

改良型ウィンドー法を用いたバス交通トリップの特性分析

Analysis of Bus Traffic Trip by Improved Window Method with DEA

日本データサービス(株) ○正員 東本靖史 (Yasushi HIGASHIMOTO)
北海道大学大学院工学研究科 正員 劉 志鋼 (Zhigang LIU)
北海道大学大学院工学研究科 フェロー 佐藤馨一 (Keiichi SATOH)

1. はじめに

平成14年2月に道路運送法が一部改正され、路線バス事業の需給調整規制が廃止された。この規制緩和により、免許申請による許可制から届出による許可制に移行され、バス事業への新規参入、路線新設、事業廃止、路線休止などが容易になった。

札幌市においても、経営状況の悪い市営バス事業の継続は財政負担の悪化を招くと判断し、当面の運行条件の維持を基本として、平成16年3月に民間事業者に移行されたところである。

しかし、規制緩和にともない、赤字路線からの撤廃や運行本数の減少など、路線バスのサービス水準の低下が懸念されるところであり、採算性のみならず公共性を踏まえた効率的なバス運行計画の検討が必要である。

一方、バス交通の利用選択は、バス停までのアクセシビリティはもちろんのこと、運行時間や運行路線にも影響される。特にバスの利用特性は、帰宅目的が主となっており、17時以降のバス運行状況が利用者数への影響が高いと推察される。

そこで本研究では、バス交通の依存度が高い札幌市北区と南区をモデルケースとして、帰宅交通が増加する17時以降のバス運行状況と利用者数について、「包絡分析法(Data Envelopment Analysis; 以下DEAと略す)」を適用し、バス交通トリップの効率性評価を行う。特に帰宅時間帯別の効率性評価を行うため、改良型window法により時系列的に解析を行った。

2. バス交通の現状

2.1 札幌市のバス交通の現状¹⁾

平成16年3月の市営バスの撤退にともない、現在、札幌市内を運行する路線バスは民営バス5社となっている。

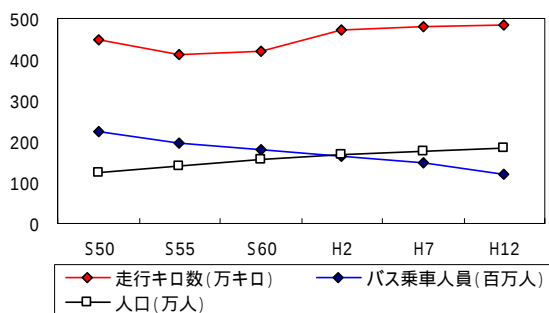


図1 札幌市のバス交通の現状¹⁾

バス事業の経営状況は、市街地の拡大などにともない走行キロ数は増加している反面、バス乗車人員は減少しており、経営効率は悪化しているのが現状である。

2.2 札幌市北区と南区の現状

第3回道央都市圏PT調査データによると、他地域から北区・南区への目的別トリップ数は、帰宅目的の割合が突出して高く、それぞれ約6割となっている(表1)。

また、北区及び南区のバストリップ数と帰宅時の運行状況は、両区ともトリップ数は17時台、運行本数は18時台がピークとなっている。なお、バスの最終運行は両区とも22時台となっている(表2)。

表1 北区・南区への目的別トリップ数²⁾

	北区		南区	
	トリップ数	構成比	トリップ数	構成比
通勤	14,329	4.9%	11,735	6.9%
通学	27,933	9.6%	17,158	10.1%
帰宅	177,986	61.1%	99,564	58.6%
業務	13,883	4.8%	7,011	4.1%
私用	57,073	19.6%	34,476	20.3%
総計	291,204	100.0%	169,944	100.0%

表2 北区・南区の路線バスの運行状況(平成7年)

	バストリップ数		運行本数(便)		路線数(路線)		1便当りのバストリップ	
	北区	南区	北方面	南方面	北方面	南方面	北方面	南方面
17時台	1,754	1,524	72	55	24	19	24.4	27.7
18時台	911	1,162	75	56	25	17	12.1	20.8
19時台	415	552	58	38	25	17	7.2	14.5
20時台	435	366	44	34	21	16	9.9	10.8
21時台	275	353	31	24	20	12	8.9	14.7
22時台	136	135	21	14	13	9	6.5	9.6
23時台	0	0	0	0	0	0	-	-

3. 改良型 window 法の概要

3.1 DEAの基本モデル

効率性を評価する指標としては、収入と支出という2つの項目の比率による評価が用いられてきたが、多数の入力・出力データでかつ貨幣タムで計量できない場合の効率性の評価は困難である。

DEAは多入力・多出力系システムにおいて、単純な効率判定が難しい場合に、入力変数の加重和に対する出力変数の加重和の比率で効率性を評価する手法である。

特にDEAでは、効率的と考えられる分析対象(Decision Making Unit; 以下とDMU略す)が形成する包絡面(効率性のフロンティ)が求められ、他のDMUは相対的に非効率値が評価される。

DEAの最も基本的なモデルとして、CCR (Charnes Cooper Rhodes) モデルがあるが、 $DMU_j (j=1, \dots, n)$ において、 m 個の入力データ $X = (x_{ij}) \in R^{m \times n}$ と、 s 個の出力データ $Y = (y_{rj}) \in R^{s \times n}$ における効率性の評価は式(1)～(4)に定式化される。

$$\text{目的関数 } \max \theta = \frac{u_1 y_{1o} + u_2 y_{2o} + \dots + u_s y_{so}}{v_1 x_{1o} + v_1 x_{1o} + \dots + v_m x_{mo}} \quad (1)$$

$$\text{制約式 } \frac{u_1 y_{1j} + \dots + u_s y_{sj}}{v_1 x_{1j} + \dots + v_m x_{mj}} \leq 1 (j = 1, \dots, n) \quad (2)$$

$$v_1, v_2, \dots, v_m \geq 0 \quad (3)$$

$$u_1, u_2, \dots, u_m \geq 0 \quad (4)$$

最適解を (v^*, u^*) とし、目的関数値を θ^* とするとき、

・ $\theta^* = 1$ ならば DMU_o は D 効率的

・ $\theta^* < 1$ ならば DMU_o は D 非効率的

である。

3.2 改良型 window 法

DEA は一時点の効率性評価であるが、時系列データの場合、各時点における DMU を独立した活動とみなして、時系列的に効率性の評価を行う改良型 window 法がある。

分析手順は、 $DMU_j (j=1, \dots, n)$ の t 期 ($t=1, \dots, T$) の活動を A_{jt} と表すと、まず 1 つの期だけを対象に、 $A_{j1}, A_{j2}, \dots, A_{jt}$ それぞれの活動において DEA を分析する。次に、2 つの期 (t_1, t_2) の全ての組合せについて DEA 分析をする。同様に 3 つの期 (t_1, t_2, t_3)、4 つの期 (t_1, t_2, t_3, t_4)、...、 t 期 ($t_1, t_2, \dots, t_t$) の全ての組合せについて DEA 分析を行う。

この改良型 window 法により、効率値の時系列的な推移や各 DMU の評価を行うことができる。

4 バス交通トリップの効率性評価

4.1 分析手順

バス交通トリップの効率性評価の手順は、北区と南区を統計区に基づき n ゾーンに分割し、各ゾーンを $DMU_j (j=1, \dots, n)$ と定義する。なお、地下鉄運行ゾーンは分析対象外とした。

次に、時系列データは帰宅時間帯である 17 時～22 時を対象とし、入力には路線バスの運行本数と運行路線数、出力はバストリップ数の 2 入力 1 出力として、改良型 window 法による DMU_j の効率値を算出する。

4.2 分析結果

帰宅交通におけるバス交通トリップの効率性評価は、北区の方が効率値は低くなっている。時間帯別では両区とも 20 時以降の効率値が低くなっており、特に北区の 21 時台がバス事業の効

率性が低い結果となった(表3)。

また、効率値が低い北区についてゾーン別にみると、各時間帯とも北東部(拓北、あいの里)の効率値が高くなっている反面、西部(新琴似、新川)の効率値は低い。

バス交通トリップ数は新琴似や新川は多いが、運行本数や路線数を考慮した総合的な評価では、効率が悪いのが特徴的である。

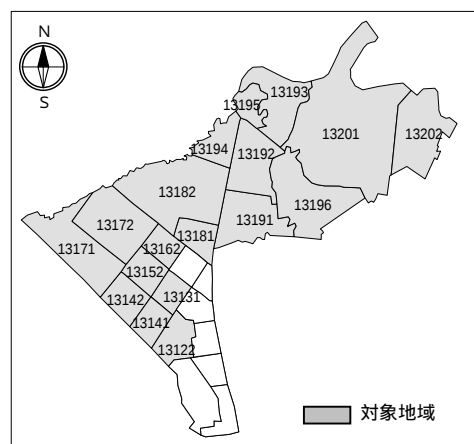
表3 北区・南区の時間帯別の効率値

時間帯	17	18	19	20	21	22	平均
北区	0.196	0.228	0.198	0.111	0.095	0.121	0.158
南区	0.292	0.339	0.254	0.135	0.100	0.104	0.204

表4 北区の時間帯・ゾーン別の効率値

ゾーン	17	18	19	20	21	22	平均
13122	0.06	0.32	0.07	0.10	0.20	0.00	0.12
13141	0.04	0.20	0.00	0.13	0.00	0.00	0.06
13142	0.17	0.05	0.08	0.00	0.09	0.17	0.09
13151	0.11	0.09	0.00	0.00	0.19	0.00	0.06
13152	0.66	1.00	0.21	0.00	0.00	0.00	0.31
13162	0.07	0.10	0.13	0.05	0.00	0.16	0.08
13171	0.04	0.09	0.00	0.06	0.16	0.00	0.06
13172	0.11	0.17	0.24	0.00	0.00	0.00	0.09
13181	0.10	0.18	0.13	0.00	0.00	0.00	0.07
13182	0.22	0.19	0.24	0.08	0.08	0.19	0.17
13191	0.17	0.15	0.12	0.07	0.31	0.16	0.16
13192	0.16	0.13	0.07	0.14	0.16	0.24	0.15
13194	0.00	0.52	0.88	0.96	0.32	0.00	0.45
13195	0.11	0.10	0.35	0.00	0.00	0.70	0.21
13196	0.32	0.00	0.24	0.00	0.00	0.00	0.09
13201	0.81	0.37	0.41	0.19	0.00	0.32	0.35
13202	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均	0.20	0.23	0.20	0.11	0.09	0.12	0.16

0～0.1未満 0.1～0.2未満 0.2～0.3未満 0.3～0.4未満 0.4以上



5 おわりに

本研究では札幌市北区と南区を対象に、時系列の多入力・多出力データに改良型 window 法を適用し、帰宅交通からみたバス交通トリップの効率評価を行った。分析結果より、地区別及び時間帯別の効率値に差があることを明らかにした。今後は他の入力・出力データを検討するとともに、路線別の効率値の解析を行う所存である。

参考文献

- 1) 札幌市の都市交通データブック、札幌市企画調整局総合交通対策部交通企画課、2004
- 2) 第3回道央都市圏パーソントリップ調査報告書、道央圏域総合交通体系調査協議会、1996