

氏名	しば た たか し 芝 田 隆 志
学位の種類	博士 (経済学)
学位記番号	経博第 193 号
学位授与の日付	平成 16 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研究科・専攻	経済学研究科経済動態分析専攻
学位論文題目	ゲーム理論を用いたリアル・オプション分析

論文調査委員 (主査) 教授 木島正明 教授 今井晴雄 助教授 岩城秀樹

論文内容の要旨

本論文のテーマは、企業のプロジェクト評価に関する理論モデルであるリアル・オプション・モデルを、現実の経済活動に適用可能となるように拡張することである。企業の投資機会を評価する従来の手法である正味現在価値法 (NPV 法) では、プロジェクトから発生する割引キャッシュ・フローの期待値を評価するだけであるが、リアル・オプション法 (以下 RO 法と略す) では期待リターンに加えて、投資意思決定の各段階における柔軟性 (オプション性) と投資のリスクを勘案する。このため、より正確なプロジェクト評価が可能となり、RO 法の考え方は、近年、急速に実務に取り入れられて来ている。しかし、RO 法は 1980 年代後半から研究され始めた比較的新しい研究分野であり、既存のリアル・オプション・モデルには実務で受け入れ難い多くの仮定が置かれているとの指摘も存在する。本論文では、このような仮定の妥当性を吟味し、いくつかの仮定を緩めた拡張モデルを提案している。

第 1 章では、リアル・オプションの基本モデルである Dixit and Pindyck (1994) のモデルを用いて RO 法の概要を説明すると同時に、RO 法に関する既存研究と本論文におけるモデルの関係を整理している。特に、リアル・オプション分析の主要な命題である『ボラティリティ (不確実性) が增大するとプロジェクト価値は増大し、投資実行時点は先延ばしされる』に関して詳細な分析を行っている。また、この主要命題により簡潔な証明を与えている。

第 2 章では 2 つの拡張モデルを考察している。すなわち、状態変数の対数が平均回帰過程に従うと仮定したモデルとプロジェクトに多段階の投資機会が存在すると仮定したモデルである。RO 法の既存モデルのほとんどは状態変数に幾何ブラウン運動を仮定しているが、リアル・オプション・モデルにおける状態変数の中には平均回帰過程を想定したほうが自然な場合も多い。例えば、状態変数として金利を選んだ場合などである。一方、プロジェクト投資において企業が直面する意思決定機会は多段階にわたることがほとんどであり、これら 2 つの拡張は RO 法の実務への適用において極めて重要である。ここでの主要な結果は、これら 2 つの拡張モデルにおいても、上述の不確実性に関する主要命題が成立することを確認したことである。

第 3 章と第 4 章では、ゲーム理論を用いたリアル・オプション・モデルを構築している。まず第 3 章では、経済主体は市場における情報を部分的にしか観察できない (非完備情報に直面する) と仮定し、不確実性を状態変数の不確実性 (経済の不確実性) と情報の不確実性に分けて捉えている。すなわち、平均回帰過程に従う状態変数はノイズを含んだ形でしか観測できないと仮定し、フィルタリング理論を用いてプロジェクト価値と投資実行水準を分析している。2 つの不確実性が正規分布に従うと仮定してプロジェクト価値の従う偏微分方程式を導き、価値一致条件とスムーズペースティング条件を使って、プロジェクト価値と投資実行水準を自由境界問題として定式化している。数値解析の結果、プロジェクト価値と投資実行水準は状態変数の不確実性に関しては増大するが、情報の不確実性に関しては減少するという極めて興味深い結論が得られている。

第 4 章では、企業間の戦略的相互依存関係を考慮したモデルを構築している。従来のリアル・オプション・モデルでは、

企業は独占市場で経済活動を行うと仮定し、他企業の影響による不確実性は状態変数のボラティリティの一部であると捉えられてきた。近年、このようなモデル化の反省から、戦略的相互依存関係を考慮したリアル・オプションモデルが考察されており、不確実性に関する従来の主要結果の他に、戦略的代替のケースでは『均衡は1つではなく3つのタイプが存在する』ことや『コストに関して比較優位の企業は独占市場の場合よりも投資を先行して行う』などの興味深い結果が導かれている。しかし、これらの既存研究では状態変数のボラティリティは一定と仮定されており、これは多くの実証分析における報告である『ボラティリティは確率的に変化する』という事実と整合的ではない。本論文では、ボラティリティ関数がある条件を満たせば既存研究の結果が成立することを証明しており、これらの結果の頑健性が確認されたという意味で極めて重要である。

最後に、第5章では、本論文の内容を総括した後に、今後の課題として、不完備情報モデルを数値計算ではなく解析的な分析に拡張すること、戦略的相互依存関係を考慮したモデルを複占市場から寡占市場モデルに拡張すること、不完備情報と企業間の戦略的相互依存関係の両方を考慮した混合モデルを構築すること、などを挙げている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、企業のプロジェクト評価に関する理論モデルであるリアル・オプション・モデルを、現実の経済活動に適用可能となるように拡張しようという極めて意欲的な論文である。

企業の投資機会を評価する従来の手法である正味現在価値法では、プロジェクトから発生する割引キャッシュ・フローの期待値を計算する。これに対して、リアル・オプション法（以下RO法と略す）では期待リターンに加えて、投資意思決定の各段階における柔軟性（オプション性）と投資のリスクを勘案することで、より正確なプロジェクトの価値評価を可能にする。このため、RO法の考え方は、近年、急速に実務に取り入れられて来ているが、既存のリアル・オプション・モデルには実務で受け入れ難い多くの仮定が置かれているとの批判も存在している。本論文の最大の貢献は、このような仮定の妥当性を吟味し、いくつかの仮定を緩めた拡張モデルを提案していることである。

まず、研究の背景と既存研究の整理を行い、既存モデルと本論文のモデルの相違点を述べている。特に、リアル・オプションにおける主要な命題である『ボラティリティ（不確実性）が増大するとプロジェクト価値は増大し、投資実行時点は先延ばしにされる』に関する分析は示唆に富み、不確実性が投資意思決定に与える影響を直観的に説明している。

次に、状態変数の対数が平均回帰過程に従うと仮定したモデルとプロジェクトに多段階の投資機会が存在すると仮定したモデルを考察している。RO法の既存モデルのほとんどは状態変数に幾何ブラウン運動（状態変数の対数がランダムウォーク）を仮定しているが、リアル・オプション・モデルにおける状態変数の中には平均回帰過程を想定したほうが自然な場合も多い。一方、プロジェクト投資において企業が直面する意思決定機会は多段階にわたることがほとんどであり、これら2つの拡張はRO法の実務への適用において極めて重要である。本論文では、これら2つの拡張モデルにおいても、上述の不確実性に関する主要命題が成立することを証明しており、これが本論文の理論面における成果の一つである。

本論文の最大の貢献は、ゲーム理論を用いた既存のリアル・オプション・モデルを次の2点から拡張したことである。一つ目は、経済主体は市場における情報を部分的にしか観察できないと仮定し、不確実性を状態変数の変動に関する不確実性（経済の不確実性）と情報の不確実性に分けて捉えている点である。すなわち、平均回帰過程に従う状態変数はノイズを含んだ形でしか観測できないと仮定し、フィルタリング理論を用いてプロジェクト価値と投資実行水準を分析した。数値解析の結果、プロジェクト価値は状態変数の不確実性に関しては増大するが、情報の不確実性に関しては減少するという結論を得ている。これは、不確実性（リスク）が収益の源泉であるとするファイナンスの考え方に反する事例として極めて興味深い。

二つ目は、企業間の戦略的相互依存関係を考慮したリアル・オプション・モデルにおいて、ボラティリティを一般化している点である。戦略的依存関係を考慮した既存モデルでは、不確実性に関する従来の主要命題の他に、戦略的代替のケースでは『3つのタイプの均衡が存在する』ことや『コストに関して比較優位の企業は、独占市場の場合より投資を早く実行する』などの興味深い結果が導かれているが、多くの実証分析では『ボラティリティは確率的に変化する』と報告されている。本論文の最大の成果は、これら既存研究における結果の頑健性を証明したことである。

以上のように、本論文は既存のリアル・オプション・モデルを、現実の経済活動に適用可能となるように拡張しようという極めて意欲的なものであるが、なお、いくつかの問題点と課題を指摘せざるを得ない。

第一に、提案されている各モデルは部分的な拡張にしか過ぎないという点である。例えば、ボラティリティを一般化したモデルにおいて情報の不確実性を導入できていない、などである。

第二に、理論研究ばかりに目が行って、実証分析が伴っていない点である。現実の経済への適用をテーマに掲げながら、実証分析が欠落していることは問題なしとは言えない。データ入手が困難であることは否定しないが、敢えて難問に挑戦する姿勢があってもよかったのではないか。

しかし、これらは本論文が提案したモデルの貢献度に比べれば些細なものであり、その価値を損なうものではない。

よって、本論文は博士（経済学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成16年2月18日、論文内容とそれに関連した試問を行った結果、合格と認めた。