

# ヴィエンチャンにおけるBRT導入効果の分析に関する

木下 紘輔<sup>1</sup>・端野 良彦<sup>2</sup>・福田 敦<sup>3</sup>・長田 哲平<sup>3</sup>・池下 英典<sup>1</sup>

<sup>1</sup>学生会員 日本大学大学院 理工学研究科社会交通工学専攻 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1)  
E-mail : csko12008@g.nihon-u.ac.jp, cshil1002@g.nihon-u.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 PTVサポートセンタージャパン株式会社 (〒150-0002 東京都渋谷区渋谷1-12-2クロスオフィス6F)  
E-mail: yoshihiko.hashino@ptvjapan.com

<sup>3</sup>正会員 日本大学 理工学部社会交通工学科 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1)  
E-mail: fukuda.atsushi@nihon-u.ac.jp, osada.teppey@nihon-u.ac.jp

近年、ラオス国の首都であるヴィエンチャンでは、急激な人口増加と経済発展が見込まれており、モータリゼーションが急速に進むことが予想されている。この解決案の一つとして、Bus Rapid Transport (BRT) の導入が検討されており、ヴィエンチャンと郊外を結ぶ主要3路線に導入することが計画されている。一方、アジア開発銀行 (ADB) などが駐車管理施策などの改善を提案しており、これらの交通管理施策と合わせて検討を行う必要がある。本研究では、現地調査を踏まえて、ヴィエンチャンを対象とするミクロ交通シミュレーションモデルを作成し、BRTと他の交通管理施策が導入された場合の交通流及びCO<sub>2</sub>排出量へ与える影響を推計し、これらの施策を導入する場合の組み合わせ別の効果を明らかにすることを目的とする。

**Key Words :** BRT, Parking Management, Public Transport, VISUM, VISSIM, Vientiane

## 1. はじめに

近年、ラオス国の首都ヴィエンチャンでは経済発展が著しく人口増加が進んでおり、その結果としてモータリゼーションが急速に進むことが予測されている。現在でも朝夕の通勤通学時間帯をはじめ、交通渋滞が発生しているため、今後更なるモータリゼーションが進むことにより、環境への深刻な影響も懸念されている。このように、今後さらに悪化することが考えられる交通問題に対処するため、バス路線の構築やBRTの導入が検討されている。しかし、これらの検討はマクロ的な観点での評価が主体であり、BRTの具体的運行や関連する交差点での信号制御などと合わせたミクロ的な観点での評価は実施されていない。さらに、パーキングマネジメントなどに代表される交通管理施策の導入も多数提案されており、これらと合わせてBRT導入について検討することで、その効果を明確に把握することができると考えられる。そこで本研究では、BRT導入の効果をミクロ交通シミュレーションを用いて分析することを目的とする。合わせて、路上駐車禁止施策を評価するものとする。

## 2. 既存研究や調査に関する整理

ヴィエンチャンにおけるBRT導入に関しては、これまで多くの研究や提案がなされてきた。Phanthaphar<sup>1)2)</sup>は、BRTを導入した場合の利用者数を推計するために、表明選考法によって調査を行い、手段選択推計モデルを構築し、検討している。その上で費用便益分析等を行うことで、その実現可能性について考慮できるようなBRT導入手法を構築している。しかし、この研究では、具体的な交通需要等は把握できておらず、BRT導入の影響評価は、今後の課題となっている。さらに他の施策を合わせて検討することで、BRT導入の最大限の効果について把握する必要があるとしている。また、近年、幾つか円援助機関等により、都市交通の提案がなされている。ADBは「TA 7243: Implementation of Asian City Transport Vientiane Sustainable Urban Transport Project」において、BRTを含めた多数の提案を行っている。このなかでは、駐車場の現状について調査を行い、駐車管理の必要性についても述べている。また、「アジアの市長による環境的に持続可能な交通に関する国際会議」(EST)でも、BRTの導入が提

案されている。この他に、国際協力機構（JICA）による「ヴィエンチャン総合都市交通計画調査」<sup>3)</sup>があるが、ここではBRTは提案されていない。これらの提案・調査を、持続可能な交通を検討する際に軸となっている回避、転換、改善の戦略ごとに整理すると表-1となる。

また、本年1月には、日アセ交通連携のテーマの一つとして、バス交通の整備が取り上げられ、BRTを含めた整備に関するセミナーが実施されている。

表-1 既存報告書における交通施策案のまとめ

| 戦略      | 施策・手法                   | 概要  | 各機関の相互性 |     |      |
|---------|-------------------------|---|---------|-----|------|
|         |                         |   | EST     | ADB | JICA |
| 「回避」戦略  | コンパクトシティ施策の導入           | スプロール化した地域を集約化する施策を行う   | ○       |     |      |
|         | 公共交通指向型開発（TOD）          | 公共交通を利用しやすいように開発した土地利用を行いパラトランジットの交通量を抑える                       | ○       |     |      |
| 「転換」戦略  | 情報通信技術の改善               | インターネット等の普及により在宅勤務により通勤トリップを減らす                                 | ○       |     |      |
|         | 非動力交通（NMT）の利用促進         | 自転車道や歩道の整備によるNMTの利用を促進を行い動力交通量を削減する                             | ○       |     |      |
|         | バスの改良                   | 都市内循環バスの導入や車両の連節化等の改良を行う  |         | ○   | ○    |
|         | BRTの導入                  | BRTの導入、優先レーンの整備や駅レベルに近いバス停の整備、料金収受システムの統合化、バス網再編、バスサービスの高度化等を行う | ○       |     |      |
|         | LRTの導入                  | 既存路面電車の更新や鉄道の見直し等によるLRT化を行う                                     |         |     | ○    |
|         | 混雑課金制度の導入               | 一部の地域において混雑課金の課金を行う   | ○       |     |      |
|         | 駐車場の整備                  | 地域に適切な駐車場の整備を行う   |         | ○   |      |
| 「改善」戦略  | パーキングマネジメントの導入          | パークアンドライドや路上駐車対策等を行う  | ○       | ○   | ○    |
|         | 道路の改良                   | バイパスの整備や交差点の改良等を行い事故や渋滞を削減する                                    | ○       |     | ○    |
|         | 電気・ハイブリット・燃料電池自動車の普及促進  | 環境対応車の利用及び普及促進を行う   | ○       |     |      |
|         | 道路交通法律の施行               | 自動車運転免許制度や駐車禁止等の法律を整備する   | ○       | ○   |      |
|         | 高度道路交通システムの導入           | エリア制御の対象地域の拡大や、制御方法の改善を行う                                       | ○       |     |      |
| 貨物輸送の改善 | 貨物車両の燃費改善やネットワークの効率化を行う | ○   |         |     |      |

以上内容を踏まえ、BRT導入の効果について適切に把握するためには、本研究で検討するBRT導入効果の分析手法について、早急な検討が不可欠であると考えられる。

### 3. 分析方法

本研究では、表-1に挙げた施策の一部の実施を想定するため、道路整備やバスの導入などを評価するためのマクロ交通需要推計モデルと、信号制御や駐車管理などを評価するためのミクロ交通シミュレーションモデルを併せて用いる。具体的には、両者の連携の容易さを考慮して、VISUM（PTVドイツ社製交通需要予測ソフトウェア）を使用しマクロ交通需要推計を行い、その結果から切り出した対象地域のOD表に基づき、VISSIM（PTVドイツ社製ミクロ交通シミュレーション解析ソフトウェア）を用いてミクロ交通シミュレーションを行う。なお、VISUMではBRTの運行間隔を考慮し、VISSIMでは路上駐車を再現できる機能を用いてシミュレーションを行う。

### 4. 現地調査

ミクロ交通シミュレーション構築にあたり、路上駐車

禁止施策導入範囲に関して現地調査を2011年7月と8月に実施した。現地調査の項目は以下に示す。

#### (1) 断面交通量

路上駐車禁止施策導入範囲内の交通流を確認するために、8月29日(月)の朝ピーク時(8:00-8:30)の30分間交通量を3か所で観測した。

#### (2) 信号サイクル長

交差点の信号の状態を把握するために、8月29日(月)に範囲内の信号サイクル長を観測した。

#### (3) 路上駐車の状況

7月20(水)に同一時間に路上駐車の状況を把握するには、調査人員などの理由から難しいため、連続的に道路沿線の写真を撮影し、後日まとめて集計した。

#### (4) 路外駐車の状況

ヴィエンチャンの中心市街地に位置する延床面積4,022m<sup>2</sup>のショッピングセンター「Talat Sao」の駐車状況を調査した。

## 5. シミュレーションの実施

### (1) マクロ交通需要予測

対象範囲は、交通量の多いヴィエンチャンの中心市街地とし、これに計画されているBRTの1路線を含める。今回対象とする路上駐車禁止施策導入の範囲とシミュレーション範囲を図-1に示す。交通量は、JICAが2008年9月に調査をしたデータをもとに推計した。2010年OD表は、2007年と2013年のOD表から一次内挿法で求める。一方、2030年OD表は、各車種別の生成交通量の伸び率を近似式により求め分布交通量に乗じて求める。これを図-2に示す。次に、VISUMでネットワークを構築し、自動車交通については利用者均衡配分法を用い、公共交通については、等間隔運行で配分できるHead-way base assignmentを用いて10分間隔に発生するように行う。



図-1 シミュレーション範囲 (Google Mapより作成)

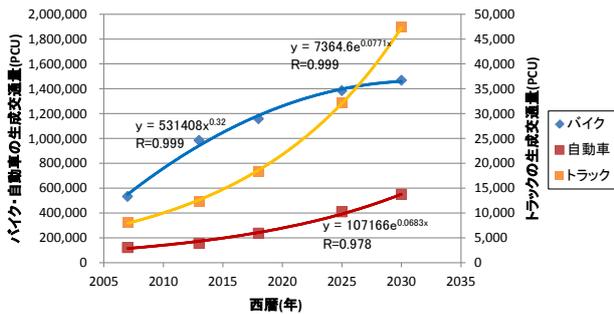


図-2 車種別生成交通量の近似結果

(2) ミクロ交通シミュレーション

ネットワークおよび(1)で行った配分結果をVISSIMへ出力し、マクロ交通需要予測では詳細な状況を考慮することが難しいバイクの追い抜き挙動、路上駐車、およびBRT専用レーンを設定する。その上で次に示す5ケースについてシミュレーションを実行し、この流れを図-3に示す。

- ① 2010年 現況
- ② 2030年 施策未導入時
- ③ 2030年 路上駐車禁止施策導入時
- ④ 2030年 BRT施策導入時
- ⑤ 2030年 路上駐車禁止施策およびBRT施策導入時

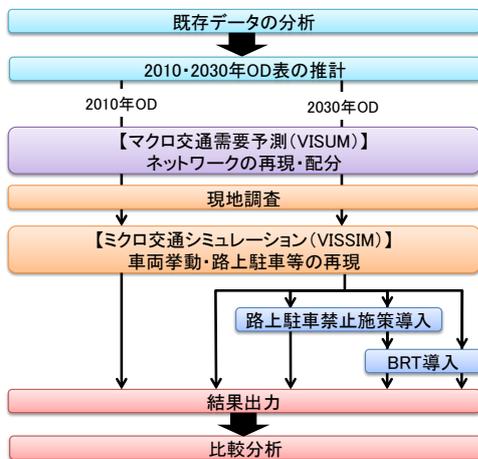


図-3 分析の流れ

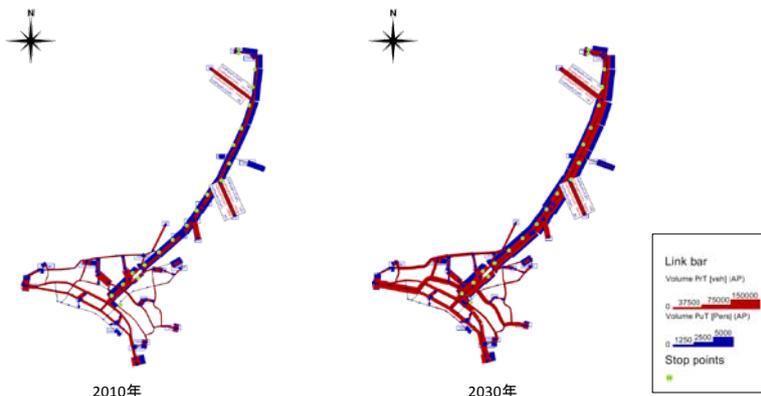


図-4 配分結果

6. 評価指標

シミュレーションの評価には、全リンク平均速度と二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) 排出量を用いる。CO<sub>2</sub>排出量は、シミュレーション結果から道路リンクごとの交通量と平均速度、リンク長、車種別自動車排出係数を用いて算出する。本研究の対象都市では、排出係数が整備されていないため、タイ・バンコクを対象に構築された排出係数を用いる<sup>4)</sup>。排出係数を表-2に示し、排出係数の算出方法を式(1)、CO<sub>2</sub>排出量の算出方法を式(2)に示す。

表-2 排出係数

|      | a      | b       | c      |
|------|--------|---------|--------|
| 乗用車  | 0.0585 | -7.4522 | 336.22 |
| バイク  | 0.0308 | -3.6385 | 165.98 |
| トラック | 0.0688 | -9.0791 | 457.52 |

$$\text{排出係数} = aV^2 + bV + c \quad (1)$$

$$\text{CO}_2 \text{ 排出量} = \sum (\text{リンク距離} \times \text{リンク交通量} \times \text{排出係数}) \quad (2)$$

ただし、 $a, b, c$ : 排出係数、 $V$ : 各リンク速度

7. 分析結果

(1) 配分結果

マクロ交通需要予測の配分結果を図4に示す。この結果として、2010年に比べ2030年では、交通量は全体で約3倍増加すると推計される。対象のBRT路線では需要が増加し、その一部のリンクでは交通容量の70%ほどの需要が確認できる。このため、乗用車またはオートバイから、BRTをはじめとする公共交通へのモーダルシフトの重要性が確認できる。また、路上駐車禁止施策導入範囲においても、交通量が増加していることが分かり交通容量を大幅に超えることが確認できる。この結果から、路上駐車をなくすことにより交通容量の減少を防ぎ、深刻な交通渋滞を改善できる可能性が考えられる。

## (2) リンク平均速度

マイクロ交通シミュレーションの結果としては、図-5に車種別のリンク平均速度の比較を示す。どの車種においても、交通量の増加から2030年では速度が低下することがわかる。路上禁止施策導入時には、路上駐車分の交通容量が確保され、速度が若干上がることがわかる。また、BRT施策を導入すると、BRT専用レーン分の交通容量が小さくなるため、路上駐車禁止施策導入時よりも速度が低下することがわかる。この結果から、路上駐車禁止施策は有効であると考えられる。

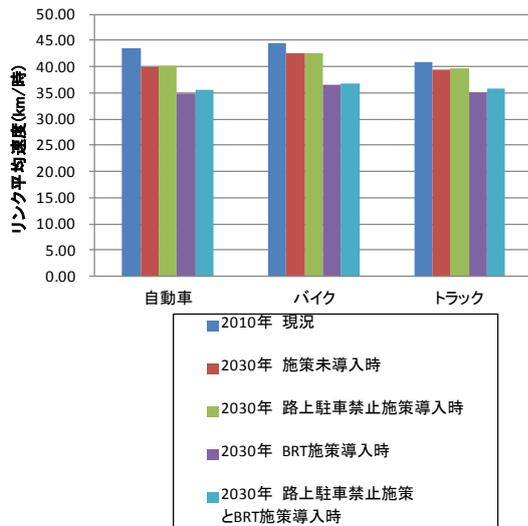


図-5 リンク平均速度

## (3) CO<sub>2</sub>排出量

6の手法により、各ケースの出力データを用いてCO<sub>2</sub>排出量をまとめたものが図-6である。

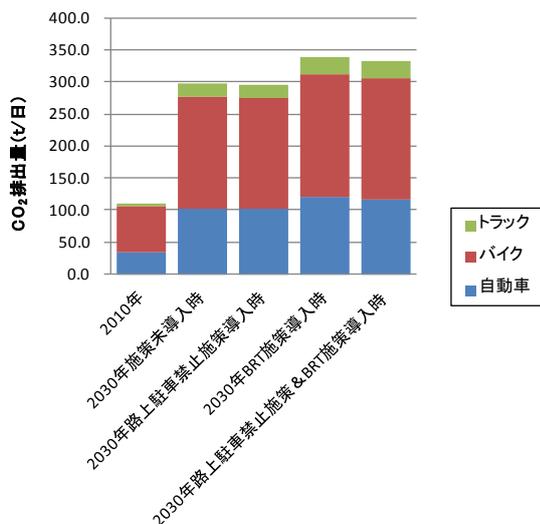


図-6 CO<sub>2</sub>排出量

この図より、2030年時点において、路上駐車禁止施策導入により、CO<sub>2</sub>排出量は未導入時よりわずかではある

が、減少させることが推定できる。しかしながら、BRT施策については、逆に導入することにより、CO<sub>2</sub>を増加させる結果となる。これは、本研究の将来推計において、生成交通量より近似式を求め、それをもとに分布交通量に乗じて2030年のOD表を作成したため、機関分担の考慮を行わなかったためである。さらに、既存車線をBRT車線に利用したため結果的に交通容量が減少したことが原因と考えられる。

## (4) まとめ

これらの結果から、路上駐車禁止施策の導入はわずかながら効果があることが考えられる。BRT施策を導入するとリンク平均速度が低下し、CO<sub>2</sub>排出量は増加するという結果が得られる。しかしながら、今回の推計では機関分担を考慮していないことからBRTが自動車やバイクの交通を阻害している結果が得られる。

## 8. おわりに

本研究では、マクロ需要予測の配分結果をもとにマイクロ交通シミュレーションを構築することができた。マクロ需要予測のみでは詳細な状況を考慮することが難しい、バイクの追い越し挙動、路上駐車およびBRT専用レーンの設定などを考慮して結果を出力することができた。本研究では上にも述べたとおり、BRT路線の検討において、機関分担を考慮していないことが問題で考えられた。しかし、路上駐車禁止施策に関しては、わずかながら交通流及びCO<sub>2</sub>排出量に効果がある結果を得ることができた。今後は、BRT路線導入手法を再検討するとともに、路上駐車禁止施策のほかにも、TOD施策やバイオエタノールバスの導入などの施策と組み合わせで評価することにより、単体での評価を行う以上により大きなCO<sub>2</sub>削減効果が期待できる可能性があるため、組み合わせを変えてさらなる検討を行う予定である。

また、今後の課題として、マクロ交通需要予測からマイクロ交通シミュレーションへデータ変換する際に、本研究ではODデータを用いており、日交通量となっている。路上駐車の変動や朝ピークなどの検討をする際の対象時間を絞る必要があると考えられマイクロ交通シミュレーションを行う際にピーク率をかけることによる交通量を推計が必要であると考えられた。さらに、本研究では将来交通量において一部交通容量を超えたネットワークがあったため、信号制御を考慮した場合に捌ききれない現象が確認できた。将来のマイクロ交通シミュレーションを行うにあたり信号データの扱い方に留意する必要があると考えられた。

謝辞：本研究は、環境省・環境研究総合推進費（旧）地球環境研究総合推進費）の一部である「アジアにおける低炭素交通システム実現方策に関する研究」（S-6-5）の支援のもと実施された。ここに記して謝意を表す。

#### 参考文献

- 1) Phanthaphap Phounsavath, Xuepeng Qian, Mamoru Haruna, Sengsavath Sidlakone: Study on a Methodology for Optimal Bus Rapid Transit System Design in Vientiane Capital, Lao PDR, 土木学会第 63 回年次学術講演会, CD-ROM, 2008.
- 2) Phounsavath Phanthaphap, Qian Xuepeng, Haruna Mamoru: A SYSTEMS APPROACH TO DESIGN BUS RAPID TRANSIT SYSTEM IN VIENTIANE (LAO PDR), 土木計画学研究・講演集, Vol.38, CD-ROM, 2008.
- 3) JICA : THE STUDY OF MASTER PLAN ON COMPREHENSIVE URBAN TRANSPORT IN VIENTIANE IN LAO PDR, 2008
- 4) 社団法人海外運輸協力会, 日本大学理工学部, 財団法人日本気象協会 : 国際協力銀行委託調査 タイ王国円借款環境改善のための委託調査報告, 2006