

経営意思決定表現モデルを用いたビジネスケースとエージェントモデルの意思決定過程の形式的記述

菊地 剛正^{1,a)} 國上 真章² 高橋 大志¹ 鳥山 正博³ 寺野 隆雄⁴

受付日 2019年1月19日, 採録日 2019年7月3日

概要: 組織研究では, ビジネスケースや組織シミュレーションを用いるアプローチがある. 自然言語により記述されたビジネスケースや多数のシミュレーション・ログには, 解釈や認識の多義性が生じうる. そのため, ケースやモデルの作成者や分析者の間で, 当該多義性を低減することが重要となる. なぜならば, 双方の接近法の間での議論やコミュニケーションを活発化し, 効率的な事例比較を行うために不可欠だからである. 本稿では, ビジネスケースに係る抽象的記述言語を用いることで, 実在のビジネスケースと組織シミュレーションのシミュレーション・ログにつき, それぞれの意思決定プロセスを可視化し, 形式的に記述・表現しうることを例示する.

キーワード: エージェントシミュレーション, ビジネスケース, 意思決定, 抽象的記述言語

Description of Decision Making Process in Actual Business Cases and Virtual Cases from Organizational Agent Model using Managerial Decision-Making Description Model

TAKAMASA KIKUCHI^{1,a)} MASAOKI KUNIGAMI² HIROSHI TAKAHASHI¹ MASAHIRO TORIYAMA³
TAKAO TERANO⁴

Received: January 19, 2019, Accepted: July 3, 2019

Abstract: In organization research, there are approaches using business cases and organizational simulations. Business cases described in natural language and numerous simulation logs may have ambiguity in interpretation and recognition. Therefore, it is important for creators and analysts of cases and models to reduce such ambiguity. This is because activating discussions and communication between the two approaches, which is indispensable for efficient case comparisons. In this paper, we demonstrate that each decision making process are able to be visualized and formally described for actual business cases and simulation logs of organizational simulation by using an abstract description language for business cases.

Keywords: agent based simulation, business case, decision making, formal description model

¹ 慶應義塾大学大学院経営管理研究科
Graduate School of Business Administration, Keio University, Yokohama, Kanagawa 223-8526, Japan
² 東京工業大学情報理工学院
School of Computing, Tokyo Institute of Technology, Yokohama, Kanagawa 226-8503, Japan
³ 立命館大学大学院経営管理研究科
Graduate School of Business Administration, Ritsumeikan University, Ibaraki, Osaka 567-8570, Japan
⁴ 千葉商科大学
Chiba University of Commerce, Ichikawa, Chiba 272-8512, Japan
a) takamasa_kikuchi@keio.jp

1. はじめに

組織研究においては, 事例分析や企業経営教育のために, ビジネスケースがさかんに用いられている. また, 組織現象の理解やシステムデザインを目的として, 組織シミュレーションを用いるアプローチもある. 一方で, 自然言語により記述されたビジネスケースや多数のシミュレーション・ログには, 解釈や認識の多義性が生じうるという問題が存在する. そのため, ケースやモデルの作成者や分析者の間で, 当該多義性を低減することが重要となる. なぜな

らば、現実の現象の解釈であるビジネスケースと、シミュレーション結果の解釈の異同を明示することは、双方の接近法の間での議論やコミュニケーションを活発化し、効率的な事例比較のために不可欠だからである。そこで本稿では、ビジネスケースにかかわる抽象的記述言語を用いることで、実在のビジネスケースと組織シミュレーションのシミュレーション・ログにつき、それぞれの意思決定プロセスを可視化し、形式的に記述・表現しうることを例示する。

以下、ビジネスケースの定義や一般的な性質を確認し(1.1節)、ビジネスケースと組織シミュレーションの接地における問題点を整理する(1.2節)。そのうえで、本稿で取り組む課題を述べる(1.3節)。

1.1 ビジネスケース

ビジネスケースとは、経営実践の記録であり[1]、実際の会社で起きた経営の出来事を物語的に記述したものをいう[2]。また、ケースは歴史的なエピソードそのものではなく、ケース作成者(観察者)が分析のために選択したエピソードの解釈であるとされる[3]。主な用途としては、1) 経営学の事例分析(ケーススタディ)[4]、2) ビジネス・スクールや企業研修での企業経営教育(ケースメソッド)[2]、3) 組織シミュレーションを通じた現象理解とシステムデザイン[5]などがあげられる。

ケースの性質としては、本質的に学際的な特性を持ち[6]、現実の問題を対象として多様な情報を含み、様々な分析視点がありうるとされている[7]。また、自然言語に基づいて記述されることで、曖昧さのある表現により解釈や認識の多義性が生じうる。企業経営教育などでは、そういった解釈の余地を逆に利用することで、学習者や教授者間での議論を喚起している。

ケースの分類としては、実証研究の一部で用いられている典型的な構造を持たない「記述的ケース」や意思決定者が直面する問題の記述から始まり、状況分析や行動計画へと至る構造を持つ「意思決定志向のケース」があるとされている[8]。

1.2 ビジネスケースと組織シミュレーションの接地

組織的・社会的な現象や問題を理解し、さらに制度設計などのシステムデザインへアプローチするために、ビジネスケースと組織シミュレーションを接地させるアプローチがある[5]。これは、実在のビジネスケース(以降、「実ケース」という)と組織シミュレーションのシミュレーション・ログから生成された仮想的なビジネスケース(以降、「仮想ケース」という)を比較し対応付けるものである。そのような対応付けから、シミュレーションモデルへのフィードバックを行い、また、システムデザインへの示唆を獲得しようとする接近法である。

具体例としては、製造ラインにおける逸脱の事例である

赤福の企業不祥事を題材とした研究がある[9]。当該研究では、企業組織の改善と逸脱を表現した統一的なエージェントモデルを作成し、組織構成員の学習行動に従い改善と逸脱が生じるプロセスを再現した。シミュレーションモデルから生成された仮想ケースを自然言語により書き下し、対象事例を記述した実ケースとの対比を行った。

ただし、実ケースと仮想ケースとの対比を自然言語に基づいて行う際には、ケースの記述レベルがまちまちであり、解釈や認識の多義性が生じうるなど、ステークホルダーの間でケースの相互比較が困難であるという課題がある。ここで、この場合のステークホルダーとは、シミュレーションモデルや実ケースの作成者や分析者をいう。そのため、議論やコミュニケーションを活発化し、効果的な事例比較を行うためには、各人の解釈や認識の異同を明示し、可読性や視認性をもって突き合わせるような枠組みが重要となる。

1.3 本稿で取り組む課題

そこで本稿では、意思決定志向のビジネスケースを対象とし、ステークホルダー各人のケースにかかわる解釈や認識の異同を明示するため、実ケースと仮想ケースの双方につき、意思決定プロセスを可視化し、形式的に記述・表現することを目的とする。本稿における意思決定プロセスの可視化の評価基準は、「だれが、何時、組織の何処で、何を意思決定したのか、それにより組織のビジネスがどう変化したのか」が分かることとする。上記要件が満たされる場合、実ケースや仮想ケースは曖昧性なく記述・表現されたものと解することができる。本稿は、実ケースと仮想ケースのそれぞれ2事例をサンプルとし、当該基準が満たされることを例示するものである。

具体的には、抽象的記述言語を用いて実ケースと仮想ケースを書き下す(4章)。抽象的記述言語としては、経営意思決定表現モデル(Managerial Decision-Making Description Model, 以降、「MDDM」とする)[10],[11],[12]を選択する(2.1節, 2.2節)。本稿では、実ケースとして、経営意思決定によるイノベーションの古典的な事例である富士フィルム・第二の創業[13]のケースとホンダの北米市場攻略のケース[14]を採用する。また、仮想ケースとして、組織の環境認識にかかわるエージェントモデル[15](3章)から生成されるシミュレーション・ログを取り扱う。この点、組織シミュレーションから生成される特定のシミュレーション・ログを対象とする分析を行うため、本稿はシミュレーション分析としての側面を持つ(2.3節)。

なお、本稿は、複雑な組織現象それ自体をそのまま記述・表現することを目的としていない。1.1節で触れたとおり、ビジネスケースはあくまでも組織現象にかかわるケース作成者の「エピソードの解釈」のためである。また、MDDMは、現実のビジネスや自然言語で書かれたケース

の内容すべてを一意的に記述しようとするものでもない。そもそも、現実のビジネスや自然言語で記述された業務プロセスをすべて一意的に記述することは、2.1節で後述する要求仕様言語であっても不可能である。むしろ要求仕様言語は、様々な解釈の余地がある自然言語によるプロセスを、形式的に記述しなおすことによって、どの解釈に沿ったかを明示しながら、内容を一意に確定しようとするものである。MDDMもまた、ケースについての内容を特定の解釈に沿って、形式的に記述することで、記述内容を一意に表現するとともに、解釈の相違を明確化することを可能にするものである。さらに、ステークホルダ間で解釈や認識を統一化することも一義的な目的とはしていない。ビジネスケースは多義的であり、各人の解釈の余地があるためである。あくまでも、各人の解釈や認識の異同を明示するため、統一的な形式で記述・表現することが目的である。解釈や認識の内容を一致させることや、記述・表現内容が一意に決まることを目的にしているわけではない。

本稿の構成は以下のとおりである：2章で関連研究の紹介をし、3章では使用するエージェントモデルを説明する。4章ではMDDMを用いて実ケースを書き下した結果(4.1節)、および、仮想ケースを書き下した結果(4.2節)を例示する。最後に5章でまとめを行う。

2. 関連研究

本章では、ケースの記述・表現に用いる抽象的記述言語としてMDDMを選択することを述べ(2.1節)、MDDMの具体的内容に触れる(2.2節)。また、シミュレーション分析にかかわる諸研究を紹介する(2.3節)。

2.1 抽象的記述言語

本節では、先行研究で提案されている様々な記述言語を比較し、本稿の目的に合致するものを選択する。

1.1節で述べたとおり、意思決定志向のビジネスケースは、意思決定権者による問題の識別、状況分析、行動計画といった構造を持つとされている[8]。また、村本[16]は、McNairの議論を受け、ビジネスケースは以下のような構造を持つとしている：1) 時間的構造、2) 物語的结构、3) 解説的構造、4) 脚色的構造。以上から、本稿では、抽象的記述言語を用いて意思決定志向のビジネスケースを記述・表現するにあたり、より一般的に以下の点を簡潔に表現できることを要件とする：1) 現状のビジネス構造や経営環境、2) 意思決定権者およびその行動、3) 将来のビジネス構造。そのうえで、記述言語を比較する(表1)。

ビジネス構造やプロセスを表現するため、一般的なシステム記述言語であるUML[17]やベトリネット[18]を用いることがある。ただし、本稿が目的とするビジネスケースを記述しようとした場合、組織の状態や振舞いを詳細度高く記述できる可能性がある一方、定常的なビジネス構造

表1 主な抽象的記述言語の比較。

Table 1 Comparison of the abstract description languages.

記述の志向	主な記述言語
ビジネスモデルの内容 …定常的なビジネス構造・プロセスの内部の記述向き	•UML, ベトリネット, BPMN, CMMN •Viable System Model, ビジネスキャンバス
ビジネスモデルの変化 …ビジネス構造・プロセス自体の変化の記述向き	<機能・サービスに注目したもの> •ハイレベル・ビジネスケース(HLBC) <エージェントの意思決定に注目したもの> •経営意思決定記述モデル(MDDM)

やプロセスの内部の記述向きとなる。そのほか、要求仕様言語で記述する際にも同様の難しさがあるものと思われる。また、ビジネスや企業組織を志向した記述言語として、BPMN[19]やViable System Model[20]、ビジネスキャンバス[21]、さらにケースの記述に特化したCMMN[22]などの記述言語も存在する。しかし、それらも同様に、ビジネスプロセスの内部の詳細な記述向きとなる。

他方、ビジネス構造・プロセスそれ自体の変化にフォーカスしたモデルとして、ハイレベル・ビジネスケース[23]や経営意思決定表現モデル(MDDM)[10], [11], [12]が提案されている。ただし、前者は、ビジネス構造のイノベーションをビジネス構造の機能・サービスの内容の変化から記述する。一方で、後者は、ビジネス構造の変化を駆動するエージェントの意思決定に注目して記述する。MDDMは1回限りのビジネス構造の変化をとまなう経営意思決定に焦点を当てる点で、他の形式的記述に対して独自性を有する。

したがって、a) 現在・将来のビジネス構造の変化を記述可能である点、b) 意思決定権者およびその行動を記述可能である点から、MDDMを選択する。

2.2 経営意思決定表現モデル(MDDM)

2.2.1 概要

ビジネスケースにおける組織のビジネス構造の変化をとまなうエージェントの意思決定を形式的かつ比較可能に表現するモデルとして、経営意思決定表現モデル(Managerial Decision-Making Description Model, MDDM)が提案されている[10], [11], [12]。ここで、組織のビジネス構造とは、組織のトップマネジメントから現場までの各階層における目的・目標とそれを実現するために必要な資源・手段の組合せ(以下、「目的-手段ペア」)の階層構造である。また、ビジネスの構造の変化をとまなう意思決定とは、各階層のエージェントにより、当該の階層の目的-手段ペアを再定義すること、この結果としてビジネス構造が変化することとする。

MDDMは、環境、ビジネス構造、エージェントの意思決定という3種類のコンポーネントからなる。これによりMDDMは、組織の経営意思決定を、決定図式として表現する(図1)(詳細については本稿付録をご参照のこと)。

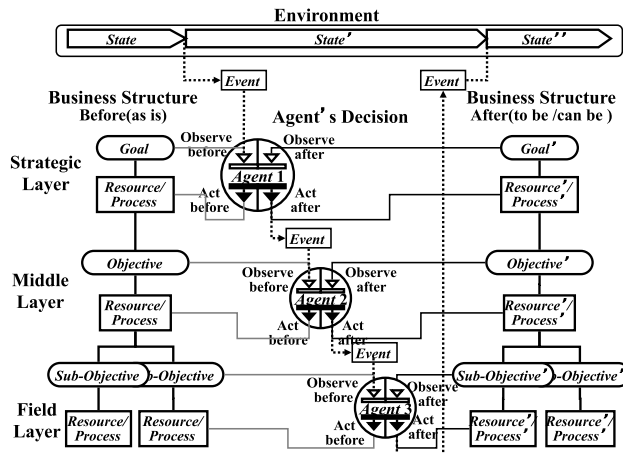


図 1 MDDM の決定図式の例. トップダウンマネジメントスタイルによるビジネス構造の変化の記述.

Fig. 1 Example of the decision diagram in MDDM: top-down type managerial decision-making.

2.2.2 MDDM の集合論的記述

MDDM の構成要素を明確化するため、以下のような形式にて、集合論的に記述することができる：

$$M^{MDDM} = (A^{MDDM}, B^{MDDM}_s, C^{MDDM}(N^{MDDM}, N^{MDDM}), D^{MDDM}, E^{MDDM}, V^{MDDM}, L^{MDDM}, T^{MDDM}, S^{MDDM})$$

ここで、 A^{MDDM} は MDDM に記述する対象のエージェント、 B^{MDDM}_s はビジネス構造、 C^{MDDM} は結線 (コネクション)、 N^{MDDM} はコンポーネント・シンボル (ノード)、 D^{MDDM} は意思決定、 E^{MDDM} は環境、 V^{MDDM} はイベント、 L^{MDDM} は階層、 T^{MDDM} は時間順序の指標、 S^{MDDM} はビジネスケースのステージ (*before/after*)、の集合を表す。また、各集合を以下のとおり定義する：

$$\begin{aligned} A^{MDDM} &= \{a = (i, l) \mid i: \text{エージェント名称}, \\ &\quad l \in L^{MDDM} : l \text{ 番目の階層}\}, \\ L^{MDDM} &= \{l \mid l_{top} \prec l_{2nd} \prec \dots \prec l_{bottom}\}, \\ B^{MDDM}_s &= (O_s^{MDDM}, R_s^{MDDM}, C^{MDDM}(O_s^{MDDM}, R_s^{MDDM})), \\ S^{MDDM} &= \{s \mid \text{before} \prec \text{after}\}, \\ O_s^{MDDM} &= \{\omega = (o, l) \mid \text{ビジネス構造の目的}, o: \text{識別子}, \\ &\quad l \in L^{MDDM} : l \text{ 番目の階層}\}, \\ R_s^{MDDM} &= \{\rho = (r, l) \mid \text{ビジネス構造の手段}, r: \text{識別子}, \\ &\quad l \in L^{MDDM} : l \text{ 番目の階層}\}, \\ C^{MDDM}(N_{fm}^{MDDM}, N_{to}^{MDDM}) &= \{(\kappa, n_{fm}, n_{to}) \mid \kappa: \text{結線}, \text{ノード}: n_{fm} \in N_{fm}^{MDDM}, \\ &\quad n_{to} \in N_{fm}^{MDDM}\}, N_{fm}^{MDDM}, N_{to}^{MDDM} \subseteq N^{MDDM}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D^{MDDM} &= \{\Delta a = (a, (obs_s^a, act_s^a) |_{s=\text{before}}, (obs_s^a, act_s^a) |_{s=\text{after}}, \tau) \mid \\ &\quad a \in A^{MDDM}, \tau \in T^{MDDM}\}, \\ T^{MDDM} &= \{\tau \mid \tau_{first} \prec \tau_{2nd} \prec \dots \prec \tau_{last}\}, \\ E^{MDDM} &= \{\varepsilon = (e, \tau^{start}, \tau^{end}) \mid e: \text{識別子}, \\ &\quad \tau^{start}, \tau^{end} \in T^{MDDM}\}, \\ V^{MDDM} &= \{v = (\varpi, \tau) \mid \varpi: \text{識別子}, \tau \in T^{MDDM}\}, \\ N^{MDDM} &= V^{MDDM} \cup E^{MDDM} \\ &\quad \cup \{obs_s^a \mid a \in A^{MDDM}, s \in S^{MDDM}\} \\ &\quad \cup \{act_s^a \mid a \in A^{MDDM}, s \in S^{MDDM}\} \\ &\quad \cup \left(\bigcup_{s \in S^{MDDM}} O_s^{MDDM} \right) \\ &\quad \cup \left(\bigcup_{s \in S^{MDDM}} R_s^{MDDM} \right) \end{aligned}$$

MDDM は、以下の内容を表現可能であることを要件として構成する：

- 組織におけるビジネス構造の階層性とその変化。
- ビジネス構造の階層におけるエージェントの位置づけ。
- エージェントの認知・作用対象の範囲・限界。
- エージェントの意思決定の時間的位置、順序関係。

これらを満たすことにより、MDDM の決定図式は、だれが (who)、何時 (when)、組織の何処で (where)、何を (what) 意思決定したのか、それにより組織のビジネスがどのように (how) 変化したのかを記述することが可能となる。

2.2.3 MDDM の可能範囲と限界

MDDM によるビジネスケース記述の可能範囲と限界については以下のとおりである。2.2.2 項での定義から、一義的に記述可能なビジネスケースは、各階層のエージェントの目的-手段ペアを再定義することにより、結果としてビジネス構造が変化するような形式となるものである。具体的には、トップダウン型とボトムアップ型の意思決定スタイルなどがあげられる (付録 A.2.4, 図 A.4)。このように、意思決定のタイミングの前後と階層の上下による意思決定の方向の異同等を描き分けることができる。また、決定図式を複数組み合わせることで、複数の事業部や競合他社などを含めた、より複雑で規模の大きいビジネスケースについても記述しうることが示されている [11]。

ただし、目的-手段のペアの再定義で表せないようなタイプのビジネスケースについては、MDDM による記述・表現の限界であり、本稿の対象外とする。ここで、再定義で表せないようなタイプのビジネスケースとは、ある特定の状況下において、特定の分析技能や判断の枠組みを適用するように設計されたケースなどがあげられる。たとえば、財務・ファイナンス分野における分析トレーニングを目的

としたビジネスケースとして、特定の会社の財務諸表などが与えられ、それを元にとりうる選択肢の比較考量するものなどである。

2.3 シミュレーション分析

1.3節で述べたとおり、本稿は組織のエージェントモデルにかかわるシミュレーション分析の側面を持つ。当該分野では、シミュレーション・ログ全体を対象としてマクロな統計分析を行う研究 [24], [25] や、特定のログを取り出しエージェントの動きをミクロレベルで記述・分析する研究 [26], シミュレーション・ログのクラスター分析により、ミクロとマクロの中間レベルでの分析を志向する研究 [27] がある。

ミクロレベルの分析アプローチにおいて、小林ら [9] は組織のエージェントモデルにかかわるシミュレーション・ログを自然言語により記述し、仮想ケースを生成したうえで、実ケースとの接地を図った。ただし、1.2節で述べたとおり、仮想ケースと実ケースとの対比を自然言語ベースで行う際には、ケースの記述レベルがまちまちとなりがちであり、ステークホルダーの間でケースの相互比較が困難であることなどの課題がある。そこで本稿では、抽象的記述言語を用いて、シミュレーション・ログにおける意思決定プロセスを可視化し、形式的に記述・表現することを目的とする。

3. エージェントモデル

3.1 概要

本章では、本稿で用いるエージェントモデルの説明を行う。本モデルは、仮想ケースの元となるシミュレーション・ログを生成するものである。本稿では、組織の環境認識にかかわるエージェントモデル [15] に準拠したモデルを構築する。当該モデルは、Axelrodのタグモデル（文化の流布モデル）[28]を基に、組織構成員の外部環境の認識伝播を表現したモデルである。拡張の方向性は、エージェントの性質と空間構造の2つである：1) 通常のタグモデルでは考慮されていなかった、各エージェント固有の性質として、認知バイアスや、環境変化を認知するエージェントであるか否か、を表現すること。2) 各エージェントは、セル状の空間構造ではなく、コミュニケーション・ネットワークによってつながりを持つこと。以下、提案モデルの詳細を述べる。

3.2 エージェント

3.2.1 構成員とその属性

本稿で取り扱う組織は、

$$A^{ABM} = \{a = (i, l) \mid i: \text{エージェント名称}, l \in L^{ABM} : l \text{ 番目の階層}\}$$

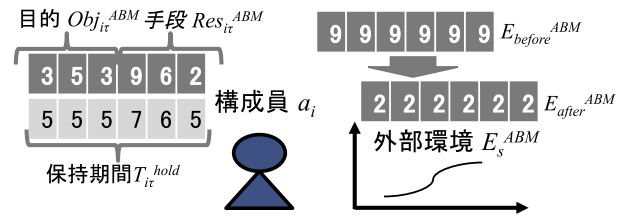


図 2 構成員の目的・手段と外部環境のモデル化。

Fig. 2 Modeling of the objectives/resources of members and the external environment.

であり、 $\#A^{ABM} = N_{agent}$ とする。ここで、階層は、

$$L^{ABM} = \{l \mid l_{top} < l_{2nd} < \dots < l_{bottom}\}$$

とする。

さらに、各構成員が持つ目的および手段をタグモデルにより表す (図 2)。構成員 a_i が持つタイムステップ τ における目的の集合 $Obj_{i\tau}^{ABM}$ は、

$$Obj_{i\tau}^{ABM} = (Obj_{i1\tau}^{ABM}, Obj_{i2\tau}^{ABM}, \dots, Obj_{iN_{factor\tau}^{ABM}}^{ABM})$$

$$Obj_{ik\tau}^{ABM} \in \{1, 2, \dots, N^{attribute}\}$$

a_i が持つ手段の集合 $Res_{i\tau}^{ABM}$ は、

$$Res_{i\tau}^{ABM} = (Res_{i1\tau}^{ABM}, Res_{i2\tau}^{ABM}, \dots, Res_{iN_{factor\tau}^{ABM}}^{ABM})$$

$$Res_{ik\tau}^{ABM} \in \{1, 2, \dots, N^{attribute}\}$$

である (N_{factor} : 要素数, $N^{attribute}$: 代替特性)。ここで、

$$\dim Obj_{i\tau}^{ABM} = \dim Res_{i\tau}^{ABM} = N^{factor}$$

であり、シミュレーションのタイムステップは、

$$T^{ABM} = \{\tau \mid 1, 2, \dots, \tau_{last}\}$$

である。

提案モデルは、MDDMにおける目的シンボル、そのために必要な手段シンボルを数字列として抽象的に表現したものである。ここで、目的 $Obj_{i\tau}^{ABM}$ と手段 $Res_{i\tau}^{ABM}$ の組みをビジネス構造 $Str_{i\tau}^{ABM}$ とする：

$$Str_{i\tau}^{ABM} = (Obj_{i\tau}^{ABM}, Res_{i\tau}^{ABM})$$

また、ビジネス構造の要素 $str_{ik\tau}^{ABM}$ は、その構造を保持している時間

$$t_{ik\tau} \in T^{hold}_{i\tau}, T^{hold}_{i\tau} = \{t_g; g = 1, \dots, 2N^{factor}\}$$

を持つ。ここでシミュレーション 1 ステップあたりの保持期間の増分は、 $\Delta t_{ik\tau} = 1/100$ とする。なお、本シミュレーションでは、人間が外部環境の変化を認識し、当該認識を企業組織内のコミュニケーションを通じて伝播させるプロセスを取り扱っており、当該プロセスの時定数をタイムステップ $\Delta t_{ik\tau}$ としている。

3.2.2 環境認識主体

構成員のうち、外部環境の変化を認識するものを「環境認識主体」とする。そして、このような構成員の属する階層が1) 上層 (トップ), 2) 中間層 (ミドル), 3) 下層 (ボトム), それぞれに偏在しているケースを考える。このように考えるのは、たとえば、組織の上層が環境の変化を認識し、その認識を構成員に共有させようとする場合と、下層がそうしようとする場合とでは、認識が伝播される際に要求される組織の諸条件が異なると考えられるためである。

3.3 外部環境

本稿では、構成員の目的・手段と同様、外部環境をタグモデルで表現する (図 2)。外部環境 E_s^{ABM} は、

$$E_s^{ABM} = (e_1, e_2, \dots, e_{2N^{factor}}),$$

$$e_k \in \{1, 2, \dots, N^{attribute}\}, s \in S^{ABM}$$

である。ここで、環境のステージ S^{ABM} は、

$$S^{ABM} = \{s \mid \text{before} \prec \text{after}\}$$

とする。 E_s^{ABM} は当初の外部環境を表す E_{before}^{ABM} と変化後の環境を表す E_{after}^{ABM} を持つ。外部環境は、ありうべき目的-手段ペアであり、複雑な環境の一側面を切り出したものであると考える。なお、各組織構成員の目的-手段ペアが、環境の目的-手段ペアに一致したことをもって、ビジネス構造の変化が達成されたものとする。ただし、

$$\dim E_s^{ABM} = 2N^{factor}$$

とする。

なお、本モデルでは、認知可能な外部環境を対象としており、認知不可能なものは捨棄している。本シミュレーションは、組織内部での外部環境に対する組織構造にかかわる認識が伝播する様子を観察しようとするものであるため、シミュレーション上、上記の整理としている。ここで、認知不可能な外部環境とは、ある組織に属する構成員エージェントからは構造的に知り得ない、認識できないような外部環境をいう。たとえば、競合他社の戦略それ自体である。競合他社の戦略は、他社が1) どのような商品・サービスを出しているか、2) どのような財務状況にあるか、などにより、間接的に認識することができるが、戦略それ自体を直接的に認知することはできない。ただし、MDDMで記述する際には、認知可能であるものと不可能なものをそれぞれ環境コンポーネントの中で描き分けることが可能である。認知可能なもの/不可能なものは、それぞれ、環境コンポーネントと意思決定コンポーネントとを、結線すること/しないことで表現できる。

3.4 ネットワーク

3.4.1 構成員間のネットワーク

タグモデルでは、エージェントをセル状の空間構造に配

置し、近接サイト間でのみ相互作用を行っていた。提案モデルは、ある構成員 a_i とその構成員が持つ C_i^{formal} と $C_i^{informal}$ から選択された構成員

$$a_j \in C_i^{formal} \cup C_i^{informal}$$

の間で相互作用が行われるものとする (3.5.1 項で詳述)。ここで、 C_i^{formal} は構成員 a_i が公式コミュニケーション・ネットワーク (組織構成上の上司部下関係) でつながる構成員の集合であり、 $C_i^{informal}$ は非公式コミュニケーション・ネットワーク (タバコ部屋や社内ゴルフのネットワークなど、構成員の個人的な関係性) でつながる構成員の集合である。なお、公式コミュニケーションと非公式コミュニケーションにおいて、認識の伝播のしやすさには差異はないものとする。

3.4.2 外部環境-環境認識主体間のネットワーク

外部環境と環境認識主体の間で相互作用が行われるものとする (3.5.2 項で詳述)。なお、当該相互作用をエージェントモデル上のイベントとし、 V^{ABM} で表す。

3.5 相互作用

3.5.1 構成員間の相互作用

構成員 a_i と a_j のビジネス構造の近さは、数字列のハミング距離で表し、タイムステップ τ における数字列の中的一致した割合 $r_{ij\tau}$

$$r_{ij\tau} = \frac{\sum_{k=1}^{2N^{factor}} \alpha_{ijk\tau}}{2N^{factor}},$$

$$\alpha_{ijk\tau} = \begin{cases} 1 & (str_{ik\tau}^{ABM} = str_{jk\tau}^{ABM}) \\ 0 & (\text{otherwise}) \end{cases}$$

(以下、類似度という) に応じて相互作用をおこす。2人のビジネス構造が近いほど相互作用がおきやすく、相互作用をすればするほど、よりビジネス構造が近くなるモデルである。ここで相互作用とは、 a_i と a_j の間で、 $str_{ik\tau}^{ABM} \neq str_{jk\tau}^{ABM}$ のとき、(i) $str_{ik\tau}^{ABM}$ を $str_{jk\tau}^{ABM}$ によって、または、(ii) $str_{jk\tau}^{ABM}$ を $str_{ik\tau}^{ABM}$ によって、置き換えることをいう。(i) と (ii) のどちらの置換がなされるかは、 a_i と a_j の組織構造上の上司・部下関係を判定したうえで、後述の「認知バイアス」と「上意下達の割合」を勘案して決定される。

(a) 認知バイアス

タグモデルでは、前述の類似度に応じた確率でタグの要素が書き換わり、文化の伝播を表現していた。

提案モデルでは、構成員が長期にわたって持っているビジネス構造は変わりづらくまた、組織も「環境認識の変わりづらさ」[29], [30] を持つという前提から、構成員間のビジネス構造の伝播確率を以下のように定義する。構成員 a_i が持つビジネス構造 $str_{ik\tau}^{ABM}$ を構成員 a_j が持つビジ

ネス構造 $str_{jk\tau}^{ABM}$ に伝播させる確率を $p_{ijk\tau}$, 類似度を $r_{ij\tau}$, $str_{jk\tau}^{ABM}$ を保持している期間を $t_{jk\tau} \in T^{hold}_{j\tau}$ とすると,

$$p_{ijk\tau} = r_{ij\tau} \frac{K}{1 + (K/p_0 - 1)e^{-v_{in}t_{jk\tau}}}$$

なる関数を作業仮説として提示する. ここで, 感度パラメタ v_{in} を「慣性」とし ($v_{in} \in I$, $I = \{i; 0 < i < 1\}$), $p_0 = c_0$, $K = c_1$ (c_0, c_1 は定数) とする.

(b) 上意下達の割合

相互作用を行う 2 人の構成員 a_i と a_j が決定した後, a_i と a_j の上司・部下関係 (4.2.1 項で示す構成員のナンバー) が参照される. そして, 認識の伝播の方向が次のように決定される: 1) 上司から部下へ, 確率 r_{td} , 2) 部下から上司へ, 確率 $1 - r_{td}$. ここで, 確率 r_{td} を「上意下達の割合」とする.

3.5.2 外部環境-環境認識主体間の相互作用

提案モデルでは, 組織の側から外部環境を操作することは考えない. すなわち, 外部環境は環境認識主体と相互作用を行うことで認識を伝播させるが, その逆は取り扱わないこととする.

ここで, 外部環境 E_s^{ABM} の k 番目の要素を構成員 a_i に伝播させる確率 $p_{iEk\tau}$ は,

$$p_{iEk\tau} = r_{iE\tau} = \frac{\sum_{k=1}^{2N^{factor}} \beta_{iEk\tau}}{2N^{factor}},$$

$$\beta_{iEk\tau} = \begin{cases} 1 & (str_{ik\tau}^{ABM} = e_k) \\ 0 & (\text{otherwise}) \end{cases}$$

で与えることとする.

3.6 組織のパフォーマンス

タイムステップ τ における組織のパフォーマンスを以下のように定義する.

$$performance_{\tau} = \frac{1}{N^{agent}} \frac{1}{2N^{factor}} \sum_{i=1}^{N^{agent}} \sum_{k=1}^{2N^{factor}} \gamma_{ik\tau}$$

$$\gamma_{ik\tau} = \begin{cases} 1 & (str_{ik\tau}^{ABM} = e_k) \\ 0 & (\text{otherwise}) \end{cases}$$

この定義から, シミュレーション時間全体において, 構成員間での認識の一致度合いが高く, 外部環境と組織の認識の一致度合いが高いほど, パフォーマンスが高くなるようになっている. なお, 後述のシミュレーションでは, 組織の階層 (トップ, ミドル, ボトム) ごとに当該計数を算出する.

3.7 構成員の意思決定

3.5 節で述べた相互作用により, 構成員 a_i が持つビジネス構造 $Str_{i\tau}$ は時間的に変化していく. 4.2 節のシ

表 2 エージェントモデルと MDDM の構成要素の対応関係

Table 2 Correspondence between the components of the presented agent-based model and the components of MDDM.

構成要素	エージェントモデル	MDDM
エージェント	A^{ABM}	A^{MDDM}
ビジネス構造(全体)	-	B_s^{MDDM}
ビジネス構造(各エージェント)	$Str_{i\tau}^{ABM} = (Obj_{i\tau}^{ABM}, Res_{i\tau}^{ABM})$	-
コネクション	$C^{ABM}(N^{ABM}_{fm}, N^{ABM}_{to})$	$C^{MDDM}(N^{MDDM}_{fm}, N^{MDDM}_{to})$
意思決定	D^{ABM}	D^{MDDM}
外部環境	E_s^{ABM}	E^{MDDM}
イベント	V^{ABM}	V^{MDDM}
階層	L^{ABM}	L^{MDDM}
タイムインデックス	T^{ABM}	T^{MDDM}
状態	S^{ABM}	S^{MDDM}

ミュレーションでは, 初期状態として, 全構成員のビジネス構造が変化前の外部環境 E_{before}^{ABM} と完全に一致している状況を想定する. その後, タイムステップ τ にて, ビジネス構造 $Str_{i\tau}$ と変化後の外部環境 E_{after}^{ABM} とが一致したときに, その構成員は意思決定を行ったものと見なす. 意思決定は以下のとおり形式的に記述できる: $D^{ABM} = \{\Delta a_i = (a_i, E_{before}^{ABM}, E_{after}^{ABM}, \tau) \mid \text{エージェントモデルにおける意思決定, } a_i \in A^{ABM}, \tau \in T^{ABM}\}$

3.8 エージェントモデルと MDDM の構成要素の対応

3.2 節~3.7 節で述べたエージェントモデルの構成要素と, 2.2 節で述べた MDDM の構成要素を比較したものが, 表 2 である. なお, エージェントモデルにおける結線 (コネクション) の集合 C^{ABM} は, 以下のように定義する:

$$C^{ABM}(N^{ABM}_{fm}, N^{ABM}_{to}) = \{(\kappa, n_{fm}, n_{to}) \mid \kappa: \text{結線, ノード: } n_{fm} \in N^{ABM}_{fm}, n_{to} \in N^{ABM}_{to}\},$$

$$N^{ABM}_{fm}, N^{ABM}_{to} \subseteq N^{ABM}$$

$$N^{ABM} = A^{ABM} \cup E_s^{ABM} \cup V^{ABM}$$

4. デモンストレーション

4.1 実ケースの書き下し

本節では, ビジネス構造の変化をとまなう実ケースを, MDDM により決定関式として表現する. 決定関式は, 意思決定素子の配置と結線により, 意思決定の相違を描き分けることができる. ここでは, 基本的な例として, トップダウン型とボトムアップ型の意思決定スタイルについて, 実ケースに MDDM を適用する. これにより, 実ケースについて, 意思決定プロセスを可視化し, 形式的に記述・表現できることを例示する.

4.1.1 本稿で用いる実ケースとその概要

本節では, 経営意思決定によるイノベーションの古典的な事例として, 富士フィルムの第 2 の創業のケース [13] とホンダによる北米二輪車市場への進出過程のケース [14] を

取り上げる。それぞれ、企業組織の外部環境に対する認識およびその階層間伝播を扱ったケースであると解釈できる。概要は以下のとおりである。

(a) 富士フィルム：第2の創業 [13]

- 従来、富士フィルムは、銀塩フィルムに代表される「イメージングソリューション」事業に傾注しており、他社の動きを慎重に観察して素早く取り込むなど、保守的な R&D 体制を敷いていた。
- その後、銀塩フィルム市場の縮小・需要の急速な落ち込みを通じ、同業他社（ポラロイド、コダック）の凋落に直面した。
- 社長の小森氏は、「イメージングソリューション」事業からの脱却を図り、M&Aの積極活用により「高機能材料」事業や「ライフサイエンス」事業など多角化を志向した。先進・独自の技術をもって、最高品質の商品やサービスを提供するべく、研究開発費用の配分を中央で管理する R&D 統括本部を設置するなど、独創的な R&D 体制を構築した。

(b) ホンダ：北米二輪車市場への進出過程 [14]

- 当初、Hondaはライバルとなるハーレー社やBMW社同様、大型高速のハイウェイ・バイク市場を攻略すべく目的・目標を設定し、資源配分を行っていた。
- しかし、その戦略の下では営業成績が振るわず、市場に食い込むことができなかった。
- 当地に派遣されていたマーケティング統括の川島氏は、経費節減のために持ち込んだ Super Cub に乗りながらディーラーを開拓していた。Super Cub に対する現地ロサンゼルス住民からの照会を通じて、小型・レクリエーション用のバイク市場が存在することを認識した。
- 当該認識を東京本社に伝達し、反対論が強かったものの、最終的には全社的な戦略を変更することができた。Hondaは軽量レクリエーション・バイクにより北米において新たな市場の創造を目指し、目的・目標、資源配分などを転換した。
- 北米ローエンド・バイク市場の攻略を契機に、上位市場へ進出する戦略をとった。ついには欧米のバイク市場で確固たる地位を築いた。「破壊的イノベーション」の一事例とされている。

4.1.2 MDDM による実ケースの書き下し

MDDM を用いて 4.1.1 項の内容を書き下した例が図 3(a), (b) である。

(a) 富士フィルムのケース

富士フィルムのケースは、1) 社長の小森氏 (Strategic Layer) が、2) 銀塩フィルム市場の縮小という外部環境の変化を正しく認識し、3) 特定事業への傾注および保守的な R&D 体制というビジネス構造の転換を図った、と解釈できる。このように、富士フィルムのケースの決定図式

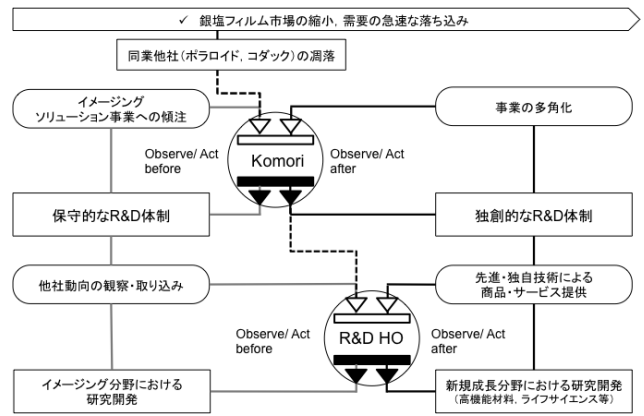


図 3 (a) MDDM を用いて富士フィルムの第2の創業のケース [13] を書き下した例。トップダウン型意思決定が行われたケースであることが見てとれる

Fig. 3 (a) Example of the decision diagram describing the case of Fujifilm's second foundation [13] by using MDDM: top-down type decision making process case.

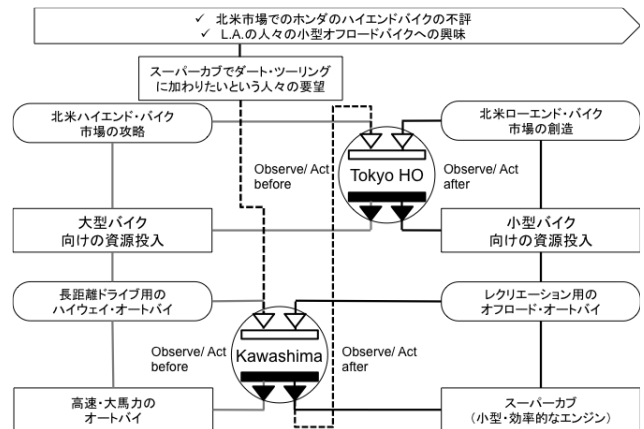


図 3 (b) MDDM を用いてHondaの北米二輪車市場への進出のケース [14] を書き下した例。ボトムアップ型意思決定が行われたケースであることが見てとれる

Fig. 3 (b) Example of the decision diagram describing the case of Honda's entry into the North American motorcycle market [14] by using MDDM: bottom-up type decision making process case.

(図 3(a)) は、右下がりの意思決定素子の配置と、社長である小森氏からの要請イベントにより、富士フィルムのビジネス構造がトップダウンに変化するプロセスを表現している。

(b) Hondaのケース

他方、Hondaのケースは、1) 現場統括の川島氏 (Field Layer) が、2) 住民からの照会 (イベント) により、3) 環境変化を認識し、4) 東京本社 (Strategic Layer) を通じて、5) ビジネス構造を変化させた、と解釈できる。このように、Hondaのケースの決定図式 (図 3(b)) は、右上がりの意思決定素子の配置と、現地マネージャである川島氏から東京本社への要請イベントにより、Hondaの北米における

表 3 本稿のシミュレーションで用いたパラメタセット

Table 3 Parameter set used in the simulation.

パラメタ名	(a) トップダウン型	(b) ボトムアップ型
エージェント数 N^{agent}	15	同左
目的・手段集合の要素数 N^{factor}	3	同左
代替特性 $N^{attribute}$	2	同左
慣性 v_{in}	0.001	同左
認識伝播に係る定数 c_o	1.0	同左
認識伝播に係る定数 c_i	0.05	同左
上意下達の割合 r_{td}	60%	同左
組織階層 $\#L^{ABM}$	4	同左
環境認識主体	トップ, 3エージェント (agent#01, #02, #03)	ボトム, 3エージェント (agent#08, #10, #12)
非公式ネットワーク	なし	環境認識主体-トップ間 (トップ: agent#01)

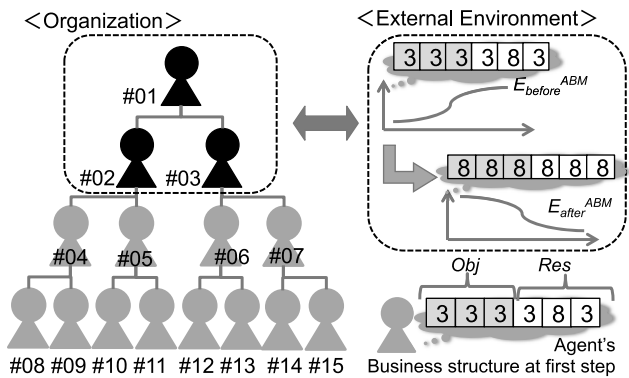


図 4 (a) 組織階層の模式図およびシミュレーション設定：トップダウン型の意思決定プロセス

Fig. 4 (a) Schematic representation of the organizational hierarchy and simulation setting: top-down type decision-making case.

ビジネス構造がボトムアップに変化するプロセスを表現している。

4.2 仮想ケースの書き下し

本節では、組織のエージェントモデルのシミュレーション・ログから生成される仮想ケースを、MDDMにより表現する。仮想ケースについて、意思決定プロセスを可視化し、形式的に記述・表現できることを例示する。なお、本モデルは Java 言語で構築した。

4.2.1 パラメタおよびシミュレーション設定

3章で説明したモデルを用い、表 3 の 2 パターンのパラメタによりシミュレーションを行った。

共通のパラメタは、エージェント数 N^{agent} : 15, 組織階層 $\#L^{ABM}$: 4 (トップ: 上位 2 階層, ミドル: 第 3 階層, ボトム: 第 4 階層), 目的・手段集合の要素数 N^{factor} : 3, 上意下達の割合 r_{td} : 60%, シミュレーションのタイムステップ数 $\tau_{last} = 100$, とした。そのうえで、環境認識主体と非公式コミュニケーションの違いにより、(a) トップダウン型と (b) ボトムアップ型の意思決定プロセスを表現する (図 4(a), (b))。

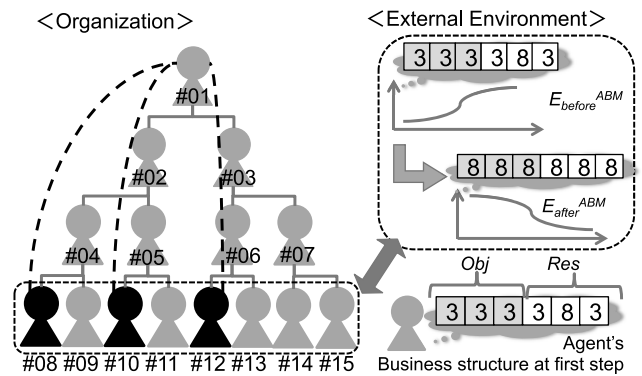


図 4 (b) 組織階層の模式図およびシミュレーション設定：ボトムアップ型の意思決定プロセス

Fig. 4 (b) Schematic representation of the organizational hierarchy and simulation setting: bottom-up type decision-making case.

(a) トップダウン型の意思決定プロセス

環境認識主体はトップの 3 エージェント (agent#01, #02, #03) とし、非公式ネットワークは考慮せず、公式ネットワークのみでつながるとした。なお、シミュレーション設定は、初期状態として、全構成員のビジネス構造が当初の外部環境と完全に一致している状況を想定した。シミュレーション開始とともに外部環境が変化し、当該外部環境に対して構成員がビジネス構造を変化させていく。ここで、全構成員の当初のビジネス構造 Str_{i0}^{ABM} および外部環境 E_{before}^{ABM} をタグ “333, 383”, 変化後の外部環境 E_{after}^{ABM} をタグ “888, 888” で表した。

(b) ボトムアップ型の意思決定プロセス

環境認識主体はボトムの 3 エージェント (agent#08, #10, #12) とし、それぞれトップ (agent#01) と非公式ネットワークでつながる設定とした。なお、シミュレーション設定は (a) と同様である。

4.2.2 シミュレーション結果

サンプルシミュレーションの結果を図 5(a), (b) に示す。下図は組織階層ごとのパフォーマンスの推移である。

(a) トップダウン型の意思決定プロセス

初期ステップでは、環境認識主体であるトップの構成員のビジネス構造が先行して外部環境と一致していく (たとえば、agent#01 のビジネス構造が最初に外部環境と完全一致するのは 5step)。そのため、トップのパフォーマンスが先行して向上している。その後、トップからミドル、ボトムへ上意下達により、ビジネス構造が徐々に下位層へ伝播されていく (たとえば、ボトムの agent#14 のビジネス構造が最初に外部環境と完全一致するのは 41step)。最終的には、44step にて、全構成員のビジネス構造が新たな外部環境と一致した。なお、各階層のパフォーマンスが必ずしも単調増加していないのは、任意の構成員がいったん外部環境とビジネス構造を一致させたとしても、その上位または下位の構成員から、旧来のビジネス構造を伝播される

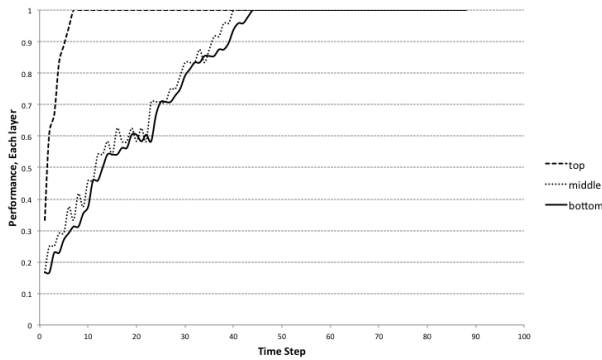


図 5 (a) トップダウン型の意思決定プロセスにおける組織階層ごとのパフォーマンスの推移

Fig. 5 (a) Changes in the performance for each organizational hierarchy in top-down type decision-making process.

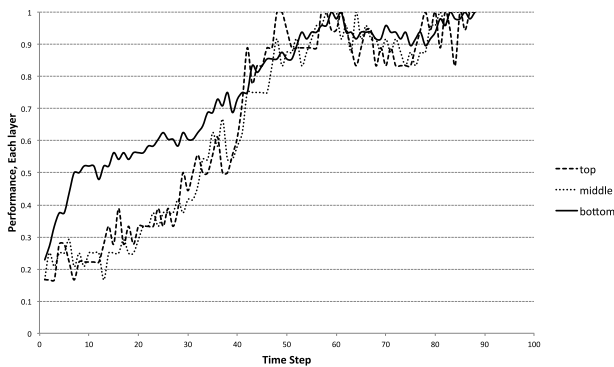


図 5 (b) ボトムアップ型の意思決定プロセスにおける組織階層ごとのパフォーマンスの推移

Fig. 5 (b) Changes in the performance for each organizational hierarchy in bottom-up type decision-making process.

ことがありうるためである。

(b) ボトムアップ型の意思決定プロセス

初期ステップでは、環境認識主体であるボトムの構成員を通じて外部環境が組織内に伝播していく（たとえば、agent#08 のビジネス構造が最初に外部環境と完全一致するのは 13step）。そのため、20step 程度まではボトムのパフォーマンスが先行して向上している。その後、環境認識主体（agent#08, #10, #12）とトップ（agent#01）の間の非公式コミュニケーション・ネットワークを通じ、外部環境がトップに伝播する（agent#01 のビジネス構造が最初に外部環境と完全一致するのは 45step）。さらにトップからミドル、ボトムへ上意下達によりビジネス構造が共有されていく（主に 50step 以降）。最終的には、88step にて、全構成員のビジネス構造が新たな外部環境と一致した。

4.2.3 MDDM による仮想ケースの書き下し

以上のシミュレーション結果を MDDM により書き下したものが下図である（図 6 (a), (b)）。一般的な MDDM の書き下し方法は、本稿の付録に記載したとおりである。ここでは、3.8 節での整理を受け、エージェントモデルのシ

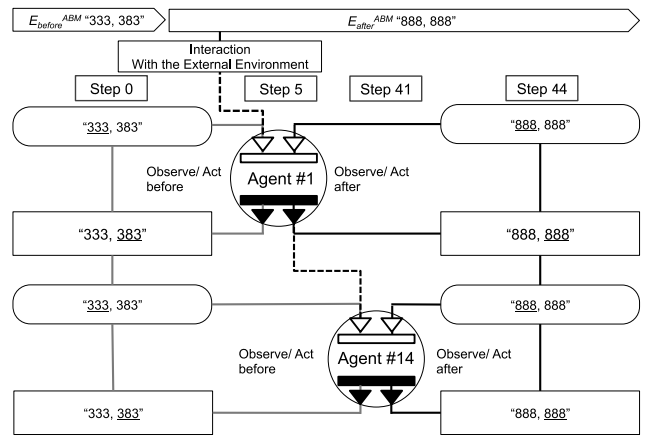


図 6 (a) MDDM を用いて組織の環境認識モデル [15] のシミュレーション・ログを書き下した例。4.1.2 項 (a) で示した富士フィルムのケースの書き下し例と同様、トップダウン型の意思決定が行われたケースであることが見て取れる

Fig. 6 (a) Example of constructing a virtual case by using MDDM: top-down type decision-making is conducted.

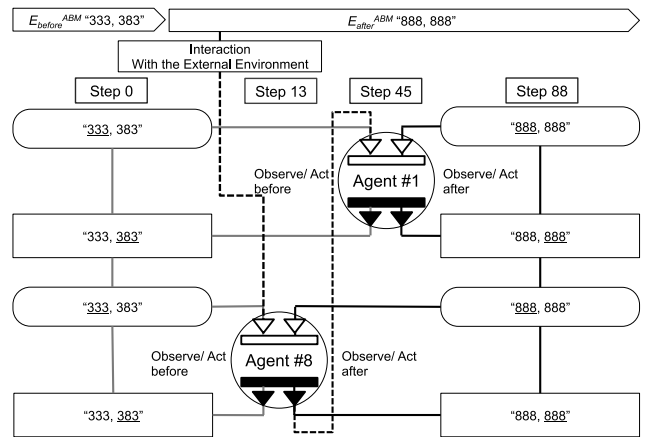


図 6 (b) MDDM を用いて組織の環境認識モデル [15] のシミュレーション・ログを書き下した例。4.1.2 項 (b) で示したホンダのケースの書き下し例と同様、ボトムアップ型の意思決定が行われたケースであることが見て取れる

Fig. 6 (b) Example of constructing a virtual case by using MDDM: bottom-up-type decision-making is conducted.

ミュレーション結果との対応を意識し、書き下し方法の概要を示す。

(step 1) 記述対象とする構成員の選択

仮想ケースの分析者は、MDDM に記述する構成員 $A^{ABM-selected} \subseteq A^{ABM}$ を選択する。シミュレーション対象の全エージェントを選ぶ必要はなく、分析者の任意で選択できるものとする。1.3 節で述べたとおり、MDDM は、ケースの内容すべてを一意的に記述しようとするものではなく、ケースについての内容を特定の解釈に沿って記述することが許容されているためである。

(step 2) 意思決定コンポーネントの配置

対象とする構成員 $A^{ABM-selected}$ の意思決定 D^{ABM} を参

照し、決定図式の中央部に意思決定コンポーネント D^{MDDM} を配置する。ここで、意思決定コンポーネントを複数記述する際の相対的な位置関係は以下のように決定する：

2-1) 時系列（左右）方向：対象構成員 $a \in A^{ABM-selected}$ の意思決定 D^{ABM} におけるタイムステップ $\tau \in T^{ABM}$ を参照し、意思決定の先後を判断。環境コンポーネントの示す時間順序に従い、意思決定が先のを相対的に左側に記述する（必要に応じて、当該タイムステップ数を付記する）。

2-2) 組織内階層（上下）方向：対象構成員 a の階層 $l \in L^{ABM}$ を参照し、社員エージェントの階層順に上側から配置する。

(step 3) 環境コンポーネントの配置

対象とする外部環境 E_{before}^{ABM} と E_{after}^{ABM} を参照し、決定図式の上部左および上部右に環境コンポーネントとして配置する（それぞれ E_{before}^{MDDM} と E_{after}^{MDDM} ）。

(step 4) ビジネス構造コンポーネントの配置

変化前における外部環境 E_{before}^{ABM} を参照し、(step 2) で記述した意思決定コンポーネントの左側に変化前のビジネス構造コンポーネントを配置し (B_{before}^{MDDM})、観測・行動 (before) 端子と結線する（灰色実線）。同様に、変化後における外部環境 E_{after}^{ABM} を参照し、意思決定コンポーネントの右側に変化後のビジネス構造コンポーネントを配置し (B_{after}^{MDDM})、観測・行動 (after) 端子と結線する（黒色実線）。

(step 5) イベントシンボルの配置

対象とするイベント V^{ABM} を参照し、関連する意思決定コンポーネントの近傍に配置する (V^{MDDM})。

(step 6) 各コンポーネント間の結線

結線（コネクション） C^{ABM} を参照し、意思決定コンポーネント間や外部環境-イベントコンポーネント間、イベント-意思決定コンポーネント間を結線する（点線）。

(a) トップダウン型の意思決定プロセス

ここでは、環境認識主体であるトップの agent#01 と、ボトムを構成する agent#14 に注目し、決定図式を記述した。4.1.2 項 (a) で示した富士フィルムのケースと同様、1) トップが新たな外部環境を認識し、2) トップを通じて全社のビジネス構造を一様化させた、トップダウン型の意思決定が行われたケースとして記述することができる。

(b) ボトムアップ型の意思決定プロセス

ここでは、環境認識主体である agent#08 とトップを構成する agent#01 に注目し、決定図式を記述した。4.1.2 項 (b) で示したホンダのケースと同様、1) ボトムが新たな外部環境を認識し、2) トップを通じて全社のビジネス構造を一様化させた、ボトムアップ型の意思決定が行われたケースとして記述することができる。

5. おわりに

本稿では、意思決定志向のビジネスケースを対象とし、ビジネス構造の変化をとともう組織構成員の意思決定を表現する MDDM を用いて、実ケースと仮想ケースの双方につき、意思決定プロセスを可視化し、形式的に記述・表現した。

具体的には、1) 実ケースとして、トップダウン型とボトムアップ型の意思決定スタイルにかかわる古典的な事例である富士フィルム・第二の創業のケース [13] とホンダの北米市場攻略のケース [14] を採用した。また、2) 仮想ケースとして、組織の環境認識にかかわるエージェントモデル [15] から生成されたシミュレーション・ログを取り扱った。MDDM を用いることで、実ケースと仮想ケースの双方につき、意思決定プロセスを可視化し、形式的に記述しうることを例示した（図 3; 図 6）。このように、実ケースやシミュレーションモデルの作成者や分析者などステークホルダーの間で、解釈や認識の異同を明示化しうるようになった。

システムデザイン分野やシミュレーション分析分野への貢献としては、従来のような自然言語に基づいたビジネスケース比較ではなく、本稿のような可読性や視認性をもった記述・表現による比較を実施することにより、ステークホルダー間で議論やコミュニケーションを活発化し、効果的な事例比較を行いうることがあげられる。

今後の課題は以下のとおりである：1) 他のビジネスケースやエージェントモデルにおいても本稿と同様に適用可能であるか検証を行うこと、2) 本稿はビジネスケースとエージェントモデルを対象としたが、今後はゲーミングも含めた手法間におけるストーリーやシナリオの共有可能性を探ること。

参考文献

- [1] 竹村正明：ケースメソッド：思考プロセスの事前経験，彦根論叢，Vol.334，滋賀大学経済経営研究所，pp.199-220 (2002).
- [2] 竹内伸一(著)，高木晴夫(監修)：ケースメソッド教授法入門—理論・技法・演習・ココロ，慶應義塾大学出版株式会社 (2010).
- [3] George, A.L. and Bennett, A.: Case studies and theory development in the social sciences (BCSIA studies in international security), Cambridge, Mass. MIT Press (2005).
- [4] Yin, R.K.: Case Study Research, 2nd edition, Sage Publications (1994), 近藤公彦(訳)：ケース・スタディの方法，千倉書房 (1996).
- [5] 寺野隆雄，小山友介：ゲーミフィケーション：世界をゲームとしてデザインする，計測と制御，Vol.54, No.7, pp.494-500 (2015).
- [6] Wassermann, S.: Introduction to case method teaching: A guide to the galaxy, Teachers College Press (1994).
- [7] 田中 浩：ケーススタディを使用した会計教育の論点，松本大学研究紀要，No.11, pp.191-203 (2013).

- [8] Clawson, J.G.: Casewriting, in Darden Graduate Business School Foundation, A Guide to Casewriting (2008).
- [9] 小林知巳, 高橋 聡, 國上真章, 吉川 厚, 寺野隆雄: エージェントシミュレーションでケースを説明する, Proc. JAWS 2012, 62 in memory (2012).
- [10] 國上真章, 菊地剛正, 寺野隆雄: ビジネスケースの経営意思決定を記述するための形式モデル, 合同エージェントワークショップ&シンポジウム 2018 (JAWS2018) 予稿集 (2018).
- [11] Kunigami, M., Kikuchi, T. and Terano, T.: A Formal, Descriptive Model for the Business Case of Managerial Decision-Making, *The 15th International Conference on Innovation & Management (ICIM2018)* (2018).
- [12] Kunigami, M., Kikuchi, T. and Terano, T.: A Formal Model of Managerial Decision Making for Business Case Description, Koch, F. (Ed.), *Letters of the Special Discussion on Evolutionary Computation and Artificial Intelligence, General Conference on Emerging Arts of Research on Management and Administration (GEAR 2018)*, Communications in Computer and Information Science, Vol.999, pp.21–26, Springer (2019).
- [13] ハーバード・ビジネス・スクール(著), ハーバード・ビジネス・スクール日本リサーチ・センター(編): ケース・スタディ 日本企業事例集, ダイヤモンド社, pp.69–110 (2010).
- [14] Christensen, C.M.: *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*, Harvard Business School Press (1997).
- [15] 鳥山正博, 菊地剛正, 山田隆志, 寺野隆雄: エージェントシミュレーションを用いた組織構造最適化の研究—スキーマ認識モデル, 電子情報通信学会誌, Vol.J92-D, No.11, pp.1919–1926 (2009).
- [16] 村本芳郎: ケース・メソッド経営教育論, 文眞堂現代経営学選集 5, 文眞堂 (1982).
- [17] Object Management Group: UML 2.5.1 (2017), available from <https://www.omg.org/spec/UML/> (accessed 2018-12-25).
- [18] Petri Nets World, available from <http://www.informatik.uni-hamburg.de/TGI/PetriNets/index.php> (accessed 2018-12-25).
- [19] Object Management Group: The Business Process Model and Notation Specification ver.2.0.2 (2014), available from <https://www.omg.org/spec/BPMN/> (accessed 2018-12-25).
- [20] Beer, S.: *Brain of the Firm: Managerial Cybernetics of Organization*, Allen Lane (1972).
- [21] Osterwalder, A. and Pigneur, Y.: *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers*, 1st edition, Wiley (2010), 小山龍介(訳): ビジネスモデル・ジェネレーションビジネスモデル設計書, 翔泳社 (2012).
- [22] Object Management Group: The Case Management Model and Notation Specification Ver.1.1 (2016), available from <https://www.omg.org/spec/CMMN/> (accessed 2018-12-25).
- [23] Sawatani, Y., Kashino, T. and Goto, M.: Analysis and Findings on Innovation Creation Methodologie (2016), available from <https://www.slideshare.net/YurikoSawatani/analysis-and-findings-on-innovation-creation-methodologies> (accessed 2018-12-25).
- [24] 松島裕康, 内種岳詞, 辻 順平, 山下倫央, 伊藤伸泰, 野田五十樹: 実験計画法による実験数削減と有意なパラメータ探索の避難シミュレーション分析への適用, 人工知能学会論文誌, Vol.31, No.6, pp.1–9 (2016).
- [25] 倉橋節也: 社会システムの研究動向 4—評価・分析手法 (2)—モデル推定と逆シミュレーション手法, 計測と制御, Vol.52, No.7, pp.588–594 (2013).
- [26] 和泉 潔, 池田竜一, 山本仁志, 諏訪博彦, 岡田 勇, 磯崎直樹, 服部 進: 可能世界ブラウザとしてのエージェントシミュレーション: ターゲットマーケティングへの応用, 電子情報通信学会論文誌, Vol.96, No.12, pp.2877–2887 (2013).
- [27] 田中祐史, 國上真章, 寺野隆雄: エージェントシミュレーションにおけるログクラスターの系統的分析からわかること, シミュレーション&ゲーミング, Vol.27, No.1 (2017).
- [28] Axelrod, R.: The Dissemination of Culture: A Model with Local Convergence and Global Polarization, *Journal of Conflict Resolution*, Vol.41, pp.203–326 (1997).
- [29] 加護野忠男: 組織認識論, 千倉書房 (1988).
- [30] 沼上 幹, 軽部 大, 加藤俊彦, 田中一弘, 島本 実: 組織の「重さ」, 日本経済新聞社 (2007).

付 録

経営意思決定表現モデル (MDDM) の詳細

本稿 2.2 節で述べた MDDM [10], [11], [12] につき, 主要コンポーネントおよび決定図式について, 以下のとおり詳述する。

A.1 主要コンポーネントについて

MDDM は, ビジネス構造, 環境, エージェントの意思決定という 3 種類のコンポーネントからなる。

A.1.1 ビジネス構造 (Business Structure)

ビジネス構造コンポーネントは, 組織のビジネスを, 目的—手段結合ペアの階層的な構造として表現する。ここで階層は, ビジネスの性質と記述の粒度に応じて, 上層 (たとえば, トップマネジメント, 戦略レベルなど) から下層 (チームマネジメント, 現場レベルなど) まで適切に層別するものとする。

ビジネス構造コンポーネントは, 目的シンボル, 手段シンボル, および, それらの接続子からなる。目的シンボルはビジネス構造の該当する階層における目的あるいは目標を表す。手段シンボルは, 接続子によって連結された目的シンボルを達成するために必要な手段としての資源, プロセスを表す (図 A-1)。

ビジネス全体の階層構造は, 上位層の手段シンボルが, 下位層の対応する目標シンボルと接続され詳細化, 具体化することにより表現される。

A.1.2 環境 (Environment)

環境コンポーネントは, 状態シンボル, イベントシンボルおよび接続子からなる。状態シンボルは, 技術, 市場, 制度, 他組織の動向など, 外部条件それらの変化, あるいは財務, 人事, 部内技術などの内部条件とそれらの変化を表す。イベントシンボルは, 特定の状態あるいはその変化がエージェントの決定を引き起こすという出来事, あるい

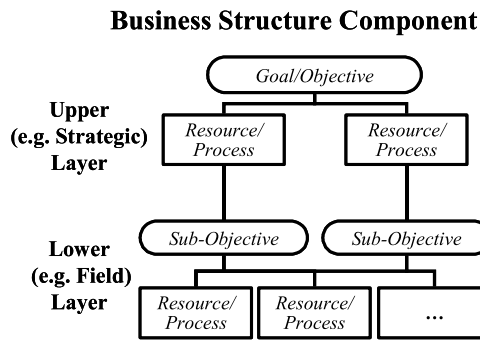


図 A-1 ビジネス構造コンポーネントは、ビジネスにおける目的-手段ペアの階層構造を表す

Fig. A-1 Business Structure Component represents the multi-layered structure of objectives-resources couplings in the organizational business.

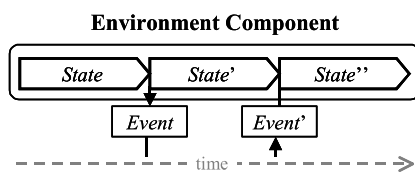


図 A-2 環境コンポーネントは、ビジネス内外の環境状態と環境状態が引き起こすイベントを表す

Fig. A-2 Environment Component represents the states inside or outside of the business, events caused by those state or agents' decisions.

はエージェントの決定が状態の変化を引き起こすという出来事を示す (図 A-2)。

環境コンポーネントでは、状態シンボルおよびイベントシンボルが、生起順に左から右に向けて配置される。これにより環境コンポーネントは、時間順序の指標としての機能も果たす。

A.1.3 意思決定 (Decision-making)

エージェントの意思決定は、エージェントが組織のビジネス構造における特定の目的-手段ペアを変更・再定義することとして表現する。エージェントの個々の意思決定は、4つの端子を備えた意思決定素子として表す。また意思決定素子は、接続子によりイベントシンボルを介して環境コンポーネントおよび他のエージェントの意思決定素子に結線され、これらの間における因果関係などを表現する (図 A-3)。

意思決定素子は、エージェントの名称と左右2組計4つの端子からなる。意思決定素子の左2つの端子はエージェントの意思決定以前における観察-行動ペアを表し、右2つの端子は意思決定以前における観察-行動ペアを表す。それぞれの観察-行動ペアは、ビジネス構造の目的シンボルと手段シンボルに接続子により結線される。これにより意思決定するエージェントの、観察-行動ペアとそのエージェントにとっての目的-手段ペアが対応付けられる。

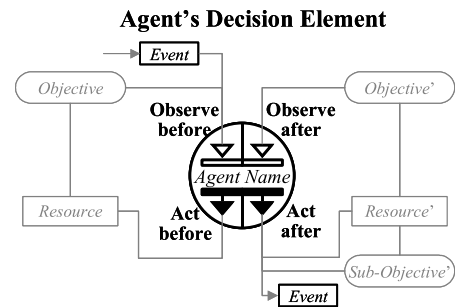


図 A-3 意思決定素子は、エージェントの意思決定を目的-手段関係の変化・再定義として表す

Fig. A-3 Agent's Decision element describes how the agent re-defines the objectives-resources coupling in the business structure component.

左の観察-行動ペアのうち、左上の端子は、接続子によりエージェントが意思決定以前に目的・目標として観察・参照していたビジネス構造のシンボルに結線される。これによりエージェントがそれまで、そのシンボルで表されるビジネスの要素を目標として、参照していたことを表す。また左下の端子は、このエージェントが、上の目標のための資源あるいは手段として操作・行動の対象としていたビジネスの要素に結線される。

これに対し右の観察-行動ペアのうち、右上の端子は、意思決定の結果としてエージェントが新たに目標としたビジネス要素に結線され、右下の端子は、当該の新しい目標のための手段として新たに操作、行動の対象とされたビジネスの要素に結線される。

これにより、ビジネス構造のうち、特定の部分の目的-手段ペアを変更・再定義することとしてエージェントの意思決定を表現することができる。

また、意思決定素子の左上の観察端子は、環境や他のエージェントの意思決定接続されたイベントシンボルと接続子により結線されることで、この意思決定がこれらのイベントがトリガーとなって生じたことを表す。同様に、意思決定素子の右下の行動端子は、接続子によりイベントシンボルを介して他のエージェントの意思決定や環境と結線され、その意思決定が他のエージェントの意思決定や環境の状態変化のトリガーとなっていることを表す。

A.2 決定図式について

MDDMは、ビジネス構造、環境、意思決定素子という3種のコンポーネントを用いて、ビジネス構造の変化をとまなう経営意思決定を決定図式として表現する。決定図式は、3種のコンポーネントを配置し、コンポーネントの各要素を接続子により結線することにより構成される。このように構成された決定図式は、2.2節において要求された性質を満たす。

A.2.1 決定図式内のコンポーネント配置

決定図式の構成は、コンポーネントの配置と結線からなる。ここでは、環境と2つのビジネス構造、エージェントの意思決定を配置する方法を示す。

はじめに、環境コンポーネントを決定図式の上辺または下辺あるいは必要に応じて両方に配置する。環境コンポーネントは、決定図式の水平方向に左から右へと時間順序を導入する(図1上)。

次に、ビジネス構造の変化を表すために、構造変化前後の2つのビジネス構造コンポーネントを、決定図式の左右両端に配置する。このとき左側のビジネス構造コンポーネントは、構造変化以前に存在したビジネス構造を表し、「Before」構造または「As Is」構造と呼ぶこととする(図1左)。一方、右側のビジネス構造コンポーネントは、エージェント達の経営意思決定の結果として新たに再定義された目的-手段ペアから構成されるビジネス構造を表し、これを「After」構造または「To Be」構造と呼ぶこととする(図1右)。

これらの左右のビジネス構造コンポーネントも、環境コンポーネントとともに決定図式内の水平方向に時間順序の始点と終点を与える。また決定図式内の垂直方向の位置に、経営戦略、トップマネジメントからフィールド・オペレーション、チームマネジメントにいたる階層的な上下関係を導入する。

これらの環境コンポーネント、ビジネスのBeforeとAfter構造コンポーネントで囲まれた領域内に、エージェントによる意思決定素子を配置し、これらを接続する。意思決定素子は、意思決定の対象となる目標と資源が属する垂直階層と、意思決定が行われる時間順に対応する水平位置に配置される。

A.2.2 決定図式内のコンポーネント間の結線

次に決定図式内での意思決定素子と、BeforeとAfterビジネス構造コンポーネント、環境コンポーネント、他の意思決定素子を、接続子により必要に応じてイベントを介して結線する。

意思決定素子とビジネス構造コンポーネント間の結線は、次のように行うことで、ビジネス構造の変化とエージェントの意思決定を関係付ける。まず、各決定素子の左上の観察端子は、Before構造コンポーネントにおいて、目的あるいは目標としてエージェントが観察していた要素のシンボルに結線される。左下の行動端子は、Before構造コンポーネントにおいて上の目標と対応する資源・手段としてエージェントが行動の対象とした要素のシンボルに結線される。

同様に、決定素子の右上の観察端子は、After構造コンポーネントにおいて、エージェントが新しい目的・目標として再定義したシンボルに結線される。そして右下の行動端子は、After構造コンポーネントの上の新しい目標と対

応する新しい資源・手段に結線される。これにより、エージェントの意思決定が、ビジネス構造の目的-手段ペアを変更・再定義するプロセスが表現される。

決定素子と環境コンポーネントは、次のように結線し、環境状態または状態の変化とエージェントの意思決定を関係付ける。環境状態または状態変化がエージェントの意思決定に影響を与えている場合には、当該の状態シンボルまたは変化している状態シンボル間の境目から、意思決定素子の左上(意思決定前)の観察端子に、影響の内容を示すイベントシンボルを介して結線する。逆にエージェントの意思決定が環境状態の変化に影響を与えている場合は、当該の意思決定素子の右下(意思決定後)の行動端子から、影響の内容を示すイベントシンボルを介して、変化する状態シンボル間の境目に結線する。

同様に、エージェントの意思決定どうしは次のように結線し、意思決定を相互に関係付ける。エージェントの意思決定が別のエージェントの意思決定を引き起こしたり影響を与えたりする場合は、影響を与える意思決定素子の右下(意思決定後)の行動端子を、影響を受ける意思決定素子の左上(意思決定前)の観察端子に、影響の内容を示すイベントシンボルを介して結線する。

なお、本稿の決定図式では視認性の向上のため、ビジネス構造Beforeから意思決定素子への結線を灰色で、イベントシンボルにつながる結線を点線で表記している。

A.2.3 決定図式内の性質

このように構成された決定図式は、次の性質を表現することができる。

(a') Before After 2つのビジネス構造コンポーネントによって、ビジネス構造の階層構造とその変化の内容を表現できる。

(b') 各エージェントの観察・行動端子とビジネス構造の要素との結合が、エージェントの観察・行動の対象を示し、エージェントの対象・範囲が限定されていることを表している。

(c') 各意思決定素子の垂直方向の位置が、エージェントまたはその意思決定が関与するにビジネスの構造の層に対応する。

(d') 各意思決定素子の水平方向の位置が、意思決定決定の時間順序を反映する。また環境の状態と意思決定素子、意思決定素子と意思決定素子間の結線は、それらの間の因果関係を表す。

これら、MDDMによる決定図形の(a')~(d')の性質は、2.2節で提示した表現上の要件(a)~(d)が満たされていることを示している。

A.2.4 決定図式によるビジネスケースの相互比較

決定図式として記述されたビジネスケースの相互比較

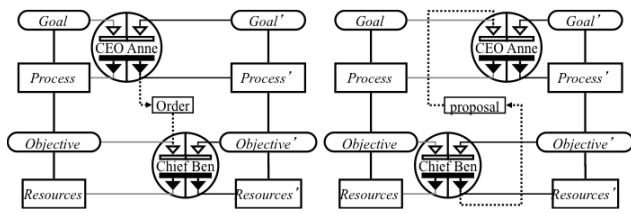


図 A-4 決定図式の比較における意思決定素子の配置：右下がりのトップダウン型(左)と右上がりのボトムアップ型(右)

Fig. A-4 Example of the decision diagram: the top-down managerial decision-making (left) and the bottom-up managerial decision-making (right).

は、決定図式の形態と各シンボルの意味の両面から次に示す視点によって行うことができる。

- 意思決定素子の配置：意思決定のタイミングの前後と階層の上下による意思決定の方向の異同（例：トップダウン vs. ボトムアップ（図 A-4））
- イベントシンボルの内容の異同（例：フォーマルなコミュニケーション vs. インフォーマルなコミュニケーション，外生的意思決定 vs. 内発的意思決定）
- ビジネス構造の内容の異同（例：イノベーション vs. 組織的逸脱）

このように、MDDMによるケース記述により、ステークホルダー間で可読性・視認性を持った事例比較を行うことが可能となる。



菊地 剛正

2009年東京工業大学大学院総合理工学研究科修士課程修了，修士（工学）。2017年同研究科博士課程修了，博士（工学）。現在，慶應義塾大学大学院経営管理研究科訪問研究員。三菱UFJ信託銀行株式会社勤務フィナンシャルエンジニア，MUFG資産形成研究所研究員（兼務）。



國上 真章

1990年九州大学大学院工学研究科修士課程修了，工学修士。1996年米海軍大学院作戦分析課程修士課程修了（1997年 Master of Science in Operations Research）。2008年筑波大学大学院ビジネス科学研究科博士課程修了，博士（システムズ・マネジメント）。2010年東京工業大学特別研究員，現在に至る。防衛省勤務防衛技官。



高橋 大志（正会員）

東京大学工学部卒業。富士写真フイルム（株）（現，富士フイルム）研究員，三井信託銀行（現，三井住友信託銀行）シニアリサーチャー。筑波大学大学院ビジネス科学研究科修士課程修了。同研究科博士課程修了。博士（経営学）。

岡山大学大学院社会文化科学研究科准教授，キール大学経済学部客員研究員，慶應義塾大学大学院経営管理研究科准教授を経て，2014年より慶應義塾大学大学院経営管理研究科・同大学ビジネススクール教授。



鳥山 正博

1983年国際基督教大学卒業。1988年ノースウェスタン大学ケロッグ校MBA取得。2009年東京工業大学大学院修了，博士（工学）。2011年まで（株）野村総合研究所で経営コンサルティングに従事。現在，立命館大学大学院経営管理研究科教授。とりわけマーケティングイノベーション，脳科学とマーケティング，世界のビジネス教育のイノベーションが最近の関心領域。

岡山大学大学院社会文化科学研究科准教授，キール大学経済学部客員研究員，慶應義塾大学大学院経営管理研究科准教授を経て，2014年より慶應義塾大学大学院経営管理研究科・同大学ビジネススクール教授。



寺野 隆雄（正会員）

産業技術総合研究所招聘研究員。工学博士。1978年東京大学情報工学科修士課程修了。1978年，（財）電力中央研究所。1990年筑波大学大学院経営システム科学専攻，1996年教授。1996年イリノイ大学，スタンフォード大学

客員研究員。2004年東京工業大学教授。現在，千葉商科大学教授。人工知能学会，経営情報学会，計測自動制御学会，日本OR学会，電気学会等で理事を歴任。IEEE会員。PAAA会長。