

# 自然現象のモデル化とその解析

## Modeling and Analysis in Natural Science

教養教育科目	自然情報科学	1,2 学年・後学期	選択 1 単位
--------	--------	------------	---------

担当教員名	研究室名 (場所)	内線	E-mail	オフィスアワー
笹野 一洋	数学 (共同研究棟 5 階)	2740	ksasano@las.u-toyama.ac.jp	火曜日 17:00 - 19:00

キーワード	微分方程式, 変数分離形, 1 階線形微分方程式, 定数係数の 2 階線形微分方程式, 解の存在定理と一意性, 非線形微分方程式, ベクトル場, ラプラス変換
一般学習目標	<p>身の回りの自然現象を理解するには, 現象を良く観察・測定することは勿論であるが, 得られた情報をもとに現象をモデル化する必要がある。この際に, 物理学的・化学的・生物学的洞察が必要になる。定量的にモデル化が出来れば, その後は数学による取り扱いが可能になる。即ち, 数学的モデルによって現象の解析が可能になり, さらにその応用が開ける。この繰り返しにより自然科学が発展してきた。</p> <p>この授業では微分方程式を縦糸として自然現象をどのようにしてモデル化の手法とその解析方法について学習する。また, 微分方程式を解く手法の一つとして, ラプラス変換を学習する。</p>
達成目標	<ul style="list-style-type: none"><li>・簡単な現象について, 数学モデルが作れる。</li><li>・数学モデルと微分方程式の関係を説明できる。</li><li>・簡単な線形常微分方程式が解ける。</li><li>・初期条件, 境界条件により微分方程式の解の振る舞いが変わることを説明できる。</li><li>・簡単な偏微分方程式の解き方を説明できる。</li><li>・ベクトル場の局所構造と大域構造を推論できる。</li><li>・ラプラス変換が計算できる。</li><li>・ラプラス変換を用いて微分方程式を解ける。</li></ul>
授業の形式	板書およびプロジェクターを使った講義。
成績評価の方法	小テストあるいは中間試験, および, 期末試験。
教科書/参考書	「微分方程式で数学モデルを作ろう」デヴィッド・バージェス, モラグ・ボリー著, 垣田高夫, 大町比作訳 (日本評論社) 「ラプラス変換とフーリエ解析要論」田代嘉宏著 (森北出版)
メッセージ	単に自然現象を追いかけているだけでは, その本質・メカニズムに到達することは出来ない。現象の定量的な関係を分析し, それを抽象化し, さらにそれを解析することができて初めて, その現象を本当に理解したと言える。このために使われる言葉が数学であり, 数式が「何を意味しているのか」を理解することが重要である。この授業を通じてこの能力を身につけてほしい。また, 自然科学での数学の重要性も認識して欲しい。
備考	前期の解析学の内容を理解していることが受講の必須条件。なお, 授業計画はあくまで計画であり, 受講者の理解程度により変更する。

## 授業計画

回	主題と位置付け	学習方法と内容
1	基本的な微分方程式	基本的な微分方程式を考える。変数分離形，同次形微分方程式，1階線形微分方程式，定数係数の2階線形微分方程式の解法。
2	微分方程式で表される数学モデル	人口問題の数学モデルとしての微分方程式を導く。成長現象と減衰現象に対応する微分方程式を導き，その解からモデルの妥当性を調べる。
3	変数分離型微分方程式	変数分離型を導くいくつかの数学モデルを取り上げる。刺激に対する反応，抑制された成長モデル等の微分方程式を導き，それを分析する。
4	1階線形微分方程式	1階線形微分方程式を導くいくつかの数学モデルを取り上げる。美術品の贋作問題を考える。
5	2階線形微分方程式	2階線形微分方程式を導くいくつかの数学モデルを取り上げる。定数係数の線形2階微分方程式の解の性質を調べる。
6	非線型2階微分方程式	線型でない2階微分方程式は一般に解析的には解けないが，何らかの性質を導ける場合もある。そのような場合のいくつかの例を考察する。
7	微分方程式の解の存在定理と一意性	1階の微分方程式の解の存在定理と解の一意性に関する定理を取り上げる。定理の証明の概要と定理の意味を説明する。
8	微分方程式系：導入	2つの未知関数に関する連立微分方程式（平面上のベクトル場）を考え，解析的なイメージと幾何的なイメージを修得する。
9	微分方程式系：局所理論	平面上の線型ベクトル場の特異点での方程式の構造を考える。
10	微分方程式系：局所理論	平面上のベクトル場の特異点での方程式の構造を考える。
11	微分方程式系：大域理論	局所理論をふまえ，その組み合わせによって，ベクトル場の大域的な構造を考える。
12	ラプラス変換：定義と例	ラプラス変換を定義し，それに従っていくつかの例を計算する。
13	ラプラス変換：公式	ラプラス変換のみたす公式について学習する。
14	ラプラス変換：逆変換	ラプラス逆変換と，その計算方法を学習する。
15	ラプラス変換：微分方程式の解法	ラプラス変換を用いて微分方程式を解く手法を修得する。