



海運物流分野におけるブロックチェーン技術活用の可能性

平田, 燕奈

(Citation)

海運経済研究, 53:61-70

(Issue Date)

2019

(Resource Type)

journal article

(Version)

Version of Record

(Rights)

© 日本海運経済学会

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/90007467>



[自由論題]

海運物流分野における ブロックチェーン技術活用の可能性

平 田 燕 奈
(神戸大学)

Blockchain has been a buzz word nowadays since its first application in the financial industry. Blockchain technology is known as a low-cost, secure and innovative technology that supports secure data sharing and auditable transactions. Both public and private sectors are actively looking at its application in various industries. In the shipping and logistics industry, a couple of blockchain-enabled initiatives are launched to improve efficiency and visibility in global supply chain. This research explains the mechanism of blockchain technology, discusses use cases and implementations in the shipping and logistics industry.

I はじめに

昨今話題になっているブロックチェーン技術は、金融業界での活用が先行した。現在はむしろ官民含め、金融以外の業界での活用が盛んに模索されている。海運物流分野においても様々な形でブロックチェーンを使ったサービスが始まろうとしている。セキュリティと可視性が高く、低コストで効率の良いこの技術は、海運業界が抱えていた課題に対する解決手段を提供している。本稿はブロックチェーン技術について説明した上で、海運物流分野における効果、応用事例及び社会実装における課題について考察を加える。

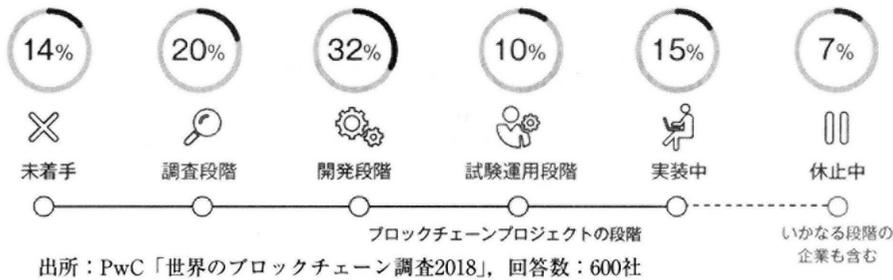
ブロックチェーンは「分散式台帳」とも呼ばれ、改竄が難しい特長をもっている。これを用いることで、仲介業者を排除し、コストを削減し、透明性とトレーサビリティを高めることが可能である。そのため、従来の中央集権型システムより安全な技術として、様々な分野に適用しようとする動きも活発に起きている。仮想通貨として知られているビットコインを発端として、様々な課題を解決しながら、既存のビジネスモデルを変革することが期待されている。

PwC社が2018年に日本を含む世界15か国・地域において、600人の経営幹部を対象に、ブロックチェーンに関して行った調査では、84%の企業がブロックチェーン技術に何らかに関与していると回答していた¹⁾。

金融サービス分野以外でも様々な分野でブロックチェーンが活用されている。例えば、個人や中小企業が作成した著作物に関わる各種権利(利用、頒布、複製、改変など)について許認可の状況をブロックチェーン上で管理することで、著作物使用の認可や課金の仕組みを構築したり、医療分野においてはプライバシーを考慮した上で、治療、投薬、検査、リハビリ等の履歴やデータをブロックチェーン上に記録して広く共有したりすることで、個人の完全で一貫した医療記録を元にした効果的な治療が期待できる。また、コストを掛けずに商取引を実現する用途にもブロックチェーンは適用可能である。

1) PwC <https://www.pwc.com/gx/en/issues/blockchain/blockchain-in-business.html>

図1 ブロックチェーン導入企業の進み具合



海運物流分野において電子化など技術革新は他業界より遅れている中（平田，2018），ブロックチェーン技術の応用はこの業界に新しいチャンスを与え，画期的革新の実現可能性を秘めている。

本稿ではブロックチェーン技術について説明し，海運物流分野における効果，応用事例及び社会実装における課題を考察する。第II節では，まずブロックチェーン技術について説明する。第III節では，海運物流分野における問題点を挙げた上でブロックチェーン技術による解決可能性について議論する上，海運物流分野にブロックチェーン技術の応用事例をまとめる。第IV節では，社会実装における問題点について述べる。最終節では，実装に際して生じると考えられる問題点を取り上げる。

II ブロックチェーン技術について

1. ブロックチェーンの定義と意味の変遷

(1) 2008年－2013年：ビットコインのみの時代

ブロックチェーンの由来はNakamoto（2008）までさかのぼる。同論文で提案されたビットコインシステムは，「信用できる第3機関を必要とせず，Peer-to-Peerによる電子マネー取引において，電子マネーの二重使用問題を解決するシステム」である。同論文に基づき，日本ブロックチェーン協会（JBA）はブロックチェーンを以下のように定義している²⁾。

- 1) ビザンチン障害³⁾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トを使用し改竄検出が容易なデータ構造を持ち，か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⁴⁾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。

(2) 2013年－2015年：Ethereumなどビットコイン以外のブロックチェーン実装が出てきた時代

ブロックチェーンを実装したシステムがビットコインしか存在しなかった時には，ブロックチェーンシステムと言えば，ビットコインで用いられているブロックチェーンのことを指した。しかし，ビットコイン以外にブロックチェーンを実装したシステムが出現して以降，どのブロックチェーンシステムかを明確に弁別しなければならなくなってきた。Ethereumでは，記録するの

2) <http://jba-web.jp/>

3) ビザンチン障害とは，分散コンピューティングにおいて，アルゴリズムの実行中に発生する故障・障害である。不作為障害(omission failures)と作為障害(commission failures)が含まれる。不作為障害はクラッシュ，要求を受信しそこなうこと，応答を返しそこなうことなどを指す。一方，作為障害とは，要求を不正に処理すること，局所状態が壊れること，要求に対して不正または一貫しない応答を返すことなどを指す。ビザンチン障害が発生すると，障害耐性を備えていないシステムは，予期しない動作をすることがある（Pease et al., 1980）。

4) 可能性：システムが継続して稼働できる能力のこと。

は取引履歴だけではなく、プログラムやデータをも含むため、「ブロックチェーンは、取引記録を保存するもの」という定義は、Ethereumなどのシステムとは合致していない。ただし、この時点のブロックチェーンシステムは、公開型で、取引記録の信頼性を潰しにくい仕組み、という点では共通していた。

(3) 2015年－現在：許可型（Permissioned）ブロックチェーン時代

許可型ブロックチェーンが主流となった時代は、PoW（Proof of Work）⁵⁾ のようなコンセンサス・アルゴリズムが必要なかったり、限られた数のノードでブロックの承認を行う場合もある。非中央集権型（Decentralized）でもなく、検閲にも強い（censorship resistant）わけではない。このように、許可型ブロックチェーンは、ブロックチェーンではない、分散型データベースと呼ぶべきという主張もある。

本稿では、英国GCSA（UK Government Chief Scientific Adviser）によるレポート“Distributed Ledger Technology: beyond block chain”による以下の定義を採用する。「ブロックチェーンとは、多数の取引記録を受け取り、（1枚の紙にまとめるのと同じように）それらをブロックにまとめるデータベースの一種である。その後、各ブロックは暗号署名を使用して次のブロックに「連鎖」する。これにより、ブロックチェーンを台帳のように使用できるようになる。台帳は、適切な権限を持つ人なら誰でも共有および裏書できる⁶⁾。」

表1 管理主体による一般的なブロックチェーンプラットフォームの分類

分類	パブリックブロックチェーン	プライベートブロックチェーン	
	パブリック型	コンソーシアム型	プライベート型
ネットワーク形態	パブリック型	コンソーシアム型	プライベート型
管理主体	なし	複数組織	単一組織
参加許可	自由	許可制	
参加者の特定	不特定、悪意ある参加者を含む	参加者の身元が判明しており、信頼できる者で構成	
コンセンサス方式 (合意形成方式)	PoW（プルーフオブワーク）型	PBFT（プラクティカル・ビザンチン・フォールト・トレラント）型 ⁷⁾	
	ファイナリティ ⁸⁾ がない 電力消費が多い	ファイナリティがある 軽量、高速、低消費電力	
トランザクション の処理時間	長い（10分など）	短い（数秒など）	
実用例	仮想通貨	ビジネスネットワーク	
実装例	Bitcoin, Ethereum等	STELLAR, Ripple, Hyperledger Fabric, corda, Chain, Quorum, ENTERPRISE ETHEREUM ALLIANCE等	

出所：IBMホームページにより筆者が整理したもの

- 5) PoW（proof of works）：ビットコインなどに用いられているもので、最新ブロックを生成しブロックチェーンに連結する権限を、ハッシュ（Hash）計算をいち早く処理したノードに与えるというものである。ハッシュは、メッセージを特定するための暗号化技術で、ハッシュ関数と呼ばれる手法を使って、元のデータから特定のサイズのハッシュ値と呼ばれるデータを作り出すことである。
- 6) 英文原文：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.
- 7) PBFT：Practical Byzantine Fault Toleranceの略称。ネットワーク上での正しい合意形成を問う「ビザンチン将軍問題」を解決し、P2Pネットワークを正常に稼働させることのできる合意形成アルゴリズムである。
- 8) ファイナリティ：元々は金融業界の用語で「決済の確定」を意味する。日銀のサイトによると、「ファイナリティのある決済」を「それによって期待どおりの金額が確実に手に入るような決済」と表現している。

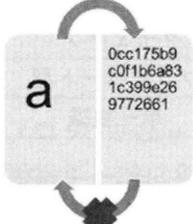
2. ブロックチェーンとハッシュ関数

「ハッシュ関数」はデータを入力すると、一定の桁数の値（ハッシュ値）が出力される仕組みであり、同じデータからは同じハッシュ値が得られるが、わずかでも異なるデータを入力すると、全く異なるハッシュ値が得られるのが特徴である。ハッシュ値から元のデータを推測するのは非常に困難とされている。この特長を利用して、データ改竄の検出などに用いられている。

例えば、一つ前のブロックのハッシュ値を次のブロックに含めることで、前のブロックが少しでも改竄されると、次のブロックの中に含まれるハッシュ値が変わり、そのブロックのハッシュ値も変わる。そのブロックのハッシュ値が変わると、次のブロックのハッシュ値も変わる。つまり、ブロック内のデータを改竄すると、その後全てのブロックのデータが変更される。これによって、改竄がすぐに判明する。

「ハッシュ関数」は固定長、一方向関数、同一値が出力の特徴を持っている。表2で示しているように、元のデータのサイズ・拡張子に関係無く、「ハッシュ」関数によって計算して、同じサイズのハッシュ値を得られる（表2の2.1, 2.2）。また、元のデータからわずかの変更をしても、まったく異なるハッシュ値になる（表2の2.3, 2.4）。最後に、ハッシュ値を分かっても元のデータに還元することはできない。

表2 「ハッシュ関数」の計算例及び特徴

			
2.1 元データ“a”とそのハッシュ値	2.2 元データは本一冊の内容とそのハッシュ値	2.3 元データ“ブロックチェーン”とそのハッシュ値	2.4 元データ“ブロックチェーン”とそのハッシュ値

出所：著者作成したもの

ブロックチェーンは「ハッシュ関数」による暗号化技術を用い、分散台帳とスマートコントラクトの特性を持つ。ブロックチェーンの特徴から、このような効果が期待できる。その1、複数参加者で情報を共有することで新しいビジネス上の価値を創出できる。その2、取引の改竄防止により、情報の正当性を担保し、情報の来歴を共有することにより、ビジネスプロセスに変革をもたらす。その3、取引プロセスの自動化により、迅速性と正確性の向上が期待できる。

Ⅲ 海運物流業界が抱える問題及びブロックチェーン技術による解決可能性

1. 海運物流業界が抱える問題

海運物流業界においては、デジタル化と新技術は急速に業界を変化させている。船会社は貨物の移動方法を最適化することに重点を置き、サプライチェーンでの可視性を提供し、より効率的なサプライチェーン参加者間の情報交換方法を常に模索している（平田，2018）。しかし、この分野における非効率的な部分が大いにある。以下が主な問題点として挙げられる。

(1) 書面でしか受け付けて貰えない帳票が依然として多い。信頼のできる書類を電子的に安全に共有する方法は乏しい。例えば、貿易取引においては、企業間が地理的に離れていて貨物輸送に時間を要するため、商品の引き渡しと代金決済のタイムラグによるリスクが生じる。これを

- 回避する目的で、取引相手が資金を有していることを金融機関が保証する「信用状（L/C）」を郵送や電子メールでやりとりをする独自の商習慣があり、手続処理が煩雑で時間を要する。
- (2) サプライチェーンの参加者間の情報共有は十分にできていない。これまで、EDI（Electronic Data Interchange）による民営や官民業務の情報共有に活用されていたが、EDIの基準が多岐にわたり、開発の難易度が高い、更に機密性の高い情報の安全な共有ができないため、普及できなかった。
- (3) リスク分析のための情報が不足、または信頼性が欠けているため、通関を許可するまで時間がかかり、産地偽装などの不正が発生しやすい問題を抱えている。
- 以下では、サプライチェーン参加者間で安全かつ素早く情報を共有するため、ブロックチェーン技術がどのように問題を解決できるかについて述べる。

2. 問題解決に対してどのような効果がブロックチェーンに期待できるか

上海からロッテルダムまでトランジットタイムは平均30日を要する。輸送中にコンテナがアイドル状態になるのは450時間程度、全体の60%強を占める⁹⁾。ブロックチェーン技術の応用によって、これらの時間を短縮できる。ブロックチェーンの特徴から、海運物流分野において、貨物輸送の事務処理を容易にする、偽造品を特定する、原産地追跡を促進する、IoT搭載しているデバイスと連動する等に寄与する（Hackius and Petersen 2017）。

現行制度のもとでもブロックチェーン技術を用いることで、海運物流分野の効率性を高めることが期待できる。以下のように、いくつかの例を挙げたい。

(1) 既存システムとの併用による「申告フリー越境貿易」の実現

応用例の一つは、既存のAEO制度（Authorized Economic Operator）との併用である。AEO制度とは貨物のセキュリティ管理と法令遵守の体制が整備された事業者に対し、税関が承認・認定し、税関手続の緩和・簡素化策を提供する制度である。AEO制度は、世界貿易を確保し促進するための世界税関機構（WCO）の基準の枠組み（SAFE：Standards to Secure and Facilitate Global Trade¹⁰⁾）の主要な側面の一つであり、ほとんどの国は独自のAEO制度を何らかの形で施行している。

ブロックチェーン技術は、より効率的で追跡可能で安全な情報交換を提供することによって、AEOプログラムの利点を高めることができる。税関はこれまで、船荷証券、パーキングリストをはじめ、船社による事前税関申告などのサプライチェーンデータを収集し、許可するかどうかを判断する。ブロックチェーンで暗号化された貿易物流マイルストーンや文書データは、税関当局がサプライチェーンの上流から事前に情報を入手し、その後の取引を追跡することにより、監視（危険な貨物の流入阻止と関税の徴収）と貿易円滑化（取引の迅速化・簡素化による貿易促進）のバランスをとるための新しい方法を提供する。

このように、優れたプロセスと最先端のIT技術があれば、税関は上記の二つの役割を果たすと同時に、より効率性を高める。更に、税関はデータを、以前より多く、かつ早く入手できる。それにより、よりの確な検査が可能になる。

一方、企業はブロックチェーンを実装したプラットフォームを使用する際には、自発的に詳細や追加データを税関に提供できる。その見返りに、「税関によるリスク」の減少、つまり、検査の簡素化や個別の要望への対応といった特典を与えられることにつながるかもしれない。

税関による追加文書の要求、内陸運送会社の連絡先などの質問を答えるには、企業側はその

9) <https://blog.tradelens.com/news/looking-to-a-future-of-paperless-customs/>

10) http://www.wcoomd.org/en/topics/facilitation/instrument-and-tools/frameworks-of-standards/safe_package.aspx

文書や情報のありかを把握しなければならない。この解決策としては、運送会社と税関が同時にブロックチェーンベースのプラットフォームに参加し、運送会社が共有しているデータを、税関にも同様に共有することが考えられる。すべての情報が認証済みユーザーに即座に表示、検証、認証、信頼される。特にコンテナが国境を越えて移動する場合、すべての関係者の時間を節約できる。

このように「申告フリー越境貿易」を実現し、信頼できる荷主であれば、越境貿易申告も容易になる。一方、税関手続も、必要なデータを選択して申告手続を完了し、荷主に請求書を送ったり、あるいはオンライン決済や銀行口座からの自動引き落としといった方法が利用可能になる。

(2) 企業の信用格付け

ブロックチェーン技術を通じて信用格付システムを標準化することで、企業や税関に利益をもたらし、参加者は共有データ量が増えることで利益がもたらされると考えられる。情報がオープンになればなるほど、企業が獲得できる信頼度評価クレジットも増える。「このプラットフォームは透明性の高い企業を引き付けるため、このプラットフォーム経由の取引は信頼性保証付き」という仕組みも期待できる。

ブロックチェーンを用いたプラットフォームを利用することによって、税関は事前入力された内容で通関申告を進めることも可能である。荷主が信頼されている場合、税関は荷主か通関業者から申告を待つ代わりに、必要データ要素を引き出すことができる。これは、各国のAEO制度をより有意義なものへと高度化させ、荷主や事業者を事務処理から解放し、税関当局の審査プロセスを簡素化させることにつながる。

ブロックチェーンを用いたプラットフォームの採用によって、信頼と透明性が荷主に優遇措置をもたらすという考えは、世界中の企業や税関当局にとって奇抜な考えではない。より多くの国々が何らかの形でAEO制度を実施するにつれて、世界的な「信頼された物流エコシステム参加者」のコンテナ貨物輸送プログラムに対する要望が明らかになっている。より多くの国が協力して共通のAEO標準を実現するために必要な協定を締結していくにつれて、国際貿易においてより高い信用がよりスムーズな物流を実現させる動きが拡大している。

(3) IoTなど他の技術との相乗効果

ブロックチェーンと、IoTやクラウドコンピューティングのような有望な技術との統合効果は期待できる。ブロックチェーンは、信頼できる情報共有サービスを提供することを通じてIoTを充実させることができる。具体的には情報が信頼できる形で追跡可能になることである。データソースをいつでも識別できる一方、データは時間の経過と共に不変のままであるため、セキュリティが強化される。IoTを通じて情報が多くの参加者間で安全に共有されるべきである場合、両者の統合によってさらに画期的な効果が発揮される。

例えば、複数の食品における徹底的なトレーサビリティは、食品の安全性を確保するために重要である。食品のトレーサビリティには、製造、飼料、処理、流通など、多くの参加者の関与が必要となる。しかし、サプライチェーンのいずれかの部分でデータ管理がずさんになると、偽装につながる上、感染源を検索するプロセスも遅くなり、市民生活に深刻な影響を及ぼす。最悪の場合、食品を媒介とした病気などの感染が発生して、企業、地域および国に多大な経済的コストをかける可能性がある。これらの分野での管理を厳格化することは、食品の安全性を高め、参加者間のデータ共有を改善し、食品を媒介とした病気が発生した場合にも、原因を探るまでの時間を短縮し、それによって人命を救うことができる。このように、貿易物流分野にブロックチェーンを使用することで、信頼性の高い情報によってIoTを補完できる。

3. 貿易物流分野における応用事例

ブロックチェーンテクノロジーは、高い透明性や信頼性をインターネット上で確保できること

から、決済などの大規模ビジネスだけでなく、多様な分野や用途にも応用が進んでいる。

さらに、台帳情報の共有による「中央集権型管理が不要」「強い改竄耐性」といったブロックチェーンの特長を活かして、サプライチェーン情報を大勢で共有するトレーサビリティの仕組みが整備されれば、過去にあった食品偽装や中古車の事故歴隠しといった事業者の不正を監視でき、消費者側に大きなメリットをもたらす。

(1) NTTデータ社による日本での貿易取引実証実験

NTTデータは¹¹⁾、業界特有の商習慣を維持しつつ、業務の大幅な効率化を目指して、日本初の「貿易金融」をテーマにブロックチェーン適用に関する実証実験を複数の金融機関などと共同実施した。

ブロックチェーンの特長の一つ、「共通台帳を分散管理する」機能を活用すれば、取引関係者が情報を同時に共有することが可能になる。これまで信用状の事務処理に最短でも数日程度を要していたのに対し、ブロックチェーンによる共有で情報閲覧が数分で可能となるなど、大幅な時間短縮が図れ、信用状に修正手続きが生じた際にも作業の迅速化が図れることが確認できたという。

(2) マースクとIBMによる TradeLensの商用化

2016年6月にマースクとIBMがブロックチェーン技術を用いた物流プラットフォームの共同開発を始めた。このプラットフォームは、オープンな国際業界基準に基づき開発され、世界中の海上輸送に携わる人々すべてが利用できるよう設計され、越境貿易物流をより容易にし、より高度な透明性と可視化の実現を目指している。

2社は、デュポン、ダウ・ケミカル、テトラパック、ヒューストン港、ロッテルダム港、オランダ税関、米国税関・国境警備局など複数の組織と連携し、このプラットフォームを試験的に導入した。サプライチェーンの合理化を求めている大手荷主ゼネラルモーターズ、プロクター・アンド・ギャンブルなどのグローバル企業や、通関手続の仲介を含む顧客サービスの改善を求めている貨物運送業者および物流企業のアジリティ・ロジスティクスなどが参加している。

TradeLensは2018年12月に商用化され¹²⁾、グローバルサプライチェーン全体をデジタル化することを目標として、貿易イベント管理とペーパーレス取引という2つの中核機能を提供している。一つ目の貿易イベント管理機能では、エンドツーエンドのサプライチェーンの可視性を実現し、サプライチェーンの管理に関与するすべての関係者が出荷イベントに関する情報を安全、シームレス、かつリアルタイムに交換できるようにしている。二つ目のペーパーレス取引では、参加者間の組織の壁を越えた文書の送信、確認、および承認を安全に行えるようにし、書類のファイリングをデジタル化して自動化している。これによって、最終的に認可や荷動きに関する時間やコストを減らすことができる。また、ブロックチェーンベースのスマート・コントラクトは、必要となるすべての承認が確実に行われるようにし、承認の加速を促して、ミスが減すことを実現する。

(3) そのほかのブロックチェーン関連プロジェクト

海運物流分野におけるブロックチェーン技術の応用プロジェクトとしては、先述したサプライチェーン可視性とペーパーレストレードのほか、保険（表3の⑤）、海運専用仮想通貨（同⑦）、船員資格管理（同⑩）におけるブロックチェーン技術の応用例もある。これまでの多くの取り組みでは地域限定、またはサプライチェーンの一部での適用であるが、地域を限定せず、サプライチェーン全体での可視性を提供し、商用化されたプロジェクトはTradeLens（同①）のみである。

11) 出所：<https://www.nttdata.com/jp/ja/news/release/2016/071200/>

12) 出所：https://blog.tradelens.com/news/tradelens-a-journey-from-beta-to-production-in-one-year/?_ga=2.98503455.1624288898.1559179455-1618329495.1556237490

表3 海運物流分野におけるブロックチェーン技術の応用プロジェクト

	発表時期	参加者
①	2017年3月	IBM、マースク（トレードレンズ）
②	2017年5月	サムスンSDS、現代商船
③	2017年8月	NTTデータ、ONE
④	2017年8月	IBM、PSA、PIL
⑤	2017年8月	マイクロソフト、EY、ガードタイム、MSアムリン、ウイリス・タワーズワトソン、ACORD、XLカトリン、マースク
⑥	2018年3月	アクセンチュア、キューネ・アンド・ナーゲル、アンハイザー・ブッシュ・インベプ、APL
⑦	2018年7月	360キュービッツ、シーランド
⑧	2018年10月	マクタ・ゲートウエー、MSC
⑨	2018年11月	カーゴスマート、COSCO、陽明海運（ヤンミン）、エパーグリーン、CMA—CGM
⑩	2018年12月	MBL（BLOC・ロイドレジスター基金）、マースク、ヘイドマル、PTCホールディングス、ミッション・ツー・シーフェアーズ、C-ログ、ノボザイム、ハンザティックソフト・アンド・アザーズ

出所：各社プレスリリースより著者作成（太文字で記載している社名は海運会社である）

IV 社会実装における課題

改竄耐性のある分散台帳として適切に設計されたブロックチェーンは、単に仲介業者を排除し、コストを削減し、効率性を高めるだけでなく、多くのビジネスプロセスにおいて、透明性とトレーサビリティを高めるものである。IT調査会社であるGartnerは、ブロックチェーンは2030年までに年間3兆米ドルを超える事業価値を生み出すと予測している¹³⁾。同年までに、世界経済のインフラの10%－20%がブロックチェーンを基盤とするシステム上で稼働していると思われる。高い効果を期待できるとともに、社会実装における課題も直面しないとはいけな

1. ハッキングの可能性

ブロックチェーンは、「データが一度ブロックチェーンに書き込まれると変更できない」特徴がある。厳密にいうと、書き込まれたデータが覆される場合もある。P2Pネットワーク上に沢山コンピュータがある場合、それぞれのブロックチェーンの最新データが一致しないこともある。これはどの状態をブロックチェーンに保存されたと言うのか、というP2Pならではの難しい問題である。51%攻撃¹⁴⁾を受けて分岐（IT用語ではフォークと言う）したブロックチェーンを、チェックポイントのある時点まで戻すことになる。この場合、書き込まれたデータは無効（本流のブロックチェーンではなくなる）になる。例えば、海外の大手仮想通貨交換所Binanceは2018年5月にハッキング被害により7000ビットコイン（時価45億円）が不正に流出したことを発表した¹⁵⁾。

ただし、仮想通貨に用いるパブリック型ブロックチェーンと異なり、ビジネス用の許可型ブロックチェーン上では、Proof of Workといわれる作業を、全作業の51%以上で行う必要があるため、51%攻撃は実質不可能とされている。

13) <https://www.gartner.com/jp/newsroom/press-releases/pr-20190411>

14) 51%問題とは、悪意のあるグループが過半数以上の計算能力を支配した場合、ブロックチェーン上で二重支払いや不正な取引が行われてしまう可能性があるということ。

15) <https://crypto.watch.impress.co.jp/docs/news/1183248.html>

2. スケーラビリティ（拡張性）の問題

スケーラビリティとは利用者や仕事の増大に適応できる能力・度合いのこと。電気通信やソフトウェア工学において、システムまたはネットワークまたはアルゴリズムの、持つべき望ましい特性の1つで、一種の拡張性である。企業は、それぞれ大量のデータを含んだブロックチェーンを持つようになることを考えると、ブロックチェーン間のやりとりを担保する中間プレイヤーが大量のトランザクションを捌けるシステムを開発することが必須となる。現状1つのトランザクションに対して、パブリック型は10分以上掛かる。この処理スピードではビジネスに対応できない。プライベート型やコンソーシアム型においては、現時点では数秒で処理可能だが、将来利用者が増えるに伴って、拡張性問題を生じる可能性が懸念される。

3. ブロックチェーンの互換性

あるブロックチェーンから別のブロックチェーンへデータが移動する場合、プログラムの仕様上、互換性がないことや、バグが発生してしまうことが懸念される。この問題に対処できれば、世界規模でのブロックチェーンの採用が真に効果を発揮するものとなるであろう。

4. ブロックチェーンへの信頼欠如

ブロックチェーンは、その定義から、信頼を生み出す性質を持つはずであるが、実際には、企業はその他の新たなテクノロジーと同様、ブロックチェーンにも信頼性、スピード、安全性、拡張性、標準化の欠如や、他のブロックチェーンとの互換性といった課題に対して疑義を抱いている。理解不足がブロックチェーンへの信頼性欠如の原因とされている。今でも多くの経営層は、ブロックチェーンが何なのか、そして企業にどのような変化をもたらすのかをはっきり理解していないのが実情である。業界全体の問題を解決するために、ブロックチェーンに対する理解を深め、競合企業との協力も模索する新しいやり方は、今後この技術が発展していくうえでのキーワードになる。

5. 規制の不確実性

ブロックチェーンの社会実装に関する最後の課題は、規制に関する不確実性である。多くの国の政府は、ブロックチェーンへの対応について検討段階にある。多くの国・地域では、特に金融サービスに関連する問題を研究し議論し始めているが、全体的な規定環境は依然として未解決である。規制の予測可能性が失われると、投資を行うインセンティブが落ちると言う経済学的な観点から、政府などの規制機関にとって、今後最も重要な課題だと言える。

6. 海運分野における技術の遅れ

前述の通り、海運業界は他の業界に比べて電子化程度が遅れている。そのため、金融業界など先行してブロックチェーンを応用している業界より、ブロックチェーン知識の普及やITインフラの更新に時間を要する。

V 結 論

本稿では、ブロックチェーン技術の実装がグローバルサプライチェーンの効率性にもたらす効果や応用例について説明してきた。ビットコイン革命をもたらしたブロックチェーン技術は、実務家と学者の両方から注目を集めている（Bohme et al.2015；坂井，2019）。ブロックチェーン技術は、その潜在的な機能やビジネスへの影響はまだ完全に解明していない。ブロックチェー

ンは、銀行や政府などの仲介業者による管理の対象から解放された分散式台帳を使用してデジタル的に資産取引記録を保持する技術である (Ølnes et al., 2017)。したがって、ハッキング、プライバシー侵害、政治の混乱に対する脆弱性、政府の規則や規制の遵守、金融機関の不安定性、契約上の紛争など仲介者の介入に関連するリスクを軽減できる。海運業界も他の業界と同様、ブロックチェーンの利活用にあたって、多数の課題を直面しないとイケない。

また、社会実装の際に懸念される課題の中でも、ブロックチェーンの互換性と規制の二点が最も重要である。ブロックチェーンが世界規模で発展するにつれ、分散化型の世界におけるすべてのエコシステムを障壁なく結びつけるため、世界で統一的な1つのエコシステムを作ることが再優先事項である。互換性のない状況で、似たようなブロックチェーン上で似たようなプロジェクトが遂行され、データのやり取り障壁がある状況は百害あって一利なしである (Okan and Zin, 2019)。

また、今後数年のうちにブロックチェーンに対して規制が設けられる可能性は大きい。ブロックチェーンに参画したい企業は、今後の規制で要求されると考えられる事項を満たせるように、常に機動的に対応できるようにしておく必要がある。さらに、規制は国境を越えて世界規模で設定されることが想定されるため、各国間で協調的に対応をとっていく必要があるとされている。ただし、健康に関する規制のように各国・各地域間で異なる形で適用される可能性もないわけではない。もっとも多くの場合、既存の規制が新しいビジネスモデルやサービスに及ぶという発想で、変化に適応することで法令を遵守し続けることができるであろう。

参考文献

- Böhme, R., Christin, N., Edelman, B., and Moore, T. (2015). "Bitcoin: Economics, technology, and governance", *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 29, No. 2, pp.213-238.
- Duru D.and Zin M.I.M.(2019). "Blockchain Roaming in the Maritime Industry", <http://www.okanduru.com/Blockchain%20Roaming%20in%20the%20Maritime%20Industry.pdf>, accessed on September 3, 2019.
- Hackius, N., and Petersen, M. (2017). "Blockchain in logistics and supply chain: trick or treat?" *In Proceedings of the Hamburg International Conference of Logistics (HICL)*, pp.: 3-18.
- 平田燕奈 (2018) .「e-Shipping—外航海運業務の電子化」海文堂出版。
- Nakamoto, S. (2008). "Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system", <http://bitcoin.org/bitcoin.pdf>, accessed on September 3, 2019.
- 岡嶋裕史 (2019) .「ブロックチェーン 相互不信が実現する新しいセキュリティ」講談社。
- Ølnes, S., Ubacht, J., and Janssen, M. (2017). "Blockchain in government: Benefits and implications of distributed ledger technology for information sharing", *Government Information Quarterly*, Vol. 34, No.3, pp.:355-364.
- Pease, M., Shostak, R. and Lamport, L. (1980). "Reaching Agreement in the Presence of Faults", *Journal of the ACM*, No. 27, Vol.2, pp.: 228-234.
- 坂井豊貴 (2019) .「暗号通貨 VS. 国家 ビットコインは終わらない」SBクリエイティブ。
- Tapscott, D. and Tapscott, A. (2016). *Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin Is Changing Money, Business, and the World*, New York: Penguin Random House.
- UK Government Chief Scientific Adviser (2016). "Distributed Ledger Technology: beyond blockchain", https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/492972/gs-16-1-distributed-ledger-technology.pdf, accessed on September 3, 2019.