

# 路線バスサービス供給に関する合意形成ツール としてのバス停単位需要推計の可能性

遠藤 玲<sup>1</sup>・田中 寛朗<sup>2</sup>・鷺津 宏明<sup>3</sup>・秋山 祐樹<sup>4</sup>

<sup>1</sup>フェロー会員 芝浦工業大学教授 工学部土木工学科 (〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5)  
E-mail: a-endo@shibaura-it.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 株式会社エイト日本技術開発 (〒164-8601 東京都中野区本町 5-33-11)  
E-mail: tanaka-hiro@ej-hds.co.jp

<sup>3</sup>正会員 株式会社エイト日本技術開発四国支社 (〒790-0054 松山市空港通2-9-29)  
E-mail: washizu-hi@ej-hds.co.jp

<sup>4</sup>正会員, 東京大学空間情報科学研究センター (〒277-8568 千葉県柏市柏の葉 5-1-5)  
E-mail: aki@iis.u-tokyo.ac.jp

路線バスの需要は多くの地域で減少傾向にあり, 減便や路線廃止が住民の生活に深刻な影響を及ぼしている. 一方で政府を挙げて推進している集約型都市構造への転換には地域におけるバスサービスの維持・向上が求められる. その実現のための地域公共交通網形成計画の策定には行政と交通事業者が協議することとなっているが, バス利用促進策やバス路線の新設・再編による需要の変化が正確に把握できることが前提と考えられる. この認識の下, バス停周辺に分布する人口に対してバス停からの距離を変数として含む手段選択モデルを適用したバス停単位需要推計について研究してきた. その結果, 一定程度の推計精度は得られたが, 解決すべき課題も明らかとなってきた. 本稿は, これまでの到達点と残された課題, その課題に対する対応の方向性について報告し, 地域公共交通サービス計画技術の実用展開に寄与するものである.

**Key Words:** bus demand estimation, distance to bus stop, micropopulation census, modal choice model

## 1. 背景と目的

近年, 地球温暖化や中心市街地の空洞化, 市街地の郊外化など, 都市・地域が直面する問題に対応するために集約型都市構造の実現が求められている. 平成26年に都市再生特別措置法が改正され立地適正化計画の策定が制度化されたことにより, 集約型都市構造の実現は都市政策の大きな流れとなっている. これは, 公共交通機関沿線に都市をコンパクトに集約することで, 過度に自家用車に依存することなく生活が可能な都市構造のことである. こうした都市構造を実現するに当たって, 公共交通サービスの充実・改善が求められる.

しかし, 地方都市では, 自家用車保有率の高さや, 公共交通サービス水準の低さから公共交通分担率が低いところに加え, 近年の人口減少や自動車運転免許保有率の上昇の影響により, 公共交通利用者は減少傾向となって

いる. そのため, 公共交通サービスの切り下げ・撤退を行う事業者も少なくない. 路線バス事業においても, 参入・撤退の規制緩和と, 同時期に行われた国庫補助対象路線の絞り込み以降, 採算性の低いバス路線では減便や路線の一部廃止がなされるなど, 最低限のサービス水準を維持することすらままならない状況である. しかしながら, 路線バスは高齢化が進む地方都市において特に重要な公共交通サービスとしての役割を担っているため, 経営の良し悪しだけでなく, 市民の生活の視点からバス路線網や運行形態の再編などによる交通サービスの改善を行っていくことが必要不可欠である.

そのため, 地域公共交通の活性化と再生を一体的かつ効率的に実施することを目的として平成19年に「地域公共交通の活性化及び再生に関する法律」が制定された. その後, 都市再生特別措置法の改正による立地適正化計画の策定と協調する形で平成26年にその一部が改正され,

行政と交通事業者が協議のもと地域公共交通網形成計画を作成することとなった。これにより、行政による地域公共交通網計画への積極的な関与がなされるようになった。だが、地域公共交通網計画のベースとなるバス需要の予測は未だ正確とは言えない状況である。これにより、経営リスクを心配するバス事業者とバスサービスの改善を求める市民・行政側との間での合意形成が進まず、バスサービスの改善が進展しないことが危惧される。従って、バス需要の正確な予測手法の実現が必要とされている。

現在の路線バス需要予測手法では、パーソントリップ調査（以下、PT調査）などの交通実態調査データに基づいてモデルを推定し、他の交通手段と一体的に予測する手法や、バス停圏域人口から予測する手法がとられている。前者ではバス非利用者の利用するバス停や、そこまでのアクセス距離がわからないため精度の高いLOSを推計することが困難であり推定されたモデルの説明力が不足すること、需要予測がゾーン単位で実施されるためゾーン中心とバス停の位置関係によって予測に使用するLOSと実態に差が生じ需要推計値の誤差が大きくなることなどの問題が指摘できる。後者では交通手段選択などの複雑な事象に対応できないという問題や、各バス停の圏域内が均質に扱われるため圏域内の地形や人口分布などの不均質な条件が反映されないという問題がある。このように、どちらも予測値の精度が低く有効に活用されていない。

本報告が検討対象とする手法は、バス停周辺に分布する人口に非集計の手段選択モデルを適用してバス停を単位とした需要予測をすることでこうした問題を解決し、バスサービスの新設・再編などの交通施策を行うにあたって明確な根拠となる高精度なバス需要予測の実現を目指そうとするものである。本稿は、本手法のこれまでの到達点と残された課題、その課題に対する対応の方向性について報告し、地域公共交通サービス計画技術の実用展開に寄与することを目的とする。

## 2. 検討対象手法の位置づけ

これまで実務で採用されてきた四段階推計法におけるゾーン単位での集計により生じる問題については、古くは北村<sup>1)</sup>が他の四段階推計法の課題とともに論じており、当時の地理情報システム（GIS）の普及状況や技術水準を前提として将来的な課題として整理している。その後、100mメッシュまでゾーンの細分化を試みた内山ら<sup>2)</sup>の研究が行われる一方、PT調査の実務においても町丁目程度までゾーンの細分化してデータを整備することが行われている<sup>3)</sup>。

しかしながら、100mメッシュや町丁目単位でもその中心点とバス停との距離がゾーンの平均的距離とかけはなれた需要予測にふさわしいものでない可能性が高いこと、また、統計解析により交通手段選択モデルの説明変数としてバス停までの距離や所要時間が有意となる結果が得られにくいことがバス需要予測の課題として残されている。後者の原因としては交通実態調査ではバス非利用者についてはバス停までのアクセス時間が得られないこと、世帯表に設問を設けてもバス非利用者からは値が丸められて回答され正確な回答が得られにくいことが挙げられる。

近年、GIS技術の普及やビッグデータの利用可能性の向上により、このような状況に変化がもたらされる可能性が生じてきている。

まず、住居からバス停までの客観的距離の把握であるが、GISのアドレスマッチングとネットワーク解析により、個別の住居から最寄りのバス停を探索して道路に沿った距離を計測することが容易にできるようになっている。郵送方式の調査では、回答者の回答意欲をそがないように丁寧に説明することを前提に、GISで探索した最寄りのバス停の名称とそこまでの平均的所要時間をあらかじめ調査票に記入して送付することが可能である。また、熊本都市圏パーソントリップ調査では調査票にジオコードを付してバス停までの客観的距離を計測している。こうすることによって、バス非利用者の代替交通手段（バス）のLOS変数としてバス停までの所要時間の精度向上が期待できる。

また、バス停までの所要時間が有意となった交通手段選択モデルにより需要推計をする場合に、町丁目やメッシュではなく、バス停からの所要時間により区分したゾーンに基づき推計することが考えられ、このような圏域設定もGISを使うことによって容易に行うことができる。

その場合、そのような任意に設定されたゾーンにおける人口及び属性のデータをどのように入手するかという課題があるが、その答えとして、秋山ら<sup>4)</sup>が推計したマイクロ人口統計というデータがある。これは、デジタル住宅地図の各建物に国勢調査の世帯と性別年齢階級別人口を割り振って推計したデータである。各建物ごとのデータの真値との適合度は低いが、ゾーンで集計した場合はある程度の精度が保たれるものである。

最後に、このようにして推計したバス停単位の需要を真値と比較検証する方法であるが、比較対象の真値のデータとして公共交通ICカードデータを活用することができれば検証が可能となる。

本稿では、上記の新たな可能性を具現化した手法による推計結果をICカードデータから推計した実績値と比較し、その誤差の程度と原因を分析することにより、本

手法のこれまでの到達点と残された課題，その課題に対する対応の方向性について検討する。

### 3. 検討対象手法の概要

#### (1) 手法の構成

本手法は，大きく分けて「交通実態調査の結果をもとにしたモデル推定」，「バス IC カードデータを用いたバス停間 OD 表の作成」，「GIS ベースのバス停単位需要推計」と「精度検証」の4つで構成される。

「交通実態調査結果をもとにしたモデル推定」では，PT 調査で使われる調査票を参考に独自の調査票を作成し，調査対象の住宅から最寄りバス停までの物理的な距離を把握できるように工夫して交通実態調査を実施，得られた調査の結果から，バス停からの距離圏を考慮した交通手段選択の非集計モデルを推定する。

「バス IC カードデータを用いたバス停間 OD 表の作成」では，バス IC カードデータを集計・加工することで，通勤目的及び私事目的のバス停間 OD 表を作成し，需要予測の精度比較に用いる。

「GIS ベースのバス停単位需要推計」では，建物毎に世帯数や年齢別人口を確率的に推定したデータ（マイクロ人口統計）を用いて，各バス停距離帯圏域内に居住する年齢別の人口を集計し，通勤目的の発生量を推定，それにモデルから得られた交通手段選択確率を乗じて集計することで，路線バスのバス停単位の需要を推計する。

「精度検証」では，「GIS ベースの需要推計」の結果をバス IC カードデータから推計した実績値と比較し，精度の検証を行う。

#### (2) 手法の適用対象

本手法の対象地域は，埼玉県さいたま市大宮区と見沼区の一部にあたる，大宮駅東口を発着するバス路線の沿線地域とした。当該地域は，付近に並行する鉄道が存在せず，大宮駅までのアクセス交通手段として路線バスや自転車が多く利用されており，本研究に適した地域だと考えられる。

また，本手法は通勤と私事を目的とした自宅発の移動を対象として適用した。

## 4. モデル推定

#### (1) モデルの概要

通勤については大宮駅までのアクセス交通手段選択に関する多項選択モデルの推定を，私事移動については大

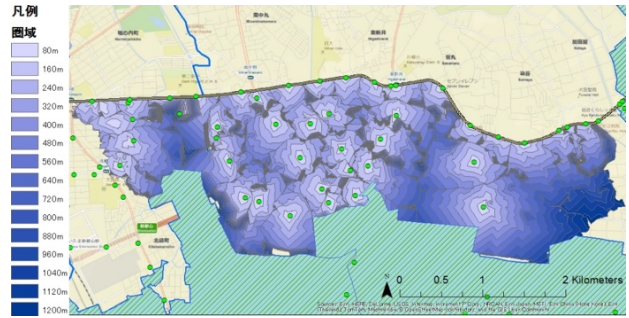


図-1 交通実態調査対象地域と設定したバス停圏域

宮駅及び周辺を目的地とする移動の交通手段選択に関する多項選択モデルの推定を行った。手段選択肢は通勤については路線バス，自転車，徒歩，原付・二輪車の4種，私事移動については自家用車，路線バス，自転車，徒歩とした。バス停アクセス時間をバスの効用関数中に組み込むことで，それが交通手段選択に及ぼす影響を考察した。バス停アクセス時間は調査票配布時に実測距離区分をマーキングして回収した正確な距離を時間に換算した値を使用している。パラメータの推定には，最尤法を用いて，モデルの推定には統計解析ソフト R（アール）を用いた。

#### (2) 推定結果

通勤については，乗車時間・所要時間，費用，バス停アクセス時間に加え，徒歩と自転車は大宮駅からの距離の影響を受けると考え，その変数を導入したモデルを推定した。その結果，バス停アクセス時間と乗車時間・所要時間の係数に差が表れバス停までの徒歩の疲労等が考慮される結果となったため，そのモデルを採用した。モデルの概要は以下のとおりである。その推定結果を表-1に示す。

私事については，所要時間，費用とバス停アクセス時間を3乗した変数でモデル推定を行った。これはバス停からの時間がある程度の限度を超えるとバスの選択確率が急に下がるという関係を組み込むためであり，バス停圏域が遠くまで延びて過大推計になることを防ぐことが期待できる。その結果，表-2に示されるような結果が得られた。バス停アクセス時間を変化させたときのバス選択確率の感度分析結果を図-2に示す。

表-1 モデル推定結果（通勤）

	Nelder-Mead		判定
	パラメータ	t値	
乗車時間・所要時間	-0.124	-2.120 *	
費用	-1.091	-2.135 *	
バス停アクセス時間	-0.232	-2.915 **	
距離	-1.169	-4.117 **	
サンプル数			68
初期尤度			-71.972
最終尤度			-38.162
決定係数			0.470
修正済み決定係数			0.414

表-2 モデル推定結果（私事）

	パラメータ	t値	判定
定数項（自家用車）	-0.8482	-3.2379 ***	
定数項（自転車）	-1.5419	-6.1919 ***	
バス停アクセス時間 <sup>3</sup>	-0.0011	-4.0632 ***	
所要時間	-0.1587	-8.0780 ***	
費用/100	-0.3663	-4.5667 ***	
サンプル数			194
初期尤度			-234.691
最終尤度			-156.674
決定係数			0.3324
修正済決定係数			0.3111

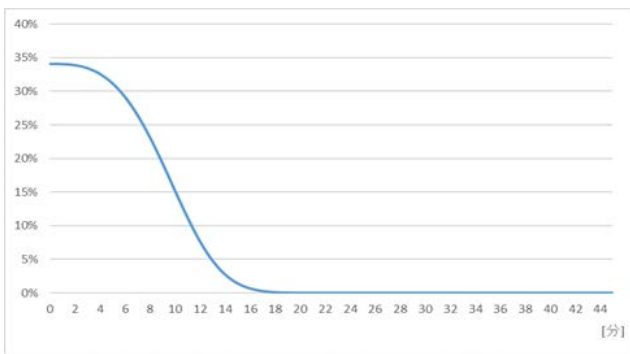


図-2 バス停アクセス時間—選択確率 感度分析

## 5. バスICカードデータに基づくバス停間OD表の作成

### (1) バス停間OD表の作成方法

本研究では、国際興業株式会社よりバスICカードデータを提供頂いた。提供された情報は、各利用者毎の乗車した系統名、系統番号、利用年月日、乗降バス停名、乗降時分（秒単位）、利用人数、そしてバスの運行全体に関して一般利用におけるICカード利用率、バス運行情報である。データが収集された期間は、平成26年6月14日（土）～6月27日（金）である。

バスICカードデータからバス停間ODデータを作成するにあたって、まずデータを上下別、平日土曜休日別の6パターンに分類した。その後、6パターンそれぞれについて時間帯毎のOD表を作成した。そして、平日10日分、土曜2日分、休日2日分からそれぞれ平均値と標準偏差の算出を行い、6パターンのOD表を作成した。

このOD表は全目的のOD表であることから、通勤目的及び私事移動目的の交通手段選択モデル推計値と照らし合わせるため、通勤目的及び私事移動目的のOD表を作成した。ゾーン毎に時間帯別の通勤目的及び私事移動目的の割合は、交通手段やバス停によらず一定であるとい

う仮定の下、各OD表を作成した。目的別割合は、平成20年度PT調査の値を用いた。通勤については出発地が駅から遠いほど出発時間が早くなると考えられるため入手できるデータのうちゾーンの大きさが最小である計画基本ゾーンの値を使用した。私事については目的別割合の安定性を重視して大ゾーンの値を使用した。

最後に、この目的別人数はICカード利用者のみ的人数のため、ICカード利用率で割り、現金払いを含む乗車客数を算出した。

## 6. 需要推計と精度検証

### (1) 需要推計の対象

需要推計の対象は、大宮駅東口を発着する国際興業バスの路線とした。ただし、バスICカードデータから、バス路線の東側区間については沿線人口が少ないためか、バス停毎の乗客数が極めて少なく、バス路線全体の乗客数に占める割合が低いことと交通実態調査の対象としていない地域であることから、精度検証の対象から除外した。そのため、需要推計も実施していない。また、大宮駅直近のバス停についても周辺地域が交通実態調査の対象となっておらず、乗客数も少ないことから対象から除外した。更に、運行頻度の低い路線についても除外した。これは、乗車客数が少ないことと、運行頻度が有意とならず推定したモデルに入れることができなかつたために過大推計となることが明らかなためである。そのほか、今回の報告では、運行頻度がある程度ある支線については推計ができていない。今回精度検証のために需要推計の対象とした区間を図-3に示す（図中の本線区間）。



図-3 需要推計対象区間

### (2) 需要推計の方法

モデル推定結果から得られた路線バスの選択確率と、バス停周辺の人口分布を組み合わせることで、GISをベースとした需要推計を行った。まず、交通実態調査の際と同様に対象バス停について時間圏域を設定し、それぞれの圏域内に居住する人口を求めた。人口データには、秋山ら<sup>4)</sup>が作成した「マイクロ人口統計データ」を使用

した。このデータは、住宅地図と国勢調査を組み合わせ、建物毎に世帯数と性別・年齢別居住者数を確率的に推計したデータとなっている。本研究では、バス停時間圏域のポリゴンデータとマイクロ人口統計データを重ね合わせ、圏域内の年齢別（5歳階級）人口を求めた。

次に、得られた圏域内人口から通勤及び私事移動の発生量を求めた。発生原単位は、通勤については平成20年パーソントリップ調査計画基本ゾーンデータから年齢（5歳階級）毎にグロス原単位を得た。私事については交通実態調査の結果から算定した。それを先ほど求めた圏域内人口に乗じることで、圏域毎の年齢（5歳階級）別目的別発生量を求めた。

続いて、手段選択モデルが対象とする移動に概念を合わせるため調整を行った。

通勤については得られた通勤移動発生量から鉄道駅経由通勤移動発生量を求めた。また、モデルでは「送迎」と「同乗」を選択肢から除いたため、同様に交通実態調査の結果から選択割合を求め、その分を鉄道駅経由通勤移動発生量から除くことで、モデルに合った発生量を求めた。

私事移動については、交通実態調査から得た、バスが利用可能な割合、目的地までバスが利用可能な割合を掛けることで、移動の発生量を算出した。続いて、得られた発生量に移動の頻度の確率をかけることで、手段選択前の平日5日間の移動人数を算定した。

これらに対してバス停からの時間圏域別に手段選択確率をかけ合計することでバス停単位の需要推計を行った。

### (3) 需要推計と精度検証結果

バス停毎に双方の乗客数を示したグラフを図-4、図-5に示す。なお、グラフの縦軸はバスICカードから求めた乗客数の総数を100としたときの、各バス停の乗客数の指数を表す。

#### a) 通勤移動

グラフから、概ねグラフの形状が似通っていることが確認出来る。しかし、南中野中央から日大前までが過小推計となっていることがわかる。逆に、庚申塚以遠では過大推計となっている。

前者については、バス路線の北側の地域で土地区画整理事業が実施中であり、今回使用したマイクロ人口データが2005年のものしかなく、現在までの間に人口が増えていることが影響していると考えられる。また、南中野と日大前の間で運賃が変わることから、日大前の圏域の住民が南中野から乗車している可能性も考えられる。

後者については、片柳支所と片柳小学校の間に南北にさいたま新都心と北浦和に向かう他社のバス路線が存在し、そちらに需要が流れていることが考えられる。また、道路混雑の影響を受けてバスがしばしば遅延することが影響していることも考えられる。地元の自治会へのヒアリングでも深刻な問題として認識されていることがわかっている。

また、バス路線がカーブしているところなどで、隣接するバス停の圏域で制約されず圏域が広がっているバス停やバス停からかなり遠くまで圏域が伸びているバス停があり、これも過大推計に影響している。

#### b) 私事移動

堀之内橋から日大前については過小推計となっている。一方、庚申塚以遠では過大推計となっている。この点に

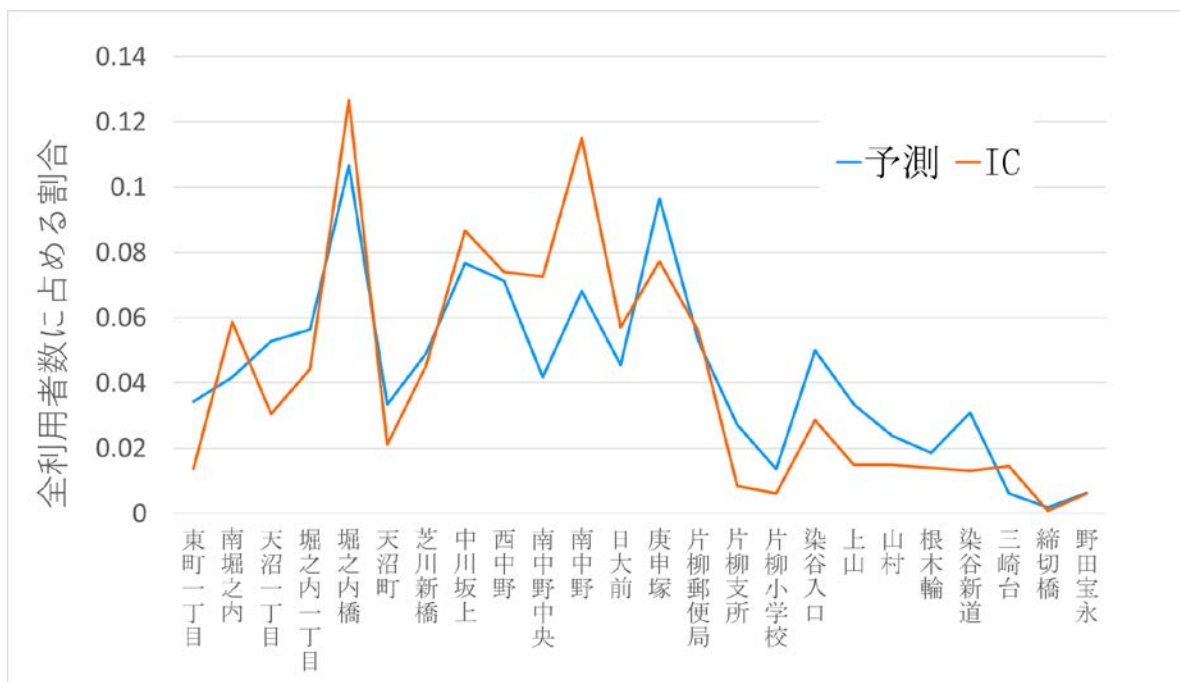


図-4 通勤目的の精度検証結果

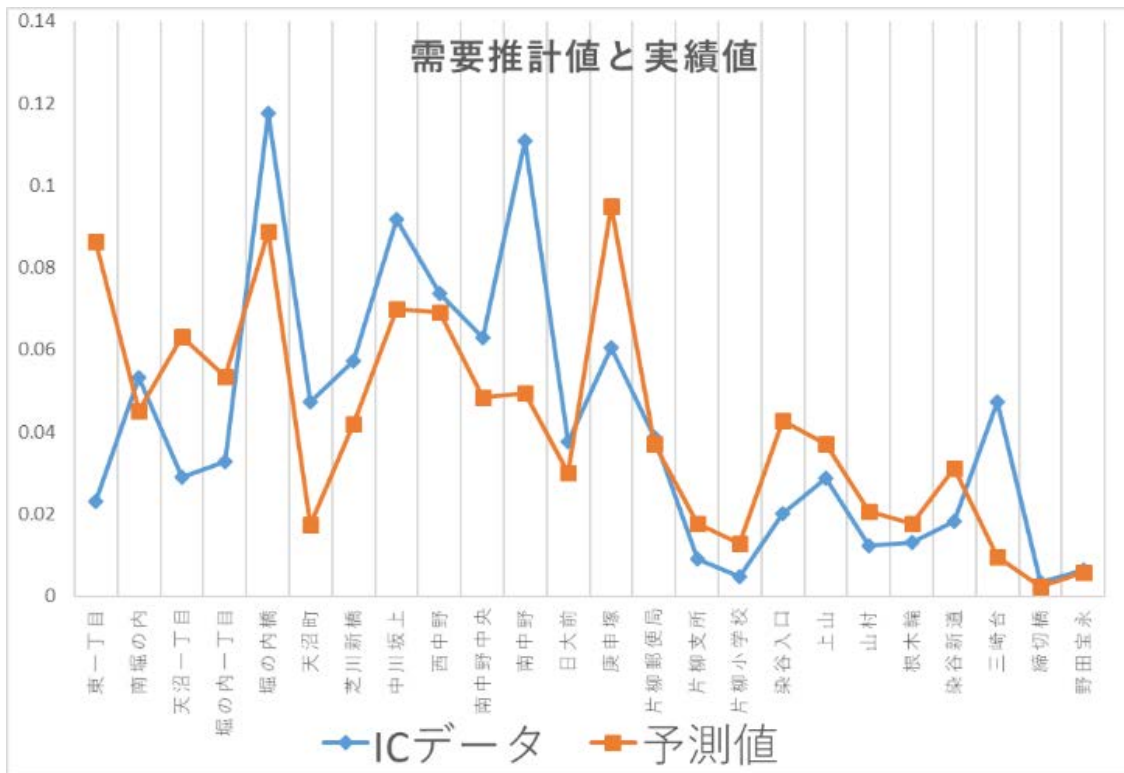


図-5 私事目的の精度検証結果

については、通勤移動と同様の原因が考えられるほか、過小推計のバス停については、沿線の集客施設の帰りの需要がICカードからの推計値に含まれていることが考えられる。沿線には大学や私立高校があり、バスで通学している学生の需要が実績値に含まれてしまっている可能性が高い。また、当該区間の南側には大規模な病院があり、病院の直近にもバス路線が通っているが、運行本数が少ないため、500m程度しか離れていないこの区間のバス停から乗車している可能性がある。

## 7. 本手法の到達点と課題及び対応の方向性

### (1) 通勤移動

通勤目的の移動については、マイクロ人口統計データを最新のものに変更することにより、精度向上が期待できる。圏域の広がりの問題はバス停単位では誤差要因であるが、路線全体の需要についてはそれほど大きな影響を与えないと考えられる。通勤移動に関する大きな問題は、バス停からの時間に対するバス選択確率の感度の低さである。今回推定したモデルでは、バス停からかなり離れてもバスの選択確率があまり下がらないという結果となっている。これは、今回モデル推定に使用したサンプルでは私事移動と異なりバス停アクセス時間をべき乗した変数が有意にならなかったためである。そのため、他のバス停の圏域で制約されない方向には無制限に圏域が広がってしまう。圏域を制限するためにバス停からの

最大距離を設定しているが、その値によってバス停毎の需要が変わってくる。この点については、再度交通実態調査を実施して十分なサンプルを得ることと交通実態の分析によりバス停を利用するうえで限界となる所要時間がどの程度であるかを把握する必要がある。また、今回は鉄道駅と他社バス路線のバス停の圏域は考慮していないため、その点の改善も必要である。

### (2) 私事移動

私事目的の移動についてもマイクロ人口データを最新のものに変更することにより精度向上が可能である。また、圏域が制約されず遠くまで広がってしまう問題は、手段選択確率のバス停からの時間に対する感度が高いため、通勤移動ほどは問題とならない。

本質的な問題となるのが、実績値であるICカードデータがバス路線沿線あるいは周辺の集客施設あるいは事業所からの利用者のデータを含んでいることである。これらのデータは大宮方向でみると昼間から夕方時間帯に分布していると考えられるため私事移動の実績値を実際より多く計算してしまう。これについては、施設別時間帯別原単位を使用して発生量を推定して調整することが考えられるが、交通手段の選択をどのように推計するかが課題である。

### (3) 共通・全般

これまでの検討では、個人属性変数及び政策変数とな

る運行頻度やバスの定時性等のサービス水準変数が手段選択モデルに導入できていない。これは交通実態調査で得られたサンプルが十分でなかったことと、バスの運行データの情報量が少なかったことによる。これを改善するためには、交通実態調査の回収率を向上させ、より詳細な分析に耐えるサンプルを確保する必要がある。また、バスの定時性の変数として、ダイヤからの遅れや所要時間変動を考慮するためには、より詳細なバス運行データを入手して分析する必要がある。

個人属性や運賃区間の境界などを考慮する場合、これまでの方法であるバス停圏域を画定して人口を数え、それに手段選択確率を掛け合わせる方法が難しくなることが考えられる。また、バス停圏域は決定論的なもので、100%どこかの圏域に属することになるが、実際には確率的に決まってくると考えたほうが実態に合っていると考えられる。そのため、今後は、より一般的に応用が可能な方法として、世帯を構成する個人単位で手段選択とバス停選択を確率的に計算する方法を採用することが望ましいと考えられる。

また、他社のバス路線が存在する地域では、それとの競争を考慮する必要がある。他社のバス路線は行先が大宮ではなくさいたま新都心と北浦和であり、通勤目的の場合は都心方面への通勤について乗換駅とバス路線をセットとした選択モデルの構築が可能と考えられる。一方、私事移動については目的地選択も考慮する必要があり、手法についてはさらなる検討が必要である。これらの検討にも十分なサンプルの確保が必要である。

バス路線沿線に存在する集客施設や業務施設からの帰りの大宮方面へのバス乗客数はバス乗客数全体のうちかなりの割合を占めると考えられるが、現状でその実態を示すデータは得られていない。これについては、大規模集客施設について存在する発生原単位の小規模施設版の整備に期待したい。原単位の推定にはモバイル空間統計などのビッグデータを活用する可能性がある。

## 8. おわりに

結論として、バス停単位で需要予測する本手法は今後十分なサンプルの確保や個人単位での手段・バス停選択などの一定の改善を加えることにより、居住地ベースのバス需要の予測に使用することが可能となると考えられる。そのためには、行政と交通事業者だけでなく、住民も巻き込んだ形で議論を行い、住民の関心を高めて交通実態調査に住民の十分な協力が得られるようにすることが必要である。また、需要推計に使われる原単位の数値や手段選択モデルの地域間安定性・移転可能性の検討も必要となる。

一方で、バス路線沿線や近傍の集客施設や業務施設から発生するバス需要については、時間帯別発生原単位の整備が求められる。その整備のためにはモバイル空間統計などのビッグデータの活用が考えられる。

**謝辞：**本研究は芝浦工業大学と国際興業株式会社との産学連携研究及び、著者らと東京大学 CSIS との共同研究 (No. 661) として実施した成果です。国際興業株式会社様にはバス IC カードデータを提供していただき深く感謝いたします。

また、本研究は、芝浦工業大学とさいたま市との連携事業の一環として実施したものです。さいたま市、及び大宮区・見沼区自治会連合会の皆さまには交通実態調査の配布にご協力を頂き、ありがとうございました。

## 参考文献

- 1) 北村隆一：交通需要予測の課題：次世代手法の構築に向けて、土木学会論文集, No.530, IV-30, pp.17-30, 1996.
- 2) 内山久雄, 日比野直彦, : アクセス交通を考慮した首都圏鉄道計画への GIS の適用, 運輸政策研究, vol.2, No.4, 2000.
- 3) 市井健吾, 遠藤玲: PT 調査における調査・分析上の工夫実態, 土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集, vol.42, IV-67, 2014.
- 4) Akiyama, Y., Takada, T. and Shibasaki, R., 2013, "Development of Micropopulation Census through Disaggregation of National Population Census", CUPUM2013 conference papers, 110.
- 5) 谷本圭志, 梅本貴弘, 谷雅幸: 地方における公共交通の潜在利用者数の推計-原単位法に基づいて-, 土木学会論文集 D3, Vol.68, No.5, I\_961-I\_971, 2012.
- 6) 竹内伝史, 山田寿史: 都市バスにおける故郷補助の論理とその判定指標としての路線ポテンシャル, 土木学会論文集 No.425, IV-14, 1994.
- 7) 山田寿史, 竹内伝史, 鈴木武: バス路線の経営分析と潜在集客能力, 土木計画学研究・講演集, No.8, 1986.
- 8) 船戸諒子, 坂本邦宏, 谷島賢, 山岸純一, 久保田尚: GIS を用いたバス停需要人員予測モデルに関する研究~高齢化する集合住宅地域の事例分析~, 土木計画学研究講演集, 巻 40, pp.150, 2009.
- 9) 松阪市: 松阪市のバス交通の需要予測, 松阪市バス等交通システム調査研究業務報告書, 2004.
- 10) 藤井聡: 行動意図法 (BI 法) による交通需要予測: 新規バス路線の“潜在需要”の予測事例, 土木計画学研究論文集 20 (3), pp.563-570, 2003.
- 11) 国土交通省 都市・地域整備局 都市計画課 都市交通調査室: バス事業者による PT データ活用事例 (事例 4~7), 都市交通調査事例集, 2004.
- 12) 一般社団法人交通工学研究会 (編): やさしい非集計分析, 交通工学研究会, 1993.

- 13) 小島浩, 吉田朗, 松井浩, 井上智章, 馬場剛: 第 4 回仙台都市圏パーソントリップ調査の交通需要予測システム, IBS Annual Report 研究活動報告 2005, pp.104-109, 2005.
- 14) 渡辺千賀恵: バス運行頻度の影響を考慮したバス停勢力圏の簡便区画法, 土木計画学研究・論文集, No.2, 1985.
- 15) 遠藤玲, 座間貴之: PT 調査と需要予測手法の方向性に関する基礎的考察—行政実務者アンケートから見えるもの—, 土木計画学研究講演集, vol.49, 2014.
- 16) 岡本和樹, 庄野隼, 田中寛朗, 遠藤玲: 精度の高いバス停アクセス距離データを用いた交通手段選択モデルの推定, 土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集, vol.42, IV-68, 2015.
- 17) 庄野隼, 遠藤玲, 田中寛朗: バス IC カードデータに基づく通勤目的 OD 表の作成, 土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集, vol.42, IV-68, 2015.
- 18) 田中寛朗, 遠藤玲, 岡本和樹, 庄野隼: 正確なバス停アクセス距離データを用いたバス需要推定手法の提案, 土木学会年次学術講演会講演概要集, vol.70, IV-085, pp.169-170, 2015.
- 19) 名久井惇一, 鷺津宏明, 遠藤玲: トリップチェーンに着目した私事目的交通実態の分析, 土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集, vol.43, 2016.
- 20) 田中寛朗, 遠藤玲, 秋山祐樹: バス停アクセス距離と人口分布を考慮したバス停単位需要推計手法の提案, 土木計画学研究講演集, vol.53, 2016.
- 21) 鷺津宏明, 田中寛朗, 遠藤玲, 秋山祐樹: バス需要予測精度向上のためのバス停単位推計手法の開発, 土木計画学研究講演集, vol.53, 2016.
- 22) 遠藤玲, 田中寛朗, 鷺津宏明, 秋山祐樹: PT 調査の空間的解像度向上による路面公共交通需要推計精度向上の提案, 土木計画学研究講演集, vol.53, 2016.
- 23) 鷺津宏明, 田中寛朗, 遠藤玲, 秋山祐樹: 空間人口分布を考慮した私事目的バス停単位需要推計手法の提案, 交通工学研究発表会論文集, vol.36, pp.543-550, 2016.
- 24) 鷺津宏明, 田中寛朗, 遠藤玲: 人口空間分布を考慮したバス停単位需要推計手法の提案, 土木学会年次学術講演会講演概要集, vol.71, IV-011, 2016.
- 25) 大手祐輝, 遠藤玲, 鷺津宏明: バス停距離帯毎に手段選択に考慮した需要推計と町長目ベース需要推計の精度比較, 土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集, vol.44, IV-4, 2017.
- 26) 渡会雄也, 遠藤玲, 鷺津宏明, 田中寛朗, 秋山祐樹: 利用圏域の見直しによるバス停単位需要推計手法の精度向上, 土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集, vol.44, IV-31, 2017.
- 27) 遠藤玲, 田中寛朗, 大手祐輝, 渡会雄也, 鷺津宏明, 秋山祐樹: 客観的バス停アクセス距離と人口空間分布に基づくバス需要推計の精度検討, 交通工学研究発表会論文集, vol.37, pp.601-607, 2017.
- 28) 鷺津宏明, 遠藤玲, 秋山祐樹: 空間人口分布を考慮した私事目的バス停単位需要推計手法の適用性の検討, 交通工学研究発表会論文集, vol.37, pp.615-622, 2017.
- 29) 鷺津宏明, 遠藤玲, 秋山祐樹: 空間人口分布を考慮した私事目的バス停単位需要推計手法の提案, 土木学会年次学術講演会講演概要集, vol.72, IV-059, pp.117-118, 2017.
- 30) 鷺津宏明, 遠藤玲, 秋山祐樹: 空間人口分布を考慮した私事目的バス停単位需要推計手法の精度検証, 土木計画学研究講演集, No.108, vol.56, 2017.
- 31) 渡邊敬士, 遠藤玲, 渡会雄也, 鷺津宏明, 田中寛朗, 秋山祐樹: 利用圏域の見直しによるバス停単位需要推計手法の精度向上, 土木計画学研究講演集, No.110, vol.56, 2017.

(2018.?? 受付)

## PROSPECTS OF BUS DEMAND ESTIMATION BY BUS STOP AS A TOOL FOR CONSENSUS BUILDING ON BUS SERVICE SUPPLY

Akira ENDO, Hiroaki TANAKA, Hiroaki WASHIZU and Yuki AKIYAMA