

東京工業大学 学生員 坂井康一
 東京工業大学 正会員 屋井鉄雄
 茨城県 正会員 石塚順一
 運輸省 仙崎達治

1. はじめに

プロビットモデルは誤差項の仮定により、選択肢間の相関関係を表現することが可能である。筆者らはプロビットモデルの誤差項を構造化することにより、任意の類似性の表現が可能な構造化プロビットモデルを既に提案してきた。そのモデルでは、誤差の発生を規定する要因として距離(経路長、重複区間長)を考えてきた。

本研究では従来の成果を踏まえ、分散共分散行列の構造化において新たな考え方を提案し、また距離を用いた分散共分散行列の妥当性をアンケート調査によって検討した。

2. 分散共分散行列の構造化

(1) 構造化プロビットモデル

著者らが提案した構造化プロビットモデルの分散共分散行列 Σ は経路長 L_i と重複区間長 L_{ij} を用いて以下のように示される。

$$\Sigma = \sigma_0^2 \begin{pmatrix} \eta L_1 + 1 & \eta L_{12} & \cdots & \eta L_{1R} \\ \eta L_{12} & \eta L_2 + 1 & \cdots & \eta L_{2R} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \eta L_{1R} & \eta L_{2R} & \cdots & \eta L_R + 1 \end{pmatrix} \quad (1)$$

η : 分散パラメータ

(2) 俯角法による重み付け

現在のモデルでは、誤差の発生に依存する要因として経路長、重複区間長を扱っているため、単位距離毎に等しい誤差の分散が発生すると仮定してきた。実際の経路選択を考えた場合、鉄道利用者はODペアの出発地側や目的地側で経路に対する認識の強さや正確さが異なってくると考えられる。例えば鉄道利用者が、経路選択する際の経路の物性のうち確定効用では説明できない要素を目的地側よりも出発地側で強く評価しようと考えているならば、距離に依存して発生する誤差への重み付けを行うことによ

て対応することができる。ここでは重み付けの方法として俯角法を提案した。

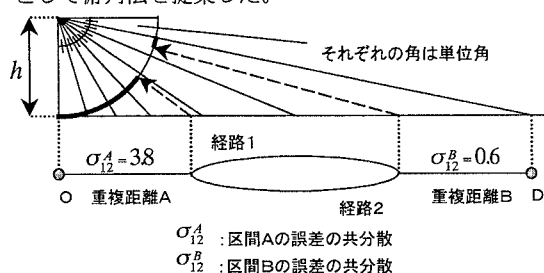


図1 構造化の新しい考え(俯角法による重み付け)

図1に示される2経路選択を例として、出発地側と目的地側で同じ距離を重複している場合を考える。従来の考え方であれば、経路1、2の共分散は重複距離A+重複距離Bを用いて表されてきた。ここでは出発地側に図のように半径 h の4分の1の円を配置し、重複距離に相当する長さを円に投影する。投影された単位角度をもって重複距離の重み付けとする。

経路 i において距離により発生する誤差の分散を

$$\sigma_i(x) = \tan^{-1}(L_i / h) \equiv N_i \quad (2)$$

N_1 : 経路1の経路長を投影させたときの単位角数

と仮定し、経路1と2の重複部分AとBから発生する誤差の分散はそれぞれ、

$$\sigma_{12}^A(x) = \tan^{-1}(L_{12}^A / h) \quad (3)$$

$$\sigma_{12}^B(x) = \tan^{-1}(L_{12}^B / h) - \tan^{-1}(Z_{122} / h) \quad (4)$$

Z_{122} : 経路1と2の2回目の重複までの距離

L^{12} : 経路1、経路2の長い方の距離

とおくことができる。よって共分散項は

$$\sigma_{12}(x) = \sigma_{12}^A + \sigma_{12}^B \equiv N_{12} \quad (5)$$

N_{12} : 経路1,2の重複区間長を投影させたときの単位角数となり、一般化された分散共分散行列は

$$\Sigma = \sigma_0^2 \begin{pmatrix} \eta N_1 + 1 & & & \text{sym.} \\ \eta N_{12} & \eta N_2 + 1 & & \\ \vdots & \vdots & \ddots & \\ \eta N_{1n} & \eta N_{2n} & \cdots & \eta N_n + 1 \end{pmatrix} \quad (6)$$

Key words: プロビットモデル、誤差構造、意識調査

〒152 目黒区大岡山2-12-1

TEL 03-5734-2693 FAX 03-3726-2201

となる。単位角数に計算上含まれる h は各説明変数との同時推定が可能となっている。

		重みづけなし		俯角法	
		パラメータ	t値	パラメータ	t値
運賃	(円)	-5.83E-03	5.22	-5.23E-03	5.77
アクセス時間	(分)	-1.27E-01	5.23	-1.23E-01	4.79
イグレス時間	(分)	-1.51E-01	5.45	-1.41E-01	5.61
乗車時間	(分)	-6.95E-02	5.80	-6.21E-02	6.19
昇り階段時間	(分)	-3.35E-01	2.44	-3.19E-01	2.48
他乗換時間	(分)	-1.16E-01	5.21	-1.05E-01	5.40
待ち時間	(分)	-1.18E-01	3.90	-1.04E-01	3.73
乗換回数	(回)	-3.82E-01	3.92	-3.49E-01	4.08
混雑率	(分*%) ²	-9.08E-08	0.82	-1.10E-01	1.00
分散		0.302	1.45	39.4	1.20
h	(100m)	—	—	9.80	0.296
尤度比		0.182		0.182	
サンプル数		1074		1074	

表1 パラメータ推計結果(3選択肢)

パラメータ推定の計算結果を表1に示す。このデータでは結果に大きな違いはないが、俯角を用いる考え方は目的地側、あるいは出発地と目的地との両側に対して定式化することができる。観光などの長距離トリップにおいて目的地側の経路の相違が選択に大きく影響しないと考えられる場合など、今後適用範囲を検討することが必要と考える。

3. アンケート調査

さて、類似性を表現する分散共分散行列には従来から距離を用いてきたが、その妥当性の検討のため簡単なアンケート調査を行った。調査の概要は表2の通りである。

表2 調査の概要

調査対象者: 東京都内への鉄道通勤者
調査対象地域: 東急田園都市線沿線を中心とする地区 (川崎市宮前区土橋、宮崎台、鷺沼 横浜市青葉区美しが丘、すすきの団地、 横浜市都筑区けやきが丘団地、ふじのき台)
調査方法: 訪問留置・訪問回収(一部は郵送回収)
調査日: 1996年12月17日(火)～24日(火)
配布部数: 480
回収部数: 388

本調査では個人の通勤経路の選択肢集合を聞いた上で、選択経路を基準にしてピボット順序データを取ることにし、それを基準にした他の選択肢への各々の“距離”の大小の順序関係がわかる。例えば、選択肢が選択経路を含めて3つ存在し、選択肢1(選択経路)に似ているのが選択肢2→選択肢3の順に答えたサンプルの場合、選択肢1に対する選択肢2、3の類似度は2の方が大きいと考えられる。この類

似度の大小を、重複率を用いて表現する。 L_i, L_j を経路 ij の路線長、 L_{ij} を経路 i と j の重複距離とすると、路線 i と j の重複率は

$$g_{ij} = L_{ij} / \sqrt{L_i \cdot L_j} \quad (7)$$

のように定義される。選択肢1に対して2番目に似ていると回答された選択肢と3番目に似ていると回答された選択肢の、選択肢1に対する重複率 g_{12}, g_{13} をそれぞれ計算し、経路1と2の重複率 g_{12} が経路1と3の重複率 g_{13} を上回っているかを検証した。

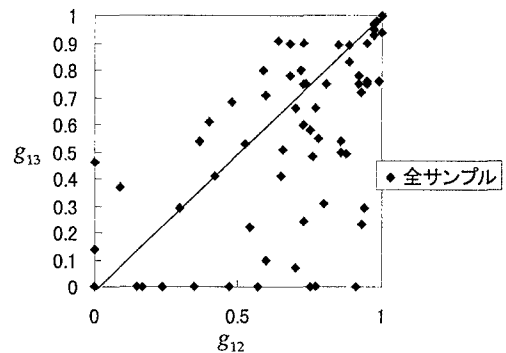


図2 重複率の大小と回答による類似度の適合度

図2がその結果である。右下半分にプロットされていれば、回答者の意識レベルでの類似度の大小関係と、重複率の大小関係が一致していることを表している。結果を見ると点は左上には存在しない。片方の重複率が0に近く、もう片方の重複率が1に近い場合に、重複0の方が類似性が高いと考えるサンプルは存在しないということがいえる。また左上半分にあるサンプルでも境界線の近辺に分布していることがわかる。全体では75%の類似度の大小関係を説明できている。これより距離を用いた分散共分散行列の妥当性がある程度説明できたと考える。

4. おわりに

本稿では構造化プロビットモデルの誤差構造について、理論的發展の1つの可能性を示すことと、利用者の意識構造上の認識のされ方の検証、という2つの視点から分析したもので、今後の研究の発展のために有意義な成果を得た。

参考文献

1) 屋井、中川: 構造化プロビットモデルの発展性、土木計画学研究論文集13、1996。