

北海道大学 学生員 〇田村 亨
 地域振興整備公団 正員 下田 貞晴
 北海道大学 正員 佐藤 馨一

1. はじめに

交通計画の立案において対象地域内のモーダルチョイスを明らかにすることは重要な課題である。しかし、このモーダルチョイスに関する研究分野には、モーダルチョイスに影響を与える要因が明確になっていないことや、現在のモーダルチョイスのパターンが将来にわたって同じまま続くとは限らないなどの問題が存在する。このため、今日まで数多くのモデルが提案されてきたが十分に納得できるものは少ない。それゆえに、筆者等はこれらの問題の一つの解法として、意識調査データの作成を行ないモデル構築を試みてきた。本研究では、この意識調査データを用い、次に示すモーダルチョイスモデルの具備すべき条件を満足するモデルの構築を行なった。それは、第1にモデルの推定値 P が $0 \leq P \leq 1$ を満足すること、第2にマルチモーダルチョイスについてもモデル構築が可能なこと、第3にモデルの構築が簡単なことである。また、モデルの適用例として、空港アクセス交通を取り上げその妥当性を検討した。

2. オメガモデルと多項集計ロジットモデル

本研究では、意識調査データを用いた従来のモデルとしてオメガモデル⁽²⁾を取り上げ、このモデルとの比較から多項集計ロジットモデルの有効性を検討した。両モデルとも二つの交通機関に対する選択においては、モデルの推定値 P が $0 \leq P \leq 1$ という上述の第1の条件を満足する。第2の条件であるマルチモーダルチョイスについてモデル構築が可能なこととは、三つ以上の交通機関に対する選択においてそれぞれの推定値の和が1になるモデルか否かということである。多項集計ロジットモデルはこの条件を満足するものの、オメガモデルはこの条件を満たすモデル構造になっていない。両モデルの構造は次に示すとおりである。

○多項集計ロジットモデル

このモデルの基本式は(1)式に示すとおりである。本分析ではこのモデルの解法を次のようにして求めた。

まず、各交通機関の選択率の比を(2)式のようにまとめた要因の線形加法性を仮定して(3)式のように対数に展開した。各交通機関の選択率を求めるには、(3)式をステップワイズによる回帰により求め、さらに $\pi_{12}, \pi_{13}, \dots$

π_{1m} の推定結果と制約条件(4)式に代入し、 $P_1, P_2, \dots, P_n$ を逐次求める。

○オメガモデル

このモデルは、実験計画法を用いた場合の先験的にきめる母平均を考え、これを一般平均と要因効果に分解することによって求めるモデルである。このモデルの基本式は(5)式に示すとおりであり、(一般平均と要因効果の逆数-1)の対数をとるという変数変換を行ない推定値 P が $0 \leq P \leq 1$ という条件を満足させている。このモデルの特長は、要因の交互作用もモデルに取り込めることとモデル構築が簡単なことである。

$$P^i = \frac{\exp(\alpha^i + B^i X)}{\sum_{j=1}^n \exp(\alpha^j + B^j X)} \quad \text{----- (1)}$$

$$P^2/P^1 = \pi_{12}, \quad P^3/P^1 = \pi_{13}, \quad \dots \quad P^n/P^1 = \pi_{1n} \quad \text{-- (2)}$$

$$\left. \begin{aligned} \log \pi_{12} &= (\alpha^2 - \alpha^1) + (B^2 - B^1)X \\ \log \pi_{13} &= (\alpha^3 - \alpha^1) + (B^3 - B^1)X \\ &\vdots \\ \log \pi_{1n} &= (\alpha^n - \alpha^1) + (B^n - B^1)X \end{aligned} \right\} \quad \text{----- (3)}$$

$$P^1(1 + \pi_{12} + \pi_{13} + \dots + \pi_{1n}) = 1 \quad \text{----- (4)}$$

但し $P^1, P^2, \dots, P^n$: 交通機関1から n までの選択率
 X : モデルに取り込んだ要因
 α, B : パラメータ

$$\log \left(\frac{1}{P_{a,b,\dots,n}^1} - 1 \right) = \log \left(\frac{1}{T} - 1 \right) + \log \frac{\left(\frac{1}{A_a} - 1 \right)}{\left(\frac{1}{T} - 1 \right)} + \dots + \log \frac{\left(\frac{1}{A_n} - 1 \right)}{\left(\frac{1}{T} - 1 \right)} \quad \text{----- (5)}$$

但し P^1 : 交通機関1の選択率 T : データの一般平均
 $A, \dots, A_n$: 取り上げた要因の平均値をずらす効果
 $a, \dots, n$: 取り上げた要因の水準値

3. 空港アクセス交通へのモデルの適用

本研究では、札幌一千歳空港間のアクセス交通を取り上げモーダルチョイスモデルと構築した。札幌一千歳空港間のアクセス交通は、昭和55年10月の国鉄千歳空港駅の開業により一変した。現在は、7～8割のシェアを鉄道と直行バスが二分し、その他を自家用車、タクシー、観光貸切バスなどが分担している。

調査票の設計においては、実験計画法による意識調査を取り入れた。この調査票に採用した要因と水準は表-1に示すとおりであり、これをL18直交表に割付し18種類の調査票を作成した。調査は、昭和56年11月、千歳空港の搭乗者と到着者と対象に実施した。

有効回収票は、3670票であり、11月の一日当り利用者数15400人（昭和54年）から約25%の調査率であった。

分析は、選択した交通機関と鉄道、直行バス、その他のモードの3つにまとめあげて行なった。構築した多項集計ロジットモデル式は次のとおりである。

$$\begin{aligned} \log \pi_{12} &= -0.103 + 0.160X_1 + 0.069X_2 \\ &\quad + 0.120X_3 + 0.032X_4 \\ &\quad - 0.038X_5 - 0.107X_7 \\ \log \pi_{13} &= -0.809 + 0.068X_1 + 0.083X_3 \\ &\quad + 0.044X_4 + 0.051X_5 \\ &\quad - 0.044X_7 \end{aligned}$$

但し π_{12} = 直行バス選択率/鉄道選択率, π_{13} = その他モード選択率/

鉄道選択率, 説明変数 $X_1, X_2, \dots, X_7$ は表-1の要因番号のとり。

表-2は、18種類の調査票における応答値と多項集計ロジットモデル、オメガモデルの推定値を示したものである。これより、残差平方和からみると多項集計ロジットモデルの方がより高い一致を示していることが分かる。

表-3は、意識調査データを用いてモデルを構築することの妥当性を明らかにするため、多項集計ロジットモデルの現状水準における選択率の推定値と実際値を示したものである。

これより、意識調査データから作成したモデルが実行動とよく説明していることが分かり、本モデルの有効性が明らかとなった。

4. おわりに

本研究で用いたデータにおいては、実験計画法を用いた意識調査データからモーダルチョイスモデルと構築する場合、多項集計ロジットモデルは従来のオメガモデルに比べ ①マルチチョイスについてもモデル構築がごきる ②モデルの推定精度が高いという点で優れたモデルと言えよう。今後、モデル構築時の仮定の説得性と研究事例を積み重ねモデルの有効性を検討して行く必要がある。

- (1) 田村 亨・佐藤 肇一・五ヶ嶺日出夫：「意識調査データによる モデルスプリットモデルの構築に関する研究」第17回 日本地域学会 1981年11月
(2) 田村 亨・佐藤 肇一・五ヶ嶺日出夫：「実験法による交通機関選択モデルの構築に関する研究」第3回 日本交通学会 1981年1月

表-1 要因と水準

要因	水準 1	水準 2	水準 3
X ₁ 夏期・冬期	夏期	冬期	—
X ₂ 鉄道所要時間	30分	40分	50分
X ₃ 鉄道料金	500円	700円	900円
X ₄ 鉄道待ち時間	10分	20分	30分
X ₅ 乗継ぎバスの有無	有	無	—
X ₆ 直行バスの料金	600円	700円	800円
X ₇ 上り・下り	上り	下り	—

* 札幌郊外までバス 市内は地下鉄
** 札幌方向を上り、千歳空港方向を下り

表-2 調査票の応答値とモデルの推定値

票種	鉄道選択率			直行バス選択率			その他モードの選択率		
	応答値	モデルIの推定値	モデルIIの推定値	応答値	モデルIの推定値	モデルIIの推定値	応答値	モデルIの推定値	モデルIIの推定値
1	44.2	46.6	44.0	36.5	34.2	36.1	19.2	19.2	19.3
2	39.6	37.7	36.9	43.9	44.6	46.9	16.5	17.7	17.5
3	38.8	38.3	35.8	40.3	40.4	42.4	20.9	21.3	21.6
4	45.2	44.8	42.9	35.6	38.6	39.2	19.2	16.6	18.7
5	43.3	41.1	41.2	37.6	39.2	39.9	19.1	19.7	18.4
6	33.5	33.0	31.3	45.0	47.0	47.6	21.5	20.0	21.5
7	36.3	38.6	33.0	45.7	43.1	49.9	19.0	18.3	17.2
8	37.6	38.2	32.9	47.4	44.5	57.7	15.0	17.3	15.6
9	37.2	37.7	31.5	42.6	43.4	50.2	20.2	18.9	19.7
10	45.2	46.3	43.6	32.7	33.4	35.3	22.1	20.3	21.9
11	50.3	49.6	48.1	31.0	30.7	32.9	18.7	19.7	18.6
12	43.9	45.0	43.1	36.2	36.2	38.0	19.9	18.8	17.9
13	53.7	50.3	49.5	30.3	30.5	31.0	16.0	19.2	19.1
14	44.7	46.1	45.4	35.3	33.5	34.3	20.0	20.4	21.0
15	39.2	40.3	38.4	45.0	42.3	42.7	15.8	17.4	18.4
16	47.5	47.6	40.6	33.5	35.2	44.9	19.0	17.2	16.5
17	44.0	42.5	37.0	37.0	38.9	46.0	19.0	18.6	16.5
18	42.1	42.8	37.0	36.8	37.5	44.0	21.1	19.7	19.4
残差平方和	—	40.68	245.77	—	57.11	356.09	—	41.81	40.30

モデル I : 多項集計ロジットモデル, モデル II : オメガモデル

表-3 実際値と推定値

実際値	鉄道	直行バス	その他
	40.3% (851人)	39.3% (829人)	20.4% (430人)

推定値	鉄道	直行バス	その他
	41.3%	40.6%	18.1%

実際値	鉄道	直行バス	その他
	37.4% (583人)	46.7% (729人)	15.9% (248人)

推定値	鉄道	直行バス	その他
	37.0%	45.3%	17.7%

水準値 冬期、鉄道所要時間 40分、鉄道料金 900円
鉄道待ち時間 30分、乗継ぎバス無し