

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*

The method of converting bus smart card data to travel time and bus trip data*

絹田裕一**・矢部努**・中嶋康博**・牧村和彦**・齋藤健***・田中倫英****

By Yuichi KINUTA**・Tsutomu YABE**・Yasuhiro NAKAJIMA**

Kazuhiko MAKIMURA**・Ken SAITO***・Tomohide TANAKA****

1. はじめに

2007年3月、首都圏の私鉄・バス事業者によって、SUI CAとの相互利用が可能なPASMOのサービスが開始された。乗合バスにおいては、当初約30の事業者でサービスを開始し、最終的には約100事業者にまで拡大する予定である。2008年6月現在50事業者以上にまで達しており¹⁾、一枚のICカード乗車券で首都圏のほとんどの鉄道やバスをシームレスに利用できる環境が急速に整ってきた。高齢社会の到来や環境意識の高まり等、近年、交通をとりまく環境に変化が現れ始め、その一例として、これまでモータリゼーションの進展に押されてきた陸上公共交通を見直す機運が高まりつつある。また、エネルギー効率、高齢者等の交通弱者に対する平等な移動機会提供という視点に立つと、公共交通を有効に活用しながら交通円滑化を図り、環境負荷の小さな交通体系を確立していくことは時代の要請でもある。

このような社会情勢を背景として、ICカード乗車券の導入には、利用者、事業者、及び社会全体から多くの期待が寄せられている。このうち、社会全体に及ぼす効果としては、①運賃支払いの時間が短縮することによるバスのスピードアップ、②それに伴いバスの停車時間が短くなることによる道路交通への影響緩和(後続車両の待ち時間短縮、環境影響低減)、③バスのサービスレベル向上による公共交通の活性化(利用者の増加)等があげられる。

一方、交通計画立案者の立場からの期待として、ICカードシステムの導入により、乗車・降車停留場や時刻等、これまで把握することが困難であった情報を容易に入手できることがあげられる。路線毎のバスのパフォーマンスを客観的なデータにより把握することができれば、公共交通利用促進施策や、それに資する各種のインフラ整備等、効果的・効率的な施策を検討していく上で有用な

データとなると考えられる。

本稿では、上記の点を踏まえ、ICカードに記録されるバス停での乗降に関するデータからバスの走行履歴データや利用者の移動履歴データへの加工方法と、そのデータベースの構成について検討するものである。

2. ICカードの導入状況

図1は、PASMOサービス開始以降の、バスにおけるICカードの利用者数、利用回数(ICカードでの支払い回数)を示したものである。サービス開始直後の平成19年4月のICカードの利用回数は、延べ660万回(1日あたり約22万回)に及んだ。また、その後も利用者数は増加しており、平成20年6月現在で、1日あたりの平均ICカード利用回数は約90万回、1ヶ月間で延べ2,700万回に達している。

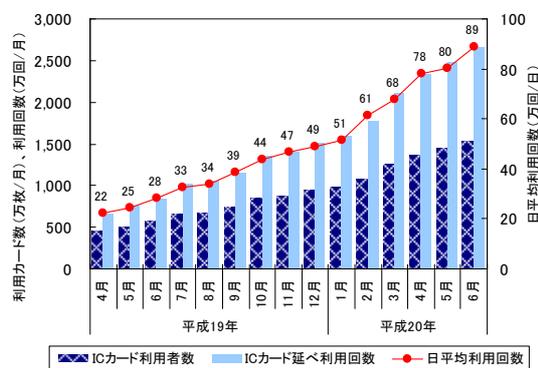


図1 ICカード利用者数、利用回数の推移(バス)

3. データ活用ニーズの整理

ICカード乗車券の基本的なデータ構造は、カードをユニークに特定する「固有ID」(同一カードであるかを判定するためのIDであり、個人情報等は含まない)、料金収受に必要な「乗車・降車停留所」、「乗車・降車時刻」で構成されている。これらを追跡することにより、停留所ベースでのパーソントリップを把握することができ、さらに、バスの停留所通過時刻を把握することも可能となる。したがって、ICカード乗車券のデータ(以降、ICカードデータ)を上手に加工・処理することによって有力な交通データとして活用できる可能性を秘めている。例えば、バスのパフォーマンスを客観的なデータに基づ

*Keywords : バスICカードデータ, ITデータ

**正員 (財)計量計画研究所 道路計画研究室

(東京都新宿区市ヶ谷本村町2-9、

TEL03-3268-9911、FAX03-5229-8081)

*** 有限責任中間法人 バス共通ICカード協会

**** 国土交通省道路局企画課道路経済調査室

いて計測することで、バスの走行性からみて阻害箇所を定量的に示すことができ(図2)、公共交通利用促進という視点にたった施策の優先順位付けを行うことも可能となる。

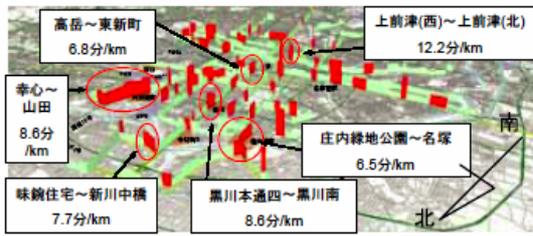


図2 バスの走行上の阻害箇所(名古屋市の例²⁾)

表2では、ICカードデータが有用と考えられるデータ活用場面を検討した。バスの走行履歴や利用者の移動履歴を把握することにより、「道路計画立案」、「需要予測」、「事業評価」等の様々な場面で分析の基礎データとして有用であると考えられる。本稿では、これらのデータ活用を前提としてデータ収集方法の検討やシステムの基本設計を行う。

表2 道路行政におけるデータ活用方策案

分野	活用例(案)	内容	評価指標	データ分類	
				区間データ	移動履歴
道路計画立案	公共交通サービス水準のモニタリング	等時間マップ等、都市圏における公共交通からみた道路のサービス水準を定量化、モニタリング	・等時間移動圏域	●	
	ボトルネック箇所の抽出	バスの走行上ボトルネックとなる箇所の抽出	・バス停留所要時間 等	●	
	公共交通の時間信頼性の評価	時刻表での所要時間に対して一定レベル以上の遅れ時間が発生する割合を把握	・時刻表からみた遅れ時間ランク別の発生割合	●	
	道路施策の優先順位付け(バス利便性向上)	バスの利便性向上を目的とした道路事業を実施するために、バスの走行からみた重要区間を把握	・交差点間隔の乗車人員 等	●	
需要予測	交通手段分担モデルの基礎データ	・モデル推定のサンプルとなるRPデータとして活用 ・交通手段分担モデル構築に必要なLOSデータ(特記所要時間)の精度向上	・OD間所要時間 ・主要道路区間所要時間 等	●	●
	公共交通優先施策の事業評価	交通結節点を整備による利用者数の増減、乗り継ぎ時間の把握	・利用者数 ・乗り継ぎに要する所要時間 ・同一ODでの経路選択志向 等	●	●
事業評価	効果計測、事後検証	・バス優先施策の施策タイプ毎の効果計測(定時性の向上等) ・今後の渋滞対策の知見としてフィードバック	・所要時間 ・旅行速度 ・渋滞損失時間 ・遅れ時間割合 等	●	
	道路事業の評価(バイパス整備、道路拡幅、等)	道路事業の実施により、バスの定時性の向上を把握	・所要時間 ・旅行速度 ・渋滞損失時間 ・遅れ時間割合 等	●	
	ITM	・パークアンドライド施策による該当停留所でのバス乗車人員の変化を把握 ・都心への自動車流入の減少によるバスの所要時間短縮を把握	・利用バス停・駅の変更者数 ・時間短縮 等	●	
マネジメント	道路行政マネジメント(渋滞損失時間の計測)	・渋滞損失指標のモニタリング ・道路の信頼性指標のモニタリング	・渋滞損失時間 ・信頼性指標	●	
	路上工事マネジメント	・科学的データに基づく路上工事の計画立案 ・路上工事の影響把握	・停留所所要時間 ・旅行速度 等	●	

4. 交通データとしての活用を想定したICカードデータの基本設計

(1) データ活用ニーズを踏まえたリクワイヤメント

表2に示したデータ活用を行うためには、バスの走行やICカード利用者の移動をトレースできるデータとして整備することが重要である。また、そのためには、表3に示す要件を具備するデータベースを構築することが必要である。

表3 データ作成上のリクワイヤメント

情報の分類	データの内容
①バスの走行履歴	<ul style="list-style-type: none"> ■区間の所要時間、利用者数 ・区間(バス停留、交差点間)の所要時間や利用者数が把握できること
②バス利用者の移動履歴	<ul style="list-style-type: none"> ■ICカードの移動履歴 ・バスICカードが通過したICカードの移動履歴を保持すること
③バスの運行に関する固定情報	<ul style="list-style-type: none"> ■①～②を分析する際に必要となる固定情報 ・バスの系統毎に停車する停留所を把握できること(系統情報) ・バス系統毎の経路を把握できること(系統経路情報) ・バスの系統毎に基準となる運行情報(例えば平均的な所要時間など)を把握できること(系統運行情報) ・PASMOを採用する全事業者の全バス停でユニークな位置やID等の情報(停留所情報データ)

(2) データ作成ロジック

a. バスの走行履歴情報

「バスの走行履歴情報」は、バス停への到着時間、出発時間をもとに、バス停留や交差点間の所要時間を算定したものである。

バスICカード乗車券システムでは、ICカードを車載器にタッチした際に、固有IDや時刻が記録される。したがって、均一運賃制のバスにおいては運賃支払い時、対距離運賃制のバスにおいては乗車時と降車時の運賃支払い時の時刻が記録される。乗降客のいるバス停(均一運賃制の場合は乗車のあるバス停)においては、車載器に記録された時刻をバス停通過時間とみなすことにより、バス停留間の所要時間を算定することができる(図3)。

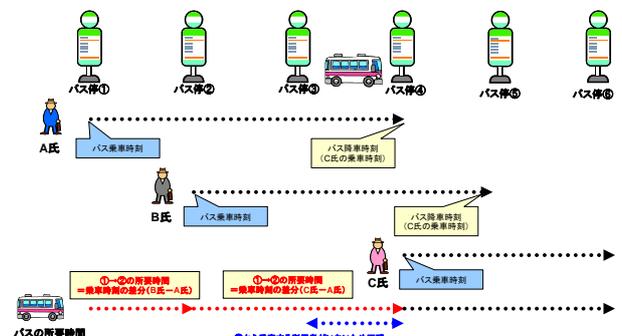


図3 バス停留間の所要時間の算定方法

乗降客の多いバス停では、複数のICカードの時刻が

記録されるため、該当バス停における最初の時刻を「到着時刻」、最後の時刻を「出発時刻」とみなすことにより、「停車時間」を除外した所要時間を算定することが可能となる。また、表4に示す系統経路情報と組み合わせ、デジタル道路地図(DRM)にマッチングすることにより、バス停間の所要時間を道路状況の分析に活用しやすい交差点間の所要時間として整備することも出来る。

b. バスの乗車人員の算定

車載器にタッチしたICカードの枚数をカウントすることにより、ICカードを利用した乗車人員を算定することが可能となる。対距離運賃制のバスでは、乗車時、降車時の両方でICカードを使用するため、乗降バス停を特定することが可能であり、各停留所間の乗車人員が算定できる(図4)。一方、均一運賃制のバスにおいては一般的には乗車時のみICカードを利用するため、「降車バス停」を把握できず、停留所間の乗車人員は算定出来ない。しかしながら、ICカード利用の総数、すなわち、「累計」の乗車人員を把握することは可能である。

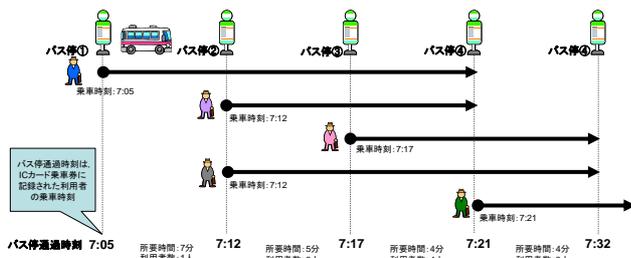


図4 ICカードによる乗車人員の算定方法

c. バス利用者の移動履歴情報

バスに設置された車載器によって収集されたICカードの情報はデータセンターに送られ、一括管理される。ここで、「固有ID」(カード毎にユニークなIDであり、個人情報等は含まない)をキーとしてカード毎の利用履歴を集約し、ICカード利用者の移動履歴情報(カードを利用したバス路線、場所、時刻)としてデータ化する。

d. バスの運行に関する固定情報

従来、バスの運行管理に必要な各種の固定データである経路情報やバス停情報等は事業者毎に管理されてきた。しかしながら、ICカードデータを活用する際には、これらの情報は、共通のルールの下に体系づけられることが必要である。今回のシステム設計においては、参加全事業者のバス系統や、経路、バス停に対してユニークなIDを付与している。また、バス停の位置は緯度・経度で表現すること、バスの経路は、DRMリンクの連続として表現すること等、後々一般的なGISデータと連携した分析に耐えうるようなデータとして整備する。

(3) データベースの設計

表4は、ICカードデータのデータベースの構成を示したものである。表3に示すデータリクワイヤメントを満たすために、①～⑨の9つのデータベースで構成されている。

①～④はバスの走行履歴のデータである。③はバスの一走行毎にバス停間の所要時間、乗車人員をデータ化したものである。また、④はバスの一走行毎にDRM区間の所要時間、乗車人員をデータ化したものである。また、①～②はこれを集計したデータであり、バス停間やDRM区間を対象に時間帯毎の集計値として所要時間、乗車人員をデータ化している。

⑤はICカード利用者の移動を、バス停の連続としてトレースできるようにデータ化している。

⑥～⑨は、バス停や系統等の固定情報をデータ化したマスタである。全事業者のデータを同時に扱えるようにユニークなデータを付与し、また、全データについて「開始日」、「終了日」を設定することにより、マスタの有効期間についても管理している。

表4 ICカードデータのデータベース

分類	データベース	上段：データ概要、下段：データ項目
バスの走行履歴	①DRM区間集計データ	日毎・時間帯毎の走行台数・所要時間・乗車人員をDRM区間で集計したデータ 日付、開始時間帯、DRMバージョン、メッシュ番号、上流ノード番号、下流ノード番号、リンク長、停留所ID、対距離バス走行台数、均一バス走行台数、平均所要時間、最長所要時間、最短所要時間、区間乗車人員、均一バス総乗車人員
	②バス停間集計データ	日毎・時間帯毎の走行台数・所要時間・乗車人員をバス停間で集計したデータ 日付、開始時間帯、事業者ID、上流停留所ID、上流停留所停車時間、上流停留所乗車人員、下流停留所降車人員、下流停留所ID、停留所間距離、走行台数、道路所要時間平均、運行所要時間平均、最長道路所要時間、最短道路所要時間、道路所要時間の標準偏差、運行遅れ時間、乗車人員、総乗車人員
	③DRM区間個別データ	バスの一走行毎の所要時間・乗車人員をDRM区間毎に示したデータ 事業者ID、事業者系統ID、往路復路フラグ、車両番号、リンク順番号、DRMバージョン、メッシュ番号、上流ノード番号、上流ノード通過日、上流ノード通過時刻、下流ノード番号、下流ノード通過時刻、リンク長、停留所有無フラグ、停留所ID、所要時間、区間乗車人員、総乗車人員、バス種別フラグ
	④バス停間個別データ	バスの一走行毎の所要時間・乗車人員をバス停間毎に示したデータ 事業者ID、事業者系統ID、往路復路フラグ、車両番号、バス停間番号、上流停留所ID、上流停留所通過日、上流停留所通過時刻、上流停留所停車時間、上流停留所乗車人員、上流停留所降車人員、下流停留所ID、下流停留所通過日、下流停留所通過時刻、停留所間距離、道路所要時間、運行所要時間、乗車人員、総乗車人員、バス種別フラグ、運行遅れ時間
ICカードの移動履歴	⑤移動履歴データ	ICカードを利用した停留所を移動履歴として示したデータ 固有ID、日付、時刻、事業者ID、事業者系統ID、往路復路フラグ、乗降フラグ、停留所ID
固定情報	⑥系統情報データ	バスの系統を、停車するバス停の連続として示したデータ 事業者ID、事業者名、事業者系統ID、往路復路フラグ、系統名、バス停間番号、上流停留所ID、下流停留所ID、停留所間距離、開始日、終了日
	⑦系統経路情報データ	バスの系統毎の経路を、走行する道路のDRMリンクの連続として示したデータ 事業者ID、事業者系統ID、往路復路フラグ、DRMバージョン、リンク順番号、メッシュ番号、上流ノード番号、下流ノード番号、リンク番号、リンク長、開始日、終了日
	⑧系統運行情報データ	バスの系統毎に、発車時間帯別の基準となる所要時間(平均的な所要時間)を示したデータ 事業者ID、事業者系統ID、往路復路フラグ、運行日フラグ、起点発車時間帯、基本時間、開始日、終了日
	⑨停留所情報データ	対象となる全事業者でユニークなバス停のデータ 停留所ID、停留所名、経度、緯度、開始日、終了日

5. データの適用性の検討

ここでは、4章で提案したデータベースを用いて、カテゴリ別に速度の傾向を見る上での基礎集計を行う。また、バスレーンの効果を速度変化の視点から検討する。

(1) バスの旅行速度

① 平日休別時間帯別平均旅行速度

1都3県(東京都、神奈川県、千葉県、埼玉県)におけるバスの平均旅行速度は、日中で概ね15km/h程度である。また早朝、夜間は日中に比べやや速度が高い傾向にある。また、平日の通勤時間帯は、土曜日や休日に比べ速度が低下している。(図5)

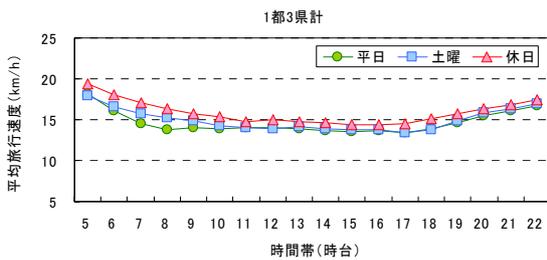


図5 平日休別時間帯別平均旅行時間

② 道路種類別平均旅行速度

図6は、1都3県の道路種類別平均旅行速度を示したものである。道路の規格による速度差は小さく、何れの道路種類においても13~18km/h程度である。また、平日は、道路の規格によらず土曜日や休日よりも速度が低い傾向にある。

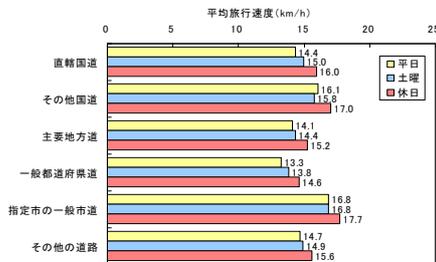


図6 道路種類別平均旅行速度

③ 都心部の面的な旅行速度の分布

都心部では、周辺に比べ旅行速度が低い傾向にあり、10km/h未満の区間が多く存在している。湾岸地域や、環八の外側では15km/h以上の区間もみられる。(図7)

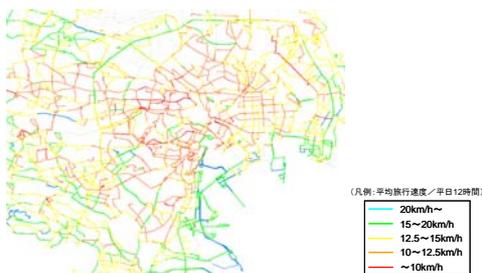


図7 都心部のリンク別平均旅行速度

(2) バスレーンの効果の把握

図8は、バス専用レーンの施策実施箇所付近のバスの時間帯別リンク別平均旅行速度を示したものである。荻窪駅付近のバス専用レーンでは、規制かかっている通勤時間帯の該当区間のバスの旅行速度が20km/h以上となっており、規制されていない時間帯と比べバスの走行性が確保されていることが明らかとなった。

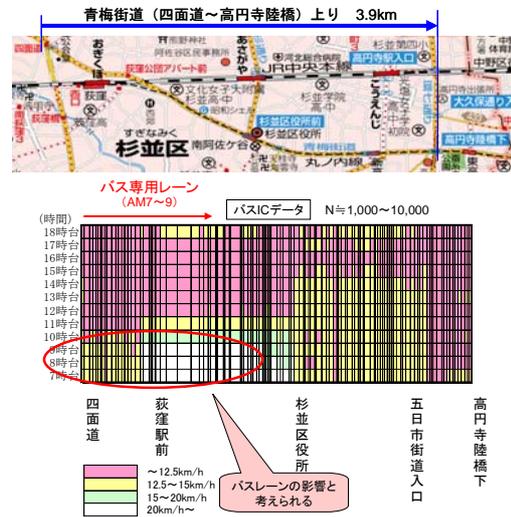


図8 荻窪駅付近のバスレーンの効果

6. おわりに

本稿では、首都圏のバス共通ICカード乗車券導入に際し、ICカードから収集できるデータを公共交通の現況把握や公共交通施策立案のベースデータとして活用することを前提として、データ作成・加工方法やデータベース構成を検討したものである。実際に、PASMOのサービス開始以後、本稿の検討内容に基づいてデータの収集・蓄積がなされている。また、収集されたデータの基礎集計を行い、算定される旅行速度が妥当であることを示すことができた。さらに、バス専用レーンがバスの走行性向上に寄与していることも客観的なデータに基づいた効果として示すことができた。

今後、環境負荷の小さな交通体系の構築、交通円滑化を目指し、バスの走行性という視点から各種の道路施策の効果計測や、公共交通利用促進施策の検討といった場面でデータ活用を図っていきたいと考えている。

《謝辞》

本稿では、国土交通省よりデータを提供頂いた。ここに記して謝意を表す。

《参考文献》

- (株)パスモ：http://www.pasmo.co.jp/
- 中嶋・絹田・牧村・森川・森本・森川：走行履歴データを用いたバス優先施策の事後評価に関する研究，土木計画学研究・講演集，Vol. 34，2006. 12