

IV-28 “ゆらぎ”状態の系の特性と確率構造

正 西日本工業大学 堤 昌文

正 九州大学 橋木 武

1. まえがき

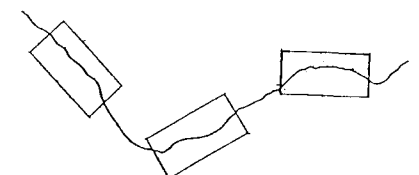
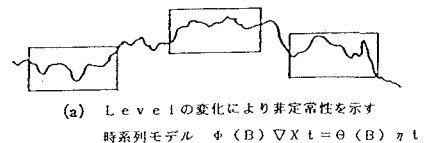
交通輸送需要が示す“ゆらぎ”状態の系¹⁾は不確実性が強いいため、これに使用する予測モデルには、まだ、解決しなければならない問題が多く残されている。本論では、“ゆらぎ”状態の系の保有している情報を、より、多く活用することで確度の高いモデルを志向するものである。ここでは、“ゆらぎ”状態の系の特性に着目し、この特性を使用して、確率構造の種類の判断、つまり、定常確率過程と非定常確率過程とを判別関数で決定し、予測モデルの適用に関して、その的中率をたかめることを目指すもので、これらの判断を理論的に求めたものと比較検討している。

2. “ゆらぎ”状態の系の特性

前報¹⁾で示したように13指標とも全く同じだが、自己相関係数、“ゆらぎ”伸度の定義を若干変更し、前者は平均値を考慮し、後者は“ゆらぎ”の最大値から変動率の最大値と換えている。ここでは、前報と同様に統計量として求めた13指標を使用して主成分分析とクラスター分析により類型化を施し、その結果7グループ²⁾の分類となる。各主成分の意味からして第1主成分の“ゆらぎ”の動特性、第2主成分の“ゆらぎ”の静特性が代表的な主成分であるので、以下、これを使用している。第1と第2主成分の関係では第1主成分の正側は“ゆらぎ”の大きさ、負側は周期性を、第2主成分の正側は“ゆらぎ”状態の系の形態性、負側は変動的形態性を表わす。7グループの中で“ゆらぎ”状態の系の構成の数が多いAグループでは、静特性で分布は規準化正規分布にやや近く、バラツキはやや小さな分布で変動率の高い部分は少なく、全体的に変動率曲線は低い形態をしている。動特性で周期は長く、全体的に“ゆらぎ”の大きさはやや小さい。Aグループ内でのAROPモデル²⁾、季節別月型平均法モデル³⁾の予測精度(相対誤差)結果は、良好な範囲の9.99%以下が47例中36例,76.6%,劣悪な精度の20.00%以上が47例中4例,8.5%と良好な精度の“ゆらぎ”状態の系が集中しており、第1と第2主成分の関係では“ゆらぎ”の大きさが大きい方に予測精度の悪い結果が集中する傾向にあり、動特性が精度に影響している。

3. “ゆらぎ”状態の系の確率構造

従来の時系列理論では自己回帰過程型(AR)、移動平均過程型(MA)、自己回帰移動平均過程型(ARMA)モデルがあり、これらを一般化したのに自己回帰・積分・移動平均過程型(ARIMA)モデルが挙げられる。これらを後進演算子で記述すると、下記の式(1)、(2)、(3)、(4)となる。 $\Phi(B)X_t = \eta_t$ -- (1), $\Phi(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$, p 次の自己回帰演算子, $X_t = \Theta(B)\eta_t$ -- (2), $\Theta(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$, q 次の移動平均演算子, $\Phi(B)X_t = \Theta(B)\eta_t$ -- (3), $\Phi(B)\nabla^d X_t = \Theta(B)\eta_t$ -- (4), ここで $\nabla^d = (1-B)^d$ で線形非定常過程に対して d 階差をとる、後進差分演算子である。そこで、一般の自己回帰演算子 $\Psi(B)$ を使用して、 $\Psi(B) = 0$ で (a) すべての根が単位円の外側に存在する。(b) すべての根が単位円の内に存在する。(c) d 個の根が単位円上に、残りのすべての根が単位円の外側に存在する。この3つのタイプに分類されており、この(a)タイプは線形定常過程を表わしており、(b)タイプは非定常過程を表わし、(c)タイプは線形非定常過程を表わしている⁴⁾。つまり、式(1)、(2)、(3)は(a)タイプに属し、式(4)は(c)タイプに属する。式(4)のARIMA



(b) LevelとSlopeの変化により非定常性を示す時系列 $\Phi(B)\nabla^2 X_t = \Theta(B)\eta_t$ (Box & Jenkins)

図-1 均質な非定常性

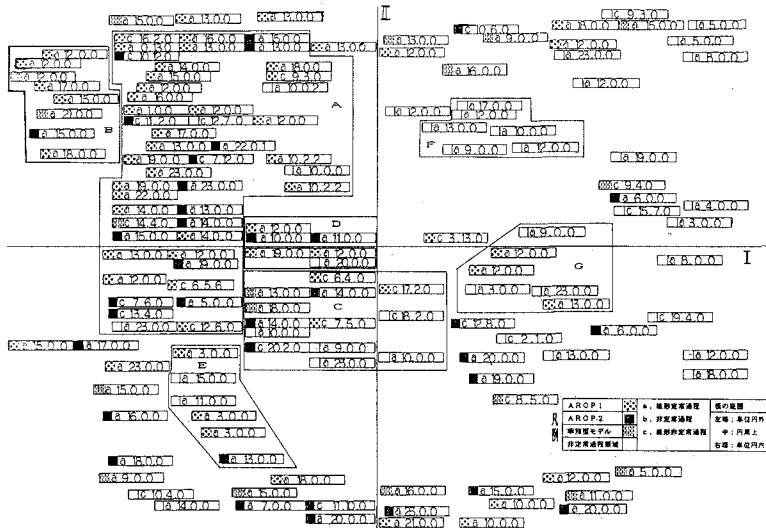


図-2 “ゆらぎ”状態の系の特性と確率過程タイプ

モデルはBOX-Jenkinsが図-14)に表現しているようにLevel, LevelとSlopeの変化がある非定常過程でもあっても階差をとることで、均質(定質)な非定常性としてモデルを構築している。しかし、LevelとかSlopeだけでは使用に際しては非常に不明確である。モデルの選定等に難点を生じるので、本論では、前述した“ゆらぎ”状態の系の特性を使用して、確率構造の種類である定常、非定常過程を式(5)のような判別関数で識別することを提唱すると共に前述した $\Psi(B) = 0$ の結果と比較検討している(図-2)。また、AROPモデルと季節型月別平均法の実行結果と“ゆらぎ”状態の系における確率構造をも図-2にのせている。図-2の判別関数による結果と $\Psi(B) = 0$ で理論的に求めた確率構造の種類とを比較すると153例中101例、66.0%が判別関数側からみた的中率となるが、定常過程の誤判別は、精度に着目すれば(20%未満)、上述の2モデルでカバーしきれているので、非定常過程のみを考えると153例中120例、78.4%が判別関数側からみた的中率である。これからみて判別関数による確率構造の種類の判断はほぼ有効であるといえる。“ゆらぎ”の動特性の周期性側で両者の一致をみる構造が74.7%と多い。差異については、同定部分の範囲で行われているので予測部分での

$$Fb = 0.268 \quad Hz = 7.740 \quad Gi = -2.272 \quad Au = -0.022 \quad Ho = -0.027 \quad Va = +0.275 \quad \dots (5)$$

Hz; 歪度, Gi; 平均変動率, Au; 自己相関係数, Ho; 水平の連, Va; 上下の連。乱れにより非定常過程となったと思われる場合、あるいはAROPモデルで若干非定常過程をもカバーし得た結果と考えている。季節型月別平均法でも18例中15例、83.3%が一致する。

4. あとがき

以上のように“ゆらぎ”状態の系の特性、確率構造といった情報を、予測モデルの選定および構築等に活用せんと検討してきた結果、次ぎのようなことが言える。(1) “ゆらぎ”状態の系の特性から得られた判別関数による定常、非定常過程の確率構造の識別と一般の自己回帰演算子による $\Psi(B) = 0$ からの確率構造判断は差異も生じるが、実用性を考慮すると約80%の的中率前者で、有効性があると考ええる。(2) $\Psi(B) = 0$ での結果からの構造と“ゆらぎ”状態の系の特性との関連も明らかにできた。

参考文献:

- 1) 堤, 樗木: “ゆらぎ”状態の系の特性と予測問題, 土木学会第42回講演概要集, S. 62
- 2) 堤, 樗木: AROP2モデルによる交通需要予測, 土木学会研究発表講演集, S. 61
- 3) 堤, 樗木: 季節型月別平均法による交通需要予測, 土木学会第41回講演概要集, S. 61
- 4) 藤田睦博: 線形系の解析, 土木学会誌, 1978年, 1月号