

| | |
|---------|-----------------------------|
| 氏名 | お 織 田 澤 と し も り |
| 学位の種類 | 博 士 (工 学) |
| 学位記番号 | 工 博 第 2343 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 | 工 学 研 究 科 土 木 工 学 専 攻 |
| 学位論文題目 | リアル・オプション理論を用いた社会資本整備の効率性評価 |

論文調査委員 (主査) 教授 小林 潔 司 教授 多々納 裕一 教授 大津 宏 康

論 文 内 容 の 要 旨

本論文では、社会資本整備事業の効率性評価に関する総合的な方法論を提案している。そこでは、リアル・オプション理論を用い、事業計画に関する柔軟性をオプションとして捉えることにより、事業実施のタイミングの不確実性、プロジェクト便益の不確実性に対するリスクプレミアム、時間軸に沿って実施される各評価システム間の動的な関連性について適切に考慮できる事業評価モデルを提案している。本論文は7章で構成されており、各章の概要は以下の通りである。

1章は序論である。まず、社会資本整備の効率性評価に関連する既往研究の概要について述べている。つづいて、伝統的な費用便益分析の枠組みでは、事業に内在する不確実性および不可逆性が事業の経済価値へ与える影響について十分に検討することができないことを指摘している。その上で、こうした問題点を克服できる評価手法として、リアル・オプション理論が有効であることを指摘している。その上で、本研究で着目する社会資本整備事業の評価特性について述べるとともに、モデル化の方向性について言及している。

2章では、社会資本整備問題を2段階投資モデルとして定式化し、事前・再評価間の構造について分析している。そこでは、事前・再評価間の動的な関連性と事業の不可逆性を考慮に入れた動的な事業評価手法を提案しており、事業評価システムにおいて、再評価や事前評価の見直しを導入することの経済価値を定量的に評価する理論的枠組みを構築している。2章では、本論文において最も基本的かつ本質的なモデルを定式化しており、3章以降の議論は2章での分析の結果から得られた知見の基に成り立っている。

2章で提案した基本的なモデルは、評価回数を外生的に与えているという限界があった。3章では、最適な評価回数を内生的に決定できるモデルへと拡張している。事業評価を実施するにあたっては、評価に要する固定費用を無視することはできない。3章では、事前・再評価問題における評価費用を明示的に考慮した最適事業評価問題を最適評価停止問題として定式化している。その上で、事業の評価プロセスにおける終了、及び継続のオプションがもたらす経済価値を明示的に考慮した事前・評価システムを提案している。さらに、最適評価停止問題の最適化条件が第2種フレドホルム型積分方程式を解く問題に帰着することを示し、その数値解析法を提案している。

4章では、事業の最適な評価時刻を内生的に決定できるモデルを開発している。事業の最適な評価タイミングと実施タイミングを同時に決定する問題を最適評価時刻問題と最適実施戦略問題という2つの部分問題に分解し、最適評価・実施モデルを定式化するとともに、実施の有無、および延期した場合に次期の評価タイミングを決定する簡単な評価ルールを求める方法を提案している。さらに、2つの部分問題を反復的に解くための数値計算アルゴリズムを開発している。

5章では、事業便益に関するリスクに加え、事業遅延のリスクを同時に考慮した事業評価モデルを提案している。事業の進捗率がマルコフ過程に従って推移するものと仮定し、意思決定者が事業価値と進捗率という2種類の状態変数に関する情報に基づいて、事前評価時点における事業の採択、再評価時点における事業の継続・中止を合理的に決定できるよう事前・再評価モデルを提案している。再評価時点における事業休止オプションを追加した拡張モデルを定式化し、基本モデル

との比較により、休止オプションの導入によってもたらされる経済効果を計測している。さらに、数値計算事例により事業をとりまくリスクが事業の採択基準、および再評価における事業継続基準におよぼす影響や休止オプションの経済価値に関する分析を行っている。

6章では、リアル・オプション理論を社会基盤施設の維持更新問題に適用している。ここでは、従来の社会資本施設の維持修繕問題に関する研究の多くが、対象施設が無限に供用されることを想定しているのに対し、施設の経済的寿命の到来とともに機能の向上や他用途への転用のため施設を更新する必要があることに着目している。その上で、社会基盤施設の経済的劣化と物理的劣化の双方を同時に考慮した最適アセットマネジメントモデルを定式化している。提案したモデルにより、最適マネジメント政策が施設の経済便益と劣化状態の双方に依存して、施設運営の継続の有無、あるいは修繕の内容を決定する状態依存的ルールとして決定できることを示している。

7章は結論である。本研究で得られた成果について整理し、今後の研究課題について示している。

論文審査の結果の要旨

本論文は不確実性下でのプロジェクトの事業価値をリアル・オプションとして評価するとともに、時間軸に沿って実施される事業評価システム間の動的な整合性を確保しつつ、意思決定における柔軟性の価値を適切に評価しうるような事業評価システムを開発している。その際、リアル・オプション理論を用いて1) 社会資本整備事業が複雑な意思決定構造を有すること、2) 事業便益に関する情報が常に観測可能ではなく、費用便益分析による事業評価を行った時点においてのみ獲得することができること、3) 事業が複数のリスク要因に影響を受けること、という評価特性を考慮した事業評価システムの開発に成功しており、以下のような主要な成果を得ている。

- 1) 社会資本整備問題にリアル・オプション理論を適用し、時間軸に沿って実施される事前・再評価の間の動的な整合性を確保しうる統一的な公共事業の効率性評価システムを開発し、その性能を理論的に解明することに成功している。
- 2) 評価費用を明示的に考慮した事業の事前・再評価問題を最適評価停止問題として定式化し、その最適条件が積分方程式に帰着することを理論的に明らかにしている。さらに、その効率的な解法を提案している。その上で、事業の評価プロセスにおいて最適な評価回数を内生的に決定できる評価モデルを提案するとともに、事業の最適な評価間隔を内生的に決定できるような最適評価・実施モデルを定式化している。
- 3) 事業便益リスク、事業遅延リスクという複数のリスク要因を同時に考慮した事業の事前・再評価モデルを定式化し、その数値計算アルゴリズムを開発している。さらに、現実のプロジェクト評価問題へ適用し、提案する方法論の有効性を実証的に検証している。
- 4) リアル・オプション理論が社会基盤のアセットマネジメント問題にも適用可能であることに着目し、構造物の経済的な寿命を考慮した実用的な修繕政策決定モデルを作成している。

以上、本論文は、リアル・オプション理論を用いて、時間軸に沿った複数時点において実施される事業評価プロセスの動的な整合性を考慮した多段階評価システムに関する理論的・実証的な研究を実施したものであり、社会資本整備に関する評価システムの体系化を通じて今後の公共事業評価の高度化に資するものであり、学術上、實際上、寄与するところが少なくない。

よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成16年1月22日に論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。