

リアル・オプションアプローチによる 高速自動車国道整備計画の策定に関する研究

A Study on planning of Expressway improvement using Real Option Approach

北海道大学大学院工学研究科
北海道大学大学院工学研究科
北海道大学大学院工学研究科

○学生員
正員
フェロー

脇田 茂夫 (Shigeo Wakita)
岸 邦宏 (Kunihiro Kishi)
佐藤 馨一 (Keiichi Satoh)

1. 背景と目的

近年、国民意識の変化や社会経済情勢の変化による財政制約等により、公共事業のあり方が改めて問われている。道路行政、中でも高速自動車国道の整備は、そのプロジェクトの大きさから、より効率性を重視した整備計画を立てていく必要がある。その一方で、全国の利用台数が長年維持し続けてきた上昇のトレンドから外れ始めるなど、非常に投資のリスクは高まっている。このように不確実性が高まっている今、その時々状況に応じた投資の意思決定が必要である。しかしながら、従来から公共事業の投資の意思決定に使用されてきた費用便益分析では、状況に応じた意思決定を評価することは不可能と言わざるを得ない。なぜなら、分析時に想定したシナリオ以外の状況には対処することが出来ないからである。今後は公共事業の意思決定にも、不確実性とそれに応じた柔軟な意思決定を考慮に入れた評価手法が必要であると言える。

本研究では、不確実性を踏まえた投資の意思決定を支援する「リアル・オプションアプローチ」を高速自動車国道の整備プロジェクトへ適用することを試みた。リアル・オプションアプローチを高速自動車国道の整備プロジェクトに適用した研究として、田上¹⁾が社会的便益の現在価値を原資産として適用し、建設・撤退に関する評価を行ったものがある。本研究では、高速自動車国道整備事業において、リスクが大きくてもそのリスクを最小限に抑えられる投資手法の提案とその評価手法の構築を目的としている。その際、リアル・オプションアプローチの理論の一つであるヨーロピアン・コールオプションの考え方を使用した。構築した投資・評価手法の適用事例としては、途絶区間を含む2つの未供用区間を持つ道東自動車道の整備プロジェクトを取り上げた。

2. リアル・オプションアプローチの概要²⁾

2.1 リアル・オプションアプローチ

金融において将来のある時点で(もしくはまでに)ある一定の価格(行使価格)で金融資産などの原資産を売買できる権利をオプションという。この金融オプションを実物資産に応用したものが、リアル・オプションアプローチである。これにより、撤退する・延期するといった経営上のオプションの持つ価値を評価することが出来る。

2.2 ユーロピアン・コールオプション

ユーロピアン・コールオプションとは、金融オプションの一種であり、将来のあらかじめ決められたある時点において、株式や金融資産などの原資産を売買する権

利のことである。ユーロピアン・コールオプションを買うとは、オプション料(プレミアム)を支払い、決められた行使価格で原資産を買う権利を買うことである。行使日に原資産価格が行使価格を上回ったときには、その権利を行使し利益を得ることが出来る。この理論のポイントは、行使する権利はあるが義務は無いため、損失が最小限に限定されることである。この場合のオプション価値は、ブラック・ショールズ式((1)式)等により算出することが可能である。



図-1 ユーロピアン・コールオプション

$$C(S, \tau; E) = SN(d_1) - Ee^{-r\tau}N(d_2) \quad (1)$$

ただし

$$d_1 = \frac{\ln(S/E) + (r + \frac{1}{2}\sigma^2)\tau}{\sigma\sqrt{\tau}} \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{\tau}$$

$$N(z) = \int_{-\infty}^z n(x)dx \quad n(x) = \frac{e^{-\frac{x^2}{2}}}{\sqrt{2\pi}}$$

S: 原資産価格 E: 権利行使価格 τ : 満期までの期間

σ : 原資産のボラティリティ r : リスクフリーレート

3. 高速自動車国道整備事業におけるリスクを考慮した投資手法の構築

3.1 評価対象に想定する条件

不確実性がほとんどない状況であれば、最適な投資の意思決定は費用便益分析で十分可能である。しかし、現状の整備手法は、便益の最大化を考慮しているとは考えにくい国の施行命令順に整備が開始されているにすぎない。これにより、同一路線内において複数区間が同時に事業中である状況(図-2)を作り出す。結果としてこの状況での整備には非常に大きなリスクが存在すると考えられる。なぜなら状況が不利になることが分かるまで不可逆の投資を行い続けることになるからである。したがって本研究では、高速自動車国道の整備事業の中でも非常に大きなリスクを持つ「複数区間が同時に事業中である路線」におけるリスクを考慮した投資手法を提案する。

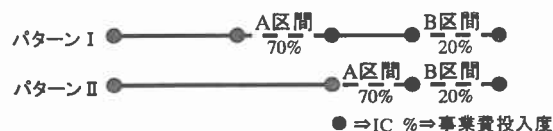


図-2 評価対象例

3.2 本研究で提案する手法

図-2のような対象におけるリスクを考慮した投資手法として、本研究では次のような手法を提案する。

現時点で意思決定をしてしまうのではなく、その路線における影響力の大きい区間の供用まで投資を一旦延期する。その後の供用開始により、正確な状況の把握はしやすくなるためその時点で次の意思決定を行う。

このような投資手法が最善であると考えられる。

3.3 従来手法との損益の相違

従来型の意思決定をした場合と、本研究で提案した投資手法との損益のシナリオの相違は、図-3のようになる。

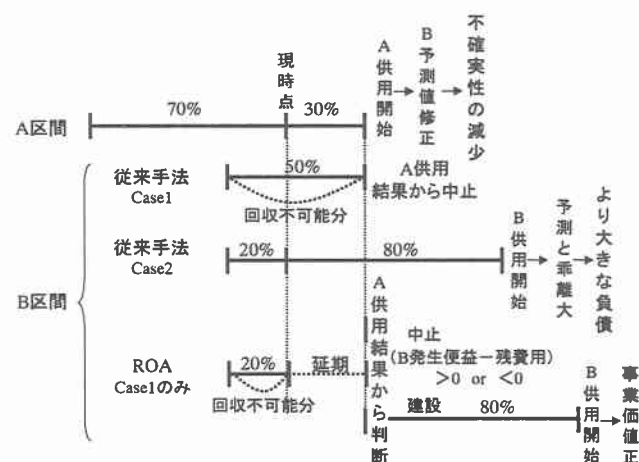


図-3 投資手法の違いによる損益の相違例

従来型の Case1 の場合、現時点では投資続行の意思決定しなかったために、たとえ中止した場合でも無駄な投資を増やしてしまうことになる。

次に Case2 のように、最後まで着工時の意思決定を尊重した場合には、A が大幅に予想を下回ったことで、B の事業価値が正になる可能性がまったくない場合でも最後まで作りつづけることになり、総事業費を上回る負債を背負うことになる。結果的に損失に下限が無い状態に陥る可能性がある。

一方 B の交通量に強く影響を与える A の交通量の不確実性を解消するため、現時点で A 供用まで一旦延期という柔軟な意思決定をすることが出来た場合には、A 供用後、以前より正確な B の事業価値を知ることが出来るため、中止・建設の正しい意思決定をすることが出来る。たとえ中止となった場合でも、回収不可能分は従来の意思決定法に比べ大幅に少なく出来る。また、最大のポイントは損失に下限があることである。

上記のように大きな違いが出た最大の要因は、先行区間の供用まで延期することが不確実性を大幅に減少させ、的確な判断を可能にしたからである。

4. 提案した投資手法の評価方法

図-3 で示した延期するという意思決定は、現時点に延期というオプションを購入し、A 供用時という権利行使日にもし B の発生便益(原資産価値)が B の残費用と維持管理費の合計(権利行使価格)を上回ったときに権利を行使するヨーロピアン・コールオプションととらえるこ

とが可能である。そのため、この投資手法を用いた場合の B 区間の事業価値は(2)式として表すことが出来る。

$$\text{延期可能な場合のB区間の事業価値} = \text{NPV} + \text{延期のオプション価値} \quad (2)$$

$$NPV = B \text{ 供用による発生便益} - (\text{残りの事業費} + \text{維持管理費})$$

延期のオプション価値=ブラックショールズ式に以下の項目を代入

原資産価値: B供用による発生便益の現在価値
 権利行使価格: B区間の残りの事業費+維持管理費
 満期までの期間: 現時点からA区間の供用開始までの期間
 ボラティリティ: 需要推計精度の偏差
 リスクフリーレート: 社会的割引率

構築した適用方法の特徴として以下のようなものが挙げられる。

- ・現実において適用可能な路線が多くいため、ごくまれにしか適用できない方法ではない
- ・事業投入度を自由に設定することで様々な状況を想定した分析を行うことが可能
- ・中止ではなく、無料区間や完全2車線といった代替案の場合も評価が可能

5. 道東自動車道整備計画への適用

5.1 道東自動車道の概要と未供用区間の設定



図-4 道東自動車道の概略図

道東自動車道は、現在未供用区間が2区間存在する。そのうち池田IC～釧路IC間の予測利用台数は、途絶区間であり、日高山脈をまたぎ道央圏と道東圏をつなぐ夕張IC～十勝清水IC間の供用実績に大きく影響を受ける。そこで本研究では、夕張IC～十勝清水IC間をA区間、池田IC～釧路IC間をB区間として適用する。

5.2 インプット項目の推計方法

結果である延期を可能とした場合の事業価値の算出には、ブラック・ショールズ式のインプット項目のうち、原資産価格(B 供用による発生便益の現在価値)とボラティリティは各々推計する必要がある。

発生便益は、走行費用削減便益と走行時間短縮便益を
原資産として推計を行う。

ボラティリティは、モンテカルロシミュレーションを行うことで推計出来ると考えている。その際、需要推計の結果を実績値と比べた初期交通量の推計誤差と交通量伸び率の変動を支配方程式に入れて行う。

参考文献

- 1) 田上哲也、岸邦宏、佐藤馨一：リアル・オプションアプローチによる道東自動車道整備計画の評価に関する研究、土木学会北海道支部論文報告集 58、pp.622-623、2002
- 2) 刈屋武昭：入門リアル・オプション、東洋経済新報社、2001