

詳細な地理的データと交通シミュレーション手法を組み合わせた細街路の交通量推

Estimation of Traffic Volume on Neighborhood Street Networks

by Combining Detailed Geographical Data and Micro-Simulation Method

番場 知紀*, 伊藤 一紀**, 谷下 雅義***, 鹿島 茂****

By BAMBA Tomonori*, ITO Kazunori**, TANISHITA Masayoshi***, KASHIMA Shigeru****

1. 背景と目的

幹線道路以外の道路も含む詳細な交通状況の推計に対する要求が高まってきている。従来、交通量の推計は幹線道路を中心に行われてきた。しかし、細街路の交通量については、データの制約から十分な推計は行われてこなかった。一方で近年、地理情報システム (GIS) の普及により、詳細な建物データ、街路情報、地区の地理的データの整備が進んできた。また、国勢調査等の小地域統計の地理的情報と併せた活用も GIS を用いることで容易に行うことができるようになった。

そこで本研究では、異なる精度の複数の詳細な地理的データと交通行動シミュレーション手法を組み合わせ、細街路交通量の推計方法を提案することを目的としている。

2. 提案する推計手法

本研究で提案する推計手法は、①地区内の建物単位の人口分布を推計する個人一世帯一建物への配分システム、②住民 1 人 1 人の交通行動を再現する個人単位の交通行動シミュレーション、③修正による推計の精度向上 の 3 つの部分から構成されている。

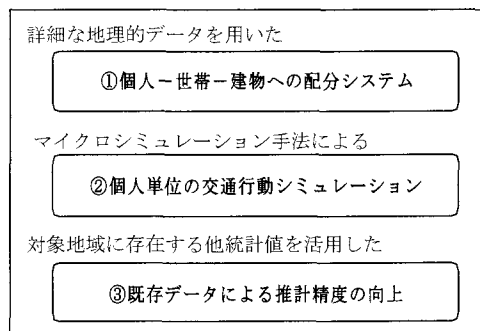


図1. 推計手法

3. 推計手法の具体的内容

①-1. 世帯・個人の作成

対象地区内住民に対して、交通行動に影響を与える属性を付与していく。国勢調査及び PT 調査より建物関連属性、社会経済属性を抽出し世帯・個人に割り振る。

i) 世帯の生成

小地域単位での世帯の集計は、1次元単位のものが複数存在し、これらが互いに整合するような世帯の生成が必要となる。そこで、多次元テーブルにおいて周辺分布を与えられたときに同時分布を求める収束計算手法である IPF (Iterative Proportional Fitting) 法を用いる。

2次元分布から3次元分布を求める際の手順

- 1) $t=0$, 初期値として $X_{abc} = P_{abc}$
 - 2) $X_{abc}^{(t+1)} = X_{abc}^{(t)} X_{ab+} / X_{ab+}^{(t)}$
 - 3) $X_{abc}^{(t+2)} = X_{abc}^{(t+1)} X_{a+c} / X_{a+c}^{(t+1)}$
 - 4) $X_{abc}^{(t+3)} = X_{abc}^{(t+2)} X_{+bc} / X_{+bc}^{(t+2)}$
 - 5) 収束条件を満たせば終了
- ここで+はその項目の集計を表す

図2. IPF 法

世帯の生成は、国勢調査小地域統計の最小単位である調査区単位で行い、世帯数、人口のデータを活用する。

調査区単位の1次元データを周辺分布として2次元分布をつくり、さらに2次元分布から3次元分布を、3次元分布から4次元分布を作成する、ということを繰り返す。その際2つの周辺分布の相互関係を考慮するため、より広域 (区、東京都) での値を内部分布として収束計算の初期値 (P_{abc}) として用いる。

- ①世帯主年齢別(5歳階級、男女別)世帯数
- ②家族類型別(15分類)世帯数
- ③世帯人員別(6分類)世帯数
- ④住宅の建て方別(6分類)世帯数

図3. 使用する周辺分布

Keywords : 地理情報システム、細街路交通量

* 学生員, 中央大学大学院

** (株) TIS

*** 正会員, 博 (工), 中央大学理工学部

**** 正会員, 工博, 中央大学理工学部

連絡先: 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27

TEL : 03(3817)1817 FAX : 03(3817)1803

- ①家族類型別世帯主年齢別男女別世帯数(文京区)
- ②家族類型別親族人員別世帯数(東京都)
- ③世帯類型別住宅の建て方別世帯数(東京都)

図4. 使用する内部分布

また、調査区単位では単独世帯数のデータが存在するので、単独世帯に関しては2次元同次分布表を作成し、『住宅の建て方別年齢別・性別世帯主』を決定する。

それ以外の世帯人員2人以上の世帯に関しては4次元同次分布表を作成し、『住宅の建て方別世帯人員別世帯類型別年齢別性別世帯主』を決定する。

次にPT調査から集計して求めた、世帯主と配偶者との年齢差分布、世帯主と子供との年齢差分布により世帯主以外の住民を世帯に割り振ることで世帯を生成する。

また、調査区単位では男女別年齢別人ロデータが存在するので振り分け時にこのデータを制約条件として与え、満たさない場合は選択された周辺の年齢分布に一致するように配分する。

ii) 個人属性の生成

i) で作成した世帯に割り振られた各個人に対して、PT調査から集計して求めた、世帯類型(単独、複数)別男女別年齢別職業分布により、職業属性(従業者、学生・生徒、主婦、無職)を与える。

①-2. 建物への世帯・個人の配分

①-1の段階で属性を付与された個人について、その世帯の建て方属性(一戸建て、集合住宅)がGISの建物データ(住宅)と整合するよう住宅を割り当てる。

また、集合住宅に関しては、各住宅の総延べ床面積で重み付けすることにより確率的に世帯を配分する。

- 東京都都市計画地理情報システムデータ
- ・専用独立住宅
- ・集合住宅

図5. GIS建物データ

②交通行動シミュレーション

個人個人を単位とするマイクロシミュレーション手法により交通活動を生成する。さらに生成した各交通活動をその利用交通機関別の経路選択モデルを用いることにより、対象地区内の各リンク交通量を推計する。

i) 交通活動生成

建物に配分された各個人の1日の交通行動に関しては、その社会経済属性とPT調査データをもとに作成した、1日の交通行動を離散確率モデルと個人の効用最大化行動

を仮定して求める。各個人は、ある活動の終了時に次の活動に対する(1)活動目的(2)活動時間(3)活動地域(4)交通手段を選択するものとし、(1)~(4)の選択行動は個人属性・世帯属性と活動選択時の状況により決まる。これを繰り返すことにより1日のトリップが生成される。

- (1) 活動目的選択ーロジットモデル；職業別
- (2) 活動時間選択ー割合(職業別、男女別、目的別)
- (3) 活動地域選択(内内、内外、外内、外外)ーロジットモデル；職業別、出発地別(内、外)
- (4) 交通機関選択ー割合(職業別、男女別)

図6. 交通活動生成モデル

ii) 経路選択モデル

生成されたトリップから地区内ODを推計し、交通機関別に不効用最化原理に従って、最短経路探索アルゴリズムであるダイクストラ法から経路を決定し、配分計算を行うことにより地区の交通状況を再現する。

また、一方通行道路、歩行者専用道路、歩行者自転車専用道路といった街路選択情報を取り入れることにより、交通手段別の道路ネットワークを作成する。

- ①街路長 ②街路の幅員の狭さ ③高低差
- ④歩行者・自転車と自動車との分離帯の有無

図7. 用いる不効用

iii) 歩行者・自転車の経路選択

交通機関が歩行者、及び自転車の場合は、『坂のきつさ』が経路の選択に大きな影響を及ぼすと考えられる。

本研究では、既存研究⁴⁾による、坂の勾配を考慮した経路選択モデルを適用する。このモデルでは、上り坂に対する非効用は、道路の縦断勾配と坂の高低差の積に比例すると考え、この積をリンクごとに求め、非効用として足し合わせている。ただし、下り坂が与える影響は考慮していない。また、坂のきつさを感じる時に個人差が大きく現れると考え、個人を14タイプに分類し、勾配と高低差の積に重み付けした係数を掛けている。

表1. 各タイプの適用者と係数

タイプ	適用者	係数	タイプ	適用者	係数
1	10~19歳男	0.219	8	10歳未満女	1.219
2	10~19歳女	0.379	9	40~49歳男	1.428
3	20~29歳男	0.503	10	40~49歳女	1.689
4	20~29歳女	0.624	11	50~59歳男	2.036
5	30~39歳男	0.752	12	50~59歳女	2.527
6	30~39歳女	0.890	13	60歳以上男	3.354
7	10歳未満男	1.043	14	60歳以上女	5.809

iv) 外来者の考慮

対象地区外に住み、何らかの目的で対象地区を訪問する個人を外来者として扱う。外来者に関しても交通行動シミュレーションを行い、各リンク交通量を推計する。

ア) 外来者の分類

外来者に関して、職業属性（従業者、学生・生徒、主婦・無職）と、活動目的（買物、通学、勤務、業務、その他私事）の点から次の5つに分類する。

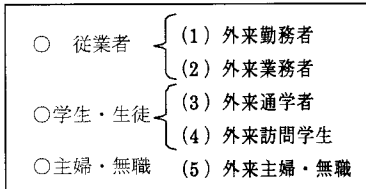


図8. 外来者の分類

イ) 外来者の交通活動生成

外来勤務者に関しては、対象地区内住民と同様に交通活動生成モデルを作成し、活動を選択させていく。それ以外の外来者に関しては、そのほとんどが、対象地区内の訪問に続く、次の活動地域選択が対象地区外となっていることが PT 調査からわかるので交通活動生成モデルに関してはすべて確率モデルを用いることにする。

ウ) 外来者数の推計

外来勤務者数と外来通学者数に関しては、対象地区内の総従業者数（事業所・企業統計調査）、及び総学生・生徒数（訪問調査）から対象地区内住民で地区内に通う従業者数、及び学生・生徒数をそれぞれ差し引いた値を用いる。

それ以外の外来者数に関しては、まず PT 調査から、対象地区を含むゾーン（小ゾーンの組み合わせ）において各外来者数を集計する。次に、そのゾーンと対象地区内との用途別建物総延べ床面積比を求めた外来者数に掛け合わせることで、対象地区の外来者数を推計する。

$$\begin{aligned} \cdot \text{外来勤務者数} &= \left(\frac{\text{総従業者数}}{\text{総学生数}} \right) - \left(\frac{\text{在住住業者数}}{\text{在住学生数}} \right) \\ \cdot \text{外来通学者数} &= \left(\frac{\text{総従業者数}}{\text{総学生数}} \right) - \left(\frac{\text{在住住業者数}}{\text{在住学生数}} \right) \\ \cdot \text{他の外来者数} &= \text{含有ゾーン外来者数} \times \frac{\text{用途別建物総延べ床面積比}}{\text{総延べ床面積比}} \end{aligned}$$

図9. 外来者数の推計

③既存データによる推計精度の向上

本研究では、学校施設等に集中する児童数、及び生徒数を推計することができる。しかしこれらの値は、調査

することで実際の値を知ることができる。そこで、目的地選択の段階で実際の値を制約条件として用い、学生に関して選択した学校施設の登校者数が生徒数を超過していた場合は、異なる学校施設へ配分する。

また、実測調査を行うことでリンク交通量を知ることができる。その実測値を制約条件として与え、各個人の各行動によるリンク交通量の和が実測値に一致させるように通行経路を決定する。

4. 対象地区への適用

文京区の本郷周辺を対象地区とし、本推計法を適用させる。対象地区の概要を表1に示す。

表2. 対象地区の概要

白山1丁目, 西片1,2丁目 本郷4,5,6丁目	総事業所数 1809	総従業者数 15790人
-----------------------------	---------------	-----------------

対象地区内住民: 16057人

従業者	: 8735人
学生・生徒	: 3391人
主婦・無職	: 3931人

合計 36766人

外来者: 20709人

外来勤務者	: 13810人
外来業務者	: 2207人
外来通学生	: 3173人
外来訪問学生	: 801人
外来主婦・無職	: 1438人

- | | |
|-------------------------|-----------------|
| ①誠之小学校 | ②本郷小学校 |
| ③第一幼稚園 | ④東京ビジュアルアート（大学） |
| ⑤東京医療秘書福祉専門学校（専門学校） | |
| ⑥東京ミュージック&メディアアート（専門学校） | |

図10. 対象地区内の学校施設

図10は、対象地区内に存在する学校施設の一覧である。これらの児童数、及び生徒数をヒアリングにより調査し、この値を制約条件として用いる。また小学校に関してはその学区がわかっているため、対象地区内在住の小学生は指定の小学校に登校するようにした。

交通シミュレーションを行う上での仮定を下に記す。

- (1) 鉄道・バス利用者は最寄駅・最寄バス停を利用する
- (2) 復路の端末交通手段は往路と同じものを利用する
- (3) 自動車交通は幹線道路へ最短経路で向かう

4-1. 交通量実測調査

推計値の精度の確認を行う目的で、対象地区において細街路交通量の実測調査を行った。この交通量実測調査の概要を図11に記す。

時期：平成 11 年 9 月 14 日(火)，16 日(木) 7:00～19:00 までの 12 時間交通量 観測対象交通：自動車，自転車，歩行者 観測方法：各リンクにおいて 15 分交通量を観測 その値を 4 倍して 1 時間交通量に拡大 観測リンク数：133 リンク
--

図 1 1. 交通実測調査の概要

交通量の中で，すべての時間帯（7 時～18 時）において実測値を大きく上回り，かつ周辺のリンク推計交通量が実測値を下回っているリンクの実測値を制約条件として扱う。

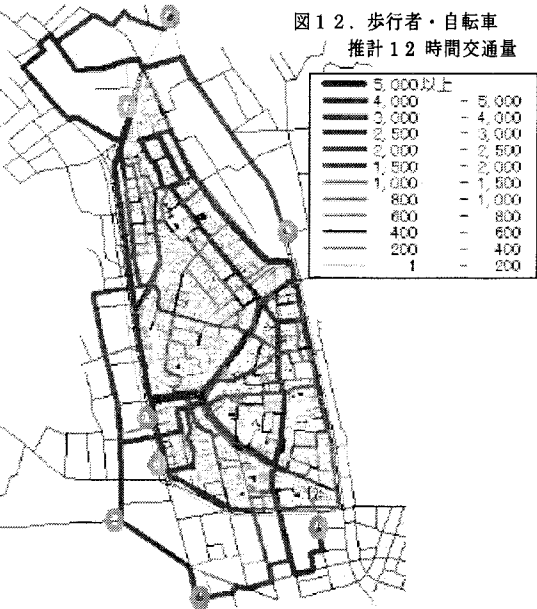
4-2. 推定結果

本研究では，個人単位で交通シミュレーションを行っているため，時間帯別，交通手段別に多様な推計が可能である。ここではその一例として，図 1 2 に対象地区内の各街路における歩行者・自転車の推計 12 時間交通量を示す。

図より，歩行者・自転車交通量が各駅周辺で大きいことがわかる。

4-3. 推計値と実測値の比較

図 1 3 は，歩行者・自転車の推計 12 時間交通量を実測値と比較したものの『実測値／推計値』を示す。ただし，実測値は 1 日分のみの観測結果であり，日変動・時間変動とも大きいという細街路の交通量の性質から，この値が真値であるとは必ずしもいえない（我々が行った調査



結果から細街路の交通量は±5 割程度の変動を考慮する必要がある）。

『実測値／推計値』が大きすぎる街路が存在しているが，これは交通量が絶対的に少ない街路であるため，単純な割合で見るとズレが大きくなってしまふと考えられる。住宅地内の街路については『実測値／推計値』が 0.5～1.5，つまり推計交通量が実測交通量の±50%以内の範囲である街路が多く，比較的良好な推計値が得られている。

5. おわりに

本研究では，詳細な地理的データ及び交通シミュレーション手法を活用した細街路交通量の推計手法を示した。この手法は，個人単位で交通シミュレーションを行うため，交通機関別，時間帯別，目的地別等，多様な集計が可能である。

今後の課題は，①自動車等の通過交通の考慮 ②より詳細な対象地区の特性の反映 ③曜日による特性を考慮した交通行動モデルの作成である。

【参考文献】

- 1) 山中英生(1989)「地区交通計画における交通量予測」土木学会 関西支部講習会テキスト『地区交通計画』pp.27-34
- 2) 浅見泰司・木戸浩司(1998)「国勢調査住宅関連統計の IPF 法による度数分布表推計の精度—東京大都市圏を例として—」日本建築学会計画系論文集 第 514 号 pp.185-189
- 3) Ryuichi Kitamura, Cynthia Chen, Ram M Pendyala (1997)「Generation of synthetic daily activity-travel patterns」Transportation Research Record 1607
- 4) 渡辺義則・角知憲・清田勝(1999)「自転車通勤する高校生を対象としての自転車利用者の経路選択モデルに関する基礎研究」土木学会論文集 No.618/IV-43 pp.27-37

