

運行記録計データを用いたビエンチャンにおけるバス所要時間の短縮可能性に関する研究

外山 友里絵¹・中村 文彦²・田中 伸治³・王 鋭⁴

¹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

²正会員 横浜国立大学教授 大学院都市イノベーション研究院
(〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台79-5)
E-mail: f-naka@ynu.ac.jp

³正会員 横浜国立大学准教授 大学院都市イノベーション研究院
(〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台79-5)
E-mail: stanaka@ynu.ac.jp

⁴正会員 横浜国立大学研究教員 大学院都市イノベーション研究院
(〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台79-5)
E-mail: wang-rui@ynu.ac.jp

アジアをはじめとする発展途上国の大規模都市においてBRT (Bus Rapid Transit) の新設および導入の検討が進んでいる。一方発展途上国の都市バスの現状は、前時代的な体質のバス事業者が運営を行っている場合が多く、将来BRTを導入する以前にバス事業者とバスシステムの運営方法を近代化する必要がある。本研究では、デジタル運行記録計のデータ分析に基づいた現状のサービスの状況の把握と、運行改善計画の評価のためのプロセスを明らかにすることを目的とした。さらに、発展途上国におけるバスシステムの運営・運用能力の改善に関して、わが国が技術支援として関わる際に留意すべき知見を得ることを目標とした。

Key Words : Bus Rapid Transit, Management system, Operation system, Digital tachograph

1. はじめに

近年アジアをはじめとする大規模都市においてBRT(Bus Rapid Transit)の計画や導入が進んでいる。BRTの導入におけるメリットのひとつとして建設・維持費の低コスト、建設技術の容易さが挙げられる。アジアをはじめとする都市において、BRTの導入件数が増え続けるに従い、わが国が技術支援等で協力していく可能性が増えることが予想される。その際に、現地のバスおよび公共交通全体に関する現状を把握し、解決すべき問題点を抽出し、現地のバス事業者や行政が自ら改善するためのサイクルを促すことが必要である。そこで本研究では、実際にBRTの導入計画があるラオス国ビエンチャン市を対象都市とし、BRT導入のためのバス事業者の近代化を目指すこととする。

2. ビエンチャン市都市内バスシステムの概要

ラオス国の首都であるビエンチャン市は、人口およそ70万人程度のメコン川に面する都市である。都市内のバスはビエンチャン市政府による公営のビエンチャンバス公社の単独による運行が行われている。一方で、路線バスと同一のルートを経由するルートバンやソンテオなどのパラトランジットが運行している。現状で路線バスとパラトランジットの運賃は同一である。パラトランジットは、中心地で満席の状態になってから発車するため、途中での乗降回数が少ない。一方50席近くの座席数がある路線バスは、中心地の中央バスターミナルを時刻表に基づいた時刻で発車した後、手を挙げて乗車を希望する客がいれば、毎回停車し乗車をさせるため停止回数が多くなり、所要時間が長くなっている。これは、現在のビエンチャンバス公社における運転士の給与体制が歩合制

になっており、乗客を多く乗せれば乗せるほど、運転士の給与が高くなるのが最も大きな原因であると考えられる。パラトランジットと運賃が同一であるにも関わらず、所要時間が長くかかっており、ルートが重複する部分があり、更に路線バスの停車箇所が決まっていない実質のフリー乗降という現状から、路線バスとパラトランジットのサービスの差別化を図れていないと出される。

そこで、路線バスの所要時間を短縮するためにフリー乗降を禁止し、バス停以外での乗降を許容しないことにより所要時間の短縮を見込むことが出来る。フリー乗降の禁止のためには①運転士の給与制度を月給制にすること、②バス停の位置を見直し、バス停以外での乗降が起こらないようなニーズに似合った立地にバス停を設置すること、の二点の検討が必要であると考えられる。

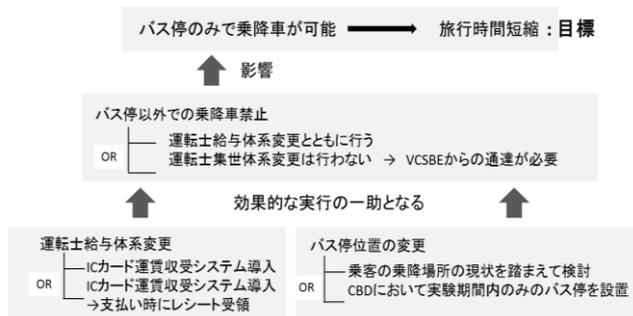


図-1 ビエンチャンにおける旅行時間短縮可能性のプロセス

3. 目的

本稿では、前章で述べたフリー乗降禁止のための条件②に着目し、デジタル運行記録計データを用いた現状の乗降状況の把握及び最適なバス停位置の提案を行うことを目標とし、デジタル運行記録計を用いたデータ分析を用いたビエンチャン市のバスシステムにおける運行状況の改善計画の評価に関する知見を得ることを目的とする。

4. 研究の方法

まず、2011年3月より5度にわたり現地調査を行い、同時に現地の政府関係者あるいはバス事業者幹部との話し合いを通じて、現地の状況を把握した。ビエンチャンバス公社には、JICA技術プロジェクト「ビエンチャンバス公社運営能力改善プロジェクト」の一環として2011年より日本政府からの無償供与による42台の新車両及び5台のデジタル運行記録計が稼動している。そこで、このデジタル運行記録計のデータを用い、現況の運行状況の把握を行うこととした。既存研究においてこのデジタル運行記録計のデータを用いて車両の運転状況の把握を試みた例が存在しなかったため、同時に実車による調査を行い、ダブルチェックを行った。

5. デジタル運行記録計のデータを用いた分析

(1) デジタル運行記録計によるデータ

デジタル運行記録計は、トラックやバス、タクシー等に搭載されており、それぞれの運行事業者が運転士の運転の仕方による安全性および燃費効率を測り、運行の実態を把握したり、運転士の運転態度を指導したりするために用いるものである。本研究では、日本政府よりビエンチャンバス公社に無償供与されたヤザキ製デジタルタコグラフを用いている。デジタルタコグラフが記録するデータをCSVファイルに書き換え、以下のデータ項目を得た。なお本機器にGPS記録機能は付いていない。

表-1 デジタル運行記録計で記録可能なデータ

番号	項目名	記録内容
1	記録年月日	“YYYY/MMDD”
2	記録時分秒	24時間表記“hh:mm:ss” 0.5秒ごとの記録。 “7:30:11”→11.0秒 “7:30:11”→11.5秒 “7:30:12”→12.0秒
3	速度(Km/h)	
4	エンジン回転(r)	
5	距離	
6	速度変化値	一つ前(0.5秒前)と比較した変化値
7	エンジン回転変化値	一つ前(0.5秒前)と比較した変化値

(2) データ解析のための準備

デジタルタコグラフのオリジナルのデータは、もともと運行事業者が運転士を管理するための目的で用いられる機器であるという特性から、他社によって容易にデータを閲覧したり分析したりできるものではない。大抵各機器メーカーに固有のデータ形式で記録されているため、研究目的の分析のためにCSVファイル等に変換するためには、機器メーカーを通じて作業を行う必要がある。

(3) エクセルによるデータ分析

a) 分析対象路線および期間

ビエンチャンバス公社の市内路線の中で最も高頻度で本数が出ており、乗客数が最も多い路線のひとつである29番系統の分析を行った。図2は中心バスターミナルにおける29番系統の発車時刻表である。2012年より、運行間隔が均等であるラウンドダイヤ化された。



図-2 29番系統の発車時刻表（中央バスターミナル）



図-3 29番系統の運行路線図

29番系統は、市中心部にある中央バスターミナルを起終点とし、約10km離れたラオス国立大学ドンドックキャンパス構内を周回し折り返すルートである。1回の運行における平均所要時間は約70分、1台のバスで1日あたり5あるいは6回の運行を行う。また各運行の間に1時間程度の休憩を挟んでいる。ピエンチャンバス公社では、1台の車両に対して2人の運転士が担当として割り当てられ、半月ごとに車両の担当路線を入れ替えている。したがって半月間は毎日同一の系統を単純往復する。29番系統は日中15分間隔で運行しており、1

日6台の車両で29番系統を運行している。本研究において利用したデジタルタコグラフデータは2012年12月の1ヶ月間のうちに29番系統を運行したバスのうち、デジタルタコグラフを搭載している3台のデータを分析に用いた。

b) エクセルを用いたデータ分析

CVSファイルに書き換えられたデジタルタコグラフデータのファイルは、以下のような形式になっている。

```

"2010/10/10","06:51:10",0,550,0,0,550
"2010/10/10","06:51:10",0,550,0,0,0
"2010/10/10","06:51:11",0,600,0,0,50
"2010/10/10","06:51:11",0,600,0,0,0
"2010/10/10","06:51:12",0,650,0,2,50
"2010/10/10","06:51:12",0,700,0,2,50
  
```

このうち、速度、エンジン回転数がともにゼロの状態のとき、エンジン停止を伴って車両が停止している場合であると判断した。各運行の前後にはバスターミナルで30分から60分程度の停車があるため、エクセルの行数において3600~7200行程度連続して速度およびエンジン回転数がゼロの部分には含まれた部分が運行中であると判断し、抽出した。

運行中の停止回数及び停車時間を把握するため、本分析では信号・交差点待ち及び乗降のための停止を抽出するため、5秒以上速度が0km/hである状態が連続した場合を停止と定義した。

(4) 分析結果

1回の運行における総所要時間と停止回数の関係を表すと図4のようになった。これより、停止する回数が増加するほど、所要時間が長くなる傾向にあると言える。したがって、停止回数を減少させることが総所要時間の短縮につながる可能性があることが分かる。

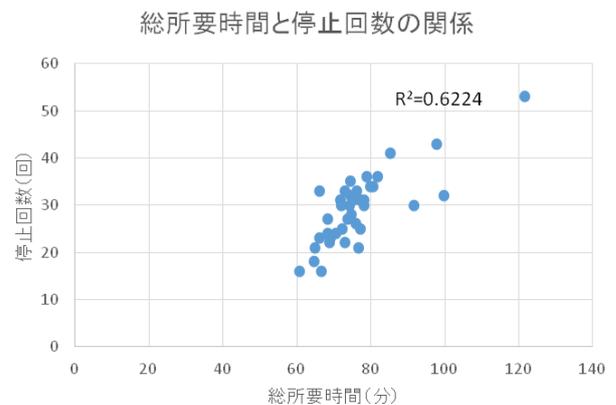


図-4 総所要時間と停止回数の関係

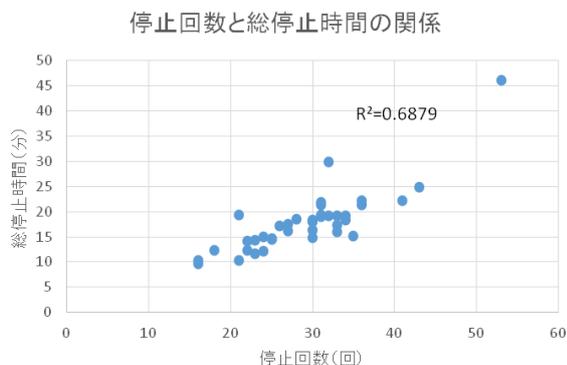


図-5 停止回数と総停止時間の関係

図 5 は停止回数と総停止時間の関係を示したものであることがわかる。停止回数と総停止時間は相関があることから、停止回数を減少させれば、総停止時間を短縮できることが分かる。

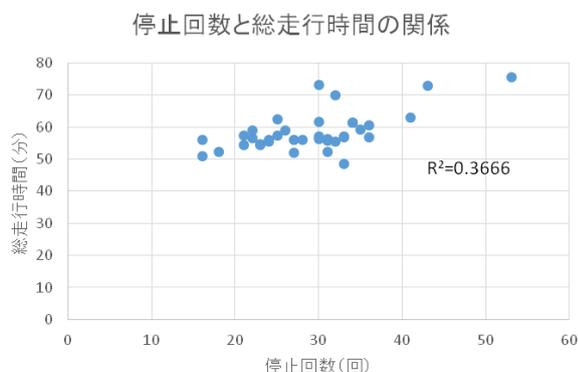


図-6 停止回数と総走行時間の関係

一方で、図 6 では、停止回数と総走行時間の関係を示しているが、停止回数と総走行時間には強い相関がない。これより、走行時間を短縮するためには、停止回数の減少だけではなく、渋滞や路上駐車などの乗降者による停止以外の要素も関わっていることが考えられる。

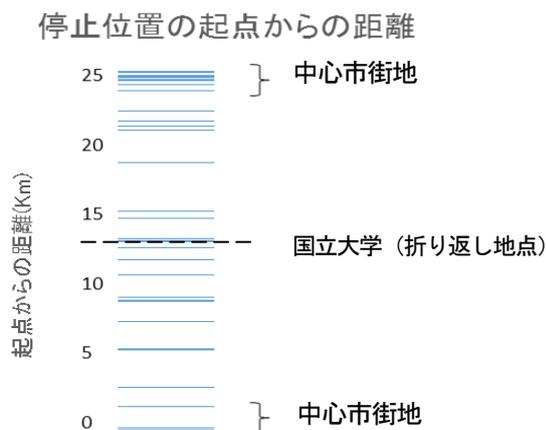


図-7 停止位置の起点からの距離

図 7 は、午前 7 時から 9 時の間に中心市街地の中央バスターミナルを出発した便が、運行中に停止した場所を、始点からの距離を縦軸にとって表したものである。このグラフから、国立大学周辺と中心市街地周辺での停止回数が多いことがわかる。国立大学構内では、学生の通学目的の乗客が、自分の用件のある場所に近い箇所から乗車あるいは降車することが多く、このような傾向にあると考えられる。一方、中心市街地周辺では、始点から 20 から 25 キロ地点すなわち折り返して中央バスターミナルに戻る直前での停止回数が多いことがわかる。つまり、乗客は、中心市街地での乗車時の停止回数はそれほど多くなく、つまりバス停・バスターミナル以外での乗車は多くないが、中心市街地での降車時は、降車場所にばらつきがあることが分かった。

6. 実車による停車状況の調査および分析

本章では、実際にバスに乗車し、停車状況の現状を把握する。対象とする路線はデジタルタコグラフによる分析で対象路線とした 29 番系統である。デジタルタコグラフのデータによって記録されない位置情報の把握と、乗客層、土地の特性などを実車によって調査する。

(1)調査方法

本調査では停車した箇所、回数、乗降人数、停車時間及び全体の所要時間を計測した。停車箇所は地図に手入力した。乗降回数および乗降人数はカウンターを用いて計上した。また、同時に、始点から終点まで IC レコーダーの録音機能を作動させ、停止箇所、乗降人数、停車時間の情報等を吹き込んだ。調査終了後、ストップウォッチと IC レコーダーを同時に再生し、停車時間の記録と、乗降客の集計を行った。

(2)調査結果

図 8 は午前 7 時から午前 9 時の間に中央バスターミナルを発車した 29 番系統の便における、バス停以外での乗降箇所の記録を行ったものである。これを見ると、国立大学付近及び構内での乗降が多く、頻繁に停車していることがわかる。これは、図 7 におけるデジタルタコグラフを用いた調査結果に同じく、確かに国立大学付近での乗降位置は、バス停の位置に関係なく頻繁に乗降が行われていることがわかった。一方、中心市街地では図 8 より、図 7 の結果のほうが頻繁に中心市街地での停車があることが分かる。図 8 の停車位置は、乗客の乗降車地点のみを記録していることから、中心市街地では乗降以外の交差点待ち、信号待ち等による停車回数も多いことが推測できる。

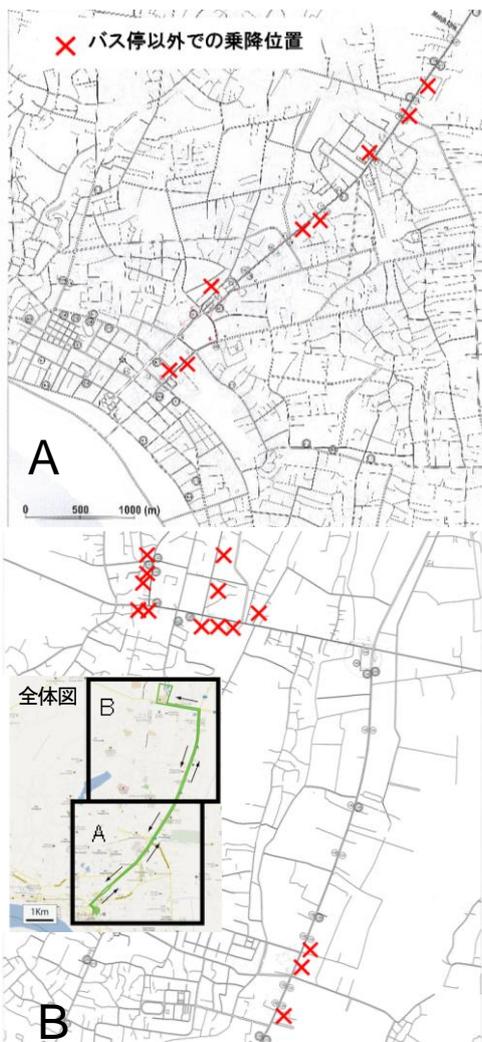


図8 バス停以外における乗降があった箇所

7. 結論

デジタル運行記録計（デジタルタコグラフ）のデータ分析結果の考察、および実車調査による結果の分析より、ビエンチャン市内のバスにおいて行われているバス停以外での乗客の乗降許容は、所要時間の増加に大きく影響を与えていることが分かる。また、乗降箇所ではラオス国立大学ドンドックキャンパス内での乗降が多く、これによって所要時間が増大している可能性がある。また、中心市街地でもバス停以外での乗降は行われているが、所要時間の短縮のためにはバス停以外での乗降を禁止するほか、信号サイクルの見直し、交差点設計の見直し等他の要因の解決も必要である可能性がある。

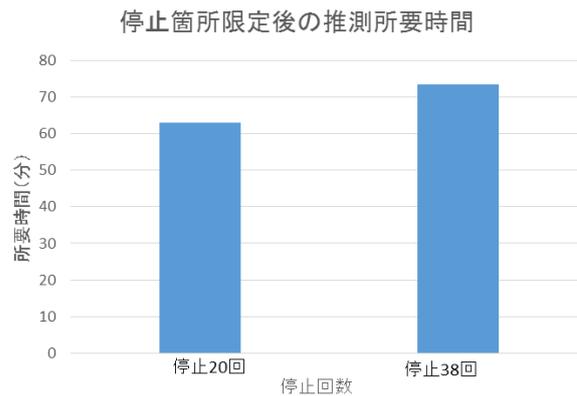


図-9 停止箇所限定後の推測所要時間

図9は、国立大学キャンパス内と中心市街地において、停止箇所を既存のバス停のみに限定した場合の総所要時間を表している。現在1回の運行あたり平均38回停止しているところ、キャンパス内と中心市街地のフリー乗降を既存バス停のみに制限すると停止時間は平均20回前後となる。この場合、大学キャンパス内と中心市街地のバス停以外での乗降18回の停止時間をすべて計上すると10.45分となった。したがって平均的な運行で所要時間は10.45分程度短縮ができることが明らかになった。実際には、停止のための加減速による時間ロスもかかるため、短縮できる時間はより長いと推測できる。

実際に乗降場所を既存バス停のみに限定するためには、2章で述べたように運転士の給与と体制の変更をすることも重要である。しかし、バス停以外での乗降が多いという現状から、既存のバス停位置が乗客にとって使いやすい位置に設定されていない可能性もある。そのため、既存のバス停位置を見直し、バス停以外での乗降が起こりにくい対策を取る必要があるといえる。

謝辞：なお、本研究の一部は、文部科学省平成25年度科学研究費基盤研究（B）インテリジェントBRTシステム的设计・評価用シミュレーションシステム開発（代表者：中村文彦）、および環境省環境研究総合推進費S-6-5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（代表者：林良嗣）によるものである。

(?受付)

A STUDY ON POSSIBILITY OF REDUCING TRAVEL TIME OF URBAN BUS SYSTEM IN VIENTIANE

Yurie TOYAMA, Fumihiko NAKAMURA, Shinji TANAKA and Rui WANG