

# パナマックス 4T/C 月次平均の時系列分析

[要旨] . . . . .

- ドライバルク市況を需給から予測することには、そもそも需給予測が正確でなければならぬという制約がある。市況自身を時系列で分析することはこの制約の一部を補うことになる。
- パナマックス 4T/C 月次平均の値は前月の値から影響を受ける。このため、統計的な時系列分析の手法を使ってその性質を調べることができる。
- パナマックス 4T/C 月次平均の増減率は、正規分布に従い、過去の値からの値の影響を受けない。増減率がこのような性質を持つ時系列はランダムウォークと呼ばれ、将来の平均値の期待値は一定、取り得る値の範囲は時間の経過と共に拡大する。
- パナマックス 4T/C 月次平均は単位根を持つが、船腹需給比率は単位根を持たない。このため、両者の間には見せかけの回帰は発生せず、通常回帰分析で正しい結果を得られる。両社の相関係数は 0.76 と非常に高い。

. . . . .

## 1. はじめに

従来、ドライバルク市況の分析として NYK で行われてきたものの中で、統計的な手法を用いたものは需給や他の経済指標などとの相関・回帰にほぼ限られていた。これに対し、時系列での分析は、グラフを描いてみる、移動平均線を重ねてみるといった(それ自体は非常に重要であるが)直観的なものとどまっている。だが、時系列分析を統計的に行う手法は存在し、ファイナンスの分野などで広く利用されている。ドライバルク市況を需給や他の経済指標との相関・回帰で予測しようというアプローチには、需給などの予測が正しくなければ市況予測も正しくならないという制約がある。市況自身を対象にした統計的な時系列分析で何らかの知見が得られるのであれば、この制約の一部を補うことができる。

本稿では、パナマックス 4T/C 平均の月次推移を対象に、統計的な時系列分析を行うことで意味のある知見が得られるかどうかを検証していく。パナマックスを対象とするのは、ケープサイズと比べ市況変動の癖が少なく数学的な分析に向くと予想したためである。また、月次推移を対象とするのは、これより短い期間(日次・週次)では需給による予測とメッシュが合わず比較ができないこと、これより長い期間(四半期・年次)ではデータが少なくなり統計的な予測が難しくなるためである。今回の分析は 2011 年 1 月以降のデータを対象とする。海運バブルが収束し、市況の変動が現状に近づいた時期として、この対象期間を選択した。なお、本稿は後半でパナマッ

クス市況と船腹需給の関係を分析するため、対象期間は調査対象国の輸出データが揃う 2015 年 11 月までとしている。

なお、本稿の時系列分析には R という統計分析ツールを利用している。

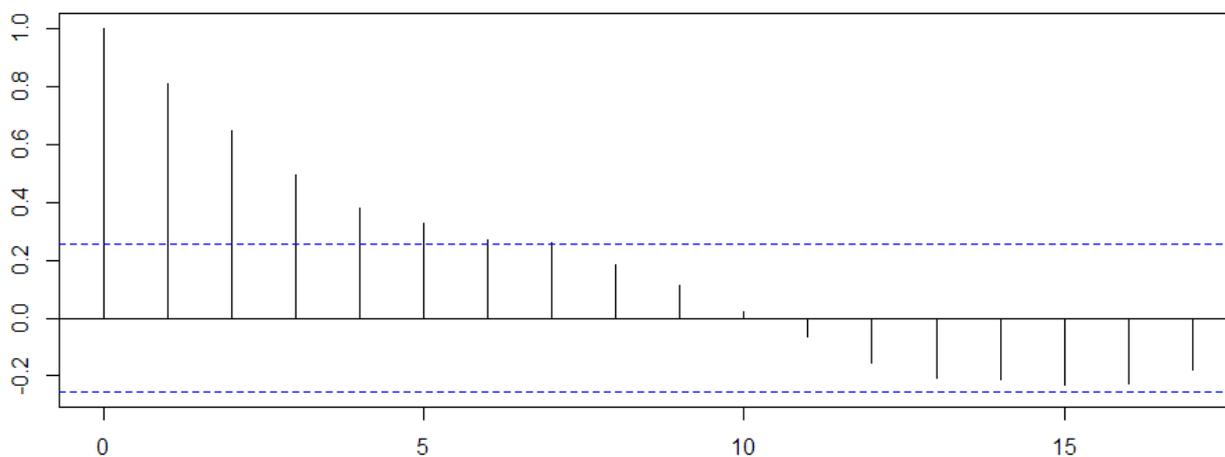
## 2. 過去の値からの影響－自己相関

初めに検証するのは、パナマックス 4T/C 月次平均が過去の値から影響を受けるかどうかである。各月の値が過去の値と関係なく決まるのであれば時系列分析を行う意味は無い。

なお、本稿で言う「影響を受ける」は、「過去の値が A であったことが原因で現在の値が B となっている」という「因果関係」を意味しない。「過去の値が A であるときに、現在の値が B であることが観察される」という「相関関係」の意味で利用している。

現在の値が過去の値からの影響を受けるかどうかを統計的に判断するためには、現在の値と過去の特定の時点(1 ヶ月前、2 ヶ月前など)の値との間で相関を取ればよい。これを自己相関と呼ぶ。パナマックス 4T/C 月次平均において、過去の各月との自己相関の強さを描いたのが図 1 である。横軸は何か月前のデータの影響力を示すもので(0 は当月)、縦軸は上に伸びているものが「該当月の値が大きいと当月の値も大きくなる」(正の相関)、下に伸びているものが「該当月の値が大きいと当月の値は小さくなる」(負の相関)という関係の強さを示す。また、2 本の青い点線は、これより弱い関係は統計的に有意では無い(偶然に発生している可能性が高い)ことを意味する。

図 1 : パナマックス 4T/C 月次平均の自己相関



このグラフからは、1ヶ月前から7ヶ月前で正の相関がそれぞれ存在していることが分かる。つまり、パナマックス 4T/C 月次平均は過去のデータから影響を受けるということになる。

なお、図1で見た相関は累積的なものである。つまり、「2ヶ月前の値が1ヶ月前の値に影響し、1ヶ月前の値が今月の値に影響することが合わさって、2ヶ月前の値が今月の値に影響する」という間接的な影響が含まれる。この間接的な影響を排除し、過去のデータが現在の値に「直接」影響する程度を計算することができる。これを偏自己相関係数と呼び、そのグラフは図2の通りである。図1と異なり、一番左の棒は1ヶ月前の値を示す。

図2：パナマックス 4T/C 月次平均の偏自己相関

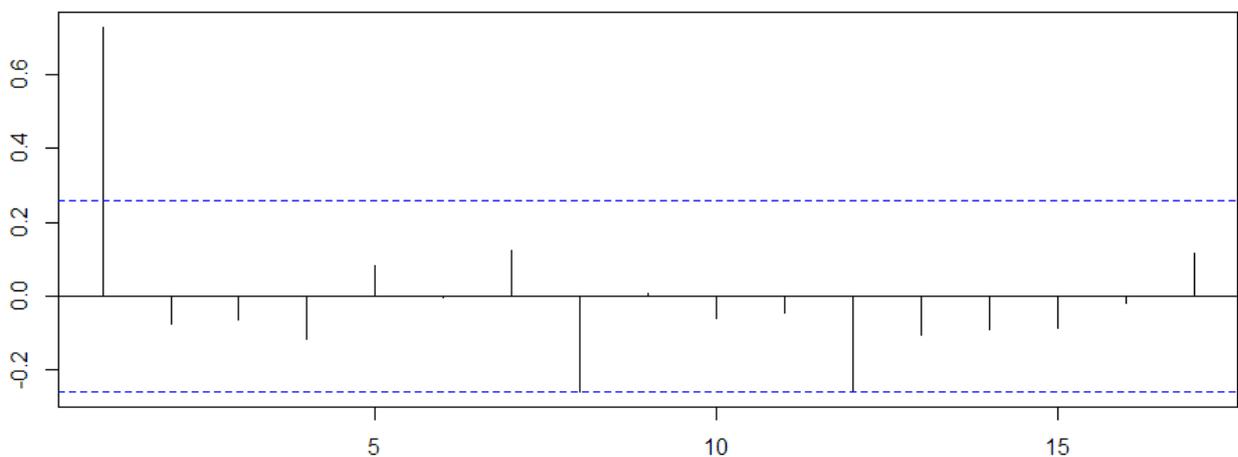


図2では図1よりも相関の大きさが全般的に小さくなり、有意な影響を受けるのは1ヶ月前の値のみであることが分かる。

以上の分析からパナマックス 4T/C 月次平均が1ヶ月前の値から影響を受けることは分かった。このため、その影響がどのようなものかを分析し、パナマックス 4T/C 月次平均の性格を調べていく。

### 3. 増減率の分析

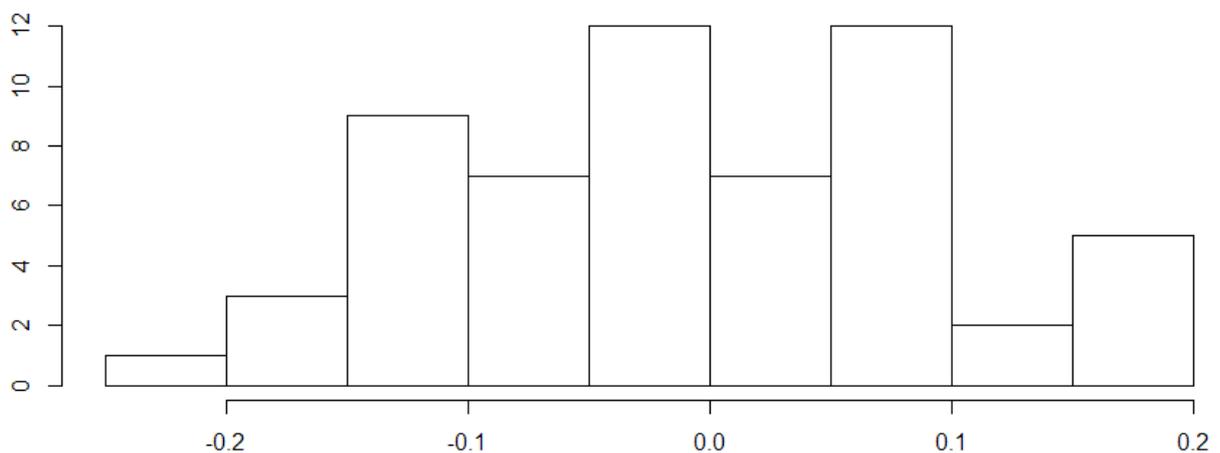
パナマックス 4T/C 月次平均で当月の値と1ヶ月前の値にどのような関係があるかは、月次増減率、つまり当月の値が前月からどれだけ動いたかを用いて分析を行う。

月次増減率は一般には「(当月値－前月値)÷(前月値)」で計算するが、時系列分析では「(当

月値の常用対数) - (前月値の常用対数)」で求められる「対数差増減率」を利用することが多い。対数差増減率には割り算を引き算に変換することで変数の取り扱いが単純になる(例えば連続する期間の対数差増減率を合算することで期間全体の対数差増減率を求められる)というメリットがあるためである。なお、増減率の値が0に十分近いときには、対数差増減率は通常増減率とほぼ一致する。以下本稿で単に「増減率」と記す場合には月次の対数差増減率を指す。

最初に増減率のばらつきを目で見て確かめる。このような目的ではヒストグラムというグラフが用いられる。ヒストグラムは、値がある区間に含まれるデータが何件存在するかを示すグラフである。期間中のパナマックス 4T/C 月次平均の増減率のヒストグラムは図3のようになる。

図3：パナマックス 4T/C 月次平均の増減率の分布



やや中心部分が低いなどいびつな形をしているが、基本的には真ん中が高く裾になると低くなるベル型になっており、正規分布に似ていることが見て取れる。統計学ではデータが正規分布になっていると様々な分析を行いやすい。このため、パナマックス 4T/C 平均の増減率は正規分布に従うかどうかを確認する必要がある。

あるデータが正規分布に従うかどうかは統計学の手法を用いて検定を行うことができる<sup>1</sup>。この検定を行うと、パナマックス 4T/C 平均の増減率は正規分布に従うという結果が得られる。

時系列データの散らばりの性質には、期間全体で現れた値がどのように散らばっているかというものだけではなく、時系列中の前後のデータがどのような関係にあるか、というものもある。前月の(あるいはNヶ月前の任意の月の)増減率と今月の増減率が無関係なのか、前月に増減率がプラスなら今月もプラスになりやすいのかでは、データの性質が異なってくる。これは統計的に

<sup>1</sup> 今回は Shapiro-Wilk 検定を利用した。

定義すると「現在の値と過去のいずれかの値との間に自己相関が存在するか」ということになり、やはり数学的に検定を行うことができる<sup>2</sup>。検定の結果は、パナマックス 4T/C 平均の増減率は自己相関関係を有していない、というものであった。

#### 4. 4T/C 平均そのものの動き

前節の分析結果は、パナマックス 4T/C 平均の月次増減率は正規分布に従い、かつ過去の月の増減率との相関を持たないことが判明した。このような性質を持つ値を時系列分析ではホワイトノイズと呼ぶ。

増減率是对数値で取っているため、前月の値と今月の値の関係は以下ようになる。

$$(\text{当月値の対数値}) = (\text{前月値の対数値}) + (\text{対数増減率})$$

前期の値にホワイトノイズを足したものが今期の値になるような時系列はランダムウォークと呼ばれる。ランダムウォークは株価の変動などの説明に用いられ、ファイナンスの分野では非常に基本的な時系列モデルである。

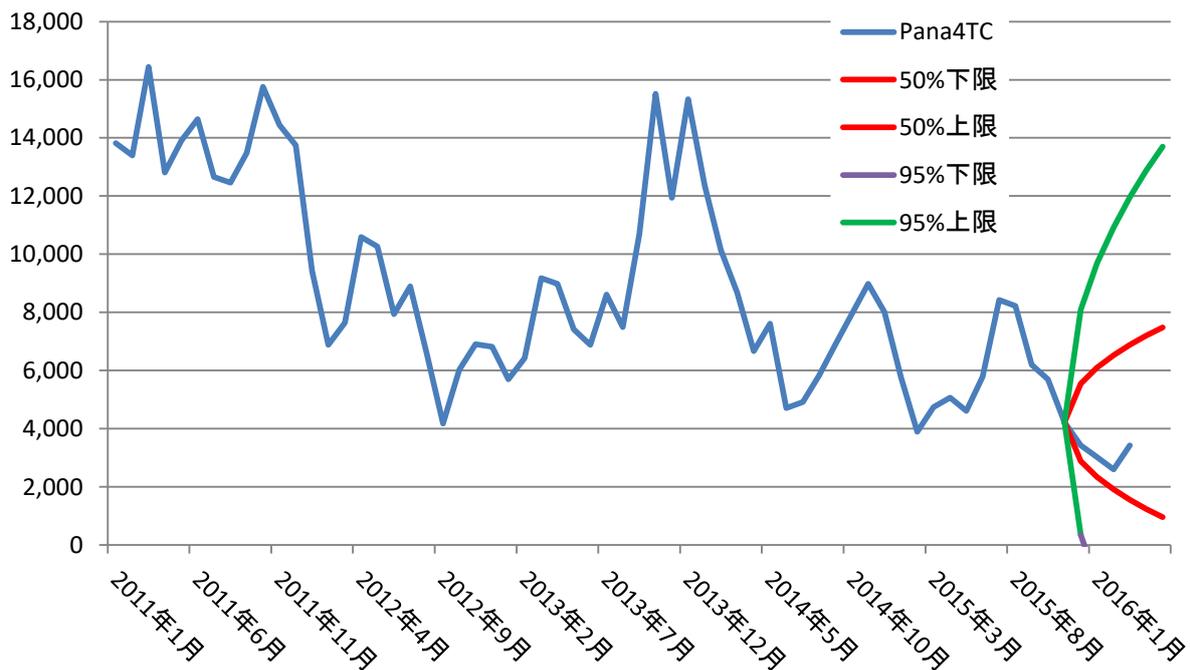
ランダムウォークの時系列は時間が立つにつれ平均値は一定のままだが分散(取り得る値の広がり)は無限に大きくなっていくため単純なモデルで表そうとしても計算ができない。このため、時系列の推移を一旦増減率で表現し、それを元の値に引き戻すという手法を用いてモデル化を行う。この手法を用いるモデルを ARIMA と呼ぶ。時系列が ARIMA モデルにどのように当てはまるかは統計分析ツールを用いて自動的に計算することができる。今回のデータを各種の ARIMA モデルに当てはめたところ、前項での分析結果と同じく、増減率は自己相関を持たないとした場合にもっとも当てはまりが良くなることが確認できた。

ARIMA モデルを用いると今後取り得る値を予測することができる。パナマックス 4T/C 月次平均の実績の推移と、最終データの 2015 年 11 月以降 6 ヶ月分の ARIMA モデルに従った予想を描いたのが図4 である。平均値は 2015 年 11 月の値で一定、取りうる範囲が、50%範囲が 2 本の赤線の間、95%範囲が 2 本の緑線の間である。2015 年 12 月から 2016 年 2 月までの実績値を入れているが、50%範囲に入っていることが分かる。なお、95%範囲の下限値は 2 か月後(2016 年 1 月)からマイナスになるがこのグラフでは表記していない。

---

<sup>2</sup> 今回は Ljung-Box 検定を利用した。

図4：ARIMAモデルで予測したパナマックス 4T/C 月次平均(2015年11月までは実績)



## 5. 船腹需給比率との相関関係の計算

パナマックス 4T/C の月次平均がランダムウォークし、ARIMA モデルで表現することができるということは、短期的なリスクの把握などに一定の有用さを持つ(但し、マーケットが変化してモデル自体も変わってしまう可能性があることには注意が必要)。だが、予測される値の中央値は現在の値と同じ、取り得る値の範囲は急速に広がっていくというモデルでは、中長期の予測には使えないことも確かである。中長期の予測のため従来から用いられてきた需給分析と ARIMA モデルとはどのように関係するのだろうか。

パナマックス 4T/C 月次平均がランダムウォークするということは、その値が需給要因に従わないことを意味しない。パナマックス 4T/C 月次平均は需給要因や、センチメントなどそれ以外の要因によって値が定まるが、その結果としての増減がランダムウォークとして観察される、という関係にあるからである。

先の報告書で実施した 4T/C 月次平均と船腹需給比率の比較をパナマックスについても実施する。需給バランスの値は以下のように計算した。

需要: 下記の品目と積み国の組合せで月間輸出量を各国通関統計から集計。

鉄鉱石: インド

原料炭: オーストラリア、アメリカ、カナダ

一般炭:オーストラリア、南アフリカ、インドネシア  
 小麦:アメリカ、カナダ、ロシア、オーストラリア  
 トウモロコシ:アメリカ、アルゼンチン、ウクライナ、ブラジル  
 大豆:アメリカ、ブラジル、アルゼンチン

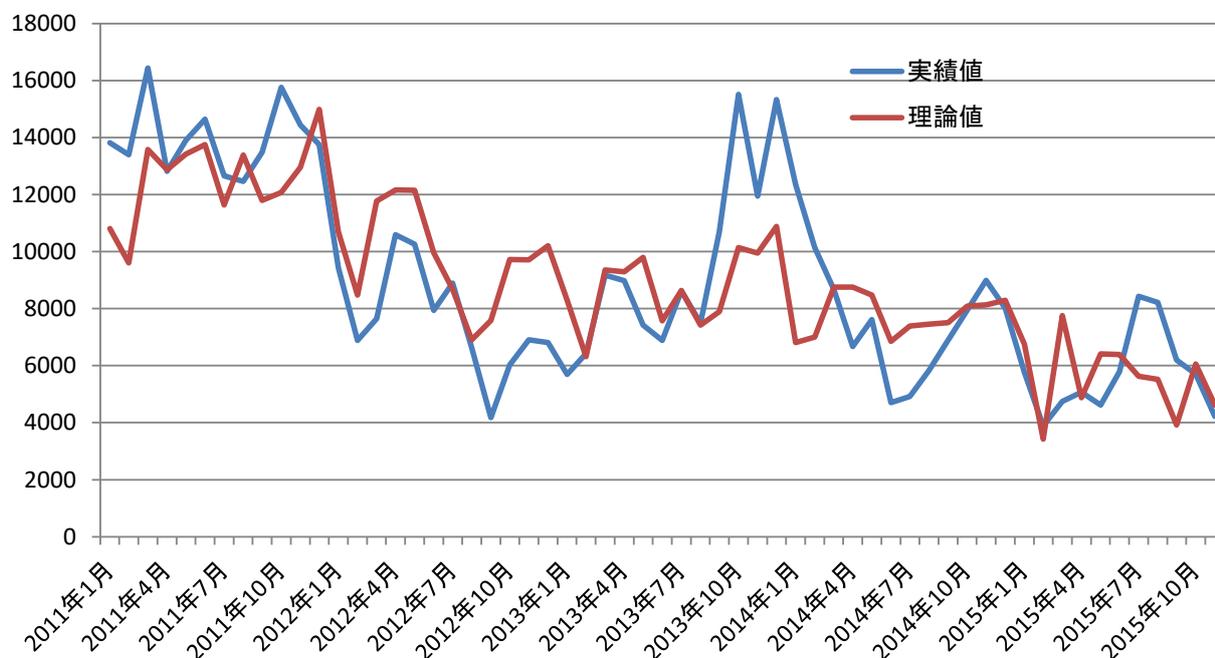
供給:パナマックス DWT 合計×パナマックス 稼働比率。いずれも Clarkson 統計から取得。

最初に単位根の有無の検定を行う。パナマックス 4T/C 月次平均については単位根が存在するという検定結果が得られる<sup>3</sup>。これに対し、パナマックスの船腹需給比率は単位根を持たない。鉄鉱石と石炭、穀物という異なる品目の輸出量が合算されることで、「前期の値にランダムな値を足した(引いた)ものが今期の値になる」という単位根の性質が失われたと考えられる。

単位根を持つデータと持たないデータなのでこの二つのデータの間には見せかけの回帰は発生せず、回帰分析の結果は信頼できることが分かる。

図5にパナマックス 4T/C 月次平均の実績値と回帰で求めた理論値を重ねたグラフを示す。

図5:パナマックス 4T/C 月次平均の実績値と回帰による理論値



<sup>3</sup> ランダムウォークする時系列は定義上単位根を持つが、単位根の判定を計算で行う ADF 検定、PP 検定を実際に計算してみても単位根があるという結果になる。

パナマックス 4T/C 月次平均と船腹需給比率との間の相関係数は 0.76。両者の間にはとても強い相関が存在することが分かる。また、実績値と理論値のグラフを重ね合わせることで、ランダムウォークで説明ができるという結果になった月次平均の動きは、実際には下落トレンドであったことが分かる。

## 6. おわりに

本稿は時系列分析手法をパナマックス 4T/C 平均月次推移を題材として解説した。その過程で、パナマックス 4T/C 月次平均に自己相関が存在すること、前月からの増減率は正規分布し過去の値との相関を持たないこと、そのモデル化には ARIMA というモデルを利用でき、今後取り得る値の範囲を計算できること、その一方でパナマックス 4T/C 平均月次推移と船腹需給比率との間にとっても強い相関関係が存在することを説明した。

今回の題材としてパナマックスの 4T/C 平均を選んだのは「はじめに」で述べたとおり他の船型よりも価格変動の癖が小さいだろうと予想したからだが、変動をランダムウォークとしてモデル化できたことは予想外であった。今回の分析を始める前には、何らかの理論からの乖離、例えば値そのものがトレンドを持つ、あるいは増加率が正規分布から外れる偏りを持つ、過去の増減率からの影響を受ける、などが存在するのではと予想していた。本文中に述べたとおり、パナマックス 4T/C 平均月次推移を統計的に有意な形でモデル化できたことは、リスクの計算など実務でも活用できるだろう。

また、今回の分析結果は船腹をコモディティの一つとして扱う投資家がどのように行動するかを考える手がかりとなる。上記の通りこの期間のパナマックス 4T/C 平均を時系列分析すると、ランダムウォークするという結果となり下落トレンドは直接には観察されない。2013 年半ばから顕著になった投資ファンドによるバルカー発注ブームは、船腹に十分な知見を持たない投資家が傭船料の時系列分析を行い、下落トレンドにあると気付かないまま「株式と異なる動きをするコモディティ」として資金を投入した、という側面があったのかもしれない。

また、時系列分析で意味のある結果が得られることは、他の分析方式によって有意な分析結果が得られることと両立する、という結果を得られたことも有益であった。様々な分析手法を組み合わせ、それぞれの局面で適切な判断に利用するための道具にできるようにしていきたい。

(調査グループ 林 光一郎)