

デジタル証券を用いた資金調達と企業価値の関係性

中 井 教 雄

(受付 2021年 5月 28日)

要 約

本稿は、デジタル証券に代表される新しい資金調達手段が企業価値に及ぼす影響について理論分析により検証した。本稿の主な分析結果は、以下の通りである。第1に、デジタル証券による資金調達が負債あるいは自己資本のどちらに計上されるのかにより、企業の最適資本構成比率は当該証券発行以前の最適水準から乖離する。第2に、デジタル証券による資金調達が新規顧客の獲得や既存顧客の需要増大をもたらす場合、当該証券による資金調達は、収益増加の影響だけでなく、最適資本構成への影響も通じて、企業価値の向上にも寄与する。最後に、デジタル証券の発行によるキャッシュフローの増加効果が大きいほど、当該証券の発行による資金調達は企業価値を向上させる。こうした結果を踏まえると、デジタル証券による資金調達は、それ自体が企業の従来の最適資本構成に影響を与えるだけでなく、当該資金調達に伴うキャッシュフロー増加効果あるいは資金調達コスト低減効果を通じて、企業価値を向上させる可能性があるということが結論付けられる。

1. は じ め に

日本の金融市場においてもデジタル通貨を用いた決済システムの効率化が進められている。後述するように、民間銀行が独自のデジタル通貨を開発・導入することにより、決済業務の効率化や新たな金融サービスの価値創造などが試みられている¹⁾。また、日本銀行においても、法定通貨のデジタル化について研究が進められている²⁾。

一方、非金融企業においては、独自のデジタル通貨を発行することにより、新規顧客の獲得あるいは既存顧客の囲い込みだけでなく、新たな資金調達手段として活用されつつある。2014年から2018年にかけて、ICO (Initial Coin Offering) と呼ばれる資金調達が注目された。ICO は暗号資産を利用した資金調達手段であり、ブロックチェーンの他にスマートコントラクトの技術が用いられている³⁾。ICO では、コインと呼ばれるユーティリティトークンを発行

1) 例えば、顧客囲い込み等の目的も含めて、三菱UFJ銀行は「MUFGコイン」を、みずほ銀行は「Jコイン」を、SBIグループは「Sコイン」の開発を進めている。

2) 日本銀行においては、「プロジェクト・ステラ」により、スウェーデン国立銀行と共同で、法定デジタル通貨 (CBDC: Central Bank Digital Currency) の研究開発が進められている。CBDCとは、中央銀行発行デジタル通貨と定義される。プロジェクト・ステラの詳細については、日本銀行と欧州中央銀行の共同報告書 (第4フェーズ調査結果) である「分散型台帳環境における取引情報の秘匿とその管理の両立」(原題: Balancing confidentiality and auditability in a distributed ledger environment) を参照されたい。また、日本におけるCBDCの動向については、例えば小早川 (2019) を参照されたい。

3) ブロックチェーンとは、仮想通貨ビットコインやエストニアのデジタル政府で使われている技術

することにより資金調達を行うことから、株式上場とは異なり、証券取引所の認可を得る必要がないため、資金調達が容易にできるという利点がある。その一方で、ICO におけるトークンは既存の法制度では対処が困難であり、企業の資産や議決権等とリンクしていないため、価格の評価が困難であることも相俟って、ICO 市場は玉石混交の状態が続いている。

これに対し、STO (Security Token Offering) では、ブロックチェーン技術を用いて証券を電子化したセキュリティトークンを、セキュリティトークン市場に上場することにより、資金調達が行われる。STO は、セキュリティトークンを (金融当局から認可を受けた) 取引所の審査を経て上場することから、法的にも有価証券 (本稿では「デジタル証券」として記述) として扱われるため、投資家保護も実現されている。また、STO にて発行されたセキュリティトークンは、その裏付けとなる企業資産が存在していることから、企業が事業に失敗したとしても、ICO におけるユーティリティトークンほど価値が下落する可能性は低いとされている。

さらに、IEO (Initial Exchange Offering) は、暗号資産取引所がトークンの販売業務から (多くの場合において) 上場までをサポートする資金調達サービスを指す。換言すれば、IEO は、資金調達が希望するプロジェクトに対する一括パッケージのような金融サービスともいえる。IEO は、STO や IPO とは異なり、トークン自体に証券性はないが、暗号資産取引所が完全にバックアップする形で資金調達が進むことから、取引所の権威性、ブランド力を維持するためにも自ずとプロジェクトの精査も行われる。よって、IEO では、取引所を介した取引が行われるため、取引所に登録の投資家のみを対象としたややクローズドなプロセスとなっていると言える。

このように、デジタル証券を用いた資金調達は、企業の視点からみた場合、従来のデット・ファイナンスとエクイティ・ファイナンスように明確な区分を容易に行うことができるとは限らない。また、投資家からの視点においても、デジタル証券からの収益について、利息あるいは配当のような区分では捉えられないものも登場していることから、投資家自身が債権者なのか株主なのかあるいはそのいずれにも該当しないのか、不明瞭な点も少なくない⁴⁾。

こうした背景を踏まえ、本稿は、企業の資金調達におけるデジタル化に着目し、証券市場とりわけ発行市場におけるデジタル証券の導入が企業の資金調達および企業価値に及ぼす影響について検証する。

であり、従来の帳簿と異なる (翁 (2016))。また、スマートコントラクトは、台帳に記載されたデータを基に各々をプログラムデータ、状態データおよび入力データとみなしてプログラム (コントラクト) を実行し、その結果を状態データとして台帳に追記するものである (佐古・古川・小出 (2017))。

4) 例えば、STO において、金銭的な収入が得られない代わりに、投資先企業の商品やサービスの提供が受けられるというケースも存在する。

従来、企業の資金調達と企業価値の関係性については、MM理論（またはMM命題）を基礎として、トレードオフ理論（最適資本構成理論）またはベッキングオーダー理論のような有力な議論が存在する⁵⁾。MM理論とは、Modigliani and Miller（1958）によって提唱された、最適資本構成の理論的考察の基礎となるものである。MM理論の第1命題では、完全資本市場の下において、企業価値が資本構成から独立して決まることが示されている。また、MM理論の第2命題では、法人税などが存在する不完全市場において、支払利息が節税効果をもたらすため、自己資本比率が低い（負債比率が高い）企業ほど企業価値が高くなることが示唆されている。

このMM理論を踏まえ、トレードオフ理論（最適資本構成理論）は、法人税およびエージェンシー問題が存在する場合において、企業価値が最適な資本・負債比率で最大化されることから、企業が時間を通して徐々に目標とする最適資本構成に調整する点を明らかにしたものである。一方、ベッキングオーダー理論は、情報の非対称性と逆選択の問題から、企業がエージェンシー・コストの低い順に資金調達手段の優先順位を定めており、ある手段での調達を限界まで進めた後、それでも資金が不足する場合に次の手段を選択するというを示したものである⁶⁾。

このように、従来の企業金融論では、企業の資金調達が資金調達コスト（あるいはエージェンシー・コスト）の変化を通じて企業価値に影響を与える点について理論・実証研究が行われている。それに対し、デジタル証券を用いた資金調達においては、上記のプロセスを介した企業価値に対する影響だけではなく、企業が独自に発行したデジタル証券による売上等の将来のキャッシュフローに与える変化を通じた企業価値に及ぼす影響も考えられる。

そこで、本稿では、デジタル証券を用いた新しい資金調達手段が企業の最適資本構成および企業価値に及ぼす影響について理論分析により検証する。この理論分析により、(ICO, STO および IEO に代表される) デジタル証券を用いた資金調達が伝統的な資金調達に対する補完的な手段になるのかあるいは代替的な手段になるのかについても明らかにすることができると思われる。

本稿は以下のように構成される。次節では、本稿と先行研究の関係について述べる。第3節では、暗号資産を利用した資金調達に関する会計・金融上の取扱について述べた上で、MM理論に代表される資本構成と企業価値の関係性を明示的に示す理論モデルを紹介する。第4節では、デジタル証券を導入した資本構成と企業価値の関係性を示す応用モデルを構築し、デジタル証券を用いた資金調達が最適資本構成および企業価値に与える影響について明らかにする。最後に、本稿で得られたインプリケーションおよび今後の課題について述べる。

5) トレードオフ理論とベッキングオーダーの関連性については、亀川（2012）を参照されたい。

6) 一般的に、企業は、内部留保、借入、社債、株式の順に資金調達を行うものとされる。

2. 先行研究と本稿の位置づけ

本稿と先行研究との関係は、以下の通りである。第 1 に、企業の資本構成に関する研究として、以下の既往文献が挙げられる。植田 (2013) は、Minsky (1986) の金融不安定性理論における景気循環論に焦点を当て、企業の投資決定と資金調達行動および負債形成の相互作用に関する理論分析を行っている⁷⁾。その結果、マクロ経済情勢や金融システムの安定性などのファンダメンタルズが良好になるにつれて、企業の資本構成も改善することが示されている。また、Clausen and Flor (2015) は、情報の非対称性を伴う動学モデルを用いて、企業の負債比率の選択と投資のタイミングについて考察している。その結果、成熟企業が主にデット・ファイナンスを利用する一方で、ベンチャー企業あるいはスタートアップ企業はエクイティ・ファイナンスを頻繁に用いることが明らかにされている⁸⁾。さらに、宇恵 (2018) は、Myers and Majluf (1984) の理論モデルを踏まえ、企業の外部資金調達および投資決定について、シグナリング理論の観点から検討している⁹⁾。その結果、高利潤タイプの企業がデット・ファイナンスを選ぶ一方で、低利潤タイプの企業がエクイティ・ファイナンスを選択する分離均衡が、完全ベイジアン均衡の一つとして導出されている。

一方、松浦 (2010) は、キャッシュフロー計算書に関する企業の財務データベースを用いて、日本の企業による資金調達において最適資本構成理論 (トレードオフ理論) とベッキングオーダー理論のいずれが優位に説明されるのかについて実証分析を行っている。その結果、日本企業の資金調達においては、最適資本構成理論が支持されることが示されている。また、本庄 (2015) は、動学的パネルデータを用いて、スタートアップ企業の資本構成の決定要因について検証している。その結果、日本のスタートアップ企業の資本構成が過去の資本構成に依存して決定される点が示唆されている¹⁰⁾。

第 2 に、Fintech を利用した資金調達に関する先行研究として、以下の既往文献が挙げられる。北野・武井 (2018) は、ASEAN 域内におけるクラウドファンディングのインフラ整備状

7) Minsky (1986) では、企業の投資意思決定、銀行の貸出行動および家計の消費・貯蓄行動に関する論理をミクロ的基礎から考察し、それを集計したマクロの議論へと展開することにより、金融市場と実物市場の相互連関性を組み合わせた内生的な景気循環理論を導出している。その結果、不確実性および期待に基づく金融取引や投資行動が信用拡張と収縮をもたらし、マクロ経済活動を加速させることにより、経済が不安定になる可能性が高まることが明らかにされている。

8) また、当該論文では、シミュレーション分析を用いた実証分析もっており、この理論分析の結果が静的なベッキングオーダー理論と矛盾する点を明らかにしている。

9) Myers and Majluf (1984) では、有益な投資機会を実行する資金を調達するために企業が普通株を発行する非対称情報モデルについて理論分析が行われている。その結果、企業が株式発行を拒否し得るため、有益な投資機会を逃す可能性があることが示されている。

10) また、当該論文では、キャッシュフローが少量で、成長率が高く、固定資産比率が高い企業ほど、デット・ファイナンスを増加させる傾向があることが明らかにされている。

況について調査している。その結果、ASEAN 域内におけるクラウドファンディング市場は発展の初期段階にある一方で、スタートアップ企業の新たな資金調達手段として成長期待が高まっており、シンガポールを中心にクロスボーダー投資の拡大が見込まれることが明らかにされている。また、清水（2016）は、Fintech の発展が金融市場に及ぼす影響について経済分析の視点から検証している。その結果、クラウドファンディングには融資型、投資型、寄附型などの形式がある中で、融資型と債券投資型あるいは株式投資型と寄附型などにおいて区別が困難なケースが無数に生じる可能性が指摘されている。その一方で当該論文では、Fintech の発展が金融市場をより効率的な完全市場に近づける効果を有しており、取引費用の低下を見越した MM 理論の先見性を裏付けたものであることが述べられている。さらに、Walthoff-Borm, Chwienbacher and Vanacker（2018）は、企業が資金調達に株式（投資型）クラウドファンディングを用いる要因について、実証分析により検証している。その結果、企業が「最後の手段」として（すなわち内部資金と追加的な債務能力が不足している場合において）、株式型クラウドファンディングによる資金調達を行うということが示されている。

最後に、ICO または STO 等のデジタル証券を介した企業の資金調達に関する先行研究として、以下の既往文献が挙げられる。Miglo（2019）は、起業家が STO と ICO のいずれを用いて資金調達を行うのかについて理論分析を試みている。その結果、ユーティリティトークンの収益性が高い場合において、企業と投資家間における利益相反が緩和されるため、ICO が STO よりも有益であることが主張されている¹¹⁾。また、藤井（2019）は、STO による資金調達の可能性およびトークンによる新しい金融商品誕生の可能性について考察している。その結果、STO が適応可能な証券は多種多様であることから、これまで資本市場へのアクセスが困難であった中小企業の（比較的流動性が低い）証券に対しても、世界中の投資家が容易に売買できるようになるという予想がなされている¹²⁾。さらに、Gryglewicz, Mayer and Morellec（2019）は、スタートアップ企業が暗号資産取引所で資金調達するためにトークンを発行する理論モデルを構築することにより、当該企業と暗号資産取引所との間にエージェンシー問題が存在する場合における企業の最適な資金調達のあり方について検証している。その結果、スタートアップ企業が極度の資金不足あるいは深刻なエージェンシー問題に直面している場合を除き、STO や IEO による資金調達の方が一般的なエクイティ・ファイナンス

11) また、Miglo（2020）は、プロジェクト・ファイナンスにおいて、企業が ICO と株式発行のいずれを選択するのにかに関する理論モデルを構築している。この理論分析により、エクイティ・ファイナンスに基づくプロジェクトの平均サイズが、ICO を実施する企業のそれよりも大きくなることが示されている。

12) ただし、こうした ICO または STO のプラットフォームの発展あるいは発行体（企業）による透明性の高い情報開示は必要不可欠であるが、その一方で、投資家側の金融リテラシーの向上も望まれる。この点については、東村（2019）を参照されたい。

よりも選好されることが明らかにされている。

一方、Kondova and Simonella (2019) は、新興企業および小規模企業の資金調達における ICO と STO について比較分析を試みている。その結果、ICO と STO の両方について投資家に対する参入障壁が低いことから、従来のスタートアップ企業の資金調達方法と比較して費用対効果が高いということが結論付けられている¹³⁾。また、神山・塩島 (2020) は、海外における STO 市場の概況を踏まえて、日本における STO の可能性について考察している。その結果、日本において STO が資本市場の裾野拡大に寄与する可能性がある一方で、投資家保護あるいは情報開示に関する課題も一部存在するという点が指摘されている。

これらの先行研究を踏まえれば、デジタル証券を用いた資金調達手段間における優劣あるいはこうした資金調達手段と伝統的な資金調達手段との比較検討に関する先行研究が極めて多い。そうした中で、これらすべての資金調達手段を体系的に取り扱い、企業価値の最大化を達成する最適資本構成比率に対して、デジタル証券を用いた資金調達手段が与える影響について理論的に分析している既往文献は殆どない。

そこで、本稿では、株式、社債および暗号資産（デジタル証券）の 3 種類の証券を用いた資金調達が体系的に取り扱うことにより、デジタル証券を用いた新しい資金調達手段が企業の最適資本構成および企業価値に及ぼす影響について理論分析により検証する。この理論分析により、(ICO, STO および IEO に代表される) デジタル証券を用いた資金調達が伝統的な資金調達に対する補完的な手段になるのかあるいは代替的な手段になるのかについても明らかにすることができると考えられる。こうした点が本稿の特徴として挙げられる。

次節では、デジタル証券による資金調達に関する会計および金融上の取扱について解説した上で、MM 理論に代表される資本構成と企業価値の関係性を明示的に示す理論モデルについて述べる。

3. デジタル証券を用いた資金調達手段と資本構成

3.1. デジタル証券を用いた資金調達手段の取り扱い

前述のように、暗号資産は単に投資目的での売買や決済・送金手段としてだけでなく、企業の資金調達にも利用され始めている。実際に、2017年から2018年前半にかけて、ICO を用いた資金調達は世界的に急拡大した¹⁴⁾。しかし、ICO 市場は玉石混交の状態に陥り、世界各国で規制が課されるようになったため、今後は ICO に代わり STO や IEO を中心とした暗号

13) また、当該論文では、STO が ICO よりも規制されていることから、相対的に ICO よりも質の高い証券発行となるため、投資家により多くの証券発行を行うことができるという点も明らかにされている。

14) 日本経済新聞朝刊 (2019年2月19日)。

資産市場が拡大するものと期待されている。

日本において、2020年5月1日施行の資金決済法および金融商品取引法の改正により、仮想通貨の呼称が暗号資産に変更されただけでなく、暗号資産の保管・管理を行うカスタディ業務に対する規制強化も行われた。その一方で、暗号資産交換業者の利用者である投資家により安全に取引できるように規制が明確化された¹⁵⁾。また、暗号資産の証拠金取引などデリバティブ取引については、FX（外国為替証拠金取引）等と同様に金融商品取引法による規制を受けることになった。

こうした法改正において、最も重要なポイントは、これまでSTOとして市場の期待を集めていたデジタル証券が、「電子記録移転権利」として法令により明確化された点にある。通常の株式や債券を発行するより低いコストで資金調達できることから、小口の調達も可能になると見られている。これにより、セキュリティトークン（ST）は暗号資産の定義から除外され、金融商品取引法のみで規制されることになった。ただし、従来二項有価証券であったファンドの権利などがST化した場合には、より情報の開示義務が課せられる一項有価証券として規制されることになるなど、厳格な規制が適用されることになる¹⁶⁾。

また、デジタル証券には様々な種類が数多く存在しており、種類によって証券の性質が異なる。例えば、エクイティ・トークン・オファリング（ETO: Equity Token Offering）は、実質的な株式をトークンとして保有することができるデジタル証券であり、STOの一種として含まれるケースもある。ICOはプロジェクトのトークンを受け取るだけのものであるのに対し、ETOでは株式をトークン化したものであるため、配当請求権等を有するものも存在する。このように、STOの中でもとりわけETOによる資金調達は資本に区分される。

一方、DAICO（Decentralized Autonomous Initial Coin Offering）は、ICOに自立分散型組織（DAO: Decentralized Autonomous Organizations）の幾つかの特徴を組み込んだものである。DAICOでは、ICOを実施するチームによる資金の持ち逃げ等の詐欺行為を抑止するために、トークンの保有者がプロジェクトの進捗状況に満足できない場合は、投票により投資金の払い戻しを行える仕組みが兼ね備えられている。こうした将来返済義務が生じ得るデジタル証券による資金調達は、負債に該当する可能性がある。

さらに、イニシャル・コンバーティブル・コイン・オファリング（ICCO: Initial Convertible

15) たとえば、オフライン環境下にあるコールドウォレットで95%以上の暗号資産を管理する必要があり、5%以下のオンライン上にあるホットウォレットに関しても顧客資産と同種同量の暗号資産を保持することが求められる。

16) 一項有価証券とは、金融商品取引法2条1項に定める有価証券を指し、国債、地方債、社債、株式、新株予約権、投資信託の受益証券、投資法人の発行する投資証券、新投資口予約権証券および投資法人債券などが含まれる。一方、二項有価証券とは、同法2条1項に定める有価証券を指し、信託受益権（投資信託の受益証券を除く）、合名会社、合資会社または合同会社（同様の性質を有する外国の会社を含む）の社員権および集団投資スキーム持分等が該当する。

Coin Offering) は、投資家に対してトークンの発行日から一定期間経過後にトークンを株式に転換可能とするというトークン化された転換社債のようなデジタル証券も存在する。

このように、デジタル証券による資金調達では、当該証券の性質によって負債あるいは資本のいずれかに組み入れられることになる。本稿では、こうした複雑なデジタル証券が性質上デット・ファイナンスあるいはエクイティ・ファイナンスのいずれに区分されるのかにより、最適資本構成および企業価値にどのような変化が生じるのかについて、理論モデルを用いて検証する。

3.2. 資本構成と企業価値に関する理論分析

資本構成と企業価値の関係性に関する考え方は、Modigliani and Miller (1958) によって提唱された MM 理論を出発点としている。MM 理論の第 1 命題では、完全市場および完全情報を前提としていることから、資金調達手段がデット・ファイナンスあるいはエクイティ・ファイナンスのいずれであろうとも、そうした選択が企業価値に影響を与えないということが示されている。すなわち、完全市場と完全情報が成立し得る経済では、企業価値を最大化するような最適資本構成比率は存在しないといえる。

それに対し、(法人) 税制の存在や倒産確率を考慮した理論モデルにおいて、最適資本構成比率は、負債比率の上昇による資本コストの低減効果と、財務リスクプレミアムの増大効果のトレードオフにより、一意的に決定されることになる。こうした見解が、トレードオフ理論 (最適資本構成理論) の中核である。この理論に基づけば、現在の資本構成比率が最適資本構成比率からある程度乖離している場合、企業は負債圧縮や増資あるいは負債増加や自己株式取得等の財務戦略により、企業価値を向上させることが可能となる。

本節では、理論モデルを用いて上記の含意を示す。ここでは、1 期モデルを前提に考察する。企業は期首に資金調達を行い、期末にキャッシュフロー (X) を得る。企業は、負債 (有利子負債) と株式発行により資金調達を行うことができる。企業は、有利子負債資本コスト r_D で負債調達し、自己資本コスト r_E で資本調達することができる。このとき、 $t=0$ における企業価値 (V_0) は資産 (A_0) と一致し、次式のようになる。

$$V_0 = A_0 = D_0 + E_0 \quad (1)$$

ここで、 D および E はそれぞれ、負債および株式発行による資金調達額である。

また、 $t=1$ における企業価値 (V_1) は、以下のように表される。

$$V_1 = X - r_D D_1 - r_E E_1 - \tau(X - r_D D_1) \quad (2)$$

ここで、 τ は法人税率である。(2) 式は、 $t=1$ における企業価値が今期末のキャッシュフローによって決定されることを意味している。この式において、負債に対する利払いは損金算入される (課税されない) ため、第 4 項では法人税がキャッシュフローから利払いを控除した

値に法人税率が掛けられることになる。

(2) 式について、資本構成比率 (θ_1) を $\theta_1 \equiv D_1 / (D_1 + E_1)$ と定義し、(1) 式を用いると、次式のように整理される。

$$V_1 = (1 - \tau)(X - r_D \theta_1 A_1) - r_E (1 - \theta_1) A_1 \quad (3)$$

上式を θ_1 について微分することにより、企業価値最大化に関する資本構成比率の1階条件が、以下のように得られる。

$$\frac{\partial V_1}{\partial \theta_1} = -(1 - \tau) \left(\frac{\partial r_D}{\partial \theta_1} \theta_1 + r_D \right) A_1 + r_E A_1 = 0 \quad (4)$$

ここで、有利子負債資本コストが資本構成比率の増加関数として設定されている。これは、資本構成比率（負債比率）が上昇するにつれて、財務リスクプレミアムも増大するためである。トレードオフ理論では、このような形で倒産確率が考慮されている¹⁷⁾。

(3) 式を更に θ_1 について微分すると、次式の通り、企業価値最大化に関する資本構成比率の2階条件が満たされることがわかる¹⁸⁾。

$$\frac{\partial^2 V_1}{\partial \theta_1^2} = -(1 - \tau) \left(\frac{\partial^2 r_D}{\partial \theta_1^2} \theta_1 + 2 \frac{\partial r_D}{\partial \theta_1} \right) A_1 < 0 \quad (5)$$

(4) 式は、以下のように計算される。

$$r_D + \frac{\partial r_D}{\partial \theta_1} \theta_1 = r_E + \tau \left(r_D + \frac{\partial r_D}{\partial \theta_1} \right) \quad (6)$$

上式の左辺は、資本構成比率の引き上げによる有利子負債資本コストの増大および財務リスクプレミアムの上昇を通じた企業価値の限界的な低減を表している。また、上式の右辺は、資本構成比率の引き上げによる節税効果および自己資本コストの減少を通じた企業価値の限界的な増大を示している。よって、(6) 式は、これら2つの限界的な影響度が一致するような資本構成が達成され場合において、企業価値が最大化されることを意味している。すなわち、このような条件を満たす資本構成比率が、最適資本構成比率 (θ_1^*) として定義される。

次節では、本節で構築した理論モデルにデジタル証券を明示的に組み込むことにより、デジタル証券を用いた資金調達手段が最適資本構成比率および企業価値に及ぼす影響について考察する。

17) 本モデルでは、計算の簡易化を図るため、自己資本コスト (r_E) が一定であると仮定している。なお、自己資本コストを株式発行量 (E) の増加関数（あるいは資本構成比率の減少関数）と仮定した場合においても、以降の結果には影響しない。

18) ここで、資本構成比率についての有利子負債資本コストの二次導関数が負であると仮定しているが、この仮定は現実の経済においても多くの場合当てはまる。

4. デジタル証券を用いた資金調達手段と企業価値

本節では、前節で導出したトレードオフ理論にデジタル証券を導入することにより、最適資本構成比率および企業価値がどのように変化するのかについて検証する。ここでは、前節の 1 期モデルを拡張し、2 期モデルとして考察する。

まず、 $t=1$ 期における最適資本構成比率 (θ_1^*) を明示的に計算する。ここで、有利子負債資本コストが資本構成比率 (θ_1) について次の関数のように決定されるものと仮定する。

$$r_D(\theta_1) = a\sqrt{\theta_1} \quad (7)$$

(7) 式において、 $a (> 0)$ は、上記関数のパラメータである。

(7) 式を (6) 式に代入することにより、 $t=1$ 期における最適資本構成比率 (θ_1^*) は、以下のように導出される。

$$\theta_1^* = \frac{4r_E^2}{9a^2(1-\tau)^2} \quad (8)$$

よって、企業は $t=1$ の期首において (8) 式で示される最適資本構成で資金調達を行い、 $t=1$ の期末において (3) 式の θ_1 に θ_1^* を代入した企業価値 (V_1^*) を達成する。

次に、企業は $t=2$ の期首において、(8) 式に基づく負債および資本により調達した資金を保持しながら、追加資金としてデジタル証券の発行による資金調達を行う。デジタル証券の発行による資金調達量 (B) を、次式のように考える。

$$B = \gamma B + (1-\gamma)B \quad (9)$$

ここで、 $\gamma (0 < \gamma < 1)$ は、デジタル証券の発行による資金調達のうち (DAICO などの) 負債型のデジタル証券を用いた資金調達の割合を表している。換言すれば、企業は、デジタル証券の発行による資金調達のうち $(1-\gamma)$ の割合で、(ETO などの) 資本形式のデジタル証券を用いて資金調達する。また、その他の表現として、企業が、 $t=2$ の期首に (DAICO などの) 転換社債型のデジタル証券を発行し、 $t=2$ の期末に資金調達量 (B) のうち $(1-\gamma)$ の割合が株式に転換されるということも考えられる。最も単純な例は、次の 2 つのケースである。 $\gamma=0$ の場合、企業が発行したデジタル証券はすべて資本に組み入れられる。一方、 $\gamma=1$ の場合、企業が発行したデジタル証券はすべて負債に組み入れられる。

また、デジタル証券の発行による資金調達には、キャッシュフロー (X) を増加させる効果があるとされている。これは、企業の資金調達のために発行されたデジタル証券が、暗号資産市場に流通した後、他の暗号資産と交換されることにより、暗号資産を用いた当該企業の財やサービスの購入が行われることが期待されるためである。本稿では、こうしたデジタル証券の発行から派生的に享受されるキャッシュフローの増加効果を $\alpha(B)$ として表現し、

企業価値に導入する。本モデルでは、 $\alpha(B)$ が以下のように収穫逓減の性質を有するものと仮定する¹⁹⁾。

$$\alpha(B) = b\sqrt{B} \quad (10)$$

$$\frac{\partial \alpha}{\partial B} = \frac{b}{2} B^{-\frac{1}{2}} > 0 \quad (10-a)$$

$$\frac{\partial^2 \alpha}{\partial B^2} = -\frac{b}{4} B^{-\frac{3}{2}} < 0 \quad (10-b)$$

ここで、 $b (> 0)$ は、上記関数のパラメータである。

このとき、 $t=2$ における企業価値 (V_2) は、次のように表される²⁰⁾。

$$V_2 = (1-\tau) \left\{ (1+\alpha(B))X - r_D \theta_1^* A_1 - r_{BD} \gamma B \right\} - r_E (1-\theta_1^*) A_1 - r_{BE} (1-\gamma) B \quad (11)$$

ここで、 r_{BD} および r_{BE} はそれぞれ、負債型のデジタル証券および株式型のデジタル証券の資金調達コストを示している。

上式を B について微分することにより、企業価値最大化に関するデジタル証券の発行による資金調達量の1階条件が、以下のように得られる。

$$\frac{\partial V_2}{\partial B} = (1-\tau) X \frac{\partial \alpha}{\partial B} - (1-\tau) r_{BD} \gamma - r_{BE} (1-\gamma) = 0 \quad (12)$$

(12) 式を更に B について微分すると、次式の通り、企業価値最大化に関するデジタル証券の発行による資金調達量の2階条件が満たされることがわかる。

$$\frac{\partial^2 V_2}{\partial B^2} = (1-\tau) X \frac{\partial^2 \alpha}{\partial B^2} < 0 \quad (13)$$

(10-a) 式を (12) 式に代入することにより、 $t=2$ 期におけるデジタル証券の発行による最適資金調達量 (B^*) は、以下のように導出される。

$$B^* = \left[\frac{b(1-\tau)X}{2\{\gamma(1-\tau)r_{BD} + (1-\gamma)r_{BE}\}} \right]^2 \quad (14)$$

次に、 $t=2$ 期における最適資本構成比率 (θ_2^*) を計算する。まず、 $t=2$ 期における資本構成比率 (θ_2) は、次のように定義される。

19) キャッシュフローの増加効果が収穫一定あるいは収穫逓増の性質を有することは現実の経済において考えにくい。本稿では当該効果に収穫逓減の法則が成り立つものとしてモデル化を試みている。

20) ただし、計算の複雑化を回避しモデルの本質を明確にするため、 $t=1$ の期末に得られたフリーキャッシュフローは、 $t=2$ における企業価値 (V_2) から除外している。

$$\theta_2 \equiv \frac{D_1^* + \gamma B}{D_1^* + E_1^* + B} \quad (15)$$

ここで、 $D_1^* = \theta_1^* A_1$ および $E_1^* = (1 - \theta_1^*) A_1$ であることから、(8) 式より、(15) 式は次式のよ
うに計算される。

$$\theta_2 = \frac{4r_E^2 A_1 + 9a^2 (1 - \tau)^2 \gamma B}{9a^2 (1 - \tau)^2 A_1 + 9a^2 (1 - \tau)^2 B} \quad (16)$$

(16) 式および (14) 式より、 $t = 2$ 期における最適資本構成比率すなわち有利子負債、株式
およびデジタル証券を組み合わせた最適資本構成比率 (θ_2^*) は、以下のように計算される。

$$\theta_2^* = \frac{4r_E^2 A_1 + 9a^2 (1 - \tau)^2 \gamma \left[\frac{bX(1 - \tau)}{2\{\gamma(1 - \tau)r_{BD} + (1 - \gamma)r_{BE}\}} \right]^2}{9a^2 (1 - \tau)^2 A_1 + 9a^2 (1 - \tau)^2 \left[\frac{b(1 - \tau)X}{2\{\gamma(1 - \tau)r_{BD} + (1 - \gamma)r_{BE}\}} \right]^2} \quad (17)$$

(17) 式より、新たな最適資本構成比率 (θ_2^*) は、以下の性質を有する。第 1 に、 θ_2^* と θ_1^*
の大小関係を比較すると、以下の関係性が成り立つ。

$$\begin{aligned} &\text{If } 0 < \gamma < \theta_1^* \text{ then } \theta_2^* < \theta_1^* \\ &\text{If } \gamma = \theta_1^* \text{ then } \theta_2^* = \theta_1^* \\ &\text{If } \theta_1^* < \gamma < 1 \text{ then } \theta_2^* > \theta_1^* \end{aligned} \quad (18)$$

上式より、デジタル証券による資金調達が発行あるいは自己資本のどちらかに計上されるの
かにより、デジタル証券発行後における企業の最適資本構成比率がそれ以前の最適資本構成
比率の水準から変動することがわかる。これは、(12) 式または (14) 式に示されるように、
デジタル証券の発行による最適資金調達量 (B^*) が、当該証券発行によるキャッシュフロー
増大効果の限界的な影響と当該証券の資金調達費用の限界的な増加が一致するように決定さ
れるためである。

第 2 に、デジタル証券発行によるキャッシュフローの増加効果の大きさを示すパラメータ
 b ($b > 0$) が、 $t = 2$ 期の最適資本構成比率 (θ_2^*) に与える影響は、次のように計算される。

$$\frac{\partial \theta_2^*}{\partial b} = \frac{9a^2 (1 - \tau)^3 A_1 X \left\{ 9a^2 (1 - \tau)^2 \gamma - 4r_E^2 \right\} \left\{ \gamma(1 - \tau)r_{BD} + (1 - \gamma)r_{BE} \right\}}{\left[9a^2 (1 - \tau)^2 A_1 \left\{ \gamma(1 - \tau)r_{BD} + (1 - \gamma)r_{BE} \right\} + 9a^2 (1 - \tau)^2 \frac{b^2 X^2 (1 - \tau)^2}{4 \left\{ \gamma(1 - \tau)r_{BD} + (1 - \gamma)r_{BE} \right\}} \right]^2} \quad (19)$$

このとき、 $\partial \theta_2^* / \partial b$ の符号は、以下のように場合分けされる。

$$\begin{aligned}
 &\text{If } 0 < \gamma < \theta_1^* \text{ then } \frac{\partial \theta_2^*}{\partial b} < 0 \\
 &\text{If } \gamma = \theta_1^* \text{ then } \frac{\partial \theta_2^*}{\partial b} = 0 \\
 &\text{If } \theta_1^* < \gamma < 1 \text{ then } \frac{\partial \theta_2^*}{\partial b} > 0
 \end{aligned} \tag{20}$$

(20) 式より、デジタル証券発行によるキャッシュフローの増大効果が大きくなるにつれ、企業はデジタル証券による資金調達量を増加させることがわかる。その際、負債型のデジタル証券を用いた資金調達の割合 (γ) が $t=1$ 期の最適資本構成比率 (θ_1^*) を超過する場合、 $t=2$ 期の最適資本構成比率 (θ_2^*) は θ_1^* よりも高い水準となる。一方、株式型のデジタル証券を用いた資金調達の割合 ($1-\gamma$) が θ_1^* を上回る場合、 $t=2$ 期の最適資本構成比率 (θ_2^*) は θ_1^* よりも低下する。すなわち、デジタル証券による資金調達が新規顧客の獲得や既存顧客の需要増大をもたらす場合、当該証券による資金調達は最適資本構成への影響を通じて、企業価値の向上に寄与する。

最後に、 $t=1$ 期に最大化された企業価値 (V_1^*) と $t=2$ 期に最大化された企業価値 (V_2^*) を比較すると、次式のように表される²¹⁾。

$$V_2^* - V_1^* = (1-\tau) \left(\alpha(B^*)X - r_{BD}\gamma B^* \right) - r_{BE}(1-\gamma)B^* \tag{21}$$

上式より、 $\partial(V_2^* - V_1^*)/\partial b > 0$ より、デジタル証券の発行によるキャッシュフローの増加効果が大きいほど、デジタル証券の発行による資金調達は企業価値を向上させる。換言すれば、 $b=0$ のような極端なケースについて考えると、デジタル証券発行によるキャッシュフローの増加効果が存在しないため、企業にデジタル証券を発行するインセンティブが生じないことから、 $t=2$ 期においても最適資本構成比率は $\theta_2^* = \theta_1^* = (4r_E^2)/(9a^2(1-\tau)^2)$ のままとなり、 $V_2^* = V_1^*$ となる。

また、負債型のデジタル証券を用いた資金調達の割合 (γ) がデジタル証券の発行による最適資金調達量 (B^*) に与える影響は、以下のように計算される。

$$\frac{\partial B^*}{\partial \gamma} = \frac{b^2 X^2 (1-\tau)^2 \{r_{BE} - (1-\tau)r_{BD}\}}{2\{\gamma(1-\tau)r_{BD} + (1-\gamma)r_{BE}\}} \tag{22}$$

21) V_1^* および V_2^* はそれぞれ、以下のように簡潔に計算される。

$$\begin{aligned}
 V_1^* &= (1-\tau) \left(X - r_D \theta_1^* A_1 \right) - r_E (1-\theta_1^*) A_1 \\
 V_2^* &= (1-\tau) \left\{ \left(1 + \alpha(B^*) \right) X - r_D \theta_1^* A_1 - r_{BD} \gamma B^* \right\} - r_E (1-\theta_1^*) A_1 - r_{BE} (1-\gamma) B^*
 \end{aligned}$$

このとき、 $\partial\theta_2^*/\partial b$ の符号は、次のように場合分けされる。

$$\begin{aligned} \text{If } r_{BE} < (1-\tau)r_{BD} \text{ then } \frac{\partial B^*}{\partial \gamma} < 0 \\ \text{If } r_{BE} = (1-\tau)r_{BD} \text{ then } \frac{\partial B^*}{\partial \gamma} = 0 \\ \text{If } r_{BE} > (1-\tau)r_{BD} \text{ then } \frac{\partial B^*}{\partial \gamma} > 0 \end{aligned} \quad (23)$$

(23) 式より、株式型のデジタル証券の資金調達コストと負債型のデジタル証券の（節税効果考慮後の）資金調達コストの大小関係に依存して、デジタル証券の発行による最適資金調達量が変化することになる。これは、資金調達コストが全体として最小化されるようにデジタル証券の発行することにより、企業価値の最大化が可能となるためである。

以上により、デジタル証券による資金調達は、（多くのケースにおいて）最適資本構成比率の変化をもたらすだけでなく、キャッシュフローの増加効果による企業価値の向上にも寄与する。

5. お わ り に

本稿では、デジタル証券を用いた新しい資金調達手段が、他の伝統的な資金調達手段、最適資本構成および企業価値に及ぼす影響について、理論モデルを用いて検証を試みた。本稿の主な結論は以下の通りである。第 1 に、デジタル証券による資金調達が負債あるいは自己資本のどちらに計上されるのかにより、企業の最適資本構成比率は当該証券発行以前の水準から乖離する。あるいは、転換社債型のデジタル証券を発行した場合、企業が株式に転換される割合をどの程度見込むのかにより、最適資本構成比率は当該証券発行以前の水準から変動するということが示された。

第 2 に、デジタル証券による資金調達が新規顧客の獲得や既存顧客の需要増大をもたらす場合、当該証券による資金調達は最適資本構成への影響を通じて、企業価値の向上にも寄与する。これは、デジタル証券の発行による最適資金調達量が、当該証券発行によるキャッシュフロー増大効果の限界的な影響と当該証券の資金調達費用の限界的な増加が一致するように決定されるためである。その際、企業の最適資本構成比率は、第 1 の結論と同様に、発行されたデジタル証券の性質に依存する。

最後に、デジタル証券の発行から派生的に享受されるキャッシュフロー（営業活動によるキャッシュフロー）の増加効果が大きいほど、デジタル証券の発行による資金調達は企業価値を向上させる。これは、この効果が大きいほど、営業活動による収益増大を通じた企業価値の向上が見込まれることから、より多くの資金をデジタル証券の発行市場から調達する一

方で、資金調達コストを最小化するようにデジタル証券の種類を合理的に選択することができるためである。

こうした結果を踏まえると、デジタル証券を用いた新しい資金調達手段は、当該証券の性質に依存する形で企業の最適資本構成に影響を及ぼすだけでなく、デジタル証券の発行によるキャッシュフロー増加効果あるいは資金調達コスト低減効果を通じて企業価値を向上させる可能性を有していると結論付けられる。

以上により、本稿では、MM理論の基本的なモデルを応用・発展させることにより、デジタル証券による資金調達が、それ自体が企業の従来の最適資本構成に影響を与えるだけでなく、当該資金調達に伴う利益増大効果も含めて企業価値に影響を及ぼすという点を明らかにした。この点が本稿の特徴として挙げられる。

本稿を締め括るにあたり、今後の課題について述べる。本稿で構築した理論モデルによる検証では、新たな資金調達手段のコストを所与として理論分析が行われている。各種資金調達手段の需給バランスを明示的に組み入れた理論モデルへと本稿の応用モデルを発展させることにより、当該研究分野における理論分析の新たな知見が得られる可能性がある。また、本稿で示された理論分析の結果が実際の企業の資金調達あるいは企業価値にどのような変化が生じたのかについて、実証分析により明らかにすることが求められるだろう。これらの問題については、今後の研究課題としたい。

参 考 文 献

- 宇恵勝也 (2018) 「企業の外部資金調達と投資決定」『關西大學商學論集』 Vol. 62, No. 4, pp. 21-47.
- 植田宏文 (2013) 「金融不安定性と企業の債務構造」『同志社商学』 Vol. 64, No. 5, pp. 575-599.
- 翁 百合 (2016) 「ブロックチェーンは社会をどう変えるか」『NIRA オピニオンペーパー』 No. 26, pp. 1-20.
- 神山哲也・塩島 晋 (2020) 「新たな資金調達手法として期待される STO —— 海外の事例と日本における可能性」『野村サステナビリティクォーターリー』 Vol. 1-2, pp. 1-13.
- 亀川雅人 (2012) 「トレードオフ理論とベッキングオーダーの関連性：ベッキングオーダー理論の動学的解釈」『立教 DBA ジャーナル』 No. 2, pp. 3-18.
- 北野陽平・武井悠輔 (2018) 「ASEAN 域内における株式投資型クラウドファンディングによる資金調達の現状と展望」『野村資本市場クォーターリー』 2018秋号, pp. 208-218.
- 小早川周司 (2019) 「中央銀行デジタル通貨に関する一考察——具体的な設計とそのインプリケーション」『政経論叢』 Vol. 87, No. 3, pp. 91-131.
- 佐古和恵・古川 諒・小出俊夫 (2017) 「ブロックチェーン技術の社会実装に向けた観点」『電子情報通信学会論文誌』 Vol. 100, No. 11, pp. 893-900.
- 清水啓典 (2016) 「フィンテックと金融サービスの顧客価値」『社会イノベーション研究』 Vol. 12, No. 1, pp. 1-18.
- 東村 篤 (2019) 「ソーシャルレンディングの進展と金融リテラシーの重要性」『四日市大学論集』 Vol. 32, No. 1, pp. 57-89.
- 藤井喜一郎 (2019) 「中小企業の新たな資金調達手法として「STO」の可能性」『川口短大紀要』 No. 33, pp.

49-67.

- 本庄裕司 (2015) 「スタートアップ企業の資本構成」『組織科学』Vol. 49, No. 1, pp. 4-18.
- 松浦克己 (2010) 「キャッシュフローからみたペッキングオーダー理論とトレードオフ理論」『広島大学経済論叢』Vol. 34, No. 2, pp. 31-47.
- Clausen, S., and Flor, C. R. (2015) "The Impact of Assets-in-Place on Corporate Financing and Investment Decisions," *Journal of Banking and Finance*, Vol. 61, pp. 64-80.
- Gryglewicz, S., Mayer, S., and Morellec, E. (2019) "Optimal Financing with Tokens," *Swiss Finance Institute Research Paper*, No. 19-78, pp. 1-59.
- Kondova, G., and Simonella, G. (2019) "Blockchain in Startup Financing: ICOs and STOs in Switzerland," *Journal of Strategic Innovation and Sustainability*, Vol. 14, No. 6, pp. 43-48.
- Minsky, H. P. (1986) *Stabilizing an Unstable Economy*, Yale University.
- Miglo, A. (2019) "STO vs ICO: A Theory of Token Issues Under Moral Hazard and Demand Uncertainty," *MPRA Paper*, No. 98630.
- Miglo, A. (2020) "ICO vs. Equity Financing Under Imperfect, Complex and Asymmetric Information," *MPRA Paper*, No. 99598.
- Modigliani, F., and Miller, M. H. (1958) "The Cost of Capital, Corporation Finance and the Theory of Investment," *American Economic Review*, Vol. 48, No. 3, pp. 262-297.
- Myers, S. C., and Majluf, N. S. (1984) "Corporate Financing and Investment Decisions When Firms Have Information That Investors Do Not Have," *Journal of Financial Economics*, Vol. 13, pp. 187-221.
- Walthoff-Borm, X., Chwienbacher, A., and Vanacker, T. (2018) "Equity Crowdfunding: First Resort or Last Resort?," *Journal of Business Venturing*, Vol. 33, No. 4, pp. 513-533.