

# ITS世代のバスシステムと評価について

中村文彦  
NAKAMURA, Fumihiko

外国論文研究会  
横浜国立大学大学院環境情報研究院助教授

## 1 はじめに

ITS( Intelligent Transportation Systems : 高度道路交通システムと訳されている ) に関して多くの議論がなされている。全体的に共通しているのかもしれないが、特に公共交通について言えば、個別の要素技術はいろいろあるにしても、それによって、バスなりタクシーがいま抱えている問題がどの程度改善され得るのか、よくわからないことが多い。

もう少し詰めて考えるならば、何ができるのかということ、それをどのように定量的に評価すればいいのかということの2つがわからない。一般の自動車については、ETCで自動車専用道路の料金所の状況が改善される、といったように明確な答があるが、バスがITSによってどうなるのか、いまのバスのどこがどう改善されるのか、その効果をどのように評価すればよいのか、的確な指針はまだない。

今回、紹介する文献(1)は、この2つの疑問に対して、示唆を例証してくれる。以下、ITSによってバスに何ができるのか、どう評価すればよいのか、の2つに分けて、文献を紹介するとともに、内外の動きを考察する。

## 2 新しいバスの配車システム

本文で取り上げているのは、米国オレゴン州ポートランドのバスシステムに導入された新しい配車システムである。ポートランドは、その都市交通戦略の独特さから、数多くの文献で紹介されている都市であり、LRTとバスをベースとした公共交通システムの質の高さもよく知られている。

同市が導入したシステムは、基本的には、AVL( Automatic Vehicle Location : 車両位置管理システム ) と CAD ( Computer Aided Dispatching : コンピュータ支援型配車 ) システムである。ポートランドでは、AVLをベースとしたCADをBDS( Bus Dispatching System と呼んでいる。

BDSの特徴は以下の通りである。

- ・GPSベースのAVLを導入(位置補正あり)。
- ・既導入の無線通話通信システムの活用。
- ・車載用コンピュータによる時刻調整、路線変更の指示。
- ・各ドア乗降客数自動測定器の導入。

- ・CADとAVLを備えた新しい配車指令センターの設置。

バスがももとの運行スケジュールから遅れた場合、考え得る処置としては、その車両を回送させ、スケジュールに追いつかせる、予備車両を先に回して置いて交換する、途中で運転を打ち切りそこで折り返すことでスケジュールに追いつかせる、などの方法がある。これらの対処方法の選択肢自体は、BDSの有無とは関係ない。これらの方法をどのようにリアルタイムで選択するか、そのための判断情報として、BDSが有するデータ及びデータの加工結果が有用となる。具体的には、遅れ状況、問題地点がある場合は、その地点の発見、乗降客データも加味した対処方法判断のための指示(最終判断は配車係がマニュアルで行うが、その参考となるメッセージは自動的に与えられる)、などが含まれている。

バスの位置をリアルタイムで把握する技術は、古くはロンドンで導入されたものからはじまって、多くの先進国に類似のものがある。欧米で用いられている技術の多くは、車両の距離計のデータをベースに無線でセンターに送信するものである。近年の米国の事例は、ポートランドのようにGPSを活用し、適宜距離計等で補正するものになってきた。参考までに日本では、路上感知器を用いたものが当初は主流であったが、現在では、運転士の次停留所案内テープ操作時に無線信号を発信する低コストのものが大多数である。一部事業者で、GPSを用いたシステムが普及し始めている。

問題点は、その位置情報をどのように活用するかである。利用者への情報提供は当然として(コストと効果の関係から利用者への情報提供をせずに運行管理している事例もわが国にはあるが)、車両の配車をシステムティックにやっているか、あるいは他の活用をしているかである。配車をシステムティックに行い効果をあげているという報告は、実はあまりされていない(システムティックに行くと効果が上がることを推計している論文はある)。また他の方法としては、スケジュールからの遅れ情報をもとにバスの優先信号制御をダイナミックに行う事例がスイスやドイツなどにある。

都市内のバスの問題を考えた場合、この2つ、すなわち、配車の工夫と信号制御の工夫が位置管理情報活用そして技

術開発の課題と考えられる。

わが国での経験でいけば、バス事業者における労使間の問題や、運転士という業務のこれまでの慣習が制約となつて、実証的な検討が進んでいない面があるが、乗合バス事業の規制緩和が目前に迫っていることを踏まえれば、こういった制約のない事業者にどれだけの可能性があるのかに興味が生じる。欧米でも同種の制約はあるが、先進的な事例では、それらの制約を取り払う努力がなされている。

### 3 システムの評価

紹介論文では、BDS導入前後の各10日間(1996年及び1998年)の運行データを複数路線で収集し、それを比較している。特に導入前のデータの収集には時間と労力を費やしている。対象とした路線によって、運行管理の目標は多様になっている。今回の対象路線のうち第14系統では、大量需要を高密度で輸送しているため、ダンゴ運転になりやすく、その解消が課題となる。第4系統では、路線が長距離なため、所要時間の安定が主課題となる。また、第26系統では、途中にtimed transferを行うtransit center(複数のバス路線が一同に介する乗り継ぎターミナルで、各路線のバスがほぼ同時刻に到着発車することで、路線間の乗り継ぎが容易になる)が立地しているので、その機能の維持、すなわち、transit centerに定刻に到着させること、が主課題となる。

BDSの評価については、第一段階の分析では、単純な指標の変化をベースとしている。第二段階の分析では、重回帰モデルによる効果評価を試みている。また最終的には、システムの便益を事業サイド、利用者サイドから計測している。

第一段階の分析で用いた指標は、既存の研究事例を参考に、定時運行実績(-1分から5分の遅れ以内で運行した便数の割合)、運行間隔比(実際と予定の比)、運行時間比(実際と予定の比)、運行間隔変動係数(実際の運行間隔の標準偏差と平均の比)、運行時間変動係数(実際の運行の所要時間の標準偏差と平均の比)、超過待ち時間(運行間隔の分散と平均の二乗の比に平均を乗じた値)、の6つとした。

紙面の関係で分析結果の一覧は本紹介では省略するが、対象8路線について、朝ピーク(6時~)、日中(9時~)、夕ピーク(15時~)、夜間(18時~)の4時間帯毎に、6つの指標に関してのBDS導入前後の値が計算され、本文には掲載されている。すべての路線ですべての指標がすべての時間帯にわたって改善されているわけではない点は、否めないが、全体的には改善の効果が現れている。なお、本文では、さらに、スケジュールからの遅れ、運行間隔比、運行時間比について、その分布を確認し、改善の状況を確認している。

第二段階の分析では、所要時間を、出発時の遅れ、停留所数、路線長、乗車客数、降車客数、予定運行間隔、朝ピーク都心方向ダミー、夕ピーク郊外方向ダミー、BDSダミー

で説明する重回帰モデルのパラメータ推定を試みた。BDSダミーは、BDS導入後のバスについて1の値をとるダミー変数である。全体では6,000便以上のバスで、第一段階の分析を行っているが、乗降客データの制約等から、ここでは830便のバスで分析を行っている。推定結果を表1に示す。

モデル自体は良好な結果といえる。運行間隔のパラメータ推定値が負となっており、運行間隔の小さい、すなわち高頻度の路線で所要時間が若干短くなる傾向を示唆している。BDSの効果に関しては、単純な集計では、必ずしも所要時間短縮効果を示していなかったが、所要時間にかかわる要因を分離した重回帰モデルでは、効果を示すことができた。

第三段階の分析では、オレゴン州の労働賃金率及びバス事業者のコストデータをもとに、各段階の分析結果より、表2に示すような便益を算出した。現在価値については、BDSの寿命を12年、割引率を5%で計算したものである。

表1 所要時間を説明する重回帰モデルのパラメータ推定結果

変数名	平均値	標準偏差	パラメータ推定値	t値(*5%有意)
定数項			5.19	7.87*
出発遅れ	1.46	1.91	-0.30	-2.76*
距離	10.8	2.8	2.90	52.71*
停留所数	31.9	10.7	0.34	14.0*
乗車客	46.2	24.2	0.01	1.24
降車客	44.6	24.5	0.01	0.88
運行間隔	18.0	8.6	-0.13	-6.95*
朝ピークd	0.12	0.32	-1.41	-3.68*
夕ピークd	0.13	0.34	3.70	7.09*
BDSd	0.58	0.49	-1.45	-4.65*

決定係数=0.86 サンプル数=830

注)表中のd: dummy変数

表2 便益の推計結果

項目	年間便益	現在価値
バス運行	1.91 百万ドル	16.89
バス利用者 待ち時間	1.61	14.26
車内時間	1.88-2.05	16.66-18.17
合計	5.40-5.57	47.80-49.37

### 4 おわりに

本稿で紹介した論文では、オレゴン州ポートランドでのデータをもとに、バスの配車の工夫を整理した後、その導入効果の評価として、単純な集計値、重回帰分析、便益計測の3段階の分析を行っている。冒頭の課題設定に翻つていけば、配車の工夫によって運行を改善する可能性が十分にあること、それを評価するには、手法的には単純ともいえるが、重回帰分析のような多変量解析手法を用いることで、効果を評価できること、の2点がこの論文から得られた知見といえる。

注

わが国の例については、以下を参考とされたい。

中村文彦監修: ITSとこれからのバス・タクシー, 地域科学研究会, 2001

参考文献

J.G.Strathman, et al, "Service Reliability Impacts of Computer-Aided Dispatching and Automatic Vehicle location Technology: A Tri-Met Case Study