機械システム調査開発

29 - D - 6

ブロックチェーン技術の応用に関する 戦略策定

報告書

平成 30 年 3 月

一般財団法人 機械システム振興協会

委託先 国際大学グローバル・コミュニケーション・センター

現在、我が国では、国の成長戦略の柱である第4次産業革命の実現に向けて、IoT・人工知能・ロボット等々の最先端技術を活用した新たな試みが始まっていますが、こうした動きを一層促進するには、長年培ってきた多種多様な技術革新の芽を大きく育てる仕組み、すなわち関係者がじっくりと議論を行い、戦略にまとめあげることが必要です。

一般財団法人機械システム振興協会では、平成26年度から、外部の関係組織の皆様とともに「イノベーション戦略策定事業」を進めており、平成29年度は、その4年目を迎えました。本事業は、新技術・新システムを社会に円滑に導入するために、革新的・先進的技術を基にした具体的なイノベーション戦略づくりを行う制度ですが、そのために、構想段階において多様な関係者が自由闊達な議論を行うこととしております。

「ブロックチェーン技術の応用に関する戦略策定」は、上記事業の一環としてブロックチェーン技術に対し我が国としてどのような戦略で進めていくべきか、今後の推進に向けた課題等を明らかにすることにより、本分野でのイノベーションを進めることを目指し、国際大学グローバル・コミュニケーション・センターに委託して実施しました。この中で、多様な分野の関係者とともに弊協会も参加して議論・検討を行いました。また、弊協会に設置しております「機械システム開発委員会」(委員長:大場 善次郎 東京大学名誉教授)のご指導・ご助言を受けました。

この成果が、機械システムによる経済・社会の変革に寄与することとなれば幸いです。

平成30年3月

一般財団法人機械システム振興協会

はじめに

ブロックチェーン技術は仮想通貨のみならず、様々な分野における活用可能性が指摘されているほか、インターネット基盤そのものを革新するものとしての期待を集めているが、それがもたらす本質的な影響や、具体的な活用への戦略は必ずしも明らかではない。こうした中、本戦略策定事業は、ブロックチェーン技術が金融以外を含めた多様な分野において、どのような影響を与えうるか、どのような活用が可能かを明らかにすることで、我が国としての戦略を示すことを目的とするものである。

検討にあたっては、本分野を代表する多数の有識者から構成される委員会(委員長:田中秀幸 東京大学教授)を構成し、活発な議論を頂いた。改めて感謝を申し上げたい。

特に、本事業では、最新事例や技術動向に関する調査と、委員会における討議により、ブロックチェーン技術がもたらす本質的影響を表す本事業独自の「軸」を5つ抽出している。この軸に基づき、「金融」、「エネルギー」、「製造業」、「行政」、「知識情報サービス」という5分野において、ブロックチェーン技術がどのような影響を与えうるか、時間軸に沿って考察した点に特徴がある。

また、ブロックチェーン技術が、情報管理を「占有から共有へ」と変化させる ものであると捉え、既存の法制度との関係、監査における留意点、中長期的な法 制度の革新に関わる考察を行っている。

本戦略策定の結果を報告書として取りまとめ、広く公開することで各分野での事業推進に取り組む方々の一助となれば幸いである。

平成30年3月

国際大学グローバル・コミュニケーション・センター

	₹.
r	┰╸

1	17	11	W	1-
(12	レ	\Diamond	$' \subseteq$

1. 事業の目的	1
1.1 事業の背景と目的	1
1.2 事業の実施体制	1
1.3 戦略策定事業の経過	4
2. 戦略策定事業のプロセス	e
3. 関連研究	8
3.1 ブロックチェーンの意義	8
3.2 ブロックチェーン技術を利用したユースケースの類型化と代表事例	9
4. ブロックチェーンの技術特性と質的影響に関する整理	13
4.1 ブロックチェーンの概要	13
4.2 ブロックチェーンの一般的な利用形態	16
4.3 ブロックチェーンがもたらすマクロ的影響	18
4.4 ブロックチェーンがもたらすミクロ的影響	20
委員会での議論より(1)	21
委員会での議論より(2)	22
委員会での議論より(3)	24
5. 事例・ユースケース等による分析	25
5.1 国境を越えた価値流通の促進	25
5.2 分断化されたサービスの連携	
5.3 組織の解体と個人化の加速	
5.4 マシンによる自律的な経済活動	
5.5 トレーサビリティと透明性の飛躍的向上	
6. 技術的展開に関するシナリオ	
6.1 フェーズ 1 : DLT / パーミッションドでの利用	
6.2 フェーズ2:公開インフラとしての利用	
6.3 フェーズ3:標準化されたインフラとしての利用	
委員会での議論より(4)	
7. 分野別ロードマップ	
7.1 金融分野	
7.1.1 ロードマップ	
7.1.2 戦略上の示唆	
	50

7.2.1 ロードマップ	37
7.2.2 戦略上の示唆	38
7.3 製造業分野	39
7.3.1 ロードマップ	39
7.3.2 戦略上の示唆	40
7.4 行政分野	41
7.4.1 ロードマップ	
7.4.2 戦略上の示唆	43
7.5 知識情報サービス産業分野	43
7.5.1 ロードマップ	43
7.5.2 戦略上の示唆	44
委員会での議論より(5)	45
8. 法的課題	46
8.1 ブロックチェーンを用いたサービスにおける法的課題	46
8.2 ブロックチェーンを用いたサービスの監査問題	47
8.3 ブロックチェーンが提示する技術と社会システムの課題	48
9. 提言とまとめ	50
9.1 民間産業への提言	
9.2 公共政策に関する提言	

1. 事業の目的

1.1 事業の背景と目的

本事業は、技術革新の芽を大きく育てる戦略づくりが必要との認識のもと、ブロックチェーン技術に着目し、機械システム振興協会が掲げる「異分野展開」、「再構築」、「概念構成」のうち、「概念構成」の観点から戦略検討・策定を行うものである。

ブロックチェーンは、ビットコインを実現する際に生まれた技術であり、分散型台帳とも呼ばれている。本技術は、デジタル通貨のみならず、幅広いデジタル資産の流通管理にも応用可能性がある「キーテクノロジー」であるが、その応用可能性に着目した概念や戦略は未成熟である。我が国がブロックチェーン分野での産業を育成していくためにも産業政策的観点からの検討は急務となっている。

特に近年、ブロックチェーンの応用に対する期待は非常に高く、IoTからサプライチェーン、またデバイス間のマイクロ課金など様々なものが提案され、また実証実験が行われている。しかし、それらを市場ニーズ、経済性、法制度、技術的可能性など統合的に見た全体像は描けておらず、したがって我が国における今後の戦略も充分に検討されているとは言えない状況である。

本戦略策定では、実務家、研究者、政策関係者など多様なステークホルダーから構成される委員会にて戦略検討を行い、我が国としてどのような戦略で進めて行くべきか、官民双方の役割を明らかにすることを目的として行った。特に、技術的な進歩が激しい領域でもあり、企業の一般ビジネスパーソンにとって、いつどのようなことが想定され、どのように対応すればよいのかが分かるようなロードマップの導出と戦略の策定を目指すこととした。

1.2 事業の実施体制

図1に体制図を示す。本事業は一般財団法人機械システム振興協会からの委託のもと、国際大学グローバル・コミュニケーション・センターが実施した。本事業の実施にあたっては、機会システム振興協会内に「機械システム開発委員会」を設置し、指導助言を行った。また、国際大学グローバル・コミュニケーション・センター内に「ブロックチェーン技術の応用に関する戦略策定委員会」を設置し、有識者による検討、討議を行った。また、国際大学グローバル・コミュニケーション・センターにて調査、仮説の作成、委員会の開催・運営、報告書作成等を実施した。

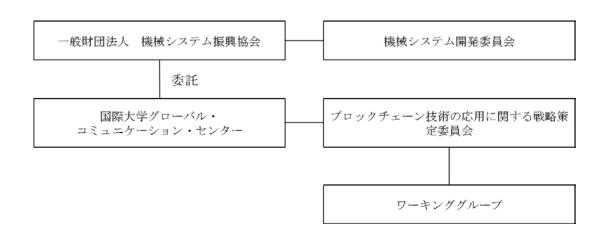


図1 体制図

図1 「ブロックチェーン技術の応用に関する戦略策定委員会」組織図

戦略策定の企画、実施は、一般財団法人機械システム振興協会に設置する機械システム開発委員会の指導・助言のもとに行った。

機械システム開発委員会名簿

委員長 大場 善次郎 (公財) ハイパーネットワーク社会研究所 理事長・所長 東京大学 名誉教授

委 員 佐久間 一郎 東京大学大学院工学系研究科 附属医療福祉工学 開発評価研究センター長 教授

生田 幸士 東京大学大学院情報理工学系研究科システム情報学専攻 教授

車谷 浩一 東京農工大学 客員教授

佐藤 知正 東京大学 名誉教授

大和田野 芳郎 産業技術総合研究所 名誉リサーチャー (順不同・平成29年度現在)

また、本事業は以下に示す委員により構成される「ブロックチェーン技術の応用に関する 戦略策定」委員会により検討を行った(敬称略)。

委員長

田中 秀幸 東京大学大学院情報学環 教授

委員

赤羽喜治 株式会社 NTT データ 金融事業推進部 技術戦略推進部 部長

岩下 直行 京都大学公共政策大学院教授

斉藤 賢爾 慶應義塾大学 SFC 研究所 上席所員

鳥山慎一 日本電気株式会社 事業イノベーション戦略本部 Fintech 事業開発室マネ

ージャー

廣瀬一海 日本マイクロソフト株式会社 クラウドソリューションアーキテクト

峯荒夢 株式会社ガイアックス R&D 本部 技術開発部 開発マネージャー

宮村和谷 PwC あらた有限責任監査法人 リスク・デジタル・アシュアランス部 パ

ートナー

オブザーバー

経済産業省商務情報政策局情報経済課

機械システム振興協会

樋口正治 一般財団法人機械システム振興協会専務理事

能見利彦 一般財団法人機械システム振興協会技術統括役

堀越美奈 一般財団法人機械システム振興協会業務企画部 調査開発部

事務局

国際大学グローバル・コミュニケーション・センター

所長 前川徹

主幹研究員/准教授 高木聡一郎

主幹研究員 砂田薫

主任研究員/准教授 庄司昌彦

主任研究員青木志保子

1.3 戦略策定事業の経過

第1回委員会

日時:2017年7月10日(月) 16:00~18:00

場所:国際大学 GLOCOM ホール

内容:

- ・本委員会の目的と進め方について
- ・ブロックチェーン技術の活用に関する論点の整理
- ・最新の技術開発について

講演

(株) 富士通研究所 ネットワークシステム研究所 今井悟史様 (ゲスト講演)

海外調査

日時:2017年9月3日(日)~2017年9月8日(金) 場所:米国サンフランシスコ及びシリコンバレー地区

第2回委員会

日時:2017年10月4日(水) 16:00~18:00

場所:国際大学 GLOCOM ホール

内容:

- ・前回議論の振り返り
- ・最新ユースケースの紹介及び分析

第1回ワーキンググループ

日時:10月26日(木)15:00~16:00

場所:国際大学 GLOCOM 会議室

第2回ワーキンググループ

日時:11 月 9 日 (木) 14:00 ~ 15:00

場所:国際大学 GLOCOM 会議室

第3回ワーキンググループ

日時:11月30日(木)14:00~15:00

場所:国際大学 GLOCOM 会議室

第3回委員会

日時:2017年12月4日(月) 16:00~18:00

場所:国際大学 GLOCOM ホール

内容:

- 報告書の取りまとめについて
- ・法的課題について

講演

TMI 総合法律事務所 FinTech デスク 弁護士 北島隆次様 (ゲスト講演)

PwC あらた有限責任監査法人 リスク・デジタル・アシュアランス部 パートナ

一 宮村和谷委員

第4回委員会

日時:2018年1月31日(水) 16:00~18:00

場所:国際大学 GLOCOM ホール

内容:

- ・報告書内容に関する議論
- ・今後のブロックチェーン技術の発展、ビジネスの展望について
- ・成果の社会普及について

2. 戦略策定事業のプロセス

ブロックチェーンの応用に関する概念構成を行っていくためには、ブロックチェーンの特徴と、社会的課題を抱える分野や領域と掛け合わせた検討を行う必要がある。一方で、ブロックチェーンは既存の枠組みや業務プロセス、産業のあり方を変える可能性があるため、単純に既存の産業分野別(農業、製造業、流通業、情報サービス業等)に網羅的に分類して適応を検討していくと、このようなディスラプティブ(破壊的)な影響を過小評価あるいは看過する可能性がある。そこで、以下のようなプロセスにて検討を行うこととした。

(1) ブロックチェーンの技術特性と質的影響に関する整理

ブロックチェーンはもともと仮想通貨であるビットコインを実現するために考案された 方式であるが、そこには仮想通貨以外にも活用できる様々な技術的な革新が含まれている。 そのため、ブロックチェーンそのものの技術的特性を改めて整理分析することにより、それ が社会・経済システム、あるいはビジネスモデルに対してどのような影響を及ぼしうるか、 抽象的なレベルで整理を試みる。具体的にはブロックチェーンに共通的に含まれる技術的 要素をもとに、それらが既存の社会経済システムやビジネスモデルに対して及ぼしうる影響を抽象化された類型として整理を行う。なお、ここで検討する質的影響はブロックチェー ン活用を検討する際の「軸」ともなりうるものであるが、質的影響は既存事業にとってポジ ティブな機会とリスクを伴うものの両面が存在することに留意が必要である。

(2) ブロックチェーン活用ユースケースの分析

この数年の間に、ブロックチェーンを仮想通貨以外にも活用する試みは世界的に行われており、その分野は物流・旅行、医療、著作権、登記等公的業務など多岐にわたる。こうしたブロックチェーン活用のユースケースにおいて、ブロックチェーンのどのような特性を活かしている、あるいは活かそうと試みているかを分析し、上記のブロックチェーンが影響を及ぼしうる影響の分析に対する補強を行う。また、本調査の一環として、海外(シリコンバレー地域)でのヒアリング調査を行う。

(3)技術的展開に関するシナリオの分析

ブロックチェーン技術は完成されたものではなく、むしろ始まったばかりであり、現在も 日進月歩の進化を続けている最中である。そのため、今後どのように技術が発展していくか、 そのシナリオを一定程度想定しておくことが、今後のロードマップの作成や戦略策定を行 う上で不可欠である。そこで、委員会やワーキンググループでの議論をもとに、今後のブロ ックチェーン技術の発展シナリオを整理する。

(4) 各分野におけるロードマップの作成

上記で検討してきたブロックチェーンがもたらす質的な影響、これまでのユースケースの分析、技術的発展のシナリオに基づき、選定された、いくつかの分野における発展のロードマップを示す。分野の選定は、委員会及びワーキンググループでの議論により行う。本ロードマップでは、各分野においてブロックチェーンの活用がいつ、どのような変化をもたらしうるかを示すものである。これにより、各事業者は属する産業においてどのような対応を行う必要があるか検討することを可能にするものである。

(5) 提言の整理

上記のロードマップの整理を受けて、そこから得られる民間及び政府にとっての示唆を抽出し、対応に関する提言を示す。民間企業はどのような観点で対応することが求められるか、また産業への影響に対して、公共政策の観点からはどのような機会やリスクがあり、どのような対応が求められるかを示し、本報告書のまとめとする。

3. 関連研究

ブロックチェーン活用の方向性については、これまで経済産業省をはじめ各所で検討が 行われており、その類型や可能性に関する整理も一定程度行われているため、本章ではこう した先行研究となるブロックチェーン活用の類型等について整理を行う。

3.1 ブロックチェーンの意義

ブロックチェーンのメリットや意義に関する考察のうち、代表的なものを整理する。

ブロックチェーンのより技術的なメリットとして、杉井 (2017) ¹はブロックチェーンを管理者がいなくても正常に動くシステムととらえ、「システムが壊れることなく永続的に稼動し、続けられること」、「一度書き込まれたデータをあとから改竄することが不可能なこと」の2点に特化したデータ保管場所という見方を示している。そのため、事業者の信用が低くても安心してサービスを利用できる一方、一度書き込まれたデータを削除できないといったデメリットも指摘している。また、翁 (2017) ²はブロックチェーンのメリットとして障害に強い、データの改ざんが難しい、仲介者を省いて低コストを実現する、スマートコントラクトにより複雑な契約を自動化できるといった点を挙げている。

こうしたブロックチェーンがもたらす社会経済的影響について、Tapscott and Tapscott $(2016)^3$ は、ブロックチェーン経済の 7 つの設計原則を挙げている。第一にネットワーク化された信頼(Networked Integrity)であり、仲介者がいなくとも人々が直接取引できるようになったことを挙げている。第二が分散化された力(Distributed Power)であり、富や力が大規模な主体から分散化していくことを挙げる。第三がインセンティブとしての価値(Value as Incentive)であり、参加者が各自の利益を追求するなかで協力関係が実現されることである。第四にセキュリティ(Security)であり、公開鍵暗号を使うことで価値が守られるとする。第五にプライバシー(Privacy)を挙げており、ブロックチェーンは個人情報を用いなくても取引可能であり、プライバシーが守られるとする。第六が権利保護(Rights Preserved)であり、通貨だけでなく幅広い対象の権利関係の確認や流通に使えるとする。第七がインクルージョン(Inclusion)であり、分散化された資本主義のプラットフォームになりうるとしている。

また、高木(2017b)⁴は、ブロックチェーンがもたらす経済的変容について信頼の脱組織化、不特定多数の参加者に業務を分担するためのインセンティブ・メカニズム、経済取引の

[「]杉井靖典(2017)『いちばんやさしいブロックチェーンの教本』インプレス

² 翁百合 (2017)「ブロックチェーンの特徴とメリット」 in 翁百合、柳川範之、岩下直行編著 (2017)『ブロックチェーンの未来』日本経済新聞社

³ Tapscott, D. and A. Tapscott (2016) Blockchain Revolution. Portfolio Penguin.

⁴ 高木聡一郎 (2017b)「ブロックチェーンと組織」in 高木聡一郎責任編集『ブロックチェーンのフロンティア』智場 121 号、国際大学 GLOCOM.

自動化といった点を挙げている。

3.2 ブロックチェーン技術を利用したユースケースの類型化と代表事例

一方、具体的にどのようにブロックチェーンを活用できるかについて、経済産業省の「ブロックチェーン技術を利用したサービスに関する国内外動向調査⁵」報告書は、14分野にわたるユースケースとサービス事例及び、ブロックチェーン技術による社会変革の可能性5類型について整理している(図2)。

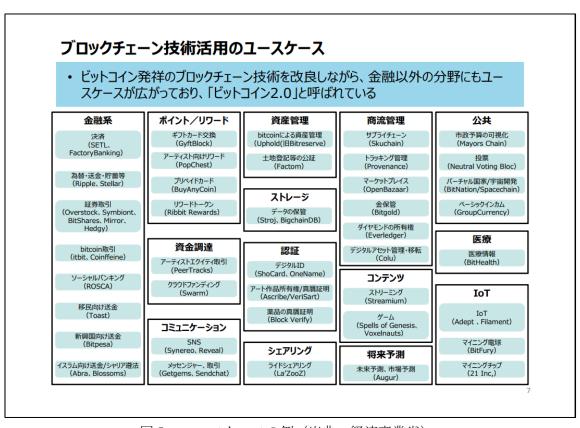


図2 ユースケースの例(出典:経済産業省)

具体的なユースケースの 14 分野については、以下のものが挙げられており、更にそれぞれのカテゴリに対するサービス事例が付記されている。

- 1. 金融系
- 2. ポイント・リワード
- 3. 資金調達

⁵ http://www.meti.go.jp/press/2016/04/20160428003/20160428003.html

- 4. コミュニケーション
- 5. 資産管理
- 6. ストレージ
- 7. 認証
- 8. シェアリング
- 9. 商流管理
- 10. コンテンツ
- 11. 将来予測
- 12. 公共
- 13. 医療
- 1 4. IoT

社会変革の5類型としては、以下のように整理されている(図3)。

- 価値の流通・ポイント化、プラットフォームのインフラ化(地域通貨や電子クーポン、ポイントサービス等)
- 権利証明行為の非中央集権化の実現(土地投機、電子カルテ、出生・婚姻・転 居等の各種登録等)
- 遊休資産ゼロ・高効率シェアリングの実現(デジタルコンテンツ、チケットサービス、C2C オークション等)
- オープン・高効率・高信頼なサプライチェーンの実現(小売り、貴金属管理、 美術品等真贋認証等)
- プロセス・取引の全自動化・効率化の実現(遺言、IoT、電力サービス等)

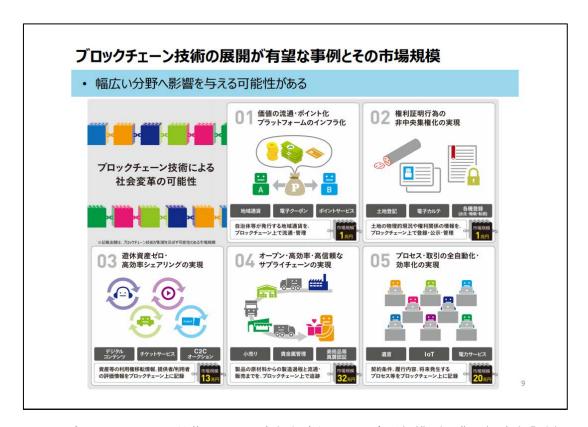


図3 ブロックチェーン技術の展開が有望な事例とその市場規模(出典:経済産業省)

同報告書は、まず「価値の流通・ポイント化、プラットフォームのインフラ化」について、 ポイントの発行主体以外による利用と流通による通貨への近接と経済波及効果、ポイント サービスに対する預金・貸出機能の付加による信用創造機能の獲得とこれに伴う(日銀によ る景気対策に加えての)民間企業による仕掛けの可能性を指摘している。また、「権利証明 行為の非中央集権化の実現」に関しては、土地の登記や特許といった現行の国による管理シ ステムをオープンな分散システムで代用することによる政府・自治体の業務負担軽減、印鑑 等による本人確認プロセスの変化の可能性を挙げている。さらに、同報告書は「遊休資産ゼ ロ・高効率シェアリングの実現」について、客室やレンタル等における利用権限管理の効率 化、プラットフォーム事業者を介さない C2C 取引の実現、生産者と消費者の境界の消滅に よるプロシューマーの一般化を挙げているほか、「オープン・高効率・高信頼なサプライチ ェーンの実現」については、サプライチェーンの効率化と活性化による製造側の交渉力強化 と流通のアンバンドル化、電化製品販売後のプロダクトサイクルのトラッキングによる売 り切り以外のビジネスモデルへの転換を指摘している。最後に「プロセス・取引の全自動化・ 効率化の実現」に関しては、契約や決済、稟議等のバックオフィス業務の置き換え、IoTと スマートコントラクトの結合による受益者負担を正確に反映した公共サービスのコスト負 担の仕組み構築等を、社会変革の具体的な可能性の例として列挙している。

また、IBM 社はレポート「ブロックチェーンが引き起こす劇的な変革のシナリオ:基調

編」⁶にて、市場における「摩擦」を削減することにブロックチェーンが貢献するとする。 より詳細には、ブロックチェーンが「分散的かつ持続的」、「セキュアかつ消去不能」、「透明 かつ監査可能」、「コンセンサスに基づく取引完結性」、「柔軟かつ組織協調的」という5つの 特性を持つものとし、この5つの特性によって市場の摩擦の解消に貢献するとしている。

また、同レポートではブロックチェーンによる業界変革が期待される領域としてサプライチェーンを挙げており、輸出入手続きへの適用や、物流業界におけるシェアリング、サプライヤーの信用力評価、原産地の追跡等に有効であると指摘している。さらに、こうしたブロックチェーンが経済に与える影響は、分散型ビジネス・ネットワークに基づく「新たな組織行動論」、契約内容や認証情報等の成分化による「精緻化される信用基準」、そして効率的かつ参加障壁の低い市場の形成による「価値交換の新たな方法」であるとしている。

以上のように、ブロックチェーンの活用可能性については様々な類型化や検討が行われているが、技術がもたらす社会経済の質的な変化に対する深掘した分析や、各分野に与える影響に関する時間軸に沿った検討は十分に行われているとはいえない。本戦略策定は、こうした点に取り組むものである。

⁶ https://www-01.ibm.com/common/ssi/cgi-bin/ssialias?htmlfid=IAC03008JPJA

4. ブロックチェーンの技術特性と質的影響に関する整理

ブロックチェーンはもともと仮想通貨であるビットコインを実現するために考案された 方式であるが、そこには仮想通貨以外にも活用できる様々な技術的な革新が含まれている。 そのため、ブロックチェーンそのものの技術的特性を改めて整理分析することにより、それ が社会・経済システム、あるいはビジネスモデルに対してどのような影響を及ぼしうるか、 抽象的なレベルで整理を試みる。具体的にはブロックチェーンに共通的に含まれる技術的 要素をもとに、それらが既存の社会経済システムやビジネスモデルに対して及ぼしうる影響を抽象化された類型として整理を行う。なお、ここで検討する質的影響はブロックチェー ン活用を検討する際の「軸」ともなりうるものであるが、質的影響は既存事業にとってポジ ティブな機会とリスクを伴うものの両面が存在することに留意が必要である。

4.1 ブロックチェーンの概要

ブロックチェーンは、ビットコインを実現する過程で生まれた技術であり、その著者が誰であるかが現在も明らかになっていない「サトシ・ナカモト論文」で提唱された仕組みである。ビットコインから始まったため、金融あるいはフィンテックの文脈で語られることが多いが、ブロックチェーンは、情報管理に関する汎用的な技術でもあり、最近は台帳管理からモノのインターネット(IoT)に至るまで、広範囲な活用に期待が高まっている。

ブロックチェーン技術の定義には様々なものがあるが、技術的な革新が早いこともあり、 定まった定義があるわけではない。代表的なものには、以下のものがある。

日本ブロックチェーン協会の定義

- 1) ビザンチン障害を含む不特定多数のノードを用い、時間の経過とともにその時点の合意が覆る確率が 0 へ収束するプロトコル、またはその実装をブロックチェーンと呼ぶ。
- 2)電子署名とハッシュポインタを使用し改竄検出が容易なデータ構造を持ち、且つ、当該データをネットワーク上に分散する多数のノードに保持させることで、高可用性及びデータ同一性等を実現する技術を広義のブロックチェーンと呼ぶ。

英国政府における定義7

A block chain is a type of database that takes a number of records and puts them in a block (rather like collating them on to a single sheet of paper). Each block is then 'chained' to the next block, using a cryptographic signature. This allows block chains to be used like a ledger, which can be shared and corroborated by anyone with the appropriate permissions.

Distributed ledgers are a type of database that is spread across multiple sites, countries or institutions, and is typically public. Records are stored one after the other in a continuous ledger, rather than sorted into blocks, but they can only be added when the participants reach a quorum.

経済産業省における報告書での記述8

このレポートでは、ブロックチェーン技術とは、ブロック内に多くのレコードが記録されるデータベースの 1 つであり、それぞれのブロックは、暗号学的な署名により次のブロックに繋がっていくものであるとされている。また、ブロックチェーン技術は、台帳のように使うことができ、適切なパーミッションを持つ者によって共有され、正しさが裏付けられるものであり、分散台帳では、レコードは連続する台帳に記載され、これらは参加者の投票によって追加することができるものとしている。

このように、ブロックチェーン技術に関する定義は様々なものがあるものの、多くの場合は3つの共通する要素が見られる。高木(2017a) 9 をもとに、ビットコインを例としてこの3つの要素について概観する(図 4)。

^{7 &}quot;Distributed Ledger Technology: beyond block chain", UK Government Chief Scientific Adviser, 2016

⁸ 経済産業省 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報告 書

⁹高木聡一郎(2017a)「ブロックチェーン・エコノミクス」(翔泳社)

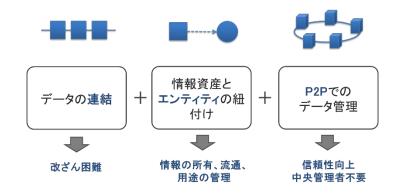


図4 ブロックチェーンの要素

高木聡一郎(2017a)

第一の要素は、データの連結による偽造防止である。ブロックチェーンは、世界中の取引 データを一定時間ごとに集約してブロックと呼ばれるデータのかたまりを作成する。そし て過去に作成されたブロックと連結していくが、その時に過去のブロックの要素を、ハッシ ュ処理を活用して、次のブロックに入れていく。そのため、過去のデータを改ざんすると、 新しいブロックまで全て改ざんしなければならない。これによって、過去の取引が改ざんで きない仕組みとなっている。

第二の要素は、主体と情報資産の紐付けである。例えばコインの持ち主は公開鍵のハッシュ値で指定され、その公開鍵に対応する秘密鍵を持っていることを証明できれば、そのコインを使うことができる。どこから手に入れたコインなのか、そして誰に支払おうとしているのかをまとめて、公開鍵暗号方式を用いた電子署名を付与する。この方法により、コインの2重払いを防止するとともに、確実に資産の移転を行っていく。

第三の要素は、不特定多数のコンピュータによる情報管理である。ブロックチェーンでは、どこか特定のクラウドやサーバーに情報を保管しておくのではなく、多数のコンピュータで同じデータを持ち合っておき、分散して管理する。そのため、特定の大規模なサーバーが不要であり、またどこか一箇所のデータが失われても、他の参加者のコンピュータが動いていればシステムを維持することができる。こうした不特定多数によるシステム管理をピアツーピア (P2P) と呼ぶ。この P2P システムで最も重要なのは、ブロック作成の作業である。世界中のどこでも新しいブロックを作成できるということは、場所によって異なるバージョンのブロックチェーンが出来てしまう可能性がある。これを解決するのが、プルーフ・オブ・ワークに代表されるコンセンサス・アルゴリズムである。

こうした 3 つの要素を総合し、ブロックチェーン技術によって新たに実現されるものを表現すると、「ブロックチェーンとは、インターネット技術の上に構築される価値交換のための分散型インフラ技術である。」と言うことができる。価値を交換するためには主体と主体の関係(誰から誰に価値が交換されるのか)、そして主体と価値の関係(誰が持っている、

どのような価値なのか)を定義する必要がある。ブロックチェーンは、こうした二つの関係性を定義することで、価値を交換することを可能にする。

また、上記の価値交換の仕組みを特定の事業者(例えば銀行や取引所)ではなく、不特定 多数により運営されるインフラ技術として実現されるということである。インターネット が、世界中の様々な主体の連携により、世界規模での情報の交換を可能にしたのと同じよう に、ブロックチェーン技術は不特定多数の運営者の連携により、世界規模での価値の交換を 可能にするものである。

4.2 ブロックチェーンの一般的な利用形態

こうした技術要素から構成されるブロックチェーン技術は、1) データの連結によって改 ざんが困難、2) デジタル資産と所有主体の紐付けが可能、3) これらを中央管理者がいな いピアツーピアのネットワークで実現する、といった特性がある。こうした特性を活かした 場合の一般的な利用形態を高木(2017b) ¹⁰に沿って図5に示す。

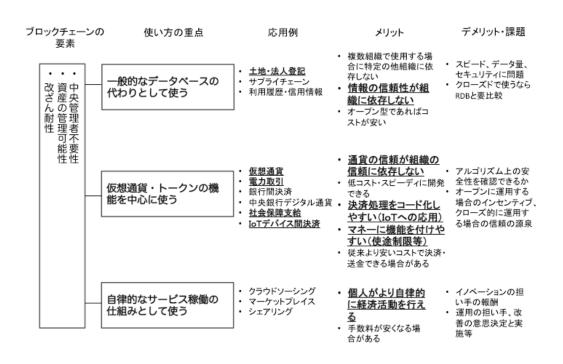


図5 ブロックチェーン活用のメリット・デメリット

出典: 高木 (2017b)

10

¹⁰ 高木聡一郎(2017b)ブロックチェーンと組織『智場 121 号』国際大学 GLOCOM.

一般的に、ブロックチェーンの使い方には3つの重点がある。まず第一の使い方の重点としては、「一般的なデータベースの代わりとして使う」というものがある。企業において活用を検討しようとする際、まず候補に挙がるのはこの形態である。例えば土地登記、法人登記などの公的なデータベース、サプライチェーンにおけるモノの管理、また利用履歴や信用情報の登録といった使い方がある。

データ管理において重要なブロックチェーン技術の特性は、中央管理者がいなくても、その高い改ざん耐性によって情報の信頼性を守ることができるという点である。言い換えれば、情報の信頼性を組織が守るのではなく、アルゴリズムによって担保されると言っても良い。伝統ある金融機関や、政府機関が責任を持って情報保全を行うことでその情報の信頼性を保つのではなく、ブロックチェーンに登録されることだけで、情報の信頼性を保つことができる。これによって、組織の運用コストを削減できたり、多数の組織にまたがった情報管理が必要な際に「共同センター」や「協議会」などの組織を作って運用するコストを削減することができるだろう。その代り、従来のデータベースと比較して、扱えるデータ量や処理のスピードなどには課題がある。

第二の使い方は、「仮想通貨・トークンの機能を中心に使う」というものである。ビットコインに代表される仮想通貨はもちろんのこと、電力取引や、IoTにおけるデバイス間の決済への応用もこうした仮想通貨を応用したものである。ブロックチェーン技術を用いた支払い処理は、実際には相手のアドレスを指定した取引データを作成して、インターネットに流すだけで良いため、コーディングの中に容易に決済処理を埋め込むことができる。また、スマートコントラクトを用いて、ある処理が行われた際に支払いを自動的に行うことも可能である。取引の手数料にも依存するが、ごく少額な決済をマシン間通信に組み込む試みが続いている。また、デジタル通貨であればその用途を制限したり、付加機能を付けることもできる。最近英国では生活保護の支給に仮想通貨を活用することで、生活保護費の使途を限定する試みが行われている。

こうしたマイクロペイメントや、マネーへの機能付加自体は、必ずしもブロックチェーンでなければ不可能というものではない。しかし、ブロックチェーンで構築することにより、誰もが、信頼できて、かつオープンに活用できるトークンを発行できるようになる。また、特定の運営主体に依存していれば、その企業がサービスを止めてしまえばそのトークンを活用したエコシステム自体が終わってしまうが、オープンなブロックチェーンであれば、一人でも運用している人が残っていれば、マネーとしては存続し続ける。このような意味では、仮想通貨についても、その通貨の信頼が特定の主体に依存しないということが、ブロックチェーン技術を使うメリットだと言える。但し、第一の使い方にも共通するが、アルゴリズム上の安全性をどのようにユーザーが確認できるか、またクローズドに運営した場合に信頼の源泉となり得るのかは課題である。

第三の活用方法が、「自律的なサービス稼働の仕組みとして使う」というものである。ビットコインのブロックチェーンをデジタル資産の登録・管理事業者だと見なせば、雇用関係

にない人々が、ビットコインの発行を媒介として業務を分担し、一定の業務を集団的に運営していると見ることができる。このように、中央管理者がいなくても互いに役割を果たしながら、一定の業務を運用できるという性質を用いた組織は、「自律分散型組織」(DAO: Decentralized Autonomous Organization)と呼ばれる。

こうした DAO の要素を活用し、中央管理者がいない形のプラットフォームサービスが検討されている。例えば、Arcade City(ライドシェア)、Open Bazaar(電子商取引)、Colony(クラウドソーシング)などである。以前から、様々なプラットフォームサービスが登場したおかげで、シェアリングでモノを有償で貸し借りしたり、クラウドソーシングで業務を受託したり、品物を販売することも可能になった。しかし、これらは常に活動を仲介する「プラットフォーム企業」があって初めて可能になってきたものである。プラットフォーム企業が一定の範囲で価格やサービスを企画し、全体をコントロールするという構造は、ライドシェア、商取引、クラウドソーシングでも同様である。上記のような DAO 的なプラットフォームサービスは、中央管理者が不在の、より自律分散的なサービスを実現しようとしたものである。こうした新しいサービス稼働の仕組みは、既存の組織の必要性に疑問を呈するものであるとも言える。そこには、従来の権威による指示・監督と給与保証を含む雇用契約が無くとも、個人の経済活動をコーディネートできる可能性が提示されている。これにより、個人や小規模事業者がより自律的に経済活動を行えるようになるメリットはある。しかし、プラットフォーム機能の開発や維持管理、改善に対するコスト、インセンティブ、意思決定等をどのように設計するかという課題も残されている。

4.3 ブロックチェーンがもたらすマクロ的影響

本節では、ブロックチェーン技術の要素や利用形態、及びそのメリット・デメリットから、 ブロックチェーンが社会経済全体にもたらすマクロ的な影響を整理する¹¹。

第一に、ブロックチェーン技術がもたらすものは「信頼の脱組織化」である。ブロックチェーン技術により、情報や処理の信頼性を担保する役割を、組織からアルゴリズムへと置き換えることができる。特定の大企業や、信頼感のある銀行、あるいは国家が管理するから信頼できるということではなく、管理主体がいなくても、ブロックチェーン上に登録されていることによって信頼できる。

こうした信頼の脱組織化は幅広い範囲に及ぶが、これまでのところ最も影響が大きいのは、デジタル通貨に関するものである。通貨や決済は幅広いユーザーや業務に対して適用可能なため、他の特定目的の情報管理よりも容易に多くのユーザーを獲得することができる。そして、信頼の脱組織化は、「誰でも通貨・トークンを活用した価値交換の仕組みを構築・

18

¹¹ 参考:高木聡一郎(2017c)「ブロックチェーン活用のトレンドとその本質的影響」ブロックチェーン・イノベーション 2017 基調講演資料

提供できる」という状況を生み出す。これによって、多様でミクロな経済圏が、数多く構築 されることになる。

第二に、「インセンティブ・メカニズム」の提供である。先に見たように、オープンなブロックチェーンの場合、不特定多数のコンピュータにより業務が分担される。つまり、ブロックチェーンにおいて「分散型」と呼ばれるのは、経済的に見れば「トークンやデジタル通貨の発行により、契約関係にない相手にインセンティブを生じさせることで、業務を分担する仕組み」であると言える。

ビットコインの場合はブロックの作成(その中には2重払いの防止など、取引データの確認も含まれる)という作業に対して、報酬が新規のビットコインにより支払われる。一般的にマイニングと呼ばれる作業だが、対象となる作業はブロックの作成だけではなく、多様なものであって良い。例えば環境に良い生活をすることや、センサーからデータを提供することに対して発行することもできる。何に対して発行するかをデザインすることによって、様々なインセンティブを発生させることができる。組織の観点から見れば、雇用契約によって担われていた業務を、トークン発行を媒介として、市場からの調達による業務に置き換えたと見ることもできる。

第三の影響が、「経済取引の自動化」である。先述のように、デジタル通貨を用いた決済はコード化しやすく、またマイクロペイメントとも相性が良い。そのため、機器同士がAPIを介して通信したり、特定の処理を行う際に、アウトプットと引き換えに課金するということが容易になる。

IoTとデジタル通貨に取り組むスタートアップ企業の21.co は、既存のAPIに課金の仕組みを組み込むためのプラットフォームを開発している。また同社は、センサーによる環境データの収集にマイクロペイメントを組み込み、センサーがデータを提供することと引き換えに、少額のデジタル通貨を課金する仕組みを提供している。こうした機器の機能へのマネタイズが実現できれば、特定企業のエコシステムに分断された IoT ネットワークではなく、よりオープンで、必要な時に必要なデバイスのリソースを活用できる IoT ネットワークが作れるようになる。

こうしたマシンに組み込まれた経済取引が、組織の信頼に基づかないトークンを媒介と し、人や組織から独立したスマートコントラクトで処理されるということになれば、経済取 引の自動化であると同時に、脱組織化とも言える。

4.4 ブロックチェーンがもたらすミクロ的影響

本節では、これまで整理してきたブロックチェーンの要素技術と新規性、一般的な活用類型、そして社会経済へのマクロ的な影響を踏まえて、より具体的に産業やビジネスに影響を及ぼしうる性質を、抽象的に抽出・類型化する。ここで抽出する性質は、ブロックチェーンを活用する事業者にとっての活用「軸」でもあるが、一方では、ブロックチェーン技術が社会的に浸透する際に生ずるビジネスへのインパクトでもあり、事業者にとって機会とリスクの両面を生ずる可能性である点に留意が必要である。

先行する文献による整理をベースとして、委員会とワーキンググループにおける議論により、企業や産業に具体的な影響を検討できるよう、粒度の細かい影響を類型化し、それを ミクロ的影響として整理することとした(図6の「ミクロ的影響」を参照)。

ブロックチェーン技術は、公開されても改ざんされない情報管理を可能にすることで、まず、情報の「トレーサビリティと透明性」が飛躍的に向上するということを共通的な基盤ととらえた。トレーサビリティと透明性を特定の組織に依存せずに実現するという特性から、ブロックチェーン技術が情報の「占有」から「共有」へのシフトをもたらすものであるという考察に基づき、何らかの境界を越えることを実現するものと位置づけ、4つの観点で境界を越えると整理している。具体的には、地理境界を越える「国境を越えた価値流通の加速」、サービス境界を越える「分断化されたサービスの連携」、組織境界を越える「組織の解体と個人化の加速」、主体境界を越える「マシンによる自律的な経済活動」である(図6)。

社会経済的影響

各分野への具体的影響(分野別ロードマップへ反映) 具体的影響 分断化された トレーサビリティ 国境を越えた価 組織の解体と個 マシンによる自 -ビスの連携 と透明性の飛躍 ミクロ的影響 値流通の加速 人化の加速 律的な経済活動 (サービス境界を越え 的向上 (地理境界を越える) (組織境界を越える) (主体境界を越える) 分散化インセンティブ・ マクロ的影響 経済活動の自動化 信頼の脱組織化 メカニズム 一般的な活用類型 改竄できない共有データベース 仮想通貨・トークン 自律分散型サービス(DAO) 公開鍵暗号を活用した資産と主 P2Pネットワークでの情報管理・ 要素技術 データの連結による改ざん耐性 スマートコントラクト実行環境 体の紐付け

価値交換の分散型インフラ技術

図6 ブロックチェーン技術がもたらすミクロ的影響

以下に5つのミクロ的影響を具体的に見ていくこととする。

(1) 国境を越えた価値流通の促進

偽造・二重払いされない仮想通貨やトークンが実現したことにより、従来であれば手数料や口座開設、口座番号交換等の取引コストによって流通しなかった価値が流通するようになる。これは、個人による取引が活発になる面と、国際間の取引が活発になるという側面を持つが、典型的な例としては ICO(Initial Coin Offering) 12の形で表出しつつある。 ICO による投資総額は 2000 億円に達しているが、個人であっても、海外のアーリーステージのスタートアップ企業に投資を行うことが容易に行えるようになり、一国内の個人や組織が保有していた資産がこれまでにない速度で流通していることが分かる。

また、ビットコインの例で見ると、マイニングという取引記録の管理業務が世界中に分散 した主体によって行われており、これは設備や比較的安価な電気代など、世界レベルで見た 各主体の比較優位性を活かし、最適な主体が持つ価値を流通させていると見ることもでき る。世界レベルで多様な主体が保有する資産、スキル、資源、アイデア、能力等が、これま で以上に自由に流通することになると考えられる。

委員会での議論より(1)

ビットコインのマイニングにおけるエネルギー問題も解決すべき課題である。ビットコインでアイルランド一国よりも多い電力を消費している。ブロックチェーンを維持管理するためのコストやエネルギー負荷も考えていく必要がある。

12 新たなサービスを提供する企業等が、仮想通貨を売り出すことで資金調達を行う方法。

21

委員会での議論より(2)

ビットコインや類似のオルトコインの値上がりが激しく、また ICO などが盛んになっているが、相場的に上がっているということと、ブロックチェーン技術の本質的価値は切り分けて考える必要がある。コインに対する投資や値上がりと、技術に対する期待は異なるものである。仮想通貨が値下がりした後も続くブロックチェーンの価値とは何かを明らかにする必要がある。

(2) 分断化されたサービスの連携

ブロックチェーンは「改ざんできない共有データベース」を実現し、組織に閉じてファイアウォールで情報を守らなくとも、情報の信頼性を保持できるという特性がある。また、同時にブロックチェーンは「価値を記録する仮想通貨・トークン」を生み出すことができるため、異なるサブシステムやビジネス・エコシステムの間を繋ぎ、連携させるプラットフォームを作ることができる。こうした例として、各社が提供するモバイルペイメント間を連携させるプラットフォームや、異なる金融商品・金融機関の間で価値交換を可能にする仕組みが検討されている。

(3)組織の解体と個人化の加速

ブロックチェーンの別の側面は「インセンティブ・メカニズム」であり、雇用関係に無い主体に対してトークンを発行することでインセンティブを発生させ、業務を分担できるという特性を持つ。ビットコインの例では、新規生成されるビットコインによって世界中に分散するマイナー¹³に、情報の登録管理を行うインセンティブを発生させ、業務を分担し、一定の通貨発行管理・決済サービスの提供を可能にしている。こうした形態は自律分散型組織(DAO)とも呼ばれるが、ブロックチェーン技術を活用したライドシェア、クラウドソーシング、マーケットプレイスなどでこうした試みが見られる。組織の解体と個人化はシェアリング・エコノミーやギグ・エコノミー¹⁴という形でも既に進みつつあるが、ブロックチェーンはこうした流れに新たな実現方法を加えたものであると見ることができる。

¹³ ビットコインの運営に必要なブロックの作成作業等を担う主体であり、ブロック作成の報酬として新規発行されるビットコインを受領する。

¹⁴ フリーランス等の就労者が、必要に応じてプロジェクト単位で他者や企業等と連携して働く経済の形態。

(4) マシンによる自律的な経済活動

ブロックチェーン技術が実現する仮想通貨・トークンや、自動的な業務処理の実行を可能にするスマートコントラクトにより、マシン(ソフトウェアや、それを組み込んだロボット等のハードウェアを含む)が自動的・自律的に経済活動を行えるようになると考えられる。仮想通貨・トークンによる送金処理は全て電子的に行えるため、機器同士の通信(APIを通じた連携)の中に支払いの処理を組み込むことが容易にできる。また、スマートコントラクトは一旦コードを配置しておけば、一定の条件が整い次第自動的に処理を行うことも可能である。こうした考え方は、例えば API における課金サービスとして一部実用化されつつある。ブロックチェーンに加え、人工知能技術の発展もあり、マシンが他のマシンと連携しながら、自律的に経済活動を行える技術的な基盤が整いつつあると考えられる。

(5) トレーサビリティと透明性の飛躍的向上

ブロックチェーン技術は、過去のデータに現在のデータを紐付けることによって情報の信頼性を確保する。また、資産の二重使用を防止するために、資産の転々流通の履歴を網羅的に管理する必要がある。これは、ある情報や資産、価値がどのように利用されてきたのかを、順を追って追跡することが可能になることを示す。こうした特性の活用は、サプライチェーンや食品偽装対策におけるブロックチェーン利用という形で一部実用化されつつある。また、信頼性を確保するためには複数のステークホルダー、あるいは不特定多数の主体によりデータの中身を検証できる必要があるが、これはデータの履歴と相俟って、高次元の透明性を実現することになる。こうした透明性は一方ではプライバシーや情報セキュリティ上の問題を孕んでいるが、トレーサビリティや説明責任という観点では活用可能性があり、医療データ利用の承認履歴などで活用が検討されている。

上記 5 つのミクロ的影響は、各産業分野に中長期的に個別具体的な変化を伴いつつ影響を与えると考えられる。こうした各産業分野への影響については、後の章で議論される。

委員会での議論より(3)

ブロックチェーンによって、例えばインターネットのセキュリティが強化されるといったことが考えられるが、それによって実現される高次の何かが生まれる可能性がある。 データの占有から共有、信頼の脱組織化など、現在とは異なる要件の実現方式が生まれるとき、法制度にも目を向ける必要が出てくるだろう。

5. 事例・ユースケース等による分析

本章では、5つの「ミクロ的影響」について、具体的事例を交えつつ詳述する。

5.1 国境を越えた価値流通の促進

国境を越えた価値流通の促進は、典型的な例としては ICO (Initial Coin Offering) の形で表出しつつある。ICO による投資総額は 2000 億円に達しているが、個人であっても、海外のアーリーステージのスタートアップ企業に投資を行うことが容易に行えるようになり、一国内の個人や組織が保有していた資産がこれまでにない速度で流通していることが分かる。ICO を企画する企業はシリコンバレーのみならず、オーストラリア、中国(後に禁止となった)、日本を始め世界に分散しているが、従来はイノベーションの中心ではない立地でも、容易に世界中から資金を調達することが可能になっている。

また、ビットコインの例で見ると、マイニングという取引記録の管理業務が世界中に分散した主体によって行われており、これは設備や比較的安価な電気代など、世界レベルで見た各主体の比較優位性を活かし、最適な主体が持つ価値を流通させていると見ることもできる。完全競争を想定すると、毎時発行されるビットコインの価格は、維持・発行にかかった人件費、設備、電気代等のコストである。2017年11月27日時点の1ビットコインの価格は約100万円であるが、現在の年間発行量は657,000コインであるため、年間のコストは6,570億円となる。ビットコインを事業体としてみると、年間売り上げが6,570億円の企業が分散的に運営されていることになる。マイナーの地理的分散について明確なデータはないものの、中国、北欧など多様な地域に分散していると見られている。なお、事業者別に見たマイナーのシェアは図7であり、寡占化が進んでいることもわかる。

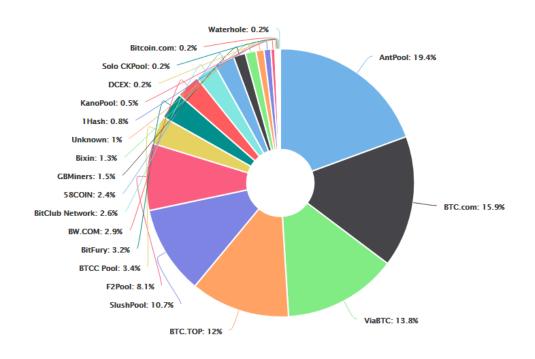


図7 マイナーのシェア

出典: https://blockchain.info/pools

2017年11月27日

仮想通貨とブロックチェーンの分散性により、世界レベルで多様な主体が保有する資産、スキル、資源、アイデア、能力等が、これまで以上に自由に流通することになると考えられる。

5.2 分断化されたサービスの連携

先述の通り、ブロックチェーンは「改ざんできない共有データベース」を実現し、組織に 閉じてファイアウォールで情報を守らなくとも、情報の信頼性を保持できるという特性が ある。また、同時にブロックチェーンは「価値を記録する仮想通貨・トークン」を生み出す ことができるため、異なるサブシステムやビジネス・エコシステムの間を繋ぎ、連携させる プラットフォームを作ることができる。こうした例としては、各社が提供するモバイルペイ メント間を連携させるプラットフォームや、異なる金融商品・金融機関の間で価値交換を可 能にする仕組みが検討されている。

例えば Circle という企業がブロックチェーンを活用して提供する CENTRE というサービスは、WeChat Pay、Alipay、Paytm といったモバイルペイメントの間をつなぎ、相互に連携できるサービスを提供する。これにより、例えば Alipay のユーザーは、WeChatPay のユー

ザーに対しても送金等を行えるようになる。この機能は、基本的には仮想通貨・トークンの機能を中心に活用するものと思われるが、それぞれの価値を仲介する形でトークンを利用するものと思われる。

また、大手金融機関の UBS が提供するユーティリティ・セトルメント・コインは、異なる金融機関が提供する異なる金融商品の間での価値交換を担うとされている。これも同様にトークン等によって価値を仲介するものと思われるが、どのような価値の尺度を用いるか注目される。

5.3 組織の解体と個人化の加速

ブロックチェーンは企業組織に変わる新しい「インセンティブ・メカニズム」であり、雇用関係に無い主体に対してトークンを発行することでインセンティブを発生させ、業務を分担できるという特性を持つ。ビットコインの例では、新規生成されるビットコインによって世界中に分散するマイナーに、情報の登録管理を行うインセンティブを発生させ、業務を分担し、一定の通貨発行管理・決済サービスの提供を可能にしている。こうした形態は自律分散型組織(DAO)とも呼ばれるが、ブロックチェーン技術を活用したライドシェア、クラウドソーシング、マーケットプレイスなどでこうした試みが見られる。

いずれも詳細は明らかではないが、Arcade City は Uber に類似したライドシェアを提供するプラットフォームであるが、中央管理者がおらず、ドライバーの自律性がより高まった形態を目指している。本プラットフォームを使用するためのトークンが販売されており、現在の Arcade Coin 時価総額は 400 万ドル程度である ¹⁵。 ただし、ドライバーとライダーのマッチングを行うためのシステム等はどのような形態(分散・集中)で提供されるのか、企業としての Arcade City の役割はどのようなものとなるか、引き続き詳細が待たれる。

同様に、Open Bazaar は Amazon のようなマーケットプレイスを提供するプラットフォームサービスであり、同様に中央管理者を排した形態となっている。また、Colony はクラウドソーシングを同様に中央管理者なしに実現しようとするものである。

組織の解体と個人化はシェアリング・エコノミーやギグ・エコノミーという形でも既に進みつつあるが、ブロックチェーンはこうした流れに新たな実現方法を加えたものでもある。いずれのサービスも中央管理者を排して、参加するステークホルダーの自律性を高めることを目的としてブロックチェーンを活用しているが、実際にはソフトウェアを開発する主体がコントロール・ポイントとなる可能性もある。そのような観点からは、プラットフォームの設計やコーディングなどを、ビットコイン・コアのように分散的に行えるかどうかが課題である。

_

¹⁵ https://coinmarketcap.com/currencies/arcade-token/

5.4 マシンによる自律的な経済活動

ブロックチェーン技術が実現する仮想通貨・トークンや、自動的な業務処理の実行を可能にするスマートコントラクトにより、マシン(ソフトウェアや、それを組み込んだロボット等のハードウェアを含む)が自動的・自律的に経済活動を行えるようになると考えられる。仮想通貨・トークンによる送金処理は全て電子的に行えるため、機器同士の通信(APIを通じた連携)の中に支払いの処理を組み込むことが容易にできる。また、スマートコントラクトは一旦コードを配置しておけば、一定の条件が整い次第自動的に処理を行うことも可能である。こうした考え方は、例えば API における課金サービスとして一部実用化されつつある。

例えば、21.co という企業は既存の API に課金機能を組み込むサービスを提供している。これは、API 同士のプロトコル内に金額提示と送金のコードを埋め込むことで、送金が確認されれば API からの回答を送金するというものである。決済にはビットコインが使われるが、ビットコインそのものは1秒間に7取引しか処理できないといったスケーラビリティの問題があり、頻繁に発生する API 同士の連携には処理性能が不足している。そのため、21.co では同社が提供するネットワーク内において、すなわちビットコインのオフチェーンで通常の処理を行い、適時バッチ処理的にビットコインのネットワークにてネット決済を行うような形態となっている。

こうしたマシンの機能を背景とした API 課金は、今後人工知能技術の発展も加味すると さらに重要性を増すと考えられる。今後、マシンが他のマシンと連携しながら、自律的に経 済活動を行える技術的な基盤が整いつつある。

5.5 トレーサビリティと透明性の飛躍的向上

ブロックチェーン技術は、過去のデータに現在のデータを紐付けることによって情報の信頼性を確保する。また、資産の二重使用を防止するために、資産の転々流通の履歴を網羅的に管理する。これは、ある情報や資産、価値がどのように利用されてきたのかを、順を追って追跡することが可能になることを示す。こうした特性の活用は、サプライチェーンや食品偽装対策におけるブロックチェーン利用という形で一部実用化されつつある。

日本経済新聞等によると ¹⁶、東京海上日動火災保険は4月から、福岡県でブロックチェーン技術を使って医療情報の取引記録を共有し、蓄積するという実証実験を始める。患者の同意をとったうえで、治療内容や入通院日数などの情報を医療機関と共有する。医療情報をブ

28

¹⁶ 国際大学 GLOCOM ブロックチェーン経済研究ラボ 定期レポート http://www.nikkei.com/article/DGXLASGC21H01_T20C17A1EE8000/

ロックチェーン技術によって共有することで、契約者からの保険金の請求に自動的に対応できるようになり、契約者の負担軽減につながるほか、不正請求の防止にも役立つとしている。ブロックチェーンは情報の改ざんが困難であることから、契約者からの請求や証跡の情報をうまく登録できれば、審査業務を大幅に効率化することもできると考えられる。しかし、登録する情報そのものの信憑性を保証することはできない。本取り組みでは IoT とも連携するとされているが、情報登録にできるだけ人手を介さないようにすることで、情報の信頼性を担保する試みと見ることもできる。

また、Coindesk 等によると ¹⁷、世界の小売大手ウォルマートは、年間投資家イベントでブロックチェーンを使ったテストについてプレゼンテーションを行った。同社は、2016 年から、IBM、清華大学と北京大学と協力して、中国の巨大な豚肉市場を中心にブロックチェーンを利用したサプライチェーン・アプリケーションの実証実験を行ってきた。ウォルマートはブロックチェーンを今後様々な分野への展開を検討している。ウォルマートは、この技術により、食品の追跡管理に要する日数や時間を短縮し、販売不可能な製品が発見された場合に、効果的な対応が可能になると説明した。「これは、食品業界のトレーサビリティと透明性を高めながら、食品業界における消費者の信頼を保つために必要な、正確かつ迅速な回収を可能にするのに役立つだろう」、と同社は語ったとしている。ウォルマート社は無人配送車の追跡技術にも、ブロックチェーンの応用として検討している。

同様の例は、中国の巨大 EC 企業のアリババでも試みられている。アリババは PriccewaterhouseCoopers、Blackmores、Australia Post と手を組み、中国で売られている偽造食品への対抗に乗り出している。これを伝えた Blockchain News によると ¹⁸、ブロックチェーンを利用し、食品がどのように製造されたかや、サプライチェーンを追跡することで、生産者と消費者の間の透明性を向上させることができる。

ブロックチェーンによる透明性は一方ではプライバシーや情報セキュリティ上の問題を

http://www.coindesk.com/walmart-blockchain-food-tracking-test-results-encouraging/http://www.coindesk.com/walmart-wants-to-track-delivery-drones-with-blockchain-tech/https://www.technologyreview.jp/s/31247/the-worlds-largest-shipping-company-trials-blockchain-to-track-cargo/

https://www.provenance.org/

18 国際大学 GLOCOM ブロックチェーン経済研究ラボ 定期レポート

https://www.ibm.com/blogs/blockchain/2016/11/leveraging-blockchain-improve-food-supply-chain-traceability/

http://www.the-blockchain.com/2017/03/30/alibaba-tackle-counterfeit-food-china-blockchain/

¹⁷ 国際大学 GLOCOM ブロックチェーン経済研究ラボ 定期レポート

孕んでいるが、トレーサビリティや説明責任という観点では活用可能性があり、どのように 両立させるかが今後の課題である。

6. 技術的展開に関するシナリオ

ブロックチェーン技術は完成されたものではなく、むしろ始まったばかりであり、現在も日進月歩の進化を続けている最中である。そのため、今後どのように技術が発展していくか、そのシナリオを一定程度想定しておくことが、今後のロードマップの作成や戦略策定を行う上で不可欠である。そこで、委員会やワーキンググループでの議論をもとに、今後のブロックチェーン技術の発展シナリオを整理した。

具体的には 2030 年までをターゲットとして、ブロックチェーンが提供する機能がどのように進化するかを検討した結果、フェーズ 1 から 3 までの 3 期に分けて考えることとした。

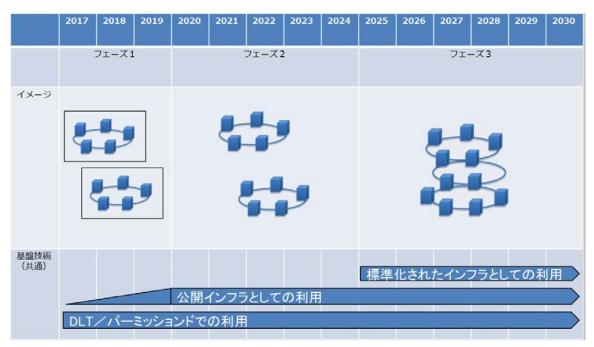


図8 技術的展開のシナリオ

6.1 フェーズ1:DLT/パーミッションドでの利用

フェーズ 1 は 2019 年までを期間とし、主に DLT (Distributed Ledger Technology) あるいはパーミッションドと呼ばれる利用形態が主に利用されるフェーズであると想定する。これは、ブロックチェーン技術が未成熟であるため、公開されたブロックチェーンとして運用するにはセキュリティ上、あるいはパフォーマンス上不十分なため、クローズドで運用せざるを得ないという状況に加え、利用する企業等においても、そのメリットやビジネスケースについて探索的な段階であり、主に PoC (Proof of Concept: 実証実験)として使用されるためである。

機能的には静的なデータを管理する台帳機能に加え、スマートコントラクト機能が実装されるが、特にスマートコントラクト機能は限定的であり、外部のAPI・機能と連携、処理の複雑性については制約が多いものとなる。一方、クローズドで運用するためパフォーマンス・スケーラビリティの問題は回避されるが、ブロックチェーンが従来型のRDBシステム¹⁹と比較して優位性があるかが問題となる時期でもある。

一方、こうしたクローズドの利用は 2020 年以降も継続する可能性はあるが、従来型システムに対するメリットを見出せない場合は、従来の RDB システムと平行して徐々に以下の公開インフラとしての利用が検討されると想定する。

6.2 フェーズ2:公開インフラとしての利用

第2のフェーズは、ブロックチェーンが公開された共有インフラとして本格的に商用利用されるフェーズである。ここでは、Ethereumをはじめとするプラットフォームが乱立する一方、それらの相互運用性はなく、個別に構築・運用されている状態であり、この期間は2020年から2024年頃までを想定する。こうした公開インフラとしての利用が可能になるためには、一定の秘匿性を確保する情報セキュリティ上の工夫、スケーラビリティ、サービスとプラットフォームの切り分け(サービスがプラットフォームに悪影響を与えないような工夫)が実現していることが前提条件となる。

個人や企業を含むユーザーは、選択したプラットフォーム上で台帳機能およびスマートコントラクト機能を使用し、各自がサービスを構築することができる。これにより、自社内にファイアウォールで守られた DB システムを構築する必要がなくなるが、クラウド事業者がブロックチェーンを利用することにより、クラウドコンピューティングとブロックチェーンの融合が図られる可能性もある。

一方、このフェーズではサービスは各プラットフォームに分断されており、相互運用性はないため、スケールメリットを生かしきれなかったり、従来型のクラウドに対するセキュリティ、コスト、パフォーマンス等の観点におけるメリットが十分に実現されない可能性がある。

6.3 フェーズ3:標準化されたインフラとしての利用

第3のフェーズは、ブロックチェーンがインターネットの TCP/IP や SSL などと同様に標準化され、異なるプラットフォーム上でもシームレスに連携できるようになる状態であり、

¹⁹ リレーショナル・データベースを活用し、特定のサーバーに情報を集約する情報システムの形態。

2025 年から 2030 年頃を想定する。これは、各プラットフォームでの技術開発が成熟期を迎えることで、それぞれが実現しようとする要件が一定程度収斂することにより、標準化が可能になることを前提としている。現在 PC のメーカーやインターネットプロバイダーが複数あるのと同様に、ブロックチェーンのプラットフォームも複数存在するが、それぞれが実現する機能はほぼ同等程度に収斂しており、相互運用性も確保されている状態である。

この状況において、ユーザーは任意のプラットフォームを選択して台帳機能とスマートコントラクト機能を用いてサービスをデプロイするが、他のブロックチェーンユーザも同様にそのサービスを利用することができる。この状態においては、インターネットの上で誰もが自由に信頼できる情報機構の構築を行えるため、金融(融資、保険、預金、投資、ファンド創生等)、商取引(商品売買、セカンダリマーケット等)、クラウドソーシング型組織など、多様なプラットフォームを容易に構築できるようになる。同時に、こうしたサービスを実現するための企業組織の必要性が低下し、サービスと組織の関係が曖昧になり、それが社会に受容されることとなる。

委員会での議論より(4)

ブロックチェーン技術は、それ単体で新しい社会を作ったりビジネスに影響を与えるものではなく、インターネットを補完するもの、バージョンアップさせるものとして捉えるべきである。例えば、インターネットの発展でもともと国際的な価値の流通は加速していたが、それがブロックチェーンによって加速されると見ることができる。ブロックチェーンによって強化されたインターネットであり、ブロックチェーンを含むインフラができてくると考えたほうが良い。

7. 分野別ロードマップ

本章では、これまで議論してきたブロックチェーンがもたらすミクロ的変化や技術的展開に関するシナリオを踏まえて、いくつかの分野において具体的にどのような変化が生まれ、サービスが展開されることになるかを仮説的に示すこととする。分野には、ブロックチェーンが大きな影響を与えうる分野として、「金融分野」、「エネルギー分野」、「製造業分野」、「行政分野」、「知識情報サービス産業分野」を選定した。但し、長期的にはこれらの分野を横断するサービスが生まれたり、産業自体が融合、再構成される可能性があるが、ここでは現状の産業分野を出発点として考察し、今後のシナリオを示すこととした。

7.1 金融分野

7.1.1 ロードマップ

金融分野におけるロードマップを図9に示す。横軸は2030年までの時間軸であり、前章の技術的展開に応じてフェーズ1,2,3に分けられる。また、縦軸はミクロ的変化として抽出した5つの変化軸である。

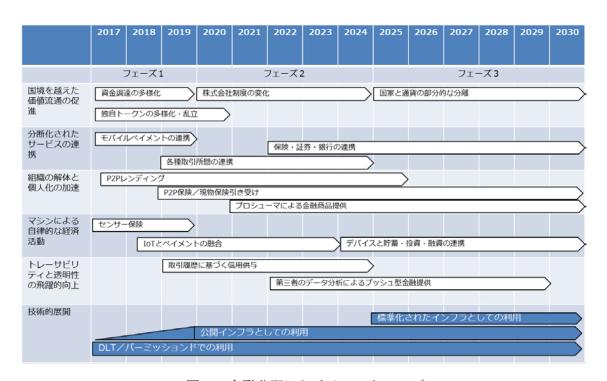


図9 金融分野におけるロードマップ

まず「国境を越えた価値流通の促進」の観点では、まず現在も ICO (Initial Coin Offering) と

して見られるスタートアップ企業の資金調達や、仮想通貨を用いたクラウドファンディングなど、資金調達手法の多様化が見られる。これは既存のベンチャーキャピタル(VC)にとっては投資機会の減少という脅威にもなるが、案件評価や ICO への参画等で、VC の役割の変化を既にもたらしつつある。また、様々な仮想通貨が発行されるが、グローバルに各地のイニシャティブにより発行された通貨が、投機的な期待感を中心に買われ、乱立する状態が当面続くと見られる。フェーズ2の期間になると、ICO やクラウドファンディングによって世界中から容易に資金調達が行われるようになることで、株主による資本提供の必要性が減少し、株式会社制度そのものの揺らぎに繋がる可能性がある。会社よりもサービス個別の所有権、あるいは意思決定権とトークンの紐付けといった形で企業の所有構造がより細分化していくものと考えられる。また、フェーズ3には仮想通貨が広く社会に普及することにより、各国の中央銀行が発行する通貨のシェアが下がり、金融政策がこれまでより効果を発揮しにくい状況になると考えられる。また、企業や個人がグローバル仮想通貨のまま資産を保有した場合、国の財政との関係性も薄れ、民間の活動と国家による財政についても乖離が進む可能性がある。

「分断化されたサービスの連携」の観点では、短期的には、現在は事業者ごとに分断されているモバイルペイメント間の連携などが進むと考えられる。また、証券、商品、仮想通貨などの分野別、あるいは国別に構築されている取引所の仕組みについても横の連携が図られ、取引所をまたがった取引をシームレスに行える仕組みが構築される。同様に、フェーズ2以降に保険、証券、銀行などの従来の縦割りのサービスをつなぐ仕組みがブロックチェーンにより構築され、これらをより一体的に運用できる仕組みが作られると考えられる。

「組織の解体と個人化の加速」の観点では、既にその萌芽は見られているが、個人間での融資を行う P2P (ピアツーピア) レンディングや、これを保険に応用した P2P 保険が始まる。P2P になった場合、必ずしも保障は金銭的なものでなく、車や居住空間など個別に必要な実物によるものも可能となる。こうした P2P での取引はシェアリング・エコノミーの流れを汲むものでもあるが、ブロックチェーンを用いた価値や契約の記録、また各サービスで扱われる資産に適した価値を持つ仮想通貨によって、こうしたプロシューマー的な金融が加速すると考えられる。

また、「マシンによる自律的な経済活動」では、フェーズ1においては、センサーが出力する情報を改竄できない形でブロックチェーンに書き込むことにより、医療保険、自動車保険、家財保険などの効率化が図られる。また、その後既に萌芽的事例は見られているが、IoTにおけるデバイス間の通信に決済(ペイメント)機能を組み込むことが考えられる。デバイスが収集するデータや分析結果をマネタイズし、デバイスが外部からの要求に対して対価を受けることで結果を出力するエコシステムが構築される。こうしたデバイスあるいはマシンと金融機能はさらに融合することで、デバイスが稼いだ金額をそのまま貯蓄や投資に組み込んだり、融資の返済をデバイスのユーティリティを活用して自動的に行うことも考えられる。こうした形で、金融とデバイスネットワークが融合すると考えられる。

最後に、「トレーサビリティと透明性の飛躍的向上」の観点からは、ブロックチェーンは各主体の過去の取引履歴を遡って参照することが可能なため、この特性を活かしたサービスの提供が可能になる。過去の取引履歴に基づいてクレジット評価を行い、融資等に活用することが考えられる。また、フェーズ2以降、公開されたブロックチェーンが主流となった際には、直接そのブロックチェーンの運用に関わっていない第三者がこうした取引履歴を分析した上で、融資、投資等の提案等を行うことや、未使用の仮想通貨を集めたプル型のファンドの創生を行うことなどが考えられる。

7.1.2 戦略上の示唆

企業にとっての示唆としては、ICO に見られるように、仮想通貨が企業の資金調達に組み込まれていくことで、短期的には VC にとっての投資機会の減少となるものの、むしろプレイヤーが増えるために案件評価、監査等のニーズは増加するものと思われる。投資企業はさらに情報提供サービスへの転換が求められる。また、長期的には株式会社制度そのものの揺らぎをもたらす可能性もあり、サービスラインごとの投資収益やガバナンスについて検討していく必要がある。

また、ブロックチェーン特有の透明性を背景に、P2Pを含めて様々な主体が金融機能を提供することが考えられるが、これは競争相手の増加ともなる。その一方で、異なるプラットフォームやサービスをつなぐためのブロックチェーン・プラットフォームの可能性があるため、既存企業にとってはこうしたプラットフォームの提供が活路となる可能性がある。

また、デバイスがマネタイズ機能を持つことにより、プロダクトを単に消費者として購入するだけでなく、プロダクトを用いてそこから得られる収入を得る使い方が増えると見られるため、こうしたプロシューマー的消費へのマーケティングの転換が必要である。

一方、政府にとっては、仮想通貨の普及が、フィアットマネーに基づく金融政策にどの程度の影響を持ちうるかを評価することが求められる。ICO 等の形で仮想通貨が増えることが、一概に日常生活におけるフィアットマネーの流通を阻害するものとは限らないが、仮想通貨による融資、投資、保険等が増えてきた場合、従来の金利と通貨供給量による物価コントロールという政策ツールが効かなくなる可能性もあるため、代替手段の検討も必要であるう。

また、ブロックチェーンを用いたプラットフォームは性質上独占的になる可能性もある ため、競争政策上の留意も必要であると考えられる。

7.2 エネルギー分野

7. 2. 1 ロードマップ

エネルギー分野におけるロードマップを図10に示す。

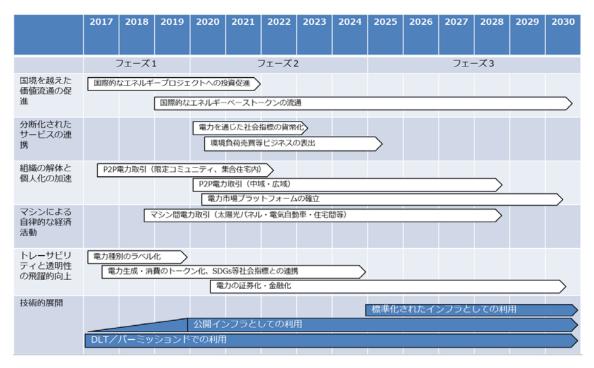


図10 エネルギー分野のロードマップ

「国境を越えた価値流通の促進」の観点では、ブロックチェーンを活用したエネルギートークンの売り出し、いわゆる ICO 等の仕組みを用いて、国際的なエネルギープロジェクトへの投資が促進されることが考えられる。既に約37億円を集めたPowerledger、約59億円を集めたGRID+、約2.2億円を集めたSunContractなどの事例が報告されており、今後もWEPOWER、Climatecoinなどが今後ICOを実施すると報じられている。ICOそのものの健全性に対する懸念は幅広く指摘されているため注意は必要であるが、国際的な資金調達が既に進んでいると考えられる。また、こうして資金と引き換えに発行されたトークンは、エネルギーの価値に基づくトークンとして、一定の価値貯蔵手段、あるいは決済手段として用いられることも考えられる。

また、「分断化されたサービスの連携」の観点では、様々な社会的課題をエネルギー価値 (または負債)に換算し、異分野からの投資や貢献を促すような取り組みや、環境負荷を売 買するだけでなく、それをエネルギー価値を介することによって様々な他分野の価値と交 換可能とすることが考えられる。

「組織の解体と個人化の加速」の観点では、太陽光発電を中心に、P2P (ピアツーピア)

での電力取引が加速する。これは、スマートメーターや発電・受電装置に付随するインバーター等とブロックチェーンが管理するトークンの機能を連携させることで、どこでどのような発・送電を行い、どこでどれだけ受電したのか等を正確に記録し、トークンによって決済することで可能になる。法的な問題も解決する必要があるが、集合住宅や限定されたコミュニティ等での実証実験等からスタートすると考えられる。既に東京大学では²⁰、さいたま市の浦和美園地区でこうした実証実験を行っている。長期的にはこうした流通は中域、広域へと広がるとともに、個人や事業所で発電した電力を売買できる市場やプラットフォーム機能が整備されていくと考えられる。

また、「マシンによる自律的な経済活動」では、電力を供給する太陽光パネル、充電スタンド、自律走行に対応した道路等と、電力を使用するデバイス、家電、自動車等が自律的に電力取引を行えるようになる可能性がある。これは、電力の発送電とトークンを組み合わせ、電力流通を行う際にトークンによる支払いを自動的に行うことで可能になる。

最後に、「トレーサビリティと透明性の飛躍的向上」の観点からは、電力の生成元を識別するデジタルグリッド²¹の技術などと組み合わせることにより、電力の種別、生成元、発電量等を正確に記録することができるようになる。また、こうした識別された発電量をトークンとして価値記録していくことにより、そのトークンを流通させることで、異なる場所や時点間で電力の融通を行うことや、SDGs(持続可能な開発目標)の観点から再生エネルギーの利用を証明することなどに活用できる可能性がある。また、電力を証券化し、自由に異なる時点や場所で電力利用ができるようするための金融取引や、自然エネルギーに由来する不確実性やボラティリティに対応するためのヘッジ機能の実現など、電力と金融を融合させる取り組みも進むと考えられる。

7.2.2 戦略上の示唆

ブロックチェーン技術が電力分野に与える影響は、発電方式の変化とも関係している。すなわち、火力、水力、原子力のような大規模な資本を必要とし、集中発電と送電による電力システムから、太陽光のように大規模資本を必要とせず、小規模・分散で発電できる方式においては、分散化する主体による発電をどのように管理し、報酬を支払い、電力を流通させるかという課題が生まれる。そのため、ブロックチェーン技術、特に発電・受電の履歴管理や、電力流通のためのトークンを用いることが、活用の出発点となる。既存の電力関連企業にとっては、こうした小規模・分散化する発電主体、あるいはノードをどのように設計するか、またネットワークの中でどのような価値の流れを想定するか検討する必要がある。

また、電力を使う製品を提供している幅広い企業にとっても影響がある。特に電力を大量

38

²⁰ 東京大学、http://www.digitalgrid.t.u-tokyo.ac.jp/d-grid.html.

²¹ 同上

に消費し、バッテリーを搭載しているスマートフォンや、EV (電気自動車) などは、ネットワークからの電力の購入や、余剰電力の提供などの機能を製品に組み込んでいく必要が出てくる可能性がある。

一方、政府の観点からは、小規模・分散化する発電システムにおいて、安定的な電力供給を保つためにどの程度の規制の調整を行っていくことが望ましいか、その範囲や場所、対象システムについて検討していく必要がある。また、エネルギーがトークン化された場合、その流通は国内にとどまらないため、どのようにその価値が流通、集積されうるか、試算等の調査研究も必要と考えられる。

7.3 製造業分野

7.3.1 ロードマップ

製造業分野におけるロードマップを図11に示す。

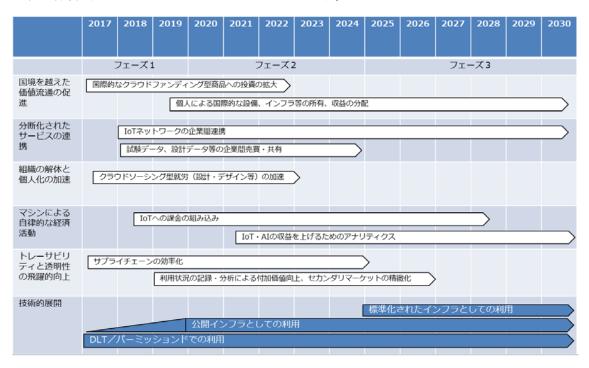


図11 製造業分野のロードマップ

「国境を越えた価値流通の促進」の観点では、仮想通貨・トークンの普及により、プロダクト開発に関連してより簡単にクラウドファンディング等の案件に参加することが可能になる。また、インフラ設備等への投資等を行う際には、スマートコントラクト等を活用することで、出資者に対して収益の分配などを行える仕組みを作る等が考えられる。

また、「分断化されたサービスの連携」の観点では、従来は事業者ごとに分断されていた IoT ネットワークを、トークンを媒介にデータを交換することで、事業者に関わらずシーム レスに連携できる IoT ネットワークを作ることができる。こうしたエコシステムは、すでに 21.co などで一部取り組まれている。また、トヨタ研究所の発表に見られるように、自動運転自動車の試験データをメーカー間で共有・販売する際に使用するといったことも考えられる。ここでは、データが改ざんされていないことの確認と、販売に関わる決済の二つの面で活用可能性があるだろう。

「組織の解体と個人化の加速」の観点では、クラウドソーシング的な就労形態を加速させることが考えられる。仮想通貨によって国境を超えた個人間の仕事の受発注がさらに加速される。

また、「マシンによる自律的な経済活動」では、デバイス間通信への課金の組み込みが重要な要素となる。先述の 21.co は API 間の通信にビットコインによる決済を組み込むサービスを展開しているが、こうした仕組みが普及すれば、自動車と道路、自動車同士、家電とインフラ、スマホとインフラなど様々な場面で必要なデータを融通し、その際にデータの対価として仮想通貨建てで自動的に支払うといった場面が想定される。

最後に、「トレーサビリティと透明性の飛躍的向上」の観点からは、すでに各所で実証実験が行われているが、サプライチェーンの透明性確保に利用することが考えられる。具体例として中国のアリババや米国ウォルマートにおける食品偽装対策の場面での取り組み、また IBM が取り組むサプライチェーン管理が挙げられる。また、機器やサービスの利用状況をブロックチェーンに記録することにより、利用データの信頼性が高まり、これらのデータを利用したサービスの向上や、データの販売によるセカンダリマーケットの創出が考えられる。

7.3.2 戦略上の示唆

製造業企業にとっては、二つの方向性でブロックチェーンを検討する必要がある。第一は、提供する製品(プロダクト)が IoT に対応するなかで、単にデータをやり取りするだけでなく、決済機能が組み込まれることを想定することである。これにより、自社内のネットワークだけでなく、他社が提供する製品やインフラとも通信を行い、決済を行うことができるようになる。そのためには、製品にウォレット機能を持たせるほか、ウォレットの管理サービスを提供することも必要になるだろう。また、これによりユーザーは単に使うだけでなく、利用することによって収益を得ることを前提として、その製品を購入するようになる。こうした投資的な購入が増えることも検討する必要がある。

また、第二に内部管理への利用も検討する必要がある。サプライチェーンの管理は部品の バリューチェーンの管理であり、クラウドソーシングへの利用はタスクのバリューチェー ンへの応用である。各フェーズでの価値を改ざんできない形で記録することにより、組織管 理に代わって分散化されたバリューチェーンが可能になる可能性がある。

一方で、IoTにおける決済も、またサプライチェーンへの利用も、世界で単一のプラットフォームを使う方が効率が良い場面が出てくる可能性があり、この際にはグローバルなプラットフォームの競争となる。独占の問題も含めて、政府にとっては競争政策および産業政策の両面から関心を持っておく必要があるだろう。

7.4 行政分野

7.4.1 ロードマップ

行政分野におけるロードマップを図12に示す。

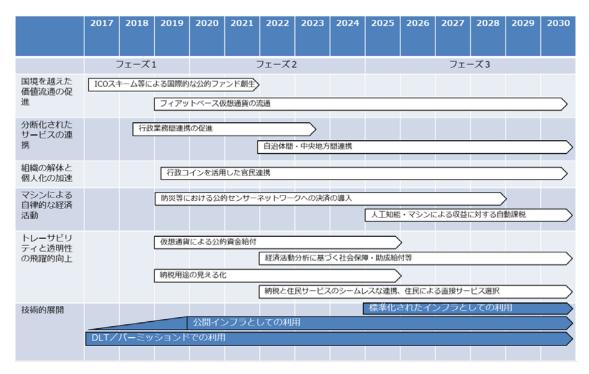


図12 行政分野のロードマップ

「国境を越えた価値流通の促進」の観点では、例えば仮想通貨を用いた公的なファンド、地域通貨等を創生し、ICO の仕組みを応用して世界中から投資を呼び込むといったことが考えられる。観光施設、農地、住宅、公共インフラ等様々な資本への投資を、当該施設・インフラ等の利用権と組み合わせた形で売り出し、世界中から資金と関心・利用を呼び込む仕組みとして使うことができる。一方で、中央銀行の観点からは、既存のフィアットマネーと連動した形で仮想通貨を運用する可能性も多方面で指摘されている(英国、中国等)。デジ

タル化されることの利便性に着目した利用方法ではあるが、すでに様々なデジタルマネー、 モバイルペイメント等が普及している中、十分なメリットを訴求できるかが課題である。

「分断化されたサービスの連携」の観点では、ブロックチェーンは公開されていても改ざんしにくい情報基盤であり、異組織間での情報共有に強みがある。そのため、省庁間、本省ー外郭団体間、国-地方間など、異なる組織間での情報共有・連携に活用できると考えられる。ただし、ブロックチェーン自体は情報の秘匿性を持たないため、個人情報の扱いには注意が必要であり、情報をそのまま載せるのではなく、ハッシュ化したものを載せて、真偽の確認のみに使うといった用途が考えられる。各行政機関で求めている本人確認情報の確認のための書類提出(住民票等)を、こうした仕組みで簡素化していくことも可能である。

「組織の解体と個人化の加速」の観点では、従来から民間と公的機関の連携によるサービスの推進は、NPM(New Public Management)やネットワーク型政府として取り組まれてきたところであるが、仮想通貨を用いてファンドを創生したり、業務量に応じて報酬をより円滑に分配する等により、行政機関と市民の間で官民連携をさらに推進することも期待される。

また、「マシンによる自律的な経済活動」では、公的機関が保有する IoT、例えば防災用のセンサーネットワークなどを拡充し、一般市民のデバイスとも連携させ、情報の提供や展開等に貢献することに対して仮想通貨で自動的に支払いを行うなど、仮想通貨を媒介とした情報ネットワークの構築を行える。一方、英国政府のレポートが指摘するように ²²、こうした自動決済が進んでいくにつれ、これらの取引がブロックチェーンに記載されるようになれば、そこから自動的に課税するといった税事務の効率化も行える可能性があるだろう。

最後に、「トレーサビリティと透明性の飛躍的向上」の観点からは、年金や生活保護等の給付や拠出金の支払い等を仮想通貨で行うことが考えられる。英国マンチェスターで実証実験が行われたように、生活保護の給付という場面で、お金の用途を制限することや、逆に支払った拠出金が正しく管理されているかを確認することができる。特に、年金等が給付型ではなく積立型になる場合等において、自らが支払った年金が正しく管理されているかを確認することにも活用できる。また、仮想通貨、あるいはフィアットマネーベースの仮想通貨が普及した場合、日々の経済活動のログを現行のマネーより精緻に把握することができるため、そうした記録をもとに社会保障の給付や経済政策の立案を行うことも考えられる。

一方、住民・国民の視点に立った場合、納めている税金(所得税、消費税等)と受けているサービス(福祉、教育、整備等)の関係性を見える化することが可能になる。用途が明確になることにより、納税者は行政に対して信頼を高めることができ、納税者の負担感も軽減されることが期待される。また、住民は税金の用途を予め指定して納めることができるようになり、民間サービスと同様に直接的に住民・国民が求めているサービスを選べるようになる。結果として効用の高い行政サービスに資金が流れる仕組みを作れる可能性がある。

_

²² "Distributed Ledger Technology: beyond block chain", UK Government Chief Scientific Adviser, 2016

7.4.2 戦略上の示唆

行政の視点からは、二つの方向性で検討することができる。第一に、仮想通貨がグローバルな価値流通を促進するものであるという特性を鑑みれば、従来行政にとってのステークホルダーと考えられてきた国民(自治体にとっては住民)及び国内の関連機関のみではなく、幅広く世界中にステークホルダーが広がっていると考えることができる。最近、エストニアが仮想通貨を用いた資金調達(ICO)を行うと発表したが、これはまさにエストニアという国のステークホルダーがエストニア国民だけではなく、世界中から公的な資金を集めるとともに、一種のファンドの所有者というネットワークを手にいれることにつながる。また、より身近な視点では、市民と業務を分担するための媒介として仮想通貨や、業務の記録にブロックチェーンを活用することができる。

また、第二にトレーサビリティを新しい行政サービスに生かすという観点もある。社会保障の保険料支払いや給付の場面でお金の管理を厳密に行えることや、用途の管理と住民サービスの最適化、また経済活動をトレースすることで徴税を行うことなどが含まれる。

7.5 知識情報サービス産業分野

7.5.1 ロードマップ

知識情報サービス産業分野におけるロードマップを図13に示す。

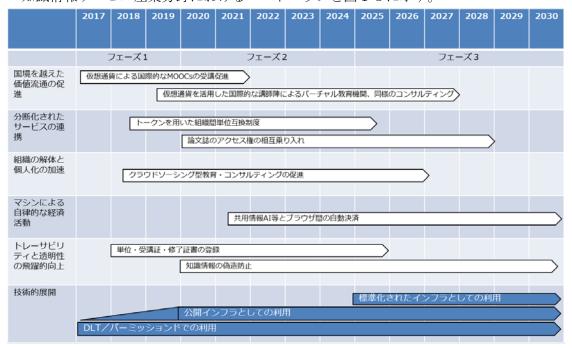


図13 知識情報サービス産業分野のロードマップ

まず、「国境を越えた価値流通の促進」の観点では、仮想通貨を用いることで簡便に国際間の支払いができるため、国境をこえた MOOCs(Massive Open Online Courses)の利用が促進されることが考えられる。また、逆に教育機関から講師への支払いを仮想通貨で行うことで、世界中に分散した講師陣の連携による教育プログラムの提供も可能になる可能性がある。こうした観点の事例としては、シリコンバレーで起業された Teachur がある。

「分断化されたサービスの連携」の観点では、大学・教育機関別に管理されている習得単位などをブロックチェーン上に記録することで、個人が自律的に授業ごとに大学を選んで履修するといった形態となることが考えられる。こうした取り組みの実践事例として、EduCTX が挙げられる ²³。また、学術論文の閲覧権について、現在は出版社や論文単位に管理されているものを、よりシームレスに行えるようにしたり、著者へ配分するといった用途が考えられる。

「組織の解体と個人化の加速」の観点では、「国境を超えた価値流通」と一部重複するが、 クラウドソーシングのような形態を活用して世界中に分散する講師陣による教育プログラムを編成したり、企業向けのコンサルティングを行うといったことが考えられる。

また、「マシンによる自律的な経済活動」では、教育やコンサルティングに必要な情報を 提供するサービスをマシン等で随時情報提供と決済を行い、情報流通の取引コストを下げ ていくことが考えられる。

最後に、「トレーサビリティと透明性の飛躍的向上」の観点からは、教育機関が発行する 受講証、卒業証書等をブロックチェーン上に登録することが考えられる。こうした取り組み は、すでにキプロスのニコシア大学にて試みられている。学歴詐称等の問題は後を立たない ため、こうした方法で学歴証を簡便に確認できれば、メリットは大きいと考えられる。また、 研究に用いたデータの改ざん防止という観点から、データそのものあるいはそのハッシュ 値をブロックチェーンに登録するということも考えられる。

7.5.2 戦略上の示唆

教育やコンサルティング等の場面では、教育の成果や単位などの情報をブロックチェーン上に登録できるようになれば、情報の主導権が提供者側から受講者に移ることが考えられる。教育機関に関わらず、自由に授業を組み合わせて受講者のニーズに合致したプログラムを作り上げ、その結果(単位、成績等)がブロックチェーン上に書き込まれれば、それを取りまとめた卒業証書や成績証明を行うのはもはや教育機関ではなく、受講者本人あるいは第三者の認証機関となる。ブロックチェーンは組織から組織外の中間地点に情報のありかを移す効果があり、それに伴って権限や業務の組み立ても変わってくること可能性があることを示している。

政策上は、こうした教育プログラムの分散化と、受講者への権限の移転が行われた場合、

2

²³ https://eductx.org

教育機関単位に考える教育政策のあり方から問い直す必要が出てくるだろう。

委員会での議論より(5)

このロードマップよりも実際には早く進む可能性がある一方、法律や制度はかなり遅れる可能性がある。大きな話では、これまで情報は占有するものだったが、ブロックチェーンが進むと共有化するものになる。占有することが前提の法体系に矛盾がでてくる可能性がある。その一方、法律や制度の整備を待てずに一部進んでしまう面があるかもしれない。したがって、このロードマップよりも早く実装を行う場面が出てくる可能性にも留意する必要がある。

8. 法的課題

前章におけるロードマップで見たように、ブロックチェーン技術が各産業分野に与える 影響は、既存の制度や産業構造に大きな影響を与える可能性がある。また、既存の法制度に より技術応用の展開が大きく影響を受けることも考えられる。そこで、本事業では中長期的 な法的課題についても検討を行った。

8.1 ブロックチェーンを用いたサービスにおける法的課題 24

ブロックチェーン、特にスマートコントラクトを用いてサービスを設計する際は、既存の 法制度との関係で様々な課題が考えられる。

サービスの設計段階では、各業法上の実現可能性や既存の法制度との抵触の可能性を検討したり、個人情報保護法等の特別法との関係を確認する必要がある。また、ブロックチェーンが基本的にグローバルな存在であることを考えたとき、海外法への対応が必要な場面も出てくる可能性がある。

また、スマートコントラクトによって既存の契約を置き換える場面を想定すると、錯誤、 詐欺、未成年者による契約など、契約締結自体に瑕疵がある場合の扱いや、契約締結時期の 確定(タイムスタンプの問題)、契約の正確性の判断など、様々な課題がある。また、契約 内容に則って業務を執行する際、何らかのイベントが発生したタイミングをどのように判 断し、確定するかという問題もある。また執行についてもそのタイミングや、自力執行禁止 の原則との関係、また物の物理的占有はブロックチェーンでは執行不可能であることなど、 課題も多い。併せて、スマートコントラクトが、紙の契約書を全く作成しない完全な電子データによる合意しか存在しない建付けとした場合、電子データが当事者の唯一の合意の証 左となるわけだが、それが当事者の正式な合意の証であるとして、果たして裁判上の証拠足 り得るかという問題も検討する必要がある。

その他、共通的な課題として、不正アクセス等が生じた際の対応、データの権利関係や個人情報保護との関係、またバグ等の不具合が発生した際の責任問題、契約当事者が破綻した際の措置など、実際の業務運用を想定すると解決すべき課題は多い。

ただし、こうした細部については参加者同士のルールや既存技術によって一定程度解消できる可能性がある。ブロックチェーン技術はまだ初期段階であり、現在の法制度からみた課題を抽出するだけでなく、どのような社会を作っていくかという視点から、あるべき法制度を検討していくことも必要である。

46

²⁴ 本節は、委員会における TMI 総合法律事務所の北島隆次弁護士の講演をもとに構成した。

8.2 ブロックチェーンを用いたサービスの監査問題 25

監査という言葉が使われている制度を、便宜的に大別すると、会計監査とリスク・コントロールの監査に分けることができる。リスク・コントロールの監査では、プロセスやデータの信頼性を損なうリスクをコントロールする機能のテストを行い、会計監査では、これに加え、ステークホルダーへの重要な報告情報からデータソースに遡った実証テストを行う。言い換えると、監査では、一般的に、システム等の機能のテストに加えて、データそのものを抽出したテストが必要になる。

ブロックチェーンを用いたサービスのコントロール機能をテストする上では、プロセスが正しく実装されているかというプロセスレベルコントロール (PLC) と、それが正しく継続的に機能すべく運営管理されているかというジェネラルコントロール (GC) の両面のテストが必要となる。

プロセスレベルコントロールでは、例えば取引が正確かつ網羅的に記録されているか、利息計算は正確か、手数料収入が漏れなく計上されているかといった、業務プロセスが正しくブロックチェーンあるいはスマートコントラクトに実装されているかどうかが監査のポイントとなる。また、ジェネラルコントロールでは、対象となる取引データが改竄されないようにコントロールされているか、期待する設計どおりの機能がリリースされているか、暗号鍵は不正に利用できないように管理されているかといった運営状況の確認がポイントとなる。

加えて、会計監査においては、ステークホルダーに報告している重要な会計情報に誤りがないかを確認するために、保有するアドレスからブロックチェーン上の取引データに遡っての実証テストを行い、重要情報の信頼性を確認していく必要がある。

また、実際のサービスでは、ブロックチェーン単体ではなく、それを含めたビジネスモデル全体として評価する必要があり、外部接続やブロックチェーン外からのリスクを見落とさずに対応する必要がある。その一方で、対象サービスのガバナンスをどのように想定するかも重要であり、完全に分散管理されたサービス提供者によるガバナンスであれば、参加者や参加者の監査人が自身で直接確認することが想定されるが、一部中央集権的な構造が含まれたり、データへのアクセス権が制限される場合には、サービス提供者側が監査人を任命して確認を行い、その結果を参加者に報告する必要が生じ得る。

ブロックチェーンを用いたサービスについて、適切なリスク・コントロールを導入し、またデータの信頼性を検証可能とする機能を盛り込むためには、企画・設計段階からその方法をブロックチェーンやビジネスモデルのデザインに組み込んでいく必要があり、監査としても企画・設計段階から関与していくことがより重要になってくる。また、運用中の仕様変更等についてもいつどのようなものが行われたのか、監査可能であるよう担保する必要が

²⁵ 本節は、委員会における PwC あらた有限責任監査法人の宮村和谷パートナーの講演をもとに構成した。

8.3 ブロックチェーンが提示する技術と社会システムの課題

ブロックチェーンをある業務システムに適用する場合、一度書き込まれた情報は変更することができず、また業務のルールやプロセスも容易に変更することはできないことを意味する。また、スマートコントラクトに端的に表れるように、あらかじめ決められたアルゴリズムのみに依存し、人による介入を行わないようにする仕組みである。これは「Code is Law」(Lessig 2000) ²⁶にも通じる考え方であるが、ブロックチェーンは既存の法やソフトウェアよりも、はるかにコードによるエンフォースメントが強い点に留意が必要である。

一方で、従来の社会システムにおいては、契約等においては概要のみを取り決め詳細や、 異常時の対応、契約内容の変更、業務改善等は個別に人が相談することで解決していくこと が想定されている。こうした「社会的バッファ」は、円滑に社会を運営していくために暗黙 的に社会に組み込まれていると考えることができる。

しかし、ブロックチェーンはこうした「社会的バッファ」を許容せず、基本的にアルゴリズムのみで情報や業務プロセスの信頼性を担保する仕組みであるが、現実にはすべてのケースをアルゴリズムに記載することは不可能であり、安定的なシステムの構築には人や組織を介した一定のバッファが必要になる可能性がある。

また、ハッキングによる秘密鍵の漏洩で大量の仮想通貨が盗難される事件がたびたび起こっている。これは秘密鍵のみに依存したブロックチェーンに内在するセキュリティの脆弱性ともいえる。一方、スマートコントラクトを用いた投資ファンド The DAO のハッキングの際には、プラットフォームの Ethereum 自体をハードフォーク 27するということを運営コミュニティが決定した。このように、異常時への対応は人に依存した意思決定により行う必要があることがこれまでの事件の経緯からも明らかとなっている。

アルゴリズムで業務やリスクをすべて規定することができないことを前提とすると、人 や組織に対する責任と、ブロックチェーンで担保できる部分の切り分けや、それを加味した 法律の整備が必要になる。仮想通貨の普及にも見られるように、サービスは予想以上のスピ ードで普及していく場合もあるため、こうした法体系の整備は急ピッチで行う必要がある。

一方、例えばシェアリング・エコノミーの観点で、自律分散型組織(DAO: Decentralized Autonomous Organizations)のコンセプトに基づき実装することは、技術的には実現できる可能性がある。しかし現時点においては、提供側にとってサービスの設計、運用、品質の担保において何らかのリーダーシップを伴った主体なく提供することは困難な面がある。また

²⁶ Lawrence Lessig (2000) Code: And Other Laws of Cyberspace, Basic Books.

²⁷ この場合は、ハッキング前の時点にデータを戻し、そこから分岐させたブロックチェーンを正規のものとした。しかし、ハッキング後のバージョンも並存した状況となっている。

消費者からも、サービスが中央管理者不在の自律分散型組織により提供されることについて認識の齟齬が生じる可能性がある。ブロックチェーン技術が可能にするサービスの提供形態について、社会における認知と整合が取れるようタイミングについても留意する必要がある。

9. 提言とまとめ

本章では、第7章の分野別ロードマップ検討で得られた戦略上の示唆、第8章で得られた 法律上の課題等から、民間産業、公共政策の両面からそれぞれ取るべき対策について提言を 行う。

9.1 民間産業への提言

(1) サービス単位のガバナンスの重要性

ICO に見られるように、仮想通貨によって世界中の余剰資金が投資機会を求めて早い速度で流通し始めている。これは仮想通貨のボラティリティの高さを生み出している一面もあるが、世界規模での資本の移動が加速していることも示している。こうした動きは既存のベンチャーキャピタル等の投資スキームにとっては、投資機会の減少となるものの、むしろプレイヤーが増えるために案件評価、監査等のニーズは増加するものと思われる。投資業務を行う企業は、今後情報提供・分析サービスへの転換が求められる。また、金融分野で見たとおり、価値流通の加速によって、企業ごとよりも細かいサービス単位での投資や収益評価を行ったり、外部との投資連携を必要とする可能性があり、企業は今後、サービスラインごとのガバナンスについて検討していく必要がある。

(2) 決済機能のユビキタス化への対応

製造業分野で見たように、提供する製品(プロダクト)が IoT に対応するなかで、単にデータをやり取りするだけでなく、仮想通貨・トークンの機能を活用した決済機能が組み込まれることを想定する必要がある。これにより、自社内のネットワークだけでなく、他社が提供する製品やインフラとも通信を行い、決済を行うことができるようになる。そのためには、製品にウォレット機能を持たせるほか、ウォレットの管理サービスを提供することも必要になるだろう。

これを太陽光発電に応用したものが P2P の電力システムであるが、単に発送電だけでなく、電力を使う製品を提供している幅広い企業にとっても影響がある。特に電力を大量に消費し、バッテリーを搭載しているスマートフォンや、EV (電気自動車) などは、ネットワークからの電力の購入や、余剰電力の提供などの機能を製品に組み込んでいく必要あると考えられる。

(3) 提供者と消費者の関係性変化への対応

製造業などで見てきたように、デバイスがマネタイズ機能を持つことにより、プロダクトを単に消費者として購入するだけでなく、プロダクトを用いてそこから得られる収入を得る使い方が出てくる可能性があり、こうしたプロシューマー的消費へのマーケティングの転換が必要である。太陽光パネルを購入する消費者などは、単に自家用として発電するだけでなく、売電を初めから視野に入れてこうした装置を購入することが考えられる。また、知識情報サービスで見たように、情報がブロックチェーン上に書き込まれれば、それを取りまとめた卒業証書や成績証明を行うのはもはや教育機関ではなく、受講者本人あるいは第三者の認証機関となる。ブロックチェーンは組織から組織外の中間地点に情報のありかを移し、情報を「占有から共有へ」と変える効果があり、それに伴って権限や業務の組み立ても変わってくること可能性があることを示している。

(4) プラットフォームの競争

ブロックチェーンは情報共有の基盤となるため、ひとつのプラットフォームをできるだけ多数で共有する方が経済合理性が発揮される可能性がある。IoTにおける決済も、またサプライチェーンへの利用も、世界で単一のプラットフォームを使う方が効率が良い場面が出てくる可能性があり、グローバルなプラットフォームの競争となる。また、モバイルペイメントなど現在は縦割りとなっている異なるプラットフォームやサービスをつなぐためのブロックチェーン・プラットフォームの可能性があるが、これらも極力集約した方が効率的であるというメカニズムが働くため、これらのプラットフォームの覇権争いが熾烈になっていくものと考えられる。また、競争においてもIT企業に限らず、製造業、政府など様々な主体がプラットフォームを提供することが可能であり、こうした異分野間の相互関係にも留意が必要である。

9.2 公共政策に関する提言

公共政策においては、以下の観点において対応を検討していく必要がある。

(1) 仮想通貨・トークン普及の影響

本事業は非金融分野を含めたブロックチェーンの利用に着目して研究を行ってきたが、ブロックチェーンは価値を表す情報を改ざんできない形で共有することで、価値流通を分散型インフラで実現する仕組みと捉えることができる。そのため、非金融分野であっても、なんらかの価値を記録し、流通させるところにその大きなメリットが存在し、それは仮想通貨あるいはトークンという形で具体化されるものである。その意味では、エネルギー分野や

IoT、製造業であっても、ブロックチェーンの活用は仮想通貨・トークンと切り離せないものがある。

そのため、政府にとっては、仮想通貨・トークンの普及が、フィアットマネー(法定通貨)に基づく経済政策にどの程度の影響を持ちうるかを評価することが求められる。ICO 等の形による資金調達や、仮想通貨を用いた融資、保険、あるいは機器同士の連携等が増えてきた場合、従来の経済政策ツールが効かなくなる可能性もある。また、フィアットマネーとこれらの多様な仮想通貨が市場を通じて取引されることが、どのような資金需要への変化を生み出すか、注視する必要がある。

(2) 国境を超えた価値移動の監視

あらゆる価値がトークン化されることで、その流通は国境を超えて円滑に行われるようになる。これは ICO による創業資金の調達がグローバルに行われていることですでに観察することができる。また、例えば電力分野においても、エネルギーがトークン化された場合、その流通は国内のとどまらず、グローバルに行われる可能性がある。例えば EV にある余剰電力をトークンを介して海外の事業者が買い取る形も考えられる 28。このように、国内にある価値でも一旦トークン化してしまえば、従来よりはるかに容易に国境を超えて流通する可能性があり、それが国の経済にどのような影響があるか、政府としては把握し、場合によっては対策を検討する必要があるだろう。

(3)新しい行政経営の模索

行政分野で見たように、従来行政にとってのステークホルダーと考えられてきた国民(自治体にとっては住民)及び国内の関連機関のみではなく、幅広く世界中にステークホルダーが広がっていると考えることができる。世界中から公的な資金を集めるとともに、一種のファンドの所有者というネットワークを手にいれることにつながる。また、より身近な視点では、市民と業務を分担するための媒介として仮想通貨や、業務の記録にブロックチェーンを活用することができる。また、トレーサビリティを新しい行政サービスに生かすという観点もある。社会保障の保険料支払いや給付の場面でお金の管理を厳密に行えることや、税事務の効率化、国民による税金の使途の管理を行うことなどが含まれる。ブロックチェーンを活用することは、信頼を行政という組織から、アルゴリズムで担保される中間領域に移すことに繋がる。この特性を生かした新しいオープンガバメントのあり方を検討していく必要があるだろう。

²⁸ 最終的に国境を越えた電力の融通・清算を技術的・制度的にどのように実現するかは別途検討する必要がある。

(4) ブロックチェーンに対応した法制度の検討

法的課題で検討したように、ブロックチェーンやスマートコントラクトはあらかじめ決められたアルゴリズムのみに依存し、人による介入を行わないようにする仕組みである。 既存の法やソフトウェアよりも、はるかにコードによるエンフォースメントが強い点に留意が必要である。

従来の社会システムにおいては、契約等においては概要のみを取り決め、詳細や、異常時の対応、契約内容の変更、業務改善等は社会的に解決する「社会的バッファ」が組み込まれている。ブロックチェーンはこうした「社会的バッファ」を許容せず、基本的にアルゴリズムのみで情報や業務プロセスの信頼性を担保する仕組みであるが、現実にはすべてのケースをアルゴリズムに記載することは不可能である。

アルゴリズムで業務やリスクをすべて規定することができないことを前提とすると、人 や組織に対する責任と、ブロックチェーンで担保できる部分の切り分けや、それを加味し た法律の整備が必要になる。仮想通貨の普及にも見られるように、サービスは予想以上の スピードで普及していく場合もあるため、こうした法体系の整備は急ピッチで行う必要が ある。

本事業を通じて、ブロックチェーンによって金融と非金融の境界がなくなり、経済のあらゆる場面で価値の記録と流通が促進されていくことが浮き彫りとなった。また、ブロックチェーンが組織の信頼を代替することで、情報の管理が「占有から共有へ」と変化し、サービスにおける提供者と消費者の関係も変わる可能性がある。こうしたブロックチェーンがもたらしうる本質的な変化が、社会と経済にどのような影響を与えるか引き続き検討していく必要がある。

-禁無断転載-

機械システム調査開発

29 - D - 6

ブロックチェーン技術の応用に関する戦略策定

平成30年3月

作成 一般財団法人機会システム振興協会 東京都港区芝大門一丁目9番9号 TEL 03-6848-5036

委託先名 国際大学グローバル・コミュニケーション・センター 東京都港区六本木 6-15-21 ハークス六本木ビル 2 階 03-5411-6677