

エージェントベースシミュレーションを用いた企業組織の経営環境認識モデル

Environment Recognition Model of Business Organizations through Agent Based Simulation

○ 鳥山 正博, 菊地 剛正, 中川 裕司, 山田 隆志, 寺野 隆雄
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

○ Masahiro TORIYAMA, Takamasa KIKUCHI, Yuji NAKAGAWA, Takashi YAMADA,
Takao TERANO

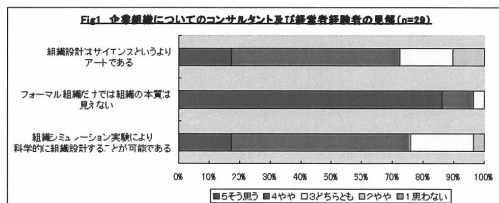
Dept. Computational Intelligence and Systems Science, Tokyo Institute of Technology

Abstract : It is important for an organization to recognize business environment precisely and to act together under changing environment. We build a computer simulation model to demonstrate how individuals in an organization recognizes and transfers the change of environment and leads to the environment recognition as an entire organization. The proposed model begins with the state which all the agents share a common view of the business environment. Then we observe how their recognition changes when they face new one by changing who notices such a change, strength of the organizational inertia, networks of informal communication, and the degree of 'Top Down' communication flow. Major findings are as follows

- 1) Optimum organizational structure is contingent upon who recognizes the environment
- 2) Organizational inertia is a prevalent factor

1. はじめに

現在、企業組織の設計は経験的になされており、科学的な設計がなされているわけではない。またフォーマル組織だけ見ても組織の本質は見えない。更に、組織をシミュレーションするツールがあれば科学的に組織を設計することが可能である。これらについて組織設計に携わる実務家（経営コンサルタント15人、上場企業役員9人、両方の経験者5名の合計29名）による意識調査の結果を Fig.1 に示す。トップ2ボックスで順に72% 96%, 76%が肯定的に回答している。



調査方法: スノーボールサンプリングによるe-メール調査 2008年1月筆者ら実施
回答率90%以上
回答者: コンサルタント: NRI, McKinsey, BAH, BCG, Accenture, MRI, RB
経営者: 製薬 自動車 電機 卸売業 小売業 銀行

この問題意識に則り、最終的なゴールはインフォーマル構造まで含めた組織設計を科学的に行うことの出来るシミュレーターの開発である。

経営環境の変化がめまぐるしい中で、その環境を的

確に認識し、組織として統一的な行動をとることが出来れば当然パフォーマンスは高い。ここで、経営環境とは、原材料費の変動や為替変動、立法や法律の施行状況などその会社全体にとって共通の経営環境のことをいう。組織のパフォーマンスを生み出すのは経営環境の変化への対応能力であるが、加護野は環境認識段階、と対応の段階に分けて記述している[1]。対応については一様なモデル化しにくいので、本稿においては経営環境認識が一致するスピードに関して扱う。これら経営環境に対する企業組織の「認識」に関する研究は、組織認識論[2]などでなされている。組織認識論とは、組織の中で行為している人々の環境認識過程に焦点を合わせ、行為者の視点から組織現象を照射するアプローチである。ポスト・コンティンジェンシー理論の一つで、解釈主義的アプローチをとる。しかし、現状としては、事例分析で留まっている。

最近では組織の<重さ>という概念で、創発戦略を生み出す能力を失いつつある日本企業の問題を明らかにする試みがある[3]。アンケート調査結果を因子分析にかけパス解析を行うことにより、組織構造と組織の<重さ>の関係を明らかにしている。公式ルート上の上

下の情報流の程度、ミドルの公式ルート距離、組織の規模等が組織の重さと深い関係があること等を明らかにしている。

一方、企業組織を対象としたエージェントベースシミュレーション（以下、ABS という）では、従来の組織論で行われている手法よりも詳細な分析がなされている[4]。ただし、組織の経営環境認識に注目した ABS は殆どない。

そこで本研究では、ABS の手法を用いて、組織の経営環境認識モデルを構築し、分析を行う。そこで、経営環境の認識が素早く一致するような企業の組織構造がどのようなものであるか、また、どの層の社員が経営環境を認識するべきであるか、などについて、シミュレーションを用いて分析する。

2. モデルの概要

モデル化を次の 4 つのステップで行う。すなわち、(1)経営環境を認識する主体、(2)経営環境認識、(3)認識が伝播する経路、(4)認識が伝播する際のルールである。

2. 1 経営環境を認識する主体

経営環境は、社員自体が主体的に認識する[2]ものとする。ここでは、経営環境を直接認識する社員を、「環境認識主体」と呼ぶ。現場か、ミドルか、経営者かということである。

2. 2 経営環境認識

各社員が持つ経営環境の認識を、タグモデル[4]を用いて表す(Fig2.)。当モデルは、環境認識を数字列(タグ)として抽象的に表現したものである。環境認識の近さは、数字列のハミング距離で表し、数字列中の一致した数字の割合（「類似度」）に応じて相互作用をおこす。ここで、相互作用とは、選択された 2 人の社員間で、相手と異なる数字列の要素の一つを、一方の要素で置き換えることをいう。2 人の環境認識が近いほど相互作用がおき易く、相互作用をすればするほど、より環境認識が近くなる。また、経営環境もタグで表し、これを不変とする。

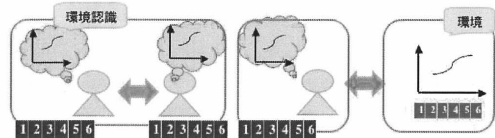


Fig2 経営環境認識と経営環境のモデル化

2. 3 認識が伝播する経路

組織構成員間の「価値観」「認識」等は、それぞれの相互作用(コミュニケーション)によって伝達される[5]。また、組織におけるコミュニケーションは、組織図上の上司・部下の関係である公式コミュニケーションと、例えば社内クラブや同好会、タバコ部屋ネットワーク等の組織図上以外の関係である非公式コミュニケーションの複合的活動の結果として機能している[5]。従って、本モデルでは、社員間の環境認識は、これらのコミュニケーションネットワーク(Fig3)を通じて伝播されるものとする。

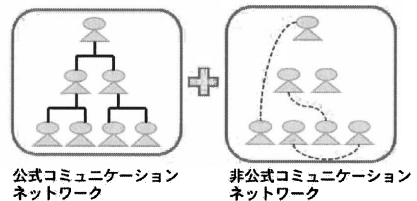


Fig3 認識が伝播する経路

2. 4 認識が伝播する際のルール

2. 4. 1 上意下達の割合

組織において、上司と部下間で環境認識が伝播する場合、上司から部下へ伝播する割合を上意下達の割合とする。この上意下達の割合に従って、上司から部下へ、または部下から上司への伝播が決まる。これは、現実に、トップダウンの強い会社とボトムアップの強い会社が存在することに対応する。

2. 4. 2 頑固度

組織においては、過去の経験の蓄積は、現在の行動を規制し新たな環境と組織活動の不一致をもたらす要因となる[7]とされる。つまり、過去からの蓄積が、新たな環境に適応することを難しくする。このことをふ

まえ、本モデルでは、同じ環境認識でいた時間が長いほど、その認識は変えにくいとする。認識の伝播確率を p 、類似度 r 、同じ環境認識でいた時間を t すると、

$$p = r/t^n$$

と表す。ここで、感度パラメタ n を「頑固度」とする。

3. シミュレーション

3.1 アルゴリズム

Fig4.にシミュレーションアルゴリズムの疑似コードを示す。エージェント間のリンク強度が一定以上の場合に相互作用が起こり、相互作用が起こるとリンクが強化される。また経営環境を認識するエージェントの場合には環境から影響を受ける。エージェント間の相互作用についてはリンクの強さに応じて認識が伝播し、環境と接するエージェントの作用もリンクの強さに応じて環境認識がなされる。

```

start
for step 数
  for エージェント数
    if エージェント a,b 間のリンク強度が一定値以上 then
      Function 相互作用(エージェント a, エージェント b)
      エージェント間リンク強度を上昇
    if 経営環境を認識するエージェント c then
      Function 相互作用(経営環境, エージェント c)
    end for
  end for
end

Function 相互作用(エージェント a, エージェント b)
start
if リンク強度 > random() then
  タグの中で変更する数字の選択
  数字を変更するエージェントの選択
if 認識の伝播確率 > random() then
  数字を変更
end
end

Function 相互作用(経営環境, エージェント c)
start
タグの中で変更する数字の選択
if 認識の伝播確率 > random() then
  数字を変更
end
end
  
```

Fig4 シミュレーションアルゴリズム

3.2 設定

社員数を 100 人、組織階層は、1 人の上司が 2 人の部下を持つ二分木状のものとする。各社員の環境認識は一様化した状態からスタートし、新たな環境を認識

する様子をシミュレートする。また、ステップ数は 2000step までとした。

次に、用いたパラメタを Table1 にまとめた。ここで、環境認識主体は、組織において上位、中位、下位の各階層の 10 人が環境を認識するものとする。

また、中位、下位における(1)(2)の違いは以下の通り。すなわち、(1)が環境認識する 10 人を複数の部門から選抜するのに対して、(2)は同一部門から選抜する。

Table1 パラメタ名とその値

パラメタ名	値
環境認識主体	[上位, 中位(1), 中位(2), 下位(1), 下位(2)]
非公式コミュニケーションの割合	{0%, 4%, 8%, 12%, 16%}
上意下達の割合	{50%, 60%, 70%, 80%, 90%}
頑固度	{0.0, 0.25, 0.5, 0.75, 1.0}

3.3 シミュレーション実行例

モデルのパラメタとして、環境認識主体：上位、非公式コミュニケーションの割合：4%、上意下達の割合：70%、頑固度：0.25 を設定した。以上を標準ケースとし、環境認識主体を中位(1)、下位(1)と変更した。それぞれを 3 回ずつ実行し、横軸にステップ数、縦軸に異なる環境認識の数を取った結果が Fig5~7 である。

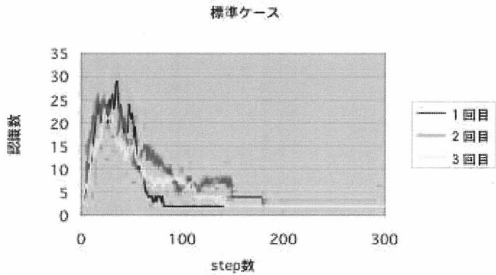


Fig 5 標準ケース

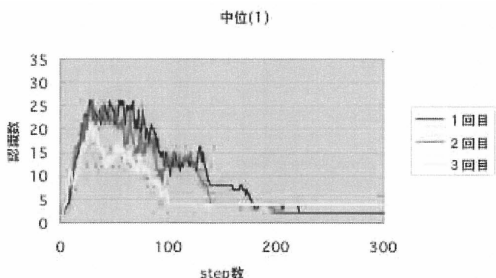


Fig 6. 中位(1)が環境認識するケース

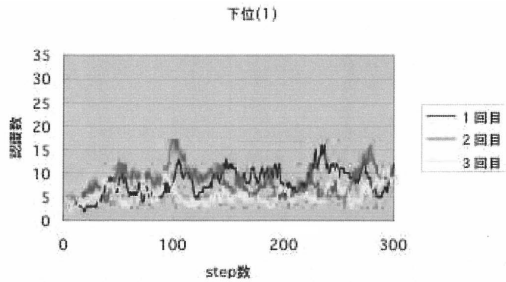


Fig 7. 下位(1)が環境認識するケース

Fig5 では、古い認識で一様化した状況から、新たな経営環境に際して、各社員の環境認識が多様化し、最終的に新たな経営環境認識で一様化する様子がみてとれる。このケースでの一様化率は100%である。

Fig6 では、標準ケースに比べて、経営環境認識が一様化するまでのステップ数が長くなる傾向にある。また、このケースでの一様化率は67%である。

Fig7 では、最終的に新たな経営環境認識で一様化しない。一様化率は0%である。また、Fig5, 4 に比べて異なる認識数が少ない。下位が環境認識主体であるため、上意下達の割合との兼ね合いで、(1)認識を上司に修正されてしまう、(2)認識を他社員に伝播することが困難である、ことが原因であると考えられる。

3. 4 ランダムサーチ

総当たりの発生させたパラメタセットをモデルに代入し、同一パラメタセットに対して複数回試行してやることで、一様化率を算出する。この一様化率を比較すること経営環境認識の一様化に関して、優位なパラメタセットを選別できる。

パラメタセットは、Table1 における総当たり $5^4=625$ 通りとし、毎セット 10 回の試行を行った。

3. 4. 1 環境認識主体を固定

x,y 軸として、上意下達の割合と頑固度 (Fig8), 上意下達の割合と非公式コミュニケーション (Fig9), 頑固度と非公式コミュニケーション (Fig10)を取った。

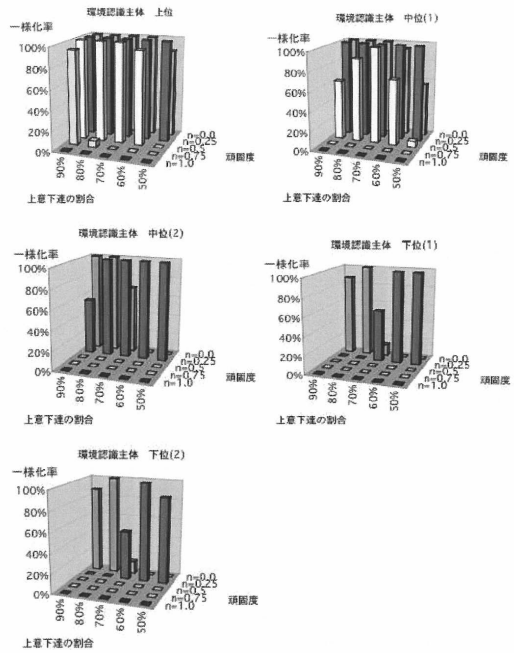


Fig8 上意下達の割合と頑固度

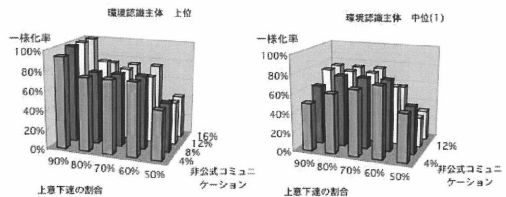


Fig9 上意下達の割合と非公式コミュニケーション

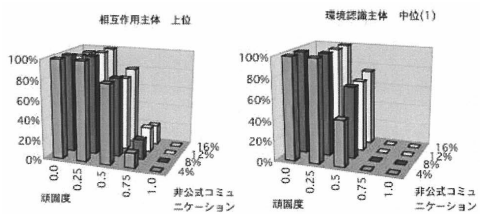


Fig10 頑固度と非公式コミュニケーション

Fig8 での一様化の様子を模式的に表したのが Table2 である。

Table2 環境認識主体による一様化の様子

環境認識主体：上位			環境認識主体：中位			環境認識主体：下位		
頑固度	上意下達		頑固度	上意下達		頑固度	上意下達	
0.5	○	低い	0.5	○	低い	0.5	○	低い
0.25	○	○	0.25	○	○	0.25	○	○
0	○	○	0	○	○	0	○	○

△：中位(1)のみ

環境認識主体が上位の場合、上意下達の割合と頑固度が高い状態においても一様化することがわかる。これは、慣習などが強い組織でも、トップ層が経営環境を認識し、トップダウンが強ければ、環境認識が一様化することを意味する。

次に、環境認識主体が中位の場合は、中位(1)の方が中位(2)よりも一様化しやすいことがわかる。これは、中間層が経営環境を認識する場合、その主体は部門横断的に存在すべきであることを意味する。

最後に、環境認識主体が下位の場合は、下位(1)と下位(2)の双方とも、{上意下達の割合：高、頑固度：低}、{上意下達の割合：低、頑固度：中程度}の2つのパラメタセットで一様化率が高いことがわかる。特に後者の、頑固度が中程度でも一様化しうるのは、上意下達の割合が低い際、部下が上司の認識を変えた場合、その認識が根付くには、ある程度の頑固度が必要なのためではないかと考えられる。これは、下位層（現場）が経営環境を認識し、ボトムアップが強い場合、ある程度慣習等が強い組織の方が環境認識を一様化しやすいことを意味する。

Fig9 では、特に環境認識主体が上位の場合と中位(1)の場合において、上意下達の割合が一様化率に強い影響を与えていることがわかる。ここから、上意下達の割合が支配的な変数であることが推測される。

Fig10 では、特に環境認識が上意の場合と中位の場合において、頑固度が一様化率に強い影響を与えていることがわかる。ここから、頑固度が支配的な変数であることが推測される。

3. 4. 2 頑固度を固定

x,y 軸として、上意下達の割合と非公式コミュニケーションの割合を取った (Fig11)。頑固度が 0.0 の場合と 0.25 の場合で、一様化率が高いパラメタセットが異なることがわかる。

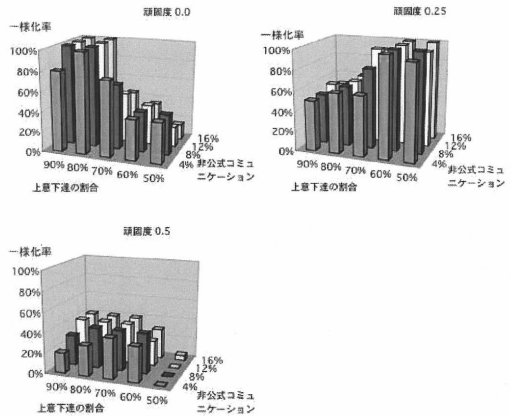


Fig11 上意下達の割合と非公式コミュニケーション

前者は上意下達の割合が高く、後者は低いときに一様化率が高い。これは、組織的慣性力が弱い組織ではトップダウン型、比較的強い組織ではボトムアップ型の認識伝播が適していることを意味する。

4. おわりに

本研究では、企業組織のビジネス環境認識を ABS の立場からモデル化し、分析した。そこで、環境認識主体が変わる事で、環境認識が一様化し易い組織構造が変わることがわかった。また、組織の慣性の強さを表す頑固度が、環境認識の一様化において重要なパラメタであることがわかった。

とりわけ、興味深いのは環境を認識するのがトップの場合にはトップダウンが有効で、環境を認識するのがボトムの場合にはトップダウンが強すぎではないということ、頑固度がある程度高い組織すなわち平均的な社歴が高く環境変化が激しくない企業ではトップダウンよりもボトムアップのほうが有効だが、頑固度が低い組織すなわち、平均的に社歴が若く、環境変化が激しい企業、ではトップダウンのほうが有効であることなどである。組織の有機的特性が低く機械的特性が高い米国企業の示唆をそのまま鵜呑みにしても組織の有機的特性が高く機械的特性の低い日本企業の処方箋としては必ずしも正しくないという仮説[8]とも符合している。

参考文献

- [1] 加護野忠男, 関西生産性本部 : リストラクチャリングと組織文化, 白桃書房, 1993.
- [2] 加護野忠男 : 組織認識論, 千倉書房, 1988.
- [3] 沼上幹・軽部大・加藤俊彦,・田中一弘・島本実, 「日本企業組織の再点検 組織の<重さ>」日本経済新聞社 2007
- [4] MYONG-Hum CHANG, Joseph E. Harrington : Agent-based Model of Organizations, Handbook of Computational Economics, Vol.2,2006.
- [5] Axelrod, 監訳 寺野隆雄 : 対立と協調の科学, ダイアモンド社, 2003.
- [6] 狩俣正雄 : 組織のコミュニケーション論, 中央経済社, 1992.
- [7] Miles, E.R. & Snow, C.C. : Organizational strategy, structure, and process, McGraw-Hill,1978.
- [8] 加藤俊彦・沼上幹・軽部大「組織の<重さ>と組織構造」『一橋ビジネスレビュー』2008.SPR : 55.