

学生の居住地と通学手段の最適割当モデル*

Optimal Residence and Commuting Tool Allocation of University Students *

川口康弘**・奥村誠***

By Yasuhiro KAWAGUCHI**・Makoto OKUMURA***

1. はじめに

モータリゼーションの進行や少子化に伴い乗合バス利用者が激減する中、公共交通利用促進は多くの都市の重要な課題とされてきた。近年では省エネルギーとCO₂削減というサステナブルな交通という観点のほか、高齢化により自家用車を自ら運転できない人々のモビリティ確保の観点からも、公共交通利用の促進とサービスの維持の重要性はますます大きくなってきている。

長年都市交通計画の標準的手法として用いられてきた四段階推定法では、交通の発生や目的地選択の後にそのトリップをどのような交通手段で行うかを運賃や頻度、その他のサービスレベルを勘案して選択するというモデルを想定してきた。しかしながら、多くの住民はトリップを行う時点ですでに交通手段を決め、自家用の車両や月ぎめの駐車場、バス等の定期券などのモビリティーツールを選択しており、それにより個々のトリップの選択範囲はきわめて限定されている。さらには、より長期的な居住地の選択の時点で、すでに日常的に使うべき交通手段を想定して選択を行っているため、いったん公共交通サービスの不便な地域を居住地にしてしまうと、交通手段選択の弾力性が極めて小さくなってしまふという指摘もある。そこで都市への転入者に対して、転入の直後、あるいは居住地選択の時点にさかのぼって公共交通機関利用の促進を図る「転入者MM」の必要性が認識され、実際多くの取り組みがなされている。

大学生は、毎年一定の割合の人間が転出、転入を繰り返す。しかも新規入学の時点では運転免許証の未取得者が多く、経済的にも自家用車を保有することが困難であり、新たに住居と交通手段の選択を行う。この時点で公共交通機関への誘導を適切に行えば、都市の中で公共交通利用の主要な担い手に育てることも不可能ではない。しかし現実には、入学の時点で学生時代の生活の実態や地理的な状況についての十分な情報を得られるわけでは

ないこと、目に見える金額の差が大きい家賃などの際に比べて交通費や交通サービスの違いが認識されにくいこと、移動ニーズと公共交通サービスとの事後的な不整合に対して、自由度が高く金銭的に安いミニバイクによって対処する傾向にある。実際に塩見ら¹⁾の研究によると、通学で二輪車を利用する学生は二輪車通学に対する規制が強化されても他の交通機関への変更を考える学生は3割にも満たないこと、大学付近の駅の開設など大学へのアクセス方法がより充実しても5割は二輪通学は減らなると考えているという報告もなされており二輪車の選好の強さが伺える。このようなバイク依存の結果として、交通事故の危険性が大きくなっていること、などの問題が発生しており、公共交通が十分に活用されているとは言いがたい。

近年では、大学キャンパスにおけるバス交通の改善に対して、大学自らがバス会社と独自の協力関係を結び、乗車権利のバルク買い、ワンコインバスの導入とトリガー方式による需要の掘り起こし、割引率の高いフリー乗車定期券の導入などの思い切った施策が導入されつつある。これらの施策は単に公共利用者の増加にとどまらず、学生の安全な移動範囲の拡大や、居住地選択の自由度の拡大にもつながることが期待されている。研究分野において大学や大学生の交通や居住問題に関する研究が進められている。Fujii²⁾らは一ヶ月という一時的な期間のみ自動車通学の学生にバスのフリーパスを持たせた場合、フリーパス期限後の彼らの行動はフリーパス利用前と比べどのような変化があるのかについて分析している。この研究は短期的なもので交通の変化による居住への影響のようなより長期的な分析は行っていない。また、烏頭尾ら³⁾は学生の交通手段保有推移および入学後の引越し行動の流れを表現し居住地誘導施策や交通サービスの変化による交通手段の変化を評価している。この研究ではまず居住地分布を変化させた場合の主要交通手段の変化を捉えているが、本来あるべき居住地と交通手段の両者の相互関係について考えられていない。また、バスサービスの変化による主要交通手段の変化についても分析しているものの居住地との関係については何も述べられていない。

そこで本研究は、上記のような公共交通利用促進のための政策が、学生の居住地、交通機関選択を介して与え

*キーワード：土地利用・交通統合モデル，公共交通計画

**学生会員，東北大学大学院工学研究科土木工学専攻

(E-mail: kawaguti@cneas.tohoku.ac.jp)

***正会員，博(工)東北大学東北アジア研究センター

(仙台市青葉区川内41番地，

TEL 022-795-7571, FAX 022-795-7477,

E-mail: mokmr@cneas.tohoku.ac.jp)

る多様な影響の程度を把握するためのモデルを提案することを目的とする．ここでは個々の学生の交通選択行動は不問とし，定められた年限(複数の)キャンパスに通学し同時に他の場所への移動を行う必要のある学生が，与えられた居住物件の空間的配置と公共交通サービスのもとで，全体としてどのようなレベルのサービス享受できるかをマクロな視点から検討することとする．つまり学生が4年間または6年間の学生生活を送る間に負担する各種の費用に着目し，与えられた条件のもとで，その費用の総和が最小になるような居住地と交通手段の割り当てを最適化モデルによって求めることとする．

2. 分析の方法とモデルの定式化

(1) モデルの設定

本研究では，大学生の学生生活期間を文系学部を4年その他学部の学生を修士課程を含めた6年とし，線形計画問題を解くことでその間にかかる諸費用を学生全体で最小化するモデルを考える．諸費用としては，住宅費用として家賃と引越し費用，交通費用として移動コスト，移動時間コスト，バイク購入費用，バイク維持費用，そしてバイク事故リスク費用を考慮する．なお，計算は線形ソルバーのglpk4.8を使用して行う．

(2) 定義

$h \in H$: 学年, $i \in I$: 学部, $j \in J$: 交通手段, $k \in K$: 居住地

$X_{j,k}^{h,i}$: 学年 h , 学部 i , 交通手段 j , 居住地 k の学生数
本研究では引越しを考慮に入れており，おおむね引越しは2年置きに行われる事が多いと考え，以下モデルにおいても2年を1期間として計算している．

(3) 定式化

以上より，学生生活にかかる費用の学生全体の総和 C を最小化する問題は以下のように定式化できる．

$$\min C = HC + TC + TAC \quad (1)$$

$$s.t. \sum_j \sum_k X_{j,k}^{h,i} = P^{h,i} \quad \forall h, i \quad (2)$$

$$\sum_h \sum_i \sum_j X_{j,k}^{h,i} \leq A_k \quad \forall k \quad (3)$$

HC : 住宅費用

TC : 交通費用

TAC : バイク事故リスク費用

$P^{h,i}$: 2学年 1 学部の人数

A_k : 地域 k の居住容量

制約条件式(2)は学生が全て配分されることを表し，

式(3)は地域ごとの居住容量制約を表す．

そして(1)における住宅費用，交通費用，事故リスク費用の定式化については次に説明する．

a) 住宅費

$$HHC = 24 \sum_k \left(H_k \sum_h \sum_i \sum_j X_{j,k}^{h,i} \right) \quad (4)$$

$$MC = Y \left(\sum_h \sum_i \sum_k M_k^{h,i} \right) \quad (5)$$

$$s.t. \sum_j X_{j,k}^{h,i} = S_k^{h,i} + M_k^{h,i} \quad h=1, H-1 \quad \forall i, k \quad (6)$$

$$\sum_j X_{j,k}^{h,i} = S_k^{h,i} + N_k^{h,i} \quad h=1, H-1 \quad \forall i, k \quad (7)$$

H_k : 地域 k の平均家賃

Y : 1 人あたり 1 回の引越しにかかる費用

$M_k^{h,i}$: h 期から $h+1$ 期の間に地域 k から引越しした人数

$N_k^{h,i}$: h 期から $h+1$ 期の間に地域 k に引越してきた人数

$S_k^{h,i}$: h 期から $h+1$ 期の間に地域 k から引越しをしなかった学部 i の人数

式(4)は1期間である2年間の総家賃を表し，式(5)は学生生活の中で引越しが行われた場合の総引越し費用を表している．また，制約式(6)は， h 期に地域 k に住む学部 i の学生数は来期も同じ地域に留まる場合と他地域に引越す場合の二通りに分けられることを表しており，式(7)は $h+1$ 期に地域 k に住む学部 i の学生数は前期から同じ地域に留まっている場合と他地域から引越してきた場合の二通りに分けられることを表している．

b) 交通費用

$$TcC = TrC \left(\sum_h \sum_i \sum_j \sum_k fc_{j,k}^{h,i} X_{j,k}^{h,i} \right) \quad (8)$$

$$McC = TrC \times TV \times \left(\sum_h \sum_i \sum_j \sum_k TiC_{j,k}^{h,i} X_{j,k}^{h,i} \right) \quad (9)$$

$$TcU = TrU \left(\sum_h \sum_i \sum_j \sum_k fu_{j,k} X_{j,k}^{h,i} \right) \quad (10)$$

$$McU = TrU \times TV \times \left(\sum_h \sum_i \sum_j \sum_k TiU_{j,k} X_{j,k}^{h,i} \right) \quad (11)$$

$$BC = \alpha \sum_h G^h \quad (12)$$

$$BMC = \beta \sum_h ((H+1-h)G^h) \quad (13)$$

$$s.t. \sum_i \sum_k X_{j,k}^{h,i} = \sum_{h=1}^h G^h \quad j=1 \quad \forall h \quad (14)$$

$fc_{j,k}^{h,i}$: 居住地域 k からキャンパス間の移動コスト

$fu_{j,k}^{h,i}$: 居住地域 k から都心間の移動コスト

TV : 時間価値

TrC : 1 期間の居住地 キャンパス間のトリップ数

TrU : 1 期間の居住地 都心間のトリップ数

$TiC_{j,k}^{h,i}$: 居住地域 キャンパス間の所要時間

$TiU_{j,k}$: 居住地域 都心間の所要時間

G^h : h期にバイクを購入した人数

α : 1 台当りバイク購入費用

β : 1 台当りの 1 期間(2 年間)のバイク保険料

式(8)と(10)はそれぞれ1期間の居住地 キャンパス間の
通学コストと居住地 都心間の移動コストを表し, 式
(9)と(11)はそれぞれ居住地 キャンパス間の移動時間
コストと居住地 都心間の移動時間コストを表している。
式(12)は学生全体でのバイク購入費用, 式(13)はバイク
維持費用を表している。また, 制約式(14)は, バイク利
用者は一度バイクを購入したら以後他の交通手段には移
らないという条件を設定している。

c) バイク事故リスク費用

$$TRC = TAC \times \sum_h \sum_i \sum_j \sum_k X_{j,k}^{h,i} \times TAN$$
$$j = 1 \forall h, i, k \quad (15)$$

TRC : バイク事故リスク費用

TAC : 事故を起こした場合に支払う費用

TAN : バイク保有者1人当たりの年間事故件数

式(15)はバイク利用者が抱える交通事故支払い費用
の期待値を定式化したものである。

3. 簡単な仮想的計算例

4. おわりに

本論文では,

参考文献

- 1) 塩見拓之, 浅野光行: 都心部の大学における駐輪スペースに関する研究, 土木計画学研究・講演集vol36, 2007
- 2) SATOSHI FUJII, RYUICHI KITAMURA: What does a one-month free bus ticket do to habitual drivers?, Transportation 30, pp.81-95, 2003
- 3) 烏頭尾昌宏, 徳永幸之: 学生の居住地・交通手段保有遷移を考慮したTDMパッケージ施策評価, 都市計画論文集, No.38-3, 2003.10
- 4) 安村勇亮, 奥村誠: 住み替えコストを考慮した職住再配分モデル, 土木計画学研究・講演集 CD-ROM, vol.30, 2004.1