

# 都市交通問題の解決に向けたバスサービスに関する基礎的研究\*

## A Basic Study on Bus Services for Solution of Intra City Transportation Problem\*

日比野 直彦\*\* , 森田 泰智\*\*\* , 大塚 康仁\*\*\*\* , 内山 久雄\*\*\*\*\* , 山下 良久\*\*\*\*\*

By Naohiko HIBINO\*\* , Yasutomo MORITA\*\*\* , Yasuhito OTSUKA\*\*\*\* , Hisao UCHIYAMA \*\*\*\*\* and Yoshihisa YAMASHITA\*\*\*\*\*

### 1. はじめに

東京首都圏では、自動車交通の増加が深刻な交通渋滞を引き起こしている。さらに、自動車交通は環境汚染、時間損失等の社会問題を引き起こしており、自動車交通に依存しない交通体系の構築が求められている。

そのため、鉄道を中心とした公共交通サービスの整備を行なう必要があり、その際に、駅アクセスサービスと一体化した鉄道整備が望まれている。また、バス交通は自由な路線網の編成とバス停の配置、運行コストが安価であるといった優位性を持っていることから、バス交通がその役割を担っていくことが期待されている。

しかしながら、近年の日本においてバス利用者は減少の傾向があり、バス事業者は赤字経営に苦しんでいる。さらに、2002年2月に、乗合バスにおける規制緩和が行なわれ、バス交通は公共性を失う可能性がある。

そこで本研究では、鉄道駅アクセスのためのバス交通に焦点を当て、規制緩和という大きな変遷の中にあるバス交通が、自動車交通の削減に向けてどのようなサービスを提供し、整備していくことが望ましいのかを検討している。具体的には、通勤交通実態調査を行ない、公共交通サービスの向上と自動車交通の削減の関係を定量的に把握するために、通勤交通行動モデルの構築を行なう。また、アクセスサービスを担うバス交通の観点から新たなバスサービスの提案・検討を行なう。サービスの検討では、筆者らの提案した鉄道計画支援システムを援用し、そのサービスレベルの評価を行なう<sup>1), 2), 3)</sup>。

### 2. 対象地域

分析対象地域は、図1に示す東京都足立区、墨田区とする。この地域では、都心方面へ向かう道路(国道4

号、国道6号)と環状道路(環七通り)の交通渋滞は非常に深刻であり、日暮里・舎人線、つくばエクスプレス、地下鉄8号線、地下鉄11号線といった鉄道の新設、または延伸計画が進められている。これにより、この地域では今後交通体系の大きな変化が見込まれており、アクセスサービスの再構築、すなわち、バス路線網の再編が必要不可欠な地域である。

### 3. 分析データ

#### (1) 調査概要

本研究では、筆者らが平成14年12月～平成15年1月に、東京都足立区、墨田区で実施した「通勤時の交通手段選択に関する調査」を用いて分析を行なう。表1に調査概要を示す。本調査は、先述の2区にある区立小学校・区立中学校へ通う児童・生徒の保護者を対象としたものである。また、区立小学校・区立中学校への訪問留置調査のみでは、広範囲に渡る年齢層をカバーするには不十分であると考え、Web調査を並行して行なっている。

#### (2) 調査の特徴

本調査の特徴を整理し、以下に示す。

代替交通手段および経路の取得

本調査では、通勤時の交通手段やその経路を決定する際に、実際に候補として考えた全ての経路を記入してもらっている。これにより、既存の交通統計調査では把握することのできない代替交通手段および経路を把握している。



図1 分析対象地域

\* キーワード：バスアクセスサービス、鉄道計画支援システム

\*\* 正会員，工修，東京理科大学 理工学部

千葉県野田市山崎 2641

TEL：04-7124-1501（内線 4018）

E-Mail：hibino@rs.noda.tus.ac.jp

\*\*\* 学生会員，東京理科大学 大学院 理工学研究科

\*\*\*\* 非会員，工修，(株)シーエーシー

\*\*\*\*\* J10-会員，工博，東京理科大学 理工学部

\*\*\*\*\* 正会員，工修，(株)企画開発

**表 1 通勤時の交通手段選択に関する調査**

通勤時の交通手段選択に関する調査	
調査機関	2002年12月9日～2003年1月5日
配布地域	東京都足立区、墨田区
配布方法	(1) 区立小学校・中学校への訪問留置調査 (2) Web 調査
配布票数	(1) 1,180 票
回収票数	(1) 574 票, (2) 30 票
有効票数	(1) 550 票
回収率	(1) 48.6%

**詳細な LOS データの取得**

従来の調査では、各々の選択手段における総所要時間のみの回答を得るものが多い。本調査では、自動車交通の強みが機動性(Door-to-Door)の高さであることを考慮し、自宅を出発してから自転車や自動車等の交通手段で移動を開始するまでの所要時間、鉄道駅へのアクセス交通手段から鉄道駅改札口までの乗り継ぎにおける所要時間、バス停でのバス待ち時間等の設問を設けている。

**自宅および勤務先の住所の取得**

自宅および勤務先の住所を番地まで記入してもらっている。これにより、地理情報システム(Geographic Information System: GIS)を援用することで、アクセス距離、バス停アクセス距離、イグレス距離を正確に算出している。

**4. 通勤交通行動モデル**

**(1) 分析手法**

本分析では、重複経路間の類似性を考慮できること、パラメータ推計が容易であること、推計結果を需要分析に活用しやすいということから、(1)、(2)式に示す C-Logit モデルを適用し、通勤交通行動モデルを構築する。

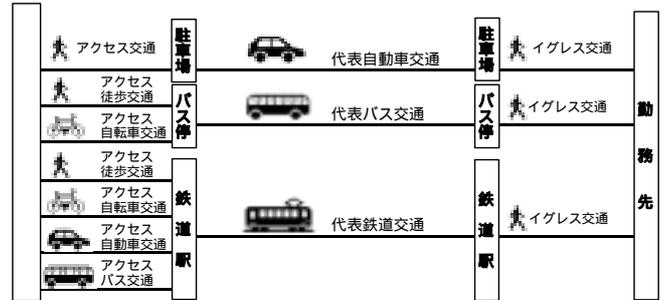
$$P = \frac{\exp(V - CF)}{\sum \exp(V - CF)} \quad (1)$$

$$CF = \beta \ln \sum \left( \frac{T_{ij}}{\sqrt{T_i T_j}} \right)^2 \quad (2)$$

- P : 選択確率
- V : 確定効用
- CF : Commonality Factor
- β : 推計パラメータ
- T<sub>i</sub> : 経路 i の所要時間
- T<sub>j</sub> : 経路 j の所要時間
- T<sub>ij</sub> : 経路 i と経路 j の重複時間

**(2) 説明変数**

説明変数は、アクセス所要時間(分)、アクセス手段外時間(分)、アクセスバス運行本数(本/時)、バス停アクセス所要時間(分)、ラインホール所要時間(分)、乗換回数(回)、発乗り駅列車本数(本/時)、イグレス所要時間(分)、総費用(円)と9個であり、を加えて推計パラメータは10個である。本分析で定義する交通行動パターンを図2に、説明変数の内容を表2～表4に示す。



**図 2 調査における交通行動パターン**

**表 2 代表自動車交通に関する説明変数**

説明変数	内容
アクセス所要時間	出発地から乗車駐車場までの徒歩移動時間
ラインホール所要時間	自動車乗車時間
イグレス所要時間	降車駐車場から目的地までの徒歩移動時間
総費用	駐車場+ガソリン料金+有料道路利用料金

**表 3 代表バス交通に関する説明変数**

説明変数	内容
アクセス所要時間	出発地から乗車バス停までの徒歩移動時間 + バス待ち時間
ラインホール所要時間	バス所要時間
イグレス所要時間	降車バス停から目的地までの徒歩移動時間
総費用	バス料金

**表 4 代表鉄道交通に関する説明変数**

説明変数	内容
アクセス所要時間	鉄道駅までのアクセス交通手段による移動時間
アクセス手段外時間	アクセス交通手段以外で鉄道駅までに要する時間
アクセスバス運行本数	通勤ピーク時のバス運行本数
バス停アクセス所要時間	出発地から乗車バス停までの徒歩移動時間
ラインホール所要時間	鉄道乗車時間+乗換所要時間
乗換回数	発乗り駅から最終降車駅までの最終降車駅までの鉄道乗換回数
初乗り駅列車本数	初乗り駅における通勤ピーク時の列車本数
イグレス所要時間	最終降車駅から目的地までの徒歩移動時間
総費用	アクセス交通における料金+鉄道料金

### (3) 推計結果

本分析には、実選択経路以外に代替交通手段経路を持つ 117 サンプルを用いて分析を行なう。通勤交通行動モデルの推計結果を表5に示す。t 値、自由度調整済尤度比、的中率から判断して、有意なモデルと判断できる。

### (4) 感度分析

まず、モデルの構築に用いたサンプルを例に、バスアクセスサービスの変化に伴う代表交通手段の選択確率の変化を見る。このサンプルは、自動車を利用しており、自動車と鉄道の代表交通手段選択、また鉄道において徒歩とバスのアクセス手段選択を行なっている。本分析では、バスアクセスサービスに関する説明変数であるバス乗車時間、バス停アクセス所要時間、アクセスバス運行本数の変化に対する鉄道交通選択確率の変化を計測する。また、比較のためにラインホール所要時間の変化に対する鉄道交通選択確率の変化も計測する。

図3にこれらの計測結果を示す。図3より、バスアクセスサービスを向上させたとしても、鉄道交通選択確率の変化量があまり大きくなることが見て取れ、自動車交通量の削減が容易でないことが読み取れる。

次に、自動車と鉄道の代表手段選択は行っていないものの、鉄道において徒歩、自転車、K&R、バスのアクセス手段選択を行なっているサンプルを例に同様な感度分析を行なう。このサンプルの実選択経路はK&Rでアクセスする鉄道経路である。バスアクセスサービスに関する説明変数であるバス乗車時間、バス停アクセス所要時間、アクセスバス運行本数の変化に対するバスアクセスによる鉄道経路の選択確率の変化を図4に示す。図4より、バスアクセスサービスの変化により、バスアクセスによる鉄道経路の選択確率が大きく変化することが見て取れる。

図3、図4より、バスアクセスサービスの向上は、代表交通手段を自動車から鉄道に転換させるほどのインパクトはないものの、自転車や自動車をアクセス手段とする鉄道利用者の一部をバスアクセスに転換させる可能性があることを示している。これにより、駅アクセスにおける自動車交通の削減、駅前での放置自転車の削減に貢献できる可能性があると考えられる。

## 5. バスアクセスサービスの検討

前章の分析より、バス交通単独でのサービスの向上では、代表自動車交通から代表鉄道交通への転換が難しいと言える。そこで本研究では、バス交通と他の事業者の連携により、公共交通サービスの向上と自動車交通の削減の関係を定量的に把握する。具体的には、

表5 通勤交通行動モデルの推計結果

説明変数	パラメータ
アクセス所要時間 (分)	-0.1311 (-3.99)
アクセス手段外時間 (分)	-0.1897 (-1.66)
アクセスバス運行本数 (本/時)	0.2123 (2.14)
バス停アクセス所要時間 (分)	-0.6234 (-1.99)
ラインホール所要時間 (分)	-0.0991 (-3.16)
乗換回数 (回)	-0.6313 (-1.92)
初乗り駅列車本数 (本/時)	0.1001 (3.62)
イグレス所要時間 (分)	-0.1599 (-2.68)
総費用 (円)	-0.0436 (-1.47)
	0.9766 (1.07)
サンプル数	117
自由度調整済尤度比	0.235
的中率 (%)	63.2

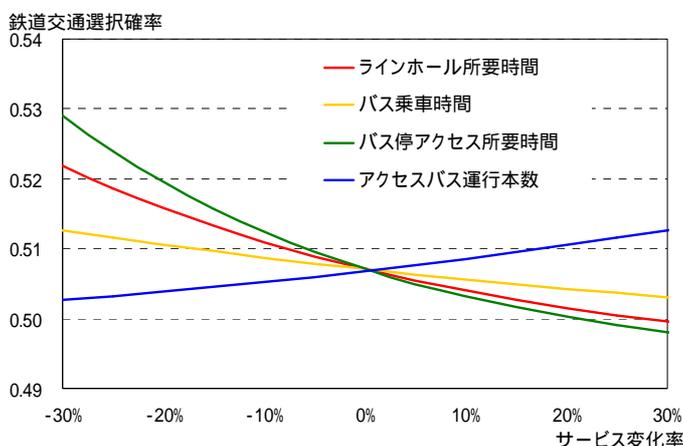


図3 鉄道交通選択確率の変化

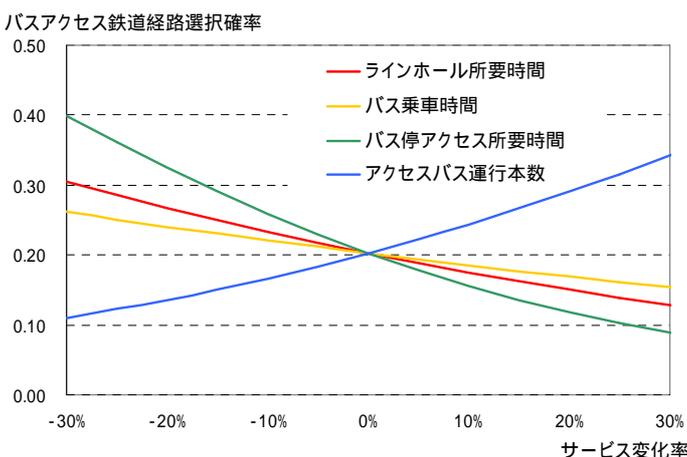


図4 バスアクセス鉄道経路選択確率の変化

バス停勢圏に関するサービス(快速バス運行+サイクルアンドバスライド)およびバス事業者と鉄道事業者の連携に関するサービス(バスの鉄道駅ホームへの乗り入れ)を検討する。

表6 100mメッシュ平均選択確率の比較

	代表自動車交通	端末バス交通
現況	0.574	0.158
Case1	0.508	0.224
Case2	0.458	0.309



図5 分析対象路線

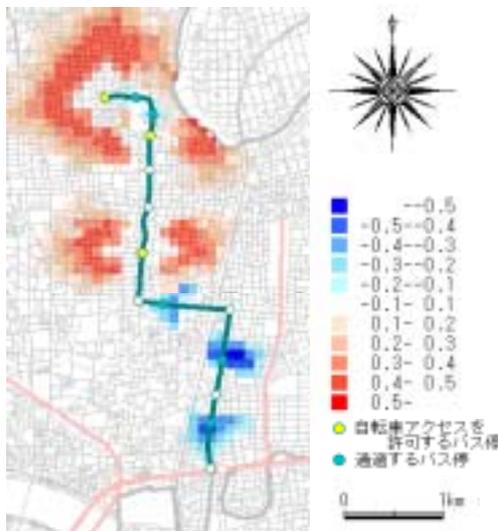


図6 Case1と現況の選択確率の差画像

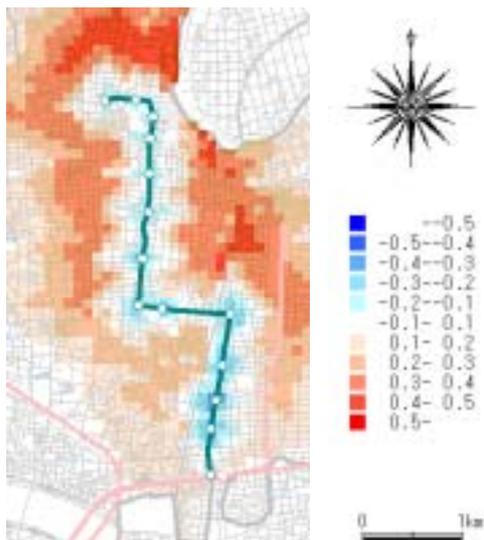


図7 Case2と現況の選択確率の差画像

図5に分析対象路線を示す。ケーススタディーでは、勤務先を大手町駅付近と設定し、鉄道交通を利用する際には綾瀬駅を利用するものとする。交通手段は代表

自動車交通、徒歩アクセス、自転車アクセス、バスアクセスによる代表鉄道交通の4経路を考える。分析単位は、個人行動を表現でき、アクセス環境を詳細に説明できる大きさとして100mメッシュとする。本分析では、100mメッシュごとに各々の経路の選択確率を算出し、現況との比較を行なった差画像を作成している。

図6は、いくつかのバス停を通過する快速運行及び幾つかのバス停に駐輪場を設置したケース(Case1)と現況の選択確率の差画像である。また、図7は、実際のバス路線の終点が鉄道駅ホームに乗り入れたケース(Case2)と現況の選択確率の差画像である。表6に100mメッシュにおいて計測された選択確率の平均値を示す。表6より、どちらのケースケーススタディーもバス交通の利用促進および自動車交通の削減に対して大きな効果を発揮する可能性を示している。

## 6. おわりに

本研究では、バスアクセスサービスの向上による自動車交通の削減の定量的な把握を行なっている。それにより、バス交通単独でのサービスの向上による代表自動車交通から代表鉄道交通への大きな転換は難しいものの、アクセス自転車交通、アクセス自動車交通からの転換によるバス交通の利用者の増加が期待できること、バス交通が他の事業者と連携し新たなサービスを提供することにより、自動車交通の削減に貢献できる可能性を示している。

都市交通体系の枠組みの中でバスサービスを捉え、バス交通の利用促進と利用者確保、さらには自動車交通からの転換を促すための基礎分析を行なっていることが本論文の特徴である。

謝辞：分析データ収集にあたり、アンケートにお答え頂いた方々に感謝の意を表す。なお、本研究は日本学術振興会科学研究費（若手研究（B）13750513）の研究助成を受けて実施した。ここに記して謝意を表す。

## 参考文献

- 1) HIBINO.N., OTSUKA.Y., UCHIYAMA.H.: A Study on Access Mode Choice Behavior to Railway Station for Intra City Bus Feeder Service in Tokyo, Proceeding of ICIT Vol.2, pp.415-425, 2002
- 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, pp.12-20, 2000
- 3) 日比野直彦, 内山久雄: 地理情報システムの交通計画分野への適用, 応用測量論文集, pp.59-65, 2001