

# アジア大都市のバス運用への我が国からの 技術支援の可能性に関する研究

外山 友里絵<sup>1</sup>・中村 文彦<sup>2</sup>・岡村 敏之<sup>3</sup>・田中 伸治<sup>4</sup>・王 鋭<sup>5</sup>

<sup>1</sup>学生会員 横浜国立大学大学院 都市イノベーション学府

(〒240-8501 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台79-5)

E-mail:toyama-yurie-hg@ynu.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 横浜国立大学大学院 都市イノベーション研究院

E-mail:f-naka@ynu.ac.jp

<sup>3</sup>正会員 東洋大学 国際地域学部

E-mail:okamura@toyo.jp

<sup>4</sup>正会員 横浜国立大学大学院 都市イノベーション研究院

Email:stanaka@ynu.ac.jp

<sup>5</sup>正会員 横浜国立大学大学院 都市イノベーション研究院

Email:wang-ruì@ynu.ac.jp

アジアをはじめとする開発途上国の大都市において、主要な公共交通手段であるバスは、課題を抱える場合も少なくない。本研究では、開発途上国諸都市におけるバスシステムの状況を改善するために、我が国のバス事業者が以前より取り組んできた取り組みによって得られた知見や経験が大いに貢献できる可能性があることを明らかにした。

本研究ではまず、現地調査および既存研究の整理により、アジアの大都市におけるバスシステムの現状を整理した。そして我が国のバス事業者へのインタビュー調査を行い、日本のバス事業者における知見をまとめ、最後にピエンチャン市におけるケーススタディを行い、我が国のバスシステムの運用に関わる知見は技術支援として、アジア大都市へ適用できる可能性があることを示した。

**Key Words :** bus, Asian developing cities, public transport, bus operation, technical assistance

## 1. はじめに

近年、アジアをはじめとする開発途上国大都市において、人口増加、自動車の増加、都心の急速な発展による人口流入などがきっかけとなって公共交通をはじめとするインフラの整備の必要が高まってきた。特に開発途上国の都市においては、費用や技術の面からみて、鉄道よりも容易に建設できるバスが、都市における人々の移動に重要な役目を果たしている。

途上国の交通の状況を改善するためには、我が国をはじめ先進国諸国による技術および知見を技術支援として伝達することが解決の近道であると考えられる。

本研究では、まず現地調査を行い、アジア途上国の諸都市におけるバスシステムの課題を整理した。アジア諸都市におけるバスシステムの課題のいくつかは、日本のバス事業者が従来より取り組んできた運転士教育や車両運用等の工夫を適用することにより、状況の改善が望めるものも多く見受けられた。そこで次に、アジア都市へ導入しうる我が国の知見や技術について、

日本のバス事業者へのヒアリング調査を主たる方法としてまとめた。最後に、アジア大都市において、現地のバス事業者および関係者へのヒアリングを通して我が国の技術協力の導入可能性を明らかにした。

## 2. アジア大都市におけるバス交通の現状と課題整理

Phyo ら<sup>1)</sup>は、アジアの主要都市におけるバス事業者の運転士の給与制度を調査した。この結果、ヤンゴンおよびバンコクのバス事業者では、運転士の給与は運賃売上の金額による歩合制であることが分かった。一方、ジャカルタの BRT システムでは、給料は一定であり、歩合には関係していないことがわかった。ハノイでは、歩合制に加え、運転士の安全運転のレベルが給与に影響することが明らかになった。従来まで、アジア大都市においては、安全運転の意識が高くはない状況であったが、ハノイのバスのように、今後はバス事業者及び乗客に安

全運転の重要性の認識が高まっていくことも予想できる。

また、Phyo ら<sup>2)</sup>の研究および本研究における現地調査より、バス車両と運転士の対応関係による運用方法の違いによって比較すると、我が国のバス事業者の大半が車両と運転士の組み合わせを固定せずにダイヤを組んでいることに対し、ヤンゴン、ジャカルタ、バンコク、ハノイは全て車両と運転士の組み合わせを固定してダイヤを組んでいることが明らかになった。車両と運転士の対応関係による運行工夫については3章で詳しく述べるが、一般的には車両と運転士の組み合わせを固定しない場合のほうが、バスシステム全体の運用効率は高いとされている。このためアジア大都市のバスは、我が国などの先進都市と比較して効率が低い傾向にあると言える。

以上のようなアジア大都市における現状から、今後アジア大都市のバスシステムの改善のためには、安全運転を実現するための運転士教育および車両と運転士の割り当て方法による運用方法の工夫を考慮することが大きなポイントになる可能性があることを指摘できる。

### 3. 日本のバス事業者の取り組み—車両運用の工夫による効率性の検討

バスシステムのオペレーションは、基本となるダイヤと、ダイヤを実行するための車両と運転士の運用により構成されている。低コストで効率よくバスシステムを運用するためには、車両と運転士の対応関係の工夫によって、運用の効率化を図ることが期待される。従来より我が国のバス事業者では、事業者ごと、あるいは路線ごとに最も適した対応関係を切り替え、最も効率的にダイヤを運行できるように工夫がなされてきた。このような経験から、日本のバス事業者がこれまで得た知見は、アジアの大都市へ伝達できる十分有用な経験であると考えられる。

現在、日本のバス事業者によって採用されている車両と運転士の対応関係は、大きく分けて担当車両制と非担当車両制の二つの方法に分類することができる。

担当車両制とは、1台のバスに1人の担当運転士が対応するものである。担当運転士は担当車両におけるメインの運転士となり、運行する際は特別な変則運転がない限り担当車に乗務してサービスを行う。バス事業者により、担当車両制を採用している場合であっても、担当車を持たないフリーの運転士を持ち、担当運転士が休みの場合などに代わって、担当車を運転させる場合がある。

非担当車両制とは、担当車両制に対し、1台のバスを複数の運転士が、ダイヤや勤務ローテーションによって割り当てられ運転をするものである。そのためバス車両及び運転士は運行路線は特定されず、ダイヤによって変則的に複数路線を乗務し、運行を行う。

#### (1) 首都圏バス事業者へのインタビュー調査による検討

本研究では、首都圏のバス事業者のうち、それぞれ担当車両制あるいは非担当者制を採用する事業者2社を対象としてインタビュー調査を行った。調査をもとに担当車両制と非担当車両制の違いによるバスシステムのオペレーションの効率性への影響について検討を行う。

##### a) バス事業者Xへのインタビュー調査概要および結果

バス事業者X（以下X社）は東京都内の都市部を中心にネットワークをもつ一般路線バス事業者である。

X社では、1970年代に路線バスをワンマン化して以来、担当車両制を採用してきた。しかし1990年代終わりに地区循環バスの運行を開始する際、循環バスに加え従来の路線バスの運営体制を非担当車両制に移行した。したがって、X社は、担当車両制と非担当車両制、双方の経験に基づく知見を得ているものとし、調査を実施した。

X社によると、担当車両制を採用していた当時は、車両に愛着を持ち、自主的にメンテナンスをする運転士が多かったということが分かった。さらに、毎日同じ車両を運転することで些細な車両の不具合にも気付くことが可能であったため、全体的に車両の状態も常に良好であった。また、各営業所に車両を担当運転士に配分する際に、路線や車種により運転士のステータスが決定づけられるため、運転士間の競争意識も高かったことが指摘された。このように、ヒアリング調査により、確かに担当車両制の場合の方が、運転士の意識が高く、車両の状態も良好であった傾向にあることが明らかとなった。

##### b) バス事業者Yへのインタビュー調査概要および結果

バス事業者Y（以下Y社）は、神奈川県内に本社を置き、神奈川県東部および中部地域において一般路線バス事業を展開している。Y社は、運行開始時より一貫して担当車両制を採用している事業者である。現在、日本のバス事業者では、運営の効率性を向上させるため非担当車両制を採用する事業者が多数派となっている。このような傾向がみられるなかで、Y社が継続して担当車両制を採用している根拠と、実行により得られた知見を明らかにするため、ヒアリング調査を行った。

Y社では、担当車両制により、運転士が車両を大切に扱うので、いつでも車両の状態を良好に保つことができていることをメリットとしている。しかし、担当車両制を導入する際は、朝の出庫ピーク時に営業所内でスムーズにバスが出庫できる程度の、広い営業所（車庫）を確保できることが条件であるとしている。さらに、担当の運転士が休日の場合にも効率的に車両を活用するために、担当運転士に代わって車両を運行する、フリーの運転士を担当運転士の総数とほぼ同数用意することが必要であることも明らかになった。今後の展望として、担当車両制によるメリットを何らかのデータとして記録し、その効果を評価できれば、さらに定量的な評価が可能である。

表-1 ダイア設定の条件

	路線全長	営業所要時間	折り返し待機時間	ピーク時運行間隔	オフピーク時運行間隔	乗務員交代原則
路線A	7.4Km	24分	10分	5分間隔	15分間隔	乗務員交代と車両交換は車庫で行う。
路線B	3.6Km	15分	10-15分	15分間隔	20分間隔	

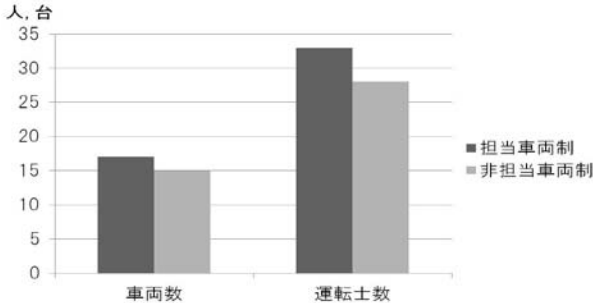


図-1 オペレーションの試算結果

## (2) オペレーションの効率性に関する試算による検討

本節では、前節におけるバス事業者2社へのヒアリング調査を通じて得られた知見を基に、実際に架空のバス路線を想定し試算を行う。仮想のダイヤ編成とダイヤ実行のために車両と運転士を配置し、担当車両制と非担当車両制の違いによってオペレーションの効率性の面で差異が生じることを示す。

### a) 試算の設定方法

本試算では、同一車庫を起点とする仮想のバス路線AおよびBを設定した。路線の特徴は表-1に示す。Aは比較的都市部を走り、本数が高く、バス停間隔が短い。路線の全長距離もBより長く設定している。BはAよりは低密度な地域を走るため、本数が少なく、バス停間隔も広くとってある。AとBは同一営業所が担当する。

路線の条件を基にして、平日1日のダイヤを想定し作成したものをもとに運用を考える。ダイヤを、厚生労働省<sup>3)</sup>による「バス運転者の労働時間等の改善基準のポイント」に示される勤務時間の上限を超えないよう、複数の勤務パターンとして分割する。この勤務パターンを交番と呼び、この交番に路線Aは10XX、路線Bは20XXという番号を振っていくことにする。さらに路線Aを担当する車両は10X、路線Bの車両は20Xとする。

担当車両制においては、勤務パターンである交番と車両配置は連結しており、まず車両を配置した後そこへ運転士を割り当てていけばよい。非担当車両制の場合は、交番と車両の連結はなく、効率よく車両を割り当ていき、続いて運転士を割り当てていけばよい。

以上の基準をもとに、仮想のダイヤを設定した後、担当車両制、非担当車両制それぞれにおいて設定したダイヤを最も効率的に運行した場合に必要な運転士の人数及びバス車両の台数を試算により求めた。

### b) 試算の結果

この結果、図-1に示すように、このダイヤの場合、非担当車両制のほうが、必要な車両数及び運転士数が少ない数で運用することが可能であることが分かり、基本的には、同一ダイヤを運行する場合非担当車両制のほうが効率的にダイヤ運用が可能である。したがって、車両および運転士を運用するためのオペレーションコストは、非担当車両制の場合のほうが、担当車両制の場合よりも安価であると考えられる。さらにダイヤ運行に必要な車両台数も少なく済み、使用していない車両を故障車が発生した場合の予備車両や、整備車両へ転用することができるため、より車両の運用の幅が広がると言える。

しかし、前節における我が国のバス事業者へのヒアリング結果からわかるように、担当車両制のほうが、車両の状態を良好に保つことができるという知見が報告されており、メンテナンスコストは担当車両制のほうが安価である場合もある。非担当車両制によるオペレーションコストの削減分が、車両のメンテナンス費用及び車庫の土地費用と相殺することができる条件下においては、担当車両制も有用であるといえることが明らかになった。

## 4. 日本のバス事業者の取り組み—運転士の教育制度による検討

運転士の教育は、既存研究および実務上の認識のなかでも、これまで議論の対象となることが少なかった。しかし、バス運転士の運転技術及び案内の方向は、乗客のバス乗り心地や、安全運転に影響し、結果としてバスシステム全体の運用効率にも影響を及ぼすと考えられる。

福岡市を中心として福岡県のほぼ全域で路線バスを運行する西日本鉄道では、バス事業者では唯一、バス運転士専用の教習施設である西鉄自動車教習所を運営する。

一般的にわが国のバス事業者における運転士教育は、新人研修の場合は車庫内で訓練をした後、路上において一定期間の教習を受けるのみにとどまることが多い。しかし西鉄自動車教習所においては、第二種大型免許の取得のみでは修得が確認できない車両感覚や、バスの運転士として必要な最低限の接遇について教習を行うことを目標とし、運転士の教習を行っている。

西鉄自動車教習所は、西鉄グループの専用教習施設と

いう特徴を生かし、教官には元自社バス会社の運転士を起用し、実際に運転士の経験や車内のバスが関連する交通事故の経験を基に教習コースや教習メニューを改善する。それにより同様の事故を再び起こす確率を減らすことができるようにしている。この現場の経験を踏まえて研修という場にフィードバックするシステムは極めて先進的で優れている。しかし、この研修の効果が以下に表れているかを示すデータは西鉄グループにおいても、既存の研究においても評価されていない。したがって、この施設および教育方法に関する効果を定量的に示すことができれば、よりこの教習施設の存在意義を明らかにでき、運転士の教育に関して発展的な考察が期待できる。

## 5. アジア諸都市における導入可能性の検討

全項までに述べた、日本の事業者における知見を、日本からの技術支援として提供した際、アジア途上国都市において適用できる可能性があることを示す。本研究では、アジア途上国の都市の事例としてラオス・ビエンチャンを取り上げ、2012年1月に、現地調査と事業者へのインタビューを行った。調査の結果を表-2に示す。

車両と運転士の運用方法による運用効率化や、運転士の教育など日本のバス事業者における取組を説明した後、ビエンチャンバス公社総裁の **Temerath** 氏にその感想とビエンチャンにおいて適用する意欲および実現の可能性をインタビューした。その結果、近年ビエンチャンにおいてバスが関わる交通事故が増加しているため、安全対策を目的とした運転士の運転教育の必要性を感じていることが分かった。また、それに加え車両の点検方法のノウハウを知りたいというニーズも高いことが分かった。さらに、今後はICカードやデジタルタコグラフ等の新しい技術を導入したいと考えているが、その使い方を学べる研修があればよいと感じていることが明らかになり、

表-2 ビエンチャンバス公社へのインタビュー結果

質問項目		回答
バス車両の現状	保有車両台数	106台
	故障率	約30%. 平均して常時70%程度の車両が稼働.
オペレーションの現状	担当車両制か 担当車両制か	担当車両制.
今後、導入希望がある設備および技術協力		ICカード導入 車両点検の方法 運転士の運転技術教育

我が国のバス事業者による知見や技術の提供は、アジア大都市のバス事業者においても需要があり、その提供効果が十分に期待できる可能性を示すことができた。

## 6. 結論

本研究では、アジア大都市におけるバスシステムの現状と課題を整理し、その課題を解決するためには、我が国のバス事業者による技術支援によって大きな貢献が期待できることを示した。そのために、まずは日本のバス事業者における運営・運用工夫の先進的事例を調査し、我が国の取り組みを整理した。既存研究では、バスシステムの改善には車両やバスターミナルなどのインフラを導入することのみが解決方法として取り上げられてきた。しかし、本研究ではバスシステム全体の効率性を上げるためには運営・運用の工夫も不可欠であるという問題意識を提示した。アジア大都市のバスシステムにおいても同様に当てはまると考えられ、運営・運用の工夫に関して我が国のバス事業者による経験およびそれによって得られた知見を技術支援として提供した場合に受容できる可能性を、ビエンチャンをケーススタディとして調査した。その結果、我が国のバス事業者による技術支援は、支援の効果を見込める可能性を示すことができた。

**謝辞：**本研究の一部は、平成24年度の日本交通政策研究会の研究プロジェクトである「環境と福祉に配慮した都市バス輸送のあり方に関する研究」において行われたものである。また、本研究の一部は環境省平成23年度環境研究総合推進費「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」による研究委託業務の一環として行われたものであり、両プロジェクトの関係各位に感謝の意を表します。

## 参考文献

- Phyo Thet Thet HTUN, Fumihiko NAKAMURA, Toshiyuki OKAMURA, and Rui WANG: Influences of Bus Driver's Salary System on Their Behaviors: Experience from Urban Bus Market of Developing Countries, *Proc. of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, vol.8, 2011
- Phyo Thet Thet HTUN, Fumihiko NAKAMURA, Toshiyuki OKAMURA, and Rui WANG: A Study on Cost Structure of Urban Bus Operators in Asian Countries, *CPIJ*, 2011
- 厚生労働省労働基準局: バス運転者の労働時間等の改善基準のポイント, 2011

?

A STUDY ON THE POSSIBILITY OF JAPANESE TECHNICAL ASSISTANCE  
FOR BUS OPERATION INTO ASIAN LARGE CITIES

Yurie TOYAMA, Fumihiko NAKAMURA, Toshiyuki OKAMURA,  
Shinji TANAKA and Rui WANG