

交通行動調査を考慮したトランジットパスの導入可能性に関する研究*

Feasibility Study on Transit Pass Considering Travel Behavior *

横山茂樹**・三井恒明***・坂口裕志****・高田和幸*****

By Shigeki YOKOYAMA**・Tsuneaki MITSUI***・Yuji SAKAGUCHI****・Kazuyuki TAKADA*****

1. はじめに

地球環境問題の悪化が懸念されており、運輸部門においてもできる限り環境にやさしい交通体系に移行することが求められている。自動車通学を認めている大学、特に都市の郊外部に位置する大学においても、何らかの対策を講じて環境負荷の少ない通勤・通学システムを確立することが望まれる。欧米では早くから大学と交通事業者が連携して交通計画の策定し、モビリティの質的な向上に取り組んできた。今後わが国においても、大学と交通事業者が連携して、モビリティの向上を目的とした交通計画を策定することが必要である。

首都圏郊外に位置する東京電機大学理工学部在学生の通学形態について調査した結果、在学生の15%に当たる442名に自動車通学の許可を得ていた。これらの学生の住所から自動車通学の移動距離を割り出したところ、図-1に示す結果となった。図は、通学距離帯（片道）別の自動車通学者の人数を示したものである。自動車通学生の移動距離を集計したところ、一日の総移動距離は約2.1万kmとなった。

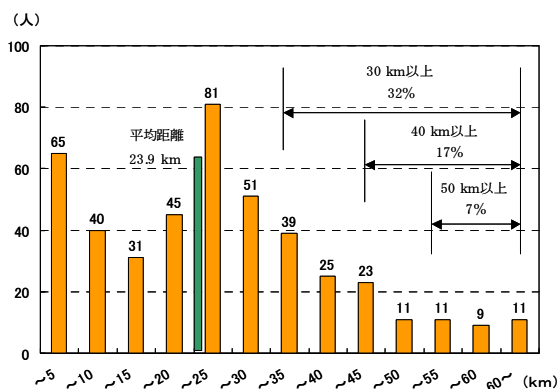


図-1 距離対別の移動距離分布

このことから地球温暖化ガスや排気ガスなど、環境に悪影響を及ぼしていることが明らかとなった。自動車通学を認めている大学の多くは似たような状況にあると考えられる。

そこで本研究では、大学と交通事業者が連携した交通計画策定・実施の取り組み事例を参照した上で、モビリティの質の向上を図る鉄道トランジットパスの導入可能性を検討することとした。具体的には、在学生の実際の交通行動を調査し、交通事業者の収入維持や学生の厚生水準向上の観点から導入の可能性を評価した。

2. 大学におけるモビリティ・マネジメントの事例

本章では、大学におけるモビリティの向上に対する取り組みをレビューし、本研究の位置づけを述べる。

谷口ら¹⁾は郊外の大学のモビリティの質を確保した国内外の取り組みに関する情報を整理し、質の向上には、大学とバス・鉄道等の交通事業者との連携が必要であると述べている。筑波大学では、大学と関東鉄道バスが連携した学内バス交通システムを導入した。²⁾その他、コロラド大学³⁾、ワシントン大学⁴⁾、UCLA⁵⁾等でも、トランジットパス（ワシントン大学ではUパス）と呼ばれるエリア内定期券が導入されている。

Jeffrey Brownら^{5) 6)}はトランジットパス導入による利用者やバス事業者の便益の経済評価を行っている。

上記の通り、大学とバス事業者とが連携した事例は多数あるもの、鉄道事業者と連携した事例は見受けられない。そこで本研究では、大学と交通事業者とが連携した交通システムの事例を参考にし、鉄道事業者と連携したトランジットパスの導入可能性を検討することとした。

3. 使用データと分析フロー

本研究では、平成20年12月に東京電機大学理工学部の学生に対して実施したアンケート調査データを用いた。アンケートでは、1週間の交通行動、通学形態、トランジットパスに対する支払意志額を調査した。1週間の交通行動調査では、定期券以外での鉄道利用状況を記入してもらった。なお、アンケートの回答数は350であった。

*キーワード：トランジットパス，鉄道，支払意志額

**非会員，学士（工学），東京電機大学大学院理工学研究科
建設環境工学専攻

（〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町石坂，TEL:049-296-2911）

***非会員，学士（工学），株式会社アスピー

****非会員，修士（工学），パシフィックコンサルタンツ株式会社
プロジェクトマネジメント本部 都市再生室

*****正員，博士（工学），東京電機大学理工学部建築・都市環境学系

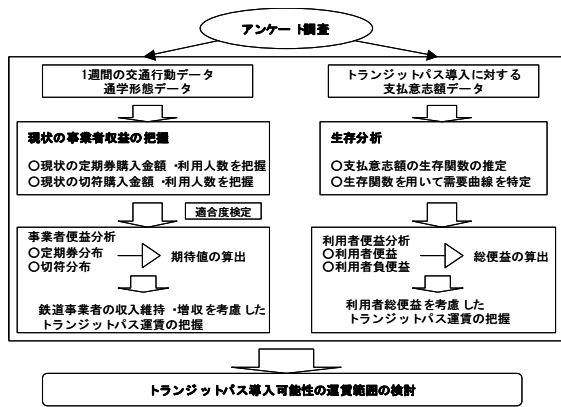


図-2 分析フロー

本学部の学生総数は3471名であり抽出率は10.1%であった。そこで、拡大係数を9.92と設定した。また、本研究の分析フローは、図-2に示す通りである。

4. 鉄道事業者の収入に関する分析

(1) 学生の交通行動・通学形態分析

1週間の交通行動、通学形態のデータを用いて、現状の鉄道事業者の収入額を算出した。図-3は、学生が鉄道事業者に支払っている定期券利用額の分布である。また図-4は、切符利用額の分布である。

なお、適合度検定を行った結果、定期券利用額は正規分布、切符利用額はワイブル分布に従っていると判断された。

(2) 事業者収益の把握

(1)で推定した統計分布を用いて、学生1人当たりの定期券代金と切符代金の利用額（月額）の期待値を算出した。結果を表-1に示す。定期券代の期待値は4119円、切符代金の期待値は4707円であった。次に、定期券利用者数、切符利用者数から学生全体が鉄道事業者を支払っている利用額を算出した。算出した各期待値に各利用者数、拡大係数を乗じて合計した結果、学生全体が鉄道事業者を支払っている利用額は12.8百万円/月と推計された。また、学生1人当たりの平均利用額は3700円/月となった。このことから、トランジットパスの運賃は、事業者の収入が維持できる3700円以上に設定する必要があることが明らかとなった。

表-1 事業者収入

	定期券	切符
期待値 (円/月)	4119	4707
利用割合 ^(注) (%)	63.7	22.9
学生全体の利用額 (百万円/月)	12.8	
学生1人当たりの利用額 (円)	3700	

(注) その他(定期券・切符利用なし)のサンプルがあるため、合計が100にならない。

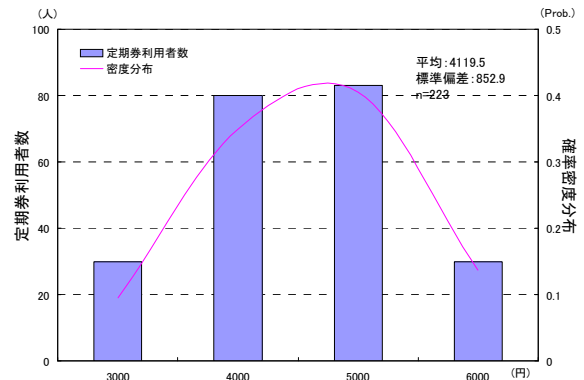


図-3 定期券利用額の分布

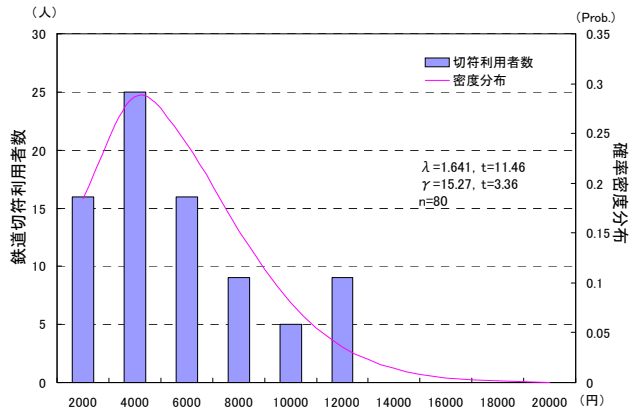


図-4 切符利用額の分布

5. トランジットパスに対する支払意志額の分析

(1) WTP調査について

アンケート調査で得られた支払意志額データを用いて、WTP関数を推定し、トランジットパスに対する支払意志額について分析した。なお、トランジットパス導入に対する支払意志額調査は、図-5で示す自由回答方式で行った。定期券非利用者に対しては、大学の最寄駅である高坂駅から都内の池袋駅まで鉄道パスが利用できる場合に支払っても良いと考えている金額を記入してもらった。また定期券利用者には、現状の定期券で池袋までの区間が利用可能になった場合に追加して支払っても良いと考える額を記入してもらった。

質問4. もし、現在の定期券で池袋駅までの区間が利用できるようになったら、あなたはいくらまで追加して代金を支払うことができますか。
(下記の池袋駅までの通学定期券代と片道運賃を参考にしてお答え下さい。)

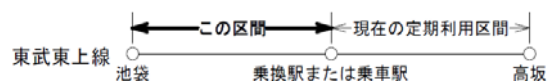


図-5 アンケート調査項目

(2) WTPの基礎分析

本項では、アンケート調査で得られた支払意志額の基礎分析を行った。定期券利用者の支払意志額は、追加額であるので、現状の定期券代と支払意志額を合算した。

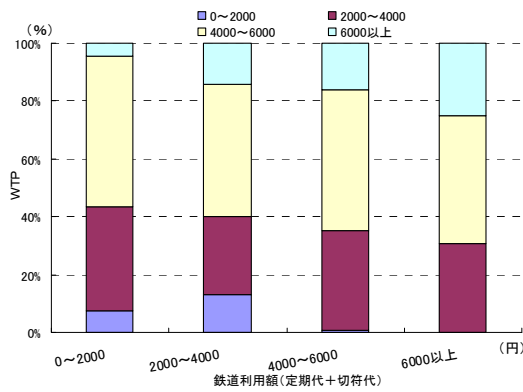


図-6 鉄道利用額別の支払意思額割合

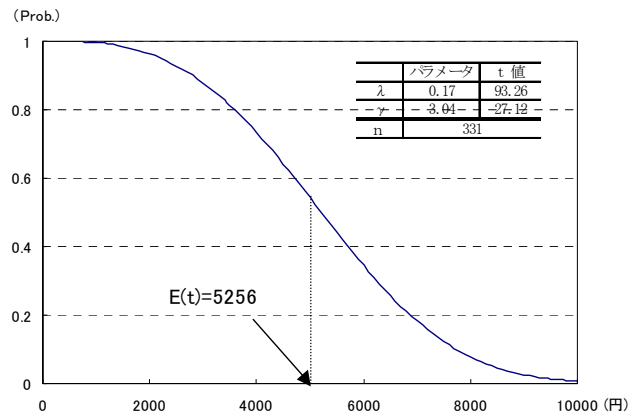


図-7 WTPの生存関数

また、定期券非利用者の支払意思額が0円であるデータについては、トランジットパス導入にある利便性の向上が合理的に評価できていないと判断し、今回の分析データから除外した。

図-6は鉄道利用額別の支払意思額の割合を示している。鉄道事業者に支払っている額よりも支払意思額が高い回答数が多くあると見て取れる。このことから、トランジットパス導入の利便性が高く評価されたためだと推察できる。

(3) WTP関数の推定

個々人が回答したトランジットパス導入に対する支払額まで、支払う意志が生存していると考え、生存時間モデルを援用してWTPの生存関数を推定した。

WTPがワイブル分布に従っていると仮定し、最尤推定法により(1)式の未知パラメータを推定した。

$$S(t) = \exp(-\lambda t)^\gamma \quad (1)$$

λ :形状パラメータ, γ :スケールパラメータ,
 t :支払意思額

推定結果は図-7に示す通りである。WTPの生存関数の形状パラメータ、スケールパラメータともに統計的信頼性を有していることが確認された。

また支払意思額 t の期待値は、(2)式で求められる。

$$E(t) = \int_0^\infty t f(t) dt \quad (2)$$

確率密度関数 $f(t)$ と生存関数 $S(t)$ の間には(3)式の関係式が成り立ち、(2)式は(4)式で書き換えられる。

$$\frac{dS(t)}{dt} = -\frac{dF(t)}{dt} = -f(t) \quad (3)$$

$$E(t) = -\int_0^\infty t \left(\frac{dS(t)}{dt} \right) dt = \int_0^\infty S(t) dt \quad (4)$$

また、図-7に示すWTPの生存関数を用いて、数値計算を行った結果、WTPの期待値は5256円となった。

6. トランジットパス事業化の検討

(1) 利用者便益の算出

生存分析で推定したWTPの生存関数を用いてトランジットパス導入における需要関数を特定した。先述の通り、事業者の収入の維持を考慮すると、運賃の下限は3700円である。また、利用者側としては、運賃増に伴い便益が減少するため、利用者便益を考慮した上限運賃を把握する必要がある。

図-8はトランジットパス運賃と利用者の便益、負便益の関係を表した図である。縦軸はトランジットパスの運賃、横軸は需要を表している。また、曲線AHはトランジットパスの需要関数である。なお、負便益とは、運賃が支払意思額より高い利用者が受けるマイナスの便益である。そこで、運賃水準を高め、利用者の便益と負便益とが相殺される運賃を上限運賃とした。そのときの利用者便益はABD、負便益はDFHであり、運賃は5256円であった。

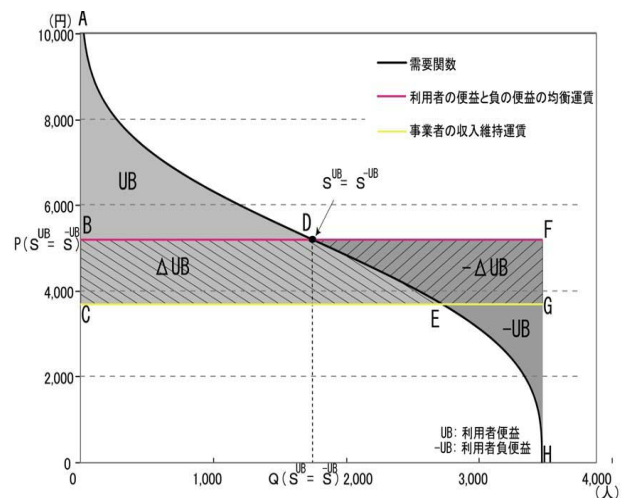


図-8 需要関数による利用者便益

(2) 導入可能な価格範囲の検討

本項では、事業者収益、利用者便益からトランジッ

トバス運賃範囲を算出し、事業化可能性を検討した。

便益、負便益、総便益、増収率を、トランジットパスの下限運賃・上限運賃別に推計した結果を表-2、表-3に示す。トランジットバス運賃を、事業者の収入が維持される3700円とした場合の便益と負便益を合計した利用者総便益は、約5.41百万円/月となった。一方、トランジットバス運賃を利用者総便益が約0円/月である5256円とした場合の事業者総便益は12.8百万円/月となり、増収率は42.3%となった。このことから、トランジットバス導入の可能性がある運賃は、3700円から5256円の範囲であることが明らかとなった。

表-2 トランジットバス運賃を3700円とした場合

	便益	負便益	総便益	増収率 (%)
全学生	6.13	0.73	5.41	—
鉄道事業者	12.8	—	12.8	0
社会的便益 ^(注)	18.9	0.73	18.2	—

(注) 社会的便益は全学生便益と鉄道事業者便益の和である。(百万円/月)

表-3 トランジットバス運賃を5256円とした場合

	便益	負便益	総便益	増収率 (%)
全学生	2.65	2.65	0	—
鉄道事業者	18.2	—	18.2	42.3
社会的便益 ^(注)	20.9	2.65	18.2	—

(注) 社会的便益は全学生便益と鉄道事業者便益の和である。(百万円/月)

(3) 社会厚生水準

先の分析結果は各期待値を確定値として扱った結果である。しかしながら、定期券代金、切符代金、WTPそれぞれが特定の分布に従っており、それら統計的特性(ばらつき具合)を考慮して分析することが望ましい。

そこで、本項では、定期券代金、切符代金、WTPの統計分布を考慮して、(5)式で示される社会厚生関数SWを用いて、社会的に最適なトランジットバス運賃を算出した。

$$SW = \int_0^p (f_{wtp}(p) \cdot UB(q(p), p)) dp + \int_0^p ((f_{pass}(p) + f_{tickt}(p)) \cdot SB(q(p), p)) dp \quad (5)$$

$f_{wtp}(p), f_{pass}(p), f_{tickt}(p)$: 確率密度関数

$UB(q(p), p)$: 利用者便益

$SB(q(p), p)$: 鉄道事業者便益

(5)式より、社会厚生関数SWを最大化し、社会的最適解である運賃pを推計した。その結果、社会的最適解は4828円と算出された。このときの全学生、事業者の便益、負便益、総便益、増収率、及び社会的便益の推計結果を表-4に示す。トランジットバス運賃を社

会的最適解の4828円にした場合の利用者総便益は1.48百万円/月と推計された。鉄道事業者の便益は16.8百万円/月となり、増収率は30.5%となった。また社会的便益は18.2百万円/月となった。

したがって、社会的最適運賃においては、大学、鉄道事業者双方にとって、トランジットバス導入のインセンティブが高いものと考えられる。

表-4 社会的最適解4828円とした場合

	便益	負便益	総便益	増収率 (%)
全学生	3.45	1.96	1.48	—
鉄道事業者	16.8	—	16.8	30.5
社会的便益 ^(注)	20.2	1.96	18.2	—

(注) 社会的便益は全学生便益と鉄道事業者便益の和である。(百万円/月)

7. まとめと今後の課題

本研究では、本学学生を対象にアンケート調査を実施し、トランジットバス導入の可能性を検討した。

この結果、トランジットバスの導入が可能な運賃が3700円から5256円の範囲であることを明らかにした。

また、社会的厚生関数を用いて推定した社会的な最適運賃は4828円となり、利用者及び鉄道事業者双方にメリットのある運賃水準であった。トランジットバスの導入は鉄道利用のアクセシビリティを向上させることから、自動車通学の低減にも貢献できるものと考えられる。

なお、我が国の鉄道の多くは民間で運営されており、鉄道のトランジットバスは、顧客囲い込みの方策として利用されてしまう可能性もある。したがって、鉄道トランジットバスの導入に際しては、他鉄道事業者への影響も評価して導入の是非を検討することが必要と考えられる。今後は、各鉄道事業者にトランジットバスの導入意向調査を実施し、事業実施の可能性を検討する。

参考文献

- 1) 谷口綾子, 藤井聡: 郊外型大学キャンパスにおけるバスを主体としたモビリティ・マネジメントの展望と課題, 都市計画論文集, 42(3), pp.943-948, 2007.
- 2) 石田東生, 谷口綾子: 筑波大学「新学内バス」の導入とその効果, つくばフォーラム
- 3) University of Colorado Environmental Center 2002: Campus Transportation Challenges.
- 4) ワシントン大学 HP
<http://www.washington.edu/commuterservices/programs/upass/info.php>
- 5) Jeffrey Brow: Fare-Free Public Transit at Universities, Journal of Education and Research 23, 69-82, 2003.
- 6) Jeffrey Brow, Daniel Brlwin Hess: Unlimited Access, transportation 23, 233-267, 2001.