

2時点の PT データを用いた道路整備時の誘発交通の影響検証*

Investigating Induced Traffic by Road Investment with Two-period Person Trip Data*

内山岳大**・円山 琢也***・原田昇***

By Takahiro UCHIYAMA**・Takuya MARUYAMA***・Noboru HARATA***

1. 研究の背景と目的

自動車の混雑の激しい地域では、混雑緩和を目的として環状道路などの整備が行なわれている。一方でこうした道路整備は、誘発交通を生じさせ結局混雑緩和につながらないという議論が存在する。既存の四段階推定法は、一般に誘発交通を考慮に入れた需要予測を行えず、推計される道路の整備効果にはバイアスが生じている可能性がある。

このような問題に対処すべく既存研究では四段階推定法にかわる需要予測手法として需要変動型の統合需要モデルが構築されている¹⁾。整合性・論理性に優れ、誘発交通を表現することができるモデルである。この統合需要モデルについては、現状再現性が従来モデルと比べ遜色がないこと¹⁾、誘発交通を考慮した交通量の予測や便益の推定がおこなえること²⁾が示されている。しかしモデルにより推計された誘発交通量が現実の値に近いものなのかどうかは検証されていなかった。

この統合需要モデルには、開発交通などの交通市場以外の影響や、物資輸送の変化に起因する誘発交通は含まれておらず、誘発交通の値を過小に推計している可能性がある。一方で、通常の均衡モデルで仮定される利用者の合理的な行動原理は、同一の交通手段を利用し続ける慣性効果などを無視したものであり、交通行動変化を過大に推計している可能性も高い。

混雑地域における道路整備効果は、誘発交通量の大小によって大きく変化することが知られている。したがってモデルで出力される誘発交通量の妥当性の検証法、及びその検証結果を基にしたモデルの改良は、統合需要モデルの実用化に向けた重要な研究課題といえる。そこで、本研究は、モデル出力値の誘発交通量の妥当性の検証に向けた基礎的な分析として、統合需要モデルの予測結果について、2 時点のデータを用いて精度評価を行うことを目的とする。

2. 既存研究

(1) 誘発交通を考慮するモデル

誘発交通を考慮するモデルの要件は、円山ら²⁾、桐越ら^{3) 4)}がまとめている。このなかで従来用いられている四段階推定法は利用者の行動原理が不明瞭であり、また一般には配分段階での配分結果が発生集中・分布・分担段階にフィードバックされないため、各段階での OD 所要時間が一致せず、結果的に道路整備の影響を考慮できないとされている。つまり、従来のモデルは経路変更以外の誘発交通を考慮できない。一方、以下で紹介する統合需要モデルは、誘発交通を表現するのに適したモデルのひとつとされている。

(2) 本研究で使用する統合需要モデルの特徴

本研究では円山ら¹⁾²⁾によって東京都市圏を対象に構築されたマルチクラス Nested Logit 型ネットワーク統合モデルを利用する。このモデルは、時間帯別の計算を行っており、利用者をトリップ目的ごとに通勤、通学、業務、私事、帰宅、貨物の 6 目的に分類し、交通手段は自動車と鉄道の 2 種類を想定している。配分レベルでは確定的な経路選択行動を仮定し、通勤通学では発生交通量を所与として分布分担配分レベルを統合している。業務私事では一部の時間帯で発生レベルも統合している。これらの統合は、手段別 OD 間所要時間(交通費用)が期待最小費用の考え方で、各レベルのモデルに導入されており、論理整合的である。帰宅と貨物は、OD 表を固定と

*キーワード: ネットワーク交通流, 配分交通, 分布交通
** 学生会員, 東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻
*** 正会員, 博, 東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻
(〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1,
Tel 03-5841-6234, Fax03-5841-8527)

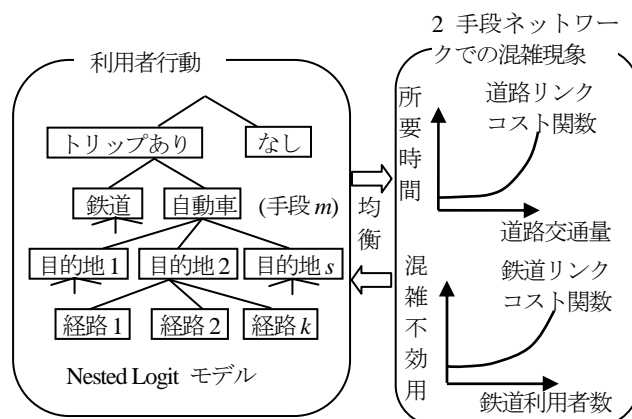


図1 統合需要モデルの構造

している。また、モデルの解法として等価な数理最適化問題を示し、それを解くことで厳密な均衡解を求めている点で優れている。

なお、このモデルを用いて道路整備による誘発交通を試算した円山ら²⁾の分析結果によると、誘発交通の量は都市圏全体ではわずかであるが、対象道路の交通状況に大きな影響を与え、特に混雑の激しいピーク時において、その影響が大きいとしている。

3. 需要予測モデルの精度評価法

(1) 事後評価と逆予測

通常交通需要モデルの精度の分析には事後評価という手法が用いられる。事後評価はある基準年のデータで構築したモデルによる予測年の予測結果と、予測年の実績値や予測年の統計データを基準年のモデルに入力したときの予測年の予測結果などを比較分析し、当初のモデルによる予測結果の誤差の要因を分析する手法である。

より単純な検証法は、現時点のデータで構築済みであるモデルを用いて、過去の時点を逆予測し、その結果と実績値を比較するという方法である。本研究のモデルによる逆予測による分析は、別途報告する³⁾が、逆予測による精度評価は簡便であるという利点がある一方、新規リンク交通量のように分析不可能な出力値があることが分かっている。したがって、以下では、過去の時点のデータでモデルを再推定し、現時点を予測する事後評価について、その基礎分析を行う。

(2) 比較対象のモデル

統合需要モデルの精度を評価する際に、従来のモデルとの比較を行うことが有用となる。ここで、従来のモデルとして、どのようなモデルを選定するのが望ましいかを考えてみよう。

a) モデル選定の基準

統合需要モデルは、従来利用されている需要予測モデルと比較して、

[1] モデル内部の整合性

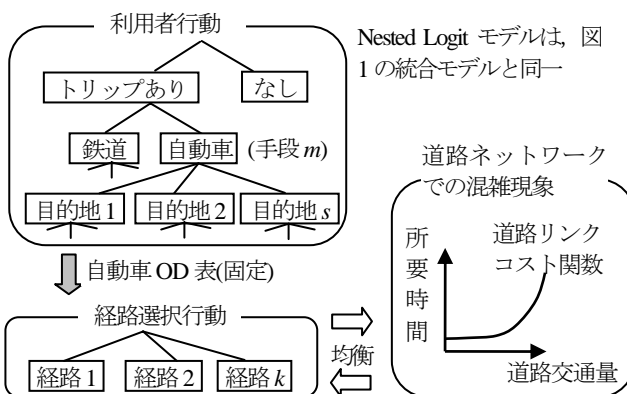


図2 本研究における固定需要モデルの構造

[2] ミクロ経済学に基づく行動理論との整合性の2点に優れたものである。[1]は、特に混雑現象によって変化するサービスレベル変数の整合性であり、例えば、手段分担モデルで利用するOD所要時間と、配分モデルの出力値であるOD所要時間が完全に一致しているという特徴である。

従来のモデルは、これら[1], [2]の点で何らかの問題点を抱えている場合が多い。比較対象となる従来のモデルを選定する場合、[2]の視点で考えると、ミクロ経済理論と整合的とはいえないモデルは、あまりにも数多いため、そのうちで、どのモデルを対象とするかで結果は異なり、一般的な結論が導きにくい。また、誘発交通量の検証という視点で見た場合、[2]の問題は本質的ではない。したがって、モデルの理論整合性は取れているが、サービスレベル変数の整合性の問題がある手法を今回の比較対象とする。

ネットワーク上のサービスレベル変数の変化(アクセシビリティの変化)が手段別OD表に与える変化を表現しているのが統合需要モデルである。このモデルの比較対象として、サービスレベル変数の変化が、利用者の経路選択にのみ影響を与え、手段別OD表には全く影響を与えないモデルを考えるのは自然であろう。本論文ではこのモデルを固定需要モデルと呼ぶ。

将来交通需要予測モデルの目的のひとつは、将来時における政策の有無(with/without)による交通状況の変化を記述することである。統合需要モデルは、with/without

表1 昭和63年から平成10年の間に東京都市圏で開通した代表的な道路と鉄道路線

道路路線	鉄道路線
東関東自動車道(浜野~木更津南)	千葉都市モノレール(全線)
圏央道(青梅~鶴ヶ島JCT)	京葉線
外環道(大泉JCT~三郷JCT)	(東京~南船橋, 千葉みなと~蘇我)
東京湾アクアライン(浮島JCT~袖ヶ浦)	北総開発鉄道(京成高砂~新鎌ヶ谷)
首都高5号線(高島平~美女木JCT)	住宅都市整備公社鉄道(千葉ニュータウン~印西牧の原)
首都高11号線(芝浦JCT~有明JCT)	千葉急行(千葉中央~ちはら台)
首都高湾岸線(本牧ら頭~東海JCT)	東葉高速鉄道(西船橋~東葉勝田台)
首都高横須賀線(本牧JCT~新山下)	半蔵門線(半蔵門~水天宮前)
首都高狩場線(石川町~狩場JCT)	南北線(赤羽岩淵~溜池山王)
首都高埼玉線(美女木JCT~戸田南)	大江戸線(光が丘~新宿)
新湘南バイパス(藤沢~茅ヶ崎海岸)	都営新宿線(篠原~本八幡)
千葉東金道路(東金~松尾横芝)	小田急線(多摩センター~唐木田)
	京王線(多摩センター~橋本)

表2 モデルで使用するデータの年次

使用するデータ	統合需要	固定需要
モデルのパラメータ推定	S63	S63
地域統計データ(人口など)	H10	H10
ゾーン毎発生交通量 ^{注1)}	H10	H10
道路・鉄道ネットワーク	H10	H10
分布分担段階でのOD所要時間	H10 ^{注2)}	S63

注1) 業務・私事目的の発生交通量は、モデルで内生的に扱われているので、それ以外の目的区分の発生交通量

注2) モデルで内生的に決定される。

間で手段別 OD 表が変化するが、固定需要モデルは、with/without 間で手段別 OD 表が同一のものとなる。

b) 固定需要モデルの OD 表の設定法

さて、この次に問題となるのが、この固定需要モデルの入力値である自動車 OD 表をどのように設定するかという点である。通常の都市圏レベルの将来予測に利用する場合の自動車 OD 表は、現在パターン法や重力モデルなどの手法で予測される。しかし、今回の比較対象として、これらの手法を利用することは、前述したミクロ経済理論との整合性の問題が生じるため望ましくない。したがって、統合モデルのサブモデルとして利用している Nested Logit モデルに、モデル構築時点の政策 without 時の OD 所要時間を入力して計算した OD 表を利用することにする。これは、図 2 のように示される。ここで、政策 with 時の値ではなくて、without 時の値を利用するのは、以下の理由で明らかといえよう。仮に with 時の OD 所要時間を利用すると、それは、サービスレベル変数の変化が OD 表の変化として表現されることに他ならず、今回の分析の比較対象として適切でなくなるためである。

本稿の固定需要モデルによる出力値とは、以上のように計算した OD 表を予測時点の道路ネットワークに確定的利用者均衡配分したものである。

4. 事後評価の基礎分析

(1) 利用データ

本稿では、昭和 63 年(1988 年、以下 S63 年と略記)と平成 10 年(1998 年、以下 H10 年と略記)の 2 時点の東京都市圏 PT 調査のデータを用いた分析を行なう。2 時点間のネットワークの変化を表 1 のようにまとめられ、それぞ

れに対応した手段別ネットワークを構築した。

今回は入力データの予測誤差を除去してモデル自体から生じる予測誤差のみを分析対象とする。したがって、両モデルの入力データには表 2 のように適宜 H10 年の実績値を用いている。各モデルの分布・分担段階における期待最小費用の計算に利用する OD 所要時間については、統合需要モデルはモデルで内生的に決定されるため、H10 のデータといえる。一方、固定需要モデルでは、3(2b) で詳述したように、政策 without 時の OD 所要時間を利用する必要がある。したがって、S63 年の without ネットワークで均衡配分した結果による OD 所要時間を利用している。

(2) モデルの再推定

S63 年のデータを用いて統合モデルに含まれる Nested Logit モデルを再推定した結果と、H10 年の推定結果を比較したものの一部を表 3 に示す。今回、PT 調査の非集計マスターデータを入手できなかったため、2 時点間のパラメータの差の厳密な統計的検定は困難である。ただし、特に業務・私事目的の手段選択モデルの定数項に、2 時点間で大きな差が出ていることが読み取れる。S63 年から H10 年には、交通サービスレベルの変化以外の要因による自動車分担率の増加があることが伺える。この定数項の差は、統合需要モデルの利用者クラスを分割し、免許保有・自動車保有など個人属性の変化を組み込むことで、今後表現することを試みたい。

(3) 分析結果・考察

前述のように現在のモデルでは、手段分担率の予測誤差が大きいことが明らかのため、この分析はモデルの改

表 3 Nested Logit モデルの主要パラメータ推定値の 2 時点間比較

	トリップ目的 年次	通勤		業務		私事	
		H10	S63	H10	S63	H10	S63
手段	期待最小費用 $-\theta_3$	-0.019	-0.0013	-0.018	-0.0038	-0.019	-0.0043
	山手線ダミー			1.35	1.29	0.94	1.35
	23 区ダミー			0.21	0.34	0.56	0.94
	定数項	-0.85	0.82	-5.14	-2.35	-2.13	-1.07
目的地 自動車	ln(ゾーン面積)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	期待最小費用 $-\theta_2^{car}$	-0.029	-0.032	-0.024	-0.028	-0.027	-0.030
	ln(就業者数密度)	-0.03	-0.05				
	ln(従業者数密度)	0.60	0.70				
	ln(2 次従業者数密度)			0.32	0.21		
目的地 鉄道	ln(ゾーン面積)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	期待最小費用 $-\theta_2^{rail}$	-0.024	-0.023	-0.020	-0.021	-0.023	-0.021
	ln(就業者数密度)	-0.30	-0.33				
	ln(2 次従業者数密度)	0.17	0.31				
	ln(3 次従業者数密度)	1.08	1.10	1.16	1.34	0.90	0.97

注) パラメータはすべて 5% 有意。パラメータの意味、モデルの構造などは、既報²⁾を参照。

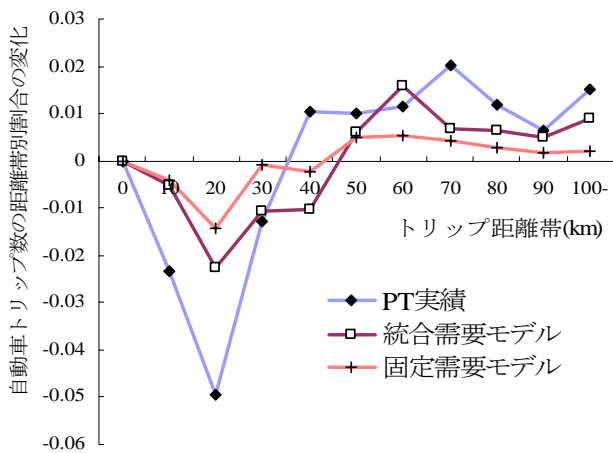


図3 自動車トリップ数の距離帯別割合の変化(1)
(2時点間で自動車所要時間が10分以上短縮したODペア)

良後に行うこととして、以下では、目的地選択の変化による影響を見る。

a) トリップ分布の分析結果

自動車通勤トリップ数のトリップ距離帯別の分布の変化について調べる。道路整備による影響があるODペアと影響が少ないODペアを区別するために、2時点間で、OD所要時間が10分以上短縮したODペアと、それ以外のペアに分割した。それぞれ、図3、図4に結果を示す。

図3の道路整備の影響を受けると考えられるODについては、PT実績では、OD距離20km付近の短距離の割合が低下し、40km-100kmの長距離の割合が増加していることが読み取れる。統合需要モデルでは、この変化の傾向はPT実績とほぼ同様である。

図4の道路整備の影響が少ないと考えられるODについては、PT実績では、OD距離10km付近の短距離の割合が低下し、30km-60kmの中距離の割合が増加している、モデルもほぼこの変化を捕らえることができている。

b) 考察

今回の通勤目的の目的地選択モデルの説明変数には従業者数、就業者数と経路選択モデルの期待最小費用が含まれており、このモデルによる目的地選択確率と発生通勤交通量を掛け合わせて通勤ODが定まる。従って職住構造の変化や交通サービスレベルの変化による通勤ODの変化が予測されている。

図4のODペアでは、2時点間で交通サービスレベルの変化は少ないため、ODの変化は、主に職住構造の変化の影響を反映したのになっていると考えられるが、この構造変化は統合需要モデルで良好に予測されている。交通サービスレベルの影響が少ないため、固定需要モデルでも統合需要モデルでもほぼ同様な予測精度がある。

図3のODペアでは、職住構造の変化に加えて、道路整備によるサービスレベルの向上の影響も反映した変化が生じていると考えられる。交通サービスレベルの影響

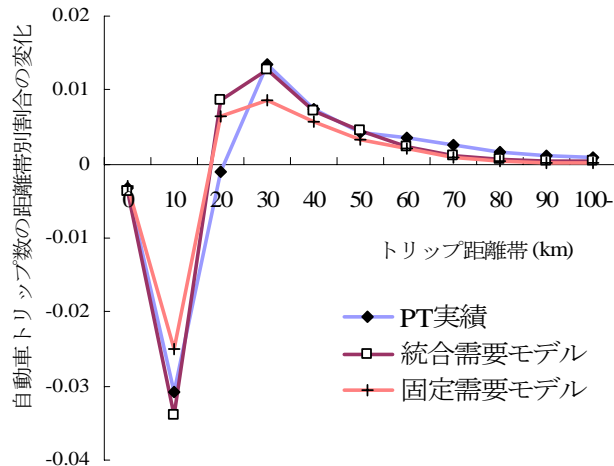


図4 自動車トリップ数の距離帯別割合の変化(2)
(2時点間で自動車所要時間が10分以上短縮していないODペア)

を反映した統合需要モデルは、反映していない固定需要モデルよりも予測精度の向上がみられる。ただ、PT実績の変化の傾向は捉えているが、変化量そのものの予測精度は十分とはいえず、今後の改良の余地が残される。

5. おわりに

本稿では、交通統合需要モデルから出力される誘発交通を検証することを目的とした基礎的研究として、2時点のPT調査データを用いた需要予測モデルの精度分析を行った。自動車トリップ数の分布パターンの変化については、誘発交通を考慮した統合需要モデルの精度が固定需要モデルよりも向上していることが明らかになった。

一方、これらの分析の過程で、既存研究で構築された統合需要モデルの課題がいくつか明らかになってきた。講演時には、それらの課題に対応したモデルの修正を行った後の分析結果も示すこととしたい。

参考文献

- 1) 円山琢也, 原田昇, 太田勝敏: 大規模都市圏への交通需要統合型ネットワーク均衡モデルの適用, 土木計画学研究・論文集, Vol. 19, no. 3, pp. 551-560, 2002.
- 2) 円山琢也, 原田昇, 太田勝敏: 誘発交通を考慮した混雑地域における道路整備の利用者便益推定, 土木学会論文集, No.744/IV-61, pp.123-137, 2003.
- 3) 桐越信, 野坂周子, 永尾慎一郎: 誘発交通を考慮した将来交通量の推計方法について(その1) - 誘発交通の定義及び推計の基本的要件 -, 交通工学, Vol. 37, No.6, pp.69-77, 2002.
- 4) 桐越信, 野坂周子, 永尾慎一郎(2003) 誘発交通を考慮した将来交通量の推計方法について(その2) - 旅客交通を対象とした誘発交通の考え方と推計方法 -, 交通工学, Vol.38, No.1, pp.96-107.
- 5) 内山岳大, 円山琢也, 大森宣暁, 原田昇: 誘発交通を考慮した統合需要モデルの逆予測による精度評価, 土木学会全国大会, 2005.