非金融分野におけるブロックチェーンの活用動向調査

報告書

2019 年 12 月

独立行政法人情報処理推進機構

目　次

第 1 章　調査概要 1

1.　背景と目的 1

2.　調査内容 2

3.　実施体制 4

第 2 章　ブロックチェーン技術の概要 5

1.　基本的な技術理解 5

2.　ブロックチェーンを用いたシステムの階層モデルと周辺システム構成 7

3.　ブロックチェーンの用途の分類 9

4.　代表的なコア 11

5.　ブロックチェーンに対する誤解 13

第 3 章　ブロックチェーンの活用動向 14

1.　調査の概要および調査対象事例 14

1.1　調査目的 14

1.2　調査方法 14

1.3　調査項目 14

1.4　調査対象事例一覧 16

1.4.1　非金融分野においてブロックチェーンを活用する国内事例 16

1.4.2　非金融分野においてブロックチェーンを活用する海外事例 17

2.　非金融分野におけるブロックチェーンを活用する国内事例 19

3.　非金融分野におけるブロックチェーンを活用する海外事例 39

4.　事例の分析 85

4.1　特徴の抽出 85

4.2　ブロックチェーン導入の3 つのパターン 86

4.3　ブロックチェーンが適用できる条件 87

第 4 章　ブロックチェーン技術の展望 88

1. BITCOIN コアの進展 88

2. 4 つの技術課題 91

2.1 スケーラビリティの向上 91

2.2 セキュリティ対策 93

2.3 入力データの正当性保証 94

2.4 インターオペラビリティ（相互運用性）への対応 95

3. 技術の開発時期 96

第 5 章　ブロックチェーンの社会実装に関する展望と課題 98

1. 注目分野 98

1.1 サプライチェーン 98

1.1.1 背景 98

1.1.2 ブロックチェーンへの期待 100

1.1.3 本格的な普及のために必要なこと 101

1.2 電力 102

1.2.1 背景 102

1.2.2 ブロックチェーンへの期待 103

1.2.3 本格的な普及のために必要なこと 104

1.3 データの記録・管理 106

1.3.1 背景 106

1.3.2 ブロックチェーンへの期待 106

1.3.3 本格的な普及のために必要なこと 106

2. 実用化に向けた 4 つの解決の展望 108

2.1 中長期的な計画 109

2.2 新しいビジネスモデルの創出 111

2.3 合意形成、ガバナンスの仕組みの構築 111

2.4 対応する制度、規制の整備 112

3. 実用化に向けた流れ 112

第 6 章　付録 115

1. ブロックチェーン活用事例一覧 115

2. HYPERLEDGER プロジェクト 122

3. 用語、略語集 124

第1章　調査概要

1.　背景と目的

我が国が目指すべき未来社会の姿として提唱された「Society 5.0」の実現を支えるデジタル技術として、IoT、AI、ロボットにならびブロックチェーンがあげられている。ブロックチェーンは、従来のシステムとは異なる仕組みや特徴をもっており、新たな社会変革を起こし得る新たな技術として期待されている。

ブロックチェーンの代表的な活用先は金融分野であり、既に多くの企業が業務への活用を検討している。近年、図 1-1 のとおり、更にその活用検討範囲が広がり、非金融分野においても幅広い分野で活用の検討が進められており、実証実験、企業間の提携、コンソーシアムの設立などの取り組みが行われている。

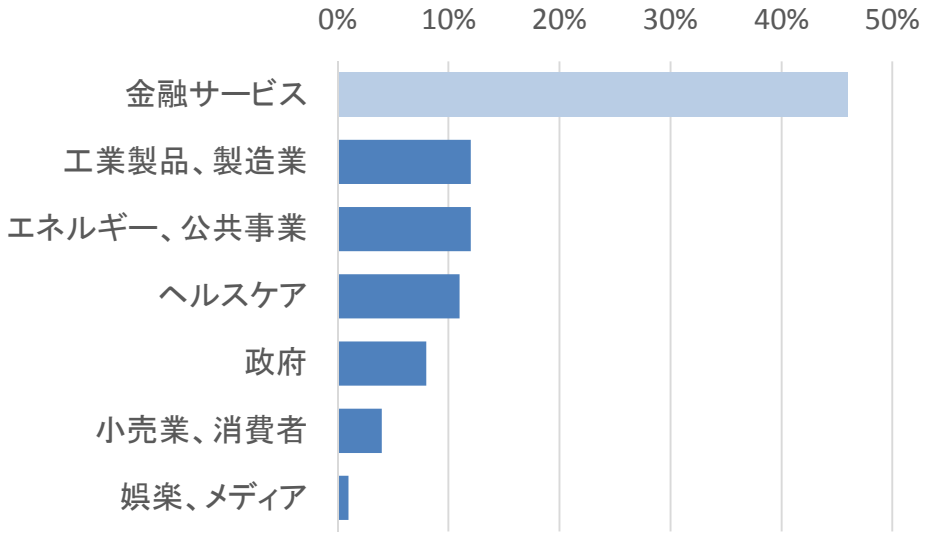


図 1-1　ブロックチェーンのリーダーと見なされる業界

（出典）「世界のブロックチェーン調査 2018」（PricewaterhouseCoopers）よりみずほ情報総研作成

非金融分野における取り組みは、実証実験などの萌芽的な段階のものが多い。このような市場形成初期の段階において、ブロックチェーンによって変革が生じ、今後成長が見込まれる分野を見極め、課題解決の方向性を示すことは有効である。

上述した現状を踏まえて、本調査では、国内外の先進的なユースケースを通じて、非金融分野における事業活動へのブロックチェーンの活用動向を把握・分析する。

2.　調査内容

本調査では非金融分野における事業活動へのブロックチェーンの活用事例を文献調査し、その結果を踏まえた仮説を設定し、ヒアリング調査を通じて仮説検証を行い、その結果を基に本調査の報告書としてとりまとめる。

調査全体の流れを図 1-2 に示す。

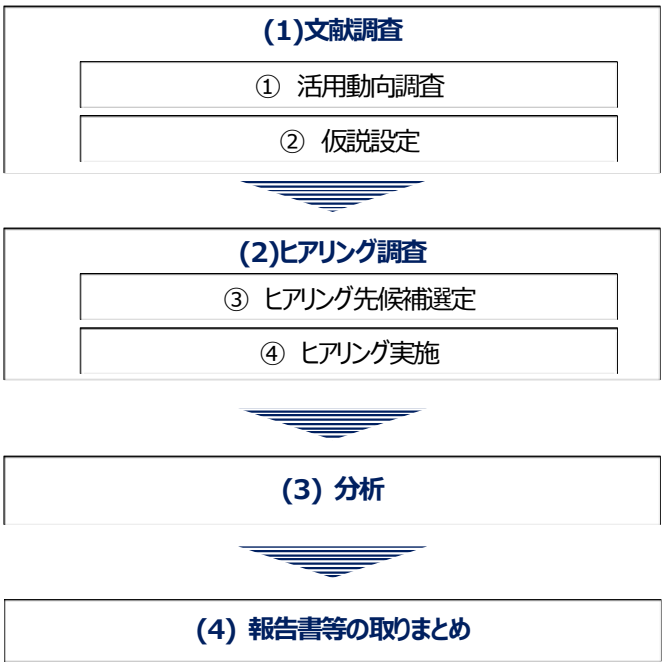


図 1-2　調査全体の流れ

各調査項目の調査内容を以下に示す。

(1)　文献調査

①　活用動向調査

非金融分野におけるブロックチェーンの活用動向を把握するために、国内外の非金融分野の事業活動においてブロックチェーンを活用した先進的なプロジェクトについての情報を収集・整理する。

②　仮説設定

上記の「活用動向調査」を通じて収集された情報を基に、海外動向・国内動向を踏まえ、今後成長が見込まれる注目分野とその本格的な普及に必要なこと、ブロックチェーンがその機能を発揮できる使い方、適用シーンについて、仮説を設定する。

(2)　ヒアリング調査

①　ヒアリング先候補設定

仮説を検証するために適切と思われる事例に関係する企業等をヒアリング先候補として選定する。

②　ヒアリング実施

上記の「ヒアリング先候補設定」で選定した企業等に対して、ヒアリング調査を実施する。

(3)　分析

「仮説設定」で設定した仮説について、ヒアリング結果を踏まえて、他の文献等を参照しつつ検証を行い、分析を行う。

(4)　報告書等の取りまとめ

調査の分析の結果を報告書として取りまとめる。

3.　実施体制

本調査の実施体制は、下図のとおりである。

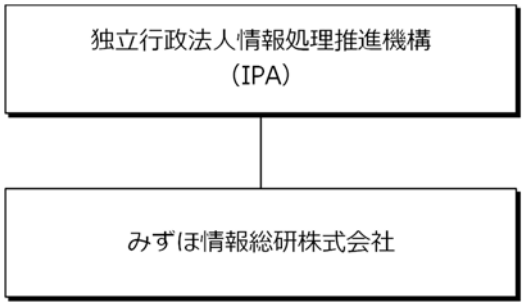


図 1-3　本調査の実施体制

本調査は、独立行政法人情報処理推進機構（IPA）からの委託調査として、みずほ情報総研株式会社が実施した。

第2章　ブロックチェーン技術の概要

1.　基本的な技術理解

Satoshi Nakamoto による”Bitcoin : A Peer-to-Peer Electronics Cash System”というタイトルの論文[1] が 2008 年にインターネットに投稿された。論文の理論を元にソフトウェアが実装され、翌年 2009 年に暗号資産 Bitcoin が誕生した。その実装で用いられているデータ構造はブロックチェーンと呼ばれ、データをブロックと呼ばれる単位で格納し、そのブロックをチェーンのようにつなげていくことからそのような名前で呼ばれている。

日本ブロックチェーン協会によればブロックチェーンは「電子署名とハッシュポインタを使用し改ざん検出が容易なデータ構造を持ち、且つ、当該データをネットワーク上に分散する多数のノードに保持させることで、高可用性およ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]と定義されている。Bitcoin はブロックチェーンを暗号資産として実装した 1 つの実装例とみなすことができる。

ブロックチェーンはデータをブロックと呼ばれる塊に格納し、当該ブロック内に、1 つ前に生成されたブロックの内容を表すハッシュ値[3]を保持することでブロック同士を時系列に沿ってつなげるデータ構造を持っている。新しいブロックの生成には、コンセンサスアルゴリズム[4]と呼ばれるネットワーク上の分散処理において、全参加者間で合意をとる方法による承認が必要になる。

これらのデータは、P2P ネットワーク[5]を利用してネットワーク上で分散する多数のノードが共有している。P2P ネットワークを利用するため基本的には特定の管理者が存在しない非中央集権型のシステムとなる（ただし、後述のプライベート・コンソーシアム型には管理者が存在する。）。参加者間でトークンと呼ばれる交換可能なデジタルデータを用いて価値の移転を行うことが可能で、トークンには暗号資産の機能を持たせることも可能である。参加者同士で直接トークンを交換できるため直接（P2P）取引が可能となる。価値の移転を行った時の取引（処理）もしくは取引記録のことをトランザクションと呼ぶ。取引の際にトークンの送信者の正当性を保証するために電子署名[6]が用いられる。

ブロックチェーンは参加者の範囲によって分類することができる。管理者を置かずノードへの参加、取引、ブロックチェーンデータへのアクセスは基本的に誰でも可能であるパブリック型と、複数もしくは単独の管理者で管理を行い、ノードとしての参加、取引、ブロックチェーンデータへのアクセスが一般的に許可制となり、新規ブロックは許可された参加者によって承認されるプライベート・コンソーシアム型がある。組織内で使用される場合をプライベート型と呼び、複数の組織で連合体（コンソーシアム）を組成して使用する場合をコンソーシアム型と呼ぶ。

---

[1] https://bitcoin.org/bitcoin.pdf
[2] https://jba-web.jp/における定義の、広義ブロックチェーンの定義。
[3] データが与えられた場合そのデータを代表する数値の事で、代表する数値をハッシュ値と呼ぶ。同じデータからは同じハッシュ値が得られるが、僅かでもデータが異なると、全く異なるハッシュ値が得られる。
[4] ネットワーク上の分散処理において、参加者間で合意をとる方法のこと。主に新たにブロックを生成する際にブロックの正当性の承認に用いられる。
[5] Peer to Peer の略で、Peer は対等なものという意味を持つ。ネットワーク上の対等な関係の端末同士が直接通信を行うネットワーク方式。中央管理を行うサーバーを必要とせず、分散型のネットワークとなる。
[6] 電子データに付与するデータの正当性を証明する電子的な署名。

上記のとおり、ブロックチェーンは従来のシステムとは異なる仕組みや特徴を持つ技術であり、活用する場合にはその技術を理解する必要がある。活用する場合に留意すべきブロックチェーンの基本的理解は、以下のとおりである。

1. ブロックチェーンは単一技術ではなく、複数テクノロジー（機能）から構成される。

ブロックチェーンは、様々なテクノロジー（機能）を複合させた技術である。ハッシュ・暗号化、コンセンサスアルゴリズム、P2P ネットワーク、電子署名などの要素技術が使われている。

2. 複数のブロックチェーンが存在し、特性は様々である。

ブロックチェーンは、当初、Bitcoin[7]を構成する技術として開発された技術であるが、その後様々な提案・開発がなされ、現在は多数のブロックチェーンが存在する。それぞれのブロックチェーンで使用される要素技術のモデルは多様で、ブロックチェーンごとにその特性も様々である。

3. 開発段階のものが多く、実用には不十分な点もある。

Bitcoin のように多くの実用実績[8]のあるブロックチェーンもあるが、多くのブロックチェーンは大規模な運用環境で利用する場合には課題（処理速度、スケーラビリティ[9]等）があり、まだ十分には解決されていない。スマートコントラクト[10]、セカンドレイヤー[11]、他のブロックチェーンとの接続（インターオペラビリティ（相互運用性））などの技術も実用化に向け必要となる技術であるものの、開発段階のものが多い。

ブロックチェーンのユーザは、前述の技術的な理解と課題を踏まえて活用に取り組む必要がある。

---

[7] 2008 年 11 月の Satoshi Nakamoto による論文を元に作られた暗号資産の名称。暗号資産の名称であると共に暗号資産 Bitcoin を実装するために使用されているプログラムを指す場合もある。

[8] 2009 年から利用が開始され、2019 年 4 月に累計の取引数が 4 億回を超えた（https://kabutan.jp/news/?b=n201904100649）。

[9] 利用者や処理量の増大にシステムが適用できる能力・度合いのこと。

[10] ブロックチェーンネットワーク上で動作するプログラムで、トランザクション（取引）発生時に実行される。

[11] メインのブロックチェーンとは別のところにデータの記録や取引を行う構造を作り、必要に応じてその部分を利用することでメインのブロックチェーンの制限を緩和する方法。

2. ブロックチェーンを用いたシステムの階層モデルと周辺システム構成

ブロックチェーンを用いたシステムは、役割によって分けられる幾つかの部品により構成される。本報告書では、ブロックチェーンを用いたシステムを大きく 3 つの階層に分けて述べる。ブロックチェーンそのものの機能を実装した部分をコアもしくはコア層と呼ぶ。ノード[12]への書き込みの許可、認証などを行う管理者機能もコア層に含める。スマートコントラクトはコードがブロックチェーン内に保存される場合と、外に保存される場合があり、ブロックチェーン内に保存される場合にはコア層に含まれる。

ユーザなどの外部に対してサービスを提供するため、コア層以外でサービスの内容を実装する部分が必要となり、この部分をアプリケーションもしくはアプリケーション層と呼ぶ。アプリケーション層は、既存のシステムと同様に Web などの技術を使ったプログラムによって個別に実装される。

コア層とアプリケーション層の間には、コア層の機能を拡張するものや開発環境、実行環境などのアプリケーションのプラットフォームとなる部分があり、この部分をミドルウェアもしくはミドルウェア層と呼ぶ。コア層の機能を拡張するものとしてセカンドレイヤーがある。プラットフォームにはクラウド上で開発、実行環境を提供するサービスもあり、Blockchain as a Service（BaaS）とも呼ばれ IBM、Microsoft、SAP などの企業が提供している。

周辺には他のシステムやデバイスとやり取りを行うインターフェース部分があり、RDB（Relational Database）との接続、他のブロックチェーンとの接続、IoT デバイス、タグ、バーコードなどの外部デバイスからのデータ入力部分がある。

図 2-1 にブロックチェーン内の階層モデルと周辺システム構成を示す。

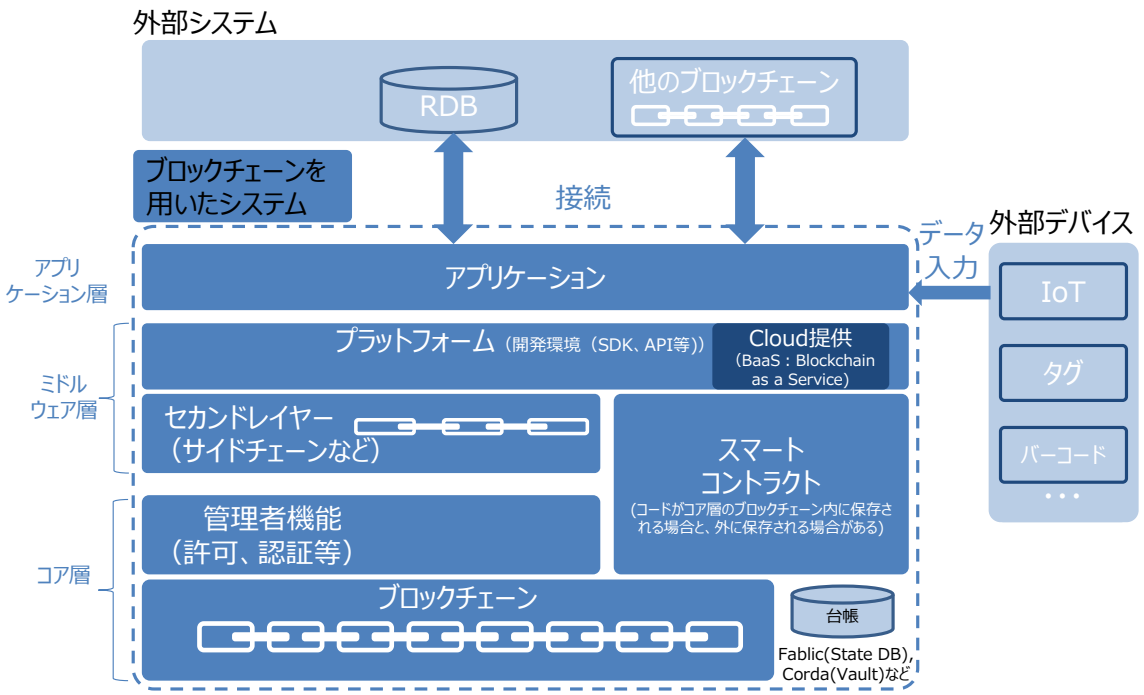


図 2-1　ブロックチェーンを用いたシステム内の階層モデルと周辺システム構成

[12] ブロックチェーンネットワークにおいて他の参加者と相互に通信するサーバーのこと。

一般的に従来のシステムに比べコア層の取引の処理速度は遅く[13]、処理容量に制限[14]がある。ミドルウェア層でセカンドレイヤーと示した部分は、メインのブロックチェーンとは別のところにデータの記録や取引を行う構造を作り、必要に応じてその部分を利用することでメインのブロックチェーンの制限を緩和する方法である。この別の構造にあたる部分をセカンドレイヤーと呼び、元のブロックチェーンをファーストレイヤーと呼ぶ。ファーストレイヤーとセカンドレイヤー間で適宜相互にやり取りが行われる。セカンドレイヤーには様々な方法が含まれ、メインのブロックチェーンとは異なる別のブロックチェーンで通常の処理を行い、非同期でメインのブロックチェーンに書き込むサイドチェーン[15]や、デポジット金の考え方を導入し、二者間の取引をブロックチェーンの外で行い、複数回の取引をまとめて一つのトランザクション[16]（取引）とするペイメントチャネル[17]などの技術がある。

なお、ブロックチェーンと類似の目的を持った技術として分散台帳技術（DLT：Distributed Ledger Technology）[18]がある。ブロックチェーンではデータ構造としてデータの塊（ブロック）を鎖（チェーン）状につなげた構造がとられるが、分散台帳技術はそのようなデータ構造に限定されない。この点からは、ブロックチェーンは分散台帳技術の一つであるとも言える。

---

[13] Bitcoin の処理速度は約 7 取引／秒で、クレジットカード VISA は平均約 2,500 取引／秒、ピーク時約 4,000 取引／秒。（"ブロックチェーン技術のテクノロジーアセスメント"（東京大学　公共政策大学院）より）

[14] Bitcoin コアの場合ブロックサイズの上限は現在 1 MB、ブロックの生成速度はおよそ 10 分に 1 回。

[15] 親チェーン（メインチェーン）から派生した子チェーンを発生させる技術。

[16] ブロックチェーンのネットワーク参加者間で価値の移転もしくは処理の実行を行った時の取引（処理）もしくは取引（処理）記録のこと。

[17] デポジット金の考え方を導入し、二者間の取引をオフチェーン（ブロックチェーンの外）で行い、複数回の取引をまとめて一つのブロックチェーンのトランザクション（取引）とする技術。

[18] 同じ台帳データが複数のシステムの参加者に配置されており、参加者から書き込みの要求があった場合、その状態が同じ台帳データが配置されているすべての参加者の台帳データに反映され、台帳データの状態が同期される技術。

3. ブロックチェーンの用途の分類

非金融分野におけるブロックチェーンの用途は、利用する機能・特徴に着目すると以下のとおり分類できる。

1. 地域通貨・ポイント
2. 通貨以外の取引
3. トレーサビリティ
4. EDI（電子データ交換）
5. データの記録・管理

1 の「地域通貨・ポイント」は、仮想通貨の決済機能を利用して地域通貨や企業などの組織が発行するポイントとして利用するものである。仮想通貨に類似した用途ではあるが、管理者を置かない仮想通貨とは異なり地域やポイント発行体などの特定の目的を持った管理主体が存在する。そのため決済機能に加え、利用者の囲い込みを行うインセンティブ設計などを行うことができ、トークンエコノミー[19]やコミュニティーの構築につなげることができる。

2 の「通貨以外の取引」は、著作権、電力、ゲーム内アイテムなどをトークン[20]へひも付けし、通貨以外の取引に使用する用途である。レンタルやシェアリングなどの取引の中で行う権利や与信の一時的な付与にブロックチェーンを用いるものも含まれる。この用途ではブロックチェーンを用いることで、仲介者を通さず取引を直接当事間で行えるようになる（P2P 取引）メリットもある。

3 の「トレーサビリティ」は、すべての取引に関するデータが時系列順に記録されているブロックチェーンの機能（履歴機能）を用いてトレーサビリティ[21]を向上させるものである。サプライチェーンの食品や製品などの管理に適用でき、偽物品の排除、物流の効率化、問題発生時の迅速な分析・対応などにつなげることができる。

4 の「EDI（電子データ交換）」は、紙の書類を電子化する EDI（Electronic Data Interchange：電子データ交換）[22]にブロックチェーンを用いるものである。ブロックチェーンを用いることでデータの改ざんなどが防止できる。貿易などの紙ベースの処理が多く残っている分野の業務効率化に有効である。

5 の「データの記録・管理」は、ブロックチェーンをデータベースのようにデータの記録や管理に利用する用途である。ブロックチェーンの特性を活かして、データの共有や証明・登録などの用途に有効であり、現在 RDB が行っていることの一部を置き換えるものである。

1、2 は価値交換の取引をするためのものであり、3、4 及び 5 は記録をするためのものであり、ブロックチェーンの用途は、この 2 つに大別できる。用途の分類とブロックチェーンの機能・特性の関係を表 2-1 に示す。参考に仮想通貨の用途を加えた。用途により利用しない可能性のある機能・特性がある。

---

[19] ブロックチェーン上で生成したトークンに様々な機能や価値をひも付けて実現した独自のコミュニティー、経済圏を示す。
[20] ブロックチェーン上で実現される交換可能なデジタルデータ。暗号通貨の機能をもつ。
[21] 物の流通過程において、生産段階から最終消費もしくは廃棄段階までを追跡可能な状態であること、またはその仕組みを示す。
[22] Electronic Data Interchange の略で商取引に関する文書を標準的な形式に統一し、組織間で電子的に交換する仕組み。

表 2-1　用途の分類とブロックチェーンの機能・特性の関係

	用途		主な型	例	使用する機能・特性					主な機能
					分散台帳	分散自律型*1	トークンの利用	外部のものとの関連付け*2	履歴管理	
－	仮想通貨		パブリック型	Bitcoin など	○	○	○	×	○	決済
1	価値交換・取引	地域通貨・ポイント	パブリック型	企業が発行するポイント、トークンエコノミーなど	○	×	○	×	○	決済
2		通貨以外の取引		著作権、ゲーム内アイテム、電力、土地、絵画等	○	△	○	○	○	取引・契約
3	データ記録	トレーサビリティ	プライベート・コンソーシアム型	食品、医薬品、貴金属等	○	×	×	○	○	追跡・履歴
4		EDI（電子データ交換）		貿易等	○	×	×	×	○	データ交換
5		データの管理・記録		医療記録、機器のデータ、学習・資格等	○	×	×	△	×	データ保管

表 2-1 は主な利用ケースにおけるものであり、これに当てはまらないケースもある。

＊1　特定の管理者や主体を持たない分散型の組織で、参加者によって自律的に運営される。

＊2　外部のものとブロックチェーン内部のデータを関連付ける必要があるかどうか。

4. 代表的なコア

ブロックチェーンのコアには、多数の実装例がある。非金融分野において代表的なコアである Bitcoin、Ethereum、Hyperledger Fabric についてその概要を示し、特徴を比較する。

1. Bitcoin

2008 年に発表された Satoshi Nakamoto の論文を基に、暗号資産 Bitcoin を実現するために 2009 年にプログラムとして実装された最初のブロックチェーンである。オープンソースソフトウェアとして公開され、金融分野を中心に様々なところで利用されている。管理者を置かないパブリック型のブロックチェーン[23]である。

2. Ethereum

Bitcoin が暗号資産のために作られたことに対して、Ethereum は、暗号資産に対する操作に相当する部分（スマートコントラクト）をユーザが自由にプログラミングし、ブロックチェーン上の分散環境で実行できるようにした分散型アプリケーション[24]実行のためのプラットフォームを目指したブロックチェーンである。2015 年にリリースされ Ethereum Foundation が開発を進めているオープンソースソフトウェアである。Bitcoin と同じパブリック型で、ユーザでカスタマイズできる範囲が広く、Bitcoin に比べ汎用的な用途で利用しやすい。

3. Hyperledger Fabric

Linux Foundation の Hyperledger プロジェクトの 1 つのプロジェクトとして開発されているコアである。IBM を中心に開発が進められ、2017 年に v1.0 がリリースされた。エンタープライズ向けであり、アカウント管理が可能で、Bitcoin や Ethereum とは異なりプライベート・コンソーシアム型ブロックチェーン[25]である。現時点（2019 年 11 月）のバージョンではトークン発行はサポートされず、主に企業向け用途として、同じ台帳データを複数のシステムで共有する分散台帳の基盤に使用されている。コンセンサスアルゴリズムはファイナリティ[26]があるモデルが採用されている。v2.0 では、トークン発行の実装が計画されている。

これら 3 つのコアの特徴を表 2-2 にまとめる。

[23] 管理者を置かないタイプのブロックチェーンで、ノードへの参加、取引（トランザクション）、ブロックチェーンデータへのアクセスは基本的に誰でも可能である。
[24] 中央管理者が存在せず、アプリケーションがネットワーク上で公開され、アプリケーションに関する機能変更などの意思決定に対して参加者の合意を得る仕組みがあるアプリケーション。
[25] 複数の管理者で管理を行うタイプのブロックチェーンで、ノードへの参加、取引（トランザクション）、ブロックチェーンデータへのアクセスは許可制となり、新規ブロックは許可された参加者によって承認される。
[26] 取引を確定させることを意味し、暗号資産取引以外の一般の金融取引でも使用される用語。ブロックチェーンでは合意形成によってブロックのデータが確定することを表す。

表 2-2　代表的なブロックチェーンコアの比較

	Bitcoin	Ethereum	Hyperledger Fabric
初期バージョンリリース時期	2009 年	2015 年	2017 年
型	パブリック型	パブリック型[27]	プライベート・コンソーシアム型
開発元	Bitcoin Foundation	Ethereum Foundation	Linux Foundation の Hyperledger プロジェクト
スマートコントラクト対応	×	○	○
トークンの発行	○	○	×[28]
コンセンサスアルゴリズム	Proof of Work[29]	Proof of Work, Proof of Authority[30]	Endorsement-Ordering Validation[31]
ファイナリティ	×	Proof of Work(×) Proof of Authority(○)	×
目的（目指すもの）	暗号資産	分散型アプリケーション実行 プラットフォーム	企業向けの分散台帳基盤
その他	歴史が長く信頼性が高い。ブロック生成に約 10 分程度必要で、処理速度が遅い。	スマートコントラクトを高い自由度で記述できる。	IBM が中心となって開発。合意形成を以前（V0.6）のアルゴリズムより変更し、ビザンチン耐性[32]は弱くなったが、スループットが高い。

[27] Enterprise Ethereum はプライベート・コンソーシアム型である。
[28] v2.0 で可能になる予定。
[29] より多くの作業（計算処理）を行ったノードが新しいブロックを生成し、より多くの参加者が取り込んだブロックを正当なものとするアルゴリズム。
[30] 信頼されたノードの中から、ブロックを生成するノードを選び、そのノードが生成したブロックを正当なものとするアルゴリズム。
[31] コンセンサスの処理を Endorsement（承認）、Ordering（順序付け）、Validation（検証）の３つのフェーズに分けて行う。トランザクションの Ordering（順序付け）を他のノードと異なる専用のノード（Orderer）が行うことでスケーラビリティを確保している。一方、ビザンチン耐性は低い。
[32] 複数の参加者間で合意形成を行う際に、その一部に不正や不具合が生じる場合、全体で正しい合意形成ができなくなる問題をビザンチン将軍問題と呼び、ビザンチン将軍問題が原因となって起こる不具合をビザンチン障害という。ビザンチン耐性とはビザンチン障害に対する耐性を指す。

5. ブロックチェーンに対する誤解

ブロックチェーンには高い関心が寄せられているが、新しい技術である。最初に開発された Bitcoin のブロックチェーンの特性とその後に開発された様々なブロックチェーンの特性は異なるが、Bitcoin のブロックチェーンの特性がブロックチェーンの一般的な特性と認識されやすく、これにより、ブロックチェーンに対して幾つかの誤解が生じている。

ここでは、ブロックチェーンを正しく理解するために、生じやすい誤解について述べる。

誤解 1. 耐改ざん性～ブロックチェーンに記録されたデータは改ざんされない

Bitcoin のブロックチェーンは高い改ざん耐性を持ち、データの改ざんは極めて困難である。この困難さは Bitcoin で採用されているコンセンサスアルゴリズム（Proof of Work）などのモデルによって実現されているものであるが、異なるモデルを採用する他のコアでは改ざん耐性は様々であり、どのブロックチェーンを使っても必ず改ざんされないとは言えない。改ざん耐性と性能（処理速度、ファイナリティ）はトレードオフの関係になることも多く、処理速度などの性能が高いが、改ざん耐性は低い場合もある。また、プライベート・コンソーシアム型ブロックチェーンはパブリック型ブロックチェーンに比べて、管理者に権限が集中するため、管理者による意図的な改ざんが起こる可能性が生じる[33]。

誤解 2. 低コストでシステムを実現

ブロックチェーンの特徴として低コストでシステムを実現できることが挙げられるが、注意が必要である。非金融分野で利用される場合、ブロックチェーンコア層では単にデータの記録や取引の処理を行い、その他システムに必要な多くの機能がアプリケーション層で実装される。アプリケーションを実装するシステム構築コストも考慮する必要があり、ブロックチェーンを用いれば、必ず低コストでシステムを構築できるわけではない。

誤解 3. 透明性が高い

パブリック型ブロックチェーンの一種である Bitcoin では、すべての取引を参加者が合意したルールに基づきすべてのノードに記録しており、誰でも見ることが可能なため取引データの透明性が高い。しかし、匿名性が高いため実際に誰が取引したのかを特定することは難しいという面もある。一方で、プライベート・コンソーシアム型ではアクセス権限管理が可能であり、企業向けには有用な機能であるが、参加者のデータアクセスには制限が生じる。このように、使用するコアの種類やシステムの設計によって透明性は異なる。

また、従来のデータベースを用いたシステムでも、すべての取引を記録し、誰もが参照可能とすることは可能である。その場合、信頼できる管理者を置くことでデータの信頼性を高めている。これに対しパブリック型ブロックチェーンは、信頼できる管理者を置かなくとも信頼性が保たれている点が異なる。

[33] KPMG Insight Vol.22, “技術面から見たブロックチェーンの活かし方”より

第3章　ブロックチェーンの活用動向

1.　調査の概要および調査対象事例

1.1　調査目的

国内外の非金融分野の事業活動においてブロックチェーンを活用した先進的な事例についての情報を収集・整理することにより、非金融分野におけるブロックチェーンの活用動向を把握する。

1.2　調査方法

非金融分野のブロックチェーン活用に関する事例を調査対象候補としてリストアップし、以下の基準で調査対象事例とした。

- ✓ ブロックチェーンを活用した取り組みが様々な分野で行われており、事例はできる限り多くの分野から選択する。
- ✓ 地域が偏らないようにする。国内事例 10 件以上、海外事例 20 件以上とし海外は米国、東アジア、欧州を含める。
- ✓ 実用化により近い先進的な取り組み事例を選択する。
- ✓ コア、プラットフォームや産業横断的な分野も含める。

各事例の調査は企業のウェブサイト、ニュースサイト、書籍、調査レポートなどの公開情報を基に情報を収集し、整理を行った。

1.3　調査項目

事例は表 3-1 の項目で整理を行った。

表 3-1　事例整理項目

区分		説明
概要	主な対象業種	主に利用される業種
	用途	用途を第２章３節で示した以下の用途より分類する 用途分類： ▪ 地域通貨・ポイント ▪ 通貨以外の取引 ▪ トレーサビリティ ▪ 電子データ交換 ▪ データの記録・管理 ▪ 共通基盤技術（コア、ミドルウェア）

区分		説明
	製品名またはプロジェクト名	製品名またはプロジェクト名
	国	主に実施されている国、地域
	プロジェクト概要	事例の概要
	プロジェクトオーナー	プロジェクトオーナーの名称、分類を記載 分類は組織の形態と位置づけを以下より分類 形態： ▪ 大企業 ▪ 中小企業 ▪ コンソーシアム ▪ スタートアップ ▪ 政府機関 ▪ 大学・研究機関 ▪ 非営利団体 立場： ▪ ユーザ ▪ アプリケーション提供 ▪ 技術（ミドルウェア）開発 ▪ 技術（コア）開発
	主な共同、連携先	主な共同、連携先の名称、分類、国
事業モデル	推定されるビジネスモデル例	事業化した時のビジネスモデルを各種資料よりみずほ情報総研にて推定。ステークホルダー間の「データ」「もの」「金」等の流れをネットワーク図で示す
	実用化の段階	実用化の段階（成熟度）を各種資料よりみずほ情報総研で推定し、以下より分類 ▪ 企画・計画 ▪ 研究開発 ▪ 概念検証 ▪ 実証・試験運用 ▪ 実用化（ユーザ向けアプリケーション提供）
技術	利用コア	利用するブロックチェーンのコア
	ブロックチェーン を利用するメリット	ブロックチェーンを利用することにより得られるメリット
	説明、解説	必要に応じて語句を解説、説明
その他	関連 URL	参考 URL

1.4　調査対象事例一覧

今回の調査対象事例の一覧を以下に示す。

1.4.1　非金融分野においてブロックチェーンを活用する国内事例

今回の調査対象事例のうち、国内事例は表 3-2 のとおりである。

表 3-2　調査対象事例一覧【国内事例】

	業種	名称	プロジェクトオーナ	活用内容概要
1	製造業	iQuattro	NTT データ	製造業のサプライチェーンにおけるトレーサビリティ等の検証環境を提供。
2	電力	再エネ CO_2 削減価値創出モデル事業	デジタルグリッド	電力と再生可能エネルギー自己消費分の環境価値に関するデータ記録と直接取引プラットフォーム。
3		ENECTION	みんな電力	発電所の発電量をトークン化し、電力ユーザに電源の由来証明を発行。
4		九州エリアにおける需要側リソースアグリゲーション	SB エナジー	経済産業省によるバーチャルパワープラント[34]構築実証事業の中で、アグリゲーターと需要家側の機器とのデータ連携に適用。
5	小売	コンビニにおけるサプライチェーンシステム	ローソン	コンビニエンスストアで扱う食品のサプライチェーンに関する情報を集約する個品管理プラットフォームの実証実験。
6	サービス業	soundmain	ソニーミュージック	音楽制作プラットフォームの中で音楽の権利情報処理にブロックチェーンを適用。
7	ゲーム	My Crypto Heroes	double jump.tokyo	ゲーム中に入手できるアイテムとトークンをひも付けし、取引を実現。
8		くりぷ豚	グッドラックスリー	スマートフォン向けキャラクター育成型ゲームで、キャラクター「くりぷ豚」とトークンをひも付けし、取引を実現。
9	保険	保険申込書類の確認業務における実証実験	三井住友海上火災	保険申込書類の確認業務において営業拠点と事務センター間において情報共有。
10	産業横断	Iroha	ソラミツ	Hyperledger のプロジェクトの 1 つで、モバイル向けを中心としたプラットフォーム。独自のコンセンサスアルゴリズムを採用し、処理速度が速い。

[34] 自然エネルギーなどの分散電源や蓄電池、ヒートポンプなどを IoT で一体的に管理することで、単一の発電所のように制御すること。

1.4.2 非金融分野においてブロックチェーンを活用する海外事例

今回の調査対象事例のうち、海外事例は表 3-3 のとおりである。

表 3-3 調査対象事例一覧【海外事例】

	業種	名称	プロジェクトオーナ	国	活用内容概要
1	製造業	Responsible Gold Ecosystem	Chronicled	米国	金の採掘、精錬、取引にまたがるサプライチェーンの管理。
2		ブロックチェーン技術搭載車開発プロジェクト	audi	ドイツ	IoT 向けコアを提供する IOTA と行う、自動車へブロックチェーンを搭載する共同概念検証。
3		Mobility Open Blockchain Initiative	コンソーシアム	欧州	2018 年 5 月に設立された非営利コンソーシアム。自動車へブロックチェーンを応用するユースケース検討、技術標準化などを実施。
4	電力	Exergy	LO3 Energy	米国	マイクログリッド[35]内で電力取引。
5		蓄電池を利用した系統安定化 VPP	Sonnen	ドイツ	系統安定化のための家庭用蓄電池のデータ記録と電力取引。
6	医療・ヘルスケア	MyPCR	Guardtime	イギリス	イギリス国民保健のサービス利用者を対象とした医療データ記録提供プラットフォーム。
7		DeepMind Health	DeepMind	イギリス	医療患者の個人情報、医療記録などをブロックチェーン上に記録するための技術開発。
8	小売	食品サプライチェーン管理システム	Walmart	米国	食品のサプライチェーン管理。IBM と共同で実施。
9		Vechain	Vechain	中国	物の流通情報を透明化し、効率性を上げるプラットフォーム。
10		サプライチェーンへのブロックチェーン活用プロジェクト	JD.com	中国	食品のサプライチェーン管理。肉や蟹で実証を実施。
11		食品偽装対策のためのトレーサビリティ	アリババ	中国	偽物食品が市場に紛れ込まないための追跡システム。

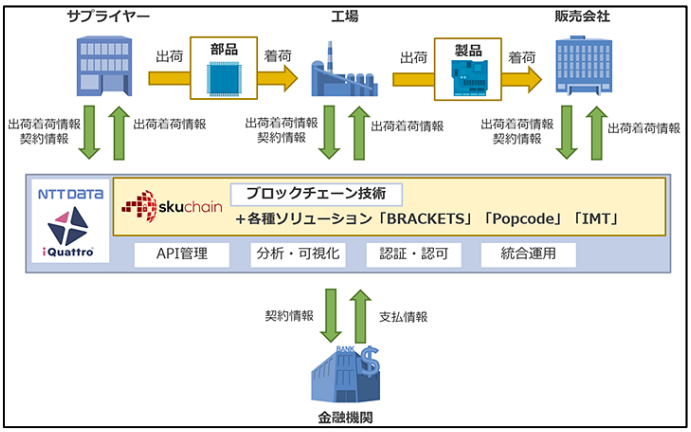
[35] 小規模な地域内で電力を供給するシステム。

	業種	名称	プロジェクトオーナ	国	活用内容概要
12	運輸	がん治療薬の追跡・再利用	FedEx, Good Shepherd Pharmacy	米国	未使用のまま処分されるがん治療薬を回収し再利用。
13		Global Shipping Business Network	CargoSmart	中国(香港)	海上輸送におけるデジタル書類管理システムを開発するイニシアチブ。
14		船荷証券の電子化	Wave	イスラエル	貿易における船荷証券の電子化。
15	サービス業	ブラウザー開発プロジェクト	Brave	米国	独自の Web ブラウザーを開発。広告を閲覧したユーザに報酬としてトークンを付与。
16		HyperSpace	HyperSpace	イスラエル	コンテンツ配信プラットフォーム。Facebook のような SNS に相当。
17		SingularityNET	SingularityNET	中国(香港)	AI 処理を行うサービスの取引を行う分散型マーケットプレイス。
18	行政サービス	電子領収書発行システム	テンセント	中国	深圳における公共交通機関の領収書発行システム。
19	産業横断	Corda	R3	米国	金融業界における企業間取引を想定した分散型台帳プラットフォーム。
20		IOTA	IOTA Foundation	ドイツ	IoT を想定して開発されたコアで、Tangle と呼ばれる独自のデータ構造を持つ。
21		Hyperledger Fabric	IBM	米国	代表的なオープンソースのコアの一つで、プライベート・コンソーシアム型。
22		Orbs	Orbs	イスラエル	Ethereum を基盤とした独自プラットフォーム。
23		SAP Cloud Platform	SAP	ドイツ	クラウド上でブロックチェーンを構築できるサービス。

2. 非金融分野におけるブロックチェーンを活用する国内事例

国内における事例の詳細を以下に示す。

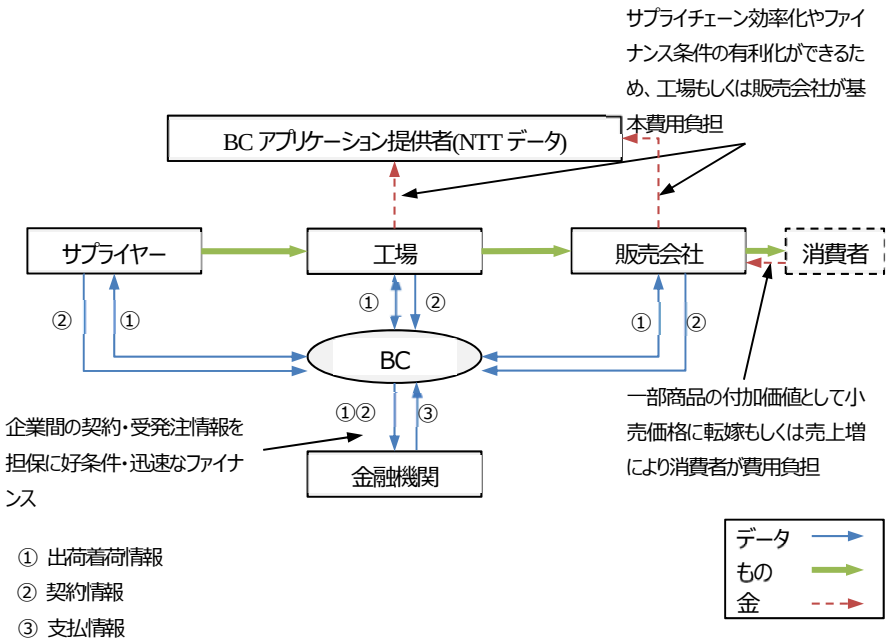
(1) 製造業におけるトレーサビリティ

<table>
<tr><th colspan="4">概要</th></tr>
<tr><td>主な対象業種</td><td>製造業</td><td>用途</td><td>トレーサビリティ、EDI</td></tr>
<tr><td>製品名</td><td>iQuattro</td><td>国</td><td>日本</td></tr>
<tr><td>プロジェクト概要</td><td colspan="3">NTT データが提供するビジネスコラボレーションプラットフォーム「iQuattro」にトレーサビリティ、取引実在性証明、サプライチェーンファイナンスを実現する米 Skuchain 社のブロックチェーン「Popcode」「BRACKETS」等を実装し、概念検証環境を提供する。
 

サービスのブロックチェーンイメージ
（出典）https://www.nttdata.com/jp/ja/news/release/2018/012400/より

「iQuattro」は、企業間で受発注情報や生産・納入計画情報、出荷・着荷情報等を、秘匿性を保ったまま共有でき、サプライチェーン全体の需給バランス情報等をリアルタイムに可視化・共有する。
このシステムに加わるブロックチェーン機能として次のものがある。これまで管理の負担が大きく困難であった在庫の管理単位でのトレースが、Skuchain のソリューション「Popcode」を通じてブロックチェーン上で高い信頼性・秘匿性を保ったまま、リアルタイムに可能となる。また、ソリューション「BRACKETS」を通じてブロックチェーンを用いて注文書、請求書、船荷証券、信用状などの文書をデジタル化し、安全なトリガーに基づいてこれらの契約の実行を自動化するスマートコントラクトの実装環境が提供される。[36,37]</td></tr>
</table>

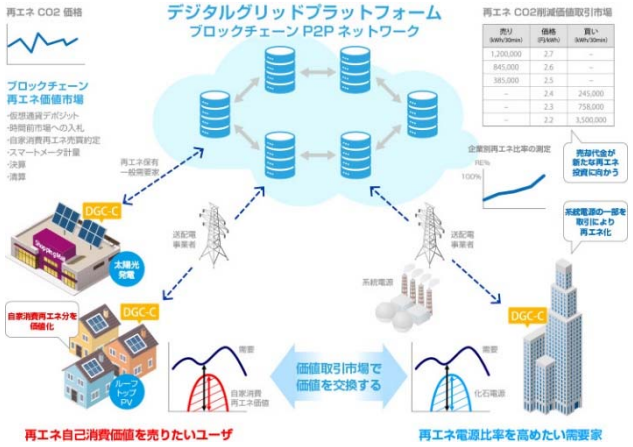
[36] https://www.nttdata.com/jp/ja/news/release/2018/012400/
[37] https://project.nikkeibp.co.jp/atclmono/trend/081700004/

プロジェクトオーナー	名称	株式会社 NTT データ	分類	大企業/アプリケーション提供
主な共同、連携先	名称	Skuchain, Inc.	分類	スタートアップ/技術(ミドルウェア)開発
			国	米国
事業モデル（各種資料よりみずほ情報総研にて推定）				
推定される ビジネスモデル例				
実用化の段階	概念検証			
技術				
利用コア	Hyperledger Fabric			
ブロックチェーンを利用するメリット[38]	在庫管理単位での高い信頼性・秘匿性を保ったままリアルタイムなトレーサビリティを実現する。注文書、請求書、船荷証券、信用状などの文書をデジタル化し、安全なトリガーに基づいてこれらの実行を自動化する。			
その他				
関連 URL	NTT データ ニュースリリース ・https://www.nttdata.com/jp/ja/news/release/2018/012400/			

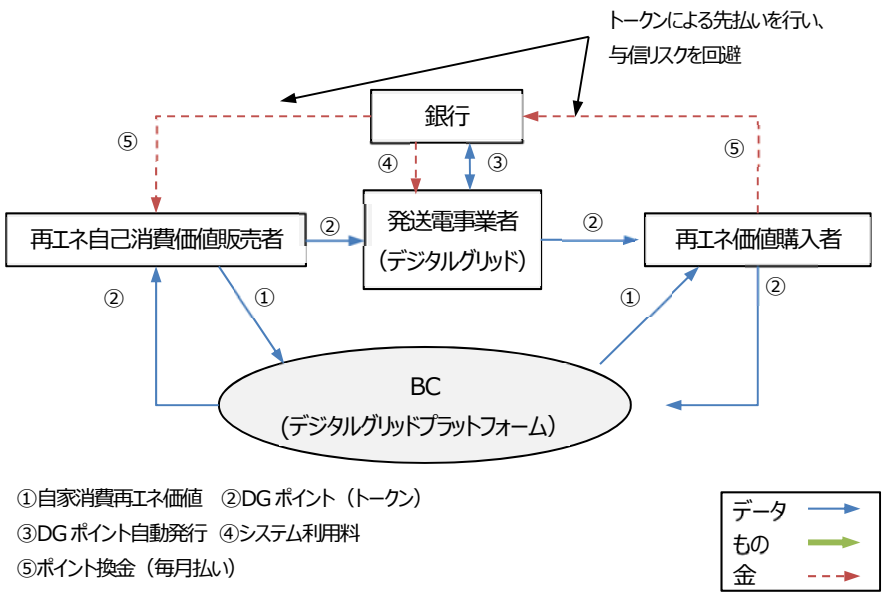
＊　事業モデルの図中の BC はブロックチェーンの略である。

[38] https://www.nttdata.com/jp/ja/news/release/2018/012400/

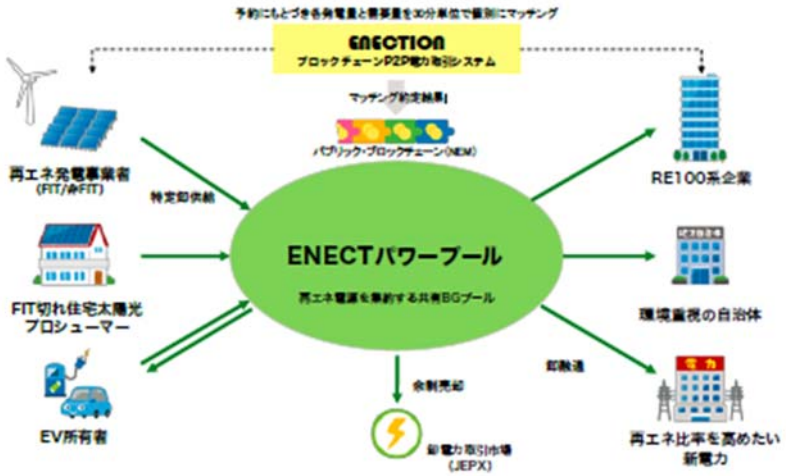
(2)　再エネ CO_2 削減価値創出モデル事業

<table>
<tr><th colspan="5">概要</th></tr>
<tr><td>主な対象業種</td><td>電力・エネルギー</td><td>用途</td><td colspan="2">通貨以外の取引、データの記録・管理</td></tr>
<tr><td>プロジェクト名</td><td>再エネ CO_2 削減価値創出モデル事業</td><td>国</td><td colspan="2">日本</td></tr>
<tr><td>プロジェクト概要</td><td colspan="4">デジタルグリッド株式会社は、環境価値取引事業における、再エネ自己消費価値の取引システムの開発を行っている。電力そのものではなく、再生可能エネルギーの自己消費分から算出された再エネ自己消費価値を、再エネ電源比率を高めたい電力需要家に販売する仕組みの構築を目指している。
新たに開発されるデジタルグリッドプラットフォームで自己消費される再生可能エネルギーを計測し、創出される CO_2 削減価値（C-REV：Carbon REduction Value）について、価値創出、市場取引、最終消費に至るすべての記録をブロックチェーン上で実施する。
証書を発行する従来の認証形式と比較して、価値の創出がリアルタイムで実施され、分散型認証により低コストで信頼性を確立することが可能となるため、取引コストが低減し、活発な市場の形成が期待される。
 

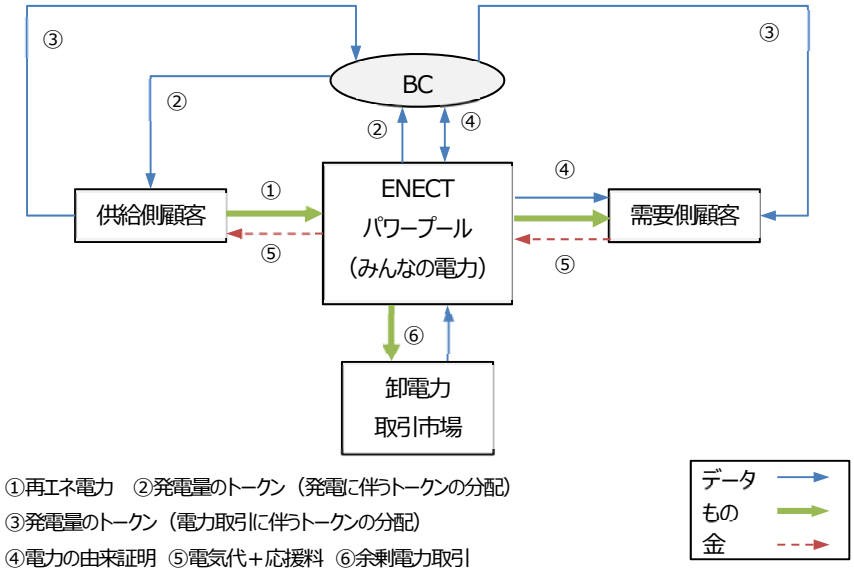
サービスのシステムイメージ
（出典）http://www.digitalgrid.com/results/blockchain/index.html より</td></tr>
<tr><th colspan="5">組織</th></tr>
<tr><td>プロジェクトオーナー</td><td>名称</td><td>デジタルグリッド株式会社</td><td>分類</td><td>スタートアップ/ユーザ</td></tr>
<tr><td>主な共同、連携先</td><td colspan="4">当該プロジェクトは環境省「BC 技術を活用した再エネ CO_2 削減価値創出モデル事業」に採択され、プロジェクトオーナーを代表企業とした執行体制を形成している。</td></tr>
</table>

事業モデル（各種資料よりみずほ情報総研にて推定）	
推定されるビジネスモデル例	
実用化の段階	概念検証
技術	
利用コア	Ethereum
ブロックチェーンを利用するメリット	CO_2 削減価値計量のリアルタイム性の高い活発な市場形成が可能となる。信頼性を低コストで確立することにより、市場参加者を拡大し、市場から得られた利益が再エネの再投資に向かう。
説明、解説	「デジタルグリッド」 デジタルグリッド社の電力融通や価値取引を行うための技術。デジタルインバータを用いて、電力系統に再エネ電源システムを接続する際の電圧・周波数制約の開放や、電力識別を可能とするデジタルグリッドルーター、計量機能を持つデジタルグリッドコントローラ、およびこれらの機器と連携しながら電力取引機能を受け持つデジタルグリッドプラットフォームで構成される。
その他	
関連 URL	環境省　ブロックチェーン技術を活用した再エネ CO_2 排出削減価値創出モデル事業 ・http://www.env.go.jp/earth/blockchain.html デジタルグリッド株式会社 HP　技術紹介 ・http://www.digitalgrid.com/technology/

(3)　ENECTION 2.0

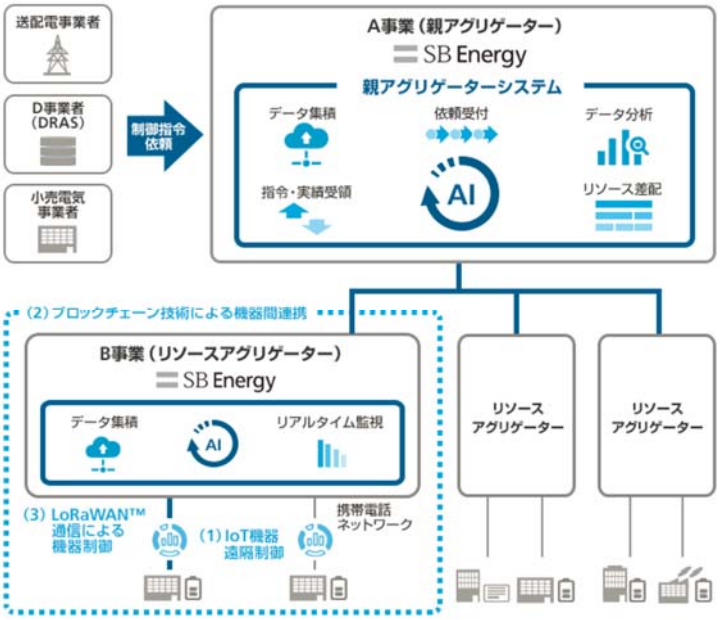
<table>
<tr><th colspan="5">概要</th></tr>
<tr><td rowspan="2">主な対象業種</td><td>電力・エネルギー</td><td rowspan="2">用途</td><td colspan="2">通貨以外の取引、データの記録・管理</td></tr>
<tr><td>ENECTION 2.0</td><td>国</td><td colspan="2">日本</td></tr>
<tr><td>プロジェクト概要</td><td colspan="4">みんな電力は、生産者と需要家の間で直接電力の取引を行う P2P 電力プラットフォーム「ENECTION 2.0」を開発し、商用化を実現した。2018 年の実証実験では、複数の電源オーナーと複数の電力ユーザからなるバランシンググループ（BG）において、30 分ごとに発電量と総需要をマッチングし、取引として約定させることに成功した。
BG における各発電所の 30 分ごとの発電量をリアルタイムでトークン化し、これを予め定めた優先順位に従って電力ユーザの電力消費に配分する。この結果をブロックチェーンにより信頼性の高い形で記録する。これにより、各発電所の電力がどのユーザに消費されたか個別に追跡できるようになるとともに、信頼性の高い電源トラッキングの提供が可能となる。
本プラットフォームにより、電源由来証明や個人・企業間での電力直接取引、電源価値の売買などが可能になると期待される。
 

サービスのシステムイメージ
（出典）https://minden.co.jp/personal/wp-content/uploads/2018/12/release_20181205.pdf より</td></tr>
<tr><th colspan="5">組織</th></tr>
<tr><td rowspan="2">プロジェクトオーナー</td><td>名称</td><td>みんな電力株式会社</td><td>分類</td><td>中小企業/ユーザ</td></tr>
<tr><td rowspan="2">主な共同、連携先</td><td rowspan="2">名称</td><td rowspan="2">Aerial lab Industries</td><td>分類</td><td>スタートアップ/アプリケーション提供</td></tr>
<tr><td>国</td><td>日本</td></tr>
</table>

事業モデル（各種資料よりみずほ情報総研にて推定）	
推定されるビジネスモデル例	 ①再エネ電力　②発電量のトークン（発電に伴うトークンの分配） ③発電量のトークン（電力取引に伴うトークンの分配） ④電力の由来証明　⑤電気代＋応援料　⑥余剰電力取引
実用化の段階	実用化[39] ＊2019 年 6 月現在、ブロックチェーンにより電源由来を特定した再エネ電力へ非化石証書を付与した「enect RE100 プラン」を法人向けに展開。
技術	
利用コア	NEM
ブロックチェーンを利用するメリット[39]	従来の発電源証明と比較して、時間や発電量における高精度のトラッキングが可能なうえ、証明費用も安価である。再エネ証書やクレジットの購入よりも直接的に再エネ電力の使用証明が可能である。
説明、解説	「ENECTION 2.0」 みんな電力が提供する、電源を指定して直接取引を可能とする P2P 電力取引システム。
その他	
関連 URL （場所を移動）	みんな電力株式会社 HP　ニュースリリース ・https://minden.co.jp/personal/news/2018/12/05/587

[39] https://minden.co.jp/personal/news/2018/12/05/587

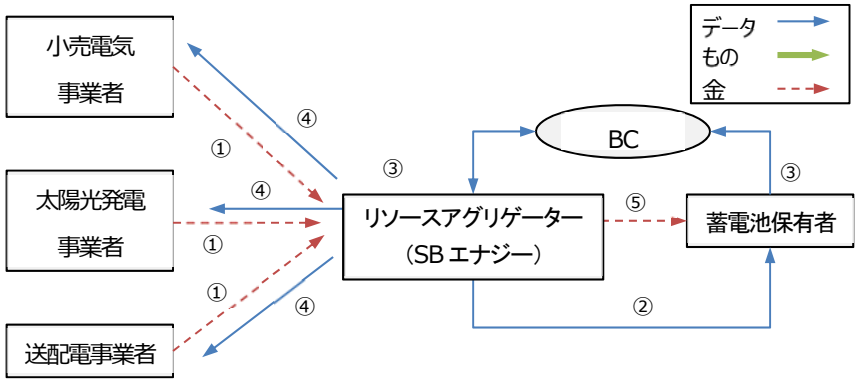
(4)　九州エリアにおける需要側リソースアグリゲーション実証事業

<table>
<tr><th colspan="4">概要</th></tr>
<tr><td rowspan="2">主な対象業種</td><td>電力・エネルギー</td><td rowspan="2">用途</td><td>データの記録・管理</td></tr>
<tr><td rowspan="2">九州エリアにおける需要側リソースアグリゲーション実証事業</td><td rowspan="2">国</td><td rowspan="2">日本</td></tr>
<tr><td>プロジェクト概要</td><td colspan="3">SB エナジー株式会社は、経済産業省の「平成 29 年度　需要家側エネルギーリソースを活用したバーチャルパワープラント構築実証事業」に採択され、九州電力エリア全域を対象とする大規模な VPP[40]構築実証を実施した。
蓄電設備を遠隔制御し、統合管理する事業において、ブロックチェーンを用いて自社で構築したシステムにより、需要家側の IoT 機器の連携を行っている。これにより、アグリゲーター側からの中央指令による機器ごとの判別作業を伴うことなく、動作状況の相互監視や各蓄電設備の制御指令に応じ、充放電量の記録を管理できる。
 

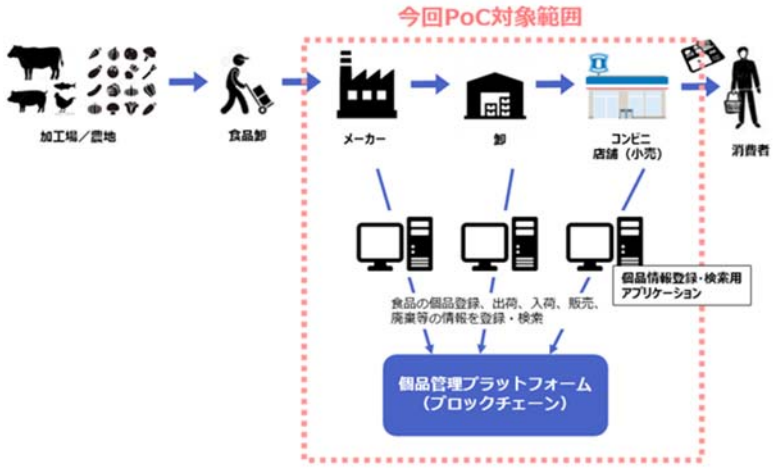
サービスのシステムイメージ
（出典）https://www.sbenergy.co.jp/ja/news/pdf/press_20170714_01.pdf より

蓄電設備の制御により、親アグリゲーターとして、複数のリソースアグリゲーターとともに太陽光発電所の出力制御対応サービスモデルの実証、および送配電事業者に対する調整力の提供と、小売電気事業者へのインバランス対応およびデマンドレスポンス対応の実証も行っている。</td></tr>
</table>

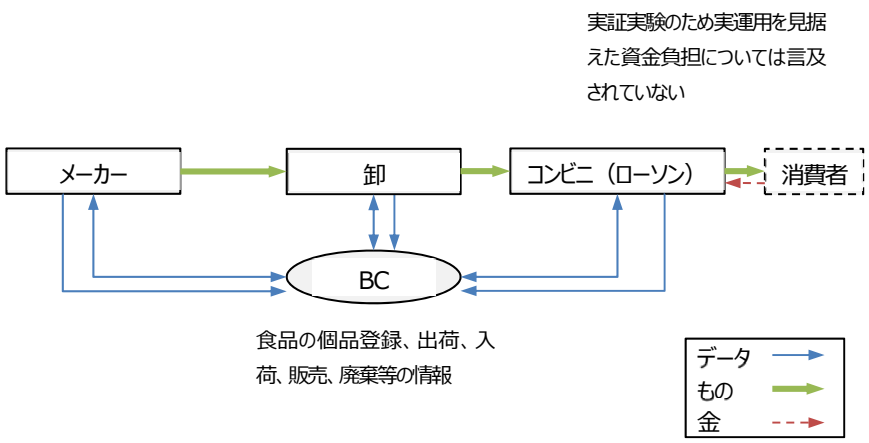
[40] Virtual Power Plant の略で仮想発電所とも言う。自然エネルギーなどの分散電源や蓄電池、ヒートポンプなどを IoT で一体的に管理することで、単一の発電所のように制御することである。

組織				
プロジェクトオーナー	名称	SB エナジー株式会社	分類	中小企業/ユーザ
主な共同、連携先	経済産業省の「需要家側エネルギーリソースを活用したバーチャルパワープラント構築実証事業」はバーチャルパワープラント構築実証事業とリソースアグリゲーター事業からなり、SB エナジーは両者において採択された。 このうち、ブロックチェーンを用いた IoT 機器間連携の実証事業は、リソースアグリゲーター事業において行われた。			
事業モデル（各種資料よりみずほ情報総研にて推定）				
推定されるビジネスモデル例	 ①サービス利用料※ ②出力制御 ③充発電量の記録 ④出力調整環境の提供 ⑤インセンティブ※ ※実証実験では発生していない。			
実用化の段階	概念検証			
技術				
利用コア	不明			
ブロックチェーンを利用するメリット	管理された記録の透明性・トレーサビリティを向上する。			
その他				
関連 URL	SB エナジー プレスリリース ・https://www.sbenergy.co.jp/ja/news/			

(5)　コンビニにおけるサプライチェーンシステム

<table>
<tr><th colspan="5">概要</th></tr>
<tr><td rowspan="2">主な対象業種</td><td colspan="2">サプライチェーン</td><td>用途</td><td>トレーサビリティ</td></tr>
<tr><td colspan="2">コンビニにおけるサプライチェーンシステム</td><td>国</td><td>日本</td></tr>
<tr><td>プロジェクト概要</td><td colspan="4">本プロジェクトは、コンビニエンスストアで扱う食品の原材料の調達から配送に至るまでの一連の流れ（サプライチェーン）に関する情報を、ブロックチェーンを用いて集約することで、個品管理プラットフォームの構築を目指したプロジェクトである。本プラットフォームの構築で、消費者をはじめ、メーカー、卸・物流事業者、小売業など、コンビニエンスストアのサプライチェーンに関わる全てのステークホルダーは、食品がどこで作られ、どこに運ばれ、どの店舗で売られたのか、消費期限はいつかなど、食品の品質に関する情報を、安全かつ手軽に確認できるようになり、高いトレーサビリティを確保することができる。
本プロジェクトでは、メーカー以降のサプライチェーンシステムをスコープとしており、ブロックチェーン適用の可能性や技術的な課題について明確化を目指したものである。なお、個品管理に必要な個品識別技術（RFID や QR コード）については、検討の対象外にしている。
 

サービスのシステムイメージ
（出典）https://www.mizuho-ir.co.jp/company/release/2018/lowson0926.html</td></tr>
<tr><th colspan="5">組織</th></tr>
<tr><td>プロジェクトオーナー</td><td>名称</td><td>ローソン</td><td>分類</td><td>大企業/ユーザ</td></tr>
<tr><td rowspan="2">主な共同、連携先</td><td rowspan="2">名称</td><td rowspan="2">みずほ情報総研</td><td>分類</td><td>大企業/アプリケーション開発</td></tr>
<tr><td>国</td><td>日本</td></tr>
</table>

事業モデル（各種資料よりみずほ情報総研にて推定）	
推定されるビジネスモデル例	
実用化の段階	概念検証
技術	
利用コア	Hyperledger Fabric
ブロックチェーンを利用するメリット	システムの透明性と信頼性が高くなる。
その他	
関連 URL	みずほ情報総研　ニュースリリース ・https://www.mizuho-ir.co.jp/company/release/2018/lowson0926.html

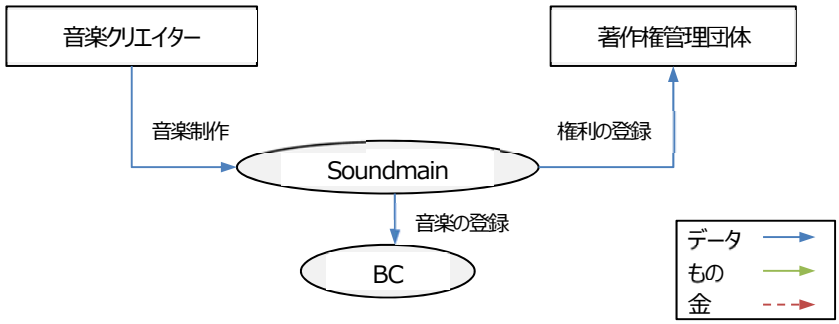
(6)　デジタルコンテンツ権利情報処理システム

<table>
<tr><th colspan="4">概要</th></tr>
<tr><td>主な対象業種</td><td>サービス業（音楽）</td><td>用途</td><td>データの記録・管理</td></tr>
<tr><td>プロジェクト名</td><td>デジタルコンテンツ権利情報処理システム</td><td>国</td><td>日本</td></tr>
<tr><td>プロジェクト概要[41,42,43]</td><td colspan="3">2018 年 10 月 15 日、ソニー株式会社と株式会社ソニー・グローバルエデュケーションが開発した「教育データの認証・共有・権限管理」システムをベースに、株式会社ソニー・ミュージックエンタテインメントを加えた 3 社がデジタルコンテンツ権利情報システムを開発することを発表。
音楽、映画や VR コンテンツ、電子書籍など多様なデジタルコンテンツの権利情報処理への応用を目指している。

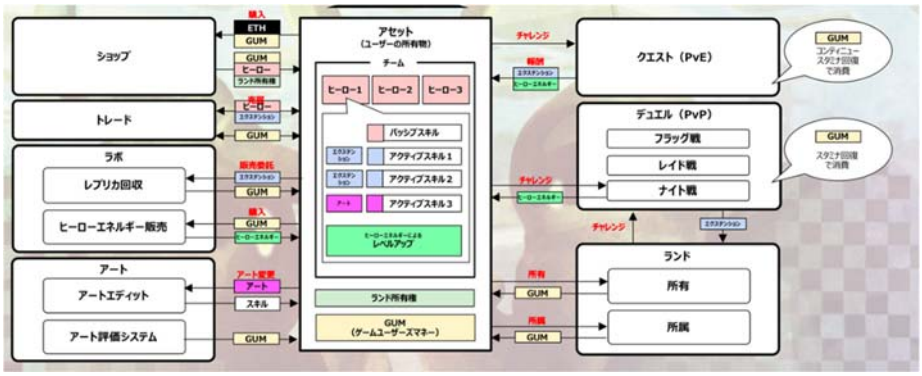
システム開発の元となったソニー・グローバルエデュケーションの成績証明プラットフォーム
(出典) https://blockchain.sonyged.com/より
ソニー・ミュージックエンタテインメントでは音楽制作に携わるクリエイターの作業効率を向上させ、創作活動を支援する音楽制作プラットフォーム「Soundmain（サウンドメイン）」の中で、著作権管理の部分に上記のデジタルコンテンツ権利情報システムを利用することを計画している。現在はティザーサイト（告知サイト）を立ち上げた段階である。
音源データをハッシュ化しブロックチェーンに記録することで著作権の証明に利用する。書面ベースで行われている権利管理をデジタル化することで著作権の登録を効率的に処理し、クリエイターが権利情報処理に掛ける時間とコストを削減し、楽曲制作に充当する時間を拡大することで創作活動の支援を目指している。「Soundmain」はブロックチェーンや AI などのテクノロジーと、ソニーミュージックグループが持つ音楽制作や権利情報処理のノウハウを活用して開発が行われている。[44,45]</td></tr>
</table>

[41] https://blockchain.sonyged.com/
[42] https://www.sony.co.jp/SonyInfo/News/Press/201810/18-1015/index.html
[43] https://www.ibm.com/downloads/cas/DDJLAK1M
[44] https://www.sme.co.jp/s/SME/pressrelease/detail/NEWS00834?ima=0000&link=ROBO004
[45] https://soundmain.net/#/

<table>
<tr><td colspan="5">組織</td></tr>
<tr><td rowspan="5">プロジェクトオーナー

主な共同、連携先</td><td>名称</td><td>株式会社ソニー・ミュージックエンタテインメント</td><td>分類</td><td>大企業/アプリケーション開発</td></tr>
<tr><td rowspan="2">名称</td><td rowspan="2">ソニー株式会社</td><td>分類</td><td>大企業/アプリケーション開発</td></tr>
<tr><td>国</td><td>日本</td></tr>
<tr><td rowspan="2">名称</td><td rowspan="2">株式会社ソニー・グローバルエデュケーション</td><td>分類</td><td>大企業/アプリケーション開発</td></tr>
<tr><td>国</td><td>日本</td></tr>
<tr><td colspan="5">事業モデル（各種資料よりみずほ情報総研にて推定）</td></tr>
<tr><td>推定されるビジネスモデル例</td><td colspan="4"> 
</td></tr>
<tr><td>実用化の段階</td><td colspan="4">企画・計画</td></tr>
<tr><td colspan="5">技術</td></tr>
<tr><td>利用コア</td><td colspan="4">Hyperledger Fabric</td></tr>
<tr><td>ブロックチェーンを利用するメリット</td><td colspan="4">改ざんが困難な形で事実情報を登録することが可能となる。電子データの生成日時と生成者を参加者間で共有・証明することが可能となる。従来証明や登録が困難であった著作物に関する権利発生の証明を自動的に実現することが可能となる。</td></tr>
<tr><td colspan="5">その他</td></tr>
<tr><td>関連 URL</td><td colspan="4">ソニーのニュースリリース
https://www.sony.co.jp/SonyInfo/News/Press/201810/18-1015/index.html
「Soundmain」のティザーサイト
https://soundmain.net/</td></tr>
</table>

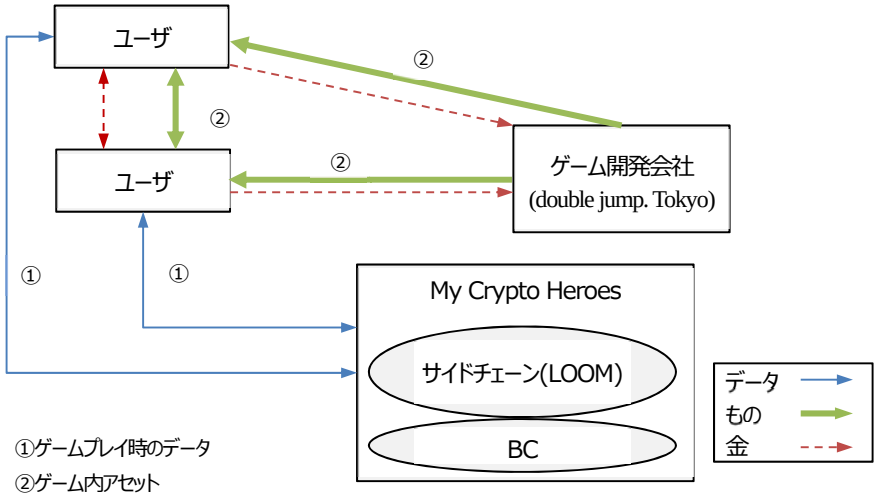
(7)　My Crypto Heroes

<table>
<tr><th colspan="4">概要</th></tr>
<tr><td>主な対象業種</td><td>サービス業（ゲーム）</td><td>用途</td><td>通貨以外の取引（ゲームアイテム）</td></tr>
<tr><td>プロジェクト名</td><td>My Crypto Heroes</td><td>国</td><td>日本</td></tr>
<tr><td>プロジェクト概要
46,47,48,49</td><td colspan="3">My Crypto Heroesはdouble jump.tokyo株式会社が開発したブロックチェーンのRPGゲーム。ゲーム内通貨（GUM:Game User Money）は様々な場面で必要となるゲーム要素の一つで、ゲーム内のショップでEthereumと交換することで入手することができる。
ゲーム内アセット（資産）として「ヒーロー」「ランド所有権」「ゲーム内通貨 GUM(Game User Money)」があり。一部はゲーム内のマーケット機能で売買が可能であるため、プレイとトレードを通じて資産価値を高めることができる。
 

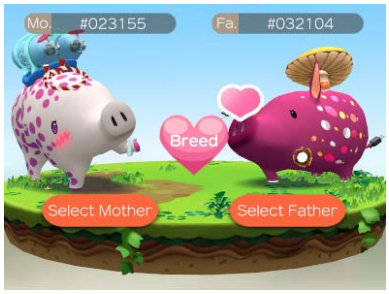
ゲームシステムの全体像
（出典）https://news.blockchaingame.jp/282?page=2より

クラウドセール開始後に分散型アプリケーションで取引量、取引数、Daily Active User(DAU)のすべてで世界1位を達成。リリース後もDappRadarの分散型アプリケーションランキング[50]では常に上位に位置している。
ゲームとしてプレイを滑らかにする必要がある一方、ブロックチェーンのセキュリティや改ざん耐性を活用する必要があるため、データ構造は3層構造をとっており、オンチェーンとオフチェーンのハイブリッドアーキテクチャーとなっている。</td></tr>
</table>

[46] https://dapps.gamewith.jp/?p=8345
[47] https://hinemoto1231.com/dapps/my-crypto-heroes-news
[48] https://hinemoto1231.com/dapps/my-crypto-heroes-system
[49] https://trustless-bitcoin.com/dapps-game/#toc8
[50] https://dappradar.com/

組織				
プロジェクトオーナー	名称	double jump. Tokyo 株式会社	分類	スタートアップ／アプリケーション提供
事業モデル(各種資料よりみずほ情報総研にて推定)				
推定されるビジネスモデル例				
実用化の段階	実用化			
技術				
利用コア	Ethereum			
ブロックチェーンを利用するメリット	ユーザが購入または獲得したキャラクター等をアセットとして所有できる。ゲーム内のアセットを法定通貨（円やドル）に変換できる。データを安全に保管できる。			
その他				
関連 URL	My Crypto Heroes のサイト ・https://www.mycryptoheroes.net/ja double jump.tokyo 株式会社のサイト ・https://www.doublejump.tokyo/ double jump.tokyo のプレスリリース ・https://www.doublejump.tokyo/pr/double_jump.tokyo_pr_20180621.pdf			

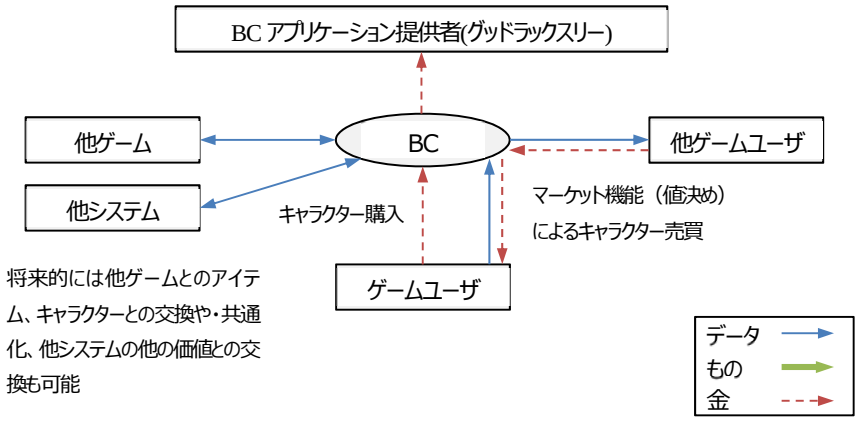
(8)　くりぷ豚

<table>
<tr><th colspan="4">概要</th></tr>
<tr><td>主な対象業種</td><td>サービス業（ゲーム）</td><td>用途</td><td>通貨以外の取引（ゲームアイテム）</td></tr>
<tr><td>製品名</td><td>くりぷ豚</td><td>国</td><td>日本</td></tr>
<tr><td>プロジェクト概要[51,52]</td><td colspan="3">株式会社グッドラックスリーが株式会社セレスと共同開発したブロックチェーンを利用したゲーム。ユーザはゲーム内のキャラクター「くりぷトン」を、仮想通貨（Ether[53]）を使って購入し、配合を繰り返し行いながら新種「くりぷトン」を産み出す育成シミュレーション。
ゲームを始めるために Ether を入手することが必要となる。
Android アプリ版、PC 版があるが、Android アプリ版にはウォレット機能があるが、PC 版はブラウザーでプレイするためウォレット[54]機能があるプラグイン[55]をユーザが追加する必要がある。[56]
ユーザは購入したキャラクター「くりぷトン」を使い、育成、レース、お見合いやマーケットで「くりぷトン」の売買ができる。
 

ゲームイメージ（左：お見合い、右：マーケット）
（出典）https://www.crypt-oink.io/landing/ja/index.htm より

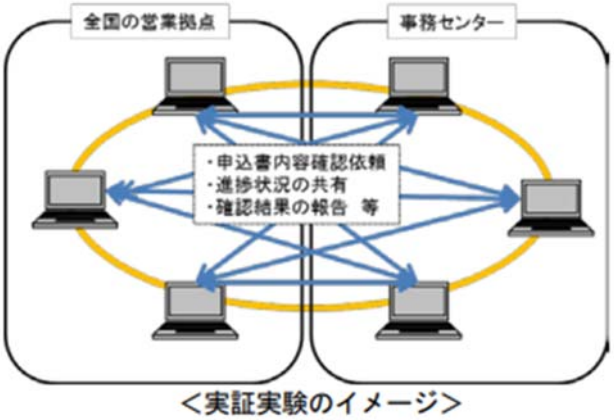
1 周年イベント[57]が開催されるなど、公開から 1 年以上経過しているが、一定の人気を保っている。累計ユーザ数は 13,000 人[58]程度である。</td></tr>
</table>

[51] https://www.gl-inc.jp/news/archives/195
[52] https://onlinegame-pla.net/crypt-oink-pc/
[53] Ethereum のトークン
[54] 仮想通貨を保管する場所のこと。
[55] 例えば Chrome ではプラグイン"MetaMask"がある
[56] https://onlinegame-pla.net/crypt-oink-pc/
[57] https://www.crypt-oink.io/1st/
[58] https://dappsmarket.net/crypton/meatup-presentation/

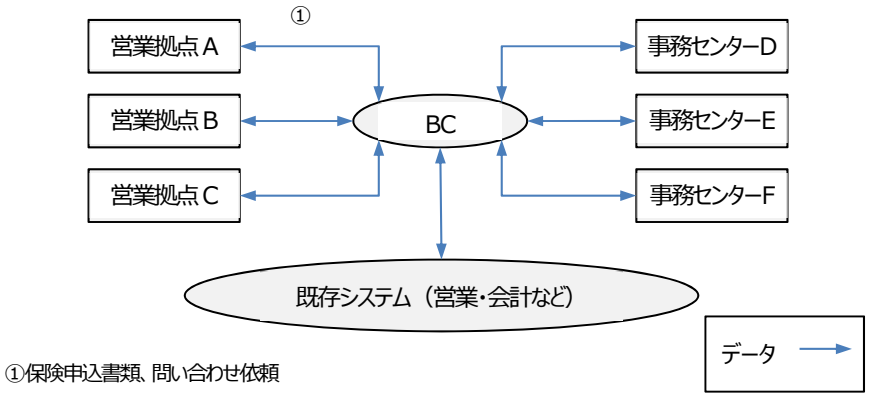
<table>
<tr><td colspan="5">組織</td></tr>
<tr><td rowspan="2">プロジェクトオーナー</td><td>名称</td><td>株式会社
グッドラックスリー</td><td>分類</td><td>スタートアップ/ アプリケーション提供</td></tr>
<tr><td rowspan="2">主な共同、連携先</td><td rowspan="2">名称</td><td rowspan="2">株式会社セレス</td><td>分類</td><td>スタートアップ/ アプリケーション提供</td></tr>
<tr><td>国</td><td>日本</td></tr>
<tr><td colspan="5">事業モデル（各種資料よりみずほ情報総研にて推定）</td></tr>
<tr><td>推定されるビジネスモデル例</td><td colspan="4"> 
</td></tr>
<tr><td>実用化の段階</td><td colspan="4">実用化</td></tr>
<tr><td colspan="5">技術</td></tr>
<tr><td>利用コア</td><td colspan="4">Ethereum</td></tr>
<tr><td>ブロックチェーンを利用するメリット[59]</td><td colspan="4">キャラクター「くりぷトン」がトークンと結びつくことで、アセットとしての価値を持つ性質を帯びる。キャラクターと結びついたトークンを外部のシステムで交換などを行うことにより、より広いオープンなエコシステムを生み出す可能性を持つ。</td></tr>
<tr><td colspan="5">その他</td></tr>
<tr><td>関連 URL</td><td colspan="4">くりぷ豚公式サイト
・https://www.crypt-oink.io/</td></tr>
</table>

[59] https://www.nttdata.com/jp/ja/news/release/2018/012400/

(9)　保険申込書類の確認業務における実証実験

<table>
<tr><td colspan="5">概要</td></tr>
<tr><td rowspan="2">主な対象業種</td><td>保険</td><td rowspan="2">用途</td><td colspan="2">データの記録・管理</td></tr>
<tr><td>保険申込書類の確認業務における実証実験</td><td colspan="2">日本</td></tr>
<tr><td>プロジェクト概要</td><td colspan="4">三井住友海上火災保険株式会社は、株式会社 bitFlyer と共同で、保険申込書類の確認業務においてブロックチェーンを活用する実証実験を行った。実験は、全国の営業拠点と事務センター間において、郵送や FAX で行われていた保険申込書類の照会や回答を、ブロックチェーン上に構築したシステム上で情報共有を行うものである。
本システムにより、申請や照会に関する書類のやり取りが電子化されるとともに、既存システムと連携することで事務の予定や進捗状況の共有がワンストップで可能となり、業務の効率化や保険証券発行期間の短縮が図られている。
従来のデータベースによって高度なセキュリティを確保するには多額のコストが必要であり、業務のデジタル化は進展していなかった。しかし、ブロックチェーンにより、堅牢性を保持しつつ、低コストで情報連携プラットフォームの構築が可能となった。
 

サービスのシステムイメージ
（出典）https://www.ms-ins.com/news/fy2017/pdf/0202_1.pdf より</td></tr>
<tr><td colspan="5">組織</td></tr>
<tr><td rowspan="2">プロジェクトオーナー</td><td>名称</td><td>三井住友海上火災保険株式会社</td><td>分類</td><td>大企業/ユーザ</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">主な共同、連携先</td><td rowspan="2">名称</td><td rowspan="2">株式会社 bitFlyer</td><td>分類</td><td>スタートアップ/アプリケーション提供</td></tr>
<tr><td>国</td><td>日本</td></tr>
</table>

事業モデル（各種資料よりみずほ情報総研にて推定）	
推定されるビジネスモデル例	
実用化の段階	概念検証
技術	
利用コア	miyabi
ブロックチェーンを利用するメリット	サーバーを地理的に分散させることで、災害などにより一部のノードが欠損しても、残りのノードで処理の継続が可能になり、可用性を確保できる。複数のノードでブロックチェーンを共有、チェックする構造により、高い改ざん耐性を実現する。高度なセキュリティを持つシステム構築を安価で実現するとともに、FAX や郵送で行っていた照会業務を電子化することで、保険証券発行に要する時間の短縮が期待される。
その他	
関連 URL	株式会社 bitFlyer　インフォメーション ・https://bitflyer.com/ja-jp/miyabi INTERNET Watch　Blockchain for Enterprise 2018 イベントレポート ・https://internet.watch.impress.co.jp/docs/event/1107854.html

(10) Hyperledger Iroha

<table>
<tr><th colspan="4">概要</th></tr>
<tr><td>主な対象業種</td><td>産業横断</td><td>用途</td><td>共通基盤技術（コア）</td></tr>
<tr><td>プロジェクト名</td><td>Hyperledger Iroha</td><td>国</td><td>日本</td></tr>
<tr><td>プロジェクト概要[60,61]</td><td colspan="3">Linux Foundation が主催するオープンソースプロジェクトである Hyperledger のブロックチェーンフレームワークプロジェクトの一つ。C++で作成されておりモバイル向けブロックチェーンフレームワークである。
一般提供向け Version1.0 が 2019 年 5 月にリリースされている[62,63]。フレームワークでは Fabric、Sawtooth、Indy に続いて Version1.0 に達する 4 番目のプロジェクトとなった。[64]
次のような特徴をもっている。[65]
・Yet Another Consensus と呼ばれるユニークなコンセンサスアルゴリズムが使用されている。プロトコルがネットワークサイズに合わせて変化。処理速度が速く、ファイナリティを持つ。
・アプリケーションが取引の実行に複数の署名を必要する、高セキュリティなマルチ・シグネチャ機能をオプションで選択できる。
・クライアントライブラリを通じて Java、JS、Python、iOS など、多くの異なるプログラミング言語を使用して、モバイルからメインフレームまで多くの異なるプラットフォーム上でアプリケーション作成ができる。
次のような用途がある。

1.支払手段：決済を迅速に行うことができる特徴を活かし、カンボジア国立銀行（NBC）とソラミツが共同で Bakong という決済システムを開発している。
2.資産管理：マルチ・シグネチャ機能より複数のマネージャーによって資産を管理することができ、例えば、ファンドの資産を複数の管理者で管理するといったことを実現できる。ソラミツと National Settlement Depository(ロシア連邦証券保管振替機関、「NSD」)は、D3ledger を共同設立し、Hyperledger Iroha を活用した分散型デジタル証券保管振替プラットフォームを開発し、仮想通貨などの暗号資産のグローバルな預託サービスの試験運用を開始。[66]
3.アイデンティティ管理：ID やパスワードから個人情報などを管理、提供するシステム。</td></tr>
</table>

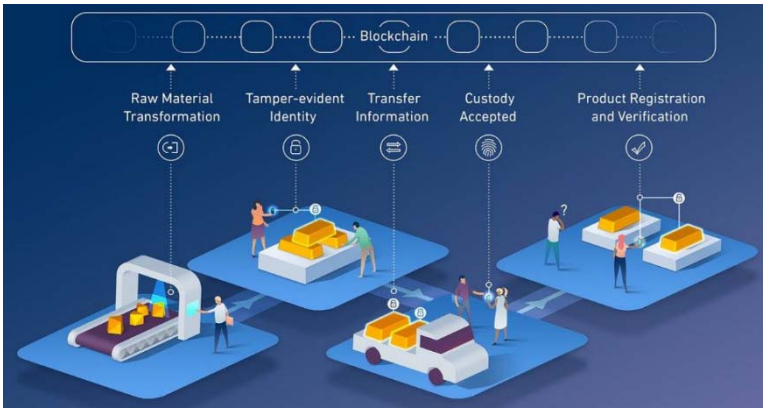
[60] https://soramitsu.co.jp/ja/iroha
[61] https://iroha.readthedocs.io/ja/latest/
[62] https://www.hyperledger.org/announcements/2019/05/06/hyperledger-launches-hyperledger-iroha-1-0
[63] https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000033.000042042.html より
[64] Version1.0 のリリースにはセキュリティ、安定性、および耐久性監査などのテストに合格する必要があり、270 以上とのメンバーとの共同作業で行われた。（https://www.newswire.com/news/blockchain-platform-initially-developed-in-japan-reaches-development-20895021）
[65] https://www.hyperledger.org/projects/iroha
[66] https://soramitsu.co.jp/ja/

<table>
<tr><td colspan="5">固有のトークンは持たず、システム内の通信が許可に基づいて行われるため、アクセス権を持つユーザだけがシステムとやり取りできる。また、すべてのデータへのアクセスも制御できるようにクエリ（情報照会）も許可に基づいて行われる。
Ethereumとは異なり、予めシステムに組み込まれたコマンドを用いることで、容易にデジタルアセットの作成や転送のアプリケーションを作成できる。また、サイドチェーンで Bitcoin と接続が実現されているほか、Polkadot プロジェクトに参画して Hyperledger Fabric、Corda と接続を試みており、様々なブロックチェーンとの接続モジュールの開発も行っている。D3ledger プロジェクトでは、サイドチェーンで Bitcoin、Ethereum と接続が実現され、他のブロックチェーンと接続する技術としては Two-way Peg を用いている。</td></tr>
<tr><td colspan="5">組織</td></tr>
<tr><td>プロジェクトオーナー</td><td>名称</td><td>Hyperledger Project</td><td>分類</td><td>非営利団体/技術開発</td></tr>
<tr><td rowspan="6">主な共同、連携先</td><td rowspan="2">名称</td><td rowspan="2">ソラミツ株式会社</td><td>分類</td><td>スタートアップ/技術開発</td></tr>
<tr><td>国</td><td>日本</td></tr>
<tr><td rowspan="2">名称</td><td rowspan="2">株式会社日立製作所</td><td>分類</td><td>大企業/技術開発</td></tr>
<tr><td>国</td><td>日本</td></tr>
<tr><td rowspan="2">名称</td><td rowspan="2">株式会社 NTT データ</td><td>分類</td><td>大企業/技術開発</td></tr>
<tr><td>国</td><td>日本</td></tr>
<tr><td rowspan="2">名称</td><td rowspan="2">Colu</td><td>分類</td><td>スタートアップ/技術開発</td></tr>
<tr><td>国</td><td>イスラエル</td></tr>
<tr><td colspan="5">事業モデル（基盤技術であり、その上に構築されるアプリケーションにより決まるため記載せず）</td></tr>
<tr><td colspan="5">技術</td></tr>
<tr><td>利用コア</td><td colspan="4">Hyperledger Iroha</td></tr>
<tr><td colspan="5">その他</td></tr>
<tr><td>関連 URL</td><td colspan="4">ソラミツの企業サイト
・https://soramitsu.co.jp/ja
Hyperledger Iroha のサイト
・https://www.hyperledger.org/projects/iroha</td></tr>
</table>

3. 非金融分野におけるブロックチェーンを活用する海外事例

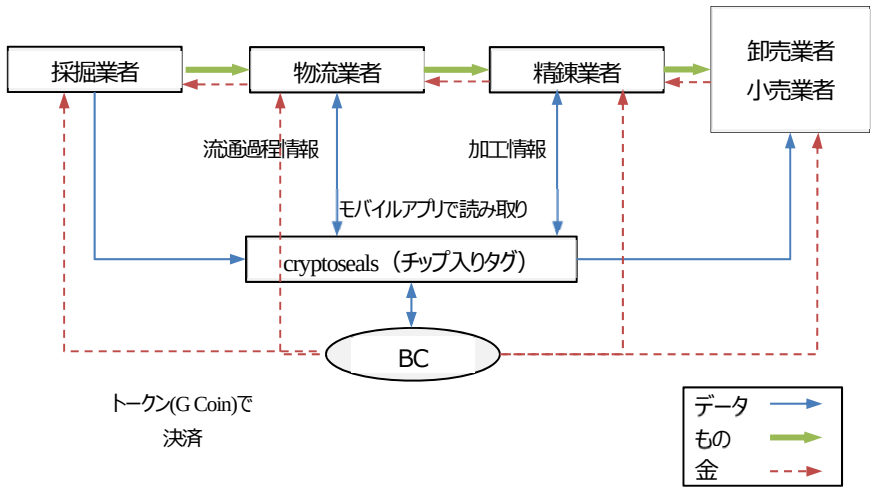
海外における事例の詳細を以下に示す。

(1) 金のサプライチェーン管理システム（Responsible Gold Ecosystem）

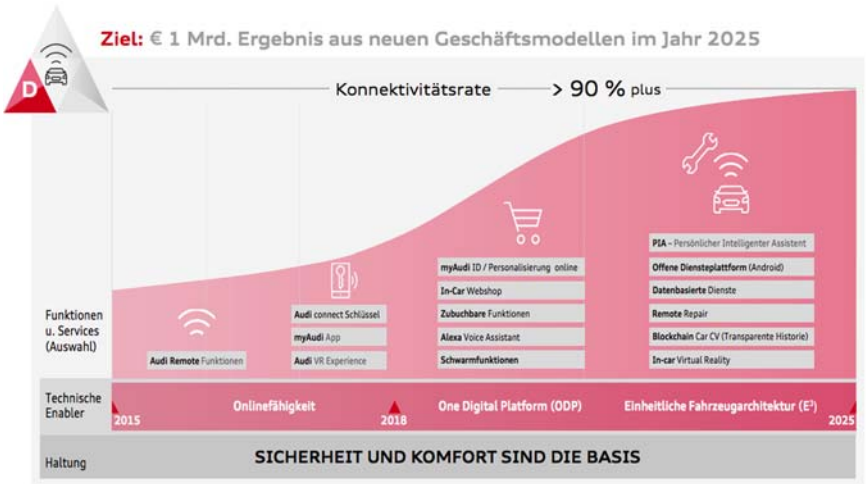
<table>
<tr><th colspan="4">概要</th></tr>
<tr><td>主な対象業種</td><td>製造業</td><td>用途</td><td>トレーサビリティ</td></tr>
<tr><td>製品名</td><td>Responsible Gold Ecosystem</td><td>国</td><td>米国</td></tr>
<tr><td>プロジェクト概要
67,68,69,70,71</td><td colspan="3">ChronicledはAIとブロックチェーンを組み合わせたサプライチェーンシステムを開発している米国のスタートアップ企業である。
金のサプライチェーン管理システム(Responsible Gold Ecosystem)の仕組み
① 採掘業者に提供されている cryptoseals（改ざん防止処理がされたチップ入りタグ）に業者が各種情報を入力。
② 出荷時に未精錬の金の延べ棒に cryptoseals を添付し、モバイルアプリで情報を読み取って物流業者に引き渡す。
③ 物流業者はモバイルアプリで情報を読み取るとともに、cryptoseals に流通過程に係る必要情報を登録し、精錬所まで輸送する。
④ 精錬業者は cryptoseals に加工に係る必要情報を登録し、延べ棒を保管する。
⑤ 金は取引所で取引され、卸売業者・小売業者に販売される。
プラットフォーム内で G Coin というトークンが発行され、採掘者・精錬事業者、取引所における金購入者等、金のサプライチェーンに携わる者同士の決済に利用できる。既に複数の精錬業者、採掘業者がプロジェクトに参加している。
 

Chronicled サプライチェーン管理プラットフォームの仕組み
(出典)https://www.facebook.com/ChronicledInc/より</td></tr>
</table>

[67] https://blog.chronicled.com/the-chronicled-network-and-protocols-an-overview-88005492d028
[68] https://www.gcoin.com/responsible-gold/
[69] https://blog.chronicled.com/how-and-why-we-invented-the-cryptoseal-6577d8633a2
[70] https://www.emergenttechnology.com/companies/responsible-gold/
[71] https://www.prnewswire.com/news-releases/emergent-technologys-responsible-gold-ecosystem-achieves-shariah-endorsement-300781627.html

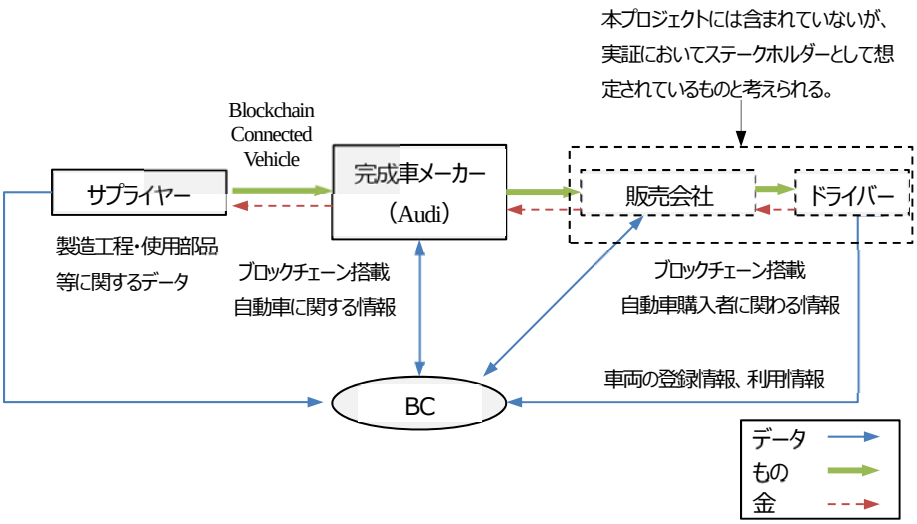
組織				
プロジェクトオーナー	名称	Chronicled, Inc.	分類	スタートアップ／技術(ミドルウェア)開発
主な共同、連携先	名称	Emergent Technology LP	分類	スタートアップ/アプリケーション提供
			国	米国
事業モデル（各種資料よりみずほ情報総研にて推定）				
推定される ビジネスモデル例				
実用化の段階	実証・試験運用			
技術				
利用コア	独自開発（コンソーシアム型）			
ブロックチェーンを利用するメリット	サプライチェーンネットワーク内の調達プロセスを透明化する。データ分析に使用する元データの正確性・信頼性を向上する。トレーサビリティ、全利用者間の信頼性を向上する。			
その他				
関連 URL	Chroniced Facebook Page https://www.facebook.com/ChronicledInc/ G Coin サイト https://www.gcoin.com/solutions/responsible-gold/			

(2) ブロックチェーン搭載車開発

<table>
<tr><th colspan="4">概要</th></tr>
<tr><td>主な対象業種</td><td>自動車</td><td>用途</td><td>データの記録・管理</td></tr>
<tr><td>プロジェクト名</td><td>ブロックチェーン搭載車開発</td><td>国</td><td>ドイツ</td></tr>
<tr><td>プロジェクト概要[72][73]</td><td colspan="3">ドイツの自動車メーカーの Audi が、ブロックチェーンを決済や物流の分野において活用するため、概念検証を実施。肯定的なフィードバックを得たことから、更なる調査・検討を実施することを発表[74]した。
2018 年 7 月には、Audi のシンクタンクと IOTA が 5 ヶ月間の連携プロジェクトを発表[75]。同年 12 月にはプロジェクトの結果として、IOTA のブロックチェーンを活用した IoT やビッグデータ管理等の機能を実装したプラットフォームのプロトタイプを試作したことが伝えられた。当該プロジェクトの中で Audi は、現状の自動車業界が直面している問題についてのリサーチと専門家へのインタビューを行ったのち、更に専門家を加えて PMF(Product Market Fit)に近づくための最初のブロックチェーン／IoT 搭載自動車の製造とユーザのフィードバック収集を実施。また、IOTA はカーデザイナーへの IoT やブロックチェーンに関する技術的なコンサルティングを実施し、ビジネスモデルやユースケースの知見提供を行った。
Audi のコンセプトペーパーには 2025 年に Blockchain Connected Vehicle の販売を開始する計画が描かれている。[76]
 

AUDI コンセプトペーパー
（出典）https://www.audi.com/content/dam/gbp2/company/investor-relations/reports-and-news/annual-reports/2018/180509-HV_GESAMT.pdf より</td></tr>
</table>

[72] https://kriptokilavuz.com/en/iota-audi-isbirligi/
[73] https://coinrevolution.com/audis-joint-venture-with-iota-promises-a-blockchain-powered-automotive-future/
[74] https://bittimes.net/news/10228.html
[75] https://blocktv.com/article/2018-12-18/5c1917dfce1bc-audi-and-iota-collaboration-deemed-a-success
[76] https://www.audi.com/content/dam/gbp2/company/investor-relations/reports-and-news/annual-reports/2018/180509-HV_GESAMT.pdf

<table>
<tr><td colspan="5">組織</td></tr>
<tr><td rowspan="3">プロジェクトオーナー
主な共同、連携先</td><td>名称</td><td>Audi</td><td>分類</td><td>大企業/ユーザ</td></tr>
<tr><td rowspan="2">名称</td><td rowspan="2">IOTA</td><td>分類</td><td>スタートアップ/技術(ミドルウェア)開発</td></tr>
<tr><td>国</td><td>ドイツ</td></tr>
<tr><td colspan="5">事業モデル（各種資料よりみずほ情報総研にて推定）</td></tr>
<tr><td>推定されるビジネスモデル例</td><td colspan="4"> 
</td></tr>
<tr><td>実用化の段階</td><td colspan="4">概念検証</td></tr>
<tr><td colspan="5">技術</td></tr>
<tr><td>利用コア</td><td colspan="4">IOTA</td></tr>
<tr><td>ブロックチェーンを利用するメリット</td><td colspan="4">レンタカー・カーシェアリングの促進、外部との車両のデータの安全な交換。</td></tr>
<tr><td colspan="5">その他</td></tr>
<tr><td>関連 URL</td><td colspan="4">IOTA のサイト
・https://blog.iota.org/audi-think-tank-iota-foundation-explore-tangle-based-mobility-use-cases-29d43e1cf51
Audi のプレゼン資料
・https://www.audi.com/content/dam/gbp2/company/investor-relations/reports-and-news/annual-reports/2018/180509-HV_GESAMT.pdf</td></tr>
</table>

(3) Mobility Open Blockchain Initiative

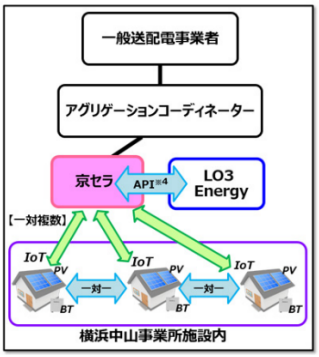
<table>
<tr><th colspan="4">概要</th></tr>
<tr><td rowspan="2">主な対象業種</td><td>自動車</td><td rowspan="2">用途</td><td>（自動車に対する様々な用途を検討）</td></tr>
<tr><td>Mobility Open Blockchain Initiative（MOBI）</td><td>欧州中心</td></tr>
<tr><td>プロジェクト名</td><td colspan="3">国</td></tr>
<tr><td>プロジェクト概要</td><td colspan="3">2018 年 5 月に設立されたスマート自動車のための非営利コンソーシアム。企業、政府機関、NGO 等と協力して、標準化を推進し、ブロックチェーン、分散台帳、および関連技術の普及を促進し、モビリティサービスをより効率的、手頃な価格、環境に優しく、安全にすることを目指している。[77]
トヨタ・リサーチ・インスティテュート（TRI）の元 CFO chris ballinger 氏と元 Blockchain at Berkeley のプロジェクトマネージャーである ashley lannquist 氏が設立。[78,79,80]
コンソーシアムの最初のターゲットはユースケースと技術標準の開発である。
現在主な活動として米国国防高等研究計画局（DARPA）の DARPA グランドチャレンジを参考とした MOBI グランドチャレンジを Trusted IoT Alliance と共同で行っている。3 年間のトーナメントで 2 年ごとに開催される[81]。</td></tr>
<tr><th colspan="4">組織</th></tr>
<tr><td>コンソーシアムの参加企業</td><td colspan="3">自動車メーカー、部品メーカーなどのユーザ企業を中心に大手 IT ベンダー、ブロックチェーン関連組織、研究機関等全 85 機関（2019 年 6 月 17 日に MOBI サイト上でメンバーとして公開されている会社数）が参加
（自動車メーカー）
BMW、RENAULT、FORD、ホンダなど
（部品メーカー）
Bosch、DENSO など
（大手 IT ベンダー）
IBM、ACCENTURE など
（主なブロックチェーン関連組織）
Hyperledger、IOTA、Vechain、TRUSTED IoT ALLIANCE、R3 など</td></tr>
</table>

[77] https://dlt.mobi/
[78] https://dlt.mobi/#aboutTeam
[79] https://www.sbbit.jp/article/cont1/35932
[80] https://www.linkedin.com/in/ashley-lannquist-a508bb104
[81] https://mobihacks-citopia.devpost.com/

事業モデル	
MOBI グランドチャレンジ[82]	ブロックチェーンを使用してデータを共有し、自律走行の能力を向上させることを目指すプログラムである。Phase I が 2018 年 10 月～2019 年 1 月に開催され、15 カ国より 23 チームが参加した。2019 年 2 月に結果が発表され、上位受賞者は以下のとおりである。 第 1 位：CHORUS mobility[83]提案の自律型車両による分散型道路空間交渉および経路と移動権への支払い 第 2 位：OAKEN INNOVATIONS[84]提案の自動車商取引プラットフォーム 第 3 位：Fraunhofer Blockchain 研究所[85]提案の半自律トラック隊列走行 第 4 位：NuCypher、NICS Lab[86]が提案した車載診断データ交換 現在 Phase II として生活の質を向上させながら、よりスマートでグリーンな都市を創造するための新しいソリューションをテーマとして 2019 年 9 月期限で応募を募集中である。[87]
実用化の段階	研究開発
主なユースケース	MOBI が整理した MOBI グランドチャレンジ　Phase I の応募内容のユースケース[88]を以下に示す。 ・支払いに関するもの ーブロックチェーンによる通行料やインフラ使用量に応じた支払いなど ・自律走行車 ーブロックチェーンによる衝突回避、制御、渋滞削減など ・電気自動車 ー空き駐車スペースと未使用の電気自動車の蓄電池の収益化 ・ライドシェアリング ー現在のライドシェアリングのエコシステムの向上、P2P のライドシェアリングなど
その他	
関連 URL	MOBI のサイト ・https://dlt.mobi/ MOBI グランドチャレンジのサイト ・https://dlt.mobi/stage-one-mgc/ ・https://mobihacks-citopia.devpost.com/

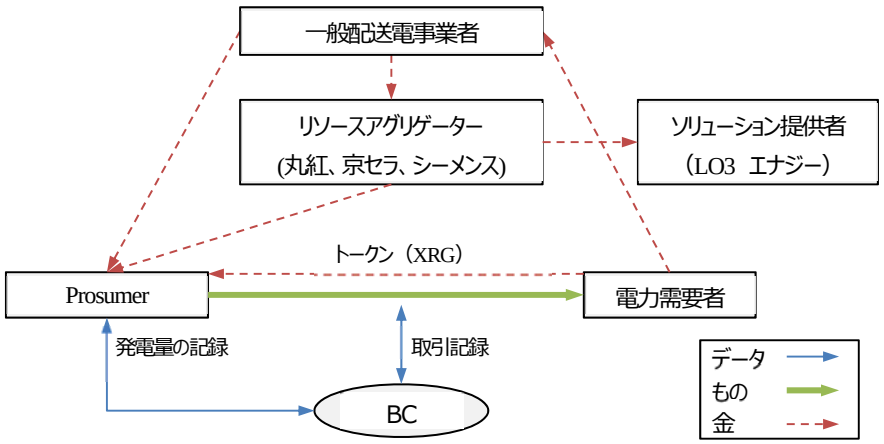
[82] https://dlt.mobi/stage-one-mgc/
[83] https://www.chorus.mobi/
[84] https://www.oakeninnovations.com/
[85] https://www.fit.fraunhofer.de/en/fb/cscw/blockchain.html
[86] https://www.nucypher.com/
[87] https://mobihacks-citopia.devpost.com/
[88] https://dlt.mobi/stage-one-mgc/

(4)　Exergy

<table>
<tr><th colspan="4">概要</th></tr>
<tr><td>主な対象業種</td><td>電力・エネルギー</td><td>用途</td><td>通貨以外の取引、データの記録・管理</td></tr>
<tr><td>製品名</td><td>Exergy</td><td>国</td><td>米国</td></tr>
<tr><td>プロジェクト概要
89/90/91</td><td colspan="3">LO3Energy は世界初となるブロックチェーンマイクログリッドを構築し、P2P 電力取引プラットフォームの開発・構築を手がける米国の企業である。シーメンスとも提携し、米国や欧州、豪州で P2P 電力プラットフォーム Exergy[92]を開発してきた。
Exergy 上で電力取引を行うのが TransActive Grid で、地域で電力を共有するマイクログリッド内でスマートメーターを設置し、既存の電力網から電力を購入するか、マイクログリッド内で購入するかを決定し、ブロックチェーンを用いて取引を行うものである。TransActive Grid は Brooklyn Microgrid[93]として、実験的にニューヨークのブルックリン区で運用されている。[94]
同社は、2019 年 2 月 20 日に丸紅と、同年 2 月 25 日に京セラと、日本国内における共同実証実験を開始することを発表した。同社にとってはアジアにおける初の取り組みとなる。
京セラは、自社の横浜中山事業所内に、複数の需要家を模した太陽光発電システムおよび蓄電池等を有する試験環境を整備し、送配電事業者が利用する調整力電源の制御精度の向上を目的に、IoT センサーによる家電分離技術を用いた制御技術の確立を進める実証実験を行う。また LO3 Energy のブロックチェーンを活用し、一対一または一対複数での電力取引における需要家側リソースの利用実績の管理技術の有効性を検証し、太陽光発電により生み出された電気を需要家間で融通させるデモンストレーション環境を構築する。
 

京セラとの実証実験の概略図
（出典）https://www.kyocera.co.jp/news/2019/0206_vppv.html より
丸紅は、グループ内の電力消費者（国内の丸紅グループ施設および丸紅新電力株式会社</td></tr>
</table>

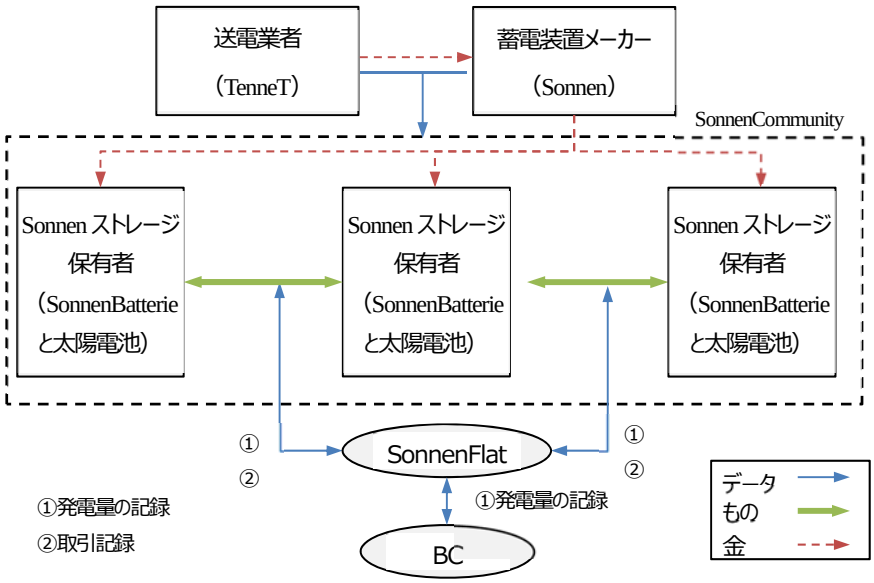
[89] https://sgforum.impress.co.jp/article/5063
[90] https://jp.cointelegraph.com/news/japanese-trading-company-marubeni-partner-with-lo3-energy-to-start-pilot-project-in-japan
[91] https://www.itrco.jp/wordpress/2017/12/lo3-energy%E3%81%AF%E4%BB%8A%E3%81%AF%E3%82%84%E3%82%8A%E3%81%AE%E3%83%96%E3%83%AD%E3%83%83%E3%82%AF%E3%83%81%E3%82%A7%E3%83%BC%E3%83%B3%E6%8A%80%E8%A1%93%E3%82%92%E4%BD%BF%E3%81%84%E3%81%93%E3%81%AA/
[92] https://exergy.energy/
[93] https://www.brooklyn.energy/
[94] https://gaiax-blockchain.com/trans-active-grid

	の顧客先）と発電源（丸紅の国内保有発電所）にブロックチェーン機能搭載メーターを設置し、電力消費者がバーチャル市場経由で、発電源で発電された電力を専用のモバイルアプリで購入したい価格を設定して購入することを模擬的に実証実験する。			
組織				
プロジェクトオーナー	名称	LO3Energy	分類	スタートアップ/アプリケーション開発・ユーザ
主な共同、連携先	名称	丸紅 京セラ	分類	大企業/アプリケーション開発・ユーザ
			国	日本
	名称	シーメンス	分類	大企業/アプリケーション開発・ユーザ
			国	ドイツ
事業モデル（各種資料よりみずほ情報総研にて推定）				
推定されるビジネスモデル例				
実用化の段階	実証・試験運用			
技術				
利用コア	Ethereum			
ブロックチェーンを利用するメリット	電力コストの削減、取引の透明性・トレーサビリティの向上、取引プロセスの合理化、取引データの堅牢性、安全性の向上。			
その他				
関連 URL	Exergy のサイト ・https://exergy.energy/			

(5)　蓄電池を利用した系統安定化 VPP

<table>
<tr><th colspan="4">概要</th></tr>
<tr><td>主な対象業種</td><td>電力・エネルギー</td><td>用途</td><td>データの記録・管理</td></tr>
<tr><td>プロジェクト名</td><td>蓄電池を利用した系統安定化 VPP</td><td>国</td><td>ドイツ</td></tr>
<tr><td>プロジェクト概要[95,96,97]</td><td colspan="3">2017 年 5 月、ドイツの蓄電池メーカーの Sonnen とオランダの系統運用者の TenneT は、Sonnen の住宅用ソーラー蓄電システムを相互接続することで仮想的に 24MW の系統用蓄電池として運用し、送電網の安定化を行う実証実験を開始すると発表した。
蓄電システムは Hyperledger Fabric のブロックチェーンを用いて相互に接続され、個々の充放電電力量がブロックチェーン上に記録される。個々の蓄電システムにはその充放電電力量に応じて報酬が支払われるというものである。
Sonnen の提供する蓄電システムは SonnenBatterie と呼ばれ、sonnenFlat と呼ばれるシステムを通じて接続される。sonnenFlat で結び付けられた分散型エネルギーネットワークは sonnenComunity と呼ばれ、そのネットワーク内で電力の相互融通を行う。本実証実験は、蓄電池とブロックチェーンを活用することで風力発電設備からの電力を制限する等の緊急対応の必要性を軽減させることを目的とするものである。
ドイツでは北部には風力発電所などの発電設備が多くある一方で、電力需要の中心は南部である。そのためドイツ北部から南部に送電を行うが、送電容量に限りがあるため、北部で余った電力を全て南部に送れず、風力発電の出力抑制が行われていた。
この実証では、北部から南部へ送電を行う際に、送電容量を超える北部の風力発電の余剰電力は北部の蓄電システムに一旦蓄え、送電容量に余裕がある時に南部の蓄電システムに送電し、南部で電力供給量が不足する場合に南部の蓄電システムから電力を放出することで北部風力発電所の出力抑制を最低限に抑える可能性を検証するものである。過去 1 年間 TenneT では系統安定化に 8 億ユーロを費やしているが、その費用は電気料金のうち送電料金にあたり、この実証実験が成功した場合には将来の電気料金の値下げが期待されるとしている。
本実証ではストレージがブロックッチェーン上で相互接続され、個々の蓄電池の充放電電力量がブロックチェーンに記録されるため、充放電に対する報酬を支払うための透明性の高い記録として機能する。</td></tr>
</table>

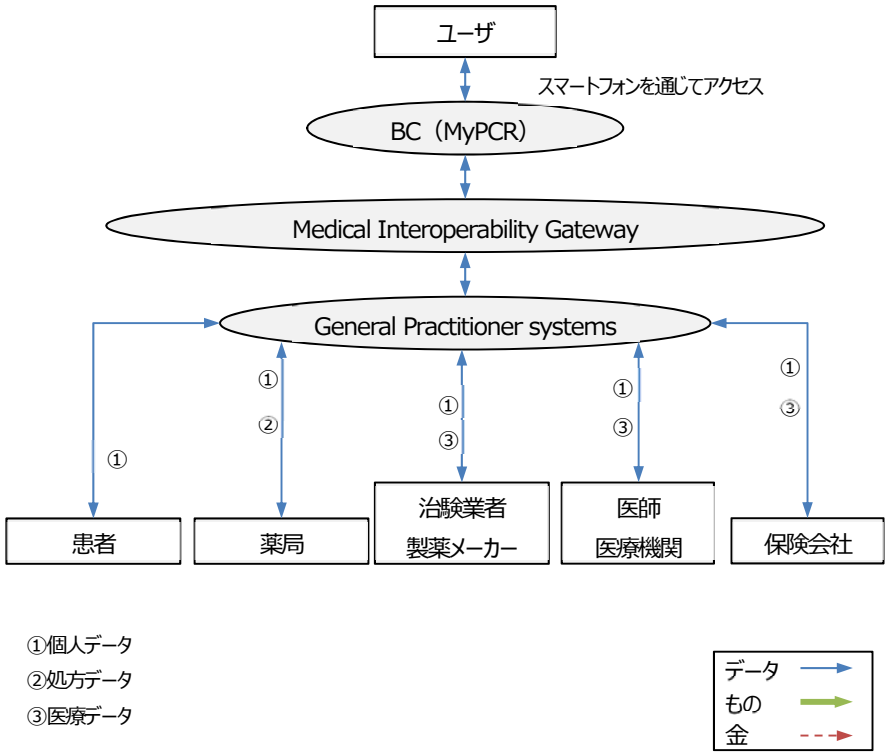
[95] https://tech.nikkeibp.co.jp/dm/atcl/news/16/050607433/
[96] http://www.jpea.gr.jp/pvj2018/webdownload/SS_1_2.pdf
[97] https://www.itrco.jp/wordpress/2017/05/%E5%88%86%E6%95%A3%E5%9E%8B%E3%82%A8%E3%83%8D%E3%83%AB%E3%82%AE%E3%83%BC%E8%B3%87%E6%BA%90%E6%9C%89%E5%8A%B9%E6%B4%BB%E7%94%A8%E3%81%AB%E5%90%91%E3%81%91%E3%81%9F%E3%83%96%E3%83%AD%E3%83%83%E3%82%AF-2/

組織				
プロジェクトオーナー	名称	Sonnen	分類	大企業/ユーザ
主な共同、連携先	名称	TenneT	分類	大企業/ユーザ
			国	オランダ
事業モデル（各種資料よりみずほ情報総研にて推定）				
推定される ビジネスモデル例				
実用化の段階	概念検証			
技術				
利用コア	Hyperledger Fabric			
ブロックチェーンを利用するメリット	取引の透明性・トレーサビリティの向上。取引データの堅牢性、安全性の向上。			
その他				
関連 URL	Sonnen ホームページ ・https://sonnengroup.com/blockchain-pilot-reveals-potential-decentralised-home-storage-systems-tomorrows-energy/ TenneT プレスリリース ・https://www.tennet.eu/news/detail/blockchain-pilot-reveals-potential-of-decentralised-home-storage-systems-for-tomorrows-energy-infra/			

(6) MyPCR

<table>
<tr><th colspan="6">概要</th></tr>
<tr><td>主な対象業種</td><td colspan="2">医療・ヘルスケア</td><td>用途</td><td colspan="2">データの記録・管理</td></tr>
<tr><td>プロジェクト名</td><td colspan="2">MyPCR</td><td>国</td><td colspan="2">イギリス</td></tr>
<tr><td>プロジェクト概要[98]</td><td colspan="5">2018 年 6 月、エストニア発のブロックチェーン開発企業である Guardtime は、Instant Access Medical と Healthcare Gateway と提携し、イギリスの国民保健サービス（NHS: National Health Service）の利用者 3000 万人を対象にしたブロックチェーンベースの医療データ記録用プラットフォーム MyPCR をローンチした。
MyPCR は Healthcare Gateway が提供する Medical Interoperability Gateway を使用して NHS 患者にスマートフォンを通じてパーソナルケア情報を提供する。Guardtime は、将来的に NHS が 8 億ポンド以上を節約できる可能性があると試算している。[99]
以前は医療データを電子的かつ大規模に提供することは、患者からの同意取得が困難であることや極めて個人的な情報を適時かつ適切に提供することは不可能であったが、当該プラットフォームは、医療データの出所と不変性が担保され、EU 一般データ保護規則（General Data Protection Regulation）を遵守した患者データの権利管理および服薬遵守の自動検証を提供する。当該プラットフォームは、イギリスの 3 つの主要な総合診療システム（General Practitioner systems）と接続し、国立医療技術評価機構（National Institute for Health and Care Excellence）が提供する情報を基にした個人の治療選択を可能にしている。</td></tr>
<tr><th colspan="6">組織</th></tr>
<tr><td rowspan="2">プロジェクトオーナー</td><td>名称</td><td>Guardtime</td><td>分類</td><td colspan="2">スタートアップ/アプリケーション提供</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">主な共同、連携先</td><td rowspan="2">名称</td><td rowspan="2">Instant Access Medical</td><td>分類</td><td colspan="2">中小企業/アプリケーション提供</td></tr>
<tr><td>国</td><td colspan="2">イギリス</td></tr>
<tr><td rowspan="2">名称</td><td rowspan="2">Healthcare Gateway</td><td>分類</td><td colspan="2">スタートアップ/アプリケーション提供</td></tr>
<tr><td>国</td><td colspan="2">イギリス</td></tr>
</table>

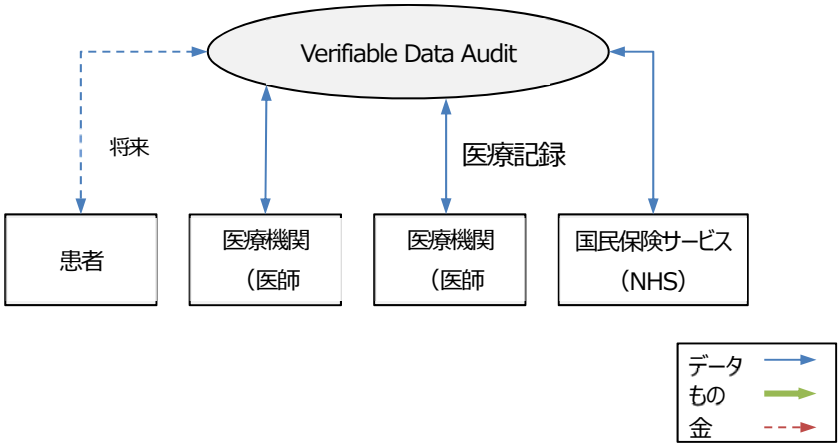
[98] https://gaiax-blockchain.com/blockchain-healthcare
[99] https://guardtime.com/blog/world-s-first-blockchain-supported-personal-care-record-platform-launched-by-guardtime-and-partners

	事業モデル（各種資料よりみずほ情報総研にて推定）
推定される ビジネスモデル例	
実用化の段階	実証・試験運用
	技術
利用コア	独自（KSI Blockchain）
ブロックチェーンを利用するメリット	データのやり取りが安全に確実に行うことができること。耐改ざん性、共有の容易性。
	その他
関連 URL	Guardtime ホームページ ・https://guardtime.com/ Instant Access Medical ホームページ ・https://www.instantaccessmedical.com/ Healthcare Gateway ホームページ ・https://healthcaregateway.co.uk/ プロジェクトについて ・https://guardtime.com/blog/world-s-first-blockchain-supported-personal-care-record-platform-launched-by-guardtime-and-partners

(7)　DeepMind Health

<table>
<tr><th colspan="4">概要</th></tr>
<tr><td>主な対象業種</td><td>医療・ヘルスケア</td><td>用途</td><td>データの記録・管理</td></tr>
<tr><td>プロジェクト名</td><td>DeepMind Health</td><td>国</td><td>イギリス</td></tr>
<tr><td>プロジェクト概要[100,101]</td><td colspan="3">イギリスの人工知能開発企業で、2014 年にアルファベット（Google）の子会社となった DeepMind のヘルスケア部門である DeepMind Health は、イギリスの国民保健サービス（NHS：National Health Service）とパートナーを組み、医療費の削減や患者の個人情報をリアルタイムで追跡する技術の開発等複数のプロジェクトを進めている。[102]
同社は 2017 年 3 月、ブロックチェーンを利用した Verifiable Data Audit[103]というツールを構築すると発表した。同システムは患者のデータを暗号化して記録するデジタル台帳で、誰がどのような目的で医療記録を利用しているのかを記録し、病院は情報を個別に管理することなく利用できるようなる。[104]
データは DeepMind が開発している技術を用いて記録を行っている。この技術はブロックチェーンではなく、暗号を使った分散台帳のシステムである。記録の改ざんを検知することができ、利用者は記録がどのように利用されているのかをリアルタイムで把握できる。開発中のツールは複数のイギリスの病院で試験導入される。
ただし、ブロックチェーンによる分散化システムは、デジタル台帳の検証を行うにあたってエネルギー使用量が膨大となるため、DeepMind はブロックチェーンを導入することは「信じられないほどの無駄が出る」と述べており、全てのデータを分散化する必要はないと主張している。
また、医療分野への研究を始めて間もなく、NHS が国民に案内していた以上のデータを DeepMind と共有していたことが判明し、国民は個人のプライバシーの観点から DeepMind と Google を激しく非難した。DeepMind の共同創業者である Mustafa Suleyman 氏は「このようなシステムで安全なアクセスに対する懸念が出た以上、システムが完成するまでには長い時間がかかるだろう」と述べている。[105]</td></tr>
</table>

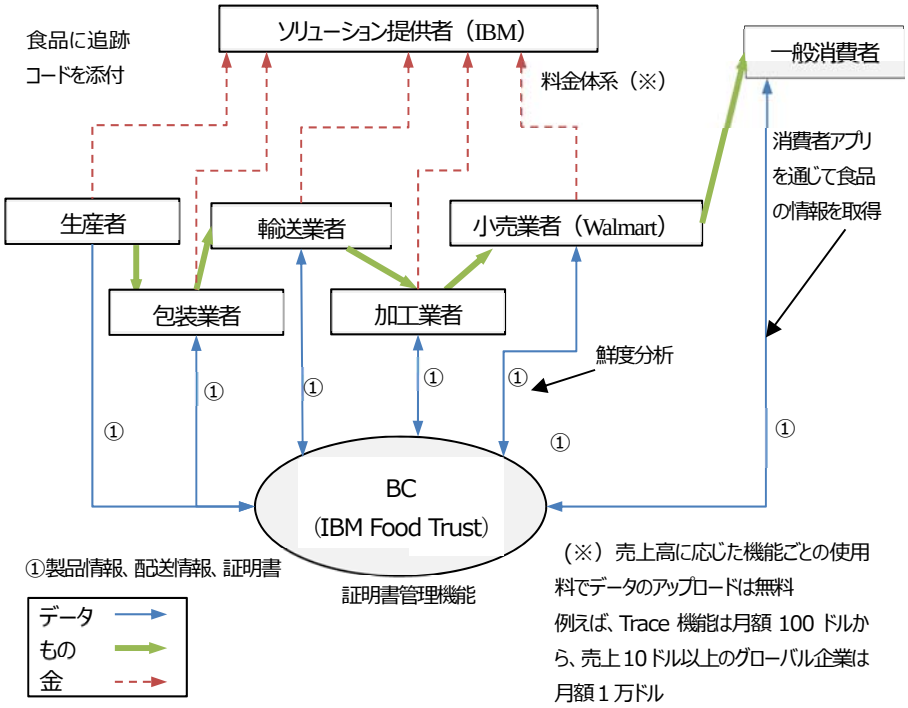
[100] https://www.ustwo.com/work/ustwo-and-deepmind-health
[101] https://www.technologyreview.jp/s/31912/deepminds-new-blockchain-style-system-will-track-healthcare-records/
[102] https://thebridge.jp/2016/02/deepmindhealth-launch
[103] https://deepmind.com/blog/trust-confidence-verifiable-data-audit/
[104] https://gigazine.net/news/20170310-deepmind-health-blockchain/
[105] https://gigazine.net/news/20181115-privacy-google-deepmind-health-app/

組織				
プロジェクトオーナー	名称	DeepMind	分類	スタートアップ/アプリケーション提供
主な共同、連携先	名称	国民保健サービス	分類	政府機関/ユーザ
			国	イギリス
事業モデル（各種資料よりみずほ情報総研にて推定）				
推定される ビジネスモデル例				
実用化の段階	研究開発			
技術				
利用コア	データを連続的に保管するブロックチェーンそのものは使用しておらず、マークルツリー（取引データの要約結果を格納してツリー構造化する仕組み）を利用している。			
ブロックチェーンを利用するメリット	データのトレーサビリティの向上。耐改ざん性、共有の容易性。			
その他				
関連 URL	Deepmind ホームページ ・https://deepmind.com プロジェクトのホームページ ・https://deepmind.com/applied/deepmind-health/ Verifiable Data Audit https://deepmind.com/blog/article/trust-confidence-verifiable-data-audit			

(8) 食品サプライチェーン管理システム

<table>
<tr><th colspan="5">概要</th></tr>
<tr><td rowspan="2">主な対象業種</td><td colspan="2">小売</td><td>用途</td><td>トレーサビリティ</td></tr>
<tr><td colspan="2">食品サプライチェーン管理システム</td><td>国</td><td>米国</td></tr>
<tr><td>プロジェクト概要
106,107,108,109</td><td colspan="4">ウォルマートは食品媒介疾患の拡大を軽減するとともに、商品回収による小売業者やサプライヤーの大規模な経済的損失を回避するため、2016 年 10 月に IBM と提携してブロックチェーンを利用したサプライチェーン管理システムの実証実験を行うことを発表した。
この実証実験は、ブロックチェーンを使って食品を農場から店舗までほぼリアルタイムで追跡することを目的に、マンゴーと豚肉を対象に行われた。食品に追跡コードを取り付け、それを読み取ることで情報の追跡にかかる時間が短縮でき、確実にトレーサビリティが高まるとともに、以前は 7 日を要していた流通経路の特定に 2.2 秒しかかからないことが実証された[110]。この結果を受けて、2017 年 8 月、Walmart はネスレ、ユニリーバと共に IBM の食品サプライチェーン追跡ネットワークである IBM Food Trust に参加。管理の対象品目を拡大している。
IBM Food Trust では食のサプライチェーンに関する食品情報、各種証明書をブロックチェーン上に記録し共有する。食品には追跡コードが付けられ、サプライチェーン上の参加者が提供した情報は PC やモバイルアプリ上で追跡コードを入力することでリアルタイムに共有され、サプライチェーン上の取引を容易にトレースできる。また、各種証明書データもブロックチェーン上で管理するためペーパーレス化による業務負担削減が可能で、コスト削減につながる。小売業者などの提供者は鮮度分析機能を用いることで食品ロスの削減が期待でき、消費者はアプリを通じて食品情報を得ることができ、食品の信頼性が向上し、食の安全・安心が向上する。</td></tr>
<tr><th colspan="5">組織</th></tr>
<tr><td rowspan="2">プロジェクトオーナー</td><td>名称</td><td>Walmart</td><td>分類</td><td>大企業/ユーザ</td></tr>
<tr><td rowspan="2">主な共同、連携先</td><td rowspan="2">名称</td><td rowspan="2">IBM</td><td>分類</td><td>大企業/アプリケーション開発</td></tr>
<tr><td>国</td><td>米国</td></tr>
</table>

[106] https://corporate.walmart.com/media-library/document/blockchain-supplier-letter-september-2018/_proxyDocument?id=00000166-088d-dc77-a7ff-4dff689f0001
[107] https://byteally.com/insights/supply-chain/integrating-with-ibm-food-trust-blockchain-guide/
[108] https://www-01.ibm.com/events/wwe/grp/grp308.nsf/vLookupPDFs/6%20Using%20Blockchain%20for%20Food%20Safe%202/$file/6%20Using%20Blockchain%20for%20Food%20Safe%202.pdf
[109] https://www.ibm.com/jp-ja/blockchain/solutions/food-trust の「ウォルマート：ブロックチェーン活用資料をダウンロード」からのダウンロード資料
[110] https://www.hyperledger.org/resources/publications/walmart-case-study

事業モデル（各種資料よりみずほ情報総研にて推定）	
推定されるビジネスモデル例[111,112]	
実用化の段階	実用化
技術	
利用コア	Hyperledger Fabric
ブロックチェーンを利用するメリット	サプライチェーンネットワーク内の調達プロセスの透明化。データ分析に使用するデータの正確性・信頼性の向上。トレーサビリティ、全利用者間の信頼性の向上。
その他	
関連 URL	Walmart ニュースリリース ・https://corporate.walmart.com/media-library/document/blockchain-supplier-letter-september-2018/_proxyDocument?id=00000166-088d-dc77-a7ff-4dff689f0001 IBM Food Trust ・https://www.ibm.com/downloads/cas/KJ9V69P7

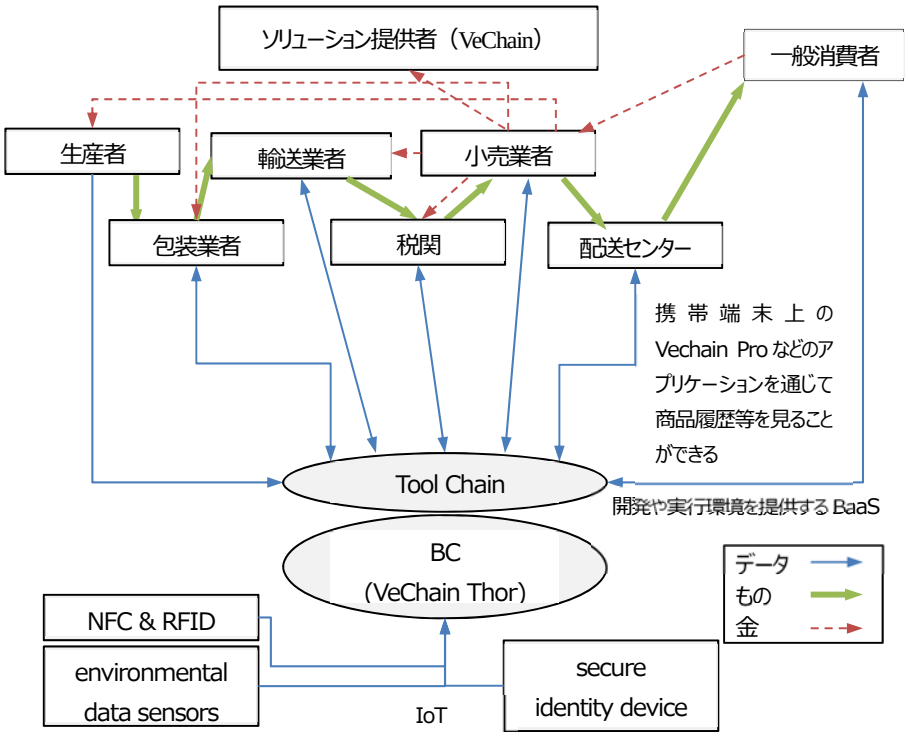
[111] https://www.ibm.com/jp-ja/blockchain/solutions/food-trust の「ウォルマート：ブロックチェーン活用資料をダウンロード」からのダウンロード資料

[112] https://japan.zdnet.com/article/35126694/

(9) VeChain

<table>
<tr><th colspan="5">概要</th></tr>
<tr><td rowspan="2">主な対象業種</td><td colspan="2">小売</td><td>用途</td><td>トレーサビリティ</td></tr>
<tr><td colspan="2">VeChain</td><td>国</td><td>中国</td></tr>
<tr><td>プロジェクト概要[113,114,115]</td><td colspan="4">VeChain は、流通情報の流れを透明化するとともに、企業との提携により効率性を上げ、トランザクションを高速化するプラットフォームで、2017 年 8 月に公開された。当初は Ethereum ベースであったが、2018 年 6 月に独自のコアに移行した。
誰によって生産され、どのような経路で販売されたのか等がブロックチェーン上に保存されており、商品の追跡が可能となる。商品に埋め込まれた NFC チップ[116]などのデバイスで商品を区別、管理する。VeChain が応用されているジャンルは、食料品や医薬品、農産物、酒、高級ブランド品、自動車、IT 機器、物流、政治など多岐にわたる。
VeChain を用いた開発や実行環境を提供する BaaS(Blockchain as a Service)は ToolChain と呼ばれており、製品ライフサイクル管理、サプライチェーンプロセス制御、データ認証、プロセス認証などの様々なサービスを提供する。外部からのデータ入力を行うため IoT への接続として NFC、RFID チップ、環境データセンサー、ID デバイスなどがある。</td></tr>
<tr><th colspan="5">組織</th></tr>
<tr><td rowspan="2">プロジェクトオーナー</td><td>名称</td><td>VeChain</td><td>分類</td><td>スタートアップ/技術（ミドルウェア）開発</td></tr>
<tr><td>主な共同、連携先</td><td colspan="4">BMW、ルイ・ヴィトン、PwC、PICC（中国の大手保険会社）、オックスフォード大学、Microsoft、Kuehne & Nagel（世界最大の貨物会社）等の様々な分野の大手企業と提携を結んでいる。[117,118]</td></tr>
</table>

[113] https://www.owl-coin.com/coins/vechain
[114] https://nextmoney.jp/?p=4087
[115] https://coin-box.jp/2019/02/03/vechain%E3%83%B4%E3%82%A3%E3%83%81%E3%82%A7%E3%83%BC%E3%83%B3-vet%E3%81%AE%E8%A9%B3%E7%B4%B0%E3%83%BB%E7%89%B9%E5%BE%B4%E3%83%BB%E5%B0%86%E6%9D%A5%E6%80%A7%EF%BD%9C%E7%94%9F%E7%94%A3%E3%83%BB/
[116] 近距離無線通信の技術。Near Field Communication の略
[117] https://www.owl-coin.com/coins/vechain
[118] https://nextmoney.jp/?p=4087

事業モデル（各種資料よりみずほ情報総研にて推定）	
推定されるビジネスモデル例	
実用化の段階	実証・試験運用
技術	
利用コア	VeChain
ブロックチェーンを利用するメリット	サプライチェーンネットワーク内の調達プロセスの透明化。データ分析に使用するデータの正確性・信頼性の向上。トレーサビリティ、全利用者間の信頼性の向上。
その他	
関連URL	VeChainのサイト ・https://www.vechain.com/

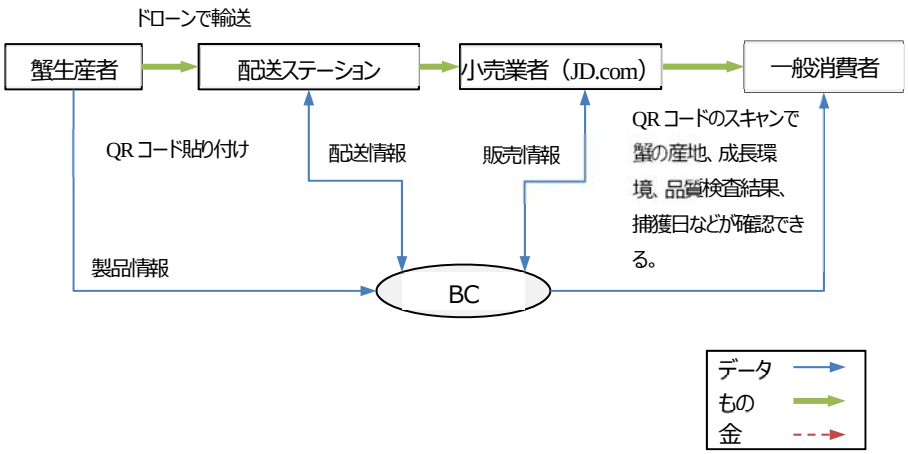
(10) サプライチェーンへのブロックチェーン活用プロジェクト

<table>
<tr><th colspan="4">概要</th></tr>
<tr><td rowspan="2">主な対象業種</td><td>小売</td><td rowspan="2">用途</td><td>トレーサビリティ</td></tr>
<tr><td>サプライチェーンへのブロックチェーン活用プロジェクト</td><td>国</td><td>中国</td></tr>
<tr><td>プロジェクト概要
119,120,121,122</td><td colspan="3">中国の小売業大手EC、小売インフラカンパニーJD.comは、ブロックチェーンを活用したサービスの拡大を積極的に推進している。2017年12月にIBM、Walmart、清華大学と、ブロックチェーンを活用したツールで食料品サプライチェーンにおけるトレーサビリティ、安全性を向上させることを目的とした「Blockchain Food Safety Alliance」の結成を発表した。
2018年3月にはオーストラリアの牛肉生産会社と提携し、牛肉輸入のサプライチェーン情報をプラットフォームで追跡することに成功。同年ブロックチェーンの開発、実行環境を提供するプラットフォーム提供も行っている。このサービスプラットフォームは JD Chain と呼ばれ 1 秒あたり10,000トランザクションの処理が可能である。[123]

JD.com のブロックチェーンサービスプラットフォーム JD Chain
（出典） https://jdcorporateblog.com/jd-com-self-developed-blockchain-framework-now-open-to-businesses/より

2018年9月からは、高級上海蟹の産地である陽澄湖の漁解禁に伴い、自社ドローンによる上海蟹の配送を開始したことを発表した。同社は2015年12月よりドローン開発に着手し、2017年よりドローンによる物流配送を開始している[124]
食料の安全性を担保するため、約50種の蟹ブランドにブロックチェーントレーサビリティを導入した。消費者は、商品パッケージに貼られたQRコードをスキャンすると、蟹の産地、成長環境、品質検査結果、捕獲日などの情報を確認することができる。</td></tr>
</table>

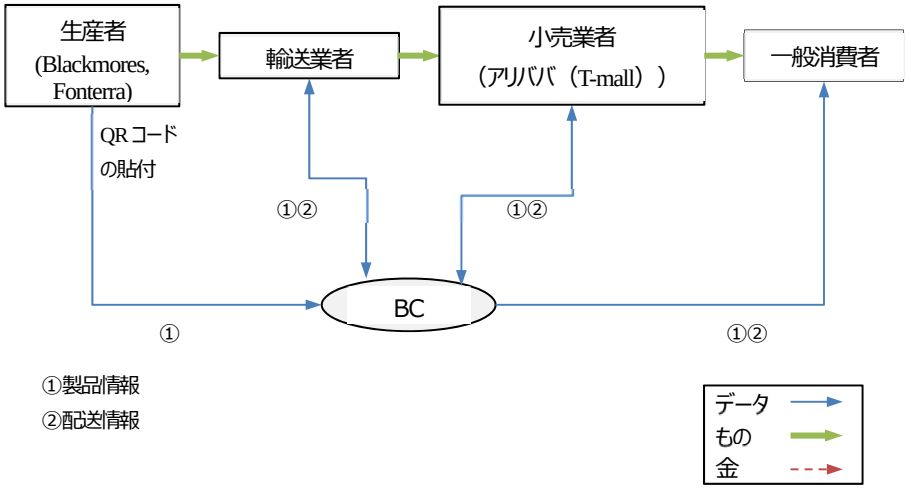
[119] https://jp.cointelegraph.com/news/chinese-retail-giant-to-use-blockchain-to-track-beef-prove-food-safety
[120] https://drone-journal.impress.co.jp/docs/news/1148369.html
[121] https://japan.zdnet.com/article/35112080/
[122] https://www.ledgerinsights.com/chinese-retailer-jd-com-open-sources-jd-chain-blockchain-platform/
[123] https://jdcorporateblog.com/jd-com-self-developed-blockchain-framework-now-open-to-businesses/
[124] https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000028.000034149.html

組織				
プロジェクトオーナー	名称	JD.com	分類	大企業/ユーザ
主な共同、連携先	名称	IBM	分類	大企業/アプリケーション開発
			国	米国
	名称	Walmart	分類	大企業/ユーザ
			国	米国
事業モデル（各種資料よりみずほ情報総研にて推定）				
推定されるビジネスモデル例				
実用化の段階	実証・試験運用			
技術				
利用コア	Hyperledger Fabric			
ブロックチェーンを利用するメリット	サプライチェーンネットワーク内の調達プロセスの透明化。データ分析に使用するデータの正確性・信頼性の向上。トレーサビリティ、全利用者間の信頼性の向上。			
その他				
関連 URL	JD.com 京東日本株式会社のニュースリリース ・https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000028.000034149.html			

(11) 食品偽装対策のためのトレーサビリティ

<table>
<tr><th colspan="4">概要</th></tr>
<tr><td>主な対象業種</td><td>小売</td><td>用途</td><td>トレーサビリティ</td></tr>
<tr><td>プロジェクト名</td><td>食品偽装対策のためのトレーサビリティ</td><td>国</td><td>中国</td></tr>
<tr><td>プロジェクト概要</td><td colspan="3">アリババグループは中国における時価総額 2 位の複合企業で、中国版 GAFA といっても過言ではない多種多様な事業を手がけている。ブロックチェーンの導入にも積極的であり、ブロックチェーン関連の特許数は世界一位である[125]。
2017 年 3 月、アリババは、PwC、豪サプリメーカーのブラックモアズ、豪郵便公社と共同で、ブロックチェーンを利用した食品流通トラッキング・システムを開発すると発表した[126]。
中国では近年食品の安全性に関する消費者の意識が高まっており、食品偽装は大きな問題となっているが、アリババはこのような状況を受け、ブロックチェーンを活用することで、不透明で複雑な食品偽装の問題に取り組むこととしている。
2018 年 4 月末からは、上記に関連した食品供給チェーンのためのブロックチェーンプラットフォームの試験的運用を開始。オーストラリアの国営のオーストラリア郵便（Australia Post）とブラックモアズ、ニュージーランドの国営のニュージーランド郵便（New Zealand Post）と、乳業大手 Fonterra 社が参加する共同事業体「食品信頼フレームワーク」（Food Trust Framework）を設立した。アリババのアジア最大B2C小売プラットフォームT-mall（天猫）を介した製品の中国への国際輸送をブロックチェーンで追跡するプロジェクトを行う。T-mall の顧客は、製品についた固有の QR コードを読み取ることで、その製品の原産地からの移動経路を追跡し、購入した品物が本物かどうかを知ることができる。[127]
また、2018 年 3 月、アリババは、食品偽装に加えて偽造品の輸出入に歯止めをかけるため、アリババグループ傘下の子会社で物流を手がける Cainiao と連携し、対象商品に関する情報をブロックチェーンで管理することにより、原産国、出荷地、輸送方法、到着地、税関の詳細を追跡することを目的としたサービスを開発することとした。当該サービスの導入によって、Cainiao が網羅する上海、広州、深センなど中国の様々な都市の消費者が 50 カ国の約 3 万種類もの商品についての物流情報を追跡できるようになるとしている[128]。</td></tr>
</table>

[125] https://cripcy.jp/blockchain/blockchain-patent-alibaba-leads-china
[126] https://fintechonline.jp/archives/101788
[127] https://coinpost.jp/?p=25928
[128] https://www.coindesk.com/alibabas-t-mall-moving-cross-border-e-commerce-blockchain

組織				
プロジェクトオーナー	名称	アリババ	分類	大企業/アプリケーション開発・ユーザ
主な共同、連携先	名称	PwC	分類	大企業/アプリケーション開発
			国	米国
	名称	Blackmores, Fonterra, 豪郵便公社	分類	大企業／ユーザ
			国	オーストラリア
事業モデル（各種資料よりみずほ情報総研にて推定）				
推定されるビジネスモデル例				
実用化の段階	実証・試験運用			
技術				
利用コア	Hyperledger Fabric			
ブロックチェーンを利用するメリット	サプライチェーンネットワーク内の調達プロセスの透明化。データ分析に使用するデータの正確性・信頼性の向上。トレーサビリティ、全利用者間の信頼性の向上。			
その他				
関連 URL	アリババのプロジェクト関連サイト ・https://102.alibaba.com/detail?id=46			

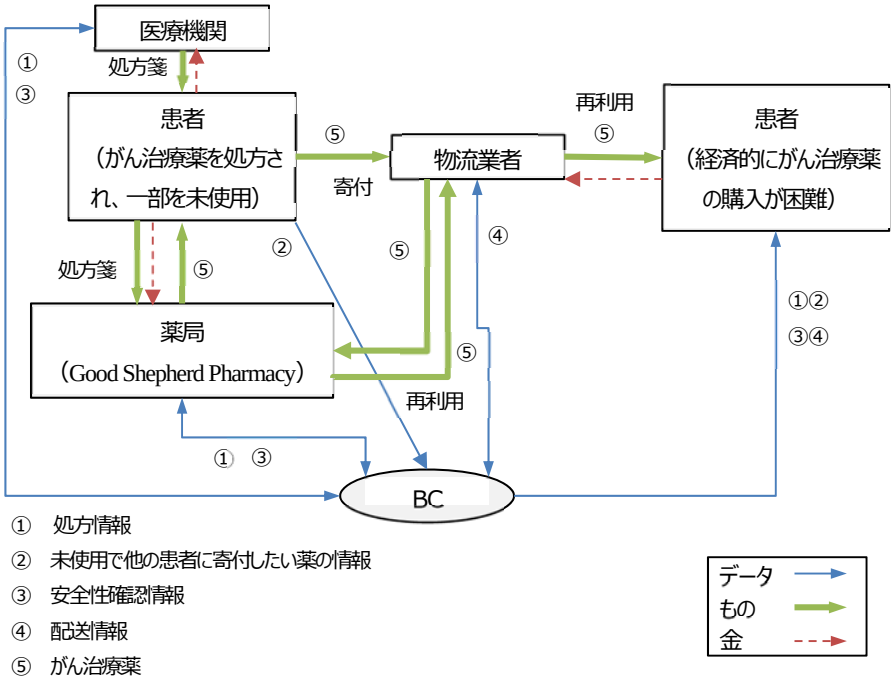
(12) がん治療薬の追跡・再利用

<table>
<tr><th colspan="4">概要</th></tr>
<tr><td>主な対象業種</td><td>医薬品</td><td>用途</td><td>トレーサビリティ</td></tr>
<tr><td>プロジェクト名</td><td>がん治療薬の追跡・再利用</td><td>国</td><td>米国</td></tr>
<tr><td>プロジェクト概要
129,130</td><td colspan="3">FedExの研究機関であるメンフィス大学にあるFedEx Institute of Technologyは2018年7月、メンフィスの薬局Good Shepherd Pharmacyと提携し、ブロックチェーンを活かしたがん患者を救済する取り組みを発表した。メンフィス大学の協力で、RemediChain および ScriptRide の 2 つのアプリケーションを開発し、未使用のまま処分されるがん治療薬を回収した上で、ブロックチェーン上の情報に基づき貧しいがん患者に提供するシステムを構築している。ブロックチェーンを活用することにより、がん治療薬の情報を安全かつ正確に管理することが可能で、大量に残っている薬から各患者に適した薬を効率的に探し、投薬することが期待されている。

再利用されるがん治療薬のイメージ
（出典）https://www.facebook.com/Remedi-chain-1399228090221119/より

RemediChainは未使用のがん治療薬を寄付できる仕組みを実装し、患者から患者へのトレーサビリティを、ブロックチェーンを利用して担保する。ScriptRide は実際に患者まで届ける仕組みを実装する。[131]
がんは多種多様な症状を引き起こすため、人によって最適な薬は異なる。従って、がん治療薬の多くが使用されずに捨てられており、実際に必要としている人々の手に届いているとはいえない。3,200 万人のアメリカ人が経済的な余裕が無いため処方薬を購入できず（例えば、経口化学治療薬の上位 20 の価格は 1 ヶ月 3 万ドル～4.5 万ドルと高額である）。一方、処方薬の 20%以上が廃棄されている。実際に、同大学のあるテネシー州だけでも年間 1,000 万ドル分の有効な薬が廃棄処分されている。RemediChain[132]は 2019 年 3 月から寄付の</td></tr>
</table>

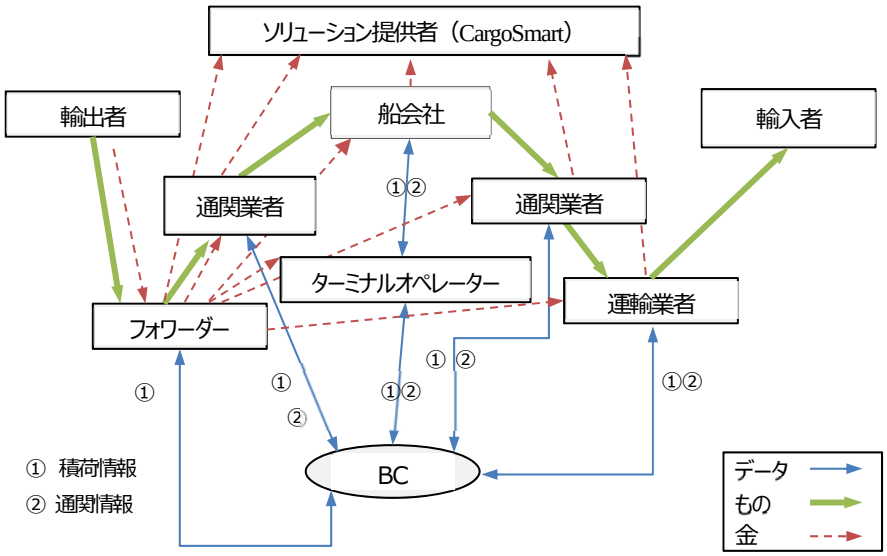
[129] https://news.ibinex.com/2018/07/09/fedex-partners-with-good-shepherd-pharmacy-for-unique-cancer-blockchain-project/
[130] https://bittimes.net/news/38410.html
[131] https://www.bizjournals.com/memphis/news/2018/10/30/memphis-company-university-develop-blockchain-plan.html
[132] https://www.remedichain.com/

	受付を開始している。			
組織				
プロジェクトオーナー	名称	FedEx	分類	大企業/ユーザ
主な共同、連携先	名称	Good Shepherd Pharmacy	分類	中小企業/ユーザ
			国	米国
事業モデル（各種資料よりみずほ情報総研にて推定）				
推定されるビジネスモデル例				
実用化の段階	実証・試験運用			
技術				
利用コア	Hyperledger Fabric			
ブロックチェーンを利用するメリット	データ分析に使用するデータの正確性・信頼性の向上。トレーサビリティ、全利用者間の信頼性の向上。			
その他				
関連 URL	https://www.facebook.com/Remedi-chain-1399228090221119/			

(13) Global Shipping Business Network

<table>
<tr><th colspan="5">概要</th></tr>
<tr><td>主な対象業種</td><td>運輸</td><td>用途</td><td colspan="2">EDI</td></tr>
<tr><td>プロジェクト名</td><td>Global Shipping Business Network</td><td>国</td><td colspan="2">中国（香港）</td></tr>
<tr><td>プロジェクト概要[133]</td><td colspan="4">2018 年 7 月、香港に本社を置き、海上物流用のグローバルシップメント管理ソリューションを提供する CargoSmart 社は、煩雑なサプライチェーンプロセス効率化のため、船積関連書類を処理するブロックチェーン・ソリューションの開発イニシアチブを発表した。
2018 年 11 月 6 日、CargoSmart とターミナルオペレーターである DP ワールド、上海インターナショナル等と海運業者であるエバーグリーンマリン、OOCL 等 9 社の間でコンソーシアムの設立と Global Shipping Business Network（グローバル・シッピング・ビジネス・ネットワーク（GSBN））というブロックチェーンを活用したデジタルプラットフォームの開発に関する覚書の締結が発表された。ブロックチェーンに関しては、CargoSmart が開発を主導。ビッグデータや AI などの最先端技術を駆使し、サプライチェーンに関係するすべての事業者に導入を促していく予定とされる。
国際輸送の書類管理プロセスは、国々をまたいで多数の関係者が関与することから煩雑なものとなっているが、紙ベースでの情報管理に依拠する部分も多い。さらに、国際物流に携わる企業は異なるデータ標準を持ち、メールやオンラインフォーム、あるいは EDI により各種のデータフォーマットで情報交換を行っている。CargoSmart は、このような複雑で多様な国際輸送に関するドキュメント業務を簡潔にすることを目指し、情報の信頼性を向上させ、効率化を進めるためにブロックチェーンを活用する。</td></tr>
<tr><th colspan="5">組織</th></tr>
<tr><td>プロジェクトオーナー</td><td>名称</td><td>CargoSmart</td><td>分類</td><td>中小企業/アプリケーション開発</td></tr>
<tr><td>主な共同、連携先</td><td colspan="4">Global Shipping Network の構成企業
-船主（CMA CGM(フランス), COSCO(中国), Evergreen(台湾), OOCL(香港), Yang Ming(台湾)）
-ターミナルオペレーター（DP World(UAE), Hutchison(香港), PSA(シンガポール), Shanghai International Port(中国)）
-システムプロバイダ（CargoSmart）</td></tr>
</table>

[133] https://www.cargosmart.ai/media/filer_public/a5/e4/a5e4fa62-5708-451d-84af-a804bd6695d6/cargosmart_blockchain_press_release_jp.pdf

事業モデル（各種資料よりみずほ情報総研にて推定）	
推定されるビジネスモデル例	
実用化の段階	企画・計画
技術	
利用コア	Hyperledger Fabric
ブロックチェーンを利用するメリット	コスト削減・効率化。取引の透明性・安全性の担保。
その他	
関連 URL	Global Shipping Business Network のサイト ・https://www.cargosmart.ai/en/solutions/global-shipping-business-network/

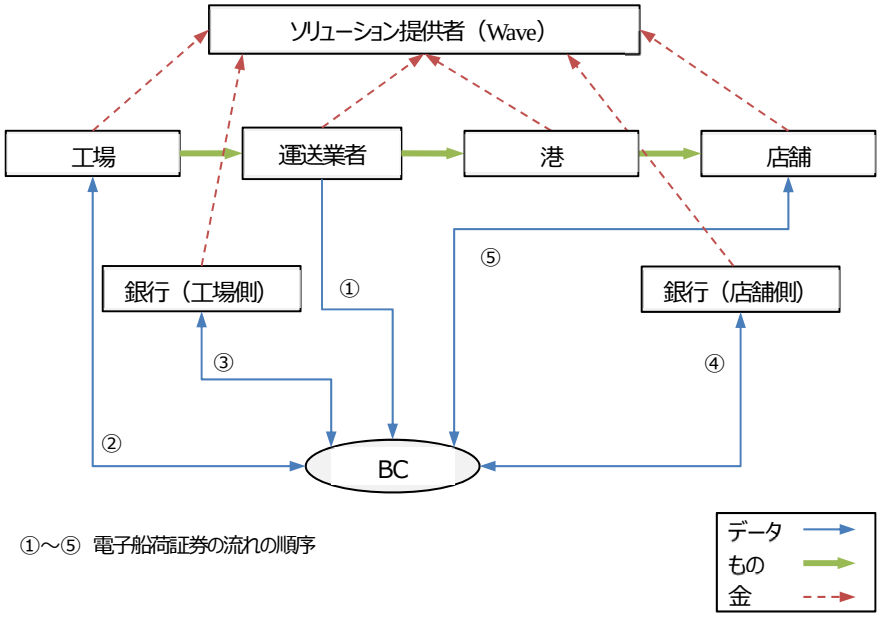
(14) 船荷証券の電子化

<table>
<tr><th colspan="5">概要</th></tr>
<tr><td rowspan="2">主な対象業種</td><td>サプライチェーン</td><td rowspan="2">用途</td><td colspan="2">EDI</td></tr>
<tr><td>製品名</td><td>船荷証券の電子化</td><td>国</td><td colspan="2">イスラエル</td></tr>
<tr><td>プロジェクト概要</td><td colspan="4">Wave は、貿易管理に関する書類の電子化と非中央集権的ネットワークでの取引の実現を目指すプロジェクトを実施する。
電子化の対象は船荷証券（Bill of Lading）である。
貿易関連書類は紙でのやり取りが多く、書類の捏造なども多く、また書類のやり取りに多くの時間がかかるケースがある。Wave が実施するプロジェクトは、ブロックチェーンを用いて貿易関連書類の電子化を行うことにより、改ざんの防止を図るものである。
船荷証券以外にも請求書、梱包明細書（P/L, Packing List）などを併せてブロックチェーン上でやり取りすることができる。すべての文書は非公開で暗号化され、関係者のみが直接送受信して、受信者のみが復号できる。
Wave のシステムは運送業者の ERP システムから発行された船荷証券を電子的に受け取り、印刷する代わりに次のものを含む電子船荷証券（eB/L）を作成する。

1. 受信した船荷証券情報
2. メタデータ（チェーン上の取引情報）
3. 情報の改ざんを防ぐデジタル署名

電子船荷証券（eB/L）は e メールのように簡単に送信と承認が可能で、送信時に Wave アプリケーション上のブロックチェーンを介してトランザクション（取引）が発行される。
Wave による[134]と世界中で年間 2 億枚の船荷証券が発行され、紙であることのリスクや詐欺などのリスクがあり、現在は 1 証券あたり$100-200 のコストが発生している。</td></tr>
<tr><th colspan="5">組織</th></tr>
<tr><td>プロジェクトオーナー</td><td>名称</td><td>Wave</td><td>分類</td><td>スタートアップ</td></tr>
<tr><td rowspan="2">主な共同、連携先</td><td rowspan="2">名称</td><td rowspan="2">Barclays</td><td>分類</td><td>大手企業/ユーザ</td></tr>
<tr><td>国</td><td>イギリス</td></tr>
</table>

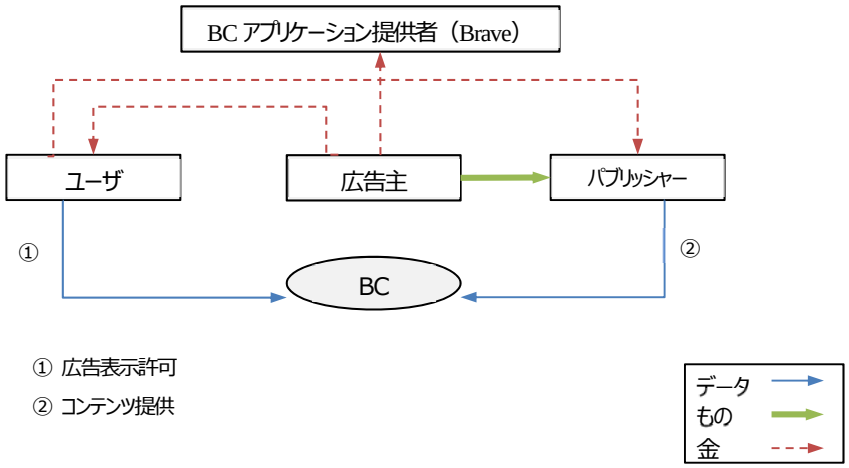
[134] Wave 提供資料より

事業モデル（各種資料よりみずほ情報総研にて推定）	
推定されるビジネスモデル例	 公開情報では実証実験までである。ビジネスモデルの詳細は不明。貿易取引におけるシステム上のプラットフォームとして採用を目指し、取引に対する課金をするものと推定される。
実用化の段階	概念検証
技術	
利用コア	独自
ブロックチェーンを利用するメリット	１）紙を使うことによるリスク（書類の紛失など） ２）商業上のリスク（詐欺など） ３）時間/コスト（通常の貿易書類のやり取りには 10～20 日を要する。） 上記の課題を解決しようとしているが、１、３については電子化による恩恵が大きいものと考えられる。なお２の商業上のリスク（詐欺など）については、トラストレスで船荷証券の取引が可能になることがある。また、分散型ネットワークのため、既存の貿易システムと比べた場合には廉価で使える可能性がある。
その他	
関連 URL	・http://wavebl.com/

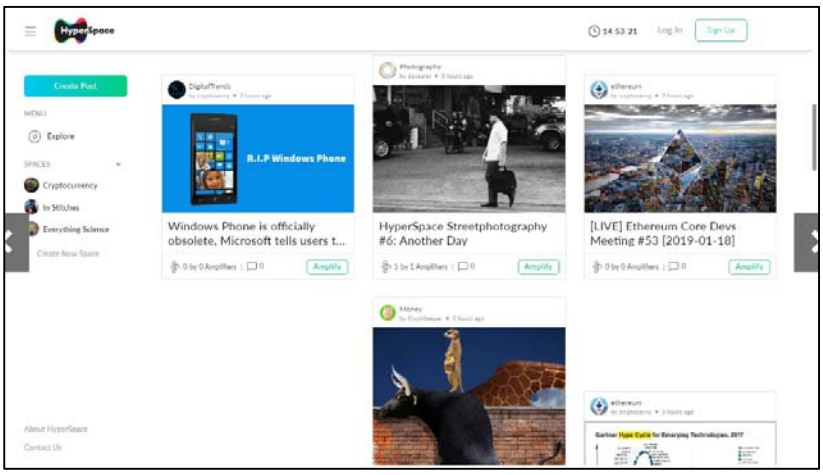
(15) ブラウザー開発プロジェクト

概要			
主な対象業種	一般消費者	用途	地域通貨・ポイント
プロジェクト名	ブラウザー開発プロジェクト	国	米国
プロジェクト概要[135,136]	Brave はユーザの閲覧速度とプライバシー保護に重点を置く独自のインターネット閲覧用の Web ブラウザーを提供する企業である。ブラウザー開発の Mozilla（ブラウザーFirefox の開発元）の前 CEO で、プログラミング言語 JavaScript の開発者でもある Brendan Eich 氏により創業された。 Brave のブラウザーは広告ブロック機能を持っており、ウェブサイトの派手な広告を非表示にする。その代わりとして、やや控えめな広告を、Brave 自身が表示できる。広告を非表示にすることでバッテリー消費量やデータ通信量を抑えることができ、表示速度も速くなる（最大で 7～8 倍）。広告を表示するか否かはユーザが選択でき、表示した場合には広告料のうち、ユーザが 70%、Brave 自身が 30%の報酬を得る[137]。また、ユーザがウェブサイト運営者（パブリッシャー）に報酬を提供することもできる。パブリッシャーが収益を得るためには Brave プロジェクトの審査を通過する必要がある。また、Brave はユーザの検索・閲覧履歴を過度にトラッキングせず、かつそれらのデータ保存や第三者への売買をしないため、プライバシーが保護される[138]。 Google Play において、2018 年 5 月には 500 万ダウンロードを、同 8 月には 1,000 万ダウンロードを突破したことがそれぞれ発表された。また、同 12 月には台湾の HTC が製造するブロックチェーンスマートフォンのブラウザーに Brave が採用されたことが発表された。[139]		

[135] https://ico-post.com/brand/brave-bat/
[136] https://www.itmedia.co.jp/news/articles/1604/11/news106.html
[137] https://brave.com/brave-ads-launch/
[138] https://thebridge.jp/2019/05/brave-browser-to-raise-over-30-million-in-series-a-equity-round-sources-pickupnews
[139] https://cointelegraph.com/news/decentralized-browser-brave-becomes-default-on-htc-blockchain-smartphone

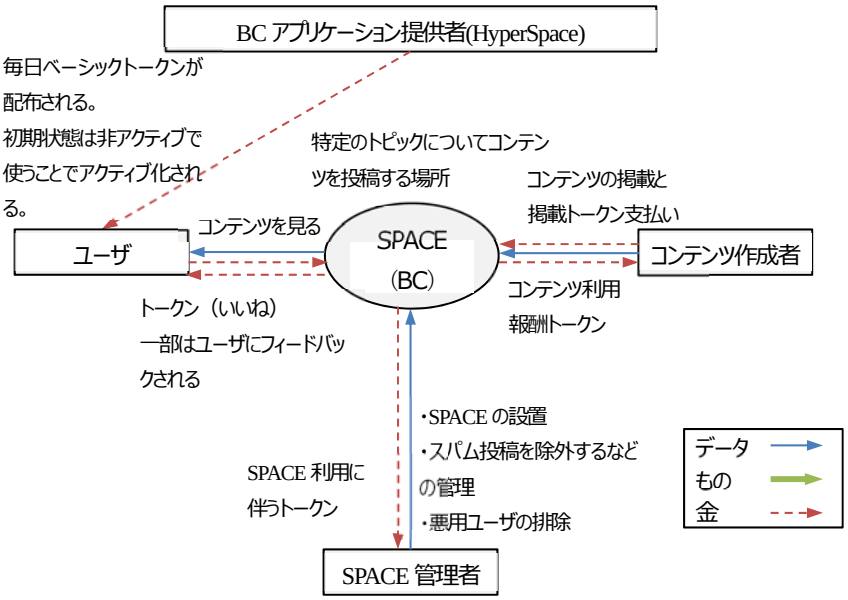
組織				
プロジェクトオーナー	名称	Brave	分類	スタートアップ/アプリケーション提供
事業モデル（各種資料よりみずほ情報総研にて推定）				
推定されるビジネスモデル例				
実用化の段階	実用化			
技術				
利用コア	Ethereum			
ブロックチェーンを利用するメリット	ユーザのプライバシー保護が図られること、広告の受け入れにより報酬を得られるメリットがあること、広告料が安価となること。			
その他				
関連 URL	brave のサイト ・https://brave.com/			

(16) HyperSpace

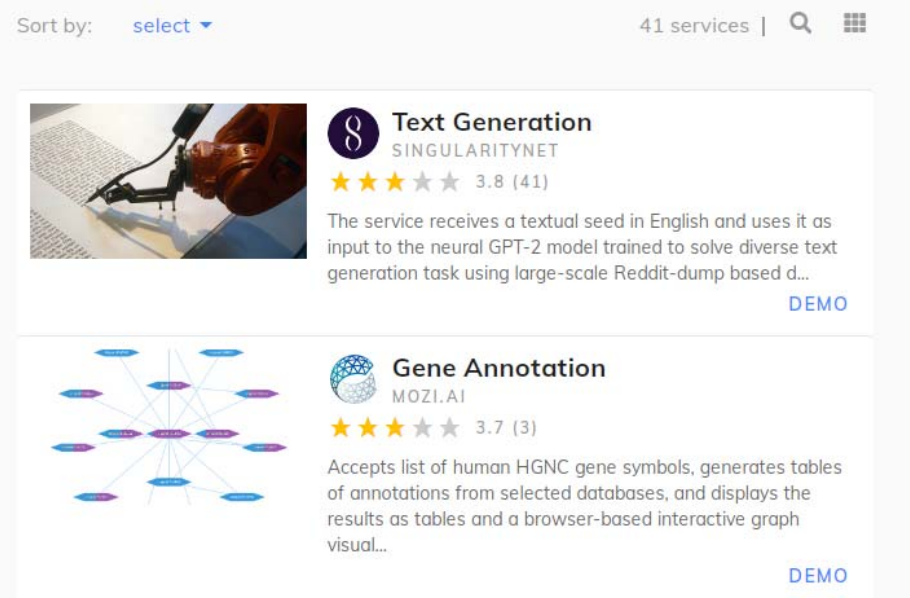
<table>
<tr><th colspan="4">概要</th></tr>
<tr><td>主な対象業種</td><td>サービス業</td><td>用途</td><td>地域通貨・ポイント</td></tr>
<tr><td>プロジェクト名</td><td>HyperSpace</td><td>国</td><td>イスラエル</td></tr>
<tr><td>プロジェクト概要</td><td colspan="3">ブロックチェーンを利用した分散化されたコンテンツ配信プラットフォームで、Facebook のような SNS に相当する。Universal Basic Income という仕組みを通じてユーザに利益が還元される仕組みがある。ユーザは毎日一定の AMP と呼ばれるトークンを受け取り、このトークンを使用して HyperSpace 上の様々な活動を行う。[140]
コンテンツの作成者は、コンテンツを投稿するとユーザがそのコンテンツを利用するたびに決まった割合の AMP を受け取ることができる。
前世代の WildSpark は 2017 年 8 月にベータ版が公開され、2018 年 2 月に正式版が公開された。HyperSpace はベータ版が 2019 年 1 月に公開され、2019 年の第 3 四半期に正式版を公開する予定である。[141]
 

HyperSpace の画面
（出典）https://alternativeto.net/software/hyperspaceamp/より</td></tr>
</table>

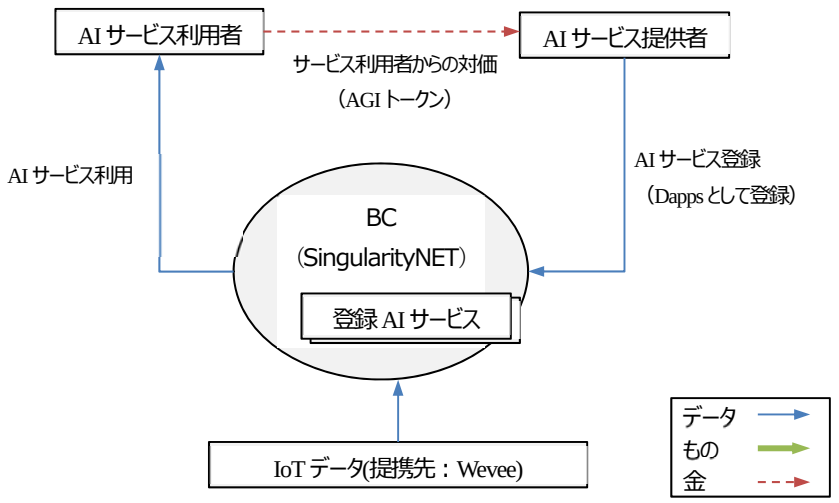
[140] https://site.hyperspace.app/how-it-works/universal-basic-income/
[141] https://site.hyperspace.app/roadmap/

組織				
プロジェクトオーナー	名称	HyperSpace	分類	スタートアップ/ アプリケーション提供
事業モデル（各種資料よりみずほ情報総研にて推定）				
推定されるビジネスモデル例				
実用化の段階	実用化			
技術				
利用コア	Ethereum			
ブロックチェーンを利用するメリット	トークンを通じてコンテンツ作成者、コンテンツ利用者（ユーザ）、システム（SPACE と呼ばれるトピックごとの投稿スペース）管理者が相互に報酬を自動的に受け取るシステムを作ることができる。			
その他				
関連 URL	HyperSpace サイト ・https://site.hyperspace.app/			

(17) SingularityNET

概要			
主な対象業種	分野横断	用途	通貨以外の取引
製品名	SingularityNET （分散型 AI ネットワーク）	国	中国（香港）
プロジェクト概要	現在の AI は AI が限定的なタスクをこなす特化型であるのに対して、今後広がる AI が想像や創造を行い、開発者が想定していなかった問題を解く汎用人工知能（AGI：Artificial General Intelligence）が出現するとするビジョンを掲げている。その中で、限られた企業や組織が特定の目的に特化した AI の現状を中央集権化されていると捉え、それに対して非中央集権化するために AI とブロックチェーンの融合を行うとしている。[142] SingularityNET は AI 処理を行うサービスの取引を行う非中央集権型マーケットプレイスである。ブロックチェーン上に分散型アプリケーション（Dapps）として実装された AI サービス（エージェント）が登録されている。サービスを利用したいユーザは SingularityNET 上のトークンである AGI を支払うことでサービスを使用できる。 SingularityNET 上の個々の AI サービスがお互いに協力して汎用人工知能を生み出すこととなる。 SingularityNET は 2019 年 8 月現在ベータ版が公開されている。  **SingularityNET の提供しているサービスエージェントのリスト例** （出典）https://beta.singularitynet.io/aimarketplace より		

[142] https://wired.jp/2019/06/15/ben-goertzel-atsushi-ishii-1/

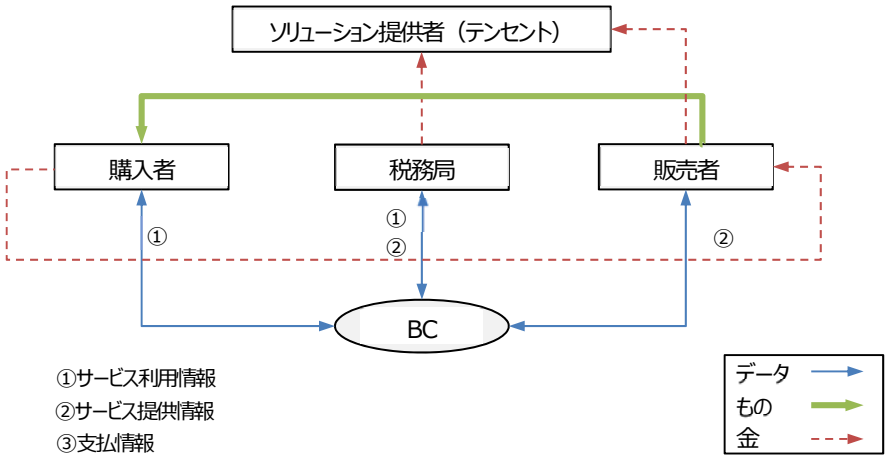
	ユーザは汎用の Ethereum のデータにアクセスする MetaMask を通じて Ethereum チェーン上で構築された SingularityNET のブロックチェーンにアクセスする。AI サービスを行う分散型アプリケーションは Ethereum のチェーン上に展開されている。			
組織				
プロジェクトオーナー	名称	SingularityNET	分類	スタートアップ/アプリケーション提供
主な共同、連携先	名称	Weeve[143]	分類	スタートアップ/アプリケーション提供
			国	ドイツ
事業モデル（各種資料よりみずほ情報総研にて推定）				
推定されるビジネスモデル例				
実用化の段階	実証・試験運用			
技術				
利用コア	Ethereum			
ブロックチェーンを利用するメリット	特定の組織における開発、利用が集中している AI を、ブロックチェーンを用いることで非中央集権的に管理し、多くの人が使える分散型 AI ネットワークを作る。			
その他				
関連 URL	SingularityNET のサイト ・https://singularitynet.io/			

[143] https://blog.singularitynet.io/singularitynet-partners-with-weeve-a460ab1fd6c3

(18) 領収書発行システム

<table>
<tr><th colspan="4">概要</th></tr>
<tr><td>主な対象業種</td><td>行政サービス</td><td>用途</td><td>データの記録・管理</td></tr>
<tr><td>プロジェクト名</td><td>電子領収書発行システム</td><td>国</td><td>中国</td></tr>
<tr><td>プロジェクト概要[144,145]</td><td colspan="3">2019 年 3 月 18 日、中国ネットサービス大手のテンセントが中国深圳市で提供するブロックチェーン技術を活用した電子領収書（適格領収書）システムがリリースされた。中国深圳市の地下鉄や一部のタクシーや空港直行バスなどで発行が可能である。
電子領収書（適格領収書）は領収書のように決済が行われたタイミングで発行され、税務処理や会計処理に使用することができる。
発行された情報が税務当局にも共有されるため、その後の税務処理を電子化しやすくなる。
鉄道機関、乗車決済システムのテンセント乗車コード、ブロックチェーン技術を開発するテンセントブロックチェーン、電子レシートシステムを開発したテンセント金融科技などが共同して、領収書をスマホから取得できるようにしている。
WeChat の「乗車碼（ツェンツェーマー）」でこの電子領収書が発行でき、決済は自動的に WeChat Pay から行われる。例えば、利用者がデータを会社に転送することで、会社は税務申告時に税務処理にこのデータを利用することができ、紙の書類を用いた場合よりも税務処理を効率化できる。
この電子領収書発行システムでは、既存の個別システムはそのままで、共通で扱いたいデータのみブロックチェーンを用いて共有を行っている。多数のシステム参加者が存在する場合であっても、ブロックチェーンを用いればデータの整合性が保たれ、データの改ざんも防ぐことができる。
この電子領収書は、発行から転送までのすべてがブロックチェーンで管理されており、現在の所有者がすぐに分かる仕組みになっている。電子領収書は 1 通しか存在しないため、複製して多重申請する、偽造するなどという不正行為ができない。地下鉄のほか、レストランや駐車場、カフェ等でも採用されている。
ブロックチェーン発票システムはリリースから半年あまり（2018 年 8 月～2019 年 3 月末）で 1,500 社に導入され、150 万枚の電子領収書が発行された。</td></tr>
</table>

144 http://tamakino.hatenablog.com/entry/2019/05/09/080000
145 https://media.dglab.com/2019/05/05-chinanblockchain-01/

組織				
プロジェクトオーナー	名称	テンセント	分類	大企業/アプリケーション提供
主な共同、連携先	名称	深圳市税務局	分類	政府機関/ユーザ
			国	中国
事業モデル（各種資料よりみずほ情報総研にて推定）				
推定されるビジネスモデル例				
実用化の段階	実用化			
技術				
利用コア	Hyperledger Fabric			
ブロックチェーン技を利用するメリット	正確な税務管理、管理コスト削減、トレーサビリティ、全利用者間の信頼性の向上。			
その他				
関連 URL	関連ニュース ・https://media.dglab.com/2019/05/05-chinanblockchain-01/			

(19) R3 による Corda プロジェクト

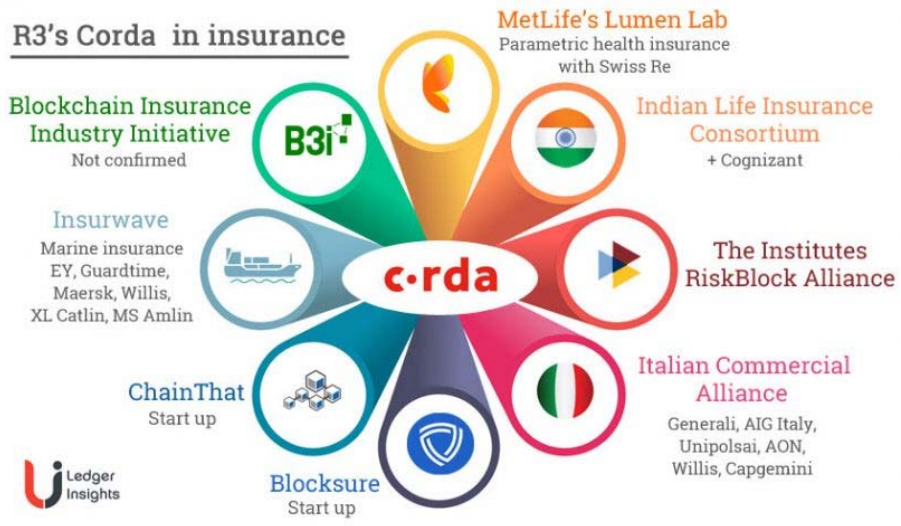
<table>
<tr><th colspan="4">概要</th></tr>
<tr><td>主な対象業種</td><td>金融・保険</td><td>用途</td><td>共通基盤技術（コア）</td></tr>
<tr><td>プロジェクト名</td><td>Corda</td><td>国</td><td>米国</td></tr>
<tr><td>プロジェクト概要
146,147,148</td><td colspan="3">Corda は特に金融業界における企業間取引を想定した分散型台帳技術プラットフォームであり、金融機関が求める要件（高いセキュリティとプライバシー）に基づき設計・開発されている。現在、プロジェクトには 200 社超のコンソーシアムメンバーおよびテクノロジーパートナーが参加しており、日本では SBI と合弁会社を設立しているほか、三菱 UFJ FG やみずほ FG 等の大手金融機関が加盟している。
Corda はブロックチェーンとは異なり、取引する 2 者間の中だけ、ある特定の取引者の間だけでデータが共有されるモデルを取っている。一度 Corda 上に記録されたデータは、自分の手元にあるデータベースでありながら、勝手に書き換えることが出来ず、更新するためには常に相手との合意形成が必要となる。[149]
現在の金融取引では、取引の当事者である金融機関がそれぞれの立場で受け取った情報、また独自に解釈した情報を各自のデータベース に記録しているため、当事者間でデータの重複や認識の齟齬が発生することも多く、それらの調整に多くのコストが発生している。特に保険業界では、アナログな処理も多く残っていることに加え、請求システムは高い調整コストをもたらす古いものであるため損失状況の把握が複雑なプロセスを伴うことにより決済遅延という問題が発生している。
保険業界は Corda がもっとも成長している業界の一つで、同市場において Corda はプライバシーとセキュリティを保ちながら請求書などの作成、受渡しをすることを可能にすることが期待されている。多様な保険業界関係者が Corda プラットフォーム上にソリューションを構築しており、大規模なシステムインテグレータやコンサルタント会社、スタートアップ企業、保険業界内の企業のコンソーシアムが含まれる。</td></tr>
</table>

146 https://crypto.watch.impress.co.jp/docs/news/1165363.html

147 https://logmi.jp/tech/articles/316531

148 https://www.ledgerinsights.com/r3-corda-blockchain-insurance/

149 https://medium.com/corda-japan/why-%E3%83%96%E3%83%AD%E3%83%83%E3%82%AF%E3%83%81%E3%82%A7%E3%83%BC%E3%83%B3-why-corda-95babbf2b979



保険業界における Corda 活用事例

（出典）https://www.ledgerinsights.com/r3-corda-blockchain-insurance/より

組織				
プロジェクトオーナー	名称	R3	分類	スタートアップ/技術（コア）開発
事業モデル				
推定されるビジネスモデル例	（基盤技術であり、その上に構築されるアプリケーションにより決まるため記載せず）			
技術				
利用コア	Corda			
その他				
関連 URL	Corda プロジェクトのサイト ・https://docs.corda.net/_static/corda-introductory-whitepaper-jp.pdf			

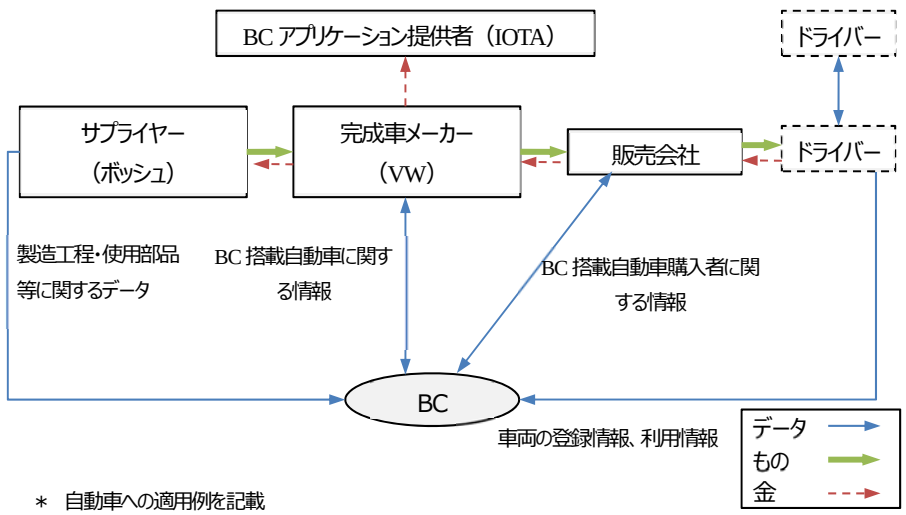
(20) IOTA

<table>
<tr><th colspan="4">概要</th></tr>
<tr><td>主な対象業種</td><td>産業横断</td><td>用途</td><td>共通基盤技術（ミドルウェア）</td></tr>
<tr><td>製品名</td><td>IOTA</td><td>国</td><td>ドイツ</td></tr>
<tr><td>プロジェクト概要
150,151</td><td colspan="3">IoT を前提に開発された IOTA は、ブロックチェーン技術をベースにしておらず、Tangle と呼ばれる特別なデータ構造を活用して運用されている。マイニングの作業を必要としないため、手数料が発生せず、スケーラビリティ問題も発生させない。
IOTA は、暮らしの中にある“モノ”同士がすべてインターネットでつながり、情報を交換し、共有し合う世界を見据えて作られた。現在は IOTA Foundation がプロジェクトを運営している。

サービスイメージ
（出典）https://www.iota.org/get-started/for-organisations より

マイクロソフトや富士通、ノルウェーの商業銀行 DNB bank、Bosch やフォルクスワーゲンとも提携している。IOTA とフォルクスワーゲンは車のテレマティクス・データを実用化するためのアプリケーション Digital CarPass を共同開発している。Digital CarPass を使用することでその車の経歴がデータ化され、過去の履歴も分かる。修理状況や走行距離なども記録されるため、車を手放したいときや中古車を購入するときに、改ざんできないデータとして有効である。
IOTA とフォルクスワーゲンは 2018 年 IT 関連見本市（CEBIT）で IOTA を使用した自動運転車向けの概念検証のデモンストレーションを行なった。自社で開発中のスマートカー経済圏でデータを安全に無線で配信することを目指している。2020 年までには 2 億 5 千万台のコネクテッドカーが路上を走ることになり、頻繁な遠隔ソフトウェア・アップデートや大規模な透明性の高いデータアクセスへの需要が高まるだろうと予測されている。[152]</td></tr>
<tr><td colspan="4">組織</td></tr>
</table>

[150] https://cryptogo.jp/news/iota-realizing-a-dream/
[151] https://cryptogo.jp/encryption-currency/cryptcurrency-iota/
[152] https://jp.cointelegraph.com/news/cebit-18-iota-and-volkswagen-present-proof-of-concept-for-autonomous-cars

プロジェクトオーナー	名称	IOTA Foundation	分類	非営利団体/技術(ミドルウェア)開発
主な共同、連携先	名称	フォルクスワーゲン	分類	大企業/ユーザ
			国	ドイツ
	名称	ボッシュ	分類	大企業/ユーザ
			国	ドイツ
	名称	富士通	分類	大企業/アプリケーション提供
			国	日本
事業モデル（各種資料よりみずほ情報総研にて推定）				
推定されるビジネスモデル例				
技術				
利用コア	IOTA			
その他				
関連 URL	IOTA プロジェクトのサイト ・https://www.iota.org/			

(21) Hyperledger Fabric

<table>
<tr><th colspan="4">概要</th></tr>
<tr><td>主な対象業種</td><td>産業横断</td><td>用途</td><td>共通基盤技術（コア）</td></tr>
<tr><td>プロジェクト名</td><td>Hyperledger Fabric</td><td>国</td><td>米国</td></tr>
<tr><td>プロジェクト概要
153,154,155,156,157</td><td colspan="3">Hyperledger プロジェクトは Linux OS および周辺技術の保護や標準化などを行う非営利組織「Linux Foundation」のプロジェクトとして 2016 年 2 月から活動、複数のブロックチェーン／分散型台帳技術に関する OSS（オープンソースソフトウェア）を推進する運営の枠組みを提供している。Hyperledger プロジェクトに賛同する「プレミアメンバー」には、IBM、アクセンチュアのような海外のグローバル企業だけでなく、日立製作所、富士通、NEC、NTT データなど日本の大手 IT ベンダーも参加している。この他、製造業大手のエアバスとダイムラーも参加している。
Hyperledger プロジェクトに参加するブロックチェーン／分散型台帳技術には現在、①IBM が開発、公開したコードを基にした「Hyperledger Fabric」、②ソラミツが開発した「Iroha」、③Intel が開発した「Sawtooth」などがある。なかでもエンタープライズシステム構築プラットフォームとして話題に上るのが Hyperledger Fabric であり、高いプライバシー保護、スケーラビリティを提供する「許可制」(許可されたメンバーのみ参加可能)のブロックチェーンである。
Hyperledger Fabric を利用した事例として IBM の Food Trust と TradeLens がある。Food Trust は IBM と米 Walmart との取り組みから始まった食品トレーサビリティのシステムで、食品の生産からスーパーマーケット店頭までを追跡可能にする。TradeLens は、IBM とデンマークの海運大手 Maersk 社が共同で推進。コンテナ船による国際貿易の物流を追跡し、事務処理コストを低減する目的のサービスである。
コンソーシアム型のブロックチェーンの使用用途で想定されている分野自体は広く、金融分野では許可されているライセンスを持っているエンティティのみが扱えるデータなどが多くある。その他にも様々利用可能性はある。基本的にコンソーシアム型のブロックチェーンは、複数の会社が協力して作るものであるが、それぞれの会社には、それぞれの利害関係とステークホルダーが存在するため、実証実験後の実導入に時間を要する可能性がある。</td></tr>
</table>

153 https://www.ibm.com/developerworks/jp/cloud/library/cl-hyperledger-fabric-basic-1/index.html
154 https://scrapbox.io/layerx/Hyperledger_Fabric_%E6%A6%82%E8%A6%81
155 https://www.keyman.or.jp/kn/articles/1704/25/news158.html
156 https://www.keyman.or.jp/kn/articles/1704/25/news158.html
157 https://scrapbox.io/layerx/Hyperledger_Fabric_%E6%A6%82%E8%A6%81

<table>
<tr><td colspan="5">組織</td></tr>
<tr><td rowspan="3">プロジェクトオーナー

主な共同、連携先</td><td>名称</td><td>Hyperledger Project</td><td>分類</td><td>非営利団体/技術開発</td></tr>
<tr><td rowspan="2">名称</td><td rowspan="2">IBM</td><td>分類</td><td>大企業/ 技術（コア）開発</td></tr>
<tr><td>国</td><td>米国</td></tr>
<tr><td colspan="5">事業モデル</td></tr>
<tr><td rowspan="5">推定されるビジネスモデル例

利用コア

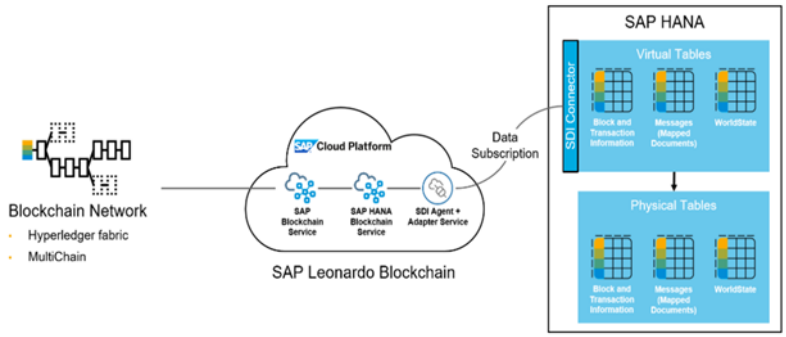
関連 URL</td><td colspan="4">（基盤技術であり、その上に構築されるアプリケーションにより決まるため記載せず）</td></tr>
<tr><td colspan="4">技術</td></tr>
<tr><td colspan="4">Hyperledger Fabric</td></tr>
<tr><td colspan="4">その他</td></tr>
<tr><td colspan="4">プロジェクトのサイト
・https://www.hyperledger.org/projects/fabric</td></tr>
</table>

(22) SAP Cloud Platform Blockchain, SAP HANA Blockchain

<table>
<tr><th colspan="4">概要</th></tr>
<tr><td>主な対象業種</td><td>産業横断</td><td>用途</td><td>共通基盤技術（ミドルウェア）</td></tr>
<tr><td>プロジェクト名</td><td>SAP Cloud Platform Blockchain, SAP HANA Blockchain</td><td>国</td><td>ドイツ</td></tr>
<tr><td>プロジェクト概要</td><td colspan="3">SAP では SAP が提供する各プラットフォームサービス上でブロックチェーンプラットフォームを提供している。主なプラットフォームとして以下 2 つのプラットフォームでブロックチェーンに関するサービスが行われている。[158]
・SAP Cloud Platform
・SAP HANA
それぞれ、SAP Cloud Platform Blockchain, SAP HANA Blockchain と呼ばれている。また、SAP は SAP Cloud Platform を基盤としてインテリジェントテクノロジーに必要なソリューション群をまとめた SAP Leonardo[159]と呼ばれるソフトウェア製品群があり、SAP Leonardo 上でも SAP Cloud Platform を通じてブロックチェーンを使用することができる。
SAP Leonardo はブロックチェーンを顧客企業のビジネスに組み込み、自由に拡張・変更することができる。SAP Leonardo には、ブロックチェーンに加えて IoT、機械学習などのテクノロジーが含まれ、ERP や顧客関係管理システム（CRM）などを、これまでのワークフロー、ビジネスプロセスやトランザクションの管理に重点をおいた「記録をするためのシステム」から、大規模データを基に洞察し自動的にアクションを行う「インテリジェントなシステム」に転換することを目指している。
SAP Cloud Platform Blockchain は Hyperledger Fabric、Multichain[160]、Quorum[161]に対応している。[162]また、SAP HANA Blockchain ではブロックチェーンネットワークと SAP HANA のインメモリプラットフォームを接続し、ブロックチェーンデータを SAP HANA データベースに移動したり、逆に SAP HANA データベースからブロックチェーンにデータを記録したりできる。[163]</td></tr>
</table>

[158] https://www.sap.com/japan/products/leonardo/blockchain.html
[159] https://www.sapjp.com/blog/archives/20337
[160] https://www.multichain.com/
[161] https://www.goquorum.com/
[162] https://cloudplatform.sap.com/capabilities.html#2.13
[163] https://help.sap.com/viewer/7a74204803ef48dc85332199dc251e8a/BLOCKCHAIN/en-US

<table>
<tr><td rowspan="8">プロジェクトオーナー</td><td colspan="4">



データの接続イメージ

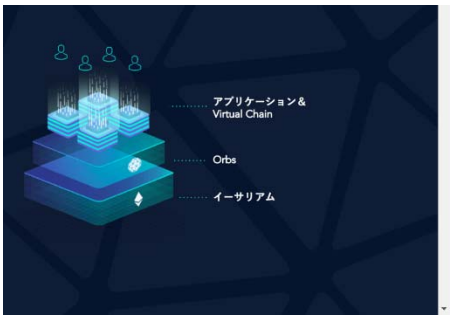
（出典）https://blogs.saphana.com/2018/06/13/sap-hana-blockchain-technical-introduction/より

2017 年 9 月にブロックチェーンコンソーシアム（SAP のブロックチェーンプラットフォームによるコミュニティー形成を目指す）と共同イニシアチブ（SAP のブロックチェーンプラットフォームを活用したサービスや実証実験をサポート）を立ち上げ、製薬、小売、ハイテク、運輸等の産業でブロックチェーン活用を模索する約 75 社が加盟し、共同プログラム開発を行っている。例としては、製薬業界の製品認証（グラクソ・スミスクライン、ブリストル・マイヤーズ等）、国際貿易（UPS、インテル等）、食品物流（ケロッグ、ターゲット等）、詐欺防止（メルク、エリクソン、ダイムラー等）等のプロジェクトであり、既にコバルト鉱山における出所追跡や、含有量分析のプロセス追跡、ガスパイプラインのサプライチェーン追跡等のユースケースがある。</td></tr>
<tr><td colspan="4">組織</td></tr>
<tr><td>名称</td><td>SAP</td><td>分類</td><td>大企業/技術（ミドルウェア）開発</td></tr>
<tr><td colspan="4">事業モデル</td></tr>
<tr><td>推定されるビジネスモデル例</td><td colspan="3">（基盤技術であり、その上に構築されるアプリケーションにより決まるため記載せず）</td></tr>
<tr><td colspan="4">技術</td></tr>
<tr><td>利用コア</td><td colspan="3">Hyperledger Fabric、Multichain、Quorum</td></tr>
<tr><td colspan="4">その他</td></tr>
<tr><td>関連 URL</td><td colspan="3">LEONARDO のブロックチェーンに関するサイト
・https://www.sap.com/products/leonardo/blockchain.html</td></tr>
</table>

(23) Orbs

<table>
<tr><th colspan="4">概要</th></tr>
<tr><td>主な対象業種</td><td>産業横断</td><td>用途</td><td>共通基盤技術（ミドルウェア）</td></tr>
<tr><td>プロジェクト名</td><td>Orbs</td><td>国</td><td>イスラエル</td></tr>
<tr><td>プロジェクト概要</td><td colspan="3">Orbs のプロジェクトは、Ethereum のセカンドレイヤーとして開発されるチェーンである。Orbs の開発は、Ethereum が有する課題の解決を志向している。主要な特徴として以下の三点があげられる。

①Virtual Chain
Virtual Chain 実装によって、Ethereum 上にプライベートなネットワークを形成することが可能になる。このことは、他の Virtual Chain が混雑状態であっても影響が出ないことも意味している。
②Randomized Proof-of-Stake
コンセンサスアルゴリズムとして Randomized Proof-of-Stake（RPOS）を採用。これによって Ethereum で課題と言われていた、スケーラビリティの向上を実現している。セキュリティレベルとしては Ethereum と同等以上を実現している。
③セカンドレイヤー
Orbs のスマートコントラクトは Ethereum 上での実行を実現するセカンドレイヤー上で構築される。

サービスのシステムイメージ
（出典） https://www.orbs.com/jp/%e3%83%86%e3%82%af%e3%83%8e%e3%83%ad%e3%82%b8%e3%83%bc/ より</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="5">組織</th></tr>
<tr><td rowspan="3">プロジェクトオーナー

主な共同、連携先</td><td>名称</td><td>Orbs</td><td>分類</td><td>スタートアップ/技術(ミドルウェア)開発</td></tr>
<tr><td rowspan="2">名称</td><td rowspan="2">KAKAO</td><td>分類</td><td>スタートアップ/アプリケーション開発</td></tr>
<tr><td>国</td><td>韓国</td></tr>
<tr><th colspan="5">事業モデル</th></tr>
<tr><td rowspan="4">推定されるビジネスモデル例

利用コア

利用するメリット</td><td colspan="4">（基盤技術であり、その上に構築されるアプリケーションにより決まるため記載せず）</td></tr>
<tr><th colspan="4">技術</th></tr>
<tr><td colspan="4">Ethereum</td></tr>
<tr><td colspan="4">プラットフォームレベルとして開発されており、Ethereum が有する利点を継承しつつ、Ethereum の課題であるトランザクション件数/スケーラビリティの改善がなされている。また、Virtual Chain とインテリジェントシャーディングが実装されており、アプリケーションレイヤーの混雑ボトルネックの発生に対して耐性を有している。</td></tr>
<tr><th colspan="5">その他</th></tr>
<tr><td>関連 URL</td><td colspan="4">プロジェクトのサイト
https://www.orbs.com/
ポジションペーパー
https://www.orbs.com/wp-content/uploads/2018/07/Orbs-Position-Paper-v1.6-Japanese.pdf</td></tr>
</table>

4. 事例の分析

4.1 特徴の抽出

本章で紹介した事例について、第2章3節で分類した用途ごとに、ブロックチェーンのどのような特徴が用いられ、どのようなビジネスを行っているかを整理する。

（1）地域通貨・ポイント

地域通貨・ポイントの用途の事例は第3章3節(15)(16)である。Webブラウザー開発プロジェクトでは、ユーザが広告を見た場合トークンで報酬が得られるという仕組みを実現している。Webブラウザーは独自に開発されたものであり、通常表示される広告をブロックし、その代わりの広告をWebブラウザー開発元が表示する。表示される広告は通常表示されるものより控えめなものとなっており、ユーザは通信量を抑えることができ、画面の表示速度も速くなる。代わりに表示される広告の広告料はユーザとWebブラウザー開発元で分配される。ブロックチェーンの利用はトークンを用いたシンプルなものであるが、Webブラウザーの広告モデルで新しいビジネスモデルを提示していることに特徴がある。

SNSに相当するコンテンツ配信プラットフォームでの利用では、トークンを通じてユーザに利益が還元される仕組みを実現している。いずれも既存のWebブラウザーやSNSといったシステムの中で新たにユーザに価値を還元する仕組みを提案しているものである。

（2）通貨以外の取引

通貨以外の取引の用途の事例は第3章2節(2)(3)(7)(8)3節(4)(17)である。主にゲーム分野と電力分野への利用である。ゲーム分野ではゲーム内のアイテムとトークンがひも付いており、ユーザ間で交換できるようになっている。売買・交換を可能とすることでアイテムに資産価値を発生させている。電力分野ではブロックチェーンによる蓄電池や太陽光発電機器など機器間のデータ共有、発電量などに応じた電源由来やCO_2削減価値などの証明、電力の直接取引などに利用されている。いずれも再生可能エネルギーに関連するシステムでの用途で、ブロックチェーンの複数の機能を組み合わせて利用されている特徴がある。

（3）トレーサビリティ

トレーサビリティの用途の事例は第3章2節(1)(5)3節(1)(8)(9)(10)(11)(12)である。食品と製造業におけるサプライチェーンでの商品･製品の履歴管理での利用が中心である。いずれも多数の参加者が存在し、参加者が商品・製品に関する情報をブロックチェーンに登録することで情報共有を図っている。ブロックチェーンはすべての取引データを時系列に保存しているため、履歴管理が行いやすく、多数の参加者が参加していても、改ざんなどの行われ難い信頼性の高いデータとなることが特徴である。また、商品・製品をトレースするため、データと現物との関連付けを行う必要があり、QRコードやRFIDなどを商品・製品に貼るなどして実現されている。

（4）EDI（電子データ交換）

EDIの用途の事例は第3章2節(1)3節(13)(14)である。電子化の対象は主に貿易とサプライチェーン関

係者間でやり取りを行う文書である。いずれも地理的に分散した多数の関係者間でやり取りを行う文書であり、リアルタイムでやり取りが行えることや信頼性が高く改ざんされないことにメリットがある。

（5）データの記録・管理

データの記録・管理の用途の事例は第3章2節(4)(6)(9)(2)3節(4)(5)(6)(7)(18)である。記録する対象データは①電力システムの発電量や蓄電池などの機器情報、②デジタルコンテンツの権利情報、③保険の申込書類と審査の情報、④自動車の走行や売買に関する情報、⑤個人の医療情報、⑥税金に関する決済情報であった。①②⑥はブロックチェーンの信頼性の高さを利用した証明[164]のために用いられており、①③④⑤はブロックチェーンの共有機能を利用して、複数関係者間で安全な情報共有を行うために用いられている。

4.2 ブロックチェーン導入の3つのパターン

ブロックチェーンの導入パターンは、以下の3つに大別することができる。

（1）既存システムの一部置き換え

特定のブロックチェーンの特性・機能を活かして、既存システムの一部を置き換えるパターンである。主にデータの記録・管理の用途におけるパターンとなる。既存システムに対して一部を置き換えるものであるため導入が進めやすい。主な置き換え対象はRDBである。単純に既存のRDBを置き換えることは、RDBが既に実現している多くの機能、性能と置き換えるためのコストを考えると困難である。既存システムの一部を置き換えるパターンでは、管理者を置かないで記録を維持する、高い改ざん耐性をもたせる、各参加者が個別にデータを保有する中立的なシステムを構築するなど、他の技術では実現が難しいブロックチェーン特性・機能を活かしたケースを選定すべきである。

（2）デジタル化推進に利用

サプライチェーンや貿易に関するシステムはデジタル化が進展中で、デジタル化推進の際にシステムの一部としてブロックチェーンの導入が進められている。貿易関係では関係者間の文書の電子化にブロックチェーンを用い、信頼性を高め、契約の自動化などを進めている。サプライチェーンに関するシステムでは文書の電子化に加え、ブロックチェーンを用いることで関係者間の商品、製品に関する情報共有、履歴管理を行っている。近年、食品や工業製品のサプライチェーンは大規模かつ複雑になってきており、サプライチェーン上で重大な問題が発生するケースもあることから、トレーサビリティの向上に対する企業の関心は高い。デジタル化を同時に進める必要があるため上記の（1）よりは導入に時間を要するが、既にビジネスフローが存在するため下記の（3）よりは実用化が早いと考えられる。

（3）新たなビジネスの創出

ブロックチェーンはITに関する技術の一つであるが、従来の技術とは大きく異なる仕組み（分散管理、暗号資産による決済、直接取引など）や特徴（改ざん耐性、取引の透明性など）を持っている。様々

[164] 電力の発電量から電源由来の証明書を発行できる。

なブロックチェーンの仕組みや特徴を活かし、新たなビジネスモデルをブロックチェーン上で構築しているパターンがある。電力分野では再生可能エネルギーに関連するシステムで、ブロックチェーンの複数の機能を組み合わせ、従来とは異なる新たなシステムを構築する取り組みが進められている。また、トークンと組み合わせることで決済の自動化までを一元的にブロックチェーン上で実現することも有用であるとの声もあった。

企業にとっては新たなビジネスモデルにより新しい市場を開拓することができ、大きな利益を得られる可能性がある。食品や海運のコンソーシアム以外にも保険[165]、運輸[166]、製造業[167]などの各種業界でイニシアチブやコンソーシアムが発足されており、今後はブロックチェーンをベースとした新しいビジネスモデルの創出が進むと考えられる。

4.3 ブロックチェーンが適用できる条件

ブロックチェーンが適用できる条件を抽出した。図 3-1 の条件を複数満たす場合はブロックチェーンを適用することで価値を生み出せる可能性が高い。

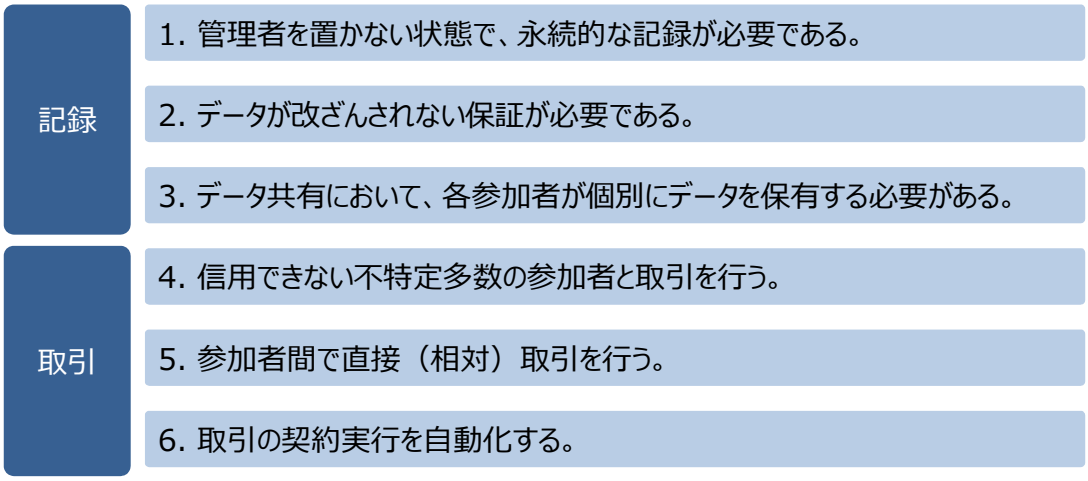


図 3-1 ブロックチェーンの適用が有効となる条件

1～3 は、データの記録・管理を RDB の代わりにブロックチェーンを用いて行う場合に、4～6 は、取引に関するシステムをブロックチェーンを用いて構築する場合に、ブロックチェーンの適用が有効となる可能性が高くなる条件である。いずれかの条件を必ず満たす必要がある、もしくは、満たせば必ずブロックチェーンの適用が有効となるということではない点に注意が必要である。

[165] https://b3i.tech/home.html
[166] https://www.bita.studio/
[167] https://iv-i.org/wp/ja/

第4章　ブロックチェーン技術の展望

本章では国内外の先進的な事例（米国、欧州、イスラエル、中国、日本）の文献調査およびヒアリングを通じて得られた調査結果の整理・分析に基づくブロックチェーン技術の展望を示す。

1.　Bitcoin コアの進展

ブロックチェーンは当初 Bitcoin のために開発された技術であり、ハッシュ・暗号化技術、P2P ネットワーク、コンセンサスアルゴリズム、電子署名などの技術が暗号資産の実装のために組み合わされたものである。そのため、暗号資産以外の非金融分野の用途に応用する場合、Bitcoin のブロックチェーン（Bitcoin コア）に実装された機能は必ずしもすべて必要ではない。また、Bitcoin コアはブロックサイズに上限（1 MB）があり、ブロックの生成速度がおよそ 10 分に 1 回である。このため、単位時間当たりに処理できるトランザクション数やデータサイズに制限があり、スケーラビリティが低く従来のシステムに比べ処理速度が遅い。非金融分野の用途に応用する場合にはこの点が課題となる。

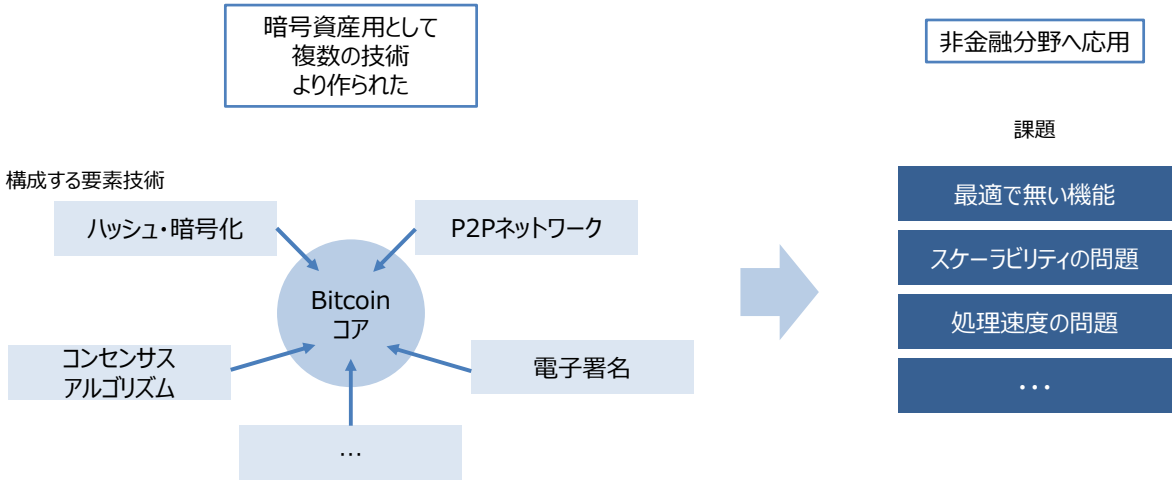


図 4-1　Bitcoin コアの暗号資産以外への応用時の課題

現在では、Bitcoin から始まったブロックチェーンを暗号資産以外に応用するため、用途に応じ使いやすいように改良を加えた様々なコアが提案・開発されている。スケーラビリティや処理速度は、耐改ざん性や非中央集権的な特性とトレードオフの関係になることが多く、データの透明性や公開性についても、ビジネスで用いる場合に必要となるデータのアクセス権限管理や情報保護と相反する特性となることがある。トレードオフや相反する機能をどのようにバランスさせるのが良いか、様々なコアが提案されている（図 4-2）。第 2 章 5 節の誤解 1.で述べたように、コアにより改ざん耐性が異なるが、現在では高いスケーラビリティと高い耐改ざん性をもつ複数のコアが提案されている。

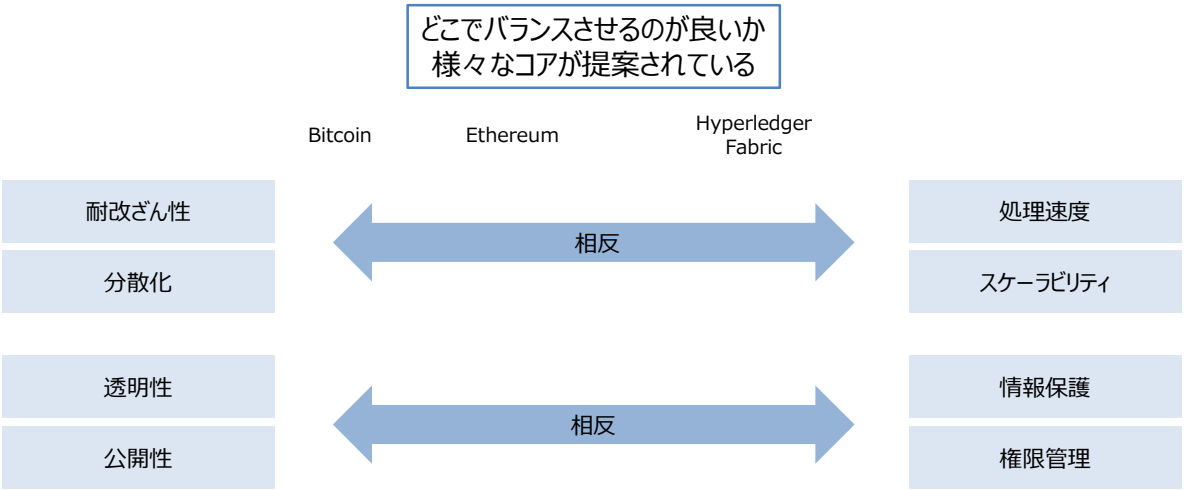


図 4-2　Bitcoin が持つ特性および非金融分野で必要な機能・特性

プライベート・コンソーシアム型ブロックチェーンも暗号資産以外への応用のために提案されたものである。Bitcoin などのパブリック型ブロックチェーンでは誰もが参加してデータを見ることができるが、ビジネスに応用する場合には参加者の制限、権限管理、データへのアクセス管理が必要となる。第 2 章 5 節で述べたように、一部のブロックチェーンコアで権限管理、アクセス管理を行う理由はビジネスに応用する場合に必要となる管理を実現するためであり、権限管理、アクセス管理を行うプライベート・コンソーシアム型の多数のブロックチェーンコアが開発されており、パブリック型以外にも用途に応じて選択肢が広がっている。

開発されているコアには、幅広い用途で汎用的に使用できるタイプのものと、特定の用途向けに設計されたタイプのものがある。前者には Ethereum や Hyperledger Fabric があり、後者には、今回の事例ではトレーサビリティを対象とした Vechain や IoT 向けの IOTA などがある。後者の場合特定の用途が想定されているため、その用途に必要な機能が強化されるようにコアの要素技術のモデルが設計・選択されている。コアに加え開発効率を向上するため用途に合わせたモジュール、ライブラリ、サンプルなどが提供されていることも多く、開発プラットフォームとして提供されており、効率よく開発が行えるようになっている。汎用的なコアの Hyperledger Fabric でも、開発元である IBM により、食品のトレーサビリティ管理を行う Food Trust や、貿易関連の書類の電子化を行う Trade Lens などのように Hyperledger Fabric をベースとした開発プラットフォームが提供されているケースもある。

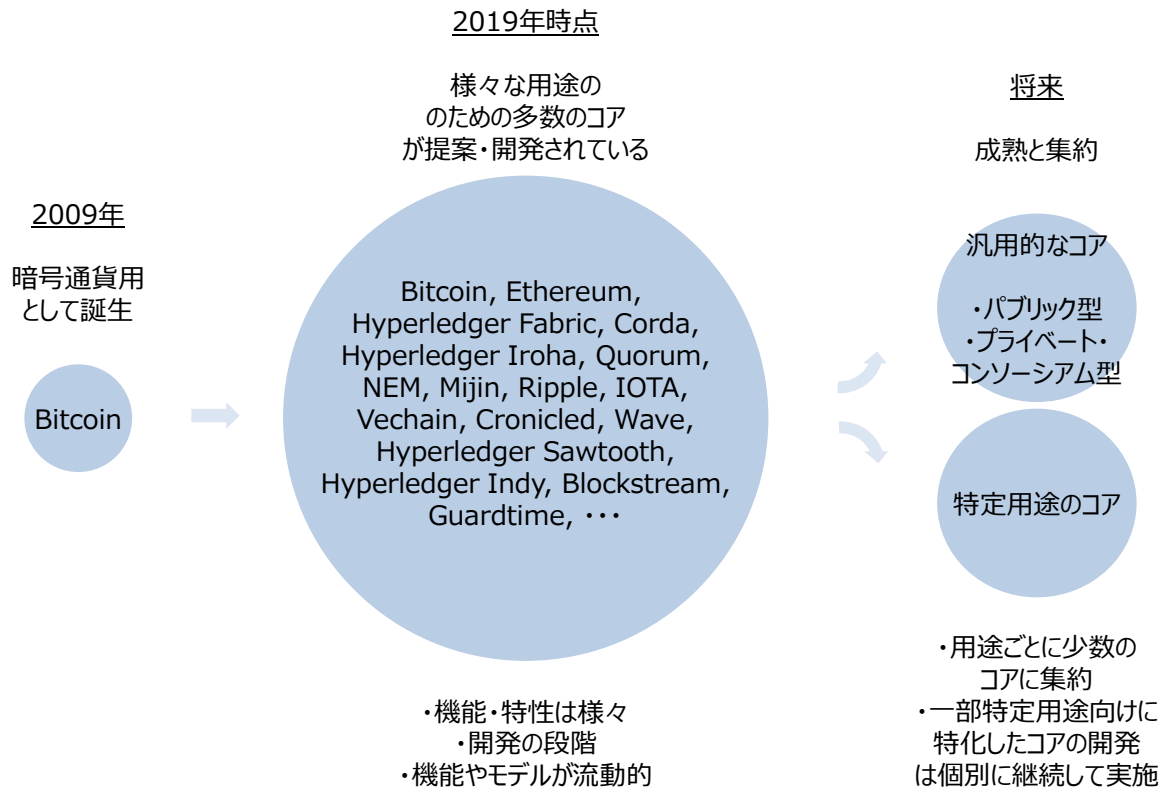


図 4-3　ブロックチェーンコアの展望

今回のヒアリング調査では、コアに関して現状まだ機能が不十分との声もあり、特定のコアに依存しない設計にしているという事例もあった。また、Forbes がリストアップしたブロックチェーンを使用している 50 社のリスト[168]の分析[169]によれば、50 社の多くが複数のブロックチェーンに関与しており、将来のブロックチェーンへの投資を分散している姿もうかがえる。現時点では、最終的にどのようなコアのブロックチェーンモデルが最良なものとして集約されていくかを見極めることは難しい。また、多くのコアは開発の段階で常に機能の改良、見直し、追加がなされている。例えば、パブリック型の代表的なコアである Ethereum では、現在のバージョン（2019 年 10 月時点）である Metropolis ではコンセンサスアルゴリズムに Proof of Work が採用されているが、次期バージョンの Serenity では通貨保有量が多い参加者が優先的にブロックを作成することで、処理速度の向上やスケーラビリティ向上が期待できる Proof of Stake[170]に変更する予定である。

ブロックチェーンを利用したシステムを開発する場合、上記のように現在は様々なコアが存在し、機能も大きく異なる点、現在も開発が進められている点、どのようなコアに今後集約されていくかは不明である点を考慮する必要がある。システムを開発する場合には現在のコアに過度に依存しない設計とすることで、将来の変化に柔軟に対応する等の工夫が求められる。

[168] https://www.forbes.com/sites/michaeldelcastillo/2019/04/16/blockchain-50-billion-dollar-babies/
[169] https://medium.com/blockdata/breaking-down-the-forbes-blockchain-50-2f44e9902537
[170] コンセンサスアルゴリズムの 1 種で、トークンの保有量などの寄与度に応じてブロック承認の成功率が決まるアルゴリズム。

2.　4 つの技術課題

技術課題は主にブロックチェーン技術やシステムの開発企業側で解決する課題であるが、ユーザ側の企業においてもブロックチェーン活用時のユースケース検討や将来的な展開・展望を検討する際に念頭に置き、考慮する必要がある。

ブロックチェーンには実用化のための技術的課題がある。代表的な技術課題である以下 4 点について、その内容と解決の方向性について述べる。

1. スケーラビリティの向上
2. セキュリティ対策
3. 入力データの正当性保証
4. インターオペラビリティ（相互運用性）への対応

2.1　スケーラビリティの向上

ブロックチェーンでは多数のノードがデータを共有することで高い改ざん耐性と耐障害性を実現している。一方、実用化が進み利用が進むと、ノード数、トランザクション量、ノードに記録されるデータ量などが増え、システムの処理性能が低下するというスケーラビリティに課題が生じる。（図 4-4）

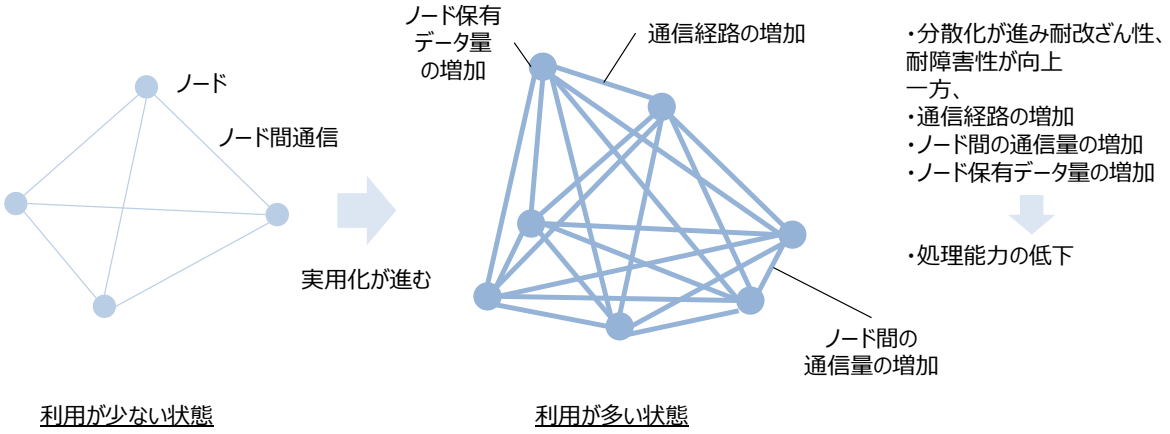


図 4-4　実用化に伴う処理能力の低下

例えば、Bitcoin コアの場合ブロックサイズの上限は現在 1MB となっており、ブロックの生成速度はおよそ 10 分に 1 回である。そのため、単位時間当たりに処理できるトランザクション数やデータサイズには制限があり、トランザクション量が増えるとトランザクション処理に遅延が生じ、それぞれのトランザクションが処理の優先度を上げようと取引手数料を上げるため[171]、全体の取引手数料の上昇を招いてしまう。

また、ブロックチェーンではノード間の通信を 1 対 1 の P2P で行うことから、ネットワークへの参加

[171] Bitcoin コアの場合、取引手数料が高いトランザクションが優先的に処理される。

ノードが増加すると飛躍的にノード間の通信パスが増える。ノードが増えるほどブロックチェーンの基本特性である非中央集権的な分散化が進み、改ざん耐性や耐障害性が向上するが、一方、システム全体の処理能力が低下し、分散化と処理能力にトレードオフが生じる。

概念検証、実証実験などの小規模なシステムであれば問題とはならないが、実用化が進むとユーザ数が増え、求められる処理能力もより厳しくなる。そのため、普及のためには重要となる課題である。

スケーラビリティはコンセンサスアルゴリズムなどコアで採用するモデルやシステムで使用するデータの中でブロックチェーンにはどのようなデータを保存するかという、システムのデータ設計にも依存する[172]。ユーザは、実用化の際にスケーラビリティを考慮してコアを選択し、システムのデータ設計を行う必要がある。

このスケーラビリティの課題に対して以下のような解決が試みられている。

新たなコンセンサスアルゴリズムの開発

スケーラビリティが失われる要因に、コンセンサスアルゴリズムにおけるブロックの生成速度やノード数の増大に伴うデータ通信量の増加がある。コンセンサスアルゴリズムを工夫することでできるだけ耐改ざん性、耐障害性を損なわず、ブロック生成の速度向上やデータ通信量の削減をする開発が行われている。

例えば、Hyperledger Iroha の 1.0 では Yet Another Consensus と呼ばれるユニークなコンセンサスアルゴリズムを採用しており、プロトコルがネットワークサイズに合わせて変化することなどで、スケーラビリティを保つように設計されている。また、IOTA では通常のブロックチェーンと大きく異なるモデルを採用することでスケーラビリティを保つように設計されている。IOTA にはブロックの概念がなく、データはトランザクションごとに記録される。新しいトランザクションを発行する場合、そのトランザクションの発行者は他のトランザクションを承認するための計算をする。取引を行うものが自ら承認を行うことで取引の際に手数料が発生せず、新しいトランザクションを発行する場合、先行する 2 つのトランザクションを承認する。承認には Bitcoin のマイニングと似た暗号学的パズルを解く必要がある。これらを連鎖させていくことで承認されたトランザクションを発生させていく。

オフチェーン化

ブロックチェーンにデータを書き込む頻度やデータのサイズを減らすことでトランザクション処理の負担を減らすものである。書き込む頻度を下げる方法として、メインのブロックチェーンとは別のところで取引の途中経過を記録し、ある程度の取引をまとめて 1 つの取引としてブロックチェーンに記録する方法がある。取引の途中経過の記録方法として従来の RDB を利用するものや、サイドチェーンやセカンドレイヤーと呼ばれる、メインのブロックチェーンとは別のブロックチェーンネットワークを利用するものなどがある。

保存データの分散

ノードに保存するデータサイズは時間とともに増大し、処理速度の低下を招く。この課題に対して各

[172] ブロックチェーンに保存できるデータには処理速度や書き込みサイズに制限があるため、システムが扱うデータの量や種類が多い場合はすべてのデータをブロックチェーン上には保存せず、一部のデータのみをブロックチェーン上に保存する場合が多い。

ノードが一部分のデータのみを持つことでデータを分散し、1 つのノードに対するデータサイズを下げる Sharding と呼ばれる処理が検討されている。例えば、本調査事例として取り上げた IOTA ではノードに保存するデータを一部のデータとする Chronicle という機能の開発を計画しており[173]、Orbs は Sharding を行っている。Ethereum でも Sharding のロードマップを示して[174]研究開発を行っている。

2.2 セキュリティ対策

Bitcoin コアではブロックチェーン上に保存されたデータは非常に改ざん耐性が高く、事実上改ざん不可能と言われているが、第 4 章 1 節で述べたように非金融分野では様々なブロックチェーンコアが存在し、一般的にはどのコアも高い改ざん耐性を持つが、一部コアによっては改ざん耐性が要件を満たさない場合もあるので注意が必要である。一般的に多数のノードが参加するパブリック型ブロックチェーンに比べ、プライベート・コンソーシアム型ブロックチェーンは改ざん耐性が劣る。そのため、利用するコアのセキュリティの特性を把握し、適切な注意を払うことが必要である。Verge というコアではブロックチェーンの実装上に欠陥があり、その欠陥を悪用され、マイニングの計算処理費用を支払うことなく新しいコインのマイニングが行われたということも発生している[175]。

また、スマートコントラクトはブロックチェーンの基本的な機能の一部であるが、ユーザ側で自由にプログラミングできるため、作成したプログラムに脆弱性が生まれる可能性がある。そのため、セキュリティホールとなりやすい。

さらに、コア以外のアプリケーション部分は既存システムと同様のプログラムであり、コアに比べ攻撃の標的になりやすく、十分なセキュリティ対策が必要になる。

アプリケーション部分の脆弱性を攻撃され被害が生じた事件として自律型分散ファンドの The DAO の資金流失がある。The DAO は Ethereum をベースに開発されたが、2016 年に脆弱性を利用され、資金が外部に流出する事件が発生した。The DAO には運営に賛同できなくなった投資家が資金を The DAO から移し、新しい DAO を作る「スプリット」という機能があったが、スプリット実行の資金移動が通常 1 回で完了する処理が何度も実行されることで約 360 万 ETH（当時の価格で約 52 億円）が外部に流出した[176,177,178]。

[173] https://blog.iota.org/introducing-chronicle-a-permanode-solution-8e506a2e0813
[174] https://github.com/ethereum/wiki/wiki/Sharding-roadmap
[175] "ブロックチェーン：脅威レポート"(McAfee) 2018 年 6 月
[176] https://www.itmedia.co.jp/enterprise/articles/1606/20/news130.html
[177] https://www.coindesk.com/understanding-dao-hack-journalists
[178] https://gentosha-go.com/articles/-/17332

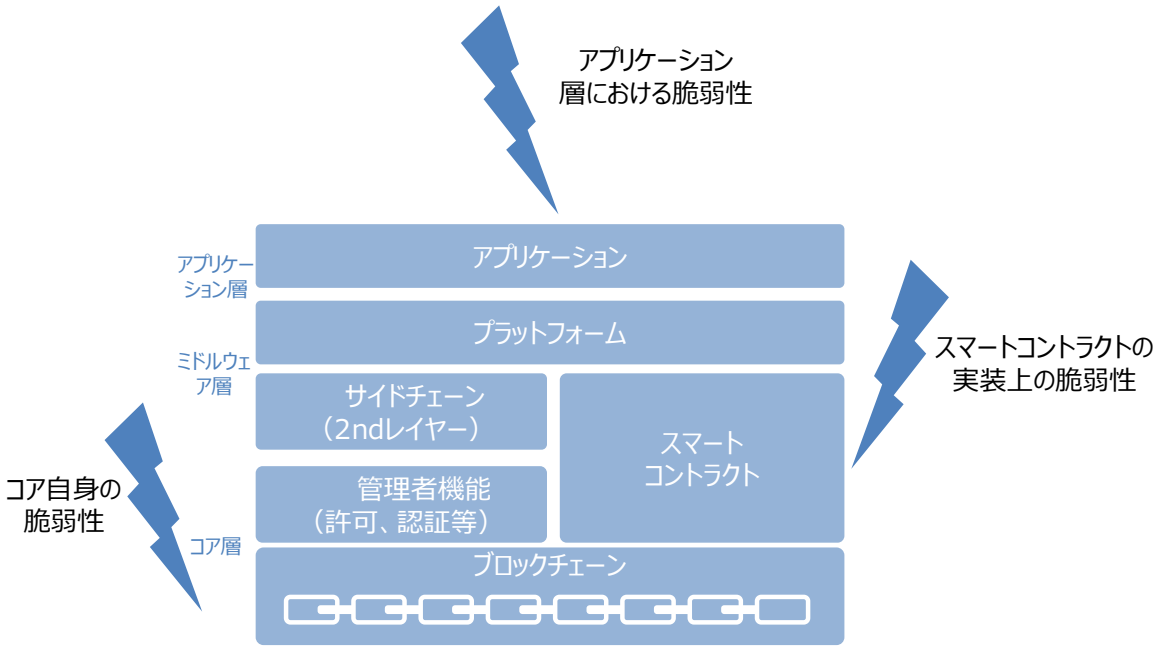


図 4-5　ブロックチェーンに対する３つの脆弱性の可能性

コア自体の改ざん耐性は各コアで使用する要素技術のモデル等に依存し、ユーザがコアを選択する際にはこれを踏まえ検討を行う必要がある。また、運用時のノード数によってもその改ざん耐性が変化することに注意する必要がある。現在、改ざん耐性と処理速度の両立を目指すコンセンサスアルゴリズム等の開発が進められている。

本調査においては、イスラエルの ValidNetwork のようにブロックチェーンへの攻撃検知を行うセキュリティツールを提供している例もあった。コア以外のサイドチェーン、スマートコントラクトなどのミドルウェア層、あるいはアプリケーション層ではコア層に比較してセキュリティが脆弱になる可能性がある。そこで ValidNetwork ではセカンドレイヤーより上のレイヤーを監視するシステムを開発している。特にスマートコントラクトに対する監視が中心であり、コードの脆弱性検出、侵入検出などを行い、スマートコントラクトを用いたシステムの安全性を向上させる。

2.3　入力データの正当性保証

ブロックチェーンによるシステムと外部システムとの接続部分にも課題が存在する。ブロックチェーン上に記録されたデータは一般的には改ざんが困難で、信頼性の高いデータとなるが、ブロックチェーンに書き込むデータ自体の信頼性を如何に担保するかという課題がある。ブロックチェーンに書き込むデータはブロックチェーン外のデバイス、データベース、システムから与えられた情報であり、その情報の信頼性を高めないとシステム全体の信頼性も向上しない。

ブロックチェーン外の情報をブロックチェーン内に提供するシステムはオラクルとも呼ばれ、この問題はオラクル問題とも呼ばれる。このような課題はシステム全般に存在するが、ブロックチェーンではデータの変更が難しく信頼性がより重要であり、多数の参加者がいてデータ入力者が様々であり、証明

に利用することも多いため、より入力データの正当性保証が重要となる。

本調査で調べた事例では、この課題に対するアプローチとしてデータ入力部分でタグやバーコードを利用したり、専用の IoT デバイスを開発したりするものがあった。再生可能エネルギーを計測し、創出される CO_2 削減価値の記録、取引を行うデジタルグリッドでは、電力消費量を正確に計測するための DGC（Digital Grid Controller）と呼ばれる機器を開発している。DGC は電力需要家[179]ごとに設置され、ブロックチェーンネットワークのノードとして機能し、電子署名を用いてデータ通信時の保護も行っており、データの信頼性を高めている。DGC からのデータに基づいて発行されたトークンは国際的な認証機関より CO_2 削減価値として認められている。また、流通情報の流れを記録する VeChain では NFC（Near Field Communication）、RFID チップ、環境データセンサー、ID デバイスなど様々なデバイスからのデータ入力方法をサポートするためのモジュールを用意している。

2.4　インターオペラビリティ（相互運用性）への対応

ブロックチェーンには様々なコアが存在する。活用が進み利用が拡大した場合様々なコアを利用したシステムが運用されることとなる。これらのシステムを接続する場合、異なるブロックチェーンコア間でデータを共有し、アセットや利用料として使われているトークンを移転することが必要となる。

ブロックチェーンコア間を直接つなぐ技術はクロスチェーンと呼ばれ、現在複数の技術開発が進められている。クロスチェーンが実現することにより、単なるトークンの移転のほか、ブロックチェーン A 側で起こったイベントに基づき、ブロックチェーン B 側でトークンを支払うなどの相互運用も可能となる。

代表的なプロジェクトである Polkadot[180]からは 2019 年 8 月に Kusama が発表されている。Kusama は R&D が主目的の実験版バージョンだとされており[181]、正式版に向けた最後のバージョンだとされている[182]。現在クロスチェーンに関する技術は開発中であり今後にクロスチェーン技術によるブロックチェーンコア間の接続が進んでいくと考えられる。

インターオペラビリティの向上には直接ブロックチェーンコア間を結ぶ方法以外に、ブロックチェーン間のインターフェースを定め、標準化することでデータのやり取りを行う方法もある。現在 ISO の技術委員会 TC307[183]ではブロックチェーンと分散台帳に関連する標準化を行っており、TC307 下の SG（Study Group）7 がインターオペラビリティを担当している。

[179] 電気の供給を受けて使用する者のこと。
[180] https://polkadot.network/
[181] https://medium.com/polkadot-network/kusama-rollout-and-governance-31eb18041044
[182] https://polkadot.network/ja/polkadot-kusamanoshou-yin-ki/
[183] https://www.iso.org/committee/6266604.html

3. 技術の開発時期

非金融分野向けのブロックチェーン技術は現在開発の段階である。基本となる機能は現在でも利用が可能であるが、スマートコントラクト、他のブロックチェーンとの接続（インターオペラビリティ）、セカンドレイヤーに関する技術なども一部利用可能であるが、開発段階である。また、既存コアの機能改良が継続されており、Ethereum ではコンセンサスアルゴリズムの変更、Hyperledger Fabric ではトークンの実装などの開発が進められている。

以下にてブロックチェーンに関する主な技術について、多くのブロックチェーンで利用可能となる技術の開発時期についての見通しを述べる。

コアやスマートコントラクトのような基本的な機能は開発の優先度が高く先行して開発が進み、続いてセカンドレイヤーや他のブロックチェーンとの接続に関する技術などの周辺技術の整備が進むと考えられる。

ここで述べる時期は多くのブロックチェーンで利用可能となるおおよその時期を示しており、今後の開発状況によって変わる可能性がある。また、その時期にならないと技術が利用できないということではなく、既に先行するプロジェクトで技術開発が行われ、一部の技術は利用可能であることに注意が必要である。

開発時期の推定には、本調査で調べた事例における技術の開発状況、各技術の代表的なプロジェクトの開発状況、Gartner の 2019 年のブロックチェーン・テクノロジーのハイプ・サイクルなどを参考としてみずほ情報総研にて推定したものである。なお、Gartner のハイプ・サイクルにおける年数は主流として採用されるまでの年数であり、下記で述べる技術開発が進み利用可能となる時期は主流の採用より前となるものであり、技術を使ったシステムの開発期間や主流として普及する期間を考慮するとのハイプ・サイクルにおける年数より 2～3 年程度早くなると考えられる。

既存コアの機能改良では Ethereum や Hyperledger Fabric で主要な機能の追加、改良が行われており今後 1 年以内にリリースされる見込である。多くのブロックチェーンで機能改良が進むのは 2 年程度と推定される。

スマートコントラクトは既に Ethereum、Hyperledger Fabric などの代表的なコアでは利用可能であるが、一部のコアでは実装中もしくは今後実装を行う計画であり、Gartner のハイプ・サイクルでは主流の採用までに要する年数が 2～5 年とされている。現在一部のコアでは未実装であることなどを考慮すると、スマートコントラクトが多くのブロックチェーンで利用可能となる時期は、既存コアの機能改良より少し先の 3 年程度と推定される。

セカンドレイヤーに関する技術はサイドチェーンやペイメントチャネル[184]などの技術に対して、様々な実装方法が提案・開発が進められている段階であり、Gartner のハイプ・サイクルでも主流の採用まで、スマートコントラクトより先の 5～10 年とされている。既に一部の技術は利用可能であることを考慮すると 3～4 年程度で開発自体は進むと推定される。

他のブロックチェーンとの接続技術については、Gartner のハイプ・サイクルではセカンドレイヤーと同じ主流の採用まで 5～10 年とされているが、まだ主要なプロジェクトで実験的な実行環境がリリース

[184] デポジット金の考え方を導入し、二者間の取引をブロックチェーンの外で行い、複数回の取引をまとめて一つのブロックチェーンのトランザクション（取引）とする技術。

[185]された段階である。多くのブロックチェーンで他のブロックチェーンとの接続が技術的に可能となる時期は、セカンドレイヤーの機能改良よりは先の 5 年程度と推定される。

以上を整理した技術開発が進み、多くのブロックチェーンで利用環境が整うまでの開発時期を図 4-6 に示す。

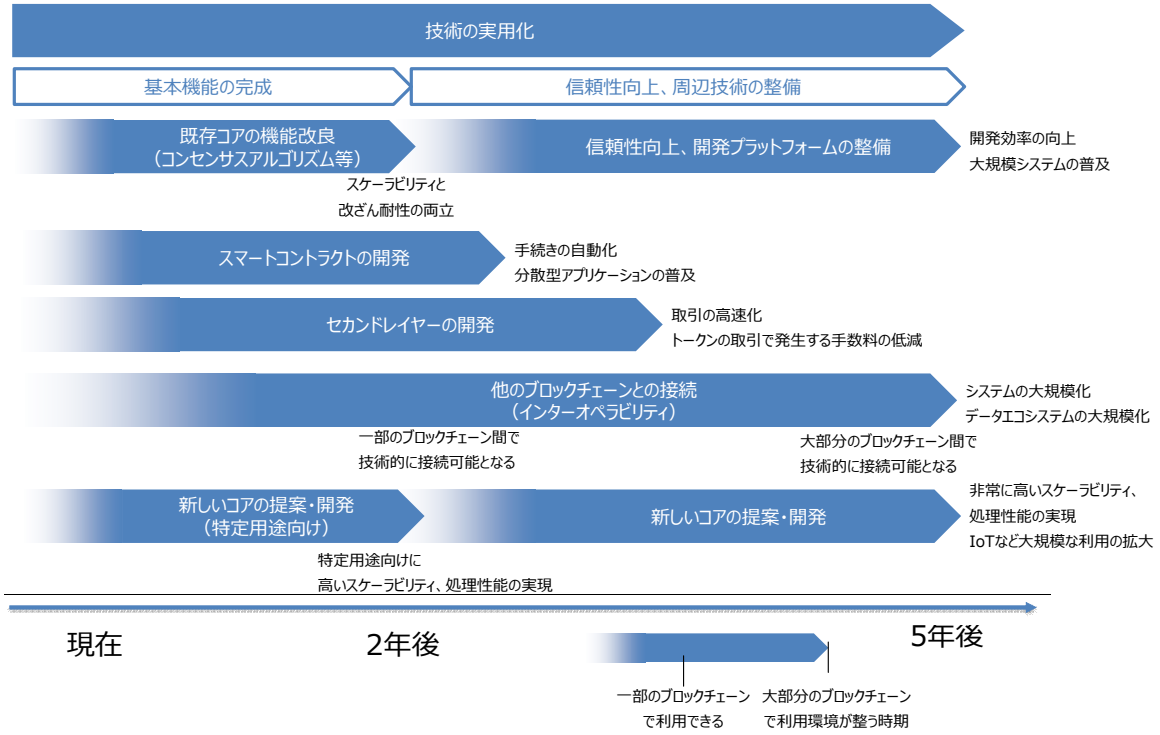


図 4-6　ブロックチェーン技術の開発時期

[185] https://polkadot.network/ja/polkadot-kusamanoshou-yin-ki/

第5章　ブロックチェーンの社会実装に関する展望と課題

本章では国内外の先進的な事例（米国、欧州、イスラエル、中国、日本）の文献調査およびヒアリングを通じて得られた調査結果の整理・分析により得られたブロックチェーンの社会実装に関する展望と課題を示す。

1.　注目分野

ブロックチェーンは様々な分野で活用に関する取り組みが行われている（第6章1節参照）。2018年に発表されたPricewaterhouseCoopersによる世界の経営幹部600人を対象にした調査[186]では、84%の企業がブロックチェーンに少なくとも何らかの関与をしていると回答している。同じく2018年に発表されたデロイトトーマツによる世界7カ国の年間収益6億ドル以上の企業におけるシニア・エグゼクティブ1,053名を対象とした調査[187]でも、ブロックチェーン・ソリューションの検討や取り組みを行っている割合が77%であった。いずれの調査も、世界で多くの企業がブロックチェーンに関心を示していることを示している。

以下では今回調査を行った事例の中で日本、米国、欧州、東アジアなど各国で取り組みがされており、分野の抱える課題、変化、ニーズにブロックチェーンが提供できる機能がマッチしていると考えられる分野を3つ取り上げ、分野の背景、ブロックチェーンへの期待、本格的な普及への課題を述べる。

- ✓　サプライチェーン
- ✓　電力
- ✓　データの記録・管理

1.1　サプライチェーン

1.1.1　背景

食品や工業製品のサプライチェーンは大規模かつ複雑になってきており、サプライチェーンで重大な問題が発生するようになってきているが、その解決のための技術の利用は十分進んでいない。Business Continuity Instituteが発表した76カ国589機関を対象にしたサプライチェーンに関する調査[188]では、過去12ヶ月間の間に56%の組織がサプライチェーンで重大な混乱を生じた問題が発生し、25%の組織で25万ユーロ以上の経済的損失が発生している。

[186] "世界のブロックチェーン調査2018" (PricewaterhouseCoopers)
[187] "ブロックチェーンサーベイ 2018" (デロイトトーマツ)
[188] BCI SUPPLY CHAIN RESILIENCE REPORT 2018

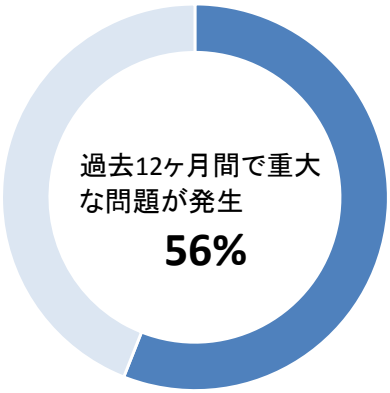


図 5-1　過去 12 ヶ月間にサプライチェーンにおいて重大な問題が発生した割合

（出典）BCI SUPPLY CHAIN RESILIENCE REPORT 2018 よりみずほ情報総研作成

だが、これらの問題発生を防ぐために、サプライチェーンの中断を予測、監視、報告等を何らかの技術（リスク分析指標など）を使用して行っている組織の割合は 38%に留まり、問題分析をするために使用しているツールも 46%が Excel のスプレッドシートである。

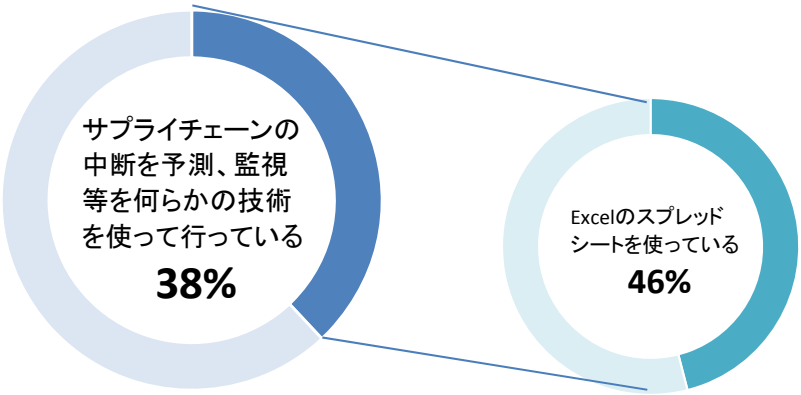


図 5-2　サプライチェーンを分析する技術の使用割合（左図）と
Excel を使用している割合（右図）

（出典）BCI SUPPLY CHAIN RESILIENCE REPORT 2018 よりみずほ情報総研作成

さらに、食品のサプライチェーンに関しては食品廃棄ロスの削減[189]、安全性の確保、偽装対策の必要性が高まっている。Boston Consulting Group のレポート"TACKLING THE 1.6-BILLION-TON FOOD LOSS AND WASTE CRISIS"によれば[190]毎年生産される食料の 3 分の 1（32%）にあたる 16 億トン（約 1.2 兆ドル）の食料が廃棄されており、適切なサプライチェーンインフラの構築、デジタルツールによるサプラ

[189] 国連の持続可能な開発のための目標である SDGs(Sustainable Development Goals)では「持続可能な生産消費形態を確保する」ために、「2030 年までに小売・消費レベルにおける世界全体の一人当たりの食品廃棄物を半減させ、収穫後損失などの生産・サプライチェーンにおける食品の損失を減少させる。」としている。
[190] https://www.bcg.com/publications/2018/tackling-1.6-billion-ton-food-loss-and-waste-crisis.aspx

イチェーンの効率化、サプライチェーンのプレイヤー間の連携などによりその約 3 割（28%）にあたる廃棄量（約 3,300 億ドル）を減らすことができるとしている。

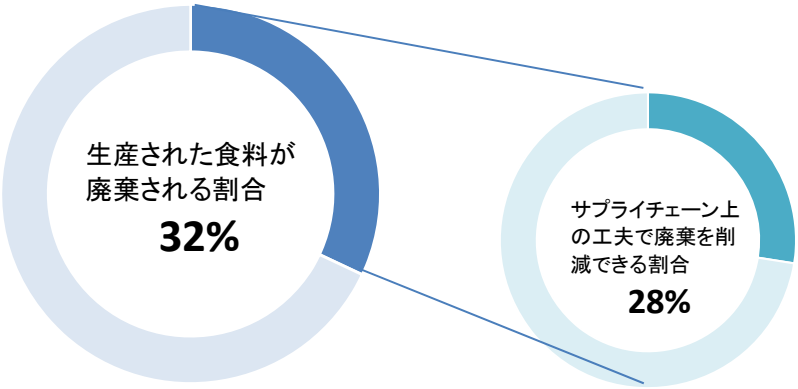


図 5-3　食料が廃棄される割合（左図）と
そのうちサプライチェーン上の工夫で廃棄を削減できる割合（右図）

（出典）"TACKLING THE 1.6-BILLION-TON FOOD LOSS AND WASTE CRISIS"(Boston Consulting Group)よりみずほ情報総研作成

また、Food Safety Magazine による米国食品医薬品局（FDA）および米国農務省食品安全検査サービス（USDA FSIS）によって発表された食品関連のリコールは、2018 年は 382 件発生している[191]。Forbes によると[192]食品偽造は世界で年間 500 億ドルを超える。

1.1.2　ブロックチェーンへの期待

大規模かつ複雑化したサプライチェーンにおいて、効率的かつ安全性、信頼性の高いサプライチェーンを構築するために、国境を越えた複数の事業者間で信頼性の高い形で情報を共有し物流の効率化、トレーサビリティ確保、各種手続きや伝票、証明書の電子化による自動化、効率化を図ることが重要となり、これらを実現する技術としてブロックチェーンへの期待が高まっている。

ブロックチェーンは分散台帳としてサプライチェーンに参加する事業者間で情報共有することでサプライチェーン全体の状況を可視化することができ、輸送中の食品の温度や在庫増減のデータを分析することでサプライチェーンの効率化や問題発生時の原因究明を行うことができるようになる。

また、各種手続きや伝票、証明書をデジタル情報として事業者間でやり取りをすることで、紙を用いたものよりも処理を早く、効率的に行うことができるようになる。

さらに、スマートコントラクトを活用すれば取引を自動化、効率化したり、トークンを用いて決済を行ったりすることもでき、サプライチェーンに関する情報共有、契約文書管理、決済などをまとめて実現し、業務全体の効率化にもつなげられる可能性がある。

[191] https://www.foodsafetymagazine.com/enewsletter/a-look-back-at-2018-food-recalls-outbreaks/
[192] https://www.forbes.com/sites/larryolmsted/2018/04/12/the-latest-food-fraud-and-what-you-can-do-to-protect-yourself/

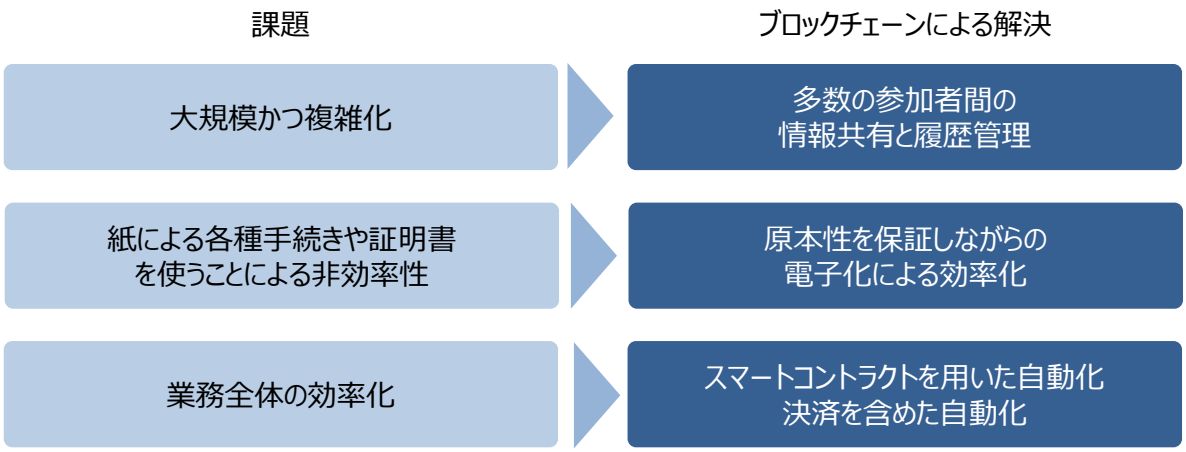


図 5-4　サプライチェーンにおける課題とブロックチェーンによる解決

1.1.3　本格的な普及のために必要なこと

サプライチェーンにおける様々な課題解決に向けてブロックチェーンの普及を進めていくためには、サプライチェーンの可視化による在庫やロスの削減、事故が起きた際の迅速なトレース、偽造品の流通防止などを安価かつ確実に実行できるといったブロックチェーンの導入メリットについて、まずはサプライチェーンの主導的立場にある企業とベンダーで検証を行い、成果が得られる確証を得た段階でサプライチェーンの参加企業を巻き込んでいくことが重要である。

例えば Walmart は、米国での O157 に汚染された野菜の迅速なトレースや中国における豚肉の厳格な衛生管理の実現に向けて、2016 年から IBM や大学と実証実験を 1 年半以上実施し、既存システムでは 26 時間かかっていた情報の追跡が数秒で完了するなど成果を確認し、2019 年 9 月からホウレン草やロメインレタスなど葉物野菜の生産者に対して、生産地などのデータのブロックチェーンへの登録を依頼した。

その際 IBM はブロックチェーンプラットフォーム Food Trust の使用料について、データを登録するだけの農家は無料、トレーサビリティ等に利用する Walmart などからは売上高に応じて課金するなど、サプライチェーンに関わる様々なプレイヤーが利用しやすい料金体系を設定、普及拡大に向けた取り組みを行っている。その他に、大きなメーカーを中心として導入を進める方法もある。自動車・建設機械・航空機などではメーカーと部品メーカーとの関係が強く、系列化も進んでおりメーカーが主導することで導入を進めやすいと考えられる。

その他に導入が促進される場合として、関連の法規や制度でトレーサビリティなどが義務化される場合がある。例えば米国では医薬品について Drug Supply Chain Security Act という法律が 2013 年 11 月に施行され、医療用の医薬品について電子履歴を管理することを調剤梱包単位で 2023 年までに行うように義務付けている。

ブロックチェーンを利用することによるメリットが具体化、明確化されれば、トレーサビリティに関するデジタル化と組み合わさりブロックチェーンの利用が進むと考えられる。

1.2　電力

1.2.1　背景

地球環境問題を背景に、太陽光発電、風力発電などの再生可能エネルギーの導入量は、政府などによる政策支援や技術革新による発電コストの低減によって近年増加の一途をたどっている（図 5-5、図 5-6）。

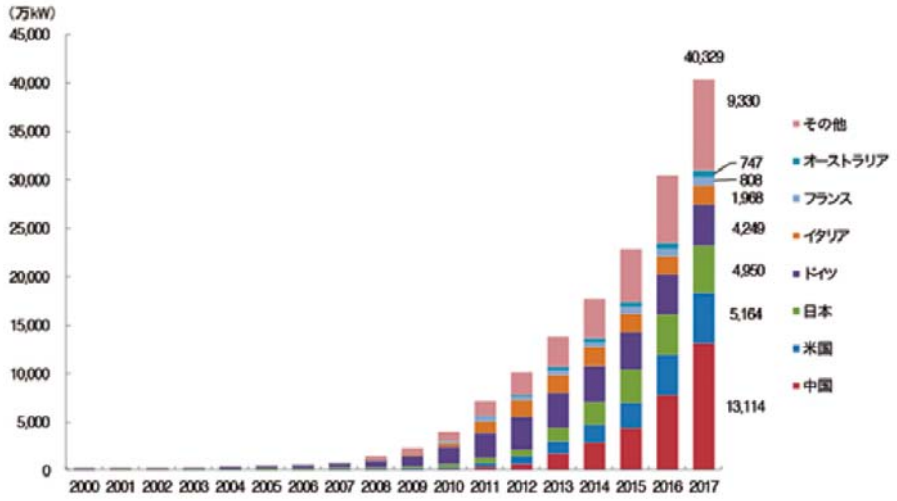


図 5-5　世界の太陽光発電の導入状況

（出典）エネルギー白書 2019（経済産業省）

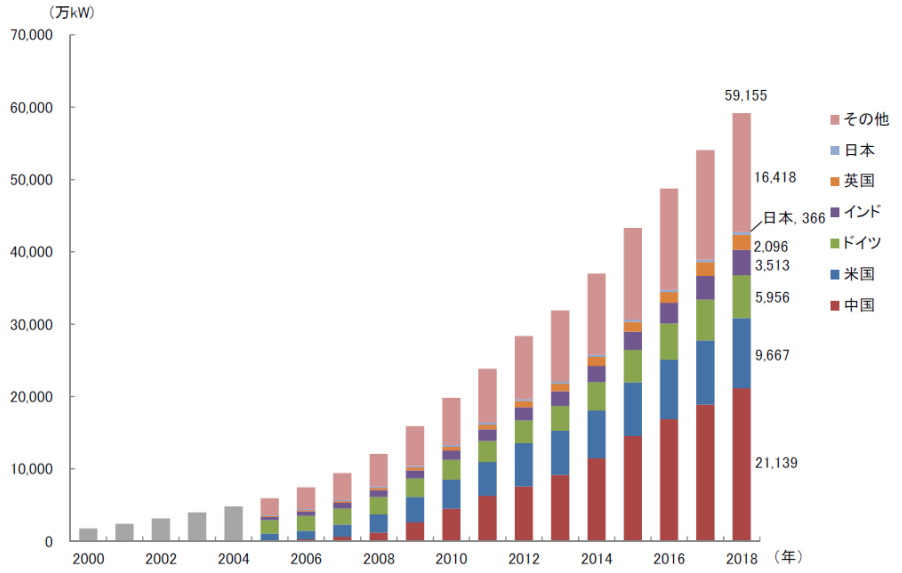


図 5-6　世界の風力発電の導入状況

（出典）エネルギー白書 2019（経済産業省）

従来の電力システムは、火力発電所や原子力発電所など大規模な発電設備から、送電設備を用いて需要家へ電力を届ける集中型であった。一方、太陽光発電などの再生可能エネルギーの発電設備は分散しており、これまで一方的に電気を購入していた家庭などの需要家が、自家発電の余った電力を売る Prosumer と呼ばれる生産消費者となるなど、電力システムには大きな変化が生じており、集中型から分散型のシステムに移り始めている。そのため、その変化に応じた新しいシステムやビジネスモデルが必要となってきている。

分散型の電力システムへの移行に伴い、電力供給の管理も集中型から分散型に応じた自律的な管理方法が必要となってきている。また、再生可能エネルギーは発電量の変動が大きく、電力供給を安定化させるため、小規模な発電・蓄電設備をまとめ、1 つの発電所のように機能させる Virtual Power Plant などの新たなビジネスモデルも生まれてきている。

1.2.2　ブロックチェーンへの期待

分散化する電力システムで電力の直接（P2P）取引、多数の機器間のデータ共有や機器連携、スマートメーターなどを活用した電源由来証明の自動化、暗号資産を用いた決済など新たな電力システムを支える技術としてブロックチェーンへの期待が高まっている。分散型、自律型という今後の電力システムの特性は、ブロックチェーンと相性の良い技術と考えられている。

例えば電力の直接（P2P）取引では需要家や Prosumer 間で直接取引することで、太陽光パネルを保有する家庭で電力が余った場合、近隣の工場などの需要家に売買することができ（図 5-7）、効率的な電力の生産と分配を実現し、分散型エネルギーの普及を後押しすることができる。ブロックチェーンを用いることで直接（P2P）取引の構築が容易になる。

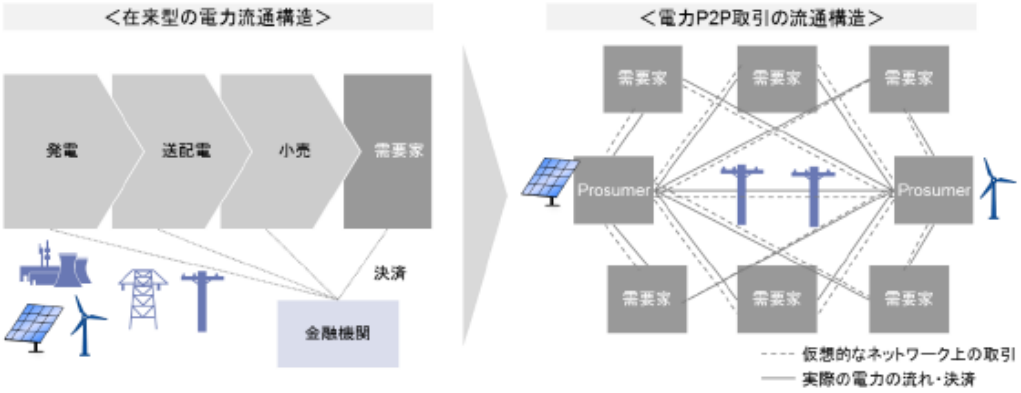


図 5-7　従来型電力事業と電力直接（P2P）取引のバリューチェーン

（出典）みずほ産業調査 Vol.57 "電力-ブロックチェーン技術を活用した電力シェアリングエコノミーの展望"（みずほ銀行）

また、今後の電力の管理は、電源（エネルギーリソース）の分散化が進むことで Virtual Power Plant などの需要家が保有するエネルギーリソースの活用が必要となり、その統合管理が必要になる。ブロックチェーンを用いることで多数の機器間のデータを安全に共有することができる。さらに、分散化された

電源や Prosumer 間での取引の分散化に伴い直接（P2P）取引が必要になると考えられる。ブロックチェーンは Virtual Power Plant などにおける機器間のデータ共有・機器連携や直接（P2P）取引を行う技術として期待されており、国内外の多くの企業が実証実験などの取り組みを行っている。

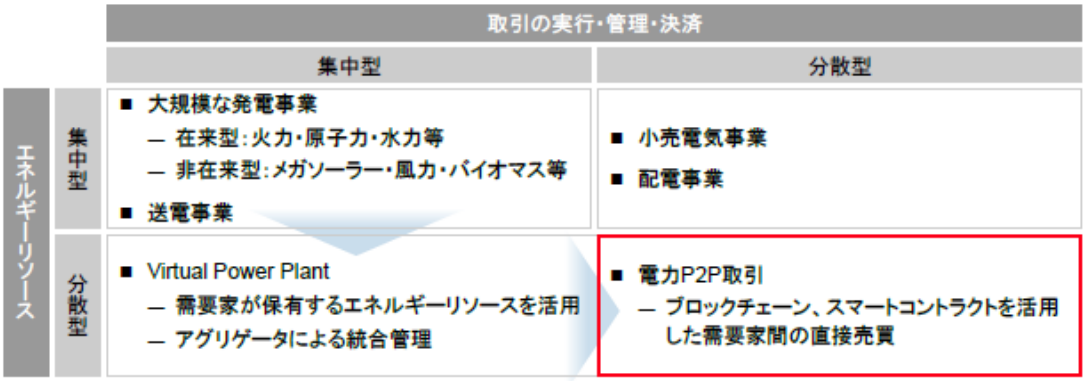


図 5-8　電力事業の管理体制・リソースごとの類型と発展の方向性

（出典）みずほ産業調査 Vol.57"電力-ブロックチェーン技術を活用した電力シェアリングエコノミーの展望"（みずほ銀行）

また、ブロックチェーン上でデータの収集、管理、取引、決済までを行うエコシステムを構築することで様々な処理をリアルタイムに行うことができ、分散化が進む電力システムでその変化に応じた効率的なシステムとしての期待が高い。

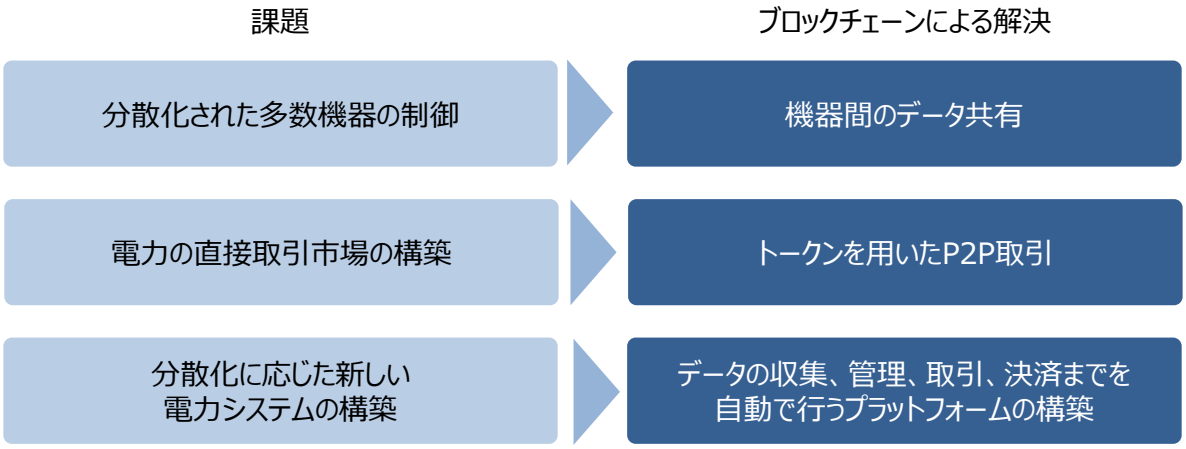


図 5-9　電力における課題とブロックチェーンによる解決

1.2.3　本格的な普及のために必要なこと

近年スマートメーターの普及が進み自動的に電力需要、供給のデータを信頼性の高い形でシステムに取り込むことができるようになっており、自動でリアルタイムに機器間のデータ共有、直接（P2P）取引、電源由来証明書発行などを行うことが容易になっている。さらに、ブロックチェーンを使うことで取引に伴う決済にもトークンを利用することができる。

ブロックチェーン上でデータ記録から取引決済までを含む、分散電力取引を行うプラットフォームを実現できればシステム全体の効率化・自動化が行え、電力分野での本格的な普及が期待できるようになる。

トークンを用いた決済を利用する例として、今後、太陽光発電などの分散型電源と自動運転 EV が普及した場合、EV は非稼働時間に様々な場所で分散型電源から充電を行うケースが増加すると想定される。その際、分散型電源を設置した家庭や事業者が充電した EV との P2P 取引にトークンを用いて決済を行うことにより、既存金融システムを用いた場合の決済手数料負担を大幅に削減することが可能となる。また、充電設備の導入のインセンティブが働くことから充電設備の設置が進み、このマッチングプラットフォームをベースとした新たな P2P ビジネスが立ち上がることも期待される。

こうした新たなビジネスモデルの検討は始まっており、東京大学、トヨタ、TRENDE（東京電力ホールディングスのグループ会社）は、ブロックチェーンを活用し、電力網につながる住宅や事業所、EV 間での電力取引を可能とする次世代電力システム（P2P 電力取引）の共同実証実験[193]を 2019 年 6 月から実施している。具体的には、太陽光発電や蓄電池、EV を持つ事業所や住宅に AI を活用した電力売買エージェントを設置し、発電量予測と電力消費に応じて出された電力の買い注文・売り注文をアルゴリズムでマッチングし、電力の個人間売買を行う。その際取引データをブロックチェーンに格納し改ざんを防ぐとともに正当性を担保している。

電力分野は制度や法規の制約が強く影響し、尚且つその制度や法規は国よって大きく異なっている。つまり、ブロックチェーンを用いた新しいビジネスを実現するための自由度が国によって異なる。ブロックチェーンの普及を促進するために各国でどのように制度や法規の整備を進めるかが重要である。さらに、電力システムの構造が国によって異なるため、その国に応じた導入の進め方が必要となる。例えば、欧州やインドでは送配電について各事業者が自力で運営することが求められており、ドイツではシュタットベルケという地域でエネルギーを統合的に供給する仕組みもあり、ブロックチェーンを用いた送配電や取引の運用の安定化への関心が高い。一方、日本では中央集権的な送配電システムにより比較的安定した送配電運用が実現されており、災害などで系統から送電が停止した時の自律的運用のために、ブロックチェーンを用いた電力網の分散化への関心が高い。

例えば、電力取引を行うためには日本では電気工事業法にて小売電気事業者登録が必要と定められている。直接（P2P）取引を行う時に、家庭などの Prosumer を含めた参加者がすべて小売電気事業者登録を行うことは困難であり、直接（P2P）取引の参加者を電気工事業法上どのように扱うかが課題となる。ニューヨーク州ではエネルギー改革の一環として、分散型資源（DER：Distributed Energy Resource）取引のプラットフォーム市場の構築を進めている。市場へ参加してエネルギー資源を提供する DER サプライヤーは従来の小売事業者とは別の位置づけとされ、UBP-DERS (Uniform Business Practices for Distributed Energy Resource Suppliers)という独自の条件が課せられている。国内においても直接取引への参加者へ課す制度の整備が必要である。ブロックチェーンで直接（P2P）取引市場を提供する事業者が小売電気事業者として登録しアグリゲーターのような位置づけとなり、需要家は事業者の下で内部調整という位置づけで需要家間の取引を行うことで、需要家が個別に小売電気事業者として登録することなく取引を行うという方法も想定できる。

[193] http://www.tepco.co.jp/press/news/2019/1515155_8967.html

1.3　データの記録・管理

1.3.1　背景

未来社会を実現するデジタル技術としての IoT、AI、ビッグデータなどで様々な形でデータの活用がなされており、データの重要性が高まっている。一方、EU の一般データ保護規則（GDPR）のようにデータを保護し、管理する動きも強まっている。従来データの記録・管理は RDB で行ってきたが、個人の医療情報やデジタルコンテンツなどの権利情報などのデータ活用については高い信頼性に対するニーズが高く、自動車の走行や売買に関する情報、保険などの事務手続きに関する情報などのデータ活用は効率的に行うニーズが高い。

1.3.2　ブロックチェーンへの期待

ブロックチェーンによるデータの記録・管理には「高い改ざん耐性」「分散管理」「共有」「透明性（トレーサビリティ）」などの特性がある。これらの特性を活かし、従来の RDB を用いていたことを置き換えることによる高性能、高機能化するデータの記録・管理の用途でブロックチェーンを利用する期待がある。

ブロックチェーンにデータを記録することで改ざん耐性が高まり「信頼性」を高めることができ、特定の管理者に依存することなく記録の維持が可能となる。また、ブロックチェーンを用いることで、組織間において参加者全員で台帳を共有することで高い透明性を持ち、改ざんなどの不正が困難な真正性の高いデータ共有が可能となる。ブロックチェーンに対して、新しいデータ管理方法としての期待が高まっている。

現在行われている概念検証プロジェクトの多くはデータを記録することを目的としたものである。RDB をブロックチェーンで置き換えることで、データの不変性、追跡可能性を高めることができる。

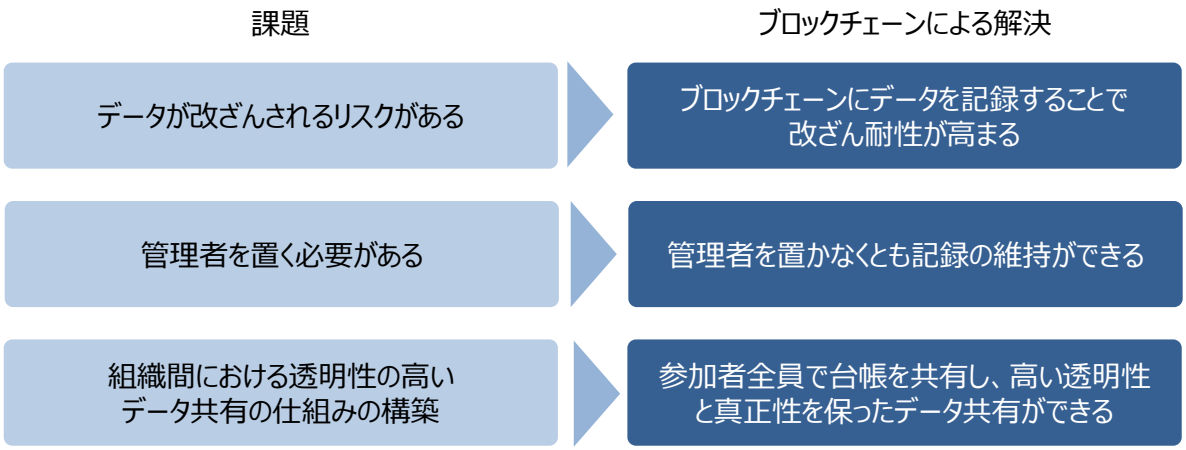


図 5-10　データの記録・管理における課題とブロックチェーンによる解決

1.3.3　本格的な普及のために必要なこと

データの記録・管理への応用は、従来のビジネスモデル（システム）は大きく変えず、データの記録・

管理を行う部分を一部置き換えるだけであるため、取り組みやすい。しかし同時に、ブロックチェーンには従来用いられてきた RDB に比べて制約もあることを注意しなければならない。例えば保存できるデータに制約がある（大きなデータは保存できない）、データの書き込み・読み込みのみが行え編集・削除はできない、アクセス権限管理ができない（パブリック型の場合）、処理速度が遅い、処理量に制限などである。これらの制約を無くすために、コアにおけるコンセンサスアルゴリズムの改良・新たなコアの開発（処理速度、処理量の向上など）、セカンドレイヤー技術の開発（チェーン外でデータを一部保存することで、保存できるデータサイズの制約を緩和）などが必要となる。

ブロックチェーンによってデータの記録がすべて置き換わるわけではなく、すみ分けがなされると考えられる。ブロックチェーンに適したデータ記録のユースケースの探索と、ブロックチェーンのデータ記録としての制約を技術開発側で緩和することが必要である。

2. 実用化に向けた 4 つの解決の展望

ブロックチェーンの実用化は概念検証、実証実験の開発の段階経て次の段階である実用化で、本格的な普及を目指す段階にきており、開発段階から事業化段階の間に存在する「死の谷」と呼ばれる障壁にさしかかっている（図 5-11）。この段階では、事業化のために必要な資金が増加するが、市場がまだ立ち上がっていないため収入が不足し、事業のために必要な投資が維持できず事業継続が困難となりやすい。

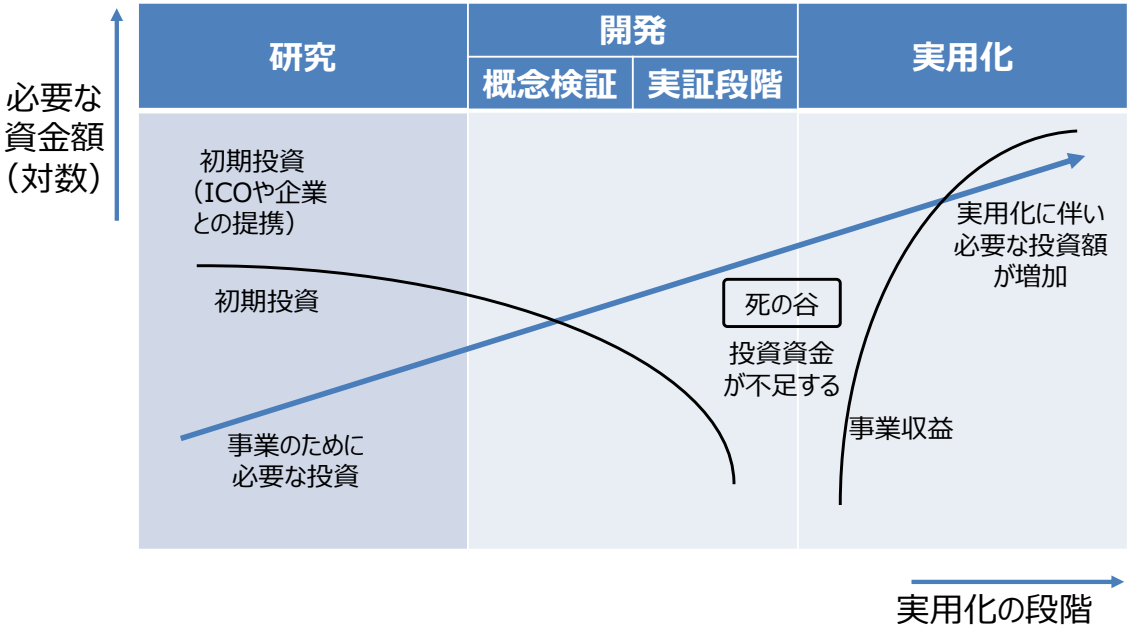


図 5-11　開発段階から事業化段階の間の「死の谷」

ブロックチェーンのように新しい技術では、技術をいかに活用し、ユーザに大きな付加価値を生み、かつ企業も大きな収益を得られるものとなるかのビジネスモデルが十分に見えていないことも多い。

また、新しい技術や新しいビジネスモデルに対しては制度、規制、標準などが追いつかず、規制当局がその整備をするに際しては、実用化に向けた事業活動の自由度とリスクをバランスさせた上で、いかに活用を促進し、かつ安心して活動できる環境を整えるかの課題が存在する。

さらに、ブロックチェーンを多数の参加者間で利用する場合、特有の合意形成、ガバナンスの仕組みを作るという課題もある。

1. 中長期的な計画。

2. 新しいビジネスモデルの創出。

3. 合意形成、ガバナンスの仕組みの構築。

4. 対応する制度、規制の整備。

図 5-12　実用化に向けた 4 つの解決の展望

以下ブロックチェーンにおける実用化に向けた 4 つの課題（図 5-12）と解決の展望について述べる。

2.1　中長期的な計画

現時点では、ブロックチェーンを利用することで短期的な利益をあげることは難しい。第 2 章 5 節で述べたようにブロックチェーンを用いれば、必ずしも低コストでシステムを構築できるわけではない。また、既に既存システムが存在している場合、既存システムを置き換える追加的コストが発生し、追加コストを上回る収益増を得ることは容易ではない。

ブロックチェーンの持つ特徴が直接収益を生み難いことも背景にある。信頼性の向上は直接利益にはつながり難く、データ共有も単なる共有では直接収益には貢献せず、それを収益につなげる仕組みが必要となる。

新たな市場を開拓し、大きな収益を得る可能性のある新しいビジネスモデルが未だ十分に見えておらず、その実現には時間が必要と考えられる。短期的な成果（収益性）の不透明性を乗り越え実用化を進めるには次のような取り組みが必要になる。

- ユーザ企業においてはブロックチェーンへの取り組みを短期的な成果に捉われない中長期なものと位置づける。
- アプリケーション開発側の企業においては既存のシステムが整備されていない国・地域にまず導入することも有効である。
- 将来的にブロックチェーンが成熟したときに備えて組織的な能力を高める。

ユーザ企業は短期的には収益増などの成果が見込めなくとも中長期的な視点に基づきブロックチェーンに取り組み常に変化に備える必要がある。取り組みを行わなかった場合、変化が生じた場合に対応の遅れが生じることのリスクを考慮する必要がある（図 5-13）。また、ブロックチェーンの特徴の一つであるデータの信頼性を高めることは、短期的には直接収益にはつながらないが、企業ブランドの向上、トレーサビリティによるトラブル発生によるリスク回避にもつながり、収益だけではない導入のメリットも考えられる。

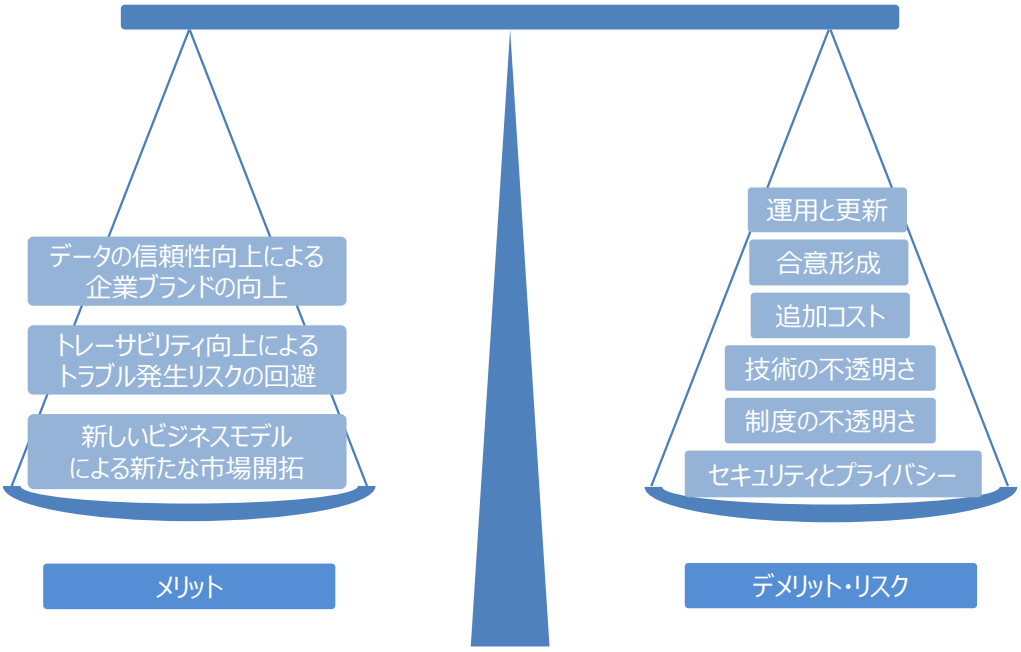


図 5-13　ユーザ企業が中長期的な視点を考える際に考慮すべきメリットとデメリット・リスク

短期の不透明性を超えるには、政府などによる外部資金援助も有効であると考えられる。ブロックチェーンでは ICO[194]といったこれまでとは異なる資金調達手段が生まれたため、事業の比較的初期段階に資金を得やすい環境があった。そのためスタートアップ企業が生まれやすく、ブームが生じた要因ともなった。多くのスタートアップ企業が ICO により初期開発資金を得ている。さらに、ブームによるユーザ企業との提携、共同開発という形で資金を得ていた。しかし、近年 ICO が各国で禁止、規制となり、実用化に向けて必要資金が増える中、有望なスタートアップ企業や実用化を進める事例において外部資金援助は実用化を進める有効な手段と考えられる。

暗号資産の取引や ICO を禁止している中国だがブロックチェーンの活用については積極的である。2019 年 10 月の政府会合で習近平中国国家主席がブロックチェーン開発における主導的地位を獲得しようと呼びかけ、ブロックチェーンと産業革新の開発を加速し、ブロックチェーンの開発と経済的および社会的統合を積極的に促進する必要があると述べている[195]。

欧州では Horizon2020 の新しいプログラムとして Next Generation Internet イニシアチブ[196]よりブロックチェーンおよび分散台帳の技術開発プログラム ICT-54-2020 の募集が 2019 年 7 月 9 日に開始された。主要なテーマは以下の 3 つである。

1. ブロックチェーンと分散台帳技術に関する研究
2. ブロックチェーンを利用したインターネット情報交換とブロックチェーンによるコンテンツ

[194] Initial Coin Offering の略。企業などがトークンを発行し、それを購入してもらうことで資金調達をする方法。
[195] http://www.xinhuanet.com/2019-10/25/c_1125153665.htm
[196] https://www.ngi.eu/

の信頼性の向上

3. インターネット上での集団知能の出現の促進

プロジェクト全体の期間は2〜3年で、予算は総額600万〜800万ユーロ程度になる見込である[197]。

企業側の投資も、積極的なリスク投資を行わない場合、リスク投資を行う海外の国の企業と差が生じる危険性がある。

2.2 新しいビジネスモデルの創出

ブロックチェーンにはイノベーティブな新しいビジネスモデルの創出が期待されている。しかし、現状では多くの取り組みが概念検証の段階であり、新しいビジネスモデルは明らかでない状況である。今後、単なる既存システムの置き換えではない、ブロックチェーンの特性を活かしたビジネスモデルを創出する必要がある。

以下の要件、特徴を満たすものがブロックチェーンを用いた新しいビジネスモデルとして有望である。

- ブロックチェーンの特徴（管理者が必要ない、改ざん耐性が高いなど）を活かしたデータ記録、トークンを用いた参加者間の直接（相対）取引、スマートコントラクトによる契約実行の自動化など複数のブロックチェーンの特徴・機能を利用している
- 市場や競争環境に変化が起きている分野へ適用している
- ブロックチェーンを基盤として、データの収集、管理、取引、決済までを行うビジネスエコシステムを実現している

2.3 合意形成、ガバナンスの仕組みの構築

ブロックチェーンは分散してデータを保持することで多数の参加者間で取引に対する信用を生み出し、信頼性の高いデータ共有ができるメリットがある。そのため、ブロックチェーンを活用できるケースとして、不特定多数の参加者を対象としたパブリック型と複数の許可された参加者が参加するコンソーシアム型の社会的重要性が高まっていくと考えられる。コンソーシアム型の場合、複数の組織が参加するため、双方の利害関係を調整し如何に合意形成するかが課題となる。

ブロックチェーンから得られるメリット・利益と負担を参加者間で公平に配分、分担できる透明性の高い仕組みを作る必要がある。また、システムとして継続して維持、管理を行う必要があるため中長期的な維持、管理の仕組みについても定める必要がある。同業者同士とコンソーシアムを組む場合には競合他社とこのような仕組みを作らなければならないため、参加者間で意見が一致しない場合も発生するが、ブロックチェーンはコンソーシアム内の競合他社間でも信頼性の高い状態でデータを共有することができ、非効率さの残る業務の効率化や新しいビジネスモデルを通じた新たな市場を参加者全員にもたらす可能性があり、参加者間の適切な利益分配を通じて合意形成を進めることが期待できる。

ガバナンスの仕組みについて、先行する金融分野においては、Facebook が主導する Libra では初期段階では管理団体である Libra 協会がその管理・運営に当たるが、5年かけて非中央集権化を進めていくことを表明している。

[197] https://www.ngi.eu/news/2019/07/23/ict-54-2020-call---blockchain-for-the-next-generation-internet/

パブリック型の場合、完全な非中央集権化を行うと、管理者不在となり、システムの更新や不具合の修正を誰がどのように決定して、実行するかの課題が発生する。管理者を置いた場合、その管理者のコストをどのように回収するかが明確でないとシステムの継続性に不安が残ることとなる。パブリック型の場合もアプリケーション部分を維持管理するために管理者を設置し、その管理者に何らかの経済的なインセンティブがもたらされるようにビジネスモデルを設計する必要がある。

2.4 対応する制度、規制の整備

ブロックチェーンは新興の技術であり、対応する制度、規制が追いついておらず未整備である。新しいビジネスモデルの創出に対しては、その整備が後追いにならざるを得ない側面もある。今後技術の実用化、企業における実用化の取り組みと並行して制度、規制の整備を進めなければならない。

サプライチェーンや貿易などでは国をまたがる取り組みとなるため、多国間の共通化が必要である。例えばトークンによる決済の取り扱いなどを共通化する必要がある。

また、ブロックチェーンを取引や証明に用いる場合、電子的な決済・契約・記録の法律的な有効性の整備が必要となる。

電力では第 5 章 1.2 節でも述べたように制度や法規などの影響が大きく、その様態は国によって大きく異なる。ブロックチェーンの普及促進に際しては、制度や法規の整備の果たす役割が大きい。

電子的記録の保持が義務付けられればその手段としてブロックチェーンの普及が促進される。また、ブロックチェーンを基盤としてシステムを構築し、そのシステム内の決済にトークンを用いる場合、そのようなトークンはユーティリティトークン[198]と呼ばれ、暗号資産とは異なる利用方法となる。暗号資産利用には様々な規制による制約があるため、ユーティリティトークンを暗号資産と同じ位置づけとすると、システムの利用に様々な制約が生じる。このため、暗号資産とユーティリティトークンを異なる位置づけとして制度、規制を整備していく必要がある。英国金融行動監視機構が 2019 年に発行した「暗号資産ガイドライン」[199]では暗号資産を「交換トークン（Exchange Token）」「セキュリティトークン（Security Token）」「ユーティリティトークン（Utility Token）」に分類し、異なる取り扱いとしている。

ブロックチェーンと欧州の GDPR（EU 一般データ保護規則）などの個人情報保護の規則をどう両立させるかも今後の課題である。個人情報保護の中に、個人が情報の編集・削除できる権利が含まれており、ブロックチェーンに個人情報を記録した場合は、データを削除できないブロックチェーンの特性はこの権利と馴染まないおそれがある。また、GDPR ではデータの EU 域外への移動を規制しているが、ブロックチェーンのノードが域外にある場合、データの域外移動に関する懸念も発生する。

3. 実用化に向けた流れ

今後ブロックチェーンが非金融の幅広い分野で実用化が進むためには、技術、ビジネス上の取り組み、制度が共に進展する必要がある。非金融分野におけるブロックチェーン実用化の流れを図 5-14 にまとめた。技術については企業、開発者コミュニティーで意欲的な開発が進められており、ユーザ企業の関心も高いことから着実に進展すると思われる。それらの技術を基に現在行われているビジネス上の取り

[198] 保有者に現在または将来、商品またはサービスへのアクセス権を付与するもの。
[199] https://www.fca.org.uk/publication/consultation/cp19-03.pdf

組みで、導入を進めやすいものから徐々に成功する事例が増えることで実用化が進み、ブロックチェーンの仕組みを活かした新たな市場が創出され、それに対応する制度や標準化の整備も進むと思われる。

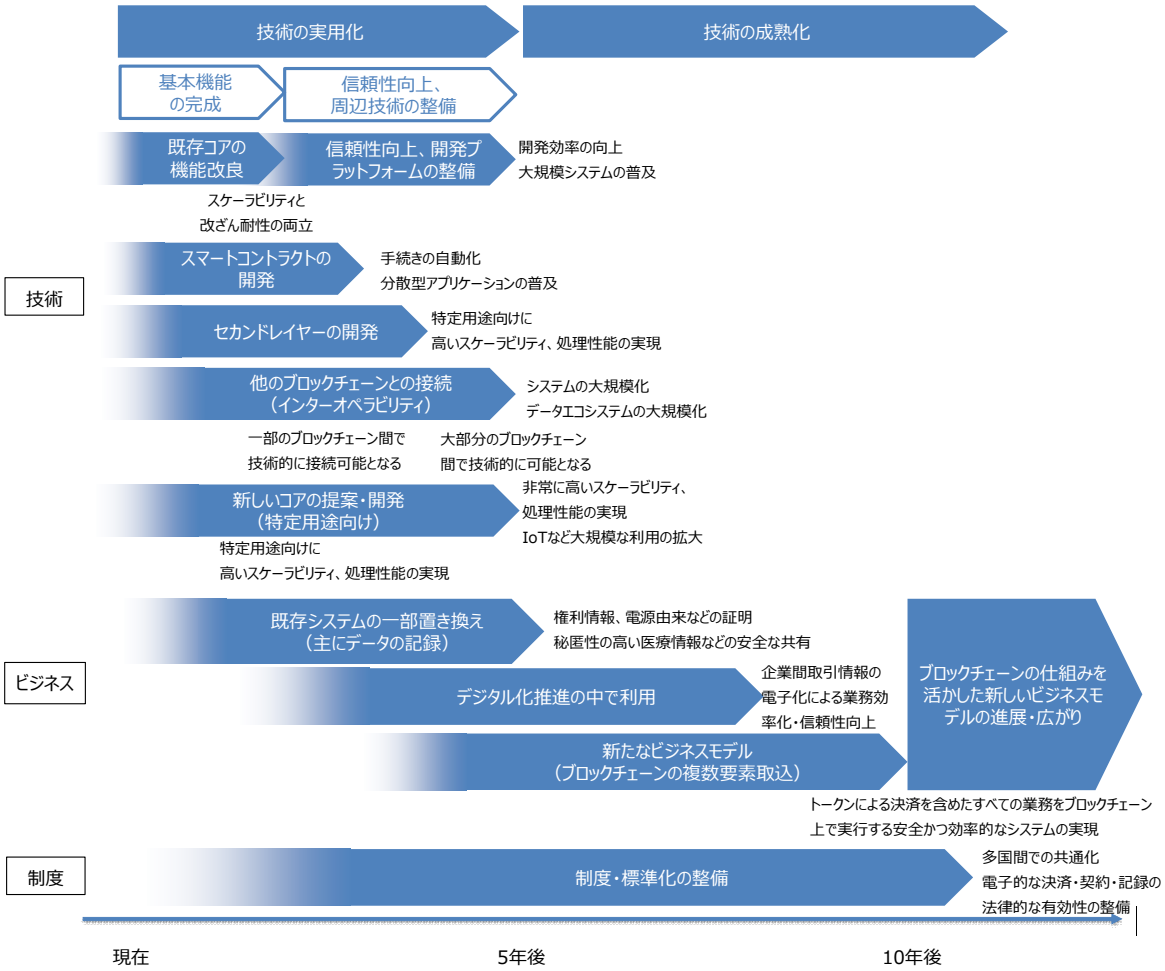


図 5-14　非金融分野におけるブロックチェーン実用化の流れ

第6章　付録

1.　ブロックチェーン活用事例一覧

ブロックチェーンの活用事例の一覧を表 6-1 に示す。

表 6-1　ブロックチェーン活用事例一覧

	実施主体	国	分野	ユースケース	プロジェクト概要
1	NTT データ	日本	製造業	サプライチェーン	製造業のサプライチェーンにおけるトレーサビリティ等の検証環境を提供。
2	Chronicled	米国			金の採掘、精錬、取引にまたがるサプライチェーンの管理。
3	audi	ドイツ			物流管理にブロックチェーンを用いたシステムの実証試験を実施。
4	Skuchain	米国			トレーサビリティ、取引実在性証明、サプライチェーンファイナンスをブロックチェーンで実現する技術を提供。
5	Johnson & Johnson	米国			鎮痛薬の中毒患者の広がりを防ぐため薬のサプライチェーンに適用する実証試験を実施。
6	SyncFab	米国			企業が部品の購入先を探す(B2B）取引プラットフォーム。
7	サムスン SDS	韓国			サプライチェーンネットワークを管理するプラットフォーム Cello にブロックチェーンの適用を計画。
8	XAIN（ポルシェ）	ドイツ		製品内データ管理	車両にブロックチェーンを適用して第三者に一時的にドアロックの解除許可を与えるスマートキーなどを試験。
9	SIRIN LABS	イスラエル			ブロックチェーンベース＆分散アプリのスマートフォン。
10	フォード	米国			ブロックチェーンを用いた車間通信による協調システムの特許を出願。
11	トヨタ	日本			MIT メディアラボと共同で、自動運転の開発に必要なデータを収集する基盤をブロックチェーンで構築する計画。
12	ダイムラー	ドイツ		ポイントサービス	優良ドライバー向けインセンティブポイントを仮想通貨で発行する試験を実施。
13	Seagate	米国		偽装防止	IBM とブロックチェーンとセキュリティ技術を使用して、HDD の偽造防止に取り組むことを発表。
14	LO3 エナジー	米国	電力・エネルギー	取引	エネルギー分野で世界初の P2P 取引。丸紅や京セラとも共同で VPP などの実証実験を実施。
15	デジタルグリッド	日本			ブロックチェーンを活用した電力および環境価値の直接取引プラットフォーム事業を実施。
16	関西電力	日本			太陽光発電の余剰電力を顧客同士が直接取引を行える実証実験を実施。
17	Innogy RWE	ドイツ			EV 充電をトークンを使って取引。

	実施主体	国	分野	ユースケース	プロジェクト概要
18	Powerledger	豪州			個人の電力売買の P2P 取引市場の開発。複数のエネルギー企業と共同で開発を行っている。
19	中部電力	日本			共有 EV 充電設備における、充電時のブロックチェーンによるマイクロペイメントの決済技術の実証試験を実施。
20	シェル	米国			石油取引のための VAKT というプラットフォームをリリース。
21	Energy Web Foundation	ドイツ			エネルギーのために Ethereum 上に P2P プラットフォームを開発。
22	バンチャック	タイ			ブロックチェーンベースのエネルギー取引プラットフォームと商用マイクログリッドのテスト実施を発表。
23	Electrify.Asia	シンガポール			東南アジアの小売電力市場を運営。ブロックチェーンを用いた電力の P2P 取引システムを開発中。
24	東京電力	日本			シンガポール Electrify と覚書を締結し、P2P 電力取引マーケットプレイス「Synergy」を共同で実証実験。
25	Sonnen	ドイツ		データ管理・記録	系統安定化のための家庭用蓄電池のデータ記録および電力取引。
26	みんな電力	日本			発電所の発電量をトークン化し、電力ユーザに電源の由来証明を発行。
27	エナリス	日本			家庭向けエネルギーマネジメントシステムの記録管理にブロックチェーンを適用。
28	SB エナジー	日本			仮想発電所の実証実験で、ブロックチェーンによる蓄電池同士の機器間通信を実施。
29	rablock	日本	医療・ヘルスケア	医療、ヘルスケアデータの管理	日本医師会と共同でかかりつけ医 DB の実証実験を実施。
30	Medicalchain	イギリス			ブロックチェーンを活用し、電子健康記録を安全に保存し、単一のバージョンのデータを維持。
31	MyPCR	イギリス			ブロックチェーンベースの患者記録アクセスシステム。
32	ゼロビルバンク	日本			ライフログやヘルスケア情報などのパーソナルデータの流通の実証実験をトッパン・フォームズと実施。
33	HealthVerity	米国			ブロックチェーンを活用し、健康データの利用承諾やアクセス権を管理。
34	PatientPing	米国			患者の介護者と医療従事者全員に入院と退院をリアルタイムで通知。
35	Luna DNA	米国			DNA データの提供、共有。
36	doc.ai	-			スマホアプリからアップロードした健康情報をマシンラーニングで診断。情報の記録でブロックチェーンを活用。
37	DeepMind Health	イギリス			医療患者の個人情報、医療記録などをブロックチェーン上に記録するための技術開発。
38	Walmart	米国	小売	製品のトレーサビリティ	ブロックチェーンを食品の衛生管理に活用し、レタスの安全性を向上。IBM と実施。

	実施主体	国	分野	ユースケース	プロジェクト概要
39	Vechain	中国			物の流通情報を透明化し、効率性を上げるプラットフォーム。
40	IBM	米国			食品サプライチェーンの管理を行うIBM Food Trustを展開。
41	JD.com（京東集団）	中国			牛肉製造業者と提携し、消費者に流通過程の詳細なデータを提供。
42	ローソン	日本			コンビニエンスストアの食品のサプライチェーンに関する情報を集約する個品管理プラットフォームの実証実験を実施。
43	バンブルビーフーズ	米国			SAPと共同でSAP Cloud Platform Blockchainを使った商品の追跡、履歴管理を発表。
44	Skuchain	米国			トレーサビリティ、取引実在性証明、サプライチェーンファイナンスをブロックチェーンで実現する技術を提供。
45	Provenance	イギリス			消費者に自分の購入したものがどのような行程で生産されたかの情報を提供する。
46	カルフール	フランス			ブロックチェーンで乳製品のサプライチェーン追跡。
47	Modum	スイス			医薬品の温度管理・追跡。
48	BitSE	中国			商品に NFC チップが埋め込まれ、そこにスマートフォンをかざすと、素材や生産地などが確認できる。
49	アリババ	中国		偽造品対策	偽物の食品が市場に紛れ込まないためのブロックチェーンベースの追跡システムを試作。
50	Block verify	イギリス			偽造防止。対象として医薬品、ぜいたく品、ダイヤモンド、電気製品などをあげている。特に医薬品がメイン。
51	Walimai	中国			RFID ラベルを組み合わせて消費者を偽造商品から守る中国のプロジェクト。
52	Ubims	米国		取引	企業が消費者に直接販売（B2C）するAmazonのような取引プラットフォーム。
53	OB1	米国			消費者間（C2C）で売買を行うフリーマーケット型プラットフォームOpenBazaarを開発。
54	オートバックスセブン	日本			中古カー用品の個人間売買の実証実験をベイカレント・コンサルティングと共同で実施。
55	Artory	米国		来歴証明	アート業界初、包括的なデータ収集ソリューション。
56	Everledger	イギリス			ダイヤモンドの所有権や権利移転履歴の証明に元帳として、データをブロックチェーン上に記録。
57	Warranteer	イスラエル		保証	ブロックチェーン上の安全な製品保証サービス。紙の品質保証をブロックチェーン上でデジタル化。
58	セゾン情報システムズ	日本		その他	商品引渡しの宅配ボックスの情報管理にブロックチェーンを利用する試験をパルコと共同で実施。
59	FedEx	米国	運輸	トレーサビリティ	航空宅配に関連するトラブルを解決するためのデータ保存にブロックチェーンを利するテストを開始。

	実施主体	国	分野	ユースケース	プロジェクト概要
60	CargoSmart	中国			海上輸送におけるデジタル書類管理システムを開発するイニシアチブ。
61	Maersk	デンマーク			大手船舶輸送会社で輸送とサプライチェーンの効率化を目指すために IBM と提携。
62	Wave	イスラエル			サプライチェーンシステム（主に貿易取引）をブロックチェーンで運用。
63	DHL	ドイツ			医薬品のサプライチェーンに適用するプロトタイプをアクセンチュアと共同開発。偽造医薬品の追跡・防止を目指す。
64	ロシア運輸省	ロシア			IBM が提供しているブロックチェーン物流ソリューションの試験運用をサンクトペテルブルグで実施。
65	ロシア鉄道	ロシア			障害者など割引サービスの対象となる旅客追跡のためにブロックチェーンを使用する計画。
66	IBM	米国	通信	データ管理・記録	Telefónica と共同で通話データの信頼できる形式での記録。
67	KDDI	日本			携帯の店頭修理依頼における申し込みから修理完了までの情報共有を行う実証実験を実施。
68	Brave	米国	サービス業	広告、コンテンツ、知財管理	独自の Web ブラウザーを開発。広告を閲覧したユーザに報酬としてトークンを付与。
69	ソニー	日本			デジタルコンテンツの権利情報処理システムを開発。
70	Ascribe	ドイツ			デジタルな知的財産の来歴を管理。
71	BlockTV	イスラエル			ブロックチェーンを用いたメディア、広告。
72	Infinity AR	イスラエル			ブロックチェーンによるコンテンツマネジメント。
73	Synereo	イスラエル			ブロックチェーンによるコンテンツマネジメント。
74	Getgems	イスラエル			ブロックチェーンを用いたゲーム、メッセージングソフトウェア。
75	富士通	日本			デジタルコンテンツの流通プラットフォームの開発。
76	Nebulas	米国		ゲーム	仮想空間上に存在する土地を Ethereum で購入し、自分の王国を作るゲーム「Game of blocks」を公開。
77	double jump.tokyo	日本			RPG 型ゲームでゲーム中に入手できるアイテムがトークンにひも付いており取引ができる。
78	グッドラックスリー	日本			スマートフォン向けキャラクター育成型ゲームでキャラクター「くりぷ豚」にトークンがひも付いており取引ができる。
79	富士通	日本		ポイントサービス、地域通貨	地域スタンプラリー。千葉市や小田急と実証試験。
80	Appsolutely	フィリピン			NEM のブロックチェーンプラットフォームを使った LOYALCOIN という仮想通貨でポイントサービスを実現。

	実施主体	国	分野	ユースケース	プロジェクト概要
81	アクセンチュア	米国		情報処理・IT	ソフトウェアのライセンス管理プラットフォームをリリース。
82	セールスフォース	米国			ブロックチェーンに基づくアンチスパムソリューションの特許取得。
83	Microsoft	米国			ID の分散管理に利用する計画を発表。
84	Storj Labs	米国			分散ストレージ提供サービス。
85	テンセント	中国	行政サービス	税務処理	深圳で公共交通機関における適格領収書（インボイス）の発行システムをリリース。
86	IBM	米国			税関申告へのブロックチェーンの適用。
87	広東市税務当局	中国			電子商取引の電子請求書発行でブロックチェーンを使用。
88	ICON	韓国		登録、証明、証書	ソウル都政と共同プロジェクト。任命状の管理。
89	Bitnation	-			国家に代わって個人の存在証明や婚姻・出産・死亡などの登録。
90	IBM	米国		データ管理・記録	疾病管理予防センター（CDC）と公衆衛生のためのブロックチェーンの活用。
91	Follow My Vote	米国		投票	保有している仮想通貨の量に応じた加重投票制によるブロックチェーン投票システムのα版をリリース。
92	MIT	米国	教育	学習歴、学位の保存、証明	ブロックチェーンを使ったデジタル修了証書を授与。
93	ソニー・グローバルエデュケーション	日本			学習到達・活動記録のオープン化技術を開発。
94	Marsh	米国	保険	データ共有、証明	IBM と共同で保険証明の手続きをブロックチェーンで簡素化するシステムを開発。
95	Cognizant	インド		データ共有	生命保険企業間のデータ共有システムを開発。
96	三井住友海上	日本			保険申込書類の確認業務において営業拠点と事務センター間において情報共有。
97	IOTA	ドイツ	産業横断	IoT	IoT を想定して開発されたコアで、Tangle と呼ばれる独自のデータ構造を持つ。
98	Waltonchain	中国			RFID ラベルを組み合わせて商品管理を行う開発プロジェクト。
99	Golden State Foods	米国			IBM と牛肉の流通のトレーサビリティをブロックチェーン、RFID、および IoT の組み合わせで管理する「Extra Mile」プロジェクトを実施。
100	Bosch	ドイツ			IoT の決済機能としてブロックチェーンの研究。例えば EV 用充電スタンドの開発。
101	MOAC	中国			China Mobile とブロックチェーンによってデータ管理を行う IoT デバイスの浄水器を開発。

	実施主体	国	分野	ユースケース	プロジェクト概要
102	Slock.it	ドイツ			IoT、スマートコントラクトなどの技術を組み合わせスマートロック、費用の精算などの技術を開発し、シェアリングエコノミーの実現を目指している。
103	ソラミツ	日本		PF	Hyperledger のプロジェクトで、モバイル向けを中心としたプラットフォームを開発。独自のコンセンサスアルゴリズムを採用し、処理速度が速い。
104	IBM（Hyperledger Fabric）	米国			代表的なオープンソースのコアの一つで、プライベート・コンソーシアム型。
105	Orbs	イスラエル			Ethereum を基盤としたセカンドレイヤープラットフォーム。
106	バイドゥ	中国			独自のブロックチェーンオペレーティング・システムの Baidu Block Engine(BBE)を開発。
107	SAP	ドイツ			クラウド上でブロックチェーンを構築できるサービスを提供。
108	StarkWare	イスラエル			セキュリティ、プライバシー、スループットの機能を向上させた独自プラットフォームを開発。
109	DLT Labs	カナダ			分散データ管理のプラットフォーム。
110	パソナ	日本		文書管理	外国人材の習得したスキルや身元情報等を転職時に証明できる仕組みの価値検証と技術検証を実施。
111	富士通	日本			契約書の承認管理。ジャパネット銀行と実証試験。
112	ナレッジオンデマンド	日本			マニュアルや企業内ドキュメントの改訂履歴管理と恒久記録に、ブロックチェーンの適用を検証。
113	TRIART	日本			端末間で形成したネットワークで情報形成したプラットフォーム技術 XCOA でブロックチェーンを利用している。
114	Factom	米国			ブロックチェーン上でデータを記録・管理。
115	Proof of Existence	アルゼンチン		証明	ドキュメントの存在証明。
116	Attest	米国		セキュリティ	国家規制に合わせたデジタル認証ソリューション開発。デジタル ID の管理ステム。
117	Guardtime	エストニア			独自のブロックチェーンの署名認証プラットフォームを展開。
118	富士通	日本		データ共有	東京・丸の内エリアにおける異業種の企業によるデータ活用実証実験を実施。
119	loyyal	米国		ポイントサービス	消費者データの記録を保存し、ドバイでロイヤルティプログラムプラットフォームを展開。
120	SpaceChain	シンガポール	航空宇宙	衛星間通信	衛星を 1 つのブロックチェーンノードと見なした衛星間の通信ネットワーク技術を開発。

	実施主体	国	分野	ユースケース	プロジェクト概要
121	NASA	米国		航空管制	航空交通管理へのブロックチェーンの適用を検討。航空機の位置情報を扱う ADS-B システムへ適用し、システムの試作には Hyperledger Fabric を採用するとしている。
122	Winding Tree	スイス		旅券販売	スマートコントラクトを利用した B2B の旅行マーケットプレイスを提供。

2. Hyperledger プロジェクト

ブロックチェーンに関する代表的なオープンソースプロジェクト。2015 年に Linux Foundation によって開始され分散台帳技術に関するプラットフォームやツールを開発している。複数のプロジェクトがあり、代表的なプロジェクトは IBM が中心となって行われているプライベート・コンソーシアム型のブロックチェーンコアである Hyperledger Fabric のプロジェクトである。Hyperledger 内のプロジェクトを図 6-1 に示す。日本のソラミツが中心となって開発しているブロックチェーンコアの Iroha も含まれている。ブロックチェーンコアでは Version1.0 をリリースしているのは Fabric、Sawtooth、Indy、Iroha の 4 つであり、Besu と Burrow は開発中である。

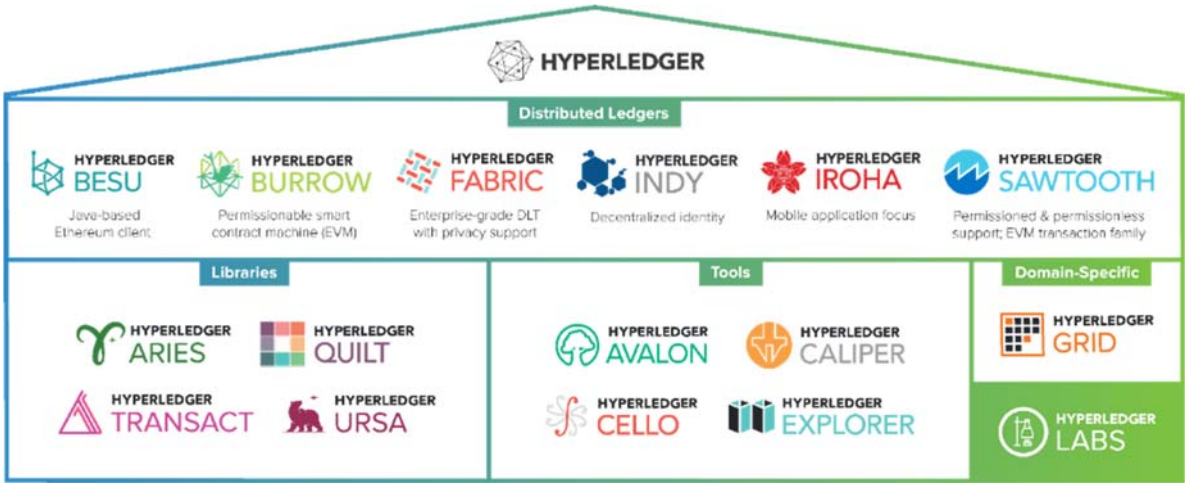


図 6-1　Hyperledger プロジェクト内の分散台帳、ライブラリ、ツール等のプロジェクト

（出典）https://www.hyperledger.org/

Hyperledger 内のプロジェクトの概要を表 6-2 に示す。

表 6-2　Hyperledger 内のプロジェクトの内容

種類	名称	概要
分散台帳	Besu	Java で記述された Ethereum のクライアント
	Burrow	Ethereum から派生したパーミッション型の スマートコントラクト実行クライアント
	Fabric	企業向けのパーミッション型の分散台帳
	Indy	分散型 ID 専用の分散台帳
	Iroha	C++ベースで高速な処理が可能な分散台帳
	Sawtooth	分散元帳を構築/展開/実行するための モジュール式プラットフォーム
ライブラリ	Aries	検証可能なデジタル証明書を作成、転送、保管するた めの、相互運用可能な ID 管理ツールキット
	Quilt	主に分散元帳と非分散元帳間で値を転送する 支払いプロトコル
	Transact	スマートコントラクトを実行するための標準インターフェース
	Ursa	共有暗号化ライブラリ
ツール	Avalon	オフチェーンでトランザクションを実行するツール
	Calipere	ブロックチェーンのパフォーマンスを 測定するベンチマークツール
	Cello	ブロックチェーンの作成/管理ツール
	Explorer	ブロック、ノードログ、統計、 スマートコントラクト、トランザクションなど、 ネットワーク上の情報を表示するためのダッシュボード
その他	Grid	サプライチェーン用途向けの共有機能の実装

3. 用語、略語集

Bitcoin

2008 年 11 月の Satoshi Nakamoto による論文を元に作られた暗号資産の名称。暗号資産の名称であると共に暗号資産 Bitcoin を実装するために使用されているコアプログラムを指す場合もある。2017 年に機能変更に伴う方針の相違から分裂騒動が発生し開発コミュニティーと仮想通貨取引所とで対立が生じた。一部の取引所が分裂し、新たに Bitcoin の派生となる Bitcoin Cash を立ち上げることになった。

Endorsement-Ordering Validation

コンセンサスアルゴリズムの 1 種で、Hyperledger Fabric で v1.0 より採用されている。ビザンチン耐性は低いがスケーラビリティが高いという特徴を持つ。コンセンサスの処理を Endorsement（承認）、Ordering（順序付け）、Validation（検証）の 3 つのフェーズに分けている。特徴の 1 つとして Ordering フェーズがある。トランザクションの Ordering（順序付け）を他のノードと異なる専用のノード（Orderer）が行うこととすることでスケーラビリティを確保している。

ICO

Initial Coin Offering の略。企業などがトークンを発行し、それを購入してもらうことで資金調達をする方法。

P2P ネットワーク

Peer to Peer ネットワークの略で、Peer は対等なものという意味を持つ。ネットワーク上の対等な関係の端末同士が直接通信を行うネットワーク方式。中央管理を行うサーバーを必要とせず、分散型のネットワークとなる。

Proof of Authority

コンセンサスアルゴリズムの 1 種で、身元が明らかで信頼されたノードの中から、ブロックを生成するノードを選び、そのノードが生成したブロックを正当なものとするアルゴリズム。

Proof of Stake

コンセンサスアルゴリズムの 1 種で、トークンの保有量などの寄与度に応じてブロック承認の成功率が決まるアルゴリズム。

Proof of Work

コンセンサスアルゴリズムの 1 種で、Bitcoin をはじめ多くのコアが採用している。より多くの作業量（計算処理量）を行ったノードが新しいブロックを生成し、より多くの参加者が取り込んだブロックを正当なものとするアルゴリズム。

ウォレット

仮想通貨を保管する場所のこと。ネットワークにつながっているウォレットをホットウォレット、つながっていないウォレットをコールドウォレットと呼ぶ。

コンセンサスアルゴリズム

ネットワーク上の分散処理において、参加者間で合意をとる方法のこと。主に新たにブロックを生成する際にブロックの正当性の承認に用いられる。

スケーラビリティ

利用者や処理量の増大にシステムが適用できる能力・度合いのこと。ブロックチェーンの場合ブロックのサイズやブロックの生成速度が制限されているため、一般的には利用者や処理量が増大するとシステムの処理能力が低下する。

スマートコントラクト

ブロックチェーンネットワーク上で動作するプログラムで、トランザクション（取引）発生時に実行される。

セカンドレイヤー

メインのブロックチェーンとは別のところにデータの記録や取引を行う構造を作り、必要に応じてその部分を利用することでメインのブロックチェーンの制限を緩和する方法である。この別の構造にあたる部分をセカンドレイヤーと呼び、元のブロックチェーンがファーストレイヤーにあたる。ファーストレイヤーとセカンドレイヤー間で適宜相互にやり取りが行われる。

セカンドレイヤーには様々な方法が含まれ、親チェーン（メインチェーン）から派生した子チェーンを発生させるサイドチェーンや、デポジット金の考え方を導入し、二者間の取引をブロックチェーンの外で行い、複数回の取引をまとめて一つのブロックチェーンのトランザクション（取引）とするペイメントチャネルなどの技術がある。

電子署名

電子データに付与するデータの正当性を証明する電子的な署名。電子データの送信者が生成し、受信者がその署名を検証することで改ざんの有無を確認できる。電子署名を実現する仕組みとして、公開鍵暗号を用いた方式が多く用いられている。

トークン

ブロックチェーン上で実現される交換可能なデジタルデータ。暗号通貨の機能をもつ。

トークンエコノミー

ブロックチェーン上で生成したトークンに様々な機能や価値をひも付けて実現した独自のコミュニテ

ィー、経済圏を示す。

トランザクション

ブロックチェーンのネットワーク参加者間で価値の移転もしくは処理の実行を行った時の取引(処理)もしくは取引（処理）記録のこと。

トレーサビリティ

物の流通過程において、生産段階から最終消費もしくは廃棄段階までを追跡可能な状態であることを示す。

ハッシュ値

データが与えられた場合に、そのデータと 1 対 1 に対応する数値のこと。データからハッシュ値を得ることができる関数をハッシュ関数と呼ぶ。同じデータからは同じハッシュ値が得られるが、僅かでもデータが異なると、全く異なるハッシュ値が得られ、ハッシュ値から元のデータを推測することは非常に困難である。

ビザンチン耐性

複数の参加者間で合意形成を行う際に、その一部に不正や不具合が生じる場合、全体で正しい合意形成ができなくなる問題をビザンチン将軍問題と呼び、ビザンチン将軍問題が原因となって起こる不具合をビザンチン障害という。ビザンチン耐性とはビザンチン障害に対する耐性を指す。

パブリック型ブロックチェーン

管理者を置かないタイプのブロックチェーンで、ノードへの参加、取引（トランザクション）、ブロックチェーンデータへのアクセスは基本的に誰でも可能である。新規のブロックは参加者による合意によって承認される。Bitcoin、Ethereum などがこのタイプに属する。

ファイナリティ

取引を確定させることを意味し、暗号資産取引以外の一般の金融取引でも使用される用語。ブロックチェーンでは合意形成によってブロックのデータが確定することを表す。

ブロックチェーン

様々な定義があるが、日本ブロックチェーン協会によれば、「電子署名とハッシュポインタを使用し改ざん検出が容易なデータ構造を持ち、且つ、当該データをネットワーク上に分散する多数のノードに保持させることで、高可用性およ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。」とされている。類似の技術として分散台帳技術（DLT：Distributed Ledger Technology）がある。ブロックチェーンではデータ構造としてデータのかたまり（ブロック）を鎖状（チェーン）につなげていく構造をとるが、分散台帳技術ではそのようなデータ構造には限定されない。ブロックチェーンは分散台帳技術の一部であるとも言える。

プライベート・コンソーシアム型ブロックチェーン

複数もしくは単独の管理者で管理を行うタイプのブロックチェーンで、ノードへの参加、取引（トランザクション）、ブロックチェーンデータへのアクセスは一般的に許可制となり、新規ブロックは許可された参加者によって承認される。組織内で使用される場合「プライベート型」と呼び、複数の組織で連合体（コンソーシアム）を組成して使用する場合を「コンソーシアム型」と呼ぶ。

分散台帳技術

同じ台帳データが複数のシステムの参加者に配置されており、参加者から書き込みの要求があった場合、その状態が同じ台帳データが配置されているすべての参加者の台帳データに反映され、台帳データの状態が同期される技術。

分散型アプリケーション

中央管理者が存在せず、アプリケーションがネットワーク上で公開され、アプリケーションに関する機能変更などの意思決定に対して参加者の合意を得る仕組みがあるアプリケーション。

ペイメントチャネル

デポジット金の考え方を導入し、二者間の取引をオフチェーン（ブロックチェーンの外）で行い、複数回の取引をまとめて一つのブロックチェーンのトランザクション（取引）とする技術。取引ごとの手数料が発生せず高速な処理が行えるため。

ノード

ブロックチェーンネットワークにおいて他の参加者と相互に通信するコンピュータのこと。

本調査報告書の転載に際しての許可問合せは不要です。