

海外BOTプロジェクトにおけるリスク分担と利潤構造

京都大学大学院 織田澤 利守*1

Perunding Atur Sdn Bhd CHIN Kar Keong*2

京都大学大学院 小林 潔司*3

By Toshimori OTAZAWA, Kar Keong CHIN and Kiyoshi KOBAYASHI

本研究は、BOT方式を採用する海外建設プロジェクトにおけるリスク分担、利潤帰属構造を評価するための方法論を提案する。一般に、海外BOTプロジェクトの生み出す毎期の収益(キャッシュフロー)には多大なリスクが介在する。事業遂行主体であるプロジェクト企業と現地政府の間で締結される債務返済契約や債務保証契約は、両者の間のリスク分担方式を規定し、結果的にプロジェクト企業に帰属する利潤に多大な影響を及ぼす。このような利潤帰属構造を分析するためには、プロジェクト企業が負担するプロジェクトリスクの市場価値を考慮した上で、プロジェクト価値、帰属利潤を評価する必要がある。そこで、本研究ではファイナンス工学手法を用いて、異なる契約構造をもつ事業スキーム間における利潤帰属、リスク分担構造を比較検討するための統一的な評価スキームを提供する。さらに、具体的にA国においてプロジェクトファイナンス方式を用いて実施された交通施設整備プロジェクトをとりあげ、当該プロジェクトの価値、およびプロジェクト企業に帰属する利潤の現在価値を求めた。

【キーワード】プロジェクトファイナンス、リスク分担、利潤帰属

1. はじめに

建設に多くの時間と資金を要し、操業期間も長いプロジェクトの遂行においては、プロジェクト・ファイナンス手法を適用することが有効である。プロジェクトファイナンスは「特定のプロジェクトに対するファイナンスであり、そのファイナンスの元利金の返済原資を原則として当該プロジェクトから生み出されるキャッシュフローに限定し、そのファイナンスの担保を当該プロジェクトの関連資産、権利に依存して行う金融手法」と定義される¹⁾。

プロジェクトファイナンス手法の大きな特徴の1つにリスク分担がある。プロジェクトファイナンスでは関係当事者間でリスクを明確に分担し、それぞれの判断と責任でそのリスクを負う。様々なリスクを十分に認識した上で、どの主体がどのリスクを負担すると事業が最も効率的に成立するかが検討され、契約により各々のリスクの分担が明確化される。リスクの分担とコントロールを制度的に担保し、支える法的拘束力として、契約は重要な役割

を果たす。同時に、契約はプロジェクトから生じる利潤がどの主体にどれだけ帰属するかを規定する。すなわち、契約を体系的に構築することが事業スキームの設計に他ならない。

海外建設プロジェクトには、契約慣行や価値観の異なる多くのステークホルダーが関与し、関係者間での利害の調整が重要な課題となる。一方で、プロジェクトの利潤やリスクの効率的な分担は、事業の実行可能性の向上や事業価値の増大に大きく貢献する。このため、関連主体間におけるリスク分担やプロジェクト利潤の帰属構造を適切に評価する必要がある。

一般に、プロジェクトの契約構造はプロジェクトごとに多様な形態をとる。したがって、異なる契約構造をもつ代替的な事業スキーム間における利潤帰属、リスク分担構造を比較検討するための統一的な評価スキームを開発することが望まれる。本研究では、プロジェクトファイナンス方式で実施されたBOT事業を例にとり、当該事業における利潤帰属構造とリスク分担の効率性を定量的に評価す

*1 工学研究科土木工学専攻 後期博士課程 075-753-5072

*2 Managing Director +60-03-2553568

*3 工学研究科土木工学専攻 教授 075-753-5072

る方法を提案する。なお、本研究では債務保証を通じてデフォルトリスクがヘッジされているようなプロジェクトに焦点を絞る。

1. 2. 本研究の基本的な考え方

(1) 従来の研究概要

我が国でも民間主導型社会資本整備事業におけるリスク分担に関する研究が蓄積されている。長谷川、上田等²⁾³⁾はPFI事業において民間事業者に対する公共主体による金銭的補助の合理的範囲を検討している。さらに、PFI事業の類型ごとに帰着便益構成表を用いて、サービスに対する適正な支出、財政支出削減・平準化、投資効率性・元利返済の条件を満足するような公的支援の範囲を導出している。しかし、そこでは事業リスクの金銭換算は行われておらず、民間事業者と公共主体の間のリスク分担の問題は考慮されていない。内田等⁴⁾は証券投資のリスク評価に用いられるポートフォリオ理論によって、PFI事業のリスク及びリターンの関係を明らかにし、官民のリスク分担方法を検討している。事業遂行の際に想定されるリスクケースを確定的に設定した上で、民間のインセンティブを損なわないような官民のリスクアロケーションを提案している。しかし、そこではプロジェクトに内在する不確実性(リスク)が十分に考慮されているとは言い難い。一方、プロジェクトリスクの計量化に関しても膨大な研究蓄積がある。特に、金融工学手法を用いてプロジェクトリスクの貨幣的評価やその計量化の方法に関して研究が進展している⁵⁾。また、プロジェクトの債務保証の問題に関して、標準的なオプション価格理論(Black-Scholesモデル)⁶⁾を用いたアプローチが提案されている。本研究では浦谷等による債務保証モデル⁷⁾を用いて、プロジェクトのリスクの市場価値と利潤帰属構造を明らかにし、リスク分担の効率性を定量的に評価する方法を提案する。

(2) プロジェクトリスク

プロジェクトの遂行には、自然、社会、経済に関する複雑な内容のリスクが付きまとう。適切なリスクマネジメントがプロジェクト成功の鍵となる。

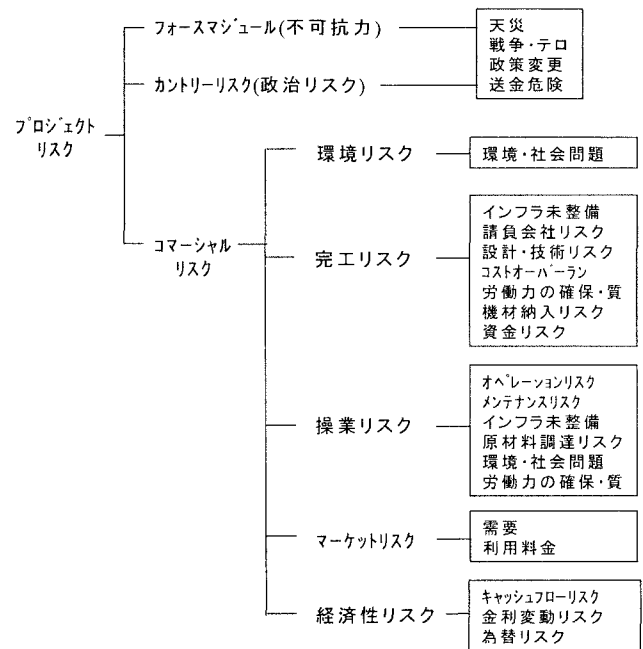


図-1 プロジェクトリスク

山口⁸⁾はリスクマネジメントの手段を、リスクコントロール手法とリスクファイナンス手法⁹⁾に整理している。リスクコントロール手法とは、リスクそのものを回避・軽減する手法である。しかし、リスクを完全に無くすることができない限り、そのリスクの発生により経済的損失が生じてしまうことがある。こうした場合に備える手法がリスクファイナンス(リスク発生の場合の金銭的備え)である。一般に、プロジェクトリスクはリスク配分原則に基づき、関係主体間で分担される。リスク配分原則では、1) 最も効率的にマネジメントすることが可能な主体がリスクを負担し、いずれの主体もマネジメントが困難なリスクに関しては、2) ディープポケット(リスク耐力がある主体)が負担する。

建設プロジェクトに内在する代表的なリスクを中村¹⁰⁾を参考に図-1にまとめた。プロジェクトリスクは3種類に大別できる。1つ目は自然災害や戦争、内乱の勃発といったフォースマジュール(不可抗力)であり、2つ目は政権交替による政策変更といったカントリーリスク(政治リスク)である。これら2種類のリスクはプロジェクト参加者による制御が不可能である。そのため、リスク配分原則に従い、ディープポケットである公共主体が積極的にリスクを負担することが望ましい。ただし、自然災害に関わるものは、民間保険によるリスクの移転を図ることができる。3つ目はコマーシャルリスクで

あり、環境リスク、完工リスク、操業リスク、マーケットリスク、経済性リスクなどが挙げられる。このうち環境リスクや完工リスク、操業リスクは、関係主体によりある程度制御可能なリスクの領域であり、それぞれ最も効率的に負担することができる主体に配分されることとなる。これにより、事業者は他の主体にリスクを分担させた分、リスク負担の軽減が図られる。

本研究では、プロジェクト企業が公共サービス提供の対価として得られるキャッシュフローに関する経済性リスクについてのみ着目する。キャッシュフローは融資返済財源であり、そこに内在するリスクはプロジェクトの実現可能性に多大な影響を与える。十分なキャッシュフローを獲得できずに融資返済が滞ると、プロジェクト企業は債務不履行に陥る。この場合、プロジェクトが破綻に陥ることは避けられず、貸出人のみならず、社会的にも甚大な損害の発生を被ることが決定的となる。しかし、キャッシュフローの変動リスクは、社会・経済環境の変化等に起因するもので、その変動自体を制御することはほとんど不可能である。そのため、キャッシュフローに関する下方リスクが顕在化した場合の経済性を補強する手立て、リスクファイナンスが重要となる。

(3) リスクの市場評価

オプション価格理論では、資本市場の完備性と無裁定条件という前提のもとで、オプションの公正な価格が評価される。完備市場とは「市場にリスクの異なる多くの資産が存在し、いかなる資産の収益率も他の資産を組み合わせることによって複製できる」ような市場をいう。一方、無裁定条件とは、「リスクなし、元手なしで利益を稼ぐことができない」ということである。換言すれば、「まったく同じキャッシュフローを持つ2つの金融商品の価格は同一でなければならない」という条件といえる。今、市場の資産を組み合わせ、オプションと同じペイオフを実現するポートフォリオを複製する。このポートフォリオとオプションとの間で裁定機会が生じないような価格がオプション市場価格なる。リスクを市場で評価することで、各主体のリスク許容度とは無関係にリスクを公正に価格付けすることが可

能となる。リスクのある資産の価格は、無裁定条件と資本市場の完備性の前提のもとで、現時点から将来にかけて発生するキャッシュフローのリスク中立確率に関する期待値を無リスク金利で割り引いた値により評価することができる。リスク中立確率とは、キャッシュフローの安全資産に対する相対価格をランダム・ウォーク過程として記述できるように、危険回避度を考慮して再評価した確率測度として定められる。なお、現実の海外プロジェクトのキャッシュフローリスクをヘッジできるようなポートフォリオを複製することは極めて困難である。したがって、資本市場の完備性を仮定した無裁定理論をプロジェクトリスク評価に適用するにあたり、いくつかの限界が存在する。この問題に関しては、5.(1)で改めて言及する。

(4) 債務保証の中立性

本研究では、キャッシュフローの不足によって生じるデフォルトリスクに関しては、債務保証を通じて完全にヘッジされるケースを考える。プロジェクト企業が保険会社に一括して債務保証費用を支払い、保険会社はプロジェクト企業が返済不可能となった場合にその不足分を補うという債務保証契約を結ぶようなシステムを考える。しかし、事業リスクが大きい場合は債務保証費が高額となり、プロジェクト企業にプロジェクト参入のインセンティブが働かない。そこで、政府がプロジェクトリスクの一部を無償で債務保証することにより、プロジェクト企業のプロジェクトリスクを軽減し、プロジェクト参加を誘因づける。この政府の公的支援によりデフォルトリスクが完全にヘッジされる。プロジェクト企業と政府間で債務保証契約が結ばれ、リスクの市場価値をプロジェクト企業と政府とで負担することで、デフォルトリスクの分担が図られるわけである。なお、プロジェクト企業が保険会社と債務保証契約を結ぶという仮定は本質的ではない。プロジェクト企業は債務保証費に相当する自己資本金をプロジェクト開始時点で調達し、その後運用することにより、デフォルトリスクをヘッジすることができる。無裁定条件が成立している限り、いずれの方式を利用しても初期時点におけるプロジェクト価値は変化しない。以下では、対象プロジェクトの契約

形態を考慮し、プロジェクト企業が自ら資金運用することでデフォルトリスクのヘッジを図るとする。

政府による公的支援の形態としてはプロジェクトリスクのコストを勘案し、あらかじめ契約において事業全体での公的支援金額を確定する事前確定的な形態と、想定されるリスクについて実際にリスクが発生した場合に支出する公的支援がある。本研究では、プロジェクト企業は事業に参加するかどうかのみを決定する場合を想定しており、公的支援方式はプロジェクト企業の事業への参加の有無にのみ影響を及ぼすとする。このような場合、事前の確定的な公的支援額が事後の状況依存的な公的支援額に対して資本市場における無裁定条件を満足するように決定される場合には、プロジェクト企業にとって両者の間に本質的な違いはない。たとえば、リスクが発生した時点で政府が公的支援を支出する方式と初期時点においてプロジェクト企業に公的保証費用を補助金として与え、プロジェクト企業がその資金を自ら運用することでリスクヘッジを行う方式は等しい効果をもたらす。また、現在価値額が等しくなるように毎年等額補助を行う契約を結んでも同じ効果が期待できる。したがって、公的支援の形態は中立性を有する。このため、以下では支援金額のみに着目して議論を進めることとする。

3. プロジェクトスキーム

(1) 対象プロジェクトの概要

本研究では、A国においてプロジェクトファイナンス方式を用いて実施された交通施設整備プロジェクトをとりあげる。当該プロジェクトの事業スキームを図-2に示す。本プロジェクトはBOT方式に基づいてプロジェクト企業が施設の建設、運営を行い、31年間の契約期間終了後に施設を対象国に譲渡する。契約終了時までのサービス内容及び料金は事業権契約によって規定される。サービス内容及び料金等の経営変数は、事前の綿密な調査に基づき、事業の公共性を考慮した上で公共側によって設定され、プロジェクト期間中に変更は許されていない。この時、プロジェクトのもたらす総期待収益及びリスクの総量は契約構造に無関係に定まる。各年度の収益から操業(運営、メンテナンス)コスト及び税

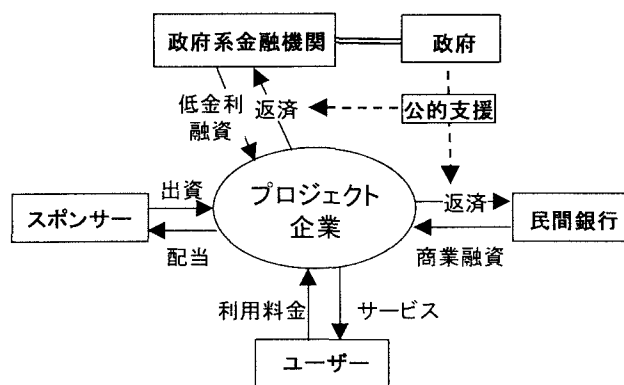


図-2 対象BOT事業のスキーム

金支払いを差し引いた元利金返済前のキャッシュフロー(以下のモデルにおいては、記述の簡便化のため単にキャッシュフローと呼ぶこととする)が、借入金返済、配当金に充てられる。プロジェクトより将来にわたってもたらされるキャッシュフローには多大な不確実性が介在する。プロジェクト・ファイナンスによって調達される資本は、スポンサー(プロジェクトオーナー)による出資金、民間銀行による商業融資および政府系金融機関の低金利融資である。返済財源は料金収入および関連事業からの収入のみで、返済は基本的に当該年度に獲得されるキャッシュフローから行われる。また、スポンサーはプロジェクト企業の融資の返済に一切責任をもたない(ノンリコース)。スポンサーからの出資金は自己資本金として運用される。

(2) 融資契約と公的債務保証

対象プロジェクトにおけるファイナンスストラクチャーを以下に示す。プロジェクト企業と民間銀行の間で商業融資契約が結ばれ、設備整備費用の借入が行われる。供用開始時点で、融資契約における債務者がプロジェクト企業から政府へと交替し、政府・民間銀行間の契約として更新される。これと同時に、プロジェクト企業・政府間で新たな補足融資契約(Supplementary Loan Agreement)が締結される。つまり、商業融資に対する返済義務が一旦政府へと委譲され、供用開始後10年間に渡り、政府がプロジェクト企業に代わって定額返済をする。政府による返済の終了後、プロジェクト企業が政府の補足融資に対し13年間にわたり定額返済する。一方、政府系金融機関からの借入金は施設建設費用に充てられる。借入より25年の保有期間を有する

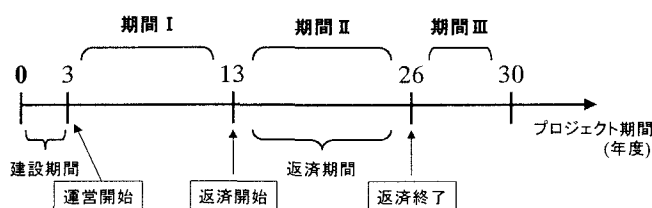


図-3 プロジェクト企業の返済スケジュール

低金利融資であり、12年間の返済猶予期間と13年の返済期間で構成される。ただし、本ケースでは債務保証によりデフォルトリスクが完全に回避されるため、無裁定条件が成立する限りすべての融資契約には無リスク利率5%が適用されることに注意されたい。つまり、プロジェクト企業は無リスク金利にて借り入れた融資総額(6.23億US\$)をプロジェクト期間13~25年度にわたって返済する。

図-3はプロジェクト企業の融資返済スケジュールである。期間I(:プロジェクト期間3~12年度)、期間III(:プロジェクト期間26~30年度)はそれぞれ返済開始前、終了後の運営期間であり、プロジェクト企業は返済義務を負わない。プロジェクト企業はこの期間中に生じるキャッシュフローをすべて獲得できる。期間II(:プロジェクト期間13~25年度)は返済期間であり、毎年度に定額の返済が義務づけられる。期間IIのある年度において返済が滞ると、プロジェクト企業はデフォルトに陥る。デフォルトリスクを回避するために、債務保証の手段が準備されている。1つは、自己資本金を運用することによるものである。十分な自己資本金を調達し、運用することができる場合、デフォルトリスクを回避することができる。しかし、この運用に充てる資金が少なければ、返済の不足分のすべてをカバーすることができない。そのような場合、政府による公的支援が実施される。

4. リスク分担と利潤帰属構造

(1) キャッシュフロー分析

各年度の収益から操業(運営、メンテナンス)コスト及び税金支払いを差し引いた(元利金返済前)キャッシュフローの過程を考える。まず、プロジェクトライフにわたる時間軸を離散的に捉える。プロジェクトに関わるキャッシュフローは離散化された各年度 i ($i = 3, \dots, 30$)の年度末に発生すると考え

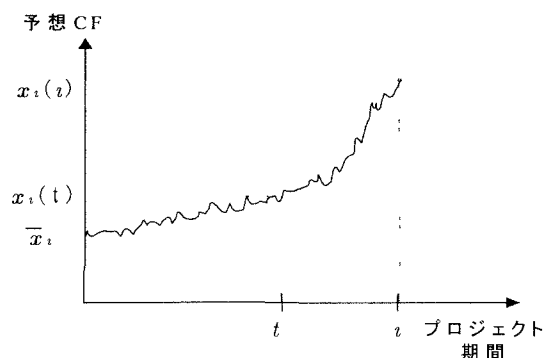


図-4 キャッシュフロー予測過程

る。 $i = 3$ をプロジェクトの運営開始時点、 $i = 30$ を終了時点とする。つぎに、連続時間軸を導入し、プロジェクト期間中における任意の時刻を $t \in [3, 30]$ と表そう。浦谷⁷⁾に従い、プロジェクト期間中のある時刻 t ($t \leq i$)において、将来 i 年度の年度末に発生するキャッシュフローを予測した結果を $x_i(t)$ と表す。将来時点のキャッシュフローは不確実であり、事業開始時点においては確定的に予測できない。時刻 t における i 年度末のキャッシュフローの予測値が幾何学的ブラウン過程⁸⁾

$$dx_i(t) = \mu_i x_i(t) dt + \sigma_i x_i(t) dw(t) \quad (1)$$

と仮定する。 μ_i は予想できる時間的変化率を表すパラメータ、 σ_i は予測不可能な確率変動幅を表すパラメータである。確率微分方程式の初期値は、各 i 年度のキャッシュフローに対して $x_i(0) = \bar{x}_i$ であるとする。図-4は、 i 年度に実現するキャッシュフローの予測過程である。また、本稿において、 $x_i(i)$ は第 i 年度末に実現するキャッシュフローである。また、 $w(t)$ はウィナー過程であり、

- 1) $w(t)$ は連続であり $w(0) = 0$ である、
- 2) $w(t)$ は正規分布 $N(0, t)$ に従う、
- 3) 増分 $w(t+s) - w(t)$ は正規分布 $N(0, s)$ に従い、時刻 t までの $w(t')$ の履歴とは独立である、

という3つの性質を満足すると仮定する¹¹⁾。 i 年度のキャッシュフローに対する予測値が式(1)に従う場合、時刻 t より予測する i 年度の期年度末に発生するキャッシュフローは式(1)をウィナー積分することにより確率変数

$$x_i(t) = \bar{x}_i \exp \left\{ \left(\mu_i - \frac{1}{2} \sigma_i^2 \right) t + \sigma_i w(t) \right\} \quad (2)$$

と表される。ここで、 $x_i(t)$ は対数正規分布に従うので、初期時点 $t = 0$ で評価した第 i 年度のキャッ

シュフローの期待値及び分散は次式のようになる。

$$E[x_i(i)|\bar{x}_i] = \bar{x}_i \exp\{\mu_i i\} \quad (3a)$$

$$\begin{aligned} \text{Var}[x_i(i)|\bar{x}_i] &= \{\bar{x}_i\}^2 \exp\{2\mu_i i\} \\ &\quad \times \left[\exp\{\sigma_i^2 i\} - 1 \right] \end{aligned} \quad (3b)$$

式(3b)より*i*が大きいほど初期便益の分散が大きくなり、キャッシュフローの予測値の不確実性が大きくなる。キャッシュフローが幾何学的ブラウン過程に従うと仮定した場合、将来時点に実現するキャッシュフローの分布は μ_i と σ_i の2つのパラメータのみによって同定することが可能である。複雑なキャッシュフロー過程を導入するためには、より多くのリスクに関する情報が必要となる。しかし、実務的には多くのパラメータを同定することは困難であり、本研究では少ないデータのもとで推計可能な幾何学的ブラウン過程を採用する。

a) 期間I(プロジェクト期間3～12年度)

プロジェクト企業は期間Iにおいて融資返済の義務を負わない。生じるキャッシュフローは全てプロジェクト企業に獲得され、スポンサーへの配当金に充てられる。期間Iにおけるキャッシュフローは不確定であるが、資本市場における裁定の結果として評価されるキャッシュフローの現在価値を定義する。すなわち、リスク中立確率で評価した期間Iで獲得される期待総キャッシュフローの現在価値*U*は

$$U = E^* \left[\sum_{i=3}^{12} x_i(i)/(1+r)^i \right] \quad (4)$$

となる。 $E^*[\cdot]$ は確率過程(1)に関するリスク中立確率のもとでの期待値操作を、*r*は割引率を表す。ここで、確率過程(1)に従う $x_i(i)$ をリスク中立確率の下で期待値操作を行い、それを無リスク金利*r*で割引いたものはマルティンゲール性を満足する。つまり、 $x_i(0) = E^*[x_i(i)/(1+r)^i]$ が成立する。

b) 期間II(プロジェクト期間13～25年度)

期間IIでは、プロジェクト企業は各期ごとにキャッシュフローを受け取り、借入返済金*c*を支払う。第*i*年度における企業の利潤は $x_i(i) - c$ で定義される。キャッシュフローが返済額*c*を下回った場合、プ

ロジェクト企業は負債を抱えることになる。いま、プロジェクト企業は初期資本金の運用と公的債務保証によって、デフォルトリスクは完全に回避される。つまり、負債を生じた場合は、負債額 $c - x_i(i)$ が直ちに補填される。第*i*年度における債務保証を保証金額 $\max\{c - x_i(i), 0\}$ をペイオフとする行使金額*c*、満期日*i*のヨーロッパ・プットオプションと考えることができる。この時、第*i*年度末を満期日とする債務保証の初期時点*t* = 0における現在価値(保証費用 $H_i(i)$)は、ヨーロッパオプション価格を評価するBlack-Scholes式⁶⁾を用いて

$$\begin{aligned} H_i(i) &= E^* \left[\frac{\max\{c - x_i(i), 0\}}{(1+r)^i} \right] \\ &= \frac{cN(-h_i + \sigma\sqrt{i})}{(1+r)^i} - \bar{x}_i N(-h_i) \end{aligned} \quad (5)$$

と表される。ただし、 $\bar{x}_i = E^*[x_i(i)/(1+r)^i]$ であり、 h_i 、 $N(h_i)$ は以下のように定義される。

$$\begin{aligned} h_i &= \frac{\log(\bar{x}_i/c) + (r + \sigma_i^2/2)i}{\sigma_i\sqrt{i}} \\ N(h_i) &= \int_{-\infty}^{h_i} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right) dx \end{aligned}$$

ここに、 σ_i は式(1)における変動を表すパラメータである。この時、期間II全体を通じた債務保証の無裁定価格の現在価値*H*は、

$$H = \sum_{i=13}^{25} H_i(i) \quad (6)$$

と表せる。一方、債務保証がなされた上での期間IIにおけるプロジェクト価値は $\max\{x_i(i) - c, 0\}$ をペイオフとするヨーロッパ・コールオプションの現在価値と等価である。債務保証が行われたプロジェクトの現在価値*J*は、

$$J = \sum_{i=13}^{25} \left[\bar{x}_i N(h_i) - \frac{c}{(1+r)^i} N(h_i - \sigma_i\sqrt{i}) \right] \quad (7)$$

と表せる。*J*はスポンサーへの配当金に充てられる。

c) 期間III(プロジェクト期間26～30年度)

リスク中立確率で評価した期間IIIで生じる期待総キャッシュフローの現在価値*V*は、期間Iと同様な手順に従い、以下のように算出される。

$$V = E^* \left[\sum_{i=26}^{30} x_i(i)/(1+r)^i \right] \quad (8)$$

*V*もまたスポンサーへの配当金に充てられる。

(2) リスク分担と利潤帰属構造

資本市場で評価した(リスク中立確率で評価した)プロジェクトの現在総価値 Π は次式のようになる。

$$\Pi = S - C = U + J + V - H \quad (9)$$

ただし、 $S = E^*[\sum_{i=3}^{30} x_i(i)/(1+r)^i]$ はリスク中立確率で評価したプロジェクトの総キャッシュフローの現在価値を表す。、キャッシュフロー過程(1)に従う $x_i(i)$ をリスク中立確率の下で期待値操作を行い、それを無リスク金利 r で割り引いたものはマルティンゲール性を満足するため $S = \sum_{i=3}^{30} x_i(0)$ となり、プロジェクト価値はプロジェクトから生じる割引総キャッシュフローの初期評価からプロジェクト費用 C を差し引いたものに等しい。なお、 C はプロジェクトコストであり、全て借入によって調達される。

プロジェクト企業は、初期資本金を期間 Π での融資返済に備えて運用する。プロジェクトの採算性が高く、十分な資金を調達することができれば、プロジェクト企業は自らその資金を運用することで債務保証費を賄い、デフォルトリスクを完全に回避することができる。一方、プロジェクトの採算性が低い場合、企業はプロジェクトへの参入のインセンティブを持たない。このとき、プロジェクトの財政的実行可能性を保証するべく政府による公的債務保証が行われる。

a) $\Pi \geq 0$ の場合

プロジェクトの現在総価値 $\Pi = U + J + V - H \geq 0$ の場合、プロジェクト企業は債務保証費 H を調達・運用することで、デフォルトリスクをヘッジすることができる。このとき、プロジェクトの現在総価値 Π がすべてプロジェクト企業に帰属する。プロジェクト企業の利潤 P は $P = \Pi$ となる。

b) $\Pi < 0$ の場合

プロジェクトの現在総価値 $\Pi = U + J + V - H < 0$ (プロジェクトが赤字)の場合、プロジェクト企業はデフォルトリスクを完全に回避するために必要な資金を調達することができず、プロジェクトは財政的に実行不可能となる。ここで、そのような事態をさけるため政府による公的債務保証がおこなわ

れ、プロジェクト期間中の債務が保証される。政府は、プロジェクトを財政的に成立させる(企業にプロジェクト参入のインセンティブをもたせる)ため必要な最小限の公的債務保証額 R を負担する。

$$R = H - (U + J + V) \quad (10)$$

このとき、プロジェクト企業に帰属する利潤の現在価値 P は $P = 0$ となる。これは、プロジェクト企業にとってプロジェクトへの投資が無リスク資産への投資と無差別となることを示している。以上より、企業に帰属する利潤 P は次式で表される。

$$P = \max\{\Pi, 0\} \quad (11)$$

5. 利潤帰属構造の評価

(1) 評価の考え方

本研究で提案したモデルでは、プロジェクトのリスクを表す債務保証費(H)はプロジェクトのキャッシュフローを原資とするプットオプションの価格として算出される。現実には、個々のプロジェクトのキャッシュフローを資産として取り引きする市場は存在しないが、市場の資産を組み合わせることでキャッシュフローと全く同じ値動きを示す資産を複製することができるという資本市場の完備性の仮定をおくことにより、債務保証費の公正な価格付けが可能となる。また、先述の通り、本研究ではキャッシュフローに関するリスクのみを分析の対象としており、プロジェクトに関わるその他のリスクを考慮していない。このように、本研究はいくつかの強い仮定のもとで議論を行っているが、モデルを通じて提案したプロジェクト評価手法は、実務的な利用の観点からも次の2つの点において大きな価値を有する。1つは、本モデルによる分析の結果をプロジェクトのリスク分担、利潤帰属構造を評価するためのリファレンスポイントとして利用できるという点である。スポンサーのプロジェクトへの資本参加に関する意思決定や融資者による融資条件の設定、政府による債務保証契約の内容は、本モデルによる分析の結果を基準に評価することが可能である。また、プロジェクト関連主体の信用リスクや金利リスク等を考慮したモデルの開発は今後の課題であるが、そうした精緻化されたモデルにおいても、

表-1 対象プロジェクトの評価結果

| | | |
|-------------------|---|-------|
| 期待総収益 | S | 936.6 |
| プロジェクトコスト | C | 622.9 |
| 期間Iの期待総キャッシュフロー | U | 162.1 |
| 期間IIのプロジェクト価値 | J | 158.4 |
| 期間IIの債務保証費 | H | 260.8 |
| 期間IIIの期待総キャッシュフロー | V | 254.0 |
| プロジェクトの総価値 | Π | 313.7 |
| 公的債務保証費 | R | 0 |
| プロジェクト企業の利潤 | P | 313.7 |

(単位 US\$ million)

本モデルによる分析結果をリファレンスポイントとして用いることにより、個々のリスクファクターがプロジェクトへ及ぼす影響を分析することが可能となる。いま1つは、少ないデータのもとで簡便にプロジェクトを評価することのできる実際的なスクリーニング手法としての役割を果たすという点である。本研究では、理想的な市場環境におけるプロジェクト評価を試みている。こうした意味において、プロジェクトに関わるリスクを過小評価していることに他ならない。逆に言えば、本研究で提案した方法により実行可能性が低いと評価されたプロジェクトは少なくとも財政的観点から実施すべきではないと判断することができる。

(2) 対象プロジェクトの評価

プロジェクト価値Πは、資本市場で評価されたキャッシュフローの現在価値Sからプロジェクト費用Cを差し引いた値であり、債務返済契約や債務保証契約の内容に関わらず常に一定の値をとる。したがって、式(11)を用いてプロジェクト企業に帰属する利潤を計算することにより、プロジェクト企業と政府の間における利潤構造を明らかにすることができる。本研究の枠組みにおいてプロジェクトの総価値Πは、資本市場の裁定の結果として評価されるプロジェクトの残余利益である。残余利益は会計上の利益とは異なり、企業が資本調達のために支払う資本コストを考慮したものであり、株主がプロジェクトへの投資の見返りにどれだけの報酬を得ることができるかを表す。換言すれば、投下資本を元手にどれだけの真の経済的利益を生み出すかを表す経済的付加価値として解釈できる。対象プロジェクトの利潤構造を評価した結果を表-1に示

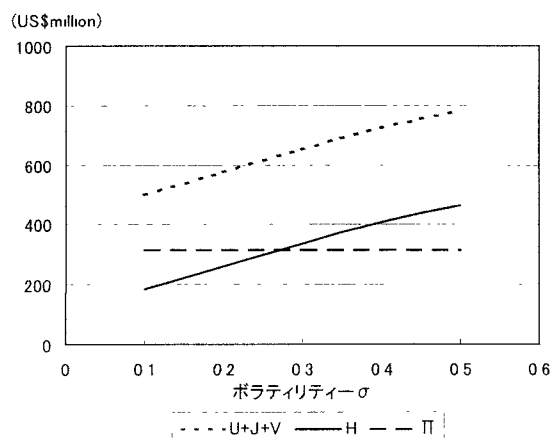


図-5 σとHおよびΠ

している。ここでは、 $\sigma_i = 0.2$ と設定した。分析の結果、プロジェクト企業の利潤は $P = 3.14$ 億US\$であり、投資家にとって本プロジェクトは魅力的な投資機会であるといえよう。したがって、プロジェクト企業はプロジェクト開始時点において自己資本として債務保証費2.61億US\$を調達し、その後運用することによりデフォルトリスクを完全に回避することができる。プロジェクトは財務的に実行可能である。本プロジェクトに関する限り、政府による公的債務保証の必要性は認められない。

スポンサーや融資者がプロジェクトへ参加する際、もっとも関心を払うのは配当金や借入返済金の原資となる毎期のキャッシュフローである。各主体はキャッシュフロー分析によって算出される財務指標をもとに、プロジェクトの収益性やローンの返済能力を検討する。スポンサーによるプロジェクト評価指標として自己資本利益率(ROE)指標がある。ROEとは、税引後利益を株主資本で割った総合的な収益性の財務指標であり、プロジェクトに投下された資本が利益獲得のためにどれほど効率的に利用されているかを見るものである。ROEは

$$ROE = \frac{\sum(\text{年間税引後利益})/\text{事業年数}}{\text{株主資本}} \times 100$$

と表される。プロジェクト企業は追加的な資本調達を一切行わないので、スポンサーがプロジェクトに投下する株主資本はプロジェクト企業が債務保証のために支払う金額と等しくなる。つまり、 $\Pi \geq 0$ のときはH、 $\Pi < 0$ のときは $H - R (= U + J + V)$ となる。すなわち、

$$ROE = \begin{cases} \frac{(U+J+V)/31}{H} \times 100 & (\Pi \geq 0 \text{ のとき}) \\ \frac{(U+J+V)/31}{H-R} \times 100 & (\Pi < 0 \text{ のとき}) \end{cases}$$

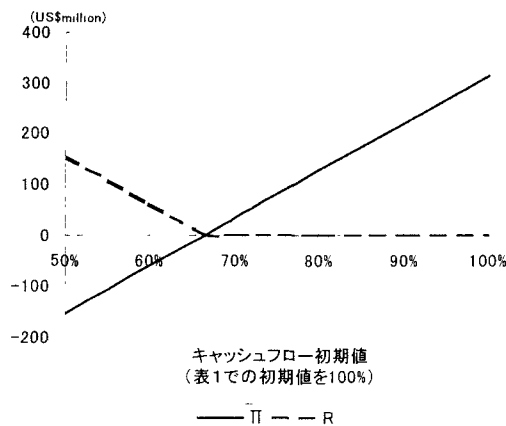


図-6 IIとCF初期値

と表される。一般の財務分析で用いられるROEおよびROA指標はリスクが考慮されないという問題がある。本研究では、プロジェクトへ投下される株主(自己)資本およびスポンサーに帰属する利潤がキャッシュフローのボラティリティーに依存して変わるため、プロジェクトのリスクを考慮した指標として評価できる。

また、プロジェクト評価においては、内部収益率(IRR)がしばしば用いられる。IRRとは、割引率(金利)を変化させたときにNPV(純現在価値)がゼロとなるような値であると定義される。割引率が大きくなるにつれて、資本調達コストが増大し、プロジェクトの採算性が低下する。IRRは損益の実現時期の概念を含めたプロジェクト全体の事業採算を示す指標であり、スポンサーは資本調達コストなどと比較することでプロジェクトに対する投資の可否を判断することができる。

(3) 感度分析とプロジェクト評価

図-5は、債務保証費 H およびプロジェクトの総価値 Π とボラティリティー σ の関係をあらわす。ボラティリティー σ の増加にともない、債務保証費 H も増加する。つまり、プロジェクトの不確実性が増すことにより、プロジェクト企業はより多くの自己資金を調達する必要がある。一方、ボラティリティー σ の増加により債務保証が行われたプロジェクトの価値 $U+V+J$ も増加する。このため、プロジェクトの総価値 Π は一定となる。図-6は、キャッシュフローの初期値とプロジェクトの総価値 Π および公的債務保証費 R の関係をあらわす(初期値は、表-1の入力値を基準に%表示した)。キャッシュフロー初期値の水準が66.5%を下回ると、プロジェク

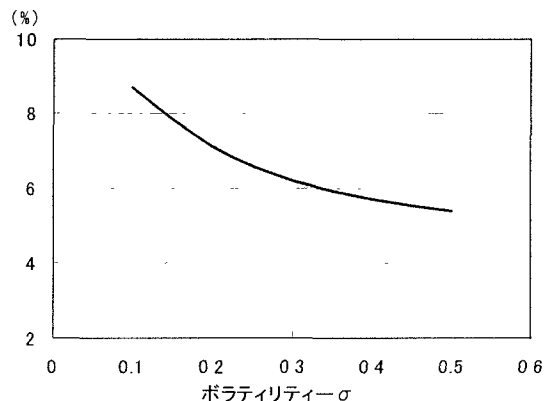


図-7 σ とROE

トは赤字に転じる($\Pi < 0$)。このため、プロジェクトの財政的実行可能性を最低限保証する($P = 0$)だけの公的債務保証費 $R = -\Pi$ が支払われる。図-7は、ボラティリティー σ と自己資本利益率(ROE)の関係をあらわす。ボラティリティー σ が増加すると、ROEは減少する。つまり、プロジェクトの不確実性が増すと、プロジェクト企業は本プロジェクトの価値を低く評価する。本モデルを適用することにより、ROEをリスクを考慮したプロジェクトの評価指標とすることができる。図-8は、無リスク金利 r とプロジェクトの総価値 Π の関係および内部収益率(IRR)を表す。無リスク金利 r が増加させると、 Π は減少する。 $\Pi = 0$ となるときの値IRRは7.25%である。

6. おわりに

本研究では、ファイナンス工学手法を用いて、海外BOTプロジェクトのリスク市場価値と利潤帰属構造を明らかにし、リスク分担の効率性を定量的に評価する方法を提案した。さらに、A国におけるBOT事業に適用し、方法論の有効性を検証した。また、提案したモデルによる分析結果が、1) 関連主体にとってのプロジェクト評価のリファレンスポイントとして、2) プロジェクトの財政的実行可能性を検討する際の審査基準として実務的に利用であることについて述べた。本研究で提案した方法論は、政府による債務保証が実施されているプロジェクトを対象としたものである。今後は、より多くのケーススタディーを実施することにより、異なる契約構造をもつ事業スキーム間における利潤帰属、リスク分担構造の比較検討を行う必要がある。また、本研究ではデフォルトリスクとマーケットリ

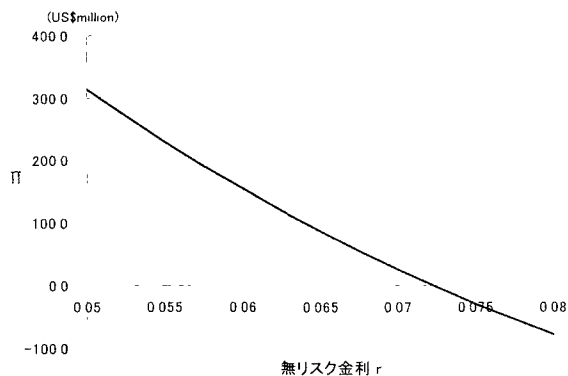


図-8 r と Π およびIRR

リスクが完全にヘッジ可能であるようなプロジェクトを対象としたが、プロジェクト関連主体の信用リスクや金利リスクを合わせて考慮したプロジェクト評価の方法論の開発も今後の課題である。

【参考文献】

- 1) 第一勧業銀行国際金融部(1999)「PFIとプロジェクトファイナンス」, 東洋経済新報社.
- 2) 上田孝行, 長谷川専, 浅野貴志(1999)「PFIにおける事業方式とリスクの分担に関する一考察」, 土木計画学研究 講演習, No.22(1), pp.629-630.

- 3) 長谷川専, 上田孝行(1999)「PFI事業における公的支援について」, 地域学研究, Vol.30, pp.15-30.
- 4) 内田賢悦, 岸邦宏, 佐藤馨一, 加賀誠一(2000)「PFI事業におけるリスク評価に関する研究」, 土木計画学研究 講演習, No.23(1), pp.35-38.
- 5) たとえば, 木島正明(1999)「期間構造モデルと金利デリバティブ」, 朝倉書店.
- 6) Black, F. and Scholes, M. (1973) The pricing of options and corporate liabilities, *Journal of Political Economy*, Vol. 81, pp. 637-659.
- 7) 浦谷規(1998)「プロジェクト・ファイナンスの展開と債務保証モデル」, オペレーションズ・リサーチ, Vol.43, No. 9, pp. 491-494.
- 8) 山口光恒:現代のリスクと保険, 岩波書店, 1998.
- 9) たとえば, Gordon, A.: *Risk Financing*, With-erby, 1992.
- 10) 中村郁博: プロジェクトファイナンスの可能性とポイント, 建設マネジメント勉強会, 発表資料, 2000.
- 11) たとえば, Baxter, M. and Rennie, A.: *Financial Calculus: An Introduction to Derivative Pricing*, Cambridge University Press, 1996.

RISK AND PROFIT SHARING IN OVERSEA CONSTRUCTION WORKS

By Toshimori OTAZAWA, Kar Keong CHIN and Kiyoshi KOBAYASHI

In this paper, a methodology to investigate the risk and profit sharing schemes of oversea construction works is presented. In oversea projects, many stakeholders who may have different contract practices or sense of values are involved, thus making it a challenging task to arrange an efficient risk and profit sharing structure among stakeholders. Cash flows in oversea projects are generally characterized by various risks. The contract schemes for loan and liabilities regulate risk sharing among the projects' stakeholders. In order to investigate the profitability structure, the project values and profit accruable to project companies must be evaluated against market evaluation of project risks. In this paper, a unified framework that applies financial engineering methods is presented to compare the risk and profit sharing structure among different project schemes. The methodology presented is then applied to a project implemented in A-country.