

地球温暖化対策とブロックチェーン

国際航業株式会社 センシング事業部
事業推進部 宇宙・G空間推進室
海外担当部長 津野 浩一

1. はじめに

国連が投資家の取るべき行動として 2006 年に提唱した ESG 投資（環境、社会およびガバナンス重視型投資）が、地球温暖化懸念の広がりから、今改めて重視されつつある。また、2015 年開催の G20 での財務大臣・中央銀行総裁から金融安定理事会への指示が契機となって、TCFD（気候関連財務開示タスクフォース）が設置され、企業は気候変動がもたらすリスクおよび機会の財務的影響の把握・開示も求められるようになってきた。2015 年 11 月には、気候変動対策の国際ルールであるパリ協定が採択され、翌年、発効し、世界各国が気候変動対策に取り組むことが急務となっている [環境省, 2018]。

このような中であって、インターネットに比肩するイノベーションと言われるブロックチェーンは、仮想通貨の信頼性の担保に使用されるのみならず、気候変動対策への応用も期待されている。とくに分散型の再生可能エネルギーに基づく電力のシェアリングエコノミーへの適用が国内外で試行されつつある。

本文では、ブロックチェーンのしくみを簡単に説明するとともに、気候変動対策への適用例を紹介し、今後を展望する。

2. ブロックチェーンについて

2.1 ブロックチェーンのしくみ

ビットコイン等の仮想通貨に使用されている分散型ネットワークであるブロックチェーンは、図 1 に示すように、DLT（分散型台帳技術）とも呼ばれており、データベースの一部を共有して、それぞれのシステム内に同一の台帳情報を保有している [経産省, 2017]。ブロックチェーンでは、マイニングという作業により取引の履歴を記述したブロックが生成される。ブロックは、前回の取引のハッシュ値（元になるデータから一定の計算手順により求められた規則性のない固定長の値。ハッシュ値に変換することにより元データの特定が困難となる）、ナンス値（一度だけ使用される使い捨ての数値）および今回の取引のトランザクシ

ョンで構成される。このとき、次のブロックを生成する権利は、暗号化の一環としての上記ハッシュ値が一定以下となるようなナンス値を最初に求めた者に与えられる。以上のように、ブロックチェーンは、分散型ネットワークを構成する多数のコンピュータに情報の暗号化技術を組み合わせて取引に関する情報に同期して記録する方法である。このため、一部のコンピュータで取引情報が改ざんされても、他の多くのコンピュータによる多数決によって正しい情報のみが選ばれるようになっている。代表的なブロックチェーンの基盤としては、Bitcoin Core、Ethereum、Hyperledger Fabric 等がある [赤羽喜治・愛敬真生, 2016]。

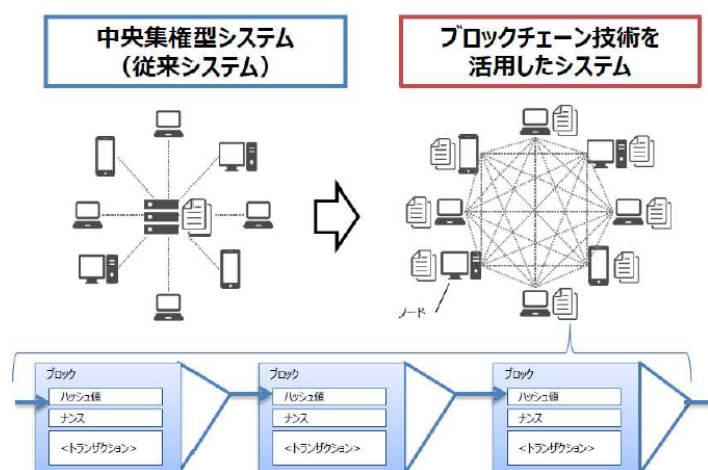


図 1. 従来システムとブロックチェーンを活用したシステム概念図 [経産省, 2017]

2.2 ブロックチェーン適用の意義

上述の通り、ブロックチェーンの適用により、従来の中央集権型システムに比べ、改ざんが極めて困難であり、ダウンタイムが実質ゼロのシステムを安価に構築可能となる。

パリ協定の発効に伴い、今後、気候変動対策としての複数のアクションが地域的、世界的に分散し、その結果としての環境価値の取引が拡大する中、なりすましや二重計上の防止が図られることから、この分野へのブロックチェーンの適用拡大が期待される。

3. 気候変動対策へのブロックチェーン活用の現状

ここでは、気候変動対策へのブロックチェーン活用の現状を、国連主導、国家主導および民間主導に分けて紹介する。

3.1 国連主導の活動

国連の気候変動枠組条約締結国会議 COP21 で採択されたパリ合意から 2 周年となる 2017 年 12 月に開催された One Planet Summit (フランスが国連および世界銀行と共催) において、分散型台帳を推進する 25 の団体が、オープンでグローバルなイニシアティブである CCC (Climate Chain Coalition) を設立した [UN, 2018]。日本からは IGES (公益財団法人地球環境戦略研究機関) が CCC 加盟している。気候変動に影響を与える可能性のある

要素を集め、ブロックチェーンを用いてデータ検証とレポート作成の精度を高めることを目的としている。これにより、国連はカーボン・クレジットの二重計上問題の解決を期待し、適用を推奨している。また、ブロックチェーン技術は、再エネの認証付きのピアツーピアの取引のプラットフォーム構築にも活用できるとされている（図2） [UN, 2017]。

このように、CCCの活動は、ブロックチェーン技術を応用することにより、a) 気候変動対策のモニタリング、レポートングおよび検証の強化、b) 気候変動対策の透明性やトレーサビリティとコスト効率性の向上、c) 気候変動関連プレーヤ間の信頼関係の構築、d) 貧困層にアクセス可能な気候変動対策に対するインセンティブメカニズムの構築、e) グリーンファイナンスの動員支援等を実現することを目指している。

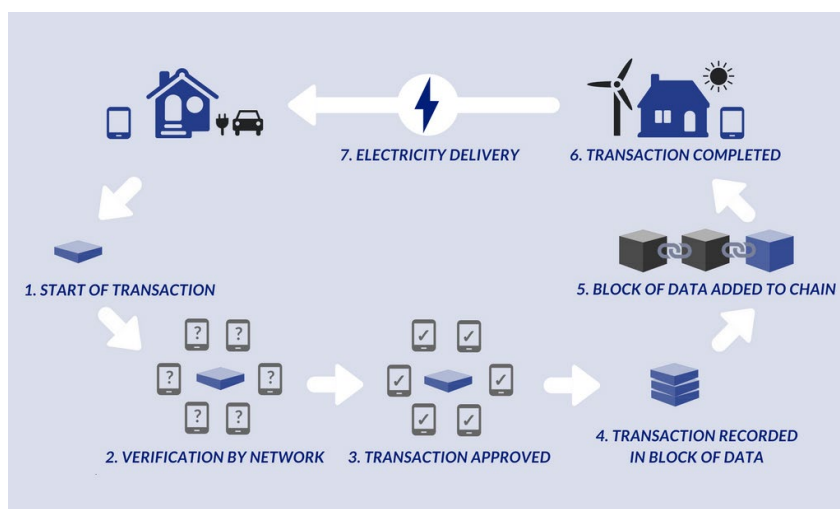


図2. ブロックチェーンにより再エネの認証付きのピアツーピア取引 [UN, 2017]

3.2 国家主導の活動

環境省は、2018年度、「ブロックチェーン技術を活用した再エネ CO2 削減価値創出モデル事業」の公募を行った。その結果、以下①および②の事業を採択した：

- ① デジタルグリッド社：自家消費される再エネ CO2 削減価値の事業者向け取引・決済システムの事業化を検討する [デジタルグリッド社, 2018]。本事業では、再エネ電力量を正確に計測し、再エネ比率、排出量、排出係数等を可視化し、商用システム化へのプロセスを明確にするとされている。この中の、価値創出、市場取引から最終消費に至る全記録を、図3に示すように、ブロックチェーンを用いて正確に記録することができる信頼性の高い取引システムの構築を指向している [デジタルグリッド社, 2019]。浦和美園でのスマートハウスと、大型ショッピングモールおよびコンビニエンスストア間で電力融通の実証実験等の開発を推進している。

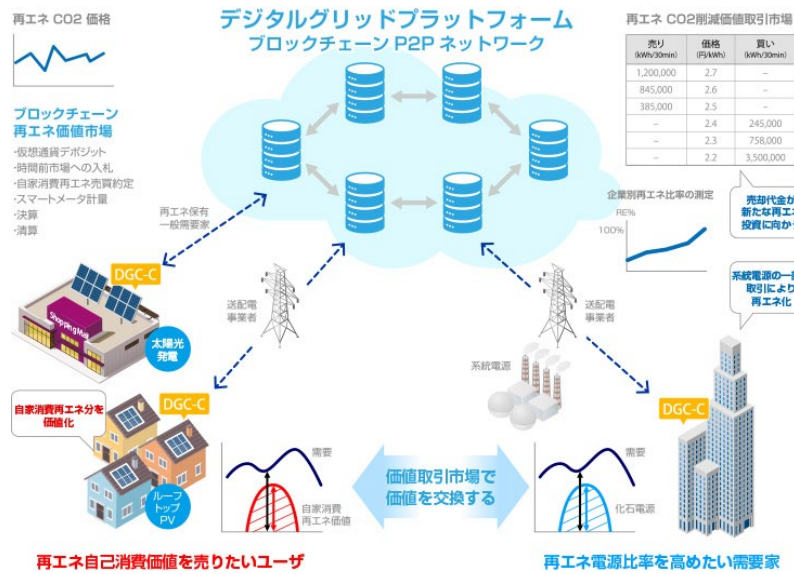


図 3. 再エネ CO2 削減価値の事業者向け取引・決済システム [デジタルグリッド社, 2019]

② 電力シェアリング社: 太陽光オーナーが所有する太陽光パネルにより創出される再エネによる CO2 削減価値を地域内で CtoC 取引を行うサプライチェーン構築の事業化を検討する [電力シェアリング社ほか, 2018]。図 4 に示すように、機器の IoT 化や AI により、低コストで再エネによる CO2 削減価値をデータ化して、売り手と買い手が指定した条件に従い、ブロックチェーンを活用し、クラウドのプラットフォーム上で取引された結果が自動的に精算できるシステムの構築を目指している。実際、2018 年 7 月に行われたモデル事業の課題検討会においてライブのデモに成功している [環境ビジネス・オンライン, 2018]。

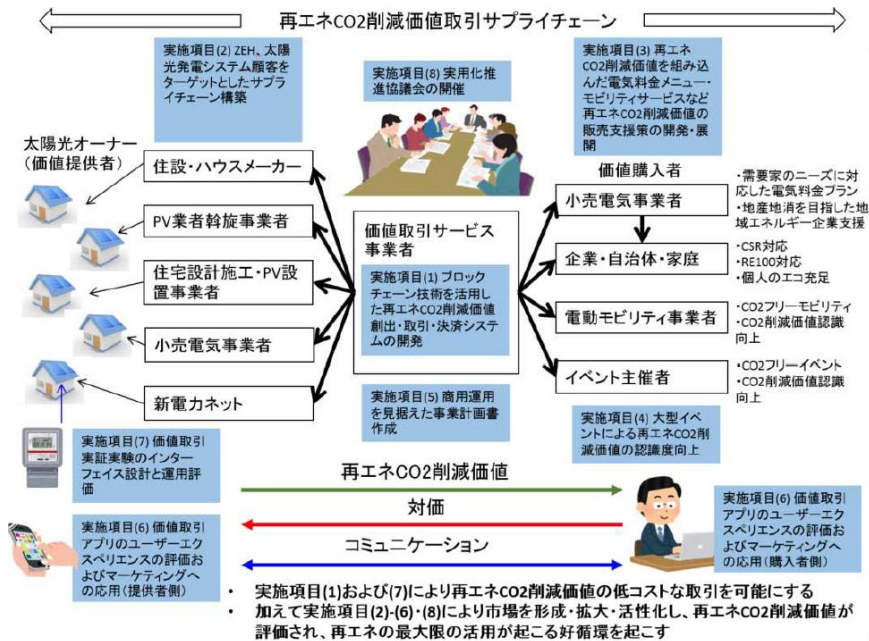


図 4. CtoC 取引サプライチェーン事業の概要 [環境ビジネス・オンライン, 2018]

3.3 民間主導の活動

民間主導の活動では、気候変動対策にブロックチェーンが適用された例として、以下の①～⑥のような動きがみられる：

- ① カナダ CarbonX 社 [CarbonX 社]。ブロックチェーンを利用して、消費者が温暖化対策に貢献すればするほど報酬を得られる仕組みを構築している。同社は、REDD+により創出された CO₂ の排出権を購入し、それを CxT というトークン(暗号通貨)に転換し、それを企業に販売する。そして、たとえば、消費者が自家用車の代わりにバスに乗ったり、あるいは東南アジアから空輸されてきた食物の代わりに地元の海産物を購入するなど CO₂ 排出削減に貢献する行動をとると提携企業から CxT トークンを受け取ることができ、その CxT トークンを別の商品の購入に充てることができるという仕組みだ [BLOCKCHAIN Business Community, 2017 年 10 月]。
- ② 中国 Energy Blockchain Labs 社 [Energy Blockchain Lab 社, 2018]：米 IBM 社傘下の中国 Energy Blockchain Labs 社は、IBM のブロックチェーン技術を使用して、高排出企業が低排出企業からカーボン・クレジットを購入することで、政府が義務付けた排出量割当てを満たすことができる効率的で透明なプラットフォームを構築した。同社は、カーボンアセットの開発台帳と、より広範なユニバーサル分散台帳を統合し、参加者のエネルギー生産および消費活動の環境への影響を記録および定量化している。そのため、参加者はカーボンフットプリントを簡単に追跡でき、カーボンアセット市場でいつカーボン・クレジットを売買すればより経済的かを把握できることになる。同社はこれにより、排出量の少ない組織により多くの資金を集めて低炭素技術を推進することができる、としている。
- ③ 伊 greenApes 社 [greenApes, 2016]：greenApes 社は、SNS、ゲーミフィケーション、仮想通貨、そして実生活においてインセンティブを与えることを通し、グローバルなレベルで、人々を持続可能なライフスタイルに参加させるよう働きかける。ブロックチェーン技術の導入はこれからであるが、そのためのデジタルプラットフォームは構築されており、企業、スマートシティ、NGO、およびコミュニティの持続可能性に配慮した行動に対してインセンティブとなる仮想通貨 BankoNuts が与えられている。同プラットフォームは、スマホ上の健康アプリ等、サードパーティのアプリやソフトウェアと統合できるオープンなものである。また、利用者は SNS アプリでもある greenApes に参加することで、世界中の人々に共有されている多く

の環境配慮型のアイデアを見つけることが可能となっている。

- ④ 米 LO3ENERGY 社 [LO3ENERGY 社, 2018] : LO3ENERGY 社は、地域のエネルギーサービス・プロバイダと提携して、地域でエネルギーを創生、貯蔵、購入、販売、そして使用することができるマイクログリッドに、世界で初めてブロックチェーン技術を適用した。スマートメータ技術により、建物のエネルギー生産量を測定し、ネットワークと通信してエネルギーを一元管理し、PC が自動的に取引を検証する分散型台帳に追加される。同社は、そのためのデータプラットフォーム **Exergy** を開発した。同プラットフォームでは、プロシューマは自らの再生可能エネルギー資源を通じてエネルギーを生み出し、ローカルな市場でプラットフォーム上のコンシューマとほぼリアルタイムかつ自律的にエネルギーの取引をすることができる。公共または民間の充電スタンドや電気自動車に余剰電力がある場合は、ローカルなネットワークで購入できるようになる。同社は米 **ConsenSys Labs** 社と連携してピアツーピアでエネルギー取引と分散したエネルギー資源を制御する **TransActive Grid** プロジェクトにも参画している [Blockchain Biz, 2016]。
- ⑤ 京セラ [京セラ, 2019] : 京セラは、早ければ 2021 年に、ブロックチェーンを同社の家庭向けの蓄電池に適用して、作られた電力が太陽光発電であることの「産地証明」を付けるサービスを開始する。これにより、一般家庭では、2019 年 11 月から FIT (固定価格買い取り制度) の買い取り期間が順次満了し始めるものの、図 5 に示すように、新電力 (電力小売事業者) が蓄電池の導入費用の大部分を負担する形で、家庭で消費した後の余剰電力を新電力に無償供給することが可能となる。また、このような産地証明付きの再エネは、再エネ発電事業者からの電力を含めて、CO2 削減を目指す大手企業にとっては魅力的なものとなることが見込まれる [日経新聞, 2019]。

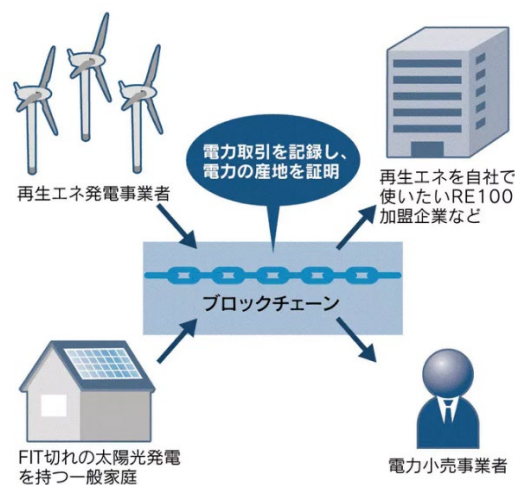


図 5. 電力の調達元証明サービスの仕組み [日経新聞, 2019]

- ⑥ みんな電力 [みんな電力, 2019] : みんな電力は、再エネ電源に、発電量ごとに「トークン」と呼ぶデジタル証書を付けて取引することにより、電力の利用者が調達量と調達元とを証明できるサービスを 2019 年 4 月から開始した。このような取引結果は、ブロックチェーン上に記録される仕組みである [日経新聞, 2019]。

4. おわりに

これまでの排出量取引においては中央に統括機関を介在させてステークホルダー間の送金等を実現していたが、分散型のブロックチェーン技術の導入により、中央統括機関の機能を十分なセキュリティを確保しつつ置き換えることができるようになってきている。しかしながら、ブロックチェーン技術の活用はまだまだ試行段階であり、特にマイニング時の消費電力等コスト面を含めて多くの課題を残している。

ただ今後、気候変動対策においては IoT デバイスや環境データを効率的に管理して価値取引を実現する各種のビジネス機会がもたらされ、その過程で、分散した膨大な数の個人情報扱われることになる。このため、セキュリティの高いブロックチェーンを用いて運用管理することにより、気候変動対策に関連したビジネスがより広範に拡大するものと期待される。

本稿で見てきたように、現状ではエネルギー取引へのブロックチェーンの適用がほとんどとなっているが、気候変動対策分野でのさらなる適用拡大に向けては、ブロックチェーンの技術面の充実のみならず、他国に遅れを取らないよう、適用を後押しする法制度の整備や標準化推進、さらに普及啓発活動が重要になってくるものと思われる。

参考文献：

- Blockchain Biz. (2016 年 10 月 21 日). ブロックチェーンとシェアリングエコノミー – TransActive Grid. 参照先: <https://gaiax-blockchain.com/trans-active-grid>
- BLOCKCHAIN Business Community. (2017 年 10 月). CarbonX プロジェクトとは? 気候変動問題に取り組むカナダのブロックチェーン企業. 参照先: http://businessblockchain.org/carbonx_project_blockchain
- CarbonX 社. (2018). 参照先: <https://www.carbonx.ca/>
- ClimateCHECK 社. (2019). 参照先: <https://www.climate-check.com/>
- Energy Blockchain Lab 社. (2018). 参照先: <https://www.ibm.com/case-studies/energy-blockchain-labs-inc>
- greenApes. (2016). 参照先: <https://www.greenapes.com/en/>
- LO3ENERGY 社. (2018). 参照先: <https://lo3energy.com/>

UN. (2017年6月1日). How Blockchain Technology Could Boost Climate Action. 参照先: <https://unfccc.int/news/how-blockchain-technology-could-boost-climate-action>

UN. (2018年1月22日). UN Supports Blockchain Technology for Climate Action. 参照先: <https://unfccc.int/news/un-supports-blockchain-technology-for-climate-action>

デジタルグリッド社. (2018). ブロックチェーン技術を活用した再エネ CO2 削減価値創出モデル事業. 参照先: http://www.env.go.jp/earth/bc_2-3-3.pdf

デジタルグリッド社. (2019年1月). 再エネ価値ブロックチェーン取引実証. 参照先: <http://www.digitalgrid.com/results/blockchain/index.html>

ブロックチェーンハブ. (2018年5月). 新事業企画・企業のための実践ブロックチェーン・ビジネス.

みんな電力. (2019). 参照先: <https://minden.co.jp/>

環境ビジネス・オンライン. (2018年7月). ブロックチェーンを用いた CO2 削減価値のリアルタイム P2P 取引、成功. 参照先: <https://www.kankyo-business.jp/news/020769.php>

環境省. (2018年3月). 環境金融を巡る動き (ESG 投資). 参照先: https://www.iges.or.jp/files/research/sgc/20180315/7_okuyama.pdf

京セラ. (2019). 参照先: <https://www.kyocera.co.jp/>

経産省. (2017年3月). ブロックチェーン技術を活用したシステムの評価軸 ver1.0.

赤羽喜治・愛敬真生. (2016). ブロックチェーン 仕組みと理論. リックテレコム.

電力シェアリング社ほか. (2018). 平成 30 年度ブロックチェーン技術を活用した再エネ CO2 削減価値創出モデル事業における自家消費される再エネ CO2 削減価値の地方部等における CtoC 取引サプライチェーン検討事業. 参照先: http://www.env.go.jp/earth/bc_2-4.pdf

日経新聞. (2019年3月8日). 再生エネにも「産地証明」. 日経新聞, ページ: 17. 参照先: <https://www.nikkei.com/article/DGKKZO42181790X00C19A3TJ3000/>

(2019年5月)