

非線形システム概論

池口 徹

埼玉大学 大学院 理工学研究科 情報数理学専攻

338-8570 さいたま市 桜区 下大久保 255

Tel : 048-858-3577, Fax : 048-858-3716

Email : tohru@ics.saitama-u.ac.jp

URL : <http://www.nls.ics.saitama-u.ac.jp/~tohru>

講義の担当 , TA

◀ 講義担当

- ❑ 池口 徹
- ❑ 大学院 理工学研究科 情報数理科学専攻
(工学部 情報システム工学科)
- ❑ Email : tohru@nls.ics.saitama-u.ac.jp
- ❑ URL <http://www.nls.ics.saitama-u.ac.jp/~tohru/>
- ❑ Tel 048-858-3577, 内線 4752
- ❑ 居室 : 総合研究棟 506 室 (or 505 室)
- ❑ オフィスアワー : 随時

◀ Teaching Assistant

- ❑ 保坂 亮介
- ❑ 大学院 理工学研究科 情報数理科学専攻 D2 (池口研究室)
- ❑ Email : hosaka@nls.ics.saitama-u.ac.jp
- ❑ 居室 : 総合研究棟 506 室

講義概要

自然界に存在する様々な複雑現象の本質は非線形性にあります．本講義では，これらの非線形現象を理解するための必要な基礎理論として，微分方程式の定性的な解法，分岐などについて，優しく解説します．履修に必要な知識は，微分積分学 (1 年次に，情報数学入門，応用解析学，応用線形代数で履修) に関する内容だけです．尚，本講義においても，微分積分学に関する基本は簡単に復習する予定です．

背景

◀ 時間の経過と共に状態が変化する現象を解析する方法

背景

- ◀ 時間の経過と共に状態が変化する現象を解析する方法
- ◀ なぜ，そのような方法論が重要か？

背景

- ◀ 時間の経過と共に状態が変化する現象を解析する方法
- ◀ なぜ，そのような方法論が重要か？
この世の中は，時間が経過すると共に，状態が変化しても
のばかりである！

背景

- ◀ 時間の経過と共に状態が変化する現象を解析する方法
- ◀ なぜ，そのような方法論が重要か？
この世の中は，時間が経過すると共に，状態が変化しても
のばかりである！
 - 気温，降水量，風力，雷，地震の発生
 - 経済現象，人口の変化
 - 音声，脳波，心拍間隔，血圧
 - 感染症 (SARS など) の患者数

背景

- ◀ 時間の経過と共に状態が変化する現象を解析する方法
- ◀ なぜ，そのような方法論が重要か？
この世の中は，時間が経過すると共に，状態が変化しても
のばかりである！
 - 気温，降水量，風力，雷，地震の発生
 - 経済現象，人口の変化
 - 音声，脳波，心拍間隔，血圧
 - 感染症 (SARS など) の患者数
 - 人の動き (歩行，踊り)，ロボットの動き

背景

- ◀ **時間の経過と共に状態が変化する現象を解析する方法**
- ◀ **なぜ，そのような方法論が重要か？**
**この世の中は，時間が経過すると共に，状態が変化しても
のばかりである！**
 - **気温，降水量，風力，雷，地震の発生**
 - **経済現象，人口の変化**
 - **音声，脳波，心拍間隔，血圧**
 - **感染症 (SARS など) の患者数**
 - **人の動き (歩行，踊り)，ロボットの動き**
 - **インターネット上を伝わるパケット数，到着時刻**

背景

- ◀ 時間の経過と共に状態が変化する現象を解析する方法
- ◀ なぜ，そのような方法論が重要か？
この世の中は，時間が経過すると共に，状態が変化しても
のばかりである！
 - 気温，降水量，風力，雷，地震の発生
 - 経済現象，人口の変化
 - 音声，脳波，心拍間隔，血圧
 - 感染症 (SARS など) の患者数
 - 人の動き (歩行，踊り)，ロボットの動き
 - インターネット上を伝わるパケット数，到着時刻
 - 通信，光

背景

- ◀ 時間の経過と共に状態が変化する現象を解析する方法
- ◀ なぜ，そのような方法論が重要か？
この世の中は，時間が経過すると共に，状態が変化しても
のばかりである！
 - 気温，降水量，風力，雷，地震の発生
 - 経済現象，人口の変化
 - 音声，脳波，心拍間隔，血圧
 - 感染症 (SARS など) の患者数
 - 人の動き (歩行，踊り)，ロボットの動き
 - インターネット上を伝わるパケット数，到着時刻
 - 通信，光
 - 来年はどんな服が流行るのか

もう一つ大事なこと

もう一つ大事なこと

- ◀ 時間の経過と共に状態が変化するときの，
変化のカタクリは二つに分類できる

もう一つ大事なこと

◀ 時間の経過と共に状態が変化するときの ,
変化のカタクリは二つに分類できる

□ 線形 (1 次式)

$$f(x) = ax$$

→ x と y は直線な関係が成り立つ

$$f(x + y) = f(x) + f(y)$$

重ね合わせの理が成り立つ関係と考えても良い

もう一つ大事なこと

◀ 時間の経過と共に状態が変化するときの ,
変化のカタクリは二つに分類できる

□ 線形 (1 次式)

$$f(x) = ax$$

→ x と y は直線な関係が成り立つ

$$f(x + y) = f(x) + f(y)$$

重ね合わせの理が成り立つ関係と考えても良い

□ 非線形 = 線形でないものの全部

$$f(x + y) \neq f(x) + f(y)$$

重ね合わせの理が成り立たない

もう一つ大事なこと

◀ 時間の経過と共に状態が変化するときの，
変化のカタクリは二つに分類できる

□ 線形 (1 次式)

$$f(x) = ax$$

→ x と y は直線な関係が成り立つ

$$f(x + y) = f(x) + f(y)$$

重ね合わせの理が成り立つ関係と考えても良い

□ 非線形 = 線形でないものの全部

$$f(x + y) \neq f(x) + f(y)$$

重ね合わせの理が成り立たない

👉 この講義では，非線形なカタクリを相手にする

もう一つ大事なこと

◀ 時間の経過と共に状態が変化するときの，
変化のカタクリは二つに分類できる

□ 線形 (1 次式)

$$f(x) = ax$$

→ x と y は直線な関係が成り立つ

$$f(x + y) = f(x) + f(y)$$

重ね合わせの理が成り立つ関係と考えても良い

□ 非線形 = 線形でないものの全部

$$f(x + y) \neq f(x) + f(y)$$

重ね合わせの理が成り立たない

☞ この講義では，非線形なカタクリを相手にする
∴ この世に存在する殆んど全てカタクリが非線形だから

まとめると

- ◀ 時間の経過と共に状態が変化する現象を調べる方法を学ぶ
- ◀ 但し，状態が変化するカラクリは非線形なカラクリである

具体的には

- ◀ 時間と共に状態が非線形に変化する現象は
 - 非線形な微分方程式 (など) で表されるので
 - 非線形な微分方程式をどのように扱うか
 - 非線形な場合，解を解析的に求めるのは難しい
(これが線形な場合との大きな違い)
 - 解を定性的に求める方法について考える

現在考えている主な講義内容

- ◀ 微分方程式とは?
- ◀ 1次元微分方程式
- ◀ 1次元微分方程式とその分岐
- ◀ 2次元微分方程式
- ◀ 2次元微分方程式とその分岐
- ◀ カオス入門

教科書と参考書

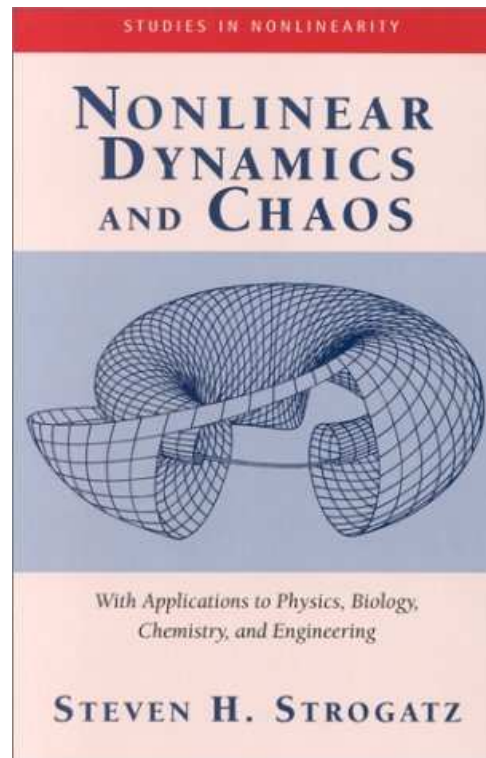
教科書

Steven H. Strogatz: Nonlinear Dynamics and Chaos With Applications to Physics, Biology, Chemistry and Engineering, Addison Wesley, 1994
(ISBN 0-7382-0453-6)

教科書と参考書

👉 教科書

Steven H. Strogatz: Nonlinear Dynamics and Chaos With Applications to Physics, Biology, Chemistry and Engineering, Addison Wesley, 1994 (ISBN 0-7382-0453-6)



教科書と参考書

教科書

Steven H. Strogatz: Nonlinear Dynamics and Chaos With Applications to Physics, Biology, Chemistry and Engineering, Addison Wesley, 1994
(ISBN 0-7382-0453-6)

参考書

- ❑ Ross L. Finney, Maurice D. Weir and Frank R. Giordano: Thomas' Calculus, Tenth Edition, Addison-Wesley, 2001 (ISBN 0-201-71020-X)
(現在の応用解析学の教科書)
- ❑ David Acheson: From Calculus to Chaos - An Introduction to Dynamics -, Oxford University Press, 1997 (ISBN 0-19-850077-7)

講義形態，展開，評価

◀ 通常の講義 (約 60 分) と演習 (約 30 分)

講義形態，展開，評価

- ◀ 通常の講義 (約 60 分) と演習 (約 30 分)
- ◀ + 計算機シミュレーション (多分)

講義形態，展開，評価

- ◀ 通常の講義 (約 60 分) と演習 (約 30 分)
- ◀ + 計算機シミュレーション (多分)
- ◀ 出席は明示的には取らないが，
(毎回の) コメント用紙の提出を出席に代えます (評価の 40%)

講義形態，展開，評価

- ◀ 通常の講義 (約 60 分) と演習 (約 30 分)
- ◀ + 計算機シミュレーション (多分)
- ◀ 出席は明示的には取らないが，
(毎回の) コメント用紙の提出を出席に代えます (評価の 40%)
- ◀ 休講情報を含む最新の授業計画は，
担当者講義サポートページで
(<http://www.nls.ics.saitama-u.ac.jp/~tohru/Lectures/>)

講義形態，展開，評価

- ◀ 通常の講義 (約 60 分) と演習 (約 30 分)
- ◀ + 計算機シミュレーション (多分)
- ◀ 出席は明示的には取らないが，
(毎回の) コメント用紙の提出を出席に代えます (評価の 40%)
- ◀ 休講情報を含む最新の授業計画は，
担当者講義サポートページで
(<http://www.nls.ics.saitama-u.ac.jp/~tohru/Lectures/>)
- ◀ 最終評価

講義形態，展開，評価

- ◀ 通常の講義 (約 60 分) と演習 (約 30 分)
- ◀ + 計算機シミュレーション (多分)
- ◀ 出席は明示的には取らないが，
(毎回の) コメント用紙の提出を出席に代えます (評価の 40%)
- ◀ 休講情報を含む最新の授業計画は，
担当者講義サポートページで
(<http://www.nls.ics.saitama-u.ac.jp/~tohru/Lectures/>)
- ◀ 最終評価
 - 1. 定期試験 or 期末レポート

講義形態，展開，評価

- ◀ 通常の講義 (約 60 分) と演習 (約 30 分)
- ◀ + 計算機シミュレーション (多分)
- ◀ 出席は明示的には取らないが，
(毎回の) コメント用紙の提出を出席に代えます (評価の 40%)
- ◀ 休講情報を含む最新の授業計画は，
担当者講義サポートページで
(<http://www.nls.ics.saitama-u.ac.jp/~tohru/Lectures/>)
- ◀ 最終評価
 1. 定期試験 or 期末レポート
 2. 数回の宿題も考えています

講義形態，展開，評価

- ◀ 通常の講義 (約 60 分) と演習 (約 30 分)
- ◀ + 計算機シミュレーション (多分)
- ◀ 出席は明示的には取らないが，
(毎回の) コメント用紙の提出を出席に代えます (評価の 40%)
- ◀ 休講情報を含む最新の授業計画は，
担当者講義サポートページで
(<http://www.nls.ics.saitama-u.ac.jp/~tohru/Lectures/>)
- ◀ 最終評価
 1. 定期試験 or 期末レポート
 2. 数回の宿題も考えています
 3. 上記の出席点

講義形態，展開，評価

- ◀ 通常の講義 (約 60 分) と演習 (約 30 分)
- ◀ + 計算機シミュレーション (多分)
- ◀ 出席は明示的には取らないが，
(毎回の) コメント用紙の提出を出席に代えます (評価の 40%)
- ◀ 休講情報を含む最新の授業計画は，
担当者講義サポートページで
(<http://www.nls.ics.saitama-u.ac.jp/~tohru/Lectures/>)
- ◀ 最終評価
 1. 定期試験 or 期末レポート
 2. 数回の宿題も考えています
 3. 上記の出席点

以上がイントロダクション．
何か質問は？

それでは，早速講義に入ろう！