

パーソナリティから創発される組織の硬直化現象について

岡田 勇

山本 匡

太田敏澄

電気通信大学大学院情報システム学研究科

概要

本小論では自己生成的特性(非階層構造であり固定されたリーダーのいない)を持つ経営組織を取り上げる。硬直化のモデルを、タスク処理能力、パーソナリティモデル、認知モデル、履歴記憶からなるエージェントを用いて定式化する。観察される硬直化現象とは、組織業績の低下とする。自律主体エージェントの局所的相互作用が、大局的な組織の硬直化を創発させる過程について、計算機シミュレーションを用いて解析する。パーソナリティという人間的な感情を仮想したエージェントモデルを用いることにより、組織寿命とその要因を社会心理学的視点から解明できる。

On a Stiffness of Organization emerged from Personality

OKADA Isamu

YAMAMOTO Tadashi

OHTA Toshizumi

Graduate School of Information Systems, University of Electro-Communications

Abstract

This paper concerns with a business organization which is characterised as an autopoietic system with no hierarchy and no fixed leader. A model of stiffness is formulated by an agent which is developed as a model that consists of a task processing ability, a personal submodel, a cognitive submodel, and a historical memory. The stiffness of organization observed by agents is formulated as a decline in the organizational performance. Computer simulations reveal that autonomous agents who mutually interact locally emerge a globally stiffness of organization. By the model with humanistic personality, we can analyse the organizational age and its origin from a social psychological insight.

1 はじめに

我々は(岡田、他(1996))において、心的モデルを導入したマルチエージェントモデルの自己生成システム(Autopoietic System)における計算機シミュレーションの提唱を行った。これは構造こわし理論(古川(1990))の

1. 組織は内在的に寿命が存在し、必ず硬直化現象を起こす

2. それゆえリーダーによる緻密な計画に基づいた構造こわしが必要である

という主張の問題点(再組織化にリーダーは不可欠か?)を指摘し、それを検証する概念モデルを提唱した。これは2フェーズからなる。

1. 硬直化モデル— 組織には寿命が存在し、必ず硬直化現象を起こすことを検証する
2. 再組織化モデル — 硬直した組織を再組織化するために主体が意図的に態度変容を起こしていく過程を解明する

本小論では、硬直化モデルの内容を具体的に記述し、パーソナリティを仮想したエージェントの局所的振る舞いが大局的な組織の硬直化を創発させる過程についての考察を行う。

2 研究の動向

我々は、人間社会における目標追求型組織の革新が、従来のマネジメント論的視点では捉えきれなくなってきたという問題意識を持つ。従来の理論的な組織モデルでは、例えば、コンティンジェンシー理論にしても、組織の不確実性と階層構造との関係については明らかにされているが、主体の内面に関しての考察は成されていない。組織理論としてシミュレーションされているモデルは、ほとんどがシステムのハード的側面、すなわち、組織の構造(例えば、石田他(1996))か、もしくは、タスクの配分(例えば、Crowston(1994))に焦点を当てたものである。しかし、ベストセラーとなっているリエンジニアリングの実用書(例えば、T.Peters(1989))には、組織変革における人間の内面的改善の重要性が訴えられている。つまり、社会心理学的視点を導入した再組織化過程の解明、具体的には、組織の「より人間的」視点へのアプローチが必要となってきた。そこで、(岡田、他(1996))では、次の諸点を言及した。

新しいシステム観としての自己生成システム 自己生成システムとは次の特徴を持つ。

- 非階層構造
- 固定されたリーダーが存在しない

社会情報システム学における位置付け 本研究は社会情報システム学の一領域である「社会システム論」における、分散する知的な主体によって構成される主体行動モデルに基づ

く、社会における自己生成的な組織化の解明の基礎的な研究である(太田(1996))、(太田、山本(1995))。

計算機シミュレーションの有効性 社会現象の解析ツールとして計算機シミュレーションは有効であることを指摘した(遠藤(1996))。

先行研究の問題点 セルオートマトン(Latané(1993)、杉万(1992))や確率オートマトンを用いた研究(野村(1996))における限界を指摘した。

人間の内面を仮想したマルチエージェントモデルの解明は今後の大きな研究テーマとなってくるであろう。

3 硬直化モデル

3.1 系の定義

本モデルでは自己生成的特性をもつ単純な経営組織をモデル化する。これは、現実社会との対比が比較的容易である点と目標追求型組織の方が硬直化がより可視的になるという点から選択された。この系では組織、エージェント、環境、タスクが存在している。

Def. 1 (組織) 組織には n エージェントが存在し、それらは非階層的に連結している。すなわち連結数は $\frac{n(n-1)}{2}$ である。エージェントは連結を介して情報とサブタスクを通信する。 □

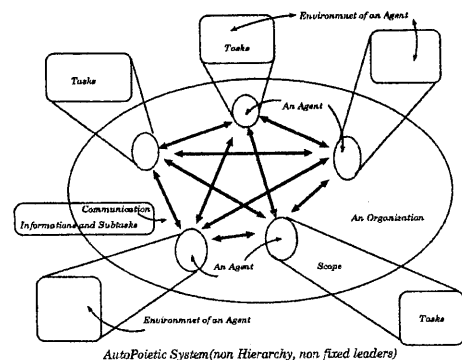


図1：硬直化モデルの組織

Def. 2 (タスク) 組織のタスク $TSK = \{TSK_i\}$ は次の2項である。

$$TSK_i = (S_i, BNF_i), \quad S_i \subseteq STK, \quad BNF_i \geq 0 \quad (1)$$

ここで、 S_i とはサブタスクの部分集合であり、 BNF_i とは処理すると得られる収入(タスクの価値)であり、環境に存在する確率に反比例する。これは、存在が稀なタスクほどハイリスク・ハイリターンであるという仮定に基づいている。タスクごとに所有するサブタスクが重複する場合もあるので一般的に

$$\exists i, j : i \neq j, \quad S_i \cap S_j \neq \emptyset \quad (2)$$

となる。□

以後記述の容易性のため $\exists i, j : (i \neq j)$ などを $\exists(i \neq j)$: と表記する。

Def. 3 (環境) ある時刻 $t \geq 0$ における環境 $ENV(t) = \{ENV_i(t)\}_n$ にはタスクのみが存在している。

$$ENV_i(t) \in PV_{|TSK|} \quad (3)$$

$PV_{|TSK|}$ とは TSK 次元確率ベクトルのことで次のように定義できる。

$$PV_s = (P_1, P_2, \dots, P_s), \quad \sum_{i=1}^s P_i = 1, \quad P_i \geq 0 \quad (4)$$

これは例えば、 $ENV_i(t) = (P_1, P_2, \dots, P_{|TSK|})$ となると、この環境にはタスク TSK_i が確率 P_i で存在していると解釈する。

環境が時間で変動するかどうかで、異なるモデルが定義できる。

$$\begin{aligned} \forall t, t' : ENV(t) = ENV(t') &\Leftrightarrow \text{環境不変型} \\ \exists(t \neq t') : ENV(t) \neq ENV(t') &\Leftrightarrow \text{環境変動型} \end{aligned} \quad (5)$$

また同様に、主体間で環境が異なるかどうかでも、違うモデルが定義できる。

$$\begin{aligned} \forall i, j : ENV_i = ENV_j &\Leftrightarrow \text{主体間無差異型} \\ \exists(i \neq j) : ENV_i \neq ENV_j &\Leftrightarrow \text{主体間有差異型} \end{aligned} \quad (6)$$

すなわち、 ENV に対して4タイプに分類することができる。□

Def. 4 (エージェント) エージェント $AGT = \{AGT_i\}_n$ は次の4項である。

$$AGT_i = (ABL_i, PSN_i, COG_i, HST_i) \quad (7)$$

ABL_i とはサブタスク処理能力で、

$$\begin{aligned} ABL_i &= (ABL_i^1, ABL_i^2, \dots, ABL_i^{|TSK|}), \\ ABL_i^j &\in (0, 1] \end{aligned} \quad (8)$$

である。

ABL_i^j はエージェント i によるサブタスク j に関する処理能力を表していて、値が大きい程能力が高い。

PSN_i とはパーソナリティで、

$$PSN_i = (TAD_i, RLT_i, CSV_i) \quad (9)$$

と表現される。

TAD_i とはタスク執着で、

$$\begin{aligned} TAD_i &= (TAD_i^1, TAD_i^2, \dots, TAD_i^{|TSK|}), \\ TAD_i^j &\in [0, 1] \end{aligned} \quad (10)$$

である。 TAD_i^j はエージェント i によるタスク j への執着度のことで、値が大きい程執着している度合いが高い。

RLT_i とは対人好悪感情のことで、

$$\begin{aligned} RLT_i &= (RLT_{i,1}, RLT_{i,2}, \dots, RLT_{i,n}), \\ RLT_{i,j} &\in [-1, 1] \end{aligned} \quad (11)$$

である。 $RLT_{i,j}$ とはエージェント i によるエージェント j に対する感情であり、値が1ならば、好意的であり、0ならば中立的、-1ならば敵対的を表す。

CSV_i とは保守性で、

$$CSV_i \in [0, 1] \quad (12)$$

である。これは値が大きい程保守性が高く、変化に対する忌避作用を起こす。

$COG_i = \{COG_{i,j}\}_n$ とは認知であり、

$$COG_{i,j} = (CABL_{i,j}, CTAD_{i,j}) \quad (13)$$

である。これらはそれぞれエージェント i によるエージェント j のサブタスク処理能力、タスク執着に関する認知を表している。サブタスク処理能力に関する認知は実際の値に比べ、認知誤差を持つと解釈するので、エージェント自身の真の値を知ることはできない。つまり、一般的に

$$\exists i : CABL_{i,i} \neq ABL_i \quad (14)$$

である。しかし、タスク執着は認知そのものであるので、

$$\begin{aligned} \exists i \neq j : CTAD_{i,j} &\neq TAD_j, \\ \forall i : CTAD_{i,i} &= TAD_i \end{aligned} \quad (15)$$

となる。

この系では時刻は離散値を持つことにする。即ち t は非負整数である。 $HST_i = \{HST_i^{-t}\}$ とは履歴記憶であり、

$$\begin{aligned} HST_i^{-t} &= (HTSK_i^{-t}, HCOM_i^{-t}), \\ HTSK_i^{-t} \in TSK, \quad HCOM_i^{-t}(|STK|) &\in AGT \quad (16) \end{aligned}$$

である。 $HTSK_i^{-t}$ とはエージェント i が t 期前に自身の処理したタスクについての記憶であり、 $HCOM_i^{-t}$ とはそのタスクを処理するためにサブタスクを交換したエージェントについての記憶である。□

エージェントが4項で表現されるのは、もしパーソナリティモデルや認知モデルが存在しないならば、タスク処理能力から得られる組織業績は弱単調増加ののち高業績で安定収束するため硬直化が生じないと考えられるからである。

3.2 系の挙動 — タスク処理過程

本研究では単純化のために全てのエージェントは1期ごとに必ず1つのタスク処理を行うという仮定を設けることにする。このタスク処理は基本となる5つのフェーズからなる。

1. 探索フェーズ：環境はエージェントにその確率分布に従ってあるタスクを渡す
2. 選択フェーズ：エージェントは環境から与えられたタスクがある条件を満たしているかを判断し選択する

3. 分解フェーズ：タスクをサブタスクに分解し、他のエージェントと通信して、サブタスクを処理するエージェントを決定し委託する
4. 処理フェーズ：自分が行うべきサブタスクを処理する
5. 統合フェーズ：サブタスクを統合したタスクの処理を終了する

以下に初期値とそれぞれのフェーズにおける挙動をまとめる。

3.2.1 初期状態

初期状態では、 $n, TSK, STK, \forall t : ENV(t), \forall i : AGT_i(0)$ が設定される。環境は全ての時刻におけるタスク分布確率が初期設定で定まるので、系の挙動には影響されない外生変数として作用する。

Def. 5 (エージェントの初期状態) エージェントは次のような初期状態を持つ。

$$\begin{aligned} ABL_i(0) &\in (0, 0.5] \\ CABL_{i,j}(0) &= ABL_j(0) + e_{i,j}, \\ \forall i \neq j : |e_{i,j}| &\leq 0.25, \quad |e_{i,i}| \leq 0.1 \\ CTAD_{i,j}(0) &= CABL_{i,j}(0) \\ CSV_i(0) &\in [0, 1], \\ \forall i \neq j : RLT_{i,j}(0) &\in [-1, 1], \\ \forall i, t : RLT_{i,i}(t) &= 1 \end{aligned} \quad (17)$$

$e_{i,j}$ については、自身に対する認知誤差は他者に対する認知誤差より小さいという仮定に基づいている。また、タスク執着に関する初期状態は能力認知の同値としている。これは能力が高ければ執着も大きいという仮定に基づいている。さらに、エージェントは自身に対しては常に好意的であると仮定している。

なお、対人好悪感情を考慮にいないモデルでは式(17)の下2式の代わりに式(18)を用いる。

$$\forall i, j, t : RLT_{i,j}(t) = 1 \quad (18)$$

3.2.2 探索フェーズ

環境 $ENV_i(t) = (P_1, P_2, \dots, P_{|TSK|})$ は確率 P_j でタスク j をエージェント i に渡す。

3.2.3 選択フェーズ

エージェント i は探索されたタスク j について、閾値関数 $Search(i, j, times_i)$ がある値を越えればそれを選択し、そうでなければ探索回数 $times_i$ をインクリメントして、探索フェーズに戻る。

Def. 6 (選択閾値関数) $Search(i, j, times_i)$ は次の性質を持つ。

$$Search(i, j, times_i) = times_i + icm_i - tad - csv \quad (19)$$

$$icm_i \propto Income_i^j, \\ tad \propto CTAD_{i,i}, \quad (for \sum_k CTAD_{i,k} > 0)$$

$$tad = 0, \quad (for \sum_k CTAD_{i,k} = 0)$$

$$csv \propto CSV_i * P(HTSK_i^{-t} = j)$$

$Income_i^j$ とは以前にタスク j を処理したときに得た収入である。これは他者がそのタスクに対するタスク執着を持っていないと認知すると、そのタスクを選択しやすくなる傾向を持つことと、保守的であるほど過去の選択履歴に影響されやすくなる傾向を持つという仮定に基づいている。 □

エージェント i がタスク j を選択しても、サブタスクに対するエージェントの能力認知 $\max_k CABL_{i,k}^{S_j}$ が最低能力値を越えなければそれは採用されず、探索回数 $times_i$ をインクリメントして、探索フェーズに戻る。

3.2.4 分解フェーズ

エージェント i がタスク j' のサブタスク $j \in S_{j'}$ を処理するエージェント k は基本的には次の条件を満たす。 $cabl_{k',k'}^j >$ 最低能力値である k' のなかで

$$cabl_{i,k}^j = \max_{k'} cabl_{i,k'}^j \quad (20) \\ cabl_{i,k'} = CABL_{i,k'} \\ + CSV_i * P(HCOM_i^{-t}(j) = k')$$

である。これは能力認知に対してサブタスク交換エージェント履歴と保守性の影響を与えている。

もし、モデルが対人好悪感情を考慮にいれているならば、式 (20) は修正され、

$$RLT_{i,k} = \max RLT_{i,k'} \quad (21)$$

となる。これは好意的なエージェントを優先して通信するという仮定に基づいている。

3.2.5 処理フェーズ

エージェント i がエージェント k から委託されたサブタスク j を処理するにあたり次の処理コストが必要となる。

$$Effort(i, j) \propto \frac{1}{ABL_i^j} \quad (22)$$

また、ある修正確率で認知が次のように修正される。

$$CABL_{i,k}^j = CABL_{k,k}^j = ABL_k^j, \\ CTAD_{k,i}^j(t+1) \propto CTAD_{k,i}^j(t) + Effort(i, j) \\ CTAD_{i,i}^j(t+1) \propto CTAD_{i,i}^j(t) + \sum_j Effort(i, j) \\ RLT_{i,k} = BalancedTheory(RLT) \quad (23)$$

エージェント k のエージェント i に対するタスク執着認知は自身が投入した処理コストから推定される。逆にエージェント i の自身に対するタスク執着認知はタスク処理コストから算出される。対人好悪感情はバランス理論に基づいて計算される (Festinger(1957)、Nomura(1996))。

3.2.6 統合フェーズ

タスク処理が終了すると、収益 $Income_i$ を計算する。

$$Income_i = BNF_j - Effort(i, j) - times_i - ego_i \quad (24) \\ ego_i \propto -\frac{CTAD_{i,i}}{\sum_k CTAD_{i,k}}$$

ただし、タスク執着を考慮にいれないモデルでは、 $ego_i = 0$ である。これは、収益はタスク価値から処理コストと探索コストとエゴ量 (タスク処理に関する認知的な競争原理が働かなくなるために増加してしまうタスク処理量の増分 (松下 (1980))) を減じるという仮定に基づいている。

また、わずかな劣化確率で、能力 ABL_i^j とタスク執着 TAD_i^j やそれに伴う認知 $CTAB_{i,k}^j$, $CTAD_{i,k}^j$ が劣化される。保守性 CSV_i は増分される。

3.3 硬直化現象

(岡田、他 (1996)) では、硬直化現象は組織業績の低下 DP 、及び、情報への不信頼性 NC 、環境変動への非適応性 NA として観察されると論じたが、本論では DP のみを取り上げる。これは創発現象を詳細に検討するためである。

Def. 7 (DP) 組織業績の低下 DP は組織業績 *Performance* から観察される。

$$Performance = \sum_i^n Income_i \quad (25)$$

4 シミュレーション

環境に対しては4タイプ、パーソナリティに対しては8タイプ (TAD , RLT , CSV の有無) の計32タイプのモデルが考えられる。硬直化現象は存在するのか、パーソナリティと硬直化現象には有意な創発の関係がみられるのかといった課題をシミュレーションによって解明する。

具体的には、図2の仮説を検証することにする。

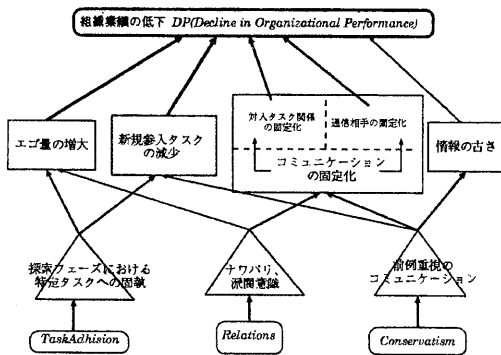


図2：硬直化メカニズム *Stiffness Mechanism*

シミュレーションでは、疑似乱数を用いるため、統計的誤差をなくすよう乱数の種を変えた実験を100回行い、32種類のモデルに対して、それぞれその平均でデータを取ることにする。こ

こでは $n = 10, |TSK| = 3, \max |S_i| = 4, \forall j : BNF_j = 100 * (1 - P_j)$ としている。

5 議論

全てのタイプにおいて1000期までにはモデルが一定の値に収束することが観察された。これはこのモデルはレンジが1000期程度であることを示している。硬直化の要因を検討していく中で、予想できない幾つかの興味深い現象が観察された。

5.1 硬直化の主要因

32タイプ全てについてパーソナリティにタスク執着が存在するタイプと存在しないタイプにおいて、組織業績に明かな差異が観察された(図3)。

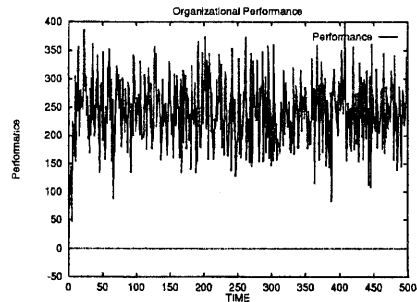


図3 (a)：不変無差異、 $PSN = 0$ 型

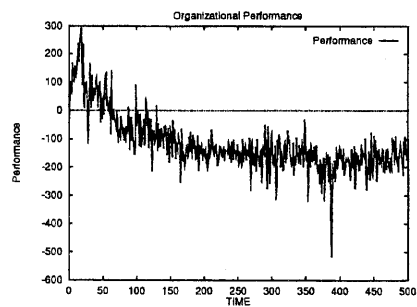


図3 (b)：不変無差異、 $PSN = (TAD)$ 型

タスク執着度が存在すると、上昇していた業績は30~50期でピークを迎え、そこからは減少傾向を持つ。一方、タスク執着が存在しないと、30~50期でピークを迎えたまま収束傾向を持つ。

これは組織寿命の存在を示し、タスク執着度は如何なるタイプにおいても硬直化現象の主要因と推測できる。これは次の仮説を成立させる。

Result 1 (タスク執着) タスク執着の存在は硬直化の必要条件である。

また、ほとんどのケースにおいて保守性が存在すると、業績の揺らぎが大きくなる傾向が認められた(図4)。

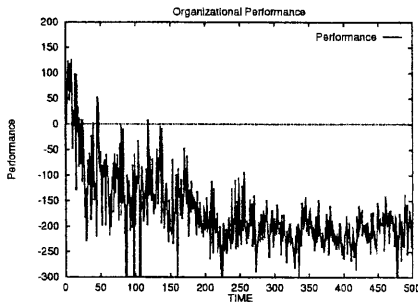


図4 (a) : 不変有差異、 $PSN = (TAD)$ 型

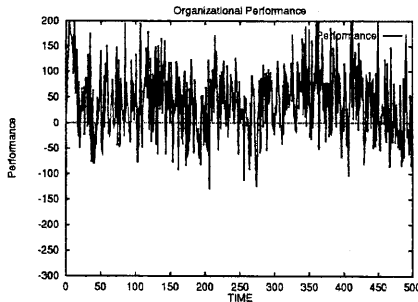


図4 (b) : 不変有差異、 $PSN = (TAD, CSV)$ 型

業績の揺らぎが大きいということは各期において業績が極端であるということであり、これは次の逆説的な仮説を導く。

Result 2 (保守性) 保守性は業績の不安定を生じさせる。

これは、保守的であるがゆえに、適度なタスク選択や分割を行うことが出来、高業績をあげる場合や、過去の履歴に縛られて、現状の能力変化などに対応できず、最悪なパフォーマンスとなる場合が、混在しているために生じると考えられる。

5.2 組織の構造化と社会認知

ほぼ全てのケースにおいて組織の構造化が生じている。これはコミュニケーションの固定化のことである。つまり、それぞれのエージェントにとって、特定のサブタスクを処理するエージェントはほぼ一意に決まっているので、そのエージェントのみと通信するようになる。さらに、サブタスク対人関係が全エージェントで共通、即ち社会認知されている場合が多い(図5)。

Result 3 (構造化) 組織は社会認知された構造化傾向を持つ。

これはさまざまに特化していくサブタスク処理能力の中で、偶然他の多くのエージェントによって認知されたサブタスク対人関係は、認知された結果、多くのエージェントから処理委託を受けるため、処理回数が増加し、相乗的に処理能力とその認知をあげるためであると考えられる。

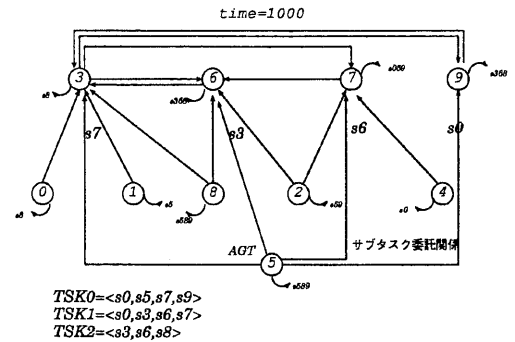


図5 : 組織の構造化の例

5.3 注意力と硬直化

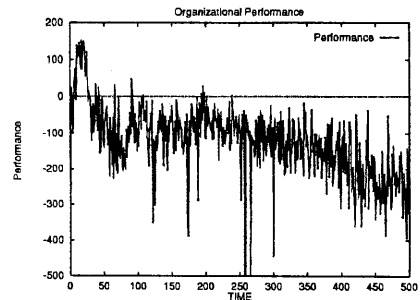


図 6 (a) : 変動有差異、
 $PSN = (TAD, RLT, CSV)$ 型、
 $ChangeCOG = 0.1$

硬直化モデルを定義していく段階では重要と思われなかったパラメータが興味深い現象を引き起こすことも発見された。処理フェーズ(式(23))において認知修正が確率 $ChangeCOG$ で起こると定義したが、この値を変えることで、ほぼ全てのタイプにおいて硬直化が生じる時期が変動する。

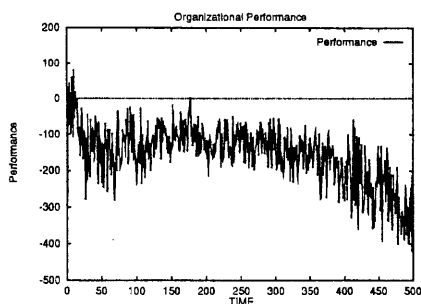


図 6 (b) : 変動有差異、
 $PSN = (TAD, RLT, CSV)$ 型、
 $ChangeCOG = 0.2$

Result 4 (硬直化の時期) 認知に関する注意力の増大は早い硬直化をもたらす。

これは認知修正確率が、機能的にエージェントの学習速度に対応しているため、業績の成長速度よりも速く系を収束させてしまうからだと考えられる。

6 まとめ

本小論では、硬直化モデルのコンピュータシミュレーションによる幾つかの結果を提唱している。ここで示された幾つかの結果は、モデル構築以前には考慮できなかったことであり、これは、シミュレーションの有効性を示しているといえる。ここでは触れることが出来なかったが、他にも多くの興味深い現象が観察される。しかし、このモデルが現実的に妥当であるかの検証は事例研究などとの比較を待たねばならない。今後の研究において裏付けを行っていく所存である。

参考文献

- [1] Kevin Crowston “Evolving Novel Organizational Forms” *Computational Organization Theory, Chapter 2, pp.19-38(1994)*
- [2] 遠藤薫 「世界はいかにして可能か」 『社会情報システム学・序説』、富士通ブックス、第1章、pp.25-46(1996)
- [3] L.Festinger 著 “A theory of cognitive dissonance” *Row, Peterson(1957)*
- [4] 古川久敬著 『構造こわし 組織変革の心理学』、誠信書房 (1990)
- [5] 石田和成、山本匡、太田敏澄 「階層組織とネットワーク組織との対比と情報技術の影響に関する数理的考察」 『経営情報学会誌』, No.1, Vol.5, pp.19-49(1996)
- [6] Tatsuya Nomura “Generation of Relations between Individuals based on a Stochastic Automaton and an Analogy from Social Psychology” 日本ファジイ学会第30回関西支部例会 (1996)
- [7] Andrzej Nowak and Bill Latané “Simulating the emergence of social order from individual behavior” *Simulating Societies: The Computer Simulation of Social Processes, Chapter 4, pp.63-84(1993)*
- [8] 松下圭一 『職員参加』、学陽書房 (1980)
- [9] 太田敏澄、山本匡 「社会情報システム論とその基礎的モデル」 『経営情報学会誌』, No.2, Vol.4, pp.85-98(1995)
- [10] 太田敏澄 「社会情報システム学の確立をめざして」 『社会情報システム学・序説』、富士通ブックス、序章、pp.1-21(1996)
- [11] 岡田勇、山本匡、太田敏澄 「意味処理系としての態度変容過程に基づく再組織化に関する研究」 『日本社会情報学会第11回全国大会予稿集』, No.1, Vol.11, pp.85-90(1996)
- [12] Thomas Peters 著 (平野勇夫訳) 『経営革命(上・下)』、TBSブリタニカ (1989)
- [13] 杉万俊夫 「ミクロ・マクロダイナミクス—「かや」のイメージに基づく構想—」 『実験社会心理学研究』 Vol.32, No.2, pp.101-105(1992)