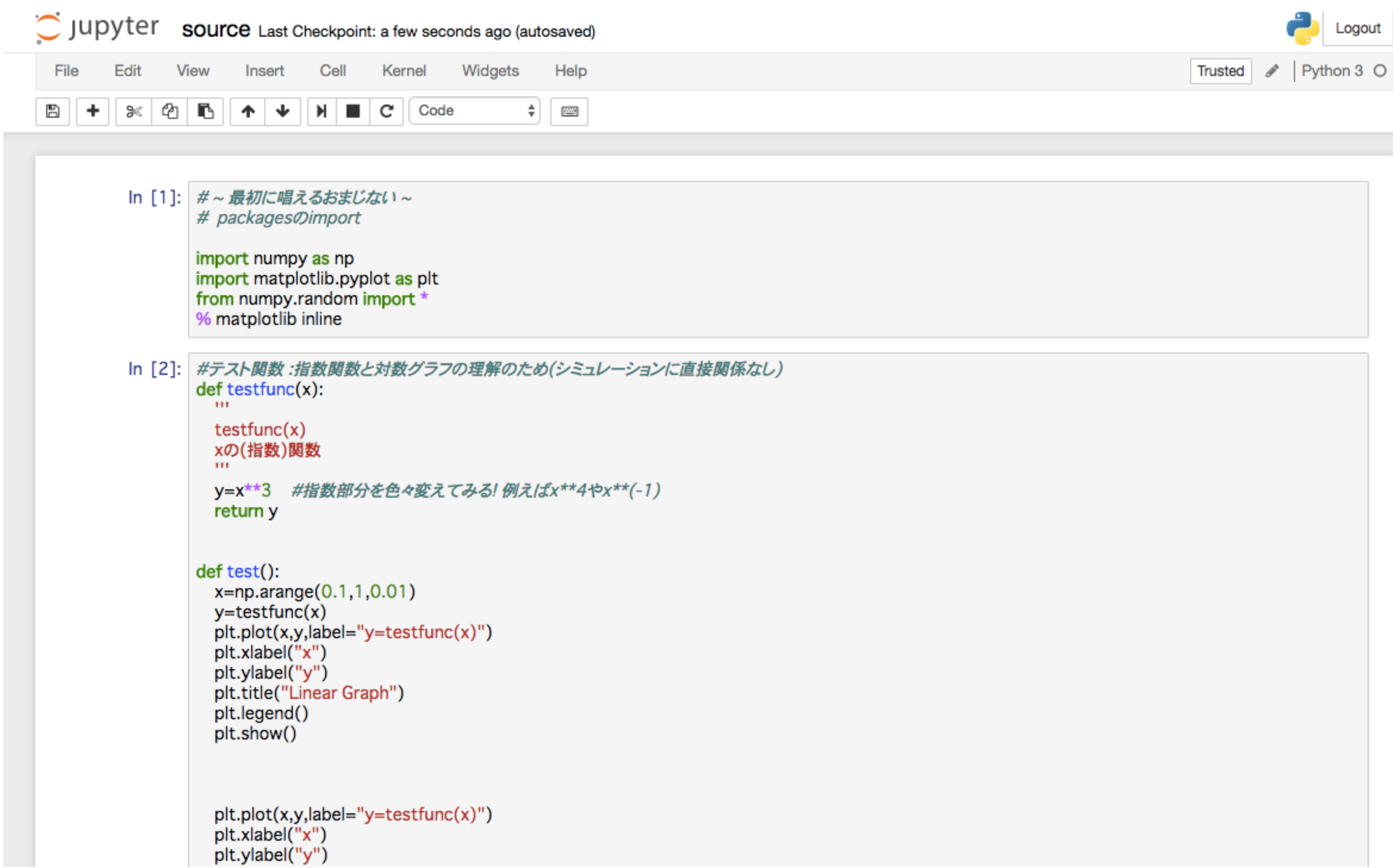
実習

プログラムファイルを開く

Jupyter Notebookを起動した後に、配布したフォルダ内のnetwork_simulation.ipynbというファイルを開く

このような画面が出ればOK

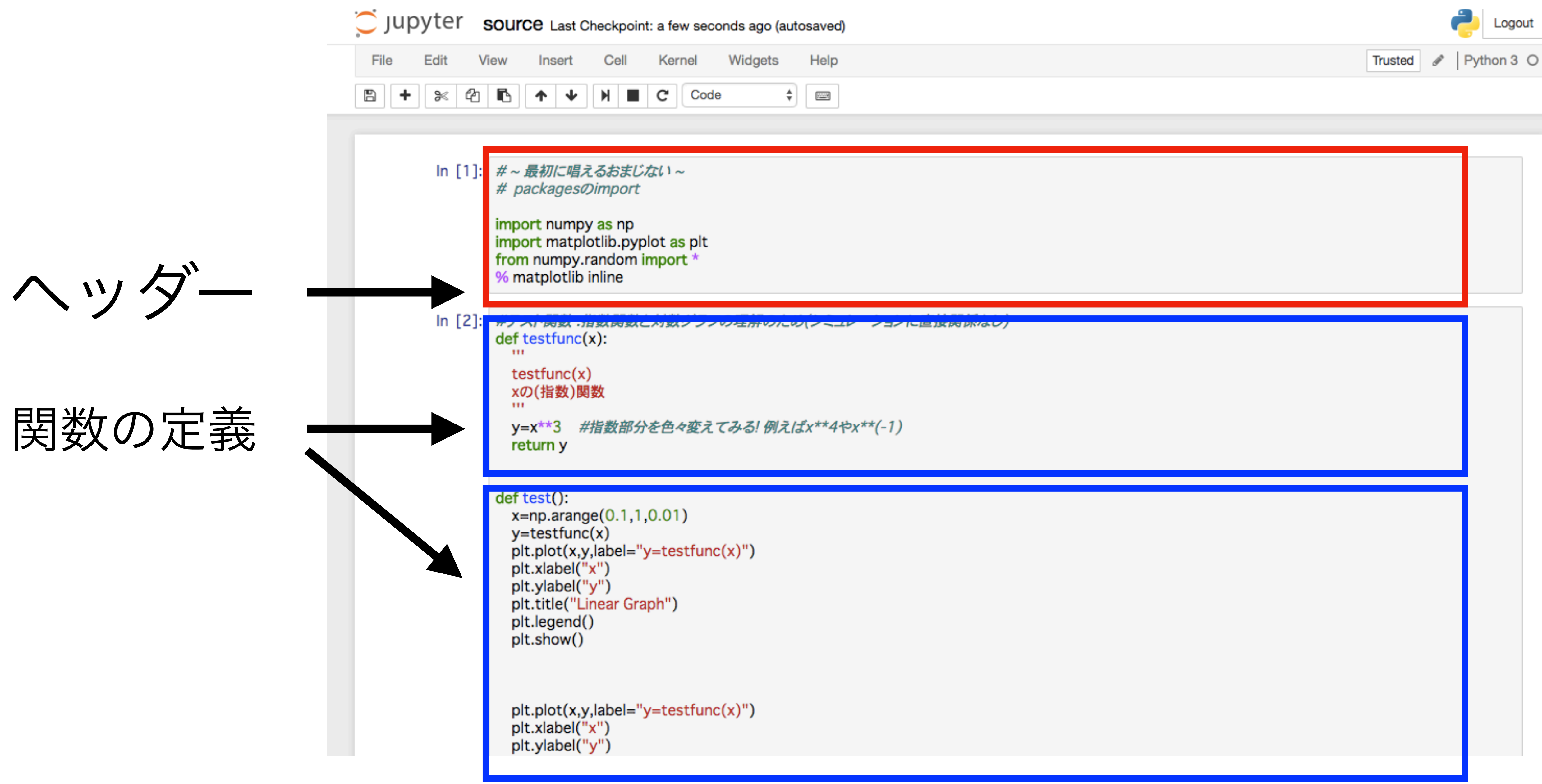


プログラムの大枠

ヘッダー + 関数の定義 + Main関数　でできている

ヘッダー：おまじない(わかっていなくて良い)

関数の定義: Main関数の中で使う関数を定義(defから始まる)



プログラムの大枠

ヘッダー + 関数の定義 + Main関数　でできている

Main関数: Mainのプログラム. ここで指示した順に実行される.

jupyter source Last Checkpoint: 31 minutes ago (autosaved)

Main関数

In [54]:

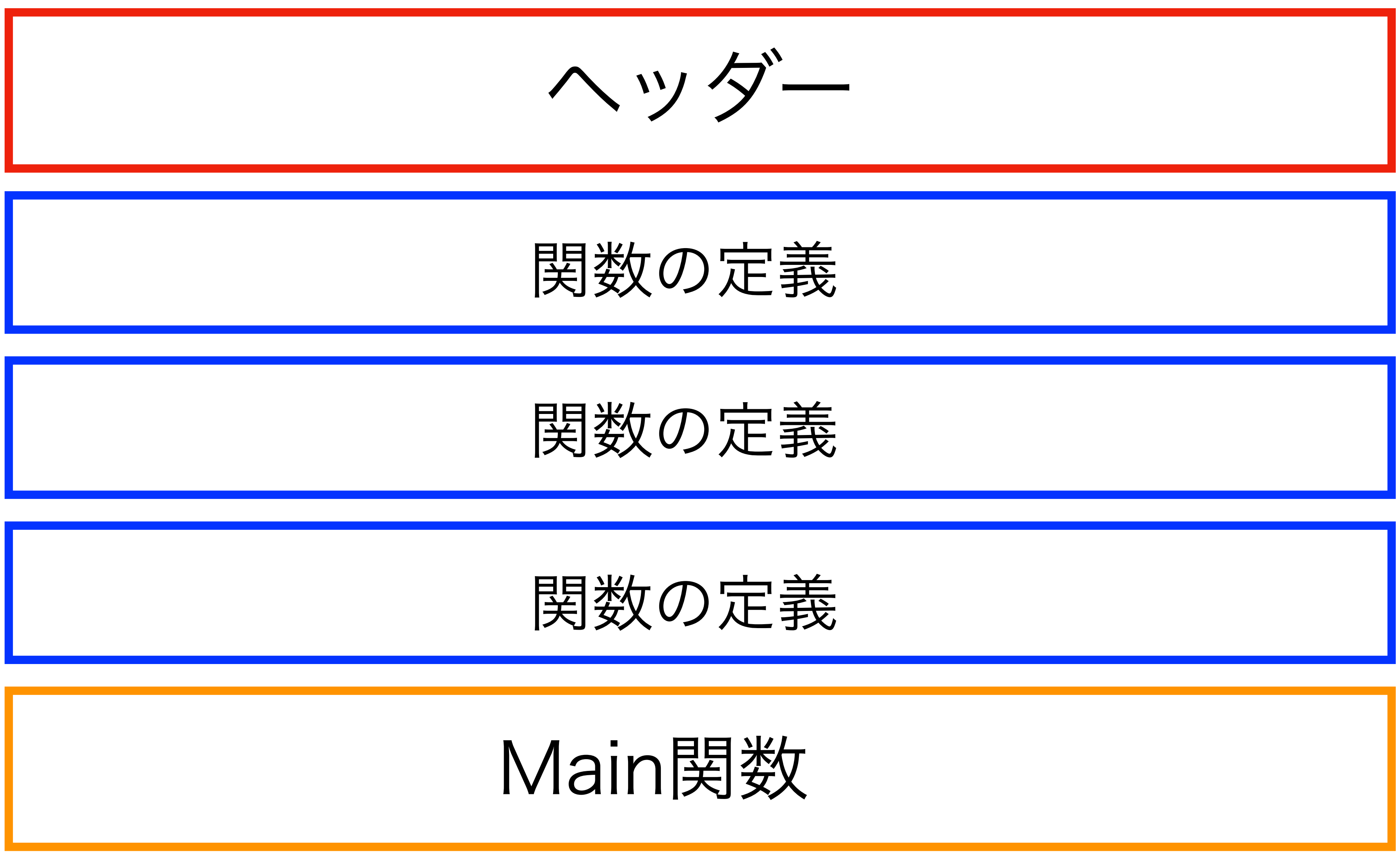
```python
%%time

##############################################
#シミュレーションの設定(次数mの完全グラフを初期状態にとる)
##############################################

# パラメータ：ここを変えてみて結果がどう変わるか見てみよう!
m=4 # 追加するnodeの持つlinkの本数
Nmax=100 # 追加するnodeの個数
a=0. # 重み付け確率を計算する時のパラメータ

# 初期状態を生成する
# node数mの完全グラフを作成
nw=comgra(m)

###################
#ネットワークを成長させる
###################
# Nmax回m本の枝を持つnodeを追加する
for j in range(0,Nmax):
    # 関数calcでネットワークnwにnodeを追加していく
    # 3個目の引数(重み付け確率でシミュレーション:type=1,一様確率でシミュレーション:type=2)
    calc(nw,a,m,type=1) # typeの値を変えてみよう!

np.save("nwdata.npy",nw)

#############
#分布を計算する
#############
dist(nw,m)
# x.npyには次数の列が入っている
# y.npyには数値シミュレーションした各次数の頻度が入っている
# y2.npyには理論値の各次数の頻度が入っている
```

CPU times: user 16.8 ms, sys: 2.11 ms, total: 18.9 ms
Wall time: 18.3 ms

プログラムの大枠

ヘッダー + 関数の定義 + Main関数　でできている

Main関数の中で、定義した関数を使ってやりたいことを順番に命令する



Mainプログラムの内容

▷Main関数の中身がわかれば大体何をしているかわかる

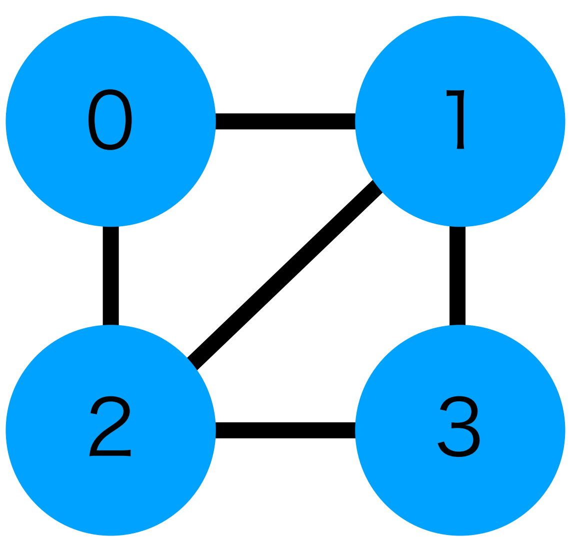
▷大事な変数は「nw」:ネットワークを表現するデータ配列

隣接リスト:

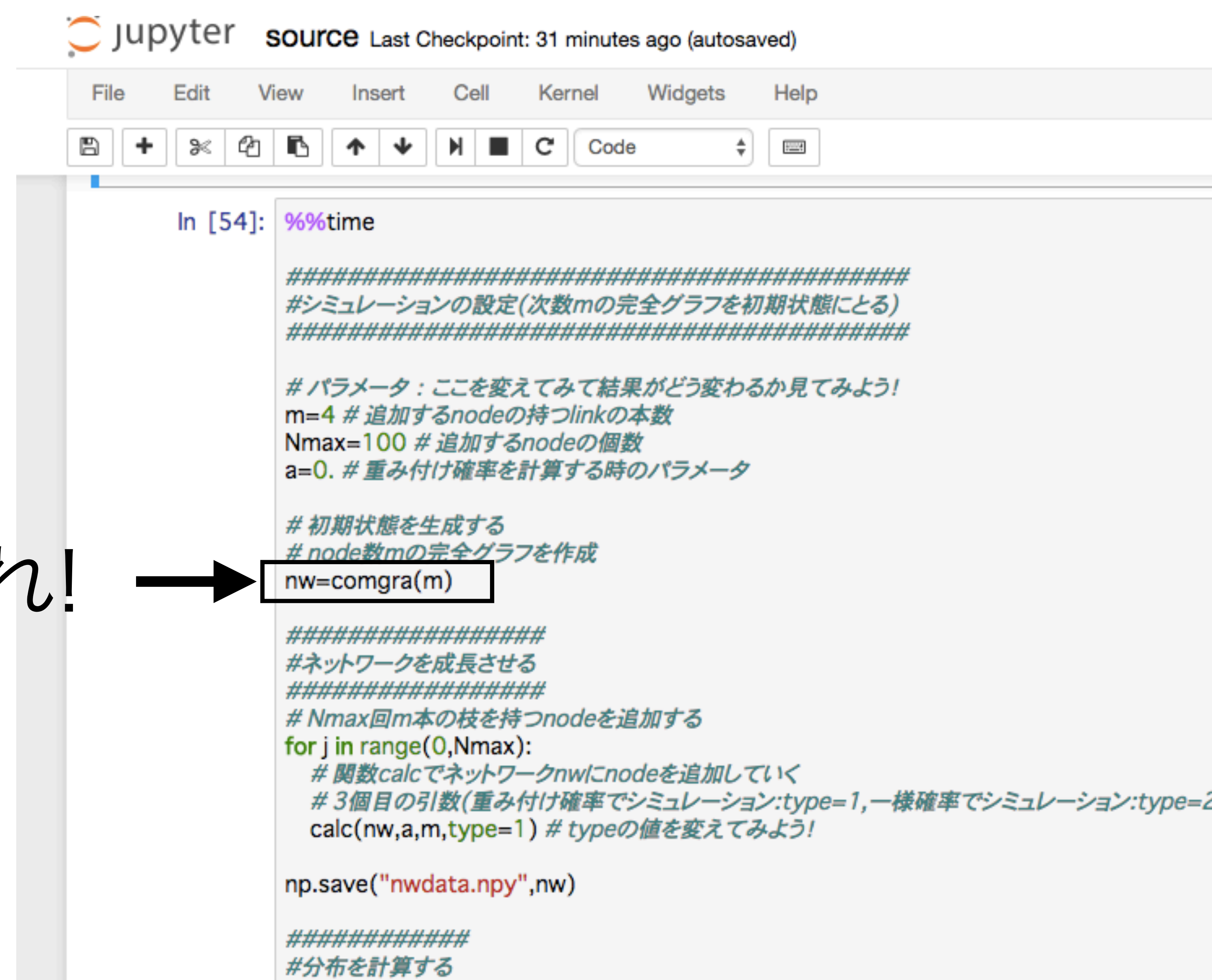
[(node0に繋がっているnodeからなるlist), (node1に繋がっているnodeからなるlist),...]

例

[[1,2], [0,2,3], [0,1,3], [1,2]]



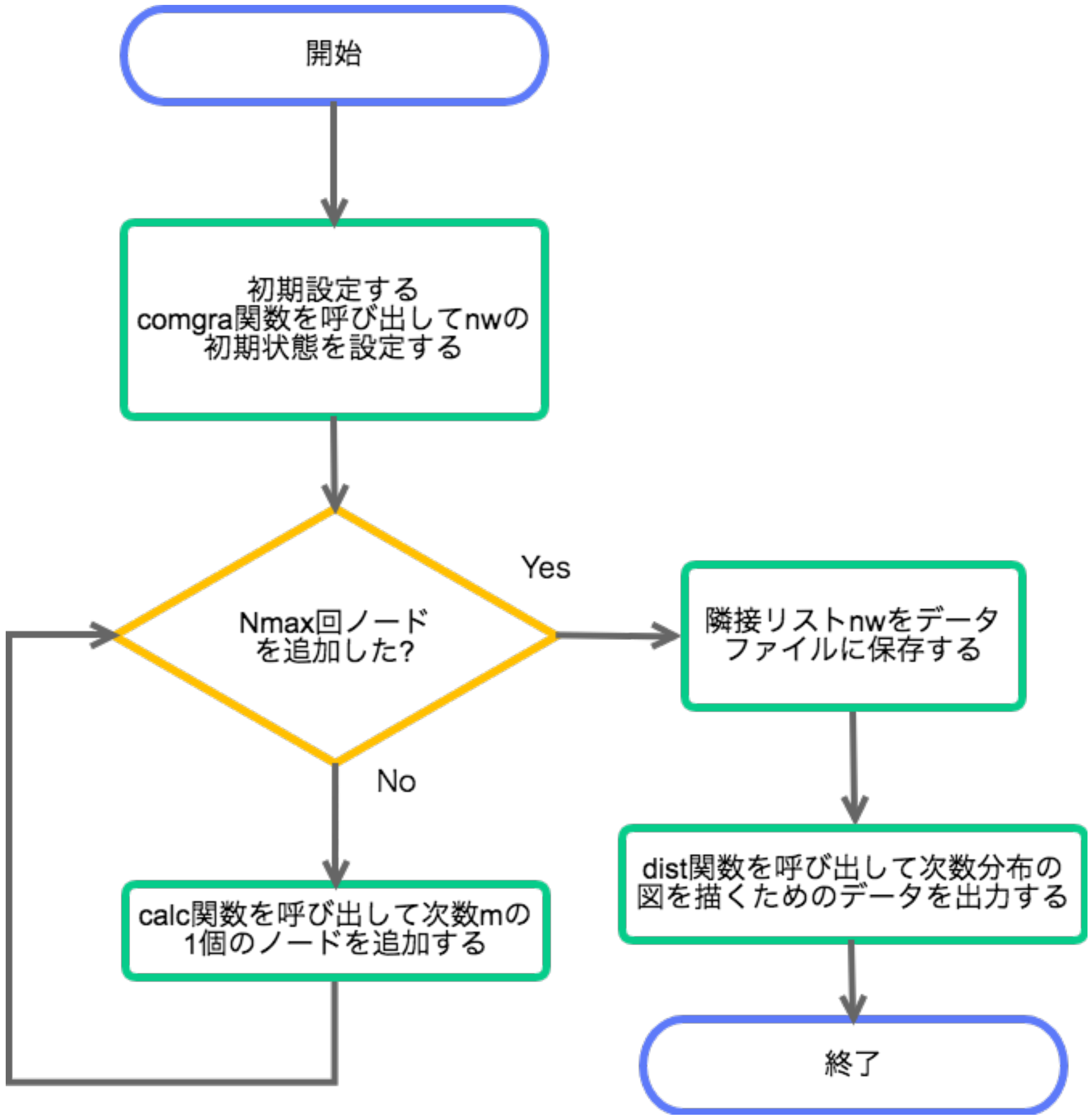
これ!

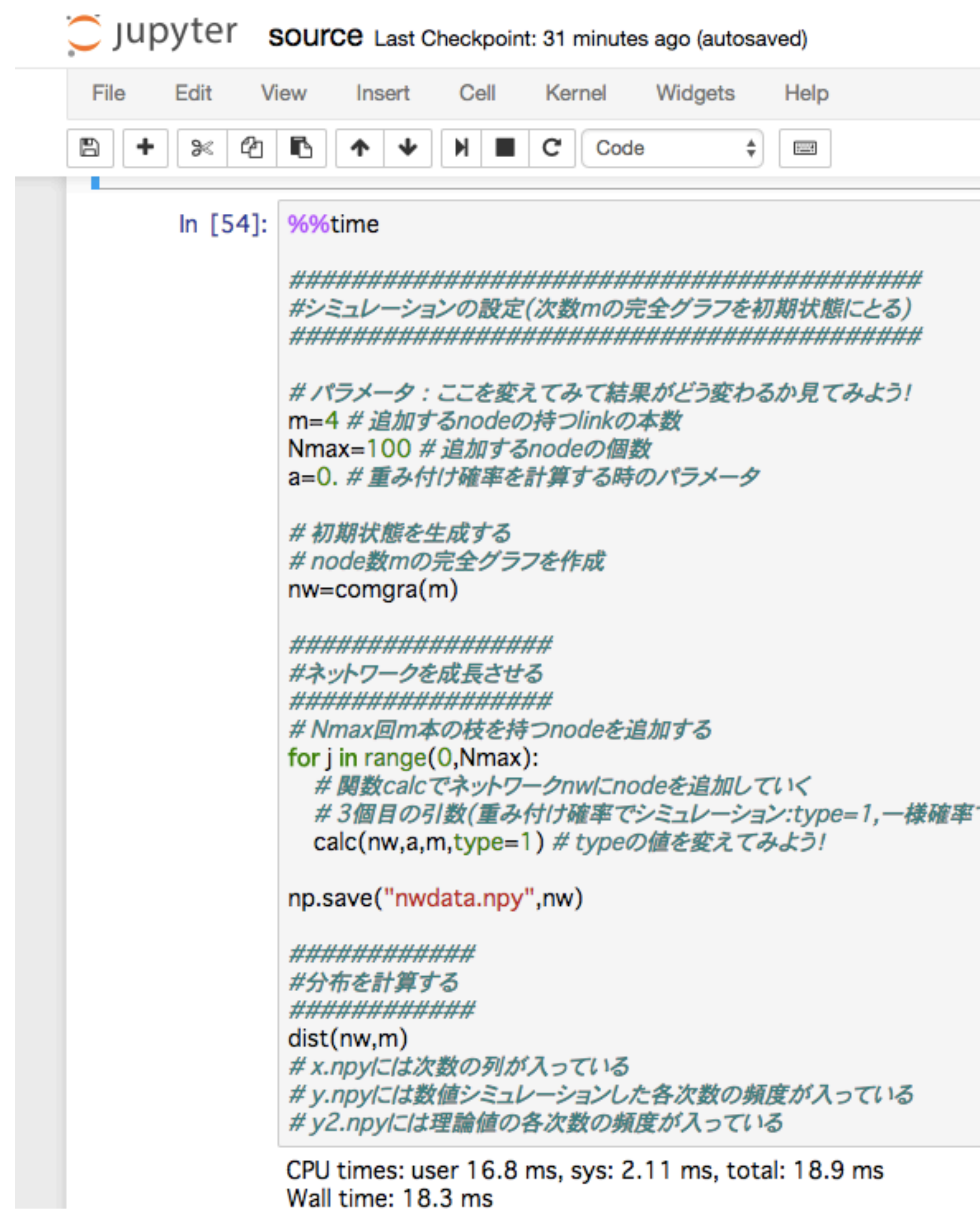


Mainプログラムのアルゴリズム

▷Main関数の中身がわかれば大体何をしているかわかる

フローチャートとプログラムを比較して理解する






```
%%time

############################################
#シミュレーションの設定(次数mの完全グラフを初期状態にとる)
############################################

# パラメータ：ここを変えてみて結果がどう変わるか見てみよう!
m=4 # 追加するnodeの持つlinkの本数
Nmax=100 # 追加するnodeの個数
a=0. # 重み付け確率を計算する時のパラメータ

# 初期状態を生成する
# node数mの完全グラフを作成
nw=comgra(m)

##################
#ネットワークを成長させる
##################
# Nmax回m本の枝を持つnodeを追加する
for j in range(0,Nmax):
    # 関数calcでネットワークnwにnodeを追加していく
    # 3個目の引数(重み付け確率でシミュレーション:type=1,一様確率
    calc(nw,a,m,type=1) # typeの値を変えてみよう!

np.save("nwdata.npy",nw)

#############
#分布を計算する
#############
dist(nw,m)
# x.npyには次数の列が入っている
# y.npyには数値シミュレーションした各次数の頻度が入っている
# y2.npyには理論値の各次数の頻度が入っている
```

```
CPU times: user 16.8 ms, sys: 2.11 ms, total: 18.9 ms
Wall time: 18.3 ms
```

定義した関数の内容

def 関数名(引数)

…

return 返り値

引数: y=f(x)のx

返り値: y=f(x)のy

と思っておけば良い

細かい関数の内容は

プログラムの中の

コメントを見て理解する

jupyter source Last Checkpoint: an hour ago (autosaved)

File Edit View Insert Cell Kernel Widgets Help

```
    次数mの完全グラフを作る関数

    parameter
    --------
    m : int
      完全グラフの次数
    '''
    nw=[[j for j in range(m) if i != j ] for i in range(m)]
    return nw
```

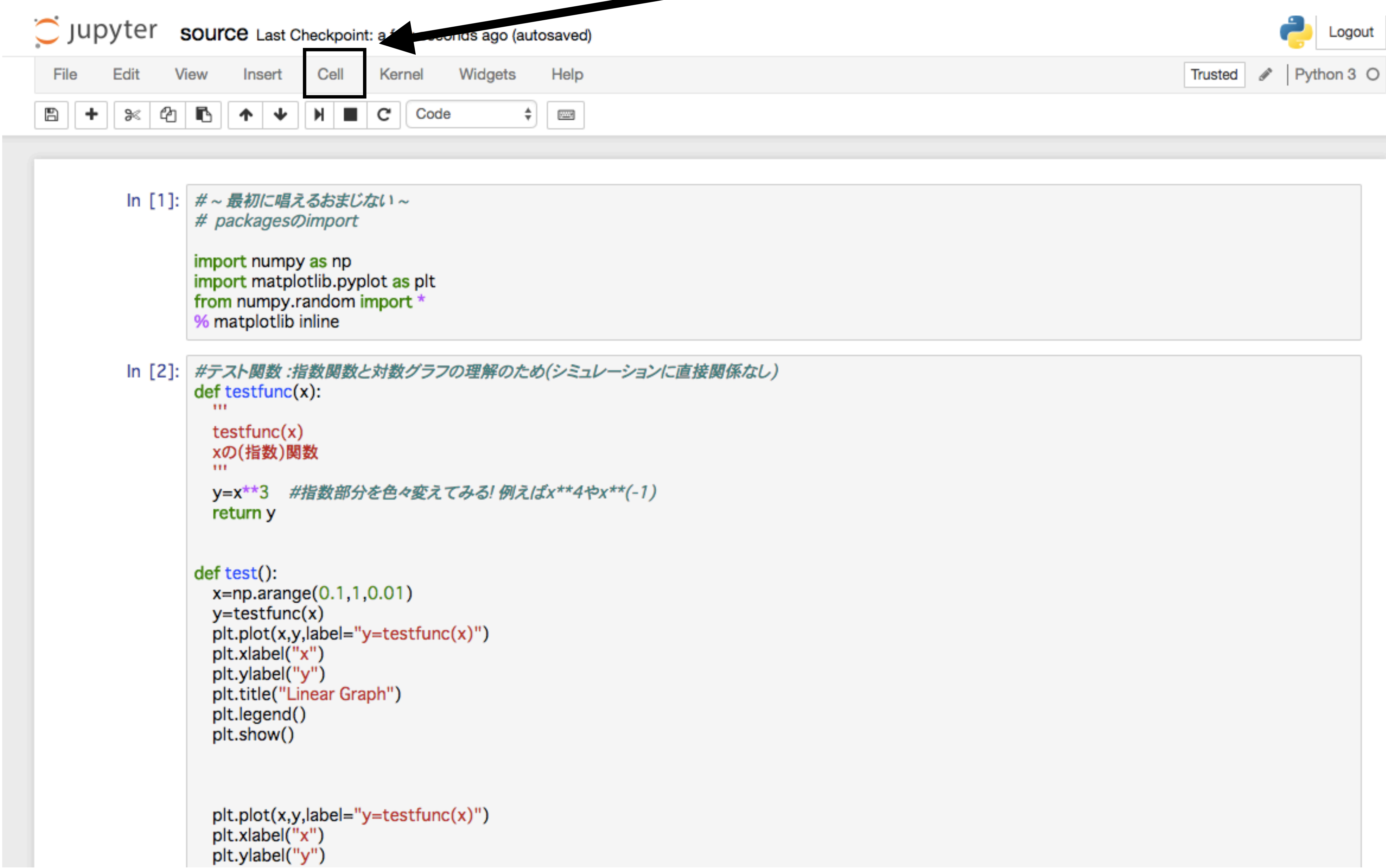
In [72]:
```
# 理論値:自分で計算した結果をプログラムにしてみよう!
def theofunc(m,a,x):
    '''
    theofunc(m,a,x)
    次数分布の理論値

    parameters
    --------
    m : int
      新たに付け加わるnodeが持つ枝の本数
    a : real
      重み確率に対するbias
    x : int or real
      次数
    '''
    func=2.*m*(m+1)/(x*x*x)   # <========= 手で計算した理論値の関数を入れてみよう!
    return func
```

In [73]:
```
#テスト関数 :指数関数と対数グラフの理解のため(シミュレーションに直接関係なし)
def testfunc(x):
    '''
    testfunc(x)
    xの(指数)関数
    '''
```

プログラムの実行(べき分布の確認)

1.プログラム内の以下の「#テスト関数～」の部分を探す。

2. この部分を選択し、上タブのCell→Run Cellsを叩く




```
#～最初に唱えるおまじない～
# packagesのimport

import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from numpy.random import *
% matplotlib inline
```

```
#テスト関数 :指数関数と対数グラフの理解のため(シミュレーションに直接関係なし)
def testfunc(x):
    '''
    testfunc(x)
    xの(指数)関数
    '''
    y=x**3    #指数部分を色々変えてみる! 例えばx**4やx**(-1)
    return y


def test():
    x=np.arange(0.1,1,0.01)
    y=testfunc(x)
    plt.plot(x,y,label="y=testfunc(x)")
    plt.xlabel("x")
    plt.ylabel("y")
    plt.title("Linear Graph")
    plt.legend()
    plt.show()



    plt.plot(x,y,label="y=testfunc(x)")
    plt.xlabel("x")
    plt.ylabel("y")
```

プログラムの実行(ヘッダー)

1.プログラム内の以下の「#〜最初に唱えるおまじない〜」の部分を探す。

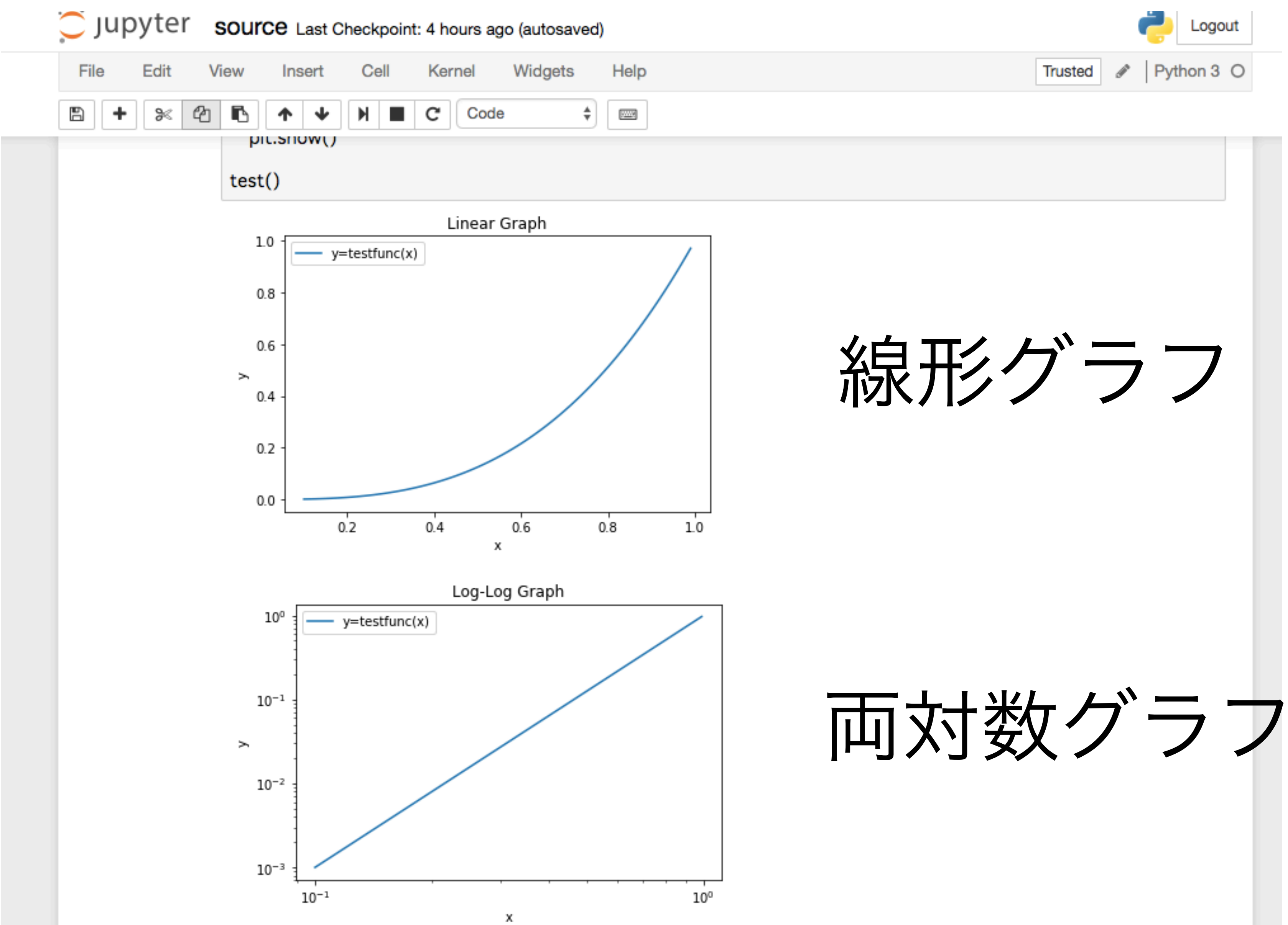
2. この部分を選択し、上タブのCell→Run Cellsを叩く

この作業は1回だけ
今後はやらなくて良い

プログラムの実行(べき分布の確認)

3. 実行すると下に図が出力される。(線形グラフと両対数グラフ)

デフォルトは $P(k) = k^3 (y = x^3)$



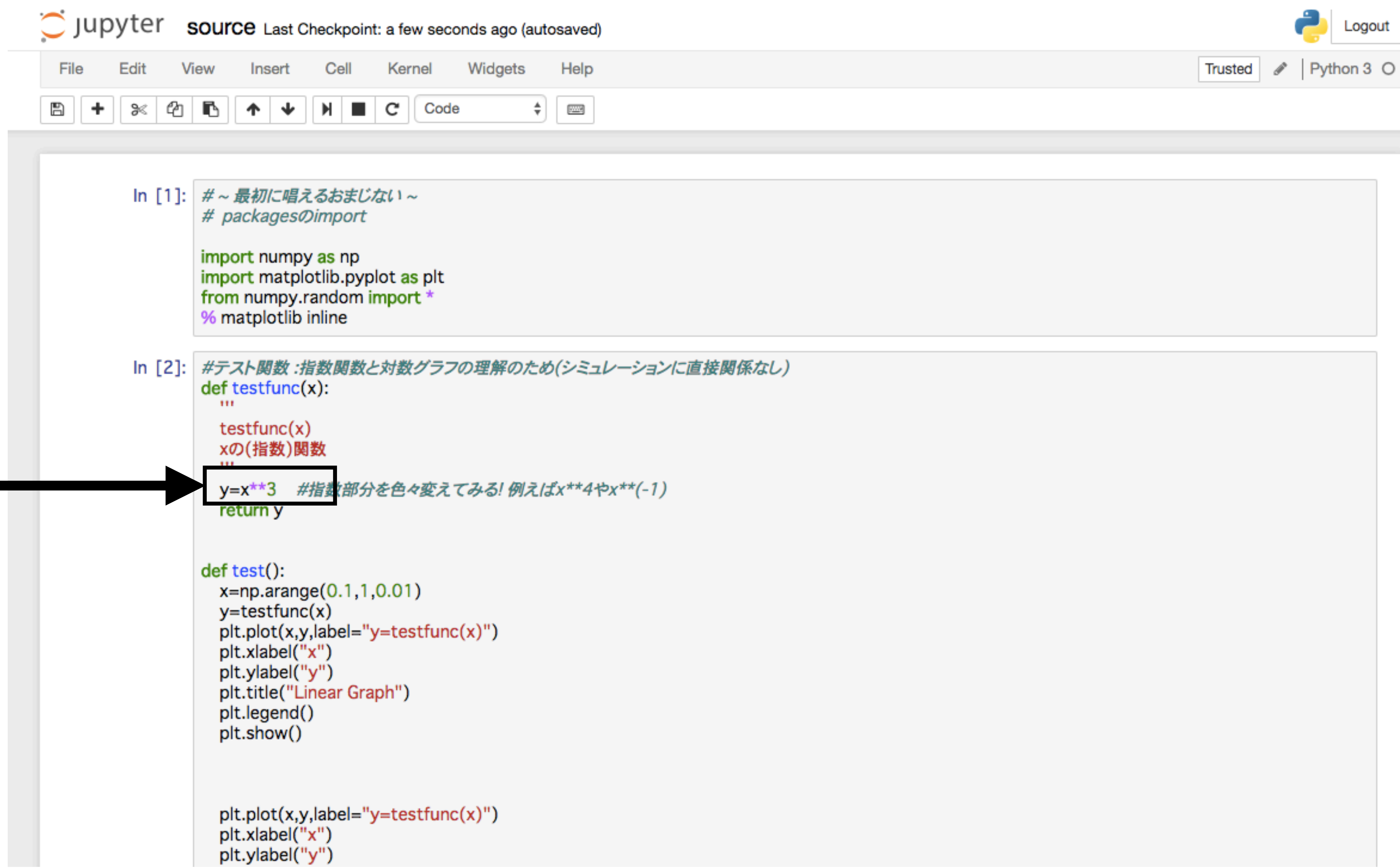
線形グラフ

両対数グラフ(傾きが指数部分=3)

プログラムを変更してみる

testfunc(x)の中身を変えてみる※例えばx**4はxの4乗

ココ!

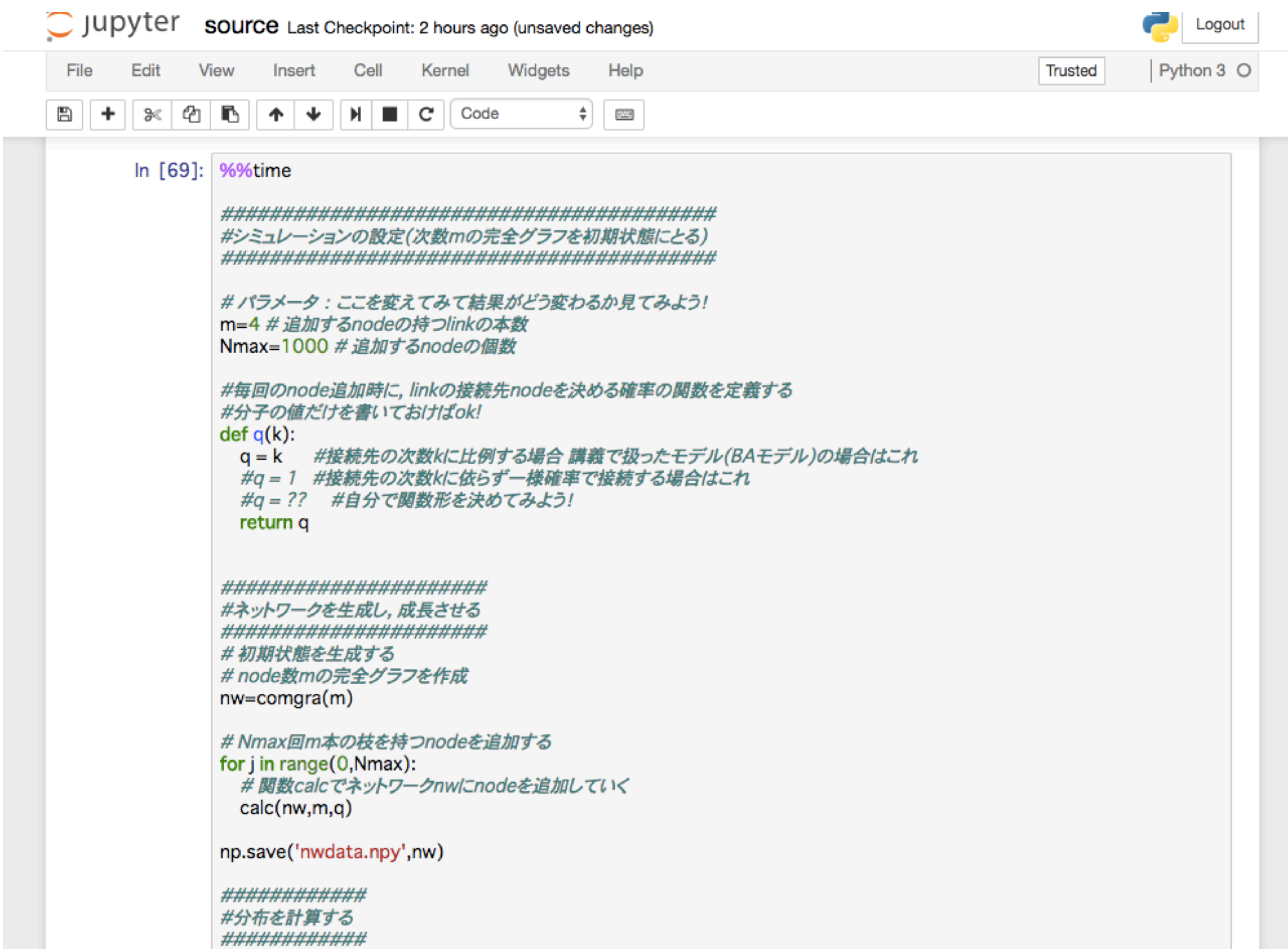


できたら先程と同様にCell→Run Cells

プログラムの実行(シミュレーション)

1. プログラムの中で以下の「%%time〜」の部分を探す

2. 今度はCell→Run All で実行する



プログラムの実行(シミュレーション)

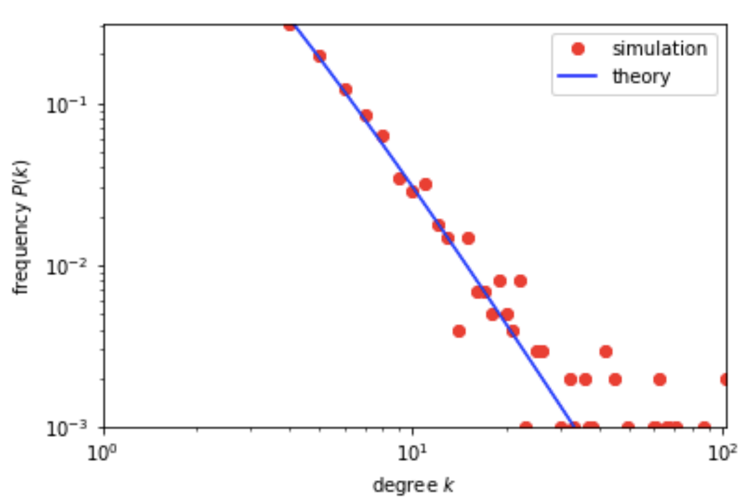
3. 下に次数分布の図が出力される

(青: 理論値、赤: シミュレーション結果)

jupyter source Last Checkpoint: 4 hours ago (autosaved) Logout

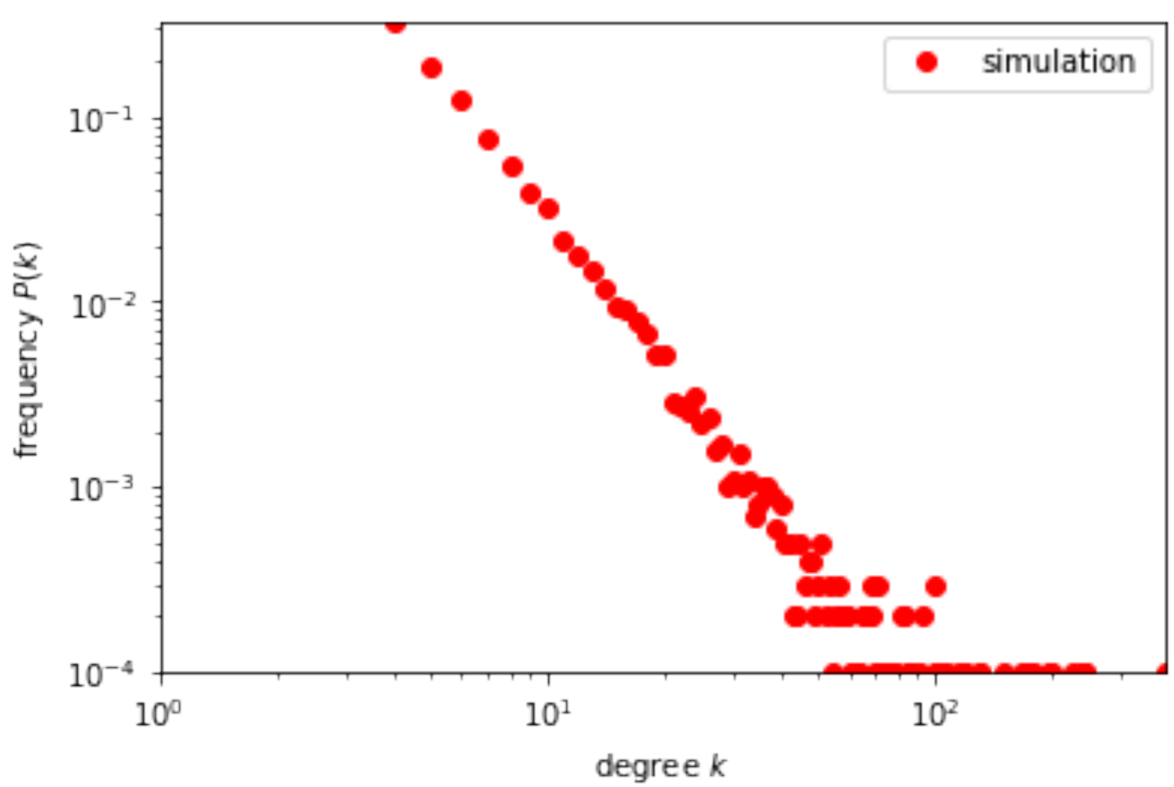
File Edit View Insert Cell Kernel Widgets Help Trusted Python 3

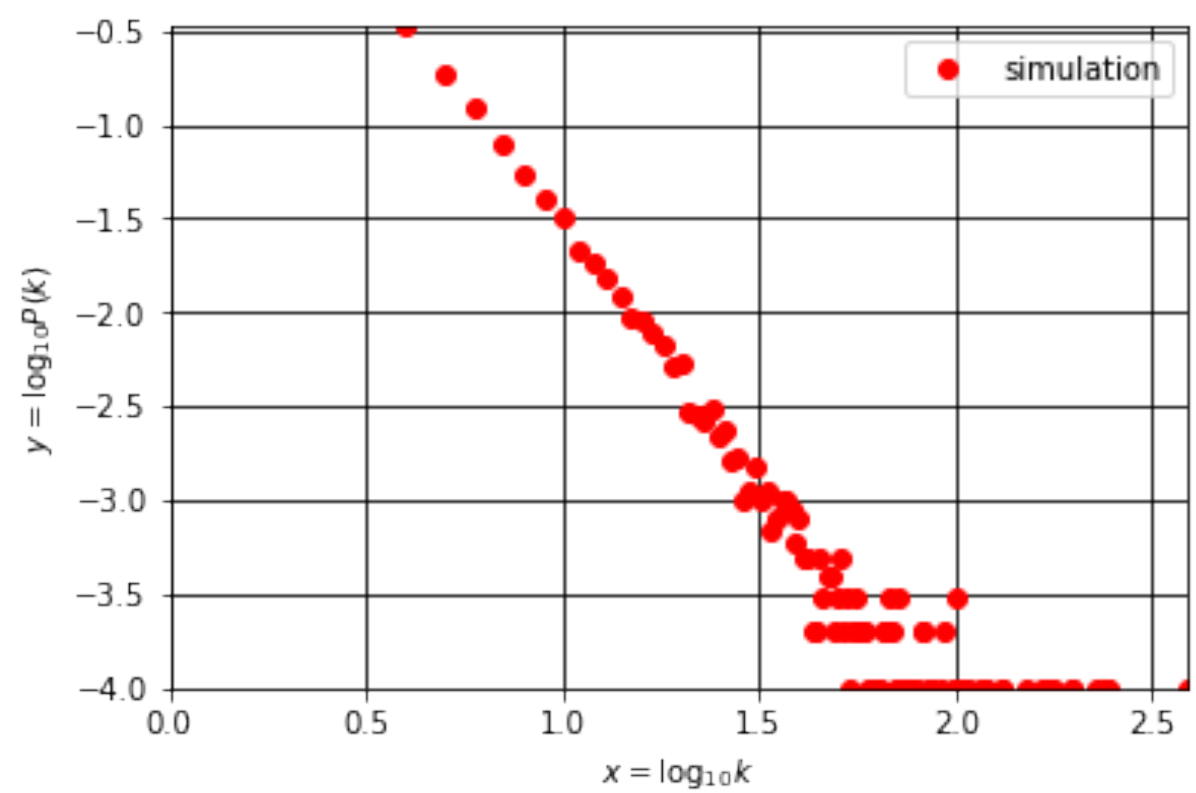
```
#シミュレーション結果
x= np.loadtxt("x.dat")#x.npyには次数の列が入っている
y= np.loadtxt("y.dat")#y.npyには数値シミュレーションした各次数の頻度が入っている

plt.plot(x,y,"ro",label="simulation") #シミュレーション結果のplot

#理論値 (表示したくない場合は行頭に#を付ければ無視されます... ´･_･`)
y2=np.loadtxt("y2.dat")#y2.npyには理論値の各次数の頻度が入っている
plt.plot(x,y2,"b-",label="theory")

#表示に関するオプション
plt.xlabel(r"degree $k$")
plt.ylabel(r"frequency $P(k)$")
plt.xlim([1,x[y>0].max()]) #x軸の表示範囲 (1から最大次数まで)
plt.ylim([1/Nmax,y.max()]) #y軸の表示範囲
plt.xscale("log")
plt.yscale("log")
plt.legend()

plt.show() #表示!!
#plt.savefig("degree_dist.png")
#plt.clf()
```



シミュレーションプログラムの実行結果について
次数分布のグラフを見てみよう

- 下の方のcellに、次数分布のシミュレーション結果が出ている.
  （2つのグラフは目盛りの表示方法が異なるだけ）
- このデータからグラフの傾きを求める方法はあるか？



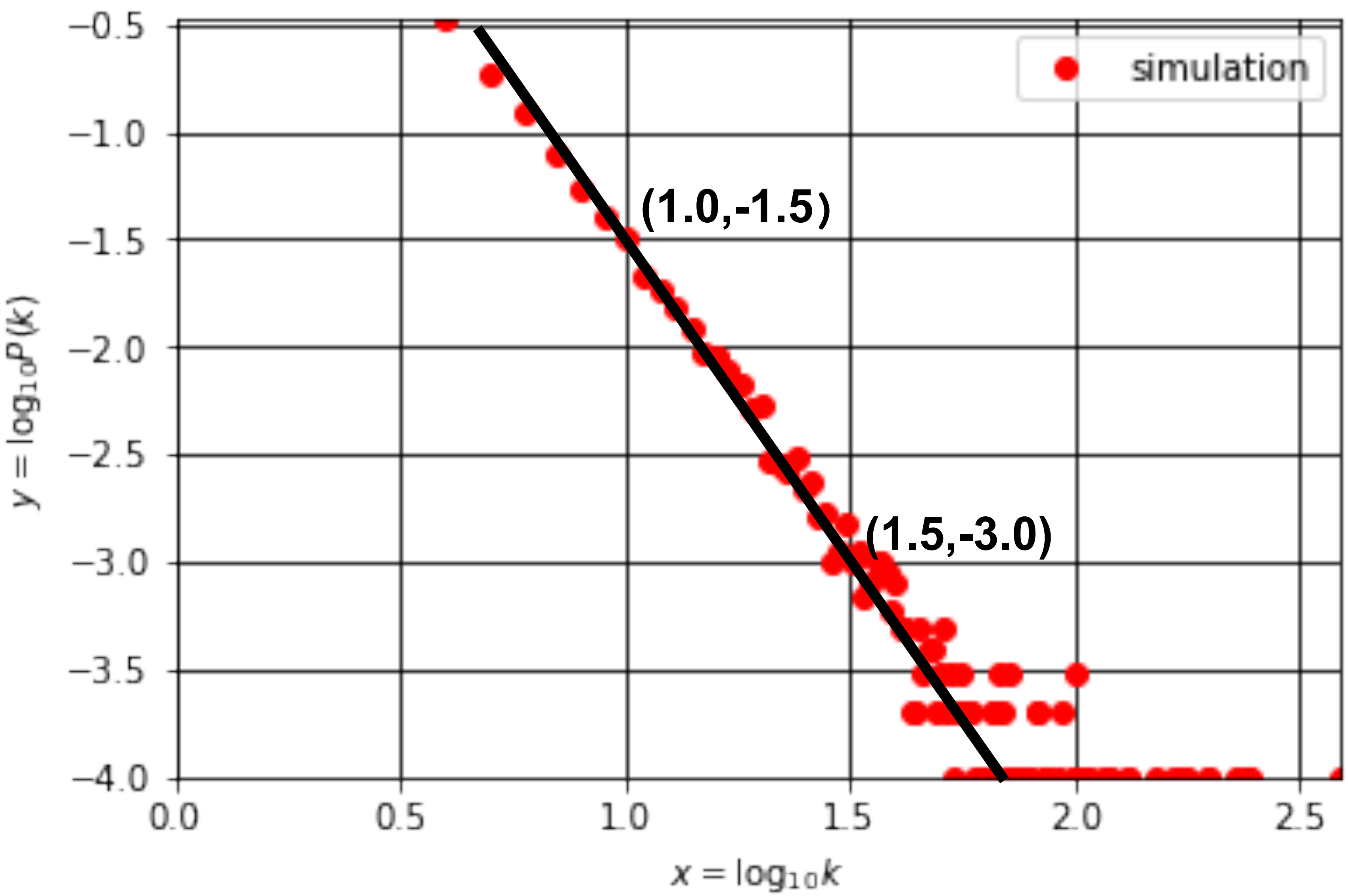


グラフの傾きを計算しよう

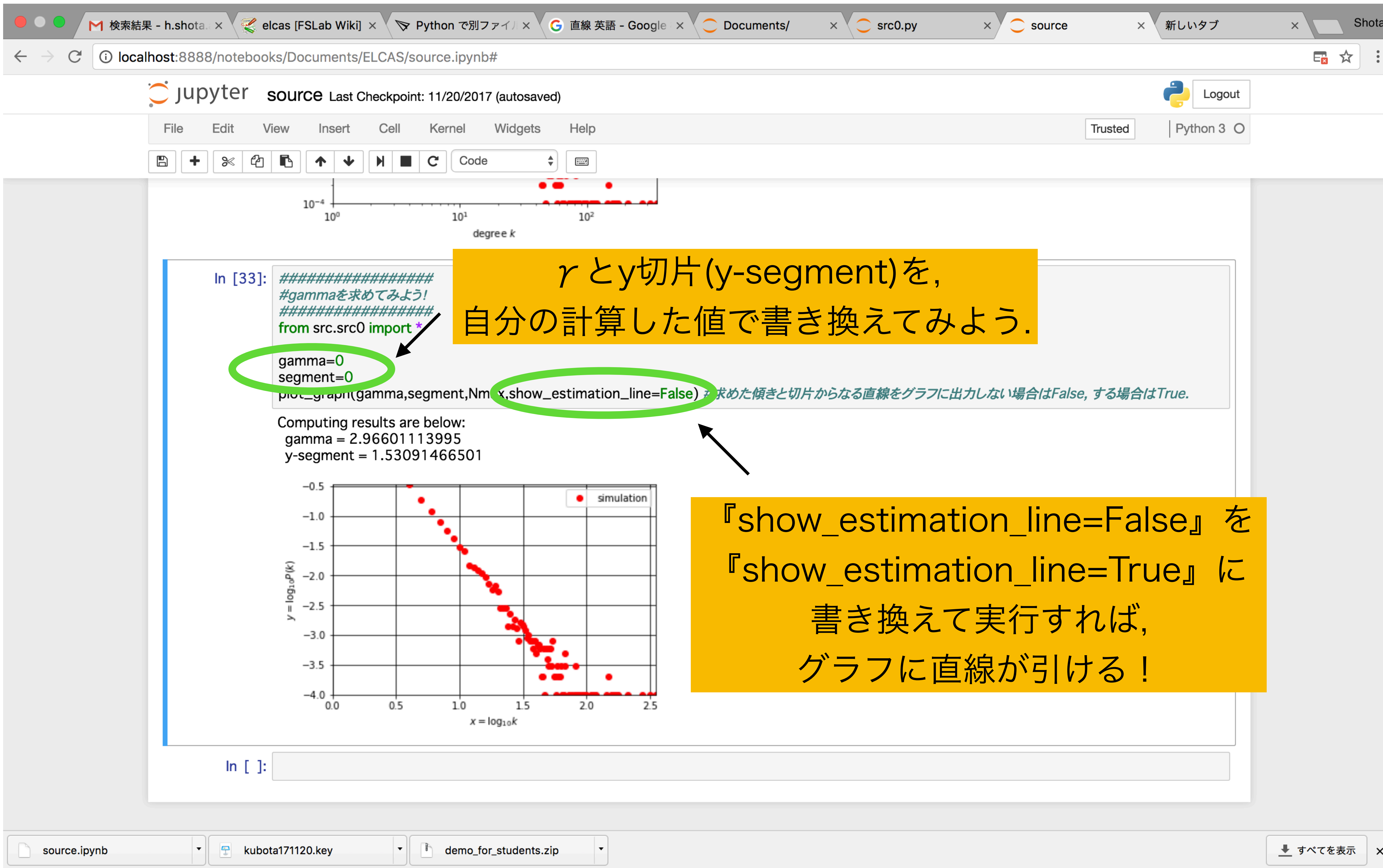
傾き＝(yの変化量)/(xの変化量)

＝(-3.0+1.5)/(1.5-1.0)＝ -3.0 ＝ - γ

y 切片＝1.5



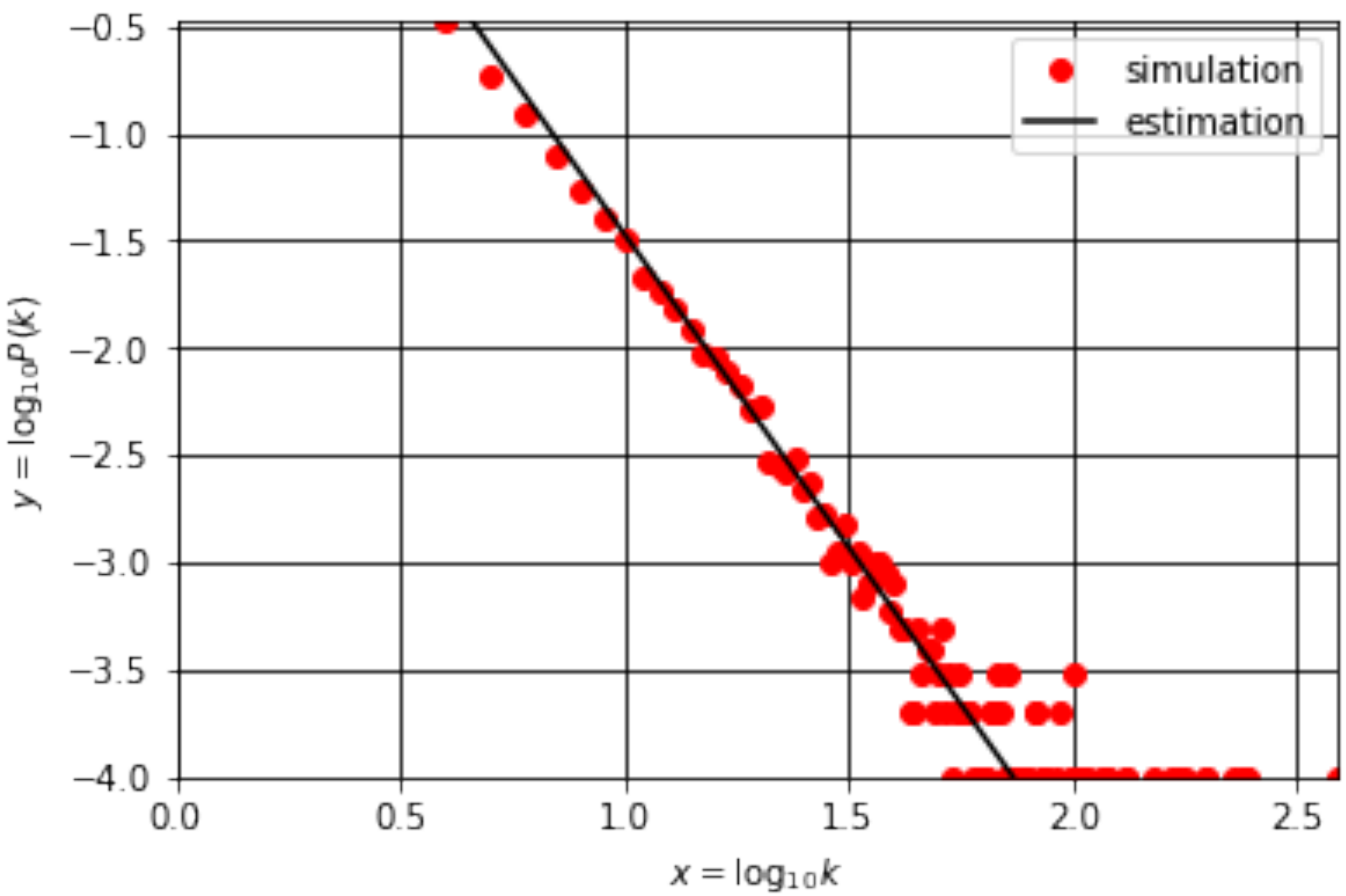
求めた傾きと切片がデータに適合するかを見る.
(グラフの上に, 求めた直線を引いてみる)



※実行は「Ctrl+Enter」でできる

求めた傾きと切片がデータに適合するかを見る.
(グラフの上に, 求めた直線を引いてみる)

このように, およそデータ点に一致する直線が引けるはず!

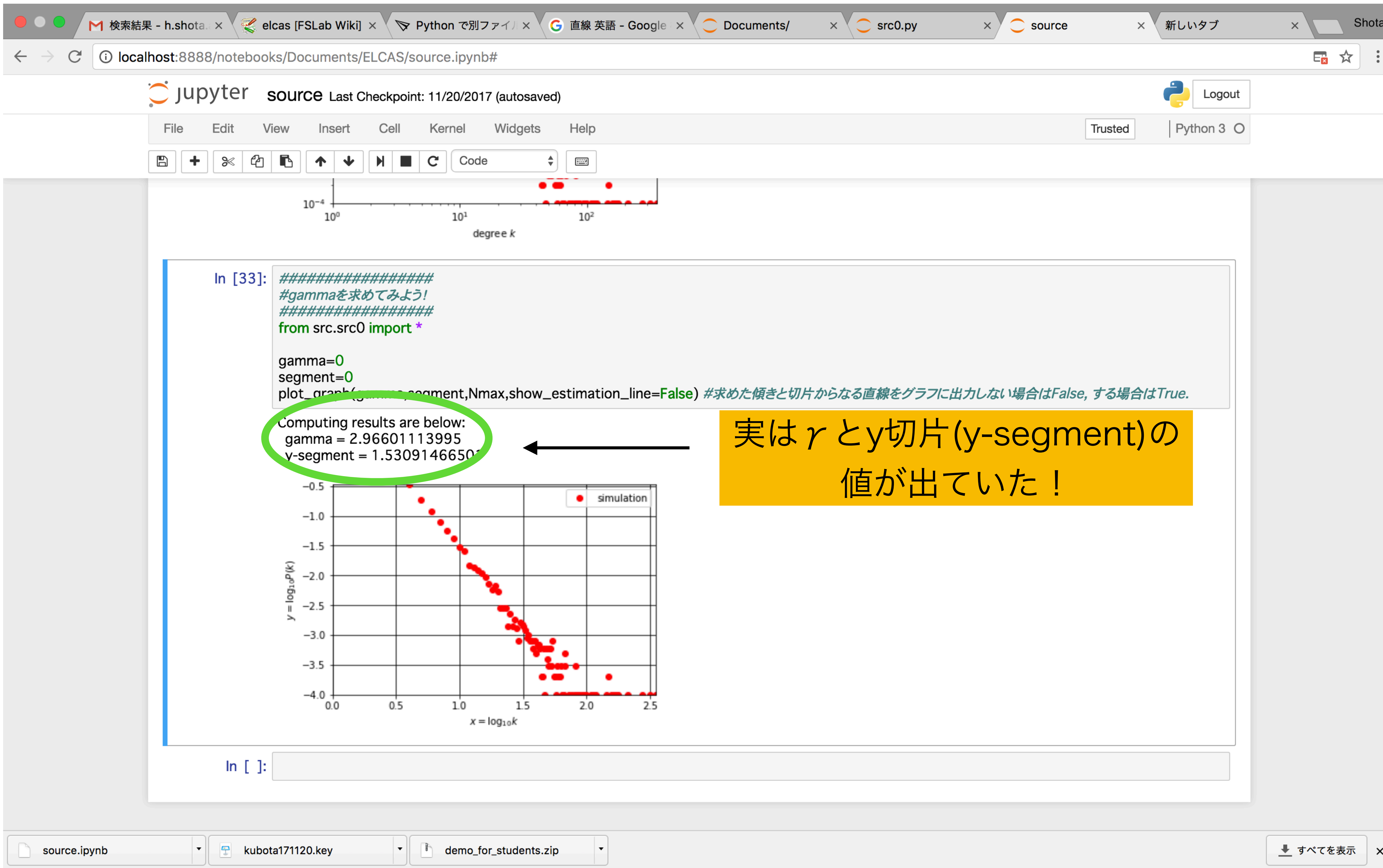


この傾き計算の方法は万能ではない

- 目分量なので, 人によって直線の引き方は異なる！
- 次数(degree)kが大きいと、有限サイズ効果が出ている。簡単には線が引けない！

大学で学ぶ方法を使って
数値計算的に最適な傾きを導ける.
その方法で導いた値を見てみよう！

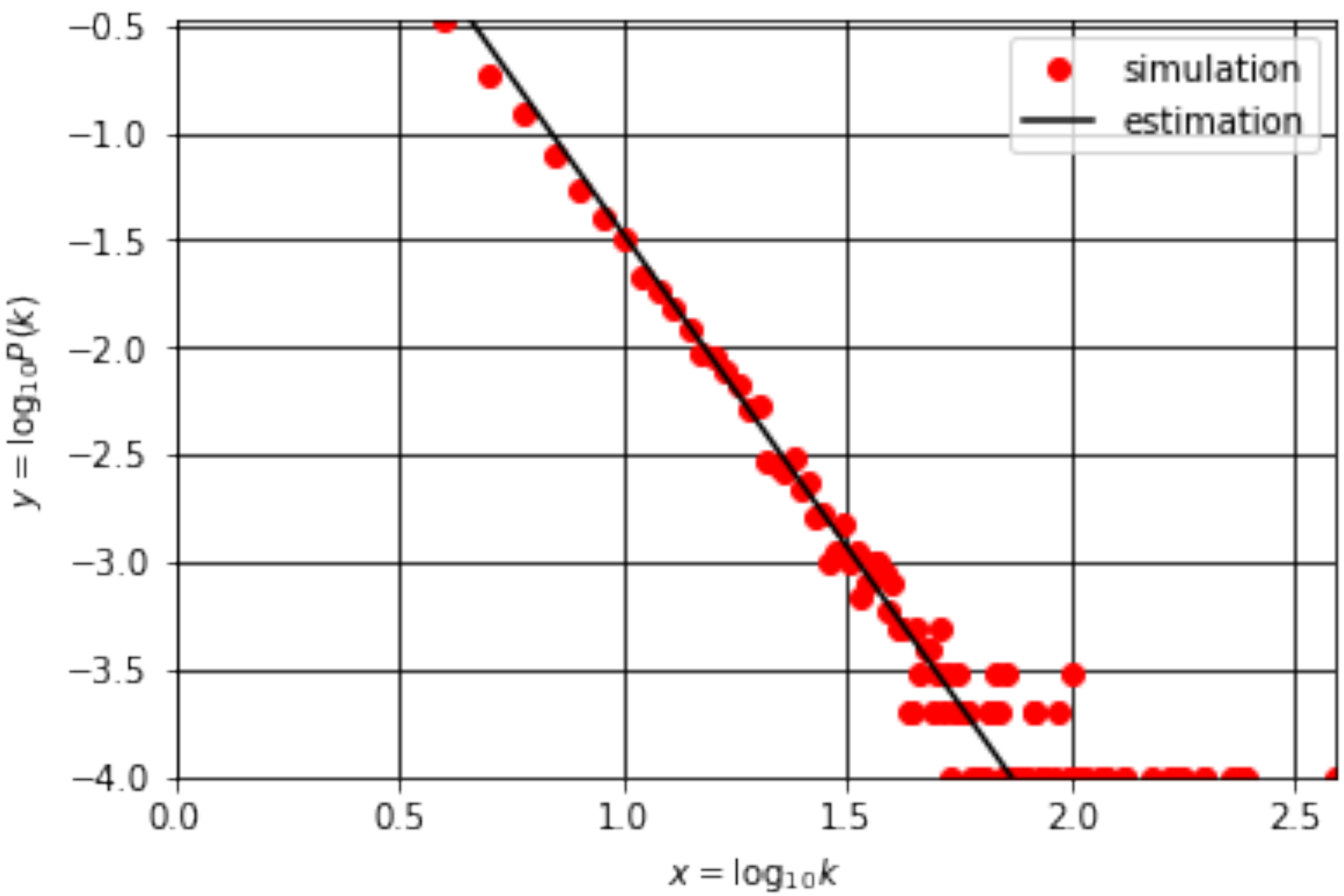
数値計算で導いた傾きを見てみよう，
その値でグラフに直線を引こう



上記の値をプログラムに入力し，もう一度実行してみよう．　※実行は「Ctrl+Enter」でできる

数値計算で導いた傾きを見てみよう,
その値でグラフに直線を引こう

このように, データ点にフィットするような直線が書けるはず.



P(k)がべき分布の場合, 以上のようにして,
シミュレーションしたグラフが持つ次数分布P(k)についての解析が可能.

ネットワーク描画に関するチュートリアル
（別途IPython Notebookファイルを参照）

プログラムを変更してみる

初期設定、パラメタ設定

In [69]:

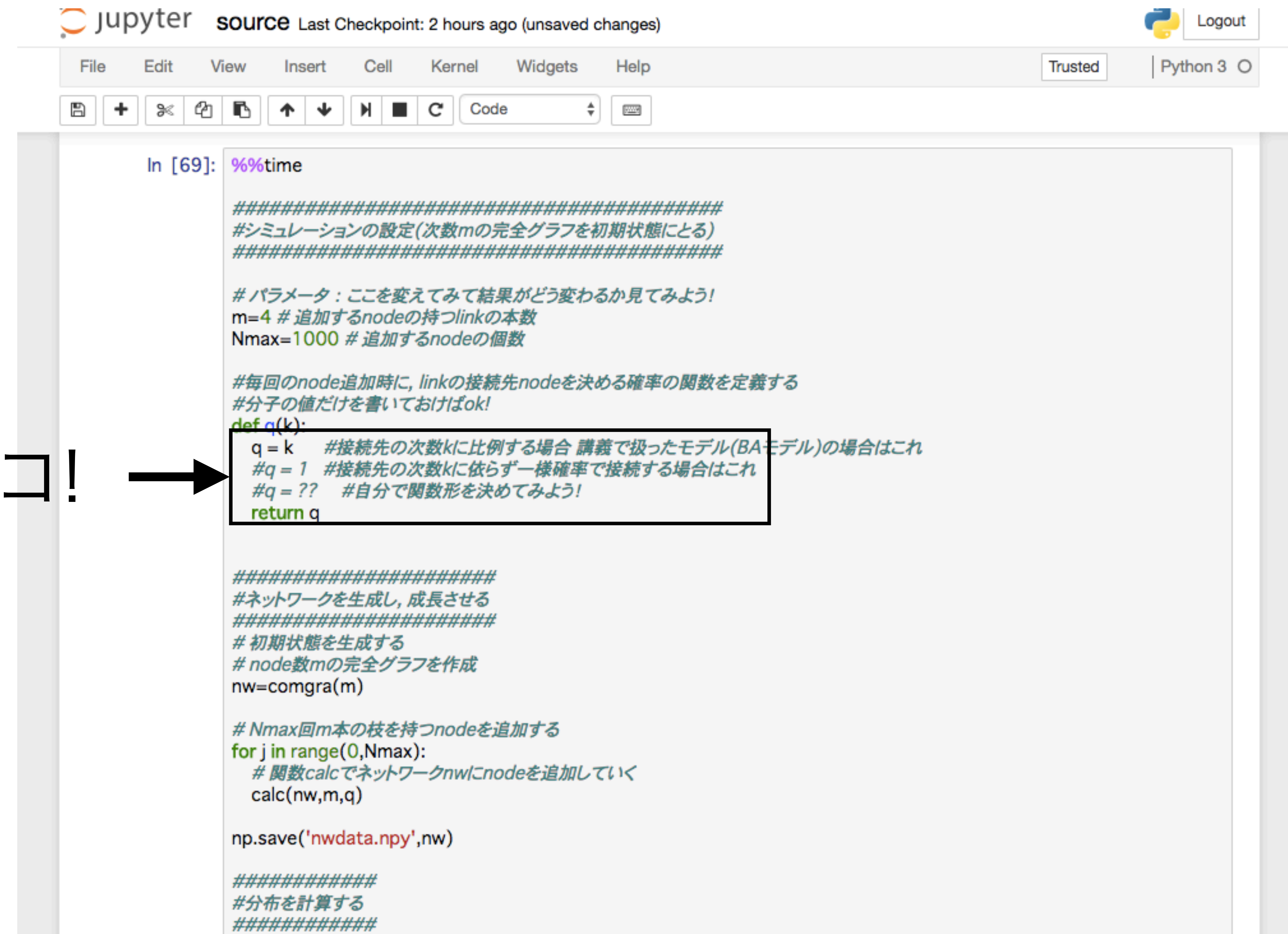
```
%%time

#############################################
#シミュレーションの設定(次数mの完全グラフを初期状態にとる)
#############################################

#パラメータ：ここを変えてみて結果がどう変わるか見てみよう!
m=4 #追加するnodeの持つlinkの本数
Nmax=1000 #追加するnodeの個数

#毎回のnode追加時に, linkの接続先nodeを決める確率の関数を定義する
#分子の値だけを書いておけばok!
def q(k):
    q = k     #接続先の次数kに比例する場合 講義で扱ったモデル(BAモデル)の場合はこれ
    #q = 1  #接続先の次数kに依らず一様確率で接続する場合はこれ
    #q = ??    #自分で関数形を決めてみよう!
    return q


########################
#ネットワークを生成し, 成長させる
########################
#初期状態を生成する
#node数mの完全グラフを作成
nw=comgra(m)

#Nmax回m本の枝を持つnodeを追加する
for j in range(0,Nmax):
    #関数calcでネットワークnwにnodeを追加していく
    calc(nw,m,q)

np.save('nwdata.npy',nw)

############
#分布を計算する
############
dist(nw,m)
```

ココ!

※Nmaxが大きすぎると時間がかかります

接続確率を変更してみる

接続確率q(k)を変更してみる



ココ!

※kに依存する部分だけ変えれば良い

例を見て色々変えてみる

グラフプロットに関する説明

接続確率q(k)を変える時, 次数の頻度分布P(k)のグラフは
両対数グラフ以外が適することもある.

→様々なタイプのグラフを描くプログラムを用意しておきました

```
In [24]: ##########################################################################
#上のcellの出力のグラフが直線でない場合, 次数分布P(k)がべき分布でないことが原因と考えられる.
#次数分布P(k)が他の形の場合にも, 見やすくなる形でグラフをplotしてみよう!
##########################################################################
from src_elcas.src0h import * #これはおまじないです.

#シミュレーション結果
x= np.loadtxt("x.dat")
y= np.loadtxt("y.dat")

#グラフのプロット
graph_style="normal"    #通常のグラフです.
#graph_style="ylog"    #y軸がlogとなる片対数グラフです.
#graph_style="xlog-ylog"    #両軸がlog となる両対数グラフです.
#graph_style="xlog-yloglog"    #x軸はlog, y軸はY=log(-(log(y)))です.
#plot_simulated_data(x,y,graph_style)
```

下から2番目のcellに
こんなやつがあるはず.

例えば, 片対数グラフを描きたい場合は, 次のように変えて実行.

```
In [24]: ##########################################################################
#上のcellの出力のグラフが直線でない場合, 次数分布P(k)がべき分布でないことが原因と考えられる.
#次数分布P(k)が他の形の場合にも, 見やすくなる形でグラフをplotしてみよう!
##########################################################################
from src_elcas.src0h import * #これはおまじないです.

#シミュレーション結果
x= np.loadtxt("x.dat")
y= np.loadtxt("y.dat")

#グラフのプロット
#graph_style="normal"    #通常のグラフです.
graph_style="ylog"    #y軸がlogとなる片対数グラフです.
#graph_style="xlog-ylog"    #両軸がlog となる両対数グラフです.
#graph_style="xlog-yloglog"    #x軸はlog, y軸はY=log(-(log(y)))です.
plot_simulated_data(x,y,graph_style)
```

描きたいスタイル以外に#をつける
（コメントアウト扱いする）

図をプロットする場合は, #を消す
（コメントアウト扱いをやめる）

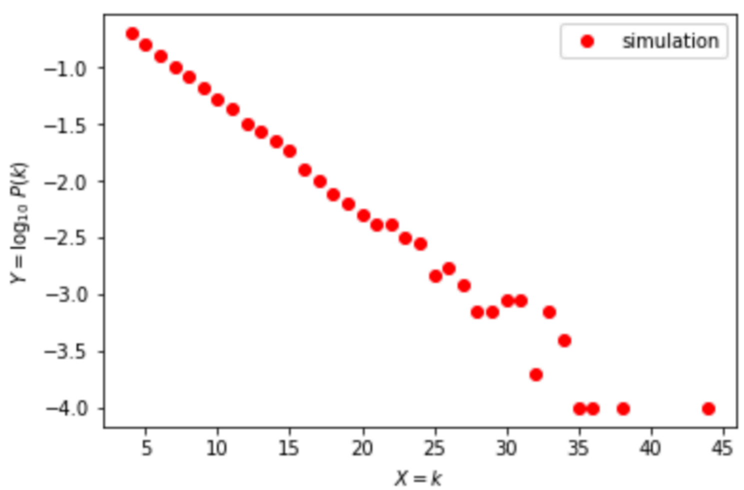
グラフプロットに関する説明

例えば, 接続確率がq(k)=定数の時, 次数の頻度分布P(k)のグラフは片対数グラフが適する.

→N=10000, q(k)=1の時に, このcellの実行結果は次のグラフになる!

In [33]:

```
#################################################################
#上のcellの出力のグラフが直線でない場合, 次数分布P(k)がべき分布でないことが原因と考えられる.
#次数分布P(k)が他の形の場合にも, 見やすくなる形でグラフをplotしてみよう!
#################################################################
from src_elcas.src0h import * #これはおまじないです.

#シミュレーション結果
x= np.loadtxt("x.dat")
y= np.loadtxt("y.dat")

#グラフのプロット
#graph_style="normal"    #通常のグラフです.
graph_style="ylog"    #y軸がlogとなる片対数グラフです.
#graph_style="xlog-ylog"    #両軸がlog となる両対数グラフです.
#graph_style="xlog-yloglog"    #x軸はlog, y軸はY=log(-(log(y)))です.
plot_simulated_data(x,y,graph_style)
```

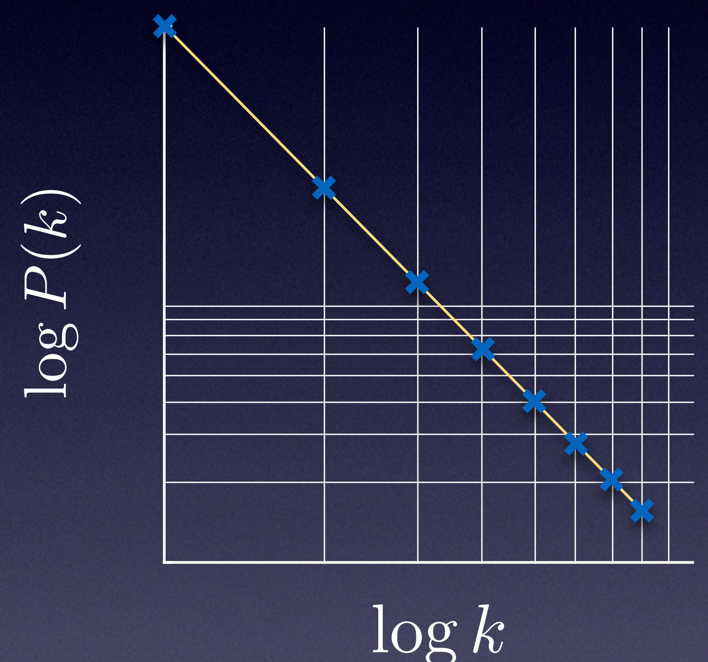


べき分布について

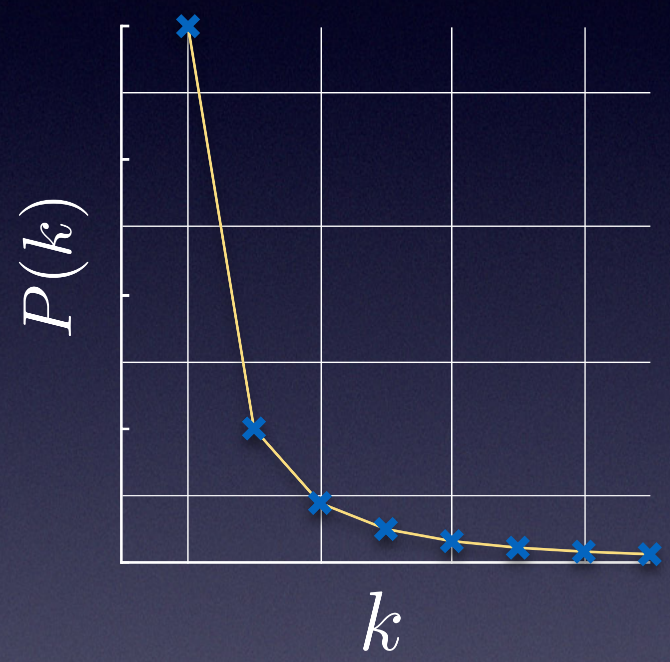
- べき分布のグラフは両対数をとった軸で見ると便利

$$P(k) = \frac{A}{k^{\gamma}}$$

$$\log P(k) = \log A - \gamma \log k$$



両対数グラフ



普通のグラフ

両対数プロット → 直線 → べき分布

直線の傾き → γ

べき分布の判定が容易！

このようなべき分布のネットワークをスケールフリーと呼ぶ！

指数分布について

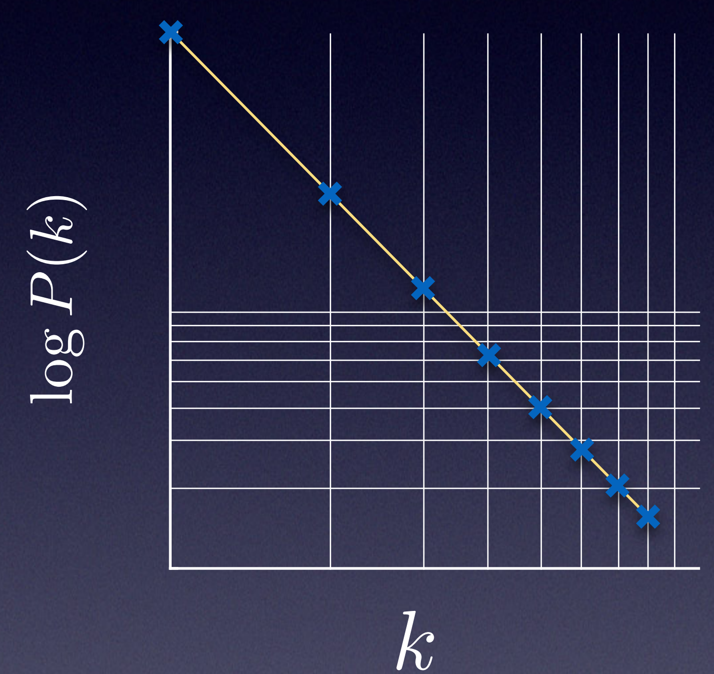
- 指数分布のグラフは片対数をとった軸で見ると便利

$$P(k) = C \times 10^{-\beta k}$$

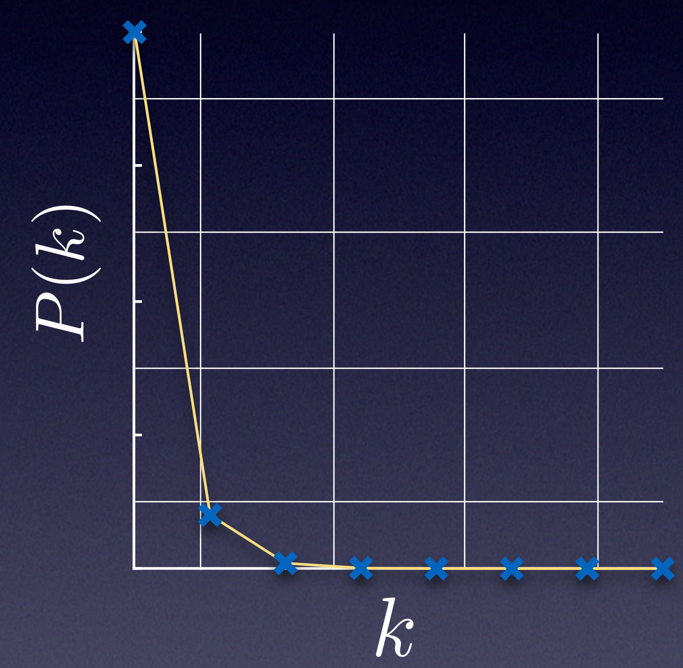
$$\log_{10} P(k) = \log_{10} C - \beta k$$

片対数プロット → 直線 → 指数分布

直線の傾き → β



片対数グラフ



普通のグラフ

指数分布の判定が容易！

このような指数分布のネットワークはスケールフリーでない！