

考察日本都市輕軌運輸系統監理制度與公共運輸轉乘設施 報告書

目 錄

表目錄.....	3
圖目錄.....	5
壹、前言.....	9
貳、考察行程.....	11
參、日本廣島輕軌電車系統參訪紀要.....	15
肆、富山輕軌電車系統參訪紀要.....	33
伍、名古屋導軌公車及愛知 Linimo 線磁浮列車參訪紀要.....	41
陸、岡山輕軌電車系統參訪紀要.....	61
柒、考察心得與建議.....	69
附件一 鐵道相關法律制度簡報資料	
附件二 對路面電車的現狀和課題及整備的支援制度簡報資料	
附件三 輕軌運輸系統相關安全設施及法令規章資料	
附件四 廣島輕軌簡報資料	

表目錄

表 2.1 日本都市輕軌系統及公共運輸轉乘設施考察行程表	11
表 3.1 2011 年廣島電鐵營收概要	16
表 3.2 廣島電車路線一覽表	17
表 3.3 日本政府對於軌道運輸系統經費補助情形彙整表	29
表 5.1 田代志段味線導軌公車系統發展過程	42
表 5.2 導軌公車系統營運區分	44

圖目錄

圖 3.1 廣島市鐵道、路面電車及公車歷年運量曲線圖	16
圖 3.2 廣島市輕軌電車路網圖	18
圖 3.3 廣島傳統型輕軌電車	19
圖 3.4 廣島電車 5000 形	20
圖 3.5 廣島電車 5100 形	20
圖 3.6 廣島電車廂內部	21
圖 3.7 廣島輕軌軌道與車道之區隔	21
圖 3.8 廣島電車月台設計	23
圖 3.9 廣島輕軌車站設備	23
圖 3.10 廣島路面電車與公車站月台整合(廿日市市役站)	24
圖 3.11 廣島交通節點改善	25
圖 3.12 廣島輕軌軌道鋪面改善	25
圖 3.13 日本各城市路面電車及輕軌分佈圖	27
圖 4.1 富山輕軌路線圖及電車 TLR0600 形	36
圖 4.2 富山輕軌電車廂內部	36
圖 4.3 富山輕軌軌道與車道之區隔	37
圖 4.4 富山輕軌軌道鋪面植栽	37
圖 4.5 富山輕軌車站型式	38

圖 5.1 名古屋田代志味線高架段示意圖	44
圖 5.2 名古屋導軌公車高架段及平面段	44
圖 5.3 導軌公車剖面圖	46
圖 5.4 導軌公車及前導輪	46
圖 5.5 導軌公車廂內部	47
圖 5.6 車站及轉乘設施	48
圖 5.7 導軌公車系統行控中心	50
圖 5.8 東部丘陵線示意圖	55
圖 5.9 HSST 磁懸浮原理	55
圖 5.10 Linimo 車廂外觀	56
圖 5.11 Linimo 車廂內部	56
圖 5.12 Linimo 軌道佈設	57
圖 5.13 Linimo 車站及行控中心	57
圖 6.1 岡山輕軌路線圖	63
圖 6.2 岡山傳統型輕軌電車(1)	63
圖 6.3 岡山傳統型輕軌電車(2)	64
圖 6.4 岡山輕軌電車 MOMO 9200 形	64
圖 6.5 岡山輕軌電車廂內部	65
圖 6.6 岡山輕軌軌道佈設	65

圖 6.7 岡山輕軌車站.....	65
-------------------	----

壹、前言

輕軌運輸系統具有成本低、施工期短、低汙染及因地制宜的特性，已為各國推動永續運輸及大眾運輸系統的重要選項之一。同時，輕軌運輸系統可藉由簡潔、友善及人性化的車站或車輛設計，融入都市環境景觀，有助於都市景觀的改善與形象的提昇，尤其是當輕軌電車穿梭於都市各角落時，不僅提便利的運輸服務外，更能與都市環境結合為一體，爰輕軌系統已不再僅限於狹隘的交通工具，而已逐漸蛻變為城市移動的地標。

目前我國輕軌運輸系統尚處於規劃設計階段，這幾年來，各地方政府為能提供當地完善公共運輸系統，紛紛進行輕軌運輸系統規劃，其中以淡海輕軌及高雄臨港輕軌等二條輕軌路線綜合規劃，這幾年均已陸續奉行政院核定，倘若未來該二條路線能順利推動，屆時該二條輕軌路線將成為我國最早提供輕軌運輸服務的路線。另一方面，目前交通部為建構完善公共運輸環境，這幾年刻正推動公共運輸發展計畫，而地方政府考量都市發展與運輸需求特性，除進行規劃上述輕軌運輸系統以外，亦陸續規劃另一項與輕軌運輸系統具有環保與節能功能的公共運輸通工具，即公車捷運系統，並向交通部提出公車捷運計畫經費補助申請，希望藉由公車捷運化的功能，以提升整體的公共運輸使用率。

本部為能推動輕軌運輸系統及公車捷運系統建設，期藉由吸取國外實務經驗及推動實績，就國外輕軌運輸系統及公車捷運系統之建設經費財源、規劃設計、安全措施、法令規章制度及轉乘設施等多方面了解，俾利國內輕軌運輸系統建設及公車捷運系統推動之參考依據，此乃為本次考察之目的。

日本係亞洲地區輕軌運輸系統發展較早且相關法令規章亦發展較完整的國家，且亦有公車捷運系統發展之案例，爰本次行程選擇赴日本考察都會輕軌運輸系統及公車捷運系統。本次考察特別感謝本部鐵路改建工程局施副

組長文雄先生，與日方國土交通省聯繫協調安排拜會廣島電鐵株式會社、富山輕軌株式會社、名古屋導軌公車株式會社、愛知高速交通株式會社及岡山電鐵株式會社等五個單位，使得這次參訪行程得以順利進行。期藉由參訪這些單位的實際經驗，能對國內輕軌運輸系統建設及公共運輸發展提供助益。

貳、考察行程

本次考察自 101 年 12 月 17 日(星期一)至 21 日(星期五)，共計 5 日。主要考察日本廣島輕軌系統、富山輕軌系統、岡山輕軌系統、名古屋導軌公車系統及愛知磁浮系統等。參訪期間，拜會廣島電鐵株式會社、富山輕軌株式會社、名古屋導軌公車株式會社、愛知高速交通株式會社及岡山電鐵株式會社等五個單位，並試乘廣島、富山及岡山輕軌電車、名古屋導軌公車及磁浮列車，詳細行程如表 2.1 所示。

表 2.1 日本都市輕軌系統及公共運輸轉乘設施考察行程表

日期		行程	說明
12 月 17 日 (星期一)	上午	中正國際機場搭乘中華航空 CI156 班次(8:30)前往日本關西國際機場	參訪期間，均夜宿新大阪 (New Osaka Hotel, 5-14-10, Nishinakajima, Yodogawaku)
	下午	整理拜會資料	
12 月 18 日 (星期二)	上午	1. 拜會廣島電鐵株式會社 2. 聽取廣島電鐵株式會社簡報及意見交流	由池田智広課長及東耕一課長接待及說明
	下午	1. 參觀廣島輕軌電車維修廠及車廂內部設施 2. 試乘廣島輕軌電車	
12 月 19 日 (星期三)	上午	自新大阪至富山	由根塚俊彦社長、室哲雄部長、村井義治部長接待及說明
	下午	1. 拜會富山輕軌株式會社 2. 聽取富山輕軌株式會社簡報及意見交流 3. 參觀富山輕軌電車維修廠及行控中心 4. 試乘富山輕軌電車	

日期		行程	說明
12 月 20 日 (星期四)	上午	1. 拜會名古屋導軌公車株式會社 2. 聽取名古屋導軌公車株式會社簡報及意見交流 3. 參觀維修廠及行控中心 4. 試乘導軌公車及參觀轉乘設施 5. 搭乘名古屋地鐵前往愛知縣長久手市	由吉村金利課長接待及說明
	下午	1. 拜會愛知高速交通株式會社 2. 聽取愛知 Linimo 線磁浮列車簡報及意見交流 3. 參觀維修廠及行控中心 4. 試乘 Linimo 線	由澤田法明部長、新美元紀課長、神谷輝課長接待及說明
12 月 21 日 (星期五)	上午	1. 拜會岡山電鐵株式會社 2. 聽取岡山電鐵株式會社簡報及意見交流 3. 參觀電車維修廠及車廂內部設施 4. 試乘岡山輕軌電車	由礪野省吾代表取締役專務、金村泰典部長、喜多利光課長接待及說明
	下午	搭乘中華航空 CI19 班次(19:45) 返回臺北	-

為能使本次考察能獲得完整資訊，於出發前，已先行研擬下列議題，提供日方相關單位預為準備：

1. 中央政府於推動輕軌系統過程中，如何協助業者興建輕軌系統、技術提升、及永續經營。
2. 輕軌系統採共用路權時，採取哪些安全設施、及交通管制措施，以確保人

車安全，相關法律規範為何。

- 3.興建輕軌系統或公車導軌系統時，採取哪些財源籌措方式，以減輕政府部門的財政負擔。各營運公司採取哪些措施或機制，以確保公司永續經營。
- 4.富山輕軌由地方鐵道線改為輕軌之過程。

參、日本廣島輕軌電車系統參訪紀要

廣島市位於西日本山陽地區的中南部，係西日本的數個著名工業城市之一，面積約 905.25 平方公里，目前人口數約 117 萬人，在廣島市中心人口數約 50 萬人。廣島市與附近東部地區的福山市及鄰縣的岡山市等大都市，形成了廣島都市圈，為西日本重要交通的樞紐。

1945 年，廣島市中心曾經歷第二世界大戰，戰後重建期間，廣島市獲得日本各地區捐贈路面電車，繼而與其他城市共同重建路面電車系統，遂成為日本唯一擁有最大規模的路面電車系統路網的城市。

3.1 廣島電鐵株式會社簡介

廣島市主要大眾運輸工具為巴士、鐵路及電車，並無地鐵。目前經營廣島輕軌系統業者，為廣島電鐵株式會社，其前身是於 1910 年成立的廣島電氣軌道株式會社，1912 年開始營運，1917 年該會社與廣島瓦斯株式會社合併成為廣島瓦斯電軌株式會社，至 1942 年分出交通運輸部門，即現在的廣島電鐵株式會社。該公司資本額約為 23 億日元，員工數約 1,553 名，主要經營事業包含鐵道、軌道、巴士、出租巴士及不動產等事業。

依 2011 年該公司統計報表顯示，該公司當年總營收約 170 億日元，其中以巴士部門營收居多，約為 84.13 億日元，佔總營收約 49.5%，次為電車部門(含鐵道及軌道)，約 61 億日元，佔總營收 36.3%，至於不動產部門當年營收約 24.2 億日元，佔總營收約 14.2%，與巴士及電車部門比較起來，相對較低。詳如表 3.1。

該公司所經營的電車事業之營業里程合計 35.1 公里，其中鐵道路段 16.1 公里（即宮島線），軌道路段（即路面電車）19 公里；公車營業里程數則為 1,191.9 公里。2011 年，鐵道、軌道及巴士每日平均運量合計約 24.5 萬人，

其中鐵道運量約 4.7 萬人，軌道運量約 10.2 萬人，市區巴士約 9.6 萬人。另依歷年運量曲線，如圖 3.1 顯示，路面電車及鐵道運量每年均呈現較穩定的情形，然而市區巴士或郊區巴士運量卻呈現逐年下降情形。

表 3.1 2011 年廣島電鐵營收概要

	電車部門（百萬元）			巴士部門 （百萬元）	不動產部門 （百萬元）	合計 （百萬元）
	鐵道	軌道	合計			
營運收入	1,872	4,307	6,719	8,413	2,420	17,012
	11%	25.3%	36.3%	49.5%	14.2%	100.0%
年運量 （千人）	17,344	37,386	54,730	35,002	-	-
日平均運量 （千人）	47	102	149	96	-	-

註：幣值為日元。

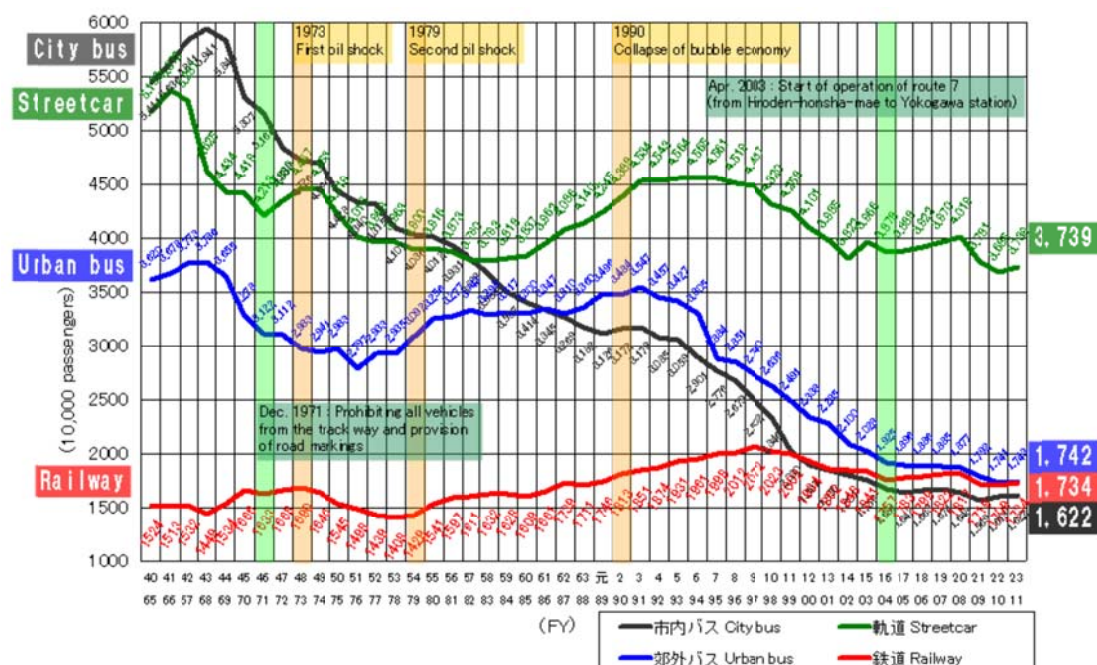


圖 3.1 廣島市鐵道、路面電車及公車歷年運量曲線圖

3.2 廣島輕軌概述

1. 路線

廣島輕軌電車路線計 8 條，每條路線均有編號，大部分路線以 JR 廣島站為起始站，計 61 座車站，詳如表 3.2 及圖 3.2 所示，平均站距為 310 公尺，最大行駛時速為 40 km/h。

2 號路線不同於其他路線，該路線行駛橫跨鐵道及軌道區段，當初係為了降低旅客鐵道及電車轉乘換車的不方便性，遂於 1962 年 1 月鐵道與軌道直通運轉。該路線廣電西廣島站至廣電宮島口站間屬於鐵道路段，路線長度約 16.1 公里，計 20 座車站，平均站距為 800 公尺，最大行駛時速為 60 km/h，其餘路段(廣電西廣島站至廣島站)屬於輕軌路段。

表 3.2 廣島電車路線一覽表

路線編號	起訖點	車站數 (座)
1 號線	廣島站～（紙屋町東）～廣島港	27
2 號線	廣島站～（紙屋町）～廣電宮島口	40
3 號線	廣電西廣島～（紙屋町西）～廣島港	29
5 號線	廣島站～（比治山下）～廣島港	18
6 號線	廣島站～（紙屋町）～江波	20
8 號線	橫川站～（土橋）～江波	12
9 號線	八丁堀～白島	5



圖 3.2 廣島市輕軌電車路網圖

2. 電車

廣島過去以傳統輕軌電車服務，其車輛很多都是由日本其他城市提供給該公司，所以被稱為移動的運輸博物館，各種傳統型電車如圖 3.3 所示。至 1999 年 6 月，從德國西門子引進低底盤車輛 GREEN MOVER 5000 形，車輛外觀如圖 3.4，車輛底盤與月台高度有相同高度，使輪椅使用者及行動不便者能容易上下車。

日本政府為使車輛開發國產化，提出 U3 計畫，該計畫的車輛設計三大基本理念分別為最頂級(Ultimate)、都市的(Urban)及使用者友善的(User friendly)。車輛研發係由近畿車輛、三菱重工業、東洋電機及廣島電鐵共同開發製造出 Green Mover Max，即目前所看到的低底盤車輛 5101 形，計 10

輛，已於 2005 年正式上線營運，車輛外觀如圖 3.5 所示。

低底盤車輛 5101 形，車身長 30 公尺，車輛寬度 2.4 公尺，車輛高度 3.645 公尺，每列車可乘載 149 人，座位 56 席，行駛速度最高可達 60 kph，設計速度最高可達 80 kph，加速度 0.97 m/s^2 ，減速度 1.33 m/s^2 。另於 2008 年，廣島輕軌各車廂內部均引進 IC 卡票證系統(PASPY)，如圖 3.6，旅客持 PASPY 均可搭乘電車、鐵路及公車。

	
150 形(1925 年製造)	200 形(1928 年製造)
	
3900 形(1982 年製造)	3950 形

圖 3.3 廣島傳統型輕軌電車



圖 3.4 廣島電車 5000 形



圖 3.5 廣島電車 5100 形



圖 3.6 廣島電車廂內部

3. 路權型態

廣島輕軌軌距為標準軌 1,435mm，全部為雙軌，路權為隔離路權(B 型)，軌道設置於道路中央，如圖 3.7，軌道與車道之間以標線及鋪面作為區隔，列車行駛須遵守號誌，禁止汽車進入軌道區內。



圖 3.7 廣島輕軌軌道與車道之區隔

4. 改善措施

廣島電鐵是屬於歷史較悠久的公司，該公司長久以來均致力於輕軌服務品質的改善，除了引進低底盤車輛，亦對於車站設施設備陸續進行改善，如交叉點改善、車站改善、月台改善、交通節點的改善及軌道鋪面改善等，分述如下：

(1) 交叉點改善

1971 年縣政府公共安全委員會通過禁止汽車行駛軌道區，以提昇營運效率。軌道兩側已劃設禁止其他車輛進入之分隔線。1983 年，於交叉路口之軌道範圍內劃設禁止其他車輛進入標線。

(2) 車站改善

2001 年日本政府規定，為提升候車旅客舒適度及提供完善無障礙環境車站，車站設計應符合下列要求，如圖 3.8 所示。

- 車站月台寬度應超過 1.5 公尺；
- 月台與車輛間隙應儘可能小；
- 月台應設置候車椅及屋頂；
- 月台斜坡道縱坡度需低於 5%

輕軌車站亦陸續裝設電車行駛資訊系統、電車接近表示裝置、多國語言(日、中、英及韓文)指示標誌等，如圖 3.9 所示。除此之外，該公司亦就路面電車與公車站月台進行整合，俾使旅客轉乘動線更加順暢，如圖 3.10。

	
車站月台寬度應超過 1.5 公尺	月台斜坡道縱坡度需低於 5%

圖 3.8 廣島電車月台設計

	
電車行駛資訊系統	電車接近表示裝置
	
廣島電車多國語言指示標誌	

圖 3.9 廣島輕軌車站設備



圖 3.10 廣島路面電車與公車站月台整合(廿日市市役站)

(3)交通節點的改善

為加強改善路面電車與 JR 車站銜接轉乘，提高旅客轉乘之舒適度與便利性，已就交通節點轉乘動線進行改善，如橫川站及廣電西廣島站。橫川站為廣島電鐵 7 號與 8 號路線終點站，可與 JR 山陽本線轉乘，改建前旅客必須跨過車道才能搭車，改建後，廣島電鐵車站延伸至站前廣場西側設置，旅客不須跨過車道便能互相轉乘，縮短旅客步行距離。另廣電西廣島站為電車與宮島鐵路之轉乘站，則以大屋頂壟罩各月台，提高旅客轉乘之舒適度，如圖 3.11 所示。

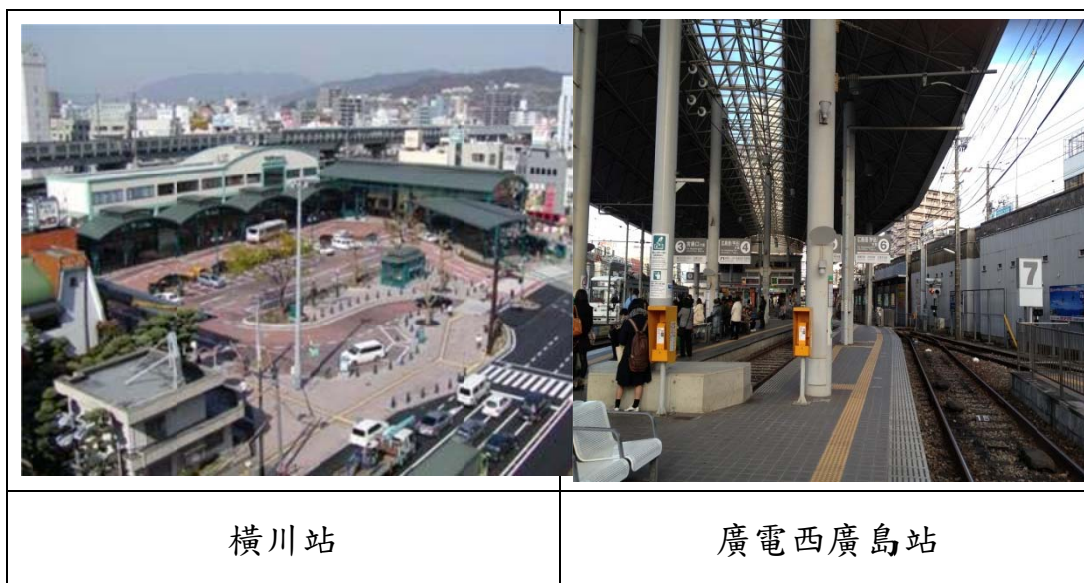


圖 3.11 廣島交通節點改善

(4)軌道鋪面改善

於廣島港站至元宇品口站間，以樹脂固定軌道之方式進行植栽，有效改善環境、降低噪音及溫度，如圖 3.12。



圖 3.12 廣島輕軌軌道鋪面改善

3.3 議題討論

議題一：日本輕軌電車發展情形

說明：

1. 日本第一條有軌電車開始於 1895 年(明治 28 年)，由民間的京都電氣鐵道株式會社經營。至 1925 年全盛時期，全國各地區有 67 個城市，約有 83 家業者提供路面輕軌運輸服務，營運路線總長約 1,500 公里。然而，隨著都市的擴大及汽車量的遽增，加上都市捷運系統的興建，使路面電車的乘客持續減少，輕軌經營業者營收逐漸降低，因此各地紛紛廢止路面電車事業。近幾年，為了改善因車輛交通引起的環境問題，並提供民眾更舒適、更便利、更環保的交通運輸服務，新一代的輕軌運輸系統(Light rail transit)受到各方的青睞。
2. 依據日本國土交通省提供的資料顯示，目前日本各地區已有 19 家軌道業者經營有軌電車及輕軌運輸系統，其中有 13 家業者已引進節省能源、環保性佳、上下車容易的低底盤結構車輛(Light rail vehicle, LRV)，如圖 3.13 所示。

路面電車・LRT等の全国分布状況

国土交通省

○現在、国内では19社の軌道事業者が路面電車やLRT(次世代型の軌道交通システム)を運営



圖 3.13 日本各城市路面電車及輕軌分佈圖

議題二：日本地區鐵道與軌道適用法令

說明：

1. 在日本整體軌道運輸法規分為鐵道系統與軌道系統二大類，鐵道係指行駛於非道路以上專有獨立路權方式的軌道運輸系統，包含傳統鐵路、都市地鐵、新幹線高速鐵路、磁浮鐵路等，其適用重要法規為「鐵道事業法」、「新幹線鐵道整備法」等。至於軌道則係行走在道路與地面交通混合的軌道運輸系統，也就是俗稱路面電車，其適用重要法規為「軌道法」、「道路交通法」等。
2. 以廣島 2 號路線為例，行駛路線橫跨鐵道及軌道，所以當列車行駛於軌

道路段時，必須遵守軌道相關法規，而行駛鐵道路段時，則必須遵守鐵道相關法規。這次至當地考察時，列車行駛於軌道路面時，時速約 30 kph，然而當列車至廣電西廣島站停等出發後，行駛速度達 60 kph，明顯不同。

議題三：日本地區，地鐵與輕軌之平均每公里建設成本。

說明：

依據日本國土交通省提供資料，在日本地區，地鐵每公里平均造價約 200-300 億日元 (約新台幣 75-115 億元)，路面電車每公里平均造價約 15-25 億日元(新台幣約 5.7-9.5 億元)。

議題四：中央政府於推動輕軌系統過程中，如何協助業者興建輕軌系統、技術提升、及永續經營。

說明：

1. 日本政府對於軌道運輸系統多採行「車路分離」作法，土建之興建成本由政府支應，業者負擔車輛、車站設施、機電設備及營運成本等各項經費。
2. 日本政府為扶植國家整體軌道運輸系統發展，協助地方政府及業者建構完善軌道運輸系統，提升大眾運輸系統服務品質，已陸續訂定相關經費補助辦法，如「鐵道軌道近代化設備整備費補助法」、「LRT 綜合整備事業補助」、「路面電車走行空間改築事業法」、「都市再生交通據點整備事業」、「公共交通移動圓滑化補助法」、「輕軌系統之窄軌超低底盤相關技

術開發補助法」等，詳如表 3.3，以鼓勵經營者新建、改建或更新路面電車之設施、設備及車輛，提升電車的品質及民眾搭乘之舒適性、便利性。

3. 在政府補貼項目中，以低底盤車輛經費由國家補助三分之一給營運業者，以鼓勵營運業者購置新車最為顯著，不僅誘使業者購置新車以能提供更好的服務品質，同時亦能扶植日本軌道工業及車輛製造水準。

表 3.3 日本政府對於軌道運輸系統經費補助情形彙整表

法規	經費補助目的	補助對象	國家經費補助比率	預算額度(2012年)	經費補助項目
鐵道軌道近代化設備整備費補助法	為建設無障礙城市，促進地公共交通環境改善，引進限制更少的運輸系統(LRT)，給予經費補助	鐵軌道經營業者	1/3	1.87 億日元	低底盤車輛(LRV)、停留設施、軌道(減震軌道)、變電站、車庫、IC 卡系統及為直通化的設施
鐵道軌道近代化設備整備費補助法	為確保鐵路運輸安全，對有助於安全提升的設備予以經費補助	鐵軌道經營業者	1/3	44.98 億日元	軌道、枕木、落石等防止設備、ATS、列車無線電設備、防風設備、橋樑、隧道及車輛等
LRT 綜合整備費補助法	為強化都市景觀	地方公共團體	55%	-	LRT 所行經空間之設施、車輛整備、IC 卡設備導入。

法規	經費補助目的	補助對象	國家經費補助比率	預算額度(2012年)	經費補助項目
	為使有軌電車無障礙化，鼓勵業者購置低底盤車輛，然因低底盤車輛價格較高，以減輕業者固定資產稅	軌道經營業者	減輕固定資產稅，5年間減少1/3，適用至2013年3月31日		低底盤車輛

議題五：輕軌系統採共用路權時，採取哪些安全設施、及交通管制措施，以確保人車安全，相關法律規範為何。

說明：

當輕軌電車在道路上行駛時，為了確保行人、駕駛者和車輛的安全，相關法規如下：

1. 電車時速限制

(1) 依道路交通法第 22 條第 1 項規定，車輛於行經有道路標誌等指定最高時速之道路，或由政令規定最高時速之其他道路時，不得超速行駛，及依同條第 2 項規定，路面電車應依軌道法第 14 條規定之速限行駛，依照道路標誌行駛在最高速限內。

(2) 當電車行駛於道路時，依道路交通法第 53 條規定，電車最高速度為 40km/h 以下，平均速度為 30km/h 以下。(但是有特別許可時不受此限)

2. 電車車輛長度限制

當電車行駛於道路時，依軌道運轉規則第 46 條規定，聯掛車輛的長度為 30 公尺以下。(但是有特別許可時不受此限)

3.鋪設軌道

依軌道建設規程第 8 條及第 9 條規定，當軌道鋪設於道路的中央時，應考量道路類別及車體外部的有效寬度。

4.停車站

依軌道法第 18 條之 2 規定，上下車處的寬度，若兩側均有輕軌電車停靠，則月台寬度至少 2 公尺以上，若輕軌電車僅單邊停靠時，月台寬度至少 1.5 公尺以上。

5. 道路和軌道的路面及交叉

(1)依軌道建設規程第 11 條規定，道路和軌道高低差不得高於 610 mm。

(2)依軌道建設規程第 19 條規定，軌道和道路的平面交叉角度，於國、縣道及主要市鄉鎮的道路為 45° 以上，其他地方則為 30° 以上。

6.軌道號誌

(1)依道路交通法第 7 條規定，於道路上通行的行人或車輛等，必須遵守以號誌表示的信號或警察等的手勢信號等（於同法 119 條規定罰則）。

(2)依軌道運轉規則第 75 及 76 條規定，電車車輛於行駛時應遵守軌道號誌。

肆、富山輕軌電車系統參訪紀要

日本富山市位於日本本州中部，是富山縣的縣廳所在地，亦是日本海沿岸的工業城市，面積有 1241 平方公里，目前人口約 42 萬人。

4.1 富山輕軌株式會社簡介

富山輕軌株式會社（Toyama Light Rail Co., Ltd.）是一家以日本富山縣富山市作為營運據點的第三部門輕軌運輸（路面電車）業者。該公司於 2004 年（平成 16 年）為接收自西日本旅客鐵道（JR 西日本）的鐵路路線富山港線改建為富山輕軌所設立。

富山輕軌株式會社資本額 4.98 億日元，主要股東為富山縣及富山市政府，其出資比例分別為富山市(33.13%)、富山縣(16.07%)及民間企業團體 15 個株式會社(50.8%)。該公司自 2004 年成立以後，除經營原有的輕軌運輸業務外，於 2007 年（平成 19 年）起也開始經營與富山輕軌銜接的接駁公車。該公司 2011 年營收約 3.18 億日元(鐵道事業 3.03 億日元、公車 0.15 億日元)，營業成本約 4.38 億日元(鐵道事業 3.76 億日元、公車 0.62 億日元)，雖然運輸本業呈現虧損狀態，然而政府部門當年度給予補貼約 2.22 億日元(含整備補助金、維持管理補金及受託事業費等)，整體而言，該公司當年度稅後盈餘約 0.15 億日元。換言之，在政府部門給予的補貼情況下，損益近乎平衡。

4.2 富山輕軌概述

富山輕軌係由 J R 西日本的地方鐵道線，改為有軌路面電車，採公設民營方式，由富山市政府籌措建設經費與維護管理費，第三部門富山輕軌株式會社負責營運。

1. 路線

本路線於 2006 年正式營運，路線起自富山站北至岩瀨濱站，全線長約 7.6 公里(屬於鐵道路段 6.5 公里，屬於軌道路段約 1.1 公里)，共設置 13 座車站，設 1 座車輛基地(約 870 平方公尺)、變電站及行控中心。路線如圖 4.1 所示。

本路線上午尖峰班距為 10 分鐘，白天班距為 15 分鐘，清晨及深夜時段班距為 30 分鐘，全線採均一票價 200 日元。目前每日運量約為 4400 人次。

本路線橫跨鐵道區及軌道區，相關運轉事項需遵守鐵道事業法（規範鐵路運輸事宜）及軌道法（規範路面電車與輕軌運輸事宜）等相關法令規定。

2. 電車

本路線所使用的超低底盤車輛 TLR0600 型係由日本新潟運輸系統株式會社(Niigata Transys Co., Ltd.)與龐巴迪運輸公司(Bombardier Transportation)共同製造，每輛車由 2 個車廂連結而成，計 7 部列車，車廂外觀及內部如圖 4.1-圖 4.2 所示。該列車於鐵道區段行駛速度為 60 kph，於軌道區段平均行駛速度為 30 kph。低底盤車輛 TLR0600 形，車身長 18.4 公尺，車輛寬度

2.4 公尺，車輛高度 3.407 公尺，每列車可乘載 80 人，座位 28 席，行駛速度最高可達 60 kph，設計速度最高可達 70 kph，加速度 3.0 k m/h/s，減速度 4.0 k m/h/s。

輕軌電車名稱係透過公開命名招募活動，將這批電車命名為「Portram」，由「Port」（港）與「Tram」（路面電車）組合而成。另一方面，由富山地方鐵道株式會社所經營富山市內軌道線，預計於 2014 年與富山輕軌線連結，電車已被命名為「Centram」（由「Central」與「Tram」組合而成），與 Portram 有對等暱稱。

3. 路權型態

軌距 1067mm。路權為隔離路權（B 型），軌道設置於道路中央，軌道兩側已劃設禁止其他車輛進入之分隔線，另於交叉路口劃設白色虛線，如圖 4.3 所示。

4. 設施設備：

全線採單線直流 600V，已導入 I C 卡收費系統，鐵道線、輕軌及公車均可使用。另部分路段以樹脂固定軌道之方式進行植栽，有效改善環境、降低噪音及溫度，如圖 4.4 所示。車站採簡潔的設計，車站型式如圖 4.5 所示。

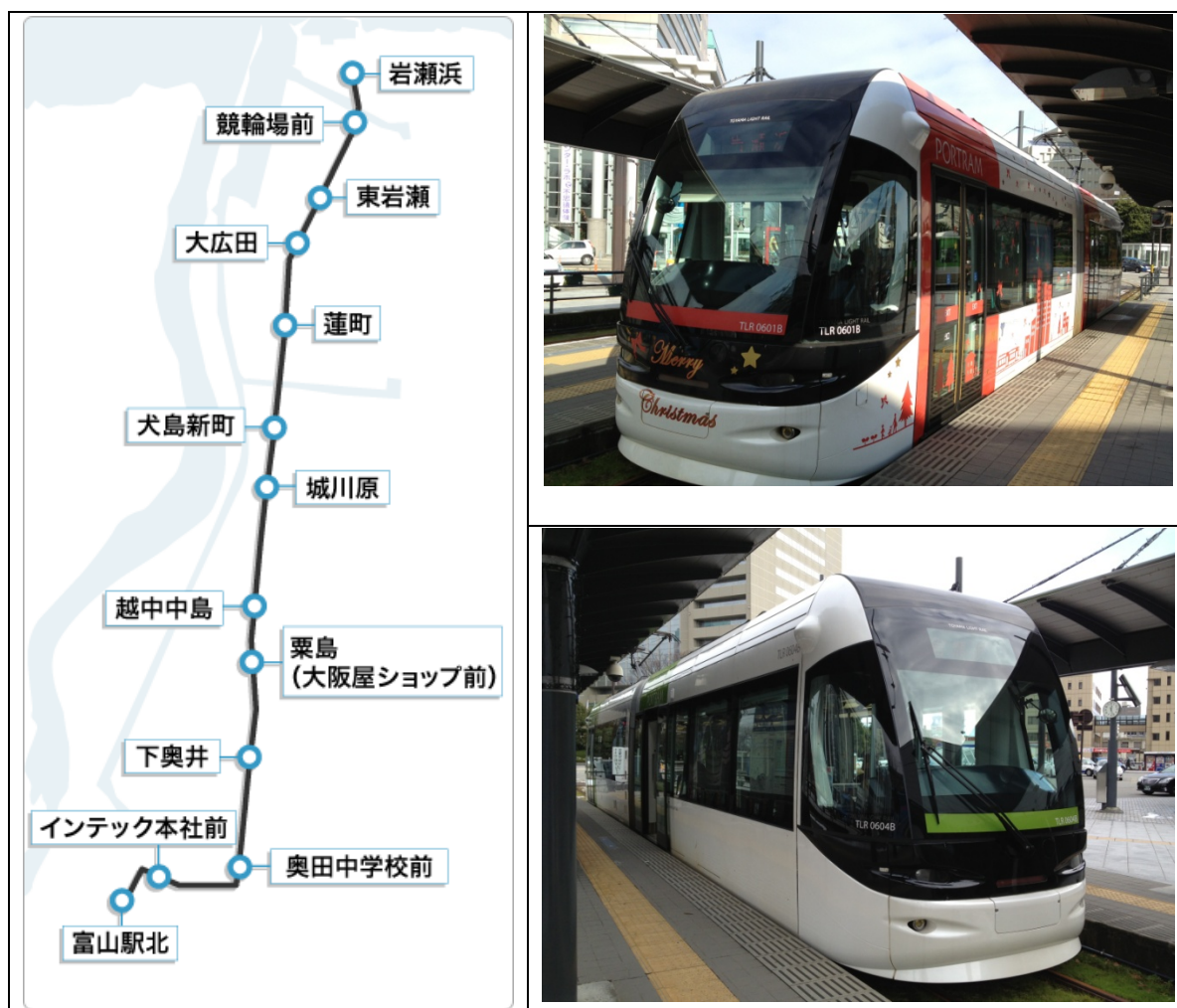


圖 4.1 富山輕軌路線圖及電車 TLR0600 形



圖 4.2 富山輕軌電車廂內部



圖 4.3 富山輕軌軌道與車道之區隔



圖 4.4 富山輕軌軌道鋪面植栽



圖 4.5 富山輕軌車站型式

4.3 議題討論

議題一：富山輕軌由地方鐵道線改為輕軌之過程。

說明：

1.富山輕軌所使用的路廊原係 1924 年就已經興建的地方鐵道富山港線的路

廊，後來改建為輕軌，並已於 2006 年開始營運，該路線改建的背景如下：

(1)富山港線的終點站是富山站，而該站是富山港線與高山本線的交會站。日本政府為興建北陸新幹線，新幹線將高架穿越富山站，並增設新幹線富山站，致使高山本線與富山港線路線設施、富山站附近的大樓或飯店必須配合整頓及遷移，以確保新幹線所需土地能順利取得，所以富山站必須配合北陸新幹線工程而作局部改建，且富山港線必須由平面配合改為高架化，其所需要的工程經費非常龐大。除此之外，北陸新幹線施工較長，完工日期難以確定。

(2)倘若 JR 西日本旅客鐵道株式會社所經營的地方鐵道富山港線配合改建為高架化，所需工程經費非常龐大，然而富山港線在當時班次少，每小時一

班車，每日的運量相當低，約 2000 人次，且搭乘人數越來越少，將來有可能被廢止，所以 JR 西日本鐵道株式會社認為投下龐大經費將富山港線高架化是否有其必要性，爰該公司將如何處理富山港線已列為重要課題。

2. 富山港線存廢與否

(1) 對於富山港線存廢問題，相關單位提出鐵路高架化、改為巴士、興建輕軌系統等三個方案進行討論：

- 北陸新幹線富山站和北陸本線高架化後，未來將可銜接
- 只要變更富山港線部分路線，則可與富山站銜接，進一步與該站南端的市內電車銜接，形成完整大眾運輸路網。

(2) 經過「費用與效益的比較」和「造鎮的觀點」評估結果，以興建輕軌系統獲得地方居民多數支持，其主要原因如下：

- 與鐵路高架化比較，輕軌系統所需經費較低
- 可以改善富山北部區域和市中心交通
- 可以建構完善的公共交通網
- 對於高齡者及行動不便者，可提供無障礙設施服務。
- 將可引進新的城市設計理念，輕軌電車將可做為城市移動的地標，使城市活化及魅力化

議題二：富山輕軌籌建經費來源

說明：

1. 富山輕軌於規劃階段，經過當地「富山港線路面電車化檢討委員會」研商結果，採公設民營方式辦理，上下分離方式，軌道由富山市政府興建，營運由民間業者營運。
2. 本項工程係將舊鐵道線拆除，再增列輕軌系統所需要的設施設備，其工程建設項目包含車輛、軌道、電氣設備、車站及車輛基地建築等，所需經費約 58 億日元，其中 7 部輕軌電車約 16 億日元。每年營業費預估約 3 億日元(含設施設備維護費 1 億日元，人事費及電力費 2 億日元)。
3. 工程經費由富山市政府負擔 17 億日元，JR 西日本給予資金 17 億日元，富山縣政府負擔 9 億日元，國家補助 22 億日元。至於公司營收財源，除了來自於運輸收入(每年約 2 億日元)外，富山市政府每年補貼該公司約 1 億日元。
4. 各單位所給予的工程經費及富山市每年補貼經費財源則是來自於連續立體交叉事業補助約 33 億日元，街路事業補助 8 億日元，LRT 整備經費補助 7 億日元，富山市單獨事業補助 10 億日元。

伍、名古屋導軌公車及愛知 Linimo 線磁浮列車參訪紀要

日本名古屋市位於日本中部愛知縣西部，是愛知縣的縣廳所在地，為中部地區的商工業交通的中心地，且位於東京和京都的中間，又被稱作中京。名古屋市土地面積有 326 平方公里，目前人口約 226 萬人，是日本人口第四大的城市。

5.1 名古屋導軌公車株式會社簡介

名古屋導軌公車株式會社(Nagoya Guide Way Bus Co., Ltd.)成立於 1994 年 4 月 1 日，資本額 30 億日元，由名古屋市政府(佔 63.3%)、日本政策投資銀行(佔 11.7%)、名古屋鐵道株式會社(佔 10%)、JR 東海巴士株式會社(佔 10%)及其他民間企業(佔 5%)等出資設立。

該公司於 1994 年 10 月 25 日經名古屋市政府特許營運與管理「田代志段味線」高架導軌公車系統。目前該公司擁有 25 輛導軌公車，員工人數約 40 人，不包含駕駛員，駕駛員係委託原名古屋市交通局、名鐵巴士、JR 東海巴士等 3 家公車業者提供。

5.2 名古屋導軌公車路線參訪

本次考察之導軌公車系統係田代志段味線，該路線是日本第一個而且是唯一的導軌公車系統，導軌公車可同時於軌道道路及一般道路行駛，旅客不必轉乘即可由高架專用軌道至一般道路，具有準時、快速及營運效率佳的特

性。

1. 田代志段味線高架導軌公車系統興建過程

田代志段味線興建緣起乃係名古屋市政府為紓解名古屋市過於擁擠情形，計畫開發守山區為副都心，但是由於該區主要交通僅能藉由搭乘公車至地鐵名城線大曾根站再轉乘其他鐵路系統，始能進入名古屋市區，然而近市區段之大曾根-小幡綠地間交通極為壅塞，車程約須 30 至 40 分鐘，因此名古屋政府部門經評估決定建造導軌公車系統，於副都心區採高架專用路權，於較郊區則以公車專用道方式營運，以縮短副都心區至名古屋市區之旅行時間。

名古屋市政府於 1994 年特許名古屋導軌公車株式會社經營管理田代志段味線高架導軌公車路段。整體計畫自 1985 年日本建設省擬訂開發計畫至 2001 年營運通車，歷時 16 年，實際施工期間為 5 年，本路線規劃興建過程詳如表 5.1。

表 5.1 田代志段味線導軌公車系統發展過程

時間	發展過程
1985 年 3 月	建設省擬定開發計畫
1986 年	名古屋市研究導軌公車可行性
1988 年 2 月	名古屋市基幹公共交通網調查委員會審議同意志段味線路線及軌道系統整備
1990 年	建設省同意興建志段味線及補助經費
1992 年 4 月	日本運輸政策審議會決定以中運量興建志段味線
1994 年 4 月	名古屋導軌公車株式會社成立

時間	發展過程
1994 年 9 月	特殊路段專用車道都市計畫確認
1994 年 10 月	依「軌道法」取得特許經營
1994 年 11 月	志段味線都市計畫通過
1995 年 5 月	依「都市計畫」取得事業許可
1996 年 2 月	依循「軌道法」開始施工
1999 年 9 月	車輛設計許可
2001 年 3 月 23 日	開始正式營運

2. 路線

本路線高架路段(大曾根站至小璠綠地站)，約 6.8 公里，設 10 座高架車站，路線如圖 5.1 所示，行駛時間約 13 分鐘，屬 A 型專用路權，適用「軌道法」，由名古屋導軌公車株式會社經營維護。田代志段味線平面路段(小璠綠地站至高藏寺)含支線約 11.2 公里，行駛於公車優先專用道，屬 B 型路權型式，採紅色鋪面，與一般道路作適度區隔，如圖 5.2 所示，適用「道路交通安全法」，由名古屋市交通局負責。全線仍由導軌株式會社負責營運，再透過後端票證系統分配營收，其整體營運區分如表 5.2。

項目		內容	
適用法規		軌道法 (軌道事業)	道路運送法 (一般旅客自動車運送事業)
建設主體		名古屋市政府	-
事業主體		名古屋導軌公車株式會社	名古屋市交通局
車輛	所有	名古屋導軌公車株式會社	名古屋導軌公車株式會社 租用
運行	運轉	公車業者委託	名古屋交通局
	駕照	無軌電車駕照	大客車駕照 (道路交通法)

3. 導軌公車

本路線所使用的導軌公車係屬於德國 GB1000 形車種，車身長度 10.75 公尺，車輛寬度 2.4 公尺，車輛高度 3.12 公尺，每列車可乘載 75 人，座位 28 席，配有司機員 1 名。車輛剖面如圖 5.3 所示。本導軌公車系統融合鐵路和公車的優點，採「軌道道路雙用」設計方式，當導軌公車行駛於設置在道路中央分隔島上方的高架專用軌道時，可藉由前後輪連動的「導引裝置」正確地導引車輛沿著軌道內側前進，不需操作方向盤即能安全且順暢地行駛於高架專用軌道上；當導軌公車行駛至平面道路時，只需收起公車的前後輪導引裝置即可迅速切換行駛模式，即可繼續行駛於平面道路，和一般車輛相同。如圖 5.4 及圖 5.5 所示。

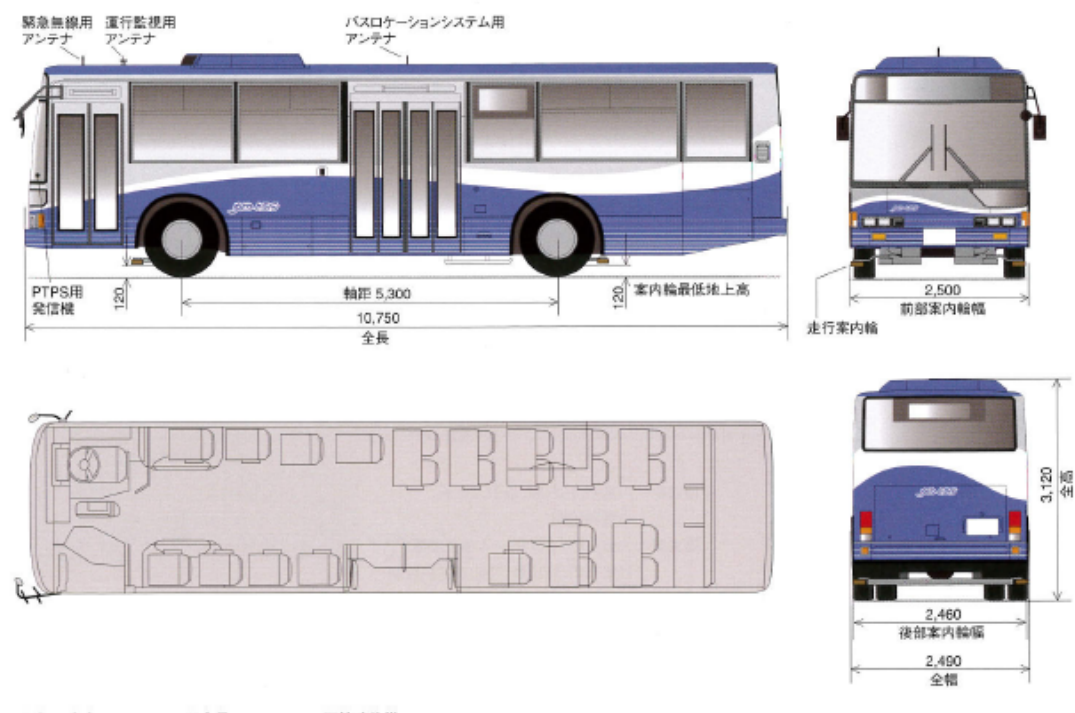


圖 5.3 導軌公車剖面圖



圖 5.4 導軌公車及前導輪



圖 5.5 導軌公車廂內部

4. 車站設置

田代志段味線導軌公車高架專用軌道路段(大曾根站至小幡綠地站間)共設置 9 站，候車月台採用相向式。計 9 座車站，分別為大曾根站、前矢田站、砂田橋站、守山站、守山市民醫院站（以上 5 站為 2 層樓車站）、川宮站、川村站、白尺溪谷站與小幡綠地站（以上 4 站為 1 層樓車站）。車站設計亦考量乘客使用上的便利性，並於候車月台設置樓梯、電扶梯及無障礙電梯與地面車站大廳銜接。另設有旅客資訊顯示器、指示標誌、導盲磚、扶手梯設置點字板等設施。如圖 5.6 所示。

	
車站	旅客資訊顯示器
	
樓梯	車站自行車停車場

圖 5.6 車站及轉乘設施

5. 行控中心

行使於高架專用路權之導軌公車係由行控中心指揮並控制公車前進方向，駕駛員不須操控方向盤，如同一般鐵路駕駛員，僅須依照行控中心指示控制油門與剎車；進入平面段後，則為一般道路公車駕駛，平面道路上則係以紅色鋪面作為公車專用道，並經由公車優先號誌系統，讓導軌公車優先通過路口，以保持營運準時性。在高架路段終點處與平面路段銜接處設有閘門管制，當行控中心控制人員與司機員確認車輛編號及司機員 ID 無誤後，始開放管制閘門，如圖 5.7。除此之外，倘若由平面路段監視器傳回平面交通

狀況或者高架路段有狀況發生時，導致延誤班車時，行控中心將立即修改班表，利用該閘門控制，將新班表交予駕駛員，並由廣播系統通知月台候車旅客。閘門管制處亦設有監視器，不僅防止非經許可車輛、人員闖入，若發現動物闖入時，亦可派員驅離。行控中心設有下列監控系統：

(1) 切換行駛模式系統

利用收放自如的導引輪和專用無線等切換行駛模式。並於高架軌道端點閘門管制處，確認車輛和駕駛的 ID、開關閘門等，以防止一般車輛闖入。

(2) 通訊系統

藉由公車無線電裝置及車站的緊急用電話機與廣播裝置，以便在發生緊急事故時下達運轉指示，及緊急聯絡軌道上的車輛、車站和月台。

(3) 運轉監視系統

除於監視器上顯示車輛行駛位置、各車發車狀況等之外，當車輛異常靠近時，將發出警告聲響和閃爍指示燈。

(4) 車輛進站顯示系統

各站除於月台上顯示前一站、前前一站的發車資訊外，將同時以語音告知乘客列車進站資訊。大曾根站則是於每一乘車處顯示發車資訊。

(5) 地震、風速監視系統

為能迅速執行防止地震和強風造成災害的處置措施，分別於地震計和風速計上顯示危險震度、危險風速和同步發出警告聲，並透過運轉指示發出通

知。



圖 5.7 導軌公車系統行控中心

6. 議題討論

議題一：導軌公車系統評估過程

說明：

名古屋市政府於規劃期間，曾就地鐵、LRT、BRT 等三項可能方案進行評估，最終結果選擇在原來的道路上方興建 BRT 系統，其理由如下：

1. 地鐵：所需的建設經費較龐大，每公里達 250 億日元，而 BRT 所需經費

每公里約 50 億日元，建造成本相對低。

2. LRT：沿線道路空間有限，需另找路廊，將增加土地取得成本。
3. BRT：僅需交通量大的路段興建高架專用道路，至於運量較少郊區路段仍可採平面道路公車專道方式，未來倘若運量提昇，高架路段仍具有再延長的可能性。另外，由於不需要輸電設備，所以橋下空間可再利用。

議題二：導軌公車系統興建期間之財源籌措

說明：

1. 田代志段味線由名古屋市政府負責興建，完工後，交由名古屋市政府及民間企業所組成第三部門之名古屋導軌公車株式會社營運維護。
2. 因導軌公車系統係由名古屋市政府出資興建，相關土建資產屬名古屋市政府資產，車輛則為公司所開發，屬於名古屋導軌公車株式會社資產，公司之最大股東亦為名古屋市(63.3%)。

議題三：名古屋導軌公車系統朝向低地板公車發展之規劃。

說明：

1. 公車無障礙化是名古屋導軌公車株式會社未來努力的目標，惟導軌公車開發費用較高，名古屋導軌公車每輛公車因含開發成本，每輛車約 4,000 萬日元，是一般普通車輛的兩倍價格。
2. 名古屋導軌公車株式會社表示，目前該公司缺乏低地板開發基金，然為提供無障礙公車服務，現有 25 輛導軌公車中，已有 7 輛配有升降設備。

3. 未來名古屋導軌公車株式會社將以改裝升降設備及引入新的低地板公車車輛等兩種方案著手考量，以提供無障礙公車服務。

5.3 愛知高速交通株式會社及Linimo 東部丘陵線參訪

1. 愛知高速交通株式會社

愛知高速交通株式會社係為開發經營愛知磁浮系統(稱為東部丘陵線，Linimo)於 2000 年所成立的公司，該公司為政府與民間共同成立的第三者部門，公司資本額為 18.233 億日元，政府出資比例最高達 73.7%(愛知縣政府 45.71%、長久手市 14.34%、名古屋市 13.65%)，民間企業團體 26.3%。

2. 東部丘陵線規劃興建過程

在 1992 年，日本「運輸政策審議會報告」作了一項結論，即東部丘陵線被定位「作為中量軌道系的運輸系統，至 2008 年前完成整備為適當的路線」，至 2001 年，東部丘陵線 (Linimo)被定位為愛知國際博覽會而興建，以作為國際博覽會場對外聯絡的重大交通運輸工具，同時也肩負著推動地方發展的重任。在此之前，1991-1993 年期間，日本逐漸發展磁浮系統技術，並完成 15 公里測試軌的測試，而各項測試實驗亦陸續完成，測試結果顯示磁浮系統具有安全性和可靠性，爰日本運輸省作出，HSST-100 型(High Speed Surface Transport, HSST)對實用化技術沒有問題的結論，承認磁浮系統可作為鐵路系統之一。至 2000 年，愛知高速交通株式會社成立，為東部丘陵線 (Linimo)經營主體，並採用 HSST 磁浮系統作為本路線的系統技術型態。

整體計畫自 2001 年於日本國際博覽會整體規劃被定位為國際博覽會場軌道系統，2002 年 3 月計畫奉准，4 月開工，並配合博覽會開幕提早於 2005 年 3 月開始商業運轉，首創商業化磁浮捷運系統，比預期完工時間 2008 年提前約 4 年多完成。

3. 路線及設施設備概述

東部丘陵線全線共設 9 站，全線 8.9 公里，市中心 1.4 公里路段為地下段，其餘均為高架路段，路線詳如圖 5.8 所示，行駛時間約 17 分鐘，平常日及周六假日班距為 10 分鐘，平常日早晨尖峰時段班距 7 分鐘。相關設施設備略述如下：

(1) 磁浮列車

HSST 系統係採線性感應馬達 (Linear Inductor Motor, LIM) 推進的電磁懸浮系統技術 (Electromagnetic Suspension, EMS 或稱常導吸引型)，其磁懸浮原理係以磁體吸力懸浮車廂，當電流通過車體安裝的電磁石時，將產生對鐵軌之吸引力而將車體懸浮，如圖 5.9 所示。另電磁石和鐵軌之間由間隙感應器控制以保持固定之間隙，作為 HSST 之橫向控制，避免車廂與鐵軌發生接觸。在每節車廂下面都安裝有若干組懸浮模組，分散負荷，確保行車安全舒適。HSST 最高速度可達 100 公里以上，定位為都會型磁浮系統 (Urban Maglev)，屬低速磁浮系統，具有低振動、低噪音、速度快及環保等優點。

東部丘陵線的車輛係採用 HSST-100L 形，每車廂最小迴轉半徑 50m、

最大坡度 7%，每列車由 3 節車廂組成，列車總長 43.3m，車體長度 14.0m (中間車輛 13.5m)，車廂寬度 2.6m，車廂高度 3.45m，每列車可乘載 244 人(座位 104 人)，車身為鋁合金製造，每個車廂每單側有 2 個車門，系統採 U 型常電導電磁石懸浮裝置，懸浮高度 8mm，推進裝置為線性感應馬達 VVVF 變頻器控制，列車為 ATO 無人自動駕駛，最大速度 100 kph。車輛外觀及內部如圖 5.10-5.11。除此之外，系統設有供電設備、信號保安設備及通信設備等設備。

(2)軌道

軌道大部分為混凝土高架橋型式，在軌道上安裝鋼軌，而在其下方的車身上裝上 U 形電磁石，與鋼軌相對。當向電磁石通電時，電磁石便會向鋼軌方向吸引而使車身懸浮。電磁石與鋼軌之間會常時被控制保持在一定的間隔。軌道曲線半徑 75m 以上，縱曲線半徑 1,500m 以上，最大縱坡 6%。如圖 5.12。

(3)車站設施

Linimo 全線有 9 座車站，僅 3 座車站有站務人員，其餘車站均為無人車站，所以有關車站之售票、月台進出等作業全部以自動化處理，並由行控中心監控。車站所有的設施如電梯、手扶梯、洗手間均考慮到行動不便者及老年人等所有人的使用方便。

(4)營運基地及維修廠

整體的營運及維護中心基地面積 3.5 公頃，除了執行公司營運業務外，

並設有行控中心，控制電聯車運轉、電力設備、車站運作及其他設施設備操作等。維修廠為車輛之定期檢查、維護等作業場所。



圖 5.8 東部丘陵線示意圖

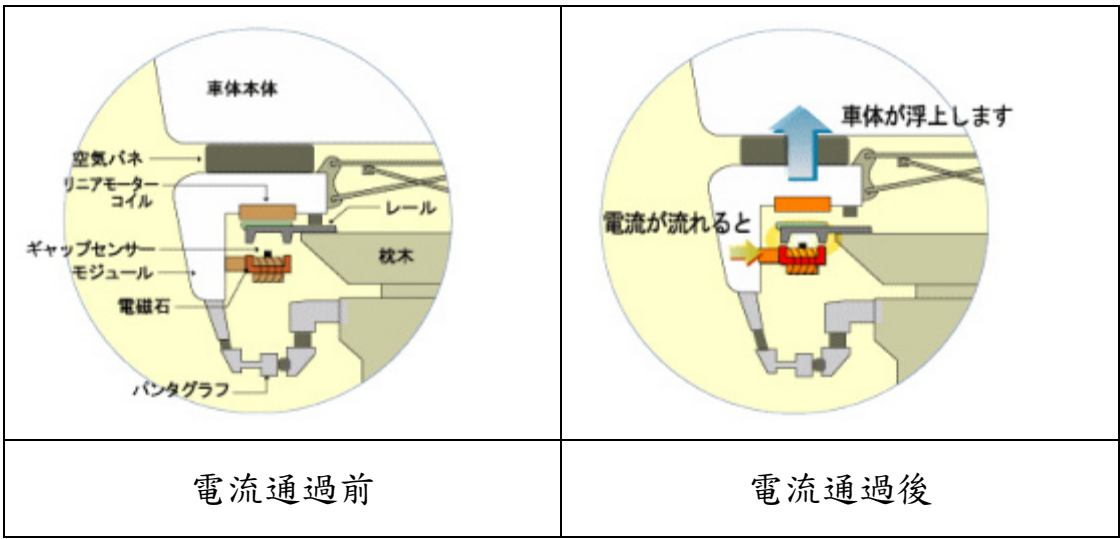


圖 5.9 HSST 磁懸浮原理



圖 5.10 Linimo 車廂外觀



圖 5.11 Linimo 車廂內部



圖 5.12 Linimo 軌道佈設

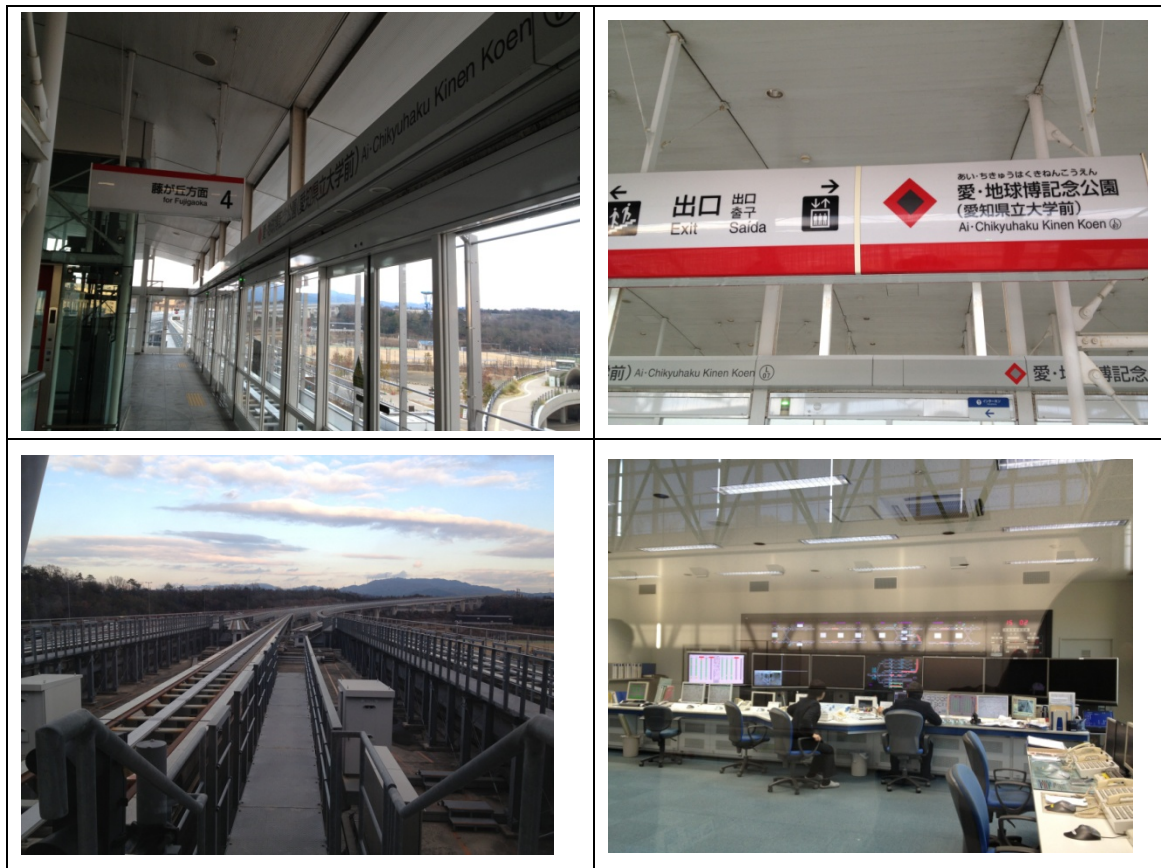


圖 5.13 Linimo 車站及行控中心

4. 議題研討

議題一：磁浮系統技術研發與興建期間之財源籌措

說明：

1. 本項工程總建造費用 997 億日元。土建工程及用地部分約 641 億日元，全部由日本政府負擔，其餘項目 356 億日元則由政府與民間組成愛知高速交通株式會社負責籌措，其中該公司出資 71.2 億日元，其餘部分則為貸款。
2. 本路線僅 8.9 公里，而建造費用為 997 億日元，每公里建造費用高達約 100 億日元，磁浮系統相較於其他系統建造費偏高。

議題二：愛知博覽會閉幕後，運量劇減，如何維持公司永續經營。

說明：

1. Linimo 為配合愛知博覽會開幕，於 2005 年 3 月 6 日開始商業運轉，營運初期每日平均運量約 10 萬人，假日甚至高達 12-13 萬人，遠高於當初所預估每日約 3 萬人，然而當愛知博覽會於當年 9 月 25 日閉幕以後，Linimo 運量劇減。依據該公司網站所提供運量資料顯示，2011 年 Linimo 每日運量僅約 1.85 萬人，而在營收方面，當年營業收入僅 11.54 億日元，營業費用為 26.25 億日元，純損則為 16.66 億日元，顯見其財務因為運量不如預期，導致處於虧損狀態，如何維持 Linimo 永續經營，係該公司重要挑戰之一。
2. Linimo 係屬於全自動控制系統，且除了較特殊的車站外，大部分的車站均屬無人車站，所以就公司營業成本而言，人事費用的支出已盡量降低，

然而該公司為能增加客源以縮減營運虧損情形，將朝向提高沿線兩側土地開發，另與其他公司共同行銷，以提升運量及營運收入。

議題三：磁浮系統電磁波的影響

說明：

據愛知高速交通株式會社工作人員指出，磁浮系統當初規劃階段的時候，對於沿線居民是否會受的電磁波影響確實存有若干疑慮，但是經過日本公信單位檢測顯示，其電磁波強度低於吹風機或吸塵器所產生的電磁波，不會對人體產生負面影響。除此之外，本路線距民宅仍有相當寬裕之緩衝空間，將可降低電磁波對沿線居民的影響。

議題三：磁浮系統安全性及能源消耗

說明：

1. 據愛知高速交通株式會社工作人員指出，Linimo 自 2005 年通車以來，雖然系統係採用全自動控制方式，至今尚無任何事故發生，其安全性相當高。
2. 磁浮系統雖然具有安全、快速、準點、低噪音之功能，然而磁浮系統相較於其它不同技術型態系統，卻具有龐大建造經費及高能源消耗之缺點。
經愛知高速交通株式會社人員表示，Linimo 的電力費用相較於其他系統偏高。
3. Linimo 自通車以來，車輛的電磁石已經使用 8 年，而電磁石的使用年限

為 20 年，未來如何進行系統的改良及研發，為該公司除面對營運虧損問題外，另一項更大的挑戰。

陸、岡山輕軌電車系統參訪紀要

岡山市位於西日本山陽地區的中南部，面積約 790 平方公里，目前人口數約 71 萬人。

6.1 岡山電氣軌道株式會社簡介

岡山電氣軌道株式會社（Okayama Electric Tramway Co., Ltd.）經營岡山市內 2 條路面電車路線、市內巴士路線、巴士出租及岡山與神戶間高速巴士。公司成立於 1910 年（明治 43 年），目前員工人數 232 人。該公司屬兩備集團成員之一。

6.2 岡山輕軌概述

1. 路線

岡山電氣軌道株式會社目前經營兩條輕軌路線（東山本線及清輝橋線），共 4.6 公里，如圖 6.1 所示，為全日本營運長度最短的路面電車，目前每日運量約為 1 萬人。已導入 IC 卡系統。票價採區段費率，分別為 100 日元及 140 日元。

2. 電車

岡山輕軌是屬於發展較早期的系統，所以行駛於路面上的電車均是較傳統型的電車，如圖 6.2-圖 6.3 所示，然而隨著低底盤車輛發展演進，該公司於 2002 年自德國購買 1 輛低底盤車輛，而車輛名稱則係根據市民投票結果，

依該地著名的桃太郎童話，取名為 MOMO，該電車長度 18m、車寬 2.4m、高度 3.407m，其行車最高速率 40 kph，設計最高速率 70 kph，最小曲率半徑 18m，最大超高為 70%，可搭乘 74 人（座位 20 席）。

低底盤 LRV 車輛內部仍為日本本地製造，為降低公害，車廂內部均採原木製，不但具有質感，同時也成為吸引民眾搭乘的交通工具。MOMO2 具備定位系統，民眾只要透過電話系統，就可以知道車輛目前位置。車廂外觀及內部如圖 6.4。目前岡山輕軌電車不論是 MOMO2 或者傳統型電車，於車上均已導入 IC 卡收費系統，如圖 6.5。

3. 路權型態

軌距採 1067mm。路權為隔離路權（B 型），軌道設置於道路中央，如圖 6.6，一般汽車禁止行駛於軌道區內，路口無電車優先號誌裝置，列車與一般汽車相同須遵循路口之紅綠燈管制。車站型式簡潔，月台採對向式如圖 6.7。

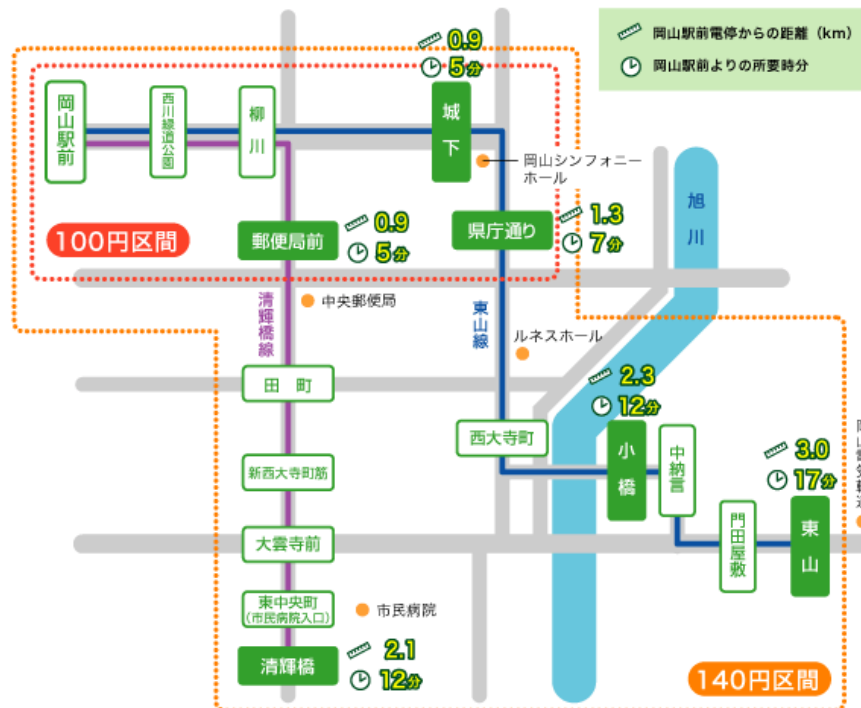


図 6.1 岡山輕軌路線圖



圖 6.2 岡山傳統型輕軌電車(1)



圖 6.3 岡山傳統型輕軌電車(2)



圖 6.4 岡山輕軌電車 MOMO 9200 形



圖 6.5 岡山輕軌電車廂內部



交叉路口

軌道路段

圖 6.6 岡山輕軌軌道佈設



圖 6.7 岡山輕軌車站

6.3 議題討論

議題一：岡山輕軌永續經營機制

說明：

1. 岡山輕軌每天約有 1 萬人次搭乘，然而費率僅 100 日元及 400 日元二種票價，為日本全國各地區路面輕軌最低的票價，致使業者每年約有 1 億日元的營運虧損，該公司除了積極向政府部門積極爭取補貼外，希望能藉由其他業外收入(如車廂廣告等)，以減少虧損情形。
2. 該公司除了經營軌道及巴士事業外，其另一特點是財務管理，協助其它運輸業者如何改善財務狀況，例如，該公司曾派員至印度孟買當顧問，以協助當地某業者改善財務狀況。
3. 除此之外，由於岡山輕軌僅由二條路線所組成，該公司為擴大輕軌的服務範圍，目前刻正規劃一條輕軌路線，約 2 公里，所需經費約 37 億元，預估每日運量可增加 6000 人次，該案仍處於規劃階段，該公司未來將積極向政府部門爭取建設經費補貼。

議題二：購置低底盤車輛 MOMO2 經費財源

說明：

1. 初期係由該公司提出購車計畫，經地方審議會形成共識後，再由該公司向政府提出購車計畫申請，經國土交通省審核及要求，電車須採用低底盤車輛，以方便供輪椅使用者搭乘。

2. 2002 年，該公司向德國購置一輛低底盤車輛，費用約 2.8 億日元，其中政府補助 1/3 車輛經費，岡山市政府亦補貼 500 萬日元。

議題三：文化與鐵路結合

說明：

1. 岡山電鐵株式會社亦轉投資和歌山電鐵株式會社，其中所經營的貴志川線，和歌山站和貴志站之間的電車，沿線的寺廟神社及觀光農園等景點而倍受觀光客的青睞，而在終點貴志站的站長貓咪「小玉」，為吸引觀光客的目光。
2. 站長貓咪「小玉」自 2007 年就任站長以來，已成為和歌山名副其實的招財貓。目前她已擁有超級站長的肩章，當觀光客來到和歌山，搭乘貴志川線時，必定亦會來拜訪貴志站貓咪站長，除此之外，在和歌山電鐵貴志川線上行駛的電車外觀，配合當地的特色，有「小玉電車」，「草莓電車」，「玩具電車」。爰鐵路運輸業不再只是單純的運輸業，倘若能與周圍環境或文化結合，創造話題，即能吸引更多的觀光客，進而提升鐵道或輕軌的運量。

柒、考察心得與建議

7.1 考察心得

1. 路面輕軌運輸已成為都市發展重要課題

推動輕軌運輸系統為各國永續運輸及大眾運輸系統重要選項之一，目前日本地區自 1985 年有第一條路面電車開始，演變迄今，已有 19 家軌道業者經營有軌電車及輕軌運輸系統，總營運里程亦達 1,500 公里，顯見路面輕軌運輸已成為日本各大都市發展重要課題之一。

2. 低底盤 LRV 車輛已成為輕軌運輸系統發展的趨勢

隨著高齡化社會的來臨，建構無障礙運輸環境是世界各國相當重視的課題。輕軌運輸系統之低底盤 LRV 車輛，底盤與月台有相同的高度，車廂與月台間隙小，可使使用輪椅者及行動不便者容易上下車，已成為輕軌運輸提供無障礙運輸環境最重要的一環。日本地區 19 家路面輕軌業者，已有 13 家業者已引進低底盤 LRV 車輛，爰低底盤 LRV 車輛已成為日本輕軌運輸系統發展的趨勢。

3. 日本政府部門訂定經費補助制度，協助業者提供完善軌道運輸服務

日本政府為扶植國家整體軌道運輸系統發展，協助地方政府及業者建構完善軌道運輸系統，提升軌道運輸系統服務品質，已陸續訂定相關經費補助辦法，如「鐵道軌道近代化設備整備費補助法」、「LRT 綜合整備事業補助」、「路面電車走行空間改築事業法」、「都市再生交通據點整備事業」、「公共交

通移動圓滑化補助法」,「輕軌系統之窄軌超低底盤相關技術開發補助法」等,以鼓勵經營者新建、改建或更新路面電車設施設備,車輛,提升電車的品質及民眾搭乘之舒適性、便利性。

4. 務實的選擇系統技術型態

以富山輕軌及名古屋公車導軌系統為例,在規劃期間,規劃單位均提出幾個可能的方案進行方案評估,而他們均以務實的態度就當地都市發展、運輸需求及未來的系統提升的可能性等方面,選擇適合當地的系統技術型態。名古屋導軌公車株式會社亦指出,當初選擇導軌公車系統,乃係著眼於名古屋副都心發展之需,為發展中城市暫時過渡性質的一項運輸系統,如今歷經13年營運,目前該公司已開始思考將導軌公車系統提升的可能性。另外,富山輕軌株式會社亦說明,當初民眾亦希望能興建地鐵,然而因為地鐵所需的建造經費為輕軌的3倍,且以當時近乎完全相同路廊的富山港舊線運量,未達地鐵的運能,所以他們最後仍以務實的態度選擇適合當地的運輸系統型態,而這樣的選擇,亦造就富山輕軌成為富山市的城市移動地標。

5. 軌道運輸永續發展

就這次所拜訪的路面輕軌業者、名古屋導軌系統及 Linimo 磁浮系統業者,在政府未提供補貼情況下,營收均處於虧損狀態。為使公司能永續經營,經營業者除仰賴於政府的補貼外,並採開源節流措施,積極開發附屬事業的收入(如,增加車廂或車內廣告),與觀光結合創造話題以增加運量,例如岡山輕軌、JR 西日本鐵道株式會社及岡山市政府共同推出「名偵探柯南・岡

山倉敷懸疑推理之旅」，以吸引觀光客至岡山市觀光。和歌山電鐵株式會社所經營的貴志川線，貴志站的站長貓咪「小玉」，吸引觀光客的目光。除此之外，亦採取節流措施，如 Linimo 無人車站，車站相關設施設備由行控中心控制，以精簡營運成本等等。

7.2 建議

1. 軌道運輸系統法規完備性

日本軌道運輸系統發展的相當早，鐵道及軌道相關法令規章均已相當完備，以確保系統安全及系統永續經營。我國鐵路已有百年歷史，而捷運系統則已有 20 餘年經驗，相關鐵路及捷運法令規定亦均已頒布施行在案，惟目前我國輕軌運輸系統尚處於規劃及設計階段，為使輕軌運輸系統相關法規具完備，本部已配合修訂大眾捷運法相關條文，將輕軌運輸系統共用路權型式納入大眾捷運法條文，同時對於輕軌運輸系統的交通衝擊，及涉共用現有道路之車道部分，其道路交通管理應依道路交通管理處罰條例及相關規定辦理等，均納入大眾捷運法修訂條文修訂草案。本項法案雖已函送立法院審議中，然對於大眾捷運法相關子法及交通安全相關法規等，宜進行檢視及檢討修訂，俾使輕軌運輸系統法規具完備性。

2. 建設計畫自規劃至完工通車過程宜有效率

這次考察富山輕軌、名古屋公車導軌系統及 Linimo 磁浮系統，雖然系統技術型態不同，但均有一個共同的特色，即開始規劃、地方政府與民眾達

成共識、興建完工至取得營運許可，所需時間不會拖得太久，整體的效率有目共睹。例如，富山輕軌自平成 15 年開始規劃、與地方達成共識至平成 18 年完成輕軌建設，僅 3 年就完工通車。反觀我國軌道運輸系統，自開始規劃到完工，所需期程相當長，日本推動軌道過程之效率可為我國借鏡。

3. 妥慎規劃輕軌平面交通界面

B 型路權或共用路權的輕軌系統，相較於 A 型專用路權型態，比較容易發生肇事情形，需藉由明確交通號誌、標誌及標線等之指示與提醒，以區隔輕軌電車、行人及其他車輛之空間，然而如何使其彼此間干擾程度降至最低，則需要透過交通工程措施及都市計畫相結合。目前我國刻正推動淡海輕軌及高雄臨港輕軌，未來交叉路口之號誌系統調整及行人穿越道處理、道路空間調整等，皆可參考國外實務經驗，融入國內交通特性，俾創造友善、安全、效率之輕軌運輸環境。

4. 加強員工訓練及民眾守法觀念

廣島輕軌以具有百年歷史，其輕軌路網較為綿密，目前每年發生行車交通事件約 50-60 件，而岡山輕軌每年行車交通事件約 15-20 件，對於如何降低行車交通事件，業者均已加強駕駛者教育訓練。未來臺灣的輕軌運輸系統開始營運後，除了輕軌業者加強駕駛員教訓練外，如何加強民眾遵守行車秩序及避免違規停車，為輕軌引進成功與否關鍵之一。

5. 交通及觀光套票發行

經由本次參訪詢問交通業者，如岡山輕軌、JR 西日本鐵道株式會社及

岡山市政府合作販售套票(含交通數日券及特定岡山景點免費參觀)，經岡山輕軌表示目前此類套票是由 JR 西日本鐵道株式會社統籌洽談，公司間討論合作模式，因屬於公司商品之一種，其優惠價格與原票價差距由公司自行吸收，合作非由政府出資補助推動或主導。目前國內已有如高鐵公司與客運公司或飯店業者合作推出套裝行程，未來不僅高鐵公司，如臺鐵或捷運公司亦可參考類似模式，擴大異業結合範圍，以更吸引民眾搭乘公共運輸。