

順序回路(簡単化)

<手順1> 等価な状態 $\Rightarrow Q$ 分割

<手順1-1>

1次等価な Q

出力の等しい Q

$$B_0^{(1)} = (Q_0, Q_2, Q_4, Q_5, Q_6)$$

$$B_1^{(1)} = (Q_1, Q_3, Q_7)$$

$$\Pi^{(1)} = \{B_0^{(1)}, B_1^{(1)}\}$$

$Q \backslash X$	δ		ω	
	0	1	0	1
Q_0	Q_4	Q_5	1	0
Q_1	Q_2	Q_6	0	1
Q_2	Q_1	Q_7	1	0
Q_3	Q_2	Q_6	0	1
Q_4	Q_1	Q_0	1	0
Q_5	Q_4	Q_0	1	0
Q_6	Q_3	Q_5	1	0
Q_7	Q_0	Q_4	0	1

順序回路(簡単化)

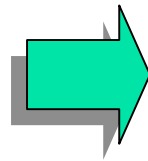
<手順1-2> 1次等価な Q で分割

$\delta \Rightarrow$ ブロック $B_k^{(1)}$

$$B_0^{(1)} = (Q_0, Q_2, Q_4, Q_5, Q_6)$$

$$B_1^{(1)} = (Q_1, Q_3, Q_7)$$

		δ	
		0	1
Q	X		
Q_0		Q_4	Q_5
Q_1		Q_2	Q_6
Q_2		Q_1	Q_7



		δ	
		0	1
Q	X		
Q_0		$B_0^{(1)}$	$B_0^{(1)}$
Q_1		$B_0^{(1)}$	$B_0^{(1)}$
Q_2		$B_1^{(1)}$	$B_1^{(1)}$

順序回路(簡単化)

<手順1-3>

2次等価な Q

遷移先ブロックの等しい Q

$$B_0^{(2)} = (Q_0, Q_5)$$

$$B_2^{(2)} = (Q_4, Q_6)$$

$$\Pi^{(2)} = \{B_0^{(2)}, B_1^{(2)}, B_2^{(2)}, B_3^{(2)}\}$$

		δ	
		0	1
$B_0^{(1)}$	Q	$B_0^{(1)}$	$B_0^{(1)}$
	X	$B_1^{(1)}$	$B_1^{(1)}$
	Q_0	$B_1^{(1)}$	$B_0^{(1)}$
	Q_2	$B_0^{(1)}$	$B_0^{(1)}$
	Q_4	$B_1^{(1)}$	$B_0^{(1)}$
$B_1^{(1)}$	Q_5	$B_0^{(1)}$	$B_0^{(1)}$
	Q_6	$B_1^{(1)}$	$B_0^{(1)}$
	Q_1	$B_0^{(1)}$	$B_0^{(1)}$
$B_1^{(1)}$	Q_3	$B_0^{(1)}$	$B_0^{(1)}$
	Q_7	$B_0^{(1)}$	$B_0^{(1)}$

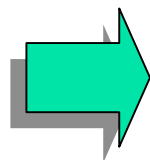
順序回路(簡単化)

<手順1-4> 2次等価な Q で分割

$\delta \Rightarrow$ ブロック $B_k^{(2)}$

$$B_2^{(2)} = (Q_4, Q_6)$$

		δ	
		0	1
Q	X		
	Q_0	Q_4	Q_5
	Q_1	Q_2	Q_6
Q_2	Q_1	Q_7	



		δ	
		0	1
Q	X		
	Q_0	$B_2^{(2)}$	$B_0^{(2)}$
	Q_1	$B_1^{(2)}$	$B_2^{(2)}$
Q_2	$B_3^{(2)}$	$B_3^{(2)}$	

順序回路(簡単化)

<手順1-5>

3次等価な Q

遷移先ブロックの等しい Q

$$B_3^{(3)} = (Q_1, Q_3)$$

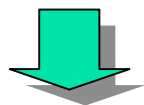
$$\Pi^{(3)} = \{B_0^{(3)}, B_1^{(3)}, B_2^{(3)}, B_3^{(3)}, B_4^{(3)}\}$$

		δ	
$\Pi^{(2)}$	$Q \setminus X$	0	1
$B_0^{(2)}$	Q_0	$B_2^{(2)}$	$B_0^{(2)}$
	Q_5	$B_2^{(2)}$	$B_0^{(2)}$
$B_1^{(2)}$	Q_2	—	
$B_2^{(2)}$	Q_4	$B_3^{(2)}$	$B_0^{(2)}$
	Q_6	$B_3^{(2)}$	$B_0^{(2)}$
$B_3^{(2)}$	Q_1	$B_1^{(2)}$	$B_2^{(2)}$
	Q_3	$B_1^{(2)}$	$B_2^{(2)}$
	Q_7	$B_0^{(2)}$	$B_2^{(2)}$

順序回路(簡単化)

<手順1-6> 3次等価な Q で分割

分割不可



<手順1>終了

$$Q_0 \equiv Q_5$$

$$Q_4 \equiv Q_6$$

$$Q_1 \equiv Q_3$$

		δ	
$\Pi^{(3)}$	$Q \backslash X$	0	1
$B_0^{(3)}$	Q_0	$B_2^{(3)}$	$B_0^{(3)}$
	Q_5	$B_2^{(3)}$	$B_0^{(3)}$
$B_1^{(3)}$	Q_2	—————	
$B_2^{(3)}$	Q_4	$B_3^{(3)}$	$B_0^{(3)}$
	Q_6	$B_3^{(3)}$	$B_0^{(3)}$
$B_3^{(3)}$	Q_1	$B_1^{(3)}$	$B_2^{(3)}$
	Q_3	$B_1^{(3)}$	$B_2^{(3)}$
$B_4^{(3)}$	Q_7	—————	

順序回路(簡単化)

<手順2> 等価な状態を統合

<手順2-1>

ブロック \Leftrightarrow 状態

$$B_0^{(3)} \Leftrightarrow \hat{Q}_0$$

$$B_1^{(3)} \Leftrightarrow \hat{Q}_1$$

$$B_2^{(3)} \Leftrightarrow \hat{Q}_2$$

$$B_3^{(3)} \Leftrightarrow \hat{Q}_3$$

$$B_4^{(3)} \Leftrightarrow \hat{Q}_4$$

$\Pi^{(3)}$	$Q \setminus X$	0	1
$B_0^{(3)}$	Q_0	$B_2^{(3)}$	$B_0^{(3)}$
	Q_5	$B_2^{(3)}$	$B_0^{(3)}$
$B_1^{(3)}$	Q_2	————	
$B_2^{(3)}$	Q_4	$B_3^{(3)}$	$B_0^{(3)}$
	Q_6	$B_3^{(3)}$	$B_0^{(3)}$
$B_3^{(3)}$	Q_1	$B_1^{(3)}$	$B_2^{(3)}$
	Q_3	$B_1^{(3)}$	$B_2^{(3)}$
$B_4^{(3)}$	Q_7	————	

順序回路(簡單化)

<手順2-2>

$$B_3^{(3)} = (Q_1, Q_3) \Leftrightarrow \hat{Q}_3$$

$$\delta(0, Q_1) = Q_2 \in B_1^{(3)} \Leftrightarrow \hat{Q}_1$$

$$\delta(0, Q_3) = Q_2 \in B_1^{(3)} \Leftrightarrow \hat{Q}_1$$

$$\delta(1, Q_1) = Q_6 \in B_2^{(3)} \Leftrightarrow \hat{Q}_2$$

$$\delta(1, Q_3) = Q_6 \in B_2^{(3)} \Leftrightarrow \hat{Q}_2$$



$$\begin{aligned} \hat{\delta}(0, \hat{Q}_3) &= \hat{Q}_1 \\ \hat{\delta}(1, \hat{Q}_3) &= \hat{Q}_2 \end{aligned}$$

$$\hat{Q}_k \Rightarrow \hat{\delta}$$

$$B_1^{(3)} = (Q_2)$$

$$B_2^{(3)} = (Q_4, Q_6)$$

$Q \backslash X$	δ		ω	
	0	1	0	1
Q_0	Q_4	Q_5	1	0
Q_1	Q_2	Q_6	0	1
Q_2	Q_1	Q_7	1	0
Q_3	Q_2	Q_6	0	1
Q_4	Q_1	Q_0	1	0
Q_5	Q_4	Q_0	1	0
Q_6	Q_3	Q_5	1	0
Q_7	Q_0	Q_4	0	1

順序回路(簡單化)

<手順2-3>

$$\hat{Q}_k \Rightarrow \hat{\omega}$$

$$B_3^{(3)} = (Q_1, Q_3) \Leftrightarrow \hat{Q}_3$$

$$\omega(0, Q_1) = 0$$

$$\omega(0, Q_3) = 0$$

$$\omega(1, Q_1) = 1$$

$$\omega(1, Q_3) = 1$$



$$\hat{\omega}(0, \hat{Q}_3) = 0$$

$$\hat{\omega}(1, \hat{Q}_3) = 1$$

$Q \backslash X$	δ		ω	
	0	1	0	1
Q_0	Q_4	Q_5	1	0
Q_1	Q_2	Q_6	0	1
Q_2	Q_1	Q_7	1	0
Q_3	Q_2	Q_6	0	1
Q_4	Q_1	Q_0	1	0
Q_5	Q_4	Q_0	1	0
Q_6	Q_3	Q_5	1	0
Q_7	Q_0	Q_4	0	1

順序回路

■ 不完全定義順序回路

■ 状態遷移表 \Rightarrow 一部未定義

$Q \backslash X$	δ		ω	
	0	1	0	1
Q_0	Q_2	Q_1	1	1
Q_1	Q_2	*	0	*
Q_2	*	Q_1	*	1

順序回路

■ 状態の分類 ← 出力(不)一致

完全定義
順序回路
(非)等価

不完全定義
順序回路
(非)両立的

$Q \backslash X$	δ		ω	
	0	1	0	1
Q_0	Q_2	Q_1	1	1
Q_1	Q_2	Q_0	0	1
Q_2	Q_0	Q_1	0	1

$Q \backslash X$	δ		ω	
	0	1	0	1
Q_0	Q_2	Q_1	1	1
Q_1	Q_2	*	0	*
Q_2	*	Q_1	*	1

不完全定義順序回路

- 非両立的
 - 出力が異なる状態

$$Q_a \neq Q_b$$

状態の遷移先 $\Rightarrow 0, 1$

$$\omega(\tilde{X}, Q_a) \neq \omega(\tilde{X}, Q_b)$$

* = 0, 1, * と約束

不完全定義順序回路

- 両立的

- 出力が同じ状態

$$Q_a \sim Q_b$$

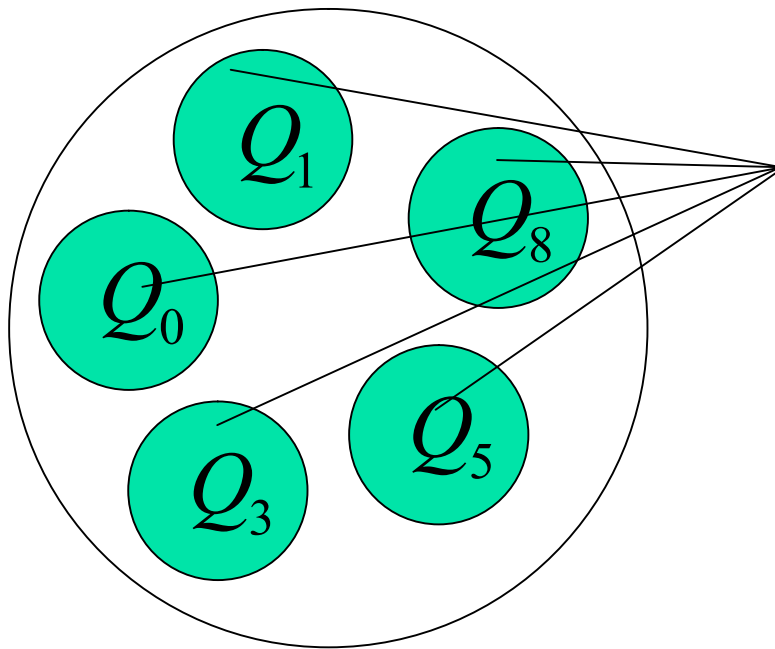
状態の遷移先 $\Rightarrow 0, 1$

$$\omega(\tilde{X}, Q_a) = \omega(\tilde{X}, Q_b)$$

* = 0, 1, * と約束

不完全定義順序回路

■ 両立的集合

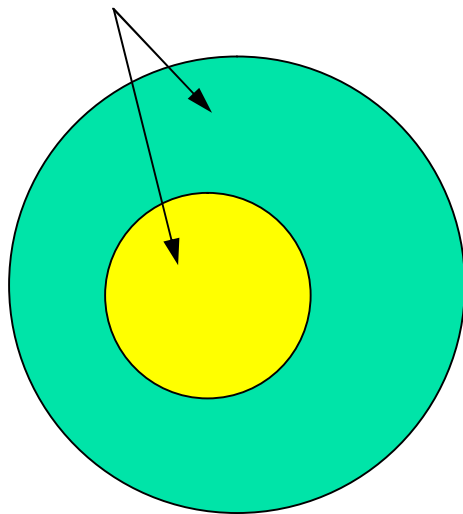


どの対も
互いに両立的

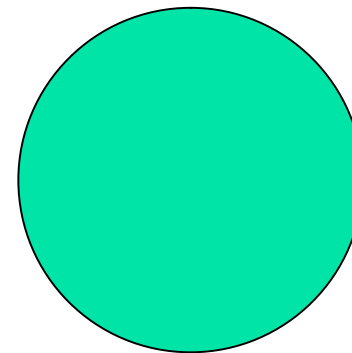
不完全定義順序回路

■ 極大両立的集合

両立的集合



他の両立的集合
に包含されない



順序回路(簡単化)

<手順1> 非両立的な状態の抽出

<手順1-1> 状態対 \leftrightarrow マス目

			非両立 $\Rightarrow \times$			δ		ω	
							Q	X	0
1					Q_0	Q_2	*	1	*
2		\times			Q_1	Q_3	Q_0	1	1
3					Q_2	Q_0	Q_3	*	0
4			\times		Q_3	Q_4	Q_1	1	*
	0	1	2	3	Q_4	Q_3	Q_0	1	1

順序回路(簡単化)

<手順1> 非両立的な状態の抽出

<手順1-2> 状態対 \Rightarrow マス目に記入

		$X=0$ 上段		$X=1$ 下段			
		* 空欄					
						δ	
						ω	
Q	X	0	1	0	1	0	1
Q_0		Q_2	*	1	*		
Q_1		Q_3	Q_0	1	1		
Q_2		Q_0	Q_3	*	0		
Q_3		Q_4	Q_1	1	*		
Q_4		Q_3	Q_0	1	1		

1	23			
2	02	34		
3	24	34 01	04 13	
4	23	33 00	34 01	34 01
	0	1	2	3

順序回路(簡単化)

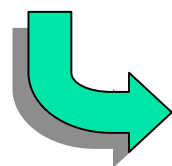
<手順1> 非両立的な状態の抽出

<手順1-3a> 下記の条件⇒抽出

$Q_a \neq Q_b$ のとき

$$\delta(X_p, Q_c) = Q_a \quad \text{かつ} \quad \delta(X_p, Q_d) = Q_b$$

$$\delta(X_p, Q_c) = Q_b \quad \text{かつ} \quad \delta(X_p, Q_d) = Q_a$$



$$Q_c \neq Q_d$$

順序回路(簡単化)

<手順1> 非両立的な状態の抽出

<手順1-3b>

$$Q_a \neq Q_b \Rightarrow \times$$

1	23			
2	02	⊗		
3	⊗	34 01	04 13	
4	23	33 00	⊗	34 01
	0	1	2	3

		δ	ω		
Q	X	0	1	0	1
Q_0	Q_2	Q_2	*	1	*
Q_1	Q_3	Q_3	Q_0	1	1
Q_2	Q_0	Q_0	Q_3	*	0
Q_3	Q_4	Q_4	Q_1	1	*
Q_4	Q_3	Q_3	Q_0	1	1

順序回路(簡単化)

<手順2a> 極大両立的集合の決定

$Q_a \not\sim Q_b \Rightarrow Q_a, Q_b$: 別の両立的
集合に属す

$\{Q_0, Q_1, Q_2, Q_3, Q_4\}$

$Q_0 \not\sim Q_3$

$\{Q_0, Q_1, Q_2, Q_4\}$

$\{Q_1, Q_2, Q_3, Q_4\}$

順序回路(簡單化)

<手順2b> 極大両立的集合の決定

$\{Q_0, Q_1, Q_2, Q_3, Q_4\}$

$(Q_0 \nabla Q_3)$

$\{Q_0, Q_1, Q_2, Q_4\}$

$\{Q_1, Q_2, Q_3, Q_4\}$

$(Q_1 \nabla Q_2)$

$(Q_1 \nabla Q_2)$

$\{Q_0, Q_1, Q_4\}$

$\{Q_0, Q_2, Q_4\}$

$\{Q_1, Q_3, Q_4\}$

$\{Q_2, Q_3, Q_4\}$

$(Q_2 \nabla Q_4)$

$(Q_2 \nabla Q_4)$

$\{Q_0, Q_2\}$

$\{Q_0, Q_4\}$

$\{Q_2, Q_3\}$

$\{Q_3, Q_4\}$

1	23			
2	02	⊗		
3	24	34 01	04 13	
4	23	33 00	⊗	34 01
	0	1	2	3

順序回路(簡単化)

<手順3a> 部分集合

極大両立的集合

$$C_{m0} = \{Q_0, Q_1, Q_4\} \quad C_{m1} = \{Q_0, Q_2\}$$

$$C_{m2} = \{Q_1, Q_3, Q_4\} \quad C_{m3} = \{Q_2, Q_3\}$$

部分集合 C_i の満たす条件

$$Q = C_0 \cup C_1 \cup \dots \cup C_k$$

$$\forall X_p, \forall C_i, \exists C_j, \delta(X_p, C_i) \subseteq C_j$$

順序回路 (簡單化)

<手順3b> 部分集合

$$C_0 = \{Q_1, Q_4\} \quad C_1 = \{Q_0, Q_2\} \quad C_2 = \{Q_3\}$$

$$\delta(0, Q_1) = Q_3 \in C_2$$

$$\delta(0, Q_4) = Q_3 \in C_2$$

$$\therefore \delta(0, C_0) = C_2$$

$$\delta(1, Q_1) = Q_0 \in C_1$$

$$\delta(1, Q_4) = Q_0 \in C_1$$

$$\therefore \delta(1, C_0) \subseteq C_1$$

$Q \backslash X$	δ		ω	
	0	1	0	1
Q_0	Q_2	*	1	*
Q_1	Q_3	Q_0	1	1
Q_2	Q_0	Q_3	*	0
Q_3	Q_4	Q_1	1	*
Q_4	Q_3	Q_0	1	1

順序回路(簡單化)

<手順4> 統合

<手順4-1> 部分集合 \Leftrightarrow 状態

$$C_0 = \{Q_1, Q_4\} \Leftrightarrow \hat{Q}_0$$

$$C_1 = \{Q_0, Q_2\} \Leftrightarrow \hat{Q}_1$$

$$C_2 = \{Q_3\} \Leftrightarrow \hat{Q}_2$$

		δ		ω	
		0	1	0	1
Q	X				
Q_0		Q_2	*	1	*
Q_1		Q_3	Q_0	1	1
Q_2		Q_0	Q_3	*	0
Q_3		Q_4	Q_1	1	*
Q_4		Q_3	Q_0	1	1

順序回路(簡單化)

<手順4> 統合

<手順4-2> $\hat{Q}_k \Rightarrow \hat{\delta}$


$$C_0 = \{Q_1, Q_4\} \Leftrightarrow \hat{Q}_0$$

$$C_1 = \{Q_0, Q_2\} \Leftrightarrow \hat{Q}_1$$

$$C_2 = \{Q_3\} \Leftrightarrow \hat{Q}_2$$

$$\left. \begin{array}{l} \delta(0, Q_1) = Q_3 \\ \delta(0, Q_4) = Q_3 \end{array} \right\} \in C_2 \Leftrightarrow \hat{Q}_2$$

$$\left. \begin{array}{l} \delta(1, Q_1) = Q_0 \\ \delta(1, Q_4) = Q_0 \end{array} \right\} \in C_1 \Leftrightarrow \hat{Q}_1$$



$$\begin{aligned} \hat{\delta}(0, \hat{Q}_0) &= \hat{Q}_2 \\ \hat{\delta}(1, \hat{Q}_0) &= \hat{Q}_1 \end{aligned}$$

		δ		ω	
		0	1	0	1
Q	X				
	Q_0	Q_2	*	1	*
	Q_1	Q_3	Q_0	1	1
	Q_2	Q_0	Q_3	*	0
	Q_3	Q_4	Q_1	1	*
Q_4	Q_3	Q_0	1	1	

順序回路(簡單化)


<手順4> 統合

<手順4-3> $\hat{Q}_k \Rightarrow \hat{\omega}$

$$C_0 = \{Q_1, Q_4\} \Leftrightarrow \hat{Q}_0$$

$$\omega(0, Q_1) = 1 \quad \omega(1, Q_1) = 1$$

$$\omega(0, Q_4) = 1 \quad \omega(1, Q_4) = 1$$

 $\hat{\omega}(0, \hat{Q}_0) = 1$

$$\hat{\omega}(1, \hat{Q}_0) = 1$$

$Q \backslash X$	δ		ω	
	0	1	0	1
Q_0	Q_2	*	1	*
Q_1	Q_3	Q_0	1	1
Q_2	Q_0	Q_3	*	0
Q_3	Q_4	Q_1	1	*
Q_4	Q_3	Q_0	1	1