

主体性のあるリソースで構成する 環境適応組織の仕組み

Adaptive Organization with Autonomous Resources

◎向井 大誠¹, 諏訪 博彦¹, 太田 敏澄¹

Taisei MUKAI, Hirohiko SUWA, Toshizumi OHTA

¹電気通信大学 大学院情報システム学研究科 Graduate School of Information Systems, University of
Electro-Communications

Abstract In these days, organizations such as companies have to adapt to rapid environmental change in business in various way (divisional organization, SCM, SOA, outsourcing, etc.), but the way of current adaptation to the environmental changes does not work well. We propose a support system that is able to support in decision making of adaptive transformation in its own organizational structure based on collaboration among the autonomous resources (human, material, money, information). We define a set of the autonomous resources as an agent, and develop the support system in changing business environment, and evaluate its effectiveness. In this research, we develop a model that can describe a shift of organizations among centralized and decentralized structures, and simulate the shift in organizations by a multi-agent model, then discuss the results of simulation with respect to the effectiveness of our support system.

キーワード: 組織知能工学、組織連携、アウトソーシング、リソース、ケイパビリティ

1. 概要

1.1 目的

商環境（ビジネスの目的）の変化の際に、主体性のあるリソースの連携で組織を構築し、組織間の連携構造を変化させることで、環境の変化に適応する仕組みを提案する。提案する仕組みの実世界への導入をモデル化し、その評価方法を検討する。

1.2 背景

近年、商環境に当たる顧客のニーズの変化が速くなっている。これは、まず大量消費社会後の顧客の欲求の多様化の流れの中、デジタル社会の到来で顧客が多様な情報をリアルタイムで得ることができるようになったためである。この様な変化の激しい環境に対応するには、組織は権限を分権させた連携構造で対応するのがよいとされる。例えば、企業は、事業部制、サプライチェーン(SCM)、モジュール化、アウトソーシングなどの方法で環境変化に対処してきた。また、先行研究においても分権的環境対応は支持されている。

しかしながら、ビジネスの現場ではこれに反証する事例が出てきている。例えば、アパレル業界では環境の変化が激しいために SCM が変化に追いつかず、販売製造一体型の形態の方が利益を上げてきている[1]。また、近年、世界や日本の製造業において、従来の製造プロセスの効率化を図るために、SCM の合理化・集中化の取り組みが行なわれている[2]。他にも製品やサービスのモジュール化による高速な組み立てを可能にする環境対応の例では、最近では統合化の動きがあるという見方もある[3]。

以上の点を考慮すると、ビジネス主体の分権的組織間構造をもって変化の早い環境に対応することが常に有効ではないことが分かる。しかも災害なども考慮すると環境は著しく変化しており、最近是不確実性が高いと言われる。経営主体がこれら環境の変化を逐次把握することも困難であれば、これに適応するために組織としての集権的・分権的な構造設計を判断することも困難になってきている。

そこで、本研究では、商環境の変化に適応するべく、集権的・分権的な組織間構造を適切に遷移、あるいは部分的に連携することを支援する仕組みを新規に提案する。なお、当研究では、企業を構成する人、モノ、カネ、情報リソースの連携構造を指して組織構造と呼称する。こう定義する理由は2、3章で述べる。

以下、第2章では、環境適応組織に関する研究における本研究の位置づけを示し、提案する仕組みを構成する要素の関連研究を紹介する。第3章では、提案する仕組みの手法を解説する。第4章では、提案する仕組みを実経済に導入した状態をモデル化し、第5章でこれをシミュレーションした際の予測と実現可能性を述べて結論とする。

2. 関連研究

環境の変化に適応する組織に関する研究は、組織単体でこれを扱うケースと組織間の連携で対処するケースがある。

2.1 組織単体による環境適応に関する研究

組織単体で扱う研究としては、組織学習からの派生

がある。ここでは、目標、制約、認識などの組織の規範の元で行動を決める場合や、規範自体を修正して環境の変化に適応する場合がある[4]。また、組織内部の状態やプロセスが外部の要求に適合していれば、その組織は環境に効果的に適応できるとするコンテンジェンシー理論[5]、これを踏まえつつ、組織硬直化をエージェントベース・モデルで表現し、再組織化に繋げるシミュレーション研究[6]がある。また、企業の利益の源泉としてのリソースに焦点を当てるリソースベースビュー、これをベースとしたエンタープライズ・ケイパビリティの研究は、組織を構成するあらゆるリソースの連携でビジネスの課題に対処しようとする考え方で、課題（環境）の文脈に沿うようリソースを連携し、課題が変化すればリソースの連携構造も柔軟に変化してくべきとしている[7]。他、組織単体内での分業の特徴を分析する研究もある[8][9]。

2.2 組織間連携による環境適応に関する研究

一方、組織の連携で環境の変化に対応しようとする研究がある。組織間学習という研究は組織の連携タイプによって組織学習も変わってくるというもので組織学習の発展である[10]。また、業務提携（アウトソーシング）の注目はコストカットから、コア・コンピタンスの連携であるマルチソーシング/コソーシングに移ってきている[11]。サービスのモジュール化(SOA)という方法もこれを支持する。このような連携に係る研究では以下のものがある。バーチャル・エンタープライズという概念は、各企業が得意な業務を提供して相互の協調により、環境の変化に迅速に対応して問題解決を図ることであり、これをインターネットを介して実現する仮想的な企業体を指す[12]。また、前述のリソースベースビューもやはり、希少性の高いリソースをコア・コンピタンスと見なしていると考えられるが、特に社内だけでなく社外も含めたリソースの連携(ケイパビリティ)で課題に対処する考え方をダイナミック・ケイパビリティと定義する研究がある[13]。当研究はこれにコミットする。他、オープンイノベーションは、自社技術だけでなく他社が持つ技術やアイデアを組み合わせ、革新的な商品やビジネスモデルを生み出すことを目的としており、これもやはり環境適応のための組織連携による対応と言える[14]。さらには、抽象的なレベルでの環境適応組織の研究、サプライチェーンなどの研究でも組織間連携に相当する環境適応を扱っている。

2.3 研究の位置づけ

これらの研究は、事例研究、思弁的、社会モデルの

シミュレーションによる分析などの研究になるが、当研究は、まず、新規性のある制度として組織間の構造遷移の仕組みを提案し、経済への適用をモデル化してシミュレーションでの評価を検討する。先行研究として組織間提携からの提携ネットワークの成長をシミュレーションする研究はあるが[15]、組織間提携の構造遷移を議論しているものはない。なお、当研究で提案する仕組みは、組織間連携としての分権的構造から集権的構造のいずれにも構造を遷移させる必要があるため、共通の構成要素であるヒト、モノ、カネ、情報といったリソースとその連携関係に着目する。これらリソースの連携関係の構造が集権的・分権的構造を決定するからである。すなわち、[13]の考え方であるリソースの連携による課題解決という環境適応手法をベースにする。なお、集権、分権の違いは経営主体になれるリソースの意思決定権が一か所にあるか分散しているかの違いである。

また、環境適応するための組織の挙動は、組織硬直化を認知してからの再組織化過程に相当するため[6]の組織硬直化・再組織化のシミュレーション技法を部分的に採用する。

3. 提案手法（構造を変遷させる仕組み）

集権的および分権的組織構造を生じる仕組みを実現するためには、2.2 章で述べたように両者に共通している構成要素を操作する。以下、この章では、構成要素であるリソースの定義を示し、リソース間関係の定義から組織間構造を遷移させる仕組みを述べる。

3.1 提案の仕組みの構成要素

環境の変化に対応するための複雑なシステムに必要な要素として、エンタープライズ・ケイパビリティ[7]が上げられている。これはビジネス上の課題に対して、組織内のあらゆるリソースを連携した状態であるケイパビリティを形成し、課題に対応しようとする考え方である。リソースには、[7]と同様に人、モノ、金、情報およびそれらで構成されるリソース集合（表

表1：ケイパビリティを構成するリソースの種類

リソース	提案の仕組みにおける役割
人	労働力のアウトプット マネージャー(拠点の場合)
モノ	商品としてのアウトプット、設備としてのアウトプット 無人化工場の役割(拠点の場合)
金	アウトプット受領の対価
情報	情報としてのアウトプット、リソース間の仲介機能 利益の出せる自動プログラムの役割(拠点の場合)
拠点	上記の人・モノ・カネ・情報リソースで構成される 意思決定権限を持つ

1) を割当てる。特に社外も含めたリソースの連携を扱うものをダイナミック・ケイパビリティと呼び[13]、当研究ではこの考え方を採用する。環境に相当する課題が変化していくと各種リソースの連携構造も柔軟に変化することになる。

リソース間で作業の分業、調整を行うために、リソースに主体性を持たせ意思決定を行う。リソースに主体性を持たせる理由としては、環境変動の現場に近い方が、環境の変化を認知しやすく、かつ環境の変化を認知した際には、即、意思決定できることが環境変動への適応が良いと考えるためである。例えば、近年、製造業におけるサプライチェーン・マネジメント（SCM）において、情報の集中管理や工程の効率化のためのチェーンの集約化、各種標準化などが進んでいるが、いったん集中化を行った後に、再度現場に近い部門に権限を戻した方が在庫調整がうまくいっている例がある[16]。なお、この仕組みによるリソースの意思決定とは、コンピュータ上でリソースに割り当てたアルゴリズムによる意思決定を指す。

3.1.1 リソースの持つ基本機能

各リソースは、すべてのリソースの基本として入力、処理、出力の3機能を持つ。処理としては、移動履歴取るなどの内的処理能力およびビジネス活動に直結する知的作業、実作業といった処理を行う。知的作業ではマネジメント、R&D、会計、人事、財務、マーケティングなどの処理が属性として割り当てられ、実作業としては、調達、開発、組立、営業などの処理が属性として割り当てられる（図1）。これらの属性は一般的な組織が持つ機能であるが、アウトプットが情報かモノ（/人）かで知的作業、実作業に2分している。これは、組織の階層構造は情報処理のためにあるという側面を反映させるためである。情報処理とは、例えばマネジメントの属性であれば、分業、調整、およびクレーム処理などである。この2分類をベースに組織の特性に応じて、実際のビジネスに即したより詳細な属性を割り当てる。

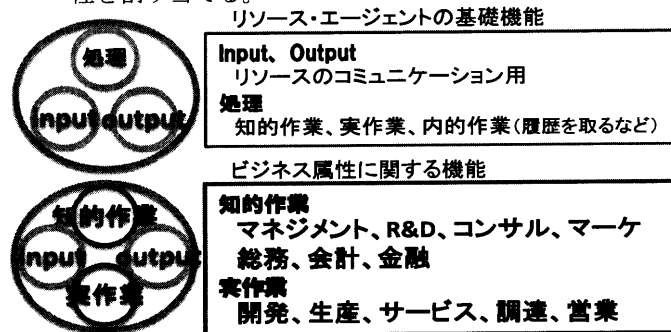


図1：リソースが持つ機能

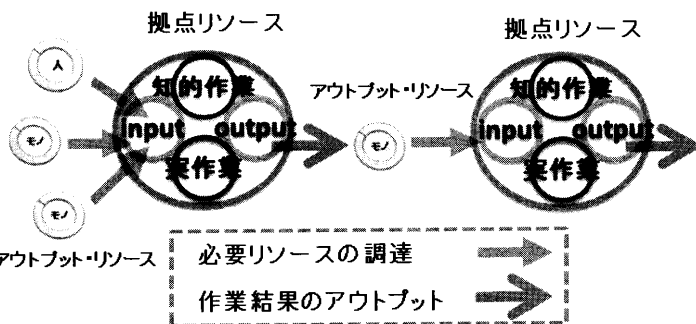


図2：拠点リソースとアウトプットリソースの関係

また、リソースはビジネスの主体となりうる拠点リソース（およびその構成要素）と、取引される対象としてのアウトプット・リソースに分類される。拠点リソースは、作業に必要なリソースがすべてそろって知的作業もしくは実作業を行い、人、モノもしくは情報を生み出しアウトプットする。そして、生み出されたアウトプットは、他の拠点リソースの作業のための必要リソースとなる。この際、対価を受け取り、金リソースがやり取りされる。これらのやり取りは、リソースの基本機能である Input, Output をインターフェースとして取引する（図2）。なお、意思決定権はマネジメント能力を持つリソースに割り当て、ここが拠点リソースになる。アウトプット・リソースはすべて拠点になりうる。例えば、モノや情報リソースでも自動化施設、自動化プログラムとして成立可能である。しかし、金リソースは移動履歴を持つインスタンスと同等の役割で扱い、何かの判断能力は持たせない。

3.2 リソース間の関係

3.1.1 における取引関係からわかるように、リソース間の関係とは、拠点リソース間の業務提携に相当する。提案の仕組み自体は資本提携に拡張することが可能であるが、手始めとして拠点リソース間の業務提携として話を進める。本研究は、業務のアウトソーシングによる組織間連携を扱う形になる。ここでは業務提携の種類を示し、本研究で提案する環境適応の仕組みとの関係を示す。

3.2.1 リソース間の業務提携の種類

企業間提携のタイプとして垂直的・水平的提携および競争的・協調的提携の組み合わせによる4タイプの提携があるとされる[10]。前者の垂直的提携は、供給業者から顧客までの価値連鎖に見られる関係。水平的提携は、同じ商品を扱っている。もしくは、補完している関係である。これらの関係が競合しているか、協調しているかで4分類している。本研究でもこれらの提携関係は生じうるため、これらを踏まえた提携を扱う。具体的には、これらの提携関係を知的作業、実作

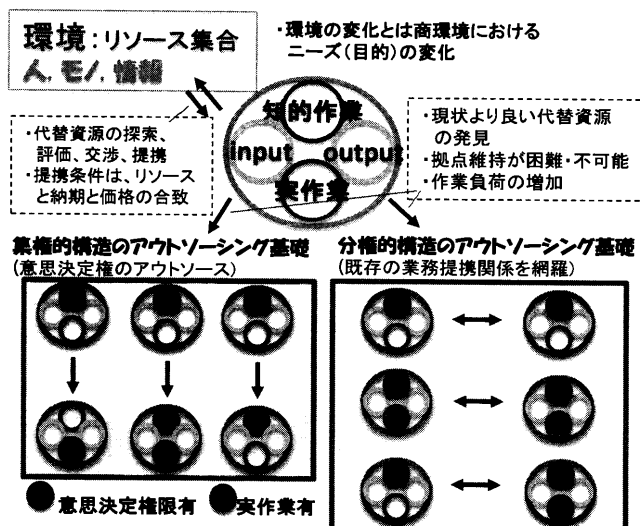


図 3: リソース間提携関係とその成因

業のアウトソーシングに分類し、特に意思決定権のあるリソースのアウトソーシングを新規に分類することで集権・分権の遷移構造のプリミティブな構造を生み出す(図3)。これらは考えられる権限の移行に伴うアウトソーシングのすべての組み合わせを表現できる。そして、先述の既存の4つの提携型を網羅する。

再度端的に図3を解説すると、知的作業におけるマネジメントに相当する機能がアウトソーシングされる場合は、すべて集権的構造のための基礎となる。マネジメント機能を持つリソースに意思決定権が集中するためである。それ以外のアウトソーシングはすべて、知的作業であれ実社業であれ競合的性向の分業、もしくは補完的性向の分業に相当し、提携先に意思決定権が分権することになる。以下に、このようなアウトソーシングが生じる方法を述べる。

3.2.2 提携構造の生じる仕組み

3.2.1 における関係は、拠点リソースによる作業のアウトソーシングによって生じる。このような事態が生じるケースは以下の3つである。

- ・作業負担が能力以上に高まった時
- ・作業が減少し収益が上らず、拠点を維持できなくなる時（提携相手方に対して生じる）
- ・より魅力的な代替提携先が見つかった時

前二者はやむを得ず生じるが、後者は、先行研究[6]を参考に加えている。このようなケースが生じる場合に新しい代替の提携先を探索し、評価の高い順に交渉する。提携が成立すれば、既存の提携関係を解消する。これは先行研究[6]によるところの環境の変化を認知し、再組織化を行うことに相当する。このようにアウトソーシングによる提携関係の組換えを行う。

アウトソーシングが知的作業のマネジメント方向に延びる場合は、階層構造が生じ集権的な構造を生成する。同様な作業が続き、かつ作業量が増えるケースでこのような構造が生じると考えられる。一方、競合的分業や補完的な分業を行うべく提携がなされる場合は、それぞれの拠点が意思決定権を維持するために分権的な構造を生成する。これは作業が不規則に変わるような場合や、より良い代替提携先がある場合に生じると考えられる。また、集権的・分権的構造は、アウトソーシングの結果として生じるために、どちらかの構造が一意に決まるのではなく、部分的に集権的構造を形成したり、分権的構造を形成する事ができる。これにより、柔軟な環境適応を可能にする仕組みとなっている。このような仕組みを当研究では環境適応組織と定義する。

3.3 環境適応組織の技術的側面

ここでは、上記で述べた主体性のあるリソースで構成する環境適応組織を実現するための技術的側面を議論する。IT技術の一つである既存のエージェント技術[17]を用いて、上記で述べてきた主体性のあるリソース連携を実現する方法を述べる。

3.3.1 リソース・エージェント

リソースに主体性を持たせるために、組織を構成する人、モノ、金、情報のリソースをエージェント化する。ここで言うエージェントとは、[17]で定義されるところのコンピュータ上で主体性と作業能力を持つエージェント技術である。この技術を使用する理由は、これらの技術が、主体性のあるリソースに必要な機能を同様に実装できるためである。

3.3.2 リソース・エージェントの基本能力

リソース・エージェントは、コンピュータ上で判断力(自律性)、移動能力、交渉能力、代理人能力、内部状態(擬人化)を持ち、共通言語で対話し相互作用できる[17]。リソースの機能とリソース・エージェントの能力の対応関係は表2のようになる。

表 2: リソースの機能とエージェント技術の対応関係

リソースの機能	エージェント技術
環境変化の認識	自律性
リソースの探索	仲介能力
代替リソースの評価	自律性
リソースとの交渉	交渉能力、仲介能力
移動	移動能力

3.3.3 リソースの探索

提携先リソースを探索する方法は、業務プロセスを記述する XML-EDI を拠点間で比較し、これのタグの類似性が近いものを取引先候補の拠点リソースとして選定する。探索元から情報リソースをモバイル・エージェントとしてネットワークを走らせて探す形になる。そこからさらに、アウトプット商材の標準化されたコードや商材説明テキストの類似性から必要リソースを特定する。このように探索する理由は、認知外の提携先を見つけるためと、直に商材であるリソースを当たると計算量がムダに増加するためである。類似性の計算は、完全一致を確実に判断できるものであればどのような計算でもよい。便宜上簡易計算であるドキュメント間のコサイン類似度を割り当てる。標準化されたコードで特定された商材は、一意にモノが決まるため、リソース・エージェントの判断で直ちに取引交渉を行うことができる。

3.3.4 環境変化の認識

3.2.2 の3ケースの条件の一つでも満たせば、環境変化を認識したことになり、探索して集まった代替リソース案を評価し、評価の高いものから提携交渉を行う。

3.3.5 代替リソースの評価

探索で見つけてきた取引先である拠点リソースの評価を計算する。評価に使う基準は、伝統的な枠組みであるケフナー・トリゴー法に基づき絶対条件と相対条件を考慮する。絶対条件は、価格および納期を採用する。これに満たない場合は取引を行わない。相対条件は、一般的な指標である信用評価と倒産確率の指標を当てる。信用評価は[18]に基づき、基準として会社の財産、収益力、安定性、効率性、成長力を採用する。但し、本研究では差当り負債を扱わないため、倒産確率の評価が事前にせせない。しかしながら、安定性の指標は、これに近く、ビジネスの経験期間と目的達成率を持って代替とする。また、経営者が提案の仕組みへ参加する際に、経営者の信用性をどう判断するかが最大の課題の一つとなるため、信用度の重みを特に操作変数として重視する。これら基準の重さは短期か長期かの契約で変わってくる。シミュレーションを行いこれらの重みのバランスを調整・検討する。最終的な値はすべての基準*重みを加算して算出する。各基準の算出方法を表3に示す。

3.3.6 リソースとの交渉

契約プロトコルに沿って交渉する。提携先へのオフ

表3：リソースの評価基準

評価基準	計算方法
財産	貯蓄
収益力	売上高営業利益率
効率性	総資本回転率
成長力	利益成長率
安定性	ゴール達成率、ビジネス経験期間
信用性	主体からのネットワーク経路数

ァーが衝突した場合は入札になる。入札者が真の評価額で入札するのが最適とされる第2価格オークションを検討している。これを採用する理由は、提案の仕組みは参加者に共通の提携ルールになることから、フェアな交渉が好ましいと考えるためである。

3.3.7 リソースの移動

通例、ERP におけるリソースの扱いは、抽象クラスからのインスタンス化という形で、現実のリソースと一対一で対応付けて ID で管理する。アウトプット・リソースの移動は、インスタンスの移動と同様に扱い、これを拠点間で受け渡して移動させる。しかし、仲介機能を持つ情報エージェントはモバイル・エージェントとして自らの判断で移動する。

4. 環境適応組織導入のモデル化

3章で解説した環境適応組織の仕組みを実世界に導入した状態でモデル化し、シミュレーションでの評価を検討する。

4.1 主体性のあるリソースのモデル化

主体性のあるリソースであるリソース・エージェントをエージェント・モデルで表す。3章で述べたように、各リソースは環境の変化を認識すると代替リソースを探索し、評価の高いものがあれば、交渉、提携を結び、既存のリソースとの提携を解除する。また、必要リソースがそろえば作業を行いアウトプット・リソースを出力する(図4)。

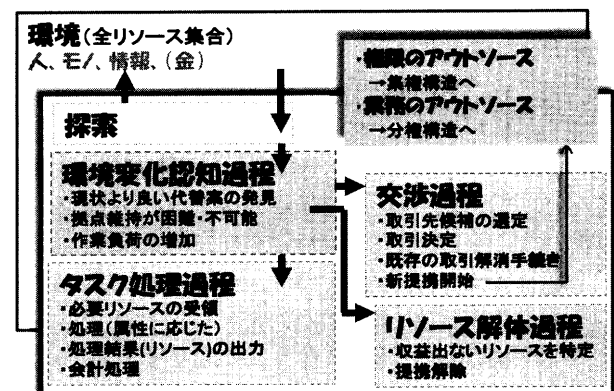


図4：主体性のあるリソース(人、モノ、情報)の行動モデル

4.2 シミュレーションの検討

すべてのリソースをシミュレーション設計の中でエージェントとして表現しマルチエージェント・シミュレーションを行い提案する仕組みのパラメータを検討する。評価指標は、モデル内の拠点リソースの総収益(=Σ(上-原価-販売管理費(人件費)))を検討している。仕組みの中の操作変数は、リソースの探索範囲と代替リソースの評価計算になる。提案の仕組みは、シミュレーション毎に提案の仕組みの変数を固定して評価を行う。但し以下2点にランダム性が入る。初期値は産業連関表から起こすことを検討しているが、一意にリソース間の初期提携状態が決まらず統計的に初期設定を作る。また、この仕組みは、リソースの提携関係が完全に自動で決められない場合と、高額提携や長期提携の場合は、経営者に案件として代替リソースを提案する。この際意思決定に統計的モデルが必要になる。

5. 予想される結論と課題

操作変数である探索範囲を広くして、評価計算を適度にタイトにすると効果的になるのではないかと考察する。両方とも値を上げると目的達成率が下がる可能性があり、また、両方とも値を下げると、提携先が見つからない可能性があると考えためである。なお、初期状態を現実データに近づけることで制約が増え、仕組みの効果が限定的になると考えられるため、その際の制度設計のバランスを見極めるシミュレーションになる。また、可能であれば、現実データのその後の収益情報との比較も行いたい。

課題として実現可能性と運用可能性を議論する。提案の主体性のあるリソースは、既存の実証されているエージェント技術[17]を用いて、シミュレーションという意味ではなく現実的に実現可能と判断している(表2)。また、これは企業におけるERPでのリソースの扱いにおける、ID管理されたリソースのインスタンスをエージェントに拡張する形になるため、技術的な飛躍も少ない。注意点として、探索時に拠点の持つXML-EDIや拠点内部のリソース情報に外部からアクセスする仕組みを導入する必要がある。

運用可能性としては、この技術が実現された場合には、XML-EDIを使用するため情報が増え、チャンネルを固定するタイプのEDIより通信量が増加する。また、探索機能が働くためこれも通信量・計算量の増加に繋がる。ここから、過度に通信が生じている銀行などへの導入は、当面は現実的でないかもしれない。また、プラントなどの高額な設備には、負債も同時に発生している可能性が高く、金融面の仕組みを整えないとリソースの評価計算が不適切になり、現状では有効に機能

しないと考察する。

参考文献

- [1] 諸上茂登(2005): アパレル市場ビジネスモデルに関する一考察, 『日経ビジネス・アカデミックサポート』.
- [2] 阿部貴浩, 戸川尚樹, 吉野次郎, 北爪匡 (2012): 不屈のサプライチェーン, 『日経ビジネス, 2012.3.5号』, pp. 26-45.
- [3] 田中辰雄(2009): モジュール化の終焉, 『NTT出版』
- [4] Argyris, C., Schön, D.A., (1978): Organizational Learning, "Addison-Wesley".
- [5] Lawrence, Paul R. Lorsch, Jay William. (1967): Organization and Environment, "Managing Differentiation and Integration", Harvard University Press.
- [6] 岡田勇(2000): 操作的オーガニゼーション指向モデルに基づく組織硬直化と再組織化に関する研究, 『電気通信大学大学院情報システム学研究科博士論文』.
- [7] Dehua Gao, Xiuquan Deng, Bing Bai(2011): Agent-based simulation for enterprise capabilities under complex dynamic environments, "Natural Computation(ICNC)", 2011 Seventh International, Issue.26-28, pp.1001-1005.
- [8] K. Ishida, T. Ohta(2001): On a Mathematical Comparison between Hierarchy and Network with a Classification of Coordination Structures, "Springer Netherlands", vol.7, no. 4., pp.311-330.
- [9] K. Ishida, T. Ohta(2001): O-cubed modeling and simulator for computational organizational design, Computational & Mathematical Organizational Theory, vol.7, no.2, pp.155-176.
- [10] 張淑梅(2004): パートナリシップを通じた組織間学習, 『日本福祉大学経済論集』, vol. 28, pp.65-88.
- [11] 有元知史(2006): ソーシングの意思決定における取引コストの視点, 『埼玉学園大学紀要』, vol.6, pp.165-177.
- [12] Camarinha-Matos. L.M, Afsarmanesh. H., Garita. C., Lima.C(1998): Towards an architecture for virtual enterprises, "Journal of Intelligent Manufacturing", vol. 9, Issue.2.
- [13] 白石 弘幸, ダイナミック・ケイパビリティの本質, 『日本情報経営学会誌』, Vol29, No.4, pp. 72-81. 2009
- [14] Chesbrough, H.W. (2003): The era of open innovation. "MIT Sloan Management Review", vol.44, no.3, pp. 35-41.
- [15] W Miura, H Takayasu, MTakayasu(2012): Effect of Coagulation of Nodes in an Evolving Complex Network, "American Physical Society", vol.108, issue 16, pp. 1-4.
- [16] 安井 正樹, 木村 公昭, 山岡 崇仁, 梶田 ひかる(2011), CPG メーカーの実態から探る日本型SCMの将来, 『アビームコンサルティング 調査レポート』.
- [17] 西田 豊明(1997): ネットワーク社会とエージェント, 『情報処理学会誌』, vol.38, No.1.
- [18] 経済産業省, 法務省(2005): "企業価値・株主共同の利益の確保又は向上のための買収防衛策に関する指針", 2005.5.27発表.