

態度のゆらぎ：
マルチエージェントシステムによる組織シミュレーション

岡田 勇 太田敏澄
電気通信大学大学院情報システム学研究所

182-8585 東京都調布市調布ヶ丘1-5-1
0424-43-5662, okada@is.uec.ac.jp

あらまし

組織の調整において、限定合理性がもたらす能力の局所性を解決することは重要であり、本研究において「態度のゆらぎ」による解決の1アプローチを提案する。調整における最適解の探索方法はまだ概念が明確でなく、確立されていない。最適化理論などでは、大域最適化を求める方法として、例えば、焼きなまし法が提案されている。本研究では、調整解の探索を人間行動の基礎原理として最適解探索ととらえる。この枠組みは、マルチエージェントシステムによる組織シミュレーションで記述することが適しており、限定合理性ゆえの局所解を大域化するプロセスを人間行動に則して記述することが可能となると思われる。こういった問題解決能力は人間の知能の一側面と見なすことができ、我々が提示する「態度のゆらぎ」によって、調整解探索のメカニズムに知見を与えることができる。

キーワード 態度のゆらぎ、組織、計算機シミュレーション、マルチエージェントシステム、調整、限定合理性

Attitude Fluctuations:
An Organizational Simulation based on a Multiagent System

Isamu OKADA Toshizumi OHTA

Graduate School of Information Systems, University of Electro-Communications

1-5-1 Chofu-gaoka, Chofu City, Tokyo, 182-8585, JAPAN
+81-424-43-5662, okada@is.uec.ac.jp

Abstract We propose an approach by Attitude Fluctuations, which can solve localizability derived from bounded rationality of problem solving abilities in organizational coordination. There has not established a search method yet which gets global optimum in coordination problems. In optimal theory, there is the simulated annealing method which can get global optimum, for example. In this paper, we recognize search for coordination as a fundamental principle of human behaviors. This framework fits for a description that is an organizational simulation based on a multiagent system. Therefore, a process which optimizes localizability derived from bounded rationality, can be described based on human behaviors. These problem solving abilities are recognized one side of human intelligence. The Attitude Fluctuations proposed in this paper give insights for mechanisms such as search processes of coordination problems.

key words Attitude Fluctuations, Organization, Computer Simulation, Multiagent System, Coordination, Bounded Rationality

1 はじめに

組織の調整において、限定合理性がもたらす能力の局所性を解決することは重要である。

一般に調整とは、ある目標を持った組織において、各部門の間のコンフリクトを解消させ、諸活動の内部均衡を図るために、組織を階層的に分化させ、上位に管理者をおくことによって実現される。こういった階層による調整は、例外処理などにおいて有効であるが、調整の発生頻度が大きいときはコストがかかる。また価値や情報の共有を高めることにより、人々の自主的な判断を行いやすくして、それに基づいて調整を行う方法もある。コミュニケーションや管理者の負担を軽減する利点があるが、実現するには調整能力に限界がある。

組織研究に限らず、社会システムにおいて調整行為は今後重要な研究対象になってくるであろう。例えば、インターネットの普及によって、個人におけるコミュニケーションの幅が急激に増大すると、大規模集合体でコンセンサスを得たり、価値を創造したりする機会が増大する。そのような社会で

は、ゲートキーパーと呼ばれる社会ネットワークにおけるハブ的立場に立つことが情報優位をもたらすとの研究もある [Allen, 1977]。また、価値連鎖によるサプライチェーンマネジメントでは、調整の情報流が重要な役割を果たすことが指摘されている [藤野, 1998]。ただし、サプライチェーンによる全体最適指向は調整が限定合理性を持つ限り、実現は困難である。

調整における最適解の探索方法はまだ概念が明確でなく、確立されていない。最適化理論などでは、大域最適化を求める方法として、例えば、焼きなまし法が提案されている。本研究では、調整解の探索を人間行動の基礎原理として最適解探索ととらえる。この枠組みは、マルチエージェントシステムによる組織シミュレーションで記述することが適しており、限定合理性ゆえの局所解を大域化するプロセスを人間行動に則して記述することが可能となると思われる。こういった問題解決能力は人間の知能の一側面と見なすことができ、我々が提示する「態度のゆらぎ」によって、調整解探索のメカニズムに知見を与えることができる。

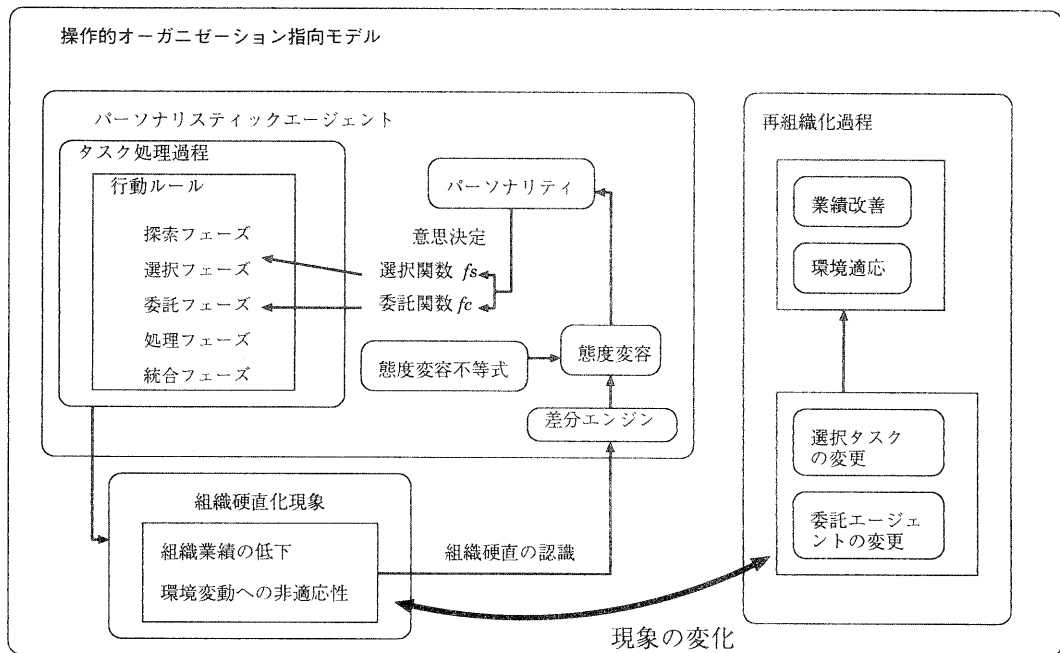


図 - 1 フレームワーク

本稿では、まず我々が構築し計算機シミュレーションを行なっているパーソナリティ論をベースとした組織硬直化 - 再組織化過程モデル[岡田, 太田, 1998, 岡田, 太田, 1999]について論じる。次に、このモデルから態度のゆらぎを導出する過程について論じる。最後に、調整における最適解導出メカニズムとして態度のゆらぎのもたらす意味について議論する。

2 組織モデル

本節では、まず対象とした組織モデルのフレームを述べる。次にパーソナリティを導入したエージェントモデルについて述べる。次に、組織硬直化 - 再組織化過程モデルを概説する。特に再組織化過程モデルについて述べる。

2.1 組織モデルのフレームワーク

本研究で構築した組織モデルのフレームワークは図 - 1 の通りである。

図 - 1 では、パーソナリスティックエージェントがタスク処理を行なうに際し、パーソナリティを変数とする意思決定関数を用いていることが描かれている。また、タスク処理の結果、組織硬直化現象として、「組織業績の低下」「環境変動に対する非適応性」が生じることとする。さらに、組織硬直化を認識したエージェントが態度変容を起こし、「業績改善」「環境適応」といった再組織化過程を達成することとする。

2.2 パーソナリスティック・エージェント

組織の構成員をエージェントと呼び、組織は、単純なタスクを環境から探索、選択し、処理するエージェントを決定委託し、処理するという過程を繰り返すものとする。また、パーソナリティを内包するエージェントのことをパーソナリスティックエージェント(Personalistic Agent)と呼ぶ。心理学ではパーソナリティに関するさまざまな研究がある。ここでは、Cattell の 16 の根源特性[Karson & O'Dell, 1976]に基づいて、パーソナリティ PSN を次のように定義する。

$$PSN = (TST, IAE, CSV) \quad (1)$$

タスク執着 (Task Stickiness) *TST* とは、社会心理学でいう自己呈示性や自己顕示性のことであ

る。これは、ある特定の行動によって、自我を周囲に主張するという人間の特性を表現したもので、本研究の状況下においては、特定タスクへの固執(タスク特化)として表現する。つまり、エージェントにとって、自己顕示性はタスクと人との関係の固定化として表出されるのである。

対人好悪感情 (Interpersonal Attractive Emotion) *IAE* とは、対人感情である。この存在はコミュニケーションや認知に深い影響を及ぼすことが知られている。例えば、良好な関係を築いている人間同士では、優先的にコミュニケーションが生じ、情報の更新は早い。そうではない場合は、コミュニケーションの頻度は低く、組織に悪影響をもたらしつつもある。

保守性 (Conservativeness) *CSV* とは、変化に対する心理的抵抗を表す。一般にリスクテイキングなどは、この変化に対する忌避性を表わした概念である。本研究において、保守性は、新規参入タスクや新しいコミュニケーションルートの開拓を妨げる性質として特徴づける。

2.3 再組織化過程モデル

再組織化過程とは、一般に、組織硬直化を打開する目的で生じる組織変革のことをさすが、本研究においては、組織変革は、組織に属する成員の内面的な態度変容が必要であるとの立場に立つので、次のようにモデル化する。再組織化過程とは、組織硬直化を認識したエージェントが、それを打開する目的で、態度やパーソナリティ特性の変容を生じ、その結果、組織硬直化が打開されることである。

態度とは、行動の準備状態のことであるが、エージェントにおける行動とは、パーソナリティと環境から決定されるタスクの選択行動や委託行動のことであるので、態度変容が生じるには、パーソナリティ特性の変容か環境の変容が必要となる。前者を内発的態度変容と呼び、後者を説得過程と呼ぶが、本論では、このうち、内発的態度変容のみを対象とする(図 - 2)。

エージェントは組織硬直化を如何にして認識するのであろうか。タスク処理過程においてエージェントの行動は決定論的であるので、本研究では、エージェントは次の3つの内省を行なうこととする。

1. もし、選択したタスクの処理を委託するエージェントが異なれば、組織業績は向上したかも知れない。

2. もし、選択したタスクそのものが違えば、組織業績は向上したかも知れない。
3. もし、選択したタスクそのものが違えば、環境変動に、一層適応的かも知れない。

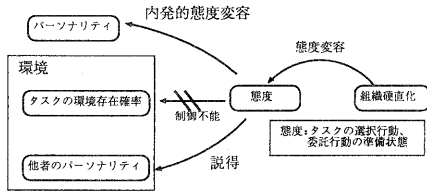


図-2 態度変容とパーソナリティの関係

それぞれの内省において、現実的意思決定と異なる意思決定がなされた方が、組織硬直化を防げるとしたら、エージェントは組織硬直化を認識したといつてよい。この認識に基づいてエージェントは再組織化への態度変容を生じさせるのである。

組織硬直化を認識したエージェントは、現実の意思決定と理想状態の意思決定とのギャップが、どのくらい組織硬直化を打開するかという再組織化量 $ROrg$ を算出する。本研究ではこれを態度変容へのエネルギーととらえ、差分エンジン [Minsky, 1986] を起動することとする。即ち、エージェントは、差分エンジンを起動することによって、再組織化量というギャップを解消するために態度を変容することになる。

ところで、ギャップがある程度の量になるまでは、ギャップは態度変容を促進する効果があるが、ギャップが強すぎると逆に態度変容が阻害されることが知られている [宮本, 奈須, 1995] ので、差分エンジンを表現する関数 D_i として近似的に、対数正規分布関数を用いる。

$$D_i(ROrg) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\alpha ROrg}} \exp\left(\frac{-(\log \alpha ROrg - 1)^2}{2}\right) \quad (2)$$

ここで、 $\alpha > 0$ は、再組織化量 $ROrg$ からみた差分エンジン D_i への同定パラメータである。

エージェントは選択関数、委託関数を知っているものとする、ギャップ $ROrg$ のために、どのくらい内発的態度変容が生じれば、理想状態の意思決定となるかを算出することができる。このときの内発

的態度変容量 ΔPSN から、パーソナリティの修正量は次の式となる。

$$\begin{aligned} \Delta TST &= p_1 \Delta PSN \\ \Delta IAE &= p_2 \Delta PSN \\ \Delta CSV &= p_3 \Delta PSN \end{aligned} \quad (3)$$

すなわち、内発的態度変容によるパーソナリティの修正であるので、本研究で修正されるパーソナリティ量は、あくまでも修正者自身の量である。

さて、再組織化量 $ROrg$ と内発的態度変容量 ΔPSN に対し、エージェントが態度変容を生じるかについては、態度変容不等式を提案する。この不等式は、内発的態度変容に対する再組織化の効果の割合と、差分エンジンからもたらされるエネルギーを乗じたものが、態度変容に対する心理的抵抗より大きければ、(すなわち、態度変容不等式が成り立てば) 内発的態度変容が生じるとしている。ここで、態度変容に対する心理的抵抗は保守性に比例するものと仮定すると、態度変容不等式は次の式となる。

$$\frac{ROrg}{\Delta PSN} D_i(ROrg) > \beta CSV \quad (4)$$

ここで、 β は保守性に関する比例係数である。

式 (2,4) を解析すると、保守性 CSV と内発的態度変容量 ΔPSN はともに、二乗に反比例して態度変容が生じやすく、再組織化量 $ROrg$ は最も態度変容が生じやすくなる非負の値をただ一つ持つ。これは、保守的であるほど、また、変容しなければならぬ態度量が大いほど態度変容が生じにくいいため直観とも対応する。さらに、パラメータの調整 (同定パラメータ α を用いる) によって、もっとも態度変容が生じやすい再組織化量を調整できる。

本研究では、以上でモデル化された態度変容過程によって、再組織化が達成されるものとして、再組織化過程を表現する。

3 態度のゆらぎ：シミュレーション結果

態度変容に基づく再組織化過程モデルは、次の3つのケースで比較する。

Case(1) パーソナリティを含まない

Case(2) パーソナリティを含み、態度変容しない

Case(3) パーソナリティを含み、態度変容する

Case(1) は、限定合理性のもと、それぞれのエージェントの認識内で最善の意思決定をする場合であり、Case(2) は、タスク選択関数とタスク委託関数にパーソナリティの影響が生じるため、エージェントの認識では最善ではない意思決定をする可能性がある。Case(3) は、ある時点から態度変容を生じさせることによって、パーソナリティを意図的に変容させ、結果的にタスク選択関数、タスク委託関数に影響を与えることで、再組織化をはかろうとするものである。この3つのケースでの組織業績比較(図-3)の結果を示す。

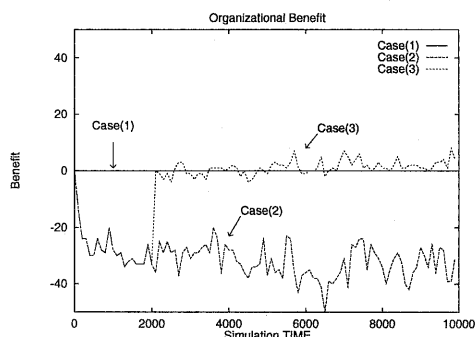


図-3: ケース毎の組織業績の比較

図-3によると、パーソナリティを含む場合は組織業績の低下をもたらすが、態度変容(シミュレーションでは2000期以降から態度変容が生じることとした)によって、パーソナリティを含まない場合よりも組織業績をあげるまでに、再組織化が達成されていることが分かる。これは、直観的ではない。なぜなら、Case(1)が仮定している状況は、認識した範囲内で最良の選択をする意思決定関数を用いているのに対し、Case(3)は、Case(1)と「同じ」認識に基づいているので、Case(1)より組織業績が上回るということは反直観的であり、他の重要なファクターが存在していることを示しているのである。4節で議論する。

4 議論

図-3では、適切な態度変容が再組織化を達成する様子が描かれている。Case(1)と比較して、Case(2)は意思決定関数にパーソナリティ特性を含

んだモデルを採用しているので、その影響が組織業績の低下として表れている。つまり、組織硬直化現象である。Case(2)と比較して、Case(3)では、 $time = 2000$ 時から、態度変容過程を生じさせているが、態度変容不等式(式(4))が成立すると、エージェントの行動(タスク選択とタスク委託)が変化するように、態度が変容し、再組織化過程が達成しているのが分かる。しかし、ここで注目すべきは、最終的にCase(3)の方が、わずかではあるが組織業績がCase(1)よりも上回っている点である。Case(1)では完全にパーソナリティに影響されずにタスク選択関数、委託関数を用いることが出来た。これは限定合理性のもとで、組織業績は必ず極大解に達することをあらわしている。しかし、それよりもCase(3)の方が値がわずかに大きい。Case(3)では、パーソナリティの影響が生じるので、通常、定義域平面に p_i による歪みが生じ、Case(1)と他の条件が同じならば、Case(1)で到達する極大解に到達することが出来ない。しかし、Case(3)がCase(1)を上回っている。

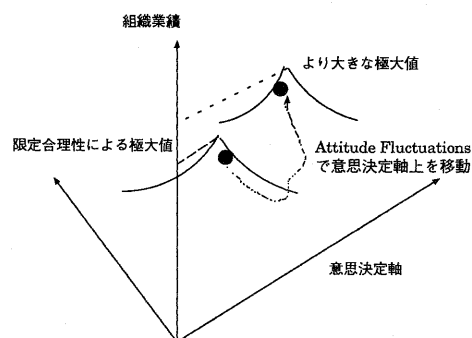


図-4: 態度のゆらぎ

この反直観的な現象は次のような要因によるのである。それは、限定合理性[Simon, 1996]のためにCase(1)は、認識による誤差の範囲内で組織業績の極大解に達する意思決定を行なうことが出来るが、Case(3)と比較すると極めて静的な挙動を示す。それに比べて、Case(3)では、パーソナリティの影響と態度変容によって、意思決定点(意思決定を行なった時の定義域平面上的点)が、Case(1)と比べて、動的な挙動を示す。これは、意思決定を行なうエージェントの情報のスコープが態度変容の影響により、動的になるためである。そのため、Case(1)の極大解とは異なるさまざまな極大解にたどり着くことが出来、結果的に、Case(1)より高い組織業績をもたらす意思決定点を探索することに成功するの

である。この態度変容の影響による情報のスコープの移動を「態度のゆらぎ」と呼ぶ。つまり、態度変容が組織業績に関する意思決定軸にゆらぎを与え、限定合理性の限界を突破し、新たな極大解に達することが可能であることを意味している（図-4）。

態度のゆらぎは、満足化原理と似ているが異なる。後者は、満足水準に達しておれば探索を終了するが、前者は、常に意図的に意思決定にゆらぎを与えることで改善を図るプロセスである。これは人間行動プロセスに則しており、調整における最適解導出メカニズムとして取り入れることができると考えられる。

限定合理性のもとでの、エージェントの適当な態度変容によって、組織行動パターンがゆらぎ、効果的な情報の再組織化過程を実現することが出来ることが明らかとなった。即ち、パーソナリティに着目することで、組織硬直化現象を打開する可能性を探ることができ、再組織化に対して、パーソナリティは効果的な役割を果たすことが示唆される。これは、調整問題の探索プロセスとして、態度のゆらぎに着目する重要性を示していると言える。

ところで、この態度のゆらぎメカニズムは、ルールベースなマルチエージェントシミュレーションで生じやすい現象である。Thomas & Seibel (2000) は、航空機の貨物オペレーションに関するモデルを構築し、マルチエージェントシミュレーションが局所的な問題から学習し全体的な解を求めることが可能であると述べている。また、高橋他 (2000) は、合理モデルよりも限定合理的な徘徊モデルの方がコストパフォーマンスが良くなるケースが存在することをマルチエージェントシミュレーションによって存在するとしている。これらの知見は、全てマルチエージェントシステムによって人間行動のモデル化を行っている研究という共通点があり興味深い。マルチエージェントシステムが人間行動システムの記述に適していることの事例と言える。

5 おわりに

本論において、我々は、パーソナリティ論に基づいた組織化モデルを構築し、計算機シミュレーションによって分析した結果に基づいて、態度のゆらぎ概念を導出した。限定合理性ゆえの局所解を大域化するプロセスを人間行動に則して記述することが可能となる。こういった問題解決能力は人間の知能の

一側面と見なすことができ、我々が提示する「態度のゆらぎ」によって、調整探索のメカニズムに知見を与えることができる。

参考文献

- [Allen, 1977] Allen, T. J.: *Managing the Flow of Technology: Technology Transfer and the Dissemination of Technological Information within the R & D Organization*. MIT Press, 1977.
- [藤野, 1998] 藤野直明: 「サプライチェーン・マネジメントの本質と経営へのインパクト」, 『ハーバード・ビジネス』, 11, 10-21, 1998.
- [Karson & O'Dell, 1976] Karson, S. & O'Dell.: *A Guide to Clinical Use of the 16PF*. The Institute for Personality and Ability Testing, 1976.
- [Minsky, 1986] Minsky, M.: *The Society of Mind*, Simon & Schuster, 1986.
(邦訳) 安西祐一郎, 『心の社会』, 産業図書, 1990.
- [宮本, 奈須, 1995] 宮本美沙子, 奈須正裕: 『達成動機の理論と展開』, 金子書房, 1995.
- [岡田, 太田, 1998] 岡田勇, 太田敏澄: 「パーソナリティ・エージェントに基づく組織硬直化に関する研究」, 日本社会情報学会論文誌, 10, 98-112, 1998.
- [岡田, 太田, 1999] 岡田勇, 石田和成, 太田敏澄: 「態度のゆらぎによる再組織化過程シミュレーション」, 理論と方法 (数理社会学会誌), 14(2), 33-52, 1999.
- [Simon, 1996] Simon, H.A.: *The Science of the Artificial, 3rd Edition*. MIT Press, 1996.
(邦訳) 稲葉元吉他, 『システムの科学』, パーソナルメディア, 1999.
- [高橋他, 2000] 高橋信夫, 桑嶋健一, 玉田正樹: 「コミュニケーション競争モデル - ABS による組織形成メカニズムの分析 -」. Project for New-Type Simulations Working Paper Series, 9, 2000.
- [Thomas, 2000] Thomas, C. R., Jr. & F. Seibel: "Adaptive cargo routing at Southwest Airlines", *Embracing Complexity: A Summary of 1999 Colloquium on the Application of Complex Adaptive Systems to Business*. Ernst & Young, Cambridge, 73 - 80, 2000.