



日本銀行ワーキングペーパーシリーズ

## ブロックチェーン・分散型台帳技術の法と経済学

柳川 範之\*  
yanagawa@e.u-tokyo.ac.jp

山岡 浩巳\*\*  
hiromi.yamaoka@boj.or.jp

No.17-J-1  
2017年3月

日本銀行  
〒103-8660 日本郵便（株）日本橋郵便局私書箱30号

\* 東京大学大学院経済学研究科

\*\* 日本銀行決済機構局

日本銀行ワーキングペーパーシリーズは、日本銀行員および外部研究者の研究成果をとりまとめたもので、内外の研究機関、研究者等の有識者から幅広くコメントを頂戴することを意図しています。ただし、論文の中で示された内容や意見は、日本銀行の公式見解を示すものではありません。

なお、ワーキングペーパーシリーズに対するご意見・ご質問や、掲載ファイルに関するお問い合わせは、執筆者までお寄せ下さい。

商用目的で転載・複製を行う場合は、予め日本銀行情報サービス局 (post.prd8@boj.or.jp) までご相談下さい。転載・複製を行う場合は、出所を明記して下さい。

# ブロックチェーン・分散型台帳技術の法と経済学\*

柳川 範之<sup>†</sup>、山岡 浩巳<sup>‡</sup>

2017年3月

## 【要 旨】

ブロックチェーンや分散型台帳技術は、特定の帳簿管理者を置かずに、参加者が同じ帳簿を共有しながら資産や権利の移転などを記録していく情報技術であり、その幅広い応用への関心が高まっている。従来、高度化する金融取引への対応としては、証券のブックエントリー化のように、データをデジタル化した上で、これを記録する電子的帳簿の管理を特定の主体に集約する「集中型」の対応が採られることが多く、それに応じた制度対応も行われてきた。一方、ブロックチェーンや分散型台帳技術は、デジタル・データを用いつつ、これを「分散型」の仕組みで処理するものである。これらの技術を取引の効率性や安全性の向上に役立てていく上では、「デジタル化と分散型」という新しい技術特性を踏まえた法律・制度・経済理論面からの考察が重要であり、学界と実務家の密接な連携が望まれる。

---

\* 本稿の内容と意見は筆者ら個人に属するものであり、所属機関の公式見解を示すものではない。

<sup>†</sup> 東京大学大学院経済学研究科 (yanagawa@e.u-tokyo.ac.jp)

<sup>‡</sup> 日本銀行決済機構局 (hiromi.yamaoka@boj.or.jp)

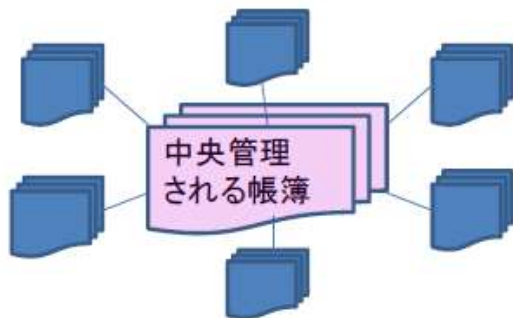
## 1. FinTech とブロックチェーン・分散型台帳

「ブロックチェーン」および「分散型台帳技術（Distributed Ledger Technology, 以下 DLT と略）」は、2008 年に仮想通貨「ビットコイン」の基盤技術として登場した<sup>1</sup>。

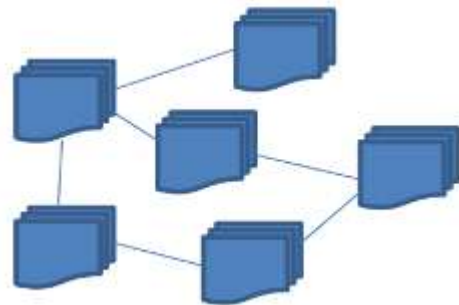
ブロックチェーンや DLT は、帳簿の管理を特定の主体に委ねる「集中型」の仕組みに代わり、各参加者がインターネット上などで基本的に同じ帳簿を共有する「分散型」の仕組みによって、各種の資産・権利の所在や移転の記録を可能とする技術である（図表 1）。これらの技術は、仮想通貨への利用に止まらず、証券など幅広い金融資産や不動産、絵画、宝石などの所有や移転の記録といったさまざまな形での応用が期待されている<sup>2</sup>。このような潜在力が注目され、ブロックチェーンや DLT は、新しい情報技術を用いて金融サービスの高度化や革新を図る、いわゆる「FinTech」を代表する技術と捉えられている。

【図表 1】「分散型」と「集中型」

集中型インフラ（ブックエントリーシステム等）  
—参加者は自らの帳簿を中央の帳簿に合わせる—



ブロックチェーン・DLTによる分散型インフラ  
—参加者は同じ帳簿を共有—



<sup>1</sup> 「分散型台帳技術（DLT）」および「ブロックチェーン」について必ずしも確立された定義がある訳ではないが、一般には、DLT は、多数の参加者が、帳簿間の不一致や二重譲渡などを避けながら同じ帳簿を共有する技術を指し、ブロックチェーンはそのための技術の一つを指すことが多い（その意味で、DLTの方が若干広い概念として使われることが多い）。これらは、Peer-to-Peer 型のネットワークや暗号技術など複数の技術の組み合わせから成っているが、本稿では技術の詳細には触れない。

<sup>2</sup> 例えば、日本取引所グループでは、証券会社も参加する形で、証券取引にブロックチェーン・DLT を応用する実証実験を行っている。また、ブロックチェーン・DLT については、本文で記した以外にも、①複数の病院の診断を受けてきている患者のカルテの管理、②学業の履歴の管理、③農産物の原産地証明など、幅広い応用の可能性について言及されている。

逆に言えば、ビットコインなどの仮想通貨は、ブロックチェーンや DLT の利用の一形態として、これを「通貨」に応用したものと理解することもできる。すなわち、通貨を「価値に対する権利の連鎖」と捉えたうえで、この「権利の連鎖」を——銀行券のような「紙の占有のつながり」や、中央銀行当座預金のような「集中的に管理される帳簿の記録」で確認する代わりに——これらの分散型の情報技術を用いて検証する仕組みとみる事が可能である。

本稿ではまず、これまでの金融取引インフラの変遷を、「情報」と「技術」に焦点を当てて概観する。そのうえで、新たに登場したブロックチェーン・DLT という「分散型のデジタル技術」を経済厚生の向上に役立てていくために、今後、制度面からいかなる対応が求められるのか、法と経済学の視点から簡単な考察を行い、将来の検討に向けた論点を整理する。

## 2. 金融取引インフラの変遷 —分散と集中—

### (情報処理ニーズと金融取引手段の変遷)

金融取引インフラの歴史を、「高度化する情報処理ニーズへの技術面からの対応」に注目して鳥瞰すると、概ね以下のように整理できる (図表 2)。

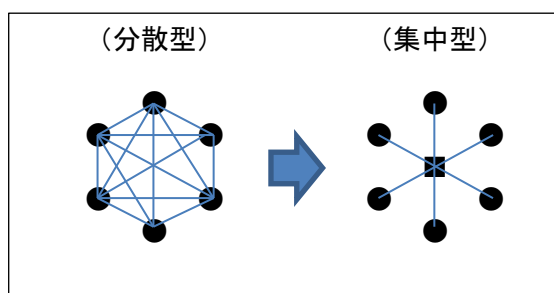
【図表 2】金融取引インフラの分類と変遷

	分散型	集中型
紙・印刷技術	① 現金 (銀行券)、手形・小切手など券面ある有価証券	② 手形交換所、チェッククリアングハウス、帳簿上での決済
デジタル情報技術	④ ブロックチェーン、分散型台帳、仮想通貨	③ ブックエントリーシステム、大口資金決済システム、電子マネー

- ① まず、紙や金属といった物理的媒体 (例：現金や証書、券面ある有価証券 <手形・小切手など>) を用いる (情報を集中的に管理する主体が存在しないという意味で) 「分散型」の金融取引インフラが登場した。

- ② その後、金融取引の高度化を背景とする情報処理の大量化・高速化や複式簿記の発達などを反映し、銀行が集中管理する帳簿を通じた預金による決済や手形交換所など、集中型のインフラが徐々に発展をみた。
- ③ さらに、その後の情報技術の発展のもと、大口決済システムや証券のブックエントリーシステムに代表されるように、資産や権利に関する情報を電子化・デジタル化し、これを集中的に管理された帳簿に集約して処理する集中型インフラの構築が一段と進んだ。このような集中型処理は、情報伝達のスタイルを全参加者間のバイラテラルな伝達から“hub-and-spoke”型に置き換え、参加者間の情報共有に必要な情報伝達の負荷を引き下げることにも寄与したと考えられる（図表3）。

【図表3】集中型のメリット



- ④ その後、2008年に新たに登場したブロックチェーン・DLTは、電子化・デジタル化された情報を、「集中型」ではなく「分散型」の仕組みで処理することを可能とするものであり、広範な応用が期待されている。もっとも、これらの実用化の取り組みの殆どは、現時点ではなお調査・実験の段階にある。

**（取引にかかる情報処理ニーズ —情報改ざんや二重譲渡をいかに防ぐか—）**

上記のような取引インフラの変遷は、経済・金融取引の高度化に伴って複雑化する情報処理のニーズに、その時々利用可能な技術を通じて対応しようとした姿を反映している。

すなわち、さまざまな経済・金融取引を行っていく上では、「相手方が取引対象となる資産や権利を確かに持っていることをいかに確認するか」が重要となる。例えば債務者は、「誰に対して債務を履行すれば良いのか」を把握する必要がある。また、不動産や中古車の取引では、買い手は、これらが過去に詐欺・盗難されたものでないことを確認するため、所有の履歴が過去から現在の売り手に至るまで連続していることを確かめなければならない。

一方で、取引の対象となる資産や権利が何らかの経済価値を有している以上、これらを巡っては、真の権利者ではない者が権利者を名乗ったり、経済的利益を得るために記録を改ざんしようとするインセンティブが常に生じる。加えて、資産や権利の二重譲渡といった問題も起こり得る。このような中で、資産や権利の所在などに関する情報を、関係者が齟齬や疑念のない形で共有するにはどうすれば良いのかが、取引インフラにとって課題となる。また、そうした状況を実現するためのコストがあまりに大きくなってしまうと、取引自体が阻害されてしまうおそれがある。

この中で、歴史上産み出されてきたさまざまな取引インフラは、その時々で利用可能な技術（紙技術、印刷技術、デジタル技術等）を用いて、これらの問題に対処しようとしたものとみることができる。あわせて、そうしたインフラを支えるためのさまざまな制度的対応も採られてきた。以下、いくつかの代表的なインフラについて考察してみよう。

#### （現金 —物理的媒体を通じた分散型処理—）

銀行券や硬貨といった現金は、価値情報を、紙や金属などの物理的媒体に閉じ込めることで保護している。現金を受け取る側は、支払人が正しい「紙」や「金属」を持っていることを確かめることで、その所有が支払人まで連続しており、現金が記載された価値を確かに持っていることを確認する。逆に言えば、受取人は、現金という紙や金属の上に表わされている情報以外の事柄を確認する必要はない。このように、物理的な媒体を用いることで、情報を特定の主体に集中させない「分散型」の情報処理によって発生し得る課題やコストを低減

させている点が、現金の一つの特徴といえる。

このような現金の機能は、紙技術や印刷技術に加え、さまざまな制度的インフラによっても支えられている。例えば、偽札が出回れば、現金のチェックにかかるコストが急増し、経済社会に大きな混乱が生じ得る。この点、銀行券には「すかし」や「ホログラム」など、紙技術や印刷技術に基づくさまざまな偽造防止技術が組み込まれている。加えて、通貨の偽造は各国において重い犯罪とされている。さらに、現在の日本の判例では、現金については物理的な占有者が所有者とみなされる。このような枠組みのもとでは、見ず知らずの人に対して現金と引き換えに物やサービスを販売した商人は、後になってから、受け取った現金が過去に盗まれていたことなどを理由に返還を迫られずに済む。このことは、取引の「動的安全」に資することになる。

このような法制度も、現金による分散型の処理を可能にするうえで重要な役割を果たしている。これらの技術や法制度に支えられ、現金は今日に至るまで、経済の基盤インフラとして機能し続けてきている。

また、このような現金の分散型の性格により、現金には「価値」に関する情報だけが表章され、「誰が、何を、いつ買ったか」といった情報は切り離されている。このような現金の性質には、情報プライバシーの面でのメリットもある。

一方で、このような現金の情報プライバシー面でのメリットは、AML/CFT（マネーロンダリング防止）上の問題や、脱税に使われやすいといった問題にも繋がる。また、「落としたり盗まれたら危ない」ということにもなる。さらに、最近では、情報技術革新が進むもとの、物理的な紙や金属の移転や保管に伴うコストも、ますます意識されるようになってきている。

#### （指名債権譲渡 —分散型の情報伝達とこれに伴うコスト—）

債権（指名債権）の譲渡について、民法 467 条は、「債務者への通知」または「債務者の承諾」がなければ債務者その他の第三者に対抗できないと定めている。これは、債権の集中的な管理者を持たない分散型の構造のもとで、債務者が「誰に対して債務を履行すれば良いか」を把握できるようにしたもの捉え

ることが可能である（すなわち、債権譲渡に際し「債務者への通知」または「債務者の承諾」が必ず行われるならば、債務者は債務を履行する相手を間違えずに済む）。

さらに、民法 467 条 2 項は、上述の通知や承諾を確定日付のある証書によって行わなければ、債務者以外の第三者に対抗できないと定めている。これは、債務者をいわば債権譲渡の「インフォメーション・センター」として機能させるものとの解釈がなされている<sup>3</sup>。

もっとも、取引が高度化する中、このような通知や承諾といった分散型の情報伝達を逐一行うことはコストが高過ぎると捉えられてきた。この問題を克服する方法としては、①権利を紙などの物理的媒体に表章し、これを受け渡す方法を導入するか、あるいは②集中型のインフラを導入することが考えられる。この中で、次に述べる（券面ある）有価証券は前者のタイプの対応であり、金融取引において広く用いられてきた。また、2008 年に導入された「電子記録債権」は、後者の対応の一例とも理解することができよう。

### （券面ある有価証券）

伝統的な有価証券では、権利は物理的な「紙」に表章される。とりわけ持参人払証券では、証券の占有者が権利者と推定され、この占有者に対し、証券と引き換えに債務を履行した債務者は免責される。

現金と同様、有価証券についても、署名や専用印字機の使用など、紙技術や印刷技術に基づく偽造防止策が組み込まれている（さらに手形については、権利者の連続が裏書という形で券面上の情報として記載されている）。したがって、有価証券を受け取る側の負担は、署名や印章など、券面上にある情報の確認へと軽減されることになる。このような紙の有価証券は、これを支える有価証券法制（手形法・小切手法など）と相まって、金融取引の発展に寄与してきた。

---

<sup>3</sup> この解説としては、例えば金融法委員会「債権譲渡の第三者対抗要件としての確定日附書面による債務者の事前承諾の効力に関する論点整理」（2004 年 4 月）参照。



(集中型インフラ — ブックエントリーシステム、大口資金決済システム等—)

しかしながら、金融取引が一段と高度化し、一方でデジタル情報技術が発展するもとの、有価証券についても、現金同様、紙の保管や搬送に伴うコストが一段と強く意識されるようになってきた。この中で、有価証券を集中保管し、紙の物理的移動は最早行わない「不動化 (immobilization)」や、さらに券面の廃止 (dematerialization) を通じて、デジタル化されたデータとして集中的に保管・処理するブックエントリーシステムの構築が進められた。

また、資金決済の面でも、中央銀行などが運営する、集中型の構造を採る資金決済システムが各国で構築された。

このような、デジタル情報技術に基づいて構築された集中型のインフラは、大量の取引を迅速に処理することを可能とし、今日に至るまで、複雑化・高度化する金融取引を支える基盤インフラとして機能してきている。

### 3. ブロックチェーン・分散型台帳技術の登場

(ブロックチェーン・DLT の潜在的メリット)

2008年に新たに登場したブロックチェーン・DLT という情報技術は、電子化・デジタル化された情報の処理を、「集中型」ではなく「分散型」の仕組みによって行う点が特徴である。さらに、一定の条件を前提に取引や契約を自動的に執行する機能を組み込むことも可能であり、こうした機能は「スマートコントラクト」と呼ばれている。

これらの技術には以下のようなメリットが考えられ、現在、大きな関心を集めている。

#### ① 業務の効率化・合理化・コスト削減

ブロックチェーン・DLT の下では、参加者はインターネット環境の中で同じ帳簿を共有するため、集中的な帳簿管理を行うための大規模なコンピューターセンターを構築するコストを節約できるとの期待がある。また、従来の

集中型のシステムでは不可避であった、「各参加者が、手持ちの帳簿と中央の帳簿を絶えず突合しアップデートする」という、“reconciliation”の事務も不要となる。さらに、上述のスマートコントラクトの活用により、取引に関連する一連の事務を自動化することで、事務が効率化できるのではないかと期待されている。

## ② 取引の迅速化・円滑化

上述のスマートコントラクトの活用による取引関連事務の自動化は、取引の迅速化にも資すると考えられる。さらに、ブロックチェーン・DLTを用いることで、特定のコンピューター・システムの稼働時間に制約されずに、1年365日、1日24時間稼働できるインフラを構築できるのではないかと期待もある。

## ③ インフラの頑健性強化

加えて、参加者全員が同じ帳簿を共有するという特色により、仮にサイバー攻撃や障害によりネットワークの一部のノードがダウンすることがあっても、データを維持し、インフラを稼働させ続けることが可能となるのではないかと期待もある。

## (ブロックチェーン・DLTの留意点)

一方、ブロックチェーン・DLTの実用化を図っていく上では、いくつかの留意点も挙げられている。

### ① 取引検証のコストとインセンティブ

「信頼された中央の帳簿管理者」が存在しないブロックチェーン・DLTの下では、帳簿上の資産や権利の移転が正当なものであることを、ネットワーク参加者自身が検証し続けていく必要がある（さもないと、権利の二重譲渡や不正アクセスによる帳簿の書き換えなどの事態が生じた場合、どの記載が正当かを決められなくなり、複数の帳簿の間にずれが生じてしまう）。

もつとも、このような検証作業には、電力消費など相応のコストがかかる<sup>4</sup>。これは、「信頼された中央の帳簿管理者」を置かない中で、帳簿等への「信頼」を新たに創り出すためのコストと捉えることもできる。また、参加者が検証作業にコストを払って参加するインセンティブをいかに持続的に確保するかも論点となる。

この点、例えばビットコインでは、最も早く検証作業を終えた参加者に新規のコインを発行することにより、検証のインセンティブ確保が図られている。もつとも、ビットコインにおいても、先行き新規発行が逡減し、さらには停止していく中でのインセンティブ確保は一つの論点といえる。さらに、その他の多くのブロックチェーン・DLTの実用化の取り組みにおいて、(中央銀行や登記所のように) インフラ維持のマニデートを明示的に負う主体がない場合に、参加者のインフラ維持のインセンティブをいかに永続的に確保するかという問題は、今後の課題として残されている。

## ② 「ファイナリティ」や処理スピードの問題

また、ブロックチェーン・DLTでは、上述の検証作業に一定の時間を要するため、「紙などの物理的媒体の受け渡し」や「中央の主体が集中的に管理する特定の帳簿の書き換え」に比べ、資産や権利の移転が巻き戻されない(その意味で「ファイナル」な)状況になるまでに時間がかかり得る。さらに、検証の方法によっては、ファイナリティが技術的には「確率的」な性格のものとならざるを得ない(すなわち、時間の経過とともに、移転が巻き戻される可能性は限りなくゼロに近づくが、完全にゼロにはならない)。

加えて、上述の通り、ブロックチェーン・DLTでは検証作業に時間を要するため、大きな演算能力を持つ集中型のシステムに比べ、取引の処理に時間がかかることがあり得る。この問題は、短時間に大量の処理が集中する場合に、とりわけ顕在化しやすい。

---

<sup>4</sup> 例えば、帳簿への信頼をゼロから創る必要のあるビットコインでは、検証作業(“mining”と呼ばれる)のための演算に大量の電力が必要となる。

### ③ ネットワークのガバナンスの問題

「信頼された中央の帳簿管理者」が存在しないブロックチェーン・DLT の下では、想定外の事態（例：プログラムの設計ミスによる損害等）が発生した場合などに、いかに対応すべきかが課題となる。

#### （ブロックチェーン・DLT の多様性）

ブロックチェーン・DLT は、必ずしも一種類に限られる訳ではなく、上記のような課題を克服するためさまざまな形態が考案されている。例えば、ネットワークへの参加者を限定しない「オープン型」の DLT に加え、参加者を予め限定する「クローズド型」の DLT が考案されている。また、取引検証の方法についても、検証作業への参加者を特定のメンバーに絞ったうえで、このメンバー間でいったん確定した権利の移転は覆せないように取り決めるなどのやり方が考えられている。

もっとも、このような修正を施した場合には、DLT を用いたものであってもシステムは完全な分散型とはならず、集中型の性格も併せ持つことになる。この場合、分散型のシステムが有するメリット（例えば、一部のノードがダウンしてもシステムの稼動を維持できるという意味での頑健性）も、ある程度犠牲にすることになる。

#### （ブロックチェーン・DLT の先行きの展望）

現在、各国の金融機関や企業などにより、ブロックチェーン・DLT の実用化を目指す取り組みが積極的に進められている。もっとも、その殆どはなお調査・実験の段階にある。

そのうえで、先行きを取って展望すると、ブロックチェーン・DLT は有望な技術ではあるが、これに伴う検証作業などの「信頼を創り出すコスト」も踏まえると、とりわけ、既に「信頼された中央の帳簿管理者」が存在している場合、これに基づく集中型のインフラを完全に代替していくことまでは考えにくい。実際、現在民間で行われている実証実験などの取り組みをみても、集中型イン

フラの特徴をある程度取り込む形で修正されたブロックチェーン・DLT が用いられていることが多い。このことは、①取引に伴う情報処理の効率性を高め、そのコストを引き下げうるうえで、「信頼」が常に重要な役割を果たすこと、②したがって、既に確立された「信頼」がある場合、これを有効に活用していくことが、経済厚生観点からも有益であること、を示唆している。

このことを踏まえれば、先行きも、ただ一つの種類のブロックチェーン・DLT があらゆるインフラで用いられることは考え難く、用途に応じ、集中型や分散型、さらにはその折衷型のインフラが使い分けられる形で共存していく可能性を想定しておく必要がある。したがって、インフラや制度の設計上も、取引当事者間の信頼を適切に維持し活用していくことが、一つの重要な鍵となると考えられる。

#### 4. ブロックチェーン・DLT の法と経済学

このように、「デジタル化」と「分散型」という特徴を有する情報技術であるブロックチェーン・DLT を、取引の効率性や安全性に寄与するものとしていく上では、法律面・制度面でのインフラ整備も重要となる。このようなインフラ整備は、コストが低く効率性の高い取引インフラの利用を制度面からも可能とし、その利用を促すことなどを通じて、経済厚生の増加に寄与するものと考えられる。

言うまでもなく、この問題の検討は緒に就いたばかりであり、今後検討が深められていくことが期待される。そのうえで本稿では、将来の検討に向けた道標を示す観点から、考え得る数多くの論点の中で、敢えて以下の 3 つを挙げておくこととしたい。

- ① 「デジタル技術」と「分散型処理」の両方を特徴とするブロックチェーン・DLT と、「紙技術」や「集中型処理」を前提とする法制度とのギャップがあれば、これを解消していくこと。
- ② ブロックチェーン・DLT という技術を前提とする情報やデータの保護の

あり方を考えていくこと。この際、新しいデジタル情報技術(例:暗号技術)への法制度面での対応が鍵となろう。

- ③ 「スマートコントラクト」の法的性格について、契約法や損害賠償関連法制、会社法などさまざまな面から明確化を図っていくこと。

### （「紙技術」や「集中型処理」を前提とする法制度とブロックチェーン・DLT）

ブロックチェーン・DLT への制度的対応を考える上で、まず論点となり得るのは、これらの技術に基づくネットワークの法的性質をどうみるか、また、これらの技術により管理される帳簿上の記録にどのような効力を与えるかといった点であろう。この中で留意すべき一つのポイントとして、ブロックチェーン・DLT では、——「集中型」のインフラとは異なり——特定の一つの帳簿が「正本」とされるわけではないことが挙げられる。このため、定められた主体が管理する特定の帳簿上の記録を資産や権利の移転などの根拠とする法制度は、そのままの形では適用できない可能性が考えられる。

また、ブロックチェーン・DLT の下では、上記のような複数の帳簿が、インターネット環境等の中で電子的形態により保管される。このため、「特定の帳簿の保管場所」や「紙などの物理的媒体の受け渡しの場所」と紐付ける形で資産や取引の「物理的な場所」を定義することも難しくなる。このことは、規制や税制などに関連するさまざまな論点を提起し得る。

他方、ブロックチェーン・DLT の下では、これまでコスト面から使いにくいと思われていた分散型の制度インフラが、再び注目されていく可能性も考えられる。例えば、前述の指名債権譲渡は、高速化する取引への対応が困難とみられてきた。しかしながら、情報技術革新のもとで電子的な情報伝達のコストが一段と低下する中、ブロックチェーン・DLT は、指名債権譲渡における「債務者への通知」や「債務者の承諾」といった情報を全参加者が直ちに共有することを技術的に可能にするものといえる。また、指名債権譲渡の第三者対抗要件に関する、「債務者がインフォメーション・センターとして機能する」という解釈を巡っては、「債務者はそうしたセンターとして機能する義務を負っていない」

という問題があった。しかしながら、全ての参加者が同じ帳簿を共有するブロックチェーン・DLT では、このような問題も、少なくとも技術的には解消されることになる。

もつとも、このような分散型の情報処理を前提とする制度が、同時に「紙」の存在も前提としている場合、今度はこのことがハードルとなり、ブロックチェーン・DLT を応用するデジタル化されたインフラにそのまま適用することは、やはり難しくなる（例えば、民法 467 条 2 項は、指名債権譲渡を第三者に対抗するには確定日付ある「証書」が必要としているが、デジタル・データの電子的処理を前提とするインフラのもとで紙の証書を敢えて発行することは、デジタル化のメリットを相当程度失わせることになろう）。これらを踏まえると、ブロックチェーン・DLT を経済厚生の上昇に結び付けていく上では、「紙」を前提とせずに、分散型情報処理のメリットそのものを引き出していく制度対応が鍵となるように思われる。

また、集中型インフラの下では、中央の帳簿管理者はインフラ全体のリスクを把握しやすい立場にあり、これに対応した必要な投資や対応を行い、そのコストを参加者に割り当てるといったことも比較的行いやすいと考えられる（このことは、2009 年 G20 ピッツバーグサミットにおいて、標準化されたデリバティブ取引の清算集中が合意された一つの背景とも考えられる）。この点、分散型インフラにおいて、個々の参加者がリスクを過小評価したり、有事対応のためのガバナンス構築のコスト等を省くことで表面上の低コストが実現される場合には、経済全体にとってのコストがむしろ増えてしまうことになりかねない。したがって制度設計上も、このようなインセンティブの歪みを防止するよう配慮する必要があるだろう。

#### **（ブロックチェーン・DLT の下での情報・データ保護）**

取引情報の改ざんや帳簿への不正なアクセスをいかに防ぐかは、紙技術や集中型のインフラを用いるか、あるいはブロックチェーン・DLT といった新しい分散型の技術を用いるかにかかわらず、常に重要な課題となる。

紙技術に基づくインフラでは、署名や印章などがこのような機能を担っている。また、ブックエントリーシステムなどの集中型のインフラでは、中央の帳簿管理者が帳簿の改ざんや不正アクセスを防ぐ役割を果たすことになる。これに対し、ブロックチェーン・DLT では、暗号などの情報技術が改ざんや不正アクセスを防止する上で重要な役割を負う。したがって、これらの技術に制度面からどのような意味を持たせるかも、一つのポイントとなろう。

また、分散型インフラにおける暗号鍵の管理が、とりわけ個人などの参加者にとって手間がかかる場合、現実には「暗号鍵を他の誰かに預ける」といった対応が採られやすい（これは、分散型の情報処理に伴うコストを、「他の主体への信頼」という集中型処理の特色を一部取り入れることで引き下げようとするものと捉えることもできる）。これに伴う問題が顕在化したのが、2014年の Mt. Gox の事例といえる。このことを踏まえても、現実には分散型と集中型を組み合わせた実務が行われていく可能性が高いことを踏まえた上で、情報・データ保護のあり方を考えていく必要があるだろう。

#### （「スマートコントラクト」の法的性格）

また、前述の通り、ブロックチェーン・DLT では、一定の条件を満たす場合に予め定めておいた契約を自動的に執行する「スマートコントラクト」と呼ばれる仕組みを組み込むことが、技術的に可能となる。

スマートコントラクトには、幅広い応用が考えられる。例えば、債券の利払日に、その時々の債券の所有者に対して自動的に利払いを行う仕組みを組み込むことで、債券関連の一連の事務を効率化できる可能性が考えられる。

また、「保険契約に加入したことにより、事前に想定していた保険契約者の行動が事後的に変わってしまう（例：自動車保険に入ったために運転が乱暴になる）」といった「モラルハザード」は、保険の本質的問題と捉えられてきた。しかしながら、運転席にセンサーを埋め込み、運転の仕方に応じて保険料が変わる仕組みをブロックチェーン・DLT に組み込むなど、最新の情報技術でモラルハザード問題を克服する方策も検討されるようになっている。



もともと、スマートコントラクトを巡っては、以下のようなさまざまな法的論点も考えられる。

- ① スマートコントラクトの法的性質や当事者への拘束力・強制力を、どのように捉えるか、また、約款などでどのように取り扱っていくか。
- ② スマートコントラクトのプログラムを書き込んだ後に環境変化が起こった場合、スマートコントラクトはなお自動執行されるべきか（これは、契約法上の「事情変更の原則」などとの関連で問題となり得る）。
- ③ スマートコントラクトを通じた契約の自動執行に当事者が異議を持つに至った場合、当事者は裁判所に訴えることができるか。また、裁判所は裁判上、スマートコントラクトをいかに考慮すべきか。

さらに、スマートコントラクトを用いて、資金調達や投資に関する意思決定、さらには収益の出資者への分配などを自動的に行う、いわば「仮想企業」のような仕組みを構築することも技術的に可能となっている。もともと、このような仕組みを巡っては、①現存する会社関連の制度や投資スキームに関する制度は、このような「仮想企業」にも適用されるべきか、②このような仕組みが仮に不法行為などの問題を起こした場合、法的責任の所在をどう考えるか、③このような仕組みのプログラムの不備などによって想定外の事態が生じた場合、どのようなガバナンスの下で対応が図られるのか、といったさまざまな論点が考えられる（このような問題がまさに顕在化したのが、2016年夏に発生した“The DAO”の事例といえる<sup>5</sup>）。

---

<sup>5</sup> The DAO は、仮想通貨「イーサリウム」のプラットフォームを用いて、投資家からのファンディングから投資決定、収益の配分に至るまで自動的に執行するスキームであった。もともと、このプログラムの盲点を突く形で、一部参加者が約 50 億円に相当する仮想通貨を The DAO から流出させるという事件が起こった。この対応を巡っては、そもそも The DAO が、想定外の事態に対応するためのガバナンス構造を確立していなかったこともあり、かなりの混乱が生じた。

## 5. 結びにかえて

以上みてきたように、ブロックチェーン・DLT を取引の効率性・安全性向上に寄与するものとしていく上では、「デジタル化」と「分散化」という新しい技術特性を踏まえた法律・制度・経済理論面からの検討を行っていくことも重要となる。

このような検討はなお緒に就いたばかりであり、先行き、大きなフロンティアが広がっている状況にある。この中で、これらの作業を建設的な形で進めていく上では、学界と実務家が密接に協力していくことが必要不可欠となろう。

このような問題意識も踏まえ、東京大学金融経済教育センターと日本銀行決済機構局は昨年 11 月 18 日、「フィンテックと貨幣の将来像」と題した共催コンファランスを開催した。今後とも、新しい情報技術が経済厚生の上昇に結び付いていくよう、学界と中央銀行が連携して、幅広い視点から取り組んでいくことが重要と考えられる。

以 上