

財務意思決定の業務における主観式シミュレーションの可能性

Application of Subjective Simulation for Corporate Financial Decision Making

山 崎 泉
Izumi Yamazaki

要 旨

資金調達に関連する処理業務は省力化が進み、資金調達計画の策定やリスク管理に人員が割かれるようになってからは、組織としての意思決定業務へと転換を遂げている。資金調達の意思決定に関する研究は、様々に展開されているが、中でもシミュレーションの手法は学術的に注目されながらも財務担当者には受け入れられずにいる。

本研究では財務担当者の日常業務に溶け込み得る新たなシミュレーション手法を提案したい。そのためには、従来の計算過程に財務担当者の主観を活かす余地を与える。さらに財務担当者の信頼性を得るために乱数を用いたシミュレーションから総当たりシミュレーションへの拡張を考察する。本稿では将来金利の検討時を想定し、財務担当者の主観を反映させるための基本となるシミュレーション手法を扱っているが、今後は膨大な種類の資金調達パターンへの応用を検討している。

目 次

はじめに

1. 企業の資金調達への取り組み
2. 資金調達と管理業務の問題点
3. 資金調達戦略立案におけるフレームワークの提案
4. 資金調達戦略立案における主観式シミュレーション

おわりに

はじめに

財務担当者の基本的な課題は、会社はどの現物資産に投資すべきか、その投資のための資金はどのようにして調達されるべきかを判断することである。第一の課題に対する答えは、投資または資本支出予算の決定であり、第二の課題に対する答えは、資金調達方法の決定である。投資の決定は、一般的には資金調達の決定に先行する。投資の決定と資金調達の決定は、典型的には分離して行われている。すなわち、両者は独立に分析される。本研究では、資金調達に関する意思決定業務へのシミュレーションの導入を考察する。

1. 企業の資金調達への取り組み

大企業では、最高財務責任者（CFO）といった企業の幹部役員と、それより少し下位の責任者が財務活動に関わっている。財務担当者はキャッシュ・フローの取り扱い、資

本支出の意思決定の管理、財務計画策定に責任を持っている。財務担当者とは、重要な投資や資金調達の決定に責任を持つあらゆる人を指して用いる。企業の規模が大きくなるにつれて、責任は分散され、財務担当者の人数は増える。

企業の資金調達行動については、Modigliani and Miller[1]のMM命題まで遡ることができる。MM命題は完全な資本市場において、企業の市場価値と資本構成とが完全に独立することを証明するものであり、企業の資金調達行動は市場価値に影響を与えず、最適資本構成は存在しないことを示唆している。さらに、トレードオフ理論はMM命題の想定する完全な資本市場に税制と財務リスクの要素を導入したものである。トレードオフ理論の想定する世界において、企業価値最大化を図る企業は、負債調達による限界的な便益と費用とが一致する最適資本構成を目標として資金調達を行うことになるが、これまでの海外や日本における実証研究では、企業の収益性と負債比率の間には負の相関があることが示されている [2] [3]。

トレードオフ理論が孕む矛盾を解決する理論としては、Myers [4] によるペッキングオーダー理論が挙げられる。ペッキングオーダー理論に従うと、企業は新規投資に関して、まず内部留保による資金調達を行い、次に負債による資金調達を行う。坂井 [5] においては日本企業の資本調達行動が資本構成理論におけるトレードオフ理論とペッキングオーダー理論のいずれに従うのかについて検証が行われ、日本企業の過半数は完全なペッキングオーダー理論に従っていることが証明された。つまり、企業は内部留保資金で不足する分を負債による資金調達で対応している。

財務担当者は調達案件毎の元金や利息計算の方式に沿って管理に必要な項目の金額を算出するという莫大な事務処理を抱えていた。しかし、近年では銀行の資金管理システムと同様の機能を持つコンピュータシステムを導入することで、借入時の条件入力のみで、一括管理が可能な状態となっている。事務処理が省力化された次の新たな課題は、資金調達戦略の策定並びにリスク管理手法の導入である。

企業は資金調達計画を立案するためにリスクの確率分布から一定の範囲内で想定される最大損失額 (VaR) やモンテカルロ・シミュレーションによる収益下振れの最大値 (EaR) などを用いてリスクの定量評価を取り入れようとしているが、リスク算定値を活用することへのコンセンサス形成を含む実稼働と運用には大きな困難が伴っている¹⁾。以下に示す2社の事例からも、資金調達と管理業務への定量評価の取り入れにはいくつかの問題があると考えられる。

(1) 上場企業 A (サービス業) の事例

1990年代から負債管理事務にコンピュータを導入し、現在では将来キャッシュ・フローの算定を含めて事務処理を自動化している。約500件の資金調達案件を保有し、2名から3名で負債契約の登録から仕訳までを実行する体制を整えており、事務の合理化を達成している。負債契約時には、金融機関からの情報と財務担当者の経験を活かした分析資料を用いて稟議を行っている。資金調達戦略の策定に際しては、経済環境の変化がもたらす結果を検証するために、過去の実績値を用いて平均金利表、利息支払予定表、金融機関別金利コスト水準の検討表、金融機関別の残高予想値を算定している。意思決定業務に対する意欲はあるが、VaRなどの金融工学的な手法には懐疑的であり、導入には至っていない。

(2) 上場企業 B (製造業) の事例

1990年代から負債管理事務にコンピュータを導入している。金融機関の資金管理と同等の機能をもつソフトウェアを導入して、将来キャッシュ・フローの算定を含めて事

務処理を自動化している。約300件保有している資金調達案件について、約2名の人員で負債契約の登録から仕訳までを自動処理する体制を整えている。意思決定業務の合理化にも意欲的で、財務担当者を資金調達に関連する外部のセミナーに参加させるなどの活動を行っている。しかし、金融工学的な手法に関心を寄せながらも信頼を得ず、導入には至っていない。現段階では財務担当者が一般資料や金融機関のレポートから情報を収集し、過去の経験を活かして資金調達戦略を策定している。稟議に際しては、策定した戦略の妥当性を示すために入手したデータを加工してレポートを作成するに留まっている。

2. 資金調達と管理業務の問題点

資金調達管理の業務にコンピュータを導入し、事務作業の合理化を果たした企業は、意思決定業務の合理化へと視点を移している。各種の金融工学手法の導入に意欲を示し、検討がなされながらも、財務担当者への受け入れには至らず、膠着状態が続いている。その原因として、財務担当者が金融工学的な技法のモデルの複雑さやデータ加工の過程と作成される指標の信頼性に懐疑的であることが挙げられる。

また、財務管理における意思決定業務の問題点は、意思決定のための評価手法が社内では統一されていないため、比較評価が困難なことである。複数の担当者が組織を形成して、コンセンサスとしての戦略を形成する。同レベルの担当者たちが形成した戦略をさらに上位の最高財務責任者を交えて最終的な意思決定を下す。これら上位者は、殆どがかつて財務担当者として業務に従事し、下位の担当者の職務内容に通じている。このような意思形成過程での問題点として、異なる立場の財務担当者たちのコミュニケーションにおける共通の尺度が不足していることが挙げられる。

松本 et al. [6] では、事業投資におけるポートフォリオ戦略のための各事業が単年当たり平均的にどの程度利益を獲得できるかをリターン指標として評価すべく、新たな指標を提案している。さらに、ポートフォリオ戦略を推進する現場では、戦略・定量指標・組織風土・定着の四つの壁の存在を指摘している。「戦略の壁」とは、現場担当者が策定したシナリオは主観的で楽観的なものになりがちであるというものである。「定量指標の壁」とは、共通指標のデータを整備するに当たり、実際の現場では管理している件数が膨大で、データ処理が追いつかないケースが多いことである。特に指標については、発生確率や発生頻度の定量化の際、前提条件やその根拠の議論に終始しやすく、現場に受け入れられないことも多い。「組織風土の壁」とは、社員のやる気、社員一人ひとりの戦略意識や風通しのよいコミュニケーションが企業活力の源泉となる場合に、トッ

プダウンによる選択の押し付けは現場に混乱をきたすというものである。「定着の壁」とは、ポートフォリオ管理は一回限りの業務サイクルではなく、データを定期的に収集、分析する体制を整備することが必要とされるが、作業体制を整備することにまで手が回らず、新たな業務が定着しないという問題である。松本 et al. の特徴は、企業毎の中期経営目標やビジョンと連動したポートフォリオ構築を目指し、価値基準評価の導入によるインセンティブの獲得のために主観を用いた重み付けを提案していることである。

本研究が資金調達における意思決定を主眼とし、松本 et al. が事業投資に関する意思決定を主眼としている点を除けば、ポートフォリオの構築と定着の難しさは、両研究における共通の課題である。

3. 資金調達戦略立案における フレームワークの提案

資金調達計画の策定と管理を意思決定のレベルで機能させるためには、財務担当者の日常の事務処理を踏まえた手法が必要であるが、企業の現場に取り入れて実際に活用できる枠組み作りを行うものは未だに少ない。

現場担当者は外部からの情報や過去の運用実績から得られた個人的経験を主な判断材料としている。各企業で共通していることは、担当者にとって自信のある部分や重視する部分が存在することである。これは、上述の「組織風土の壁」の存在を裏付けているといえる。しかし、「定量指標の壁」と「戦略の壁」を勘案すると、資金調達・運用計画の立案にあたっては、現場担当者の主観のみではなく、共通の指標で合理的な論議に耐えうる手法を検討する必要がある。さらに「定着の壁」をも越える能力を備えた手法の導入には事務作業としても省力であることが求められる。

そこで、現場担当者間の意識やコミュニケーションを活かし、継続的な資金調達運用シナリオの策定のために現場で活用可能なシステムを提案したい。次章からは、金利の推移を事例として財務管理担当者の主観を考慮したシミュレーションの活用を検討する。

4. 資金調達戦略立案における 主観式シミュレーション

各種の金融工学的手法は、広く研究されているが、財務担当者に受け入れられているとは言えない。その原因は、財務担当者がモデルの複雑さに懐疑的なことが挙げられる。本稿ではモンテカルロ・シミュレーションを基礎として構築された主観式シミュレーションを提案したい。

モンテカルロ・シミュレーションは、ある現実世界の状況²⁾では使われるものの、コンピューターによって解析されたアウトプットは時として経済的洞察に欠けているた

め、この手法が将来の主流になる可能性は少ないと指摘されている [7]。本節ではモンテカルロ・シミュレーションを概観し、その後、財務担当者やその上層経営者に活用されるための工夫として彼らの主観を取り入れ、乱数を使用しない総当たりのシミュレーションを考察する。

(1) モンテカルロ・シミュレーションの概要と 計算ステップ

シミュレーションの手法には感度分析、シナリオ分析、モンテカルロ法など様々なものがある。感度分析は、一度に一つの変数しか変えることができず、シナリオ分析は特定のシナリオに従う分析を実施するのみである。現実の世界では、多くの変数が同時に変動する可能性が高いことを考慮して、ここではモンテカルロ法を使用する。

モンテカルロ法は、確率論における確率変数列の収束に関する定理である大数の法則や中心極限定理によって裏付けられている。試行回数を増やしたときの実現値の平均が、もとの分布の期待値に近づくという考え方は、大数の法則により理論的根拠を得ており、モンテカルロ法の無限回の試行の平均は確率1で、もとの確率変数の期待値に収束することが分かる。また、中心極限定理は試行の平均が正規分布に従う確率変数に法則収束することを示し、試行回数が十分大きいとき、試行の平均の分布を正規分布と見なすことができれば、モンテカルロ法で得られた平均と、もとの分布の期待値の差の誤差評価が可能となる。中心極限定理は、試行回数が100回の場合と、10,000回の場合とでは後者の方が小さい誤差となる、という直観が妥当であることを示している。

モンテカルロ法では、原資産価格が離散的に与えられた状態を一定の確率上昇・下降を繰り返すと仮定する。シミュレーションに先立って、離散的に与えられた状態の定義と発生する確率を決定する必要がある。基本モデルとモデル内の各変数の推移確率行列を特定し、コンピューターが一つの試行結果を抽出するという手順を繰り返す。モンテカルロ・シミュレーションの特徴は反復試行結果であり、コンピューターを用いて、何千、何万の試行結果を生成することにある。

コンピューターを使ったモンテカルロ法は、問題に沿った同時分布に従う多変量乱数列の生成と、その乱数列を使った計算に分けられる。モンテカルロ法は高次元の問題を扱える反面、誤差を減らすには大きな時間がかかり、時間効率が低いため、数値積分問題を高速化する手段が考案されている。例えば、関数 f を同じ積分値を持つ別の関数に置き換え、期待値 $E*[·]$ のとり方を変更しようとする分散減少法などがある。

モンテカルロ法によるシミュレーションでは、乱数を用

いて離散的な価格変動を数値的に記述した一連の経路となる複数のサンプル・パスが算出され、様々なサンプル・パスを経由する複数の経路が示される(図表-1)。シミュレーション経路は1本の経路に注目すると、 t 時点の状態の次に発生する $t+1$ 時点の状態は1つしか想定しない。したがって、各状態の意思決定を別々に行う場合には、すべての時点で状態に依存しない。このシミュレーションのアウトプットは分布であり、予測値ではない。意思決定者はシミュレーション結果に基づいて、期待値や標準偏差といったパラメータの値やある金額を達成できる確率を知ることができる。

(2) 主観式シミュレーションのモデル式と計算ステップ

モンテカルロ法によるシミュレーションでは乱数を使用することによって、計算速度を補う取り組みが行われているが、近年のコンピューターの発展から乱数を使用せず、総当たりでの計算も可能になってきている。

Ross [8] では、コンピューターの近年の発展は高速で経済的な計算手段をもたらし、シミュレーションに今までと違った計算方法を与えていると述べ、本来なら計算構造の制限によって算定期間を限定して計算していたものを、計算構造上の制限を行うことなくシミュレーションを実行する手法を検討している。本節では、図表-2に示すよう

に、乱数を使用せず、また計算構造上の制限を設けることなく、財務担当者の主観的判断を取り入れる総当たりシミュレーションについて考察する。

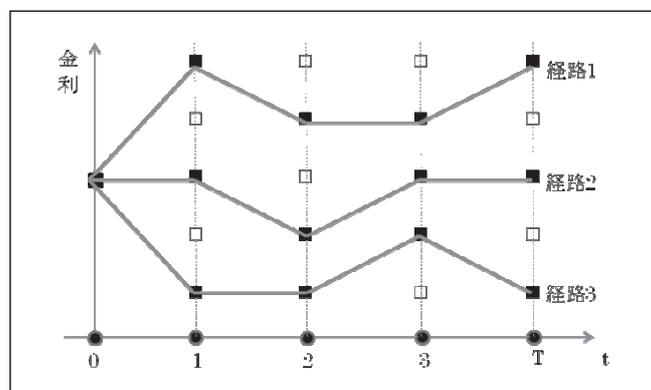
将来金利の推移を例にモンテカルロ・シミュレーションによる客観的な分析に財務担当者の主観的判断を取り入れるモデルを考察する。 Q は財務担当者が様々な経済レポートや金融機関などから情報を収集して主観的に作成した推移確率行列である。

$$1 = \sum_{j=1}^N Q_{ij} \quad \text{for } i=1, \dots, N \quad (6)$$

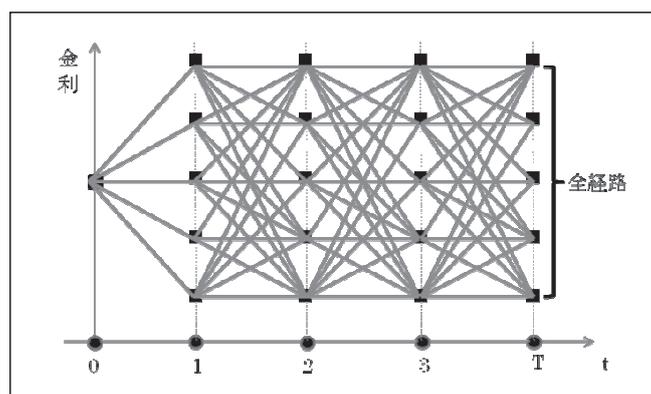
- i : 現在の金利水準
- j : 財務管理者の想定する将来の金利水準
- N : 企業ごとに想定されている金利の上限と下限間で離散的に与えられた状態の数

主観をもとに作成された推移確率行列(Q)が、金利の推移する条件を満たすように、下記のような目的関数と制約条件のもとで補正を加える。補正が加えられた確率推移行列を \tilde{Q} と表す。

ここでは、主観をもとに作成された推移確率行列に、全事象の総和である1との整合性を保つ補正を加えるときの目的関数と制約条件を示す。主観推移確率行列(Q)から推移確率行列(\tilde{Q})へ補正を実施する過程で、全事象の総



図表-1 モンテカルロ・シミュレーション経路



図表-2 計算構造制限のないシミュレーション経路

和としての1への補正に対して、主観費用係数(C)を勘案してそれらが最小値となるような推移確率行列(Q)が作成される。主観費用係数(C)とは、財務担当者が将来金利を検討する際に、付与する確信の度合であり、過去の経験や入手した情報をもとに策定した値に加重されるものである。こうした財務担当者的主観から確信の度合いが低い部分により多くの修正を実施し、確信の度合いが高い部分により少ない修正を実施する仕組みとなっている。

[目的関数]

$$\text{Minimize } \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (C_{ij}^+ \times X_{ij}^+ + C_{ij}^- \times X_{ij}^-) \quad (7)$$

[制約条件]

$$\text{Subject to } \sum_{j=1}^N (Q_{ij} + X_{ij}^+ - X_{ij}^-) = 1 \quad \text{for } i=1, \dots, N$$

$$X_{ij}^+ \geq 0 \quad \text{for } i=1, \dots, N \quad j=1, \dots, N$$

$$X_{ij}^- \leq 0 \quad \text{for } i=1, \dots, N \quad j=1, \dots, N$$

$$Q_{ij} + X_{ij}^+ - X_{ij}^- \geq 0 \quad \text{for } i=1, \dots, N \quad j=1, \dots, N$$

$$\left(\begin{array}{l} C_{ij}^+ : \text{正の主観費用係数} \\ C_{ij}^- : \text{負の主観費用係数} \\ X_{ij}^+ : \text{正の主観増分変数} \\ X_{ij}^- : \text{負の主観増分変数} \end{array} \right)$$

最適解は線形計画法を用いて算定することができる。上記の目的関数と制約条件のもとで、与えられた X_{ij}^+ と X_{ij}^- の変数群が最適解に達するまで、目的関数の値を次々にたどるシンプレックス法を用いて、線形計画問題を解く。

こうして主観をもとに作成された確率推移行列(Q)は、確率事象として整合性のとれた推移確率行列(\tilde{Q})となり、金利の推移パス毎の発生確率が計算可能となる。この確率を使用することで財務担当者は資金調達戦略の策定において、一部客観性を保った指標としての活用が期待される。

主観的な推定には疑問の声が上がることが多い。モンテカルロ・シミュレーションという定量的手法を用いているにも関わらず、主観的な要素が含まれては意味がないというものである。主観的な想定での分析結果について議論がなされるとき、曖昧ではなく、どのような対象に対してどのような分布を仮定したか、という明確な再検討を行

うことができる。また、主観的な想定による分析であっても、同様の手法を繰り返すことによってデータ化され、将来的には統計的、客観的に捉えることも可能となるだろう。

企業内での実際の運用にあたっては、企業ごとに想定されている金利の動きを長期間にわたって観察し、定常分布を求め、それらを推移確率行列に反映させて補正を加える必要がある。金利はどの時点でも同じ推移確率行列の分布に従っており、確率的にはどの時点でも同様に振る舞うと考えられ、このような状態を定常状態と呼ぶ[9]。

定常状態を表す定常方程式の解が定常分布であり、金利が一定の推移確率行列に従うとき、金利が一つの状態である確率をいう。これは個々の推移確率から算定される。今後は金利の定常分布や期間構造の考慮、金利関連商品への適用など、各方面への拡大が検討されている。

おわりに

モンテカルロ・シミュレーションを含む金融工学的な技法は広く一般企業の財務担当者に受け入れられるに至っていない。その理由としては、財務担当者がそれらのモデルの複雑さとアウトプットの信頼性に懐疑的であることが挙げられる。本研究では、現状の事務処理においては主観的な判断が多くを占め、それゆえに組織としてのコンセンサス形成に困難をきたしている問題に注目し、財務担当者的主観をシミュレーションに取り入れる手法を検討した。さらに、コンピュータシステムを用いた算定の過程では乱数を用いず、総当たりでの算定を用いることで、データ処理の過程に対する不信感を排除する一つの指標を提示している。

財務担当者は日々意思決定を行っている。資本コストを抑えるための選択肢には、短期調達と長期調達の選択、固定金利と変動金利の選択、円貨と外貨の選択、社債の種類、さらに各種のリスクを回避するためのオプションの活用を含め、莫大な種類と組み合わせが存在している。この主観式シミュレーションを取り入れたシステムは、サンプル企業のもとで運用が始まっている。本稿では主観を取り入れたシミュレーション手法として金利を例としたが、今後は様々な資金調達パターンに対応し、各種の組み合わせの選択にも活用可能なシステムを検討し、財務担当者とのやり取りを通じて、改良に努めたい。

(注)

- 1) 2008年度金沢星稜大学共同研究「資金調達の事務と判断業務の総合支援」による調査をもとにしている。
- 2) 医薬、製薬業界での臨床実験などに用いられる場合を指す。

(引用文献)

- [1] Modigliani,F.,and M.H.Miller(1958) "The Cost of Capital, Corporation Finance and the Theory of Investment," *American Economic Review*, 48, pp.261-297.
- [2] Fama,E.,and K.French(2002) "Testing Trade-off and Pecking Order Predictions about Dividends and Debt," *Review of Financial Studies*, 15, pp.1-33.
- [3] 西岡慎一・馬場直彦 (2004)「我が国企業の負債圧縮行動について」日本銀行ワーキングペーパーシリーズ No.04-J-15.
- [4] Myers,S.C.(1984) "The Capital Structure Pussle," *Journal of Finance*, 39, pp.575-592.
- [5] 坂井功治 (2008)「日本企業における資本調達行動」JSPS Grants-in-Aid for Creative Scientific Research Understanding Inflation Dynamics of the Japanese Economy Working Paper Series No.23。
- [6] 松本 哲, 秋月将太郎, 金 惺潤, 向井 肇 (2006)「事業投資時代のポートフォリオ構築」『知的資産創造』野村総合研究所, 9月号, 100-113頁。
- [7] John Graham and Campbell Harvey(2001)" The Theory and Practice of Corporate Finance:Evidence from the Field," *Journal of Financial Economics*(May/June2001), Figure2.
- [8] Sheldon M.Ross(2006) "*SIMULATION FOURTH EDITION*,"Academic press.
- [9] 森村英典・木島正明 (1991)『ファイナンスのための確率過程』日科技連, p.45。