

オートマトンと言語 6回目 5月16日(水)

有限オートマトン, 正規表現

授業資料

<http://www.ccn.yamanashi.ac.jp/~ysuzuki/automaton/>

授業の予定(中間試験まで)

回数	月日	内容
1	4月11日	オートマトンとは, オリエンテーション
2	4月18日	2章(数式の記法, スタック, BNF)
3	4月25日	2章(BNF), 3章(グラフ)
4	5月02日	3章(グラフ)
5	5月09日	4章 有限オートマトン1
6	5月16日	有限オートマトン2 2・3章の小テスト
7	5月23日	正規表現
8	5月30日	正規表現, 非決定性有限オートマトン
9	6月06日	中間試験, 前半のまとめ

出張などにより, 授業日が変更になる場合があります。

授業の予定

回数	月日	内容
10	6月13日	NFA→DFA
11	6月20日	DFAの最小化
12	6月27日	DFAの最小化, 有限オートマトンの応用
13	7月04日	プッシュダウンオートマトン, チューリング機械
14	7月11日	形式言語理論, 文脈自由文法
15	7月18日	期末試験, まとめ

出張などにより, 授業日が変更になる場合があります。

特別講演会のお知らせ

- 「グローバル社会を生き抜くために」
- 講師: 富士ゼロックス株式会社
社長 山本忠人様 (本学機械工学科OB)
- 日時: 5月21日(月) 16:30~18:00
- 会場: A2-21教室(A2号館2階)

4章 有限オートマトンと正規表現

- 有限オートマトン:
 - 有限個の状態間を遷移するモデルで表される順序機械
 - 例: ジュースの自動販売機
 - 記号処理システム
- 正規表現
 - 文字列のパターンを表現する表記法
 - プログラミングやエディタ(ワープロ)で利用
 - 例: 1文字目が英小文字(a-z), 2文字以降は(あれば)英数文字列
 - $^[a-z][0-9A-Za-z]^*$

順序機械と有限状態機械

- 順序機械とフリップフロップ
- 簡単な順序機械

前回はここまで

順序機械とフリップフロップ

- 論理回路 (デジタル回路とハードウェア基礎実験(2年後期)で学習)
 - 組み合わせ論理回路
 - 入力のみによって出力が決まる.
- 順序論理回路
 - 内部記憶(状態)を持っている.
 - 状態によって出力が変わる
 - 例: ジュースの自動販売機
 - 10円をいれたら, 10円が入ったことを覚えておく

2種類の順序機械

ミーリー機械, ムーア機械

- ミーリー機械
 - 出力がそのときの状態と入力で決まる.
- ムーア機械
 - 出力が遷移先の状態で決まる.

フリップフロップ

- 1bitの情報を保持できる論理回路
- 公園にあるシーソー (ギッタンバタン)
 - 左右が釣り合った状態は考えない

SRフリップフロップ

- シーソーの左右に乗って状態を変えた状態で降りることを考える (左右が釣り合った状態は考えない)

状態遷移図

後続科目範囲

SRフリップフロップ

入力 S	R	出力 Q	notQ
0	0	変化しない	
1	0	1	0
0	1	0	1
1	1	不定	

後続科目範囲

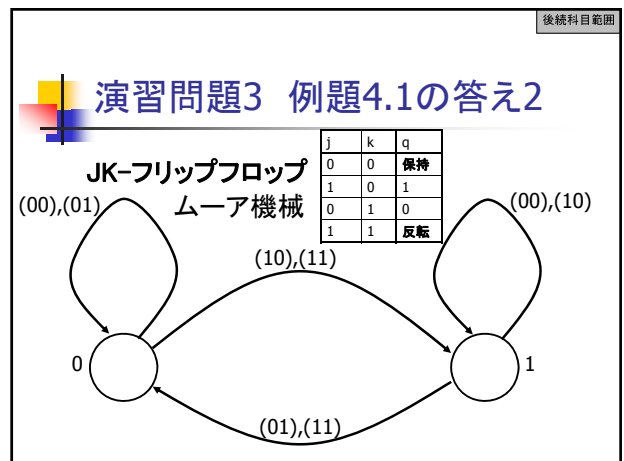
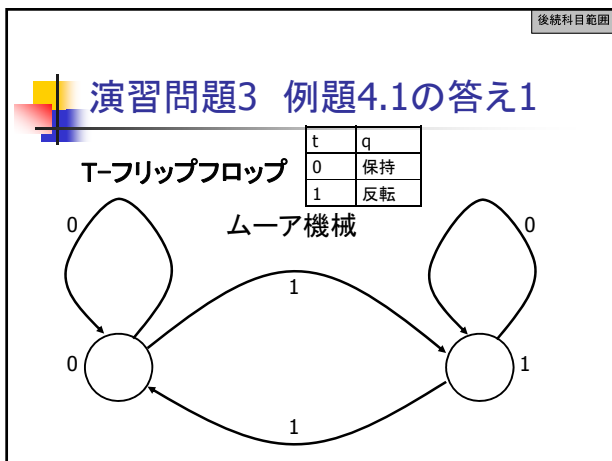
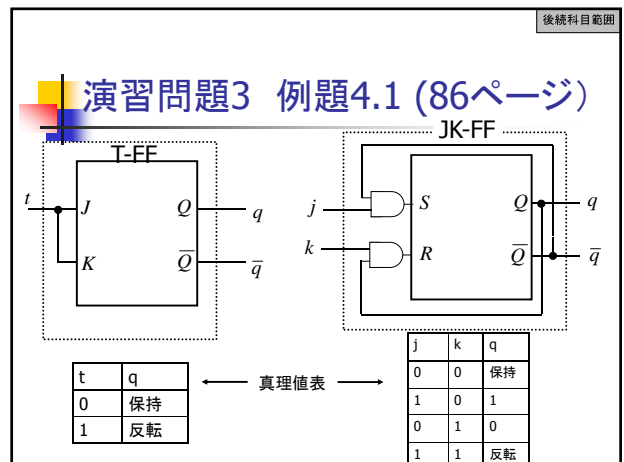
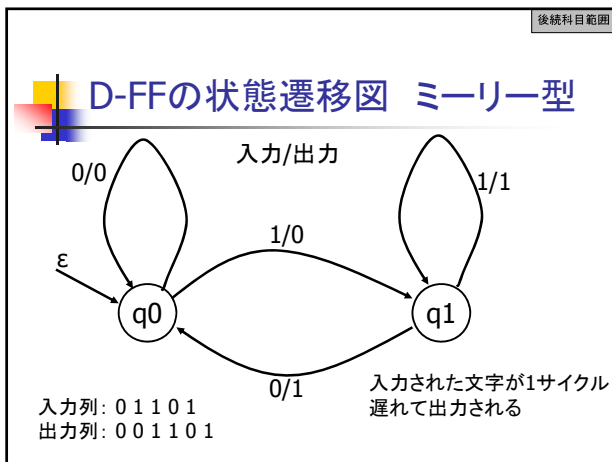
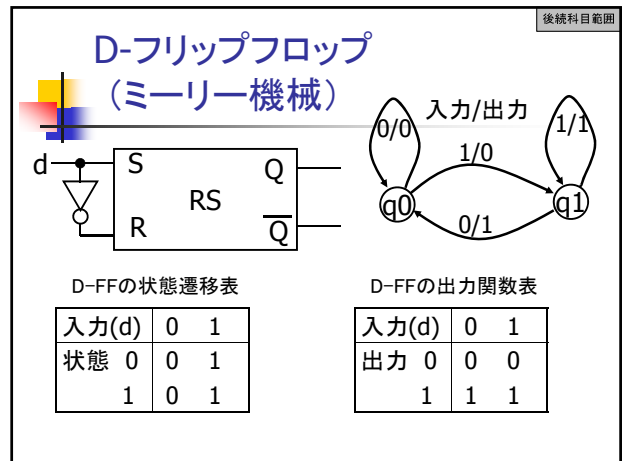
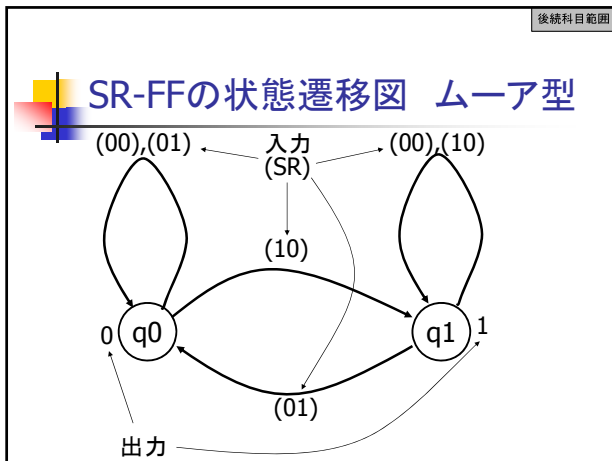
SR-FFの状態遷移表, 出力関数表 (ムーア機械)

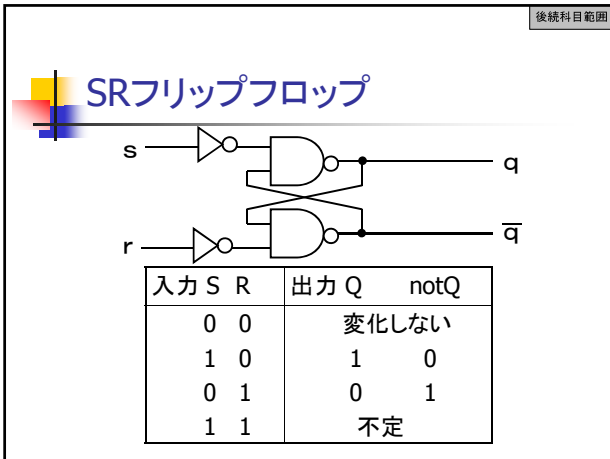
SR-FFの状態遷移表

入力(sr)	(00)	(01)	(10)	(11)
状態 0	0	0	1	禁止
1	1	0	1	禁止

SR-FFの出力関数表 (qの表)

入力(sr)	(00)	(01)	(10)	(11)
出力 0	0	0	1	禁止
1	1	0	1	禁止





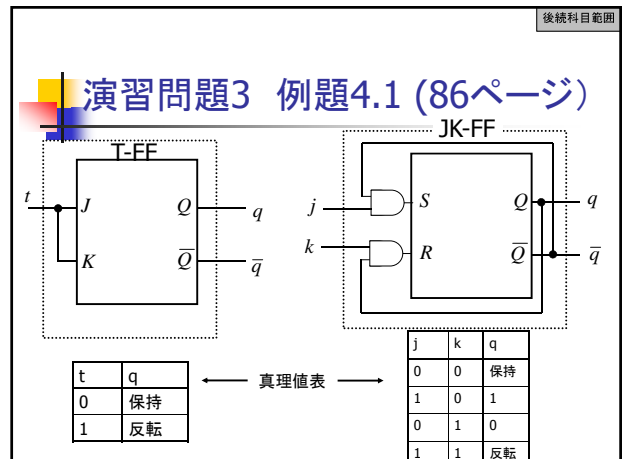
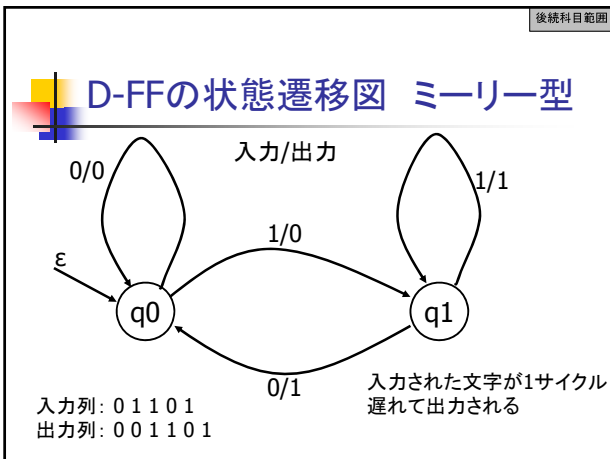
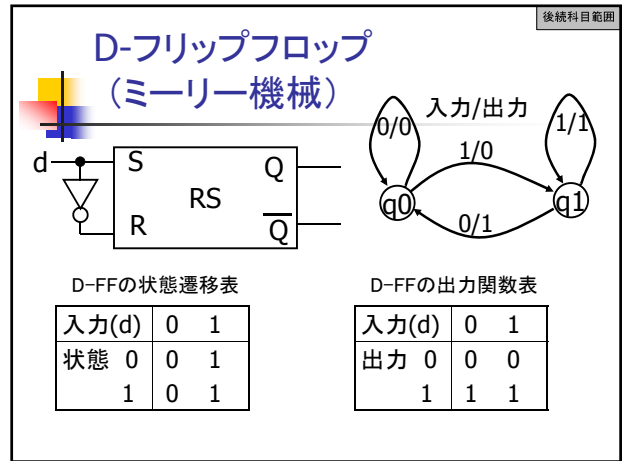
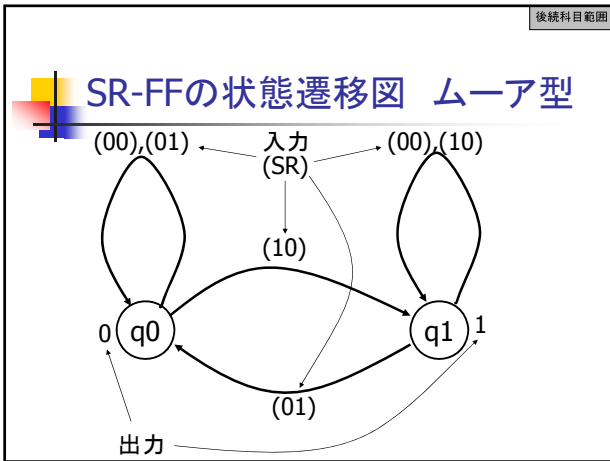
SR-FFの状態遷移表, 出力関数表 (ムーア機械)

SR-FFの状態遷移表

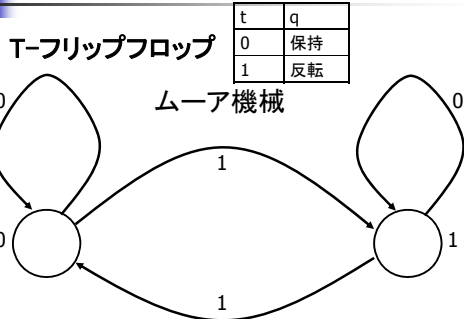
入力(sr)	(00)	(01)	(10)	(11)
状態 0	0	0	1	禁止
1	1	0	1	禁止

SR-FFの出力関数表 (qの表)

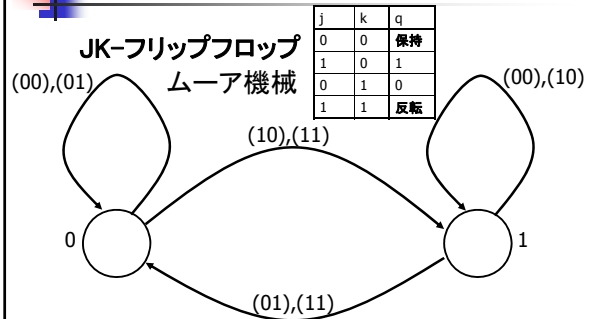
入力(sr)	(00)	(01)	(10)	(11)
出力 0	0	0	1	禁止
1	1	0	1	禁止



演習問題3 例題4.1の答え1



演習問題3 例題4.1の答え2

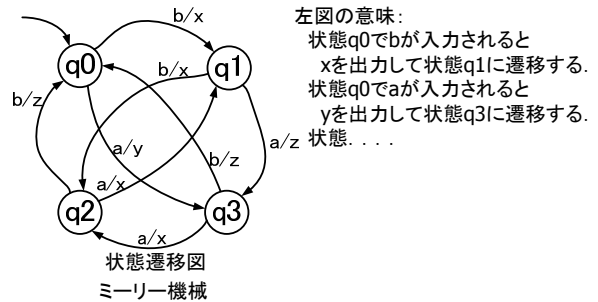


4.1.2 簡単な順序機械 (p.87)

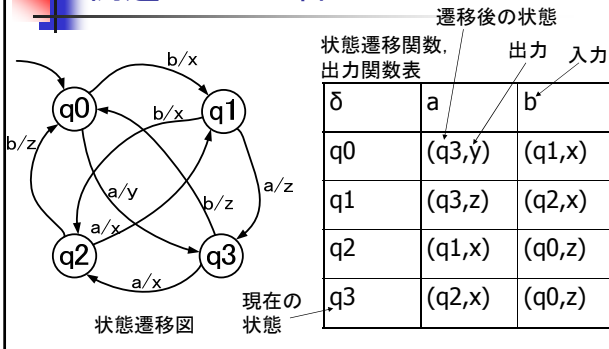
- 状態遷移図
 - 状態遷移関数, 出力関数
- 状態遷移図+入力系列
 - 状態遷移の様子, 出力
- 動作の説明
 - 状態遷移図

例題4.2 a

状態遷移図から状態遷移関数と出力関数の表を求めよ

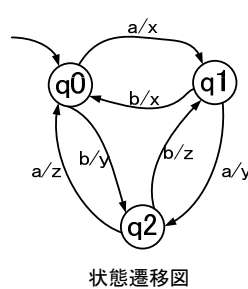


例題4.2 a の答え

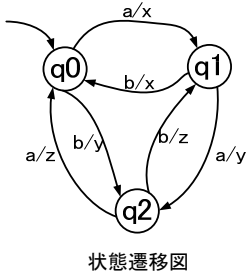


例題4.2 b

状態遷移図から状態遷移関数と出力関数の表を求めよ



例題4.2 b の答え



状態遷移関数,
出力関数表

δ	a	b
q0	(q1,x)	(q2,y)
q1	(q2,y)	(q0,x)
q2	(q0,z)	(q1,z)

状態遷移図

例題4.3 a

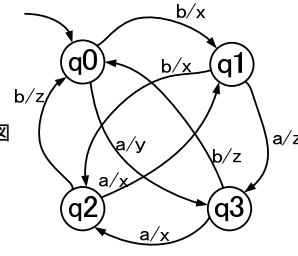
状態遷移図, 入力系列 → 状態遷移の様子, 出力

q0: 初期状態

状態遷移図

入力系列

- 1. aababaabba, 2. bbaabbaa, 3. abaaabbab, 4. bababbabb



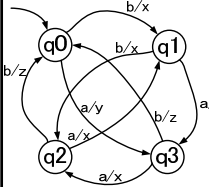
例題4.3 a 答え

入力系列 ■ 1 aababaabba

状態遷移の様子

出力

- q0-q3-q2-q0-q3-q0-q3-q2-q0-q1-q3
- y x z z y z y x z x z
- 2 bbaabbaa
- q0-q1-q2-q1-q3-q0-q1-q3-q2
- x x x z z x z x
- 3 abaaabbab
- q0-q3-q0-q3-q2-q1-q2-q0-q3-q0
- y z y x x x z y z
- 4 bababbabb
- q0-q1-q3-q0-q3-q0-q1-q3-q0-q1
- x z z y z x z z x



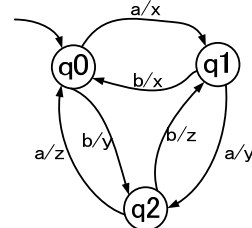
演習問題1 例題4.3 b

状態遷移図, 入力系列 → 状態遷移の様子, 出力

状態遷移図

入力系列

- 1. aababaabba, 2. bbaabbaa, 3. abaaabbab, 4. bababbabb



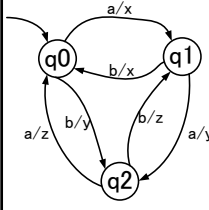
演習問題1 例題4.3 b 答え

入力系列 → ■ 1 aababaabba

状態遷移の様子 →

出力 →

- q0-q1-q2-q1-q2-q1-q2-q0-q2-q1-q2
- x y z y z y z y z y
- 2 bbaabbaa
- q0-q2-q1-q2-q0-q2-q1-q2-q0
- y z y z y z y z
- 3 abaaabbab
- q0-q1-q0-q1-q2-q0-q2-q1-q2-q1
- x x x y z y z y y
- 4 bababbabb
- q0-q2-q0-q2-q0-q2-q1-q2-q1-q0
- y z y z y z y z x



例題4.4 a (p.87)

- 入力系列を2時点だけ遅らせて出力する

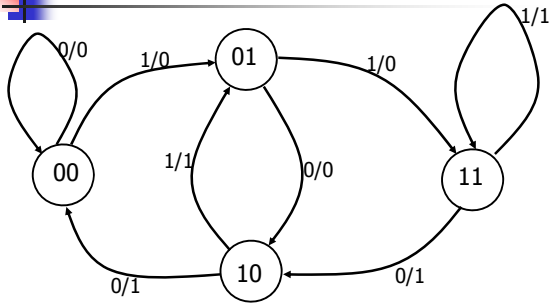
- 例) 011010...が入力されると,

- .. 011010...を出力する

- ヒント: 直前の2入力を状態のラベルと考えると考えやすい

- 00, 01, 10, 11

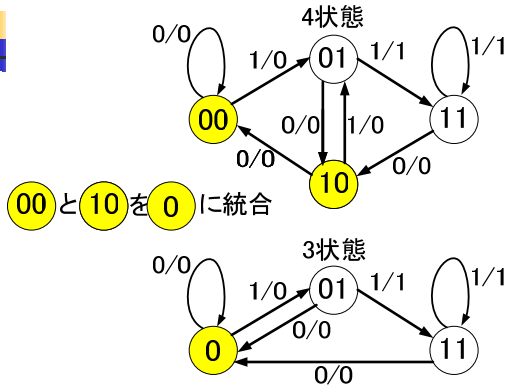
例題4.4 a 答え



演習問題2 例題4.4 b

- 入力系列に1が2個続いたときに1を出力し、それ以外るとき0を出力する状態遷移図
- 例) 入力系列が0011111011100...に対して、
0011111001100...を出力する
- ヒント: 直前の2つの入力を状態のラベルとすると考えやすい

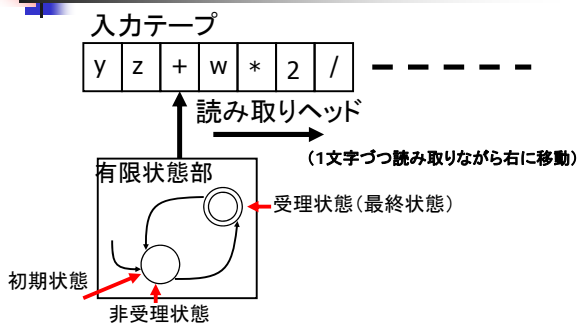
演習問題 例題4.4 b 答え



4.2 有限オートマトン

- 有限オートマトン
- 有限オートマトンと言語の認識

有限オートマトン (FA) のモデル

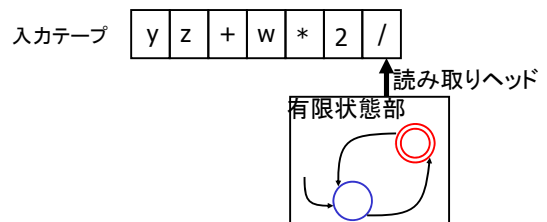


入力語の受理, 不受理

(コンパイラの字句解析を想像してください)

入力文字列が終わったとき

- 状態が受理状態なら 入力語を受理する
- 状態が非受理状態なら 入力語を受理しない



有限オートマトン(FA)の定義

- 内部状態の有限集合 Q
- 入力アルファベット Σ
- 状態遷移関数 $\delta: Q \times \Sigma \rightarrow Q$
- 初期状態 $S \in Q$
- 最終状態 $F \subset Q$

上の5項が決まると有限オートマトン(FA)は一意に決まる.

今日のまとめ

- 状態遷移図 → 状態遷移関数, 出力関数
- 状態遷移図, 入力系列 → 状態系列, 出力系列
- 動作の説明 → 状態遷移図
- 有限オートマトンのモデル

今日の宿題

- 例題4.4a, 例題4.4bを実現するプログラムを作る

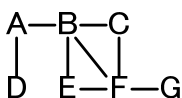
小テスト

5月16日 10:15~10:30

- 試験範囲 2章, 3章
- 解答し終わったら答案用紙を提出
- 解答例は今日の授業資料に掲載

小テストの解答例 問題1

- 下の図のグラフについて答えよ.
 - a. AとFの距離を求めよ.
 - 2
 - b. グラフの直径(の長さ)を求めよ.
 - 4
 - c. ブリッジはどれか, すべて答えよ.
 - D-A, A-B, F-G



小テスト解答例 問題2

- 下の用語を説明せよ.
- a: 順路
 - 節点が重複しない径路(径路: ある二つの節点を結ぶ節点と辺の列)
- b: 切断点(カットポイント)
 - その節点と節点につながっている辺を取り除くと連節グラフでなくなる節点
- c: 完全グラフ
 - 任意の節点がグラフ内の他の全ての節点と辺で直接つながっているグラフ
- d: 補グラフ
 - 完全グラフからある部分グラフの辺を取り除いたグラフ

小テスト 解答例 問題3

- 次の数式(中置記法)の構文木を描け. また前置記法と後置記法に変換せよ. 但し「*」は乗算演算子とする.

