複雑系科学演習

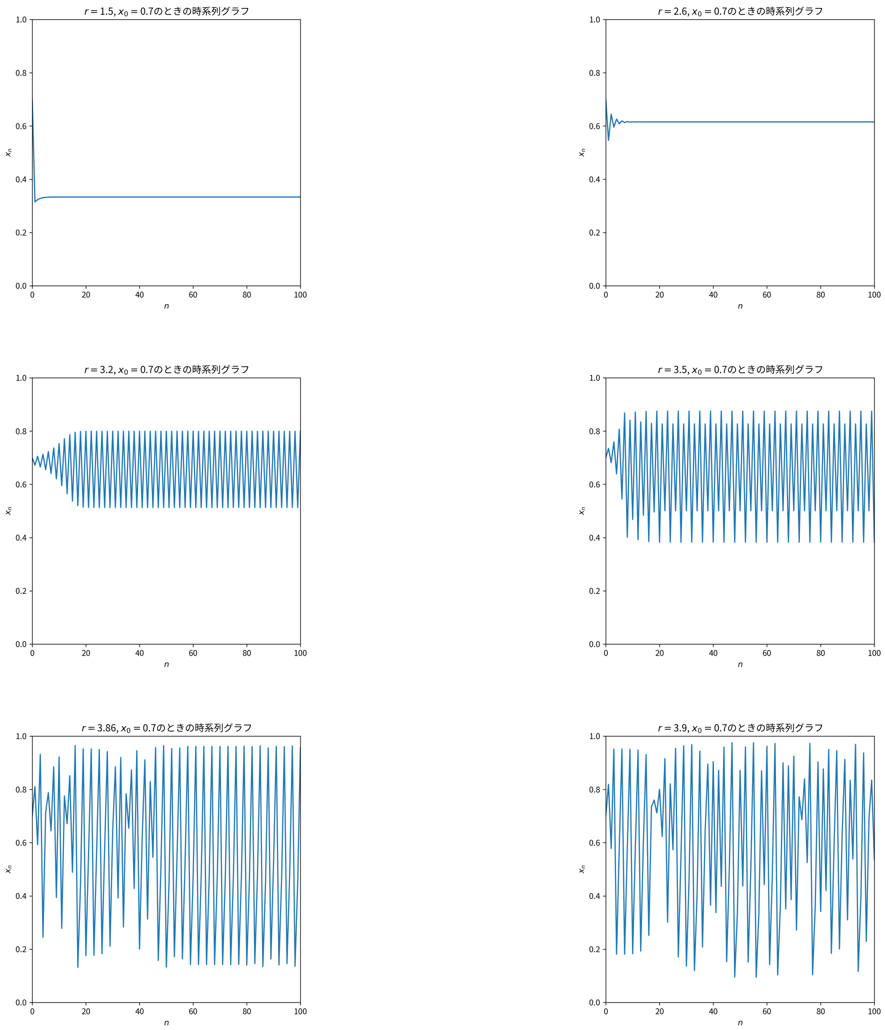
複雑系知能学科　複雑系コース　３年　Ｉクラス番号 1019086　岩上慎之介

2021 年 10 月 28 日

1　レポート課題 1

1.1　課題 1

ロジスティック写像の時系列変化を計算するプログラムを作成し、$r = 1.50, r = 2.60, r = 3.20, r = 3.50,$ $r = 3.86, r = 3.90$ のとき、$x0 = 0.7$ として個体数変動の時系列グラフを表示せよ。
画像：
結果：

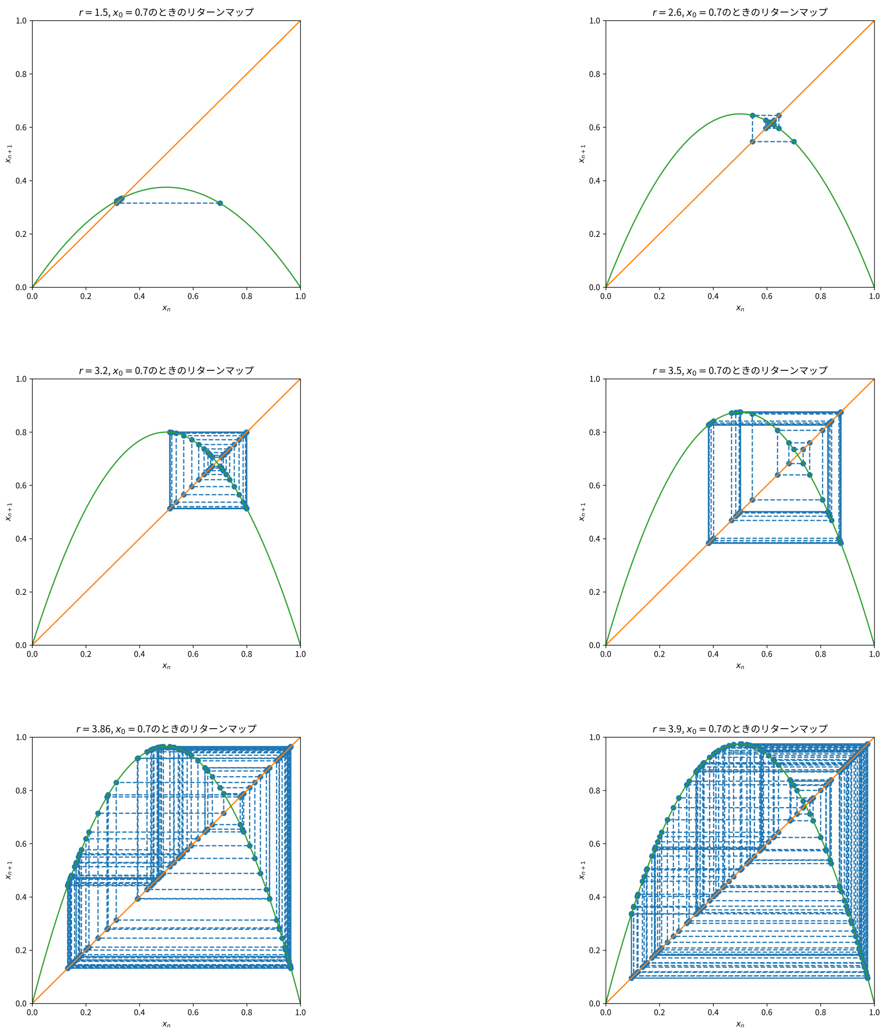


時系列グラフは、ロジスティック回帰の各 $0 \leq n \leq 100$ のときの x_n を計算しプロットしている。x 軸は n を、y 軸には x_n をとっている。この図から r の値によって挙動が変わっているのが読み取れる。$r = 1.50, 2.60$ のときには n を増加させていくと x_n が収束していく。また、$r = 3.20, 3.50$ のときには n を増加させていくと x_n に周期性が見られるようになる。さらに、$r = 3.86, 3.90$ のときには n を増加させていくと x_n に周期性は現れることなく値が収束することもない。

考察：
この考察から、ロジスティック回帰は r の値を変化させていくことでカオスの条件を満たす場合と満たさない場合があると考察した。

1.2　課題 2

　ロジスティク写像のリターンマップを描くためのプログラムを作成し、$r = 1.50, r = 2.60, r = 3.20,$ $r = 3.50, r = 3.86, r = 3.90$ のとき、$x0 = 0.7$ として個体数変動のリターンマップを表示せよ。グラフには、$x_{n+1} = r(1 - x_n)x_n$と $x_{n+1} = x_n$ のグラフも表示すること。
画像：



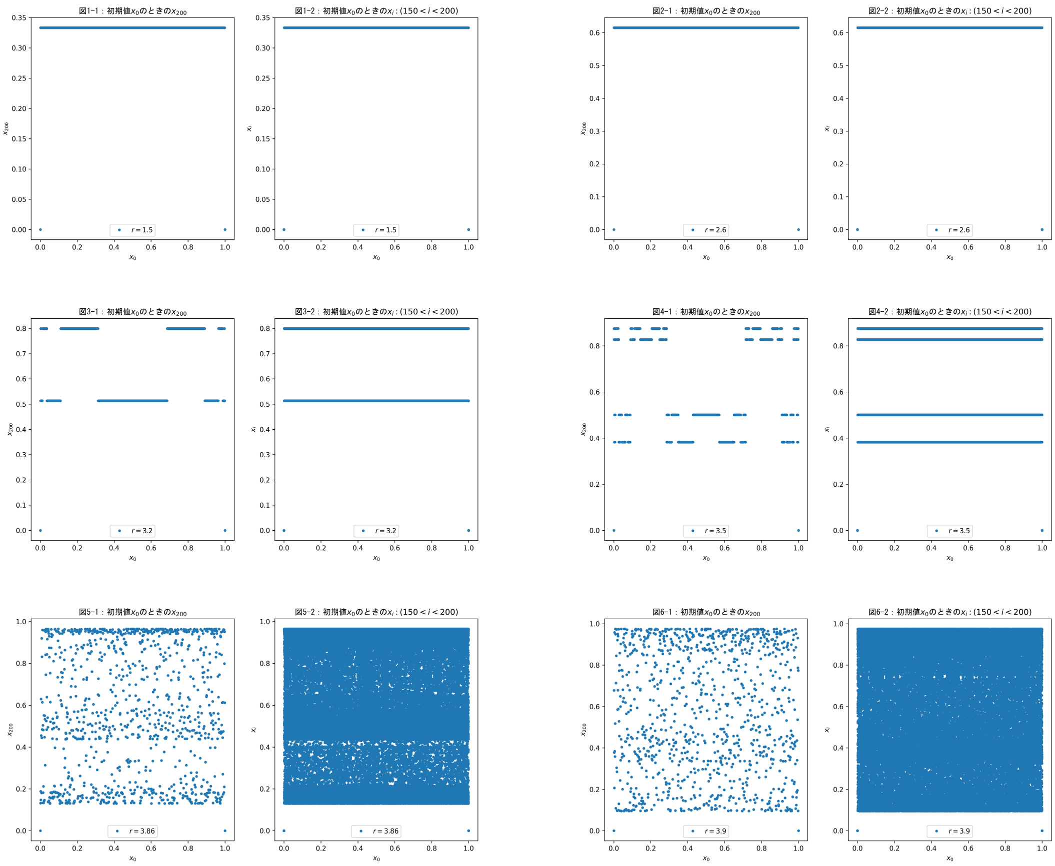
結果：
リターンマップは、オレンジの線分が $x_{n+1} = x_n$ を示していて緑の線分が $x_{n+1} = r(1 - x_n)x_n$ を示している。時系列グラフをもとにリターンマップが描かれていくため、特徴としては似ている部分が多い。$r = 1.50, 2.60$ のときは値が収束していき、その他では値が反復したり一切反復しないものなどがあり値は収束しない。

考察：
課題 1 , 課題 2 の結果から $x_{n+1} = r(1 - x_n)x_n$ と $x_{n+1} = x_n$、 x_0 の位置関係によって値が収束するかどうか、またカオスの状態かそうでないかが判断できるであろうと考察した。

2　レポート課題 2

2.1　課題 1

ジスティク写像で $r = 1.50, r = 2.60, r = 3.20, r = 3.50, r = 3.86, r = 3.90$ として、初期値 x_0 を 0 から 1 まで 0.001 きざみで変化させたときの、x_{200} の値がどうなっているかグラフ化せよ。また、x_n が $150 < n < 200$ の場合もグラフ化せよ。出力形式は授業資料を参照すること。
画像：



結果：
$r = 1.50, r = 2.60$ のときは、$x_{200}, x_n(150 < n < 200)$ のどちらも値は一つに定まる。 $r = 3.20$ のときは、 $x_{200}, x_n(150 < n < 200)$ は 2 通りの値のどちらかに定まることが読み取れる。また、 $r = 3.50$ のときは、 $x_{200}, x_n(150 < n < 200)$ は 4 通りの値のいづれかに定まる。$r = 3.86, r = 3.90$ のときは、$x_{200}, x_n(150 < n < 200)$ のどちらもある値に定まることはなく、不規則な値を取り続けている。

考察：

これらの結果から、$r = 3.86, r = 3.90$ のときは初期値 x_0 の小さい変化によって x_{200} と $x_n (150 < n < 200)$ が大きく変化することが考察できる。

2.2 課題 2

課題 1 で得られた結果から初期値鋭敏性を説明せよ。

3　レポート課題 3

3.1　課題 1

ジスティク写像の初期変動の影響がないリターンマップを描くためのプログラムを作成し、個体数変動のリターンマップを表示せよ。このとき r は、$r = 1.50, r = 2.60, r = 3.20, r = 3.50, r = 3.86, r = 3.90$ のとし、初期値 x_0 はランダムに与えなさい。グラフは、授業資料を参考として、$x_{n+1} = r(1 - x_n)x_n$、$x_{n+1} = x_n$ も同時に描画し、縦軸と横軸は 0〜1 の範囲で出力すること。

3.2　課題 2

r が 1〜4 のときのロジスティク写像の分岐図を描け。また、分岐図の中で 3 周期の窓が現れている r の範囲を抽出して、グラフを描け。このとき、両グラフとも r は各自適切な刻み幅を設定し、各 r について初期値 x_0 をランダムに与えること。プログラムのソースコードは、r が 1〜4 のときの分岐図を出力するものと 3 周期の窓を出力するものとの 2 つを記載すること。

3.3　課題 3

課題 1 と課題 2 は、各 r ごとに初期値 x_0 をランダムに与えているにもかかわらず、r が 1〜3.5 くらいまでは何度プログラムを実行しても同じようなグラフを描くことができる。一方、r が 3.5 よりも大きくなっていくと、プログラムを実行するたびにグラフを一見するだけではわからないような違いが生じる。この理由を前回の課題と初期値鋭敏性という言葉を用いて説明せよ。