

IoT時代の新常識ネットワーク技術「ブロックチェーン」で広がる世界

佐藤 聖

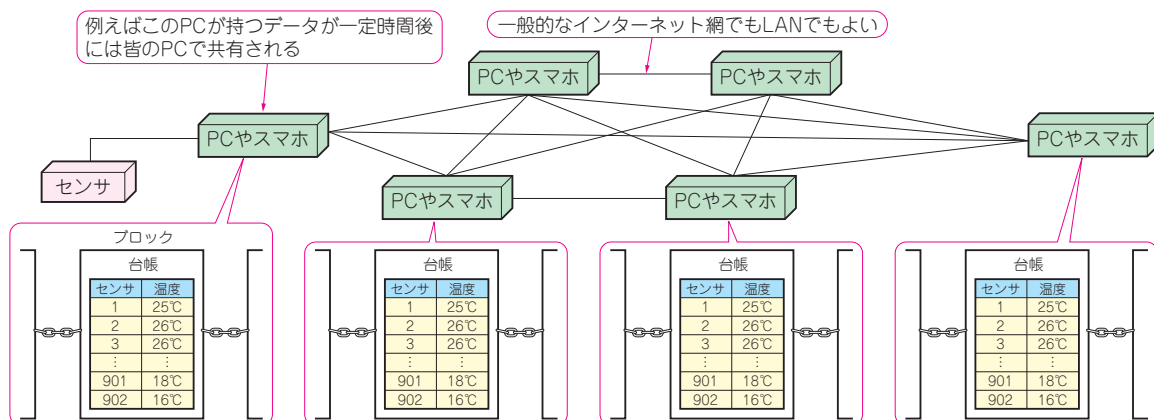


図1 ブロックチェーンに参加している端末は常に同一データを共有できる

暗号通貨じゃないブロックチェーンのポテンシャル

ブロックチェーン (Blockchain) は、分散型台帳技術、分散型ネットワーク技術と呼ばれています。ブロックチェーンという言葉は初めて耳にする方や、言葉は耳にしたことがあるけどよく知らないという方が多いと思います。技術的な裏付けは第2章以降で行いますが、特徴を以下に示します。

1. センサや制御、取引のデータを時系列に保存できる
2. 中心となるサーバがなくてもデータを共有できる (図1)
3. データをいつでも追跡・取得できる
4. 相手にデータを提供してもらったら対価を払える
まだピンときていない方が多数だと思います。たったこれだけのことで、IoTなどの組み込み機器においても思いもよらなかった世界が広がります。

例えば、暗号通貨や決済のような金融分野への利用ももちろんですが、それ以外に、次のようなIoTや人工知能と組み合わせた応用が考えられます。

食品管理、農業支援、契約書、証明書、履歴書管理、課税、特許申請、登記簿、医療記録、議事録、議決

権行使の記録、分散型インターネットのプログラム (1) など。

ブロックチェーンは記録することだけに特化した技術ではなく、分散型インターネットのプログラムのような分野への発展も期待できます。

暗号通貨からはじまった技術であるブロックチェーンですが、これから新しい時代のネットワーク・インフラのようになると期待されています (図2)。

ブロックチェーンで広がるIoTの世界

● 世界1…新しいIoT的データ収集の仕組みとして使える

製作した装置のテストのために、多数のデータを集める必要が生じたとしましょう。例えば次のようなことが考えられます。

1. 万人に合うヘルメットを作りたいがサンプルが足りない
2. 猫や牛の心拍データが欲しい
3. 人工知能の学習用データを集めたい

人の頭の形はともかく、猫や牛の心拍データを集めるなんて、飼育していない限り不可能です。同一ブロックチェーン上でデータ提供を受けつつ、その対

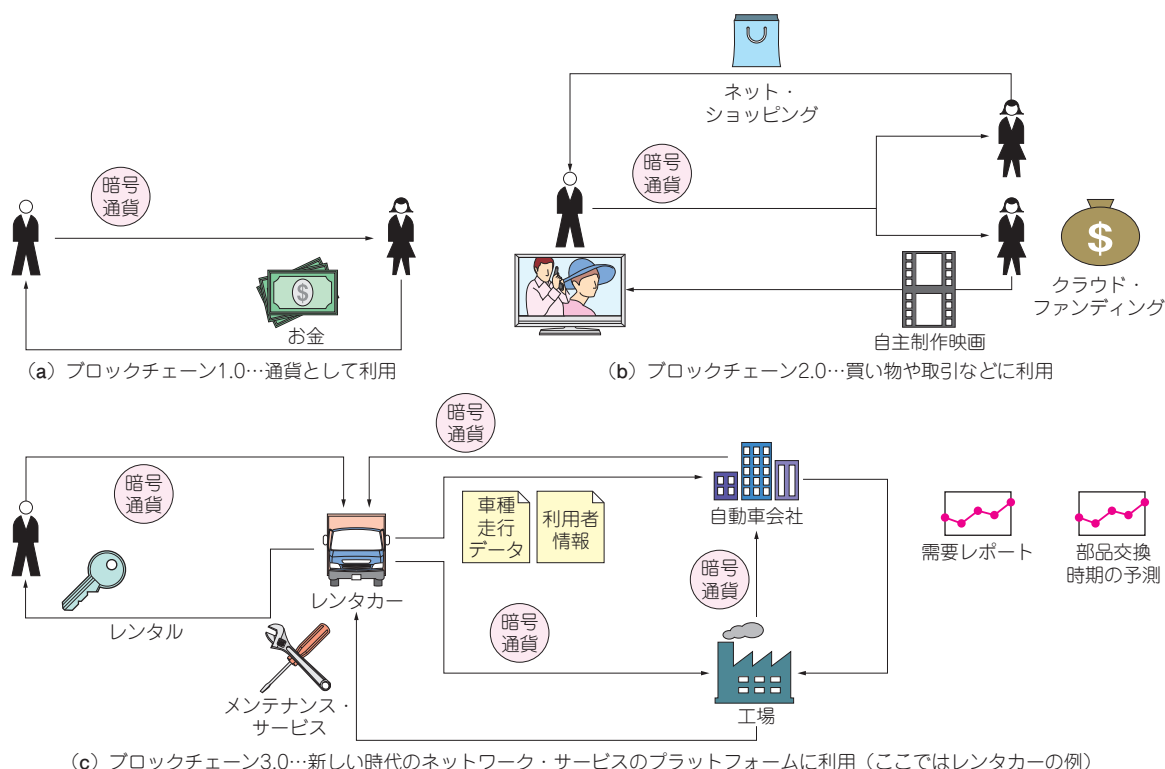


図2 暗号通貨からはじまったブロックチェーンが新しい時代のネットワーク・インフラのようになると期待されている
ブロックチェーンは世代的な分類をされているので示しておく

価値をリアルタイムに支払えるようになると、データを提供してもらいやすくなるかもしれません。

人工知能で学習データからモデルを構築するには、ラベル付けされたデータ・セットがあるとより精度が高まります。データ・セットの準備はコンピュータ任せにできないことも多々あり、数百万件から数万件のデータ・セットを作ること自体に数カ月から半年を要します。データ・セットを準備するにはマシン・パワーだけでなく、マン・パワーも必要です。

データ収集方法の1つにオープン・データの利用がありました。これには欠点がありました。データの提供者にインセンティブが働くような仕組みがなかったためです。そのため、次のような欠点がありました。

(ア) リアルタイムなデータではない

(イ) 目的に合ったデータが得られない

(ア) については、ニュース・サイトやツイートなどから収集する方法を紹介したことがあります^{注1}が、リアルタイム・データはそんなに都合良く公開されて

いません。

(イ) については、これまでのデータはデータ・セットの形で供給されていたので、データ・セットの目的に沿った利用しかできず、異なる利用目的では、データの範囲、粒度、件数、正確性などが異なり、非常に使いにくいです。

そこでIoT端末を用いて、リアルタイム性の高い膨大なデータを取引する方法が、データ・マーケット・プレイス^{注2}で考え出されました。この仕組みなら利用者はデータに対して暗号通貨などで提供者に報酬を支払うので、よりたくさんの情報がリアルタイムに提供されるようになるでしょう。身の回りから大量のデータが発生していますから、誰もがデータ・マーケット・プレイスでデータを売り買いできるようになるでしょう。

▶こんなデータが手に入りそう

データとしては自動車の走行情報や道路状況、スマート・ウォッチの活動量や心拍数の情報(図3)、家電製品の利用情報、ソーラ・パネルの発電記録や発電

注1：本誌2017年1月号特集「金融ビッグデータ AI解析に挑戦」。

注2：例えば米国の「Factual」は、主に位置情報のデータ・セットを提供するマーケット・プレイスである。飲食店一覧や、飲食店チェーンの店舗一覧など、世界各国の6000万の地域情報や65万の製品情報などのデータを提供し、地図アプリ、チェックイン系アプリのベンダなどが活用しているとされる(総務省ホームページ⁽²⁾)。

特集 IoT新技術 なるほどブロックチェーン

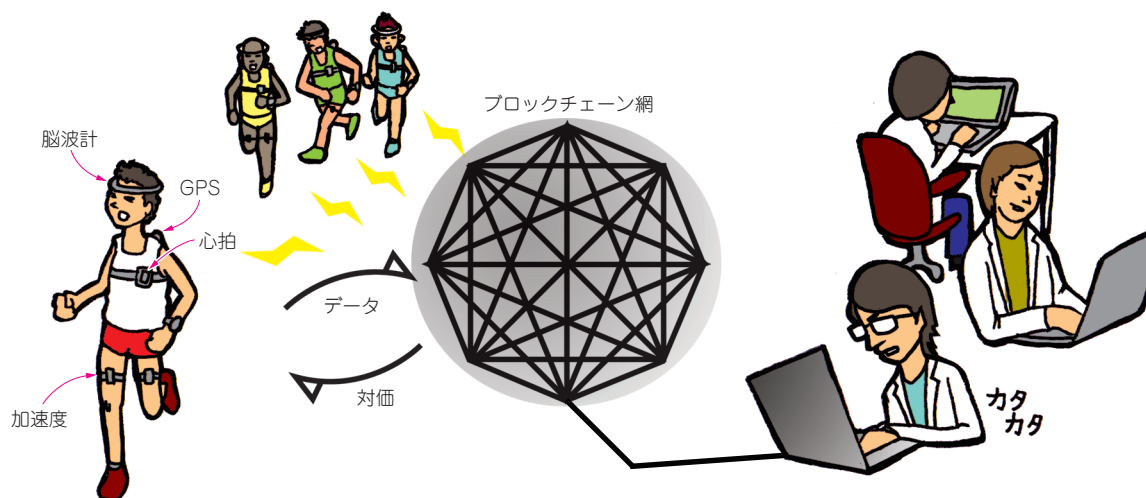


図3 データを提供すると直接的に対価をもらうことも可能

効率の情報、医療記録や市販薬の接種記録、金融取引の売買記録、NFCによる電子マネー取引などが考えられます。これらのデータをブロックチェーンによって匿名で販売することが日常的に行われるかもしれません。

将来的にマーケット・プレイスを利用して、例えばロック・クライミングをしたときの活動量、心拍数や血中酸素量などのデータをリアルタイムに収集すれば、「特徴あるデータ」として価値が高いかもしれません。ロック・クライミング・サークルに参加するメ

コラム1 データの価値レベルについて

佐藤 聖

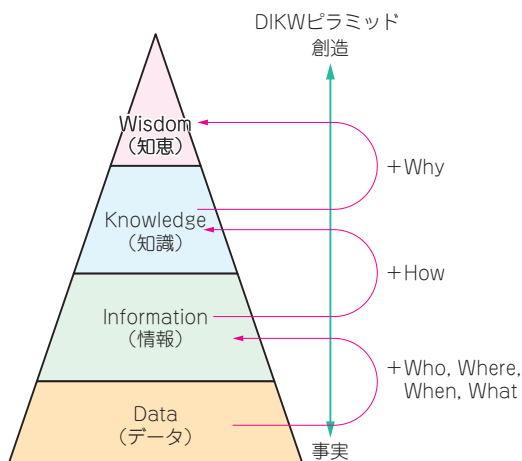
情報(データ)には、意味や価値の4つの段階があるといわれています。その段階として有名なのが Data Information Knowledge Wisdomピラミッド (DIKWピラミッド) と呼ばれるものです(図A)。4つの段階の下から、下記のように並べます。

- ①Data：センサなどから取得した加工されていないデータ
- ②Information：複数のデータ(Data)によって抽出される意味のある情報
- ③Knowledge：情報(Information)の文脈によって意味解釈が可能になるように解釈した知識
- ④Wisdom：知識(Knowledge)から問題を把握して別の知識から代案を提案する知恵

①から④の順で意味付けがされていきます。データ・エコノミが確立すると集約度合いだけでなく、希少性や専門性などによって異なる価値で取引が行われると思います。

以前は人間が処理するデータとコンピュータで処理するデータを別々に用意して処理することが多くあったと思います。人工知能の発展で人間が処理していたような主に定性的なデータもコンピュータ処理が可能になりました。一部の分野では手作業だっ

たものがコンピュータ処理に置き換わっています。人間の五感によって分類・識別していたような分野で人工知能活用が進んでいるので文字、数字、記号、画像、音声などの情報だけでなく、におい、手触り、味などのデータもマーケット・プレイスで取引されるようになるかもしれません。



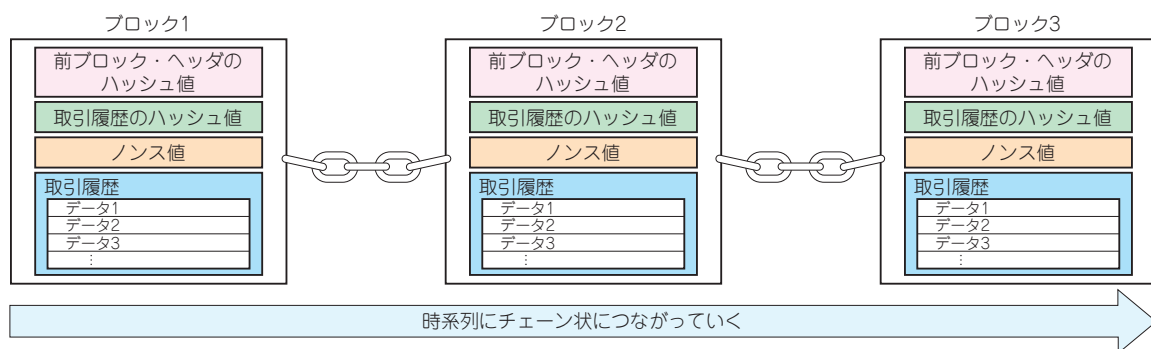


図4 ブロックチェーンはデータを時系列で記録できる

ンパ全員がそうした情報を収集して、データを販売できるようになるかもしれません。販売益をサークル運営費に充てるなどのデータ・エコノミがまもなく実現されるかもしれません。

▶ 畑仕事や通勤時にもデータを集められる

ロック・クライミング以外にも日常的な活動系・医療系として通勤や通学、乳児、家畜、ペットなど、食品系として畑、スーパーマーケット、冷蔵庫、レストランなどからもデータ収集が可能かもしれません。

生活や仕事そのものの活動もデータとしての利用価値が発見されるかもしれません。すると現在の暗号通貨取引よりも活発にデータ取引が行われるようになるかもしれません。多様なデータを手軽に利用できるようになれば人工知能の応用分野を押し広げることになるはずです。

▶ 多様な国や企業が集まってデータを作ることも

データ・エコノミの課題として市場参加者が増えないと価値形成が偏ったものになり、データの価値が正に評価されなくなります。多様な価値観を持つ国、組織、企業、個人が集まることで、これまでは国や世界のトップ企業でしか収集できなかったような情報を手軽に入手したり、分析したりできるようになると思います。今後、ますますデータの価値が高まっていくのではないかと思います⁽³⁾⁽⁴⁾。

● 世界2…データを時系列で記録できる

ブロックチェーンでデータを格納していくと、どのIoT端末から「いつ、どこから」データを収集したかがブロックに記録されて、ブロックに追加されていくので、時系列データとして扱えます(図4)。

これからのIoT端末は、自動データ収集に使われると思います。IoT端末が時計を持っていないくても、データをブロックチェーンに書き込んだ時点の時刻は残ります。なお、書き込まれた時刻は物理時間ではなく前ブロックから現ブロックまでの相対時間が記録されます。これによって国や地域の時刻や時差を意

識せずに済み、時刻の一元管理が不要になっています。中央集権型データベースのように、サーバが時刻を一元管理して同期させる仕組みがなくても、各ブロックの前後関係を表すことができます。

● 世界3…記録したデータを手元に残しつつ共有できる

今後10年程度で、データ流通量の爆発的増加によって44Zバイト(ゼタは 10^{21})に迫るデータが毎年利用されるようになるはずですが、コンピュータの性能も想像できないほど向上するかもしれません。膨大なデータを扱えるようになると、次に必要になるのはデータを管理することです。データをただ蓄積しても利用されなければ価値がありません。

データの記録はマイニングによって分散管理台帳(ブロックチェーン)に誰でも追加できます。データ管理はブロックチェーン・ネットワークのノードにより改ざんなどの不正を検出することが容易になります。膨大なデータの中から必要な情報だけを取り出すにはブロックチェーンをさかのぼれば見つけることができます。

膨大なデータを全てブロックチェーンに記録するのは効率が悪いです。こまめにデータのタグ(所在や概要、キーワード)だけを記録しておき、データそのものは個々のPCに保存するといった管理方法もあるかと思っています。

インターネットで利用されるデータ量は激増しています。10数年後のモバイル端末は1台で現代のデータ・センタ1つ分のデータを利用して処理しているかもしれません。今起ころうとしている変化は、データの増加やコンピュータの処理性能の向上だけではなく、モバイル端末の無線通信によるデータ転送速度も劇的に速くなりそうです。10年後にモバイル通信で使われるデータ転送速度は人間の脳内で行き交うパルスと同じかそれ以上の速度に達する見込みです。そのような時代に向けてブロックチェーン技術の習得

特集 IoT新技術 なるほどブロックチェーン

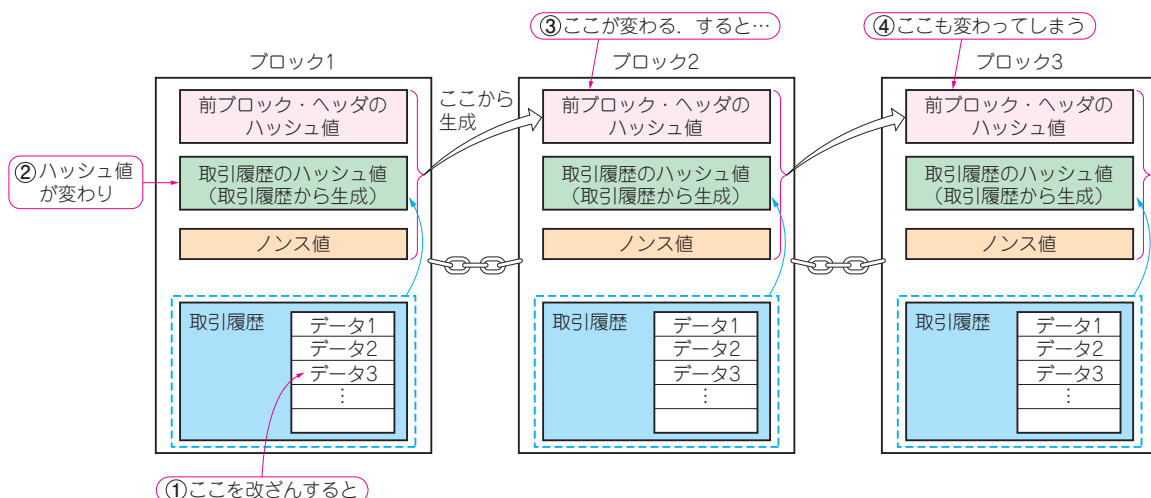


図5 後ろの全てのブロック内のデータが代わってしまうから中身の改ざんは難しい

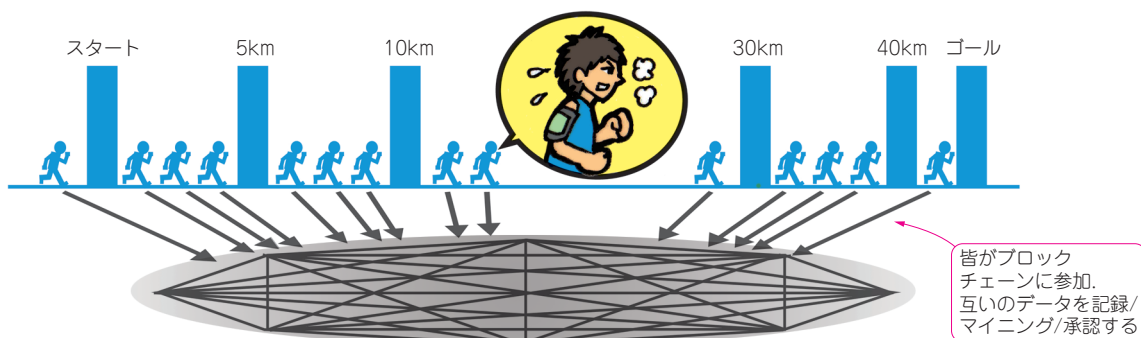


図6 データを持ち合うことで改ざんを検出できるので安心



図7 証拠映像の信ぴょう性も高められる

が必要なきかもしれません。

● 世界4…改ざんやねつ造されていないデータが手に入る

IoT 端末は企業から一般家庭まで普及が進んでいますので、あらゆる分野からデータを収集できます。ブロックチェーンで格納されているデータは改ざんやねつ造がないかを検証することが容易です(図5)。

例えば、マラソン大会を考えます。参加者全員がス

マホを装着したとします。5km, 10km, 15km…40kmとゲートを通過するごとに、互いの記録を登録/承認/書き込みしておけば、後から主催者や第3者に順位やタイムを書き換えられる心配がありません(図6)。

● 世界5…画像や音声だって記録できる

IoTの普及によってデータの自動収集が一般化していくと期待が持てます。ブロックチェーンは設計に

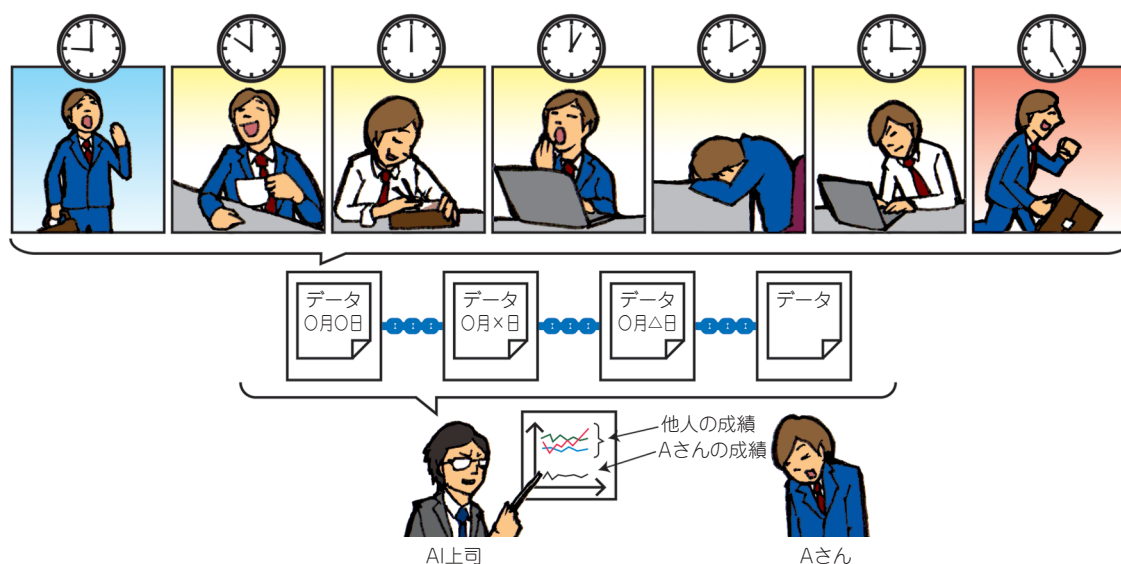


図8 記録を自動的にちゃんととれる

よっては、取引データだけでなく、テキスト、画像、音声も記録できます。データを機械的に蓄積でき、流通可能になるとビッグ・データとしての価値が生まれます。

例えば、防犯カメラの映像を10分ごとにブロックチェーンに記録することで、映像証拠の信ぴょう性を上げることができます(図7)。また、画像データのサイズが大きく、フレーム・レートも高いのであれば、画像から生成したハッシュ値だけをブロックチェーン上に記録し、画像は手元のハード・ディスクに保存しておくという手もあります。

インターネット接続できる防犯カメラならばハッキングされて画像の差し替えも起こりえます。昨年も防犯カメラがハッキングされてDDoS攻撃に利用されるなど話題になり、必ずしもセキュリティ攻撃には十分対応できないこともあります。画像を録画した時点でハッシュ値を算出して署名を付けてブロックチェーンに記録することで画像の改ざん検知も容易になります。

● 世界6…活動→成果の関係を可視化できる

ブロックチェーンはトランザクションを記録できるため、原因と結果を記録するのに役立ちます。仕事では成果(結果)に対してどんな活動(原因)をしたのかという関係を可視化することに応用できそうです。

仕事は非常に大小さまざまな規模の活動があり複雑です。特に日本企業は欧米企業のようにジョブ・ディスクリプション(職務記述書)を作成しないことが多いので、経験則で必要な仕事を見つけて組み立てることがよくあります。経験則に頼ると仕事が属人化しやすいので、成果を得るためにどんな活動を行ったのか

が第3者には分かりにくいのではないのでしょうか。

ブロックチェーンに仕事のインプット、活動、アウトプットを、IoTを使って、例えば活動量計やPCから収集し、トランザクションを作成することで記録できます(図8)。ブロックはマイニングされると時系列でブロックチェーンに追加されますので、過去を振り返るのも簡単です。業務全体でなくても業務日報や営業日報、BIツールで利用するデータとして活用できると思います。

最近流行っているRPA(ロボットによる業務の自動化)の仕組み作りにも業務の洗い出しが必要になるので、ブロックチェーンを利用すると自動的に仕事を記録してくれて、ビジネス環境の変化に迅速に対応できるようになるかもしれません。

こうして作成されたブロックチェーンは企業のベンチマークとして利用したり、IR活動の情報としたりできそうです。もしベンチマークが業界標準よりもよい成果が出れば、安い金利で融資するようなサービスも開発でき、働き方改革がより加速されると想像します。

● 世界7…商品の取引や流通の履歴を残せる

商品の価値や流通履歴を記録できます。商品を購入する場合、新品ではなく中古品でもよいことがあります。例えば土地、家、マンション、自動車、バイク、自転車、PC、スマホ、美術品、古書、骨董品などがあり、レンタカー、レンタサイクルなどのシェア・サービスにも活用できます。

中古商品の流通には、「いつ誰が購入し、どのくらいの期間利用し、どのくらいの期間お店に置かれ、次

特集 IoT新技術 なるほどブロックチェーン

の人にいくらで売れ、次の人がどのくらい利用した」などの情報が求められます。インターネット上でマイニングされてブロックチェーンに記録され、誰でもブロックチェーンに含まれる情報を閲覧できれば、商品価格が中古市場全体のコンセンサスで形成されるようになるかもしれません。

これが実現すると盗難品の発見も容易になります。例えば最終の所有者が中古販売店で、直前の所有者が別の販売店だった場合、直接取引していないときにはブロックチェーンが改ざんされたか、盗品だった可能性があります。ブロックチェーンは分散型台帳なのでデータの検証が簡単です。複数のフル・ノード(ブロックチェーン全体を保持している)に問い合わせで該当ブロックのハッシュ値が一致しているかを確認すれば、改ざんの有無が分かります。

中古商品をブロックチェーンで管理する手法はネット・オークションやECサイトの中古販売にも応用が利くので、意外と早く登場するかもしれません。また商品を作るメーカーは商品の利用情報の把握にもつながるので、商品の製造段階からブロックチェーンを使った管理が進むかもしれません。

● 世界8…手持ちマシンのリソースを貸し借りできる

ブロックチェーン技術の活用は分散管理台帳だけにとどまりません。アプリケーション・プラットフォームとしても利用できます。

イーサリアム^{注3}やネムなら、スマート・コントラクトを開発することで簡単に決済アプリケーションを構築できます。また、IOTA財団(<https://iota.org/>)では、ブロックチェーンを活用して分散型データ市場の実現を目指しています。ブロックチェーン技術によるマシン・エコノミやデータ・エコノミの市場経済が形成されつつあります。

マシン・エコノミは、提供者のストレージ、CPU/GPU処理能力、センサ装置などをブロックチェーンを通じて利用者に提供し、その対価として暗号通貨で報酬を受け取るような経済活動です。ブロックチェーンを活用すると誰でも利用者であり提供者にもなり得ます。似たようなサービスはパブリック・クラウドで実現されていますが、利用者が提供者になり得ることが画期的であり、エコノミ市場の形成に寄与します。結果として市場参加者が増えるので非常に大きな市場に成長すると想像できます。

▶ IoT端末は増加の一途だから使わないともったいない 上記を裏付ける統計情報の1つとして、多様な統計

情報を提供しているStatista社の予測(<https://www.statista.com/topics/2637/internet-of-things/>)があります。2018年にIoT端末が231.4億台なの、2020年に307.3億台、2025年に754.4億台に拡大されます。米国国内でのIoT端末の売り上げ予測は2018年に39.2億ドル、2020年に53.5億ドル、2025年に112.6億ドルに達すると予測されています。これは米国国内に絞った統計なので全世界規模ならば数倍の規模に達するかもしれません。多くのIoT端末がマシン・エコノミのマーケット・プレイスに参加すると期待が持てます。

将来的に誰でもマシン・エコノミに参加することが日常化するかもしれません。PCやスマホ、タブレット、スマート・ウォッチ、テレビ、冷蔵庫など身の回りにあるコンピュータや家電製品がマシン・エコノミに参加するようになれば、処理能力やセンサ・データをインターネットを通じて自動販売できるようになるでしょう。使い方によってはクラウド・コンピューティングよりも安価で柔軟性の高いサービスになるかもしれません。また中小企業ではPCやスマホの余剰処理能力を有効活用することでサーバが不要になるかもしれません。

▶ セキュリティがますます重要になる

一方で、誰でも自分のPCの処理能力を利用できるようにするにはセキュリティ対策が重要です。自身のデータを保護すると同時に、マシン・エコノミを通じて利用している人のデータの保護も必要だからです。セキュリティ対策ソフトウェアもマシン・エコノミに対応した製品が開発されるでしょう。

* * *

暗号通貨以外の活用方法はLinux FoundationのHyperLedgerプロジェクト(<https://www.hyperledger.org/>)に代表されるビジネス・ユースのブロックチェーン技術開発プロジェクトが立ち上がっています。

● 世界9…データ・サーバが不要になる

将来的にはオフィスで利用されるサーバがなくなり、ブロックチェーン技術を活用したアプリケーション・プラットフォームが業務で利用しているPC、スマホやタブレット上で実装されるかもしれません。例えばWindows OS自体がブロックチェーンに対応すれば、サーバがなくてもデータ共有が行えるようになるかもしれません。理由は中央管理を行うサーバがなくても、データ更新の際に更新順序の前後関係をブロックチェーンに記録できるからです。また、ファイルの更新状態をある時点に戻したくなったときにも、ブロックチェーンのブロックをさかのぼっていくことで、更新前のファイルの状態を再現することもできます。

注3：暗号通貨ではビットコインに次ぐ。用途は暗号通貨だけに限らない。