

# エージェント・ベース・シミュレーションによる イノベーション実現過程に関する研究

木村幸平 吉川 厚 山本 学 寺野隆雄 (東京工業大学)

Study on realization process of innovation by Agent-Based Simulation

\*K. Kimura, A. Yoshikawa, G. Yamamoto and T. Terano (Tokyo Institute of Technology)

## Abstract

This thesis proposes agent-based model to analyze the innovation process and the "creative justification". The model deals with the process to justify the resource mobilization for innovative ideas. The model extends the model for cultural dissemination. The author runs a simulation using model, and compares the results from successful simulation with those from unsuccessful simulation to justify the strategy for resource mobilization. Consequently, the author shows that the effectiveness of the strategy depends on the method to evaluate the innovative idea.

## 1 序論

「イノベーションはいかにして実現されるのか」という問いに対しては、様々な研究がなされている。

武石らは、イノベーションが実現される過程を、革新的な企てが他者からの資源を獲得してゆく過程として捉え、イノベーションの創造を説明する枠組みを示した [武石・青島・軽部 12]。その上で、革新的なアイデアが事業化に至るには資源動員を正当化するための戦略、『創造的正当化』が重要であると議論した。しかし、分析対象が成功事例に限定されているため、創造的正当化が本当にイノベーションの成否を分ける重要な要因であるかどうかを証明できていない。

本研究では、創造的正当化とイノベーションの成否の関係性を分析することを目的とする。先行研究をベースに『資源動員の正当化』という側面から、製品・サービスに関する新しいアイデアを持つ『イノベーションの推進者 [武石・青島・軽部 12]』が、自分のアイデアへの資源配分の正当性を組織内で獲得していく過程を Agent-Based Modeling (ABM) を用いてモデル化する。その後、シミュレーションを行い、イノベーションの実現と『創造的正当化』の関係性について議論する。

本研究のモデルでは、アクセルロッドの文化の流布モデルを拡張したモデルを用いてイノベーションの実現過程をモデル化する。モデルを用いたシミュレーションを行い、資源動員の正当化に成功したイノベーションの推進者が『創造的正当化プロセス [武石・青島・軽部 12]』を踏んだかどうかを評価する。それにより、「正当化戦略の巧拙 [武石・青島・軽部 12]」とイノベーションの成

否の関係を考察する。

本書の構成は以下の通りである。2章で関連研究を紹介し、3章でモデルを説明する。4章でシミュレーション結果を示し、考察を行う。最後に5章で本研究のまとめを行う。

## 2 関連研究

### 2.1 Agent-Based Modeling

エージェント・ベース・モデリングとは、「エージェント」と呼ばれる複数の主体によるボトムアップなモデル化の手法である [寺野 10]。エージェントは内部状態、意思決定能力、問題解決能力、通信機能を持つ。エージェント間のインタラクションにより創発的な現象やシナリオを分析することができる。従来 of 社会システム研究では、事実に注目する事例分析による接近法か、対象を数理モデル化する接近法が主であった。対してエージェント・ベース・モデリングは、記述されたモデルをシミュレーションを実行することで検証する。エージェント・ベース・モデリングは、複雑な社会システムの特徴をシミュレーションによる分析によって理解することを目的とする [Axelrod 97]。

### 2.2 文化の流布モデル

アクセルロッドは、言語や芸術、技術標準、社会的規範など、人々が互いに影響を与え合う事柄を「文化」とし、集団における「文化」の変化のパターンを『文化の流布モデル』を用いたエージェントシミュレーションによって分析した [Axelrod 97]。モデルでは、格子状に配

置されたエージェントの持つ文化的特徴は、一定の長さの数字列（タグ）で表現される。タグはエージェント間の1対1の相互作用によって書き写される。文化的特徴の似たエージェント同士ほど相互作用を行う可能性が高く、相互作用が行われるほど文化的特徴が似通ってくるという特性を持つ。

エージェントは格子状に配置され、文化的特徴は一定の長さのタグとしてランダムに与えられる。その後、以下のステップを繰り返す。

1. 活性化するエージェントをランダムに選択し、相互作用の相手として隣接したエージェントの中から1エージェントを選ぶ
2. 文化的特徴の類似度と等しい確率で両エージェントは相互作用を行う。
3. 相互作用の結果、活性化したエージェントのタグと隣接エージェントのタグの中から異なるタグの要素がランダムに1つ選択され、活性化エージェントのその要素が隣接エージェントの要素に変化する

## 2.3 イノベーション

シュンペーターは、イノベーションとは新しいものを生産する、あるいは既存のものを新しい方法で生産することであると述べた [Schumpeter 34]。イノベーションが実現するには、基礎的・応用的な研究、製品開発、生産技術開発、生産現場や流通の合理化などさまざまな活動が必要である。

アーサーは、イノベーションには以下の4つのメカニズムが存在すると述べた [W. Brian Arthur 09]。

1. 一般工学にもたらされる新たな解決法
2. 根源的に新しいテクノロジー
3. 構造深化の過程で内部のパーツを交換し、また追加して発展するテクノロジー
4. テクノロジーの本体全体

武石らは、イノベーションが実現される過程を、革新的な企てが他者からの資源を獲得してゆく過程として捉え、イノベーションの創造を説明する枠組みを示した [武石・青島・軽部 12]。これは、大河内賞を受賞した23件の事例を対象に、どのようにして資源が動員されていたかを分析を行い、イノベーションの実現過程を説明したものである。イノベーションの実現における資源

動員の重要性を指摘し、その上で正当化の理由や道筋を体系的に整理した。さらに、革新的なアイデアが事業化に至るには資源動員を正当化するための戦略、『創造的正当化』が重要である [武石・青島・軽部 12] と議論した。

## 2.4 不確実性と資源動員

イノベーションの実現過程は2つの重要な特性を持つ [武石・青島・軽部 12]。第一の特性は、イノベーションは新しいこと、今までにないものの実現であるが故に技術的および商業的な成否が不確実である、というものである。第二の特性は、発明や発見がイノベーションとなるためには、資源が動員されなければならない、というものである。この2つの特性を持つがゆえに、イノベーションは『革新』成否が不確実であるという性質を持つが、それを実現するためには資源を動員しなければならない

イノベーション活動への投資を行うマネージャーは、プロジェクトの実行にかかるコスト、期間、利益等を予測し、イノベーション活動への資源配分を決定するが、それらの予測には信頼性がないことがわかっている [Mansfield 72]。

革新的な発明や発見をもとに創出されたアイデアがイノベーションとして評価されるには、製品やサービスといった形で社会に提供されなければならない。そのために、創出されたアイデアを製品やサービスにするための取り組みに対して資源（ヒト・モノ・カネ・情報）が動員される必要がある、というのが第二の特性である。シュンペーターは、イノベーションにはリスクマネーの必要性について述べている [Schumpeter 34, 武石・青島・軽部 12]。

## 2.5 創造的正当化

武石らによる分析 [武石・青島・軽部 12] によると、革新的な取り組みが正当性を得るための原動力は、多くの場合、客観的な経済合理性ではなく、局所的な「固有の理由」である。イノベーションとして評価された事例において、プロジェクトの初期の段階から大きな成功が期待される事例は少ない。多くの場合イノベーションは、はじめから多くの他者を説得しうような合理的な理由によって推進されるものではなく、イノベーションの実現を目指す推進者や、その支援者が持つ「固有の理由」によって進められる。

その上で武石らは、初期の段階では明確な見通し

を持たないプロジェクトが、イノベーションへと推進されるための資源を得るには、『創造的正当化 [武石・青島・軽部 12]』が必要であると述べている。創造的正当化とは、イノベーションの推進者がイノベーション実現への旅を前進していくために創意工夫や努力を重ねることである。イノベーションを支援する相手を探し出し、働きかけ、固有の理由を組み合わせ、創造していくことで資源動員の壁を乗り越えることができる。

### 3 シミュレーションモデル

本モデルでは、エージェントを企業組織の構成員とし、新しいアイデアへ資源が動員される過程を文化の流布モデルを拡張し、モデル化する。拡張は、空間構造、相互作用確率の2点である。エージェントは、文化の流布モデルのようなセル状の構造ではなく、組織構造のネットワークに配置される。また、各エージェントは新しいアイデアに対する評価をタグとして持ち、タグの類似性と上下関係が相互作用確率に影響する。

#### 3.1 エージェント

エージェントは企業組織の構成員であり、その人数は  $N$  人である。

$$Org = \{a_i; i = 1, \dots, N\} \quad (1)$$

各エージェントは新しい取り組みへの評価を2つの数字列として持つ。エージェント  $a_i$  の持つタグ  $Outside_i$ ,  $Inside_i$  は、 $Outside_i = (o_{i1}, o_{i2}, \dots, o_{im})$ ,  $Inside_i = (i_{i1}, i_{i2}, \dots, i_{im})$  ただし  $dimOutside_i = m$ ,  $o_{ik} \in \{1, 2, \dots, l\}$ ,  $dimInside_i = m$ ,  $i_{ik} \in \{1, 2, \dots, l\}$  とする。

本モデルでは、エージェントの行動を  $Outside$  とし、内的な心情を  $Inside$  として表現する。エージェント  $a_i$  と  $a_j$  のタグの類似度  $r_{ijo}$ ,  $r_{iji}$  は、以下で表される。

$$r_{ijo} = \frac{\sum_{k=1}^m \alpha_{ijk}}{m}, \quad \alpha_{ijk} = \begin{cases} 1 & (o_{ik} = o_{jk}) \\ 0 & (otherwise) \end{cases} \quad (2)$$

$$r_{iji} = \frac{\sum_{k=1}^m \alpha_{ijk}}{m}, \quad \alpha_{ijk} = \begin{cases} 1 & (i_{ik} = i_{jk}) \\ 0 & (otherwise) \end{cases} \quad (3)$$

#### 3.2 ネットワーク

エージェントは、静的な公式ネットワークと動的な非公式ネットワークによって接続される(図1)。公式ネットワークは、1の上司が2人の部下を持つ二分木である。非公式ネットワークは、ステップ毎に  $2n$  人のエージェントがランダムに選択され、ペアとなった2人のエージェントを接続する。接続された両者は、そのステップの間隣接エージェントとして振る舞う。

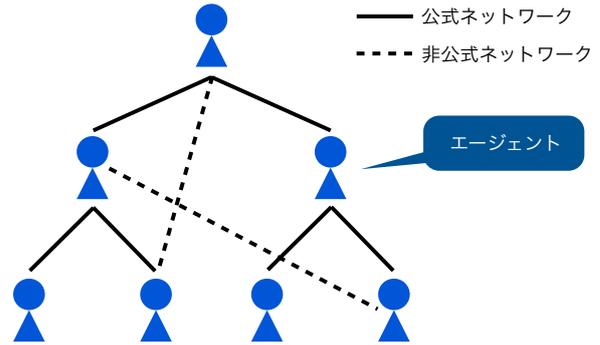


図1 ネットワーク

#### 3.3 イノベーター

組織内ネットワークの最下層には、新しいアイデアを推進するエージェントが1人存在する。本モデルでは、そのエージェントをイノベーターと呼ぶ。イノベーターは、自分の持つタグを他のエージェントへ広めることで自身のアイデアへの資源動員を得るための活動を行う。

#### 3.4 相互作用

各エージェントは相互作用において自身のタグを変化させる。エージェントが各ステップで相互作用を行うかは、相互作用を行う候補とのタグの類似度に依存する。相互作用を行う候補は、ネットワーク上の隣接したエージェントの中からランダムに選ばれる。相互作用は両者の  $Outside$  および  $Inside$  の間で発生する(図2)。

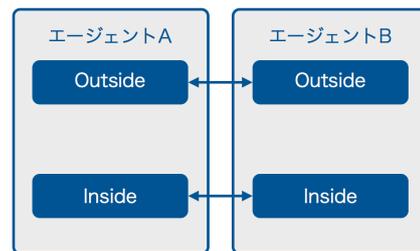


図 2 相互作用

### 3.4.1 Outside

Outside はエージェントの行動を表すタグであり，異なるエージェント間の Outside の相互作用は，エージェント同士のフォーマルな影響を意味する．よって本モデルでは，組織の上位のから下位のへの影響は，下位から上位への影響に比べて大きくなるとうい前提を置いた．組織の上位のエージェントから下位のエージェントへタグが移動する場合，上位のエージェントが高い層に位置しているほど相互作用確率が高くなるモデルになっている．

エージェント  $a_i$  がエージェント  $a_j$  の Outside タグの類似度を  $Sim_{ij}$  とすると， $a_i$  のタグが相互作用によって変化する確率  $p_{ij}$  は以下となる．

エージェント  $a_i$  が  $a_j$  より下位の場合

$$p_{ij} = Sim_{ij}C \quad (4)$$

エージェント  $a_i$  が  $a_j$  より上位の場合

$$p_{ij} = Sim_{ij}C \quad (5)$$

ここで，パラメータ  $C$  はエージェント  $a_j$  の階層によって決定し，表 1 の値をとるものとする．

表 1 相互作用確率の変化

$a_j$ の階層	$C$ の値
1	3.0
2	2.5
3	2.0
4	1.5
5	1.0
6	0.5

ただし，イノベーターおよび組織トップのエージェントは，Outside が変化する確率が他のエージェントの 10 分の 1 であるとした．

イノベーターの相互作用確率

$$p_{ij} = \frac{Sim_{ij}C}{10} \quad (6)$$

組織トップの相互作用確率

$$p_{ij} = \frac{Sim_{ij}C}{10} \quad (7)$$

### 3.4.2 Inside

Inside はエージェントの心情を表すタグであり，異なるエージェント間の Outside の相互作用は，エージェント同士のフォーマルな影響を意味する．本モデルでは上下関係は相互作用の確率に影響しないものとした．エージェント  $a_i$  がエージェント  $a_j$  の Inside タグの類似度を  $Sim_{ij}$  とすると， $a_i$  のタグが相互作用によって変化する確率  $p_{ij}$  は以下となる．

$$p_{ij} = Sim_{ij} \quad (8)$$

ただし，イノベーターは Inside が変化する確率が他のエージェントの 100 分の 1 であるとした．

イノベーターの相互作用確率

$$p_{ij} = \frac{Sim_{ij}}{100} \quad (9)$$

## 3.5 内部相互作用

エージェントは，他のエージェントとの相互作用だけでなく，内部の相互作用によってタグが変化する．内部の相互作用では，自己の Outside と Inside のタグが互いに影響を与え合う（図 3）．その確率  $r_{io}$  は両者の類似度  $Sim_{io}$  と同様である．

$$p_{io} = Sim_{io} \quad (10)$$

ただし，イノベーターは Outside から Inside への影響を 10 分の 1，Inside から Outside への影響を 2 倍とした．

イノベーターの内部相互作用確率

$$p_{outin} = \frac{Sim_{io}}{10} \quad (11)$$

$$p_{inout} = Sim_{io} \cdot 2 \quad (12)$$

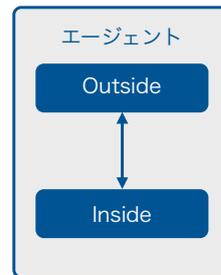


図 3 内部相互作用

## 4 シミュレーション：モデル1

モデル1では、同様のパラメータで行ったシミュレーション結果の中から、成功したシミュレーション結果と失敗したシミュレーション結果を抽出し、分析を行う。そのために、まずイノベーションの実現には大きな不確実性があり、さまざまな困難がつきまとう [Tidd et al. 05, 一橋大学イノベーション研究センター 01a] という前提から、成功確率が低くなるようなパラメータを探る。その上でパラメータを決定し、成功した結果と失敗した結果におけるイノベーターの動きについて、武石らの『創造的正当化 [武石・青島・軽部 12]』に基づいた評価を行う。

### 4.1 終了条件

各エージェントの持つタグはランダムに初期値が与えられるが、イノベーターには Outside と Inside に同じ初期値を与える。

本モデルによるシミュレーションでは、エージェントの持つタグが収束することでシミュレーションが終了する。ここでは、全体での相互作用の回数が3回以下のステップが100ステップ続けばシミュレーションを終了することとした。ただし、最低でも500ステップは実行するように設定した。

### 4.2 成功条件

本モデルにおけるイノベーションの成功条件は、「イノベーターの取り組みに資源が動員される」、「イノベーターの信念がはじめと終わりで大きく変化していない」という2点である。シミュレーション上では「イノベーターの Inside とすべてのエージェントの Outside との類似度の平均が0.8以上」かつ「イノベーターの Inside タグの0ステップ目と最終ステップの類似度が0.8以上」という条件とした。

エージェント  $a_i$  の Outside とイノベーターの Inside の類似度を  $Sim_i$ 、イノベーターの0ステップ目の Inside と最終ステップの Inside の類似度を  $r_{fl}$  とすると、条件は以下になる。

$$\frac{\sum_{i=1}^N Sim_i}{N} \geq 0.8 \quad (13)$$

### 4.3 パラメータの決定

困難な条件下でイノベーションの実現に成功した時のイノベーターの動きを評価するため、まずイノベーションの成功確率が低くなるようなパラメータの調整を行う。

ここでは、「内部相互作用の頻度」を操作して成功率を比較する。このパラメータは、個人が実際に行なっている仕事と個人が持っている心情がどの程度一致するかを決定するパラメータである。このパラメータが高いほど、仕事内容と個人の嗜好が一致する。その他のパラメータは表2の値で固定した。

表2 パラメータの値

パラメータ	値
エージェント数	63
タグ長さ	10
非公式ネットワークの数	5

シミュレーションは内部相互作用の頻度を1/1(1ステップに1回相互作用を行う)から1/800(800ステップに1回相互作用を行う)まで変化させ、それぞれのパラメータに対し1000回の試行を行った。結果を以下に示す。

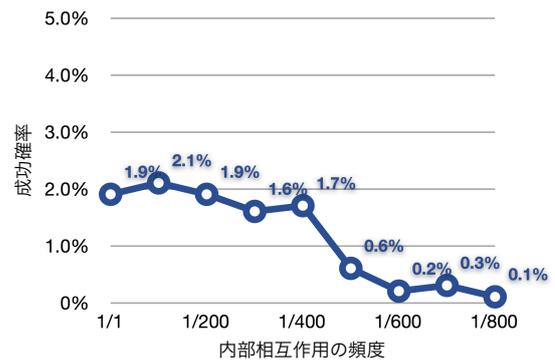


図4 内部相互作用の頻度と成功確率

本モデルでは、内部相互作用の頻度は最も成功確率が低い結果となった1/800とした。以降は内部相互作用の頻度  $F$  は以下の値とする。

$$F = \frac{1}{800} \quad (15)$$

## 4.4 創造的正当化と結果の成否

前節で決定したパラメータを用いてシミュレーションを行い、成功した結果と失敗した結果を1件ずつ抽出し、比較する。創造的正当化の3つのルート[武石・青島・軽部 12]の視点から、イノベーター以外のエージェントも含めたエージェントの動きを詳細に観察し、イノベーターの正当化戦略を評価する

### 4.4.1 3つのルートによる評価

創造的正当化のルートは以下の3つである。

1. 多くの他者にアプローチを行い、支持者を増やす
2. 固有の理由そのものに働きかけて支持者を増やす
3. より多くの資源を持つ他者を見方につけ、支持者にする

第一のルートは、イノベーションの推進者がより多くの支持者を獲得するために、さまざまな相手に対して働きかけることでイノベーションの支援者を増やす戦略である。シミュレーション上でイノベーターがこの戦略を行ったかどうかを評価するために、ここではイノベーターがシミュレーション上で誰に対してアプローチしたかを観察する。

第二のルートは、当初の想定とは異なる個別の理由を新たに創造、または融合させることで支持者を増やす戦略である。シミュレーション結果からこの戦略を評価するために、ここではイノベーターのタグの変化を観察する。

第三のルートは、資源をより多く獲得するために、より多くの資源を持つ他者に対して働きかけを行う戦略である。シミュレーション結果からこの戦略を評価するために、ここでは組織上位3階層へのアプローチを観察する。

これらのルートは互いに排他的なものではなく、複数のルートが組み合わさってイノベーションの実現につながった事例も存在する。そのため、結果の評価は「このシミュレーション結果はどのルートに属するか」という評価の方法ではなく、「3つの戦略をどの程度行なっているか」という評価を行う。

### 4.4.2 第一のルート

まず、第一のルートの評価として、イノベーターがどの程度他部署への働きかけを行ったかを調べた。イノ

ベーターは二分木の最下層に位置しているため、静的な公式ネットワークで接続されているエージェントは1人だけである。ここでは、そのエージェント以外への働きかけを抽出した。

表3 他部署へのアプローチ

	回数	ステップ数	回数/ステップ数
成功	410	6853	0.0598
失敗	95	1702	0.0558

表3は公式ネットワークで接続されているエージェント以外へのアプローチの回数を成功例と失敗例で比較したものである。ステップごとの他部署へのアプローチの回数は、やや成功例の方が高い値を示している。

次に、イノベーターとアプローチした相手との距離を考慮して分析を行った。図5は、各エージェントにイノベーターからの距離を考慮したスコアをつけ、イノベーターがアプローチを行った相手のスコアの平均を比較したものである。エージェントのスコアは図6のようにした。6層の二分木では、一度のアプローチで得られる最大のスコアは4である。

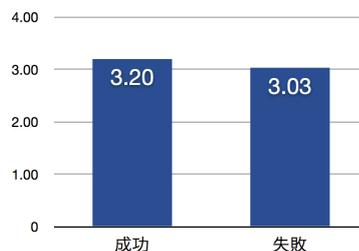


図5 他部署へのアプローチ（平均スコア）

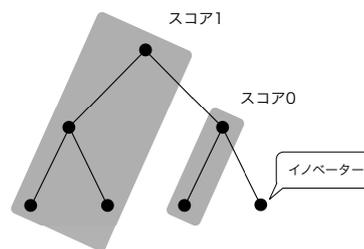


図6 距離スコア

図5を見る限り、成功結果の方がスコアがやや高く、より遠くの部署へイノベーターがアプローチを行なっている。

#### 4.4.3 第二のルート

第二のルートの評価として、イノベーターの Inside の変化を調べた。相互作用によって変化したときのステップ数と相互作用の相手を表 4、5 に示す。

表 4 Inside の変化 (成功)

ステップ数	相手	ステップ数	相手
272	31	4005	31
554	31	4042	34
694	31	4994	31
767	31	5161	31
966	31	5451	31
1006	31	5535	31
1164	31	5567	6
1222	31	5619	62
1390	31	5675	31
1408	31	5720	62
1795	31	5790	31
		5814	31

表 5 Inside の変化 (失敗)

ステップ数	相手
14	31
20	31
1611	31

#### 4.4.4 第三のルート

第三のルートの評価として、まずイノベーターがどの程度上位のエージェントに対してアプローチしているかを調べる。表 6 および図 7 は、イノベーターの他部署へのアプローチのうち、上位 3 層のエージェントへのアプローチの割合を比較したものである。

表 6 上位 3 層へのアプローチ

層	成功	失敗
1層	1.95%	0.00%
2層	2.20%	3.16%
3層	5.85%	3.16%
合計	10.00%	6.32%

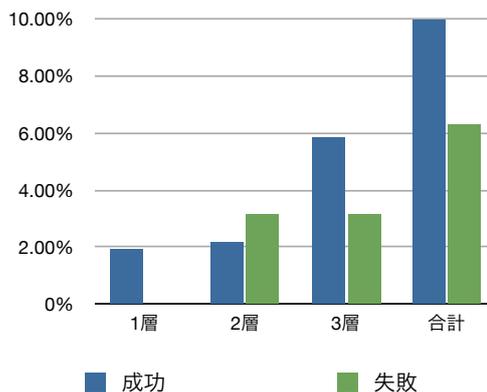


図 7 上位 3 層へのアプローチ

2 層へのアプローチのみ失敗事例の方が高い値を示したが、合計として成功事例の方が失敗事例より多く上位 3 層へアプローチしている。

さらに、成功事例のイノベーターが上位層に対してどのようにアプローチしているかを詳細に調べた。

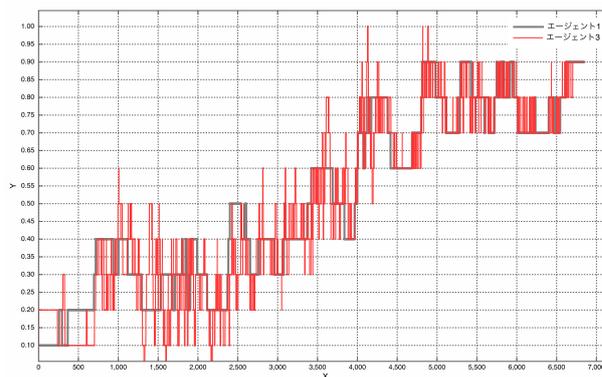


図 8 類似度の変化 (エージェント 1・3)

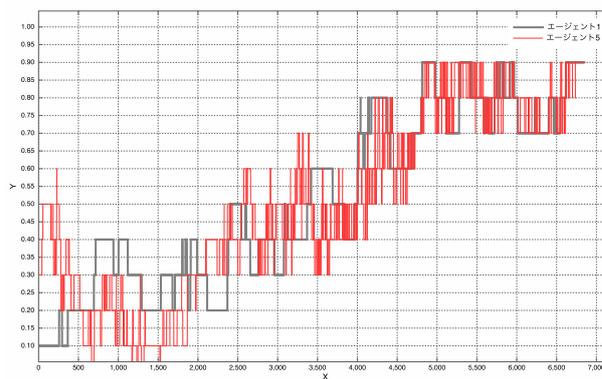


図 9 類似度の変化 (エージェント 1・5)

図 8 および図 9 は、成功事例における上位 3 層に属すエージェント 3 およびエージェント 5 の Outside とイノベーターの Inside の類似度の変化を、組織トップのエー

エージェント（エージェント1）と比較した図である。他の上位エージェントはトップからの強い影響を受けてトップとほぼ同様の推移を示すが、両エージェントは他の上位エージェントと異なる挙動を示している。

エージェント3は、概ね組織トップのエージェント1と同じ値で推移しているが、何度かエージェント1より高い値を示している部分がある。このような動きから、このエージェントはイノベーションの支援者としてイノベーションの正当化活動を行っていたのではないかと考えられる。

対してエージェント5は、2000ステップあたりまでトップとは異なる推移を示し、その後はトップと概ね同じかやや低い値で推移している。このような動きから、このエージェントはイノベーションの正当化活動を阻害するような動きをしていたのではないかと考えられる。

以上の2つの予想より、イノベーターが両エージェントに対してどのようにアプローチしたかを調べた。表7, 8は、イノベーターが両エージェントへアプローチを行った時のステップ数、相互作用の有無、タグの類似度をまとめたものである。

表7 エージェント3へのアプローチ

ステップ	相互作用の有無		類似度	
	out	in	out	in
1438	あり	あり	0.2	1.0
4455	なし	なし	0.6	1.0
4737	なし	なし	0.6	1.0

表8 エージェント5へのアプローチ

ステップ	相互作用の有無		類似度	
	out	in	out	in
128	なし	なし	0.5	0.0
309	なし	なし	0.2	0.3
2944	なし	なし	0.4	1.0
5674	なし	あり	0.8	0.8
6180	なし	なし	0.8	1.0
6613	あり	なし	0.8	1.0

#### 4.4.5 考察

シミュレーション結果から成功事例と失敗事例を抽出し、第一・第二・第三のルートの観点から評価を行った。

第一のルートの評価するために、他部署へのアプローチを評価した。アプローチの回数と距離を考慮した評価、いずれの結果も成功事例の方が失敗事例より高い値

を示した。これは、成功事例のイノベーターの方が失敗事例のイノベーターよりも、支援者を得るためにより多くの様々なエージェントに働きかけていることを示している。

第二のルートを評価するために、イノベーターの Inside の変化を調べた。表4, 5を比較すると、明らかに成功事例のイノベーターの方が多く Inside を変化させている。ステップ数を考慮しても、成功事例は約298ステップに1回、失敗事例は約567ステップに1回の頻度である。創造的正当化の第二のルートは、固有の理由を合体・創造させることにより、ルートである。イノベーターの Inside の変化は固有の理由の変化である。イノベーションの実現させたイノベーターは、固有の理由を変化させている。

第三のルートを評価するために、上位3層へのアプローチを調べた。そのうち2人のエージェントに着目して、イノベーターとの相互作用を調べた。それにより、イノベーターが、組織の上位にいる人物に対してどのような正当化活動を行ったかを評価した。成功事例の方がより多く上位層への働きかけを行なっていることが確認された。また、成功事例のエージェントは比較的イノベーションに協力的な人物と非協力的な人物に対して、異なるアプローチ戦略を用いている。協力的な上位層の人物（表7）に対するアプローチは比較的少なく、Inside が収束した後で2回の時期に分けて働きかけている。非協力的な上位層の人物（表8）に対しては、比較的多くアプローチを行っている。さらに、Inside が収束していない序盤、Inside は収束したが Outside は収束していない中盤、Inside と Outside 両者が収束へ向かっている終盤の、大きく分けて3つの時期にエージェント5に対してアプローチを行なっている。結果として序盤と中盤の3回のアプローチでは、エージェント5のタグを変化させることはできていないが、終盤の3回のアプローチでは、タグの変化に成功している。本モデルでは、相互作用を行うほど互いの影響が強くなるため、説得のために相手に何度も働きかけることは有効な戦略である。

## 5 結論

本研究では、資源動員の正当化という側面から、イノベーションの実現過程に対してモデルを提案した。本モデルを用いてシミュレーションを行い、イノベーションの推進者が行った資源動員の正当化戦略を、成功事例と失敗事例で比較した。

イノベーションの実現に成功した推進者は、失敗した場合と比較して有効な戦略をとっていた。成功したイノベーションの推進者は、自分から遠い相手や上位層の人物に対して失敗した場合よりも多く説得活動を行っていた。また、イノベーションに対する固有の理由を変化させている。これらの戦略は、先行研究[武石・青島・軽部 12]の言う『創造的正当化』の3つのルートに相当する。

この結果は、以下のことを示唆している。企業組織内のある主体が資源動員の判断する場合において、主観的・局所的な評価と客観的・経済合理的な評価の両面から評価を行うと仮定した場合、創造的正当化の戦略は有効で重要度が高い。このことは、武石らの「イノベーションの実現過程を導くのは、多くの場合、事前の客観的な経済合理性ではなく、当事者の「固有の理由」である。[武石・青島・軽部 12] (p.102)」という主張と一致する。イノベーションに関わる当事者の固有の理由が存在し、それが創造的正当化によって少しずつ組織内で資源動員の正当性を得ていくことでイノベーションが実現する、というのが武石らの主張である。

しかし、本研究によりイノベーションの成否と創造的正当化の因果関係を証明することは難しい。本研究では、シミュレーション結果から成功事例と失敗事例を1つずつ抽出し、分析を行った。創造的正当化がイノベーションの成否に影響を与えることを示すには、より多くの事例について分析を行う必要がある。また、それにはより明確な創造的正当化の評価指標が課題となる。

## 参考文献

- [Axelrod 97] Axelrod, R, *The Complexity of cooperation*, Princeton Univ. Press 1997 (寺野隆雄 (監訳) 『対立と強調の科学 エージェント・ベース・モデルによる複雑系の解明』ダイヤモンド社, 2003)
- [Grimm et al. 06] Grimm V., Berger U., Bastiansen F., et al. (2006), A standard protocol for describing individual-based and agent-based models, *ecological modeling*, 198, 115-126.
- [Grimm et al. 10] Grimm V., Berger U., DeAngelis

D., et al (2010), The ODD protocol: A review and first update, *ecological modeling*, 221, 2760-2768.

- [Mansfield 72] Mansfield, E., J.Reporport, J. Schnee, S. Wagner and M. Hamburger (1972) *Research and Innovation in the Modern Corporation*. Macmillan, London.
- [Schumpeter 34] Schumpeter, J.A.(1934), *The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press. (塩野谷祐一・中山伊知郎・東畑精一訳 『経済発展の理論：企業者利潤・資本・信用・利子および景気の回転に関する一研究』岩波文庫, 1977)
- [Tidd et al. 05] Tidd, J., J.R. Bessant and K. Pavitt(2005), *Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change* (Third Edition), New York: John Wiley and Sons. (後藤晃・鈴木潤訳 『イノベーションの経営学：技術・市場・組織の統合的マネジメント』NTT出版, 2004)
- [W. Brian Arthur 09] W. Brian Arthur(2009), *The Nature of Technology: What It Is and How It Evolves*, Free Press. (有賀裕二監修, 日暮雅通訳 『テクノロジーとイノベーション 進化/生成の理論』みすず書房, 2011)
- [武石・青島・軽部 12] 武石彰, 青島矢一, 軽部大 (2012) 『イノベーションの理由 資源動員の創造的正当化』有斐閣
- [寺野 10] 寺野隆雄 (2010) 「なぜ社会システム分析にエージェント・ベース・モデリングが必要か」『横幹』 Vol.4 No.2 PP.56-62
- [一橋大学イノベーション研究センター 01a] 一橋大学イノベーション研究センター (2001) 『イノベーション・マネジメント入門』日本経済新聞社
- [一橋大学イノベーション研究センター 01b] 一橋大学イノベーション研究センター (2001) 『知識とイノベーション』東洋経済新報社