

リアルオプション手法による熊電LRT化段階整備計画案の評価

○ 熊本大学 学生員 平野俊彦
 熊本大学 正会員 藤見俊夫
 熊本大学 正会員 溝上章志

1. はじめに

熊本電鉄では、熊本市電への乗り入れのための軌道延伸、システムのLRT化、既存のバス路線のフィーダー路線網への再編を骨子としたLRT化計画案を公表した。H16年度には本計画案に対する需要予測と費用便益分析が行われ、B/Cはおおよそ4.0となっている。しかし、建設費の絶対額が大きいことや需要の不確実性が大きいなどの理由で、本計画の一括整備は困難であると考えられる。その代替案として、水道町まで軌道を延伸して、北熊本までLRT化を行い(第1段階)、その後、辻久保まで北へ延伸し、北熊本から辻久保までを全面LRT化する(第2段階)という段階整備(図1参照)が検討されている。本研究では、金融オプションの理論を取り入れたリアルオプション手法を用いて本LRT化プロジェクトの評価を行い、従来の現在価値法による評価と比較することによって、段階整備という柔軟性のある整備計画の価値を求めることを目的とする。

図1 段階整備計画案



2. リアルオプションの概要

将来の原資産が不確実な場合、現在価値法(NPV法)では将来のキャッシュフローの期待値を推定し、それを通常よりも大きな割引率で割り引いて現在の価値に戻すという評価方法をとる。一方、リアルオプションでは、将来有利な状況になればオプションを行使し、不利な状況になればオプションを放棄するというオプション価値をプロジェクトの評価に加えることができる。経済状況に伴って、輸送需要やそれに基づく社会的便益は変動するものであるから、交通プロジェクトの評価へのリアルオプションの適用は有用である。こ

こではオプションとして、第1段階整備終了後に拡張事業となる第2段階整備を行うかどうかを決定できる拡大オプションを考える。

3. 将来の社会的便益額の予測

原資産の価値となる将来の社会的便益額を推計するために、まず熊本電鉄の将来の需要の予測を行う。予測の方法は、1)非集計型手段選択モデルと数え上げ法による集計化分担交通量の予測、2)自動車利用ODの道路網への均衡配分、3)公共交通ODの確率配分を組み合わせた統合均衡型モデルである。詳細な解説は他の文献にゆずる。交通需要の予測は、現況の熊本電鉄、市電、JRとすべてのバス事業者が設定した路線網から構成されるネットワークに加えて、前述した第1段階整備後と第2段階整備後のネットワークの3ケースについて行っている。なお、バス路線網は第1段階整備時にはすべてフィーダー路線網に再編されるものとする。

需要予測の結果、第1段階整備後の自動車から公共交通機関への転換トリップは300トリップ/日、第2段階整備後の転換トリップは合計で930トリップ/日となった。その結果、表1に示すように、LRTの利用需要は第1段階整備後には22,200人/日となり、現況の3,700人/日に比べ6倍の需要が見込まれる。また、第2段階整備後にはさらに2,000人利用者数が増えるという結果になった。

表1 LRT需要の区間別内訳

	市電区間	熊電区間	合計
市電区間	8,100/8,100	3,700/4,900	11,800/13,000
熊電区間	3,500/4,500	6,900/6,700	10,400/11,200
合計	11,600/12,600	10,600/11,600	22,200/24,200

注) 第1段階整備後/第2段階整備後の需要を示す

第1段階整備、および第2段階整備後の社会的便益を推計した結果を表2に示す。第1段階整備後では全体で14.23億円/年、第2段階整備まで終わると29.85億円/年の便益が発生すると予測される。

表2 第1段階、第2段階整備後の便益推計額

	第1段階整備後	第2段階整備後
利用者便益	12.01	26.31
供給者便益	1.66	1.66
環境等改善便益	0.56	1.88
計	14.23	29.85

注) 単位は 億円/年

4. リアルオプション法による段階整備の評価

(1) 一括整備計画

一括整備を行う場合は NPV 法を用いる。この場合の建設期間は 3 年とする。費用は、初年度に 3.38 億円の調査設計費、2 年目に 36.43 億円の車両購入費等、3 年目に 71.26 億円の延伸工事費等が投入される。また、供用から 18 年後に維持補修などの費用として 0.30 億円を計上した。便益は第 2 段階整備終了後に発生するキャッシュフローを用いるが、熊本電鉄の収益動向から毎年 2% 減少していくと仮定する。以上の設定下で 30 年間の費用便益分析を行なった。算出された総便益額、総費用額の現在価値は、それぞれ 367.9 億円、111.4 億円となり、NPV は 256.5 億円となった。

(2) オプションを考慮しない段階整備計画

オプションを考慮しない段階整備、つまり第 1 段階整備と第 2 段階整備を独立した事業として評価する場合は、それぞれの整備を NPV 法で評価し、足し合わせることで全体の NPV を求める。第 1 段階整備は 2 年で行い、総投資額の 70% が投資され、残りの 30% が第 2 段階整備に投資され、1 年で整備するものとする。第 1 段階整備後は 14.23 億円、第 2 段階整備後は 15.62 (=29.85-14.23) 億円が発生するとして、前項と同様の評価を行った。その結果、第 1 段階整備の NPV は 104.4 億円、第 2 段階整備の NPV は 144.6 億円となり、プロジェクト全体の NPV は 249.0 億円となった。

(3) 拡大オプション型段階整備計画

拡大オプション型段階整備では Trigeorgis(1991)の方法に従い評価した。原資産は将来の社会的便益額である。各段階整備にかかる期間や投資額、整備後の便益は前項と同じ値とする。しかし、便益の現在価値が不確実性（ボラティリティ：原資産価格の変動の平均値）により 1 年ごとに変動するものとする。そのボラティリティは年率 50% と仮定する。

第 1 段階整備についてはオプションを考慮しないので前項より NPV は 104.4 億円となる。第 2 段階整備では拡大オプションを考慮し、2 項モデルを用いてプロジェクト価値を求め、それぞれの NPV を足し合わせて全体事業の NPV を求める。2 項モデルでは、便益がボラティリティによりどのように変化するかを 1 年ごとに場合分けをして推計する（図 2 参照）。上昇率と下落率はボラティリティを σ とした場合にそれぞれ $u = e^{\sigma}$ 、 $d = e^{-\sigma}$ と置き、上昇確率、下落確率はリスク中立確率をとり、第 2 段階整備開始年度までの変動を見る。その後、第 2 段階整備を開始する 4 年目の便益として算定された各ケースの値から第 2 段階整備に必要な費用を差し引いた値が 4 年目でのオプションの価値として与えられる。ここで、便益よりも費用が大きくなる場合はオプション価値を 0 とし、拡張整備を行わないこととする。このようにして求められた 4 年目での価値

をそれぞれの生起確率と社会的割引率から現時点でのオプション価値に逆算する（図 3 参照）。

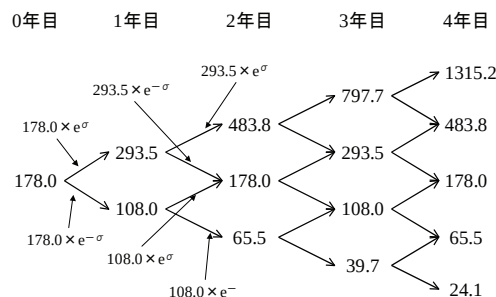


図 2 イベントツリー

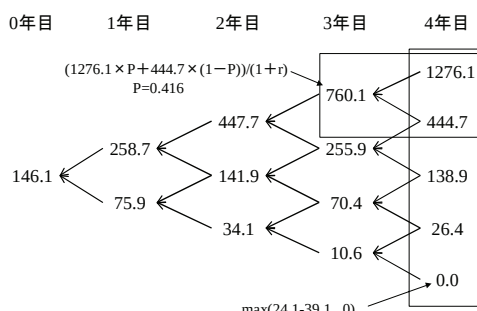


図 3 オプション価値算定ツリー

算出された第 2 段階整備のプロジェクト価値は 146.1 億円となり、事業全体の価値は 250.5 億円となった。これは拡大オプションを考慮しない段階整備と比較すると 1.5 億円高くなっている。

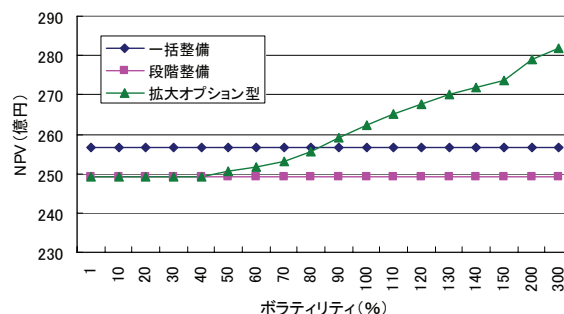


図 4 ボラティリティによる NPV の変化

ここではボラティリティは 50% と仮定しているが、実際にはこの値の設定は困難である。そこで、ボラティリティの値を変動させてオプションの価値の変化を検討した。図 4 から分かるように、オプションを考慮しない段階整備よりもオプションの価値が現れるのはボラティリティが 40% あたりからで、一括整備よりも NPV が大きくなるのは 85% あたりである。

5. おわりに

本研究の結果、段階整備を考える場合はボラティリティを考慮したリアルオプションの評価手法を用いることによって、ボラティリティに応じてオプションの価値が発生することが示された。