

社会資本への投資問題に対するリアル・オプション手法の適用性

名古屋工業大学 学生会員 兼松 健治、フェロー会員 和久昭正、谷口仁士

1. はじめに

社会資本は、豊かな国民生活と活力ある経済社会において欠くことができないものである。しかし、複雑で多様化しリスクが溢れる社会では、ライフサイクルが長期にわたる社会資本もその例外ではない。そして、管理者である自治体の多くは厳しい財政状況下であり、投資リスクを十分に検討する必要に迫られている。しかし、投資リスクは構造物の劣化や社会ニーズを考慮する必要があり、そのリスク低減は困難な課題である。

本研究で取り上げる我が国の港湾においても、これから多くが耐用年数を迎えるとともに、アジア各国の港湾整備による取扱量の変化見通しが困難を極めるなど大きなリスクを抱えている。

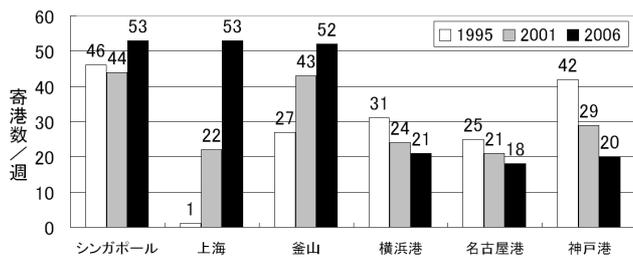


図1 欧米航路寄港便数の比較¹⁾

図1は、我が国の港湾とアジアの主要港湾との比較である。アジアの主要港湾が著しい増加を見せている。

本研究では、港湾への投資問題にリアル・オプションを適用することで、投資リスクの低減を図ることを検討するものである。

2. 社会資本へのリアル・オプションの適用

2-1. リアル・オプションについて

リアル・オプションとは金融分野におけるオプション理論を実資産（リアル）に応用したもので、不動産の分野などで用いられている。そして、社会資本整備も多額の投資を行う点でその適用が可能であるとされている。しかし、社会資本整備への適用は研究段階にあり、その手法が確立されたと言える段階には、まだ至っていない。

特に、社会資本（道路・港湾等）への投資問題は金銭的な収益を目的としないものであり、それをどう価値判断に考慮するかが課題である。

2-2. 社会資本への適用

そもそもリアル・オプションとは投資のタイミングと

不確実性を考慮して、投資の有効性を評価する手法である。従来の社会資本整備プロジェクトへの投資判断には (B/C) が用いられてきた (B: 便益, C: コスト)。しかし、これらの指標は将来を予測した一つのシナリオの現在における価値を判断するものである。この中には二つの問題点がある。1つ目は将来のシナリオが実際には一通りでないこと、そして2つ目には投資判断がその時点でしかできないことである。将来のシナリオは構造物が有する工学的リスクや経済的リスク、社会的リスクによりベストシナリオとワーストシナリオに広がっている。また、投資タイミングもそのときに最適なタイミングとは限らない。いったん投資価値がないと判断された投資においても、投資タイミングを計ることで価値がある投資として実施することができる。つまり、これまでの投資判断では価値が得られる可能性が少ないにも係わらず投資を採択したり、価値が得られるはずであったのに投資を採択しなかったりする可能性があった。

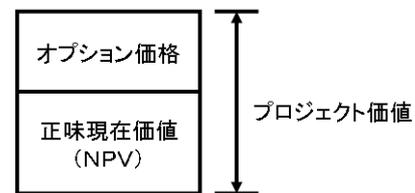


図2 プロジェクト価値

リアル・オプションにおけるプロジェクト価値を図2に示す。プロジェクト価値はシナリオに基づいて算出した正味現在価値 (NPV) とシナリオが持つ経済的リスクを考慮するオプション価格を足し合わせたものである。そして、このプロジェクト価値をもとに図3に示すフローに従いリアル・オプションにおける投資判断、投資の採択、中止、そして延期を決定する。

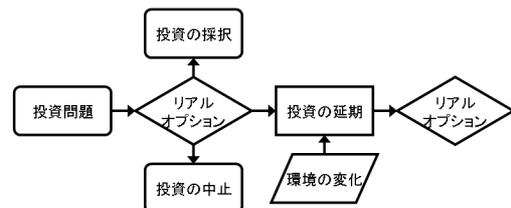


図3 投資判断フロー

これら社会資本への基本的な適用手法は実資産への適用と同じ流れで可能であると考えられる。

2-3. リアル・オプション手法の検討

我が国の港湾は、アジア各国の港湾整備によって取扱量が減少している。そこで、投資判断の材料として将来の推測をするが、将来の取扱量を正確に予測することは困難である。これは港湾整備のリスクの1つである。しかし、時とともに各国の港湾は完成し、我が国の港湾が行う推測と現実の乖離差が減少する。つまり、我が国は投資タイミングを計ることでより正確な情報を得られる。また整備には工期が必要であり、誤ったタイミングは機会損失を招く。

次に、耐用年数を迎える港湾にとって地震などの自然災害に遭遇することも大きなリスクである。被害状況によっては、その機能を維持することができなくなる。例えば、発生が予測されている東海地震等であれば、発生時期を投資判断に考慮できる。そして、年々高まる耐震化価値が、港湾整備の必要性を高めることとなる。

投資タイミングとアジア各国の港湾整備の完成時期、そして地震の発生時期の期間変化は毎期のボラティリティの変化となる。したがって、ボラティリティ変動モデルを用いることが妥当であり、これにより最適な投資ができると考える。

3. 液状化対策事例

リアル・オプションの基本モデルでモデル計算を行う。

3-1. NPV分析の適用

ある液状化対策プロジェクトにNPV分析を適用するとそのプロジェクト価値はマイナス4.9億円となった。NPV分析においてマイナスの値は価値のあるプロジェクトではなく、不採択となる。

3-2. リアル・オプション手法の適用

次に、プロジェクトへの投資判断を延期するとどうなるかを、オプション価格を算出することで判断する。

ここで用いる2項モデルはオプション価値を算出するための近似計算法である。このプロジェクトが持つ意思決定までの期間を3年とする。基本条件を表1に、各値の算出式を表2に示す。

表1 基本条件

原資産 (S 社会的便益の現在価値) : 469 億円
行使価格 (K プロジェクトコスト) : 480 億円
ボラティリティ (σ リスクの大きさ) : 年 10%
社会的割引率 (rf 価値の本源的変化) : 年 5%
期間数 (n 2項モデルにおける格子の数) : 3
行使期間 (t 投資判断延期の期間) : 3年

表2 各値算出式

増加確率 (u) : $u = \exp(\sigma(t/n)^{0.5}) = 1.1052$
減少確率 (d) : $d = 1/u = 0.9048$
現価係数 (R) : $R = \exp(rf \cdot t/n) = 1.051$
リスク中立確立 (P) : $P = (\exp(rf) - d) / (u - d) = 0.7309$
資産価値計算 : $S_n = S_{n-1} \cdot u, S_n = S_{n-1} \cdot d$
投資判断 : $C_n = \text{Max}(S_n - K, 0)$
オプション価値計算 : $C = (C_u P + C_d (1-P)) / R$

まず、図4の資産価値ツリーは原資産の延期期間内の動きを示したものである。格子計算により原資産が3年後には347億円から633億円まで広がる。

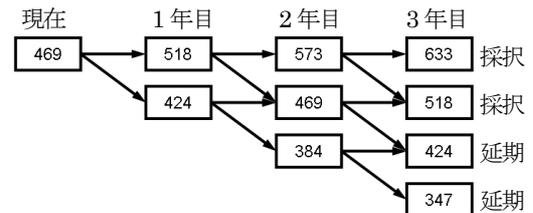


図4 資産価値ツリー

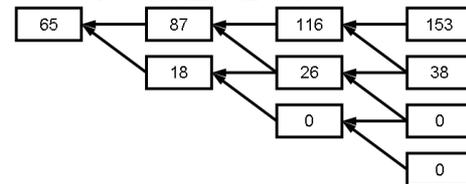


図5 オプション価値ツリー

そして、3年目に投資判断を行うタイプの延期シナリオであるため、3年目の原資産から行使価格を引く。この際、値がプラスとなるシナリオは採択であるためその値をオプション価値ツリーに入れ、値がマイナスとなるシナリオには投資をしないためゼロを入れる。

図5のツリー計算はリスク中立確率をもとに1期ずつ現在に戻ってくる操作で、ゼロ期目に入る値がこのプロジェクトのオプション価格となる。したがって、このプロジェクトのプロジェクト価値は(-4.9+65)で約60億円となり採択または延期する価値があると判断される。

4. まとめ

リアル・オプションは、投資タイミングを計ることができる投資判断手法である。この性質はこれからの社会資本への投資問題におけるリスク対策に必要なものであり、モデル計算からも分かるように適用可能な手法であると思われる。今後は、ボラティリティ変動モデルによるモデル計算を行い、リスクを適切に算入できる投資の有効性評価手法を検討する。

参考文献

- 1) 国土交通省『平成20年度 港湾局関係 予算概算要求概要』
- 2) 和久昭正『インフラ経済論』(授業テキスト)
- 3) ジョナサン・マン (2003)『実践リアル・オプションのすべて』
- 4) 国土交通政策研究所 (2001)『社会資本整備におけるリスクに関する研究』