

バス路線評価のためのバスシステムデータベースとその応用

九州東海大学 正会員 溝上 章志

九州東海大学 学生会員 〇浜崎 勝治

1. はじめに

本研究では、バス路線（ほぼ同一の経路に設定されたいくつかの系統を適切に集約したものと定義）別のサービスレベルと需要との関係把握、運行効率性の評価などを行うことを最終的な目的として、そのためのデータ整備を支援するリレーショナル形式のバスシステムデータベースを作成する。システムの応用例として、任意バス停間で利用可能な系統の検索や、路線別輸送人員の予測モデルの構築を行う。

2. バスシステムデータベース

バス路線のサービスレベルと需要発生機構の解明や、運行効率性を評価するのに必要と思われるすべてのデータの種類とそれらの構成を図-1に示す。

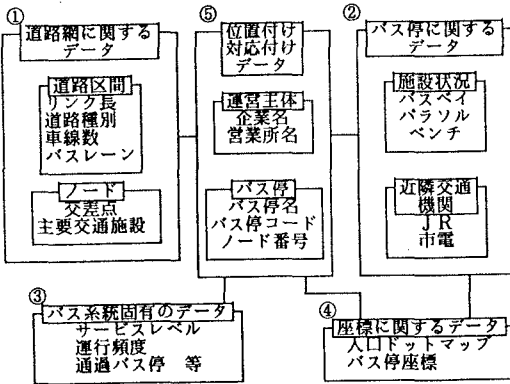


図-1 データ項目分類と構成

ブロック①はバスシステムがその上を通過する道路網に関するデータである。これは、本来、バスシステムは自動車交通サービスとの比較で評価されるべきであることから、バスシステムと道路網とのネットワークとの対応をとるためである。ブロック②はバス停の施設やサービ

スに関するデータである。ブロック③は各バスシステム固有の基本的属性データである。ブロック④は、②に含まれるバス停や人口ドットの地図上の座標データである。ブロック⑤は前出の各ブロック間のデータ項目を結合させるデータである。

このうち、今回は主にバスシステム固有のデータ③と座標に関するデータ④、および⑤についてデータを収集した。対象はA都市圏のバスシステム網であり、市域に限定した全系統数181、バス停数1409のものである。

データベースにはツリー型、ネットワーク型、リレーショナル型の3種類があるが、今回は構造が簡単で、データの追加、変更が容易なリレーショナル型を用いることとする。用いたアプリケーションはdBASE3PLUSであり、作成したサブデータベースファイルは

- ①系統別停車バス停ファイル
- ②系統別基本属性データファイル
- ③バス停コード・バス停名対応ファイル
- ④バス停コード・ノード対応ファイル
- ⑤運営会社ファイル
- ⑥人口ドットマップファイル
- ⑦バス停座標ファイル

①系統別停車バス停ファイル

レコード	系統	バス停	バス停コード
1	A1	170	171
2	A2	170	171
:	:	:	:

⑤運営会社ファイル

レコード	系統	会社名
1	N1	A社
2	N2	B社
:	:	:

③バス停コード・バス停名対応ファイル

レコード	バス停コード	バス停名
1	1	Aグラウンド
2	2	B工場前
:	:	:

⑥人口ドットマップファイル

レコード	X座標	Y座標
1	22853	16318
2	22448	16610
:	:	:

④バス停コード・ノード対応ファイル

レコード	バス停コード	ノード
1	1	1367
2	2	1033
:	:	:

⑦バス停座標ファイル

レコード	X座標	Y座標
1	24894	18160
2	25043	18102
:	:	:

②系統別基本属性データファイル

系統	系統	系統	キロ程(km)	乗客(人)	始発時刻	運行回数	輸送人員(人)	運送収入(千円)	初年度運送収入(円)
	5.20	20	06:37	42.0	623424	83339.00	537.84		
	6.20	25	06:37	41.0	578878	69491.00	565.98		
	:	:	:	:	:	:	:		

図-2 ファイル形式

である。図-2にそれぞれのサブデータベースファイルの構造を示す。①は、各運行会社の系統図に基づいて始点から終点までの停車バス停コード（PTバス停コード）を記録したものである。②は各系統ごとの属性のうち物理的属性やサービスレベル、輸送実績等の基礎的なものを記録したものであり、路線別評価の基礎となるものである。③のファイルはバス停コードとバス停名の対応表である。④は地図上に付けたシーケンシャルなバス停ノード番号とバス停コードとの対応ファイルである。⑤のファイルは、町丁ごとに入手可能な人口を100人を1つの点として地図上にプロットし、その座標をデジタイザで読みとった人口ドットマップ座標データである。同様に、⑦は地図上のバス停の座標データである。

本データベースを用いて検索可能なものは、④任意のバス停を通過する系統名、⑥任意の系統の停車バス停名、③任意の複数のバス停間で利用可能な系統名などである。また、⑦のサブデータファイルと BASIC プログラムにより、⑤各系統ごとのキロ程や直線距離、迂回率、標定速度などの2次的なサービスレベルや、⑥と⑦のサブデータファイルより、⑤バス系統別の総バス停圏人口のような潜在需要データなども随意、作成することができる。

3. データベースの応用例

作成したデータベースを利用した検索の例として、任意の複数のバス停間で利用可能な全系統を列挙した。プログラムはdBASE3PLUSのプログラミング言語を用いて書かれている。「バス停A」と「バス停B」を通るすべてのバス系統を検索した結果を図-3に示す。検索は瞬時に行われ、その結果を用いて両バス停間の最短所要時間、最早の始発時刻、総運行本数などの2次的サービスレベルが容易に計算可能となる。また、現在のサービス状況を把握するだけでなく、路線を変更する場合や新規に路線を開設する場合のデータ作成に

レコード	系統番号	運営主体	キロ程	始発時刻	終発時刻	運行回数
38	F1	M1	31.4	0640	2115	19.5
5	A6	M1	25.0	0615	2110	10.5
117	S11	M2	8.1	0740	0855	2.0
118	S11	M2	12.6	0850	1845	4.0
37	F3	M1	31.4	0830	2135	20.5
39	F3	M1	24.5	0850	2045	22.0
7	A9	M1	11.4	0830	1832	6.0
8	A10	M1	23.4	0707	1932	9.0
9	A11	M1	28.7	0635	2015	9.5
...	...	...	...	...	...	...

他 全15系統

図-3 検索結果

も用いることができる。

次に、系統固有の基本属性データと2次的に作成されたデータとを用いて輸送人員の予測モデルを作成した。モデルには以下に示すようなロジスティック関数を用いた。

$$P = \frac{N(M) \times 365}{1 + \exp(-S)} \quad (1)$$

ここで、Pは輸送人員（人／年）、N(M)は潜在需要（人）であり、通過バス停を中心とした半径Mmの円内に居住しているバス停圏人口である。また、Sはバスの総合的利便性指標であり、

$$S = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i x_i \quad (2)$$

のような各説明変数 x_i の線形関数で表されるとする。このモデルは各バス系統が停車する全バス停圏人口を潜在的なバス利用需要として、バスの総合的利便性のレベルによりどれだけの割合が顕在化するのかをモデル化した、一種のトリップエンド型分担需要予測モデルといえる。表-1に予測モデルの推定結果を示す。

変数	パラメータ	T 値
定数項	-5.32587	
キロ程 (km)	0.11351	2.16
迂回差 (km)	-0.15523	1.69
運行回数 (往復/日)	0.06944	8.02
重相関係数 R	0.75	
F 値	25.24	

表-1 推定結果

重相関係数は0.75、F値は25.24であり、モデルの統計的信頼性はある程度高いといえる。また、キロ程（路線長）は長いほど需要として顕在化する比率が大きい、迂回差（路線長-始発点間直線距離）が大きい路線ではその比率が抑制されること、運行回数は利便性指標として重要な要因であることなどがわかる。以上より、路線別需要予測モデルとして有用なモデルが作成されているといえよう。

4. おわりに

今後はこのデータベースを用いて料金や競合路線のサービスなどの2次的データをさらに多く準備し、需要予測モデルをより有用なものに改善していくとともに、路線別の運行効率性の評価を行うためのモデル開発を行っていく予定である。