

非定常確率過程型の予測モデルの試み

○ 正員 西日本工業大学 堤 昌 文
正員 九 州 大 学 橋 木 武

1. まえがき

過去数年来、筆者らは交通輸送需要が示す“ゆらぎ”状態の系¹⁾に関する需要予測モデルやそれぞれの系のもつ確率的性質およびゆらぎの特性等を報告してきた。この中でゆらぎ状態の系の確率的な性質と予測モデルの関係等からも、確率過程を扱う予測モデルの良悪は、パラメータ推定値の誤差、独立変数値の誤差および予測モデル式の誤差²⁾等よりも、如何に系の確率的性質がモデルに反映されているかで大きく左右される。以前、報告したAROP1モデル、AROP2モデルは、定常確率過程（以後、定常過程と呼ぶ、非定常の場合も同様に言う）型モデルだが、一部は非定常過程の領域を包含して予測できるけれど、あらゆる交通輸送需要が示すゆらぎ状態の系を処理できるものでない。そこで、本論では、非定常過程型の予測モデルの構築を行ない、適用も含め検討したことを論ずる。

2. “ゆらぎ”状態の系の性質と精度

以前³⁾、ゆらぎ状態の系の特性と予測精度について分析したが、それは主成分軸上で系の分布状態からの意味づけを行ったもので、ここでは、表-1にあるように各々の精度範囲について9.99%以下と非定常過程のゆらぎ状態の系を含む悪い精度範囲の20%以上についてみる。良好な精度範囲の9.99%以下と20.0%以上では、変動係数で前者0.18、後者0.36、レンジで前者4.5、後者3.5、歪度で前者0.22、後者0.95、尖度で前者3.2、後者5.5、ゆらぎ点のx値で前者3.6、後者5.2、ゆらぎ点のy値で前者0.15、後者0.19、水平の連で前者18.0、後者15.7、上下の連で前者36.3、後者32.8、ゆらぎ伸度で前者4.1、後者5.3、ゆらぎ度で前者0.73、後者1.72、平均変動率で前者0.13、後者0.27、自己相関係数で前者0.70、後者0.59、ラグ数で前者6.9、後者5.3である。これから分かるように精度の良悪による特性の傾向として、前者がレンジ、水平の連、上下の連、自己相関係数およびラグ数で大きく、他はすべて小さい。これについては良好な精度範囲でレンジが大きいのは振幅が大きい箇所が存在しても全体的に変動率は小さい、水平の連、上下の連の連の数が多いのはパターンが概ね一定であること、自己相関係数、ラグ数は周期が大きいほど安定していることによる。

表-1 定常過程と非定常確率過程型の
AROPモデルによる
同定精度の比較（47例）

各モデル 同定精度	定常確率過程型の AROPモデル 個数 (百分率)	非定常確率過程型の AROPモデル 個数 (百分率)
4. 99%以下	———	43 (91.49)
5. 00~9.99%	———	4 (8.51)
10. 00~14.99%	14 (29.79)	———
15. 00~19.99%	14 (29.79)	———
20. 00~29.99%	15 (31.91)	———
30. 00%以上	4 (8.51)	———

3. AROP5モデル

非定常過程（線形非定常確率過程）を扱った予測モデルには、Box-Jenkins流の方法で知られるARIMAモデル（式(1)）がある。Box-Jenkinsの方法は、確率過程 $X_t - X_{t-1}, \dots$ 等のようにそれぞれの階差を取り、この階差が定常過程になるまで、すなわち、等質な定常となった場合に定常時系列理論を適用する。しかし、モデル構築の過程は、階差を取る回数決定およびモデルの選定をコレログラムより判断することや、

次数の決定を偏自己相関係数のコレログラムにより決めるため効率性、恣意性および精度上に問題を残している。ここで、式(1)について

$$\begin{aligned} \Phi(B) \nabla^d X_t &= \Phi(B) \xi_t \quad \dots\dots (1) \\ \Phi(B) &= 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p \\ \Psi(B) &= 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q \end{aligned} \quad \dots\dots (2)$$

は後進演算子、後進差分演算子を次のように定義している。

$$\begin{aligned} B X_t &= X_{t-1} \\ B^m X_t &= X_{t-m} \\ \nabla X_t &= X_t - X_{t-1} = (1-B) X_t \\ \nabla^d X_t &= (1-B)^d X_t \end{aligned} \quad \dots\dots (3)$$

そこで、本論では前述したように前回報告したAROP2モデルを繰り返し適用していく方法に改良し、これをAROP5モデルとして交通輸送需要が示すゆらぎ状態の系の47例に適用する。この47例は改良前のAROPモデルによる精度結果が20.0%以上のものを対象(非定常過程のデータを含)としている。このAROP5モデルのフローを図-1に、適用結果を表-1に示す。従来の方法は階差をとることによって定常過程に接近されるけれど、AROP5モデルは定常過程型のモデルを繰り返し適用することで非定常性を克服しようとするものである。表-1より適用回数5回以下で9割が同定精度4.99%以下になっており、大幅に改善されたことが理解できる。

4. あとがき

以上、ゆらぎ状態の系の性質については精度の良好なものと悪い精度で、その特性に明確な差異が判明し、また、非定常過程型のAROP5モデルを構築し適用した結果、同定精度を飛躍的に改善し、その有効性が示せた。

参考文献：

- 1) 堤昌文，橋木武：AROP2モデルによる交通需要予測，土木学会西部支部，講演概要集，昭和61年度。
- 2) 大田勝敏：交通需要予測の誤差分析，土木学会第28回講演概要集，1973。
- 3) 堤昌文，橋木武：“ゆらぎ”状態の系の特性と確率構造，土木計画学研究講演集，No11，1988

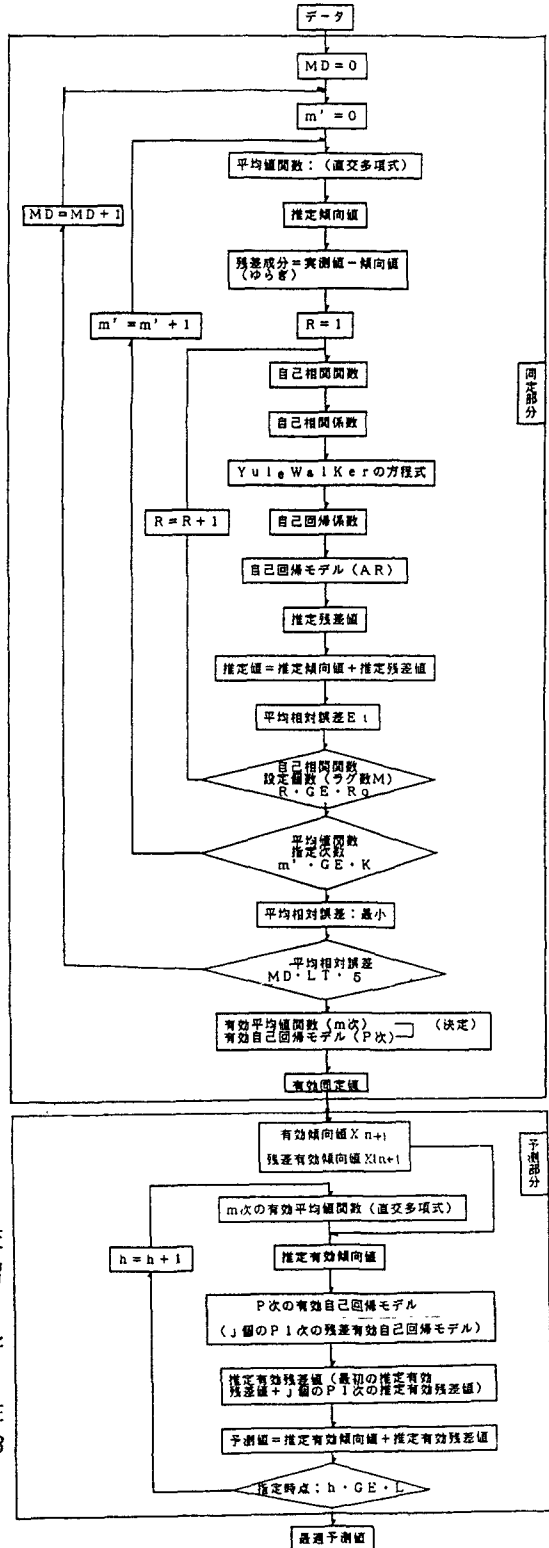


図-1 AROP5モデルの同定・予測フロー