

# 社会ネットワークにおける局所構造の創発と分析

## Analyzing the Emergence of Local Structures in a Social Network

高橋 徹\*<sup>1</sup>  
Toru TAKAHASHI

山田 隆志\*<sup>1</sup>  
Takashi YAMADA

寺野 隆雄\*<sup>1</sup>  
Takao TERANO

\*<sup>1</sup> 東京工業大学大学院総合理工学研究科知能システム科学専攻  
Department of Computational Intelligence and System Science,  
Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology

This paper proposes an agent-based model to analyze how the changes in communication influence the formation of cultural structures. For the analysis, we build the three models: a group of local villages, a society with mass media functions, and, the world with WWW. In each mode, we develop a simulator based on Axelrod's model of cultural distribution. The simulation results are summarized as follow: 1) in the first model, each village forms its own culture, 2) in the second and third models, the cultures converge into the single one, and 3) the third model sometimes separates two cultures. Our models suggest that the advance of communication facilities causes the convergence of cultures of local societies.

### 1. 背景

人間関係ネットワーク、遺伝子のネットワーク、電話回線網など様々なネットワークの研究がおこなわれている[Barabási 02, Dorogovtsev 03, Newman 03]. 特に社会の解析や企業のナレッジマネジメントの一環として人間関係のネットワークが注目されている[西口 07, 安田 01, Matsuyama 06].

一方、情報革命によるウェブの台頭によりコミュニケーションの形態が変わりつつある。この変化が共同分配規範に変化をもたらすことを示した研究がある[倉橋 01]. また、この変化は文化の形成のされ方にも変化をもたらすであろうと考えられる。

印刷技術が発達する以前は、近隣者でコミュニティ(村)を作り、独自の文化を築いていた。マスメディアの登場により、遠方の情報が得られるようになった。これにより、すべての人が同じ情報を得られるようになり、文化が一様化してきた。つまり、文化の形成のされ方が変化したわけである。

本稿では、これまでの村の時代、マスメディアの時代に加えて、これからのウェブの時代をそれぞれエージェントベースでモデリングする。そうすることで、ウェブの時代の文化の形成のされ方がこれまでとどのように変わるかを考察する。

### 2. モデルの説明

本稿のモデルは KISS 原理に従った簡単なモデルである[Axelrod 97]. ほとんどの文化は新しい価値観が生まれたり、廃れたりするものである。しかし、本稿ではこれらの変化はないような文化のみを対象とした。つまり、ファッションのような新しい価値観が頻繁に生まれるようなものを対象としたものではない。むしろ思想や、慣習のようなものを文化とした。以下にモデルの詳細を示す。

#### 2.1 エージェント

エージェントはパラメタとして文化、知人リスト、所属地域を持つ。文化は Axelrod の文化の流布モデルのようにタグで表す[Axelrod 97]. これは、タグのハミング距離が短いほど文化が近いことを示す。知人リストは相互作用をした相手が登録されている。所属地域はそのエージェントが住んでいる地域である。

#### 2.2 エージェント: エージェントルール

相互作用の相手は行うエージェントの知人リストから選ぶ。この選択には自分と知人リストのエージェントとの文化の一致率

連絡先: 高橋徹, 東京工業大学総合理工学研究科知能システム専攻, 〒226-8503 神奈川県横浜市緑区長津田町 4259  
TEL: 045-924-5215, toru@trn.dis.titech.ac.jp

をキーとした、BA モデルで用いられているような優先的選択を行う[Barabási 98]. 基本的には選択されたエージェントと相互作用を行う“会話”がある。他に選択されたエージェントがさらに選択を行い、そこで選択されたエージェント相互作用を行う“紹介”と、まったくランダムに全体から相手を選び出す“偶発的出会い”がある。相互作用では確率  $q$  で自分の文化の一つを相手の文化と同じにすることで文化を近づける。また、500 ステップごとにすべてのエージェントは知人リストから古いものから順番に半分削除する“忘却”を確率 0.50 で行う。

村の時代、マスメディアの時代では、遠方の人とコミュニケーションをとるのは難しいので、違う地区に住むエージェントは選択時に文化の一致率を半分にする。また、マスメディアの時代にはマスメディアエージェントを加える。このエージェントは1000 ステップごとに、それぞれの文化を全体で最も採用されているものに変更する。また、すべてのエージェントの知人リストに加えられ、忘却の対象にならない。

### 2.3 モデルの進行

図 1 に示すプログラムに従ってモデルは進行する。行動選択では会話、紹介、偶発的出会いのどれかを選択する。それが選択される確率は  $p_1, p_2, p_3$  とする。

```
while(実験中)
  行動エージェント選択
  行動選択・実行
  if(前回の忘却から 500 ステップ経過)忘却
end while
```

図 1 モデルの進行

### 3. 実験結果

実験でのパラメタは表 1 のようにした。

表 1 実験パラメタ	
$q$	0.1
$p_1$	0.75
$p_2$	0.24
$p_3$	0.01
地域数	4
各地域のエージェント数	15
文化の種類	10
文化の長さ	8

すべてのエージェントの知人リストに同地域のエージェント 10 と、他の地域のエージェント 2 を加えた。これらのパラメタは、村の時代において各地域が独自の文化を構成することを基準とした。図 2, 3, 4 は各時代において 15000 ステップ後に、知人リストをもととしてネットワークを Pajek にて描いたものである[Batagelj 98, 稲水 05]. ノードはエージェントを表し、ノードの形

表 2 各地域の文化一致率(村の時代)

	a	b	c	d
a	0.46	0.17	0.10	0.12
b		0.31	0.14	0.17
c			0.54	0.27
d				0.48

表 3 各地域の文化一致率(マスメディアの時代)

	a	b	c	d
a	0.49	0.28	0.35	0.30
b		0.56	0.63	0.45
c			0.82	0.61
d				0.63

表 4 各地域の文化一致率(ウェブの時代)

	a	b	c	d
a	0.22	0.22	0.23	0.28
b		0.22	0.24	0.25
c			0.23	0.25
d				0.40

は所属地域を表す。ノードの横に書かれているアルファベット(a, b, c, d)も所属地域を表し、数字はエージェントの番号を表す。矢印は、矢印の先が矢印のものとエージェントの知人リストに載っていることを表す。矢印が濃く、太いものの方が文化的に近いことを示す。表 2, 3, 4 は各地域間、もしくは地域内の文化の一致度を表したものである。

### 3.1 村の時代

表 2 から分かるように、同じ地域では文化的に近くなっているが、その一方で他の地域は文化的に遠くなっている。また、図 2 を見れば分かるように、他の地域に居座るようなものが出てくる場合がある。これは自分の地域の文化となじみず、他の地域のもので交流するうちに、知人リストから同じ地域のものがいなくなったためである。また、地域が 2 つの文化に分かれてしまう場合もある。

### 3.2 マスメディアの時代

表 3, 図 3 から分かるように同じ地域だけでなく、他の地域とも文化が近い。これはマスメディアを通して全体が同じ情報を受け取り、全体が 1 つの文化に近づいているためである。また、同じ地域内の文化は村の時代よりも近くなっている。これもマスメディアがメジャーな文化を全体に知らせることで、各地域内でも同じ文化になることが促されたためである。しかし、まれにある地域の一部にマスメディアと文化が全く違う、変わり者のグループが出来ることがあった。

### 3.3 ウェブの時代

表 4, 図 4 から分かるようにほとんどの地域において初期に地域内のリンクが多かったことの意味がなくなっている。また、全体としても文化のまとまりが悪い。これは様々な文化が容易に相互作用出来る範囲にあるため、全員がその中で文化を模索しているためである。しかし、最終的には 1 つ、または 2 つの文化に全体が収束する。これはコミュニケーションの範囲に限りがないため、どこかで同じ文化の集団が発生すればそれに接する機会が多くなるため収束するものと思われる。つまり、集団がマスメディアの役割をしているとと言える。ところが 2 つに別れるケースは、その頻度も規模もマスメディアの時代に比べ大きい。

## 4. 結論と今後の課題

マスメディアの時代はマスメディアが全体の流れを指示する役目を担っており、それ故にコミュニケーションが地域に限られていても、全体の文化はほとんど一様化した。しかし、ウェブの時代では文化が一様化、もしくは二極化した。これは村の振舞いに似ている。つまり、コミュニケーションが遠方とも容易にできるようになることで、全体が 1 つの村になったと考えられる。

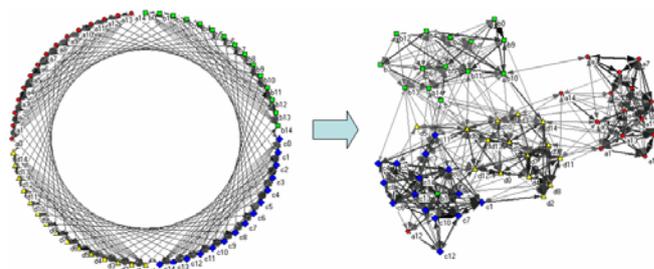


図 2 村の時代

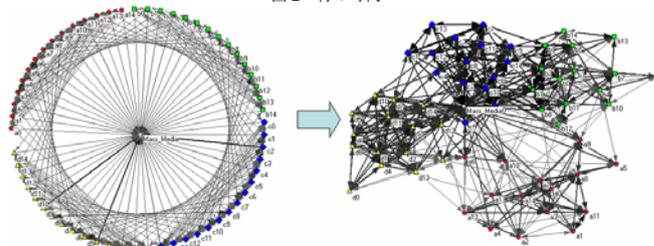


図 3 マスメディアの時代

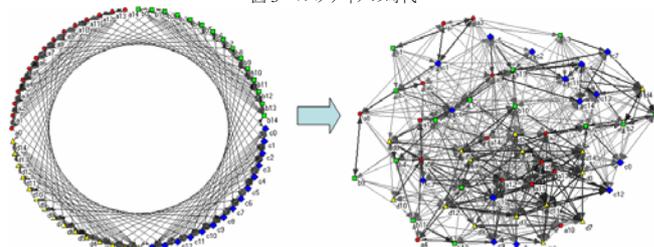


図 4 ウェブの時代

本稿の文化は、新しいものが発生したり、廃れたりすることがないモデルであった。今後はそれらの要素も加えたモデルについて検討する予定である。

### 参考文献

[Barabási 02] A.-L. Barabási: Statistical mechanics of complex networks, *Review of Modern Physics* (2002).  
 [Dorogovtsev 02] S. N. Dorogovtsev, J. F. F. Mendes: Evolution of networks, *Advance in Physics*, Vol.51, No4. pp.1079-1187 (2002).  
 [Newman 03] M. E. J. Newman: The structure and function of complex networks, *SIAM Review*, Vol.45, No.2, pp.167-256 (2003).  
 [西口 07] 西口敏宏: 遠距離交際と近所づきあい—成功する組織ネットワーク戦略, NTT出版 (2007).  
 [安田 01] 安田雪: 実践ネットワーク 関係を解く理論と技法, 新曜社 (2001).  
 [Matsuyama 06] S. Matsuyama, T. Terano: Analyzing Network and Individual Characteristic of Peer-to-Peer Communication through Agent-Based Simulation, Proc. WCSS 2006 (The first World Conference on Social Simulation), pp.383-390 (2006).  
 [倉橋 01] 倉橋節也, 寺野隆雄: エージェントシミュレーションによる共同分配規範モデル, 電子情報通信学会論文誌 D-I, Vol.J84-D-I No.8, pp.1160-1168 (2001).  
 [Axelrod 97] Axelrod, R.: *The Complexity of Cooperation*, Princeton University Press (1997).  
 [Barabási 98] A.-L. Barabási, R. Albert: Emergence of scaling in random network, *Science*, Vol.286, pp.509-512 (1999).  
 [Batagelj 98] V. Batagelj: Pajek – Program for large network Analysis, *Connections*, Vol.21, No.2, pp.47-57 (1998).  
 [稲水 05] 稲水伸行, 竹島斎: ネットワーク可視化の技法-Pajek の使い方, 赤門マネジメント・レビュー, 4 巻, 6 号 (2005).