

14-1_logistic.py の実行結果のまとめ

香川溪一郎

2020 年 5 月 18 日

目次

1	14-1_logistic.py のコード	1
2	実行結果の画像一覧	1

1 14-1_logistic.py のコード

ソースコード 1 14-1_logistic.py

```
1 import matplotlib.pyplot as plt
2 import japanize_matplotlib # 日本語表示に対応
3
4 N = 100 # 世代数
5
6 # 初期設定
7 x = float(input("初期値x0を入力してください:"))
8 mu = float(input("増加率μの値を入力してください:"))
9 x0 = x # 初期値を保存
10
11 # グラフ描画用変数
12 xlist = [0]
13 ylist = [x]
14
15 for i in range(1, N):
16     x = mu * x * (1 - x)
17     # 随時グラフ描画用変数に代入
18     xlist.append(i)
19     ylist.append(x)
20
21 # グラフの表示
22 fig = plt.figure() # グラフの描画先の準備
23 plt.title('初期値x0=%1.4f, 増加率μ=%1.4f' %(x0, mu))
24 plt.plot(xlist, ylist)
25 plt.xlabel('世代数')
26 plt.ylabel('(無次元化された)個体数')
27 fig.savefig("14-1_logistic/x0_%1.4f-mu_%1.4f.png" %(x0, mu)) # グラフをフォルダに画像として保存
28 plt.show()
```

2 実行結果の画像一覧

2.1 初期値を 0.75 に固定して増加率を変化させる

課題 14.3-3: $\mu < 0$ のとき個体数は振動しながら減衰し, $\mu = 0$ のとき個体数は直ちに消滅する.

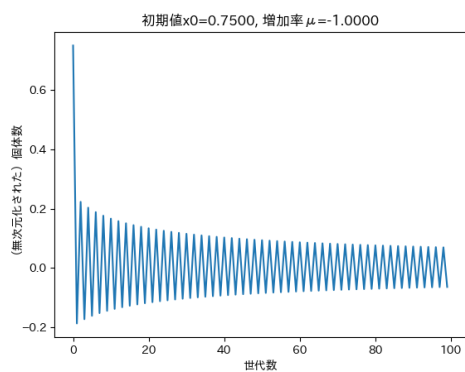


図 1 初期値 $x_0 = 0.75$, 増加率 $\mu = -1$

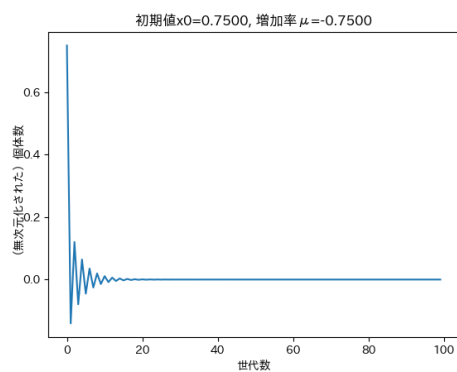


図 2 初期値 $x_0 = 0.75$, 増加率 $\mu = -0.75$

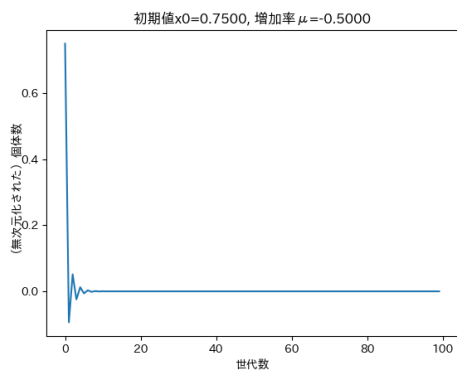


図 3 初期値 $x_0 = 0.75$, 増加率 $\mu = -0.5$

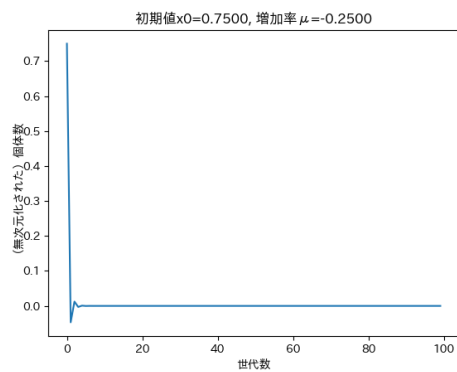


図 4 初期値 $x_0 = 0.75$, 増加率 $\mu = -0.25$

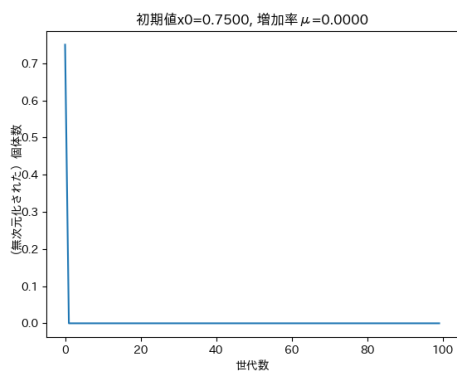


図 5 初期値 $x_0 = 0.75$, 増加率 $\mu = 0$

課題 14.3-4: $\mu \geq 0$ のときの個体数の変化.

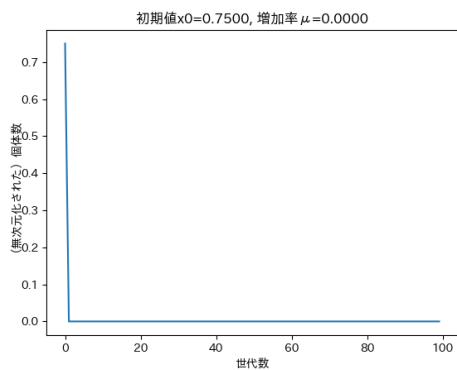


図 6 初期値 $x_0 = 0.75$, 増加率 $\mu = 0$

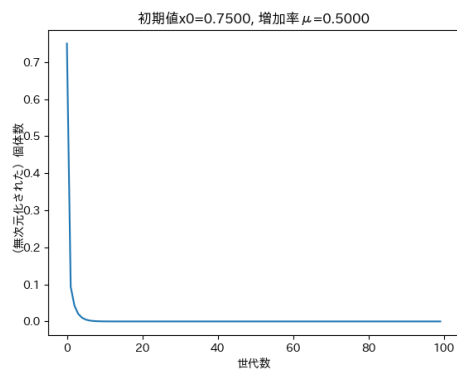


図 7 初期値 $x_0 = 0.75$, 増加率 $\mu = 0.5$

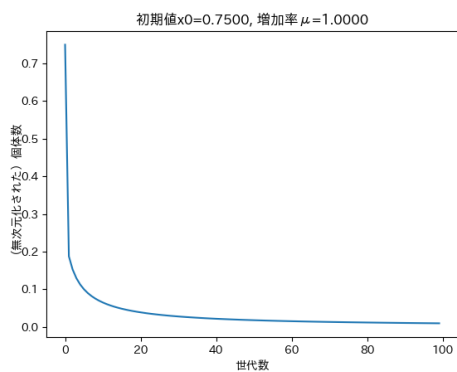


図 8 初期値 $x_0 = 0.75$, 増加率 $\mu = 1$

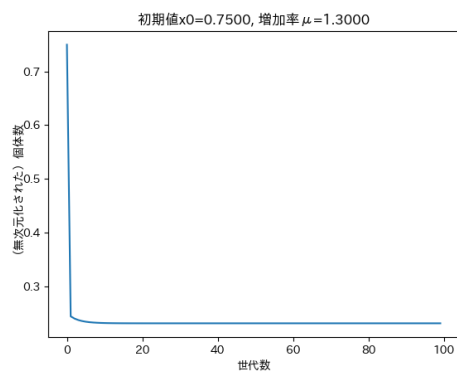


図 9 初期値 $x_0 = 0.75$, 増加率 $\mu = 1.3$

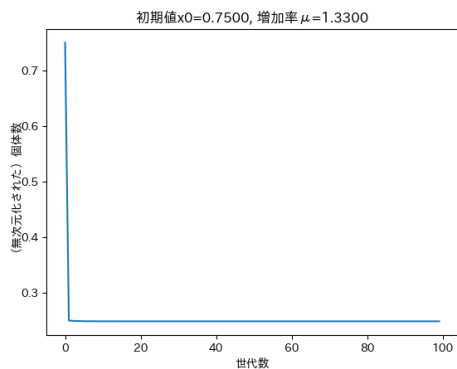


図 10 初期値 $x_0 = 0.75$, 増加率 $\mu = 1.33$

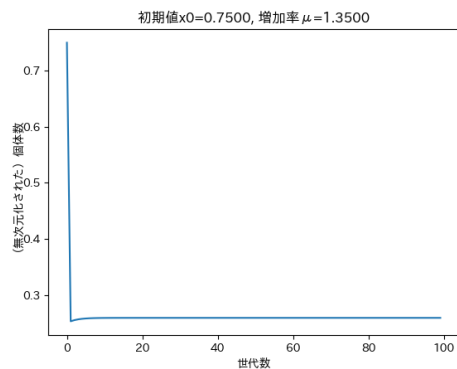


図 11 初期値 $x_0 = 0.75$, 増加率 $\mu = 1.35$

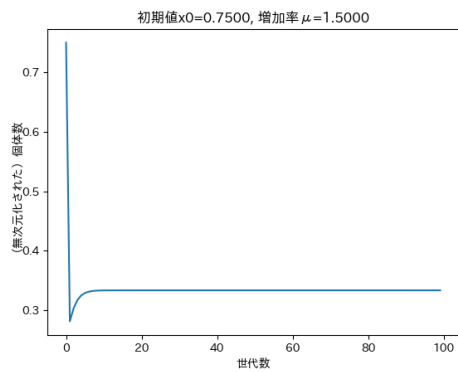


図 12 初期値 $x_0 = 0.75$, 増加率 $\mu = 1.5$

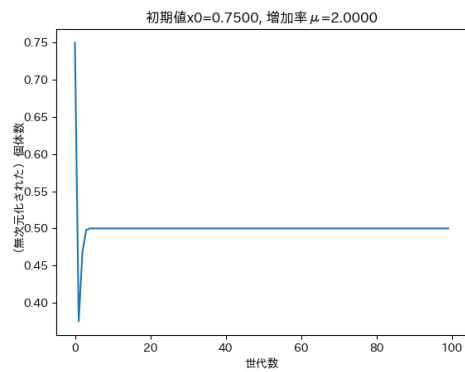


図 13 初期値 $x_0 = 0.75$, 増加率 $\mu = 2$

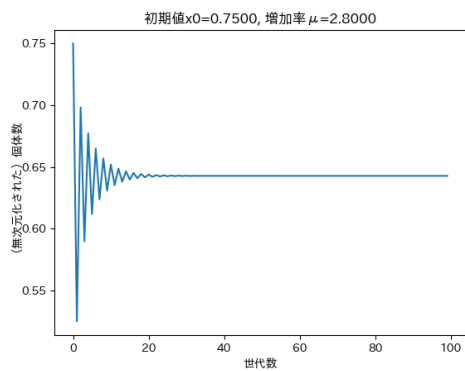


図 14 初期値 $x_0 = 0.75$, 増加率 $\mu = 2.8$

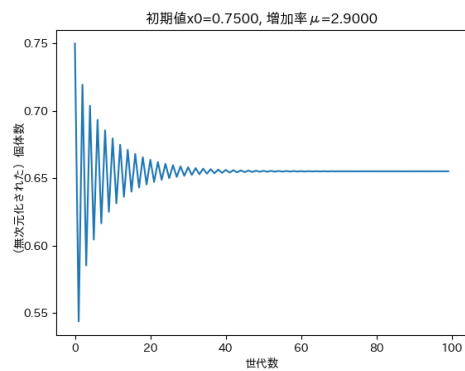


図 15 初期値 $x_0 = 0.75$, 増加率 $\mu = 2.9$

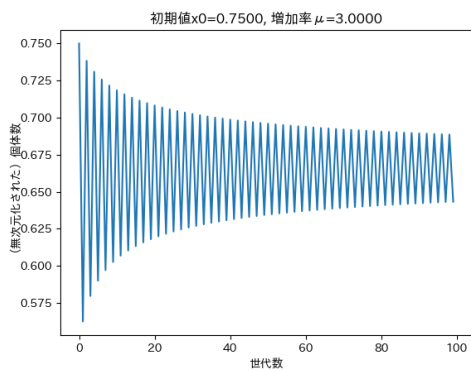


図 16 初期値 $x_0 = 0.75$, 増加率 $\mu = 3$

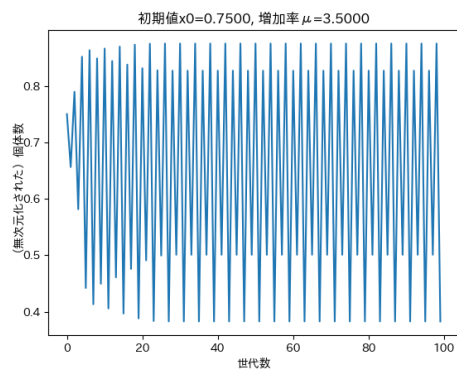


図 17 初期値 $x_0 = 0.75$, 増加率 $\mu = 3.5$

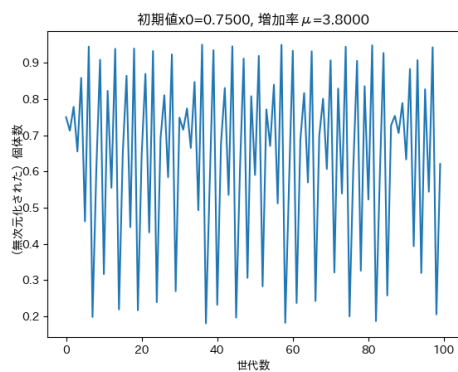


図 18 初期値 $x_0 = 0.75$, 増加率 $\mu = 3.8$

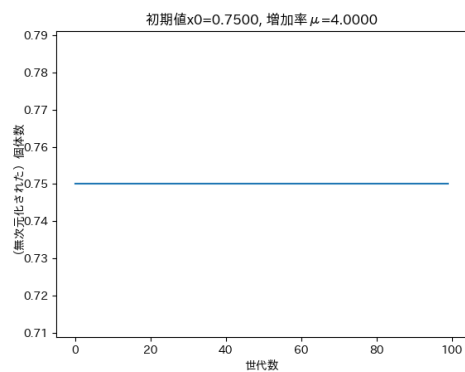


図 19 初期値 $x_0 = 0.75$, 増加率 $\mu = 4$

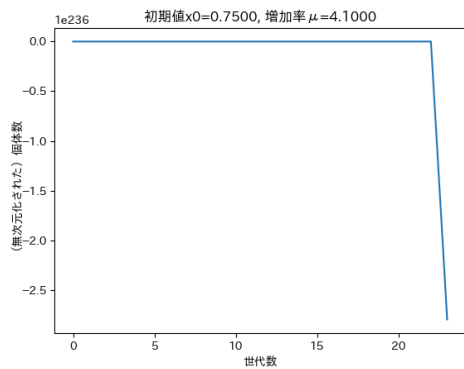


図 20 初期値 $x_0 = 0.75$, 増加率 $\mu = 4.1$

2.2 増加率を固定して初期値を変化させる

課題 14.3-6: 増加率 μ を一定として初期値 x_0 を変化させる.

$\mu = 1$ で固定した場合

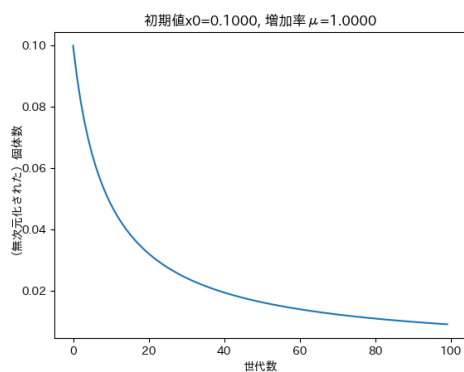


図 21 初期値 $x_0 = 0.1$, 増加率 $\mu = 1$

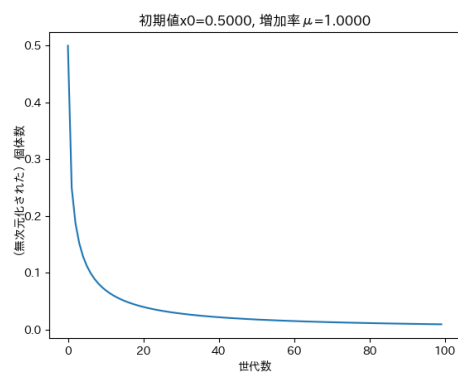


図 22 初期値 $x_0 = 0.5$, 増加率 $\mu = 1$

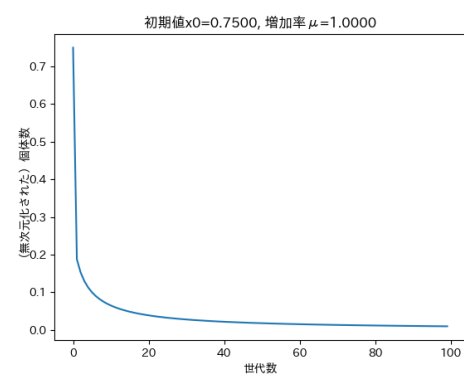


図 23 初期値 $x_0 = 0.75$, 増加率 $\mu = 1$

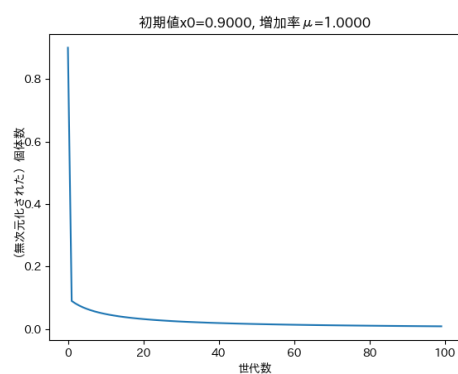


図 24 初期値 $x_0 = 0.9$, 増加率 $\mu = 1$

$\mu = 2.9$ で固定した場合
 $x_* \neq 0$ を不動点とすると,

$$x_* = \mu x_*(1 - x_*) \quad (2.1)$$

より

$$x_* = 1 - \frac{1}{\mu}. \quad (2.2)$$

$\mu = 2.9$ とすると $x_* = 0.65517\dots$

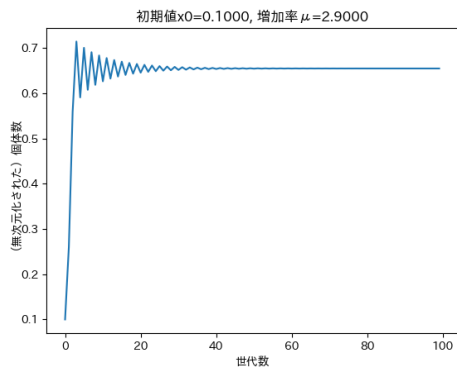


図 25 初期値 $x_0 = 0.1$, 増加率 $\mu = 2.9$

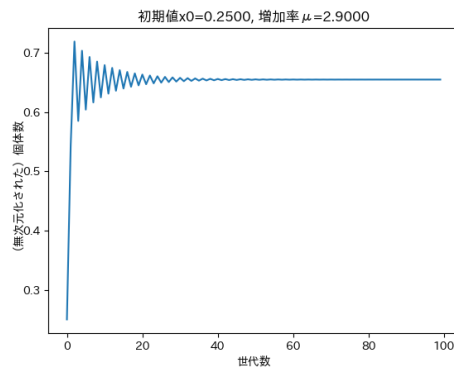


図 26 初期値 $x_0 = 0.25$, 増加率 $\mu = 2.9$

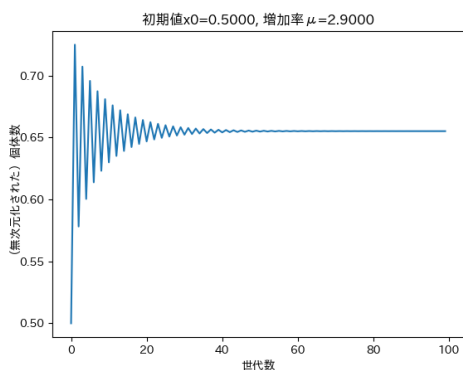


図 27 初期値 $x_0 = 0.5$, 増加率 $\mu = 2.9$

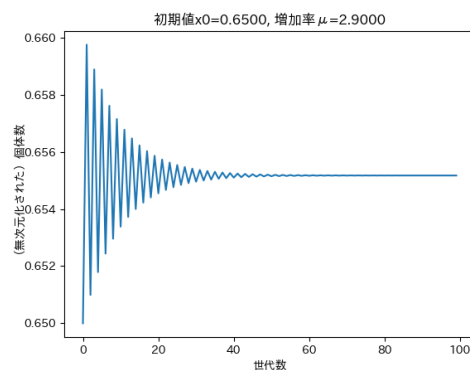


図 28 初期値 $x_0 = 0.65$, 増加率 $\mu = 2.9$

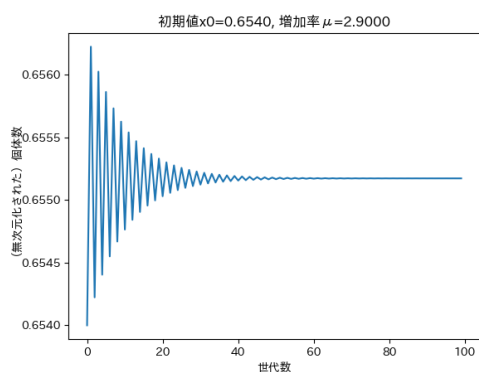


図 29 初期値 $x_0 = 0.654$, 増加率 $\mu = 2.9$

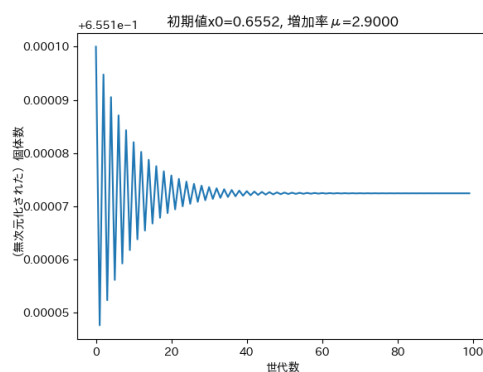


図 30 初期値 $x_0 = 0.6552$, 増加率 $\mu = 2.9$

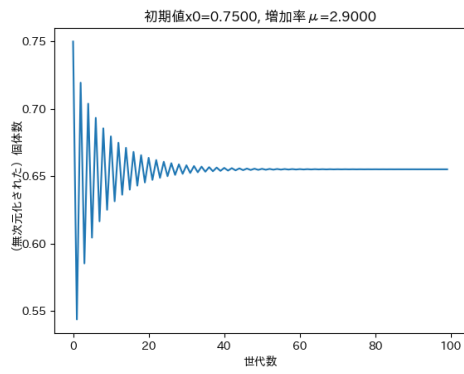


図 31 初期値 $x_0 = 0.75$, 増加率 $\mu = 2.9$

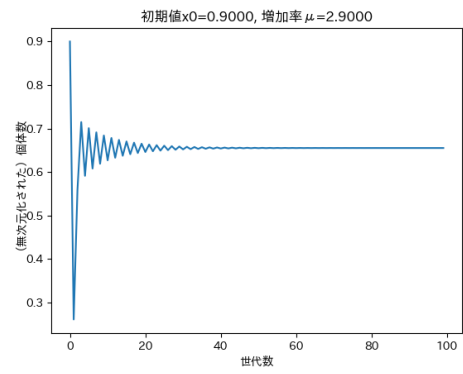


図 32 初期値 $x_0 = 0.9$, 増加率 $\mu = 2.9$

$\mu = 3.3$ で固定した場合

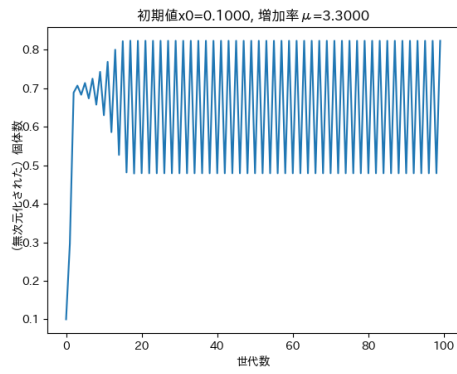


図 33 初期値 $x_0 = 0.1$, 増加率 $\mu = 3.3$

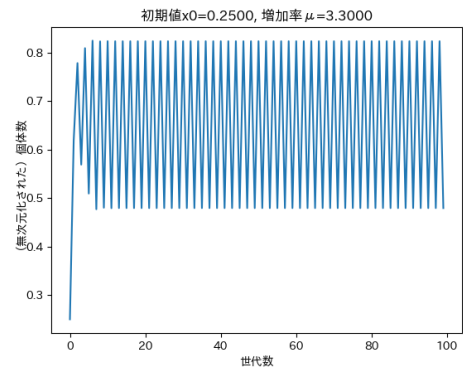


図 34 初期値 $x_0 = 0.25$, 増加率 $\mu = 3.3$

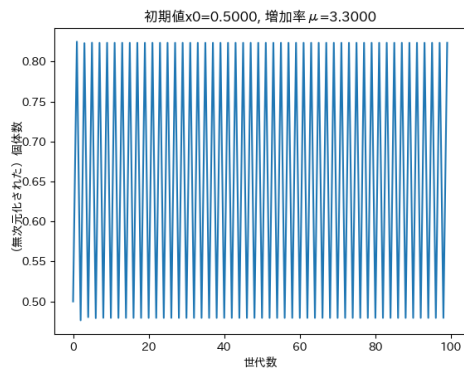


図 35 初期値 $x_0 = 0.5$, 増加率 $\mu = 3.3$

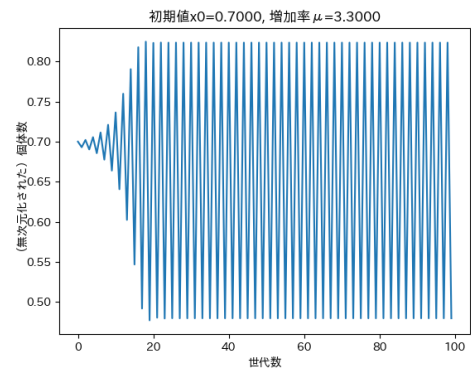


図 36 初期値 $x_0 = 0.7$, 増加率 $\mu = 3.3$

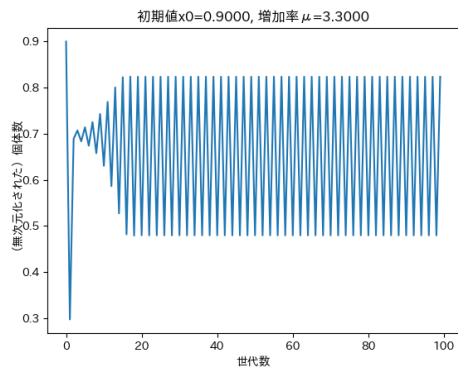


図 37 初期値 $x_0 = 0.9$, 増加率 $\mu = 3.3$

$\mu = 3.5$ で固定した場合

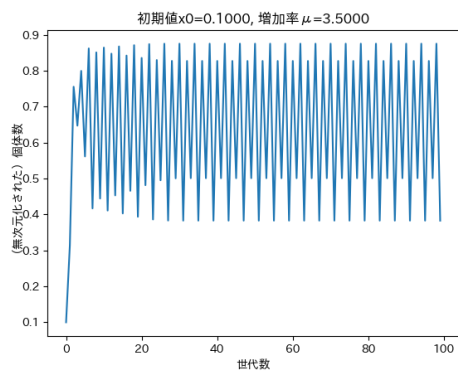


図 38 初期値 $x_0 = 0.1$, 増加率 $\mu = 3.5$

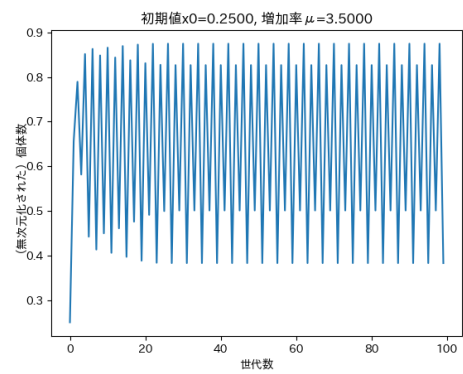


図 39 初期値 $x_0 = 0.25$, 増加率 $\mu = 3.5$

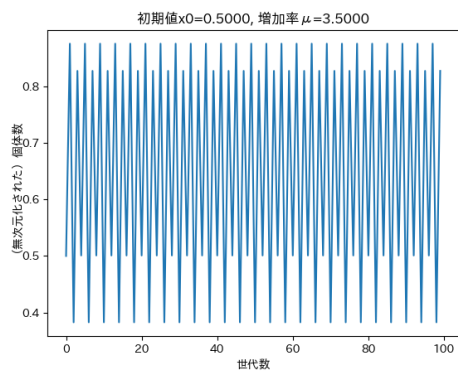


図 40 初期値 $x_0 = 0.5$, 増加率 $\mu = 3.5$

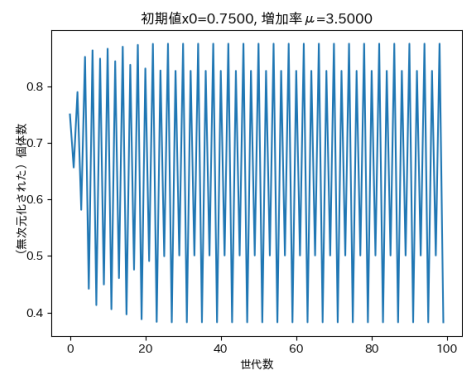


図 41 初期値 $x_0 = 0.75$, 増加率 $\mu = 3.5$

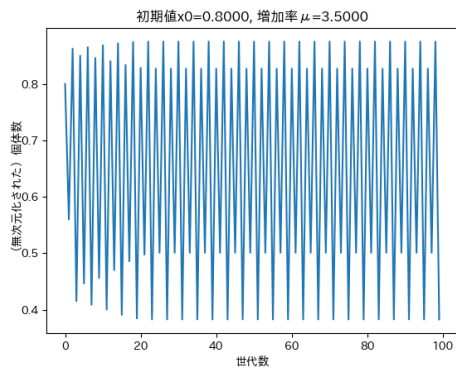


図 42 初期値 $x_0 = 0.8$, 増加率 $\mu = 3.5$

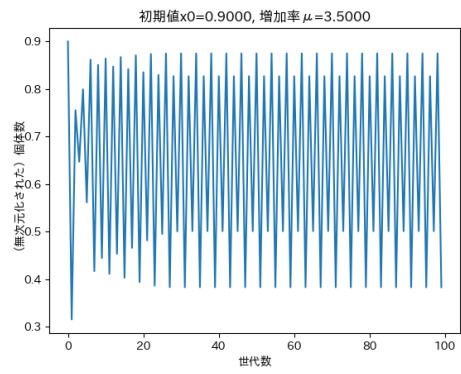


図 43 初期値 $x_0 = 0.9$, 増加率 $\mu = 3.5$

$\mu = 3.8$ で固定した場合

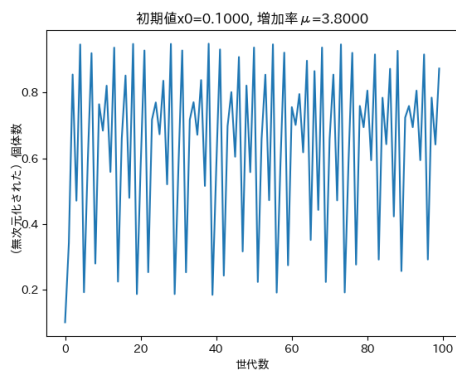


図 44 初期値 $x_0 = 0.1$, 増加率 $\mu = 3.8$

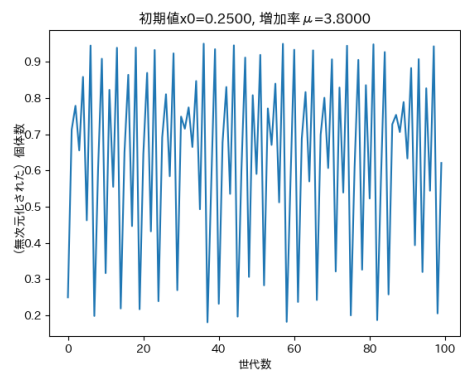


図 45 初期値 $x_0 = 0.25$, 増加率 $\mu = 3.8$

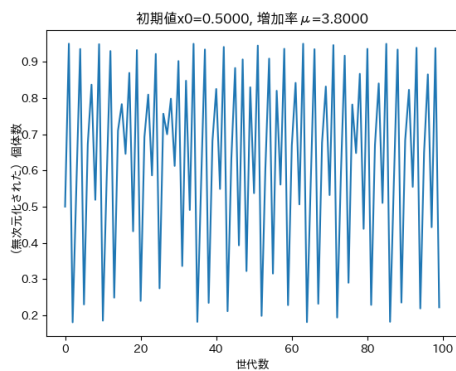


図 46 初期値 $x_0 = 0.5$, 増加率 $\mu = 3.8$

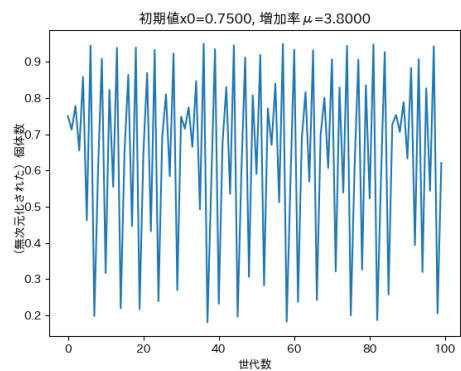


図 47 初期値 $x_0 = 0.75$, 増加率 $\mu = 3.8$

2.3 ファイゲンバウムによる観察の確認

ここでは初期値を $x_0 = 0.75$ に固定する。

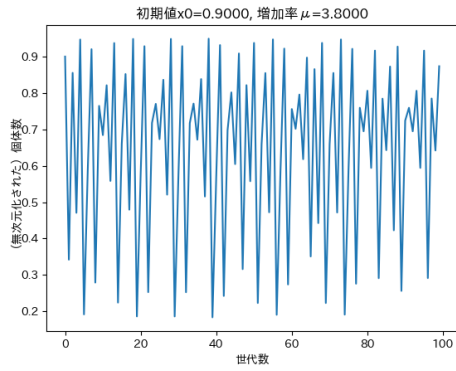


図 48 初期値 $x_0 = 0.9$, 増加率 $\mu = 3.8$

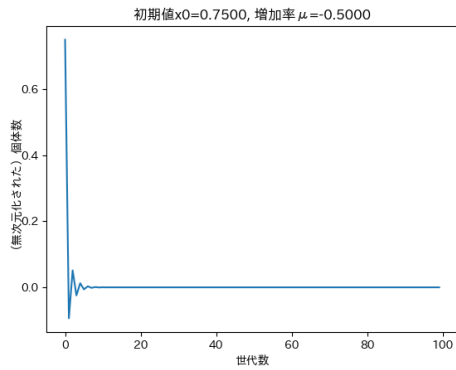


図 49 増加率 $\mu = -0.5$ のとき個体数は定常解のゼロに漸近し、時間が経つとゼロで安定する

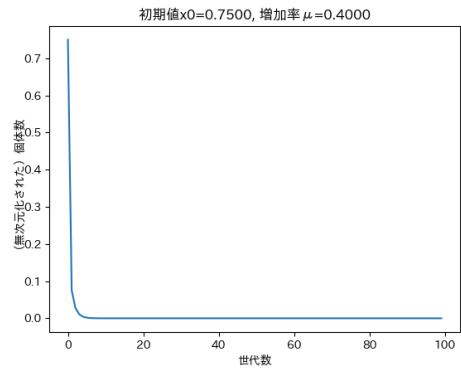


図 50 増加率 $\mu = 0.4$ のとき個体数は定常解のゼロに漸近し、時間が経つとゼロで安定する

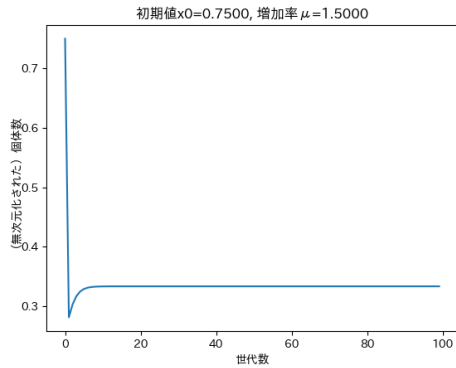


図 51 増加率 $\mu = 1.5$ のとき個体数は非自明な定常解に漸近し、時間が経つとその定常解で安定する

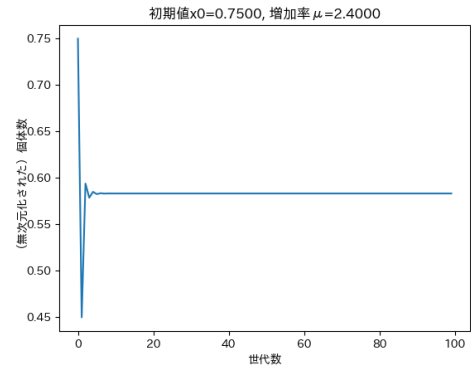


図 52 増加率 $\mu = 2.4$ のとき個体数は非自明な定常解に振動しながら漸近し、時間が経つとその定常解で安定する

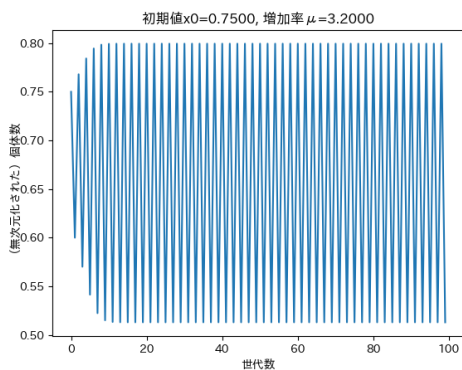


図 53 増加率 $\mu = 3.2$ のとき時間が経つと二重周期解に安定する

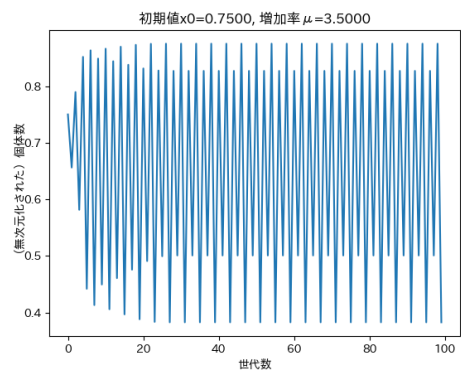


図 54 増加率 $\mu = 3.5$ のとき時間が経つと四重周期解に安定する

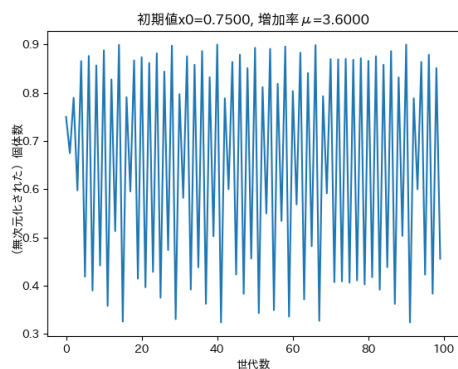


図 55 増加率 $\mu = 3.6$ のときカオス的な振る舞いをする

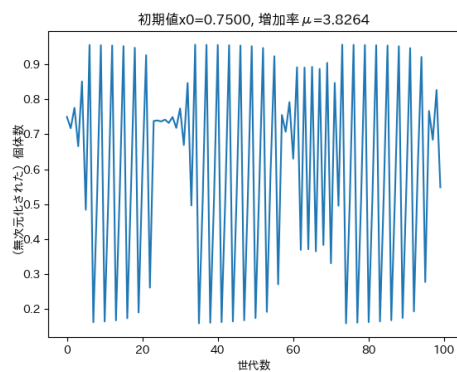


図 56 増加率 $\mu = 3.8264$ のとき安定に見える期間とそれが崩れたのち再び安定に見える状態となる間欠状態が見られる

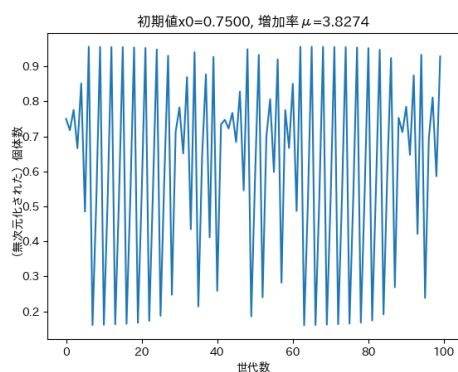


図 57 増加率 $\mu = 3.8274$ のとき間欠状態が見られる

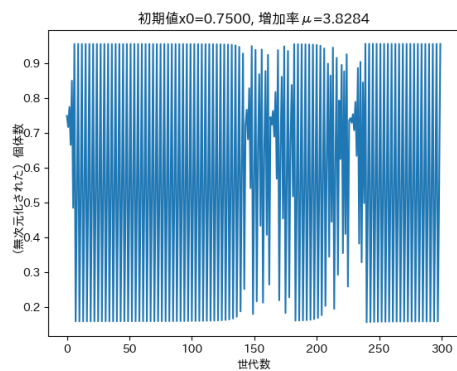


図 58 増加率 $\mu = 3.8284$ のとき間欠状態が見られる（但し試行回数を 300 回に増やす）

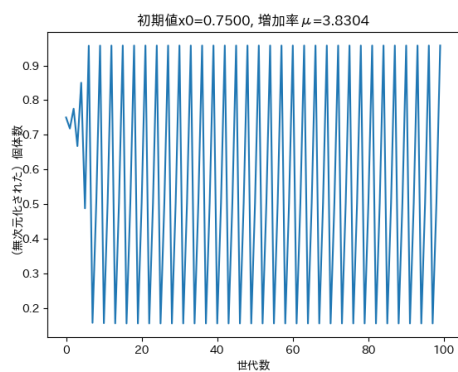


図 59 増加率 $\mu = 3.8304$ のとき二重周期解で安定となる

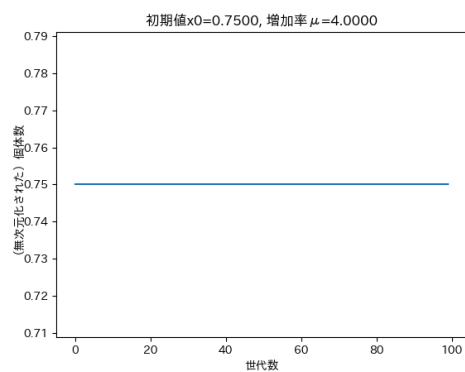


図 60 増加率 $\mu = 4$ のとき初期値 0.75 が安定である