

発生集中・集散通過を考慮した細街路交通量推計手法の開発

小林 貴¹・島川陽一²・鹿島 茂³・加藤正康⁴

¹正会員 中央大学理工学部都市環境学科 (〒112-8551 東京都文京区春日1-13-27)

E-mail:kobayashi@civil.chuo-u.ac.jp

²正会員 サレジオ工業高等専門学校

^{3 4}非会員 中央大学理工学部都市環境学科

本研究では、細街路の集散通過交通の割合を表す幹線道路依存度という指標を定義し、発生集中・集散通過交通を考慮した細街路交通量の推計手法の提案をした。手法に必要な幹線道路依存度を細街路と幹線道路の時間変動の類似性から表現し、幹線道路依存度を道路機能を表す変数で説明するモデルの構築を行った。その結果以下の点を明らかにした。第1に、細街路には、幹線と相関が高い路線と低い路線がある。第2に、幹線依存度を道路機能により説明できる可能性を示した。これにより、従来の細街路交通量の推計手法で用いられてきた土地利用変数や道路機能変数に加え、幹線道路交通量を変数として加えて細街路交通量を推計できる可能性がある。

Key Words : Narrow street Traffic volume estimates method

1 はじめに

自動車起源の温室効果ガス排出量の評価や交通安全の観点から、交通量観測が行われている幹線道路以外の道路（以下細街路と呼ぶ）の交通量推計が求められている。

細街路の交通量推計時には、細街路の交通種別（発生集中交通・通過集散交通）の多様性と空間的広がりといった特性を考慮することが必要となる。交通種別の多様性は、発生集中交通・通過集散交通の割合の違いによるものである。細街路のリンク数は桁違いに多く空間的な広がりが大きいため、土地利用や道路機能といった空間的情報から交通量を推計する手法が有効である。

従来の細街路交通量の推計方法は、地域の土地利用を利用して推計する方法と、自動車輸送統計調査を用いて推計する方法が提案されている。

鹿島ら¹⁾は、土地利用状況や道路機能の変数によって細街路の断面交通量を説明するモデルの構築を行っている。自動車交通からの NO_x 排出量を推計する方法には、航空写真から存在台数を求め、これに平均速度を仮定して交通量を求める方法²⁾や、自動車輸送統計調査

による車籍地ベースの走行台 km から道路交通センサスにより算出した幹線道路の走行 km を引くことで求める方法³⁾が用いられている。

これらの方法は、発生集中交通と通過集散交通の割合を一律であると仮定のもとに構築されている。しかし、前述のとおり細街路の交通種別は多様であると考えられ、発生集中交通と通過集散交通は異なる交通行動により発生することから、分けて考慮する必要があると考える。

本研究では、細街路の集散通過交通の割合を表す幹線道路依存度という指標を定義し、幹線道路依存度と道路機能との関係を示すことで、交通種別の違いを考慮した細街路交通量の推計手法を提案することを目的とする。

具体的には細街路と幹線道路の時間変動の類似性から幹線依存度を表し、道路機能を表す変数で説明するモデルを構築する。

幹線道路依存度を道路機能から表すことができれば、交通種別の多様な細街路において交通量推計を行うことが可能となり、細街路交通量の推計精度向上に繋がると考えられる。

本稿の構成は以下の通りである。次章で、細街路交通量推計方法の考え方について、表現すべき細街路の特性（発生集中交通量、通過集散交通量）、通過集散交通の表現の仕方について述べる。3章で、分析の方法、データの採取方法について述べる。4章で、細街路の時間変動特性の分析、幹線道路と細街路の関係の分析を行い、幹線道路と細街路の時間変動の違いを考察する。5章で、幹線道路依存度を細街路交通量を幹線道路交通量で説明するモデルの決定係数として求め、細街路の幹線依存度を、道路機能を表す変数で説明するモデルを構築する。

2 推計方法の考え方

(1) 細街路交通量推計に必要なこと

a) 細街路の発生集中機能と集散通過機能

道路の機能には発生集中機能と集散通過機能がある。運転手はトリップの中で、「出発地→細街路→幹線道路→細街路→目的地」の交通行動を行うと考えられる。細街路の役割は主に出発地点と幹線道路、幹線道路と目的地をつなぐ調整機能と、幹線道路の代替機能の2種類であると考えられる（図1）。前者の調整機能はその地点の発生集中交通として土地利用状況によって決まり、後者の幹線代替機能は通過集散交通として、周辺の幹線道路の交通量に依存すると考えられる。幹線道路に類似した路線もあれば、幹線道路とは全く異なる路線もある。

b) 発生集中交通を表現する上での空間的広さ

発生集中交通は商業施設の数や住宅の数等の地域の土地利用によって決まる。細街路の発生集中交通量の発生集中場所は沿道だけではなく、面的に広がっているため、面的な情報のとらえ方が必要である。

c) 通過集散交通を表現する上での幹線道路との関係

通過集散交通は目的地への方向性や連続性を重視して経路選択を行うと考えられるため、目的地へのベクトルの要素の表現が必要となる。通過集散交通は幹線道路と類似した交通量の変動をされると考えられる。

d) 実務上の需要

細街路のリンク数は、幹線道路と比較すると桁違いに多いため、リンク単位の情報を入手するには多大な時間と労力を要する。そのため、ある程度まとまった範囲の交通量を推計できることが実務上必要である。メッシュ単位の情報はGISを用いて広範囲に効率的に入手することが可能である。

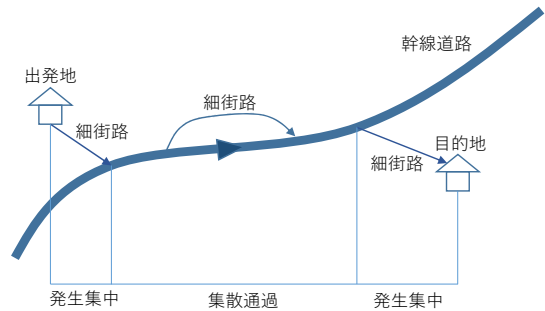


図1 運転手の行動と交通種別

(2) 発生集中・通過集散交通の表現の仕方

図2に細街路交通量の発生集中・集散通過交通量の表現方法の概要を示す。細街路交通量を幹線道路交通量に依存する通過集散交通量と、依存しない発生集中交通量の和として定義する。

$$Q_{細ij} = Q_{細ij}^o + Q_{細ij}^p \quad \dots (1)$$

ここに、 $Q_{細ij}$ はメッシュ*i*内のリンク*j*の細街路交通量、 $Q_{細ij}^o$ は細街路の発生集中交通量、 $Q_{細ij}^p$ は細街路の通過集散交通量を表す。

通過集散交通量は幹線道路の交通量に依存して決まると考え、発生集中交通量と通過集散交通量の比率を幹線道路依存度 r_{ij} を用いて表す。幹線道路依存度は細街路交通量が幹線道路交通量に依存する割合であるため、細街路交通量を幹線道路交通量で説明する関数*h*の決定係数で表せると考える。

$$r_{ij} = \text{決定係数} (Q_{細ij} = h(Q_{幹jk}))$$

ここに、 $Q_{細ij}$ は細街路の時間帯別交通量、 $Q_{幹jk}$ はリンク*j*に接続する幹線道路*k*の時間帯別交通量を表す。

集散通過交通量割合に細街路交通量と幹線道路交通量の類似性を表す幹線道路依存度を用いる理由は以下のとおりである。幹線道路の機能は集散通過機能が主であるのに対し、細街路は発生集中機能と集散通過機能の双方の機能を有している。細街路の集散通過交通は、細街路を幹線道路の代替として使うため、近辺の幹線道路の集散通過交通と同じ変動をされると考えられる。そのため、細街路交通量の時間変動を幹線道路交通量の時間変動で説明した回帰式の決定係数は、細街路交通量を幹線道路交通量で説明する説明力を表しているため、幹線道路依存度として適していると考えた。

発生集中交通量はメッシュ*i*の土地利用状況を表す M_i とリンク*j*の道路機能 R_{ij} により表せると考える。

$$Q_{細ij}^o = f(M_i, R_{ij}) \quad \dots (2)$$

幹線道路依存度をリンク単位の道路機能 R_{ij} （幹線道路との距離、車線数、制限速度等）で表す。

$$r_{ij} = g(R_{ij}) \quad \dots (3)$$

式 (1) ~ (3) により、細街路交通量は M_i 、 R_{ij} を用いて式 (4) で表せる。

$$Q_{細ij} = \frac{r_{ij}}{1-r_{ij}} f(M_i, R_{ij}) + f(M_i, R_{ij}) \quad \dots (4)$$

$$= \frac{1}{1-g(R_{ij})} f(M_i, R_{ij})$$

このことは、細街路の発生集中交通量を土地利用状況と道路機能で表現し、幹線道路依存度を道路機能で表現できれば、土地利用状況と道路機能により細街路の交通量を推計できることを意味している。

本研究では式 (3) の幹線道路依存度を道路機能で表せる可能性を示す。

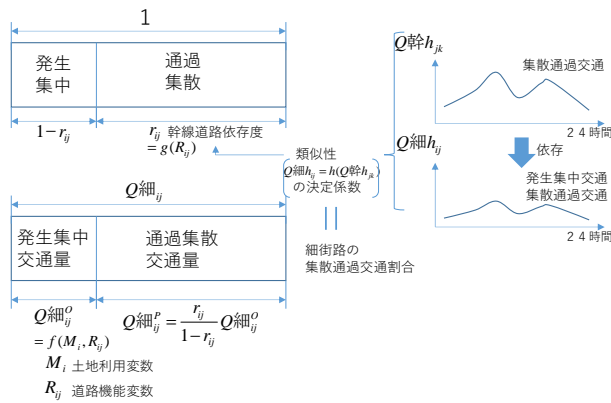


図 2 細街路推計方法の考え方

3 分析方法

(1) 分析の流れ

分析は次の流れで行う。

a) 細街路交通量の時間変動特性の分析

細街路交通量の時間変動特性の分析を行い、路線間・上下線間の時間変動の違いについて考察する。路線間の違いは時間変動の変動パターンにより、上下線間の比較は相関係数により行う

b) 細街路と幹線道路の時間変動の比較

細街路と幹線道路の時間変動の比較を行い、幹線道路交通量と細街路交通量の類似性を考察する。比較は細街路と幹線道路の時間変動の相関係数により行う。

c) 幹線道路依存度の違いと土地利用・道路機能の違いとの関係の分析

幹線道路依存度の違いを土地利用や道路機能により説明できる可能性を示す。幹線道路依存度は細街路交通量の時間変動を幹線道路の時間変動で説明する回帰式の決定係数を用いる

d) 幹線道路依存度を土地利用・道路機能を表す変数で説明する回帰式を推定

幹線道路依存度を推定する回帰式の推定は幹線道路依存度は 0 から 1 の値をとるため、その範囲を推計できる式形としてロジスティック回帰により推定する。

e) 推計精度の確認

実測値と観測値との関係から推計精度の確認を行う。本手法と既存の細街路交通量推計手法との推計精度の比較を行い、結果を考察する。

(2) データ

a) 細街路交通量データ

分析に用いるデータは東京都が 23 区を対象に平成 2 年に調査した細街路の交通量データを用いる。データには、時間帯別交通量と断面交通量のデータがある。時間帯別交通量は、7時から18時までの1時間単位の交通量が 8 断面 (表 1) で採取されている。断面交通量は細街路 100 断面のデータが採取されている。

8 断面の道路幅員は 8 m ~ 22 m と比較的幅員の広い細街路である。

b) 幹線道路の交通量データ

細街路の比較対象とする幹線道路は、細街路が接続している幹線道路 (国道及び都道) を選定する。8 路線のうち 7 路線は 2 路線の幹線道路と接続されていたため、最寄幹線道路と次最寄幹線道路の 2 路線を選定している。選定した幹線道路の時間帯別交通量は平成 2 年道路交通センサスを用いる^{※1}。

表 1 幹線道路データ

番号	場所	幅員	交通量 [台/2h]	最寄幹線道路	次最寄幹線道路
1	板橋区浮間 5	12	7323	国道 17 号	都道 311 号
2	江戸川区南小岩 1	12	5311	都道 14 号	都道 307 号
3	杉並区上荻 4	11	8004	都道 4 号	都道 113 号
4	千代田区麹町 4	13	8104	国道 20 号	
5	中央区新川 2	22	24689	都道 10 号	都道 463 号
6	港区南麻布 2	11	5328	国道 1 号	国道 15 号
7	世田谷区中町 3	10	7212	都道 416 号	国道 466 号
8	大田区東矢口 1	8	4476	都道 11 号	都道 1 号

4. 幹線道路と細街路の交通量時間変動特性の関係

(1) 細街路の時間変動

図 3 に時間帯別交通量の日平均時間交通量に対する割合を時間帯別・上下線別に示す。

路線間の違いについて、変動の仕方は路線によって事なり、朝夕が少ない凸型の路線 (4, 6)、朝夕が多い凹型の路線 (1, 2, 3)、一日中ほぼ一定の一型 (5,

7, 8) 3つのパターンに分けられる。どの路線も共通して昼の時間帯の減少が顕著に現れている。これは、昼に行動しない従業員や住民の影響によって発生集中が減少していることが原因として考えられ、細街路の交通量の発生集中交通量が占める割合が大きいことを示していると考えられる。

上下線間での相関係数は5つの路線(2, 4, 5, 6, 7)で0.4以上、2つの路線(1, 8)で0.2以上の相関が見られる。路線3のみ負の値となっている。以後の分析では、細街路の交通量を上下線で合計して扱う。

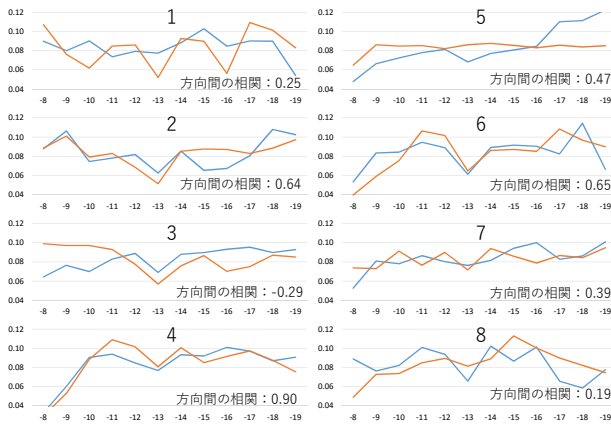


図3 細街路交通量の時間変動

(2) 幹線と細街路の時間変動の比較

図4に細街路に接続している幹線道路2路線の時間帯別交通量の日平均時間交通量に対する割合を時間帯別・上下線別に示す。

上下線の変動の違い。幹線道路は明確に違いが出るが、細街路は明確に違いが出ない。これは、細街路の通過台数の割合が小さいことが影響していると考えられる。

細街路に見られた昼の交通量の少なさは幹線道路には見られない。これは、昼に行動しない従業員や住民の影響によって発生集中が減少していることが原因として考えられる。このことから、細街路の交通量は発生集中交通量が占める割合が大きく、時間変動は発生集中交通量の変動に影響されると考えられる。

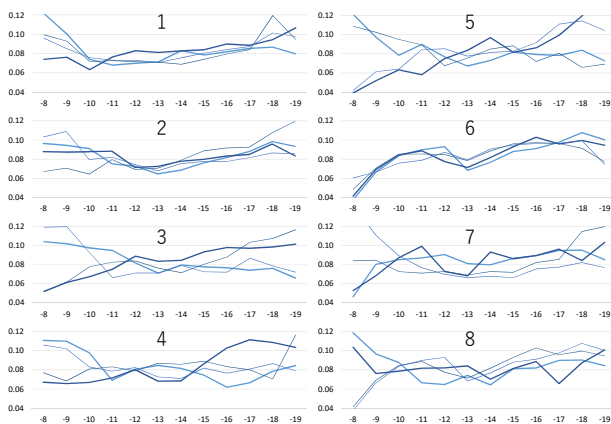


図4 幹線道路交通量の時間変動

図5に細街路の時間変動と幹線道路の時間変動の相関係数を路線別・時間帯別に示す。

幹線道路との相関が高い(0.4以上)路線は2, 3, 5, 6, 7、幹線道路との相関が低い(0.4以下)路線は1, 4, 8である。幹線道路と相関が高い路線と低い路線がある。相関が高い路線は、他の幹線道路とも相関が高く、低い路線は他の幹線道路とも相関が低い傾向が見られる。

以上より、細街路の時間変動は路線によって違いがあるが、上下線での違いは少なく、細街路の中には幹線道路との相関が高い路線と低い路線があることが明らかになった。

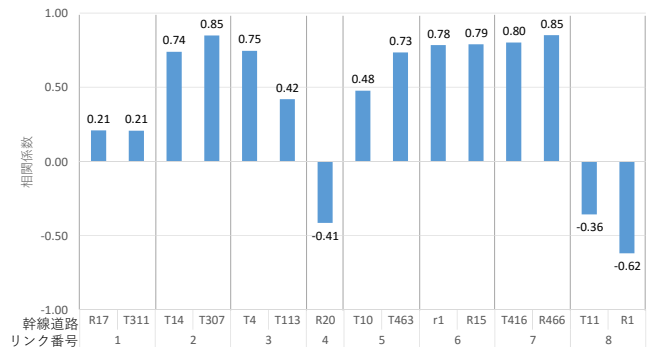


図5 細街路と幹線道路の時間変動の相関係数

5. 細街路交通量の幹線道路依存度の推定

(1) 幹線道路依存度と土地利用・道路機能との関係

図6に幹線道路依存度と、土地利用・道路機能を表す変数との相関係数を示す。

駅数(-0.44)、工業用地割合(-0.26)、商業・業務地割合(-0.28)、都心からの距離(-0.41)といった、メッシュ単位の発生集中要因の多い地域の路線は幹線道路依存度と負の相関が高い傾向がみられる。住宅関係の変数で正の相関が見られるのは、発生集中回数が商業・業務地と比べて少ないため、発生集中交通量に及ぼす影響が小さいためであると考えられる。

幹線道路の最短距離(0.35)、道路幅員(0.5)、リンク長(0.48)、制限速度(0.43)、接続道路幅員(0.63)といった、リンクの道路機能が幹線道路に近いほど幹線道路依存度との正の相関が高い傾向がみられる。

以上より、幹線道路依存度との相関が高い路線の特徴として、発生集中要因の少なく(駅距離が離れ、商業地割合の低い)、道路機能が幹線道路に近い(制限速度が高く、リンク長が長く、幹線道路から近い)ことが明らかになった。

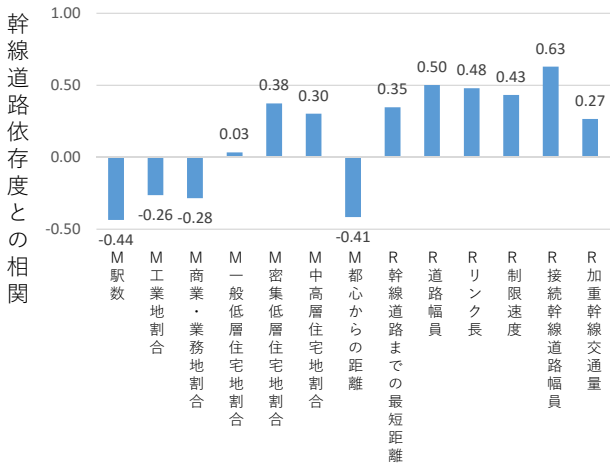


図 6 幹線道路依存度と土地利用・道路機能との相関※2

(2) 幹線道路依存度の推定

相関が高い変数を説明変数として幹線依存度を説明するモデルのパラメータを推定した結果を表 2 に示す。

すべての変数で t 値は有意であり、これらの説明変数で 7 割程度の説明力を得ることができる。

以上のことから、道路機能を表す変数により、幹線依存度を説明できることを明らかにした。

表 2 幹線依存度推計式推定結果

変数	係数	t 値	修正済決定係数
幹線道路までの距離	-0.003	-2.54	0.74
道路幅員	-0.085	-1.84	
リンク長	0.0026	3.41	
制限速度	0.0741	2.83	
定数	-1.745	2.80	

(3) 細街路交通量の推定精度

前節で推定した幹線依存度と道路機能の関係を用いて、実際の細街路交通量の推定精度の比較を行う。

- 手順 1：細街路の断面交通量を 100 断面で測定したデータを用いる。
- 手順 2：各断面の道路機能を表す変数を地図情報より入手する。
- 手順 3：入手した道路機能変数より幹線依存度を推計する。
- 手順 4：幹線依存度を用いて 100 断面の断面交通量を補正する。
- 手順 5：補正した断面交通量を土地利用情報・道路機能により説明するモデルを推定する。
- 手順 6：幹線依存度で補正した推定したモデルと幹線依存度で補正せずに推定したモデルの推定精度の比較を行う。

図 7 に幹線依存度補正前の傾きは 0.78、決定係数は 0.77 であるのに対し、幹線依存度補正後の傾きは 0.82、

決定係数は 0.62 であり、決定係数は若干悪化しているが、傾きが改善されていることがわかる。分布の形状を見ると、補正前は、交通量が多い断面の推計が十分に行えていないが、補正後は交通量が多い断面の推計が行えていることがわかる。

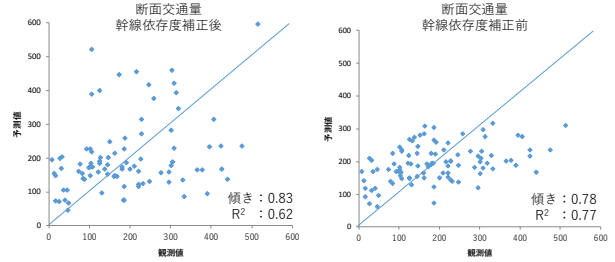


図 7 細街路交通量の時間変動

決定係数が悪化している原因を知るために、図 8 に幹線道路依存度を用いて、発生集中交通と通過集散交通に分けた散布図を示す。

発生集中交通については傾きが 0.66、決定係数が 0.68 であり過小推計である。通過集散実測値については傾きが 1.13、決定係数が 0.90 であり当てはまりがよい結果となっている。このことから、通過集散交通量については適正に推計されているが、発生集中交通量については過小推計となっている。発生集中交通量の推計方法については今後の課題であると考えている。

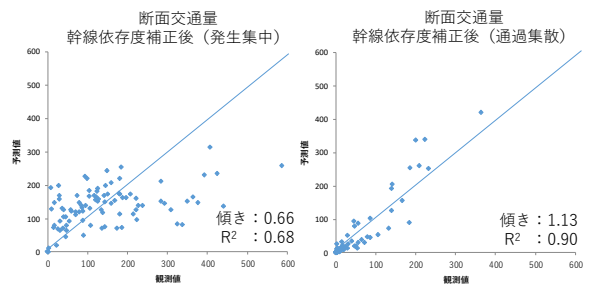


図 8 細街路交通量の時間変動

6. まとめ

(1) 結論

本研究では、細街路の集散通過交通の割合を表す幹線道路依存度という指標を定義し、細街路の交通種別の多様性を考慮した細街路交通量の推計手法の提案をした。

手法に必要な幹線道路依存度を細街路と幹線道路の時間変動の類似性から表現し、幹線道路依存度を道路機能を表す変数で説明するモデルの構築を行い、本手法による推計結果と既存の方法による推計結果の精度の比較を行った。その結果以下の点を明らかにした。

第 1 に、細街路の時間変動は路線によって異なり、幹線と相関が高い路線と低い路線が存在する。

第 2 に、相関の高い路線と低い路線の違いを表す幹線

依存度は道路機能を表す変数と関係が見られ、道路機能変数により説明できる可能性を示した。これにより、従来の細街路交通量の推計手法で用いられてきた土地利用変数や道路機能変数に加え、道路交通センサス等により得られている幹線道路交通量を変数として加えて細街路交通量を推計できる可能性がある。

(2) 今後の課題

今後の課題として考える点は以下のとおりである。

第1に、発生集中の表現方法である。発生集中交通量は空間的広がりを持った情報であり、交通量を計測する断面のみではその広がりを捉えることが難しいと考える。このことが細街路交通量推計式の説明力の低さに影響しているものと考えられる。航空写真による空間的広さを持った情報を用いて発生集中交通を捉える方法が必要となる。

第2に、幹線道路の違いを考慮することである。幹線道路交通量と細街路交通量の決定係数を幹線道路依存度としているが、幹線道路の中にも発生集中機能を担った路線が存在する可能性がある。幹線道路の違いを考慮することで、推計精度を改善できる可能性がある。そのため、運転手の行動と幹線道路の時間変動との関係から幹線道路の機能の分類を行ったうえで幹線道路依存度の算出を行うことが必要となる。

第3に、データに関する点である。本研究で用いているデータは、細街路の調査年度と幹線道路の調査年度が異なる時点のデータを用いている。この時点の違いを考慮した分析を行うことが必要である。また、8地点のサンプルであるが関係性は確認出来た。今後、サンプル数を増やし、異なる地域や条件での比較分析が必要となる。この点に関しては、地方自治体の個別公共事業における環境影響評価等により細街路の時間帯別交通量を収集できる可能性がある。

補注

※1 細街路交通量の計測時点と幹線道路交通量の計測時点が異なる点については、時点によらず時間変動は一定であると仮定している。幹線道路は1日周期の時間変動定常的に表れるため、年単位で時点が変わったの時間変動はほぼ同じ変動特性を持つ考えられる。この点の検証は今後の課題であると考えている。

※2 土地利用・道路機能変数の定義と抽出元を表3に示す。

表3 土地利用・道路機能変数の定義を抽出元

	定義 (抽出元)
M駅数	メッシュ内に存在する駅の数(GoogleMap ⁵⁾)
M工業地割合	メッシュ内の工業に利用されている土地の割合(細密数値情報 ³⁾)
M商業・業務地割合	メッシュ内の商業・業務に利用されている土地の割合(細密数値情報 ³⁾)
M一般低層住宅地割合	メッシュ内の一般低層住宅に利用されている土地の割合(細密数値情報 ³⁾)
M密集低層住宅地割合	メッシュ内の密集低層住宅に利用されている土地の割合(細密数値情報 ³⁾)
M中高層住宅地割合	メッシュ内の中高層住宅に利用されている土地の割合(細密数値情報 ³⁾)
M都心からの距離	メッシュ中心までの皇居周辺からの直線距離(数値地図2500 ⁴⁾)
R幹線道路までの最短距離	観測地点が存在するリンクから最短距離にある道路までの距離
R道路幅員	調査対象の路線の平均幅員(GoogleMap ⁵⁾)
Rリンク長	対象リンクの延長(数値地図2500 ⁴⁾)
R制限速度	対象リンクの制限速度(GoogleMap ⁵⁾)
R接続幹線道路幅員	接続する幹線道路の幅員(数値地図2500 ⁴⁾ , GoogleMap ⁵⁾)
R加重幹線道路交通量	観測地点から近い順に4つの幹線道路に4, 3, 2, 1と重みをつけて足し合わせた数値(交通センサス、数値地図2500 ⁴⁾)

参考文献

- 1) 鹿島茂, 鳥海重喜, 棚橋敏, 国見均: GISを用いた細街路交通量の推計, 交通工学会誌 Vol. 42, No1, pp69-77, 2007
- 2) 東京都環境保全局: 高濃度時交通量対策調査その3-4支線, 細街路の交通密度調査報告書, 1990
- 3) 公害対策研究センター: 窒素酸化物総量規制マニュアル, 2008
- 3) 国土地理院: 細密数値情報
- 4) 国土地理院: 数値地図2500
- 5) Google Inc.: GoogleMap
- 6) 社団法人交通工学研究会: 平成22年度道路交通センサス
- 7) 竹内伝史, 石黒毅治: 住区内街路における交通量の推計方法について, 国際交通安全学会誌 Vol. 5, No1, pp55-67, 1979.
- 8) 鳥海重喜, 田口東, 鹿島茂: 車両の瞬間存在台数を利用した細街路交通量の推計方法の検討, 第24回交通工学研究会論文報告書, pp. 141~144. 2004