	60	4102890	2887102	1058718	9564275	1668754	1130472	1561318
	62	4960315	3154771	2466488	11862401	3148187	1705733	3172780
石炭製品	54	363696	0	0	213790	4500	174	51
	56	139950	0	0	90674	1350	221	97
	58	0	153461	0	148874	0	4978	38457
	60	1210	3531	895	557276	9534	0	18663
	62	355522	39271	14012	125584	1088	0	0
化学薬品	54	92863	255749	32220	741594	42451	116480	153504
	56	350575	75619	115021	751340	115739	4963	7613
	58	291268	46051	39875	378101	281673	16495	7106
	60	281285	258	32729	229453	651254	0	104347
	62	15877	13623	12583	739892	65985	5992	28170
化学肥料	54	583446	912570	244220	575839	202414	813511	803132
	56	215415	293212	82473	368810	278367	479372	1068561
	58	274027	515502	93501	426687	1139920	836026	443391
	60	549894	405810	37259	397837	678772	269588	1321475
	62	1219698	743917	396090	618479	563880	1189770	248899
その他の化学工業品	54	1033364	568687	165033	87427	141103	50195	30161
	56	1507191	118342	82675	163738	279317	8907	47777
	58	659159	406570	159693	520475	896937	117258	107766
	60	1005904	159520	304411	546806	194019	126738	207808
	62	540452	167736	425404	210008	341934	312922	932
紙・パルプ	54	325599	268174	23498	3159627	1155880	38613	72596
	56	440247	254466	35323	2248765	1573749	34361	401715
	58	603074	442327	1712	2791471	1022685	249402	123692

	60	899180	345027	0	2783805	1011698	44460	102574
	62	1534187	1172234	46167	3896450	1318805	17580	26358
繊維工業品	54	48083	52414	39404	30	199785	0	1680323
	56	124947	240	142720	45401	6610	527	2944
	58	53642	261772	33463	1678	8471	1144	628
	60	349830	55638	102322	17000	0	6473	13923
	62	19415	4347	544704	1550	11893	46877	0
食料工業品	54	5921602	1902590	955760	1443946	2912008	1549071	1380990
	56	7164499	2939910	1250521	2160619	1298021	1644818	3622931
	58	5767316	2570574	885318	3554069	4906831	3871217	5593288
	60	9729895	1934829	1032068	2120781	2200240	1883666	1655454
	62	6030994	2353937	3123009	948480	3489442	1941894	2406746
日用品	54	2571292	753740	394399	412188	154131	1178712	125712
	56	2389953	559083	641908	447988	35803	96543	329213
	58	3157905	1032427	310589	504099	223544	120261	148595
	60	3083334	635737	714229	463901	1121628	172393	160466
	62	1855388	1113140	789912	527882	383366	262371	156337
その他の製造工業品	54	790884	706536	147304	100467	496900	158792	566516
	56	943454	535384	247707	508061	242450	366071	183066
	58	2153402	167939	431748	400143	396538	191749	154605
	60	1225223	230806	223328	641988	239575	80017	307058
	62	1765022	703754	651896	757077	290752	108846	134438
金属くず	54	155721	261025	329991	136096	191235	111255	3063
	56	84490	264235	15344	211356	62148	43705	362004
	58	226208	39073	190880	138486	170013	74752	34433
	60	441144	128143	125053	593539	246381	30098	0
	62	52016	310	212644	337283	34210	0	199924
動植物飼肥料	54	1090898	1723295	574895	652757	780555	4958156	448236
	56	1178672	1325338	1132979	1950354	2284213	957987	432823
	58	2244334	2119956	556656	1682376	2201794	1811816	1691280
	60	1063646	934149	355387	1521626	3713201	3731809	1220431
	62	2792957	1956213	869263	1735142	1705811	1601481	9752319
その他の特種品	54	25406719	12731179	15958729	9428856	10107382	6576528	5747968
	56	31568558	15393011	7614504	16294002	9624194	2608594	5037188
	58	31534669	10193825	7832655	10780170	4697113	3278504	7282660
	60	22773302	13690580	6212431	7299916	6085656	5086538	14552371
	62	27253130	18134033	7142353	7629973	9696767	7454835	10842210
その他	54	2875785	780803	318395	344389	428567	331402	342037
	56	2289324	598556	332072	284930	323708	282312	262748
	58	1618222	448881	241620	253263	235369	206129	287015
	60	1611964	483654	318907	248380	241661	200552	168587
	62	1756180	547787	276231	245298	266792	249747	143553

表5-4 スクリーニング結果(着データ)

は除外データを示す。

		札幌	旭川	函館	室蘭	釧路	帯広	北見
穀物	54	1825967	1110495	875561	743251	337879	360719	428328
	56	1055942	1850850	148823	861926	380584	3857561	417376
	58	705491	776058	983249	606961	218734	2301033	361420
	60	2532781	940585	243497	280615	2260238	727246	1140420
	62	2331439	1443686	677133	673037	41957	1876992	145803
野菜・果物	54	2762956	2214483	689658	711731	452855	708969	1720931
	56	1136491	1173569	898382	476250	8946	4038822	5265224
	58	1465201	1563475	966657	1250884	121240	2919026	1017195
	60	2087610	1468056	726585	813496	179352	3093107	10997396
	62	2110949	1112584	3275054	208485	101643	4267863	4367526
その他の農産品	54	137822	1104638	14188	828150	698706	1979618	2591962
	56	183718	674125	172745	241924	126507	5044003	5801315
	58	787401	1677008	131025	536590	66209	4394958	4583622
	60	63414	170975	71400	804594	41375	4675741	3632983
	62	314605	483582	297185	106170	59190	3585475	4003747
畜産品	54	691870	479565	210601	75791	149068	212630	586221
	56	749895	460331	388958	1289047	1959467	345865	683780
	58	389565	839691	514828	432662	2285122	1576579	27689
	60	1147297	866526	563997	524182	1607979	1098833	1318459
	62	922808	1923146	786971	163281	1234293	251020	505415
水産品	54	803308	1112085	1278891	319087	2026515	29087	760239
	56	1168724	1836011	946845	186487	1039552	78011	575824
	58	857842	1451625	1565611	331711	1842173	53510	935792
	60	1685500	1671420	1024572	177081	1738352	103808	888017
	62	458211	1679335	2237188	339236	876602	370945	1194544
木材	54	6619821	6778882	1465016	3955861	2424257	1804550	3230178
	56	5556421	3312451	1763009	3022601	1716922	1203339	3562198
	58	3669290	3474151	574337	3371788	4783241	1316566	4827994
	60	3273577	3239746	994957	2634488	1950491	3349223	1634513
	62	2394229	3488166	2552453	2146181	664952	1084751	2921305
薪炭	54	2835	11835	156298	83	368385	41	0
	56	40334	61226	5272	1921	96559	22	0
	58	30870	82	56703	0	60	0	15
	60	0	10	18211	15	31869	0	0
	62	378753	422318	80552	0	0	0	0
石炭	54	3770657	1373709	21157	3635644	117273	90465	55397
	56	5570876	765243	2261431	3951692	1099592	23975	84870
	58	9946933	1389264	253760	3373576	1627263	172865	70373
	60	7868369	969805	149230	3981798	988305	163302	18557
	62	8354192	37279	57075	6150600	998775	53988	358283
金属鉱	54	217453	0	88686	874548	60	10	197
	56	328	0	0	413520	0	10	171
	58	413	0	0	268856	109	0	22
	60	136935	0	0	118668	0	0	0
	62	20	0	0	12414	600	0	0
砂利・砂・石材	54	32831541	74434662	15117606	25075509	18770269	17970434	23855702
	56	38460985	46115080	13096324	21941542	15104306	26905251	21600316
	58	32545853	42667982	4696879	24799480	15035833	23849497	17927017
	60	22510501	21561299	14661187	18261479	19284440	9054131	20304221
	62	18050521	49898768	3814591	7322577	10487737	15490473	25395874
石灰石	54	602	14660	0	2314915	1795	40495	102302
	56	432	16366	0	2154509	644	33882	114947
	58	291	16256	0	1711478	689	30099	117860
	60	0	12186	0	1738749	224	17360	88795
	62	0	0	0	1617072	144	305	45430
その他の非金属鉱	54	7493323	9101441	2677132	7528609	784250	584752	6507814
	56	7853853	5300689	2023581	12659460	3207640	2171498	4144947
	58	5956978	2817335	672040	7210171	1366770	1393393	4868878

	60	3149023	1756552	733379	7149945	904259	770059	4943324
	62	4724309	8991739	629518	6383847	53267	1220264	3215001
鉄鋼	54	2723492	871419	319644	2708107	591458	638473	498588
	56	2006925	1047045	413123	2848446	451050	839758	454835
	58	1592777	322208	176429	1824932	558887	190687	303997
	60	3198930	1609361	611306	2850763	363659	394917	843073
	62	1673870	542741	492479	1946175	798293	225858	111148
非鉄金属	54	178907	102873	11476	107711	6503	17878	0
	56	219310	4541	34879	80129	62730	11838	19737
	58	68309	77400	134752	142857	24446	1618	1269
	60	63275	91591	21755	229870	22800	32445	13862
	62	251530	86753	8099	98298	6848	17012	43254
金属製品	54	1371850	1032908	461207	709313	258612	193208	483928
	56	3265158	2198680	722528	410431	464691	876021	882045
	58	1944498	1550364	684523	621528	495941	458831	165072
	60	1726326	964714	302028	1121828	223433	224839	347633
	62	1857304	982089	713389	279949	44110	242571	181114
機械	54	2337558	2079583	619807	2739321	1154533	525825	839785
	56	2273343	4136644	937023	3566357	1207130	1496897	1786729
	58	3487901	1103583	1153233	4691986	2696802	546153	1954257
	60	2808027	2570003	566473	3044007	2585559	1109831	1062096
	62	4590813	1466881	2042374	5373285	1119943	544281	1803150
セメント	54	4421840	941614	687647	1395067	1297110	661256	664486
	56	1491547	1186834	1004734	1356472	769673	799050	556769
	58	1934374	953472	696198	1283147	605736	361431	308761
	60	3716317	1269148	269421	1651424	619238	256466	38929
	62	1860133	701590	429648	1254277	525517	251889	362596
その他の窯業品	54	15975553	4065211	1000120	4948036	2453300	1266013	2243402
	56	16210504	8234168	1416655	4327635	1672442	3482976	2452881
	58	13553594	4311930	1261892	4625381	898941	5575967	3060714
	60	9242643	3653803	803902	2626382	1482762	2112376	1552359
	62	6991867	7293460	1118530	1774731	703732	1473975	911722
石油製品	54	8876628	5398927	7301437	8811342	3370080	2419638	2071981
	56	9383434	6150101	1991035	8718009	4047178	1386775	2868094
	58	9457187	4293999	1607379	7361337	3922155	1560213	2751423
	60	5704619	4493000	2261484	5800251	3647360	1524097	1738922
	62	7682303	4798735	3686328	6632720	4719782	2508871	3765758
石炭製品	54	367502	2531	1224	25802	202	7934	11683
	56	142404	2584	864	19677	142	7350	12815
	58	1272	150378	739	12585	4542	11404	47489
	60	9575	2208	500	462730	19020	11684	22696
	62	393857	215	14012	73145	3986	0	1000
化学薬品	54	458616	67873	45080	791328	132020	211323	109731
	56	346814	51531	104980	1100657	145508	96359	90991
	58	400700	96082	46262	409986	404923	62976	12976
	60	288435	50396	41531	371871	754960	87976	109221
	62	175659	77750	63152	675362	250337	43667	26966
化学肥料	54	722398	1025502	245308	359754	277240	1052675	1093359
	56	307794	446206	78465	245903	434447	699961	1129595
	58	334132	582914	116619	463583	950432	1110727	711578
	60	578675	422790	108785	364731	627319	674182	1441377
	62	1135721	927018	433790	682378	668454	1286115	301026
その他の化学工業品	54	961947	607481	228146	140221	38124	55379	60823
	56	1426819	233668	132668	209347	155576	4792	95561
	58	735696	443951	250364	494216	787538	114521	105527
	60	1023415	270736	428199	393861	126676	121595	232951
	62	487626	346807	448627	140949	248803	319547	29842
紙・パルプ	54	479166	85491	96908	1634185	84212	46643	36437
	56	511521	66177	71344	792395	710841	43475	384796
	58	637404	305269	30401	1368046	52170	256989	88992

	60	927176	260544	343	1284522	204534	46430	121550
	62	1754382	1018480	94974	2414725	326779	25651	23968
繊維工業品	54	58585	47421	42669	4456	200471	256	1691788
	56	143228	1354	157024	25076	6528	755	13069
	58	54171	262180	35767	2335	9044	1197	731
	60	399708	27987	103968	8133	329	6539	550
	62	19505	4307	547124	1994	17846	41176	0
食料工業品	54	5977574	1972603	1198539	1035792	2964100	1409280	1326434
	56	6724604	2942664	1600127	2122616	1296571	1222738	3601450
	58	4900539	3071300	1160577	3921743	4892677	3696348	5366994
	60	8867844	2120229	1204545	2711597	2329265	1668589	1633276
	62	5482001	1711009	3194857	1370122	4219527	2192381	2017942
日用品	54	3009961	815413	499805	483349	184581	1334400	197704
	56	2408721	649311	738632	467582	81672	132405	360845
	58	2993481	1215546	331520	544686	321349	116219	112136
	60	3142617	698393	834787	664210	1213701	202444	265655
	62	1928478	948902	926358	504956	350773	293206	273914
その他の製造工業品	54	802680	710051	176061	124335	549279	197401	505887
	56	799200	663575	241903	559660	168349	399543	272440
	58	2024177	295845	609403	393543	489940	261673	208602
	60	1227439	342969	218585	562340	272015	112818	288526
	62	1944298	627865	672939	567108	377649	143188	251337
金属くず	54	245097	176398	257398	204974	182301	110494	4945
	56	63326	478840	1513	266298	0	33566	113869
	58	299928	85	90360	348560	0	0	33496
	60	413837	48332	2718	699492	216946	6593	23520
	62	120009	140	256161	221633	5605	0	98740
動植物飼肥料	54	1232869	1753917	616969	314348	763925	5173003	583942
	56	1507552	1559030	1078145	1328325	2002421	1368356	610534
	58	2482540	2355083	659395	928976	2448342	1864036	1831714
	60	873796	1181595	783130	1099141	3382416	4091208	1481159
	62	2382221	2111710	1093173	1818175	1411735	1801950	10003461
その他の特種品	54	25402838	12721736	15916471	8169869	10142013	6605845	5807802
	56	31468223	15406029	7654584	15583591	9717190	2714409	5056999
	58	31418011	10246787	7816784	11171273	5082869	3330030	7233790
	60	22146182	13770878	6237969	8089855	6243202	6517717	13421581
	62	27263356	18289490	7126945	7839316	10124316	7336022	10771532
その他	54	3064970	798479	534131	783927	599055	474302	503373
	56	2428906	718317	468709	514272	468525	352802	422933
	58	2429127	524694	398608	403125	334130	173395	233031
	60	2205097	439406	408019	335585	304484	210636	180235
	62	2587898	481463	371783	373848	270285	317956	196903

### 5-4-3 対話型変数選択による変数選択

モデルの説明変数の選択は、次に示す3つのステップからなる対話型変数選択システムにより行った。<sup>4)</sup>

#### (1) 全変数モデルの構築

まず第一のステップでは、社会・経済指標65個を独立変数とし、ステップ・ワイズ法による回帰分析により、F-valueが2.0以上の変数を全て取り込んだ重回帰モデルを構築した。このステップでは、モデルの相関係数としては最も高くなり、解析的には最も有意であるモデルとなるが、中には対象物流品目とほとんど無関係な指標が高い相関を示すものもあり、説得性、妥当性から考えて、将来予測モデルとして必ずしも適正と判断できるモデルとはいえない。

#### (2) 制限付きモデルの構築

第二のステップでは、品目の特性によってそれぞれ取り込む変数をあらかじめ約1/3に限定した後、(1)と同様ステップ・ワイズ法により、F-valueが2.0以上の変数を取り込んだ重回帰モデルを構築した。このステップでは対象物流品目と説明変数の因果性にある程度対応したものといえる。

#### (3) 対話型変数選択

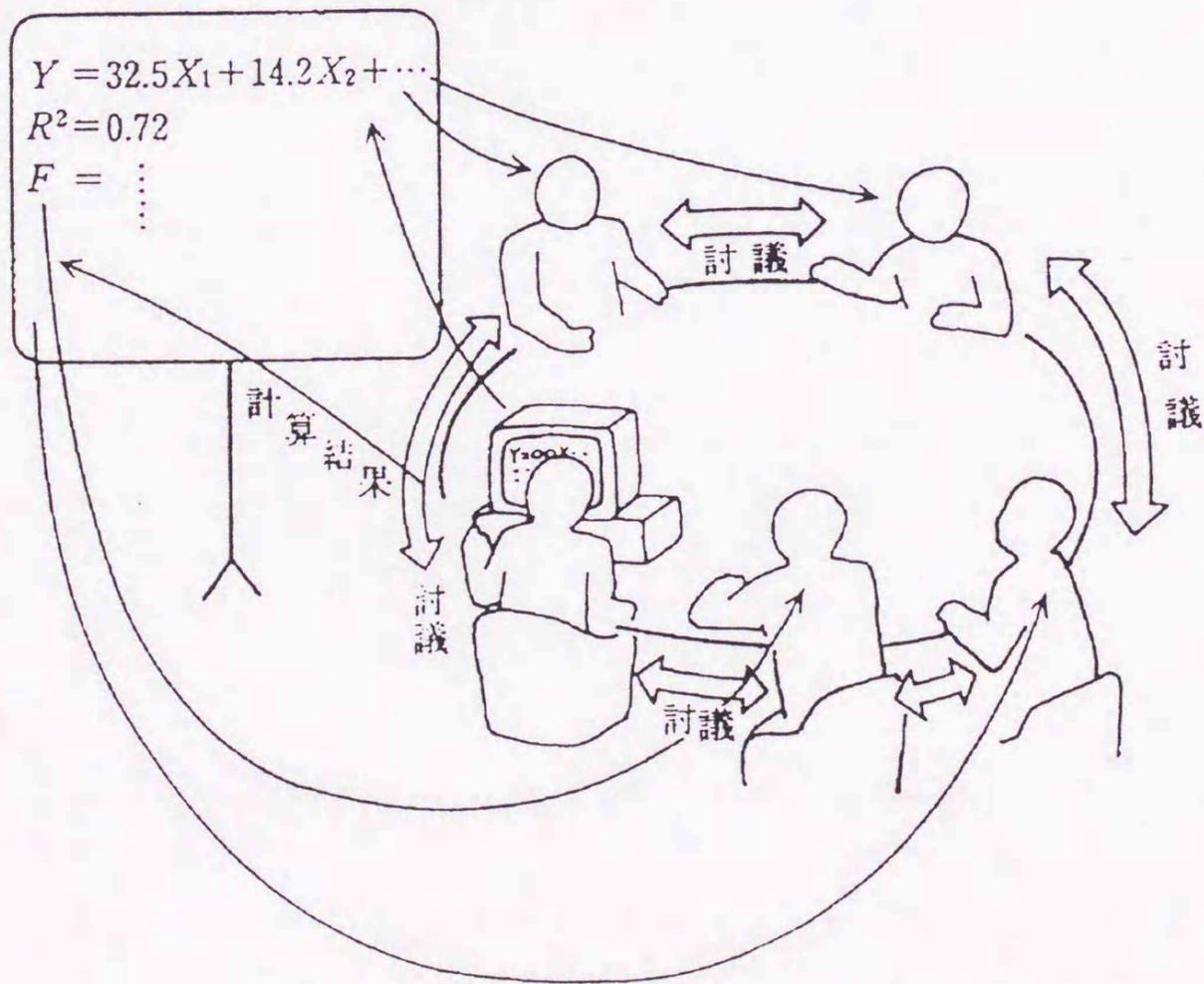


図5-4 グループ意思決定としてのモデル構築

第三のステップでは、第一、第二のステップより得られたモデル式を参考資料に、データ解析及び流通の専門家、さらに本予測結果を用いて将来物流ビジョンを作成する人々（モデルの使用者）が、直接討議を行いながら重相関係数、説明変数の数（3個以下とした）、論理性等について十分な吟味を行った上で、説明変数の取捨選択を行い最終的なモデルの同定を行った。その際、参加者が思考の支障とならないようリアルタイムで十分な情報の提示を受け、討議を進めながらモデル構築を行うよう、OHPを用いてパソコンのディスプレイをスクリーン上に投影し、リアルタイムで回帰分析結果を表示しながら参加者の討議の下で変数の取捨選択を行った。このステップでは、モデルの相関係数としてはステップ1および2と比較してやや落ちるものの、このステップにより、対象物流品目と説明変数との因果関係をより重視したモデルとなり、解析的有意性と一般的妥当性の調和が取れたモデルが構築された。

なお、この際、データの安定性が極めて悪く有意結果とならなかった2品目、3本のモデルについては、モデル構築は行わず、最終的に31品目・発着別計61本のモデルが策定された。（表5-6参照）なお、この結果をみると、対象物流品目と説明変数の論理性はもちろん、解析的にも一部重相関係数0.4と低いものもあるが、概ね0.6～0.9と従来の物流を対象としたモデルと比較し、十分な値を示しているといえる。

下表は各モデルの寄与率（R<sup>2</sup>）及び回帰係数を示す

表 5 - 5 発着・品目別モデル推移表

全変数モデル

制限付きモデル

対話型変数選択モデル

発モデル  
穀物

道路延	0.67
工荷食	241
工荷木	-5.3
水産数	-26.8
定数	1.7
定数	414524

道路延	0.55
事従農	182.3
工荷食	-160.4
定数	-1.9
定数	453225

田面積	0.44
畑面積	9.1
定数	6
定数	212899

果物・野菜

工荷パ	0.52
魚経総	-9.7
定数	-265
定数	3213230

畑面積	0.17
定数	8.4
定数	694326

畑面積	0.53
樹園面	20.7
定数	121
定数	418929

その他の農産品

畑面積	0.89
人口	20.5
工従木	-193.7
工荷食	442
一次人	8.9
定数	-56.2
定数	783600

畑面積	0.8
総面積	19.4
事従農	-435.7
工荷食	524.2
定数	-1.5
定数	1670960

畑面積	0.69
定数	30.8
定数	-234285

畜産品

人口	0.66
森林面	198.4
定数	-1.7
定数	-246595

牧草面	0.47
財政出	7.4
定数	1
定数	10093.4

畑面積	0.37
事従総	6.3
工従機	33.6
定数	47.8
定数	28328.6

水産品

水産金	0.75
森林面	8.5
魚数	0.6
魚金	-0.9
定数	8.8
定数	-436476

水産金	0.74
道路延	13
漁数	59.9
工従食	-0.69
定数	-29.8
定数	-291269

魚経数	0.54
水産数	91
定数	1.6
定数	321097

木材

工従木	0.67
工従機	937
工荷木	387.1
定数	-40.3
定数	605362

工従木	0.71
工従総	502.3
財政出	44.6
自車台	-25.8
定数	18.3
定数	-145806

森林面	0.56
工従木	0.5
定数	479.4
定数	542904

薪炭

石炭

工従家	1
事従農	-1187.4
事従電	2110.3
工従金	6675.3
工荷金	-3425.7
工荷鉄	53.9
工荷輸	44.4
事従製	-97.6
漁数	-113.5
工荷機	-1.1
工従鉄	-57.1
一次人	-965.1
畑面積	-129.2
定数	-14.7
定数	-5894820

道路延	0.99
事従鉄	-537.2
工従金	466.2
工従窯	-2037.6
財政出	814.3
工従パ	30
定数	329.6
定数	1894400

事従鉄	0.78
定数	492.5
定数	1576630

金属鉱

	1
事従製	17.5
工荷金	-2.7
田面積	-5.2
工荷出	-5.9
工商販小	0.7
事従電	-177
工荷他	-0.05
工従窯	13
定数	-427323

	0.97
事従製	10.2
工荷金	-1.8
道路延	-11.1
事従卸	-0.95
定数	-122427

	0.62
事従鉄	11.3
工従鉄	14.8
定数	-5297.7

砂利・砂・石材

	0.68
森林面	35.5
定数	-6247360

	0.48
総面積	2518.9
工従鉄	1227.5
定数	-8020620

	0.45
総面積	1812.6
道路延	524.5
定数	-4221270

石灰石

	1
田面積	42.3
工荷食	1.9
一次人	1.7
定数	-4154860

	1
自車台	-4.4
道路延	220.9
財政出	-0.51
定数	-2012370

その他の非鉄金属鉱

	0.98
工従木	1233
農事体	-636.3
工従窯	4549.3
工荷バ	-10.1
工従家	1779.5
工従機	-1224.9
事従農	-489.3
工荷金	15.7
工荷化	-27.6
牧草面	9.9
定数	1676500

	0.45
道路延	363.8
工従化	-46.6
定数	-798483

	0.41
道路延	341.4
定数	-991203

鉄鋼

	0.95
工荷他	4.9
工従バ	257.3
工従窯	712.5
工荷機	-25.8
漁経総	-51.6
工荷家	-13.4
工従化	-578.3
工従木	-68.5
定数	-104871

	0.84
工荷総	2.2
工従鉄	486.9
工荷金	-13.2
工従機	221.8
工荷鉄	-16.9
定数	-588870

	0.78
工従鉄	159.1
工荷総	1.6
定数	-284113

非鉄金属

	0.79
工従バ	38.2
工荷窯	1.4
工荷鉄	-0.5
工荷輸	2.7
定数	-58805.4

	0.74
工荷輸	5.9
工従機	29.2
総面積	8.6
定数	-144109

	0.49
工従化	11
工従機	16.6
工荷総	0.1
定数	7202.2

金属製品

	0.89
工荷窯	20
工荷家	22.7
工従化	-641.8
工従バ	146
工荷他	-0.9
定数	-215048

	0.86
事従建	78.8
事従卸	-25
工荷鉄	-2.7
工荷輸	10.7
定数	-252052

	0.72
事従建	14.8
工荷輸	0.1
定数	111655

機械

	0.53
工荷総	1.7
工荷木	16.5
定数	-230555

	0.51
工荷総	1.6
総面積	78.6
定数	-353399

	0.46
事従製	1.3
工荷総	8.5
定数	494592

セメント

	0.95
工荷輸	20
畑面積	-5.4
事從農	-315.9
工從ハ	403.1
工荷化	-22.1
工從窯	306.9
工荷金	-13.3
土木費	7.1
定数	2808660

	0.92
土木費	-12.3
事從運	1634
事從鉦	-380.3
工荷化	-24.1
道路延	-256
定数	1777860

	0.44
工荷鉄	9.3
工荷窯	22.1
定数	128421

その他の窯業品

	0.98
工從窯	4601.5
事從鉦	967.5
工從ハ	-995.9
樹園面	-5517.3
工從食	-119.14
工從化	-3626.5
工荷金	38.2
工從鉄	301.4
工荷家	55.2
商從総	-29.5
定数	-1862030

	0.93
工從窯	4000.43
事從鉦	627.3
事從運	-163.1
工從化	-2176.5
定数	-1430910

	0.87
事從鉦	225.5
工從窯	2024.1
定数	-1053050

石油製品

	0.98
工從ハ	462
工荷木	91.7
工從木	-1217.3
耕地面	-23.9
工從輸	-1482
事從農	668.1
工從鉄	396.3
工從窯	2481.1
農事体	-126.7
工從出	-518.6
定数	811946

	0.52
工荷化	196.1
定数	1959380

	0.92
工荷油	37.4
工從総	57.6
定数	857873

石炭製品

	1
工荷金	80.3
事從電	1.7
工荷輸	-3.3
畑面積	-0.7
事從建	0.4
工荷食	0.04
定数	82300

	0.95
事從製	11.8
事從総	-0.9
定数	-114469

	0.8
事從製	2.6
工荷鉄	0.5
定数	-55175.6

化学薬品

	0.817
工荷鉄	2
工荷ハ	1.1
定数	25169.6

	0.75
工從食	-77
事從運	39.3
事從製	-18.9
定数	767302

	0.42
工荷化	11.8
定数	31701.5

化学肥料

	0.24
漁経総	-62.8
定数	759477

	0.28
水産金	-4.5
水産数	2.2
漁金	-6.6
定数	760513

	0.36
畑面積	4.6
事從農	30.4
工荷化	5.1
定数	22061.4

その他の化学工業品

	0.92
土木費	-25.1
商販小	0.7
事從不	119.9
工荷他	1.1
道路延	46
工荷鉄	-8.4
工荷化	12
工從鉄	121.9
定数	-229362

	0.87
土木費	-18.2
事從総	8.8
工荷総	0.4
事從運	-48.9
事從製	-32.5
工從総	24.3
定数	-117196

	0.67
事從総	0.63
商從総	0.83
定数	39438.2

紙・パルプ

	0.99
工 荷 パ	6.6
工 従 鉄	637.4
工 荷 鉄	-26.4
工 農 荷 窯 体	12.5
事 従 林 面	-128.9
事 従 サ	2.1
工 従 出	68.5
商 従 出	-529.3
事 従 融	9.3
工 従 融	238.4
工 荷 化	14.7
財 出	-3.9
定 数	-1131050

	0.76
工 荷 パ	12
定 数	55111.9

	0.76
工 荷 パ	12
定 数	55111.9

繊維工業品

	1
漁 金	2.1
工 荷 化	9.1
工 荷 出	-1.4
工 荷 家	1.7
工 荷 他	0.03
事 従 農	-1.04
定 数	-47871

	0.4
工 荷 織	3.5
定 数	26708.3

食料工業品

	0.81
事 従 不	506.8
小 銃 小	-190.7
事 従 総	14.4
定 数	3435290

	0.75
事 従 卸	21.8
田 面 積	6.4
農 事 体	-54.3
定 数	794019

	0.71
商 従 卸	41.9
工 荷 食	4.1
定 数	845849

日用品

	0.99
人 口	15.1
商 従 小	-183.1
自 車 台	8.7
農 事 体	-56.1
事 従 融	-333.7
事 従 公	48.7
事 従 不	-286.1
工 従 食	42
事 従 鋳	76.4
定 数	-1361800

	0.94
事 従 総	3.3
工 荷 金	-7.3
定 数	-198067

	0.89
商 従 総	10.4
定 数	-62532.8

その他の製造工業品

	0.9
工 荷 出	16.7
工 荷 パ	4
商 従 卸	127.6
事 従 運	-60.1
畑 面 積	-4.6
工 従 金	-510.5
水 産 数	-1.3
牧 草 面	4.3
商 販 総	-0.48
定 数	1202540

	0.75
土 木 費	5.7
工 荷 機	3.3
定 数	106541

	0.67
事 従 総	1.2
定 数	97921.1

金属くず

	0.25
工 荷 輸	4.4
事 従 農	13.3
定 数	6150.6

	0.15
工 荷 輸	2.8
定 数	122396

	0.16
工 荷 金	2.9
工 荷 機	0.21
工 荷 輸	0.16
定 数	113213

動植物性飼肥料

	0.37
畑 面 積	9.4
工 荷 機	18.1
定 数	161951

	0.33
畑 面 積	9.3
工 荷 総	0.84
定 数	-37137.1

	0.33
畑 面 積	9.3
工 荷 総	0.8
定 数	-37137.1

その他の特種品

	0.9
商 従 総	190
工 荷 木	197.1
樹 園 面	-8137.5
工 従 木	-1440.5
定 数	-1746900

	0.83
工 従 総	304.9
定 数	1681660

	0.84
商 従 総	123
工 従 総	56.7
定 数	3430420

その他

	1
工荷出	-15.3
商從卸	41.5
商從總	-5.6
工從金	245.7
水産数	0.5
漁金	-1.8
自車台	1.6
事從鉦	-39
工荷家	11.6
財歲出	-4.4
工從出	163.9
工從翠	-117.6
工荷木	-1.1
定数	352870

	0.98
工荷總	-0.099
財政出	-10.5
事從總	3.7
自車台	5.8
道路延	30.1
定数	-273262

	0.9
商從總	5.6
工從總	8.5
定数	-139586

全変数モデル

着モデル  
穀物

道路延	0.64
工荷木	179.4
工荷食	-21
定数	-2.9
定数	575967

野菜・果物

工荷バ	0.52
漁経総	-8.9
定数	-262.9
定数	3155170

その他の農産品

畑面積	0.81
牧草面積	14.6
漁経総	-27.8
工従機	-301.5
定数	-576.7
定数	3328440

畜産品

総面積	0.63
森林面積	207.7
事従農	-1.4
定数	-97.7
定数	177266

水産品

工荷金	0.83
田面積	-5.8
漁数	9.4
漁金	-3.1
水産数	15.4
工荷木	5.8
定数	-9
定数	391597

木材

事従農	0.73
畑面積	352.2
工従木	-8.6
定数	262.2
定数	69204

薪炭

石炭

工荷出	0.99
工荷バ	59.8
工荷金	38.4
牧草面積	-25.6
工従金	-8.6
商従卸	-2645.2
工荷鉄	521.3
事従運	13
漁数	-247.7
商販総	-1.9
工荷機	-1
定数	-10.2
定数	1610620

金属鉱

工従総	1
一次人	60.9
水産金	47.5
定数	-2.3
定数	-3189670

制限付きモデル

道路延	0.48
事従農	136.1
定数	-132.3
定数	336213

畑面積	0.13
定数	7
定数	857761

畑面積	0.78
総面積	18.2
事従農	-509
工荷総	656.2
定数	-1.9
定数	1797150

牧草面積	0.4
工荷食	4.6
定数	1.3
定数	136084

水産金	0.75
道路延	5.8
漁数	33.9
水産数	-2.4
漁金	3.3
定数	11
定数	-332896

工従木	0.83
工従総	265.3
財政出	91
事従農	-7.5
定数	170.8
定数	-768269

土木費	0.92
工荷バ	40.4
総面積	16.4
定数	-128.3
定数	161557

工従総	1
工荷輸	80.5
事従総	4.9
定数	2.32
定数	-3053840

対話型変数選択モデル

人口	0.39
畑面積	0.5
定数	4.6
定数	2214815

畑面積	0.51
樹園面積	19.2
定数	194.4
定数	459304

畑面積	0.71
定数	30.7
定数	-201706

牧草面積	0.4
工荷食	4.6
定数	1.3
定数	136084

漁経総	0.56
水産数	81.4
工従食	1.4
定数	31.9
定数	9456.1

工従木	0.72
工従家	369.8
工従バ	322.4
定数	322.7
定数	369181

事従電	0.77
工従鉄	980.6
定数	284.7
定数	-401651

工従鉄	0.68
定数	65.9
定数	-67760.6

砂利・砂・石材

自車台	0.93
工従窯	-41.1
農事体	30110
一次人	-2813.1
事従運	1191.8
事従不	-1722.8
工従食	3322.9
工従金	1911.2
工荷化	-5803.8
事従農	-192.8
定数	1129.9
	-29781200

総面積	0.46
定数	2502.1
	-6367380

総面積	0.48
道路延	1853.4
定数	680.5
	-6472930

石灰石

工荷他	1
工荷鉄	2.4
工荷機	2.9
水産数	-15.7
工荷バ	-0.6
耕地面	3
水産金	-0.9
工荷家	-1.4
道路延	5.9
定数	-18.9
	610436

工荷輸	0.97
工荷鉄	38.2
工従化	5.3
工従機	-506.7
事従鉄	11
定数	-25.3
	-83075.6

工荷化	0.49
定数	40.8
	-65693.2

その他の非金属鉱

工従木	0.81
工荷他	897.4
工荷鉄	4.8
工従機	20.9
工従化	829.3
定数	-1819.6
	-1315740

工従窯	0.87
事従運	2070.1
工従総	-761.8
事従鉄	553.1
工荷総	757.8
工従バ	4.4
工荷鉄	-733.9
工荷化	20.4
定数	-58.4
	-2545850

工荷他	0.4
道路延	9.5
定数	196.4
	555478

鉄鋼

工荷総	0.91
工荷食	2.7
事従鉄	-6.9
工荷機	142.8
工荷輸	-21.5
工荷金	-14.3
定数	-6.6
	1157510

工荷総	0.77
工従鉄	1.6
定数	78.1
	-146286

工荷総	0.77
工従鉄	1.6
定数	78.1
	-146286

非鉄金属

工荷木	0.96
工従鉄	1.3
工従金	72.7
事従建	136.8
工荷総	-5
工荷鉄	0.3
一次人	-3.6
工荷バ	1.9
工従他	-0.5
工荷家	-11
樹園面	-1.8
定数	-92.8
	-130795

工従機	0.75
工荷輸	33.4
総面積	3.9
工荷鉄	6.6
定数	-0.22
	-92688.9

工荷金	0.65
工荷他	1
定数	0.2
	21534

金属製品

工荷家	0.87
工荷窯	21.1
工従化	20.7
工従バ	-658.2
工荷他	150.7
定数	-1
	-188260

事従建	0.92
事従卸	109.3
工荷鉄	-33
商販小	-3.8
事従総	3.9
工従輸	-19.6
財政出	352.4
定数	-7.6
	-515071

事従建	0.69
定数	14.3
	163167

機械

	0.68
工 荷バ	9.5
工 荷木	13.4
工 荷窯	22.7
定 数	-111434

	0.64
工 荷総	2.5
商 販卸	-0.7
土 木費	30.6
定 数	3826.1

	0.55
工 荷総	2.2
定 数	507154

セメント

	0.94
工 荷金	-15.2
工 従機	218.2
事 従電	813.3
工 荷窯	-14.5
商 従製	-14.9
事 従製	24.2
定 数	117685

	0.91
事 従製	55.6
商 従小	-14.9
事 従サ	41.5
事 従運	59.3
定 数	286839

	0.62
事 従総	2.2
定 数	301006

その他窯業品

	0.96
工 従窯	5009.4
事 従鉍	815.9
工 従他	-350.4
工 従バ	-950
樹 園面	-5002.1
工 従輸	-787.9
定 数	-3113150

	0.94
工 従窯	3798.3
事 従鉍	633.7
工 従化	-2518.2
工 従運	-146.3
定 数	-1353280

	0.87
事 従鉍	268.3
工 従窯	1905.3
定 数	-936989

石油製品

	0.88
工 従窯	1118.4
工 荷バ	12.9
工 従輸	1139.1
事 従農	295.5
定 数	-1583080

	0.89
工 従総	116.5
工 荷化	76.3
商 従総	80.3
商 従卸	-231.1
総 面積	213.8
道 路延	-131.7
定 数	-1590810

	0.74
工 荷総	5
定 数	998585

石炭製品

	1
工 従機	107.9
工 荷窯	-0.55
工 荷機	-3.5
工 荷木	0.7
総 面積	2.6
工 荷食	-0.3
水 産数	0.1
耕 地面	0.2
一 次人	0.5
定 数	-84650.4

	1
事 従製	18.3
事 従卸	34
総 面積	7
事 従総	-12.2
事 従サ	-6.4
自 車台	0.8
土 木費	3.1
定 数	-11569

	0.56
事 従製	2
定 数	-37600.8

化学薬品

	0.95
工 荷鉄	12
工 荷バ	3.6
工 従化	-437.8
工 従鉄	-185.6
工 従総	-0.7
工 従他	58.2
森 林面	-0.3
工 荷家	5.8
定 数	423135

	0.8
工 荷化	5.6
工 荷総	0.3
土 木費	-4.6
事 従運	14.5
工 従食	-25.9
定 数	112530

	0.49
工 荷化	13.1
定 数	65436.3

化学肥料

	0.55
漁 総	-83.1
工 荷総	-0.5
総 面積	21.3
工 従化	287.4
定 数	950931

	0.43
畑 面積	4
牧 草面	-2.9
事 従農	39.6
定 数	34598.2

	0.47
畑 面積	4.5
事 従農	47.6
定 数	39220.4

その他の化学工業品

	0.86
土 木費	-15.4
商 販小	1.8
工 荷金	-3.5
工 従窯	87.3
定 数	-246934

	0.89
事 従運	-38.6
工 従化	-844.5
工 荷化	23.1
土 木費	-17.2
商 従小	35.9
事 従総	2.9
定 数	-280607

	0.7
事 従総	0.6
商 従総	1.1
定 数	58251.2

紙・パルプ

	1
工荷バ	12.9
漁数	-0.7
工荷鉄	-16.6
工従鉄	461.1
工従サ	27.2
工荷木	10.1
工従バ	-336.4
工荷総機	-1.9
工荷機	6.9
牧草面	3.5
事従公	-101.6
財歳出	-9.5
自車台	6.6
工荷金	-3.8
工従化	307.4
工商販小	1.3
事従電	304.1
工従金	-96.7
工荷他	0.57
事従融	-47.3
工荷出	2.9
一荷人	0.6
工荷化	0.1
水産金	0.1
総面積	1.2
定数	-397871

	0.66
工荷総	0.65
工荷バ	3.5
定数	-246202

	0.67
事従サ	1.4
工荷バ	6
工荷出	2.6
定数	-126175

繊維工業品

	1
工従食	19.7
工荷窯	4.6
工荷輸	-2.5
自車台	-0.8
工荷木	-0.7
道路延	5.8
商販小	-0.03
工荷他	-0.005
定数	-72738.8

	0.42
商従総	0.45
総面積	-9.8
定数	101647

	0.53
工荷織	4.9
	10053

食料工業品

	0.78
事従不	691.7
工荷金	-38.3
三荷人	-14.9
工荷機	21.3
定数	2806820

	0.72
商販卸	0.55
漁数	1.7
水産金	-6.5
定数	1765910

	0.67
事従総	3.4
工荷食	4.3
定数	627119

日用品

	0.96
樹園面	611.8
工荷金	-8.6
工荷窯	7.3
工荷化	-8.2
事従運	16.8
定数	-5844.6

	0.97
事従総	5.9
工荷金	-8.6
土木費	-28.1
財政出	10.1
総面積	-31.9
事従サ	-15.6
定数	-296145

	0.88
商従総	10.5
定数	-2503.9

その他の製造工業品

	0.85
土木費	15.5
事従公	-16
工従食	60
工荷機	5.6
事従融	-58.3
定数	-177384

	0.86
土木費	14.4
事従サ	-15.9
商従小	39.1
道路延	-29.5
工従金	-340.4
工従機	98.3
定数	98468

	0.67
事従総	1.1
定数	136581

金属くず

	0.86
工荷総	0.2
工荷金	-2.4
事従製	3
総面積	-9.6
定数	1556.6

	0.86
工荷総	0.3
工荷金	-2.4
事従製	3
総面積	-9.6
定数	1556.64

	0.61
工荷総	0.2
工荷輸	2.3
定数	-42584.8

動植物飼肥料

	0.39
畑面積	9.3
工荷金	7.8
定数	367243

	0.36
畑面積	8.8
土木費	3.9
定数	431642

	0.32
畑面積	7.5
事従農	44.6
定数	471486

その他の特種品

	0.91
商従総	191.8
工荷木	204.4
樹園面	-8363.7
工従木	-1546.3
定数	-1687270

	0.89
商従総	225.5
商従卸	-461.5
総面積	248.6
土木費	65.2
定数	-626392

	0.85
商従総	63.1
工従総	97.8
定数	3191500

その他

	0.99
事従運	45.3
工荷窯	-3.5
工従金	215
牧草面	-1
二次人	-15.2
工荷家	3.6
工従食	54.3
漁経総	-44.1
工従鉄	17.4
定数	146395

	0.97
事従運	33.2
工荷総	-0.2
定数	-23786.9

	0.96
商従総	6.6
工従総	11.7
定数	-163040

表 5 - 6 最終モデルの算出結果

品目名	発モデル			着モデル		
	説明変数 (略称) 及びパラメータ	定数項	相関係数 (R)	説明変数 (略称) 及びパラメータ	定数項	相関係数 (R)
穀物	田面積	9.09	212899.0	人口	0.54	221815.0
	畑面積	6.04		畑面積	4.60	
野菜・果物	畑面積	20.68	418929.0	畑面積	19.16	459304.0
	樹園積	120.92		樹園積	194.35	
その他の農産品	畑面積	30.78	-234285.0	畑面積	30.69	-201706.0
	樹園積	6.25	28328.6	樹園積	4.58	136084.0
畜産品	畑面積	33.64		牧草面積	1.32	
	工従養	47.75		工従食		
水産品	漁獲総	90.98	321097.0	漁獲総	81.44	9456.1
	水産数	1.59		水産数	1.41	
木材	森林面積	0.54	542904.0	工従木	369.78	369181.0
	工従木	479.38		工従家	322.35	
薪炭	-	-	-	工従パ	322.67	
石炭	事従鉱	492.52	1576630.0	事従電	980.62	-401651.0
				工従鉄	284.7	
金属鉱	事従鉱	11.32	-5297.7	工従鉄	65.93	-67760.6
	工従鉄	14.80				
砂・砂利・石材	総面積	1812.55	-4221270.0	総面積	1853.42	-6472930.0
	道路延	524.54		道路延	680.50	
石灰石	-	-	-	工荷化	40.78	-65693.2
その他の金属鉱	道路延	341.44	-991203.0	工荷他	9.46	555478.0
				道路延	196.36	
鉄鋼	工従鉄	159.14	-284113.0	工従鉄	78.06	-146286.0
	工荷鉄	1.60		工荷鉄	1.57	
非鉄金属	工従化	11.02	7202.2	工荷金	0.95	21534.0
	工従養	16.58		工荷他	0.15	
金属製品	事従建	14.80	111655.0	事従建	14.26	163167.0
	工荷輸	0.11				
機械	事従製	8.49	494592.0	工荷鉄	2.21	507154.0
	工荷鉄	1.26				
セメント	工荷窯	22.07	128421.0	事従鉄	2.18	301006.0
	工従鉄	9.33				
その他の窯業品	事従鉱	225.49	-1053050.0	事従鉱	268.34	-936989.0
	工従窯	2024.11		工従窯	1905.29	
石油製品	工荷由	37.41	857873.0	工荷鉄	5.02	998585.0
	工従鉄	57.64				
石炭製品	事従製	2.62	-55175.6	事従製	1.96	-37600.8
	工従鉄	0.49				
化学薬品	工荷化	11.80	31701.5	工荷化	13.09	65436.3
	畑面積	4.56	22061.4	畑面積	4.49	39220.4
化学肥料	事従養	30.39		事従養	47.56	
	工荷化	5.05				
その他化学工業品	事従鉄	0.63	39438.2	事従鉄	0.56	58251.2
	商従鉄	0.83		商従鉄	1.06	
紙・パルプ	工荷パ	11.99	55111.9	事従サ	1.42	-126175.0
				工荷パ	6.03	
繊維工業品	工荷織	3.47	26708.3	工荷織	2.60	
				工荷織	4.85	10053.0
食料工業品	商従卸	41.94	845849.0	事従鉄	3.38	627119.0
	工荷食	4.05		工荷食	4.30	
日用品	商従鉄	10.44	-62532.8	商従鉄	10.52	-2503.9
その他製造工業品	事従鉄	1.16	97921.4	事従鉄	1.11	136581.0
金属くず	工荷金	2.85	113213.0	工荷鉄	0.18	-42584.8
	工荷機	0.21		工荷輸	2.30	
動物性肥料	畑面積	9.28	-37137.1	畑面積	7.48	471486.0
	工荷鉄	0.84		事従養	44.58	
その他の特種品	商従鉄	122.96	3430420.0	商従鉄	63.06	3191500.0
	工従鉄	56.67		工従鉄	97.75	
その他	商従鉄	5.57	-139586.0	商従鉄	6.56	-163040.0
	工従鉄	8.54		工従鉄	11.69	

- 略称 説明変数
- 人口 : 道内総人口
  - 事従鉄 : 就業者総数
  - 事従養 : 農林水産業従業者数
  - 事従鉱 : 鉱業従業者数
  - 事従製 : 製造業従業者数
  - 事従建 : 建設業従業者数
  - 事従電 : 電気ガス水道業従業者数
  - 事従運 : 運輸通信業従業者数
  - 事従卸 : 卸売飲食店従業者数
  - 事従金 : 金融保険業従業者数
  - 事従不 : 不動産業従業者数
  - 事従サ : サービス業従業者数
  - 事従公 : 公務(その他)従業者数
  - 自動車 : 自動車台数
  - 工荷鉄 : 工業製品総出荷額
  - 工荷食 : 食料品製造業製品出荷額
  - 工荷木 : 木材・木製品業製品出荷額
  - 工荷家 : 家具・装飾品業製品出荷額
  - 工荷パ : 紙・パルプ・糊工工業製品出荷額
  - 工荷出 : 出版・印刷関連業製品出荷額
  - 工荷化 : 化学工業製品出荷額
  - 工荷由 : 石油・石炭製品出荷額
  - 工荷窯 : 窯業・土石製品出荷額
  - 工荷鉄 : 鉄鋼製品出荷額
  - 工荷金 : 金属製品出荷額
  - 工荷機 : 一般機械器具業製品出荷額
  - 工荷輸 : 輸送機械器具業製品出荷額
  - 工荷織 : 繊維・繊維製品業製品出荷額
  - 工荷他 : その他工業製品出荷額
  - 工従鉄 : 工業従業員総数
  - 工従食 : 食料品製造業従業員数
  - 工従木 : 木材・木製品業従業員数
  - 工従家 : 家具・装飾品業従業員数
  - 工従パ : 紙・パルプ・糊工工業従業員数
  - 工従出 : 出版・印刷関連業従業員数
  - 工従化 : 化学工業従業員数
  - 工従由 : 石油・石炭製品業従業員数
  - 工従窯 : 窯業・土石製品業従業員数
  - 工従鉄 : 鉄鋼業従業員数
  - 工従金 : 金属製品業従業員数
  - 工従機 : 一般機械器具業従業員数
  - 工従輸 : 輸送機械器具業従業員数
  - 工従織 : 繊維・繊維製品業従業員数
  - 工従他 : その他工業製品業従業員数
  - 商従鉄 : 商業従業員総数
  - 商従卸 : 卸売業従業員数
  - 商従小 : 小売業従業員数
  - 総面積 : 土地総面積
  - 森林面積 : 森林総面積
  - 田面積 : 水田総面積
  - 畑面積 : 畑総面積
  - 牧草面積 : 牧草地面積
  - 樹園積 : 果樹園積面積
  - 漁獲総 : 漁業事業本総数
  - 水産数 : 水産製品生産量
  - 道路延 : 道路表裏延長キロ

#### 5-5 まとめ

以上、本章においては、多様な品目と複雑な要因からなり、これまで説明力のあるモデル構築が難しかった物流の発着量に対し、精度の悪いデータに対し、データのスクリーニングを行い、モデル構築を可能とし、衆知結合型のストラテジックモデリングである対話型の変数選択システムを用いて、統計上及び実用上の合理性が調和するモデルを構築できた。さらに、多数の専門家が加わり、グループの意思決定としてのモデル構築を行うことにより、モデルの適用及びその結果についての意味が良く理解され、モデルがより有効に活用されることとが明らかとなった。

## 参考文献

- 1) 高野伸栄、藤兼雅和、五十嵐日出夫：対話型変数選択システムによる物流量発着モデルの構築．土木学会第46回年次学術講演会講演概要集第4部、1991
- 2) 高橋友昭、高野伸栄、佐藤馨一：北海道における将来物資流動量の予測に関する研究．平成3年度土木学会北海道支部論文報告集、第48号、1992
- 3) 高橋謙介、高野伸栄、佐藤馨一：物資流動における機関別分担モデルの構築に関する研究．平成4年度土木学会北海道支部論文報告集、第49号、1993
- 4) 田中豊、垂水共之、脇本和昌編：パソコン統計解析ハンドブックⅡ多変量解析編．共立出版㈱、1984



## 6-1 概説

現在、運輸省・各造船会社などにより次世代の高速海上物流を担う新形式の高速貨物船、テクノスーパーライナー（Tecno-Super-Liner；以下、「T S L」と略す。）の研究、開発が進められてきた。<sup>1)</sup> 現在は、技術開発が進められる一方で、全国各地で導入に向けたフィージビリティスタディが行われている。その際、一番重要なのが、T S L 導入後の新たな輸送体系下での貨物輸送分担を明らかにすることである。

しかし、これまで、貨物輸送分担モデルは、マクロ的なモデルは構築され、実用に供されているものの、本研究が対象とするT S Lの分担を明らかにするようなモデル構築はなされていない。そこで、本研究においては、交通機関分担率予測のためのストラテジックモデリングとして、従来、意思決定の分野に用いられているAHPを用いてモデル化し、T S Lの分担量を求めることを目的とする。

これにあたり、T S Lの特徴を明示的に取り込んだ貨物輸送分担モデルを構築すること。T S L適合貨物の抽出を行ったこと。荷主・運送事業者へのヒヤリング調査を行い、そのデータをもとにモデルを構築を行うなど、ストラテジックモデリングの特徴である主観性、選択性、周知結合性を活かしたモデリングを行った。

## 6-2 T S Lの概要とその特徴

### 6-2-1 T S Lの概要

T S Lに係わる研究開発は、T S Lそれ自体の技術開発に係わる研究と、埠頭、荷役施設等の港湾機能に関する研究<sup>2)</sup>、T S Lを導入した場合の輸送システムに関する研究<sup>3)</sup>、法、基準等の運航に係わる制度面での研究<sup>4)</sup>、有望ルート等のフィージビリティスタディに係わる研究など実に様々な角度からの研究開発がなされている。

T S Lそれ自体の技術開発は、テクノスーパーライナー技術研究組合で行われており、揚力式複合支持船型（T S L-F型）と空気圧力式複合支持船型（T S L-A型）といわれる2タイプについて研究が進められている。いずれのタイプについても平成6年中には実験船の建造を完成させる予定であり、建造完了後、各種性能試験を実海域等で実施することにより、これまでの研究成果を総合的に検証し、T S Lの設計建造技術を確立することとしている。

その際の実験目標は、表6-1に示すとおり速力50ノット（約93Km/h）、積載重量1000トン、航続距離500海里（約930Km）以上、波浪階級6程度の荒れた海でも安全に航行するものとされており、本研究においてもこの開発目標を基準として、分担率及び分担量の推定を行うものとする。

表 6 - 1 T S L の開発目標

諸 元	開 発 目 標
速力	50ノット(約93Km/h)
積載重量	1000トン
航続距離	500海里(約930Km)以上
航行性能	波浪階級6程度の荒れた海でも安全に航行

### 6 - 2 - 2 T S L の輸送機関特性

T S L の輸送機関特性を明らかにするため、札幌 - 東京間における T S L を含めた各輸送機関の特性を表 6 - 2 にまとめる。特性を表す指標として、「迅速性」、「低廉性」、「輸送力」、「サービス」、「確実性」、「安定性」の 6 項目をとった。なお、「輸送力の最後の数値は、その輸送機関が、1 日に運んでいる実データである。

これをもとに各輸送機関の特徴を述べると、航空機の特徴は、迅速性が非常に高いことである。また、サービスは、直接貨物室に搭載するためのパレット、コンテナ、イグルーを表す Unit Load Device (U L D) 方式により省力化されていることに特徴がある。運賃は割高で低廉性の面で劣っている。

鉄道の特徴は、迅速性における定時性である。また、特に輸送人件費が少なく低廉性に優れている。さらに、輸送力が比較的大きい。しかし、サービスにおいて、両端駅でトラック集配が必要な点がデメリットである。

トラックの特徴は、迅速性におけるジャストインタイムが可能になる点である。デメリットは、輸送力において、大量に輸送できないことと、交通渋滞等の影響で安定性が欠けていることがあげられる。

フェリーの特徴は、運賃が割安である点と、大量に輸送できることである。デメリットは迅速性において、所要時間が長いことと、安定性において、天候に左右されやすいということである。

海運の特徴は、重量品、大量品の輸送に適し、輸送力が優れていることで、デメリットはやはり、所要時間がかなり長いということである。

これらと比較すると、T S L の特徴は、航空機について、迅速性が優れていることが特徴である反面、それに対する低廉性がどの程度になるかが大きなポイントとなり、さらに、輸送力において頻度が少ないことがデメリットとしてあげられる。

表 6 - 3 は、表 6 - 2 のうち、「迅速性」、「低廉性」、「輸送力」の三要素について具体的な数値を基に各輸送機関の物流特性のウェイトを求めたものであ

表 6 - 2 交通機関特性

特性 機関	迅速性	低廉性	輸送力
航空機	所要時間が非常に短い(6.4h) 運賃が割高である(15.4万円)	運送保険料が比較的安い 積載量少ない(18t) 542(t/1日)	頻度とても多い(33便/日)
T S L	所要時間が短い(14.0h)	運賃が比較的割安(5.8万円) (航空機とコンテナ船のコスト差を 10等分して、コンテナ船から3つ 分積み上げた運賃に設定)	大量に輸送できる(1000t) 頻度比較的少ない(1便/日) 1000(t/1日)
鉄道	所要時間が比較的短い(21.1h) 定時性に優れている 時間帯の良いダイヤが少ない 遠距離では滞留時間が長い 緊急輸送は配車の関係で無理	運賃が割安である(1.6万円) 輸送人件費が少ない エネルギー消費量が少ない 近距離では運賃割高	比較的大量に輸送可能(500t) 頻度比較的多い(12便/日) 6000(t/1日)
トラック	所要時間が比較的短い(20.4h) ダイヤの制約がない ジャストインタイム	近距離では運賃割安 遠距離では運賃割高(2.3万円)	大量に輸送できない(10t) 5500(t/1日)
フェリー	所要時間が長い(34.0h)	運賃が割安(1.4万円(無人)) 人件費が節約できる(無人車) 運賃車長建て(積込無関係) 荷役費が比較的割高	大量に輸送できる(5156t) 比較的少ない(1便/2日) 繁忙期スペースが不足する 7888(t/1日)
海運	所要時間がかなり長い(50.2h)	運賃が割安(1.3万円(コンテナ)) 荷役費が割高 港湾施設に多額の費用かかる	重量品、大量品の輸送に適 運航便数が少ない 夜間、日曜に荷役行なわず 17967(t/1日)

特性 機関	サービス	確実性	安定性
航空機	ULD方式により省力化	包装が比較的簡単 荷傷みが少ない	天候に左右されやすい
T S L	コンテナによって省力化 港湾が都心から遠い	包装が比較的簡単 荷傷みが少ない	事故が少ない 天候の影響あまり受けず
鉄道	両端駅でトラック集配が必要	長尺物の積載ができない	事故が少ない 天候の影響あまり受けず
トラック	ドアトゥードアの一貫輸送が可 自家輸送が可能	包装が比較的簡単 荷傷みが少しある	交通渋滞、事故の危険あり
フェリー	荷役時間が比較的かかる	荷傷みが少ない	正確性、安定性比較的劣る 天候に左右されやすい
海運	荷役の一貫化した合理化 荷役時間がかかる	コンテナを船社提供(コンテナ船) シーブスを船社提供(RORO船)	正確性、安定性が劣る 天候に左右されやすい

注) 所要時間及び運賃は、幹線輸送、荷役・待機、アクセス・イクレスの3つについて  
求めその和をとった。

表 6 - 3 交通機関の物流特性ウエイト

交通機関	迅速性	低廉性	輸送力
航空機	0. 8 9 6	0. 0 7 7	0. 0 2 7
T S L	0. 6 1 7	0. 3 0 8	0. 0 7 5
鉄道	0. 2 0 8	0. 5 6 3	0. 2 2 9
トラック	0. 2 6 1	0. 4 8 4	0. 2 5 5
フェリー	0. 1 2 1	0. 5 9 7	0. 2 8 2
海運	0. 0 6 0	0. 4 7 0	0. 4 7 0

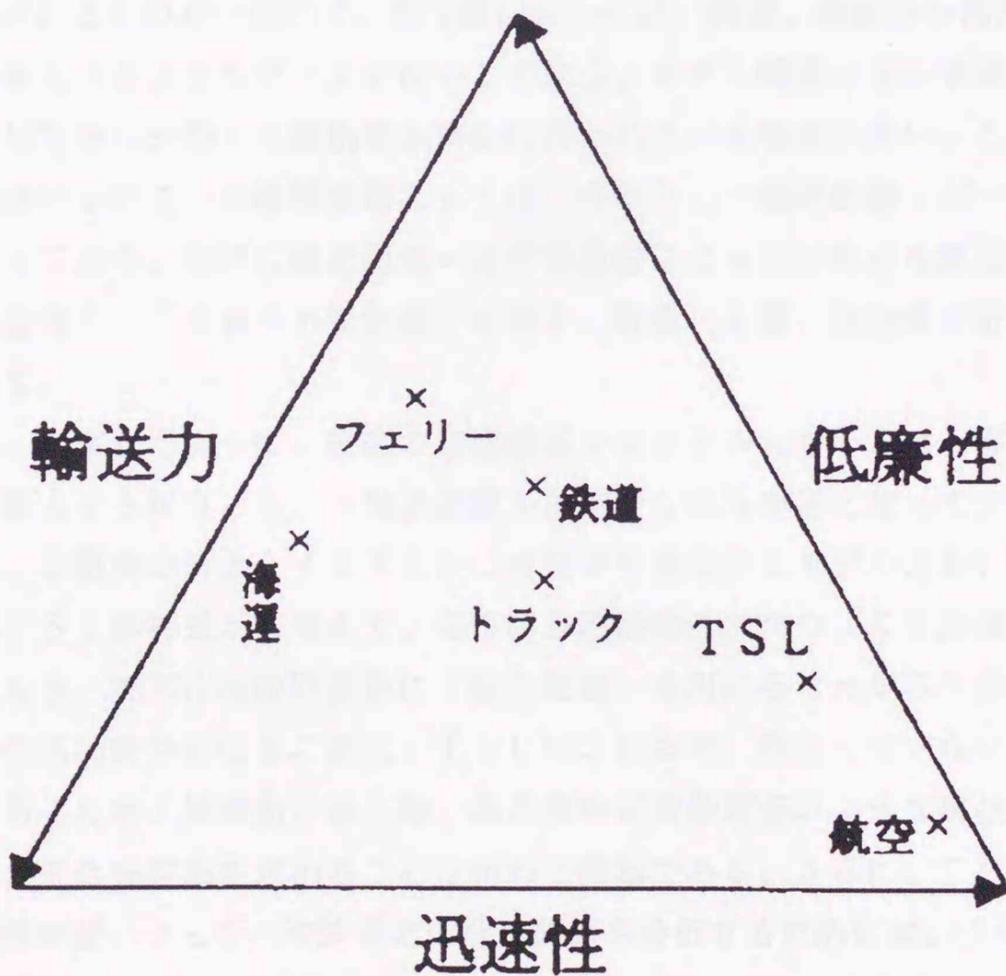


図 6 - 1 交通機関特性図

る。<sup>5)</sup>これを三角座標にプロットしたものが、図 6 - 1 の交通機関特性図である。これによると、トラックは、中央に位置し、三要素のバランスがとれた輸送機関

であるといえる。これに対しT S Lは航空貨物とトラックの中間の迅速性、及び低廉性を有する輸送機関であることがわかる。

### 6-3 貨物輸送分担モデルに係わる問題点とモデル構築の基本方針

これまで研究がなされている貨物輸送の交通機関分担あるいは、選択率モデルをその対象地域によって分類すると、都市間を対象とするものと都市圏内を対象とするものに分けられる。都市間を対象とするものの多くは、純流動データや総流動データ等のマクロデータを用いたものであり、対象とする交通機関分類は、用いるデータの制約のため、自動車（場合によって、自家用・営業用を区別）、鉄道、船舶の3分類となっている。<sup>6) 7) 8)</sup> これらのモデルは、数量化Ⅱ類、判別分析等の手法を用い、主な説明変数としては、「輸送距離」、「輸送品目」、「輸送重量・ロット」を採用している。

一方、都市圏を対象とするものは、都市圏物資流動調査<sup>9) 10)</sup>から得られたデータを用いるものが一般的で、都市圏においては、鉄道、船舶の分担率が小さく、分析に耐えうるようなデータがないことから、モデル構築は主に自家用貨物車と営業用貨物車に分類した自動車を中心に行われている場合が多い。この場合、モデルに用いられている説明変数としては、やはり、「輸送距離」が一番重要な要因となっており、単純に輸送距離-分担率曲線によって分担率を算出したり、これに「品目」、「地域ペア特性値」を加え、数量化Ⅱ類、重回帰分析等により求めている。

以上、考察したように、従来の貨物輸送分担モデルにおいては、都市間、都市圏を対象とする双方とも、「輸送距離」が重要な説明要因となっている。しかしながら、本研究の対象とするT S Lの分担率を推定するモデルにおいては、輸送距離はT S Lの特長から考えて、都市間長距離輸送でかつ500海里以下に限定されており、モデルの説明変数に「輸送距離」を用いることが不可能であることが第一の制約条件となる。また、T S Lはこれまで、存在していない新しい交通機関であるため、純流動、総流動、都市圏物資流動調査のような現状のデータ分析から、その分担率を求めることは極めて困難である。さらに、T S Lと比較的その特性に近いフェリーや鉄道との分担関係を分析するためには、「所要時間」、「料金」といった説明要因のみならず、「輸送ロットの融通性」、「ダイヤの利便性」等の使い勝手に係わる要因をモデルに取り込む必要があるが、これらはいずれも極めて定量化しがたい要因であることも、大きな課題となる。また、これらの影響の度合いは、品目によって大きく異なり、詳細にわたる品目別の分析を行う必要が生じる。

これらの制約を考えると、T S Lの分担率は、これまで構築されたモデルでは

推定し得ないものであることが明らかとなる。そこで、本研究においては、まず、T S Lに搭載の可能性のある品目を抽出し、それら適合品目を限定してモデル構築を行うことを基本方針とし、T S Lの輸送機関特性と各品目の特性から、適合品目の抽出を行う。次に定量化が困難な要因をも取り込むため、各要因の相対比較結果に基づく定量化が可能なA H Pを適用することとする。A H Pの階層図に従い、荷主、運送事業者に対して行った調査データをもとに、交通機関の総合評価点を算出し、この評価点と分担率の関係からロジット曲線を得て、これをもとにT S L分担率の推定を行うこととする。

#### 6-4 T S L適合品目の抽出

##### 6-4-1 交通機関特性及び品目別物流特性図の作成

2節において、各交通機関の物流特性ウエイト（表6-3）を示し、これに基づいて、交通機関特性図（図6-1）を作成した。本節においては、交通機関と各品目の物流特性を対照するために、品目別に物流特性のウエイトを算出する。ウエイトの算出にあたっては、運輸省の総流動データ（貨物地域流動調査）の中分類による32品目について、物流特性の三要素に関し、一対比較を行い、A H Pの解法である固有値法により、ウエイトを算出し、その結果をもとに、32品目を11にタイプに類型化を行ったものを表6-4に示す。さらに、表6-3と表6-4をもとに、交通機関と32品目を同じ三角座標にプロットした物流特性図を作成し、図6-2に示す。

図6-2の物流特性図により、T S Lと物流特性が類似しているものは、野菜・果物、畜産品、水産品、日用品、その他の特種品（引越し荷物など）、機械であることが明らかになる。これに対し、トラックは三要素のバランスがとれていることから、かなり広範な輸送品目に適合している。また、航空貨物は、野菜・果物や水産品に適合していることがわかる。

表 6 - 4 輸送品目の類型結果

類型	迅速性	低廉性	輸送力	輸送品目
A	0. 143	0. 714	0. 143	その他の農産品
B	0. 202	0. 701	0. 097	金属製品
C	0. 080	0. 685	0. 234	穀物、繊維工業品
D	0. 156	0. 659	0. 185	その他の窯業品
E	0. 086	0. 618	0. 297	その他の製造工業品
F	0. 114	0. 481	0. 405	鉄鋼、非鉄金属、化学薬品、食料工業品
G	0. 091	0. 455	0. 455	木材、薪炭、石炭、金属鉱、砂利・砂・石材、石灰石、その他の非鉄金属鉱、セメント、石油製品、石炭製品、紙・パルプ、金属くず、動植物性飼料、化学肥料
H	0. 429	0. 429	0. 143	日用品
I	0. 460	0. 319	0. 221	機械、その他
J	0. 584	0. 281	0. 135	畜産品、その他の化学工業品、その他の特種品
K	0. 637	0. 258	0. 105	野菜・果物、水産品

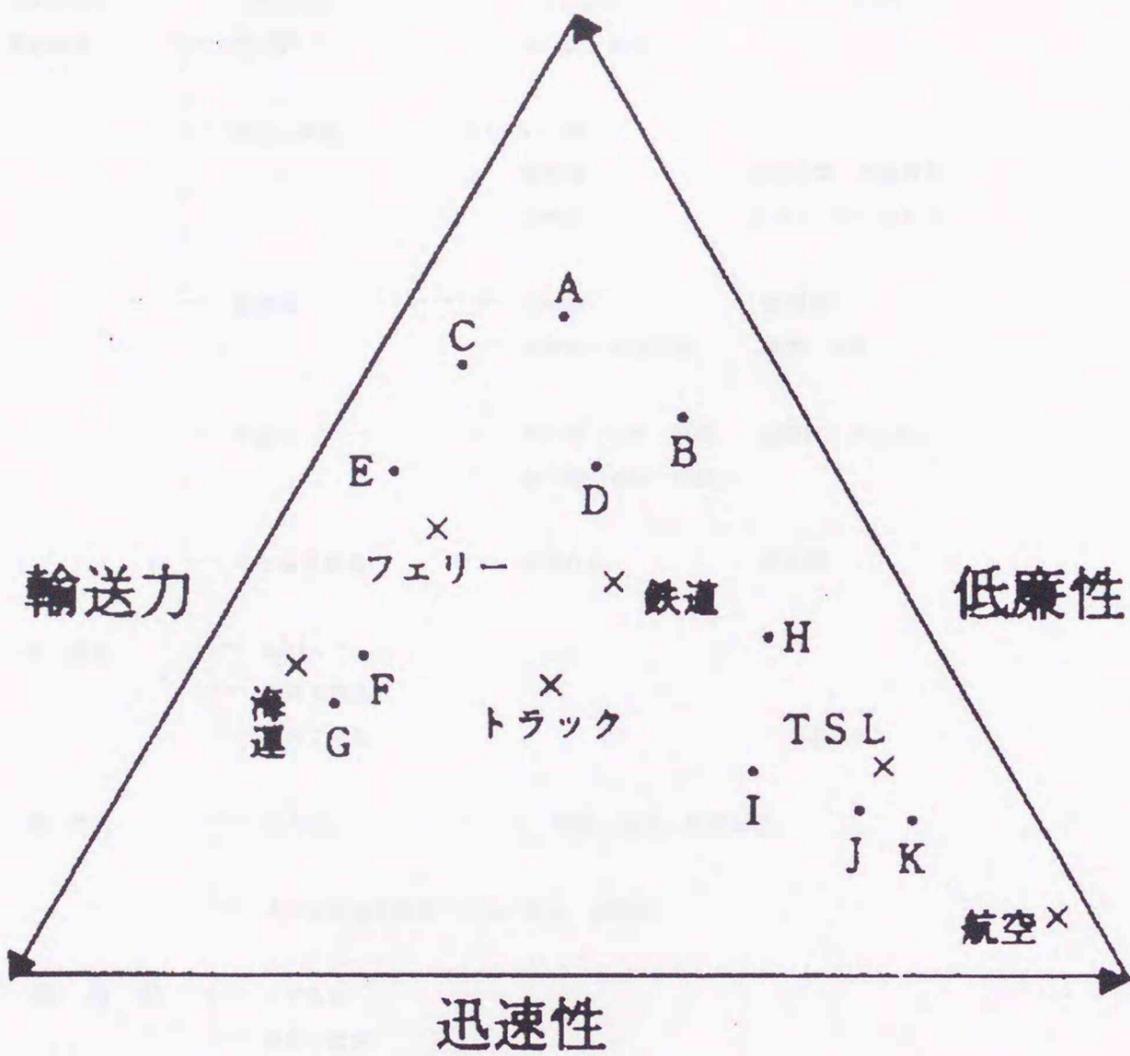


図 6 - 2 交通機関・各品目物流特性図

#### 6 - 4 - 2 T S L 適合品目の抽出

図 6 - 2 によって得られた T S L に適した品目について、更に各品目分類毎に

- a. 高サービスの提供による高運賃に耐え得るか。
- b. 速達性を活かせるか

という二つの観点から考察を行い（図 6 - 3 参照）、品目の抽出を図った。この結果、8 品目を T S L 適合貨物として、需要予測の対象とすることとした。

（表 6 - 5 参照）

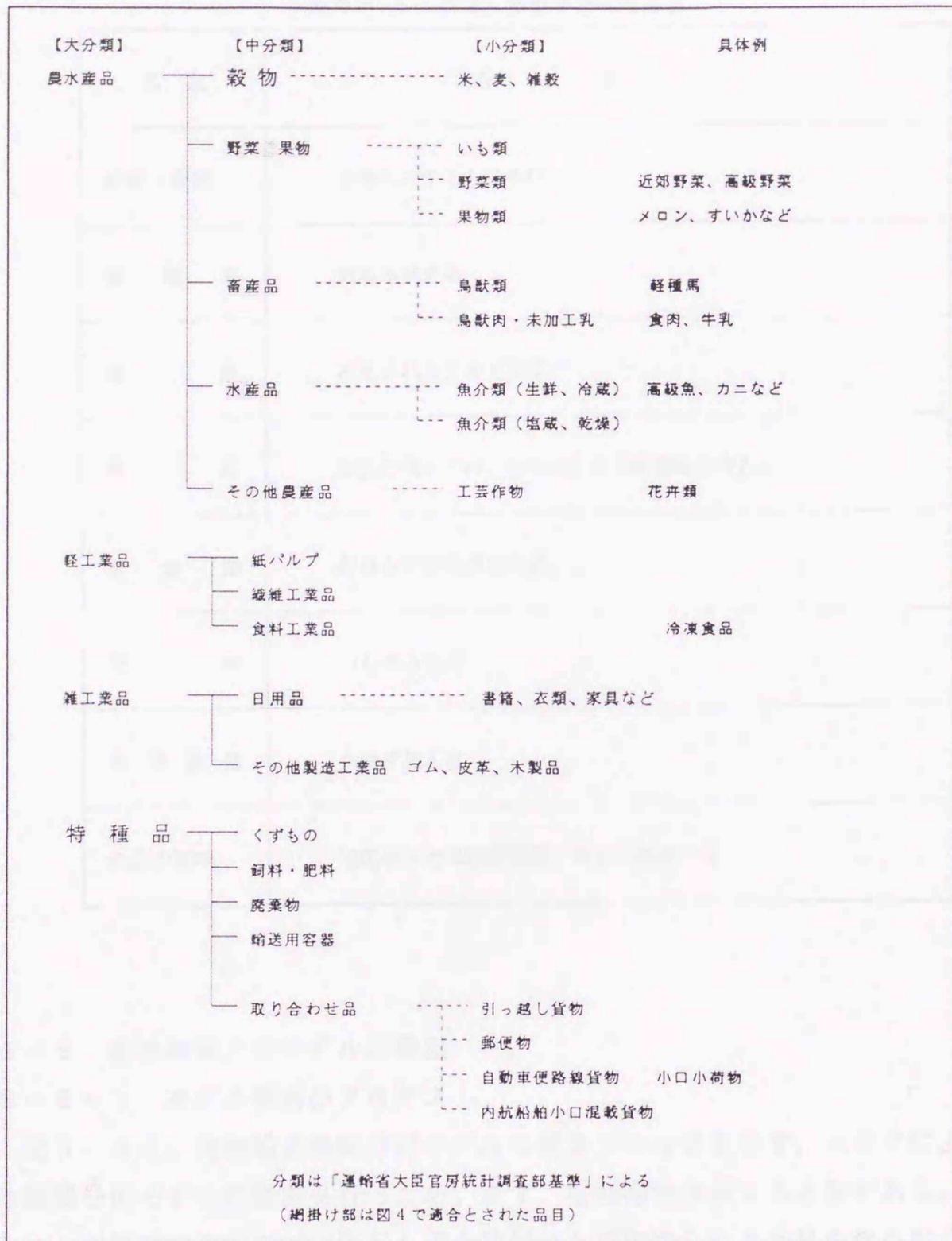


図6-3 TSL適合品目の抽出

表 6 - 5 T S L 需要予測対象品目

品 目	内 容
野菜・果物	日持ちのするものを除く。
軽 種 馬	競馬用競走馬
食 肉	冷蔵されたチルド肉など
牛 乳	市乳の他ヨーグルト、生クリームなどの乳製品を含む。
魚 介 類	鮮魚およびその加工品。
花 卉	いわゆる生花
冷 凍 食 品	食材用加工品
小口小荷物	宅配便などの路線貨物。および郵便小包

## 6 - 5 輸送機関分担モデルの構築

### 6 - 5 - 1 モデル構築のプロセス

図 6 - 4 に、貨物輸送機関分担モデルの構築プロセスを示す。AHPによる輸送機関分担モデルの構築を行うため、まず、階層図を作成する必要がある。そのため、本研究においては、T S L 適合貨物として抽出した 8 品目を取り扱う事業者と運送事業者計 25 社に対してヒヤリング調査を行った。調査目的としては、①階層図を作成する上での評価基準の検討及び一対比較に用いる資料・意見の収集、②現況の各品目毎の交通機関分担率データの収集、さらに、③T S L の分担率を予測する上でのサービス水準の設定に用いる資料の収集である。次に階層図に従い、ヒヤリング調査から得られたデータをもとに 8 品目別に各評価基準間の一対比較行列を作成し、各評価基準の相対ウェイトを算出する。また、各評価基準別の交通機関の評価点の算出を行う。これらの積和をとることにより、各交通機関の評価点が得られるが、本モデルにおいては、さらにこれを各品目の単位重量当たり輸送コストで基準化して、総合評価点を算出する。これらの結果をもと

にして、総合評価点と現況の各交通機関の分担率のロジット回帰を行い、貨物輸送機関分担モデルを得るものである。

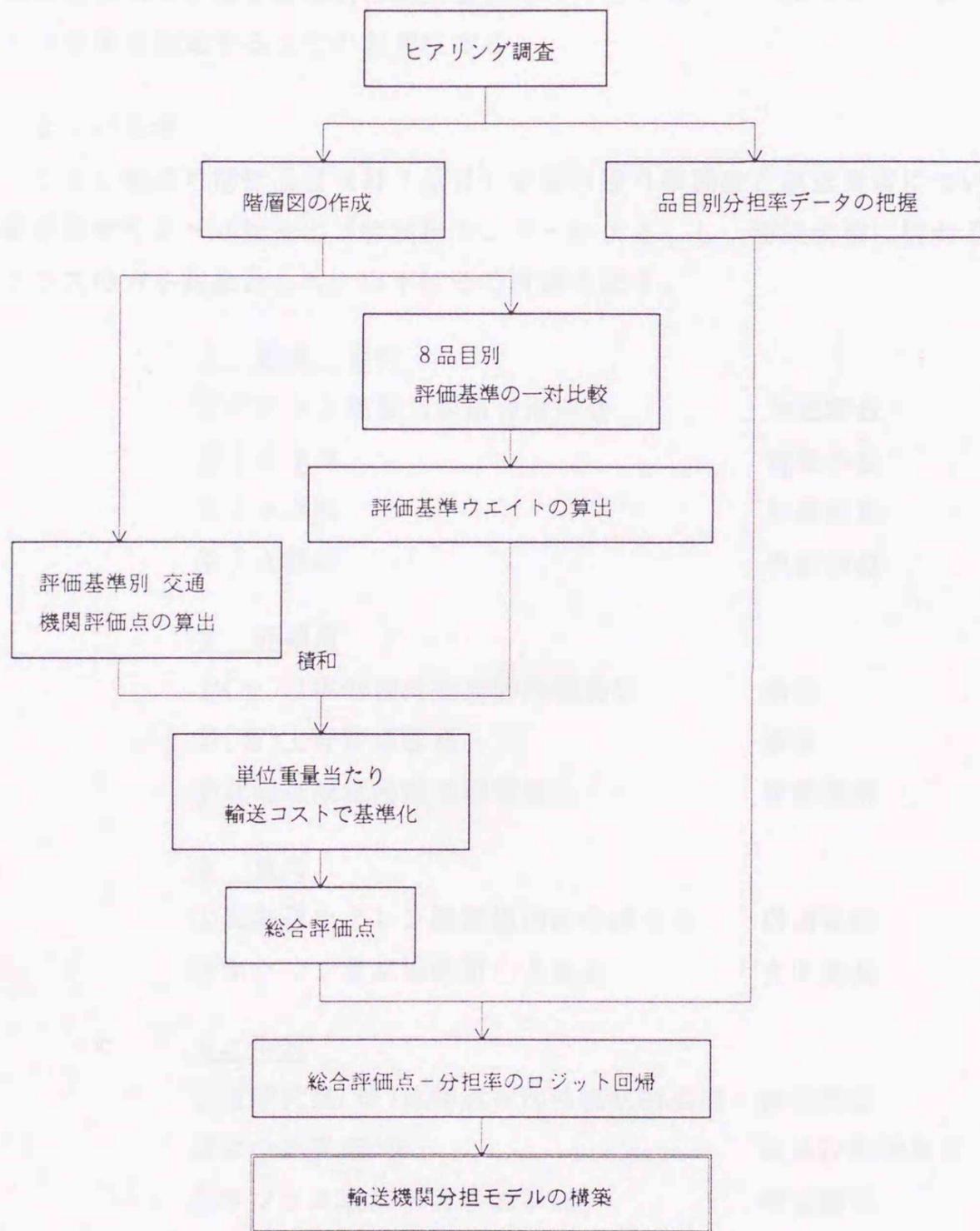


図6-4 貨物輸送機関分担モデル構築のプロセス

## 6-6 ヒアリング調査

### 6-6-1 ヒアリング調査の概要

1993年11月30日(火)から12月6日(月)の間、(財)物流研センターと共同で荷主や運送事業者に対してのヒアリング調査を行った。はじめに、その調査の概要を

記す。

(1) 調査の目的

- ①実際の物流業務に携わる運送事業者や、荷主の物流輸送機関選択に対する意識を明らかにすることによって、AHPによるTSL選択率モデルを構築する。
- ②各品目について物資流動の実態を詳細に把握することによって、TSLのサービス水準を設定する上での参考にする。

(2) 対象者

TSL輸送可能性品目(計8品目)を取り扱う事業者と運送業者について、対象事業者を2~3社抽出(物流研センターによる)し、物流業務に携わる部課長クラスの方を対象とした。以下にその詳細を記す。

1. 野菜・果物

- |                |      |
|----------------|------|
| ①ホクレン農業協同組合連合会 | 物流課長 |
| ②JA余市          | 営農部長 |
| ③JA夕張          | 経済部長 |
| ④JA篠路          | 生産部長 |

2. 軽種馬

- |                  |      |
|------------------|------|
| ①(社)日本軽種馬協会静内種馬場 | 場長   |
| ②(有)上野育成牧場       | 場長   |
| ③北海道競走馬輸送事業組合    | 専務理事 |

3. 食肉

- |                   |      |
|-------------------|------|
| ①北海道チクレン農業協同組合連合会 | 副調査役 |
| ②ホクレン農業協同組合連合会    | 食肉課長 |

4. 牛乳

- |                     |         |
|---------------------|---------|
| ①雪印乳業(株)北海道本部札幌統括支店 | 物流課長    |
| ②よつ葉乳業(株)           | 取締役物流課長 |
| ③サツラク農協市乳事業本部       | 物流課長    |

5. 魚介類

- |               |        |
|---------------|--------|
| ①北海道漁業協同組合連合会 | 営業開発部長 |
| ②まるごう内海商店     | 専務取締役  |
| ③石狩漁業協同組合     |        |

6. 花卉

- |             |        |
|-------------|--------|
| ①JA当別町生産販売部 | 生産振興課長 |
|-------------|--------|

② J A 月形町 農産園芸課長

7. 冷凍食品

①(社)北海道冷凍食品協会 専務理事

②(株)土屋 専務理事

8. 小口小荷物

①ヤマト運輸(株)札幌主管支店 運行課長

②日本通運(株)北海道支店業務部 路線課長

④北海道郵政局輸送課 企画係長

9. 運送業者

①(株)カネキ運輸 常務取締役

②(株)合同冷温 取締役社長

③札幌通運(株) 取締役業務部長

(3) 方法

40～50分程度の面接によるヒアリング調査。ヒアリングに当たっては調査表通りに1問1答するのではなく、自然な感じで対象者に答えてもらえるように心がけた。

(4) 調査項目

I. 事業者の概要

業種、主要な出荷品目、  
商品・製品の出荷状況（全体量と地域別の比率が分かるように）

II. 現在の輸送状況

輸送形態、輸送ロット、荷姿、保鮮輸送の有無

輸送手段（対関東） 物流・商流のパターン

輸送手段、輸送ルート（複数の場合は比率も）

輸送コスト トータルの輸送コストと商品の価格に占める輸送コストの割合

現在の輸送についての問題点

III. 物流輸送機関の評価

評価基準の対比較

IV. T S L のサービス水準設定に関する調査

就航ルートおよび運行ダイヤの評価、輸送形態、荷姿、荷受け・荷渡しの場所

V. フリーアンサー

6-6-2 ヒアリング調査表

次ページ以降にヒアリング調査表を掲載した。形式は対象者が目を通してもし支えないようになっているが、基本的には口頭で質問した。なお、一対比較の質問については、回答例と各項目を記したものを提示し、回答者の便宜をはかった。

## テクノ・スーパーライナー (TSL) の需要動向に関する実態調査

平成5年12月

(財)北海道物流システム開発研究センター  
北海道大学工学部交通計画学研究室

### 調査のお願い

貴社におかれましては益々ご清祥のこととお慶び申し上げます。

さて、このたび私どもでは道内企業における物流動向の把握を行い、現在北海道への導入が検討されております、テクノ・スーパーライナー (TSL) の需要動向を調査することになりました。さしあたりましては、時節柄御多忙のこととは存じますが、何卒ご協力賜りますようお願い申し上げます。

なお、ご回答頂きました結果については、全て統計的に処理を行い、調査・分析以外の目的で用いることはありません。従いまして、貴社にご迷惑をかけることは決してございませんので、ご協力のほど重ねてお願い申し上げます。

### 【問い合わせ先】

北海道大学工学部土木工学科 交通計画学研究室  
札幌市北区北13条西8丁目 TEL 011(716)2111 内線6212 担当：岡田

貴社(団体)名	
所在地	
ご回答者名・お役職	



問2 (問1で「運送業者に委託している」と答えた方にお尋ねします。) 輸送手段(交通機関)や輸送ルートの方決定者についてお答え下さい。

1. 輸送手段、輸送ルートとも運送業者が決定する。
2. 輸送手段は運送業者が決定し、輸送ルートは自社で決める。
3. 輸送ルートは運送業者が決定し、輸送手段は自社で決める。
4. 輸送手段、輸送ルートとも自社で決める。

問3 輸送手段とその割合についてお答え下さい。

品目	割合 (%)		
輸送機関			
航空貨物			
鉄道コンテナ			
フェリー			
その他 ( )			

問4 輸送ルートと一般的なスケジュールについてお尋ねします。

【記入例】のように出荷地から到着地までの経路、並びにおおよそのスケジュールがわかるようにお答え下さい。

-----  
**【記入例】**  
 (1日目)  
 午後4時頃集荷 ○○農協～(道央道)～室蘭港  
 (2日目)  
 早朝 室蘭港～八戸港～(東北自動車道)～  
 (3日目)  
 ～東京市場(午前2時頃)  
 -----

問5 輸送コスト（出荷地から到着地までのトータル輸送コスト）についてお答え下さい。

品目	輸送コスト（単位重量あたり）			
輸送機関				
航空貨物				
鉄道コンテナ				
フェリー				
その他（ ）				

問6 輸送形態（単位輸送ロット、荷姿、保冷輸送など）および輸送品目の特性上、特に留意している事柄についてお答え下さい。

問7 現在の輸送システムに関する問題点、要望などについてお答え下さい。

### Ⅲ. 物流輸送機関の評価についてお尋ねします

Ⅱ. と同様に貴社の製品（商品）を関東方面に出荷（輸送）する場合についてお答え下さい。

#### 【質 問】

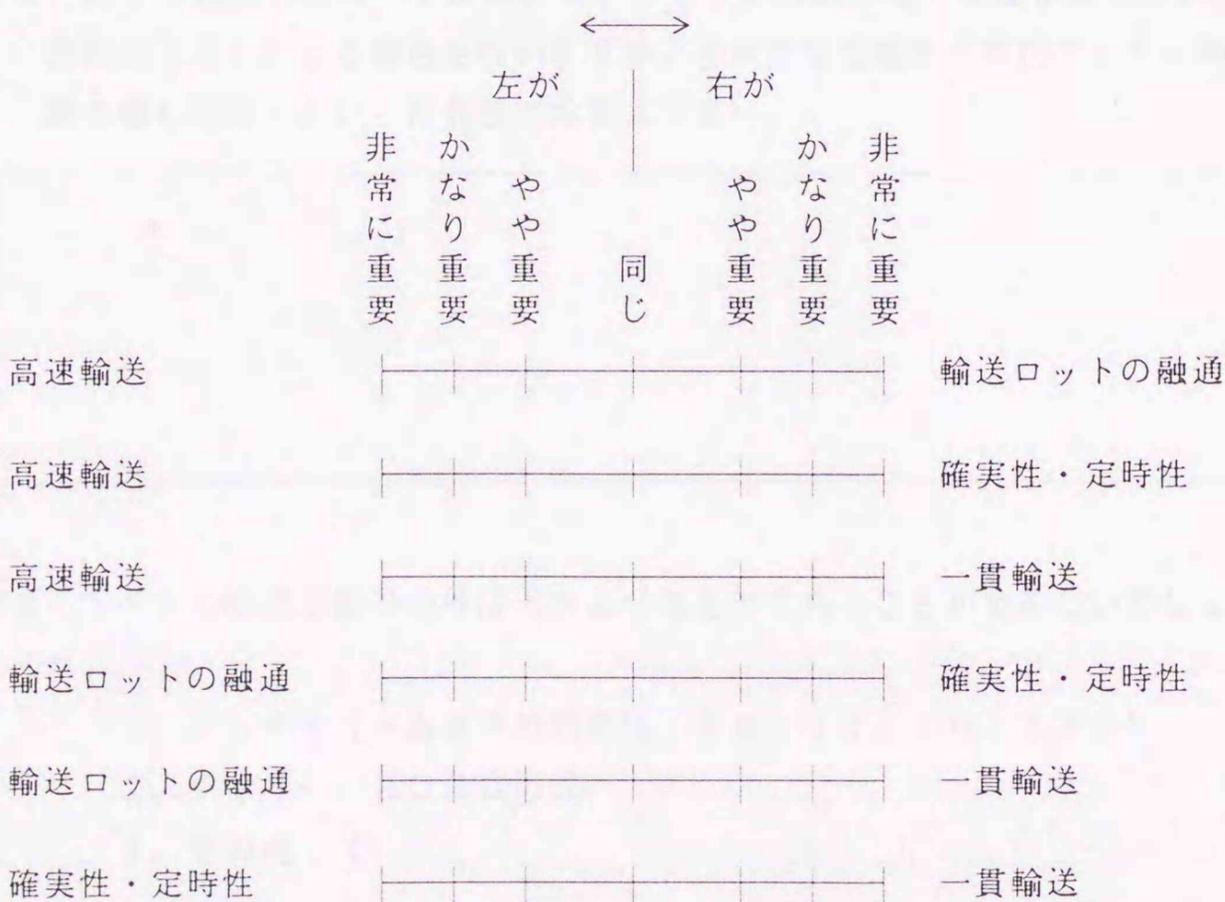
輸送機関（航空機、鉄道、フェリー&トラック）を選択する上で、下記の項目のうちどちらを重要と考えますか。記入例にならってお答え下さい。

#### 《項 目》

- 高 速 輸 送：出荷してから目的地に到着するのに要する時間が短いこと。
- 輸送ロットの融通：輸送単位、荷姿についての制約が少ないこと。
- 確 実 性・定 時 性：指定された目的地に遅滞なく輸送が可能であること。
- 一 貫 輸 送：出荷地から目的地まで、積み替えの少ない一貫輸送が可能であること。

#### 【記入例】

「輸送ロットの融通」が「一貫輸送」より「非常に重要」と感じた場合。



#### Ⅳ. テクノ・スーパーライナー (TSL) のサービス水準についてお尋ねします

将来、貴社がTSLを北海道～関東間の物流輸送機関として利用すると仮定した場合についてお答え下さい。

問1 現在、北海道～本州間のTSL就航ルートとしては以下のルートが検討されていますが、貴社においてもっとも利用価値が高いと思われるルートを1つお答え下さい。〈〉内は予想される運行本数とそのルートを利用したときの札幌～東京間におけるトータルの輸送時間です。

- |                    |                |
|--------------------|----------------|
| 1. 室蘭、苫小牧～大洗 (茨城県) | 〈1日1往復 所要16時間〉 |
| 2. 室蘭、苫小牧～八戸       | 〈1日3往復 所要15時間〉 |
| 3. 浦河～大洗           | 〈1日1往復 所要17時間〉 |
| 4. 釧路～大洗           | 〈1日1往復 所要22時間〉 |
| 5. 小樽～新潟           | 〈1日1往復 所要17時間〉 |

選択理由

問2 問1で選択したルートにおいて、TSLがどの程度の運賃水準であれば、貴社はTSLによる輸送を行いますか。具体的な金額か「現行フェリーの〇割り増し程度」といった表現でお答え下さい。

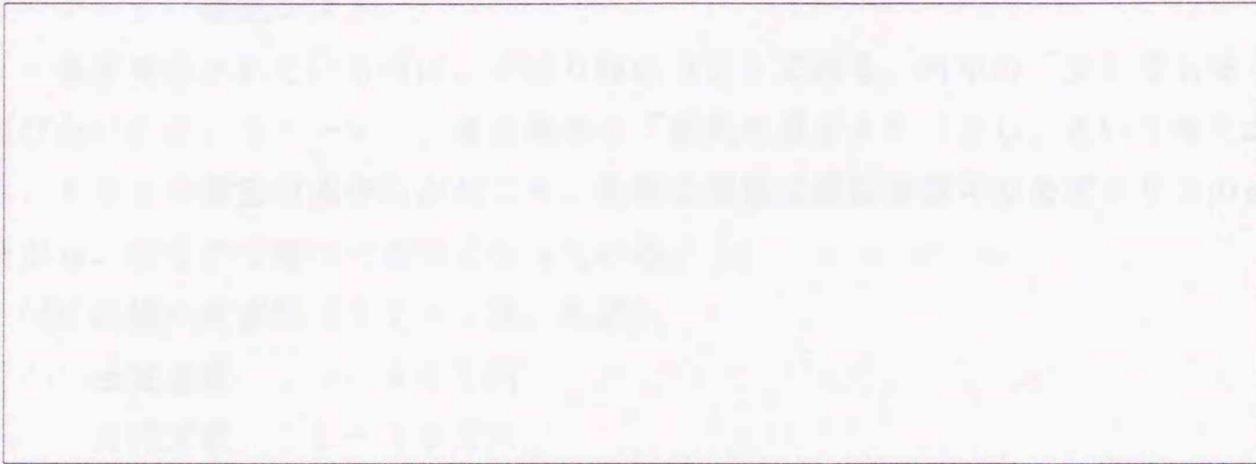
問3 TSLの輸送形態の条件はどのようなものであることが望ましいでしょうか。

1. コンテナ (→大きさの規格は 30、20、10、5トン)
2. フェリー、RORO形式
3. その他 ( )

問4 T S Lの荷受け、荷渡しのシステムはどのようなものであることが望ましいでしょうか。

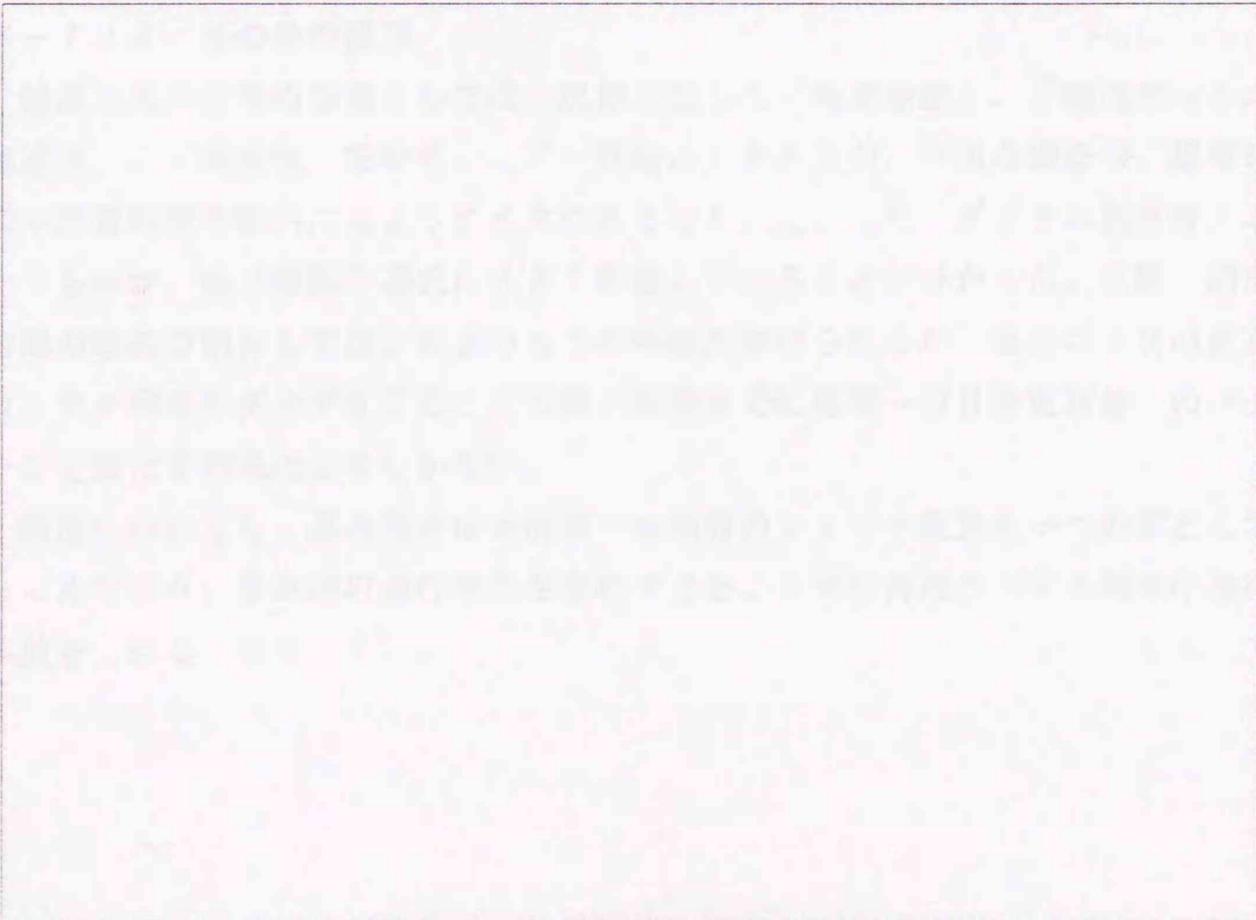
1. T S Lの発着港湾
2. 内陸のT S Lターミナル

問4 その他T S Lへの要望事項がございましたらお答え下さい。



## V. フリーアンサー

今後、本州方面への販路（事業）の拡大をするにあたって、北海道～本州間の輸送システムについての要望や物流全般にわたって考慮すべき事柄がありましたらご自由にお答え下さい。



## 6-7 輸送機関選択の要因

6-6に示した調査によって各品目の物流実態については、おおよそ把握できた。本研究において、この調査の分析した結果は時節以下に順次述べてゆくが、さしあたって荷主・運送業者の輸送機関選択の意識について、主だったポイントをまとめる。

### 6-7-1 輸送コスト

一番重要視されているのは、やはり輸送コストである。荷主の「少しでも安く運びたい」というニーズと、運送業者の「空気を運ぶよりはまし」という考えから、トラック運賃の値崩れが起こり、実勢の運賃は運輸省認可の公定タリフの運賃から、全くかけ離れた水準となっている。

(例)札幌～東京間(11トン車、片道)

公定運賃 55万円

実勢運賃 18～25万円

JRコンテナは通運部分の料金を含んでも15～20円程度と、トラックより若干安いものの、単位輸送ロットが最小5トンとやや大きいことがネックである。

唯一、軽種馬に関してはその特殊性(馬主は金持ちであり、競馬開催に伴う輸送についてはJRAがコスト負担)から運賃についての制約はあまりないようである。

### 6-7-2 その他の要因

輸送コスト以外の要因としては、次節に記した「高速輸送」、「輸送ロットの融通性」、「确实性・定時性」、「一貫輸送」があるが、今回の調査で、集荷時間や到着時間の制約に見合うダイヤがあるのか、といった「ダイヤの利便性」というものが、輸送機関の選択に大きく影響していることが分かった。実際、到着時間の制約の例としては、市場のセリの時間が挙げられるが、現在のJRの高速コンテナ列車のダイヤを見ると「札幌で深夜までに集荷～翌日夜東京着」のパターンを満たす列車は1本しかない。

頻度についても、運送業者は北海道～本州間のフェリー航路を一つの束としてとらえており、各航路の運行便数を集約すると、JRの高速コンテナ列車の運行本数を上回る(表6-6)。

表 6 - 6 フェリーと J R 高速コンテナ列車の本数比較

機関	区 間	本数(週)
フェリー	苫小牧・室蘭～八戸・大洗、苫小牧～仙台、室蘭～青森	66本
	青 函	77本
	小樽～新潟	9本
J R	札幌貨物ターミナル～隅田川・東京貨物タ	42本

また、「確実性・定時性」についてであるが、一対比較を行えばそれなりにウェイトが出ているものの、あくまでも一般的な概念であり機関選択に関わっている要因とは考えにくい状況であった。

これらを含め、各品目について輸送機関決定の流れをまとめると図 6 - 5 のようになる。

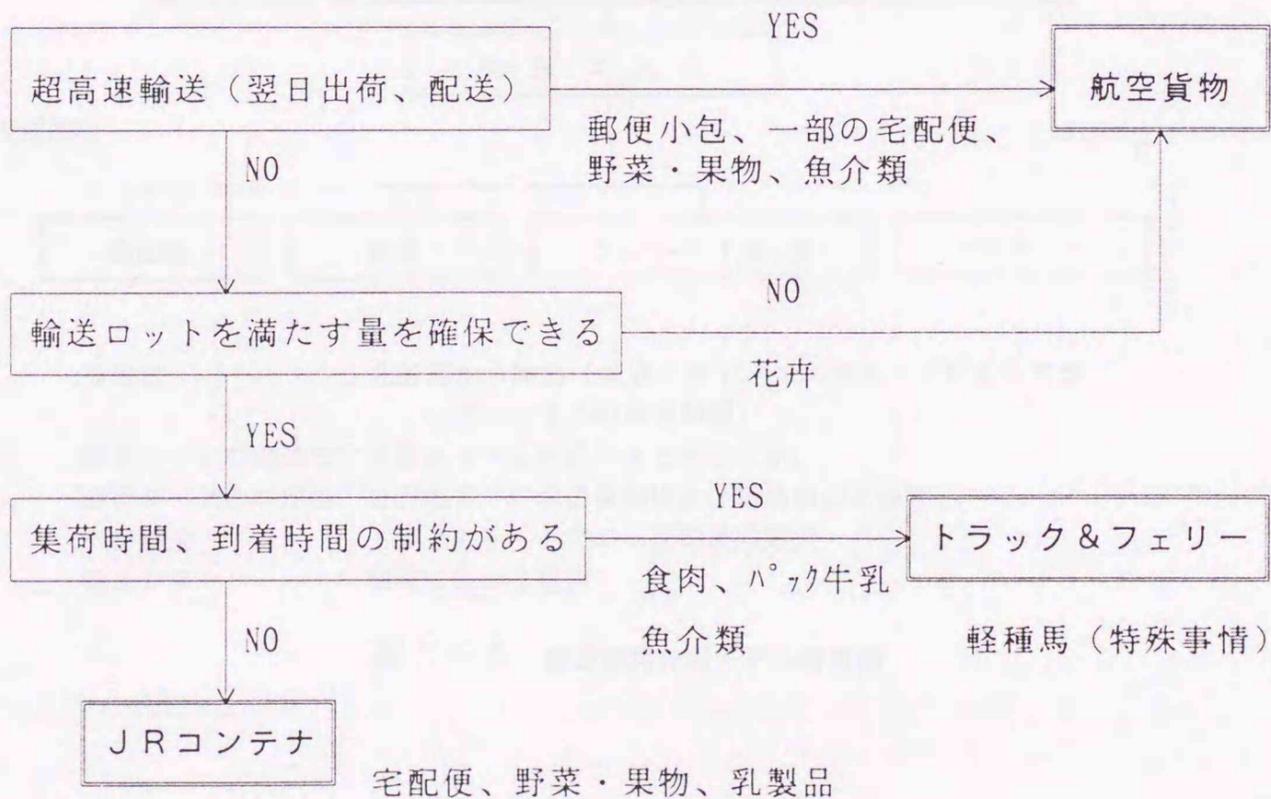
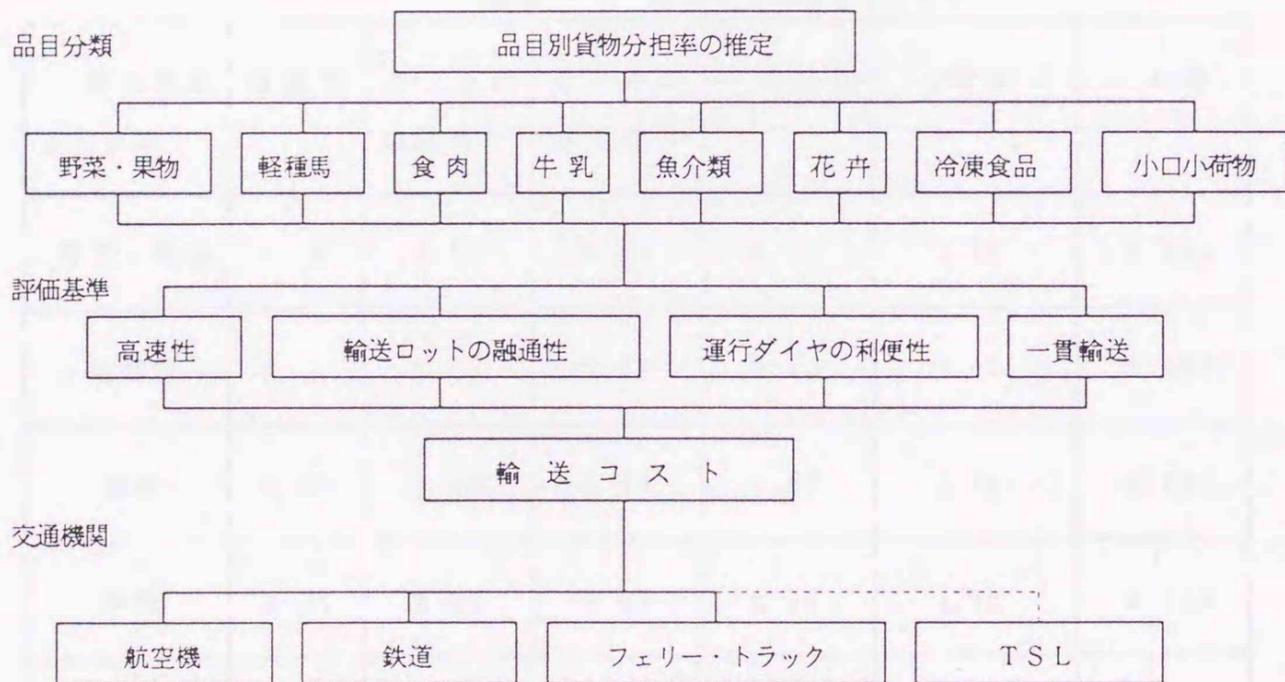


図 6 - 5 輸送機関決定の流れ

6-8 階層図の作成

ヒヤリング調査データ等を踏まえ、本モデルに用いる評価基準としては、「コスト」、「高速性」、「輸送ロットの融通性」、「運行ダイヤの利便性」、「一貫輸送」の5項目を用いることとした。図6-6の階層図に示すように、このうち「コスト」については、他の評価基準と独立ではなく、従属性が高いことを考慮して、一つ下のレベルに配置することとした。具体的には、他の4つの評価基準をもとに算出した評価点を各品目の「単位重量当たりコスト」で除し、輸送コスト1円当たりの評価点を総合評価点とする。



- 高速性 : 北海道から関東（東京）まで、アクセス、イグレスを含んだトータルの輸送時間
- 輸送ロットの融通性 : 少量ロットに対応できるかどうか。
- 運行ダイヤの利便性 : 目的地までの輸送確実性及び定時輸送可能性
- 一貫輸送 : ドア・トゥ・ドアの一貫輸送の観点
- 輸送コスト : 輸送に係わる費用

図6-6 輸送機関分担モデル階層図

6-9 評価基準ウェイト、交通機関別評価点の算出

6-9-1 一対比較によるウェイトの算出

8品目毎に各評価基準について、ヒヤリング調査結果に基づき、一対比較を行い、評価基準のウェイトを算出する。一対比較を行うにあたっては、5段階評価とした。表6-7に品目ごとの評価基準ウェイトの算出結果を示す。一対比較行列の整合度を表すC. I. 値はいずれも0.15以下となっており、整合性においては、妥当な結果と考えられる。また、算出ウェイトについても、野菜・果物、牛乳、魚介類、花卉などの生鮮品は「高速性」のウェイトが、また、食肉、冷凍食品など温度管理が必要なものは「一貫輸送」が、さらに競りや配送の都合で時間制約の強い、野菜・果物や小口小荷物については「ダイヤの利便性」が大きなウェイトとなっており、各品目の特性をよく表したものであると考えられる。

表6-7 品目別評価基準ウェイト

評価基準 品目分類	高速性	ロットの 融通性	ダイヤの 利便性	一貫輸送	合計値	C. I. 値
野菜・果物	0.36	0.12	0.41	0.11	1.00	0.011
軽種馬	0.14	0.15	0.03	0.68	1.00	0.149
食肉	0.05	0.30	0.08	0.57	1.00	0.091
牛乳	0.53	0.04	0.33	0.10	1.00	0.139
魚介類	0.49	0.13	0.34	0.04	1.00	0.106
花卉	0.46	0.39	0.12	0.03	1.00	0.123
冷凍食品	0.04	0.29	0.15	0.52	1.00	0.059
小口小荷物	0.47	0.09	0.41	0.03	1.00	0.116

6-9-2 評価基準別交通機関評価点の算出

評価基準別の交通機関の評価点については、各輸送機関の特性を考慮した上で、表2及びヒヤリング調査結果を踏まえて札幌～東京間の輸送を対象とし、表6-8に示す10点満点の点数を付した。

表6-8 輸送機関の評価点数 (10点満点)

評価基準 交通機関	高 速 性	ロット融通	ダイヤ利便	一貫輸送
航 空 機	10	8	6	3
鉄 道	3	3	5	4
フェリー	4	7	8	9

6-9-3 交通機関総合評価点の算出

表6-8で得られる交通機関の評価点数に表6-7で与えられる評価基準ウェイトを用いて、重み付け平均することにより、各評価基準を総合した評価点を得られる。さらに、表6-9に示す単位重量当たりの輸送コストで除し、輸送コスト1円あたりの評価点を最終的な総合評価点とする。(表6-10参照)

なお、輸送コストについては、ヒヤリングの結果をもとに把握した実勢運賃を用いている。また、花卉については比重が小さく、航空機におけるコストが他の品目と大きく異なるため、1kgあたり30円とした。また、表6-10については各品目を比較できるように3輸送機関の評価点の和が1になるように基準化を行っている。

表6-9 単位重量あたりの輸送コスト

交通機関	輸送コスト (花卉以外)	輸送コスト (花卉)
航 空 機	120	30
鉄 道	20	20
フェリー	25	25

(単位 円/Kg)

6-9-4 交通機関現況分担率の把握

表 6 - 1 0 総合評価点

交通機関 品目	航空機	鉄道	フェリー
野菜・果物	0.12	0.38	0.50
軽種馬	0.07	0.34	0.58
食肉	0.08	0.34	0.59
牛乳	0.13	0.38	0.48
魚介類	0.14	0.38	0.48
花卉	0.42	0.24	0.34
冷凍食品	0.08	0.34	0.58
小口小荷物	0.13	0.38	0.49

表 6 - 1 1 輸送機関分担率現況（単位：率）

交通機関 品目	航空機	鉄道	フェリー
野菜・果物	0.20	0.40	0.40
軽種馬	0	0	1.0
食肉	0	0	1.0
牛乳	0	0.30	0.70
魚介類	0.10	0.05	0.85
花卉	0.75	0.05	0.20
冷凍食品	0	0	1.0
小口小荷物	0.05	0.35	0.60

総合評価点との回帰を行うためには、交通機関の現況の分担率を把握する必要がある。しかしながら、9品目あるいは32品目分類については、総流動データ等により分担率に関するデータを入手できるものの、本研究で抽出した8品目に対応したデータを既存資料から入手することは不可能である。そこで本研究においては、各種統計資料<sup>13) 14) 15) 16) 17)</sup>、及びヒアリング調査をもとにして、北海道から関東方面への貨物分担率を表6-11のように算出した。

6-10 貨物輸送機関分担モデルの構築

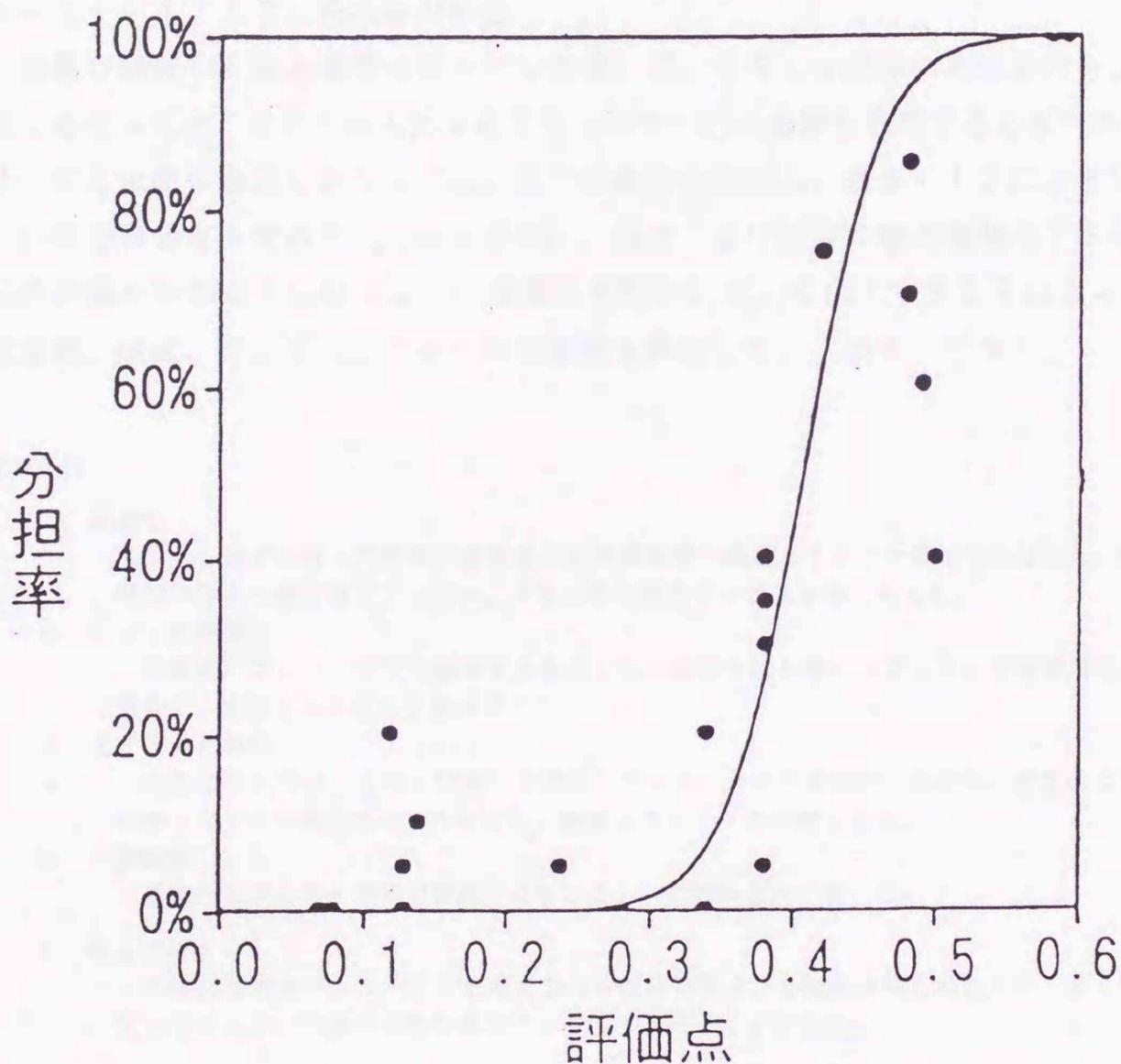


図6-7 総合評価点-分担率曲線

表6-10の総合評価点を横軸に、表6-11の品目ごとの輸送機関分担率を縦軸にとって、8品目3機関のデータをプロットしたものが、図6-7である。これらのデータに対して、ロジット曲線により、回帰分析を行い、得られたものが式1である。なお、回帰は両辺対数をとることにより、線形回帰として求めた。その結果、相関係数0.73となっており、おおむね満足できる説明力となつて

いる。

$$P(x) = \frac{1}{1 + \text{EXP}(f(x))}, \quad f(x) = -37.74x + 15.37 \dots\dots(1)$$

$$R = 0.73$$

ただし、 $P(x)$ ：輸送機関分担率、 $x$ ：交通機関総合評価点

#### 6-11 T S L 分担量の算出

##### 6-11-1 T S L 分担率の算出

前節で構築した輸送機関分担モデルを用いて、T S L 分担率の算出を行う。算出にあたっては、モデルに入力するT S Lのサービス水準を設定する必要がある。サービス水準の設定にあたっては、以下の条件を仮定し、表6-12に示すT S Lの総合評価点を求めた。これをさらに、品目ごとに既存の輸送機関とT S Lの総合評価点の和が1になるように基準化を行い、式1に代入することによって、航空機、鉄道、フェリー、T S Lの分担率を算出した。(表6-13)

#### 仮定条件

- a. 高速性
  - ・T S Lは北海道～北関東の港湾を10時間程度で運行することが可能であるから、所要時間でみると航空機とフェリー、J Rとの中間のサービス水準にあたる。
- b. ロットの融通性
  - ・基本的にフェリー方式で輸送するものとし、荷役方法も現行のフェリーとほぼ同じとするので、点数もそれにしたがった。
- c. ダイアの利便性
  - ・頻度に関しては、1日1往復～2往復とフェリーよりやや少ないものの、荷主のニーズに合ったダイヤ設定を行うものとし、鉄道とフェリーの中間とした。
- d. 一貫輸送
  - ・基本的にフェリー方式で輸送するものとし、点数もそれに従った。
- e. 輸送コスト
  - ・おおむね現行フェリーの2割増までなら利用可能という結果が得られたので、表9で設定したフェリーのコストの20%アップの30円/kgとした。

推定結果をみると、花卉を除いて航空機、鉄道からT S Lへのシフトが相当の割合に及ぶことがわかる。品目別に見ると牛乳、魚介類、小口小荷物のT S L分担率が高くなっている。これは「高速性」、「ダイアの利便性」が評価された結果といえる。なお、牛乳については現在、販売上、日付競争が非常に激しく、厳しい輸送体制を組んでおり、T S Lによる輸送時間の短縮が、輸送体制に大きな変化をもたらすといわれているが、本モデルの算出結果は、これを裏付けるものとなっている。

表6-12 T S Lサービス水準

	T S L総合評価点 (10点満点)				輸送コスト(円/Kg)	
	高速性	ネット融通	ダイヤ利便	一貫輸送	花卉以外	花卉
T S L	7	7	6	9	30	30

表6-13 輸送機関分担率推定結果

	航空機	鉄道	フェリー	T S L
野菜・果物	0	0.033	0.814	0.152
軽種馬	0	0.003	0.825	0.172
食肉	0	0.003	0.886	0.112
牛乳	0	0.045	0.579	0.376
魚介類	0	0.043	0.634	0.323
花卉	0.789	0.006	0.105	0.100
冷凍食品	0	0.003	0.907	0.090
小口小荷物	0	0.053	0.703	0.244

6-11-2 T S L分担量の算出

T S L分担量の算出を行うためには、抽出した8品目について現在の総輸送量を把握する必要がある。しかしながら、現状においてこれらの正確なデータを把握することは、極めて困難な状況にある。そこで、本研究においては、いくつかの仮定をもうけ、各種統計資料<sup>18) 19) 20) 21) 22)</sup>から、北海道から関東への移出量の推定を行うこととした。この値に表6-13のT S L分担率を乗じることにより、北海道から関東へのT S L分担量の算出を行ったものを表6-14に示す。

表 6 - 1 4 T S L 分担量推定結果 (単位フレート・トン：平成 3 年度実績ベース)

	北海道→関東 適合品目移出量	うち T S L 分担量
野菜・果物	32,377	4,921
軽種馬	3,750	645
食肉	28,510	3,193
牛乳	285,338	107,287
魚介類	109,400	35,336
花卉	22,955	2,296
冷凍食品	212,934	19,164
小口小荷物	89,663	21,878
合 計	784,927	194,720

## 6 - 1 2 分担率モデルの分析

### 6 - 1 2 - 1 運賃変化に伴う T S L 選択率の変化

T S L の運賃についてはヒアリング調査から、おおむね現行フェリー&トラックの 2 割増しまでなら利用可能という結果が得られたので、表 6 - 1 1 で設定したフェリーのコストの 20% アップの 30 円/kg とした (表 6 - 1 2)。これを 20 円/kg (現行 J R と同程度) から 50 円/kg (フェリーの 2 倍) まで変化させて、T S L 分担率の変化を見た (表 6 - 1 5)。

表 6 - 1 5、図 6 - 8 から、1 kg あたり 30 ~ 35 円を境に急激に選択率が減少していることがわかる。これは表 6 - 1 1 に示されるとおり、現在の物流輸送機関の輸送コストがおおむね 20 ~ 30 円に設定されており、またこの数字が荷主と運送業社の間で定められた実勢運賃であるため、この範囲を少しでも逸脱すると選択率が急激に減少するのは、ある意味で当然といえよう。逆に言えば、モデルの妥当

表 6 - 1 5 単位重量あたり輸送コストの変化に伴う T S L 選択率の変化

運賃	20円	25円	30円	35円	40円	45円	50円
野菜・果物	94.8%	60.3%	15.2%	3.2%	0.9%	0.3%	0.1%
軽種馬	93.0%	62.0%	17.2%	3.8%	1.1%	0.4%	0.2%
食肉	90.2%	49.6%	11.2%	2.5%	0.7%	0.3%	0.1%
牛乳	98.1%	83.5%	37.6%	9.5%	2.5%	0.8%	0.3%
魚介類	97.7%	80.1%	32.3%	7.8%	2.0%	0.7%	0.3%
花卉	89.8%	42.5%	10.0%	2.5%	0.8%	0.3%	0.1%
冷凍食品	88.8%	43.6%	9.0%	2.0%	0.6%	0.2%	0.1%
小口小荷物	96.9%	73.1%	24.4%	5.5%	1.5%	0.5%	0.2%
関東行き 分担量合計	743,082 トン	530,012 トン	194,622 トン	47,214 トン	12,573 トン	4,144 トン	1,650 トン
ロードファクター	206.4%	147.2%	54.1%	13.1%	3.5%	1.2%	0.5%

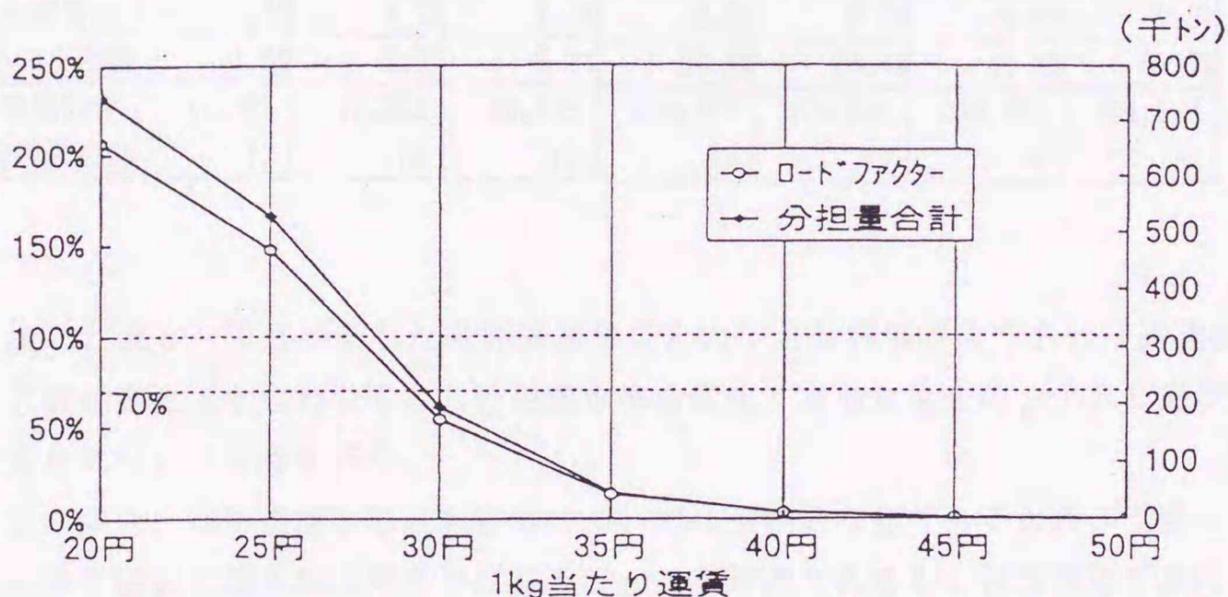


図 6 - 8 単位重量あたり輸送コストの変化に伴う T S L 選択率の変化

性を示しているともいえる。T S L 輸送運賃の設定にあたっては、T S L 本体の建造費、運行コストなどを考慮の上に行われるものと考えられるが、これらの結果から非常に大きな問題を抱えていると言わざるを得ない。現在のところ、T S L のはっきりした建造費および運行コストは算出されていないが、一説によると建造費は航空機とほぼ同じ程度（1隻 150億円前後）と言われており、将来的にはコストダウンすることが考えられるものの、導入当初においてはかなり高額な運賃が予想されるからである。

今回の試算では、T S L 運賃を現行フェリーの20%増し（30円）に設定したが、実際問題としてこれはかなり甘い数字であることは前述の理由から認めざるを得ない。しかし、逆に現時点においては荷主・運送業者の支払意志額を明らかにし、

その結果を基に船舶の研究開発費を試算する必要もあろう。

従って、T S L 導入時における運賃設定にあたっては、荷主・運送業社の意向を踏まえ、かつ運営可能な事業方法、運営主体あるいは適当な助成の検討を行う必要がある。

#### 6-12-2 『高速性』点数変化に伴う T S L 選択率の変化

表 6-16 『高速性』点数変化に伴う T S L 選択率の変化

点数	3	4	5	6	7	8	9
野菜・果物	1.4%	2.7%	4.9%	8.9%	15.2%	24.5%	36.6%
軽種馬	8.8%	10.5%	12.4%	14.6%	17.2%	20.0%	23.2%
食肉	8.7%	9.3%	9.9%	10.5%	11.2%	11.9%	12.6%
牛乳	1.1%	3.2%	8.3%	19.3%	37.6%	59.0%	76.4%
魚介類	1.2%	3.1%	7.5%	16.8%	32.3%	52.0%	70.0%
花卉	0.7%	1.4%	2.8%	5.4%	10.0%	17.4%	28.2%
冷凍食品	7.3%	7.7%	8.1%	8.5%	9.0%	9.4%	9.9%
小口小荷物	1.0%	2.5%	5.7%	12.5%	24.4%	41.4%	59.7%
関東行き 分担量合計	24,381 ト	35,235 ト	59,896 ト	110,489 ト	194,622 ト	298,257 ト	391,832 ト

次に、表 6-12 で示した各評価基準ごとの T S L 評価点のうち、『高速性』の点数を変化（すなわち T S L の速度水準を変化）させた場合の、T S L 選択率の変化について考察を行う。

この場合、『高速性』の点数自体については主観的な値であるため、点数－速度水準の関係を具体的に明らかにすることは不可能であるが、建造費及び運行コストがかかると予想される割には、運賃水準を低くをさえなければならないという結果が出ているため、ここでは T S L の速度水準を少し落としてでも運賃水準を低く設定できないかという視点にたって考察を行う。

表 6-16 から、今回、T S L の速度水準として設定した「7点」から少しでも点数が減少すると、それ以上に選択率が大きく減少していることが分かる。現在の航空機の所要時間との比較から、「8点」以上の点数をつけるのは困難であるがため、7点という点数は本研究の T S L 需要予測において、非常にクリティカルな数字であることが分かる。したがって、運賃水準を下げるために速度水準を落とすことは不可能と言わざるを得ない。

貨物輸送に係わる各種のモデル分析の事例は、旅客輸送のそれに比べると、はるかに少ない。貨物輸送においては、品目、数量、用途等によって、それぞれ輸送システムが全く異なり、精緻な分析が必要となるのに対し、分析に用いるデータが極めて限定されているからである。したがって、我が国の貨物輸送に大きな影響を与えると考えられるTSLに対しても、これまで、その特徴を明示的に取り扱ったモデル分析はなされてこなかった。

本章においては、AHPを用い、主観的で定量化しがたい交通機関のサービス水準をモデルに取り込み、貨物輸送分担モデルの構築を行った。また、荷主や運送事業者のヒヤリング結果を取り込み、実用上からも説得性の高いモデリングを行った。いくつかの条件を仮定するなど、今後、改善していかなければならない点もあるが、本手法は、今後ますます社会的影響が増大する物流の諸現象の解明に極めて有用な手法であると思われる。さらに、他のケーススタディに対しても適用を行い、分析を行っていく必要がある。

## 参考文献

- 1) 松尾俊彦、環境問題とモーダルシフト、日本物流学会ジャーナル第1号、1992
- 2) 運輸省港湾局、新形式超高速船に対応した港湾の在り方に関する調査、1990～1991
- 3) シップ・アンド・オーシャン財団、超高速船の導入の円滑化に関する調査、1989～1991
- 4) 日本造船協会、高速船の国際基準に関する研究、1989～1992
- 5) 高野・角川・佐藤、テクノスーパーライナー(TSL)の導入可能性に関する研究、土木学会年次学術講演概要集、1993
- 6) 文献1)に同じ
- 7) 神崎・杉山・浦野、都市間物流における輸送機関選択要因の分析、高速道路と自動車第27巻 第11号、1984
- 8) 高橋・高野・佐藤、物資流動における機関別分担モデルの構築に関する研究、平成4年度土木学会北海道支部論文報告集、1993
- 9) 中京都市群総合都市交通体系調査協議会、中京都市群物資流動調査報告書、1978
- 10) 道央圏物資流動調査協議会、道央圏物資流動調査報告書、1982
- 11) Thomas L.Saaty, The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill International Book Company, 1980
- 12) 刀根薫、ゲーム感覚意思決定法、日科技連、1986
- 13) 北海道物流システム開発研究センター、水産流通実態調査及び水産流通システム改善の検討事業報告書(要約版)、季刊 物流開発1992・冬
- 14) 北海道物流システム開発研究センター、海上コンテナ利用貨物流動実態調査報告書(要約版)、季刊 物流開発1993・夏
- 15) 北海道物流システム開発研究センター、フェリー利用貨物流動実態調査報告書(要約版)、季刊 物流開発1992・夏
- 16) ホクレン、「ホクレン牛肉道外移出実績表」、1994
- 17) 北海道、水産流通実態調査、1992
- 18) 北海道、北海道産青果物道外移出先実績表、1992
- 19) 日高競走馬TSL輸送研究会、競走馬の超高速船輸送を目指して
- 20) 北海道、北海道統計、1993
- 21) 北海道、新北海道花卉生産方針報告書、1993
- 22) 路線トラック宅配便個数輸送実績、1992

7-1 概要

近年、「日本をスマートモーターウェイが走る国にする」と、国土交通省の中期計画の中で、スマートモーターウェイの整備が重要な課題とされている。一方、民間企業は道路整備、特にスマートモーターウェイの整備が重要な課題とされている。このように、スマートモーターウェイの整備は、国土交通省の中期計画と民間企業の課題とが一致している。

# 第7章 交通需要マーケティングのためのストラテジックモデリング

この章では、スマートモーターウェイの整備に必要となる交通需要の予測とマーケティングの戦略について、ストラテジックモデリングを用いて説明する。

これまで、スマートモーターウェイの整備に関する研究は、主に交通需要の予測とマーケティングの戦略について行われてきた。しかし、スマートモーターウェイの整備は、道路の整備だけでなく、スマートモーターウェイの整備とマーケティングの戦略とが密接に関連している。このため、スマートモーターウェイの整備とマーケティングの戦略とを統合的に考える必要がある。本章では、スマートモーターウェイの整備とマーケティングの戦略とを統合的に考えるためのストラテジックモデリングを用いて説明する。本章では、スマートモーターウェイの整備とマーケティングの戦略とを統合的に考えるためのストラテジックモデリングを用いて説明する。本章では、スマートモーターウェイの整備とマーケティングの戦略とを統合的に考えるためのストラテジックモデリングを用いて説明する。

## 7-1-1 スマートモーターウェイの整備とマーケティングの戦略

スマートモーターウェイの整備は、道路の整備だけでなく、スマートモーターウェイの整備とマーケティングの戦略とが密接に関連している。このため、スマートモーターウェイの整備とマーケティングの戦略とを統合的に考える必要がある。

## 7-1-2 スマートモーターウェイの整備とマーケティングの戦略

スマートモーターウェイの整備は、道路の整備だけでなく、スマートモーターウェイの整備とマーケティングの戦略とが密接に関連している。このため、スマートモーターウェイの整備とマーケティングの戦略とを統合的に考える必要がある。

スマートモーターウェイの整備は、道路の整備だけでなく、スマートモーターウェイの整備とマーケティングの戦略とが密接に関連している。このため、スマートモーターウェイの整備とマーケティングの戦略とを統合的に考える必要がある。

スマートモーターウェイの整備は、道路の整備だけでなく、スマートモーターウェイの整備とマーケティングの戦略とが密接に関連している。このため、スマートモーターウェイの整備とマーケティングの戦略とを統合的に考える必要がある。

スマートモーターウェイの整備は、道路の整備だけでなく、スマートモーターウェイの整備とマーケティングの戦略とが密接に関連している。このため、スマートモーターウェイの整備とマーケティングの戦略とを統合的に考える必要がある。

スマートモーターウェイの整備は、道路の整備だけでなく、スマートモーターウェイの整備とマーケティングの戦略とが密接に関連している。このため、スマートモーターウェイの整備とマーケティングの戦略とを統合的に考える必要がある。

## 7-1 概説

近年、TDMやインターモーダルリズムが叫ばれるなど<sup>1)</sup>、既存交通施設の効率的利用や、エネルギー・環境問題への影響を考慮した交通計画が必要とされている。一方、札幌市は三大都市圏につぐ、地方中枢都市でありながら、市が経営体となっている地下鉄の累積赤字は2000億円を超えるなど積雪寒冷都市における基幹交通機関として必要不可欠な交通システムを現状の枠組みでは維持できない状況となりつつある。これは単に一事業者の問題ではなく、都市経営の観点から極めて重大な課題であり、需要喚起等の経営の改善に向けた戦略の効果を見定めていくことは今後多くの都市において共通する課題であると考えられる。

これまで、地下鉄の需要予測は開業前にその事業のフィージビリティを検討することを主目的として、行われているのが一般的であった。これに対し、本研究は、近年、土木計画の分野で、技法やプロセスの適用が行われつつある<sup>2) 3) 4)</sup>マーケティングに基づき、そのケーススタディとして、札幌市営地下鉄を取りあげ、マーケティングの概念、手法を踏まえ、アンケート調査をもとに、需要喚起を目的としたマーケティング対象の絞り込み、需要喚起策の効果等の検証を行い、今後の社会基盤施設整備・運用を行う上でのマーケティングプロセスの提案を行うものである。従来、土木計画におけるマーケティングの研究は、マーケティング分析手法の応用に関するもの<sup>5)</sup>や、新規交通機関・サービスの需要、効果に関する研究<sup>6) 7)</sup>が行われつつある。これに対し、本研究は、既に運営され、かつ大きな赤字を抱えながらも、今後とも都市施設として、維持してかねばならない交通システムに対するマーケティング分析を行うものであり、そのため、戦略の段階に応じたマーケティング対象の設定、都市経営の観点からのより実践的な分析等を行う点にその特徴がある。

図7-1に本研究で構築したマーケティングプロセスと本章の対応関係を示す。

## 7-2 マーケティングの概念とマーケティングプロセス

### 7-2-1 社会基盤施設整備におけるマーケティングの必要性

これまでの土木計画の対象は、増大する需要に対応し、如何に社会基盤施設を整備していくかという、より量的側面に重きをおいたものであった。これに対し、一応の水準まで社会基盤施設の整備が進んだこれからは、それぞれの利用者にとって使い勝手が良いという、質的側面を重視する土木計画を立案する必要がある。量的不足下では、施設を作ることが即、需要を満たすことであり、いわば独占的で他の競争相手を想定せず、施設整備に専念していれば良い。しかし、質の充足を満たそうとする段階になると、利用者は、「水は低きに流る」というように、

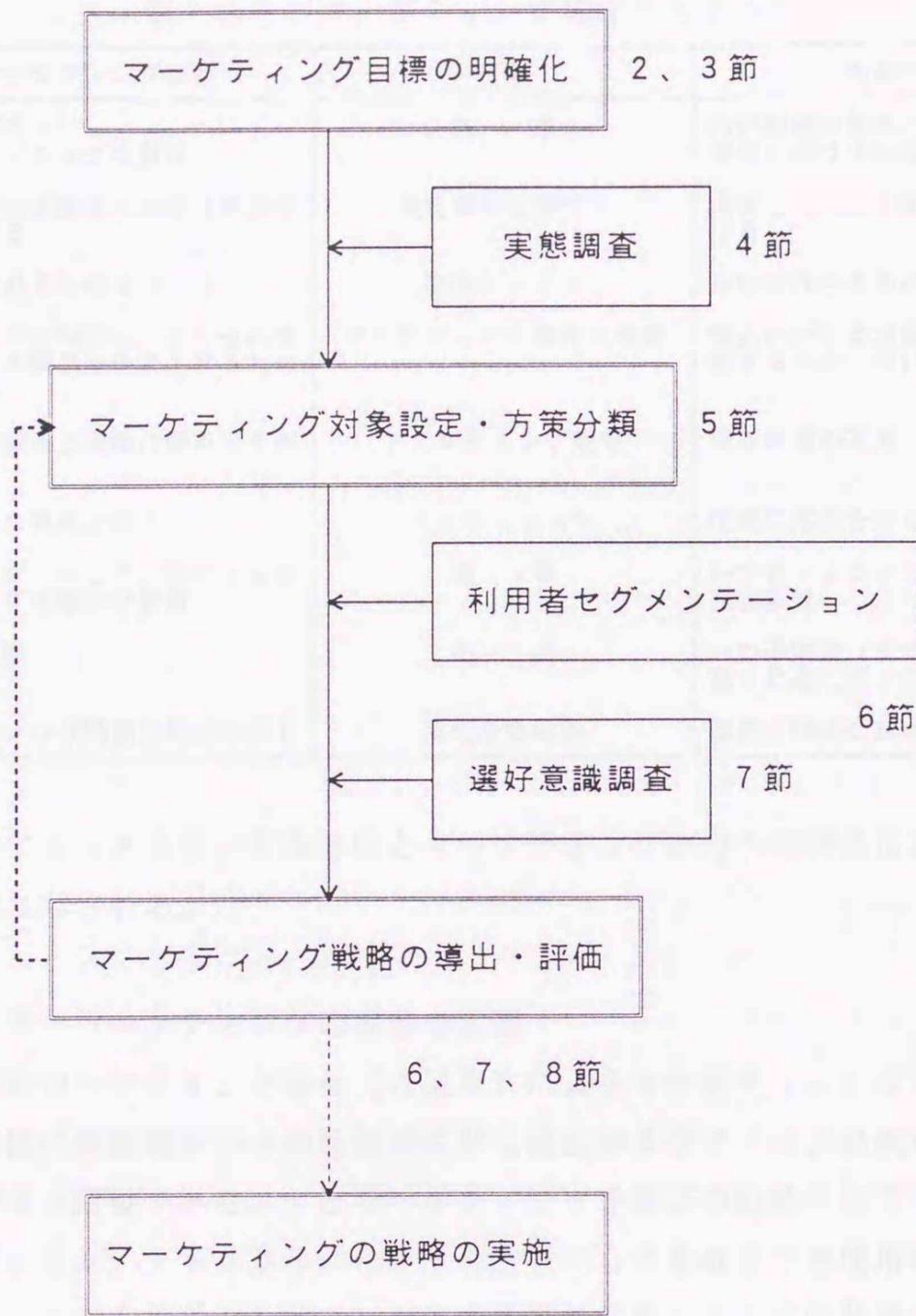


図7-1 マーケティングプロセス

めいめいの使い勝手に一番優れた施設を選択して利用するのである。

### 7-2-2 マーケティングの理念<sup>3)</sup>

マーケティングにおける第一の目的は顧客の満足を得ることであり、第二の目的は顧客満足を通じて企業利益を創造することである。顧客の満足には a. 選択の自由度、b. 品質水準、c. 共感性という条件が必要とされ、企業利益の創造のためには d. 競争対応の知恵、e. 技術革新の努力、f. 顧客志向の姿勢が必要とされる。マーケティングリサーチとは、顧客の側にたって、選択の自由度、品質水準、共感性のあり方をどのようにして達成するかを研究するものである。マーケティング理念は、顧客志向によるマーケティングを意思決定の基礎として企業の存続・成長を図ろうと考える経営視点であり、マーケティングとしては、

表7-1 マーケティング理念のモデル<sup>9)</sup>

マーケティング志向	態度	生産志向
顧客が優先/ 長期プランニングを重視	目 標	内部関係が優先/ 短期における効率や技術を重視
意思決定は消費者に対する考慮を 起点とする	消費者の位置付け	決定したことを消費者におしつ ける
会社は売れるものをつくる	製品ミックス	会社は作れるものを売る
顧客ニーズを判断し、またそれを 充足しうる製品をテストするた めに用いる	マーケティング調査の役割	製品に対する消費者の反応を判 断するために用いる
既存市場強化と同様に新市場を創 造する	マーケティング戦略	既存市場の充実
市場機会に焦点をおく	イノベーション	技術に焦点をおく
時にリーダーとして、時にフォロ ワーとして攻撃的な姿勢	競 争	いつもフォロワーで反応型・防 御的姿勢
一つの目標	利 益	一つの残余（すべての費用を支 払った後に残ったもの）
マーケティング問題に焦点をおく	他の企業機能	製造と財務に焦点をおく

表1に示すもっとも古い生産志向とマーケティング志向との対比によってその特徴が顕著に示される。

### 7-2-3 マーケティングの概念の変遷

アメリカマーケティング協会（AMA）によるマーケティングの定義は、1935年には「生産地点から消費地点に至る商品およびサービスの流れに携わる諸々のビジネス活動である。」とマーケティングを経済の機能としてマクロ的な定義をしているが、1960年には、「生産者から消費者または使用者に至るまで商品とサービスを移行せしめるビジネス活動の遂行」とミクロ経済視点が含まれ、一番新しい1985年の定義になると、「マーケティングとは個人及び組織の目的を満足させる交換を生み出すためにアイデア、商品、サービスのコンセプトづくり、価格付け、プロモーション、流通を計画し実施するプロセス」と交換概念を中心により広い定義を行っている。

さらに、非営利組織までも含むべきであるとするソーシャルマーケティングの提唱によりマーケティング概念の拡大が論議されており、三上<sup>10)</sup>はソーシャルマーケティングを「非消費者を含む生活者（消費者・市民）の利益、さらには社会全体の利益と調和し、また資源・エネルギー・生態系といった環境との間の調和まで達成しながら、企業としての適正な利潤を確保すべきマーケティングである。」と定義している。さらに、マーケティング概念の拡大については、市場取引のみならず時間、エネルギー、感情を含めたあらゆる価値物を対象とするという極めて広範囲にわたる提唱がなされるなどの論争が行われている。また、近年の地球

的規模の環境問題への関心が高まる中で、環境マーケティング<sup>11)</sup>というコンセプトも打ち出されるにいたっている。土木計画におけるマーケティングは本来、三上のいうソーシャルマーケティングへの社会的要請があり、これに応えるべきであると考えるが、本研究においては、土木計画におけるマーケティングの現状を踏まえ、「非営利組織を含むマーケティング」とし、より狭義のソーシャルマーケティングを中心にすえ、研究を進めるものとする。

### 7-3 地下鉄需要マーケティングの意義

本章のケーススタディとする札幌市のみならず仙台、広島、福岡などの地方中核都市においては、大量輸送機関の基幹的交通機関として軌道系交通機関が位置づけられている。表7-2は第2回道央都市圏総合都市交通体系調査で位置づけられた交通基盤の整備計画を示したものである。ここに示されるとおり、道路網の整備とともに、大量輸送機関網の整備として、既存JRのサービス向上、地下鉄3線延伸に加え、新交通システム4線の建設計画が将来の予測交通量に対する交通解析の結果、必要な基盤施設として計画された。これを交通基盤施設整備の必要条件とみれば、十分条件は、各事業の採択・実施条件がこれにあたる。

表7-2に示される交通基盤施設のうち、道路整備は国、北海道、市負担による道路整備財源により、事業が実施されるのに対し、鉄道、地下鉄、新交通システムは原則的に料金収入によって事業費を賄うことになっている。

表7-3は、札幌市営地下鉄の経営状況を示したものであるが、これによると、平成5年度で運輸収入344億円に対し、経常赤字270億円、累積赤字が1998億円と東京都営地下鉄、名古屋市営地下鉄に続く大幅な負債を抱えているのが現状で、これを何らかの方法で公共が負担せざるをえない状況にある。これらの現状のもとでは、第2回道央都市圏総合都市交通体系調査で示された軌道系交通施設のうち、地下鉄の延長、新交通システムの建設の事業環境は大変厳しいものであり、計画策定後行われた新交通システムの事業調査の結果、採算性の確保は難しいと判断され、事業は頓挫し、結果として、バス交通への過大な依存により、交通マヒ状態が生じ、これに対して乗り継ぎ施設の改善等の対応策しか行えない状況にある。

このように地方中核都市においては、現行の制度においては、交通基盤整備を行うにあたっては、道路財源などの財政支出のみならず、JR、地下鉄、新交通システムの鉄道事業の成立可能性が大きな要因となる。これに対し、JRは民営化によってその経営意思に従い、マーケティングを進めていると考えられるが、市営交通のように場合によっては財政支出によって補填の可能性を有する公営事業体においては、公共交通としての必要性の前に、マーケティング理念の対局に位置する生産志向の側面が色濃い場合が考えられる。ゆえに、地下鉄需要のマー

ケティングの研究は、単に一地下鉄事業者の経営改善に資するものではなく、赤字負担への公共財源を減少させ、交通基盤の整備を進めるといふいわゆるソーシャルマーケティングの観点から極めて意義のあることである。

表7-2 第2回道央都市圏総合都市交通体系調査による交通基盤基本計画

道路網	
高速自動車道	: 北海道縦貫自動車道、北海道横断自動車道
2 バイパス	: 札幌新道、道央新道
2 環状道路	: 環状通（内環状）、広域環状道路（外環状）
1 3 放射道路	: 国道5、36、12、230、231、274、275号、北1条・宮の沢通、新川通、伏古・拓北通、厚別通、南郷通、羊ヶ丘通
その他	: 都心アクセス道路、恵千バイパス、小樽・石狩湾岸道路
大量輸送機関網	
国鉄3線	: 函館本線、千歳線、札沼線及び中間駅新設
地下鉄3線	: 南北線（麻生～真駒内方面：南部方面への延伸） 東西線（新さっぽろ～手稲東方面：現行通り） 東豊線（栄町方面～北野方面：北部及び東部への延伸）
新交通システム4線	: 西南線（屯田方面～川沿方面） 環状線（元町方面～白石～山鼻方面） 石狩線（石狩方面～北部方面） 東部線（大曲方面～副都心方面）
バス網	: 短絡利用（鉄軌道を補完する面的輸送への対応） 単独利用（鉄軌道サービスの低い地域における基幹的機能への対応）

表7-3 公営・営団地下鉄の経営状況<sup>1)</sup> (H5年度、億円)

	運輸収入	経常赤字	累積赤字
札幌市	344	270	1998
仙台市	98	122	293
東京都	721	233	3619
横浜市	193	259	961
名古屋市	585	309	2125
京都市	113	100	343
大阪市	1469	244	911
神戸市	160	66	753
福岡市	181	158	755
営団	2342	56	0

## 7-4 地下鉄利用交通実態及び住民意識調査

### 7-4-1 住民意識調査

平成6年10月14日、地下鉄東豊線の豊水すすきの～福住が延長開業した。これに対応し、開業前後の交通実態、日常の消費行動及びライフスタイル等の利用者意識をとらえるため、平成6年12月10日～12日に交通実態調査を実施した。対象地区は、図7-2に示すとおり、福住駅周辺の3地区とし、表7-4に示すように、福住駅徒歩圏である「羊ヶ丘」地区、バス圏と徒歩圏の境界である「アカシヤ」地区（福住駅から1.5～2Km）、バスでのアクセス圏「美しが丘」地区（福住駅から約7Km）の3ヶ所とした。

調査は、訪問留置回収方式で行い、429世帯（拒否、不在は除く）に配布し、411世帯から計837票の有効票を得た。調査内容は表7-5のとおりである。

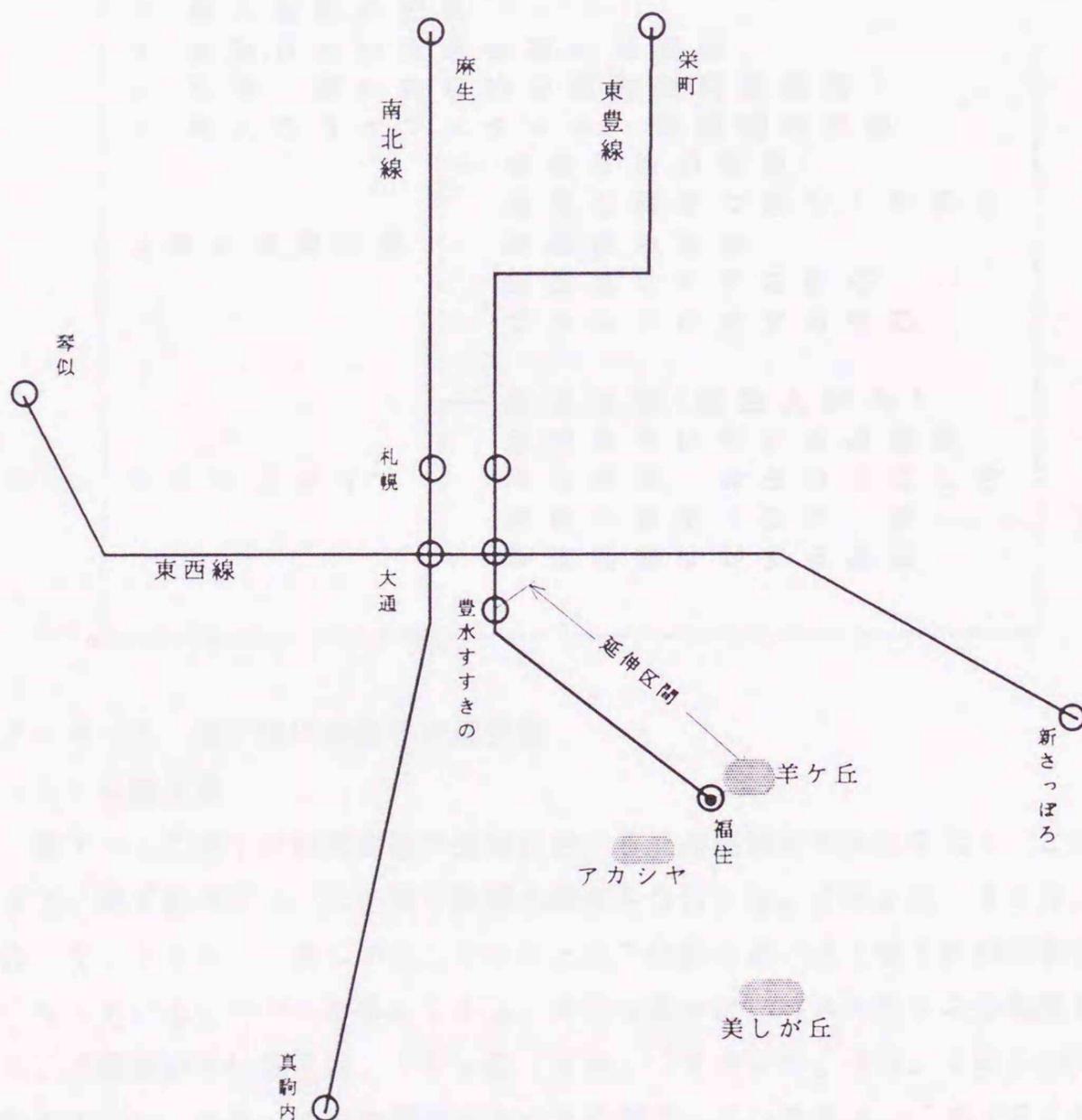


図7-2 調査対象地域

表 7 - 4 対象地区とその交通サービスレベル

対象地区(町内会)	交通サービスレベル
A. 羊ヶ丘 (票数 287)	<福住駅徒歩圏内> 都心直通バス7~8本/時
B. アカシヤ (票数 245)	<福住駅から1.5~2km> 地下鉄乗換バス3本/時 都心直通バス1本/時 ※福住駅まで徒歩の人もある
C. 美しが丘 (票数 305)	<福住駅から7km> 地下鉄乗換バス3本/時 都心直通バス1本/時
有効票数計 837	

表 7 - 5 調査内容

A	個人属性の把握
B	通勤目的の交通機関利用実態
C	私用・買い物目的交通機関利用実態
D	個人のライフスタイル、価値観の把握
日常の消費行動	<ul style="list-style-type: none"> <li>— 情報収集の有無</li> <li>— 品質と価格に対する反応</li> <li>— 計画性の有無</li> <li>— 新製品に対する反応</li> <li>— ブランドに対する反応</li> </ul>
ライフスタイル	<ul style="list-style-type: none"> <li>— 生活空間(家族人好み)</li> <li>— 生活時間に対する価値観</li> <li>— 待ち時間、休日の過ごし方</li> <li>— 移動の習慣(歩き、車)</li> <li>— 環境問題に対する意識</li> </ul>

#### 7-4-2 地下鉄延伸後の交通実態

##### (1) 通勤交通

図 7-3 に地下鉄開業前後の通勤における交通機関利用実態を示す。これによると、地下鉄利用(バス・地下鉄乗り継ぎを含む)は、「羊ヶ丘」49%、「アカシヤ」33%、「美しが丘」29%と地下鉄駅に近いほど地下鉄利用割合が多くなっていることがわかる。しかし、その大部分は、バス利用からの転換者であり、自動車からの転換は、「羊ヶ丘」5%、「アカシヤ」0%、「美しが丘」4%と少ない。また、地下鉄開業後もバスを利用している者は、「羊ヶ丘」8%、「アカシヤ」13%、「美しが丘」8%と比較的多い。これには、都心直交便が残存し、乗り換えの敬遠、地下鉄利用の方が料金が割高になることなどの要因が

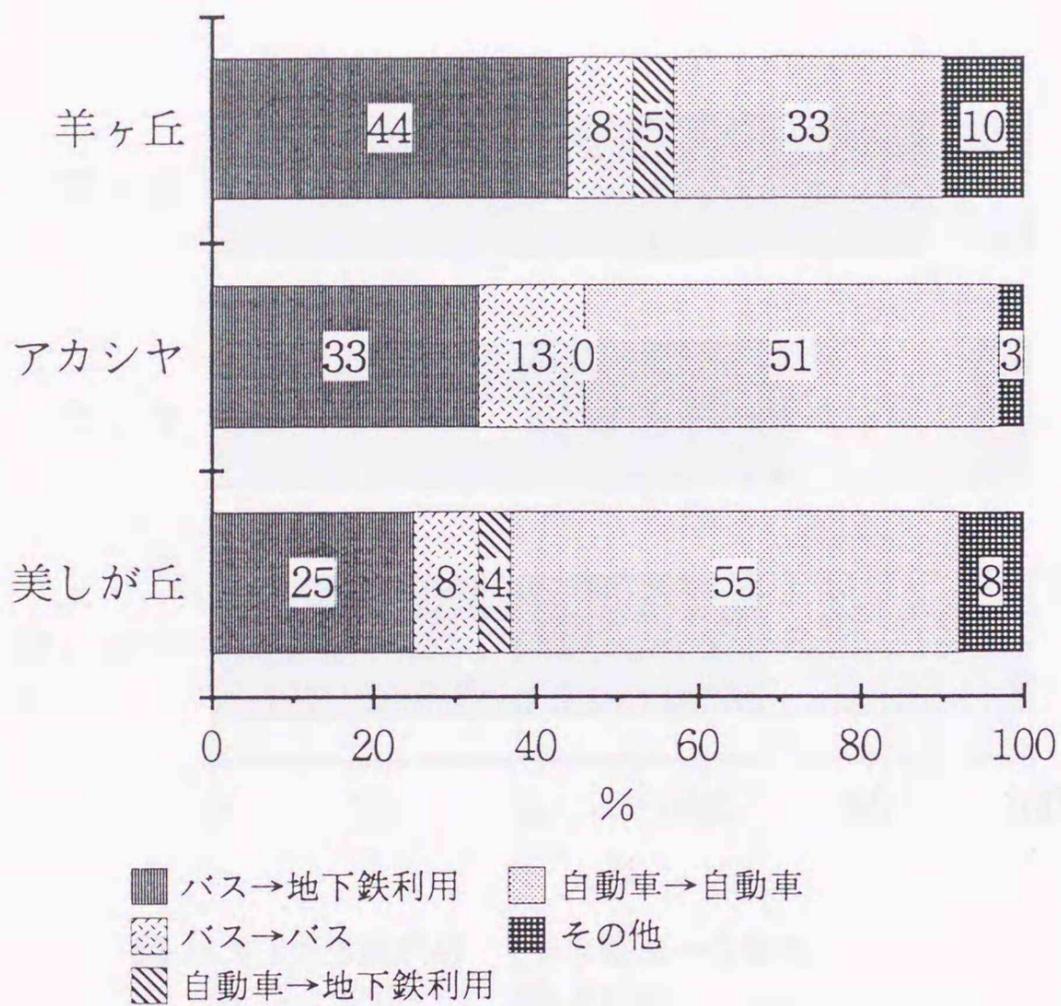


図 7 - 3 通勤（全体）交通機関利用実態

影響しているものと考えられる。

図 7 - 4 は、全通勤者のうち、都心部への通勤者の交通機関利用実態を示したものである。これによると自動車通勤者は「羊ヶ丘」3%、「アカシヤ」11%、「美しが丘」19%と少なく、大部分が開業前はバス、開業後は地下鉄利用となっていることがわかる。また、自動車利用者は表 7 - 7 に示されるとおり、そのほとんどが、業務上、車を必要としている者である。

表 7 - 6 都心部通勤割合

	羊ヶ丘	アカシヤ	美しが丘
全通勤者	158人	122人	166人
都心通勤者	40人	29人	39人
都心通勤割合	25.3%	23.8%	23.5%

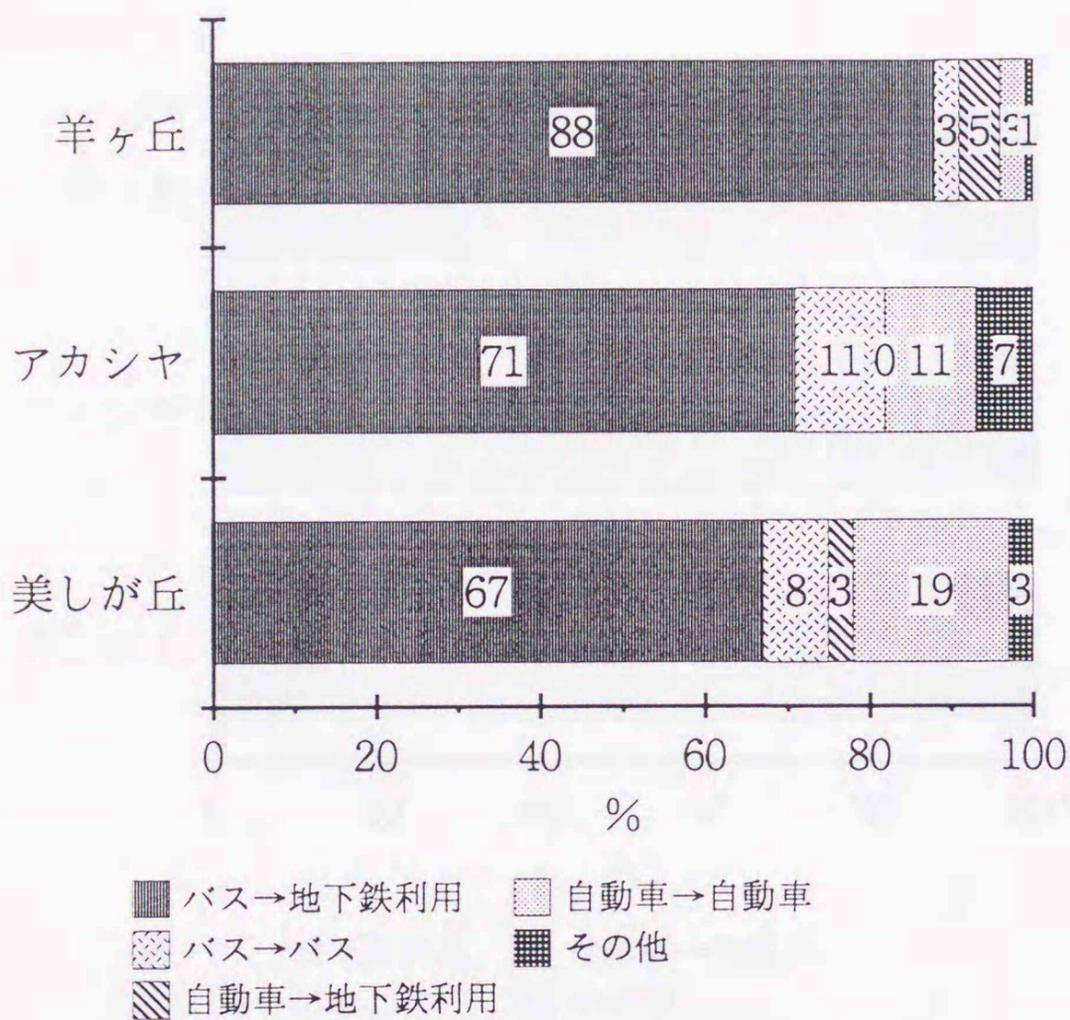


図 7 - 4 通勤（都心部）交通機関利用実態

表 7 - 7 都心部自動車通勤者の業務自動車利用

	羊ヶ丘	アカシヤ	美しが丘
自動車通勤者	1人	3人	7人
業務利用	1人	3人	6人

これに対し、図 7 - 5 は都市周辺部を目的地とする通勤者の交通機関利用実態を示したものであり、自動車通勤者が「羊ヶ丘」43%、「アカシヤ」62%、「美しが丘」62%と極めて高いことが明らかとなる。

以上考察したとおり、通勤目的地によって交通機関選択の状況が大きく異なっており、都心部を目的とする者は地下鉄開業前からすでに公共交通機関を利用していることが明らかとなった。

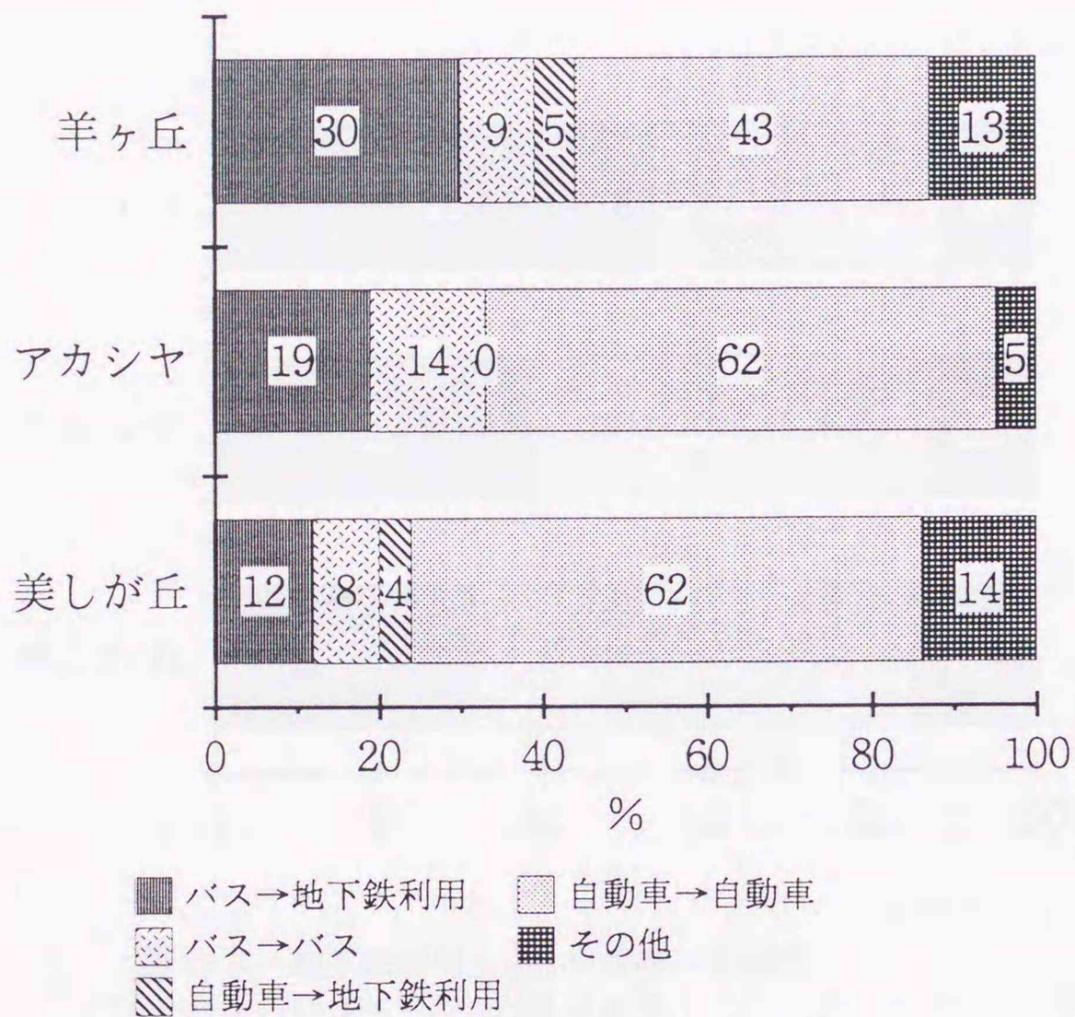


図7-5 通勤（周辺部）交通機関利用実態

(2) 私用・買い物交通

図7-6は、私用・買い物目的で、都心部に出かける場合の交通機関利用実態の状況を示したものである。これを都心部通勤者と比較すると、開業後も自動車利用が「羊ヶ丘」19%、「アカシヤ」26%、「美しが丘」33%となっており、通勤と比べると高い割合を示している。これは、駐車場制約が弱いこと（無料駐車場の存在）、荷物がある等自動車を必要とするケースもあることなどによるものと考えられる。一方、自動車から地下鉄の転換は「羊ヶ丘」11%、「アカシヤ」2%、「美しが丘」4%とわずかながらではあるが、通勤交通よりも多くなっていることが注目される。

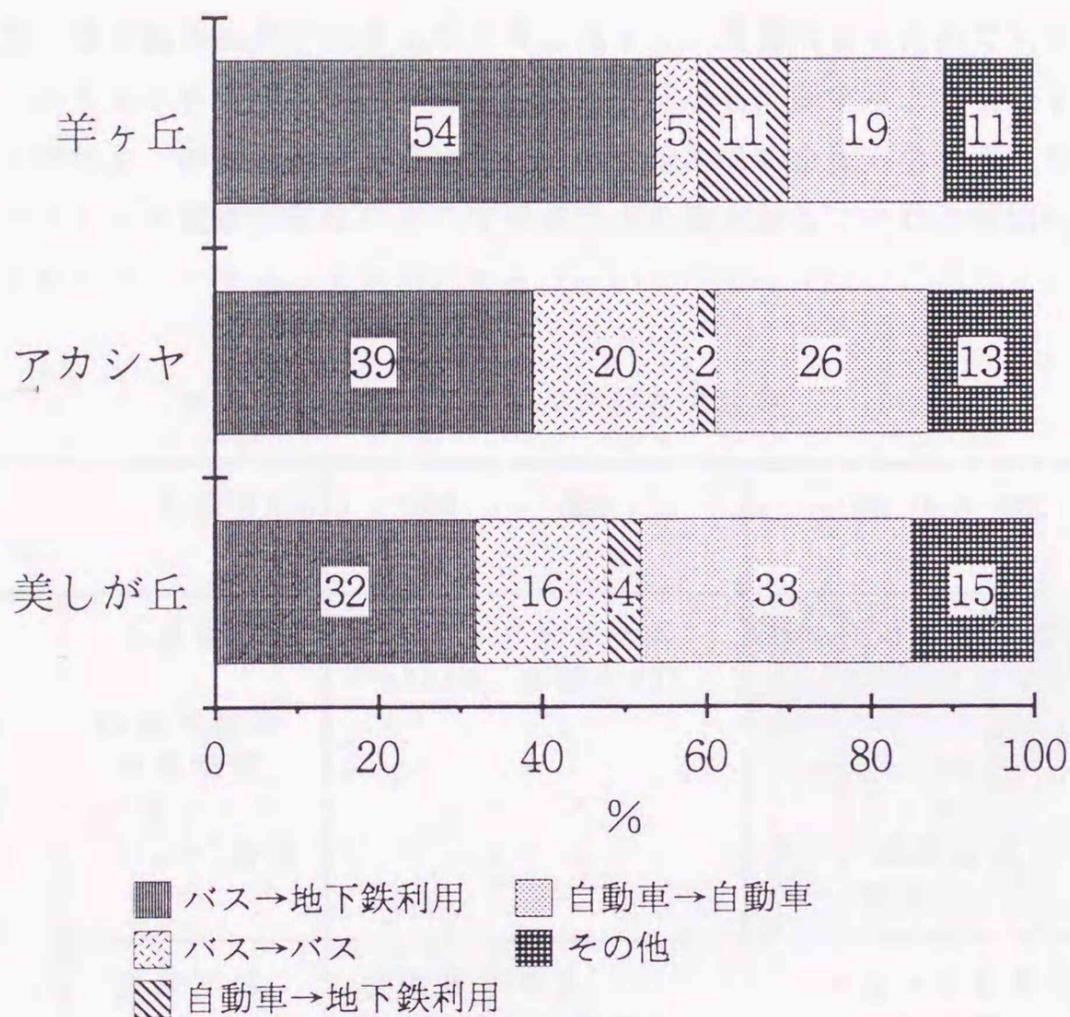


図 7-6 買い物（都心部）交通機関利用実態

### 7-5 マーケティング対象の設定とマーケティング方策の分類

#### 7-5-1 マーケティング対象の設定

以上の分析をもとに、マーケティングの主たる対象を明らかにする。表 7-8 は、交通目的を「通勤」、「買い物」の 2 分類、目的地を「都心部」、「周辺部」の 2 分類に分け、交通実態、転換可能性、需要規模、必要コスト、マーケティング戦略の各々について記述を行ったものである。

〔通勤・都心部〕は図 7-4 に示すとおり、地下鉄開業前から 82% の人が（「アカシヤ」地区の場合、以下同様数値は「アカシヤ」の値を示す）マストラ（バス）を利用しており、地下鉄開業後もマストラ利用率はあまり増大していないことから、転換可能性を持つ対象者は少ない。〔買い物・周辺部〕は近隣では徒歩・自転車、その他は自動車主体であり、現行の都心部からの放射状の地下鉄

ネットワークでは対応しにくい。一方、[買い物・都心部]は、通勤に比べると需要規模は小さいが、図7-6に示されるとおり、自動車利用も26%と比較的多く、駐車場サービスからのアプローチ、買い物割引等の新たなサービスの展開によって、さらなる地下鉄転換は可能だと考えられる。よって、本研究においては、これを当面の目標とする第一次のマーケティング対象として考える。[通勤・周辺部]は自動車通勤の割合も62%と大きく、需要規模も極めて大きい。しかし、これを地下鉄転換とするためには、周辺部をも網羅するような地下鉄ネットワークの増強、事業採算性を根本的に見直す抜本的料金体系の改変など極めて多くのコストと大規模な事業制度の変更を行う必要があることから長期的課題として第2次のマーケティング対象とする。

表7-8 マーケティング対象の設定

交通目的		通 勤	買 い、物
目的地			
都 心 部	交通実態	マストラ利用大 マストラ82%、自動車11%	通勤よりも自動車多 マストラ61%、自動車26%
	転換可能性	-	○
	需要規模	-	小
	必要コスト	-	小
	マーケティング戦略	-	PR・顧客に応じた サービス展開
周 辺 部	交通実態	自動車利用大 マストラ33%、自動車62%	マストラ利用小 未調査
	転換可能性	△	×
	需要規模	大	中
	必要コスト	大	-
	マーケティング戦略	地下鉄ネットワークの増強 大幅なサービスの向上	-

第1次マーケティング対象 [都心部・買い物] 交通

第2次マーケティング対象 [周辺部・通勤] 交通

注) 交通実態の下の数字は「アカシヤ」地区の値

#### 7-5-2 マーケティング方策の分類

地下鉄の需要量は下式で示されるように、地下鉄選択率と地下鉄を選択した人の利用頻度の積で表される。

$$\text{地下鉄需要量} = \text{地下鉄選択率} \times \text{利用頻度} \quad (a)$$

これを地下鉄サービス水準と効用の模式図で示すと図7-7のようになり、これまで、交通計画の分野で主要な研究課題とされてきた転換層を対象とした交通機関選択問題に加え、利用者層に対する利用頻度の増大に向けた分析が必要であることが示される。

本章においては、第1次のマーケティング対象である都心部・買い物交通を対象として、まず、日常の消費行動やライフスタイルに関するアンケートデータを基に、地下鉄利用者と非利用者のマーケティングセグメンテーションを行い、地下鉄利用者層の利用促進に向けた戦略の分析を行う。つぎに、転換層に対し、実験計画法に基づく選好意識データにより、地下鉄選択率モデルを構築し、現在進められている運賃割引施策の定量的分析を行い、これにより、質と量の両側面からマーケティング戦略の検討を行う。

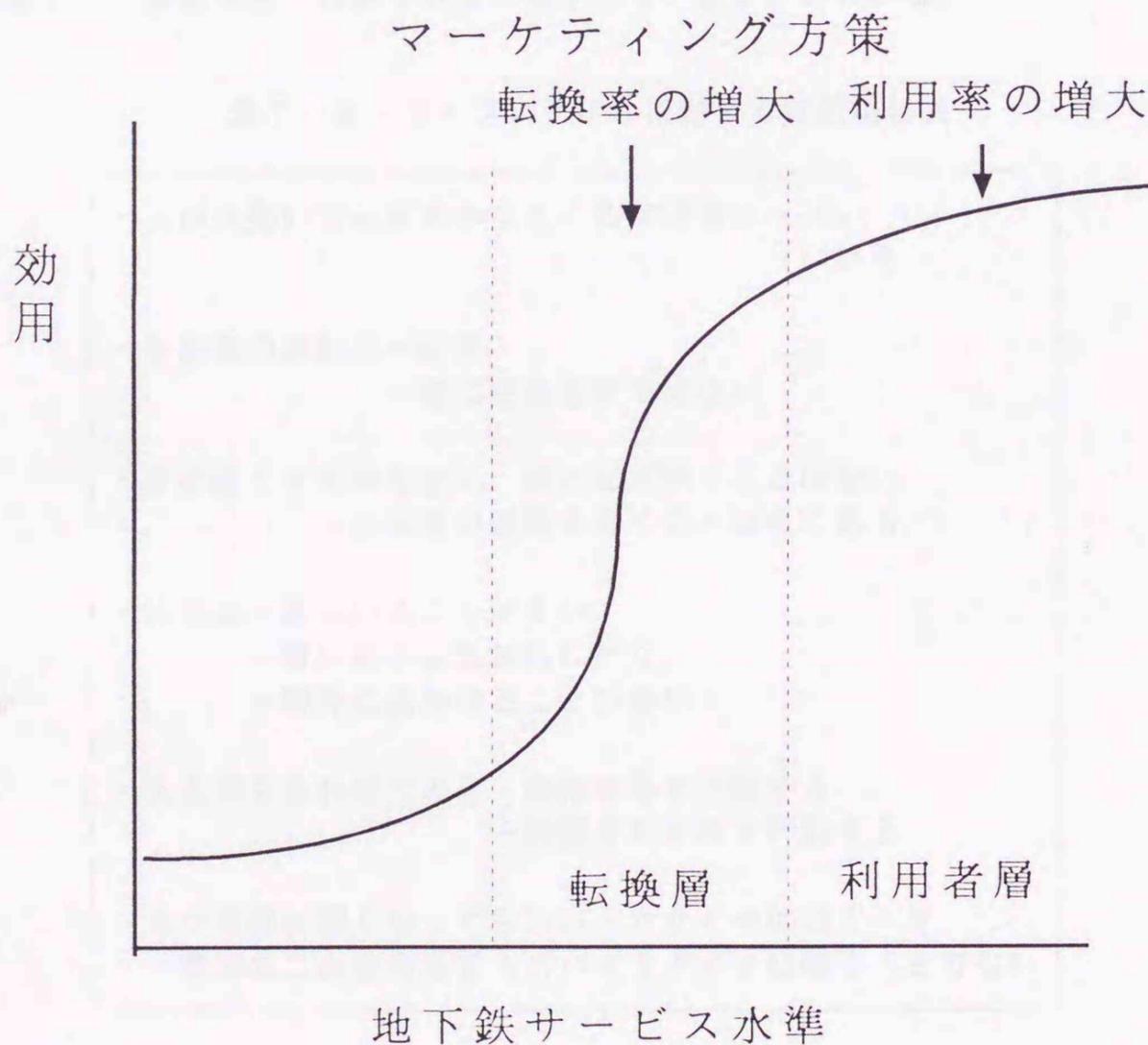


図7-7 マーケティング方策の分類とその対象

7-6 地下鉄利用者層の利用率増大方策のためのライフスタイルに基づくセグメンテーション

地下鉄利用者の利用促進を目的として、ライフスタイル、日常の消費行動の差異をもとに、セグメンテーションを行うため、第1次のマーケティング対象である「買い物・都心部」を対象として、地下鉄でも自動車でも選択可能（免許・自由に使える自動車有）な主婦を対象として数量化Ⅲ類による分析を行う。

表7-9に示すライフスタイルに関する質問項目により図7-8のように、2次元配置し、図7-9に示すように横軸として「買い物必要」（買い物は必要がある場合にのみ行う）-「買い物楽しむ」（特に買うものがなくとも買い物に出かけることが好きだ）、縦軸として「歩く・環境配慮」（歩くことや環境への配慮を重要視する）-「運転好き」（自動車の運転が好き）を2軸として地下鉄転換者と自動車利用者の散布図を作成した。これによると、自動車利用者は「買い物必要」・「運転好き」の第Ⅳ象限に集中していることがわかる。

表7-9 ライフスタイルに対する質問項目表

・人が大勢いてにぎやかなところは好きか-はい -いいえ
・自動車の運転は-好き -特に好きな方ではない
・すぐ近くでも車を使い、ほとんど歩くことはない -10分程度の距離を歩くことは良くある
・休日は-家にいることが多い -買い物や娯楽施設に行く -野外に出かけることが多い
・人と待ち合わせたとき-余裕をみて行動する -時間すれすれで行動する
・多少環境が悪くなくてもスパイクタイヤは残すべき -環境のことを考えるとスパイクタイヤは使うべきでない

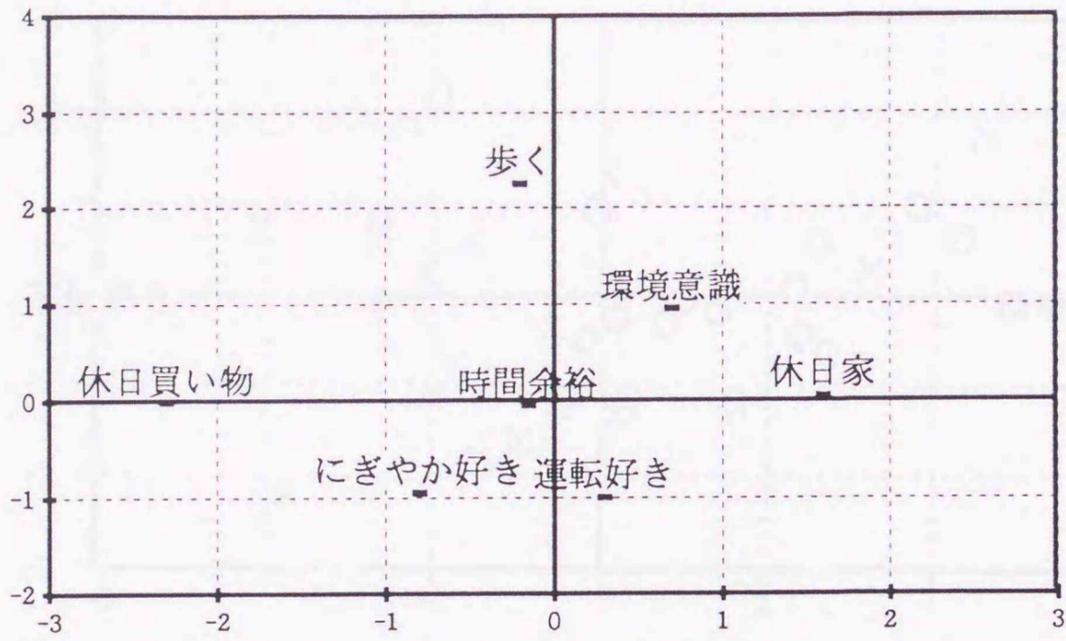
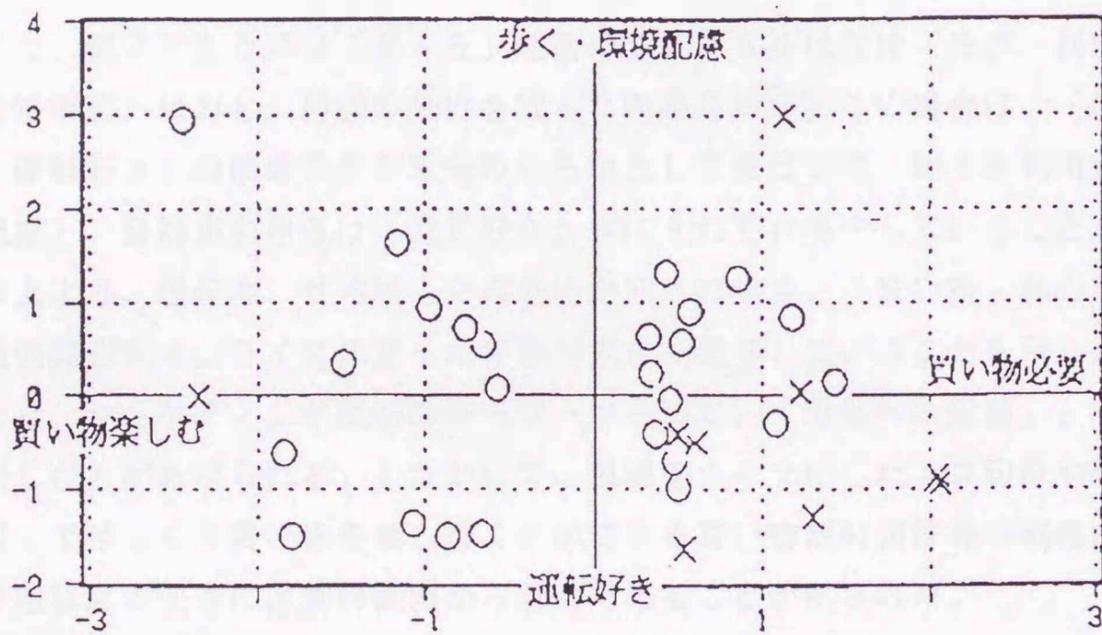
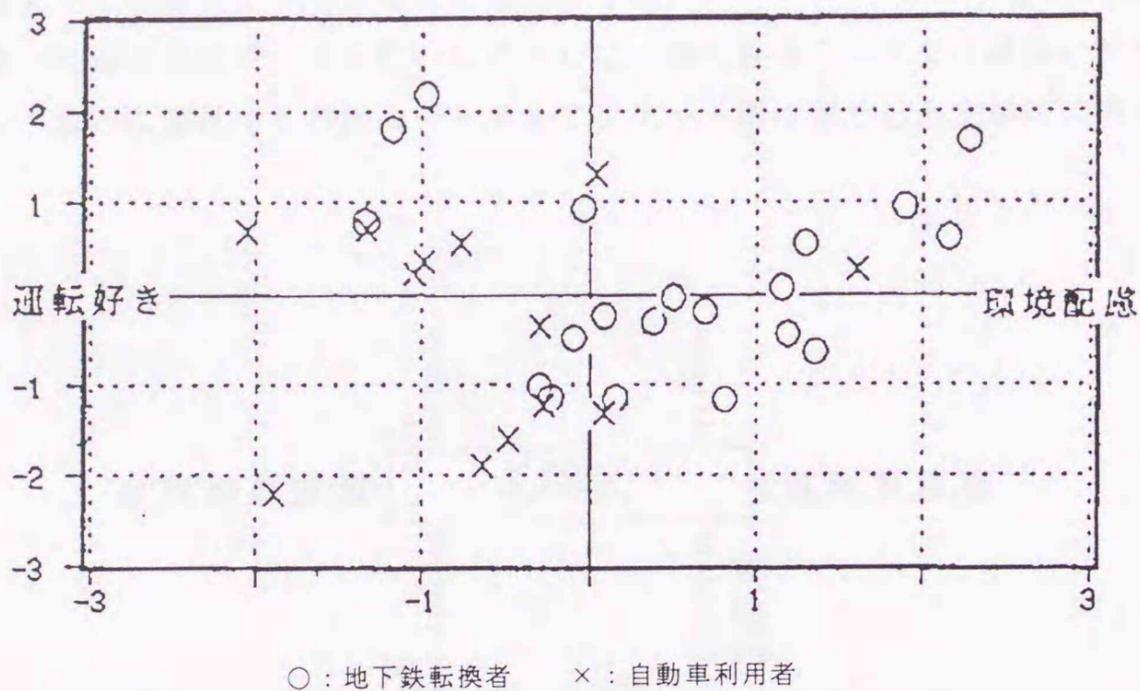


図7-8 ライフスタイル項目2次元配置図



○：地下鉄転換者 ×：自動車利用者

図7-9 都心買い物（「羊ヶ丘」主婦）



○：地下鉄転換者 ×：自動車利用者  
 図7-10 都心買い物（「羊ヶ丘」20～30代男性）

また、図7-10には「羊ヶ丘」地区の20～30代男性（免許・自由に使える自動車有）に対し、同様の分析を行った結果を示す。この場合は、「環境配慮」-「運転好き」の横軸のみが意味のある軸として抽出され、地下鉄利用者は「環境配慮」、自動車利用者は「運転好き」側にそれぞれ集中していることが分かる。

以上より、居住地、目的地、交通条件が同一の場合、[買い物・都心部]への交通機関選択は、ライフスタイル特性が大きく関与していることを示した。これにより、マーケティング戦略のキーワードとして、「環境への配慮」、「買い物を楽しむ」があげられる。したがって、環境をテーマにしたエコ切符や地下鉄を利用してゆっくり買い物を楽しむことができる買い物割引切符等の戦略が利用者の利用頻度の促進には質的側面から有効であることが示された。

### 7-7 地下鉄選択率モデルの構築と料金割引政策の検証

札幌市においてはプリペイドカードによるプレミアムの付与、特定日の割引一日券の発行等をはじめとする料金割引施策を地下鉄需要喚起の主要施策としている。しかし、これらの施策が需要の増大にどれだけ有効なのかという定量的な検証は行われていない。そこで、本章では第1次のマーケティング対象である都心部・買い物交通を対象として、地下鉄選択率モデルを構築し、これら料金割引施策の検証を行うこととした。

#### 7-7-1 実験計画法に基づく選好意識調査の実施

これまで交通機関選択モデルは、選択実績データに基づくモデルに加え、選好

意識データに基づくモデル構築が行われてきた。<sup>12) 13) 14)</sup>このうち、実験計画法に基いた選好意識データを用いたモデルは、選択実績データでは得難いマーケティング施策に関係する要因のデータをアンケート票に盛り込み主体的に得ること

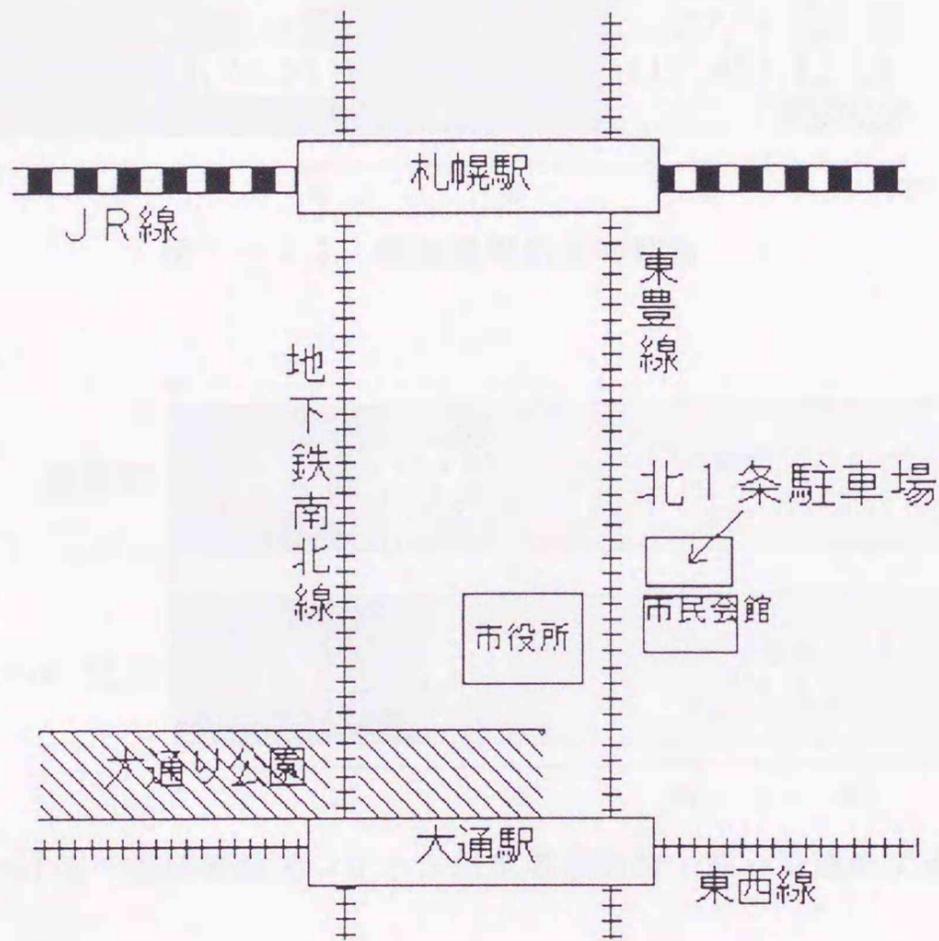


図7-11 調査位置図

ができることや、データ間の独立性が保たれるなど分析が容易であることから、マーケティングの分析には適したものであると考えられる。そこで、図7-14に示すアンケート調査を都心部駐車場において実施し、モデル構築を行うこととした。

アンケート調査は、図7-11に示す札幌都心に位置する「札幌市営北一条駐車場」において、平成8年1月27日(土)～28日(日)に行い、駐車場利用の運転者208人から、計412の有効票(1人から2票)の選好意識データを得た。図7-12に示すように本アンケート対象者の来訪目的の割合は、買い物70.2%、私用17.8%と多数を占め、都心部の私用・買い物交通を対象としたアンケート調査として適した対象であることがわかる。

また、図7-13は本アンケート対象者の通勤時及び都心への交通の際の分担

率を表すが、地下鉄、バス、JRの利用もあり、対象者が必ずしも自動車キャブタイプ層でないことがわかる。

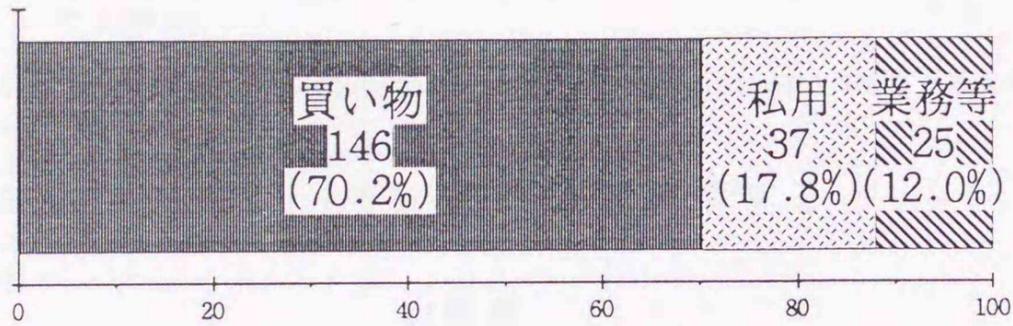


図7-12 駐車場来訪目的割合

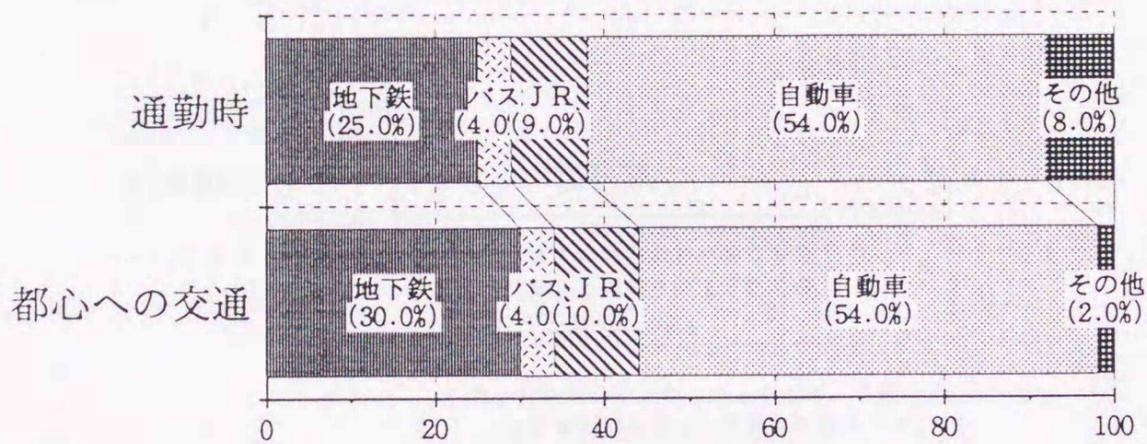


図7-13 選好意識アンケート対象者通勤時・都心交通の交通分担率

選好意識アンケートの調査票の設計にあたっては、表7-10のように、運賃割引率、買い物の際の駐車場料金割引の有無、自宅から地下鉄駅までの所要時間の3要因を盛り込むこととし、このうち、運賃割引については、現行割引施策とほぼ同様の25%から、現行の駐車場割引とほぼ匹敵する地下鉄料金無料の100%にいたる4水準を割り付けることとした。なお、要因の割り付けは表7-11に基づいて行った。

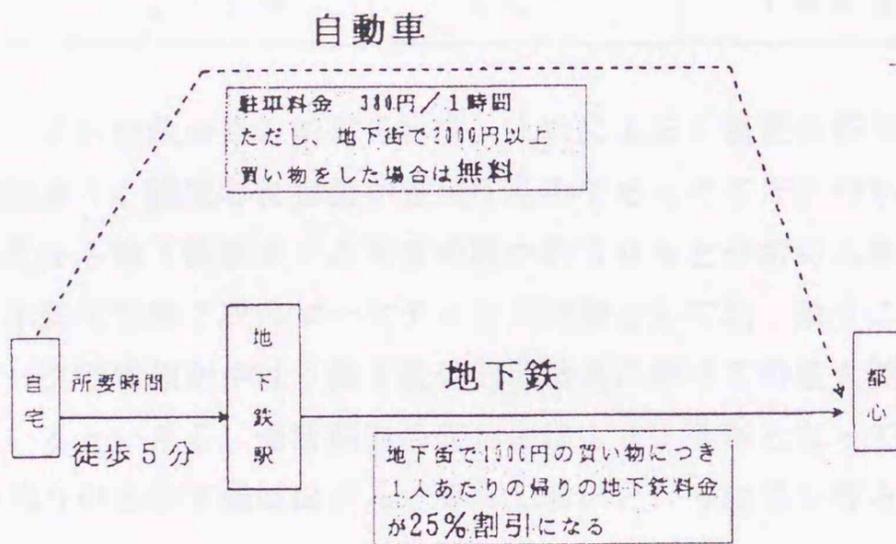
あなたの交通機関選択の意識についてお伺いします。

この設問は皆様が私用・買い物で都心（大通周辺）へ来られる場合の意識調査を、いろいろな状況を想定しておたずねするものです。そのため現在の状況とは必ずしも一致しておりません。

票種 1

問 あなたは、以下の状況の場合、都心に買い物に出かける際に10回中何回地下鉄を利用しますか。

10回中 ( ) 回 地下鉄を利用する。



例：3000円分買い物したとすると、3名までが割引料金を地下鉄で利用できる。

大通駅からの25%割引料金

現在	割引後
180円	140円
220円	170円
260円	200円
290円	220円

図 7 - 1 4 アンケート票例

表 7 - 1 0 要因と水準

要因 \ 水準	水準 1	水準 2	水準 3	水準 4
A : 運賃割引率	25%	50%	75%	100%
B : 駐車料金サービス	あり	なし		
C : 駅までの徒歩時間	5分程度	20分程度		

表 7 - 1 1 各票種に対する要因水準の割り付け

票種	運賃割引率	駐車料金サービス	徒歩時間	有効票数
1	25%	あり	5分程度	51
2	25%	なし	20分程度	51
3	50%	あり	5分程度	52
4	50%	なし	20分程度	52
5	75%	あり	20分程度	52
6	75%	なし	5分程度	52
7	100%	あり	20分程度	51
8	100%	なし	5分程度	51

表 7 - 1 2 に分散分析の結果を示す。これによると誤差の寄与率は 6.88% と比較的小さく、設定した要因が妥当なものであったことがわかる。要因別寄与率では自宅から地下鉄駅までの所要時間が約 80% と非常に大きいことが明らかとなり、本研究で第 2 次のマーケティング対象として取り扱うこととした地下鉄ネットワークの増強がやはり地下鉄選択率増大に向けての最大要因であることが示されているといえる。運賃割引の寄与率は 13.2% となっている一方、駐車場の料金割引の有無はほとんど寄与しないという結果が得られた。

表 7 - 1 2 分散分析結果

要因	平方和	自由度	分散	寄与率 (%)
A : 運賃割引率	1.9611	3	0.6537	13.2
B : 駐車料金サービス	0.0222	1	0.0222	-
C : 駅までの徒歩時間	9.6053	1	9.6053	79.92
e : 誤差	0.2641	2	0.1321	6.88
合計	11.8527	7		100

### 7 - 7 - 2 地下鉄選択率モデルの構築

分散分析の結果をもとに、式 (b) に示す地下鉄料金割引率、自宅から地下鉄駅までの徒歩時間を要因とする集計ロジット型のモデルを構築した。

$$Y = 1 / (1 + \text{Exp} (-0.00668 \times X_1 + 0.06398 \times X_2 - 0.8419)) \quad (b)$$

$R^2 = 0.897$  (対数変換により線形重回帰により求めたもの)

Y : 地下鉄選択率 (自動車 - 地下鉄 2 機関選択)

$X_1$  : 地下鉄料金割引率 (%)

$X_2$  : 自宅から地下鉄駅までの所要時間 (分)

自宅から地下鉄駅までの所要時間が5分、20分の場合の本モデルのパフォーマンスを図7-15に示す。

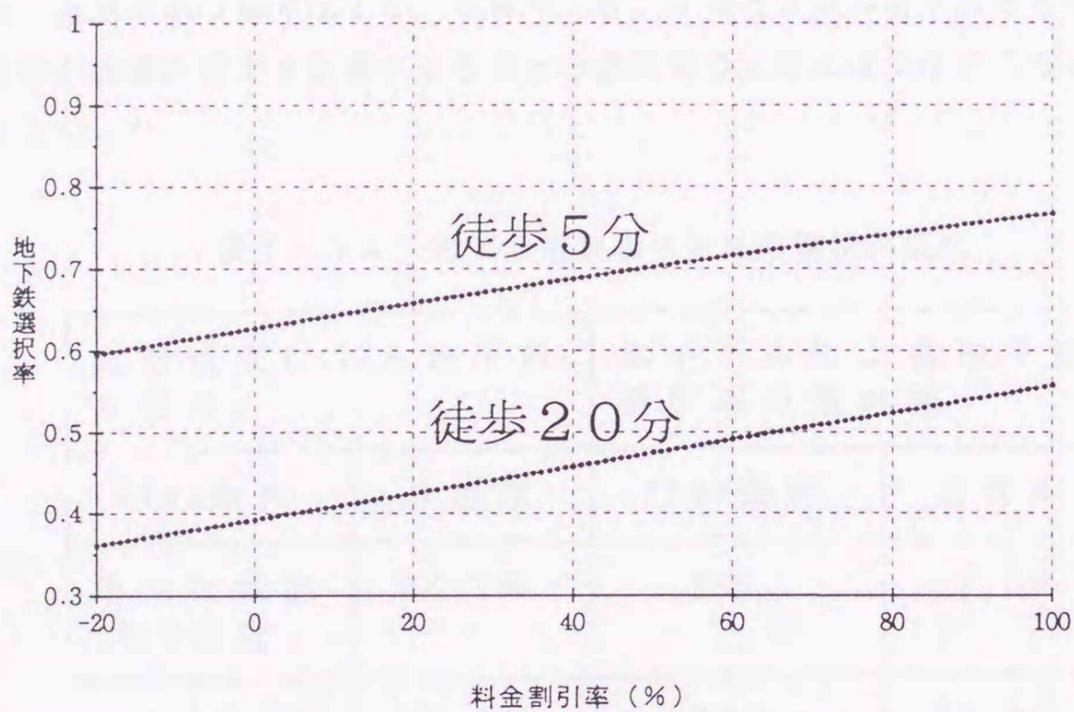


図7-15 地下鉄選択率モデルパフォーマンス

つぎに、本モデルの現状再現性を検証するため、第4節で示した実態調査に基づく都心部への私用・買い物・交通について北1条駐車場アンケートの対象者と整合を図るため、免許・及び自由に使える自動車を保有している人の地下鉄分担率（地下鉄-自動車2機関分担）と本モデルの推定値の照合を現状の料金水準に基づき（割引率0%）、行ったものが、表7-14である。これによると、ほぼ妥当な推測結果となっていることが示され、本モデルの現状再現性を確認することができた。

表7-13 免許・自動車有の都心部買い物交通機関分担率  
(地下鉄・自動車2機関分担)

	「羊ヶ丘」	「アカシヤ」
地下鉄利用者	98人 66.7%	38人 42.2%
自動車利用者	49人 33.3%	52人 57.8%
計	147人	90人

表7-15、表7-16は地下鉄駅までの所要時間が5分、20分の場合の料金割引による地下鉄選択率の増分を示したものである。これによると100%の場合でも選択率の増分は13.9%~16.5%と20%を下回るものであり、料金割引施策が収支を改善させるほどの選択率の上昇にはつながらないことが明らかとなった。

表7-14 地下鉄選択率モデルの現状再現性

実態調査による地下鉄分担率		本モデルによる地下鉄選択率の推計値	
アクセス条件	分担率	アクセス条件	選択率
羊ヶ丘地区 約5程度	66.7%	5分	62.8%
アソヤ地区 約20分程度	42.2%	20分	39.2%

表7-15 料金割引による選択率の増分（アクセス時間5分）

料金割引率%	20	40	60	80	100
選択率増分%	3.1	6.0	8.8	11.4	13.9

表7-16 料金割引による選択率の増分（アクセス時間20分）

料金割引率%	20	40	60	80	100
選択率増分%	3.2	6.5	9.9	13.2	16.5

#### 7-8 まとめ

本章においてはまず、マーケティング理念に基づき、地下鉄の需要増を目標とするマーケティングプロセスを構築し、つぎに第1次（当面の目標）として「都心部・買い物交通」、第2次（長期的目標）として「周辺部・通勤交通」を地下鉄需要マーケティングの対象として設定した。さらに、地下鉄利用者の利用率増大のため、セグメンテーション分析を行い、交通機関選択にライフスタイル

特性が関与していることを明らかにし、「環境への配慮」、「買い物を楽しむ」がマーケティング戦略のキーワードであることを明らかにした。

また、地下鉄転換率を求めるため、選好意識データを用いた地下鉄選択率モデルを構築し、現状再現性の結果妥当なものであることを示した。本モデルを用いた料金割引施策の効果を推定した結果、料金を無料にしても選択率は20%弱しか増加しないことから、料金割引が経営改善の有効策とはならないことを明らかにした。

以上から、キーワードに基づくマーケティング戦略による利用頻度の増大施策により、ある程度の需要増が見込まれるものと思われるが、総体的には料金施策を主な戦略とする第1次マーケティング対象のみでは、現在の経営状況の根本的な解決につながるものではないことが明らかとなった。そのため、第2次マーケティング対象に向けた戦略が必要となるが、地下鉄ネットワークの増強等の施策は現行の経営状況の中ではかなり難しいといわざるを得ない。これに対して、運営側のコストの削減はもちろんのこと、地下鉄駅周辺での重点的土地開発、都心部の再活性化等都市経営の観点からの総合的マネジメントが重要であるとともに、それらの戦略によっても解決できない部分に対し、社会的費用として、地下鉄事業への相応の公共負担という事業制度の枠組みの変更も必要と考えられる。

## 参考文献

- 1) 金谷、高野、加賀屋、佐藤：インターモーダルを考慮した札幌都市圏の交通計画に関する研究、平成7年度土木学会北海道支部論文報告集、第52号(B)、1996
- 2) 土木学会土木計画学研究委員会：交通計画とマーケティングサイエンス技法、土木計画学ワンデイセミナー第1回テキスト、1993
- 3) 屋井鉄雄：需要構造変化の徴候予測と新規市場育成のためのトランスポートマーケティング手法、平成4・5年度文部省科学研究補助金研究成果報告書、1995
- 4) 高野、高橋、五十嵐：土木計画におけるマーケティングの必要性と適用課題に関する研究、平成6年度土木学会北海道支部論文報告集、第51号(B)、1995
- 5) 屋井鉄雄：交通計画とマーケティング科学アプローチ、オペレーションズ・リサーチ、Vol. 38、No. 2、1993
- 6) 屋井、榊原：交通の少量需要のマーケティング分析事例、土木計画学研究・講演集14(2)、1991
- 7) 屋井、岩倉、山崎：首都圏における海上交通サービスの利用特性分析、土木計画学研究・講演集15(1)、1992
- 8) 牛窪一省：マーケティングリサーチ入門、日本経済新聞社、1991
- 9) 田内幸一、村田昭治：現代マーケティングの基礎理論、同文館、1981
- 10) 三上富三郎：ソーシャル・マーケティング、同文館、1982
- 11) 日本経済新聞、1994年10月21日
- 12) 佐藤、五十嵐：空港アクセスにおける交通機関分担モデルの推定、土木学会論文報告集、第274号、1978
- 13) 藤原、杉恵：選好意識データに基づく交通手段選択モデルの信頼性、土木計画学論文集、NO. 8、1990
- 14) 森川、山田：SPデータとRPデータを用いた都市間鉄道のサービス改善に伴う需要予測法、土木計画学研究講演集、NO. 13、1990



## 8-1 結論

本研究は、複雑性が増し、土木計画学が社会の要請に応えにくくなっている状況の下、様々な制約、不確実性の中で、目的とする事象の解明を行っていくためのモデリング方法論として、ストラテジックモデリングの方法論を打ち立てるとともに、様相の異なるいくつかのケーススタディに対して、適用を行い、その有用性を検証しようとしたものである。第2章においては、システムズ・アプローチの概要及びその問題点、SCAのプロセス、特徴について述べた後、ストラテジックモデリングの意味と方法論について述べ、第3章以降の適用例との関係について述べている。第3章においては、地方都市のまちづくりを対象とし、住民意思の考慮を中心課題として、計画策定手順の適用を行うとともに、対立状況下における空港計画策定モデリングについて述べた。第4章では、不確実性を前提として、ファジィAHPの定式化を行ったもので、地下通路ネットワーク問題及び新幹線駅選定問題への適用を行い、その有用性を検証している。第5章では、統計的説得性と、合理的説得性の調和点を見い出すべく物流量発着モデルリングを行った。第6章は、新型貨物船の分担モデルの構築について、主観的、非数量的要因をも取り込んだモデリングの開発を行った。第7章は、選択性を取り扱うことを目的として、マーケティングにおいて求められる選択性及びそのモデリング過程をアンケート調査を踏まえて示したものである。

以下に各章の概要を示す。

### [第2章 ストラテジックモデリングの意義と方法論]

ストラテジックアプローチの方向性は、①創造的に案出したいくつかの選択肢、その結果を左右する要因に関する情報、判断のよりどころとなる価値観の三つのファクターから納得できるロジックを使って行動指針に対する結論を導き出そうとする、②不確実性に関し、意思決定に必要な精度で不確実な要因を一つの代表的な値だけでなく、楽観値と悲観値の間の幅の中でとらえ、どの程度の確率でそれぞれの道筋、すなわちシナリオが起こりうるか、という形で判断することはできる、③建設的コンセンサス有効性は関係者全体の最善の知識や判断をいかに創造的につなぎ合わせるかにかかっている。この建設的コンセンサスは一人の有力者の独断や足して二で割る式の妥協に比べ、判断としての確かさと実行に対する関係者のコミットメント（必ずやり遂げるという決意、覚悟）という点ではるかに優れている。④ストラテジックな意思決定の質を継続的に改善することにより長期的な活動の持続的向上が可能になる、ということである。

さらに、ストラテジックモデリングの方向性としては、①循環・継続的取組み、②選択肢を創造的に案出すること、③不確実性（楽観値と悲観値の幅の中でとらえる）を取り扱う、④関係者全体の知識・判断をつなぎ合わせる事、⑤主観性

を取り扱うこと、⑥選択性を取り扱うことであることを示した。

### [第3章 計画代替案創出のためストラテジックモデリング]

本章においては、二つの事例に対し、計画代替案創出のためのストラテジックモデリングを行ったものである。その一つは今後ますます必要性が増すと思われる住民意思の構造化に対し、歴史的街並み整備計画をケーススタディとしてSCAに基づく計画策定手法を適用したもので、これは、SCAのフレームワークの中で、KJ法による計画課題・問題の構造化、AIDAによる代替案の構造化、AHPによる代替案の比較という手法からなるものである。この中で、スキームとプランという概念の区別や、住民にとってもわかりやすく柔軟性に富んだAHPを用いることによって、地区計画に係わる住民意思の問題の解決を図っていく上で、一つの有用な手法を提示したと考える。

二つ目は、これまでの丘珠空港問題の経緯、新聞記事等から、丘珠空港問題全体の論点を整理し、これをさらに、SCAを用いて、簡潔な形で構造化を行った。これにより、多くの要因が複雑にからみあっている本問題を整理したとともに、本章で行った調査の位置づけを明らかにすることができた。つぎに、SCAの構造化を受け、「丘珠空港のサービス水準をその整備の仕方により、利用者はどのように評価するのか」に関し、丘珠空港利用者にアンケート調査を行い、丘珠空港の必要性を明らかにした。この結果、「利用者は、現状の丘珠空港を高く評価しており、将来においても存続される」ことが強く望まれる。「空港の存続に当たっては、利用者のサービス水準が向上されるような整備がなされる」べきであり、特に空港までのアクセスの改善、必要に応じた航空便数の確保が必要とされる。

### [第4章 不確実性を前提とした計画代替案評価のためのストラテジックモデリング]

本章は、ファジイ測度を用いることにより、AHPによる評価方法の改善を行ったものである。この結果、評価項目の独立性の条件を緩和できたことにより、この点に制約されることなく自由度の高い階層図の下で検討を行えること、従来の平均的値による評価に加え、長所重視的、短所重視的評価を可能にし、より多様な評価が可能となったことを定式化の過程及び二つのケーススタディへの適用を通して示した。どの代替案を選択するか最終判断は、本研究の及ぶところではないが、本章で提示した方法により、代替案を作成し、判断を行おうとする人々が、従来と同様のAHPの入力データから、より有益な計画情報を提供されることが可能になったことがわかる。

### [第5章 衆知結合型のストラテジックモデリング]

本章においては、多様な品目と複雑な要因からなり、これまで説明力のあるモデル構築が難しかった物流の発着量に対し、対話型の変数選択システムを用いて、説明力のあるモデルを構築することができた。次のステップとしては本モデルを用いて、将来の物流量を予測し、これに基づく物流ビジョンを描くことになるが、このような形でモデルの構築の時点に多数の専門家が加わり、グループの意思決定としてのモデル構築を行うことにより、モデルの適用及びその結果についての意味が良く理解され、モデルがより有効に活用されることになったことも本法による大きな成果であるといえる。

### [第6章 交通機関分担率予測のためのストラテジックモデリング]

貨物輸送に係わる各種のモデル分析の事例は、旅客輸送のそれに比べると、はるかに少ない。貨物輸送においては、品目、数量、用途等によって、それぞれ輸送システムが全く異なり、精緻な分析が必要となるのに対し、分析に用いるデータが極めて限定されているからである。したがって、我が国の貨物輸送に大きな影響を与えると考えられるTSLに対しても、これまで、その特徴を明示的に取り扱ったモデル分析はなされてこなかった。本章においては、AHPを用い、定量化しがたい交通機関のサービス水準をモデルに取り込み、貨物輸送分担モデルの構築を行った。なお、分析にあたっては、いくつかの条件を仮定するなど、今後、改善していかなければならない点もあるが、本手法は、今後ますます社会的影響が増大する物流の諸現象の解明に極めて有用な手法であると思われる。さらに、他のケーススタディに対しても適用を行い、分析を行っていく必要がある。

### [第7章 交通需要マーケティングのためのストラテジックモデリング]

本章では、マーケティング理念に基づき、地下鉄の需要増を目標とするマーケティングプロセスを構築し、第1次及び第2次のマーケティングの対象を定めた。さらに、交通機関選択にライフスタイル特性が関与していることを明らかにするとともに、地下鉄転換率を求めるため、選好意識データを用いた地下鉄選択率モデルを構築し、現状再現性の結果妥当なものであることを示した。本モデルを用い料金割引施策の効果を推定した結果、料金を無料にしても選択率は20%弱しか増加しないことから、料金割引が経営改善の有効策とはならないことを明らかにした。以上から、利用頻度の増大施策により、ある程度の需要増が見込まれるものと思われるが、総体的には料金施策を主な戦略とする第1次マーケティング対象のみでは、現在の経営状況の根本的な解決につながるものではないことが明らかとなった。そのため、第2次マーケティング対象に向けた戦略が必要となるが、地下鉄ネットワークの増強等の施策は現行の経営状況の中ではかなり難しい

といわざるを得ない。これに対して、運営側のコストの削減はもちろんのこと、地下鉄駅周辺での重点的土地開発、都心部の再活性化等都市経営の観点からの総合的マネジメントが重要であるとともに、それらの戦略によっても解決できない部分に対し、社会的費用として、地下鉄事業への相応の公共負担という事業制度の枠組みの変更も必要と考えられる。

## 8-2 残された問題点と今後の課題

- (1) 個々のモデリングにおいては、循環性を考慮したものの、さらに計画の事後評価を踏まえた循環的プロセスについて、研究を行う必要がある。
- (2) 調和にいたるモデリング手法を提案したが、対象によっては非調和解としての政策決定を行わなければならない場合があり、この点についての研究が必要である。
- (3) 現実の問題がもつ複雑さは、対象により大きく異なる。さらに、多くの対象に対して、ストラテジックモデリングを適用することにより、本法のさらなる確立を行う必要がある。

## 謝 辞

本研究を進めるにあたっては、多くの方々にご指導、ご助言、ご協力をいただいた。ここに記し、深く感謝の意を表す次第である。

北海道大学工学部佐藤馨一先生には、本論文をとりまとめるにあたって、基本的コンセプトであるストラテジックモデリングの概念とともに、個々の分析について、極めて有益なご示唆を頂戴するとともに、終始あたたかな励ましをいただいた。深く感謝の意を申し上げたい。

また、北海道大学工学部森吉昭博先生には、土木工学における本論文の位置付けについて、ご指導と適切なお助言をいただいた。さらに、北海道大学工学部大内東先生には、システム工学におけるストラテジックモデリングの意義と適用性について、有益なご指導を頂戴した。また、北海道大学工学部加賀屋誠一先生には、論文全般にわたり、ご指導を頂戴するとともに、今後の発展方向についてのご示唆をいただいた。深く感謝の意を申し上げる次第である。

また、学生時代からの恩師である北海道大学名誉教授五十嵐日出夫先生からは、論文へのご助言はもとより、研究活動への姿勢についても多くのご助言と激励をいただいた。ここに深く感謝の意を申し上げたい。

さらに、SCA研究分科会（代表宇都宮大学古池弘隆先生）や交通・行政のマーケティングワークショップ（代表東京大学原田昇先生）その他の多くの機会を通じ、土木学会やOR学会等で活動されている諸先生からは、様々な議論によって、極めて多くの示唆を得た。心よりの感謝の意を表す次第である。

また、東京大学工学部高橋清先生とは、同僚としての議論を通じ、多くの知見をいただいた。なお、北海道大学工学部土木工学科交通計画学講座を卒業・修了していった多くの学生諸氏には、データの入手、分析をはじめ多大なる協力を頂戴するとともに、汗と真摯な努力の姿勢により、研究への情熱を教えられたように思う。深く感謝の意を申し上げる次第である。

みなさん本当にどうもありがとうございました。

高野伸栄

