

交通基盤施設の事業価値の算定手法に関する基礎的研究*

A Study on the Calculation Method for Current Value of Transportation Infrastructure Operation*

阿部光太郎**・金子雄一郎***・島崎敏一****

By Kotaro ABE**・Yuichiro KANEKO***・Toshikazu SHIMAZAKI****

1. はじめに

近年、欧米諸国を中心に有料道路や鉄軌道、空港などの交通基盤施設（以下、交通インフラと表記）の運営事業を対象とした民間投資の動きが活発化している¹⁾。具体的には、公共主体が保有していた交通インフラの運営権等を民間主体が取得し、投資家が事業に対して資金を供給するというものである。我が国においても民間主体間の取引ではあるが、有料道路事業の証券化や投資ファンドによる買収等が行われており、このような動きは昨今の厳しい財政状況とも相まって、公営や準公営の交通インフラへも普及する可能性がある。

交通インフラの運営事業を関係主体間で取引する場合、事業が有する財務的価値を算定することが基本となるが、その価値自体は、将来における不確実性の存在や運営主体に付与する権利内容などによって変動する点に留意が必要である²⁾。

このような事業価値の算定を行った既往研究は、コーポレートファイナンスの分野を中心に多く見られるものの²⁾、交通インフラの運営事業を対象としたものは少ない。海老原ら³⁾は民間コンソーシアムが運営権を買収したカナダのHighway401を例に取り上げ、一般に公開されている情報を基に将来交通量と料金設定に関するシナリオを設定、DCF法（Discounted Cash Flow Method）を適用し事業価値を算定している。その結果、通行料金を変更できる権利を付与するというシナリオ下では、事業価値は買収額を上回ることを明らかにしている。また、事業価値算定上の課題として、将来交通量や運営費、減価償却費等の推定精度の向上、資本コストの推定精度の向上を挙げている。

Shenら⁴⁾は、リスクを考慮した事業価値の算定に関する検討を行っている。具体的には有料道路のBOTプロジェクトを対象に整備・運営上のリスクを抽出し、それぞれの

確率分布を設定、DCF法を用いて事業価値を算定している。また、公共と民間のリスク分担を変化させて事業価値への影響を検討している。しかしながらリスクの確率分布の設定根拠については必ずしも明示されていない。

この交通インフラ運営事業のリスクについて、石田ら⁵⁾は、首都高速道路を対象に、交通量、災害、金利変動などのリスクを定量化し、上下分離スキームにおけるリスク分担のあり方を検討している。

以上を踏まえ本研究では、将来の不確実性を考慮して交通インフラ運営事業の価値を算定できる手法について、基礎的な検討を行う。具体的には、事業価値の算定上重要となる営業収入や営業費用などの費目の確率分布を設定し、DCF法によって事業価値を算定する手法を考える²⁾。そして、その手法を実際の交通インフラ運営事業を対象に適用し、事業価値を試算する。

2. 事業価値の算定方法

(1) 対象

本研究では交通インフラ運営事業の具体例として湘南モノレールを取り上げて、事業価値を試算する³⁾。湘南モノレールは大船～湘南江ノ島間の延長6.6kmを結ぶ懸垂式モノレールである。

(2) 事業価値の算定方法

1. で述べたように、交通インフラ運営事業の価値を、将来の不確実性を考慮したDCF法によって算定する。一般にDCF法では事業の現在価値（Net Present Value, 以下NPVと表記）は式(1)で表わされる⁶⁾。

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{FCF_t}{(1+r)^t} \quad (1)$$

ここで、n：算定期間、t：当該年度、FCF：将来の期待フリーキャッシュフロー（Free Cash Flow, 以下FCFと表記）、r：割引率である。本研究では算定期間は30年、割引率は4%³⁾とする。また算定に用いる諸データについては、平成元年度～17年度の鉄道統計年報（以下、年報と表記）掲載のものを用いる。

将来の期待FCFは、不確実性の存在によって予測値から乖離する可能性があるため確率変数として扱い、その

*キーワード：事業価値、不確実性、DCF法

**学生員、日本大学大学院理工学研究科土木工学専攻
(東京都千代田区神田駿河台1-8-14, TEL&FAX : 03-3259-0664)

***正員、博(工)、日本大学理工学部土木工学科

****フェロー員、工博、日本大学理工学部土木工学科

結果NPVも確率変数となる。

FCFとは企業に対して財務的請求権を保有する全ての利害関係者、すなわち債権者や株主などに分配可能なキャッシュフローと定義され、実際に事業者の手元に残る現金収入と捉えることができる。FCFは一般に式(2)のように表わされる⁶⁾が、本研究では入手データの制約上、「受取利息配当金」と「正味運転資金の増減」は考慮せず、以下の式(3)にしたがって求めることとする⁵⁾。

$$FCF = (\text{営業利益} + \text{受取利息} \cdot \text{配当金}) \times (1 - \text{法人税率}) - \text{減価償却費} \pm \text{正味運転資金の増減} - \text{設備投資額} \quad (2)$$

$$FCF = \text{営業利益} \times (1 - \text{法人税率}) + \text{減価償却費} - \text{設備投資額} \\ = (\text{営業収入} - \text{営業費用}) \times (1 - \text{法人税率}) + \text{減価償却費} - \text{設備投資額} \quad (3)$$

具体的には、FCFを構成する各費目の将来予測値を確率変数として表し、モンテカルロシミュレーション手法によって将来の期待FCFを確率分布として表す。なお、モンテカルロシミュレーションを行うソフトには「Crystal Ball」を使用し、シミュレーションの試行回数は100,000回とする。

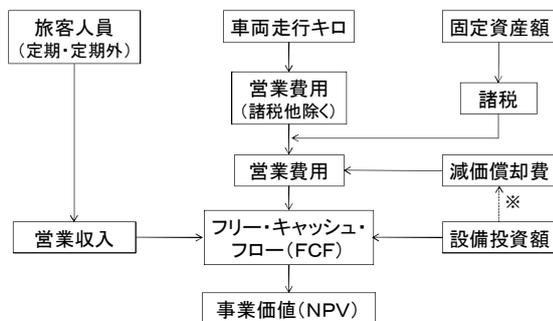
3. 事業価値の算定結果

(1) 将来FCFの算定

NPVを算定するため、式(3)を用いて将来FCFを推定する。その概ねの手順を示したものが図-1である。以降で詳細について説明する。

a) 営業収入

まず、将来の営業収入を推定するため、過去の実績データより営業収入の変動要因を把握する。本研究では営業収入として年報の「鉄・軌道業営業損益」中にある「鉄軌道業営業収益合計」データを用いる。営業収入の変動に影響を与えていると考えられる輸送人員との関係



※本来であれば、設備投資額から減価償却費が決定されるが本研究ではこれらは等しい値とした。

図-1 NPVの算定フロー

を重回帰分析によって確認する(式(4)参照)^{注6)}。なお輸送人員については、年報の「運輸成績表(数量)」中にある「定期計」と「定期外」に区分する。

$$Y^i = aX_1^i + bX_2^i + c \quad (4)$$

ここで、Y：営業収入、X₁：輸送人員(定期)、X₂：輸送人員(定期外)、a,b,c：パラメータ、i：当該年度である。パラメータの推定結果とt値、決定係数は表-1に示すとおりであり、概ね良好な結果が得られている。

将来の輸送人員については、平成17年度の実績のまま一定であると仮定し、定期旅客は4.58百万人/年、定期外旅客は5.80百万人/年とする。これらを用いて将来の営業収入を推定するが、上述のとおり将来実現する営業収入は予測値と乖離する可能性があるため、この不確実性を考慮して確率変数として表わす。具体的には、将来の営業収入の予測値を正規分布として表わし、その際に設定する平均値は式(4)より導かれる理論値とし、標準偏差は過去の実績データと理論値との乖離より求める。

以上の手順で推定した結果は図-2のとおりであり、平均値1,727百万円/年、標準偏差は45百万円/年となった。

b) 営業費用

営業費用については、年報の「鉄・軌道業営業損益」中にある「営業費合計(諸税・減価償却費を除く)」(以下、営業費(諸税他除く)と表記)と「諸税計」、「減価償却費計」の和を用いる。

まず、将来の営業費用(諸税他除く)の推定の基本的手順は営業収入の推定と同様である。営業費用(諸税他除く)の変動に影響を与えられると考えられる車両

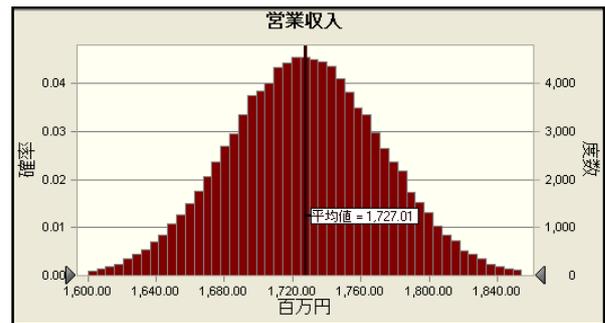


図-2 営業収入の分布

表-1 パラメータ推定結果

	パラメータ			自由度 修正済 決定係数
	a	b	c	
営業収入	86.97 (2.86)	346.07 (7.06)	-647.8 (-2.06)	0.78
営業費用 (諸税他除く)	0.52 (8.08)	169.63 (1.47)	—	0.80

※括弧内の数値はt値

走行キロとの関係性を回帰分析で確認する（式(5)参照）。なお、車両走行キロには年報の「営業キロ及び走行キロ表」中にある「自己車両自線走行キロ」データを用いる^{注7)}。

$$Y^i = aX_1^i + b \quad (5)$$

ここで、Y：営業費（諸税他除く）、X₁：車両キロ、a,b：パラメータ、i：当該年度である。パラメータの推定結果とt値、決定係数は表-1に示すとおりであり、概ね良好な結果が得られている。

将来の車両走行キロは平成8年度～17年度の10年間の実績データの動向より毎年一定であると^{注8)}、1,881千km/年と仮定した。そのうえで、将来の営業費用（諸税他除く）について営業収入と同様の方法で推定すると、平均値1,142百万円/年、標準偏差44百万円となった。

次に、将来の減価償却費はその年度の営業費用合計の20%とした^{注9)}。本来であれば将来の設備投資額から予測する必要があるが、将来の設備投資計画は一般には公開されておらず、また設備によって法定耐用年数が異なり、減価償却費の予測は非常に困難であることからこのように設定した。その結果、事業開始初年度の減価償却費は286百万円/年となった。

将来の諸税について、諸税とは固定資産税や都市計画税などであり、法人税はこれに含まれていない。諸税の内訳は一般には公開されていないため、今回は固定資産額の1%とした。なお、ここでの固定資産額とは年報の「貸借対照表」中の鉄軌道業専属と鉄軌道業関連のものであり、不動産業などの固定資産は含まれていない。将来の諸税を推定した結果、事業開始初年度の諸税は41百万円/年となった。

以上の手順で推定した将来の営業費用（諸税他除く）、減価償却費、諸税の合計を将来の営業費用として、FCFの推定に用いる。事業開始初年度の営業費用は図-3に示すとおりであり、平均値は1,427百万円/年、標準偏差55百万円/年となった。

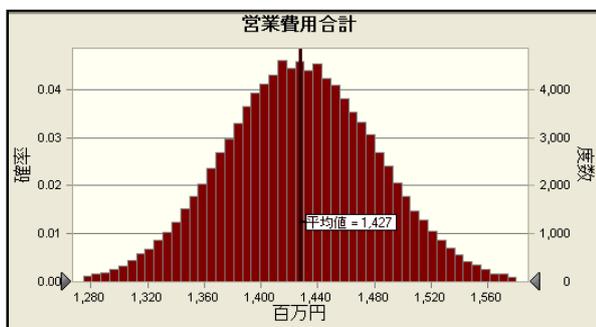


図-3 営業費用の分布

c) 法人税率

法人税率については、現在の実効税率が40%程度であり、この税率が将来も一定であると仮定して40%として試算する。

d) 設備投資額

上述したとおり、将来の設備投資額を予測することは困難であることから、本研究ではその年度の減価償却費と同額であるとする^{注10)}。

e) FCF

a)～d)の結果を踏まえた、事業開始初年度のFCFの推定結果は図-4に示すとおりであり、平均値180百万円/年、標準偏差42百万円/年となった。この結果は、湘南モノレールの運営事業が一年当たりで180百万円程度の現金収入をもたらすことを示している。

(2) NPVの算定

(1)で推定した将来FCFに基づきNPVを算定した結果は図-5のとおりであり、平均値3,110百万円、標準偏差762百万円となった。この結果は湘南モノレールの30年間の運営事業の価値が3,110百万円程度であることを示している。

このNPVの算定結果の活用例として、ある民間主体が湘南モノレールの30年間の運営権を3,000百万円で取得するという仮定のケースを想定する。民間主体は運営

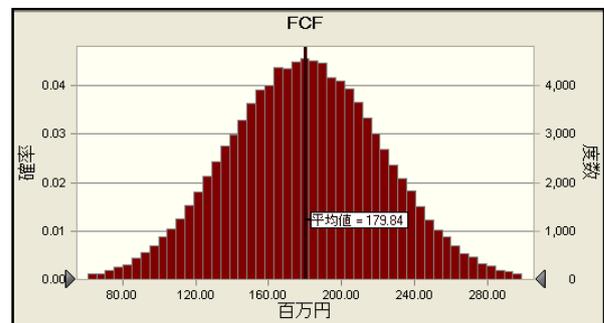


図-4 FCFの分布

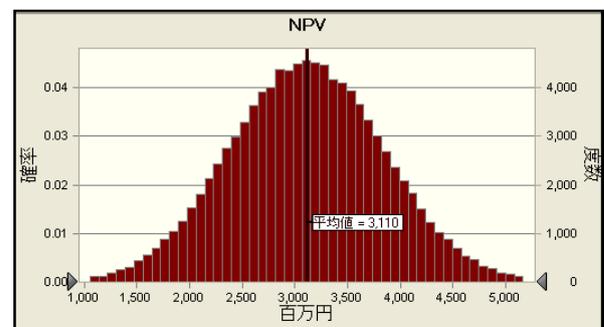


図-5 NPVの分布

事業を行なうことによって利益を得る必要があるが、算定した確率分布に基づく、NPVが3,000百万円を上回る確率は約56%であることが分かる。すなわち民間主体は、このような情報を得たうえで投資判断を行うことが可能となる。

なお今回の試算では、輸送人員や車両走行キロが将来にわたり一定と仮定しているが、この点については、将来の人口動態等の社会環境の変化を踏まえた精緻化が必要である。

4. おわりに

本研究では交通インフラ運営事業の価値の算定について、不確実性を考慮したDCF法を検討し、具体例として湘南モノレールを対象にその事業価値を試算した。

今後の課題として、災害など影響度の大きいリスクの存在を考慮した事業価値の算定方法の検討、資本コストや負債コストを考慮した割引率の設定、FCFを算定するうえでの設備投資額の取扱いなどが挙げられる。

補注

- 1) 例えば運賃・料金を変更できる権利を付与した場合、事業価値は向上する。民間主体にとっては、投資家へのリターンの観点から事業価値の向上はきわめて重要な課題であり、このような権利の存在はインセンティブを付与するものと考えられる。
- 2) 不確実性を考慮したDCF法に関する研究として、交通インフラを対象としたものではないが、中村ら⁷⁾は従来のDCF法に地震リスクを取り込む確率論的DCF法を提案し、実際の賃貸オフィスビルを対象に地震リスクの影響度や耐震補強の効果を示している。
- 3) 湘南モノレールを算定対象とした理由として、近年延伸など大規模な新規投資がなくデータが安定していることが挙げられる。
- 4) 本来は資本コスト等を考慮して設定すべきであるが、データの制約上、便宜的に4%に設定している。
- 5) 今回は鉄道統計年報に記載されている過去20年程度のデータから将来予測を行うため、鉄道統計年報に記載されたデータから導出できない「受取利息配当金」と「正味運転資金の増減」については考慮しないこととした。本来であれば、これらを考慮した分析を行うことが望ましいが、交通インフラ事業を対象とした場合、一般に営業収入や営業費用などと比較すると極端に小さな値と言われており、仮に無視しても分析の結果には大きな影響を与えないと考えられる。
- 6) 営業収入を輸送人員の関数として表現したのは、将来の（人口動態の変化等による）輸送人員の増減によって、営業収入が変化するメカニズムを組み込むためである。

- 7) 他線との相互直通運転を行っている事業者を対象とした場合は「自己車両他線走行キロ」や「他鉄道自線走行キロ」を考慮する必要があるが、湘南モノレールでは相互直通運転を行っていないため、「自己車両自線走行キロ」を用いた。
- 8) 湘南モノレールの場合、車両走行キロが平成8年度～17年度の10年間でほぼ一定であったことから、このように設定した。
- 9) 平成8年度～17年度の10年間の実績データでは、減価償却費が営業費用合計に占める割合が19%～21%で安定していることから、このように設定した。
- 10) 文献8) では、DCF法による都市ガス事業の事業価値の試算で、現時点で想定できる設備投資が終了以降は、減価償却費と設備投資額が等しくなると仮定している。本研究では湘南モノレールの設備投資計画の情報を入手できなかったことから、事業開始初年度からこれらが等しくなると仮定して試算した。

参考文献

- 1) 瀧 俊雄:アセット・クラスとして拡大するインフラストラクチャーへの投資, 資本市場クォーターリー 2006 年夏号, pp.87-104, 2006.
- 2) 例えば, 砂川伸幸・川北英隆・杉浦秀徳:日本企業のコーポレートファイナンス, 日本経済新聞社, 2008.
- 3) 海老原哲郎・大津宏康:道路構造物の資産価値評価に関する一考察, 建設マネジメント研究論文集, Vol.14, pp.35-44, 2007.
- 4) Shen, L.Y. and Wu Y.Z.: Risk Concession Model for Build/Operate/Transfer Contract Project, Journal of Construction Engineering and Management, Vol.131, No.2, 211-220, 2005.
- 5) 石田高啓・森地 茂:上下分離スキームを考慮した首都高速道路のリスク分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.36, CD-ROM, 2007.
- 6) 伊藤邦雄編:キャッシュ・フロー会計と企業評価(第2版), 中央経済社, 2006
- 7) 中村孝明・星谷 勝・望月智也:地震リスクを考慮した確率論的DCF法による資産価格とマネジメント, 土木学会論文集, No.752/ I -66, pp.169-178, 2004.
- 8) 中山東太・湊隆幸:社会基盤整備における公営と民営の資本コストに関する研究, 建設マネジメント研究論文集, Vol.10, pp.29-, 2003.