

2進加減算の回路

前節 = 2進足し算の手順

1. 足し算は下の桁から1桁ずつ
2. 繰り上がりがあることに注意
⇒ 3入力2出力
3. 2進なら真理値表を書ける



1桁の足し算

C_i	X	Y	C_o	Z
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

入力 出力

2

真理値表ができた



あとは

AND、OR、NOTで実現する
方法を示せばよい

真理値表で書かれた任意の論理関数を
AND・OR・NOTで実現する方法は
「論理回路」の章で学んだ ⇒ できるはず

3

さて

1桁の足し算回路ができた

では、32ビットの整数の足し算は？

4

複数桁の足し算

$$\begin{array}{r} 0^1 1 1 \\ + 1 0 1 \\ \hline 10 \end{array}$$

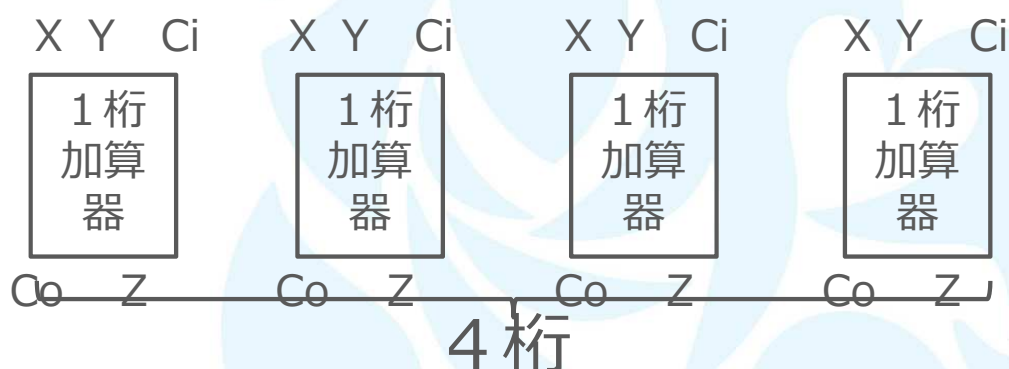
桁を繰上りでつなぐ必要

5

複数桁の足し算

$$\begin{array}{r}
 011 \\
 + 101 \\
 \hline
 10
 \end{array}$$

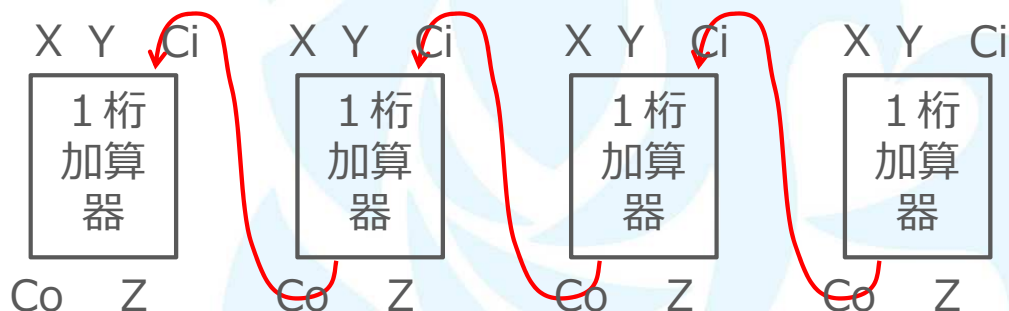
桁を繰上りでつなぐ必要



複数桁の足し算

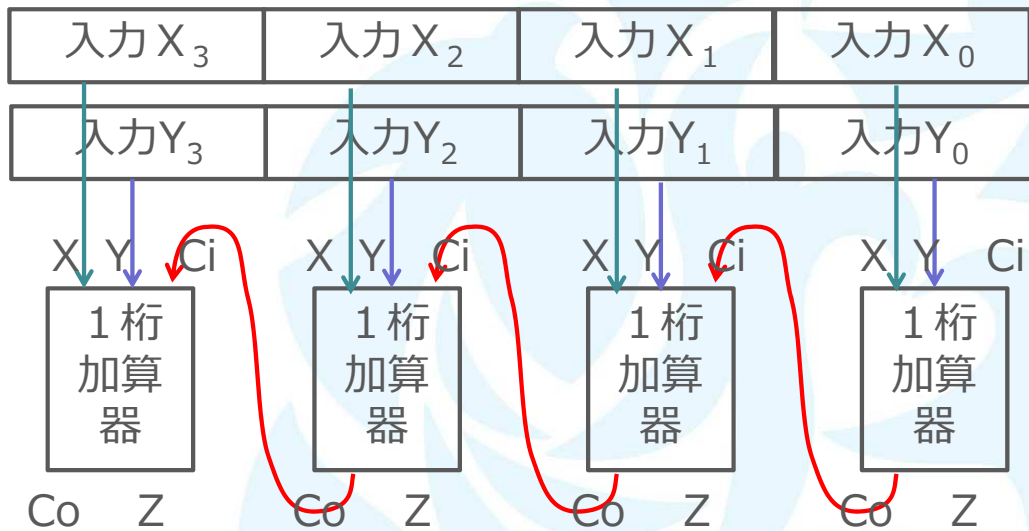
$$\begin{array}{r}
 011 \\
 + 101 \\
 \hline
 10
 \end{array}$$

桁を繰上りでつないでゆけばよい



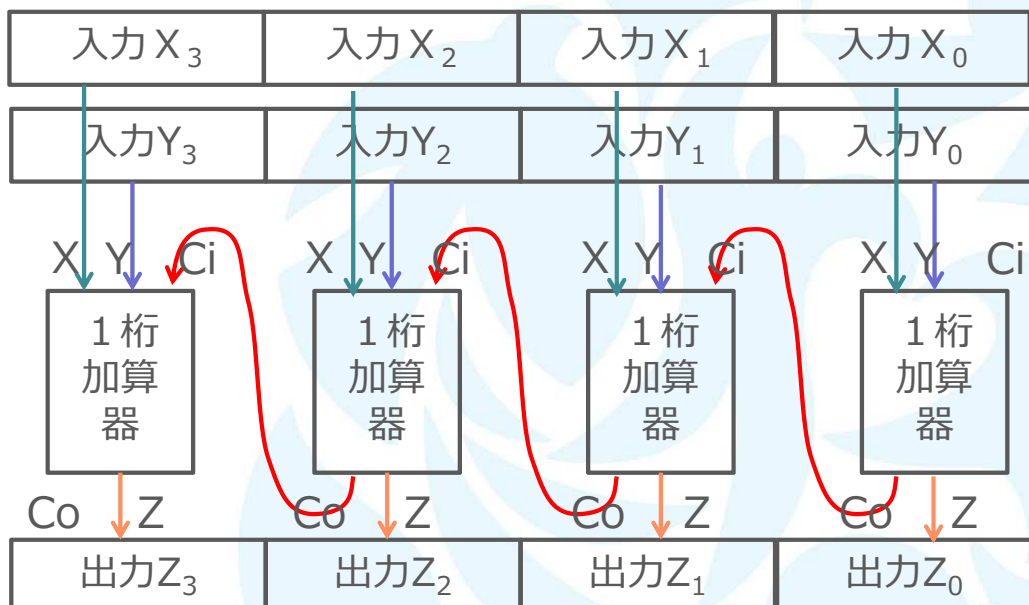
複数桁の足し算

更にXとYの入力をつないで



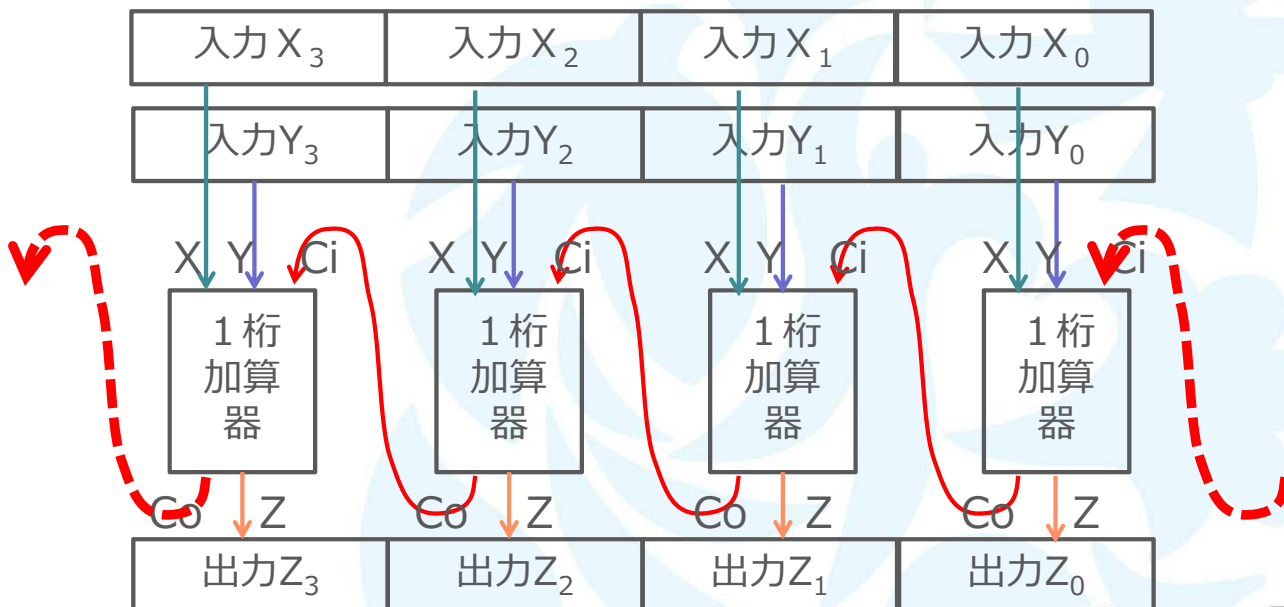
複数桁の足し算

更に出力Zをつないで



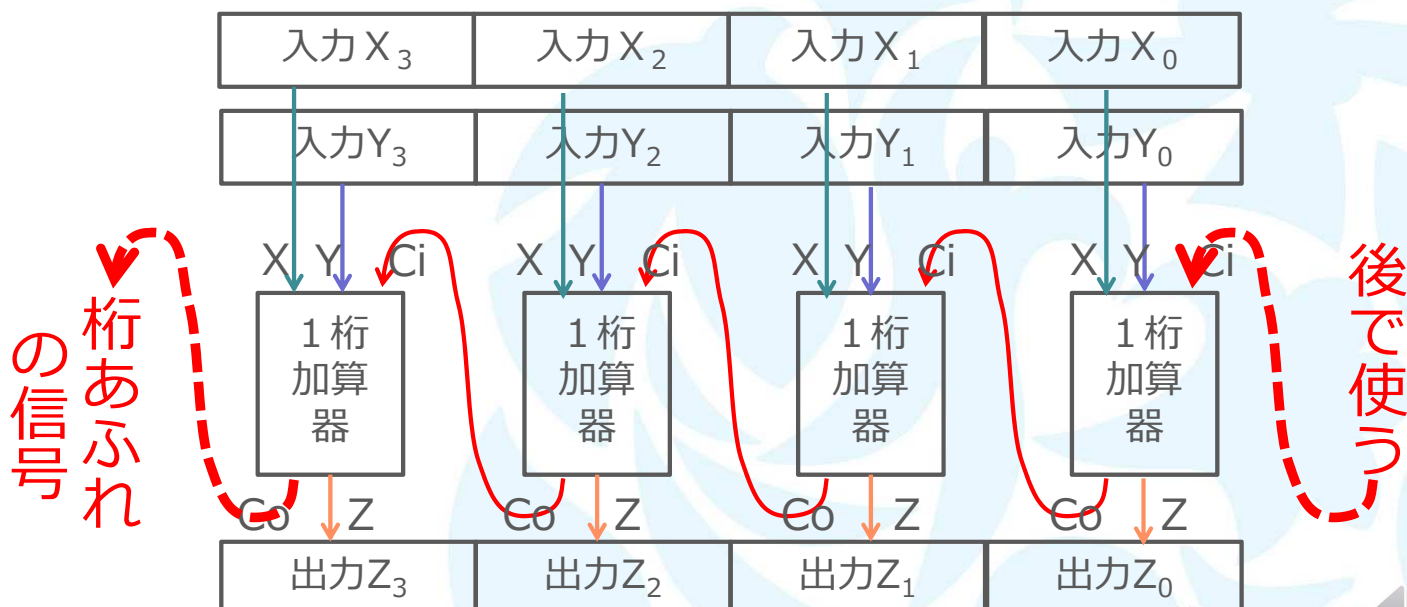
複数桁の足し算

完成！ ここはどうする？

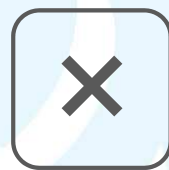
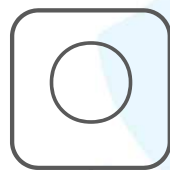


複数桁の足し算

完成！ ここはどうする？



足し算回路の構成の仕方が
分かりましたか？



↓
次へ

では、確認の問題です

1桁の足し算回路の入力・出力の
対応表(真理値表)を作ってください

14

1桁の足し算回路の入力・出力の
対応表(真理値表)を作ってください

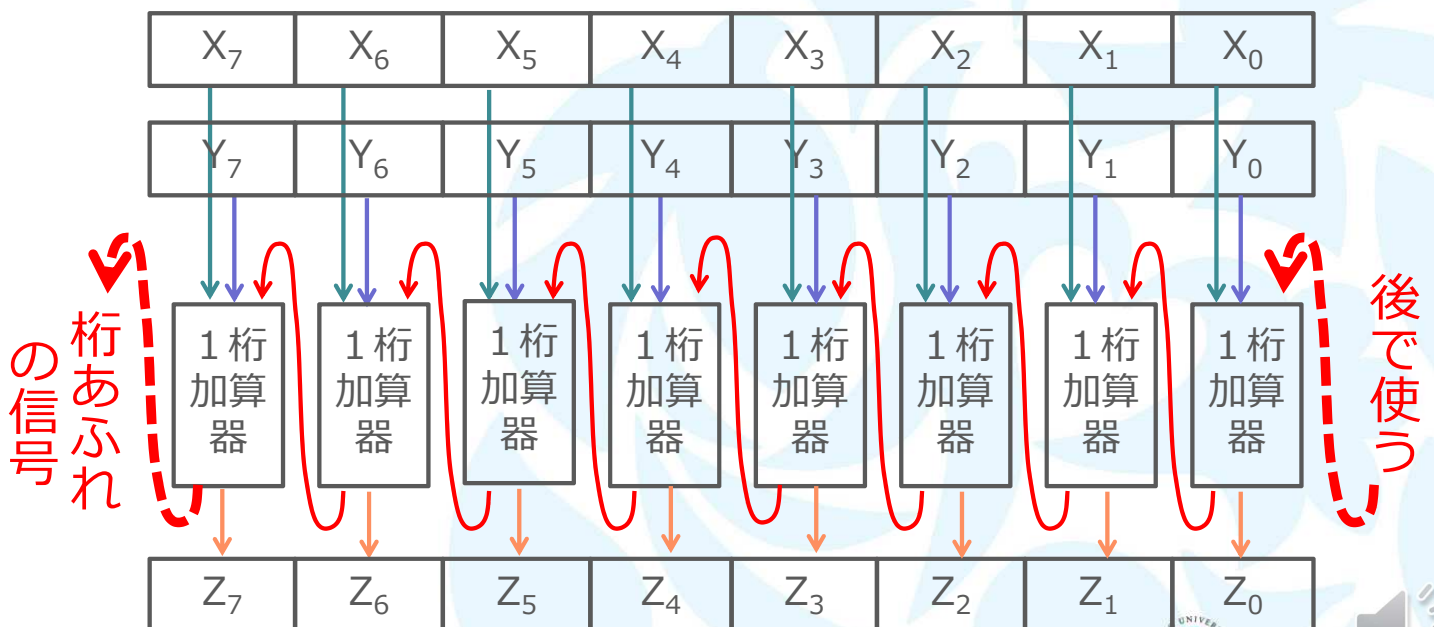
Ci	X	Y	Co	Z
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

15

1桁の足し算回路をブロックと考えて
8桁の足し算回路を作ってください

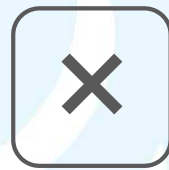
16

1桁の足し算回路をブロックと考えて
8桁の足し算回路を作ってください



17

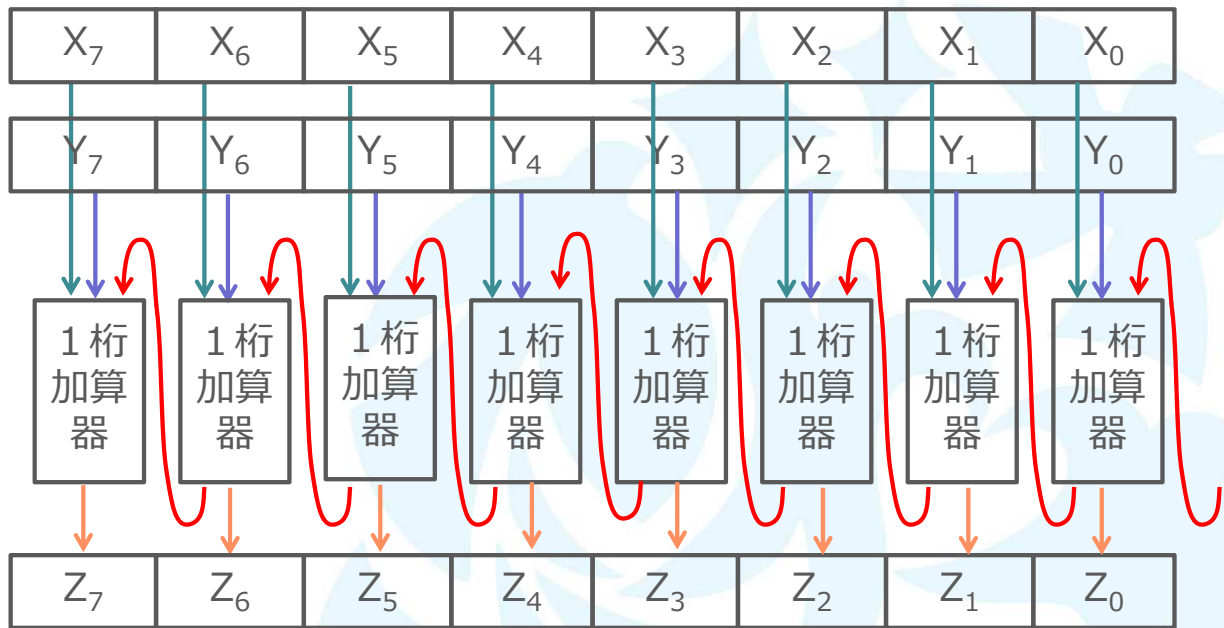
できましたか？



↓
次へ

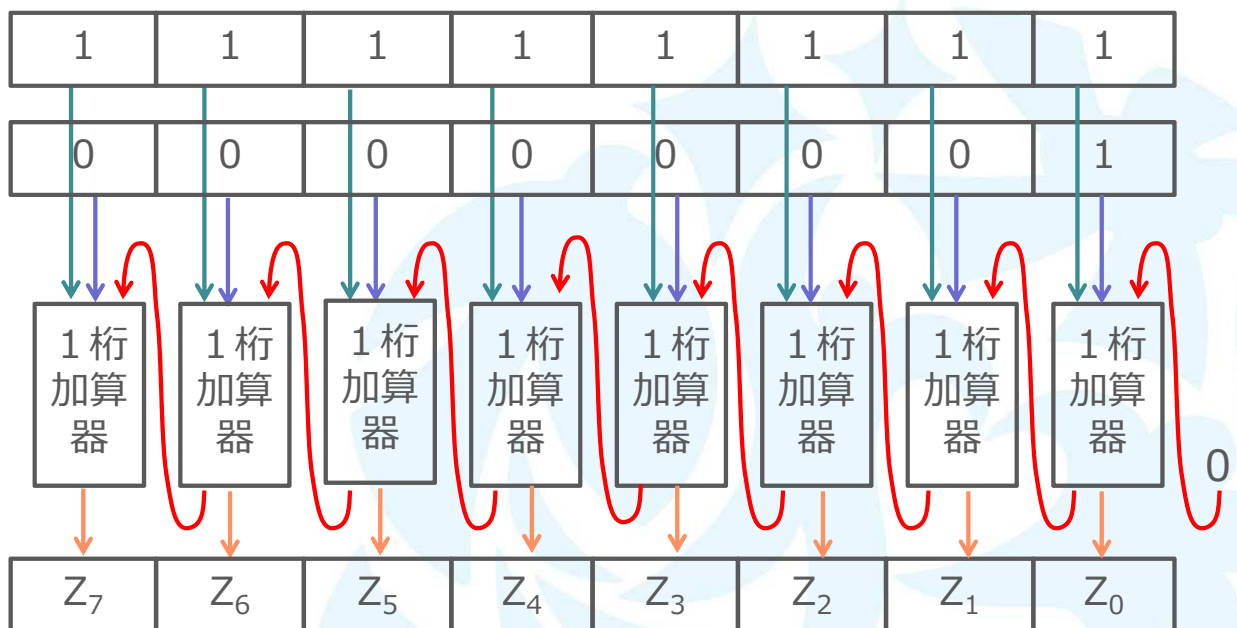
おまけの話題 ～ 高速化

この回路はとろい



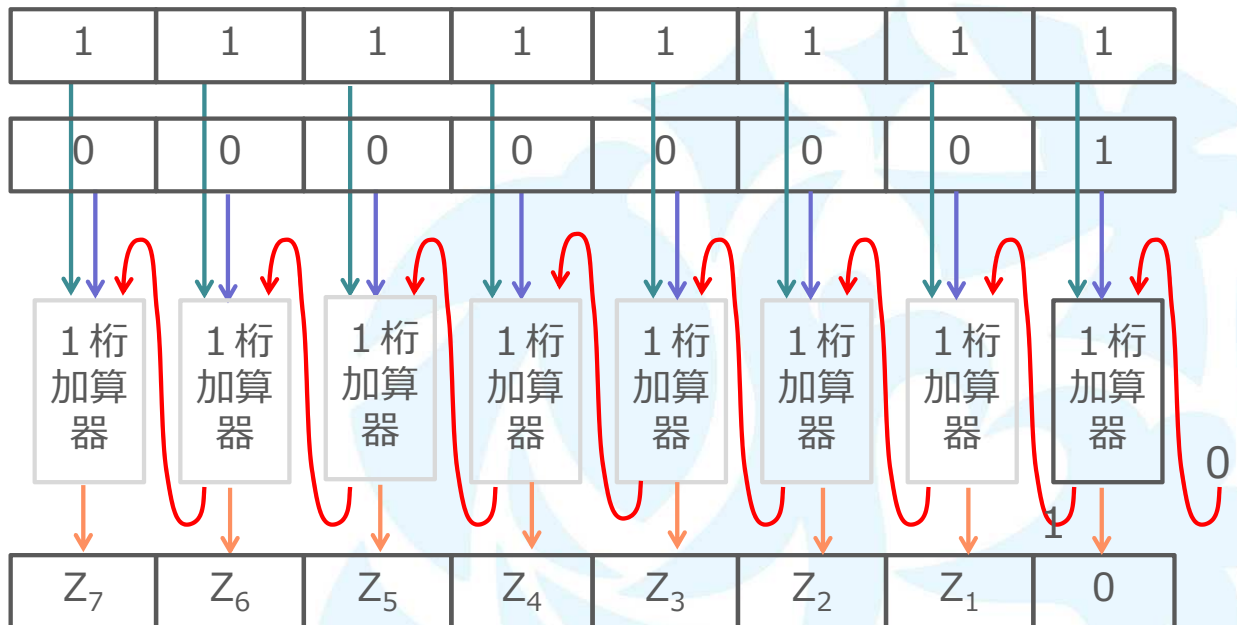
何で？

たとえば



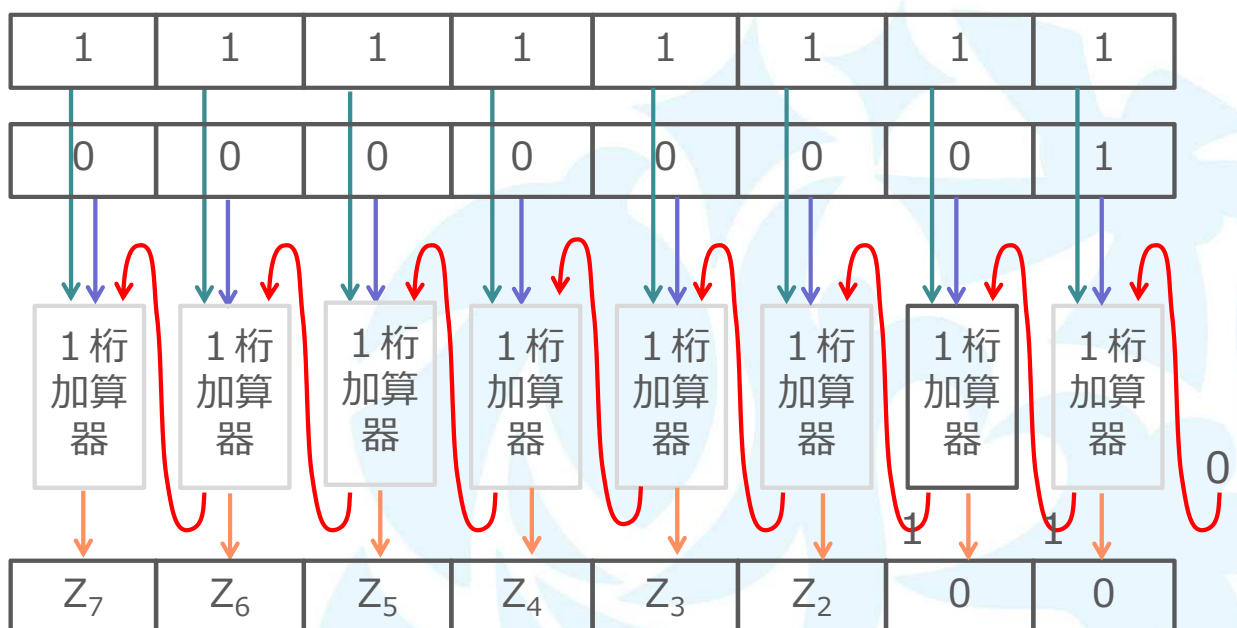
を計算してみよ

まず最下桁で Z_0 を計算



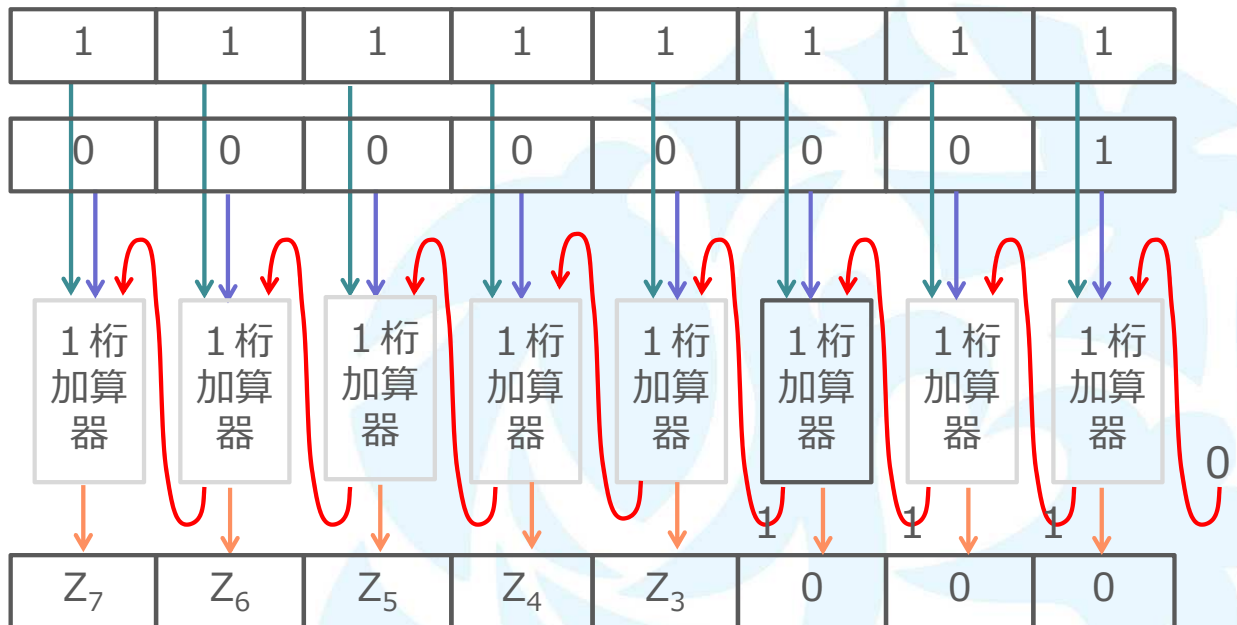
22

その結果を見て Z_1 を計算

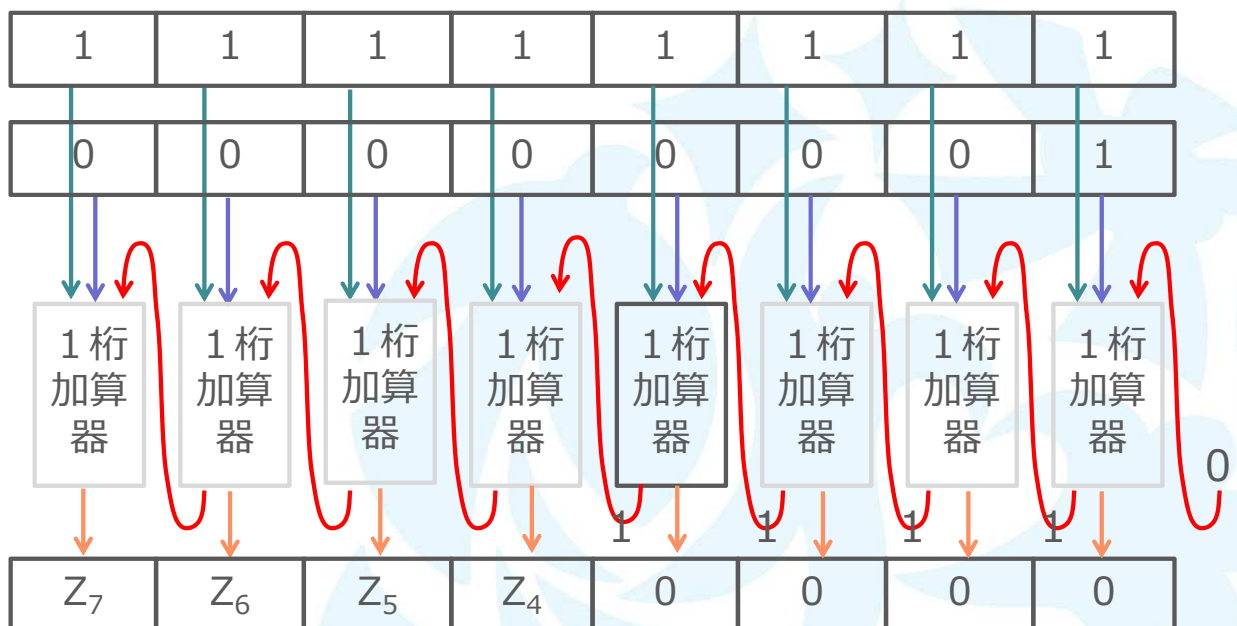


23

その結果を見て Z_2 を計算



その結果を見て Z_3 を計算



このように

下の桁の(繰上りの)値が決まらな
いと
上の桁が計算できない

このように

下の桁の(繰上りの)値が決まらな
いと
上の桁が計算できない

これを繰上りの伝搬と言う
(キャリー・プロパゲーション)

このように

下の桁の(繰上りの)値が決まらなると

上の桁が計算できない

これを繰上りの伝搬と言う

この伝搬に時間がかかるのでとろい

28

では、どうすれば早くなるか？

キャリールックahead回路

詳細には立ち入らないが、繰上り入力を
多段でなく1段で計算する回路。

たとえば32ビット×2の入力から各桁の
繰上りの値(32個)を1段で計算

29

さて

足し算はできるようになりました
では、引算はどうする？

30

足し算はできるようになりました
では、引算はどうする？

引算 = 符号反転して足し算

31

引算 = 符号反転して足し算

$$5 - 3 = 5 + \underbrace{(-3)}_{\substack{\text{符号反転} \\ 3 \Rightarrow (-3)}}_{\text{足し算}}$$

符号反転？

$$3 \Rightarrow (-3)$$

どうする？

符号反転？

$$3 \Rightarrow (-3)$$

2の補数を作ればいい



符号反転？

$$3 \Rightarrow (-3)$$

2の補数を作ればいい



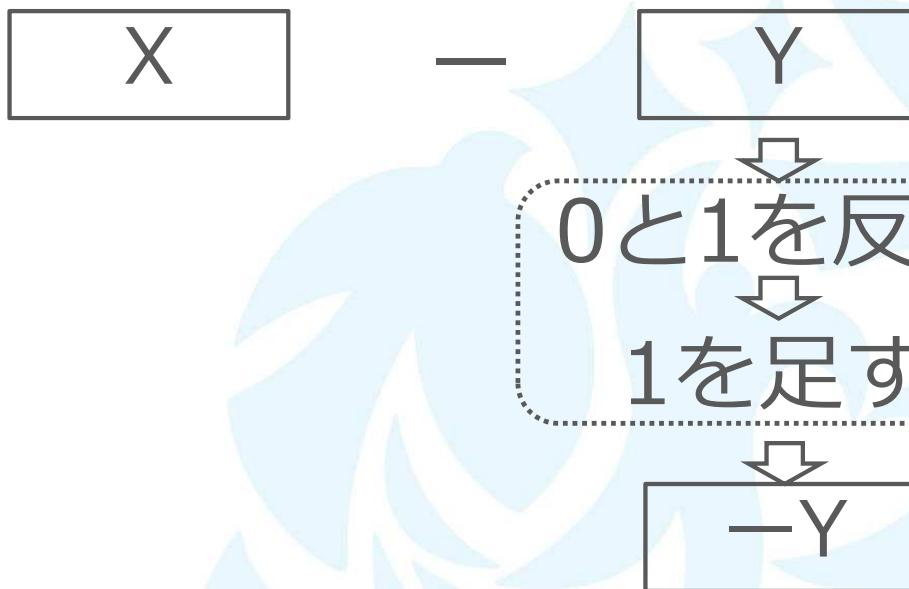
ビット(0と1)を反転し
それに1を足す



引算全体は



引算全体は



引算全体は

X

-

Y

0と1を反転

1を足す

2の補数
を作る

X

+

-Y



引算全体は

X

-

Y

0と1を反転

1を足す

2の補数
を作る

X

+

-Y

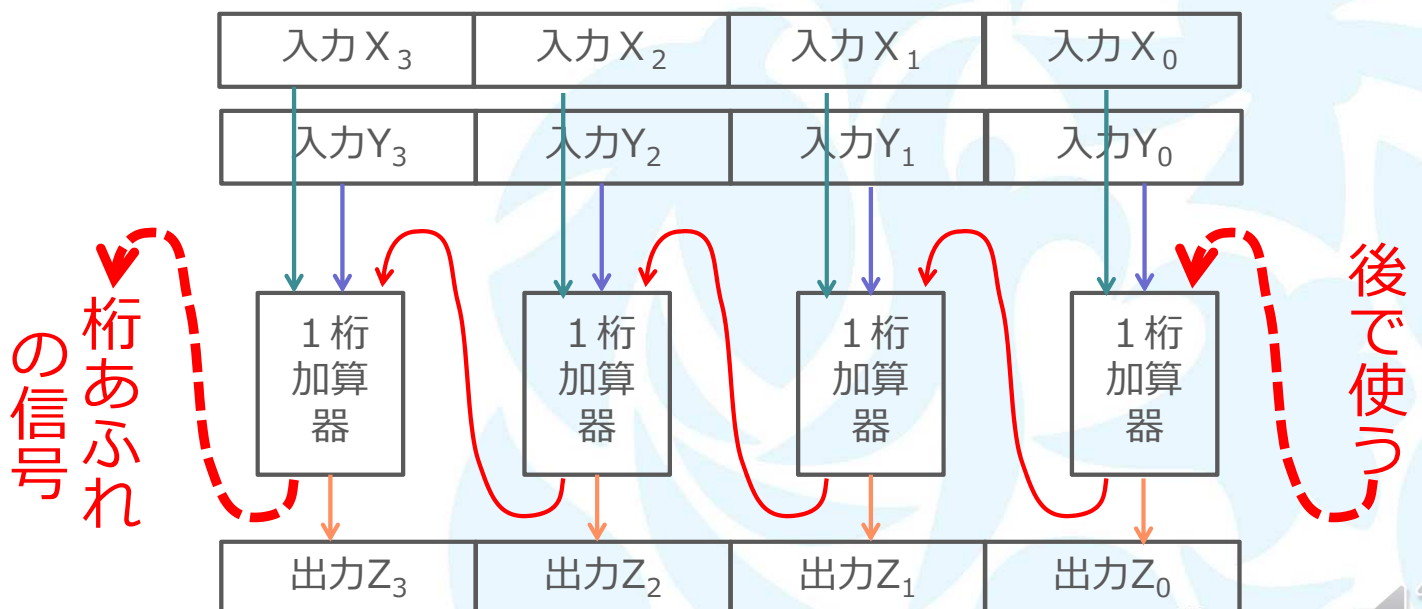
これを一緒に行う



思い出してほしい 複数桁の足し算回路

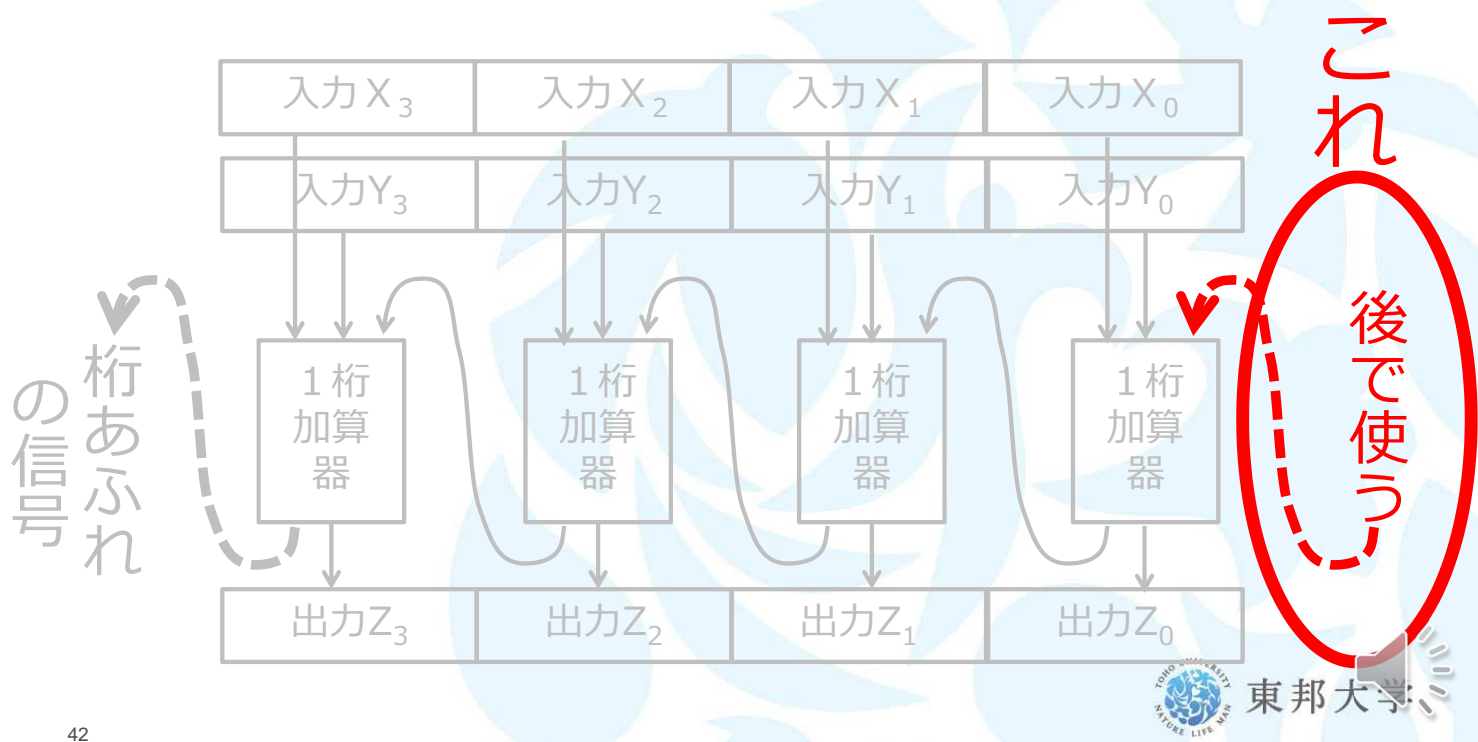
40

思い出してほしい 複数桁の足し算回路

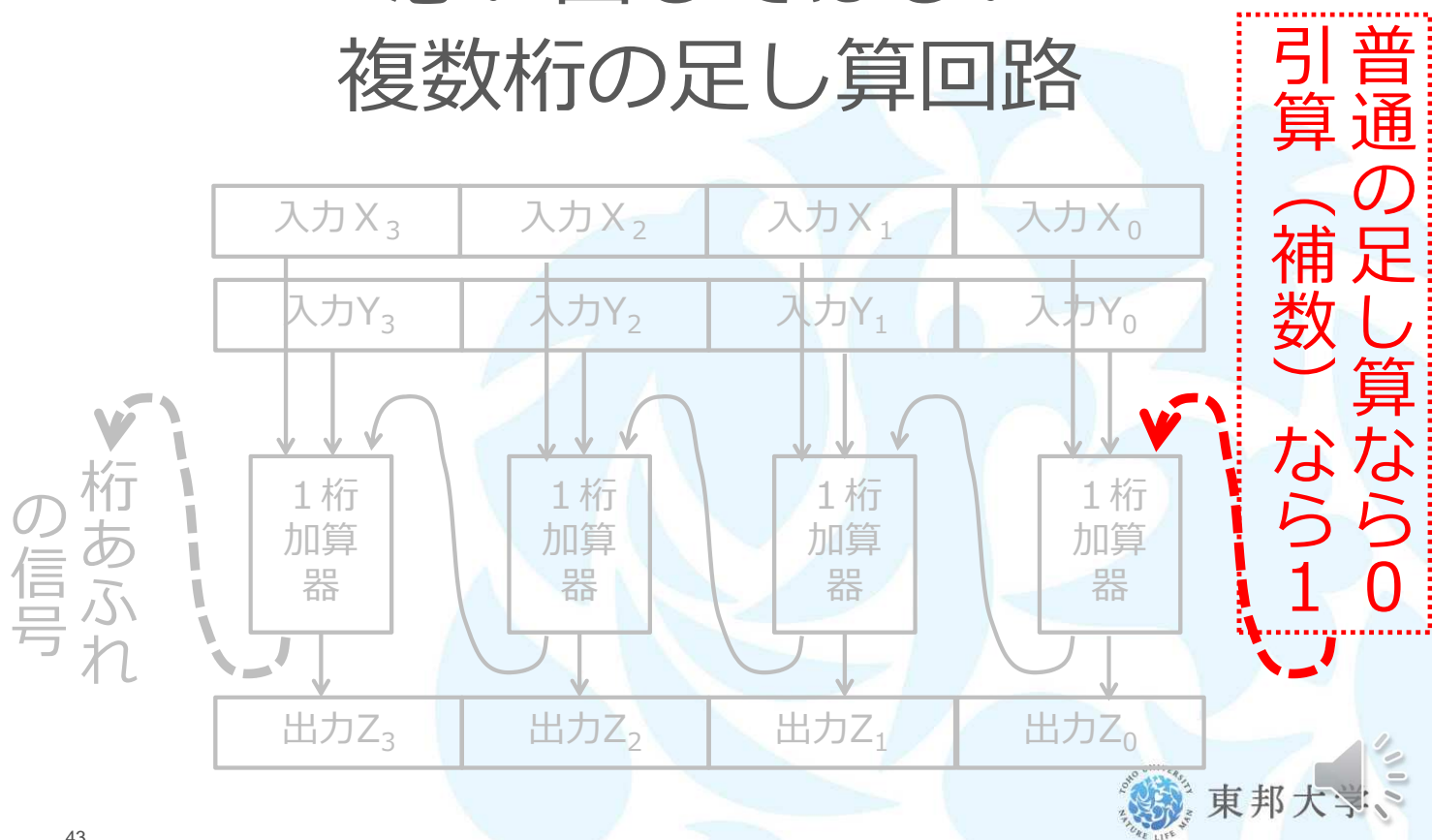


41

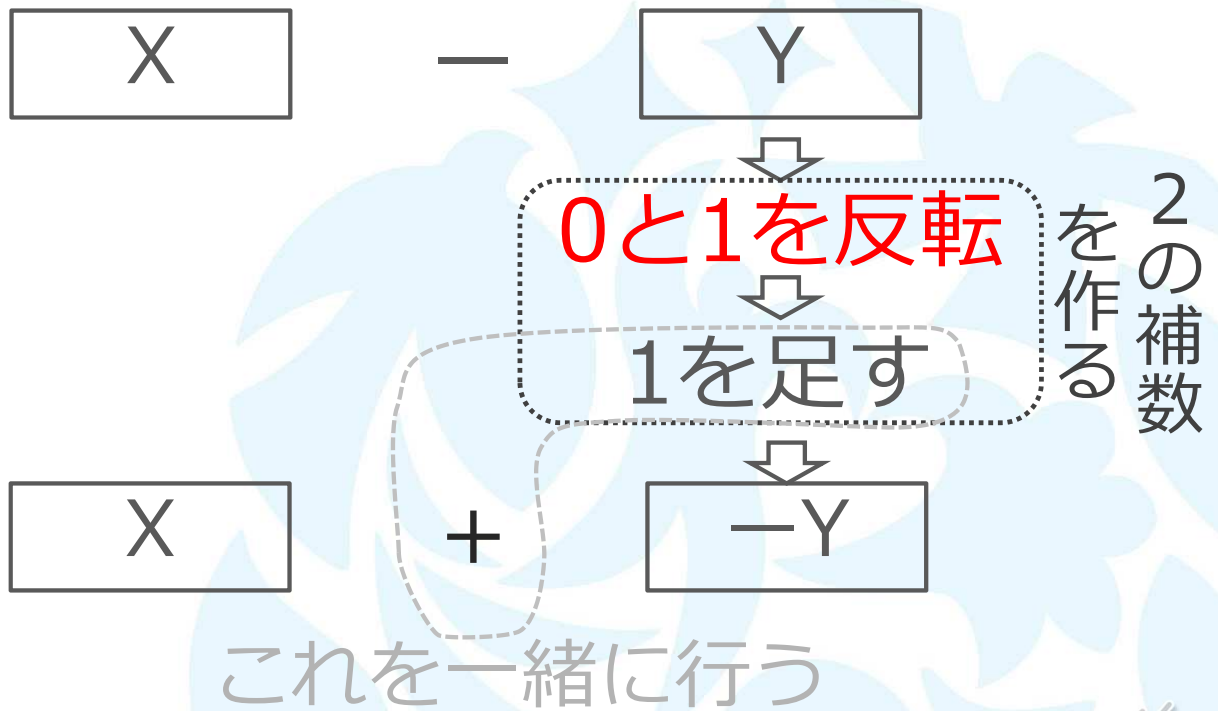
思い出してほしい 複数桁の足し算回路



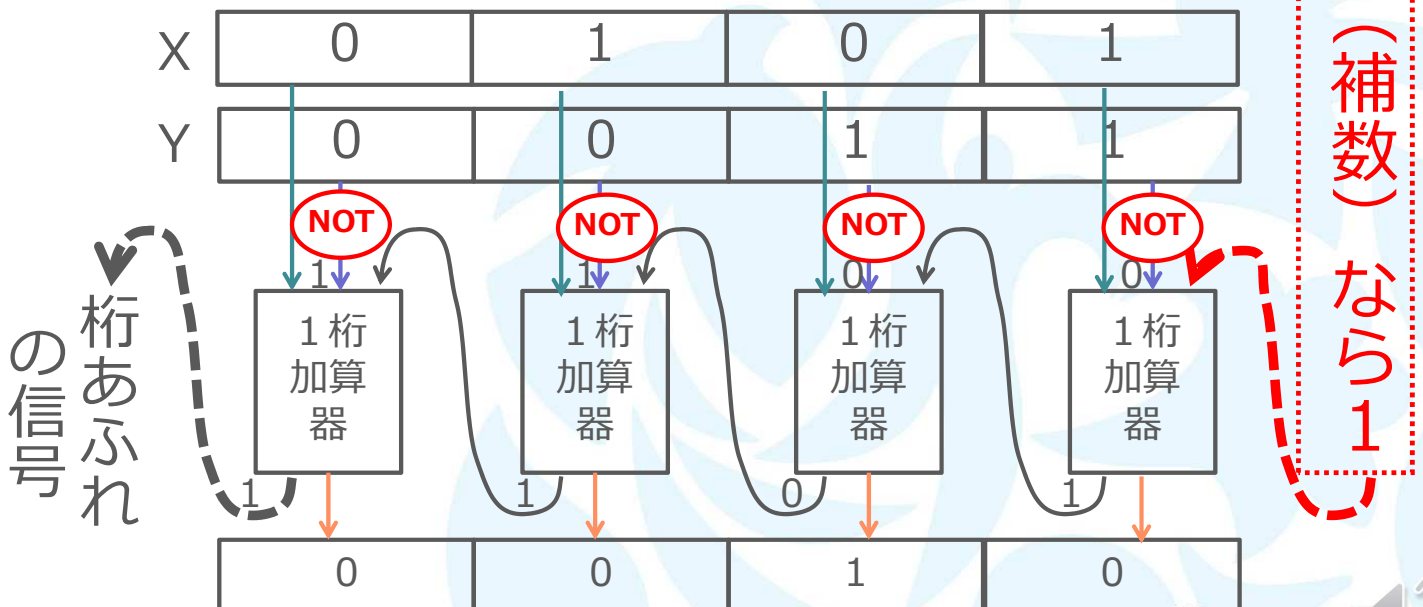
思い出してほしい 複数桁の足し算回路



引算全体は



たとえば
0101 - 0011 は

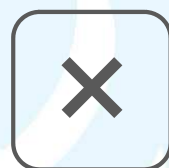
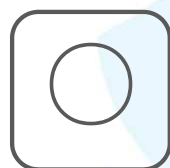


このようにすればできる

教科書の図5.8を参照

46

引算回路を理解できましたか？



↓
次へ

47

確認の問題

2進8桁の数の引算をする
ための方法を説明して下さい