

アジアの都市鉄道 PPP 事業における 定量的リスク分析

松下 英稔¹・森地 茂²・井上 聰史³

¹学生会員 政策研究大学院大学 公共政策プログラム インフラ政策コース 修士課程 (〒106-8677 東京都港区六本木 7-22-1)

E-mail:mjd17407@grips.ac.jp

²名誉会員 政策研究大学院大学アカデミックフェロー 大学院政策研究科 (〒106-8677 東京都港区六本木 7-22-1)

E-mail: smorichi.pl@grips.ac.jp

³正会員 政策研究大学院大学客員教授 大学院政策研究科 (〒106-8677 東京都港区六本木 7-22-1)

E-mail: s-inoue@grips.ac.jp

アジア諸外国における高いインフラ需要に対して政府の財源不足から、都市鉄道事業において PPP が活用されてきた。これまでの事例研究により、様々なリスクが顕在化しどの事業も成功とはいえないことが定性的に明らかにされた。本研究では、入手したブルーラインおよび MRT3 号線の財務諸表等を用いて、各事業で顕在化したリスクの定量分析を行い、被害額や当初からどのようなスキームでやるべきだったのか等について、アジア諸国の意思決定者に示唆を与えることを目的としている。具体的には、各事業における関係主体の財務諸表や運営に関するデータ等を入手し、運営・経営状況を分析し、関係主体の財務シミュレーションから、顕在化したリスクの影響を定量化する。さらに、分析結果を鑑みて望ましい事業スキームやリスクへの対処のための資料を提供する。

Key Words: Railway, Public Private Partnership, Risk Sharing, Risk Analysis

1. 序論

アジア諸国における高いインフラ投資需要に対し、政府の財政不足や運営ノウハウの不足から、多くの都市鉄道事業において PPP が活用されてきた。しかし、バンコク・ブルーラインでは、旅客需要の低迷等から SPC は継続的な赤字となり、運転資金の不足により政府や出資企業による増資が必要となった。また、マニラ・MRT3 号線では、政治的背景から運賃が低く抑えられ、財政不足や SPC との訴訟により輸送力の増強ができず、さらには保守不良等による輸送力の低下から、多くの積み残しや長い待ち行列が発生している。ソウル 9 号線においても、社会的背景から運賃が抑えられ、SPC と訴訟になり主要出資者が撤退した。デリー空港線では、工事の遅延や瑕疵、沿線開発の遅れなどから契約が解除され、運営を政府が引き継いでいる。以上のように、アジア諸国における都市鉄道 PPP 事業のほとんどは成功とは言えないことが明らかにされてきた。現在においても、PPP による

都市鉄道事業は民間の資金や運営ノウハウの活用等で期待されており、これまで実施されてきた都市鉄道 PPP 事業で問題となった事象を踏まえ、望ましい事業スキームやリスクへの対処方策等のさらなる検討が必要である。

PPP を採用したアジアの都市鉄道事業に関する事例研究は多数に上る。花岡¹⁾は、マニラ、バンコク、クアラルンプールなどの大都市を対象に、交通社会資本への BOT 手法の適用事例を比較分析し、政府が過剰にリスクを負う事業スキームの適用により、民間事業者の運営利点が生かされていないことや、都市鉄道は需要予測の不確実性が高く膨大な初期投資が必要なため単純な BOT 方式の適用は難しいことなどを明らかにした。また、運輸総合研究所²⁾は、都市鉄道事業におけるリスクの体系化および、マニラ、デリー、クアラルンプール、バンコク、ソウルなどの都市鉄道 PPP 事業を対象に、計画・整備・運営の段階ごとに、事業の特徴と課題、リスク分担、リスク発生要因とその経過などを網羅的に調査を行っている。

こうした事例研究により、アジア諸国における各都市鉄道 PPP 事業における課題や顕在化したリスクの要因やその過程など、多くのことが明らかになった。しかし、これらの事例研究では、各事業において顕在化したリスクを定性的に明らかにしたが、各リスクの被害額やその財務的影響度は明らかではない。そこで、本研究では、バンコク・ブルーラインおよびマニラ・MRT3 号線の 2 路線を対象に、財務や運行に関するデータを用いて、各事業で顕在化したリスクの定量分析を行い、被害額や当初からどのようなスキームで行うべきだったのか、どのようなリスク分担でやるべきだったのか等について、可能な限り定量的な検討を行う。具体的には、政府や民間事業者等の関係主体の財務諸表や運行に関するデータ等を入手し、各主体の運営・経営状況を分析し、主体ごとに財務シミュレーションを行い、政府・民間事業者・出資企業、請負会社等のリスク分担者ごとに顕在化したリスクを分類し、各リスクの被害額や影響度を定量的に分析する。さらに、分析結果を鑑みて望ましい事業スキームやリスクへの対処のための資料を提供する。

2. 対象事業の概要

バンコク・ブルーラインおよびマニラ・MRT3 号線の事業概要を示す。

(1) バンコク・ブルーラインの概要

都市部のアクセス改善および道路渋滞の緩和を目的とし、18 駅を有する営業キロ 20.7 km の地下鉄である。輸送力³⁾はピーク時運行間隔：2-4 分で 40,000 人時/方向である。

図-1 に当事業スキームを示す。下物の土木設備は円借款事業としてトンネル、駅、軌道、車両基地等が整備され⁴⁾、車両、電気・機械等の鉄道システム (E&M) は BOT 方式で SPC が資金を調達し整備した。タイの大手建設会社 CH. Kamchang Public Company Limited (CHK) が主要出資者である Bangkok Metro Public Company Limited (BMCL) が SPC として運営権の取得し、25 年間の運転・維持管理 (O&M) を行う。一方、管轄主体は、Ministry of Transport (MOT) 傘下の政府系機関である Mass Rapid Transit Authority (MRTA) であり、土木施設の建設と開業後の O&M および全般の監視を行う。BMCL は運営権を取得し運賃回収を行い、MRTA へ契約に基づくコンセッション料を納めている。図-2 に示すように、運賃は契約に従い 2002 年 1 月 1 日時点のバンコクの食品を除く消費者物価指数の変化に基づいて 24 ヶ月ごとに調整されることが契約で定められている。開業直後に運賃が値下げされているが、MRTA と BMCL の合意に基づくプ

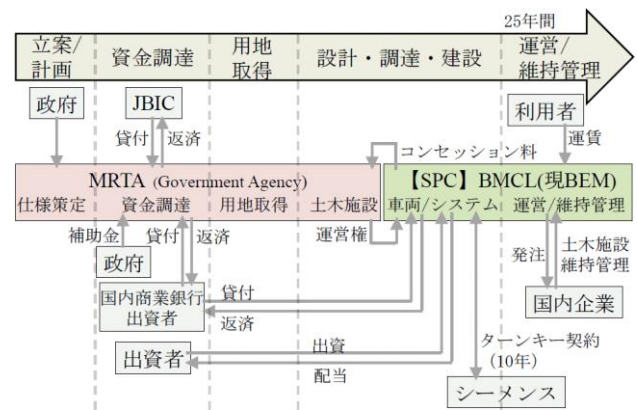


図-1 ブルーラインの事業スキーム²⁾

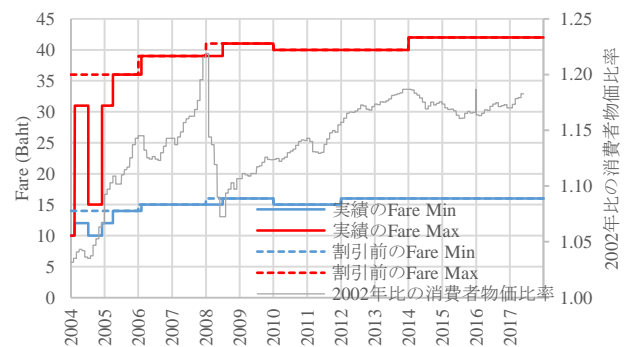


図-2 ブルーラインの運賃の推移^{3,5)}

ロモーションの一貫で、値下げによる収入減少分は MRTA により補填されていることを BMCL 財務諸表から確認した。

(2) マニラ・MRT3 の概要

南北・環状方向のアクセス向上を目的とし、営業キロ 16.9 km で 13 駅を有する路線である。契約によれば輸送力は、運行間隔：3 分で 540,000 人/日である。

図-3 に当事業スキームを示す。当事業は民間による提案から始まった。SPC である Metro Rail Transit Corporation (MRTC) が資金調達および上物・下物の整備を行い、資産を保有して維持管理を行う。一方、運営主体は、Department of Transportation (DOT) が Project Management Office として設立した組織である METRO RAIL TRANSIT (MRT3) で、MRTC より施設を借り受けてリース料を 25 年間に渡って支払う。運賃については、Andra Mijares⁶⁾ が指摘するように、財務的採算性よりも社会的受容性が重視され、他のモードより低い運賃設定であり多額の財政負担を要している。図-4 に示すように、開業当初の運賃を徐々に値上げする計画に反し、政治的な理由から値下げ運賃を継続した。2015 年に値上げを行っているが、2000 年時および 2015 年時の運賃を CPI で除した値はほぼ同じで、実質的な運賃の値上げではないと確認できる。

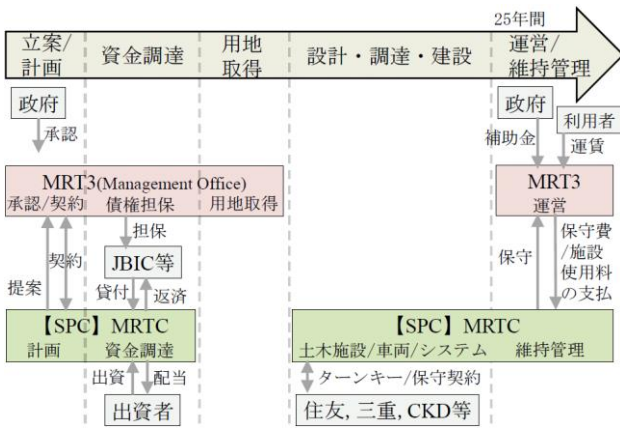


図-3 3号線の事業スキーム²⁾

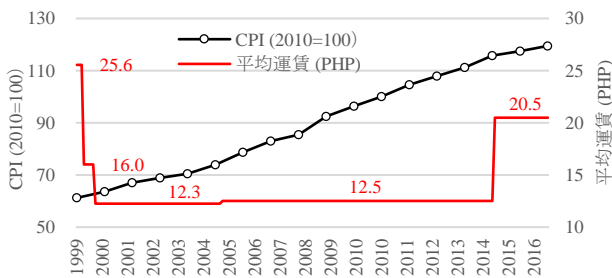


図-4 平均運賃の推移²⁾

3. 対象事業の財務状況の推移

バンコク・ブルーラインおよびマニラ・MRT3 号線における政府および民間事業者の関係主体の財務状況を示す。

(1) バンコク・ブルーライン

a) MRTA (政府) の財務状況

図-5および図-6に MRTA の財務状況を示す。MRTA ウェブサイトおよび政府現地図書館より入手した Annual Report を基に整理した。補助金が収入の大部分を占め、支出の大部分を占めるブルーライン建設のための借入の利子額やブルーラインに関する固定資産の償却費は BMCL からのコンセッション料では賄えないことが確認できる。また、2010年より資産および負債が増加しているのは、パープルライン事業およびブルーライン延伸事業の影響である。なお、図-5は外貨借入金返済に関する為替変動による損益は除いている。

b) BMCL (SPC) の財務状況

図-7および図-8に BMCL の財務状況を示す。タイ証券取引委員会 (Stock Exchange of Thailand: SET) より入手した財務諸表を基に整理した。なお、MRTA に支払うコンセッション料は運行費用および商業開発費用に含まれて

いる。旅客需要の低迷から BMCL は開業より継続的な赤字となり、運転資金の不足により 2006 年と 2013 年に二度の増資を行った。開業以来、最大出資者はタイ大手建設会社の CHK であったが、2006 年より政府機関 MRTA が最大出資者 (25%) となる。契約書には "MRTA shall have an option to purchase BMCL shares when listed in the Stock Exchange representing not more than 25% of the registered capital"³⁾ と

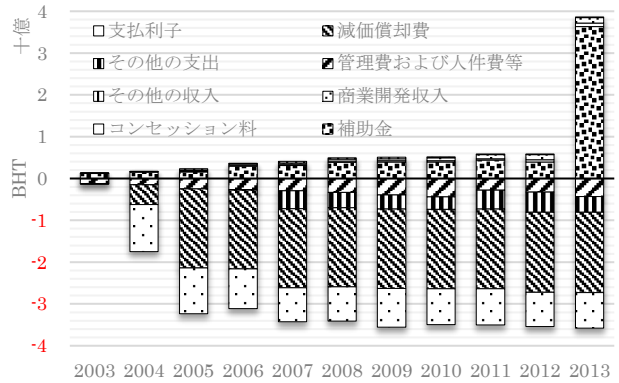


図-5 外貨両替による損益を除いた MRTA の損益計算書推移³⁾

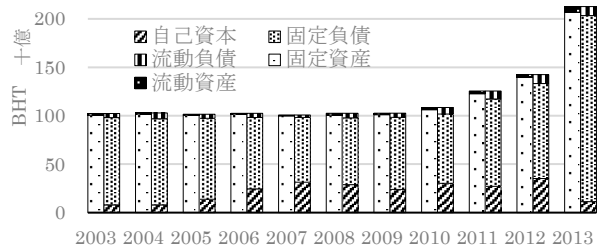


図-6 MRTA の貸借対照表の推移³⁾

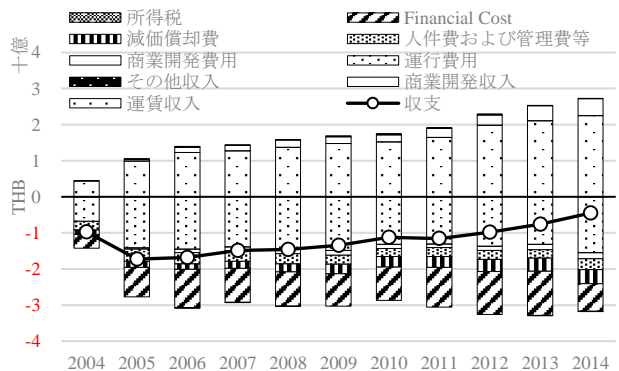


図-7 BMCL の損益計算書の推移³⁾

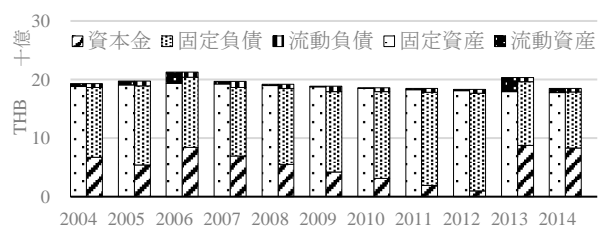


図-8 BMCL の貸借対照表の推移³⁾

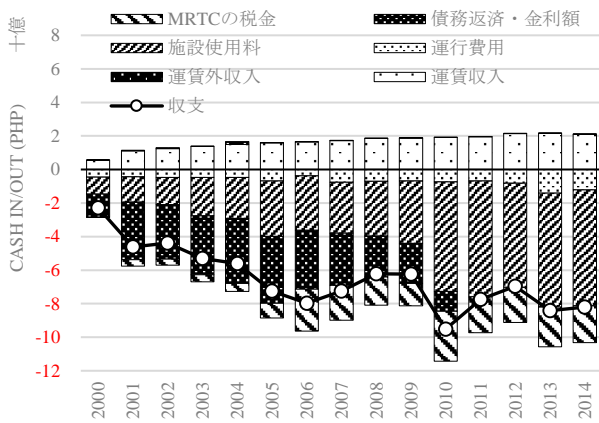


図-9 MRT3の収支の推移

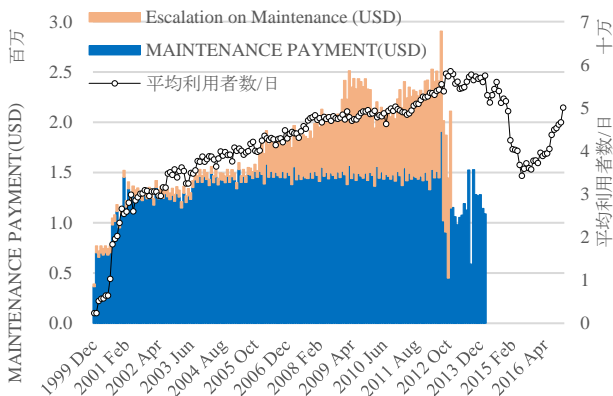


図-10 3号線の保守費用と日利用者数の推移

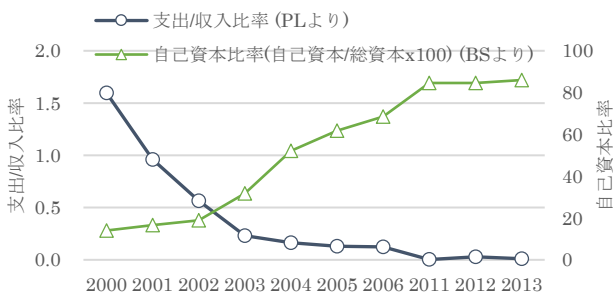


図-11 MRTCの財務状況の推移¹⁰⁾

記載されているため、MRTAによる増資は契約に基づいた増資である。2005年11月にCabinetの承認を得てMRTAは増資を行った⁸⁾。2013年には、パープルラインの追加のコンセッション契約を機にBMCLの経営強化の目的⁹⁾で、民間出資者により増資され、再びCHKが30%株式を所有する最大出資者となった。

(2) マニラ・MRT3号線

a) MRT3 (政府) の財務状況

図-9にMRT3の財務状況を示す。財務データは、フィ

リピンにおいて情報の自由権 (Freedom of Information Order) が2016年7月に制定され、それに伴い設立されたElectronic Freedom of Information (eFOI) のウェブサイトを通じて直接DOTrへ依頼し、MRT3から提供頂いた。なお、MRT3は2010年まで貸借対照表およびキャッシュフロー表は作成しておらず、入手したものは損益計算書およびキャッシュフローに類する記録である。毎年赤字であるが、政府補助金により運営が継続されている。また、2014年以降の運行収入が減少するのは、2012年10月よりMRT3は保守費の高さを理由に、開業から保守を行っていた住友商事との契約を打ち切り、現地保守企業へ切り替えたためである。この結果、図-10に示すように2012年10月以降の保守費用は減少したが、車両不良や事故が多発し輸送力が低下した。

b) MRTC (SPC) の財務状況

図-11にMRTCの財務状況を示す。フィリピン証券取引委員会 (Securities Exchange Commission: SEC) より入手した財務諸表を基に整理した。なお、SECにおいて2007年から2010年および2014年以降の財務諸表は公表されていない。図-11から、施設使用料等の支払いが遅延したものの¹²⁾、非常に安定した経営状況が維持できているが確認できる。

4. 財務シミュレーションの作成

以上、2路線の契約内容やこれまでの財務状況を踏まえ、各路線の関係主体ごとの財務シミュレーションを作成した。また、財務三表を作成する場合は、Public-Private Infrastructure Advisory Facility (PPIAF) の財務シミュレーションモデルを使用した。

(1) BMCL

シミュレーション作成の主な作成条件は以下の通り。

a) 利用者数

計算ケースにより異なる。(第5章参照)

b) 運賃

2004年から2016年の間は、実績の年間運賃収入を年

表-1 契約コンセッション料¹¹⁾

	固定支払 (VAT 込)	可変支払 (VAT 込)
運賃収入	総額 43,567 mil THB 開業後 1~10 年目: 免除 11~25 年目: 支払	年間収入の 1~15% 開業後 1~14 年目: 1% 15 年目: 2% 16~18 年目: 5% 19~25 年目: 15%
商業開発収入	総額 930 mil THB 開業後 1~8 年目: 10 mil THB 9~25 年目: 50 mil THB	年間収入の 7%

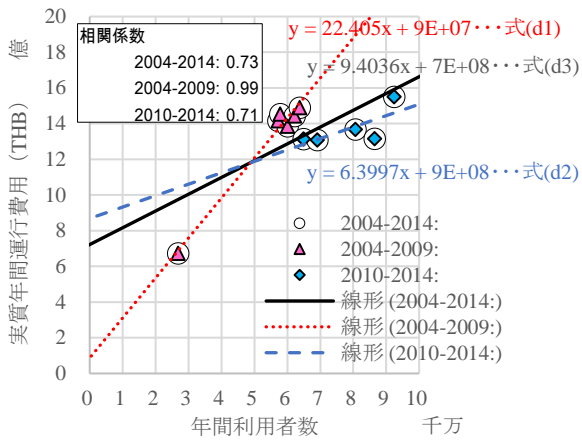


図-12 運行費用の推定式

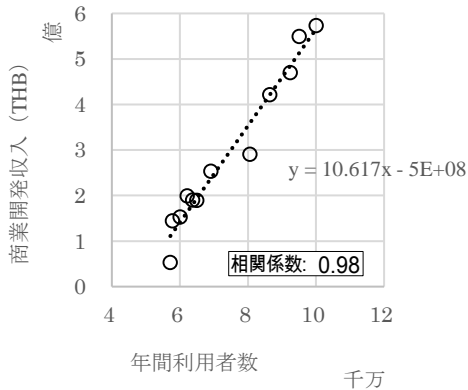


図-13 商業開発収入の推定式

間利用者数で除した平均運賃を使用し、2017年-2029年は2004年-2016年の平均運賃の平均上昇率である5.82%を用いて設定した。

c) コンセッション料

表-1に示す契約に基づくコンセッション料を設定した。

d) 運行費用

運行費用は、利用者数との相関から、図-12に示す線形近似式により推定する。図-12に示す運行費用は財務諸表に記載されている運行費用から運賃収入に対するコンセッション料を引いた値である。また、BMCLは2010年より運行費用削減の経営努力を始め³⁾、2015年以降の運行費用は開業から2009年と2010年-2014年の間で傾向は異なるため、運行費用は、開業から2009年：式(d1)、2010年-2014年：式(d2)、開業から2014年：式(d3)を用いる。なお、式(d3)は第6章(1)のケース4で使用する。これは旅客需要が低迷せず十分な収益が得られた場合、必ずしも経営努力が行われるとは限らないためである。

e) 商業開発収入

商業開発収入は図-13に示すように利用者数と高い相

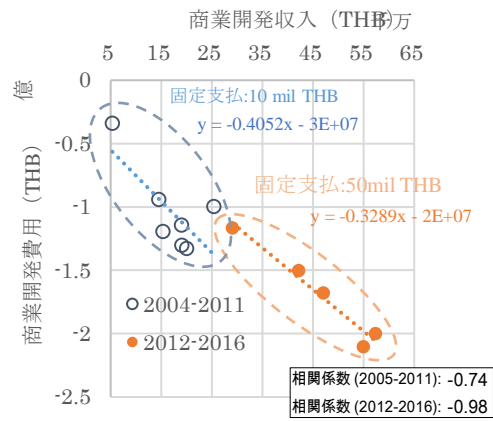


図-14 商業開発費用の推定式

関があり、収入源は駅構内のATM設置料や広告料、小売業等で構成されるためと考えられる。よって、商業開発収入は、2005年-2014年の商業開発収入および利用者数の実績値から推定した線形近似式により算出する。

f) 商業開発費用

財務諸表記載の商業開発費用は、商業開発収入に対するコンセッション料を含む。ここでは、2004-2011間と2012-2016間の商業開発に対するコンセッション料の固定支払額は異なることに注意し、コンセッション料を含んだまま商業開発費用の推定式を求めて算出する。図-14に示す。

g) 設備投資

E&M等のProject Costについては追加の設備投資は行われないと仮定し、償却期間の短い機材等については償却費に合わせて随時投資を行うと仮定する。

h) Project Costの減価償却

減価償却は当事業で定められている方法を用いる。毎年の償却費用は、簿価に今後見込まれる利用者数とその年の実績利用者数の和に対するその年の実績利用者数の割合を乗じて計算される。なお、残存価値については、タイの税法では法定残存価格や税法上の償却限度額の制度はないため100%償却する。

i) 法人所得税率および配当率

法人所得税は20%、配当率は40%とする。

j) 資本金の増資

上記b)およびe)の運賃および商業開発収入の下、資金ショートしないように増資を行うと仮定する。なお、MRTAの株式保有率が25%に達した場合は民間企業による増資、25%未満の場合はMRTAが増資を行うと仮定する。

k) 債務および利子額

BMCLの財務諸表に記載されている債務の実績値に従い、追加の債務は借り入れないと仮定している。つまり、資金ショートする場合は、j)のように資本金の増資を行

う。また、計算ケースによっては、これまで実際に発生していた追加の債務が不要になる場合や早期に返済できる場合がでてくるが、その場合は支払利子額が最小となるように債務を設定した。

(2) MRT3

既往モデルを使用せず、開業から契約満期までのキャッシュフローのシミュレーションを作成した。シミュレーションの主な作成条件は以下の通り。

a) 利用者数

計算ケースにより異なる。(第 5 章参照)

b) 運賃

計算ケースにより異なる。(第 5 章参照)

c) 商業開発収入

内訳および収入源が明らかでなく、2014 年以降は過去 3 年間の平均値を設定した。図-9 に示した通り、商業開発収入は全体の収入に対して小額であるため、分析結果への影響は少ない。

d) 運行費用

運行費用は、ブルーライン同様、利用者数との相関を確認の上、運行費用および月利用者数の実績値より線形近似式を求めて算出する。

e) 施設使用料

施設使用料は、主に施設レンタル料、MRTC の人件費および管理費、保守費用、債務管理の Agency への手数料、保険料等から構成される。施設レンタル料および MRTC の人件費および管理費は契約に従う。

保守費用に関しては 2 通りを設定する。まず、現地保守企業に切り替える前の保守費用は内訳が不明であるが、図-10 に示す開業から 2012 年 10 月までの各月の保守費用とその月の総利用者数に相関があるため、現地保守企業に切り替えない場合の保守費用は、図-15 に示す推定式を用いて算出する。また、現地保守企業による保守費用は、データの制約上傾向がつかめないため、2012 年 11 月-2014 年 2 月の最大保守費用 (PHP/月) を使用する。

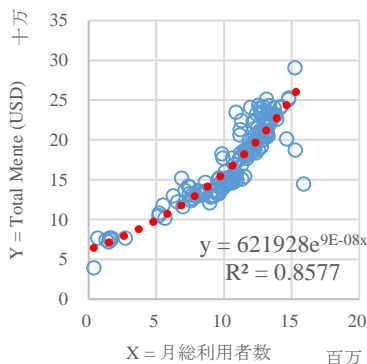


図-15 現時保守企業へ切替えない場合の保守費用推定式

また、2015 年以降の債務管理の仲介手数料は、債務返済が終了した 2011 年以降ほぼ支出がないため、それ以降は考慮しない。2015 年以降の保険料は、内訳が不明であり過去 3 年の平均値を用いるが、全体の費用に対して小額であるため、分析結果に与える影響は小さい。

f) 債務および利子額

実績値に従う。

g) MRTC の税の支払い

2015 年以降の MRTC の税の支払額は、内訳が不明であるため過去 3 年の平均値を用いるが、2010 年以降は概ね同じ額の支出が発生しているため、分析結果に与える影響は小さい。

5. 顕在化したリスクの抽出

2 路線において顕在化したリスクの抽出方法とその結果を示す。運輸総合研究所²⁾は、世銀グループの Public-Private Partnership in Infrastructure Re-source Center において公表されている PPP Sector Specific Check List 等の既往文献を基に、鉄道事業におけるリスクを計画・用地取得・建設・運営の事業段階ごとに体系化した。本研究では運輸総合研究所で体系化されたリスク項目に基づき、2 路線で顕在化したリスクを整理した。また、表-6 および表-7 に示すリスク要因とはあるプロジェクトの目標達成を阻害する潜在的な原因となる事象を指し、リスクイベントとはリスク要因に起因して目標達成を阻害する直接的原因となった出来事を指す。

(1) バンコク・ブルーラインで顕在化したリスクの抽出

顕在化したリスクを表-6 に示す。顕在化したリスクの抽出にあたっては、既往研究²⁾や Annual Report、運行データ等から、顕在化したリスクを洗い出し、それらをリスク分担者ごと・リスクの影響ごとに分類して整理を行った。以下、各リスクの概要を示す。

a) 事業者選定リスク⁴⁾

土木設備や E&M の整備は計画工期通りに進んだものの、MRTA は BMCL との交渉結果を 1998 年 5 月に政府に提出したが、閣議により承認がなされたのは 2000 年 7 月であり、契約締結までに 1 年 10 ヶ月の遅れが発生した。

b) 計画調整リスク²⁾

当事業は 1992 年に民間資本による事業化が検討されていたが、1994 年計画路線の全線地下化が閣議決定され、1995 年に当スキームにより事業化された。全線地下化の計画変更により、事業化に 3 年を要した。

c) 需要予測リスク^{2),4),11)}

BMCL の 2003 年時点で開業時 43 万人/日の利用者数の需要を予測していたが、実際は 14.7 万人/日と大きく下回った。

d) 関連交通インフラリスク

ブルーライン開業当初の MRTA Annual Report によれば、パープルラインの開業を 2008 年 9 月、ブルーライン延伸部の開業を 2009 年 9 月と計画していたが、実際は各々 2016 年 8 月、2017 年 8 月に開業した。パープルラインおよびブルーライン延伸部が開業したことで、ブルーライン既存部分の旅客需要はそれぞれ 1.15%、5.04% 上昇した。これらの上昇率はブルーライン既存部分の旅客需要の自然増の影響は差し引いて算出した。

e) 運転資金不足リスク

需要低迷に起因し収益が想定より下回り、運転資金不足により出資者および MRTA による増資が必要となった。

f) 還元リスク

配当率 40% を還元する予定であったが、2005 年～2014 年の BMCL Financial Statement によれば、2014 年まで一度も配当を還元できていない。

g) 金利リスク

BMCL は継続的な赤字から返済原資が不足し、タイ国内の商業銀行より 2008 年、2010 年、2012 年の三度にわたって債務リスクスケジュールが行われた³⁾。貸付金利である最優遇貸付金利 (MLR) :6-8% の見直しは行われず、単純に返済期間を延期した。これにより、BMCL は返済期間

の延期に伴い、追加の利子額を支払うことになった。

h) 政治・政策変更リスク

図-16 を見ると、2011 年 10、11 月の平均利用者数 (人/日) は 2011 年を除いた各年の年間平均利用者数 (人/日) に対する 10、11 月の平均利用者数 (人/日) の割合の傾向とは異なる。これは 2011 年 10、11 月で行われた反政府デモの影響と考えられる。表-2 に反政府デモによる利用者の減少量を示す。2011 年を除く各年の年間平均利用者数 (人/日) に対する 10、11 月の平均利用者数 (人/日) の割合の平均値から、反政府デモがなかった場合の 2011 年 10、11 月の平均利用者数の推定値を算出し、利用者の減少量を算出した。

i) 経済成長リスク

BMCL Annual Report 2008 によれば、リーマンショックに伴い、BMCL は契約に基づき 2008 年 7 月の運賃改定を行えたが、実際の運賃改定は 2009 年 1 月に行われた。こちらは BMCL 自らとった対応である。この間の平均運賃の差額は約 3.5 THB である。

(2) マニラ・3 号線で顕在化したリスクの抽出

マニラ・3 号線において、顕在化したリスクを表-7 に示す。以下、各リスクの概要を示す。

a) 需要予測リスク

30-40 万人/日の利用者数の需要を見込んでいたが、実際の利用者数は大きく下回った。

b) 運賃リスク

当初 MRT3 は運賃を徐々に値上げする計画に反して値下げ運賃を継続した。

c) 与信リスク

MRT3 は資金不足から、保守費用を滞納し、SPC および保守請負会社の一時収入が滞った。

d) 保守リスク

MRT3 は保守費削減のため、2012 年 10 月住友商事から現地保守企業へ切り替えたが、度重なる車両不良や事故等により使用可能編成数が減少し、輸送力が低下した。

e) 政府予算確保リスク

2008 年 6 月 MRT3 は投資調整委員会 (NEDA) へ新車両導入の必要性を主張したが、輸送力は増強されなかった²⁾。ここでは輸送力増強に関する問題を、当リスク項目に分類しているが、政府の予算未確保だけでなく、輸送力増強に関して政府と MRTC がもめたことにも起因している¹²⁾。2008 年初旬、DOTr は MRTC へ追加車両に関するレターを送付した。同年 4 月、DOTr は MRTC からの返答がないため、追加車両に関する MRTC の権利放棄を出張したが、MRTC はそれを否定した。同年 5 月、DOTr は MRTC が不必要な同意の保留を行っているとは非難した。同年 6 月 MRTC は車両の "universal procurement" は BLT 契約に違反すると主張した。その後 2013 年、当時

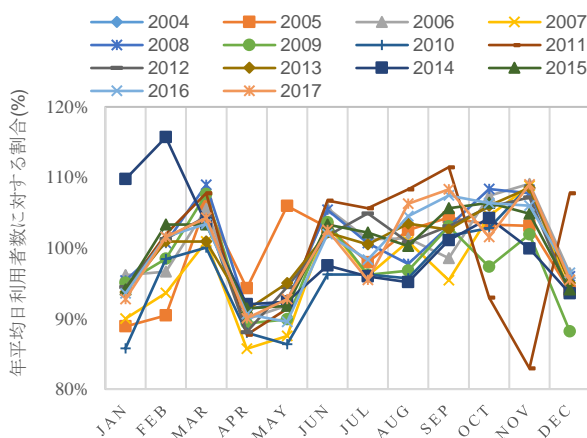


図-16 年平均利用者数(人/日)に対する割合

表-2 反政府デモによる利用者の減少量

平均利用者数 (人/日)	実績値 (人/日)	推定値 (人/日)	利用者の減少量 (人/日)
2011 年 10 月	176,000	197,849	21,849
2011 年 11 月	157,000	201,144	44,144

の大統領は DOTr をはじめとする関係省庁へ MRTC 買収の執行命令を出し、DOTr は MRTC の買収には 400 億 PHP 以上の費用がかかると発表した。2013 年 2 月 DOTr は追加車両の入札を開始するが、BLT 契約違反を主張する MRTC と訴訟になり、結果として大連からの追加車両の納入は 2016 年 3 月となった。

6. 顕在化したリスクの影響の定量化

本研究では、顕在化したリスクの影響の定量化にあたり、被害額（コスト増大）や時間（時間ロス）等で定量化を行う。各関係主体ごとに作成した財務シミュレーションを用いて、各リスクの被害額を算出した。なお、被害額は、リスクが発現しない場合の収益額からリスクが発現した場合の収益額を差し引いた金額、またはリスクが発現した場合の損失額からリスクが発現しない場合の損失額を差し引いた金額と定義する。

(1) バンコク・ブルーラインで顕在化したリスクの定量化

表-6 に各リスクの定量分析の結果を示す。以下、各リスクの定量化の方法を示す。作成した BMCL の財務シミュレーションを用いて、4 ケースの計算を行った。各ケースで入力した利用者数は以下の通り。なお、(A)~(D) は図-17 に対応している。また、図-17(A) の 2018-2029 年の利用者数は、2004 年-2016 年の利用者数の平均上昇率 5.42% を用いて算出した。計算期間は、契約期間の 25 年である。

- ・ケース 1 : (A)
- ・ケース 2 : (A)+(B)
- ・ケース 3 : (A)+(B)+(C)
- ・ケース 4 : (A)+(B)+(C)+(D)

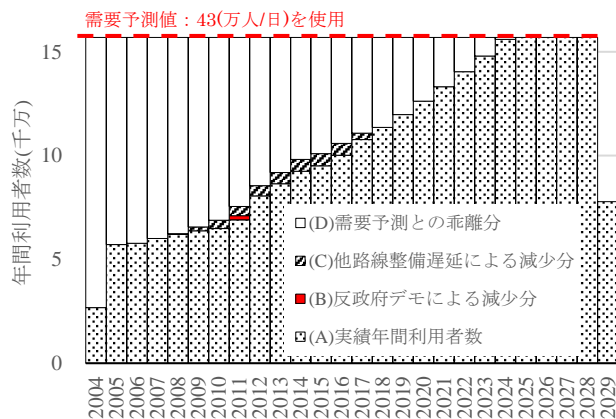


図-17 実績利用者数および利用者の減少量

a) 需要予測リスクの被害額

リスクが顕在化しない場合であるケース 4 の収益額からリスクが顕在化した場合であるケース 3 の収益額を差し引いて算出した。（表-6 計算 No. (i) および (ii) に対応）

b) 関連インフラリスクの被害額

リスクが顕在化しない場合であるケース 3 の収益額からリスクが顕在化した場合であるケース 2 の収益額を差し引いて算出した。（表-6 計算 No. (iii) および (iv) に対応）

c) 運転資金不足リスクの被害額

リスクが顕在化した場合であるケース 1 の増資額からリスクが顕在化しない場合であるケース 4 の増資額を差し引いて算出した。（表-6 計算 No. (v) および (vi) に対応）

d) 還元リスクの被害額

リスクが顕在化しない場合であるケース 4 の配当金からリスクが顕在化した場合であるケース 1 の配当金を差し引いて算出した。（表-6 計算 No. (viii) に対応）なお、金融機関は返済期間を延期した分の利子額を徴収するため、被害額は算出しない。（表-6 計算 No. (vii) に対応）

e) 金利リスク

リスクが顕在化した場合であるケース 1 の利子額からリスクが顕在化しない場合であるケース 4 の利子額を差し引いて算出した。ケース 4 の場合では返済リスクスケジュールは行われないと仮定し、開業当初の返済スケジュール³⁾に基づいて返済するよう設定した。（表-6 計算 No. (ix) に対応）

f) 政治リスクの被害額

リスクが顕在化しない場合であるケース 2 の運賃収益からリスクが顕在化した場合であるケース 1 の運賃収益額を差し引いて算出した。（表-6 計算 No. (x) に対応）

g) 経済成長リスク

平均運賃の差額と 2008 年 7 月-2008 年 12 月の間の利用者数を乗じて算出した。（表-6 計算 No. (xi) に対応）

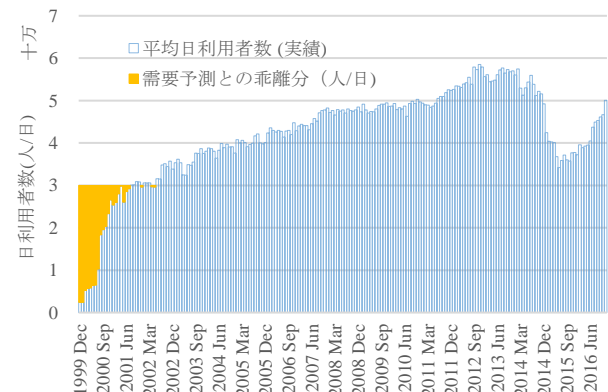


図-18 実績利用者数と需要予測との乖離分

(2) マニラ・3号線で顕在化したリスクの定量化
表-7に各リスクの定量化の結果を示す。以下、各リスクの定量化の方法を示す。

a) 需要予測リスクの被害額

作成したシミュレーションに、リスクが顕在化した場合として実績の利用者数 (図-18) を、リスクが顕在化しない場合として実績使用者数と需要予測との乖離分の和 (図-18) を入力し、ブルーライン同様、それらの収益額の差から被害額を算出した。(表-7-計算 No. (i)に対応)

b) 運賃リスクの被害額

表-3 および図-19 に示すケース 1 をリスクが顕在化し

表-3 運賃リスクの被害額算出の入力条件

条件	ケース 1	ケース 2
利用者数	開業-2016: 実績 2017-2016: 2012時を維持	運賃弾力性と平均上昇率により仮定
運賃	開業-2016: 実績 (図-4) 2017-2016: 2015時の運賃を維持	初期運賃から値下げを行わず、CPIに合わせて上昇
保守費用	開業-2012: 実績値 (図-10) 2013-2016: 現地保守企業	開業-2012: 実績値 (図-10) 2013-2016: 推定式 (図-15)

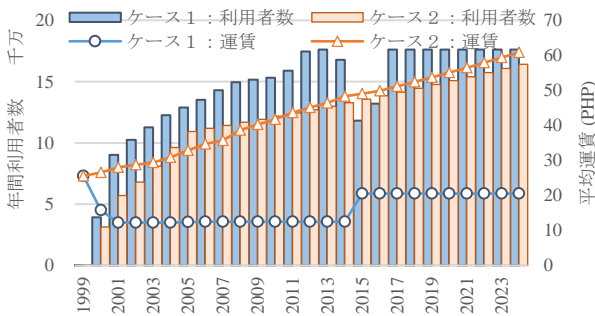


図-19 運賃リスクの被害額算出の入力条件

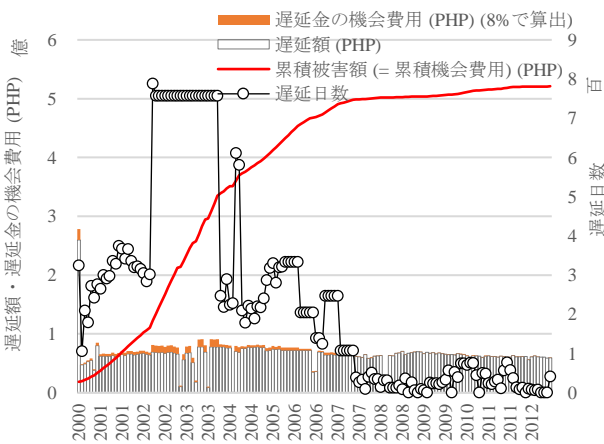


図-20 与信リスクの被害額算出結果

た場合、ケース 2 をリスクが顕在化しない場合とし、これら 2 ケースの収益額の差から被害額を算出した。なお、ケース 2 の利用者数は算出した運賃の弾力性 (-2.2) および全線開業による利用者増加の影響を考慮して設定した。(表-7-計算 No. (ii)に対応)

c) 与信リスクの被害額

図-20のように、市中金利を 8% とし、保守費用の支払遅延額の遅延日数分の機会費用の累積額を被害額とした。(表-7-計算 No. (iii)に対応)

d) 保守リスクの被害額

表-4 に示すケース 1 をリスクが顕在化した場合、ケース 2 をリスクが顕在化しない場合とし、これら 2 ケースの収益額の差から被害額を算出した。(表-7-計算 No. (iv)に対応)

e) 政府予算確保リスクの被害額

表-5 および図-21 に示すケース 1 をリスクが顕在化した場合、ケース 2 をリスクが顕在化しない場合とし、これら 2 ケースの収益額の差から被害額を算出した。(表-7-計算 No. (v)に対応)

表-4 保守リスクの被害額算出の入力条件

条件	ケース 1	ケース 2
利用者数	2012-2016: 実績	2012-2016: 2012年10月時の輸送力を維持
保守費用	2012-2016: 現地保守会社	2012-2016: 推定式 (図-15)

表-5 政府予算確保リスクの被害額算出の入力条件

条件	ケース 1	ケース 2
利用者数	開業-2016: 実績 2017-2016: 2012時を維持	開業-2012: 実績 2013-2024: 上昇率4.1%
輸送力	17.7千万人/年	35.4千万人/年 2009年: USD90Mを追加投資 2012年: USD129Mを追加投資
保守費用	開業-2012: 実績値 (図-10) 2013-2016: 現地保守企業	開業-2012: 実績値 (図-10) 2013-2016: 推定式 (図-15)

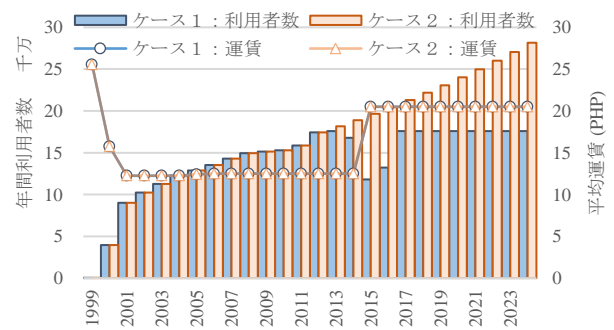


図-21 政府予算確保リスクの被害額算出の入力条件

表-6 バンコク・ブルーラインにおいて顕在化したリスクの定量分析結果

段階	大項目	小項目	リスク要因	リスクイベント	リスクの影響	リスク分担			被害額(mil THB)時間ロス	影響度(%)	計算No.
						政府	民間				
							SPC	出資企業			
計画	事業者選定リスク	事業者選定リスク	BOT 契約の交渉・承認の長期化	BOT 契約分の工期遅延	計画から 22 ヶ月の開業の遅れ	●			1年 10 ヶ月		
			BOT 契約の交渉・承認の長期化	BOT 契約分の工期遅延	SPC の収入発生時期の遅延		●			1年 10 ヶ月	
計画	計画リスク	計画調整リスク	全線地下化へ変更 (SPC 契約前)	路線計画の見直し	新たな事業計画を策定により事業スキーム決定に遅れ	●			3年		
運営	鉄道需要リスク	需要予測リスク	SPC による需要予測	旅客需要予測との乖離	運賃収益の減少		●		15,023	12.0%	(i)
			SPC による需要予測	旅客需要予測との乖離	商業開発収益の減少		●		7,757	6.2%	(ii)
		関連交通インフラリスク	他路線・延伸事業の遅延	他路線整備遅延による旅客需要の低迷	運賃収益の減少		●		457	0.4%	(iii)
			他路線・延伸事業の遅延	他路線整備遅延による旅客需要の低迷	商業開発収益の減少		●		325	0.3%	(iv)
	資金調達リスク	運転資金不足リスク	SPC の継続的な赤字	資本金の不足	政府による増資	●			4,387	3.5%	(v)
			SPC の継続的な赤字	資本金の不足	民間出資企業による増資			●	13,150	10.5%	(vi)
		還元リスク	SPC の継続的な赤字	債務返済原資を喪失	契約に基づく債務返済が不能			●	-		(vii)
		SPC の継続的な赤字	債務返済原資を喪失	配当金支払の減少	●	●		5,511	4.4%	(viii)	
	金利リスク	SPC の継続的な赤字	債務返済原資を喪失	金利支払額の増加		●		8,002	6.4%	(ix)	
共通	政治的リスク	政治・政策変更リスク	反政府デモ	反政府デモによる利用者の減少	運賃収益の減少		●		16	0.0%	(x)
	経済リスク	経済成長リスク	経済危機 (2008 リーマンショック)	SPC の自主的な運賃値下げ	運賃収益の減少		●		111	0.1%	(xi)

(注) 影響度 (%) = 被害額 / 総事業費 (初期) と定義

表-7 マニラ・3号線において顕在化したリスクの定量分析結果

段階	大項目	小項目	リスク要因	リスクイベント	リスクの影響	リスク分担			被害額(mil PHP)時間ロス	影響度(%)	計算No.
						政府	民間				
							SPC	請負会社			
計画	契約リスク	ドキュメンテーションリスク	不明瞭な契約内容 請負契約における VAT の未認識	下請けから請求された VAT が元請契約では含まれず	DOTC と SPC の仲裁裁判 (2016 時点)、住友商事が負担			不明	費用負担不明 (今後の課題)		
	計画	設計変更リスク	契約後、女神像への近接施工回避の要望	近接を回避した線形に変更	設計変更等の追加費用の発生			不明	費用負担不明 (今後の課題)		
用地取得	用地リスク	土地対策リスク	車両基地用地における不法占拠の存在	車両基地建設の開始時期の遅延	仮設の車両組立工場を本線上に設置することになった追加費用			不明	費用負担不明 (今後の課題)		
建設	建設リスク	技術・性能リスク	仕様書の要求事項を満たせず	SPC から契約金額の減額の要求	契約金額が減少			不明	費用負担不明 (今後の課題)		
運営	鉄道需要リスク	需要予測リスク	想定する利用者層に対して運賃水準が高すぎた	旅客需要の低迷	運賃収益の減少	●			829	3.1%	(i)
		運賃リスク	低所得者に配慮した大統領方針	収益不足に対応した運賃値上げの抑制	運賃収益の減少	●			88,041	332.2%	(ii)
	事業収入リスク	与信リスク	運賃収益が DOTC の想定を下回る	SPC への保守費用の支払遅延	支払遅延分の機会費用		●	●	521	2.0%	(iii)
	運営管理リスク	保守リスク	現地の保守会社の能力が欠如	使用可能編成数の減少 (2012.10 以降)	運賃収益の減少 利用者の減少 (2012.10-2016.12 間)	●			-1,803	-6.8%	(iv)
					利用者			170 百万人 (2012-2016) の利用者が減少			
共通	政府予算確保リスク	政府予算確保リスク	輸送力増強のための政府予算の未確保	輸送力増強できず	収益の減少 利用者の減少	●			-10,117	-38.2%	(v)
								利用者		737 百万人 (2013-2024) の利用者が減少	

(注) 影響度 (%) = 被害額 / 総事業費 (初期) と定義

7. 当該事業の考察

(1) バンコク・ブルーライン

政府が所有するブルーラインの固定資産は、主に土木設備、軌道、E&Mであり、耐用年数はそれぞれ50~100年、25年、20年である。軌道およびE&Mを更新し、政府のプロジェクトライフは50年以上である。表-8に現在のコンセッション契約終了後に、もう一度25年間のコンセッション契約を行うと仮定した場合の第二回SPCの内部収益率（ROI）および開業後50年目の政府累積収支の感度分析の結果を示す。計算の条件は、物価上昇率2.9%の下、第二回SPCの収支が、第6章(1)のケース1で計算したBMCLの25年目における収支を一定に25年間維持した場合を想定した。なお、現在のSPCであるBMCLの初期投資にあてた長期借入の金利は約6.5%である。

この結果より、第二回SPCの収益性を確保した条件で、政府は初期投資分も回収できる可能性があることが確認できる。一方、現在のSPCであるBMCLにとっては当事業は大損であり、既存事業スキームにおける需要リスクの分担のあり方が議論の対象となる。実際、パープルラインおよびブルーライン延伸部においては、需要リスクを政府が負担するPPP Gross Cost（運賃収入はMRTAに入り、MRTAはSPCに運営費用・メンテナンス費を支払う）が採用された¹³⁾。

また、様々なリスクが顕在化したにも関わらず、BMCLの主要出資者であるCHKが継続して増資した背景として2つ考えられる。

1つ目に、高速道路PPP事業においてSPCであるBangkok Expressway Public Company Limited (BECL)の節税対策がある。2015年初旬、BMCLの取締役会においてBECLとの合併が承認され¹³⁾、BMCLおよびBECLが合併し、Bangkok Expressway and Metro Public Company Limited (BEM)となった。このBECLにおいてもCHKが最大出資者であり、合併直前の持株比率は約20%である。図-7に示したように、BMCLは開業から2014年まで継続して赤字であった一方、2010年から2014年間のBECLの財務諸表¹⁴⁾を確認すると、毎年支出/収入比率は約50-60%で推移しており安定して収益をあげていた。合併の目的はシナジー効果とあるが、BECLの節税効果も

表-8 第二回コンセッション料の感度分析 単位: mil THB

第二回SPCのROI	第二回コンセッション料総額	50年間の政府累積収支	政府初期投資額に対する政府累積収支の割合
2.0%	237,691	50,563	47%
4.0%	221,987	34,458	32%
6.5%	199,056	10,941	10%
10.0%	161,467	-27,608	-26%

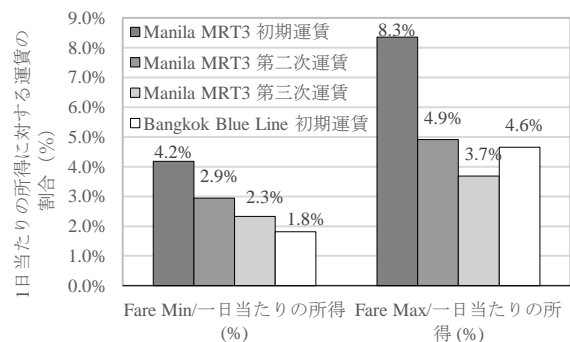
目的であったと考えられる。

2つ目に、CHKはBMCLより多くの業務を受注していたことがある。2006年から2012年の間、CHKの出資額はTHB 2,988 millionであったのに対し、BMCL Annual Report記載の主要な取引一覧¹⁵⁾から確認できるだけでも、上物や商業施設的设计・建設や開業後のメンテナンス等で、開業前から2013年間に、CHKはBMCLより約THB 1,364 millionの業務等を受注している。その後、2013年にCHKが増資を行い総出資額がTHB 6,188 millionとなるが、2015年および2016年の2年間で、CHKはさらにパープルラインやブルーライン延伸部の建設や設計・開業後のメンテナンス等で、BEMと総額THB 24,462 million¹⁶⁾の契約を結んでいる。また、これらの取引についての監査委員会のコメントとして、CHKは経験のある企業であり、契約通りに取引が行われたとBMCL Annual Reportに記載されている。

(2) マニラ・3号線

表-7に示すように、最も影響度の大きなリスクは運賃リスクである。3号線の1999年12月の開業当初の高めの運賃水準が不評であり、2000年2月に第二次運賃、同年7月に第三次運賃へと変更された(図-22)。

MRT3の財務的採算性の確保が困難である理由について示す。6章(2)b)で示した表-3および図-19のケース1を入力条件にしたMRT3の25年間の収支シミュレーションの結果は図-23の通り。運賃の入力条件は、開業から2017年までは実績の運賃水準(図-4)とし、2018年以降は2015年に改定された運賃を維持した場合を想定している。支出に対して収入が低く、その主たる原因の一つは財務的採算性を考慮しない運賃にある。仮に運賃リスクが顕在化せず、当初の計画通りに開業時の運賃水準を徐々に値上げした場合、運賃弾力性(-2.2)や施設更



備考：1日当たりの所得とは、運賃設定と同時期のマニラおよびバンコクのGRP per capitaを365で除したもの

図-22 マニラ・3号線の運賃水準^{15),16)}

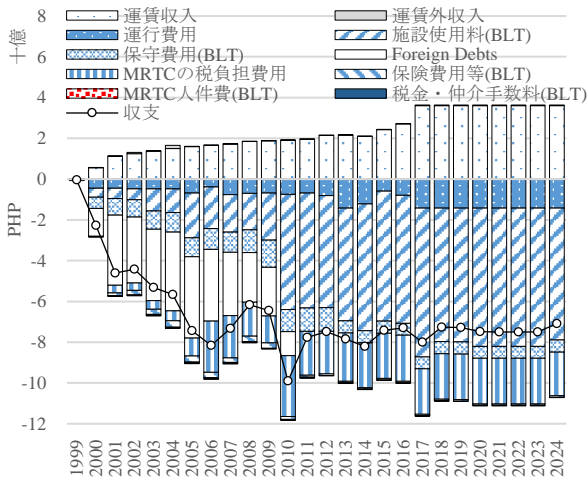


図-23 MRT3の収支シミュレーション結果

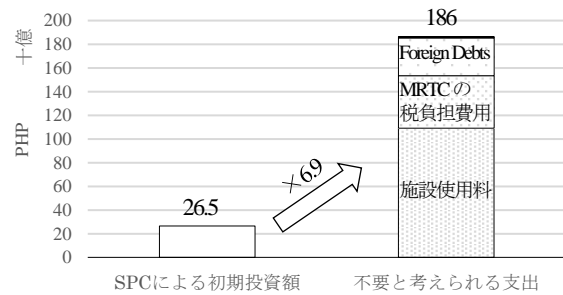


図-24 SPC 初期投資に対する政府支出額

新等の追加投資を考慮しても、MRT3の開業から50年目の累積収支は十分プラスとなる。

一方、支出項目について着目する。図-23の支出項目のうち、政府が初期投資を行った場合に支払う必要がなくなると考えられる項目（施設使用料、MRTCの税負担費用、Foreign Debts等）の25年間の総額とSPCによる初期投資額を比較すると、図-24の通り。MRTCによる初期投資額が約265億PHPであるのに対し、MRT3の支出総額は約1,860億PHPである。当事業スキームにおいては、政府は用地収用を除く上物・下物の初期投資を行う必要はなかったが、後の25年間でSPCによる初期投資額の約69倍の支出が発生する。これらの支出があることも財務的採算性を確保することが困難となった主たる原因であり、民間に初期投資を行わせた当事業スキーム自体が問題であったと考えられる。

最後に、開業時の運賃設定方法に関する考察を示す。運賃リスクが顕在化しなかったブルーラインにおいてはプロモーションのため、開業時の運賃を、計画運賃の29-72%の割引をした一律10THBとし、その後すぐに計画に近い運賃水準へ戻している（図-2）。これは、一日あたりの所得¹⁰⁾に対する割合でみると、1.3%から1.8-4.6%への値上げである。運賃リスクの要因は、高めの運賃設定でなければ採算性が確保できないことに加えて、開業時の運賃設定方法にも起因していた可能性がある

考えられる。

8. 結論と今後の課題

本研究では、バンコク・ブルーラインおよびマニラ・3号線の財務データ等を入力・分析し、これまでの運営・財務状況の整理を行った。また、関係主体ごとに財務シミュレーションを作成し、顕在化したリスクの分担者ごとに被害額等を算出し、リスクの定量化を行った。さらに、2つの事業を財務的観点から考察を行った。結果として得られた知見は以下の通り。

- ・ バンコク・ブルーラインにおいては、①需要リスクの分担のあり方が主たる議論の対象であること、および②SPCの継続的な赤字に対して、主要出資者であるタイ大手建設会社CHKは、SPCから多くの業務を受注できる環境があり、出資を継続できたこと。
- ・ マニラ・3号線においては、最も影響度が大きい顕在化したリスクは運賃リスクであったが、高めの運賃水準でなければ採算性の確保が困難な事業スキーム自体も問題であった。

本研究における今後の主な課題は以下の通りであり、今後も継続して分析を進めていく。

- ・ マニラ・3号線においては、データの制約により定量化まで至らなかった計画・建設段階で顕在化したリスクの定量化
- ・ 他の都市鉄道PPP事業において顕在化したリスクの定量化
- ・ 新規都市鉄道PPP事業における望ましい事業スキームの提案

謝辞：本研究に際して、運輸総合研究所の皆様には、多くのご支援を賜りました。また、データ収集にあたり、政策研究大学院大学 修生 Sriworakhan Suntareerat 氏および Russell Jef Dineros Castaneda 氏、また、同大学院 修士課程 Phuddakaap Tanawat 氏および Fontillas Hyacinth Tanguilig 氏には多くの情報提供をを賜りました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 花岡伸也, アジア大都市における交通社会資本へのBOT手法適用事例の比較分析, 土木学会論文集(建設マネジメント)特集号, Vol. 66, No.1, 285-295, 2010.
- 2) 森地, 伊東, 菅生他; 運輸総合研究所, 今後の東京圏を支える鉄道のあり方に関する調査研究~鉄道事業者における海外展開~報告書 H28, 2016.
- 3) Bangkok Metro Public Company Limited, Annual Report, 2005-2014
- 4) JICA, MRTA Initial System Project (Blue Line) I-V, Ex-

- Post Evaluation Report, 2008
- 5) Report for General Consumer Price Index of Bangkok Metroprolis, Division of Information and Trade and Economic Indices. Office of Policy and Strategic Trade Ministry of Commerce, 2002-2017, [online] <http://www.price.moc.go.th/>
 - 6) Andra Mijares [✉], Enhancing the sustainability and inclusiveness of Metro Manila's urban transportation systems: Proposed fare and policy reforms, Transport and Communications Bulletin for Asia and the Pacific, No. 84, 2014
 - 7) Consumer price index, World Bank Open Data, The World Bank Group, [online] <https://data.worldbank.org/indicator/FP.CPI.TOTL?locations=PH>
 - 8) Mass Rapid Transit Authority of Thailand, Annual Report, 2004 – 2014
 - 9) CH. Karnchang Public Company Limited, Annual Report, 2013
 - 10) Metro Rail Transit Corp. Limited, Report and Financial Statements, 1999 – 2006, 2012, 2013
 - 11) Rithika Suparat, MRTA Assistant Governor, Mass Rapid Transport Systems Development through Private Sector Involvement - Experience from Thailand, Asia-Pacific Forum on Public-Private Partnerships for Transport Infrastructure Development, 21-22 January, 2015
 - 12) Peter Wallace, hilippine ANALYST July 2016, pp.69-71, 2016
 - 13) Bangkok Expressway and Metro Public Company Limited, Annual Report, 2015, 2016
 - 14) Bangkok Expressway Public Company Limited, Financial Statements, 2011-2014
 - 15) Philippine Statistical Yearbook, Philippine Statistical Authority, 2008, [online] <https://psa.gov.ph/products-and-services/publications/philippine-statistical-yearbook/2008>
 - 16) Table of Gross Regional and Provincial Product 2015, National Economic and Social Development Board, [online] http://www.nesdb.go.th/nesdb_en/ewt_dl_link.php?nid=4316&filename=national_account
- (2018.4.27 受付)

QUANTITATIVE RISK ANALYSIS OF PPP URBAN RAILWAY PROJECTS IN ASIA

Hidetoshi MATSUSHITA, Shigeru MORICHI and Satoshi INOUE

In the recent decades, Public-Private Partnerships (PPP) have been adopted for the procurement of urban railway systems in Asian countries mainly due to fiscal challenges of governments. Previous researche qualitatively identifies various risks encountered in PPP urban railway projects in Asian urban cities, and find that most projects have not succeeded as a consequence of various encountered risks. It is, therefore, essential from the viewpoint of project management to conduct risk management to determine the causes of failure of these projects. In reality, however, available data for analysis in procurement through PPP is usually quite limited in certain countries and areas in Asia; thus, this paper shall aim to contribute to the existing literature to share knowledge and experiences in the field. This paper aims to suggest preferable project schemes and risk management through quantitative impact analysis of risks encountered in the MRT Blue Line in Bangkok and MRT Line 3 in Manila. This paper uses financial statements and operational data obtained from open resources and government agencies such as Securities and Exchange Commission, covering periods mostly from the commencement of the projects up to present. Based on these information, the financial models of relevant parties from both the public and private sectors for each project are analyzed and prepared. Upon review of related literature and analysis of financial and operational data, the paper identifies various risks encountered in the projects and how they were allocated between government and private sectors. The quantitative impacts, wastage in terms of fiscal resources and time caused by said risks are demonstrated by using the financial models. Finally, the paper concludes with a series of recommendations for the improvement of the projects, and to avoid the recurrence of similar issues in future urban railway projects.