

# FinTechと通貨の未来

## —現代の貨幣の変容とハイエクの「並行通貨」(2)—

金谷義弘

### FinTech und die Zukunft der Wahrung

—Die Metamorphose der Modernen Wahrung und “parallel currency” von Friedlich A. Hayek (2)—

Yoshihiro KANAYA

#### 目 次

- 第1章 クレジットカード決済の制限性とFintech企業の活動
  - 第1節 従来のクレジットカード決済の諸制限
  - 第2節 クレジットカード決済の諸制限とFinTech企業の活動
- 第2章 その他の金融サービスの制限性とFinTech企業の活動
  - 第1節 個人金融資産管理とFintech企業
  - 第2節 保険業の制限性とFinTech企業
  - 第3節 与信・融資の制限性とFintech企業の活動 —以上、前号—
- 第3章 FinTechを支える競争と経済構造の転換
  - 第1節 FinTech時代のITサービスの開発環境とその変化
  - 第2節 FinTechにおける企業間の競争と独占、経済構造の転換
- 第4章 Blockchain技術の応用可能性と現代の社会経済構造の変容
  - 第1節 インターネット世界に占めるBlockchain技術の位置と通貨を超えた汎用性の発見
  - 第2節 Blockchain技術とは何か？
  - 第3節 Blockchain技術の応用可能性の拡大 — スマートコントラクトとプライベート型の道 —
- 第5章 Blockchain技術と変容する社会経済の諸領域
  - 第1節 通貨・金融における新しい運動諸形態と社会経済の変容
  - 第2節 企業活動の新しい運動諸形態と社会経済の変容
  - 第3節 IoT・著作権・国家の活動への応用と社会経済構造の変容
  - 第4節 諸分野での活用を支える業務用Blockchainの開発
  - 第5節 生産・消費・流通・資源配分の社会化、生産諸力の飛躍・資本主義的矛盾・その所産と制御 —以下、次号—
- 第6章 仮想通貨の創出とハイエクの「並行通貨」

### 第3章 FinTechを支える競争と経済構造の転換<sup>1)</sup>

以上、FinTechと言われる最新情報技術を応用した金融サービスの革新事例を、限られた紙幅ではあるが概観してきた。しかし、これは金融サービスの革新事例を枚挙し、それを従来サービスのどのような諸制限を乗り越えるものなのかという点について分析したにすぎない。ここでは、(1)ITサービス開発がどのように形態転換しているか、(2)サービス開発のインフラとなるクラウド化が如何なる効果を発揮しているか、(3)API(Application Programm Interface)の浸透が発揮する効果について、(4)AppleやGoogleの販売チャネルの果たす役割などを検討することによって、FinTechを支える金融サービス開発における競争と経済構造の転換について評価を与える。

#### 第1節 FinTech時代のITサービスの開発環境とその変化

そこで、ITサービスの開発環境の変化を、FinTech以前と以後に対比して概括するため、ITサービス開発の形態転換から分析を始める。

##### 1.ITサービス開発の形態転換

従来、金融などの分野で新しいサービスを開発しようとするれば、(1)開発言語を定め、それを駆使できるプロの人材を雇用し、絶えず能力形成を促していく必要があった。また、(2)完成させたプログラムを提供した後から、製造上の責任があるトラブルに巻き込まれれば重大な問題になるため、出来上がったプログラムに対して試験を行い、徹底した動作確認とバグの修正をせねばならなかった。これも、多大のコストと人材を要する作業であった。

これに対して、最近のITサービス開発は大きな変化を遂げている。すなわち、

- (1) 過去のソフトウェア開発の様々な所産が、新しいサービス開発のための材料になるため、ライブラリ<sup>2)</sup>として蓄積され、インターネット上で共有可能されるようになったことである。この結果、ライブラリにある素材を組み合わせ、新しいプログラム開発の労苦を軽減し、資源をより重点的に投入できるようになったのである。また、
- (2) プログラムの試験も自動化されるようになった。経済学的研究としての本稿では、叙述が過度に複雑にならないように、Amazonの事例で、後に例解する。しかし、ここに述べた(1)及び(2)の二点は、ITサービス開発の技術的過程の革新に過ぎない。本稿で重要なのは、これらが競争と経済構造に与える効果である。すなわち、
- (3) この経済効果とは、(a)金融ベンチャー企業などの資本の少ない企業にも、起業、開発、存続を許される可能性が高まるということである。また、(b)試験の自動化も、こうした企業に低コスト化の恩恵をもたらす。すなわち、資金調達に難儀しながらITサービスのプログラムを完成させても、当該企業は、さらに徹底した動作確認とバグの修正に資金と人材の手当を迫られてきたが、この負担が軽減され、ベンチャー企業の参入と競争力が高まるのである。また、(c)従来は、ソフトウェアの開発が積み上げ型であったに対して、各部分毎に分割した、同時並行の開発も可能になる。さらに、(d)後述のクラウドコンピューティングの進展に伴い、短期開発が可能になる。すなわち、従来は、新しいアプリケーションソフトをCDに書き込み、パッケージングして販売する。これを購入したユーザーは、自らのPCにインストールして活用する。プログラムの修正が必要な時は、当該企業がメデイ

ア等を通じて警告を出し、パッチを当てるために、修正用CDを提供し、ユーザーはこれをインストールすることになった。しかし、現段階のITサービス開発では、(1)開発したプログラムをクラウド上に置き、これをユーザが利用する。(2)これによって新しいITサービスを短期開発でリリースする。そして、(3)クラウドに存在するプログラムを常時修正して、サービスの質を向上させるというサービス提供へと形態転換している。こうした運動形態を取るため、従来よりベンチャー企業にとって効果的な開発に資源を投入することに特化できれば、参入可能性を高め、競争力を強化し、既存金融機関のサービスに対抗することができる。

## 2. クラウドコンピューティング下でのインフラの外部化とその柔軟性の高まり

上述のように、クラウドコンピューティングによってITサービスの開発過程が加速され、技術力あるベンチャー企業の参入可能性が高まる。更に、次のような個別企業の制限を突破させるベンチャー企業の外部環境にも変化が生まれる。すなわち、(1)従来、ベンチャー企業は、開発したサービスを自前のサーバによって提供する以外に方法が無かった。この場合、(2)高額のサーバを購入したり、借り上げたりする必要がある。更に、(3)この購入や借り上げに際して、将来の需要を予測して、サーバの機能や容量を見積もるというリスクも存在した。

これに対して、例えば、Amazon Web Service (AWS)は、自社のWebサービスのための大規模なインフラ開発を基礎にして、(a)安価なレンタルサーバを他社に提供し、(b)必要な利用に対応して初期費用・運営費用を低下させ、(c)この企業の事業拡大に対応したサーバのキャパシティ拡張を容易で柔軟なものにしている。

## 3. API (Application Programm Interface)の浸透

高度な顧客サービスを開発する上で、多数の企業が提供する既存のサービスを連携させることは強い社会的要請である。これを可能にするためには、各サービスを組み合わせても、祖語が生じないように、サービス開発を共通の土台の上で行うことが必要である。そこで、作成されるサービス間の約束事として自社のソフトウェアの一部を公開して、他社のソフトウェアと機能を共有することが有効な対応となる。これがApplication Programm Interface<sup>3)</sup>である。例えば、Google APIなど非常にたくさんのAPIがある。身近な例として、インスタグラムは、Facebook APIを活用してサービスを提供している。その結果、Facebookアカウントで登録が簡単にできるようになり、同じFacebookの利用者がインスタグラムを始めた時、投稿した時に通知されるなどの連携ができる<sup>4)</sup>。

APIの活用は、非常に興味深い来歴を持っている。すなわち、(1)元来、APIはソフトウェア開発を進めるための技術規約にすぎなかったが、(2)一企業、一金融機関を超えてこのAPIを公開・共有することで、APIは、企業間関係をより効率的に再編する手段として、すなわちサービスの高度化、開発の高速化、企業間連携の柔軟化を実現する手段としての新しい運動形態を獲得したと言える。

すなわち、(a)ソフトウェア開発を一個別企業の労働過程でより良く行うための技術規約であったAPIを、個別資本としての境界を越えて企業間の競争を抑制し、企業間での連携と協同を強める手段に転換させたのだ。更に、(b)それは単なる対等・平等の連携と協同ではなく、APIという開発基盤を提供する側の一企業、一金融機関に、この業界再編における主導権と優

位性を与える可能性があることも見逃してはならない。具体的に言えば、(c)APIを使ってベンチャー企業に良いアプリケーションを作らせることで、そのベンチャー企業に一定の存立と成長の地歩を与えつつ、ベンチャー企業が開発したサービスと主導権を持った企業がかつてより確保している顧客とを短期間に結合させ、ベンチャー企業の革新性を、この主導権を持つ企業が利用するという新しい経済関係が成立し得るのである。(d)ベンチャー企業は、高度な技術力に支えられて、(1)かつてのAppleやGoogle, Amazonと同様に、支配秩序を覆す(disrupt)可能性があるという運動法則と、(2)主導権を持つ企業が構築する秩序の全体に積極的に身を委ね、ベンチャー企業としての特権的な地歩を維持したり、巨大企業に積極的に身売りしていくという運動法則とを合わせ持っていると言える。

#### 4. AppleやGoogleの販売チャネルを通じてベンチャー企業のサービスを顧客へ繋ぐ

従来であれば、或るベンチャー企業が優れたサービス開発を行っても、別途、多大の費用をかけて、そのプログラムをパッケージングして量販店で販売するか、雑誌にCDを添付して使ってもらうしかなかった。

しかし、現在では、Apple iTunesのAPPストアや、Google Playを通じて、(1)安価に公開でき、(2)即座に顧客のもとで届けられ、(3)SNSを通じた顧客への商品情報と社会的反響の拡散が可能になる。すなわち、モバイル・ソーシャル・センサーで顧客とチャネルが変わってきたのだ。

#### 5. 画面遷移の抑制、顧客体験の重視、デザイン性の高まり

あわせて開発されるITサービスの利用者とのインターフェイスについて述べれば、以下のようである。(1)画面遷移の抑制と直観的な内容理解(リアルタイム性)。すなわち、最初に初期画面から、アプリケーションの選択・立ち上げを行い、適切な指示を与えて支払い等の決定に至るために、多数の画面の移動(画面遷移, screen transition)を最小限に抑えることが求められている。また、(2)システムと人間のやり取りとそれに伴う操作や入力 of 工学的な分かりやすさとこれを顧客の観点から把握する顧客体験(customer experience)<sup>5)</sup>が重視されている。そこには、(3)スピード・直観・非言語などの諸要素が重要になっている。これらの諸点は、本稿の第一章、第二章で紹介した多様な金融商品のデバイスにおける美しい画像を参照するだけでも理解されよう。FinTechの中で、この側面は独自の意義を持っており、金融機関がデザイン会社を買収するなどの動きが生まれている。

#### 6. Amazon Web Service(AWS)の場合

上掲のような動きを典型的に表す事例として、Amazon Web Service(AWS)を分析する。2006年、Amazonは、ウェブサービスの形で企業を対象にしたITインフラストラクチャーのサービスを開始した。これがAWSである。このクラウドコンピューティングのメリットは、ITインフラがそもそも企業にとっては先行投資資本となる重いコストで、この重さが企業にとって資本蓄積の制限になっていた。それも単に金額が大きいというだけではなく、サーバーの調達を具体的に想定すれば、(1)複数商品の比較と選択に手間を要し、(2)必要台数を予測する困難とリスクがあり、(3)設置場所の確保が迫られ、(4)電源・環境の安定確保など、その準備には半年を要するなど多大の労力とコストをかけることになる。この諸制限を突破して、企業によって蓄積制限を打開させるために、Amazonはクラウドの柔軟な拡張性が決定的に重要であ

ると判断した。

そこで、Amazonは、(1)従量課金制の低価格設定で、顧客の要望に合わせて数分で何百・何千ものサーバーを提供する<sup>6)</sup>。(2)先行投資費用を要求せず、長期契約で拘束したりしない。(3)クラウドインフラを提供することで、サーバーを即時に使えるだけでなく、革新的な開発を支援し、完成したシステムの実験やデプロイを簡単に可能にする。(4)特定の言語やOSに依存しない開発プラットフォームを提供し、顧客は自由に選択できる<sup>7)</sup>ため、顧客企業は技術革新に集中できる。(5)安全で耐久性ある技術プラットフォームである。(6)利用用途や業界に関係なく、アプリケーションを起動できる柔軟性を提供する。(7)低価格でデータストレージサービスを提供し、信頼できるバックアップソリューションを構築できる。(8)低コストで速いデータ転送速度を確保し、世界中のエンドユーザーにコンテンツを配信できる。(9)ロボ・アドバイザーも使える。

AWSは、(a)サーバーの大量調達によってコストを削減し、(b)パブリック・クラウドとして10年で58回の値下げをした。(c)結果、2015年世界クラウドシェア31%で他を寄せ付けない(MS 9%、IBM 7%、Google 4%、Sales Force.COM 4%で、2位から5位を併せて24%)。反対に、取引する企業から見ると、(ア)AWS環境の上で、コア技術一本で勝負できる。(イ)事業拡大が柔軟にできる。(ウ)迅速な事業展開は、当該顧客企業の商品・サービス提供をデファクトスタンダードにできる可能性を与える。

このようなITインフラストラクチャーサービスの結果、AWSは世界190カ国の数十万に及ぶビジネスを駆動している。米国、欧州、ブラジル、シンガポール、日本、オーストラリアのデータセンターがこのビジネスを支えている。

Amazonの2016年1～9月の売上高は86億8300万ドル(対前年比+58.6%)で営業利益が21億8200万ドル(対前年比2.4倍)、Amazonの売上高総額の9.4%のAWSが、利益の74.4%を稼いでいることになる。AWSは、現在、Amazonの本来のフィールドであるネット通販をはるかに凌駕していることになる。

AWSの起源は、Amazonの通販システムであり、通販の経験は、(1)Amazonに膨大な注文をリアルタイムで処理し、(2)如何にサーバーを運用するかというノウハウを獲得する経験となった。およそ2006年頃、このノウハウを体系化して社外に利用可能にすると大きな事業が展開できると考えた。通販と同様にワンクリックでシステム開発に着手できるという考え方だった<sup>8)</sup>。

## 第2節 FinTechにおける企業間の競争と独占、経済構造の転換

ここでは、これまでに見てきたFinTechという現象を、ベンチャー企業、IT巨大企業、既存金融機関の間の企業間競争と経済構造の転換という観点から総括する。

この問題を分析する最も基本的な視点は、多数のベンチャー企業とApple、Google、Amazonなどの巨大企業、既存金融機関が織りなすFinTech現象が、既存金融機関が作った金融と情報通信システムの土台の上に成立しているという点にある。これを図1として示す。金融経済の構造は、脳の進化に似て、基層となるシステムの上に、次々と新しい層が積み重なるように形成され、FinTech現象においても、それが現代の競争と経済構造の一つの特徴をなしていると言えそうである。以下、FinTechの時代まで4つの時代区分で、そして、戦後日本の事例を想定しながら説明する。紙幅の関係で大きな単純化を行った。





図1の左側・上側に白抜き<sup>9)</sup>の矩形で示された部分が、いわば基層、すなわち、この図の最も古くから存在している既存金融機関（銀行）のシステムである。これは1960年代から1970年代の第一次および第二次オンライン化に相当し、図は第二次オンライン化によるクライアント・サーバー・システムを想定して書かれている。

この図では、(1)左上の縦一列に、当時、ホストコンピュータが保持した勘定系のシステムが示されており、(2)右上の営業店と専用回線で結ばれ、営業店では、行員が操作する端末と顧客が自ら操作するCD・ATMがある。これらは単独の銀行のシステムであるが、(3)各銀行は、これまた外部からの攻撃を許さない専用回線を通じて、全銀システムを経由して他行と結ばれて、複雑な資金決済を実現している。これらは、専用回線を通じて結びつけられたネットワークであり、このネットワークの中に自らを位置づけることで各行は銀行の機能を発揮することができるし、そのために金融機関は莫大な情報通信関連投資を行う必要がある。それは、金融機関にとって、情報化時代に対応するための不可欠の投資負担であるが、建設されたサーバと情報通信システムは、当該金融機関にとって参入障壁でもある。それが、都市銀行のような大銀行においては、独占的利益の基盤になると同時に、地方においても、地域金融機関の地域独占的な利益を生む基盤である<sup>9)</sup>。

更に、この時期には、そこにファーム・バンキング（図中ではFBと表記）やクレジットカード会社関わった。すなわち、(1)ファーム・バンキングというシステムは、銀行の支援を得て、その顧客企業が、通信上、比較的安全性の高い電話回線による通信を使って、社内に設置した端末から銀行に向けて諸支払いを指示することを可能にした。これは銀行の側から仕掛けられた顧客企業向けのサービスの改善と言える。これに対して、(2)クレジットカード会社は、一般の顧客が小売店に行き、商品を購入する時に遭遇する諸制限を打開する。すなわち、顧客は、審査を済ませて発行されたクレジットカードを店頭で提示し、クレジットカード会社は、小売店に代金を支払い、平行して、一定期日後に顧客の銀行口座から、支払い金額と利子・手数料を差し引くことで利益を得るという後払いのサービスを提供する。これによって、顧客は、店頭での支払いのための現金準備や国外での支払いであれば、各国通貨間の壁を破ることが可能になる。

これが1980年代および1990年代の第三次及びポスト第三次オンライン化の時代に入ると、幾つかのシステムが付加される。すなわち、黄色の矩形で示されたように、(1)銀行のホストコンピュータには、預金など勘定系のデータベースに加えて、営業管理・経営管理のデータベースが付加された。また、(2)オープン化の流れで、コンピュータ・メーカーの製品の間の互換性が確保された。(3)ファーム・バンキングでは、従来型の電話回線によるサービスと並んで、インターネットを活用したタイプが登場する。これはセキュリティで大きな壁があったが、次第に改善され現在に至っている<sup>10)</sup>。また、(4)電子マネーが利用可能になった。これはクレジットカードと対比すると、先払いのシステムである。(5)金融機関のシステムでは、オープン基盤・クラウドが導入されシステムの柔軟性が高められた。こうした動きによって、金融機関は、いわば装置産業の時代を迎えた。それはまた、金融機関を守る参入障壁の役割を果たした。

2000年くらいからのインターネットの時代になると、オレンジ色の矩形に示したように、(1)銀行のホストでは、システムに蓄積されたデータを分析するアナリティクス技術が導入されるようになった。また、(2)TポイントカードやPontaなどのポイントカード<sup>11)</sup>が生まれたが、これは後年、クレジットカード、電子マネー、スマートフォンなどのデバイスと融合を遂げる基

礎をなすことになる。更に情報技術の進展に対応して、(3)銀行のバンクカードやWeb銀行のカードが、小売店の店頭で利用可能になり、即時払いのデビットカードとして活用可能になった。また、(4)ネットバンキング(図中ではNB)やモバイルバンキング(MB)が可能になる。これも現在のものとは区別して考える必要があり、預金通帳・バンクカードなど従来のな手段に加えて、提供されたCDなどを使ってPCにアプリケーションソフトをインストールして使用可能になるようなものであった。これに対して、インターネット化が、銀行にもたらしたものは、支店網を中核に据えた銀行サービスの提供方法が拡大できたこと、すなわち、銀行の販売チャネルを広げた効果はあった。しかし、預金、為替、融資、資産運用など金融の基本になる機能とこれに基づく商品の開発面では、大きな変化が生まれなかったと言える。

本稿で言うFinTechとは、銀行など既存金融機関・クレジットカード・電子マネー・ポイントカードなどの機構の上に、現代の情報通信技術の応用によって成立する新し諸現象と行うことができる。すなわち、図版の下側のピンク色の矩形に示されたような諸現象を総括した事象である。すなわち、本稿第一章でも言及した諸事象でもあるが、(1)銀行・クレジット会社の領域を越え、それらの間隙を縫う決済サービスの革新、(2)多方面に散らばる情報を統合して顧客や投資家の判断を後押しする新しい資産管理、(3)人工知能(AI)を活用して柔軟な応答的環境を顧客や投資家に提供するロボアドバイザー、(4)ビックデータ解析などを踏まえた精度の高い与信審査、(5)自動運転技術(Telematics)から得られる情報の活用、(6)SNSという既存金融機関が利用してこなかったシステムを積極的に活用するソーシャルレンディング、(7)高度技術を活用するが、顧客にとっては直観に依存して使いこなしやすい顧客体験の革新、(8)オープン基盤・クラウドの活用、(9)後続の章で取り上げるビジネス・ブロックチェーンの活用などである。

これらは一見、雑多な事象の寄せ集めに見えるかも知れない。しかし、そこには共通するICT技術の優位性を活用した、FinTechベンチャー企業<sup>12)</sup>、Apple・Google・Amazonなどの巨大ICT企業、既存金融機関という三者の間の競争と金融経済の構造転換が見いだされる。

この構造転換は、以下の三つの契機から成り立つ。すなわち、(1)Apple, Google, Amazonなどの巨大ICT資本が、2008年のリーマンショックで流出した情報技術者やその中の組織力あるリーダー達を受け入れ、次代の技術者たちを従えたFinTechベンチャー企業に、上述の(a)ITサービス開発のためのライブラスの提供、(b)安価でキャパシティの変化に柔軟に応えるクラウドサーバなど開発インフラの提供、(c)APIの提供によるサービス開発の土台の提供、(d)AppleのAPPストアやGoogle Playなど多数の顧客を確保する販売チャネルの提供など、新しいITサービス開発の諸条件を提供して、ベンチャー企業の競争を組織化する。彼ら巨大ICT企業は、ITサービス開発の未来に必要な新技術、その研究開発・応用に必要なあらゆる必要条件を見越し、あらゆる機会を先取りすることで、自らの独占的地歩を固めている。

また、(2)多産多死と言われるベンチャー企業は、自らの経験を踏まえ組織力を発揮するリーダーが、若い高度技術者を動員して、上掲のICT巨大企業が自らは作らない多数のプログラムと商品開発を競う。これらの企業は、(1)のICT巨大企業委が提供するITサービス開発条件に依存して短期開発をして、既存金融機関がこれまでに攻略してこなかったビジネス領域を創出する。FinTechベンチャー企業は、そのリスクを取ると同時に、自らの革新性を発揮し、実力を実証することで生き残るか没落する。生き残る場合は、独立企業として生き残る場合と、より大きな企業に身売りすることで生き残る場合もある。巨大ICT企業は、ベンチャー企業の挑



戦と革新性を支援することで、一方で自ら開発するリスクを回避し、きめ細かなITサービスの発掘を可能にすると同時に、他方で、彼らを取巻基盤<sup>13)</sup>にして成長を達成する。

多くの場合、これらFinTechベンチャー企業は、既存の秩序をdisruptすると言われるが、彼らの競争力は、(1)のICT巨大企業の提供する開発インフラ等に強く依存している場合が多い。したがって、ベンチャー企業がdisruptの主体か、ベンチャー企業とICT巨大企業の連合体がdisruptの主体か、更に真の主体はICT巨大企業のみかという理論問題は、これまでのところ十分な形で提出されなかった。更に分析を要する問題である。

更に、(3)銀行などの既存金融機関は、情報システム、回線などに投資し、これに守られる装置産業としての地位や収益獲得に甘んじて、FinTechの革新に対して十分な現状把握と対抗措置を打ってこなかったと言われる<sup>14)</sup>。したがって、既存金融機関は、FinTechベンチャー企業とICT巨大企業の連合体に対抗して、同じくFinTechベンチャーとの連携を模索し始めている<sup>15)</sup>。

この意味で、事態は自動運転を巡る国境・民族資本を超えた開発のための連合体の形成に近似した事態となっている。FinTechの場合には、ベンチャー企業を挟んで、既存金融機関とICT巨大企業の対抗関係が見られ、自動運転の場合では、VR、地図、衛星通信、自動車部品など多数の分野の企業を挟んで、TOYOTAやVolkswagenなど既存自動車会社とICT巨大企業の対抗関係がある。こうした一企業による開発ではなく、鋭利な技術基盤を持つベンチャー企業を多数吸引しながら、企業・金融業が相互に独立性を維持しつつ連携する「エコシステム」が時代の技術革新の基盤をなしている<sup>16)</sup>。また、広い意味での金融業界は「解体、束ね直し、強化 (unbundling, rebundling and enhancing)」の中にあるとも言われている<sup>17)</sup>。

これを競争と独占という見地から見ると、FinTechベンチャー企業は、そのICT技術を駆使して、金融業務や従来のビジネスモデルの弱点を検討し、新しいITサービスの開発に鎬を削る厳しい競争を繰り返している。しかし、ベンチャー企業の競争は、上述のようにICT巨大企業の「たなごころ掌」の上に展開している。後者は、前者に対して個別資本としての金融サービスの生産条件を提供すると同時に利益獲得を達成する。前者は、後者に依存して新しい金融サービスを開発してスタートアップ企業から脱皮して自立しようとする。既存金融機関は、これに対抗して、ベンチャー企業を自らの掌に乗せようとして、新しいビジネスモデルを構築し、ICT巨大企業の優位性を減殺しようとする。

かくして、競争は激烈であっても、それは自由競争とは異なり、独占を前提した競争、独占の契機としての競争なのである。競争は、その内に独占を内包する。これはマルクスが極めて早い時期の『1844年の経済学・哲学手稿』<sup>18)</sup>ですでに理論的に指摘していたことである。しかし、この点は21世紀の科学の問題としてもっと深化されねばならない。では、帰結した独占は、かつて自らを生み出した祖国である競争を脱ぎ捨てるのか。そうではなく、支配的になった独占が競争にその発展段階固有の定在（特定の在り方）を与える。したがって、それは独占的競争という過渡期だ。とすると、競争は独占にコロッと移行するのではない。競争が主要な契機となり、独占を内包する段階から、独占が主要な契機となりながら、その中で、技術革新とグローバル経済の特定の諸条件が揃えば、熾烈な競争が独占を前提にした競争として展開する。すると、競争は独占を生むという潜在的な傾向を保ちつつも、独占的關係を前提にして、それから形態規定を受け取ることになる。競争を促すことが、既存の独占的關係の実現になり、独占的競争が現実のものとなる。こうした複雑な連関を持つのが、今日の資本主義経済の現実で



図2 競争と独占の関係と資本主義の歴史的發展段階  
— 独占段階において競争は「独占的競争」の形態規定を獲得する —  
筆者作成

ある。資本主義時代の前半の、競争が主導的で、独占を内包する發展段階を私たちはこれまで自由競争段階の資本主義と呼び、独占が主導的な段階を独占段階の資本主義と呼んだ。歴史学的な段階区分は、この複雑な連関を看過すると、無概念的な段階区分に墮落する。では、独占を内包しない全き競争が存在しないということが正しいと仮定して、対立概念としての競争を持たない全き独占はあるか。確かに、生産の社会化、物的流通の社会化、資源配分の社会化、記帳と管理の社会化は不断に進展し、人類史の事態はそこへ向かって發展し続けている。しかし、私たちが見る地球史的現実では、事態はなお過渡期に留まっている。そして、行き着く先としての全き独占は、資本主義を否定する段階を意味することが分かる。何故なら、資本主義は、よって立つ基本的前提である競争を廃絶すれば資本主義ではいられないからだ。資本主義時代とは、競争を乗り越えては資本主義でなくなる、その超えられない限界・競争の中での發展の運動だからである。このことは、以上に見たように単純に証明可能なことである。これを図示すると図2になる<sup>19)</sup>。

#### 第4章 Blockchain技術の応用可能性と現代の社会経済構造の変容

本章では、これまでに見てきたFinTechという金融新技術とサービスでは扱わなかったBlockchainという新技術の応用可能性と、技術革新との相互作用における社会経済の変容について考察する。Blockchain技術は、多様な応用性のある基礎的技術という性格を持つため、一方では、まだ非常に広範な諸分野で現状を変化させる技術的可能性に止まるという側面があり、他方で、インターネット時代到来後の技術基盤を根底から揺るがせるという側面を持つ。そこで、本稿がテーマとする「通貨」の領域とそれ以外の応用的可能性の両側面を検討し、これがもたらす社会経済の変貌について考察する。

##### 第1節 インターネット世界に占めるBlockchain技術の位置と通貨を超えた汎用性の発見

まず大きくBlockchain技術という技術領域が、インターネット技術の中でどのような位置を占めるかを見ることにする。

###### 1. インターネット世界のどこにBlockchainは位置するか？

図3は、TCP/IP (Transmission Control Protocol) を使って世界中に情報交換の通路を築くインターネットの基礎の上に、従来のどのようなProtocolに基づいて情報送受信のメカニズムが成立し、Blockchainがこのシステムの中でどのような位置を占めるかということを表してい

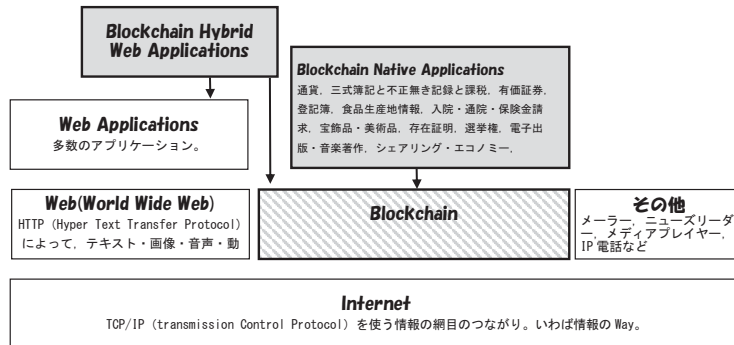


図3 分散型アプリケーションとしてのBlockchain技術の位置  
 出典：W.Mougayar, Business Blockchain(P.8)を著者が加筆作成した。

る。我々に身近なWWWやメーラー、そしてメディアプレイヤーやIP電話は、インターネットという通路の上にテキスト・画像・音声・映像、メール、ニュース、動画や電話という情報流通を可能にしている。BlockchainとBlockchain Native Applicationは、図にあるように、従来に無かった独自の新しいサービスを可能にする。また、WWW技術の上に、Web Applicationと融合したBlockchain Hybrid Applicationをも可能にすると考えられている。それが、分散型アプリケーション (Decentralized Application, DApps) である。これは、インターネットの歴史の中でWWWの発明に匹敵する画期的な革新であると言われている<sup>20)</sup>。

## 2. Blockchain技術の発明と通貨を超えた汎用性の再発見

Bitcoinは、2009年にサトシ・ナカモトによって提唱され<sup>21)</sup>、同年中に実際に仮想通貨として開発された。先進諸国の各国通貨が中央銀行によって発行され、法と制度によって支持されているのに対して、Bitcoinは、(1)如何なる国家と制度にも支持されず、(2)中央集権の型のシステムではなく、(3)技術的にも、サーバーによる中央管理の仕組みを持たない、無国籍で電子データとしてInternet上を安全に流通できる仮想通貨として生まれた。Blockchain技術は、このような仮想通貨Bitcoinを支える技術として生まれた。リーマンショックや欧州通貨金融危機が発生して、世界各国では低金利政策が維持される中で、投機性の高い通貨は退避場所を求めた。各国の経済政策・金融政策に翻弄されず、発行制限によって価値を維持するよう設計されたBitcoinは、こうした状況下で一躍注目され、その交換レートを高めた。図4は、2012年頃からのBitcoinの対ドルレートの推移である。

しかし、2013年頃からBlockchain技術は、暗号通貨Bitcoinとしての用途以外にきわめて広範な用途があることを人々は理解するようになった。結果、Blockchain技術にとって、通貨領域は一つの応用領域に過ぎないと考えられるようになった。Bitcoinの基礎技術であるBlockchainという分散型台帳技術をそのままに、Bitcoinで採用されたProof of Workという方式から他の方式に移行する(後述)などして、多面的な応用に道を開こうとしているのが現状である。この点に留意して、Blockchain技術が開く新しい可能性とは何かという点に答える。

(1) 第一に、改竄や消去ができず、ただ連続的に追記し続けることで、取引を正確に記録するため、二重送信(二重支払い)、二重所有を抑止でき、社会の全取引記録を関係者全員で分

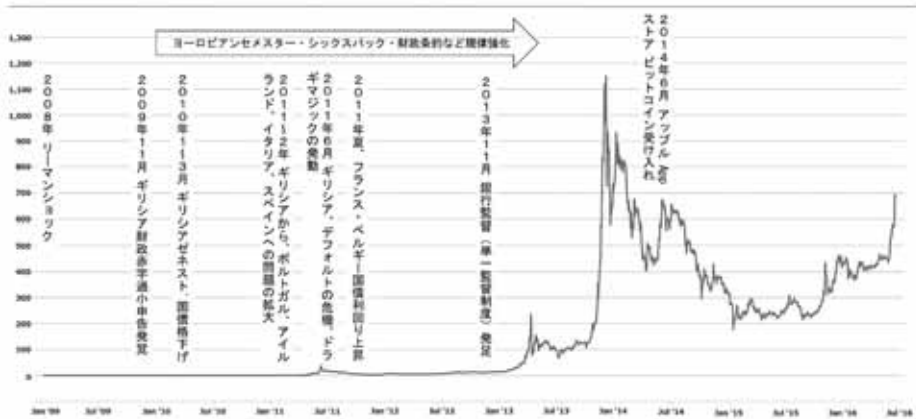


図4 Bitcoinの対ドルレートの推移  
出典：blockchain.infoなどを参考に著者作成。

分散所有するため、データの回復力があり、永遠に取引記録を作る。

- (2) 従来からの、中央にある単一のデータベースに取引記録を保存すること（それに相応しいセキュリティや投資が必要となる）で、全取引が公正であること検証・合意する現代の中央集権型の合意形成システムを、分散型合意形成システムに転換させる。すなわち、データをBlockの形で保存し、その全体を各当事者全員で分散保有することで、改竄防止と取引記録の公正さの保証を実現する。分散型であるために、
  - (a) 中央の単一のデータベースを技術的に不要にし、したがって、
  - (b) 社会的には、このデータベースを管理する者（国家・中央銀行・取引所やその他の中立的組織）の権限と権威を不要にすることで、取引、データ保存、資産の移動の作業を極めて単純なものにしたり、効率化したりする。
- (3) それまでのインターネットやWWWは、情報・取引記録などを複製し、拡散する技術として発展してきたが、それは情報・取引記録などの多数のコピーを生んだり、サーバへの攻撃、データ漏洩、データの偽造を助長し、対策は未完成であった。これに対して、Blockchain技術は、信頼のある従来の技術の組み合わせによって生まれ、高いセキュリティとデータ読み取りの制限をかけることを可能にした。これは従来のインターネット技術の弱点を補う大きな進歩であり、Blockchain技術は、WWW以来の最大の発明であると言われる<sup>22)</sup>。
- (4) Blockchainを使って契約の詳細を記録するだけでなく、プログラムを組んで連動させることで、一定の条件が揃った時、その契約に従って自動的に購買の指示が出されるなど、予定された行為が実行されるように仕組める。これは従来の企業活動の在り方を変える可能性がある。これをスマートコントラクトと言い、複雑な社会活動をシステムに取り込むことができる。

このBlockchain技術の応用可能性は、如何なる領域にあるのか。通貨に応用すると、Bitcoinのように通貨の授受が確実で、通貨の複製による二重払いや通貨偽造が発生しない。また、有価証券をBlockchain技術で発行すると、中央のサーバで管理する必要の無い電子有価証券が作

れる。それは分散型台帳技術によって、取引される当該の有価証券のみならず、発行された有価証券の全取引情報が、各所有者に分散保有されて完全に記録され、取引履歴も必要に応じて追跡できる。この技術を使って、簿記を行えば、取引が成立した瞬間に記帳され、データの捏造が排除される。

しかし、それは具体的に如何なる技術によってであろうか。如何なる技術も必ず破られるから、そうした評価を安請け合することは誤りではないか。そうした疑問が湧く。そこで、ブロックチェーンとは何であるかを見て、その具体的な応用事例を分析しながら、予想される社会経済構造の変容について見て行くことにする。

## 第2節 Blockchain技術とは何か？

### 1. Bitcoinとともにその基礎技術として生まれたBlockchain技術

2009年にサトシ・ナカモトがBitcoinを提唱し、同年、これに呼応してBitcoinが誕生し取引が開始された。Blockchain技術は、当時、ただこの暗号通貨・仮想通貨Bitcoinの基礎技術として生まれた。中央銀行という通貨当局によって発行されず、従来の預金通貨や電子マネーのようにサーバによる中央での一括管理を必要とせず、インターネット上で電子ウォレットを介してPCからPCへと直接で確実な支払いや譲渡が可能な無国籍の通貨が、このBitcoinであった。

2008年のリーマンショック<sup>23)</sup>という経済危機への対策によって、各国中央銀行が発行する通貨は、金融緩和と低金利に晒され、これを忌避した貨幣資本の運動・所得防衛の運動によって、多数の買いを受けたBitcoinは価値増加し、一躍注目されるようになった。また、当時世界最大のBitcoin取引所であったMTGOXが破産した事件<sup>24)</sup>など否定的な材料もあったが、Bitcoinのセキュリティは今なお破られてはおらず、その高いセキュリティー技術は、インターネット時代最大の技術革新であるWorld Wide Webの開発にも比肩する技術革新と言われている。

しかし、今日、事態は暗号通貨としてのBitcoinの優位性を超えて進展している。すなわち、2013年頃より、Blockchain技術は、Bitcoinという通貨としての用途を超えて、幅広い利用可能性があることが理解されるようになり、現在では世界各国で多様な分野に向けた開発競争が繰り広げられている。本稿では、通貨並びに他の用途の両面を説明し、経済社会への影響を考察する。

### 2. Blockchainとは何か、仮想通貨Bitcoinの中でそれは如何なる位置を占めるか

では、Blockchainとは何か。これをBitcoinという具体的事例を通じて説明する。Bitcoinは仮想通貨である。サーバで中央管理されてもいない。Bitcoinは、(1)Blockchain技術に支えられて電子ウォレットを使ってコンピュータ間で通貨の授受を行い、(2)これをBlockchainに書き込まれた取引記録を絶えず更新・共有することで、取引の正しさを検証し、承認しあう。(3)絶えず更新される取引記録を共有することで、通貨の存立基盤となる信頼を維持する。

では、何故、通貨としての効力と信頼を維持するために、ネットワーク参加者に取引記録を常時、更新・共有するなどという面倒なことを行うのか。その積極的な意味は何か。

それは、(A)これまでのシステムがハッキングされないようにセキュリティーを確保した中央管理のシステムに莫大な投資をしてきたのに対して、取引記録を、全ての取引当事者が保有するBitcoinの中にBlockの形で分散所有して、この莫大な投資を不要にしているのだ。このデータの分散所有によって、取引記録を偽造・改竄しようとしても、地球上に分散所有されて



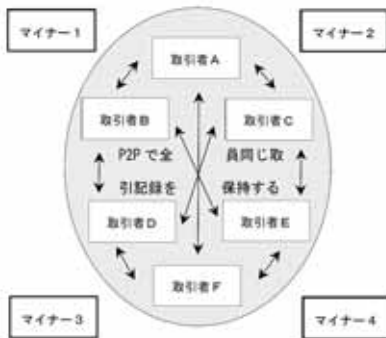


図5 Peer to Peerによる情報の共有  
著者作成



図6 ハッシュ値とブロックの生成  
著者作成

いるBlockの記録を半数以上を支配・改竄せねばならないからであり、それが事実上不可能なためである（図5）。

さらに、(B)取引記録を中央管理のサーバではなく、全ての当事者が同じデータを分散所有するBlockに組み込むためには、(a)およそ10分に一回、その間の取引記録をひとかたまりにして、過去のBlockの後に新しいBlockとして追記していく必要がある。悪意ある者が、各ノードが保有するblockを支配・改竄しようとしている間に、新しいBlockが追記されるため、改竄は一層困難になる。Blockは、Bitcoinの中に一つ、また一つと追加され、数珠つなぎになるため、これをBlockchainと言う（図6）。(b)このように、Blockchainは、この世に一つのデータ管理拠点があれば良いわけではなく、全てのBitcoin所有者に分散所有されてこそ、その証拠能力が担保される訳だ。その意味で、Blockchain技術は、分散型台帳技術(Distributed Ledger Technology)と言われる。(c)そのため、中央管理ではなく、P2P(ピアツーピア、Peer to Peer)という、ネットワーク上で対等平等な端末間で直接にデータを送受信=共有する技術が、このデータ共有を支えている。(d)この分散型台帳の技術の結果、Blockchain技術は、単一障害点(Single Point of Failure)を持たない。単一障害点とは、その一点を攻撃されると、システム全体が機能不全を起こすような箇所、すなわち、中央で管理しているサーバなどを意味する。単一障害点を持たないことは、Blockchain技術に依存するシステム(Bitcoin, Ethereum, その他)が、従来の中央集権型のシステムより強靱であることを意味する。

更に、(C)高度なセキュリティが備わることである。すなわち、図3に示したように、取引記録は、ハッシュアルゴリズム<sup>25)</sup>で暗号化される。或る取引記録に対応するハッシュ値はただ一つしか無いが、ハッシュ値は取引記録に対してあまりに小さな値であるため、元の膨大な取引記録に遡及することは不可能とされる。このハッシュ値が、追記される一つ後のブロックに保存されるため(図3では、取引履歴Nのハッシュ値が、次のブロックである取引履歴N+1のブロックに保存されるというように、一つ後、また一つ後のブロックにハッシュ値が転記される)、或るブロックを改竄すると、後続のブロックに次々と影響し、改竄は困難になる。この結果、取引参加者は、敢えて改竄することで利益を得るより、公正な取引を行う方向に自ずと誘導される。取引参加者は、公開鍵と秘密鍵の二つの鍵を利用して、取引を安全に行うことが可能になる。また、Blockchainでは、取引データが個人情報と結びついていないので、大事な情

報が盗まれることも無い。

とすると、(D)こうしたBlockchainを活用するためには、Bitcoinなど取引参加者の活動と並行して、いったい誰が、ハッシュ値を計算し、新たなBlockを生成・追記して、取引承認のための共通業務を行っているのかという問題領域がある。この共通業務を「マイニング（採掘、mining）」と呼び、それを担う不特定多数の者を「マイナー（miner）」という。彼らは、取引参加者から送信される取引を、Blockの形に加工する。この加工の際に、マイナーは、取引者の公開鍵を使って暗号化されたデータを復号（暗号化の逆）し、その者の送金と改竄されていないことを確かめる。正しく送金できない場合には、秘密鍵が誤りか、改竄されたとして却下される。生成されたBlockは、承認済みの取引データとしてBlockchainに追加される

マイナーは、新しいBlockを生成させるために、(1)計算問題を競争し解き、Bitcoinにブロックを追記することで、新たに生成したBitcoinを報酬として得たり、(2)取引に際して手数料を得たりする。すなわち、既存金融機関が、ホストコンピュータを用意し、他行との支払い決済を行うための専用回線網を維持しているのに対して、仮想通貨にはこのシステムが不要であった。しかし、ここに言う、Blockchain技術は、仮想通貨を維持・管理する共通業務を消滅させた訳ではないことが分かる。すなわち、マイナーの活動がそれであり、プログラムによって彼らには、その業務遂行によって新たに生成するBitcoinが付与されることで、この共通業務を競争的に実行するように仕組みられ、誘導されているのである<sup>26)</sup>。

中央制御のシステムでデータを管理せず、ネットワーク参加者にデータを分散所有させて、一定のアルゴリズムに従ってデータの正当性を決める。ネットワークに位置するコンピュータであるノードの中で、特に未処理のデータを記録する役割を引き受けるのがマイナーであり、彼らは電力とコンピュータリソースを猛烈に投じて、新しいBlockにデータを確定・追記する。このパズルを解き新しいBlockを作るには、総当たりで計算することで、他のマイナーを打ち負かす必要がある。当初、マイナーへの報酬は、1 Block当たり50BTCであったが、2012年末に25BTCに減少した。このマイニングという私利追求の行為が、ネットワーク全体の利益になる。マイニングの所要時間は、2015年11月末時点で平均10分、計算回数は $10^{20}$ を超えられている。このように、各取引を認証するためにハッシュ関数を用いてハッシュ値を算出することをProof of Workという。

しかし、このProof of Workにはいくつかの弱点や課題がある。すなわち、(1)マイナー達が莫大な電力を消費すること、(2)マイナーが51%以上のコンピューティングパワーを支配して、データを偽造する危険性、(3)1時間に約6回のブロック生成が、適用される領域で求められる処理速度に応えられないこと、(4)システムの設計に「改竄は合理的でない」という前提が含まれており、経済合理性を度外視した攻撃が加えられれば安全性は守られないのではないかという問題点が指摘されている<sup>27)</sup>。後述するように、Blockchain技術の更なる応用のためには、このProof of Workを別の合意形成メカニズムに代替する試みがある。

最後に、Blockchainを技術的に見ると以下のようなになる。すなわち、(1)Peer to Peer (P2P)は、単一障害点を持たないデータの記録・共有・承認を可能にする。(2)コンセンサス・アルゴリズムは、各ノードでBlockchainを共有し、取引記録を承認し信用を担保する最重要の仕組みである。(3)電子署名とハッシュ関数の活用は、取引を発行する者の正当性を保証し、暗号によって改竄を防止する。これら三つの技術は、それまでから存在する評価の定まった既存技術であり、その有効性も十分実証されている。Blockchainは、それを組み合わせ分散型台帳技術

(Distributed Ledger Technologies, DLT) として、次に見るように通貨、証券、不動産の権利、保険請求など膨大な応用領域に適用可能な革新的技術となった。

さらに、Bitcoinの基礎技術を高度に応用するためには、この(1)から(3)の技術的要素に加えて、(4)後述するスマートコントラクトがある。

### 3. つまるところBitcoinとは取引記録の集合体である

このようにBitcoinを分析して見れば、各自が何らかの電子ウォレットに所有するBitcoinは、銀行の勘定系コンピュータに記された預金残高のデータのように、通貨量 $\chi$  BTCというデータがあるというよりも、「 $a$ 氏から $\beta$ 氏に $\chi$  BTC送った」というような取引記録の集合体であり、各自がこれを分散所有していることが分かる。

## 第3節 Blockchain技術の応用性の拡大 — スマートコントラクトとプライベート型の道—

ここでは、Blockchain技術の応用のための更なる変化を二つの観点から論じる。まず、(1)仮想通貨Bitcoinと対比した、Ethereumに表された新しい選択、すなわち、スマートコントラクトへの道であり、次に、(2)Bitcoinで選択されたオープン型Blockchain技術に対するプライベートネットワークにおけるBlockchain技術の応用という道である。双方とも、技術的選択という側面と、Blockchain技術を受容するための社会的利害関係との調整という社会経済的な側面の二つの要因が重畳していることに留意されたい。

### 1. EthereumとHyperledger Fabric、そしてスマートコントラクト

ここで取り上げるのは、Blockchain技術をBitcoinのように単に通貨としての使用を目指すのではなく、Blockchain技術の堅実無比のデータ追記の能力と、プログラム言語との組み合わせによって「契約を自動化する」ことである。それがスマートコントラクトと言われる技術である。簡単に言えば、利用者が必要な金額を投じるという条件と、利用者が特定の商品を選択するという条件とが揃った時に、契約通りにシステムが自動的に商品供給を実行するというような一連の操作を、人間の指示を待たず行うことである。スマートコントラクトの考えはあった。しかし、Blockchain技術の登場があったため、スマートコントラクトを支える信頼の基盤ができたと言える。

ここで取り上げるEthereumは、Bitcoinとの関係で興味深い歴史を持っている。ヴィタリック・ブリティンは、Bitcoinにさらに強力なスクリプト言語を組み込もうと主張していたが受け入れられなかった。ベンチャー・プロダクション・スタジオのConsenSys<sup>28)</sup>は、この主張の有効性を見抜いて、自社のプロジェクトだったEthereumと仮想通貨Etherに反映させた。Ethereumは、Bitcoinと同様にEtherという仮想通貨を持つが、Bitcoinと同様にProof of Workでコンセンサスアルゴリズムを成立させている。しかし、今後、後述するProof of Stake (PoS)に移行することを予定している。Block生成間隔は、12秒単位で一応の確定を見るが、一定数のBlockが追加されることで真に確定と言えるため、数分程度と評価されている。Solidityと言われる専用言語を使用することで、コントラクトというプログラム開発できる。記述されたプログラムであるソースコードは、Ethereum Virtual Machine (EVM)という仮想マシンで動作する。コントラクトの機能を持つが、Ethereumの場合、コントラクトそのものもBlockchainに格納され、全てがBlockchainを介して行われる。

これに対して、Hyperledger Fabric<sup>29)</sup>では、スマートコントラクトで管理されるデータを、ブロックチェーン上のデータと完全に分離して、後者がWorld Stateという分散型データベースに格納され、P2Pネットワーク上で共有される。Ethereumと対比して言えば、コントラクトの機能がスケールの面から見ても、より自立的になり、経済的なエコシステムに対応可能になったのである。反対に、Ethereumの構造は、かなりBitcoinに近似しているが、コントラクトへの展開の一步を踏み出したものだと言える。

ここでBlockchain技術は、当初の仮想通貨としての基盤技術に留まるか、スマートコントラクトの機能を合わせ持つ方向へ進化するかという岐路を迎えたと言える。

今日、Blockchain技術とプログラムを結び付ける、スマートコントラクトの技術の応用が現実味を帯びて来ている。すなわち、(1)Blockchainで、契約の内容を改竄不能の形で記述する(法的な文書)、(2)これを正しく行使するためにプログラムで保証する(プログラム)。すると、後述するように、通貨・金融の分野を超えて、企業の事務処理と業務処理のスキームにも、出版・音楽などの著作物にも、国家と行政行為にも、IoTにも、大きな変化をもたらすことになる。例えば、楽曲の使用権を配信会社に割り当てることも可能であり、契約の条件が守られない場合には、権利行使を差し止めることも可能になる<sup>30)</sup>。

今後、法律が正確にエンコード(encode, 符号化)できるようになると、この結果、(1)企業・公的機関・団体・消費行為などの多様な領域で大きな経済的恩恵が生まれると予想される。他方、(2)法律のエンコードという言葉にあるように、社会を律する法治国家と権利諸関係という社会領域、換言すれば、法律的イデオロギーの社会関係が、従来のように個人・企業・組織相互間の人間的な認知関係に置かれていたものが、システム間の連携関係へと置換されるという事態が発生する。あたかも工場で連携する従事者間の人間関係の一定部分が、技術的制御の関係に置換される過程が進行する。それに伴って、(3)法律や会計などの専門職の中の、全てではないにしても、一定の事務がシステムに置き換えられていくことが考えられる。

## 2. オープン型のBlockchainか、プライベート型か — 技術と利害対立の複雑な重畳 —

Blockchain技術は、元来、集中型合意形成から分散型合意形成への移行を促す技術であった。そのため、Bitcoinは、a.技術的にはサーバなど中央制御のシステムを必要とせず、b.社会的には、既存金融機関の役割や中央銀行などの通貨当局も不要にする仮想通貨であった。しかし、第二節の2.の終わりの方で説明したように、Proof of Workにおける電力やシステムの大量消費、マイナーが連帯することの危険性、10分に一回のブロック形成の遅さと処理限界、経済的合理性を度外視した攻撃への脆弱性など、Bitcoinに見られる社会的要請に対する技術的制限や、さらに既存金融機関の主導権の喪失への危機感と対抗措置などから、この技術をこれまでのようにオープンにインターネット上に置くのではなく、プライベートネットワーク上に置くことが構想された。これがここに言うプライベート型のブロックチェーンである。

ここでは、ムーゲイヤーに習い、前掲の図3を改変して、オープン型とプライベート型を対比して示す(図7)。

従来のBlockchainが、TCP/IPに基づくインターネットの上にWorld Wide Webに並び立つプロトコルとして、多様なアプリケーションのための基礎を提供していたのに対して、プライベート型Blockchainでは、プライベートネットワークの上にプライベート・ブロックチェーンがあり、これが足場となってプライベート・ネイティブ・アプリケーションを成立させ、さらに左

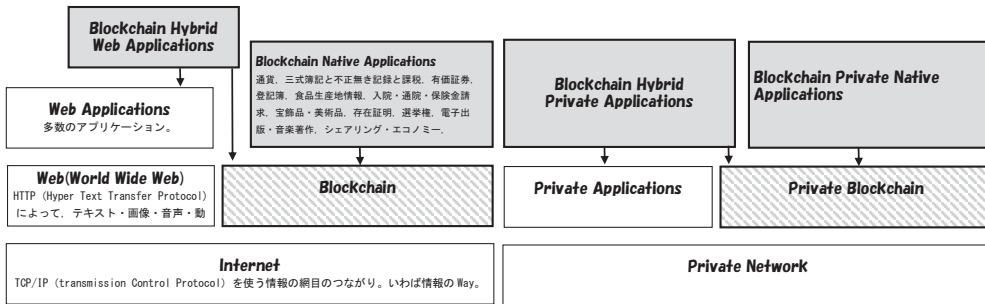


図7 Blockchainのオープン型とプライベート型の対比  
ムゲイヤー『ビジネスブロック』(pp.29-31)を参考に著者加筆修正して作成。

隣のプライベート・アプリケーションと融合したハイブリッド・プライベート・アプリケーションも成立できる。

この概念図は、(1)まず、純粹の技術的な成立可能性を示している。しかし、同時に考えなければならないことは、(2)こうした技術を活用して収益を得る社会経済的關係からも理解する必要があることである。何故、人はBlockchain技術をインターネット上で利用できるにも関わらず、プライベートネットワークの上でも活用しようとするのか。それは如何なる技術的事情と社会経済的利害の賜物であるのか。

第一に、技術的事情としては、先と同様に、Proof of Workには、多大の電力等の資源が消費され、膨大な計算を必要としたため、これをプライベートネットワークに持ち込むと、取引参加者は、このネットワークに参加を許されたものだけに制限することができる。すると、Proof of Workのような膨大な作業を簡略化して、処理速度を上昇させ、多数の社会的要請の応える条件を作ることが可能になるためだ。

Proof of Workに代わる、より簡略化できる合意形成システムを挙げると以下ようになる。現行のBitcoinが、競争して計算しハッシュ値を求めるマイナーの仕事に依存してコンセンサスを確立するのに対して、(1)保有するcoinの量に応じてBlockが承認されるのが、Proof of Stakeで、これは不正を働けば保有する者に跳ね返ってくるため、coinを多数保有する者ほど不正を働きにくいという考えに基づいている。ピアコインやNXTが採用しており、Ethereumもこのシステムに移行するという。(2)あらかじめ承認者を決めておいて、その8割が承認すると合意形成と見るのがSocial Network方式である。ステラやRippleが採用している。更に、(3)Proof of WorkとProof of Stakeを組み合わせたProof of Activityや、Proof of CapacityやProof of Stakeなど多様な合意形成システム(consensus method)が考案されている。他方、こうした新しい合意システムは、Bitcoinで鮮明であった分散型のシステム(decentralized system)の特性を弱体化させるものであることも忘れてはならない。

第二に、社会経済的利害との関係では、やはりBitcoinは、銀行など金融機関が作ってきた送金システムなどを不要・安価にし、装置産業としての既存金融機関の参入障壁を無力化する可能性がある。そのため、こうしたオープン型のBlockchainの技術的弱点を補い、自らが保有するプライベート・ネットワークの上にBlockchainによるシステムを構築するという選択を、金融機関は行うのである。これに応じて、FinTechベンチャーを、こうしたプライベート型の開



発と実現に向けて組織化するという動きが生まれている。

この意味で、Blockchainは、バリューチェーンの形態規定を受け取り、その意味で、(1)データベースであり、(2)開発プラットフォームであり、(3)ネットワークを高度化させる手段であり、(4)トラストレイヤーである。現在、Blockchainは、Bitcoinの時代から見れば非常に多義的なものに展開した。ここに本テーマの難解さの根がある。

## 第5章 Blockchain技術と変容する社会経済の諸領域

ここでは、通貨・金融に留まらず社会経済の諸領域で、Blockchain技術を活かして従来の社会諸部面に存在する諸制限に対して、如何なる新しい運動形態が生み出されるかについて分析する。なお、この新しい運動諸形態は、既に実社会の諸機構に組み込まれ稼働しているものもあれば、なお可能性に止まるものもある。本稿の課題は、いずれに属するかという事よりも、こうした現代社会の眼前で行われる技術革新が持つ社会構造の変容を展望することである。

### 第1節 通貨・金融における新しい運動諸形態と社会構造の変容

#### 1. Bitcoinは如何なる諸制限を突破させたか

Bitcoinは、既存の通貨(市中銀行と中央銀行のデュアルシステムと後者が発行する管理通貨、それを前提とする預金通貨)の如何なる制限を乗り越えたのか。これまでの記述を踏まえると現代の現金通貨及び預金通貨には区別されるべき幾つかの制限性があると言える。これを列挙すると以下のようである。

- ネ. 現金通貨としての不換銀行券には匿名性があるため、出所の痕跡を持たない。そのため運動する通貨の記録性が乏しい。したがって、不換銀行券には強力な偽造防止の処置が不可欠であり、したがって高額紙幣の発行が危険であり、例外的な場面を除き、不換銀行券は巨額の支払いに堪えない<sup>31)</sup>。
- ノ. 一国の現金通貨・預金通貨による決済を、日本の現状から見ると、(1)手形交換制度、(2)内国為替制度、(3)新しい類型の金銭債権を扱う電子記録債権制度、(3)外国為替円決済制度、(4)全国キャッシュサービス(MICS)、(5)全国銀行個人信用情報センター、(6)日本も加盟するSWIFT(Society for Worldwide Interbank Financial Telecommunication、国際銀行間通信協会)、(7)国庫金、地方税などを扱うマルチペイメントネットワークなどが複雑に参与している<sup>32)</sup>。預金口座にある残高で他者に支払う場合、同一の銀行に口座を開設している者同士の支払いとなれば、同一銀行の口座残高の振り替えによって支払いは完結する。しかし、そうでない場合、当該銀行を超えた多数の組織と施設、通信システムがこれを支えている。支払い決済はこのため必然的に高コストになる<sup>33)</sup>。
- ハ. とりわけ少額の国外送金の場合に、この高コストが重大な制限になり、最低手数料の壁も加わって少額取引の発展に大きな制約になってきた。
- ヒ. クレジットカードを利用する場合にも、高い手数料とクレジットカード情報の流出のリスクなどの諸制限がある。
- フ. 2008年のリーマンショック以降では、世界各国がとった低金利・ゼロ金利と、これに伴う通貨価値減少(インフレ)の可能性は、為替相場のボラティリティの増大とも絡み、各国通貨への不信感を高めた。

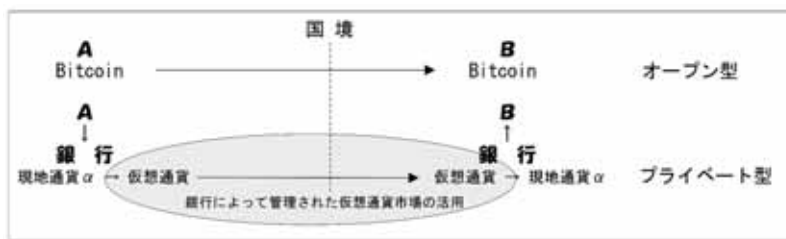


図8 オープン型のBitcoinと銀行が仲介するプライベート型の仮想通貨の対比  
筆者作成

Bitcoinは、(1)既存金融機関のように中央集権的でないため、金融機関間の連携に依存せず、電子ウォレットから電子ウォレットへ直接的な資金移動を可能にするため、資金移動を低コスト化でき、国外への少額決済を各段に便利にする可能性がある。(2)社会的認知は進みつつあるものの、なお中央銀行券に対する信託を脅かすには至っていない。(3)通貨価値のボラティリティが大きい。この点は稿を改めて論じるが、その根幹にはBitcoinの通貨価値変動の中心があるかという問題がある。むしろ、これまでの推移は、経済危機と各国通貨の価値変動への不安から投機的に買入れられている傾向が強いことを指摘しておく<sup>34)</sup>。(4)Bitcoinは、Blockの追記を行う作業をminerに依存していることは既に見たとおりであるが、(a)電力資源の多大な浪費、(b)中国を中心にminerが大規模化してその影響力を高めており、公正さに揺らぎが生じていること、(c)新しいBlockの生成が10分間隔で、その速度が遅いことなどが、技術的可能性が高いにも関わらず応用と普及を妨げている<sup>35)</sup>。また、(5)minerが行う共通業務などを正確に評価した場合、本当にBitcoinによる送金がどこまで安価なのかについての精査が、なお十分なされていないと言えよう<sup>36)</sup>。この(5)の見解が正しい場合は、従来の低コスト化に対する注目だけでなく、Blockchain技術本来の有用性を如何なる諸分野で生かすかという面がもっと前面に出てくる。

## 2. 銀行によるBlockchain技術の活用とプライベート型Blockchain

オープン型Blockchainに基盤を置くBitcoinなどの仮想通貨の導入に対して、この間の既存金融機関の対応は比較的冷淡に見え、Blockchain技術の意義を認めつつプライベート型の開発に力を入れている。これを簡潔に示すと図8になる。

上段には、オープン型BlockchainとしてBitcoinによる送金が示されている。これは先に説明した通り、Bitcoinが左の国のAより右の国のBに支払われ、電子ウォレットから電子ウォレットへとストレートに移動している。このオープン型BlockchainのBitcoinが持つ諸制限を簡潔に示す。

ヘ. 既存のBitcoinは、処理速度が遅く、金融業の要請には答えられない。

ホ. オープン型のBlockchainは、金融機関を介さず、安価な資金移動を可能にし、金融機関の脅威となる。これは既存金融機関にとっての制限である。

そこで、金融機関はBlockchain技術を自らの活動に取り込む。図の下段では、既存金融機関としての銀行が、左右の二カ国で仲介しており、送金する左のAより銀行に現地通貨で払い込まれ、これがBitcoinに転換され、Blockchain上で銀行から銀行に送金され、現地通貨に転換さ

れてBに支払われる。この送金のプロセスが、(1)金融機関が建設したプライベートネットワーク上で処理され、(2)従来の多数の金融業者の連携(=高コスト化)を伴わず、仕向銀行と被仕向銀行の二行だけで完結する可能性があり、これが大きなメリットとなる<sup>37)</sup>。

このようにして銀行は、Blockchain技術の長所を活かし、安定・高速の処理を可能にし、Bitcoinのようなオープン型の仮想通貨群に対抗できる。

この方向の技術開発は、新興勢力に対抗する既存金融機関の側の対応と言える。

### 3. 証券発行とBlockchain技術

株式などの有価証券は、株式会社が資金を調達する手段(出資証券)であり、秩序づけて細分化され、社会の多数の投資家から巨額の資金を調達する手段である。これを投資家側から見ると、株式は、(1)出資証券と配当受取、(2)議決権と経営参加、(3)会社解散時の残余財産の分配などを意味する財産法上の権利・義務が記載され、転売され得る文書である。したがって、株式の売買や保管は、多数の組織を媒介して行われている<sup>38)</sup>。その制限は以下である。

マ. この結果、証券取引を媒介する多数の組織とシステム投資が、取引を高価なものにする。

ミ. 電子証券化は、利便性と同時にリスクをももたらし、セキュリティ対策が不可欠になる。

これがBlockchain技術によってインターネット上で移転できるようになると、改竄・偽造ができない、有価証券としての効力が確定され、所有権の移転履歴も確実に追記され、スマートコントラクトを組み込めば、配当の払い込みなども確実に自動的に行われる可能性がある。

現時点では、売買の処理性能に課題はあるが、日本でも多くの実証実験が行われ始めた<sup>39)</sup>。

## 第2節 企業活動の新しい運動諸形態と社会経済の変容

### 1. オープンネットワーク型企业への転換

先に述べたスマートコントラクトが企業活動に適用されると、企業の業務遂行の在り方が大きく変わると予想されている。一言で言うと、従来のヒエラルキー型の企業から、オープンネットワーク型企业への転換である。転換を迫られる従来の企業活動の諸制限とは、以下ようになる。

ム. 巨大企業の組織は、専門の部署に編成されざるを得ないが、部署に視野を制約され、部署間の意思疎通と連携を困難にする。

メ. 意思決定も部署間の調整も時間がかかる。

そこで、インターネットで結ばれた構成員が、互いに価値を交換して、柔軟にビジネスに対応するフラットな企業への移行が主張されている。そうすると企業の活動と優先順位が、実態に即して柔軟に変化され最適化される可能性がある。その先には、インテリジェントなソフトウェアが自らリソース配分やマネジメントを実行し、人々は自分の一番の能力領域で全体に貢献する分散自律型企业(Distributed Autonomous Enterprise, DAE)も展望できると言われる<sup>40)</sup>。

### 2. Blockchain技術の簿記への応用と経営の構造変化

複式簿記の技術は、地中海貿易の興隆の中で生まれ、15世紀に完成し現在に至っている。情報処理とネットワークの発展は、簿記と管理の技術の諸制限を克服可能にしてきた。その諸制限とは、以下のものである。

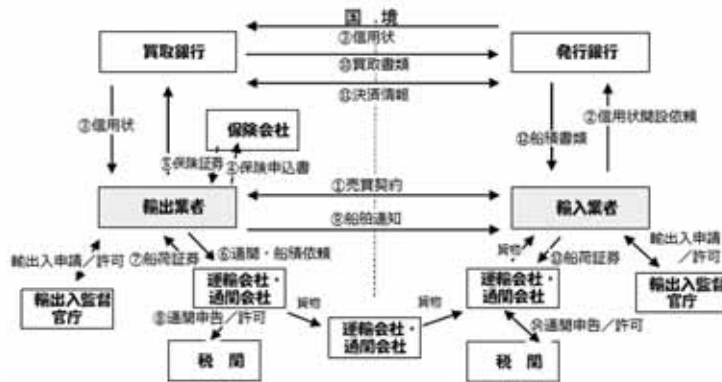


図9 貿易業務とBlockchain技術の応用

出典：赤羽・愛敬編著『ブロックチェーン』（P.32）の付図を参考に筆者作成

モ．制度の抜け道がある。

ヤ．経営者に帳簿の管理が任せられ、記録の恣意性とヒューマンエラーが不可避である。

そこで、タイムスタンプ機能を利用してBlockchainに記録するという選択がある。Blockchainのタイムスタンプ機能とは、電子署名と並んで電子文書の完全性を証明する技術で、刻印された時刻以前のその電子文書が存在していたことを証明する。そこで、スマートコントラクトによる企業活動の組織化が進み、ここへタイムスタンプによってBlockchainに取引記録を記録すると、極めて厳格な会計処理が成立し、逐次、データの閲覧も可能になる。ここからは、(1)リスク管理が一部不要になり、(2)監査が不要になる可能性が生まれ、会計事務所や公認会計士の仕事が危機的になり、コンサルティングなどの分野への重点移動が起こる。(3)税の捕捉の確実性を高めることができる。

### 3. 貿易業務を事例にした企業・組織間の複合・並行的な業務における制限突破

上掲では、単なる資金流通におけるBlockchain技術の優位性を見たに留まる。しかし、Blockchain技術にある堅固なデータの記録機能、特定関係者における制限と共有がより広範な業務処理に優位性を発揮する。その事例を貿易業務で検討する。

この図が示すように、貿易業務では、(1)輸出入業者間の売買契約、(2)両国の銀行と信用状の送付、(3)保険申し込みと保険証券の発行、(4)監督官庁との輸出入申請と許可、(5)運輸会社と船荷証券発行、(6)通関申告と許可など多様な連携と複雑な情報の流れが関与している。

ユ．これは、必要不可欠の事務処理であると同時に、貿易業務に関わる各業務主体は、これまでメールや郵送で相互に必要な情報を取得提供しあう必要があり、時間と労力を必要としている。例えば、中国・上海への貨物輸送は2～3日で到着させることが可能であるが、書類を整えるには約1週間かかる。これが従来の貿易業務とその諸制限である。

Blockchainを利用することで各業務主体は、(1)個別に取得・提供する労力を要せず、分散型台帳技術によって必要な情報だけに制限しつつ情報を共有できるようになり、(2)核業務主体にとって同時並行的に作業が進められるなど、業務が大きく効率化できる<sup>41)</sup>。

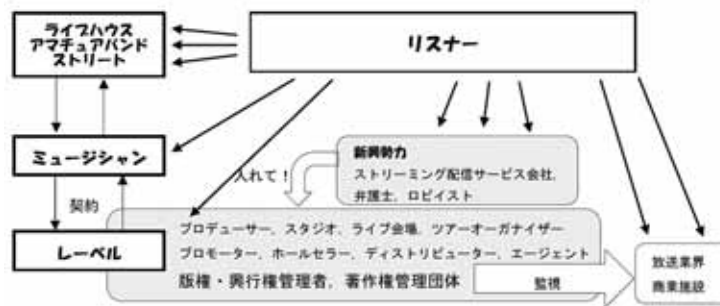


図10 音楽業界の複雑な構造 Tapscotを参考に著作権作成

### 第3節 IoT・著作権・国家の活動への応用と社会経済構造の変容

#### 1. IoTへの応用と構造転換

物のインターネット (Internet of Things, IoT) の領域では、例えば、道路・橋梁・トンネル・港湾、水道・ガス、電線、鉄道、滑走路などのインフラストラクチャ関連で従来の諸制限を挙げる。

ヨ. 長期に渡る利用と定期的な巡回業務の労力。

ラ. 不具合や老朽化についての目視など可能な検査の限界。

しかし、技術の向上に基づくデバイスの低価格化によって、安価なデバイスの組み込みで常時監視が可能になる。各電信柱にデバイスを組み込んで、電線の状態把握だけでなく、周辺環境と災害時対応など用途は広がる。これはビル・不動産管理に適用すれば、機動的な空き部屋貸出・本人確認と開錠が容易になる。工場現場に当てはめれば、生産管理、在庫管理、品質管理、流通管理などが可能になる。この観点から見ると、ウーバーも Airbnb もなお中央制御型の企業である。

#### 2. 著作物と著作権

ここでは作家・出版社・電子書籍の権利関係などの問題が重要な今日のテーマであることを確認し、考察をただBlockchain技術が如何なる社会経済の変容を生むかという点に限定する。すると、現代社会に次のような制限を見出すことができる。

リ. 電子書籍は複製が今なお問題で、著作権を保護することが困難である。

ル. 動画配信サイトが、制作者に他のチャンネルでの公表制限をかける。

レ. 著作権を保護するため、出版物貸与権管理団体やレーベルなどは著作権関連の管理・監視業務に莫大な人員を投じ、コスト増大を生んでいる。

ロ. 業界関係者の取り分が差し引かれ、最後にアーティストの取り分が決まるという業界の分配構造と背後にあるレーベル等の独占的地位。

原理的に言えば、(1)Blockchainの上で著作物を設定すれば、複製を防止でき、所有者の移転をしても、一貫して総発行部数を堅持できる可能性がある。同様に、(2)出版社もレーベルも介さず、作品を公表することも可能になる。

音楽業界の複雑な構造は、創作・バンドの形成・音楽活動の諸領域の反映でもあり、技術的可能性を単純に社会経済構造に当てはめることはできないが、業界諸団体の存立意義とコスト



構造、アーティストとそれ以外の関係者の間の分配などを改善する可能性がある。

### 3. 国家の活動と構造変化

国家の活動が受ける変化については、ここでは完結に二点について述べる。

第一に、国家の認証機関としての機能の漸進的な衰退である。Blockchain技術は、データの中央管理を否定し、データを分散所有する。これは技術的効果である。これが社会的諸関係の中に占める国家の運動諸形態を変容させる。すなわち、国家が法と制度を通じる中央集権的な諸機能の独占的な基礎が変容する。(1)パスポートやその他の身分証明、運転免許、不動産登記などで、中央管理的に証明してきたものが、Blockchain上で管理できるようになり、業務の単純化と縮減が進む。他方、(2)Blockchain化された正確な会計に基づく確実な納税、本人の正確な認証を踏まえたオンライン投票なども可能になる。

第二に、反対に、国家の活動の高度化、高速化である。不動産登記と譲渡が高速化される。デジタルIDによる基本情報、認証用・署名用の証明書を格納して、社会保険給付申請、銀行や公共交通機関にも対応できる。学校教育における勉学と成績の記録、連絡網などに応用できる。また、IDの情報を国が一元管理せず、分散管理され、自分の情報の閲覧履歴も明確になる。IoTとの関わりでは、公共交通機関の利用と渋滞防止、電気・水道、廃棄物処理、環境モニタリングなどにも適用できる。

#### 第4節 諸分野での活用を支える業務用Blockchainの開発

ここまでに見たように、Blockchain技術は、当初の通貨だけに留まらず、多様な領域へとその応用範囲を拡大する。これに並行して、Ethereumはスマートコントラクトの機能も含めて全てをBlockchainの上に置く設計がなされ、Hyperledger Fabricでは、コントラクト機能をBlockchainから明確に分離し、World Stateという分散型データベースに格納することで、拡張性を一層高めた。ここには、Blockchainという新しい技術基盤があるものの、Bitcoinもまた固有の制限性を持っていることが分かる。すなわち、

- ワ. Bitcoinでは、Blockchain技術の優位性は体现されているが、通貨目的に特化してコンパクトに設計されており、Blockchain技術をプログラムと結びつけ、スマートコントラクトの方向に展開する基盤を持たなかった。
- ン. 分散型台帳を成立させるためには、一方で、BitcoinではBlockによって全取引データを関係者全員で共有するように設計することは、改竄・偽造防止として優れているが、他方では、そうすると処理に時間を要し、金融などの用途を想定した場合、処理性能が劣ることになる、という矛盾を抱えている。

ここでは、Bitcoinが創設したBlockchain技術を踏まえて、多様な用途に向けて業務用Blockchainの開発の現状を、全てではないがその特徴を捉えるように総括する<sup>42)</sup>。

Hyperledger Projektは、Linux Foundationが率いるOpen Source Software(OSS)の開発プロジェクトで、企業の業務システム並みの安定性や信頼性を持つ分散型台帳技術のOSSを開発することを目標にしている。OSSとは、ソースコードが利用可能で、著作権者がどんな目的のためにでもソフトウェアを、学習・変更・配布するための権利を提供するというライセンスに基づいたソフトウェアのことを指す。Hyperledger Fabricは、米IBMや米Digital Asset Holdings(DAH)が主導する先行例のOSSで、Go言語やJavaなど汎用的な言語に対応し、業務システム開

発者がアプリケーション開発をやりやすいものである。2017年にリリースされたHyperledger Fabric v1.0<sup>43)</sup>では、懸案であったトランザクション処理性能が遅い点を、コンセンサスアルゴリズムを変更し(Kafka)、取引データを参加者全員で共有せず、限られたメンバーで保有するという選択をした。結果、IBMの試算では1000件超/秒の処理性能<sup>44)</sup>を記録した。なお課題があるとしても、金融業の要請に接近した。

Hyperledger Projektには、他に米Intelが主導するSawtooth Lake (コンセンサスアルゴリズムはPoET, Quorum)、日スタートアップのソラミツやNTTデータが主導するIroha (地域通貨など、コンセンサスアルゴリズムはSumeragi)、R3 ConsortiumのCorda (金融系70社を組織、金融向け分散型台帳基盤、コンセンサスアルゴリズムはRaftなど複数併用方式) などがある。このProjektには、プレミアム会員として、(1)IT系企業でIBM, Intel, アクセンチュア, 日立, 富士通などが参加し、(2)金融系では、米JPモルガンチェース, 米CME, (3)製造業では仏エアバス, 独ダイムラーなどが参加している。

これに対してGlobal Payment Steering Group (GPSG)<sup>45)</sup>は、米Rippleが開発したRipple Solution Interledger (RCLA)を使い。これは銀行が持つ台帳とBlockchainの接合を目的として始まり、国際送金向けの性格を持つ。

このRippleを日本で国内送金向けに利用しようとするのが、りそな銀行や地方銀行47行くらいで運営される内外為替一元化コンソーシアムで、検信用決済基盤「RCクラウド」を2017年3月に構築した<sup>46)</sup>。

先に注釈39)で言及した日本取引所グループ(JPX)の実証実験は、Hyperledger Fabricを基盤にしたもので、このLinux Foundationとのつながりで、日本IBMとJPXが連携し、外部企業も受け入れて実証実験を行ない、情報交換を重視した取り組みである。

ITバンダー日本オラクルは、スタートアップのOrbが開発した分散型台帳技術Orb2で2017年3月から提案活動を実施している。

これらは業務用BlockchainのOSSを開発する動きであるが、開発は、通貨・送金・決済・産業と物流など多様な現場業務の実態分析を行ない、情報技術、業務実態、法制、各国民族性などの課題を、各人、各業界、各組織の分野を超えて共有し、問題を整理する作業を行っている。そのため、実証実験とその開放性など多様な工夫がなされている。そのプロセスは、特殊目的に適合するように特殊化するベクトルと、開発環境をOSSとして普遍的な適合可能性を優先するベクトルとが衝突し、紆余曲折の中で、業界標準を誰が獲得するかという競争になっている。

## 第5節 生産・消費・流通・資源配分の社会化、生産諸力の飛躍・資本主義的矛盾・その所産と制御

ここでは、本稿第1章から第3章のFinTech現象と、第4章から第5章のBlockchain技術の応用諸領域との全体を簡潔に理論問題として総括する。

- (1) 資本主義的形態規定を捨象すると、最終消費と個人消費、流通と物流、資源配分などが、最新のICTを使って、これまで以上の有機的な連携関係に入ることを意味する。
- (2) すなわち、生産の社会化のみならず、生活と消費・物的移動・資源配分などのあらゆる諸領域が、社会的分業のそれぞれの構成単位で単独に業務を行なうことが、他者との連携・調整が不十分な状態から、相互の位置関係を把握し調整する方向へと社会化している。それは、従来からあった傾向ではあるが、ICTの高度化に支えられ、神経系統のように社会のありとあらゆる部面に張り巡らされ、情報が疎隔されている状況、一方向に発信される

状況から、応答的に情報交換する体制へ移行しつつある。それは一国内のみならず、著しい不均等を残しつつグローバルな変化になっている。

- (3) この生産、生活と消費、物的移動、資源配分が「社会化」する過程で、中央管理的なシステムが、分散型のシステムに転換しきている。
- (4) この社会化、換言すると社会の構成諸要素間の連携・調整・制御の進展の中で、かつて人間がその制御のために計算し、台帳に記帳し、データを共有し、周知を集めて協議し、行動してきた、その意識を通じた人間間の社会的関係、すなわちイデオロギー的社会的関係が、データとアプリケーションとしてノードとネットワークにおける自動装置に置換されてきている。この新しい社会的発展は、同時に人間の自覚的な連携を支えるイデオロギー的社会的諸関係の萎縮を伴って進展している。反対に、人々の特化した能力を活かす環境も生まれてきている。
- (5) しかし、社会化している生産、生活と消費、物的移動、資源配分などの社会的諸活動は、現代社会では常に資本主義経済体制としての諸法則の支配下にあり、私的所有と自己増殖する価値としての資本主義にドライブされて運動している。生産、生活と消費、物的移動、資源配分は、それぞれ資本主義的生産、賃労働者の生活と消費、資本主義的商業と物流、資本主義的金融という形態諸規定を獲得して、これによってドライブされている。
- (6) この結果、現代資本主義経済は、巨大な生産諸力の下で、柔軟な社会的制御・調整・連携を達成できる技術的基礎を生み出しているが、制御・調整・連携自体が、支配的諸資本の独占的競争の中に投げ込まれ、制御すること、調整すること、連携することが、相互に競争しあう手段でもあるということになる。そうした矛盾に満ちた過渡的社会が、現代社会である。
- (7) しかし、スマートコントラクトの普及、各企業における三式簿記の活用、電子政府などの諸条件が揃い、つながり合う時、恣意的な財務会計の現状から進んで、Blockchain技術による正確で即時にデータ化される資本主義的企業に変化し、これに対して適切に課税することは極めて合理的なことだと自覚される時代が到来する。
- (8) 中央統制的な社会制御システムから、自律分散的な社会制御システムへの移行は、まだまだ不鮮明な議論であるが、各自の能力を自由に主体的に発揮してなお、社会的に調整される可能性は着実に高まる。対等平等で能力に応じた社会的活動を保証する歴史的諸条件となる実在的可能性が生まれてくる。

次号では、ハイエクの並行通貨(parallel currency)についての分析を対照する素材として扱い、現代社会の仮想通貨・暗号通貨の問題点を摘出する。

#### 〔注〕

- 1) 前号の論文の序列に従って書くべきであるが、前号執筆後の研究の進展から、この第三章を新たに起こすべきと判断した。後掲の諸章節や注釈番号も、前号の第二章から本稿第三章に照応するように修正してある。
- 2) コンピューティングの初期の時代、プログラマーとソフトウェア開発者は、ソフトウェアを共有し互いに学び合う環境があり、これがコンピューティングを発展させてきたと言える。しかし、1970年代から80年代にソフトウェアの商業化が進み、これがコンピューティングの発展を阻害した。これも

また、資本主義的發展が自ら作り出す制限である。フリーソフトウェアの提唱者Richard Stallmanは、ソフトウェアを私的な所有物ではなく、人類の共有財産と位置づけ、誰でも開発や供給・使用に参加できるとした。これをオープンソース運動と言い、1984年に始まったと言われる。ソースコードを公開してライブラリを形成し、これを共有し活用するという選択である。そうした共有可能なソフトウェアがOpen Source Softwareである。1998年に設立されたOpen Source Initiativeは、カリフォルニア州の公益法人・非営利団体であり、その代表的な担い手である (<https://opensource.org/>)。ライブラリについては、以下が一例である。Sherry Lochhaas, Melissa Moore, *Open Source Software Libraries*, B Sides, the University of Iowa's Institutional Repository, 2010.

- 3) APIとは、ソフトウェア・コンポーネントが互いにやりとりする際に使用するインタフェースの様相である。換言すれば、自己のソフトウェアの一部を公開して、他のソフトウェアと機能を共有することをAPIと言う。これによって、外部から当該のソフトウェアにアクセスすることが可能になり、公開する側はその機能の利用方法を説明し、してはいけないルールも示す。これによって同じ特徴をもった一連のサービス開発しやすくすることを目的としている。
- 4) こうした動きは、決して新興勢力だけではなく、既存金融機関の側からも生まれている。ドイツのFidor Bank (Sandstraße 33, 80335 München, Website:<http://www.fidor.de/>)は、いち早くBitcoinの活用に着手して「Bitcoin Express」というBlockchainの非プライベート利用を行っており、他方で、オープンAPIを備えたFidor OSを公開して他社との連携に取り組んでいる。fidor Bank, *10 Regeln – Das Fidor Bank Manefest Für modernes Cash-Management*, 2013.
- 5) PCやスマートフォンなどの工業製品・人工物を設計・開発する際に、そのシステムと人間の間の関係に重点を置き、ユーザビリティの研究、認知科学的な研究までも視野に入れた開発を目指す研究が盛んになっている。
- 6) AWSの課金体系は、サーバー約2円/h、ストレージ約10円/1GB/1ヶ月、データ転送約10円/1GBの従量制である。
- 7) SAP, Business Object, Microstrategy, MS Sharepointなどもデプロイできる。言語では、PHP, Java, Ruby, Python, NET, Node.JSなど。ツールでは、Chef, Puppet, Visual Studio, Eclipseなど。
- 8) amazon web serviceについては、以下を参照せよ。AWS:[https://aws.amazon.com/jp/?nc2=h\\_lg](https://aws.amazon.com/jp/?nc2=h_lg)。小笠原啓「クラウド界の絶対王者『AWS』独走の秘密 アマゾン・ウェブ・サービス、成長率は年60%」日経ビジネスOnline, 2017年3月6日。
- 9) 従来の金融機関の独占的性格、地方金融機関の地域独占的性格は、本文では自行での情報システムにおける設備投資と、金融機関相互を結ぶ専用回線及び決済システムによって支えられているように説明した。しかし、実際には、これと並んでその地位を支持する複雑な企業間関係がある。すなわち、クレジットカード会社、投資銀行、証券取引所、保険会社、法律事務所、中央銀行、資産管理会社、会計事務所、コンサルティング会社などの連携がそれである。この意味で、スタイルは伝統的な連携であるとしても、独占性を支える既存金融機関の「エコシステム」と言える。エコシステムという用語は、従来の既得権益や独占性を批判し、新しい先端技術を有する巨大企業、新興企業が民族性や国境性、大陸性を超えて凝集する新しい形の企業間関係のように描かれるが、従来型の経済関係にもそれに相当するものが存在する。本稿のテーマを超えるが、現代のエコシステムの独自の意義は、こうした古いスタイルのものの明確な対比を通じた一層深い分析によって明らかにする必要がある。
- 10) FBがインターネットを活用した効果は、本文の記述に留まらない。セキュリティ上の問題はあったものの、インターネット接続された取引企業内の端末では、(1)給与計算ソフトとの連動や、(2)それまでは手作業で行われていた売掛金の回収、(3)銀行取引データからほぼ全ての仕訳の生成が可能になるなどの重要な技術進歩が始まった。
- 11) Tポイントカードを例にとると、その通用範囲が次第に拡張するように変化してきた。2004年まではTSUTAYAの利用店舗毎にカードが必要であったが、2004年4月から1枚のカードでどこでも利用



できるようになり、2005年からはTSUTAYAなどのレンタル機能がない物販ポイントが追加された。カメラのキタムラは、キタムラカードをTポイントカードに移行させた。また、ファミリーマートも、2007年末にTポイントプログラムに参加し、従来のファミマクレジットのファミマカードをTカードが一体になるファミマTカードへの切り替えと発行を行った。2013年6月にYahoo! JAPANとの戦略的包括提携を結んだ。

- 12) 本稿では、ベンチャー企業という語を使っているが、よく指摘されるようにこの語は曖昧な表現である。本稿の趣旨を活かすならば、これは「スタートアップ」と言うのが適切であろう。何故なら、(1)通常、Ventureと言えばVenture Capital (VC)を意味し、それは投資をする側の企業や投資家を指す。(2)では、そうしたVCから資金提供を受ける側はventure-backed companyとなる。しかし、これは中小企業かスタートアップかの区別がある。後者は、技術革新のみならず、社会貢献とビジネスモデルを掲げ、短期間の内に急速な成長と出口戦略(exit strategy)を持つものを言う。ここでは、こうした含意を踏まえながら、日本の通常用語法に依拠して、スタートアップに相当する企業として「FinTechベンチャー企業」の用語を使っていることを断っておく。
- 13) 本稿の独自の用語である「収奪基盤」の語については、以下を参照せよ。金谷義弘『管理通貨と金融資本の蓄積』文理閣、1996年、pp.38-41。
- 14) アクセンチュア『フィンテック 金融維新へ』日本経済新聞社、2016年6月。
- 15) FinTech分野への投資という点では、Google Ventures, Intel Capital, eBay, Salesforce, PayPalなどが目立つが、金融業界では、Citi, American Express, Master Cardが挙げられる。全体に金融業界が後追いの構造にあると言われている。
- 16) R3は、2015年9月に発足したBlockchain技術導入のための、世界80を超える主導的金融機関と規制当局によるconsortium partnershipである。立ち上げ段階では、バークレイノルズ、JPモルガン、クレディ・スイス、ゴールドマン・サックス、ステート・スロリット、UBS、ロイヤルバンク・オブ・スコットランド、ビルバオ・ビスカヤ・アルヘンタリア銀行、オーストラリア・コムン・ウェルス銀行などである。こうした組織が業界標準仕様を作り上げるかは判然としない。この他、後述するリナックスファウンデーションのハイパーレジャー・プロジェクトなどがある。
- 17) アクセンチュア、前掲書、pp.83-89。
- 18) マルクスは以下のように述べていた。「競争の必然的結果が少数の人々の掌中での資本の蓄積、したがって独占の一層のすさまじい復興である」(MARX ENGELS WERKE Bd.40 Karl Marx Schriften und Briefe, Diez Verlag, 1990, S.510, 全集版第40巻, 1975年, P.430)。
- 19) 正当派経済学は、(1)競争は独占を導くという経済法則を知らない。しかし、それだけではない。(2)併せて独占が主要なモメントになった時代において発現する競争、穏便な競争としても熾烈な競争としても現れるが、それが独占のモメントであること、すなわち独占の競争であることを知らない。
- 20) William Mougayar, *The Business Blockchain promise, practice, and application of the next Internet technology*, John Wiley & Sons, Inc, New Jersey, 2016. (W.ムーゲイヤー『ビジネスブロックチェーン』日経BP社、2016年)。Mougayarは、図3に段階的に付加して、最後はPrivate Applicationまで加えているが、ここでは煩瑣になることを避け、これを外して図式化した。
- 21) Satoshi Nakamoto, *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*, 01 Nov 2008, <http://www.bitcoin.org/bitcoin.pdf>。ナカモトの基本主張は、以下のようである。(1)P2P電子マネーで、金融機関を通さず、直接にユーザー間で取引できる。(2)二重払い防止のための信用できる第三者機関は不要である。(3)P2Pネットワークを使用する解決法を提示する。(4)ハッシュ計算に基づくPoW (Proof of Work, 一定の難易度以上の計算を行ったという証明)で、真正のチェーンに、トランザクションを格納させることで取引時刻等を記録し、PoWをやり直さない限り改竄できない記録を作成する。(5)最長のチェーンがCPUパワーを使ったことで真正なデータであることを証明する。(6)ネットワークを形成するために、事前に構造を設計する必要がない。各ノードは、自由にネットワークから離脱・再



- 接続でき、再接続時に最長のPoWチェーンを受信する。このようなナカモト論文から生まれるブロックチェーン技術は、(a)技術面：参加者が自由に閲覧可能な分散型台帳を保持するデータベースだ。(b)社会的には、仲介機関の力を借りない取引・価値・資産をユーザー間で取引する交換ネットワークである。(c)仲介を持たない取引検証基盤が正当性を生む。
- 22) W. Mougayarは、Blockchain技術を評してこう書いている。「インターネットの登場以来これほど創造力をかきたて、しかも急速にここまで広まったものは他にない。・・・／・・・。1990年に誕生したウェブがインターネットの第一のレイヤーだとしたら、ブロックチェーンはその上を覆う重要な第二のレイヤーである。主に信用を取り扱うので「トラストレイヤー」と呼んでもいい。」(W. ムーゲイヤー『ビジネスブロックチェーン』日経BP社、2016年、pp.15-16)。
- 23) 金谷義弘「現代資本主義のマナーと投機を解剖する」『経済』新日本出版社、2016年5月、pp.93-105。
- 24) 株式会社MTGOXは、東京都渋谷区にあり、Tibanne Ltd. が運営するBitcoin交換所で、トレーディングカード交換所として2009年に設立された。2010年にBitcoin事業に転換し、2014年に突然取引を停止し、ハッキングにより74万余のBitcoinを喪失したことが発覚した。しかし、これは交換所が狙われた事件で、Blockchain技術が破られたのではない。日本では、この事件によってBitcoinやBlockchainの応用可能性に対する評価の拡散が遅延した。
- 25) Bitcoinでは、SHA-256、RIPEMD-160などというハッシュ関数が利用されている。
- 26) Bitcoinの単位はBTCで、プログラムによってBitcoinは2,100万BTCまで生成し、そこで増嵩を停止するように仕組みられている。これは先に述べたような各国通貨のインフレ基調に対して、Bitcoinでは発行制限をかけて、その仮想通貨としての信用を確保しようとするものである。また、1 Block当たりのマイニングの報酬は、現在、約4年で半減し、1時間に約6 Blockという発掘のペースで行くと、およそ2140年に報酬がゼロになり、新規のBitcoinの発行が停止すると見られる。
- 27) solo minerと呼ばれる単独のminerに対して、minerがMinig Poolsを構成すると、ハッシュアルゴリズムを活用する力量を高めることができる。プロないしアマチュアの数百人から数千のプール参加者が高性能のプールサーバーを維持し、得た報酬を分かち合い、不確実性を低減させている。Andreas M. Antonopoulos, *Mastering Bitcoin* (O'Reilly Media, Inc, First Edition 2014.) は、必要なハッシングの速度(6,000GH/s)に対するコンピュータ設備費や消費電力などを対比しつつMining Poolの優位性を示すことで、単独で働く個人のminerには「チャンスは無い」と断言している(P.209)。ここには、Mining Poolが活用するシステムが如何に電力を消費するか、その結果、コンピュータの浪費も伴うものがminingであることも示されている。Mining Poolには、AntPool(中国)、BTC.COM Pool(中国)、BitcoinAffiliateNetwork(米・欧・中・濠他)、BTCC Pool(中・日)、F2Pool(中・米)など欧米、中国、オーストラリアなど世界各地に多数存在する。bitcoinwiki, *Comparison of mining pools*, [https://en.bitcoin.it/wiki/Comparison\\_of\\_mining\\_pools](https://en.bitcoin.it/wiki/Comparison_of_mining_pools). 岩村充氏はこの状況を活写している。岩村充『中央銀行が終わる日 — ビットコインと通貨の未来 —』新潮選書、2016年3月、pp.102-108, pp.130-132。ドン・タブスコット他『ブロックチェーン・レボリューション』ダイヤモンド社、2016年、pp.41-43。
- 28) ConsenSysは、2015年にEthereum Blockchainの上で動作する単純化され、自動化された分散型ソフトウェアサービスとアプリケーションを開発するソフトウェア・ファウンドリである。分散型アプリケーション(decentralized applications, dApps)とは、1つ以上のローカルまたはリモートのクライアントが、ネットワーク接続された複数のマシン上の1つ以上のサーバと通信するアプリケーションである。分散アプリケーションでは、どの場所からでも業務処理を行うことができる。
- 29) Hyperledger Fabricは、Linux Foundationという非営利のコンソーシアムで、Linuxオペレーティングシステムの普及を目標にしている。2007年1月にOpen Source Development LabsとFree Standards Groupが合併して発足した。Hyperledger Projectを主導する。メンバーの代表的な企業はAmazon, Cisco, eBay, Facebook, Google, HP, IBM, Intel, Microsoft, NEC, Oracle, and Red Hat. Website :

- <https://www.linuxfoundation.org/>。2017年3月20日のニュースリリースによると、IBMが開発したIBM Blockchainは、Hyperledger Fabric Ver.1.9をベースにしているという。
- 30) タブスコット他, 前掲書, pp.62-63。
- 31) 日本銀行券は、楮・三極でできた和紙とすかし, 超細密画線, 凹版・平版・凸版を使い分けた印刷, 凹版に利用される磁性体インク, 平版の中間色, 印影に使われる特殊発光インキ, ホログラム, 漉き入れパターン, 潜像模様, パールインキ, マイクロ文字, 深凹版印刷, 識別マークなど, 製紙, 印刷, インク, 3次元画像などを駆使した極めて高度な偽造防止技術で作られている。しかし, 世界各国の通貨当局がそうであるように, 超高額紙幣を作ると偽造の危険性が極めて高まるため, 各国とも高額紙幣の発行については抑制的になる。日本銀行「新しい日本銀行券(一万円札)の偽造防止技術について」, Website : [https://www.boj.or.jp/note\\_tfjgs/note/security/bnnew3.htm/](https://www.boj.or.jp/note_tfjgs/note/security/bnnew3.htm/)
- 32) これらの制度の内, (2)の内国為替制度の根幹にあるシステムが, 全国銀行データ通信システム(全銀システム)である。これは, 銀行の頂上をなす業界団体「全国銀行協会」の下にある一般財団法人全国銀行資金決済ネットワークによって運営されている。これは2010年10月から業務を開始した比較的新しい決済ネットワークであるが, それまでは社団法人東京銀行協会によって運営されてきた内国為替運営機構の業務を継承したものである。Website : <http://www.zenginkyo.or.jp/abstract/efforts/system/zengin-system/>
- 33) 全国銀行協会「平成26年度版 決済統計年報 凡例 決済制度等の概要」[https://www.zengin-kyo.or.jp/fileadmin/res/abstract/stats/year1\\_01/.../nenpo28.pdf](https://www.zengin-kyo.or.jp/fileadmin/res/abstract/stats/year1_01/.../nenpo28.pdf)
- 34) ユーロ経済の危機に連動して, キプロス危機は露見した。オフショア金融センターの機能を併せ持ち, ロシアの富裕層の資金が集まって, 1200億ユーロの約半分がロシア系の資金だと言われた。ギリシアとの経済交流が盛んで, ギリシア国債を大量に購入した国でもあった。2013年3月16日に, そのキプロスで財政資金の補填のために, 預金封鎖が行われ, 100億ユーロの支援とならんで, 10万ユーロ以上の預金に9.9%の強制課税をかけることされた時に, キプロス危機は起こった。この時, 資金の逃避先の一つがBitcoinであった。
- 35) solo minerと呼ばれる単独のminerに対して, minerがMinig Poolsを構成すると, ハッシュアルゴリズムを活用する力量を高め, プロないしアマチュアの数百人から数千のプール参加者が高性能のプールサーバーを維持し, 得た報酬を分かち合い, 不確実性を低減させている。Andreas M. Antonopoulos, *Masterring Bitcoin* (O'Reilly, 2015) は, 必要なハッシングの速度(6,000GH/s)に対するコンピュータ設備費や消費電力などを対比しつつMining Poolの優位性を示すことで, 単独で働く個人のminerには「チャンスは無い」と断言している(P.209)。ここには, Mining Poolが活用するシステムが如何に電力を消費するか, その結果, コンピュータの浪費も伴うものがminingであることも示されている。Mining Poolには, AntPool(中国), BTC.COM Pool(中国), BitcoinAffiliateNetwork(米・欧・中・濠他), BTCC Pool(中・日), F2Pool(中・米)など欧米, 中国, オーストラリアなど世界各地に多数存在する。bitcoinwiki, *Comparison of mining pools*, [https://en.bitcoin.it/wiki/Comparison\\_of\\_mining\\_pools](https://en.bitcoin.it/wiki/Comparison_of_mining_pools), 岩村充氏はこの状況を活写している。岩村充『中央銀行が終わる日ービットコインと通貨の未来ー』新潮選書, 2016年3月, pp.102-108, pp.130-132。
- 36) NTTデータの金融事業推進部が中心になって執筆された次の書籍では「ビットコインというシステムを維持するためのコストは, 通常よりもはるかに高いと考えざるをえないでしょう。」(P.19)と述べている。赤羽喜治・愛敬真生編著『ブロックチェーン 仕組みと理論』リックテレコム, 2016年。
- 37) Align Commerceは, 手数料の高い中小企業向け電信送金システムの負担を軽減する送金システムの提供を目指しており, 2016年6月時点で60カ国, 2015年4月以降の国際送金サービス累計100万ドルを達成したと言われている。現在, 社名変更されveem。Website : <https://www.veem.com/>。また, 日本では, みずほファイナンシャルグループやりそな銀行, 横浜銀行などの連合体が新送金システムの実証実験を始める。「銀行間送金に仮想通貨 国内連合が実験へ」日経新聞電子版, 2017年4月27日。

- 38) 証券会社と取引所以外に、証券保管振替機構、証券クリアリング機構、投資顧問業など多数の組織が関与している。Blockchain技術の適用によって、これらの業務の一部が簡略化される可能性がある。
- 39) 日本取引所グループ (JPW) は、2016年4～5月に、FabricやEthereumを利用して証券取引における実証実験を実施し、結果を公表するレポートも発表している。また、JPX傘下の東京証券取引所、大阪取引所、日本小計クリアリング機構が、Blockchain技術・分散型台帳技術を使って証券業務を処理するための実証実験を2018年春にも開始すると発表した。Linux FoundationのHyperledgerで、アメリカのIBMが主導するHyperledger Fabricをベースにした検証環境を構築する。興味深いことは、コンソーシアムのような運営を行い、実証実験への参加企業間で知見を交換する環境を重視している。検証環境を開放し、外部企業にも開発したアプリケーションの検証の機会を与える点である。
- 40) 西村明生「フロンティア自由ソフトウェア論」『日本の科学者』、52巻2号、2017年2月。牧野丹奈子「複雑系としての自律分散型組織」『桃山学院大学経済経営論集』第39巻第1号、1997年7月。経済産業省商務情報政策局「新たな自立・分散・協調型アーキテクチャー・技術戦略等に関する、これまでのWGの議論の整理」平成28年6月21日。
- 41) Bank of AmericaとHSBCがシンガポール情報通信開発庁 (Infacomm Development Authority of SingaporeIDA) と組んで信用状取引の実証実験が2016年になされた。Pete Rizzo, Bank of America, HSBC Unveil Blockchain Supply Chain Project, *CoinDesk*, August 10, 2016. 日本でも、東京海上日動火災保険がNTTデータと連携してBlockchainを活用して取引記録を共有し、貨物保険の書類を共有する。三井純友会場火災保険も貿易取引関係書類を幅広く共有する実証実験を開始する。「貨物保険の手続き短縮 大手損保、フィンテックで」日経新聞電子版、2016年12月15日。みずほフィナンシャルが2017年6月をめどに取引情報を共有する貿易取引を開始すると発表した。「みずほFG、貿易取引に『ブロックチェーン』活用」日経新聞電子版、2017年4月26日。動きは急であるが、全体として見た時、国内金融機関のFinTech・Blockchainへの対応は遅れ気味である。
- 42) 浅川直樹「業務用Blockchainが百花繚乱、激しさ増す本命争い」『日経コンピュータ』電子版、2017年4月12日。 <http://itpro.nikkeibp.co.jp/atcl/column/14/346926/041000926/>
- 43) 日本アイ・ピー・エム株式会社「ブロックチェーンの正体とそのビジネス適用を考える — IBMのブロックチェーンへの取り組み —」 <https://www-01.ibm.com/common/ssi/cgi-bin/ssialias?htmlfid=LU112356JPJA&>
- 44) Hyperledger Fabricで1000件超/秒であるのに対して、Bitcoinでは7件/秒である。
- 45) RippleのRCLAをスムーズに導入するため標準ルールを策定してネット普及につなぐ組織で、参加企業は、Bank of America Merrill Lynch, Santander, Standard Chartered, Westpac Banking Corporation, Royal Bank of Canada, CIBC, 三菱東京UFJ銀行など。三菱東京UFJ銀行「米国Ripple社主催のグローバル銀行間コンソーシアム『Global Payment Steering Group』への参加について」2017年3月31日。
- 46) SBIホールディングス株式会社, SBI Ripple Asia株式会社「内外為替一元化コンソーシアムにおいて『RCクラウド』の構築完了及び実証実験実施のお知らせ ～コンソーシアムは今後の商用化を見据えた活動を継続～」2017年3月2日。