

IV-152 二重制約エントロピーモデルを用いた 通勤交通分布の分析

東京大学工学部 学生会員 ○申 漢澈

東京大学工学部 正 会員 太田勝敏

東京大学工学部 正 会員 原田 昇

1. はじめに

本研究では、簡略化された統合需要予測モデルの構築を最終目的とし、従来から交通分布の分析及び予測に用いられてきた重力モデルの中でも、様々な他のモデルとの統合させうる応用範囲の広いエントロピーモデルをソウル首都圏通勤交通分布の分析に適用していく基礎作業を通じて得た実証的検討結果について述べる。

2. モデルの構築

一般に、通勤交通分布 $\{T_{ij}\}$ は次のような制約条件付きによって定式化される。

$$\sum_j T_{ij} = O_i \quad (1)$$

$$\sum_i T_{ij} = D_j \quad (2)$$

$$T = \sum_i O_i = \sum_j D_j \quad (3)$$

$$\sum_i \sum_j T_{ij} c_{ij} = C \quad (4)$$

さて、それぞれの事象 T_{ij} が起こる可能性の数を W とすると、組合せの法則によって、

$$W = (T!) / (\prod_i T_{ij}!) \quad (5)$$

(5) を $\log$ とし、スターリングの近似化公式によると、エントロピーと呼ばれている(6)が誘導されて、

$$H(T(\beta)) = -\sum_i \sum_j T_{ij} (\log T_{ij} - 1) - 1 \quad (6)$$

(1)-(4) を制約条件とし、(6) を最大化するエントロピー最大化問題のとなる。その解は次のようである。

$$T_{ij} = A_i B_j O_i D_j \exp(-\beta c_{ij}) \quad (7)$$

$$A_i = [\sum_j B_j O_i D_j \exp(-\beta c_{ij})]^{-1} \quad (8)$$

$$B_j = [\sum_i A_i O_i D_j \exp(-\beta c_{ij})]^{-1} \quad (9)$$

アルゴリズムは、

1) ステップ1(初期値設定): $\beta^0 = 1/C^*$, $B_j^0 = 1$

2) ステップ2(二重制約収束): $|A_i(k) - A_i(k-1)|$,
 $|B_j(k) - B_j(k-1)|$ の収束計算

3) ステップ3(理論値計算): β , A_i , B_j を(7)に代入して理論上トリップ数と平均トリップ費用(C^*)の計算

4) ステップ4(総費用制約収束): $|C^* - C|$ の収束計算
収束しない場合は β^{n+1} を計算してステップ2へ行って再び繰り返して収束するまで計算する。

適合度統計量にあたっては、平均絶対推計誤差(MPE)とRMSEを算出した。

3. データの概要

データの概要は表1、図1であり、用いたトリップODは「首都圏通勤通学交通実態調査報告」からの行政区画(市区郡単位)間通勤ODデータである。

調査年度: 1987年(5年毎実施, 3回目)
調査地域: ソウル特別市(22区), インチョン直轄市(6区), この2市を 囲むキョンキ道(12市, 19郡: 33町157村)
調査対象: 13才以上の者, 全世帯訪問調査
調査項目: 目的地名称及び所在地, 出発到着時刻, アクセス 及び車内時, 交通手段, 世帯人数, 等
*調査地域以外地域からソウル市への流入不帰

表1 データの概要

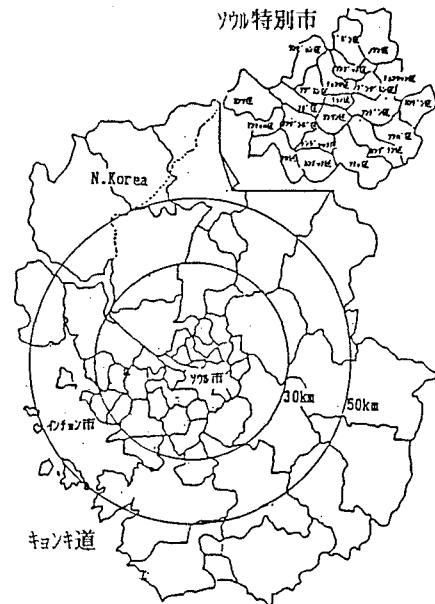
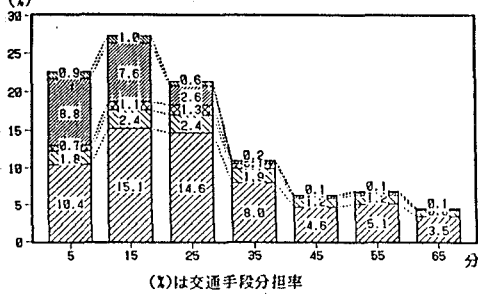


図1 韓国のソウル首都圏通勤通学実態調査地域

さて、この地域の通勤交通の概要にあたって、トリップ長分布は典型的なパターンを示しており、主に利用されている交通手段はバスである(図2)。

図2 トリップ長分布の交通手段別シェア



(%)は交通手段分担率

ゾーン数は、行政区域数の59と通勤率(95%)及び通勤密度を適用した45,そして45からゾーンの大きい郡地域を除いた38として、ゾーン数と大きさが推計に及ぼす影響を検討した。費用距離ODは、地図上でのゾーンの役場(あるいはゾーン中心)間の直線距離を測って、経験的实际距離比(1.4)を適用して实际距離化し、全系の平均通勤所要時間(31.5分)に収束する平均速度を設定し、計算して、ゾーン間所要時間とした。

ゾーン内相互作用の影響を検討するため、ゾーン内距離 d_{ij} ($=2/3\sqrt{\alpha_i/\pi}$, α_i :ゾーンの面積)を扱ったものはモデル1,更に可住地域面積,高い割合の徒歩によるゾーン内交通手段分担率を考慮して修正係数(0.5)を適用したものはモデル1-1,ゾーン内相互作用を除いたものはモデル2として,比較した。

4. 結果

モデル別にパラメータ推定量と適合度統計量を推計して作成した表2によると, β はゾーン数減によって小さく推定されており,モデル適用地域の広さに対応している。一方,MPEは安定しており,RMSEは敏感に変化している。

モデル1のゾーン数別,観測値と推定量との散布図(図3)から,ゾーン数減によって,相関度がよくなっており,異常値の分布を把握することができる。

調整係数 A_i, B_j と発生集中交通量の O_i, D_j の都表2推定量と適合度統計量

Z _n	モデル1				モデル1-1			モデル2			
	MT _{ij}	β	MPE	RMSE	β	MPE	RMSE	MT _{ij}	β	MPE	RMSE
59	1410	0.0495	786(56%)	2680(190%)	0.0449	710(50%)	2368(168%)	921	0.0311	482(52%)	1365(148%)
45	2173	0.0480	1119(51%)	3181(146%)	0.0443	1028(47%)	2813(129%)	1495	0.0310	709(47%)	1731(116%)
38	2755	0.0441	1301(47%)	3487(127%)	0.0412	1207(44%)	3019(110%)	1917	0.0288	848(44%)	1946(102%)

*MT_{ij}はゾーン間の平均トリップ,()はMT_{ij}に対するR²セント

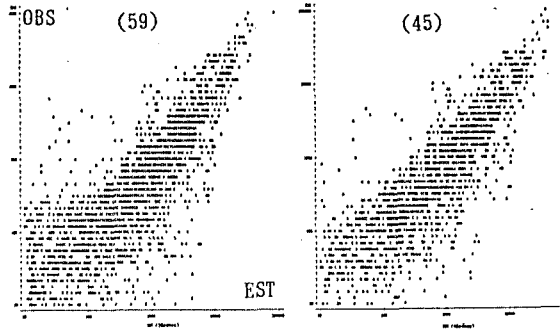


図3 観測値と推定量の散布図

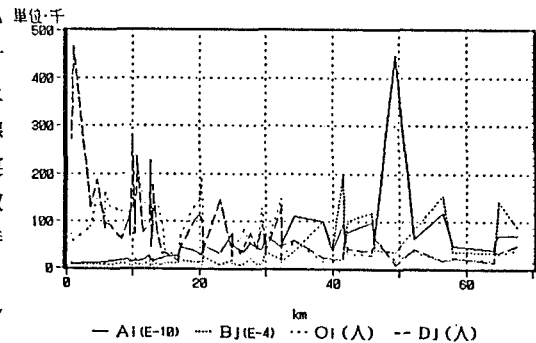


図4 距離別 A_i, B_j, O_i, D_j 分布図

心からの距離別分布(図4)をみると, A_i, B_j は O_i, D_j に多少反比例するパターンを示しており, A_i は B_j に比べて極めて小さい値を示している。

5. 終わりに

今後は,より詳細なゾーンニングと交通ネットワークの検討,社会経済変数等のモデルへの導入,交通機関等特性別トリップODへの拡張など,統合されたエントロピーモデルの構築に向けて進んでいきたい。

◎参考文献

- 1.石川義孝,空間的相互作用モデル,地人書房,1988
- 2.S.ERLANDER & N.F.STAWART,The gravity model in transportation analysis.Netherlands,1990