

図 7 (a) 初期濃度 :  $B=0.01$ 、 $P=0.001$ 、 $C=0.001$   
 $S=0.0001$ 、 $R=0.00001$  (単位は [mg/l])

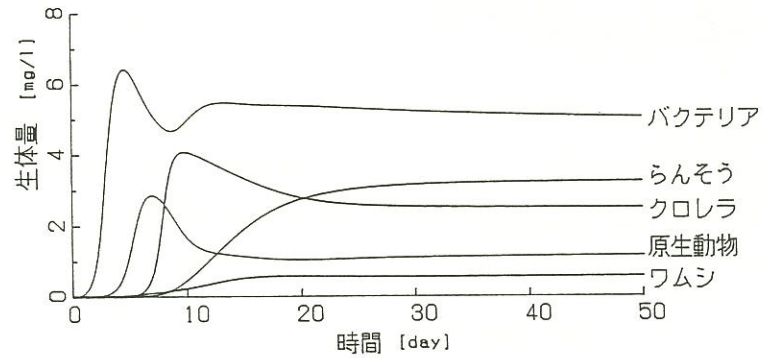


図 7 (b) 初期濃度 : 全て  $0.01$  [mg/l]

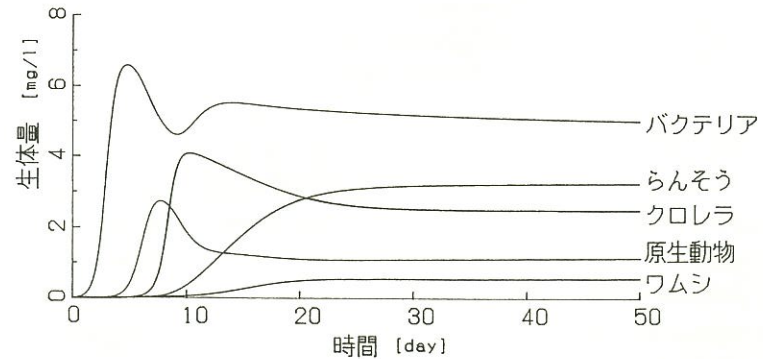


図 7 (c) 初期濃度 :  $B=0.01$ 、 $P=0.0027$ 、 $C=0.0067$   
 $S=0.0087$ 、 $R=0.002$  (単位は [mg/l])

《論文》

タクシー業界の需要分析と経営計画シミュレーション

Demand analysis of taxi industry and Management planning simulation

鈴木 信幸

Abstract

In researching an effective resources allotment and total management system for taxi industry, we ought to consider a long range and synthetic planning. It will be define a pre-step decision making to think out any substitutable corporate strategies.

That's to say, this paper pay attention to a taxi demand which is attached much importance in management planning process, as referring to some simulations results about taxi max-demand, taxi supply, number of drivers, total of taxi-drive km which include passengers ride and not ride, total of taxi-drive km which passengers ride on actually, and produce some beneficial dynamic intelligences to a lot of management problems in taxi industry that should be made a decision feasibly.

<キーワード> 需要分析、経営計画、意思決定情報

明治大学情報科学センター

はじめに

タクシー業界の効率的な経営資源配分や全社的な管理システムを検討するとき、長期的かつ総合的な経営計画が必要となる。つまり、これらの立案過程で最も重視されるタクシー需要に着目し、意思決定が要請される多くの重要課題に有益となるダイナミックな情報を提供することが本論の目的である。そして、この目的を達成するために、いくつかのモデル・シミュレーションが実施される。

1. タクシー業界の現状分析

タクシーという輸送形態は、ビジネス活動上の移手段、目的地までの個人的なアクセス手段、深夜時間帯における帰宅手段など大きな社会的役割を果たしており、自家用自動車の普及率が高くなったとは言え、国民の日常的な「足」として十分に機能している。むしろ最近では、タクシー業界内の競争激化やその他輸送機関との利用者獲得競争を背景に、いくつかの積極的なタクシー輸送強化策（タクシー乗り場の改修、無線連絡の徹底、禁煙車の営業、バスや電車の輸送不備地域の重視、運転手の接客訓練）が実施されている。

そこでタクシー業界の輸送実績に目を向けてみると、特に平成3年度の場合、輸送人員は減少しているものの、営業収入や実車率（実車率＝お客を乗せて走行している実車キロ÷タクシーの1日走行キロ×100）は増加している（表1を参照）。この輸送実績の背景には、「バブル経済」と呼ばれた好況期の持続、タクシー料金の値上げ、タクシー業界の経費節減効果など複数の要因が指摘される。

表1 タクシー（ハイヤーを含む）の輸送実績

| 平成<br>年度 | 車<br>両<br>数 | 走<br>行<br>キ<br>ロ | 輸<br>送<br>人<br>員 | 営<br>業<br>収<br>入 | 実働1日1車あたり        |                  |                  | 実<br>働<br>率 | 実<br>車<br>率 | 1乗<br>人車<br>平キ<br>均口 | 国年<br>民間<br>1利<br>用当<br>回数 |
|----------|-------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------|-------------|----------------------|----------------------------|
|          |             |                  |                  |                  | 走<br>行<br>キ<br>ロ | 輸<br>送<br>人<br>員 | 営<br>業<br>収<br>入 |             |             |                      |                            |
| 1        | 256,792     | 19,230           | 3,301            | 25,821           | 234              | 40               | 31,425           | 87.9        | 51.3        | 4.8                  | 26.9                       |
| 2        | 259,589     | 19,348           | 3,223            | 26,808           | 237              | 40               | 32,853           | 86.4        | 53.3        | 4.9                  | 26.2                       |
| 3        | 257,839     | 19,755           | 3,177            | 27,570           | 241              | 40               | 33,628           | 86.2        | 54.5        | 5.1                  | 25.7                       |
|          | (台)         | (100万)           | (100万)           | (億円)             | (千)              | (人)              | (円)              | (%)         | (%)         | (千)                  |                            |

また、安全で快適な輸送サービスの提供を使命とするタクシー業界には2つの経営計画案が提示されており、1つは業界側が主導的に検討する料金自由化と減車政策の案、もう

1つは行政側が主導的に検討する料金値上げと増車政策の案である。この代替的な計画案が成立するのは、双方が異なる需要予測値を見積もっているからであり、そこから以下のようなシナリオが描写される。

- (1) タクシー需要の価格弾力性は1より小であると考えられるため、営業収入は料金の値上げによって増大する。しかも弾力性が小さいために料金の高低を理由とした需要の変化は少ないであろう。
- (2) タクシーの減車は実車率の上昇に寄与する反面、利用者がタクシーを捕まえにくくなる恐れがあり、ますます実車率を下げることも予想される。その結果、タクシー本来の輸送サービス機能が低下し、生活者に代替交通機関の利用を助長するかもしれない。
- (3) タクシーの供給増加は、利用者に対する輸送サービスの拡大につながるが、運転手を確保する難しさや営業車保有費用を考えると、タクシー業界の経費削減方向に逆行するかもしれない。

一般的には、企業の経営戦略を具体化する前段階的意思決定を経営計画と定義することが通例かと思われ、そのためにはタクシー需要の変化をはじめとする多くの業界内包的不確定要因を検討することが不可欠と言える。したがって、特に需要の予測値と採択計画案との相互的な関連性を分析することが経営計画段階での重要な意思決定課題であると思われる。

2. 本論のタクシー・モデル構造

本論は「流しタクシー」に注目することを前提とし、これに対するタクシー需要は都市生活のさまざまな場面から生じる需要家の移動欲求が諸種の制約を受けながら実現したものと理解する。そして、その潜在需要が満たされるかどうかの問題は常に不確定とされている。さらに、満たされない需要はその時に利用可能な他の代替交通機関によって満たされることを前提とする。しかし、タクシー需要が満たされない確率はポアソン分布に従うと考えられ、その事象確率の平均値が安定している限り、タクシー利用者の潜在需要水準は維持される。もし、タクシーの供給不足を理由とした未充足の潜在需要が増大するなら、タクシー供給の増大とタクシー需要の減退が長期的なタイム・ラグを持って進行することになる。つまり、タクシー利用に対する需給調整メカニズムには時間的な微調整が内在化されているのであり、そこには常に不均衡状態を抱える動的調整過程が展開されると指摘され得る。

本論のタクシー・モデルは5つのセクタ（運転手、潜在需要、タクシー供給、需給マッチング、外生要因）から構成され、大きく2つのフロー・ダイアグラムを通じて説明される（図1を参照）。



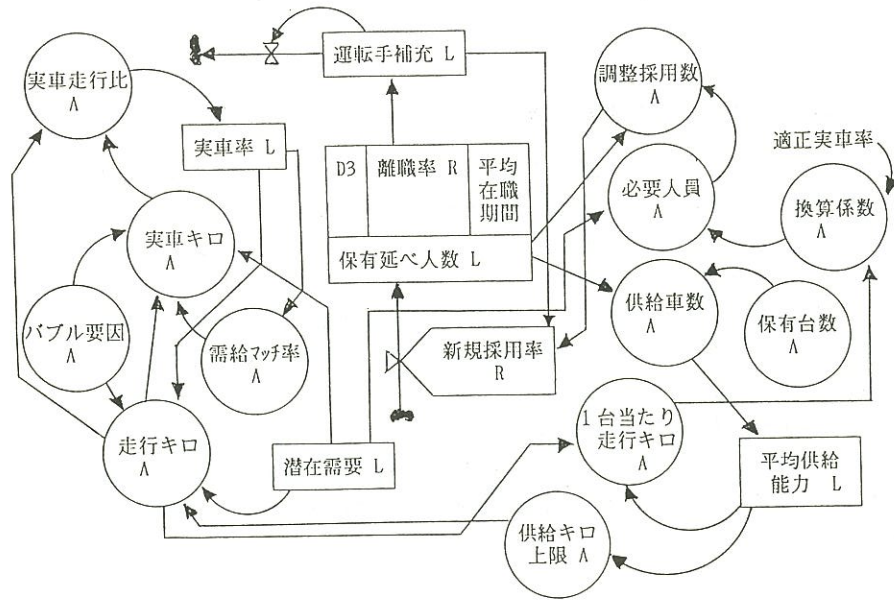
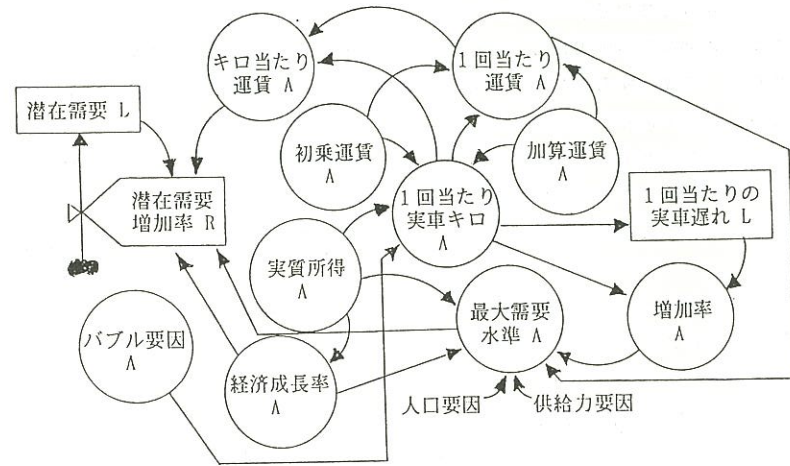


図1 フロー・ダイアグラム

図1上図の場合、マクロの経済指標である実質所得や経済成長率、タクシー業界に特有の利用運賃や供給力を用いながら、どのようにして潜在需要が決定されるのかを明示している。

- (1) タクシーの潜在需要とは、生活者が1年間にどの程度のタクシー移動距離(実車キロ)を要求しているのかを指標化したものである。この欲求水準は、さまざまな要因の影響を受けて増減する。この潜在需要水準を増減させる要因は潜在需要増加率として表現され、需要量の流れを調節するバルブに結び付けられる。
- (2) 潜在需要増加率は、経済成長率に伴う実質所得の上昇から増大する一方、タクシー利用のキロ当たり運賃の値上げによって減少する。それと同時に、タイム・ラグを伴いながらタクシーの最大需要水準に対して調整的役割を果たしている。
- (3) タイム・ラグを持つ潜在需要の調整的変動部分は、ロジスティック曲線に従うものと考えられ、次の方程式で表現される。

$$\text{潜在需要増加率} = (\text{最大需要水準} - \text{潜在需要}) \times \text{潜在需要} / \text{調整期間}$$

- (4) 生活者自身が潜在需要を調整すると考えるとき、その都市の規模とタクシーの輸送実績(実車キロ)を相等しくするには、どの程度の最大タクシー需要を見込めばよいのかをタクシーの最大需要水準は示している。したがって、タクシーの最大需要水準は、生活者のタクシー需要を物理的に処理するタクシー供給力に制約されながらも、都市規模の拡大・縮小による増減効果、利用者1回当たりのタクシー移動距離増加による増大効果、タクシーの利用1回当たりの実質的なコスト低下による増大効果から調整される生活者主体のタクシー潜在需要と表現される。

- (5) タクシー利用者が自ら決める利用1回当たりの移動距離の平均は、実質所得が上昇したときは伸びるだろうが、タクシー利用運賃の上下変動によっても伸縮する。つまり、タクシーの初乗り運賃が高くなれば、長距離乗車の方が移動距離単価が安くなるので、1回当たりのタクシー実車キロは伸びることになる。また乗車距離による加算運賃が高くなれば、利用者は短距離乗車を選択するようになるので、1回当たりの実車キロは減少することになる。

- (6) タクシー利用者の1回当たり運賃と1キロ当たり運賃は次式で表現される。したがって、利用者の1回当たり実車キロが増加すれば、1回当たり運賃の方は上昇するが、1キロ当たりの運賃の方は低下する(ただし、初乗り運賃 > 2倍の加算料金の場合に限る)。

$$1 \text{ 回当たり運賃} = \text{初乗り運賃} + (1 \text{ 回当たり実車キロ} - 2 \text{ km}) \times \text{加算運賃}$$

$$1 \text{ キロ当たり運賃} = 1 \text{ 回当たり運賃} / 1 \text{ 回当たり実車キロ}$$

- (7) 現実的に運賃改訂が行われなくとも、運賃がタクシーの最大需要水準や利用者の1回当たりの実車キロに及ぼす影響は変化する。例えば、一般物価水準の上昇期にタクシー利用料金が据え置かれるなら、それは実質的に運賃が値下げされたことと同じ効

果を発生させる。また、初乗り運賃の値下げは、タクシー1回当たりの実車キロを短くさせるが、加算料金の値下げは1回当たり実車キロを伸長させる。そのため、タクシー利用1回当たりの運賃値下げは最大需要水準を増大させるように機能する。しかし、物価水準の上昇は実質所得の低下をも意味するので、この理由からタクシー利用者の1回当たり実車キロは短くなると考えられ、結果として、最大需要水準は低下するとも予測される。

次に図1下図の場合、タクシー利用の潜在需要と運転手の雇用問題等を含んだタクシー供給力の関係が示されている。

- (1) タクシー1台当たりの走行キロと適正実車率(タクシー業界の算出値)を掛け、そこから算出された積の逆数と潜在需要を掛けた値がタクシーの必要台数となる。
- (2) タクシーの必要台数分だけ運転手が必要となるわけだから、現時点における保有人員をこの必要人員水準に調整すべく、タイム・ラグを伴いながら新しい運転手が補充される。また必要人員の調整・補充に関しては、運転手は平均在職期間をもって離職すると考えられるため、この離職者数分をも新規に補充する必要がある。
- (3) タクシーの供給台数は、保有人員数またはタクシー保有台数のいずれか小さい値と一致するように決定される。つまり、運転手の人数分しかタクシーを供給できないと同時に、保有する台数分だけしかタクシーを供給できない制約がある。そして、このタクシー供給台数のある期間にわたって平滑化したものを平均供給能力として表現する。
- (4) 利用者のタクシー需要とタクシー業界の供給力が一致するかどうかを表現した需給マッチ率は、時間的な変動を伴いながら、タクシーの潜在需要とタクシーの1日当たり走行キロの双方から影響を受ける1回当たりの実車キロを基準に決定される。

表2 基本出力表

| TIME | HOYU<br>JISKL                | SOKO<br>JSHI                 | KYOQ<br>UNSH                 | SHASU<br>HXJ                 | JUYOS<br>HEJKL               |
|------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 0.00 | +8.35600E+03<br>+1.29517E+03 | +2.46600E+03<br>+5.21156E-01 | +7.98700E+03<br>+4.59511E+05 | +7.98700E+03<br>+1.28654E+03 | +1.32300E+03<br>+5.04641E+00 |
| 1.00 | +8.13631E+03<br>+1.29348E+03 | +2.47762E+03<br>+5.22065E-01 | +7.98700E+03<br>+4.62268E+05 | +7.98700E+03<br>+1.33498E+03 | +1.31446E+03<br>+5.00631E+00 |
| 2.00 | +8.18770E+03<br>+1.32363E+03 | +2.51653E+03<br>+5.25976E-01 | +7.98700E+03<br>+4.72827E+05 | +7.98700E+03<br>+1.35918E+03 | +1.34474E+03<br>+5.12652E+00 |
| 3.00 | +8.16882E+03<br>+1.32860E+03 | +2.54356E+03<br>+5.22340E-01 | +7.98700E+03<br>+4.84344E+05 | +7.98700E+03<br>+1.36099E+03 | +1.34779E+03<br>+5.14257E+00 |
| 4.00 | +8.17165E+03<br>+1.34399E+03 | +2.56936E+03<br>+5.23093E-01 | +7.98700E+03<br>+4.89729E+05 | +7.98700E+03<br>+1.37442E+03 | +1.36304E+03<br>+5.18323E+00 |
| 5.00 | +8.13328E+03<br>+1.34362E+03 | +2.58061E+03<br>+5.20659E-01 | +7.98700E+03<br>+4.99392E+05 | +7.98700E+03<br>+1.37271E+03 | +1.36069E+03<br>+5.20005E+00 |

DT= .05 LENGTH= 5 PRTPER= 1 PLTPER= .05

5.000

### 3. シミュレーション結果

図2には、東京地区の管轄運輸局に関連したタクシー最大需要水準、タクシー供給力、保有人員数、タクシー走行キロ、タクシー実車キロのシミュレーション結果が示されている。X軸には、1993年を起点とする経営計画案を評価するため、シミュレーション期間として5年の幅が刻まれている。またY軸のプロット・レンジの関係上、各変数の微妙な時間変動を読み取ることは難しい。したがって、本論の目的に従いながら、これらの変数に関する変動プロットを検討する(図2から図6を参照)。

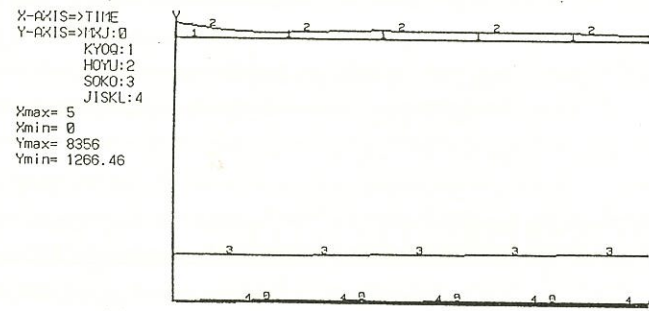


図2 基本シミュレーション

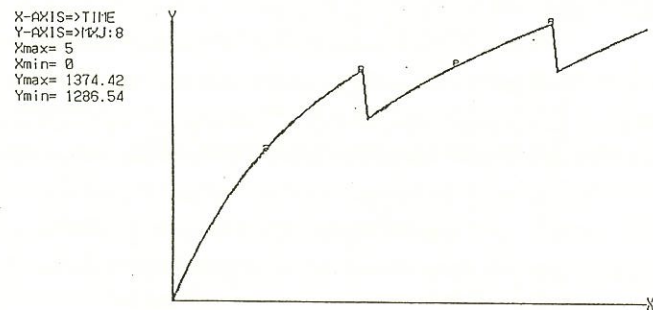


図3 最大需要水準



X-AXIS=>TIME  
 Y-AXIS=>HOYU:0  
 Xmax= 5  
 Xmin= 0  
 Ymax= 8356  
 Ymin= 8133.28

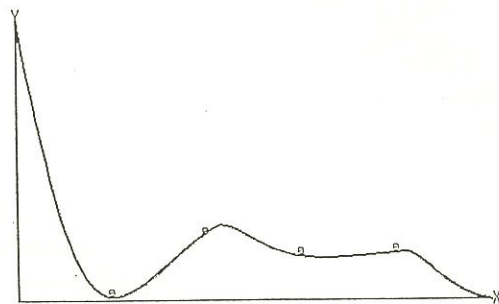


図4 保有人員数

X-AXIS=>TIME  
 Y-AXIS=>UNSH:7  
 Xmax= 5  
 Xmin= 0  
 Ymax= 500004  
 Ymin= 452769

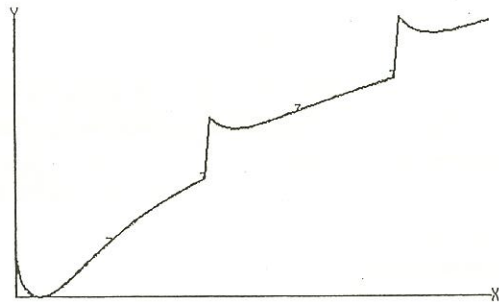


図5 運送収入

X-AXIS=>TIME  
 Y-AXIS=>JSHI:6  
 Xmax= 5  
 Xmin= 0  
 Ymax= .526003  
 Ymin= .512215

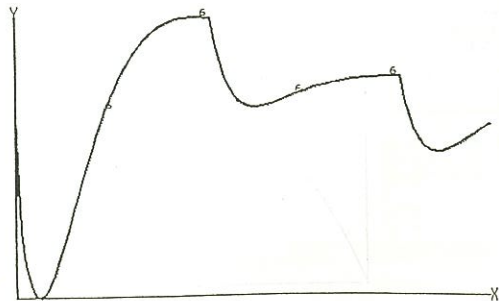


図6 実車率

第1は最大需要水準と保有人員数の関係である。タクシーの最大需要水準は、タクシー需要家が生活する都市の規模、タクシーの物理的供給力、タクシー1回当たりの移動距離、タクシー利用コストの影響を受けながら増減する。したがって、タクシーの供給力は一定という制約を踏まえると、最初の2年間程度は都市生活者の人数規模の拡大、経済成長率の上昇、経済活動範囲の拡大、レジャー需要、都市生活者の移動欲求の高まりなどを背景に、逡減的ではあるが上昇カーブを描くように推移する。また、タクシーの最大需要水準は2年という周期変動を持って需要水準の極端な落ち込みと緩やかな上昇カーブを繰り返しており、長期的には上昇トレンドを刻むと予測される。運転手の保有人員数は、バブル経済の崩壊を理由とした人員調整、職業的魅力が相対的に劣ることなどを理由とした新規労働者の補充採用難を背景に、今後の1年間は急激に減少する。しかし2年目には、タクシーの最大需要の上昇カーブと連動しながら保有人員数も増加傾向を示すようになる。そして、最大需要の落ち込み時期と微妙なタイム・ラグを持ちながら人員調整が続けられる。以上から、今後の長期的なタクシー需要の伸びと輸送サービスの安定供給を可能とするような人員数確保の問題が重視される。

第2は最大需要水準と運送収入の関係である。タクシー業界の運送収入は、景気の落ち込みや好況期の投資償却などを理由に最初の3ヶ月程度は著しい減少カーブを描くが、収入額が底をついた後は、最大需要水準の伸びと連動するような形で右カーブを描き出す。そして、上述した最大需要水準の2年周期変動に微妙なタイム・ラグを持ちながら、運送収入の急激な伸び、運送収入の緩やかな逡減調整期、運送収入の上昇期が繰り返される。つまり、長期的には上昇傾向を取ると予測されるタクシーの運送収入ではあるが、最大需要の落ち込みに比して運送収入があまり減少しないのは、時間的なズレを持ちながらも、需要の落ち込み時期に保有人員の削減と走行距離の減少調整などを実施しているからだと思われる。したがって、約2年周期で訪れる運送収入の逡減カーブの傾斜角をいかにして緩やかにしていくか、また利用運賃の値上げ（初乗り運賃と加算運賃の関係）による収入増をどのように見積もるかといった問題が重視される。

第3は最大需要水準と実車率の関係である。タクシーの実車率は、初めの3ヶ月程度は経済活動の停滞や利用者の実質所得の低下などを理由に急激に落ち込むが、その後は利用者の選択に依存するタクシー移動距離の伸長、走行距離の増加に伴うタクシー発見機会の増大、タクシー業界のサービス向上などを背景に幅の狭いS字カーブを描き出す。そして最大需要水準の2年周期変動に遅れを取りながら、実車率の急減、いく分かの実車率上昇、実車率の頭打ちとその後の急減が繰り返される。しかし、タクシー業界側が経験的に考える望ましい実車率は52.5%と算出されており、本論から理解された最大需要水準のシミュレーション結果は注目に値する。したがって、業界内部で考案したタクシー利用促進案の現実的な実施が不可欠であると同時に、本論で定式化された利用運賃、実質所得、物価水準などの経済的制約条件にも配慮していくことが必要となる。

### まとめ

本論のモデルからシミュレートされた結果として、紙面の都合上、ここでは大きく3つのパターンが取り扱われた。もちろん、さらに多くのシミュレーション分析が実施できるわけだが、ここで検討されたいいくつかの結論が、何らかの形で将来的なタクシー業界の経営計画に役立てられることを本論は希求する。また論を閉じるにあたり、本論から派生する今後の検討課題として、タクシー業界の経営計画立案に必要な各種データの収集、新しいデータを取り込んだモデルの再構築、新構築されたモデルの現実妥当性の検証などが指摘される。

### 〈参考文献〉

後藤幸男、小林靖雄、宮川公男、『経営学を学ぶ』、有斐閣、1990年  
 (財)交通協会 [編]、『交通年鑑平成5年度版』、(財)交通協会、1993年  
 小林健吾、『販売予測の知識』、日経文庫480、日本経済新聞社、1993年  
 Michael E. Porter, 'Towards a Dynamic Theory of Strategy', **Strategic Management Journal**,  
 Vol.12, 1991, pp95-117.  
 宮川公男・小林秀徳、『システム・ダイナミクスー経営・経済系の動学分析ー』、  
 日経流通新聞、1993年4月1日号  
 日経流通新聞、1993年6月19日号  
 フィリップ・コトラー、村田昭治 [監修]、『マーケティングマネジメント第4版』、  
 プレジデント社、1991年  
 鈴木信幸、『JSDリサーチレポートNo4ータクシー業界の意思決定課題と需要構造  
 シミュレーションー』、国際システムダイナミクス学会日本支部、1993年  
 千種義人、『経済学入門』、同文館、1989年  
 運輸省運輸政策局 [監修]、『平成4年版都市交通年報』、(財)運輸経済研究センター、  
 1992年  
 運輸省運輸政策局情報管理部 [編]、『運輸経済統計要覧平成4年版』、  
 (財)運輸経済研究センター、1992年  
 白桃書房、1991年  
 占部都美、『改訂経営学総論』、白桃書房、1990年

### 付記

本論文を作成するにあたり、小林秀徳先生(中央大学総合政策学部教授)より多大なご指導を頂きました。この場を借りて謝意申し上げます。

この論文は複数のレフェリーの審査を受けたものです

### 《論文》

## リサイクルにおける行政・住民の役割

### The function of administration and citizens in the paper recycling system

松本 安生

### Abstract

This study uses a system dynamics model to examine the function of administration and citizens in the paper recycling system. Recently, the paper recycling system has changed into the one based on the ecological interests of citizens instead of the economical interests of traders.

The model is developed by the macro data of Japan for 1982-1990 to describe the interdependent of these (citizens, traders and administration). The model consists of those three sectors and contains 59 equations. The model is then applied to the forecasting up to 2002 and the identification of the best policies.

The several simulation studies shows that it is impossible to maintain the high rate of the used-paper collection, if the decrease continues in the traders for the collection. Therefore the promotion of public recycling is important policy.

<キーワード> 紙リサイクリング・システム、住民協力、公共リサイクル、SDモデル

東京工業大学大学院 社会工学専攻