#### 特集 不動産市場の新潮流

# ブロックチェーンの不動産分野での活用可能性

麗澤大学 経済学部 教授 中島真志 なかじま まさし

#### (はじめに)

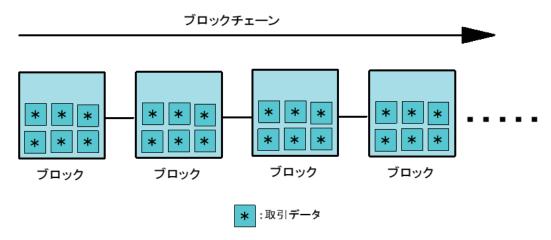
ビットコインなどの仮想通貨については、ビッ トコイン・バブルの崩壊後は、「夢の通貨」として の期待感が後退するとともに、一頃見られたよう な高揚感が後退している。一方で、ビットコイン を支えるための技術として開発された「ブロック チェーン」については、「インターネット以来の最 大の発明」とも言われ、ここに来て一段と期待感 が高まっている。

本稿では、ブロックチェーンの仕組みや特徴に ついてみたうえで、不動産分野におけるブロック チェーンの活用の可能性について考察することと したい。

## **(ブロックチェーンとは)**

ブロックチェーンは、もともと世界初の仮想通 貨である「ビットコイン」を支えるための中核技 術として開発されたものであり、「ブロック」と呼 ばれる取引データの固まりを一定時間ごとに生成 し、時系列的に鎖 (チェーン) のようにつなげて いくことにより、データを保管するデータベース の技術である。ブロック(データの集まり)をつ なげていく形態がチェーンにように見えることか ら、「ブロックチェーン」と呼ばれている(図表1)。 当初は、ビットコインのために開発されたブロ ックチェーンであるが、これは、ブロックチェー ンの最初の実用例がたまたまビットコインであっ ただけであり、また、かなり特殊な適用例であっ

図表 1 ブロックチェーンの概念図



たものとみられている。

つまり、ブロックチェーンは、データを管理す るための「帳簿の技術」であるため、対象とする データは、必ずしも仮想通貨のデータに限られる ことはなく、さまざまなデータの管理への応用が 可能なのである。このため、「ビットコインが中心 の世界」から「ブロックチェーンが主役の世界」 へと移行してきており、今や「主役はブロックチ ェーン」とも言える状況になっている(図表2)。 ブロックチェーンの応用分野については、①仮 想通貨に応用する場合を「ブロックチェーン 1.0」 と呼ぶのに対して、②金融分野(仮想通貨以外) に応用する場合を「ブロックチェーン 2.0」、③非 金融分野(土地登記、商流管理、医療情報など) に応用する場合を「ブロックチェーン 3.0」と分 類するようになっている。現在、実用化に向けた 動きが最も活発なのは、金融分野の「ブロックチ ェーン 2.0」であるが、不動産分野での活用が進 めば、「ブロックチェーン 3.0」における典型的な 事例ということになる。

## (ブロックチェーンから分散型台帳技術へ)

ブロックチェーンは、取引記録を鎖のようにつなげて管理する仕組みであるため、すべての取引履歴が記録された、いわば巨大な帳簿となっている。そして、ネットワーク内の参加者が各自の持っている帳簿を同時に書き換えていくかたちで、取引の記録(所有権の移転)が行われる。これは、ネットワーク内の参加者が、所有権の記録を分散して管理できるようになることを意味する。つまり、ブロックチェーンを使うと、各種のデータをネットワーク上の分散されたデータベースで、分散的に管理することが可能となるのである。

このため、最近では、ブロックチェーン技術のことを「分散型台帳技術」(DLT: Distributed Ledger Technology)と呼ぶことが多くなっている。「ブロックチェーン」というのが、技術的な特徴からみたネーミングであるのに対して、「DLT」というのは、利用方法の側面からみた名称であり、こちらの方が、ユーザーからみた特徴やメリットが明らかになりやすいと言えるだろう。

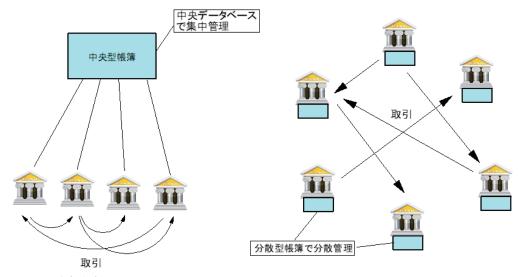
主役はブロックチェーンへ ①ビットコイン中心の世界 ②ブロックチェーンが主役の世界 ブロック ビットコイン チェーン <応用分野> <中核技術> ブロック チェー 非金融 仮想通貨 金融分野 分野 ブロックチェーン1.0 ブロックチェーン2.0 ブロックチェーン3.0 (決済・送金、証券 決済など) (土地登記、資産管理、 (ビットコインなど) 商流管理、医療情報、 投票管理など)

図表2 ビットコインとブロックチェーンの関係

#### 図表3 ブロックチェーンから分散型台帳技術へ

### ①中央型帳簿による集中管理

# ②ブロック・チェーンを使った分散的な管理



出所:筆者作成

従来、取引などの記録は、「信頼できる第三者」が中央型帳簿(中央データベース)を使って集中的に管理する、いわば「中央集権型の管理」が一般的な方法であった(図表3の①)。これを、分散型台帳を使って、各ユーザーが分散して管理できるようになれば、様々な取引をリアルタイムに、しかも劇的に低いコストで行うことができるようになるものと期待されている(図表3の②)。

つまり、「中央型帳簿」(セントラル・レッジャー)から「分散型帳簿」(ディストリビューテッド・レッジャー)に移行することにより、データの管理手法に画期的なイノベーションが起きるものと期待されているのである。

#### (ブロックチェーンのメリット)

ブロックチェーン (DLT) のメリットとしては、 大きく以下の3点を挙げることができる。

#### ①不正取引・データの改ざんができない

ブロックチェーンでは、新しいブロックを作るときには、1つ前のブロックの「ハッシュ値」(ブロック内のデータを圧縮した値)を含めるという仕組みをとっている。このため、過去に作ったデ

ータを改ざんしたとすると、そのブロックのハッシュ値が変わってしまい、それによってその次のブロックのハッシュ値も、そしてその次のブロックのハッシュ値も、という形で次々に変わってしまうことになる。ブロックチェーンでは、こうしたブロック間のデータの連携(シンクロナイズ)という仕組みによって、過去の取引データを改ざんすることが極めて困難となっている。

#### ②システムダウンに強い

ブロックチェーンでは、ネットワーク上の多くのコンピュータが同じデータを分散して管理している。このため、どこか1カ所のコンピュータに障害があったとしても、他の参加者のコンピュータが動いているため、システム全体が障害になることはない。このため、障害に強く、ダウンしにくいシステムとなっている。

#### ③運用コストが安い

ブロックチェーンが注目される最大の理由は、 それが劇的なコストの削減につながる可能性があることにある。中央集権型のシステムでは、巨大なコンピュータ・センターが必要であり、またそ れをバックアップするために同等なシステムも保 有する必要があり、こうした大規模なデータ・セ ンターの構築・運用のために巨額の費用がかかっ ている。これが、分散型台帳に移行することにな れば、より小規模な分散型のコンピュータで済む ことになり、低コストでの取引が可能になるもの とみられている。

# (ブロックチェーンの2つのタイプ)

ブロックチェーンには、大きく「オープン型」 と「クローズド型」という2つのタイプがある(図 表4)。実用化を考えるうえでは、この2つを明確 に区別しておくことは非常に重要である。

#### ①誰でも参加できる「オープン型」

「オープン型」のブロックチェーンは、参加者 を限定せずに、誰でもネットワークに参加できる ようにしているものである。参加者は匿名でネッ トワークに参加することができ、取引の承認作業 についても、誰でも自由に行うことができる。ス キーム全体を管理する中央管理者は存在せず、プ ログラムがコントロールを行う。

こうした仕組みは、まさにビットコインで採用 されているスキームであり、一般に開放されてい るという意味で「パブリック型」や「許可不要型」 とも呼ばれる。

#### ②特定の参加者のみの「クローズド型」

これに対して、特定の参加者のみが参加できる ようにしたものを「クローズド型」のブロックチ ェーンと呼ぶ。クローズド型では、参加者の身元 はすべて明らかになっており(匿名性はない)、取 引の承認も特定範囲の参加者のみが行うことがで きる。さらに、スキーム全体をコントロールする 中央の管理主体が存在しており、この中央管理者 が参加者の範囲を決めるなど、全体の仕組みを管 理し、システム全体の運営を行う。こうした仕組 みは、「プライベート型」や「許可型」とも呼ばれ ている。

オープン型 クローズド型 取引参加者の制限 あり なし (特定の範囲の参加者のみ) (自由に参加可) 取引承認への参加の なし あり 制限 (自由に参加可) (特定の範囲の参加者のみ) 中央管理者の存在 なし あり (全体をコントロール) (プログラムが規定) ネットワークへの参加 自由 承認が必要 別の呼び方 パブリック型 プライベート型 許可不要型 許可型 利用例 仮想通貨 金融界での実証実験 (ビットコインなど)

図表4 ブロックチェーンの2つのタイプ

#### ③オープン型とクローズド型の区別はなぜ重要か

オープン型とクローズド型の区別が重要なのは、 その選択が、採用する「コンセンサス・アルゴリ ズム」と密接に関係しているためである。コンセ ンサス・アルゴリズムとは、取引が行われたあと で、ネットワーク上に分散した多数の台帳でデー タの変更を承認し、全員で共有するためのプロセ スである。

ビットコインのようなオープン型では、誰でも ネットワークに参加できるため、取引データを改 ざんして不正なブロックを作成しようとする「悪 意の参加者」が入ってくる可能性がある。このた め、取引の承認には厳格な手続きが必要となる。 また、常に特定の者が取引の承認(ブロックの作 成)をする権限を持っていると、その特定者が不 正を働く可能性があるため、競争によって、誰が 取引を承認するかが、毎回、変わるシステムとし ている。こうしたメカニズムを実現するために、 ビットコインでは「プルーフ・オブ・ワーク」と いうコンピュータによる負荷の高い数学的な問題 を解く仕組みが用いられており、世界で一番初め にその問題を解いたマイナー(ビットコインの取 引承認の作業を行う人)には、リワード(報酬) として、一定額のビットコインが与えられる仕組 みとなっている。このため、世界中のマイナーが、 取引承認によるリワードを求めて膨大な計算処理 を行っており、そのための電力消費量が地球環境 にとって脅威とされるレベルにまで達している。

一方、クローズド型であれば、許可を受けた信頼できる主体のみが参加者となるため、悪意の参加者の可能性は少なく、より迅速で簡便な方法によって取引の承認を行っていくことが可能であり、電力消費などの問題は生じない。

現在、世界中で数多くのブロックチェーンの実証実験が行われているが、その殆どは、参加者を限定したクローズド型によって行われている。クローズド型は、信頼できる者同士のネットワークであるため、①取引の承認に膨大な手間をかける必要がなく、短期間に大量の処理を行うことができる、②ファイナリティティ(決済完了性)を確

定させることができる、などのメリットがあるためである。

このため、ブロックチェーンの実用化にあたっては、今後、クローズド型が主流になっていくものとみられる。ブロックチェーンの仕組みについては「管理者が存在しない」と解説しているものが少なくないが、これは実は「オープン型」に関してのみの説明であり、クローズド型のプロジェクトが主流となっている現状では、必ずしも適切な解説とは言えない。これと同様に、ブロックチェーンについて語る際には、どうしてもビットコインのイメージに引きずられて、オープン型を前提とした議論になりがちであるため、両者の区別について、十分な注意を払っていく必要がある。

# (不動産分野におけるブロックチェーンの活用 可能性)

ここまで述べたブロックチェーンの理解をもとに、次に、不動産分野におけるブロックチェーンの活用の可能性について考えていきたい。この分野で最も有力とみられているのが「不動産の登記」である。

不動産登記は、①紙ベースの書類が多く必要とされること、②登記に関係する当事者が多いこと、③登記が完了するまでにかなりの時間を要すること、など非効率な面が目立っており、「これをブロックチェーンの活用によって解決できるのではないか」と、多くの人が考えるようになっている。

すでに、スウェーデンを始め、米国、英国、スイス、ジョージア、ウクライナ、ドバイなど、多くの国でブロックチェーンによる不動産登記に向けた実証実験が行われている。

以下では、ブロックチェーンの性格からみた不動産登記への応用の可能性について考えてみよう。

#### ①帳簿の技術である

前述したようにブロックチェーンは、データを 管理するための「帳簿の技術」である。一方、不 動産の登記とは、「不動産の物理的状況と権利関係 を不動産登記簿に記録して公示すること」であり、 不動産の権利関係に関する帳簿を管理することである。このため、ブロックチェーンは、不動産登記という不動産記録の管理業務には適した技術であるものとみられる。

#### ②データの改ざんやシステムダウンに強い

ブロックチェーンの有する特徴である「データの改ざんが極めて困難である」という点は、「登記された事項について、一切の改変が許されない」という登記簿の条件を満たしているものと言える。また、もう一つの「システムダウンに強い」という点も、「障害等により登記簿が閲覧できない」といった事態が許されない登記簿の性格から言って、必要な要件を満たしているものと言える。さらに、運用コストが安いという点は、登記簿にかかるシステム運営費用を削減できる可能性につながるものである。

#### ③情報のリアルタイム共有に適する

ブロックチェーンの特徴として、複数の当事者が、同じ情報をリアルタイムで共有することにより効率化が図れる業務に向いているということがある。すなわち、A→B→C→Dといった形で、逐次的(sequential)かつ段階的(step by step)に行われている業務は、ブロックチェーンによって、関係者が最新のデータをリアルタイムで共有でき

るようになれば、飛躍的に効率化することになる (図表5)。

不動産の売買に伴う所有権移転登録のケースを考えると、不動産登記の関係者は、売買の当事者 (売り手と買い手)、売買を仲介した不動産会社、登記手続きを行う司法書士、購入資金を融資する金融機関、など多岐にわたる。しかも、これらの関係者は、一堂に会して一挙に手続きを行う訳ではなく、このうちの一部の当事者間での手続きが終わると、続いて次の当事者との手続きが行われるといった形で、まさに逐次的で段階的な形で手続きが進められる。こうした逐次的な手続きは、ブロックチェーンによって関係者のすべてがリアルタイムに情報の共有化を行うことにより、一気に効率化できる可能性が高い。

#### 4)トレーサビリティの確保に適する

ブロックチェーンのもう1つの特徴として、取引履歴を改ざんされない形で長期間保存していく 業務に向いているということが挙げられる。これは「トレーサビリティ(追跡可能性)の確保」とも言われる。

実際に、こうした性格を活用して、すでにいく つかの分野でプロジェクトが行われている。

第1は、ダイヤモンドの取引履歴の管理であり、 英国のエバーレッジャー社などが取り組んでいる。

図表5 ブロックチェーンによるリアルタイムの情報共有

# ①従来の業務の進め方 (逐次的、段階的) ②ブロックチェーンによる進め方 (リアルタイムで情報共有) A B D C

これは、原石が採掘された鉱山、研磨が行われた 工場、販売店などの流通経路、所有履歴などを、 ダイヤの1粒ごとに登録してブロックチェーンで 管理していこうとするものであり、すでに160万 個が登録済みである。これにより、ダイヤの流通 経路を明確化し、その品質を保証することができ るほか、内戦国で産出された「紛争ダイヤモンド」 を流通から締め出すことができるといったメリットもある。美術品についても、「プロブナンス」(作 品の歴代所有者の記録)が美術品の価値を大きく 左右するため、ブロックチェーンを使って所有履 歴を管理しようとするいくつかのプロジェクトが 立ち上がっている。

第2に、食品の流通経路を管理しようとする試みである。たとえば、米国のウォールマートでは、 豚肉の管理をブロックチェーンで行っている。これにより、農場(中国)→パッケージ工場(米国)→店舗(米国)といった流れをトレース(追跡)することが可能となっている。ドール、ネスレ、スターバックスといった食品大手でも、チョコレート、バナナなどの食品やコーヒー豆の追跡に利用を始めている。

第3に、製造業でも、部品の供給元をバック・トレースするのに利用している。2次下請け→1次下請け→部品メーカー→完成品メーカー→卸売り→小売りといった長いサプライチェーンの中で、製品に不具合が発生したときに、どの下請けメーカーの作ったネジが不具合の原因となっているといったことを、立ちどころに突き止めて対策をとることが可能となっている。こうしたサプライチェーン・マネージメントは、部品数の多い自動車メーカー(アウディ、ポルシェ、フォードなど)や家電メーカー(サムスン電子など)での実証実験が進んでいる。

不動産登記についても、まさに「取引履歴を改 ざんされない形で長期間保存していくことが必要」 な業務であり、トレーサビリティの確保という観 点からは、ブロックチェーンの利用が適している 業務であるものとみられる。

#### ⑤スマートコントラクトを利用できる業務

ブロックチェーンのもう1つの特徴として、スマートコントラクトとの相性が良いという点が挙げられる。「スマートコントラクト」とは、プログラム化して自動的に実行できる契約のことである。スマートコントラクトを設定するためには、まず「執行する条件」と「契約の内容」をあらかじめ定義してプログラム化しておく。そして、執行条件に合致した「イベント」が発生すると、あらかじめ規定された契約が自動的に執行されるといったものである。

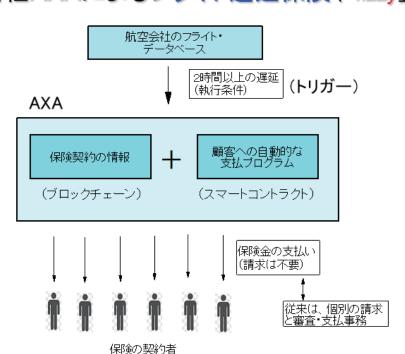
スマートコントラクトは、すでに「フライト遅 延保険」として導入されている。これは、仏の保 険会社 AXA が実用化しているもので、保険契約の 情報をブロックチェーンで保管したうえで、スマ ートコントラクトとして顧客への自動的な支払プ ログラムを設定しておく。そして、航空会社のフ ライト・データベースから、2時間以上の遅延(執 行条件) との情報が得られた場合には、保険契約 者に自動的に保険金の支払いを実行する(保険金 の支払請求は不要)というものである(図表6)。 このように、ブロックチェーンはスマートコン トラクトと組み合わせることによって、業務の自 動化を進め、劇的な効率化を達成することができ る。不動産の分野でも、スマートコントラクトを 活用すれば、契約書を電子化したうえで、契約の 成立を「執行条件」とすることによって、不動産 登記や資金決済の実行を自動的に行い、業務の効 率化を図るといった構想が考えられている。

ただし、不動産の場合には、①高額な資産を対象とした金額が大きな取引であること、②抵当権や定期借地権など権利が付いた形での不動産の売買や付帯設備の引継ぎが必要になるケースがあるなど、物件ごとの個別性が強いことなどから、果たしてこうした自動化に馴染むのかどうかについては、やや疑問が残るところである。

金融の世界では、すでに世界銀行がブロックチェーンを用いた新型債券である「ブロックチェーン債」を発行している。しかし、品質が均一である債券とは異なり、不動産の場合には、1つ1つ

# 仏保険会社AXAによるフライト遅延保険(「fizzy」)

図表6 スマートコントラクトの利用の事例



出所:筆者作成

の案件ごとに個別性が強く、また売買契約に付随 する条件が多いことなどから、それほど単純には 行かない面もあるのではないかと考えられる。

#### (残された課題)

不動産登記は、国土の全域にある不動産(土地や建物)の1つ1つについて、どこに所在し、誰が所有しているのか、という情報を記録したものである。従って、公共性が非常に高く、そのため各国とも、公的当局(わが国では法務省)が主体となって、その管理を行っている。

民間によるブロックチェーン登記サービスといったものもいくつかみられているが、高い公共性という見地からは、不動産登記は、民間のサービスには必ずしも適さないものとみられる。たとえば、複数の民間のサービス提供者が、分断された形で不動産登記を行うといった事態が生じたとすると、利用者にとっては、大変に不便な状況となる。ある不動産については、A社の登記簿に記録

され、別の不動産についてはB社の登記簿に記録 されるといった事態が発生してしまうためである。 このため、不動産登記のブロックチェーン化を 進めるのにあたっては、プロジェクトの主体は、 あくまでも公的当局(法務省)でなければならな い。民間のIT事業者が技術的なサポートを行うと しても、それを利用し、管理主体となるのは、法 務省であることが必要となる。海外のプロジェク トをみても、スウェーデンの国土調査庁、英国の 土地登録庁、ウクライナ政府など、公的な当局が 主体となって実証実験を進めている。

また、ブロックチェーン上の記録についての法 律的な性格を、どのように構成するのかについて も検討が必要である。ブロックチェーン上の記録 に対抗力(対抗要件)を与えるためには、法律の 改正が必要となることも考えられる。また、書面 や証明書など、紙ベースの手続きを前提とした法 体系にも全般的な見直しが必要となる可能性があ る。

いずれにしても、各国において実証プロジェク トが着々と進んでいる中、わが国でも、ブロック チェーンの応用に向けた知見を積極的に蓄積して いく必要があろう。

# (おわりに)

ブロックチェーンの利用を考える場合には、「技 術主導」の考え方ではうまくいかない。新しい技 術が出てきたから何かに使えないか、ブームに乗 ってどこかに使えないか、といった発想ではプロ ジェクトの成功は覚束ないのである。新技術の利 用は、あくまでも「課題の解決」(ソリューション) のためでなくてはならない。そのためには、「ニー ズ主導」という考え方が必要である。「手間がかか っていて、非効率な業務は何か」ということを考 え抜いたうえで、現状の課題をブロックチェーン によって解決できないかを検討していく必要があ る。金融分野でブロックチェーンの応用が考えら れているのは、国際送金や貿易金融など、いずれ もこれまで非効率で高コストであった業務であり、 これらは、こうしたニーズ主導による典型的な例 である。

不動産の分野では、こうした非効率で高コスト だった業務にあたるのが「不動産登記」なのでは ないだろうか。海外で取り組まれている実証プロ ジェクトの数の多さがこのことを物語っている。

不動産分野におけるブロックチェーンの活用と しては、不動産登記以外にも、①不動産の賃貸契 約をブロックチェーンで管理する、②不動産の持 ち分権をブロックチェーン上に「トークン」とし て発行し、分割して売買する、といったアイデア もあり、いくつかの実証実験も行われている。こ れらについては、不動産登記ほどの高い公共性は なく、今後、民間のプロジェクトとして進められ ていく可能性があろう。

金融分野では、ブロックチェーンのプロジェク トが目白押しであり、今後「ブロックチェーン 2.0」 が進んで、金融業務が大きく変わっていくことは 間違いないものとみられる。また、さらに金融の 枠を超えて「ブロックチェーン 3.0」が普及して

いけば、不動産、医療、物流、行政、食の安全性、 選挙など、広範囲にわたって人々の生活を大きく 変えていく可能性が高いものとみられる。ブロッ クチェーンの普及の広がりやその速度と、それが もたらすインパクトについては、今度も注目して いく必要があろう。