

公企業経営のシステム分析

東京都営バス事業のケース・スタディー

芦 刈 勝 治

1. はじめに

現在、大都市においては、さまざまな形での外的環境からの影響を受けつつ、交通混雑（慢性的交通渋滞）は悪化の一途をたどっており、これを解消するために（さらに最近では省エネルギーの観点から）交通総量抑制・大量輸送機関優先政策が交通政策の大きな柱となっているが、人々の意識は総論賛成、行動は各論反対で必ずしもこの公的政策に同調的でない。その原因の1つとして、自動車利用を抑制した場合に将来ともその代替交通手段となるべき大量輸送機関——道路の上のそれとしてはバスが、その経営状態の悪化から人々をひきつけるだけのサービス・レベルを維持・改善できないことがあげられ、このことはとくに公営バスに顕著にみられる。

経営悪化の原因は、企業内部の事情や企業にとっては与件としての外部的要因にも求められるけれども、企業内部での合理化努力は当然の前提としてもなお交通政策その他の観点から公企業・公益事業としてのバス事業に対し、国や地方公共団体からさまざまな規制が行なわれており、それらの政策は直接的に、あるいはバス事業経営に影響を与えることにより間接的に、人々に提供されるサービス・レベルや課せられる料金を通じて、客観的には各種の道路交通手段に対する人々の選好

あしかり・かつはる 警察大学校警務教養部（前人事院派遣筑波大学経営政策科学研究科国内留学生）

のガイド・ポストを設定することになる。

ここでは累積赤字に苦しむ東京都営バスを取り上げ、以上述べたことをシステムの枠組とし、重要な問題を抽出し、システム・ダイナミックスの手法を用いてモデルに定式化して、企業内外でさまざまな政策を実行した効果を、主としてバス事業経営の良否とサービス・レベルの高低との両立または非両立の関係を中心として、将来予測シミュレーションを試みることによって明らかにし、政策的インプリケーションと現実の事態との関係について検討する。

2. モデル化の基本的考え方

モデル化に至るまでの研究を要約すると、都営バスの性格に関連してその「公共性」と「企業性」が、その調整の結果として都営バスの経営問題と人々のバス利用の便利さということが原因・結果の関係の形で問題として浮かび上がってくる。前二者をどう考えるかによって後二者がどのように影響されるであろうか。

モデルの概要をやや具体的に説明しよう。少なくともここ10年間は都営バスが区内を分担することを前提に、まず都内世帯数、区部就業人口等主として人口分布に関する変数を与件変数とし、政策変数としては、「公共性」、「企業性」については事業規模を表わすバス路線延長と政策運賃を表わすバス運賃を取り上げ、さらに内部での生産性を表わすバス台数のディンジョン・ルールと合理

化努力を表わす職員数増加，人件費上昇の抑制に関する内部努力を考慮し，目的変数には，経営問題については損益的収支と累積赤字額を，人々のバス利用の便利さについては停留所へのアクセス・タイムプラスバスの待ち時間と混雑度を取り上げることとする．これによつてたとえば経営問題とサービス・レベルとのトレード・オフあるいは両立の関係とその程度が，政策によつてどのように左右されるかというような問題に答えることができるであろう．全体の流れ図はつぎのとおりである（主要部分のみ）（図1）．

モデルの目的がバス事業の経営状態とサービス・レベルを分析するものであるため，それらの外側にある変数については回帰式で推定し，本体である経営，サービス・レベルを記述するSDモデルに外挿する方法をとった．

3. モデル・ビルディング

(1) 回帰式体系(30~50年の21期のデータを用いた．

○実質都内総生産 (GRP) (10億円)

$$\ln Y = 4.793 + 0.041 \ln X_1 + 0.085 X_2 - 0.163 X_3$$

(5.48) (4.03) (18.91) (6.13)

X_1 : 区部就業人口(1000人), X_2 : 時間,
 X_3 : ダミー変数 (49, 50年)

$$S = 0.027 \quad \bar{R} = 0.999 \quad D.W = 1.539$$

()内は t 値

○都内自動車保有台数 (1000台)

$$Y = -671.5 + 0.249 X_1 + 0.0872 X_2$$

(5.68) (4.10) (17.32)

X_1 : 都内世帯数(1000世帯) X_2 : 実質 GRP

$$S = 64.5 \quad \bar{R} = 0.997 \quad D.W = 1.003$$

○バス平均速度 (km/h)

$$Y = 16.856 - 120.702 (X_1/X_2)$$

(64.76) (13.16)

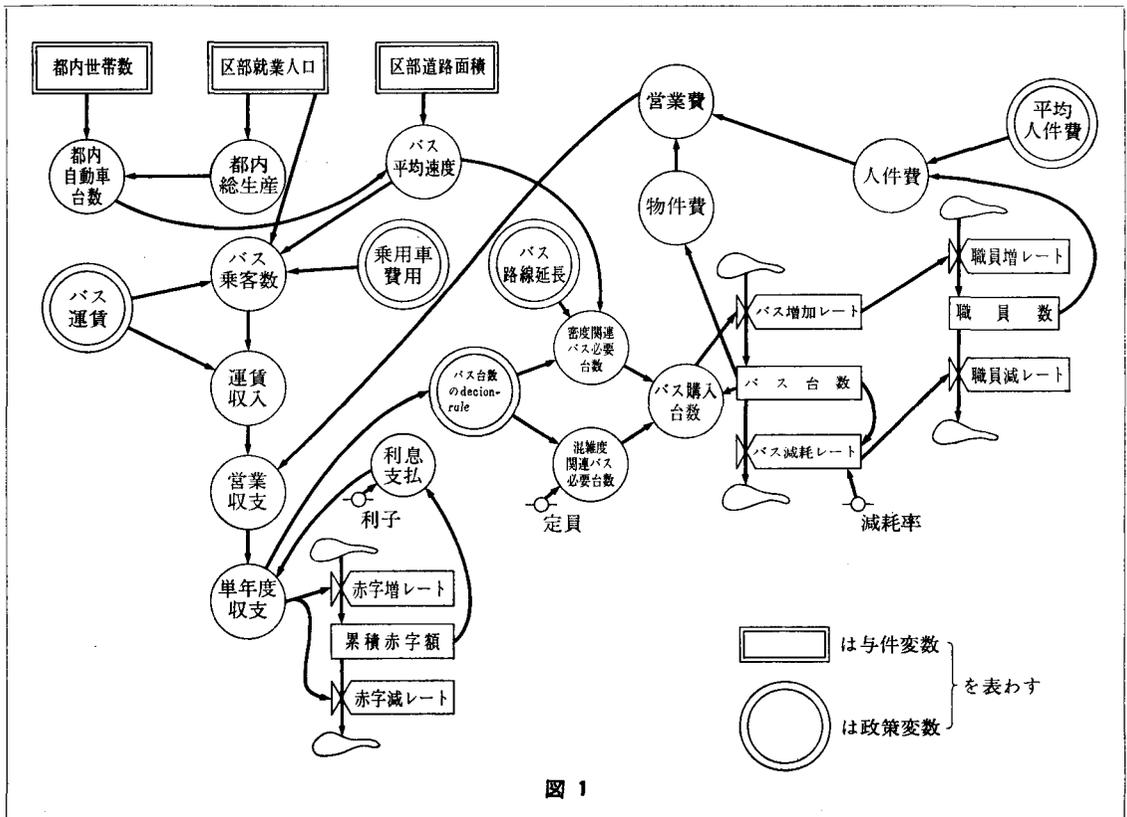


図 1

X_1 : 都内自動車保有台数 X_2 : 区部道路面積(km²)

$$S=0.243 \quad \bar{R}=0.961 \quad D.W=0.690$$

○都バス乗客数(1000人/日)

$$Y = -3872.6 + 0.449X_1 + 4.883(X_2X_3) \\ (4.17) \quad (7.58) \quad (1.40) \\ + 190.47X_4 \\ (3.96)$$

X_1 : 区部就業人口 X_2 : 自動車保有利用費用(1000円/年) X_3 : バス運賃(円/回) X_4 : バス平均速度

$$S=39.7 \quad \bar{R}=0.981 \quad D.W=1.738$$

○物件費(100万円)

$$Y = -947.1 + 1.346X_1 + 803.6X_2 + 941.6X_3 \\ (4.86) \quad (12.17) \quad (6.54) \quad (7.04)$$

X_1 : 在籍車両数(台) X_2, X_3 : ダミー(46~50年, 49, 50年)

$$S=146.5 \quad \bar{R}=0.991 \quad D.W=2.133$$

○職員数(人)

$$Y = 1028.4 + 0.852X_{1-1} + 1.271\Delta X_2 - 169.86X_3 \\ (3.46) \quad (17.65) \quad (3.53) \quad (2.38)$$

X_1 : 職員数 X_2 : 在籍車両数 X_3 : ダミー(42~50年)

$$S=140.8 \quad \bar{R}=0.973 \quad D.W=1.267$$

(2) 回帰式体系を組み入れたSDモデル

先にモデルのフロー図で示したとおり, SDモデル全体の構成は, ①自動車台数, ②バス速度, ③バス乗客数, ④営業収支, ⑤物件費, ⑥人件費, ⑦バス台数のディンジョン・ルール, ⑧バス台数, ⑨単年度収支バランス, ⑩累積赤字の10部分に分かれる。相互の関係は, ①→②→③は recursive の関係にあり, ④は⑤, ⑥を含み, ⑦の意思決定ルールによって⑧が決まる。④に利息を加えたものが⑨であり, ⑨から⑩が決まる。また⑨の結果は⑦にフィード・バックする。以下, これらを順に説明する。

①都内自動車保有台数

外生的に与えた都内の世帯数およびGRPから回帰式により決まる。この場合, バス平均速度を道路混雑状況を示す1つの指標としてとらえ, テ

ーブル関数を用い「自動車保有意欲乗数」によって, 回帰式で計算された値を修正する。

②バス平均速度

①で求めた自動車台数と外生的に与えた区部道路面積から回帰式により求める。ただしこの場合車の使用を車の保有と一応区別した。

③バス乗客数

乗用車保有利用費用を与件変数として, バス運賃を政策変数として求める。これによって計算された値につき①と同様「乗数」によって修正する。

④営業収支

営業収支 = 運賃収入 - 営業費用

運賃収入 = バス乗客数 × 平均運賃

営業費用 = 物件費 + 人件費

⑤物件費

回帰式により求める。

⑥人件費

人件費 = 職員数 × 平均人件費

1人当たり年平均人件費は年率7%の伸びを想定した。

⑦バス台数のディンジョン・ルール

バス台数は, ピーク時の最長バス待ち時間(停留所までの徒歩時間+バスの運行間隔)および車内混雑度(定員の何倍)によって購入必要台数が決定され, しかもそれは単年度収支の損益によって(赤字であればバス台数を抑える。——したがって人件費, 物件費の節約となる。——その方法は運行間隔の拡大と混雑許容水準を引き上げる。黒字であればその逆)変化するフィード・バック・ループをなす意思決定機構としている。

⑧バス台数

バス台数増加レート = バス購入台数

バス減耗台数(減少レート) = バス台数 × 減耗率

⑨収支バランス

単年度収支 = 営業収支 ± 利息

支払利息 = 前年度までの累積赤字(黒字) × 利率

⑩累積赤字(黒字)

表 1

変数	誤差	誤差率 (%)	RMS	U
GRP (10億円)		0.04~4.48	493.6	0.021
自動車台数 (1000台)		1.65~7.19	95.8	0.042
バス速度(km/h)		0.08~2.08	0.15	0.012
バス乗客数 (1000人/日)		0.45~8.39	54.8	0.048
バス台数(台)		0.52~6.81	81.2	0.035
職員数(人)		0.82~4.15	184.5	0.028
平均人件費 (万円/年)		0.08~11.84	0.14	0.051
人件費(100万円)		0.80~14.13	921.6	0.060
物件費(100万円)		0.13~18.62	226.5	0.073
営業費(100万円)		0.91~12.42	1015.5	0.049
運賃収入 (100万円)		0.65~8.24	848.1	0.055
営業収入 (100万円)		5.92~41.14	1264.6	0.213
単年度収支 (100万円)		1.85~36.37	1453.7	0.188
累積赤字 (100万円)		2.65~11.61	1403.8	0.062

注) 誤差率は、昭和41~51年の間の最大値・最小値の絶対値

今年度累積赤字(黒字) = 前年度までの

累積赤字(黒字) + 赤字(黒字)増加レート

赤字(黒字)増加レート = 単年度収支

4. モデルの検証

以上のモデルによって昭和41~51年度までの11年間について事後的予測を行なった。ファイナル・テストの結果を誤差率、Theilの平均平方予測誤差(RMS)、不平等係数(U)でみるとつぎのとおりである(表1)。

GRPから運賃収入までの変数および累積赤字の誤差率はおおむね10%以内、Uも1/100のオーダーでありかなりよくフィットしているが、問題は営業収支、単年度収支になると誤差が累積し、誤差率5~25%、Uも0.2~0.3となる。しかしながらこれらもグラフでみると傾向はかなりの確にとらえており、とくに転換点はよく追跡できている。

以上から、安全側でみて、各年度については収支がプラスになるかマイナスになるか、それらはいかなりの誤差を見込んで大きい小さいかという程度にとどめ、5年、10年の累積赤字(または黒字)を主としてみていくという使い方であれば、このパイロット・モデルは十分有効で信頼するに足りると考えられる。

5. 将来予測

以上で準備ができたので、いよいよ与件変数および政策変数といった外生変数ならびに目的変数を明らかにし将来予測を行なうこととする。ここでは、国家的レベルでの変数および行政機関レベルの変数を与件変数とし、企業レベルの変数を政策変数としたものを基本とし、さらに興味ある政策としてバス平均速度を(実現は非常に困難であろうが)何らかの方法でコントロールできるとした場合のシミュレーションを行なった(期間51年~60年)

(1) 与件変数

① 都内世帯数

既存の資料等により、昭和55年3907(1000世帯)60年4003(1000世帯)などとした。

② 区部就業人口

同様に、昭和55年6143(1000人)、60年6296(1000人)などとした。

③ 区部道路面積

公的な予測がないので、昭和55年8万2486km²、昭和60年8万6840km²と推定した。

④ 乗用車保有利用費用

先の回帰式の通り、本モデルではこの費用はバス運賃との相対価格としてのみ必要であるので、政策変数バス運賃の項で述べる。

(2) 政策変数

① バス路線延長

事業規模を拡大するか、縮小するかである。拡大政策は51年度(832km)を初年度として、60年まで毎年15km延長し、967kmに、縮小政策は同

様に減少して697kmになるよう設定した。

② バス運賃

バス運賃が自動車費用に比べて相対的に割高になる場合(「高」)、現状並み(「中」)、相対的に割安になる場合(「低」)の3通りを設定する。

年度 ケース	51	52 (改定)	53	54 (改定)	55	56 (改定)	57	58 (改定)	59	60
	平均運賃(円)	71.4	91.9	91.9	122.4	122.4	153.0	153.0	187.9	187.9
高	71.4	91.9	91.9	122.4	122.4	153.0	153.0	187.9	187.9	187.9
中	60.8	78.2	78.2	104.2	104.2	130.3	130.3	160.0	160.0	160.0
低	52.6	67.7	67.7	90.2	90.2	112.7	112.7	138.4	138.4	138.4

③ 生産性

サービス・レベル(バス利用の便利さ)を変化させ、バスの乗車効率を変える。バス台数のディシジョン・ルールとしてつぎの2つの意思決定を行なう。

(ピーク時)

○生産性小(サービス・レベル高)

	待時間	混雑度
収支赤字の場合	4分	1.5倍
収支黒字の場合	3分20秒	1.35倍

(ピーク時)

○生産性大(サービス・レベル低)

	待時間	混雑度
収支赤字の場合	4分30秒	1.75倍
収支黒字の場合	4分	1.5倍

④ 人件費節減の内部努力

ここでの人件費節減努力とは、先に計算された値に対し、10年後に職員数で3%減、1人当たり平均人件費で20%減(給与曲線の是正)を達成することを目途として、毎年一律に減少させていく方策をとることとする。

⑤ バス平均速度

以上とは別に、何らかの方法で、昭和51年度のバス表定速度12.23kmが、将来とも維持できる場合も検討する。

(3) 目的変数

- ① 都営バスの損益的収支、累積赤(黒)字
- ② 停留所までの時間+バス待ち時間 (door-to-bus-time)
- ③ バス内混雑度

6. シミュレーション結果の検討

(1) ケースと結果

ケースは、運賃について3通り、路線延長・人件費節減努力・生産性(乗車効率)のそれぞれについて2通り、計24通りのシミュレーション・ケースを基本とし(ケース1~24)、それにバス平均速度維持政策の場合(運賃は「中」に固定)8ケースを加え、計32ケースについて検討する。政策・結果の集約表はつぎのとおりである(表2)。

(2) 検討1(ケース1~24)

- ① 累積赤字が大幅に増加するケース
1, 3, 4, 7, 8, 11, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24
- ② 51年度時点の累積赤字額をほぼ維持するケース
5(やや増), 9(やや減)
- ③ 累積赤字が大幅に減少するケース
2(1/2程度), 13(1/3程度)
- ④ 赤字を解消またはほとんど解消するケース
6, 10, 14(この場合だけプラス余剰)

これらを先のケース設定条件と合わせてみるとつぎのことがいえる。

①グループのうち単年度の損益的収支が10年間1度もプラスに転じない3, 4, 7, 8, 11, 12, 15, 16はいずれも料金が「低」に設定されており、料金がこのように設定されると、ここで用いる他のどのような政策をとっても単年度収支をプラスになし得ない。

○料金を「中」に設定した場合は、他に用いる政策いかんによって黒字転換の可能性が変わる。単年度収支がプラスに転じない17, 19, 21, 23は人件費の節減(職員数削減および1人当たり人件費の圧縮)の努力を行なわないケースであり、このときは他の政策(路線の長短, 生産性の大小)にかかわらず黒字に転換しない。

表 2

ケース	政 策				主 な 結 果			
	バス 料金	路線	人件費	生産性	累積赤字増 (100万円)	黒字転 換回数	混雑度 (平均)	door-to- bus-time (分)(平均)
1	高	長	現行	小	20,330	3	1.22	8.99
2	"	"	減少	"	-22,250	8	1.17	8.83
3	低	"	現行	"	138,900	0	1.33	9.33
4	"	"	減少	"	92,400	0	1.33	9.33
5	高	短	現行	"	420	5	1.34	9.07
6	"	"	減少	"	-41,620	8	1.30	8.99
7	低	"	現行	"	122,900	0	1.47	9.40
8	"	"	減少	"	78,700	0	1.47	9.40
9	高	長	現行	大	-1,080	3	1.35	9.44
10	"	"	減少	"	-44,880	8	1.33	9.34
11	低	"	現行	"	127,800	0	1.42	9.65
12	"	"	減少	"	82,600	0	1.42	9.65
13	高	短	現行	"	-14,990	6	1.46	9.43
14	"	"	減少	"	-59,080	8	1.46	9.43
15	低	"	現行	"	119,600	0	1.51	9.52
16	"	"	減少	"	75,700	0	1.51	9.52
17	中	長	現行	小	79,200	0	1.33	9.34
18	"	"	減少	"	43,690	2	1.27	9.10
19	"	短	現行	"	63,000	0	1.46	9.41
20	"	"	減少	"	27,880	2	1.38	9.16
21	"	長	現行	大	68,200	0	1.41	9.65
22	"	"	減少	"	28,760	2	1.37	9.37
23	"	短	現行	"	60,000	0	1.50	9.52
24	"	"	減少	"	17,760	4	1.47	9.44
25	"	長	現行	小	45,190	2	1.46	8.81
26	"	"	減少	"	2,240	6	1.42	8.70
27	"	短	現行	"	42,520	2	1.49	8.64
28	"	"	減少	"	-830	6	1.45	8.57
29	"	長	現行	大	27,990	4	1.60	9.16
30	"	"	減少	"	-18,100	6	1.60	9.15
31	"	短	現行	"	27,870	4	1.61	8.89
32	"	"	減少	"	-18,200	6	1.61	8.89

注) 1. 累積赤字増は、昭和51年度の累積赤字額に対する60年度末の
その増減

2. 51年度 混雑度1.51, door-to-bus-time 8.76(分)

○単年度収支が1度もプラスに転換しないケースは、またこれらのケースに限り、10年間を通じて人件費>運賃収入が成り立っており、「異常」ケースということが出来る。またこれらは一般に利息支払額が大きくなっており、利息支払→累積赤字増→利息支払の悪循環に陥っている。

○以上をまとめると、まず料金設定を「中」また

は「高」にすることが黒字転換のための必要条件として不可欠であり、料金「中」の場合はさらに人件費節減が必要条件である。

○結局この①のグループは、1度は黒字に転換するケース(1, 8, 20, 22, 24)も含めて、いずれも累積赤字を増加させる。

つぎに②~④のグループを検討するが、全体的にみてつぎのことがいえる。

○累積赤字を増加させないためには料金を「高」に設定することが大前提である(ただし必要条件。内部努力のまったくないケース1参照)。

○料金を「高」にし、人件費節減努力を行ない、路線を縮小し、生産性を上げるという経営にとって最もよい条件のとき、昭和60年にして累積赤字を解消し、余剰を出すことも可能である(ただしサービス・レベルはかなり悪くなる。ケース14)。

○料金「高」で人件費節減の内部努力さえすれば混雑度を抑え、door-to-bus-timeを短くし、かつ累積赤字を半減できる(ケース2。このケースがまた最もサービス・レベルが高い)。

○内部での人件費節減努力による効果の差をみるために、5-6, 9-10, 13-14を対照すると、赤字減少

の度合はもちろん違いますが、それに加えて人件費節減努力をする6, 10, 14は、そうでない5, 9, 13に比べて、わずかではあるが、いずれもサービス・レベルまで改善されている。

○以下②~④の各グループごとに検討する必要があるが、紙面の都合上割愛する。結局、累積赤字解消の程度について②, ③, ④のグループのどれを

選ぶか、つぎにその中で、赤字解消の程度とサービス・レベルの改善とがおおむねトレード・オフの関係にあるところから、どのケースを選ぶかの政策判断が必要となることだけを指摘しておく。

(3) 検討 2 (ケース17~32)

バス速度維持政策は、朝・夕のラッシュ時間帯(7:30~9:30, 17:30~18:30の3時間)に、バス速度を51年度の実績である 12.23km/h に維持したときのモデルである。

○バス乗客数の減少をくいとめる効果は、料金の設定いかんより、バス平均速度維持政策の効果が顕著である。

○料金「中」でも企業内部での努力とあいまってケース28, 30, 32でみられるように、累積赤字の減少効果がみられる。

○累積赤字減少効果は、ケース22—30, 18—26, 21—29で効果が大きく、19—27で効果が小さい。すなわち路線延長の長いほうが、バス速度維持政策の累積赤字減少におよぼす効果は大きい。

7. 結 語

以上、非常に大まかであるが本パイロット・モデルのビルディングおよびインプリケーションを概観したが、さらに細かくみていくと興味深い結論が導き出せるはずである。

詳しいことは省略するが、実は「東京都交通局財政再建計画」(51.10東京都交通局)が実施されるとすると、時期的にやや異なるが、その妥当性、実現性は、このモデルでも裏づけられている。すなわち料金を適切にアップし(ここでは料金を「中」に設定し)しかも人件費節約の内部努力をすれば、ケース20以外でもケース18, 22, 24で示

されるように遅かれ早かれここ3~4年のうちに黒字に転換することが示される。

「解答」は比較的簡単であるが、それに至る過程での公的政策と企業者側の考え方の相違、労使関係の問題など、その実現の具体的なプロセスを政策担当者がどう乗り越えるが、實際上最も重要な問題であろう。

8. おわりに

本モデルは、交通システムに関する他のSDモデル(運輸省モデル、東京都都市群交通委員会モデル、交通安全対策室モデルなど)の間隙を埋め、それらとともに交通トータル・モデルのサブ・モデルを指向してビルディングしたものである。

したがって、システムの範囲をかなり限定したために、トータル・システムの中での相互関係について考察が十分でないという限界がある。

さらにこのモデルには明示または黙示的な多くの仮定がある点、モデルをできるだけコンパクトにした点、モデル・ビルディングに実務担当者が参加していない点などのため、精緻さについて問題は数多くある。

しかし、近時大きな課題となってきたエネルギー問題を受けて大都市交通システムにおける大量輸送機関の役割はとみに重要性を増すと思われるが、交通事業経営問題を含む広い現実の交通政策立案の一助としてこのパイロット・モデルを提示し、今後の研究の発展に努力し、また期待する次第である。

なお、以上の見解については、昭和53年度筑波大学経営・政策科学研究科における私個人の研究の結果であることをお断わりしておく。