



# デジタル電子回路

授業開始までしばらくお待ちください。

# オンライン視聴できない人へ。

オンラインで受講する人も基本的に一緒にいます。

自宅ネットワークの事情により、授業のストリーミング配信の視聴が困難な学生は以下の対応をしてください。

- ① この授業のスライドをよく読んで、不明な点は自分で調べるなどして、わかる範囲で内容を理解する。
- ② このページも含め、**必要な部分がすべて理解できたと思うまで以下の2ステップを繰り返す。**
  - ▶ わからない部分を e-mail 等で質問する。(宛先は [hiroyuki.kobayashi@oit.ac.jp](mailto:hiroyuki.kobayashi@oit.ac.jp))
  - ▶ e-mail 等による返信をよく読んで理解する。
- ③ この資料の末尾にある課題を行い、この資料内の方で (Google Forms で) 提出する。

# 授業の受講に関して

- 講義資料（スライド等）は**COMMON**に置く。
- 講義は**Google Meet**で行い、録画した講義は**Goole Drive**に置く。

<https://stream.meet.google.com/stream/1d1866da-5bff-4881-96b2-3745413fe31a>



[https://drive.google.com/drive/folders/1bT-z3ICQyMYC\\_5Jv1L29UZYqbOhVG492](https://drive.google.com/drive/folders/1bT-z3ICQyMYC_5Jv1L29UZYqbOhVG492)

- 出席確認レポートは**Google Forms**で提出。（毎回同一 URL）

<https://forms.gle/9ruwtfJg5LQgQNpU7>

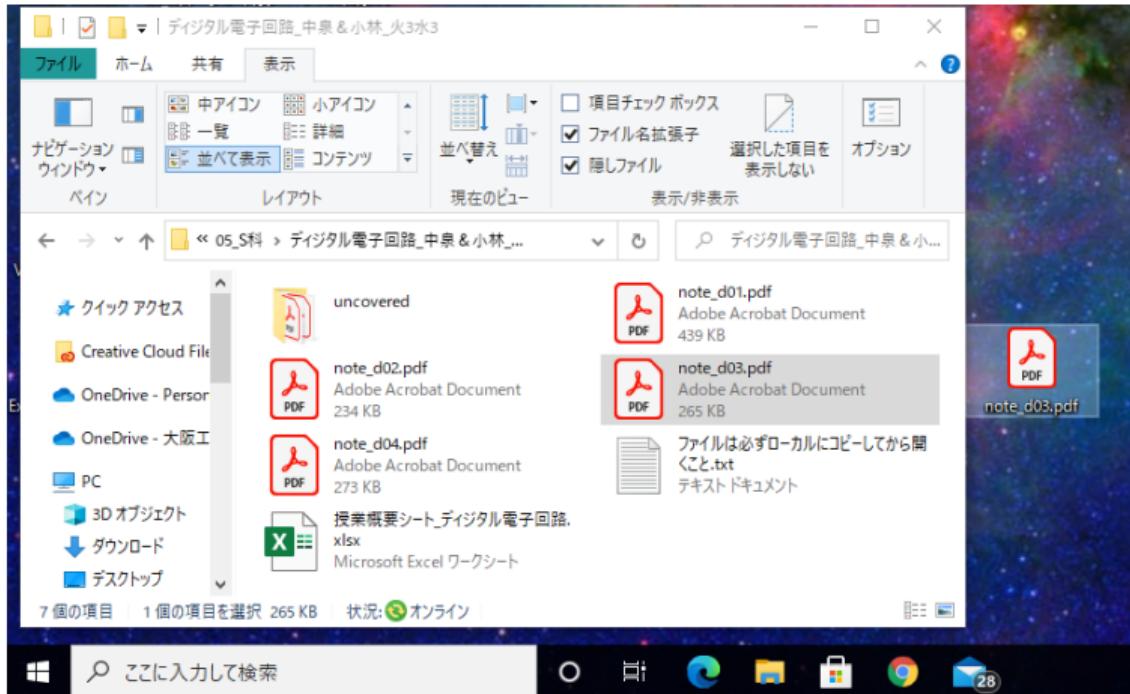


- **Slack**を補助的な連絡チャネルとする。必須ではないので使いたくなれば使わなくともいい。授業に関連したちょっとした（重要でない）追加説明をする。気楽な質問手段としても活用されたい。登録は大学の e-mail アドレスで行うこと。

<https://oitkobayashi.slack.com>

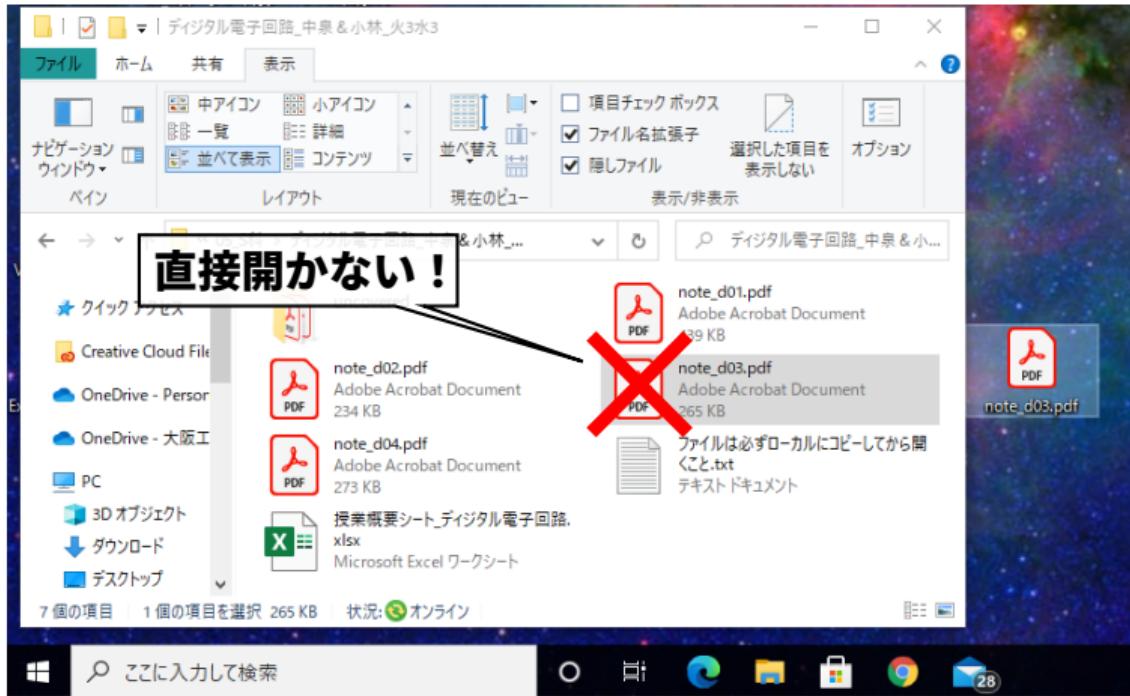
# COMMON フォルダの注意事項 (全授業共通)

根源的に悪いのは Windows の仕様なのですが、ご協力ください。



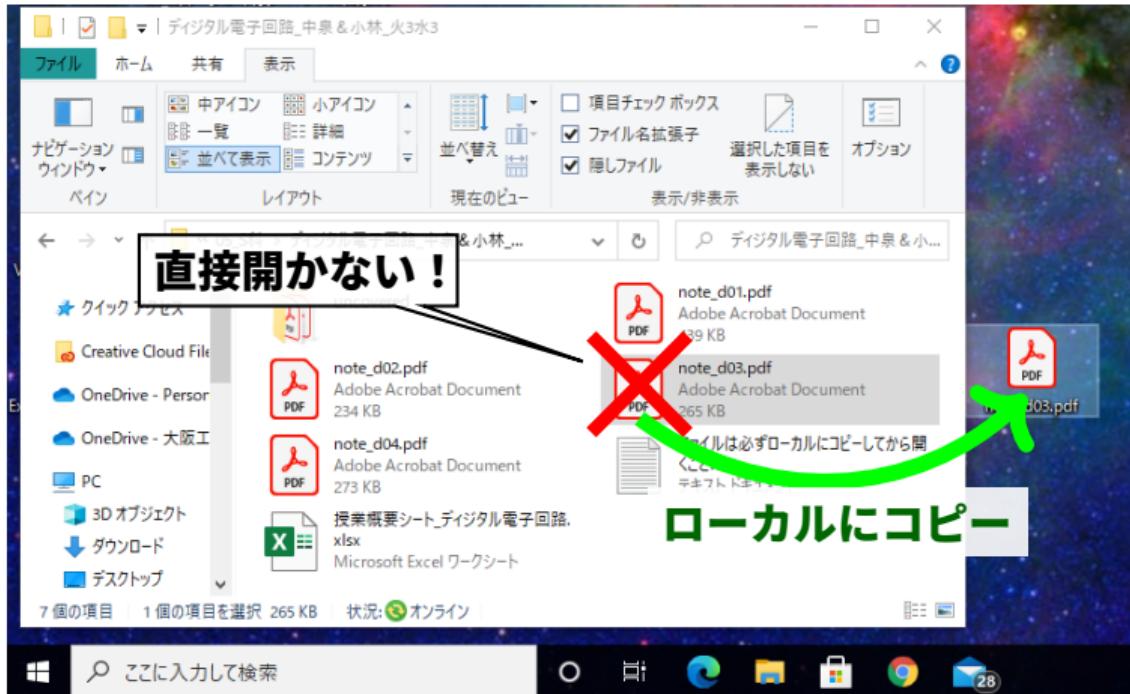
# COMMON フォルダの注意事項 (全授業共通)

根源的に悪いのは Windows の仕様なのですが、ご協力ください。



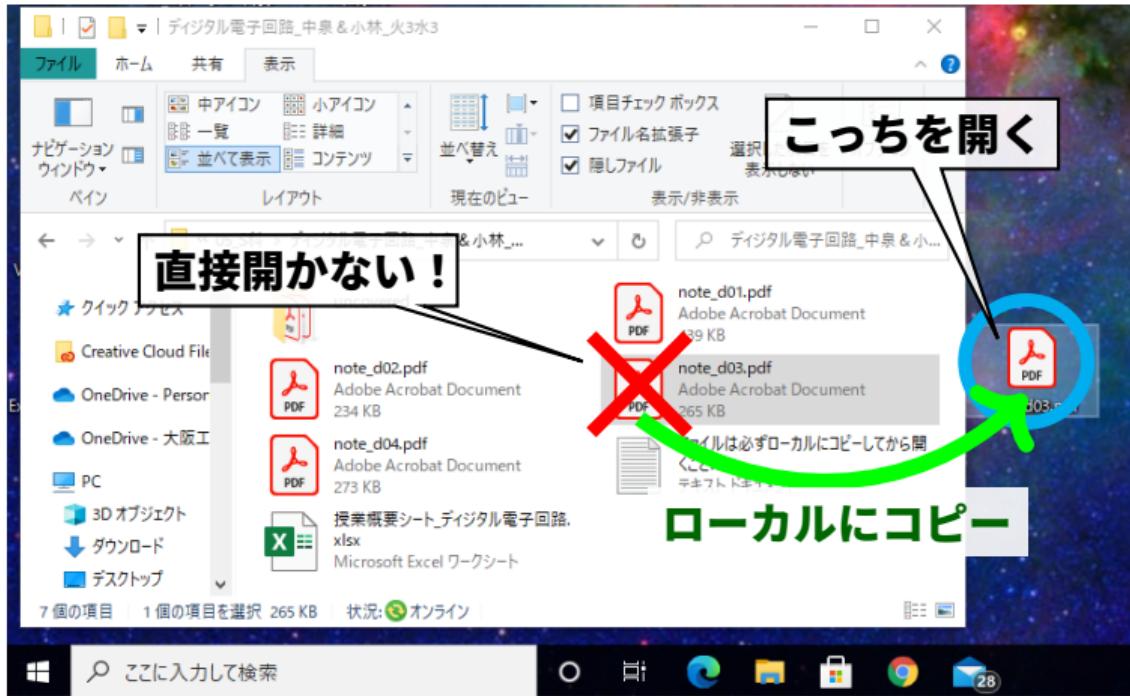
# COMMON フォルダの注意事項 (全授業共通)

根源的に悪いのは Windows の仕様なのですが、ご協力ください。



# COMMON フォルダの注意事項 (全授業共通)

根源的に悪いのは Windows の仕様なのですが、ご協力ください。



# R/S 科ディジタル電子回路

## Digital Electronics

### 『(続) 順序回路の実現』



Google Meet

小林裕之・中泉文孝

大阪工業大学 RD 学部システムデザイン工学科・ロボット工学科

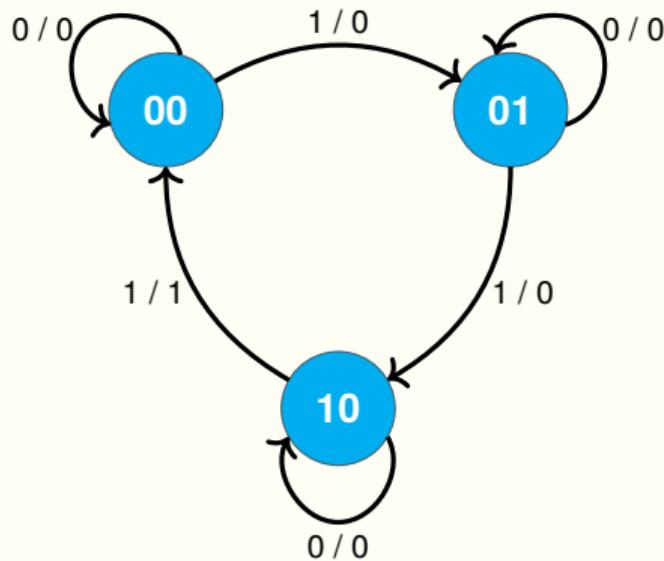
 OSAKA INSTITUTE OF TECHNOLOGY

9 of 14

a L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X + Beamer slideshow

# 復習: 順序回路 (150 円ペットボトル販売機初期型)

$$M = (S, X, Z, \delta, \omega)$$

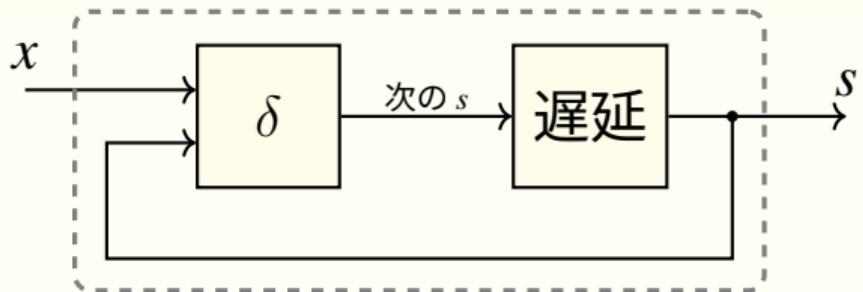


$$\begin{aligned} S &= \{00, 01, 10\} \\ X &= \{0, 1\} \\ Z &= \{0, 1\} \end{aligned}$$

状態	入力	$\delta$	$\omega$	
00	0	00	0	0
01	1	01	0	0
10	0	10	0	1

# (復習) 遅延つき状態遷移関数

欲しかったものはこんなもの



- 現在の状態  $s$  を保持していて、
- $x$  を入力すると、
- 『次』のステップに『次の状態』になる回路

実際に図のような構成である必要はない。外から見て、 $x$  と  $s$  が図のような動作であれば良い。

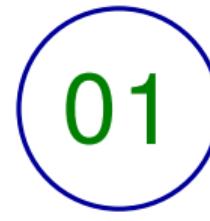
これを **FF** で作ろう。

# 「状態」をどう保持するか?

『保持』と言えばもちろんアレ。

状態を FF で保持する。

- 状態を 2 進数表現した時に  $n$  桁必要だったとする。  
(例:  $S = \{00, 01, 10\}$  なら  $n = 2$ )
- FF は 0 か 1 のブール値  $Q$  を 1 つ保持できる。
- つまり、  
                  を使えば状態を表現&保持できる！



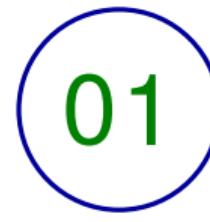
状態

# 「状態」をどう保持するか?

『保持』と言えばもちろんアレ。

状態を FF で保持する。

- 状態を 2 進数表現した時に  $n$  桁必要だったとする。  
(例:  $S = \{00, 01, 10\}$  なら  $n = 2$ )
- FF は 0 か 1 のブール値  $Q$  を 1 つ保持できる。
- つまり、 $n$  個の FFを使えば状態を表現&保持できる！



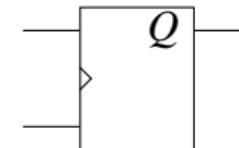
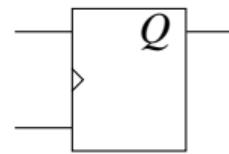
状態

# 「状態」をどう保持するか?

『保持』と言えばもちろんアレ。

状態を FF で保持する。

- 状態を 2 進数表現した時に  $n$  桁必要だったとする。  
(例:  $S = \{00, 01, 10\}$  なら  $n = 2$ )
- FF は 0 か 1 のブール値  $Q$  を 1 つ保持できる。
- つまり、 $n$  個の FFを使えば状態を表現&保持できる！

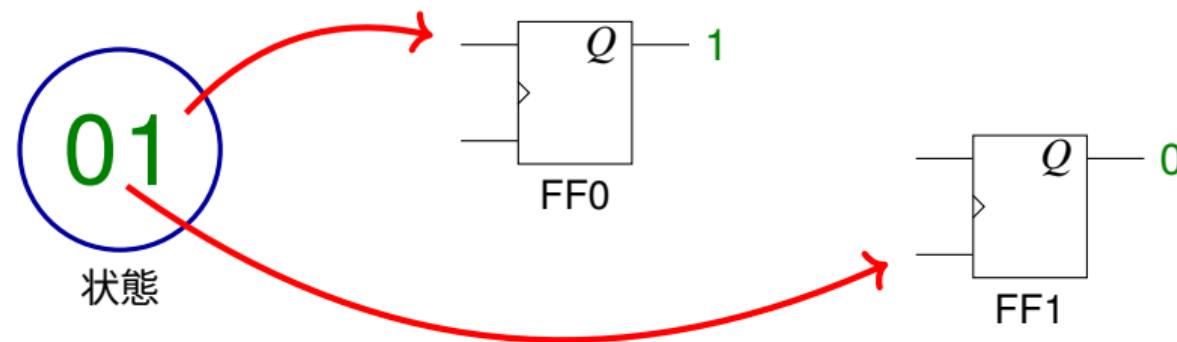


# 「状態」をどう保持するか?

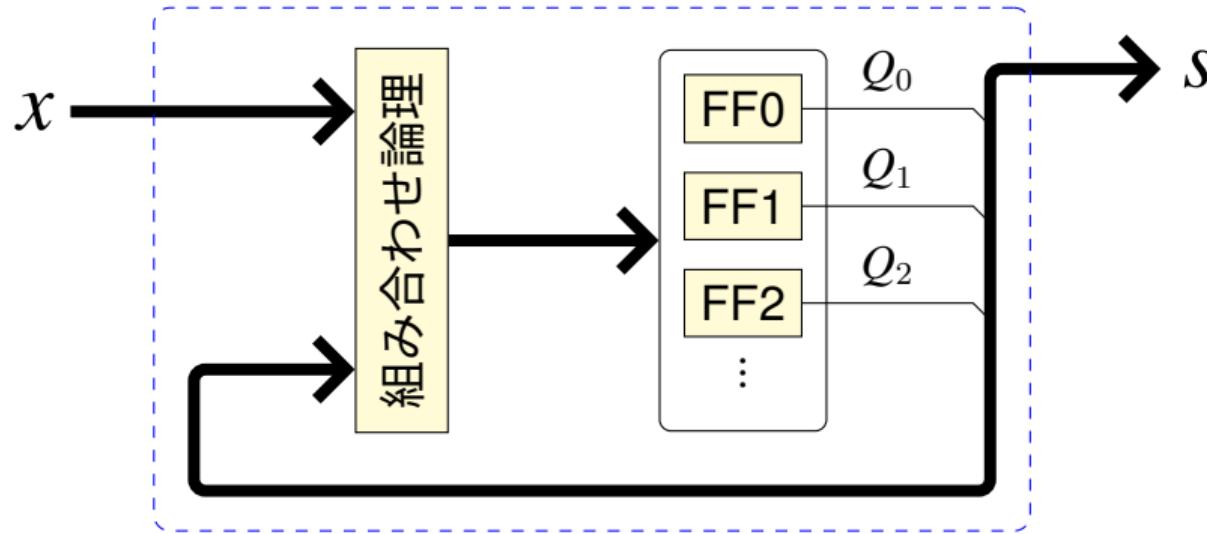
『保持』と言えばもちろんアレ。

状態を FF で保持する。

- 状態を 2 進数表現した時に  $n$  桁必要だったとする。  
(例:  $S = \{00, 01, 10\}$  なら  $n = 2$ )
- FF は 0 か 1 のブール値  $Q$  を 1 つ保持できる。
- つまり、 $n$  個の FFを使えば状態を表現&保持できる！



# 状態遷移関数 $\delta$ の実現



- 「状態を表すのに必要なビット数」個の FF を用意して状態とする。
- FF は (D でも T でも JK でも) 好きなもので良い。
- 「今の状態」 → 「次の状態」への遷移を希望どおりに起こすような **FF の入力を生成する組み合わせ論理回路** を設計する。

# 150 円飲料自販機(初期型)の JK-FF による実現(1)

状態	入力	$\delta$	
		0	1
00	00	01	
01	01	10	
10	10	00	

- ① 状態遷移表の  $\delta$ (左表) を下のような表に書き直す。
- ② 『 $Q_1 \rightarrow Q'_1$  という状態遷移を起こす  $J_1, K_1$  の条件』および『 $Q_0 \rightarrow Q'_0$  という状態遷移を起こす  $J_0, K_0$  の条件』を FF の励起表 を見ながら記入する。

JK-FF の励起表

$Q \rightarrow Q'$	$J$	$K$
$0 \rightarrow 0$	0	-
$0 \rightarrow 1$	1	-
$1 \rightarrow 0$	-	1
$1 \rightarrow 1$	-	0

$x$	$Q_1$	$Q_0$	$Q'_1$	$Q'_0$	$J_1$	$K_1$	$J_0$	$K_0$
0	0	0						
1	0	0						

# 150 円飲料自販機(初期型)の JK-FF による実現(1)

状態	入力	$\delta$	
		0	1
00	00	01	
01	01	10	
10	10	00	

- ① 状態遷移表の  $\delta$ (左表) を下のような表に書き直す。
- ② 『 $Q_1 \rightarrow Q'_1$  という状態遷移を起こす  $J_1, K_1$  の条件』および『 $Q_0 \rightarrow Q'_0$  という状態遷移を起こす  $J_0, K_0$  の条件』を FF の励起表 を見ながら記入する。

JK-FF の励起表

$Q \rightarrow Q'$	$J$	$K$
$0 \rightarrow 0$	0	-
$0 \rightarrow 1$	1	-
$1 \rightarrow 0$	-	1
$1 \rightarrow 1$	-	0

$x$	$Q_1$	$Q_0$	$Q'_1$	$Q'_0$	$J_1$	$K_1$	$J_0$	$K_0$
0	0	0	0	0				
1	0	0						

# 150 円飲料自販機(初期型)の JK-FF による実現(1)

状態	入力	$\delta$	
		0	1
00	00	01	
01	01	10	
10	10	00	

- ① 状態遷移表の  $\delta$ (左表) を下のような表に書き直す。
- ② 『 $Q_1 \rightarrow Q'_1$  という状態遷移を起こす  $J_1, K_1$  の条件』および『 $Q_0 \rightarrow Q'_0$  という状態遷移を起こす  $J_0, K_0$  の条件』を FF の励起表 を見ながら記入する。

JK-FF の励起表

$Q \rightarrow Q'$	$J$	$K$
$0 \rightarrow 0$	0	-
$0 \rightarrow 1$	1	-
$1 \rightarrow 0$	-	1
$1 \rightarrow 1$	-	0

$x$	$Q_1$	$Q_0$	$Q'_1$	$Q'_0$	$J_1$	$K_1$	$J_0$	$K_0$
0	0	0	0	0				
1	0	0	0	1				

# 150 円飲料自販機(初期型)の JK-FF による実現(1)

状態	入力	$\delta$	
		0	1
00	00	01	
01	01	10	
10	10	00	

- ① 状態遷移表の  $\delta$ (左表) を下のような表に書き直す。
- ② 『 $Q_1 \rightarrow Q'_1$  という状態遷移を起こす  $J_1, K_1$  の条件』および『 $Q_0 \rightarrow Q'_0$  という状態遷移を起こす  $J_0, K_0$  の条件』を FF の励起表 を見ながら記入する。

JK-FF の励起表

$Q \rightarrow Q'$	$J$	$K$
$0 \rightarrow 0$	0	-
$0 \rightarrow 1$	1	-
$1 \rightarrow 0$	-	1
$1 \rightarrow 1$	-	0

$x$	$Q_1$	$Q_0$	$Q'_1$	$Q'_0$	$J_1$	$K_1$	$J_0$	$K_0$
0	0	0	0	0				
1	0	0	0	1				
0	0	1						
1	0	1						
0	1	0						
1	1	0						

# 150 円飲料自販機(初期型)の JK-FF による実現(1)

状態	入力	$\delta$	
		0	1
00	00	01	
01	01	10	
10	10	00	

- ① 状態遷移表の  $\delta$ (左表) を下のような表に書き直す。
- ② 『 $Q_1 \rightarrow Q'_1$  という状態遷移を起こす  $J_1, K_1$  の条件』および『 $Q_0 \rightarrow Q'_0$  という状態遷移を起こす  $J_0, K_0$  の条件』を FF の励起表 を見ながら記入する。

JK-FF の励起表

$Q \rightarrow Q'$	$J$	$K$
$0 \rightarrow 0$	0	-
$0 \rightarrow 1$	1	-
$1 \rightarrow 0$	-	1
$1 \rightarrow 1$	-	0

$x$	$Q_1$	$Q_0$	$Q'_1$	$Q'_0$	$J_1$	$K_1$	$J_0$	$K_0$
0	0	0	0	0				
1	0	0	0	1				
0	0	1	0	1				
1	0	1	1	0				
0	1	0	1	0				
1	1	0	0	0				

# 150 円飲料自販機(初期型)の JK-FF による実現(1)

状態	入力	$\delta$	
		0	1
00	00	01	
01	01	10	
10	10	00	

- ① 状態遷移表の  $\delta$ (左表) を下のような表に書き直す。
- ② 『 $Q_1 \rightarrow Q'_1$  という状態遷移を起こす  $J_1, K_1$  の条件』および『 $Q_0 \rightarrow Q'_0$  という状態遷移を起こす  $J_0, K_0$  の条件』を FF の励起表 を見ながら記入する。

JK-FF の励起表

$Q \rightarrow Q'$	$J$	$K$
$0 \rightarrow 0$	0	-
$0 \rightarrow 1$	1	-
$1 \rightarrow 0$	-	1
$1 \rightarrow 1$	-	0

$x$	$Q_1$	$Q_0$	$Q'_1$	$Q'_0$	$J_1$	$K_1$	$J_0$	$K_0$
0	0	0	0	0	0	-		
1	0	0	0	1				
0	0	1	0	1				
1	0	1	1	0				
0	1	0	1	0				
1	1	0	0	0				

# 150 円飲料自販機(初期型)の JK-FF による実現(1)

状態	入力	$\delta$	
		0	1
00	00	01	
01	01	10	
10	10	00	

- ① 状態遷移表の  $\delta$ (左表) を下のような表に書き直す。
- ② 『 $Q_1 \rightarrow Q'_1$  という状態遷移を起こす  $J_1, K_1$  の条件』および『 $Q_0 \rightarrow Q'_0$  という状態遷移を起こす  $J_0, K_0$  の条件』を FF の励起表 を見ながら記入する。

JK-FF の励起表

$Q \rightarrow Q'$	$J$	$K$
$0 \rightarrow 0$	0	-
$0 \rightarrow 1$	1	-
$1 \rightarrow 0$	-	1
$1 \rightarrow 1$	-	0

$x$	$Q_1$	$Q_0$	$Q'_1$	$Q'_0$	$J_1$	$K_1$	$J_0$	$K_0$
0	0	0	0	0	0	-	0	-
1	0	0	0	1				
0	0	1	0	1				
1	0	1	1	0				
0	1	0	1	0				
1	1	0	0	0				

# 150 円飲料自販機(初期型)の JK-FF による実現(1)

状態	入力	$\delta$	
		0	1
00	00	01	
01	01	10	
10	10	00	

- ① 状態遷移表の  $\delta$ (左表) を下のような表に書き直す。
- ② 『 $Q_1 \rightarrow Q'_1$  という状態遷移を起こす  $J_1, K_1$  の条件』および『 $Q_0 \rightarrow Q'_0$  という状態遷移を起こす  $J_0, K_0$  の条件』を FF の励起表 を見ながら記入する。

JK-FF の励起表

$Q \rightarrow Q'$	$J$	$K$
$0 \rightarrow 0$	0	-
$0 \rightarrow 1$	1	-
$1 \rightarrow 0$	-	1
$1 \rightarrow 1$	-	0

$x$	$Q_1$	$Q_0$	$Q'_1$	$Q'_0$	$J_1$	$K_1$	$J_0$	$K_0$
0	0	0	0	0	0	-	0	-
1	0	0	0	1	0	-		
0	0	1	0	1				
1	0	1	1	0				
0	1	0	1	0				
1	1	0	0	0				

# 150 円飲料自販機(初期型)の JK-FF による実現(1)

状態	入力	$\delta$	
		0	1
00	00	01	
01	01	10	
10	10	00	

- ① 状態遷移表の  $\delta$ (左表) を下のような表に書き直す。
- ② 『 $Q_1 \rightarrow Q'_1$  という状態遷移を起こす  $J_1, K_1$  の条件』および『 $Q_0 \rightarrow Q'_0$  という状態遷移を起こす  $J_0, K_0$  の条件』を FF の励起表 を見ながら記入する。

JK-FF の励起表

$Q \rightarrow Q'$	$J$	$K$
$0 \rightarrow 0$	0	-
$0 \rightarrow 1$	1	-
$1 \rightarrow 0$	-	1
$1 \rightarrow 1$	-	0

$x$	$Q_1$	$Q_0$	$Q'_1$	$Q'_0$	$J_1$	$K_1$	$J_0$	$K_0$
0	0	0	0	0	0	-	0	-
1	0	0	0	1	0	-	1	-
0	0	1	0	1				
1	0	1	1	0				
0	1	0	1	0				
1	1	0	0	0				

# 150 円飲料自販機(初期型)の JK-FF による実現(1)

状態	入力	$\delta$	
		0	1
00	00	01	
01	01	10	
10	10	00	

- ① 状態遷移表の  $\delta$ (左表) を下のような表に書き直す。
- ② 『 $Q_1 \rightarrow Q'_1$  という状態遷移を起こす  $J_1, K_1$  の条件』および『 $Q_0 \rightarrow Q'_0$  という状態遷移を起こす  $J_0, K_0$  の条件』を FF の励起表 を見ながら記入する。

JK-FF の励起表

$Q \rightarrow Q'$	$J$	$K$
$0 \rightarrow 0$	0	-
$0 \rightarrow 1$	1	-
$1 \rightarrow 0$	-	1
$1 \rightarrow 1$	-	0

$x$	$Q_1$	$Q_0$	$Q'_1$	$Q'_0$	$J_1$	$K_1$	$J_0$	$K_0$
0	0	0	0	0	0	-	0	-
1	0	0	0	1	0	-	1	-
0	0	1	0	1	0	-		
1	0	1	1	0				
0	1	0	1	0				
1	1	0	0	0				

# 150 円飲料自販機(初期型)の JK-FF による実現(1)

状態	入力	$\delta$	
		0	1
00	00	01	
01	01	10	
10	10	00	

- ① 状態遷移表の  $\delta$ (左表) を下のような表に書き直す。
- ② 『 $Q_1 \rightarrow Q'_1$  という状態遷移を起こす  $J_1, K_1$  の条件』および『 $Q_0 \rightarrow Q'_0$  という状態遷移を起こす  $J_0, K_0$  の条件』を FF の励起表 を見ながら記入する。

JK-FF の励起表

$Q \rightarrow Q'$	$J$	$K$
$0 \rightarrow 0$	0	-
$0 \rightarrow 1$	1	-
$1 \rightarrow 0$	-	1
$1 \rightarrow 1$	-	0

$x$	$Q_1$	$Q_0$	$Q'_1$	$Q'_0$	$J_1$	$K_1$	$J_0$	$K_0$
0	0	0	0	0	0	-	0	-
1	0	0	0	1	0	-	1	-
0	0	1	0	1	0	-	-	0
1	0	1	1	0				
0	1	0	1	0				
1	1	0	0	0				

# 150 円飲料自販機(初期型)の JK-FF による実現(1)

状態	入力	$\delta$	
		0	1
00	00	01	
01	01	10	
10	10	00	

- ① 状態遷移表の  $\delta$ (左表) を下のような表に書き直す。
- ② 『 $Q_1 \rightarrow Q'_1$  という状態遷移を起こす  $J_1, K_1$  の条件』および『 $Q_0 \rightarrow Q'_0$  という状態遷移を起こす  $J_0, K_0$  の条件』を FF の励起表 を見ながら記入する。

JK-FF の励起表

$Q \rightarrow Q'$	$J$	$K$
$0 \rightarrow 0$	0	-
$0 \rightarrow 1$	1	-
$1 \rightarrow 0$	-	1
$1 \rightarrow 1$	-	0

$x$	$Q_1$	$Q_0$	$Q'_1$	$Q'_0$	$J_1$	$K_1$	$J_0$	$K_0$
0	0	0	0	0	0	-	0	-
1	0	0	0	1	0	-	1	-
0	0	1	0	1	0	-	-	0
1	0	1	1	0	1	-		
0	1	0	1	0				
1	1	0	0	0				

# 150 円飲料自販機(初期型)の JK-FF による実現(1)

状態	入力	$\delta$	
		0	1
00	00	01	
01	01	10	
10	10	00	

- ① 状態遷移表の  $\delta$ (左表) を下のような表に書き直す。
- ② 『 $Q_1 \rightarrow Q'_1$  という状態遷移を起こす  $J_1, K_1$  の条件』および『 $Q_0 \rightarrow Q'_0$  という状態遷移を起こす  $J_0, K_0$  の条件』を FF の励起表 を見ながら記入する。

JK-FF の励起表

$Q \rightarrow Q'$	$J$	$K$
$0 \rightarrow 0$	0	-
$0 \rightarrow 1$	1	-
$1 \rightarrow 0$	-	1
$1 \rightarrow 1$	-	0

$x$	$Q_1$	$Q_0$	$Q'_1$	$Q'_0$	$J_1$	$K_1$	$J_0$	$K_0$
0	0	0	0	0	0	-	0	-
1	0	0	0	1	0	-	1	-
0	0	1	0	1	0	-	-	0
1	0	1	1	0	1	-	-	1
0	1	0	1	0				
1	1	0	0	0				

# 150 円飲料自販機(初期型)の JK-FF による実現(1)

状態	入力	$\delta$	
		0	1
00	00	01	
01	01	10	
10	10	00	

- ① 状態遷移表の  $\delta$ (左表) を下のような表に書き直す。
- ② 『 $Q_1 \rightarrow Q'_1$  という状態遷移を起こす  $J_1, K_1$  の条件』および『 $Q_0 \rightarrow Q'_0$  という状態遷移を起こす  $J_0, K_0$  の条件』を FF の励起表 を見ながら記入する。

JK-FF の励起表

$Q \rightarrow Q'$	$J$	$K$
$0 \rightarrow 0$	0	-
$0 \rightarrow 1$	1	-
$1 \rightarrow 0$	-	1
$1 \rightarrow 1$	-	0

$x$	$Q_1$	$Q_0$	$Q'_1$	$Q'_0$	$J_1$	$K_1$	$J_0$	$K_0$
0	0	0	0	0	0	-	0	-
1	0	0	0	1	0	-	1	-
0	0	1	0	1	0	-	-	0
1	0	1	1	0	1	-	-	1
0	1	0	1	0	-	0		
1	1	0	0	0				

# 150 円飲料自販機(初期型)の JK-FF による実現(1)

状態	入力	$\delta$	
		0	1
00	00	01	
01	01	10	
10	10	00	

- ① 状態遷移表の  $\delta$ (左表) を下のような表に書き直す。
- ② 『 $Q_1 \rightarrow Q'_1$  という状態遷移を起こす  $J_1, K_1$  の条件』および『 $Q_0 \rightarrow Q'_0$  という状態遷移を起こす  $J_0, K_0$  の条件』を FF の励起表 を見ながら記入する。

JK-FF の励起表

$Q \rightarrow Q'$	$J$	$K$
$0 \rightarrow 0$	0	-
$0 \rightarrow 1$	1	-
$1 \rightarrow 0$	-	1
$1 \rightarrow 1$	-	0

$x$	$Q_1$	$Q_0$	$Q'_1$	$Q'_0$	$J_1$	$K_1$	$J_0$	$K_0$
0	0	0	0	0	0	-	0	-
1	0	0	0	1	0	-	1	-
0	0	1	0	1	0	-	-	0
1	0	1	1	0	1	-	-	1
0	1	0	1	0	-	0	0	-
1	1	0	0	0				

# 150 円飲料自販機(初期型)の JK-FF による実現(1)

状態	入力	$\delta$	
		0	1
00	00	01	
01	01	10	
10	10	00	

- ① 状態遷移表の  $\delta$ (左表) を下のような表に書き直す。
- ② 『 $Q_1 \rightarrow Q'_1$  という状態遷移を起こす  $J_1, K_1$  の条件』および『 $Q_0 \rightarrow Q'_0$  という状態遷移を起こす  $J_0, K_0$  の条件』を FF の励起表 を見ながら記入する。

JK-FF の励起表

$Q \rightarrow Q'$	$J$	$K$
$0 \rightarrow 0$	0	-
$0 \rightarrow 1$	1	-
$1 \rightarrow 0$	-	1
$1 \rightarrow 1$	-	0

$x$	$Q_1$	$Q_0$	$Q'_1$	$Q'_0$	$J_1$	$K_1$	$J_0$	$K_0$
0	0	0	0	0	0	-	0	-
1	0	0	0	1	0	-	1	-
0	0	1	0	1	0	-	-	0
1	0	1	1	0	1	-	-	1
0	1	0	1	0	-	0	0	-
1	1	0	0	0	-	1		

# 150 円飲料自販機(初期型)の JK-FF による実現(1)

状態	入力	$\delta$	
		0	1
00	00	01	
01	01	10	
10	10	00	

- ① 状態遷移表の  $\delta$ (左表) を下のような表に書き直す。
- ② 『 $Q_1 \rightarrow Q'_1$  という状態遷移を起こす  $J_1, K_1$  の条件』および『 $Q_0 \rightarrow Q'_0$  という状態遷移を起こす  $J_0, K_0$  の条件』を FF の励起表 を見ながら記入する。

JK-FF の励起表

$Q \rightarrow Q'$	$J$	$K$
$0 \rightarrow 0$	0	-
$0 \rightarrow 1$	1	-
$1 \rightarrow 0$	-	1
$1 \rightarrow 1$	-	0

$x$	$Q_1$	$Q_0$	$Q'_1$	$Q'_0$	$J_1$	$K_1$	$J_0$	$K_0$
0	0	0	0	0	0	-	0	-
1	0	0	0	1	0	-	1	-
0	0	1	0	1	0	-	-	0
1	0	1	1	0	1	-	-	1
0	1	0	1	0	-	0	0	-
1	1	0	0	0	-	1	0	-

# 150 円飲料自販機(初期型)の JK-FF による実現(2)

- ③ 表を見て、 $x, Q_1, Q_0$  を入力とする 4 つの論理関数  $J_1, K_1, J_0, K_0$  を求める。

$x$	$Q_1$	$Q_0$	$Q'_1$	$Q'_0$	$J_1$	$K_1$	$J_0$	$K_0$
0	0	0	0	0				
1	0	0	0	1				
0	0	1	0	1				
1	0	1	1	0				
0	1	0	1	0				
1	1	0	0	0				

$$J_1 =$$

$$K_1 =$$

$$J_0 =$$

$$K_0 =$$

- ④ 出力関数  $\omega$  も求める。

$Q_1 Q_0$	$x$	0	1
00		0	0
01		0	0
10		0	1
11		-	-

$$\omega =$$

# 150 円飲料自販機(初期型)の JK-FF による実現(2)

- ③ 表を見て、 $x, Q_1, Q_0$  を入力とする 4 つの論理関数  $J_1, K_1, J_0, K_0$  を求める。

$x$	$Q_1$	$Q_0$	$Q'_1$	$Q'_0$	$J_1$	$K_1$	$J_0$	$K_0$
0	0	0	0	0	0	-	0	-
1	0	0	0	1	0	-	1	-
0	0	1	0	1	0	-	-	0
1	0	1	1	0	1	-	-	1
0	1	0	1	0	-	0	0	-
1	1	0	0	0	-	1	0	-

$$J_1 =$$

$$K_1 =$$

$$J_0 =$$

$$K_0 =$$

- ④ 出力関数  $\omega$  も求める。

$Q_1 \ Q_0$	$x$	0	1
00		0	0
01		0	0
10		0	1
11		-	-

$$\omega =$$

# 150 円飲料自販機(初期型)の JK-FF による実現(2)

- ③ 表を見て、 $x, Q_1, Q_0$  を入力とする 4 つの論理関数  $J_1, K_1, J_0, K_0$  を求める。

$x$	$Q_1$	$Q_0$	$Q'_1$	$Q'_0$	$J_1$	$K_1$	$J_0$	$K_0$
0	0	0	0	0	0	-	0	-
1	0	0	0	1	0	-	1	-
0	0	1	0	1	0	-	-	0
1	0	1	1	0	1	-	-	1
0	1	0	1	0	-	0	0	-
1	1	0	0	0	-	1	0	-

$$J_1 = x \cdot Q_0$$

$$K_1 =$$

$$J_0 =$$

$$K_0 =$$

- ④ 出力関数  $\omega$  も求める。

$Q_1\ Q_0$	$x$	0	1
00		0	0
01		0	0
10		0	1
11		-	-

$$\omega =$$

# 150 円飲料自販機(初期型)の JK-FF による実現(2)

- ③ 表を見て、 $x, Q_1, Q_0$  を入力とする 4 つの論理関数  $J_1, K_1, J_0, K_0$  を求める。

$x$	$Q_1$	$Q_0$	$Q'_1$	$Q'_0$	$J_1$	$K_1$	$J_0$	$K_0$
0	0	0	0	0	0	-	0	-
1	0	0	0	1	0	-	1	-
0	0	1	0	1	0	-	-	0
1	0	1	1	0	1	-	-	1
0	1	0	1	0	-	0	0	-
1	1	0	0	0	-	1	0	-

$$J_1 = x \cdot Q_0$$

$$K_1 = x$$

$$J_0 =$$

$$K_0 =$$

- ④ 出力関数  $\omega$  も求める。

$Q_1 Q_0$	$x$	0	1
00		0	0
01		0	0
10		0	1
11		-	-

$$\omega =$$

# 150 円飲料自販機 (初期型) の JK-FF による実現 (2)

- ③ 表を見て、 $x, Q_1, Q_0$  を入力とする 4 つの論理関数  $J_1, K_1, J_0, K_0$  を求める。

$x$	$Q_1$	$Q_0$	$Q'_1$	$Q'_0$	$J_1$	$K_1$	$J_0$	$K_0$
0	0	0	0	0	0	-	0	-
1	0	0	0	1	0	-	1	-
0	0	1	0	1	0	-	-	0
1	0	1	1	0	1	-	-	1
0	1	0	1	0	-	0	0	-
1	1	0	0	0	-	1	0	-

$$J_1 = x \cdot Q_0$$

$$K_1 = x$$

$$J_0 = x \cdot \overline{Q}_1$$

$$K_0 =$$

- ④ 出力関数  $\omega$  も求める。

$Q_1 Q_0$	$x$	0	1
00		0	0
01		0	0
10		0	1
11		-	-

$$\omega =$$

# 150 円飲料自販機(初期型)の JK-FF による実現(2)

- ③ 表を見て、 $x, Q_1, Q_0$  を入力とする 4 つの論理関数  $J_1, K_1, J_0, K_0$  を求める。

$x$	$Q_1$	$Q_0$	$Q'_1$	$Q'_0$	$J_1$	$K_1$	$J_0$	$K_0$
0	0	0	0	0	0	-	0	-
1	0	0	0	1	0	-	1	-
0	0	1	0	1	0	-	-	0
1	0	1	1	0	1	-	-	1
0	1	0	1	0	-	0	0	-
1	1	0	0	0	-	1	0	-

$$J_1 = x \cdot Q_0$$

$$K_1 = x$$

$$J_0 = x \cdot \overline{Q}_1$$

$$K_0 = x$$

- ④ 出力関数  $\omega$  も求める。

$Q_1 Q_0$	$x$	0	1
00		0	0
01		0	0
10		0	1
11		-	-

$$\omega =$$

# 150 円飲料自販機(初期型)の JK-FF による実現(2)

- ③ 表を見て、 $x, Q_1, Q_0$  を入力とする 4 つの論理関数  $J_1, K_1, J_0, K_0$  を求める。

$x$	$Q_1$	$Q_0$	$Q'_1$	$Q'_0$	$J_1$	$K_1$	$J_0$	$K_0$
0	0	0	0	0	0	-	0	-
1	0	0	0	1	0	-	1	-
0	0	1	0	1	0	-	-	0
1	0	1	1	0	1	-	-	1
0	1	0	1	0	-	0	0	-
1	1	0	0	0	-	1	0	-

$$J_1 = x \cdot Q_0$$

$$K_1 = x$$

$$J_0 = x \cdot \overline{Q}_1$$

$$K_0 = x$$

- ④ 出力関数  $\omega$  も求める。

$Q_1 \ Q_0$	$x$	0	1
00		0	0
01		0	0
10		0	1
11		-	-

$$\omega = x \cdot Q_1$$

# 150 円飲料自販機(初期型)の JK-FF による実現 (3)

$x$

$z$

⑤ それを回路にする。

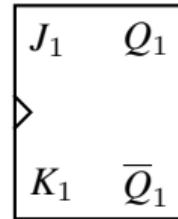
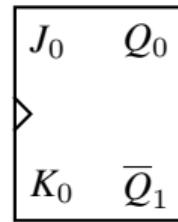
$$z = \omega = x \cdot Q_1$$

$$J_0 = x \cdot \overline{Q}_1$$

$$K_0 = x$$

$$J_1 = x \cdot Q_0$$

$$K_1 = x$$



CK

# 150 円飲料自販機(初期型)の JK-FF による実現 (3)

$x$



⑤ それを回路にする。

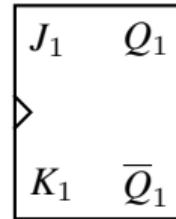
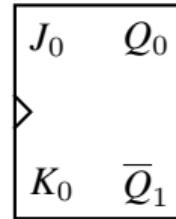
$$z = \omega = x \cdot Q_1$$

$$J_0 = x \cdot \overline{Q}_1$$

$$K_0 = x$$

$$J_1 = x \cdot Q_0$$

$$K_1 = x$$



CK

# 150 円飲料自販機 (初期型) の JK-FF による実現 (3)



⑤ それを回路にする。

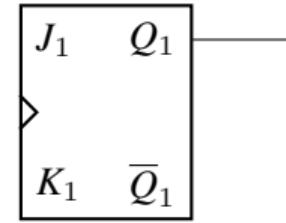
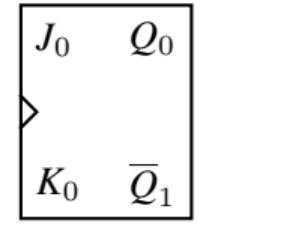
$$z = \omega = x \cdot Q_1$$

$$J_0 = x \cdot \overline{Q}_1$$

$$K_0 = x$$

$$J_1 = x \cdot Q_0$$

$$K_1 = x$$



CK

# 150 円飲料自販機 (初期型) の JK-FF による実現 (3)

⑤ それを回路にする。

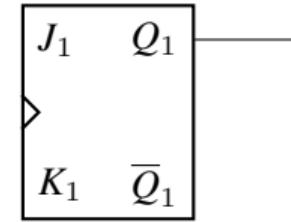
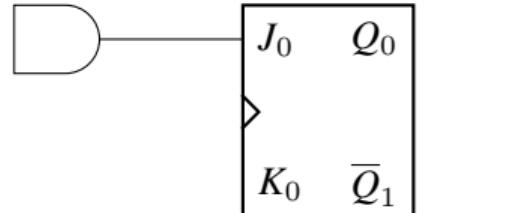
$$z = \omega = x \cdot Q_1$$

$$J_0 = x \cdot \overline{Q}_1$$

$$K_0 = x$$

$$J_1 = x \cdot Q_0$$

$$K_1 = x$$



CK

# 150 円飲料自販機 (初期型) の JK-FF による実現 (3)

⑤ それを回路にする。

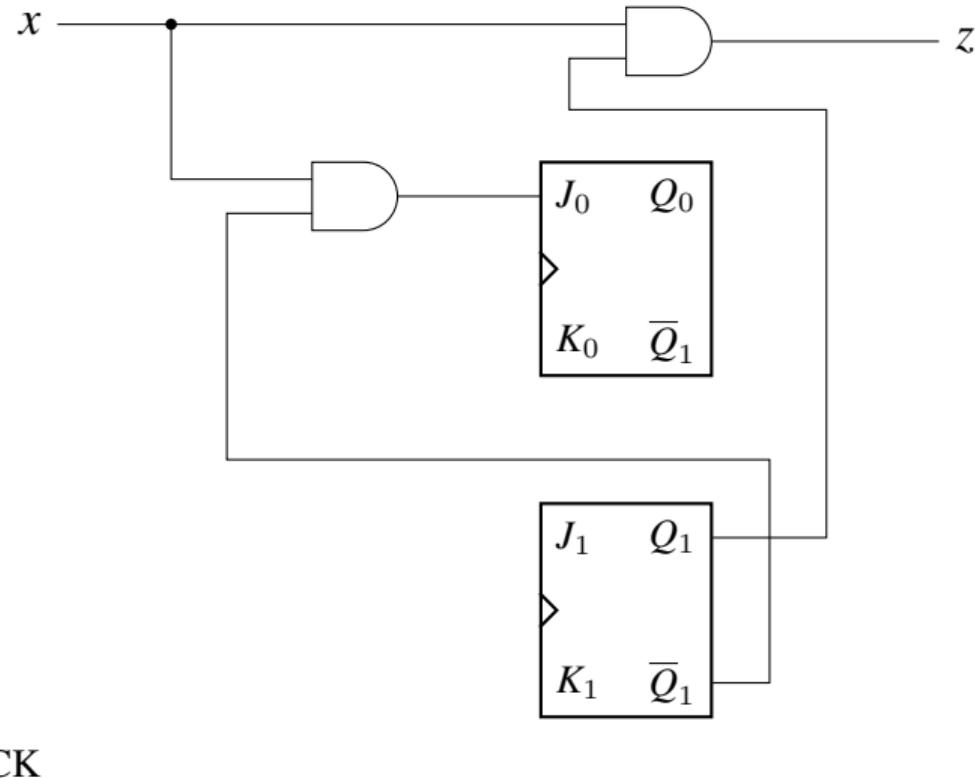
$$z = \omega = x \cdot Q_1$$

$$J_0 = x \cdot \bar{Q}_1$$

$$K_0 = x$$

$$J_1 = x \cdot Q_0$$

$$K_1 = x$$



CK

# 150 円飲料自販機 (初期型) の JK-FF による実現 (3)

⑤ それを回路にする。

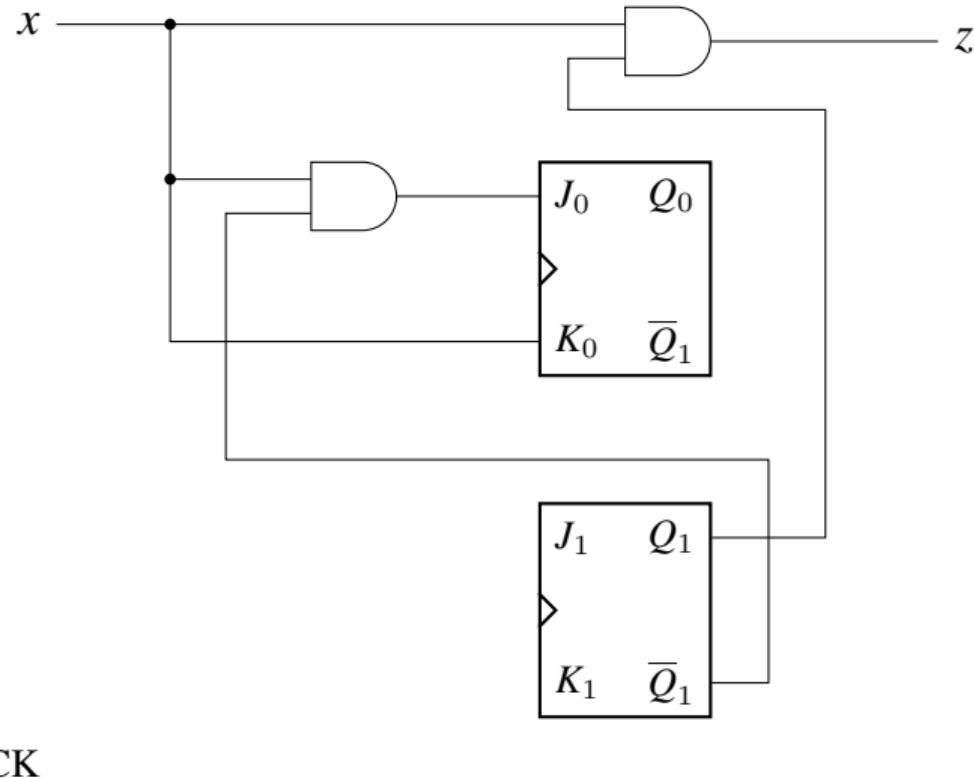
$$z = \omega = x \cdot Q_1$$

$$J_0 = x \cdot \bar{Q}_1$$

$$K_0 = x$$

$$J_1 = x \cdot Q_0$$

$$K_1 = x$$



# 150 円飲料自販機 (初期型) の JK-FF による実現 (3)

⑤ それを回路にする。

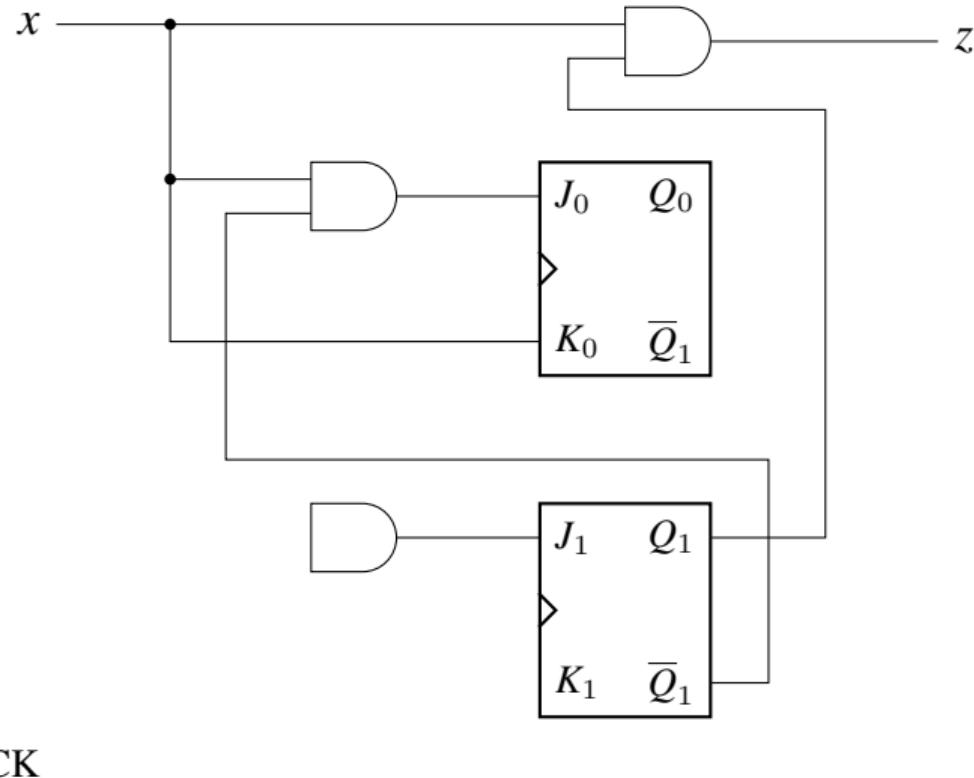
$$z = \omega = x \cdot Q_1$$

$$J_0 = x \cdot \bar{Q}_1$$

$$K_0 = x$$

$$J_1 = x \cdot Q_0$$

$$K_1 = x$$



# 150 円飲料自販機 (初期型) の JK-FF による実現 (3)

⑤ それを回路にする。

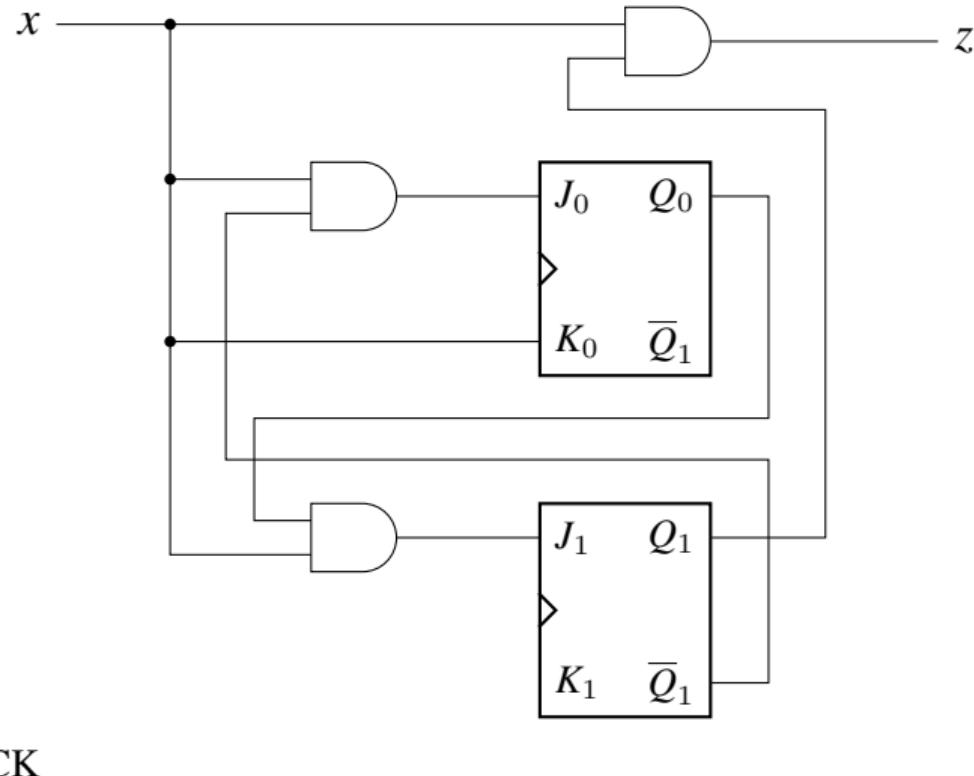
$$z = \omega = x \cdot Q_1$$

$$J_0 = x \cdot \bar{Q}_1$$

$$K_0 = x$$

$$J_1 = x \cdot Q_0$$

$$K_1 = x$$



CK

# 150 円飲料自販機 (初期型) の JK-FF による実現 (3)

⑤ それを回路にする。

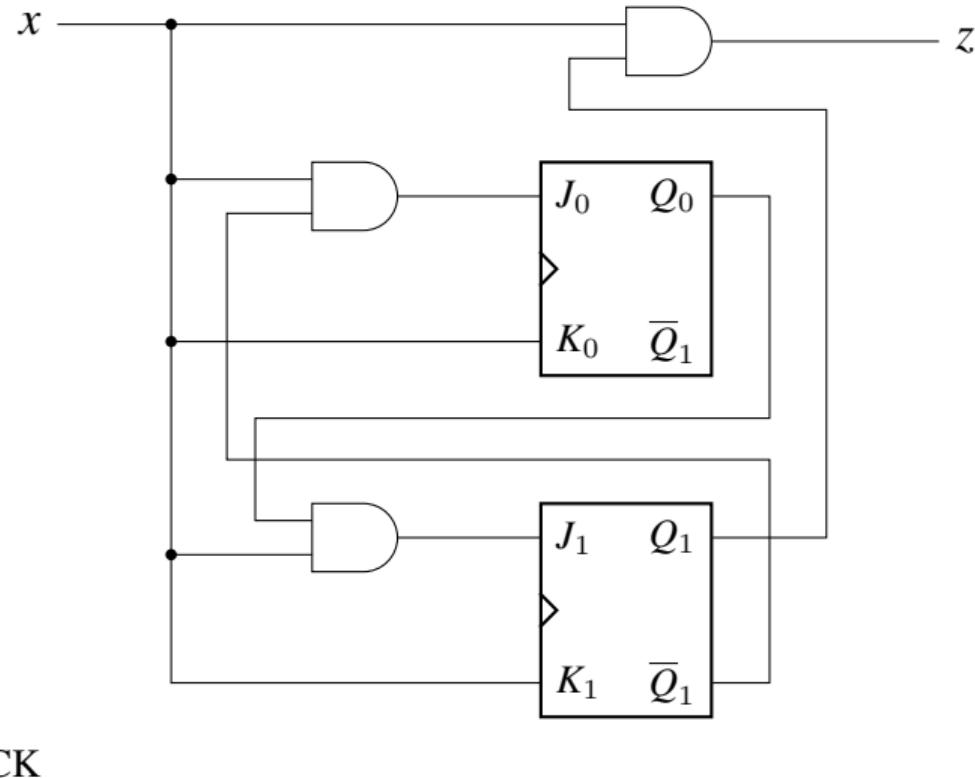
$$z = \omega = x \cdot Q_1$$

$$J_0 = x \cdot \bar{Q}_1$$

$$K_0 = x$$

$$J_1 = x \cdot Q_0$$

$$K_1 = x$$



# 150 円飲料自販機 (初期型) の JK-FF による実現 (3)

⑤ それを回路にする。

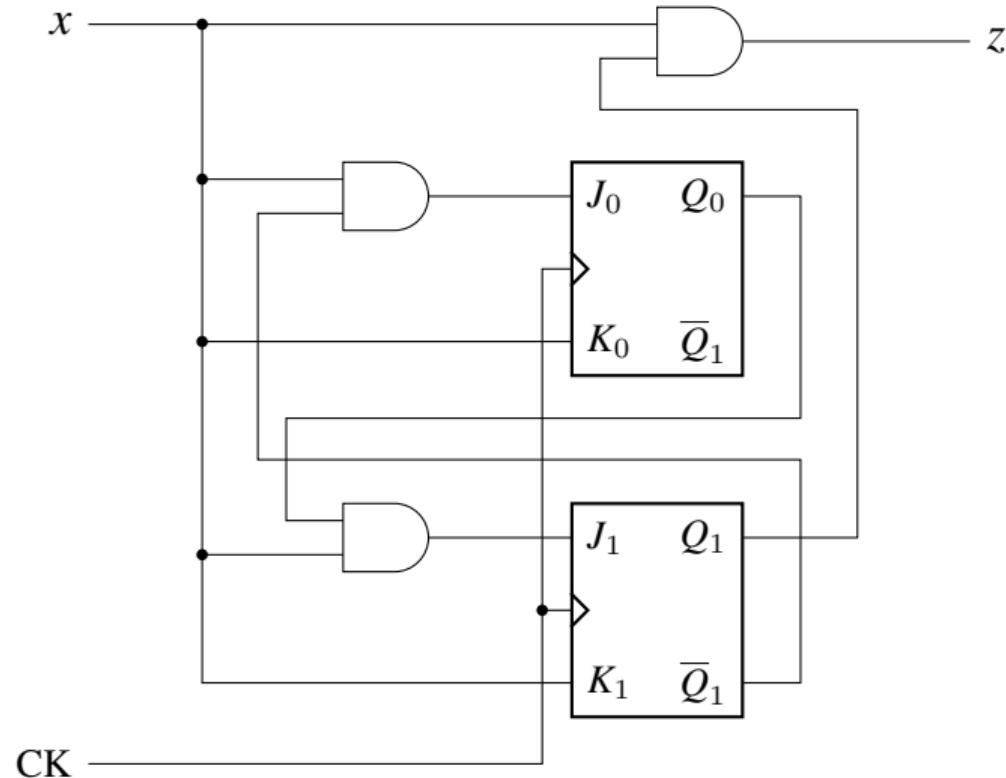
$$z = \omega = x \cdot Q_1$$

$$J_0 = x \cdot \bar{Q}_1$$

$$K_0 = x$$

$$J_1 = x \cdot Q_0$$

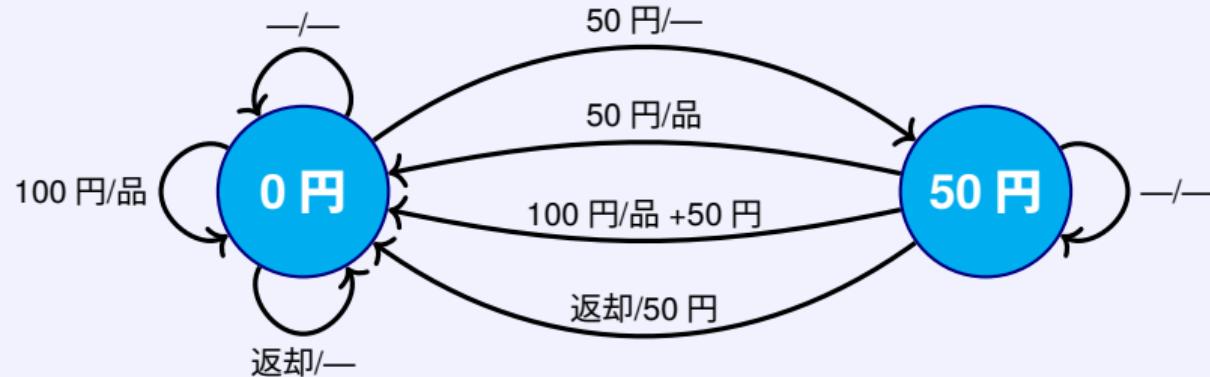
$$K_1 = x$$



# 練習問題

問題文は短いけれどそれぞれ 15~20 分くらいはかかるであろう大問題です。

- ① 150 円ペットボトル販売機(初期型)について、 $Q_0$  には D-FF を、 $Q_1$  には T-FF を使って実現し、回路図を示せ。(本スライドの解説では JK-FF を使った部分を D-FF と T-FF に変更してやりなさいという意味。)
- ② 以下の 100 円飲料販売機(返却レバーフき)を実現し、回路図を示せ。



# 出席確認レポート課題 (次の月曜の 12 時締め切り)

**問:** 前ページの 1. を解け。余力があったら 2. もやること。

(ヒント: 2. は入出力とも 2 ビットなので、信号としては  $x_0, x_1, z_0, z_1$  が必要。一方状態は 1 ビットなので FF は 1 つでいい。)

提出は下記 URL の Google Forms。歪んでいない、開いた時に横倒しになっていない、コントラストが読むに耐えうる PDF で提出すること。

<https://forms.gle/9ruwtfJg5LQgQNpU7>

