

ARIMA モデルを用いた北海道の鉄道貨物輸送量に関する時系列解析

Analytic research on time variation of the railway freight volume in Hokkaido area using ARIMA model.

北海学園大学工学部土木工学科 学生員 飯田 宏幸 (Hiroyuki Iida)
 北海学園大学工学部土木工学科 正 員 上浦 正樹 (Masaki Kamiura)

1. はじめに

流通業界、特に貨物輸送が抱える問題を以下に示す。

- (1) デフレでモノが売れない。
- (2) 静脈物流をどうするか。
- (3) 輸入野菜の影響により道内で取扱量が減少。

貨物の輸送量の予測を行うということは、連結する滑車の削減や温室効果ガスの削減にもつながり、自然に優しく、また効率的な輸送につながると考えられる。時系列を解析するということは、時系列を図示し、時系列モデルを推定して特徴を捉え、今後の予測をしようとするということである。

時系列は、解析するモデルの統計的な性質が時間の推移によって変化しない定常過程を前提として分析が行われる。また、非定常な時系列は差分変換などを行って分析を行う。解析モデルの種類を表-1に示す^{1),2)}。

表-1 時系列解析の種類

	名称	時系列の種類
AR	自己回帰モデル	定常時系列
MA	移動平均モデル	定常時系列
ARMA	自己回帰移動平均モデル	定常時系列
ARIMA	自己回帰和分移動平均モデル	非定常時系列

今回の研究の目的は、ARIMA モデルの3つのパラメータ、つまり自己回帰パラメータ(p)、差分の階数(d)、平均移動パラメータ(q)を変化させる事により出来る様々な予測モデルと実際の貨物輸送量の時系列とを比較診断を行うことで、最良の時系列モデルを見つけだし、その時系列モデルを利用して将来どのようなようになるかを分析することである。

2. 研究方法

2. 1 モデルの同定

AR,MA,ARMA に対する時系列は定常でなければならない。ここで言う定常とはデータが取られている各時点で平均や分散、自己相関が一定である状態をいい、非定常な系列に対しては差分変換などの適当な変換を行い定常な系列にしてから分析を行う。

時系列が定常か非定常かを判断するためには、

- (1) 輸送量を月ごとに並べて定常かを判断する。
- (2) 自己相関(偏自己相関)によって、時系列データに周期があるか判断する。
- (3) 非定常時系列ならば、差分の階数を判断する。

2. 2 モデルの推定

パラメータの推定値は予測値とその信頼区間の計算に

使用される。

p、q、d のパラメータを変化させることにより様々な予測モデルをつくることができる。たとえば自己回帰過程が1次、移動平均過程が2次、差分の階数が1次ならばARIMA(1, 1, 2)というモデルになる。

2. 3 モデルの診断評価

得られたモデルが適切なモデルかどうか実際の貨物輸送量と比較診断を行う。

3. 結果

3. 1 本研究使用データについて

本研究で使用するデータはJR貨物が取り扱う輸送量について、フレنزのデータにもとずいて、北海道発着の各月の合計、1998年の4月から1999年の12月までのデータ21個をもとにモデルを作成した。

フレنزの機能：従来のコンテナ情報システムを移行拡充して、営業、輸送及びコンテナ所在管理等業務運営の効率化支援を図るとともに利用運送事業者とのネットワーク化に伴うサービス情報の提供等を有している。

3. 2 貨物輸送量データのモデル化

モデル化には、ARIMA モデルを用いる。定数項を含むARIMA(p, d, q)モデルは、d次の階差をした時系列ARMA(p, q)モデルを適用したものである。よってARIMA(p, q, d)モデルは以下の2つの式で表現される。

(1) d次階差時系列

$$X_t = x_t - x_{t-1}$$

t : 時間の指標、 X_t : t期のd次階差時系列

x_t : t期のd-1次階差時系列

x_{t-1} : t-1期のd-1次階差時系列

(2) ARMA(p, q)モデル

次階差時系列

$$X_t = a_1 X_{t-1} + \dots + a_p X_{t-p} + E_t - b_1 E_{t-1} - \dots - b_q E_{t-q}$$

a_1 : 1次の自己回帰係数、 a_p : p次の自己回帰係数
 X_{t-1} : t-1期のd次階差時系列、 X_{t-p} : t-p期のd次階差時系列、

b_1 : 1次の移動平均係数、 b_q : q時の移動平均係数
 E_t : t期のホワイトノイズ、 E_{t-1} : t-1期のホワイトノイズ、 E_{t-q} : t-q期のホワイトノイズ

表－2 北海道発輸送量と予測値との誤差

	1月	誤差	2月	誤差	3月	誤差	AIC
北海道着輸送量(t)	181816		199606		211893		
ARIMA(0.2.1)	212020.9	30205	208894.6	9289	205444	-6449	467.45
ARIMA(0.2.2)	204058.8	22243	222206.1	22600	222619.4	10726	469.57
ARIMA(2.2.1)	235958.8	54143	245403.4	45797	242742.4	30849	469.68
ARIMA(1.2.1)	209540.4	27724	206552.7	6947	204058.8	-7834	469.71
ARIMA(1.2.2)	222511	40695	218744	19138	218900	7007	470.74

表－3 北海道着輸送量と予測値との誤差

	1月	誤差	2月	誤差	3月	誤差	AIC
北海道着輸送量(t)	350822		406420		450364		
ARIMA(0.2.1)	433892	83070	432863	26443	431918	-18446	487.53
ARIMA(2.2.1)	479155	128333	486560	80140	475245	24881	488.12
ARIMA(1.2.1)	433345	82523	433184	26764	433401	-16963	490.07
ARIMA(0.2.2)	444646	93824	448355	41935	452659	2295	491.03
ARIMA(2.2.2)	479748	128926	481980	75560	471302	20938	491.1

ホワイトノイズ：時々刻々変動する現象に関するあらゆる情報の源である。ここでは、輸送量から、モデルで、得られた値を差し引いたものである。

このようにして (p、d、q) のパラメータを0から2の間で入れ替えたことにより、24種類の予測モデルを作成することができる。

3. 3モデルの検証

導出された各時系列モデルについて、ホワイトノイズやAIC（赤池情報基準）統計量などを評価し妥当な時系列モデルを比較判断する。

AIC（赤池情報基準）：構造方程式モデルだけでなく、広く最尤推定法を用いる統計モデルの評価に用いられる指標、手元のデータから母数を推定すると、その統計モデルから観測変数の分布が定まる。このときモデルで示された観測変数の分布と本当の分布に近いほどAICは小さくなる。つまりAICが小さいモデルは将来の予測力が高いモデルとなる。

最尤推定法：観測変数から推定される母数の確率が最も高い（尤度が高い）母数を推定する方法。

北海道発輸送量データとAICの低い予測モデル上位5つとの誤差を表－2に示す。また、北海道着輸送量データ（トン）とAICの低い予測モデル上位5つとの誤差を表－3に示す。

表－2、3を見ると北海道発輸送量の予測モデルのパラメータも北海道着輸送量パラメータも（0，2，1）の予測モデルが最適の予測モデルだということが判った。

4. 考察

今回の研究でP、D、Qのパラメータを0から2までの間で変化させ、得られた24のモデルから最良のモデルをAICを元に調査したところ、北海道の輸送量は、発着共に、ARIMA（0，2，1）モデルが最良のモデルであることがわかった。

今回の研究で、以下のことがわかった。

- （1）時系列の階差をとり時系列を定常にした方が、よりもとの時系列（北海道の貨物の輸送量）と近い予測モデルを作ることがわかった。
- （2）予期せぬ天災や、事故等が起こると予測値と実績との誤差が大きくなってしまふことがわかった。
- （3）20という少ないデータ数にもかかわらず比較的小さな誤差の予測値を予測するモデルができた。

5. 今後の課題

今回の研究で、現在のARIMAモデルでもかなり小さな誤差で予測値を求めることが求めることができることが判った。しかし、貨物の輸送量は時々刻々の経済の流れ、国内外の情勢など様々な要因を含み推移しているものと考えられる。また、予期せぬ天災や事故によっても大きく変化すると考えられる、特に北海道の貨物輸送における農作物の占める割合は、ほぼ4割を占めているのでその年の天気や野菜の価格変動もその年月の輸送量に大きな影響を与えているのではないかと考えられる。今後は、そのような要因を考えた時系列パターンの解析方法を考えていくことが課題となってくる。

最後に、今回ご協力を頂いた、JR 貨物北海道支社営業課の方々に謝意を表します。

参考文献

- 1) SPSSによる時系列分析の手順、石村貞夫、東京図書、1999年
- 2) 需要予測入門、竹内清、丸善株式会社、1971年