

# 台湾・高雄LRTプロジェクトの事業運営・投資に関する考察

会田裕一<sup>1</sup>・大沢昌玄<sup>2</sup>・岸井隆幸<sup>3</sup>

<sup>1</sup>非会員 株式会社東芝 社会インフラシステム社 (〒212-8585 神奈川県川崎市幸区堀川町72-34)

E-mail:yuichi.aida@toshiba.co.jp

<sup>2</sup>正会員 日本大学 理工学部土木工学科 (〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台1-6)

E-mail:moosawa@civil.cst.nihon-u.ac.jp

<sup>3</sup>フェロー会員 日本大学 理工学部土木工学科 (〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台1-6)

E-mail:kishii@civil.cst.nihon-u.ac.jp

台湾初のLRTプロジェクトが高雄市で進んでいる。計画から全線運行開始まで19年間を要する一大プロジェクトである。事業化の段階で民間投資を呼び込めるプロジェクトが組成できなかったことが一因として考えられるため、本研究では資本投資や運営財源に着目し、事業の課題を明らかにすることを目的として、インタビュー及び文献調査を中心に実施した。

経済性の高いプロジェクトであるが、財務的には事業性が低く、建設・システム調達を公共側、運営を民間へ委託するOT方式が採用されたことが明らかとなった。初期投資が大きく、30年間の運営権の期間では投資回収できないことが理由に挙げられる。運営・補助金の点で国際比較をすると公共性の高いフランスやアメリカと異なり、民営化の進むイギリスに類似した傾向が見られた。今後は、高雄LRTプロジェクトの経験からアジア地域でのプロジェクト促進の方策を検討していく。

**Key Words :** *Light Rail Transit, Urban Public Transportation, Financial Analysis, Project Finance*

## 1. はじめに

台湾・高雄市において台湾初のLRTシステムの建設が進められている。欧米諸国を中心に発展してきたLRTシステムであるが、近年は中東や中国などアジア地域にも普及し始めている。歴史的に見てもLRT・路面電車が運行されていた歴史がない台湾でLRTブームが訪れている。高雄市に次いで台北に隣接する新北市では淡海LRTの建設が決まり、既に事業着工している。

台湾は人口密度の高い高密度都市が多く存在し、バイクを中心としたモータリゼーションはアジア内でもトップクラスにある。高雄市も例外ではなく、バイク保有率(788台/1,000人)<sup>1)</sup>は台湾内でトップである。近年の市町村合併によって人口密度が低下したが、中心部である旧高雄市は依然として高い人口密度(9,950人/km<sup>2</sup>)<sup>1)</sup>を示している。そのような特徴を持った高雄市で台湾初のLRT導入が加速した理由の1つとして、台湾鉄道の廃線空間を活用した軌道空間確保であることが考えられる<sup>2)</sup>。

しかしながら、事業の推進は決して順調ではなく、計画策定から全線開業までは19年間を要する一大プロジェク

トである。MRTなどの大量輸送システムに比べて整備コストの安さや工期が短いことが特徴であるLRTの建設に長期間を要した一因として、投資環境の変化があったことが挙げられる<sup>3)</sup>。

そこで、本研究では高雄LRTプロジェクトにおける資本投資や運営財源に着目し、事業の問題点を明らかにする。また、アジア地域のLRT導入事例の一例として欧米諸国との投資・運営に関する比較分析を行い、その特徴を明らかにすることを目的とする。なお、本研究は、高雄LRTプロジェクトに関連する文献及び関係者へのインタビュー調査を中心にプロジェクトの分析を行うこととする。

LRT及び路面電車に関する研究は国内を中心に多く投稿されている。その多くは導入効果や導入都市の特性分析に関する研究である。阪井<sup>3)</sup>はアメリカ、イギリス、フランス、ドイツ、日本の5か国における都市交通計画制度、法制度、資本投資・運営財源、都市交通の実態を横断的に分析・比較している。松本<sup>4)</sup>は国内地方鉄道・LRTの費用便益分析に対して新たなアプローチを提案し、純便益や費用便益比を道路投資と同列でLRT導入の評

価・比較することに疑問を呈している。このように海外のLRTプロジェクトに対する資本投資や運営財源に関する研究は少なく、アジア地域のLRTを対象とした研究は見られない。

## 2. 高雄LRT計画の概要<sup>5)</sup>

台湾南部に位置する港町・高雄市は人口規模台湾第二の都市である。2010年の合併により人口約277万人、市域約2,950km<sup>2</sup>の広大な面積を持つ都市へと移行した。市内にはMRT東西線（オレンジライン）、MRT南北線（レッドライン）の2本が1996年に開業している。MRT開業当初は日平均利用者約4万人と低水準であったが、18年間経過した2014年には日平均186万人にまで成長し、市民の足として定着してきている。

2008年、MRTオレンジライン（東西線）とレッドライン（南北線）の2路線が開業し、都市の幹線公共交通網が整備された。しかし、2本の大量輸送ネットワークだけでは効率的に機能しておらず、現在の公共交通システムを再構築することを目的にLRTの建設を決めたとしている。高雄LRTプロジェクトは旧・高雄市中心部にて環状線を形成し、MRTオレンジライン、レッドライン、台湾鉄道（在来線）と結節する延長約22km、36駅の環状線である。

高雄LRTプロジェクトの事業化プロセスを表-2に整理する。第一期として東部の臨海部を走行する臨港線の事



図-1 高雄LRT 路線図<sup>1)</sup>

業計画書（Comprehensive Planning Report, CPR）が2001年に作成された。その後、度重なる修正や第二期の環状部の計画が盛り込まれ、2012年12月に最高意思決定機関である行政院の最終承認を得ている。計画完成から事業承認まで実に12年間を要しており、環状線的全線開通（2019年）まで含めると19年の歳月を要することとなる。事業化プロセスが長期化した理由として、①度重なる計画修正、②計画レビューの長期化、③投資環境の変化、が挙げられる。高雄市は2008年から2010年にかけて民間企業向けに投資説明会を開催している。最終的に民間投資が見込みに公共事業として建設することを決めたことが高雄市関係者へのヒアリングで分かった。

## 3. 経済性と財務的視点からのプロジェクト分析<sup>6),7)</sup>

民間投資案件として魅力的なプロジェクト組成ができなかったことが事業化プロセスを遅らせた一因であったと考えられるが、具体的にどのような課題に直面していたのかを経済性及び財務の視点から明らかにする。

### (1) 将来需要

需要予測結果では、2021年の1日の乗車人員は約87,000人、2031年は約120,000人との予測がされている。駅別の乗降車人員を比較すると、駅の利用状況には大きな偏りが存在していることが分かる（図-2）。利用者が最大になるのはC3駅（12,568人/日）、次いでC24駅（12,178人/日）、C30駅（11,733人/日）となっている。利用者上位3駅はいずれもMRT又は台湾鉄道との結節駅であり、乗換需要が多いことが要因と考えられる。次に、ピーク時間における方向別最大乗車人員を図-3に整理する。区間

表-1 高雄LRT計画における事業化プロセス<sup>2)</sup>

年	月	事業プロセス
2001	3	臨港線事業計画書（CPR）完成
	12	臨港線事業計画書提出（MOTC）
2004	1	臨港線事業計画承認（行政院）
2005	3	路線修正申請（MOTC）
	4	路線修正承認（MOTC）
2006	3	環状線修正事業計画書提出（MOTC）
2007	8	修正事業計画書再提出（MOTC）
	12	修正事業計画書基本合意（行政院）
2008	3	環状線事業計画承認（行政院）
2012	10	第一期工事 入札公告
	12	高雄 LRT 環状線環境影響評価書承認（行政院環境保護署, EPA） 高雄 LRT 環状線事業計画最終承認（行政院）
2013	1	第一期工事 入札完了
	2	Notice to Proceed 発行
	6	第一期工事 着工
2015	1	建設工期延期決定
	8	試験運用開始（予定）
2016	6	第一期臨港線 開通（予定）
2019		第二期環状線 全線開通（予定）

によって大きな差（最大2.5倍程度）が見られ、最大需要をベースに車両運用計画を策定すると非効率な運用をすることとなり、難しい運用を強いられる。そのため環状線ではあるが、対策として3つのルート（ルート①：C1→C2→…→C14，ルート②：C1→C2→…→C36→C1，ルート③：C22→C23→…→C14）を設定して需要変動に対応することとしている。投資家の中にはこうした需要の大きなばらつきを悲観的に捉えた可能性も考えられる。

**(2) プロジェクトの経済性**

高雄LRTプロジェクトの総事業費は165.37億元と見積もられている。単純にキロ単価で算定すると約30億円/kmとなり、LRT整備にかかる一般的な建設コスト<sup>8)</sup>（20-30億円/km）と比較してもとりわけ高い訳ではない。更に運用と保守の費用は135.58億元と見積もられ、プロジェクト期間で約300億元の費用（Cost）が見積もられた。一方、旅行時間短縮、自動車利用削減、交通事故削減、環境負荷低減などが便益として設定され、約560億元の便益（Benefit）を見積もっている。経済分析結果を表-2に整理する。NPV、B/C、EIRR全てにおいて事業性があることが示されており、社会的にプロジェクトを実施する意義があることは明らかである。

**(3) 財源と補助金**

経済性が確保されていることが明らかとなったが、財務の観点から事業性を分析していく。

**a) プロジェクトの収益性**

建設・整備コスト、料金収入、運営・保守費用を整理したものを表-3に示す。オペレーションが開始されれば営業費は料金収入と付帯事業収入で十分に賄うことができるが、初期投資が重くのしかかっている。しかし、これを調達資金源を考慮せずに財務分析すると、料金収入だけでは成立しない。付帯事業や土地開発を組み合わせても事業性を示す指標（NPV、FIRR）は理論的には実現可能とは言えない（表-4）。

高雄では民間の活力を使うべく、①上下分離のBOT方式、②運営譲渡によるOT方式を検討している。しかし、①ではいずれも財務指標は事業として成立せず、②では建設を公共、運営を民間に委託する方式であり、NPV、FIRR共に事業性確保ができていることを確認した。

高雄市へのインタビュー調査では、事業化に時間を要した理由として、民間投資を募ったが、投資者が集まらなかったことが一因であると分かった。当時、リーマンショック（2008年）、東日本大震災（2011年）と投資を募るには大きな外部環境の変化があったとはいえ、投資が集まる以前に投資家の視点で事業性に課題があったものと考えられる。

次に、高雄LRTの事業性を示す指標として運営費に占める料金収入の割合を示す料金カバー率について分析した。30年間の運営権の期間中で収入が26.83億元のプラス（＝LRT料金・その他収入186.53億元－LRT運営・保守費用159.70億元、現在価値ベース）となり、行政からの補助金なしでサービス供給が可能であることを示している。

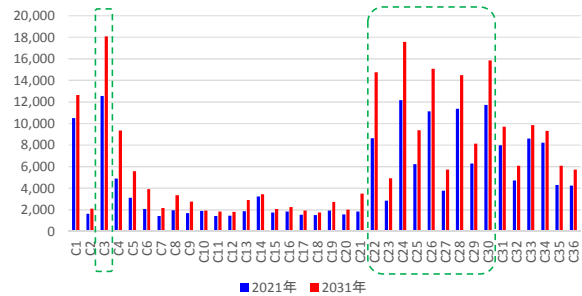


図-2 駅別日乗車人員<sup>7)</sup>

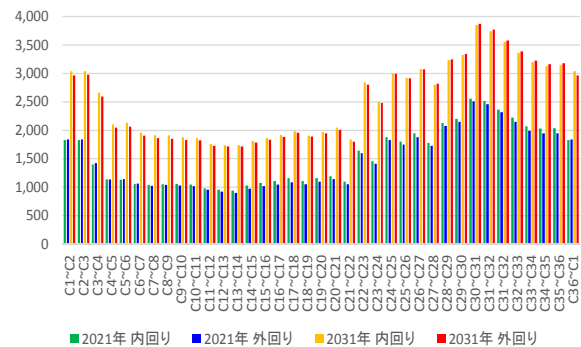


図-3 ピーク時間方向別最大乗車人員（PPHPD）<sup>7)</sup>

表-2 経済分析結果<sup>7)</sup>

指標	数値
総費用（現在価値）	30,095.41（百万円）
総便益（現在価値）	55,949.45（百万円）
NPV	25,854.04（百万円） > 0
B/C	1.86 > 1.00
EIRR	9.75% > 3.0%

※割引率：3%

表-3 整備・運営資金収支（2011年価格）<sup>7)</sup>

項目		金額 （百万円）	
建設期間	支出	初期投資	16,537
運営期間 （30年間）	収入	料金収入	27,848
		その他収入	9,638
		土地開発収入	3,777
		税金収入	1,255
	支出	運営費	14,232
		保守費	15,597

表-4 財務分析結果<sup>7)</sup>

指標	料金収入のみの ケース	全ての収入を入れた ケース
NPV	-11,636（百万円）	-8,718（百万円）
FIRR	-2.69%	-1.16%



表-5 建設・整備費用分担<sup>7)</sup>

費用 (億円)	非自己清算 費用		自己 清算 費用	用地 費	合計
	中央	地方 政府	地方 政府	地方 政府	
用地費/ 移転補償費				30.22	30.22
プロジェクト 関連工事	0.6	0.17	0.5		1.27
計画・ 設計費	2.36	0.67	1.98		5.01
土木工事	33.46	9.44	28.17		71.07
機電工事	17.1	4.82	14.4		36.32
間接費	6.07	1.71	5.11		12.89
工事 予備費	4.04	1.14	3.41		8.59
小計	63.63	17.95	53.57	30.22	165.37
割合	38.48%	10.85%	32.39%	18.27%	100%
<b>合計</b>	<b>63.63</b>	<b>101.74</b>			<b>165.37</b>

b) 整備財源<sup>7)</sup>

高雄LRTプロジェクトでは財務分析の結果を踏まえ、最終的に公共事業として建設し、運営を民間に委ねるOT方式を最終的に選択した。民間事業者にとっての内部収益率は12%程度と高いリターンを示している。

整備にかかる地方政府の役割として、土地収用は地方政府が責任を持つこととなっている。更に、台湾ではSelf-Liquidating Ratio (SLR, 自己清算率) を一つの指標として定めて地方政府が負担する費用を決めるとともに、そのSLRが低すぎると中央政府からの補助金が受けられなくなるなどの制約が設けられている。台湾の中央政府は厳しい財政状況にあり、事業性の高いプロジェクトでない限り中央政府が補助しないという動きが背景にある。SLRは建設費に対する運営期間中の現金収入の割合を示す値であり、高雄LRTプロジェクトでは39.64%と見積もられている。

プロジェクトの総建設・整備費用(表-5)は165.37億

元とされている。台湾では地方政府の計画に対する中央政府からの補助金に関する規定が存在し、大量輸送交通システム建設(土地取得、保守費用は対象外)に対する最大補助率を78%と定めている。前述の既定では、最大補助率78%を獲得するためには自己清算比率(SLR)を35%以上にすることが条件とされている。従って、SLR=39.64%である高雄LRTのケースでは最大補助率が適用される。用地費と自己清算費を除く部分に関して、中央と地方政府で78対22の比率で費用分担することになっている。用地費を除く135.15億円を中央と地方で分担することになる。SLRによって配分が決まっているため、高雄市政府は39.64%の53.57億円(=135.15億円×39.64%)を負担することとなる。

## 4. 資本投資・運営財務の国際比較

高雄の事例が他国のLRT事例と比べてどの程度の水準にあるのか、LRT先進国との国際比較を行った。高雄LRTプロジェクトを含めた6か国における都市内公共交通の事業・運営について比較した(表-6)。特に資本投資・運営財務にかかる項目に着目して整理している。フランス、イギリス、日本は交通事業者が民間企業であるケースが多いのが特徴である。イギリスや日本は民営化が進み、民間企業が独立採算性で事業を運営するケースが多い。他方、アメリカやドイツは公営や三セクが中心となっている。

財源を比較すると、フランスは交通税を含めた国や地方政府の助成が8割近くを占めており、運営費のうち料金でカバーしているのは僅か32%である。一方、イギリスは国の助成や自治体負担が3割弱、約7割を料金収入で担っている。民間へと運営委託する割合が高くなるほど料金収入で運営費をカバーする割合が高くなっている。

都市公共交通事業の財源を国際比較で見ると、公共性の強いフランスやアメリカと異なり、民営化の進むイギ

表-6 事業の整備・運営に関する国際比較<sup>7)</sup>

項目	フランス	アメリカ	ドイツ	イギリス	日本	台湾・高雄LRT
運行事業者の状況	民間企業78%、三セク14%、自治体直営又は公営企業等10%	ほぼ100%が公営企業	民間企業20%、三セク18%、公営企業62%	大手民間企業5グループ67.4%、中小民間企業15.6%、公営6.2%	地下鉄：民営6社、公営9社 路面電車：民営14社、公営5社 バス：民間447社、公営39社	民間企業
整備及び運営のための資金内訳	国の助成：2.9% 自治体負担：31.6% 管理者財源：45.1% 料金収入：20.4%	連邦助成：16.7% 州助成：20.2% 自治体負担：19.3% 事業者財源：21.7% 料金収入：22.2%	連邦・州助成：35.8% 自治体負担：18.9% 料金収入：45.5%	国の助成：8.8% 自治体負担：20.0% 料金収入：71.3%	-	中央政府補助：11% 自治体負担：17% 料金収入：63% その他税金等：9%
運営費の料金カバー率	約32%	約33.5%	約71%	税引き前利益を計上	①鉄道事業者全140社全体では税引き前利益を計上、②バス事業者約250社全体では約93%	100%以上

リスに類似した傾向が見られる。アジア地域、特に経済的に未だ開発途上の国々にとっては、公共側で手厚い補助を実施することは現実的ではなく、開発援助や民間投資を活用することが想定される。

## 5. まとめ

台湾初のLRTプロジェクトとして経済的には事業性の高いプロジェクトであるが、財務的には厳しく、民間投資を十分に活用できなかったと言える。建設を公共側が負担・実施、運営は民間によって独立採算性を確保したことが特徴である。また、予測では運営費は料金収入等で全ての運営費を補填することが可能なプロジェクトであることが分かった。

今後は、高雄LRTプロジェクトの経験からアジア地域でのプロジェクト促進の方策を検討していきたい。

## 参考文献

- 1) Y. AIDA, M. OOSAWA & T. KISHII, “The Study on the Instruction of LRT System in the Asian Cities”, The International Symposium on City Planning 2014, November 2014
- 2) 会田裕一・大沢昌玄・岸井隆幸：台湾・高雄市における LRT 導入背景と事業化プロセス，土木学会土木計画学研究・講演集 Vol.51, 2015.
- 3) 阪井清志：海外主要国の都市内公共交通に関する実態・制度・施策の比較に関する研究，東京大学博士論文，2009.
- 4) 松本昌二：LRT 整備における費用便益分析の新たなアプローチ，土木計画学研究・講演集 Vol.31, 2005.
- 5) 高雄市政府：<http://www.kcg.gov.tw/EN/Index.aspx>, (調査日 2015 年 3 月 21 日)
- 6) 高雄都會區輕軌運輸系統 高雄環狀輕軌捷運建設修正計畫書 (定稿本), 高雄市政府捷運工程局, 2012.
- 7) 高雄都會區輕軌運輸系統 高雄環狀輕軌捷運建設修正計畫書 (第二部份 計畫修正), 高雄市政府捷運工程局, 2012.
- 8) 国土交通省 都市・地域整備局：まちづくりと一体となった L R T 導入計画ガイダンス, p.36,, 2005.10.