

複数の動線データの組合せ分析によるバス停留所付近の走行改善の検討支援に関する研究

今井 龍一¹・井星 雄貴²・中村 俊之³・牧村 和彦⁴・濱田 俊一⁵

¹正会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 高度情報化研究センター 情報基盤研究室
(〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地)
E-mail: imai-r92ta@nilim.go.jp

²非会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 高度情報化研究センター 情報基盤研究室
(〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地)
E-mail: iboshi-y8910@nilim.go.jp

³正会員 京都大学大学院 工学研究科 都市社会工学専攻
(〒615-8540 京都市西京区京都大学桂)
E-mail: nakamura@trans.kuciv.kyoto-u.ac.jp

⁴正会員 一般財団法人 計量計画研究所 企画部 (〒162-0845 東京都新宿区市谷本村町2番9号)
E-mail: kmakimura@ibs.or.jp

⁵非会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 高度情報化研究センター
(〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地)
E-mail: hamada-s8810@nilim.go.jp

本研究は、異なる複数の動線データ（普通自動車のプローブデータ、バスICカードデータ）を組み合わせたバス停留所付近の走行改善の検討支援策を考案し、さいたま市の全バス停留所を対象に同支援策を適用して有用性を検証した。

具体的には、さいたま市内のバスICカード導入済みの全バス停留所を対象に、バスICカードデータより収集されるバス停留所の乗車人員に基づき利用者数の多いバス停留所30箇所を抽出した。この30箇所を対象に、バスICカードデータから推計したバスの走行速度などの実態および普通自動車のプローブデータから推計した走行速度などの実態を整理した。これらに基づき、バスおよび普通自動車の旅行速度を組み合わせたバス停留所付近の走行阻害要因を数値化し、改善が必要なバス停留所の候補を明らかにした。

Key Words : *trail data, probe car data, bus smart card data, bus transportation planning*

1. はじめに

近年、デジタル化された膨大な人の動きを捉えた動線データがリアルタイムに収集されている。具体的には、GPSによる位置特定が可能な携帯電話やカーナビゲーションから収集するプローブパーソンデータやプローブカーデータ¹⁾、さらにバス・鉄道の交通系ICカードデータ²⁾が挙げられる。これらの動線データは、広域かつ効率よく365日24時間取得できる。例えば、鉄道事業者やバス事業者で導入されている交通系ICカードに着目すると、全国的な普及に加え、2013年春には10種類の交通系ICカードの相互利用が実現し、全国を1枚のICカードで行き来できる環境が整う。それに伴い収集され

る動線データは、様々な活用の可能性を秘めている。

デジタル化された動線データを扱った既往研究に着目すると、携帯電話を活用した回遊行動の把握³⁾、交通系ICカードデータに基づく鉄道・バスの利用者行動の把握²⁾などが報告されている。既往研究では単一の動線データの利用が多いが、様々な動線データの収集が進んでいる現状を踏まえると、今後は複数の異なる動線データの特徴を活かした組合せ分析の事例が創出され、新たな知見を広められる可能性がある。

道路行政におけるデジタル化された動線データ活用例に着目すると、交通現象・実態の把握による交通計画の立案や道路整備による効果計測に、普通自動車の動線データ（以下、「プローブカーデータ」という。）を用い

ている⁴⁾。現在は、プローブカーデータのみ利用であるが、道路行政ニーズにはバス停留所の走行阻害箇所の抽出もあり⁵⁾⁶⁾、バス IC カードから取得できる動線データの活用が期待される。また、著者らは地方公共団体の道路行政担当者と意見交換を行っているが、バス停留所の現地踏査は作業負荷が大きく網羅的な実態把握の調査が難しいなどの課題もあり、効率的なバス停留所の走行阻害箇所の抽出に対するニーズが非常に大きいことを確認している。なお、ここで言うバス停留所の走行阻害箇所とは、バスの停車により、後続自動車の走行性が低下していることを言う。

この課題解決に向けて、牧村ら⁹⁾は、バス IC カードの活用事例を網羅的に調査し、バス停留所の整備計画立案へのバス IC カードの動線データ（以下、「バス IC カードデータ」という。）の適用可能性を示唆し、今後の課題として支援策の確立を挙げている。バス IC カードデータとプローブカーデータを用いて無数のバス停留所の中から走行改善箇所を抽出できると、より効果的なバス停留所整備計画の立案に寄与することが期待できる。

本研究の目的は、プローブカーデータおよびバス IC カードデータに着目し、異なる2種類の動線データを利用したバス停留所付近の走行改善の検討支援策の確立とした。また、さいたま市内のバス IC カードを導入している全バス停留所を対象に支援策を適用して有用性を明らかにする。

第2章は、既往研究を整理して本研究の位置づけを論ずる。第3章は、動線データを用いたバス停留所付近の走行改善の検討支援策を論ずる。その中で、プローブカーデータおよびバス IC カードデータを用いたバス停留所の走行阻害箇所の抽出方法を考案する。第4章は、さいたま市内のバス停留所を対象に考案した支援策を適用して有用性を検証し、第5章にて本研究のまとめと今後の展望を述べる。

2. 動線データの既往研究と本研究の位置づけ

本研究は、民間事業者で収集されている普通自動車のプローブカーデータと、バスの乗降時に収集されているバス IC カードデータとを用いたバス停留所付近の走行改善の検討支援策を確立する。本章は、プローブカーデータおよびバス IC カードデータの活用に関する既往研究を整理し、本研究の位置づけを明らかにする。

(1) プローブカーデータに関する既往研究

プローブカーデータに関する既往研究としては、データの取得精度や必要サンプル数の考察⁷⁾、取得したデータを地図上にマッチングする技術に基づく経路選択⁸⁾、

取得したデータから交通状況特性の把握⁹⁾および道路整備の効果計測⁴⁾などが挙げられる。とくに、大量のプローブカーデータの精度や必要サンプル数の考察は、橋本らの研究¹⁰⁾にてまとめられている。

(2) バス IC カードデータに関する既往研究

バス IC カードデータに関する既往研究としては、交通現象の解明、長期間のデータ特性を活かした交通調査への利用や需要推計への利用および交通計画への利用などが挙げられる⁹⁾。

交通現象の解明の既往研究としては、岡村ら¹¹⁾は、広島都市圏の共通磁気カードの乗車データ（2000年10月の1週間分）を用いて、既存交通調査データの補完代替可能性を検討している。

交通調査への利用や需要推計への利用の既往研究としては、Trepanier ら¹²⁾はカナダガティノ市を対象に全国世帯交通調査結果とバス IC カードのデータとを用いて、系統別の利用特性、利用時間帯の特性や利用者の OD 分布特性を分析している。野上ら¹³⁾は、高知県の共通 IC カードデータを用いて、ゾーン別トリップ数などの OD 分析、バスおよび路面電車の乗換分析により、共通 IC カード利用者の公共交通の利用実態を明らかにしている。

交通計画への利用の既往研究としては、Bagchi & White¹⁴⁾は、バス IC カードデータを用いて、英国ウエストヨークシャーのブラッドフォード地域を対象にバスとバスの乗り継ぎ特性を分析し、バス IC カード利用者の乗り継ぎ実態を明らかにしている。中島ら¹⁵⁾は大阪での鉄道の新規開業路線に伴う利用者の乗車時間の変化を数値として捉えて分析し、開業路線による効果を把握している。矢部・中村¹⁶⁾は、首都圏のバス IC カードデータを用いて、カード普及率とバス停車時間との関係や停車時間の短縮と運行時間との関係を分析し、バス IC カード導入による効果を考察している。牧村ら⁹⁾は、バス停留所の整備計画立案へのバス IC カードデータの適用可能性を示唆し、今後の課題として具体的な支援策の確立を挙げている。

(3) 本研究の位置づけ

プローブカーデータを用いた既往研究では、収集されるデータ自体の精度の検証やデータ特性の把握を目的に実施されていることが多い。また、道路整備に伴う効果計測などの活用例が示されている。一方、バス IC カードデータは、大量なデータを長期間収集できる環境が整いつつあり、既往研究ではバス IC カードの導入路線や開業路線の効果検証などの活用例が示されている。

これらの活用例は、単一の動線データを用いて分析しているが、同一エリアで異なる複数の動線データを組み合わせると、詳細な分析が可能となり、公共交通計画の

支援に繋がる新たな知見が得られることが期待できる。

本研究は、バス停留所付近の走行改善の検討支援策に、2種類の動線データの各特性を活用する点に特徴がある。また、本研究により得られる知見は、全国的に広がりつつある交通系 IC カードデータの有用な可能性を示唆するものであると考えられる。

3. 動線データを用いたバス停留所付近の走行改善の検討支援策

従来のバス走行改善の検討事例として、新潟市オムニバスタウン計画に基づくバス停環境整備計画¹⁷⁾がある。同計画では、各バス停留所を現地踏査で確認し、運行路線や運行本数などのサービスレベル、バリアフリー重点地区および病院などの施設を加味した上で改善すべきバス停留所（とくに上屋の整備候補箇所）を選定している。

本研究が提案する動線データを用いたバス停留所付近の走行改善の検討支援策は、従来手法では把握しにくいバスの走行速度、利用者数や普通自動車の走行速度などの客観的なデータに基づき、バス停留所付近の走行障害箇所を抽出するのが大きな特徴である。

(1) 検討支援策の実施手順

プローブカーデータおよびバス IC カードデータを用いたバス停留所付近の走行改善の検討支援策の手順を図-1に示す。各 Step の内容を以下に示す。

a) Step.1 バス停留所別利用者数の整理

Step.1 は、バス IC カードデータを用いて各停留所別利用者数を整理する。この結果、例えばバス停留所が 1,000 箇所以上存在していても利用者の多いバス停留所の効率的な抽出が可能となる。

このように IC カードの利用により、利用者数を軸にしたバス停留所の整理ができるが、1つの指標に過ぎない点に注意が必要である。例えば、行政側が市民の意見などで改善対象候補のバス停留所を把握していることもある。その場合は、市民の意見や IC カードから整理した各バス停留所の利用者数も含めて検討するのも一方策である。なお、第 4 章の検証では、IC カードを用いた利用者数の多い 30 のバス停留所の抽出に留まっている。

b) Step.2 バス停留所の動的な状況整理

Step.2 は、プローブカーデータとバス IC カードデータとを活用し、目的に応じた指標を設定して動的な状況を整理する。具体的には、表-1 に示す 9 つの指標を動的な状況として設定した。この設定により、乗車人員の多いバス停留所や時間帯、天候や通勤時間帯での利用状況の違いなどが把握できる。

表-1 のバスの利用状況では、利用者数の 1 日平均や月

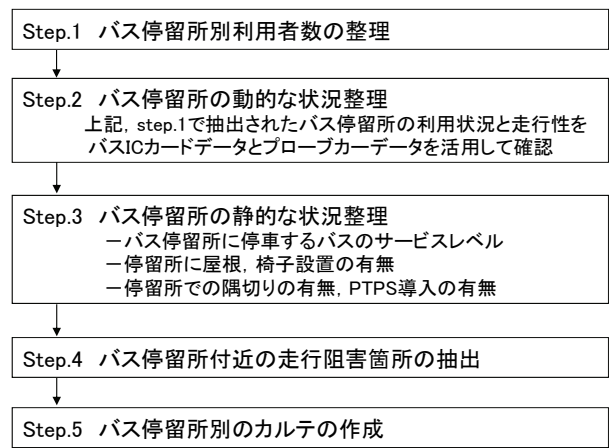


図-1 バス走行改善の検討支援の手順

表-1 Step.2 停留所の動的な状況整理の指標

項目	指標	内容
バスの 利用状況	利用者数の平均	当該停留所でのICカードによる利用者数を1日平均で平日・土曜・日祝別に算出
	利用者数の変動	当該停留所でのICカードによる利用者数を月別に整理
	通勤時間利用率 (平日)	平日の通勤時間(7時台~8時台)の利用者割合を「通勤利用者数(7時台~8時台計)/平日利用者数」として算出
	休日利用率	平日と比較した土曜日、日祝の利用者割合を「土曜日の利用者数(人/日)/平日の利用者数(人/日)」として算出
	雨天利用率	平日、土曜日、日祝別に「雨天日利用者数(人/日)/晴天日利用者数(人/日)」として算出
バス・ 普通自動車の 走行性	バスの 平均旅行速度	当該停留所でのバスの平均旅行速度を朝ピーク(7・8時台)、日中(9~16時台)、夕ピーク(17・18時台)、日平均で算出
	バスの 平均旅行速度の変動	平日の月別の平均旅行速度の変動、時間帯別の平均旅行時間の変動を算出
	普通自動車の 平均旅行速度	当該停留所直前の普通自動車の平均旅行速度を朝ピーク、日中、夕ピーク、日平均で算出
	普通自動車の 平均旅行速度の変動	平日の月別の平均旅行速度の変動、時間帯別の平均旅行時間の変動を算出

別の指標に加えて、ベッドタウン地域の通勤時間帯の利用者数が多くなることを想定した通勤時間利用率も 1 つの指標とした。また、一般的に休日の利用者数は平日より少なくなること、雨の日の利用者数は晴れの日より多くなることが知られている。動線データを活用すると天気による利用者数の差も数値化できることから、1 つの指標として設定した。

表-1 のバス・普通自動車の走行性は、バス・普通自動車が当該バス停留所付近をどれくらいの速度で走行しているのかを捉えるために時間帯別や時間区分別を指標とした。これは、同じ箇所でも時間帯によって走行性は大きく異なるためである。

Step.2 で設定する指標は、先に示した従来手法のバス停環境整備計画の検討では把握が難しいが、本研究のように動線データを利用すると比較的容易に作成できる。

c) Step.3 バス停留所の静的な状況整理

Step.3 は、バス停留所の運行本数、運行系統数や運行本数などのバスサービスレベルの把握や停留所の位置する道路の車線数やバスベいの整備状況などのバス走行環境も整理する。具体的には、表-2 に示す 9 つの指標を静的な状況として設定した。

表-2 Step.3 停留所の静的な状況整理の指標

項目	指標	内容
バスの 運行実態	運行事業者	当該停留所を走行するバス事業者
	運行系統	当該停留所を走行する運行系統数
	運行本数	当該停留所を走行する運行本数を平・土・日祝別に整理
バスの 走行環境	車線数	停留所の位置する道路の車線数
	バスベイ整備状況	当該停留所のバスベイ整備の有無
	上屋の整備状況	当該停留所の上屋整備の有無
	椅子の整備状況	当該停留所の椅子整備の有無
	PTPSの導入状況	当該停留所の走行系統のPTPS導入路線の有無
	優先(専用)レーン導入状況	当該停留所の走行系統のバス優先(専用)レーンの有無



図-2 バス停留所の走行阻害発生状況

表-2 のバス運行実態では、運行事業者や運行系統の基礎情報に加えて、サービスレベルの指標となる運行本数も設定した。バスの走行環境では、バス停留所のサービスレベルの向上に係わる指標を設定した。具体的には、走行性向上に関する指標として車線数、バスベイの整備状況、PTPS（公共車両優先システム、Public Transportation Priority System）の導入状況および優先（専用）レーンの整備状況、利便性向上に関する指標として、上屋や椅子の整備状況を設定した。

Step.2 の動的な状況は動線データを用いて整理・把握できるが、静的な状況は実際に現地踏査する必要がある。しかし、Step.1 にて、乗車人員の多いバス停留所を先に抽出していることから、エリア内の全停留所を現地踏査しなくても、例えば乗車人員の多い停留所を対象にするなど、計画的に現地踏査が実施できる。

d) Step.4 バス停留所付近の走行阻害箇所抽出

バス停留所付近の走行阻害箇所とは、図-2 に示すようなバス停留所でのバスの停車に伴って後続自動車が進んでいき、渋滞が発生する箇所を指している。走行阻害箇所の抽出には、プローブカーデータおよびバス IC カードデータから集計した結果をデジタル道路地図（以下、「DRM」という。）のリンクと関連づけたバス停留所リンクの旅行速度と、バス停留所直前のリンクの旅行速度とを利用する。具体的には、図-3 に示す3つの旅行速度を用いて走行阻害発生率を定義する。

2 種類の動線データの 30 分ごとの旅行速度データのサンプル数を N とする。この N は対象期間（第 4 章で

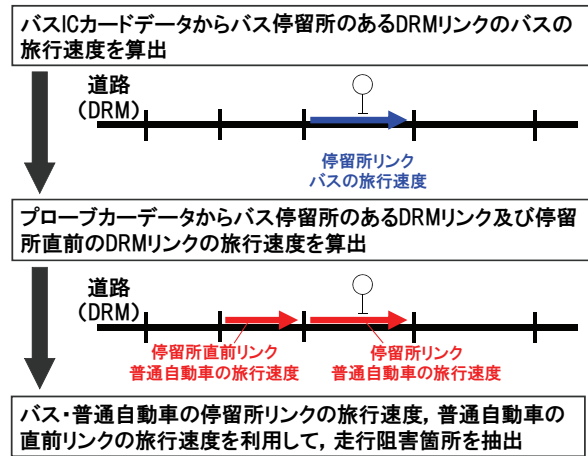


図-3 走行阻害発生率の算出に用いる旅行速度

言う 2010 年 6 月の 1 ヶ月) のうち、2 種類の動線データがともにデータ収集された場合のみ利用する。

時刻 t における停留所の存在するリンク i のバスおよび普通自動車の旅行速度、普通自動車の直前リンク ($i-1$) の旅行速度を次のように定義する。

$V_{t,i}^{bus}$: 時刻 t における停留所の存在するリンク i のバスの旅行速度

$V_{t,i}^{car}$: 時刻 t における停留所の存在するリンク i の普通自動車の旅行速度

$V_{t,i-1}^{car}$: 時刻 t における停留所の直前リンク ($i-1$) の普通自動車の旅行速度

定義した 3 つの旅行速度を用いて、2 つの条件式を設定する (図-4 参照)。

$$V_{t,i}^{car} - V_{t,i}^{bus} < 0 \quad (1)$$

$$V_{t,i}^{car} - V_{t,i-1}^{car} < 0 \quad (2)$$

上記条件式は、バス停留所リンクにおけるバスの旅行速度よりも普通自動車の旅行速度が小さく (式(1))、かつ普通自動車の旅行速度がバス停留所の直前リンクよりもバス停留所リンクが小さい (式(2)) ことを示している。(式(1)) を満たす 30 分ごとの旅行速度データのサンプル数を n としたときにバス停留所の走行阻害発生率を次のように定義する。

$$BlockRate = \frac{n}{N} \quad (3)$$

定義した走行阻害発生率は、数値が高いほど走行阻害が発生しやすく、図-5 のように整理することができる。図の左下の網掛けエリアのプロット数が多いと、バス停留所で普通自動車がバスを追い越すことができずに走行阻害が発生している状況を示す。

e) Step.5 バス停留所別のカルテの作成

Step.5 は、検討結果を見える化する。具体的には、現場での使いやすさを踏まえ、Step.4 までの結果を用いて停留所別にカルテ形式で整理する。

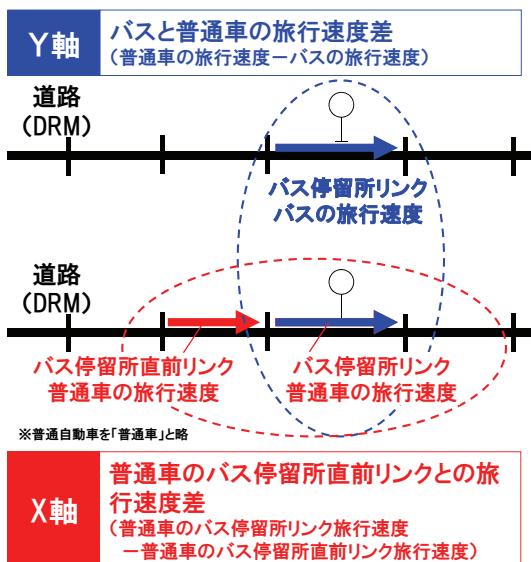


図4 3つの旅行速度を用いた条件式

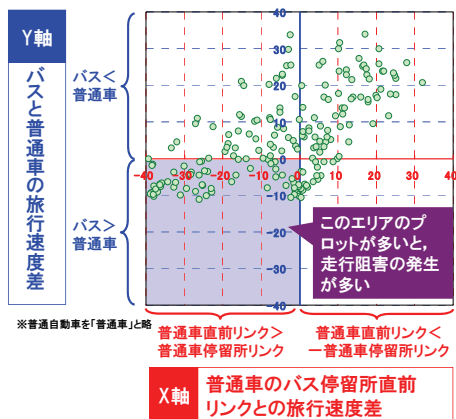


図5 走行阻害発生率の整理イメージ

表-3 分析対象エリアと分析データ期間

項目	内容
分析対象エリア	埼玉県さいたま市
分析データ期間	2010年6月(1ヶ月) 平日: 22日, 土曜: 4日, 日祝: 4日

4. さいたま市を対象にしたバス停留所付近の走行改善の検討支援

本研究は、さいたま市内のバス IC カードの導入されている路線を対象に前章で提案したバス停留所付近の走行改善の検討支援策を適用して有用性を検証した。有用性の検証は、関東地方整備局大宮国道事務所、埼玉県およびさいたま市の公共交通関係各課から適宜助言を頂きながら遂行した。

(1) 分析エリアとデータ期間

分析対象エリアおよび分析データ期間を表-3 および図-6 に示す。分析データの時間帯は、バスの走行時間

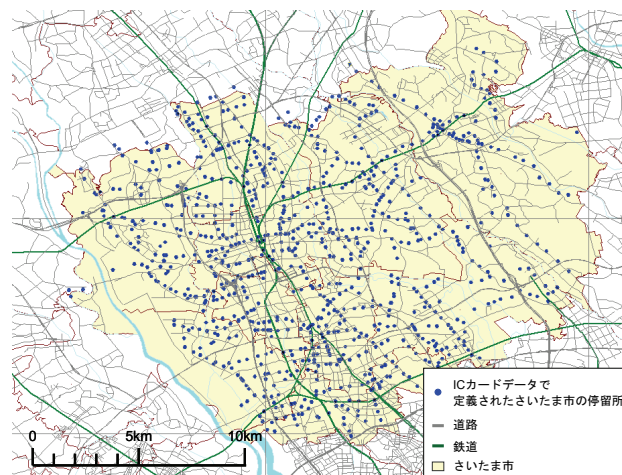


図-6 分析対象エリア(さいたま市)とバス停留所

帯を考慮して 6 時台~22 時台を対象にした。さいたま市では交通戦略会議を設置し、2009 年より都市交通戦略の策定を目標に検討が進められている¹⁸⁾。同戦略では、地域拠点間および隣接都市との移動性向上が位置づけられ、速達性・定時性向上の実現を目指した施策が計画されている。その中で公共交通としてのバスは大きな役割を果たすことが期待されている。

さいたま市では図-6 に示すとおり、南北の鉄道走行により移動しやすい環境が整備されている。一方、大宮駅や浦和駅といった主要鉄道駅から東西方向は鉄道網が整備されておらず、バスに依存している。そのため、バス走行環境やバス停留所の整備に対する要望は多い。しかし、市内の 1,000 箇所以上のバス停留所のどこから整備を進め、走行改善を図るべきかは交通戦略会議でも現時点は議論されていない。これらも踏まえ、本研究はバス走行改善の検討支援の対象エリアをさいたま市とした。

なお、鉄道駅はバスの終着停留所であることが多く、鉄道駅ターミナルの構造を踏まえると、図-2のような現象が発生する可能性が低い。また、データの観点から考察すると、バス IC カードデータはバス利用者の降車が集中するため、正確な平均旅行速度が取得されない可能性が高い。一方、プローブカーデータは、鉄道駅ターミナル付近での DRM リンクではデータが取得されていない可能性や、鉄道駅ターミナル付近の道路は DRM リンクが設定されていないケースも多い。これら鉄道駅ターミナルの構造や動線データの特性を考慮し、鉄道駅は分析の対象外とした。

(2) 利用する動線データの概要

本研究で利用する動線データは、橋本ら¹⁰⁾、絹田ら⁹⁾で解説されていることから、本論文では概説にとどめる。

a) プローブカーデータ

本研究で利用するプローブカーデータは、普通自動車

に搭載されたカーナビゲーションシステムを通じて収集されたデータであり、DRMのリンク単位で15分間隔で所要時間データが民間事業者より提供される。この所要時間データとDRMのリンク延長とを用いて、DRMリンク単位での旅行速度を算出することが可能である。

b) バス IC カードデータ

本分析で利用するバス IC カードデータは、2007年3月より首都圏の私鉄・バス事業者により運行されているバスの乗降時に収集されるSUICAおよびPASMOのデータである。2010年2月時点で月当たり約6,500万件のデータが収集されている。今回の分析対象とした2010年6月は、平日平均41,659名、土曜平均25,335名、日祝平均18,619名のデータが収集されていた。

データ内容としては、バスの乗降時のICカードの運賃の支払いの際の機器へのタッチの際に乗車(降車)バス停留所や時間の移動履歴とその移動履歴に基づくDRM間の所要時間データ(最小単位は10分)である。バス停留所の待ち時間は、バスの最終降車のデータ取得したタイミングを走行開始、次のバス停留所の乗車のデータ取得のタイミングを走行終了とみなしている。これ以外にもバス停留所位置や事業者別の運行本数や運行系統情報が収集されている。なお、バスICカードデータの利用に際しての課題を以下に整理して示す。

- ・関東圏ではバス回数券の廃止により、バスICカードの普及率が高くなってきている。ただし、バス事業者によっては、高齢者向けの非ICのカードを発行している。このため、バス事業者に対してICカードおよび非ICカード両方の利用者数を確認するなど、予め利用者の割合を整理する必要がある。なお、今回の分析エリアは、バス事業者へのヒアリング調査により、ICカードの普及率が8割強であった。
- ・バスICカードデータは、個人属性が不明な点、バスICカード利用者だけの動線データである点、均一区間は乗車だけの情報しか把握できない点などのデータの限界の留意が必要である⁹⁾。

(3) バス走行改善の検討支援のstep別の結果と考察

第3章にて提案したバス走行改善の検討支援の手順に沿ってStep別の実施結果および考察を以下に示す。

a) Step.1 バス停留所別利用者数の整理

バスICカードデータを利用することで、対象エリアのさいたま市のバスICカード導入済みの全停留所の時間帯別、日別や系統別の乗車人員が収集可能であり、乗車人員の多い停留所から改善するなど効率的な方法による抽出が可能となる。その点を考慮し、本研究はバスの乗車人員の多いバス停留所を抽出した。図-6に示した対象エリアの全1,116停留所から鉄道駅を除く802停留所の乗車人員を集計した結果のうち、上位30停留所を

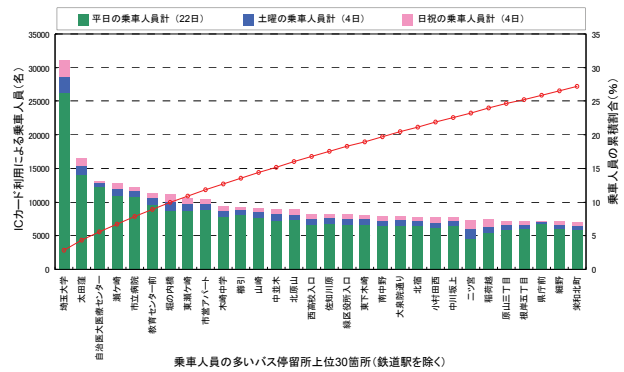


図-7 乗車人員 (ICカード利用) の多い上位30停留所

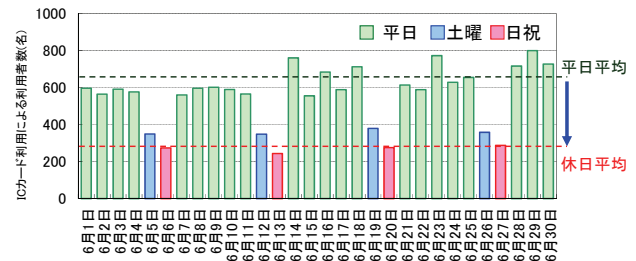


図-8 太田窪停留所における平日土休別利用者数

図-7に示す。図に示すとおり、学校・病院・役所などが上位に位置づけられること、鉄道駅を除く上位30停留所合計で全乗車人員の約27%を占めていた。

Step.2以降は、Step.1で抽出された上位30停留所を対象に動的な状況整理、静的な状況整理や走行阻害箇所の抽出を実施した。なお、今回は上位30停留所を対象としたが、エリア規模、停留所総数に対する停留所の割合や総乗車人員に対する乗車人員割合などの条件によって分析対象の停留所数を選定することが望ましい。

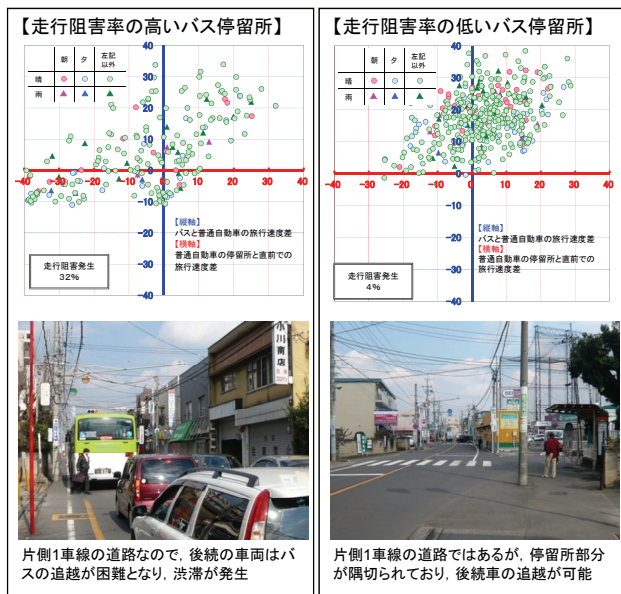
今後、バス事業者の更なるICカード化の推進により、ICカード利用率が高くなり、非ICカード利用率は低くなると想定される。また、ICカード化が難しい地方部に対しては、パーソントリップ調査などで収集されたOD調査結果を電子化して非ICカード利用者の移動状況を整理することで、利用者数が把握できると考えられる。

b) Step.2 バス停留所の動的な状況整理

表-1に示した指標のうち、利用者数に関する動的な状況のとして整理結果の一部を表-4に示す。この表のように利用者数データを整理することで、図-8のようなバス停留所別の利用者数を視覚的にわかりやすい形で作成することが可能となる。例えば、日別の利用者数を示した図-8の太田窪停留所は、平日1日あたり約640人のバス利用者が存在していた一方で、休日では約300人弱と平日の5割程度の利用者数であることが把握できた。

表-1に示した指標のうち、旅行速度に関する動的な状況の整理結果の一部を表-5に示す。この表のように旅行速度データを整理することで、図-9のようなバス停留所別・時間区分別の旅行速度を視覚的にわかりやすい形で

の高い太田窪停留所は、交差点間隔の短い場所に位置している上に、片側1車線であることから、後続車の追越ができずに走行阻害が発生していることが確認できた(図-11(a)参照)。また、走行阻害発生率の低い教育センター前停留所は、片側1車線道路であるが、バス停留所部分で隅切られており、バス停車時でも後続車の追越が可能であることが確認できた(図-11(b)参照)。



(a)太田窪 (b)教育センター前
図-11 現地踏査したバス停留所の状況

e) Step.5 バス停留所別のカルテ作成

Step.4 までの結果を用いてバス停留所別にカルテ形式で整理した。図-12 はカルテ例を示しており、バス停留所別の状況把握が容易となり、現場でも使いやすさも想定して作成している。カルテに掲載する内容としては、Step.2 のバス停留所の動的な状況の整理で動線データにより数値化した結果をわかりやすい表現となるよう図表を用いて示している。この動線データを活用した乗車人員や旅行速度の整理自体も、従来のバス走行環境整備計画では困難であった内容であり、実現象を数値化していることに大きな意味があるといえる。また、著者らは地方公共団体の道路行政担当者と意見交換を実施し、カルテを議会や交通戦略会議などで活用していきたいとの意見があり、有用性があることを確認した。

なお、図-12 のバス停留所の評価内容は作成例であり、実際の行政で利用したものではないことに留意されたい。

5. おわりに

本研究は、プローブカーデータおよびバス IC カードデータに着目し、異なる2種類の動線データを利用したバス停留所付近の走行改善の検討支援策を提案した。また、さいたま市内のバス IC カードを導入している全バス停留所を対象に支援策を適用して有用性を検証した。

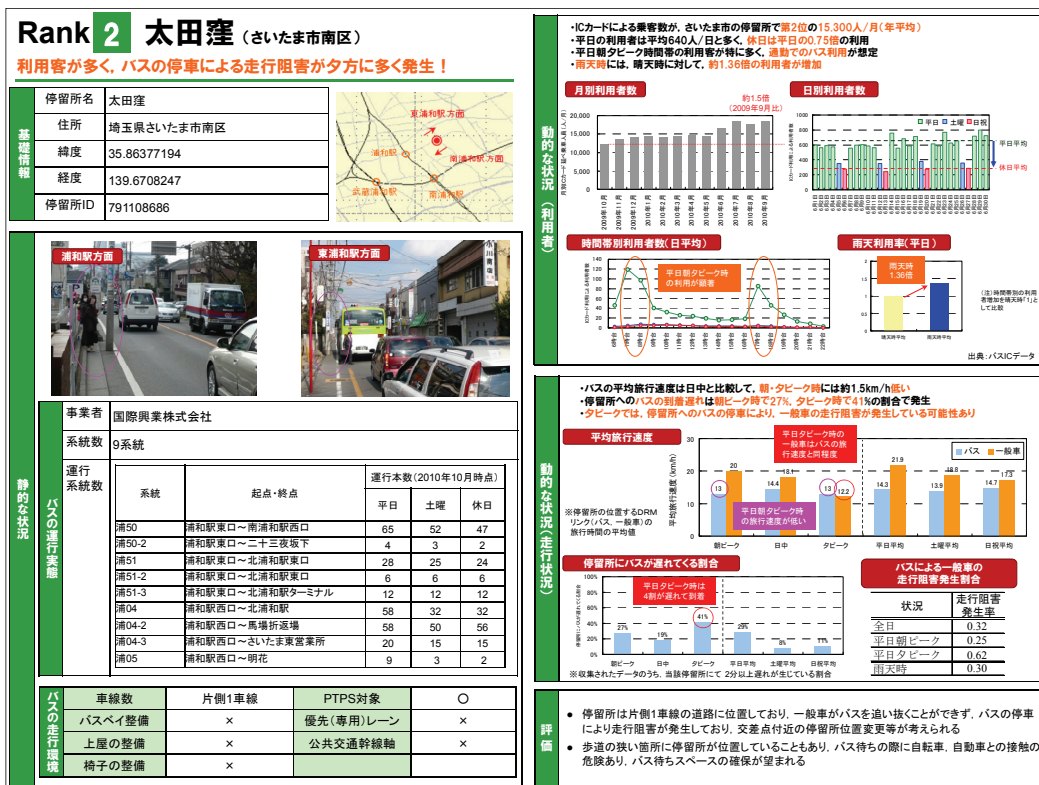


図-12 Step.1~4の結果を用いて作成したバス停留所別のカルテ例

具体的には、動線データを用いたバス停留所の走行障害箇所抽出結果および抽出されたバス停留所の現地踏査の結果から、実際に走行障害が発生していることが確認できた。バス停留所付近の走行改善の検討支援策の最終的な成果として、現場で利用しやすい各停留所の状況を示すカルテの作成を提案した。

本研究で提案した支援策は汎用性が高く、分析で利用する2種類の動線データも全国各地で収集できる環境が整いはじめている。このことを踏まえると、第4章で述べたように、バスICカードデータの利用に際しての課題はあるが、全国各地で同様の手順や方法に基づき、動線データを用いたバス停留所付近の走行改善の検討支援（本研究で提案した支援策）の展開が期待される。

謝辞：本研究の遂行にあたり、埼玉県国土整備部道路政策課、埼玉県企画財政部交通政策課、埼玉県都市整備部都市計画課、さいたま市都市局都市計画部都市交通課、関東地方整備局大宮国道事務所計画課の各氏からは、貴重なご意見・示唆を賜った。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 例えば、川崎洋輔，羽藤英二：プローブパーソン調査データを用いた時空間行動変容解析，土木計画学研究・講演集，Vol.30，2004.
- 2) 例えば、北野誠一，中島良樹，井料隆雅，朝倉康夫：交通系ICカードデータを用いた長期間の鉄道利用履歴の分析，土木計画学研究・講演集，Vol.37，2008.
- 3) 例えば、仙石裕明，秋山祐樹，柴崎亮介：GPS携帯電話のオートログを利用した商業集積地における回遊行動の分析，地理情報システム学会講演論文集，Vol.20，2011.
- 4) 門間俊幸，橋本浩良，松本俊輔，水木智英，上坂克巳：プローブデータ活用と道路交通分析の新たな展開，土木技術資料，Vol.53，No.10，pp.14-17，2011.
- 5) 絹田裕一，矢部努，中嶋康博，牧村和彦，斎藤健，田中倫英：バスICカードデータから所要時間及び移動履歴へのデータ変換方法に関する検討，土木計画学研究・講演集，Vol.38，2008.
- 6) 牧村和彦，中村俊之，千葉尚，森尾淳，布施孝志：バスICカードを用いた人の動き～交通計画への活用に向けた可能性と限界～，土木計画学研究・講演集，Vol.41，2010.
- 7) 例えば、石田東生，三浦裕志，岡本直久，古屋秀樹：高度情報機器を用いた走行速度調査における抽出率の検討，土木計画学研究・論文集，Vol.18，pp.81-88，2001.
- 8) 例えば、三輪富生，森川高之，岡田良之：プローブカーデータによるOD表の作成と経路選択行動に関する研究，第1回ITSシンポジウム，pp.591-596，2002.
- 9) 例えば、田宮佳代子，瀬尾卓也：プローブカーデータを活用した都市内一般道路のQ-V特性について，土木計画学研究・講演集，Vol.25，pp.599-602，2002.
- 10) 橋本浩良，河野友彦，門間俊幸，上坂克巳：交通円滑化対策のためのプローブデータの分析方法に関する研究，平成22年度国土技術研究会，2010.
- 11) 岡村敏之，藤原章正，小山健：共通磁気カードデータを用いた公共交通の利用特性分析の可能性，土木学会第56回年次学術講演会，pp.176-177，2001.
- 12) Trepanier, M., Morency, C. and Blanchette, C.: Enhancing household travel surveys using smart card data, *Transportation Research Board 88th Annual Meeting Compendium of Papers*, 2009.
- 13) 野上祐人，片岡源宗，熊谷靖彦：ICカード「ですか」を活用した高知中央地域の公共交通利用実態の基礎分析，土木計画学研究・講演集，Vol.44，2011.
- 14) Bagchi, M. and White, P. R.: What role for smart-card data from bus systems?, *Proceedings of the ICE - Municipal Engineer*, Vol.157, Issue 1, pp.39-46, 2004.
- 15) 中島良樹，北野誠一，日下部貴彦，朝倉康夫：鉄道系ICカードデータを用いた新規開業による行動変化の実証分析，土木計画学研究・講演集，Vol.40，2009.
- 16) 矢部努，中村文彦：バスICカードの導入による効果計測に関する研究，土木計画学研究・講演集，Vol.38，2008.
- 17) 新潟市バス停環境整備検討部会：新潟市バス停環境整備計画（都市交通システム整備事業計画），2007.
- 18) 都市交通戦略協議会：さいたま市都市交通戦略（案），都市交通戦略協議会第2回合同委員会資料，2011.

(2012.2.25 受付)

THE SUPPORTING METHOD OF BUS TRANSPORTATION PLANNING USING MULTI-TRAIL DATA

Ryuichi IMAI, Yuki IBOSHI, Toshiyuki NAKAMURA,
Kazuhiko MAKIMURA and Syunichi HAMADA

The digital trail data are collected by a mobile, a car and a transportation smart card. There digital trail data is becoming increasingly important to enrich convenience and comfort in urban space.

This study developed supporting method for the vehicle travel improvement of the neighborhood of bus stop by the multi-trail data (the bus smart card data and the probe car data). And, the supporting method developed by this study was applied to the vehicle travel improvement intended for the all bus stops of Saitama City and effectiveness was proven.

The results are the following finding. In addition to traffic occurrence which is calculated from running record of existing vehicles, considering running performance of buses can extract different countermeasure parts. By combining running characteristic of both vehicles and buses, and trail data of the number of passengers at the bus stop, it showed the possibility to select effectively which bus stops are necessary to maintenance in the future. The use of trail data for transportation planning should be aware of the limitations: “personal attributes is not clear”, “the trail data includes only bus smart card users” and “on flat-rate zone, only possible to know boarding information”.