

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 6月 5日現在

機関番号：13901

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2010 ～ 2012

課題番号：22760388

研究課題名（和文）

交通手段間での経路選択行動の相互干渉を考慮した都市道路網の再整備

研究課題名（英文）

Evaluation of road network considering the interference of route choice behaviors

研究代表者

三輪 富生 (MIWA TOMIO)

名古屋大学・エコトピア科学研究所・准教授

研究者番号：60422763

研究成果の概要（和文）：道路網上での経路選択行動の分析は、詳細な交通計画を行う上で極めて重要である。特に、異なる交通手段間での相互干渉やトリップ中での経路変更などは、これまでは十分に分析されてこなかった。本研究では GPS データを用いて経路選択行動を詳細に分析するとともに、交通シミュレータを開発しこれを用いて道路整備効果を分析した。分析の結果から、現在名古屋市で進められている自転車走行空間の整備は経路変更には影響を与えるが、環境負荷を低減させるほどの交通手段変更は促せないこと、高速道路上への貨物車専用レーンの設置は総所要時間を大きく減少させる効果があることなどが示された。

研究成果の概要（英文）：Analyses of route choice behavior on road network is crucial for transportation planning. Especially, the interactions among different transportation modes and route switching behavior during a trip have not been studied deeply. In this research, route choice behavior is analyzed by using GPS data and the effect of road network maintenance was evaluated by using traffic simulation tool which was developed by this research. The results show that the construction of bike lanes will little influence on mode changes, but will influence on bike users' route change. Additionally, it is shown that the introduction of automated truck lane can reduce total travel time on road network.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2011年度	900,000	270,000	1,170,000
2012年度	900,000	270,000	1,170,000
総計	3,100,000	930,000	4,030,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学・交通計画学

キーワード：交通計画，経路選択行動分析

## 1. 研究開始当初の背景

通常、道路網上での経路選択行動は、交通手段ごとに単独に扱われ、経路選択行動における交通手段間の相互干渉はほとんど考慮されていない。これは、歩行者・自転車と自動車は、現在のところ、道路網上の走行位置が実質的に分離されていることや、経路選択

行動への各要因の影響度合いが交通手段によって異なること、経路選択行動の観測と分析の困難さなどが理由である。しかし、近年の自転車利用の見直しに伴う自転車利用者の増加や、環境影響の小さな道路交通システムの実現の必要性から、様々な利用者が混在する道路網のサービスレベルを向上させる

ような、道路網整備のあり方を検討する必要がある。

## 2. 研究の目的

本研究では、上記のような背景から、本研究では経路選択行動のモデル化と交通シミュレーションツールの開発する。また、現実的な道路ネットワークを対象として、構築したモデルを用いた、より具体的な知見を得ることを目的とする。また、特に、以下の3つの点について分析する。

- (1) 自転車利用者の経路選択行動のモデル化と自転車走行空間整備効果の分析
- (2) 交通流シミュレータの開発とトラック自動走行レーンの整備効果の分析
- (3) GPSデータを用いた経路選択行動の詳細分析

## 3. 研究の方法

- (1) 自転車利用者の経路選択行動のモデル化と自転車走行空間整備効果の分析

自転車利用者に対してアンケート調査を実施し、これを用いて自転車利用者の経路選択行動をモデル化する。さらに、パーソントリップ調査データを用いて、これを交通手段選択行動を考慮したモデルへと拡張する。構築した行動モデルを内生化した統合型交通均衡配分モデルを構築し、名古屋市の実道路ネットワークに適用することで、自転車走行空間の整備効果を分析する。

- (2) 交通流シミュレータの開発とトラック自動走行レーンの整備効果の分析

トラックと普通車のように同じ道路空間を共有する車種間の相互干渉を分析することを可能とする交通流シミュレータを開発する。特に、大規模な道路ネットワークにも適用できるよう、ミクロシミュレータとメソシミュレータを結合したハイブリッドタイプのシミュレータとする。これを用いて、新東名・名神高速道路へのトラック自動走行レーンを設置した場合の整備効果を分析する。

- (3) GPSデータを用いた経路選択行動の詳細分析

過去の研究では、経路選択行動の把握にはアンケートデータを用いることが多いが、本研究ではGPSデータを用いることで、より詳細な経路選択行動のモデル化を試みる。特に、一般市民から収集したプローブカーデータを用い、トリップ中の経路変更行動やトリップ回数と経路選択行動における嗜好の差異、移動中の利用可能経路集合の変化について、従来の研究では明らかとされていなかった新たな知見を得る。分析にあたっては、効用最大化理論に基づく離散選択モデルを適用する。この際、トリップ中の意思決定の発生や移動者が認知する経路選択肢集合など、観測できない行動をモデル化するため、潜在

クラスモデルを適用する。

## 4. 研究成果

- (1) 自転車利用者の経路選択行動のモデル化と自転車走行空間整備効果の分析

- 1) 自転車走行空間の利用意向に関するアンケート調査

研究対象とした名古屋市では、周辺道路からの自転車交通を集約する幹線路線（コリドール線）を自転車走行空間の重点的な整備路線としている。本研究では、この整備計画路線配置や道路勾配を考慮しつつ選定した地域に対して、4000票のアンケートを配布した。調査内容は、世帯および個人属性、普段の自転車利用状況、自転車走行空間が新たに整備された場合の利用意向を問うSP調査などである。1229票（回収率30.7%）が回収（郵送）されたが、普段の利用経路が回答された1077票を有効サンプルとした（有効回収率26.9%）。



図1 名古屋の自転車走行空間整備状況

得られたアンケート調査結果からは、B車道脇にカラー舗装<A歩道上での整備<C車道脇にガードレール等を用いて整備<D1車線分を転用して整備、の順で自転車走行空間の利用意向が高くなることが示された。

- 2) 自転車走行空間の利用を考慮した経路選択モデル

アンケート調査データから、自転車利用時の経路選択行動モデルを構築した。この際、実際には整備されていない自転車走行空間の選択意向を考慮するため、普段の経路選択行動とSP調査に対する回答を同時に用いたRP/SPモデルを適用した。モデル構築結果からは、SPモデルではRPモデルより誤差項が卓越していることが示された。

さらに、上記のモデルと中京都市圏パーソントリップ調査データを用いて、交通手段選択-経路選択に関するネスティッドロジットモデルを構築した。構築にあたっては、自転車の鉄道駅までのアクセス時の利用を再現するため、詳細な鉄道利用経路を明示的に

扱った。

### 3) 自転車走行空間の需要予測分析

構築した行動モデルを用い、自転車走行空間整備後の交通状況変化を把握するため、統合型交通均衡配分モデルを構築した。また、これを名古屋市およびその周辺地域に適用した。名古屋市では、総延長 97 kmの自転車走行空間を整備予定であるが、平成 21 年度までに既にその 67%が整備済みである。これまでの自転車走行空間はほぼすべてが歩道上での整備である。本研究では、残りの 33%の自転車走行空間を、上記の A~D のそれぞれの形態で整備した場合の交通状況変化を分析した。

分析の結果から、自転車利用トリップは最大でも 2.4%程度しか変化しないこと、自動車や鉄道など他の交通手段の利用シェアには大きな変化を与えないことが示された。ただし、各道路の自転車交通量は大きく変化し、自転車走行空間の整備路線やその周辺、特に道路勾配の激しい名古屋市東部で大きな増加がみられた。このことから、今後の自転車走行空間の整備により自転車走行空間のネットワーク化が進むことで、勾配の大きな地域で自転車利用の負の効用が緩和されることが示唆された。

表 1 自転車走行空間整備とトリップ数変化

		(単位:トリップ) <2010年比>				
		自動車	鉄道	バス	徒歩	自転車
現況	2010年	300,978	212,217	46,765	272,423	185,251
将来	Case A	299,230 <0.994>	212,596 <1.002>	46,814 <1.001>	272,434 <1.000>	186,559 <1.007>
	Case C	298,868 <0.993>	211,816 <0.998>	46,701 <0.999>	272,377 <1.000>	187,870 <1.014>
	Case D	298,062 <0.990>	211,065 <0.995>	46,555 <0.996>	272,328 <1.000>	189,622 <1.024>
	Case D	296,657 (速度20%UP) <0.986>	208,385 <0.982>	46,167 <0.987>	272,154 <0.999>	194,270 <1.049>

## (2) 交通流シミュレータの開発とトラック自動走行レーンの整備効果の分析

### 1) ハイブリッド型シミュレータの開発

高速道路網上の性能の異なる車種間の相互干渉を考慮するためには、詳細な車両挙動を再現するための交通流市シミュレータが必要である。しかし道路空間を変更した場合には、高速道路交通量が大きく変化するため、一般道路を含めた大規模な道路ネットワークを対象とする必要がある。そこで、本研究では、高速道路上はマイクロシミュレータ、一般道路上はメソシミュレータを適用する、ハイブリッド型のシミュレータを開発した。これにより、高速道路上においては追従挙動や車線変更などの詳細な交通状況を再現できる。一方、一般道はそれほど詳細な挙動は再現できないが、高速道路上の交通サービスレベルの変化に応じた交通需要の変化を取り扱うことが可能となる。

### 2) 分析対象と使用データ

分析の対象は、新東名・名神高速道路を全区間を6車線で整備し、両側1車線ずつ(中央側)をトラック自動走行レーンとするものである。その場合の広域的な交通流動の変化や、高速道路上の走行時間短縮効果等を分析した。

トラック自動走行レーンは、これを利用することで所要時間を短縮できる場合に貨物車が利用することとし、料金は通常の高速道路利用時と同じとしている。また高速道路流に同時に流入する貨物車は隊列を形成することとし、隊列内車間距離および隊列間の最小距離は6mとした。また、道路ネットワークは、国土交通省中部地方整備局管内の配分ネットワークをベースにした、平成32年の道路網である。一般道路上のリンク数は15,489、高速道路上のリンク数は1,077である(図2)。ODデータは、中部地方整備局より借用した平成42年将来OD表に、道路関係四公団民営化推進委員会資料(第20回参考資料)から算出した平成42→平成32への割戻し率を乗ずることにより、平成32年OD表を作成した。

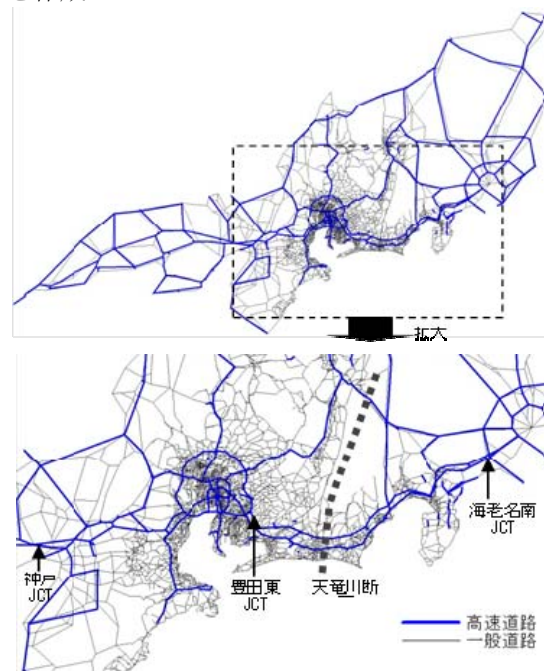


図 2 シミュレーション用道路ネットワーク

### 3) 分析結果

分析にあたっては、計画では4車線区間と6車線区間が混在する新東名・名神高速道路を、全区間で6車線にした場合と、さらに中央側1車線ずつをトラック自動走行レーンにした場合の2ケースを検討した。

交通状況の変化では、全区間を6車線とした場合やトラック自動走行レーンを導入した場合には、中央自動車道や現東名高速道路、名古屋高速道路から新東名高速道路への交



通量が移動することが示された。この結果は、新東名・名神高速道路のみを分析対象としていた既往研究では示されなかった点である。また、大型車混入率の変化から、トラック自動走行レーンを導入することで、一般レーンの大型車混入率が大幅に減少し、その結果交通流の整流化が促進されることが示された。

また、総所要時間の変化からは、全区間を6車線で整備することで昼間の交通渋滞による走行時間増を大幅に削減できること、トラック自動走行レーンの導入によりさらにその効果が見込めることが示された(図3)。

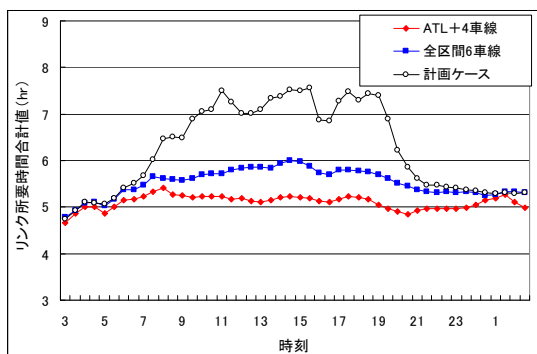


図3 トラック自動走行レーンの整備による所要時間変化(一般車線, 海老名南 JCT→神戸 JCT)

### (3) GPSデータを用いた経路選択行動の詳細分析

#### 1) トリップ中の意思決定を考慮した動的な経路選択行動の分析

ここでは中国北京市で収集されたタクシードライバーデータを用いて分析を行う。プローブカーデータはトリップ中に走行した経路を正確に把握できるが、トリップ中に経路変更を行ったか、また経路変更に関する意思決定を行ったかどうかについては情報を与えない。そこで分析モデルは、トリップ中の意思決定発生の有無を考慮した潜在クラスモデルとした。本研究ではさらに、プローブカーデータを集計しリンク旅行時間の相関関係をベイジアンネットワークモデルで表現することで、トリップ中の交通状況変化をとそれに対するドライバーの反応を考慮している。

分析の結果から、多くの交通シミュレータでの仮定とは異なり、ドライバーはすべての交差点で意思決定を行うわけではなく、当初予想した旅行時間とトリップ中に実現した旅行時間の差異によって意思決定が誘発されていることが示された。このため、ドライバーの意思決定の発生確率を考慮することで、交通シミュレータ等の現況再現性や交通情報提供の効果評価がより詳細に分析可能となることを示された。

#### 2) トリップ経験と経路選択行動の関連分析

ここでの分析では、愛知県豊田市で一般ドライバーを被験者として収集されたプローブカーデータを用いて分析を行った。特に、同一 OD ペア間でのトリップ実施回数と経路選択行動との関連を分析した。

分析の結果から、同じ OD ペアでの走行経験は効用のばらつきを低下させることや、所要時間等への感度も変化させることが示された。このため、トリップ経験が豊富なドライバーで構成される平日と、それほど経験が豊富でない休日とでは、交通情報の提供効果が異なることが示唆された。

#### 3) トリップ中の経路選択肢集合の変化に関する分析

ここでの分析でも、愛知県豊田市で一般ドライバーを対象として収集されたプローブカーデータを用いた。ここでは、豊田市中心市街地を取り囲む約 1.0 km×0.5 kmの道路網を対象として、そこに流入するまでの走行距離および流出後の走行距離と、対象エリア内での走行経路の関係をモデル化する。ここでも、ドライバーの認知する経路選択肢集合は観測しえないため、経路選択肢集合を潜在変数として扱った最尤推定を行った。

分析の結果から、ドライバーが認知する経路選択肢集合は、起点や終点に近いほど多くの経路で構成されており、特に終点に近い位置にあるほど多くの経路を選択対象として認知していることが示された。また、起点や終点から比較的距離がある場合は、それほど多くの経路を比較対象としていないことが示された。これらの知見は直観とも一致しており、特にこれを実証的に示したことが新たな知見である。

### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 10 件)

- ① Sun, X., Miwa, T., Yamamoto, T. and Morikawa, T.: A Simulation Study of Environmental Impact of Automated Truck Lanes on Intercity Expressways, Proceedings of ICTTS 2010, pp. 959-968, 2010. (査読有)
- ② 金森亮, 森川高行, 三輪富生, 左志: マルチクラス統合均衡モデルを用いたパッケージ施策の導入評価, 第 30 回交通工学研究発表会論文集, pp. 309-312, 2010, 9 月. (査読有)
- ③ Miwa, T., Okada, Y. and Morikawa, T.: Applying a structured dispersion parameter to multi-class stochastic user equilibrium assignment model, Transportation research record:

Journal of the Transportation research board, No.2196, pp.142-149, 2010. (査読有)

- ④ 三輪富生, 孫迅, 森川高行: 統合型交通シミュレータを用いた貨物車自動走行レーンに関する基礎的研究, 高速道路と自動車, 3月号 (Vol. 54, No. 3), pp. 33-41, 2011. (査読有)
- ⑤ Sun, X., Miwa, T. and Morikawa, T.: The Impact of Automated Truck Lanes on Intercity Expressways: A Study Using Hybrid Simulator, Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, Volume 11, Issue 3, pp. 32-42, June 2011. (査読有)
- ⑥ 三輪富生, 山本俊行, 森川高行: 名古屋市における自転車走行空間の利用意向調査と整備効果の分析, 都市計画論文集, No. 46-3, pp. 793-798, 2011. (査読有)
- ⑦ Miwa, T., Kiuchi, D., Yamamoto, T. and Morikawa, T.: Development of map matching algorithm for low frequency probe data, Transportation Research Part C, Vol. 22, 132-145, 2012. (査読有)
- ⑧ Li, D., Miwa, T. and Morikawa, T.: Modeling travelers' perception of travel time for dynamic route choice behavior analysis (scientific paper), Proceedings of the 19th ITS World Congress, 2012. (査読有)
- ⑨ Li, D., Miwa, T. and Morikawa, T.: Dynamic route choice behavior analysis considering en-route learning and choice, Transportation research record: Journal of the Transportation research board (in press). (査読有)
- ⑩ Li, D., Miwa, T. and Morikawa, T.: Analysis of route choice using private probe data considering heterogeneity in familiarity to OD pairs, Transportation research record: Journal of the Transportation research board (in press). (査読有)

[学会発表] (計9件)

- ① 三輪富生, 上三垣かおり, 木方千春, 森川高行: 名古屋市地下鉄駅における駐輪場利用行動の調査分析, 第41回土木計画学研究・講演集, Vol. 41, CD-ROM, 2010.
- ② SUN, X., Miwa, T., Yamamoto, T. and Morikawa, T.: A study on travel time impact of automated truck lane on intercity expressways using hybrid simulator, Proceedings of Infrastructure Planning, Vol. 42, CD-ROM, November, 2010.

- ③ 三輪富生, 中井陽平, 寺澤匡史, 森川高行, 山本俊行: 名古屋市における自転車走行空間整備の評価に関する研究, 第43回土木計画学研究・講演集, Vol. 43, CD-ROM, 筑波大学, 2011年5月.
- ④ 平野泰博, 三輪富生: 自転車の利用経路に対する意識に関する基礎的研究, 平成23年度土木学会中部支部研究発表会・講演概要集, CD-ROM, 信州大学, 2012年3月.
- ⑤ Li, D., Miwa, T. and Morikawa, T.: Dynamic Route Choice Behavior Analysis Considering En-route Learning and Choice, The 8th China/Japan Joint Seminar on Urban and Transport Development & Sustainable Urban Transportation Development, August, 2012, Urumqi, China.
- ⑥ Li, D., Miwa, T. and Morikawa, T.: Dynamic route choice behavior analysis considering en-route learning and choice, Presented at 92nd Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington D.C., Jan. 2013.
- ⑦ Li, D., Miwa, T. and Morikawa, T.: Analysis of route choice using private probe data considering heterogeneity in familiarity to OD pairs, Presented at 92nd Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington D.C., Jan. 2013.
- ⑧ Xu, G., Miwa, T. and Morikawa, T.: Analysis of drivers' route choice behavior considering probability choice sets, International Choice Modelling Conference 2013 (accepted).
- ⑨ Li, D., Miwa, T. and Morikawa, T.: Considering en-route choices in utility-based route choice modeling, International Choice Modelling Conference 2013 (accepted).

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

[その他]

ホームページ等 なし

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

三輪 富生 (MIWA TOMIO)

名古屋大学・エコトピア科学研究所・准教授

研究者番号: 60422763

(2) 研究分担者 なし

(3) 連携研究者 なし