

オートマトンと言語

1回目 4月11日(水)

授業資料

<http://ir.cs.yamanashi.ac.jp/~ysuzuki/public/automaton/>



出欠席確認

- 出欠席確認システムを利用
- 学生証を持ってくること



オートマトンとは(1)

- ロボット
- からくり人形
- セルオートマトン
 - 例: ライフゲーム (人工生命体の誕生, 進化, 淘汰のシミュレーション)
- 順序機械 (デジタル回路)
- コンピュータの数学的モデル



オートマトンとは(2)

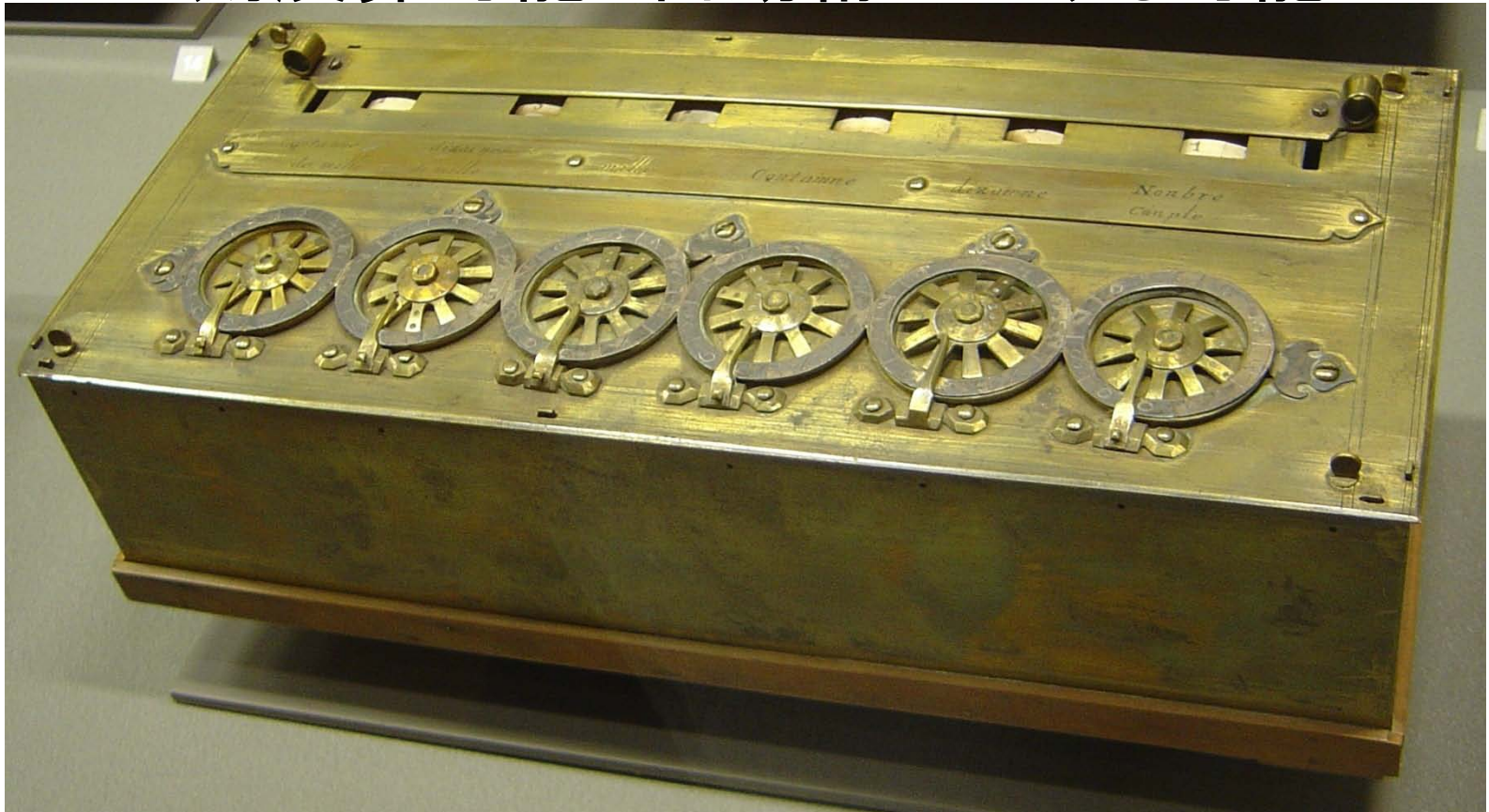
- からくり人形
 - からくりシリーズ(学研 大人の科学)
 - からくり段返り人形
 - 弓曳童子
 - 大江戸からくり人形
 - 野坂オートマタ美術館
 - 機械仕掛けの美術品 人形が動くオルゴール
- 入力に対して内部の状態に応じた処理を行ない, 結果を出力する機械
- 複数の状態と, それぞれの状態を入力に対してどのような処理を行うかを定めた関数とで構成される

からくり人形から計算機

パスカルの計算機(パスカリーヌ)

(1623-1662)

- 機械式計算機
- 四則演算可能. 自動桁上がりも可能





パスカルの計算機の仕組み

- <http://www.wizforest.com/gear/pascal/pascal2.html>
- 歯車を組み合わせて足し算引き算を行う
- 歯車によって桁上がりを実現

オートマトンの例

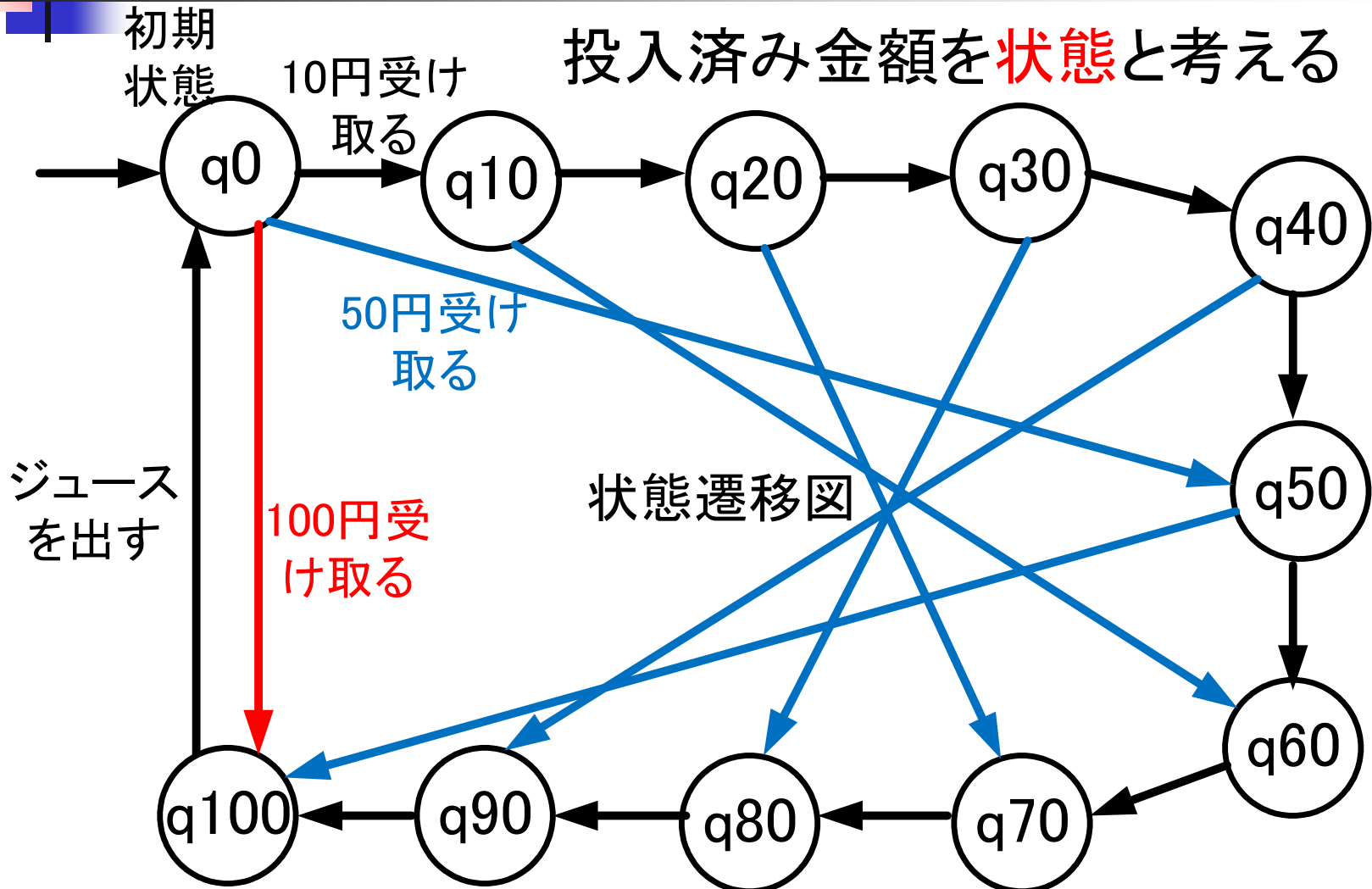
ジュースの自動販売機

- 100円を入れるとジュースが出てくる
- 使えるお金は10円, 50円, 100円
- 100円以上投入されることは考えない

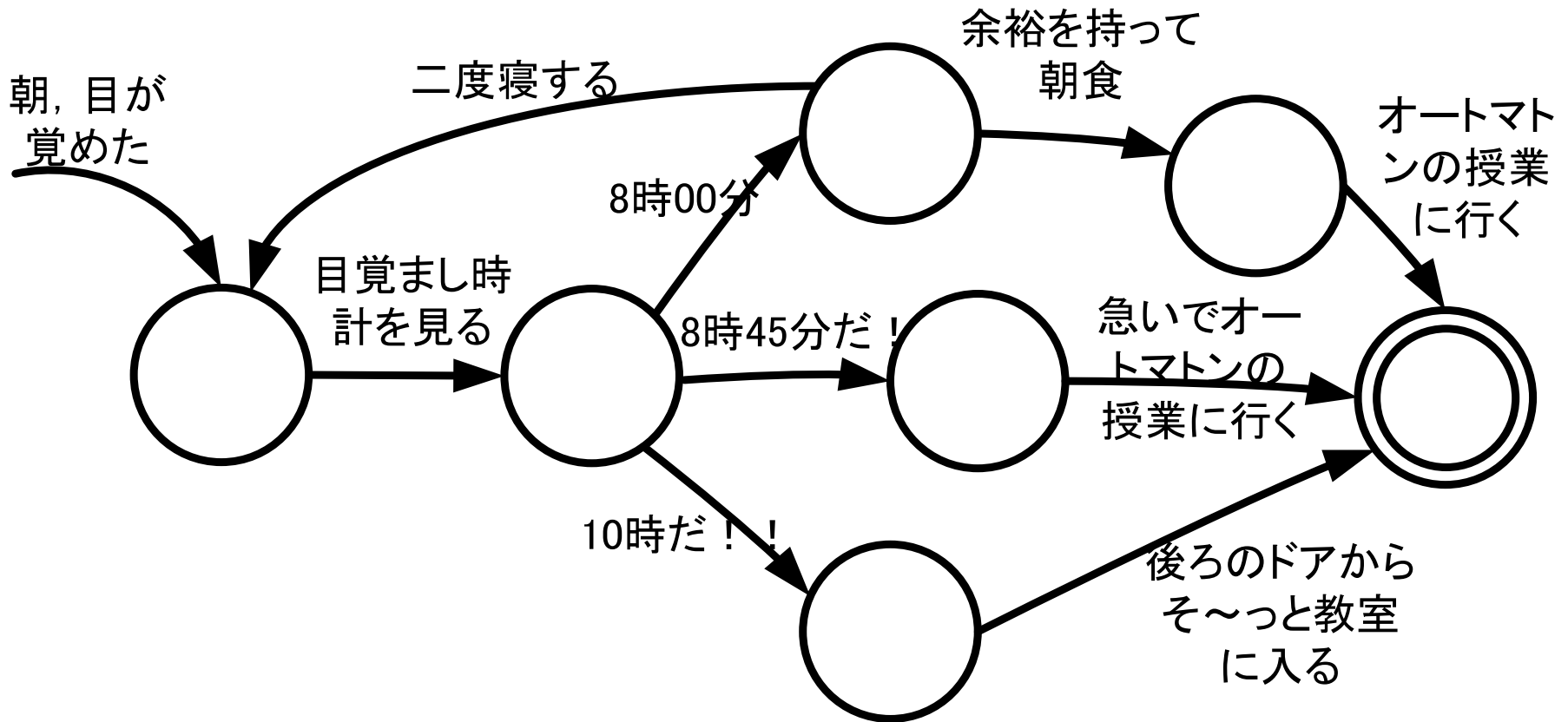
- このような自動販売機を作るにはどうする？
 - どんなプログラムを書く？

オートマトンの例 ジュースの自動販売機

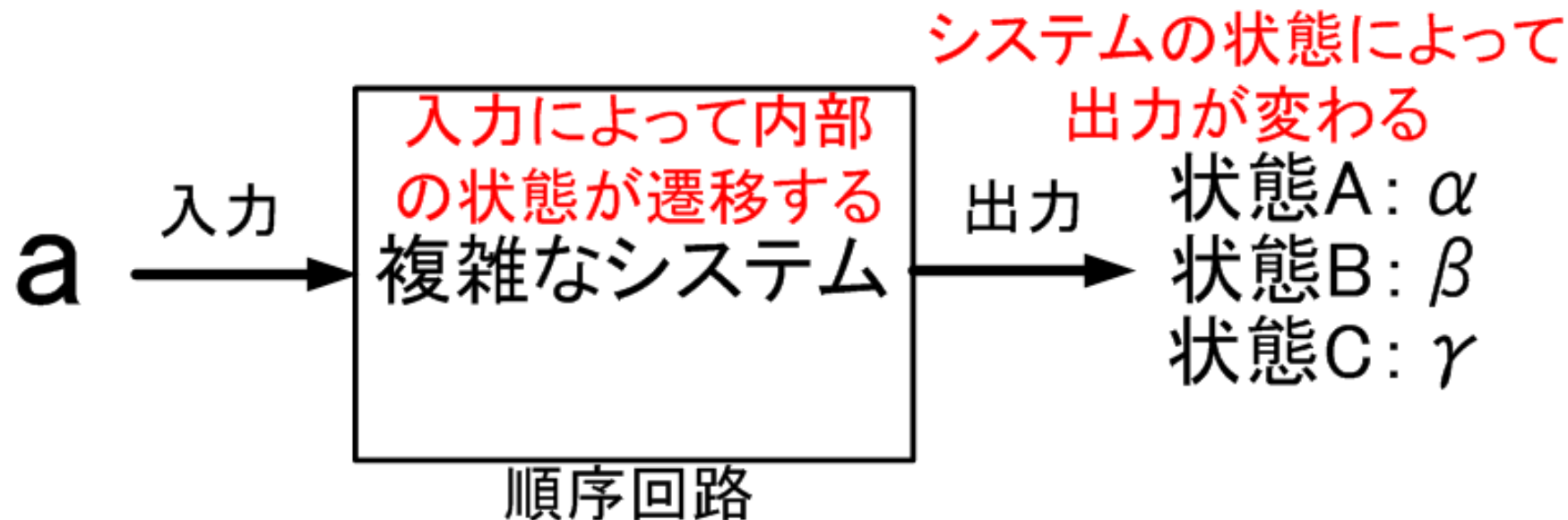
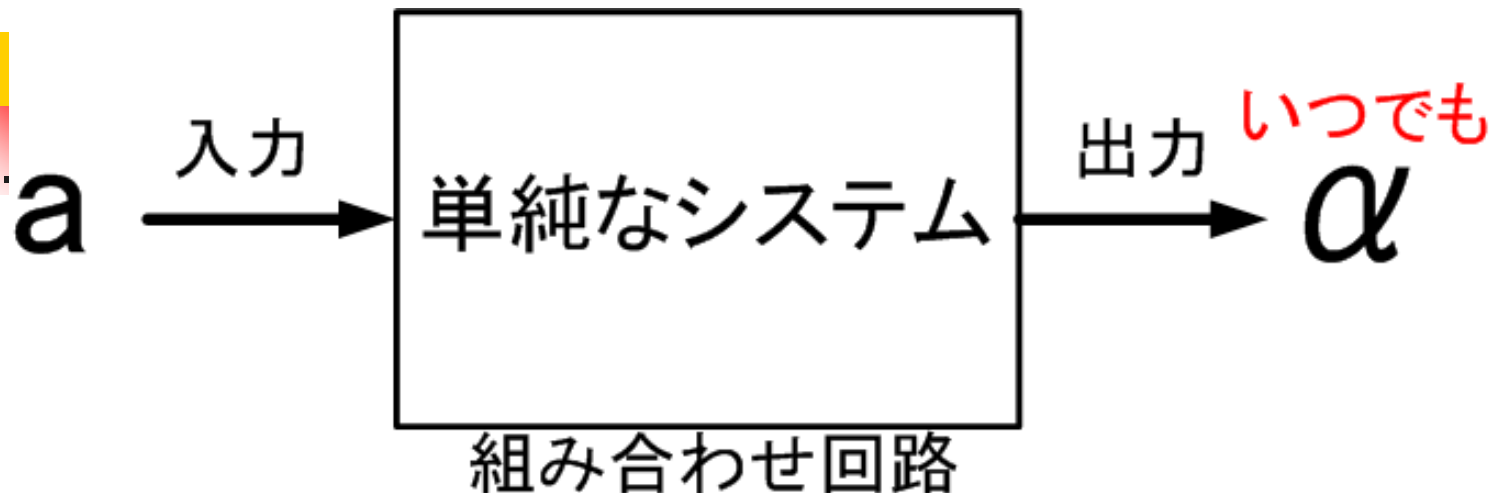
- 100円を入れるとジュースが出てくる
- 使えるお金は10円, 50円, 100円
- 100円以上投入されることは考えない



身近な例 あなたもオートマトン



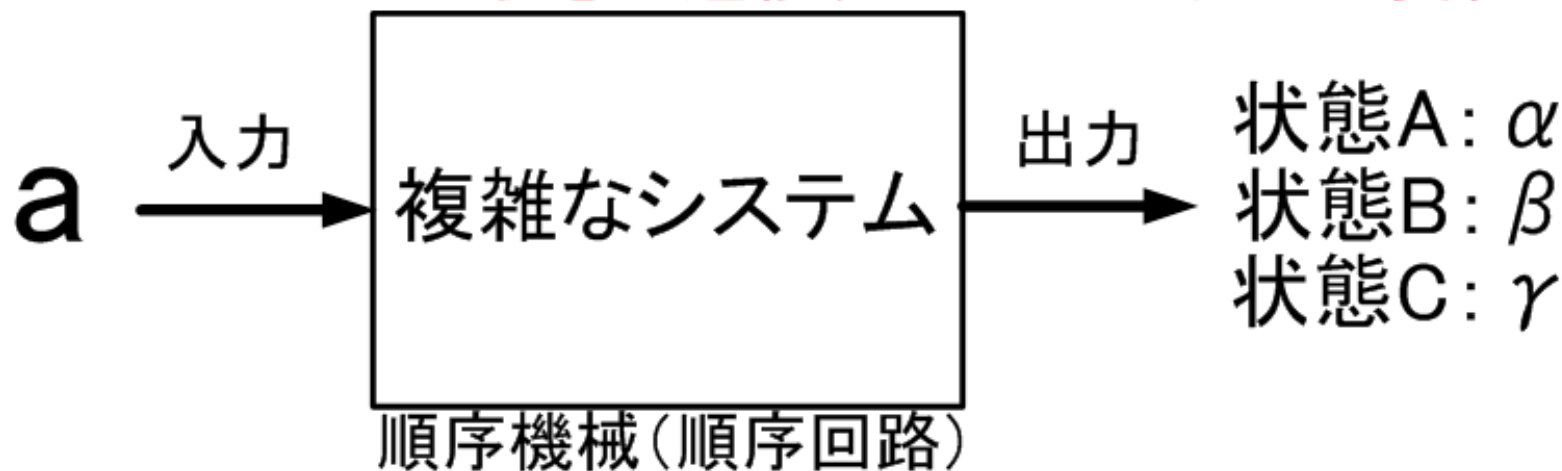
単純なシステム, 複雑なシステム



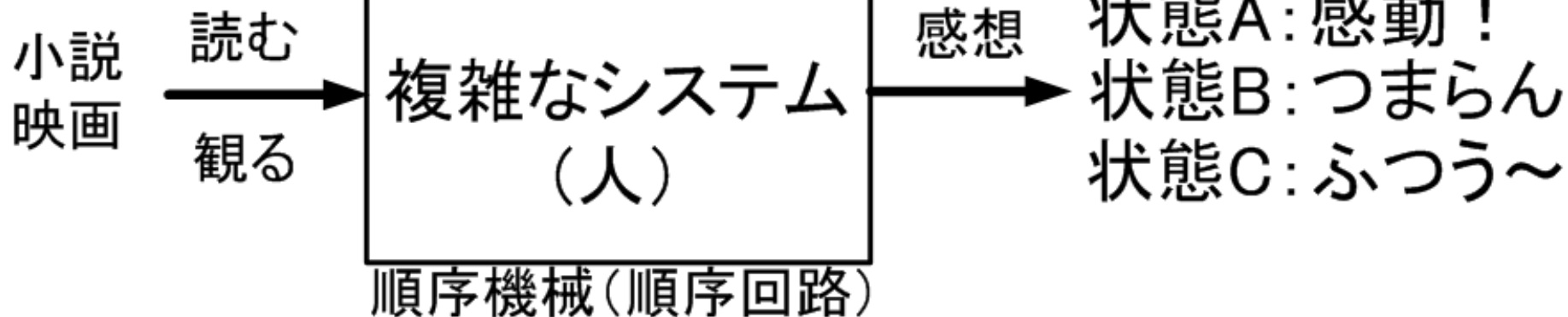
複雑なシステムの例

入力によって内部
の状態が遷移する

システムの状態によって
出力が変わる



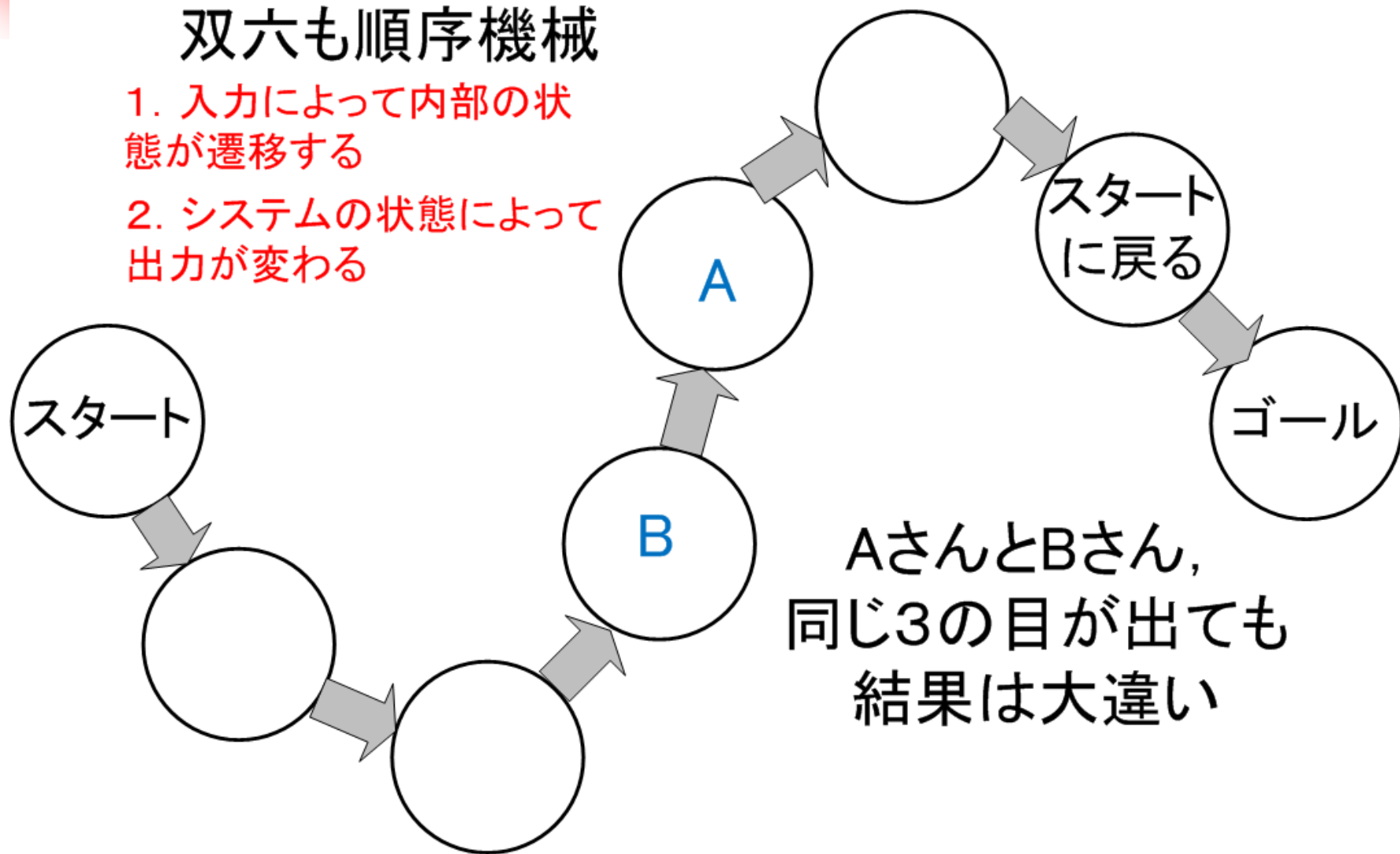
例



順序機械の例

双六も順序機械

1. 入力によって内部の状態が遷移する
2. システムの状態によって出力が変わる



注:もう試せなくなりました

イオンでケチケチ大作戦 1/5

- 元手は1000円のお小遣い
- イオン系のスーパーでチロルチョコレート(20円)をたくさん買うには？
- いくつ買えるかプログラムを作って計算してみよう

$$\frac{1000\text{円}}{20\text{円}} = 50\text{個} ?$$



イオンでケチケチ大作戦 2/5

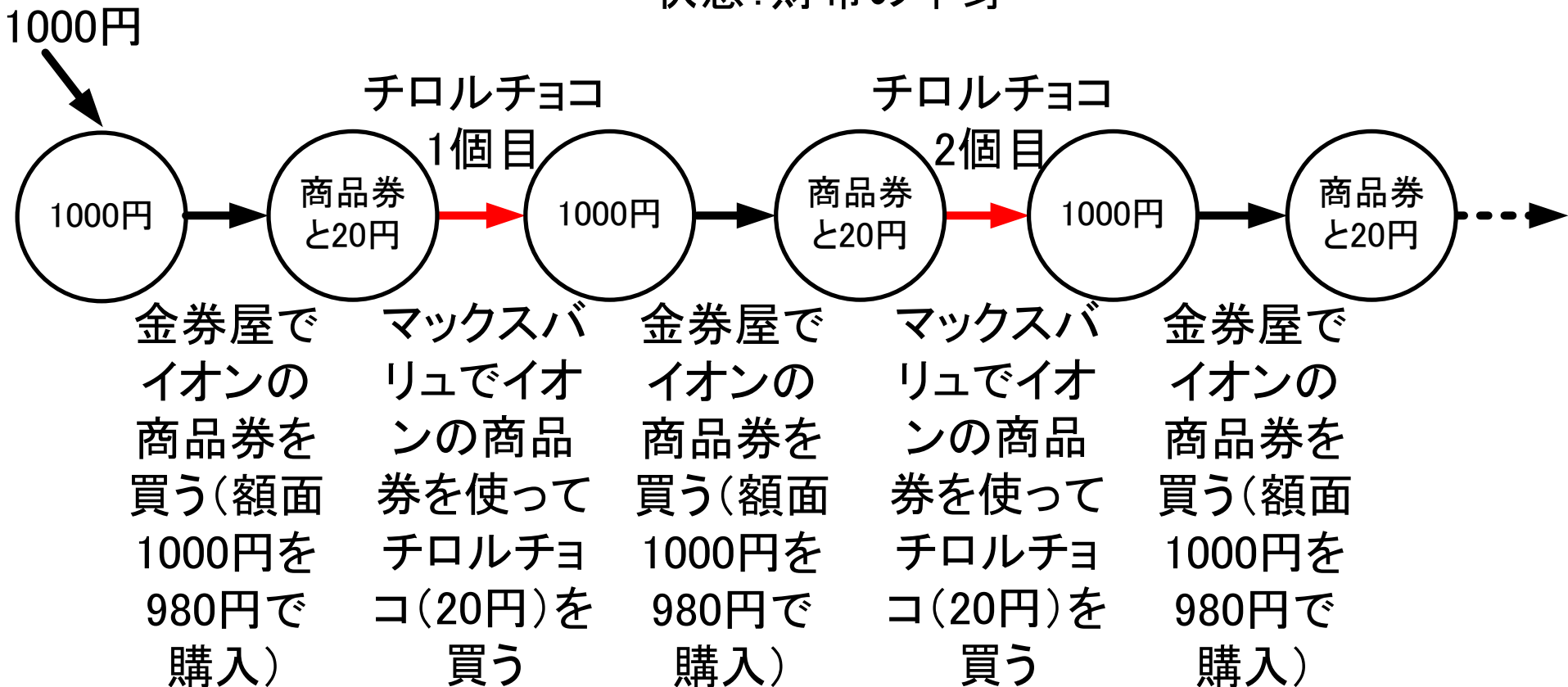
■ 方針

- 元手は1000円札1枚
- 金券屋でイオンの商品券を980円で買う
- イオンの商品券を使ってチロルチョコ(20円)をマックスバリュで1個買う

イオンでケチケチ大作戦 3/5

状態遷移図(無限に続く)

状態: 財布の中身

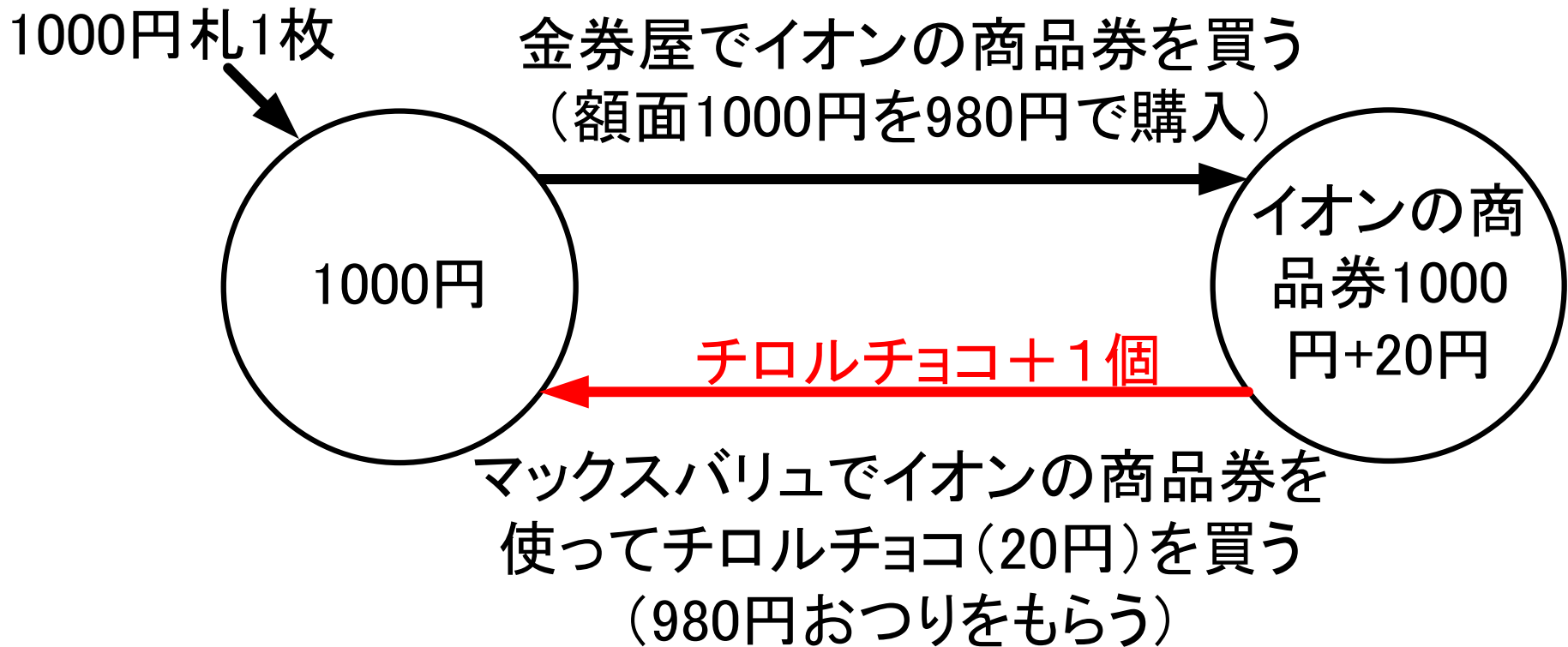


イオンでケチケチ大作戦 4/5

状態遷移図を書き直すと...

二つの状態を繰り返す

状態: 財布の中身



イオンでケチケチ大作戦 5/5

(この授業で学んでもらいたいこと)

- 複雑な処理を状態遷移図で書き表せる.
 - 有限オートマトン
 - 正規表現
- 状態遷移図の状態の最適化が出来る
 - 有限オートマトンの最小化
- より複雑な処理をモデル化出来る
 - プッシュダウンオートマトン
 - チューリングマシン
- 複雑な処理の実例としてのコンパイラ(字句解析)を理解する
 - 正規表現
 - 形式言語理論
 - 文脈自由文法



授業のねらい(KM-Fコース用)

- 形式言語, 自然言語などの**言語理論**を理解する.
- チューリング機械などの**計算機モデル**を理解する.
- 正規表現を理解し, プログラミングなどで利用する.
- 関連科目の基礎知識を得る(アルゴリズムとデータ構造IIIなど)
- 抽象化 \leftrightarrow 具体化に慣れる

他の科目との関連

科目間関係	科目名 (開講時期 教員)	キーワード	関連度
先行科目	情報数学基礎 (1後 山崎)	木グラフ, 正規表現	◎
後続科目	アルゴリズムとデータ構造Ⅲ (2後 鈴木)	正規表現, 文脈自由文法, 有限オートマトン	◎
//	デジタル回路 (2後 関口)	フリップフロップ	◎
//	ハードウェア基礎実験 (2後 高村, 鈴木, 西崎)	順序回路, フリップフロップ	◎
//	プログラミング言語論 (2後 渡辺)	文脈自由文法, BNF	◎
//	ソフトウェア工学 (3前 渡辺)	状態遷移図	○
//	ヒューマン・マシンインターフェース (3後 関口)	文脈自由文法	○



授業のねらい(開放科目用)

- コンピュータの内部でどんなことが行われているかを理解する.
- プログラム言語をコンピュータがどのように解読するかを理解する.
- 人間の言葉をコンピュータに理解させるにはどうすればいいかを考える.
- 正規表現を理解し, プログラミングなどで利用する.
- 抽象化 \Leftrightarrow 具体化に慣れる

教科書, 参考書

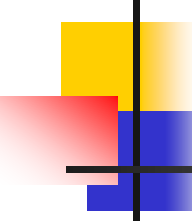
■ 教科書

- 形式言語と有限オートマトン入門
 - 出版社: コロナ社
 - 著者: 小倉久和
 - ISBN4-339-02339

■ 参考書

- 計算論への入門
 - 出版社: ピアソン・エデュケーション
 - 著者: エフイーム・キンバー, カール・スミス
 - ISBN4-89471-437-X
- オートマトン 言語理解 計算論I
 - 出版社: サイエンス社
 - 著者: J・ホップクロフト他
 - ISBN4-7819-0374-6

参考書 その2

- 
- オートマトン・言語理論
 - 著者: 富田悦次, 横森貴
 - 出版社: 森北出版
 - ISBN4-627-80550-0
 - 計算理論とオートマトン言語理論
 - 著者: 丸岡章
 - 出版社: サイエンス社
 - ISBN4-7819-1104-8
 - コンパイラ
 - 著者: 湯浅太一
 - 出版社: 昭晃堂
 - ISBN4-7856-2050-1
 - 2006年までの「コンパイラ」の授業の教科書

参考書 その3

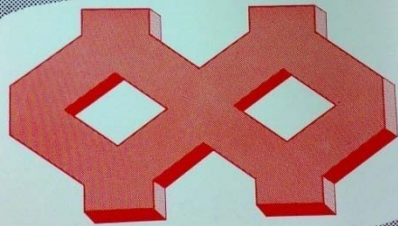
- あなたはコンピュータを理解していますか？
 - 著者:梅津信幸
 - 出版社:=Softbank Creative
 - ISBN:978-4-7973-3949-9
- THE NEW TURING OMNIBUS
 - A.K.Dewdney
 - HOLT, 1993年
 - ISBN:0-8050-7166-0
- マルチメディア時代の情報理論
 - 著者:小川英一
 - 出版社:コロナ社
 - 情報理論(宮本先生)の教科書

参考書の写真 1/4

形式言語と 有限オートマトン入門

— 例題を中心とした情報の離散数学 —

理学博士 小倉 久和 著



コロナ社

standard text

スタンダードテキスト

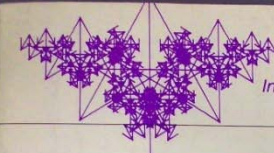
計算論への入門

オートマトン・言語理論・チューリング機械

エフイム・キンバー カール・スミス 著
箕 捷彦 = 監修
杉原 崇憲 = 訳

Pearson
Education
Japan

ピアソン・エデュケーション



Information & Computing-3

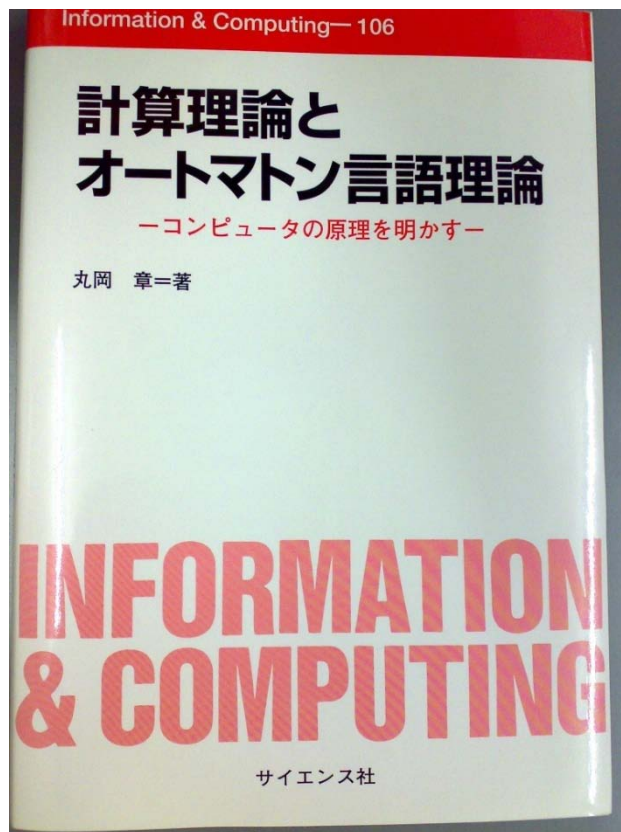
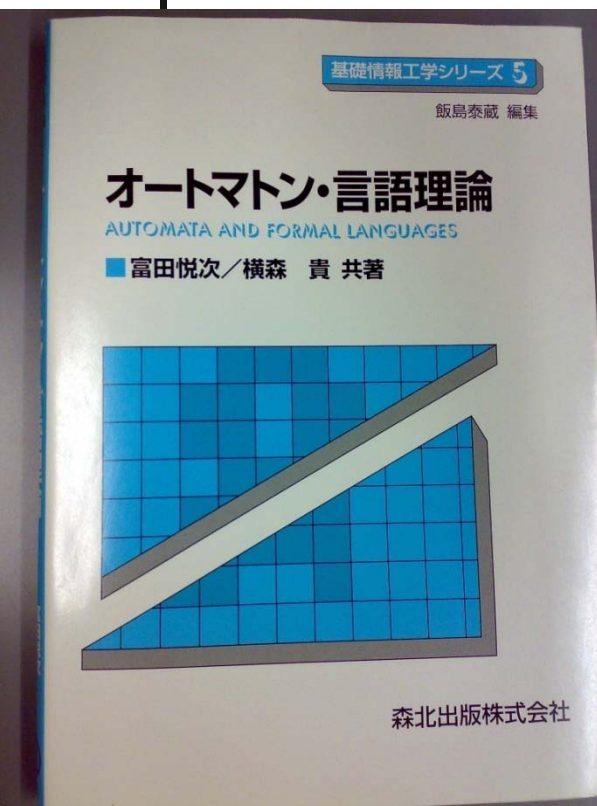
オートマトン 言語理論 計算論 I

J. ホップクロフト / J. ウルマン 共著

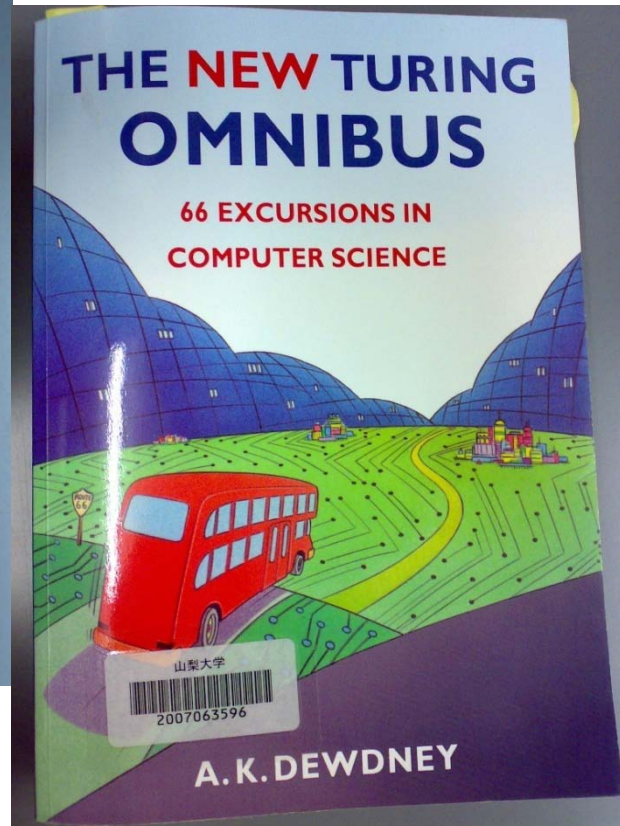
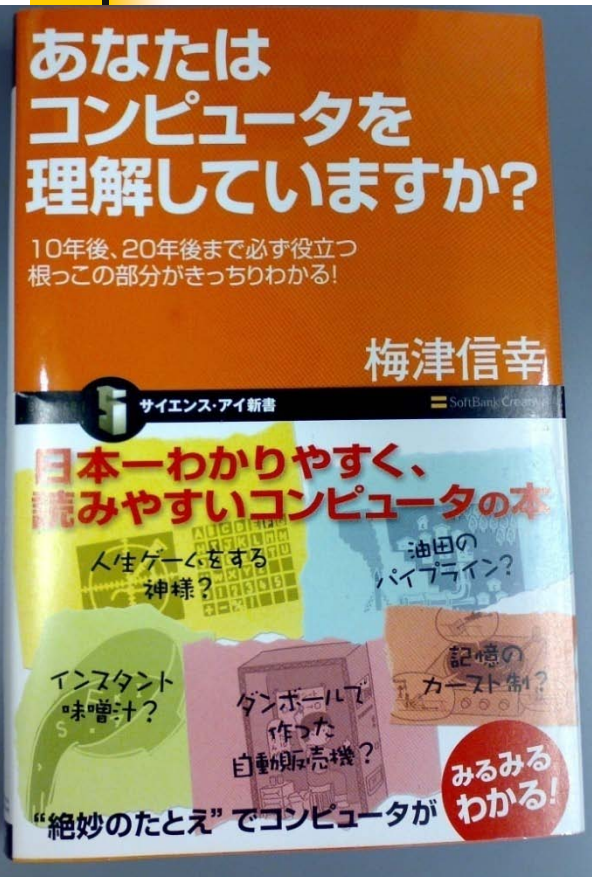
野崎昭弘 / 高橋正子 / 町田 元 / 山崎秀記 共訳

サイエンス社

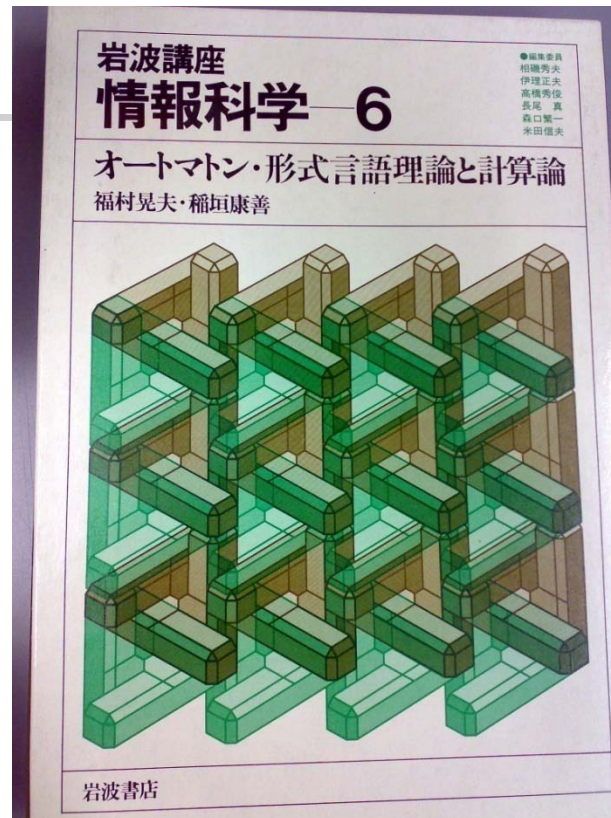
参考書の写真 2/4



参考書の写真 3/4



参考書の写真 4/4



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.



評価

- 期末試験: 57点 (A)
- 中間試験: 30点 (B)
- 演習問題(小テストを含む): 13点 (C)

$$\text{評価} = A + B + C$$

- 合格点: 60点以上
- 特別試験は実施しないつもり

過去の単位履修状況

		履修申告者	期末試験受験者	合格者
KM-F	11年度	43人	36人	28人
	10年度	47人	40人	32人
	09年度	43人	38人	36人
	08年度	51人	45人	44人
	07年度	51人	43人	33人
	06年度	48人	41人	33人
開放 科目	11年度	1人	0人	0人
	10年度	2人	0人	0人
	09年度	6人	4人	4人
	08年度	2人	0人	0人
	07年度	7人	3人	3人
	06年度	7人	0人	0人

1回目 4月11日

まとめ

- オートマトンとは
- 状態遷移図
- 授業のねらい (KM-F, 開放科目)
- 他の科目との関係
- 参考書
- 授業の予定
- 評価



今日の宿題

- 自動販売機の動作を模したプログラムを作る
- 「イオンでケチケチ大作戦」のプログラムを作る
- 身近な順序機械の例を挙げる