

交通ミクロシミュレーションによる 時間帯OD交通量の推計手法の検証

安藤 正幸¹・高山 純一²・中山 晶一郎³

¹正会員 株式会社日本海コンサルタント 技術本部 (〒921-8042 石川県金沢市泉本町二丁目126番地)
E-mail: m-andou@nihonkai.co.jp

²フェロー 金沢大学教授 理工研究域 環境デザイン学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)
E-mail: takayama@t.kanazawa-u.ac.jp

³正会員 金沢大学准教授 理工研究域 環境デザイン学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)
E-mail: snakayama@t.kanazawa-u.ac.jp

市街地内において、渋滞緩和や交通需要マネジメントを行うためには、各時間帯の交通需要(OD交通量)を把握する必要がある。時々刻々と変化する交通需要を正確に把握するためにはナンバープレート調査などが必要となり、多大な費用と労力を要する。しかしながら、費用・労力に反し、調査結果は特定のデータであり、普遍性を有するものではない。このため、これまでに時間帯OD交通量の推定手法が多く研究されてきている。

本研究は、既存のOD交通量推計手法により時間帯OD交通量を推定し、近年、様々な検討に利用されている交通ミクロシミュレーションを用いて、リンク交通量・旅行時間・渋滞長の視点から現況の交通状況と推計結果の対比を行い、時間帯OD交通量の推定手法の検証を行うものである。

Key Words : *time zone OD traffic volume estimation, traffic micro simulation, travel behavior observation, travel behavior analysis*

1. 研究の背景

(1) 研究の背景

道路計画においては、物流や移動を主眼とした道路交通網としての量的道路計画と、生活環境の安全性確保、快適性・利便性の向上を主眼とした質的道路計画があると考えられる。

量的道路計画は、高度成長期より順次進められてきており、量的にはかなり整備が進んできている。量的道路計画では、巨視的に地域全体をとらえ、道路網のあるべき姿を検討するものである。このため、代表的な1日の交通需要にもとづき道路計画が用いられている。一般に交通需要は、全国道路街路交通情勢調査(道路交通センサス:以降「センサス」と称す)結果や総合交通体系調査(パーソントリップ調査:以降「PT」と称す)結果によるOD交通量(以降「OD」と称す)を用いる場合が多い。

また近年では、「人間重視の道路創造」が謳われており、人を中心とした安全性、利便性、および快適性が求められ、質的道路計画が求められている。

質的道路計画としては、渋滞の解消による時間信頼

性・利便性の確保や、生活道路への通過車両排除による安全性・快適性の確保および道路空間機能の充実などが挙げられる。

質的道路計画では、比較的狭範囲での計画となるため、微視的な交通状況の把握が課題となり、道路利用者動向を的確に捉える必要がある。たとえば、渋滞対策や生活道路空間の改善およびイベントなどによる道路規制などの検討において、以下の問題があると考えられる。

- センサスODは約5年間隔、PTODは不定期に計測されるため、経年変化に対応できていない
- ゾーン分割が比較的大きいため、交通量の発集地点と発集量を正確に把握することができない。
- 代表的な日の交通量であるため、特異な状況下や特定日の交通需要は不明である。
- 日交通量を表すものであるため、朝夕ピークなど特定の時間帯における交通需要が不明である。

既存OD(センサスOD, PTOD)は、比較的大きな範囲を対象としているため、微視的な検討には不向きであり、利用者動向をリアルに反映するODの推計が必要となる。

2. 研究の目的

都市内の渋滞対策を計画する場合は、日交通量によるODでは、朝夕ピーク時における交通動向が反映されないため、時々刻々と変化する短時間のOD(時間帯OD)を把握する必要がある。

このような要望に応じて、これまで多くの時間帯ODを算出する手法が提案されている。

本研究の目的は、これまでに研究された多様な時間帯OD推計手法について、その理論の整理を行うとともに、交通ミクロシミュレーションを用いて、推定された時間帯ODの検証を行うものである。

3. 既存研究の整理

(1) 既存のOD推計研究の整理

ODの推定は、これまで種々の研究が行われてきており、既存ODを利用するモデル(タイプA)や、観測交通量からODを与えるモデル(タイプB)がある。

タイプAのモデルは、既存ODを観測交通量の値により修正するものであり、定式化方法(目的関数及び制約条件の組合せ)により分類される。自動車1台1台を区別して微視的にとらえ、各道路区間での計算交通量が観測交通量に一致するとしてODの出現が最大となるOD分布を求めるエントロピー最大化法¹²⁾があり、この改良型として、推計OD交通量の総和を未知数として定式化を行う改良Willumsen法³⁾がある。

また、既存のODを道路区間で実測値により修正する残差平方和最小化モデル⁴⁵⁾がある。飯田⁶⁾は、リンクフローの計算値と観測値の残差平方和が最小となるモデルの定式化によりODを推計する方法を提案した。その後、Dial法⁷⁾を導入し、経路選択問題を内生化したモデル⁸⁾や一重制約型重力モデルで定式化したモデル⁹⁾へと改良されている。近年では、残差平方和最小化モデルを応用した既存ODの時点修正法¹⁰⁾やセンサスODのBゾーンへ適用した逆推計モデル¹¹⁾がある。

一方、タイプBには、交通量観測値から重力モデル式のパラメータを推定する手法や交差点分岐率を用いた吸収マルコフ連鎖によるOD推計手法がある。

重力モデル式のパラメータを推定する手法としては、D.E.Low¹²⁾がゾーン間交通量を、人口による重力モデル式の線形回帰により解くモデルを作成し、T.Jensen and S.K.Nielsen¹³⁾は、重力モデルのパラメータをAll-or-Nothing法による計算交通量と観測交通量の残差平方和が最小となるように決定する手法を提案した。更に、このモデルをJ.Holm *et. al*¹⁴⁾が改良し、最尤法を用いて重力モデルのパラメータを推定する方法に発展させた。その後、

ODの同時生起確率密度が最大となるODペアを推定するモデル¹⁵⁾が提案された。

また、交差点分岐率による吸収マルコフ連鎖によるOD推計手法は、佐佐木¹⁶⁾が、経路選択は交差点の分岐率に従うと仮定し、吸収マルコフ連鎖を用いたことに始まる。米谷・前島ら¹⁷⁾は、交通量の時間的な変化を求め、単純な交通渋滞現象への適用について考察した。米谷・佐佐木・西藤ら¹⁸⁾は、比較的短距離交通により構成される交通を対象として、分岐率によるマルコフ連鎖の妥当性と、ODの推定を検討している。大矢¹⁹⁾は、交通規制を実施した場合の道路区間交通量の算定において、吸収マルコフ連鎖によるOD推計法の有用性を示している。西井・古屋・坂井ら²⁰⁾は、時間帯別ODを推定し、幹線道路の時間帯別断面交通量分布の算出方法を提案している。高山・杉山ら²¹⁾²³⁾は、都市内の限定した対象地域を設定し、遺伝的アルゴリズム(GA)により交通を発生させ、吸収マルコフ連鎖による経路選択を与え、ODを求める推計法を提案している。さらには、サイクル回路を回避する推計手法²⁴⁾や、経路選択にLOGITモデルを採用した推計法²⁵⁾が提案されているほか、吸収マルコフ連鎖法の精度の研究²⁶⁾が行われている。

(2) 交通ミクロシミュレーションの研究の整理

交通問題へのシミュレーション技法が米国で論じられ始めたのは、1950年頃である。当時、交通シミュレーションの実行方法についての多くの研究がなされ、1960年頃までには、交通ミクロシミュレーションの可能性と有用性が一般に認められ、大規模なシミュレーションプログラムの開発と実証に努力が払われた。その後、非常に多くの交通ミクロシミュレーションが開発・実行されてきた²⁷⁾。

前沢ら²⁸⁾は、ゴールデンウィーク期間の那須高原における那須IC~大型観光施設間の交通量調査データをもとに、交通ミクロシミュレーションを用いて渋滞箇所および発生要因の特定を行った。この結果、渋滞の発生箇所は近接する変形交差点部であり、沿道の出入り交通が本線交通に影響していることが判明した。

羽藤ら²⁹⁾は、移動体通信システムや人工衛星などによって常時更新可能なデータベースを完備した地域防災のための都市空間情報システムにおいて、災害発生時に起きる車線閉塞とその影響を評価するケーススタディを行っている。この結果、交通ミクロシミュレーションは災害情報システムへの適用性が高いことを挙げている。

花房ら³⁰⁾は、浜松市の中心市街地における歩行者動線を確保した交通施策に対する周辺交通へのインパクト評価として、交通ミクロシミュレーションにより自動車交通の円滑性確保と、歩行者のサービスレベルの確保の均衡点の検討を行っている。

高島ら³¹⁾は、交通マイクロシミュレーションを交通安全評価への適用拡張を検討した。検討の結果、交差点の横断歩道の立体化、右折車線設置効果などについて合理的な結果が交通マイクロシミュレーションにより再現できること、および交通マイクロシミュレーションの適用限界が整理できたこと、さらに交通マイクロシミュレーションの結果に、高島の既存研究で示す「走行速度と車間距離の関係による交差点の安全性評価」を適用することにより、交通安全に関する事前評価が可能となることを挙げている。

飯田ら³²⁾は、交通マイクロシミュレーションにおいて交通状況をそのまま提示することは、モデルの透明性を高めることを意味し、この特徴を最大限に活用し、参加型交通計画ツールとして適用することを検討している。

勝浦ら³³⁾は、交通シミュレーションを用いた立体交差施工場所の車両走行状態をシミュレートし、社会的損失の算出を行った。この結果、施工期間の短縮は、社会的損失を改善する割合が高いこと、および施工期間中に車線数を多く、かつ右折帯を長く確保できる工法は、社会的損失額を低下させられることを定量的に算出している。

4. 使用するデータ

研究に用いるデータは、石川県金沢市尾張町地区におけるヘリコプターによる空撮ビデオ調査データである。金沢市尾張町地区における空撮ビデオ調査は、平日の朝ピーク時において、市街地内を通行する自動車の経路選択行動を上空でホバリングしたヘリコプターからビデオ撮影し、解析したものである。金沢市尾張町地区における空撮ビデオ調査範囲を図-1に示す。また、調査対象箇所モデル図を図-2に示す。



図-1 金沢市尾張町地区における調査対象エリア

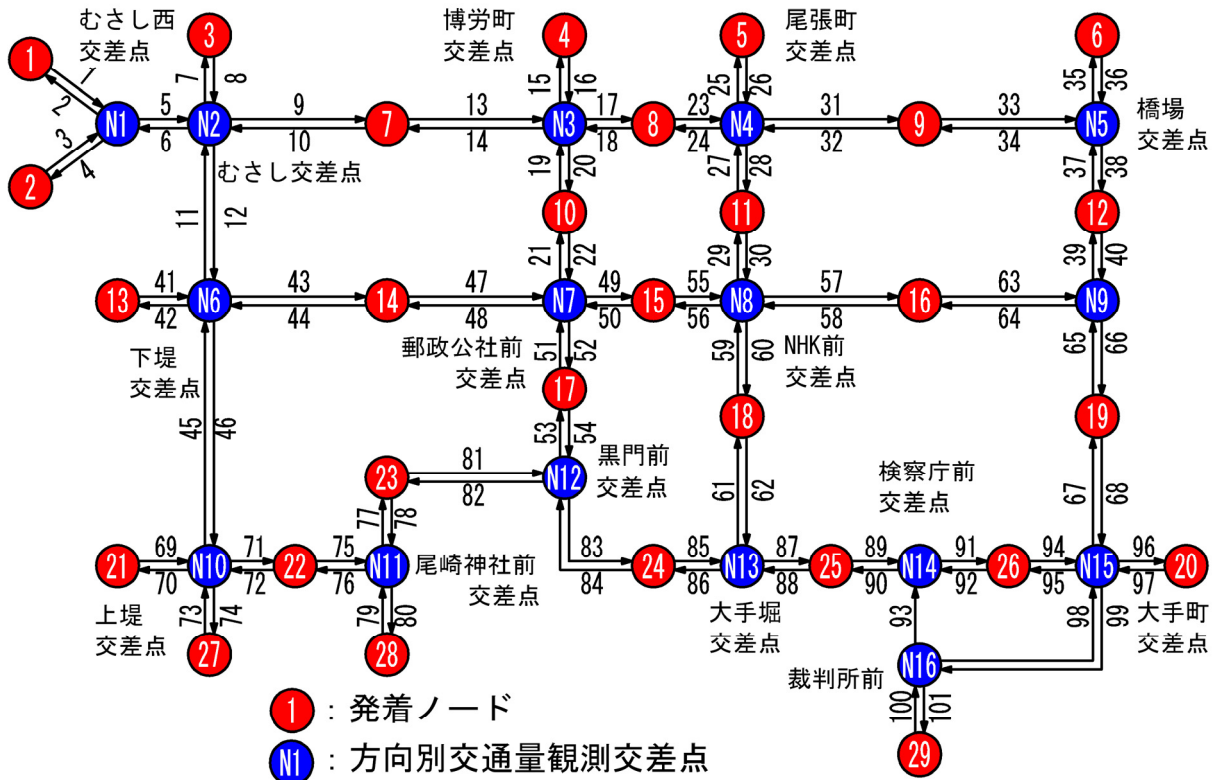


図-2 調査対象箇所のモデル図

表-1 金沢市尾張町地区における調査の概要表

調査日	調査日:平成22年9月30日(木)
調査時間	午前7時50分～午前8時50分
調査区域	石川県金沢市尾張町地区
調査地点	A=43.2ha(720m×600m)
調査方法	ヘリコプター2機によるビデオ撮影

(1) 調査の概要

当該調査の概要は、表-1に示す通りである。

(2) 観測データの整理

撮影されたビデオより、車両が発生(流入)した時点で当該車両を追跡し、車種(小型・大型)、発地点と発時刻・通過地点および着地点と着時刻を記録する。なお、録画時間が1時間であるため、発地点で車両が確認されたが、着地点への到達以前に録画が終了している場合は、集計から控除した。

5. 研究の方法

研究の流れは、以下に示すとおりとする。

- (1)既存のセンサスOD(H17観測)およびPTOD(H19観測)から時間帯OD交通量を推定する。
- (2)推定された時間帯OD交通量に対して、エントロピー最大化モデルおよび残差平方和最小化モデルを用いて、現時点(H22)における時間帯OD交通量を推定する。
- (3)また、観測された交差点分岐率から、GA吸収マルコフ連鎖によるOD推計手法を用いて時間帯OD交通量を推定する。
- (4)以上により、推定された5つの時間帯OD交通量と観測された時間帯OD交通量を用いて、交通マイクロシミュレーションを実施する。
- (5)観測されたリンク交通量、平均旅行速度、交差点部における滞留長の視点で、シミュレーション結果を観測値と比較し、OD推計手法の検証を行う。

謝辞：本研究で使用したデータは、金沢河川国道事務所のご厚意により、貴重な空撮ビデオデータの提供をいただいた。ここに記して、感謝を申し上げたい。

参考文献

- 1) H.J.Van Zuylen and L.G.Willumsen :The most likely trip matrix estimated from traffic counts, Transpn. Res.-B, Vol.14B, pp.281-293, 1980.
- 2) D.Van Vliet and L.G.Willumsen :Validation of the ME2 model for estimating trip matrices from traffic Counts, Proceedings of the 8th International Symposium on Transportation and Traffic Theory,1981.
- 3) 飯田恭敬, 高山純一, 小林光二:リンク観測交通量を用いたエントロピー最大化による道路網交通需要推計法, 土木計画学研究・講演集, No.9, pp441-448, 1986.
- 4) 高山純一, 飯田恭敬:リンク観測交通量を用いた残差平方和最小化による交通需要推計法, 第 40 回土木学会年次学術講演概要集, 第 部, pp407-408,1985.
- 5) 飯田恭敬, 高山純一:リンクフローによる OD 交通量推計モデル, 第 18 回土木計画学講習会テキスト, pp97-118, 1987.
- 6) 飯田恭敬:発生交通量のみを变量とした実測交通量による交通需要推計法,土木学会論文報告集, 第 283号,pp.95-104,1974.
- 7) Robert B. Dial:A probabilistic multipath traffic assignment Model which obviates path enumeration, Transpn. Res. , Vol.5, pp.83-111, 1970.
- 8) 飯田恭敬,高山純一,金井一二,水口玲二:Dial 確率配分法を導入したリンク交通量による道路網交通需要推計法,都市計画別冊, 第 19号,pp.13-18,1984.
- 9) 飯田恭敬, 高山純一:リンクフロー観測値を用いた一重制約型重力モデルによる OD 交通量推計法, 交通工学, Vol.26 No.1, pp27-29,1991.
- 10) 立石亮祐, 寺澤善理, 渡辺義則:観測交通量による OD 交通量の簡便的な時点修正に関する検討, 第 29 回交通工学研究発表会論文集, NO.60, pp237-240, 2009.
- 11) 前田友宏, 飯田恭敬, 倉内文孝, 上坂克巳:B ゾーンベースによる OD 交通量逆推定モデルの実際適用性, 第 29 回交通工学研究発表会論文集, NO.61, pp241-244, 2009.
- 12) Low,D.E.: A new approach to transportation systems modeling, Traffic Quarterly,pp.391-404,1972.
- 13) Jensen, T.and S.K. Nielsen: Calibrating GA gravity model and estimating its parameters using traffic volume counts, Proceeding from the English University Traffic Engineer's yearly congress, 1973.
- 14) J.Holm,et al:Calibrating traffic models on Traffic census results only, Traffic Engineering And Control,Vol.17 No.4,pp.137-140,1976.
- 15) 井上博司:交通量調査資料を用いた OD 交通量の統計的推計法,土木学会論文報告集, 第 332号, pp.85-94, 1983.
- 16) 佐佐木綱:吸収マルコフ過程による交通量配分理論, 土木学会論文集, No.121, pp28-32, 1965.
- 17) 米谷栄二, 前島忠文:連続マルコフ過程による交通量の時間的变化についての考察, 交通工学, No.5, Vol.2, pp.11-16, 1967.
- 18) 米谷栄二, 佐佐木綱, 西藤立雄:マルコフ連鎖による OD 交通量の推定, 土木学会論文集, No.129, pp.15-22, 1966.

- 19) 大矢正樹：吸収マルコフ連鎖を利用した交通規制実施の影響評価，土木計画学研究・講演集，Vol.4，pp.430-433，1982.
- 20) 西井和夫，古屋秀樹，坂井努：時間軸を考慮したマルコフ連鎖モデルによる観光周遊行動分析，交通工学，Vol.5，No.17，pp.21-30，1996.
- 21) 高山純一，足立義幸，飯田恭敬：遺伝的アルゴリズムを用いた吸収マルコフ連鎖による観測交通量からの簡易 OD 推計法，土木学会年次学術講演会講演概要集 第 4 部，Vol.49，pp.754-755，1994.
- 22) 杉山智美，高山純一，藤岡寛之：GA を用いた吸収マルコフ連鎖による観測交通量からの簡易 OD 推計法の適用性，土木学会年次学術講演会講演概要集 第 4 部，Vol.50，pp.142-143，1995.
- 23) 高山純一，杉山智美(1997)：吸収マルコフ連鎖を用いた観測交通量からの OD 推計法に関する研究，土木学会論文集，No.569 -36，pp.75-84
- 24) 高山純一，中山晶一郎，八木基徳，赤松隆：サイクリック経路を除去した吸収マルコフモデルによる OD 交通量推計に関する研究，土木学会年次学術講演会講演概要集 第 4 部 Vol.60，pp.4-28，2005.
- 25) 鈴村哲矢，高山純一，中山晶一郎，赤松隆：LOGIT 型配分による吸収マルコフ連鎖を用いた OD 交通量推計に関する研究，土木計画学研究発表会・講演集，Vol.33，2006.
- 26) 鈴村哲矢，高山純一，中山晶一郎，赤松隆：吸収マルコフ連鎖を用いた OD 交通量推計の誤差に関する研究，土木計画学研究発表会・講演集，Vol.34，2007.
- 27) 交通工学研究会：やさしい交通シミュレーション，pp.4，2000.
- 28) 前沢浩史，森本章倫，古池弘隆：交通シミュレーションを用いた観光地の渋滞発生要因に関する研究，土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集，Vol.29，pp.604-605，2002.
- 29) 羽藤英二，三谷卓摩，江川雅代：災害情報システムへのミクロ交通シミュレーションの導入とその方向性，土木計画学研究発表会・講演集，Vol.28，-204，2003.
- 30) 花房比佐友，高橋勝美，堀口良太：中心市街地の交通施策検討における動的交通 シミュレータの適用，土木学会年次学術講演会講演概要集 第 4 部，Vol.55，pp.880-881，2000.
- 31) 高島一彦，古池弘隆，森本章倫：ミクロ交通シミュレーションによる交差点部の安全性評価に関する研究，土木情報利用技術論文集，
- 32) 飯田裕三，森津秀夫，三谷哲雄，野寺寿雄：ミクロ交通シミュレーションの参加型交通計画への適用，土木計画学研究・講演集，No.285，2002.
- 33) 勝浦啓，三橋真人，大波修二，中谷眞二，新田明：交通シミュレーションによる社会的損失の定量評価に関する一考察，土木学会年次学術講演会講演概要集 第4部，Vol.58，pp.741-742，2003.

(2011.8.? 受付)

VERIFICATION OF ESTIMATE METHOD OF TIME ZONE OD TRAFFIC VOLUME BY THE TRAFFIC MICRO SIMULATION

Masayuki ANDOU, Jun-ichi TAKAYAMA and Sho-ichiro NAKAYAMA

It is necessary to understand the traffic demand of each time zone (OD traffic volume) in the urban area to make the congestion easing and to manage the transportation demand. The numberplate investigation etc. are needed to understand the traffic demand that changes hourly accurately, and significant cost and the labor are required. However, the result of the investigation is specific data against the cost and the labor and no one to have universality. Therefore, a lot of estimate methods of the time zone OD traffic volume have been researched so far.

In this study, the time zone OD traffic volume is presumed by an existing OD traffic volume estimate method, and the traffic situation and the estimate result at the current state are compared from the aspect of the link traffic, the travel time, and the congestion length by using the traffic micro simulation used for various examinations recently, and the estimating methods of the time zone OD traffic volume are verified.