

## 分割可能 NFT を使った再エネ由来電気の トラッキングシステムの構築事例

### A Case Study of Tracking Electricity Derived from Renewable Energy using Divisible NFT

青木 宣明, 行木 弥 鈴

**要 約** 企業の事業活動において温室効果ガスを排出しない再生可能エネルギー（以下、再エネ）の活用が拡大し、再エネ由来の電気の使用証明として再エネ証書の流通が始まっている。再エネ証書がその価値を持つためには、使用した電気が再エネ由来であることを証明しなければならないが、電力系統全体で非再エネ由来電気と混在する性質から、その証明が難しいという課題がある。再エネ由来電源の発電量と需要家の使用量が同時同量で需給バランスが成り立つよう対応させ、その電力量を記録することで、発電からその使用までをトラッキングできるようにし、当該課題を解決した。そしてこのトラッキングを、電気・環境価値を分割可能な NFT で表現し、発電時に作成された電気・環境価値トークンを、その使用量に応じて分割・所有者を変更することで実現した。需要家を使用した電気が再エネ由来であることを証明可能とすることで、環境価値の利用を促進し、ひいては脱炭素社会の実現に向けた社会課題の解決に寄与したい。

**Abstract** The use of renewable energy that does not emit greenhouse gases is expanding in corporate business activities, and the circulation of renewable energy certificates as proof of the use of electricity derived from renewable energy has begun. In order for the renewable energy certificate to have its value, it is necessary to certify that the used electricity is derived from renewable energy, but there is a problem that the certification is difficult because the electricity derived from renewable energy is mixed with the electricity derived from non-renewable energy in the power grid. The problem is resolved by making it possible to track the process from power generation to its usage by matching the amount of electricity power renewable energy sources generated with the one consumers used and recording the amount of electricity power so that the amounts from the power plant and the consumer correspond. The tracking was realized by expressing electricity and its environmental value as divisible NFTs and dividing and transferring the electricity and environmental value token created at the time of power generation according to its usage. By making it possible to prove that the electricity used by consumers is derived from renewable energy, we would like to promote the use of the system related to the environmental value and contribute to solving social issues toward the realization of a decarbonized society.

#### 1. はじめに

近年、自然災害が激甚化していることから世界的な気候変動への対策が急務となっている。気候変動の原因は温室効果ガスによるものと考えられ、その削減への取り組みが行われてきた。2015年には、国連気候変動枠組条約第21回締約国会議（COP21）においてパリ協定が採択され、産業革命以降の気温上昇を1.5℃に抑える努力を追求することが合意された。日本国

内においても、2050年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする「2050年カーボンニュートラル」が2020年10月に宣言され、総合的で野心的な目標として2030年度に温室効果ガスを2013年度から46%削減することを目指すことが2021年4月に表明されている\*1。

脱炭素社会を実現し、温室効果ガス排出量削減の目標を達成するために、官庁が温室効果ガス排出削減の政策・目標を定め、民間の事業活動でそれらを踏まえた削減の取り組みがなされている。民間主導の気候関連財務情報開示タスクフォース（TCFD）\*2が気候変動に関する財務情報開示を提言し、それに賛同を表明する企業も現れている\*3。また、企業への投資においては、従来の財務情報だけでなく、脱炭素化への取り組みも重視するESG\*4投資等が拡大している。これらの時流を受け、企業には、脱炭素化への具体的な取り組みとその情報開示を行うなど、環境にも配慮したESG経営が求められている。

電力分野における温室効果ガス削減に向けた取り組みとして、発電事業者では太陽光・水力などの再生可能エネルギー（以下、再エネ）\*5の活用が進められている。事業活動で利用する電気を再エネ100%とすることを宣言するRE100\*6への参加を表明する企業も増えている。

本稿では、分割可能なNFT（非代替性トークン）を用いて構築した、再エネ由来電気の発電から需要家への割当までをトラッキングするRE100トラッキングシステムが、脱炭素社会実現の社会課題解決に果たす意義と、その構築事例を紹介する。まず2章では再エネ由来電気の活用と当該電気が再エネに由来することの証明に関する課題、およびその対応としてトークンの分割による解決策を述べる。3章ではNFTによる分割可能なトークンの実現方法とその価値について、4章では実証実験で得られたトラッキングの検証結果を示し、将来への展望を述べる。

## 2. 環境価値とそのトラッキング

本章では、再エネ由来電気を活用する際の課題を、トークンによるトラッキングを用いて解決することを説明する。

### 2.1 再エネ由来電気の活用における課題とその解決

企業での再エネ由来電気の活用には、自家発電や電力会社からの調達など再エネ由来電気そのものの調達、再エネ証書と呼ばれる各種証書の購入、など複数の方法がある。

再エネ由来電気には、電気自体が生み出すエネルギーとしての価値の他に、「環境価値」と呼ばれる温室効果ガスの排出を削減する価値がある。再エネ証書とは、電気から環境価値を分離して証書化したものであり、再エネ由来電気の持つ環境価値だけを取引することができる。現在日本には、RE100に利用可能な制度として、グリーン電力証書、J-クレジット、非化石証書がある。これらの制度を利用して再エネ証書を購入することで、再エネ由来電気を調達したとみなされ、温室効果ガス排出量削減への取り組みに寄与することができる。

再エネ証書購入による温室効果ガス排出量削減への取り組みにおいて、需要家が使用した電気が再エネ由来であることを証明するために解決すべき課題がある。再エネ由来電気の環境価値を顕在化し、再エネ証書として取引するためには、当該電気が再エネ由来であることを証明しなければならない。しかし、再エネ由来電気は発電所で発電された後、電力系統全体を経由して需要家に届けられる過程で化石燃料を使った発電所からの電気と混在するため、需要家が実際に使用した電気がどちらの電気であるかを厳密に判別することはできない。

BIPROGY 株式会社（以下、当社）は、この課題を解決するために、まず需要家が使用した電力量と再エネ電源での発電量を対応付け、その電力量を記録した。次に、発電所から需要家へと電気が届くまでの調整力等の設備（次節にて詳述）についても、対応関係と電力量を記録した。再エネ由来電気は電力系統に流入した時点でその流れを追跡することはできないが、この対応付けにより電力系統に流入した再エネ由来電気とその環境価値が他の由来の電気・環境価値と分けて管理され、発電から使用までをトラッキングできるようになる。この需給の論理的対応付けとトラッキング処理によって、需要家が使用した電気が再エネ電源から供給されたことが証明され、再エネ由来電気が有する環境価値を顕在化した取引ができるようになる。

## 2.2 トークンによる再エネ由来電気のトラッキング

2020 年度から 2021 年度にかけて、関西電力株式会社（以下、関西電力）と福井県敦賀市により、再エネ電源の主力電源化を目的とした実証事業（敦賀市スマートエリア形成実証プロジェクト）が行われた。同実証事業では、福井県嶺南地域を実証フィールドとする再エネ成形のバーチャルパワープラント（VPP：Virtual Power Plant）制御システムの構築とその実証が行われた。

VPP 制御システムでは、メガソーラーで発電された電気を、自立型水素エネルギー供給システム、V2H、蓄電池などの「調整力」と呼ばれる一連の設備を用いて蓄電・放電することで、昼夜を通して電気の需給バランスを保ち、電力供給量の平準化を行った（図1）。

そして、同実証事業では、メガソーラーで発電された電気を RE100 電気として需要家に届けるために、発電所による発電から需要家による使用までの一連の電気とその環境価値の流れをトラッキングする仕組みである RE100 トラッキングシステムを導入した。当社は、同実証事業で RE100 トラッキングシステムのシステム化を担当して、関西電力と共同で考案した電気とその環境価値のトラッキングを実現した。

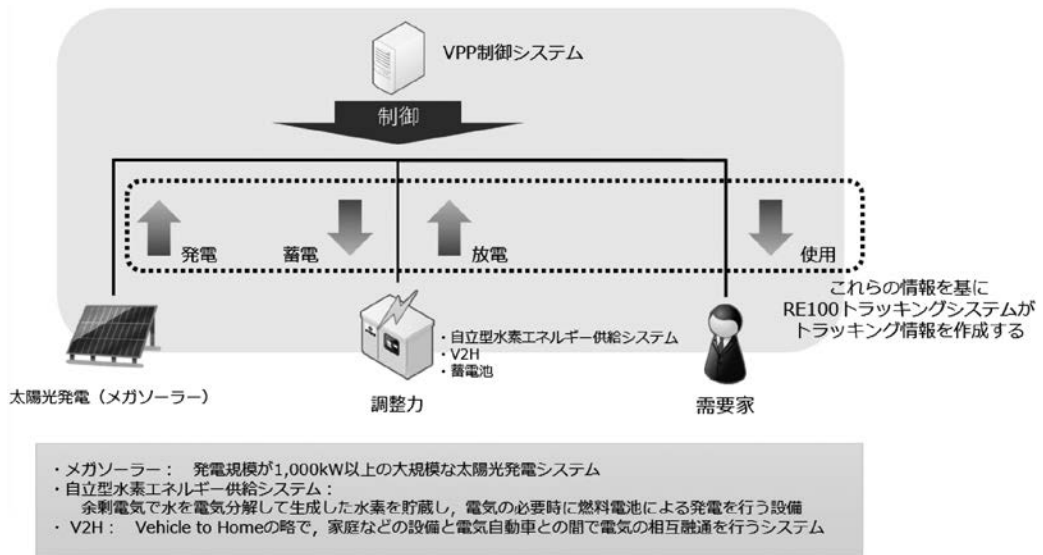


図1 VPP 制御システムによる再エネ由来電気の平準化

再エネ電源で発電されて需要家に供給されるまでの一連の電気・環境価値の流れをトラッキングするには、以下1)～3)の要件を満たさなければならない。

1) 需要家が使用した電気の由来を特定できること

需要家が使用した電気が再エネ由来であることを証明しなければならない。

2) 電気の価値を表現できること

電気の由来となる発電所を特定できない課題と同様に、需要家が特定の電気の価値、例えば、特定の地域に位置する発電所で発電された電気（産地価値を有する電気）や、特定の電源種の発電所で発電された電気（特定電源価値を有する電気）を希望した場合に、それに沿った電気を割り当てられない課題もある。

一般に、同じ電力量の電気は同じ価値を持つ。しかし、地産地消の観点から発電所の立地を指定したり、特定の種類の再エネ電源を指定したりして電気を調達する場合があります、異なる地域・異なる電源種の電気が異なる価値を持つ。これらの電気の価値を表現できなければならない。

3) 電気と環境価値が柔軟に紐づけできること

RE100において環境価値を活用するにあたり、発電事業者から小売電気事業者に環境価値の証明が電気とセットで販売されることが想定される。そのために発電設備から需要家まで環境価値と電気がセットで渡せなければならない。

また、環境価値は再生可能エネルギーの発電量に対して認定されるため、環境価値は調整力を経由せず、直接発電設備から需要家に渡されなければならない。

これらの要件を実現するために、トラッキング対象である電気・環境価値をトークンとして表現した。トークンとは「何らかの価値を表す印（証票）」のことで、権利書・法定通貨・卒業証書・電子チケットなど日常的に用いられている概念である。電子的・物理的な価値を情報システムで扱うために、それらをトークンとして表すことを「トークン化」と呼ぶ。

トークンによるトラッキングの基本的な考え方は、以下の通りである。発電所が発電すると、その電気に対応した発電所所有の電気トークンが作成される（図2の①）。また、需要家が電気を使用すると、その電気に対応した需要家所有のトークンが発電所所有のトークンから分割されて作成される（図2の②）。このとき、需要家が使用した電気と発電所が発電した電気の論理的な対応付けが行われ、需要家に割り当てられた電気トークンの親電気トークンID属性に、対応付けられた発電所が所有する電気トークンのIDが設定される（図2の③）。また、需要家のトークンが分割されたことで、発電所が所有する電気トークンから電力量が減算される（図2の④）。

なお、再エネ電源で発電された電気に紐づく環境価値についても、電気と同様にトラッキングが行われる。本システムでは調整力は環境価値を所有しないものと取り決め、それにより環境価値の所有者移転では電気と異なるロジックを適用した。

一連のトークン処理の結果、需要家に割り当てられた電気トークンの親電気トークンID属性を調べることで、当該電気がどの発電所で発電されたかを確認することができる。

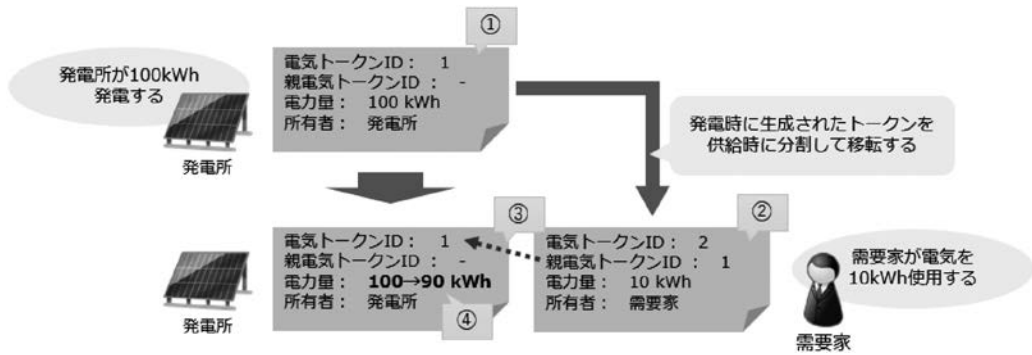


図2 トークンによる電気のトラッキング

このように、電気の発電および使用に応じて、発電所が所有する電気・環境価値トークンを作成して、トークンを分割して需要家に割り当てることで、再エネ電源が発電した電気と需要家が使用した電気を論理的に対応させることができる。調整力による蓄電・放電についても同様に、トークンの分割と割り当てが行われる。なお、RE100トラッキングシステムでは、発電量よりも使用量が多い場合は、電力系統全体を經由して調達した他の発電所からの電気を割り当てるものとして、再エネ由来電気とは区別して管理している。

トークンを使用することにより、本節冒頭で述べたRE100トラッキングシステム要件を以下の通り実現できる。

### 1) 需要家が使用した電気の由来の特定

先に述べたように、需要家が使用した電気に発電所の電気を論理的に割り当て、需要家が保有する電気トークンからその由来となる発電所の電気トークンをたどれるようにした。これにより、需要家が使用した電気の由来を特定できない課題を解決する。

### 2) 電気の価値の表現

トークンの属性として価値の種類を付与することで、電気の価値を表現できるようにした。そして、電気・環境価値の割り当て処理では、需要家の希望に沿った割り当てを行うよう設計した。

### 3) 電気と環境価値の柔軟な紐づけ

電気と環境価値を独立するトークンで表現することで、電気と環境価値の所有者を分けて管理できる。このことで電気とその環境価値を一体に扱う要件と、環境価値が調整力を經由しない要件を両立して表現できる。

## 3. RE100トラッキングシステムでのトークンのトラッキング

本章では、2章で述べたRE100トラッキングシステムの要件を、トークンを用いたトラッキングの設計によりどのように実現したのか説明する。

### 3.1 トークンの種類

本節では、RE100トラッキングシステム設計で用いた概念であるトークンについて説明する。トークンは、トークンが表す価値の性質に対応して、その種類が分かれる。トークンの分類方法を定義した Token Taxonomy Framework (TTF)<sup>[1]</sup>では、トークンを四つの要素で記述するが、その中で重要な要素が「ベーストークンタイプ」と「ビヘイビア」である。

ベーストークンタイプは、トークンの基本的な性質を表すもので、「代替可能トークン (Fungible Token 以降 FT)」と「代替不可能トークン (Non-Fungible Token 以降 NFT)」がある。FTは、同じ種類のトークンと同じ価値を持ち、相互に交換できる性質を持つ(紙幣、暗号通貨等)。FTは個々のトークンが区別されないため、数量を指定してトークンの操作(発行・譲渡など)を行う。一方、NFTは、トークンそれぞれが異なる価値を持ち、相互に交換できない性質を持つ(土地財産、美術品等)。NFTは個々のトークンが区別されるため、トークンに付与された識別子 (ID) を指定してトークンの操作を行う。

ビヘイビアは、トークンの機能・制限などの振る舞いを表すもので、TTFでは10種類が定義されている。その中で重要なビヘイビアは「分割可能・不可能」である。「分割」は、トークンをより小さなトークンへと分割できることを意味する。

次節ではこれらの分類の中から、課題を解決するためにどのような性質のトークンを用いたかを説明する。

### 3.2 課題解決のための RE100 トラッキングシステムにおける設計

2章で述べた RE100 トラッキングシステムの要件を、トークンを用いたトラッキングの設計によりどのように実現したのかを説明する。

#### 1) 需要家が使用した電気の由来の特定

RE100 トラッキングシステムでは、前節で述べたビヘイビアについて分割可能なトークンとし、分割と所有者の移転を可能とした。分割時にトークンに親トークンへの参照を記録することで、電気の由来の特定を実現した。

#### 2) 電気の価値の表現

電気とその環境価値は発電所によって価値が異なるため、前節で述べたベーストークンタイプについて各トークンの価値が交換不可である NFT とした。各トークンは、電力量、電源種および発電所情報を属性として定義した。これにより、電気トークンと環境価値トークンは ID で区別され、電力量が 0 にならない限り、複数の同じ種類のトークンに分割される。分割されたトークンは同じ価値(特定電源価値・産地価値)を持ち、その範囲で代替可能である。

また、RE100 トラッキングシステムでは、電気トークンと環境価値トークンの分割と所有者の移転によってトラッキング処理が行われるが、分割されたトークンは同じ価値(特定電源価値・産地価値)を引き継ぐ(図 3)。

これらの設計により、電源種および発電所情報ごとに異なる価値を有することと、これらをトークン固有のものとして扱い代替させないことを表現した。また、電力量を分割することでその価値を分割して需要家に配分(移転)できるようにした。

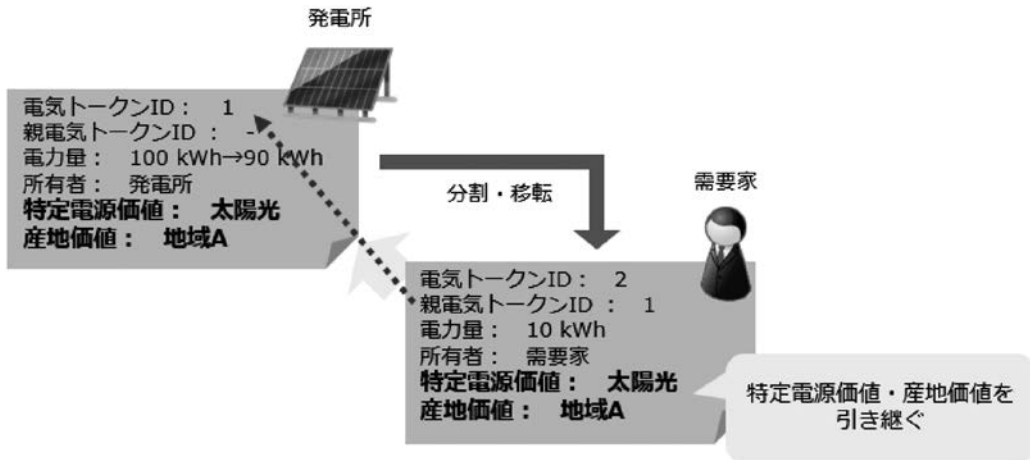


図3 トークンにおける電気の価値の表現

### 3) 電気と環境価値の柔軟な紐づけ

環境価値は調整力を經由せず、直接発電設備から需要家に渡す。そのため、電気と環境価値を別のトークンとすることで、電気が調整力に蓄電した際には電気トークンの所有者は調整力に移転するが、環境価値トークンの所有者は発電設備に残せるようにした。別のトークンでありながらも、環境価値トークンに対応する電気トークンIDの属性を持たせることで、一体となる電気を把握できるように対応した(図4)。このようなトークンの構造を取ることで、蓄電池への充電時は電気トークンのみ蓄電池に所有させ、環境価値は発電所に残すことで、蓄電池に環境価値を持たせないトラッキング処理を実現できた。

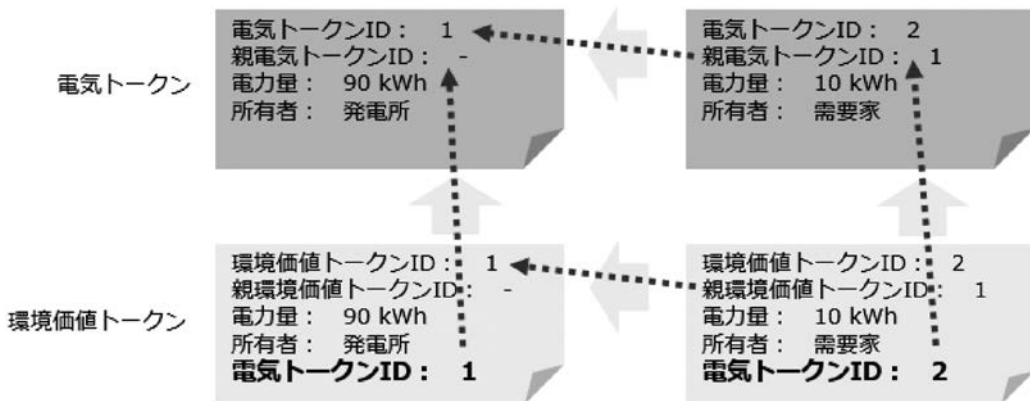


図4 電気と環境価値のトークン化とその関連

Ethereum ブロックチェーン<sup>\*7</sup>において NFT の標準である ERC721<sup>[2]</sup>が定義されるなど、トークンとブロックチェーンの親和性は高い。トークンをブロックチェーンで扱うことで、ブロックチェーンの改ざん耐性やスマートコントラクトによるトークン処理の検証可能性からトークンの正しさが担保され、トークンに価値が生じる。RE100 トラッキングシステムでは、電気とその環境価値という価値を扱うため、これらをトークン化しブロックチェーン上に記録した。

#### 4. トークンによるトラッキングの評価と考察

本章では、RE100 トラッキングシステムで構築したトークンによるトラッキングを再エネ成形システムにて評価した結果を述べ、トークンによるトラッキング方法について考察する。

##### 4.1 再エネ成形システム実証実験の紹介

関西電力は、2022年1月17日(月)～2022年1月21日(金)および2022年3月7日(月)～2022年3月11日(金)の期間中、VPP制御システムならびに再エネ成形システムの実証実験を行った。VPP制御システムは表1に記載した設備で構成されている。

表1 実証に参加した設備一覧

区分	設備種別	設備数
発電設備	太陽光発電システム	2
調整設備	自立型水素エネルギー供給システム	1
	V2H	14
	蓄電池	2
需要家	—	1

##### 4.2 再エネ成形システム実証によるトラッキングの評価

再エネ成形システムの実証実験の中で、当社はRE100トラッキングシステムを用いてトラッキングの評価を行った。本節では実証時のデータの検証により、需要家が使用した電気の由来をトラッキングした結果を、2.2節で述べた三つの要件の観点から評価する。

###### 1) 需要家が使用した電気の由来の特定

トークンのトラッキングにより需要家が使用した電気の由来の特定可否について、実証実験期間中から、任意の時間帯のトラッキング情報を抜き出して検証する。

RE100トラッキングシステムでは電気の由来を特定できた(表2)。これによって需要家が使用した電気の由来を特定でき、再エネ由来電気を調達したことを証明できた。

表2 2022年3月9日 11:00-11:30の時間帯における電気のトラッキング情報

電気トークンID	割当量 (kWh)	起源発電所	分割元電気トークンID
15370	58.3	発電所-1	15354
15372	97.0	発電所-2	15356
15374	0.9	発電所-2	15359
15375	0.4	発電所-2	15360
15376	0.2	発電所-2	15366
15377	0.2	発電所-2	15367



2) 電気の価値の表現

需要家が使用した電気の、発電所の立地・電源種の違いによる価値（産地価値、特定電源価値）の表現可否を検証する。

表3は、1) で示した需要家が保有する電気トークンのうち ID15370 に注目し、その属性情報を示したものである。トークンが所有する産地価値と特定電源価値が、属性情報から特定できた。これにより、需要家が使用した電気に付随する価値の種類を、容易に把握することができる。

表3 電気トークン ID15370 の詳細

電気トークン ID	産地価値	特定電源価値
15370	産地価値-1	特定電源価値-1

3) 電気と環境価値の柔軟な紐づけ

電気とその環境価値を一体に扱う要件と、調整力が環境価値を持たない要件の両立可否を検証する。

図5に、表2の電気トークン ID15374 に着目したトラッキング情報の概要を示す。

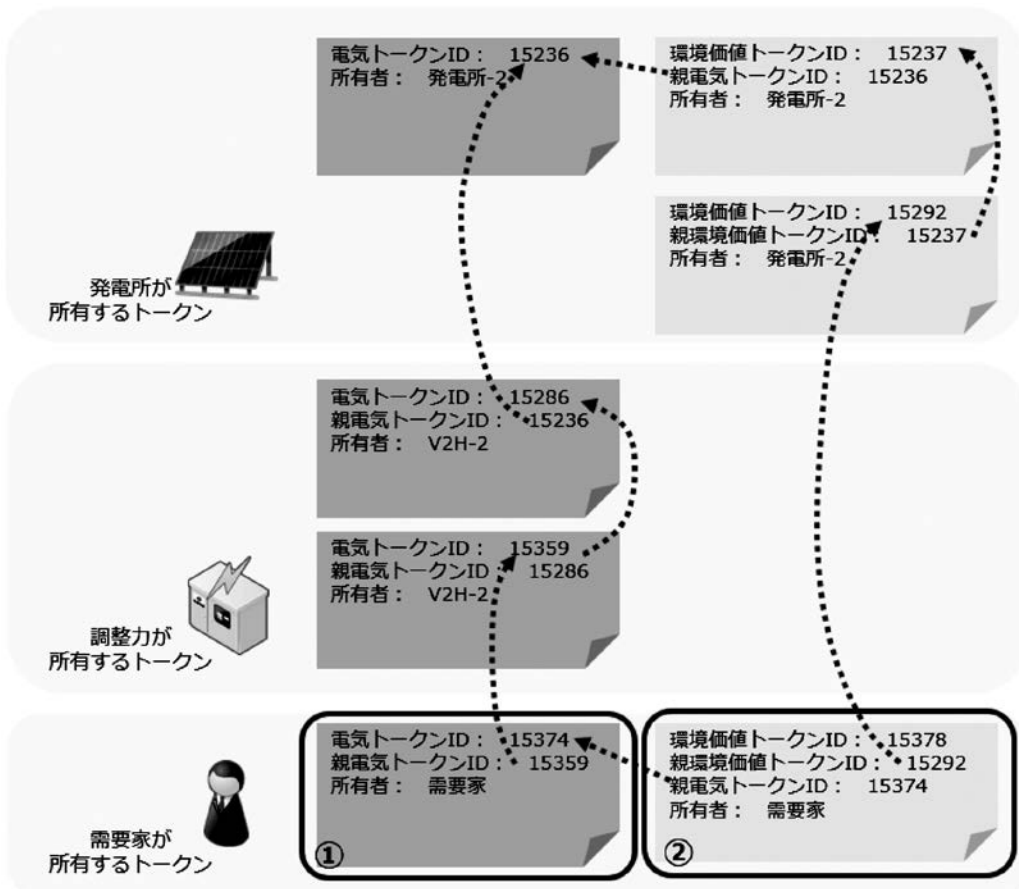


図5 電気トークン ID15374 に着目したトラッキング情報の概要

図5の枠線①で示した電気トークン ID15374 の親電気トークンである電気トークン ID15359 は、調整力の一つである V2H-2 が保有する電気として記録されている。さらに、電気トークン ID15374 の起源となる電気トークンは、発電所 -2 が所有することが記録されている。このことから、発電所 -2 で発電された電気が、一度 V2H-2 に蓄電され、放電を経て需要家に割り当てられたことを確認できた。

また、図5の枠線②で示した、電気トークン ID15374 に紐づく環境価値トークン ID15378 の起源となる環境価値トークン ID15237 および親環境価値トークン ID15292 は、発電所 -2 が所有することが記録されている。このことから、電気が調整力に蓄電された場合は、電気と環境価値の紐づきを保った状態で環境価値の所有者を発電所に残していることが確認できた。

これらの結果から、電気と環境価値を一体として取り扱う要件と、調整力は電気のみ所有し環境価値を所有しないとする要件の両立ができるようになり、需要家は当システムでトラッキングした電気を RE100 における再エネ証明に適用できる。

### 4.3 考察

RE100 トラッキングシステムでは、需要家を使用した電気が由来する発電所を証明するために、トークンを用いたトラッキングの仕組みを構築した。トークンを用いたトラッキングには以下の特徴があることを前提に構築を進めた。

#### 1) 価値の状態と所有の直接的な表現

トークンを用いたトラッキングでは、トラッキング対象の価値をトークン化して、トラッキングに不可欠な属性（電力量など）をトークンに持たせる。トークンは価値を所有するアクターに割り当てられ、価値の移転処理による変化が逐次トークンに反映される。

このため、どのアクターがどのような状態の価値を所有するかトークンを調べることで把握することができ、価値の状態とその所有状況を直接的に表現することができる。

#### 2) ブロックチェーンとの親和性と、それによる真正性の担保

ブロックチェーンでトークンを扱うことで、トークンの正しさが担保され、トークンに価値が生じる。RE100 トラッキングシステムでは、電気・環境価値のトークンをブロックチェーンに格納することで、需要家にとっては、使用した電気が再エネ由来電気であることを証明するトラッキング結果に真正性を持たせられる利点が得られる。

1) は、需要家を使用した電気とそれに紐づく環境価値の量と付随する産地価値・特定電源価値がトークンによって直接的に表現されることが実証の評価を通して確認された。2) は、需要家に割り当てられた電気トークン・環境価値トークンがブロックチェーンに格納されたことから確認された。

また、電気と環境価値をブロックチェーン上のトークンとして表現したことで、トークンによるトラッキングの特徴として以下も導かれる。

#### 3) 価値の流通のしやすさ

RE100 トラッキングシステムでは、分割可能 NFT として設計した電気・環境価値トーク

ンを、ERC721 に準拠しつつ電力量を属性として持たせ分割可能となるよう実装した。ERC721 に準拠したトークンとして実装されているため、需要家に割り当てられた環境価値トークンを市場等で取引するために他システムの間で流通させやすいと言える。

ブロックチェーン上のトークンではなく、中央集権のデータベースに電気・環境価値とそのトラッキング情報を記録する方法もあるが、他システムとの間で流通させるためには、システム間連携インターフェースを定義するなど、考慮を要する。

#### 4) 他分野への展開

トークンによるトラッキングは、トラッキング対象の価値をトークン化できれば、電力以外の分野にも適用可能である。トークンは幅広い分野で利用が進んでおり、本稿で述べたトラッキング方法は、トークンの移転処理をトラッキングする方法として展開が期待できる。

### 5. おわりに

2021年10月に閣議決定された第6次エネルギー基本計画で、2019年度は18%だった再エネ電源構成比について、2030年の野心的な見通しとして36～38%が示される<sup>[3]</sup>など、温室効果ガス排出量削減への取り組みにおいて、今後も、再エネ由来電気の使用が進むことが想定される。再エネ由来電気に伴う環境価値の証書化では、需要家が使用した電気が再エネ電源に由来することの証明が課題となるが、本稿で述べた RE100 トラッキングシステムを用いて需要家の使用した電気と発電所が発電した電気を論理的に対応付けることで、当該課題を解決できる。

RE100 トラッキングシステムが用いた分割可能 NFT によるトラッキングは、トラッキング対象の価値をトークンで直接的に表現することができ、トークンをブロックチェーンで管理することでトラッキング対象の価値の真正性を担保しつつ、将来的には市場でトークンを流通させて取引することもできるようになる。

今回構築した分割可能 NFT によるトラッキング手法を通して、需要家が使用した電気が再エネ電源に由来することを証明可能とすることで、環境価値の利用を促進し、ひいては脱炭素社会の実現に向けた社会課題の解決に寄与したい。また、トークンの分割・移転によるトラッキング手法は、対象の価値をトークン化できれば適用可能であり、原材料のトラッキング・トレースなど電力以外の分野への展開も見据えていきたい。

- 
- \* 1 削減目標は、二酸化炭素（エネルギー起源、非エネルギー起源）、メタン、一酸化二窒素、代替フロン等の温室効果ガス別に目標が設定されていて、エネルギー起源の二酸化炭素は45.2%と削減目標の多くを占める（<https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/100285591.pdf>）。
  - \* 2 2015年にG20からの要請を受けて金融安定理事会（FSB、主要国・地域の中央銀行・金融関連当局、国際通貨基金、世界銀行などの代表が参加し、国際金融システムの監督業務を担う）により設置された民間主導の国際組織（<https://www.fsb-tcfd.org/>）。
  - \* 3 2022年9月22日現在、世界全体では金融機関をはじめとする3,819の企業・機関が賛同を示し、日本では1,062の企業・機関が賛同している（[https://www.meti.go.jp/policy/energy\\_environment/global\\_warming/tcfd\\_supporters.html](https://www.meti.go.jp/policy/energy_environment/global_warming/tcfd_supporters.html)）。
  - \* 4 環境（Environment）、社会（Social）、ガバナンス（Governance）の頭文字から取られた略語で、これらの3要素を重視した持続可能な発展を目指した経営を行うこと。
  - \* 5 太陽光・風力・地熱・水力・バイオマスなど、自然界に存在し、利用する以上の速度で自然に再生するため永続的に利用することができると認められるエネルギー源のこと。
  - \* 6 Renewable Energy 100%の略。イギリスの国際環境NGOであるクライメイト・グループにより2014年に設立された国際的なイニシアチブ。

- \* 7 イーサリアム・プロジェクト (<https://ethereum.org/en/>) により開発中のブロックチェーンプラットフォーム。

- 参考文献**
- [1] InterWork Alliance, Inc., Token Taxonomy Framework (TTF) – January 2022, 2022年1月, <https://github.com/InterWorkAlliance/TokenTaxonomyFramework>
  - [2] ERC-721 NON-FUNGIBLE TOKEN STANDARD, <https://ethereum.org/ja/developers/docs/standards/tokens/erc-721/>
  - [3] 第6次エネルギー基本計画 (令和3年10月), 経済産業省資源エネルギー庁, 2021年10月, [https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic\\_plan/](https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/)

※ 上記注釈および参考文献に挙げた URL は 2022 年 10 月 13 日時点での存在を確認。

**執筆者紹介** 青木 宣明 (Nobuaki Aoki)

1998 年中部ソフト・エンジニアリング(株)入社 (その後, USOL 中部(株)に転籍した後, 合併により日本ユニシス(株)に移籍)。製造・社公等の各種案件に従事した後, 2019 年よりブロックチェーンを利用したシステム開発に従事。2020 年より, 電力関連のトラッキングシステム開発を担当。



行木 弥 鈴 (Misuzu Nameki)

2007 年日本ユニシス(株)入社。2017 年より, ブロックチェーンを利用したシステム開発に従事。2018 年より, 電力関連のトラッキングシステム開発を担当。

