

# I118 グラフとオートマトン理論

## Graphs and Automata

担当: 上原 隆平(Ryuhei UEHARA)

[uehara@jaist.ac.jp](mailto:uehara@jaist.ac.jp)

<http://www.jaist.ac.jp/~uehara/>

# 0. はじめに

- 授業の狙い
  - 計算機科学を学ぶ上で必須の離散数学の基礎
    - 集合
      - 離散的なことから扱う上では必須
    - グラフ理論
      - 多くの問題はグラフ上の問題として定式化できる
      - 「点」とそれをつなぐ「線」だけのモデル
    - オートマトン理論(と形式言語理論)
      - 言語理論の基本中の基本
      - 自然言語、人工言語(プログラミング言語)を問わず、どちらにも必要

# 0. はじめに

- グラフ理論

- 『点』と『つながり』だけを扱うモデル

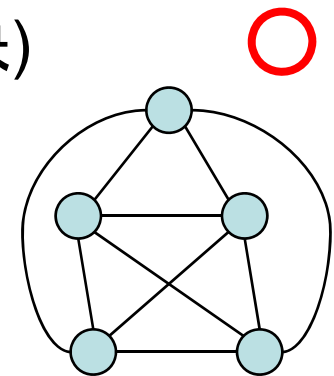
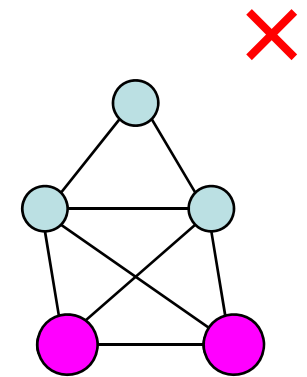
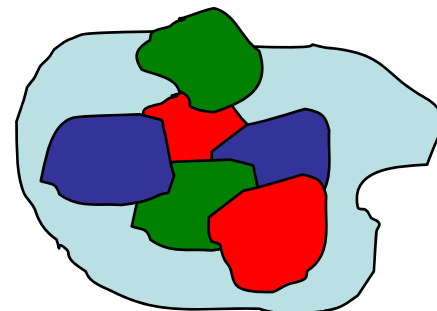
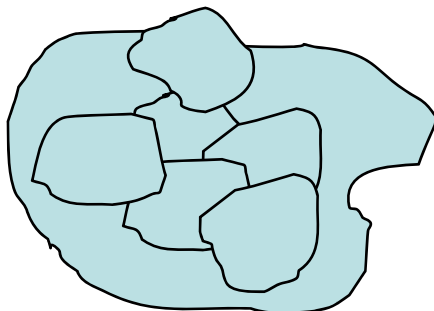
- 例1) オイラーの一筆書きに関する定理(1736)

- 一筆書きできる必要十分条件は、

- グラフがつながっていて、
      - どの点からも偶数本の枝がつながっている

- 例2) 4色定理(1852年に提起され、1976年に解決)

- どんな地図も4色あれば塗り分けられる。



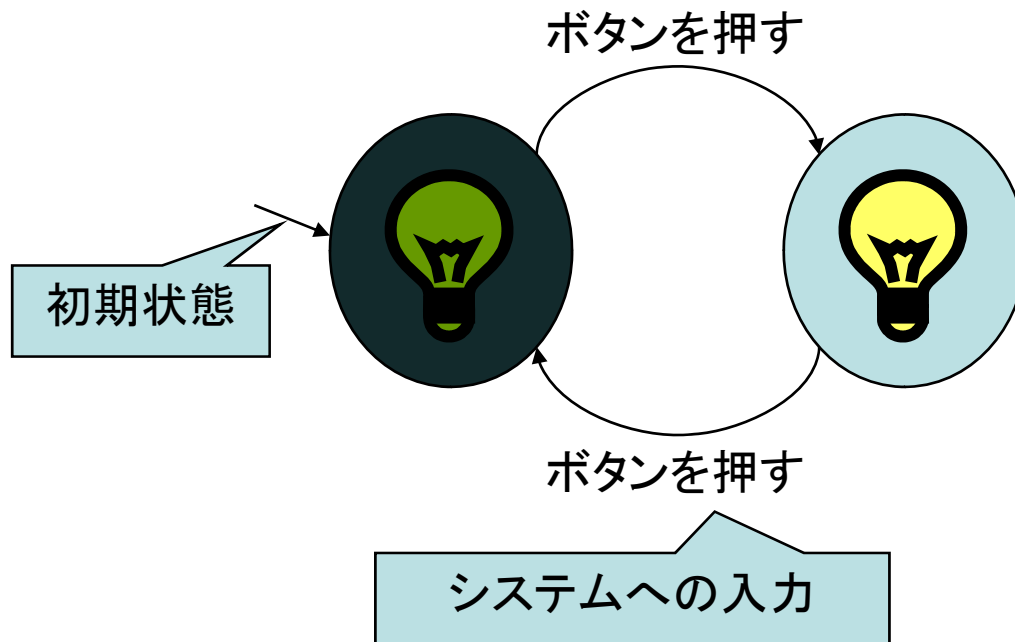
# 0. はじめに

- オートマトンと形式言語
  - 1940～1950年代に独立に考案、研究された
  - オートマトンとチューリングマシン: 機械をモデル化
    - due to A. Turing
  - 形式言語: 言語の文法をモデル化
    - due to N. Chomsky
- オートマトンとチューリングマシン = 形式言語
  - 同じ概念の違った形

計算/プログラム  
文法  
問題  
集合

# 0. はじめに

- 機械をモデル化したものとしてのオートマトン  
– 「状態」と「入(出)力」をもつ機械モデル



# 0. はじめに

- 言語の文法をモデル化したものとしてのオートマトン
  - 「文字列の集合」を記述するための規則

$10^*1^*$

注: 無限個の要素を二分できる

1の後に0が0文字以上続き、次に1が0文字以上続く文字列

- 101, 100111, 1, 10, 11, 100001111111, ...
- × 00, 1010, 1110, 0101, 10001110, ...

# 0. はじめに

- オートマトン = 形式言語
  - コンピュータサイエンスの基礎理論
    - 言語処理
      - 自然言語処理, プログラミング言語, コンパイラ, ...
    - ハードウェア
      - 機械, ロボット, ...
    - その他
      - ネットワークプロトコル, ...

# 0. はじめに

- テキスト

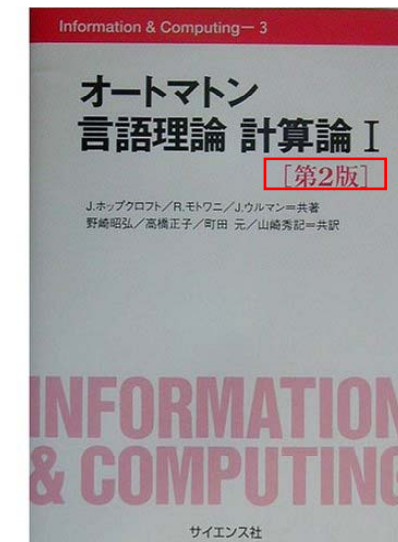
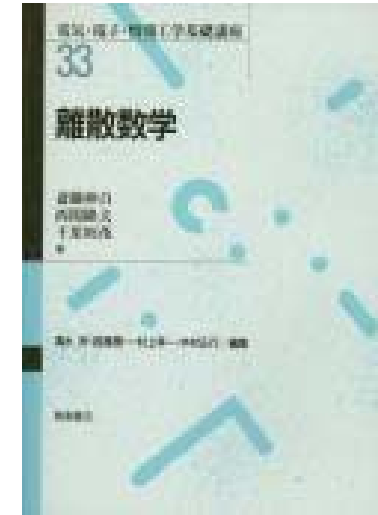
- 前半部分

- 「離散数学」斎藤他著、朝倉書店

- 後半部分

- 「オートマトン 言語理論 計算論1」

- ホップクロフト他著、野崎他訳、サイエンス社  
(第2版のほうがずっと平易)





# 0 より進んだトピックスのための参考文献リスト 1

- 教科書(Text book): 斎藤, 千葉, 西関. 離散数学, 電気・電子・情報工学基礎講座第33巻. 朝倉書店, 1989年. (in Japanese)
- 参考書(References):
  - G. Chartrand and L. Lesniak. Graphs and Digraphs. Chapman & Hall/CRC, 4th edition, 2004.
  - T. Cormen, C. Leiserson, R. Rivest, and C. Stein. Introduction to Algorithms. MIT Press, 2nd edition, 2001.
  - R. Graham, D. Knuth, and O. Patashnik. Concrete Mathematics: A Foundation for Computer Science. Addison-Wesley, 2nd edition, 1994.
  - D. Knuth. The Art of Computer Programming - Fundamental Algorithms, vol.1. Addison-Wesley, 3rd edition, 1997.
  - D. Knuth. The Art of Computer Programming: (Volume 4, Fascicle 2) Generating All Tuples and Permutations, vol.4. Addison-Wesley, 2005.

## 0 より進んだトピックスのための参考文献リスト 2

- 参考書続き (References; cont.):
  - D. Knuth. **The Art of Computer Programming: (Volume 4, Fascicle 3) Generating All Combinations and Partitions, vol.4.** Addison-Wesley, 2005.
  - D. Knuth. **The Art of Computer Programming: (Volume 4, Fascicle 4) Generating All Trees - History of Combinatorial Generation, vol.4.** Addison-Wesley, 2006.
  - C. Liu(著), 成嶋 (訳), 秋山 (訳). **コンピュータサイエンスのための離散数学入門.** オーム社, 1995年.
  - 松坂和夫. **集合・位相入門.** 岩波書店, 1968年. 2003年, 第44刷発行.
  - 伊理, 白川, 梶谷, 篠田他. **演習グラフ理論.** コロナ社, 1983年.
  - K. Rosen. **Discrete Mathematics and its Applications.** McGraw-Hill, 6th edition, 2006.
  - R. Stanley. **Enumerative Combinatorics, vol.1 (2000), vol.2 (2001).** Cambridge University Press.