

## 計量経済 II：復習テスト 7

学籍番号 \_\_\_\_\_ 氏名 \_\_\_\_\_

2022 年 11 月 8 日

**注意：**すべての質問に解答しなければ提出とは認めない。正答に修正した上で、復習テスト 1～8 を（左上で）ホチキス止めし、中間試験実施日（11 月 22 日の予定）にまとめて提出すること。

1.  $\{(x_t, y_t, z_t)'\}$  に関する定数項なしの 3 変量 VAR( $p$ ) モデルは、任意の  $t$  について

$$\begin{bmatrix} \phi_{xx}(L) & \phi_{xy}(L) & \phi_{xz}(L) \\ \phi_{yx}(L) & \phi_{yy}(L) & \phi_{yz}(L) \\ \phi_{zx}(L) & \phi_{zy}(L) & \phi_{zz}(L) \end{bmatrix} \begin{pmatrix} x_t \\ y_t \\ z_t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} u_t \\ v_t \\ w_t \end{pmatrix}$$
$$\left\{ \begin{pmatrix} u_t \\ v_t \\ w_t \end{pmatrix} \right\} \sim \text{WN}(\Sigma)$$

- (a)  $p = 1$  として各式をラグ多項式を使わずに書きなさい。

- (b)  $p = 2$  として各式をラグ多項式を使わずに書きなさい。

2.  $\{(x_t, y_t)'\}$  に関する定数項なしの 2 変量 VAR(1) モデルは, 任意の  $t$  について

$$\begin{pmatrix} x_t \\ y_t \end{pmatrix} = \boldsymbol{\Phi} \begin{pmatrix} x_{t-1} \\ y_{t-1} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} u_t \\ v_t \end{pmatrix}$$
$$\left\{ \begin{pmatrix} u_t \\ v_t \end{pmatrix} \right\} \sim \text{WN}(\boldsymbol{\Sigma})$$

ただし

$$\boldsymbol{\Phi} := \begin{bmatrix} \phi_{xx} & \phi_{xy} \\ \phi_{yx} & \phi_{yy} \end{bmatrix}$$

$\{\boldsymbol{w}_t\}$  は iid とする.

(a)  $E_t(x_{t+1})$  を求めなさい.

(b)  $\boldsymbol{\Phi}^2$  を求めなさい.

(c)  $E_t(x_{t+2})$  を求めなさい.

解答例

1. (a) 各式をベクトル・行列を使わずに書くと、任意の  $t$  について

$$\begin{aligned}\phi_{xx}(\mathbf{L})x_t + \phi_{xy}(\mathbf{L})y_t + \phi_{xz}(\mathbf{L})z_t &= u_t \\ \phi_{yx}(\mathbf{L})x_t + \phi_{yy}(\mathbf{L})y_t + \phi_{yz}(\mathbf{L})z_t &= v_t \\ \phi_{zx}(\mathbf{L})x_t + \phi_{zy}(\mathbf{L})y_t + \phi_{zz}(\mathbf{L})z_t &= w_t\end{aligned}$$

ラグ多項式を使わずに書くと、任意の  $t$  について

$$\begin{aligned}x_t &= \sum_{s=1}^p \phi_{xx,s}x_{t-s} + \sum_{s=1}^p \phi_{xy,s}y_{t-s} + \sum_{s=1}^p \phi_{xz,s}z_{t-s} + u_t \\ y_t &= \sum_{s=1}^p \phi_{yx,s}x_{t-s} + \sum_{s=1}^p \phi_{yy,s}y_{t-s} + \sum_{s=1}^p \phi_{yz,s}z_{t-s} + v_t \\ z_t &= \sum_{s=1}^p \phi_{zx,s}x_{t-s} + \sum_{s=1}^p \phi_{zy,s}y_{t-s} + \sum_{s=1}^p \phi_{zz,s}z_{t-s} + w_t\end{aligned}$$

$p = 1$  なら任意の  $t$  について

$$\begin{aligned}x_t &= \phi_{xx}x_{t-1} + \phi_{xy}y_{t-1} + \phi_{xz}z_{t-1} + u_t \\ y_t &= \phi_{yx}x_{t-1} + \phi_{yy}y_{t-1} + \phi_{yz}z_{t-1} + v_t \\ z_t &= \phi_{zx}x_{t-1} + \phi_{zy}y_{t-1} + \phi_{zz}z_{t-1} + w_t\end{aligned}$$

- (b) 前問と同様に  $p = 2$  なら任意の  $t$  について

$$\begin{aligned}x_t &= \phi_{xx,1}x_{t-1} + \phi_{xx,2}x_{t-2} + \phi_{xy,1}y_{t-1} + \phi_{xy,2}y_{t-2} + \phi_{xz,1}z_{t-1} + \phi_{xz,2}z_{t-2} + u_t \\ y_t &= \phi_{yx,1}x_{t-1} + \phi_{yx,2}x_{t-2} + \phi_{yy,1}y_{t-1} + \phi_{yy,2}y_{t-2} + \phi_{yz,1}z_{t-1} + \phi_{yz,2}z_{t-2} + v_t \\ z_t &= \phi_{zx,1}x_{t-1} + \phi_{zx,2}x_{t-2} + \phi_{zy,1}y_{t-1} + \phi_{zy,2}y_{t-2} + \phi_{zz,1}z_{t-1} + \phi_{zz,2}z_{t-2} + w_t\end{aligned}$$

2. (a)

$$\begin{aligned}\mathbf{E}_t \left( \begin{pmatrix} x_{t+1} \\ y_{t+1} \end{pmatrix} \right) &= \mathbf{E}_t \left( \boldsymbol{\Phi} \begin{pmatrix} x_t \\ y_t \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} u_{t+1} \\ v_{t+1} \end{pmatrix} \right) \\ &= \boldsymbol{\Phi} \begin{pmatrix} x_t \\ y_t \end{pmatrix} + \mathbf{E}_t \left( \begin{pmatrix} u_{t+1} \\ v_{t+1} \end{pmatrix} \right) \\ &= \begin{bmatrix} \phi_{xx} & \phi_{xy} \\ \phi_{yx} & \phi_{yy} \end{bmatrix} \begin{pmatrix} x_t \\ y_t \end{pmatrix} + \mathbf{E} \left( \begin{pmatrix} u_{t+1} \\ v_{t+1} \end{pmatrix} \right) \\ &= \begin{pmatrix} \phi_{xx}x_t + \phi_{xy}y_t \\ \phi_{yx}x_t + \phi_{yy}y_t \end{pmatrix}\end{aligned}$$

したがって  $\mathbf{E}_t(x_{t+1}) = \phi_{xx}x_t + \phi_{xy}y_t$ .

- (b)

$$\begin{aligned}\boldsymbol{\Phi}^2 &= \begin{bmatrix} \phi_{xx} & \phi_{xy} \\ \phi_{yx} & \phi_{yy} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi_{xx} & \phi_{xy} \\ \phi_{yx} & \phi_{yy} \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} \phi_{xx}^2 + \phi_{xy}\phi_{yx} & \phi_{xx}\phi_{xy} + \phi_{xy}\phi_{yy} \\ \phi_{yx}\phi_{xx} + \phi_{yy}\phi_{yx} & \phi_{yx}\phi_{xy} + \phi_{yy}^2 \end{bmatrix}\end{aligned}$$

(c) 前問より

$$\begin{aligned}
\mathbb{E}_t \left( \begin{pmatrix} x_{t+2} \\ y_{t+2} \end{pmatrix} \right) &= \mathbb{E}_t \left( \Phi \begin{pmatrix} x_{t+1} \\ y_{t+1} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} u_{t+2} \\ v_{t+2} \end{pmatrix} \right) \\
&= \Phi \mathbb{E}_t \left( \begin{pmatrix} x_{t+1} \\ y_{t+1} \end{pmatrix} \right) + \mathbb{E}_t \left( \begin{pmatrix} u_{t+2} \\ v_{t+2} \end{pmatrix} \right) \\
&= \Phi \mathbb{E}_t \left( \Phi \begin{pmatrix} x_t \\ y_t \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} u_{t+1} \\ v_{t+1} \end{pmatrix} \right) + \mathbb{E} \left( \begin{pmatrix} u_{t+2} \\ v_{t+2} \end{pmatrix} \right) \\
&= \Phi^2 \begin{pmatrix} x_t \\ y_t \end{pmatrix} + \mathbb{E}_t \left( \begin{pmatrix} u_{t+1} \\ v_{t+1} \end{pmatrix} \right) \\
&= \begin{bmatrix} \phi_{xx}^2 + \phi_{xy}\phi_{yx} & \phi_{xx}\phi_{xy} + \phi_{xy}\phi_{yy} \\ \phi_{yx}\phi_{xx} + \phi_{yy}\phi_{yx} & \phi_{yx}\phi_{xy} + \phi_{yy}^2 \end{bmatrix} \begin{pmatrix} x_t \\ y_t \end{pmatrix} + \mathbb{E} \left( \begin{pmatrix} u_{t+1} \\ v_{t+1} \end{pmatrix} \right) \\
&= \begin{pmatrix} (\phi_{xx}^2 + \phi_{xy}\phi_{yx})x_t + (\phi_{xx}\phi_{xy} + \phi_{xy}\phi_{yy})y_t \\ (\phi_{yx}\phi_{xx} + \phi_{yy}\phi_{yx})x_t + (\phi_{yx}\phi_{xy} + \phi_{yy}^2)y_t \end{pmatrix}
\end{aligned}$$

したがって  $\mathbb{E}_t(x_{t+2}) = (\phi_{xx}^2 + \phi_{xy}\phi_{yx})x_t + (\phi_{xx}\phi_{xy} + \phi_{xy}\phi_{yy})y_t$ .