

# コンジョイント分析における プロファイルの設定方法とその課題

湯沢 昭<sup>1</sup>・須田 潔<sup>2</sup>

<sup>1</sup>正会員 工博 長岡工業高等専門学校助教授 環境都市工学科 (〒940 長岡市西片貝町888)

<sup>2</sup>正会員 工博 東北大学教授 大学院情報科学研究科 (〒980-77 仙台市青葉区荒巻字青葉)

本研究は、著者らがこれまで行ってきたコンジョイント分析の応用に関する研究を通して、個人の意思決定モデルの必要性、コンジョイント分析において最も重要なプロファイルの設定方法とその問題点の整理、及び定性的な属性の取扱い方法について検討を行ったものである。

研究の成果としては、コンジョイント分析におけるプロファイルの提示方法について、具体的な事例を紹介し、その問題点と対策について検討した。その結果、コンジョイント分析の有効性の確認、プロミネンス仮説に基づく個人の段階的な意思決定のモデル化、AHP手法による定性的属性の定量化の確立、及び土木計画学分野への個人モデルの必要性について総括した。

**Key Words :** *conjoint analysis, decision making, rank-logit model, logit model  
prominence hypothesis*

## 1. 緒言

消費者の意思決定理論は、その意思決定プロセスから見ると、顕示的選好理論 (Revealed Preference Theory: 以下、RPモデルとする) と、表示的選好理論 (Stated Preference Theory: 以下、SPモデルとする) とに分けることができる。RPモデルは、消費者の行動主義的立場から出発しており、これはミクロ経済学の分野において発達してきたものであり、客観的な消費者の市場行動と無矛盾的行動の公準から出発して、消費者の選好を直接推論しようとするものである。土木計画学研究の分野におけるRPモデルの代表としては、非集計行動モデルがある。これは経済学の分野で実用的な研究が行われていたものが、McFaddenらの研究により、交通需要問題への適用が行われ、その後住宅立地、企業立地問題等へと多くの適用事例が報告されている。

一方、SPモデルの1つであるコンジョイント分析 (あるいはトレード・オフ分析) は、主にマーケティング・リサーチの分野で発展してきた理論であり、属性とその水準の組み合わせで記述された「属性プロファイル」が製品/サービスそのものであるところに特徴がある。これは消費者がいかなる製品/サービスに着目し、どの程度の購買意識があるか

を問題にするため、ミクロ経済学の合理性の仮定による消費者行動の理論だけでは捉えきれない人間の心理的な部分を陽な形で取り扱う必要性があったことによる。この理論は、消費者の行動を直接把握することが困難な場合や、市場に存在しない新しい製品やサービスに対する、消費者の選好を計測する場合に適していると言われている。

このような背景から経済学の分野では効用最大化理論と整合性のあるlogitモデルやprobitモデル等 (主にRPモデル) が開発されてきたが、マーケティング・リサーチの分野では個人レベルの意思決定モデルとしてのMONANOVAやLINMAP (主にSPモデル) と言ったモデルが開発されてきた。しかし、これらのモデルは確定論的なものであるため、非集計モデルへの拡張や統計学的な評価が困難であり、確率論的モデルの開発が必要とされた。

本研究は、著者らがこれまで行ってきたコンジョイント分析の土木計画学分野への応用に関する研究を通して、個人の意思決定構造を直接表現できるモデルの必要性、コンジョイント分析において最も重要な位置を占められるプロファイルの設定方法とその問題点の明確化、定性的な属性の評価方法、及び属性の不確実性の取扱いについての検討を行うものである。

## 2. コンジョイント分析の研究経緯

### (1) 個人モデルと非集計モデル

コンジョイント分析は、マーケティング・サイエンス手法の1つであり、主にマーケティング・リサーチ分野の研究者らによって研究され、本来個人レベルの意思決定構造を明確にするものであるため、個人モデルとして発展してきた経緯がある。ここで個人モデルとは、個人毎に異なったパラメーター（効用関数の属性の重み）を有するモデルのことであり、非集計モデルとは、個人属性等の共通したグループを1つの母集団とした場合のモデルであり、パラメーターは共通である。個人モデルの最大の特徴は、個人間の異質性を直接表現することが可能な点であるが、問題点としてはその集計化にある。すなわち、母集団への拡張を行う際の個人の異質性をどのように表現するかにある。当然、得られたサンプルのみによる集計化（あるいはセグメンテーション）は、クラスター分析等の利用により可能である。しかし、一般の母集団への拡張はランダムサンプリングを除くと困難であることも事実である。従って、このような個人モデルの応用分野は、非集計モデルを作成する前段階における母集団のセグメンテーション等の情報提供や、個人の意思決定構造を直接表現することが求められる問題への適用が考えられるが、この点に関しては今後の課題の1つとしたい。

### (2) 確定論的アプローチと確率論的アプローチ

コンジョイント分析におけるデータの種類としては、序列データ、評定尺度データ、及び離散データがあるが、従来より序列データを用いた分析が中心である。代表的な方法としては、単調変換を用いたMONANOVA<sup>1)</sup>、線形計画法を用いたLINMAP<sup>2)</sup>がある。これらの手法は、個人別の部分効用 (part worth) を推定できるという特徴はあるものの、その定式化は確定論的立場に立ったものであるため、非集計モデルへの拡張および統計学的アプローチを展開することはできないという問題があった。このような問題に対処する手法として研究されてきたのがコンジョイント分析に logitモデルを導入した確率論的アプローチである。一般にこのモデルはrank-logitモデルと呼ばれており、個人モデルと非集計モデルとに分けることができる。個人モデルは、選択肢の序列データを分解操作することにより個人毎に効用関数を推定するものであるが、そこには『矛盾の無い序列』に対する解の不安定問題がある。この点に関しては、小川<sup>3)</sup>や片平<sup>4)</sup>の論文に詳しく記述されているので参考にされたい。

非集計モデルは、複数の被験者から得られる序列データを用いて効用関数を推定するため、解の不安定問題は回避されるが、個人の意思決定構造の特徴を明確化できないという問題がある。非集計モデルの場合、選択肢の序列データの情報を使用する場合がrank-logitモデルであり（分解操作あり）、第1番目の選択肢のみを使用する場合、すなわち複数の選択肢の中から1番目にリストされた選択肢のみを選ぶと仮定した場合は、logitモデルそのものになる（分解操作なし）。序列データを用いた非集計型のrank-logitモデルでは、個人から複数の序列データを得ることが可能となるため、結果的に通常の非集計モデルに比較してサンプル数を少なくすることが可能である。反面、選択肢数が多い場合には、序列データに対する信頼性の低下がモデルの精度を低下させることも考えられるため、適切な選択深さを考える必要があるが、この点に関する詳細は参考文献5),6)を参照のこと。

### (3) 土木計画学における研究経緯

土木計画学の分野にコンジョイント分析というキーワードが登場したのは、1988年10月に開催された土木学会全国大会の講演概要集（第4部門）<sup>7)</sup>が最初である。当分野においては、従来より意識モデルやSPモデルと言う言葉が使われており、多変量解析や非集計分析が主であった。SPモデルの適用事例とSPデータの特徴、およびSPデータの信頼性等については森川の論文<sup>8)</sup>に詳しく記述されているため、本論文では構成上必要とされる部分についてのみ記述する。

佐藤・五十嵐<sup>9)</sup>による交通機関分担モデルの作成において、実験計画法の適用による意識データの収集とそのモデル化が行われており、現在のSPモデル研究の基礎をなしている。その後、主に交通計画の分野においてSPモデルの適用と開発がなされ、現在に至っている。藤原らの研究は、コンジョイント分析とは限定していないが、内容的には序列データを用いたコンジョイント分析も包含しており、SPデータの収集方法<sup>10)</sup>、SPモデルの信頼性<sup>11)</sup>、意識パネルデータの課題<sup>12)</sup>等について体系的な研究を行っている。森川らは、前述したようにSPデータの交通需要予測モデルへの適用に関する整理と展望を行っており、一連の研究としては、SPデータとRPデータを同時に用いたモデルの開発<sup>13)</sup>、構造方程式と離散型選択モデルによる交通機関選択分析<sup>14)</sup>、さらには選択肢集合の不確実性の考慮<sup>15)</sup>等SPモデルの実用化に大きく貢献している。SPモデルに関しては、その他多くの研究があるが、平

非補償型	状 況	補償型
大	← 情報負荷量 →	小
小	← 情報保有量 →	大
大	← 選択肢数 →	小
前半	← 意思決定過程 →	後半

図-1 意思決定の方法と状況

成5年12月に開催された「交通計画とマーケティングサイエンス技法（土木計画学研究会主催）」の資料<sup>16)</sup>に詳細が記述されているので参考にされたい。

### 3. 基本的な仮説に関する考察

#### (1) プロミネンス仮説導入の必要性

図-1に示すように個人は、状況により意思決定の基準（考慮する属性の種類やその重み）を変えていると考えるのが自然である。すなわち、選択肢に対する知識や関与が低い場合や選択肢が多い場合には、非補償型の意思決定構造、たとえば辞書編纂型、連結型、分離型モデル等が挙げられる。ここで非補償型モデルとは、ある属性が一定の水準を満たさないと他の属性が優れていても選択の対象から外れるという意思決定メカニズムを仮定している。つまり、属性間相互の補償がきかないという意味で「非補償型」モデルと呼ばれている。一方、補償型モデルは、選択肢に対して十分な知識があり、選択肢数が少ない場合、あるいは十分に絞り込まれた選択肢の中から選択する場合に適用されることが多い。このモデルでは、提示された総ての属性を同時に考慮し、各属性の重みを考慮した上で総合化した値を基準に選択を行うものと仮定している。当然これらの基準は個人により異なり、問題はそれをどのような形でモデル化するかにある。

本研究においては、補償型の効用関数を基本としているが、考慮する属性は個人により異なるものと仮定する（プロミネンス仮説の導入）<sup>17)</sup>。プロミネンス仮説とは、被験者が提示された選択肢に序列を付ける場合、総ての属性のトレードオフを考慮せず、その被験者にとって重要であると思われる一部の属性のみを考慮して意思決定を行うという仮説である（当然総ての属性を考慮することもある）。この場合、2つのケースが考えられる。1つは同じ個人が状況により異なる属性を考慮する場合であり、2つ目は個人毎に考慮する属性が異なる場合であるが、本研究においては前者の立場を取っている。すなわち、個人は提示されたプロフィール群に序列を付ける場合、序列の深さ毎に考慮する属性の重みが異なるものとする。ここで問題となるのは、被験者

がどの属性に着目しているかを、どのような基準で分析者が客観的に判断するかである。第一に考えられるのは、個人毎に序列データを繰り返し収集し、それが統計的に耐え得る十分な量を確保し、属性のパラメーターの統計検定により決定することであるが、これは事実上困難である。次に考えられるのは、個人毎に求められた属性のパラメーターの符号に着目し、その符号が論理的に矛盾している場合には、個人はその属性を考慮していないものと判断して削除することである。ただし、この場合はパラメーターの符号が客観的に正負の何れかであるかが判断できるように属性を決定する必要がある。これと同様な研究にBoecker<sup>18)</sup>による個人化コンジョイント分析という手法が提案されている。これは消費者が実際に選択時に考慮する属性はそれほど多くないとの考え方から、各消費者が考慮する属性だけで選択肢を構成すれば選択肢数を削減することができるという考え方に基づいている。しかしながら、考慮する属性の集合は消費者により異なるため、回答者毎に実験計画を立てる必要がある。近年、パソコンを用いたデータ収集を行う研究が進められているため、この種の方法の有効性はさらに進むものと思われる。

本研究においては、以下に示す2つの方法についてプロミネンス仮説の導入の検討を行う。ただし、いずれの方法とも効用関数の推定にはrank-logitモデルを適用する。

「方法1」：個人の序列データより得られた個人別の効用関数の属性の符号が常識と異なる場合には、個人はその属性を考慮していないものとして削除する。

「方法2」：複数の選択肢に序列を付ける場合、上位の選択肢を選ぶ毎に考慮する属性が異なる。すなわち、1番目の選択肢を選ぶ場合と2番目の選択肢を選ぶ場合、考慮する属性が異なるものと仮定する（当然、同じ場合もある）。ただし、各段階において考慮する属性の決定は、「方法1」と同様に各属性の符号に着目する。

前者の方法は、後者の方法に包含されることは明らかであるため、ここでは後者の方法についてその定式化を行う。以上のことを数学的に表現すると以下ようになる。すなわち一般的なrank-logitモデルの尤度関数は、

$$L(1 \cdot 2 \cdot \dots \cdot n) = \frac{\exp(\omega v_1)}{\exp(\omega v_1) + \dots + \exp(\omega v_n)} \times \frac{\exp(\omega v_2)}{\exp(\omega v_2) + \dots + \exp(\omega v_n)} \times \dots \times \frac{\exp(\omega v_n)}{\exp(\omega v_n)} \quad (1)$$

と表わされる。ここで個人が与えられた選択肢に序列を付ける場合、以下の仮定をおく。

①個人は選択肢に序列付けを行う場合、提示された属性の一部のみを考慮している（当然、総ての場合も有る）。

②第一位より順次序列を付けていく中で、第二位、第三位と序列を付ける際、考慮する属性が変化する。

以上の仮定に基づくと、第一番目の選択肢を決定する場合の尤度関数は、式(1)と同じであるが、その結果パラメーターの符号に矛盾がある場合は、各選択肢の効用関数は式(2)のようになる。

$$V_{1j} = \sum \theta_i \cdot X_{ij} \quad (2)$$

$V_{1j}$ : 一番目の選択肢を決定する際の  $j$  番目の選択肢の効用

$X_{ij} = X_{ij}$ : 選択肢( $j$ ), 属性( $i$ )のパラメーターの符号が矛盾していない場合

$X_{ij} = 0$ : 選択肢( $j$ ), 属性( $i$ )のパラメーターの符号が矛盾している場合

$\theta_i$ : 属性( $i$ )のパラメーター

式(2)の効用関数は、パラメーターの符号が論理的に矛盾している場合には、個人はその属性を考慮していないものとして削除されることになる。この段階で最終的な効用関数を決定してしまうのが「方法1」である。

次に一番目に序列された選択肢を除いた二番目以降の選択肢による式(1)に相当する尤度関数は、

$$L(2 \cdot 3 \cdots n) = \frac{\exp(\omega V_{22})}{\exp(\omega V_{22}) + \cdots + \exp(\omega V_{2n})} \times \frac{\exp(\omega V_{23})}{\exp(\omega V_{23}) + \cdots + \exp(\omega V_{2n})} \times \cdots \times \frac{\exp(\omega V_{2n})}{\exp(\omega V_{2n})} \quad (3)$$

となる。ここで式(2)と同様に  $V_{2j}$  が決定される。以上の操作を繰り返すことにより各段階で考慮している属性が決定されることになる。したがって、最終的な尤度関数は式(4)のようになり、その結果個人別の効用関数が決定される。

$$L(1 \cdot 2 \cdots n) = \frac{\exp(\omega V_{11})}{\exp(\omega V_{11}) + \cdots + \exp(\omega V_{1n})} \times \frac{\exp(\omega V_{22})}{\exp(\omega V_{22}) + \cdots + \exp(\omega V_{2n})} \times \cdots \times \frac{\exp(\omega V_{nn})}{\exp(\omega V_{nn})} \quad (4)$$

当然、総ての属性が考慮される場合には、式(1)から算出された効用関数と式(4)から求められた効用関数は完全に一致する。以上は、個人モデルの場合であるが、非集計モデルの場合は、式(4)の尤度関数を総ての個人について乗じることにより得られ

ることは明らかである。ここでは、プロミネンス仮説として2つの方法を提案したが、「方法1」は「方法2」と比較してかなり厳格な仮定であると思われるため、本研究においては「方法2」を採用する。すなわち、rank-logitモデルを個人モデルとして使用し、プロミネンス仮説として「方法1」を採用した場合、『矛盾の無い序列』になる可能性が高くなり、その結果効用関数のパラメーターが一意的に決定することが困難となる。従って、これを非集計モデルに拡張しても同様な結果になる可能性があるからである。詳しくは参考文献24)を参照のこと。

## (2) 効用関数の形式

効用関数の形式として一般的に用いられているアイデアル・ベクトル型の特徴は、属性の水準が高く/低くなればなるほど効用が高まることを仮定しているが、属性によっては理想的な水準があり、そこから離れるに従って効用が減少するモデルを考慮する必要もある。式(5)は、効用関数の一般形を表しており、右辺第1項が、アイデアル・ベクトル型、第2項が離散型(ダミー)、そして第3項がアイデアル・ポイント型の効用関数となっている。

$$V_j = \sum \theta_i X_{ij} + \sum \sum \theta_{ik} X_{ik} + \sum \theta_i |X_{ij} - X_i| \quad (5)$$

$V_j$ : 選択肢( $j$ )の効用

$X_{ij}$ : 選択肢( $j$ ), 属性( $i$ )の属性値

$X_{ik}$ : 選択肢( $j$ ), 属性( $i$ )が水準( $k$ )の場合1, それ以外は0

$X_i$ : 属性( $i$ )のアイデアル・ポイント (理想水準)

$\theta_{ik}, \theta_i$ : パラメーター

式(5)におけるアイデアル・ポイント型効用関数は、属性値( $X_{ij}$ )がその理想水準( $X_i$ )から遠ざかる程、効用が減少することを仮定しているため、そのパラメーター( $\theta_i$ )は負となるが、 $|X_{ij} - X_i|$ の関数形としては種々の形式が考えられる。例えば式(5)の第3項を

$$\sum \theta_i |X_{ij} - X_i| \rightarrow \sum \theta_i / \exp(X_{ij} - X_i)^2 \quad (6)$$

とすると、 $\theta_i$ は正の値となる。アイデアル・ポイント型の効用関数をどのような場合に適用するかは一概には言えないが、一般的には予算制約を伴うような場合が考えられる。つまり、ある予算制約の下での意思決定を行う場合、その予算を超過しても、あるいは予算が余っても困るようなケースが考えられる。このような場合には、従来のベクトル型の効用関数では表現が困難である。

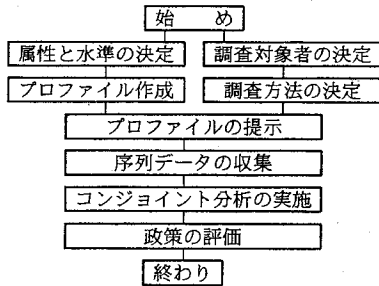


図-2 コンジョイント分析のフロー

#### 4. プロファイルの設定方法

コンジョイント分析をより具体的に表現すると、「プロフィールと呼ばれる仮想的製品/サービスを選好の対象とし、物理的、機能的属性と選好との関係を測定、分析しようとするものである。プロフィールは消費者が対象分野での選択において用いられると思われる物理的、機能的属性を組み合わせた仮想的製品/サービスであるが、当該分野での選好測定に適切なプロフィール群を分析者側が予め用意する必要がある<sup>19)</sup>。以上のことを整理すると図-2のようになる。

コンジョイント分析の特徴は、「属性」と「水準」の組み合わせである「属性プロフィール」が製品/サービスそのものであるところに特徴がある。従って、作成されたプロフィールの内容（製品の特徴）が、消費者に対し十分に理解されることが前提となる。しかし、このことは必ずしも容易なことではない。特に製品/サービスが市場に出回っていないような新しい製品の場合には、なおのことである。マーケティング分野でのコンジョイント分析の適用事例としては、消費財等（化粧品、台所用品、食料等）の新製品計画への適用が最も多い。すなわち、新製品/サービスの計画に対する消費者の反応を分析することが目的であるため、従来にはない属性や、数値では表現できないような属性もある。このような場合には、写真の提示や現物を見せたり、試食・試飲させることもあるが、いずれにしても被験者に対して一意的に序列データの収集が可能ないように工夫する必要がある。

コンジョイント分析は、その理論的背景から従来土木計画学の分野で広く用いられてきた非集計モデルと同じような分野への応用は十分可能であり、さらに個人モデルとしての特徴を活かすことにより、状況の変化による個人の意思決定構造の変化や個人間の異質性を直接表現することが可能である。しかし、土木計画学分野にコンジョイント分析を適用す

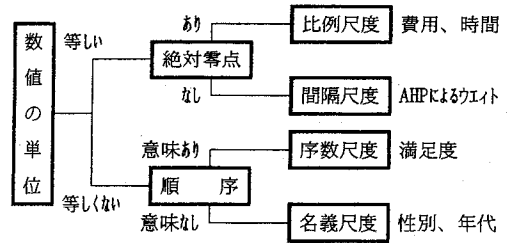


図-3 属性データの種類

る場合、必ずしも総ての属性の水準値を予め決定できるとは限らない。たとえば全く新しい交通機関の選択問題を考えた場合、従来の交通機関にはない属性や個人の感覚的な属性（たとえば、混雑度や快適性）を組み込むことは容易なことではなく、実際に体験させることも困難である。また、水準値は被験者に対して一意的な意味を持たせる必要があるが、感覚的な属性の場合には、非常に困難である。つまり個人により、提示された属性の意味合いが異なる可能性がある。このようにコンジョイント分析を土木計画学分野に適用する場合には、従来のコンジョイント分析におけるプロフィールの設定方法をそのまま採用することは困難であるため、その研究対象によりプロフィールの形式を変化させることが求められる。具体的には、プロフィール設定における質的属性データの取扱い方、序列データの収集方法、及び前述したように効用関数決定におけるプロミネンス仮説の導入や効用関数の形式そのものの課題がある。これらの課題に対する具体的な事例については、5章において詳述する。

##### (1) プロファイル作成における質的属性データの問題

コンジョイント分析は、前述したように物理的・機能的な属性と選好の関係を測定・分析しようとするものであるため、被験者に対し属性の持つ意味を客観的に理解させることが条件となる。したがって、そこで取り扱える属性の種類としては、定量的な属性（比例尺度、間隔尺度）が中心とならざるを得ない（図-3参照）。土木計画学の分野においては、定量的な属性と同様に定性的な属性をも考慮する必要がある場合がある。しかし、定性的な属性で構成されたプロフィールを被験者に提示し、選択肢に序列を付けてもらう操作を行ったとしても、分析者側の意図が完全に伝わらないという結果になることは容易に想像出来る。そこで何らかの方法により定性的属性の定量的属性への変換を行うことが要求されることになる。例えば、混雑度を「1. すいてい

る 2. やや混んでいる 3. 非常に混んでいる」と表現したとしても、その意味するところは個人により大きく差があるものと考えられる。すなわち、このような序数尺度の属性データの取扱い方としては、あらかじめその水準を決定し、プロフィールを作成するのではなく、属性値そのものを何らかの方法により個人毎に決定することが要求される。

今、選択肢を構成する属性を2つのグループ(定量的属性群と定性的属性群)に分割し、定量的な属性に対しては現実的な値を設定し、定性的属性に関しては、AHP手法の適用により各選択肢の属性値を設定する。すなわち、ある属性(k)について「選択肢(i)と選択肢(j)のいずれの方がどの程度重要ですか」と言う一対比較を、総ての属性と選択肢の間で実施することにより、選択肢の属性値を決定しようとするものである。このようにAHP手法により定性的な属性を定量的な属性に翻訳することは可能であるが、そこには翻訳ノイズが混入する可能性が考えられる。AHP手法では、C.I指標により個人の意味決定の整合性をチェックすることが可能である。しかし、AHP手法による属性値の決定において、被験者である意思決定者は、必ずしもその属性の内容を完全に認識している訳ではなく、そこには何らかの不確実性が存在することが考えられる。本研究では、不確実性を考慮する方法として、期待効用関数の導入を図っている。すなわち消費者は、不確実性に対して危険回避型の行動を行うと言う仮定の下に、対数型の効用関数を採用するものである。

## (2) プロファイルの序列データ収集方法の課題

マーケティング分野におけるプロフィールの序列データの収集方法としては、個人面接による方法が64%と圧倒的に多く、次いでコンピュータとの対話方式が12%となっている。近年では、コンピュータソフトの開発により、コンピュータを利用した方法が注目されてきている。しかし、いずれの方法とも、プロフィールの内容を十分消費者に理解させる必要があるため、face to faceが基本となっているので、多くのデータを収集するためには時間と費用が膨大となることは避けられない。

土木計画学の分野でSPデータの収集方法として従来から一般的に行われてきたものとして、アンケート調査による方法がある。方法的には、個別訪問・留置方式や郵送配布・回収方式等があるが、何れの方法とも、大量のデータ収集を目的としたものである。これは土木計画学では、母集団の推計や需要予測のための調査が主であるため、ある程度のデータ量の確保が必要であるためである。しかし、十

分なデータ量の確保を目的とすると、被験者との意思疎通が困難となり、得られたデータの質の問題が議論されることになる。従って、プロフィールの設計に際しては、属性の決定やその内容の表現、提示するプロフィール数等に細心の注意を払う必要があることは言うまでもない。近年、土木計画学の分野においても、コンピュータを用いたSPデータの収集方法が開発され、実際のデータ収集に活用されている。

次に被験者に対するプロフィールの提示方法の違いによる序列データの信頼性の問題がある。被験者に対しプロフィールを提示し、序列データを得るには2つの方法が考えられる。1つはフル・プロフィール法であり、2つ目は一対比較法である。フル・プロフィール法とは、総てのプロフィールを同時に被験者に提示し、選択肢の序列データを得るものであり、一対比較法とは同時に2つのプロフィールのみを提示することにより優劣を判断し、最終的に総ての選択肢の序列データを得る方法である。一般的に被験者に直接説明を行わないアンケート調査においては、フル・プロフィール法が適しており、被験者に対してそれほど負担を掛けることはないが、属性や水準の数が増えると同時に提示すべきプロフィール数が増大するため、得られたデータの信頼性の問題がある。一方、被験者とのface to faceを基本とする個人面接方式やコンピュータ利用による場合には、一対比較法が適している。特にプロフィール数が多くても同時に2つの選択肢に対する優劣の判断だけで序列データが得られるため、得られたデータの信頼性が高くなる可能性があるが、一対比較の組み合わせ数が多くなるためデータ収集に長時間を有し、結果的に被験者に負担を掛けることになる。

Ogawa等は<sup>20)</sup>、フル・プロフィール法と一対比較法との比較検討を行っており、その結果から効用関数を推定する上で、両者の間には大きな違いがないとの報告をしている。一般的にデータの量と質の問題を同時に解決することは困難であるため、対象とする研究分野や計画目的により両者を使い分ける必要があるものと思われる。すなわち、前述したように調査内容に関して特に説明を要しないアンケート調査方式の場合にはフル・プロフィール法が、また提示するプロフィール数が多い場合や属性の内容の意味を十分理解させることが困難な場合には一対比較法が適している。

表-1 使用したデータの概要

ケース	調査年月	サンプル	研究対象
1	1989.12	214	駐車場選択
2	1991.6	2,045	海外旅行先選択
3	1989.11	204	住宅選択
4	1989.4	300	交通機関選択
5	1991.1	182	情報サービス選択
6	1993.3	250	暖房器具選択
7	1991.6	302	商業地選択

表-2 駐車場選択の属性と水準

属性	水準		
	1	2	3
入庫待ち時間	10分	5分	0分
目的地までの徒歩時間	10分	5分	0分
時間当たりの駐車料金	300円	200円	無料
アクセス性	悪い	普通	良い

表-3 直交表による割付結果

属性	駐車場の選択肢								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
待ち時間	1	1	1	2	2	2	3	3	3
徒歩時間	1	2	3	1	2	3	1	2	3
駐車料金	1	2	3	2	3	1	3	1	2
アクセス	1	2	3	3	1	2	2	3	1

## 5. 実証的検討

本章では、著者等が現在まで行ってきたコンジョイント分析の土木計画学分野への適用事例を通して、個人の意思決定構造を直接表現するためのプロファイルの設定方法とその特徴・問題点及びプロミネンス仮説の妥当性についての検討を行う。本論文では、選択肢に対する序列データより各属性の重みをrank-logit (場合によっては、logitモデルを使用) により求めるものとする。また序列データの収集方法としては、アンケート調査を基本とし、プロファイルの設定方法としては、次に挙げる7つのケースについて各々分析を進める。なお、これらのケースは基本的にプロミネンス仮説を考慮しているが、使用する属性の種類やプロファイルの序列深さによっては、プロミネンス仮説の導入が困難な場合がある。この点に関する詳細は各事例の中で記述する。またプロミネンス仮説導入の是非については、参考文献21)を参照して頂きたい。各ケース毎に使用したデータの内容、調査時期等は表-1に示す通りである。従来のコンジョイント分析では、プロファイルの設定方法としてはケース1, 2が主な方法であり、ケース3から7は土木計画学の特殊性を考慮して今回提案している方法であるが、コンジョイント分析の実際の適用においては、これらの方法を組み合わせることにより、幅広いプロファイルの設計が可能である。

「ケース1」：直交配置によるフルプロファイル法  
 「ケース2」：ヘドニック・アプローチによる方法  
 「ケース3」：実際の属性値を使用する方法  
 「ケース4」：自己申告による方法  
 「ケース5」：選択肢のみに序列を付ける方法  
 「ケース6」：定性的属性と定量的属性との関係  
 「ケース7」：属性の不確実性を考慮する方法

### (1) 標準的なプロファイルの設定方法

#### a) 直交配置によるフル・プロファイル法「ケース1」

駐車場選択問題<sup>22)</sup>を事例として、フル・プロファイル法の適用事例について検討を行う。フル・プロファイル法とは、コンジョイント分析において最も

一般的に採用されている方法であり、マーケティング分野における適用事例は大部分はこの方法によるものである。方法論的には、総ての属性とその水準をあらかじめ設定し、実験計画法の直交配置表を用いて架空の選択肢を構成するものである。したがって、被験者は示されたプロファイルの内容を理解した上で、好ましい(あるいは好ましくない)順に選択肢に序列を付けることになる。

表-2は、駐車場選択問題における属性と水準を表しており(4属性, 3水準)、表-3は、直交表に割り付けた結果である $[L_9(3^4)]$ 。表-3から選択肢Aの駐車場の属性値を見ると総て1の状態、即ち9カ所の駐車場の中で最も条件の悪いことが分かる。これは水準の設定によっては、逆のことも起こり得るが、このような選択肢を提示する必要があるかが問題となる。本質的には、このような選択肢を除いた状態でも問題はないが、得られた序列データの信頼性を確認する意味で提示することもある(当然、その場合の序列順位は9番目となる)。

次に調査により得られた序列データを用いて、各属性のパラメータを推定する訳であるが、コンジョイント分析においては、個人別の効用関数を推定する所にその特徴があることは前述した通りである。またその際生じる解の不安定問題やパラメータの安定性の問題等については、参考文献4)を参照されたい。しかし、個人別に求められたパラメータは、データ量の問題から統計的な検討を行うことが困難であるため、モデルの統計的な検定を行うためには何らかの方法によりデータを集計する必要がある。一般的に非集計モデルは、サンプル全体を個人属性等を基準としていくつかのセグメントに分割し、その上で効用関数の推定を行っている。つまり、非集計モデルとは言え、実質的には集計型のモデルとなっており(非集計とは、個人別のデータを使用するとの意味であり、得られたモデルは集計型である)、

表-4 クラスタ分析によるセグメント

	1	2	3	4
待ち時間	5.002 (15.3)	1.660 (8.65)	1.067 (5.32)	0.842 (2.50)
徒歩時間	1.775 (8.92)	2.858 (14.4)	0.908 (4.61)	1.036 (3.13)
駐車料金	1.460 (7.86)	1.848 (10.3)	4.418 (13.0)	1.841 (6.18)
アクセス	0.607 (3.53)	1.366 (9.16)	0.740 (4.54)	3.310 (9.21)
尤度比	0.429	0.339	50.7	0.342
的中率	52.7	60.6	50.0	80.6

( )内はt値

表-5 個人属性によるセグメント

	1	2	3	4
待ち時間	2.360 (11.7)	1.858 (9.34)	1.414 (6.92)	1.361 (4.30)
徒歩時間	1.635 (9.62)	1.228 (7.26)	1.340 (6.77)	2.087 (6.71)
駐車料金	1.300 (8.11)	1.790 (9.67)	2.148 (10.1)	2.000 (7.09)
アクセス	0.864 (6.04)	0.941 (6.48)	0.742 (4.66)	1.168 (5.14)
尤度比	0.245	0.228	0.238	0.263
的中率	49.2	53.2	44.7	70.4

( )内はt値

考慮する属性、及びそのパラメーターは共通となっている。

ここでは、個人別に得られたパラメーターを利用して、セグメンテーションする方法を述べる。表-4は、個人別に得られた各属性毎のパラメーターにクラスタ分析(ウォード法)を適用し、4つのセグメントに集計し、rank-logitモデルを適用した結果である。また、表-5は従来のように個人属性を基にして集計した結果を示している(分類基準は、年齢(40才未満とそれ以上)と職業(勤め人・自営業と主婦・学生)の組み合わせである)。表-4では、セグメント1が待ち時間に対して敏感なグループであり、セグメント2は、徒歩時間の影響を大きく受けるグループであることが分かる。他のセグメントも同様にその特徴が明らかに出てくるが、表-5の個人属性による方法では、セグメント間の差はあまり見られない。また、尤度比的の中率の値も表-4の方が全体的に高くなっている。このように個人別のパラメーターを基準としたセグメンテーションの方法は、モデルの精度の向上に寄与するものと思われるが、問題点としては一般的な母集団に拡張する場合の基準がないところにある。したがって、得られたデータのみで各種の政策効果の分析をする場合には、有効的な方法であると思われる。なお、効用関数の形式としては、アイデアル・ベクトル型を採用し(離散型の効用関数の結果については参考文献22)を参照のこと)、属性値は比例尺度を採用している(ただし、アクセス性は間隔尺度を採用)。

## b) : ヘドニック・アプローチによる方法「ケース2」

マーケティングの分野においては、一般的に価格を独立した属性の1つとしては取り扱わず、価格以外の属性のみでプロファイルを構成することが多い。これは、対象とする製品の価格に大きな差がなく、また選択肢に序列を付けてもらう際、被験者が価格のみで序列を付けることもあり、結果的に製品の属性の評価が困難になるためである。そのため、価格を考慮する必要がある場合は、価格を独立した属性としてではなく、他の属性の関数、すなわちヘドニックプライスとして扱うことが多い。これは直交配置によるフル・プロファイル法の場合、表-3からも明らかのように価格を独立した属性として考えた場合、非現実的な選択肢が構成されることがあることから分かる。

ここでは、価格に対してのみヘドニック・アプローチを採用した場合についての検討を行う。その他の属性については直交配置を基本とし、事例としては海外旅行の渡航先の選択問題<sup>23)</sup>を取り上げる。

表-6は、属性として旅行先(7カ国)、利用空港(成田、仙台)、乗り継ぎ空港(直行、ソウル、シンガポール)、旅行形態(少人数、団体)、及びこれらの属性から計算される料金の合計5つの属性の組み合わせとして14のプロファイルを作成した。

表-7は、logitモデルを使用して推定した各属性のパラメーター値と各統計量を表している。また料金に関してのみ比例尺度として用いているが、他の総ての属性はダミー変数として取り扱っている。この事例においてlogitモデルを使用した理由は、属性にダミー変数を用いる場合、そのパラメーターの符号が論理的に判断して正負のいずれが正当であるかを判定することが困難であるため、プロミネンス仮説の導入が困難であるとの理由による(従ってrank-logitモデルを適用する意味がない)。

属性の中に価格を考慮した場合、それが独立したものであれ、あるいはヘドニックプライスであれ、本事例のようにその金額に大きな差があり、かつその額が大きい場合は、以下の点についての注意が必要である。すなわち、個人毎に予算制約がある場合には、個人の予算金額以上の選択肢は、その他の属性の条件が良くとも選択肢集合から除外されることがある。つまり個人の予算制約を考慮した上で、選択可能な選択肢集合を対象として効用関数を推定する必要がある。そのためには、ここで採用しているようなベクトル型の効用関数は適当ではない。次節では、このような個人の予算制約を考慮した効用関数について検討を行う。



表-6 海外旅行選択の選択肢

選択肢	旅行先	利用空港	乗継空港	旅行形態	料金(円)
A	韓国	成田	直行	少人数	85,000
B	韓国	仙台	直行	団体	110,000
C	台湾	成田	直行	少人数	95,000
D	台湾	仙台	ソウル	団体	120,000
E	香港	仙台	ソウル	少人数	129,000
F	香港	成田	直行	団体	105,000
G	タイ	仙台	ソウル	少人数	149,000
H	タイ	成田	直行	団体	117,000
I	グアム	成田	直行	団体	100,000
J	グアム	仙台	直行	少人数	135,000
K	シカゴ	成田	直行	団体	110,000
L	シカゴ	仙台	直行	少人数	160,000
M	オーストラリア	仙台	シカゴ	団体	260,000
N	オーストラリア	成田	直行	少人数	200,000

表-7 海外旅行選択モデル

	全サンプル	新規渡航者	再度渡航者
韓国	0.0	0.0	0.0
台湾	-0.254(1.25)	-0.322(1.12)	-0.253(0.86)
香港	0.235(1.18)	0.474(1.81)	-0.104(0.34)
タイ	0.410(1.62)	0.567(1.62)	0.107(0.29)
グアム	0.075(0.44)	0.386(1.71)	-0.492(1.80)
シカゴ	0.602(2.51)	0.763(2.33)	0.357(1.01)
オーストラリア	3.934(6.30)	4.944(5.84)	2.491(2.67)
利用空港	1.033(4.52)	1.401(4.60)	0.482(1.38)
乗り継ぎ	0.815(5.39)	0.984(4.86)	0.583(2.55)
旅行形態	0.298(3.69)	0.366(3.35)	-0.215(1.79)
料金	-0.145(3.17)	-0.219(3.53)	-0.039(0.57)
サンプル数	2,045	1,194	851
尤度比	0.263	0.286	0.248
的中率	58.6	60.1	56.9

- ・利用空港 (仙台空港利用=1、成田空港利用=0)
- ・乗り継ぎ (直行便有り=1、直行便無し=0)
- ・旅行形態 (少人数旅行=1、団体旅行=0)
- ・料金 (万円) ; 居住地から空港までの交通費用は除く
- ・( ) 内は t 値

(2) 現実的な属性値を使用する方法

a) 実際の属性値を使用する方法「ケース3」

本節では、住宅選択問題<sup>21)</sup>を事例として市場に出回っている現実的な値をもって選択肢を作成する方法について述べる。表-8は、仙台市近郊の建て売り住宅地を対象として、その実際の地理的条件とその価格をもとに作成した選択肢の一部である(実際には、10カ所設定)。このように現実のデータを使用して選択肢を作成する場合に注意する点としては、各選択肢間のトレード・オフ関係が明確になるように設定する必要があることである。すなわち、ある選択肢の総ての属性が他の選択肢より劣っていたり、あるいは勝っているような状態は絶対に避ける必要がある。

この分析におけるもう1つの課題としては、前述したように効用関数の形式である。通常用いられている効用関数としては、ベクトル型が一般的である。しかし、住宅選択問題に代表されるように住宅価格は、ある意味で属性に現れない住宅の品質等を内在

表-8 住宅選択の選択肢

属性	住宅の選択肢				
	A	B	..	I	J
敷地面積 (m <sup>2</sup> )	205	255		253	189
延床面積 (m <sup>2</sup> )	120	123		123	111
建売価格 (万円)	3253	3005		4371	2950
小学校までの距離 (m)	1500	1600		320	630
中学校までの距離 (m)	1800	1800		530	450
スーパーまでの距離 (m)	3400	2100		1200	550
仙台駅までの距離 (km)	11.9	13.2		5.9	6.3
最寄り駅までの距離 (km)	2.1	8.0		2.0	1.8
バス停までの距離 (m)	100	600		530	180

表-9 住宅選択モデル

	アイデアル・ポイントモデル	アイデアル・ベクトルモデル
敷地面積	9.029(4.51)	9.401(5.72)
延床面積	13.209(5.82)	12.907(6.45)
建売価格	5.501(9.24)	2.016(5.65)
小学校までの距離	5.031(6.89)	5.238(8.01)
中学校までの距離	3.127(4.54)	3.105(4.79)
スーパーまでの距離	5.744(9.79)	6.523(10.6)
仙台駅までの距離	7.125(3.46)	8.873(4.88)
最寄り駅までの距離	3.404(3.37)	3.001(3.56)
バス停までの距離	3.334(3.24)	7.100(6.37)
尤度比	0.694	0.635
的中率	87.8	87.6

( ) 内は t 値

化しており、また個人の予算制約を考えると必ずしも安ければ良いと言うものではない(逆に高くても困る)。したがって、そこには個人にとって理想的な価格が存在するものと考えるのが妥当である。そこで考えられる効用関数として、アイデアル・ポイント型効用関数である(式(5)参照)。表-9は、アイデアル・ベクトル型とアイデアル・ポイント型の効用関数(建売価格のみにアイデアル・ポイント型で、他の属性はベクトル型)を使用した場合のパラメータ値と各統計量を表している。表より建売価格の t 値を見ると、明らかにアイデアル・ポイント型の方が大きく、また尤度比も上昇していることが分かる。このように個人にとって金額が大きい場合には(収入との関連)、ベクトル型の効用関数は不適當であり、アイデアル・ポイント型を採用する必要がある。ただし、交通機関選択のようにその金額が必ずしも大きくないような問題については、通常のベクトル型で十分ではあるが、その限界については個々の問題毎に検討することが必要である。

b) 自己申告による方法「ケース4」

今まで述べてきた方法は被験者に総ての属性値と選択肢を提示するフル・プロファイル法であったが、本節で述べる方法は交通手段選択問題(24)を事例として、その個人にとって利用可能な交通手段のみについて回答してもらい、またその属性値は被験者に直接記入してもらう方法についての検討を行う。こ

表-10 交通機関の選択肢

属 性	交通機関の選択肢			
	二輪車	バス	車	..
総所要時間(分)				
アクセス時間(分)				
待ち時間(分)				
乗換回数(回)				
自己負担費用(円)				

表-11 交通機関の組み合わせ

No	交通機関の組み合わせ	No	交通機関の組み合わせ
1	二輪車	7	バス+地下鉄
2	車	8	二輪車+地下鉄+バス
3	バス	9	J R+バス
4	地下鉄	10	地下鉄+J R
5	二輪車+地下鉄	11	バス+地下鉄+J R
6	車+地下鉄	12	車+地下鉄+J R

表-12 交通機関選択モデル

	1988.7 調査	1989.4 調査	合 計
総時間	5.692(6.19)	6.459(9.38)	6.081(11.2)
徒歩時間	1.992(3.81)	2.163(5.98)	2.119(7.14)
待ち時間	2.177(3.10)	1.220(3.41)	1.456(4.70)
乗換回数	2.512(4.75)	2.066(6.71)	2.170(8.36)
費用	4.165(4.56)	3.460(7.27)	3.737(8.90)
二輪がミ	6.212(6.46)	5.545(9.21)	5.637(12.0)
尤 度 比	0.641	0.635	0.634
的 中 率	98.7	99.3	98.7
対数尤度	-106.7	-211.7	-320.7

( ) 内はt値

の方法の特徴としては、総ての選択肢(交通手段)を予め設定する必要がなく、個人毎に利用可能な交通手段が異なる点にある。また、利用可能な交通手段が限定されているため、記入された属性値についてもある程度の信頼性が確保される。当然、これらの属性値についてはその妥当性のチェックを行う必要がある。

表-10は、調査表の一部を示しており、また表-11は最終的に採用した交通手段の組み合わせを表わしている。表-12は、表-10に示した調査を2時点で行った結果の効用関数のパラメーター値と各統計量を示している。なお、調査場所は、いずれも仙台市近郊の住宅地であり、調査時点は1988年7月と1989年4月の2時点である。両者の結果の間に統計的な差があるかを $\chi^2$ 検定により行ったところ、5%の有意水準で差がないことが分かった。

地方都市における交通手段選択問題を検討する場合、個人にとって必ずしも代替交通手段が複数あるとは限らない。すなわち、女性や学生、あるいは高齢者は公共交通機関以外の手段を直接利用することが困難な場合が多い。その結果、選択肢の序列深さも2~3程度と極端に少なくなり、個人の意思決定プロセスの仮定(個人は選択肢に順次序列を付けていく際、考慮する属性が変化する)を直接評価する

表-13 情報メディア選択モデルの属性の定義

属 性	内 容
アクセス時間	情報が相手に伝わるまでの時間
メディア使用料	情報を伝達するのに要する費用
確 実 性	情報に内容が確実に相手に伝わるかどうか
情 報 量	相手に多くの内容を伝えるのに有利か
機 密 性	情報の内容が第三者に漏れないかどうか
容 易 性	自分にとって利用しやすいかどうか

表-14 情報メディア

区 分	選 択 肢
通信系	電話
	ファックス
	TV会議
輸送系	郵便・宅配便
	データ通信
空間系	face to face

表-15 情報メディア選択モデル

	パラメーター(t値)
アクセス時間	1.326(7.28)
メディア使用料	1.687(9.96)
確 実 性	3.512(4.85)
情 報 量	3.518(5.01)
機 密 性	2.690(3.92)
容 易 性	4.740(8.80)
尤度比	0.344
的中率	60.9

( ) 内はt値

ことが困難になる。つまり、第3章で述べたプロミネンス仮説の評価方法の中の「方法1」に該当してしまうことになり、その結果選択肢が限りなく『矛盾の無い序列』に近づくため、尤度比や的中率が上昇することになる。したがって、このように選択肢数が極端に少ない場合、プロミネンス仮説を導入ことに問題はあがあるが、現実的には個人により考慮する属性にかなりの差があることも事実である。

### (3) AHP手法による属性値の決定

#### a) 選択肢のみに序列を付ける方法「ケース5」

情報メディア選択問題を事例として、定量的属性と定性的属性から構成されているプロファイルの取扱いについての検討を行う。表-13は、考慮した属性であり、定量的属性として時間と費用を考え、定性的属性としては、確実性、情報量、機密性、及び容易性を考えている。選択肢(情報メディア)としては、表-14に示すように6種類のメディアを想定した。当然、メディアの選択に際しては、対象としている業務の内容や情報量、緊急性等により選択するメディアが異なることが考えられるため、その状況を設定する必要がある。この点に関しての詳細は参考文献25)を参照して頂きたい。

実験は、仙台市内にある電気メーカーの支店数社を対象とし、合計143サンプルを得た(1991年1月に実施)。当然、被験者は、情報通信について十分な知識と経験を有している人を対象としている。図-4は「確実性」に対する一対比較調査の例を示しており、図-5は「確実性」と「容易性」に関する個人毎に得られた属性値(AHP手法より算出)の累積分布を表している。いずれも縦軸が累積度数を、

(1) 確実性 (相手に意図している内容を確実に伝えるのに有利かどうか)

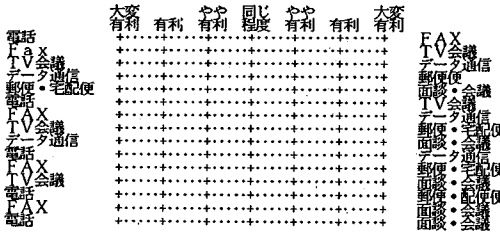


図-4 「確実性」に対する一対比較調査例

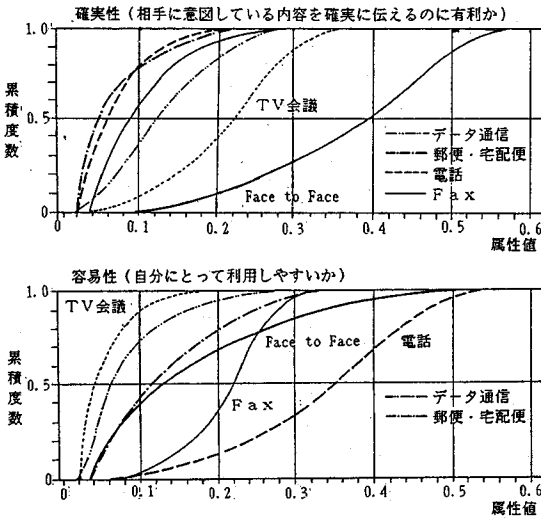


図-5 「確実性」「容易性」の属性値の累積分布

横軸が属性値を示しており、右に行くほど効用が高くなるように設定してある。「確実性」では、face to faceが相対的に最も高く、続いてTV会議となっている。逆に電話や郵便・宅配便の値は低くなっていることが分かる。また「容易性」の観点からは、電話が最も高く、次いでFaxの順となっている。利用しにくいメディアとしては、TV会議やデータ通信が挙げられているが、これは情報機器の整備状況とも係わっているものと考えられる。

以上のデータを用いてrank-logitモデルを適用した結果が表-15である。t値の大きい属性を見ると、費用、時間、容易性が大きいことが分かる。このように定量的属性と定性的属性を別々に調査し、それらの結果にコンジョイント分析を適用することにより、定性的属性を含んだ選択モデルの作成が可能となる。

**b) 定性的属性と定量的属性の関係 [ケース6]**

本項では、定量的な属性を逆にAHP手法により翻訳した場合(比例尺度から間隔尺度への変換)、そのままの値を用いた場合の比較を行う。事例とし

表-16 暖房器具選択の属性

属性	内容
購入価格	暖房器具の購入価格
燃料費	1カ月当たりの燃料費用
臭い	点火時や消火時の臭い
温度上昇	部屋の温度上昇の早さ
運転音	稼働時の運転音

表-17 暖房器具の選択肢

選択肢	燃料、排気状態
エアコン	電気、室外排気
石油FFヒーター	石油、室外排気
ガスFFヒーター	ガス 室外排気
石油ファンヒーター	石油 室内排気
ガスファンヒーター	ガス 室内排気

表-18 暖房器具の諸費用

選択肢	購入価格	燃料費
エアコン	20万円	7千円
石油FFヒーター	15万円	4千円
ガスFFヒーター	10万円	6千円
石油ファンヒーター	7万円	3千円
ガスファンヒーター	5万円	5千円

表-19 暖房器具選択モデル

	モデル1	モデル2
購入価格	2.941(4.04)	0.199(6.25)
燃料費	-4.302(4.88)	-4.313(4.57)
臭い	6.318(7.57)	4.608(5.38)
温度上昇	1.289(1.85)	1.776(2.53)
運転音	1.170(1.56)	0.368(0.51)
尤度比	0.388	0.427
的中率	64.9	63.2

・モデル1: 総ての要因ともAHP手法より算出  
 ・モデル2: 価格・燃料費のみ実価格を使用  
 ・( )はt値

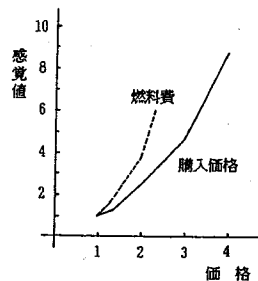


図-6 費用と感覚値との関係

ては、1993年3月に行った空調施設の選択問題を採用する。この調査は暖房器具の選択構造を明らかにするため、宮城県、新潟県、東京都、及び福岡県内で実施し、合計250のサンプルを得ている。調査の方法は、宮城県と新潟県が訪問・留置方式を、また東京都と福岡県については郵送配布・回収方式を採用した。表-16は、考慮した属性とその内容を説明したものであり、選択肢としては表-17に示すように5種類の暖房器具を考慮した。また属性の内購入価格と1カ月当たりの燃料費については、表-18に

表-20 商業地選択の属性

属性	内容
駐車場	駐車場の設備が十分整っている
娯楽	映画館、劇場等の娯楽施設が多くある
街並	歩道や街路樹が整備されている
交通	バス停・駅があり、交通の便が良い
生活感	日常生活用品を販売する小売店が多い
高級感	専門店・貴金属店等の高級店が多い
文化性	文化施設が多く、文化的な雰囲気を感じる

表-21 商業地選択モデル

	危険中立型	危険回避型
駐車場	21.88(7.43)	2.31(4.15)
娯楽	1.95(1.19)	0.84(2.54)
街並	—	0.11(0.41)
交通	2.37(2.57)	0.55(5.07)
生活感	12.69(14.1)	2.12(13.6)
高級感	—	0.88(5.84)
文化性	20.31(13.5)	1.62(5.22)
尤度比	0.301	0.366
的中率	62.7	63.1

( )内はt値

示すように予め被験者に提示した上で、AHP手法により5つの属性と選択肢間で一対比較を行い、属性値を決定した。

図-6は、購入価格と燃料費に関してAHP手法より算出された暖房器具別の幾何平均値と実際の価格との関係を表示したものである(いずれも最小値を基準として基準化してある)。図から明らかなように価格とその感覚値は非線形の関係にあり、また燃料費は購入価格に比較して感度が高いことが分かる。これは日常的な支出である燃料費は、購入価格に比較して暖房器具の選択に重要な属性であることを意味している<sup>26)</sup>。

表-19は、logitモデルにより求められた効用関数のパラメーターを表したものである(ここでは、比例尺度と間隔尺度データの比較が目的であるため、一般的なlogitモデルを使用した)。「モデル2」の方、すなわち購入価格と燃料費に実際の金額を入れた方が、AHP手法により間隔尺度へ変換した結果と比較して(モデル1)尤度比の値は大きい、各属性のt値にそれほど違いは見られない。このことは必ずしも一般的であるとは言えないが、属性としては出来るだけ定量的な属性を採用することが望ましい。しかし、問題によっては定性的な属性を考慮する必要がある場合は、本事例からも分かるようにAHP手法による序数尺度から間隔尺度への変換方法は、十分有効であると思われる。

#### (4) 属性の不確実性を考慮する方法「ケース7」

ここでは、商業地選択問題<sup>27)</sup>を例として、属性の不確実性の取り扱い方法について検討を行う。表

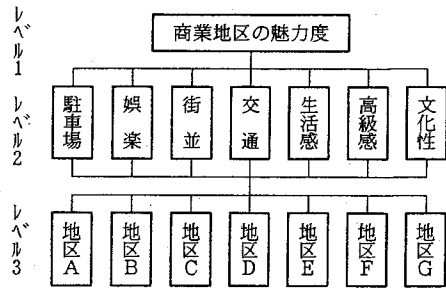


図-7 階層図

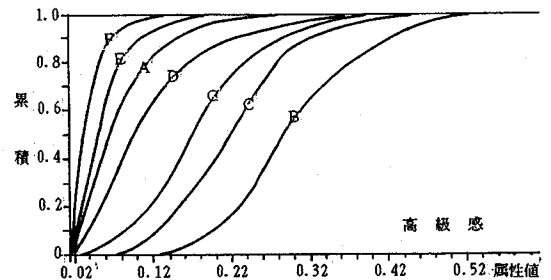


図-8 「高級感」の属性値の累積分布

-20は、商業地選択問題に使用した属性を表しており、何れも定性的属性から構成されている。この事例では、仙台市内の都心部を7つの地区に分割し、図-7に示すような階層図を作成した。そして、レベル2の重要性、レベル2から見た選択肢(レベル3:地区)の重要性をAHP手法を用いて算出している。図-8は、個人別の属性値の分布を表しており、その意味するところは図-5と同じである。

ここでは不確実性を考慮する方法として、期待効用関数を適用し、不確実性に対して消費者は危険回避型の行動を行うと言う仮定のもとに、対数型の効用関数を採用した。表-21は、その結果を示したものであり、危険中立型(従来の方法)に比較して危険回避型の方が、尤度比、的中率共高い値を示している。当然、問題によっては危険愛好型の場合もあると思われるが、何れにしても個人の意思決定問題において、情報の不確実性をどのように評価するかは十分検討を行う必要がある。方法論的には、意思決定のリスク分析やファジィ理論の導入等が考えられるが、この点については今後の課題としたい。

## 6. 結論と今後の課題

本研究は、コンジョイント分析の土木計画学分野への応用に関し、特にプロファイルの設定方法とその課題に焦点を絞り、具体的な事例を通して検討を

行ったものである。その結果から以下のようなことが言える。

(1) 従来の非集計モデルは、直接的な形で個人の意思決定構造を表現することは困難であったが、コンジョイント分析はその開発経緯からも明らかなように個人の意思決定構造を直接的に表現することが可能であることを示した。

(2) コンジョイント分析における最も重要なプロファイルの提示方法について、具体的な事例を紹介し、その問題点と対策についての検討を行った。

(3) コンジョイント分析は、「属性」とその「水準」の組み合わせであるプロファイルを基本としているが、本研究では従来の方法に加えて、属性値を自己申告する方法、選択肢のみに序列を付け、属性値は別途算出する方法を提案し、併せて各々の問題点について検討を行った。また、本研究で提案したプロファイルの設定方法を組み合わせることにより、さらに多様なプロファイルが設計可能である。

(4) 個人の意思決定構造を直接評価するための具体的な方法として、プロミネンス仮説に基づく段階的な意思決定方法を提案し、また事例研究を通してその有効性を確認した。しかし、選択枝数が2~3と極端に少ない場合は、個人の意思決定プロセスを評価することが困難であるため、本研究で提案したプロミネンス仮説の導入には注意を要することを示した。

(5) プロファイル作成における質的属性データの問題について検討を行い、AHP手法により定性的属性の定量化への変換を行い、その有効性について検討した。その結果、変換に伴う多少のノイズは認められたが、十分有効な方法であることを確認した。

(6) コンジョイント分析が土木計画学分野の多くの問題に適用することが可能であることを具体的な事例を通して示した。

コンジョイント分析は、提示されたプロファイルの序列化を行うことにより個人の意思決定構造をモデル化することが目的であるため、いわゆる完全情報下での意思決定問題になる。しかし、土木計画学分野の課題の多くは必ずしも完全な情報提供のもとで意思決定を行うことは希なことであり、そこには必ず情報の不確実性、曖昧性が介在することが多い。このような問題をどのようにモデル化するかは必ずしも十分ではないが、従来の非集計モデルでは限界があるものと思われる。すなわち、SPデータの安定性評価や母集団のセグメンテーションのための情報提供、さらには状況の変化による個人の意思決定の変化、個人のリスクに対する評価等、個人モデルの特徴を活かした適用分野の拡大が望まれる。

## 参考文献

- 1) Kruskal, J.B.: Analysis of Factorial Experiments by Estimating Monotone Transformation of the Data, *Journal of Statistical Society, Series B*, 27, pp.251-263, 1965.
- 2) Srinivasan, V. and Shocker, A.D.: Linear Programming Techniques for Multidimensional Analysis of Preference, *Psychometrika*, Vol. 38, No. 3, pp. 337-493, 1973.
- 3) 小川孔輔: コンジョイント尺度を与える最尤推定量について, 経営志林, Vol. 18, No. 1, pp. 37-52, 1984.
- 4) 片平秀貴: 多属性消費者選択モデル, コンジョイント分析によるアプローチ, 経済学論集, No. 50-2, pp. 2-18, 1984.
- 5) 田中克明: 確率的コンジョイントモデルの諸問題, 大阪大学経済学, Vol. 36, No. 12, pp. 40-50, 1986.
- 6) Chapman, R.G. and Staelin, R.: Exploiting Rank Ordered Choice Set Data within the Stochastic Utility Model, *Journal of Marketing Research*, Vol. XIX, pp. 288-301, 1982.
- 7) 高田, 湯沢: コンジョイント分析による意思決定モデルの検討, 土木学会年次学術講演会講演概要集(4), pp. 72-73, 1988.
- 8) 森川高行: スティット・ワリアリスデータの交通需要予測モデルへの適用に関する整理と展望, 土木学会論文集, No. 413, pp. 9-18, 1990.
- 9) 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特性, 土木学会論文報告集, No. 274, pp. 95-104, 1978.
- 10) 杉恵, 藤原: 携帯型パソコンを用いた応答型嗜好意識調査の有効性, 土木計画学研究講演集, No. 15, pp. 97-104, 1992.
- 11) 藤原, 杉恵: 嗜好意識データに基づく交通手段選択モデルの信頼性, 土木計画学研究論文集, No. 8, pp. 49-56, 1990.
- 12) 杉恵, 藤原, 山根: 嗜好意識パネルデータに潜在する消耗バイアスの修正, 土木計画学研究論文集, No. 11, pp. 311-318, 1993.
- 13) 森川, 山田: 系列相関を持つRPデータとSPデータを同時に用いた離散型選択モデルの推定法, 土木学会論文集, No. 476, pp. 11-18, 1993.
- 14) 森川, 佐々木: 構造方程式モデルと離散型選択モデルによる定性的要因を取り入れた交通機関選択分析, 土木計画学研究講演集, No. 13, pp. 967-973, 1990.
- 15) 森川, 竹内, 加古: 定量的観光魅力度と選択枝集合の不確実性を考慮した観光目的選択分析, 土木計画学研究論文集, No. 9, pp. 117-124, 1991.
- 16) 交通計画とマーケティングサイエンス技法, 土木学会土木計画学研究委員会, 1993.

- 17) 森川, 城石, Ben-Akiva: 順位付けSPデータの信頼性分析, 交通工学, Vol.27, No.3, pp.21-32, 1992.
- 18) Boecker, F. and Schweikl, H.: Better Preference Prediction with Individualized Sets of Relevant, *International Journal of Research in Marketing*, Vol.5, No.1, pp.15-24, 1988.
- 19) 片平秀貴: マーケティング・サイエンス, 東京大学出版会, 1989.
- 20) Ogawa, K., Hattori, S. and Fukushima, T.: A Comparative Study of Data Gathering Procedures in Conjoint Measurement, 法政大学産業情報センター, Vol.2, pp.18-33, 1993.
- 21) 湯沢, 須田: 意識データと行動データとの比較分析及びプロミネンス仮説の妥当性について, 都市計画論文集, No.25, pp.571-576, 1990.
- 22) 湯沢, 須田, 高田, 境: コンジョイント分析の適用性に関する実証的研究, 土木計画学研究論文集, No.8, pp.257-264, 1990.
- 23) 湯沢, 須田: 東北地方における国際航空旅客の構造分析と航空需要予測, 都市計画論文集, No.27, pp.289-294, 1992.
- 24) 湯沢, 須田, 高田: コンジョイント分析の交通機関選択モデルへの適用に関する諸問題, 土木学会論文集, No.419, pp.51-60, 1990.
- 25) 田北, 湯沢, 須田: 企業における業務交通と通信の代替性を考慮した情報メディア選択モデルの開発, 都市計画論文集, No.28, pp.403-408, 1993.
- 26) 西川, 寺崎, 湯沢, 須田: AHP手法による定量的要因の計量化, 土木学会年次学術講演会講演概要集(4), pp.304-305, 1993.
- 27) 湯沢, 須田, 西川: 不確実性を考慮した都心部商業地区の回遊行動のモデル化, 土木学会論文集, No.458, pp.73-80, 1993.

(1994.6.2受付)

## A DESIGN OF PROFILE AND SUBJECT OF THE CONJOINT ANALYSIS

Akira YUZAWA and Hiroshi SUDA

The conjoint analysis are studied in the marketing science mainly, which applied to analyzing the consumer's senses in the actual purchase action. In this paper, we deal with the conjoint analysis, and described the some problems to apply the infrastructure planning fields. The results are summarized as follows; (1) we showed that the conjoint analysis is effective method for the individual decision making model. (2) stepwise decision making was modeled based on the prominense hypothesis. (3) we presented the method for translating the qualitative data to the quantitative data using AHP method.