

論理回路

(おさらい)

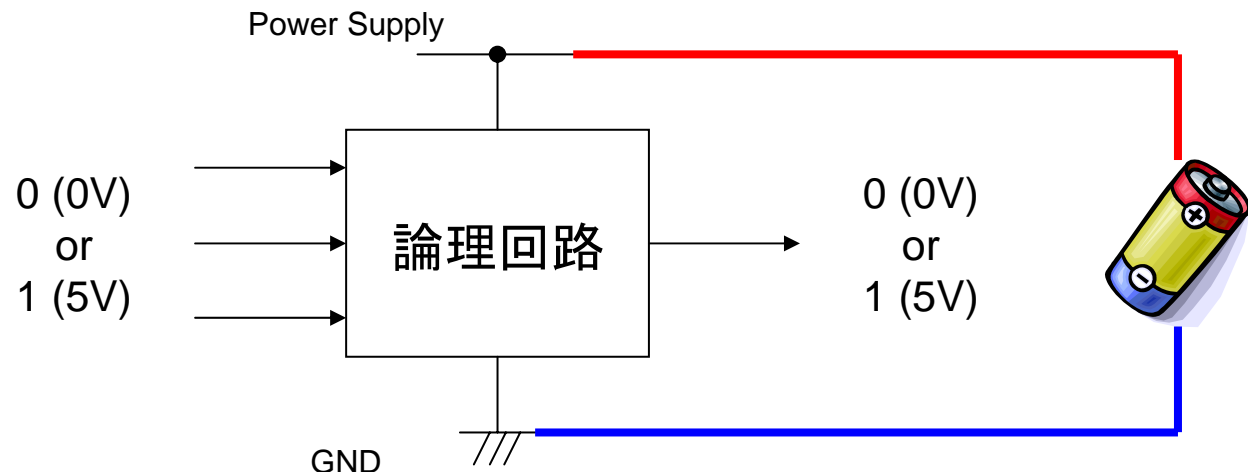
論理回路

常識1: 今日のコンピュータは2進数で動作する.

0と1を物理現象に対応させて, 電子回路(論理回路)を使って計算をする.

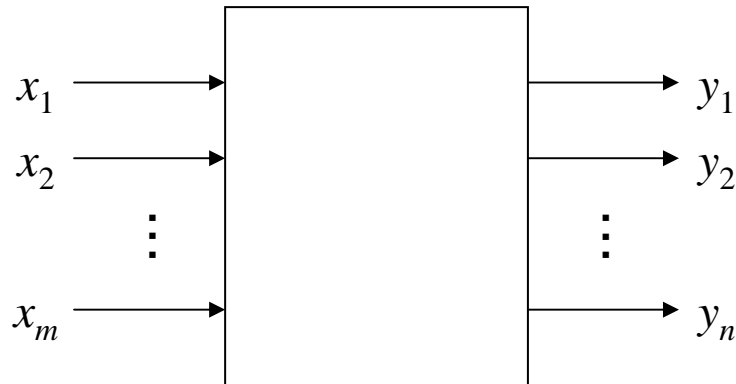
0: 電圧がかかっていないスイッチOFFの状態(0V)

1: 電圧がかかっているスイッチONの状態(3.3V, 5V, 12V, ...)



組み合わせ論理回路

組み合わせ論理回路: 出力値が入力値のみの関数となっている論理回路. 論理関数 $f: \{0, 1\}^m \rightarrow \{0, 1\}^n$ を実現.

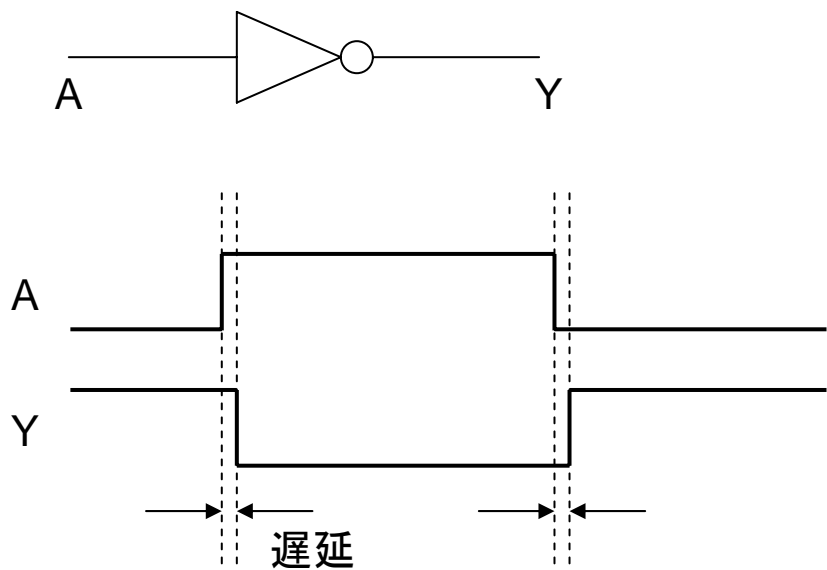


$$y_i = f_i(x_1, x_2, x_3, \dots, x_m) \quad (\text{for } 1 \leq i \leq n)$$

基本的な組み合わせ論理回路: インバータ, ANDゲート, ORゲート, XORゲート.

インバータ

インバータ: 入力値と逆の値(入力値が1のときは0, 0のときは1)を出力する論理回路.

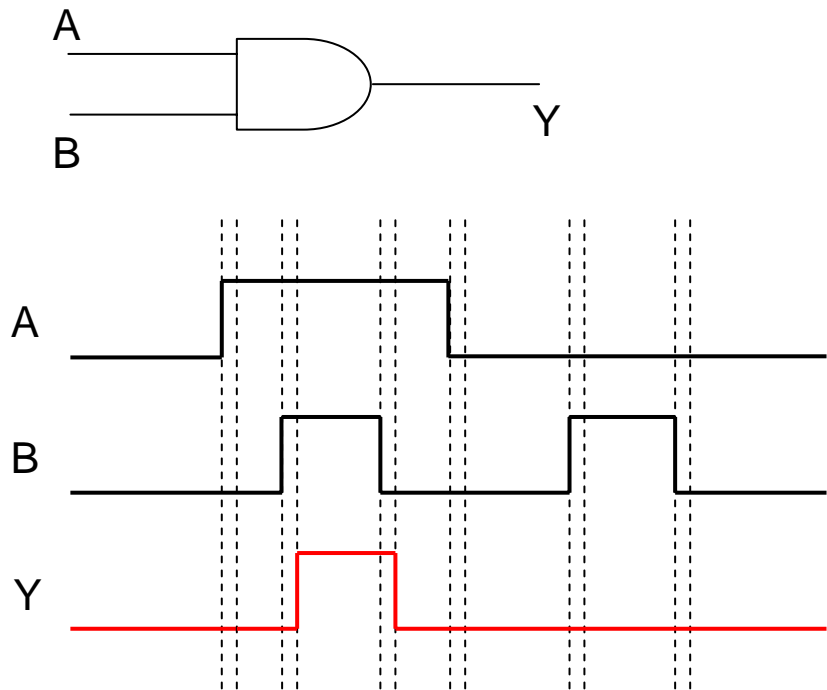


真理値表

A	Y
0	1
1	0

ANDゲート

ANDゲート: 入力値が全て 1 のときに 1, その他のときは 0 を出力する論理回路.

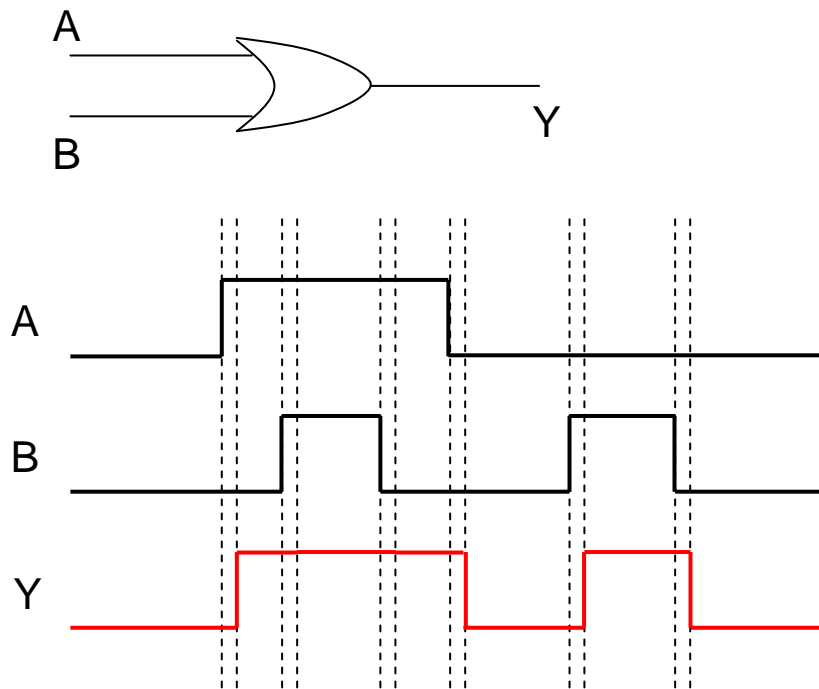


真理値表

A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

ORゲート

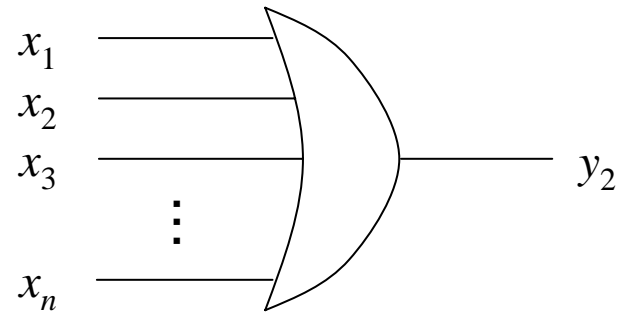
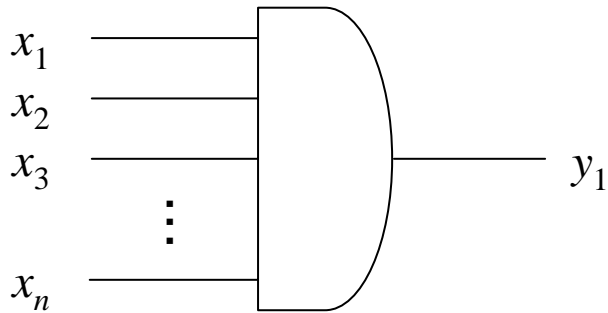
ORゲート: 入力値のうちの一つ以上が 1 のときに 1, その他のときは 0 を出力する論理回路.



真理値表

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

多入力AND/ORゲート



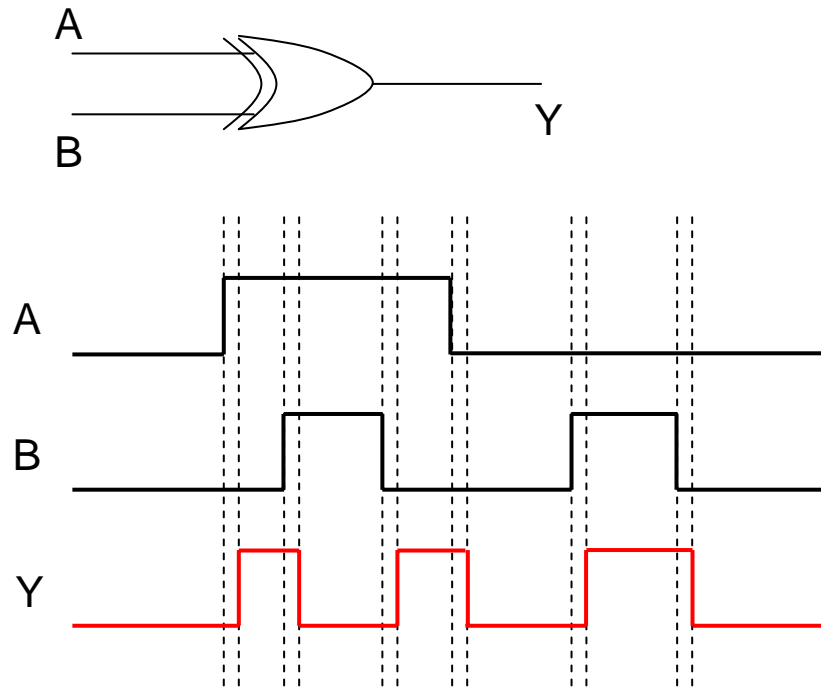
x_1	x_2	x_3	...	x_{n-1}	x_n	y_1	y_2
0	0	0	...	0	0	0	0
0	0	0	...	0	1	0	1
0	0	0	...	1	0	0	1
...
1	1	1	...	1	1	1	1

XORゲート

XORゲート: 2つの入力値が異なる値のときに 1, そうでないときは 0 を出力する論理回路.

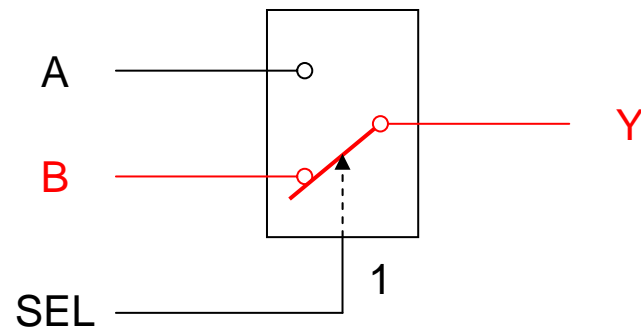
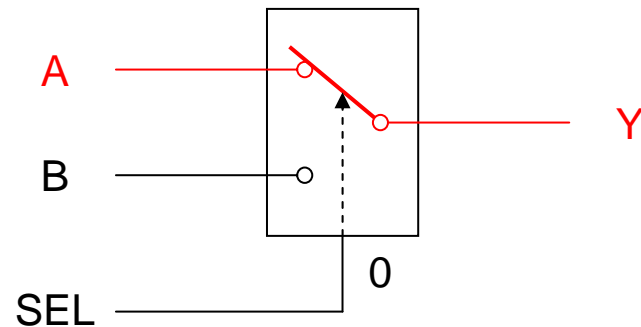
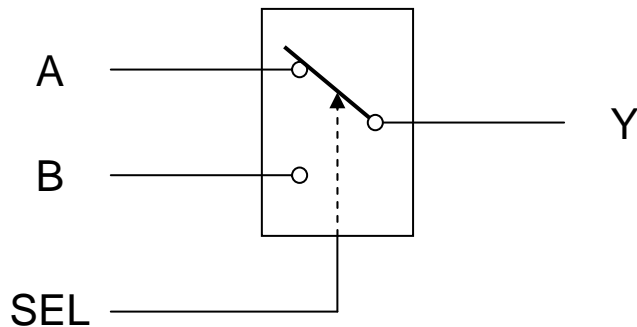
真理値表

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



マルチプレクサ(1)

マルチプレクサ: 複数の入力信号からひとつを選択して出力する論理回路.



マルチプレクサ(2)

1) 真理値表を作成する.

A	B	SEL	Y
0	0	0	0
0	1	0	0
1	0	0	1
1	1	0	1
0	0	1	0
0	1	1	1
1	0	1	0
1	1	1	1

マルチプレクサ(3)

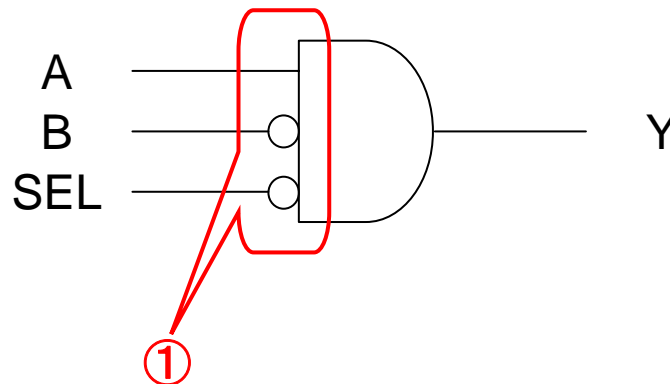
2) ひとつの出力信号を選び, その出力が 1 になる入力を注目する.

A	B	SEL	Y
0	0	0	0
0	1	0	0
① 1	0	0	1
② 1	1	0	1
0	0	1	0
③ 0	1	1	1
1	0	1	0
④ 1	1	1	1

マルチプレクサ(4)

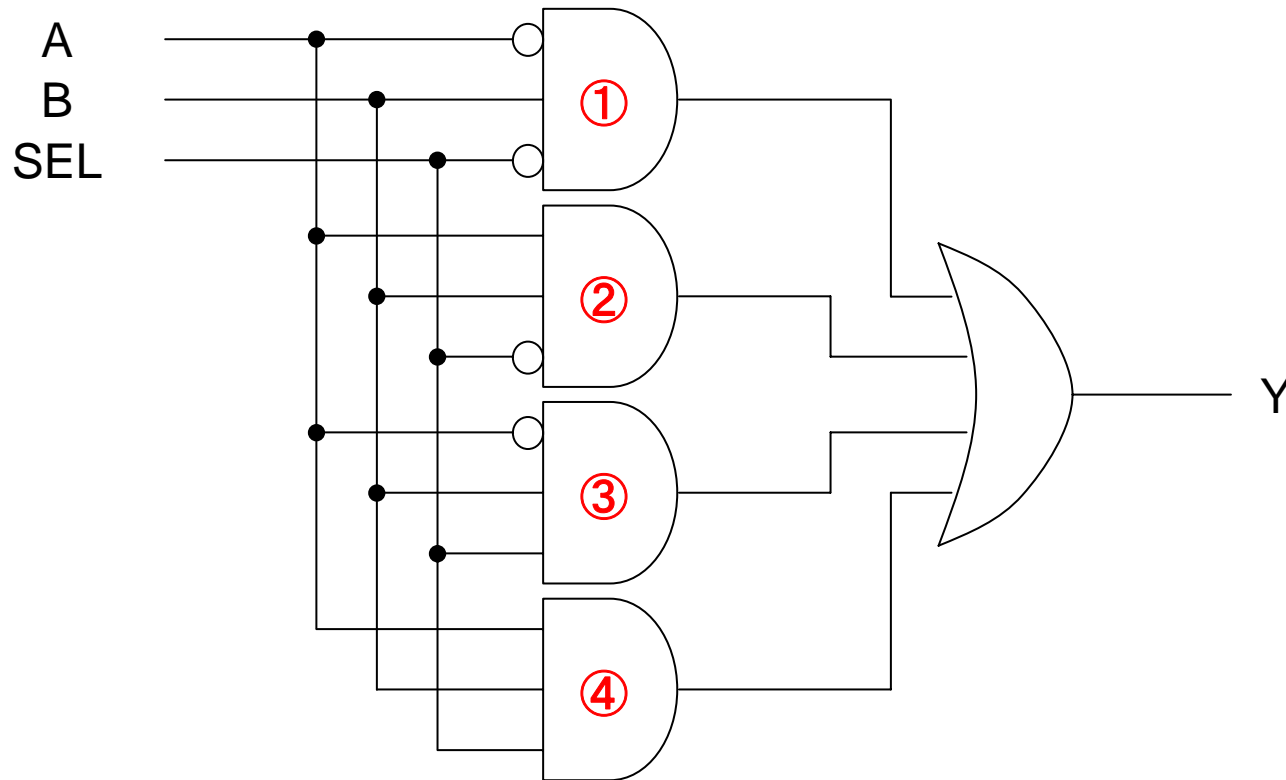
3) 出力が 1 となる行について, 1 の入力はそのまま, 0 の入力はインバータを通して, AND ゲートに入力する.

	A	B	SEL	Y
①	1	0	0	1



マルチプレクサ(5)

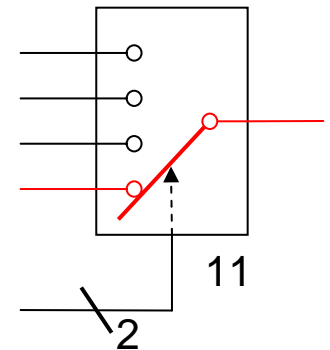
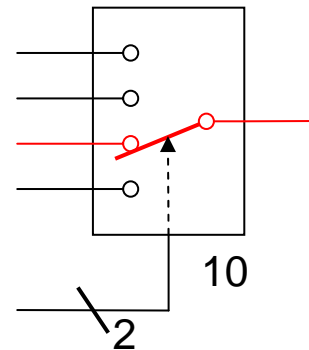
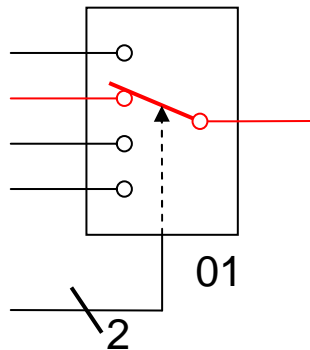
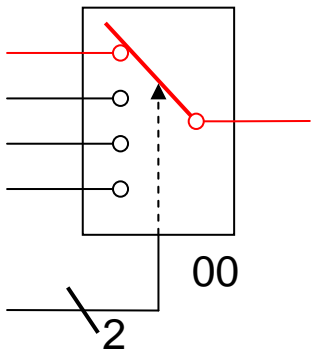
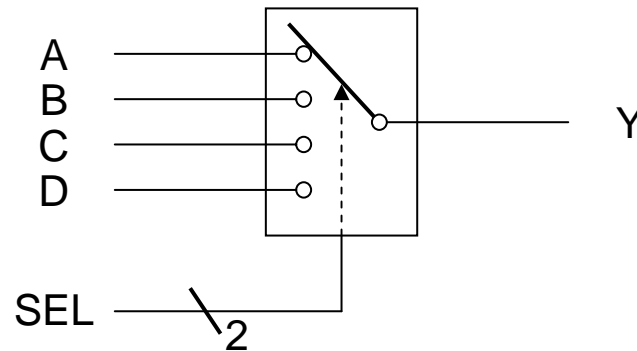
4) 3)で作った各ANDゲートの出力をORゲートに入力する. このORゲートの出力が, 2)で選んだ出力信号になる.



演習問題①: この論理回路を簡単化せよ。(復習)

マルチプレクサ(6)

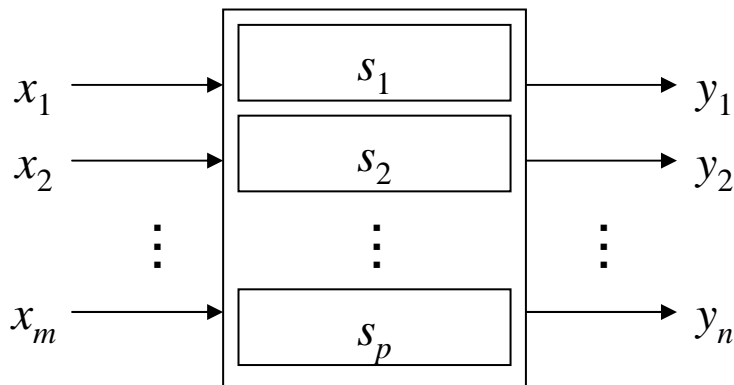
4入力マルチプレクサ



演習問題②: 簡単化された4入力マルチプレクサを作れ。(復習)

順序回路

順序回路: 出力値が, 入力値と回路の状態値の関数となっている論理回路. また, 状態値も入力値と回路の状態値の関数となっている. 順序機械 $M=(I, O, S, \delta, \lambda)$ を実現.



$$y_i = f_i(x_1, x_2, \dots, x_m, s_1, s_2, \dots, s_p) \quad (\text{for } 1 \leq i \leq n)$$

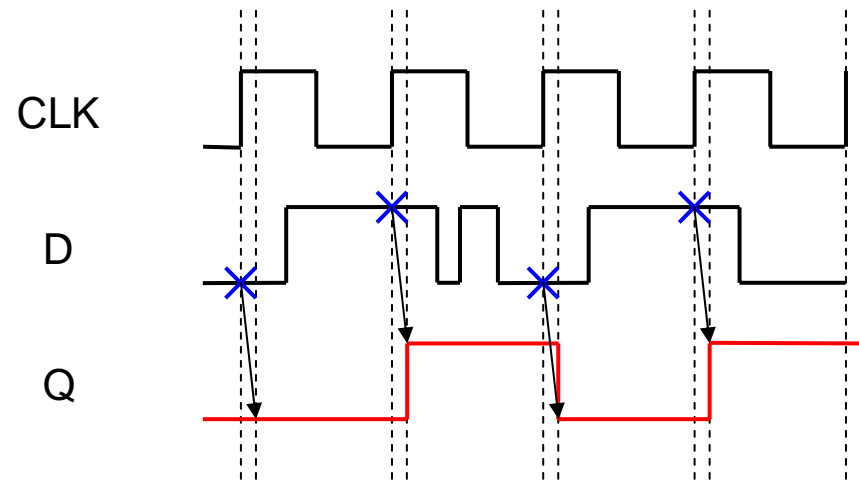
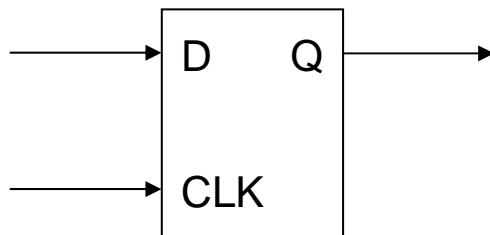
$$s_j = g_j(x_1, x_2, \dots, x_m, s_1, s_2, \dots, s_p) \quad (\text{for } 1 \leq j \leq p)$$

同期式順序回路(1)

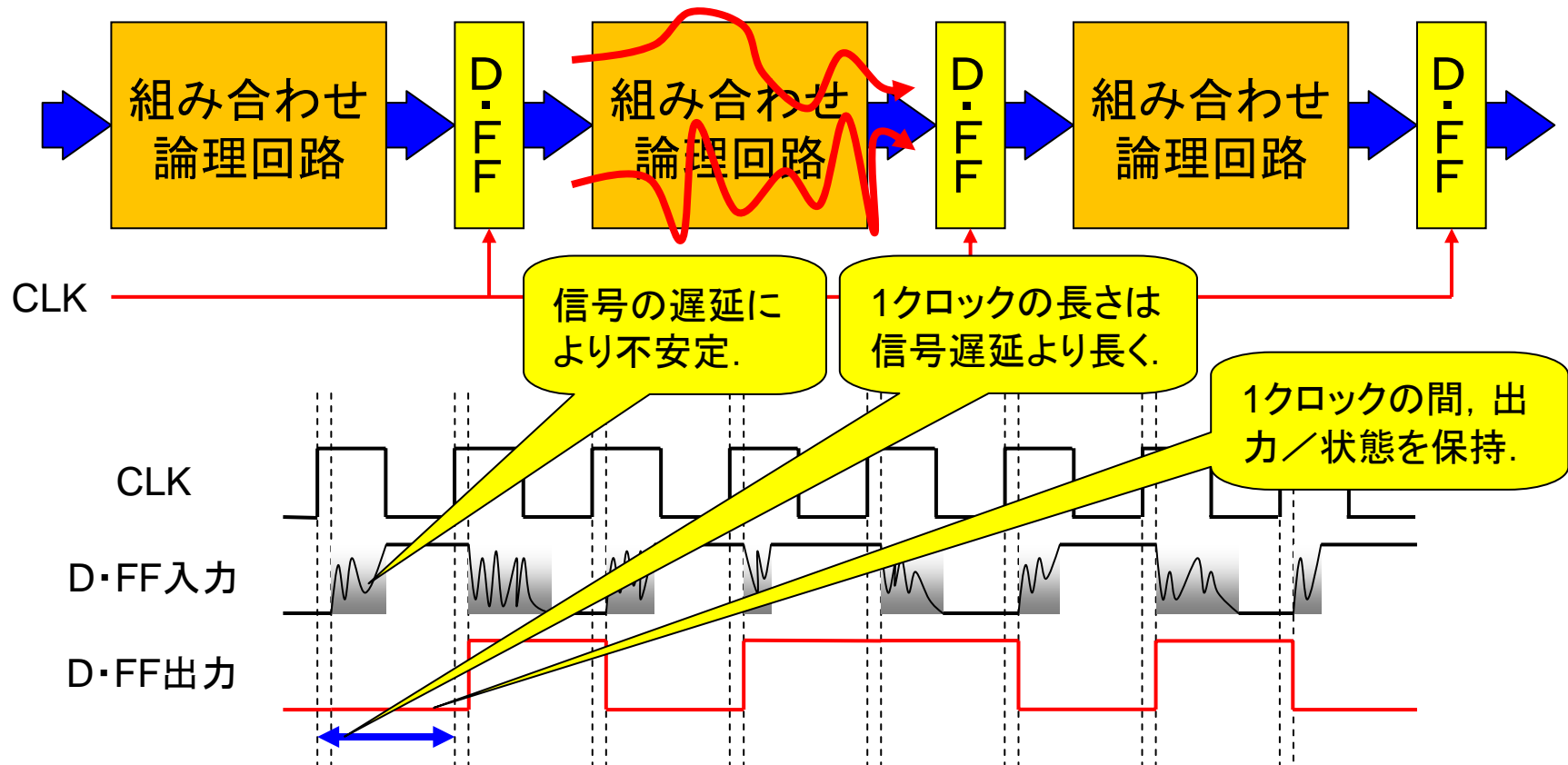
同期回路: クロックに同期して動作する論理回路. クロックの立ち上がり時の入力と状態で, 次回クロックが立ち上がるまでの出力と状態を確定.

今日のほとんどの順序回路は同期回路として設計される.

例) Dフリップフロップ



同期式順序回路(2)



時間の量子化により, 同期回路では遅延の扱いが単純化される.