

低炭素社会実現に向けた公共交通機関の整備効果に関する研究

～タイのバンコク都を対象として～

九州大学工学部 学生会員 関雄次
九州大学大学院 正会員 外井哲志
九州大学大学院 正会員 梶田佳孝

1. 研究背景と目的

21世紀に入り、アジアやアフリカの発展途上国が急速な経済発展を遂げてきている。これに伴い、途上国における生活スタイルは様変わりし、自動車保有率の増加を招いた。特に、今回の研究対象であるタイのバンコク都はその傾向が顕著であり、遅れた交通計画が原因で現在では、世界的にも渋滞が頻発する国として知られている。この渋滞が原因で、多額の経済損失や健康被害も発生している。政府は、飽和した道路系交通から軌道系交通に交通手段を移行させようと高架鉄道（BTS）や地下鉄（MRT）を整備し、昨年2011年8月には高架鉄道スクンビット線の延伸を完成させた。（図1の矢印部分）そこで、本研究は実際にバンコク都民を対象に実施した交通手段利用の意識調査を主軸に、交通手段選択モデルを作成し、スクンビット線の延伸前後の交通手段選択率を推定する。これらを用いて、自動車から高架鉄道への転換交通量を求め、エネルギー消費量・二酸化炭素排出量の削減量を算出し、これを高架鉄道スクンビット線延伸の整備効果として環境面からの評価をすることを目的とする。

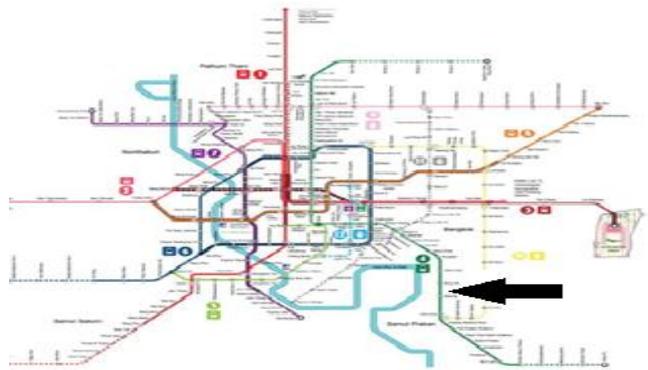


図1 バンコク都の交通計画¹⁾

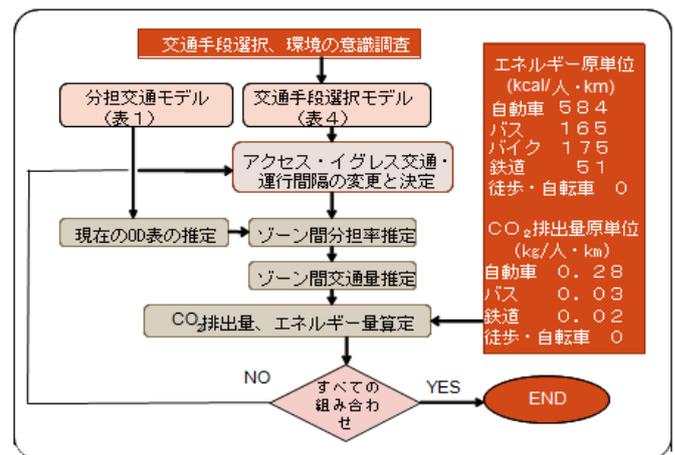


図2 研究のフローチャート

2. 研究方法

研究方法の基本的な流れを図2に示す。本研究では、対象地域・対象路線に対して図2の方法で、延伸前後のエネルギー消費量・二酸化炭素排出量をそれぞれ計算し、その差を都市鉄道の整備効果とする。このために、まず人口データより現在のOD表の推定を行い、次に交通手段利用の意識調査結果よりバンコク都における交通手段選択モデルの作成を行う。最後に各交通機関の分担率、交通手段別交通量を求め、交通手段ごとのエネルギー原単位・CO₂排出量原単位を用いて排出量を算出する。

3. バンコク都のOD表推定

スクンビット線の延伸効果を算出するためには現在のOD表が必要であるが、最近のOD表が入手出来なかったため、人口データからOD表を作成した。本研究では、交通需要推定範囲は対象とするスクンビット線の沿線8区のみ限定し、さらにゾーンは沿線区内に存在する駅の駅勢圏とした。スクンビット線には22の駅が存在するため、8つの区を22のゾーンに分割した。まず、自動車保有別の生成原単位を用いて、各区の人口データより発生集中交通量を算出する。次に、表1のモデル式を用いて分布交通量を算出し、現在のOD表を推定した。（表2）

表 1 分布交通量モデル²⁾

ゾーン間モデル	$T_{ij} = A_j * D_{ij}^\alpha / \sum A_j * D_{ij}^\alpha$
ゾーン内モデル	$T_{ii} = k * G_i^\alpha * A_i^\beta$

T_{ij}: ゾーン ij 間交通量
 D_{ij}: ij 間の距離(km)
 G_i: i ゾーン発生交通量
 A_i: i ゾーン集中交通量
 k, α, β: パラメータ

表 2 現在の OD 表 (一部抜粋)

Tij	Mo Chit	Saphan Kwai	Bang Chak	Punnawithi
Mo Chit	18418	7513	11029	13866
Saphan Kw	9663	5509	3998	4986
Bang Chak	6315	4427	23811	15804
Punnawithi	5951	5647	15326	40169

※1 つの区に複数の駅が存在する場合は隣接する駅間の距離の中間地点で作為的に線引きを行い、駅勢圏を定めた。

4. 交通手段選択モデル

本研究では、交通手段選択モデルは公共交通機関を使う場合と自動車を使う場合という二項ロジットモデルを作成した。モデルは本研究で実施した交通手段利用の意識調査の結果を用いた。調査内容を表 3 に示す。この調査結果より、表 4 の交通手段選択モデルが得られた。表 4 より、所要時間の t 値は低いが、時間抵抗として必要なパラメータであるために用いる。また、それぞれのパラメータの符号条件は妥当である。この結果を用いて、各交通機関の選択率を算出する。

表 3 交通手段利用の意識調査内容

調査範囲	バンコク都、その他郊外の 2 エリア サンプル数 422 部
調査内容	個人属性(性別、年齢、職業、収入など)
	自動車、バイク、自転車について(保有状況、使用目的など)
	公共交通機関の利用について(利用状況、利用目的など)

表 4 交通手段選択モデル

説明変数	パラメータ	t 値	判定
X1: 運行間隔(mi)	-0.05925	-3.556	**
X2: 所要時間(mi)	-0.00324	-0.9046	
X3: 費用(baht)	-0.02473	-4.0671	**
データ数		129	
尤度比		0.213	
的中率		69.767	

※*5%で有意、**1%で有意

$$V_1 = -0.05925X_1 - 0.00324X_2 - 0.02473X_3$$

$$V_2 = -0.00324X_2 - 0.02473X_3$$

$$P_1 = \exp(V_1) / (\exp(V_1) + \exp(V_2))$$

V₁: 公共交通機関の効用 V₂: 自動車の効用
 P₁: 公共交通機関を選択する確率

5. エネルギー削減量と二酸化炭素削減量

スクンビット線延伸前後で、推定した OD 表と算出した交通手段選択率を用いて、各交通機関別の OD 表を作成し、交通手段毎の各ゾーン間の平均距離を乗じて、交通手段毎のエネルギー消費量・CO₂排出量を算出し、その差を求める。これをスクンビット線の延伸

効果とした。アクセス・イグレス共に徒歩を選択すると仮定すると、各ゾーン間のスクンビット線延伸前後の選択率の変化は新設駅区間を含むトリップに関して、約 45%程度となった。注 1) (表 5) エネルギー消費量に関しては、約 20 億 kcal/日 (原油約 51kl に相当) の削減効果が期待され、これはスクンビット線沿線区内の交通エネルギーの約 26%に相当する。また、二酸化炭素排出量に関しては、約 960 t/日の削減効果が期待され、これは沿線区内の交通による二酸化炭素排出量の約 27.3%に相当する。注 2) 年間に換算すると、同量の二酸化炭素を吸収するためには約 7 万 ha の森林が必要となる。3) これはバンコク都の面積の約 40%に相当する広さである。以上より、スクンビット線の延伸は低炭素社会実現・都市環境保全のために効果を挙げていることが分かる。

表 5 選択率の変化 (赤 既設駅 青 新設駅)

選択率変化	Mo Chit	Saphan Kw	Bang Chak	Punnawithi
Mo Chit	0	0	0.454546	0.468146
Saphan Kwai	0	0	0.424806	0.43823
Bang Chak	0.454546175	0.424806	0	0.444402
Punnawithi	0.468145899	0.43823	0.444402	0

6. 今後の課題

本研究には、交通手段選択モデルの改良やアクセス・イグレスの移動手段の組み合わせ(徒歩、自転車、バイク、バス等)、交通需要予測範囲の拡大などさらに研究を進展させる必要がある。また、削減量算出に用いた原単位はバンコク固有のものではないため調査が必要である。これらの課題をさらに研究・改良し、その結果・詳細は発表時に報告する。

7. 謝辞

なお、本研究は「地球環境研究総合推進費及び環境研究・技術開発推進費(課題番号 E0906)」の助成を受けて実施したものである。

参考文献

- 1) Bangkok Metro Public Company Limited; Annual Report 2010, pp.49, 2010
- 2) JICA: Medium To Long Term Road Improvement Plan Main Report, pp.218-220, 1990
- 3) 独立行政法人 森林総合研究所 HP
<http://www.ffpri.affrc.go.jp/research/dept/22climate/kyuushuuryou/index.html> ※天然林広葉樹 20 年生前後の値を用いた。年間吸収量 5.13t/ha

【補注】

(注 1) BTS の選択率が新設駅区間で約 45%前後と比較的高い割合を示しているのは、オープン価格として 2012 年の 5 月 1 日まで無料で運行していることが大きな原因であると考えられる。5 月 2 日以降は 15 パーツの徴収が予定されている。
 (注 2) 自動車には 1 人で乗ることを仮定して、計算を行った。