

交通ネットワーク統合モデルを用いた大都市圏における混雑料金政策評価法 An Evaluation Method of Congestion Charging Policy in Mega Cities with Combined Transportation Network Models

東京大学大学院新領域創成科学研究科環境学専攻 96705 円山 琢也

The congestion charging policy is now regarded as the realizable policy to alleviate the traffic congestion and environmental problems. However, the present congestion charging theory is too simplified to evaluate the real policy in urban area. In this study, firstly we show the combined network equilibrium models are appropriate for this evaluation. Then we analyze and resolve the several problems that occur in present network model, such as spatial aggregation problem and backward bending link cost function under congestion. Finally we evaluate the congestion charging policy in Tokyo Metropolitan Area with combined modal split/ assignment network equilibrium model, which consider the modal shift from automobile to railways explicitly.

1. 研究の背景と目的

道路交通に関わる渋滞や環境問題の解消策として、ロードプライシング(混雑料金)の導入が現実味のある政策として認知されつつある。しかし、既存の混雑料金理論は単純な状況を想定しており、直接的には実際の都市圏の分析に適用できるものではない。

本研究では、混雑料金政策の評価には、交通ネットワーク統合モデルが適することを示し、ネットワークモデルに関わる数々の問題点に関する分析を経て、東京都市圏を対象に混雑料金政策の効果試算を行う。

2. 混雑料金理論と交通ネットワーク統合モデルの関連

2.1. 既存の混雑料金理論の問題点

混雑料金理論は、単一リンクを対象として、利用者が直面する平均費用 AVC と、社会的限界費用 SMC の乖離に相当する額(図1の線分 AE^*)の混雑料金の必要性を主張する。

この理論は、単純な状況を想定して有意義な知見が得られているものだが、実際の都市圏への適用を考えると、本質的に次の3点の問題が生じる。

- 空間表現の過度の単純化
- 交通行動の表現の不備

渋滞現象の不適切な扱い

まず、 AVC について、現実の都市では、様々な長さ・容量を持った道路がネットワークを構成している。混雑料金を導入するためには、どの道路でいくらの料金を徴収すべきかを決定する必要がある。単一リンクを対象とした分析では、この問題に答えることができない。実際の都市圏での混雑料金政策の評価のためには、まず対象を単一リンクからネットワークに拡張する必要がある。

次に、 SMC について、交通は派生的需要であり、交通行動は、「ある交通目的の下に、出発地から

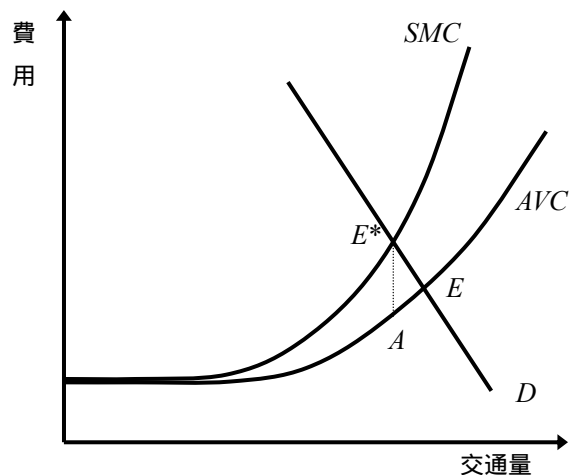


図-1 混雑料金理論

目的地まで移動する事象」と定義される「トリップ」を基本として考えなければならない¹⁾。交通行動の経済分析では、そのトリップの目的が達成できるか否かが重要な視点になる。トリップの完結により、最終目的が達成されるかどうかをもつての評価が必要とされる。既存の混雑料金理論で単一リンクを対象として用いられる図-1における需要関数 D は、利用者がそのリンクを利用するか否かを示すものである。しかし、その利用者がリンクを利用しなくなるとは、具体的には、トリップを取りやめるのか、トリップは行うがそのリンク以外の経路を利用するのか、代替交通機関に転換するのか、出発時刻を変更するのか、が全く区別されていない。これらの行動変化を明示的に表現していない需要曲線を用いた分析では、実際にその変化が実現されるかどうかの信頼性に疑問が生じる。

以上のことから、混雑料金が負荷された時に、利用者が具体的にどのような行動変化をするのかを考慮に入れる必要がある。また、これらの行動変化を表現するためには、上で述べたネットワークによる分析も同時に必要とされる。

さらに、この問題とは別に、単一リンクを対象とした議論においても、理論上に大きな問題点が指摘されてきた。この問題とは、渋滞(超混雑)が発生している場合、図-1の AVC 曲線は反転するとして、その反転領域に対応する SMC 曲線の扱いが不明確なることに関連したもので、「反転問題」と呼称されることがある。

しかしながら、混雑料金理論などの経済分析に用いるべき AVC 曲線は、トリップに対して定義されるべきであり、その AVC 曲線は渋滞領域でも反転しない。この問題に関しては、4.でより詳細に述べる。

2.2. ネットワーク統合モデルの有用性

これらの問題に対し、交通ネットワーク統合モデルを用いると、ネットワークにおける経路の変更、交通機関の変更を明示的に考慮した分析が可能になる。このモデルは、ネットワークをリンク集合 A 、起終点集合 R, S で表現した場合、次式を

目的関数とする最適化問題に等しい。

$$\min. \sum_{a \in A} \int_0^{x_a} t_a(\omega) d\omega - \sum_{r \in R} \sum_{s \in S} \int_0^{q_{rs}} D_{rs}^{-1}(\omega) d\omega \quad (1)$$

ここで、 $t_a(\cdot)$ をリンク a の費用関数、 D_{rs}^{-1} を OD ペア rs 間の逆需要関数とする。

(1)式に対する規範的な分析からは、ネットワーク全体で考えた場合においても、各リンクに外部不経済に相当する混雑料金を負荷することが社会的に最適であるという知見を得ることができ²⁾。また、5.では、(1)式を現象記述モデルに用いて実際の都市圏における政策評価を展開する。

3. トリップ発生空間的連続分布近似を用いた交通ネットワークモデル

3.1. 空間的集計誤差問題

従来の交通ネットワークモデルは、対象区域をゾーンに分割し、トリップの発生地点は発着ゾーンの代表地点で近似するという表現がされてきた。本来、人の移動は空間上の任意の地点間で起こりうるが、これらの近似を仮定することは、人の移動が空間上の有限個の点の間でのみ起こるという仮定に等しく、分析結果に誤差を生じることになる。

この問題を解決する最も単純な手法は、OD 表の細分化であるが、詳細に分割された OD 表の精度には疑問が残る、また、都市圏全体を統一的に扱う時、さらには統合ネットワークへの拡張を考えた場合、詳細な OD 表の使用は、効率的な方法とは言い難いと考えられる。

この問題に対して、Daganzo³⁾が示した手法を発展させ、通常レベルの OD 表を利用しつつ、配分法の工夫でこの空間的集計誤差を取り除く手法を以下に示す。

3.2. コネクターコストの確率変数化

本来コネクターの距離は、トリップの発生地点からネットワーク上の駅までの距離を考慮すべきである。個人によって、トリップの発生地点は異なるため、コネクター距離は確率変数とみなせる。

例えば、ゾーン中心にトリップの発生地点を限

定してしまうと、ゾーンからある駅への徒歩時間は、10分といった確定的な値でしか与えられない。しかしながら、本来徒歩時間は3分かも15分かもしれない。従い、コネクターコストは確率変数として扱うのが妥当である。

このコネクターコストの確率分布は、ゾーンの形状、大きさ、駅の位置といった純粋な空間的情報から定めることができる。

この確率分布が多変量正規分布に従うと仮定する。この仮定により、モンテカルロ法に基づくプロビット型配分モデルと一貫した記述が可能となり、IIA特性のない理論的に優れた確率的利用者均衡ネットワーク配分モデルを構築できる。

このモデルを東京都市圏の鉄道ネットワーク(表-1,図-2)に適用した⁴⁾。鉄道モデルにおいては、発地点から駅までのアクセス距離の影響が大きく、ゾーンの大きさが配分結果に大きな影響を与える。しかしながら、提案モデルを利用することで、比較的大きなゾーンにおいても再現性の高い結果が得られることを確認した。

表-1 東京都市圏鉄道ネットワーク

	駅数	方向別リンク数
データ数	1654	4902

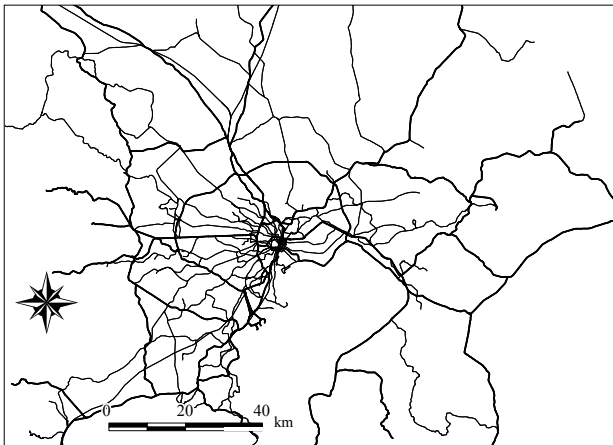


図-2 東京都市圏鉄道ネットワーク

4. 時間帯別配分モデルにおける渋滞考慮の試み

4.1. 渋滞表現をめぐる混乱

道路区間における交通量と所要時間の関係は、

渋滞(超混雑)領域で反転する(図-3)とされる。混雑料金理論において、この反転領域の存在より、その領域に対応する社会的限界費用曲線の扱いが困難になり、混雑料金設定の理論的背景に不明確な部分が生じていた。また、交通ネットワーク配分モデルで用いられる交通量と所要時間の関係を示すリンクコスト関数にも、その反転領域は利用されず、単調増加な関数が利用されてきた。渋滞が発生している都市圏へ、この反転部分を使用しないリンクコスト関数を利用した分析を行った場合、その結果の有効性に疑問が残るとされていた。

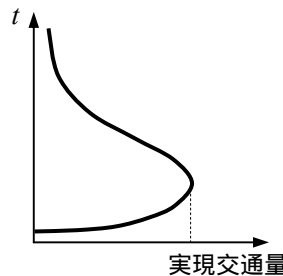


図-3 観測される関係

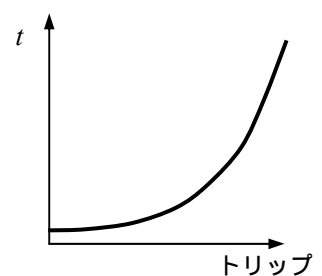


図-4 トリップ単位の関係

4.2. トリップを単位とした分析

2.1で述べたように、交通は「トリップ」を基本として考えなければならない。

反転部分が出現する図-3における横軸はトリップと関係のない道路上で実現した交通量に過ぎず、交通行動を考える上で、この反転部分を用いた分析は、そもそも何の意味もない。トリップを単位に費用関数をとると、図-4のように反転部分のない単調増加な関数が描かれる。

混雑料金理論において利用すべきは、この図-4の形状の費用関数である。従って、図-1の理論分析は、基本的に渋滞が発生している場合にも適用可能なものである。

また、ネットワーク配分モデルは、OD間のトリップを分析単位としており、それに用いるべきリンクコスト関数は、上記費用関数と同様に図-3の形状となる。従って、単調増加なリンクコスト関数を利用することそれ自体を理由に、渋滞が発生している都市への分析結果を疑問視するのは誤りといえる⁵⁾。

4.3. 時間帯別配分モデルによる渋滞の表現

赤松ら(1998)⁶⁾は時間帯別配分モデルにおいて、渋滞を考慮した場合のリンクコスト関数を示しているが、その概形は、図-5 のようになる。

前項で、渋滞が発生している場合にもリンクコスト関数は単調増加であることを示したが、図-5 はその具体形の一例に相当する。前時間帯の渋滞状況によって変化する、多数の単調増加曲線群の形式になる。文(1993)⁷⁾は混雑料金理論の文脈で、リンクへの流入交通量とトリップ単位の旅行費用との関係を分析しているが、その分析で描かれる費用曲線も図-5 と同様に、渋滞が発生している場合でも単調増加な多数の曲線群という形式なることを示している。

4.4. 中規模都市圏への適用

赤松らのモデル⁶⁾を千葉都市圏に適用した⁸⁾。従来型のモデルと比較して、渋滞を考慮することにより、12 時間リンク交通量の観測値との適合度の決定係数 R^2 が、0.39 から 0.57 に上昇した。既存の配分モデルが渋滞を考慮することによって改善されることを確認した。

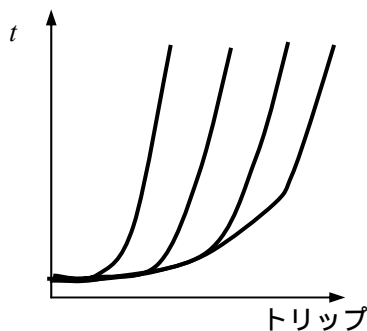


図-5 渋滞考慮型リンクコスト関数

5. 大規模都市圏への分担配分統合モデルの適用と混雑料金政策評価

5.1. モデルの定式化

鉄道と自動車の手段選択関数が次式の集計ロジットモデルで与えられるとする。

$$q_{rs} = \bar{q}_{rs} \frac{1}{1 + \exp(-\theta(c_{rs}^{tran} - c_{rs}) + \Psi_{rs})} \quad (2)$$

ここで、OD ペア rs 間の自動車交通の OD 需要 q_{rs}

と鉄道の OD 需要 q_{rs}^{tran} の和を \bar{q}_{rs} とする。OD ペア rs 間の鉄道、自動車利用の一般化所要時間をそれぞれ c_{rs}^{tran} 、 c_{rs} とし、 Ψ_{rs} は定数項およびダミー変数を示す。

(2)式から導かれる逆需要関数を、(1)式に代入して整理すると次式が得られる。

$$\min. \sum_{a \in A} \int_0^{x_a} t_a(\omega) d\omega + \frac{1}{\theta} \sum_{r \in R} \sum_{s \in S} q_{rs} \ln q_{rs} + \frac{1}{\theta} \sum_{r \in R} \sum_{s \in S} q_{rs}^{tran} (\ln q_{rs}^{tran} + \theta c_{rs}^{tran} - \Psi_{rs}) \quad (3)$$

この式を目的関数とする最適化問題を解くと、鉄道と自動車の手段選択と自動車の経路配分に関する同時均衡モデルの解が得られる。

5.2. 東京都市圏への適用

H10 東京 PT 調査と H6 道路交通センサより作成した中ゾーン間 OD 表(都市圏内ゾーン数 144、域外ゾーン数 5)と、3.で利用した鉄道ネットワーク、及び既存研究⁹⁾で構築された道路ネットワーク(表-2、図-6)を用いて、時間帯別に分担配分統合モデルを構築する¹⁰⁾。まず、H10 東京 PT 調査のデータから、(2)式のパラメータを 1 時間帯別に推定する。推定法は、手段別のネットワークに現在手段別 OD を仮配分し得られた c_{rs}^{tran} 、 c_{rs} を条件として、 θ 、 Ψ_{rs} を推計する段階的方法である。

表-2 東京都市圏道路ネットワーク

	ノード数	リンク数	ダミー数
データ数	10692	22911	1324

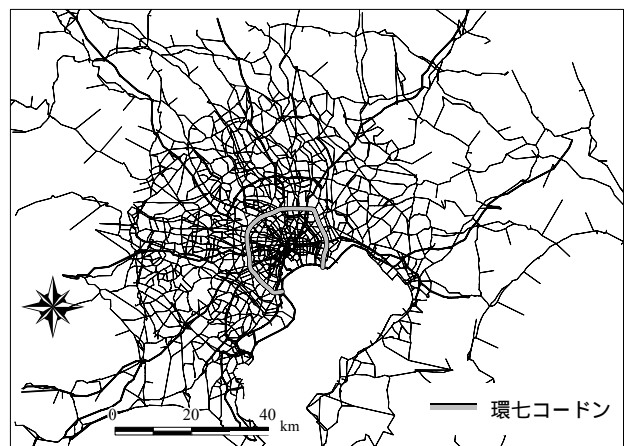


図-6 東京都市圏道路ネットワーク

表-3 手段選択モデルの推定結果と再現性

時間帯		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
推定パラメータ (カッコ内はt値)	θ 費用 (/分)	0.020 (397.)	0.017 (336.)	0.012 (174.)	0.013 (161.)	0.013 (153.)	0.012 (130.)	0.016 (175.)	0.016 (172.)	0.013 (167.)	0.012 (167.)	0.016 (278.)	0.015 (261.)	
	発山手	0.06 (14.7)	-0.09 (-21.)	-0.13 (-24.)	-0.07 (-11.)	0.02 (2.3)	0.14 (19.7)	0.18 (25.6)	0.28 (39.3)	0.27 (41.5)	0.32 (56.)	0.50 (105.)	0.73 (157.)	
	発 23 区	0.06 (13.)	0.22 (44.6)	0.10 (14.6)	0.16 (21.4)	0.13 (15.6)	0.34 (38.4)	0.34 (40.1)	0.34 (40.7)	0.41 (52.8)	0.48 (69.)	0.46 (81.)	0.50 (90.5)	
	発 16 号	0.41 (107.)	0.31 (78.7)	0.22 (41.7)	0.23 (39.5)	0.20 (30.8)	0.27 (38.3)	0.27 (39.7)	0.37 (56.)	0.29 (47.8)	0.43 (76.6)	0.42 (90.5)	0.49 (106.)	
	着山手	0.74 (178.)	0.77 (180.)	0.73 (129.)	0.53 (83.9)	0.34 (48.1)	0.25 (33.3)	0.17 (23.)	0.16 (22.7)	0.10 (16.1)	0.04 (7.)	0.05 (11.4)	0.03 (6.5)	
	着 23 区	0.46 (93.3)	0.53 (104.)	0.60 (87.7)	0.50 (66.1)	0.47 (55.4)	0.29 (32.4)	0.32 (38.1)	0.24 (28.8)	0.27 (35.6)	0.22 (31.3)	0.15 (27.1)	0.20 (37.5)	
	着 16 号	0.55 (132.)	0.48 (114.)	0.49 (87.7)	0.51 (83.3)	0.42 (62.2)	0.30 (41.5)	0.30 (44.3)	0.26 (39.2)	0.28 (45.5)	0.19 (34.4)	0.32 (71.9)	0.32 (75.6)	
	定数項	2.02 (385.)	1.95 (356.)	1.33 (182.)	0.77 (94.9)	0.76 (82.6)	0.80 (82.1)	0.92 (98.8)	0.92 (95.6)	1.09 (132.)	1.23 (162.)	1.48 (246.)	1.45 (240.)	
	サンプル数 N		9119	9189	8023	6817	6159	5736	5592	5734	6358	7346	8429	8707
	鉄道 OD の再現性	タ 推 計 時 パラ メ ー R a b RMSE	R	0.97	0.97	0.96	0.91	0.90	0.92	0.93	0.93	0.94	0.95	0.94
a			0.94	0.93	0.91	0.89	0.93	0.94	0.91	0.92	0.94	0.97	0.94	0.92
b			16.39	19.23	13.70	9.69	6.61	4.80	7.61	6.18	5.92	3.95	9.99	14.52
RMSE			167.5	172.4	114.3	94.35	83.85	72.23	80.87	78.77	89.12	91.41	135.3	138.5
配 分 結 果 統 合 均 衡	R a b RMSE	R	0.98	0.98	0.96	0.92	0.91	0.93	0.94	0.93	0.94	0.95	0.95	0.96
		a	0.99	0.98	0.95	0.94	0.93	0.95	0.92	0.94	0.95	0.98	0.97	0.97
		b	16.93	20.15	12.45	8.14	5.81	3.58	5.51	4.87	5.21	4.70	11.25	14.85
		RMSE	144.8	148.4	98.50	78.11	67.90	56.33	63.74	63.11	74.66	82.20	120.7	120.6
自 動 車 O D の 再 現 性	タ 推 計 時 パラ メ ー R a b RMSE	R	0.74	0.67	0.69	0.85	0.89	0.89	0.90	0.90	0.86	0.85	0.82	0.75
		a	0.47	0.44	0.46	0.61	0.64	0.64	0.73	0.72	0.63	0.58	0.55	0.49
		b	40.99	40.33	27.45	23.80	20.86	19.14	18.17	18.96	22.20	23.27	33.45	35.78
		RMSE	167.5	172.4	114.3	94.35	83.85	72.23	80.87	78.77	89.12	91.41	135.3	138.5
配 分 結 果 統 合 均 衡	R a b RMSE	R	0.85	0.81	0.77	0.88	0.89	0.90	0.90	0.91	0.86	0.85	0.86	0.83
		a	0.50	0.46	0.45	0.61	0.66	0.66	0.73	0.71	0.63	0.58	0.56	0.51
		b	23.29	22.83	17.34	13.48	11.39	9.82	8.94	9.61	12.89	15.68	22.31	22.97
		RMSE	144.9	148.5	99.11	78.60	68.31	56.67	64.12	63.49	75.10	82.69	121.4	121.4
サンプル数 N		3125	3011	2545	2515	2366	2138	2248	2302	2396	2621	3006	3066	
自 動 車 O D 時 間 の 再 現 性	固 定 R a b RMSE	R	0.69	0.66	0.69	0.68	0.64	0.64	0.64	0.63	0.66	0.67	0.65	0.66
		a	0.73	0.59	0.52	0.49	0.43	0.40	0.44	0.44	0.46	0.48	0.54	0.52
		b	17.12	21.32	21.84	23.09	23.76	21.49	22.27	22.93	21.78	21.62	22.15	20.56
		RMSE	29.64	32.55	34.73	36.77	40.95	44.04	40.47	40.82	39.07	39.67	36.36	35.24
統 合 R a b RMSE	R	0.76	0.73	0.73	0.71	0.67	0.66	0.66	0.64	0.68	0.69	0.70	0.70	
	a	0.79	0.67	0.57	0.53	0.45	0.42	0.46	0.46	0.47	0.50	0.59	0.59	
	b	15.06	20.56	21.89	23.30	24.01	21.91	22.77	23.49	22.48	22.26	22.63	20.72	
	RMSE	25.92	29.08	32.17	34.56	38.94	42.52	39.14	39.53	37.79	37.88	33.16	32.15	
サンプル数 N		1498	1498	1498	1498	1498	1498	1498	1498	1498	1498	1498	1498	
交 通 量 の 再 現 性	固 定 R a b RMSE	R	0.66	0.67	0.73	0.73	0.73	0.73	0.72	0.73	0.73	0.74	0.68	0.68
		a	0.68	0.67	0.65	0.67	0.62	0.56	0.63	0.62	0.59	0.61	0.63	0.63
		b	602.7	511.1	295.6	300.3	218.8	126.4	181.6	175.4	224.3	225.9	442.8	388.6
		RMSE	1194.	1095.	966.0	954.1	967.8	982.7	949.0	990.6	1020.	1039.	1095.	1032.
統 合 R a b RMSE	R	0.69	0.71	0.75	0.75	0.75	0.76	0.74	0.75	0.75	0.75	0.72	0.73	
	a	0.80	0.86	0.84	0.85	0.79	0.72	0.77	0.75	0.71	0.74	0.81	0.85	
	b	546.6	406.7	214.1	214.4	135.6	52.4	102.8	107.0	156.4	179.7	360.	287.1	
	RMSE	1230.	1174.	998.2	987.5	943.4	903.9	924.9	958.2	976.1	987.8	1110.	1062.	

観測値と推定値の相関係数 R, 回帰直線の傾き a, 切片 b.

(2)式における Ψ_{rs} は、手段選択の要因のうち鉄道と自動車の費用差以外を表現するダミー変数であるが、今回の場合、広範囲の都市圏を対象にするため駐車場料金などの地域差が大きいと考えられる。そこで、およそ図-7に示すように山手線内のゾーン、23区ゾーン、およそ国道16号線

以内のゾーン、以上3区分の地域について、発、着別にダミー変数を設定した。例えば、[発山手]ダミーは、発ゾーンが山手線内のゾーンの時に1それ以外では0をとる。

昼間の1時間ごとの推定結果を表-3上段に示す。すべての変数は有意であり、符号も妥当である。ダミー変数は、値が大きいほど鉄道が有利になる設定であるが、朝の都心着ダミーと、夕方の都心発ダミーが高い値を示し、鉄道利用の通勤客の存在を表現している。

表-3中段には、これらのパラメータを用いて、手段分担過程のみを単独で推計した際の手段別ODの再現性と、分担配分統合モデルで同時均衡解を求めた結果における手段別ODの再現性を示す。表3下段には、固定需要、統合モデルそれぞれの自動車OD時間の再現性、リンク交通量の再現性を示す。各種指標とも同時均衡解の結果が、より再現性が高い傾向にある。

また、東京圏における自動車交通は、貨物車類が4割弱を占めており、モデルでの適切な扱いが不可欠である。なぜならば、貨物車類の輸送は鉄道へ転換するとは考えにくく、また、大気汚染物質の排出原単位も乗用車とは大きく異なるためである。そこで、本研究では、乗用車類と貨物車類の2車種を区別し、貨物

車類は鉄道への転換は不可とする設定し、緩和法による車種別均衡計算を行っている。

5.3. 混雑料金政策の評価

この分担配分統合モデルを用いて環七通りを境界(図-6)に7~19時の時間帯にコードプライシング(700円と1500円)を実施する政策の効果を

分析した。結果の一例を図-8、表-4 に示す。固定需要モデルは、利用者が経路の変更のみを行うことを想定した場合に相当する。統合モデルでは、さらに鉄道への転換も考慮しているため、効果はそれだけ高い¹¹⁾。特に、固定モデルでは、コードン外側地域で迂回交通により交通量が増加しているが、統合モデルでは、その影響は小さい(図-8)。

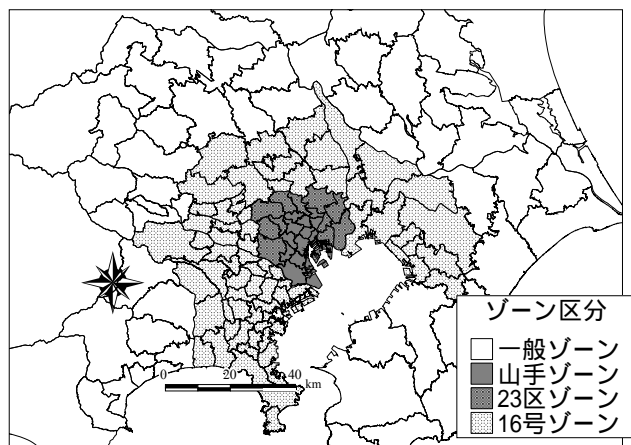


図-7 ゾーン図

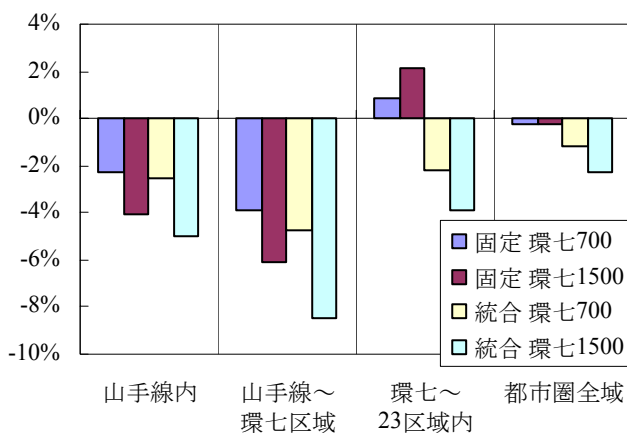


図-8 地域ごとの総走行台キロの変化

表-4 都市圏全域における年間排出ガス削減量(t)

	固定 700	固定 1500	統合 700	統合 1500
NO _x	-115	-82	-375	-622
CO ₂	-4812 (-0.14%)	-2474 (-0.7%)	-49,509 (-1.3%)	-91,334 (-2.4%)

6. 結論

現実の都市圏における混雑料金政策の分析では、利用者の経路の変更、自動車から鉄道へ機関

転換する利用者の存在を表現したモデルが必要とされる。本研究では、これらを表現可能な分担配分統合モデルを作成し、政策分析を行った。同時に、現実都市では無視できない渋滞現象の表現法、ゾーンの影響に関する既存の問題点の分析およびその解決策の提示を行った。

今後の課題として、5.の分析に関して、4.で述べた渋滞考慮型モデルおよび、3.で開発したモデルの組み込み、出発時刻選択モデルとの統合などが挙げられる。また、渋滞を明示的に表現できるマクロ交通流シミュレーションによる計算結果との比較も望まれる。

参考文献

- Hills, P.: Road congestion pricing: When is it a good policy? A comment, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 27, pp. 91-99, 1993.
- Yang, H. and Huang, H.: Principle of marginal-cost pricing: How does it work in a general road network?, *Transportation Research*, Vol. 32A, No.1 pp. 45-54, 1998.
- Daganzo, C. F.: Network representation, continuum approximations and a solution to the spatial aggregation problem of traffic assignment, *Transportation Research*, Vol. 14B, pp. 229-239, 1980.
- 円山琢也, 室町泰徳, 原田昇, 太田勝敏: コネクターコストの確率分布を考慮した交通ネットワークモデルの開発と鉄道経路・駅選択モデルへの適用, *土木計画学研究・講演集*, No.23(2), pp. 681-684, 2000.
- 円山琢也, 室町泰徳, 原田昇, 太田勝敏: 渋滞発生下におけるリンクコスト関数の形状に関する考察, *土木学会第56回年次学術講演会講演概要集第IV部*, 2001, 投稿中.
- 赤松隆, 牧野幸雄, 高橋栄行: 時間帯別 OD 需要とリンクでの渋滞を内生化した準動的な交通配分, *土木計画学研究・論文集*, No.15, pp. 535-545, 1998.
- 文世一: 超混雑の経済学的分析に関する一考察, *高速道路と自動車*, 第36巻, 第9号, pp. 16-22, 1993.
- 円山琢也, 室町泰徳, 原田昇, 太田勝敏: 渋滞を内生化した準動的な交通均衡配分モデルの有効性に関する実証的検討, 第20回交通工学研究発表会論文報告集, pp. 181-184, 2000.
- 奥平剛次, 室町泰徳, 原田昇, 太田勝敏: 東京圏の自動車交通による排出ガス削減施策の効果分析, 第20回交通工学研究発表会論文報告集, pp. 221-224, 2000.
- Maruyama, T., Muromachi, Y., Harata, N., and Ohta, K.: The combined modal split/assignment model in the Tokyo metropolitan area, submitted to *Journal of Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 2001.
- 円山琢也, 室町泰徳, 原田昇, 太田勝敏: 分担配分統合モデルを用いた東京圏における混雑料金政策評価, 第21回交通工学研究発表会論文報告集, 2001, 投稿中.