

# 離散数理工学 第 0 回

ガイダンス

岡本 吉央

okamotoy@uec.ac.jp

電気通信大学

2023 年 10 月 3 日

最終更新 : 2023 年 10 月 2 日 12:00

## 概要

## 主題

次の3つを道具として

離散システム／アルゴリズムの設計と解析に関する方法論を学習する

- ▶ 数え上げ組合せ論
- ▶ 離散代数
- ▶ 離散確率論

キャッチフレーズ：「離散数学を使う」

達成目標：以下の3項目をすべて達成することを目標とする

- 1 数え上げ組合せ論，離散代数，離散確率論における **用語** を正しく使うことができる
- 2 数え上げ組合せ論，離散代数，離散確率論における典型的な論法を用いて，**証明** を行うことができる
- 3 数え上げ組合せ論，離散代数，離散確率論を用いて，離散システム／アルゴリズムの **設計** と **解析** ができる

## 概要

## 主題

次の3つを道具として

離散システム/アルゴリズムの設計と解析に関する方法論を学習する

- ▶ **数え上げ組合せ論**
- ▶ **離散代数**
- ▶ **離散確率論**

キャッチフレーズ：「**離散数学を使う**」

達成目標：以下の3項目をすべて達成することを目標とする

- 1 数え上げ組合せ論，離散代数，離散確率論における **用語** を正しく使うことができる
- 2 数え上げ組合せ論，離散代数，離散確率論における典型的な論法を用いて，**証明** を行うことができる
- 3 数え上げ組合せ論，離散代数，離散確率論を用いて，離散システム/アルゴリズムの **設計** と **解析** ができる

## 典型的な問題 1 : 誕生日のパラドックス

### 誕生日問題 : 設定

このクラスの中に、誕生日が同じ 2 人はいるか？  
そのような 2 人がいる確率は？

⇒ 実際にやってみる

### 応用, 関連する話題

- ▶ 暗号に対する攻撃 (誕生日攻撃)
- ▶ 負荷分散

## 典型的な問題 2 : カークマンの女学生問題 (1850 年)

## カークマンの女学生問題 : 設定

- ▶ 15 人の女学生が 7 日間登校する
  - ▶ 必ず 3 人 1 組で登校する
  - ▶ 同じ 2 人が二度以上同じ組に入らない

## カークマンの女学生問題 : 問題

このように登校させることはできるか？



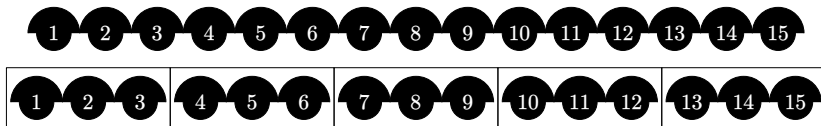
## 典型的な問題 2 : カークマンの女学生問題 (1850 年)

## カークマンの女学生問題 : 設定

- ▶ 15 人の女学生が 7 日間登校する
  - ▶ 必ず 3 人 1 組で登校する
  - ▶ 同じ 2 人が二度以上同じ組に入らない

## カークマンの女学生問題 : 問題

このように登校させることはできるか？



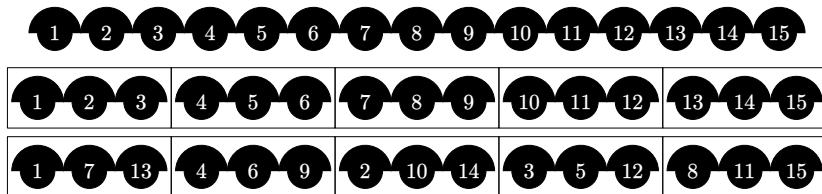
## 典型的な問題 2 : カークマンの女学生問題 (1850 年)

## カークマンの女学生問題 : 設定

- ▶ 15 人の女学生が 7 日間登校する
  - ▶ 必ず 3 人 1 組で登校する
  - ▶ 同じ 2 人が二度以上同じ組に入らない

## カークマンの女学生問題 : 問題

このように登校させることはできるか？



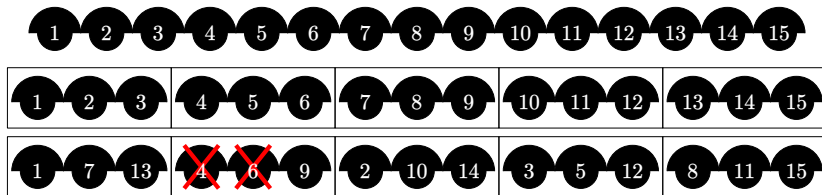
## 典型的な問題 2 : カークマンの女学生問題 (1850 年)

## カークマンの女学生問題 : 設定

- ▶ 15 人の女学生が 7 日間登校する
  - ▶ 必ず 3 人 1 組で登校する
  - ▶ 同じ 2 人が二度以上同じ組に入らない

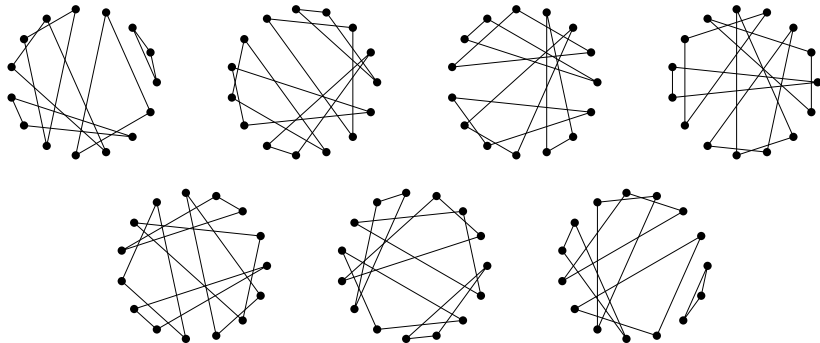
## カークマンの女学生問題 : 問題

このように登校させることはできるか？



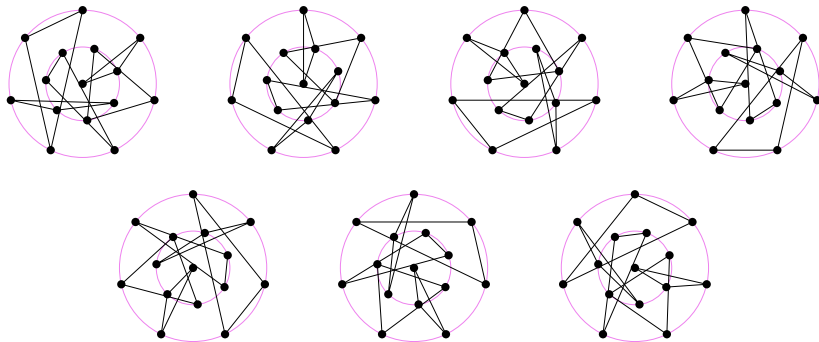


## 典型的な問題 2 : カークマンの女学生問題 (1850 年) — 解

完全グラフ  $K_{15}$  の辺集合を 7 個の  $5K_3$  に分解する問題

正しいけれど, よく分からない

## 典型的な問題 2 : カークマンの女学生問題 (1850 年) — 解 (異なる表現)

完全グラフ  $K_{15}$  の辺集合を 7 個の  $5K_3$  に分解する問題

1つの「パターン」を回転させることで作られる

⇒ どのように見つけるのか？

⇒ 離散代数, 有限射影幾何, ブロック・デザイン

## トーマス・カークマン



Thomas P. Kirkman  
(1806–1895)

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Thomas\\_P\\_Kirkman.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Thomas_P_Kirkman.jpg)

## 『離散数理工学』と数学

## 注意 1

この授業は数学の授業ではない

注意 2 この授業は「数学をどう使うか」に関するもの

こ

の授業では数学的な考え方をする

特に、**証明** を行う

- ▶ 議論されることが **検証できる** ことが重要

## スケジュール 前半 (予定)

- |   |                      |         |
|---|----------------------|---------|
| 0 | ガイダンス                | (10/3)  |
| 1 | 数え上げの基礎：二項係数と二項定理    | (10/10) |
| ★ | 休み (体育祭)             | (10/17) |
| 2 | 数え上げの基礎：漸化式の立て方      | (10/24) |
| 3 | 数え上げの基礎：漸化式の解き方 (基礎) | (10/31) |
| 4 | 数え上げの基礎：漸化式の解き方 (発展) | (11/7)  |
| 5 | 離散代数：整数と有限体          | (11/14) |
| 6 | 離散代数：有限射影平面          | (11/21) |
| 7 | 離散代数：ブロック・デザイン       | (11/28) |

注意：予定の変更もありうる

## スケジュール 後半 (予定)

- 8 離散確率論：確率的離散システムの解析 (基礎) (12/5)  
(対面授業は自習)
- 9 離散確率論：確率的離散システムの解析 (発展) (12/12)
- 10 離散確率論：乱択データ構造とアルゴリズム (基礎) (12/19)
- ⊕ 中間試験 (12/26)
- ★ 休み (冬季休業) (1/2)
- 11 離散確率論：乱択データ構造とアルゴリズム (発展) (1/9)
- 12 離散確率論：マルコフ連鎖 (基礎) (1/16)
- 13 離散確率論：マルコフ連鎖 (発展) (1/23)
- ★ 休み (金曜日の授業を行う日) (1/30)
- ⊕ 期末試験 (2/6 予定)

注意：予定の変更もありうる

## 教員

- ▶ 岡本 吉央 (おかもと よしお)
- ▶ 居室 : 西 4 号館 2 階 206 号室
- ▶ E-mail : [okamotoy@uec.ac.jp](mailto:okamotoy@uec.ac.jp)
- ▶ Web : <http://dopal.cs.uec.ac.jp/okamotoy/>

## ティーチング・アシスタント (TA)

- ▶ 中村 優貴 (なかむら まこと)
- ▶ 居室 : 西 4 号館 2 階 202 号室 (岡本研究室)

## 講義資料

- ▶ Web : <http://dopal.cs.uec.ac.jp/okamotoy/lect/2023/dme/>
- ▶ 注意 : 資料の入手は各学生が自ら行う

<http://dopal.cs.uec.ac.jp/okamotoy/lect/2023/dme/>

- ▶ スライド
- ▶ 印刷用スライド : 8 枚のスライドを 1 ページに収めたもの
- ▶ 演習問題
- ▶ 用語集

演習問題は対面授業時に参照できるように, 各学生が準備すること



## 授業の受け方

## 授業時間まで

## 講義動画 (オンデマンド) を視聴する

- ▶ 質問・コメントを Classroom で投稿する (前日の 18:00 まで)
- ▶ 授業内演習問題の解答を準備しておく

## 授業時間中

## リアルタイム対面授業に参加する (火曜 1 限)

- ▶ 授業内容について質問・討論を行う
- ▶ グループワークで授業内演習問題に取り組む

## 授業時間の後

## 演習問題に取り組む

- ▶ 取り組み方については後述

いずれにおいても、出席は取らない (評価の対象とならない)

## 演習問題

### 演習問題の種類

- ▶ 授業内問題：リアルタイム授業で扱う
- ▶ 復習問題：講義で取り上げた内容を反復
- ▶ 補足問題：講義で省略した内容を補足
- ▶ 追加問題：講義の内容に追加
- ▶ 発展問題：少し難しい (かもしれない)

### 演習問題の進め方

- ▶ 授業内問題は、リアルタイム授業で扱う
- ▶ それ以外の問題は、自習用
- ▶ 注意：「模範解答」のようなものは存在しない

## 演習問題 (続)

## 答案の提出

- ▶ 演習問題の答案をレポートとして提出 **してもよい**
- ▶ 提出は Google Classroom において行う
- ▶ レポートには提出締切がある (各回にて指定)
- ▶ レポートは採点されない (成績に勘案されない)
- ▶ レポートにはコメントがつけられて、返却される
  - ▶ 返却された内容については、再提出ができる (再提出締切は原則なし)

## 成績評価

**評価方法** : 2 回の試験 **のみ** (中間試験, 期末試験) による

▶ 出題形式

- ▶ 演習問題と同じ形式の問題を **4 題出題** する
- ▶ その中の 2 題以上は演習問題と **同一** である  
(ただし, 「発展」として提示された演習問題は出題されない)
- ▶ 全問に解答する
- ▶ **A4 用紙両面に自筆で書いたメモ** を持ち込み可

▶ 配点 : 1 題 15 点満点

**評価基準** :  $\min\{ \text{中間試験の素点} + \text{期末試験の素点}, 100 \}$

- ▶ これ以外の要素は成績評価に考慮されない

## 教科書

- ▶ 指定しない

## 全般的な参考書

- ▶ 浅野孝夫, 「情報数学」, コロナ社, 2009.
- ▶ 小島定吉, 「離散構造」, 朝倉書店, 2013.
- ▶ 玉木久夫, 「情報科学のための確率入門」, サイエンス社, 2002.
- ▶ 伏見正則, 「確率と確率過程」, 朝倉書店, 2004.
- ▶ など

## 格言

### 格言 (三省堂 大辞林)

短い言葉で、人生の真理や処世術などを述べ、教えや戒めとした言葉。  
「石の上にも三年」「沈黙は金」など。金言。

### 格言 (この講義における)

講義内容とは直接関係ないかもしれないが、  
私 (岡本) が重要だと思うこと

### 格言 (の例)

単位取得への最短の道のりは、授業に出て、演習問題を解くこと

## 今日の残りの時間

**演習問題をグループで取り組む練習を行う**

- ▶ 1 グループの人数 = 3 名から 5 名
- ▶ 相談の方法はグループにお任せ
- ▶ 教員と TA は, 巡回してヒントなどを出す