

## 第11章 分散台帳技術を用いた非中央集権的ガバナンスの理想と現実

高木 聡一郎

### はじめに

分散台帳技術（Distributed Ledger Technology：DLT）あるいはブロックチェーン技術は、信頼される組織機関に依存することなく、情報の正当性、正確性を担保する技術として登場した。その代表的な応用例である仮想通貨を例にとれば、これまで中央銀行が通貨を発行し、最終的な決済機能を担っていたのに対し、分散台帳技術を活用した仮想通貨では、不特定多数の参加者の協働により通貨が発行され、決済が承認される。こうした非中央集権的な特性は、既存のガバナンスと信頼の構造を大きく変えるものとして注目を集めてきた。それは、権威を持つ国家や大規模金融機関が主導し、グローバルなガバナンスを規定していく体制に対するオルタナティブとしての一面を持っている。すなわち、「反グローバリズム」が自由貿易推進、国際協調主義に対する国家至上主義とするならば、そもそも国家などの既存の権威組織主導によるガバナンスに対する、草の根的なグローバルガバナンス像の提示でもあった。しかし、代表的な仮想通貨であるビットコインの誕生から、企業等でのブロックチェーン技術の活用、仮想通貨による資金調達など利活用が多様になるなかで、当初高く評価されてきた非中央集権性は弱まり、既存の社会経済システムに組み込まれる形で社会への応用が進んできた一面も見られる。本稿は、こうした中、分散台帳技術が当初目指してきた非中央集権性の理想と、その後の普及に伴うガバナンス面での変遷を明らかにすることを目的とするものである。なお、「分散台帳技術」は台帳の分散性に着目した用語であり、「ブロックチェーン」は台帳の構造に着目した用語であるが、本稿では特に注記する場合を除いて、これらは同じ技術体系を指すものとして位置付ける。

### 1. 分散台帳技術の思想的背景

分散台帳技術／ブロックチェーン技術は、ビットコインを実現するための技術基盤として誕生した。その技術体系はサトシ・ナカモトを名乗る人物あるいはグループが作成した論文「Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System」（Nakamoto, 2008）<sup>1</sup>に端を発している。これは論文とはいえ学会等での発表や査読を経たものではなかったが、内容の革新性からコミュニティにおいて高く評価され、その後当該論文に従ってビットコインが実装されることとなった。

ただし、ビットコインはそれに先行する技術要素を組み合わせたものであり、それぞれの要素は必ずしも革新的なものではない。ハッシュ関数、公開鍵暗号、P2Pによるファイル交換ネットワークなど、いずれも長い歴史を持つ技術を組み合わせることで実現している。また、通貨の電子化の歴史から見ても、長年の研究開発を総合し、懸案を解決する形で誕生したものである。

初期の電子通貨の研究は、オンラインで互いに信頼が成立しない場合に、いかに電子的な支払いを実現するかという問題に取り組んできた。Narayanan et. al (2016)<sup>2</sup> はこうした初期の通貨の電子化をめぐる取り組みを詳述しているが、彼らによると 1994年に設立された First Virtual はクレジットカード情報をユーザーから預かり、電子メールベースで取引の仲介を行っていた。1990年代半ばに登場した SET アーキテクチャは、クレジットカード情報を取引業者に渡さずに取引を成立させる仲介サービスを提供している。これらのクレジットカードベースの支払い手段に対して、現金の持つ匿名性を保ったまま電子化する試みは、David Chaum が 1989年に設立した DigiCash 社、および同社が発行した ecash に見られる。この試みは販売業者側の匿名性がないという問題もあり、普及には至らなかった。また、ビットコインは Cypherpunk と呼ばれるリバタリアニズム的思想とも深く関係していたことが報告されている<sup>3</sup>。

こうした思想的背景と技術的蓄積から生まれたのが、サトシ・ナカモト論文であった。同論文は、「必要なのは、信頼ではなく、暗号学的な証明に基づく電子決済のシステムであり、どのような2者間でも信頼される第三者に頼ることなく、直接に取引できるようにすることである。」と述べている (Nakamoto, 2008)。すなわち、国家や銀行などに依存することなく、あらゆる個人間で直接的に決済できることを目指し、それを暗号の組み合わせにより技術的に実現することを示したものである。その意味では国家の管理のもと、国家間関係の強化を志向するグローバリゼーションではなく、国家や権威に依存しない市民レベルでのグローバル決済システムであり、同時に情報管理メカニズムとしての性格をあわせ持っていた。ビットコインの初期の開発段階では、こうした分散台帳技術の非中央集権性、非権威依存性という性格が、一部のエンジニアや活動家の共感を呼び、活動の原動力となってきた。

サトシ・ナカモト論文に基づき実装されたビットコインは 2009年1月3日に運用を開始した。当初の利用は一部の熱心な開発者に限定されており、2010年5月になって初めて、2枚のピザを1万ビットコインで購入するという市場取引に使用された<sup>4</sup>。1万ビットコインは当時 25米ドルの価値であったが、現在の価格では約 96億円の価値になる<sup>5</sup>。

しかし、むしろ初期の運用期間においては犯罪における決済手段という側面によって注

目を集めた面も強い。2011年から運営されていた匿名のオンラインマーケットプレイスである「シルクロード」は、違法薬物の取引等に使われていたが、そこで採用されていた決済手段がビットコインであった。

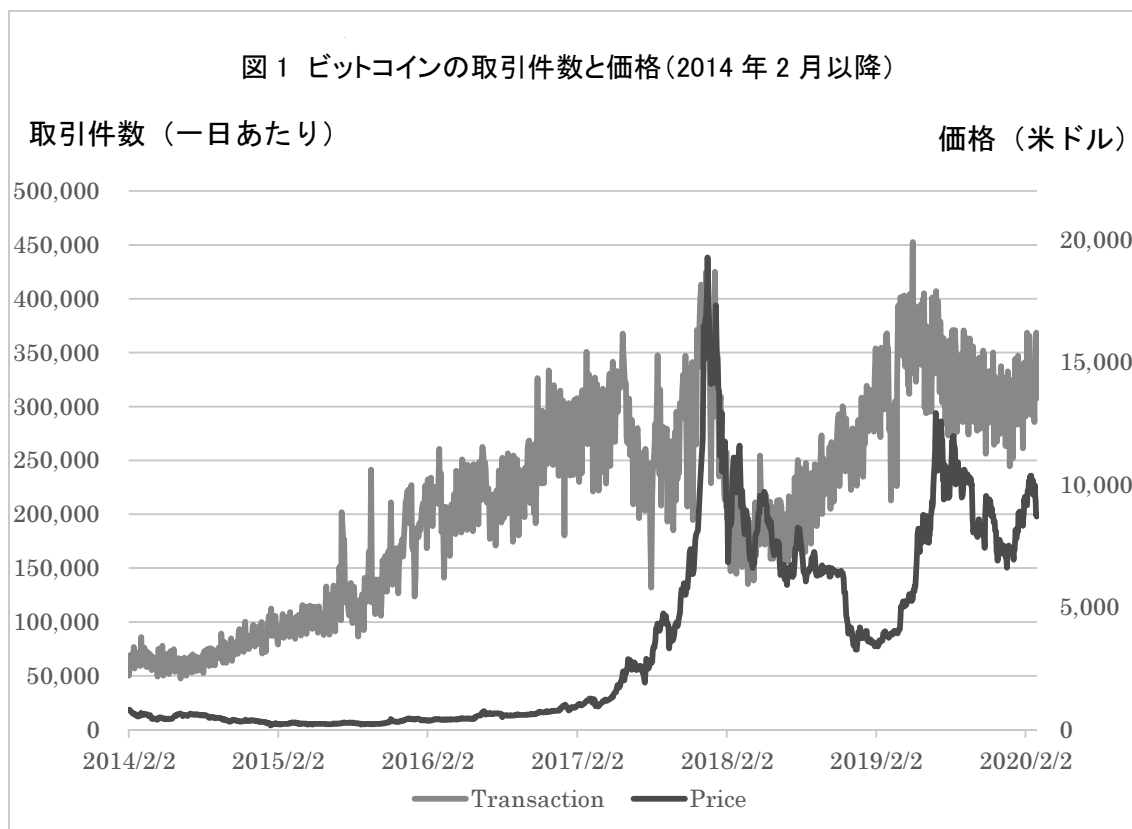
一方、2012年頃のキプロス金融危機の際に、預金封鎖から逃れるためにビットコインが資金退避先として使われるといった動きがあり、徐々に一部の支持者や開発者コミュニティ以外にも利用が広がってきた。2014年には東京の仮想通貨取引所マウントゴックスから大量のビットコインが流出した事件により、一般の人々にも投資先あるいは決済手段としてビットコインが普及しつつあることが明らかになった。

2014年以降は一般消費者を対象としたビットコインの利用が本格的に始まり、旅行サイトのエクスペディア、コンピュータのデル、楽天（米国内）など、大手企業でもビットコインによる支払受付を開始している<sup>6</sup>。

## 2. 仮想通貨の急速な普及と政府による介入

2016年以降、仮想通貨の価格は激しく上昇し、2017年12月17日には1ビットコインあたり2万ドル近くに達した。しかし、2018年に入って急落し、2020年2月末時点ではおよそ8,000ドル台後半となっている（図1）。一方、一日あたりのビットコインの取引量を見ると、2018年1月の暴落により一時的には減ったものの、その後再び増加に転じ、直近（2020年2月29日）まで一日あたりおよそ30万件程度で推移している。さらに直近価格の暴落により投機対象としての魅力は薄れた可能性があるものの、取引量からみれば必ずしも下火になったとは言えない。

図1 ビットコインの取引件数と価格(2014年2月以降)



Source: blockchain.com<sup>7, 8</sup>

急速な普及に対して各国政府も様々な対応を加速させてきた。イングランド銀行は仮想通貨が普及した際の経済への影響を試算したり、後述する中央銀行デジタル通貨（CBDC：Central Bank Digital Currency）について研究を行ってきた。一方で、マネーロンダリングへの懸念や、利用者保護の観点から、各国政府は民間の仮想通貨を既存の法体系にどのように組み込むか検討し、法整備に注力してきた。以下ではそのうちいくつかの特徴的な取り組みを取り上げる。

### （1）米国における取引業の規制

政府による規制の先駆的なものは、2015年に米国ニューヨーク州で施行されたBitLicenseである。BitLicenseでは仮想通貨を金融目的で送金することや、消費者に販売する場合には免許を取得する必要がある。免許を取得した事業者は、AML（アンチ・マネーロンダリング）の取り組みを行うことや、災害対応計画を策定することなど様々な義務を負う<sup>9</sup>。こうした規制は、主として仮想通貨の普及に伴って損害を被る消費者を保護する目的で導入され、同様の法制度は、バーモント州（2017年5月4日署名）をはじめ、ノースカロライナ州、ワシントン州、ハワイ州などでも整備された<sup>10</sup>。

## (2) 日本の仮想通貨法

こうした環境変化の中で、我が国においても2017年4月1日より、改正資金決済法（通称：仮想通貨法）が施行された。利用者保護やマネーロンダリング対策の観点から、仮想通貨交換業者の登録、仮想通貨の仕組み・特性等に関する情報提供の義務化、利用者財産と事業者自身の財産の分別管理、一定額以上の取引時における公的証明書の確認義務などが設定されている<sup>11,12</sup>。こうした制度化は、規制の強化とも言えるが、むしろ日本の法体系の中に仮想通貨を位置づけたことにより、消費者の信頼感を増す効果があったと見られている。実際、2017年の法施行後、ビックカメラなど多くの人が利用する量販店でもビットコインの受け入れが始まるなど、急速な普及が見られた。

## (3) 米国における入国時申告に関する提案

ブロックチェーン技術で発行管理される仮想通貨は、当初からグローバルな存在であり、従来の国際的な資金移動管理とは整合しない面がある。例えば日本から米国に送金する場合、日本円から自身のアドレス（A）宛にビットコインを購入し、それを他のビットコインアドレス（B）宛に送金し、それを米国内で米ドルに交換するという手順となる。この場合、アドレスAとBに紐づいたビットコインそのものはグローバルなブロックチェーンで管理されるものであり、ビットコインを保有しているだけでは国際的な資金移動を行ったことにはならない。

こうした中で、アメリカの議員グループが、入国時に仮想通貨の保有について申告すべきだと主張しているとされる。米国内に入国するさいに、1万ドル相当以上のビットコインを保有している場合、申告する必要があるとするものである<sup>13</sup>。この法案は現金持込み時の申告を応用したものとされているが、現金を物理的に持ち込むことに対して、ビットコインは常にインターネット上にあり、また他国の経済圏と自国の経済圏のいずれかに属するものでもないため、「持ち込む」という概念とは整合しない可能性がある。国家を基本とした法制度とグローバルで運営主体のない仮想通貨の間で生じる矛盾が明らかになった事例と言える。

このように、仮想通貨の急速な普及に対して、主としてAML、投資家保護の観点から本人確認の厳格化の方向で規制が導入されてきた。一方、こうした規制は主に仮想通貨取引所を規制対象としたものである。この背景には、分散的な通貨として登場した仮想通貨も、実際には仮想通貨取引所という組織を通じて購入し、使用することが一般的な形態として普及してきていたということが挙げられる。また、不特定多数者により運用されるグローバルなブロックチェーンを国がその法管轄において規制することは難しく、各国で運営さ

れる仮想通貨取引所を規制対象とすることが現実的であったという事情もあるだろう。

### 3. 非金融分野における分散台帳技術の応用

#### (1) 非金融分野における応用検討

仮想通貨としての分散台帳技術の活用については、各国政府・中央銀行が警戒感を深め、相次いで規制を強化しているのと対照的に、金融以外の分野における分散台帳技術の活用については、各国政府は推進的な立場を見せてきた。

分散台帳技術の応用には様々な形態がある。例えば、仮想通貨の機能を応用した地域通貨やIoT（Internet of Things）での活用や、著作権など仮想通貨以外の情報を登録する「台帳」としての使い方がある。また、ブロックチェーン上で動作するソフトウェアである「スマートコントラクト」機能を応用した電力取引、シェアリング、クラウドソーシングなど自律分散的なサービスの企画も行われている。

台帳としての活用の一例を挙げれば、マサチューセッツ工科大学や、キプロスのニコシア大学が取り組んでいる卒業証書、修了証書の管理がある。これらの取り組みは、卒業証書などの証跡となるデータを、ビットコインのブロックチェーン上に登録することで、発行した大学に依存することなく証書の信頼性を担保する取り組みである。もっとも、最初の学歴証の発行は各大学で行う必要があるが、その後はその大学等が仮に無くなった場合でも、自律分散的なブロックチェーン上で学歴の証明が半永久的に行えることにメリットがあるとされる。情報の信頼性を組織が占有するのではなく、共有化する際にブロックチェーン技術を活用する意義があるとみるべきである。

一方、スマートコントラクトなどを活用した自律分散的なサービスも様々なものが検討されてきた。Uberのようなライドシェアを自律分散的に実現しようとするArcade Cityや、オンラインマーケットプレイスのOpenBazaar、クラウドソーシングのColonyなど、従来いわゆるプラットフォーム企業が提供していたサービスを、プラットフォーム企業なしに自律分散的に実現しようとする取り組みである。こうした取り組みは、従来プラットフォーム企業が得ていた手数料を削減することで、ユーザーのコスト負担が下がるというメリットや、サービスのコントロール権をユーザーが得られるという思想的な側面が強調されてきた。

#### (2) 非金融分野への応用に関する政府の推進状況

こうしたサービスを実現する環境を整えるという点では、各国政府は比較的ポジティブに対応してきた面がある。例えば米国アリゾナ州の議会では、ブロックチェーンに基づく

署名とスマートコントラクトを認める法案が採択された<sup>14</sup>。これによって、ブロックチェーン上のデータは、アリゾナ州では電子的な文書、記録と見なされることとなる。また、デラウェア州の議会でも、株式原簿およびその他のビジネス記録をブロックチェーンで行えるよう認可する法案が採択され、2017年8月1日に施行された。この法案は、最終的に企業に関する全記録をブロックチェーンで保管するための準備でもあり、将来的には個人間の株取引や企業の株式原簿も実際にブロックチェーンで記録することを目指しているとされる<sup>15</sup>。

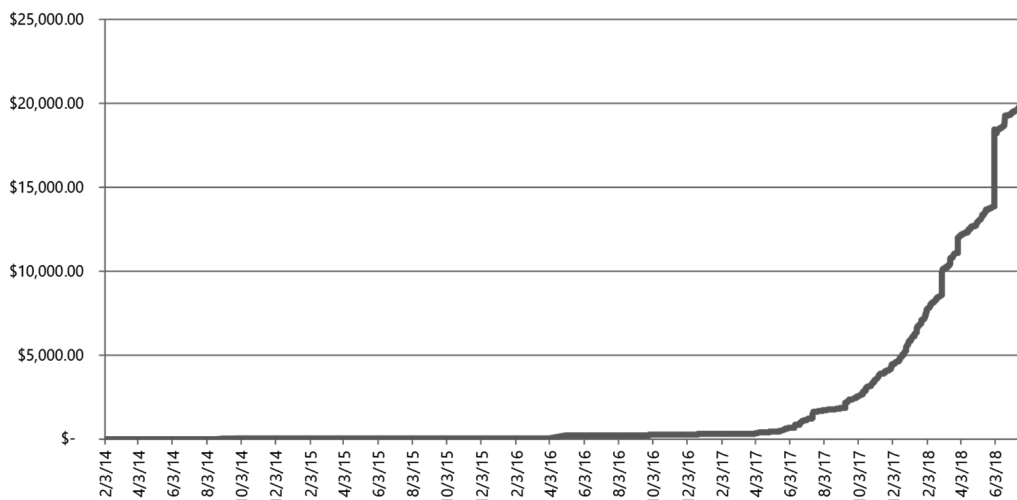
一方、中国は仮想通貨の使用、マイニング、ICO などについて規制を強化しているが、ブロックチェーン技術そのものの利用については積極的な姿勢を見せている。例えば、中国工業情報化部はブロックチェーンの標準化を2018年の優先事項に指定している<sup>16</sup>。また、中国政府は2018年の全人代でブロックチェーンに関する議論を深め、2018年3月12日に専門家委員会の発足を公表している<sup>17</sup>。このように、仮想通貨に対する規制強化と警戒感とは対照的に、非金融分野におけるブロックチェーン技術の活用は、行政の支持も得て活発な開発が進められてきた。

### (3) ICO (Initial Coin Offering) の動向と規制

一方で、ブロックチェーン技術を活用した自律分散的サービスには、中央集権的なプラットフォームを排除した場合に、どのように開発・運営コストを捻出するかという根本的な課題があった。そこで生み出されたのが、ICO (Initial Coin Offering) である。ICOはそのサービスを利用するために必要なトークンを事前に生成し、売り出すことによって資金を調達する仕組みである。実際にそのサービスが提供され、トークンに対する需要が高まれば価格が上がり、初期投資者にも利益がもたらされるという論理で広く使われることとなった。

図2はこれまでのICOによる資金調達額の累計を示したものだが、2018年半ばまでに累計で200億ドルを超える資金が調達された。個別の案件ベースで見ても1億ドル以上を調達した案件は数多くあり、中には42億ドルを調達したプロジェクトもあった(表1)。

図2 ICOによる累積調達額  
累積のICO投資額（百万米ドル）



出典：<https://www.coindesk.com/ico-tracker/>

表1 主なICO案件

名称	終了日	調達額 (百万米ドル)	円換算 (億円、1ドル=110円)
EOS	2018/6/1	4,200	4,620
Telegram	2018/2/28	850	935
Telegram	2018/3/29	850	935
TaTaTu (TTU)	2018/6/20	575	633
Dragon	2018/3/15	320	352
Huobi	2018/2/28	300	330
Filecoin	2017/9/10	262	288
Tezos	2017/7/13	232	255
Sirin Labs	2017/12/26	158	174
Bancor	2017/6/12	153	168
The DAO	2016/5/1	152	167
Bankera	2018/3/1	151	166
Polkadot (DOT)	2017/10/27	145	159
Orbs	2018/5/15	118	130
Qash (QASH)	2017/11/8	107	118

出典：<https://www.coindesk.com/ico-tracker/>をもとに筆者作成

ICOには、何らオブリゲーションなく資金調達ができるためモラルハザードを生みやすく、詐欺的な活動につながりやすいという課題がある。また、自律分散的で、ユーザーが所有するサービスということが売りになっていたのに対して、一部の開発者の主導のもとトークンが発行され、そこで調達された資金の管理に透明性が欠けるなど、様々な課題がある。実際に米国連邦証券取引委員会（SEC）が、ICOを詐欺として告発した案件もあり<sup>18</sup>、各国でICO



に対する規制が強化されつつある。

実際に米国では連邦証券取引委員会が、有価証券登録義務違反としてある会社の ICO に中止措置を発動した。同委員会は同社の ICO が将来的な利益を見込めるものでありながら、有価証券登録を怠ったため停止措置に踏みきったと声明を発表したとされる<sup>19</sup>。また、ブロックチェーン技術の開発には積極的な中国も、ICO に対しては規制を厳格化しており、2017年9月4日、ICO の即時全面禁止措置を発表している。

一方、シンガポールの規制当局 MAS は ICO に関するガイドラインを制定した。これは、有価証券の法的枠組みで扱う方向性を示したものである<sup>20</sup>。また、カナダはより積極的に ICO を扱っていく姿勢を見せている。2017年10月23日には、カナダのオンタリオ州証券委員会が TokenFunder 社の ICO を承認した。TokenFunder は、自社のコイン販売を通じて資金調達を目指すプロジェクトのプラットフォームを開発している<sup>21</sup>。

#### 4. 既存制度との融合

上記のように ICO に対する規制が強まっていく中、既存の社会・法制度と融合した形での分散台帳あるいは仮想通貨の活用も検討されている。

法制度面からのアプローチを見れば、例えばフィリピンでは ICO を「准有価証券」として分類し、既存の制度から規制の対象とすることを検討している<sup>22</sup>。また、先述のようにシンガポール金融管理局（MAS）も、トークンが証券先物法上の証券として取り扱われる可能性を示唆している<sup>23</sup>。

一方、仮想通貨のボラティリティが高すぎることに對して、既存のフィアット通貨と連動させる「ステーブルコイン」が2018年頃から盛んに発行されるようになっており、Tether、TrueUSD、Stably など様々なものが提案・実装されている。また、上記の ICO に代わって、「STO（Security Token Offering）」も注目されている。これは、既存の証券制度を土台として、トークンによって流動性を高めようとするものである。

その一方、仮想通貨の実際の利用方法を鑑みて、資産として位置づける動きも見られる。2018年1月にスイスで開かれた世界経済フォーラムでは、仮想通貨のボラティリティの高さから通貨として利用されていないことが議論された<sup>24</sup>。また、こうした背景から同年11月に開催された G20 会議の共同声明などでは仮想通貨が「暗号資産」と表現されている。こうした流れを受けて、日本でも金融庁が仮想通貨の呼称を「暗号資産」に改める方針を示した<sup>25</sup>。当初は日常的な決済手段を目指して開発されてきた仮想通貨であったが、利用実態が決済手段ではなく投資が主であることもあり、各国政府としては通貨ではないということを確認したいという意図があったものと考えられる。このように、当初は既存の

制度や社会構造と自律分散的思想が緊張関係にあったのに対して、徐々に「暗号資産」の呼称に見られるような既存制度との切り分けや、証券制度との融合のように既存制度への組み込みが進められてきた。

## 5. Libra と中央銀行デジタル通貨に見る技術とガバナンスの多様性

こうした既存制度との接合という点で注目される動きは、Facebook 社が中心となって導入を目指している仮想通貨「Libra」と、中央銀行が従来発行してきたフィアット通貨を分散台帳技術で発行する「中央銀行デジタル通貨（CBDC：Central Bank Digital Currency）」である。

「Libra」は Facebook を中心とする企業コンソーシアム「Libra Association」が企画・運営する仮想通貨であり、2019年6月にその構想が発表され、2020年には発行開始とされている。技術的には、この運営に参加する企業がノード（ブロックチェーンを記録するコンピュータ）を持ち合うコンソーシアム型のブロックチェーンであり、その運営に関する意思決定も Libra Association により行われる。この点で、不特定多数者による非中央集権的ガバナンスを目指して構築されたビットコインとは大きく異なるガバナンス体制となっている。また、ここで発行される Libra という仮想通貨は、既存のフィアット通貨や国債などの資産によりバックアップされる。利用者が Libra を購入するために支払った対価をもとに既存資産を購入することで、Libra の価値の裏付けとし、Libra の価格の安定性の向上を目指したものである。こうした他の資産との紐づけによる価値の安定性を目指した仮想通貨は、先述のようにステーブルコインとも呼ばれ、これまでも Tether や DAI など様々なものが市場で取引されている。

Libra を巡っては、その構想が発表されて以来、公的機関や米国議会による強い懸念と批判を受けてきた。懸念の理由としては、金融機関としての信頼性の欠如、マネーロンダリングや消費者保護、プライバシーや国家安全保障の問題など様々なものが挙げられている<sup>26</sup>。しかし、おそらく最大の懸念は、Libra の幅広い普及が、フィアット通貨の存在意義と中央銀行を中心とした金融システムの有効性を揺るがしかねないという点であろう<sup>27</sup>。

その一方、Facebook の立場からすれば、独自の通貨を導入するメリットはある。Facebook は、今では世界中で約 25 億人が使うコミュニケーションツールとなっており、そこには多くの企業が広告・宣伝やコミュニティの運営という側面で消費者と関わっている。そこで決済機能を付加することはサービスの展開としては自然な流れである。その一方で、そこで使われる通貨をどこか一国のフィアット通貨に絞ることは、多国籍のユーザーが縦横無尽に利用するプラットフォームとしては大きな制約となる。また各国通貨に対応した場合、

両替に手数料と手間がかかることになり、プラットフォーム上での取引を円滑に行うことを阻害する要因となる。こうしたことを考えれば、Facebook が Libra のようにどこの国にも依存しない新しいグローバル通貨を導入しようとするには、サービス提供者の立場からすれば一定の合理性がある。すなわち、国という枠組みを既に越えてサービスを展開しているグローバル企業にとっては、そこでやり取りされる情報と価値の流通範囲に適した価値の単位と決済手段を用意したいという意図があり、こうした試みが、通貨や金融政策を国の主権の重要な構成要素とみてきた各国政府との軋轢を生んでいる構図となっていると理解すべきだろう。

こうした中でもう一つ注目すべき動きは、従来フィアット通貨を発行してきた各国中央銀行が、ブロックチェーン技術を利用して発行するデジタル通貨、いわゆる「中央銀行デジタル通貨」に関する動向である。これまでもスウェーデンやウルグアイなどにおいて真剣に検討されていると報じられてきたが<sup>28</sup>、カンボジアの中央銀行が日本のブロックチェーン企業であるソラミツと組み、2020年にも中央銀行デジタル通貨を発行するとみられている<sup>29</sup>。

中央銀行デジタル通貨には、銀行間決済等のみに使われる「ホールセール (wholesale)」型と、一般消費者が支払いに使用する「一般目的 (general purpose)」型に大別されるが<sup>30</sup>、BIS (国際決済銀行) の調査によると<sup>31</sup>、各中央銀行がそれぞれの形態を採用するモチベーションとしてはいずれも第一位が決済の安全性、第二位が決済の効率性となっている。しかし当該調査に関するレポートにも記されている通り、各中央銀行はまだ探索期間であり、明確なメリットを特定していないと同時に、単に物理的な現金を電子化することのメリットと、特に分散台帳技術を使用することのメリットの区別が明確になされていない可能性もある。しかしいずれにしても、中央銀行でデジタル通貨を実現する場合の情報技術的アーキテクチャは、処理スピードやプライバシー保護の観点からパーミッションドの形態になる可能性が高いと考えられる。その観点では、中央銀行デジタル通貨が分散台帳技術の採用を前提として議論されているのは、ガバナンスの分散性というよりも、処理のスケールビリティや可用性、冗長性といった理由からであると考えられる。

先に見たように、ビットコインは草の根的な運動に基づき、非中央集権的、分散的なガバナンスを志向して生まれてきた。しかし、同じブロックチェーン／分散台帳技術を使いながらも、Libra は国家ではなく企業連合によるグローバルな通貨の実現を目指しており、中央銀行デジタル通貨は、あくまでも国家を単位とする通貨システムのデジタル化を志向するものである。とりわけ、Libra のようなグローバルな仮想通貨が大規模に普及すると、フィアットマネーを中心に構築されてきた各国の金融・財政制度に大きな影響を及ぼす可

性能が出てくる。中央銀行デジタル通貨への注目は、広範囲に普及する可能性のある民間デジタル通貨への対抗策という側面もあるだろう。

分散台帳技術／ブロックチェーン技術は、非中央集権的ガバナンスを志向して誕生した技術であるが、ビットコイン、Libra、中央銀行デジタル通貨の対比は、技術が多様なメリットを活かし、異なるコンテキストで利用されうることを示しており、また技術がもたらすガバナンスの揺らぎに対する軋轢が生まれつつあると見ることができる。

## 6. 社会的ニーズに対応した分散性の制限

上記の主に政府サイドからの規制強化に対して、技術・サービスを開発する民間の側からも、当初の分散性を制限することで企業等での利用ニーズに対応しようとする動きも2016年頃から顕著となっている。

例えば Linux Foundation が主導する Hyperledger プロジェクトは<sup>32</sup>、そのホワイトペーパーで企業向けの利用を想定したブロックチェーンのアーキテクチャを提言している<sup>33</sup>。そこでは、従来のオープンで分散化したシステムではデータの秘匿性を確保することが難しかったことから、限られた参加者だけがデータを見ることができる「パーミッションド」と呼ばれる構成を前提として、参加者への認証制度を導入している。また、データを暗号化して関係者しか見られないようにする一方、規制当局から監査がある場合には、アクセス権を付与して監査に対応することも示している。

別の例では、ビットコインで採用されている Proof of Work と呼ばれるコンセンサスアルゴリズムのエネルギー消費問題を解消するため、Proof of Authority と呼ばれるコンセンサス・アルゴリズムが提唱されている。これも完全に不特定多数である参加者を前提として業務を割り振ることの非効率性を、ある程度信頼のできる参加者間での業務分担という構造を採用することで解消しようとする動きである。このように、実運用上のセキュリティ対策、効率性、監査など法規制への対応などを考慮していった結果、当初の分散性に制約を課し、既存の社会システムに融合させようとする試みが続いている。

その一方、当初完全な分散性を志向したビットコインにも、運用上、実質的な分散性を維持することが可能かという観点で課題が生じている。台帳管理の業務を不特定多数の参加者に割り当てる方式を既定した Proof of Work は、単純なハッシュ処理の競争に基づいているため、エネルギーコストとコンピューティングパワーの集積度に依存しており、その結果寡占化が進んできた。マイニングのシェアは上位5社ほどの専門企業によって半分以上が占有されており、これらが結託すればブロックチェーンを書き換えることも可能な状況となっている。

実際に、ビットコイン以外の小規模な仮想通貨は、参加するマイナーも少ないために、ビットコイン等で集積したマシンパワーを用いて小規模な仮想通貨の改ざんを行う事例が見られる。また、ビットコインのマイニングには ASIC と呼ばれる専用のハードウェアが必要であり、こうしたハードウェアへ大規模に行った投資や sunk cost が分散台帳技術のガバナンスに影響を与えることが考えられる。このように、設計上は分散的であっても、運用の中で完全な分散性を維持することは容易ではない。

## まとめ

以上で見てきたように、分散台帳技術／ブロックチェーン技術は、ビットコインに象徴されるように国や仲介者に依存しない決済手段・情報管理メカニズムとして誕生した。しかし、規制への対応、運営の効率性の追求といった観点から、当初目指してきた分散性はやや薄まってきている。また、Libra や中央銀行デジタル通貨の例に見られるように、必ずしも自律分散性に着目せず、異なる技術的特徴やコンテキストにおいて分散台帳技術／ブロックチェーン技術を活用しようとする動きも見られるようになった。

その一方、現在キャッシュレスの推進に向けて活発な促進策が講じられているが、そのサービスを担うのは、多くはクレジットカード事業者や、交通系 IC カード事業者、QR コード決済を提供するモバイルペイメント事業者である。急速に普及するキャッシュレスサービスは、必ずしも分散台帳技術／ブロックチェーン技術のような自律分散的なガバナンス構造をもったものではなく、むしろ中央集権的な技術的メカニズムに基づくものである。それでも消費者が受け入れ、普及が進んでいる現状は、一般消費者にとって「自律分散性」が利便性や安全性と比べて必ずしも重要なファクターではないという可能性も示唆している。

分散台帳技術／ブロックチェーン技術は、市民の草の根的な、非中央集権的ガバナンスを志向して誕生した。しかしその思想は、誕生から普及に至る道程の中で、中央集権と階層組織が持つ効率性と、それらに基づき発展してきた社会制度間の相互依存性から大きな挑戦を受けているとみることができるだろう。

## —注—

- <sup>1</sup> Nakamoto, S. (2008) Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System.
- <sup>2</sup> Narayanan, A., Bonneau, J., Felten, E., Miller, A. and Goldfeder, S. (2016) *Bitcoin and cryptocurrency technologies: A comprehensive introduction*. Princeton University Press.
- <sup>3</sup> *ibid.*

- 4 Quartz, *Eight years ago today, someone bought two pizzas with bitcoins now worth \$82 million.* <<https://qz.com/1285209/bitcoin-pizza-day-2018-eight-years-ago-someone-bought-two-pizzas-with-bitcoins-now-worth-82-million/>>, accessed on February 15, 2019.
- 5 2020 年 2 月 13 日時点の価格。1 BTC=958,111.54 円による。
- 6 Wikipedia.  
<<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%93%E3%83%83%E3%83%88%E3%82%B3%E3%82%A4%E3%83%B3>>, accessed on February 15, 2019.
- 7 Blockchain. Market Price (USD). <<https://www.blockchain.com/charts/market-price?timespan=all>>, accessed on February 15, 2019., 但し 2019 年 5 月 19 日以降のデータは 2020 年 3 月 1 日に取得し、それ以前のデータと結合した。
- 8 Blockchain. Confirmed Transactions Per Day. <<https://www.blockchain.com/charts/n-transactions>>, accessed on February 15, 2019. 但し 2019 年 5 月 19 日以降のデータは 2020 年 3 月 1 日に取得し、それ以前のデータと結合した。
- 9 Narayanan, A., Bonneau, J., Felten, E., Miller, A. and Goldfeder, S. (2016), *ibid.*
- 10 Coindesk. Vermont Law Adds Bitcoin as ‘Permissible Investment’ for MSBs.  
<<http://www.coindesk.com/vermont-law-bitcoin-msbs-investment/>>
- 11 金融庁. 利用者向けリーフレット「平成 29 年 4 月から、『仮想通貨』に関する新しい制度が開始されます。」について. <<http://www.fsa.go.jp/common/about/20170403.html>>
- 12 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 Vol.1 2017 年 4 月号
- 13 Coindesk. Forfeit Your Bitcoin? Congressional Bill Draws Fire Over Border Check Rules.  
<<http://www.coindesk.com/forfeit-bitcoin-congressional-bill-draws-fire-border-check-rules/>>
- 14 Coindesk. Arizona Lawmakers Pass Blockchain Records Bill. <<http://www.coindesk.com/arizona-pass-blockchain-bill/>>.
- 15 Coindesk. Delaware Introduces Bill to Legally Recognize Blockchain Stocks.  
<<http://www.coindesk.com/delaware-introduces-bill-legally-recognize-blockchain-stocks/>>
- 16 Coindesk. Blockchain Standardization Tops Chinese IT Ministry’s 2018 Agenda.  
<<https://www.coindesk.com/blockchain-standardization-tops-chinese-it-ministrys-2018-agenda/>>.
- 17 Coindesk. China IT Ministry to Create Official Blockchain Standards. <<https://www.coindesk.com/chinas-it-ministry-moves-to-create-national-blockchain-standards/>>.
- 18 TechCrunch. 米 SEC、仮想通貨資金調達 (ICO) 2 件を詐欺で告発.  
<<http://jp.techcrunch.com/2017/10/02/20170929the-sec-has-charged-two-initial-coin-offerings-with-defrauding-investors/>>, accessed on February 18, 2019.
- 19 REUTERS, 米 SEC が ICO を阻止、仮想通貨投資の危険性を警告.  
<<https://jp.reuters.com/article/munchee-ico-idJPKBN1E606D>>, accessed on February 18, 2019.
- 20 Monetary Authority of Singapore. *A GUIDE TO DIGITAL TOKEN OFFERINGS*  
<<http://www.mas.gov.sg/~media/MAS/Regulations%20and%20Financial%20Stability/Regulations%20Guidance%20and%20Licensing/Securities%20Futures%20and%20Fund%20Management/Regulations%20Guidance%20and%20Licensing/Guidelines/A%20Guide%20to%20Digital%20Token%20Offerings%20last%20updated%20on%2030%20Nov%202018.pdf>>, accessed on February 18, 2019.
- 21 Coindesk. *Ontario Securities Regulator Approves TokenFunder ICO.* <<https://www.coindesk.com/ontario-securities-regulator-approves-tokenfunder-ico/>>, accessed on February 18, 2019.
- 22 Coindesk. *Philippine Regulators Eye New Rules for Bitcoin Exchanges and ICOs,*  
<<https://www.coindesk.com/philippine-regulators-eye-new-rules-for-bitcoin-exchanges-and-icos/>>, accessed on February 18, 2019.
- 23 Coindesk. *Singapore Central Bank Touts Blockchain for Payments,* <<https://www.coindesk.com/singapore-central-bank-touts-blockchain-for-cross-border-payments/>>, accessed on February 18, 2019.
- 24 Coindesk. *Bitcoin Takes Davos Stage in Currency Panel Debate.* <<https://www.coindesk.com/bitcoin-takes-the-stage-at-davos-in-currency-panel-debate/>>, accessed on February 18, 2019.
- 25 日本経済新聞. 仮想通貨、「暗号資産」に名称変更へ 金融庁.  
<<https://www.nikkei.com/article/DGXMZO39037000X11C18A2EE9000/>>, accessed on February 18, 2019.
- 26 日本経済新聞. 米議会、当局「リブラ」包囲網 事業停止求める声も.  
<<https://www.nikkei.com/article/DGXMZO47352440U9A710C1FF8000/>>, accessed on March 1, 2020.
- 27 European Parliament. What if Libra disrupted the financial system?  
<[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2019/634443/EPRS\\_ATA\(2019\)634443\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2019/634443/EPRS_ATA(2019)634443_EN.pdf)>, accessed on March 1, 2020.

- <sup>28</sup> Barontini, Christian and Holden, Henry (2019) “Proceeding with caution – a survey on central bank digital currency”. *BIS Papers* No. 101. <<https://www.bis.org/publ/bppdf/bispap101.pdf>>, accessed on March 1, 2020.
- <sup>29</sup> JETRO. デジタル決済システム「バコン」、2020年に正式導入の見込み。2019年12月26日。 <<https://www.jetro.go.jp/biznews/2019/12/33003ac7dc60352f.html>>, accessed on March 1, 2020.
- <sup>30</sup> BIS (2018) *Central bank digital currencies*. Committee on Payments and Market Infrastructures Market committee. <<https://www.bis.org/cpmi/publ/d174.pdf>>, accessed on March 1, 2020.
- <sup>31</sup> Barontini and Holden (2019), *ibid*.
- <sup>32</sup> Wikipedia. <<https://en.wikipedia.org/wiki/Hyperledger>>, accessed on February 18, 2019.
- <sup>33</sup> Hyperledger Whitepaper. <[https://docs.google.com/document/d/1Z4M\\_qwILLRehPbVRUsJ3OF8Iir-gqS-ZYe7W-LE9gnE/edit?pref=2&pli=1#heading=h.m6iml6hqnm2](https://docs.google.com/document/d/1Z4M_qwILLRehPbVRUsJ3OF8Iir-gqS-ZYe7W-LE9gnE/edit?pref=2&pli=1#heading=h.m6iml6hqnm2)>, accessed on February 18, 2019.