

中央大学博士論文

REA とブロックチェーン技術を駆使した

自律分散型のビジネス情報システムの構築

堀内 恵

博士（工学）

令和 2 年度

（2021年3月）

はじめに

現代の DX (Digital Transformation) 技術環境でのビジネスにおける情報化実践は、これまでの情報化実践とはかなり変容してきている。

第 1 は、ますます動態化したビジネス環境の不確実性の増大を前提に、顧客の経験価値の創出の向上を標榜して業務や管理と情報化のあり方を連動させて試行錯誤的に具体化していくなかで組織の構造やビジネス・プロセスのあるべき方向とともに、その支援をする情報システムの構築・改善を展開していく考え方が支持を得つつある。

第 2 は、顧客にとっての経験価値の創出を向上させるためには、特定の業界に制約されることなく他の業界も含めて、顧客の経験価値の創出の支援に関連する限り、企業その他組織体そして顧客や制度的な諸規制までもが一体的なビジネス・プロセスを構成するという認識とともに、それらの全体をエコシステムであるかのように認識して変革をする流れが生まれている。

このような現代の情報化実践の認識が多く支持を得ていようとも、現実に情報化実践をどのように具体的に推進すべきかに関する研究は、端緒についたばかりであって伝統的な技術決定論的発想が強く、また必ずしも実際に情報化実践を先導するレベルに達しているとはいえない。

そのために、本研究では、第 1 に、技術決定論的発想を避け、技術と人間・社会システムの再帰的關係性の存在を重視する社会技術システム、社会構成主義、社会物質性の視点(社会構成主義的視点として総括しても良いだろう)を重視して情報化実践の進め方の一つを具体的に展開する。第 2 に、このような社会構成主義的な接近と親和性のある組織サイバネティックスの視点から、エコシステムとして展開されようとしている今日の業界をまたぐバリュー・ネットワークに象徴される組織間の情報化実践の現象を解明し、定式化するだけでなく、その実践のガイドラインとして展開する。

伝統的には、ビジネス情報システムの構築においては、第 1 に、業務や管理にかかわる利用目的への目的関連性を高めるために分析・予測・決定モデルの機能を高める「価値アプローチ」をとること、第 2 に、多様な利用目的への適合性そして情報としての潜在能力を高めるためにはデータの多元的・多面的・素次元的なデータ認識と貯蔵をする「事象アプローチ」が必要であること、そして両アプローチの統合的アプローチがビジネスにとって有効になることが明らかにされている。

この発想を系統的に構築するためには、全体的に支える技術として、多元的・多面的・素次元的な取引にかかわる属性認識をするとともに、関係データベースの考え方(概念データモデル)を基盤にする REA モデルと本来的には暗号資産の世界でのトレーサビリティと信頼性を保証する分散協調型システム技術であるブロックチェーン技術が、組織間をまたぐビジネス・プロセスの構築に大いなる可能性を備えているという「バラ色」ともいえる啓

蒙的展開が少なくない。

筆者は、REA モデルの創始者であるミシガン州立大学の McCarthy 教授のもとで、そして McCarthy の研究グループの一員として、その実践可能性に対するモデル化研究を重ねてきた。また同様に業界を越えてビジネス・プロセスを外延的に拡大する技術基盤になるブロックチェーンの可能性についても単独もしくは共同研究を重ねてきた。

これらの研究成果を基盤に据えて、組織サイバネティクスでの VSM (Viable System Model) と社会構成主義の視点から、伝統的ともいえるかもしれないかという評価もあろうが、価値アプローチと事象アプローチの今日的な統合モデルともいえる「三階層構造」モデルの有効性そしてその実行容易性を展開する。そしてさらに、社会構成主義の視点に立つならば、関連主体の参入と退出の自律性を確保するビジネス・エコシステムとして情報システムを構築するためには、「行動のプロトコル (behavioral protocols)」(Reeves, Levin, Fink, and Levina, 2020) の確立が重要になることを明らかにした論文である。

もちろんこのためには、いくつかの課題がある。

第 1 に、「三階層構造」モデルの意義は、関連する取引と非取引データを効率的に結びつけて、多様な利用目的への適合性を高めることにある。本研究では非取引データについては構造化することができるデータ(Web サイトのログやソーシャルメディアの投稿)を想定している。しかしながら、多様な目的への適用可能性を高めるためには、構造化することが難しいデータ(ビデオファイル、音声ファイル、定性的なデータ)についてもいかに構造化して他のデータと関連づける仕組みの構築が必要になる。

第 2 に、「三階層構造」における分析モデルの効果を高めるためには、システム開発者でなくても、システムの利用者・運用者が経験や勘を駆使しつつ随時関連するデータベースの操作可能性を高めて、分析、予測、決定等を行うことができなければならない。そのためには、必要となる一連の操作(データの検索、抽出、分析、貯蔵、更新等々)を統合的に支援するユーザーフレンドリなパッケージ化されたシステムの構築が必要になる。

第 3 に、本研究では、特に社会構成主義的視点に留意をして、ビジネス・エコシステムとして高度に機能させるためには「行動のプロトコル」の存在が重要になることを強調してきたが、これは VSM における第 2 の多様性バランスを実現するという視点からの情報システムガバナンスの確立である。もちろんこのためには、COBIT5(Control Objectives for Information and Related Technology 5)で展開されているような個別事業体の階層的組織構造を前提にした IT ガバナンスの発想には限界がある。むしろビジネス・エコシステムとして認識する VN 全体に対して、Beer のいう分散と協調システムを支えるメンバー企業の主体的・創発的コミュニケーションと全体との凝集性を可能にする「チーム・テンセグリティ (team tensegrity)」(Beer, 1983) の発想での情報システムのガバナンスの確立も一つの有力な接近方法となるであろう。

これらの問題は、本研究では十分な検討はできなかったが、「三階層構造」モデルを機能させるうえで喫緊の課題となる。

目次

はじめに	1
第1章 序論.....	5
1-1 研究背景.....	5
1-2 本研究の目的	7
1-3 本論文の構成	9
第2章 現代のビジネス情報システムの役割期待.....	10
2-1 伝統的な情報化実践の特性 ―技術決定論的発想―	10
2-2 脱技術決定論的発想からの情報化実践の必然性.....	12
2-3 DX 環境での情報化実践のあり方の探求.....	14
2-4 組織サイバネティックス思考の有効性	16
2-4-1 組織サイバネティックスの基本的理解.....	16
2-4-2 組織サイバネティックスにおける VSM の有効性.....	19
第3章 ビジネス情報システム構築基盤としての REA モデル	21
3-1 単一組織内のビジネス・プロセスの REA モデル.....	21
3-1-1 三層構造データモデルと概念データモデルの意義.....	21
3-1-2 REA モデルによる多面的な属性認識.....	24
3-1-3 拡張された REA モデルにおける多面的な属性認識.....	32
3-2 組織間連携のビジネス・プロセスの REA モデル.....	36
3-2-1 取引当事者間での取引認識の視点の一元化の必要性	36
3-2-2 二側面からのデータ認識の必要性.....	38
3-2-3 二側面からの取引データの統合モデル：REA2.0	39
第4章 組織サイバネティックスの視点からの REA モデルの検討	41
4-1 REA モデルによるビジネス情報システムの構築	41
4-1-1 事象駆動型のビジネス情報システム.....	41
4-1-2 ビジネス情報システム構築のためのビジネス取引のステートマシンの開発...43	
4-2 単一組織内のビジネス・プロセスの設計基盤としての REA の評価.....	52
4-3 組織間連携のプロセスの設計基盤としての REA の評価.....	53
第5章 現行の BC によるアプリケーション・システムの構築.....	56
5-1 利用可能な BC 技術の特徴.....	56
5-2 コンソーシアム型 BC 技術を利用するアプリケーションの可能性と限界.....	58

5-3	Ethereum による交換アプリケーションの構築	60
5-3-1	Ethereum への役割期待.....	60
5-3-2	Ethereum によるアプリケーションの可能性と限界.....	60
5-4	BC によるアプリケーション・システムの組織サイバネティクからの検討	66
第 6 章	BC 技術を活用する三階層構造モデルと行動プロトコルの必然性.....	69
6-1	データの独立性と相互運用性の確保	69
6-2	中間データベースの発想の必要性.....	70
6-3	現在の技術環境の可能性と限界	73
6-4	三階層構造モデルによるビジネス情報システムの構築に向けて	75
6-4-1	流通ビジネスにおける三階層構造モデル.....	75
6-4-2	三階層構造モデルのプロトタイプ構築.....	78
6-4-3	構築における REA 既存研究の可能性と限界	78
6-5	行動のプロトコルの確立と運用の必要性.....	82
6-6	VN の三階層構造モデルの組織サイバネティクスの観点からの検討	84
第 7 章	総括と展望	87
7-1	本研究の成果	87
7-1-1	本研究の問題意識.....	87
7-1-2	本研究の総括	88
7-2	今後の課題と展望	93
謝辞	96
参考文献	97

第1章 序論

1-1 研究背景

データモデルにかかる研究と実践が経営情報論の領域において日増しに注目されてきている。とくに、それまでの単一組織内のビジネス・プロセスから2000年以降の組織間連携のプロセスまでを対象とする REA(Resource, Event, Agent)モデル(McCarthy, 1982; Geerts and McCarthy, 2002),そしてその延長線上での2010年ごろからのBlockchain(BC)技術は、仮想通貨による取引の技術基盤としての役割期待だけではなく、むしろそれまでの組織体の情報システムを抜本的に変革する基盤にもなりうるという「バラ色」ともいえる期待のもとで研究され、実践されつつある。

REAモデルは、売手や買手といった「取引の当事者の視点(trading partner view)」から経済現象¹に関するデータを、多元的に、および素次元レベルでかつ職能横断的に一元的に認識することによって、業務や管理の意思決定や判断におけるデータの情報潜在性を高める²。そして、このモデルによって認識したデータを随時かつ柔軟に各種分析モデルで利用することによって業務や管理にかかわる意思決定や判断のレベルを高度させることができる。この REA モデルを駆使するこれまでの実践的な成果としては、例えば Price Waterhouse(現在の PricewaterhouseCoopers)社の GENEVA というデータ・アーキテクチャ(Dunn and McCarthy, 1997), 米国 IBM 社の従業員への支払いシステム NEDS(National Employee Disbursement Solution)(Andros et al., 1992), 日本 IBM 社の統合会計システム FDWH(Financial Data Warehouse)(阿部, 1995; 堀内, 1999), および Workday 社の ERP パッケージ(David, 2007)等の構築への貢献にその典型をみることができる。

また、2000年以降の REA モデルの研究の成果は、業種、規模、企業グループ、業界の枠

¹ Hruby (2006), pp4-6. REAモデルは、経済現象として「交換」と「変換」を対象としている。「交換は、企業が他の経済主体から経済資源を受け取り、その見返りとして、その経済主体に別の経済資源を与えるプロセスである」。「変換は、企業が新しい経済資源の生産や既存の経済資源の変更のために、経済資源を使用、消費するプロセスである」。つまり、REAモデルでは、交換と変換はいずれも何らかの経済資源の投入することによって別の経済資源を産出するプロセスとして認識している。詳細は3章で説明する。

² 経済現象に関するデータを多元的に、素次元レベルで捉えることの必要性は、80年近く前から主張されている。例えば、アメリカでは Goetz(1939)の「基礎的歴史記録(basic historic record)」という考え方やドイツでは Schmalenbach(1948)の「基礎計算(grundrechnung)」に見られる。これらの考え方は、現在のデータベースの考え方の原点といえる。その後、こうした考え方は「事象アプローチ」(Sorter, 1979)やその後の数々の一連のデータモデル研究につながっていく(Dunn and McCarty, 1997)。REAモデルはこれらの系譜を受け継いでいる。

³ 吉田(1970)。会計システムの資料収集段階では事象アプローチをとり、加工選択段階では価値アプローチによる二重構造的システム化を図るべきであるという優れた理論的提言がある。

を超えて、いつでも、誰でも、何処からでも利用可能なあらかじめ定義されたデジュール(de jure)標準(ISO/IEC15944-4, 2007)の取引モデルとして規格化されるに至っている⁴。その中では、従来の売手や買手等の「取引当事者の視点」からそれぞれ取引を認識するのではなく、一元的に当事者間で取引を認識する視点(「独立の視点(independent view)」)の考え方が必要になることや、取引範囲をより広範に捉えること(「取引の5局面」)の重要性が示される。さらに REA モデルの最近の研究では、取引に関連するビッグ・データとの統合を図る流れが生まれており(Murthy and Geerts, 2017)、データの情報潜在性はかなり高まっている。

他方、BC 等の分散型台帳技術は、2008 年に Satoshi Nakamoto と名乗る人物による論文(Nakamoto, 2008)が発表されてからすでに 10 年以上が経過しており、仮想通貨(暗号資産)によるビジネス決済を高度に実現する技術基盤として広く認知されるに至っている。BC 技術では仮想通貨だけではなく、実物資産(土地、金、ダイヤモンド、高級バック、ジビエ、各種の証明書等々)についても、それぞれ個別に識別 ID をつけた「トークン化(tokenization)」によって BC にそのモノ、コトを記録できるので、ビジネス決済以外の領域(会計やサプライチェーン等々)における抜本的なビジネス改革の手段として BC 技術は大いに期待されている。

しかしながら、その実現に向けての研究と実践はいまだ途についたばかりと言わざるをえない。また、ブロックチェーンの有効性と理解を深め自律分散型ネットワークの有効性を認識させてくれた野口(2017)の論稿では、「ブロックチェーンの重要な点は、管理者がいない点と公開性にある」と認識しつつ、その特徴を有するパブリック型 BC 技術が本来の BC 技術のあるべき姿であるという。他方では、「管理者が存在する非公開の仕組みである」プライベート型 BC 技術は、「本来のブロックチェーンとは思想的には全く逆のものだ。それは銀行をはじめとする大組織の効率性を高め、大組織の支配力を強めるための道具である」という。そして、「大組織の特徴については大組織であるがゆえに情報の流れが悪く、どこで何が行われているのかわからない」と批判する。

彼の主張は確かに傾聴に値するものであるが、他方では判然としない点もある。例えば、競争上重要となる情報(価格、出荷数量等々)をパブリック型 BC 技術から公開しようとする企業は存在するのだろうか。また、顧客の「経験価値(experience value)」⁵(Pine II and Gilmore,

⁴ ISO/IEC15944-4(2007)。ISO/IEC15944-4 は、「情報技術—BOV—Part4：ビジネス取引のシナリオ会計と経済のオントロジー」というタイトルの標準規格である。ISO/IEC15944-4 においては、REA モデルは Open-edi business transaction ontology と呼ばれている。また、REA モデルは、企業間電子商取引で利用する XML の標準仕様である ebXML(electronic business XML)の基礎にもなっている。

⁵ Pine II and Gilmore (1999)。経験価値は、個人的・個別的に実感する価値である。同一製品やサービスであっても、これまでの経験、関心、その時の気分、興味、天気、懐具合、値段、環境等々のコンテキストによって捕らえ方が変わってくる主観的なものである。顧客が製品やサービスの価値を見出す対象ないしは過程には、企業側によって提供される製品の機能を利用することに加えて、希望する製品やサービスをあれこれ選択する過程や、実際にオークションで商品を購入する過程や、希少性あるモノを所有するときや、

1999)の創出という共通目的のために形成されるバリュー・ネットワーク(VN: Value Network)⁶においては、製品やサービスの消費者である顧客と供給業者、物流業者、製造業者等々が保有する資源や組織能力を適宜組み合わせることで連携を図る必要がある。そのようなVNにおいては、管理者のいない組織間連携は本当に実現できるのであろうか。

その検討のためにも、まず、BC技術が経営戦略や管理の展開にどのような価値を潜在的に有しているのか、現在のBC技術を駆使するアプリケーション・システムにはどのような可能性と限界を有しているのか、あるいは、BC技術を駆使する“個別の”アプリケーション・システムの構築にとどまらず、組織間のネットワーク全体のビジネス情報システム⁷の構築においても、BC技術をどのように活用すれば業務や管理の判断や意思決定を高度化させることができるのか等々の理解を深めなければならない。

また、後述するように、REAモデルの新たな取引認識の視点(「独立の視点」)に基づく場合には、BCに記録される取引データは一元的に組織間で捉えることができる。一元的に捉えた取引データを、売手や買手等の「取引当事者の視点」からの取引データに効率的に変換できる考え方や仕組みを駆使すれば、技術的には、ビジネス・エコシステムやVNに参加を希望する組織体の随時の参加や、すでに参加している組織体の退出を効率的に支援できると推定できる。

1-2 本研究の目的

これまでのBC技術を駆使する実践研究は、BC技術が備えている固有の特徴を生かして、トレーサビリティを高めてそれによって「説明責任の強化」、「透明性の強化」および「業務の効率化」に焦点を当てたものに限られる。例えば、医薬品や高級ワイン等の偽造品を防止するため、汚染された食品を特定し効率的な除去を可能にするため、製品(コーヒー、ダイヤモンド、肉等)がどこで獲得・製造されたのかを保証するため、輸送にかかわる帳票を

さらには実際に製品やサービスを提供される際に実感する安心感、信頼、感動、楽しさ、思い出といった個人的かつ個別的に実感する「経験」まで含まれることになる。

⁶ Allee (1999), p.130. VNは、「ひとつ以上の企業、その顧客、供給業者、戦略的パートナー、およびコミュニティ間の複雑で動的な価値交換を通じて経済的価値を生み出す」ネットワークとして定義される。この定義は、顧客にとっての価値創造はこれまでのような単一企業を前提とするのでは十分ではなく、VNとして価値創造することを強調している。

⁷ 本研究では、これまでの経営情報システム概念は、特定企業の維持発展を支援することを中心にして認識しているのに対して、組織間のバリュー・ネットワークに参加する企業の各々は、これまでのように主体的に自らのビジネス活動を展開するとともに、他方では参加企業全体が一つのエコシステムとして高度に機能することを支援する情報化実践を行っている。したがって、このような観点からの情報システムを、伝統的な企業単位の(経営)情報システムと区別して、かなり一般的な概念すぎる感もするが、「ビジネス情報システム」と呼ぶ。

デジタル化して関係者間で税関手続きの状況や荷物の到着予想時間等を共有することによる業務改善(段取り時間や手待ち時間の削減)等々の実践研究である(Kshetri, 2018).

本研究では、企業の情報化実践の検討においては、BC技術を駆使するアプリケーション・システムのそのものの効率化や有効性を高めるという考え方からは接近しない。むしろ後述するような社会技術システム、社会構成主義、社会物質性の視点から今日の分散的ICT環境においてどのようにビジネス情報システムの役割期待を実現するかという視点から接近する。

そのためには、まずは組織体の情報機能はいかなるものか、すなわち情報の相互作用による環境適応のメカニズムの理解を深める必要がある。

したがって、本論文では、第1に、組織サイバネティックスの視点から企業その他組織体の情報システムがどのような特性を備えるべきかを明らかにする。

第2に、REAモデルの研究と実践動向を明らかにしつつ、REAモデルがビジネス情報システムの変革において組織サイバネティックスの視点からどのような可能性と限界を持っているかを明らかにする。

第3に、REAモデルを活用することによってビジネス情報システムはどのようにしてブラッシュアップすべきかについて、その展開の方法を明示する。

第4に、現行のBC技術を駆使するアプリケーション・システムは、「データの独立性」と「相互運用性」が低いことから、データの情報潜在性が低いという限界があることを明らかにする。この限界は、REAモデルの取引認識の考え方を駆使することによって対応できることを明らかにする。

第5に、REAモデルとBC技術の機能を駆使したビジネス情報システムの役割期待を実現するためには、取引および非取引事象にかかわる属性を多面(元)的、微視的な属性認識のもとにデータを捕捉して情報潜在性を高める必要がある。そして組織サイバネティックスの視点から、いかに自己調整機能(受動的環境適応)そして自己組織化機能(能動的環境適応)を支援できるのかを明らかにする。すなわち、各種の分析・予測・決定・評価等々の「分析モデル層」に、随時、効率的に inputs する「中間データベース層」、およびこの中間データベース層への「データ源の層」によって構成される「三階層構造」モデルがフィージビリティある接近方法であることを提示する。

第6に、三階層構造モデルによるビジネス情報システムの開発運用管理にかかわる技術環境が、現在どのような状態であるかを分析して、今後どのように技術環境が整備されなければならないかを明らかにする。また、同時に、組織間のVNを構成するビジネス情報システムにおいても、一つの生存システムのように組織サイバネティックス的な機能を実現することが重要になる。そのためには、組織間においても技術環境を支える企業間の「行動の protocols」の確立と運用が重要であることを明らかにする。したがって、社会技術的システム、社会構成主義、社会物質性アプローチのような技術と人間の実践における関係性を重視する実践研究が急がれることを明らかにする。

1-3 本論文の構成

本論文の構成は、次のとおりである。

第2章では、まず、「はじめに情報技術ありき」であるかのような技術決定論的発想の問題を解決するためには、情報化実践は社会技術システム、社会構成主義、社会物質性の視点から接近する必要があることを明らかにする。次に、顧客の経験価値の創出という共通目的をより効果的に実現するためには、組織は単一組織としてではなく顧客を含むあらゆる業界の企業その他組織体で構成されるエコシステムとして VN を形成する必要があることを明らかにする。そのうえで、その形成の在り方については、組織サイバネティックスの観点から企業その他組織体の情報システムがどのような特性を備えるべきかを明らかにする。

第3章では、本研究におけるビジネス情報システムの基本設計に用いる REA モデルの可能性と限界について、そのモデル化対象の範囲を単一組織内のビジネス・プロセスおよび組織間連携のビジネス・プロセスの2つに分けて明らかにする。

第4章では、第3章においてその特徴を明らかにした REA モデルおよびこのモデルを駆使するビジネス情報システムを、組織サイバネティックスの視点から分析を試みる。

第5章では、まず、BC 技術の基本特性を考察することで VN において利用可能な BC 技術について明らかにする。次に、現在の BC 技術を駆使するアプリケーション・システムの可能性と限界(データの独立性と相互運用性が低いこと)を明らかにする。第2世代の BC 技術の一つである Ethereum を用いた実験例においても、同様の可能性と限界があることを明らかにする。そのうえで、この BC 技術を用いる現行のアプリケーション・システムを組織サイバネティックスの視点から分析を試みる。

第6章では、まず、データの独立性と相互運用性を高めることができる新たな BC 技術 (BigchanDB) の特徴について明らかにする。次に、この新たな BC 技術と REA モデルを用いることによって、VN における組織内と組織間のビジネス・プロセスを支援するビジネス情報システムの「三階層構造」モデルを提案する。そして、新たな BC 技術の一つである Hyperledger Iroha を用いた流通ビジネスにおけるビジネス情報システム構築のプロトタイプを示し、REA2.0 の研究成果や第4次レベルのビジネス取引ステートマシンの研究成果、および一つの取引を複数の DB に格納する方法によってモデルの核が実現可能であることを明らかにする。その上で、このモデルを実現するためのカギは、技術的な要因だけではなく、競争と協調を可能にさせる「行動のプロトコル」にあることを明らかにする。

第7章では、本研究の総括および今後の課題を展開する。

第2章 現代のビジネス情報システムの役割期待

—組織サイバネティックスの視点から分析—

本研究は、企業の情報化実践の検討においては、これまでの多くの研究に見られるような「はじめに情報技術ありき」であるかのような技術決定論的発想からの接近はとらない。つまり、BC技術を駆使するアプリケーション・システムのそのものの効率化や有効性を高めるといった考え方からは接近しない。むしろ後述するような社会技術システム、社会構成主義、社会物質性の視点から今日の分散の情報技術環境においてどのようにビジネス情報システムの役割期待を実現するかという課題に接近する。

本章では、本研究におけるテーマとなるVNにおける組織内から組織間に拡大しているビジネス情報システムの分析枠組みとして組織サイバネティックスの有効性について明らかにする。

2-1 伝統的な情報化実践の特性 —技術決定論的発想—

周知のとおり、情報技術は、日々の開発努力の中で、漸次的に性能を向上させつつも、ある時点に至ると、突如として加速度的に性能を向上させて、それらの技術の価格やコストを急速に低下させ始める。そして、瞬く間に情報技術が普及し始める。これらの現象は、しばしば、グロシュの法則やムーアの法則と称される経験則のもとで一般的に受容されてきている。

このような劇的に性能が向上する時点では、それまでの情報化実践の限界や問題点を克服するためのあらたな情報実践の理念的スローガンが唱えられる。例えば、MIS(Management Information Systems)、DSS(Decision Support Systems)、SIS(Strategic Information Systems)、ES(Expert Systems)、BPR(Business Process Reengineering)、SCM(Supply Chain Management)、そしてERP(Enterprise Resource Planning)システム等々の概念は、その成否はともかくも、それぞれ、特定時点における情報技術の性能向上の可能性を前提にした目指すべき情報化実践のスローガンとして認識されて、これらのスローガンのもとに一気に新たな特性の情報化実践が進み始める傾向がある。

まさにこれまでの企業その他組織体における情報化実践、あるいは情報システムの構築は、「はじめに情報技術ありき」であるかのように、技術の変革が人間、組織、そして社会のあり方に影響を与え、それらの変化もたらし、さらには、技術は社会の影響を受けず、その発展は自律的、自己完結的な固有の機能や特性を保持しているという、まさに技術決定論的な発想での情報化実践であり、経営情報システム特性の認識である⁸。

⁸ Leonardi(2013), p.280. 経営情報システムの研究は、基本的に技術決定論的な二つの命題のもとに展開されてきている。第1命題は、技術は本質的に利用する組織とは無関係に自律的に発展するものであ

すなわち、企業その他組織体における情報システムとは、各種の情報技術が本来的に備えている機能や特性をシステムとして統合することによって組織体の業務や管理活動における情報処理および業務担当者や管理者の決定や判断の効率化や質的向上を支援するものであるという認識の下で、システム設計と運用管理のあり方が検討されてきた。

しかしながら現実の情報化実践においては、多くの伝統的なウォーターフォール型の情報システム設計方法論のように、まずは合理的に現状分析を展開して、そのもとで、問題解決を図る設計が合理的に実施されて、システムのテストそして実装されて運用に資するというようにステップ・バイ・ステップで明快に設計と運用が因果論的に展開されることは少ない。しかも、運用段階に至った情報システムが所定の効果が発揮されるとは限らない。

これらの要因の第 1 は、システム設計をする人間はもともと認知能力に限界(cognitive limits)があることを前提にせずに、現状の問題を分析するにあたって、あたかも全知全能であるかのように現状の問題点を合理的に分析して的確に洗い出すことができるので、その解決のための情報処理プロセスを最適に設計することができるかの仮定をしている。第 2 に、問題を分析して設計し、実装されて運用するまでの時間的経過のなかで、システム化された業務や管理活動のコンテキストがすでに変容しており、システム機能は現実にも所定の成果をあげられずに、不適合化していることも少なくない。ビジネス環境の動態化が激しければ激しいほどシステム機能の不適合化が進むことは否めない。第 3 に、同じレベルの機能を発揮する情報技術を駆使して情報システムを構築しようと、それを利用するルール、パワーや階層構造、人間同士のコミュニケーションネットワークの特性等々組織の社会システムや人間特性によって、実現されるビジネスパフォーマンスが異なってくる。

このような問題を克服するために、現実の情報システム設計は、情報技術を中心にした情報システムが自己完結的に構築、実装されても、即、効率的に運用・利用されて、所定のシステムの効果を発揮することはほとんどない。

第 1 に、情報システムの設計プロセスでは、業務や管理における活動を所与としたままで、その問題を解決するか設計を展開することは少ない。システム設計を展開するにあたって、システム化の対象である業務や管理活動そのものを同時的、一体的に改革したうえでシステム設計を推進している。すなわち、業務や管理と情報処理活動は一体的なものであるという前提に立って、情報システムと業務・管理システムを効率的・効果的に機能させようとする。たとえば、そのもっとも原初的例としては、情報化をするにあたって、あらかじめ業務や管理における例外的な決定や判断そして処理事項を除去して可能な限りの標準化を図ったうえで設計案を具体化していることから容易に理解できるであろう。

第 2 に、情報システムが完成して現実にも実装されてその運用・利用段階に至っても、そのシステムが所定通りの効果を上げるとは限らない。現実にも情報システムの運用・利用をすることによって、伝統的なウォーターフォール型設計技法での合理的・分析的方法によって識

る。第 2 命題は、技術が組織変革の外生的ドライバーとなって組織の在り方が決まる。

別された問題点が、適切ではなく、現実に運用・利用しているなかで初めて問題点が適切に認識されることも少なくない。また設計と運用・利用のタイムラグによってすでに問題状況が変化してしまっていて、計画されていた効果が上がらないことも少なくない。したがって、現実には、実装された情報システムを運用・利用しながらその改善や改革が常に繰り返されている。

第3に、情報技術によって構成される情報システムは直接的に組織やビジネス活動に作用するのではなく、組織構成員である人間による運用・利用あるいは人間との相互作用を介して組織やビジネス活動に作用する。情報技術による所定の機能が的確に遂行できるように人間が適格的な振舞いをするか否かに依存している。情報技術による情報システムの機能特性よりも、むしろ人的・組織的特性が組織のパフォーマンスに影響を与えていることは少なくない。さらには、逆に利用する業務や管理を実施する組織における社会システムの変革によって情報技術による情報システムの機能が大幅に改善・増幅されることもある。

これらの現実を認めるならば、技術決定論的な発想での情報技術による情報システムは、本質的な機能を備えて、組織に影響を与える外生的なドライバーであるかのように認識して情報システムとしての構築は必ずしも有効ではないことを如実に物語っている。

さらに付言するならば、このような情報化実践に関する現実の姿は、もともと、情報処理活動と業務・管理活動は、概念的にも実体的に区別することは不可能であることから当然のことである。例えば、業務活動はもちろんのこと、計画化(plan)、実行・指示(do)、評価・統制(see)といった局面で構成される管理活動をみても、計画を立てること、指示をすること、評価をすること等々はまさにすべて情報処理活動そのものとしての特性を持っており、情報技術に支えられた情報処理活動と業務や管理活動を各々自己完結的に改革しようとするかの発想には明らかに限界がある。

したがって、もともと情報処理活動と業務・管理活動は「一物二面観」(遠山,1998)的特性のものとして認識して、両活動を一体として変革することが重要であり、情報技術に支えられた情報システムと、業務・管理システム、あるいは情報技術システムと組織の社会システムを一体として改革しようとするのは必然の流れといえよう。

2-2 脱技術決定論的発想からの情報化実践の必然性

—社会技術的システム、社会構成主義、社会物質性等々の視点の重要性—

このような流れは、何ら新しいものではない。すでに1960年代のWoodwardの研究(Woodward, 1965)に端を発する社会技術システム(sociotechnical system)の発想にさかのぼることができる。彼女は、当初、技術決定論的発想をとりながらも、実証研究を通じて徐々に社会技術的システムという発想の有効性を展開する。つまり、「技術」を単なる独立変数としての物質的な人工物としてではなく、プロセス、装置・マシンから構成される作業実践の集合体としての「技術のシステム」として認識するとともに、この「技術のシステム」と、

ルール、地位、階層、コミュニケーションネットワーク等々で構成される「社会システム」との相互作用によって社会技術システムとして組織が構成されて環境適応を実現しているという認識の有効性を展開する。

また、Orlikowski(1992)は、90年代において「構造化理論(structuration theory)」(Giddeens, 1976)や「技術の社会的構成(SCOT:Social Construction of Technology)」(Pinch and Biker, 1984)等を土台にして、SCOTの視点から情報化実践を解明する研究を先導し、情報化実践研究の大きな流れを生み出すに至っている。

初期の社会構成主義的見方であるSCOTでは、技術はもともと本質的な機能を持っているのではないという認識のもとに、情報システムの分析・企画・設計プロセスを通じて技術と特定のルールと資源からなる組織構造のもとで、多様な人間集団との相互作用によって徐々に技術で構成される情報システムに特定の構造が埋め込まれる(社会的に構成される)ことによって、技術の持つ意味や機能の解釈的柔軟性を低下させて特定の機能を安定的に発揮するシステムとして完成をさせていることを解明する。つまり、解釈の柔軟性が低下した物的な人工物としての情報システムであるならば、運用・利用のプロセスにおいては、ブラックボックスであるかのように安定的に機能するという認識である。このような見方は、その後、Orlikowski(2000)自身によって限界や問題点が存在することが明らかにされる。

第1は、情報システムの運用・利用段階においても、運用・利用者自身が物的な人工物としての情報システムを支える技術の機能や特性の再定義や修正を繰り返して運用や利用に供している。もう一步踏み込むならば、設計プロセスにとどまらず、運用・利用プロセスにおいても運用・利用者は、情報技術や組織活動を支える制度やコンテキストとの関係の中で、再定義、意味の共有化、修正を繰り返して解釈の柔軟性を低下させて、技術の安定化を図っているという認識をとっている。すなわち、運用・利用プロセスにおいても企画・設計プロセスと同様に情報システムを支える技術に対する解釈の柔軟性が存在しており、技術が必ずしも安定化に至らず、情報システムはブラックボックスであるかのように機能しないという認識である。

第2に、組織活動を支えるルールと資源で構成される構造を物質的人工物としての情報システムに埋め込むだけでは、組織における業務や管理を遂行する担当者の行動において構造が具現化することによって技術の安定化には必ずしも至らない。運用・利用者がその情報システムを反復的に利用して、業務や管理活動を制約したり、可能性を高めたり、まさに業務や管理における担当者の行動を構造化することによって技術における解釈の柔軟性は低下して技術の安定化が実現される。また逆に運用・利用者が利用をする中で、行動を効率的・効果的に遂行するために情報システムに埋め込まれている構造を試行錯誤的あるいは創発的に組み替えたり、修正をしたりすることが少なくない。人間と技術の間には絶えず相互作用を展開する“再帰的な関係性”が存在することを重視して「実践におけるレンズ(practice lens)」あるいは「実践における技術(technology in practice)」という観念のもとに特定のコンテキストでの利用の中で情報システムの機能特性および構築のあり方を認識し

ようとする。

しかしながら、このような社会構成主義の考え方は、技術は、適宜、コンテキストに適応できるように人間によって再構成可能な社会的かつ技術的な人工物として認識することからもあきらかのように、もともと、技術は人間の「召使い」であり、どちらかといえば人間中心の論理であり、技術を軽視する見方であるという批判的な評価もなされる。

そこで Orlikowski そして Leonardi 等が先導者となって 2006 年ごろから、これらの批判に対応して社会構成主義の延長線上で社会物質性(sociomateriality)という見方を提示する。前者は、「社会的なものと物質的なものは解きほぐすことができないほどに関連していると考えられる。また、物質的でない社会的なものは存在せず、また社会的でない物質的なものは存在しない」(Orlikowski, 2007, p.1437)というポスト人本主義、反本質主義的な捉え方を示す。また後者は、社会物質性について「(1)すべての物質的なものは、社会的プロセスによって生成され、社会的コンテキストの中で解釈され、利用されるという点で社会的である。そして、(2)すべての社会活動は、何らかの物質性によって可能になる」(Leonardi, 2012, p.33)という理解のもとに物質的なものと社会的(人間的)なものは、それぞれ固有の特性を持つ実体として認識し、それらの相互依存的な関係性のもとに一体となって特定の機能を遂行することとして認識する。

社会技術的システム、社会構成主義、そして社会物質性という見方の流れが、情報化実践の現象解明、理論的定式化、そして実践方法論の確立において、若干の批判がありながらも、多くの支持を得つつある。もちろん、本論文は、これらの流れそのものについて正面から検討しようとするものではない。今日の経営情報システム論において技術と人間との相互依存的再帰的關係性の中で技術と組織のあり方を検討しようとする視点や味方を重視するこれらの流れにそって、ビジネス情報システムの構築にかかわる基盤研究を展開するものである。

2-3 DX 環境での情報化実践のあり方の探求

経営情報システムの構築に関する研究と実践は、顧客にとっての満足や価値創造を掲げて、実際には、伝統的にその殆どが個別企業その他組織体レベルでの業務や管理活動に伴う情報処理活動そのものの効率化、さらには管理活動における決定や判断の効率化とともにそれらの有効性の向上(質的向上)を支援することを目的として展開されてきたと総括できよう。すなわち組織の業務活動における情報処理の効率化や管理活動の有効性が向上すれば結果的に、顧客満足が実現され、顧客価値を創出できるという仮定に立っていたといえる。

そこでは、基本的に企業その他組織体の外部コンテキストは、基本的に所与として、また顧客の満足や顧客にとっての価値をあらかじめ特定をして、その実現のためのビジネス・プロセスの効率的・効果的遂行を支える情報システムをその時々情報技術を駆使して構築する発想は中心であったといえる。いうなれば、環境変化に受動的に適応することを支援す

る情報化実践であったといってもよい。MIS, DSS, ES 等のスローガンのもとの情報化実践の特徴である。

なお、SIS そして BPR や Web 環境での SCM 等は、情報処理の効率化や管理における決定や判断の質的向上をさらに高レベルで実現するためにビジネス・プロセスを企業体内から組織の上流・下流への外延的拡大をさせて高度に実現するとともに、結果的に競争市場を変容させて競争優位を実現させることが期待された。しかし、この外延的拡大は積極的・能動的な環境適応を実現するかの印象があるが、実際は、情報処理の標準化・画一化を徹底することから模倣が容易になり、競争的優位を維持することは困難であり、必ずしも積極的・能動的な環境適応を実現するには至らなかったといえる。

しかしながら、2010 年代に入ってから DX 環境の進展は、効率化と質的向上による受動的な環境適応性をさらに高めるだけではなく、製品・サービスだけでなく組織構造・組織過程を抜本的に変革し、積極的・能動的に環境適応を実現することを支える情報化実践の可能性が生まれつつある。すなわち、人工知能(AI: Artificial Intelligence)、クラウド(cloud computing)、ビッグ・データ解析(Big Data Analytics)、IoT(Internet of Things)、ロボティクス(robotics)等の最先端「デジタル技術」を複合的・統合的に駆使して、サイバー空間(仮想空間)とフィジカル空間(現実空間)を高度に融合させることをスローガンとする情報化実践の可能性が高まっている。

DX とは、ビジネス・プロセスの効率化や効果的な遂行を可能にすることはもちろんのこと、社会的なコンテキストとの相互作用のなかで前述のような先進デジタル技術を複合的・統合的に活用して新しい破壊的ともいえるビジネス・モデルの(再)構築、および先進デジタル技術を利用する新しい製品やサービスの創出、さらには組織構造及び市場・業界構造の再構築や再構成までも行うものである。まさに積極的・能動的に環境適応をすることを支援する情報化実践である。

このような積極的・能動的な環境適応を支援する論理基盤は、特に Chesbrough(2003)の「オープンイノベーション」⁹、Moore(1996)の「ビジネス・エコシステム」¹⁰および「キーストーン戦略」¹¹(Ianstiti and Levien, 2004)等の考え方が大いなる影響を与えている。これらの考え方は、基本的に単一の市場を前提にして顧客満足や顧客価値を特定したうえでの戦略的ビジネス展開を支援する伝統的な情報化レベルからの決別を図ろうとする発想であ

⁹ Chesbrough (2003), 同訳書, p.8. オープンイノベーションは、「企業内部と外部のアイデアを有機的に結合させ、価値を創造すること」である。

¹⁰ Moore (1993). Moore のビジネス・エコシステムの概念では、特定の業界を超えた競争が複数の業界を取り込んだエコシステムの中で生じていること、およびそのエコシステム内の企業は競争と協調によって共進化していくことが示されている。

¹¹ Ianstiti and Levien (2004). ウォルマートの調達システム、マイクロソフトのウィンドウズ OS 等の例を取り上げて、安定的かつ標準的なプラットフォームを共有財産として提供するキーストーン企業が、エコシステムを正常に機能する上で重要な役割を果たしていることが説明される。

る。

そして、従来からビジネス・プロセスを構成したサプライヤーや流通・販売業者にとどまらず、顧客自身も自ら参加して顧客自身の経験価値の創出のための情報化実践を支える生存システムとして機能する(Prahalad and Ramaswamy, 2004)。また、顧客の価値創造や経験価値の創出を向上させるには、必要に応じて、たとえ敵対企業であっても相互に便益がある限り、既存のサプライヤー(さらにはサプライヤーのサプライヤー)あるいは販売流通業者(さらにはその二次業者)とともに、適宜、各々の自律性を維持しながら各々が保有する知識や補完材(部品)・サービスをすり合わせては、製品やサービスを創出し、また革新的なVNを構築して積極的・能動的に環境適応をしていこうとする考え方である。

動的な環境であればあるほど、参加した個々の企業や組織体群もまた一つのエコシステム(生態系)あるいは生存システムとして協調的に機能してVNを構成しつつも、各々も生存システムとして主体的な参入と退出が可能でなければならない。つまり、一つの生存システムとして機能することに魅惑を感じたときには主体的に参加をし、魅惑を失うときには、随時自由に退出できるという考え方である。

したがって、このようなエコシステムとしてのVNを高度に機能させる情報システムは、単にエコシステムの中核企業あるいはパワー企業の論理のもとで効率化を図ろうとするかの情報システムは、参加企業の自律性を制約することになり、常に環境の変化に適応して自己組織化するといった生存システムとしての機能を必ずしも遂行しないことは明らかである。しかも動的な環境であればあるほどこのような論理の情報システムでは、VNへの参加企業が全体としてエコシステムを構成する生存システムとして機能しなくなってしまう。むしろ、一方で、参加企業の各々が主体的に自らのビジネス活動を展開するとともに、他方では参加企業全体が一つのエコシステムとして機能することを支援する情報システムあるいは情報化実践そしてVNであることが要請される。

2-4 組織サイバネティックス思考の有効性

2-4-1 組織サイバネティックスの基本的理解

後述するように、DX環境においてビジネス・エコシステムとして機能することを支援する情報化実践を研究するにあたって、Beer(1981)らによって展開された組織サイバネティックス(Organizational Cybernetics)思考がかなり有効であるだろう。ここでは、まず組織サイバネティックス思考のもとの情報化実践の研究の基本的特性について明らかにする。

組織サイバネティックス思考による情報化実践にかかわる典型的な研究としては、対環境、器官相互間、器官と中枢との間の情動的相互作用を最も高度に機能させている人間における神経系との類推(analogy)を駆使することによって、「生存システムモデル(VSM: viable system model)」(Beer,1985)として組織体の情報化実践を解明し、理論化をし、さらにはあるべき情報システムを模索するものがある。VSMは、生存システムが環境の変化に受動的

に適応したり、自らを再構成したりすることによって積極的・能動的に環境適応をする存在であるという視点に立っている。したがって、単に組織内の各機能単位間にとどまらず、外部環境との間の情動的相互作用の視点から組織構造やプロセスの機能特性をモデル化し定式化している。

初期のサイバネティックス研究が機械や有機体との類推を重視しつつも、特に機械との類推に依拠する傾向が強く、企業や組織システムのように複雑性や不確実性が高く、環境変化に対して受動的・能動的に適応する生存システムの現象の解明、理論的定式化、設計方法論の構築等には限界がある¹²。しかし、組織サイバネティックス思考のもとでは、人体、特に人間の情報処理機能を担う神経系を生存システムの最も高度な情報システムの姿であるとして視野に据えて、神経系との類推を駆使して企業その他組織体の情報システムのあるべき姿を模索する。VSMは、研究や実践の対象である組織体およびその情報システムに対して構造主義的な方法で目標追及的な適応システムとして、診断や設計の道具あるいは技法として機能する(Beer 1985)。

この組織サイバネティックス思考における道具や技法は、生存システムは対峙する環境での脅威や機会のような環境の多様性(不確実性)を吸収するに十分な組織の多様性(環境多様性の吸収能力)を保持することによって生存可能となるというアシュビーの「必要多様性の法則(the law of requisite variety)」に基本的には依拠している(Ashby, 1963)。そして生存システムと環境、生存システム内の構造とプロセスを情動的相互作用の視点からVSMとしてモデル化し多様性等式として定式化される。

組織サイバネティックスの視点に立つならば、生存システムの機能は、「自己調整(self-regulation)」機能と「自己組織化(self-organization)」機能によって構成される。情報システムは、これらの機能を支援するものとして認識される¹³。

生存システムは、環境の多様性を吸収するために、環境を適当に分割して、各環境の多様性を吸収するサブ・システム化を図る。サブ・システムには各々が自律的に対峙する環境の多様性を吸収できるように、必要十分な自由裁量権(discretion)と環境及びシステム内部での情動的相互作用を主体的に行って環境適応をするのに必要な、ポリシー、インテリジェン

¹² Checkland (1980).現実の問題は「良構造問題」だけではなく目的が特定化されていない場合が多いので、目的が特定化された中での最適解を効率的に求めようとする伝統的な思考(ハード・システム思考)には限界がある。初期のサイバネティックス思考は、観察者の解釈的、主観的視点に留意しているとはいえないために、極度の複雑性を扱うことが不可能なハード・システム思考と同様の批判を受け入れざるをえないことになる。他方、組織サイバネティックスでは、組織の目的・目標が外部的に定義できるほど単純なものではなく、内外の環境との相互作用や交渉のプロセスから妥協的に決まるのであり、システムの構造やプロセスも完全かつ確定的に定式化することが困難であるという視点に立っている。また、多様性は、処理能力に限界がある人間によって観察されるものであり、組織システムに関する主観的・解釈的な観察者の役割に留意しており、初期のサイバネティックスの仮定とは明らかに区別される。

¹³ Espejo and Harnden(1989),pp.79-82. 詳細に多様性バランスを展開している。

ス、コントロール、調整、実施等の5つの機能的能力(functional capacity)が付与され、再帰的階層化を図って多様性を吸収することによって生存する¹⁴。

組織サイバネティックスでは、自己調整機能と自己組織化機能の効率的、効果的な遂行のための組織化及び管理基準としてアシュビーの法則をベースにした二つの多様性バランスの等式がある。すなわち、人間や企業体のような生存システムは、環境の多様性(複雑性の程度)が増大したならば、それに見合うだけの対応策を考えて環境の多様性の吸収能力を高めて、多様性バランスを実現しなければならない(第1の多様性バランス)。

もし環境多様性が著しく増大したために生存システム全体として環境との間において多様性バランスが維持できないならば、多様性が増大した環境に全体として対応するのではなく、いくつかの環境に分割をして、環境多様性を削減するとともに、自らを各々の環境に対応できるサブ・システムに分割して各々が対峙する環境との間で多様性バランスを実現する。そのために、各サブ・システムは、分割された環境との間で多様性バランスを実現するために十分な自由裁量権と機能的(情報処理)能力を付与されることになる。各々のサブ・システムが、自律的に環境適応を実現することによってシステム全体としても環境との間において多様性バランスの実現を図る。この第1の多様性バランスは次のような方程式によって次のように表現される。

【第1の多様性バランス】

$$V_e = V_s$$

[環境の多様性] [システムの多様性]

V_e : Variety of environment, V_s : Variety of systems

あるいは、サブ・システムのレベルにおいて定式化すれば次のように表現される。

$$V_e = V_{e1} + V_{e2} + \dots + V_{en} \quad \text{[関連環境の多様性]}$$

$$V_s = V_{i1} + V_{i2} + \dots + V_{in} \quad \text{[実施機能(サブ・システム)の多様性]}$$

したがって、

$$V_{e1} + V_{e2} + \dots + V_{en} = V_{i1} + V_{i2} + \dots + V_{in}$$

V_i : Variety of implementation

しかしながら各サブ・システムが勝手に自律的に自らの関連環境と多様性バランスを実現できても、組織全体として各サブ・システムが備えている多様性を全体としてコントロールできなければ、組織全体としての存立が不可能になる。

したがって、各サブ・システムの自律的な環境適応をシステム全体として調整およびコントロールするために、各サブ・システムの多様性全体を吸収できるようにシステム全体としてのコントロール機能を高めて、多様性バランスを実現しなければならない(第2の多様性バランス)。この第2の多様性バランスは次のような方程式によって表現される。

¹⁴ Beer(1982), p.226, 同訳書, p.307.

【第2の多様性バランス】

$$V_i = V_{i1} + V_{i2} + \dots + V_{in}$$

[実施機能(サブ・システム)の多様性]

$$V_{i1} + V_{i2} + \dots + V_{in} = V_c \text{ or } V_m$$

[実施機能(サブ・システム)の多様性]

[組織全体としてのコントロールの多様性]

Vc: Variety of control

Vm: Variety of management

2-4-2 組織サイバネティクスにおける VSM の有効性

顧客の経験価値の創出の実現がより重要になる DX 環境においては、企業等の組織体は、これまでのように生産・販売プロセスまでの効率化、製品サービスの品質の向上にとどまらない。さらには、生産・販売プロセスから利用・消費プロセスまでビジネス・プロセスを拡大して、顧客の経験価値の創出を向上させるためにビジネスを展開しなければならない。

そのためには個別企業が単独でビジネス・モデルや情報システムを自己完結的に再構成・管理するだけでは不可能であり、さらには自らを維持発展させることも困難になっている。エコシステムの発想を借りて、DX 環境での組織やビジネス変革の道を探る傾向が生まれている。エコシステムとは、本来、動物、植物、微生物等の生命体の間で、またそれらの生命体を取り巻く水、空気、光等の無機質な環境との間での相互作用や相互依存・補完関係の中で生存している生物社会としてのコミュニティやシステム全体を生存システムとして認識するものである。

他の業界の企業であろうと、また同じ業界において敵対的な企業その他の組織体であろうとも相互補完的關係によって、さらには顧客やその他の利害関係者や制度的規制や関係機関等であろうとも一つのビジネス・エコシステムを構成するという考え方のもとでビジネス・モデルや情報システムの再構成を支援する流れが生まれている。とくに今日の DX 環境においてはクラウド・コンピューティングを基盤にして各種のソーシャルメディアや AI 技術駆使して、特定業界を越えて各参加企業が競争と協調という視点から情報的相互作用を見直してビジネス・モデルと情報システムの再構成(経営情報システムの外延的拡張)が大きくなっている。

Chesbrough(2003)の「オープンイノベーション」および Moore(1993)の「ビジネス・エコシステム」は、まさにその考え方の必然性を明らかにしている¹⁵。しかしながら、これら

¹⁵ Iansiti and Levien (2004). キーストーン企業は、生態系を維持する役割を果たすとはいえ、エコシステムに不可欠な存在であることにつけ込んでエコシステムを独占する危険がある。つまり、このキーストーン戦略では、エコシステムの構築が可能になるとはいえ、各企業の自律的な行動が阻害されてしまう危険がある。

の研究成果は、啓蒙的役割を果たしつつも具体的にどのように接近すべきかについては必ずしも嚮導性ある展開をしていない。本研究はその一つの方向性を模索するものである。

他方、組織サイバネティクス(Beer, 1985)におけるVSMは、本来、独立した事業主体すなわち生存システムの現象解明、理論化、設計開発等のための診断の道具ではある。したがって、組織サイバネティクスにおけるVSMは、企業その他組織体や利害関係者、制度的諸規制等で構成されるビジネス・エコシステム全体の情報化実践のあり方を検討するための道具あるいは分析枠組みとしても大いに有効であるというのが本研究のスタンスである。

なぜならば、エコシステムは、各種の生物とともに空気・水その他資源の中で相互作用をして自己組織化、共進化、適応、創発等を行って生存しているシステムとして認識することが可能である(Peltoniemi and Vuori, 2004)。VNを構成する企業その他組織体も、単なる組織体の集合ではなく、モノやサービスの入出力の単なる連鎖レベルでの存在でもない。VNを構成する企業その他組織体のコミュニティは、全体として自己組織化、共進化、適応、創発等を展開して生存するエコシステムとして認識し、関連環境との間で多様性バランスを実現していると認識することができる。したがって、VNをビジネス・エコシステムという考え方のもとで理解をして、その進むべき道を見つけようとする組織サイバネティクスにおけるVSMのような類推の展開は妥当といえよう。

もちろん、自然のエコシステムの特性が、そのままビジネス・エコシステムの特性として類推できるのではない。自然のエコシステムは生存を目指しているが、ビジネス・エコシステムはイノベーションの実現をめざしている。また、ビジネス・エコシステムにおける企業その他組織体であるアクターには意思が存在し、計画や反省をすることができる。これらの相違に留意をして類推を展開する必要がある。

第3章 ビジネス情報システム構築基盤としての REA モデル

本研究においては、BC 技術を駆使しつつビジネス・エコシステムないしは VN を支えるビジネス情報システム構築のあるべき姿を組織サイバネティックスの観点から明らかにする意図がある。本章では、そのための構築基盤としての REA モデルを説明する。

REA モデル(McCarthy, 1982)は、当初は組織内のビジネス・プロセスの概念データモデルとして考案される。購買や販売のビジネス・プロセス等におけるビジネス事象¹⁶に関するデータを素次元レベルで多元的に、かつ組織の機能横断的・一元的にとらえて情報潜在性を高める概念データモデルであり、このモデルを業務や管理の意思決定や判断に用いる各種分析モデルに結びつけることによって、その判断や意思決定の質を向上させることができる。McCarthy 自身においても、REA モデルはこれまで数回にわたってモデル化の範囲を拡大したり、一元的に組織間での取引を認識する視点を追加したりする等して情報潜在性を高めてきている。ただし、これまでの REA モデルの分析では、顧客に商品やサービスを提供するまでのビジネス・プロセスを対象としているので、顧客が経済資源を実際に利用・消費する顧客経験のプロセスに関する属性認識が十分にできない。したがって、顧客の経験価値の創出を十分には支援できない。

第3章では、以上の REA モデルの特徴を明らかにし、後述する第4章では、この REA モデルおよび REA モデルによって構築できるビジネス情報システムを、組織サイバネティックスの視点から分析を試みる。

3-1 単一組織内のビジネス・プロセスの REA モデル

3-1-1 三層構造データモデルと概念データモデルの意義

REA モデル(McCarthy, 1982)は、当初は単一組織内のビジネス・プロセスを認識、表現するデータモデルとして考案される。このモデルは Chen(1978)の実体関係モデル(ER model: Entity-Relationship model)を用いつつ、分析対象を1つ以上の「実体」、それらの間の「関係」、および「属性」からビジネス情報システムの基礎となるデータベースを設計するためのモデルである。その設計のプロセスは、「要求分析(requirements analysis)」、「ビュ

¹⁶ Geerts and McCarthy(1997). 完全な REA モデル(full-REA model)の考え方のもとでは、ビジネス・プロセスで発生するビジネス事象はすべて「経済事象」として捉える。ただし、現在の技術環境ではそのような認識は現実的ではないので、ビジネス・プロセスでの現象は「経済事象」と「タスク」として捉える。他方では、「経済資源」を増加・減少させる「経済事象」を認識するだけでは、顧客からの注文を受けた段階で「帳簿上の在庫数」から必要な分だけあらかじめ取り置きする「引当在庫数」や、業者に発注した商品の「入荷在庫数」、および「販売可能な在庫数(帳簿上の在庫数 - 引当在庫数 + 入荷在庫数)」が計算できない。したがって、REA モデル(McCarthy, 1982)では、「経済事象」の将来の発生を引き起こす注文、予約等の事象を「コミットメント」事象(Ijiri, 1975)として認識する。

一のモデル化(view modeling)」、および「ビューの統合化(view integration)」の3段階に分かれる^{17 18}。

第1段階の要求分析は、現在および将来の情報ニーズの両方を明らかにするために、分析者が利用者へのインタビューならびに現在の業務・管理で利用している各種帳票を調査するプロセスである。つまり、個々の利用者(や利用者集団)にとっての業務・管理で必要となる情報要求を明らかにするプロセスである。この段階においては、どのような意思決定プロセスが必要になるのか、各意思決定プロセスで用いる様々なデータ項目と利用パターン、およびデータ利用に関する様々な組織的な制約条件についての情報を収集する。

第2段階のビューのモデル化は、第1段階の要求分析で収集した情報に基づいて、ER modelを用いつつ、会計、マーケティング、人事等といった組織の特定の職能別に「実体」、それらの間の「関係」および「属性」からなる複数の外部データモデルを作成する。

第3段階のビューの統合化は、第2段階で作成される複数の外部データモデルに基づいて、矛盾や重複することないひとつの概念データモデル(統合的なビュー)を作成する。また反対に、概念データモデルからそれぞれの外部データモデルがいかに導出できるかについても明らかにする。

さらに、概念データモデルに基づき作成されるデータベースの物理的なデータ構造やアクセス方法に関するデータモデルは、内部データモデルと呼ばれる。図1は、これらのデータモデルが三層構造を有していることを示すものである。データモデルの三層構造の中では、外部および内部データモデルがいずれも概念データモデルに基づいて作成されることから、概念データモデルが基本となるデータモデルとなる¹⁹。

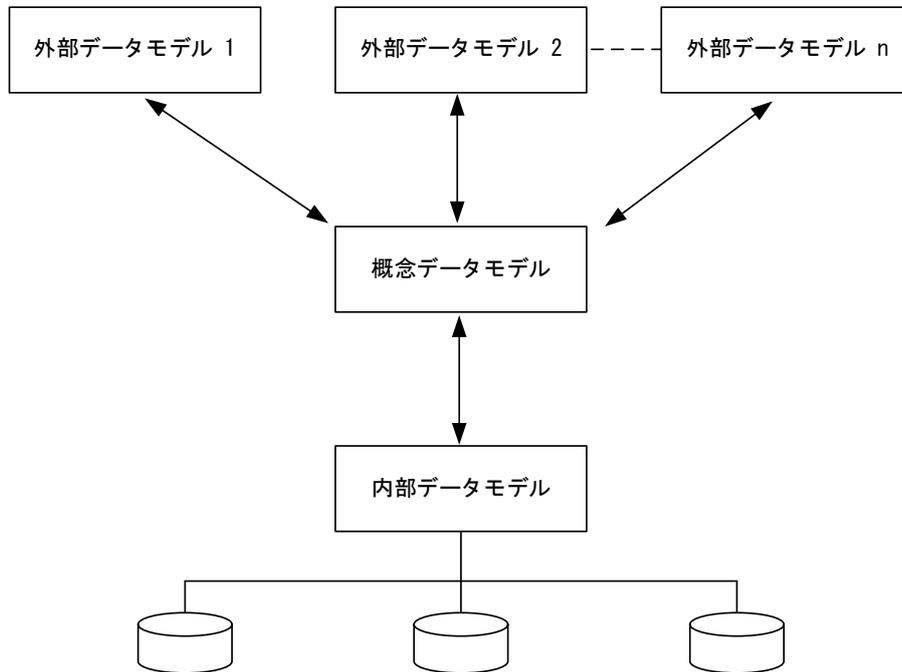
これらの3つレベルにデータモデルを分けて認識することによって、データベースの物理的な構造に変更があったとしても、外部と概念データモデルとの間の関係は依然として変わらないので、その変更の影響は外部データモデルやそのモデルを利用するアプリケーションのプログラムの変更をもたらさない。この特徴は、論理的なデータモデル(外部と概

¹⁷ データベース設計プロセスのより詳細な説明は、様々な文献においてなされてきている。例えば、Hoffer, George, and Valacich(2002)では、SDLC(Systems Development Life Cycle)の局面を計画、分析、設計、実装、維持としたうえで、各局面におけるE-R Modelがどのように利用されるのかについて説明している。

¹⁸ McCarthy (1999). データベースの設計手法は、要求分析、概念設計、実装設計、物理設計の四つのステップからなる。これらの四つのステップの中で、REAモデル(McCarthy, 1982)は、概念設計に関する考察に留まっている。ただし、その後の考察においては要求分析(Geerts and McCarthy, 1992)や実装設計(McCarthy and Rockwell, 1989)、さらにはデザインパターンの考えを取り入れた物理設計(Nakamura and Johnson 1989)等について考察されてきている。

¹⁹ 米国国家規格協会(ANSI: American National Standards Institute)の標準化計画要求委員会(SPARC: Standards Planning and Requirements Committee)が提唱するデータモデルの三層構造では、このデータモデルは、メタデータを意味するスキーマ(schema)という用語で説明される。図1のデータモデルはこのANSI/SPARCに考え方に基づく展開である。

図1 データモデルの3層構造



念)と内部データモデルとを分離することによって得られることから「物理的なデータの独立性」という特性が確保される(Umanath and Scamell, 2007). 例えば, リレーショナル・データベースのテーブルのレコードの中から目的のデータを迅速に検索するために, あるデータ項目(例, 顧客テーブルの郵便番号)に対して新たにインデックスを設定する, という内部データモデルの変更があったとする. その場合, この変更に対しては, 変更がなされたデータ項目の「郵便番号」を利用する外部データモデルやそのモデルを利用するアプリケーションのプログラムはなんら修正する必要はない.

同様に, 特定の外部データモデルに変更があったとしても, その変更の影響は他の外部データモデルやそのモデルを利用するアプリケーションのプログラムの変更をもたらさないことから, 「論理的なデータの独立性」という特性が確保される(Umanath and Scamell, 2007). 例えば, 追加的な情報要求を受けて外部データモデルに新たなデータ項目を追加したとしても, それ以外の外部データモデルやそのモデルを利用するアプリケーションのプログラムは何ら修正する必要がない.

このようなデータの独立性を保つことができる三層構造のデータモデルを作成できれば, 随時外部データモデルを更新してのデータ項目の追加や, 新たな外部データモデルを作成することによって, 業務や管理の判断や意思決定をより高度に支援することが可能になる. そのためには, 外部データモデルと内部データモデルを作成するための基礎となる適切な概念データモデルをいかに作成するかが重要な課題になる.

3-1-2 REAモデルによる多元的な属性認識

(1) 概念データモデルとしてのモデル化の背景と基本的理解

多様な業務や管理に対するデータの情報潜在性を高めるためには、ビジネス・プロセスや事象を多元的、素次元レベルで、かつ一元的に属性認識をする必要がある。ただし、特定の業務や管理ごとに属性をそれぞれ認識すれば、同じ属性を重複して認識してしまうので、確認、調整のための追加的な労力やコストが必要になってしまう。したがって、この問題を解決するためには、重複することなく効率的に属性を認識するための適切な概念データモデルをいかに作成するかが重要な課題になる。

概念データモデルを ER model として作成する場合においては、「実体関係モデルには、実体および関係の分類体系がない」（味村・山田・堀内，1983）との指摘があるように、ER model それ自体は、実体、その関係および属性を明らかにする際の指針とはならない。つまり、上記の 3-1-1 における「ビューのモデル化」および「ビューの統合化」においては、実体、実体間の関係、および属性を特定するための唯一の客観的な認識方法（や多くの関係者が納得できる認識方法）があるわけではない。これらの指摘は ER model に限らず、オブジェクト指向設計におけるクラス図²⁰を作成する際にも当てはまる。つまり、クラス図それ自身は、クラス、クラス間の関連、および属性を特定する指針とはならず、また作成されるクラス図は設計者によって主観的に認識される。

したがって、伝統的な会計モデルが取引を認識する際に用いる「借方(Debit)」、「貸方(Credit)」、「勘定(Account)」といった会計人工物によって、分析対象である組織のビジネス・プロセスや事象を認識することも想定できる。しかしながら、これらの会計人工物による実体とその関係および属性では、以下のような特徴があるので、組織内の各種の業務や管理の意思決定や判断を高度化できない(McCarthy, 1982, pp.554-555)。

- ・貨幣的観点からの限定的な測定であり、多元的な属性認識に基づく測定ができない。
- ・会計の知識が乏しい者(non-accountant)にとってみれば、勘定科目による経済事象に関するデータの認識では、経済事象を正しく認識できない。
- ・会計データは集約レベルが高すぎるので、多様な意思決定者の判断や決定には役立たない。
- ・会計職能とその他の職能とが統合されていないので、同じ現象についての情報が職能ごとに記録され、データの一貫性の欠如、情報ギャップ、重複をもたらす。

²⁰クラス図(Class Diagram)は、問題領域を構成するモデル要素同士の関係を示した図である。つまり、クラス、クラス間の関連、および属性からシステムの構造を記述する静的な構造図である(児玉, 2004, p. 27)。

つまり、伝統的な会計モデルは、外部データモデルとして用いる場合には、財務諸表を産出させることができるので、このモデルは依然として有用である。しかしながら、もし伝統的な会計モデルを、(多様な外部データモデルと内部データモデルを作成するための基礎となる)概念データモデルとして利用するようであれば、McCarthy (1982) で指摘される上述の問題、すなわち組織内の各種の業務や管理の意思決定や判断を高度化できない。

このような問題を回避するためには、ビジネス・プロセスや事象は、伝統的な会計モデルのような特定の目的(財務諸表の産出目的)からではなく、むしろ事象についての基本的な事項である「いつ(When)」、「どこで(Where)」、「誰が(Who)」、「何を(What)」、「なぜ(Why)」、「どのように(How)」といった 5W1H のような観点から認識する必要がある。このような観点のもとに、REA モデルは当時の応用科学としての会計学の革新的な基礎理論として高く評価されていた Ijiri(1975)、Mattessich(1964) および Yu(1976)の会計理論を論理基盤としつつ、概念データモデルにおける実体とその関係を捉える。

すなわち、概念データモデルとしての REA モデル(McCarthy1982)は、ビジネス・プロセスや事象を把握する基本要素(primitives)として、組織内のストックとしての「経済資源(Economic Resources)」、経済資源を増減させるフローとして「経済事象(Economic Events)」、それに参加する「経済主体(Economic Agents)」、およびそれらの間の関係から、「何を」、「いつ」、「誰が」および「なぜ」といったことを明らかにすることができる。REA を構成する各実体には、以下で説明するように素次元レベルかつ多元的、かつ一元的に属性認識が可能になることから、多様な業務や管理に対する情報潜在性を高めることができる。

REA モデルの構成要素である「実体」と「関係」については以下に説明する。

① REA モデルにおける基本要素

「経済資源」は、人や企業の管理下にあり価値がある財、サービス、権利である。例えば、有形資産(貨幣、原材料、製品、商品、土地、設備等)、無形の資産(労働力、サービス、デジタル資産等)が該当する。この経済資源は、計画、管理、実施および評価の対象となる。

「経済事象」は、企業が管理する経済資源の有高や価値を増加・減少される事象である。商品の購買や販売、労働力の獲得、原材料の消費、製品の産出、サービスの提供や利用等が該当する。この経済事象の発生によって、いかなる種類の経済資源の有高や価値がどの程度増減するのかが明らかになる。つまり、「いつ」、「なにが」、「どこで」発生するのかが明らかになる。

「経済主体」は、経済事象に参加する個人や企業であり、経済資源にかかわる権利を有しており、その権利を一方から他方に提供ないしは受入をすることができる主体である。つまり経済事象に誰が参加するのか、経済資源の所有者は誰であるのかを明らかにする。この経済主体は、企業の内部の経済主体(例、組織の販売担当者、購買担当者等)と外部の経済主体(顧客、業者等)に分けて捉える。REA モデル(McCarthy, 1982)は、取引を行う企業(売手や買手)の視点からモデルを示しているが、その後の拡張された REA モデル(Geerts and

McCarthy, 2002 ; Hurby, 2006; Haugen, 2007)では、一元的に組織間で取引データを捉える視点(「独立の視点」)が付け加えられる。この点は、以下の章で改めて説明する。

② REA モデルにおける基本要素間の関係

REA モデルを構成する三つの実体(経済資源、経済事象、経済主体)間の関係は、「二重性(duality)」、「ストック・フロー(stock-flow)」、「参加(participation)」、「責任(responsibility)」の4つから構成される。

「二重性」関係は、二つの経済事象間の関係であり、経済資源の増加をもたらす経済事象は、必ず別の経済資源を減少させる経済事象を伴うというように、二つの経済事象間の関係は、提供と見返り(give and take)ないしは原因と結果の関係にある。例えば、「商品の販売」と「現金の回収」という二つの経済事象は、「商品の販売」は無料ではなく必ず対価である「現金の回収」を伴わなければならないことがこの関係によって捉えられる。

「ストック・フロー」関係は、経済資源と経済事象との間の関係であり、ストックは経済資源の有高であり、またフローはその有高や状態等を変化させる経済事象である。例えば、商品(経済資源)を購入(経済事象)することによって、組織が保有するその商品の有高が増加することや、商品(経済資源)を販売(経済事象)することによって、組織が保有するその商品が減少することがこの関係によって捉えられる。

「参加」関係は、経済事象とその事象に参加する内部と外部の経済主体との間における関係である。経済資源を増減させる経済事象を実行する権限に応じた責任を誰(例：内部の経済主体である現場の担当者)が、誰(例：外部の経済主体である顧客や業者)に対して有しているかがこの関係によって捉えられる²¹。外部の経済主体と経済事象との関係は、「外部参加」関係として捉えられる。内部の経済主体と経済事象の関係は「内部参加」関係として捉えられる。

「責任」関係は、組織内における上位者と下位者との間の権限の委譲と責任を有していることがこの関係によって捉えられる。

以上の REA モデルを用いることによって、組織内の様々な職能におけるそれぞれのプロセス(購買、生産、販売等)を統一的に捉えることができる。例えば、購買プロセスについて

²¹ Hurby(2006), pp.35-36. 「内部参加」と「外部参加」関係は、「経済事象」に参加する「経済主体」の役割に注目する場合には、「提供(provide)」関係と「受入(receive)」関係として認識される。例えば、組織において何らかの商品を顧客に販売する場合には、一方の当事者である組織の担当者(内部の経済主体)は商品を顧客(外部の経済主体)に「提供」する役割、および顧客から販売の対価を「受け入れる」役割を担っている。他方の当事者である顧客は、商品を「受け入れる」役割とその商品の対価を支払う(言い換えれば、提供する)役割を担っている。このように、内部と外部の経済主体は、経済事象との間においてある場合には経済資源を「提供」する役割を、また別の場合には「受け入れる」役割をというように二つの役割を担う。

は、「経済資源」として商品と現金を、「経済事象」として購買と支払いを、また「経済主体」として供給業者(外部の経済主体)および購買担当と支払担当(内部の経済主体)を割り当てることによって図2のような購買プロセスのREAモデルとして表現できる。各経済事象である購買と支払の発生ごとに、何が発生したのか(経済資源と経済事象)、いつ発生したのか(経済事象)、誰が関係したのか(経済主体)、なぜ発生したのか(二重性関係)を明らかにできる。同様に、販売プロセスについても図3のようなREAモデルとして表現できる。なお、図2と図3ではREAモデルをオブジェクト指向設計におけるクラス図として表現している。

図2 購買プロセスのREAモデル

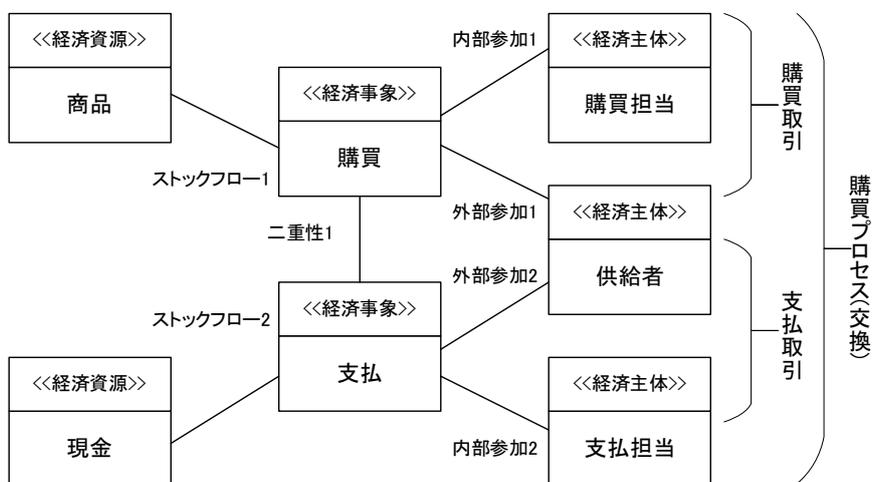
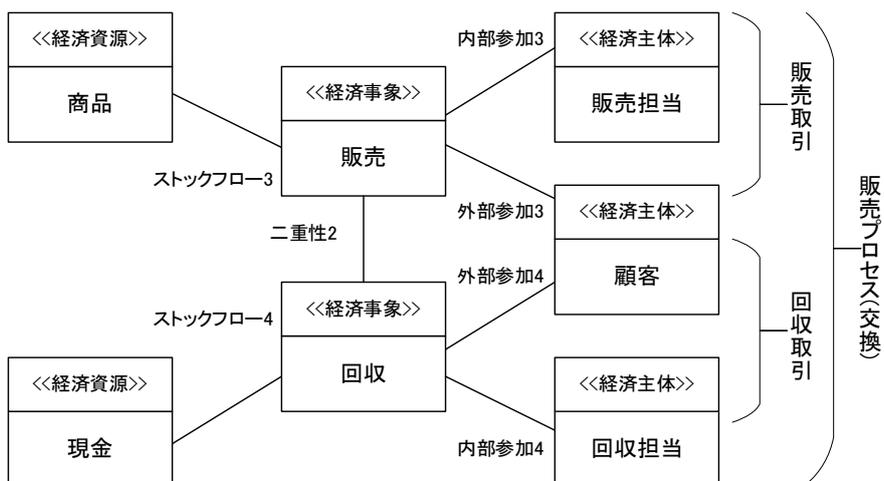


図3 販売プロセスのREAモデル



(2) REA によるバリューチェーンの展開

顧客視点から組織のビジネスを理解しようとする場合、そのプロセスはおのずと職能横断的にならざるを得ない。単に組織効率の視点ではなく適切な顧客対応を図るためには、特に複数部門・職能間の関係性は重要になってくる。組織が何を行っているかについての理解には「ある時刻の断面からの責任の所在と報告関係を捉えようとする組織の階層構造」の視点ではなく、むしろヒト、モノ、情報の相互関係からいかにして組織が価値を創出するのかというプロセスの視点は重要性を増してくる(Davenport 1993)。このプロセスの視点から企業活動を分析する代表的なフレームワークとしてポーターのバリューチェーン(Porter 1985)がある。ポーターは、事業を行うために実施する技術的および経済的に性格の異なる活動を「価値活動」と呼ぶ。価値活動は、購買物流、製造、出荷物流、販売・マーケティング、およびサービスの5つの主活動と、調達、技術開発、人事・労務管理、会社の全般管理の四つの支援活動に分類される。企業が産出する価値は、この価値活動の結果として生じる。

バリューチェーンの分析フレームワークは、「競争上の機会と高次プロセスを識別する手段として、価値連鎖の価値活動のつながりを識別し、作り出すことの有用性を強調している」(Davenport, 1993, P. 30)。したがって、この分析フレームワークを用いることにより、戦略的に重要なプロセスの識別、バリューチェーン内を構成する各プロセス間の関係の理解、さらには自社と敵対企業のバリューチェーンを比較することで競争優位の違いを分析できる。

しかしながら、情報システム化を前提とする場合、ポーターはこれらのフレームワークをどのように用いるべきかを明確に述べているわけではない(Davenport, 1993)。したがって、情報化のより具体的な分析を進めるためには何らかの分析モデルが必要になる。

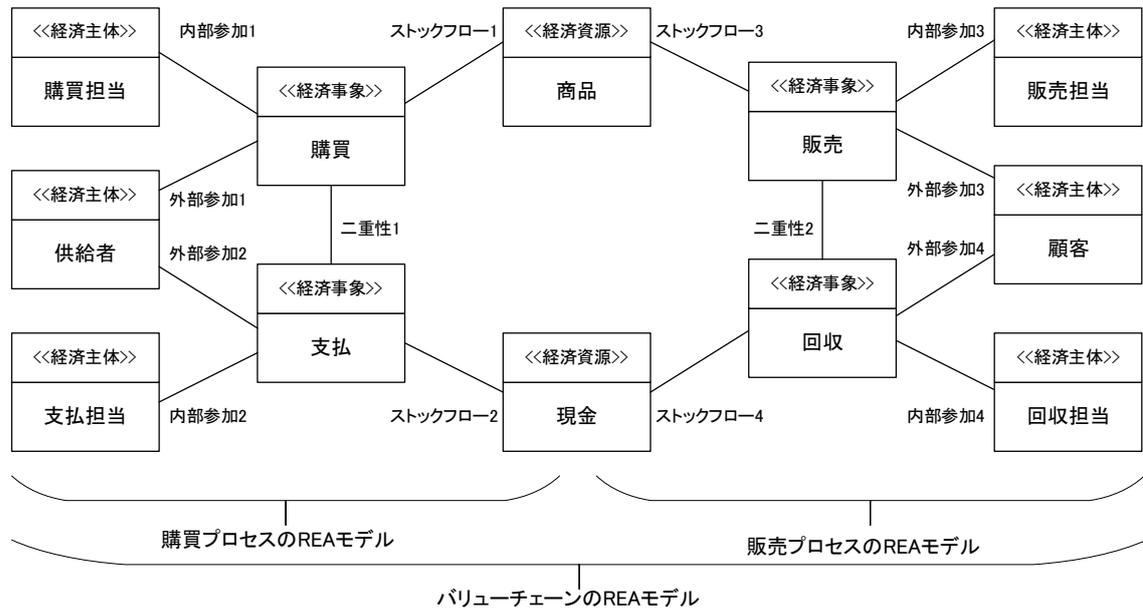
全社的な情報システムの設計図である概念設計モデルは、企業の情報システムの設計目的だけではなくビジネスやそのプロセスの理解を促進させる(Jacobson et al.1995,Eriksonn and Penker 2000)。したがって、バリューチェーンを具体的に展開・分析するためのモデルの候補になり得る²²。REA モデルは、情報システム化を念頭に置く分析フレームワークとしても利用できる。つまり、競争戦略のためのポーターのバリューチェーンの分析フレームワークとはその目的が異なるとはいえ、「データベース指向」、「意味論志向」、「構造指向」という特徴(Dunn and McCarthy, 1997)を備えていることから情報化を念頭に置いたより具体的なバリューチェーンの分析に用いることができる。

「データベース指向」は、素次元、多元的、かつ一元的なレベルでデータを貯蔵すること、および権限ある意思決定者がデータにアクセスして利用できるという特徴を表している。

「意味論指向」は、ビジネス・プロセスにおける経済事象ごとにその意味内容を伝えることができる特徴を表している。「構造指向」は、経済事象の認識において経済資源と経済主体を結びつけて捉えるとともに、各経済事象を個別に捉えるのではなく何ら経済資源の提供

²² Eriksonn and Penker (2000)。ビジネス・プロセスのモデル化によって、ビジネスの理解、情報システム支援の他、現行のビジネス構造と運営の改善点の把握、ビジネス革新の支援、新プロセスの実行可能性の検査、アウトソーシング候補となるプロセスの特定が可能になる。

図4 バリュチェーンにおけるREAモデルの一例



は別の経済資源の見返り (give and take)があるとする「二重性」関係によって二つの経済事象を結びつけて捉える。

このような特徴を有する概念設計モデルとしての REA モデルは、組織内の様々な職能における個々のプロセス(購買, 販売, 生産等)をそれぞれ REA という一定のパターンのもとに統一的に捉えることができる(図2, 図3). つまり, REA モデルでは経済資源と経済事象との間の増減関係である「ストック・フロー」関係によって, REA モデルによって個別にモデル化した二つのビジネス・プロセスを一連のプロセスとして結びつけて捉えることができる. 例えば, 購買プロセスと販売プロセスは, 二つのプロセスでの「ストック・フロー」関係によって一連のプロセスとして結びつけて以下のように捉えることができる(図4).

まず, 購買によって商品を増加させるストック・フロー1と販売によって商品を減少させるストック・フロー3とを個別に認識するのではない. 購買プロセスにおいて購入(増加)した商品を販売プロセスにおいて販売(減少)するというように, この二つの「ストック・フロー関係」を結びつける. 同様に, 現金を増減させるストック・フロー4とストック・フロー2を結びつけることによって, 購買と販売ビジネス・プロセスを一連のプロセスとして捉える.

これらの図2から図4を上述のデータモデルの三層構造に当てはめると, 図2の購買プロセスと図3の販売プロセスを対象とする REA モデルは, 組織の特定職能のプロセスのモデル化であるので, それぞれが外部データモデルに相当する. 当然のことながら, この外部データモデルは高次元のデータモデルであるので, 情報システム化を図っていくためにはさらなる詳細なレベルでの分析が必要になる. 他方で, これらの外部データモデルを統合するプロセスのモデルである図4の組織のバリュチェーンの REA モデルは, 概念データモ

デルに相当する²³。

なお、ポーターのバリューチェーン分析を効果的に進める上では価値と価値を生み出すコスト、その差額であるマージンを把握する必要がある、そのためには価値を生み出すため必要になるコストは活動ごとに認識しなければならない。しかしながら、「間接費」や「一般管理費」等の(勘定)項目によってコストを把握する伝統的な会計システムでは価値活動ごとのコストを把握することが難しい。この問題は、REA モデルを用いることによって解決できる。なぜなら、REA モデルでは価値を生み出すために必要となるコストを活動(個別プロセス)ごとの経済資源の消費、利用(コスト)によって把握できるからである(堀内, 2014)。

なお、REA モデルによってモデル化できるビジネス・プロセスは、購買や販売といった企業が他の経済主体から経済資源を受け取り、その見返りとして、その経済主体に何らかの経済資源を与えるとといった「交換」のプロセスだけに限定されない。さらに、生産、修理、配送等の「変換」のプロセスについても REA モデルとしてモデル化できる。

なぜならば、変換のプロセスについても、購買や販売等の交換と同様に、何らかの経済資源を投入(消費や利用)することによって、新しい経済資源の生産や投入した経済資源の状態の変更といった「提供(give) — 二重性 — 見返(take)」という共通の特徴を持つからである(Geerts and McCarthy, 1997; Hurby, 2006)。このような観点から見れば、修理のプロセスは、経済資源の消費および使用によって、修理された経済資源が産出されるので、変換プロセスとして認識できる。同様に、輸送のプロセスも、輸送サービスを利用することによって、例えば工場から店舗への商品を移動させることで商品を販売可能な状態に変更させるので、変換プロセスとして捉えることができる。

このように REA モデル分析では、バリューチェーンにおける主たるプロセスを明らかにすることができれば、REA モデルの「ストック・フロー」関係の観点からバリューチェーンを構成する主たるプロセスを関連づけて捉えることができる。ただし、顧客にとっての経済資源の価値は一つではなく多面的な属性から構成されるものであり、同じ顧客であっても状況ごとに異なる(Lancaster, 1966)。したがって、当然のことながら同じ業種であったとしても、ターゲット顧客やその顧客にとっての経済資源の価値の捉え方に応じて主たるプロセスは様々な捉えることができる。例えば、ハンバーガーショップのビジネスにおいて、上質な素材にこだわり贅沢なグルメハンバーガを堪能したい顧客をターゲット顧客として捉えれば、厳選した素材の調達や調理プロセス等を主たるプロセスとして認識しなければ

²³ REA モデルと類似する概念データモデルによる情報システム構築の日本における代表例としては、KDDI の基幹情報システム AICE(All Information Systems for Communication Empowerment)(繁野, 2005)や JFE ホールディングスの基幹情報システム J-Smile(大和田, 2006)を指摘できる。前者は、旧 DDI(第二電電)、旧 KDD(国際通信電話)、旧 IDO(日本移動通信)のシステムの統合化プロジェクトとして、後者は、旧 NKK と旧川崎製鉄の 2 系列に分かれていたシステムの統合化プロジェクトとして実施されたものである。いずれも保守の効率化やシステム機能の追加が容易でない現状を打破するためのプロジェクトであるという点で共有する。

ならない。他方で、セットメニューについてくる景品のおもちゃを入手することに価値を見出す顧客をターゲット顧客とし捉えれば、メインメニューやサイドメニューのプロセスだけでなく、おもちゃの選定、作成、準備等のプロセスも主たるプロセスとして認識しなければならない。

したがって、このような REA モデルによって、顧客にとっての経済資源の価値の捉え方に応じて主たるプロセスを捉えつつ、バリューチェーン全体を資源の流れを明らかにできる。しかしながら、これまでの REA モデル(McCarthy, 1982; Geerts and McCarthy, 1997; Hurby, 2006)の分析は、顧客に商品やサービスを販売するまでのプロセスを対象としている。そのために、顧客が獲得した経済資源を実際にどのように利用・消費するのかについての顧客の経験価値の創出に関する属性認識が十分にはできていない。つまり、経験価値の創出については十分な支援ができない。

(3) REA モデルによる多面的な属性認識

REA モデル(McCarthy, 1982)は、上記の通り、組織のビジネス・プロセスや事象についての多面的、素次元かつ一元的に取引データを捉える概念データモデルである。このモデルを駆使することによって、組織のバリューチェーンを構成する販売、購買、生産等の様々な職能のプロセスを REA という一定のパターンによって捉えるとともに、各プロセスを経済資源の増減関係によって結びつけて捉えることができる。

バリューチェーンを構成する各プロセスを REA モデルとしてモデル化できれば、次に、各実体(クラス)と関係(関連)に対して属性を設定できる。この設定においては、組織内の各種業務や管理の判断や意思決定を支援できるように多面的、素次元レベルでかつ一元的に認識することによって、判断や意思決定のレベルをより高度化できる。

実体(クラス)や関係(関連)には、技術的および経済的な限界があるとはいえ、理論的には無限個ともいえる属性を設定することができる。ただし、多面的かつ素次元レベルの属性が情報潜在性を高めるという理由から、目的や職能単位に、実体と関連に必要なに応じてそれぞれ属性を設定すれば、組織全体としてみれば同一の属性が重複して設定されてしまう。この問題は、上述してきたように、ビューの統合化においては複数の特定目的の外部データモデルから矛盾や重複することないひとつの概念データモデルとしての REA モデルを作成しつつ、この REA モデルに属性を設定することによって防ぐことができる。なぜならば、データモデルの三層構造のもとに概念データモデルを作成できれば、理論的には、この統合的な概念データモデルに設定された属性に基づいて複数の特定目的の外部データモデルを作成できるからである。

ただし、REA モデルには各実体や関連の属性としていかなる属性を設定すべきかの指針はない。各職能単位の情報ニーズを満たすことができるように多面的かつ素次元レベルで認識しなければならない。そのため、実体と関連に定義される属性の認識に対しては何らかの指針があるわけではないが、例えば、経済資源の一つである「商品」実体の属性には、商

品番号、商品名、手元数量、取得原価、再調達原価、販売価格、輸送原価、敵対企業の販売価格等々の属性を認識できる。また、経済事象の一つである「販売」実体の属性には、販売番号、販売日、販売金額、顧客番号等から構成される販売にかかわる基本的な属性を認識できる。販売ごとの明細については、経済資源である「商品」実体と経済事象である「販売」実体との間の関係である「ストック・フロー」関係の属性には、商品番号、販売番号、販売数量、販売価格等をデータ項目として設定できる。さらに、「販売」と「回収」実体を関連づける「二重性」関係の属性については、販売番号、回収番号と回収金額を設定することによって、対応する販売と回収とを関係づけて認識できる。

なお、必要になる属性は、設計段階の情報利用者のニーズの収集局面においてすべて網羅的に設定することは、人間の認知能力には限界があるので現実的には困難である。したがって、システムが構築後においても、新たな情報利用者のニーズに応じて随時必要となる属性を追加する必要がある。

ただし、全社的に共有しなければならない属性については、理論的には、まずは概念データモデルのレベルで管理しなければならない。なぜならば、外部データモデルのレベルで、全社的に共有しなければならない属性をデータ項目として追加、変更、削除をしてしまう場合には、外部データモデルと概念データモデルとの間のデータの整合性が取れなくなってしまうからである。つまり、論理的なデータの独立性が保てなくなってしまう。したがって、全社的に共有しなければならないデータ項目の追加、更新、削除の設定においては、概念データモデルの中でデータ項目の設定処理をしたうえで、そのデータ項目を外部データモデルで参照して利用するという方針をできるだけ(理想的には)徹底する必要がある。

3-1-3 拡張された REA モデルにおける多元的な属性認識

(1) 認識する取引局面を拡張することからの多元的な属性認識

REA モデルは、バリューチェーンを構成する各プロセスにおいては「提供(give)と見返り(take)」という二重性関係により結び付けられる経済事象を主要な事象として認識する。上述のとおり、その主要な事象は販売プロセスでは販売と回収であり、また購買プロセスでは購買と支払である。これらの経済事象、経済資源および経済主体に多元的な属性を設けることによって、業務や管理の判断や意思決定を高度化させるための情報潜在性を高めることができる。

しかしながら、販売、購買、回収、支払等の経済事象は、各プロセスにとって主要な事象ではあるとはいえ、当然のことながら、このプロセスを現実的に遂行するためにはこの主要な事象を補完する活動が必要になる。例えば、販売プロセスにおいて、顧客へ提供する商品やサービスの企画やカタログの準備、顧客から商品の問い合わせへの対応、キャンペーンとしてクーポンの提供、価格交渉、注文の受け入れ、顧客の信用チェック、在庫の確認等々である。各活動では、例えば、担当者による問い合わせへの対応(言い換えれば、労働力を消

費), クーポンの準備を担当者が表計算ソフトを駆使しての立案(労働力, コンピュータ, ソフトウェアを消費・利用する), 顧客からの在庫確認するためにコンピュータや電話の利用に伴う電力の消費, 顧客からの注文を書き留めるために紙やペンの利用や消費がなされている。

つまり, これらの活動では, 経済事象と同様に何らかの経済資源を利用, 消費している。したがって, すべての活動は理論的にはすべて経済事象であるという考え方も成り立つ。また, 技術的にはIoT(Internet of Things)を駆使することによって経済資源の利用・消費動向をより詳細に捕捉できる環境が整ってきている。ただし, 現在の情報技術の環境においては, 活動ごとに経済資源の利用, 消費をその都度, 捕捉することは煩雑でもあり現実的には不可能である。現実的には, 重要性の観点からいかなる経済資源の消費, 利用動向を把握せざるを得ない。

したがって, REA モデルでは, これらの活動を独立した経済事象として扱うのではなく「タスク」として扱う(Geerts and McCarthy,1997)。すなわち, 「REA の分析におけるタスクは, REA モデルを適用するうえでの妥協的な認識に基づくものであり, タスクは完全な REA モデル(full-REA model)の考え方が適用されない経済事象である」(p.98)。まさにこの定義によると, タスクは経済資源との間におけるストック・フロー関係や, 経済事象との間の二重性関係が適用されない経済事象となる。

以上のような観点からタスクを適切に捉えることができれば, 取引成立に至るまでの時間的な経過の中で一連のビジネス・プロセスの流れを把握することができる。つまり, 取引データの情報潜在性を高めることができる。ただし, 取引成立にまでに必要となる活動としてのタスクは, 顧客のニーズや利用技術によっても様々に捉えることができる。なお, REA モデルにはタスクを明らかにするための何らかの指針があるわけではない。したがって, 取引成立に至るまでのタスクは, 顧客のニーズ, 利用できる情報環境や法律等の制約条件によっても変化することから, タスクを一定のパターンのもとに認識することは難しい。

他方では, 顧客が何らかの製品やサービスを購入する際には一定の行動のパターンの観点からタスクを認識できるとする考え方もある。例えば, Maes, Guttman, and Moukas(1999)では, 顧客が何らかの製品やサービスを購入する際の行動のパターンに着目する場合は, 取引(のプロセス)はニーズの認識→購買のための情報収集→交渉→支払→出荷→評価といった一定のパターンないしは局面から捉えている。同様に, Hummer, Lehner, and Wedekind(2002)においても, 取引は一定の局面(発見→交渉→実行局面)からなるものとして捉えている。

ただし, このような取引は一定のパターンを形成する, いくつかの局面から構成される, あるいは線形的な流れであるとする認識に対しては, 現実の顧客の購買行動を単純化したものにすぎないという批判もある(Maes, Guttman, and Moukas, 1999)。なぜならば, 現実の取引においては, 例外事項が発生すれば想定外の対応が必要になったり, 価格や納期等の交渉条件をめぐって売手と買手の双方が満足のいくまで同じ局面を繰り返したりすること

もあることからである。つまり、常に顧客の購買行動が一定の局面やパターンないしは線形的な流れとして形成されるわけではない。

しかしながら、取引が一定の局面やパターンのもとに構成されるものとして捉えることによって、各局面の中での経済事象やタスクを認識したり、時間的な経過の中で各局面の中で経済事象やタスクを互いに関連づけたりすることによって、情報潜在性を高めることができる。例えば、一連の取引局面の中で得られるログデータを駆使することによって、なぜある取引が実現に至ったのか(至らなかったのか)、あるいはアフターサービスに対する評価の高い顧客に対してはどのような内容、回数、種類のタッチポイントあったのか等についての深い理解を可能にする。したがって、例えば、製品・サービスの種類、内容、価格(計画局面)、より顧客にとって魅力的な提案内容(交渉局面)、コストを抑えかつ満足度が高いアフターサービスの提案内容(事後実現)等の決定や判断を高度化させることができる。

以上により、取引成立に至るまでの経済事象に加えて必要に応じてタスクを取引局面の中で認識することによって、業務や管理の判断や意思決定のレベルをより高度化させることが期待できる。

もし、業種、業界、国を問わず利用できるビジネス取引の標準(ISO/IEC15944-1, 2011)の中で規定される取引局面に用いれば、本来様々に認識できる取引局面を5つの局面²⁴(計画(planning)、認識(identification)、交渉(negotiation)、実現(actualization)、事後実現(post-actualization)から構成されるものとして認識できる。したがって、各企業は、参画するVNごとに異なる取引局面が認識される場合に比べて、取引局面ごとのデータの集約や比較が容易になる²⁵。

さらに、組織内外のビック・データのデータ源(Web サイトログ、ソーシャルメディア、位置/存在センサーログ、通信リポジトリ、イントラネット/エクストラネットログ)を、上記のISOにおける5つの取引局面のデータとの統合を図る研究も開始されている(Murthy and Geerts, 2017)。もし、ビック・データとして顧客の製品やサービスの利用や消費あるいは評価のデータを適切に分析できれば、顧客の「経験価値」(Pine II and Gilmore, 1999)をよりの確に把握しつつ支援することが期待できる。

²⁴ ISO/IEC15944-1(2011)。「計画」局面は、企業が誰に、いつ、どのような条件で製品やサービスを販売するかをカタログやWeb 広告キャンペーン等によって潜在的な顧客に提案するまでのタスクにかかわる。「認識」局面は、企業は特定の顧客や業者からの見積もりや各種問い合わせの対応を開始するまでのタスクにかかわる。この局面において、企業は特定の顧客や業者との間における1対1のリンクが確立する。「交渉」局面は、価格、納期、品質等の交換条件に合意するまでのタスクにかかわる。「実現」局面は、交換が実行される経済事象にかかわる。「事後実現(post-actualization)」局面は、リコール対応等の取引成立後のタスクにかかわる。

²⁵ なお、このISO/IEC15944-1(2011)での取引局面の意義は、本来企業ごとに様々にとらえることができる取引過程を5局面として規定することによって、取引当事者間で統一的な取引局面の認識を可能にすることにある。しかし、個々の企業がビジネス・プロセス管理する場合であっても、この5局面のもとに取引を一連の過程として捉えることによって、データの情報としての潜在性を高めることができる。

しかしながら、Murthy and Geerts(2017)におけるビック・データは、構造化しやすい(Webサイトのログやソーシャルメディアの投稿等)に限定されている。また、人間の認知能力には限界があり、また、情報利用者や顧客の情報要求はコンテキストに応じて絶えず変化するので、情報システムの設計段階において、顧客の製品サービスの利用や消費あるいは評価に関するデータ(ビックデータを含む)をすべて網羅的に捉えることはできない。

したがって、情報システムの設計段階だけではなく運用段階においても、新たな情報要求にかかわるデータ項目を、5局面での既存のデータ・ファイルと随時関連づけることによってデータの情報として潜在性を高める必要がある。つまり、このような仕組みがなければ、顧客の経験価値の創出を十分に向上させることは期待できない。なお、このデータの関連づけの仕組みは、第6章における中間データベースの発想の必要性において検討する。

(2) 規範的な多元的屬性認識

ビジネス・プロセスのモデル化には、実際のビジネス・プロセスのありのまま(As-Is)を表現する記述モデルと、将来あるべき姿(To-Be)を表現する規範モデルが存在する(戸田・飯島, 2000)。規範モデルは、記述モデルにおけるモデルの構造や動作を規定ないし特徴づけるモデルである。

これまでの REA モデル (McCarthy, 1982) においては、規範的な側面をいかに取り入れてモデル化できるかについての十分な説明がなされてこなかった。そのため、例えば、経済資源としての商品は、“同種”のモノとして認識するか、“1点”モノの商品として認識するか、あるいは商品を区分するカテゴリーについてはどのようにモデル化できるのか(すべきか)については十分な説明がなされてこなかった。

拡張された REA モデルにおいては、経済資源、経済事象、経済主体の情報を分類するための「タイプ・イメージ」と呼ばれる新たな実体(クラス)がモデルに付け加わる(Geerts and McCarthy, 2002)。タイプ・イメージは、「経済現象の無形の構造を表現」(p.12)、あるいは「対応する物理的イメージの抽象的特徴」(Lampe, 2002, p.28)である。このタイプ・イメージによって、経済資源、経済事象、経済主体について適当な種類や特定のカテゴリーにまとめた単位での対応、管理が可能になる。Hurby(2006)では、この「タイプ・イメージ」をさらに「タイプ化」と「グループ化」に分けている。タイプ化とは、個々のモノ、コト、ヒトを“同種”にまとめることである。また、グループ化とは、タイプ化されたモノ、コト、ヒトを何らかの管理目的にしたがってさらに分類することである。

例えば、通常のビジネスにおいては、経済資源としての「ロッチェ アーモンドチョコレート 86g」, 「500ml のペットボトルコカ・コーラ」, あるいは「ビジネスパターンによるモデル駆動設計」というタイトルの書籍等のコモディティ商品は、“同種”のモノとして認識され、商品 ID(ISBN, JAN あるいはメーカーごとの ID 等)をつけて管理される。つまり、これらの商品は、“同種”のモノとして(タイプ・レベルで)認識、管理されることになる。ただし、通常のビジネスではタイプ・レベルで認識、管理される商品であっても、必要性があれば“1

点”モノとして認識，管理する場合もでてくる．例えば，有名人がサインをしたコモディティ商品を買取るようなビジネスの場合には，その商品は“1点”モノとして認識，管理される場合もでてくる．さらに，中古品を買取るビジネス環境(アマゾン，メリカリ，ヤフオク！等々)が整ってくると，高額商品だけではなく中古品についても，その状態に応じた価格づけが可能になる．つまり，“1点”モノとして認識，管理される場合もでてくる．

また，タイプ・レベルで認識される商品については，商品をどのように分類整理して管理するのかという観点から，いくつかのグループに分けて管理できる．例えば，アマゾンは，タイプ・レベルで認識される本に対して，文学・評論，人文・思想，社会・政治・法律，ノンフィクション等々のグループに分けて，さらに各グループをサブグループに分けて管理をしている．同様に，トヨタは，タイプ・レベルで認識される車(プリウス，カローラ，クラウン)を，セダン，ミニバン，ワゴン，SUV等のグループに分けて管理している．

また，このタイプとタイプ間の関係として捉えることができる「方針」関係によって，様々な行為や管理のための各種ルールや制約等を設定することができる．例えば，「完成品」タイプと「原材料」タイプとの間の「方針」関係として，「完成品」タイプ別に必要となる「原材料」タイプの種類と完成品1単位当たり標準的な原材料消費量を規定できる²⁶．また，経済資源タイプと経済事象タイプとの「方針」関係として，例えば，商品の状態タイプ(良い，普通，悪い等の状態等)と商品タイプ(A製品，B製品等)との関係には，商品タイプの状態に応じた標準購買単価や標準販売単価等を設定することによって，購買と販売についての価格の方針を規定できる．

さらに，この「方針」関係によって明らかにされる規範的な属性(標準値や目標値)を認識することによって，スケジュールや予定を立てることができる．例えば，「完成品」タイプと「原材料」タイプとの間の「方針」関係によって設定される完成品1単位当たりの標準的な原材料消費量を基づいて，完成品10単位あたりに必要となる原材料の予定消費量を計算することができる．そして，このようなデータを利用することができれば，顧客からの問い合わせに対して迅速なコストシミュレーションを展開しつつ対応したり，標準原価管理による計画立案，実施の動機付け，さらには差異分析をより精緻化したりすることが可能になる．

3-2 組織間連携のビジネス・プロセスの REA モデル

3-2-1 取引当事者間での取引認識の視点の一元化の必要性

当初のREAモデル(McCarthy, 1982)では，上述のとおり，売手や買手等の「取引の当事者の視点」から企業のビジネス・プロセスをモデル化する．この視点からのREAモデルにおいては，例えばある交換X(図5)は，売手と買手の双方においてそれぞれ認識される．つまり，

²⁶ この「方針」にもとづいて部品表(Bill of Materials)を作成できる．

交換Xは、一方の取引当事者である売手にとってみれば「販売」と「回収」として認識され、他方の当事者である買手にとってみれば、「購買」と「支払」としてそれぞれ認識される。この認識は、各組織の管理目的の観点からは何ら問題とならない。

しかしながら、一元的に二つの組織間データを共有して管理する場合には問題になる。なぜならば、交換Xを売手と買手の双方がそれぞれ認識する場合には、同一の交換Xに関するデータが重複して認識されるので、主体間において重複の確認や調整のための作業が随時必要になる。

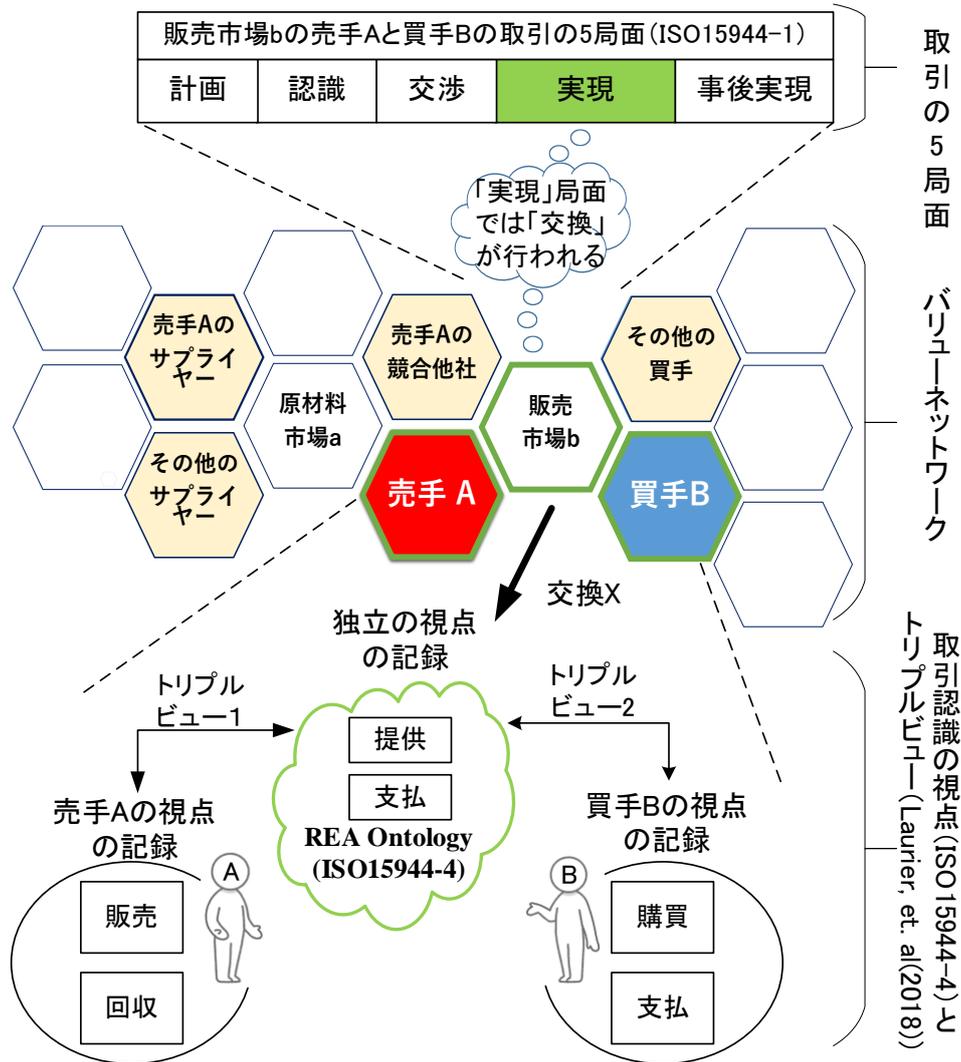
この問題を解決するためには、交換Xについてのデータをそれぞれ捉えるのではなく、むしろ双方にとっての一元的な視点で認識することが考えられる。なぜなら、一元的な視点で取引を捉えれば、双方にとっての「共有データ」として参照して利用できるからである。したがって、その後のREAモデルには、これまでの「取引の当事者の視点」に加えて、当事者間での一元的な取引認識の視点である「独立の視点(independent view)」（Haugen, 2007; Geerts and McCarthy, 2002）が新たに付け加わる。この「独立の視点」は、交換にかかわる当事者間のやり取りを双方の組織の外側(あるいは上側)から一元的に認識する視点でもあることから、「ヘリコプターから取引を認識する視点(“helicopter-view”）」とも呼ばれる。この考えは、ISO/IEC15944-4(2007)の取引認識の視点として規格化されるに至っている。

この「独立の視点」からみれば、図5の交換Xは次のように説明できる。売手Aによる買手Bへの商品の「提供」および、買手Bから売手Aへの対価の「支払」として一元的に捉える。また、この交換Xは、VNにおける「販売市場b」における行為であり、また取引の5局面(図2上部)との関係ではモノ・コトの交換が行われる「実現局面」における行為でもある。

なお、この「独立の視点」の必要性は、購買や販売取引等の交換の認識に限定されるものではない。同一事象を主体ごとの立場で捉えるようであれば、いずれの事象であっても記録の重複が生じてしまう。したがって、主体間で一元的に事象を捉える「独立の視点」が必要になる。例えば、製品Yが主体Aから主体Bに送られるというサプライチェーンのようなVNにおける「出荷」事象は、主体Aはこの事象を「出荷」としてまた主体Bは「入荷」として捉えるようであれば、同一事象は重複して捉えられてしまうので、「独立の視点」が必要になる。

加えて、「出荷」事象については取引の直接的な当事者である「荷主企業(製造業者、卸業者、小売業)」だけではなくその当事者から業務委託を受ける「物流事業者(トラック運送業者や倉庫事業者)」が物流業務を代行することもある。したがって、在庫切れの予測や、計画よりも早く到着した商品の管理コスト(追加的な保管費、荷待ち時間に伴う追加的なコスト、作業調整費)の抑制、さらには汚染商品の供給ルート of 迅速な追跡や対応等々、サプライチェーンにおける直接的な当事者と業務委託者との間の交換行為のプロセスについても効率的に支援する必要がある。そのためには、物理的なモノの流れだけでなく、モノの「所有権(ownership)」や「管理権(custody)」の移転の流れについても「独立の視点」から捉える必要がある。

図5 ビジネス取引の5局面、バリューネットワーク、取引認識の視点、トリプル・ビュー



出所: 堀内(2019),図1.

3-2-2 二側面からのデータ認識の必要性

上述のとおり、「独立の視点」からのデータは、企業間の交換行為のプロセスでの売手と買手の双方にとっての「共有データ」である。このデータによって、売手と買手は交換のための行為(出荷・入荷や支払・回収)を行う際の根拠が得られるので、同一取引の解釈の相違、重複記録による更新時期のズレ等により同一取引でありながらデータ内容が異なり、支払や出荷における混乱を生む危険を避けることができる。したがって、第6章で説明するBCへの取引の記録についても、まずは「独立の視点」から捉えることが必要になることが想定される。

なお、「独立の視点」からの取引属性としては、双方の組織内固有の業務・管理に必要な属性は不要であり、貨幣単位による「出荷金額」や「交換条件(振込日, 振込先, 出荷日, 出荷先, 違反時のペナルティ)」等の属性で十分である。なぜならば、これらの属性によって双方にとっての出荷・入荷や支払・回収の根拠となる金額や決済のタイミングが判断できるからである。

ただし、当然のことながら「独立の視点」からデータは、当事者ごとの認識に基づいていないので、双方の組織内の業務を直ちに支援できない(図5)。なぜならば、「出荷」は、売手Aにとってみれば「売上」を、また買手Bにとってみれば「仕入」を意味するからである。同様に、「支払」は売手Aにとってみれば「回収」を、また買手Bにとってみれば「支払」を意味するからである。つまり、「独立の視点」からの「出荷」や「支払」は、双方の組織内の購買や販売業務を管理する情報システムに変換する仕組みがなければ、それぞれの組織の業務を適切に管理できない。また、「独立の視点」から認識された支払・回収の根拠となる貨幣単位による「出荷金額」では、例えば買手や売手の組織内の業務管理を支援するために必要となる「(出荷)数量」, 「単価」等々が得られないので、「独立の視点」からの記録を単純に「取引当事者の視点」に変換しただけでは、双方の組織内の業務を効率的に支援することは十分には期待できない。

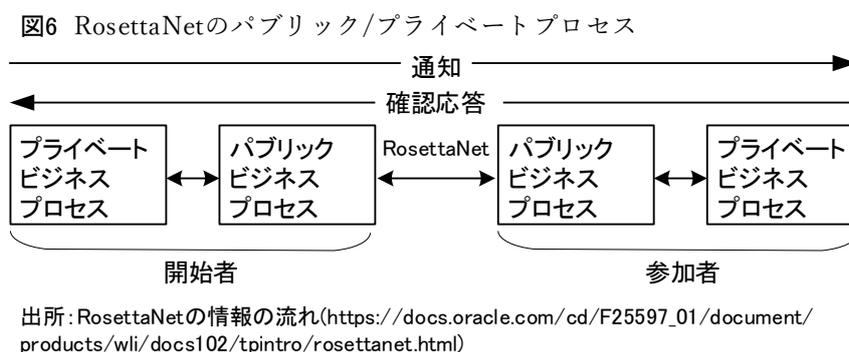
したがって、「独立の視点」からの「共有データ」とは別に、双方の組織内の業務や管理目的を随時支援が可能な多元的な属性に基づく「固有データ」も必要になる。固有データとして設定される多元的な属性には、例えば、「数量」, 「単価」, 「取引日の地域の催事情報」, 「取引発生時の天気」, 「取引担当者」等々が想定されよう。つまり、二つの側面からのデータを捉えることによって、VN全体として一元的なデータの確保だけでなく、各組織内におけるデータの情報潜在性を高度化させることが可能になる。ただし、このような二つの側面からのデータを整合的に捉えることを支援する標準的な仕組みがなければ、データの一元化と情報潜在性の高度化ができないので、組織体が随時VN参入し退出できるオープン型のVNを効率的に構築することは期待できない。

3-2-3 二側面からの取引データの統合モデル：REA2.0

企業は、VNを構成するメンバー間の交換行為のプロセスについては、「独立の視点」から取引データを一元的に捉える必要がある。それによって、もし当事者ごとにそれぞれ同一事象を捉える場合に発生するデータの重複や調整の労力やコストを削減することが可能にある。他方で、各企業は組織内の業務や管理の目的に対しては、従来どおりに売手や買手といった「取引当事者の視点」から取引データを多元的かつ素次元レベルで捉える必要もある。

このように同一事象を捉える二つの側面の視点は目的が異なるとはいえ、整合性ある形で捉えなければならない。そのためには、一つの考え方とすれば、当事者間で一元的に捉え

る段階では必要最低限のレベルにとどめ、そのうえで各組織内の業務・管理目的に対しては、多面的かつ素次元レベルでのデータ認識ができるような仕組みが必要になる。電子商取引の標準化団体である RosettaNet の「パブリック/プライベート・アプローチ」は、まさにそうした仕組みを有している (Geerts and O’Leary, 2015)。すなわち、「パブリックプロセス」では、必要最低限のレベルの情報、ドキュメント、ワークフローの標準化が図られる。他方で「プライベートプロセス」では、各企業は組織内の業務や管理目的に対するデータ項目やプロセスを随時追加しつつ利用することを可能にする優れたアプローチである。



他方で、「独立の視点」と「取引当事者」の二つの側面の視点を切り替えるための追加的な変換作業を必要とすることなく、一つのモデルによって VN に参加する売手、買手および第三者の三つの視点(図 5 と図 21 ではトリプルビューとして表記)を同時に支援できる拡張版 REA モデル(REA2.0 モデルと呼ばれる)が検討されている (Laurier, Kiehn, and Polovina, 2018)。もし、このモデルを利用すれば、これまでのような一方から他方の視点への変換や調整作業が不要となる。

さらに、このモデルに基づいてVNへの参加企業の情報のアクセス権や開示範囲の管理を適切に行えば、競争上重要となる情報(取引相手、価格、出荷数量等)が不用意に流出することを防ぐことができるだけでなく、緊急事態(食品衛生法違反や違反のおそれがある食品リコール等)が発生した場合には遅滞なくVNのすべてのメンバーや影響が及ぶ関係者(市民や行政府等)に関連する情報を公開すること等が可能になる。現在、このモデルを集中及びBCを駆使する分散環境のいずれにおいてもオペレーショナルなレベルで利用できるような設計研究が展開されている (Laurier, Horiuchi, and Snoeck, 2021)。

第4章 組織サイバネティックスの視点からの REA モデルの検討

第4章では、第3章で説明してきた REA モデルを駆使することによって「事象駆動型のビジネス情報システム」、および組織間の交換行為のプロセスの進捗状況を随時取引の当事者に伝える「ビジネス取引のステートマシン」²⁷を構築できることを明らかにする²⁸ ²⁹。そのうえで、第3章で取り上げた REA モデルを組織サイバネティックスの視点から分析する。

4-1 REA モデルによるビジネス情報システムの構築

4-1-1 事象駆動型のビジネス情報システム

組織内のビジネス事象³⁰に関するデータは、様々な情報利用者の情報要求すなわちビュー (views)を支援できる基礎データとなる。例えば、販売事象に関するデータは、生産部門、マーケティング部門や会計部門の担当者等が利用する基礎データとなる。

このようなビジネス事象に関するデータは、これまでどのように認識されてきたのだろうか。それは、伝統的には特定の領域、部門ごとに焦点を合わせて認識されてきたといえる。つまり、組織内で発生する事象は、特定の目的(ビュー)ごとに、かつその目的を満たすために必要となる属性によって認識されてきたといえる。このような特徴を備える情報システムは、情報サイロ (information silo)、ストーブ・パイプ (stove-pipe)、あるいはビュー駆動 (view-driven)型の情報システムや取引処理システムと呼ばれる (Hollander, Denna, &

²⁷ ISO/IEC15944-4(2007)。ビジネス取引のステートマシンは、一連の局面からなる取引プロセスの中で取引の成立に至るまでのビジネス事象を経過的にかつ当事者間で一元的に認識する仕組みとして説明される。この仕組みは、Huemer and Zapletal(2007), Huemer and Zapletal, et al. (2007)の成果に基づく。

²⁸ REA モデルを駆使する情報化実践の研究には、REA モデルに基づく DSS 構築研究(Denna, McCarhty, 1987), REA モデルに基づくデータウェアハウス構築研究(O'Leary,1999; Zaharie, Pugna, and Radulescu, 2011), REA モデルによるビック・データの捕捉と活用研究(Murthy and Geerts, 2017)等々非常に多岐に及ぶ。したがって、REA モデルの研究は事象駆動型の情報システムやビジネス取引のステートマシンの構築研究に限定されない。また、ここで REA モデルを駆使する情報化実践の研究を取り上げるここでの目的は、REA モデルの研究成果を網羅的に整理することではなく、REA モデルによって構築できるビジネス情報システムの特徴を明らかにすることにある。

²⁹ McCarthy (2012), pp.835-837。会計システムは利用可能な情報技術に基づいて「農業時代」、「商業時代」、「工業時代」、「エンタープライズ・システムの時代」および「セマンティック Web の時代」の5つの段階に渡って発展してきているという。本研究におけるビュー駆動型の情報システムは、財務諸表を産出するまでの一連の流れを自動化した工業時代(の会計システム)に相当する。事象駆動型の情報システムは、企業の価値創造を意味論モデルによって明らかにするエンタープライズ・システム時代 (の会計システム)に相当する。取引当事者間に取引状況を伝える「ビジネス取引のステートマシン」は、組織間の相互運用可能な連携を支援するセマンティック Web 時代の会計システムに相当する。

³⁰ 本研究でのビジネス事象は、第3章で説明した経済事象、コミットメント事象およびタスクである。会計システムでは、経済事象は取引として認識される。

図7 ビュー駆動型の情報システム(会計システム)の一例



出所:堀内(2016), 図1, 一部修正.

Cherrington, 1996).

例えば、財務諸表を産出することを目的に構築される会計システムは代表的なビュー駆動型の情報システムである。図7は、このシステムによって企業Aが企業B(企業Aから見れば仕入先)から商品Xを購入しその対価を支払い、そしてその商品を企業C(企業Aから見れば顧客)に販売しその対価を回収するという二つの交換が仕訳記録される例を示したものである。そして、この仕訳データに基づいて企業Aの財務諸表(やセグメント別の財務諸表)を産出することができる。

しかしながら、この会計システムでは、ビジネス事象は特定の情報要求(財務諸表の産出)への適合的関連を高めるように要約ないしは形式化される(仕訳データ)ので、設計段階において認識される情報要求以外の要求に対しては柔軟に対応することが困難になる。さらには新たな情報要求に対しては、新たなシステムを作って対応することを基本とするこのシステムでは、同一のビジネス事象を重複して(複数のシステムによって)管理するので、各情報システムのデータのいずれが最新のデータであるかが不明となったり、それを明らかにするための調整作業が必要になったりするなど、効率的なデータ活用が損なわれる危険が生じる。

この問題を解決するためには、組織のバリューチェーンで発生するビジネス事象を多元的、素次元レベルかつ能横断的、一元的に捉える特徴を備えるビジネス情報システムが必要になる。第3章で説明してきた REA モデルは、まさにこのビジネス情報システムを設計するための概念データモデルである。なお、このような特徴を備える情報システムは、事象駆動(event-driven)型のビジネス情報システム(Hollander, Denna,& Cherrington, 1996), ERP (Enterprise Resource Planning), EIS(Enterprise Information Systems), ES(Enterprise

Systems)等と呼ばれる。事象駆動型のビジネス情報システムに対する REA モデルの貢献は、Price Waterhouse(現在の PricewaterhouseCoopers)社の GENEVA というデータ・アーキテクチャ (Dunn and McCarthy, 1997), 米国 IBM 社の従業員への支払いシステム NEDS(National Employee Disbursement Solution)(Andros et al., 1992), 日本 IBM 社の統合会計システム FDWH(Financial Data Warehouse)(阿部, 1995; 堀内, 1999), および Workday 社の ERP システム(David, 2007)等の構築への貢献にその典型をみることができる³¹。

4-1-2 ビジネス情報システム構築のためのビジネス取引のステートマシンの開発
ビジネス取引のステートマシン(BTSM: Business Transaction State Machine)は、取引の当事者間での明確に共有されたビジネス目的を達成するための一連のビジネス事象にしたがって取引が展開される際の進捗状況を一元的に捉えて、各当事者に伝える仕組みである。これまで BTSM は、以下で説明するように、ISO/IEC15944-4(2007)で説明される概念レベル(すなわち、第1次レベル)から第4次レベルまで改善・拡張がなされてきている。ビジネス情報システムにおいて第4次レベルの BTSM は、組織間のワークフロー・タスク(workflow tasks)の進捗(荷物の到着予測時間や支払状況等)から業務改善の支援や、各局面で認識したデータを結びつけることによる情報潜在性の高度化の支援、および一元的に組織間で捉える取引開始から完了までに必要となるビジネス事象(経済事象とタスク)の特定化の支援が可能になる。したがって、第4次レベルの BTSM と第3章(3-2-3)で説明した REA 2.0 の成果は、共にビジネス情報システム(言い換えれば後述の「三階層構造」のデータ源)の構築基盤となる。

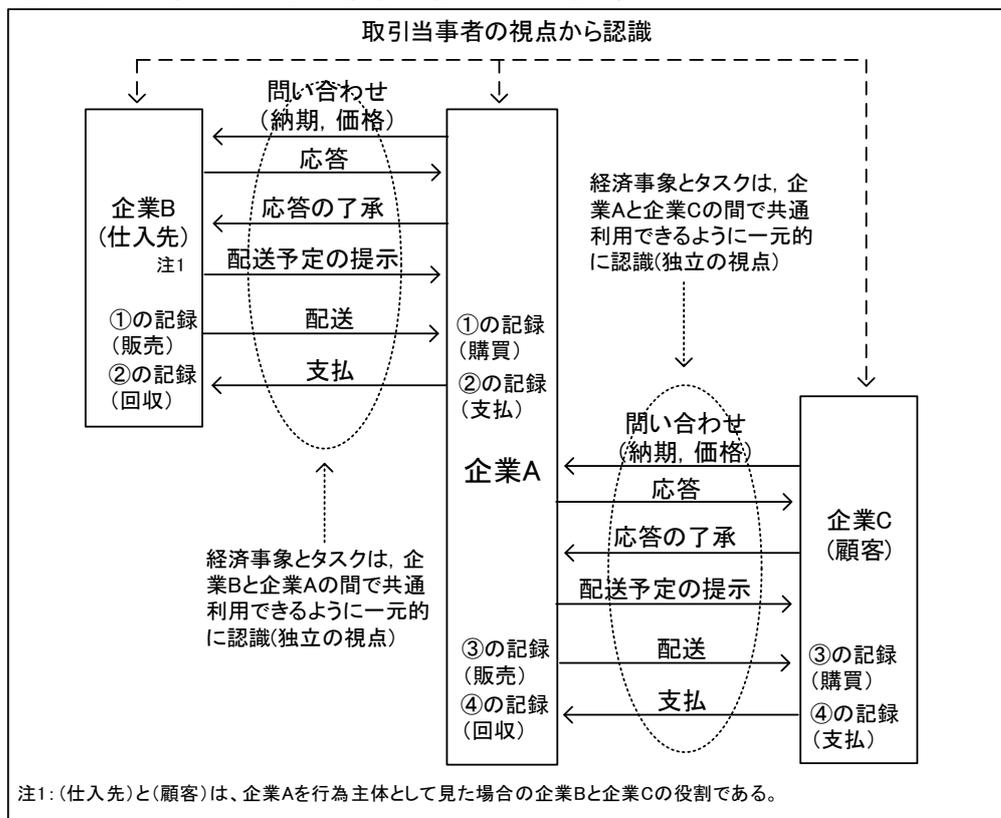
以下では、BTSM の基本機能、第1次から第4次レベルの BTSM を明らかにする。

① ビジネス取引のステートマシンの基本機能

ISO/IEC15944-4(2007)の標準取引モデルでは、業種、規模、企業グループや業界の枠を超えて、取引の当事者が誤解なく取引の意味内容を理解できるように「ビジネス取引の概念」と「取引プロセス」が規定される。ビジネス取引の概念は、REA ontology(Geerts and McCarthy, 2002)に基づいてビジネス取引に関する標準的な語彙(経済資源、ビジネス事象、経済主体、コミットメント、取引シナリオ、ビジネス取引プロセス局面等々)とその関係が規定される。取引の当事者間で明確に共有されたビジネス目的を達成するための一連の局面からなる取引プロセスは、計画、認識、交渉、実現、事後実現の5局面から構成されるものとして規定される。もし従来のように取引の当事者間の権利や義務の移転段階である「実現」局面をもって取引を認識するならば、取引データの情報潜在性は低い。なぜならば、

³¹ O'Leary(2004)。「データベース指向」、「意味論志向」、「構造指向」という観点(Dunn and McCarthy, 1997)から、REA モデルと SAP 社 ERP システムのデータモデルとの異動点が分析される。

図8 独立の視点と取引当事者の視点からの記録



出所:堀内(2016), 図2, 一部修正

たとえば、価格や納期等の交渉が行われたにもかかわらず成立に至らなかった取引が当期どの程度発生しているのか、あるいはアフターサービスに対する評価の高い顧客に対してはどのような内容、回数、種類のタッチポイントあったのか等々についての判断に役立つ情報が得られないからである。

ビジネス事象は、取引の当事者間での明確に共有されたビジネス目的を達成するために、一人の取引の当事者によって開始されてからその目的に至るまでに必要となる一連のワークフロー・タスクである。ISO/IEC15944-4(2007)の規格では、このビジネス事象と1つ以上の「ビジネス取引実体(経済資源、経済事象、経済主体、コミットメント、請求権等々)」の状態データとを対応づける仕組みをBTSMと呼ぶ。このBTSMを利用することで、取引の当事者はそのビジネス事象を実行するごとに現在およびその目的に至るまでの取引の状況を、1つ以上のビジネス取引実体の状態データから判断できる。

図8は、図7で示した二つの交換を対象として、その交換プロセスにおける経済事象とタスクが、一元的に組織間(企業A、企業B、企業C)で管理される流れが描かれている。これらの流れを管理するシステムがBTSMでもある。

まず、図中の企業Aと企業Bとの間の交換においては、一元的に組織間で交換プロセス

を捉える「独立の視点」から「配送」と「支払」を認識している。ただし、企業 A と企業 B の組織内においては、「配送」と「支払」は、それぞれの組織内の利用目的に適合するような形式に変換され、事象駆動型(あるいはビュー駆動型)のビジネス情報システムによって管理される。つまり、一元的に組織間で捉える経済事象を BTSM によって捉える場合においても、組織内の業務や管理を支援するシステムが必要になる。

次に、図中の企業 A と企業 B との間のタスクである「問い合わせ」、「応答」、「応答の了承」、および「配送予定の提示」についても、企業 A と企業 B との間のネットワーク(のサーバー)の中で一元的に管理する必要がある³²。なぜならば、もしも双方がそれぞれ認識する場合には、組織間におけるデータの調整作業や、担当者に対する電話やメールによる確認作業等が必要になるが、一元的にタスクを捉える場合にはそうした作業は不要になるからである。なお、図中においては企業 A と企業 B との間における経済事象とタスクの流れについて限定して説明しているが、そうした説明は企業 A と企業 C との間の関係にも同様に当てはまる。

② 第 1 次から第 4 次レベルまでのビジネス取引のステートマシン構築研究

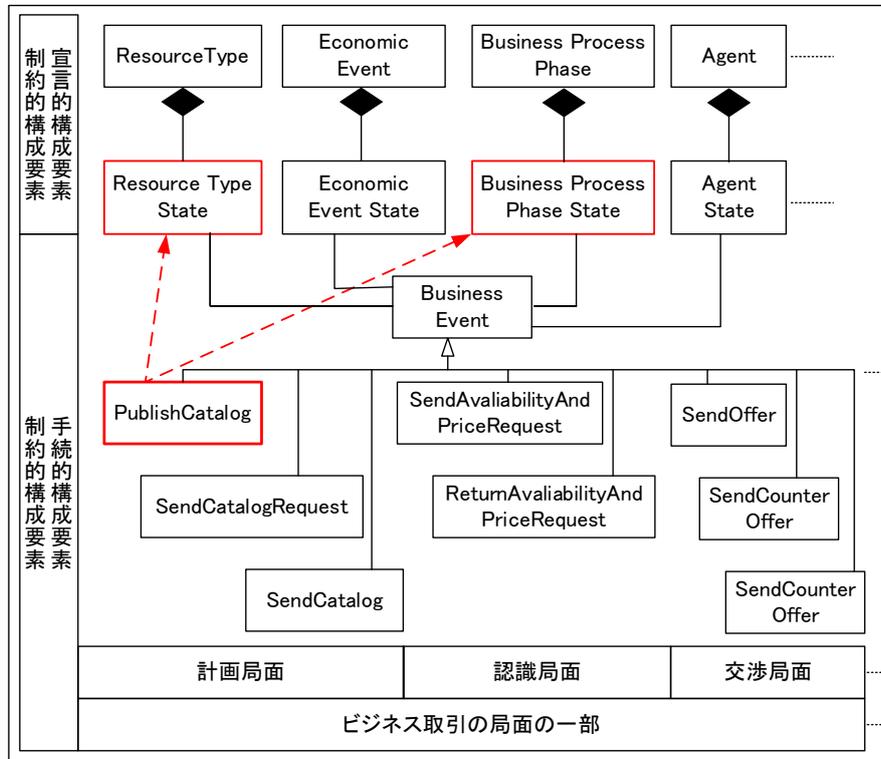
これまでの BTSM の構築研究の概要は以下のとおりである。

第 1 に、第 1 次レベルの Horiuchi and McCarthy(2011)では、ISO/IEC15944-4(2007)の中で例示されるカタログ販売のケースをとり上げて、特定の OS や開発言語等の情報環境に依存しない PIM(Platform Independent model)として BTSM を構築・評価する。REA ontology に基づきつつ、取引記録のために必要となるビジネス取引実体として 8 個のクラスを対象としている。また、取引成立に至るまでのビジネス事象については、当事者間の合意に基づき 12 個の事象が必要になるという前提を置いている。これらの前提のもとにビジネス事象と「ビジネス取引実体の状態」との関係性を、静的・固定的に捉えるクラス図として明らかにする(図 9)。図 9 では、これらのビジネス事象の実行とその実行に伴って状態遷移するビジネス取引実体の状態クラスとの間の委譲関係(dependency relationship)が点線として示されている。

この委譲関係を通じて、例えば売手が publish Catalog を実行することによって、Resource Type State の状態が一連の当事者間の合意に基づく状態候補の中から 1 番目の状態である「candidate」になる。同様に、Business Process Phase State の状態が「waiting」になる。これらの状態遷移の手続きはビジネス事象 publish Catalog クラスに定義される。また、図 10 は、この publish Catalog が発生するときのプログラムの流れをシーケンス図として表現

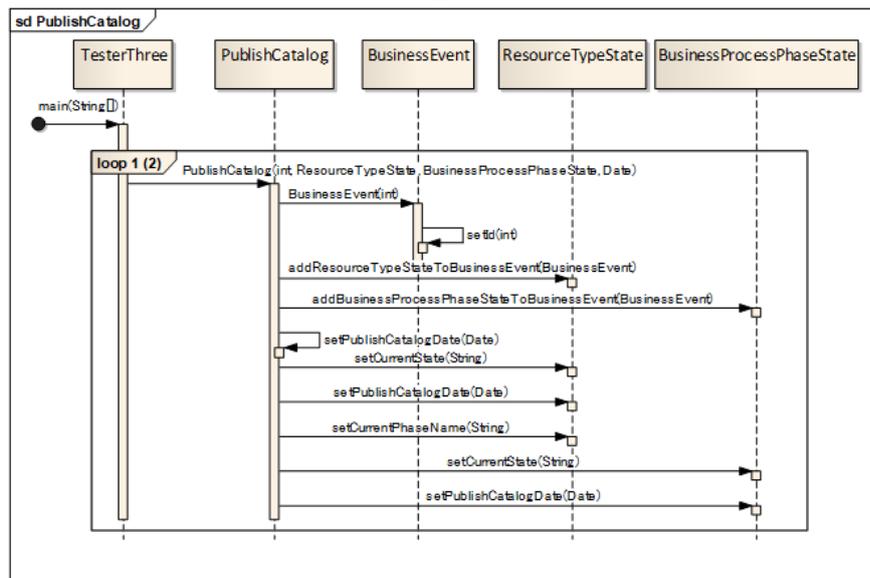
³² ISO/IEC15944-4(2007)においては、概念的に BTSM の意義を示すにとどまっており、組織間で一元的に経済事象やタスクを記録する場所についての指摘はないので、ここではネットワーク(のサーバー)という指摘にとどめている。このネットワークを整備することができるいわゆる中核企業でなければ、BTSM は利用できないことになる。しかしながら、BC 技術の登場は、中核企業でなくとも BTSM を技術的には構築する道を拓いたといえる。

図9 カタログ販売のビジネス取引のステートマシンのクラス図(一部)



出所: 堀内(2020),図1.

図10 カタログ販売のビジネス取引のステートマシンにおける第1番目のビジネス事象PublishCatalog のシーケンス図



出所: Horiuchi and McCarhty(2011).

図11 第1番目のビジネス事象Publish Catalog発生時のテストプログラムの結果

```
-----Configuration: <Default>-----
<<<Business Event information is here.>>>
-Event ID = 1
-Event name = "PublishCatalog"
-Date = Tue Sep 21 06:49:17 JST 2010

<Resource Type information is here.>
-Resource ID = 1
-Resource Type Name = Hershey's
-Resource Price = 0.99

<Current Resource Type State information is here.>
-State ID = 1
-Current State = This Resource Type State is "candidate" by the "PublishCatalog".
-Current PhaseName = PlanningPhase
-Publish Catalog date = Tue Sep 21 06:49:17 JST 2010
-Send Catalog Request data = null
-Send Catalog date = null
...
```

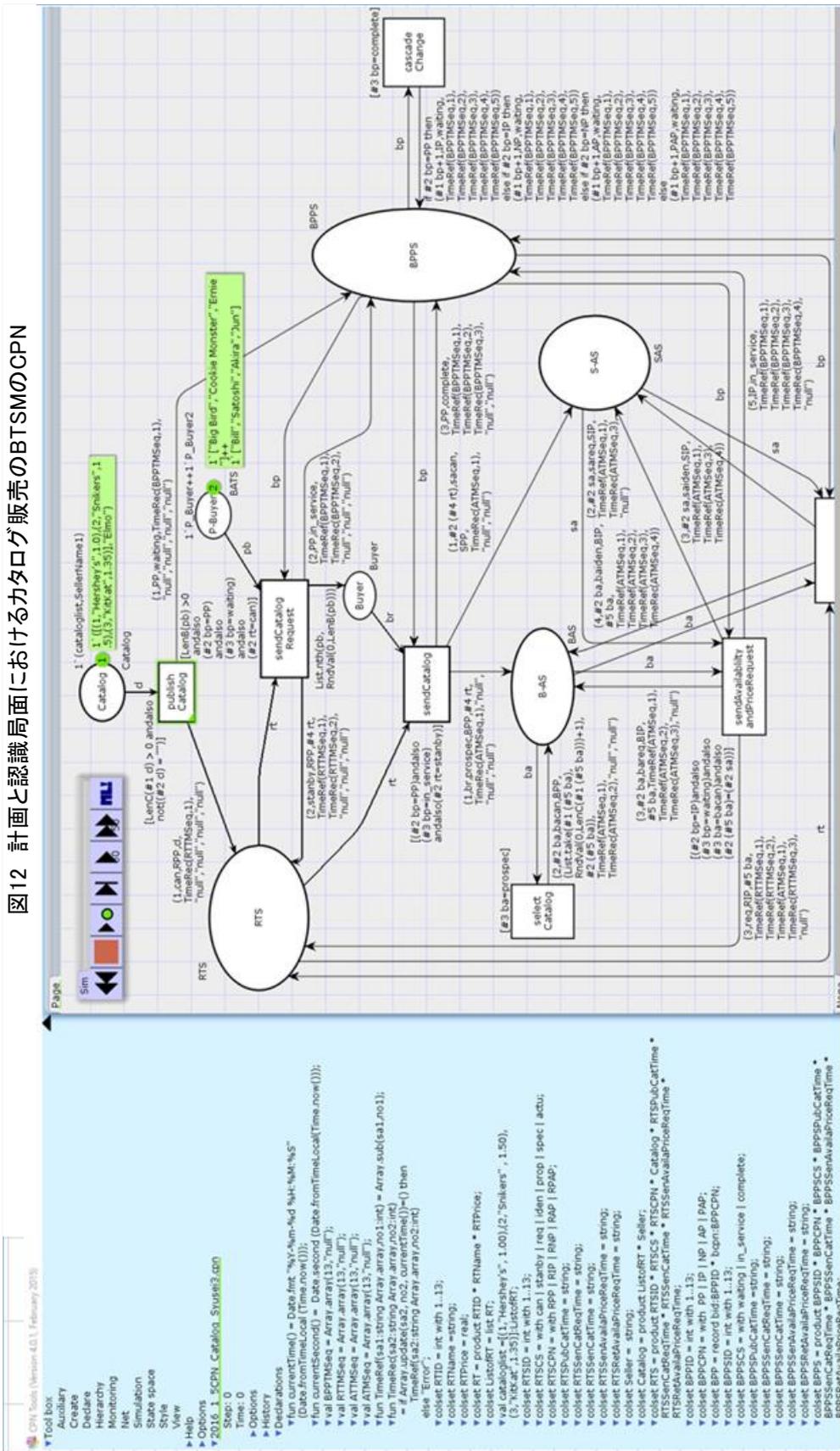
出所: Horiuchi and McCarthy(2011).

したものであり、その結果が図 11 である。詳細は、Horiuchi and McCarthy(2011)および堀内・清水(2016)を参考にされたい。なお、BTSM の重要な機能として、当事者間で明示的に共有するビジネス目的を達成するまでの取引プロセスを適宜当事者に伝える「ナビゲーションシステム」としての機能を備えており、ブロックチェーン等の管理主体がない分散環境下の取引の安全性や信頼性を高める仕組みとしてもその重要性があることを確認している(堀内・清水・安積, 2016)。

ただし、1 次レベルの構築研究では、ビジネス事象の実行の順序と条件は例外やエラーが発生しないハッピー・パスと呼ばれるケースのみを対象とする研究にとどまる。加えて、取引の成立に至る一連の事象そのものの認識方法についての統一的な指針を示すには至っていないという限界がある。

第 2 に、第 2 次レベルの堀内・清水(2016)では、1 次レベルの Horiuchi and McCarthy(2011)の接近における限界を克服するためには、静的なモデルであるクラス図では十分な考察ができないと評価する。そこで、ビジネス取引を規定するための必要十分条件となる宣言的構成要素、手続的構成要素、および制約的構成要素をひとつのモデル中で展開できる「カラーペトリネット(CPN: Colored Petri Net)」と呼ばれるプロセスモデル(Van Der Aalst and Stahl, 2011)を用いている。この CPN によって一連のビジネス取引プロセスの中で取引の成立に至るビジネス事象の実行の順序と条件を厳密に定義する BTSM を構築する(図 12)。ただし、第 2 次レベルの構築研究では、取引の成立に至るまでのビジネス事象そのものの認識方法についての統一的な指針を示すには至っていないという限界がある。加えて、ビジネス取引プロセスの全 5 局面の中の一部の局面である計画と認識に限定した考察にとどまっている。交渉局面以降の局面を対象としていない。

図12 計画と認識局面におけるカタログ販売のBTSMのCPN

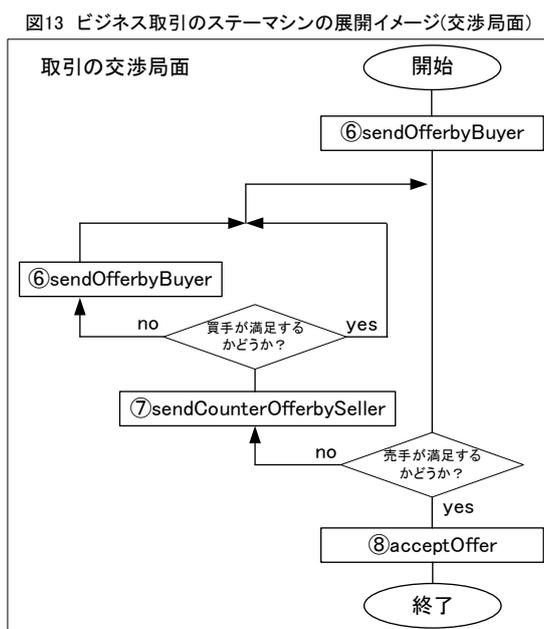


出所: 堀内・清水(2016), 図13.

第3に、第3次レベルの堀内・清水(2020)では、第2レベルの構築研究では検討してこなかった交渉局面のモデル化に取り組む。すなわち、ビジネス取引プロセスの計画、認識、交渉、および実現局面までの4局面を対象として、特に交渉局面における買手と売手の交渉を、このISOが提示している線形的なプロセスを超えて、各当事者が満足を得るまで「提案(図13⑥sendOfferbyBuyer)」と「逆提案(図13⑦sendCounterOfferbySeller)」を反復的に繰り返して交渉できるCPNモデルを構築、評価している。

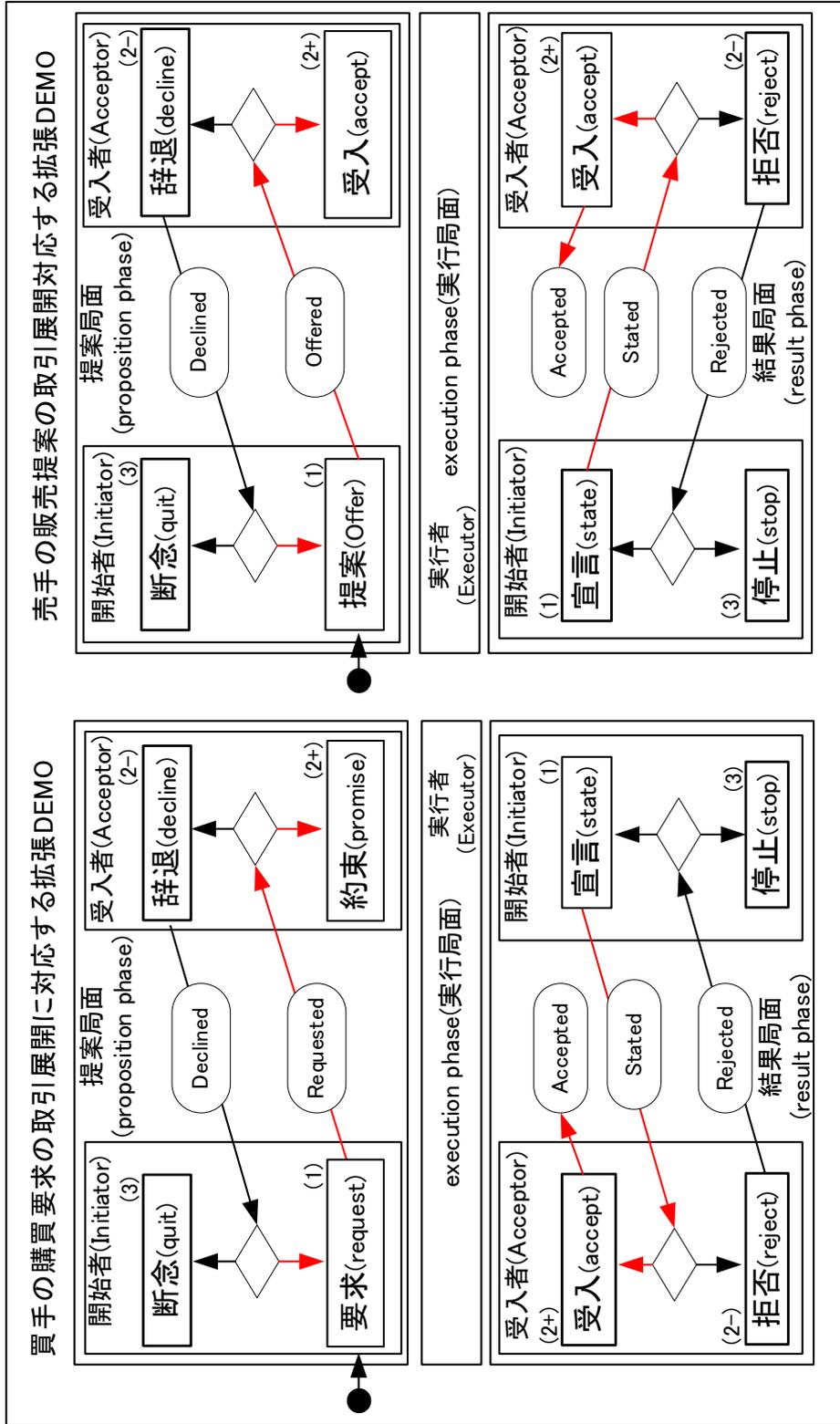
ただし、第3次レベルの構築研究においても、堀内・清水(2016)と同様に当事者間で様々な想定・合意できる取引プロセス集合の特定のプロセスを厳密にモデル化したに過ぎない。つまり、取引の成立に至るまでのビジネス事象そのものの捉え方についての統一的な指針を示すには至っていないという限界がある。

第4に、これまでのBTSMでは一連の局面からなる取引プロセスの中で取引の成立に至るまでのビジネス事象そのものの捉え方についての統一的な指針を示すには至っていない。第4次レベルの堀内(2020)は、この問題は「言語行為論(LAP: Language/Action Perspective)」(Winograd.1986)に基づくDietz(2003)のDEMO(Design & Engineering Methodology for Organizations)の取引プロセスの認識方法を取り入れることで解決できることを明らかにする。さらに、堀内(2020)は、これまでのDEMOは今日のネット販売で広く普及している売手による販売の提案から始まる一連の局面からなる取引プロセスや、価格や納期等の交渉条件に関する売手と買手の相互提案を含む関連する複数の取引プロセスからなる一連の流れを適切にモデル化できないことを明らかにする。そして、複数の取引プロセスからなる一連の流れをモデル化できる拡張版のDEMOを提案している(図14)。その拡張版DEMをCPNモデルとして構築したものが図15である。



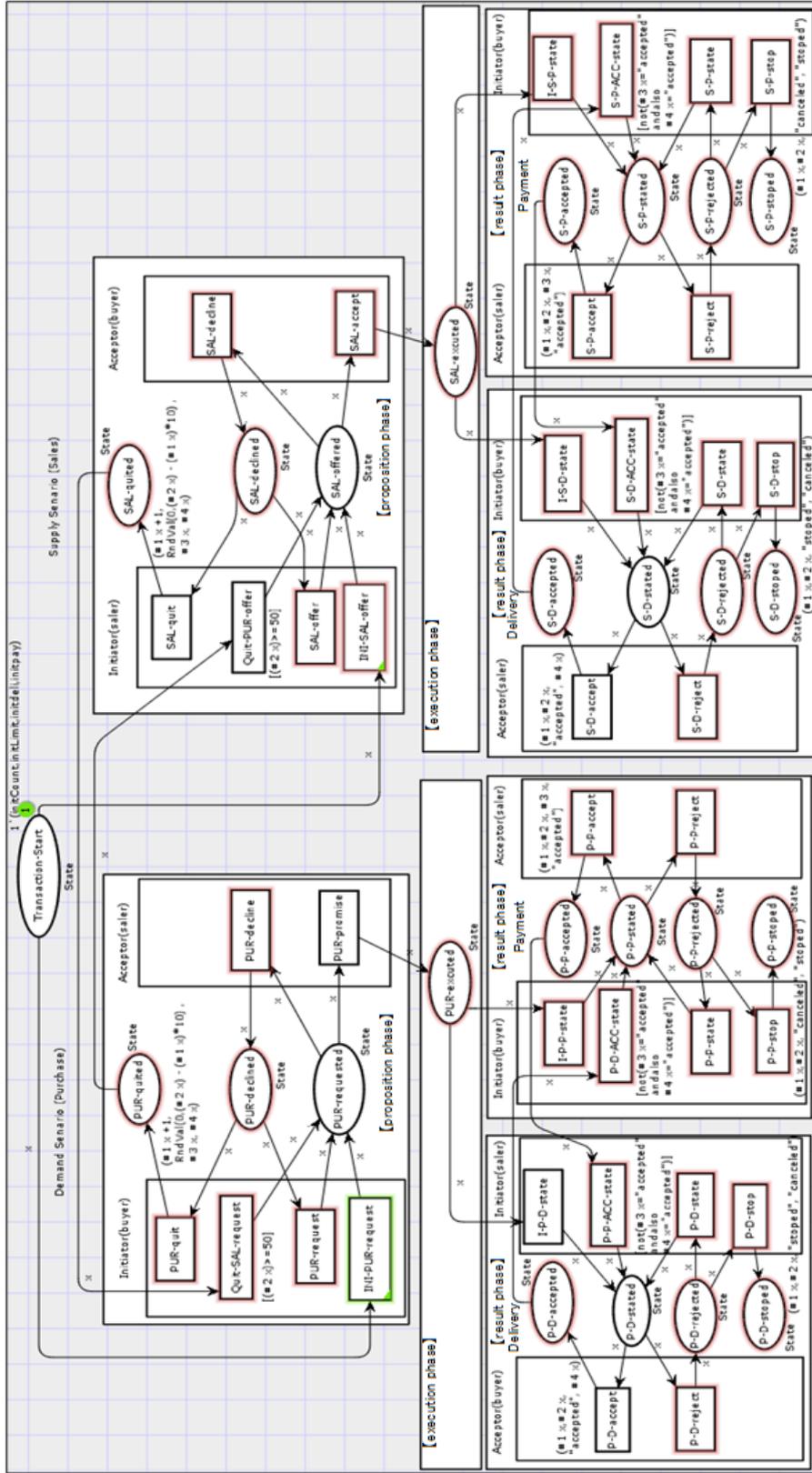
出所:堀内(2020), 図2.

図14 購買と販売の取引展開に対応する拡張DEMO



出所:堀内(2020), 図4.

図15 拡張版DEMOのCPNモデル



出所: Horiuchi(2020), Fig.2.

4-2 単一組織内のビジネス・プロセスの設計基盤としての REA の評価

単一組織内のビジネス・プロセスの設計基盤としての REA モデルによって構築される事象駆動型のビジネス情報システムを組織サイバネティクスにおける多様性バランスの視点から評価する。

第 1 に、REA モデルは、組織のビジネス・プロセスについての多元的、素次元レベルかつ一元的なデータ認識を可能にする概念データモデルである。このモデルを駆使することによって、組織のバリューチェーンを構成する販売、購買、生産等の様々な職能のプロセスを REA という一定のパターンによって統一的に認識するとともに、各プロセスを経済資源の増減関係によって結びつけてデータの捕捉ができる。そのうえで、各実体(クラス)と関係(関連)に対して組織内の各種業務や管理の判断や意思決定を支援できるように多元的、素次元レベルでかつ一元的に属性を捉えることができる。また、取引成立に至るまでの時間的な経過(取引の 5 局面)の中での経済事象やタスクを関連づけて捉えることができる。さらには、規範的な情報(標準値、目標値等)と実績情報とを組み合わせること情報潜在性を高めている。

これらの REA モデルの特徴は、取引成立時に取引を認識する伝統的な会計モデル(図 7 のビュー駆動型の情報システム、会計システム)と比べて明らかにデータの情報潜在性を高めている。上述のとおり、一連の取引局面の中で得られるログデータを駆使することによって、なぜある取引が実現に至ったのか(至らなかったのか)、あるいはアフターサービスに対する評価の高い顧客に対してはどのような内容、回数、種類のタッチポイントあったのか等についての深い理解を可能にする。

したがって、REA モデルは、伝統的な会計モデルの場合よりも情報の潜在性を高めるので、各業務部門レベルの V_i を増大させることから、

$$V_e = V_i$$

[関連環境の多様性] [システムの多様性]

を高度に実現させる可能性がある。

しかしながら、REA モデルに基づく情報システムでの取引の多元的な属性認識は、顧客の経験価値の創出に関するデータを、組織内のデータ・ファイルと随時関連づけて利用できる仕組みの考察がなされていないので、顧客の経験価値の創出の支援には限界がある。したがって、各メンバー企業の現場の部門レベルでの多様性バランス(第 1 の多様性バランス)、すなわち、

$$V_e = V_i$$

、また、サブ・システムのレベルである

$$V_{e1} + V_{e2} + \dots + V_{en} = V_{i1} + V_{i2} + \dots + V_{in}$$

[関連環境の多様性]

[個々のサブ・システムの多様性]

については実現する保証はない。むしろ、

$$V_e > V_i$$

を導く危険性すら持っている。なぜならば、顧客による製品やサービスの利用・消費に関するデータを十分にとらえきれていないからである。つまり、多様な不確実性に対応する決定や判断への取引データの情報潜在性が限定的だからである。

第2に、組織の情報システムが、REAモデルに基づく事象駆動型のビジネス情報システムの考え方に基づく場合には、まず、組織のバリューチェーンを構成する販売、購買、生産等の様々な職能のプロセスにおけるビジネス事象に関するデータを一元的に捉えることができる。次に、各サブ・システムは、全体として整合性を確保されたデータをそれぞれの関連環境における業務や管理における判断や意思決定に利用することが可能になる。したがって、この考え方に基づく場合には、個々のサブ・システムの意思決定を組織全体として調整コントロールする多様性バランス(第2の多様性バランス)、すなわち、

$$V_i = V_c \text{ or } V_m$$

[システムの多様性] [組織全体としてのコントロールの多様性]

、また、サブ・システムのレベルである

$$V_{i1} + V_{i2} + \dots + V_{in} = V_c \text{ or } V_m$$

[個々のサブ・システムの多様性] [組織全体としてのコントロールの多様性]

については実現する可能性が高い³³。

4-3 組織間連携のプロセスの設計基盤としてのREAの評価

組織間連携のプロセスの設計基盤としてのREAモデルを組織サイバネティクスにおける多様性バランスの視点から評価する。

第1に、組織間連携のプロセスの設計基盤としてのREAモデルの第1の多様性バランスは、組織内向きのREAモデルと同じように顧客の経験価値にかかわる多元的な属性認識が制約されるので、第1の多様性のバランスは十分に実現することはできない。したがって、各メンバー企業の現場の部門レベルでの多様性バランス(第1の多様性バランス)、すなわち、

$$V_e = V_i$$

[関連環境の多様性] [システムの多様性]

³³ 組織における情報システムが、ビュー駆動型のビジネス情報システムの考え方に基づいて構築される場合には、ビュー駆動型の各サブ・システム(会計システム、販売システム等)は、それぞれのビューや目的ごとに同一のビジネス事象をそれぞれ認識する。そして、各サブ・システムが積極的に各々の関連環境との適応の能力を高めようとして、主体的なデータの認識やアプリケーションの改善等を行うことが、システム全体の立場から見れば、同一データがビューごとに重複して記録される等、全体としての整合性を確保することが困難となる。したがって、個々のサブ・システムの意思決定を組織全体として調整コントロールする多様性バランス(第2の多様性バランス)については **$V_{i1} + V_{i2} + \dots + V_{in} > V_c$** を導く危険性を持っている。

、また、サブ・システムのレベルである

$$Ve1 + Ve2 + \dots + Ven = Vi1 + Vi2 + \dots + Vin$$

[関連環境の多様性]

[VN の各企業の多様性]

については実現する保証はない。むしろ、技術的に

$$Ve > Vi$$

を導く危険性を持っている。

第2に、組織間連携のプロセスの設計基盤としての REA モデルにおいては、これまでのように売手や買手の立場からそれぞれ取引を認識する「取引の当事者の視点」に加えて、一元的に取引を認識する「独立の視点」が付け加わる。これによって、同一取引の解釈の相違や重複記録による更新時期のズレ等により、同一取引でありながらデータ内容が異なることによって、支払や出荷における混乱を生む危険を避けることができる。また、この組織間の交換行為の一連のプロセス(取引の5局面での取引やタスク)の状態情報を適宜当事者に伝えることができる情報システム(ビジネス取引のステートマシーン)を駆使すれば、取引の進捗状況や取引完了までの進展状況のデータや各取引局面でのデータを結びつけて利用することで、到着予想時間等を共有することによる業務改善(段取り時間や手待ち時間の削減等)等が期待できる。加えて、各局面で認識したデータを結びつけることによって、情報潜在性を高めることができる。

したがって、「独立の視点」によって一元的に組織間において経済事象(取引)やタスクを管理して、他方では各企業は組織内の業務や管理の目的に対しては一元的に認識したデータをこれまでの「取引当事者の視点」に変換・連携して関連環境との適応を図ろうとする方式は、組織間での取引データの一元管理という面では、各企業の意味決定を VN 全体として調整およびコントロールすることができる。つまり、データの一元管理という面では、個々の企業の意味決定を VN 全体として調整コントロールする多様性バランス(第2の多様性バランス)、すなわち、

$$Vi1 + Vi2 + \dots + Vin = Vc \text{ or } Vm$$

[VN の各企業の多様性]

[VN 全体のコントロールの多様性]

については、ある場面では実現の可能性が高まる。

ただし、当然のことながら、組織間における全体的コントロールは情報システムによる管理(REA モデルによる独立の視点によるデータの一元管理)だけで実現できるものではない。つまり、顧客の経験価値の創出の支援という共通の目的のもとに形成される VN では、構成メンバーは常に特定のメンバーに固定されるものではなく状況に応じて適宜変化する。つまり、VN に参加する各企業はもともとそれぞれ独立の実体であるので、ある場面では協調関係を有していたとしても別の場面では競争関係にもなる。

したがって、VN への参加企業が自律性を持ちながらもある場面においては、顧客の経験価値の創出支援という共通の目的のもとに一体的な組織として機能させる何らかの仕組みが必要になる。しかし、この機能は取引データを扱う情報システム機能だけでは、第2の多

様性バランス, すなわち,

$$V_{i1} + V_{i2} + \dots + V_{in} = V_c \text{ or } V_m$$

については実現できない。つまり, 人間による情報システムを連動させて始めて実現できるのである。この VN 全体をコントロールして一つの主体であるかのように機能させる要因については, 社会構成主義的な視点から集団としての行動を可能にする「行動のプロトコル (行動規範や作法)」(Reeves, Levin, Fink, and Levina,2020)が必要になる。この点については, 6章で改めて説明する。

第5章 現行のBCによるアプリケーション・システムの構築

本章では、まず、BC技術の種類および特徴からなぜコンソーシアム型BC技術がVNでの利用において適切であるかを明らかにする。次に、現在広く利用されるコンソーシアム型BC技術を用いるビジネス情報システムが、第3章でのビュー駆動型の情報システムアーキテクチャとしての特徴を有していることを、O'Leary(2019)の主張を検討しつつ、Etheruermでのアプリケーション構築実験から、現行のコンソーシアム型BC技術を用いるビジネス情報システムがデータの独立性や相互運用性が低いという特徴を有している。したがって、データの情報潜在性が低いことから「三階層構造」モデルのデータ基盤とはなりえないことを明らかにする。最後に、コンソーシアム型BC技術に基づくビジネス情報システムを組織サイバネティックスの観点から分析する。

5-1 利用可能なBC技術の特徴

BC技術は、第三者である管理主体(銀行、カード会社、大企業、政府等)による信頼性の保証なしには安心した決済取引を行うことができないインターネットのような必ずしも信頼のおけないネットワークにおいて、見ず知らずの人との間において信頼を築き上げることを可能にする技術である³⁴。BC技術では「実行されるすべての取引は、前のブロックと結ばれているブロックの中で検証、許可、および貯蔵される。この構造は、誰かがその台帳を改竄することを防ぐために、変更できない方法でタイムスタンプを記録するとともに、価値の交換を貯蔵する」(Tapscott and Tapscott, 2016)という記録方法がとられる。BCに記録できる対象は、インターネット上でやり取りできるビットコイン、イーサ、リップル、ネム等の暗号資産の貨幣的価値に限らない。実物資産(土地、金、ダイヤモンド、高級バック、肉、各種の証明書等々)については、それぞれ個別に識別IDをつけて「トークン化」することでBCにそのモノ・コトに関する権利関係を記録できる。また、BC技術では、記録された取引の信頼性を保証するだけでなく、管理主体(裁判所等)がいなくても契約通りに取引を自動

³⁴ McAfee and Brynjolfsson (2018), 同訳書, pp.448-455. いずれのBC技術においても、その技術を考案した人物達が実質的にはBC技術の在り方を管理している。例えば、ブロックサイズが制限されるために今後の利用者が増えるにつれて生じる決済の遅延やコストの増加等の問題をめぐっての「スケーラビリティ論争」によって、ビットコインはハードフォークが行われていくつかのビットコイン(Bitcoin, Bitcoin Cash等)に分かれた。また、イーサリウムは、「THE DAO」で起きたハッキング事件を基にしてハードフォームが行われてイーサリウムクラシックとイーサリウムに分かれた。このような事態を受けて、かつてGoogleのエンジニアでありフルタイムでビットコインの開発に携わってきたマイク・ハーンは、「ほんの一握りの人間がシステムを完全に牛耳っている」という評価をしている。すなわち、パブリック型でもブロックチェーンのネットワークの在り方を決定したり変更したりできる管理者が存在している。

的に遂行する「スマート・コントラクト」と呼ばれるコンピュータ・プログラムをBCに登録して利用できる特徴が備わっている。したがって、当事者間で合意された取引条件にしたがい一連の取引行為プロセスを遂行できるので、ビジネス決済以外の領域(会計やサプライチェーン等々)での抜本的なビジネス改革の手段としてBC技術は期待される。

BC技術は、ネットワークを形成・管理する主体が存在するか否かによって、大きく二つの種類に分けることができる(三菱総合研究所, 2017)³⁵。管理主体が存在しないBC技術は、パブリック型BC技術と呼ばれる。一方で、管理主体が存在するBC技術は、そのネットワークの形成・管理が単一組織によるものか、複数組織によるものかによって次のように分類される。単一組織によるものはプライベート型BC技術、複数組織によるものはコンソーシアム型BC技術と呼ばれる³⁶。

パブリック型BC技術は、参加者やネットワークの一部が障害に見舞われてもサービスが維持されやすい利点があることから、決済・金融サービスにおける暗号資産の記録・移転のほか、各種契約の締結・履行等への活用が期待される(田中・菅山, 2020)。しかしながら、パブリック型BC技術では、ネットワークの参加者のすべてに対して取引内容が公開されるために、取引に用いたアドレスがわかれば、その取引が誰の取引であるのか特定できてしまう可能性がある。したがって、パブリック型BC技術では、敵対企業にその取引内容が伝わってしまうリスクがある(Jalachandran, 2017; 杉井, 2016; O'Leary, 2017)。

他方では、プライベート型やコンソーシアム型BC技術は、パブリック型BC技術とは異なり参加者は信頼できる者に限定されるので、より高速なBCへのデータの書き込み処理、権限や業務管理を効率的に実施できる特徴を備えている(杉井, 2016)。ただし、杉井(2016)では許可型BC技術を利用する意義が参加者間でシステムやデータを共有することで得られる「検証可能な監査証跡」と「事実の存在証明」にあることから、単一の組織内でプライベート型BCを利用する利点は少ないとされる³⁷。したがって、VNにおいてメンバー間のやり取りを記録して管理するための技術基盤としては、コンソーシアム型BC技術の利用が適切であると想定できる。

³⁵ Yaga, Mell, Roby, and Scarfone(2018)。管理主体の主たる管理とは、参加者に対する共有台帳への書き込み“と”読み取り“の権限の「許可」についての管理であるので、BC技術を「許可なし(permissionless)」と「許可あり(permissioned)」に分類することもできる。パブリック型は許可なしに、またプライベート型とコンソーシアム型は許可ありということになる。

³⁶ Jalachandran(2017)。共有台帳への“読み取り”と“書き込み”が可能になる参加者を決定する管理者が存在するかどうかパブリック型とプライベート型との違いという。なお、Jalachandranの指摘するプライベート型には、コンソーシアム型も含まれることが想定されている。

³⁷ Horlacher(2017)。プライベート型における取引のBCへの書き込みの承認は、複数の参加者による承認ではなく単一組織による承認であるので、その承認はこれまでのデータベース技術等に基づく方がより効率的に実施できることから、プライベート型を用いるプロジェクトは失敗すると主張している。

5-2 コンソーシアム型 BC 技術を利用するアプリケーションの可能性と限界

VNにおいてメンバー間のやり取りを記録して管理する技術基盤としては、上記の理由によりコンソーシアム型BC技術の利用が適切であると考えられる。しかしながら、たとえコンソーシアム型BC技術を利用したとしても、山崎(2016)では、「ほぼすべてのブロックチェーンが独立したネットワークであり、「相互運用性」³⁸がないため新たなブロックチェーンが生まれるたびにネットワーク効果を失っていく」という問題が指摘される。この「相互運用性」が低いことの要因は、BC技術を駆使したアプリケーション・システムにおいては「データの独立性」³⁹が保たれていないからである(O'Leary, 2019)。

「データの独立性」を高め、「相互運用性」を高めるための必要がある。そのためにネットワーク、データベース、アプリケーション、およびプレゼンテーションの4階層(図16)で構成することが提案され、多くの支持を受けつつある(Tiwana, 2013; O'Leary, 2019)。このアーキテクチャにおいては、各階層はある階層の変更が他の階層に影響を及ぼさない疎結合となっている。各階層が密接に結びついている(密結合)場合には、一部の階層の情報要求への対応が他の階層にも影響を及ぼすので、新たな情報要求に対して適時かつ柔軟な対応が期待できない。

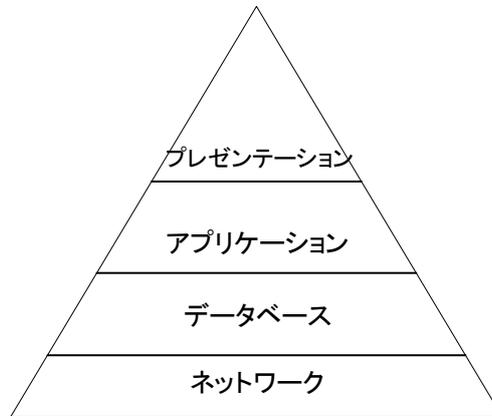
この4階層のアーキテクチャによるならば、コンソーシアム型BC技術を駆使するアプリケーションの情報システムでは、特定のアプリケーションとそのアプリケーションで用いるデータベースとプレゼンテーションとが一体化によって設計される傾向がある(O'Leary, 2019)。その根拠として、O'Learyはエンターテイメント業界におけるデジタルコンテンツの著作権とロイヤリティを管理するシステムの事例(EY, 2019)を、コンソーシアム型BC技術を駆使するアプリケーションの情報システムの典型例として示している。この例では、音楽、ゲーム映画等のエンターテイメント業界におけるコンテンツを販売する「パブリッシャー」、コンテンツを買い付けて映画館等の興行先へ販売する「配給会社」およびコンテンツを開発する「開発者」向けに価値づけ(データ処理)されたデータ・ファイルは、その他の利用目的には必ずしも役立たない可能性が高い。言い換えれば、コンソーシアム型BC技術を駆使するアプリケーションの情報システムは、第3章で見てきたように、特定の利用目的ごとに情報システムを構築するかつての「情報サイロ」、「ストーブ・パイプ」、ないしは「ビュー駆動型」と呼ばれるアーキテクチャの特徴を有している。

したがって、データの冗長性が高く、関連する(させるべき)情報システム間でのデータの一貫性の維持が容易ではなく、かつその調整のための負担が生じる(Hollander, et al., 1996)。

³⁸ IEEE Standard Computer Dictionary では、相互運用性(interoperability)は、「複数のシステムまたはコンポーネントが情報を交換できる、または交換された情報を使用できるという性質」と説明される。

³⁹ 本研究の3-1-1を参照。データの独立性は、物理的なデータの独立性と論理的なデータ独立性に分かれて説明される。

図16 分散システムのアーキテクチャ



出所: O'Leary(2019), Fig.2.

例えば、データ処理に必要な基礎データである顧客マスタを複数のアプリケーション・システムで個別に管理しなければならない。また、本来であればひとつのビジネス事象(例、販売)としてひとつのシステムによって管理できるにもかかわらず、目的やビュー(例、会計、マーケティング、人事、コンソーシアム)ごとに複数のシステムで個別に同一事象に関するデータを管理しなければならないのである。

このような特徴を有するコンソーシアム型BC技術を駆使するアプリケーションの情報システムでは、たとえ特定目的のアプリケーション・システムを互いに結びつけるためのソフトウェアであるAPI(Application Programming Interface)を用いてデータ連携を試みたとしても、各アプリケーションの情報システムのデータ・ファイルは、特定目的のアプリケーションのために価値づけられるので、それは組織のその他の目的のアプリケーションにおいては効率的かつ有効な利用ができない。

加えて、コンソーシアム型BC技術を駆使するアプリケーションの情報システムでは、DX時代の情報システム設計方法論として定着しつつあり、システム開発のプロジェクトにはコンテキストの変化に応じて改善が必然的であるという前提のもとに、優先順位の高い機能要件から準備開発を進めていくアジャイル開発法を「初期設計」においては適用できる。しかしながら、いったん情報システムがリリースおよび運用されると、BCのデータ構造とBCに登録するプログラムを柔軟に変更できないので、システムの革新は停止してしまい環境適応的特性を失う可能性が高い(Sanders and Sanders, 2018)。

5-3 Ethereum による交換アプリケーションの構築

5-3-1 Ethereum への役割期待⁴⁰

Buterin(2013)では、「Ethereum プロトコルは、当初は、アップグレード版の暗号通貨として考えられていたが、高度に一般化されたプログラミング言語を通じてブロックチェーン上のエスクロー、引き出し制限、金融契約、ギャンブル市場のような進んだ機能を提供する」とされる。すなわち、Ethereum はこの環境における暗号資産である「Ether」を流通させるネットワークという特徴を超えて、様々な種類のアプリケーションを開発および運用する環境を備えたネットワークであるという特徴を有している。開発においては、アプリケーションは「コントラクト(Contract)」と呼ばれる単位でプログラム化される。このコントラクトには、各種の取引を自動的に展開するコンピュータ・プログラムを登録できる。登録されたコントラクトは、ブロックチェーンに配置して利用できる。

Buterin(2014)では「Ethereumはblockchainを利用した分散型アプリケーション(D-App)を簡単にプログラム可能にすることを目的としたプラットフォームである。…D-Appは、売手と買手等といった違った立場にいる人間や機関が、中央集約型の媒介を無しにして取引、契約等(相互利用)をするための道具である」⁴¹。そのために、このネットワークに参加して取引の主体となるピアは、登録されているコントラクトを利用しつつ、管理主体がいなくても契約通りに取引を自動的に展開できる。このことから、Ethereum は将来的には自律分散型の組織運営を支援する環境として期待される(Tapscott &Tapscott, 2016: IBM Institute for Business Value, 2014: 野口, 2014)。

5-3-2 Ethereum によるアプリケーションの可能性と限界

本章におけるEthereum環境における構築実験では、Antonopoulos(2014)で示されるコーヒーの売手であるボブと買手であるアリスとの間における「コーヒー」と「暗号資産」との交換の例【ボブが経営するコーヒー店舗のレジで、買手であるアリスがコーヒーを注文して受け取り、その代金を暗号資産で払うという例】を取りあげる。以下の前提に基づきつつ、Ethereumによるアプリケーションの情報システムを具体的な設計および構築することでその可能性と限界を明らかにする。

構築実験では、第1に、Mist Ethereum Wallet application(以下、Mistと呼ぶ)を用いて売手と買手の交換を行う⁴²。このMistは、買手と売手のコンピュータ上で機能するWebアプリ

⁴⁰ 本節は、堀内(2019)に基づいている。Bitcoinの交換についての考察は堀内(2019)を参考にされたい。

⁴¹ D-Appのプロジェクトを集めたWebサイト(<https://www.stateofthedapps.com/>)だけを見ても、すでに3,000を超えるEthereumのプロジェクトが登録されている。このサイトでは約80%のD-AppがEthereumによることがわかる。

⁴² この実験は、「即時的な交換」、「購入した商品の個別管理は求められない交換」、「Mistを用いる自己完結的なシステムを用いる交換」、「プライベートネットワークという実験環境における交換」、ライブラリ利用を前提としない交換、および「内部取引としての変換(製造や修理等)については考慮しない交

ケーションである。このMistには、これまでのWebアプリケーション構築において必要となる三階層(プレゼンテーション層, ロジック層, およびデータ層)のすべてが組み込まれている。したがって、この実験を容易に展開できることからMistを選択する。Mistを用いることで、売手と買手は、①参加したいブロックチェーンのネットワークを選択できる、②自身のアカウントを開設できる、③他のアカウントに暗号資産(Ether)を送金できる、④宣言するコントラクトをブロックチェーンに配置できる、⑤配置されたコントラクトにメッセージを送って交換を展開できる、および⑥取引の履歴を確認できる。なお、ここでのアカウントは、取引を行う主体が所有するアカウントであり、外部アカウント(EOA: External Owner Account)と呼ばれる。

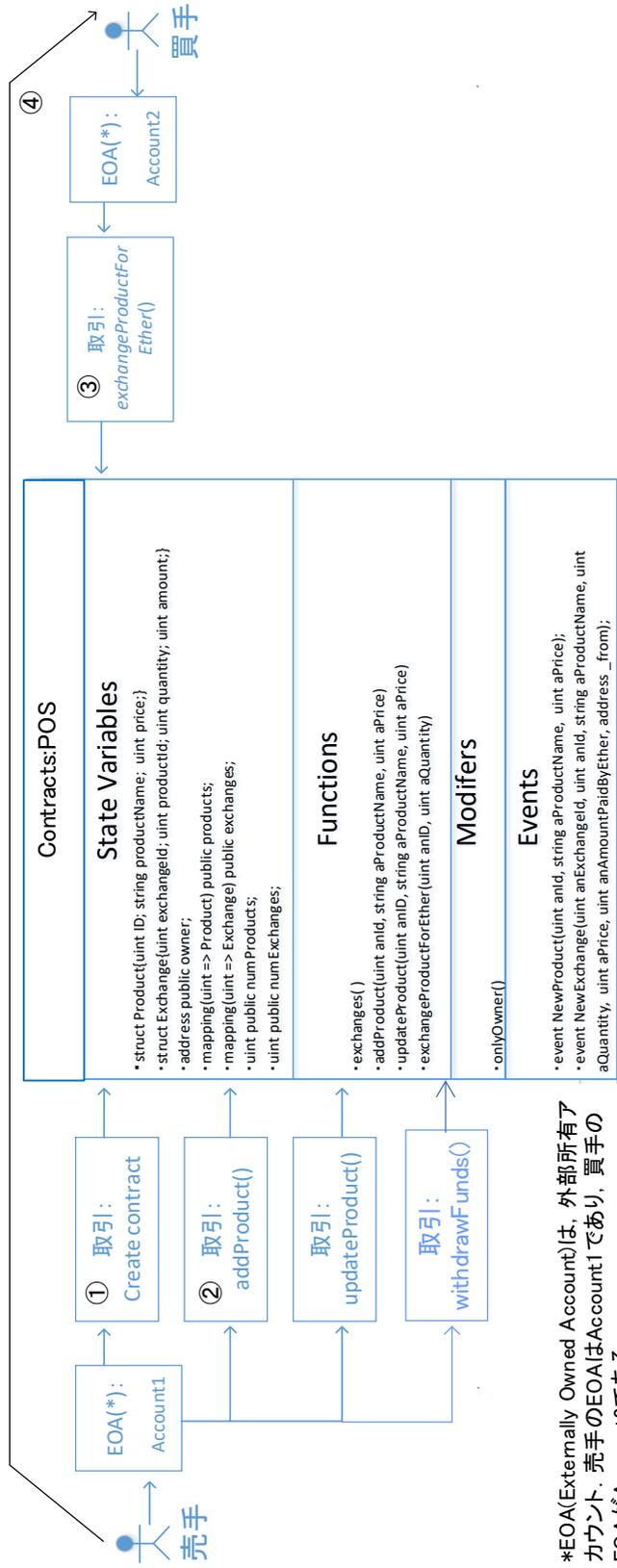
第2に、仮想化技術を用いつつコンピュータ上に実験用のプライベートのEthereumブロックチェーンネットワークを構築して、二つのEOAアカウントを登録・準備する。一つを売手のアカウント(Account1:0x17a94Babc7d531BEc224B0ccff99e827F9F7798f)とし、もう一つを買手のアカウント(Account2:0xE178A2cCd6DD4389452c46078d4f2b20aE666d5B)として実験を展開する。なお、ブロックチェーンのブロックに取引を記録するためにはマイナーによる取引の検証作業(Proof of work)が必要とされる。実験環境においては、売手のアカウントがマイナーとして機能することからブロックチェーンに交換が確実に記録される。

第3に、交換のためのコンピュータ・プログラムであるコントラクトの宣言は、Solidityと呼ばれるプログラミング言語を用いる。この言語では、ブロックチェーン環境下で実行できる次の4つ構成要素からコントラクトを宣言する。すなわち、コントラクトの状態を管理する「状態変数(statevariables)」、メッセージがコントラクトに送られた時に実行される何らかの処理である「関数(functions)」、関数の中で宣言される処理の実行において何らかの制約を課す「修飾子(modifiers)」、およびコントラクトに送られた取引の実行をトレースする「イベント(events)」である。

第4に、今回の交換に関するコントラクトをSolidityによってプログラムとして宣言する際には、独立の視点からのREAモデルに基づいて宣言する。今回の交換を管理するためには、REAモデルに基づいて、少なくとも6つのクラス(商品、現金、売手、買手、提供、支払)が必要になる。「支払」や「提供」のクラスの宣言の中では、「商品」、「現金」、「売手」、「買手」クラスを参照したり部品として利用したりする必要がある。一方で、SolidityのコントラクトはJavaのクラスに相当することから、Solidityを用いる場合にも少なくとも6つのコントラクトを宣言する必要があると考えられる。しかしながら、Javaは異なりSolidityにおいては他のコントラクトを自らのコントラクトの中で参照したり部品として再利用したりする場合にはいくつかの制約がある。Bashir(2017)は、「(補: Solidityの)ライブラリにはいくつかの限界がある。例えば、ライブラリは、状態変数を持つことができない。また継承関係を扱

換」というように、交換についての前提を明らかにしたうえで展開している。したがって、前提が変われば、検討しなければならない内容やアプローチも当然のことながら変わってくる。

図17 交換アプリケーションのためのスマートコントラクトの一例



*EOA(Externally Owned Account)は、外部所有アカウント。売手のEOAはAccount1であり、買手のEOAはAccount2である。

【交換の流れ】

- ① 売手は、所有するAccount1を用いてコントラクトExchangesをブロックチェーンに登録および開始する。
- ② 売手は、所有するAccount1を用いて販売する商品の種類と価格をブロックチェーンに登録する。
- ③ 買手は、店舗のレジにて、コーヒーの種類と数量を注文して、その対価を所有するAccount2から支払う。
- ④ 買手は、売手からコーヒーを受け取る。

出所：堀内(2019), 図5.

えない」(p.308)である。ここでこの指摘の前半は、あるコントラクトXを他のコントラクトYの中での部品として利用する際には、Xの中で宣言される関数はYの部品として再利用できる(functional call と呼ばれる)ことを意味する。しかしながら、その際Xの状態変数はYからは参照・利用できないという制約があることを意味する。このような制約があることから、今回のコントラクトの設計においては、“POS”(図17の中央)と名づけた一つのコントラクトの状態変数の中で、上記の6つのクラス概念の宣言を行うことによって、コーヒーと Etherとの交換を行えるプログラムを設計する。交換を管理する“POS”と名づけたコントラクトの「状態変数」、「関数」、「修飾子」、および「イベント」を具体的に設計し、図17(下側)の交換の流れに基づいて運用する。

① 状態変数

REAモデルに基づく場合、交換を構成する要素として、「経済資源」、「経済事象」、および「経済主体」に関する要素を宣言する必要がある。今回の事例では、第1に交換対象となる二つの経済資源であるコーヒーとEtherとが状態変数の候補となる。一方のコーヒーについては、その識別子、名称と価格からなる構造体の変数【struct Product(uint ID, string productName, uint price)】を宣言する。なお、Etherと交換されるコーヒーは、買手によって獲得後にすぐに消費されてしまうという特性をもっている。つまり、このような経済資源は買手によっていったん消費されてしまえば、さらなる交換には利用できない。したがって、ここではコーヒーと買手の情報とは紐づけして管理しない。他方、コーヒーと交換されるもう一つの経済資源であるEtherは、このコントラクトに参加する売手と買手が所有するアカウントに結びつけられており、また宣言することなしに参照・利用できるもので、状態変数としては改めて宣言する必要はない。

第2に、交換を行うために必要となる経済事象として、交換を構成する二つの事象(コーヒーの「提供」とEtherの「支払」に関する情報)が状態変数の候補となる。ただし、今回の事例においては、「提供」と「支払」とは同時に発生する即時的な交換であるので、これらの二つの経済事象をひとつの状態変数として宣言する。すなわち、「何が起きたのか」を特定するために、経済事象の識別子、商品の識別子、いくつ、いくらでという情報を構造体の変数【struct Exchange(uintexchangeId, uint productId, uint quantity, uint amount)】として宣言する。

第3に、REAモデルの三つ目の要素である経済主体として交換に参加する人(売手と買手)が状態変数の候補となる。ただし、今回のような即時的な交換においては、交換の実質的な主体となるピアを意味するアカウントが特定できれば、Etherによる代金の支払の記録ができる。また、コーヒーをレジにて買手に引き渡すことができるので、売手や買手についての情報(名前、住所、電話番号等)については必要にはならない。なお、今回の例においては、商品を登録したり、コーヒーの販売代金を売手のアカウントに引き出したりできる経済主体を売手に限定する機能をプログラムに持たせるために、コントラクトの所有者である売手を意味するownerという変数を宣言する。

図18 販売する商品リストの登録の一例

The image shows a two-step process for adding a product. On the left is the 'Add Product' form, and on the right is the 'Products' list. A green arrow points from the form to the list.

Add Product Form:

- Select function: Add Product
- An id - 256 bits unsigned integer: 101
- A pname - string: MilkCoffee
- An inventory - 256 bits unsigned integer: 100
- A price - 256 bits unsigned integer: 2
- Execute from: Account 2 - 558.98 ETHER
- Send ETHER: 0
- EXECUTE button

Products List:

- Products
- 256 bits unsigned integer: 101
- id: 101
- P name: MilkCoffee
- Inventory: 100
- Price: 2

出所:堀内(2019), 図7(一部修正).

図19 買手の登録の一例

The image shows a two-step process for adding a buyer. On the left is the 'Add Buyer' form, and on the right is the 'Buyers' list. A green arrow points from the form to the list.

WRITE TO CONTRACT

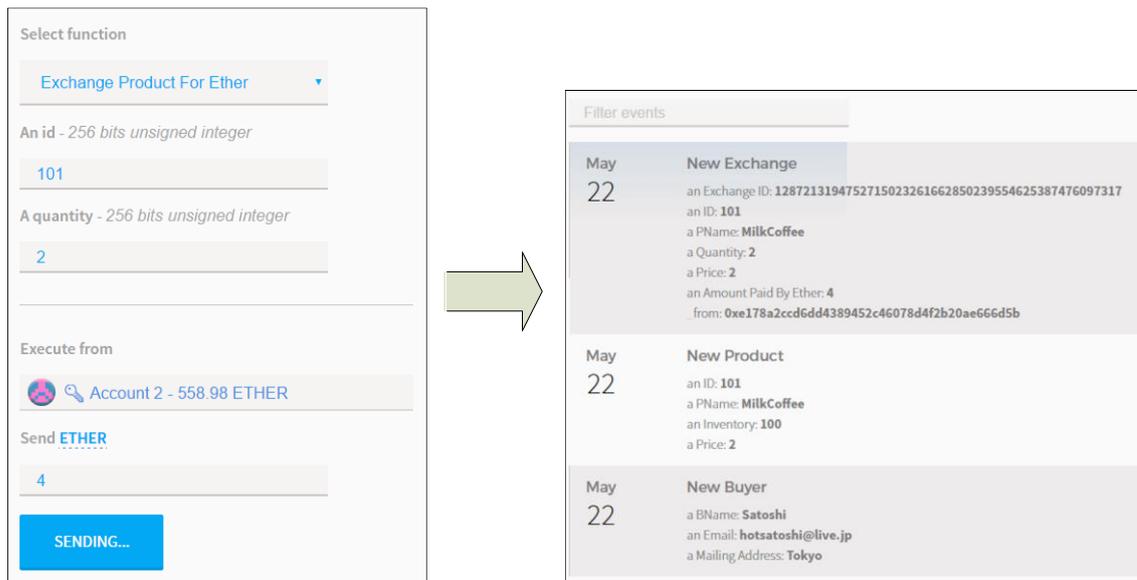
Add Buyer Form:

- Select function: Add Buyer
- A bname - string: Satoshi
- An email - string: hotsatoshi@live.jp
- A mailing address - string: Tokyo
- Execute from: Account 3 - 252.00 ETHER
- Send ETHER: 0
- EXECUTE button

Buyers List:

- Buyers
- Address: 0xE178A2cCd6DD4389452c46078d4f2b20aE66d5Bf
- B name: Satoshi
- Email: hotsatoshi@live.jp
- Mailing address: Tokyo
- Total exchanges: 0
- Is active: YES
- Num products: 0

図20 交換の登録の一例



堀内(2019), 図8(一部修正).

② 関数

売手と買手が交換を行う際に必要となる処理を関数として宣言する。今回のケースにおいては、売手による「交換の開始(CreateContract)」、「商品情報の登録(addProduct)」、「商品情報の更新(updateProduct)」、獲得したEtherの「出金(withdrawFunds)」, および、買手が利用する「交換(exchangeProductForEther)」を宣言する。最後の「交換」の関数では、買手がコーヒーを購入するのに十分なEtherを持っているのかを確認したり、交換の exchangeId を自動生成したり、交換の記録を書き込む処理を関数として宣言する。

③ 修飾子

上述した関数の中で、商品の「登録」、「修正」および「出金」については、修飾子の宣言を売手に設定してこの関数を実行する権限を売手だけに限定して設定する。

④ イベント

上述の関数が実行されると、その実行履歴を表示する処理を関数の中で、イベントとしてそれぞれ宣言する。

図17は、以上の説明に基づいて筆者が設計したコントラクトの登録からEtherとコーヒーとの【交換の流れ(図17下側の①から④)】を示したものである。また、図18は販売する商品リスト(コーヒーの種類と値段)の登録、図19は買手の登録、および図20は交換の登録を示したものである。

実験用のプライベートのネットワークを前提として、売手は(Etherを受払できる)自らのアカウント(Account1)を使って交換のコントラクトと販売するコーヒーの種類と値段をブロックチェーンに登録する(①と②)。この売手のアカウントは公開されている。したがって、

このブロックチェーンのネットワークに参加しつつ、かつ登録される交換のコントラクトに合意する買手は、注文したコーヒーの代金を支払うために、公開される売手のアカウント(Account1)に対して自らのアカウント(Account2)から必要となる Ether の金額を振り込めばよいことになる(③)。そうすることで、買手のアカウントから売手のアカウントに、コーヒー代金が送金される。その後、買手はレジにてコーヒーを受け取ることができる(④)。なお、POSコントラクトの宣言においては、①～④で説明してきた状態変数の他に、管理の効率性を高めるために必要となる商品リストの変数(unit public numProductsと mapping(uint => Product)public products)や販売履歴を表示させる変数(uint public numExchangesと mapping(uint => Exchange)public products)を宣言している。

以上の構築実験から、コンソーシアム型BC技術について分かったことは、次の点に集約できる。現行のアプリケーション・システムは、設計段階の目的であるEtherとコーヒーとの交換を適切に記録できる。ただし、この情報システムでは運用段階での新たな情報ニーズに対応して属性を追加することができない限界がある。新たな属性を追加するためには、新たなスマート・コントラクトを随時新規に定義することによって対応せざるを得ない。今回のような単純化したケースでは、こうした対応はなんら問題とはならないともいえる。ただし、新たな目的やビューに対してあらたなアプリケーションの情報システムを構築して対応しなければならない特徴は、まさにビュー駆動型のアーキテクチャそのものである。

したがって、このアーキテクチャのもとに各事象がビューごとに認識されるようであれば、各アプリケーション間のデータ・ファイルのデータの一貫性の維持が容易ではなく、かつその調整負担が生じる。つまり、「データの独立性」が保たれていないBCアプリケーションでは、システムの革新は停止してしまい環境適応的特性を失う可能性が高い(Sanders and Sanders, 2018)。

5-4 BCによるアプリケーション・システムの組織サイバネティックからの検討

BC技術を駆使するアプリケーションの情報システムを組織サイバネティクスおよびVSMにおける多様性バランスの視点から分析する。なお、これまでに開発されたビジネス実践で用いられるBC技術を用いるアプリケーションの情報システムの多くは、プライベート型ないしはコンソーシアム型BC技術を利用するとするO'Leary (2017)の見解、および許可型BC技術ではプライベート型よりもコンソーシアム型BC技術になるとする杉井(2016)の見解に従い、ここでの分析対象はコンソーシアム型BC技術を駆使するアプリケーション・システムに限定する⁴³。

⁴³ なお、いずれのBC技術を用いる場合であっても、3層構造データモデルにおける外部データモデルに基づいてBC技術を駆使するアプリケーションを構築すれば「データの独立性」が保たれない。この点は、本研究で説明してきたEtherとコーヒーを交換するアプリケーション例から明らかである。

第1に、コンソーシアム型BC技術を駆使するアプリケーションの情報システムが、山崎(2016)の指摘に見られるような相互運用性が低いシステムであるならば、このシステムを駆使することによってVNを構成する各メンバー企業の現場の部門レベルの各意思決定者が随時対応できるのは、あらかじめ認識されている定型的な業務処理に伴う決定や判断に関するものに限定される。非定型的な決定や判断に関しては、ここでのアプリケーションの情報システムが「データの独立性」が保たれていないという特徴を有しているため、データ・ファイルのデータは設計段階において考慮されないその他の業務・管理の意思決定や判断の目的のためには十分には役立たない可能性が大きい。したがって、各メンバー企業の部門レベルの各意思決定者は目的適合的な情報処理や柔軟な環境適応機能を高度に支援することは難しい。加えて、管理主体がいなくても契約通りに取引を自動的に遂行するスマート・コントラクトと呼ばれるコンピュータ・プログラムをBCに登録して利用したとしても、将来起こり得るすべてのケースを想定する「完備契約」を準備することはできない(McAfee and Brynjolfsson, 2018)。将来起こるかもしれない出来事の予測には不確実な要素が多いばかりではなく、人間の認知能力は限られていることからすれば、設計段階で契約内容をすべて決定できるという前提に基づくスマート・コントラクトによる環境適応にも限界がある。想定外の事態が生じる場合には、スマート・コントラクトを用いるよりも、事後的に当事者間の再交渉によって契約を変更できるこれまでの実践の方が、より柔軟な環境適応機能の高度化につながる可能性が高いと言わざるを得ない。

したがって、各メンバー企業の現場の部門レベルでの多様性バランス(第1の多様性バランス)、すなわち、

$$V_e = V_i$$

、また、サブ・システムのレベルである

$$V_{e1} + V_{e2} + \dots + V_{en} = V_{i1} + V_{i2} + \dots + V_{in}$$

[関連環境の多様性]

[個々のサブ・システムの多様性]

については実現の保証はない。むしろ、

$$V_e > V_i$$

を導く危険性を持っている。

第2に、コンソーシアム型BC技術を駆使するアプリケーションの情報システムは、かつてのビュー駆動と呼ばれる情報システムと同様のアーキテクチャの特徴を有しているため、同一取引がビューごとに認識されてしまう。つまり、このアーキテクチャのもとでは、関連する(させるべき)アプリケーションの情報システム間でのデータ・ファイルのデータの一貫性の維持が容易ではなく、かつその調整負担が生じる。

したがって、個々のサブ・システムの意思決定を組織全体として調整コントロールする多様性バランス(第2の多様性バランス)、すなわち、

$$V_i = V_c \text{ or } V_m$$

、また、サブ・システムのレベルである

$$V_{i1} + V_{i2} + \dots + V_{in} = V_c \text{ or } V_m$$

[個々のサブ・システムの多様性] [組織全体としてのコントロールの多様性]

についての実現は期待できない。むしろ、

$$V_i > V_c \text{ or } V_m$$

を導く危険性を持っている。

第6章 BC技術を活用する三階層構造モデルと行動プロトコルの必然性

本章では、REAモデルの「独立の視点」から一元的にVNのメンバー間で捉えるデータを、各企業の組織内での業務・管理目的において随時利用することを可能にするビジネス情報システムの三階層構造の枠組みを明らかにする。そして、まずはこの三階層構造において、BC技術を駆使するアプリケーションの情報システムの課題であるデータの独立性と相互運用性を確保するために利用できる新たなBC技術であるBigChainDBの特徴を明らかにする。第2に、この三階層構造のもとで、いかにデータの独立性が保つことができるのかについて明らかにする。第3に、取引の5局面での多元的かつ素次元レベルの属性、ビック・データ等の非取引データを随時取り込みつつデータの情報としての潜在性を高度化させるためには、中間データベースと称されたような発想が不可欠になることを明らかにする。第4に、流通ビジネスにおける三階層構造のモデルのプロトタイプを構築することから分かるその可能性と限界を明らかにする。第5に、三階層構造によるビジネス情報システム構築においては技術的な要因だけではなく、一つの組織であるかのようにVNに参画するメンバーの競争と協調を促進させる人的・組織的な「行動のプロトコル」がカギになることについて、組織サイバネティックスの観点から考察する。

6-1 データの独立性と相互運用性の確保

VNの構成メンバーである企業が、BC技術を駆使するアプリケーションの情報システムによって、それぞれ対峙する環境に対してより一層高度に対応しようとするれば、「データの独立性」を高めて「相互運用性」を高める必要がある。なぜならば、「相互運用性」を高めることによって、そのシステムのデータ・ファイルは各組織の基幹システムや情報系のシステムのデータ・ファイルと連携をとることができる。そして、メンバー企業の部門レベルの各意思決定者は、各システムで認識されるデータ・ファイルを互いに関連づけることによって業務・管理における意思決定や判断をより高度化させることができる。「相互運用性」を高めるためには、BCによるデータ・ファイルが設計段階におけるコンソーシアム・メンバーの情報要求に限らず、その他の業務や管理目的に対しても柔軟に対応できるように「データの独立性」を確保する必要がある。これを実現するためには、REAモデルの「独立の視点」からVNのメンバー間で一元的にBCに記録されるデータ・ファイルと整合性を保ちつつ、しかもそのデータ・ファイルを各企業の組織内で業務・管理目的において随時利用することを可能にするBC技術を利用しなければならない。

現状のBC技術でそれを容易に実現する可能性がある代表的なものとしてBigchainDBがある(O'Leary, 2019)。また、現在実用に供されているHyperledger FabricやHyperledger Iroha(以下、Iroha)等についてもBigchainDBと同様に「データの独立性」と「相互運用性」を高める特徴を有している。したがって、ここではBigchainDBを取り上げてそれらの特徴

をいかに向上させることができるのかを検討する。BigchainDB (2018)では、その特徴を次のように説明する。

BigchainDBは、「ブロックチェーンの特徴(分散化, 不変性, 所有者が管理する資産等)とデータベースの特徴(高速な取引, 低遅延, 構造化データのインデックス化と問い合わせ機能であるクエリー)」とを備えたソフトウェアである。BigchainDBでは、一つのブロックに書き込むことができるデータ容量やブロックの生成時間に関する制約を緩和することによって、BCそれ自身を拡張させる接近方法ではない。データベースとして当初は開発されたBigchainDBでは、データベースの特徴にBCの特徴を追加することによって「データの独立性」を高めて他のアプリケーションの情報システムとの「相互運用性」を高める接近方法である。このような接近方法は、BCとは別のデータ領域に一部の取引データを移管する「オフチェーン」による拡張といえる。すなわち、BigchainDBではデータベースの特徴にBCの特徴である「分散化(一ヶ所でデータを集中管理するのではなく、参照および記録を行うノードを分散し、各ノードではBCとそのBCに記録されるデータのコピーがデータベースに記録される)」、「不変性(データがBigchainDBのネットワークに記録されるとそのデータの変更や消去ができない)」、および「所有者が資産を管理(各ノードは独自の資産の作成や他のノードへの資産の転送ができる)」を追加する接近方法である。ノード間のコミュニケーションは、合意形成エンジンのTendermintを介して行われる。各ノードの役割、権限、その他の制御は集中管理することもできる。

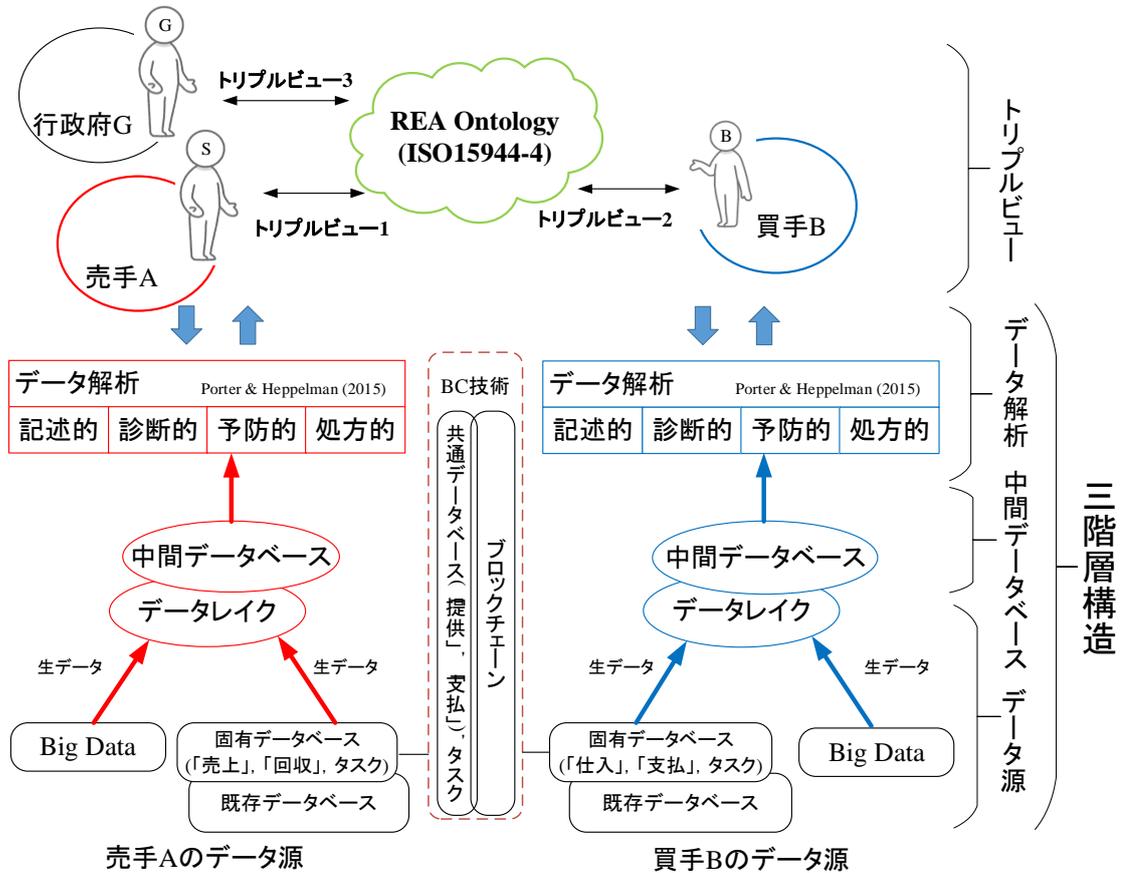
加えて、複数のノードから成り立つBigchainDBでは、各ノードはそれぞれローカルにNonSQLと呼ばれるデータベースに分類されるMongoDBを持つ。このMongoDBにはネットワークが扱うすべてのデータのコピー(取引、資産、メタデータ、ブロック、JSON文字列)が保存される。MongoDBには、データの追加・更新・削除・問い合わせを行う機能を備えていることから、各ノードを操作する人は削除機能を除いた機能によってそのデータを自身の業務や管理の判断や意思決定のために利用することができる。

さらに、McConaghy et al.(2016)は、BigchainDBが他の関連するアプリケーションの情報システムと連携できるように設計されていることから、完全に分散化したネットワークのデータベースとしてBigchainDBを利用するだけでなく、これまでの集中管理によるWebアプリケーションのデータベースとしてもBigchainDBを利用できるという。

6-2 中間データベースの発想の必要性

満足のいくもしくは適切な決定や判断を支援するためには、接続機能を持つスマート製品から得られるデータ、企業内外の関連するデータ、各種センサーの測定値、位置、温度等の形式が統一されていない多様なデータを、さまざまな種類の異質なデータを元の形式で

図21 VNのビジネス情報システムの「三階層構造」



ある“生データ”として「データレイク」⁴⁴に随時格納して利用することが提案されている (Porter and Heppelmann, 2015).

データレイクの意義は、当然のことながら多元的な属性認識そのものにあるのではない。多元的な属性のもとに“生データ”として捉えられたデータレイク内のデータを駆使して「記述的(製品の状態、環境、運用状況の把握)」、「診断的(性能低下や故障の原因の把握)」、「予防的(近々起きそうな出来事の予兆の把握)」、「処方的(成果向上や問題解決の方法の把握)」等の分析を効率的に行うことにある(図21)。

そのためには、データレイク内から関連するデータを随時必要に応じて利用者に提供することができるように、データレイク内のデータが混とんとした“データの沼”になることを防ぐメカニズムが必要になる。例えば、企業全体でアプリケーション間でのマスタ・データ

⁴⁴ Dixon(2010).データウェアハウスの中からデータを利用部門の目的に沿って整理したデータマートとの比較においてデータレイクを次のように説明する。「データマートをすぐに飲むことができるように洗浄、パッケージ化、構造化されたボトル入りの飲料水であるとする、データレイクはより自然の状態の大きな水域である。様々な源泉からのデータがデータレイクには流れ込み、データレイクの様々な利用者はデータレイクに調査、飛び込み、またはサンプルを採取しに来ることができる」。

を調整するための管理システムの確立や、データレイクのデータを利用可能な状態に保つために一貫性ある取引データを認識するための共通の意味論的な関連づけが必要になる(O'Leary, 2014).

現在、データレイク内のビック・データをこれまでの組織内の基幹系情報システムのデータと結びつける研究も進展しつつある。例えば、組織内外のビック・データのデータ源(Web サイトログ、ソーシャルメディア、位置/存在センサーログ、通信リポジトリ、イントラネット/エクストラネットログ)をISO(ISO/IEC15944-1, 2011)の5つの取引局面(計画、認識、交渉、実現、事後実現)と関係づける研究である(Murthy and Geerts, 2017).

Murthy and Geerts(2017)では、顧客の位置情報に基づく製品やサービスの提案(「認識」局面)の支援や、過去の販売情報、直前の予約情報、周辺施設の料金や稼働率に基づく価格交渉(「交渉」局面)の支援、さらにはソーシャルメディアで自社製品やサービスについて何が語られているのか、“インフルエンサー”と呼ばれる影響力の強い消費者の特定に基づいて何らかの問題を引き起こす兆候の予測(「事後実現」局面)の支援が可能になる。

さらには、ビック・データを分析するための技術であるHadoopとMapReduceを駆使することによって、ビック・データ内のデータ源を対象としてキーワードとなる単語の出現回数をカウントすることができる。例えば、特定種類の要求、その応答、Webサイトの閲覧者(IP番号)、閲覧の日時、閲覧場所、リファラー(どのサイトからキャンペーンのWebサイトに来たのか)、Facebookの「いいね」や「シェア」、およびTwitterの「リツイート」等々の合計値や平均値等を計算できる。したがって、これらの合計値や平均値のデータを、5つの取引局面での取引データに関連づけることによって、例えば、Webでの販売キャンペーンにおける特定の製品販売の提案(「認識」局面の提案ID)に対して、一定の時間内における時間帯別やリファラー別の閲覧者の人数が明らかになる。また、提案を閲覧した件数とこの提案が受注に結びついた件数から、一定の時間内における特定の時間帯別かつリファラー別のキャンペーンによる提案の歩留まり率が明らかになる。さらに、製品がソーシャルメディアで議論されている頻度や内容、議論のトーン(ポジティブ、ネガティブ、ニュートラル)等の情報によって、必要となる在庫の予測分析をより精緻化させることが期待できる。

しかしながら、データレイク内においてビック・データとこれまで組織内での取引データとを関連づけることによって業務や判断に対するデータの情報潜在性が高まることが期待できるにしても、このような関連づけはあくまでもビック・データの中でも構造化できるデータを対象としているだけである(Murthy and Geerts, 2017)。つまり、音声ファイル、ビデオファイルあるいは定性データ等の構造化することが困難なデータは対象としていない。また、データレイクのデータに基づく多くの統計的およびAIを用いる分析では、データが特定のデータ形式として整形されている必要があり、そのような整形ができていない場合にはデータ分析に多大な時間と労力を要するリスクがある。このようなリスクは“データレイクに潜むワニ”と称されることがある(Weber, 2014)。

したがって、特定の利用者にとって効率的に分析モデルにインプットできるようにデー

タレイク内のデータを互いに関連づけることができる“中間データベース”が必要になる。つまり、これまでのデータウェアハウス⁴⁵のアーキテクチャにおいては、全社的なデータウェアハウスとは別に特定部門の情報ニーズに適合するように基礎データを加工した中間データを扱うデータマート⁴⁶が必要であったように、データレイクにおいても、特定部門の業務や意思決定を効率的に支援するデータマートのような中間データベースによる支援が必要になる。この中間データベースを設定することによって、運用段階において新たに認識される取引、非取引データを中間データベースのファイルに随時追加して、特定の観点に効率的に関連づけることができる。つまり、データの情報潜在性を高めるためには、データレイク内の“生データ”だけではなく中間データベースをデータ源として、ある場合にはAI解析ツール等を駆使しつつ、随時、業務や管理にかかわる分析、予測、決定・判断の質的向上を可能にする。

以上により、図21で描かれるVNに参加する各組織内に構築される「三階層構造」の枠組みを駆使することによって、各組織体は、自身のみならず顧客、事業パートナーについての深い洞察、設計、製造、操作、サービスを改善するための新たな知見が得られる。「三階層構造」とは、①取引データ(BC技術によって記録される共有データ、各組織の業務を支援するための固有データ)および非取引データ(天気、催事、顧客の経験価値等)からなる「データ源」、②それらのデータ源のデータを互いに関連づけて特定の業務や管理を支援するための「中間データベース」、および③それらのデータを随時分析して業務支援を行う「データ解析」である。

6-3 現在の技術環境の可能性と限界

BC技術を駆使するアプリケーション・システムは、5章で検討してきたようなデータの独立性が保てないようなシステムとして構築するのではなく、本章で提案する「三階層構造」の枠組みのもとに、既存の情報システムのデータ・ファイル(データベース)さらにはビッグ・データのデータ・ファイル等をデータ源としてデータレイクに格納し、それを中間データベースとして確立することが、よりデータの情報潜在性および操作可能性を高める現実的な接近といえる。しかしながら、現在の技術環境においてはシステムの利用者・運用者が、データ分析をするために必要となる一連の流れ(データの検索、抽出、分析、貯蔵、更新等々の操作)は必ずしも十分には支援されているとは言えない。

⁴⁵ Inmon, Imhoff, and Sousa(1998),訳本, p.47.データウェアハウスの提唱であるInmonは、「データウェアハウスは、サブジェクト(主題)指向で、統合されており、時系列的であり、恒常性を持ち、要約と詳細データを持つ」ものと定義している。

⁴⁶ Inmon, Imhoff, and Sousa(1998),訳本, p.66.「データマートは、特定の部門の必要に応じたDSS処理個別対応したデータの集まりである。それはある部門の要望に合わせてカスタマズされたデータウェアハウスの一部分である。」

例えば、Irohaを利用する場合であれば、まず、権限が及ぶ範囲としての「ドメイン」、このドメインに所属するシステムの利用者・運用者の「アカウント」、このアカウントが保有する資産の種類である「アセット」、ならびに様々な権限を集約して割り当てた「ロール」をBCに登録する。

そして、Irohaネットワークの実行環境がローカル(利用者のパソコン等)に構築されている場合には、システムの利用者・運用者は権限の範囲内でアセットの参照、アセット残高の追加、および、あるアカウントが保有するアセットを別のアカウントに転送するため等について、プログラミング言語を駆使する操作を必要としない対話型のメニューコマンド(Iroha-cli)を利用できる。例えば、このメニュー・コマンドを操作することで、アカウント、アカウントが所有するアセット、アカウントのロール、ロールのアクセス権のデータを参照できる。また、BCに登録されるデータをコピー・連携したデータベース(PostgreSQL)に格納される18個のテーブルに対しては、システムの利用者・運用者はSQLコマンドを駆使することによってデータを参照することができる。しかしながら、メニュー・コマンドだけでは、参照したデータを既存のデータと組み合わせる利用することまではできない。

他方で、Irohaネットワークの実行環境が構築されていない場合においては、システムの利用者・運用者は対話型のメニューコマンド(Iroha-cli)やSQLコマンドを利用することができない。その代わりに、データの参照(アカウント、ブロック、トランザクション、アカウントが保有するアセット残高、ロールの一覧等)や書き込み(ドメインのアカウント作成、独自アセットの作成、アセット残高の加算、転送等)のための18個のAPIを利用できる。つまり、このAPIによってIrohaのBCからデータを取り出すことができる。

しかしながら、取り出したデータを組織の基幹系や情報系の情報システムのデータ・ファイルと組み合わせることはAPIの機能だけでは実現できない。APIを部品として利用しつつも、アプリケーションレベルにおいて、データを参照したり、既存データを取り出したり、二つのデータを結びつけたりする等々については、APIを部品として利用したプログラムを準備しなければならないからである。つまり、BCから目的のデータ・ファイルを取り出して関連する基幹系や情報系の情報システムのデータ・ファイルと組み合わせるためのプログラムには、少なくとも、①BCおよび関連するシステムからいずれのデータを参照して取り出すのかを特定するための対話画面(プレゼンテーション)、②取り出したデータを組み合わせ、それらを様々な目的のために利用できるようにするために、いずれかのデータベースにデータを登録するためのプログラム(アプリケーション層とデータベース層)の処理手続きの準備が必要になる。

このアプリケーション層やデータベース層を定義するためのプログラミング言語としてIrohaでは、JavaScript(Node.js)、Java、Python、およびSwiftが利用でき、これらの言語を用いてAPIを駆使することによって、Webアプリケーションの構築は「拍子抜けするぐらいに容易である」(佐藤, 2020)という評価もある。確かに、Irohaでは開発者に向けての様々なAPIが準備されており、仮想化環境を比較的容易に構築できるという特徴を備えている。

そして、これらのAPIを駆使しつつ関連するデータ・ファイルを結びつけることができる専門家にとってみれば、BCに記録されるデータ・ファイルと既存の情報システムに記録されるデータ・ファイルを結びつける操作も容易に実現できることが想定される。

しかしながら、業務分析やデータ解析のためには、これらのデータ・ファイルの結びつけは開発段階において一度だけ定義すれば対応できるというものではない。随時関連環境の変化に適応するためには、本来であれば、各組織の部門レベルのシステムの利用者・運用者が主体的にアプリケーションレベルの改善や再設計・モデリング対応することが求められる。しかも、現在のBC技術環境では、これらの定義は利用する“BC技術ごとに異なる”ことから、専門家にとっても、このような個別のタスク単位でのシステム化は必ずしも実行容易性が高いとはいえない。

なお、三階層構造の枠組みのなかでデータ源のデータを用いて随時データ解析をすることによって分析・予測を高度化させるという発想は、経験や勘を駆使する意思決定者の主体的なコンピュータとの対話的相互作用を可能にする、これまでの意思決定支援システムによる発想と何ら変わるものではない(Sprague and Carlson, 1982)。すなわち、この意思決定支援システムが広く普及するに至った背景には、意思決定者の認知スタイルに応じたインターフェイスを提供してユーザフレンドな対話的相互作業を可能にする「対話管理システム」、多様なデータの検索・抽出・貯蔵・更新等を可能にする「データベース管理システム」、分析・予測や決定その他のプログラミング操作を可能にする「モデルベース管理システム」から構成されるパッケージ化されたシステム(表計算ソフト)が開発され、誰もが安価かつ容易に利用できる情報環境が整ったことが指摘できる。このような意思決定支援システムが普及した要因は、三階層構造にも当てはまるといえよう。

すなわち、データ源からのデータの取得から分析・予測までの流れを効率化させるためには、個別のタスク単位でのシステム化のための作業が必要になるようであれば、専門家以外はこの構造を利用することができない。したがって、この問題を解決するためには、意思決定支援システムにおいては表計算ソフトの登場によって専門家に限らずシステムの利用者・運用者が利用できるようになったように、三階層構造の枠組みの中で利用における一連の流れを統合的に支援するパッケージ化されたシステムの構築が必要になるといえる。

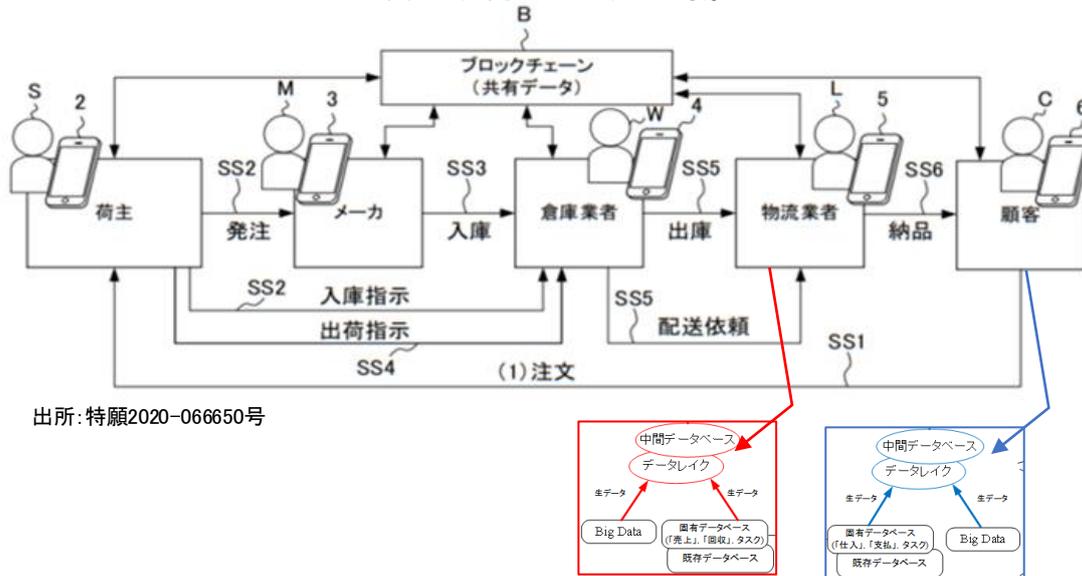
6-4 三階層構造モデルによるビジネス情報システムの構築に向けて

6-4-1 流通ビジネスにおける三階層構造モデル

現在、三階層構造モデルの構築は、倉庫業者(以下S社)との共同プロジェクトの中で開始している(その成果の一部は特許願中にある)。

図22は、共同プロジェクトが対象とするVNである。このVNへの参加企業は、荷主、メーカ、S社、物流業者、および顧客である。顧客の荷主に対する製品の注文から納品までの流れは次のとおりである。まず、このVNにおいて顧客(買手)は商品を荷主(売手)に対して注文する。顧客はスーパー、ショッピング・モールあるいは代理店等である。荷主は製品

図22 共同プロジェクトの対象



出所:特願2020-066650号

を製造するメーカーであり、また一部の製品については、別のメーカーに製造を依頼している。第2に、メーカーが製造した製品は、荷主からS社への入庫指示に従いS社に運ばれ倉庫に保管される。第3に、荷主からの出荷指示にしたがって、S社は物流業者のトラックを手配して全国の納品先(顧客)に製品を届ける⁴⁷。上記の図には描かれていないが、納品先は、製品を最終的消費者に販売する。

このVNの参加メンバーである各組織は、データ源、中間データベース、およびデータ解析からなる三階層構造のモデルをそれぞれ構築する。図22の下側には、物流業者と顧客の組織内に構築される三階層構造モデルのみが描かれており、他の組織体の組織内構築されるモデルは省略されている。このVNでは、顧客から荷主への注文、荷主からメーカーへの発注、荷主からS社への入庫・出庫指示等は、組織間での共有データとして一元的にBCで捉えられる。この一元的に捉えたデータは組織間の業務・管理目的のためにデータに変換されて多層的な属性認識のもとに捉えられ、かつ非取引データと関連づけて中間データベースを確立

⁴⁷ このVNにおいてはこれまで様々な問題が発生してきている。代表的な問題には、納品先への納期の遅れ、トラックの積載率の低さ(平均50%以下)、繁忙期のトラック不足それに伴う高額な配送費等々である。これらの問題に対して、S社は、荷主の出荷指示単位で各納品先へ直接納品をすると、特に繁忙期には物流業者へのトラックの手配が難しばかりではなく結果として、納期が遅れてしまうことや高額な配送費が生じて危険があることに気が付く。したがって、S社は、出荷データ(需要実績)から判断して、繁忙期だけ一時的に物流拠点を全国の数カ所に設置する。そして、繁忙期に入る前にあらかじめ各地の物流拠点へ低額な配送費で済む輸送手段を使いつつ、かつ積載効率100%を目標とする計画輸送による仕組みを構築している(丸市倉庫株式会社, 2017; 2018; 2020)。これによって、繁忙期における高額な配送費の発生や納期の遅れがほぼ解消されたとのことである。VNにおけるS社が主導するこれまでの改革は、「はじめに情報技術ありき」であるかのような技術決定論的発想ではない。VNにおける業務・管理における問題を最初に特定しつつ、その解決手段としてIT利用を検討している。

する。そして、各組織はこの中間データベースに基づいてデータ解析を行うことができる。

今回の共同プロジェクトでは、S社は、現状のVNの問題として次の点を認識する。第1に、荷主とメーカとの間は、荷主からメーカへの本発注が仮発注の数量より少なくなる傾向があるので、メーカは常に作りすぎのリスクがある。第2に、顧客と物流業者との間は顧客が計画的に荷物を受け取る体制やインセンティブが働かないことから物流業者のドライバーの荷待ち時間が発生し、結果として当日納品ができず、翌日納品となってしまう。つまり、追加の配送費の発生、納品の遅延、ドライバーの長時間労働が発生してしまう。第3に、現状の業務・管理のオペレーションでは、紙媒体の様々な帳票(発注書、入荷指示書、出荷指示書、配送指示書、納品書等々)による非効率な実践が行われている。これらの問題は、S社が荷主の“物流指示を効率的に実践するだけでよい”と考える場合には認識されない問題である。つまり、S社が“物流が経営をかえてゆく”に従って、顧客の“物流部門”というスタンスからVNのビジネス改革に取り組むことから認識される問題である。

これらの問題の中で、S社が荷主から出荷指示にしたがって、たとえ繁忙期であっても顧客に3日以内に継続的に納品するためには、物流業者の荷待ち時間の解消支援が最重要問題として認識される⁴⁸。三階層構造モデルは以下の効果が期待できるので、この問題の解決の技術的な手段として位置づけられ、2020年8月からプロトタイプ構築が開始されている。期待される効果を物流業者と顧客に限定して説明すれば以下となる。

第1に、顧客は商品が到着する予定時刻を確認できるので、商品が到着するまでに入荷スペースを整えたりする等によって業務改善(段取り時間や手待ち時間の削減)が可能になる。もし、配送業者が商品を入荷できる曜日・時間帯別のデータや、曜日・時間帯別の入荷の混在・空き状況の実績データが得られれば、顧客はこれらのデータに基づいて入荷処理のピークの分散や、入荷時間の変更の依頼とその確認を効率的に行える。

第2に、物流業者は、顧客が計画的な入荷管理を実施できれば、追加の配送費の発生、納品の遅延、ドライバーの長時間労働の発生を解消することができる。もし曜日・時間帯や混在状況等に応じた市場連動型の配送費を適切に設定できれば、顧客の計画的な入荷に対するインセンティブを与えることができる可能性もある。

⁴⁸ 荷待ち時間の問題は、社会問題としても認識され始めている。国土交通省の調査報告(国土交通省, 2018)では、宅配便取扱個数は、2010年の約32億個から2015年には約38億個に増加し、営業用トラックの積載効率は、約41%(過去10年で約10%低下)に低下し、宅配便の不在再配達は全体の約2割に及ぶという。また、全産業平均と比較した場合の年間所得と年間労働時間については、前者は大型トラックの運転手で約1割、また中小型トラックの運転手で約2割低い。後者は、いずれの運転手も約2割長いという。さらに、46%の運行で荷待ち時間があり、1運行あたり1時間超の荷待ち時間が全体の55.1%(その中で2時間以上は28.7%)発生している。高槻(2017)では、そうした物流・倉庫業界の課題を「現場が悲鳴を上げるほどの負担を強いるまでの過剰サービス」、「配達や倉庫運営に人員を満足に集めることができない人手不足」、「荷物の質と量の変化に対応できない非効率な業務プロセス」にあると総括する。

6-4-2 三階層構造モデルのプロトタイプ構築

物流業者のトラックドライバーの荷待ち時間が発生する問題は、納品先である顧客の協力なくしては解消できない問題である。したがって、本来この問題は、VNを構成する関係者間の交渉・調整によって円満的に解決することがもっとも望ましいといえる。この交渉・調整を効果的に行うためには、現実的にトラックドライバーが納品先、曜日、時間帯ごとに、どれほど待たされているのかの事実認識の共有が重要になる。共通認識が得られれば、この問題の解決策をVNのメンバー間で共に検討する土台が整うからである⁴⁹。

このような認識のもとに、トラックドライバーが納品先に到着してから荷卸しを開始するまでの時間を記録するプロトタイプシステムの構築が開始される。図23は、ドライバーが納品先に到着した時刻をIrohaに登録できるフォームの一例が示されている。現在のプロトタイプでは、①～⑤な機能が実現できる。

- ①トラックドライバー、関係者の「ドメイン」、「アカウント」、「ロール」をIrohaに登録する。
- ②トラックドライバーが所有する「アセット」として、納品先への到着時刻を記録するための「到着時刻(時刻属性は空欄)」アセットをIrohaに登録する(図24)⁵⁰。
- ③トラックドライバーが納品先に到着した時に、②の「到着時刻」アセットに到着時刻を登録する(図25)。
- ④③の登録においては、外部のDB(MongoDB)にも到着時刻を自動的に登録する(図25)。
- ⑤①で設定した権限の範囲で、ドライバーと関係者は到着時刻を確認できる。

6-4-3 構築における REA 既存研究の可能性と限界

三階層構造モデルを構築するにあたっては、以下の①のデータ登録の基本的な考え方と②～④の REA モデルの既存研究の成果が役立つ。

①データ登録の基本的な考え方

BCを含めてDBへのデータの参照および登録は、オブジェクト指向プログラミングを用いる場合には、データアクセスクラス(登録処理プログラム)を作成することによって可能になる。今回のプロトタイプシステムでは、与えられた権限の範囲内で利用者は、BCのデー

⁴⁹ 国土交通省は、2017年7月1日より乗務記録へのトラックドライバーの荷待ち時間の記録を義務づけている。紙媒体による荷待ち時間の記録(指定到着時間、荷待ち待機開始・終了時間、荷積み・荷卸し開始・終了時間等)を推奨している(<https://www.mlit.go.jp/common/001292625.pdf>)。

⁵⁰ 上述のとおり、Irohaを利用する場合、権限が及ぶ範囲としての「ドメイン」、このドメインに所属するシステムの利用者・運用者の「アカウント」、このアカウントが保有する資産の種類である「アセット」、ならびに様々な権限を集約して割り当てた「ロール」の4種類の項目しかBCに登録できない。したがって、今回のケースでは、到着時刻を記録する対象を「アセット」として登録している。

データをコピーした DB を参照用 DB (PostgreSQL) として利用できる。

また、BC へのデータ登録は Iroha が提供する標準 API を利用できる。さらに、Iroha の外部の DB (MongoDB 等) へのデータ登録は、専門家が独自のデータアクセスクラスを定義することによって可能になる。もし複数のデータアクセスクラスを定義・準備すれば、各取引は一つの DB への格納に限定されずに、同時に複数の DB に格納することができる(図 26)。

したがって、このデータ登録の仕組みを駆使すれば、各取引は Iroha だけではなく、同時に売手や買手等が保持する複数の DB にも格納することが可能になる。これは三階層構造モデルにおける取引データの登録方法についての基本的な技術基盤は確立できていることを意味する。

② REA2.0 の適用

もし、①のデータ登録の考え方に、REA 2.0 の考えを組み込んだデータ登録のデータアクセスクラスを準備すれば、一つの取引を売手の視点、買手の視点、および統一的な視点から追加的な変換処理なしに、売手と買手の DB および BC に登録できる。つまり、この考えに従えば、三階層構造モデルにおける取引データの登録局面のシステム化においては、各視点からのデータを統合的に登録するための基本的な技術基盤が確立できる。なお、現在の Iroha の機能には、データアクセスクラスのプログラムをスマート・コントラクトに定義し BC に登録・利用する機能は提供されていない。したがって、もし Iroha を用いるとすれば、これらのデータアクセスクラスは中核企業のネットワーク(のサーバー)に定義して利用せざるをえない。

ただし、上述のとおり、将来起こり得るすべてのケースを想定する「完備契約」を準備することはできない(McAfee and Brynjolfsson, 2018)。こうした状況からすれば、スマート・コントラクトを積極的に利用する意義は必ずしも高いとはいえない。したがって、スマート・コントラクトを用いるよりも、事後的に当事者間の再交渉によって契約を変更できるように、これまでの実践(ネットワーク(のサーバー)へのプログラム定義)のほうがより柔軟な環境適応機能が実現する可能性が高い。

③ ビジネス取引ステートマシンの考え方の適用

売手と買手の間の一連の取引過程を BC に記録するためには、取引開始から完了までに必要となるビジネス事象を特定する必要がある。一連のビジネス事象が特定されれば、売手や買手はその事象に従って取引を展開して、その事象データが BC(と売手と買手の DB)に格納される。

ただし、取引開始から完了までに必要となるビジネス事象は、本来様々に解釈することができるので、誰もが納得する特定化が困難な状況にある。この問題は、ビジネス取引のステートマシン構築研究の成果(堀内, 2020)を用いれば、言語行為論(Winograd, 1986; Dietz, 2003)の観点から取引開始から完了までに必要となる基本的なビジネス事象を特定できるので解消できる。また、もし Iroha の利用を前提とすれば、これらのビジネス事象

図24 納品先への「到着時間」を資産として登録するフォーム

MONITERING SYSTEMS FOR WAITING TIME AT DELIVERY

Home Query Assets Create Assets Arrival Time Unloading Time

Create Assets

Enter asset infromation

Delivery destination

Sheduled Delivery date 年 / 月 / 日

Sheduled Delivery time 07:30

Asset

Domain maruichi

Precision

Submit

図25 納品先に到着した時刻を登録するフォーム

MONITERING SYSTEMS FOR WAITING TIME AT DELIVERY

Home Query Assets Create Assets Arrival Time Unloading Time

Record Arrival Time

Enter actul arrival time

ASSET_ID a83#maruichi

ACCOUNT_ID akira@maruichi

Private key eee8e41c5db3aa8e14ad000d

Actual Arrival date 年 / 月 / 日

Actual Arrival time 07:30

Submit

図26 一つの取引を複数のDBに格納する流れ

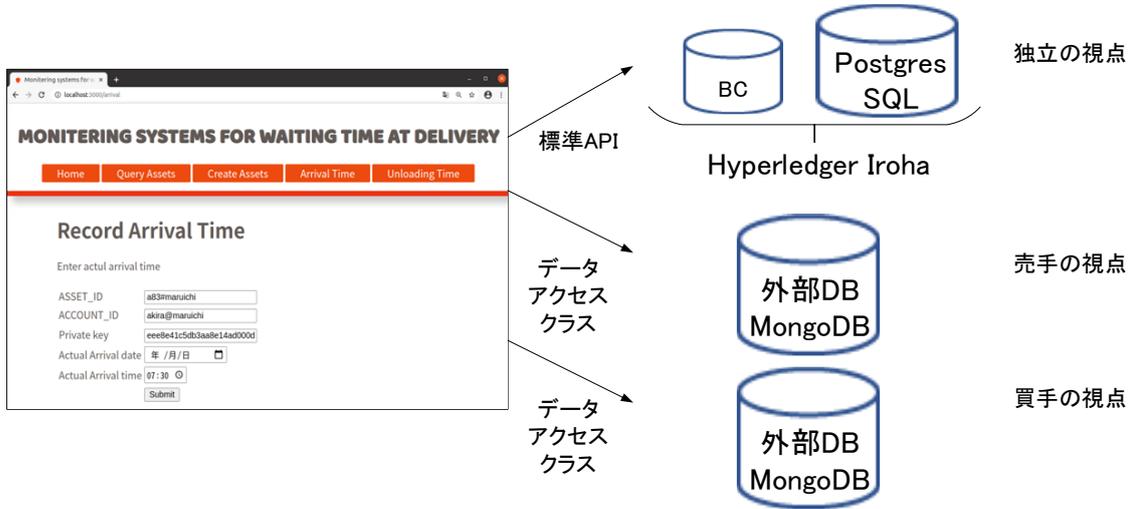
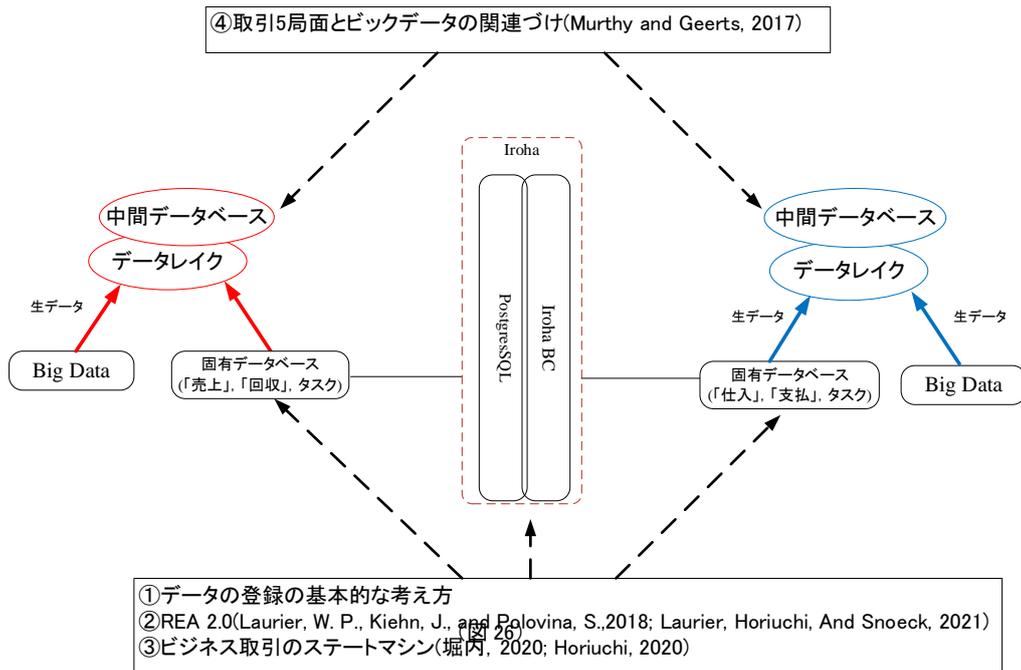


図27 「三階層構造」モデル構築を支えるREAの既存研究



をDBに登録するプログラムは、②と同様の理由により中核企業のネットワーク(のサーバー)に定義して利用せざるをえない。

④ 取引5局面のデータとビック・データとの関連づけ

Murthy and Geerts(2017)の研究成果を利用することによって、中間データベースにおいて取引5局面のデータとビック・データとを随時関連づけることができる。

なお、図27は三階層構造モデル構築を支えるREAの既存研究との関係を点線で示して

いる。また、現時点におけるプロトタイプシステムは VN 全体を対象とするものではなく、配送業者のドライバーの荷待ち時間の登録に限定し、かつデータの登録局面にかかわる基本的な仕組みの検証に留まる。したがって、当然のことながら、VN 全体のシステムの実現にむけては様々な検討（セキュリティ、ユーザーインターフェイス、中間データベースの構築、他の DB との関連づけ等々）が必要になる⁵¹。

6-5 行動のプロトコルの確立と運用の必要性

ビジネス機会を認識したならば、そのビジネスに関連する各々異なる(相互補完的な)組織能力と資源を持つ企業が、適宜にたとえ競争関係にあらうともそれぞれが一つの組織体であるかのように一体として協調しつつ迅速に顧客価値の創造および経験価値の創出を可能にしなければならない。前述のとおり、そのためには情報技術による情報システム機能だけでは第 2 の多様性バランス、すなわち

$$Vi1 + Vi2 + \dots + Vin = Vc \text{ or } Vm$$

[VN 各企業の多様性] [VN 全体的コントロールの多様性]

を実現させることはできない。なぜならば、VN に参加する各企業はもともとそれぞれ独立の実体であるので、ある場面では協調関係を有していたとしても、別の場面では競争関係にもなるのである。つまり、そのような情報システムの機能だけで、一つの組織体であるかのように VN 全体を顧客の経験価値の創出という目的のもとに調整・コントロールはできない。

この実現には、社会構成主義的な視点から情報技術によるシステムと組織を構成する人間・社会システムすなわち人間による情報システムとの連動が重要になる。たとえば、京セラの「アメーバ経営」(西山, 2015)において見られるような組織を構成する各小集団(アメーバ)は、組織サイバネティクスでいう 5 つの機能を備えて自律性をもって第 1 の多様性バランスを実現する。そして、各アメーバ間の利害対立を調整する「インセンティブの設定」や、全社とのつながりを絶えず意識させつつ継続した革新や全社的な“一体感”を持たせる「経営理念」や「経営哲学」等の目に見えない「行動のプロトコル」である人間による情報システムを連動させて第 2 の多様性バランスが実現している。組織間で構成される VN においても、もし一体感を持たせるような「行動のプロトコル」が VN のメンバー間で認識・共有できない場合には、VN は一つの組織であるかのように機能させることは難しい。

⁵¹ 荷待ち時間の登録機能の実現だけに限定しても、様々な課題が想定される。例えば、入出力画面のユーザーインターフェイスについては、スマートフォンでのデータ登録ができる改善が必要になる。また、到着時刻を登録する際に、そのデータの真正性を高めるためには写真データを外部の DB に登録することが考えられる。併せて、写真データのメタデータ(経度、緯度、タイムスタンプ)を BC に格納する必要もある。

このことは次の事例から容易に理解できる。

デンマークに拠点を置く大手海運企業 Maersk と IBM が主導する BC 技術を駆使した貿易情報連携基盤システムである TradeLens に対しては、一方では「マースクはトレードレンズ構築に際し、決して囲い込みや直接的な利益拡大につなげる意向はないと強調する」(日本海事新聞, 2019)。しかしながら、他方では「船社、物流業者等々、様々な主体が独自のプラットフォームを構築し、関係者の囲い込みを図るなか、・・・Maersk 傘下のソリューションに参画することに抵抗感を抱く船社もある」(オーシャンコマース, 2019)という。そのため、「2018 年、TradeLens は Maersk の競合会社を呼び込むことに苦戦した。・・・ライバル企業は IBM と Maersk が所有するプラットフォームの利用に乗り気でなかった」(Allison, 2019)という。

つまり、VN への参加を検討する企業は、その VN が特定企業による囲い込み戦略によるものであると認識すれば、たとえ BC 技術を駆使することによってビジネス革新につながるチャンスがあるにしても、VN に主体的に参加することに躊躇してしまい、一つの組織体であるかのように一体として協調することは難しい。

また、BC 技術を用いてダイヤモンドの原石の採掘、研磨から消費者に届くまでの過程の管理に取り組む Everledger の CEO の Leanne Kemp 氏は、これまでのダイヤモンド取引に必要となるダイヤモンドの鑑定書の原本と担当者の直筆サインが必要となる長年の慣習を変更して、Everledger のサービスを可能にするための関係者⁵²との交渉に約 18 か月も要したという。このことから、慣習的に行われてきた実践を新たな実践に変更することに対する関係者の理解やその調整をいかに実現できるかが、ブロックチェーンのアプリケーションを普及させるうえでの大きな課題になるという(Clancy, 2017)。

つまり、BC 技術を用いるビジネス革新においては、開発段階や事業化段階の成否を決めるのは、交流を開始する段階にあるといえる。交流段階においては、各々の組織能力や相互補完関係の可能性や事業機会を探索する必要がある。そのためには、まず信頼関係を確立する必要がある。信頼関係がなければ、固有の技術に関する詳細レベルまでに立ち入ってすり合わせをすることや慣習的に行われてきた実践を見直すことは難しい⁵³。また、開発段階や

⁵² Kemp(2016) pp.52-53. ここでの関係者は、ダイヤモンド取引にかかわる関係者であり、取引ダイヤモンドが真正であることを証明する品質保証書の発行者、銀行、保険会社、ディーラー等であることが想定される。

⁵³ Frydinger, D., Hart, O. and Vitasek, K. (2019), 訳, pp. 95-99. 契約理論の研究でノーベル経済学賞を受賞したオリバー・ハートらは、「取引的契約」ではなく、当事者同子がビジョンを共有することで利益相反を防ぎ、かつ法的な強制力を有する「関係的契約」から接近することが重要になる。関係性を構築するためには、①信頼しあう環境を構築すること、②双方が契約関係で達成したビジョンと目標を共同で設定すること、③双方が基本理念を守ることを約束すること、④基本理念に沿う形で取引条件を決めること、⑤ガバナンス体制を築くことの 5 つのステップからの接近が有効になるという。つまり、慣習的に行われてきた実践を変更することを求める BC 技術を用いる改革を推進させるためには、あやゆる事態を想定しつつ相手よりも有利な条件を巡って争うことを前提とした関係性ではなく、当事者双方の期待値と利

事業化段階において迅速な交流ができるのも、交流段階における信頼関係の確保が前提になっているといえる。Goldman, Nagel and Preiss(1995)が仮想的な組織の形成においては、信頼関係の構築が重要になると繰り返し主張していることも当然である。

以上の二つの事例は、BC 技術を駆使する VN の形成においては、情報技術を前提とする情報システムは、人的・組織的な要因によって構成される情報システムとともに、企業の組織体全体を支えることからすれば、「行動のプロトコル」の在り方の考察は情報共有と組織学習のメカニズムや情報的な相互作用によって組織に蓄積された知識である組織文化等の観点からの接近も必要になる。つまり、情報技術が一方向的に組織に影響を与えるものではなく、「全ての知識は社会的に構成されたものであり、事実は社会的過程を通して作られる」(Leonardi, 2012)のであり、VN における新しい協業や結びつきのやり方を、試行錯誤を伴う実践の中から、行動のプロトコルを確立する接近が必要になる。これらの接近には、第2章で述べたように社会構成主義や、その延長線上で社会物質性という見方からの接近が重要になることを示唆している。

なお、VN の各メンバーが「行動のプロトコル」を駆使して一つの組織体であるかのように一体として協調しつつ迅速に顧客価値の創出を実現できたとしても、各メンバーは、京セラのアメーバのように、常に一体感を持ちつつ協調した行動をとるわけではなく、競争と協調を合わせ持つ関係性を有している。例えば、Apple の iPad や MacBook は、一方では google の Chrombook といくつかの点で競争している。しかしながら、他方では、Apple はユーザーのアドレス帳、カレンダー、写真、ドキュメントの保存・管理にあたって、敵対企業である google が提供するストレージサービスを利用している。つまり、両社は、たとえ競争関係にあらうとも、ある場面ではそれぞれが一つの組織体であるかのように一体として協調しつつ迅速に顧客の経験価値の創出を実現している(Dillet, 2018)。

6-6 VN の三階層構造モデルの組織サイバネティックスの観点からの検討

VN の三階層構造モデルを組織サイバネティックスにおける VSM の視点から、次のように分析する。

第1に、現在の情報環境のもとでは、これまでの5局面のもとに認識される取引データに加えて、接続機能のあるスマート製品を介して顧客によるスマート製品の利用、消費および評価データについてもデータ源として随時入手できる。また、ビッグ・データの中でも構造化できるデータ(Web サイトのログやソーシャルメディアの投稿)も新たなデータ源となる。これらは、二者間の交換にかかわるデータではないことからこれまでは取引データとして認識されることはなかった。ただし、これらのデータは顧客による製品やサービスの消費・

益が噛み合うこと可能にさせるパートナーシップや信頼関係という土台が重要になるという指摘も当然である。

利用状況(頻度, 時間帯, 場所等々)を把握できる潜在的に価値があるデータである⁵⁴。したがって, これらのデータと組織内の基幹系や情報系の情報システムでのデータとを組み合わせることによって飛躍的に情報潜在性を高めることができる (Porter and Heppelmann, 2015)。これらのデータに基づいて, 「記述的」, 「診断的」, 「予防的」, 「処方的」等の分析を行うことができれば, VNの参加組織はそれぞれの関連環境における業務や管理における判断や意思決定に利用することが可能になる。さらに, 特定部門の業務や意思決定を効率的に支援するデータマートのような中間データベースを構築することによって, たとえ設計段階において認識されなかった顧客の経験価値に関するデータを, 中間データベースに随時格納することによってデータの情報潜在性をより高度化させることができる。

したがって, 各メンバー企業の現場の部門レベルでの多様性バランス(第1の多様性バランス), すなわち,

$$V_e = V_i$$

, また, サブ・システムのレベルである

$$V_{e1} + V_{e2} + \dots + V_{en} = V_{i1} + V_{i2} + \dots + V_{in}$$

[関連環境の多様性]

[VNの各企業の多様性]

については成立する可能性が高い。

第2に, BigchainDBやIroha等のBC技術を用いる場合, VNのメンバー企業は, 分散台帳であるBCのデータをコピーしたデータベースを利用できる。このデータベースには, 「独立の視点」から一元的に経済事象やタスクに関するデータが記録される。これらのデータを共有することによって, 同一取引の解釈の相違, 重複記録による更新時期のズレ等により, 同一取引でありながらデータ内容が異なることによって, 支払や出荷における混乱を生む危険を避けることができる。他方では各企業は組織内の業務や管理の目的に対しては, 一元的なデータをこれまでの「取引当事者の視点」に変換・連携して, さらに中間データベースに随時格納することによってデータの情報潜在性を高度化させることができる。

したがって, 個々の企業システムの意思決定をVN全体として調整コントロールする多様性バランス(第2の多様性バランス), すなわち,

$$V_i = V_c \text{ or } V_m$$

⁵⁴ Yoo, Henfridsson, Lyytinen(2010), p.725. AmazonのKindleでは, Amazonは販売後に読者が購入した電子書籍のどのページをどれほどの時間をかけて本を読んでいるのかや, 読者が電子書籍にマークした箇所を捕捉している。これらのデータは, Amazonにとってみればリコメンド情報の精度を高めていくこと等を可能にさせる貴重なデータである。また, Kindleには, 電子書籍のなかで他の人がマークした箇所を表示させる「ポピュラー・ハイライト」機能も備わっているので, 読者は他の人が重要であると判断している箇所を知ることができる。つまり, Amazonは, これまでのように販売するまでをビジネス・プロセスとして捉えているのではなく, 実際に顧客が購入した電子書籍の読書経験のプロセスのデータの収集やそのデータに基づく読書経験のプロセスの支援を開始している。

、また、サブ・システムのレベルである

$$Vi1 + Vi2 + \dots + Vin = Vc \text{ or } Vm$$

[VN 各企業の多様性] [VN 全体的コントロールの多様性]

は実現の可能性が高い。

なお、「独立の視点」による VN 全体としてのデータの整合性を確保する方法は、これまでの組織内の情報システム全体としてのデータの整合性を確保する方法とは異なる。すなわち、これまでの組織内におけるデータの整合性の確保においては、まず、組織内のバリューチェーンを構成する販売、購買、生産等の様々な職能プロセスにおける経済事象やタスクに関する一元的なデータベースを構築することによって組織内の情報システム全体としてのデータの整合性を確保する。そのうえで、このデータを各部門レベルにおける同一データ内容の混乱を避けつつ情報系としての機能を向上させることができる。

他方の VN 全体としてのデータの整合性の確保では、まず、「独立の視点」から取引を効率的に遂行するために必要不可欠となるデータ項目(貨幣単位による「出荷金額」や「交換条件(振込日, 振込先, 出荷日, 出荷先, 違反時のペナルティ)」)に限定してその整合性を確保しつつ共有する。これらの共有データから、出荷・入荷や支払・回収の根拠となる金額や決済のタイミングを適切に判断することができる。そのうえで、個々の組織では共有データを「取引当事者の視点」からのデータに変換しつつ、個々の組織の自律性と情報処理能力(たとえば、取引当事者の視点からの独自のデータ形式やコード体系を駆使できる自由度)に基づいてデータを利用できる。つまり、この方法では、VN の組織間で限定した範囲でのデータの整合性の確保しつつも、同時に個々の組織の自律性と情報処理能力を発揮させることができる。しかも、組織内のバリューチェーンにおける関連するすべてのデータの整合性を確保する必要があるこれまでの方法に比べて、データの整合性を容易に実現できるので、競争と協調関係にある VN の参加メンバー間におけるデータの整合性の方法(疎結合)として優れた方法として高く評価できる。

ただし、VN の各メンバーは、ある場面では協調関係を有していたとしても別の場面では競争関係にある。したがって、VN への参加企業が自律性を持ちながらもある場面においては、顧客の経験価値の向上の支援という共通の目的のもとに一体的な組織として機能させるためには、一つの組織体であるかのように協調させる仕組みとして、情報技術による「行動のプロトコル」のみならず人的・組織的な「行動のプロトコル」を確立する必要がある。これによって、個々の企業システムの意思決定を VN 全体として調整コントロールする多様性バランス(第2の多様性バランス)、すなわち、

$$Vi1 + Vi2 + \dots + Vin = Vc \text{ or } Vm$$

[VN 各企業の多様性] [VN 全体的コントロールの多様性]

が成立する可能性を高めることができる。技術的・人的・組織的・制度的な「行動のプロトコル」については、社会構成主義やその延長線上で社会物質性という見方から接近が重要になるが、この観点からの検討は今後の研究課題として残る。

第7章 総括と展望

7-1 本研究の成果

7-1-1 本研究の問題意識

現代の DX 技術環境でのビジネスにおける情報化実践は、これまでの情報化実践とはかなり変容してきている。

第1は、ますます動態化したビジネス環境の不確実性の増大を前提に、顧客の経験価値創出の向上を標榜して業務や管理と情報化のあり方を連動させて試行錯誤的に具体化していくなかで組織の構造やビジネス・プロセスのあるべき方向とともに、その支援をする情報システムの構築・改善を展開していく考え方が支持を得つつある。

第2は、顧客にとっての経験価値の創出を向上させるためには、特定の業界に制約されることなく他の業界も含めて、顧客の経験価値の創出に関連する限り、企業その他組織体そして顧客や制度的な諸規制までもがビジネス・プロセスを構成するという認識のもとに、それらの全体をエコシステムであるかのように認識して変革をする流れが生まれている。

このような現代の情報化実践の認識が多く支持を得ていようとも、現実に情報化実践をどのように具体的に推進すべきかに関する研究は、端緒についたばかりであって伝統的な技術決定論的発想が強く、また必ずしも実際に情報化実践を先導するレベルに達しているとはいえない。

BC技術を駆使する実践研究においては、BC技術が備えている固有の特徴を生かして、トレーサビリティを高めることによって「説明責任の強化」、「透明性の強化」および「業務の効率化」に焦点を当てたものに限定される状況(Kshetri, 2018)にある。このことから判断すれば、BC技術を駆使する実践研究については、これまでと同様に技術決定論的な発想がみられる。もちろん、暗号資産の貨幣的な価値の管理に限らず、あらゆるモノ、コトに個別の識別IDをつけて管理する「トークン化」や管理主体がいなくても契約通りに取引を自動的に遂行する「スマート・コントラクト」等の考えは、様々なビジネス改革に有用な技術であることは誰もが認めるところであろう。

しかしながら、当然のことながら、ビジネス情報システムはBC技術だけで構築できるものではなく、その構築にはBC技術も従来からのデータベース、分析予測モデル等々も必要になる(山崎, 2016)。極論すれば、BC技術は、ビジネス情報システムを構築する新たに利用できる重要な要素技術として大いに役立つ場合もそうではない場合もあるといえる。また、ビジネス情報システムの本来の「目的」や「意義」は、BC技術を効率的かつ効果的に利用することではなく、BC技術は企業その他組織体の業務や管理活動を効率的かつ効果的に遂行するための「手段」としてその意義が認められるものである。

したがって、本研究では、企業の情報化実践の検討においては「はじめに情報技術ありき」であるかのような考え方で何が実現可能になるのかではなく、今日の分散的情報環境を前

提にして、ビジネス情報システムの役割期待を明らかにしつつ、どのようにしてその期待を実現していくべきかという観点から接近する必要がある、というスタンスのもとに展開している。

7-1-2 本研究の総括

本研究は、組織サイバネティクスでの VSM と社会構成主義の視点から、伝統的ともいえるかもしれないかという評価もあろうが、価値アプローチと事象アプローチの今日的な統合モデルともいえる三階層構造モデルの有効性そしてその実行容易性を展開する。そしてさらに、社会構成主義の視点に立つならば、関連主体の参入と退出の自律性を確保するビジネス・エコシステムとして情報システムを構築するためには、「行動のプロトコル」の確立が重要になることを明らかにした論文である。

第2章では、まず、伝統的な情報化実践の特徴は、技術決定論的発想に立つものであることから、運用段階に至った情報システムが所定の効果が発揮されない限界がある。そして、この限界を克服する考え方として、社会技術的システム、社会構成主義、そして社会物質性という考え方がある。情報化実践の現象解明、理論的定式化、そして実践方法論の確立において、若干の批判がありながらも、多くの支持を得つつある。本論文は、これらの流れそのものについて正面から検討しようとするものではないが、今日の経営情報システム論において技術と人間との相互依存的再帰的關係性の中で技術と組織のあり方を検討しようとする視点や味方を重視するこれらの流れにそって今日的な経営情報システムの構築にかかわる基盤研究の流れを整理する。

次に、DXの時代における積極的・能動的な環境適応をすることを支援する情報化実践は、基本的に単一の市場を前提にして顧客満足や顧客価値を特定したうえでの戦略的ビジネス展開を支援する伝統的な情報化レベルからの決別を図ろうとする実践であるとして捉える。そして、動的な環境であればあるほど、参加した個々の企業や組織体群もまた一つのエコシステムあるいは生存システムとして協調的に機能して VN を構成しつつも、各々も生存システムとして主体的な参入と退出が可能でなければならないことを議論する。

他方、組織サイバネティクス(Beer, 1985)における VSM は、本来、独立した事業主体すなわち生存システムの現象解明、理論化、設計開発等のための診断の道具ではある。本研究では、この組織サイバネティクスにおける VSM は、VN 全体についても生存するエコシステムとして認識することによって、情報化実践のあり方を検討するための道具あるいは分析枠組みとしても大いに有効であることを明らかにする。

第3章は、BC 技術を駆使しつつビジネス・エコシステムないしは VN を支えるビジネス情報システムにおけるあるべき姿を議論するうえで必要となる範囲において、REA モデル

の可能性と限界について明らかにする。

REA モデル(McCarthy, 1982)は、当初は組織内のビジネス・プロセスの概念データモデルとして考案される。概念データモデルは、組織内の職能横断的に取引データを一元化できるモデルであり、このモデルを業務や管理の意思決定や判断に用いる各種分析モデルに結びつけることによって業務や管理の判断や意思決定の質を高めることができる。McCarthyにおいても、REA モデルはこれまで数回にわたって認識範囲（取引の5局面、タスク、規範的多元的属性、ビッグ・データ）を拡大してきている。

しかしながら、顧客の製品、サービスの利用・消費プロセスにおける属性認識の検討が開始されたとはいえ、運用段階において認識される顧客の経験価値の創出に関するデータを、これまでのデータ・ファイルと随時関連づけて利用できる仕組みについては十分な考察がなされていない。したがって、現在の REA モデルは、顧客の経験価値の創出を向上させるという観点からは少なからず限界がある。

他方、組織間連携のビジネス・プロセスの REA モデルでは、一元的に組織間で同一取引を捉える「独立の視点」が追加される。これによって、取引の当事者である売手と買手は、同一取引の解釈の相違、重複記録による更新時期のズレ等により同一取引でありながらデータ内容が異なることによって、支払や出荷における混乱を生む危険を避けることができる。

また、企業は、「独立の視点」から一元的に取引データを捉えるだけではなく、他方では、各企業は組織内の業務や管理の目的に対して「取引当事者の視点」から取引データを多面的かつ素次元レベルで認識する必要もある。現在、二側面の視点の整合性をとる一つの方法としては、RosettaNet の「パブリック/プライベート・アプローチ」や、ひとつのモデルで両視点の取引認識を可能にする REA2.0 モデル(Laurier, Kiehn, and Polovina,2018)が検討されている。

第4章は、第3章で説明してきた単一組織内および組織間のビジネス・プロセスの REA モデルを組織サイバネティックスの視点から評価する。まず、単一組織のビジネス・プロセスの REA モデルを組織サイバネティックスの視点から評価する。

第1に、拡張された REA モデルは、事象を認識する範囲を拡大させ、多面的、素次元レベルの属性による情報潜在性をますます高度化させている。また、一時点において取引を認識する伝統的な会計モデル(図7)と比較すると、取引開始から成立に至るまでの一連の局面の中で取引を認識できる。したがって、REA モデルは、伝統的な会計モデルの場合よりも情報の潜在性を高めるので、各業務部門レベルの V_i を増大させる、

しかしながら、顧客の製品やサービスの利用・消費プロセスにおける属性を十分には捉えきれない限界がある。以上より、

$$V_e = V_i$$

[関連環境の多様性] [システムの多様性]

、また、サブ・システムのレベルである

$$V_{e1} + V_{e2} + \dots + V_{en} = V_{i1} + V_{i2} + \dots + V_{in}$$

[関連環境の多様性]

[個々のサブ・システムの多様性]

については実現する可能性は低い。むしろ、技術的に

$$V_e > V_i$$

を導く危険性を持っている。

第2に、組織の情報システムが、REAモデルに基づく事象駆動型のビジネス情報システムの考え方に基づく場合には、組織のバリューチェーンを構成する販売、購買、生産等の様々な職能のプロセスにおけるビジネス事象に関するデータを一元的に認識する。次に、各サブ・システムは整合性がとれたデータをそれぞれの関連環境における業務や管理における判断や意思決定に利用することが可能になる。したがって、この考え方に基づく場合には、

$$V_{i1} + V_{i2} + \dots + V_{in} = V_c \text{ or } V_m$$

[個々のサブ・システムの多様性]

[組織全体としてのコントロールの多様性]

の実現を支援できる。

次に、組織間連携のプロセスの設計基盤としてのREAモデルを組織サイバネティクスにおける多様性バランスの視点から評価する。

第1の多様性バランスは、各企業の現場レベルの管理者が利用できる情報が基本的に同じであるので、単一組織内のビジネス・プロセスのREAモデルの場合と同様の評価になる。

第2に、「独立の視点」によって組織間で統一的に経済事象(取引)やタスクを管理して、他方では各企業は組織内の業務や管理の目的に対しては一元的に捉えたデータをこれまでの「取引当事者の視点」に変換したり連携したりする方式では、

$$V_{i1} + V_{i2} + \dots + V_{in} = V_c \text{ or } V_m$$

[VNの各企業の多様性]

[VN全体としてのコントロールの多様性]

が実現する可能性がある。すなわち、組織間での取引データの一元管理という面では支援する。しかし、VNへの参加企業が自律性を持ちながらもある場面においては、顧客の経験価値の創出支援という共通の目的のもとに一体的な組織として機能させる何らかの仕組みが必要になる。この機能は情報技術による情報システムだけでは、

$$V_{i1} + V_{i2} + \dots + V_{in} = V_c \text{ or } V_m$$

が実現できない。人的、組織的な情報システムを連動させて始めて実現できるのである。

第5章は、VNにおいてメンバー間のやり取りを管理する技術基盤としては、敵対企業にその取引内容が伝わってしまうリスクが低いコンソーシアム型BC技術の利用が適切であることを明らかにする。

しかしながら、コンソーシアム型BC技術を駆使するアプリケーションの情報システムは、かつてのビュー駆動型と呼ばれるアーキテクチャの特徴を有しているので、このアプリケーションの情報システムのデータは、組織のその他の目的においては効率的かつ有効な

利用ができない。

加えて、コンソーシアム型 BC 技術を駆使するアプリケーションの情報システムでは、DX 時代の情報システム設計方法論として定着しつつあり、システム開発のプロジェクトには変化はつきものであるという前提のもとに、優先順位の高い要件から準備開発を進めていくアジャイル開発法を「初期設計」においては適用できる。しかしながら、いったんアプリケーションの情報システムがリリースおよび運用されると、BC のデータ構造と BC に登録するプログラムを柔軟に変更できないので、システムの革新は停止してしまい環境適応的特性を失う可能性が高い(Sanders and Sanders, 2018)。また、Ethereum の Ether とコーヒーとの交換のプロトタイプシステムの構築実験からも、たとえ REA モデルを利用しても、その情報システムがビュー駆動型のアーキテクチャの特徴を有する場合には設計段階における特定目的とは異なる目的に対しては十分な支援が期待できない。つまり、現行のコンソーシアム型 BC 技術(Ethereum)を用いるビジネス情報システムは、データの独立性や相互運用性が低いという特徴を有しているため、三階層構造のモデルのデータ基盤とはなりえないことを明らかにする。

次に、このコンソーシアム型 BC 技術を駆使するアプリケーションの情報システムを組織サイバネティックスの観点から以下のように評価している。

第 1 に、コンソーシアム型 BC 技術を駆使することによって VN を構成する各メンバー企業の現場の部門レベルの各意思決定者が随時対応できるのは、あらかじめ認識されている定型的な業務処理に伴う決定や判断に関するものに限定される。非定型的な決定や判断に関しては、ここでのアプリケーションの情報システムが「データの独立性」が保たれていないという特徴を有しているため、データ・ファイルのデータは設計段階において考慮されないその他の業務・管理の意思決定や判断の目的のためには十分には役立たない可能性が大きい。加えて、管理主体がいなくても契約通りに取引を自動的に遂行するスマート・コントラクトと呼ばれるコンピュータ・プログラムを BC に登録して利用したとしても、将来起こり得るすべてのケースを想定する「完備契約」を準備することはできない McAfee and Brynjolfsson, 2018)。したがって、各メンバー企業の現場の部門レベルで多様性バランス(第 1 の多様性バランス)、すなわち、

$$V_e = V_i$$

、また、サブ・システムのレベルである

$$V_{e1} + V_{e2} + \dots + V_{en} = V_{i1} + V_{i2} + \dots + V_{in}$$

[関連環境の多様性]

[個々のサブ・システムの多様性]

の実現を十分に支援するとはいえない。むしろ、技術的に

$$V_e > V_i$$

を導く危険性を持っている。

第 2 に、コンソーシアム型 BC 技術を駆使するアプリケーションの情報システムは、かつてのビュー駆動型と呼ばれる情報システムと同様のアーキテクチャの特徴を有しているの

で、関連する(させるべき)アプリケーション・システム間でのデータ・ファイルのデータの一貫性の維持が容易ではなく、かつその調整負担が生じる。したがって、個々のサブ・システムの意思決定を VN 全体として調整コントロールする多様性バランス(第2の多様性バランス), すなわち,

$$Vi1 + Vi2 + \dots + Vin = Vc \text{ or } Vm$$

[VN の各企業の多様性] [VN 全体としてのコントロールの多様性]

の実現を十分には支援するとはいえない。むしろ,

$$Vi > Vc$$

を導く危険性を持っている。

第6章は、第5章で説明してきた現在のBC技術を駆使するアプリケーションの情報システムの課題である「データの独立性」が保たれていない点については、BCとDBの特徴を合わせ持つ、新しいBC技術であるBigchainDBやIroha等を利用することによって解決を図ることが可能になる。VNで一元的に捉えた「独立の視点」から捉えたデータは、3-2で見てきたようなREA2.0やRosettaNetの「パブリック/プライベート・アプローチ」等を駆使することによって、「取引当事者の視点」のデータに変換することが可能になる。

また、満足のいくもしくは適切な決定や判断を支援するためには、「取引当事者の視点」のデータだけではなく、接続機能を持つスマート製品から得られるデータ、企業内外の関連するデータ、各種センサーの測定値、位置、温度等の形式が統一されていない多様なデータを、さまざまな種類の異質なデータを元の形式である“生データ”として「データレイク」に随時格納して利用することが重要になる(Porter and Heppelemann, 2015)。

ただし、データレイク内から関連するデータを随時必要に応じて利用者に提供することができるように、データレイク内のデータを混とんとした“データの沼”になることを防ぐメカニズムが必要になる。そのためにはデータが特定のデータ形式に整形されていなければならない。

したがって、特定の利用者にとって効率的に分析モデルにインプットできるようにデータレイク内のデータを互いに関連づけることができる中間データベースが必要になる。さらに、この中間データベースを設定することによって、運用段階において新たに認識される取引や非取引データからなる【データ源】を【中間データベース】に随時追加したり特定の観点から効率的に関連づけたりできる。したがって、運用が進むほど、中間データベースに記録される情報潜在性が高まる特徴も有しているので、【データ源】、【中間データベース】、【解析ツール】からなるビジネス情報システムの「三階層構造」は優れたアーキテクチャといえる。さらに、本章では、流通ビジネスにおける三階層構造の構築に向けての成果を追加して、三階層構造のモデルがこれまでの私の実証・実験済みの研究成果に基づいて進めていくことができることを明らかにしている(図22-27)。

この「三階層構造」のビジネス情報システムを組織サイバネティックスの観点からは、次

のように評価する。

第1に、「三階層構造」におけるデータ源として、顧客による製品サービスの利用状況(頻度, 時間帯, 場所等々)についてのデータが得られ, データレイクを介して中間データベースに随時格納することができる。「記述的」, 「診断的」, 「予防的」, 「処方的」等の分析を行うことができれば各サブ・システムはそれぞれの関連環境における業務や管理における判断や意思決定に利用することが可能になる。各メンバー企業の現場の部門レベルで多様性バランス(第1の多様性バランス), すなわち,

$$V_e = V_i$$

, またサブ・システムのレベルである

$$V_{e1} + V_{e2} + \dots + V_{en} = V_{i1} + V_{i2} + \dots + V_{in}$$

[関連環境の多様性]

[VNの各企業の多様性]

については実現する可能性が高い。

第2に、「独立の視点」から一元的に認識される経済事象やタスクに関するデータが記録されることによって多様性バランス(第2の多様性バランス), すなわち,

$$V_{i1} + V_{i2} + \dots + V_{in} = V_c \text{ or } V_m$$

[VNの各企業の多様性]

[VN全体としてのコントロールの多様性]

については, 組織間での取引データの一元管理はある面では支援できる。

ただし, 一つの組織体であるかのように協調させる仕組みとして, データ処理等の技術的のみならず, 人的・組織的な「行動のプロトコル」を確立する必要がある。技術的・人的・組織的・制度的な「行動のプロトコル」については, 社会構成主義やその延長線上で社会物質性という見方から接近が重要になるが, この観点からの検討は今後の研究課題として残る。

7-2 今後の課題と展望

本研究では, 組織サイバネティクスでのVSMと社会構成主義の視点から, 価値アプローチと事象アプローチの今日的な統合モデルともいえる「三階層構造モデル」の有効性そしてその実行容易性を展開する。そしてさらに, 社会構成主義の視点に立つならば, 企業その他組織体のVNへの参入と退出の自律性を確保するビジネス・エコシステムとして情報システムを構築するためには, 情報技術的課題だけでなく, 人的・社会的・制度的システムとの実践を通じた社会構成主義的な一体としての改革を推進するために「行動のプロトコル」の確立が重要になることを明らかにした論文である。

今後の課題として, 少なくとも以下の点を指摘できる。

第1に, REAモデルとブロックチェーン技術を駆使するビジネス情報システムの三階層構造は, 業務と管理の判断や意思決定のみならず, 顧客の経験価値に関する支援を高度化させることができることを明らかにしてきた。この三階層構造の意義は, 端的に指摘すれば,

取引および非取引データをデータレイクと中間データベースを介して、随時解析ツールで活用することで、業務・管理ばかりではなく、顧客の経験価値の創出の向上を支援できる点にある。この支援を可能にするためには、関連する様々な取引、非取引データを効率的に結びつけなければならない。本研究では、非取引データについては構造化することができるデータ(Web サイトのログやソーシャルメディアの投稿)の利用を想定している(Murthy and Geerts, 2017)。しかしながら、多様な目的への適用可能性を高めるためには、非構造化することが難しいデータ(ビデオファイル、音声ファイル、定性的なデータ)についてもいかに構造化して他のデータと関連づける仕組みの検討が必要になる。

第2に、現在のBC技術環境は、まさに現在BC技術のそのものの機能が日々技術そのものの性能が加速度的に向上されつつある段階であり、まさに様々な機能レベルのBC技術が登場しつつある状況にある。例えば、BCとDBの二つの特徴を持つBC技術については、本研究で取り上げたBigchainDB、Irohaに限らずHyperledger Fabricをはじめ様々な種類のBC技術を利用できる状況にある。それぞれのBC技術は、標準的に利用できるAPIを提供することからBCに記録されているデータに対する操作(データの接続、検索、抽出、他のデータ・ファイルとの結合等)やシステム開発(設計、開発、テスト、構成、デプロイ)の知識の習得は、専門家であれば個別のBC技術に限定する場合には比較的容易に習熟することができる(佐藤, 2020)。しかしながら、それらの知識は特定のBC技術に対応したものである。つまり、たとえ専門家であっても複数のBC技術に関する知識を習得しつつ、「三階層構造」のもとに、データ源から中間データベースへの仕組みを随時個別に整えることはかなり難しいことが容易に想定される。

したがって、設計、開発、テスト、構成、デプロイまでを支えるツール(クラウド・サービスの)整備が必要になる。加えて、三階層構造における分析モデルの効果を高めるためには、システム開発者でなくても、システムの利用者・運用者が経験や勘を駆使しつつ随時関連するデータベースを操作して分析、予測、決定等を行うことができなければならない。そのためには、必要となる一連の流れ(データの検索、抽出、分析、貯蔵、更新等々の操作)を統合的に支援するユーザーフレンドリなパッケージ化されたシステムの構築が必要になる

55.

第3に、ビジネス・エコシステムにおいては、参加した個々の企業や組織体群もまた一つ

⁵⁵ 例えば、BCのインフラストラクチャを設定、管理、実行することなく手軽にスマート・コントラクトやアプリケーションを構築することができるクラウドベースのサービス(「Blockchain as a Service」)や、開発をゼロベースから開始するのではなく一定の品質のアプリケーションを迅速に構築するための開発のテンプレートの利用サービス、複数のBCからデータを収集しつつそれらのデータを関連づけて記録利用できるサービス等々である。現在、Amazon Web Serviceは、EthereumとHyperledger Fabricの二つのBC技術に対しては、最初の二つのサービスをクラウドサービスとしてすでに提供している。ただし、本稿で取り上げたBigchainDBやIrohaに対してはそうしたサービスが提供されていない状況にある。

のビジネス・エコシステムあるいは生存システムとして協調的に機能して VN を構成しつつも、各々が生存システムとして主体的に参入と退出が可能でなければならない。つまり、一つの生存システムとして機能することにビジネスとしての魅惑を感じたときには主体的に参加をし、魅惑を失うときには、随時自由に退出できるという考え方である。ビジネス・モデルとして成功した VN での中核企業あるいはパワー企業は、VN がビジネス・モデルとして成功することが確信できる場合は、徐々にその VN 全体の効率性を向上させてビジネス・モデルを盤石なものにしようとする傾向がある。そのプロセスではメンバーとしての参加企業は徐々に中核あるいはパワー企業の論理のもとに標準化や画一化が図られて自律性が制約される傾向がある。VN 全体としてだけでなく、各参加企業レベルでも、常に環境の変化に適応して自己組織化するといった生存システムとして機能を必ずしも遂行できないことは明らかである。本研究では、一つのビジネス・エコシステムとして個別の企業を参加させるためには「行動のプロトコル」の存在が重要になることを強調してきたが、これは VSM における第 2 の多様性バランスを実現するという視点からの情報システムガバナンス (Information Systems Governance) の確立の問題でもある⁵⁶。

もちろんこのためには、従来のような事業体を対象とする COBIT5 に象徴されるような階層的組織構造を前提にしたシステムガバナンスには限界がある。むしろエコシステムとして認識する VN 全体に対して、Beer のいう分散と協調システムを支えるメンバー企業の主体的・創発的コミュニケーションと全体との凝集性を可能にする「チーム・テンセグリティ」の発想での情報システムのガバナンスの確立も一つの有力な接近方法となるであろう」(Beer, 1983, pp.115-119)。したがって、組織間をまたぐエコシステムとしての情報システムガバナンスがどうあるべきかは大きな課題になる。

これらの問題は、本研究では十分な検討はできなかったが、「三階層構造」のモデルを機能させるうえで喫緊の課題となる。

⁵⁶ Jacobides (2019), 訳, pp.17. 伝統的な業界の枠を超えて多数の関係企業が連携をとる際において、エコシステム構築者はシステムを、開放型エコシステム(ウーバーのドライバー、Android をオープンソース化した Google の Android 等)、管理型エコシステム(アップルストア等)、閉鎖型エコシステム(フォルクスワーゲンのコネクティッドカー等)のいずれかにするかを決める必要がある。一般的には、一方では、そのエコシステムが開放的になれば、幅広く多様な補完者を募ることができる。他方では、品質にはばらつきが出てくるリスクがある。

謝辞

本研究の発端となった REA 研究について理論的のみならず実践的にも指導して下さったミシガン州立大学の William E. McCarthy 先生とそのグループの研究者の方々，この間 4 年にわたる REA 関連の共同研究のパートナーであるベルギーのサンルイ大学の Wim Laurier 先生の日々のコメントに感謝を表したい。また，組織サイバネティックス的視点，社会構成主義や社会物質性など解釈的研究方法論を中心に大学院，そしてその後，新型コロナ禍で中断している拓殖大学での「遠山勉強会」などで長きにわたって指導をして下さっている遠山暁先生(中央大学名誉教授)，そしてその勉強会のメンバーであり，関連する共同研究のメンバーである清水智先生(山梨学院大学教授)，安積淳先生(拓殖大学準教授)，穂積和子先生(元神奈川大学教授)，古賀広志先生(関西大学教授)，八鍬幸信先生(元札幌大学教授)などにこの場を借りて謝辞を表したい。また今回の学位論文審査の主査を務めていただき，中央大学理工学部の高桑宗右エ門先生には長きにわたる JSIM の学会活動を通じて，そして 2016 年から 2018 年にわたる中央大学共同研究プロジェクトでの研究，さらには，APCIM(Asia Pacific Conference on Information Management)などでの国際研究大会などを通じてご指導やアドバイスをいただき，今回の学位申請論文をまとめるに至っている。改めてこれらの先生方に深甚なる謝意を表したい。もちろん，論文内容についてはすべて堀内の責任にあることは言うまでもないことを期しておきます。

参考文献

- 阿部泰博 (1995) 「日本アイ・ビー・エムの会計システムにおける新コンセプト」『IBM Professional Vision』 No. 5, pp. 88-92.
- 味村重臣・山田進・堀内一(1983) 『データベースシステムい設計と開発』 オーム社.
- 池田大造(2005) 「拡張性向上のカギは企業活動全体の把握とDB設計」『日経ITプロフェッショナル』 2005年6月号, pp.100-108.
- オーシャンコマース(2019) 「2019年は海運・物流変革の年 IoT, ブロックチェーン開発が進んだ2018年」『SHIPPING GUIDE』 2019年年1月1日, No. 10,154, 臨時増刊号, pp.6-8.
- 大和田尚孝(2006) 「JFEスチールが新統合システムを稼働“データありきで変化に強いシステムを設計”」『日経コンピュータ』 2006年4月3日号, pp.22.
- Kemp, L. (2016) 「紛争ダイヤ・詐欺を排除し効率的で透明度の高いダイヤモンドインフラを作る」『WIRED』 Vol.25, pp.52-53.
- 国土交通省(2018) 「物流を取り巻く現状について」国土交通省物流政策課 資料2, <https://www.mlit.go.jp/common/001258392.pdf>(最終閲覧日: 2020年10月8日).
- 佐藤栄一(2020) 『Hyperledger Iroha 入門ーブロックチェーンの導入と運用管理ー』 オーム社.
- 児玉公信(2004) 『UMLモデリングの本質ー良いモデルを作るための知識と実践ー』日経BP社.
- 繁野高仁(2005) 「KDDIの事例-概念データモデルによるシステム統合-」『成功に導くシステム統合の論点(経営情報システム学会システム統合特設研究部会編)』日科技連.
- 杉井靖典(2016) 「プライベートブロックチェーン」杉本明彦・原隆(編著)『この一冊でまるごとわかるブロックチェーンandビットコイン』日経BP社, pp.100-101.
- 高槻 芳(2017) 「宅配ピンチ: 脱出のカギは三つのIT活用に」『日経コンピュータ』 2017年7月6日号, 22-37.
- 田中修一・菅山靖史(2020) 「ブロックチェーン技術のスケラビリティ問題への対応」『BOJ Reports and Research Papers』日本銀行決済機構局.
- 遠山暁(1998) 『現代 経営情報システムの研究』日科技連.
- _____ (2008) 「状況的情報システム開発の必然性」『商学論纂』 Vol. 49, No.5-6, pp. 45-71.
- _____ (2020) 「情報経営研究における社会物質的パースペクティブの可能性」『日本情報経営学会誌』 Vol.39, No.3, pp.5-27.
- 戸田保一・飯島淳一編(2000) 『ビジネスプロセスモデリング』日科技連.
- 西山茂(2015) 「会計学から見るアメーバ経営」『ダイヤモンドハーバードビジネスレビュー誌』 2015年9月号, pp.84-89.
- 日本海事新聞(2019) 「マスク/ブロックチェーンで貿易革命」『日本海事新聞電子版 2019年4月3日 デイリー1面』, <https://www.jmd.co.jp/article.php?no=244962> (2020年12月20日).
- 野口由悠紀雄 (2017) 『ブロックチェーン革命: 分散自律型社会の出現』日本経済新聞社.
- 堀内恵 (1999) 「現在のREA (L) モデルによる情報システム実践の評価: 日本IBM社のAIS分析を通じて」『商学論纂』 Vol. 41, No. 3, pp. 341-371.
- _____ (2014) 「サービスのコストモデルの試論ー配賦計算をめぐるREAの再評価ー」(木島義孝編『原価計算制度の回顧と展望』中央大学出版), pp. 71-92.

- _____ (2016) 「ビジネス・プロセスのステートマシンの構築に向けての再検討」『商学論纂』 Vol. 57, No. 5-6, pp. 589-653.
- _____ (2019) 「ブロックチェーン技術を用いるオープンバリュー・ネットワーク構築」『日本情報経営学会予稿集(第79回大会予稿集【基調講演・パネルディスカッション(IEEE SITIM2019共催: Blockchain and Innovation)】)』 pp.38-44.
- 堀内恵・清水智(2020) 「ビジネス取引のステートマシンの構築-CPNモデルを用いて」『経済学論纂』 Vol. 61, No. 1, pp.251-273.
- 堀内恵(2020) 「LAPによる”ビジネス取引のステートマシン”の拡張：DEMOとREAの補完的利用による接近」『日本情報経営学会誌』 Vol. 40, No. 4, pp.56-71.
- 丸市倉庫(2017) 「荷主企業向け配車マネジメントシステムを構築，企業の業績を向上させる」『Diamond online』 Diamond online, <https://diamond.jp/articles/-/118873>, (2020年10月30日).
- _____ (2018) 「“ネットワーク倉庫”への第一歩 アプリによるタイヤ保管サービスを展開」『Diamond online』 Diamond online, <https://diamond.jp/articles/-/181996>, (2020年10月30日).
- _____ (2020) 「データ分析で運び方改革持続可能な物流を構築する」『Diamond online』 Diamond online, <https://diamond.jp/articles/-/225516?page=2#>, (2020年10月30日).
- 三菱総合研究所(2017) 「ブロックチェーン技術を活用したシステムの評価軸整備等に係る調査」経済産業省,http://www.meti.go.jp/english/press/2017/pdf/0329_004b.pdf, (2020年10月30日).
- 山崎大輔(2016) 「次世代を担う先進テクノロジー：「IOTA」「IPFS」「Cosmos」とは」杉本明彦・原隆（編著）『この一冊でまるごとわかるブロックチェーンandビットコイン』日経BP社, pp.106-113.
- 吉田寛(1970) 『会計情報の理論』日本経営出版会.
- Alle, V. (1999) “The art and practice of being a revolutionary,” *Journal of Knowledge Management*, Vol. 3, No. 2, pp. 121–131.
- Allison, I. (2019) “IBM, Maersk Finally Sign Up 2 Big Carriers for Shipping Blockchain,” *coindesk*, <https://www.coindesk.com/ibm-maersk-finally-sign-up-2-big-carriers-for-shipping-blockchain>, (Accessed 2020-10-30) .
- Andros, D. P., Cherrington, J. O. and Denna, E. L. (1992) “Reengineer Your Accounting, the IBM Way,” *Financial Executive*, Vol. 8, No. 4, pp. 28-31.
- Antonopoulos, A. M. (2014) *Mastering Bitcoin: Programming the Open Blockchain* O'Reilly Media, Inc (今井崇也・鳩貝淳一郎 訳 (2016) 『ビットコインとブロックチェーン：暗号通貨を支える技術』エヌティティ出版) .
- Ashby, W. R. (1961) *An Introduction to Cybernetics*, Chapman and Hall Ltd. (篠崎武 他訳 (1967) 『サイバネティクス入門』宇野書店).
- Bashir, I. (2017) *Mastering Blockchain*, Packt Publishing Ltd.
- Beer, S. (1981) *Brain of the Firm*, 2nd ed., John Wiley and Sons (宮沢光一 監訳 (1987) 『企業組織の頭脳-経営のサイバネティクス-』啓明社) .

- _____ (1983) "A reply to Ulrich's 'critique of pure cybernetic reason: the Chilean experience with cybernetics,'" *Journal of Applied Systems Analysis*, pp.115-119.
- _____ (1985) *Diagnosing the system for organizations*, Wiley (関谷章 他訳(1994)『企業組織のシステム診断』杉山書店).
- BigchainDB (2018) "BigchainDB 2.0 The Blockchain Database," BigchainDB <https://www.bigchaindb.com/whitepaper/bigchaindb-whitepaper.pdf>, (Accessed 2020-10-30).
- Buterin, V. (2013) "Ethereum White Paper: A next generation smart contract and decentralized application platform," *ethereum/wiki*, <https://github.com/ethereum/wiki/wiki/Ethereum-Development-Tutorial>, (Accessed 2020-10-30).
- _____ (2014) "Ethereum Development Tutorial," *ethereum/wiki*, <https://github.com/ethereum/wiki/wiki/Ethereum-Development-Tutorial>, (Accessed 2020-10-30).
- Checkland, P. B. (1981) *Systems Thinking, Systems Practice*, John Wiley & Sons (高原康彦・中野文平 監訳 (1985)『新しいシステムアプローチ-システム思考とシステム実践-』オーム社).
- Chen, P. P. (1976) "The Entity-Relationship Model," *ACM Transaction on Database Systems*, Vol. 1, No. 1, pp. 9-36.
- Chesbrough, H. W. (2003) *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*, Harvard Business Press.
- _____. (2011) *Open Service Innovation: Rethinking Your Business to Grow and Compete in a New Era*, John Wiley and Sons(博報堂大学 監修・監訳(2012)『オープン・サービス・イノベーション』阪急コミュニケーションズ).
- Clancy, H. (2017) "The blockchain's emerging role in sustainability," *GreenBiz*, <https://www.greenbiz.com/article/blockchains-emerging-role-sustainability>, (Accessed 2020-10-30).
- Davenport, T. H. (1993) *Process Innovation: Reengineering Work through Information Technology*, Harvard Business School Press (ト部政夫他 訳 (1994)『プロセス・イノベーション』日経BP出版センター).
- David, J. S. (2007) "IT Evolution, Part 2: Could REA Analysis Topple ERP Systems?" *W. P. Carey school of business Arizona State University*, <https://news.wpcarey.asu.edu/20070314-it-evolution-part-2-could-rea-analysis-topple-erp-systems> (2020年12月28日).
- Dietz, J. L. (2003) "The atoms, molecules and fibers of organizations," *Data & Knowledge Engineering*, Vol. 47, No. 3, pp. 301-325.
- Dillet, R. (2018) "Apple now relies on Google Cloud Platform and Amazon S3 for iCloud data," *TechCrunch*, <https://techcrunch.com/2018/02/27/apple-now-relies-on-google-cloud-platform-and-amazon-s3-for-icloud-data/>, (Accessed 2020-10-30).
- Dixon, J. (2010), "Pentaho Hadoop, and Data Lakes," *blog*, <https://jamesdixon.wordpress.com/2010/10/14/pentaho-hadoop-and-data-lakes/>, (Accessed 2020-10-30).

- Dunn, C. L. and McCarthy, W. E. (1997) "The REA Accounting Model: Intellectual Heritage and Prospects for Progress," *Journal of Information Systems*, Vol. 11, No. 1, pp. 31-51.
- Eriksson, H. E. and Penker, M. (2000) *Business Modeling with UML: Business Patterns at Work*, John Wiley & Sons (鞍田友美, 本位田真一監訳 (2002) 『UMLによるビジネスモデリング』ソフトバンクパブリッシング).
- Espejo, R., and Watt, J. (1979) "Management information systems: A system for design," *Cybernetics and System*, Vol. 9, No. 3, pp. 259-283.
- Espejo, R., and Harnden, R. (Eds) (1989) *The Viable System Model: Interpretations and Applications of Stafford Beer's VSM*, John Wiley and Sons.
- EY (2018) "EY and Microsoft launch blockchain solution for content rights and royalties management for media and entertainment industry," *EY press release*, https://www.ey.com/en_gl/news/2018/06/ey-and-microsoft-launch-blockchain-solution-for-content-rights, (Accessed 2020-10-30).
- Frydinger, D., Hart, O. and Vitasek, K. (2019) "A New Approach to Contracts," *Harvard Business Review*, Vol. 97, No. 5, pp. 116-126(高橋由香理 訳 (2020) 「契約取引はビジョンの共有から始めよー敵対関係から利害関係へー」『ダイヤモンドハーバードビジネス誌』2020年2月号, p.88-99).
- Geerts, G.L. and McCarthy, W. E. (1992) "The extended use of intensional reasoning and epistemologically adequate representations in knowledge-based accounting systems," *In Proceedings of the Twelfth International Workshop on Expert Systems and Their Applications*, pp. 321-32.
- Geerts, G. L., McCarthy, W. E., and Rockwell, S. R. (1996) "Automated integration of enterprise accounting models throughout the systems development life cycle," *Intelligent Systems in Accounting, Finance & Management*, Vol. 5, No. 3, pp. 113-128.
- Geerts, G.L. and McCarthy, W. E. (1997) "Modeling Business Enterprises as Value-Added Process Hierarchies with Resource-Event-Agent Object Templates," in J. Sutherland, D. Patel, C. Casanave, G. Hollowell and J. Miller (eds.) *Business Object Design and Implementation*, Springer, pp. 94-113.
- _____. (2002) "An ontological analysis of the economic primitives of the extended REA enterprise information architecture," *International Journal of Accounting Information Systems*, Vol.3, No. 1, pp.1-16.
- Geerts, G. L., and O'Leary, D. E. (2014) "A supply chain of things: The EAGLET ontology for highly visible supply chains," *Decision Support Systems*, Vol. 63, pp. 3-22.
- Goetz, B. E. (1939) "What's wrong with accounting," *Advanced Management*, Fall, pp. 151-157.
- Goldman, S., Nagel, R. N., and Preiss, K. (1995) *Agile Competitors and Virtual Organizations Strategies for Enriching the Customer*, Wiley (野中郁次郎 監訳 (1996) 『アジルコンペティション 「速い経営」が企業を変える』日本経済新聞社) .
- Haugen, R. (2007) "Beyond the Enterprise: Taking REA to Higher Levels," *REA-25 conference*. Newark, Delaware, USA, <https://mikorizal.org/BeyondTheEnterprise.html>, (Accessed 2020-

- 10-30).
- Hoffer, J. A., George, J. F. and Valacich, J. S. (2002) *Modern Systems Analysis and Design third edition*, Prentice-Hall.
- Hollander, A. S., Denna, D. L., and Cherrington, J. O. (1996) *Accounting, Information Technology, and Business Solutions*, Irwin.
- Horiuchi, S. and McCarthy, W. E. (2011) "An ontology-based state machine for catalog orders," *The 5th Value Modeling Business Ontology (VMBO) Workshop 2011*, Ghent Belgium.
- Horiuchi, S. (2020) "Developing a Process model of Business Transaction with DEMO," *DAAAM International Scientific Book 2020*, DAAAM International Vienna, pp.79-90.
- Horlacher, C. (2017) "BankThink 'Centralized' blockchain projects are doomed to failure," *American Banker*, <https://www.americanbanker.com/opinion/centralized-blockchain-projects-are-doomed-to-failure>, (Accessed 2020-10-30).
- Hümmer, W., Lehner, W., and Wedekind, H. (2002) "Contracting in the Days of eBusiness," *ACM Sigmod Record*, Vol. 31, No. 1, pp. 31-36.
- Huemer, C. & Zapletal, M. (2007), "A State Machine executing UMM Business Transactions," *Digital EcoSystems and Technologies Conference*, IEEE, pp.57-62.
- _____, _____, Liegal, P. & Schuster, R. (2007) "Modeling Business Entity State Centric Choreographies," *The 9th IEEE international conference on E-commerce technology and the 4th IEEE international conference on enterprise computing, E-commerce and E-service*, IEEE, pp.393-400.
- Hurby, P. (2006) *Model-Driven Design Using Business Patterns*, Springer Science & Business Media (依田智夫 監修 (2007) 『ビジネスパターンによるモデル駆動設計』日経BPソフトプレス).
- Iansiti, M., and Levien, R. (2004) "Strategy as ecology," *Harvard business review*, Vol. 82, No. .3, pp. 68-78.
- IBM Institute for Business Value (2014) "Device democracy Saving the future of the Internet of Things," *Executive Report*, <https://www.ibm.com/downloads/cas/Y5ONA8EV> , (Accessed 2020-10-30).
- Ijiri, Y. (1975) *Theory of Accounting Measurement*, American Accounting Association (井尻雄士 (1976) 『会計測定の理論』東洋経済新報社).
- Inmon, W. H., Imhoff, C., and Sousa, R. (1998) *Corporate Information Factory*, John Wiley & Sons. (江原・藤野・長松・本江 訳 (1999) 『コーポレート・インフォメーション・ファクトリー-企業情報生態系の構築と管理-』海文堂出版株式会社).
- ISO/IEC 15944-1 (2011) *Information technology - Business agreement semantic descriptive techniques Part 1: Business operational aspects of Open-edi for implementation*, International Standard, The International Organization for Standards (ISO), second ed.
- ISO/IEC 15944-4 (2007) *Information Technology -Business Operational View - Part 4: Business Transaction Scenarios -- Accounting and Economic Ontology*, International Standard, The International Organization for Standards (ISO), first ed.

- Jacobson, I., Ericsson, E., Jacobson, A. (1995) *The Object Advantage: Business Process Reengineering with Object Technology*, The ACM Press (本位田真一監訳 (1996) 『ビジネスオブジェクト-ユースケースによる企業変革-』 株式会社トッパン).
- Jacobides, M. G. (2019) "In the Ecosystem Economy, What's Your Strategy?" *Harvard Business Review*, Vol. 97, No. 5, pp. 128-137(渡辺典子 訳 (2020) 「エコシステム経済の経営戦略」 『ダイヤモンドハーバードビジネス誌』 2020年2月号, p.10-23).
- Jayachandran, P. (2017) "The Difference between Public and Private Blockchain," *IBM*, <https://www.ibm.com/blogs/blockchain/2017/05/the-difference-between-public-and-private-blockchain/>, (Accessed 2020-10-30).
- Giddens, A. (1976) *New Rules of Sociological Method*, New York: Basic Books.
- Keen, P. and McDonald, M. (2000) *The eProcess Edge: Creating Customer Value and Business Wealth in the Internet Era*, McGraw-Hill (仙波孝康 他訳 (2001) 『バリュー・ネットワーク戦略-顧客価値創造のeリレーションシップ』 ダイヤモンド社).
- Kshetri, N. (2018) "Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives," *International Journal of Information Management*, Vol.39, pp.80-89
- Lancaster, K. (1966) "A new approach to consumer theory," *Journal of political economy* Vol. 74, No.2, pp.132-157.
- Laurier, W. P., Kiehn, J., and Polovina, S. (2018) "REA 2: A unified formalisation of the Resource-Event-Agent ontology," *Applied Ontology*, Vol. 13, No. 3, pp. 201-224.
- Laurier, W. P., Horiuchi, S., and Snoeck, M. (2021) "An executable axiomatization of the REA² ontology," *Journal of Information Systems*, doi.org/10.2308/ISYS-19-026.
- Leonardi, P. M. (2013) "Theoretical foundations for the study of sociomateriality," *Information and organization*," Vol. 23, No. 2, pp. 59-76.
- _____. (2012) "Materiality, sociomateriality, and socio-technical systems: What do these terms mean? How are they different? Do we need them," in Leonardi, Nardi, and Kallinilos (eds), *Materiality and organizing: Social interaction in a technological world*, Oxford University Press, pp. 25-48.
- Maes, P., Guttman, R. H., and Moukas, A. G. (1999) "Agents that buy and sell," *Communications of the ACM*, Vol. 42 No. 3 pp.81-83.
- Matessich, R. (1964) *Accounting and Analytical Methods*, Irwin.
- Mazak, A., Wimmer, M., Huemer, C., Kappel, G., and & Kastner, W. (2017) "Rahmenwerk zur modellbasierten horizontalen und vertikalen Integration von Standards für Industrie 4.0," In *Handbuch Industrie 4.0 Bd. 2*, Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg, pp. 433-454.
- McAfee, A. and Brynjolfsson, E. (2017) *Machine, platform, crowd: Harnessing our digital future*, WW Norton and Company (村井章子 訳 (2018) 『プラットフォームの経済学-機械は人と企業の未来をどう変える?-』 日経BP社).
- McCarthy, W. E. (1982) "The REA Accounting Model: A Generalized Framework for Accounting Systems in a Shared Data Environment," *The Accounting Review*, Vol. 57, No. 3, pp. 554-577.

- _____. (1999) "The REA modeling Approach to Teaching Accounting Information Systems," *Issues in Accounting Education*, Vol. 18, No. 4, pp.427-441.
- McCarthy, E. E. (2012) "Accounting Craftspeople versus Accounting Seers: Exploring the Relevance and Innovation Gaps in Academic Accounting Research," *Accounting Horizons*, Vol. 26, No. 4, pp. 833-843.
- McConaghy, et al. (2016) "BigchainDB: a scalable blockchain database," *white paper*, https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/378362/mod_resource/content/1/bigchaindb-whitepaper.pdf, (Accessed 2020-10-30).
- Mintzber, H. (1989) *Mintzberg on management: Inside our strange world of organizations*, Simon and Schuster (北野利信 訳 (1991) 『人間感覚のマネジメント—行き過ぎた合理主義への抗議』ダイヤモンド社).
- Moore, J. F. (1993) "Predators and prey: a new ecology of competition," *Harvard business review*, Vol. 71, No. 3, pp. 75-86(坂本義美訳 (1991) 「企業 “生態系”4つの発展段階 エコロジーから企業競争をみる」『ダイヤモンドハーバードビジネス誌』1993年8-9月号, pp.4-17).
- Moore, J. F. (1996) *The death of competition: leadership and strategy in the age of business ecosystems*. HarperCollins.
- Murthy, U. S., and Geerts, G. (2017) "An REA Ontology-Based Model for Mapping Big Data to Accounting Information Systems Elements," *Journal of Information Systems*, Vol. 31, No. 3, pp. 45-61.
- Nakamoto, S. (2008) Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system, <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> (Accessed 2020-10-30).
- Nakamura, H. and Johnson, R. E. (1998) "Adaptive Framework for the REA Accounting Model," *in Proceedings of OOPSLA '98 Business Object Workshop IV*.
- O'Leary, D. E. (1999) "REAL - D: A schema for data warehouses," *Journal of Information Systems*, Vol. 13, No.1, pp. 49-62.
- _____. (2004) "On the relationship between REA and SAP," *International Journal of Accounting Information Systems*, Vol. 5, No.1, pp. 65-81.
- _____. (2014) "Embedding AI and Crowdsourcing in the Big Data Lake," *IEEE Intelligent systems*, Vol. 29, No. 5pp.70-73.
- _____. (2017) "Configuring blockchain architectures for transaction information in blockchain consortiums: The case of accounting and supply chain systems," *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, Vol. 24, No. 4, pp.138-147.
- _____. (2019) "Some issues in blockchain for accounting and the supply chain, with an application of distributed databases to virtual organizations," *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, Vol. 26, No. 3, pp. 137-149.
- Orlikowski, W. J. (1992) "The duality of technology: Rethinking the concept of technology in organizations," *Organization science*, Vol. 3 No. 3, pp. 398-427.
- _____. (2000) "Using technology and constituting structures: A practice lens for studying technology in organizations," *Organization science*, Vol. 11, No. 4, pp. 404-428.

-
- _. (2007) "Sociomaterial practices: Exploring technology at work," *Organization science*, Vol. 28, No.9, pp.1435-1448.
- Peltoniemi, M., and Vuori, E. (2004) "Business ecosystem as the new approach to complex adaptive business environments." *Proceedings of eBusiness research forum*," Vol. 2. No. 22., pp. 267-281.
- Pinch, T. J. and W. E. Bijker (1984), "The Social Construction of Facts and Artefacts: or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other," *Social Studies of Science*, Vol.14, No.3, pp.399-441.
- Pine II, B.J.& J. H. Gilmore (1999), *The Experience Economy: Work is Theater and every Business a Stage*, Harvard Business School Press (電通経験経済研究会訳 (2000) 『経験経済』流通科学大学出版).
- Porter, M. E., and Heppelmann, J. E. (2015) "How smart, connected products are transforming companies," *Harvard business review*, Vol. 93, No. 10, pp.96-114 (有賀裕子 訳 (2016) 「組織とバリューチェーンはこう変わる IoT時代の製造業」『ダイヤモンド・ハーバードビジネスレビュー誌』 Vol. 41, No. 1, pp.84-109).
- Prahalad, C. K. and Ramaswamy, V. (2004) *The Future of Competition: Co-creating unique Value with Customers*, Harvard Business School Press (有賀裕子 訳『価値共創の未来へ』ランダムハウス講談社, 2004).
- Reeves, M., Levin, S., Fink, T., and Levina, A. (2020) "Taming Complexity: Make sure the benefits of any addition to an organization's systems outweigh its costs," *Harvard Business Review*, January-February 2020, pp. 112-121 (渡辺典子 (2020) 「ビジネスの複雑性を手なずけるー生物学や物理学, 社会学の知見から学ぶー」『ダイヤモンドハーバードビジネスレビュー誌』ダイヤモンド社, 2020年5月号, pp. 72-81).
- Sanders, L. and Sanders, S. (2018) "Disintermediation, Lock-In, and Blockchain Technology," *blog*, <https://glsanders.com/2018/02/20/disintermediation-lock-in-and-blockchain-technology/>, (Accessed 2020-10-30).
- Schmalenbach, E. (1948) *Pretiale Wirtschaftslenkung* (Price-guiding of companies), Bremen-Horn: Industrie und Handelsverlag Walter Dorn.
- Sprague, R. H., and Carlson, E. D. (1982) *Building effective Decision Support Systems*, Prentice-Hall (倉谷・土岐 訳 (1986) 『意思決定支援システム：DSSー実効的な構築と運用ー』東洋経済新報社) .
- Szabo, N. (1996) "Smart Contract: Building Blocks for Digital Markets," https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOT_winterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_2.html, (Accessed 2020-10-30).
- Tapscott, D. and Tapscott, A. (2016) *Blockchain revolution: how the technology behind bitcoin is changing money, business, and the world*, Penguin (高橋璃子 訳 (2016) 『ブロックチェーン レボリューション』ダイヤモンド社).
- Tiwana, A. (2013) *Platform Ecosystems: Aligning Architecture, Governance, and Strategy*,

Morgan Kaufmann.

- Umannath, N. S. and Scamell, R. W. (2007) *Data Modeling and Database Design*, Thomson.
- Weber, L. (2014) "Don't Drown in the Big Data Lake," *blog*, <https://www.ibmbigdatahub.com/blog/don-t-drown-big-data-lake>, (Accessed 2020-10-30).
- Winograd, T. (1986) "A language/action perspective on the design of cooperative work," In *Proceedings of the 1986 ACM conference on Computer-supported cooperative work*, pp.203-220.
- Woodward, J. (1965) *Industrial Organization: Theory and Practice*, Oxford University Press.
- Yaga, D., Mell, P., Roby, N., and Scarfone, K. (2019) *Blockchain technology overview*, National Institute of standards and Technology, U.S. Department of Commerce, <https://doi.org/10.6028/NIST.IR.8202>, (Accessed 2020-10-30).
- Yoo, Y, Henfridsson, O, Lyytinen, K. (2010) "The New Organizing Logic of Digital Innovation: An Agenda for Information Systems Research," *Information Systems Research*, Vol. 21, No. 4, pp.724-735.
- Yu, S. C. (1976) *The Structure of Accounting Theory*, The University Press of Florida.