

# 経営情報演習B

## 2.セルオートマトン

堀田 敬介

# セルオートマトン

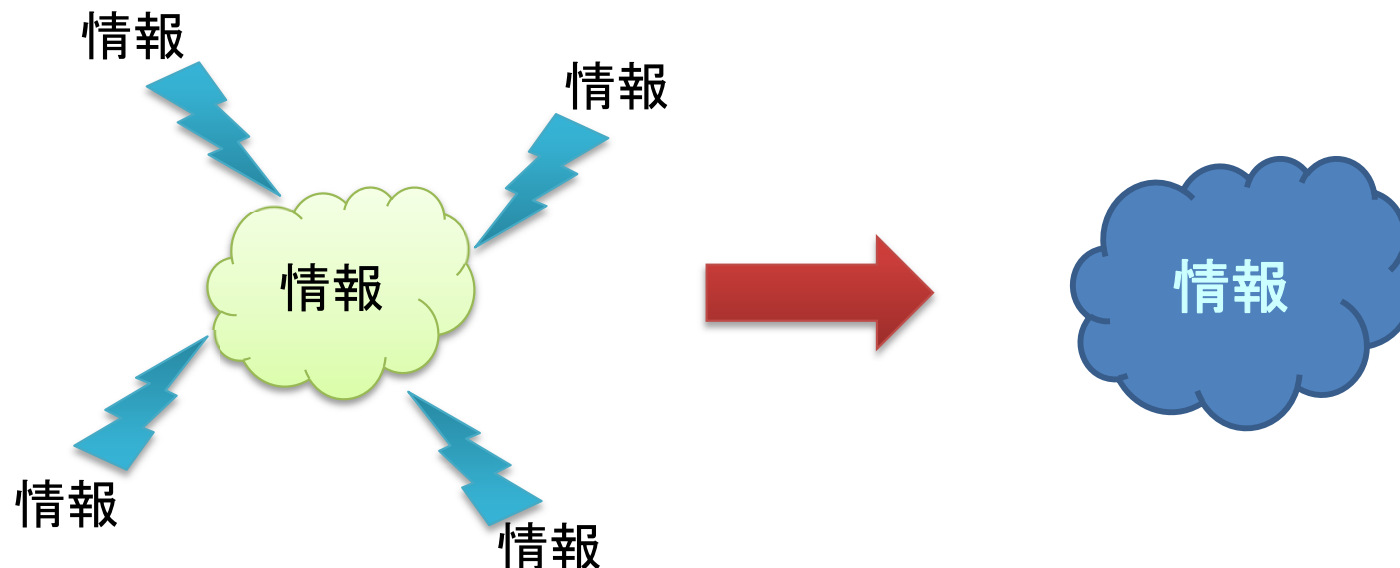
- Cellular Automata

- オートマトンとは？

「内部に何らかの情報を保持しながら、外部からの情報を入力され、その結果として情報を出力するシステム」 [1]

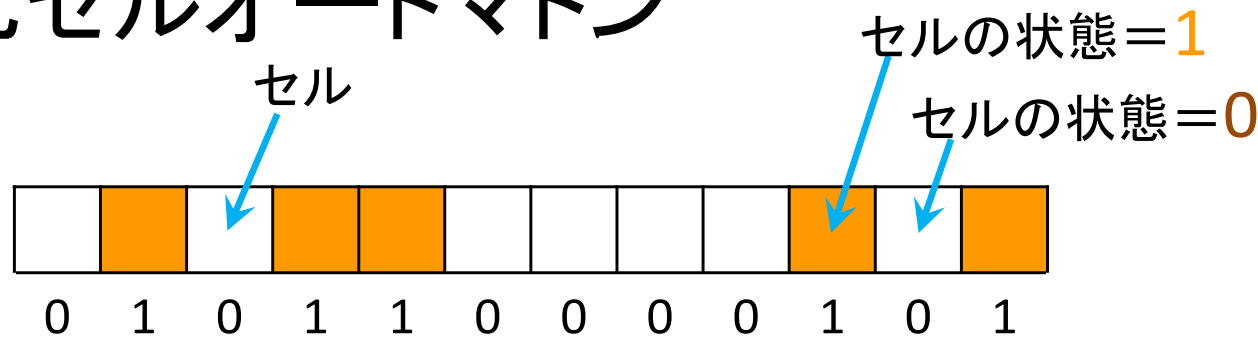
Cellular 細胞の  
Automata 自動人形(からくり人形)  
※Automaton(単数形)

※有限オートマトン(Finite Automata)  
John von Neumann(1940s)



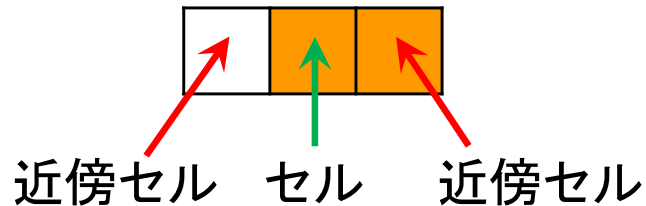
# セルオートマトン

- 1次元セルオートマトン



- セルとその近傍

- あるセルに対し、その両隣のセルを**近傍**とよぶ



- 近傍の周期境界条件

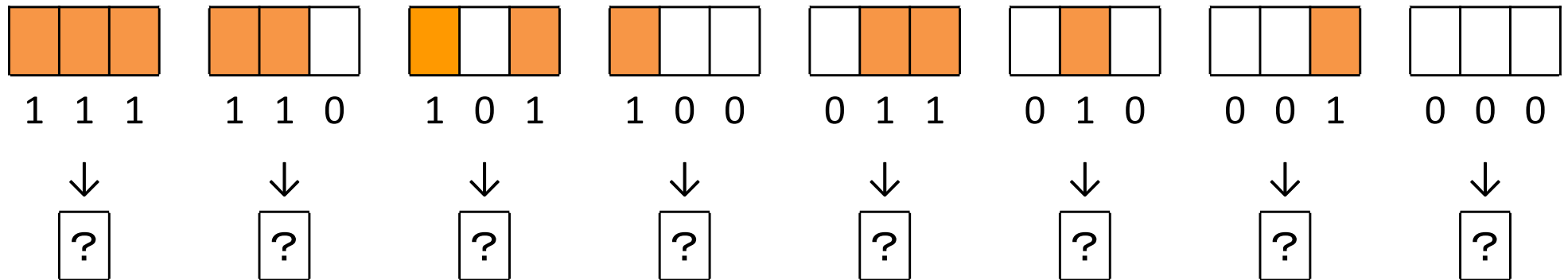
- 一番左のセルの左側の近傍は、一番右のセル、と考える
- 一番右のセルの右側の近傍は、一番左のセル、と考える

※両端セルの近傍は片側しかない、と設定する場合もある(開放境界条件)

# セルオートマトン

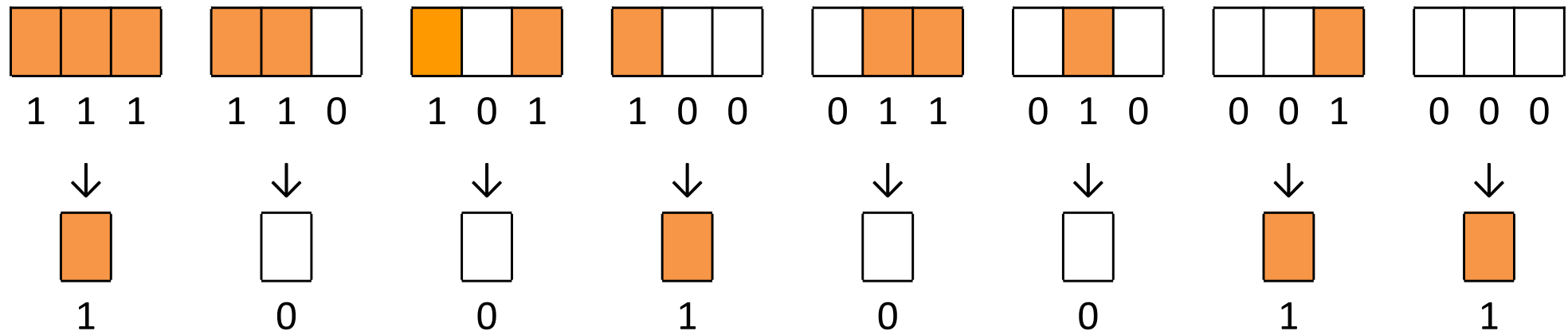
- 1次元セルオートマトン

- 各セルは時間と共に状態が変化する
- 次の状態への変化は、自分と近傍の現在状態による  
(時刻 $t+1$ の状態は、時刻 $t$ の自分と近傍の状態による)
- 現在の状態は全部で8パターン(なぜか?)



# セルオートマトン

- 時刻 $t \rightarrow t+1$ の状態変化の例



$$(10010011)_2 = (147)_{10}$$

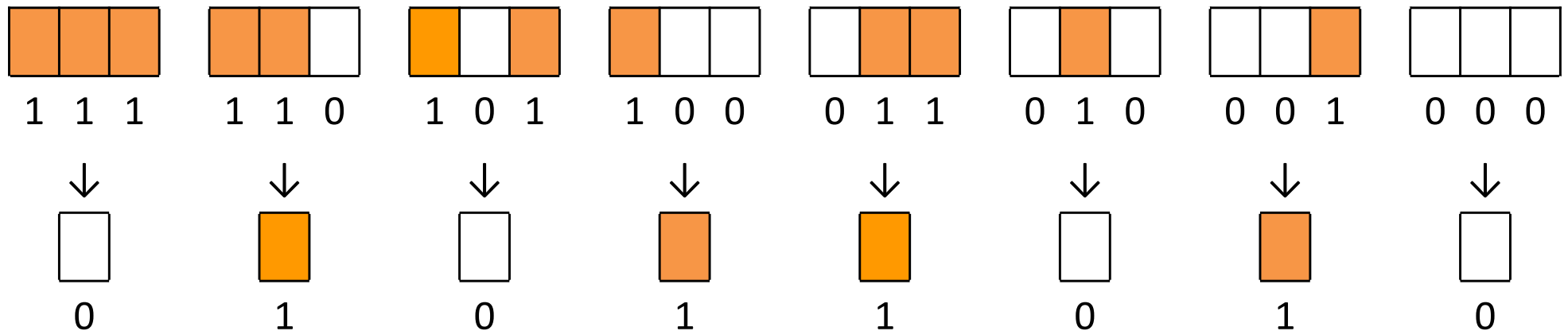
※2進数の(10010011)は10進数の(147)

➡ この時刻 $t \rightarrow t+1$ の状態変化を「**ルール147**」とよぼう！

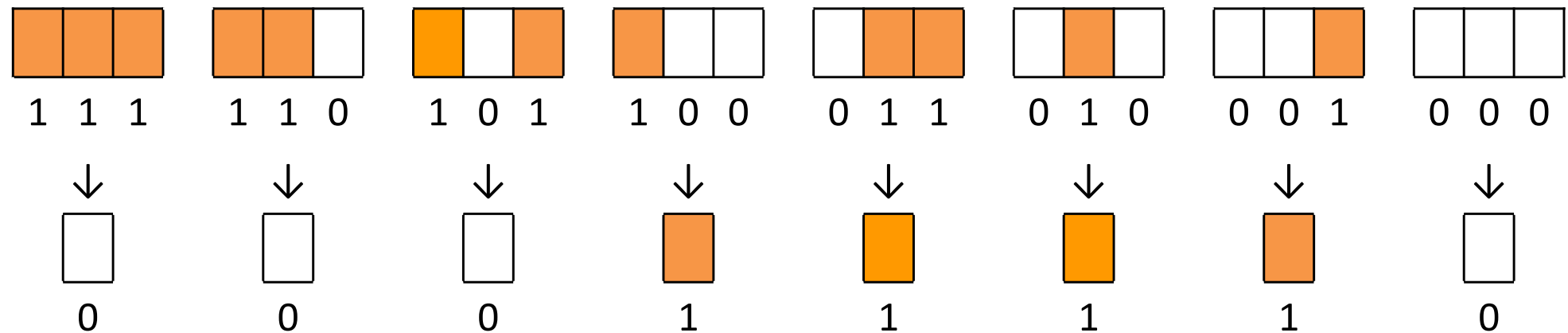
➡ 全パターンは $(00000000)_2 \sim (11111111)_2$ の $2^8=256$ 個  
※**ルール0**( $= (00000000)_2$ )  $\sim$  **ルール255**( $= (11111111)_2$ )

# セルオートマトン

- ルールの例



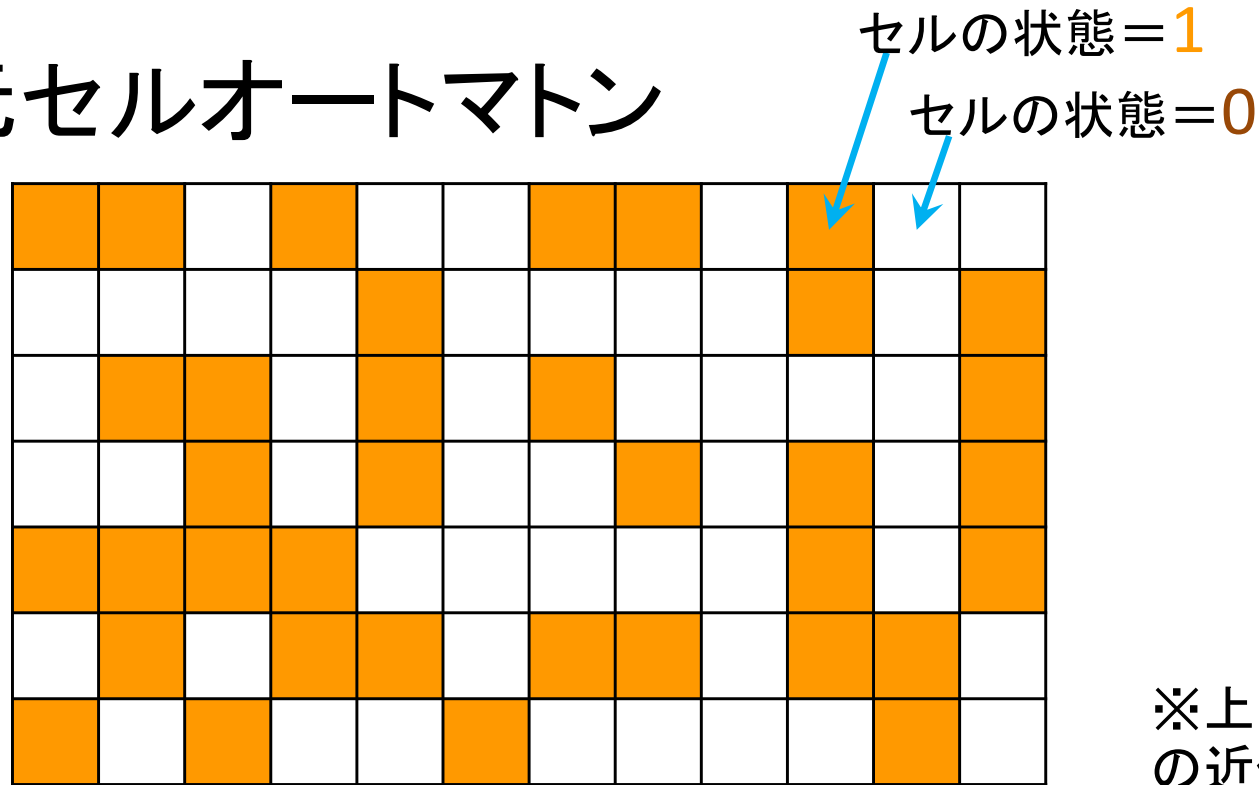
$(01011010)_2 = (90)_{10}$  より, これは「**ルール90**」



$(00011110)_2 = (30)_{10}$  より, これは「**ルール30**」

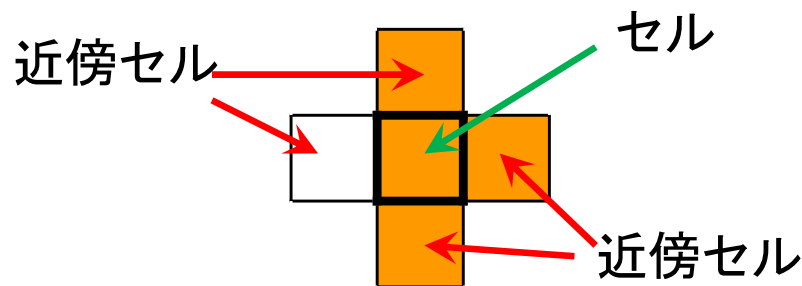
# セルオートマトン

- 2次元セルオートマトン

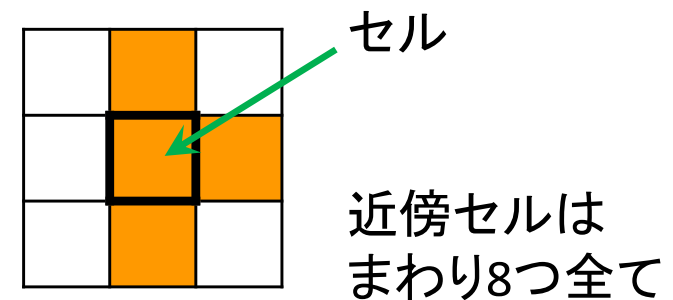


- セル(9つのセルの中心)とその近傍

ノイマン近傍



ムーア近傍

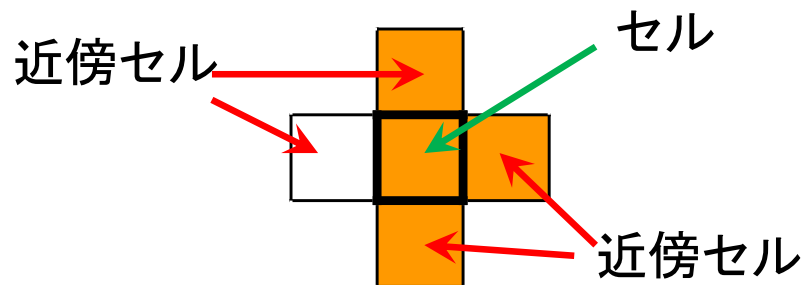


# セルオートマトン

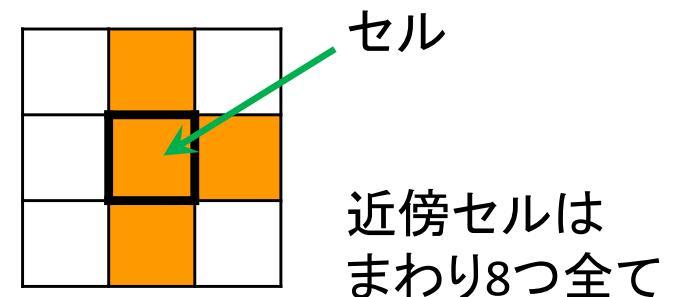
- 2次元セルオートマトン

- 各セルは時間と共に状態が変化する
- 次の状態への変化は, 自分と近傍の現在状態による  
(時刻 $t+1$ の状態は, 時刻 $t$ の自分と近傍の状態による)
- 現在の状態は  
ノイマン近傍の場合, 全部で32パターン(なぜか?)  
ムーア近傍の場合, 全部で512パターン(なぜか?)

ノイマン近傍



ムーア近傍





# セルオートマトン

## • 2次元セルオートマトンとライフゲーム

- セルの状態は生(1)と死(0)の2つとする
- ムーア近傍を使う(ただし, 512パターンを考えない)
- 状態更新ルールは次の5つ
  1. 瞑想... 自セル=死(0) & 近傍セルの0-2,4-8つが生(1) → 0
  2. 誕生... 自セル=死(0) & 近傍セルの3つが生(1) → 1
  3. 生存... 自セル=生(1) & 近傍セルの2 or 3つが生(1) → 1
  4. 過疎... 自セル=生(1) & 近傍セルの0 or 1つが生(1) → 0
  5. 過密... 自セル=生(1) & 近傍セルの4~8つが生(1) → 0

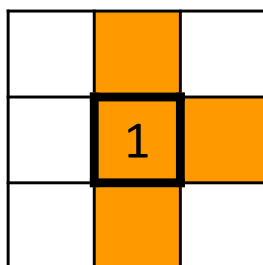
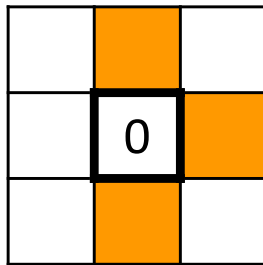
# セルオートマトン

## • ライフゲーム

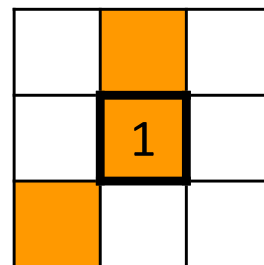
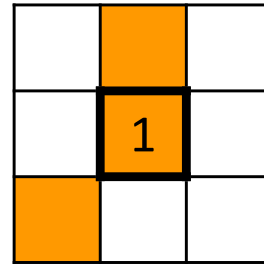
1. 瞑想... 自セル=死(0) & 近傍セルの0-2,4-8つが生(1) → 0
2. 誕生... 自セル=死(0) & 近傍セルの3つが生(1) → 1
3. 生存... 自セル=生(1) & 近傍セルの2 or 3つが生(1) → 1
4. 過疎... 自セル=生(1) & 近傍セルの0 or 1つが生(1) → 0
5. 過密... 自セル=生(1) & 近傍セルの4~8つが生(1) → 0

例)

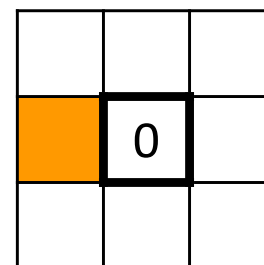
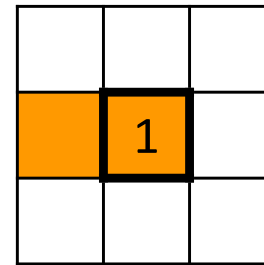
誕生



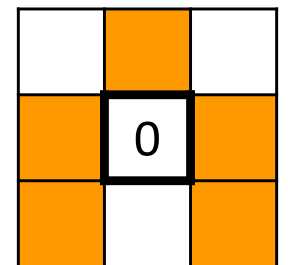
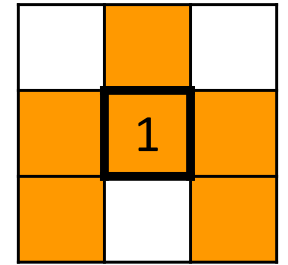
生存



過疎

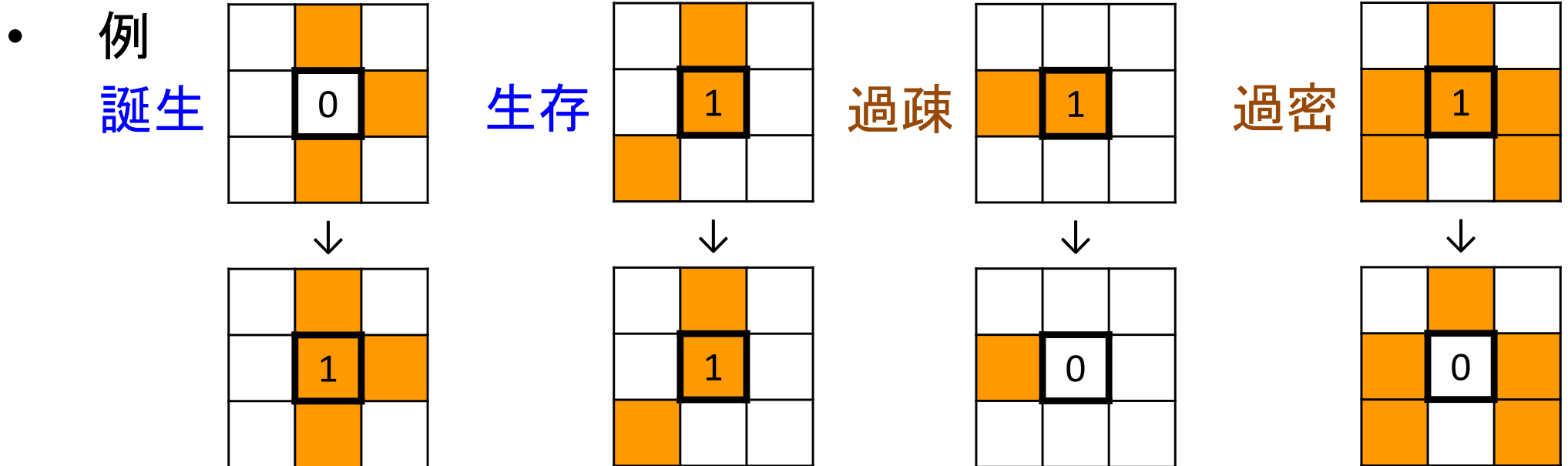


過密



※まわりの8セルがどうなるかは、それらの近傍による。ここではそのままにした

# セルオートマトン

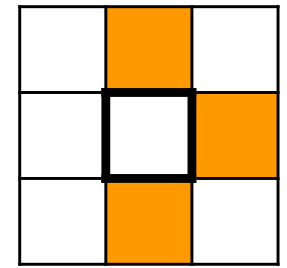


- 時刻  $t \rightarrow t+1$  の状態遷移表

- $s$  = 近傍セルの状態の合計 (= 生存数) とすると

		s (近傍セルの状態合計=生存数)								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
自セル	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0

# 参考文献



- [1] 北栄輔・脇田佑希子「Excelで学ぶセルオートマトン」  
オーム社(2011)