

数量ファイナンス特論 I - レポート 6

MCMC によるレジームスイッチ推定

工学系研究科 航空宇宙工学専攻

森 研人 (37-196359)

2020 年 12 月 20 日

知能工学研究室 修士 2 年

目次

① 概要

本レポートにおける解析

② 実装

計算環境

③ 日本航空のデータに対する推定

実験設定

結果

概要

コロナが航空産業に与えた影響

2020 年を象徴する出来事といえばコロナの流行である。世界中に感染が拡大し、影響を受けなかった人間はいないとまで言える。

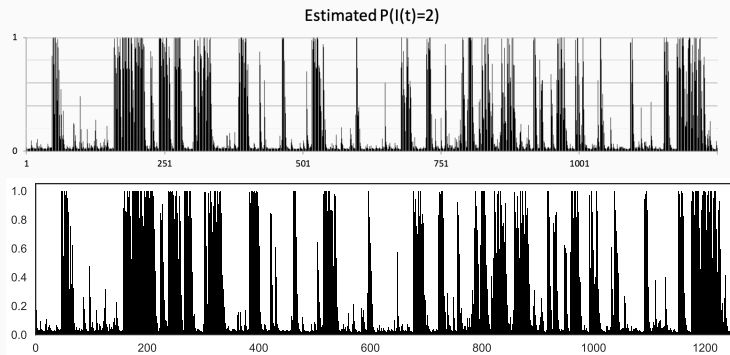
人々の生活洋式は変化し観光業は経済的に大打撃を受けた。特に航空産業にコロナが与えた影響はマーケットの構造を変える程のものだったと考えられる。そこで、本レポートでは日本航空のデータを用いてレジームスイッチの推定をした。

本レポートでは配布されたエクセルファイルを参考に、python を用いて実装し直したので、まずは実装が正しいことを確認してから日本航空のデータに対する結果を見る。

実装

使用言語とテスト

配布されたエクセルを参考に python3.8 を用いて実装した。テストのため配布されたエクセルのサンプル系列に対して、初期値や試行回数を一致させて適用した。計算は 1.75s で完了し以下の図の下段のような結果が得られた。上段のエクセルによる結果と見比べて正しい結果が得られているようである。

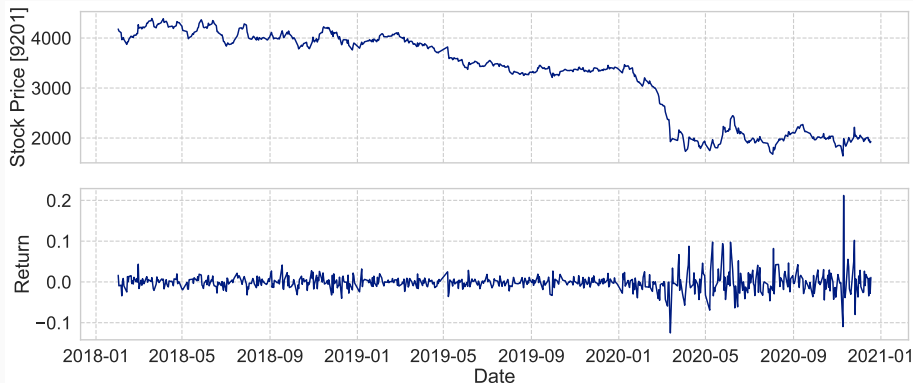


日本航空のデータに対する推定

用いたデータ

[1] <https://kabuoji3.com/stock/>

2018年2月1日から2020年12月18日における日本航空の株価データ [1] を用いて収益率を計算したものを解析の対象とした。取得した株価と計算されたリターンは以下の通り。



初期値と試行回数

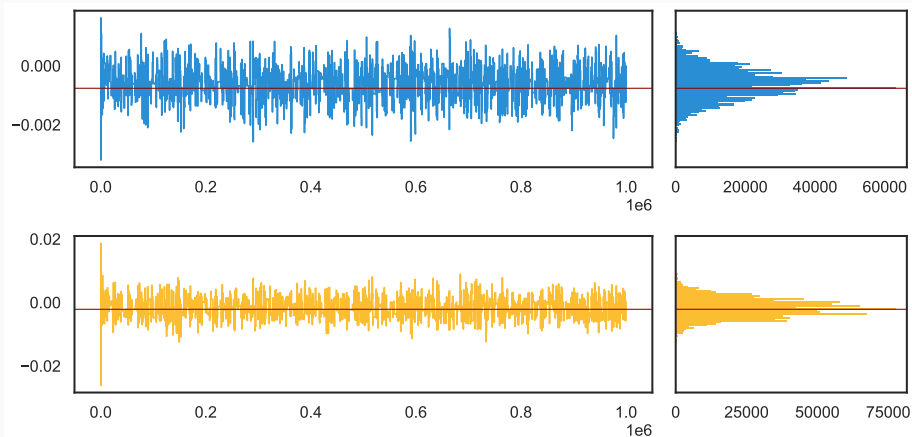
表 1: 各パラメータの初期値

パラメータ	μ_1	μ_2	$\log \sigma_1$	$\log \sigma_2$	$\log \left(\frac{p_{11}}{1-p_{11}} \right)$	$\log \left(\frac{p_{11}}{1-p_{22}} \right)$
初期値	0.0	0.0	-5.0	-3.0	5.0	3.0

対数尤度がなかなか収束しなかったため、試行回数を大きめに 1 000 000 回とした。実行にかかった時間は約 40 秒であった。

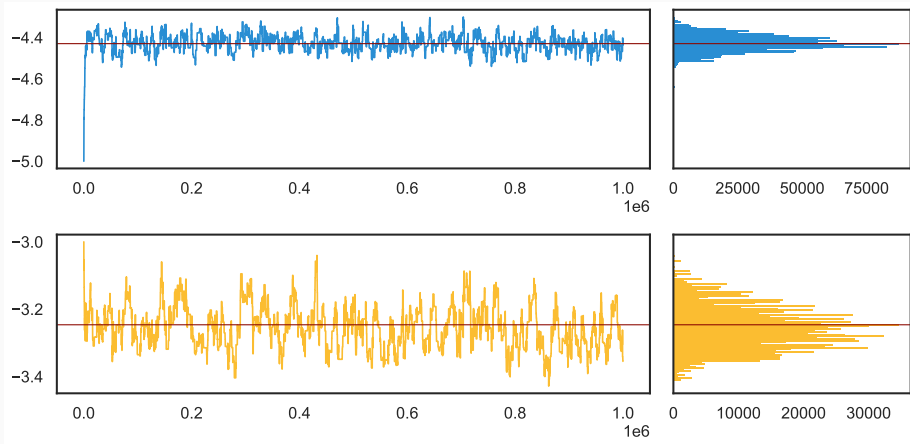
パラメータ μ_1, μ_2 の推定結果

$\mu_1 = -0.764 \times 10^{-3}$, $\mu_2 = -2.15 \times 10^{-3}$ という推定結果が得られた。



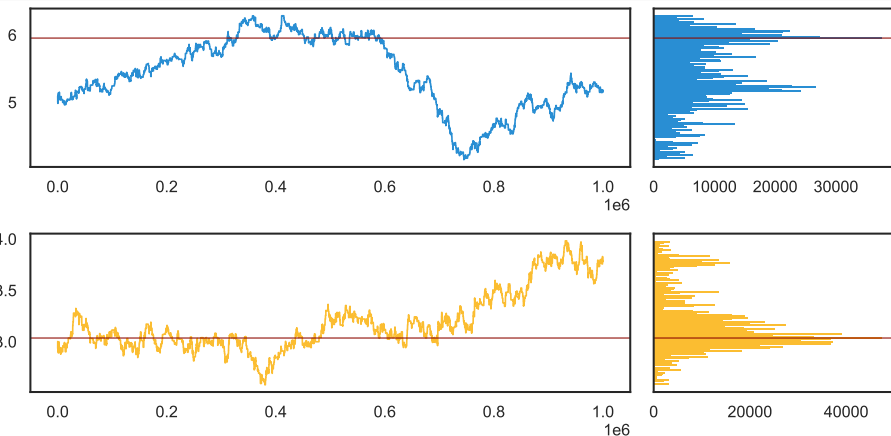
パラメータ $\log \sigma_1$, $\log \sigma_2$ の推定結果

$\log \sigma_1 = -4.43$, $\log \sigma_2 = -3.25$ という推定結果が得られた。すなわち、 $\sigma_1 = 1.19 \times 10^{-2}$, $\sigma_2 = 3.89 \times 10^{-2}$ である。



パラメータ $\log\left(\frac{p_{11}}{1-p_{11}}\right)$, $\log\left(\frac{p_{22}}{1-p_{22}}\right)$ の推定結果

$\log\left(\frac{p_{11}}{1-p_{11}}\right) = 5.95$, $\log\left(\frac{p_{22}}{1-p_{22}}\right) = 3.04$ という推定結果が得られた。すなわち、
 $p_{11} = 0.997$, $p_{12} = 0.03$, $p_{21} = 0.046$, $p_{22} = 0.954$ である。



推定されたパラメータまとめ

MCMC によって推定されたパラメータは以下の通り。

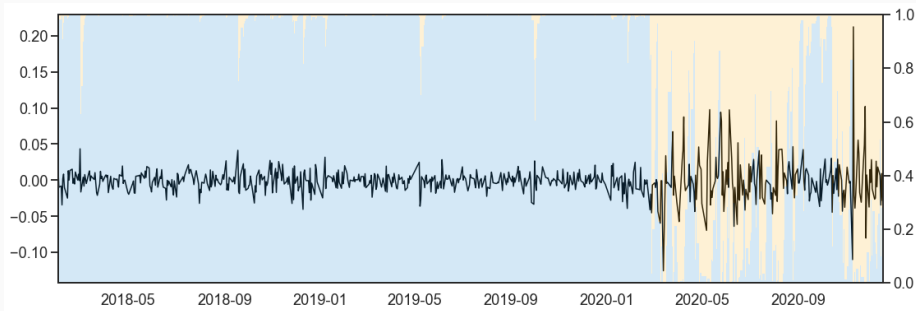
レジーム (i/j)	μ (%)	σ (%)
1 / 2	-0.0764	1.19
2 / 2	-0.215	3.89

$$P = \begin{pmatrix} 0.997 & 0.003 \\ 0.046 & 0.954 \end{pmatrix}$$

このパラメータを用いて各レジームである確率を計算した。

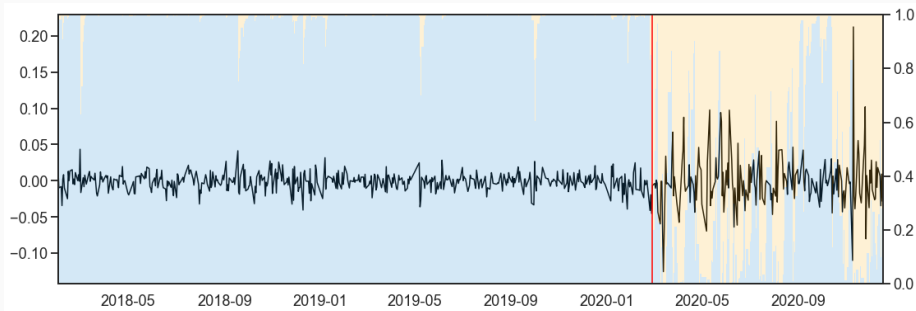
レジームの推定結果

水色が低分散のレジーム 1 で、黄色が高分散のレジーム 2 である。
コロナの感染が拡大してきた 2 月末あたりから、分散が大きいレジームにスイッチしたことが確認できる。



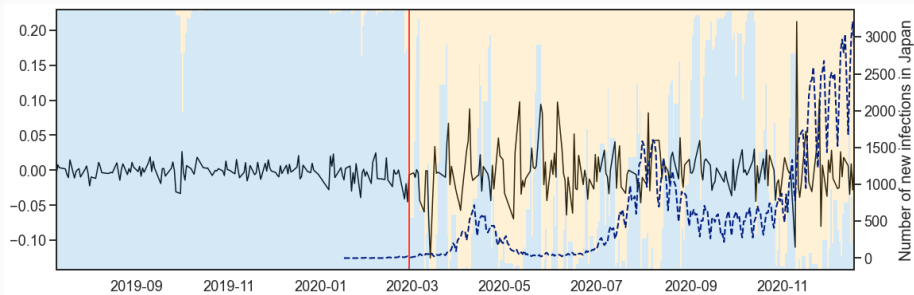
レジームの推定結果

赤線は2020年2月28日を表している。世界的にコロナが流行し始め、人々の関心を集め始めた時期とレジームのスイッチの時期が一致している。コロナの流行が航空産業に大きな影響を与えた様子を確認できた。



レジームの推定結果

レジームのスイッチ前後を拡大し、感染者数の推移のデータ [2] を重ねてプロットしてみる。緊急事態宣言が解除され、一時的に新規感染者数が低滞した時期は以前のレジームに戻っていることが分かる。しかし、再び感染者数が増加すると高分散のレジームへと戻っている。



[2] <https://www3.nhk.or.jp/news/special/coronavirus/data-all/>

まとめと感想

本レポートの貢献

- python を用いて高速に MCMC を実行できるような実装をした。
- MCMC の実装が正しいことを確認した。
- 日本航空の収益率の背後にあるレジームスイッチを明らかにした。
- 新規感染者数との関連性を示唆することができた。

感想

私は航空宇宙工学専攻であるため、航空業界へのコロナの影響は就職活動などを通して身近に感じていた。レポートを通して、その影響を定量的に分析することができたのは良い機会だった。

Reference i

- [1] 株式投資メモ・株価データベース.
個別株価データ.
<https://kabuoji3.com/stock/>.
- [2] 日本放送協会 (NHK).
新型コロナウイルス特設サイト.
<https://www3.nhk.or.jp/news/special/coronavirus/data-all/>.

MCMC の実装は

<https://github.com/kento-forest/finance/tree/main/report06>
に載せている。