

S Pデータを用いたファジロジットモデルによる交通手段選択行動の分析

(株)アルメック 正員 関 陽水
 日本大学理工学部 正員 福田 敦

1 はじめに

近年、より精緻な交通行動分析を目指し、様々なアプローチで交通手段選択モデルの構築が試みられている。中でも水谷・秋山が提案しているファジロジットモデル（以下、FLモデル）は人間が行う思考や判断を表現できるモデルとして有効であることが報告されている¹⁾。このことからFLモデルは、特にSPデータのように主観的な判断を行い利用するであろう交通手段を選択している状況下では、従来のロジットモデルよりも有効であると考えられる。

そこで本研究では、交通手段選択におけるSPデータを用いてFLモデルを構築し、その適用性を検討する。

2 データの概要

分析には、沖縄都市モノレールの利用についての選好意識調査で得たSPデータを用いた²⁾。

調査票は、表-1に示す交通手段選択に影響を及ぼすと思われる8つの交通サービス要因にそれぞれ3つの水準値を設定し、実験計画法のL36(2³ × 3¹³)直交表に従い36種類の交通環境を設定した。このうち、一人の回答者には、3つの交通環境を繰り返し提示し回答して頂いた。調査票の一例を図-1に示す。

今回の分析では、モノレール沿線の団地周辺（石嶺、小禄、赤嶺、壺川）に住む通勤者80人から得た239票を対象とする。なお、利用可能な交通手段は自動車、路線バス、モノレールである。

表-1 交通サービス要因と水準値（石嶺）

サービス要因		水準1	水準2	水準3
自動車	乗車時間	27分	35分	41分
	駐車料金	無料	1万円/月	2万円/月
路線バス	乗車時間	33分	43分	50分
	待ち時間	5分	7分	9分
モノレール	アクセス時間	6分	9分	15分
	待ち時間	4分	6分	8分
	運賃	290円	320円	350円
	エグレス時間	2分	4分	6分

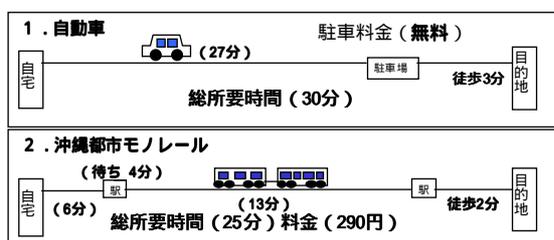


図-1 アンケート票の例

3 ファジロジットモデルの構築

FLモデルは通常のロジットモデルの効用関数をファジ推論で記述したハイブリット型モデルである。

2-1 推論ルールの作成

効用関数を記述するために表-2に示すような「IF-THEN」形式の推論ルールを作成する。ここで、推論ルール2は自動車の所要時間が大きければ（Positive Big：以下、PB）効用が負（Negative）であることを表す。なお、具体的な効用値の大きさは予め設定することができないため、未知パラメータとして推定する。

表-2 ファジ推論ルール

	説明変数	言語変数	選択肢	言語変数
1	専用自動車の保有	Crisp	自動車	Positive U ₁
2	所要時間	PB		Negative U ₂
3	費用	PB		Negative U ₃
4	免許の非保有	Crisp		Negative U ₄
5	アクセス時間	PB	路線バス	Negative U ₅
6	待ち時間	PB		Negative U ₆
7	乗車時間	PB		Negative U ₇
8	運賃	PB		Negative U ₈
9	アクセス時間	PB	モノレール	Negative U ₉
10	待ち時間	PB		Negative U ₁₀
11	乗車時間	PB		Negative U ₁₁
12	運賃	PB		Negative U ₁₂

※PB:大きい Crisp(非ファジ数):1 or 0

2-2 メンバシップ関数の作成

メンバシップ関数の前件部はPS（Positive Small：小さい）、PBといった人間的な判断基準に対する帰属度を表す関数であり、2-1で設定した推論ルールの言語変数に伴い、各説明変数の帰属度μを求める。ここで、各説明変数のメンバシップ関数の形状を決める値a、bは未知パラメータとして推定する。後件部は前件部で求めた帰属度μと各推論ルールごとの効用値U₁～U₁₂を表し、これを加重平均することで効用関数を求める。

なお、本研究ではサンプル数が239票と少なかったため、PBのみで推論ルールを作成した。

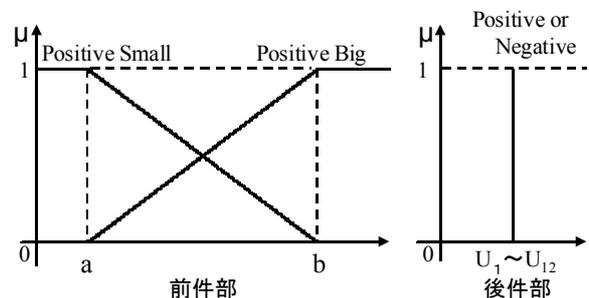


図-2 メンバシップ関数

キーワード：交通手段選択行動、ファジロジットモデル、SPデータ

連絡先：〒153-0042 東京都目黒区青葉台1-19-14 TEL 03-5489-3211 FAX 03-5489-3210

2 - 3 パラメータの推定方法

FLモデルは効用関数を非線形で表しているため、数値計算法として最適解を求めることができない。そこで本研究では、遺伝的アルゴリズムを用いてパラメータ推定を行った。具体的には未知パラメータを図 - 3 に示すように36の染色体に割り付け、対数尤度が最大になる解を効率的に求めた。

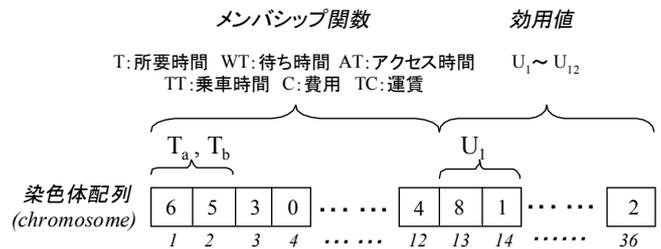


図 - 3 染色体の設定

表 - 3 推定結果

メンバシップ関数	パラメータ	選択肢	説明変数	効用値	
所要時間	T _a	自動車	専用自動車	U ₁	99
	T _b		所要時間	U ₂	-95
アクセス時間	AT _a	路線バス	費用	U ₃	-76
	AT _b		免許の非保有	U ₄	-49
待ち時間	WT _a	路線バス	アクセス時間	U ₅	-98
	WT _b		待ち時間	U ₆	-42
乗車時間	TT _a	路線バス	乗車時間	U ₇	-32
	TT _b		運賃	U ₈	-21
費用	C _a	モノレール	アクセス時間	U ₉	-28
	C _b		待ち時間	U ₁₀	-11
運賃	TC _a	モノレール	乗車時間	U ₁₁	-17
	TC _b		運賃	U ₁₂	-78

表 - 4 モデル適合度の比較

	MLモデル	NLモデル	FLモデル
χ^2 値	98.2	131.3	92.9
尤度比	0.19	0.25	0.18
的中率	64.0	79.5	82.0

路線バスとモノレールを比較すると、アクセス時間、待ち時間、乗車時間ともにモノレールの負の効用値が小さいが、モノレールの運賃に対しては大きな負の効用値を示した。

次にメンバシップ関数のパラメータを見ると、アクセス時間は9分を超えると不満が表れ、18分を超えると一定の負の効用値を示す結果となった。

5 適用性の検討

FLモデルの適用性を検討するために、多項ロジットモデル（以下、MLモデル）、ネスティットロジットモデル（以下、NLモデル）との適合度の比較を行った（表 - 4）。これより、MLモデルに比べNLモデルとFLモデルは的中率が大きく向上したといえる。また、FLモデルはNLモデルより χ^2 値、尤度比は若干低い、的中率は高い結果となった。

次に、各交通サービス水準と選択確率の関係を図 - 4 に示す。ここではモノレールの運賃を変化させた場合の選択確率を表した。その結果、モノレール運賃を値下げした場合、30円・60円の値下げに対しては路線バスからの転換が見られたが、90円以上の運賃の値下げに対する更なる転換は見られなかった。またこの場合、自動車利用者からのモノレールへの転換は見られなかった。次にモノレール運賃の値上げに対しては、モノレール利用者は減少し路線バス利用者が増加する結果となった。

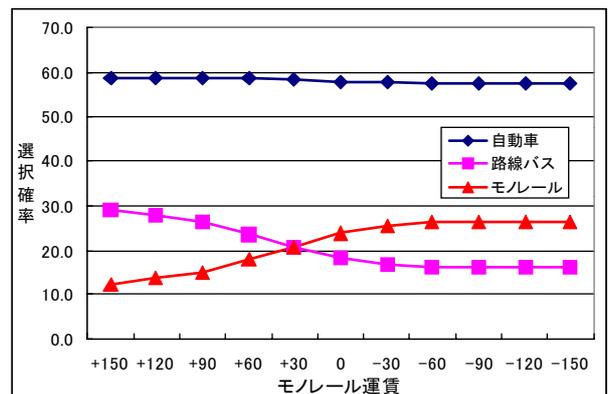


図 - 4 モノレール運賃と選択確率の関係

このことより、交通サービス要因が選択確率に与える影響には閾値が存在している結果となり、この点は政策を評価する上で、過大評価を防ぐなど大変重要であるといえる。

6 おわりに

本研究では、SPデータにFLモデルを適用した結果、的中率は従来のモデルより若干ではあるが良好な結果が得られた。また、交通サービス要因と選択確率の関係から、政策評価にはFLモデルが適しているといえる。

参考文献

- 1) 水谷・秋山：ファジィ推論型多項ロジットモデルによる交通機関選択行動の記述、第21回交通工学研究会発表会論文報告集、pp37-40、2001。
- 2) 関・福田：公共交通指向型開発による沖縄都市モノレールの利用動向の変化、土木学会年次学術講演会講演概要集第4部、vol.56、pp.174-175、2001。