

IV-40 “ゆらぎ”状態の系の特性と予測問題

○ 正 西日本工業大学 堤 昌 文
正 九 州 大 学 橋 木 武

1. まえがき

自然界には規則性のある現象も少なくないが、海岸に打ちよせる波、雲の動き、河川の流路および塵等の浮遊物にみられるようにランダム性のものはいたるところでみられる。人為的な経済・社会現象のアウトプットである交通輸送もこの類にもれなくゆらいでいる。本論ではこのような輸送需要の時間の経過に伴う“ゆらぎ”状態の系に着目し、これらの特性にもとづいて類型化を施し、この類型化されたグループの特徴と需要予測モデルの特徴を関係づけることで予測をシステムティックに行え、その的中率および効率性に対して有効になり得ると考える。ここでは、このような観点から陸上輸送のトラック輸送、鉄道、海上輸送（フェリーを含む）および航空輸送等の154例の交通輸送需要例を使用して、予測への方法論を検討している。

2. 交通輸送需要の類型化

前述したような交通輸送需要は各交通機関およびターミナル等の全体を含めたものであるが、しかし、ゆらぎとして捉えた場合にはゆらぎの持っている固有性は相互に共通点を保持している。そこで、このゆらぎの性質を現わすのに図-1のような幾つかの統計量を指標として考えてみた。大きくは(1)ゆらぎの周期性、(2)ゆらぎの大きさ、(3)ゆらぎの形態性、(4)ゆらぎの分布性の4つにゆらぎの性質を表現でき、4つの群の中にそれぞれ13の指標を設定している。特に(1)と(2)をゆらぎの動特性、後者の2つをゆらぎの静特性と呼ぶことにする。類型化へは上述した13指標を使って主成分分析を適用し、この中で寄与率の高い主成分スコアを使用しクラスター分析により類型化を行なっている。

設定している13の各指標間の相関関係をみてみると、変動係数と正の相関は平均変動率0.925、ゆらぎ度0.865と負の相関で自己相関係数-0.828と強い相関を示し、歪度と正の相関は尖度0.764、ゆらぎ度0.636、ゆらぎ度と正の相関は平均変動率0.856、負の相関で自己相関係数-0.766、平均変動率と負の相関は自己相関係数-0.787等が主だったところである。

主成分における寄与率は第1主成分が34.6%で第3主成分で58.3%を示し、第6主成分で80%以上である。因子負荷量をみると第1主成分では正側でゆらぎ度0.935、変動係数0.919、平均変動率0.887と負側で自己相関係数-0.863であり、正側はゆらぎの大きさ、負側は周期性を示し、主成分軸全体でゆらぎの動特性を表わすと解釈する。第2主成分では正側で上下の連0.753、水平の連0.689、負側でゆらぎ点の y 値-0.175であり、正負ともゆらぎの形態性である。第3主成分では正側でゆらぎ点の x 値0.617、負側でゆらぎ点の y 値-0.418であり、正負ともゆらぎの形態を表わしているが、上述との相違はゆらぎ点の存在からゆらぎの変化度的形態性と解釈できる。

前述から第1主成分と第3主成分の組み

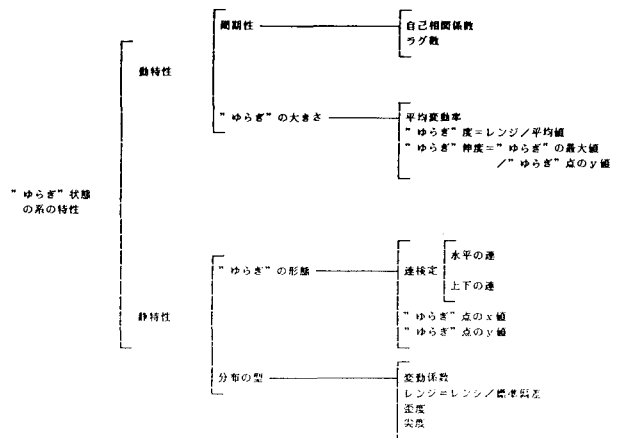


図-1 “ゆらぎ”状態の系の特性を構成する各指標

合わせの主成分スコアを用い、クラスター分析を適用して図-2のように類型化している。図-2から分布点の2/3程度が負側に集中しており、周期性、ゆらぎの大きさの影響が強いことを窺わせる。図中で49を含んだ最も大きなグループと他に小さな4グループ程度に別れるが、他はほとんど散在しており、交通輸送需要の保有している特性の多様性を示している。最も大きなAグループは周期性もあり、ゆらぎの変化度的形態性もややあるとみなし得る。ここで各指標のグループ内での平均値で解釈すると、歪度0.002，尖度3.16，ゆらぎ点のx 3.33，y 0.09，上下の連36.7，水平の連23.9，変動係数0.13，レンジ4.98，ラグ数7.90，ゆらぎ伸度は最大，ゆらぎ度0.68および平均変動率（ $0.111 < 0.165$ ）¹⁾等から静特性では規準化正規分布とみなしてよく、バラツキの少ない分布で変動率の高い部分は少なく他は全体的に低い形態をしており、動特性では周期性はやや短く、ゆらぎの最大は高いが、全体的にゆらぎの大きさは小さいと言える。

3. 特性グループと予測

つぎに、類型化されたグループと過去に実施したAROP1モデル²⁾および季節型月別平均法のモデル¹⁾の予測結果と照合して、各グループの特性と予測精度の関係を明確にし、おのの特性を持ったグループごとの予測推定式を求めている。例ばAグループをAROP1モデルの結果でみると、予測精度の範囲が9.99%以下では153例中31例、20.3%，また、この範囲に含まれる66例では47.0%，逆に、精度範囲が20.0%以上の場合は3例、2%，また、この範囲に含まれる51例では5.9%となっており、Aグループには予測精度の良好なものが多く存在する。しかし、図-2から分かるように大半は独立に分布しており、Aグループの下第3主成分軸の負の小さな位置でも精度のよいものがみられ多様な性質を交通輸送需要は持っていると推察される。各グループの予測推定式は主成分重回帰として求めており、主成分は因子負荷量±0.5以上のものを説明変数に、また、別途、同定精度をも前者の説明変数に加えて検討している。Aグループの場合の主成分重回帰による予測精度Prの推定式は下記の式(1)，(2)であり、重相関係数はそれぞれ0.579と0.530である。

$$Pr1 = 13.88 + 0.342 X1 + 0.374 X2 \quad \text{----- (1)}$$

$$Pr2 = 21.88 + 0.467 X1 + 0.261 X3 \quad \text{----- (2)}$$

ここで、X1：ゆらぎの動特性，X2：ゆらぎ状態の系の同定精度，X3：変化度的ゆらぎの大きさ

4. あとがき

以上のようにゆらぎ状態の系の特性により類型化をはかり、それぞれのグループと予測モデルの関係を検討してきた結果、つぎのことが言える。1) ゆらぎ状態の系の類型化は13の統計量を指標として使用することで系の特性をよく表現することができ、類型化されたグループの性質を明らかにした。2) AROP1，季節型月別平均法等のモデルの予測結果と類型化されたグループとの関係も明らかにし、予測の実施にあたってシステムティックに行える方法論を示した。3) 類型化されたグループが少なく、ゆらぎ状態の系は多様な性質を持っている。

参考文献：1) 堤・橋木：季節型月別平均法による交通需要予測，第41回次学術講演会概要集昭和61年11月

2) 堤・他：AROPモデルの検証，第36回年次学術講演会概要集，昭和56年10月

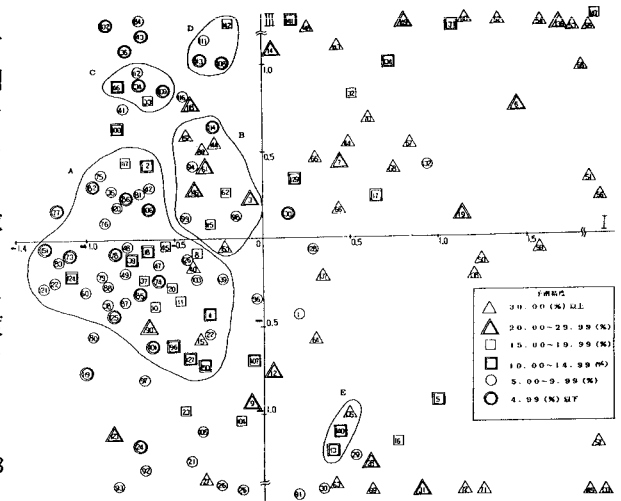


図-2 “ゆらぎ”状態の系の特性グループと予測結果