

# 複雑系のレンズをもちとう

Web寺子屋 by toiee Lab 亀田

# 既に起こった未来

- ニューサイエンスと呼ばれる分野
- 複雑系（カオス理論）の研究
- 驚くべく、様々な知見
- 現代の社会、組織、個人を読み解く
- ティール組織などを深く理解できる

# WEB寺子屋とは

- 亀田が、様々な分野の知識を集め
- それらの共通点、重要な示唆、ポイント
- 学術的な理解（独自の見解はしない）
- 共に考えながら、学ぶスタイル
- 知識を行動に変える

既に起こった未来

- ピーター・ドラッカー

「窓の外を見て、既に起こった未来について記述しているだけ」

「私は、社会生態学者」

- 既に起こった未来こそ、影響がある

- AIの描く未来は、まだ起こっていない

# 複雑系の世界

- 私たちは、気づかないうちに複雑系の世界にいる
- 1990年代、コンピュータシミュレーションの研究が進み、発見された事実
- 複雑性と呼ぶ、奇妙な現象、世界があった
- それは「私たちの社会」になった  
(昔は感じなかった)

# 複雑系の要因

- 流通革命
- インターネット
- 金融システム
- 環境

# 複雑系、複雑の科学

# 決定論的カオス

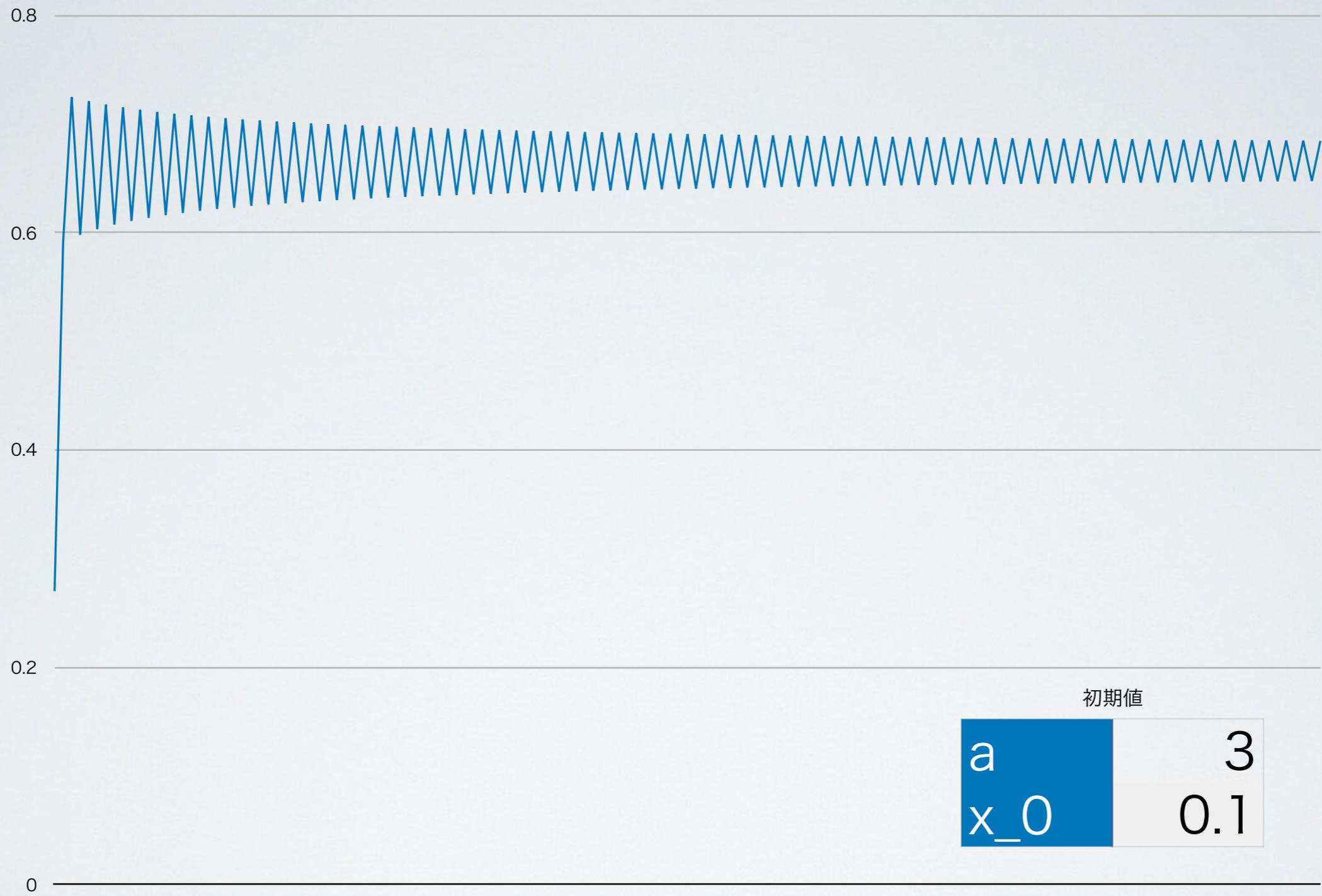
- 非常に重要な発見
- はっきりとした、明快な数式で表されるにもかかわらず
- 複雑、予測不能に見える現象
- 構造はわかっているんだけど、予測できない

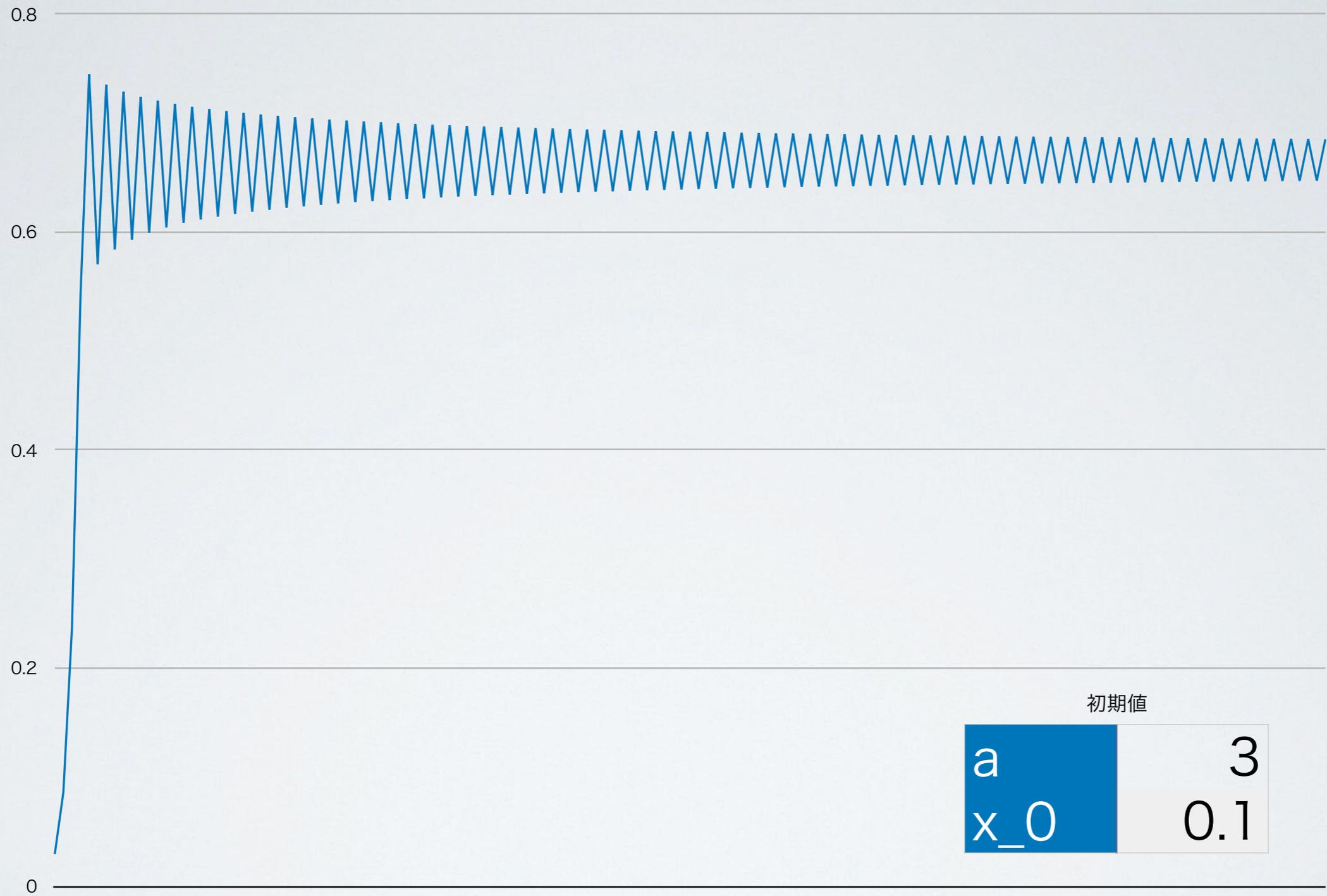
# 漸化式

- $x_{n-1} = ax_n(1 - x_n)$
- $x_n$  は「今」、 $x_{n-1}$  は次の値、 $a$  は定数
- ポイントは2つ
  - 式はとても簡単（意味はない）
  - 展開したら複雑の世界になる

# どんな結果になるか？

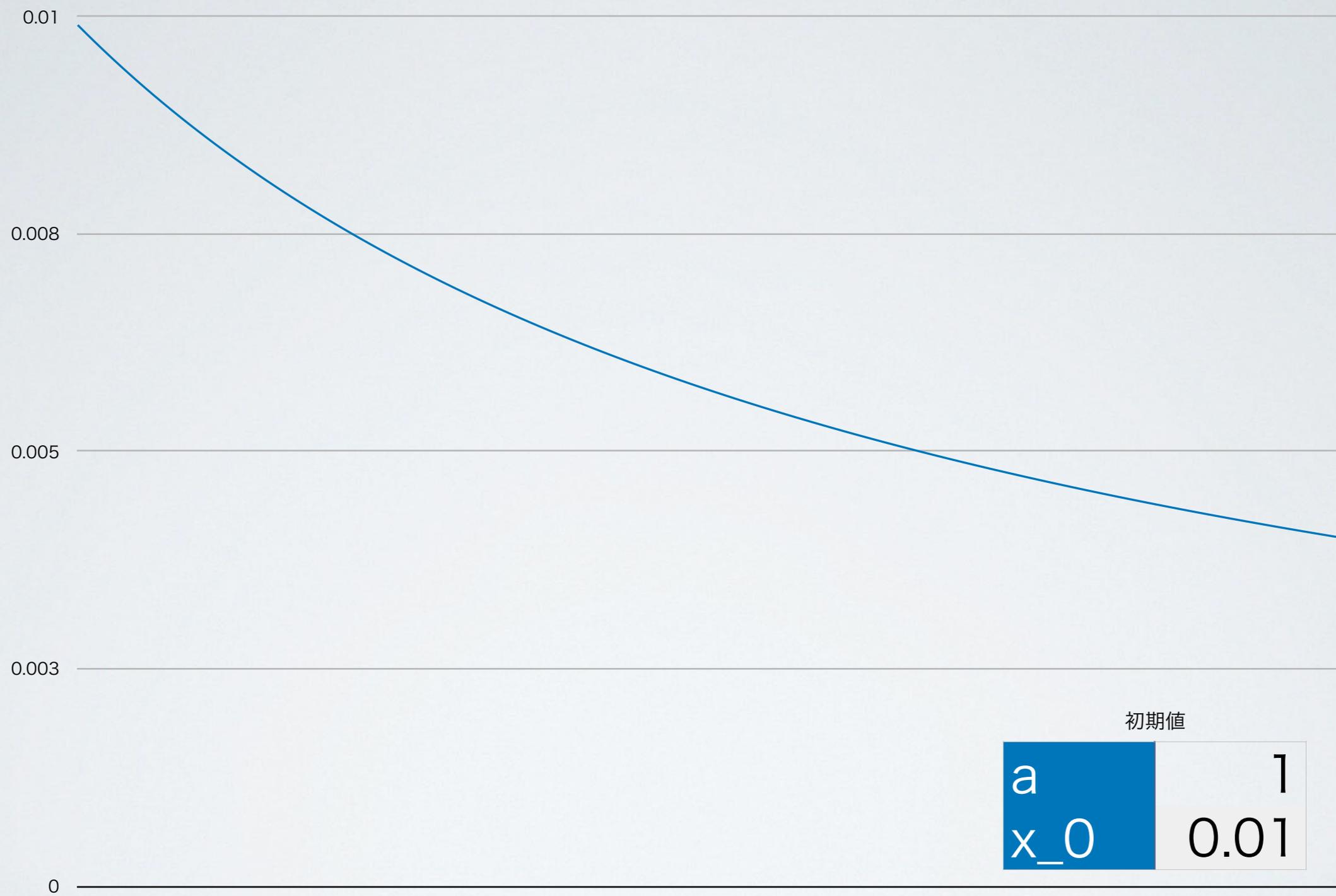
- $x_{n-1} = ax_n(1 - x_n)$
- $a = 3$ 、 $x_0 = 0.1$  で計算してみる
  - $3 \times 0.1 \times (1 - 0.1) = 0.27$
  - $3 \times 0.27 \times (1 - 0.27) = 0.5913$
  - $3 \times 0.5913 \times (1 - 0.5913) = 0.72499..$
  - $3 \times 0.72499... \times (1 - 0.72499...) = ...$
  - ...
  - ...



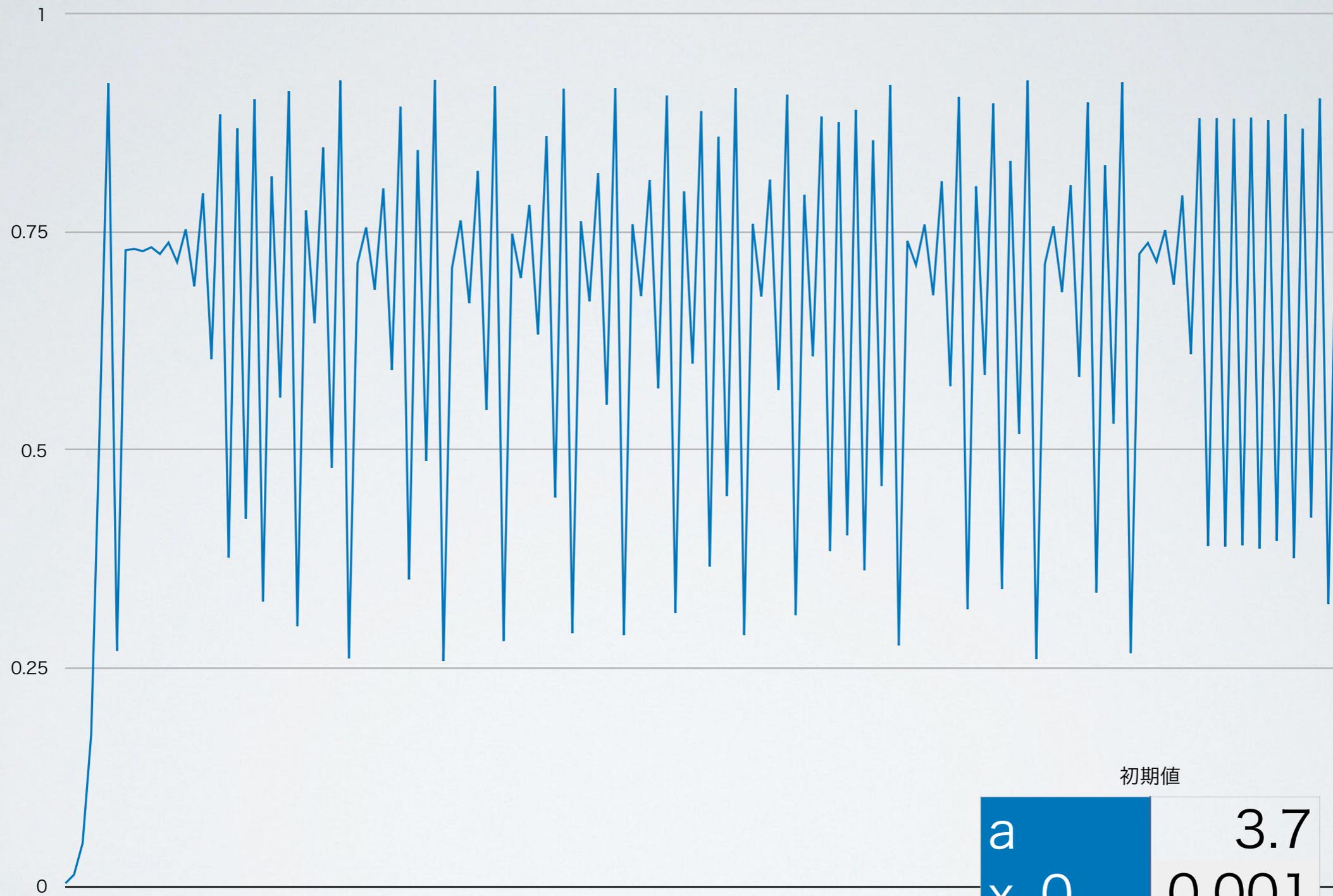


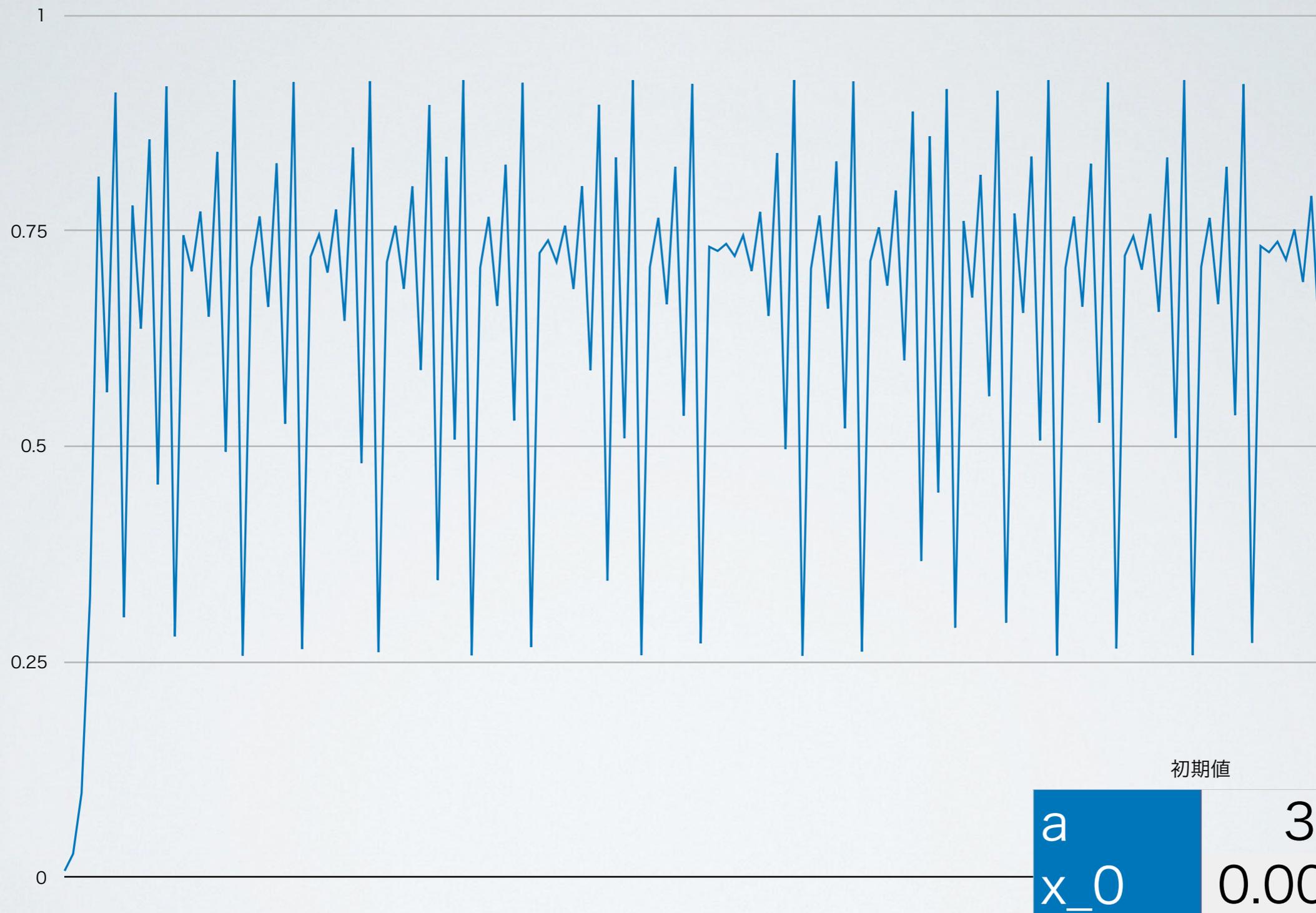
# どんな結果になるか？

- $x_{n-1} = ax_n(1 - x_n)$
- $a = 1$ 、 $x_0 = 0.1$  で計算してみる

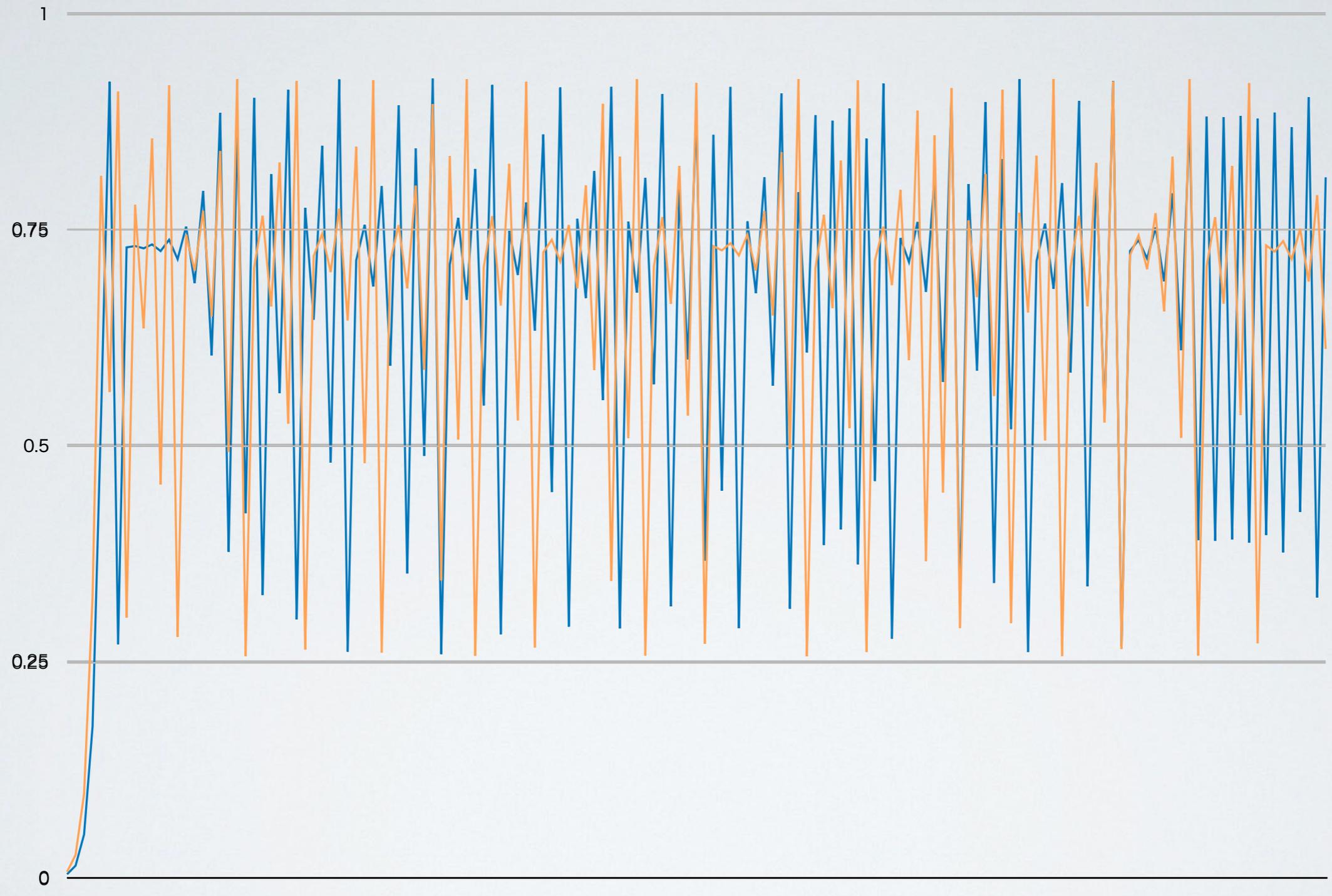


- $a = 3.7$ 、 $x_0 = 0.001$  で計算してみる
- と
- $a = 3.7$ 、 $x_0 = 0.002$  で計算してみる
- を比較する
- 結果は、どうなるだろうか？





0.001 違うだけで、グラフの形が変わる



# 驚きは、何か？

- 単純明快な数式（計算は簡単）
- 定数 $a$ の違いで、全く別ものに見える
- 定数 $a$ が大きいつき、0.001のわずかな違いでも、グラフが大きく異なる

# 驚きは、何か？

- もし、グラフだけ見せられた場合、全部、同じ式からできているなんて思えない
- 小さな違いで、敏感に変化する（観測誤差が、大きな違いを生む）
- これだけ簡単な式でこれだから、現実は・・・

# 漸化式は自然界

- $y = f(x_n)$
- $x_n = f(x_{n-1})$
- 今の世界は、一つ前の世界を入力として生まれている、その前は・・・
- 入れ子構造 = フラクタル構造

# 自然界

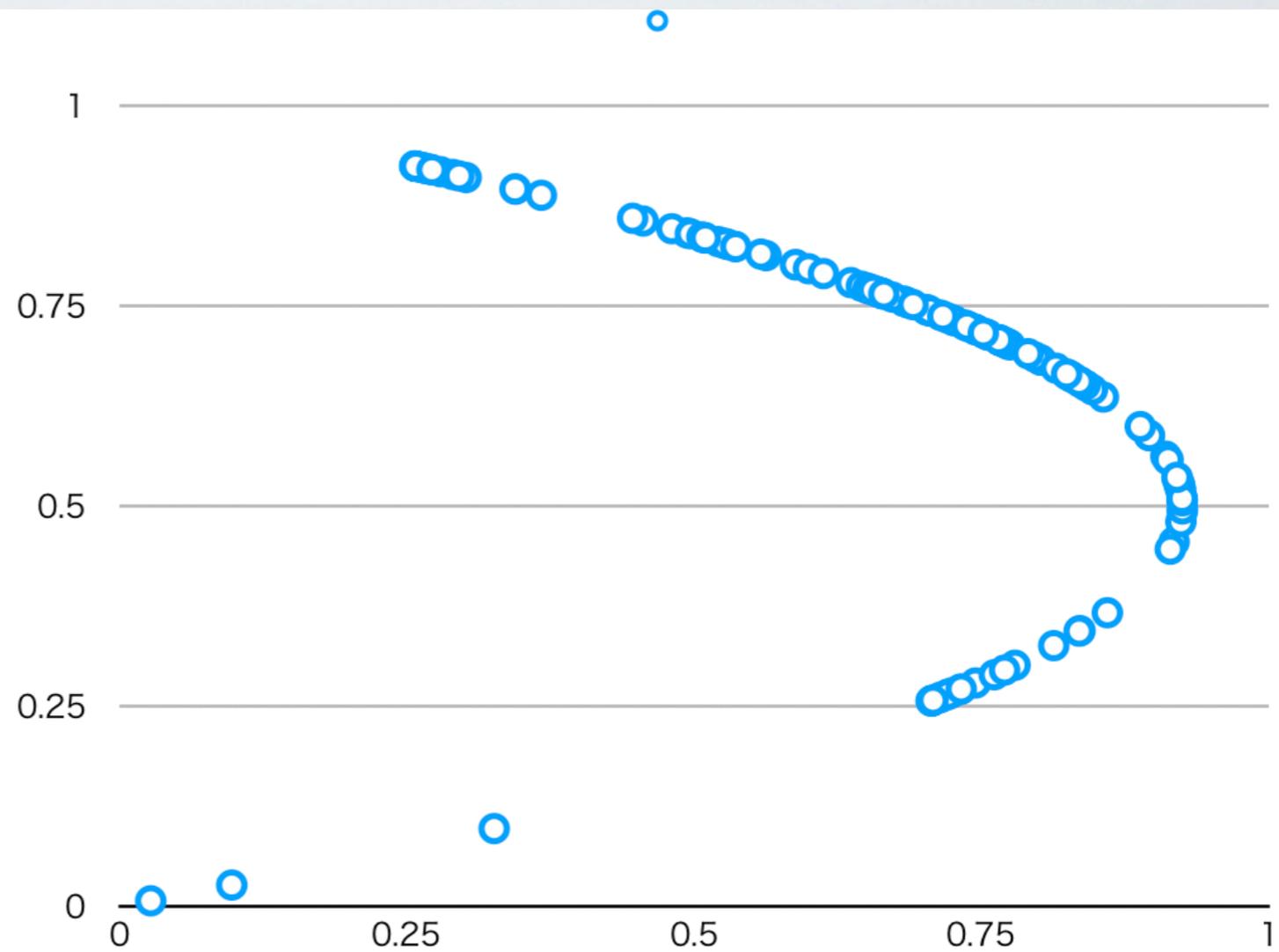
- 天気予報
- 社会現象
- 個人の成長
- 全ては、漸化式のような構造をしている
- つまりは「カオス = 複雑性」がある

# 別の視点

# 次元を上げる

計算結果

0.0073852	
0.0271234376375	0.0073852
0.0976347000426	0.0271234376375
0.3259780119437	0.0976347000426
0.8129504863899	0.3259780119437
0.5626293743527	0.8129504863899
0.9104869774322	0.5626293743527
0.3015516330265	0.9104869774322
0.7792875088885	0.3015516330265
0.6363944033016	0.7792875088885
0.8561672969675	0.6363944033016
0.4556359693119	0.8561672969675
0.9177177812901	0.4556359693119
0.2793938642180	0.9177177812901
0.49318515648	0.2793938642180



# 近未来予測

- 高次元化すれば、ある程度予想可能
- ただし、近い未来だけ予想
- それ以上は、無理
- 近未来予測という研究が盛んに行われた
- そこそこ良い結果をもたらせるが . . .
- 台風はこれ以上早くは進まない

# 複雑性の要因

# 相互作用

- ティール組織の例
- complication . . . 航空機
- complex . . . 自然界（スパゲッティ）

# 主要因

- 入れ子構造（漸化式的、繰り返し計算）
- ある程度、エネルギーがある
- たくさんの接点がある

# 流通革命と複雑性

- 流通網が発達し、世界中がつながった
- 大量の食物の移動が、水の移動を伴う
- 予想不能なブームや、消費の偏り
- 様々な産業に大きな変化を迫る

# インターネットと複雑性

- 口コミ、瞬時に伝わる情報
- 検索エンジンのパーソナライズによる偏り
- 相互のやり取りで、何が起こるか不明

# 金融の複雑性

- 年金、健康保険に加入
- 巨大なお金が運用される（自分が出資している）
- 短期利益を求めることで、自分の会社の株価が変動  
（自分が原因の一端のになっている）
- コンピュータートレードによって、相互作用し、暴落  
したりする

# 既に起こった未来

- 私たちは、短時間に相互作用できるほど、繋がりがあってしまった
- 自分の行動が、短い間にシステム全体に影響を与え、自分に影響を与える
- 制御しようとするほど、混乱する

# 複雑系のポイント

- 予測が難しい
- 精度を高めても、近未来しかわからない
- 支配下に置けない（エネルギーが多い）
- 受験に代用される教育から企業まで対応できない

# どうすれば良いか？

- 生物は種の単位で見れば「複雑系」の世界で、ずっと生きながらええてきた
- 常に自然と一体で、当たり前だった
- 生命が持つ「知性」を活用すること
- (亀田の研究テーマでもあった)

適応 (学習)

# 適応戦略

- 世界の予測モデルを作る
- 近未来だけを予測して行動する
- モデルが通用しなくなれば、修正
- 世界全体の方向性を感じ取る

# 群れの行動

- 魚の群れ、鳥の編隊飛行
- 全体の方向に合わせる、周りとの距離を維持する、周りとのスピードを維持する
- これだけで、見事に飛ぶ。障害物も避ける
- 驚くべき知性を発揮する

# 我々がすべきこと

- 論理、分析は使えるだけ使う
- しかし、限界を理解する
- 適応戦略（学習という）を活用する
- しかも、一つ上のレベルで学習戦略をする

# 我々がすべきこと

- メタ探求型学習を意識すること
- 予想外に常に目を向けること

# 我々がすべきこと

- 自然の複雑さ、神秘さに目を向ける
- 自然と一体となる
- 論理と感情を統合し「KANSEI」を活用する
- ティール組織の意識そのもの

# 我々がすべきこと

- 人生がどう進むか？を手放す
- どう進むか、楽しむ、ダンスする
- 高い視点から眺め、楽しむ
- 古の知恵（宗教）と科学が同じ結論