

交通計画とマーケティング科学アプローチ

屋井 鉄雄

1. はじめに

海外旅客の需要から休日の観光・レジャー需要まで、またこれらに応じた国際空港整備から観光地の道路網整備まで、交通計画の分析、計画対象もさまざまな広がりを見せている。しかし、交通施設整備だけでは解決できない計画課題が増すなかで、既存の計画手法では対応できない課題も多く指摘されるようになってきた。

たとえば、①道路交通における需要管理策と市民への協力要請の効果、②地方のバス、鉄道等における創意工夫をこらしたソフトな需要増加策、③ヘリコプターや海上交通等、新しい導入サービスの育成策、④リニア新幹線、VTOL、超音速機など、将来技術の需要予測、⑤道路交通情報、CRS、各種自動化等の新しい技術導入による交通現象の変化予測、⑥今後の交通や生活の質の評価、⑦今後の消費者のライフスタイルや価値意識の分析と公共事業や交通・都市問題に対する市民啓蒙、また以上と関連して、⑧新しい時代の新しい調査・分析技法の確立など、従来にも増して多種多様な課題が考えられる。

これらは、いずれも従来の交通計画手法では対応が難しい。交通計画分野では、需要成長期の量的拡大を前提とするモデル分析技法を発展させてきたが、今後の総量停滞、減少の時代にあってはシェアの減少を量的増加が打ち消せず、予測と現実とのギャップが増すことも容易に想像できる。需要、供給、技術、制度、財源などさまざまな検討が必要になるだろうが、従来の施設計画、空間計画、管理計画等に加え、積極的に、戦略的に交通市場を分析できる交通のマーケティング計画の視点がより重要になると考えられる。本稿では以上の観点から、交通計画上、どのような形でマーケティング・サイエンス（以下MS）のアプローチがかかわりを見せるかについて、現在の研究状況を紹介するとともに将来への期待を示したい。

やい てつお 東京工業大学 工学部 土木工学科
〒152 目黒区大岡山2-12-1

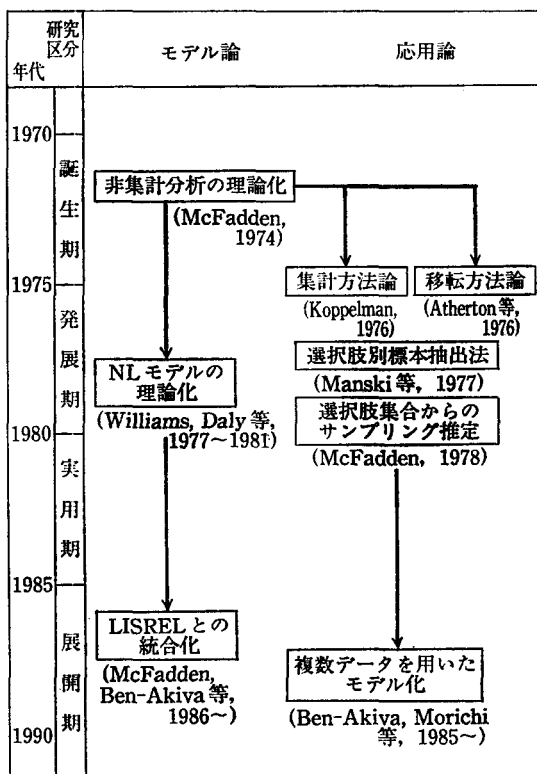


図1 非集計分析の方法論発展の経緯[1]

2. 新しいサービスのマーケットシェア分析

2.1 交通計画における「非集計モデル」

交通計画では、1970年代に非集計モデル（Disaggregate Model）と呼ばれる需要予測方法が確立した。モデル化の簡便さと理論的明快さが広く普及した理由であり、その後、MS分野でも数多くの適用や応用が進められてきた。なかでも、Logit Model はモデルの扱いやすさから最もポピュラーである。図1には非集計モデルの理論的な発展の経緯を示した。わが国の交通計画分野ではすでに実用的に用いられ、都市高速鉄道の免許申請や、空港需要予測、ミニ新幹線の需要予測など、多方面で活用されている。

表 1 商業地選択を表わすロジットモデル
[3]

説明変数	パラメータ	t 値
アクセシビリティ (logsum)	1.075	22.6
大規模店売場面積 (対数) * 大規模店利用ダミー * 郊外ダミー	0.2576	9.51
一般小売店売場面積 (対数) * 一般小売店利用ダミー * 郊外ダミー	0.3819	6.75
駐車場台数 (対数) * 自動車利用ダミー * 郊外ダミー	0.1815	3.47
小売店売場面積 (対数) * 都心ダミー	0.3923	14.4
サンプル数 尤度比	616 0.436	

また、商業地の整備効果や駐車需要を予測するために、非集計モデルによって商業地や駐車場の選択モデルを作成すること等も行なわれる。表1は階層化ロジット (Nested Logit) モデルによって目的地の選択をモデル化した例である。このようなモデルでは通常、自動車や鉄道などによるアクセスのしやすさを LOGSUM 変数と呼ばれる合成効用で表わしている。

一方、MS分野における非集計モデルの適用は、マーケットセグメンテーションを前提に進められてきた。交通計画ではセグメント各層の予測可能性が問題となりがちであるが、一般に短期予測を行なうMS分野ではセグメンテーション自体の将来予測の必要性が低く自由な発想を生かしやすい。なおMS分野で、Aggregate Modelと呼ばれるものは、交通分野でいう「集計モデル」とは異なり、「非集計モデル」をマーケット全体で1つ作成する場合をさす。両分野の研究のスタートラインの相違が現われた例といえよう。

2.2 交通行動研究の発展

交通計画では、非集計モデルの発展と前後して、体系的需要予測手法の原点である4段階推定法から派生したさまざまな交通行動研究の考え方や方法論が登場してきた。図2に示すように、分析データや時間が多様に扱われるようになり、活動分析、パネル分析、動的分析、選択意向分析などが進展した。また、これらに応じて、新しいデータ収集方法である、ダイアリー調査、パネル調査、SP(Stated Preference)調査、パソコン調査[4]等も進められてきた。道路交通における情報提供によっ

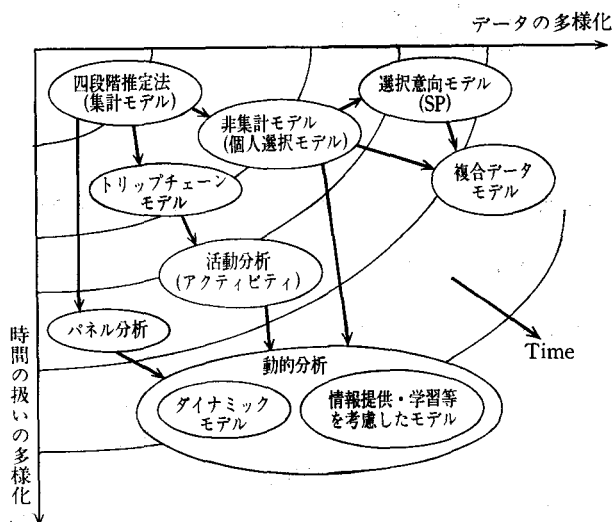


図 2 交通行動分析のアプローチの展開[2]

て各自の経路選択がどのように変化し、また交通量自体がどのように決定されるかを把握することも最近のテーマである。

2.3 選択意向データの最近の活用

新しい交通サービスの予測にあたり、選択実績 (Revealed Preference) データによる非集計モデルには限界があるといわれる。新しいサービスと同質の交通機関が現存しない場合が多いからである。そこで、選択意向データを用いたモデル分析が近年増してきた。MS分野では新製品の導入やモデルチェンジが短期的であることから選択意向データによるモデルを通常用いるが、交通計画分野では10年ほど前から事例はあるものの、データの信用度が低いとの認識から適用があまり広がらなかった。

近年の発展は、後述するように、このような弱点を補強するための方法論展開によるところも大きい。選択意向データの取り方の工夫や、選択実績データや集計量(交通量など)データとの組合せ利用によってモデル化を図り、モデルの説得性を増す工夫がなされている。なお、コンジョイントモデルの適用[5]や選択意向データのさまざまな取り方に応じたモデルの比較[6]なども交通需要分析等で随時進められている。

たとえば、表2は選択意向データをもとに作成した階層化ロジットモデルの推定例である。これをもとに筆者らは以前、首都圏に展開したヘリコプター航空の需要予測を行った。モデルの階層構造は図3に示すとおりである。すなわち、新しく導入されるヘリ航空サービスの

表 2 選択意向データによるモデル化の例([7])

レベル 1 : ヘリコプターとタクシーのモデル			
説明変数		パラメータ	t 値
コスト (円)	共通	-1.226×10^{-4}	-2.11
ターミナル時間 (分)	ヘリ	-4.101×10^{-2}	-4.06
ヘリポートまでの距離 (km)	ヘリ	-3.303×10^{-2}	-1.09
荷物の個数 (個)	ヘリ	-9.086×10^{-1}	-1.93
定数項	ヘリ	2.561	6.70
尤 度 比 0.245 : サンプル数 187			
レベル 2 : (ヘリコプター, タクシー)と鉄道とバスのモデル			
説明変数		パラメータ	t 値
(ヘリ, タクシー) ログサム変数 (H・T)		8.507×10^{-1}	5.55
年収ダミー (千万以上 1)	(H・T)	6.778×10^{-1}	2.81
年齢ダミー (40歳以上 1)	鉄道	-9.409×10^{-1}	-2.96
所要時間 (分)	鉄道	-7.557×10^{-3}	-1.20
ファーストクラスダミー	バス	-1.837	-5.22
乗り換え回数 (回)	バス	-8.007×10^{-1}	-6.08
定数項	(H・T)	-1.046	-4.88
	鉄道	-1.343	-2.41
尤 度 比 0.137 : サンプル数 514			
(H・T) : ヘリコプター, タクシー			

一番のライバルをタクシーと考え、対象とするマーケットは成田空港から出国するエグゼクティブクラス利用の航空旅客とした。その後運航されたシティエアリンク社の需要と照らした結果、予測はあまりはずれていないことがわかった。しかし、決定的な違いも見つかっている。必ずしもタクシーが競合手段ではなかったことと、ビジネス客とは異なるレジャー利用が増していた事実である。これらは当初想定したマーケットとは異なり、事前の分析の難しさと不十分さを示した例ともいえる。

3. マーケットデータの収集方法の発展

大規模調査を行なって交通マーケットを把握する利点は大きい。調査遂行上の問題も指摘されるようになり、今後は量的に大きな調査と質を詳細に調べる調査との統合利用も1つの展開方向と考えられる。パーソントリップ調査、大都市交通センサス、道路情勢調査、交通機関別に行なわれる都市間交通調査等の結果と、別途収集した小規模な質的調査との統合利用の調査論を確立することが望まれる。

非集計分析で登場した、選択肢別調査 (Choice Based

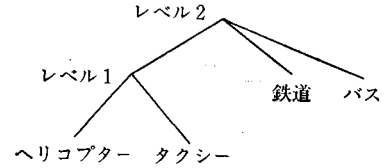


図 3 意識データによるNLモデルの構造 ([7])

Sampling) や選択肢別調査と家庭訪問調査との統合調査である Enriched Sampling等を生かす方法論が、パネル調査、ダイアリー調査、パソコン調査といった調査内容や質を改善する工夫とともに体系化されることも必要である。

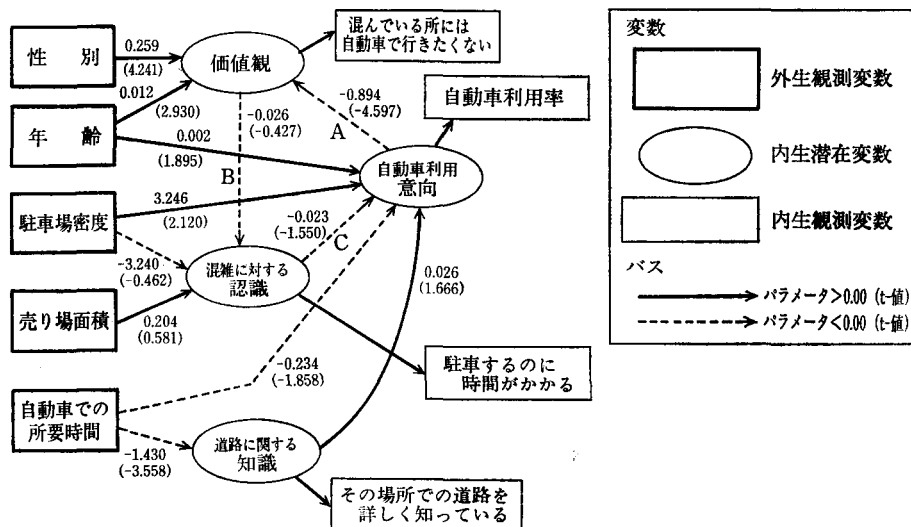
また、たとえば筆者らの提案した非集計モデルのベイズ更新法[8]は、逐次追加される集計量データを用いてモデルパラメータの更新を行うが、先に述べた大規模調査等を用いた統合予測論の1つとしても活用されている。表3は休日の自動車による観光・レジャー交通における経路選択モデル(高速道路か一般道路かの選択)を、既存調査である道路情勢調査の休日データによって更新した結果である。このような方法によれば、基本となるモデルを適用対象に合わせるように随時更新できる。

パネル調査は、スキャナーを用いて商品の購入記録を長期に収集する方法としても知られるが、交通分野では対象とする行動変化がより長期に起こることが多く、通常1年から数年をおいて同一人物に調査する場合が多い。季節変動のある観光・レジャー交通を同一人物に年4回調査する場合なども相当する。西井らのモールドインターセプト調査の回答者に対する追跡パネル調査

表 3 モデルのパラメータ更新の事例([8])

追加データの分布	元の集計モデルのパラメータ	更新されたモデルのパラメータ	
		多項分布	ディリクレ分布
総時間 (分)	-0.00844 (2.13)	-0.0166	-0.0156
総費用 (円)	-0.00201 (5.44)	-0.000154	-0.000121
海沿い距離 (km)	0.0170 (2.44)	0.0124	0.0140
定数項(高速道路)	-0.0888 (0.462)	-0.896	-0.922
尤度比 サンプル数	0.411 557	—	—
追加データ	—	212	212

() 内は t 値



は[9]，非ランダム調査ではあるが，交通調査における新しい試みの1つである．先に，述べた意向調査と選択実績調査との両者のデータを統合利用してモデル作成する方法は森川ら[10]によって開発されている．同一調査票で両者のデータを得て1つのモデルを作成できる点が活用上優れている．

なお、回答率の低下や技術進歩に伴い、従来のアンケート調査を変更する必然性も強まりつつある。近年の米国では調査規模が縮小しプロジェクト対応の電話調査が主流となっているが、わが国なりの新たなシステムを広範囲に模索すべき時期にあると考えられる。その際、MS分野の調査法として展開されたさまざまな工夫も参考になると考えられる。なぜなら、消費者の異質性の問題、ロイヤリティ、ブーム、評判、模倣などといった、従来の交通モデルではとらえきれない現象を扱う必要性も増しているからである。

4. マーケット構造を分析する新しい視点

消費者の潜在的な意識の構造を同定して、交通情報提供の効果や、交通政策に対する協力態度を調べたり、交通サービスや目的地に対する魅力指標を作成する試みが近年進みつつある。これには LISREL などの共分散構造モデルの発展も寄与している。

たとえば、図4では商業地への自動車利用意識の構造化を試みている。このような意識分析を発展させれば、自動車利用の抑制に効果的な施策の検討が利用者の意識の断片を集めることで可能になるかもしれない。また、

行政の広告に対する効果の分析や、交通渋滞や交通環境問題等を含む計画課題に対して、市民啓蒙の可能性なども検討対象に含まれる可能性はある。

一方、図5は、同じ LISREL を応用した例であるが、ここでは商業地の空間的な価値を測るために用いられている。通常のヘドニックアプローチとは異なるが、商業立地や交通需要という要因を、ともに複数のインディケータをもつ連立方程式で表わし、地価そのものからは計測されない潜在的な価値の存在を考察している。居住者や利用者の考える評価と外生的に与えられる地価等とのギャップを調べ、広い意味で交通サービス等の改善影響を知るためにMS手法を活用することがねらいである。

近年の交通分野における LISREL の応用には、森川、佐々木[12]らの研究のように、行動と意識とをつなぐ構造方程式の新しいシステム化を進めている大変興味深い理論研究等もある。また、先の Logit Model を応用したマッピング手法として、LOGMAP[13]が提案されている。これを応用した研究は交通分野にはまだないが、西井ら[14]が地域イメージの類型化に用いた例を報告している。

5. 交通需要に対する普及や広告・情報効果の分析

新しい交通サービス等の定着過程を調べる必要性も増している。多様なサービスが求められていることにもよるが、小さな需要をシェア分析から知ることは困難な場

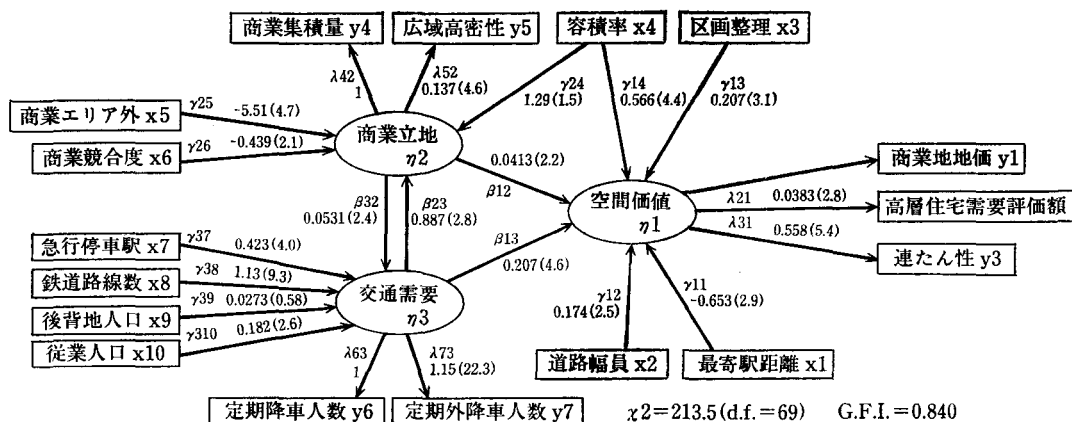


図 5 LISREL によるヘドニックモデル[11]

合も少なくない。MS分野では古典的な Diffusion Model を交通需要分析に応用した例はまだ少ないが[15]，耐久消費財の普及過程を表現するモデルとして登場したこのモデルを，自動車のGPSシステムや電気自動車など今後の交通分野における新しい技術の普及時期を知るためばかりではなく，特定の交通サービスへの最終的な転換規模を調べることや，リピーター層への移行を考慮したモデルとして発展させることも可能であろう。いうまでもなく，Diffusion Model は1つの方法にすぎないが，この種の考え方を交通分野で応用する範囲も少なくない。

たとえば，表4ではこの種の考え方が新しい交通サービスの定着にどの程度当てはまるかを，首都圏に展開したヘリコミュタのデータを用いて簡単にモデル化してみた。ここでは乗法型モデルを用いているが，説明要因の累積搭乗者数が imitator (模倣者) の量に影響し，GRP (累積視聴率) や就航率が innovator (革新者) の量に影響すると想定している。推定パラメータの有意性やモデルの再現性より，より精緻なモデル化は可能であるといえよう。なお，図6にはこのモデルによって月別需要を再現した結果を示した。GRPの算出はメディア別月別の広告および取材量とビデオリサーチ社のACRデータとを用いて概算している。これより，この交通サービスにおいても広告の効果が

他の支配的な要因に混ざり影響をおよぼしていることもわかった。

また，従来から時系列で分析されることの多い海外出国者数の予測に Diffusion Model を応用した事例も報告されている[17]。

この種の分析視点は，MS分野では古くから発展しているものの[18]，[19]，交通計画では取り上げられることが少なく今後の発展が期待される。米国のポートランドでは新規転入世帯にアンケート票を配りターゲットとなる回答者にバスの無料クーポン券を配布して利用増を期す試み等が行なわれている。わが国とは異なるとはいえ，まだ工夫の余地がありそうである。

表 4 普及型モデルの推定例[16]

説明変数	パラメータ値
定数項	-0.946 (-0.72)
成田空港からの出国者数 (千人)	0.374 (2.27)
ヘリコミュタへの累積搭乗者数 (人)	0.172 (4.58)
1カ月前のGRP (%)	0.032 (1.60)
就航率 (%)	0.727 (3.89)
路線数	0.712 (6.34)
決定機数 (自由度調整済)	0.951
サンプル数	38

() 内は t 値

6. おわりに

本稿では，交通計画とマーケティングアプローチとのかかわりを簡単な例とともに紹介した。研究事例をもとに構成したため，今後重要でありながら本文で紹介していない課題も少なくない。従来から交通計画分野で活用してきた需要分析

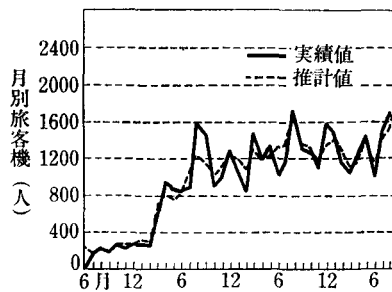


図 6 普及型モデルの推定結果[16]

手法はMS分野〔20〕と共通性の高いものであるが、交通機関等のシェア分析にとどまらず、交通計画の多様な対象をどのように分析できるのかを見きわめながら、さまざまな工夫とともに検討を進めるべきである。この分野はまだ発展途上にあり今後の研究に期待されるところが大きい。その結果、冒頭に述べたような多様な課題に応用可能な技術の発展が期待される。交通問題や環境問題への市民協力の方策、従来の固定的な考えによらない新しい需要獲得、モーダルシフト等のための工夫、観光レジャー交通、海外旅行、インターナショナルなマーケット分析等をより高度に行なうことも可能になる。交通計画自体には解決を迫られたさまざまな課題があるが、今後の多様化と人口減の時代を前に、ハードな解決とともに、正面からよりの確に消費者の行動や意識を把握する方法論が求められている時代ともいえる。

参 考 文 献

- [1] 屋井鉄雄：やさしい非集計分析(3)―非集計分析の発展，交通工学，Vol.26，No. 4，pp.39―45，1991.
- [2] たとえば，屋井鉄雄，森川高行：交通需要モデル研究のダイナミズム―10年の軌跡，土木計画学研究講演集，No.14，pp.1―8，1991.
- [3] 矢嶋宏光，屋井鉄雄，森地 茂：LISREL を用いた郊外商業立地の交通影響分析，土木計画学研究講演集，No.13，pp.7―14，1990.
- [4] たとえば，鈴木 聡，原田 昇：パソコンベースの応答型意識手法に関する研究，土木計画学研究論文集，No.6，pp.217―224，1988.
- [5] たとえば，湯沢 昭，須田 塩，高田一尚：コンジョイント分析の交通機関選択モデルへの適用に関する諸問題，土木学会論文集，No.419，pp.51―60，1990.
- [6] たとえば，藤原章正，杉恵頼寧：選好意識データに基づく交通手段選択モデルの信頼性，土木計画学論文集，No.8，pp.49―56，1990.
- [7] 森地 茂，田村 亨，屋井鉄雄ほか：横浜市近距離航空対策調査報告書，横浜市都市計画局，1987.
- [8] たとえば，屋井鉄雄，岩倉成志，魚谷 憲：多種データの複合調査による離散選択モデルの作成，日本行動計量学会，第20回大会発表論文抄録集，pp.220―223，1992.
- [9] 西井和夫，弦間重彦，岡田好裕：休日買物活動交通パターンの動的特性に関するパネル分析，日本行動計量学会，第20回大会発表論文抄録集，pp.210―213，1992.
- [10] 森川高行，山田菊子：SPデータとRPデータを用いた都市間鉄道のサービス改善に伴う需要予測法，土木計画学研究講演集，No.13，pp.659―666，1990.
- [11] 屋井鉄雄，岩倉成志，洞 康之：商業集積地における地価構成要因に関する研究，土木学会論文集，No.449，pp.260―269，1992.
- [12] 森川高行，佐々木邦明：構造方程式モデルと離散型選択モデルによる定性的要因を取り入れた交通機関選択分析，土木計画学研究講演集，No.13，pp.967―973，1991.
- [13] 片平秀貴：新しい消費者分析―LOGMAPの理論と応用，東京大学出版会，1991.
- [14] 西井和夫：地域イメージとその構成に関する風土分析手法，土木計画学研究講演集，No.14，pp.213―220，1991.
- [15] 森地 茂，屋井鉄雄，榊原幸彦：未だ存在しない交通機関の需要予測に関する研究，全国地域航空システム推進協議会，平成2年度研究調査報告書，1991. 3.
- [16] Yai, T., Morichi, S. & S.Iwakura: Marketing Approach for Understanding Demand Dynamics of a New Transport Service in Japan, A paper for WCTR in Lyon, France, 1992.
- [17] 森川高行，村上杏子：Diffusion Model を用いた海外観光旅行者数の予測，土木計画学研究講演集，No.15(1)，pp.205―210，1992.
- [18] 杉田善弘，水野 誠，八木 滋：多項ロジットモデルによる広告効果の測定，交通・マーケティングサイエンス意見交換会資料，1992. 1.
- [19] 中島 望：ブランド間競争を組み入れた新製品普及モデル，交通・マーケティングサイエンス意見交換会資料，1992. 1.
- [20] 小川孔輔ほか：特集―マーケティング・サイエンス，オペレーションズ・リサーチ，1989. 9.