

# 交通性能照査のためのトリップ長分布と 沿道土地利用の影響分析

山本 真誉<sup>1</sup>・柳沼 秀樹<sup>2</sup>・寺部 慎太郎<sup>3</sup>・康 楠<sup>4</sup>

<sup>1</sup>学生非会員 東京理科大学大学院 理工学研究科土木工学専攻修士課程

(〒278-8510 千葉県野田市山崎2641) E-mail:7616632@ed.tus.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 東京理科大学 理工学部土木工学科 (〒278-8510 千葉県野田市山崎2641)

E-mail: yaginuma@rs.noda.tus.ac.jp

<sup>3</sup>正会員 東京理科大学 理工学部土木工学科 (〒278-8510 千葉県野田市山崎2641)

E-mail: terabe@rs.tus.ac.jp

<sup>4</sup>正会員 東京理科大学 理工学部土木工学科 (〒278-8510 千葉県野田市山崎2641)

E-mail: kangnan@rs.tus.ac.jp

性能照査型道路設計では、道路の機能区分に応じて担保すべきトリップ長が分離されていることが望ましい。しかしながら、実際の幹線道路では様々な距離のトリップが混在しており、トラフィック機能とアクセス機能が曖昧になっていることが多い。トリップが混在する要因として、規定速度に関係なく沿道施設が点在していることが挙げられているが、沿道状況がトリップ長分布にどれほどの影響を与えるかを定量的に評価する手法は存在しない。本研究では、埼玉県春日部市から千葉県白井市間の国道16号をケーススタディとした2015年10月分のプローブデータと2010年の土地利用現況図からトリップ長分布と沿道土地利用の影響分析を試みる。

**Key Words :** *traffic performance, hierarchical road, probe data, trip length, sparse model*

## 1. はじめに

現在の道路設計は、道路構造令による全国統一規格による整備方針であるが、地域特性や交通需要変動が十分に考慮されていないため、道路の機能区分が不十分である。日本の道路交通の実態としては、都市部の郊外であっても幹線道路には信号制御による平面交差が数多く存在し、沿道には施設が数多く立地しているため、旅行速度は依存として低い状況である<sup>1)</sup>。

性能照査型道路設計では、道路の機能区分を明確にすることが求められている。短距離トリップが施設に進入する際の減速がトラフィック機能の低下を招くため、トラフィック機能重視の道路では長距離トリップ、アクセス機能重視の道路では短距離トリップを走行させるなど、道路の機能区分に応じて分担させることが望ましい。しかしながら、多くの幹線道路では、沿道施設が点在することにより長距離トリップと短距離トリップが混在している<sup>2)</sup>。

トリップ長が混在は、以下のような弊害をもたらす。性能照査では、ピーク時間帯の交通量を交通需要に用いるが、一般道では長距離トリップで業務ト

リップが多く走る道路では昼間ピーク、短距離トリップで通勤・退勤トリップが多く入る道路では朝・夕ピークを用いるように、道路が担保するトリップ長、トリップ目的を考慮した交通需要の設定が必要である。しかしながら、実際の交通需要の発生パターンは、連続的に分布しており、朝ピーク時の終盤から業務トリップが発生する等、異なるトリップ目的やトリップ長等が重ね合わされた交通需要パターンとして観測されており、性能照査型道路設計の概念が達成されていない状況にある。

筆者らの先行研究<sup>3)</sup>では、混合正規分布モデルを援用したトリップ長分布の推定とトリップ長のクラスタリングを行っているが、沿道土地利用との関連性については検証が不十分である。そこで、本論文では、これまでに考慮されていなかった沿道土地利用との関連性を考慮したモデリングを試みる。具体的には、埼玉県春日部市～千葉県白井市を含む5枚の2次メッシュの内の国道16号をケーススタディとして、2015年10月分のプローブデータと2010年の土地利用現況図からトリップ長分布と沿道土地利用の影響分析を考慮したL1罰則項を導入したスパースモデリングにより明らかにする。

## 2. 分析データの概要

### (1) 利用データ

本研究では、(株)ナビタイムジャパンから購入した携帯カーナビプローブデータを使用した。このデータは、同社が提供しているアプリケーション NAVITIME ドライブサポーターもしくは CAR NAVITIME for Smartphone が起動しているときに GPS ログが記録されており、走行車がどの道路にいつ進入して、退出したかが確認できる。また、運転者ごとに日別ユーザーIDと経路IDが付与されており、アプリが終了もしくは同じ地点に15分以上停車するとデータの記録が打ち切れ、再出発時に新たに異なる経路IDがふり直される。データ取得期間は2015年10月の1ヶ月間である。プローブ車両の走行道路は道路ネットワークデータのリンク・ノードデータにマッチングしている。道路ネットワークデータには、走行道路の道路規格など道路情報も含まれている。

### (2) 分析対象地域

本研究の分析対象地域は、埼玉県春日部市から千葉県白井市を含む5枚の2次メッシュとした。その理由として、住宅開発や大規模店舗の開発により、国道16号の交通が増加することで渋滞が頻発していること<sup>4)</sup>、開発により異なるトリップ長の混在が想定されることなどが挙げられる。

分析対象交差点は、1km毎にトリップ長分布を作成しているため、交差点間は1km以上離れており、かつ一般国道、主要地方道、一般都道府県道同士で接続している交差点を選出した。交差点を通過するトリップの判定は交差点の全流入トリップとした。

### (3) 土地利用現況図

沿道に商業用地、住宅用地が点在する場合、私事による短距離トリップ、工業用地が業務による長距離トリップが発生すると想定される<sup>2)</sup>。すなわち、トリップ分布には沿道土地利用が強く関係していると思われる。そこで、沿道土地利用のデータとして土地利用現況図を用いる。土地利用現況図とは、都市における人口、産業、土地利用、交通などの現況及び将来の見通しを定期的に把握するために行われる都市計画基礎調査の調査項目の1つである。本研究では、埼玉県、千葉県、茨城県の3県の平成22年度土地利用現況図のデータを用いる。提供されたデータの土地利用の分類が県によって異なるので、表-1に示すように9分類に統一して分析を行う。なお、土地利用現況図において、土地利用の属性が「不明」の場合は分析対象外とした。

表-1 土地利用現況の分類

	埼玉県	千葉県	茨城県
農地	田	田	田
	畑	畑	畑
		採草放牧地 荒地 耕作放棄地	原野・荒地・牧野
自然地	山林	山林	山林
	水面	水面	水面
	その他の自然地	その他の自然地	その他(海浜等)
住宅用地	住宅用地	住宅用地	住宅用地
			併用住宅用地
商業用地	商業用地	商業用地	商業用地
工業用地	工業用地	工業用地	工業用地
		運輸施設用地	運輸施設用地
公共施設用地	公共施設用地	公共施設用地	公共用地
	その他の公共用地	文教厚生用地	文教厚生用地
		防衛用地	防衛用地
道路用地	道路用地	道路用地	道路用地
交通施設用地	交通施設用地	交通施設用地	鉄道用地
空地	公共空地	オープンスペース	公園・緑地・公共空地
	その他の公共空地	その他の空地	その他の空地
			駐車場用地 ゴルフ場

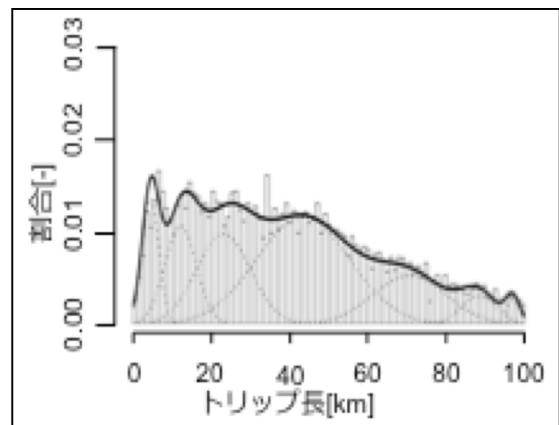


図-1 推定トリップ長構成<sup>3)</sup>

## 3. トリップと土地利用の関係性のモデリング

### (1) トリップ長の選定

本研究では、短距離トリップと長距離トリップの2つに着目して、土地利用との関係性を分析する。

表-2 推定パラメータ<sup>3)</sup>

m	呼塚			白井			小淵			野田市駅入口			若柴		
	$\mu$	$\sigma$	$\pi$	$\mu$	$\sigma$	$\pi$	$\mu$	$\sigma$	$\pi$	$\mu$	$\sigma$	$\pi$	$\mu$	$\sigma$	$\pi$
1	5061	2304	0.093	6050	2828	0.042	4851	1469	0.028	4941	2255	0.057	4425	2193	0.084
2	11420	3920	0.134	19351	7197	0.294	13861	5318	0.216	13404	4673	0.155	12192	4141	0.124
3	23874	7251	0.238	36717	11337	0.429	30738	9629	0.349	27802	9232	0.291	23263	7040	0.194
4	44210	12031	0.351	67019	11637	0.188	57239	13709	0.335	55243	15529	0.419	43802	12129	0.397
5	71493	9596	0.133	89486	4663	0.036	85244	6531	0.058	87276	5918	0.062	71272	9548	0.144
6	90020	4599	0.040	98425	1450	0.011	97814	1812	0.014	97448	1879	0.016	89236	4694	0.041
7	98660	1461	0.010										97963	1837	0.014
相関係数	0.967			0.955			0.923			0.918			0.955		

先行研究<sup>3)</sup>では、混合正規分布モデルによりトリップ長分布の推定と距離帯のクラスタリングを行っており、0-5kmの短距離トリップでは住宅用地、商業用地に影響がされる可能性があることを示した。推定した混合正規分布モデルを図-1に、推定されたパラメータを表-2に示す。図-1、表-2より、80-100kmのトリップは対象となる5つの交差点では変わらないことがわかる。

これより、短距離トリップは第1要素モデル(正規分布)が示す1-5km、長距離トリップは第5-7要素モデルが示す80-100kmのトリップとし、各々の交差点における平均トリップ長を目的変数とした。説明変数は、各交差点の中心ノードを中心とした半径1-5kmの土地利用の面積比とした。本研究では、説明変数が45個と多く、モデル選択が困難を極める。そこで、高次元データから本質的な変数を自動で抽出することのできるスパースモデリングを適用する。

(2) スパースモデリング

スパースモデリングとは、「本質に関わる変数はわずかである」という前提を置き、ほとんどの説明変数の係数を0と考えることで、高次元データからより本質的な変数を自動で抽出することのできる手法である。一般回帰モデルでは目的変数と推定値の誤差の最小二乗法によりパラメータを推定するが、スパースモデリングでは正規化項を加えることで、正規化項も考慮した最小化を行うので、サンプル数に対して説明変数が過剰な状況でも適切な解を得ることができる。正規化項を $f(\theta)$ とし、スパースモデリングの式を式(1)に示す。

$$Q = \sum_1^m (y_i - \theta x_i)^2 + f(\theta) \tag{1}$$

本研究では、一般的に解のスパース性を担保するための条件として使用されるのはL1ノルム最小化法のLASSO (Least Absolute Shrinkage and Selection

表-3 長距離トリップ

定数項	89.04
農耕地(1km)	0.004945
道路(1km)	-0.02955
$\lambda$	0.2945

表-4 短距離トリップ

定数項	2.993
商業用地(1km)	-0.02815
公共施設用地(1km)	-0.01601
空地(1km)	0.002721
商業用地(5km)	0.06254
工業用地(5km)	-0.01528
公共施設用地(5km)	0.01404
$\lambda$	0.02246

Operator) を用いる。L1ノルム最小化法では、 $f(\theta)$ は式(2)のようになる。

$$f(\theta) = \lambda \|\theta\| \tag{2}$$

ただし、正規化項の $\lambda$ が小さすぎるとスパースモデリングの恩恵が得られなくなり、本質と関係ない変数が選択される恐れがある。そこで、最適な $\lambda$ とモデルを得るために、データを検証用データとしてN分割するLeave-One-Out交差検証を用いる。

(3) 考察

短距離トリップと長距離トリップについて、スパースモデリングにより変数選択を行った結果を表-3

および表-4に示す。長距離トリップでは、各交差点の中心ノードから半径1kmの農耕地、道路の面積比が選択された。短距離トリップでは、各交差点の中心ノードから半径1kmの商業用地、公共施設用地、空地、半径5kmの商業用地、工業用地、公共施設用地の面積比が選択された。

長距離トリップにおいて、農耕地が正の値を示しているのは沿道に住宅用地や商業用地が立つ事がなく、残った土地が農耕地に使われている割合が多いためであると思われる。また、道路用地が負の値を示すことから平面交差が少ない道路密度が低いネットワークほど長距離トリップは利用すると思われる。

短距離トリップにおいて、半径5kmの商業用地と公共施設用地が比較的に正に大きいことから、対象地域では商業施設や市役所などの公共施設を目的地とするトリップに短距離トリップが多いと思われる。

#### 4. おわりに

本研究では、トリップ長分布と沿道土地利用を行ったが、沿道土地利用が有意な集計範囲が不明なため、今後、範囲を広めて感度分析も行う。混合正規分布モデルによる推定と属性分けが可能であると示されているので、混合正規分布モデルのパラメータ(平均、分散)とスパースモデリングで有意と出た土地利用との分析をする必要があるが、平均、分散の両方が土地利用に関連すると思われるので、パラメータを同時推定することと、混合数も交差点によって異なるため構造化を行うためには工夫が必要であることが課題である。

#### 参考文献

- 1) 一般社団法人 交通工学研究会:平成 24-26 年度期間研究課題 道路の交通容量とサービスの質に関する研究 最終成果報告書 平成 27 年 8 月
- 2) 葛西 誠,小田 崇徳:一般道サービス水準の考え方と計測法に関する論点整理, 土木計画学研究・講演集 No.47, CD-ROM, 2013
- 3) 山本 真誉, 柳沼 秀樹, 寺部 慎太郎, 康 楠:交通性能照査のための混合正規分布モデルによるトリップ長分布の推定, 土木計画学研究・講演集 No.55, CD-ROM,2017
- 4) 国道 16 号や周辺道路の現状:  
[http://www.ktr.mlit.go.jp/chiba/kashiwa/chiba\\_kashiwa/pdf/v3chiikinogenjou1.pdf](http://www.ktr.mlit.go.jp/chiba/kashiwa/chiba_kashiwa/pdf/v3chiikinogenjou1.pdf)
- 5) 廣瀬 慧:スパースモデリングとモデル選択, 電子情報通信学会, Vol. 99, No. 5, 2016
- 6) 岡本達彦:重力崩壊型超新星の極大等級に関するスパースモデリングを用いた変数選択, 2017
- 7) 中村 英樹,大口 敬:性能照査型道路計画設計の導入に向けて, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.67, No.3, 195-202, 2011.
- 8) 内海 泰輔,中村 英樹,大口 敬:性能照査型道路計画設計における設計交通量の考え方, 土木計画学研究・講演集 No.43, CD-ROM, 2011.
- 9) 金森敬文, 竹之内高志, 村田昇: R で学ぶデータサイエンス 5 パターン認識, pp.36-49, 共立出版, 2009
- 10) 葛西 誠,小田 崇徳:一般道サービス水準の考え方と計測法に関する論点整理, 土木計画学研究・講演集 No.47, CD-ROM, 2013.
- 11) 内海 泰輔,中村 英樹,磯和賢一,渡辺将光:機能に対応した道路計画設計のための交通量変動特性分析, 土木計画学研究・講演集 No.33, CD-ROM, 2006.
- 12) 渡辺将光,内海 泰輔,中村 英樹:年間を通じた時間交通需要変動の再現手法の構築, 土木計画学研究・講演集 No.34, CD-ROM, 2006.
- 13) 内海 泰輔,中村 英樹,大口 敬:性能照査型道路計画設計の考え方と検討課題, 土木計画学研究・講演集 No.35, CD-ROM, 2007.

(2017. 7. 31 受付)