

CPUによる演算のしくみ

情報 I 第43回授業

08コンピュータとプログラミング

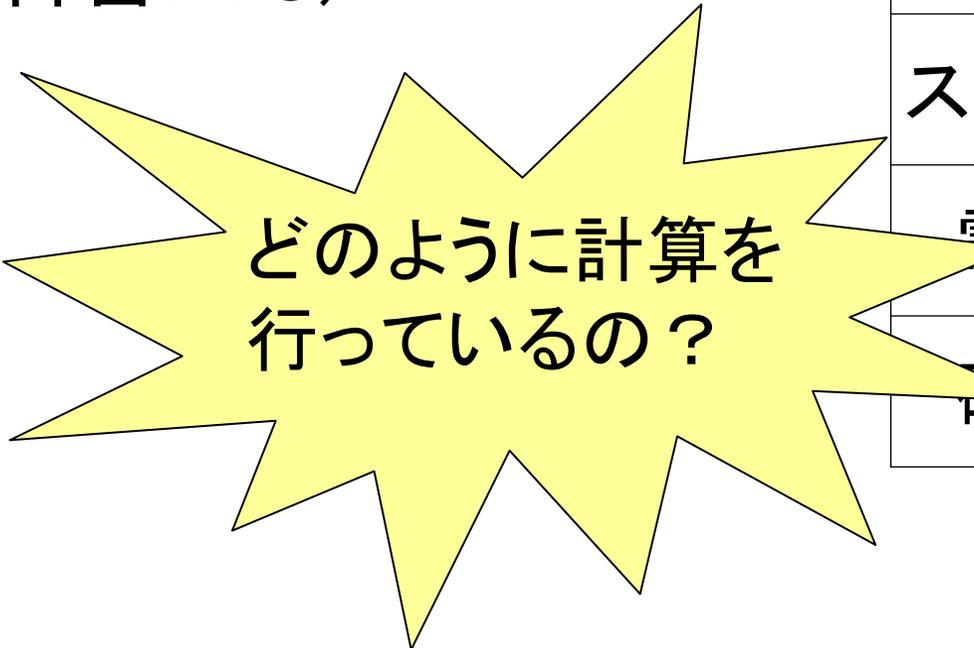
対応ワークシート:なし(副教材)

(復習)コンピュータの計算

- ほとんどのコンピュータは、2進法で表されたデジタルデータを用いて処理を行っている。

(教科書P76)

	0	1
スイッチ	OFF	ON
電圧	低い	高い
磁石	S極	N極

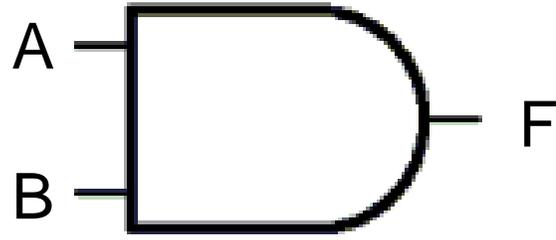


どのように計算を行っているの？

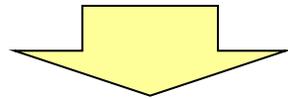
論理回路(教p.124)

- 真(=1)と偽(=0)の2通りの値(「真理値」という)だけであらわされる、情報の演算を「論理演算」という。
- CPUは、いくつかの論理演算を行う「論理回路」が組み合わさることで複雑な計算を行っている。
- 論理回路の基本となるのが「**ANDゲート**」「**ORゲート**」「**NOTゲート**」で、この3つの論理ゲートの組み合わせでさまざまな論理回路を構成する。

ANDゲート(論理積ゲート)



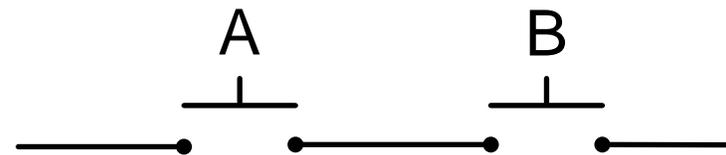
AとBの両方 (A and B) が
1の場合のみ「1」を出力
し、その他の場合は「0」を
出力



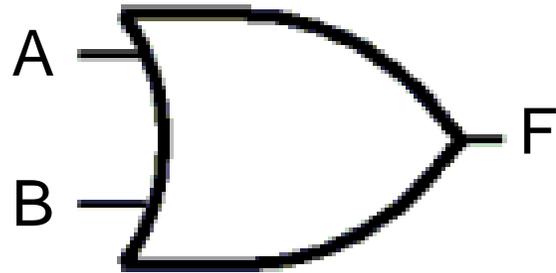
スイッチの「直列」配置

真理値表

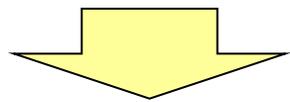
入力		出力
A	B	F
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



ORゲート(論理和ゲート)



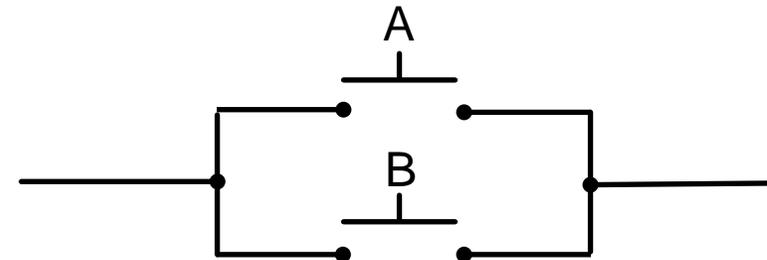
AとBの少なくとも一方(A or B)が1の場合「1」を出力し、両方「0」の場合は「0」を出力



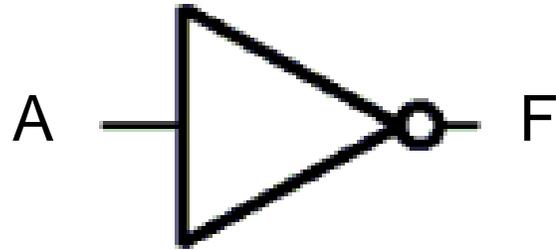
スイッチの「並列」配置

真理値表

入力		出力
A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



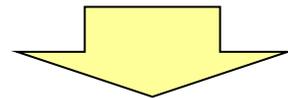
NOTゲート(否定ゲート)



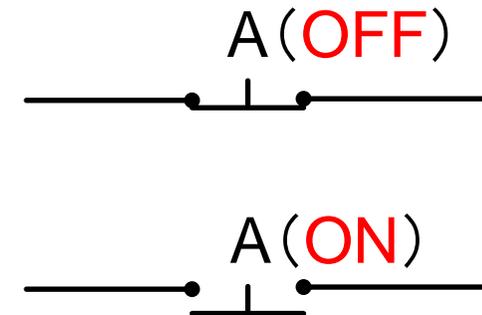
真理値表

入力	出力
A	F
0	1
1	0

Aが0の場合は「1」を出力し、
1の場合は「0」を出力
(逆の出力(not)を行う)



スイッチを押すと消灯する電球



練習

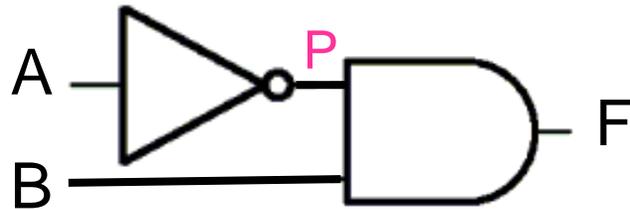
- 副教材P.89 練習問題1①から③に取り組みましょう！

論理回路の例

次の回路の真理値表を完成させなさい

※複数の論理ゲートがつながっている場合、まず一つひとつの出力を確認してから進めると良い。

例

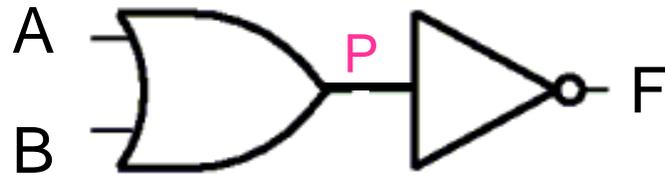


入力			出力
A	P	B	F
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0

練習 (サブノートP.89 練習問題1⑤④)

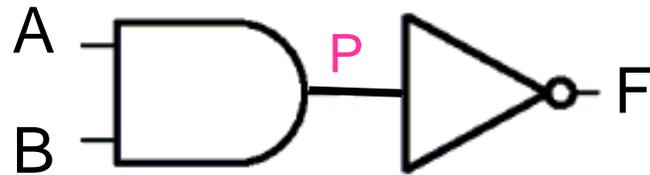
次の回路の真理値表を完成させなさい

問1



入力		出力	
A	B	P	F
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	1	0

問2

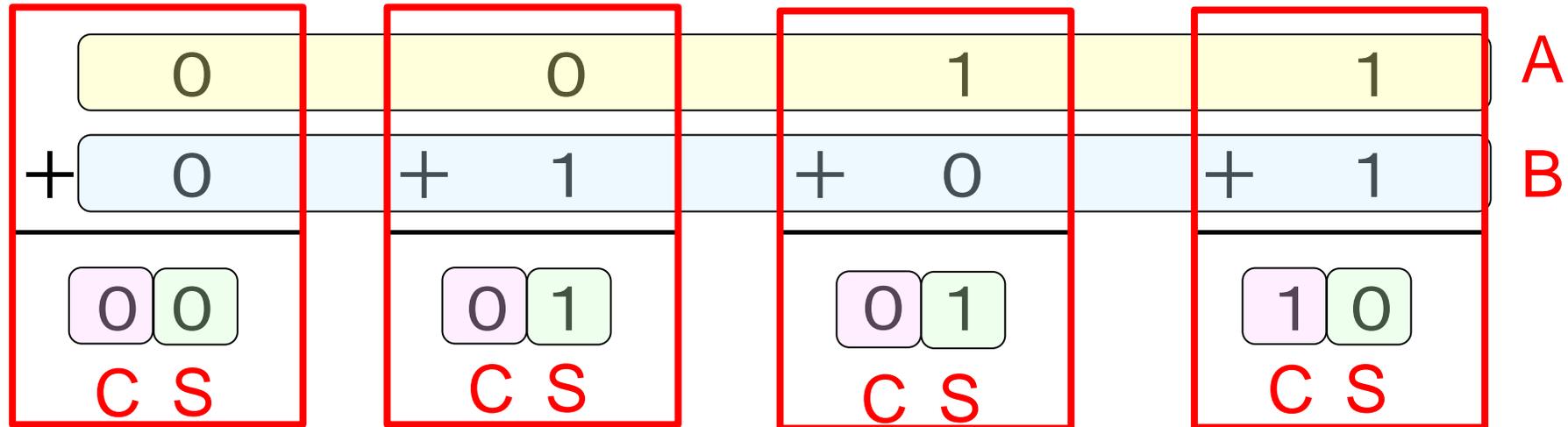


入力		出力	
A	B	P	F
0	0	0	1
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

練習

- サブノートP.89 練習問題1⑥⑦

1ケタの2進法の足し算



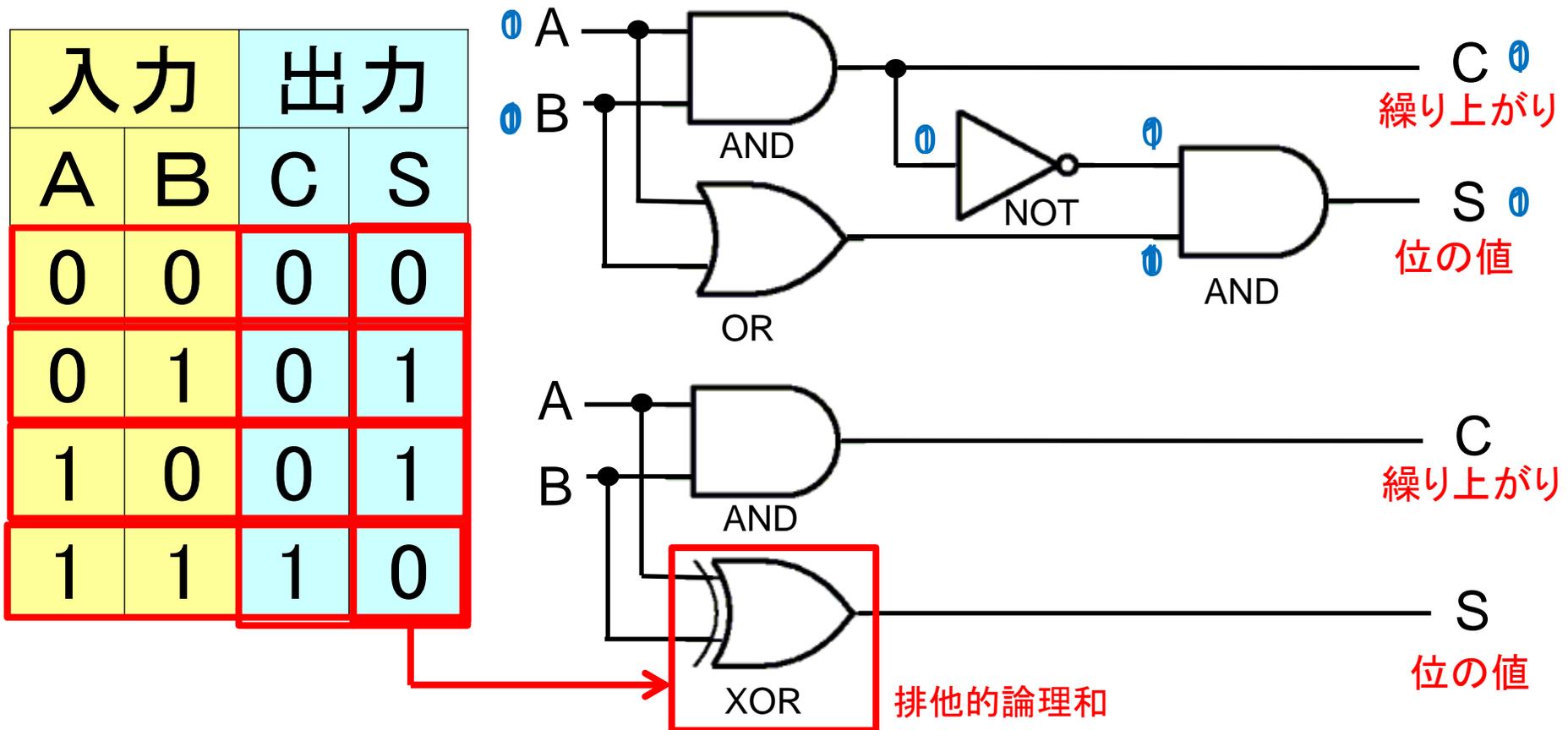
入出力を整理

入力		出力	
A	B	C	S
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

繰り上がり

半加算回路 (Half Adder)

AND、OR、NOTゲートを組み合わせて、1ケタの2進法の「足し算」を行う回路を作ろう。



2ケタ以上の足し算

$$\begin{array}{r} 789 \\ + 513 \\ \hline \boxed{1} \boxed{1} \boxed{1} \\ 1302 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1101 \\ + 1011 \\ \hline \boxed{1} \boxed{1} \boxed{1} \boxed{1} \\ 11000 \end{array}$$

「その位の値」(S)

= 「足される数」 + 「足す数」 + 「前桁の繰り上り」

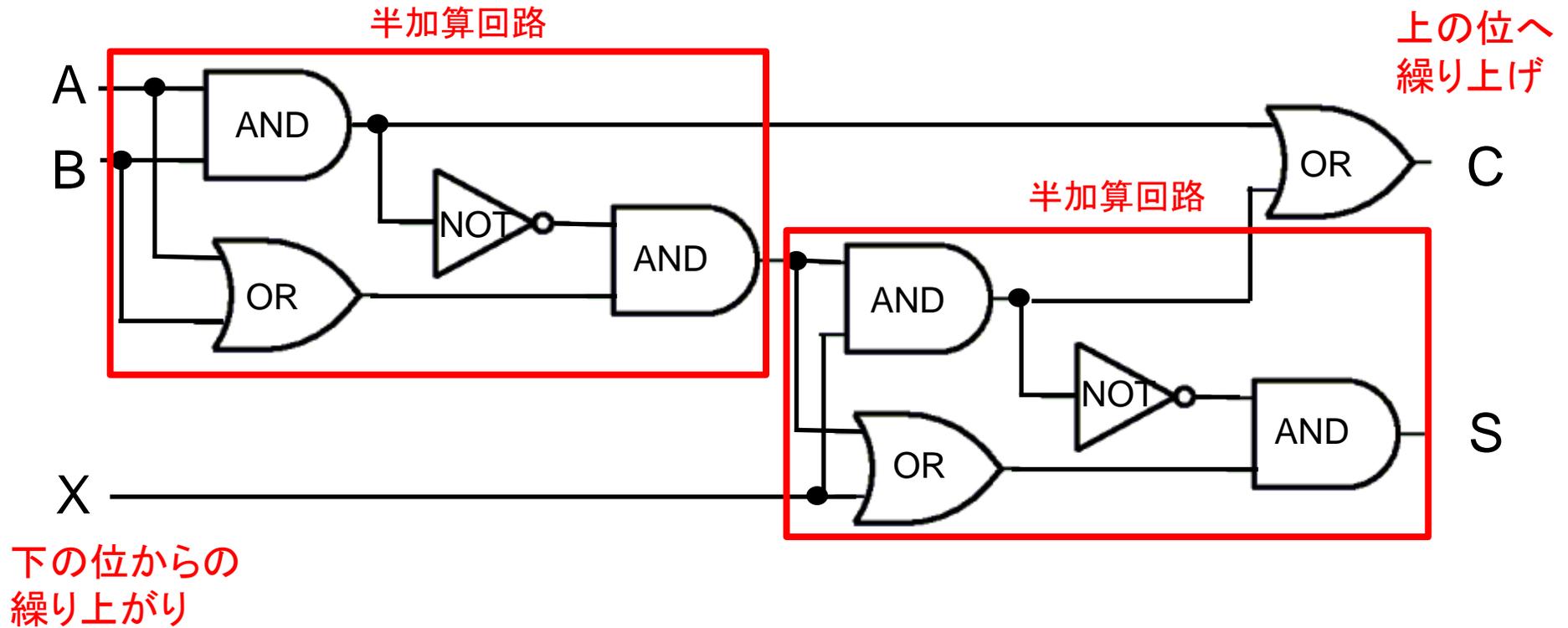
(A)

(B)

(X)

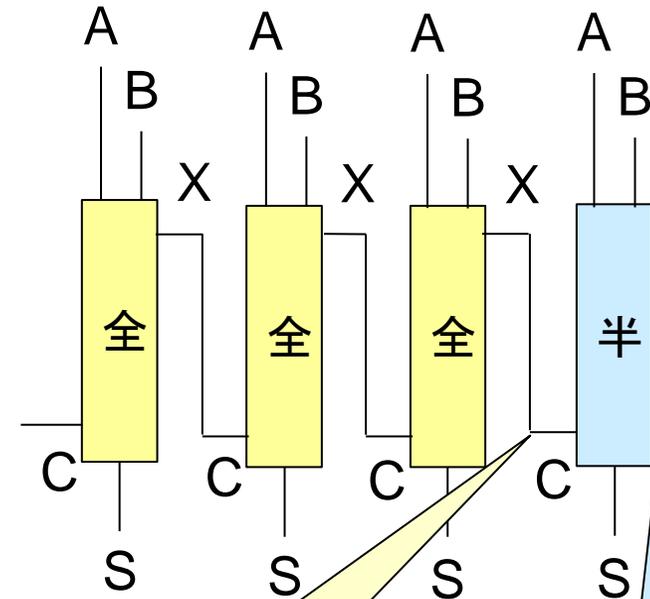
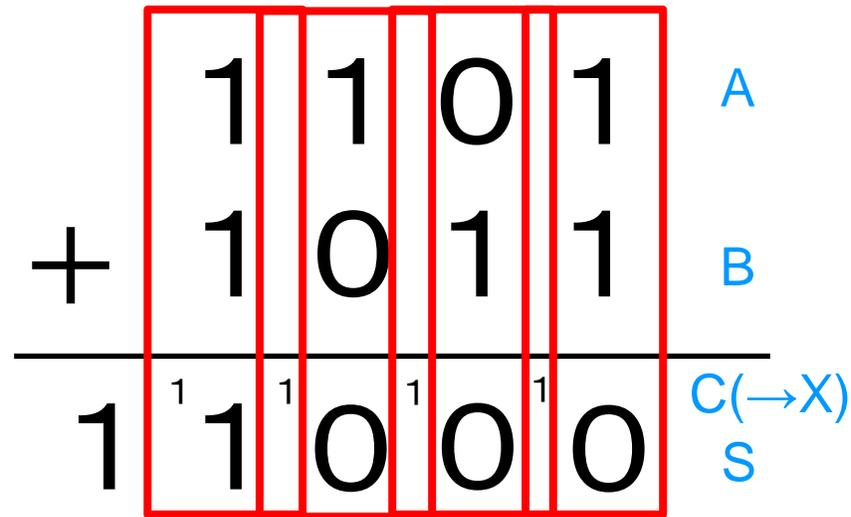
全加算回路 (Full Adder) 教p.125

下の桁からの「繰り上がり」も取り入れた回路



単純な回路の組み合わせで複雑な計算ができるようになる！

加算回路を用いた4桁の計算



繰り上がりのCが、次の全加算機のXの値となっていく

1桁目は前の桁の繰り上がりが無い → 半加算機が良い

CPUとメインメモリ (p.122)

- 8bit = 1 Byteをひとまとまりにメインメモリに記録
 - メインメモリには「アドレス」が付けられている
- データ受け渡しのタイミングをあわせるために、クロックという信号が使われる
 - クロックジェネレータがクロックを発生させる
 - 音楽における「指揮者」の役割
 - 単位は「Hz」(ヘルツ) → 1秒あたりの演算の回数

コンピュータの性能

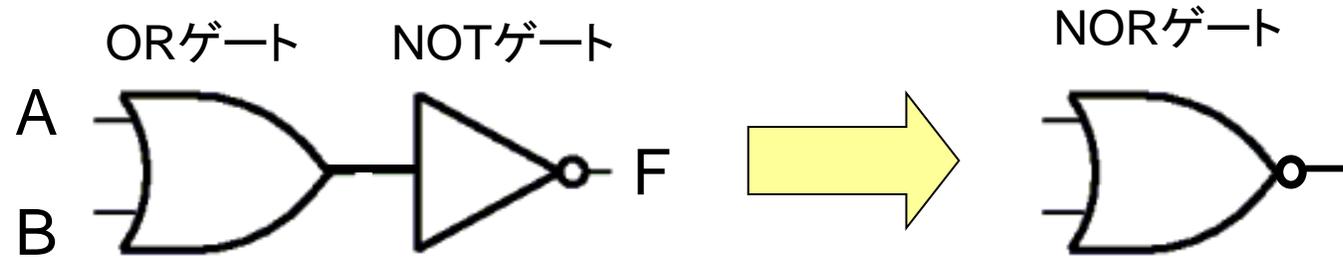
- コンピュータの性能について、次の3つの視点から考えよう
 - クロック
 - CPUのコア数
 - 1度にやりとりする量(CPUのビット幅)
- 「アンケート」に回答する

発展学習

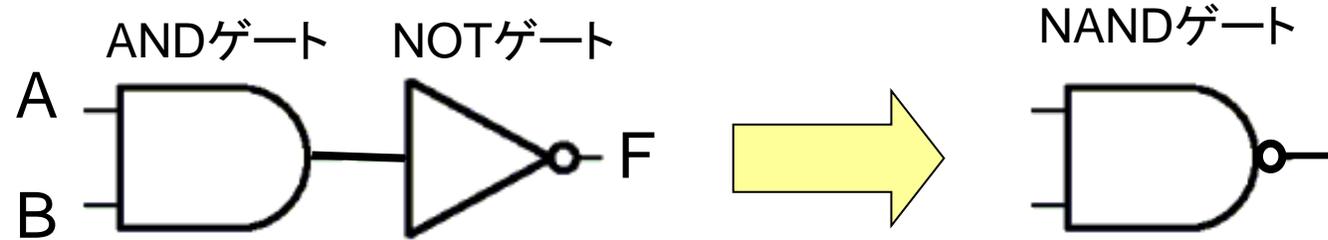
NAND、NORゲート

先に取り組んだ演習問題

問1



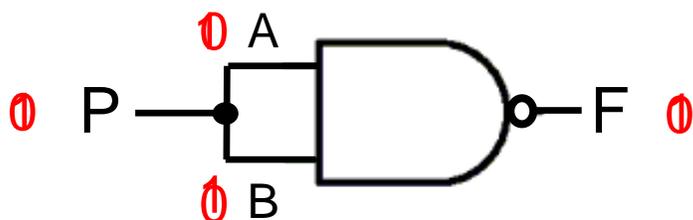
問2



NANDゲートの完全性

- NANDゲートだけで、他の回路を表現することができる

例) NOTゲートをつくる



NAND

P	A	B	F
0	0	0	1
/	1	0	1
/	0	1	1
1	1	1	0

→

P	F
0	1
1	0

ANDゲートとORゲートはどのように表現できるか考えてみよう！

ヒント: ANDゲートはNAND2つ、ORゲートはNAND3つで表現できる

まとめ

- CPUはいくつかの「論理演算」を行う「論理回路」が組み合わさっている
- 論理回路の基本となるのが「ANDゲート」「ORゲート」「NOTゲート」で、これらを組み合わせた半加算回路や全加算回路が良く用いられる。
- 数を入力すると、回路に0と1の信号が流れ、一瞬のうちに2進法の計算を行うことができる。
- クロック数が高いほど、CPUのコア数が多いほど、また、CPUのビット幅が大きいほど、高性能なコンピュータと言える。