

# 道路のサービス水準を考慮した交通需要の予測

Building a Model for Predicting Transport Demand Impact of Reducing Repair Investment

室蘭工業大学 ○学生員 長谷川裕修 (Hironobu HASEGAWA)  
 室蘭工業大学 学生員 三澤勉 (Tsutomu MISAWA)  
 室蘭工業大学 学生員 渡大輔 (Daisuke WATARI)  
 北海道開発土木研究所 正員 有村幹治 (Mikiharu ARIMURA)  
 室蘭工業大学 正員 田村亨 (Tohru TAMURA)

## 1. はじめに

わが国の道路維持管理を長期(30年)に渡って考えた場合、少子高齢化による人口減少が交通需要に与える影響と、財政状況の悪化による維持管理費削減が問題となる。Hudsonらの研究(1997)<sup>1)</sup>によると、これらの問題はネットワークレベルの維持管理問題と定義され、短期間の道路区間を対象としたプロジェクトレベルの問題とは分けて考えられている(図1)。また、将来の交通需要変動を取り込んだ道路維持管理問題は、これまでわが国に研究事例がなく、海外においてもFrieszらの研究(1979)<sup>2)</sup>とTsunokawaらの研究(1994)<sup>3)</sup>の2例だけである。

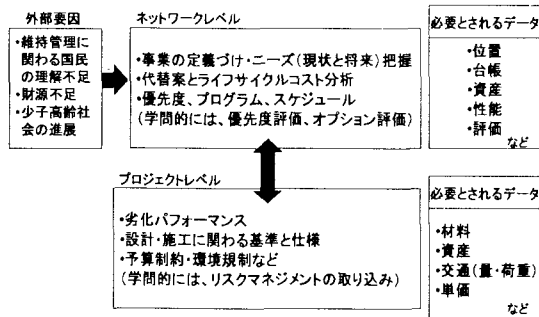


図1 マネジメントの2つのレベル

本研究は、維持管理費削減が道路サービス水準低下をもたらすことによる区間交通量の変動を把握するためのモデルを提案するもので、少子高齢化による人口減少が交通需要に与える影響をも考慮しているところに、特徴がある。具体的には、将来の交通需要変動は、「維持管理費」「将来人口」「気象条件」によって変わると仮定し、バリュー・アット・リスク法(以下、VaR法と呼ぶ)を用いてモデル構築を行なう。

ここで留意すべき点は、道路ネットワークを対象とせず、道路区間を対象としていることである。すなわち、人口減少は交通生成レベルに影響するとしてモデル化し、維持管理費削減が道路サービス水準低下をもたらすことによる交通量変動も交通生成レベルに影響するとしてモデル化している。後者は、本来、経路選択レベルにも影響するものであり、道路ネットワークを対象としリンクのサービス水準を抵抗とした迂回問題として定式化すべきである。この点について本研究は、道路サービス水準の低下が、燃料費や車両整備費など走行費用の増大をもたらし、それが交通生成に影響するとマクロに捉えているが、これはやや無理な仮説であろう。また、ネットワ

ーク問題として定式化する方法については、筆者らの他の研究(2003)<sup>4)</sup>において検討中であり、本研究との「解析フレームと解析上の制約」の違いを今後検討して行く予定である。

## 2. 問題設定と分析手法

本研究は、ネットワークレベルで検討すべき問題をプロジェクトレベルで検討している。この最大の理由は、ネットワークレベルでの定式化に問題があるためであり、本研究はより精緻なネットワークレベルで解く前に、ひとつの解法として試みたものである。

ネットワークレベルの問題は2つある。1つは交通需要推計に関するもので、将来のゾーン別人口変動が生成交通需要に与える影響の感度と、道路サービス水準が低い道路を迂回するという経路選択行動の感度を、どのように整合させて問題フレームを作るべきかが難しいことである。これについては、Tsunokawaらの研究(1994)に工夫があるが、上手く問題を定式化できていない。もう1つは入力データの精度に関するもので、30年先のゾーン別人口推計精度と数年先の道路劣化状態の推計精度は明らかに異なることによるものである。勿論、道路マネジメントは、道路のライフサイクルを考慮して劣化に応じた維持管理方法の組み合わせを30年間に渡ってシナリオ・ライティングすることであり、道路マネジメントシナリオを入力データとすれば、それは人口推計精度同様にロバストな値となろう。しかし、シナリオを入力データとする考えを是とするならば、これは精緻なネットワークレベルでの定式化ではなく、金融工学などで扱うオプションとしたほうが、問題の定式化も簡単そうである。そこで、本研究は、ネットワークレベルで検討すべき問題をオプションとして定式化するための試みとして、プロジェクトレベル(対象を俱知安の区間)をとりあげて、「維持管理費」「将来人口」「気象条件」をオプションとしたVaR法を用い交通需要予測の提案を行なうこととした。

## 3. ケーススタディ

### 3.1 VaR法による需要予測モデル

VaR法による需要予測モデルは(1)式に示される。VaR法を用いることにより説明変数間の共分散を内生化し、説明変数の時間変動を長期間にわたり考慮することができる。また、月別変動、年変動など期間の取り方を組み合わせることも、この方法の特徴である。

$$Q_{\max} = Q_0 + VaR + \varepsilon \dots\dots\dots (1)$$

$$Q_{\min} = Q_0 - VaR + \varepsilon$$

$Q_0$ : 基準年の交通需要

$VaR$ : 交通需要の変化量の最大値

$\varepsilon$ : 誤差項

### 3.2 変数の設定

需要を説明する変数は次の3つである。

#### (a) 維持管理費(図2)

北海道では冬季道路交通容量を維持するために、除雪作業等が必要である。このため、道路維持管理費と雪寒地域道路事業費を合わせて維持管理費(年単位)とする。

#### (b) 月降雪量(図3)

北海道が積雪寒冷地域であることを考慮すると、降雪量(月単位)は交通需要に影響を与える。

#### (c) 人口変動(図4)

人口の変動(年単位)は交通需要の生成に影響する。

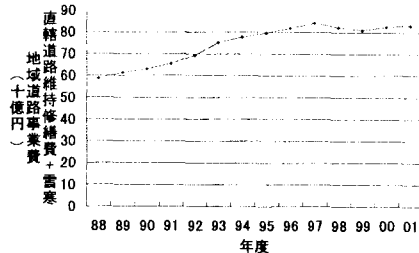


図2 北海道開発局直轄道路の維持管理費の推移

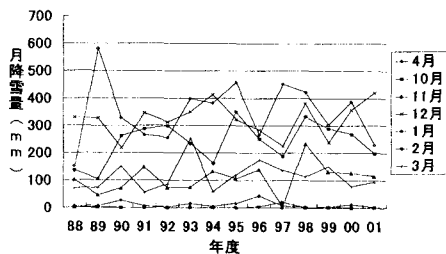


図3 本研究の倶知安における月降雪量の推移

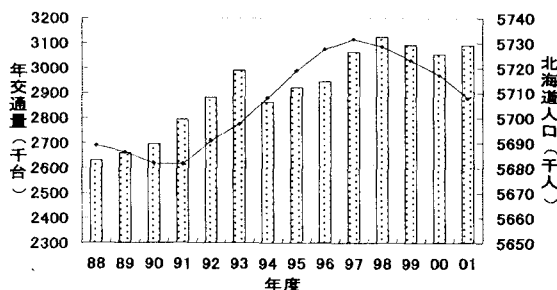


図4 国道5号倶知安における年交通量及び北海道住民基本台帳人口の推移

### 3.3 交通需要に対する各変数の感度の計算

交通需要を目的変数とした重回帰式は(2)式のとおりである。

$$Q^k = E_m m^k + E_s \sum_{i=1}^{12} S_i^k + E_p p^k + \varepsilon \dots\dots (2)$$

$Q$ :  $k$ 年の交通量(台)

$E_m$ : 維持修繕費の偏回帰係数,  $m^k$ :  $k$ 年の維持修繕費(百万円)

$E_s$ : 降雪量の偏回帰係数,  $s_i^k$ :  $k$ 年1月の月降雪量(mm)

$E_p$ : 人口の変動の偏回帰係数,  $p^k$ :  $k$ 年の北海道人口(人)

$\varepsilon$ : 誤差項

各変数の感度は交通量を説明変数とした重回帰式の偏回帰係数に等しい。1988~2001年度までのデータを用い

た重回帰分析の結果を表1に示す。

表1 重回帰分析の結果

重回帰式	目的変数	年交通量				
説明変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	判定マーク	T値	偏相関	単相関
維持修繕費	19.79	1.07	[*]	3.42	0.86	0.93
北海道人口	-2.60	-0.28	[ ]	-0.88	-0.40	0.80
4月降雪量	-4796.87	-0.33	[*]	-2.89	-0.82	-0.12
10月降雪量	2126.82	0.07	[ ]	0.34	0.17	0.27
11月降雪量	644.61	0.21	[ ]	1.09	0.48	0.32
12月降雪量	-348.74	-0.13	[ ]	-0.64	-0.31	0.13
1月降雪量	-57.88	-0.04	[ ]	-0.39	-0.19	0.09
2月降雪量	91.76	0.04	[ ]	0.26	0.13	0.46
3月降雪量	704.22	0.23	[ ]	1.91	0.69	0.32
定数項	16300510.92			0.99		
決定係数	R <sup>2</sup> =			0.97	判定マーク	
自由度修正済み決定係数	R <sup>2</sup> ' =			0.90	[*]信頼区間95%で有意	
重相関係数	R =			0.98	[**]信頼区間99%で有意	
自由度修正済み重相関係数	R'			0.95		

図3と表1から、月降雪量のばらつきが大きすぎるため、モデル全体の精度を下げていっているといえる。この点については、降雪量をそのまま使うのではなく基準年での降雪量との差を用いる等、データを加工することにより改善する可能性がある。なお推計結果は発表の際に示す。

### 3.4 VaR計算<sup>5)</sup>

交通量の変化量の最大値=VaRは(3)式で示される。

$$VaR = \theta \sqrt{EZE^t} \dots\dots\dots (3)$$

$E$ : 各変数の感度ベクトル,  $t$ は転置を表す

$Z$ : 分散共分散行列

$\theta$ : 損失発生確率に対するパラメータ

(3)式は次の3項目をもとに求められる。

- ・ 各変数の分散
- ・ 人口変動と維持管理費との関係、各月の降雪量間との関係をそれぞれ考慮した共分散
- ・ 各変数が交通量の変動に与える影響を表す感度

### 4. おわりに

本研究は道路サービス水準を考慮した交通量予測方法を提案したもので、以下のことが明らかになった。

- 1) 交通需要の変動を取り込んだ道路維持管理モデルをレビューし、プロジェクトレベルでのオプションモデルの位置づけを明示した。
- 2) オプションモデルとして、VaR法を用いた。道路サービス水準の変化を取り込んで需要予測モデルを定式化し、その有効性を確認した。

今後の課題は①維持管理者の減少を明示的にモデルに入れること。②他モデルとの比較からモデルフレームの妥当性を評価すること、である。

#### 参考文献

- 1) W. RONALD HUDSON 他: Infrastructure Management, McGraw-Hill, 2001
- 2) KOJI TSUNOKAWA 他: TREND CURVE OPTIMAL CONTROL MODEL FOR HIGHWAY PAVEMENT MAINTENANCE CASE STUDY AND EVALUATION, Transportation Research-A, vol.28A, No.2, pp15-1-166, 1994
- 3) TERRY J. L. FRIESZ 他: A MODEL OF OPTIMAL TRANSPORT MAINTENANCE WITH DEMAND RESPONSIVENESS, Transportation Research, vol.13B, pp317-339, 1979
- 4) 三澤勉他: 交通需要減少化における道路の維持管理評価方法の提案, 土木計画学研究・講演集 CD-ROM, vol28
- 5) 山下智志: 市場リスクの計量化と VaR, 朝倉書店, 2000