

Title	意見集約モデルと総和型セルオートマトン(生命・進化・ゲーム,基研長期研究会「複雑系4」)
Author(s)	田中, 美栄子; 北御門, 佐知子
Citation	物性研究 (1996), 66(5): 971-973
Issue Date	1996-08-20
URL	http://hdl.handle.net/2433/95898
Right	
Type	Departmental Bulletin Paper
Textversion	publisher

意見集約モデルと総和型セルオートマトン

田中美栄子 北御門佐知子
 椋山女学園大学生生活科学部

1. 意見集約モデル

社会現象のモデル化を行う際に、多様性とエージェントの個性をどのように取り入れるのかが重要なポイントとなるはずであるが、まず、簡単な共通のルールに従う、集団内での意志決定過程をシミュレートするモデルを考え、集団内の意見の変化をみる。そして、どのルールの時に集約、非集約が起こるのかを考察する。

1-1. セルオートマトン (CA) モデル

2次元正方格子 (100×100) 上の10000のエージェントが (Yes, No) のどちらかのみを答えるとする。周期境界条件をとり、初期状態は、YesとNoとを乱数により、半数ずつ振り分ける。近傍数は、N=5, 9, 25, 49の場合を考える。

1-2. X型モデル

Rule: 自分の周囲のエージェントのうち、X人以上が自分と違う意見のとき、次回の自分の意見を変える ($0 \leq X \leq N-1$)。

Xは、自分の意見に対する自己主張度と考えることができる。Xが小さいほど、反対意見に敏感で、Xが大きいほど、自分の意見に固執する。言い換えれば、Xが小さいほどエージェント間の相互作用が強く、Xが大きくなるほど、各エージェントの独立度が高まることになる。自分の周囲のエージェントは、距離に関係なく同等に評価する。

1-3. シミュレーション結果・考察

設定したすべてのルールの対して、それぞれ3000回意志決定を繰り返し、次に定義する関数Hの時系列と意見分布の時間発展の図を出力した。

$$H = - \sum_{i=1}^{10000} (p_{i+} \log p_{i+} + p_{i-} \log p_{i-}) \quad (1)$$

(p_{i+} = N近傍中のYesの割合, p_{i-} = N近傍中のNoの割合)

[シミュレーション結果] [Fig. 1-a-2-b]

N	非集約	集約
5	$X \leq 2$	$3 \leq X < (\approx 4)$
9	$X \leq 3$	$4 \leq X < (\approx 7)$
25	$X \leq 8$	$9 \leq X < (\approx 18)$
49	$X \leq 18$	$19 \leq X < (\approx 34)$

ここで考察したX型モデルには N=5, 9, 25, 49 のすべての場合に転移点が存在する。集約に至るケースと非集約にとどまるケースを分ける転移点 X_c は N=5で2、N=9で3、N=25で8というように近傍数の約3

分の1である。N=49では18となってやや大きいですが、この場合はセルの数を100×100から200×200に増やすともっと低いXで転移が起こるので、N=25くらいが今とっているセルの大きさで扱える近傍サイズの限界であると思われる。Xが近傍サイズNに近くなると集約はほとんど起こらなくなるのでこのXを値を括弧の中に入れて表に示した。集約が大きいXで起こらなくなるのは単にその状況のもとで周囲にあわせて意見を変えるという現象の起こる確率が非常に低くなるためであり、転移点がもう一つあるわけではない。

2. 総和型セルオートマトン

意見集約モデルで使用したルールは、準総和型ルール[1]と呼ばれるもので、近傍の中心となるセルの状態とその周りのセルの状態の和によって、中心のセルの次の状態が決定されていた。それでは、総和型ルールのCAには、こういった特徴が見られるのであろうか。ここでは、Wolframのおこなった1次元総和型ルールのCAのクラス分けを参考に2次元総和型ルールのCAとの比較をおこなう。

2-1. Wolframの総和型ルールとクラス分け

Wolframは、1次元2状態5近傍総和型ルールのCAのクラス分けを行った。

Wolframのコードナンバー	コードナンバーは0から63までであるが、
$c = \sum_{n=0}^N f(n)k^n$	Wolframはその中の $f(0) = 0$ となるルールだけを扱っている。(合法的CA)

Wolframのクラス分けは以下の通りである。

- Class 1) Evolution leads to a homogeneous state (realized for codes 0 , 4 , 16 , 32 , 36 , 48 , 54 , 60 and 62).
- Class 2) Evolution leads to a set of separated simple stable or periodic structures (codes 8 , 24 , 40 , 56 , and 58).
- Class 3) Evolution leads to a chaotic pattern (codes 2 , 6 , 10 , 12 , 14 , 18 , 22 , 26 , 28 , 30 , 34 , 38 , 42 , 44 , 46 and 50).
- Class 4) Evolution leads to complex localized structures , sometimes long-lived (codes 20 and 52).

2-2. 2次元総和型ルールとクラス分け

Wolframの1次元に対し、以下の2つの方法を用いて2次元2状態5近傍総和型ルールでクラス分けを行った。(size100×100)

[Method 1] パターンを見て分ける。(Wolfram [2]と同様の方法)

[Method 2] Hの時間変化で分ける。

- Class 1) すぐに0に落ち着く
- Class 2) すぐに一定値に落ち着く
(但し、奇数番号については、すぐに規則的な振動をする場合もある)
- Class 3) カオス的振動をする
- Class 4) 複雑な振動をしながら徐々に減少していく

2-3. シミュレーション結果・考察

2次元5近傍総和型ルールのクラス分けの結果は以下の通りである。

- Class 1) 0 , 16 , 32 , 48 , 60 , 61 , 62 , 63
- Class 2) 1 , 3 , 4 , 7 , 8 , 15 , 17 , 24 , 29 , 31 , 36 , 40 , 54 , 55 , 56 , 57 , 58 , 59
- Class 3) 2 , 5 , 6 , 9 , 10 , 12 , 13 , 14 , 18 , 19 , 21 , 22 , 23 , 25 , 26 , 27 , 28 , 30 , 33 , 34 , 35 , 37 , 38 , 39 , 41 , 42 , 43 , 44 , 45 , 46 , 47 , 49 , 50 , 51
- Class 4) 11 , 20 , 52 , 53

	1次元	2次元
Rule 4 , 36	Class 1	Class 2

2次元でおこなったクラス分けとWolframが1次元でおこなったクラス分けのうち偶数番号でクラスが異なったルール

Wolframは偶数番号のみクラス分けを行ったが、奇数番号についてもクラス分けを行った。(Method 1, 2を利用, size100)

Class 1) 55, 61, 63

Class 2) 1, 3, 7, 15, 31, 57, 59

Class 3) 9, 17, 21, 25, 27, 29, 33, 35, 37, 39, 41, 43, 45, 49, 51

Class 4) 5, 11, 13, 19, 23, 47, 53

	1次元	2次元
Rule 55	Class 1	Class 2
Rule 17,29	Class 3	Class 2
Rule 5,13,19,23,47	Class 4	Class 3

1次元と2次元のクラス分けうち、奇数番号でクラスの異なったルール

1次元と2次元のCAで同じ総和型ルールを用いた際に、合法的CAであれば、ほとんどのルールのクラス分けが一致することが分かった。また、初期状態を決める乱数のSeedを3種類に変えてみたが結果に影響はない。

参考文献

- [1] K. Culik II, L. P. Hurd and S. Yu, Physica, D 45 (1990) 357-378.
- [2] S. Wolfram, Physica, 10 D (1986) 1-35.

Fig. 1-a - 2-b : Two-dimensional spatial patterns at t=300.

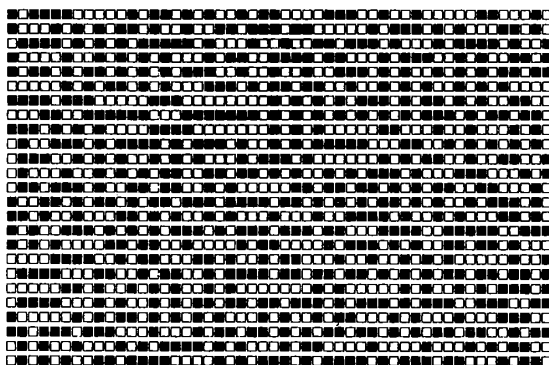


Fig. 1-a : N=9 case.
X=3 (disordered phase)

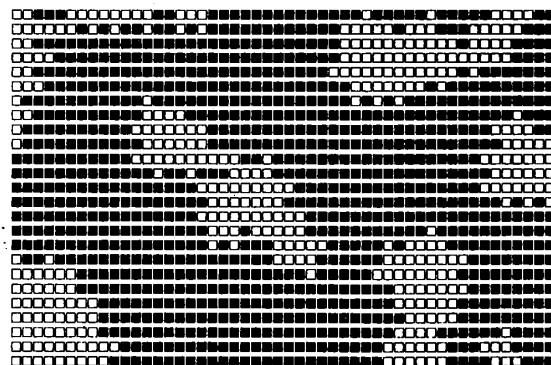


Fig. 1-b : N=9 case.
X=4 (ordered phase)

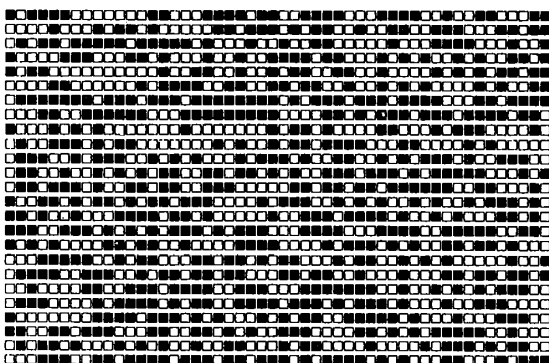


Fig. 2-a : N=25 case.
X=8 (disordered phase)

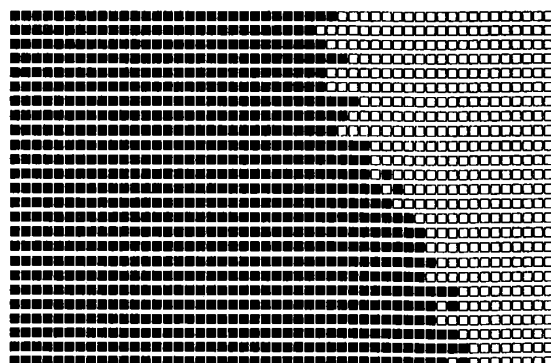


Fig. 2-b : N=25 case.
X=9 (ordered phase)