

企業間提携を支援するシステムの制度設計シミュレーション

Inter Business Supporting System in Simulation

向井 大誠¹ 寺野 隆雄¹

¹東京工業大学

Abstract:

本研究の目的は、企業間提携を支援するシステムの制度設計をエージェント・シミュレーションで行うことである。この目的の背景は、近年の企業間取引における顧客ニーズの変化の早さである。企業は、ビジネス市場における顧客ニーズの種類や量的な変化を早急に捉えて、これに適応するための必要なリソースを迅速に獲得することが急務になる。このようなニーズの種類と量的な変化両方に対応できるモデルとして向井らの先行研究[1]が提唱されたが、定量的な評価が不十分である。そこで本研究では、企業数や企業間提携関係を動的に変えられる ABM シミュレーションを使用し、先行研究[1]のモデルを調整・評価する。この結果を踏まえて顧客ニーズの選択、リソース獲得のための提携先の選択を支援できるシステムの制度設計を検討する。

1. はじめに

1.1 目的

本研究の目的は、企業間提携を支援するシステムの制度設計をエージェント・シミュレーションで行うことである。顧客ニーズの種類の変化だけでなく、顧客ニーズの量的な変化にも対応可能な取引プロセスとしての制度を検討し、かつ、システムを利用する経営主体者にフェアな制度を設計する。以下、この目的の理由を述べ、問題領域における位置づけを述べる。

1.2 背景

研究目的の背景を述べる。近年、企業間取引における顧客ニーズの変化が早いと言われる。これは、主に以下の社会的出来事に起因する。大量消費社会から少量多品種消費社会への転換、冷戦終了後の自由貿易圏の拡大、インターネットの利用拡大である。これらの要因により、顧客による様々なニーズが喚起されるようになると同時に、企業もこれに答えられるようになった。企業はビジネス市場における顧客ニーズの種類だけでなく、その量的な変化をも早急に捉えて、これに適応するための必要なリソースを迅速に獲得することが急務になる[1]。

このような変化に柔軟に対応するためには、従来、経営主体同士が自由に取引できる分権的な企業間構造のモデルが良いとされてきた。しかし、この構造では物流を含むサービスの取引量の変化への対応が不十分と考えられる[1]。このようなニーズの種類と

ニーズの量的な変化両方に対応できるモデルとして向井らの先行研究[1]が提唱されたが、定量的な評価が不十分である。

そこで本研究は、経営主体が環境の変化に柔軟に対応できる分権的な構造においても、量の変化にも対応するべく、企業間提携のプロセスを制度として設計する。そのためのシミュレーションを試みる。また、参加する経営主体者に公平な制度設計を目指す。参加者の分野や特性によって不公平な制度設計になると、参加者が確保できないためである。まずは参加者に公平な提携プロセスを制度として設計して、その上で参加者は収益を目指し競争する。

2. 関連研究における位置づけ

本研究の位置づけは、ニーズの変化の早い企業間市場に柔軟に対応できる分権的な企業間構造に加えて、ニーズの速い量的な変化にも対応できる集権的な企業間構造も形成できる向井らの先行研究のモデル[1]の改良を示すこと。そしてこの改良モデルを企業間連携のための制度設計(提携プロセス)として扱い、シミュレーションにより定量的に評価することである。以下に2つの構造に関する分析やシミュレーションに関する先行研究を示し、本研究の位置づけを明確にする。なお、組織間構造の理論に関する位置づけは向井らの先行研究[1]で述べられている。

企業間提携における構造には2つの構造が知られている[2]。1つは、分権的市場で、企業がどの企業とでも自由に取引できる市場である。以下、本研究ではこの構造を分権的企業間構造と呼ぶ。2つ目は

集権的市場で、企業は、仲介を介さないと必要なリソースを得られない構造である。以下、本研究ではこの構造を集権的企業間構造と呼ぶ。これらの研究はそれぞれに展開してきたことを以下に示す。

2.1 分権的企業間構造

分権的企業間構造に近い研究としては企業間におけるパートナー選択を課題にしている研究があげられる。例えば、サプライチェーンやサプライネットワークの研究は、かつては提携ネットワークが固定であったが、近年は、パートナーを選択するものがでてきている。但し同じ業種での代替企業の選択である[3][4][5]。これらは、量の変化を扱うことができるが、誰とでも自由に取引はできない。

オープンイノベーションのシミュレーション研究[6]は、概ね、自由にパートナーを選択できるタグモデルを採用している。但し、知識流通を扱っており、サービスや物流など量的な変化は扱わない。

ネットワーク生成モデル[7]は、量的変化も加味したルールに基づき提携関係を変更するが、実態に即した企業間構造の生成を目的にしているためサービス量の変化を逐次シミュレーションしてはいない。

フレキシブルモデル[8]は、まさに自由にパートナーを選択できるが、1回のみの流量の最大パスを見つけていることが目的であり、時系列な量の変化を扱えない。

2.2 集権的組織間構造

集権的企業間構造に近い研究としては企業間取引におけるブローカーなどの仲介企業の研究があげられる。

ゲーム理論によるブローカー特性の研究[9]はシミュレーション研究であるが、提携構造を変えられない。ブローカーに他の仲介パスがあるとブローカーに有利でなくなることが述べられている。

仲介構造の分析多くのケースはネットワーク分析になる。ネットワークの位置における有利不利などを調べている[10]。

2.3 研究の位置づけ

このように企業間提携の構造の研究は、分析、シミュレーションでの評価としては別々に検討されてきた。この理由として、提携関係を自由に変えられる企業間構造モデルの研究の多くは、情報の伝達だけで探索や提携の評価を行って来たためである[6]。提携関係が急変する際には必ず量的な変化も伴っているはずであり[1]、量の変化も適応すべき商環境の変化として評価するべきである。そこでどちらの環境変化にも対応できる構造を取ることができる向

井らのモデル[1]が提案された。しかし、このモデルは、構造変化の閾値の設定などが任意であるため、モデルの提案だけでは両構造の遷移が本当に機能するのか不明瞭である。すなわち定量的な評価も行われていない。そこで、本研究では、2つの構造を統合するモデルとして操作可能な変数を設定し、シミュレーションにより定量的な評価を行うことで、企業間提携のプロセスとしての制度設計を検討する。

3. 提案するモデル

まず、先行研究である環境適応のための組織間連携モデル[1]の概念を解説し、改良点を述べる。

3.1 ベースモデル

組織間連携モデル[1]は、分権的な企業間構造で形成されるビジネス市場において、集権的な企業間構造を形成可能にすることで、市場ニーズの早い量的な変化にも対応を可能にするエージェント・ベースト・モデル(ABM)である。このモデルは先行研究である分業モデル[11] (ABM) のフレームを拡張して作られている。このフレームを選択する理由は、タスクとクライアントが分離しており、ノードである企業が、主体的にタスクを変更・選択できるためである。また、ABM モデルで表現する理由は、以下である。

- ・ノードである企業の入退出がある
 - ・企業間提携ネットワークが逐次変化する
 - ・1ステップにおける提携パスの最適化ではない
 - ・企業には個性がありモデルを単純化出来ない
- この条件下では数式で厳密に課題を解くことができないためである。

このモデルのノードは企業であり、ABM で企業の振る舞いを記述している(図 1)。商環境にはすべての企業が存在しており、他のノードである企業群が環境に相当する。各企業は行動ルールに基づき環境変化を認識して、タスクや提携先の候補を発見した後決定し、それぞれにコミュニケーションを取り提携先とオークションを介して交渉し提携を結び、提携ネットワークを形成する。その後、自分のビジネスに必要なリソースを入手する。

構造遷移は環境変化認知過程に依存しており、環境全体で常態として分権的企業間構造をとっているが、自分のタスクにおける量的な環境適応のための指数を捉えると、仲介を介してリソースを入手することで集権的企業間構造が生じる。しかしながら、量的な環境適応指数の閾値の設定が定まっていないのと、どのノードが集権的構造をとるのかという点で自由度がありすぎる。以下、この点を改良する。

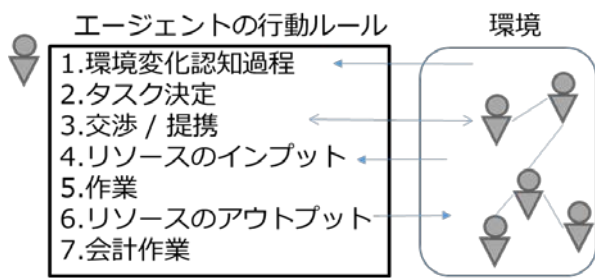


図1 エージェントの行動ルール

3.2 ベースモデルの改良

本研究における改良点は、商環境の認知過程にある。この過程では表1に照らし合わせてノードである企業のタスクと、提携先であるクライアントやプロバイダーの変更先の候補集合を作る。先行研究における認知過程を解説し、改良点を述べる

タスク変更候補の作成を述べる。タスクを変えると収益が良くなるケース、タスクを変えると環境適応的であるケース（タスクの数が多いもの）であるタスクの候補集合を作成する。

クライアント、プロバイダー候補の作成を述べる。提携先を変えると収益が上がるケースである提携先の候補集合を作る。候補が発注側のクライアントか受注側のプロバイダーかで提携先のコストの条件（高低）が異なる。

表1 環境変化認知過程

	タスク(ニーズ)	クライアント	プロバイダー
利益	選択(high-cost)	選択(high-cost)	選択(low-cost)
環境適応(Number)	選択(too many)	-	-
環境適応(Volume)	-	-	排他的購買権利

本研究における環境認知過程の改良点は、商環境において、自身のタスクが前期に比べて量的に変化しているタスクをとらえた場合、そのプロバイダーに排他的購買権を求める点にある。これによって提携が成立すると発注側の経営主体が集権的構造のハブ的ポジションになる。また、排他的購買権での提携が成立するか否かは、取引量に応じた確率指標で決定する。これは取引量をシグモイド関数で媒介して提示する。値が高くなれば集権的、低くなれば分権的構造を取りやすくする。このようにした理由は、構造ごとに閾値を設定するとモデルに矛盾が生じたり、パラメータ衝突時の優先順位が不明瞭になるためである。構造決定の特徴は、シグモイド関数の係数に依存することになる。この係数を構造変化係数と呼称し、このモデルを分権的構造 (Decentralize) も集権的構造(Centralize)も取ることができる DC コ

ンバインモデルと呼称する（英語の頭文字より）。仔細は、4章に記載する。

4. シミュレーション・モデル

3章で述べたモデルをエージェント・ベースト・モデリング・シミュレーション(ABMs)で評価する。提案するモデルを ABMs で扱えるレベルに精緻化する。なお、このシミュレーションの目的は、商環境におけるニーズの種類と量の早い変化においても、より高い収益と短いリードタイムを達成することができる提携支援システムのプロセス（制度）の検討と、構造変化係数の決定である。なお、そのため、モデルの他の要素は固定か乱数、何らかの分布から作成、もしくはデータから作成する。

4.1 エージェント（ノード）と環境

エージェントは経営主体である企業であり、環境（市場）は他の企業（エージェント）で構成される。企業は提携先候補になると同時に、競合にもなりうる。すなわち企業のアウトプットであるタスクには属性がありこの分類により、提携の発注側や受注側が決まる。また、企業は個性を持ち、タスクを行う能力/期、タスクの価格（コスト）、タスクのために必要なリソースの情報を割り当てられる。前2要素は、正規分布から作成する。最後者は、企業間トレードデータから隣接リストとして作成する。

4.2 シミュレーションステップ

シミュレーションは、每期ごとにエージェントである企業をランダムに並び替えて、並び替えた順に行動ルールを実行する。すべての企業が行動を終えると、記録を取って、次の期に移り、同様に繰り返す。終了条件は、初期タスクをすべて終えるか、こちらで意図的に止めるかである。以下、企業の行動ルール(図1)を解説する。

1. 環境変化認知過程プロセスは、3章で説明した通りである。表1に照らして、タスク候補集合とクライアント/プロバイダー候補集合を作成する。その際、以下の式(1)(2)に依存して、排他購買権の特性でプロバイダー候補集合に入る。この候補が選択された場合は、排他的購買権で提携し、集権的企業間構造を形成する。 α 、 β はシミュレーションの操作変数である。 t はシミュレーションステップ。

$$P(x) = \frac{1}{1 + \beta \exp(\alpha x)} \quad (1)$$

$$x = \frac{(\text{volume}(t) - \text{volume}(t-1))}{\text{volume}(t-1)} \quad (2)$$

2. のタスク決定プロセスでは、タスク候補集合の中で、現在のタスクの状態からタスクの遷移確率が最も高いものを選択する。タスク遷移確率はトレードデータから作成する。

3. の交渉/提携プロセスでは、クライアント、プロバイダー候補から、それぞれ現在のタスクにおける提携確率が最も高い提携先を選択する。但し、プロバイダーに取引量を生産期間で割った生産能力があるという条件が付く。先行研究[1]ではここはオークションで行っていたが、今回は、構造変化係数を定めるために、現実のデータから固定的に作成する。

4. のインプットプロセスでは、プロバイダーからリソースを受け取る。排他的購買権で提携している場合は、在庫をすべて受け取るが、そうでない場合は、最大、提携時の取引量/生産期間だけ受け取る。プロバイダーは他所とも取引がある可能性があるからである。

5. の作業プロセスでは、必要リソースを使用し、自身のタスクをアウトプット・リソースとして生産する。1アウトプット・リソースに必要な複数のインプット・リソース量の比は、提携ネットワークの初期構造で決まる比率に依存する。

6. のアウトプットプロセスは、4 のインプットプロセスの裏返しであるため、計算上は省略になる。

7. の会計プロセスですべての変数のログを取る。

4.3 データ

トレードデータの利用を考えている。必要なデータは全提携関係とタスク/提携遷移の情報である。

4.4 初期設定

提携ネットワークを隣接リストで表現し各エージェントである企業に持たせる。これはデータから作成する。続いて、各企業の属性、能力/期、タスク価格(費用)を決定する。初期属性はデータから決まる。初期利益と必要リソースのコスト比は企業の属性ごとにデータから作成する。自社タスクの価格=全リソース獲得費用+利益である。

4.5 評価方法

4章冒頭で述べた目的に照らしあわせて、全体平均および企業属性ごとの個々の利益とリードタイムを評価指標にする。これらのバランスが取れるところを構造変化係数 α β を操作することで探索する。

5. 実験結果の展望

実データに基づいてタスクと提携先を選択する場合に、構造変化係数 α β を操作して各属性の収益と

ネットワーク構造が実データに近い状況を見つける。その上で各係数を再度操作して、より収益とリードタイムが向上する値を見つける。ミクロとマクロのバランスが取れていれば、初期段階での利用者に不利はなくフェアな制度が提供できると考察する。さらに逆シミュレーションで各係数が決められないか検討する。

また、あるタスクの需要を過度に操作して、構造変化係数 α β との関係を観察し、需要が少ない時に分権、多い時に集権の2つの企業間構造が想定どおりに機能しているのか確かめる。これにより、2つの環境変化に適応できる企業間提携プロセスとしての制度の妥当性を考察する。

参考文献

- [1] 向井大誠, 諏訪博彦, 太田敏澄, :環境適応のための組織間連携を支援する制度設計に関する研究, 社会情報システム学シンポジウム学術講演論文集, vol. 19, pp. 29-34, Jan. (2013)
- [2] T. W. Malone, :Modeling coordination in organizations and markets, Manage. Sci., vol. vol.33, (1987)
- [3] Minhong Wang, J. Liu, H. Wang, W. K. Cheung, and X. Xie, :On-demand e-supply chain integration: A multi-agent constraint-based approach, Expert Syst. Appl., vol. 34, no. 4, (2008)
- [4] 貝原 俊也 and 藤井進, :サプライチェーン環境下におけるバーチャルエンタプライズ型ビジネスモデルの特性評価, 日本機械学会論文集(C編), vol. 70, no. 690, pp. 539-546, (2004)
- [5] B. Behdani, K. van Dam, and Z. Lukszo, :Agent-Based Models of Supply Chains, Agent-Based Model. Socio-, (2013).
- [6] M. R. V. ARAÚJO TANYA, :INNOVATION AND SELF-ORGANIZATION IN A MULTI-AGENT MODEL, Adv. Complex Syst., vol. 12, no. 2, pp. 233-253, (2009).
- [7] W Miura, H. Takayasu, and M. Takayasu, :Effect of Coagulation of Nodes in an Evolving Complex Network, Am. Phys. Soc., vol. 108, no. 16, pp. 1-4, (2012)
- [8] M. Chou and G. Chua, :Design for process flexibility: Efficiency of the long chain and sparse structure, Oper. Res., (2010)
- [9] M. Ryall and O. Sorenson, :Brokers and competitive advantage, Manage. Sci., (2007)
- [10] 宮崎智子, :環境変化と組織間ネットワーク: 焦点組織の環境適応に関する考察. 名古屋大学, (2012)
- [11] 岡田勇, :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, (2000)

