

バンコク都市圏における 交通行動の分析とモデル化*

Analysis and Modelling of Individual Travel Behavior in Bangkok

宮本和明**, E.C. Itorralba***, 黒田孝次****

by Kazuaki MIYAMOTO, E.C. ITORRALBA and Koji KURODA

The aim of this study is to analyze individual travel behavior for building a travel demand forecasting model which can be used to assess the impact of the introduction of a new transportation system in Bangkok. A questionnaire survey was conducted at five representative sites in Bangkok and collected about 600 samples. The data collected was used for descriptive analysis as well as quantitative analysis by the logit model for deriving mode choice models of both work and shopping travel. The obtained models represent the mode choice behavior in Bangkok very well. In addition, an indicator which represents the spatial separation for travel between origin and destination is derived from the result of the logit model estimation.

1. はじめに

バンコク都市圏は、近年の急激な人口流入に伴い、発展途上国の首都特有の都市問題に直面している。その中でも最も重要かつ深刻な問題は、都市内交通問題である。最近の年6%を越える経済急成長による都市内交通需要の急激な増加に対し交通基盤施設整備は伴わず、また、特に都市内軌道交通が存在しないため、全ての交通を道路交通に依存せねばならないことが、都市内道路の慢性的な混雑の主要原因となっている。その改善策として、一方通行や信号

制御、交差点の立体化、新しい道路建設等の一般的な対策がなされてきている¹⁾ほか、新しい軌道系の交通施設の導入が長く議論されてきているが、未だ実質的な決定はなされていない。また、道路交通に起因する大気汚染や騒音も非常に大きな問題²⁾であり、この改善のためには、劣悪な水準にある車両の改良のほか、軌道系交通機関の導入をはじめとする総合的な交通都市計画が必要である。

このほかバンコク都市圏における交通に係わる特色としては、所得階層がはっきりしており、また、所得階層ごとの交通行動にかなりの差があること、各種のミニバスあるいはパラトランジットそして様々なミニタクシーが存在し、多様な交通需要に対応していること、気温が高いことから歩行距離が一般に短いこと、複雑な交通規制のほか混雑度の違いにより、空間距離と所用時間に差があること、バスネットワークが非常に発達していること等が上げられよう。^{3) 4) 5)}

* 交通需要予測、非集計行動モデル、発展途上国

** 正会員 工博 東京大学助教授 工学部土木工学科 (〒113 東京都文京区本郷7-3-1)

*** M. Eng アジア工科大学院助手

**** Ph. D. 道路公団、アジア工科大学院日本政府派遣教官 地盤及び交通工学部門

本研究は、これらの特色を踏まえ、バンコク都市圏における交通に関する諸政策の効果を分析するための交通需要モデルの作成を目的に、まず、交通機関選択に係わる個人行動を分析し、それに基づいて通勤および買物交通に関する予測モデルを作成したものである。

2. アンケート調査

バンコク都市圏における個人交通行動を調査するためアンケート調査を実施した。調査の概要は以下の通りである。

2. 1 調査地点

調査は、バンコク市内の以下の5箇所の地点において行った。各地点は、バンコク市内において空間的にほぼ分散しておりかつそれぞれ代表的な交通目的の地と考えられるものである。

(1) Victory Monument:

市内のやや北に位置する交通中心（道路起点）であり、映画館、病院をはじめとする各種の施設が集中している。

(2) Lard Phrao:

デパート、映画館等が集中する、北部の大規模な商業中心地。

(3) Silom Road:

市内のほぼ中央に位置し、金融機関をはじめとするバンコク第一の業務中心であり、また商業中心でもある。

(4) Sukhumvit 55:

やや東部にあり、小規模な近隣型の小売商業が密集する。

(5) Sanam Luang:

チャオプラヤ（メナム）川に近くバンコク旧市の中心に位置し、近くに宗教施設、大学および図書館等の文化施設が多い王宮前広場であり、市民の憩いの場の一つでもある。

2. 2 調査項目

調査項目は、交通特性として、起点、交通目的、調査地点までの交通手段、経路、所用時間および関連経費等、そして、個人特性として、年齢、職業、

所得、自家用車保有の有無等、一般的な調査項目を含んでいる。そのほかに、歩行距離を調べるため、調査地点から距離帯別に具体的な対象を選定し、それぞれに行くとした場合の機関選択についての意識調査を付け加えている。

2. 3 調査方法

調査は大学生アルバイト調査員による直接聞き取り方式により行った。抽出方法は、無作為抽出を心がけたが、結果的には、アンケートに応じる階層に限られてしまったと考えられる。調査数は各地点ごとにその地点を交通の目的地とした人120人を対象に、主に実際に選択した交通機関に関して行った。

2. 4 調査実施日

調査は1987年10月中旬に、それぞれ平日と休日1日ずつの日中に行った。

3. 調査結果に基づく定性分析

3. 1 サンプル数

全調査票600のうち、整理の結果、有効なもの560であった。それらについての、交通目的および選択された交通機関の分布をそれぞれ表1、表2に示す。

3. 2 交通目的

表1に示す交通目的がそのまま各調査地点の特色を表している。なお、表1には平日交通と休日交通が約半数ずつ含まれている。

表1 トリップ目的別分布（5調査地点別：％）

調査 地点	通勤	買物	レジ ャー	業務	通学	その他
(1)	10.7	23.2	32.1	30.4	2.7	0.9
(2)	15.3	40.3	26.7	11.2	3.4	4.3
(3)	33.9	46.1	10.4	8.7	0.9	0.0
(4)	51.5	15.5	5.2	15.6	1.0	7.2
(5)	14.3	0.0	42.0	21.0	21.0	0.3

3. 3 交通主体の特性分布

調査は学生アルバイトを調査員として行われたことから、20才台かつ中高所得階層を中心とした、質問を行い易い対象に集中している傾向がある。また、調査地点に交通機関を利用してくるものの多数は、そのような階層に属していると考えられる。低所得階層においては、徒歩以外の交通手段はきわめて限定されていることから、その交通距離も自ずと制約を受ける。そのため、調査対象に偏りはあるが、逆にバンコク都市圏内の交通行動を見る必要がある対象に集中しているとも考えられ、以下の分析に利用可能なものと判断した。

3. 4 選択された交通機関の分布

表2から、徒歩を除く交通機関別のシェアは、全地点を合計すると、バス80%、自家用車16%、タクシー4%となる。なお、このバスには、バンコク市交通公社(BMTA)の路線バス(普通車、冷房車)のほか、いわゆるバトラランジットあるいはミニバスと呼ばれる大小様々な相乗り自動車を含んでいる。また、バンコク都市内においては、タクシーとしては、普通車のほか、ミニタクシーとして、小型4輪トラック(シーロー)、小型3輪トラック(サムロー)、そして、2輪車の後部座席が利用可能である。しかし、この調査では、普通車のタクシー利用者のみしか結果的に含まれなかった。

表2 交通機関選択結果(5調査地点別:実数)

調査 地点	バス	自家 用車	タク シー	徒歩	合 計
(1)	92	6	5	9	112
(2)	89	22	4	2	117
(3)	78	23	6	8	115
(4)	50	21	2	24	97
(5)	100	10	2	7	119

一方、別の調査によると、その信頼性は未確認ながら、バス65%、自家用車25%、タクシー10%となっている。感覚的にも、今回の調査はバス利

用者に偏っていると思われるが、追加調査は時間制約により実施することができなかった。そのため、以下の分析は、そのことを念頭において行った。

なお、実際に選択した交通機関に関する費用および所用時間等は、他の資料と比較したところかなり信頼性が高いことが確認された。

3. 5 利用交通機関ごとの考察

(a) バス

表2の結果からわかるように、全地点においてバスが圧倒的なシェアを占めている。なお、バスのシェアが大きな理由は、バスのネットワークが発達しており、また運行頻度が高いことのほかに、他の交通機関に比べ圧倒的に安い料金によるものと思われる。路線バスの普通車を利用する場合、バンコク市内のかんりの所(5調査地点はもちろん含まれる)に、2バーツ(調査時点:1バーツ=約5.1円)で行くことができる。しかし、今回の調査によれば、バス選択者の47%がその選択理由として、運行頻度と交通時間をはじめとする利便性を上げている。特に、通勤目的のトリップにおいては、安価な料金は、選択理由として最も少なかった。

(b) 自家用車

自家用車は、1980年現在、人口千人当り71台と、富裕階層に限られることは言うまでもないが、自家用車保有者は、あらゆる交通に自家用車を使ういわゆるキャプティブ層と、バス、タクシー、徒歩を柔軟に使い分ける層に分けることができる。キャプティブ層は、特に、快適性と安全性に重点がおかれており、子弟の通学の送り迎え等にもよく用いられている。しかし、自家用車の選択理由としては、快適性が大半を占め、安全性は最も少ない選択理由であった。買物交通においては、帰りの荷物の運搬の労を考へての選択もなされている。

一方、駐車場は商業施設等ではかなりの整備水準ではあるが、場所によっては駐車に時間がかかることが多い。なお、一般に幹線道路においては規制がきびしいことから、路上駐車はかなり少ない。また、複雑な一方通行規制のため、逆行路線を使用できるバスに比べ所用時間に差が大きい起終点の組合せが多い。これらが、自家用車保有者が安全性と快適性に劣るバスを選択する理由となっている。

(c) タクシー

今回の調査においては、少数の普通車タクシーの利用者の外には、残念ながら、ミニタクシー利用者が含まれていない。タクシー利用者の選択理由としては、荷物輸送を含めての快適性が一番に上げられている。なお、一般には、ミニタクシーは、多様な用途に合わせて広く多く利用されているが、今回の調査においては、調査地点にもよるが、たまたま抽出されなかったと判断される。ミニタクシーは、距離に合わせ、時には相乗り、また、時にはかなりの大きさの荷物の運搬等にも用いられている。そのため、買物帰りの行動調査を行えばかなりの数がミニタクシーを利用していることがわかったはずである。バンコクにおいては、これらの利用が一つの特色であることから、今後追加調査を行う必要がある。

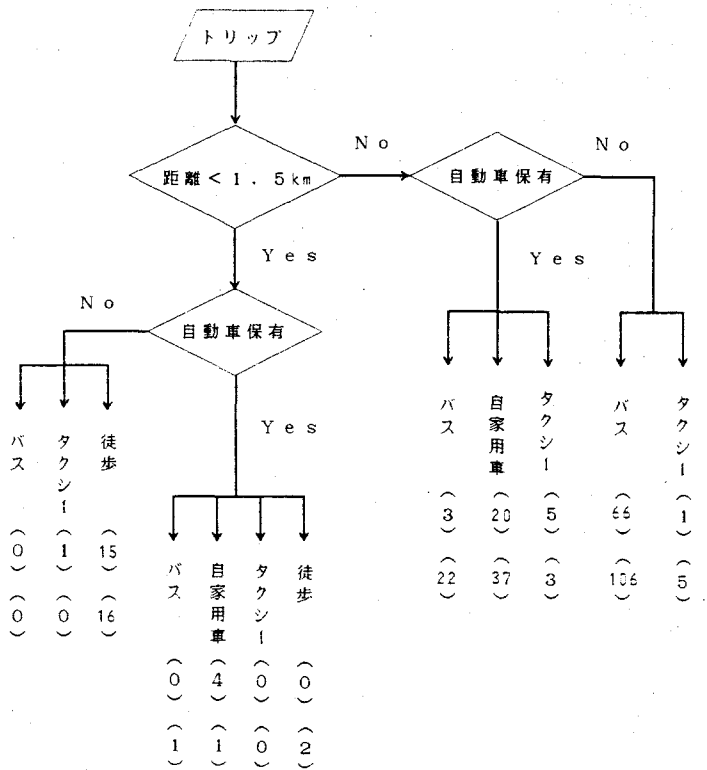
(d) 徒歩

バンコクはごく一部の時期を除き気温が高いことから、歩行距離はきわめて限定されている。本調査においても、実際の最高歩行距離は1.5 kmであり、85%以上が600 m以下のごく短距離のトリップである。なお、徒歩利用者の内18%のみが他の利用手段が無いと答えている。

一方、同時に行った徒歩選択の意識調査においては、50%の人が徒歩により移動すると答えた距離の上限は、地点により差がみられ、最も短いものは0.4 km、最も長いものは1.0 kmであった。調査地点の状況により多少の差があるが、具体的な目標地点を示して行った、このような簡単な調査においてもこれほどの大きな差がでることから、意識調査の信頼性にはかなりの疑問がある。

3. 6 交通機関の選択行動と選択肢

以上の考察のほか、調査原表に基づく詳細な検討と、日常の観察およびタイ人有識者との共同検討に



上段：買物・レジャー目的；全115サンプル
下段：通勤目的；全187サンプル

図1 交通機関選択行動と選択肢

(トリップ距離と自家用車保有の有無による)

より、バンコク都市圏の交通機関の選択ツリーを図1のように設定した。これは、先にも述べた通り、主に中高所得者階層にのみ適用可能なものである。今回の調査における実数を、図1の括弧のなかに、それぞれ上段が買物レジャー目的、下段が通勤目的別に示している。

4. 調査結果に基づく機関選択モデルの作成

4. 1 機関選択モデルの考え方

(1) モデルの選択^{6) 7)}

今回の調査において得られた、交通機関選択に係わる個人データを用いて、個人の機関選択モデルの分析を非集計行動モデルを用いて行った。

モデルとしては、まず、ネステッドロジットモデルの適用を試みたが、サンプル数も小さく、また、適切なネストを組むことができなかったことから、多項ロジットモデルを用いた。その際、個人個人の利用可能選択肢を、図1のように設定し、それらをプールすることにより行った。

分析対象は、データ量が比較的多い買物・レジャー（サンプル数115）と通勤（同187）の二つ交通目的に分け、それぞれについてモデルを作成している。以下に示すものは推定されたモデルのうちの数例である。

（2）説明変数

説明変数は、個人の社会経済特性と選択された交通機関に関しては、アンケート結果をそのまま用い、選択はしなかったが利用可能な交通機関に関しては、他の資料を用いて作成している。先に述べたように、選択された交通機関に関するデータは、他の参照資料と比較したが、ごく少数を除き信頼性がきわめて高いことがわかった。なお、疑問のあるサンプルは除外している。

4. 2 買物・レジャートリップ機関選択モデル

買物・レジャー目的交通の機関選択モデルの推定結果を表3と表4に示す。表3は交通時間を全機関共通変数とした場合であり、表4はそれぞれの機関ごとの特性変数としたものである。表3の結果は、新たな交通機関、例えば、実際に計画がある高架式の軌道系交通機関の導入等の機関分担率変化に用いることができる。一方、表4の結果はそれぞれの交通機関利用に際しての時間価値の違いを見ることができる。両結果はそれぞれの目的に合わせたのパイロットモデルとして用いることができよう。

表3と表4の結果を見ると、両者ともバスの待ち合わせ時間は実際の乗車時間の4倍ほどの抵抗があることがわかる。また、表4から、徒歩抵抗が非常に大きいこともわかる。なお、これらの推定においては、個人特性としては、自動車保有の有無のほかは所得を金銭費用との比として導入したに留まっている。他の変数も試みたが、サンプル数が少ないこともあり有意な結果は得られなかった。

なお、両推定とも尤度比に関しては十分な結果を得ている。

表3 買物・レジャートリップモデル推定結果
（交通時間を共通変数とした場合）

説明変数	推定値	t 値
交通時間（分）	-0.0380	-1.13
待ち合わせ時間（バス：分）	-0.128	-2.56
（費用／所得）*100	-3.67	-2.34
定数（バス）	2.44	2.77
定数（自家用車）	2.05	3.39
定数（徒歩）	2.38	3.03

調整済み尤度比=0.563

表4 買物・レジャートリップモデル推定結果
（交通時間を機関特性変数とした場合）

説明変数	推定値	t 値
交通時間（バス・タクシー：分）	-0.0409	-2.24
交通時間（自家用車：分）	-0.0560	-2.12
交通時間（徒歩：分）	-0.278	-2.00
待ち合わせ時間（バス：分）	-0.168	-4.69
（費用／所得）*100	-5.13	-2.67
定数（バス）	3.48	4.35
定数（自家用車）	2.37	3.11
定数（徒歩）	5.60	2.73

調整済み尤度比=0.623

4. 3 通勤トリップ機関選択モデル

通勤目的交通の機関選択モデルの推定結果を表5に示す。選択構造は、買物・レジャー目的トリップと同様に図1の形を想定している。この式では、自家用車とその他の機関で、交通所用時間を別の変数として推定したが、通勤に関する限り両者にはそれほど差が無いことがわかった。なお、両分析とも、全数シェアを用いて定数を修正する必要があるが、信頼できると認められるデータが無いため、今回は行っていない。

表5 通勤モデル推定結果

説明変数	推定値	t 値
交通時間（自家用車を除く：分）	-0.0340	-1.80
交通時間（自家用車：分）	-0.0410	-1.50
待ち合わせ時間（バス：分）	-0.120	-3.67
（費用／所得）＊100	-1.71	-1.78
定数（タクシー）	-4.88	-4.91
定数（バス）	-1.55	-1.88
定数（自家用車）	-2.53	-2.80

調整済み尤度比＝0.567

5. 交通機関選択モデルを用いた試算

5. 1 政策テスト

以上の結果を基に、いくつかの政策テストを試みた。その内の一つとして、自家用車保有者のバスと自家用車の選択比率について行った。今回の調査からは、現在、自家用車のシェアが66%、バスが34%であるのに対し、バス料金が現在の2倍すなわち4バーツになったとした場合、それぞれ69%と31%となると推定され、変化は小さい。

これに対し、表5の交通時間のパラメーターから推測すると、待ち合わせ時間が小さくまた交通時間が短い軌道系交通が導入されると、かなりの自家用車利用者が軌道系交通に転換することが予測される。この式をより発展させた具体的な予測は、軌道系交通の導入が、劣悪な交通混雑状況とそれから派生する大気汚染および騒音公害対策としても非常に重要であることを示す一つの資料を提供できるものと思われる。

5. 2 バンコク市内の交通距離の代表的表現

バンコク市内の道路ネットワークは、先にも述べた通り、一方通行規制等により複雑に構成されていることから、その交通距離を空間距離で代表するわけにはいかない。そのため、交通分布モデルのための交通距離の指標としては、先のロジットモデルの結果から与えられるログサム関数を用いることが、交通に係わる空間の隔たりをより正確に表すものと

思われる。

6. おわりに

本研究は、バンコク都市圏を対象とした交通および土地利用に関する研究の試験的研究の一つであり、未だ十分な結果が得られたとは言えないが、個人交通行動の一端は分析できたといえよう。今後、このほかに交通環境を含めて、より詳細な研究を進めていく予定である。

最後に、Dr.Yordphol Tanaboriboon (AIT)、Dr.Prapon Vongvichien (バンコク都市圏庁)、そして、Dr.Samart Ratchapolsitte (バンコク Asian Engineering Consultants) の各氏には、研究に際して貴重な意見を頂いた。記して謝意を表したい。

参考文献

- 1) JICA : Seminar paper on Road Improvement, Rehabilitation and Traffic safety in Bangkok, 1987
- 2) 宮本和明、Rasagam, G. and Seetharam, K.E. : バンコクにおける道路交通に起因する環境影響分析、土木学会年次学術講演会講演集、第43回、1988
- 3) 太田勝敏：東南アジア都市の路面公共交通機関、交通工学、17巻3号、1982
- 4) World Bank : Urbantransport: A world Bank Policy Study (太田勝敏他訳：都市交通—世界銀行政策研究—、国際開発センター、1988)
- 5) HFA Consultants in Planning, Transportation and Economics : Internal Working Paper No.6 , Travel Costs ; Metropolitan Bangkok Short Term urban Transport Review, 1985
- 6) Ben-Akiva, M.E. and Lerman, S.R. : Discrete Choice Model Analysis, MIT Press, 1985
- 7) Lerman, S.r. and Louviere, J. : Using Functional measurement to Identify the Form of Utility Functions in Travel demand Models, Transportation Research record, Vol.673, 1978