

# バンコクを対象とするプローブカーによる交通状況の把握に関する研究\*

## Study on Observation of Traffic Condition using Probe Vehicle in Bangkok\*

石坂 哲宏\*\*・福田 敦\*\*\*・ソラウィット ナルピティ\*\*\*\*・チャワリット ティパングワン\*\*\*\*\*

By Tetsuhiro ISHIZAKA\*\*・Atsushi FUKUDA\*\*\*・Sorawit NARUPITI\*\*\*\*・Chawalit TIPAGORNWONG\*\*\*\*\*

### 1. はじめに

近年、バンコクでは、激化する交通渋滞を軽減するために、首都高速道路の建設、主要交差点の立体交差化、ソイの拡幅などの整備が進められ一定の効果を上げているが、今後更なる交通状況の改善のためには、交通管理の高度化や各種のTDM施策の導入が必要となっている。しかしながら、バンコクでは交通状況の定常的な観測は十分に行われていないため、このような交通管理施策やTDM施策の検討及び、その効果を推計する際に必要となる基礎的な交通情報が欠けているのが現状であり、何らかの方法で早急に交通情報を収集することが必要となっている。これに対して、東京などで実験が行われた、タクシーや商業車を使ったプローブカーによる交通情報の収集は交通状況を把握する手段として有効であると考えられるが、交通状況や交通機関の利用状況が東京などとは大きく異なる開発途上国の都市での導入を考えた場合、その有効性を改めて検証する必要がある。

そこで本研究では、タクシーを用いたプローブカー導入実験をバンコクで行い、開発途上国における交通情報収集にプローブカーを用いる可能性に関して検証することを目的とする。具体的には、タクシーをプローブカーとして用いた場合の、

プローブカーの走行範囲、走行回数などのデータ取得特性と算出した旅行時間の精度の分析を行った。この結果に基づいて、プローブカーの有効性を検証すると共に、得られたデータを解析し、バンコクの交通状況の把握を行った。

### 2. 実験概要

#### (1) プローブカー走行実験

本実験では5台のタクシーをプローブカーとして用い、普段通りのタクシー営業を行いながら走行データの取得を行った。走行データはデータロガーに保存され、タクシー会社にて運転手の交代時間に1日二回、保存されたデータを収集した。本実験で使用した機器と走行実験の概要を表-1に示す。

本実験では普段通りの営業の中で走行データの取得を行ったので、乗客の乗降による停止と渋滞による停止を区別する必要が生じた。そこで、動態スイッチに乗客の乗車と降車を表すボタンを設定し、タクシーの運転手に押してもらい、停止の理由を判断した。

本実験では、39日間で延べ2,310時間の走行データを収集でき、これらをリンク単位の走行データに変換すると、延べ93,234リンク数分の旅行時間データを得ることができた。

\*キーワード：プローブカー、旅行時間、開発途上国

\*\*学生員、修(工)、日本大学大学院理工学研究科博士  
後期課程社会交通工学専攻(千葉県船橋市習志野台  
7-24-1 TEL&FAX 047-469-5355)

\*\*\*正員、博(工)、日本大学理工学部社会交通工学科(同上)

\*\*\*\*非会員、Ph.D、Faculty of Engineering、Chulalongkorn  
University (Phayathai Road、Bangkok 10330 Thailand)

\*\*\*\*\*非会員、M.Eng、Faculty of Engineering、  
Chulalongkorn University (同上)

表-1 プローブカー走行実験概要

実験期間	2002年8月28日~2002年11月12日 (機械故障のため9月中は中断)		
車両	タクシー 5台(車種: TOYOTA LIMO) 		
プローブ機材	データロガー	GPSアンテナ	動態スイッチ
取得データ項目	GPSによる位置情報(緯度、経度)、時刻 タクシーの動態情報(乗客の乗降)		
走行方法	普段通りの営業運転(自由走行) ただし、交通流に沿った運転をドライバーに依頼		

## (2) 精度検証のための集中走行実験

本研究ではバンコク中心部に位置する Din Daeng Rd. と内環状道路の外側に位置する Lad Phrao Rd. の二区間を選定して、それぞれの区間の2地点にビデオカメラを設置してナンバープレート(NP)調査を行い、車両ごとの実旅行時間を算出した。同時に、プローブカーとしてタクシー3台に同区間を繰り返し走行させ、プローブカー旅行時間を算出した。表-2に集中走行実験の調査概要を示す。

表-2 集中走行実験概要

プローブカー	タクシー3台
走行方法	同一区間繰り返し走行
調査方法	ビデオカメラを用いたナンバープレート調査
調査項目	乗用車、タクシー、バスの2交差点間の旅行時間(ビデオカメラ) プローブカーの旅行時間(ビデオカメラ、プローブ調査) タクシーの実車、空車(ビデオカメラ)
調査場所	Din Daeng Rd. (0.61km)、Lad Phrao Rd. (1.51km)
調査日時	2003年9月19日(木) 朝ピーク時間帯: 7:00-9:00 昼間時間帯: 12:00-14:00 夕方ピーク時間帯: 16:00-17:00

## 3. プローブカーデータの特性

### (1) データ取得特性

ある時間帯に一回でもプローブカーが走行して旅行時間が得られたリンク数がある範囲内にあるリンク総数に占める割合を表すリンク捕捉率<sup>1)</sup>を用いて、プローブカーの走行範囲を分析した。地域別に比較すると、実験期間中に内環状道路内側の幹線道路で93%(1,029リンク中1,111リンクを捕捉)、外環状道路内側では90%(2,175リンク中2,410リンクを捕捉)となった<sup>補注1</sup>。次にタクシー会社の所在地を中心に1km間隔で同心円を描き、距離帯ごとにリンク捕捉率を算出し、距離特性を把握した。その結果、ソイを含めた細街路のリンク捕捉率はタクシー会社からの距離の増加と共に、低下しているが、幹線道路のそれは15kmまで高い値を示しており、広範囲の交通データを収集することができるといえる。ただし、バンコクにおいて特徴的なソイなどの細街路を含めた道路区間でプローブカーによって交通情報の収集を行うには、これらの距離特性を考慮する必要があるといえる。

次に、ある区間の旅行時間は時々刻々と変動しているため信頼性のある交通情報を収集するには、得られたデータの範囲だけでなく、何回の走

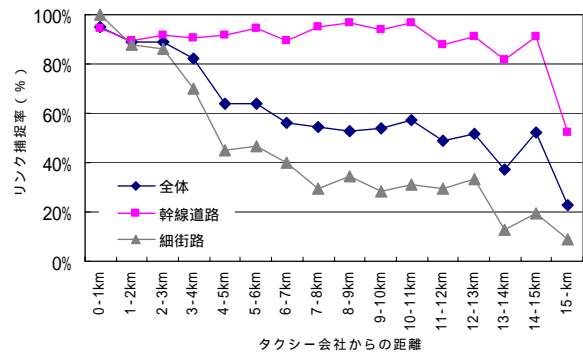


図-1 道路区別のリンク捕捉率

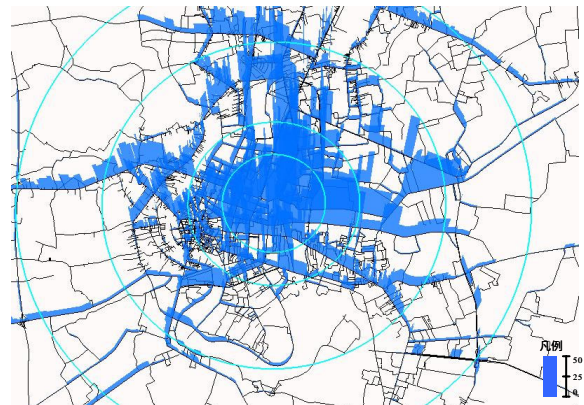


図-2 リンク別の観測回数

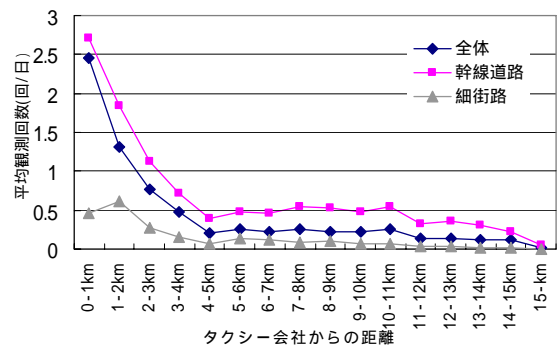


図-3 道路区別の平均観測回数

行データがリンクごとに得られたかを把握しなければならない。そこで、図-2にリンクごとの観測回数を3D化したバンコクの地図に示した。図中で最も観測回数が高いリンクで実験期間中に289回の観測を行うことができた。図からも読み取れるように、中心部では面的に高頻度で得られているが、郊外部では、中心部から伸びる放射道路部以外の道路の走行データは得られなかった。また、観測回数をタクシー会社からの距離帯別に1日当たりの平均をとり、図-3に示すと、1日一回以上の観測回数を得られるリンクはタクシー会社から3km以内の道路であることがわかる。よって、バンコク中心部に関しては実験期間中の走行データを蓄積していくことで、十分な数のデータより交通状況を把握することができ

るといえる。しかしながら、本実験の車両台数(5台)ではリアルタイムの交通情報提供などために必要なある日の特定の時間帯の交通状況を詳細に把握することは出来なかった。

### (2) 車種別の走行特性

本実験の結果を受け、国土交通省が実施した「地球環境問題解決のためのクリーン開発メカニズム(CDM)推進事業」の中で、バンコク走行モード作成のためにプローブカーを用いた走行調査が平成15年9月11日から18日にかけて行われた。そのなかで、本実験では行わなかったバスとピックアップトラックについても走行調査が行われたので、タクシーを含めて車種による走行特性の違いを比較し、プローブカーとしての有効性を検証する。

走行特性は、平均旅行速度と1日の中でのデータの収集ができる時間を表す平均稼働率(%)、走行属性(アイドリング停止、加速、定速、減速)、走行区間(幹線、細街路)の時間的な割合に関して、表-3にまとめた。その結果、バンコクでは、タクシーの稼働率が78.2%と非常に高く、交通情報を得るには効率的であると考えられる。一方、バスやトラックは営業時間が限られており、24時間に対する稼働率は低い結果となった。トラックの走行範囲は主に内環状道路より外側のバンコク郊外であったために、平均速度が他と比較して高くなった。以上のことを考慮すると、中心部を多く走行するタクシーによるデータ収集を基本として、確実に収集したい特定路線はバスを使い、タクシーで高頻度に収集できない郊外部においてはトラックなどを用いることが有効である。

### (3) 旅行速度の精度に関する検証

図-4にプローブカーより算出されたプローブ旅行速度とNP調査により得られた実旅行速度の相関図を示す。その結果、プローブカー旅行速度はNP調査によって得られた旅行速度とほぼ同値であるといえ、旅行時間調査にプローブカーを利用することは可能であると考えられる。

次に、得られるプローブカーの旅行速度がどの程度、交通現象を代表できるかを旅行速度のばら

表-3 車種別走行特性

	タクシー	バス	トラック
平均稼働率(%)	78.2%	63.2%	14.4%
平均旅行速度(km/h)	25.7	23.5	58.8
走行区間割合			
幹線道路	83.0%	73.3%	74.0%
細街路	17.0%	26.7%	26.0%
走行範囲割合			
内環状内	73.5%	27.7%	23.2%
外環状内	25.2%	62.0%	73.1%
その他	1.3%	10.3%	3.8%
走行状態割合			
定速	14.3%	23.2%	39.4%
加速度	26.4%	28.0%	20.4%
減速度	26.3%	23.0%	18.6%
アイドリング停止	33.0%	25.8%	21.6%

つきから検討した。図-5には各時間帯の旅行速度の標準偏差とプローブカーの旅行時間の平均値をグラフ化した。その結果、各時間帯で両者のばらつきに大きな違いは見られなかった。朝の時間帯は渋滞流であったために確保されたサンプルも少なかったが、ばらつきも同時に少なかったために、両者の旅行速度にはそれほど大きな開きは生じなかった。一方、昼の時間帯は自由流であり、区間内に存在する信号交差点が大きく旅行速度に影響を与え、ばらつきが大きくなった。同時に、昼間の時間帯は旅行速度の改善によりプロー

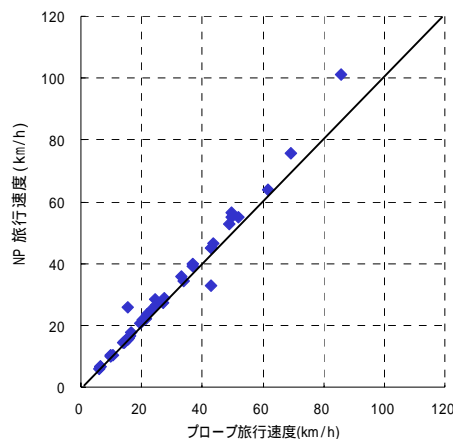


図-4 プローブカー旅行速度とNP旅行速度の相関図

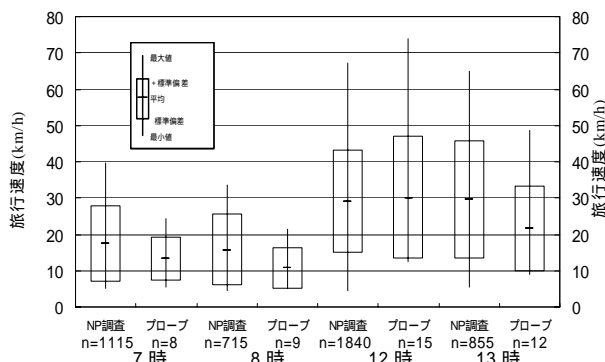


図-5 旅行速度の平均値及び標準偏差



ブカーのサンプル数確保できたためにプローブカー旅行速度もN P調査の旅行速度のばらつきと同様の広がりを表すことができた。

#### 4. バンコクの交通状況

タクシーを用いたプローブカー走行実験で得られた旅行速度を用いて、現在のバンコクの交通状況を明らかにした。その結果、バンコクの平均旅行速度は 25.7km/h であった。エリア別に見ると王宮などの旧市街地を含む Phra Nakhon 行政区が最も平均旅行速度が低く、18.9km/h という結果が得られた。

リンク別に集計した旅行速度を図 - 6 に 3D 化したバンコクの地図上に、旅行速度の低い区間が明確に把握できるように、20km/h から各リンクの旅行速度を引いた値を高さとして表現した。このように、プローブカーデータを用いることで、リンクのパフォーマンスが低下している区間を把握できた。次に、表 - 4 に各リンクの観測回数が 10 回を超えた区間を対象としてリンク旅行速度が低い順に 10 区間を抽出して、旅行速度の標準偏差、変動係数を示す。今回、変動係数の値が大きくなった原因は旅行時間の算出区間を交差点間などの短い区間としたことと、夜間の旅行速度が速いデータを含んでいたことなどによる。なお、平均リンク旅行速度が 20km/h を下回る区間は 14,002 の総区間のうち 539 区間であった。

次に、時間帯別の旅行速度の特性を把握するために、図 - 7 に道路区別に平均旅行速度を示す。その結果、朝ピーク時間帯 (7 a.m. - 9 a.m.) では 20.7km/h、昼間 (10 a.m. - 3 p.m.) では 20.2km/h、夕方ピーク時間帯 (5 p.m. - 7 p.m.) では 18.6km/h と夜間を除くと時間帯別の旅行速度の変動はそれほど顕著に現れなかった。また、道路区分の違いによる旅行速度の大きな違いは見られなかった。

#### 5. おわりに

本研究では発展途上国におけるひとつの交通情報収集手段として、プローブカーを利用するこ

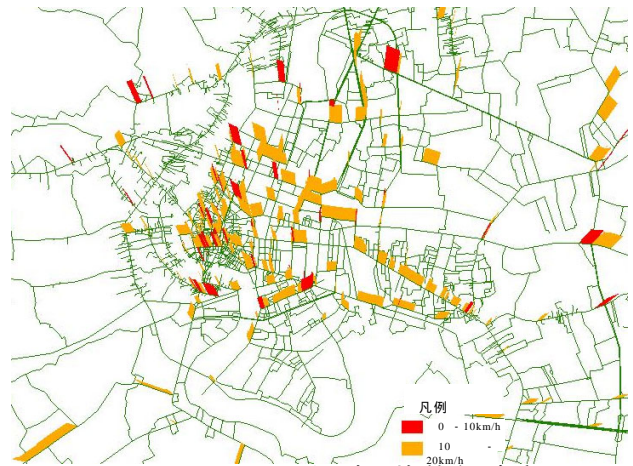


図 - 6 リンク別平均旅行速度

表 - 4 平均旅行速度による混雑区間の抽出結果

No.	道路名	平均旅行速度(km/h)	サンプル数	標準偏差	変動係数
1	Sukhumvit Rd.	4.65	14	28.60	616%
2	Ratcha Damri Rd.	4.70	14	22.53	479%
3	Maha Rat Rd.	5.35	22	5.81	109%
4	Pracharat Rd.	5.78	16	14.73	255%
5	Nakhon Chaisri Rd.	5.93	19	9.26	156%
6	Chakkra Wat Rd.	5.93	14	12.73	215%
7	Somdet Prapinklao Rd.	6.43	27	40.46	629%
8	Soi Phahon Yothin 32	6.51	16	20.55	316%
9	Suthisan Winitchai Rd.	6.61	19	17.98	272%
10	Asok-Dindaeng Rd.	6.69	82	25.93	388%

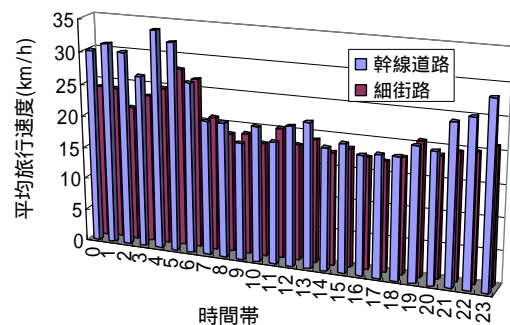


図 - 7 時間帯別平均旅行速度

との有効性をタイ・バンコクでの実験を通して検証した。その結果、5 台のプローブカーの利用により、旅行時間調査として定常的なバンコクの交通状況を把握することができた。しかしながら、リアルタイムの交通情報収集を行うには路測交通情報収集機器とプローブカーによるデータ収集の役割分担を明確化するなど課題も多い。

最後に、本研究を行うにあたりご支援いただいた自動車電子走行技術協会、ITS-Japan、海外運輸協力協会の方にここに御礼申し上げます。

#### 補注 1

内環状道路はバンコク中心部から 5 ~ 10km に位置し、都心部がほぼ内包される。また、外環状道路は中心部から 15km 以遠の郊外部に位置している。

#### 参考文献

- 1) 石田ら：プローブカーデータの取得特性分析、ITSシンポジウム2002講演集、pp.197-202、2002