



モノの経済に力を与える

Weeve Network

トークン資料 (パート3/4)

Weeve Networkの Protocol と トークンモデル

シッド・バージンとセバスチャン・ガイエック

Weeve.network

概要

トークン化を行い、経済の仕組みや原理をサポートするネットワークに投入すると、データは驚異的な価値になることに疑いの余地はありません。Weeve Networkでは、(IoT) デバイスとブロックチェーンの間に商業化レイヤーを導入することによってモノの経済に力を与えます。Weeve Networkでは、マシン（またはその「Weeve」）はインデックス化、処理、トークン化を行い、デジタル資産に収集されるデータである、最も著名な暗号通貨を取引します。

Weeveでは、地理データから電気または配送ステータスまでのデジタル資産にパブリック/プライベートのマーケットプレイスを実現します。このマーケットプレイスでは、データの生産者と消費者（バイヤーとセラー同士）が一体となり、供給と需要のエスクローを行い、納得のゆく価格でデジタル資産を交換します。

公平なゲーム戦略に必ず従うわけではない合理的なプレイヤーがいる中でネットワークの安定性を確立するため、Weeve Networkでは暗号経済的（Cryptoeconomic）なインセンティブメカニズムデザインを使用します。こうしたゲーム（すなわちWeeve Network）に参加するため、プレイヤーはトークンに出資して自らの行為を補償します。ネットワークが不安定な場合（たとえば紛争、不公平な交換、違法行為）、コミュニティはこうした出資に困難をもたらすことがあります。Weeveのメカニズムデザインの固有の構成要素により、出資を犠牲することによって不正や不公平な戦略に罰則を与えつつ、手数料メカニズムで公正な戦略を要塞化することを保護します。

キーワード：ゲーム理論、暗号経済、公平な交換、出資ベースのメカニズムデザイン、合理的なプレイヤー

1 はじめに

1.1 モチベーション

IoT業界はクリティカルマスに急速に近づきつつあります。Gartnerの推計では、2017年におけるIoTデバイスの数は80億もあり、2021年にはその数が280億という驚異的な数字になるそうです。これほど大量のデバイスがインターネットに接続されているため、2015年に生み出される経済価値は4~11兆ドルにもものぼると予想されています。

こうした予測はもちろん過剰な期待に過ぎませんが、こうした急速な経済成長を支えるインフラが適材適所になれば、こうした経済価値は、接続数の少なかった過去の水準を抜け出せない可能性もあります。

ブロックチェーンテクノロジーは、新たな経済を生み出す強力で新しいパラダイムにより近年台頭してきました。

実際に、このテクノロジーはデバイス間のデータを商業化ベースで完全に自動化するための踏み石であり、私たちがモノの経済（EoT）と呼んでいるものを強化します。モノの経済（EoT）では、所有者（私的な個人、企業などの法的主体）のためのIoTデバイスは、第一価格または第二価格のマーケットプレイスおよび他のIoTデバイスまたは法的主体として知られる考え方を通じてデータを提供するか、暗号通貨または関連するデジタル資産の交換（たとえば地理データと温度データの交換）でデータを使用します。暗号通貨の交換では、たとえば、充電を必要とする電気自動車に過剰なエネルギーを販売する太陽光パネルを創造してください。電流計を備える太陽光パネルでは電力消費を測定して、交渉で決まった量のエネルギーが提供されたときに電気リレーに指示を出して電力供給を停止できます。あらゆる活動がデータのトークン化の例となり、真新しいOracleベースのブロックチェーン経済の万能なイネイブラーとしてのIoTデバイスの価値を示します。

1.2 課題

モノの経済を実現する前、データを経済的に有用で交換可能する前に基本的な問題を解決する必要があります。

（匿名の）エンティティが公平な価格のマーケットプレイスの原理、すなわちエスクローの供給と需要に従う信頼性の低い¹ネットワークをどうすれば実現できますか？

¹ Trustlessという言葉は、私たちの間では、プレイヤー同士がお互いを信用する必要がない、完全に分散化されて自立したネットワークを意味します。

データの品質と情報源は、IoTオペレーションの成功に最も大きな影響を与えます。コンピュータには絶えずバグや予期せぬ障害があります。IoTデバイス - 価値のあるデータ（デジタル資産）を収集すること - は、インターネットに接続される無駄のない軽量なコンピュータにすぎません。より良い価格を提供するために、デバイスは、所有しないデータまたは単純に間違いのあるデータを提供しないことに注意する必要があります。デバイスはキャリブレーションを誤ることが多く、非倫理的なベンダーには結果を改竄する誘因があります。正しくない情報の使用はしばしば、何の情報も使用しないことよりも悪い結果をもたらします。（暗号による）デバイス識別、データの情報源、完全性を保証することなく、データの所有者が明確ではないデータ重視のマーケットプレイスで無料の交換を行う自信がある有望なデータバイヤーはほとんどいません。

同様に重要な問題はデバイスの基準がないことです。Google検索でちょっと調べてみても、業界レポートを深掘りしても、表示されるプロトコルや基準は玉石混交で、ほとんど明らかになりません。このため、マーケットプレイスのオペレーターと参加者の両方がデバイスの信頼性や要件を満たしたデータ提供を評価することは難しくなります。データは、他のコモディティと同様、参照元のソースに基づく価値に帰属します。マーケットプレイスがデータ（またはそのストリーム）に本当の価値を与えるためには、センサーからマーケットプレイスまでに行うプロセスを理解する必要があります。データを改竄する可能性が高いほど信頼性は低下し、引いてはデータの価値が低下します。これらが、デジタル資産（すなわちデータ）に価値を与えるために利用する要因です。

1.3 Weeveの暗号経済トークンメカニズムの概要

多人数参加型ネットワークでは、両当事者は異なる戦略を追求してユーティリティを最大化します。実際に、財務上のインセンティブが提供される場合、公平ではないプレイヤーに対処する必要があります。たとえば、違法行為が発生することがあります。偽造データの生産者は、本当の生産者を真似て、良い印象を与えるようにシステムをゲーミングすることがあります。盗作やブランドの偽造、特許侵害が発生し、ブラックマーケットが生まれることがあります。これはインセンティブの設計が不適切なシステムに固有の問題であり、その結果、意図しない問題のある行為が行われます。

すべての当事者が公平に行動し、システムの公正な状態を維持する誘因になる安定したネットワークを構築するには、こうした行為に報酬が与えられるメカニズムデザインが必要になります。こうした目的のために、Weeve Networkでは、現代のブロックチェーンテクノロジーのすばらしいアイデアの1つである暗号経済の原理を活用します。Weeve Networkでは、ブロックチェーンだけでなく、デバイス登録、資産検証、紛争解決のためのマーケットプレイスアプリケーションや関連サービスも構築されています。基盤となるブロックチェーンでは(i)価値の取引、インセンティブや罰則の作成に使用できる価値の単位、(ii)「スマートコントラクト」の形式で条件付きロジックを設計できるツールキットを提供しています。Weeve Networkでは、こうしたブロックチェーンと連動して、

高品質データのマーケットプレイスのキュレーションに報酬を与えるインセンティブの体系が作成されます。

簡単に言えば、マーケットプレイスのキュレーターは、担保としてトークンに出資をして、データの供給と需要の品質を確保します。Weeve Networkのプロトコルにより、トークン保有者はマーケットプレイスのキュレーターに異議を申し立てることができます。異議申し立ての損失が発生した場合、預金は没収され、異議申し立てプロセスに参加したトークン保有者の報酬として分割されます。Weeve Networkのプロトコルでは、類似するメカニズムデザインを適用し、デバイス所有者にインセンティブを提供し、高い会員基準を達成して提供されるデータが経済的価値がある（偽のデータストリームではない）ことを確実にします。マーケットプレイスで参加するには、デバイス所有者をデバイスレジストリに登録する必要があります。それぞれのレジストリは会員基準のことであり、デバイスはこの基準を満たす必要があります。暗黙のうちに、Weeve Networkのレジストリはデータ品質の評価に役立ちます。候補者は、レジストリ固有のトークンで命名された預金をリスティングで検討させる必要があります。トークン保有者はデバイスに異議を申し立てることができます。デバイスが「適切」でリストに受け入れられた場合、デバイス所有者は自分の預金を管理し、レジストリの登録を解除したい場合は預金を引き出すことができます。

こうしたインセンティブの仕組みの背後にある合理性は、希望の会員基準を満たさないデバイスや信頼性の高いデータを生成しないデバイス、ネットワークのエチケットに従わないデバイスでは、財務上の損失が発生するので、レジストリの登録を回避することにあります。さらに、マーケットプレイスのキュレーターはインセンティブを受け取り、データ品質の本当の供給と需要を提供し、供給者と需要者の価格均衡を実現して、違法行為の緩和剤の役割を果たします。そうでない場合は、処罰には出資の損失のリスクがあります。

2 Weeveのビジョン

Weeveのビジョンは、デジタル資産に収集されるデータである、最も著名な暗号通貨をIoTマシン（またはそのweeve）によりインデックス化、処理、取引するモノの経済を強化することです。Weeveでは、地理データから電気または配送ステータスまでのデジタル資産にパブリック/プライベートのマーケットプレイスを実現します。このマーケットプレイスでは、データの生産者と消費者（バイヤーとセラー同士）が一体となり、供給と需要のエスクローを行い、納得のゆく価格でデジタル資産を公平に交換します。

2.1 ネットワークデザインのゴール

Weeve Networkでは、デバイス間の信頼性や非常時の基準を確立して、IoTデバイス間の資産の公平な取引をするための新しいマーケットプレイスを構築をすることを目標にしています。

2.1.1 データ品質

ネットワークの第1の目標はマーケットプレイスのデータ品質を確保することです。データ品質は、信頼性の高い第三者を通じて、あるいは民主的に投票で選ばれたグループによって、データ生成、モニタリングの測定、収集の保護、データの処理/トランザクション、検証を行うエンティティの評判と信憑性で定義することができます。こうした仕組みは、データの認証に役立ちます。EoTの採用を集結させる上での第1の障害はデータの認証です。こうした障害を取り除くことによって、Weeveは、信頼性と信憑性の高い情報に基づいてモノの経済を実現することができます。デバイスと、デバイス所有、検査履歴、リアルタイムに自動化されたテスト結果などの所有物の認証をリンクさせることによって、Weeve networkでは、SLAのセキュリティを確実なものにします。詐欺に対する保証が適切に行われていれば、市場の安全性は向上し、参加者は安心してデジタル資産を交換できます。

2.1.2 ネットワークの安定性

経済市場はすべてのエージェントが完全に合理的であることを前提としています。Weeveのマーケットでも変わりはなく、²Weeveのプレイヤーはユーティリティを最大化するやり方で常に行動します。

合理的なプレイヤーが、ネットワークの健全性のために戦略を用いて行動するとは限りません。実際に、合理的なプレイヤーは自己中心的で、不公平に振る舞い、取引相手を騙すことにためらいはありません。こうしたアクションは、ネットワークを不安性にさせるため危険です。ネットワークが不安定になった場合、供給と需要が減少します。バイヤーが偽のデータや法外な価格のデータを購入することを防止できなくなり、セラーが高い価格を要求する正当性は失われます。

Weeve networkでデザインされた市場メカニズムでは、キープレイヤーと重要な市場原理の間に均衡が生まれます。均衡点では、各Weeveプレイヤーはユーティリティを最大化した戦略を追求します。Weeve networkのメカニズムに基づくアイデアは、ネットワークの安定性を支えるプレイヤーには報酬が与えられ、ネットワークを不安定化させるプレイヤーは罰せられるというトリガー戦略に従います。報酬のメカニズムでは、プレイヤー

²時として非合理に行動する人間とは対照的に、Weeve Networkは、ほぼ計算メカニズムデザインを実行するためのマシンから成ります。こうしたメカニズムはプロトコルとして実行され、デバイスでハードコードされるので、非合理的な逸脱は発生しにくくなります。

がネットワークに参加し、データを取引し、ナレッジやサービスでネットワークの安定性に貢献するための明確なインセンティブを与えます。適切なインセンティブメカニズムがないと、ネットワーク上の取引は枯渇し、利益が薄く重要ではない供給と需要によりマーケットプレイスは成長しなくなります。その一方で、罰則のメカニズムではネットワーク不安定化の戦略に対抗します。Weeve network参加者のプレイヤー戦略を不安定化させることに対してはインセンティブが剥奪され、マイナスの支払いが発生します。

2.1.3分散型コミュニティガバナンスの基準

Weeve networkを広範囲に実用化するには、基盤となるテクノロジーに関わらず、（少なくともネットワークブートストラッピングの初期の段階で）さまざまなプレイヤーがネットワークに接続できるようにすることを前提にする必要があります。マーケットプレイスの所有者が相互運用性や信頼性の基準を設定できるようにすることによって、インセンティブを与えない方法でマーケットプレイスの自主規制を行うことができます。

テクノロジーのイノベーションはしばしば法規制の枠組みのペースよりも早いため、柔軟性の高い、コミュニティ駆動型の基準の能力は極めて重要です。コンピューティングデバイスなどのIoTデバイスは、さまざまな理由から数多くの企業で製造されています。関連性の低い企業が相互運用性のあるデバイスを構築できるようにするためには、同じ基準と手順に従う必要があります。（暗号により）こうした基準を実現することによって、デバイス使用者には基準に従うことで経済上の誘因が働きます。

ガバナンスは、関連する会員基準を決定したり長期にわたり基準を修正したりするために使用します。基準を満たす実際のユーザーが自らの基準の将来の状態判断できるように後押しすることによって、Weeve networkの参加者は、提案とグループ検討のフィードバックサイクルを短縮でき、基準は、昨今の大規模で包括的な国際基準団体とは対照的に、変化の早い小規模なマーケットプレイスで発生します。副産物として、柔軟性の高いコンテナラシーな基準の改変は、データ品質とネットワークの安定性を徐々に向上させることに寄与します。

2.1.4競合の解決

紛争は、経済において自然に発生します。たとえば、バイヤーが契約した商品やサービスを受け取らなかったと主張するバイヤーとセラーの間の紛争を考えてみましょう。紛争の解決には基本的な3つのタイプがあります。調停の目標は、中立の第三者の仲介により紛争当事者同士が自分たちで合意に達することです。

解決策を押し付けるのではなく、調停では、紛争当事者の両側に働きかけてそれぞれの状況に見合う利益を模索します。仲裁では、中立の第三者が責任を持って紛争を解決する裁判官の役割を果たします。³ 仲裁者は関連のある証拠を分析して、拘束力のある決定

³例: <https://jury.online/arbitration>

に導きます。紛争解決で最もよく知られているタイプである訴訟では、通常、裁判官または陪審員の前で原告に相對する弁護士が含まれます。裁判官または陪審員は証拠の重み付けを行い、判決を下す責任があります。

Weeve networkの参加者は、(いわゆる)紛争解決プロトコルを通じて自動的な合意に達しなかった場合には、紛争の解決に仲裁者を利用します。訴訟の後押しによって紛争の解決に至ることがあることも付け加えておきます。ブロックチェーンテクノロジーでは訴訟の配布を行う訴訟用のインフラを提供しており、Weeve Networkでは将来の運営を見越してこうした可能性にも対応しています。

2.2 ネットワーク参加者およびノードキュレーター

高いレベルで、ネットワーク(またはグラフ)に接続する制限付きのノード $N = \{1, \dots, n\}$ を検討しています。ネットワークはペア (N, g) であり、 g はノードに設定されています。 g では、ネットワークを表現する標準的な方法(接続されているノードのペアをリストリングする方法、隣接行列による方法)で命名します。各ノードは、ノードを所有、管理またはキュレーションするネットワーク内のプレイヤー(またはそのセット)を表します(図1を参照)。

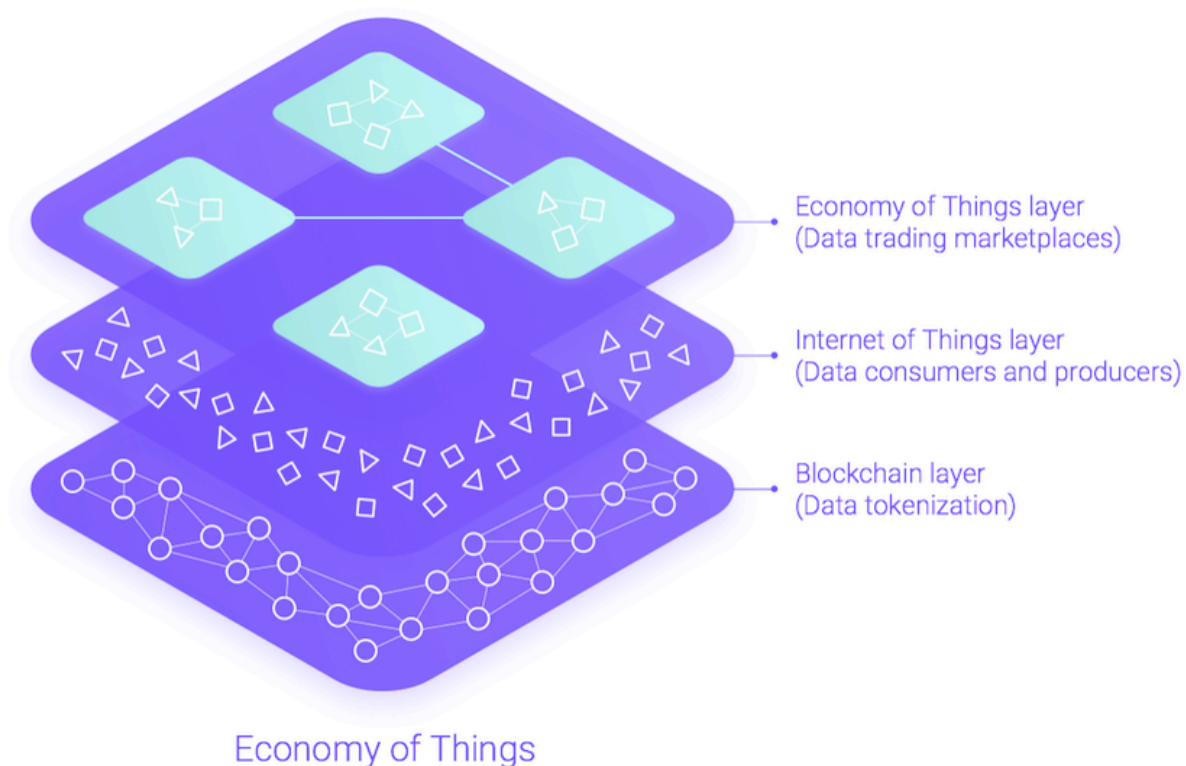


図1: データの生産者と消費者、マーケットプレイス、検証者と仲裁者で構成されるWeeve Network。

2.2.1 ノード

Weeve Networkのノードごとに、図2にまとめられているとおり、将来的な変更（セクション5を参照）の影響を受ける以下のような基本的な機能を抽象化します。

デバイスノードはデジタル資産の参照先および/または配信先です。最も簡単な形態では、デバイスノードは、資産の需給を目的としたモノのインターネットです。一般的には、Weeve Networkにリソースを提供したり、Weeve Networkからリソースを要求したりするコンピューティングデバイスです。セラーを資産を供給するデバイスと呼ぶこともあれば、バイヤーを資産を要求するデバイスと呼ぶこともあります。資産は、潜在的価値をもつトークン化されたデータです。

レジストリノードでは、デバイスの所有権とプロパティを管理します。Weeve Networkでの目的は、デバイスの識別と分類を実現することです。レジストリは、デバイス識別情報、デバイス所有者識別情報、互換性のあるプロトコル、トランザクション戦略、デバイス能力などの基準を規定する特定の会員基準に準拠するデバイスのリストです。

マーケットプレイスノードは経済活動のゲートウェイです。市場は、特定の商品やサービスのバイヤーとセラーがやり取りを行うことができ、交換を容易する媒体です。Weeve Networkの商品やサービスでは、主にトークン化されたデータを中心に展開します。

デバイス所有者： ネットワーク上で有料の取引を行います。

レジストリ所有者： 会員基準、レジストリ手数料、検証基準、仲裁ポリシーなど、受け入れ可能なルールを提案/維持します。

マーケットプレイス所有者： デバイス基準、レジストリ手数料、検証基準、仲裁ポリシーなど、受け入れ可能な購入ルールを提案し、キュレーションを行います。

検証者： 会員基準を有料で評価/実施します。

仲裁者： 紛争を有料で解決します。

図2： Weeve Networkの主要プレイヤーの概要

検証ノードでは、Weeve Networkで検証を行う機能があります。検証ノードのタスクは、デバイスレジストリとデバイス分類のマーケットプレイスノードをサポートすることです。検証ノードは、会員基準に対応するデバイスのプロパティを評価/認証する監査役です。デバイスのマーケットプレイスの安定性を精査します。

仲裁ノードは、Weeve Networkの紛争解決に役立ちます。

2.2.2 キュレーターとガバナンス

ノードでは、Weeve Networkの基本的な機能をカバーしています。実際に、上記のノードの各々では、所有、キュレーション、オーケストレーションが行われます。エンティティは個人、企業、政府、非営利法人のこともあれば、その一部であることもあります。エンティティは、法人が行うアクションだけでなく、スマートコントラクト、Webサーバーなどのプログラム可能なインターフェースでも組み込まれます。こうした柔軟性の高い手法により、完全な集中化と完全な分散化の間にあるさまざまな機能を使用できます。企業は自社のノードを完全に管理したいと考える一方で、コミュニティやコンソーシアムはより公平な手法を希望します。ガバナンスシステムの詳細は、キュレーターのノードに関する契約に基づくノードの実装によって変わります。わかりやすいプレゼンにするために、ここでは、Weeve Networkが以下のような主要なキュレーター（参考：図1）で構成されていることを前提としています。

- レジストリ所有者はデバイスレジストリを運用し、コミュニティ基準を定義して、デバイス所有者の評判やデバイスのリスティングを支える基準を評価します。こうした基準は、預金額、過去のレジストリの履歴、デバイスメーカーの評判などの変動しやすい事実から、一意な暗号ID、ハイセキュリティの保証によるハードウェア/ソフトウェアのサポートなどの動かしがたい事実までを範囲としています。レジストリのデバイスを禁止する基準、検証者や仲裁者の支援による紛争解決用のプロトコルも定義されます。
- Weeve Networkとマーケットプレイスを使用を希望するデバイス所有者はデバイスレジストリに参加する必要があります。レジストリにより、ユーザーはデバイスのプロパティを参照でき、デバイスと所有者を関連付けることができます。デバイスレジストリに参加するには、デバイス所有者のデバイスが、希望するレジストリごとに定める会員基準を満たす必要があります。リストに登録するにあたり、レジストリに割り当てられた検証者は、会員の安定性を評価する必要があります。
- マーケットプレイス所有者はマーケットプレイスのキュレーションを行います。レジストリ所有者と同様、マーケットプレイス所有者の評判とマーケットプレイスで取引される資産の品質を評価する基準を定義します。こ

こうした目的のために、デバイスのリスティングを支える基準や、資産となるデバイスの供給と需要の評価を定義します。デバイスをマーケットプレイスから削除する基準や資格を有する仲裁役の設定も定義し、デバイスや競合するマーケットプレイス間の紛争を解決します。デバイス管理のマーケットプレイスに加え、キュレーターは、たとえば取引可能なデータの種類、価格決定メカニズム、ビジネスモデルに合う手数料モデル（デバイス単位やトランザクション単位など）のパラメーターを取り決め、市場を設定します。

- 検証者は、デバイスレジストリによって指名され、参加者が会員基準を満たしているかどうかを検証します。検証者の役割は、信頼性が高く高品質のデバイスのみがマーケットプレイスで取引を行うことができるようにすることです。Weeve Networkでは、検証者の指名とそのプロセスをレジストリ所有者に委任します。
- 仲裁者は紛争の裁定を下します。デバイスレジストリやマーケットプレイスは、仲裁者に特定のトランザクションのタイプの紛争を解決する権限を与えます。レジストリ間のトランザクションのタイプの場合、関連するすべてのレジストリに、話し合いをサポートするために該当するトランザクションタイプに共通する仲裁者を設定する必要があります。

ネットワークキュレーターの範囲を1人の個人から法的主体のアライアンスまでにするかどうかを話し合う価値はあります。特に、特定のケースでは、エンティティが1人の場合、別なキュレーターを採用することがあります。たとえば、自動車メーカーは車をキュレーションするだけでなく、自動車のレジストリも運営することがあります。このため、自動車メーカーは、自動車がマーケットプレイスの会員基準を満たしている限り、異なる運用者が所有する駐車場などの異なるマーケットプレイスに登録することがあります。もっと詳細な議論を読みたい方はユースケース資料[1]を参照してください。

3 Weeve Networkのプロトコルとトークン

3.1 メカニズムデザイン

メカニズムデザインは、アクションに対するインセンティブの付与/剥奪するメカニズムの研究に特化した経済分野です。ブロックチェーンでは、暗号と適切に調整されたインセンティブにより、安全な同意プロトコルを設計できます。ただし、ブロックチェーンには、これよりもはるかに意義があります。こうした意義において、（安全な）プロトコルやアプリケーションを設計するユーティリティーが十分に検討されていない。Weeve Networkでは、ブロックチェーンは基本的なレイヤーのプロトコルとみなされます。こうしたプロトコルでは、1つのアカウントから

別なアカウントへ通貨を送信する、あるいはもつと一般的に言えば、十分に分散化されたパーミッション不要のデータベースでエントリーを保存する技術を提供するだけでなく、インセンティブベースのプロトコルのインフラも積極的に提供しています。

3.1.1 トークンキュレーション型 (Token-Curated) 決定の原理

ブロックチェーンでは、トークンを使用するための機能を提供します。トークンにはユーティリティがあります。トークンの数量の増加は報酬として広く受け入れられている一方、トークン数量の減少は罰則とみなされます。「品質の良い」アクションにインセンティブを与える報酬メカニズムと「品質の悪い」アクションのインセンティブを剥奪する罰則メカニズムを使用できます。簡単に実施できるが、こうしたメカニズムは暗号経済のインセンティブ設計の基盤に基づいています。こうした設計には、プルーフ・オブ・ステークに基づいた同意プロトコルがあり、その中ではCasperが最も優れたアプリケーションに思われます。重要なアイデアは、以下のように説明できます。プレイヤーはトークンに出資してアクションを支援し、プロトコルではプレイヤーのアクション（と出資）に異議を申し立てることができます。もう少し具体的に説明すると、プロトコルは出資のロック、異議申し立ての通知、コミュニティ投票の開始から成ります。コミュニティ投票では、各投票者は出資した比率のトークン数で票を投じます。勝利した投票者の間では、敗北した投票者が出資した比率の報酬を分配します。

3.1.2 二次投票と大多数の出資者がネットワークを規定できない理由

前述の（投票）プロトコルはトークンキュレーション型の大多数の意思決定です。大多数のルールと1人1票の基準により、結果に影響を与える等しいチャンスをもとにすべての人に与えることによってトークン保有者を公平に扱います。ただし、一部の決定では、大多数による独裁が悪い結果をもたらすため、大多数のルールが適切な選択肢でない場合もあります。一部の投票者は、想定されるトークン数を購入する余裕がないため、プロトコルに参加できない場合もあります。特に、トークンで表すと富が不平等に配布された場合、結果にほとんど関心がない多数のトークン保有者が積極的に関心を持っている少数派に勝ち、その結果、総合的な厚生は減少します。

二次投票は、直近の（少なくとも）10年間の経済学から台頭してきた法律や公共政策において最も重要な考え方です。各投票者は、購入する投票数の2乗のトークンに支払うことによって、提案に賛成/反対する投票を購入できます。出資は投票者に頭割りて返却されます。ワイルとラリーは、投票者数が増加するにつれて集団的意思決定は効率性に急角度で近似することを証明しました。ワイルはさらに二次投票が、談合、詐欺、「非合理」な投票行為にかなりの耐性があり、一部の所有物の多数決では実施されていません。

[3]

Weeve Networkでは、二次投票（または3次投票もしくは指数投票などの改良型）をトークンキュレーション型の決定、特に平等なトークン配布が起こりそうにない経済では基

本的なツールとみなしています。これは、企業や業界アライアンスなどの出資者の出資額が大きい場合の状況です（最も極端なケースでは、出資者は投票者の総トークン供給数の51%を上回る額を保有しています）。Weeve Networkのキュレーターは、コミュニティや民主的な決定プロセスの理解に最適な投票ルールを選択するという選択肢が残されています。

3.1.3 高品質なデータ生成へのインセンティブ付与

Weeve Networkでは、デバイス所有者が自分のデバイスを注意深く厳格に管理することを推奨しています。デバイスはWeeve Networkの情報源です。すでに述べたとおり、デジタル資産の生産者であり消費者であり、供給と需要のエンジンでもあります。デバイス所有者には、Weeve Networkに参加したいという固有の動機があります。生産者は利益創出に関心がある一方、消費者は資産を探し求めています。マーケットプレイスでは、例示の方法でこうしたモチベーションに対処します。マーケットプレイスの運用を容易にしてデータトラクションを生み出すため、Weeve Networkではさまざまな資産のトピック（例：地理データ、温度）、データ品質、デバイスの参加を完了させるために必要な条件を使用してマーケットプレイスを形成しています。

Weeve Networkで自明なことは、デバイス所有者はマーケットプレイスの会員基準を満たすデバイスレジストリを使用してデバイスを登録する必要があるということです。ただし、デバイスがレジストリに登録されると、レジストリの基準を支えるすべてのマーケットプレイスまたはその一部に接続できるようになります。ここでのデザインの決定は、クロスマーケットプレイスにおけるデバイスの相互接続の実現を容易にすることです。デバイスは、類似の基準をもつマーケットプレイスにアクセスしてやり取りができる必要があります。これにより全体的な考え方はより一般的に、より強力になります。

このため、デバイス所有者は、高品質のレジストリへの登録の検討を希望します。低品質のマーケットプレイスへの参加よりも、デジタル資産が高額で取引されることが期待される高品質なマーケットプレイスへの参加が可能になります。レジストリのメンバーになるため、デバイス所有者はトークンキュレーション型の決定に参加します。つまり、デバイス所有者は、会員基準やレジストリのポリシーに基づいてデバイスごとにトークンに出資します。

検証者は投票に参加し、検証者を指名するレジストリのポリシーに従います。レジストリの種類によって、検証者の範囲は、明確なエンティティからレジストリ所有者を含むトークン所有者までになり得ます。検証者は、レジストリの会員基準へのデバイスの準拠をテストすることを目的としています。トークンキュレーション型の決定に携わる検証者の動機は2重の構造になっています。第1に、検証者は投票から手数料を受け取りません。手数料は没収された預金から分配されます。第2に、検証者は、価格が上昇するにつれて保有額が高くなるトークンの需要を維持することを望みます。こうしたことは、検

証者が高品質なレジストリとデバイスを使用して安定したネットワークを実現した場合に成立します。

自分たちが拒否されたと考えるデバイス所有者は、財政上の損失になるので、レジストリに適用しません。拒否された場合、預金は没収され、異議申し立てプロセスに参加したトークン保有者の報酬として分割されます。受け入れられた場合、預金はロックされますが、デバイス所有者がレジストリを解除したいときはいつでも引き出すことができます。

3.1.4 ハイスタンダードなデバイス登録へのインセンティブ付与

デバイスレジストリはネットワークで重要な役割を果たします。Weeve Networkのメカニズムデザインを重視することで、品質の悪い（数多くの）デバイスをもつレジストリによりネットワークの安定性は悪影響を受けながらも、有意なデバイスレジストリを構築してきました。

作成にあたって、レジストリ所有者は登録したデバイス数に比例した出資金額を預ける必要があります。一般的にトークン所有者はレジストリを投入することができます。高品質のレジストリには大量のトークンを必要とするため、レジストリはまず企業またはトークン所有者のアライアンスのための道具になります。対象グループが大きくなるほど民主的な方法で決定が行われ、レジストリ所有者の大多数が、品質の悪いキュレーターの数を上回ることが期待されます。所有者が「品質の良い」レジストリのオーケストレーションを行うさらなる動議付けを行うため、出資金はトークンキュレーション型の決定の担保として使用されます。

会員基準の違反の証拠が見つかった場合、レジストリ所有者は、違反の証拠があるレジストリに関連するマーケットプレイスから異議申し立てを受けことがあります。基本的に、会員の違反は、登録されたデバイスが偽造データを作成していることが判明した場合に発生します。実際には、マーケットプレイス所有者は、より一般的な違反の条件を指定する必要があります。さらに、レジストリ所有者を含むトークン保有者は、異議申し立てを他のレジストリに公表することができます。ここでの合理性は侵害を防止することです。ブランドの盗作、商標の偽造、特許侵害などのデバイスまたはデータの盗用は「品質の悪い」レジストリの結果として発生すると考えられます。レジストリに異議申し立てをする能力により、偽造レジストリ所有者はインセンティブを剥奪され、出資の財務的損失を被ります。

所有者は出資を失うリスクがあるので、レジストリのキュレーションが魅力的なのは変わりありません。レジストリ所有者は、会員基準の実施にあたりデバイス申請の可否で制限を設けます。インセンティブにより大量に保有するトークンの需要が維持され価格が上昇するので、インセンティブはWeeve Networkの品質に寄与します。

3.1.5 公平なマーケットプレイスのキューレーションへのインセンティブ付与

マーケットプレイスのビジネスモデルに従い、マーケットプレイスではデジタル資産の取引が成功する度に手数料を稼ぐことができる事実に基づけば、収益の機会、マーケットプレイスの管理/オーケストレーションを行う明確な動機になります。マーケットプレイスを運営するため、マーケットプレイス所有者は預金に出資します。出資は安全な預金であり、所有者にインセンティブを付与して公平な取引を実現するためにトークンキューレーション型の決定で使用します。デジタル資産を交換するデバイスでは、紛争が発生した場合、マーケットプレイスに異議申し立てをすることができます。有害なマーケットプレイスでは高品質データの利便性を模倣しますが、実際には、提示された会員基準を満たさないデバイスからの低品質データを提供します。同様に「品質の悪い」マーケットプレイスでは供給者と需要者の実用性を最大化しないので、取引される資産の価格に正当性はありません。いずれのケースでも、デバイスまたはデバイス所有者はマーケットプレイスに出資に関する異議申し立てを通知できます。

出資されたトークンはロックされ、出資期間中はWeeve Network内でも使用できないことに留意する必要があります。プロトコルは、Weeve Network内でもエンティティがトークンを使用することを禁止します。こうした担保のトークンにアクセスするためには、流通している10億トークンの51%を購入する必要があります。まったく起こりそうにないシナリオであるプロトコル自体にアクセスする必要があります（参考：セクション3.1.2）。このため、ネットワーク上のその他のユーザーがWeeve Networkの国際集中化が行われており（これはネットワーク上の公示を通じて容易に行うことができます）、ネットワーク上に残っているインセンティブの価値はなくなることを知れば、この可能性はほとんどなくなります。こうしたシナリオでは、すべての正直なユーザーは出資のロックを解除し、新しいWeeve Networkになる分岐したネットワークに切り替えて、価値がなくなった元のネットワークを返却するでしょう。一元化された不正直なネットワーク上にユーザーがいなくなった場合、エンティティがプロトコルにアクセスできるというインセンティブは0に等しくなります。本質的に、運営側のプレイヤーは、無用となった可能性のあるネットワークを制御するために数多くのWeeveトークンに支払っています。ひとたび大多数のアクセスが得られれば、正直なシステムを分岐したネットワークに切り替わるだけで、元の無益と化したネットワークは最初に丸ごと返却されます。

3.1.6 Weeve トークンとその必要性

Weeve トークン (WEEV) は Weeve Network のネイティブなトークンであり、ネットワークプロトコルの運用が必要になります。固定的な供給物で、ビルトイン機能はありません。主機能は図3にまとめてあります。WEEV トークンは、参加者が自らのアクションに責任を持ち、長期的に足並みを揃えられるようにするためにネットワークに必要です。

高品質の参加者がいて信憑性の高いトランザクションがあるネットワークでは固有の価値は高まります。このことはトークンの価値に反映される必要があり、その逆も同じです。たとえば、WEEVの代わりにEtherが使用された場合、Etherネットワークの価値は、Weeve Networkの価値を大きく見劣りさせる可能性があります。つまり、参加者が自分のネットワークを積極的に改善する長期的なインセンティブも、投機などの悪影響のあるアクティビティによるネットワークの破壊を参加者が防止する長期的インセンティブもなくなります。

インセンティブ（誘因）：WEEVトークンは、良い影響を与えるネットワークアクションを推奨します。

- デバイス所有者はトークンに出資してデバイスレジストリにデバイスを登録する
- レジストリ所有者はトークンに出資して新しいデバイスレジストリを作成する
- マーケットプレイス所有者はトークンに出資して新しいマーケットプレイスを作成する
- 検証者と仲裁者の手数料支払いに使用される

デイスインセンティブ（抑止要因）：WEEVトークンにより、不備のあるネットワークアクションを抑止します。

- ネットワークリソースを濫用する違反デバイスを罰するための担保
- ネットワークの品質を低下させるデバイスレジストリを罰するための担保
- 違法行為を行うマーケットプレイスを罰するための担保

図3: WEEVトークンのインセンティブメカニズムの概要

別な言い方をすれば、Etherなどの関連トークンはWeeve Networkのダイナミックスを反映しません。Etherの価格変動はWeeve Networkのパフォーマンスに完全に直交する状況にあるとも言えるかもしれません。WEEVトークンは、この価格変動から切り離され、ネットワークの価値を評価するための公平で信頼性の高いツールをトークン所有者に提供します。これはWEEVトークンの価格に反映されます。

3.2 Weeve Networkプロトコル

Weeve Network（図4）では、Weeve Network上のノードや第三者サービスの統合に高いレベルの参加を求めています。デバイスレジストリやマーケットプレイスの各所有者はWEEVトークンに担保として出資します。強制的な大雑把な目安は、所有者が求めている価値が高いほど、検証や仲裁のための安全な預金としてより大きな担保が必要となります（詳細は後述）。プロトコルの各機能は、相互運用性を向上させるか、信用を生み出すか、あるいはその両方を試みます。

相互運用性を向上させるには、会員の基準、トランザクションの種別、デバイスのリスティング、トランザクション履歴のリスティング、新規トランザクションの仲介をプロトコルで定めます。これらのコンポーネントでは、共有されたトランザクション種別を交渉し、新規のトランザクション種別をコミットし、レスポンス付きのトランザクションリクエストを開始するために十分な情報とツールを提供します。

信頼を構築するには、検証のガイドライン、アクティビティログへのアクセス、検証者のリスティング、紛争解決のメカニズムをプロトコルで定めます。これらの項目により、トランザクションが本物でエラーがないことをレジストリで合理的に保証できるようになります。

Weeve Networkプロトコルは、データの不正を直接解決することを目的とはしていませんが、個人やマーケットプレイスが、何が信頼性を定義するのか、どこで線を引くのかについて合意できます。

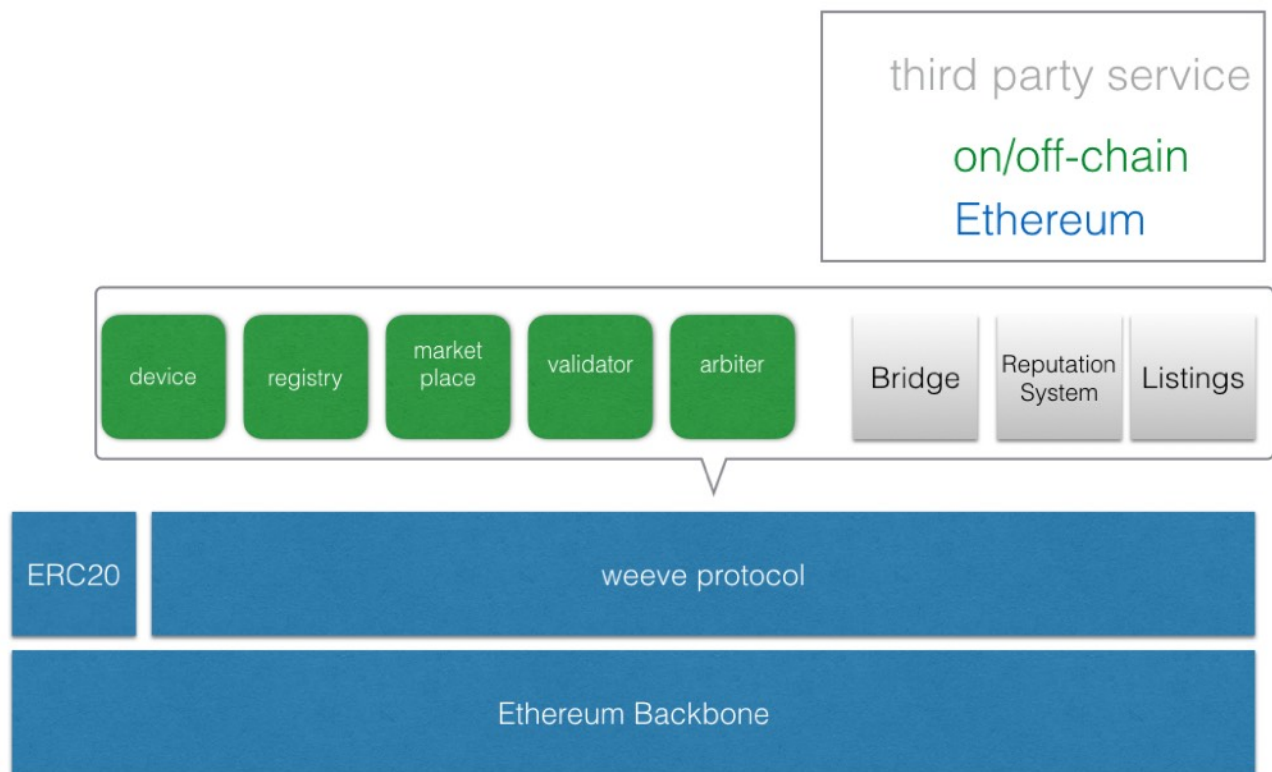


図4: Weeveプロトコルの概要

3.2.1 会員の基準

会員基準の設定では以下を優先する必要があります。

- ヒューマンフレンドリーな仕様とその根拠
- 基準の一般的な構造とセクション
- 関係者のアクセシビリティ
- データ構造など、適用可能な場合の実装に適合する技術的な詳細
- 簡単なフォーマット化
- 更新された著作者との契約
- 日付、時刻、ドキュメントの更新履歴

起こり得るデバイスレジストリ種別の数が圧倒的な多いため、会員基準の設定に最適なフォーマットは現在はありませんが、1つ以上の実行可能な基準が、経験が増すにつれて明らかになってきます。業界全体にわたる見込みのIoTパートナーとの会話で、会員基準の要件が多岐にわたり異なることが明らかになり、IoT相互運用性のジレンマへの信用性がさらに高まりました。この問題については、不確実性に直面したときの過剰処方避けるのがベストです。

レジストリの会員基準が記載されているデジタルドキュメントはかなり大きいかもしれません。技術詳細やデータ表が実装された仕様の添付書類を含む場合などは特にそうです。このため、会員基準は、IPFS⁶ クラスタや分散された不変のストレージプロバイダーなど、オンチェーンのエンタングルメントと共にオフチェーンで格納する必要があります。

レジストリ基準の変更は、デバイスレジストリのガバナンス基準で合法化し、レジストリメンバーやマーケットプレイスメンバーとして変わらずログインしてレビューを行う必要があります。類似する基準はマーケットプレイス作成者が適用する必要があります。
あ

3.2.2 検証と仲裁のガイドライン

会員基準、検証/仲裁ガイドラインの添付書類として、検証/仲裁ガイドラインは、レジストリやマーケットプレイスの所有者によって指名された検証者や仲裁者の評価ツールとして提供されます。検証ガイドラインは、監査基準とみなされることもありますが、レ

ジストリ/マーケットプレイスとその検証者間の業務契約の役割を果たし、自動評価（リモート認証プロトコル[4]など）、手動評価（ハードウェアの検査など）、タイムライン、合否基準、検証者の紛争解決といった契約書を概括します。デバイスがマーケットプレイスへのリクエストを開始すると、これらの検証ガイドラインはソースの役割を果たします。類似する目的では仲裁ガイドラインの追求を行います。基本的には、紛争が発生した場合に仲裁者を指定したり、検証者と同じような機能インターフェースを使用したりできます。

⁶<https://ipfs.io/>

こうしたガイドラインのドキュメントは、米国ベースのFedRAMPの⁴プログラム評価テンプレート⁷とガイドラインの構造に寄せる必要があります。これらのテンプレートとガイドラインは、たとえば、米国連邦政府が使用し、クラウドの製品やサービスに対するセキュリティの評価、承認、継続的な監視のための業界の標準的な手法を提供します。さらに、各デバイスレジストリで指名された検証者のリストを維持するために、FedRAMPプログラムのWebサイトでは認可された評価者の一覧が提供されています。検証ガイドラインでは以下の事項を優先する必要があります。

- ヒューマンフレンドリーな仕様とその根拠
- マシンが参照可能なドキュメントでは、自動チェックやデジタルレポーティングのフォーマットをサポートするアンカーポイントを設定します。
- 検証者と仲裁者のアクセシビリティ
- 評価で使用されるソースコードや第三者サービスを含む、適用可能な場合の実装に適合する技術的な詳細
- マシンが参照可能なドキュメントでは、自動チェックやデジタルレポーティングのフォーマットをサポートするアンカーポイントを設定します。
- 希望された検証のチェックリストと格付けの規定
- 会員基準、特筆すべき強みと弱み、会員基準の申請者履歴の全体的な調整を含む定性的かつ定量的なフィードバック。
- 更新された著作者の契約情報
- 日付、時刻、ドキュメントの更新履歴

3.2.3 アクティビティログ

⁴ <https://www.fedramp.gov/templates/>

レジストリやマーケットプレイスの所有者には、レジストリやマーケットプレイスで発生するイベントのトランザクションに関するアクティビティログを記録することが推奨されています。仲裁者は、アクティビティログのサブセットにアクセスして、関連するデータで紛争を解決することを期待することがあります。仲裁者が紛争の解決を試みたときに当事者のトランザクションのアクティビティログが不足していた場合、仲裁者は、証拠を提出した当事者に有利な裁定を下す可能性があります。このため、マーケットプレイス所有者は、紛争の結果を改善するために必要な記録を保管する傾向があります。

特に、マーケットプレイス所有者は、取引履歴やデバイス検証の一貫性と正確性を保つために、取引を行う両当事者に関するトランザクションのアクセスログを確認することを期待します。こうしたことは、デバイスの信頼性を評価する際のチャレンジフェーズでも役立ちます。

アクティビティログは、少なくとも以下の項目でフィルタリングできる必要があります。

- 日付
- アクティビティ種別
- 参加者ID

以下のイベントでは詳細なログエントリが生成されることが強く推奨されています。

- ガバナンスの変更
- 変更の提案と参照
- 投票結果
- トランザクション
- 会員基準の変更
- 検証ガイドラインの変更
- トランザクション種別の変更
- デバイスリスティングの変更

- デバイスのメタデータの変更

一部の環境では、アクティビティログのプライバシーが関係することがあります。こうしたケースでは、Weeve Networkでは、関数型暗号のマルチパーティ計算など、プライバシーを強化するためのテクノロジーを提案しています。

3.2.4 トランザクションの種別

レジストリやマーケットプレイスの所有者は、スタイルドキュメント、ライブラリ、例示用コードなどのトランザクション種別をRFC経由で指定できます。トランザクションのライブラリでは、紛争や調停を目的としてアクティビティログ内に関連データを記録する必要があります。こうした要件により、調停者は、ケースごとの結果を判定するときに該当する事実を参照できるようになります。これは安全なマーケットプレイスでは基本的なことです。

会員基準には、デバイスURI、トランザクション専用のプロトコルサポート、サービスエンドポイント、データストレージプロバイダー、データ測定ユニットなどのデバイスの相互運用性を実現する要件が含まれています。こうした要件は、アクション、価格交渉、高度なクエリー機能などの単純な生データであろうと複雑なトランザクションであろうと、クロスデバイスエクステンジを可能にする基盤の役割を果たします。会員基準によりトランザクション種別には準拠すべき基本事項が設けられます。

トランザクション種別のトランスポート層を決定するには、デバイスレジストリは、MQTTSPトプロコル⁸、特にWeeveチームが設計したものを使用することが推奨されています。このプロトコルは、アドレス指定、セッション管理、データ伝送、確認などの基本的なIoTのセキュアデバイス通信をサポートします。トランザクション種別の決済レイヤーを決定するには、デバイスレジストリは公平なエクステンジプロトコル⁹を使用することが推奨されています。このレイヤーでは、供給-需要のエスクロー、価格交渉、配信の承認をサポートしています。他のサービスレイヤーは、同様にトランザクション種別に追加されます。

⁸参考: セクション2.2、http://papers.weeve.network/weeve_whitepaper.pdf

⁹参考: セクション2.5、http://papers.weeve.network/weeve_whitepaper.pdf

トランザクション種別ごとに、レジストリとマーケットプレイスの所有者は、1人以上の当事者が取引に関して紛争を行い、解決を必要としている仲裁プロセスに関連するパラメーターを指定できます。こうしたパラメーターには以下が含まれていますが、その限りではありません。

- 時間帯に関する紛争

- 最小/最大紛争額
- 解決のガイドライン
- 仲裁者選定のガイドライン
- モジュラー仲裁システムの選択

3.2.5 トランザクション

あらゆるトランザクションに、記録され、認証され、オンチェーン認証された一意なトランザクション識別子、一意なデバイス識別子、トランザクション種別、これに対応するトランザクションメタデータを設定する必要があります。この要件により、紛争や仲裁が発生した場合のようにトランザクションはアトミックに行われ、トランザクションに関連している可能性が最も高いデータや参加者が伴われます。オンチェーン記録のないトランザクションは、紛争が発生した場合にWeeve Networkから十分な保護を受けられません。

3.2.6 メタデータのインターフェース

デバイスやトランザクション用のメタデータは、使用事例に合わせてJSON、XMLS、ワイヤプロトコル、バイナリプロブなどのさまざまな形式で表現する必要があります。たとえば、高頻度取引用のマシンで使用するメタデータの形式は、高速道路の料金所で使用される形式よりはるかにコンパクトなデータパックを必要とする可能性があります。このため、特殊なメタデータの表現形式を要求することは合理的ではありません。ただし、相互運用性のためには、このメタデータにアクセスする方法が少なくとも1つ必要になります。このため、レジストリとマーケットプレイスでは、スマートコントラクトで使用できる基本的なリスティング、フィルタリング、作成、アクセスなどの機能が必要になります。こうした要件は、当初はスマートコントラクトのインターフェース仕様として実装されますが、認証/承認コンポーネントを組み込むこともできます。

3.3 Weeveプロトコルインターフェース

Weeveのノードは、従来の企業が運用している集中型サーバーから、IoTデバイス支持者のコミュニティによってガバナンスされている完全に分散化されたスマートコントラクトまで、基板となるさまざまなテクノロジーを使用して実装することができます。こうした柔軟性の高さにより、大企業であろうと一個人であろうとユーザーグループなら取引することができます。スマートコントラクトには、後述のセクションの概要に説明されているとおり、いくつかの機能の署名要件を満たすプロトコルインターフェースが実装されています。

わかりやすく言えば、各ノードには以下をサポートする機能を実装する必要があります。

- Weeve Networkのスマートコントラクトへの出資有無（Weeve Networkへの参加が望まれているデバイスに関する出資の有無には、レジストリ、マーケットプレイスなどの複数のレベルがあります）
- 会員基準の検索
- 検証ガイドラインの検索
- サポートされているトランザクション種別の検索
- クエリーのアクティビティログ
- デバイスとメタデータのリスティング
- トランザクションとメタデータのリスティング
- リスティング検証者（レジストリとマーケットプレイス）
- リスティング仲裁者（レジストリとマーケットプレイス）

リスティングとリスティング解除

見込み客所有者は、想定される希望のトランザクション量、リスト化されたデバイス数などに比例して高額なWEEVトークンを出資して（システムの柔軟性を保つために仕組みは当面オープンなままにします）デバイスのレジストリやマーケットプレイスをそれぞれ作成することがあります。作成プロセスの一環として、出資はデバイスレジストリ経由で行い、（マーケットプレイスごとに）会員基準に準拠した初期設定用のデバイスを少なくとも1つ含める必要があります。これにより、基準が実際に達成可能であることを実証できます。前述のとおり、私たちはレジストリ所有者からの出資を受け、レジストリ間の攻撃を防止する必要があります。ゲーム理論のインセンティブメカニズムを使用したとしても、出資を失うリスクを冒すことも不公正なものとしてシステムに認識されることもなく、システムでゲームを行う、あるいは公正であるというステータスを損なう動機を持つレジストリ作成者はいません。こうした出資のメカニズムは、レジストリ作成から、マーケットプレイス作成、レジストリやマーケットプレイスのデバイスリスティングまで、あらゆるレベルでシステムに深く実装されています。

初期化用のデバイスが他の妥当なデバイスがない状態でレジストリから削除された場合、デバイスレジストリ（マーケットプレイスごと）の出資は解放され、所有者は出資を引き出すことによってレジストリ（マーケットプレイスごと）を破壊することができます。Weeve Networkは、偶然、ガーベジコレクション処理を実行することがあります。この処理では、レジストリやマーケットプレイスは簡単な死活確認に合格して健全な状態を維持する必要があります。会員基準が達成可能なものであることを最初の実証した後、初期化用デバイスにはレジストリ（マーケットプレイスごと）関連の特殊なステータスはありません。こうした出資や実証の測定は、Weeve Network上に低品質のノードが作成されることを抑制し、こうしたノードを排除しやすくすることを目的としています。すべ

ての新規レジストリは、初期段階のエコシステムを汚染から保護するために最初はネットワークで選定された検証者による承認に従いますが、

プロジェクトの長期的な目標は分散されたコミュニティ駆動型のガバナンスであり、特定ノードの申請者-異議申し立てシステムを真似ることがあります。

3.3.2 会員基準の検索

ノードは、他のレジストリの会員基準にアクセスできるようにする必要があります。このため、いかなるノードもネットワークからの送信されるクエリーをサポートする必要があります。この機能は、インターフェースの実行においては、署名された会員基準を返却してセンシティブなデータの認証を行います。

3.3.3 検証ガイドラインの検索

会員基準と同様にノードでも、他のレジストリ/マーケットプレイスの検証/仲裁ガイドラインにアクセスできるようにする必要があります。この機能は、インターフェースの実行においては、署名されたレジストリやデバイスの参照元を受け渡し、返却された会員基準/仲裁ガイドラインの適切な制限を許可してセンシティブなデータを保護します。

3.3.4 サポートされているトランザクション種別の検索

レジストリの作成中、レジストリ所有者は、呼び出しルール、タイミング、価格計算、関連データの構造、配信要件など、トランザクション種別ごとのプロトコル詳細などを含め、レジストリがサポートするトランザクションの種別を指定することがあります。こうしたトランザクション種別は、インターフェースの実装経由のリステイングで使用できるようにする必要があり、パーミッション管理で保護することができます。

3.3.5 クエリーのアクティビティログ

アクティビティログは、デバイスレジストリやマーケットプレイスにおいて見込みのマーケットプレイス作成者に透明性を提供する手段です。検証記録やガバナンス履歴を表示するインターフェースを提供することで、見込みのマーケットプレイスでは、デバイスレジストリ内のデバイスが約束通り配信される確実性が高まります。

3.3.6 リステイングデバイスとメタデータ

デバイスとメタデータはリクエストの際に使用できます。スマートコントラクトのデバイスリステイング機能は、レジストリやマーケットプレイスが他のデバイスを見つけるために使用します。すべてのクエリーは、各デバイスレジストリのセキュリティシステムによって認証/承認されます。

3.3.7 デバイスのトランザクションとメタデータ

トランザクションとメタデータはリクエストの際に使用できます。スマートコントラクトのトランザクションリスティング機能は、他のデバイスが過去のトランザクションをチェックしたり、他のトランザクションを参照したりするために使用します。すべてのクエリーは、各デバイスレジストリのセキュリティシステムによって認証/承認されます。

3.3.8 リスティング検証者

レジストリ所有者は、会員基準の検証基準を満たす検証者を指名できます。これは自動や手動のタスクを組み合わせて実行できます。インターフェースには有効な検証者のリストを表示する必要があります。

3.3.9 仲裁者のリスティング

レジストリやマーケットプレイスの所有者は、紛争を解決する公平で独立した第三者と認識された仲裁者を指名できます。インターフェースには有効な仲裁者のリストを表示する必要があります。このリストにはアカウント情報などのメタデータが含まれ、仲裁者を認証/承認してデバイスレジストリの特定のアクティビティログを表示させるために使用します。紛争解決のためにも使用します。

4 紛争と仲裁

仲裁は、トランザクションの当事者が少なくとも1人紛争を開始したときに必要になります。紛争の初期化では、オンチェーン/オフチェーンに保存された関連するすべてのトランザクション詳細を自動的に照合して、トランザクションを行う当事者から適宜追加データ収集する必要があります。人間が行ったトランザクションの紛争では、機械が行ったトランザクションの紛争とは異なる扱いをする必要があります。たとえば、ミリ秒ペースのデバイス取引の何百万もの紛争を解決するには、訴訟において企業が代行するEディスカバリー手続きのように、人間の代行者による収集、分析、検討が必要になることがあります。

たとえば、充電所を探す電気自動車のマーケットプレイスでは、会員基準として、電気自動車のバッテリー充電、走行距離、タイヤの空気圧など参照する必要があります。こうしたデータは、改竄に対する裏付け証拠として、電気自動車満タンまで充電されたかどうかを判定するために使用できます。この方法により、仲裁者には、決定を下すために使用できる最適な情報が完全に提供されます。

4.1 互いの言い分が異なる場合

既存の多面的なプラットフォームとしてレピュテーションシステムを使用すれば、イベントに立証されていない異なるアカウントが発生した場合の紛争解決に役立つことがあります。レピュテーションシステムはWeeve Networkプロトコルの対象外ですが、デバイスレジストリごと、あるいはデバイスレジストリ全体で使用でき、推奨されています。

4.2 ストレージ

当初は、デバイスレジストリやマーケットプレイスごとにアクセス、ストアのための設備が提供され、紛争や仲裁を目的としたデータ構造を管理します。長期的には、検証者の管理（Kleros、Delphiなど）ができる分散型サービスに

類似したドメインをクロス検証する、あるいは同サービスを使用する検証者や仲裁者の分散型レジストリのサポートが行われます。

4.3 第三者サービス

ブロックチェーンエコシステムのいくつかのプロジェクトは、DelphiやKlerosなどのオープンで公平な裁定システム上ですでに動作しています。こうした取り組みは、レジストリやマーケットプレイスの所有者の依頼でプラグ接続可能なこれらの裁定サービスとの完全な互換性をサポートするためにスマートコントラクトの実装中に行われます。こうしたサービスの多くでも、公平な仲裁者の適法な指名が必要となります。このため、こうした事例では、仲裁者の選択は依然として所有者の責任になります。また、紛争の時間、時間帯、紛争の最小/最大額、仲裁者の費用に関する変数は所有者によってすでにトランザクション種別に設定されています。

4.4 クロスレジストリの仲裁

複数のレジストリにわたる仲裁では、特定のトランザクション種別に参加しているすべてのレジストリやマーケットプレイスで認定されている仲裁者は優勝で該当する紛争を仲裁することが許可されています。将来的には複数の仲裁者を想定しています。各々が合意へと至るレジストリの利益を代表するので、昨今の訴訟の調整者とは異なります。

5 高度なレイヤーの機能

OSIモデルのセッションレイヤーの上位にあるアプリケーションレイヤーのように、ネットワークの安定性を実現する重要なサービスは、Weeve Networkプロトコルが提供する基本要素を使用して存在します。以下のセクションではWeeve Networkプロトコルの一部ではない機能を説明していますが、相互接続は深く行われ、私たちは将来のネットワークで実行できる強化として統合を検討しています。

5.1 デバイスレジストリとマーケットプレイスのリスティング

デバイスレジストリやマーケットプレイスはWeeveプラットフォームでリストリスト化され、地理、レジストリ種別、公式に使用できる会員基準などの属性を適時タグ付けできます。リスティングの評価や承認には、オプトインされたすべての出資済みデバイスレジストリが含まれていますが、長期的には、このアクティビティの最終決定権はコミュニティに残す必要があります。デバイスレジストリを使用して他のレジストリの会員権を含めることができますが、こうした再帰的な構造は複雑で、初期のスマートコントラクトの実装では対象外とみなされます。こうしたリスティングはWeeve Platformで維持

されるWebサイトを通じて関連する当事者が使用でき、最終的には、成熟したBlockstackなどのエコシステムとしてdAppを通じても使用できるようになります。⁵暗号通貨ウォレット経由のサインインは、デバイスレジストリのリスティングへのアクセスを許可できるようにサポートされています。

5.2 レピュテーションシステム

レピュテーションシステムでは、マーケットプレイス参加者が誰と取引しているのかを把握できるようにすることによってマーケットの安全性を確保します。レピュテーションシステムはWeeveのデバイスレジストリプロトコルの一部ではありませんが、それにも関わらず、新しい形態の取引を実現する上でさまざまな役に立つ重要な構成要素です。このため、Weeveプラットフォームでは、プロトコルだけでなく、レジストリ所有者がレピュテーションシステムを実行するための構築用のブロックを無料で提供しています。

こうしたシステムは、デバイス識別子やデバイスレジストリに固定されるスマートコントラクトとして実行できます。個人のプロフィールは、トランザクション履歴を読み込み仲裁や紛争の結果を記録することによって更新されます。このシステムは、さまざまな形態の取引がデバイスの評判に関するさまざまな結果を正当化できるように高度なカスタマイズが可能となるようにする必要があります。

たとえば、人間の参加者が取引を行うマーケットプレイスでは、人間の意思決定を向上させる評判の意味論を完全に伝えるユーザーインターフェースが必要となります。これとは対照的に、デバイスが高頻度取引を行うほぼ完全に自動化されたマーケットプレイスでは統計的な手法を使用し、評判のアルゴリズム更新によりデータを分析して、人間の干渉を必要とすることなく望ましい取引相手を自動的にランク付けします。

5.3 イントラブロックチェーンのトランザクション（「ブリッジ」）

Blockchainテクノロジーは初期段階にあり、プロトコル用のインフラの役割を果たす競合ブロックチェーンが数多くあります。Weeve Networkの第一反復は、Ethereumブロックチェーン上で構築されますが、デファクトの基盤を提供する将来的な進歩や競合に適合する必要があります。このため、基本的なブロックチェーンの実装にとらわれない合理的で柔軟性の高い手法を採用することが重要です。

トランザクション全体でブロックチェーンの相互運用性を実現するには、マーケットプレイスの会員メンバーが、さまざまなブロックチェーンにわたってデバイスレジストリを表現できるURIの標準仕様に準拠する必要があります。トランザクションは、成熟した大規模な導入に急速に達したりレーテクノロジーを使用してさまざまなブロックチェー

⁵ <https://blockstack.org/>

ンに転送できます。ネットワークの第1のメリットは、高スループット処理や匿名性の保証など、特定のブロックチェーンの固有のメリットを活かせる能力にあります。

6 結論

今日、IoT業界は、高額な相互運用性やセキュリティの問題に悪戦苦闘しています。Weeve Networkの目的は、IoT-ブロックチェーン間のオペレーティングシステムでありSecure by DesignのweeveOS、Weeveマーケットプレイスのキュレーションプラットフォームなど、高品質なオープンソースのソフトウェアをコミュニティに提供することでこうした問題を解決することにあります。WEEVトークンにより、基本要素で構築されるマーケットプレイスが実現し、世界中の参加者に対してオープンで、従来の縦割りの企業とIoTデバイスの分散化の未来を提唱する主導企業の両方の要求を満たすだけの柔軟性を備えることができます。

プロトコルが実装されているWeeve Networkでは、会員基準、検証ガイドライン、トランザクション種別を使用して厳しい相互運用性と信頼性の問題を解決できます。基盤となるブロックチェーンインフラは信頼できない当事者間のギャップを埋めます。WEEVトークンにより、参加者が安心できる安全なデバイス間取引のアクティビティを実現するインセンティブを与えることができます。Weeve Networkは、デバイス間取引の新しいマーケットがコミュニティの意思により差し迫った順番で急速に拡大していく分散型の未来を実現します。

出典

[1] ユースケース関連資料

[2] Steven P. Lalley、Glen Weyl: 『How Mechanism Design Can Radicalize Democracy』 American Economic Association Papers and Proceedings、2018年、1(1)

[3] Glen Weyl: 『The Robustness of Quadratic Voting』 Public Choice、2017年 172(1-2) 特集号: Quadratic Voting and the Public Good: 75～107ページ

[4] A. Seshadri、A. Perrig、L. van Doorn、P.K. Khosla: 「SWATT: SoftWare-based ATTestation for embedded devices」 『IEEE Symposium on Security and Privacy』、S&P 2004、2004年5月9～12日、米国カリフォルニア州バークレー、IEEE Computer Society (2004年)