2018/02/02

新谷元嗣、藪友良、高尾庄吾

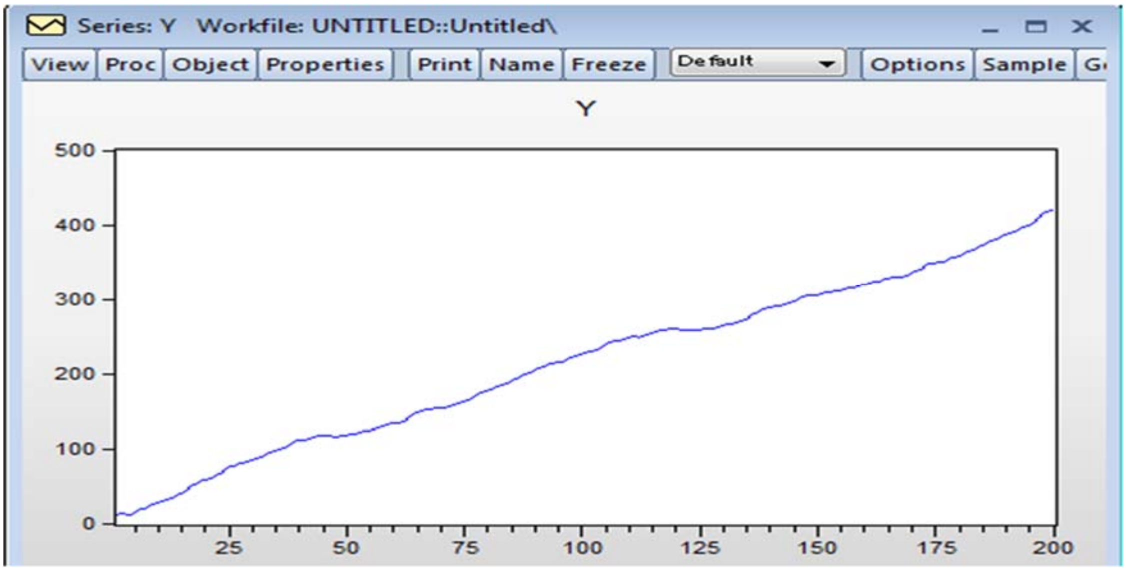
4 章：トレンドモデル

教科書の 4 章の内容を確認しよう。具体的には、単位根検定として ADF 検定、ERS 検定、ペロン検定、パネル単位根検定、またトレンド分解として HP 分解を説明する。

1. ADF 検定

教科書の 4 章 7 節の例（ラグの選択）を通して、単位根検定の手順を確認しよう。まず LAGLENGTH.XLS のデータを Workfile に読み込む。系列 y は$\Delta y_t = 0.5 + 0.5\Delta y_{t-1} + 0.2\Delta y_{t-3} + \varepsilon_t$から発生させたデータであるが、ここでは DGP を知らないものとして分析しよう。

系列 Y を図示すると、正のトレンドが見てとれる。したがって、ドリフトありの単位根過程、またはトレンド定常過程が考えられるだろう。ここでは、ADF 検定によって、どちらの確率過程が正しいかを確かめよう。



教科書 4 章 7 節で学習した通り、AR(p)過程は、確定的要因として何を含めるかによって定式化が異なる。

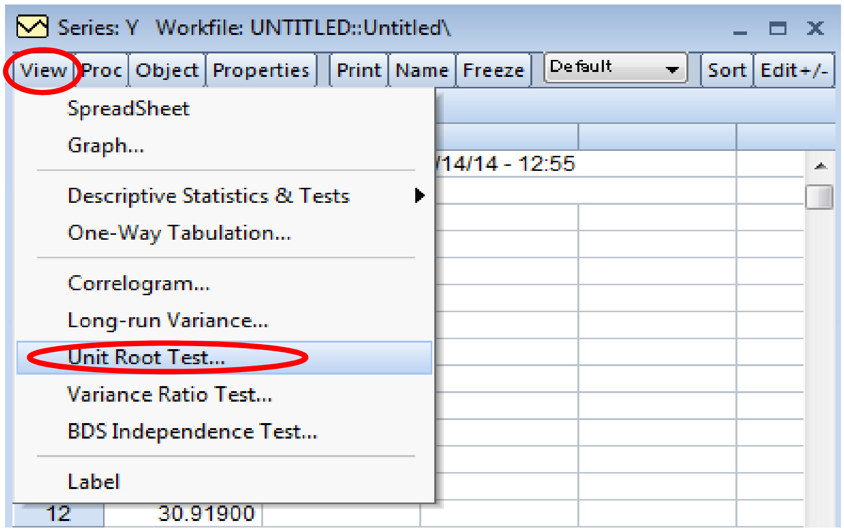
（定数項・トレンドなし）：$\Delta y_t = \gamma y_{t-1} + \sum_{i=1}^{k} \beta_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t$

（定数項だけを含む）：$\Delta y_t = a_0 + \gamma y_{t-1} + \sum_{i=1}^{k} \beta_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t$

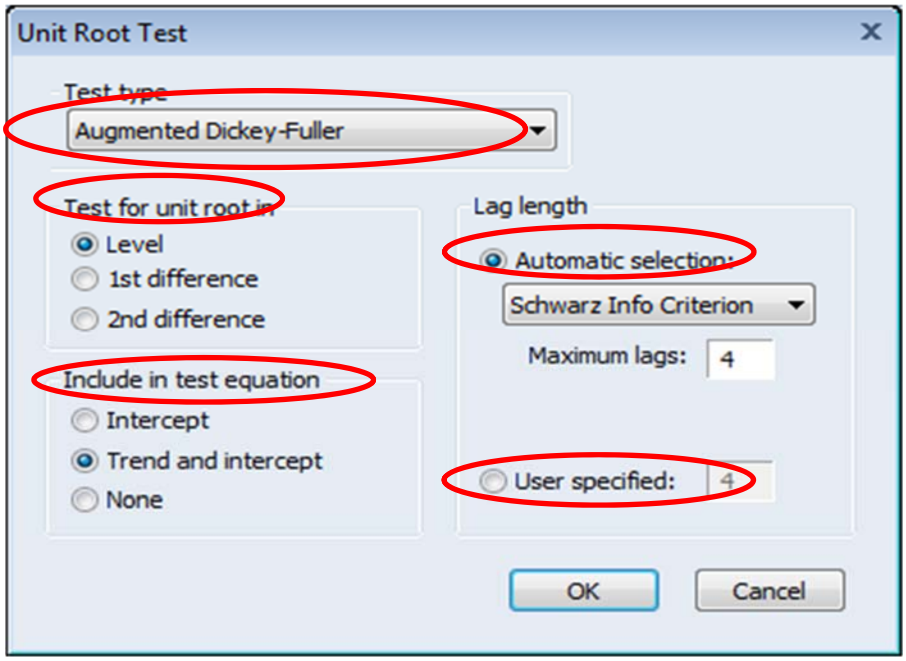
（定数項とトレンドを含む）：$\Delta y_t = a_0 + a_2 t + \gamma y_{t-1} + \sum_{i=1}^{k} \beta_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t$

ADF 検定では、帰無仮説は$\gamma=0$（単位根）、対立仮説は $\gamma<0$ となる。EViews では、ラグの次数は、p ではなく、k=p－1 として設定する。たとえば、AR(2)過程であれば、ラグの次数は k=2-1=1 と設定する。これは本質的問題ではないが、間違いやすいので注意してもらいたい。

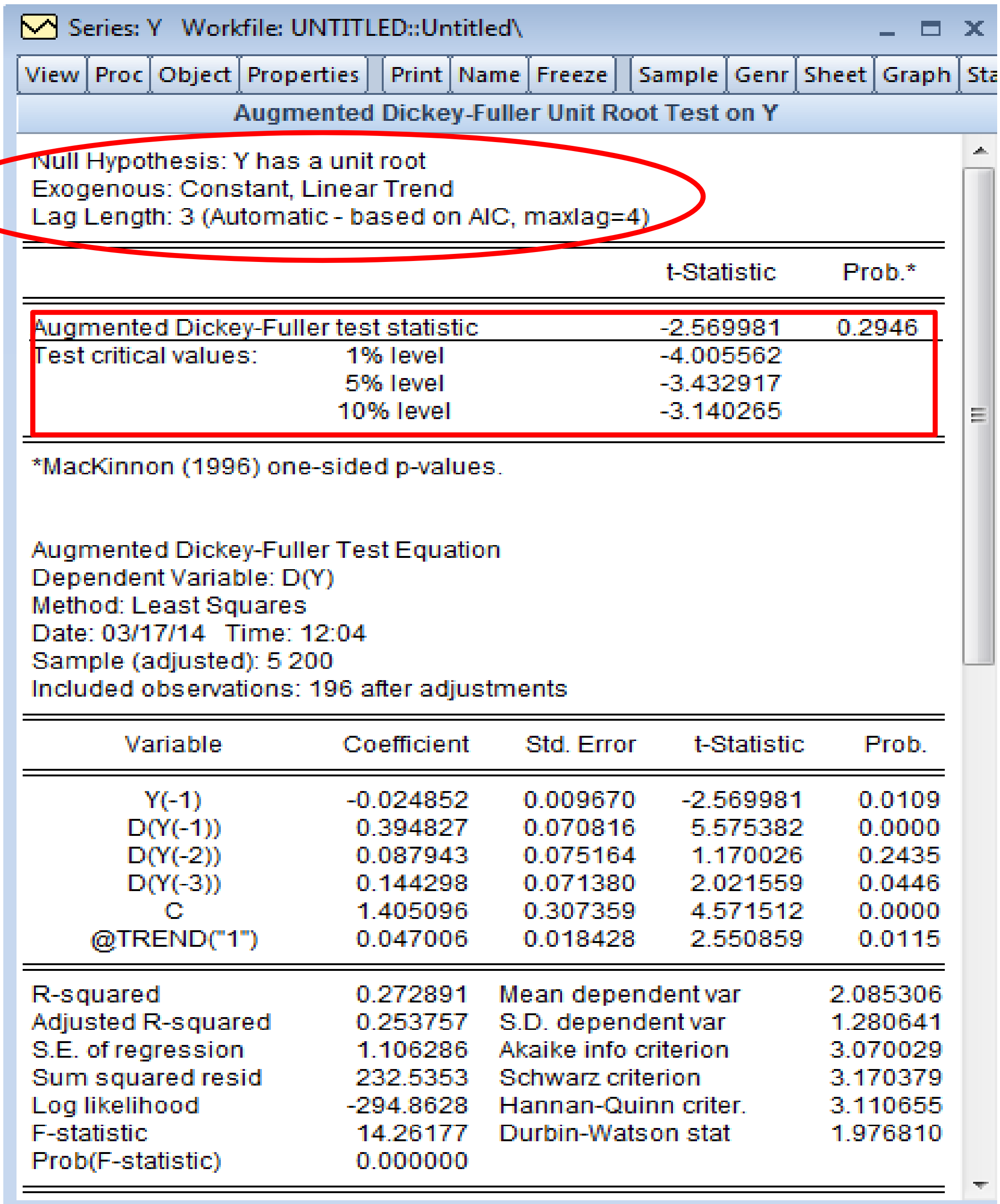
ADF 検定を行うには、まず workfile ウィンドウから系列 Y をダブルクリックして、Series ウィンドウを表示し、「View」→「Unit Root Test…」を選択する。



すると Unit Root Test ウィンドウが表示される（下図参照）。Test type（検定の種類）では Augmented Dickey-Fuller（ADF 検定）を選ぶ。また、Y の水準の検定であるから、Test for unit root in で level を選択する（1 階の階差に対して単位根検定を行うなら 1st difference を選べばよい）。さらに、Include in test equation では回帰式を指定する。Y は正のトレンドがあるため、Trend and intercept（トレンドと定数項）を選択しよう。



ラグの次数の選択（Lag length）では、次数を自動選択する Automatic selection と、自分で次数を選択する User selection がある。ここでは前者を行う。Automatic selection では、次数選択の基準と最大次数を選択する必要がある。ドロップダウンメニューには、いくつかの次数選択の方法が用意されている。たとえば、AIC は Akaike Info Criterion、 SBC は Schwarz Info Criterion、「一般からの特定」法は t-statistic、MAIC は Modified Akaike を選べばよい。ここでは Akaike Info Criterion を選択し、最大次数は 4 としよう（つまり、AR(5)までを考慮している）。OK を押すと、推定結果が表示される。



Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on Y

Null Hypothesis: Y has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 3 (Automatic - based on AIC, maxlag=4)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-2.569981	0.2946
Test critical values:	1% level	-4.005562	
	5% level	-3.432917	
	10% level	-3.140265	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(Y)
Method: Least Squares
Date: 03/17/14   Time: 12:04
Sample (adjusted): 5 200
Included observations: 196 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
Y(-1)	-0.024852	0.009670	-2.569981	0.0109
D(Y(-1))	0.394827	0.070816	5.575382	0.0000
D(Y(-2))	0.087943	0.075164	1.170026	0.2435
D(Y(-3))	0.144298	0.071380	2.021559	0.0446
C	1.405096	0.307359	4.571512	0.0000
@TREND("1")	0.047006	0.018428	2.550859	0.0115

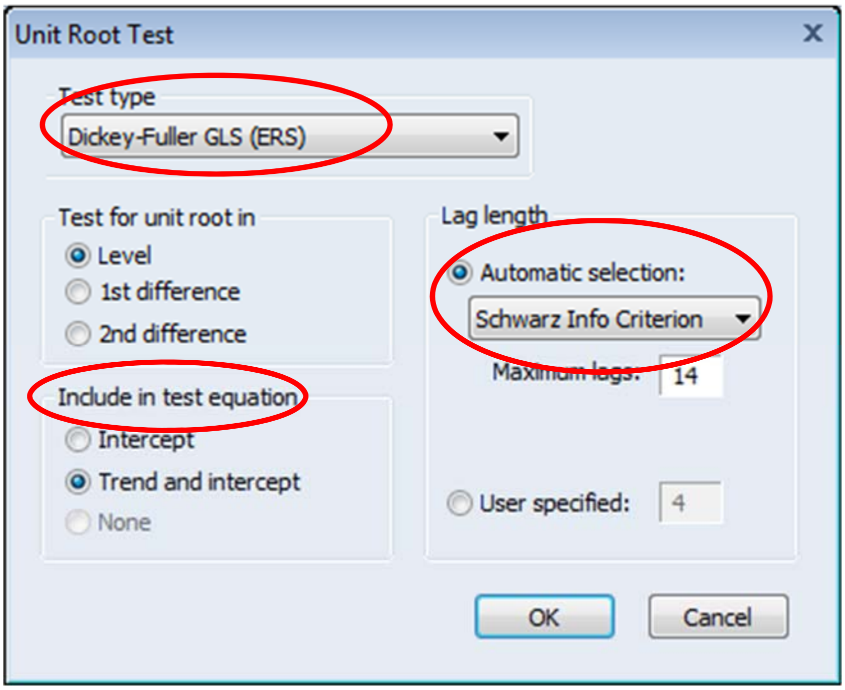
R-squared	0.272891	Mean dependent var	2.085306
Adjusted R-squared	0.253757	S.D. dependent var	1.280641
S.E. of regression	1.106286	Akaike info criterion	3.070029
Sum squared resid	232.5353	Schwarz criterion	3.170379
Log likelihood	-294.8628	Hannan-Quinn criter.	3.110655
F-statistic	14.26177	Durbin-Watson stat	1.976810
Prob(F-statistic)	0.000000		

帰無仮説は、系列 y は単位根過程がある（Y has a unit root）である。確定的要因は、定数項とトレンドとしている（Exogenous: Constant, Linear Trend）。また、ラグの次数としては、k=3 が選ばれている(Lag Length:3 (Automatic-based on AIC, maxlag=4))。ADF 検定の統計量は-2.569 と小さく、帰無仮説を棄却できない（対応する p 値は 0.2946 であるため、有意水準 10%でも帰無仮説は棄却されない）。ちなみに、ADF 統計量の下に

は、臨界値(Test critical values)をまとめている。有意水準 1%なら-4.00、5%は-3.43、10%は-3.14 となる。

2. DF-GLS 検定

教科書 2 章 10 節の実証例にならって、DF-GLS 検定(もしくは ERS 検定と呼ぶ)を実際に行ってみよう。ERSTEST.XLS には、系列 Y が含まれている。この系列は、$y_t = 1 + 0.95y_{t-1} + 0.01t + \varepsilon_t$ から発生させている。データを読み込み、先と同様、系列 Y の Series ウィンドウから、「View」→「Unit Root Test…」を選択し、Test type で Dickey-Fuller GLS(ERS)を選択しよう。モデルはトレンドと定数項を含むとする。ストックらは、ラグの長さ p を SBC によって選択することを勧めていたため、ここで SBC(Schwarz Info Criterion)を選択しよう（最大次数：14）とする。



OK を選択すると推定結果が表示される。次数 k は 0 となっている。つまり、AR(1)過程が選択されている。また、γ は-0.097 であり、t 統計量は-3.154 である。臨界値(Test critical values)をみると、有意水準 1%で-3.46、5%で-2.93、10%で-2.64 となる。したがって、単位根仮説は有意水準 1%では棄却できないが、有意水準 5%では棄却される。以上から、系列 Y は定常過程であるといえる。

Series: Y Workfile: ERSTEST::Untitled\

View | Proc | Object | Properties | Print | Name | Freeze | Sample | Genr | Sheet | Graph

DF-GLS Unit Root Test on Y

Null Hypothesis: Y has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=14)

		t-Statistic
Elliott-Rothenberg-Stock DF-GLS test statistic		-3.153967
Test critical values:	1% level	-3.461200
	5% level	-2.931000
	10% level	-2.641000

*Elliott-Rothenberg-Stock (1996, Table 1)

DF-GLS Test Equation on GLS Detrended Residuals
Dependent Variable: D(GLSRESID)
Method: Least Squares
Date: 03/17/14 Time: 03:35
Sample (adjusted): 2 200
Included observations: 199 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
GLSRESID(-1)	-0.097503	0.030914	-3.153967	0.0019

R-squared	0.047750	Mean dependent var	0.009274
Adjusted R-squared	0.047750	S.D. dependent var	0.976182
S.E. of regression	0.952590	Akaike info criterion	2.745748
Sum squared resid	179.6707	Schwarz criterion	2.762297
Log likelihood	-272.2019	Hannan-Quinn criter.	2.752446
Durbin-Watson stat	2.009960		

最後に、通常の DF 検定をしてみよう。そうすると、γの推定値は–0.0979、仮説 $\gamma=0$ に対する t 値は–3.124 となる。τ_τ 統計量の臨界値は、有意水準 5%なら–3.45、10%なら–3.15 である。したがって、DF 検定では、単位根仮説を棄却できない。

Series: Y Workfile: UNTITLED::Untitled¥

View | Proc | Object | Properties | Print | Name | Freeze | Sample | Genr | Sheet | Graph | Stats | Ic

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on Y

Null Hypothesis: Y has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=14)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-3.123959	0.1036
Test critical values:	1% level	-4.004836	
	5% level	-3.432566	
	10% level	-3.140059	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

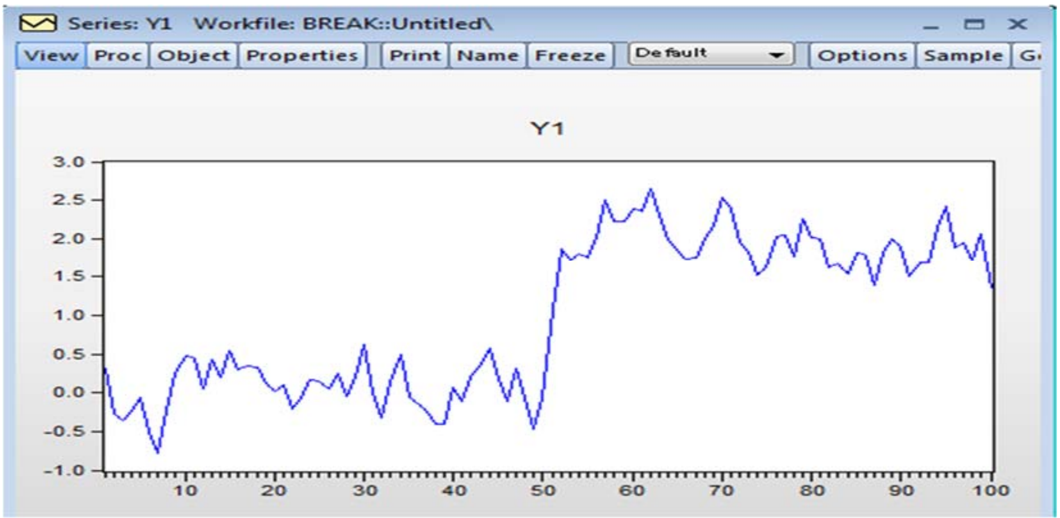
Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(Y)
Method: Least Squares
Date: 11/15/17 Time: 18:06
Sample (adjusted): 2 200
Included observations: 199 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
Y(-1)	-0.097852	0.031323	-3.123959	0.0021
C	2.096740	0.641942	3.266243	0.0013
@TREND("1")	0.015839	0.005099	3.106227	0.0022

R-squared	0.047820	Mean dependent var	0.171333
Adjusted R-squared	0.038104	S.D. dependent var	0.976182
S.E. of regression	0.957403	Akaike info criterion	2.765775

3. ペロン検定

構造変化が存在する系列では、単位根過程が採択される方向でバイアスが発生する。したがって、構造変化の可能性がある系列では、構造変化を考慮した単位根検定を行う必要がある。教科書の 4 章 8 節の例をもとに、ペロン検定の手順をみていこう。データは BREAK.XLS から利用できる。データは $y_t = 0.5y_{t-1} + \varepsilon_t + D_L$ から発生しているが、ここでは DGP は未知として分析を進める。まず系列 y1 を図示してみよう。



この図を見ると、50 期前後に水準シフトが起こっていると考えられる。構造変化を無視して、ADF 検定を行ってみよう。定数項とトレンドを含めると、以下の推定結果となる。ADF 統計量は-2.73 であり、単位根仮説を棄却できない。

Series: Y1 Workfile: UNTITLED::Untitled\

View Proc Object Properties Print Name Freeze Sample Genr Sheet Graph Stats

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on Y1

Null Hypothesis: Y1 has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic - based on AIC, maxlag=12)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-2.733966	0.2256
Test critical values:	1% level	-4.053392	
	5% level	-3.455842	
	10% level	-3.153710	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(Y1)
Method: Least Squares
Date: 03/17/14 Time: 12:36
Sample (adjusted): 2 100
Included observations: 99 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
Y1(-1)	-0.152233	0.055682	-2.733966	0.0075
C	-0.044705	0.069365	-0.644489	0.5208
@TREND("1")	0.004099	0.001935	2.118232	0.0367

R-squared	0.072491	Mean dependent var	0.010372
Adjusted R-squared	0.053168	S.D. dependent var	0.330893
S.E. of regression	0.321976	Akaike info criterion	0.601156
Sum squared resid	9.952192	Schwarz criterion	0.679796
Log likelihood	-26.75723	Hannan-Quinn criter.	0.632974
F-statistic	3.751507	Durbin-Watson stat	1.782040
Prob(F-statistic)	0.026995		

ペロン検定を行ってみよう。回帰式は以下とする。

$$y_t = a_0 + a_1 y_{t-1} + a_2 t + \mu_1 D_P + \mu_2 D_L + \varepsilon_t$$

トレンド、ダミー変数を定義しよう。

```
genr trend=@trend+1
genr DL = @date > @dateval("50")
genr DP=d(DL)
```

と定義しよう。ここで DP は t=51 のときに 1 をとるダミー変数である[1]。そして、これらの変数を用いて、

ls y1 c y1(-1) trend DP DL

とすると、以下の推定結果が得られる。

Dependent Variable: Y1
Method: Least Squares
Date: 11/15/17 Time: 20:40
Sample (adjusted): 2 100
Included observations: 99 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.082569	0.063395	1.302460	0.1959
Y1(-1)	0.478737	0.086670	5.523646	0.0000
TREND	-0.002409	0.001922	-1.253819	0.2130
DP	0.025028	0.327715	0.076372	0.9393
DL	1.115841	0.202110	5.520965	0.0000

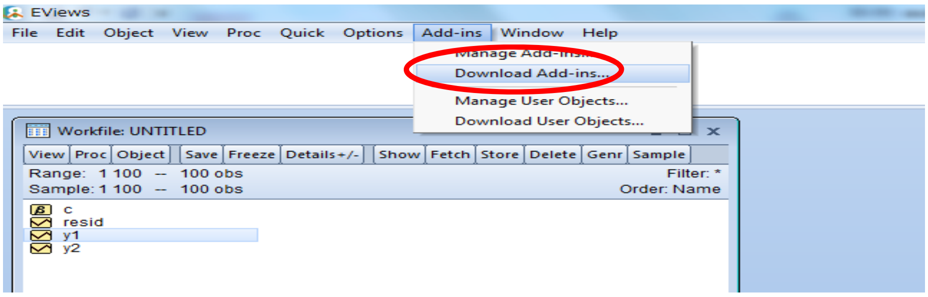
R-squared	0.930388	Mean dependent var	0.994771
Adjusted R-squared	0.927426	S.D. dependent var	0.996485
S.E. of regression	0.268449	Akaike info criterion	0.256872
Sum squared resid	6.774086	Schwarz criterion	0.387938
Log likelihood	-7.715153	Hannan-Quinn criter.	0.309902
F-statistic	314.0864	Durbin-Watson stat	1.751218
Prob(F-statistic)	0.000000		

帰無仮説 $a_1 = 1(\gamma=0)$とした t 値は-6.01(=(0.479-1)/0.0867)となる。構造変化日の相対的位置は $\lambda=\tau/T$=50/100=0.5 であり、ペロンの臨界値は有意水準 5%で－3.76 であることから、単位根仮説は棄却される。

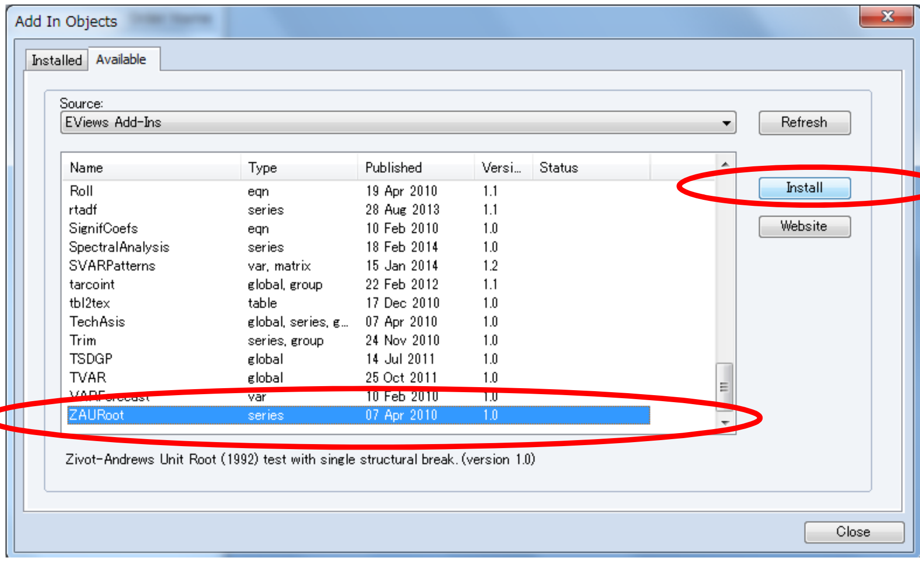
構造変化日が未知の場合

構造変化日を未知とした単位根検定として、Zivot-Andrews(ZA)検定がある。EViews では、Add-ins から ZAURoot アドインをダウンロードすることで、ZA 検定を行うことができる（ただし、EViews の学生版では、Add-ins は制限のため利用できないことに注意されたい）。まず EViews の「Add-ins」から「Download Adds -ins」を選択する。

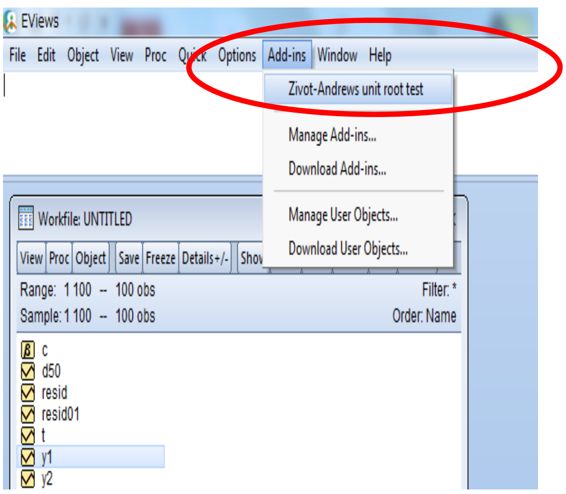
[1] DL は 50 期までは 0、51 期以降は 1 の値をとる変数と定義される。したがって、DL の階差をとると(d(DL))、51 期だけが 1 となり、その他の期では 0 となる。

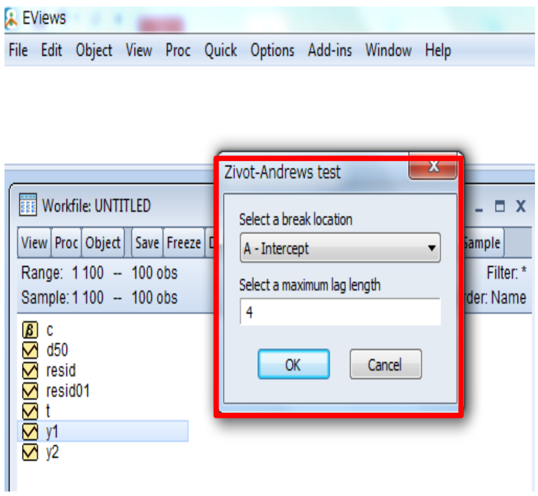


そうすると、Add in Objectsのウィンドウが表示される。ここで、ZAURootを選択し、Installをクリックすると、ZAURootがインストールされる。



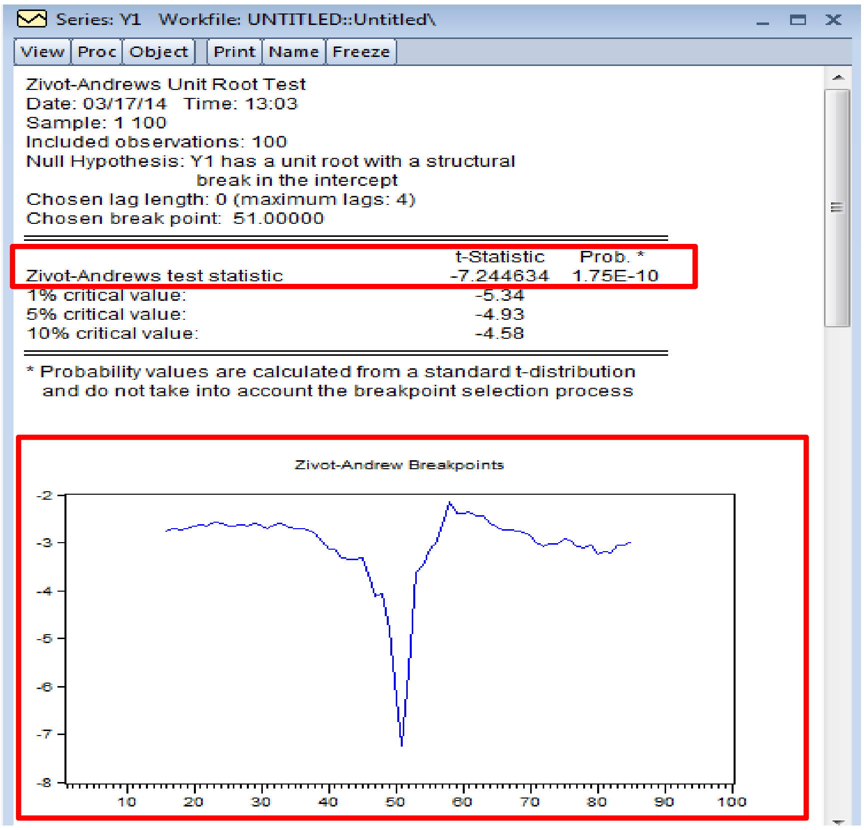
インストールが終了したら、系列 y1 について ZA 検定を行ってみよう。Workfile ウィンドウから y1 を選択し、メニューバーの「Add-ins」から「Zivot-Andres unit root test」を選択する（左下図）。そうすると、Zivot-Andrews test というウィンドウが表示される（右下図）。Select a break location で、構造変化のタイプを選択する。ここでは、定数項だけの構造変化を考慮するため、A-Intercept を選択しよう。





そうすると、下図の推定結果が表れる。ZA 検定では、構造変化のすべての候補日でペロン検定を行っている。それを示したのが、Zivot-Andrews Breakpoints という図になる。この図では、構造変化日を横軸とし、そのときのペロン検定の値を縦軸においている。図を見ると、ちょうど 51 期で検定量が最も小さくなる。換言すれば、51 期において、単位根仮説を最も棄却しやくなっている[2]。

2 章の *SupF* 検定では、*F* 値が大きいほど帰無仮説（構造変化なし）を棄却しやすいということで、統計量として *F* 値の最大値を用いた。同様に、ZA 検定では、単位根仮説を最も棄却しやすい *t* 値の最小値を統計量とする。この統計量は、t 値の極小値(infimum)ということで、*Inf-t* と呼ばれる（EViews では Zivot-Andrews test statistic と表記している）。推定結果をみると、*Inf-t*=-7.24 となり、その p 値はほぼ 0 である。したがって、単位根仮説は棄却される[3]。



2 EViews の推定結果をみると、構造変化は 51 期となっている。これは 50 期から 51 期にかけて構造変化が生じたことを意味する。この場合、教科書では 50 期を構造変化日としているが、EViews では 51 期を構造変化日としている。

3 p 値は 1.75E-10 である。1.75E-10 とは 1.75×10^{-10} を意味している。

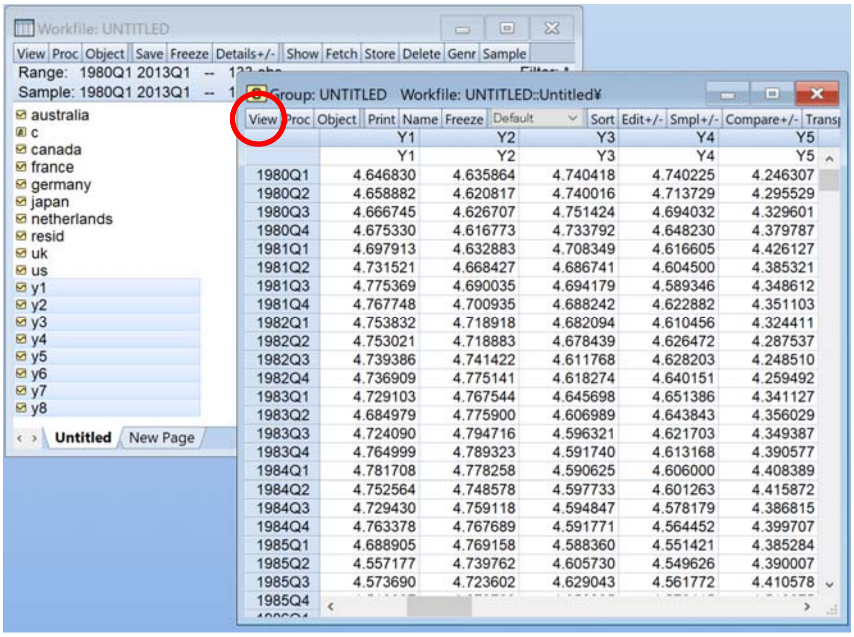
4. IPS 検定

パネルデータを用いれば、サンプルサイズが大きくなり、ひいては単位根検定の検出力も上昇する。ここでは、PANEL.XLS を用いて、IPS 検定を説明しよう（4 章 11 節参照）。このデータは、1980Q1～2013Q1 までの 8 か国（Australia, Canada, France, Germany, Japan, Netherlands, UK, US）の実質実効為替レートからなる。

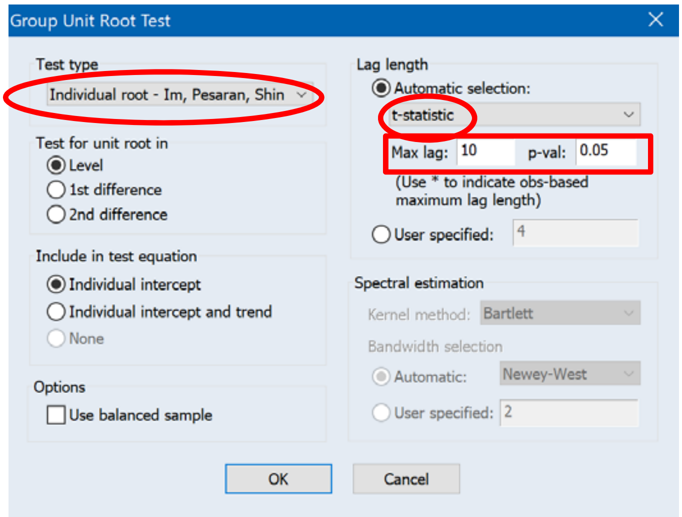
まず、実質為替レートの対数の系列を作ろう。

```
genr y1 = log(australia)
genr y2 = log(canada)
genr y3 = log(france)
genr y4 = log(germany)
genr y5 = log(japan)
genr y6 = log(netherlands)
genr y7 = log(uk)
genr y8 = log(us)
```

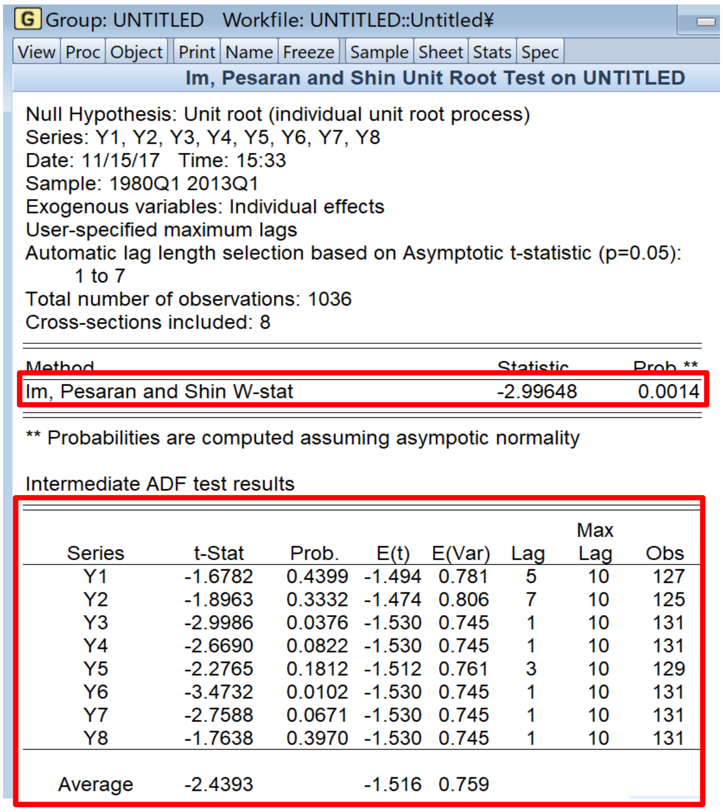
これらの全系列を選択し、Open Group とする。そして Group Window の View をクリックし、Unit Root Test を選択する。



そうすると、Group Unit Root Test Window が開かれるため、Test Type を Individual root-Im,Pesaran,Shin とし、Lag Length を Automatic Sleclection とし t-statistic を選ぶ。また、Max lag を 10、p-val を 0.05 としよう。これはラグの長さは、最大 10 までとし、一般からの特定法でラグの次数を選択する。



これでOKとすると、以下の結果が表示される。



Group: UNTITLED Workfile: UNTITLED::Untitled¥

View | Proc | Object | Print | Name | Freeze | Sample | Sheet | Stats | Spec

Im, Pesaran and Shin Unit Root Test on UNTITLED

Null Hypothesis: Unit root (individual unit root process)
Series: Y1, Y2, Y3, Y4, Y5, Y6, Y7, Y8
Date: 11/15/17 Time: 15:33
Sample: 1980Q1 2013Q1
Exogenous variables: Individual effects
User-specified maximum lags
Automatic lag length selection based on Asymptotic t-statistic (p=0.05):
1 to 7
Total number of observations: 1036
Cross-sections included: 8

Method	Statistic	Prob.**
Im, Pesaran and Shin W-stat	-2.99648	0.0014

** Probabilities are computed assuming asympotic normality

Intermediate ADF test results

Series	t-Stat	Prob.	E(t)	E(Var)	Lag	Max Lag	Obs
Y1	-1.6782	0.4399	-1.494	0.781	5	10	127
Y2	-1.8963	0.3332	-1.474	0.806	7	10	125
Y3	-2.9986	0.0376	-1.530	0.745	1	10	131
Y4	-2.6690	0.0822	-1.530	0.745	1	10	131
Y5	-2.2765	0.1812	-1.512	0.761	3	10	129
Y6	-3.4732	0.0102	-1.530	0.745	1	10	131
Y7	-2.7588	0.0671	-1.530	0.745	1	10	131
Y8	-1.7638	0.3970	-1.530	0.745	1	10	131
Average	-2.4393		-1.516	0.759			

下部では、個別系列（y1～y8）のADF検定の結果が示されている。例えば、y1のADF検定では、ラグの次数はk=5となり、t値は-1.678となっている。また、各系列のt_i統計量の期待値E(t)と分散E(Var)が表記されている。選択されたラグの長さの違いにより、サンプルサイズObsが異なるため、E(t)とE(Var)の値が少し異なっている。t_i統計量の平均は-2.4393、E(t)の平均は-1.516、E(Var)の平均は0.759である。

教科書では、IPS検定は、t_iの標本平均$\bar{t}$を標準化した統計量$Z_{\bar{t}}$を用いるとした。

$$Z_{\bar{t}} = \frac{\sqrt{n}\,(\bar{t} - E[t_i])}{\sqrt{\mathrm{var}(\ t_i\ )}}$$

しかし、系列 i によってラグ次数 k_i が異なるため、分析に用いられるサンプルサイズ T_i、ひいては $E[t_i]$と $\mathrm{var}(t_i)$も異なる。このとき統計量は

$$Z_{\bar{t}} = \frac{\sqrt{n}\left(\bar{t} - \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} E[t_i]\right)}{\sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \mathrm{var}(\ t_i\ )}}$$

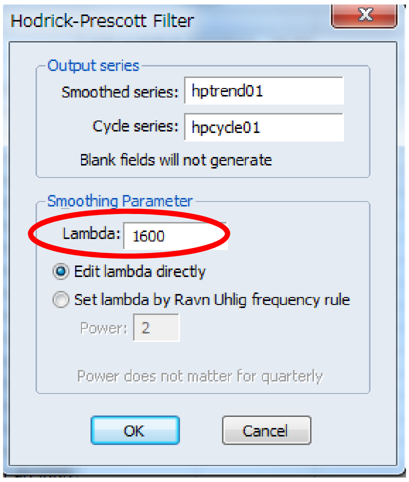
として求める。上の結果を用いると、統計量は

$$Z_{\bar{t}} = \frac{\sqrt{8}(-2.4393 + 1.516)}{\sqrt{0.759}} = -2.9968$$

として計算される。対応する p 値を見ると、0.0014 であるから、有意水準 5%で帰無仮説「全系列に単位根がある」が棄却される。IPS 検定において、帰無仮説の棄却は、どれかの系列が定常であることを示しているが、どの系列が定常であるとはいえない。

5. HP 分解

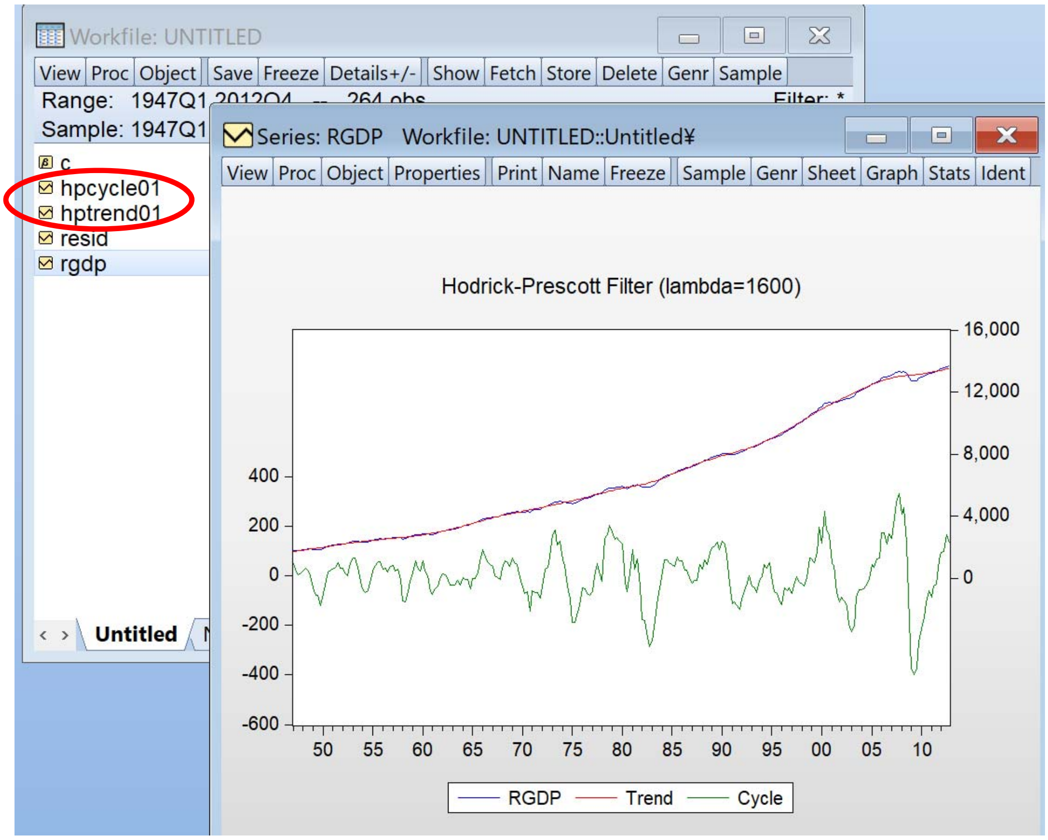
トレンド分解の方法として HP 分解を紹介する。1947Q1～2012Q4 米国実質 GDP（rgdp）に HP フィルターをかけて、トレンド部分と定常部分に分解しよう。まず、データ RGDP.XLS を読み込んだら、Workfile ウィンドウにある rgdp をダブルクリックして Series ウィンドウを表示する。メニューバーから「Proc」→「Hodrick-Prescott Filter」を選択すると、下図のように Hodrick-Prescott Filter ウィンドウが表示される。



Output series で、系列に名前を付けると、Workfile に系列が保存される。ここではトレンド部分を hptrend01、循環部分を hpcycle01 として保存しよう。また、このデータの頻度は四半期であるため、Smoothing Parameter の Lambda には 1600 と入力する（実証分析では、四半期データなら λ=1600、月次データなら λ=14400 と設定する）。

OK を押すと、分解の結果が図として表示される。また Workfile には hptrend01、hpcycle01 という系列が保存される。青線が実質 GDP、赤線がトレンド、緑線が循環

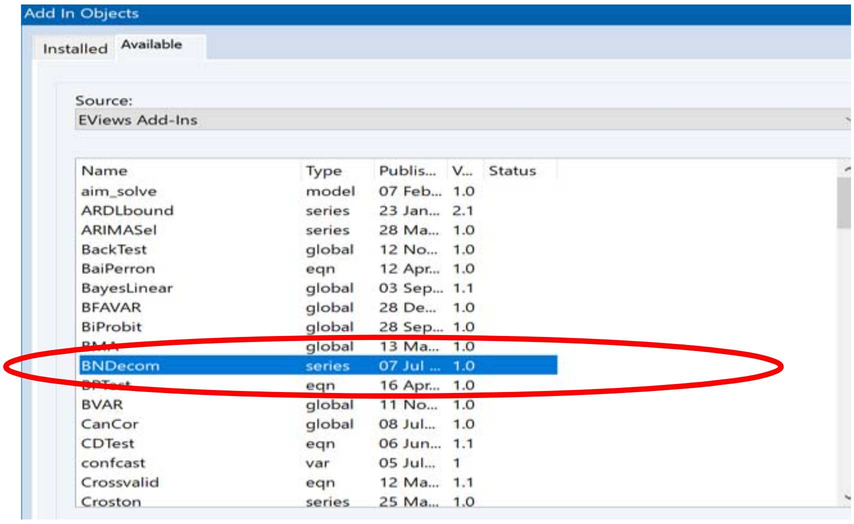
部分を表している。景気循環に興味があるなら、循環部分である hpcycle01 を分析すればよい。トレンド部分なら hptrend01 を調べればよい。



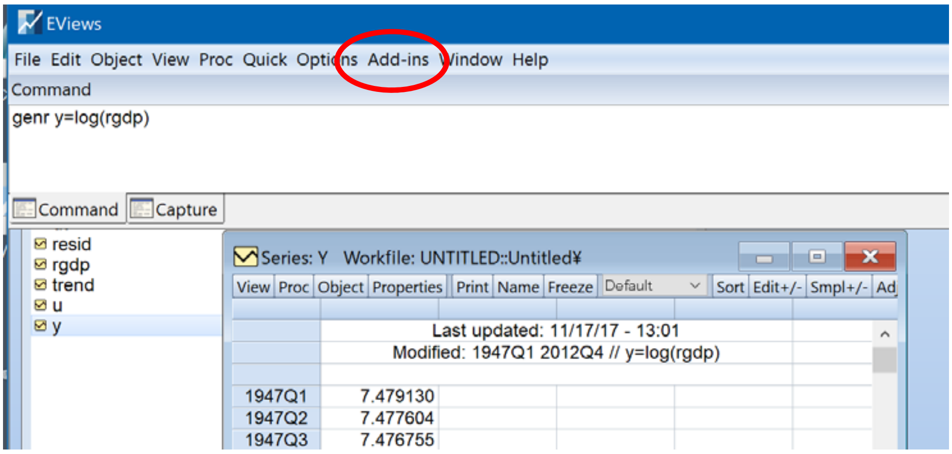
消費額、投資額、政府支出についても、HP 分解を用いて、トレンドと循環部分に分解をしてみよう。

6. BN 分解

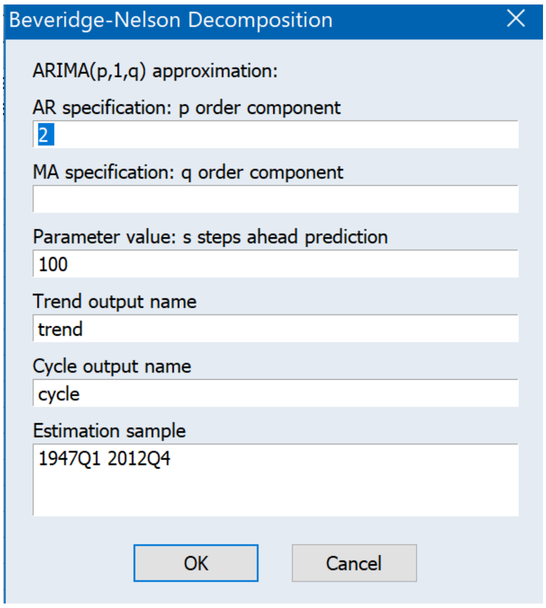
BN 分解は、Add-ins から BNDecom アドインをダウンロードすることで、BN 分解を行うことができる（学生版では Add-ins は使えないので注意）。まず EViews の「Add-ins」から「Download Adds -ins」を選択する。そうすると、Add in Objects のウィンドウが表示される。ここで、BNDecom を選択し、Install をクリックすると、BNDecom がインストールされる。



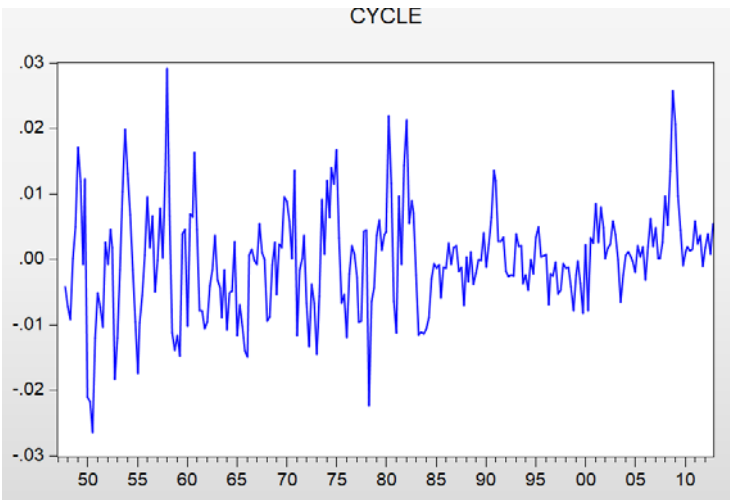
まず、RGDP の対数系列を y としよう。そして、この系列をチェックして Series Window を開こう。そして Add-ins をチェックして Beveridge-Nelson Decomposition を選択する。



そうすると、下の Window が表示されるので、設定を入力しよう。このアドインでは、ARMA(p,1,q)が想定されているので、p と q を入力する必要がある。GDP のモデルは ARMA(2,1,0)であるから、AR specification は 2、MA specification は空欄のままにしよう。Paramter value は教科書の s 期先予測に該当するので、ここでは 100 としておく。そして OK としよう。



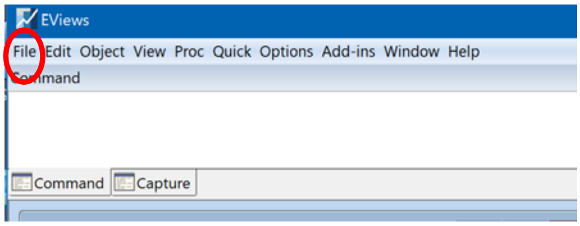
そうすると、トレンドは trend、循環要素は cycle という名前で新しい系列として保存される。ここで系列 cycle をチェックして図にしてみると以下となる。これはまさに教科書で紹介した系列になる。



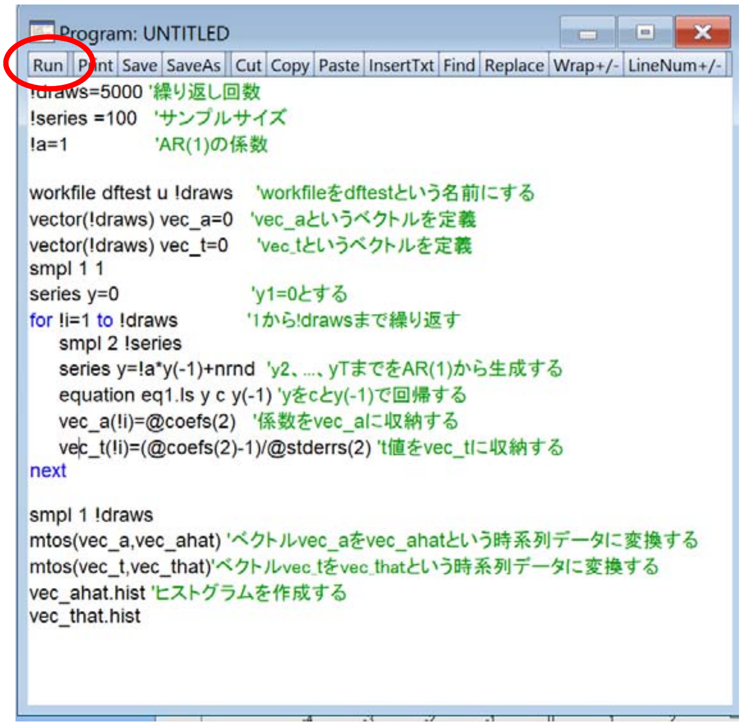
7. モンテカルロ実験

ここでは 4 章 4 節の例 3 のモンテカルロ実験を再現してみよう。つまり、$y_t=ay_{t-1}+\varepsilon_t$ とする。ただし、$y_0=0$、T=100、N=5000（繰り返し回数）である。繰り返し回数を増やせば、綺麗な図になるので時間がある方は N=10000 にしたらよい。

EViews の File をクリックし program を選択する（EViews の学生版では、program を使うことができないことに注意されたい）。



そうすると、下の画面が出力されるので、code を入力して Run をチェックしよう（緑色の文字は code の説明なので入力する必要はない）。ここで以下の code を入力して Run しよう。



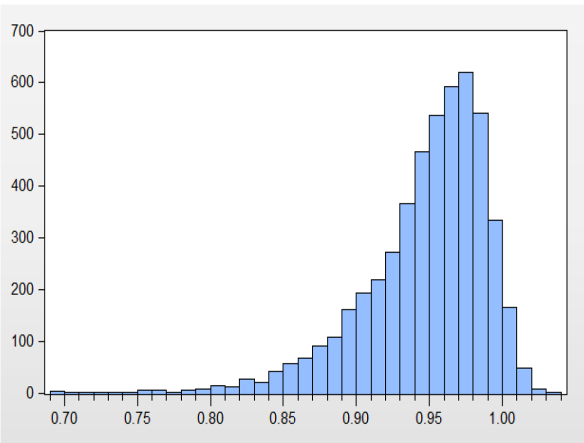
入力が面倒なら以下の左側だけを Program Window に貼り付ければよい。左側が code で、右側に追加的な説明をしている。

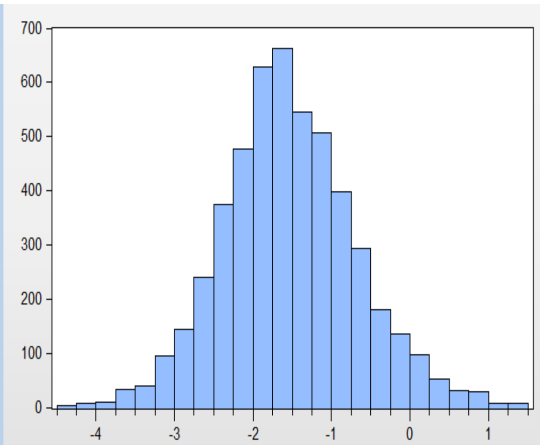
!draws=5000	N:繰り返し回数
!series =100	T:サンプルサイズ
!a=1	a: AR(1)の係数、ここでは単位根を仮定
workfile dftest u !draws	
vector(!draws) vec_a=0	

vector(!draws) vec_t=0
smpl 1 1
series y=0
for !i=1 to !draws
    smpl 2 !series
    series y=!a*y(-1)+nrnd
    equation eq1.ls y c y(-1)
    vec_a(!i)=@coefs(2)
    vec_t(!i)=(@coefs(2)-1)/@stderrs(2)
next
	これは for 文と言われて、for から next まででひとまとまりになっている。ここで!i は 1 で始まって、!draws で終わる。まず、!i を 1 としてデータを AR(1)で生成する(rnmd は標準正規乱数)。そして OLS で推定して AR(1)の係数を得る。その結果を、ベクトル vec_a の第一要素に収納する。今度は、!i を 2 として同じことをする。

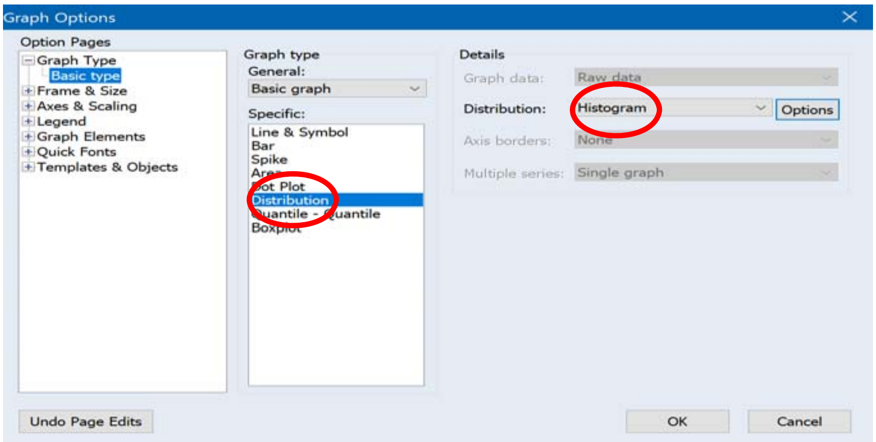
smpl 1 !draws mtos(vec_a,vec_ahat) mtos(vec_t,vec_that) vec_ahat.hist vec_that.hist	ベクトルのままだと計算しにくいので、vec_a、vec_t を時系列データに変換する。

そうすると、以下の図が表示される(ただし、乱数を発生させているため、全く同じ結果が得られるわけではないことに注意)。左下の図では、AR(1)の係数の分布を示している。これをみると、真の値は 1 であるが、平均は約 0.95 であり、左にひずんだ分布になっている。右下の図では、t 値の分布を示しており、分布の中心は 0 ではなく、約-1.5 となっている。

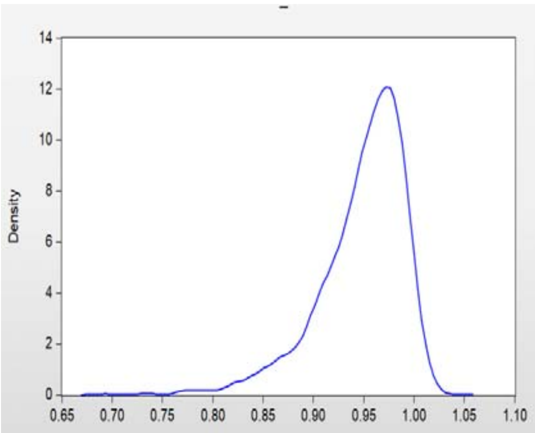


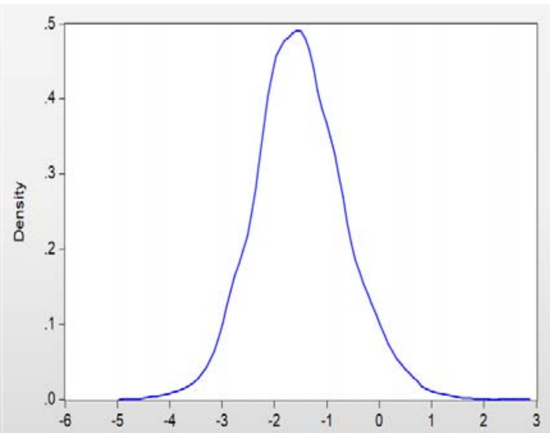


現状では、度数分布になっているが、これを相対頻度にしたり、密度関数にしたりもできる。たとえば、AR(1)係数の値は vec_ahat に保存されているので、vec_ahat の workfile から、view→graph とする。ここで Graph Options の Specific から Distribution を選択し、Detail の Distribution を Histogram から Kernel Density に変更しよう。



そうすると、左下画面のような AR(1)係数の密度関数が出力される。同様に、vec_that の workfile window から同じようにすると、右下のような t 検定の密度関数が得られる。





興味のある読者は、モンテカルロ実験の設定を変えて、AR 係数、t 統計量の分布を求めてもらいたい。