

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、社会資本もその例外ではなくなっている。社会資本のライフサイクルは長期にわたるため、様々なリスク（工学的リスク、経済的リスク、社会的リスク）を抱えている。特に、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った。

そして現在、社会資本への投資問題が置かれた環境はきびしさを増している。図1は、必要投資額が調達できなくなる可能性を予測した図である。

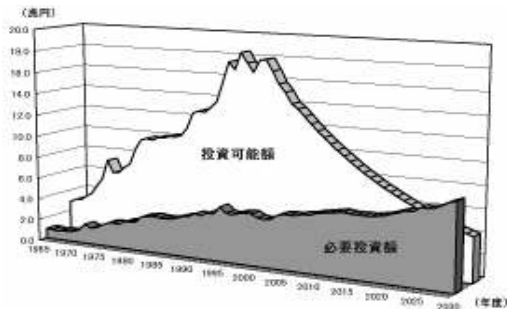


図1 社会資本における投資予測

これは、投資可能額が行政の財政悪化や少子高齢化により減る一方、必要投資額が高度経済成長期に造られた社会資本の劣化で増えるためである。

本研究では、厳しい状況下にある社会資本への投資問題にリアル・オプションを適用することで、投資リスクを低減す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、まだいたっていない。

特に社会資本の特徴である、収益が発生しない価値(便益)にどう対応するかが課題となっている。表1に各原資産の定義をまとめる。

表1 各適用対象に対する原資産の定義

金融資産	株価
実資産	事業で得る営業資産の現在価値
社会資本	整備による社会的便益の現在価値

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:プロジェクト便益,C:プロジェクトコスト)。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なシナリオとワーストなシナリオに広がっている。又、投資タイミングもそのときが最適なタイミングとは限らない。投資タイミングを計ることで、いったん投資価値がないと判断されたプロジェクトにおいても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過度なリスクを含む投資を採択したり、価値が得られるはずであった投資を採択しなかったりする可能性があるということである。



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

また、投資の延期には二種類ある。1つ目は延期期限内のいつでもタイミングがよいときに投資

を行うアメリカンタイプ、そして2つ目に延長期を迎えるときに投資判断を行うヨーロッパタイプである。より不確実性に対応できるアメリカンタイプによるシナリオの方がオプション価格は高くなる。そして、再度の判断ではNPV分析を用い投資の採択、中止を決定する。

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る。

3. モデル計算

リアル・オプションを実務に適用した場合のモデル計算を行った。

モータープールを運営するA社は、液状化対策工事への投資判断の材料としてリアル・オプションを用いることを決定した。まず、このプロジェクトのNPVを算出したところマイナス4.9億円であった。続いて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。

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
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) :	$P = (\exp(rf) \cdot d) / (u \cdot d) = 0.7309$
前進計算 :	$S_n = S_{n-1} \cdot u, S_n = S_{n-1} \cdot d$
投資判断 :	$C_n = \text{Max}(S_n - K, 0)$
後退計算 :	$C = (C_u P + C_d(1-P)) / R$

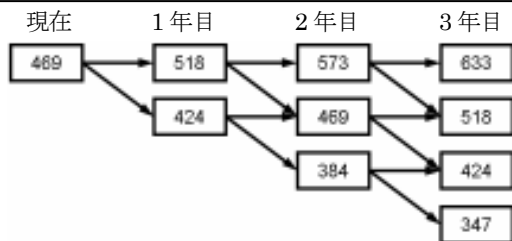


図4 資産価値ツリー

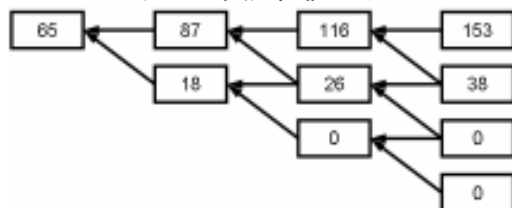


図5 オプション価値ツリー

図4の資産価値ツリーは原資産の延長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633億円まで広がることになる。

そして、3年目に投資判断を行うヨーロッパ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の場合は投資が中止されるためゼロを入れる。

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60億円となり延期する価値があると判断される。3年後にはNPV分析を再度行い、プロジェクトへの最終的な投資判断が行われる。

4. まとめ

リアル・オプションは工学的リスクや経済的リスク、社会的リスクをボラティリティの中に考慮し、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。

しかし、社会資本への適用にはまだいくつかの課題が存在している。1つ目は長いライフサイクルを持つリスクの考慮手法である。2項モデルによる延長期間中の経済的リスクの考慮だけでは不足であると考えられる。

また、2つ目はNPVの算出における収益が発生しない価値(便益)の流れを反映する手法である。例えば、このモデルにおいては液状化対策工事により得られた安心のことである。これが社会資本へのリアル・オプションが金融資産におけるオプション理論や実資産への投資問題におけるリアル・オプションと異なる点である。NPVに適切に便益を反映できなければリアル・オプションによるオプション価格が適切な評価をしていないとなる。第3章のモデルではお金の流れをあらわすキャッシュフローに便益の流れを入れたベネフィットフローを暫定的に用いてNPVを算出したが、検討の余地が残っている。

今後はこれらの課題を解決するために、リアル・オプションの社会資本への適用が可能な手法を検討する。

参考文献

- 1) 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』
- 2) 和久昭正 『インフラ経済論』 (授業テキスト)
- 3) 国土交通省 『国土交通白書 2006』
- 4) ジョナサン・マン (2003) 『実践リアル・オプションのすべて』