コンピュータ・サイエンス2

第1回
CPUの構成と論理回路

人間科学科コミュニケーション専攻
白銀 純子

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

第1回の内容

- オリエンテーション
- 前期の復習
  - 後期の内容に関係ある部分のみ
- コンピュータの構成

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

オリエンテーション

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

授業目標

- コンピュータの基本的な仕組みを理解
  - コンピュータを自在に使いこなすための基礎的な素養
  - 情報処理技術者試験や高校の教科「情報」の教職免許に必要な知識を身につけるための基盤

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

学習上の注意事項

- 疑問点やわからないことをそのままにしておくと、ついてこれなくなる
  - 必ず次の講義までに解決するように!
- 授業を休んだときは、次に授業までに、必ず授業のWebページを見て内容を勉強しておくこと
  - わからないことは聞くこと!

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

教科書

- 教科書:「情報とコンピュータ」, 河村一樹, 和田勉, 山下和之, 立田ルミ, 岡田正, 佐々木整, 山口和紀共著, 株式会社オーム社

※授業は、教科書±αの内容になる予定なので、
　教科書と授業の資料を併用して勉強すること

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

連絡先と資料置き場

- 連絡先
  研究室: *8号館4階8413室*
  メールアドレス: *junko@lab.twcu.ac.jp*
  ※質問は、メールか研究室にどうぞ

- 授業Webページ
  http://www.cis.twcu.ac.jp/~junko/Science/
  ※授業内容、お知らせなど

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

わからない言葉があるときは

- コンピュータ用語辞典で調べる
  - e-Words: *http://e-words.jp/*
  - アスキーデジタル用語辞典: *http://yougo.ascii24.com/gh/index.html*
- コンピュータ用語辞典に載っていないときは、
  検索エンジン(Googleなど)で調べる
  - Google: *http://www.google.co.jp/*

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

成績評価とレポート・試験

- 成績評価: 出席: 30%, レポート+期末試験: 70%
- 出席: 授業のWebページから毎回の設問に回答

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

出席の取り方(1)

- スマートフォンで授業のWebページから回答入力ページにアクセスし、前回授業の復習・その日の授業に関する問題やアンケートに回答
- 問題やアンケート: 1回の授業につき2～3回程度、授業内で発表
  - その日に出されたものすべてに回答すると1回分の出席
  - 無回答や明らかにいいかげんな回答があると、遅刻・寝ていた・早退のどれかとみなし、1回分の出席点の半分
    - どうしても回答がわからない設問は、設問の内容を書いておけばOK
    - 設問に対する回答欄の数が多い日もあるかもしれないが、その場合には、出されなかった問題については無回答でOK(解答欄は3つあるが、その日の設問は2つだけだった、など)
  - 電車の遅延の場合には、遅延証明書をもらってくること
    - 遅延証明書の裏に授業名・日付・学生番号・氏名を書いて提出することで、無回答の設問があっても、1回分の出席点
    - バスは遅延証明書が出ないので要注意(遅れても大丈夫なように余裕を持って来ること)

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016. All rights reserved.

出席の取り方(2)

- 設問は一気には出さないので、設問に対する回答は、ノートなどにメモしておき、授業の最後に入力して提出すること
  - 1問ずつ入力して提出、ということをしないこと
    - すべての設問に対する回答を入力した状態で提出すること
  - 回答を、回答提出フォームに入力しておいておくと、何らかの原因で回答が消えてしまうこともありえるので、必ず回答をノートなどにメモしておくこと
    - タイムアウト(一定時間ほっておくと時間切れになる)
    - 間違って回答提出フォームの画面を消してしまう, etc.
- 何らかの理由で回答提出フォームから回答できない人は、授業の最後に出席カードを取りに来ること(授業中に取りに来ないこと)
  - 出席カードの裏に解答を書いて提出すること

授業のWebページ: http://www.cis.twcu.ac.jp/~junko/Science/

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

前期の復習

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

コンピュータでの情報の扱い方(p. 2)

- コンピュータが扱える情報は「0」と「1」のみ
- 大量の「0」と「1」を組み合わせて情報を表現
  - 数値: 1つの数を「0」と「1」の組み合わせで表現
  - 文字: 1つの文字を「0」と「1」の組み合わせで表現
  - 画像: 1つの点の色を「0」と「1」の組み合わせで表現
    - 画像は、色のついた点が縦横に並べられているものという扱い

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

2進数(p. 4)

- n進数: 数をn個の文字で表す方法
  - 10進数: 数を10個の文字で表す方法(普段使っている数の表現方法)
    - 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9の10個の文字
  - 2進数: 数を2個の文字で表す方法
    - 0, 1の2個の文字

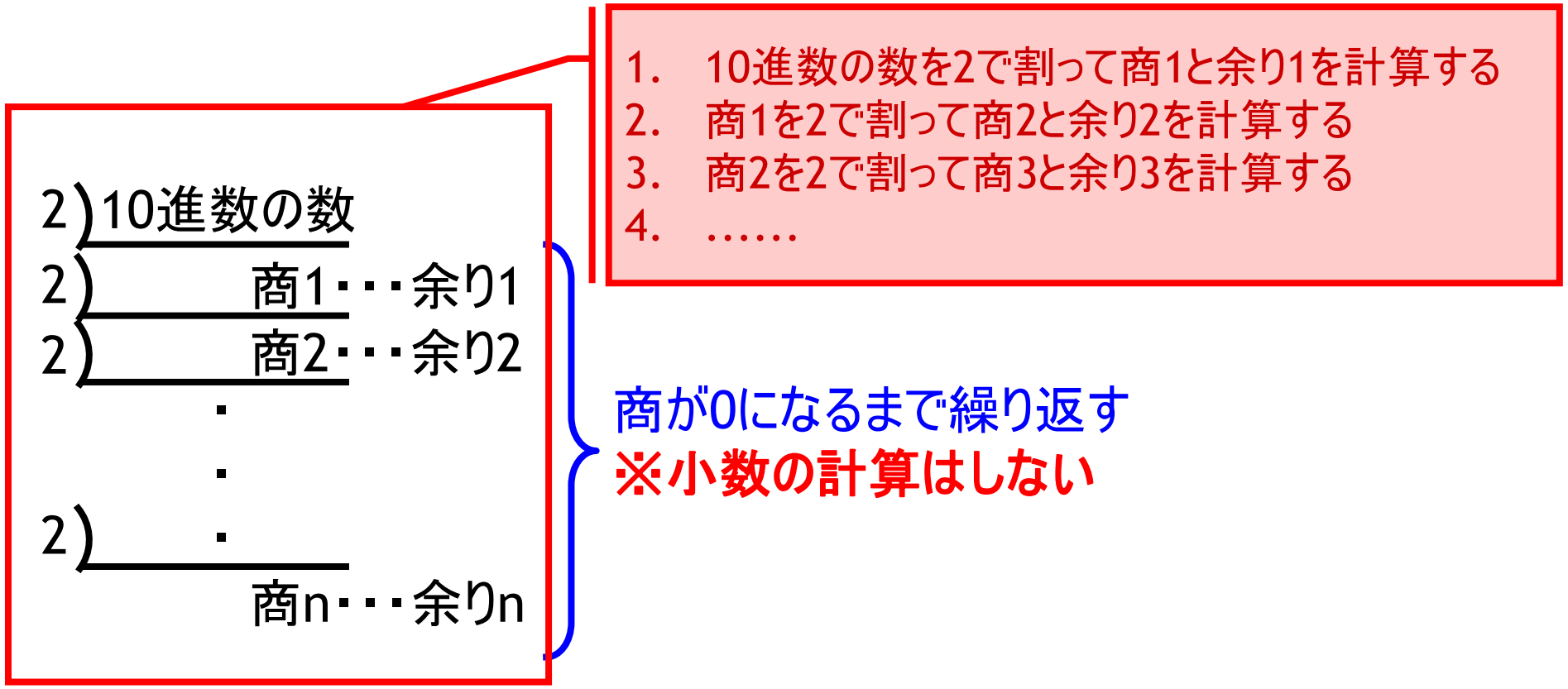
コンピュータ: 「0」と「1」で全ての情報を表現

2進数で情報を表現する、と言うことができる

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

10進数を2進数に変換

- 10進数の数は、2進数の表現に直すことができる

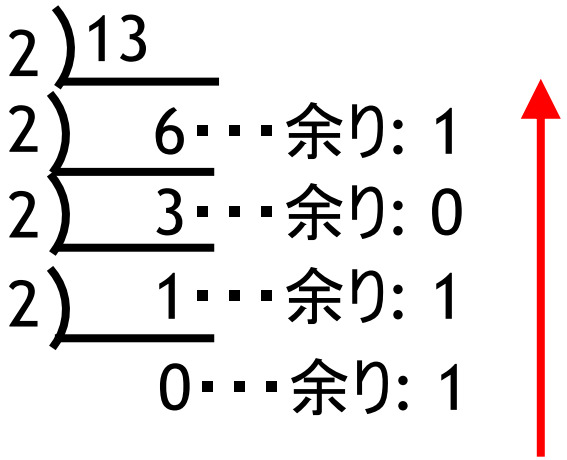


➡ 余りを余りnから余り1の順に左から並べたものが2進数

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

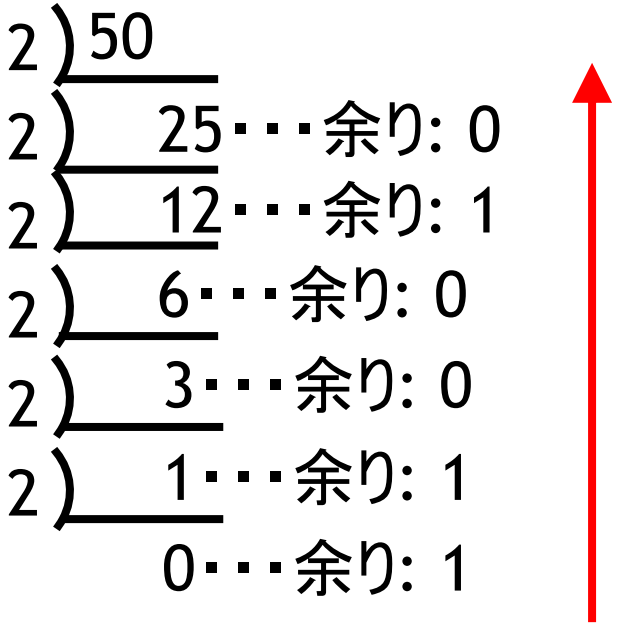
10進数を2進数に変換(例)

10進数の13を2進数に変換



$(13)_{10} = (1101)_2$

10進数の50を2進数に変換



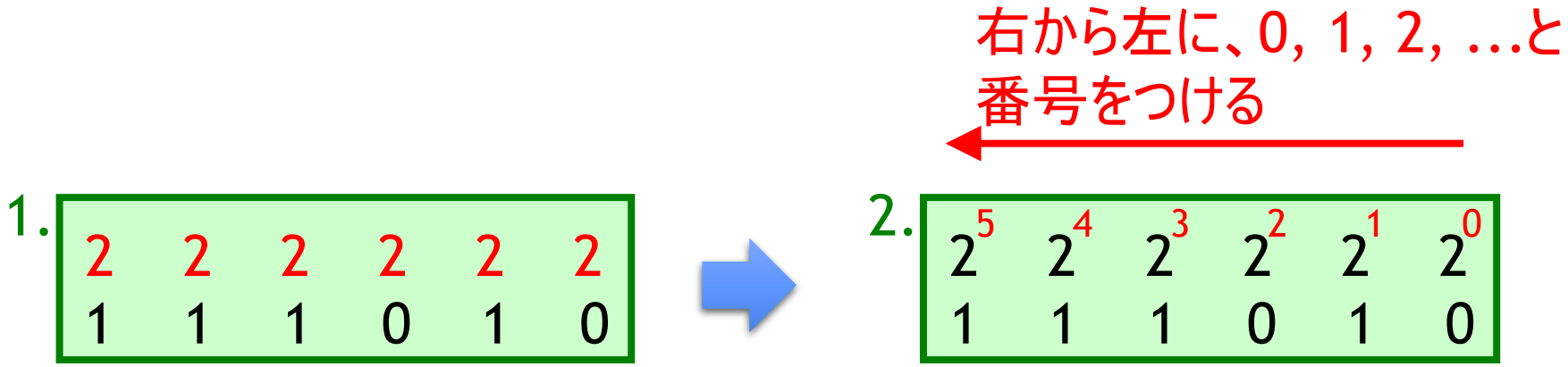
$(50)_{10} = (110010)_2$

※矢印の方向に余りを並べる

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

2進数を10進数に変換

- 単純に…
  1. 2進数の各桁の上にそれぞれ「2」を書く
  2. 1. で書いた「2」の右肩に、右から0, 1, 2, …と書いていく
     - 2^0, 2^1, 2^2, …ができていく



Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

2進数を10進数に変換

- 単純に…
  3. 各桁の上の「2^n」と、それぞれの桁の数をかけあわせる
  4. 2. の結果を足し合わせる

2.

2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
1	1	1	0	1	0

3.

2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
×	×	×	×	×	×
1	1	1	0	1	0
=					
2^5	2^4	2^3	0	2^1	0

4.

2^5 2^4 2^3 0 2^1 0

足し合わせる

=

$2^5 + 2^4 + 2^3 + 0 + 2^1 + 0 = 58$

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

負の数の表現(p. 9)

- 負の数の表現方法
  - ◆真数表現: 2進数の一番大きな桁を符号の桁とし、この桁が0であれば正の数、1であれば負の数とする考え方
    - 「+0」と「-0」ができるなど様々な不都合
  - ◆2の補数表現: 負の数Xを、正の数X(2進数)の0と1を反転させて1を加えた数で表現する方法
    - 足し算・引き算・かけ算・割り算を全て同じ回路で計算できるので好都合

実際のコンピュータでは2の補数を利用

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

2の補数表現[2](p. 9)

- 2の補数 = 負の数を2進数で表現したもの(コンピュータの世界では)
- 計算方法(例: -20を10桁の2進数に直す)

1. 2の補数に直したい10進数のマイナスを取り除く
   - $(-20)_{10} \rightarrow (20)_{10}$
2. 1. の結果を2進数に直す
   - $(20)_{10} = (0000010100)_2$
3. 2. の結果の0と1を逆にする(0の桁を1、1の桁を0にする)

0 0 0 0 0 1 0 1 0 0

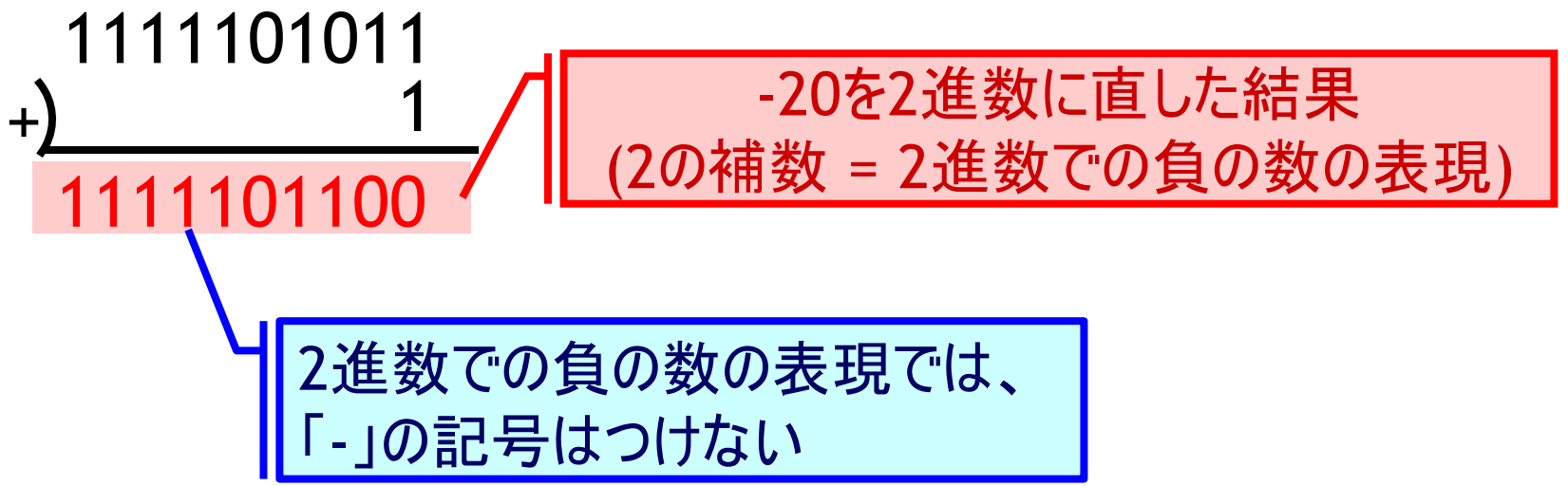
1 1 1 1 1 0 1 0 1 1

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

2の補数表現[2](p. 9)

- 2の補数 = 負の数を2進数で表現したもの(コンピュータの世界では)
- 計算方法(例: -20を10桁の2進数に直す)

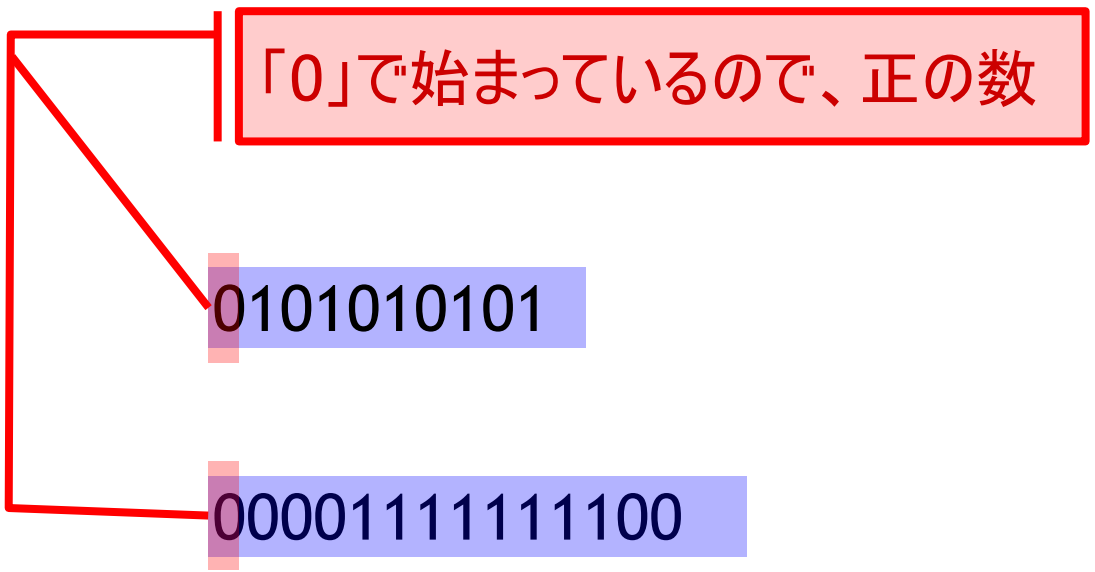
4. 3. の結果に1を足し算する

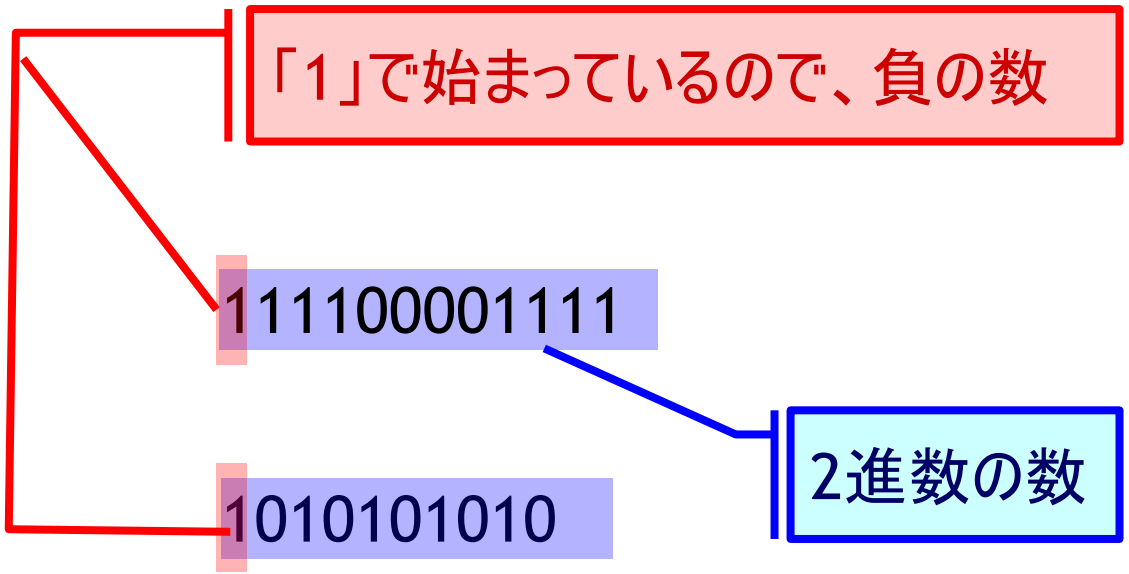


Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

正の数と負の数の見分け方[3]

- 2進数を見たときに…(2の補数を考える場合)
  - 「2の補数を考える」という場合は、先頭の桁を見て、正の数か負の数かを判断
  - 「2の補数を考える」と書かれていない場合は、負の数を考えなくてOK





Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

コンピュータの構成

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

コンピュータの構成(p. 39)

- ハードウェアとソフトウェアで構成
  - ハードウェア: 部品や周辺機器など
  - ソフトウェア: ハードウェアを制御して様々な処理をする手順や命令の集合

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

ハードウェアの構成(p.39)

- マザーボード
- 中央処理装置(CPU)
- 記憶装置
- 入出力装置
- ネットワーク接続装置
- 拡張カード
- 各種インタフェース

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

マザーボード(p. 34)

- 「メインボード」とも
- コンピュータの様々な部品を装着する基盤
  - コンピュータのほとんどの部品はマザーボードに接続され、マザーボードを介してやりとりする
  - 様々なスロット(差込口)を持つ
    - CPUスロット: CPUを装着する箇所
    - メモリスロット: メインメモリを装着する箇所
    - 拡張スロット: 拡張カードを装着する箇所
  - ビデオカードやサウンドカード、ネットワークカードなどの拡張カードの機能をあわせ持つものも多い

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

中央処理装置(p. 39)

- 「CPU(Central Processing Unit)」,「プロセッサ」とも
- コンピュータの心臓部
- 様々なデータの処理や各装置の制御を担当
- コンピュータの速度の性能の大部分を決定付ける部品
  - コンピュータの処理速度はCPUの処理速度に大きく依存
- 人間の頭脳の中の物事を考える部分に相当

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

記憶装置[メインメモリ](p. 41)

- 「主記憶装置」とも
- コンピュータ内でデータや処理内容を記憶する装置
- CPUから直接読み書きでき、他の記憶装置と比べるとデータの読み書きが非常に高速
  - ランダムアクセス
- 材料の価格が高く、多くの容量の搭載は不可能
  - 容量が多いと、それだけコンピュータの処理速度が高速
  - 最近のPCでは、2GB～8GB程度搭載
- 電源を切ると、記憶した内容が消去
  - 人間の頭脳の短期記憶の部分に相当

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

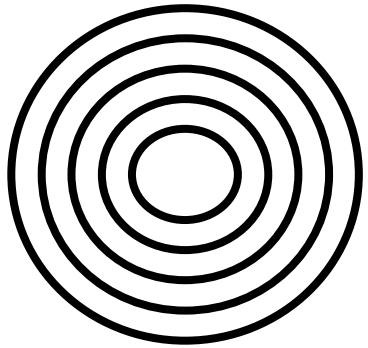
記憶装置[HDD][1](p. 42)

- Hard Disk Driveの略
- コンピュータの代表的な外部記憶装置の1つ
  - 主記憶装置以外の記憶装置を「外部記憶装置」または「補助記憶装置」と呼ぶ
- 円盤(複数枚)にデータを記憶する装置
  - 円盤は磁性体のディスク
- 記憶できる容量が大
  - コンピュータの記憶容量の性能を決定付ける部品
  - 材料の価格が安く、多くの容量の搭載が可能
- ランダムアクセス(Random access)の記憶装置

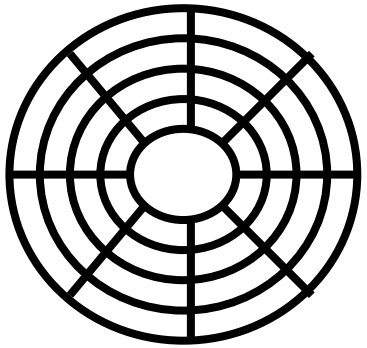
Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

記憶装置[HDD][2](p. 42)

- コンピュータの記憶容量の性能を決定付ける部品
- 電源を切っても記憶した内容は記憶したまま
  - 人間の頭脳の長期記憶の部分に相当
- 振動や熱が弱点
  - 落としたりすると壊れる
- ディスクをトラックとセクタに区切り、セクタ単位でデータを保存



トラックに区切ったHDD



セクタに区切ったHDD

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

記憶装置[HDD][3](p. 42)

- ディスクが回転することで、データを読み書き
  - 回転して、読み書きしたいセクタをアクセスアームの位置にあわせ、アクセスアームが読み書き
    - 1分間に5000～10000回ほど回転
  - 目的のセクタにたどり着く(シーク)までに時間がかかる
    - HDDは円盤で一番内側がデータの最初
      = 外側に保存されたデータのアクセスには時間がかかる
    - 目的のセクタにたどり着くまでの平均時間: 平均シーク時間
  - アクセスアームが読み取ったデータをHDD内の一時保存場所に転送し、そこからメインメモリに転送
    - シーク時間とこれらの転送時間を合わせが時間がアクセス時間

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

記憶装置[SSD][1](p. 43)

- Solid State Driveの略
- 近年普及してきた、HDDに代わる勢いの外部記憶装置
- 半導体メモリを利用した記憶装置
  - USBメモリやデジカメのメモリカードなどで利用
- HDDより高速にデータを読み書き可能
- HDDよりもランダムアクセスの性能が良

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

記憶装置[SSD](p. 43)

- 電源を切っても記憶した内容は記憶したまま
  - 人間の頭脳の長期記憶の部分に相当
- 消費電力が少なく、振動にも耐性
- 材料の価格が高
  - メインメモリより安く、HDDより高い

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

ランダムアクセス

- 記憶媒体に記憶されている順番に関係なく、データを読み書きしていく方法
  - 最初の方にあるデータデータも最後の方にあるデータも、発見に必要な時間は同じ

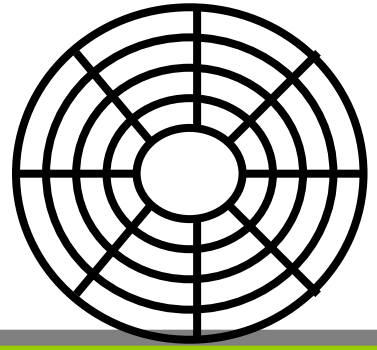
様々なデータの読み書きに必要な平均の時間が少ない

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

シーケンシャルアクセス

- 記憶媒体に記憶されている順番に、データを読み書きしていく方法
  - 最初の方にあるデータの発見は速い
  - 最後の方にあるデータの発見は遅い

様々なデータの読み書きに必要な平均の時間は多くかかる



HDDは円盤で一番内側がデータの最初
= 外側に保存されたデータのアクセスには時間がかかる

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

Question!

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

後期の内容

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

中央処理装置(CPU)

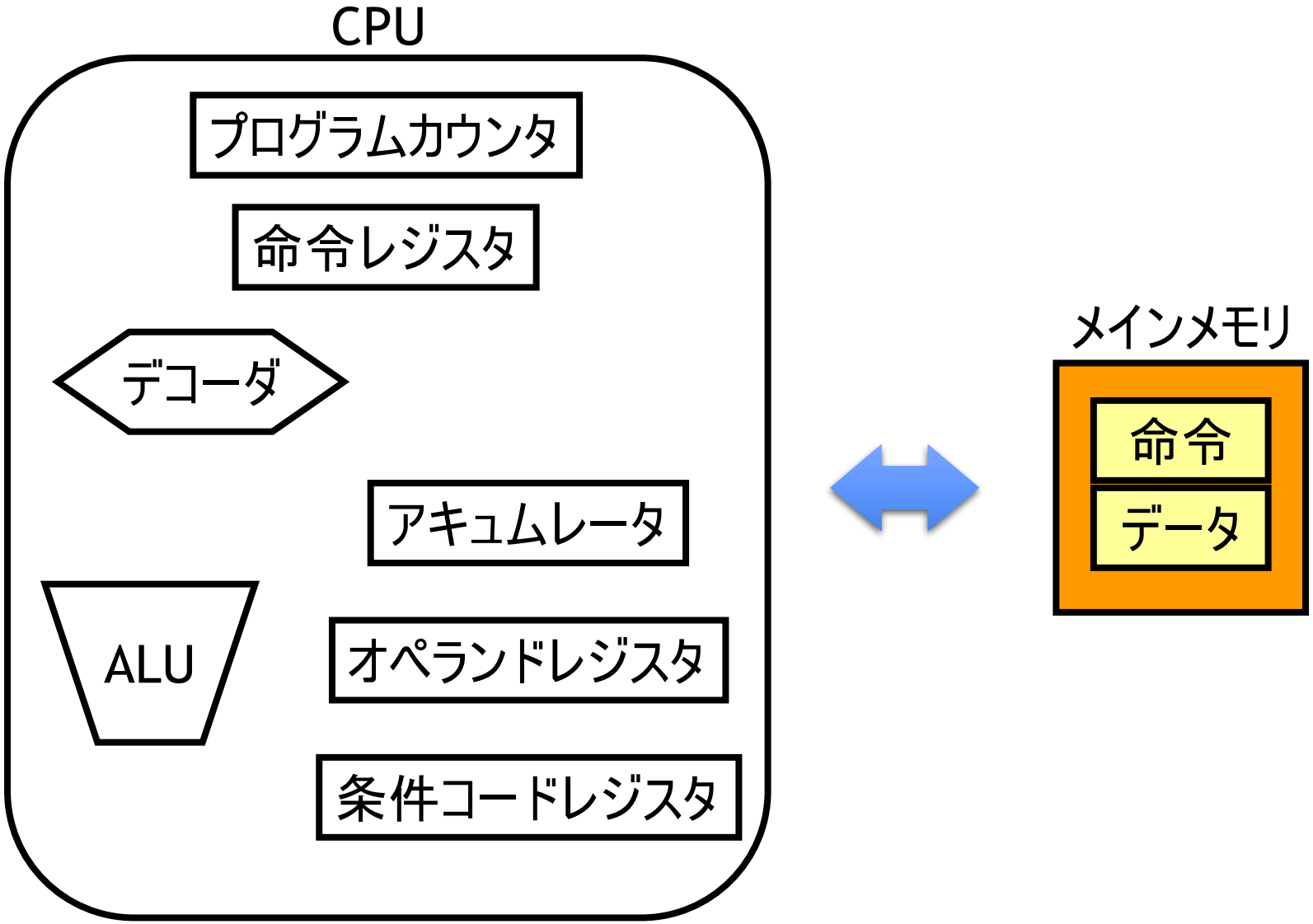
Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

CPU(p. 39)

- プログラムの命令をメインメモリから取り出して解釈し、実行するための装置
  - プログラム: コンピュータへの命令の集合
    - 「プログラミング言語」という人間が理解できる言葉で書かれた命令の集合
    - プログラミング言語の命令を、機械語(0と1の2進数)に翻訳した命令の集合
  - 機械語のプログラムをメインメモリの中に格納
    - メインメモリの中は番地を割り振って領域が分割され、様々な命令やデータが格納されている
  - メインメモリへの命令の格納と管理もCPUの役目
    - それぞれの命令をどの番地に格納するか, etc.

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

CPUの構成[1](p. 39)



Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

CPUの構成[2](p. 39)

- プログラムカウンタ: メインメモリに格納されている命令を取り出すための番地を指定
- 命令レジスタ: 取り出した命令を一時的に格納
  - 命令: 命令コードとオペランドから構成
    - 命令コード: データ転送や様々な計算、入出力処理などの処理方法
    - オペランド: 命令で使用するデータが格納されている番地や値など
- デコーダ(解読器): 命令コードを解読し(何をすれば良いかを考え)、命令を実行するための信号を出力

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

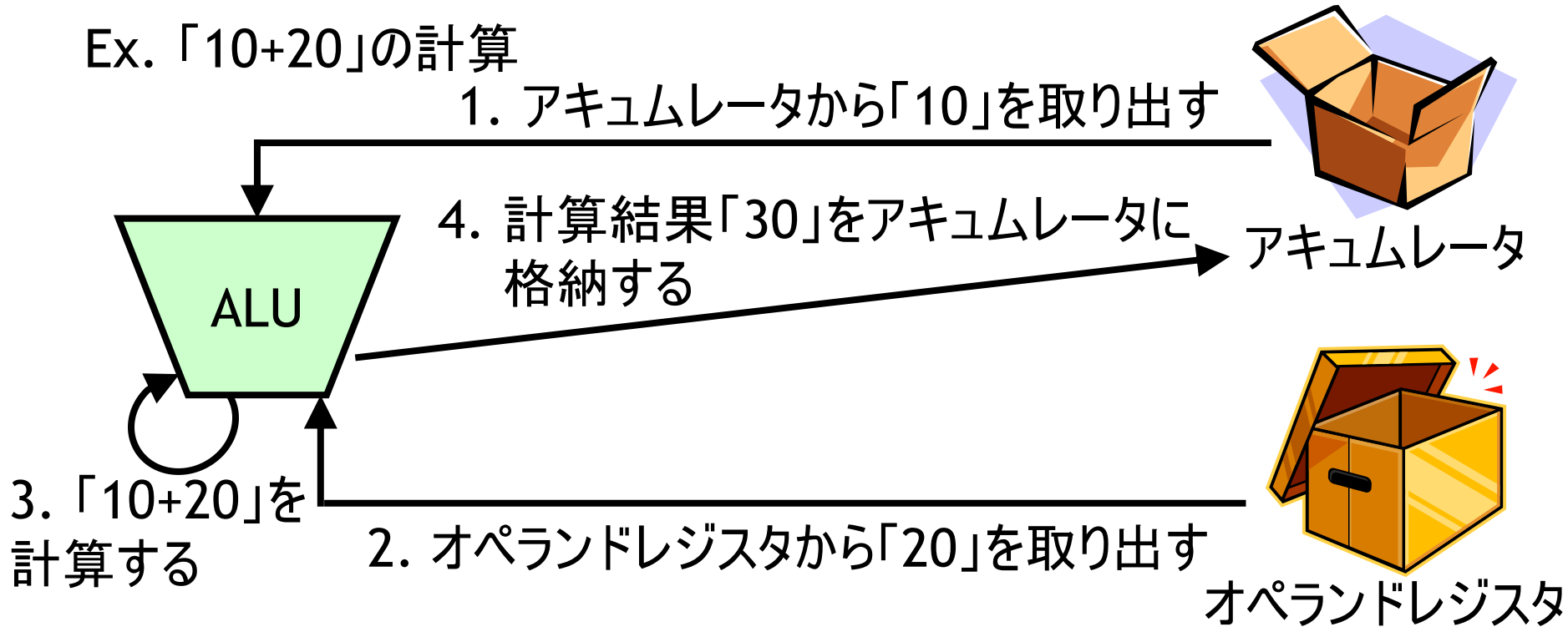
CPUの構成[3](p. 40)

- ALU(演算器): 演算(四則計算や論理演算など)を実行
  - メモリやレジスタの記憶されているデータを取り出し
  - 演算に使うデータ(演算数)をアキュムレータに格納
    - 演算数:「xxされる」側のデータ
    - Ex.「A + B」の「A」
  - 演算に使うデータ(被演算数)をオペランドレジスタに格納
    - 被演算数:「xxする」側のデータ
    - Ex.「A + B」の「B」
  - 演算結果をアキュムレータに置き換え
  - 条件コードレジスタに条件コードを設定(必要な場合)
    - 正負の符号の判定やオーバーフローの判定など

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

CPUの構成[4](p. 40)

- アキュムレータ: 演算に使うデータや演算結果の格納場所
- オペランドレジスタ: 演算に使われるデータの格納場所



Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

CPUの性能(p. 40)

- クロック周波数: CPUが一段階の動作を行う時間単位(サイクルタイム)
  - 単位: Hz(ヘルツ)
  - Ex. 1GHz = 1000000000Hz(10億Hz)
    = 1秒間に10億回動作
  - 同じモデルのCPU同士であれば、クロックの数値の大きいものが処理が速い
    - モデル: CPUのブランドのようなもの
  - モデルが違えば、同じメーカーでも一概には比較できない
    - CPUが行う一段階分の動作は、CPUのモデルなどによって異なるため

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

Question!

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

論理回路

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

論理回路[1](p. 34)

- 論理回路: 論理演算を実現する電子回路
  - 電子回路: 電気を流すことで様々な処理をする部品
- 論理演算: 論理型のデータ同士に対する演算
  - 論理型: 「0」または「1」の2種類のみの2進数で表現できるデータ
    - 「true」(真)と「false」(偽」で表すことも
  - 1つまたは2つのデータを入力とし、演算結果を出力
- CPUの構成要素(ALUやレジスタなど)は論理回路で構成
  - コンピュータは、様々な処理をするための回路で構成

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

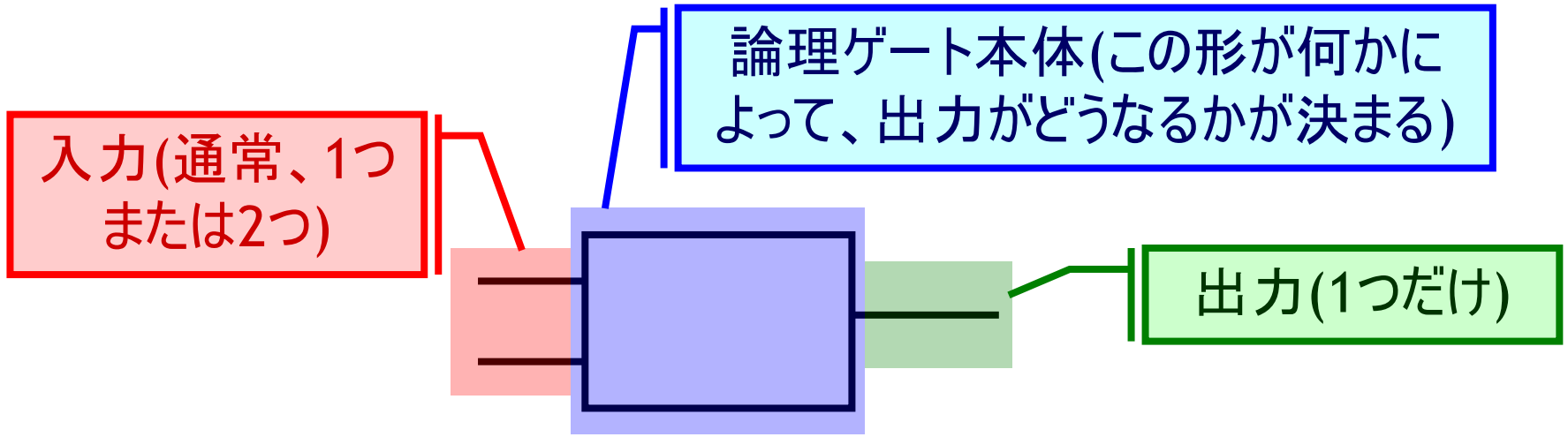
論理回路[2](p. 36)

- 論理回路をMIL(Military standard)記号を用いて表現
  - MIL記号：論理回路を構成する部品をイメージ化したもの(図として描くときに利用される絵)
  - 1つ1つの部品を「論理ゲート」と呼ぶ
    - ANDゲート
    - ORゲート
    - NOTゲート
    - NANDゲート
    - NORゲート
    - XORゲート

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

論理ゲート(p. 36)

- 論理回路を構成する部品の最小単位
- 「入力」と「出力」の電気信号で構成
  - 「入力」対し、何かの処理をして「出力」とする
    - 入力: 0または1の1ビット
    - 出力: 0または1の1ビット
  - 1つの論理ゲートに、入力は1つまたは2つ、出力は1つ

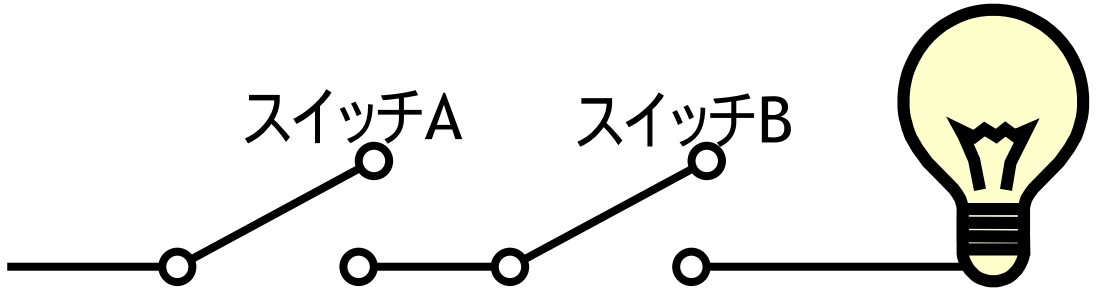


論理ゲートの基本的な形

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

論理積[AND][1](p. 36)

- 2つの入力がどちらも「1」の場合、出力が「1」となり、2つの入力のどちらかが「0」の場合、出力が「0」となる

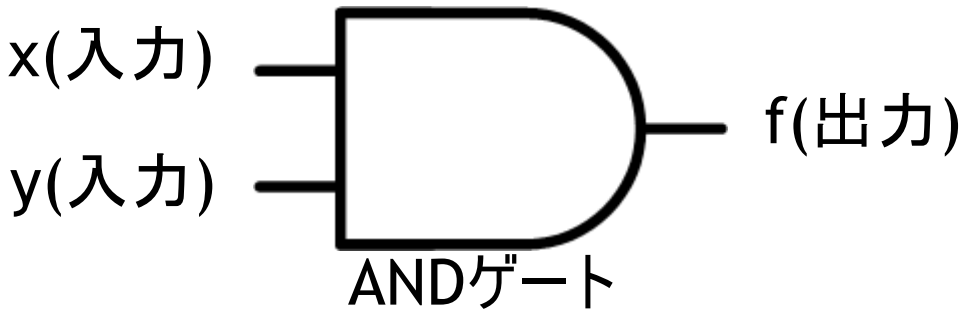


スイッチAとスイッチBのどちらもがONにならないと、電気はつかない

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

論理積[AND][2](p. 36)

- 論理回路は「ANDゲート」で表現
- スイッチのONを「1」、スイッチのOFFを「0」
  - ON: 線の中を電気が通っている状態
  - OFF: 線の中を電気が通っていない状態



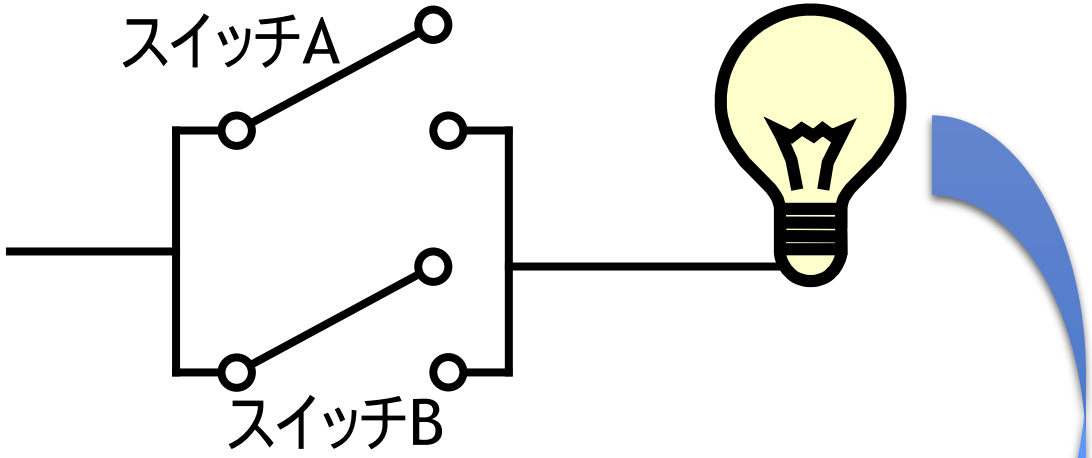
入力と出力の関係

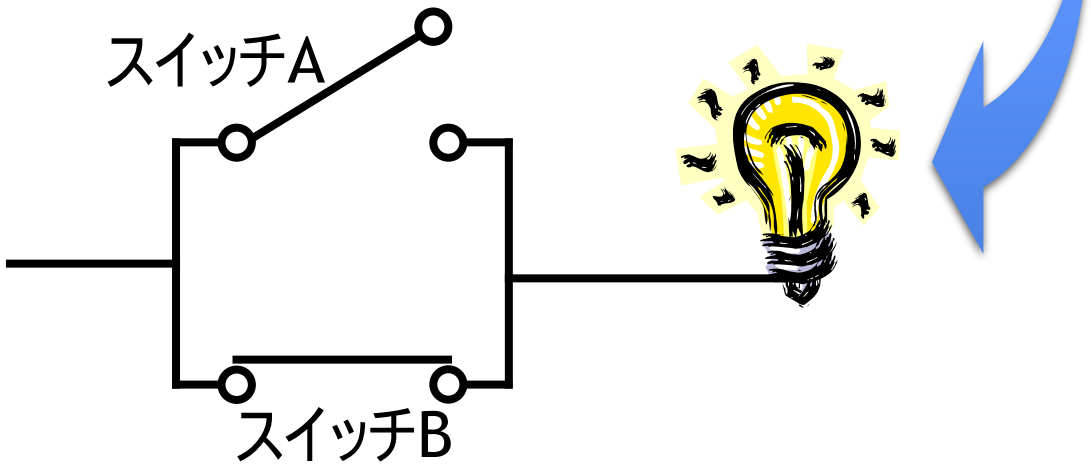
入力		出力 (f)
x	y	
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

論理和[OR][1](p. 37)

- 2つの入力がどちらかが「1」の場合、出力が「1」となり、2つの入力のどちらも「0」の場合、出力が「0」となる



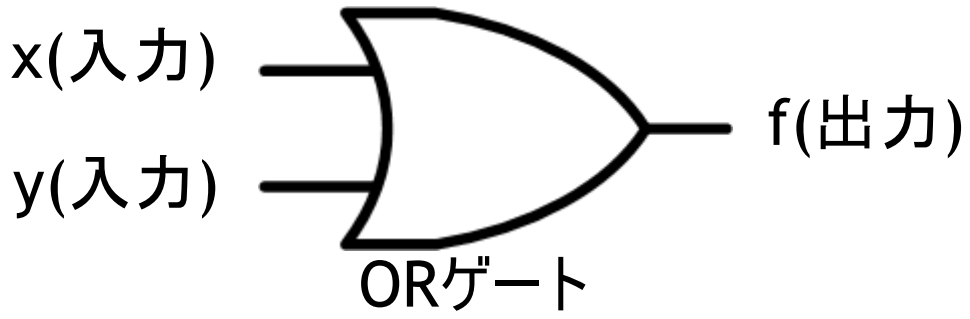


スイッチAとスイッチBの
どちらかがONになれば
電気がつく

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

論理和[OR][2](p. 37)

- 論理回路は「ORゲート」で表現
- スイッチのONを「1」、スイッチのOFFを「0」
  - ON: 線の中を電気が通っている状態
  - OFF: 線の中を電気が通っていない状態



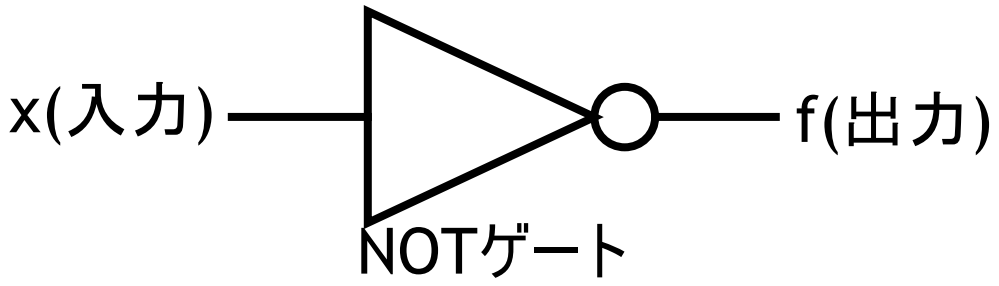
入力と出力の関係

入力		出力 (f)
x	y	
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

否定[NOT](p. 37)

- 1つの入力で、「0」の場合は出力が「1」となり、「1」の場合は出力が「0」となる
  - 入力の逆が出力
- 論理回路は「NOTゲート」で表現
- スイッチのONを「1」、スイッチのOFFを「0」
  - ON: 線の中を電気が通っている状態
  - OFF: 線の中を電気が通っていない状態



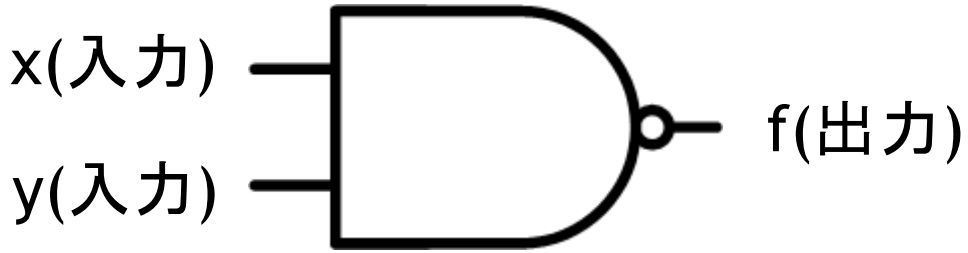
入力と出力の関係

入力(x)	出力(f)
0	1
1	0

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

NAND[Not AND](p. 37)

- ANDゲートと出力が逆になる
  - 2つの入力がどちらも「1」の場合、出力が「0」となり、2つの入力のどちらかが「0」の場合、出力が「1」となる



NANDゲート

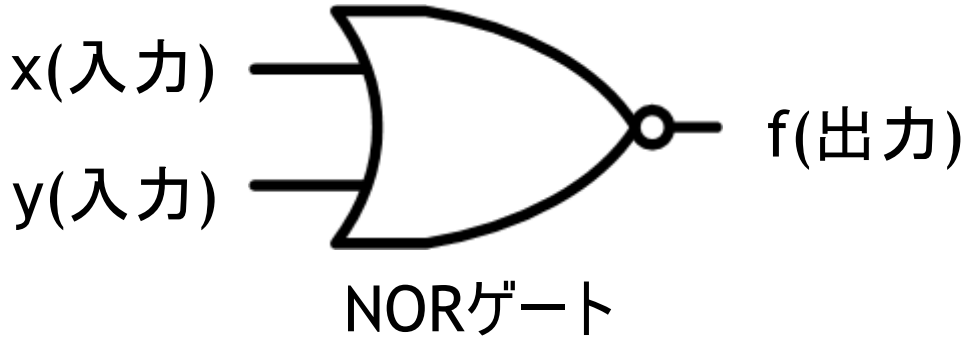
入力と出力の関係

入力		出力 (f)
x	y	
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

NOR[Not OR](p. 37)

- ORゲートと出力が逆になる
  - 2つの入力がどちらかが「1」の場合、出力が「0」となり、2つの入力のどちらも「0」の場合、出力が「1」となる



NORゲート

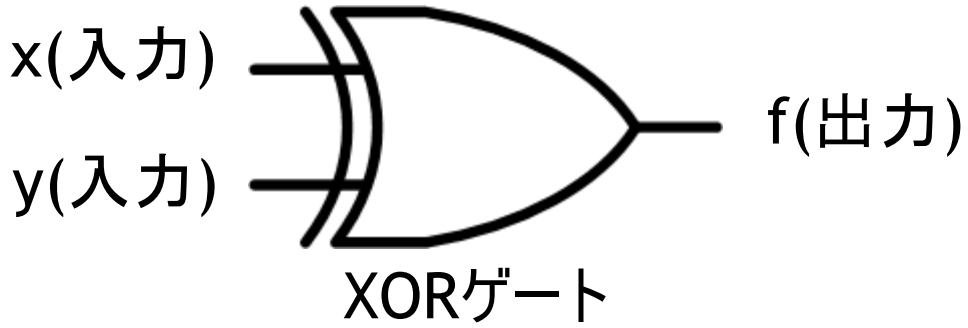
入力と出力の関係

入力		出力 (f)
x	y	
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

排他的論理和[XOR](p. 37)

- XOR: eXclusive OR
- 2つの入力が同じ場合は「0」となり、2つの入力が異なる場合は「1」となる



入力と出力の関係

入力		出力 (f)
x	y	
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.

真理値表(p. 37)

- 真理値表: 論理ゲートの入力と出力を表にしたもの
  - 資格試験を受ける人: 覚えよう!
  - 資格試験を受けない人(授業だけで良い人): 覚えなくてOK

入力		出力				
x	y	AND	OR	NAND	NOR	XOR
0	0	0	0	1	1	0
0	1	0	1	1	0	1
1	0	0	1	1	0	1
1	1	1	1	0	0	0

入力xが0、入力yが0のとき、ANDゲートの出力は0になる、という意味

入力(x)	出力(NOT)
0	1
1	0

Copyright (C) Junko Shirogane, Tokyo Woman's Christian University 2016, All rights reserved.