

多変量時系列についての研究

2007MI240 谷口純一

指導教員：松田眞一

1 はじめに

時系列データの解析を行い、時系列データに存在する特徴や時系列データの最適な制御を行ってみたいと考えた。複数時系列の関係性や相互影響に興味を持ったので、多変量での時系列分析を行った。制御対象の時系列を経済時系列データの株価データと為替データとした。(株価データ [1], 為替データ [2] 参照)

2 各時系列の定常性について

時系列データの定常性の検定として Philips Perron 検定と ADF 検定を用いた。単位根を持つ時系列はランダムウォークとなり非定常過程となる。2つの検定ではいずれも帰無仮説が単位根を持つで、帰無仮説が棄却された際に定常過程と示せる。(金 [5] 参照)

3 多変量時系列の定常性について

多変量時系列を構成する各時系列が定常過程の際、構成される多変量時系列も定常過程となる。これは「Woldの分解定理 (Decomposition Theorem)」と「和の定理」から述べられる。(山本 [7] 参照) 「Woldの分解定理」により多変量時系列は、確率過程の各時系列に分解され「和の定理」より多変量時系列は、各時系列の組み合わせと考える。

4 多変量時系列の構造について

多変量時系列は各時系列の過去の値と白色雑音 (White noise) の線形結合で構成される。モデルの次数の決定方法は Box-Jenkins の方法と情報量基準による方法が存在する。Box-Jenkins の方法は、行列で表現された自己相関行列と偏自己相関行列を用いる方法であり、情報量基準の方法は、AIC や SBIC のような情報量基準の数値による方法である。(廣松ら [6] 参照)

5 Granger 因果関係について

Granger 因果関係では複数時系列の関係性が推測できる。しかし、得られる結果は必ずしも原因と結果の関係ではない。これは分析の基準として予測の平均 2 乗誤差 (PMSM: Prediction Mean Squared Error) を定義し、これが減少または増加するかを基準にしているためである。平均 2 乗誤差が減少する際には因果関係があるとし、逆に誤差が増加する際には因果関係が無いとする。(山本 [7][8] 参照)

6 データについて

データ分析については株価データの時系列と為替データの時系列を用いた。株価の時系列データでは豊田自動車とデンソーと豊田紡織とアイシン精機と豊田通商と愛知製鋼とダイハツ自動車と関東自動車と日野自動車の株

価の時系列データを用いた。分析対象のデータは 2008 年度の「3月」「4月」「5月」の3ヶ月の区間とした。(株価データ [1] 参照) 為替データの時系列は、米ドルとユーロとポンドと豪ドルとスイスフランとカナダドルとニュージーランドドルを分析対象とした。分析対象の区間として 2010 年 9 月から 11 月までの期間とした。(為替データ [2] 参照)

7 データ解析 1

7.1 株式データの各時系列の定常性について

階差処理後に、各時系列で定常性検定から定常過程を満たす事が示せた。各時系列が定常過程より、多変量時系列も定常性過程となる。(山本 [7] 参照)

表 1 階差処理後の株価時系列の P 値

データ	PP Test	ADF Test
豊田自動車	0.01	0.01
デンソー	0.01	0.01
豊田紡織	0.01	0.01
アイシン精機	0.01	0.01
豊田通商	0.01	0.02
愛知製鋼	0.01	0.03
ダイハツ自動車	0.01	0.01
関東自動車	0.01	0.01
日野自動車	0.01	0.01

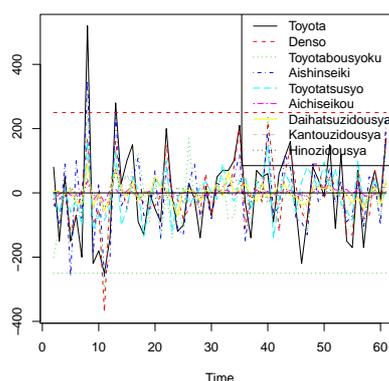


図 1 階差処理後株価の時系列データ

7.2 株式データの時系列分析について

株価データの時系列分析から豊田自動車は自己回帰係数がデンソーから 5% 有意、アイシン精機から 10% 有意となり、豊田自動車はデンソーとアイシン精機からの推

測が良いとされる。豊田通商は自身の値が10%で有意となった。ダイハツ自動車はアイシン精機から5%で有意となった。関東自動車はデンソーから10%、アイシン精機から5%で有意となった。デンソーと愛知製鋼と日野自動車はいずれの時系列でも有意とはならなかった。

作成した多変量自己回帰モデル

$$V_n = C + AV_{n-1}$$

$$A_n = \begin{pmatrix} -0.1 & 0.7 & -0.1 & -0.6 & -0.0 & 0.9 & 0.6 & -0.4 & 0.2 \\ 0.3 & 0.1 & -0.1 & -0.3 & 0.4 & -2.0 & 0.2 & -0.3 & -0.3 \\ 0.2 & 0.2 & -0.2 & -0.3 & 0.0 & 1.1 & 0.0 & -0.7 & -0.3 \\ 0.1 & 0.3 & 0.1 & -0.8 & -0.0 & 1.3 & 0.5 & -0.3 & 0.1 \\ 0.1 & 0.1 & -0.1 & -0.3 & -0.1 & 1.4 & 0.0 & 0.0 & 0.5 \\ 0.0 & 0.0 & 0.0 & -0.0 & -0.0 & 0.1 & 0.0 & 0.0 & 0.0 \\ 0.1 & 0.0 & 0.1 & -0.2 & 0.0 & 0.3 & -0.1 & -0.2 & 0.0 \\ 0.1 & 0.1 & 0.0 & -0.2 & -0.1 & 0.2 & 0.1 & -0.4 & 0.0 \\ 0.0 & 0.1 & -0.1 & -0.0 & -0.1 & 0.3 & 0.0 & -0.1 & -0.2 \end{pmatrix}$$

$$C_n = \begin{pmatrix} -11.221 \\ -2.749 \\ -12.861 \\ -11.270 \\ -4.591 \\ -0.071 \\ 1.004 \\ -0.033 \\ -0.913 \end{pmatrix}$$

7.3 株式データの Granger 因果関係について

株価データでの Granger 因果関係は下記のような有意水準 5% 豊田自動車からデンソー、アイシン精機から豊田通商、アイシン精機から愛知製鋼
有意水準 10% デンソーからアイシン精機、豊田通商から愛知製鋼
有意水準 15%
豊田自動車からアイシン精機、豊田自動車から豊田通商、アイシン精機から豊田自動車、愛知製鋼からアイシン精機
有意水準 20%

デンソーから豊田自動車、豊田自動車から愛知製鋼、豊田紡織から豊田通商、ダイハツ自動車からアイシン精機、ダイハツ自動車から愛知製鋼

Granger 因果関係から相互に影響関係が存在するグループ(フィードバック)は豊田自動車とデンソーと豊田自動車とアイシン精機とアイシン精機と愛知製鋼の組み合わせとなった。一方向的な関係が存在するグループではデンソーからアイシン精機と豊田自動車から豊田通商と豊田通商から愛知製鋼とダイハツ自動車からアイシン精機とダイハツ自動車から愛知製鋼の組み合わせとなった。Granger 因果関係では無関係なグループとして関東自動車と日野自動車の組み合わせとなった。

7.4 株価データの分析について

株価データでは、モデル化に利用する自己回帰係数の有意性と時系列の関係性が多少異なるが、似たような結果となった。

8 データ解析 2

8.1 為替データでの定常性について

階差処理後に、定常性の検定の P 値が 0.05 を下回り、定常過程と示せた。各時系列の定常性から、多変量時系列も定常性過程と示せた。

8.2 為替データの時系列分析について

時系列分析から次数が1次のモデルを作成した。各為替の時系列では米ドルがポンドから10%水準で有意となっ

た。ユーロはいずれの時系列でも有意となることはなかった。ポンドはスイスフランから5%水準で有意となった。豪ドルとスイスフランとカナダドルとニュージーランドドルはいずれの時系列でも自己回帰係数が有意となることはなかった。

8.3 株式データの Granger 因果関係について

Granger 因果関係から次のようなグループに区分できると考えられる。

一方向的な関係性が存在するグループ(10%,20%水準)
ユーロからカナダドル、カナダドルからポンド、豪ドルからポンド、スイスフランからポンド、ニュージーランドドルからポンド

因果関係では無関係なグループ
米ドル

8.4 為替データの分析について

為替データの分析では、自己回帰係数の有意性と時系列の関係性が似たような結果とならなかった。

9 まとめ

分析したデータは原型列で定常過程にならないものがほとんどであった。階差処理を用いて定常過程とし、時系列分析から各時系列が推測に役立つかを考えた。Granger 因果関係を用いて、互いに影響関係にあるものと互いに影響関係にないものを分類した。影響関係が相互的や一方向的なものであるかをさらに分類した。多変量時系列では Granger 因果関係で得られた関係性ほどの有意性が自己回帰係数の推定で得ることができなかった。これは各時系列同士の関係性が弱いからではないかと推測した。

10 おわりに

今回の研究以外にも、最適な制御のために予測や誤差の吟味が必要であると考えた。

参考文献

- [1] 株価データ：
<http://money.www.infoseek.co.jp/MnStock/>
- [2] 為替データ：
<http://money.www.infoseek.co.jp/MnForex/>
- [3] 鴨井 慶太・橋木 俊詔：『財政政策が民間需要へ与えた影響について』。財務省財務総合政策研究所「フィナンシャルレビュー」, 2001.
- [4] 北川 源四朗：『時系列解析入門』。岩波書店, 東京, 2005.
- [5] 金 明哲：『R によるデータサイエンス』。森北出版, 東京, 2007.
- [6] 廣松 毅・浪花 貞夫：『経済時系列分析』。朝倉書店, 東京, 1995.
- [7] 山本 拓：『経済の時系列分析』。創文社, 東京, 1988.
- [8] 山本 拓：『時系列分析とその経済分析への応用』。大蔵省財政金融研究所「フィナンシャルレビュー」, 1992.