

戦略的視点から見た リアルオプション・アプローチの有用性

石川 勝

要 旨

これまで行われてきた伝統的な DCF 法をはじめとする各種の投資評価方法は意思決定の柔軟性を考慮せず、投資時点において将来生じる可能性のある全ての事業リスクに対処しなければならないという非現実的な仮定の下で適用されてきた。それに対してリアルオプション・アプローチは金融オプションの考え方を援用し、将来のリスクをオプションとして捉え、そのオプション価値を投資評価に織り込むことで意思決定の柔軟性を考慮する。伝統的な DCF 法とリアルオプションとを同じ投資案に適用することで意思決定に明らかな相違が生じることが示される。その相違はオプション価値の存在に依存している。経営環境の不確実性が高まる中で、リスクに対する意思決定の柔軟性を考慮するリアルオプションは企業経営者の戦略的意思決定の自由度を高めることのできる有用な方法であるが、未だ克服しなければならないいくつかの課題も残されている。

I はじめに

従来、投資評価あるいは企業評価など、企業経営にかかわる価値評価手法としていくつかの方法が開発され、実施されている。その中でもこれまで最も妥当な評価方法と見なされてきたのは DCF 法（割引キャッシュ・フロー法）である。DCF 法は投資がもたらす将来のキャッシュ・フローを投資時点の価値に割引くことによって、その投資の収益性を判断しようとする方法で、NPV 法（正味現在価値法）、IRR 法（内部利益率法）などがある。また、近年 DCF 法を発展させた方法として APV 法（修正現在価値法）、EVA[®]（経済的付加価値）、EVA[®] の時系列を現在価値に割引いた MVA[®]（市場付加価値）などが投資や企業価値の評価に用いられるようになってきている⁽¹⁾。その他、回収期間法、回収期間法に現在価値による修正を施した割引回収期間法、会計的利益を用いる投資利益率法、株価収益率（PER）によるものなどが従来投資評価方法として用いられてきた。米国企業が投資の意思決定を行う際に利用している手法に関する調査によると、70%以上の企業が IRR 法、NPV 法を活用しており、次いでハードルレート、回収期間法、感度分析などが50%以上の企業によって採用されているという結果が得られている⁽²⁾。

しかし、これまで行われてきた投資評価方法はいずれも共通の問題点を孕んでいる。それは投資意思決定の柔軟性を全く考慮していないという点である。企業の行う投資意思決定は多くの場合、戦略的な視点を考慮した上で行われる場合が多い。新製品の開発・生産、新市場の開拓・浸透、追加投資による生産能力の増強などはいずれも経営資源の重要な配分を伴い、市場での当該企業のポジションを左右する意思決定であり、企業の経営戦略と密接に結びついている場合が多い。通常、戦略上の投

資意思決定に際してはその投資額とともに実施のタイミングが重要なファクターとなる。十分な情報収集を行わずに不用意に投資を行えば、予想外の問題が発生して当初期待していた収益を生み出さないかもしれない。逆に、投資のリスクを恐れるあまり慎重すぎる投資態度をとれば、市場の動きに遅れてしまったり、他社にスケールメリットによるコスト優位や技術的リーダーシップ、先行者ブランドを奪われてしまったりする可能性が生じかねない。企業経営者には、経営環境の変化を見極めて投資が最大の利益をもたらす実行のタイミングを的確につかむことが常に求められている。しかし、当然のことながら将来の経営環境は不確実性を伴うので、経営者は敢えて投資がもたらす利益変動のリスクの下で意思決定を行わなければならない。

伝統的な DCF 法では、このようリスクを割引率の調整という方法で考慮してきた。キャッシュ・フローを現在価値に割引く際に用いる割引率は将来のキャッシュ・フローの不確実性が高いと予測されれば、リスクを織り込んで高く設定されるので、結果的に将来キャッシュ・フローの現在価値はリスクが高いほど小さく評価されることになる。しかし、一方で不確実性の高さは経営者が将来に向かって採り得る意思決定の選択肢が多いことを意味している。現時点で投資を実行するよりも高い利益をもたらす投資のタイミングが将来に存在するかもしれない。伝統的な DCF 法は特定の時点で特定の投資を行ったら有利か不利かという意思決定情報をもたらすが、環境の変化によって投資の内容や時期を変更した方が更に有利な投資ができるかもしれないという視点を捨象している。投資のタイミングによって柔軟に意思決定を変更できる可能性を考慮するために、投資機会の選択肢をオプションと見なし、金融オプションの考え方を実物資産の投資に応用したものがリアルオプション・アプローチ（以下リアルオプションと呼称する）である。その意味で、リアルオプションは従来の NPV 法などの DCF 法に取って代わるものではなく、その限界を克服する補完的な役割を持つものであるといえる。

上述のように伝統的な DCF 法では将来の不確実性が高ければ、投資の現在価値は低く評価される。しかし、リアルオプションによって投資を評価すると、将来の不確実性が高いほど投資のオプション価値は高くなる。すなわち将来より大きな投資収益をもたらすようなシナリオの変更が可能な場合、そのオプションは価値を持つと見なされる。そのため投資価値を高めるオプションが多く存在すればするほど、その投資の現時点でのオプション価値は高くなり、全体の事業価値は大きく評価されることになる⁽³⁾。

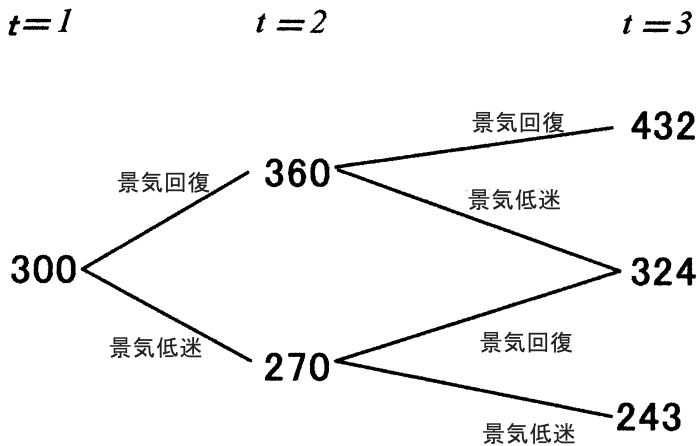
本稿では、従来、DCF 法の中でも最も妥当な評価方法と考えられてきた NPV 法とリアルオプションによる投資評価との相違を数値例に基づいて明らかにし、リアルオプションの有効性について検討する。さらに、現状におけるリアルオプションの課題について検討する。

II 伝統的 DCF 法とリアルオプション

1. NPV 法による投資評価

伝統的な DCF 法の中で最も代表的な投資評価方法として NPV 法をあげることができる。NPV 法の基本的な考え方は、投資がもたらすと期待される将来のキャッシュ・インフローを投資時点の現在

図表1 投資のキャッシュ・インフロー (万円)



価値に割引き、投資額（キャッシュ・アウトフロー）の割引現在価値と比較し、ネットのキャッシュ・フローがプラスならば採算の取れる投資であるとし、それが大きいほど有利な投資案であると評価するものである。NPV 法による投資の評価は以下のように行われる⁽⁴⁾。

今、土地を賃借し、駐車場として営業することを検討しているとする。契約期間は当面3年間（ $t=1 \sim 3$ ）で、地代は初年度に3年分60万円を支払う。近郊の駐車場収入は景気の推移によって変動すると予想されており、初年度末に得られるキャッシュ・フローは300万円と見込まれるが、2年度より景気が改善し、需要が高まれば1.2倍に増加し、景気低迷で需要が縮少すれば0.9倍に減少すると予想されている。また、当初、駐車場の整備に40万円必要となり、駐車場管理のための人件費や経常的な整備費用が固定的に年間270万円発生する。駐車場収入の変動は図表1のように表すことができる。

$t=1 \sim 3$ の各時点における投資の価値を求めるには、割引率と景気変動の確率を予測し、将来キャッシュ・フローの割引計算を行う必要がある。一般的には、CAPM（資本資産評価モデル）などの評価モデルを用いることによって、当該事業のリスク・プレミアムを含めたWACC（加重平均資本コスト）を割引率とし、現実の不確実性を考慮した確率を期待値の計算に用いる。しかし、金融オプションの計算では、裁定理論に基づいてリスクフリー・レートとリスク中立確率を用いることによってオプション価値を求めることから、リアルオプションの計算においても理論的整合性を重視して同様の方法がとられることが多い⁽⁵⁾。この点に関する議論については後述するが、ここでは金融オプションに準じて裁定理論に基づく評価方法をとる。

裁定理論に基づけば、市場における裁定取引による当該資産の価値と無差別なポートフォリオを想定することによって市場におけるリスク評価を織り込んだリスク中立確率を求め、そのリスク中立確率を用いて期待値を求めれば、リスクフリー・レートで割引計算を行うことができる。今、この駐車場と安全資産とのポートフォリオを考え、リスクフリー・レート（ r_f ）を0.1とする。2年度に駐車

場のペイオフ（利得） x 円と安全資産 b 円のポートフォリオを組んだとき、3年度に駐車場の需要が増加したときの投資の価値を U_3 、3年度に需要が減少したときの投資の価値を D_3 とすれば、3年度におけるポートフォリオは以下の関係を満たす。

$$U_3 = ux + (1 + r_f)b \quad , \quad D_3 = dx + (1 + r_f)b \quad , \quad u = 1.2, d = 0.9, r_f = 0.1$$

これを x と b について解くと、

$$x = \frac{U_3 - D_3}{u - d} \quad , \quad b = \frac{uD_3 - dU_3}{(1 + r_f)(u - d)}$$

このポートフォリオの2年度の価値 ($x + b$) は、同様に2年度の投資の価値 (X_2) に等しくなければならない。この両者が等しくならなければ、裁定取引によって利益を上げることが可能になるからである。それゆえ、2年度の投資価値 (X_2) は以下のように表される。

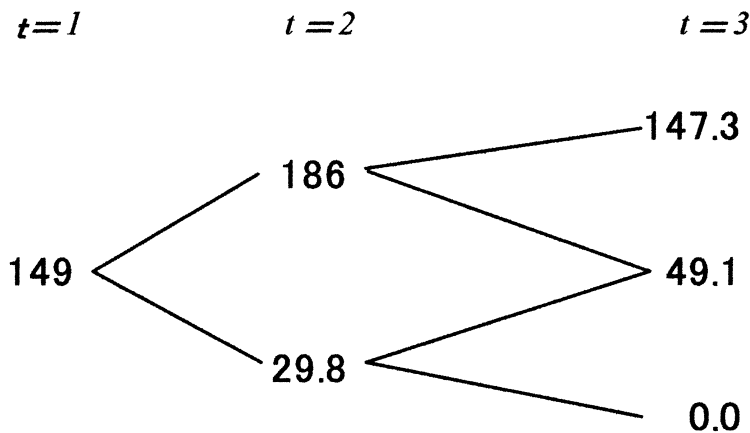
$$X_2 = x + b = \frac{1}{(1 + r_f)} [qU_3 + (1 - q)D_3] \quad (1)$$

$$q = \frac{(1 + r_f) - d}{(u - d)} \quad (2)$$

(1) 式は3年度における投資価値の期待値をリスクフリー・レートで割引いた形になっている。ここで、(2) 式で求められる3年度の期待値計算の確率 $q = 2/3$ がリスク中立確率である。このリスク中立確率とリスクフリー・レートをを用いて、各時点の投資価値を求めると、図表2のように表すことができる。

伝統的な NPV 基準によれば、投資時点 ($t=1$) における事業の価値は149万円、正味現在価値は $149 - 100 = 49$ 万円となり、初年度に当該事業を実行することが妥当であると判断できる。

図表2 各時点の投資価値（万円）



2. リアルオプションによる投資評価

前述のように、リアルオプションは投資の意思決定を変更することによって、より大きなキャッシュ・フローを生み出す可能性のあるオプションを投資価値の評価に組み入れようとする考え方である。リアルオプションには、延期オプション、拡大オプション、縮小オプション、撤退オプション、段階オプションなどが考えられるが、市場環境や事業の特徴により、変更可能な部分とそうでない部分とを明確化し、オプションを特定化する必要がある。ゆえに、不確実性のきわめて低い事業や不確実性に対処するために経営上の選択肢を持たない事業では、伝統的な DCF 法を適用する場合と評価にほとんど差はなく、リアルオプションを適用する実質的な意味はない。本例では、投資の実行時点を遅らせるオプションを考える。すなわち延期オプションであり、アメリカンタイプのコールオプションに相当する⁽⁶⁾。

投資を実行するためには各時点の投資のペイオフ (NPV_t) が正になる必要がある。そうでない場合は投資は行われないので、ペイオフは 0 である。

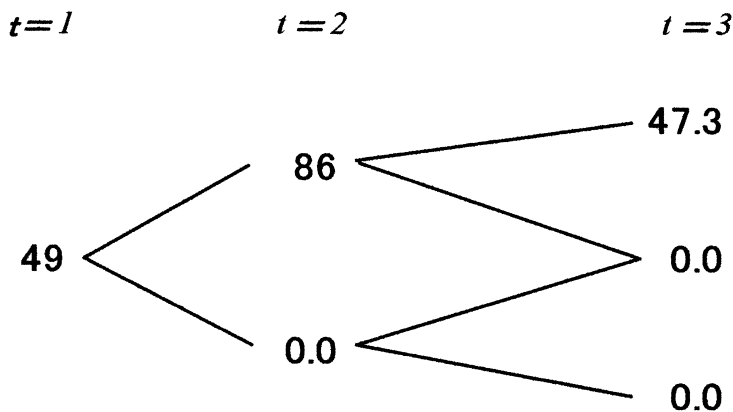
$$NPV_t = \max(X_t - I, 0) \quad (X_t : t \text{ 時点の投資価値}, I : \text{投資費用})$$

これを図示すると図表 3 のようになる。

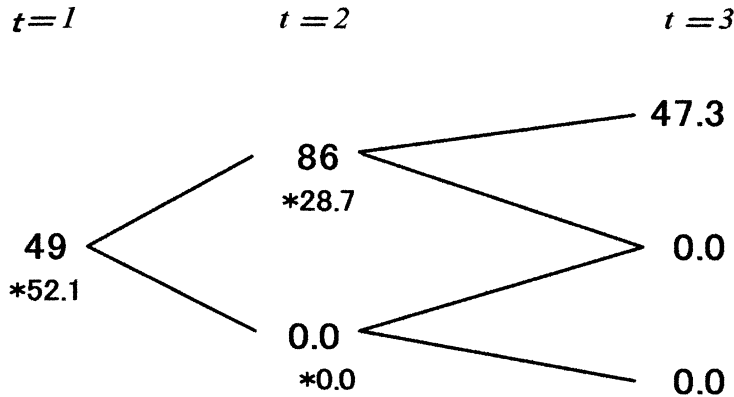
各時点における参入のオプション価値は次年度以降のペイオフの期待値をその時点の価値に割り引いて求められる。

図表 4 において、*がついた数値がオプション価値である。当該事業は 3 年契約なので、3 年度時点のオプション価値はない。投資利益を最大にする投資のタイミングは投資のペイオフが参入延期のオプション価値を上回ったときである。1 年度は投資のペイオフが 49 万円、オプション価値は 52.1 万円であることから投資を実行せず、先送りすることが正しい意思決定となる。2 年度に景気動向が改善すれば、ペイオフ 86 万円、オプション価値 28.7 万円となるので、投資を実行し、事業を開始するべ

図表 3 各時点のペイオフ (万円)



図表4 各時点のペイオフとオプション価値(万円)



きであるが、景気が低迷している状況では投資を実行するべきではない。

Ⅲ 伝統的 DCF 法の限界

Mun (2002) によれば、伝統的 DCF 法の欠点として、以下のような適用に際しての仮定が指摘されている⁽⁷⁾。

- ① 今決定が下され、将来のキャッシュ・フローは固定されている。
- ② 一つ一つのプロジェクトは「ミニ企業」のようなものであり、それぞれが自己完結している。
- ③ ひとたび立ち上げられれば、全てのプロジェクトは受動的に管理される。
- ④ 将来のキャッシュ・フローは全て予測可能性が高く、決定論的に扱うことができる。
- ⑤ 使用する割引率は資本の機会費用であり、分散不能なリスクの大きさに比例するものである。
- ⑥ 割引率だけで全てのリスクをカバーすることができる。
- ⑦ プロジェクトの結果と、投資家にとっての価値に影響を与える全ての要因は、NPV や IRR によって DCF モデルの中に反映されている。
- ⑧ 未知、無形、あるいは測定不能な要因はゼロと評価する。

伝統的 DCF 法はキャッシュ・フローの時間的価値を考慮し、現在価値に割り引いて投資の評価を行い、その割引率にリスクが考慮されることによって定量的な評価が可能となる点で、これまでその有用性が認められてきた。しかし、Mun が指摘するようにキャッシュ・フローの予測は固定的で、企業経営者が事業環境に応じて投資のタイミングや更新、縮小、撤退などの意思決定を行う可能性を考慮することはできない。現実にはそのような意思決定の変更が生じる場合は、その都度ゼロから評価をやり直す必要があり、そのときには既に過去の意思決定を取り消すことはできない。それは伝統的 DCF 法がキャッシュ・フローの評価に関しては時間的価値を考慮しながらも、実行される投資の将来のシナリオに関しては静態的な視点でのみ捉えているためである。

前章の数値例で見たように、NPV 法とリアルオプション・アプローチでは明らかに投資を実行す

べき時期の判断に異なる結果が得られている。この相違が生じる原因は伝統的な NPV 法では投資機会を一時点に固定し、将来実行しうる複数のシナリオを一つのシナリオに集約して分析している点にある。将来時点で経営環境が変化し、意思決定を変更することが望ましい状況が生じる可能性があっても、NPV 基準ではそれを明示的に考慮できないため、実施を先延ばしにすることによって更に有利な投資機会が存在する余地が残されているのである。例えば、本例のように景気動向や市場環境に関する情報を明示的に扱うことによって、より収益性の高い投資機会を得ることができ、あるいは不利な投資機会を識別して投資を中止できる可能性が存在することがリアルオプションの価値を測定することにより明らかにされている。

Ⅳ リアルオプション・アプローチの有用性

1. リアルオプションと経営戦略

投資を先送りすることにオプション価値が生じるためには、以下の条件が満たされている必要がある⁽⁸⁾。

- ① 埋没的な（あるいは不可逆的な）設備投資費用（sunk cost）が存在する。
- ② 将来の経済環境に関する不確実性（uncertainty）がある。
- ③ 設備投資を先送りすることができる。

例えば、政府規制の庇護の下で長期間にわたり安定的な経営を行えるような特殊な場合を除いて、企業経営上の意思決定では、このような条件を満たすケースは多いであろう。特に近年、規制緩和、特殊法人の民営化などが進み、市場競争が促進されることによって経営環境の不確実性は高まり、金融のグローバル化は株式市場や為替市場の変動を大きくする。また、成長著しい IT 産業はその技術革新の速さから、市場環境の不確実性が極めて高い。このような経営環境の中、企業経営はいかにリスクをとることによって高い収益性を実現し、企業価値を高めるかを問われている。投資やプロジェクトの評価は企業の長期的な収益性や企業価値を左右する戦略的な意思決定に反映するが、伝統的 DCF 法によるこれまでの投資評価では将来のリスクを割引率一本で考慮しなければならず、経営環境の不確実性を意思決定に反映させることがきわめて困難であった。このことは不完全な情報に基づいて投資の実行を決定しなければならず、実行時点で将来の全てのリスクに対処することが求められているに等しい。上述のようにリアルオプションによる評価を行うことによって、不確実性に伴うリスクをオプションという形で明示的に扱うことができる可能性が高まった。これは経営者が将来の経営環境の変化に適応するために、より大きな自由度を確保したことを意味し、これまで定性的な意思決定としての性格が強かった経営戦略にロジカルな視点を導入し、定量的な分析への道を開いたものであると言えよう。

2. リアルオプションの適用例

わが国では投資評価にリアルオプションを適用した事例は極めて少ないのに対し、アメリカでは既に多くの適用事例が見られる。冒頭で触れたアメリカにおける調査においても調査対象企業の 3 割近

くがリアルオプションの考え方を投資評価に取り入れていることが示されている。

アメリカの製薬会社メルクは医療保険の制度改革、安価な同種薬効品の普及、為替変動などのリスクに晒されており、その上、新薬の開発には益々費用と時間がかかるようになりつつあった。新薬の開発は莫大な投資を必要としながらも、その投資の戦略的価値は極めて不確実性が高い。従来の投資評価方法では、長い投資期間によってキャッシュ・フローは大きく割り引かれ、経営環境の変動リスクは正当に評価できない。そこで、小さなバイオテクノロジー企業や大学に資金提供して開発を行わせ、段階的に追加的援助を行う方法をとっている。この追加的援助契約はオプションとしての性格もっている。そのオプション契約の要素は以下ようになる。

- ① 行使価格は約2年後に行わなければならない資本投資の金額である。
- ② 原資産価値はそのプロジェクトからのキャッシュ・フローの正味現在価値である。
- ③ 行使期間は2年、3年、4年ごとに見て分析され、オプションは最短で2年後に行使される。
- ④ 典型的なバイオテクノロジー企業の株式収益率の年間標準偏差のサンプルをプロジェクトの変動率の代替値とする。
- ⑤ リスクフリー・レートには、行使期日までの期間である2年から4年に対応する米国債権の期間利回りを用いる。

以上の要素に基づいて算出されたオプション価値はメルクが自力で初期投資した場合の金額より、はるかに大きな価値を持つことが示されている⁽⁹⁾。

メルクと同様の医薬品メーカーであるグラクソ・ウエルカム社は液状タイプと固形タイプの薬品を開発可能な特許を取得した。液状タイプは将来大きな需要の伸びが期待できるが、開発に多額の投資が必要とされるため、伝統的なNPV法では-270万ポンドという正味現在価値が出された。しかし、医薬品のテストの後に特許を売却するオプションや固形タイプを先に製造し、市場規模を見極めた上で液状の市場に参入するオプション価値を投資評価に織り込んだ結果、2660万ポンドという評価が出され、プロジェクトは着手されることになった⁽¹⁰⁾。

また、油田開発のペトロブレイス社は油田の探索、調査、開発、拡張の各段階におけるオプションを評価し、リアルオプションを事業評価に取り込んでおり、ヒューレットパッカード社はプリンターの国ごとのカスタマイズを顧客に近い工場で行うことによって顧客情報を得るまで投資を延期できるオプション価値を評価した事業展開を行っている⁽¹¹⁾。このほか、将来キャッシュ・フローの不確実性が高く、現状ではマイナスのキャッシュ・フローしか生み出せないITベンチャーの企業評価などにもリアルオプションの適用可能性が期待されている。

一方で、リアルオプションを企業の投資評価のみならず、政策評価手段として活用しようという試みも行われている。Pindyck (2000) は環境保護政策がもたらす効果の不確実性、環境の不可逆性、環境投資の埋没性、政策実行のタイミングの柔軟性に着目し、リアルオプションを適用した。それによれば、環境汚染から被る社会の不効用に関して不確実性が高いほど、環境政策の実行を遅らせることによって環境政策の価値が高まることを示している。また、わが国における1980年代後半のバブルはオフィスビル不足などの原因によって、土地の用途転換に対する期待が高まり、土地利用に対する

オプション価値が高まったことに原因があるという分析もある⁽¹²⁾。当時のバブルは土地のみならず株式などその他の金融資産にも及んでおり、オプション価値の上昇のみで地価のバブルを説明することには難があると思われるが、地価上昇を招いた一つの説明要因となる可能性はある。このほか、わが国の金融機関が不良債権処理を先送りしようとする行動や、為替レートの変化に連動しない輸出企業の行動に内在する履歴効果をリアルオプションによって分析している研究もある⁽¹³⁾。

V リアルオプション・アプローチの課題

これまで見てきたようにリアルオプションは意思決定の柔軟性を考慮することによって、実物資産への投資や事業展開にかかわるリスクを意思決定に織り込み、その精緻化を可能にする点で、不確実性が高まりつつある経営環境にさらされている企業経営に有用な投資評価のアプローチであるといえる。しかし、リアルオプションにも現状で実用面や理論面における様々な固有の問題点が指摘されていることも事実である。

第一に、本稿の数値例で用いたような金融オプションで用いられる2項モデルを実物資産の評価に適用するためには、当該事業のオプションをエミュレートできる適切なポートフォリオが組める必要がある。しかし、現実の実物資産に常に市場が存在するとは限らず、自由に売買することが困難であれば、安全資産とのポートフォリオを組んで、リスク中立的な評価を行うことができない。この問題への対応策として、当該事業の収益率と相関の高い証券を用いてポートフォリオを組むことが試みられているが、そのような証券の存在を容易に見つけられるかどうかも問題である⁽¹⁴⁾。また、リスク中立確率を用いず、実際の事業に関する経営者の主観的な確率を用いて評価する方法もリアルオプションの一類型とされているが、その場合、市場によるリスク評価が織り込まれず、評価結果の客観性に問題が残らざるを得ない。

第二に、キャッシュ・フローのボラティリティの推定が困難であるという問題点もある。前章のメルクの例では、同業の株価収益率の標準偏差を用いているが、その様な証券のリスクが必ずしも当該事業の持つリスクに近似するという保証はなく、その客観的根拠は乏しい。このような問題点を克服するためにボラティリティの推定にモンテカルロ・シミュレーションを用いる方法もある。しかし、その場合、シミュレーションのパラメータをどのように設定するかという新たな問題が生ずるが、適切なパラメータの推定には市場情報が必要となるので、問題が形を変えたに過ぎないという見方もできる。ただし、現実の事業環境には多くの不確実性が存在し、多様なリスクを考慮する必要があるため、2項モデルやブラック＝ショールズ式によるオプション評価が事実上困難であるという点に対して、モンテカルロ・シミュレーションは有用性を持つと考えられている⁽¹⁵⁾。

第三に、市場における競合状況やオプション間の相関関係を織り込めるようなモデルの開発が必要とされている。市場の競合状況は投資戦略の意思決定に影響を与えることは明らかで、オプション評価の複雑性を高める。近年では、リアルオプションへのゲーム理論の導入によって、競合状況が存在するケースの理論的分析が進んでいるが、それらのモデルは現実の状況に比べて極めて単純化されたものであり、実用面への適用は未だ不十分である⁽¹⁶⁾。また、オプション間の相関関係がオプション価

値に及ぼす影響については、現実のオプションが多様になればなるほどその影響関係は複雑性を増す。それゆえ、解析的方法の適用はほとんど不可能で、コンピュータ・シミュレーションなどの適用可能性が一層高まるであろうと思われる。

リアルオプションは伝統的な DCF 法の欠陥を全て克服できるわけではないことにも注意が必要である。依然として事業がもたらすキャッシュ・フローの予測が必要であり、事業の時点価値は伝統的 DCF 法と同様の方法によって推定する必要がある。第一の問題点で指摘したように、2 項モデルの適用が困難で、割引計算の際にリスクフリー・レートを用いることができなければ、割引率の決定にも同様の問題点が残る。

現在、リアルオプションは発展途上の価値評価アプローチであり、上述のように理論的な研究や実用面への適用が着実に進められつつある。経済のグローバル化、規制緩和などの要因によって、市場を中心とした経営環境はその変化のスピードを速め、かつランダムに変動するようになってきている中で、リアルオプション・アプローチは企業の経営戦略に資する価値評価方法として更に普及、定着していくことが予想されている。

注

- (1) EVA, MVA は米国スターン・スチュワート社の登録商標。
- (2) Graham and Harvey (2001)
- (3) リアルオプションにおける事業価値は金融商品における原資産価値に相当する。
- (4) 本数値例は 2 項モデル (Binomial Model) に基づいている。オプションを評価するためにはこの他ブラック＝ショールズ式など金融オプションの価格算出式も用いられるが、本数値例のようなアメリカン・コールオプション (注 6 参照) には段階的 2 項モデルが適用可能である。
- (5) 通常、安全資産としてデフォルトのおそれのない長期国債などを想定し、その金利をリスクフリー・レートとみなす。
- (6) コールオプションには、満期以前に権利行使が可能なアメリカンタイプと満期時に権利行使できるヨーロピアンタイプがある。満期前に権利行使される可能性があるのは原資産 (事業) から配当 (収益) が生じる場合であり、配当がない場合は両タイプのコールオプションは実質的に同じになる。本例では、各時点で収益が発生しており、投資時点の変更をオプションとすることからアメリカン・コールオプションを想定している。
- (7) Mun (2002, p. 92)
- (8) 代田・馬場 (2002, p. 214)
- (9) Lewent and Nichols (1994)
- (10) 正岡 (2001)
- (11) 山本 (2001), 加藤 (2000)
- (12) Kanoh and Murase (1999)
- (13) Baba (2001), Dixit (1989)
- (14) このような証券を双子証券 (twin security) という。
- (15) 2 項モデルに関するここでの議論はブラック＝ショールズ式 (BS 式) によるオプション評価にもそのまま当てはまる。
- (16) 今井・渡辺 (2003) では、2 社が競合状況の下で投資意思決定を行うリアル・オプションモデルについてゲーム理論的均衡条件が分析されている。また、Grenadier (ed.) (2000) にはゲーム理論的アプローチや情報の非対称性を導入したモデル分析に関する研究論文が収録されている。

参考文献

- 新井富雄「経営戦略とリアルオプション」『知的資産創造』野村総合研究所, 2001年4月, 6—23頁.
- 今井潤一・渡辺隆裕「戦略的思考を取り入れたリアル・オプション——離散2時点モデルによる分析」2002年度文部科学省科学研究費補助金基盤研究(14580482) Working Paper No. 12, 2003年7月.
- 加藤俊春「リアルオプション・アプローチの実態と効果」『ダイヤモンド・ハーバード・ビジネス』8—9月号, 2000年.
- 小林啓孝『デリバティブとリアル・オプション』中央経済社, 2003年.
- 代田豊一郎・馬場直彦「リアル・オプションの基本原則と経済学への応用について——不確実性下の意思決定モデル——」『金融研究』日本銀行金融研究所, 2002年6月, 213—237頁.
- 古澤 剛「企業価値開発ツールとしてのリアルオプション・アプローチ」UFJ Institute REPORT, Vol. 7, No. 3, 2002年, 45—60頁.
- 正岡幸伸「リアルオプション経営の時代へ」『知的資産創造』野村総合研究所, 2001年3月, 46—55頁.
- 山口 浩「不動産開発意思決定におけるリアル・オプション」筑波大学大学院経営政策科学研究科 Working Paper, 2000年7月.
- 山本大輔『入門リアルオプション』刈屋武昭監修, 東洋経済新報社, 2001年.
- Amram M. and N. Kulatilaka, REAL OPTIONS, Harvard Business School Press, MA, 1999. (石原雅行・中村康治・吉田二郎訳『リアル・オプション——経営戦略の新しいアプローチ——』東洋経済新報社, 2001年)
- Baba N., "Optimal Timing in Banks' Write-off Decisions under the Possible Implementation of a Subsidy Scheme: A Real Options Approach," *Monetary and Economic Studies*, 19(3), Institute for Monetary and Economic Studies, Bank of Japan, 2001, pp. 113-141.
- Copeland T. and V. Antikarov, REAL OPTIONS, TEXERE LLC, New York, 2001. (栃本克行監訳『決定版リアルオプション——戦略フレキシビリティと経営意思決定——』東洋経済新報社, 2002年)
- Dixit A., "Hysteresis, Import Penetration, and Exchange Rate Pass Through", *Quarterly Journal of Economics*, 104, 2000, pp. 205-228.
- Graham J. R. and C. R. Harvey, "The Theory and Practice of Corporate Finance: Evidence from the Field," *Journal of Financial Economics*, Vol.60, 2-3, May 2001, pp. 187-243.
- Grenadier S. (ed.), *Game Choices*, Risk Waters Group Ltd., 2000.
- Kanoh S. and H. Murase, "On Land Price Formation: Bubble versus Option," *Japanese Economic Review*, 50, 1999, pp. 212-226.
- Lewent J. and N. Nichols, "Scientific Management at Merck: An Interview with CFO Judy Lewent," *Harvard Business Review*, Jan-Feb, 1994. (鈴木一功訳「研究開発の積極投資をリードする財務工学」『ダイヤモンド・ハーバード・ビジネス』4—5月号, 1994年)
- Mun J., *Real Options Analysis*, John Wiley & Sons, 2002. (構造計画研究所訳『実践リアルオプションの全て』川口有一郎監修, ダイヤモンド社, 2003年)
- Pindyck R. S., "Irreversibilities and the Timing of Environmental Policy," *Resource and Energy Economics*, 22, 2000, pp. 233-259.