

デジタル回路

# 第12講 加算回路



専門学校 静岡電子情報カレッジ

ITゲーム&ロボットシステム学科

ロボットシステム研究 & ITスペシャリスト研究

**有賀 浩**

## 第12講 加算回路

1. 加算回路とは？
2. 半加算回路 Half Adder
3. 全加算回路 Full Adder
4. 多ビット加算回路

---

1

## 加算回路とは？

---

論理演算ではなく  
数値演算の「加算」を行う回路

# 論理和 (OR) と数値加算

## 論理和 (OR)

$$0+0 = 0$$

$$0+1 = 1$$

$$1+0 = 1$$

$$1+1 = 1$$

## 数値加算

$$0+0 = 0$$

$$0+1 = 1$$

$$1+0 = 1$$

$$1+1 = \mathbf{10}$$

桁上がり (キャリー)

---

2

## 半加算回路 Half Adder

---

# 半加算回路の仕様

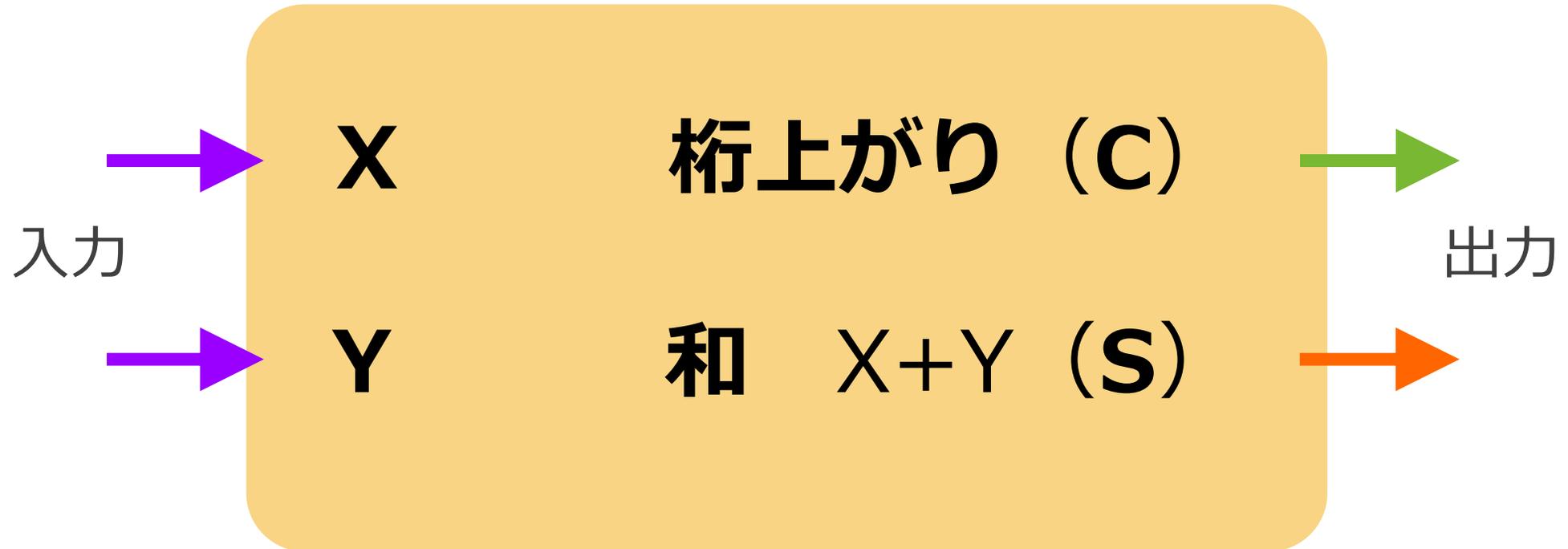
## 【半加算回路】

1ビットのデータ同士の**加算**を行い  
**和**と**桁上がり** (キャリー) を  
出力として得る

※**数値演算**なので  **$1+1=10$**

# 半加算回路の考え方

## 半加算回路



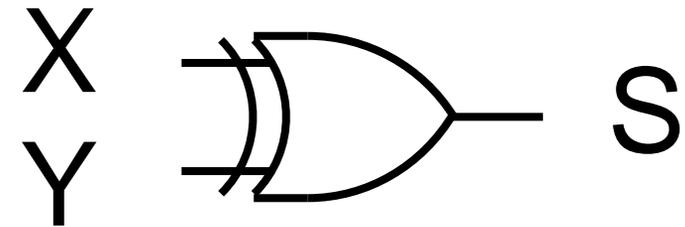
# 半加算回路の真理値表

X	Y	C	S
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

# 和 (S) の論理式と回路図

X	Y	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

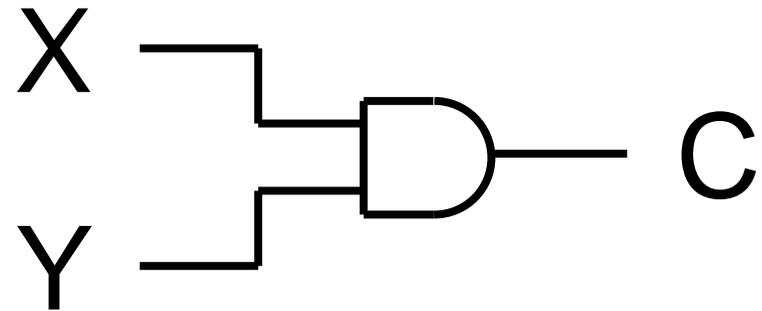
$$S = X \oplus Y$$



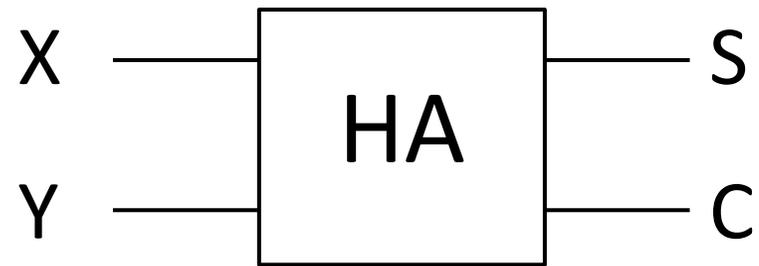
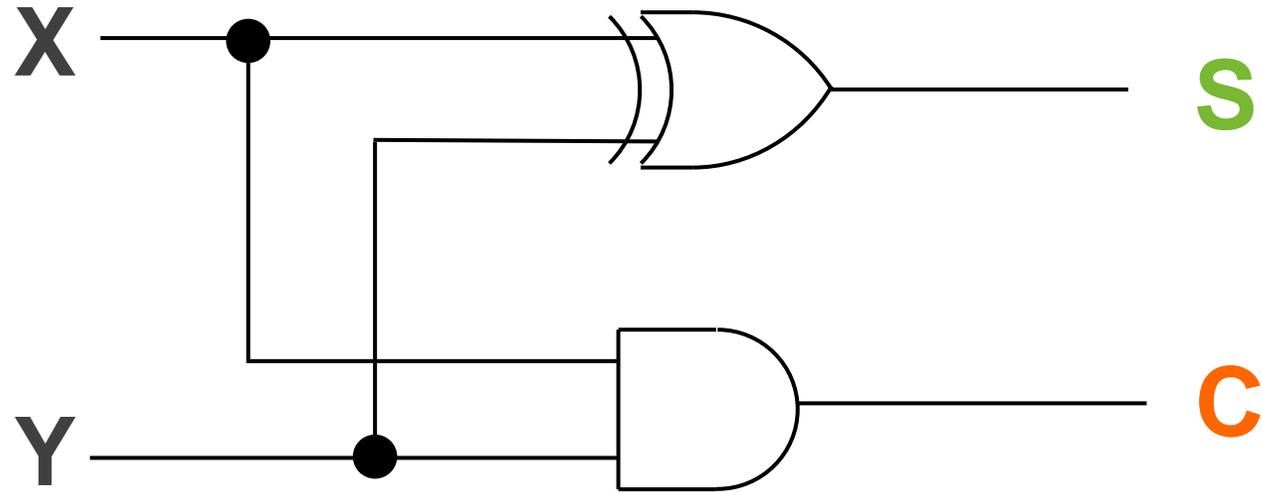
# キャリー (C) の論理式と回路図

X	Y	C
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

$$C = X \cdot Y$$



# 半加算回路をまとめると...



## 実習課題

半加算回路をTinkerCADで作成せよ。

2個の正論理スイッチからX、YをHAに入力、

HAのS、Cを正論理LEDで表示、

真理値表通りの動作をするか確認。

---

3

## 全加算回路 Full Adder

---

## 【全加算回路の仕様】

複数ビットの加算を行うために、  
下位ビットからの桁上がりも  
合わせて加算する。

# 全加算回路が必要な理由

$$\begin{array}{r} \phantom{+} \phantom{1} \phantom{1} \phantom{1} \\ \phantom{+} \phantom{1} \phantom{1} \phantom{1} \\ + \phantom{1} \phantom{1} \phantom{1} \phantom{1} \\ \hline 1 \phantom{1} \phantom{1} \phantom{1} \phantom{1} \end{array}$$

The diagram shows a binary addition of 1111 + 1111. The result is 1110. A carry of 1 is shown above the second column. The third column (the rightmost) is highlighted with a blue rounded rectangle, showing the input 1+1 and the output 0. The second column is also highlighted with a blue rounded rectangle, showing the input 1+1 and the output 1, with a carry of 1 from the first column. The first column is not highlighted.

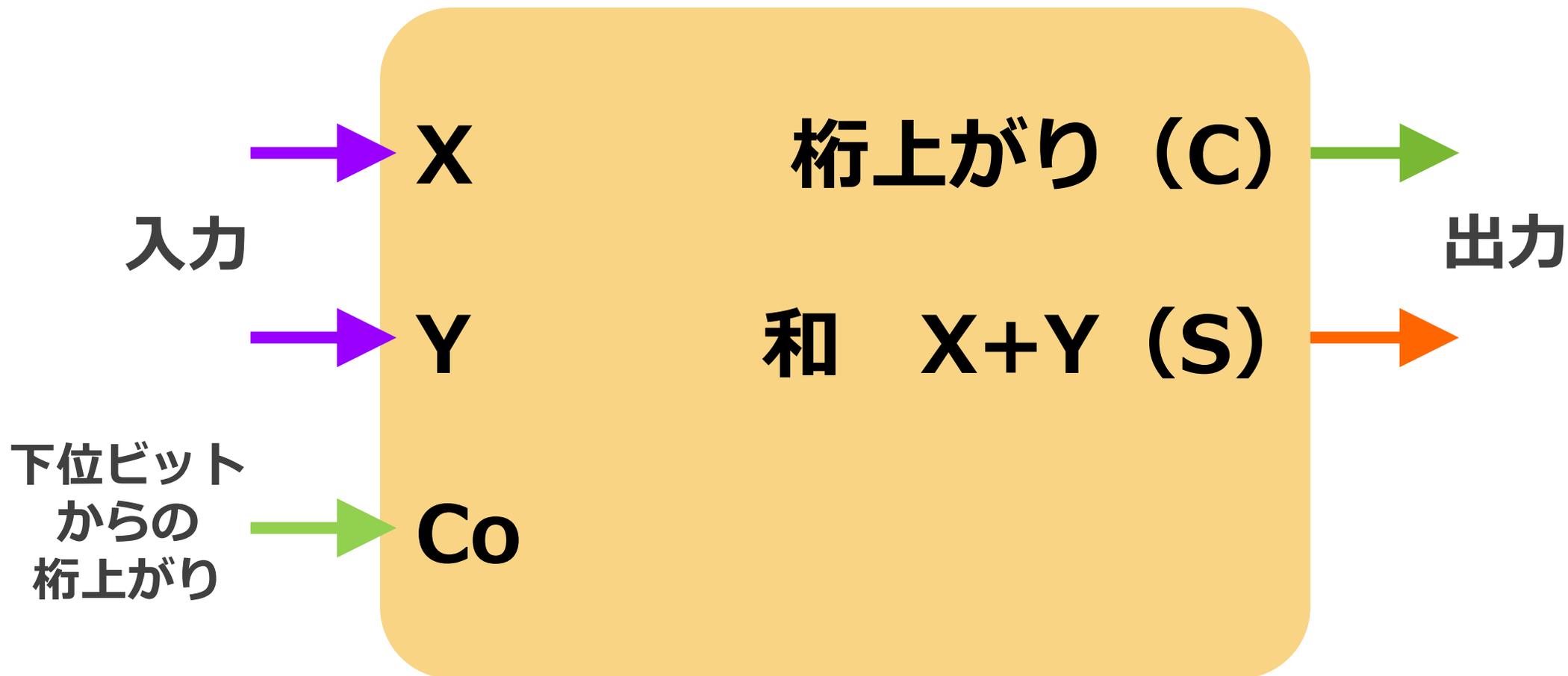
下位ビットはHAで処理できるが  
上位ビットは下位ビットからの  
桁上りを加えなければならない

↓

HAでは無理！

# 全加算回路の仕様

## 全加算回路 Full Adder



# 全加算回路の仕様

$C_0$	X	Y	C	S
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

# 和 (S) についてカルノー一図を作る

$C_0$	X	Y	S
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

$C_0$ XY	0	1
00		1
01	1	
11		1
10	1	

$$S = (X \oplus Y) \oplus C_0$$

# Cについてカルノー一図を作成

$C_0$	X	Y	C
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

$C_0$ XY	0	1
00		
01		1
11	1	1
10		1

ここで、あえて簡単化を進めず、  
次のような式にする

$$C = X \cdot Y + C_0 \cdot (X \oplus Y)$$

## まとめると...

$$S = (X \oplus Y) \oplus C_o$$

$$C = X \cdot Y + C_o \cdot (X \oplus Y)$$

**半加算回路**の出力（区別のため ' を付けて）

$$S' = X \oplus Y \quad C' = X \cdot Y$$

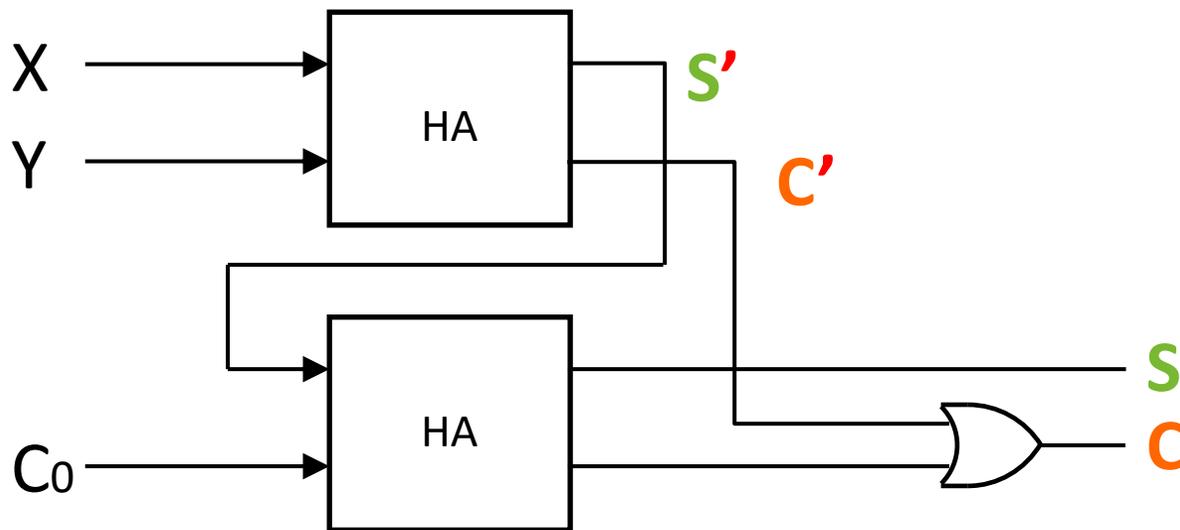
$$S = S' \oplus C_o$$

$$C = C' + C_o \cdot S'$$

# まとめると...

$$S = S' \oplus C_0$$

$$C = C' + C_0 \cdot S'$$



4

## 多ビット加算回路

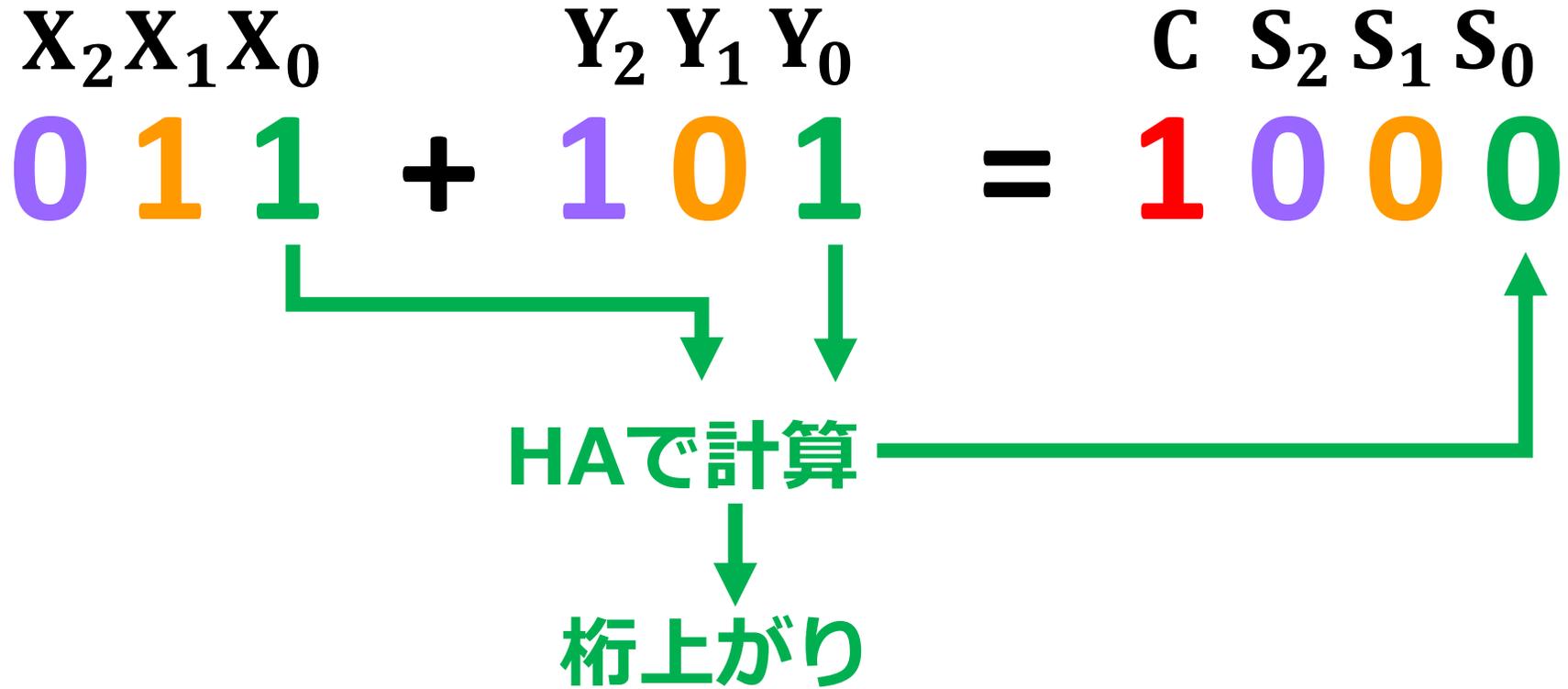
# HA、FAの組み合わせによる多ビット加算

$$\begin{array}{r} X_2 X_1 X_0 \\ 0 \ 1 \ 1 \end{array} + \begin{array}{r} Y_2 Y_1 Y_0 \\ 1 \ 0 \ 1 \end{array} = \begin{array}{r} C \ S_2 \ S_1 \ S_0 \\ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \end{array}$$

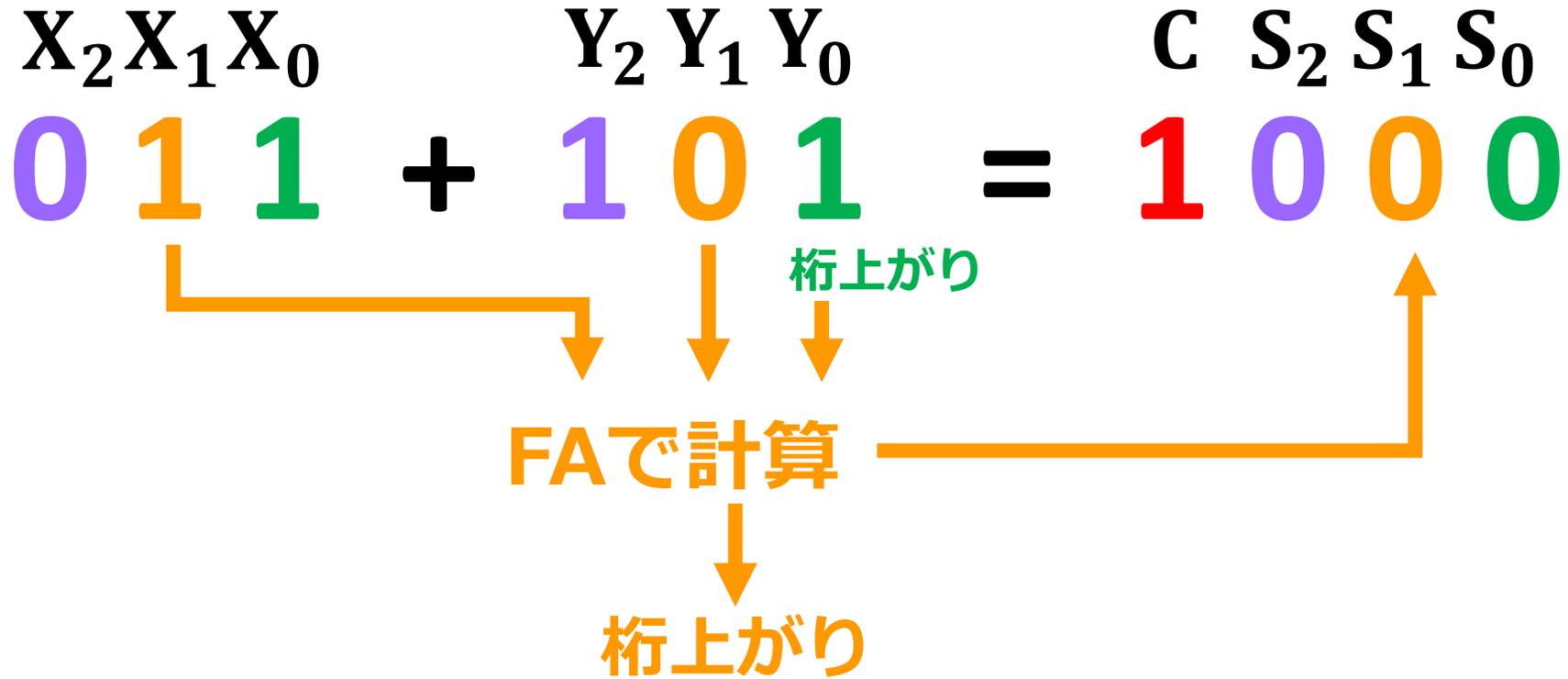
LSB（最下位ビット）は**HA**で加算

他のビットは下の桁からの桁上がりも加えるので**FA**

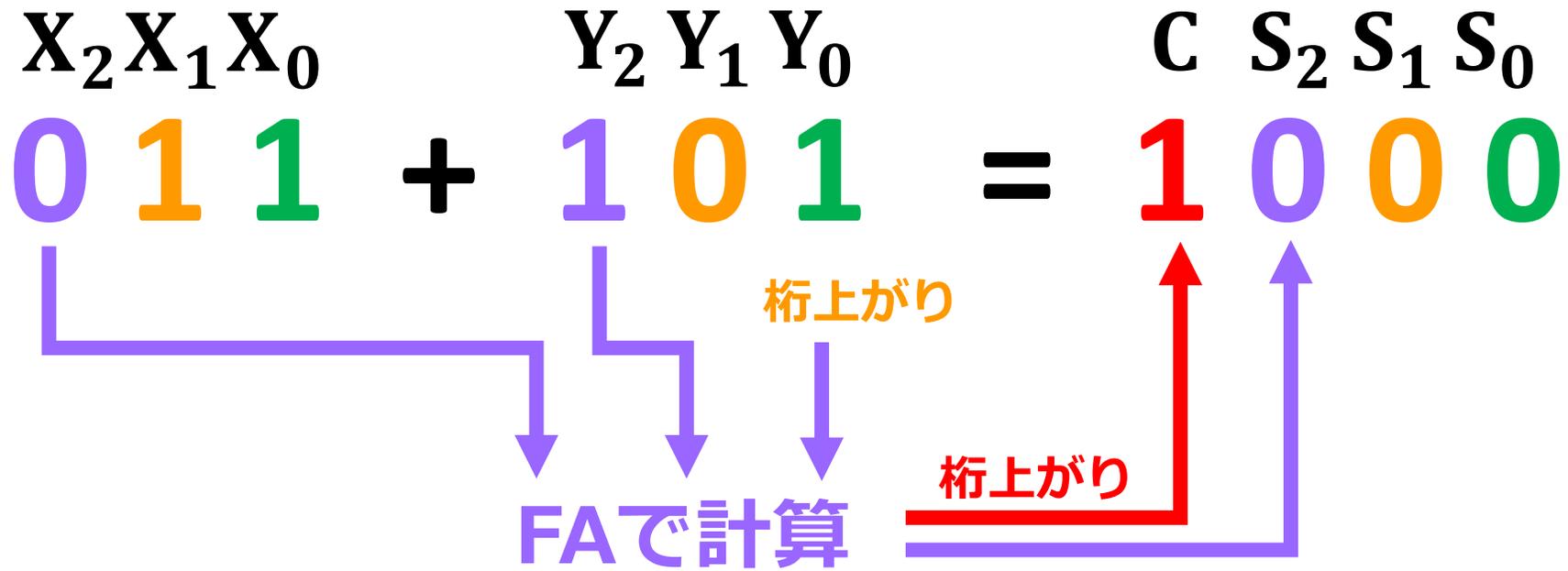
# HA、FAの組み合わせによる多ビット加算



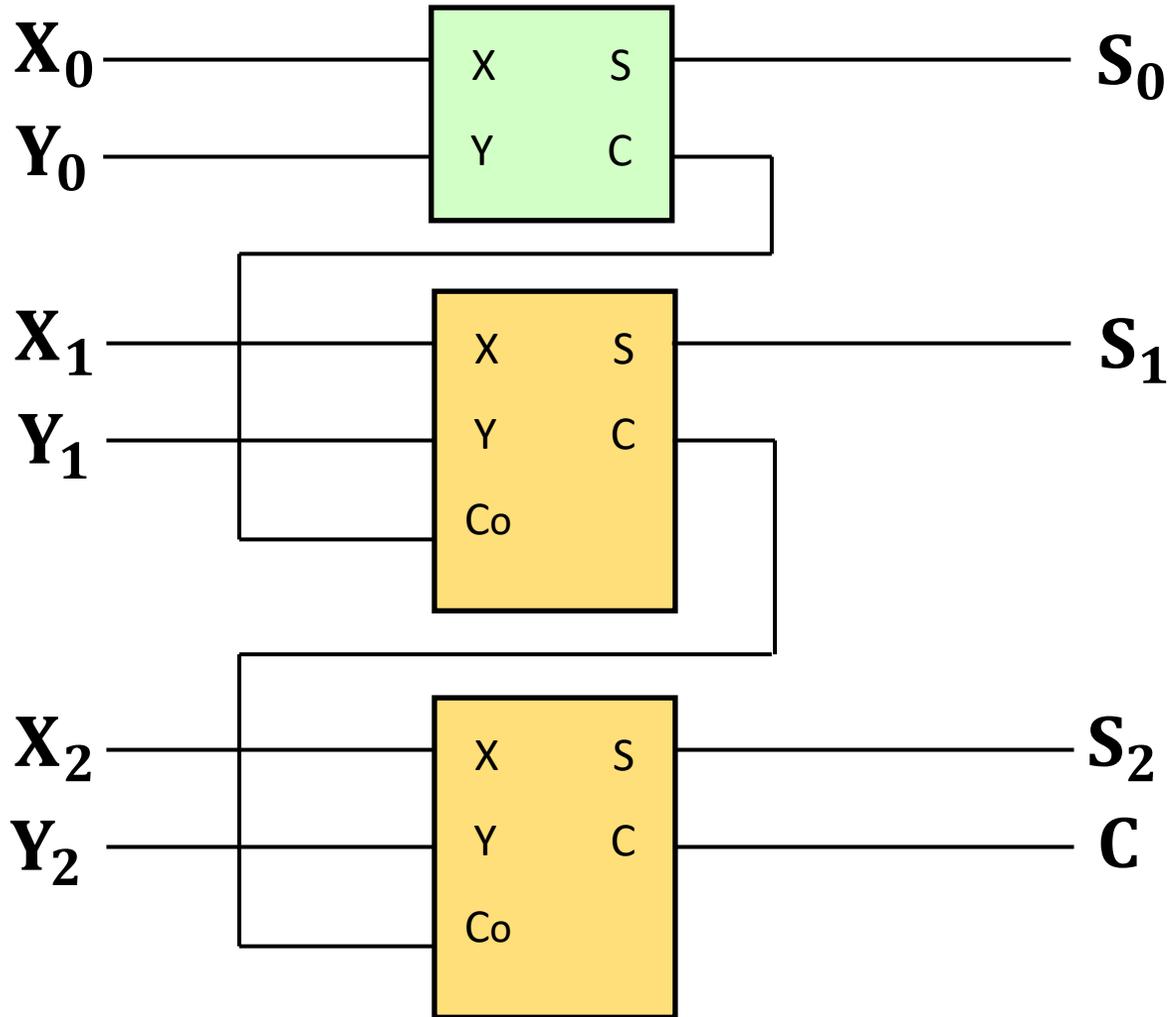
# HA、FAの組み合わせによる多ビット加算



# HA、FAの組み合わせによる多ビット加算



# HA、FAの組み合わせによる多ビット加算



## 第12講 加算回路

1. 加算回路とは？
2. 半加算回路 Half Adder
3. 全加算回路 Full Adder
4. 多ビット加算回路