

# 時系列データ分析によるコロナ下の経済データの解析

2017SS011 平野雄大

指導教員：阿部俊弘

## 1 はじめに

今年は新型コロナウイルスが流行し、世界の経済に大きな影響を与え、近年では稀に見る経済データの変動が見られた。具体的にどのような影響が与えられどう変化したのか、時系列データ分析の手法 [1] を用いて、今年の経済データ [2] の推移について解析してみることにした。

## 2 対数差収益率

$t$  時点の株価を  $P_t$  としたときに、 $t$  時点の対数差収益率  $r_t$  は、

$$r_t = \log P_t - \log P_{t-1}$$

と定義する。

今年の 1 月 6 日から 4 月 30 日までの為替レートと日経平均株価のデータをそれぞれ 79 個とり、これらの対数差収益率を求め、グラフに表したものが以下の図である。

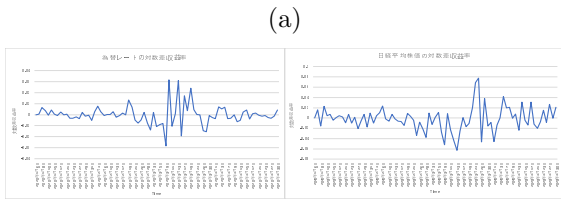


図 1 (a) 為替レートの対数差収益率の時系列プロット (b) 日経平均株価の対数差収益率の時系列プロット

3 月 9 日から新型コロナウイルスの影響で製造業の生産停止や、外出自粛によるサービス業の収益悪化など経済活動に大きな変化があり、それに伴い為替レートや日経平均株価にも影響を及ぼしていることがわかる。製造業とサービス業の代表としてトヨタと日本郵政の株価についても調べた。以下の図はそれらの対数差収益率の時系列プロットである。

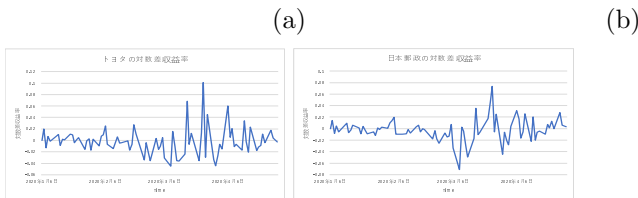


図 2 (a) トヨタの対数差収益率の時系列プロット (b) 日本郵政の対数差収益率の時系列プロット

図を見てもわかる通り、トヨタと日本郵政の株価は為替レートと日経平均株価と同様に 3 月 9 日から大きく価格が変動し、似た動きをしていることがわかる。

## 3 ボラティリティ

ボラティリティとは  $n$  個の収益率データ  $r_1, r_2, \dots, r_n$  が得られているとき、

$$\sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left( r_i - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n r_j \right)^2}$$

となる。

4 つのデータの収益率の平均とボラティリティを求めたものが以下の図である。

表 1 収益率の平均

	為替レート	日経平均株価	トヨタ	日本郵政
平均(%)	-0.014	-0.176	-0.160	-0.204

表 2 ボラティリティ

	為替レート	日経平均株価	トヨタ	日本郵政
ボラティリティ(%)	0.879	2.333	2.393	2.000

これら 4 つのデータが「同一の正規分布から独立に抽出された標本」であるという前提をおけば、標準偏差の範囲の値は 68.27%、標準偏差の 2 倍の範囲の値 95.45% の確率で起こる。例えば日経平均株価で考えると、日経平均株価の収益率の平均が -0.176% なので、収益率は 68.27% の確率で -2.175 ~ 2.509% の範囲に収まり、95.45% の確率で -4.490 ~ 4.842% の範囲に収まると推測できる。

## 4 GARCH モデル

AR(1) と GARCH(1,1) を組み合わせたモデルを当てはめる。R を用いてそれぞれの収益率データを分析してモデルを当てはめた結果、以下ようになった。為替レートについて

$$r_t = 0.000198 + 0.1449r_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$\varepsilon_t = \sigma_t \nu_t$$

$$\nu \sim N(0, 1)$$

$$E(\varepsilon_t^2) = \sigma_t^2 = 0.000004463 + 0.365\varepsilon_{t-1}^2 + 0.5755\sigma_{t-j}^2$$

日経平均株価について

$$r_t = -0.0009385 + 0.1166r_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$\varepsilon_t = \sigma_t \nu_t$$

$$\nu \sim N(0, 1)$$

$$E(\varepsilon_t^2) = \sigma_t^2 = 0.00002654 + 0.2262\varepsilon_{t-1}^2 + 0.7367\sigma_{t-j}^2$$

トヨタについて

$$r_t = 0.0001558 - 0.07411r_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$\varepsilon_t = \sigma_t \nu_t$$

$$\nu \sim N(0, 1)$$

$$E(\varepsilon_t^2) = \sigma_t^2 = 0.00001421 + 0.2924\varepsilon_{t-1}^2 + 0.7226\sigma_{t-j}^2$$

## 日本郵政について

$$r_t = -0.001491 + 0.2439r_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$\varepsilon_t = \sigma_t \nu_t$$

$$\nu \sim N(0, 1)$$

$$E(\varepsilon_t^2) = \sigma_t^2 = 0.00001698 + 0.3942\varepsilon_{t-1}^2 + 0.6045\varepsilon_{t-j}^2$$

となった。  $p$  値をみると為替レートは  $\omega$  と  $\alpha_1$  と  $\beta_1$  が、日経平均株価とトヨタと日本郵政は  $\alpha_1$  と  $\beta_1$  が 0.1 を下回っているので「係数が 0 である」という帰無仮説が棄却され、意味のある数字ということがわかる。

図 3 は推定した標準化残差  $\nu_t$  に対して正規 QQ プロットを描いたもので、表 3 は Shapiro-Wilk の正規性検定により  $p$  値を求めたものある。

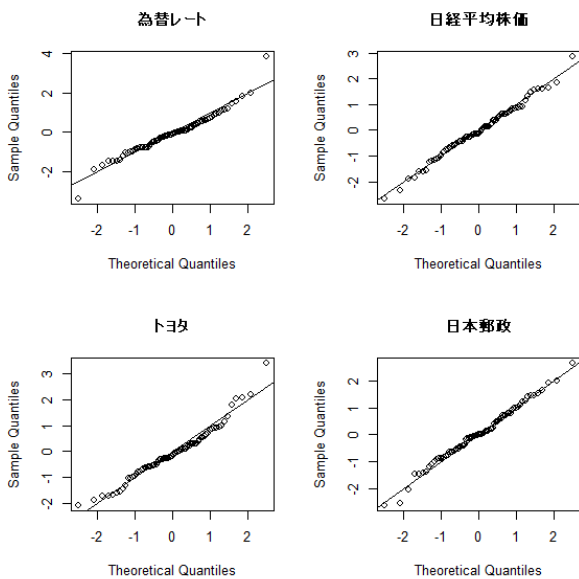


図 3 AR(1) と GARCH(1) を組み合わせたモデルの標準化残差  $\nu_t$  の QQ プロット

表 3 Shapiro-Wilk の正規性検定による  $p$  値

	為替レート	日経平均株価	トヨタ	日本郵政
$p$ 値	0.007	0.914	0.026	0.835

図 3 を見てみると為替レートとトヨタは端に近づくにつれて直線から大きく外れているところがあり、正規分布よりは少し歪んでいる。日経平均株価と日本郵政はそれほど大きく外れていない。表 3 を見ても、為替レートとトヨタは  $p$  値が小さいので「標本は正規分布に従う」という帰無仮説が棄却され正規性は疑わしいことがわかる。日経平均株価と日本郵政は  $p$  値が大きいのでここでは正規性があると考えられる。

## 5 Skew Normal 分布について

skew normal 分布 [3] を使った ARCH(1) モデルの当てはめを行う。以下はそれらの結果である。

## 為替レートについて

$$r_t = -0.0007 + \varepsilon_t$$

$$\varepsilon_t = \sigma_t \nu_t$$

$$\nu_t \sim SN(0, 1, 1.2030)$$

$$E(\varepsilon_t^2) = \sigma_t^2 = 0.00005 + 0.4587\varepsilon_{t-1}^2$$

## 日経平均株価について

$$r_t = -0.0008 + \varepsilon_t$$

$$\varepsilon_t = \sigma_t \nu_t$$

$$\nu_t \sim SN(0, 1, 1.0793)$$

$$E(\varepsilon_t^2) = \sigma_t^2 = 0.0003 + 0.4882\varepsilon_{t-1}^2$$

## トヨタについて

$$r_t = -0.0006 + \varepsilon_t$$

$$\varepsilon_t = \sigma_t \nu_t$$

$$\nu_t \sim SN(0, 1, 1.5582)$$

$$E(\varepsilon_t^2) = \sigma_t^2 = 0.0004 + 0.3867\varepsilon_{t-1}^2$$

## 日本郵政について

$$r_t = -0.0010 + \varepsilon_t$$

$$\varepsilon_t = \sigma_t \nu_t$$

$$\nu_t \sim SN(0, 1, 1.1243)$$

$$E(\varepsilon_t^2) = \sigma_t^2 = 0.0001 + 0.7510\varepsilon_{t-1}^2$$

となった。ここで、 $SN$  は skew normal 分布を表し、括弧内の 3 つの数字はそれぞれロケーション、スケール、シェイプのパラメータの値を示している。しかしどのデータも有意水準を 10% としたとき、 $\mu$  だけが「0 でない数」という帰無仮説を棄却できない。つまり、このモデルでは  $\mu$  以外の係数は意味があるということになる。

表 4 は Kolmogorov-Smirnov 検定を用いた際の  $p$  値である。

表 4 Kolmogorov-Smirnov 検定による  $p$  値

	為替レート	日経平均株価	トヨタ	日本郵政
$p$ 値	0.010	0.641	0.134	0.491

ここで、有意水準を 10% とすると為替レート以外は  $p$  値が有意水準を上回っているため、為替レート以外の標準化残差の skew normal 分布への適合具合にはあまり問題はないと結論づけて良いといえる。

## 6 おわりに

本研究により新型コロナウイルスが日本経済にどのような影響を与えたかを知ることができた。これからも様々なデータや手法を用いて日本経済の推移に注目していきたい。

## 参考文献

- [1] 横内大介, 青木義充 (2014) 現場ですぐ使える時系列データ分析, 技術評論社出版
- [2] ヤフーファイナンス <https://m.finance.yahoo.co.jp>
- [3] Azzalini, A. (1985). A class of distributions which includes the normal ones. *Scandinavian journal of statistics*, 171-178.