

回廊内の路線運行形態に関する一考察

A Study of Bus Transportation Forms in the Corridor

○群馬工業高等専門学校 正会員 野村 和宏

日本大学理工学部 正会員 榛澤 芳雄

日本大学理工学部 正会員 福田 敦

1. はじめに

地方都市におけるバス輸送は、概して自動車との競合の側面から論じられることが多い。しかし、バス輸送によって自動車に対抗できるようなサービスを都市全域において創出することも困難であり、軌道系システムの導入も事業採算上困難な面が多い。そのため、公共交通としてはバス輸送に依存せざるを得ないが、環境問題から自動車利用の抑制も社会の大きな声となり、バス輸送が主役となる時代が来ると考える。したがって、軌道系システムを持たない地方都市においては、回廊等の都市軸形成によりバス輸送を活かす方法を模索すべきである。

2. 路線形成に関する既往研究

既往研究のレビューより、次の点を明らかにすることができた。なお、路線形成とは路線位置のみならず、路線設計要因である運行頻度・路線サービス幅等も含んだものである。

1) 我が国の研究は、鉄道等の軌道系システムおよび自動車との競合のもとでの路線別の利用者数の推計に力点が置かれており、精密なモデルが開発されている。しかし、幹線中心であり、かつピーク時に分析の主眼が置かれていることは改善を必要とされよう。

2) 北米における研究は、バス輸送地域を回廊等に固定し、その中での系統網設定を行っている。我が国の研究が幹線中心であるのに対して、端末部およびオフピーク時をも考慮している点が大きく異なる。

3) 何れの研究を問わず、乗務員数を考慮した研究および車両・乗務員のやりとりのための路線運行方式を考慮した研究は極めて少ない。

そこで本稿では、我が国においても導入が進行中である回廊型バス輸送において端末部を考慮した上

で、終日を対象として運行形態の検討を行う。

3. 路線形態と試算条件

3-1 路線形態

バス路線は鉄道に比べて能力の小さな輸送であるため、集客を中心とする部分（以下、バスサービスゾーン：BSZ）と走行を中心とする部分に分けることが望ましい。後者はCBDへの距離の克服を目指す部分であり、かつ整備に多くの困難を伴うものであるため地域においては当然集約化されるといえる。このようにみた場合、都市内におけるひとつの地域のバス路線網は北米におけるコリドーの研究にみられるように、ひとつの幹線路線とそれに対応する複数のBSZの系（以下、路線形態）として捉えることができる。

路線形態は、各BSZから乗り継ぎを伴うことなく直接CBDにアクセスできる直通型と、乗り継ぎ停留所（各BSZの幹線側端点に設定）において乗り継ぎを伴う乗り継ぎ型が基本となろうが（図-1）、本研究においては両者の中間としての併用型の3つを対象とした。なお、各路線形態においては各BSZ間の移動に対する配慮として、幹線部の運行においては乗り継ぎ停留所において停車するものとした。3者の概要は次のようである。

イ) 直通型：各BSZとCBDとをそれぞれ一本の独立した路線で結ぶ路線形態である。BSZ-3においては営業所を出発しBSZ内を1往復した後、BSZ-2、3においては片道運行した後、幹線部を経由してCBDへ向かう形態をとる。なお、各路線の幹線部はBSZ間の移動を考慮して、乗り継ぎ点においてのみ停車することを想定した。

ロ) 乗り継ぎ型：直通型において幹線部を独立させた形態である。したがって、各BSZと幹線が別個の路線を形成することになる。

ハ) 併用型：ピーク時におけるCBDへの移動、オフピーク時におけるBSZ内およびBSZ間移動の容易性を確保することを目的とし、直通型・乗り継ぎ型を併用したものである。具体的には、ピーク時では直通型、オフピーク時では乗り換え型の路線形態をとる。

3-2 試算における仮定及び条件

(1) 幹線と非幹線との接続位置等

幹線路線に接続するBSZ数は3とし、その位置および路線長を運行所要時間（片道）で設定した（図-2）。また、各BSZの運行本数は需要A、B（表-1）をもとに、CBD周辺に高い需要が存在するCBD周辺型、郊外に高い需要が存在する郊外型を設定した（表-2）。なお、各路線における運行ダイヤは、その路線を管理する営業所を出発する時刻とする。また、運行時間帯は6～22時台とし、6～9

時台および16～19時台をピーク時、他をオフピーク時とした。なお、本試算においては全ての利用者がCBDへ向かうことを前提とした。

(2) 営業所位置および運行システム

1つの幹線路線系は、1つのセンター（以下、営業所）にてその運行上の管理を行うのが望ましい。このため、一般的には1つの往路運行が終了の度に復路運行を行いながら営業所に戻る必要があり、本稿において使用した運行管理モデルもこれをもとにしたものである。しかし、本稿のように路線形態を論ずる場合にあっては、1営業所のみでは回送のための時間・距離が大きくなり、路線形態の比較を客観的に行えない可能性が大きい。そのため、路線と営業所の関係を次のように設定した。

幹線とBSZ-3にあっては同一の営業所にて管理するものとし、両者の接続位置の近傍に存在するものとする。BSZ-1、2にあってはそれぞれの路線中央において存在する別の営業所によって管理されるものとする。運行システムにあっては自由車両制の適用を行うが、幹線とBSZ-3にあっては複数路線、他のBSZにあっては1路線固定をもとに試算を行う。他の運行システムも適用が可能であるが、各路線形態間の比較が容易であり、かつ合理的であるとの理由から上記の運行システムを採用した（図-1）。なお折り返し時間は、出発点と路線終点（各ゾーン端部、幹線路線ではCBD）において各2.5分とした。

(3) 乗り継ぎ型における幹線ダイヤ作成

試算における乗り継ぎ型の幹線運行ダイヤの作成にあっては、各バスサービスゾーンにおける運行ダイヤを受ける形でを行った。具体的には、バスサービスゾーン内の最大需要である需要Aの2倍、すなわち朝ピーク時には16本/時、オフピーク時には8本/時、夕ピーク時には12本/時の運行本数を各時間内において等間隔運行により運行ダイヤの設定（代替案）を行い、各バスサービスゾーンの乗り継ぎ点への到着時刻をもとに利用されない運行を除外することにより、運行ダイヤの決定を行った。なお、バスサービスゾーンから幹線への乗り継ぎに要する時間は無視した。また、CBDへのアクセス比率を設定することにより、幹線運行車両がサービスを行うゾーン数の修正も試みた。

路線形態	路線-1	路線-2	路線-3
直通型			
運行システム	自由車両制 / 1路線固定	自由車両制 / 1路線固定	自由車両制 / 複数路線
乗り継ぎ型			
運行システム	自由車両制 / 1路線固定	自由車両制 / 1路線固定	自由車両制 / 複数路線
備考	OC: 営業所位置 ●: 乗り継ぎ位置 BSZ: バスサービスゾーン		

図-1 路線形態と運行システム

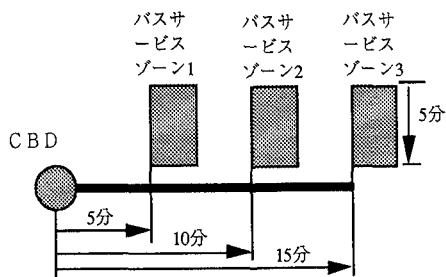


図-2 バスサービスゾーンの位置

アクセス比率は1，0.5とし，前者の場合には幹線運行車両は乗車可能なゾーンを1個にするものであり，乗車可能な何れかのゾーンにおいて乗車を行った後，運行途上にある他ゾーンにおいては乗車を認めない（満車と判断）ものである。したがって，幹線を運行する車両は，1運行において1つのバスサービスゾーンのみにサービスを行うことになり，幹線の始発点に近いバスサービスゾーンが待ち時間上有利となる。後者の場合は，それを緩和するため乗車可能なゾーン数を2個とするものである。なお，CBDへのアクセス比率は全運行時間帯において一定であると仮定した。

4. 試算からの考察

4-1 乗り継ぎ型における幹線ダイヤからの考察
(1) 運行本数

乗り継ぎ型は，運行における上流を優先する路線形態であり，前節における運行ダイヤ作成方法もそれを踏襲したものである。CBDへのアクセス比率が1の場合には，各バスサービスゾーンの運行本数の合計に等しい運行本数を幹線において必要とする（表-3）。他方，CBDへのアクセス比率が0.5の場合には，1.0の場合に較べて運行本数の削減が可能であることが分かる。この事は古池からも指摘しているが，これを終日運行により確認すると共に，幹線運行車両における乗車可能ゾーン数を多くする措置

が効果的であるが分かった。

(2) 待ち時間

需要分布およびCBDへのアクセス比率における，待ち時間の結果から次の点を指摘することができる（表-3）。

1) 各需要分布とも，CBDへのアクセス比率が低い場合の方が良好な結果となることが分かる。これより，乗り継ぎ型において待ち時間の改善を図るためには，運行本数同様に幹線運行車両における乗車可能ゾーン数を多くする措置が効果的であるといえる。

2) CBDへのアクセス比率が同一の場合においては，郊外型の方が概してCBD周辺型よりも良好な結果をもたらすことが分かる。なお，CBDへのアクセス比率が0.5の場合には，両者の差がほとんどない状況に改善されている。

4-2 路線形態と必要資源量

各試算条件下において筆者らが開発した運行管理モデル²⁾³⁾を適用することにより，運行に必要な車両・乗務員数を求めた。試算結果より，次の点を指摘することができる（表-4）。

1) 需要分布およびCBDへの比率が同一の場合，乗り継ぎ型は直通型よりも多くの車両・乗務員数を必要とする。したがって，乗り継ぎ型が優位であるとの指摘に関して疑問が残る。

2) 直通型においては，郊外型の方がCBD周辺型よりも多くの乗務員を必要とするのに対し，乗り継ぎ型においては逆に減少する結果となっている。この傾向はCBDへの比率の如何に係わらず指摘できる。したがって，乗り継ぎ型を導入する場合には郊外型が有利、直通型の場合にはCBD周辺型が有利

表-1 バスサービスゾーンにおける運行ダイヤ

分類	時間帯	需要A		需要B	
		運行ダイヤ	本数	運行ダイヤ	本数
朝ピーク時	6時台～8時台	00,10,20,26,32,38,44,50	各8	00,15,30,45	各4
オフピーク時	9時台～15時台	00,15,30,45	各4	00,30	各2
夕ピーク時等	16時台～21時台	00,10,20,30,40,50	各6	00,20,40	各3
	22時台	00,10,20,30,40	5	00,20,40	3
合 計			93	合 計	47

表-2 バスサービスゾーンの需要分布

バスサービスゾーン	需要分布	
	CBD周辺型	郊外型
1	需要A	需要B
2	需要B	需要A
3	需要B	需要A
総運行本数	187本/日	187本/日

表-3 乗り継ぎ型における幹線ダイヤ諸量

需要分布	待ち時間		幹線運行本数（本/日）
	平均	標準偏差	
CBD周辺型	4.60分	4.78分	187
	1.74	1.89	148
郊外型	3.97	5.27	187
	1.55	2.07	135

（上段：CBDへのアクセス比率=1.0
下段：同上=0.5）

であることを示すものといえよう。

3) 乗り継ぎ型においては、CBDへのアクセス比率の減少による幹線運行本数の減少に伴い、運行に必要な車両・乗務員数の減少が生ずるものの、その効果はさほど期待できない。

4) 併用型はその運行形態同様、必要車両・乗務員数とも乗り継ぎ型と直通型の中間に位置している。ただし、郊外型においては直通型とほぼ遜色のない状況となることが分かる。

5) 幹線路線長の増加により、前述1)～3)における直通型の優位性が逆転する可能性がある。そこで、BSZ相互の位置関係および運行ダイヤ等の条件はそのまま、BSZ1とCBD間に片道15分の路線長を付加することにより、同様の計算を行った(表-5)。これより、乗り継ぎ型と直通型の差はかなり狭まることが分かるが、前述1)～4)を覆すことは出来ない。

5. おわりに

3つの路線形態を対象として、各BSZに同一のサービス水準を提供した場合の影響を運行において必要な車両数・乗務員数から比較することにより、路線形態のあり方を探ることを試みた。

乗り継ぎ型は直通型と同様のサービス性確保は困難であることは明らかであるが、多少の待ち時間が許容されるならば、幹線路線上の運行本数の削減は期待できる。しかし、車両数・乗務員数からは、CBDへのアクセス比率が小さくかつ幹線路線長が比較的大きい場合においてのみ適用の可能性があるものの、その有効域を求めることができなかった。したがって、直通型が幹線の運行本数の面を除けば優れた存在といえ、幹線の運行の負荷を減少するための回廊の設定があれば、十分にその機能を発揮し得るものといえる。今後は、幹線の容量を付加した上で、さらなる検討を進めて行きたい。

表-4 運行に必要な車両・乗務員数(片道最大幹線長15分)

需要分布	運行システム	CBDへの比率=1.0				CBDへの比率=0.5			
		路線1	路線2	路線3および幹線	合計	路線1	路線2	路線3および幹線	合計
CBD周辺型	直通型	5/9	3/8	3/10	11/27	同左			11/27
	乗り継ぎ型	3/10	1/4	12/32	16/46	3/10	1/4	10/28	14/42
	併用型	5/12	3/7	7/15	15/34	5/12	3/7	6/13	14/32
郊外型	直通型	2/6	3/8	7/18	12/32	同左			12/32
	乗り継ぎ型	1/4	1/4	13/34	15/42	1/4	1/4	12/29	14/37
	併用型	2/6	3/7	8/20	13/33	2/6	3/7	8/19	13/32

表-5 運行に必要な車両・乗務員数(片道最大幹線長30分)

需要分布	運行システム	CBDへの比率=1.0				CBDへの比率=0.5			
		路線1	路線2	路線3および幹線	合計	路線1	路線2	路線3および幹線	合計
CBD周辺型	直通型	8/20	5/12	5/11	18/43	同左			18/43
	乗り継ぎ型	3/10	1/4	19/45	23/59	3/10	1/4	15/37	19/51
	併用型	8/18	5/10	11/21	24/49	8/18	5/10	10/19	23/47
郊外型	直通型	4/10	5/11	11/24	20/45	同左			20/45
	乗り継ぎ型	1/4	1/4	21/50	23/58	1/4	1/4	19/39	21/47
	併用型	4/9	5/10	13/28	22/47	4/9	5/10	12/28	21/47

参考文献:

- 1) 野村・榛澤・福田; バス輸送計画の理論展開の動向、第18回土木計画学研究・講演集、pp.433-434、1995年12月
- 2) 野村・榛澤・福田; バスサービスゾーンモデルに関する研究、第16回交通工学研究発表会論文報告集(投稿中)
- 3) 野村・本田; 時間帯別ダイヤに基づいたバス運行管理モデル、群馬高専レビュー第14号、pp.11-24、1995年9月