

```

1 > fsprice.vecm <- cajorls(fsprice.rc, r= 1)
2 > fsprice.vecm
3 $`rlm`
4
5 Call:
6 lm(formula = substitute(form1), data = data.mat)
7
8 Coefficients:
9           lfutures.d    lspot.d
10 ect1          -1.50946      -0.34693
11 lfutures.dl1      -0.98859      -0.20081
12 lspot.dl1         1.24993       0.42485
13 lfutures.dl2      -0.92914      -0.03298
14 lspot.dl2         0.76844      -0.10408
15 lfutures.dl3      -1.86016      -0.66937
16 lspot.dl3         2.18017       0.94147
17
18 $beta
19           ect1
20 lfutures.l4    1.00000000
21 lspot.l4       -1.00451521
22 constant       0.03337561

```

จากคำสั่งดังกล่าว เราสามารถเขียนสมการ ECM ซึ่งอยู่ในส่วน \$`rlm` และแต่ละสมการเรียงตามแต่ละคอลัมน์ได้ดังนี้

$$\Delta f_t = -1.51u_{t-1} - 0.99\Delta f_{t-1} + 1.25\Delta s_{t-1} - 0.93\Delta f_{t-2} + 0.77\Delta s_{t-2} - 1.86\Delta f_{t-3} + 2.18\Delta s_{t-3}$$

$$\Delta s_t = -0.35u_{t-1} - 0.20\Delta f_{t-1} + 0.42\Delta s_{t-1} - 0.03\Delta f_{t-2} - 0.1\Delta s_{t-2} - 0.67\Delta f_{t-3} + 0.94\Delta s_{t-3}$$

โดยที่สมการความสัมพันธ์ระยะยาวได้แก่

$$u_t = f_t - 1.005s_t + 0.033$$

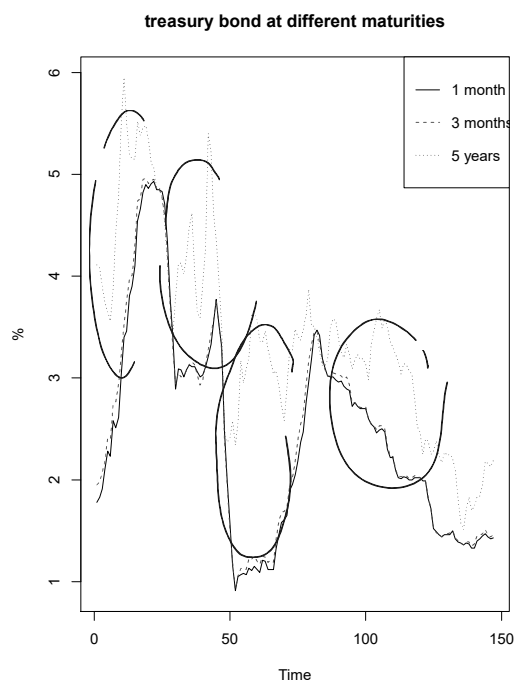
ตัวอย่างที่ 6.7: การทดสอบและประมาณค่า VECM สมการอัตราผลตอบแทนพันธบัตรรัฐบาล

```

1 > tbond
   <- read.csv("https://raw.githubusercontent.com/chaleampong/EC435/master/tbond.csv",
   header = TRUE)
2 > head(tbond)
3 > m1<-tbond$m1  ← 1 เดือน
4 > m3<-tbond$m3  ← 3 เดือน
5 > y5<-tbond$y5  ← 5 ปี
6 > ts.plot(cbind(m1,m3,y5), lty=c(1:3), ylab="%",col=c("black", "red", "blue"),
   main="treasury bond at different maturities")
7 > legend("topright", legend = c("1 month", "3 months", "5 years"), col=c("black",
   "red", "blue"), lty = 1:3, xjust = 1, yjust = 1)

```

รูปที่ 6.2: ผลตอบแทนพันธบัตร



① $VAR(p) = ?$

ขั้นตอนแรกของการทดสอบคือการหาอันดับที่เหมาะสมของ VECM โดยการปรับตัวแปรทั้งสามให้อยู่ในรูปเมทริกซ์ 'rterm' ด้วยคำสั่ง 'cbind' หลังจากนั้น ประมาณค่า VAR ด้วย package 'vars' และคำสั่ง 'VAR' โดยระบุข้อมูลที่ประมาณค่าคือ 'rterm' จำนวนอันดับที่สูงที่สุด 'lag.max=6' และเลือก model selection คือ AIC ด้วย 'ic=c("AIC")'

```

1 > library(vars)
2 > rterm <- cbind(m1, m3, y5)
3 > var.mod <- VAR(rterm, lag.max=6, ic= c("AIC"))
4 > var.mod
5
6 VAR Estimation Results:
7 =====
8
9 Estimated coefficients for equation m1:
10 =====
11 Call:
12 m1 = m1.l1 + m3.l1 + y5.l1 + m1.l2 + m3.l2 + y5.l2 + m1.l3 + m3.l3 + y5.l3 + const
13
14      m1.l1      m3.l1      y5.l1      m1.l2      m3.l2      y5.l2
15 -0.148170687  1.468544693  0.017887883  0.319187528 -0.565154976  0.035796258
16      m1.l3
17      -0.100551087
18      m3.l3      y5.l3      const
19      0.015396105 -0.054976949 -0.009814944
20
21 Estimated coefficients for equation m3:
22 =====
23 Call:
24 m3 = m1.l1 + m3.l1 + y5.l1 + m1.l2 + m3.l2 + y5.l2 + m1.l3 + m3.l3 + y5.l3 + const
25
26      m1.l1      m3.l1      y5.l1      m1.l2      m3.l2      y5.l2
27      m1.l3      m3.l3
28 -0.77262617  2.06919377  0.07347698  0.40365078 -0.63296798 -0.00663435
29      -0.35137281  0.25663998
30      y5.l3      const
31 -0.05718647  0.00346167
32
33 Estimated coefficients for equation y5:
34 =====
35 Call:
36 y5 = m1.l1 + m3.l1 + y5.l1 + m1.l2 + m3.l2 + y5.l2 + m1.l3 + m3.l3 + y5.l3 + const
37
38      m1.l1      m3.l1      y5.l1      m1.l2      m3.l2      y5.l2
39      m1.l3      m3.l3
40 -0.94700137  1.02677142  1.27187191 -0.41862278  0.01796799 -0.41027244
41      0.34032262  0.01702885
42      y5.l3      const
43 0.06041757  0.12019345

```

$VAR(3) \Rightarrow VECM(2)$

หากพิจารณาแบบจำลอง VAR ที่เหมาะสมคือ VAR(3) ดังนั้น เราจะประมาณค่าแบบจำลอง VECM(2)

เราทดสอบ Johansen's test โดยใช้คำสั่ง 'ca.jo' ใน package 'urca' โดยระบุตัวสถิติที่ใช้คือ trace statistic ด้วย 'type=c("trace")' และรูปแบบของ cointegration มีค่าคงที่ 'ecdet=c("const")' และจำนวนอันดับของ VAR (k=3) โดยเก็บผลไว้ในชื่อ 'rterm.rc' และเรียกดูผลด้วย 'summary(rterm.rc)'

$VAR(3)$

n=3

```

1 > rterm.rc <- ca.jo(rterm, type=c("trace"), ecdet=c("const"), k=3)
2 > summary(rterm.rc)
3
4 #####
5 # Johansen-Procedure #
6 #####
7
8 Test type: trace statistic , without linear trend and constant in cointegration
9
10 Eigenvalues (lambda):
11 [1] 0.15818825 0.10127853 0.02951317 0.00000000
12
13 Values of teststatistic and critical values of test:
14
15      test      10pct      5pct      1pct
16 r <= 2 | 4.31  7.52  9.24 12.97
17 r <= 1 | 19.69 17.85 19.96 24.60
18 r = 0 | 44.49 32.00 34.91 41.07
19
20 Eigenvectors, normalised to first column:
21 (These are the cointegration relations)
22
23      m1.l3      m3.l3      y5.l3      constant
24 m1.l3  1.00000000  1.00000000  1.00000000  1.00000000
25 m3.l3 -1.01768859 -1.8270107 -1.1379178 -1.443085
26 y5.l3  0.02286757  0.6652551  0.4414349  1.046099
27 constant 0.01082500 -0.1360052 -1.0450896 -4.791725
28
29 Weights w:
30 (This is the loading matrix)
31
32      m1.l3      m3.l3      y5.l3      constant
33 m1.d -0.9588657  0.034340910 -0.005009448  2.724167e-16
34 m3.d -0.7547702  0.052367170 -0.017945128  2.186883e-16
35 y5.d -0.8972888 -0.004266062 -0.123746712  3.509375e-16

```

Handwritten notes:

- ① $H_0: r=0$ vs $H_1: r>0$
Trace stat = 44.49 > CV (32) ปฏิเสธ H_0
หรือ $r > 0$
- ② $H_0: r=1$ vs $H_1: r>1$
Trace stat = 19.69 > CV (17.96)
ปฏิเสธ H_0 หรือ $r > 1$
- ③ $H_0: r=2$ vs $H_1: r>2$
Trace stat = 4.31 < CV
ไม่สมารถปฏิเสธ H_0
หรือ $r=2$

จากค่าสถิติซึ่งมีการทดสอบแบบเป็นลำดับ (ในกรณีนี้ใช้ significance level เท่ากับ 0.1)

- $H_0: r = 0$ vs $H_1: r > 0$ ค่าสถิติเท่ากับ 44.49 > Critical value (=32) เราสามารถปฏิเสธสมมุติฐานหลักที่ว่า $r = 0$ และยอมรับว่า $r > 0$
- $H_0: r = 1$ vs $H_1: r > 1$ ค่าสถิติเท่ากับ 19.69 > Critical value (=17.85) เราสามารถปฏิเสธสมมุติฐานหลักที่ว่า $r = 1$ และยอมรับว่า $r > 1$
- $H_0: r = 2$ vs $H_1: r > 2$ ค่าสถิติเท่ากับ 4.31 < Critical value (=7.52) เราไม่สามารถปฏิเสธสมมุติฐานหลักที่ว่า $r = 2$

สรุปว่าตัวแปรทั้ง 3 cointegrated กัน และมีความสัมพันธ์ 2 สมการ จากผลการทดสอบเราสามารถประมาณ VECM ด้วยคำสั่ง `cajorls` โดยระบุรูปแบบสมการเช่นเดียวกับ `rterm.rc` และจำนวนความสัมพันธ์ $r=2$ โดยเก็บผลการประมาณค่าไว้ในชื่อ `rterm.vecm`

3) ประมาณค่า VECM

```

1 > rterm.vecm <- cajorls(rterm.rc, r=2)
2 > rterm.vecm
3 $r1m VECM
4
5 Call:
6 lm(formula = substitute(form1), data = data.mat)
7
8 Coefficient:  $\Delta m_{1t}$   $\Delta m_{3t}$   $\Delta y_{5t}$ 
9 ect1 m1.d m3.d y5.d  $\Delta m_{1t} = -0.92u_{1t-1} + 0.91u_{2t-1} \dots$ 
10 ect2 0.91309 0.67245 0.92095  $\Delta m_{3t} = -0.7u_{1t-1} + 0.67u_{2t-1} \dots$ 
11 m1.d11 -1.14885 -0.77507 -0.96384  $\Delta y_{5t} = -0.9u_{1t-1} + 0.92u_{2t-1} \dots$ 
12 m3.d11 1.46761 1.06584 1.00361
13 y5.d11 0.01948 0.07918 0.31122
14 m1.d12 -0.82876 -0.36819 -1.36022
15 m3.d12 0.90168 0.43010 1.00247
16 y5.d12 0.05479 0.07082 -0.11098
17
18  $\Delta y_{5t-2}$ 
19 $beta
20 U1t-1 U2t-1  $U_{1t-1} = 1m_{1t-1} - 4.4 \times 10^{-16}m_{3t-1} - 0.78y_{5t-1} + 0.195$ 
21 m1.13 1.000000e+00 2.220446e-16  $U_{2t-1} = 2.22 \times 10^{-16}m_{1t-1} + 1.0m_{3t-1} - 0.79y_{5t-1} + 0.18$ 
22 m3.13 -4.440892e-16 1.000000e+00
23 y5.13 -7.849079e-01 -7.937354e-01
24 constant 1.954578e-01 1.814237e-01
25

```

dis eqm $U_{1t-1} > 0$

ถ้า $U_{1t-1} = 0 \Rightarrow m_{1t-1} = 0.78y_{5t-1} - 0.195$

ถ้า $U_{2t-1} = 0 \Rightarrow m_{3t-1} = 0.79y_{5t-1} - 0.18$

ซึ่งเมื่อเรียกผลออกมา จะสามารถแบ่งออกเป็นสองส่วน

ส่วนแรกในบริเวณ \$beta จะระบุความสัมพันธ์ระยะยาว หรือสมการ cointegration ตามคอลัมน์ โดยที่ที่และคอมันน์จะระบุด้วยชื่อ ect1 และ ect2 ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$ect1_{t-1} = 1m_{1t} - (-4.44 \times 10^{-16})m_{3t} - 0.78y_{5t} + 0.195$ ซึ่งเราค่าสัมประสิทธิ์หน้า m_3 มีค่าน้อยมาก เราสามารถตัดออก และเขียนสมการใหม่ได้เป็น $m_{1t} = 0.78y_{5t} - 0.195 + ect1_{t-1}$

$ect2_{t-1} = (2.22 \times 10^{-16})m_{1t} + 1m_{3t} - 0.794y_{5t} - t + 0.181$ ซึ่งเราค่าสัมประสิทธิ์หน้า m_1 มีค่าน้อยมาก เราสามารถตัดออก และเขียนสมการใหม่ได้เป็น $1m_{3t} = 0.794y_{5t} - t - 0.181 + ect2_{t-1}$

ส่วนสองในบริเวณ \$r1m จะระบุการปรับตัวในระยะสั้น หรือ VECM โดยแต่ละคอลัมน์จะแทนแต่ละสมการ ได้แก่ m1.d (Δm_{1t}) m3.d (Δm_{3t}) และ y5.d (Δy_{5t}) ยกตัวอย่างเช่น สมการ m1.d สามารถเขียนได้ดังนี้

$$\Delta m_{1t} = -0.92ect1_{t-1} + 0.91ect2_{t-1} - 1.14\Delta m_{1t-1} + 1.46\Delta m_{3t-1} + 0.02\Delta y_{5t-1} - 0.82\Delta m_{1t-2} + 0.90\Delta m_{3t-2} + 0.05\Delta y_{5t-2}$$