

OD-多重相関モデルに基づく都市高速道路の定性分析に関する研究

The Analysis the Quality of the Urban Expressway by the OD-Multiple Relation Model

藤村秀樹

By Hideki Fujimura

1. はじめに — 北九州都市高速道路の特殊性

北九州市は、1963年に旧五市が対等合併して成立した経緯をもっているため、長らく小倉地区と黒崎地区という二極構造の都市として発展してきた。従って、図-1でも分かるように本市における交通軸も小倉・黒崎という各々の極を中心に π 型に整備されてきた。

このような都市形成の過程の中で北九州都市高速道路は、市内で発生する大量の自動車交通を円滑に移動させ、高速性・安全性・定時制を備えた本格的な都市高速道路として、1971年に都市計画決定された。以来、産業文化都市として発展してきた北九州市の経済を支える大動脈として整備拡張されてきた。

また、1991年3月の一体化により、日本道路公団が管理していた北九州道路(25.0km)及び北九州直方(6.8km)を北九州都市高速道路4号線(31.8km)として北九州市が管理することになり、それまでの北九州都市高速道路1, 2, 3号線(13.8km)と合わせ、全国第3位(45.6km)の規模を誇る都市高速網として成長してきた。

このように、北九州都市高速道路(1~3号線)は、超政策的な配慮から北九州道路が都市高速道路4号線として、既存の都市高速道路に一元化されるまでは、主に小倉都心部(小倉南、北両区居住人口約50万人)における集中交通量の処理を対象としたものであった。しかし、一体化後は都市基盤の骨格としての都市高速道路網

が形成され、飛躍的に利用者の利便性の向上が図られた。

本稿は、この都市高速道路網の交通量を多重相関モデルを用いて、この特殊な経緯を有する都市高速道路の定性的な分析を行い、これと財務分析を組み合わせ、さらに、アジアのハブ空港としてその役割が期待されている新北九州空港の開港する、21世紀初頭までの整備方針についての研究を行ったものである。

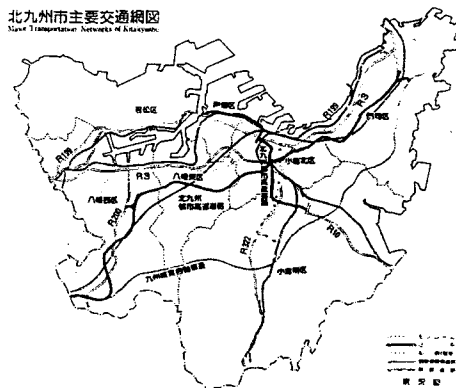


図-1 位置図

2. 計量モデル分析の基本的な考え方

都市高速道路の整備・延伸計画の立案に際して、これを利用する交通量の予測は、最も重要な要素である。同時に交通量の予測はミスが最も多く生じる分野であり、確実性の低いものの一分野でもある。一般に需要予測には、大きく分けて、定性分析、時系列予測、因果分析の3つに分類されるが、これらを複数組み合わせるだけ誤差を少なくする事が望ましいが、これに伴ってその解析の複雑さも増す事になる。従来は、AASHOの開発した「転換率式」に基づき、我国独自の修正式が採用されてきたところであるが、これには我国の「交通特

Key Words: Kitakyusyu Urban Expressway, OD-Multiple Relation Model, financial planning, Kitakyusyu International Air Port

正会員 技術士(建設部門)

北九州市役所(〒803北九州市小倉北区内1-1)

Tel 093-582-2482, Fax 093-582-3114

性」と「地域特性」という大事な要素の研究が不足している感は否めない。このような現状に対し、実務者レベルではこの「転換率式」に「地域特性」が持ち込めないかという要望も発生している。本稿においてはこのような、実務者レベルにおける要望に沿い、従来のOD表をベースに、これの裏付けとして、時系列データに基づく定性分析が可能な多重相関モデルを設定し、これの解析を試みた。つまり、時系列データの解析により、都市高速道路の定性的分析を行い、これらの説明変数の変化律（弾力性値）を求め、都市高速道路の経営の考え方の一つの解を計量モデル分析により求めたものである。

3. OD-多重相関モデル

3-1モデルの説明

$$T = f(F, L, Y1, Y2, U, t, m, \dots) \quad (1)$$

Tは図-2のモデルに示す区間当たりの交通量であり、Fは料金、Lは区間距離、Y1は鉱工業生産高、Y2は商業生産高、Uは過去のデータに基づく区間交通量、tは市内観光客数、mは道路サービス指数（都市計画道路整備率）、である。

ここで、料金や市民所得や市内観光客数や他の独立変数を交通量に転換させる為、定数(K)を方程式に組み込むと、

$$T = K f(F, L, Y1, Y2, U, t, m, \dots) \quad (2)$$

となる。

我々は、過去の経験により、説明変数間の関係は乗数的であることを認識しており、従って目的変数である交通量に対するの間の乗法関係を対話型で表現することによって、次式のような対数線形方程式が得られる。

$$\log T = K + a \log F + b \log L + c \log Y1 + d \log Y2 + e \log U + f \log t + g \log m + u \quad (3)$$

uは誤差項目、a, b, c, d, e, f, gはモデルのパラメーターであり、その値が高いほど、対応する変数の変化が交通量に及ぼす影響は大きくなる。また、パラメーターがマイナスである場合には、この説明変数は交通量を減少させる要素である。

さらに、交通量の時系列変化（差）に注目すると、(3)式は以下の様に表現される。

$$\Delta \log T = K + a \Delta \log F + b \Delta \log L + c \Delta \log Y1 + d \Delta \log Y2 + e \Delta \log U + f \Delta \log t + g \Delta \log m + u \quad (4)$$

$\Delta \log T$ はある年から次の年への変化量を対数型で表したものであり、a, b, c, d, e, f, gは各々の説明変数の弾力性を示すパラメーターとしての意味を持つことになる。つまり、aは区間交通量に対する料金弾力性であり、bは区間距離、cは鉱工業生産高、dは商業生産高、eは市内観光客数、fは道路サービス指数に対する弾力性という意味を持つことになる。この他に、考えられるパラメーターとして分かりやすさ（道路標識設置数）、主な出入口における渋滞長、市内幹線道路の混雑度、2次産業及び3次産業従事者、オフィス床面積、所得水準、勤務時間数、自動車保有率、天候、レジャー施設の集客数、高齢化率などの指標が考えられる。これらを段階的に整理すると、

第一レベル（心理形成要因）

所得水準、勤務時間数、自動車保有率、天候、レジャー施設数、高齢化率

第二レベル（都市特性要因）

市内幹線道路の混雑度、2次産業及び3次産業従事者、オフィス床面積、サービス産業従事者

第三レベル（経営政策要因）

料金、区間距離、鉱工業生産高、商業生産高、市内観光客数、道路サービス指数

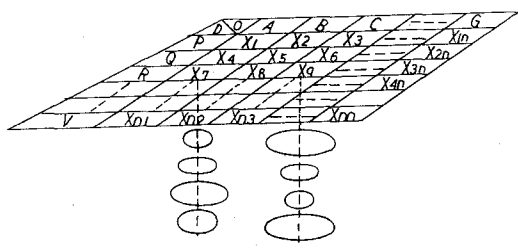


図-2 OD-多重相関モデル

3-2計算結果

3-1の(3)で示した対数線形方程式の分析による各パラメーターをグラフ化したものが、図-3である。

ここで、実績値と回帰推定値の間の相関関係を示す決定係数 R^2 (R : 相関係数) は0.986と極めて高い値が得られた。

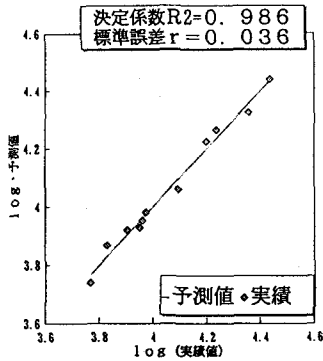


図-3 相関関係と決定係数

図-4は対数線形方程式の分析による各パラメータをグラフ化したものである。この図より、総交通量の変化に及ぼす影響は、料金/区間距離よりも、サービス水準（都市高速道路による便益—一般道路の混雑度）の方が大きなファクターであると推察される。

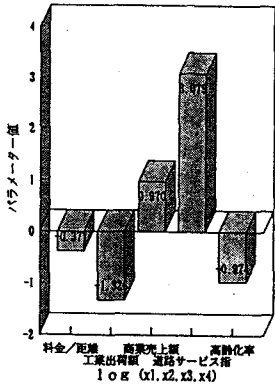


図-4 線形方程式のパラメーター

3-3 考察（需要の価格弾力性）

3-2の分析により都市高速道路の交通量に対しては、料金よりもむしろそのサービスの質が問題であるとの分析結果を得たところであるが、ここでは、3-1-(3)で示す差分方程式により得られたパラメーターをグラフ化したものである。

ここで、

交通量の料金弾力性 = 交通の変化率 / 料金の変化率

交通量のサービス指数弾力性

= 交通の変化率 / サービス指数の変化率
と定義すると、サービス指数の弾力性は価格の弾力性の10倍以上も高いことが推測される。

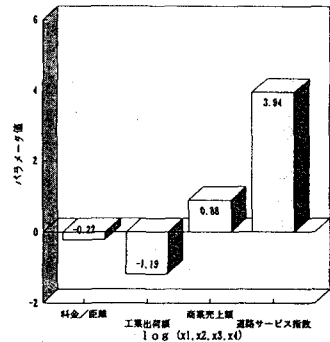


図-5 交通量に対する弾力性値

4. 集計モデルについての考察

本研究において採用した、多重相関モデルは基本的にはそのベースを集計データによっているため、比較的新しい問題や今後の問題、例えば環境問題・エネルギー問題等に関するマクロな交通政策や、公共交通への転換策や高速道路や駐車場の料金政策、ガソリンの価格政策等多用な要因を一時に扱うことは、重回帰方程式の解放上 ($n \geq p + 1$) とこれの解放に伴う誤差 ($n - p - 1 \geq 10$ or 20) との関係から自ら制約がある。（ここで n : データ数, p : 説明因子）

しかし、実務レベルにおいては、将来財務計画と延伸計画を考える際には、行政のトップレベルでのフェイス・トゥ・フェイスでの門答が繰り返されるのが通常であり、その意味で即座に回答の得られる本モデルの開発は有効であると考えられる。

5. 経営分析の考え方

経営を取りまく環境は常に変化して止まるところがない。それだけに常にその変化を適切にとらえ対応していくことは難しい。都市高速道路という社会基盤については、通常の場合よりもさらにこの感が強い。だからこそ、都市環境を取りまく社会的な因子や経済因子の変化に耐えられるよう、それらの自由度を可能な限り組見込める

「計量モデル」による需要予測に基づく、経営方針の設定が必要であろう。

現在は、原油、ドル、金利の三つとも低水準のいわゆる三低時代にあるが、短期（3～5年）的にはこの傾向が続くであろうが、「21世紀の初頭には三高時代になる。」との経済モデルによる予測もあり、さまざまな角度からの考察が必要である。

5-1 財務分析

都市高速道路の適正なる料金を設定することは、極めて高度な政策判断であると考ええる。以下は、あくまで筆者の個人的な見解である。

現行の法制度（道路整備特別措置法及び同法施行令）によると、都市高速道路の経営は、建設後、概ね30年間で資本費（建設費）・補修費などを返済するよう定められている。

しかし、都市高速道路が都市の社会、経済、文化面を支える基盤（インフラストラクチャー）であるとの認識に立てば、資本費の償還について、むしろ地方公営企業法第23条に定める資本費の棚上げ論が適用されてもよいのではないかと考える。

5-2 交通量の価格弾力性

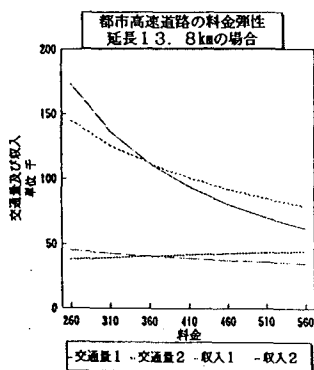


図-6 財務分析-1

図-6に料金を現行の360円から50円刻みで上げた場合の交通量の変化を予測してみた。ここで交通量は1992年の統計データに基づいている。

図-6においては、サービス水準は現行のままと仮定しているが、料金改定が確実に都市高速道路の財政健全化に奇与するとは必ずしも言い切れない側面も持ってい

る事に注目しなければならない。ここではモデルスタディとして、都市高速道路の延長を13.8kmに据え置いたまま、価格弾力性を対数線形方程式より得られた、 $a = 0.377$ のケース1と、差分方程式より得られた価格弾力性値 $a = 0.223$ のケース2の場合について料金と交通量、収入の変化を追跡した。

図-6においては、サービス水準は現行のままと仮定しているが、料金改定が確実に都市高速道路の財政健全化に奇与するとは必ずしも言い切れない側面も持っている事に注目しなければならない。

6. まとめ

本稿においては、膨大なデータ処理を避けるため、取りあえず都市高速道路1～3号線の絞りを、その間の料金、区間距離、鉱工業生産高、商業生産高、自動車保有台数、高齢化率などをパラメーターとして、多重相関分析を試みた。この結果は図-3に示したとおり決定係数が0.98と非常に高い精度の分析結果が得られた。

また、図-4に示したように、あるレベルまでは料金/区間距離よりも、都市高速道路を利用する事によって得られる便益（サービス）の方が、利用者の心理に及ぼす影響は大であると推測される。

要約すれば、料金に見合うサービス水準を確保しながら（OD表の分析によるインターチェンジの改良、アクセス路線の改良）、定性的・定量的分析に基づいた都市高速道路の経営が必要であろう。

今後は、本モデルを都市高速道路4号線を含めたOD-多重相関モデルに拡張し、定量・定性分析を研究していきたい。

謝辞

本研究を進めるに当たって、御指導を戴いた、熊本大学工学部環境工学科秋吉卓教授、元北九州市都市計画局長故松原重明局長を始め、関係各位に深く感謝致します。

参考文献

- 1) 交通工学：佐々木綱：国民科学社
- 2) 多変量解析法：奥野忠一他：日科技連出版社
- 3) Flying Off Course :The Economics of International Airlines:Doganis, R.:George Allen
- 4) 一元化の記録：北九州市都市計画局