

Title	先端技術を用いた事業に関する企業価値評価：web3.0の市場評価
Author(s)	砂川, 和雅
Citation	年次学術大会講演要旨集, 39: 383-388
Issue Date	2024-10-26
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/19602
Rights	本著作物は研究・イノベーション学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Research Policy and Innovation Management.
Description	一般講演要旨

先端技術を用いた事業に関する企業価値評価 ～web3.0 の市場評価～

○砂川 和雅（東京理科大学）

8823232@ed.tus.ac.jp

1. 要旨

先端技術を用いて事業展開する企業や資本市場の参加者にとって、その技術や事業形態を源泉とした企業価値評価は重要である。他方で、どういった技術や事業形態が企業価値に繋がって、どのように資本市場で株価として反映されるのかを明らかにした研究は少ない。本稿では、先端技術のひとつである web3.0 を取り上げ、イベント・スタディによって web3.0 に優位性があるか＝株主超過リターンが生じているか否か、web3.0 で用いられる技術や事業形態の差異によって株主超過リターンに何らかの差が生じるのか否かについての調査を行った。

その結果、web3.0 には平均+5.37%の株主超過リターンが生じ、技術分類／事業形態（ブロックチェーンやスマートコントラクトなどの技術、金融・不動産や NFT など形態）の差異によって株主超過リターンが+2.88%～+9.78%にわたって分布することがわかった。このことは、資本市場において web3.0 の事業に取り組む企業の企業価値評価が高くなる傾向があること、当該企業価値評価の源泉に技術的要素が影響を及ぼしていることを示唆している。

2. Web3.0 の概念

web3.0 は、2014 年に分散アーキテクチャーの主要研究者の一人である Gavin Wood によって提唱された概念であり、「分散・暗号化された情報公開システム」による「セキュアな社会オペレーションシステム」と定義されている。この概念には、2008 年にサトシ・ナカモトが発表したブロックチェーンによるビットコインの実装が含まれる。その特徴は、真実性と信用を担保するインセンティブシステムを核に、高度な分散コンピューティング技術を用いて社会実装された事業の形態であり、暗号通貨はもちろん、細分化されたデジタル証券(RWA: Real World Asset / Security Token, Utility / Governance, Non Fungible Token 等を含む)、貿易取引、保険取引、DeFi: Decentralized Finance などの金融領域、ゲーム(GameFi を含む)、コンテンツ、著作権管理、生産物や Co2 のトラッキング・トレーサビリティなどの取引領域、DePIN: Decentralized Physical Infrastructure Network と呼ばれるデジタル地図作成、点検、ストレージ、AI、ICP: Internet Computer Protocol などの物理インフラ領域が挙げられる。

これらに共通するのは、いずれも非中央集権的な特性を持ち、既存の取引仲介者や保証システムを必要とせずとも自律分散的に取引が持続される点にある。このことは、例えば中央銀行や為替中継銀行、証券保管機構、信用保証機関等の存在を不要にし、個人間=Peer toPeer で取引を完結することで取引費用を最小化したり、仕事を分散化することで巨大な規模の経済を創出したり、既存の社会システム全体に影響を与える極めて広範な概念といえる。従って、web3.0 に基づく事業を行う企業の企業価値評価は、これら複雑で広範な概念を理解し、技術的な要素から事業の将来価値を予測する必要性が生じる。

3. 企業価値評価

企業価値評価は、企業単独の財務評価をベースとするコーポレート・ファイナンスと、コーポレート・ファイナンスを集積して抽象化し株式市場(=資本市場)等での評価をベースとするインベストメント・ファイナンスの2種類の領域に分けられる。コーポレート・ファイナンスにおける企業価値評価の手法は、一般に、将来キャッシュフローを予測するインカムアプローチ、類似企業の企業価値と比較するマーケットアプローチ、純資産等を評価するコストアプローチの3種類が挙げられる。これらの評価手法による企業価値の最終結果は、いずれも株価として表現することができる。

インベストメント・ファイナンスにおいては、これら個別企業の株価が多数の企業が上場する資本市場に開示され、資本市場に参加する投資家がそれぞれの予想に基づいて再評価を行い、株式等の証券の売買を通じてその株価が決定される。これら再評価の手法には、ROE や PER といった個別企業の財務

指標を基準とするもの、 β やCAPMをはじめとする資本市場全体や相対的なリターンとリスクを基準とするものなど多数の評価手法が存在するが、コーポレート・ファイナンスと同様に、その評価結果は最終的に株価に収斂される。資本市場の参加者は、自らの利得を最大化するために合理的な株価を決定することから、資本市場は完全競争的となり、利用可能な全ての情報（完全情報の経済）を織り込んで株価を決定するインセンティブが生じる。この結果、あらゆる企業価値評価の手法が株価に反映されているといえる。これを効率的市場仮説といい、ファイナンス論において標準的なフレームワークとなっている。

4. Web3.0 と企業価値評価

これまで整理したとおり、web3.0 は非常に広範な概念を含み、複雑で難解な事業形態を企業価値評価に織り込む必要がある。ここで、効率的市場仮説を前提とするならば、web3.0 の社会実装の方法として利用される技術や事業の形態によって株価が決定されているといえ、資本市場における個別企業の株価の変動を観測して整理分類することにより、技術や事業形態がもつ企業価値への影響やその特徴を明らかにすることができるものと考えられる。このことは、企業価値評価の正確性を向上し、企業のweb3.0事業に対する事業戦略や財務戦略、投資家の資本市場における投資戦略の検討などに寄与するほか、適正な株価は社会的な信用の向上をもたらす。このアプローチは、航空宇宙・AI・バイオなど、先端技術を用いた事業を行う企業の企業価値評価においても共通に適用できる可能性があり、研究意義の高い分野といえる。

5. 先行研究

・学際領域を含む先行研究

Web3.0 に関する代表的な研究領域は、理工的な技術要素に関する研究、社会実装に関する研究、法と経済学に関する研究、企業価値に関する研究などが挙げられる。

理工的な技術要素に関する研究には、ブロックチェーン技術（今村・中川・吉田, 2017）、分散台帳技術とコンセンサスアルゴリズム（齋藤, 2008）、スケーリングやトランザクションにおけるパフォーマンス向上に関する技術（濱田・小田・澁田, 2023）など、web3.0 を実現する技術手段に関する研究がなされている。これらの研究から、従来にない新たなアイデアと技術によってイノベティブな社会実装への発展が期待できることがわかる。

次に、社会実装に関する研究には、中央銀行デジタル通貨（柳川・山岡, 2019）、コンテンツや著作権（高木・柿崎・廣瀬・猪俣, 2019）、電力・環境（武永, 2023）、自律分散型組織 DAO: Decentralized Autonomous Organization（齋藤・内田, 2023）、セキュリティ（面, 2024）など多数の提案がなされている。これらの研究からは、web3.0 が社会に与えるインパクトや影響が述べられており、産業や企業にとっての新事業展開・市場創造の可能性があることが示されている。

また、法と経済学の領域には、トークノミクス（山崎, 2017）、資金決済・権利帰属・動産/不動産・債権の法定課題（山田, 2019）会計上の課題（来栖, 2019）、構造・公共性・排他的支配の分析（岡田, 2019）などの領域がある。これらの研究からは、web3.0 における経済圏の構築やインセンティブシステムが述べられており、従来の法制度の枠組みに限界があること、適切な規制やルールセットの重要性が述べられている。

最後に、企業価値に関する研究には、財務価値評価によるパフォーマンス・スタディ（Prateek Sharma et al., 2023）、株価に基づくイベント・スタディ（渡辺, 2018, Haji Suleman Ali et al., 2023）が挙げられる。これらの研究からは、web3.0 事業に有意な財務効果・株価効果があることが示されている。

・先行研究と課題

このように、Web3.0 は非常に裾野の広い研究がなされている一方で、その社会的影響を定量的に観測した研究は少ない。例えば、分散台帳技術を用いて構築されたデジタル通貨が及ぼす効果が社会的な課題を克服しつつ大きなイノベーションを生むならば、その事業を行う企業の株価を定量的に観測することで一定の説得性のある仮説が提唱できる可能性がある。すなわち、資本市場という理想的なモデルを前提に完全情報の経済を応用して技術や事業形態の影響度の大きさを推定することに通底し、先に述べた企業価値評価の正確性向上にも裨益するものと考えられる。このような背景から、本稿では定量的評価の方法に着目し、先行研究として企業価値に関する研究をリファレンスとする。

web3.0 をテーマとしたパフォーマンス・スタディの研究としては、Prateek Sharma et Al. (2023) が挙げられる。同研究では、2017 年から 2021 年にかけて BTC(BitCoin)を採用した企業 4,994 件をサンプルとし、トービンの q が大幅に向上することを報告している。このことは、web3.0 領域における主要なユースケースである BTC が企業価値向上にポジティブな効果をもたらし、長期の財務パフォーマンスに影響を及ぼす可能性を示唆している。他方、本研究のサンプルデータは、BTC 以外のノイズの影響を受けている可能性が懸念される。例えば、BTC を採用した企業が、BTC の購入にあたって大型のデットファイナンスを行ったような場合、BTC 以外の財務状況がトービンの q を上昇させる可能性がある。このような状況は、BTC=web3.0 と関係のない情報=ノイズがその企業価値評価に影響を及ぼす。パフォーマンス・スタディでは、このようなノイズの影響が懸念されることから、web3.0 の技術や事業形態の影響度の大きさから生じる企業価値評価に絞り込んで分析するには課題を生じることとなる。また、BTC を採用するケースでも、その事業形態には単なる投資目的での保有もあれば、ステーブルコインの裏付け資産としてスワップを目的とするようなケース、ステーキングを目的とするようなケースなど様々な目的があり、目的に応じて利用される技術も多種多様であることから、企業価値評価にどのような要因が影響を及ぼすのか具体化した研究が必要となる。

パフォーマンス・スタディとは異なった定量分析手法であるイベント・スタディの研究として、Haji Suleman Ali et al. (2023) が挙げられる。当該研究では、米国の株式市場を対象に、2016 年から 2019 年の間に米国企業がアナウンスメントしたブロックチェーンプロジェクト 114 サンプルにおいて、発表日をイベントとした場合、市場調整後株主超過リターン(AR : Abnormal Return)の平均 (AAR : Average Abnormal Return) は+6.10%となることが示されている。このうちコストや時間の節約に重点を置いたブロックチェーンプロジェクトを発表した場合は+8.54%となっており、投資家が事業の形態によって企業価値を評価していることを示唆している。なお、イベント・ウインドウを+2 日まで拡大した場合の累積超過リターン(CAR : Cumulative Abnormal Return)においても+6%前後の効果が確認されており、web3.0 におけるブロックチェーン技術を用いた企業の社会的影響を示唆するものといえる。他方、当該先行研究においては、ブロックチェーン以外の技術的要素については調査されておらず、また、あくまで米国の株式市場における分析であり、日本の株式市場における分析も必要と思料される。ここで、イベント・スタディにおいては、効率的市場を前提に極めて短期間での株価変動を観測することからノイズが混入する可能性は低く、該当イベントによる直接的な影響を観測しやすくなる。本稿では、web3.0 に係わる技術や事業形態による企業価値(=株価)の変化を観測することが目的であるから、イベント・スタディを用いた分析を行う。

6. 分析

以下の図表 1 は、日本の株式市場に上場する約 3,700 社のうち、2019 年 12 月から 2024 年 2 月末まで web3.0 に関するアナウンスメントを行った 57 社*1 を対象に、発表日を $t=0$ *2 としたイベント・ウインドウにおける AAR を市場別に観測したものである。

図表 1) 市場別 AAR

市場	銘柄数	構成比	AAR ($t=0$)
プライム	21	36.8%	4.59%
スタンダード	20	35.1%	6.30%
グロース	16	28.1%	5.22%
全体	57	100.0%	5.37%

*1 所属市場について、発表時点の所属市場を以下としている。

東証 1 部・プライム、東証 2 部・スタンダード、マザーズ・グロース

*2 取引時間外のアナウンスメントの場合は、翌取引日のデータを参照している。

上記の結果から、全市場の AAR は+5.37%となっており、web3.0 を用いた事業の優位性が示される結果となった。この結果は、米国市場における先行研究とも整合的なものであり、世界的に類似の傾向がある可能性を示唆している。特筆すべき点として、時価総額が大きい企業が集積するプライム市場におい

て+4.59%、次に時価総額が大きいスタンダード市場で+6.30%のリターンが観測されている点である。このことは、企業規模に関係なく、資本市場の参加者から web3.0 事業が高い企業価値評価を受けていることを示している。

次の図表 2 は、各企業のアナウンスメントの内容を分析し、web3.0 における技術分類を市場別に集計したものである。

図表 2) 技術と市場分類

技術分類	頻出	プライム	スタンダード	グロース
ブロックチェーン	9	5	4	0
スマートコントラクト	25	9	9	7
web3.0 インフラ	12	4	7	1
DID	11	3	0	8
合計	57	21	20	16

ここで、技術分類の定義は以下のとおりである。

- ・ブロックチェーン 一意のハッシュ値を分散台帳に記述し、取引のトランザクションを記録・公開・透明化するためにブロックチェーン技術を用いるもの。代表的な社会実装の形態に暗号通貨の取引、二酸化炭素等のトレーサビリティが挙げられる
- ・スマートコントラクト ブロックチェーン技術にメタ情報を付与するための技術。代表的な社会実装の形態にゲーム、IP（キャラクター・音楽・画像・映像など）、債権（不動産・権利・流動資産など）、などの契約情報（コントラクト）のデジタル化が挙げられる
- ・web3.0 インフラ ブロックチェーンやスマートコントラクトが実装されたレイヤーと呼ばれる分散型のアプリケーションインフラ技術（ミドルウェア・フレームワークを含む）。代表的な社会実装の形態に Astar Network、Polka Dot などのスケーリングソリューションが挙げられる
- ・DID Decentralized IDentity：分散型で個人や法人を一意に特定し状態を管理するための技術。代表的な社会実装の形態にデジタルウォレット（例：ボランティア参加でポイント加算）が挙げられる。

この結果から、企業規模が大きいほど、技術の社会実装の形態が比較的理解しやすく特定の領域に絞り込んだものに取り組んでいる傾向があり、企業が小さいほど、技術的難易度が高くあらゆる業種に浸透しやすいもの（汎用性の高い技術）に取り組んでいる傾向があることが確認できる。

次の図表 3 は、図表 2 と同様に、各企業がアナウンスメントした事業形態が、どのような技術を用いているのかを集計したものである。

図表 3) 事業形態と技術分類

事業形態	頻出	ブロックチェーン	スマートコントラクト	web3.0 インフラ	DID
金融・不動産	8	6	2	0	0
NFT・ゲーム・コンテンツ	20	0	20	0	0
基盤（社会インフラ等）	11	1	1	8	1
戦略（M&A、資本提携等）	8	2	2	4	0
メタバース	10	0	0	0	10
合計	57	3	23	12	11

この結果から、NFT・ゲーム・コンテンツ事業においては、ほぼ確実にスマートコントラクトが、同様にメタバースでは DID が用いられていることがわかる。一方、金融・不動産や基盤などの領域においては利用される技術に幅があり、例えば、取引を管理したいのか契約を管理したいのか、あるいは各サービスの管理を行いたいのか汎用的なインターフェースを提供したいのか、などで利用する技術に差異があるものと推察される。その他、戦略においても同様に技術に幅があるのは、企業を買収したり資本提携等を行ったりすることにより、事業そのものより技術獲得を目的にしていることが想定される。

最後に、以下図表 4 では、利用される技術分類によって AAR にどのような傾向があるのかを観測する。

図表 4) 技術分類と AAR

技術分類	件数	AAR (t=0)
ブロックチェーン	8	9.78%
スマートコントラクト	25	2.88%
web3.0 インフラ	13	5.01%
DID	11	8.25%
合計	57	—

この結果から、ブロックチェーン技術を用いた事業が+9.78%、次に DID が+8.25%と高い企業価値がつく傾向があることがわかった。社会実装の形態としてブロックチェーンは著名であり web3.0 や暗号資産等との連想が比較的容易に働くため AAR に寄与した可能性が考えられるが、DID は殆ど社会的に無名ながら高い AAR が観測されている。DID は主にデジタルウォレットやメタバース等における一意性の担保に利用されていることから、資本市場の参加者は当該技術を高く評価しているか、あるいは技術内容というより社会実装の形態、すなわちメタバースといった比較的わかりやすいユースケースに反応している可能性も想定される。この点は、ゲーム・IP・債権といったユースケースが容易に想像できるスマートコントラクトにおいて+2.88%という結果からも連想される。

他方、汎用的で広範に利用される技術でユースケースが想定しにくい web3.0 インフラは+5.01%と比較的高い反応が観測されており、技術的評価が企業価値向上に寄与している可能性を示唆している。

7. まとめ

これまでの分析から、日本の資本市場において web3.0 を用いた事業や技術に AR が存在することがわかった。また、企業規模に関係なく AR が生じていることは非常に興味深く、企業の事業戦略上、web3.0 が重要なテーマになり得ることを示唆するデータとなっている。また、企業規模や事業形態によって利用する技術に傾向があり、かつ技術分類によって AR に差異があることは、企業価値評価を行う上で予測精度の向上に寄与したり、事業戦略を定めるうえで領域を選定することに寄与したりする可能性がある。web3.0 を用いた事業の企業価値評価プロセスの一端を明らかにすることは、その他の先端技術を用いた事業の企業価値評価にも応用できる可能性があり、今後ますます研究が必要とされるものと思料される。

なお、今回の分析で利用したサンプル数は限定的であり、調査の精度や内容には課題がある。従って、例えば有価証券報告書や決算報告などの資料に記載された情報を追加することでサンプル数を増やし、AR の有無や事業形態・技術分類の精緻化、仮説の設定と追加的な検証を行うことが求められる。特に、技術を源泉として AR に差異が生じているのか、また、ユースケース、事業の形態、企業規模による差異や、情報の非対称性を含むその他の要素によって差異が生じているのかなど、多くの分析視座からの洞察が必要である。さらに、統計的な有意性の確認、リスクの観測、パフォーマンス・スタディを用いた長期にわたる財務効果の確認など、仮説を強化する定量的な分析も重要な要素となる。web3.0 を通じて技術と企業価値評価との関係性を探ることは、先端技術に含まれる複雑性や情報の非対称性の解明についての研究進展に通底することから、今後の発展が期待される。

8. 参考

本稿における AR、AAR の計算式は以下のとおりである。

- ・株主超過リターン AR (Abnormal Return) 市場調整モデルに基づき、市場調整後のリターンを採用する。

$$AR_{i,t} = R_{i,t} - R_{m,t} \quad (1.1)$$

ただし、 $AR_{i,t}$ は証券 i の t 日における日次の株主超過リターン、 $R_{i,t}$ は証券 i の t 日における日次の原収益率、 $R_{m,t}$ は TOPIX の t 日における日次の原収益率である。

- ・平均株主超過リターン AAR (Average Abnormal Return) 得られた個別企業の株主超過リターンをクラスタごとに加算して平均を算出する。

$$AAR_{i,t} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N AR_{i,t} \quad (1.2)$$

以上

9. 参考文献

- [1] 今村光良, 中川慧, 吉田健一 (2017), ブロックチェーン技術に関する分析および評価, FIT2017 (第 16 回情報科学技術フォーラム), 情報処理学会
- [2] 齋藤 新 (2020), ブロックチェーン技術の最新動向: 4. 分散台帳技術におけるコンセンサス・メカニズム, 情報処理学会
- [3] 濱田 龍助, 小田 謙太郎, 渕田 孝康 (2023), ブロックチェーンのトリレンマの解消に向けて: スケーラビリティ, セキュリティ, 分散性の向上, 研究報告インターネットと運用技術 (IOT), 情報処理学会
- [4] 柳川 範之, 山岡 浩巳 (2019), 情報技術革新・データ革命と中央銀行デジタル通貨, 日本銀行ワーキングペーパーシリーズ 2019 年 2 月
- [5] 高木 誠也, 柿崎 淑郎, 廣瀬 幸, 猪俣 敦夫 (2019), ブロックチェーンを使用したクラウド上でのソフトウェア著作権保護システムの提案, 研究報告インターネットと運用技術 (IOT), 情報処理学会
- [6] 武永直哉 (2023), ブロックチェーン等のテクノロジーを活用した電力および環境価値分野における実証事例, BIPROGY TECHNOLOGY REVIEW 第 157 号, SEP. 2023, BIPROGY 技報
- [7] 面 和成 (2024), セキュリティに焦点を当てたブロックチェーン技術の最新の研究動向, 基礎・境界ソサイエティ 2024 年 18 巻 1 号 p. 88-100, 電子情報通信学会
- [8] 齊藤賢爾, 内田晃秀 (2023), メタバースと Web3, NFT (非代替性トークン), DAO (分散型自律組織) のリアリティ, 通信ソサイエティマガジン 2023 年 17 巻 3 号 p. 219-229, 電子情報通信学会
- [9] 山崎 重一郎 (2017), ブロックチェーン・エコノミーのコンセンサスとガバナンス, 情報管理 2017.9 vol.60 no.6 p. 412-419, 国立研究開発法人 科学技術振興機構
- [10] 山田 政樹 (2019), ブロックチェーン関連技術にまつわる法的問題とその解決, 研究 技術 計画/34 巻 (2019) 4 号 p. 388-403, 研究・イノベーション学会
- [11] 来栖 正利 (2019), ブロックチェーンと会計問題, 流通科学大学論集一流通・経営編一第 32 巻第 1 号, 117-126 (2019), 流通科学大学論集
- [12] 岡田 仁志 (2019), ブロックチェーン・エコノミーの 3 層構造仮説に関する一考察, 情報通信学会誌/36 巻 (2018-2019) 2 号 p. 149-154, 情報通信学会
- [13] 渡邊 真治 (2018), ブロックチェーンの採用が株価へ与える影響に関する実証分析, 経営情報学会全国研究発表大会要旨集, 一般社団法人経営情報学会
- [14] Prateek Sharma, Dharendra Mani, Shukla, Alok Raj, Blockchain adoption and firm performance: The contingent roles of intangible capital and environmental dynamism, *International Journal of Production Economics*, (2023)
- [15] Haji Suleman Ali, Feiyan Jia, Zhiyuan Lou and Jingui Xie, Effect of blockchain technology initiatives, Ali et al. *Financial Innovation*, (2023)