

バス停単位路線バス需要推計手法の開発

正田 愛穂¹・根岸 剛太²・遠藤 玲³・秋山 祐樹⁴

¹正会員 (株) オリエンタルコンサルタンツ (〒151-0071 東京都渋谷区本町3-12-1 西新宿ビル6号館)
E-mail: masada@oriconsul.com

²非会員 横浜市役所 (〒231-0017 横浜市中区港町 1-1)
E-mail: ah16053@shibaura-it.ac.jp

³フェロー会員 元芝浦工業大学教授 (〒270-1356 千葉県印西市小倉台 3-1-12-302)
E-mail: a-endo@kzd.biglobe.ne.jp

⁴正会員, 東京都市大学建築都市デザイン学部 (〒158-0087 東京都世田谷区玉堤 1-28-1)
E-mail: akiyamay@tcu.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. 一方で集約型都市構造への転換にはバスサービスの維持・向上が求められる. そのための計画である地域公共交通網形成計画の策定における行政と交通事業者の協議には, バス利用促進策等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. このため, 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, 私事移動と通勤移動に分けた推計では一定程度の精度は得られたが, 全目的での推計には至っていない. 本研究では, 私事・通勤・目的施設から発生する需要の推計を総合して, 全目的での需要推計を行った結果, 精度の高い需要推計結果が得られた.

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、私事・通勤・目的施設から発生する需要の推計を総合して、全目的での需要推計を行い、更に精度の高い需要推計手法を検討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¹⁾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²⁾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³⁾。

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⁴⁾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。

本研究では、私事・通勤・目的施設から発生する需要の推計を総合して、全目的での需要推計を行い、更に精度の高い需要推計手法を検討する。

3. 先行研究の到達点と課題

先行研究では、私事移動と通勤に分けて、本手法の精度検証を実施した。その到達点と課題は以下のように

整理される。

(1) 全般

実績値として使用した私事移動と通勤の各バス停の乗車客数は時間帯別バス停間OD表にPT調査から得た時間帯別目的割合をかけ合わせて集計した推計値であり、実績値自体との精度検証を行っていない。実績値には学校・病院などの目的施設から発生する帰りの大宮方向の乗車客数が含まれており、特に私事移動の推計での誤差要因となっていた。

そこで、全目的の実績値を直接説明できるモデルを構築して精度検証することが課題であった。

また、マイクロ人口統計が 2005 年のものであり、バス IC カードデータを取得した 2014 年までの間に人口が増加していることが想定され、それが過少推計の原因になっていると推測している。

さらに、大宮駅から遠いバス停については過大推計の傾向があり、これは、道路混雑による遅延の影響をより多く受けるためではないかと推測している。

(2) 私事移動

私事目的の移動については、上記の目的施設の影響が大きく、誤差が大きい結果であった。

(3) 通勤移動

通勤目的の移動については、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、それを利用できる地域のバス停の乗車客数が過大に推計されている可能性が指摘されていた。また、バス停からの距離が遠くなってもバス選択確率があまり下がらないモデルとなっていることも課題として挙げられていた。

4. 研究手法の概要

(1) 手法の構成

本手法は、大きく分けて「私事、通勤目的での需要推計」、「目的施設の選定と推計」、「全目的でのバス停単位需要推計」と「精度検証」の 4 つで構成される。

「私事、通勤目的での需要推計」では、GIS を用いてバス停、アクセス時間別に圏域を作成し、マイクロ人口統計データとパーソントリップ調査、先行研究にて作成した交通実態調査結果を加工し、組み込むことで圏域別に発生量の算出を行う。交通手段選択モデルからバス選択確率を算出し掛け合わせる。この計算を私事と通勤で実施しバス停単位の需要を推計する。

「目的施設の選定と推計」では、各バス停から 300m 圏内の目的施設を抽出後、その延床面積をバス停毎に集

計する。

「全目的でのバス停単位需要推計」では、全目的での大宮方面の乗車客数を目的変数として、前述の推計した私事と通勤のバス停毎の需要推計値と目的施設延床面積により説明するモデルを推定することで、全目的での路線バスのバス停単位需要推計を行う。

「精度検証」では、「全目的でのバス停単位需要推計」の結果をバス IC カードデータの実績値と比較し、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、本手法は自宅発の全目的の移動を対象として適用した。期間は平日とした。

5. 私事と通勤目的での需要推計

(1) 使用したモデル

私事移動については先行研究で推定したモデルを使用した。これは、大宮駅及び周辺を目的地とする移動を想定するモデルであり、交通手段選択肢は路線バス、自転車、徒歩、自家用車の 4 種。モデル推定は所要時間と費用、バス停アクセス時間を 3 乗した変数で行っている。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。使用したモデルを表-1に示す。

表-1 使用したモデル（私事）

	パラメーター	t 値
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 ³	-0.0011	-4.0632
所要時間	-0.1587	-8.078
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

通勤についても先行研究で推定したモデルを使用し

た。これは、大宮駅までの移動を想定するモデルであり、交通手段選択肢は路線バス、自転車、徒歩、原付・自動二輪車の4種とした。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ている。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。モデルの概要を表-2に示す。

表-2 使用したモデル (通勤)

パラメーター	t 値
乗車時間・所要時間	-0.8482 -3.2379
費用	-1.5419 -6.1919
バス停アクセス時間	-0.0011 -4.0632
距離	-0.3663 -4.5667
サンプル数	68
初期尤度	-71.972
最終尤度	-38.162
決定係数	0.470
修正済決定係数	0.414

(2) 需要予測結果

私事移動の需要予測結果と私事ICカード実績値との比較を以下の図-1に示す。私事ICカード実績は、大宮駅東口周辺停留所を目的地とする日にち、時間帯別に作成したOD表にPT調査データのゾーン別目的種類別発着時間帯別発生集中量から算出した自宅・私事の割合を掛け合わせ、ICカード利用率で割り、算出している。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1としたときの、各バス停の乗客数の指数を表す。

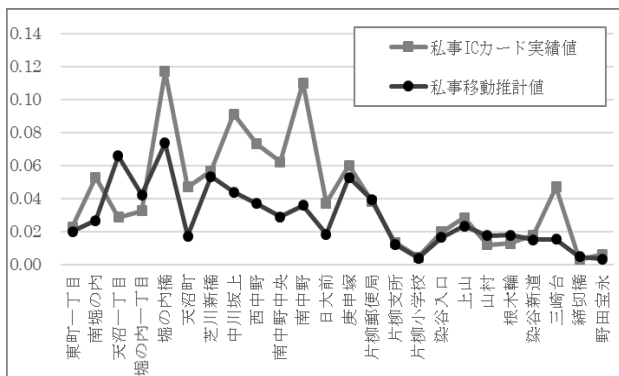


図-1 対象区間の需要予測結果 (私事目的)

通勤移動の需要予測結果と通勤ICカード実績値との比較を以下の図-2に示す。通勤ICカード実績値では、バス停毎の乗車数平均値・標準偏差を算出し、時間帯別平均値・標準偏差のOD表に計画基本ゾーン別・時間帯別通

勤業務トリップ割合を掛け合わせ、通勤目的ICカード利用者を算出、ICカード利用率で割り、算出している。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1としたときの、各バス停の乗客数の指数を表す。

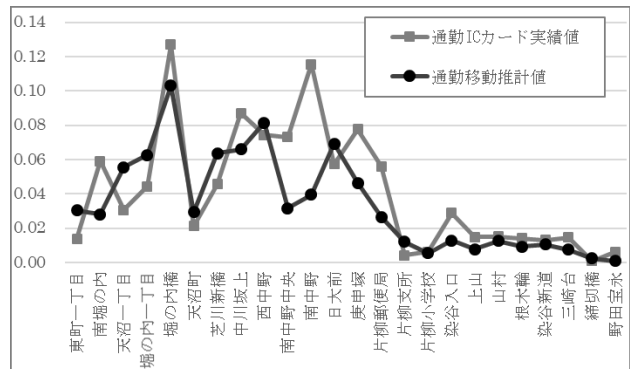


図-2 対象区間の需要予測結果 (通勤目的)

6. 目的施設の選定と推計

(1) 目的施設の選定

目的施設は商業や工業、学校、医療福祉施設などが挙げられる。しかし食料品スーパーやファミリーレストランなどの飲食店、診療所、クリニックなどの地域向けのサービス施設をバスで利用することは考えにくい対象の施設から除外した。また、介護施設のように送迎が充実している施設も同様のことが言えるため除外する。

よって、昼間に来訪者が発生する事業者と学外からの来校者が想定される中学・高等学校を対象施設とした。

学校に関して、本研究の対象路線沿線には3つの中学・高等学校と大学のキャンパスがあるが、大学のキャンパスについては日常的に利用されておらず、グラウンドや研修等の使用にとどまっているため対象から除外した。対象となる中学・高等学校では学校敷地内にある建物すべての延床面積を集計するのではなく、教室や体育館など外部の人間が訪れることのない教室等は含まないものとし、職員室や応接間の延床面積のみを対象とした。

加えて、コンビニに関してはバス停に隣接するものに限定して対象施設とした。これはコンビニを目的地としてバスを利用するのではなく、経由地として、気軽に立ち寄ることが出来る施設がバス停の目の前にある状況では、バス乗車前に立ち寄るためにそのバス停を利用する確率が上がると考えられるためである。

(2) 目的施設延床面積の推計方法と結果

目的施設延床面積の推計に使用するデータはさいたま市から提供いただいたさいたま市構造化データファイルであり、それから各施設の延床面積をバス停毎に集計し

た。集計した範囲は他路線との干渉を考慮して各バス停から300mとし、2つのバス停にまたがる建物については近い方のバス停で集計を行った。その結果を以下の図-3に示す。

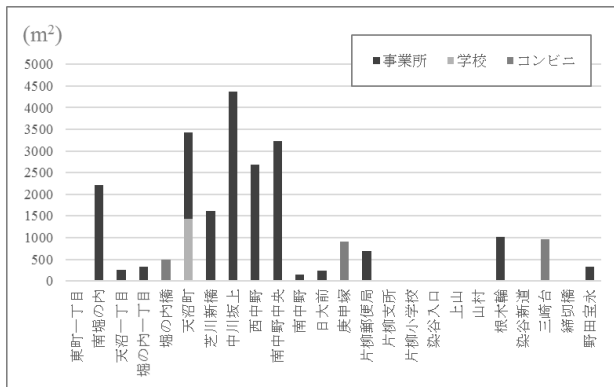


図-3 目的施設延床面積の推計結果

7. 全目的でのバス停単位需要推計と結果

ICカード実績値を目的変数とし、私事・通勤目的の需要推計結果と目的施設延床面積を説明変数として重回帰分析をした。その結果を表-3に示す。算出された需要推計結果とICカード実績値との比較を図-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1としたときの、各バス停の乗客数の指数を表す。

表-3では、私事移動において、理論上、偏回帰係数が1に近づく必要があるが0.585と低く、まだ改善が必要ながわかる。

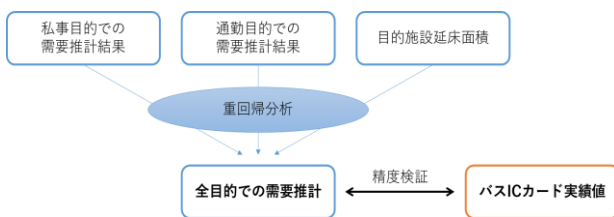


図-4 全目的需要推計のフロー

表-3 全目的での重回帰分析の結果

重相関係数	重決定R2乗	補正R2乗	
0.937508683	0.878922531	0.8197723	
変数	決定係数	t値	判定
私事移動の需要予測結果	0.585373197	1.7900362	*
通勤移動の需要予測結果	1.311441314	1.9877255	*
目的施設延床面積の集計結果	0.023843991	2.3390003	**

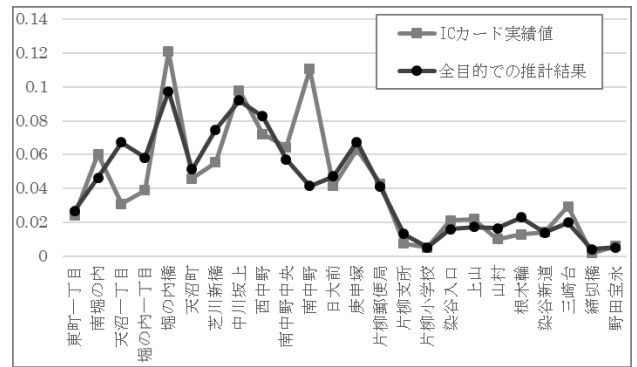


図-5 対象区間の推計結果 (全目的)

また、図-5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」で過小推計となった。この原因としてまずバス路線の北側の地域で土地区画整理事業を実施しており、今回使用したマイクロ人口データが2005年のものしかないため、ICカード実績の2014年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。次に、実績値は2014年6月のデータであり、南中野には2016年6月まで「むさしの湯」という温泉施設があった（現在は閉店している）ことも要因の一つと考えられる。加えて、「南中野」「日大前」間は県道214号との合流地点であり、周辺が集客施設も多く、賑わっている。例えば、喫茶店「星乃珈琲」、飲食店「吉野家」「北越ぎょうざ」などの、おひとり様でも気軽に立ち寄れるお店がある。

対象区間において、バス停毎の実績値と推計値の平均二乗誤差 (RMSE) を算出したところ、各バス停ICカード実績の平均値が1299 (人) に対し、1143 (人) (8.80%) となった。

8. 本手法の到達点と課題及び対応の方向性

本研究では初めて全目的での推計を行い、一定の精度が得られた。しかし本研究では、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。

9. 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. 946) 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.
- 32) 遠藤玲, 田中寛朗, 鷺津宏明, 秋山祐樹: 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, 土木計画学研究講演集, No.27-07, vol.57, 2018.

(2020.3.8 受付)

DEVELOPMENT OF A METHOD FOR BUS DEMAND ESTIMATION BY BUS STOP

Manaho MASADA, Gouta NEGISHI, Akira ENDO and Yuki AKIYAMA