

演算の仕組みと コンピュータの限界

23j1-205

教科書P66-67

この時間の目標

- 演算の仕組みとコンピュータの限界
- S コンピュータの演算の仕組みがよく理解でき、特性を活かして活用しようと思った
- A コンピュータの演算の仕組みがよく理解できた
- B コンピュータの演算の仕組みが理解できた
- C コンピュータの演算の仕組みが理解できなかった

演算の仕組みと コンピュータの限界

コンピュータは足し算だけできる

- 掛け算 → 何回も足す
- 引き算 → 負の数を用いて足し算
- 割り算 → 引き算を繰り返す

- コンピュータの計算
 - 2進法で計算する
 - あらかじめビット数を決める

あらゆる計算は3つの回路で実現できる

- 論理回路
 - 基本論理回路 AND・OR・NOT
 - 回路の組み合わせで計算

コンピュータも間違える

- コンピュータの計算
 - あらかじめ定めたビット数で計算
 - 小数などで誤差が出ることも
 - 実用上困らない程度に設定されている

2進法の計算

2進法と乗法

- 2倍・4倍・8倍は簡単
 - 0を増やす
 - ビットシフト
- 10倍するには

	10進法	2進法
	5	101
2倍	10	1010
4倍	20	10100
8倍	40	101000

2進法で負の数を表す

- 何ビットで表すかあらかじめ決める
- 最上位の桁が1の数を負の数とする
 - 4ビットの場合
 - 正の数のみ 0~15
 - 正負の数 -8~7

10進法	2進法
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001
10	1010
11	1011
12	1100
13	1101
14	1110
15	1111

負の数を使った引き算

• $5 - 5 = 5 + (-5)$

$$\begin{array}{r} 0101 \\ +1011 \\ \hline 10000 \end{array}$$

桁あふれは
捨てる

10進法	2進法
-8	1000
-7	1001
-6	1010
-5	1011
-4	1100
-3	1101
-2	1110
-1	1111
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111

負の数を使った引き算

• $7 - 5 = 7 + (-5)$

$$\begin{array}{r} 0111 \\ +1011 \\ \hline 10010 \end{array}$$

桁あふれは
捨てる

10進法	2進法
-8	1000
-7	1001
-6	1010
-5	1011
-4	1100
-3	1101
-2	1110
-1	1111
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111

2進法の負の数の求め方

- 補数を求めると簡単
 - 反転(1を0、0を1に)して1を足す
- 4bitの時 0010 の補数
 - 反転 1101 →1を足す 1110
- 8bitの時 01001110 の補数
 - 反転 10110001 →1を足す 10110010

2進法の計算まとめ

- 最初にビット数を決める
 - 必要なビット数を用意する
- 掛け算
 - ビットシフトと足し算
- 引き算
 - 桁あふれを利用した負の数
 - 補数を利用(反転して1を足す)

コンピュータの限界

Pythonで計算してみよう

- 次の計算を実行
 - $0.2 - 0.1$
 - $0.3 - 0.2$
 - $0.5 - 0.25$
 - $4.3 - 4.2$
 - $0.3 - 0.24$
- 他の値も試してみよう

Excelで計算してみよう

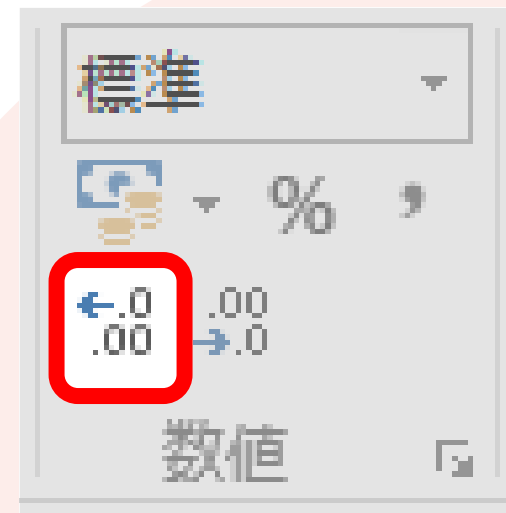
- Excelを起動
 - → [空白のブック]
- 次の計算を実行
 - =0.2-0.1
 - =0.3-0.2
 - =0.5-0.25
 - =4.3-4.2
 - =0.3-0.24

	A	B	C
1	0.1		
2	0.1		
3	0.25		
4	0.1		
5	0.06		

= は
[Shift]+[ほ]

範囲選択は
白十字 **+** で!

- 範囲選択して  ボタンを連打!



Excelで計算してみよう

- Excelを起動
 - → [空白のブック]
- 次の計算を実行
 - =0.2-0.1
 - =0.3-0.2
 - =0.5-0.25
 - =4.3-4.2
 - =0.3-0.24

	A
1	0.10000000000000000000
2	0.10000000000000000000
3	0.25000000000000000000
4	0.09999999999999999960
5	0.06000000000000000000

- 範囲選択して  ボタンを連打！



Excelに入力してみよう

- 15桁・16桁・17桁・・・の数を入力
 - 123456789012・・・の繰り返しがおすすめ
- 入力したセルをクリックし数式バーを確認する
- 入力した値が切り捨てられていることが確認できる

	A
7	123456789012345
8	1234567890123450
9	12345678901234500
10	

ここが数式バー

Pythonで計算してみよう

- `123456789012345+1`
- `1234567890123456+1`
- `12345678901234567+1`

論理回路による計算

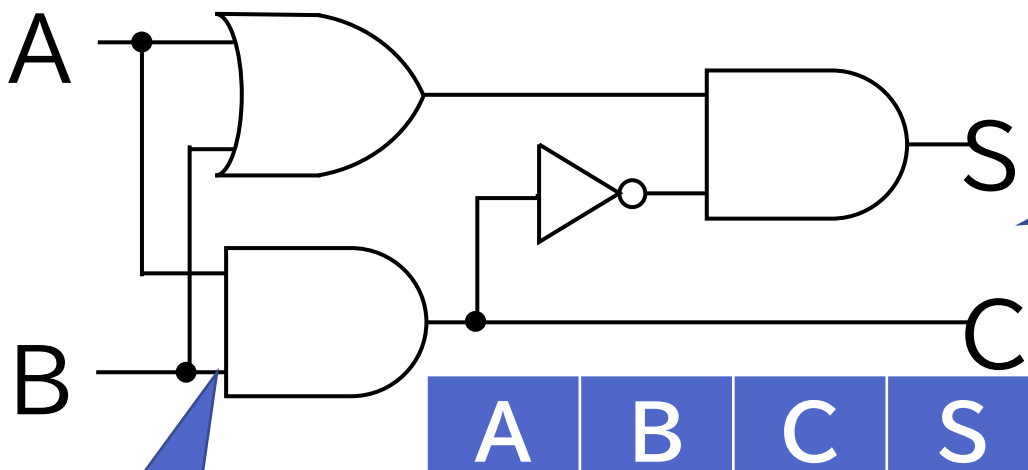
計算する ということ

- 2進法1桁の計算
 - $0+0=00$
 - $0+1=01$
 - $1+0=01$
 - $1+1=10$
- この結果が出る ということ
- 右の真理値表を満たす機械を作る

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

半加算器

- 2進法1桁どうしの足し算しかできない



この回路で
2進法1桁の
足し算ができる

これを
半加算器
という

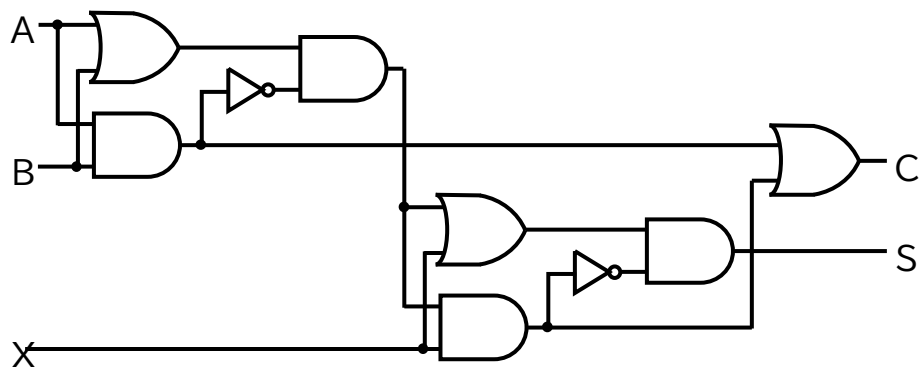
A	B	C	S
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

2進法1桁の足し算

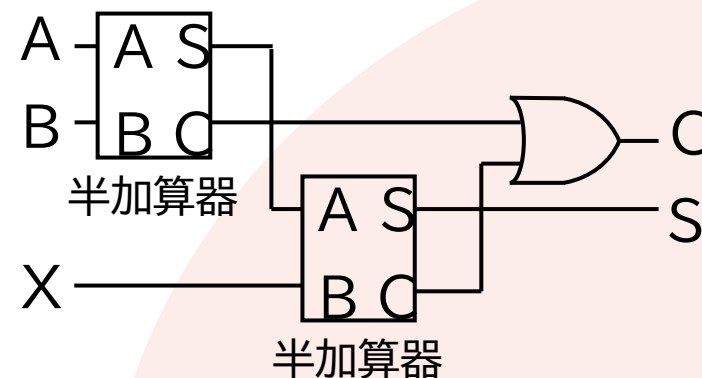
A	B	繰上	答え
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

全加算器

- 全加算器の回路図は以下の通り
 - Xは下の桁からの繰り上がり



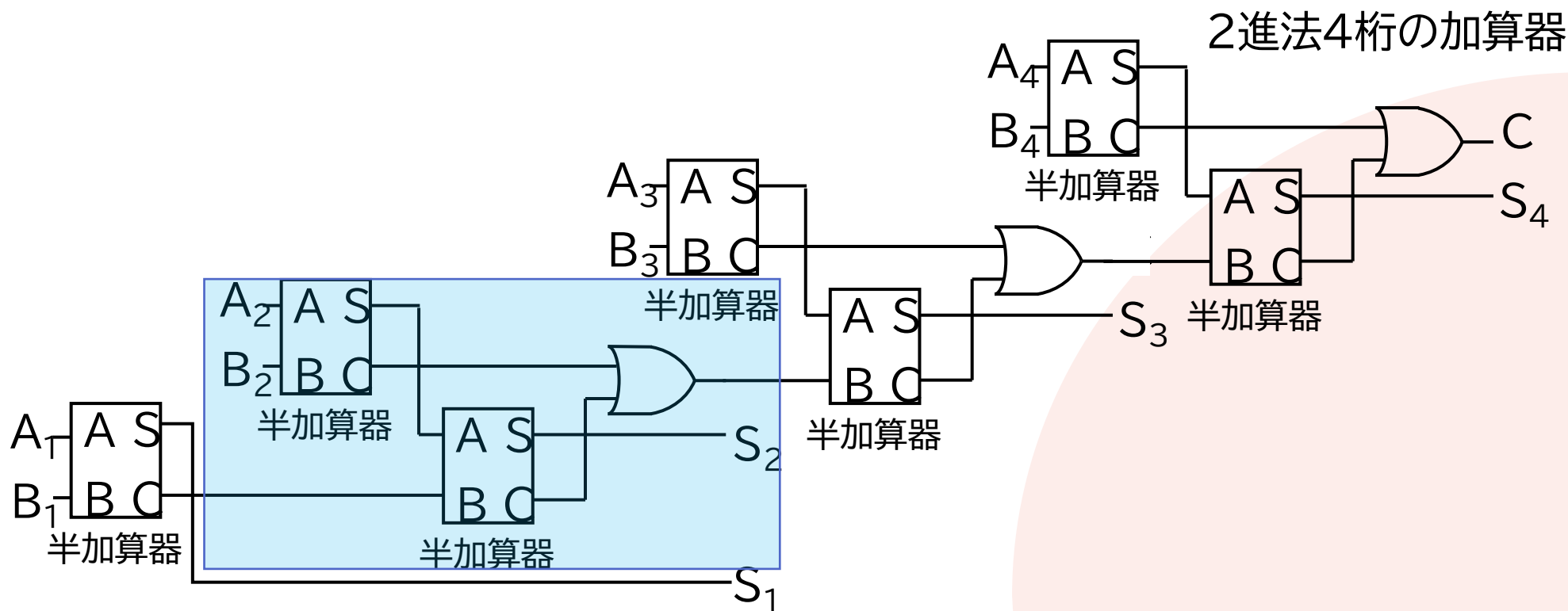
- 簡略化して右のように記載する



2進法2桁の加算器

- 2進法2桁の加算器の回路図は以下の通り

- $$\begin{array}{r} \square \square \\ A_2 A_1 \end{array} + \begin{array}{r} \square \square \\ B_2 B_1 \end{array} = \begin{array}{r} \square \square \square \\ C S_2 S_1 \end{array}$$



加算機を作ってみよう

論理回路シミュレータSimcirJS

- 情報 I のページ [論理回路シミュレータ]
- 半加算器を作ってみる
- 全加算機を組み合わせて2桁+2桁

