

学 位 論 文 題 名

# A Study on Evaluation of New Expressway Projects Using Real Option Approach

(リアル・オプション・アプローチを用いた  
高速道路整備プロジェクトの評価に関する研究)

## 学位論文内容の要旨

Japan Highway Public Corporation (JH) has employed the pooling system to fund new expressway projects and unprofitable expressways. Unfortunately, huge debts have been created by JH. This forces the Japanese government to change the policy regarding expressway development due to the recent economic crisis. The government is trying to privatize the JH in order to reduce the budget. Meanwhile, the government is also trying to expand the expressway networks. This is an especially serious problem in Hokkaido prefecture, where many expressways are still required to complete the expressway network. Thus, there is an urgent necessity to clarify which project is worth being construct.

To evaluate a new expressway using Cost-Benefit Analysis (CBA), many shortcoming have been found. The CBA cannot be used to include the uncertainties and options in management in the evaluation process. Thus, the results from CBA do not reflect the real potential of the projects. This study aims to develop frameworks to include uncertainties and options in management in the evaluation process for expressway projects using Real Option Approach (ROA).

This study develops frameworks for assessing new expressway projects by employing a concept of ROA. The frameworks cover methods to model uncertainties in forecasting variables, proposed options in management, and also analysing techniques using ROA. The dissertation is organized in six chapters. Chapter one introduces the background of the study, existing problems, a research purpose and specific objectives. Chapter two summarizes the literature concerning in this study. The history of Japanese government policy for implementing expressway system is explained. The evaluation tools used for assessing expressway projects are also described. Then, the theory of Real Option Approach is reviewed.

Chapter three presents a framework to evaluate new expressway projects when the

option to defer is available. A stochastic process, used for modeling the uncertainty in future traffic demand, is depicted. To defer an expressway, social loss is proposed to be included as a cost to obtain the option. Then, the calculation procedure by using binomial model is explained. The new expressway projects in Hokkaido are evaluated by using the calculation framework. As a result, recommendations on expressway implementation are proposed to the Hokkaido government. An analysing process by employing simulation technique is developed in Chapter four. Various strategies for expressway development in Hokkaido are clarified. Then, the DOTO expressway project is selected to be evaluated by the proposed process to obtain a suitable strategy, which will be suggested to the government.

Chapter five presents an option to defer toll collection, which is included in the evaluation process. Methods to model uncertainties in both future traffic demand and construction are depicted. The basic idea of option to defer toll collection is also explained. Then, the calculation process is described. After that, Yoichi-Otaru expressway project is evaluated by using the proposed process. Consequently, the recommended plan is identified for the government. Chapter six concludes this dissertation by highlighting the main contributions. The recommendations on expressway development in Hokkaido are summarized for the government. Finally, directions for future research are discussed.

In this research, an option to defer the construction is applied in the evaluation of the expressway projects in Hokkaido using the proposed frameworks, both Binomial model and simulation technique. The results from both methods lead to the same recommendation. It is recommended that Kunnui-Nanae, Wassamu-Nayoro and Yubari-Tokachishimizu expressway projects should be invested without any delays. The rests of the project are suggested to be deferred until the situation turns favourable.

For the Yoichi-Otaru expressway project, the decision is to defer the construction when there is the option to defer. However, the project has a high chance to be feasible when using an option to defer toll collection and considering uncertainties in both future traffic demand and construction cost. Thus, the Yoichi-Otaru will be recommended for investment if there is no toll collection in the beginning stage of operation and subsidy is provided.

# 学位論文審査の要旨

主 査 教 授 佐 藤 馨 一

副 査 教 授 加 賀 屋 誠 一

副 査 教 授 森 吉 昭 博

副 査 助 教 授 中 辻 隆

## 学 位 論 文 題 名

### A Study on Evaluation of New Expressway Projects Using Real Option Approach

(リアル・オプション・アプローチを用いた  
高速道路整備プロジェクトの評価に関する研究)

近年、高速道路の施工主体である日本道路公団について大幅な見直しがなされ、平成 16 年 4 月に道路四公団民営化法が衆議院で可決された。このプロセスにおいて最も議論されたのは採算性の悪い整備区間の取り扱いであった。本論文はこれまでの費用便益比を中心とする評価基準にたいし、新しくリアル・オプション・アプローチ (R.O.A) を用いたプロジェクト評価法を提案したものである。本研究の概要は以下の通りである。

第 1 章は本研究の背景および目的について述べ、さらに本論文の内容・構成についてまとめた。

第 2 章はわが国における道路網体系を整理し、道路五ヵ年計画や道路特別会計について取りまとめた。さらに高速道路プロジェクトを経済的に評価するため、将来交通量を予測し、便益やコストを算出して費用便益比を計算する手法を述べている。続いて R.O.A の定義や費用便益法との比較を行い、R.O.A. に用いる二項モデルやシミュレーションモデルの説明をした上で、高速道路プロジェクトへ適用する条件等について考察を行った。

第 3 章は二項モデルによる高速道路プロジェクトの評価について記述した。このモデルは各期毎にオプションの便益が向上した場合と、低下した場合の確率を求め、全期を通じてプロジェクトの評価を行う方法である。プロジェクトが 20 年間遅れるときの社会的損失を計算した結果、北海道横断道夕張～清水間、北海道縦貫道国縫～七飯間が「投資可」となり、費用便益法で「中止」と評価された北海道縦貫自動車道和寒～名寄間も「投資可」となった。一方、北海道横断道足寄～北見間、本別～釧路間の整備は「延期」という分析結果が得られた。この結果は費用分析法による評価と一致する。

第 4 章はシミュレーション法によるオプション評価について記述したものである。東京湾横断道路や本州四国連絡橋に対する批判は、本来不確実な将来交通量や建設費等を固定してプロジェクト評価

を行ったことに集約される。費用分析法は確定した費用と便益のもとで行う評価法であり、要因に不確実性が内在するプロジェクトの場合、R.O.A のみによってしか評価を行うことができない。シミュレーション法は将来交通量と建設費とが変動すること想定し、幾何ブラウン運動による乱数を発生させてプロジェクト評価を行うものである。二項モデル法は計画期間が長くなると確率ツリーが複雑になり、オプション値の計算が非常に困難になる。これに対してシミュレーション法は確実にオプション評価値を計算できるが、プロジェクト評価が二項モデル法と一致する保証はない。本研究では第三章の数値を用いてシミュレーションを行い、二項モデル法と同一の結果が得られることを確認した。R.O.A においてシミュレーション法の有用が示されたことにより、不確実性を内在したプロジェクト評価の的確に実施する道を開いた。

第5章は将来交通量の不確実性を幾何ブラウン運動で、建設費の不確実性を三角分布で与え、さらに料金徴収の開始時期を変化させた北海道横断道小樽～余市間プロジェクトについて評価を行った。費用分析法は将来交通量と建設費の不確実性を考慮していないため、このプロジェクトの評価は「中止」となった。しかしシミュレーション法による R.O.A の評価は「投資可」となり、料金徴収も開業時から「可」となった。シミュレーション法は将来交通量や建設費の変動を見込んでおり、交通量が多くなったり少なくなったり、建設費が高くなったり安くなったりする 5000 ケースについて計算を行い、その 84.4% のケースで「投資可」という結果が得られた。

第6章は不確実性の内在するプロジェクト評価に R.O.A を適用する意義と課題を取りまとめ、費用分析法と異なる評価結果が得られることを示した。費用便益法では北海道横断道夕張～清水間でさえ「中止」となり、その結論に多くの道民が異議を唱えてきた。しかし R.O.A ではこの区間の評価は「投資可」となり、さらに北海道縦貫道国縫～七飯間も「投資可」と評価された。この結果は国土交通省の最終結論と一致しており、本研究によって求められた結論の妥当性と実用性を裏付けている。

これを要するに、著者は、リアル・オプション・アプローチの適用研究を行い、不確実性の内在する高速道路プロジェクトの的確な評価手法を提言するとともに、北海道における高速道路整備の優先度を示したものであり、国土計画学、交通計画学、計画数理学の発展に貢献するところ大なるものがある。

よって著者は、北海道大学博士（工学）の学位を授与される資格あるものと認める。