

交通需要の変化が商業売上に及ぼす影響を評価するための計量モデル開発^{*1}

Proposal and development of forecast model to analyze the effect of traffic demand to retail sales^{*1}

笈田翔平^{*2}・佐藤慎祐^{*3}・白水靖郎^{*4}・松島敏和^{*4}・藤井 聡^{*5}

By Shohei OIDA^{*2}・Shinsuke SATO^{*3}・Yasuo SHIROMIZU^{*4}・Toshikazu MATSUSHIMA^{*4}・Satoshi FUJII^{*5}

1. はじめに

(1) 需要予測において商業売상을算定することの意味

我が国における、これまでの交通需要予測の焦点は、要約すれば「策定した交通政策シナリオに伴って交通需要がどう変化するかを定量的に把握する」という点にあったとすることができる。そして、それらの定量化された集計量に基づき、策定した交通政策の有効性や正当性を検証し、その上で将来の中長期的な意思決定のための判断材料を提供する、ということが需要予測実務の担っていた主な役割であったものと思われる。しかしながら、交通政策の実行によって生ずる「交通需要(人の流れ)の変化」を定量的に把握するという点に加えて、「交通需要の変化に伴って都市には具体的に何が顕在化するのか」にまで踏み込むことは、需要予測が将来の具体的な指針を提示する上で重要であるものとも考えられる。

このような観点から近年の交通需要予測実務の報告書等を見ると、「交通需要の変化(自動車利用の拡大等)による地球環境への影響」という側面に着眼して、各々の交通政策シナリオ毎のCO₂排出量を算定した上で、「地球環境への影響」という観点から交通政策の有効性を提示する、というような取り組みが進められてきている。また一方で、バス路線の再編や道路網整備、一人一人の交通行動に影響を及ぼすモビリティ・マネジメント、さらには新交通システムの導入等、様々な交通政策は人の流れに影響を及ぼすと同時に「どこでどれだけのお金を使うか」という、都市商業に対しても少なからず影響を及ぼすと考えられる。つまり、交通政策の立案・評価においては、「人の流れ」の変化のみならず、その変化によって生ずる「商業への影響」も同時に考慮していく必

^{*1} キーワーズ: 交通需要予測, 商業売上予測, PT調査

^{*2} 非会員, 工修, 全日本空輸株式会社

(成田市成田国際空港 ANA成田スカイセンター2B, TEL: 0476-34-7130, E-mail: s.oida@ana.co.jp)

^{*3} 学生員, 京都大学大学院都市社会工学専攻

^{*4} 正員, 中央復建コンサルタンツ株式会社

^{*5} 正員, 工博, 京都大学大学院都市社会工学専攻

(京都市京都市西京区京都大学桂4, TEL: 075-383-3238, FAX: 075-383-3236, E-mail: fujii@trans.kuciv.kyoto-u.ac.jp)

要があると考えられる^(例えは1)。都市交通計画分野で頻繁に取り上げられる中心街の衰退や小規模小売店の淘汰といった社会問題はモータリゼーションに起因するということは既に明らかにされているように、「交通」と「商業」は強く関連していることはもはや周知の事実であり^(例えは2)、こうした側面に着眼すれば、中心市街地活性化やまちなか再生を標榜する昨今の都市交通計画においては、「商業への影響」という観点から交通政策の有効性を評価する、ということにも大きな意味があると考えられる。

そこで本研究では、地域活力を計量し得る顕在指標として「小売業の年間販売額(商業売上額)」を位置づけ、交通政策の策定・評価においては「商業への影響」も同時に具体的に考慮に入れていく方法論を探ることとした。

(2) 商業売上額予測に関する既往研究

商業活動の定量的把握に関する研究、とりわけ「商業売上額」の予測手法に関する研究は、1929年の「Reillyの小売引力法則³⁾」に始まったとされ、以降「Converseの商圈分岐点公式⁴⁾」の展開を経て「Huffモデル(修正Huffモデル⁵⁾」へと発展し、今日においてもなおReillyの小売引力法則に基づくHuffモデルが売上額予測手法のパラダイムとなっている。このHuffモデルとは、「買物客が小売店に来店する確率は、その小売店の店舗面積に正比例し、そこまでの時間(距離)の2乗に反比例する」という、交通工学分野における重力モデルに類似した前提に立脚した理論となっており、式(1)に示すように、推定した買物出向人口に、外生的に設定した潜在需要額を乗じて対象小売店(地域)の商業売上額を算定することとなっている。

しかしながら、「商業売上は、店舗面積規模に正比例し、旅行時間(距離)の長さに反比例する」という簡易

$$Y_j = PD_j \cdot P_{k,j} \cdot x_k \quad \text{ここで,} \quad P_{k,j} = \frac{S_j T_{k,j}^{-2\lambda}}{\sum_{j=1}^J S_j T_{k,j}^{-2\lambda}} \quad (1)$$

Y_j : 小売店 j の売上額

PD_j : 小売店 j の(取扱品目に基づく)潜在需要額
 $P_{k,j} \cdot x_k$: 都市 k から小売店 j への買物出向人口

$P_{k,j}$: 都市 k の消費者が小売店 j に購買に行く確率

S_j : 小売店 j の店舗面積

$T_{k,j}$: 都市 k から小売店 j までの距離

λ : 距離の抵抗要因パラメータ(=1)

J : 小売店数(1,2,...,J)

な前提条件の上に成り立つ Huff モデルは、予測値と実績値に乖離が生じる等、これまでに数々の文献において反証されていることもまた事実である(例えば^{6),7),8)}。

(3) 交通需要予測実務に活用するための「商業売上予測モデル」の提案

そこで、以上に紹介した Huff モデル等の引力モデル理論の前提を踏まえつつ、「購買活動は小売店に来店した際に生じる」あるいはもっと一般的に「交通需要量(集中交通量)に応じた商業売上が実現される」というほぼ自明の事実を踏まえれば、パーソントリップ調査(以下、PT 調査)データから得られる集中交通量等の交通側の要因を考慮して商業売上額を予測する方法論を検討することにも十分な説得力があることは間違いないものと考えられる。事実、引力モデル理論をはじめとした、経済学やマーケティング論の研究領域において展開されている商業分析手法では交通側の要因(交通量や分担率等)は捨象されており、交通需要の変化を加味して商業売上額を算定するといった類の着想・動機を持つ研究は、これまでに、少なくとも筆者が知る限りでは報告されていない。しかも、上述したことを踏まえた上で商業売上予測モデルを検討し構築することによって、PT 調査で集計され四段階推計法で推計される目的別・交通手段別 OD 交通量を与件として、都市の商業売上額を実務的に算定することが可能になる。このことは、これまでの PT 調査やそれに基づく需要予測実務の延長として、商業売上の分析が可能となることを意味する。さらに、交通政策シナリオの相違による商業売上額の相違を定量的に把握することが実務的に可能となり、「商業への影響」という観点から交通政策の有効性を定量的根拠に基づいて提示することも可能となる。

(4) 研究の目的

こうした背景の下、本研究では「実務に直接活用できる技術を開発し、それを実務の中で実際に活用することを通じて、実務の質的改善を図る」というプラグマティックな考え方を念頭に置きつつ、既往の商業売上分析で活用されている引力モデル理論を援用することで、交通政策が商業売上に及ぼす影響を定量的に評価する分析手法を開発することを目的とした。そして、さらなるモデル改良に向けて必要な課題を整理することとした。

2. 商業売上予測モデルの概要と基礎分析

(1) モデルの概要

本研究では、図-1 に示すように、四段階推計法で出力される「目的別・交通手段別 OD 交通量(集中交通量)」及び商業統計調査で整備される「小売業態別店舗面積」

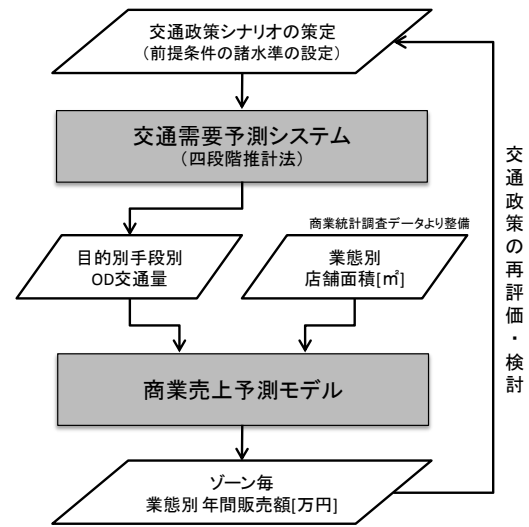


図-1 商業売上予測のフロー

に基づいて「ゾーン毎・小売業態別年間販売額」を算定する実用的な予測モデルを構築し、交通政策が都市商業売上に及ぼす影響(厳密には、交通政策シナリオの諸水準の変化に伴う交通需要量の変化が商業売上額の増減に及ぼす影響)を定量的に把握するための分析手法を構築する。これらの詳細については後述する。

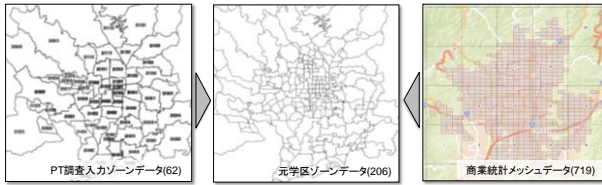
(2) 対象地域と使用データ

本研究では、モデル化の対象地域として、商業集積が進んだ大都市であると共にとりわけ観光トリップを含めた多様な自由目的トリップが集中している「京都市圏」を選定した。なお、本稿で構築するモデルは、平成 22 年度実施の京阪神都市圏 PT 調査データに基づく都市交通マスタープランの策定実務に活用することを目指すものであり、したがって活用データ等は当該実務で活用可能なものとする事とした。また、使用データ(表-1 参照)を加工するにあたっては、交通データと商業データが想定するゾーンの相違を踏まえつつ、共通のゾーン・システムのデータに加工することとし、本研究では平成 12 年度京阪神都市圏 PT 調査データの最小単位である入力ゾーンデータ(京都市圏計: 62)と平成 11 年商業統計調査における 4 次(500m)メッシュデータ(京都市圏計: 719)を用い、これらを GIS 情報に基づいて京都市圏計 209 の「元学区単位」のデータとして再整備した。ここで「元学区」とは、京都市における地域行政・住民自治の単位の一つであり、交通・買物特性を考慮するメッシュとしては妥当であると考えられる。なお、具体的な整備方法として、PT 調査データに関しては入力ゾーン単位で集計されている「目的・手段別集中交通量データ」を元学区の面積に応じて按分した。また、商業統計メッシュデータ(年間販売額等)に関しては、4 次メッシュ(500m*500m)データに記載されている緯度・経度情報を基にまず京都市圏と整合をとり、その上で元学区境界

表-1 モデル構築に使用するデータの詳細

使用データ	整備項目	備考
平成12年度京阪神都市圏パーソントリップ調査データ	元学区毎日の別手段別の「平日」集中交通量	入カゾーン単位の集中交通量データを学区面積に応じて元学区(京都市では206学区)単位に按分した。
平成11年商業統計調査メッシュデータ(500m*500m)	元学区毎業態別の年間販売額[万円]、及び店舗面積[m ²]	業態とは「百貨店」、「総合スーパー」、「専門スーパー」、「コンビニエンスストア」、「専門店」、「中心店」、「その他小売店」を指す。また、「その他小売店」とは「その他のスーパー」と「その他の小売店」を統合したもの。

図-2 モデル化の対象地域(京都市元学区単位)



線に沿ってメッシュデータを切り取った。その際、元学区境界線がメッシュ上に存在する場合は、切り取られた面積の比に応じて配分した(図-2参照)。

(3) PT 調査データと商業統計調査データの関連分析

さて、表-2 に地区別の「1日1トリップ当たりの売上額[円/(日*トリップ)]」を示す。これは、各地区の「年間販売額/365」を「集中トリップ数(平日)」で除した値を整理したものである。これより、京都市における「1日1トリップ単価」すなわち「1日1人あたりの購入期待額」は1,510円程度となっており、地区別では、百貨店や専門性の高い小売業が集積する下京区が最も高い値を示していることが分かる。このような諸調査横断的な研究は過去にも報告されてないため他地域や他年代のデータと比較考察することはできないが、これらの値については実感的には概ね妥当であると言えよう。

なお、ここで用いた集中交通量データは地区に集中したトリップ数の値であるため、「そのうちの何割がどの小売店に来店したか」といった集中交通量の詳細な内訳については現行のPT調査では取得することができず、

表-2 地区別の1日1トリップ単価

	年間販売額 [万円]	平日1日の トリップ数	1日1トリップ当たり の売上額 [円/(日*トリップ)]
北区 学区数:16	13,558,121	274,917	1,351
上京区 学区数:17	9,397,586	251,347	1,024
左京区 学区数:19	17,470,313	416,857	1,148
中京区 学区数:23	24,023,425	384,059	1,714
東山区 学区数:11	6,833,578	144,993	1,291
下京区 学区数:23	54,388,703	385,080	3,870
南区 学区数:15	11,497,632	197,784	1,119
右京区 学区数:20	18,862,196	420,050	1,230
伏見区 学区数:35	27,157,978	623,587	1,193
山科区 学区数:13	11,862,939	284,958	1,141
西京区 学区数:17	12,761,311	303,997	1,150
京都市計	207,813,782	3,687,630	1,510

定かではない。そのため、下表の値はあくまでも“地区に集中するトリップ数に基づいた”マクロな平均的な1日の購入額の期待値である、ということには注意が必要である。つまり、小売店への来店数で除するのであれば、1,510円以上は確実に見込まれることになる。また、365(日)で除することはあまりにも簡易的であるため、こうした年間販売額や集中交通量等については、本来は平・休日や曜日等による分別が必要であるし、季節変動といった要因も考慮されるべきである。しかしながら、そのようなデータを整備し考慮することは困難であるため、ここでは上記の方法で算定したものを「1日1トリップ単価」として定義している。なお、上述したような「小売店単位の年間来客数データ」が把握されるようであれば、「1来客あたりの購入期待額(すなわち、原単位)」の算定が可能になり、より正確なトリップ単価の定量化が可能となるが、商業統計調査をはじめとした現行の消費行動調査においてはそのようなデータの整備は実施されていないため、将来的には調査項目として検討されることが望まれる。

また、以下に示す図-3は、「年間販売額」、「集中交通量」、「店舗面積」の間の相関関係を整理したものである。これより「集中交通量」、「店舗面積」の両変数ともに「年間販売額」に対して有意に正の相関があることが認められる。

また、表-3には「年間販売額」と集中交通量の「目的別割合(以下、シェア)」及び「手段分担率」間の相関関係を整理したものを示す。ここで、「年間販売額」と「買物シェア」との相関関係について着目すると、0.436と最も高い値を示していることが分かる。これは「買物トリップ割合が相対的に増加すると、年間販売額も増大する」という因果性を含意するものである。さらに、「手段分担率」との相関関係に着目すると、公共交通分担率とは「正」の、自動車分担率とは「負」の相関関係が認められる。これは、公共交通分担率の拡大は商業に正の影響を及ぼす、という因果関係が存在する可能性を示唆する結果であると言える(ただし、相関値であるため正確な因果順序は特定できない)。

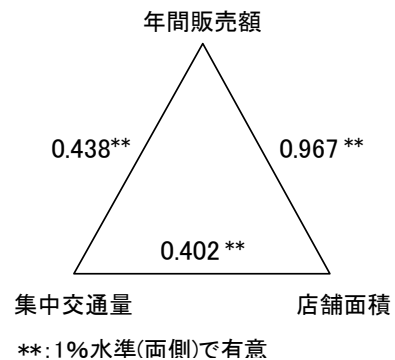


図-3 年間販売額と集中交通量、店舗面積の相関

表-3 年間販売額と目的シェア、手段分担率の相関

相関係数 (N:206)	目的割合					手段割合	
	出勤シェア	登校シェア	帰宅シェア	買物シェア	業務シェア	自動車分担率	公共交通分担率
年間販売額(万円)	0.307 **	-0.192 **	-0.372 **	0.436 **	0.261 **	-0.116 *	0.353 **

**：1%水準(両側)で有意，+：10%水準(両側)で有意

そこで本研究では、これらの基礎分析結果を踏まえ、「年間販売額」を従属変数とした回帰モデルを構築し、PT 調査より集計された「集中交通量」と商業統計調査より得られた「店舗面積」を説明変数として、「年間販売額」との間の偏相関係数を推定することとした。また、構築した回帰モデルの説明変数に外生的に設定した諸水準を入力するという方法にて偏相関係数の感度を分析し、各々の説明変数が年間販売額に対して及ぼす影響について定量的に把握することとした。

3. 商業売上予測モデルの構築

(1) モデルの仮定

以上に示した分析結果を踏まえれば、小売業の「年間販売額」に影響を及ぼす主要因は、ひとつに「集中交通量」、もうひとつに「店舗面積」であると考えられる。さらに、「集中交通量」の内訳としては、目的シェアである「買物トリップ」が比較的強い正の相関値を示しており、加えて「自動車分担率」や「公共交通分担率」といった手段シェアの相違による相関関係の相違も確認された。

そこで本研究では、図-4 に示したような、「小売業の販売額は、交通状況及び店舗面積に依存する」、すなわち「交通需要量(集中交通量と目的・手段シェア)と店舗面積に応じた商業売上が実現される」という仮定の下、「ゾーン毎・業態別商業売上額」を算定する商業売上予測モデルを構築することとした。

(2) モデルの構造

本研究にて構築するモデルは「交通需要量(集中交通量とその内訳)と店舗面積に応じた商業売上が実現される」と仮定するものであり、これは、既往研究で整理した Huff モデルの前提の一部を踏襲するものである。Huff モデルでは、買物出向確率に対象としている地域人口を乗じて当該小売店への来店者数を予測し、外生的に設定した潜在需要額を乗じて商業売上額を算定する、というのが分析フローであった。すなわち、「店舗面積」と「距離の逆数」という2要因が「来店者数」という要因を規定していたと言える。

しかしながら、前述したように、この方法により予測した「来店者数」が実績値と大きく乖離する、といった実証報告が蓄積していることもまた事実である。こうした「来店者数」は、具体的な実績値として整備されていない以上、統計的な手法を用いて数値を算定するしか

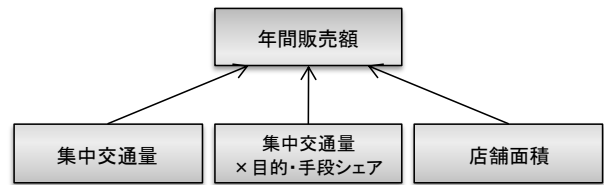


図-4 商業売上予測モデルの仮定

ないのだが、上述した「年間販売額」と「集中交通量」には有意に正の相関関係があるという分析結果を踏まえれば、「小売店への来店確率」に寄与する要因は「集中交通量」であると考えられることもできよう。すなわち、「店舗面積」と「距離の逆数」という要因に基づいて「小売店への来店確率」を予測するのではなく、PT 調査で集計される「集中交通量」データによって、より「直接的」に代替することも可能であると考えられる。Huff モデル理論では上述の2要因によって「小売店への来店確率」が予測されることになっているが、それを予測するよりもむしろ直接的に、PT 調査から得られるトリップデータを用いる方がより妥当であると考えられる。そう考えれば、Huff モデルにおいて想定される「来店者数」は「集中交通量」で代替すると想定した上で、その「集中交通量」と Huff モデルにおいて想定されている「店舗面積」から「年間販売額」を算定することで、Huff モデルの考え方にに基づき、かつ(測定された集中交通量という)より直接的なデータを用いたモデルの構築が可能となるものと期待できる。

無論、先に言及したような「小売店単位の年間来店客数データ」が仮に整備されているのであれば、そうしたデータを用いる方が当然好ましいが、現行の諸調査では、本研究が対象とするような地域において網羅的なかたちでのそうしたデータの取得は試みられていないため、本研究では「集中交通量」データを活用することとし、「交通需要量と店舗面積に応じた商業売上が実現される」との仮定を指定した上で「集中交通量」と「店舗面積」を説明変数として、「年間販売額」との間の偏相関係数を推定することとした。

以上の考え方に基づいて、本研究ではゾーン i 、業種 c の年間売上額[万円] $Y_{c,i}$ を以下のように定式化することとした。

$$Y_{c,i} = e^{C_c} \cdot Q_i^{\alpha_c} \cdot A_{c,i}^{\beta_c} \quad (1)$$

ここで、 Q_i はゾーン i への集中交通量[トリップ]に関する変数ベクトル、 $A_{c,i}$ はゾーン i における業種 c の店舗面積[m²]、 α_c 、 β_c 、 C_c はパラメータである。また、上式の両辺に対して自然対数変換を施すと式(1)は式(2)のように変換することができる。

$$\ln(Y_{c,i}) = \alpha_c \ln(Q_i) + \beta_c \ln(A_{c,i}) + C_c \quad (2)$$

ここで、トリップ目的や手段のシェアの増減が年間販売額に影響を及ぼしているということがこれまでの分析を通じて確認されたことから、集中交通量に関わるパラメータ α_c を、トリップ目的・手段のシェアによって相違すると想定し、

$$\alpha_c^\# = \alpha_c + \sum_{\forall p,m} \alpha_{c,p,m} \{ \ln(Q_i) \cdot S_{p,m,i} \} \quad (3)$$

と仮定した。ここに、 $S_{p,m,i}$ は、ゾーン i における目的 p 、手段 i の集中交通量がゾーン i への集中交通量に占める割合(つまり、集中交通量の目的・手段シェア)、 α はいずれもパラメータである。これにより、式(3)は式(4)のように定式化することができる。

$$\ln(Y_{c,i}) = \alpha_c \ln(Q_i) + \sum_{\forall p,m} \alpha_{c,p,m} \{ \ln(Q_i) \cdot S_{p,m,i} \} + \beta_c \ln(A_{c,i}) + C_c \quad (4)$$

なお、上式は下式(5)を意味するものである。

$$Y_{c,i} = e^{C_{c,i}} \cdot Q_i^{\left\{ \alpha_c + \sum_{\forall p,m} \alpha_{c,p,m} \{ \ln(Q_i) \cdot S_{p,m,i} \} \right\}} \cdot A_{c,i}^{\beta_c} \quad (5)$$

S : 目的・手段シェア $p \times m$: 目的・手段の組み合わせを意味する添字

ここで、式(4)及び式(5)を参照すれば分かるように、「集中交通量」に掛かるパラメータは各ゾーンについて個別の値が用意され、一方の「店舗面積」に掛かるパラメータは全ゾーン共通となるモデル構造となっている。

なお、京都市圏全域にわたる小売業年間販売額の総計は、式(6)に示したように、各ゾーンの各業態の小売業年間販売額(ゾーン i の各業態の総和)の総和によって算定される。

$$Y = \sum_i \sum_c Y_{c,i} \quad (6)$$

ここで、 m は業態数(百貨店、総合スーパー、専門スーパー、コンビニ、専門店、中心店、その他小売店の7種類)、 n はゾーン数(元学区数計 206 ゾーン)を意味する。

(3) モデルの推定

本節では、式(5)を線形回帰式とみなした回帰分析を行うことを通して、先の表-1 で整理した元学区ゾーン毎のデータを用いて業態別に各偏相関係数(以下、パラメータ)の推定を行った。その結果を表-4 に示す(パラメータの詳細な考察は割愛)。

なお、従属変数はそれぞれの業態の「年間販売額[万円]」、説明変数は「①集中交通量[トリップ]」、「②集中交通量[トリップ]×目的・手段シェア[-]」、「③店舗面積[m²]」の3種類とし、変数②の目的・手段シェアについては前章の分析結果を踏まえて、「買物シェア」、「自動車シェア」、「公共交通(鉄道+バス)シェア」及びそれらの組み合わせにより構成した。また、パラメータについては有意とならなかった変数は削除した。その際の有意検定においては、変数①、③については従属変数に正の影響を及ぼすことが理論的に予想されることから

片側検定を行ったが、②については符号方向について先験的な予測が不能であることから両側検定を行った。

また、②については、目的・手段シェアの組み合わせに加えて、目的シェア、手段シェアの変数の導入も試み、それらの中で有意なものを選定した。以上、最終的に全てのパラメータが有意となった形状のモデルを当該業態モデルの最終結果とする。以下では、業態別のパラメータ推定結果を整理し、百貨店、総合スーパー、専門スーパー、コンビニエンス・ストア、専門店、中心店、その他小売店、の順序にて簡単な考察を加える。

A. 百貨店売上予測モデル

百貨店(Department store)売上予測モデルのパラメータ推定結果を表 4-7A に示す。なお、百貨店の年間販売額予測モデルは以下の通りである。

$$Y_{DS,i} = e^{1.757} \cdot Q_i^{0.294} \cdot A_{DS,i}^{1.012} \quad (A)$$

ここで、百貨店モデルについては「集中交通量×目的・手段シェア変数(以下、変数②)」のいずれにおいても有意となるものがなかった。一方、「集中交通量(以下、変数①)」及び「店舗面積(以下、変数③)」については共に正で有意となっており、これは年間販売額に対して正の影響を及ぼすということの意味する結果である。

B. 総合スーパー売上予測モデル

総合スーパー(General merchandise store)売上予測モデルのパラメータ推定結果を表 4-7B に示す。なお、総合スーパーの年間販売額予測モデルは以下の通りである。

$$Y_{GS,i} = e^{4.437} \cdot A_{GS,i}^{0.989} \quad (B)$$

ここで、総合スーパーモデルについては、変数①及び変数②のいずれにおいても有意となるものがなかった。すなわち、同業態に関しては、交通需要の変化に対する感度が低いものと予期される。

表 4-7A 百貨店のパラメータ推定結果

百貨店	従属変数: ln(年間販売額[万円])				
	非標準化係数		標準化係数		
説明変数	B	標準誤差	β	t値	p値
定数項	1.757	1.809		0.97	0.35
① ln(総集中交通量+1)	0.294	0.194	0.062	1.51	0.16 +
③ ln(店舗面積[m ²])	1.012	0.043	0.970	23.47	0.00 **
調整済R ²	0.976				
N	16				

** : 片側危険率1%で有意。+ : 片側危険率10%で有意。

表 4-7B 総合スーパーのパラメータ推定結果

総合スーパー	従属変数: ln(年間販売額[万円])				
	非標準化係数		標準化係数		
説明変数	B	標準誤差	β	t値	p値
定数項	4.541	0.142		32.01	0.00 †
③ ln(店舗面積[m ²])	0.988	0.019	0.994	52.68	0.00 **
調整済R ²	0.988				
N	34				

** : 片側危険率1%で有意。† : 両側危険率1%で有意。

表 4-7C 専門スーパーのパラメータ推定結果

説明変数	従属変数: ln(年間販売額[万円])				
	非標準化係数		標準化係数		
	B	標準誤差	β	t値	p値
定数項	3.364	0.492		6.84	0.00 **
① ln(総集中交通量+1)	0.123	0.053	0.065	2.30	0.02 *
② ln(総集中交通量+1) *買物目的・公共交通シェア	0.377	0.169	0.063	2.24	0.03 **
③ ln(店舗面積[m ²])	1.006	0.031	0.926	32.38	0.00 †
調整済R ²	0.872				
N	178				

**：片側危険率1%で有意，†：両側危険率1%で有意，*：両側危険率5%で有意。

表 4-7D コンビニエンス・ストアのパラメータ推定結果

説明変数	従属変数: ln(年間販売額[万円])				
	非標準化係数		標準化係数		
	B	標準誤差	β	t値	p値
定数項	4.540	0.386		11.75	0.00 †
① ln(総集中交通量+1)	0.072	0.043	0.038	1.66	0.10 *
② ln(総集中交通量+1) *非買物目的・公共交通シェア	-0.084	0.046	-0.040	-1.81	0.07 †
③ ln(店舗面積[m ²])	0.999	0.023	0.946	43.13	0.00 **
調整済R ²	0.910				
N	201				

**：片側危険率1%で有意，†：片側危険率5%で有意，†：両側危険率1%で有意，‡：両側危険率10%で有意。

表 4-7E 専門店のパラメータ推定結果

説明変数	従属変数: ln(年間販売額[万円])				
	非標準化係数		標準化係数		
	B	標準誤差	β	t値	p値
定数項	4.511	0.321		14.06	0.00 †
① ln(総集中交通量+1)	0.084	0.035	0.056	2.42	0.02 **
② ln(総集中交通量+1) *買物目的・公共交通シェア	0.938	0.024	0.916	39.31	0.00 †
③ ln(店舗面積[m ²])	0.355	0.108	0.073	3.30	0.00 **
調整済R ²	0.904				
N	205				

**：片側危険率1%で有意，†：両側危険率1%で有意

表 4-7F 中心店のパラメータ推定結果

説明変数	従属変数: ln(年間販売額[万円])				
	非標準化係数		標準化係数		
	B	標準誤差	β	t値	p値
定数項	4.027	0.431		9.35	0.00 **
① ln(総集中交通量+1)	0.186	0.057	0.143	3.28	0.00 †
② ln(総集中交通量+1) *自動車シェア	0.108	0.057	0.078	1.90	0.06 ‡
③ ln(総集中交通量+1) *公共交通シェア	0.089	0.050	0.074	1.79	0.08 ‡
④ ln(店舗面積[m ²])	0.808	0.040	0.775	20.19	0.00 †
調整済R ²	0.761				
N	204				

**：片側危険率1%で有意，†：両側危険率1%で有意，‡：両側危険率10%で有意。

表 4-7G その他小売店のパラメータ推定結果

説明変数	従属変数: ln(年間販売額[万円])				
	非標準化係数		標準化係数		
	B	標準誤差	β	t値	p値
定数項	4.871	0.157		31.03	0.00 †
③ ln(店舗面積[m ²])	0.996	0.027	0.933	36.66	0.00 **
調整済R ²	0.869				
N	203				

**：片側危険率1%で有意，†：両側危険率1%で有意。

C. 専門スーパー売上予測モデル

専門スーパー(Supermarket)売上予測モデルのパラメータ推定結果を表 4-7C に示す。なお、専門スーパーの年間販売額予測モデルは次頁の通りである。

$$Y_{SM,i} = e^{3.364} \cdot Q_i^{(0.123+0.377S_{sp \times pt,i})} \cdot A_{SM,i}^{1.006} \quad (C)$$

専門スーパーモデルについては、変数①から変数③

の全てについて有意な結果を得ることができた。特に、変数②については「買物目的・公共交通シェア(上式のサフィックスでは $sp \times pt$ と記載)」が正で有意となっている。これは、「買物活動を目的とした公共交通のトリップ割合が高まる当該ゾーンは年間販売額が増大する」傾向があるということを示唆するものである。

D. コンビニエンス・ストア売上予測モデル

コンビニ(Convenience store)売上予測モデルのパラメータ推定結果を表 4-7D に示す。なお、コンビニの年間販売額予測モデルは以下の通りである。

$$Y_{CS,i} = e^{4.540} \cdot Q_i^{(0.072-0.084S_{nonsp \times pt,i})} \cdot A_{CS,i}^{0.999} \quad (D)$$

コンビニモデルについては、専門スーパー同様、変数①から変数③の全てについて有意な結果を得ることができた。特に変数②については、「非買物目的・公共交通シェア($nonsp \times pt$)」が負で有意となっており、「非買物目的の公共交通分担率」の拡大はコンビニの売上にとって相対的に負の影響を及ぼすということが示されている。すなわち、非買物活動を行うことを企図して、公共交通で訪れるトリップの割合が高まると出費額が相対的に低下するというを示唆した結果であると言えよう。

E. 専門店売上予測モデル

専門店(Specialty shop)売上予測モデルのパラメータ推定結果を表 4-7E に示す。なお、専門店の年間販売額予測モデルは以下の通りである。

$$Y_{SS,i} = e^{4.511} \cdot Q_i^{(0.0843+0.355S_{sp \times pt,i})} \cdot A_{SS,i}^{0.938} \quad (E)$$

専門店モデルについても上述同様、全てのパラメータについて有意な結果を得た。また、変数②については、専門スーパーと同じく「買物目的・公共交通シェア」が有意となっており、買物活動を目的とした公共交通トリップの割合が高まると出費額が増加するという傾向があることを示す結果である。

F. 中心店売上予測モデル

中心店(Quasi-specialty shop)売上予測モデルのパラメータ推定結果を表 4-7F に示す。なお、中心店の年間販売額予測モデルは以下の通りである。

$$Y_{QS,i} = e^{4.027} \cdot Q_i^{(0.186+0.108S_{car,i}+0.089S_{pt,i})} \cdot A_{QS,i}^{0.808} \quad (F)$$

中心店モデルについてもこれまでと同様、全てのパラメータについて有意な結果を得た。しかし、変数②については組み合わせを投入した結果、有意なものが得られなかったことから、目的シェア、手段シェアの変数の投入を試み、探索的に有意なものを探るという手順を踏

んだ。その結果、「自動車シェア」と「公共交通シェア」が同時に正で有意となり、いずれの手段シェアにおいても年間販売額に対しては正の影響を及ぼすということが確認された。

G. その他小売店売上予測モデル

その他小売店(Undefined store)売上予測モデルのパラメータ推定結果を表 4-7G に示す。なお、その他小売店の年間販売額予測モデルは以下の通りである。

$$Y_{UD,i} = e^{4.871} \cdot A_{UD,i}^{0.996} \quad (G)$$

その他小売店モデルについては、総合スーパー同様、変数①及び変数②のいずれにおいても有意にならなかった。これは、その他小売店については、業態定義が明確に為されておらず取扱品目等も不明であるため、データに基づいて交通側の要因と特徴づけるということが困難であったということが定性的な理由として考えられる。

なお、これまでに構築した商業売上予測モデルを以下の表 4-8 に整理する(添字については表 4-9 参照)。

表 4-8 商業売上予測モデルのまとめ

業態	モデル構造	誤差項
百貨店 (Department store)	$Y_{DS,i} = e^{1.757} \cdot Q_i^{0.294} \cdot A_{DS,i}^{1.012}$	e_{DS}^i
総合スーパー (General merchandise store)	$Y_{GS,i} = e^{4.437} \cdot A_{GS,i}^{0.989}$	e_{GS}^i
専門スーパー (Supermarket)	$Y_{SM,i} = e^{3.364} \cdot Q_i^{(0.123+0.377S_{sp,pt,i})} \cdot A_{SM,i}^{1.006}$	e_{SM}^i
コンビニ (Convenience store)	$Y_{CS,i} = e^{4.540} \cdot Q_i^{(0.072-0.084S_{nonsp,pt,i})} \cdot A_{CS,i}^{0.999}$	e_{CS}^i
専門店 (Specialty shop)	$Y_{SS,i} = e^{4.511} \cdot Q_i^{(0.0843+0.355S_{sp,pt,i})} \cdot A_{SS,i}^{0.938}$	e_{SS}^i
中心店 (Quasi-specialty shop)	$Y_{QS,i} = e^{4.027} \cdot Q_i^{(0.186+0.108S_{sp,pt,i}+0.089S_{pt,i})} \cdot A_{QS,i}^{0.808}$	e_{QS}^i
その他小売店 (Undefined store)	$Y_{UD,i} = e^{4.871} \cdot A_{UD,i}^{0.996}$	e_{UD}^i

※ 将来予測の際は誤差項を当該モデルの右辺に乘じる必要がある。

表 4-9 変数および添字の整理

変数	サフィックス
Y : 年間販売額[万円]	i : ゾーン
e : ネイピア数(≈2.72)	sp × pt : 買物目的・公共交通
Q : 総集中交通量+1	nonsp × pt : 非買物目的・公共交通
S : 目的・手段シェア	car : 自動車
A : 店舗面積[m ²]	pt : 公共交通

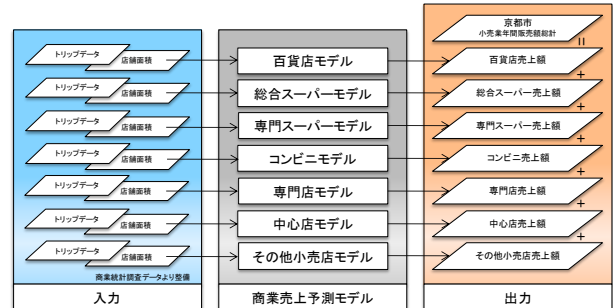


図-5 都市圏商業売上額の算定手順

4. 感度分析

(1) 商業売上予測モデルの適用手順

前章では「年間販売額」を従属変数とした回帰モデルを構築し、「集中交通量」と「店舗面積」を説明変数として、「年間販売額」との間の偏相関係数を推定した。これより、「目的別・交通手段別 OD 交通量(集中交通量) [トリップ]」と「小売業態別店舗面積[m²]」に基づいて「ゾーン毎・業態別年間販売額[万円]」を算定することが可能となる。その際の、(京都市圏の)小売業年間販売額総計についての算定手順については、上に掲載した図-5の流れを参照されたい。

(2) シナリオ設定と経済効果の算定

構築したモデルパラメータの感度を把握するため、集中交通量(H12 基準 : 3,687,630 トリップ)について、「0.5%減」～「0.5%増」の計 5 水準のシナリオを設定

表 4-10 感度分析の結果

小売業の経済効果(小売業売上額の増分)[億円/年]								
トリップ割合の水準変化				京都市圏の集中交通量(H12基準:3,687,630トリップ)				
買物目的 公共交通シェア	公共交通 分担率	買物目的 自動車シェア	自動車 分担率	0.5%減	0.25%減	現状(±0%)	0.25%増	0.5%増
+10%	(+1.079%)	-10%	(-1.079%)	55.80	63.02	70.23	77.41	84.59
+5%	(+0.540%)	-5%	(-0.540%)	20.50	27.70	34.88	42.05	49.21
+3%	(+0.324%)	-3%	(-0.324%)	6.51	13.70	20.88	28.04	35.19
+1%	(+0.108%)	-1%	(-0.108%)	-7.41	-0.23	6.94	14.10	21.24
±0%	(±0%)	±0%	(±0%)	-14.35	-7.17	0	7.15	14.29
-1%	(-0.108%)	+1%	(+0.108%)	-21.26	-14.08	-6.92	0.23	7.36
-3%	(-0.324%)	+3%	(+0.324%)	-35.04	-27.87	-20.71	-13.57	-6.45
-5%	(-0.540%)	+5%	(+0.540%)	-48.74	-41.58	-34.43	-27.30	-20.18
-10%	(-1.079%)	+10%	(+1.079%)	-82.69	-75.55	-68.42	-61.31	-54.20

※ ()内は全トリップにおける分担率。また買物シェアは全トリップの10.79%を占める。

し、京都市の小売業年間販売額を算定した。ここで、集中交通量を「±0.5%圏内」と設定する根拠は、平成12年京阪神都市圏交通計画協議会報告書¹⁰⁾において、「総トリップ数(生成交通量)は、前回比(H12/H2)0.480%増である」と報告されており、京阪神都市圏の総トリップ数は経年的に安定していると推察されるためである。なお、年間販売額の算定においては表4-8に示した各種モデルを採用し、構築したモデルの説明変数に諸水準を入力するという方法にて計算を実施した。それらの結果を表4-10に掲載し、考察を加える。ここで、「経済効果」とは「算定された全業態年間販売額総計と全業態年間販売額総計(使用データ値)との差分値」とする。

これより、創出される経済効果に対しては、「集中交通量」の絶対量が大きな影響を及ぼしているということが分かる。交通需要量が±0.5%の幅で変動することに伴って、京都市の小売業売上額は±14億円程度の変化が生じると見込まれ、30億円の程度の開きが発生する可能性があるということが示された。これは京都市の小売業売上総額の約0.061%(14.0億円/小売売上総額22,963.4億円(H11))分に相当し、集中交通量の変化率に対する経済効果の変化率を算出すると約0.122(=0.061/0.5)となっており、経済効果は集中交通量に対して正の弾力的な傾向を有していると言える。

さらに、「買物を目的とするトリップ」について、自動車から公共交通に転換した場合の経済効果を示す。ここで、買物目的トリップシェアの設定水準については多少の増減が現実的に起こり得るものと予期されることから「±10.0%圏内」で設定した。この水準は、全トリップにおける分担率の変化を1%程度考慮する値でもあり、現実的な設定値であると言える。なお、全トリップにおける分担率については、表内の括弧内で記載した数値を参照されたい。また、下表の結果は、買物を目的とするトリップについての手段シフトを想定した場合の経済効果の算定値であり、集中交通量内の買物目的割合の水準は一定(10.79%)である。

ここで、集中交通量「現状(±0%)」の算定値に注目すると、これは「買物目的の公共交通シェアが1%拡大(減少)し、同目的の自動車シェアが1%縮小(拡大)すると、約7億円の経済効果(経済損失)が生まれる」ということを示唆する結果である。この数値は集中交通量が0.25%(9,219トリップ)増大した場合の経済効果に匹敵する値(下表参照)でもあることから、集中交通量の増大が見込めない情勢下であったとしても買物目的トリップの公共交通への手段転換を促すことで商業が活性化され得る、ということを含意する結果であると言える。また、仮に、集中交通量が「現状維持」のまま推移したとしても、買物目的の自動車シェアが10%縮小(全体の自動車分担率にして約1%縮小)し、その分が公共交通にシ

フト(全体の公共交通分担率にして約1%拡大)した場合には、約70億円の経済効果が創出され、商業活動は拡大し得ることが分かる。また、これは集中交通量が2.4%(88,503トリップ)増大した場合の経済効果とほぼ等しい水準でもあり、手段分担率の変動は商業売上に対して極めて大きい影響を及ぼし得る、と考察することができる。

以上、これらの結果を踏まえれば、公共交通分担率の維持・向上を図ることは実際困難であっても、比較的自由度の高い買物目的トリップの公共交通転換を促す政策によって商業が活性化される見込みがある、とすることができる。いずれにせよ、集中交通量と年間販売額間の相関関係や商業売上予測モデルによって推計された経済効果の算定値を踏まえれば、集中交通量の絶対量の変化は商業の活力にとって重要な要因であり、かつ、公共交通分担率の増加は商業売上に対して正の影響を及ぼすということは明らかである。

6. まとめと課題

本研究では、現行のPT調査データと商業統計調査データを横断的に活用し、それらの関連分析を実施した上で、「目的別・交通手段別集中交通量」と「小売業業態別店舗面積」に基づいて「ゾーン毎・業態別年間販売額」を算定する予測モデルを構築した。そして、それらの関連分析及びモデル分析の結果、「商業売上」と「集中交通量」の間には明確に正の相関があり、目的や手段シェアの相違によっても商業売上への影響度が異なるということが明らかにされた。これは、既往の研究¹⁾で指摘されている「商業活力の向上に対して、公共交通分担率の維持・向上は必須である」という根拠の裏付けを定量的なデータに基づき提示したものであると言える。

さらに、商業売上予測モデルの感度分析では、各モデルの説明変数に、筆者が設定した諸水準を入力するという方法で経済効果の算定を試みた。その結果、商業売上に対しては集中交通量の絶対量の増減に加えて交通手段分担率の変化も無視できない重要な要因のひとつであることを確認した。特に、買物目的トリップの公共交通シェアの変化が及ぼす影響は著しく、集中交通量が現状維持、あるいは下降気味に推移したとしても買物トリップの公共交通への手段転換を促すことによって商業は活性化され得る、という知見を得ることができた。これらのことから、買物活動を企図としたトリップの交通手段を公共交通へとシフトさせるということは商業の活力増進にとって極めて重要である、と考えることができる。このような「目的・手段シェアや交通手段分担率の変動により生じる小売売上水準の変化」を定量的に把握する、という観点からは既往研究では言及されておら

ず、以上の結果は示唆に富むものであると言えよう。また、「それぞれの調査を横断的に活用し、交通需要量の増減に基づいて小売業の経済効果を算定する」という一連の分析プロセスは、これまで蓄積されてきた研究においては開発・検討されていないものであり、今後の交通政策立案の在り方を検討する上での新たな観点を付与できたと言うこともできる。

なお、本研究では「実用モデルを構築する」という点に重点を置いたあまり、モデルの構造はいずれも簡略的な形状となっており、従属変数と説明変数の因果構造等に関する立ち入った分析や四段階推計法自体が抱える諸問題の解決等は避けて通っている。具体的には「集中交通量」と「店舗面積」が「年間販売額」に影響を及ぼすという因果関係を仮定した上で分析等を進めてきたが、「集中交通量が増大することで店舗面積が拡大する」のか、あるいは「店舗面積が拡大することで集中交通量が増大する」のか、という説明変数間の因果構造の特定に関しては言及しなかった。そのため、これらの点については本研究が今後取り組むべき課題であると言える。また、今回構築した商業売上予測モデルは「店舗面積を拡大させれば販売額が増大する」と解釈されることは否めないため、経済学の分野で定式化されている「収穫通減の法則」といった理論を援用する等、モデルのさらなる構造化・高度化も必要であろう。

今後は、実務との連携を通じて本モデルの課題点を改めて検討し、かつより効果的な改良方針を考えつつ、実際に改良していくことが重要である。

参考文献

- 1) 北村隆一(編著)：鉄道でまちづくり～豊かな公共領域がつくる賑わい～，学芸出版，2004.
- 2) 香川 太郎・藤井 聡：商店街における来訪手段と出費金額の関係についての実証分析～自由ヶ丘商店街における自動車来訪者と非自動車来訪者別の消費行動分析～，土木計画学研究・論文集，25 (2)，pp. 293-298，2008.
- 3) Reilly, W. J. : Methods for the study of retail relationships, University of Texas Bulletin No.2944, 1929.
- 4) Converse, P. D. : New Law of Retail Gravitation, Journal of Marketing, Vol.14, pp.379-384, 1949.
- 5) Huff, D. L. : A Programmed Solution for Approximating an Optimum Retail Location, Land Economics, Vol. 42, 1966.
- 6) 中西正雄著：小売吸引力の理論と測定，千倉書房，pp.23, 1983.
- 7) 阿部宏史，中川拓哉，粟井睦夫：岡山市における買い物行動の変化と中心市街地問題，岡山大学産業経営研究会・研究報告書，2001.

- 8) 専修大学マーケティング研究会：商業まちづくり—商業集積の明日を考える，白桃書房，2003.
- 9) 魚津郁夫著：プラグマティズムの思想，筑摩書房，2006.
- 10) 京阪神都市圏交通計画協議会ウェブページ (<http://www.kkr.mlit.go.jp/plan/pt/index.html>)，京阪神都市圏全体の人の動き，2010(閲覧日：2011.02).