

プローブカーシステムを活用した開発途上国における
都市交通データ収集の可能性に関する研究*
タイ国バンコクを対象として

Study on Urban Traffic Data Collection by Using Probe Vehicle in Developing Countries*
-Case Study of Bangkok in Thailand-

岡部 博志**・福田 敦***・石坂 哲宏****

By Hiroshi OKABE**・Atsushi FUKUDA***・Tetsuhiro ISHIZAKA****

1. はじめに

これまで、アジアの大都市では政府開発援助などによって実施される PT 調査を通じて交通状況が把握されてきた¹⁾。しかし近年、アジア諸国では地方都市においてもモータリゼーションが進展し、PT 調査のような大規模で費用の掛かる調査を、多くの都市で実施することが困難となっている。一方、これらの都市では、軌道系公共交通機関が未整備な場合が多く、道路交通の実態を把握することで交通問題をある程度解析することができると思われる。

そこで、比較的簡便に実施できるプローブカーを利用した交通状況調査を小規模な交通行動調査や断面交通量調査と合わせて行うことで、効率的に交通実態の把握ができると考え、その可能性をバンコクにおけるプローブカー導入実験を通じて検討した。

また、これらの地域では、交通混雑以外に沿道環境や道路維持管理の不備による事故などの問題も深刻であり、これらの問題へもプローブカーによる調査が活用できないか、同様に実験を行ない検討した。最後に、これらの分野におけるプローブカーの役割について取り纏めた。

*キーワード：プローブカー，GIS，交通情報

**学生員、学（工）、日本大学大学院理工学研究科博士前期課程社会交通工学専攻

（千葉県船橋市習志野台7丁目24-1-221A、
TEL047-469-5355、FAX047-469-5355）

***正員、工博、日本大学理工学部社会交通工学科

（千葉県船橋市習志野台7丁目24-1-221A、
TEL047-469-5355、FAX047-469-5355）

****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丁目24-1-221A、
TEL047-469-5355、FAX047-469-5355）

2. これまでの取り組み

バンコクでは、これまで過去5回に渡り大規模な都市交通調査と、政府による旅行時間調査が毎年行われている。さらに、都市内の369箇所の交差点に設置されている車両感知器や、交通混雑が著しい350箇所の交差点に設置されている CCTV カメラによって、交通を自動制御するシステムの導入が進められている²⁾。

しかしながら、開発途上国の大都市や地方都市も含めて、このような巨額な予算を必要とする大規模調査を継続的に実施するのは困難な状況にある。加えて、従来の交通調査方法では予算制約上、実施できる調査が限られており十分な質を持ったデータが収集されていない。

例えば、バンコクで実施された旅行時間調査を図-1で示すと、幹線道路のみであり大都市を対象とした旅行時間調査として、十分とは言えないことがわかる。

今後、交通需要管理のような政策も含めて検討するためには、高精度な交通データを安価に、かつ効率的に収集することが強く望まれている。



図 - 1 旅行時間調査による調査区間

3. プローブカーを活用した交通調査の可能性の検討

このような背景から、プローブカーを含めたITSを交通データの収集に活用できないかということが検討されている。例えば、国土交通省によりITS導入ガイドラインである「ITS Toolkit」³⁾の作成や、プローブカーの基礎的な実験がインドネシアのジャカルタを対象に実施されてきた。同時に、筆者らもバンコクを対象にプローブカーによる交通調査を実施してきた。本章では、交通状況と道路維持管理の観点に対して、実際にプローブカーが導入可能かどうか実験を通じて、検証を行う。

(1) 交通状況調査として活用⁴⁾

開発途上国の大都市圏及び地方都市には、前述したとおり交通データの収集や交通特性の把握はほとんど行われていない。そこで、都市のいたるところを走行しているタクシーに、GPSと加速度計を搭載し、バンコクにおける交通状況の基礎的な情報を収集するプローブカーを構築し(図-2)、複数台のプローブカーを用いて旅行時間調査を行った。

その結果、タクシー会社(データ回収地点)を中心とした15km圏内に存在する幹線道路の捕捉率は80%にのぼることが明らかとなり、これまでの調査では困難であった細街路におけるリンクも3km以内であれば高い割合で捕捉することができた。これを図-4に示す。一方、旅行時間データの精度を左右する走行頻度に関しては、タクシー会社から3kmから5kmの範囲において高く、プローブカーの走行頻度を考慮すれば、その範囲内において信頼性の高い旅行時間調査がプローブカーによって可能であるとわかった。図-3には、プローブカーの走行軌跡を示す。

(2) 道路維持管理分野での活用

(1)で明らかとなったプローブカーの強みを道路維持管理分野に活かすため、道路舗装の損傷箇所を把握するためのモニタリングシステムを開発した。これにより広範囲に渡って常時、路面の状態を把握することができる。そこで、著者らは路面不良によって車両に伝わ



図-2 構築したプローブカー

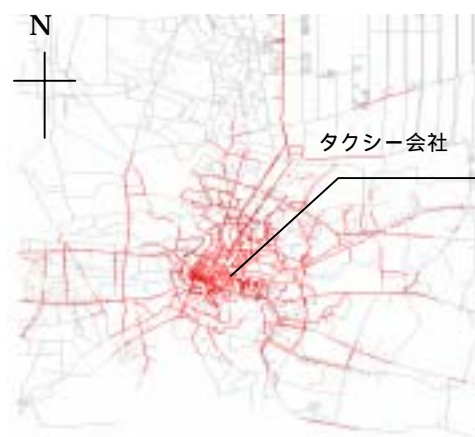


図-3 プロブカーの走行軌跡(赤)
(タイ国・バンコク)

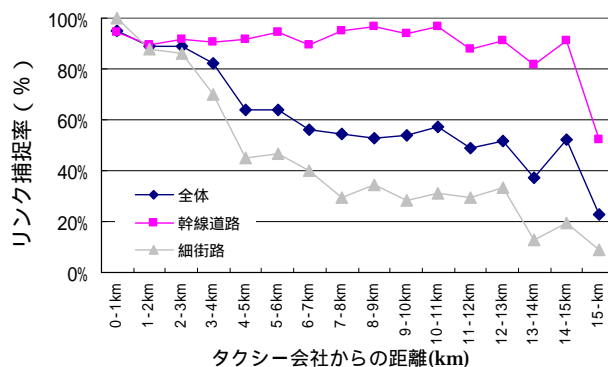


図-4 リンク捕捉率

る振動を加速度計で計測した。そして、上下加速度の大きさによって路面の状態を把握し、その結果をGISによって視覚化する路面モニタリングシステムを構築した。

図-5は、バンコク・ラドプラオ地区におけるモニタリングの結果である。図中の楕円の街路は住宅街を通過する街路であり、連続的に路面を盛り上げたハンプが設置されている。それぞれのハンプの位置と加速度データがほぼ一致することから、同様に、路面の不良による振動も計測でき、その位置の特定が可能であるといえる。

次に、タクシー 4 台を用いてバンコク全域にわたるモニタリングを一週間行ったところ、バンコクの総道路延長の約1.5倍にあたる約7200kmにわたるデータをとることができた。また、1日あたりの平均走行距離が200kmを超えていることや、図 - 4 で示したリンク捕捉率より、タクシーをプローブカーとして活用することが、モニタリングを効率的に行うことを可能にすると示せた。この蓄積されたデータをGIS上に重ねて表示させたものが図 - 6 である。

ここでは、加速度の頻度分布より、6水準(表 - 1)によって路面の状態を表示した。しかし、走行速度などの交通条件が異なると加速度の値が大小するために必ずしも、同一地点で同様の傾向が現れているわけではない。また、自由走行で走行しているタクシーをプローブカーとして用いているために、突発的な事象(急発進や急停止など)による前後加速度が計測した上下加速度に影響して計測されてしまう場合が考えられるので、必ずしも、全ての場所で路面の不良が認められるわけではないと考える。この点に関しては、一部のプローブカーに搭載したビデオデータから、そのような誤ったデータは2.4%の割合で存在することがわかった。しかしながら、長期間の継続的が可能なプローブカーの特徴を利用して、データを蓄積し、ある位置で偶然に起こった事象によるデータを除去していくことが可能であると考える。

前述したが、路面の不良は二輪車事故の発生にも大きく寄与する。そこで、計測された路面の不良と事故の発生との関係、もしくは事故多発地点と一致するかどうか検討すれば、プローブカーの交通安全分野における活用も十分可能である。この点については、近年のタイにおける交通事故件数の増加を背景として、交通安全対策が急務となっているため、社会的に見て大変意義があると考えられる。具体的には、現在、タイの地方都市であるコンケンやロイエットなどで収集されている事故データと統合することで、事故件数や事故の種類と路面状態との関係性など、より総合的な分析が可能となると思われる。

(3) 環境分野での活用

最後に、プローブカーシステムが環境分野において活用できないか検討する。

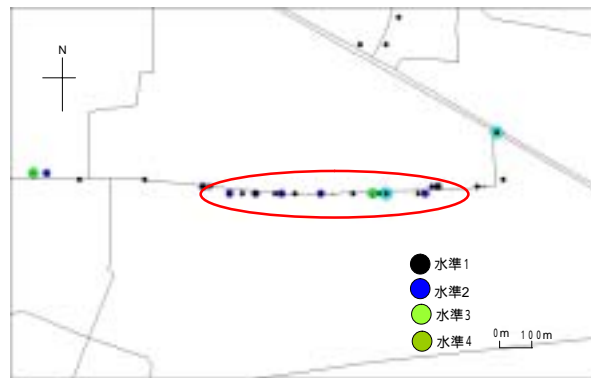


図 - 5 ハンプ通過時
(バンコク・ラドプラオ地区)

表 - 1 水準の設定

水準	上下加速度 (Gv)				
水準1	-2.3	Gv	-1.3, -0.9	Gv	0.0
水準2	-3.3	Gv	-2.4, 0.1	Gv	1.0
水準3	-4.3	Gv	-3.4, 1.1	Gv	2.0
水準4	-5.3	Gv	-4.4, 2.1	Gv	3.0
水準5	-6.3	Gv	-5.4, 3.1	Gv	4.0
水準6	Gv -6.4, Gv 4.1				

単位：G

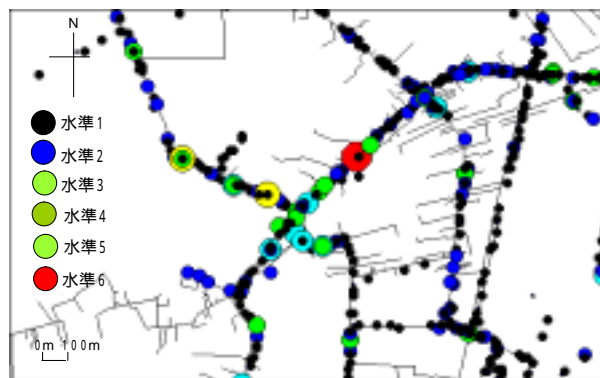


図 - 6 プローブカー 4 台での結果

現在、地球温暖化問題の一つの解決策としてクリーン開発メカニズム(CDM)が世界的に着目されている。交通分野での排出権取引の際に用いられるCO₂排出量のベースラインの算出や、プロジェクトにより交通状況が改善された際のクレジット量の算出、またはその効果の定量的な把握のためにCO₂の排出量の継続的なモニタリングを実施しなければならない。

しかしながら、効率的な実施方法が存在しないためにモニタリングがCDM実施上の大きな課題となっている。この背景には、都市ごとに異なる走行パターンを把握が難しい点にある。CO₂の排出量を間接算出、もしくは直接計測するには継続的なモニタリングが必要であるが、間接計測にはプローブカー

システムにより得られた交通状況と車両の燃料消費量などのデータとを組み合わせることで実施可能であると考えられる。また、プローブカーから直接得られた加速度やエンジン回転数などのデータと、路側に設置された大気観測装置のデータを用いた場合、より精度の高い値を算出することが可能となり、かつ沿道に設置した大気計測機器からのデータと併用して活用することで、都市ごとのCO₂排出係数を算出が可能であると考えられる。

4. プローブカーを活用した交通データ収集の可能性に関する整理

以上より、すべての分野に共通して言えることは、定点観測によるデータの収集は、データの精度は非常に高いものの、データの収集に高度な技術が必要としたり、莫大な初期費用や維持管理費用がかかったりすることである。

一方、プローブカーシステムを用いた交通データの収集は、低コスト、省力化の点で非常に優れているものの、データの精度がプローブカーの台数や観測回数に大きく左右される点に注意が必要である。特に、旅行時間調査に関しては、従来から行われてきた人手による旅行時間調査の代替手段として十分に活用し得るものである。これらを表 - 2 にまとめる。

5. おわりに

本研究では、プローブカーシステムによる交通データの収集について、開発途上国における交通混雑のみならず、道路維持管理や環境分野が抱える問題に対して活用できないか検討を行った。

その結果、プローブカーシステムは、他の小規模な交通行動調査や断面交通量調査、既設の定点観測機器とあわせて活用すれば、開発途上国において効率的に質の高いデータを収集できる可能性があることがわかった。

参考文献

- 1) 中村 明ほか：JICA都市交通開発調査データベースの紹介 世界11都市のパーソントリップデータ , Vol. 39, pp.39-43, 2004
- 2) 石坂 哲宏：プローブカーを用いた発展途上国での交通情報収集システムに関する研究 バンコクの旅行時間を対象として , 修士論文, pp.4-16, 2003 .
- 3) 国土交通省：www.developingits.org./itstoolkit : ITS Toolkit for Road Transport in Countries with Developing and Transitional Economies
- 4) 石坂 哲宏：プローブカーを用いた発展途上国での交通情報収集システムに関する研究 バンコクの旅行時間を対象として , 修士論文, pp.4-16, 2003 .

表 - 2 各種調査方法の比較

	交通状況			道路維持管理		環境	
	車両感知器の整備	プローブカーによる車両感知器の補充	プローブカーとしての旅行時間調査	人手、機械による路面調査(モニタリング)	プローブカーによる路面調査(モニタリング)	定点観測の場合	プローブカーデータによるCO ₂ 排出量の観測
設備費用	莫大	台数による	少	大	少	大	少
運営費用	大	大	少	大(技術力を要する)	少	大	少
台数	膨大(都市面積に依存)	大	少	大	大	大	大
通信設備	必要	リアルタイムならば必要	必要なし	必要なし	必要なし	必要	大
必要人員	なし	最低1名	最低3名	多	最低1名	なし	最低1名
メリット	特定区間の詳細なデータが取得できる データ取得が自動化	車両感知器の補充が可能	コストがかからない、24時間データが収集できる。季節変動、曜日変動に対応 日変動、時間変動に対応	正確に調査ができる。	費用がかからない、走行だけでモニタリングできる。	24時間データが収集できる。	定点観測機器の補充が可能である。 コストがかからない
デメリット	初期投資額が膨大 維持管理費も多大	かなりの数の台数を確保しなければならない。	運転方法に結果が左右される。走行回数の少ない区間が生じる	時間と費用がかかる。技術力を要する。	破損状態とその種類は特定できない。	コストがかかる	運転方法に結果が左右される。
検討事項		必要台数、必要なデータ数	データの検証を要する		必要台数、道路維持管理分野に応用できないか。		CO ₂ 排出係数を算出できないか