

コンピュータシミュレーション

寺田 貢

期別：後期 単位数：2 開講年次 3

--- 概要 ---

この科目では、コンピュータシミュレーションの基礎について取り扱う。ここでいうシミュレーションとは、微分方程式などを用いて、数学的に表現された物理現象などを、実在のものや装置を使うことなく、数式の計算や方程式の解をコンピュータに求めさせ、これをコンピュータのディスプレイ上に表現することである。

従来は、このような数値計算を行うにはプログラムを作成して、これを元に計算をさせる方法が一般的であった。この科目では、表計算を行うアプリケーションソフトウェアであるMicrosoft社のExcelをシミュレーションに利用する。Excelには、優れた表機能、計算機能、作図機能があり、数式を入力し、計算させて、結果をグラフ表示することでシミュレーションを効率的に行うことができる。さらに、シミュレーションに使用することでExcelの高度な使用方法を理解することができ、数学的な取扱いに限らず、あらゆる分野の用途に利用できるようになることも期待している。

講義の大部分は、本学の総合情報処理センターのPC教室にて行い、学ぶ事項とその概要は以下の通りである。

- (1)関数の利用と結果のグラフ表示方法について
三角関数のグラフ表示、およびそれを組み合わせたりサーージュ図形の描画についての課題に取り組むことで、Excelにおける関数の利用とグラフの作成方法を学ぶ。
- (2)フーリエ解析の演算方法について
Excelの分析ツールの利用により、任意の関数をフーリエ解析する方法について学ぶ。
- (3)オイラー法による微分方程式の解法について
RC回路およびLR回路の過渡現象に関する1階常微分方程式、LCR回路の過渡現象に関する2階常微分方程式、非線型常微分方程式について、オイラー法により微分方程式を解く方法について学ぶ。
- (4)ルンゲクッタ法による微分方程式の解法について
微分方程式の解法に使われるルンゲクッタ法について、解析的に得られた結果とルンゲクッタ法とオイラー法による近似により得られた結果を比較することで、2つの解法の特徴について学ぶ。
- (5)偏微分方程式の解法について
一般に解析的には解を求めることが容易でない拡散方程式および偏微分方程式について、その解を求め、経時的な変化をグラフとして表示する方法を学ぶ。

--- 到達目標 ---

この講義を受講することにより、数学の講義では解析的に解いた微分方程式を、オイラー法やルンゲクッタ法に代表される数値計算の方法により、解を探索することができるようになる。この講義では、表計算ソフトウェアを用いて数値計算を行うが、その算法および考え方は本質的なものであるため、プログラミングによるシミュレーションを実行するときに拡張可能なアルゴリズムの基礎を理解することができる。

--- 授業時間外の学習(予習・復習) ---

15回の講義について、以下のように事前学習としての予習を行って講義に出席し、次回の講義までに、事後学習としての復習を行うことが重要である。

- 【予習】
- 第1回：予習の必要はない。
 - 第2回：「物理学と数学」で学習した三角関数について、講義録・配布資料・参考書などを見ておくこと。
 - 第3回：「物理数学」および「振動波動論」で学習したフーリエ解析について、講義録・配布資料・教科書・参考書などを見ておくこと。
 - 第4回：「物理学実験」および「振動波動論」で学習したリサージュ図形について、講義録・配布資料・教科書・参考書などを見ておくこと。
 - 第5回：「物理学実験」、「エレクトロニクス」および「基礎電磁気学」で学習したコンデンサー(キャパシタ)について、講義録・配布資料・教科書・参考書などを見ておくこと。
 - 第6回：「物理学実験」、「エレクトロニクス」および「基礎電磁気学」で学習したインダクタンスについて、講義録・配布資料・教科書・参考書などを見ておくこと。
 - 第7回：「エレクトロニクス」で学習したLCR回路について、講義録・配布資料・参考書などを見ておくこと。
 - 第8回：「エレクトロニクス」で学習したLCR回路について、講義録・配布資料・参考書などを見ておくこと。
 - 第9回：「物理学と数学」で学習した微分方程式について、講義録・配布資料・参考書などを見ておくこと。
 - 第10回：「物理学と数学」で学習したテイラーの定理・マクローリンの定理などに基づく近似計算について、講義録・配布資料・参考書などを見ておくこと。
 - 第11回：「力学」で学習した摩擦力や抵抗がある場合の運動について、講義録・配布資料・教科書・参考書などを見ておくこと。
 - 第12回：「電磁気学」で学習したラプラス方程式について、講義録・配布資料・参考書などを見ておくこと。
 - 第13回：第5回～9回、11回、12回の微分方程式の解法と第12回のマクロ機能の使い方について、見直しておくこと。
 - 第14回：第5回～9回、11回～13回の微分方程式の解法と第12回と第13回のマクロ機能の使い方について、見直しておくこと。
 - 第15回：予習の必要はない。

- 【復習】
- 第1回：講義中に解答し提出した演習問題のpdfファイルを、Moodleからダウンロードし、よく振り返っておくこと。
 - 第2回～第14回：提出した課題の演算手法についてよく見直し、確認しておくこと。
 - 第15回：講義中に解答して提出した演習問題のpdfファイルを、Moodleからダウンロードし、定期試験に向けてよく振り返っておくこと。

--- 成績評価基準および方法 ---

定期試験の成績をもとに、演習の際に毎回出題する課題の提出状況と内容を評価の対象とする。定期試験の成績を80%程度、課題の提出状況と内容の結果を20%程度の割合として評価する。定期試験では、課題の内容に関連した問題を出題することにより、学習の成果が到達目標を達成しているかどうか確認する。

--- テキスト ---

講義は、この科目のためにe-Learningシステム上に構築した専用の教材コンテンツを利用して行うため、特に教科書を定めることはしない。

--- 参考書 ---

特に指定せず、必要な場合には授業時に適宜指示する。

--- 履修上の留意点 ---

この科目では、PC教室の授業支援システムまたはe-Learning教材なども利用するため、履修者がパーソナルコンピュータの基本的な操作方法を理解していることと想定している。

講義はパーソナルコンピュータを実際に用いて行われるため、「教わる」という受け身の態度ではなく、自ら「学ぶ」という態度が重要である。この科目で出題される課題に対して、主体的かつ積極的に取り組むことはもちろん大事なことであるが、課題の解法やパーソナルコンピュータの操作方法などがどうしてもわからないときは、そのままにせず、挙手をして質問することが重要である。

毎回の講義では、授業支援システムを使って、講義時間内の在席状況と学習状況を常時調査する。作成した課題に関するファイルのレポートは、e-LearningシステムのMoodleを介して提出するため、講義時間内に課題を完了させることができなかった場合でも、講義時間外に提出できるようにしている。

--- 授業計画 ---

1. イントロダクション
コンピュータシミュレーションの講義スケジュールと概要について紹介する。
2. 三角関数の描画
Excelの関数を使った計算とグラフの描画法を確認する。
3. フーリエ解析
Excelの機能を用いて関数のフーリエ解析を行う方法について学ぶ。
4. リサージュ図形の描画
三角関数の計算を用いて、振動の合成に関するシミュレーションを行う方法について学ぶ。
5. 1階常微分方程式：RC回路の過渡現象
抵抗とコンデンサーを接続したRC回路の過渡現象に関するシミュレーションを行う方法について学ぶ。
6. 1階常微分方程式：LR回路の過渡現象
抵抗とコイルを接続したLR回路の過渡現象に関するシミュレーションを行う方法について学ぶ。
7. 2階常微分方程式：LCR回路の過渡現象
抵抗、コンデンサーとコイルを接続したLCR回路の過渡現象に関するシミュレーションを行う方法について学ぶ。
8. 2階常微分方程式：LCR回路の過渡現象(別解)
LRC回路の過渡現象を記述する微分方程式を第7回と異なる方法で解を求める方法について学ぶ。
9. 非線型常微分方程式
解析的に解を求めることの困難な非線型常微分方程式の解を数値計算で求める方法について学ぶ。
10. ルンゲクッタ法による解法
微分方程式の解をルンゲクッタ法で求め、オイラー法との比較を行い、両者の相違について学ぶ。
11. 空気抵抗を考慮した落体の運動
放物運動に空気抵抗を考慮して、運動する物体の軌道を計算する方法について学ぶ。
12. 一次元偏微分方程式と差分による解法
マクロ機能を使って、ラプラス方程式を解く方法について学ぶ。
13. 一次元偏微分方程式
マクロ機能を使って、時間と位置に関する一次元の拡散方程式を解く方法について学ぶ。
14. 二次元偏微分方程式
マクロ機能を使って、時間と位置に関する二次元の拡散方程式を解く方法について学ぶ。
15. 問題の演習
講義のまとめとして、毎回の講義で取り扱った内容に関する演習問題を解くことで、講義の全体について確認する。

--- URL ---

総合情報処理センターMoodleシステム
(<https://moodle.cis.fukuoka-u.ac.jp/>)