

出國報告（出國類別：考察）

日本鐵道總合技術研究所（RTRI）
112 年技術交流研討會及實地參訪

服務機關：交通部臺灣鐵路管理局

姓名職稱：	副局長	陳仕其
	處長	郭冠宏
	科長	陳宏光
	科長	李彥儀
	科員	蔡宜家
	營運專員	許維晴

派赴國家/地區：日本 / 東京

出國期間：112 年 6 月 12 日至 6 月 17 日

報告日期：112 年 8 月 29 日

摘要

103 年 10 月臺鐵局邀請日本鐵道總合技術研究所(以下簡稱日本鐵道總研 RTRI) 協助探討電車線事故預防及安全技術。經臺日雙方的努力，臺鐵局於 105 年 1 月 21 日在日本與日本鐵道總研 RTRI 簽署「技術合作協議」，為技術提升之目標向前邁進。日本鐵道總研(RTRI)為日本從事鐵路技術研究的專業機構，臺日雙方在各項技術領域定期分享專業研究成果與知識，未來將有助於車輛研發與製造、軌道保養維護、電力供電、號誌系統、平交道安全及其他軌道技術層面更加密切合作。

本次 112 年技術研討交流與參訪行程，臺鐵局由陳副局長仕其率領企劃處、工務處、電務處、營運安全處等一行六人進行為期六天的交流。以與日本鐵道總研(RTRI)共同籌辦技術研討會為主，聚焦於「鐵路巡檢程序、異物入侵及臨軌工程安全防護」、「平交道安全防護標準及設備精進作為」及「行車事故發生後之檢討及安全教育訓練」等三項關鍵議題進行專題研討與工作成果探討。

研討會後透過日本鐵道總研(RTRI)的協助與規劃，實地參訪 JR 東日本代代木車站、東京車站與東京地下鐵綜合研修訓練中心及日本鐵道總研(RTRI)總部相關實驗室。於相關設施現場透過各單位專業人員實地導覽、解說進行了解。過程中，我方團員與實地解說專業技術人員持續就相關議題實質作業面向熱烈的意見交流。本次研討會與實地參訪行程雙方所提出之觀點與建議，可作為促進臺灣鐵路發展之重要參考依據。

另外，團員為能更加深入了解日本相關鐵道建設發展，也分別利用行程空檔，自行參訪東武鐵道與西武鐵道以了解不同軌道營運單位在軌道設施的處理差異與值得我方借鏡之處。另在行程途中，自行利用時間，在列車上觀察車輛調度與軌道周邊設施，並現地勘查各車站的月台門、列車停車標示、緊急按鈕、動線指標、止衝擋、出入口閘門等站務設施，並提出心得想法。也感受如東京車站般的百年車站，在文化資產保存、營運壅擠現況下進行改善工程，或是克服車種繁複設置月台門等議題，都值得參訪團成員多加思量。

透過此次與日本悠久且先進的鐵路技術分享及經驗交流，使臺鐵局相關專業技術更為提升，以為民眾提供更安全、便捷的優質鐵路運輸服務。另本次透過實際技術參訪相互瞭解及強化雙方技術實際應用之差異，以建立密切溝通與技術合作管道，有利拓展以專業知識為基礎之國際活動，有效提升我國國際形象。

關鍵詞：日本鐵道總研(RTRI)、軌道巡檢、平交道防護、安全訓練

目次

壹、112 年赴日本考察依據	1
貳、成員及行程安排	2
參、本文	4
一、前言	4
二、日本鐵道總研(RTRI)研討會與總部參訪	5
(一)日本鐵道總研(RTRI)簡介	5
(二)日本鐵道總研(RTRI)研討會	10
1.開幕式	12
2.第一場 Track inspection and procedures	13
3.第二場 Railway accident reviews and Safety Education Training	23
4.第三場 Level crossings with safety measures	34
5.閉幕式	42
(三)日本鐵道總研(RTRI)總部實地參訪	43
三、JR 東日本實地參訪	52
(一)JR 東日本簡介	52
(二)代代木平交道實地參訪	54
(三)東京車站實地參訪	59
四、東京地下鐵綜合研修訓練中心參訪	62
(一)東京地下鐵簡介	62
(二)東京地下鐵綜合研修訓練中心實地參訪	64
五、平交道設施之比較(JR 東日本、東武鐵道、西武鐵道)	76
六、其他安全及旅運設施	83
七、心得與建議	92
(一)心得	92
(二)建議	93
肆、附錄	
一、臺鐵局(TRA)簡報	附 1
二、日本鐵道總研(RTRI)簡報	附 2

圖表目錄

圖 3.2.1 日本鐵道總合技術研究所外觀	5
圖 3.2.2 日本鐵道總合技術研究所組織架構圖	9
圖 3.2.3 參訪團員於日本鐵道總合技術研究所合影	9
圖 3.2.4 陳副局長代表致贈禮品予 RTRI 代表宮內瞳副部長	12
圖 3.2.5 陳副局長與第一場次研討議題陳宏光科長及 RTRI 田中博文合影	13
圖 3.2.6 軌溫數據紀錄	16
圖 3.2.7 告警路段示意圖	17
圖 3.2.8 電子瞭望示意圖	17
圖 3.2.9 RTRI 軌道技術研究部軌道幾何維護研究室資深研究員田中博文	18
圖 3.2.10 日本軌道維護流程圖	19
圖 3.2.11 軌道檢查 APP	21
圖 3.2.12 陳副局長與第二場次研討議題蔡宜家科員及 RTRI 增田貴之合影	23
圖 3.2.13 RTRI 人文科學研究部舒適工程實驗室主任研究員京谷隆報告	26
圖 3.2.14 「行車事故」、「人為錯誤」和「人為因素」間之關聯	27
圖 3.2.15 「人為因素」研究的虛構案例	28
圖 3.2.16 RTRI 人文科學研究部安全心理學實驗室主任研究員增田貴之報告	29
圖 3.2.17 執行「指認呼喚」5 大要素步驟	30
圖 3.2.18 SimError 軟體教育訓練整體流程	31
圖 3.2.19 SimError 軟體體驗計算圓圈 (○) 畫面	31
圖 3.2.20 第三場次研討議題李彥儀科長及 RTRI 藤田浩由合影	34
圖 3.2.21 障礙物自動偵測介紹	36
圖 3.2.22 RTRI 信號技術研究部電氣電子部門 主任研究員藤田浩由報告	37
圖 3.2.23 平交道數量減少與事故成正相關	38
圖 3.2.24 CBTC 機載警示控制與列車防護	39
圖 3.2.25 篩選程序示意圖	40
圖 3.2.26 平交道電纜防護	40
圖 3.2.27 閉幕式後參訪團員與 RTRI 研討團隊合影	42
圖 3.2.28 RTRI 2018 年 11 月 5 日出版參考資料	44
圖 3.2.29 高速集電弓/架空系統測試設備系統	45
圖 3.2.30 綠色信標為車載裝置、黃色信標為地上裝置	47

圖 3.2.31	一樓轉軸室	47
圖 3.2.32	二樓控制室	47
圖 3.2.33	號誌機傳送煞車 130kHz 頻率給信標	48
圖 3.2.34	ATS-Sx 型煞車曲線	48
圖 3.2.35	ATS-P 型煞車曲線	49
圖 3.2.36	風險因素於鐵路保養作業中之應用	50
圖 3.2.37	VR 的體驗情境	50
圖 3.3.1	警報機告警燈位置降低	54
圖 3.3.2	全方位警報機閃燈	54
圖 3.3.3	模擬遮斷桿可以撞開	55
圖 3.3.4	提醒受困人的標語	55
圖 3.3.5	紅外線偵測示意圖	56
圖 3.3.6	JR 青梅線新青梅街道平交道	56
圖 3.3.7	紅外線偵測示意圖	58
圖 3.3.8	代代木平交道 3D 雷達偵測	58
圖 3.3.9	參訪團員於東京車站前合影	61
圖 3.3.10	東京車站地標銀鈴	61
圖 3.3.11	東京車站商場飲食店客流量資訊板	61
圖 3.3.12	東京車站列車時刻資訊	61
圖 3.3.13	東京車站地面舊地圖	61
圖 3.4.1	東京地下鐵(Tokyo Metro)路線圖	63
圖 3.4.2	參訪團員於東京地鐵「綜合研修訓練中心」合影	64
圖 3.4.3	東京地鐵「綜合研修訓練中心」全景圖	65
圖 3.4.4	訓練中心遠眺對面景色	65
圖 3.4.5	頂樓俯覽基地概況	65
圖 3.4.6	站務人員培訓	66
圖 3.4.7	模擬車站實際自動售票機和自動閘門機等設備	66
圖 3.4.8	模擬月台上之資訊版	67
圖 3.4.9	以骨架化方式呈現月台天花板	67
圖 3.4.10	站務室模擬旅客服務櫃台	67
圖 3.4.11	模擬灑水實驗空間兼具隔水板組裝	67

圖 3.4.12	模擬列車行駛時畫面	68
圖 3.4.13	模擬列車上監看旅客上下車畫面	68
圖 3.4.14	多功能廁所結構可視化	69
圖 3.4.15	地板、牆壁、天花板結構可視化	69
圖 3.4.16	電氣設備大集合	69
圖 3.4.17	電車線及走道防護措施	69
圖 3.4.18	模擬列車在軌道運行	70
圖 3.4.19	EP 控制盤	70
圖 3.4.20	小組討論室	70
圖 3.4.21	圖書室	70
圖 3.4.22	月台資訊看板及導盲磚	71
圖 3.4.23	導電軌及電車線交接處	71
圖 3.4.24	自助餐廳	72
圖 3.4.25	交誼廳	72
圖 3.4.26	廠區駕駛路線	73
圖 3.5.27	水泥線槽淺埋穿軌	73
圖 3.4.28	駕駛練習線地面與隧道區段	73
圖 3.4.29	駕駛練習線與模擬車站的月台相連	74
圖 3.4.30	技術練習線	74
圖 3.4.31	仿造之高架橋	75
圖 3.5.1	東武鐵道(TOBU Railway)路線圖	76
圖 3.5.2	西武鐵道(SEIBU Railway)路線圖	77
圖 3.5.3	西武池袋哈利波特彩繪車廂	78
圖 3.5.4	東武池袋車站與大樓共構	78
圖 3.5.5	JR 青梅線航空支廳告警機柱	79
圖 3.5.6	西武江古田站平交道	79
圖 3.5.7	東武北池袋站平交道	79
圖 3.5.8	JR 東日本代代木站平交道	79
圖 3.5.9	東武北池袋站平交道	80
圖 3.5.10	西武江古田站平交道	80
圖 3.5.11	西武鐵道裙襞式遮斷桿	81

圖 3.5.12 東武鐵道平交道作用顯示	81
圖 3.5.13 西武江古田五燈式告警號訊	81
圖 3.5.14 JR 東日本條狀式告警號訊	81
圖 3.5.15 JR 青梅線村山街平交道	82
圖 3.5.16 JR 青梅街道平交道	82
圖 3.6.1 JR 東日本成田機場第二航廈站月台門	83
圖 3.6.2 JR 東日本東京車站山手線月台門	83
圖 3.6.3 東武鐵道池袋站月台門	84
圖 3.6.4 西武鐵道池袋站月台門	84
圖 3.6.5 JR 東日本立川站月台上緊急按鈕	84
圖 3.6.6 東武鐵道川越車站月台上緊急按鈕	84
圖 3.6.7 西武鐵道本川越站月台上緊急按鈕	85
圖 3.6.8 東武鐵道川越站月台上緊急按鈕	85
圖 3.6.9 JR 東日本立川站月台邊緣 CP 線	85
圖 3.6.10 東武鐵道練馬站月台邊緣 CP 線	85
圖 3.6.11 JR 東日本女性專用車廂	86
圖 3.6.12 東武鐵道女性專用車廂	86
圖 3.6.13 JR 東日本東京站月台燈箱上車站編碼	87
圖 3.6.14 東武鐵道川越站月台燈箱上車站編碼	87
圖 3.6.15 西武鐵道練馬站月台燈箱上車站編碼	87
圖 3.6.16 東京地下鐵銀座車站編碼	87
圖 3.6.17 JR 東日本立川站列車停車標	88
圖 3.6.18 西武鐵道東村山站列車停車標	88
圖 3.6.19 JR 東日本新宿站動線指標	88
圖 3.6.20 西武鐵道練馬站動線指標	88
圖 3.6.21 JR 東日本品川站動線地貼(1)	89
圖 3.6.22 JR 東日本品川站動線地貼(2)	89
圖 3.6.23 JR 東日本西國分寺站防止鳥類築巢設施(1)	89
圖 3.6.24 JR 東日本西國分寺站防止鳥類築巢設施(2)	89
圖 3.6.25 JR 東日本國立站注意鳥糞海報	90
圖 3.6.26 東武鐵道川越站注意鳥糞海報	90

圖 3.6.27 東武鐵道車站出聲協助運動海報	90
圖 3.6.28 JR 東日本車站小心跌落月台宣導海報	90
圖 3.6.29 JR 東日本車站防止癡漢犯罪宣導海報	90
圖 3.6.30 JR 東日本車廂內顯示座位是否訂座(1)	91
圖 3.6.31 JR 東日本車廂內顯示座位是否訂座(2)	91

表 2.2.1 考察行程表	3
表 3.2.1 研討會議程表	10
表 3.2.2 鋼軌超音波探傷瑕疵分類	15
表 3.2.3 LABOCS 分析	20
表 3.2.4 軌道不整容許值	21
表 3.2.5 高速轉盤規格	46
表 3.3.1 JR 東日本基本資料表	52
表 3.3.2 JR 東日本平交道類型統計表	53
表 3.3.3 障礙物偵測類型	56
表 3.3.4 障礙物偵測干擾類型	57

壹、 112 年赴日本考察依據

依據交通部 111 年 7 月 27 日交人字第 11150103511 號函同意本局 112 年派員出國計畫及本局 112 年 5 月 24 日鐵人二字第 1120017678 號函辦理。

貳、 成員及行程安排

一、 成員

陳仕其	本局	副 局 長
郭冠宏	企劃處	處 長
陳宏光	工務處路線科	科 長
李彥儀	電務處號誌科	科 長
蔡宜家	營運安全處預防科	科 員
許維晴	企劃處企研科	營運專員

二、 行程安排：(自 112 年 6 月 12 日至 112 年 6 月 17 日，計 6 日)

表 2.2.1 考察行程表

日期	參訪單位及地點	日方主要代表
6 月 12 日	搭華航 CI104 從桃園出發	
6 月 13 日	臺鐵局與日本鐵道總研技術交流研討會議	日本鐵道總研： 研究開發推進部 / 宮內瞳尚 軌道技術研究部 (軌道管理) / 田中博文 信號技術研究部 / 藤田浩由 人間科学研究部 / (安全心理)增田貴之、 (快適性工學)京谷隆
6 月 14 日	JR 東日本技術參訪 1. 代代木車站(平交道): 平交道路口安全措施和障礙物檢測裝置。 2. 東京車站: 防止月台事故措施。	代代木平交道： JR 東日本(鐵道業務本部) / 鈴木浩志 東京車站： JR 東日本(國際業務總部) / 松本惠太
6 月 15 日	1. 東京地下鐵技術參訪(總合研修訓練中心) 2. 車站考察(東武池袋站、西武池袋站)	東京地下鐵 人事部 綜合研修訓練中心 / 宮田和雄
6 月 16 日	一、日本鐵道總研總部參訪 1. 慣性中弦偏移法 2. 高速旋轉測試設備 3. 集電弓/OC 系統高速測試設備 4. 安全培訓輔助設備 (Trackman STAT-VR) 二、車站考察(西國分寺、練馬、川越、本川越)	日本鐵道總研 研究開發推進部 / 宮內瞳尚
6 月 17 日	一、車站考察(立川、品川) 二、搭乘華航 CI105 從東京成田機場返國	

參、 本文

一、 前言

103 年 10 月臺鐵局邀請日本鐵道總合技術研究所，以下簡稱日本鐵道總研(RTRI)，協助探討電車線事故預防及安全技術後，104 年 9 月由日本鐵道總研(RTRI)理事奧村文直博士率員研商未來合作項目及方向，期能共同建立技術平台達成交流與共識。

經臺日雙方的努力，臺鐵局與日本鐵道總研(RTRI)於 105 年 1 月 21 日在日本東京簽署「技術合作協議」，以為推展國際化之目標向前邁開更大一步。

臺鐵局近年來除與國內捷運、高鐵等軌道營運機構進行技術合作與交流外，更積極推展國際軌道技術研究及人才培育工作，期藉由技術交流與經驗累積提升整體人力素質，並引進國外新技術及工法帶動創新研發，精進國內軌道技術水準。

就技術層面而言，能與軌道先進國家進行雙邊交流，不僅有助與國際接軌，亦可見賢思齊，啟發更多創新思維。

日本鐵道總研(RTRI)為日本從事鐵路技術研究的專業機構，臺日雙方在各項技術領域定期分享專業研究成果與知識，未來將有助於車輛研發與製造、軌道保養維護、電車線、號誌系統、平交道安全及其他軌道技術層面更加密切合作。

本次研討會係分別聚焦於「鐵路巡檢程序、異物入侵及臨軌工程安全防護」、「平交道安全防護標準及設備精進作為」及「行車事故發生後之檢討及安全教育訓練」等 3 項關鍵議題進行專題研討。

雙方所提出之寶貴觀點與建議，可作為促進臺灣鐵路發展之重要參據，透過此次與日本悠久且先進的鐵路技術分享及經驗交流，使臺鐵局相關專業技術更為提升，為民眾提供更安全、便捷的優質鐵路運輸服務。

另本次並透過對於 JR 東日本鐵道、東京地下鐵、東武鐵道與西武鐵道及相關車站的實際技術參訪，以相互瞭解及強化雙方技術實際應用之差異，並建立密切溝通與技術合作管道。

二、 日本鐵道總研(RTRI)技術研討會與總部參訪

(一)日本鐵道總研(RTRI)簡介¹

日本鐵道總研(RTRI)是日本一個從事鐵路技術研究的機構，在日本國有鐵路的分割和民營化之前，經運輸大臣(現在的國土交通大臣)之批准，於 1986 年 12 月 10 日創立。

1987 年 4 月 1 日，國鐵分割民營化後正式運作，繼承原日本國鐵內的技術開發部門、鐵道技術研究所和鐵道勞動科學研究所等機構的業務，成為 JR 集團的一個財團法人，JR 各公司成立的同時正式開始了業務活動。



圖 3.2.1 日本鐵道總合技術研究所外觀²

日本鐵道總研(RTRI)的現任會長是正田英介，理事長則由渡辺郁夫擔任。資金方面則依靠 JR 集團 7 家分公司(東日本旅客鐵道、東海旅客鐵道、西日本旅客鐵道、北海道旅客鐵道、四國旅客鐵道、九州旅客鐵道及日本貨物鐵道等)的投資。

日本鐵道總研(RTRI)設有企劃室、鐵路技術提升中心、國際事業部等 10 個主要行政部門外，以下更設有車輛技術、結構工程、電力技術、軌道技術、防災技術、信號技術、訊息與通信技術、材料技術、鐵道力學、環境工程、人因科學、磁浮列車系統及鐵道地震工學等 13 個子技術研究部門，專司各專業技術領域之實驗研究工作，目前約有 550 名員工，其中博士學

¹ 簡介來源：鐵道總合技術研究所官網翻譯成中文

² 圖片來源：鐵道總合技術研究所官網 <https://www.rtri.or.jp/rtri/鐵道總研のご紹介>

位：210 人/專業工程師：109 人。日本鐵道總研(RTRI)各研究部門介紹如下：

1. 車輛技術研究部門

主要研究項目為：從機車車輛的結構動力學、防脫軌安全性、與曲折相關的運行穩定性、高速運行和通過曲線時的乘坐舒適性、與振動和聲音相關的舒適性的角度、輪對和轉向架等。另外關於車身等重要結構件的強度和耐久性，則從車輛控制、安全高效的驅動和自動系統、氫能的應用、動力源和車載設備的節能等方面等推動。

2. 結構工程研究部門

主要研究項目為：應對鐵路相關設施結構的劣化以及因勞動力短缺而導致的安全性下降和成本增加的相關研究。分析研究方法上除了數值分析方法外，還有靜、動加載試驗設備、日本激振力最大的大型振動試驗設備、配備降雨裝置的振動台、隧道襯砌加載裝置與模擬中型車站建築物的車站模擬器。此外，該部門還制定和修訂鐵路構造物設計標準等技術標準，調查因地震和降雨導致鐵路運營單位發生災害的原因，並支持恢復工作。

3. 電力技術研究部門

主要研究項目為：電車或電力機車所需要的電能，從電力公司的輸電線路傳送到鐵路用變電站，在這裡轉換為適合電動車駕駛的電壓後，透過電車線路供應給電動車，最後從軌道上回到變電站，以確保使移動的電動車提供穩定的電力。另外，高速移動的同時交換電力的電車線和集電弓提出妥善維護和管理電車線裝置的維護方法。最近，致力於鐵路運營的低碳化為目標，於開發透過協調控制多個電動車和地面裝置來推進節能化的技術，以及為了在鐵路上積極利用可再生能源的技術等。

這也是本次考察的重點，除於研討會設定專題討論外，並實地參訪該部門的研究成果。

4. 軌道技術研究部門

軌道技術研究部下設軌道結構實驗室、軌道路基實驗室、軌道管理實驗室及軌道維護實驗室等 4 個實驗室。主要研究項目為：開發節能降耗、噪音控制與振動消除等方面的研究與開發。此外，為了應對鐵路技術的全

球化，該部門還參與了與軌道相關的技術標準和國際標準的制定。軌道是鐵路最基本的構成要素之一，由鐵軌、枕木及道碴等構成，因此，每個零件的輕微狀態變化對乘坐舒適性、沿線環境，甚至安全性都有很大的影響。但是，車輛的高速化、列車密度的增加、維修人員的減少等，軌道的維護管理條件每天都越來越嚴格，急需透過技術創新來提升。

這也是本次考察的重點，除於研討會設定專題討論外，並實地參訪該部門的研究成果。

5. 防災技術研究部門

主要研究項目為：日本因地形、地質、氣候惡劣，自然災害頻發，加上全球暖化導致的氣候變遷引起的極端天氣現象、大地震、火山爆發等災害。因此，在防災技術研究部門，研究和開發保護鐵路免受雨、風、雪、火山爆發等自然災害的影響，並致力於進行從研究到實用技術開發的獨特研究和開發。已經開發出了定量顯示災害危害的災害地圖技術，目前正在開發利用外部氣象訊息等評估以防止災害危害的方法。

6. 信號技術研究部門

主要研究項目為：利用數位技術創新鐵路系統，有助於列車運行的自動化和自主性。信號技術研究部從事列車時刻表和運行計畫的製定和實施，以及與信號安全系統和列車控制系統相關的技術領域的研究和開發，提供安全和穩定運輸的基礎。隨著數位技術的進步，這些技術的運用有望實現更安全、更先進的列車運行控制。通過將最新的數位技術與鐵路安全和運營相關的技術相結合，以快速解決使用者所遭遇問題並構建不受現有概念束縛的創新鐵路系統。

7. 訊息與通信技術研究部

主要研究項目為：為了通過數位技術加速與鐵路系統創新相關的研究和開發，為無人化及省力化做出貢獻。包括無人維修、省人工、安全提升等。

8. 材料技術研究部門

主要研究項目為：鐵路系統使用的各種設備材料，通過將這些具有不同特性的材料組合起來，構建了一個安全穩定的鐵路系統。並致力於延長

材料的壽命和功能，分析劣化原因，制定劣化狀態評估方法和維護方法，以及研究和開發新的材料。

9. 鐵路動力學部門

主要研究項目為：為了創造有助於提高鐵路安全性和可靠性、節省維護勞動力、與環境和諧等方面的創新技術。開展基礎研究，以確認動態現象的機制，開發必要的分析和測量技術，並根據這些結果提出新的鐵路系統評估和設計方法。

10. 環境工程研究部門

主要研究項目為：研究鐵路環境相關問題，如噪音和隧道微壓力波，以及車輛抗側風空氣動力特性等安全問題。在與鐵路運營單位保持密切聯繫，以研發出世界首創的列車低噪音模型運行試驗設備、大型低噪音風洞等試驗設施。

11. 人類科學研究部門

主要研究項目為：測量、評估和分析使用鐵路的乘客和經營鐵路員工的心理、生理和行為特徵，以提高安全性、便利性和舒適性的服務。並致力於防止人為錯誤、安全管理作業程序、駕駛員管理作業程序、火車碰撞時的損害減輕方法、提高車站和火車的舒適度、衛生評估以及威脅安全的區域（例如容易造成鐵路平交道事故的地方）和外物撞擊事故。

這也是本次考察的重點，除於研討會設定專題討論外，並實地參訪該部門的研究成果。

12. 磁浮鐵路技術研究部門

主要研究項目為：作為超導磁懸浮鐵路的基礎技術開發、線性技術應用於傳統系統、開發不依賴於軌道和車輪之間粘附力的線性軌道製動器，以及不需要架空電線的非接觸式供電技術、超導線材和散裝材料的研發等。

13. 鐵路地震工程研究部門

主要研究項目為：針對抗震結構的抗震設計和抗震加固。包括提供有助於鐵路營運的訊息發布和地震訊息，例如鐵路地震訊息發布系統，顯示地震後立即晃動的情況。調查原因並在發生災難時提供技術協助。

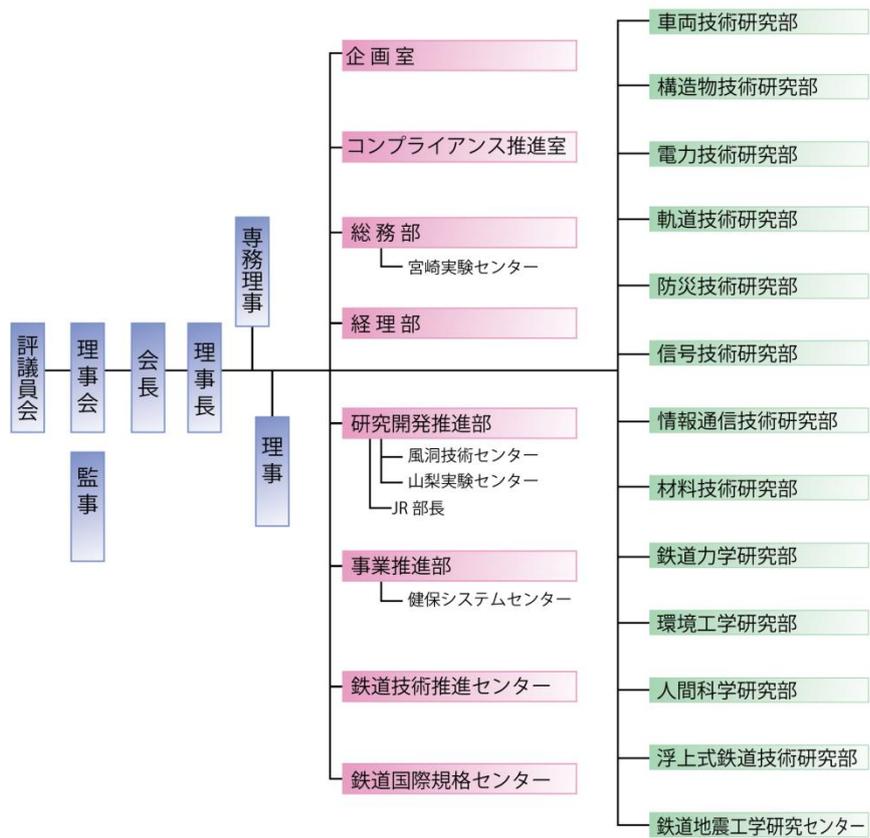


圖 3.2.2 日本鐵道總合技術研究所組織架構圖³



圖 3.2.3 參訪團員於日本鐵道總合技術研究所合影

³ 圖片來源：鐵道總合技術研究所官網 <https://www.rtri.or.jp/rtri/鐵道總研のご紹介>

(二)日本鐵道總研(RTRI)研討會

本次研討會臺鐵局與日本鐵道總研(RTRI)於 112 年 3 月即開始聯繫會商，歷經三個月的溝通、確認，方定調以聚焦於「鐵路巡檢程序、異物入侵及臨軌工程安全防護」、「平交道安全防護標準及設備精進作為」及「行車事故發生後之檢討及安全教育訓練」等三項關鍵議題進行專題研討。並為加深臺日雙方之意見交流，除研討會外，日本鐵道總研(RTRI)並協助安排於研討會後實地參訪 JR 東日本代代木車站(軌道巡檢與平交道防護)、東京車站(月台安全防護)與東京地下鐵教育訓練中心(安全教育訓練)及日本鐵道總研(RTRI)總部相關實驗室(先進技術研發)，並與專業技術人員進行意見交流。

表 3.2.1 研討會議程表

時 間	議 程	人 員
10：20-10：30	Opening Remarks from RTRI and TRA	Mr. Toru Miyauchi, RTRI Mr. Chen, Shih-Chi, TRA
10：30-12：00	Track inspection and procedures	Mr. Chen, Hong-Guang, TRA Mr. Hirofumi Tanaka, RTRI
12：00-13：00	Lunch (104 Meeting room)	
13：00-14：30	Railway accident reviews and Safety Education Training	Ms. Tsai, Yi-Chia, TRA Mr. Takashi Kyotani, RTRI Mr. Takayuki Masuda, RTRI
14：40-16：10	Level crossings with safety measures	Mr. Li, Yan-Yi, TRA Mr. Hiroyuki Fujita, RTRI
16：10-16：20	Closing remarks from RTRI and TRA	Mr. Toru Miyauchi, RTRI Mr. Chen, Shih-Chi, TRA

1. 日本鐵道總研(RTRI)人員介紹：

- (1) Mr. Atsushi Furukawa , Executive Director 古川淳/執行董事
- (2) Mr. Toru Miyauchi, Associate Director (International Affairs), Research & Development Promotion Division 宮內瞳崙/研究開發促進國際事務部副部長
- (3) Mr. Hirofumi Tanaka , Senior Researcher, Track Geometry and Maintenance , Track Technology Division 田中博文/軌道技術部高級研究員
- (4) Mr. Takashi Kyotani, Senior Researcher, Comfort Science and Engineering, Human Science Division 京谷隆/人類科學部舒適科學與工程高級研究員
- (5) Mr. Hajime Akatsuka, Senior Researcher, Comfort Science and Engineering, Human Science Division 初赤塚/人類科學部舒適科學與工程高級研究員
- (6) Mr.Takayuki Masuda, Senior Researcher, Safety Psychology, Human Science Division 增田貴之/人類科學部安全心理學高級研究員
- (7) Mr. Hiroyuki Fujita , Senior Researcher, Signalling Systems, Signalling and Operation Systems Technology Division 藤田浩由/信號系統、信號和操作系統技術部高級研究員
- (8) Mr. Yosuke Tsubokawa, Senior Chief Researcher, Head of Track Geometry and Maintenance, Track Technology Division 坪川洋友/軌道技術部高級首席研究員
- (9) Mr. Shuichi Myojo, Manager, International Affairs, Research & Development Promotion Division 明星秀一/研究開發促進國際事務部經理
- (10)Ms. Baiho Hirayama, Interpreter 平山倍穗/口譯員

2. 開幕式

(1) 日本鐵道總研(RTRI)宮內瞳岨副部長致詞：

這是在 COVID-19 疫情趨緩後的首次面對面會議，也是首次在日本舉行的臺日鐵道技術研討會議，我方對於本次研討會議十分重視，相關部門主管與主要研究人員近 10 餘人出席。貴單位的簡報資料與建議我方釐清的議題，我們收到後即請各部門詳加研析，後續並會提出我方的簡報與相關議題的回應。我們希望雙方能就鐵路軌道巡檢、平交道防護等事故預防及安全教育方面進行深入討論。

(2) 臺鐵局(TRA)陳仕其副局長致詞：

本人率領臺鐵局工務、電務、運安及企劃等 4 個部門來訪，首先對於日本鐵道總研本次臺鐵局考察行程的安排，表達衷心的感激之意。為增進臺日軌道技術的合作，臺鐵局與日本鐵道總研自 105 年簽署「技術合作協議」後已陸續於 106 及 108 年舉辦過 2 場次的實體研討會，以及 110 年的網路研討會。日本軌道系統技術極為先進，而日本鐵道總研亦為日本從事鐵路技術研究的重點專業機構，臺日雙方如能在各項技術領域定期分享專業研究成果與知識，未來將有助於雙方更密切合作。最後，本人謹代表臺鐵局再次感謝日本鐵道總研今天參與研討的團隊，希望本次技術交流可以帶給各位豐碩的收穫。預祝本次會議圓滿成功，也期許未來臺日之間在各領域都有更緊密的交流合作。



圖 3.2.4 陳副局長代表致贈禮品予 RTRI 代表宮內瞳岨副部長

3. 第一場 鐵路巡檢程序、異物入侵及臨軌工程安全防護

(Detection Procedure, Invasion and On-sits Work Protection)

本次研討會第一場主題是「Track inspection and procedures」，軌道是鐵路最基本的構成要素之一，由鐵軌、枕木及道碴等構成，每個零件的輕微狀態變化對乘坐舒適性、沿線環境、甚至安全性都很大的影響。但是，因車輛的高速化、列車密度的增加、維修人員的減少等，軌道的維護管理條件日趨嚴格，維持現狀也不容易。據此，如何結合科技手段加強軌道巡檢作業，同時參考國外同業作法，俾能事先掌握軌道狀況適時予以養護，以確保行車安全並提高乘車舒適度，是臺鐵局未來重要課題。



圖 3.2.5 陳副局長與第一場次研討議題陳宏光科長及 RTRI 田中博文合影

■ 臺鐵局發表重點 (工務處 陳宏光科長)：

(1) 臺鐵局目前執行鐵路巡檢程序：

依據「交通部臺灣鐵路管理局路線巡查安全作業程序」臺鐵局路線巡查作業方式、巡查標的如下：

- A. 每週其中 1 天由各道班輪派人員徒步巡查各道班轄區路線 1 次，或以電搖車、工程維修車巡查各道班轄區 1 次。
- B. 另外 5 天每天由各分駐所監工區督導人員、技術領班、技術副領班輪流

搭乘機(列)車巡查各分駐所轄區路線 1 次。

- C. 各工務段段長、副段長、養路主任、分駐所主任應每週至少隨乘機(列)車巡查各工務段轄區路線 1 次。
- D. 由各工務段辦理列車振動檢查，每月至少 1 次。
- E. 工務處辦理全線甲種路線檢查(軌道檢查車)，每年 4 次(每季 1 次)。
- F. 各工務段辦理轄區乙種路線檢查，每年 2 次(每半年 1 次)。

上述各項路線檢查，依據軌道幾何不整容許標準，當不整數值達緊急整修標準值時，轄區各負責工務段則立即派員整修，以確保行車安全。

臺鐵局路線巡查故障態樣可區分為 11 種類型，包含軌道幾何不整、鋼軌、接頭、道碴、道岔...等；故障等級則分為 4 種等級(A、B、C 及 D 級)，改善期限分別為：A 級繼續追蹤並安排期程辦理改善、B 級 1 個月內完成改善、C 級 1 周內完成改善、D 級當日或次日辦理改善。以上巡檢資料分別扼要載入巡查紀錄表陳核及控管。

(2) 振動檢查：

路線異常振動會影響旅客乘車舒適感，嚴重時會影響列車行駛安全。臺鐵局目前使用 GPS 列車振動測定儀可檢測路線異常振動情況，該線路軌跡圖係由儲存在 GPS 系統的記錄中所獲得的座標而製成，以紅色顯示列車的不佳區域，並以紫色十字表示振動，各工務段技術人員藉由圖形顯示異常情形，適時掌握路線狀況編排維修保養計畫，藉以提升旅客乘車舒適度。

使用 GPS 振動測定儀，每月至少辦理 1 次列車振動檢查。其平時養護標準：特甲級及甲級線振動值 70mg，乙級線振動值為 80mg。

(3) 軌道檢查：

A. 甲種檢查：

臺鐵局目前使用 EM80 軌道檢查車檢測軌道幾何不整狀態值(包含軌距、水平、高低、方向、平面性)，並同時辦理沿線路線噴泥、景觀環境、路線標誌等項目檢查。因該檢查車車齡已久，臺鐵局已改裝完成 DR2800 客車，並採購軌道檢測設備安裝於該車輛上，作為軌道檢查車

使用；預計 112 年第 3 季上線投入路線檢查作業。檢查頻率為轄區正線路線每年 4 次。

B. 乙種檢查：

臺鐵局各工務段使用人力檢查站內股道、道岔、站外接頭、伸縮接頭、側溝及除草、平交道、鋼梁橋軌道、辦公房舍整理、查道紀錄等。檢查頻率為轄區全部路線每年 2 次。

(4) 鋼軌超音波探傷檢查：

鋼軌超音波檢測係利用超音波反射原理，進行鋼軌接頭內部裂紋、氣孔及雜質之檢測定位和診斷。臺鐵局業已委託工研院並辦理完成鋼軌超音波探傷人員教育訓練，暨訂定超音波探傷檢查標準作業程序，目前各工務段皆遵照 SOP 辦理鋼軌探傷檢測作業，期能即早發現鋼軌焊接瑕疵，適時加以抽換確保行車安全。

鋼軌超音波探傷依據鋼軌瑕疵發生位置，可區分軌頭、軌腹、焊道及軌底，其瑕疵分類等級如附表。

表 3.2.2 鋼軌超音波探傷瑕疵分類

位置	瑕疵	A	B	C	D
軌頭	橫向瑕疵 寬度或高度	寬或高 < 5 mm	5mm ≤ 寬或高 < 15 mm	15 mm ≤ 寬或高 < 30 mm	寬或高 ≥ 30 mm
軌腹	水平縱向 瑕疵長度	長 < 2 mm	2mm ≤ 長 < 6 mm	6 mm ≤ 長 < 10 mm	長 ≥ 10 mm
焊道	橫向瑕疵 高度	-	高 < 5 mm	5 mm ≤ 高 < 10 mm	高 ≥ 10 mm
	熔接不良	-	回波高度 < 25 %	25 % ≤ 回波高度 < 50 %	回波高度 ≥ 50 %
軌底	橫向瑕疵高度	-	-	高 < 3 mm	高 ≥ 3 mm

(5) 軌溫監測：

鋼軌隨溫度變化而伸縮，若伸縮受阻，即產生內應力，當軌道橫向阻力強度不足以抵抗鋼軌熱膨脹伸長應力時，軌道即受擠壓而往橫向變形，稱為軌道挫屈。為避免鋼軌因軌溫過高發生軌道挫屈，目前臺鐵局各工務段所屬工務分駐所於鄰近軌道上，均設置溫度感測片，隨時監測軌溫狀況並採取對應措施：

A. 軌溫達 50°C：

指派專人監測軌溫、通報工務段及轉知道班人員不得擾動道床。

B. 軌溫達 55°C：

指派專人監測軌溫及派員巡查路線，巡查結果須紀錄備查。

C. 軌溫達 60°C：

指派專人監測軌溫、派員加強巡查路線及通知道班人員待命。



圖 3.2.6 軌溫數據紀錄

(6) 邊坡落石告警系統：

A. 系統簡介：

臺鐵局部分路線位處高聳山壁或陡峭邊坡下方路段，具有落石、土石流等潛在危險因子，很難以工程手段全面改善。為能提早提供預警功能，目前臺鐵局已完成建置 26 處落石告警系統，適時阻擋列車駛入危險地段，以維護列車及旅客安全。

告警系統包含異物自動偵測系統及告警警報裝置，異物自動偵測系統以監視設備(CCTV)連接 AI(人工智慧)偵測系統。

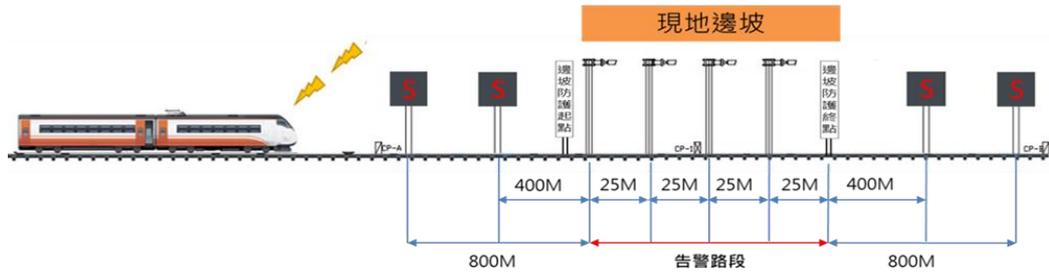


圖 3.2.7 告警路段示意圖

B. 告警路段器材設置：

- I. 告警路段每 25 公尺裝設槍型辨識攝影機。
- II. 告警路段中央設置列車防護無線電，訊號涵蓋告警路段前後至少 800 公尺範圍內。
- III. 告警路段前後 400 公尺及 800 公尺各裝設 1 支 S 行告警燈。
- IV. 告警路段起點集中點設有邊坡防護起迄點。

(7) 臨軌作業安全防護增設電子瞭望員：

為提升臨軌工程安全性，臺鐵局試辦引進「電子輔助瞭望員」，當有列車接近工地時，能提早約 22 秒發出警報，讓人員暫停施工，避免人員專注施工忽略周遭風險。現行臨軌工程是採用人工瞭望員進行列車監視、警示工地人員列車即將接近；試辦引進電子瞭望員，就是要加強提醒效果，透過蜂鳴器提醒工地人員列車接進，分擔人工瞭望員工作。電子輔助瞭望員主要有感應器、發射器、蜂鳴器等 3 項設備，同時在工地二側 800 公尺外設置感應器，列車經過時就會將訊號發射到工地發報系統，透過蜂鳴器提醒人員注意列車靠近。

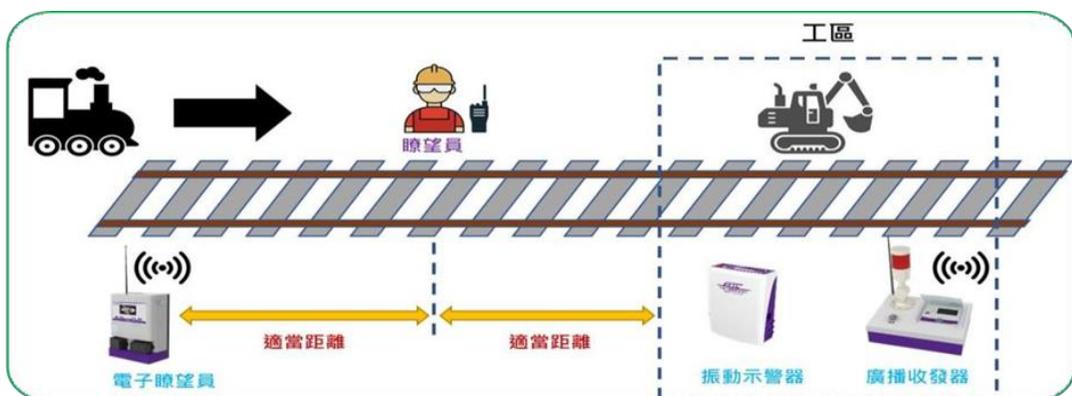


圖 3.2.8 電子瞭望示意圖

■ RTRI 發表重點：

Track inspection and procedures (By Hirofumi Tanaka 田中博文)



圖 3.2.9 RTRI 軌道技術研究部軌道幾何維護研究室 資深研究員 田中博文

田中博士針對日本鐵路結構維護標準（軌道篇）中軌道檢查概要、維修程序大綱、軌道不整之測量與評估及 RTRI 軌道幾何維護研究室近期工作項目，提出簡報和臺鐵局同仁分享：

(1) 軌道檢查概要規定：

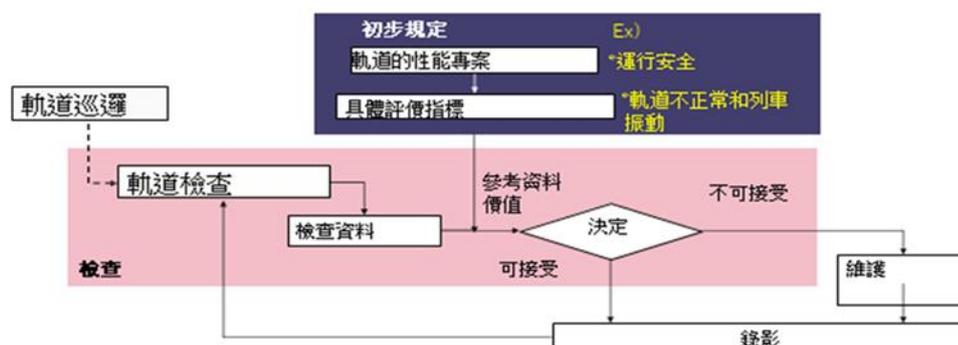
日本鐵路維護於「鐵道結構物等維持管理標準」軌道篇有所定義，包含軌道性能項目、具體評價指標等皆有初步規定，如運行安全、軌道不整和列車振動等等。軌道巡查流程包含軌道檢查、檢查資料，進而判斷是否要維修，最後紀錄備查。相關檢查規定概要如下：

- A. 在日本有超過兩百家鐵路營運公司，各家鐵路與列車營運的條件迥異，因此公司的標準由各鐵路營運公司根據實際情況單獨決定。
- B. 軌道巡查應根據線路區段和列車運行情況而進行，並確保軌道的一般狀況。
- C. 巡軌的方式有步行、搭乘列車或隨乘機車等。
- D. 軌道巡查頻率應根據線路區段的重要性的巡查方法來決定。
- E. 如果根據軌道巡查結果認為有必要，應進行檢查或採取措施。

Commentary of the Maintenance Standards 規定的檢查項目：

- I. 以徒步方式；分別檢查維修狀況及沿線材料狀況。
- II. 以列車巡查方式：包含異常的列車振動、異常的雜音、妨礙列車運行的障礙物及任何其他異常情況。

日本的“鐵路結構維護標準（軌道部分）”中定義的軌道維護流程



在日本，有超過200家鐵路運營商，鐵路線和列車運行的條件差異很大，因此公司標準由各鐵路運營商根據其實際情況單獨確定。

 Railway Technical Research Institute

圖 3.2.10 日本軌道維護流程圖

(2) 軌道檢查：

日本鐵路軌道檢查包含定期檢查、特別檢查及不定期檢查三項，檢查項目分別說明如下：

- A. 定期檢查：定期檢查是在個別軌道進行，包括軌道不整與列車振動等相關軌道狀況檢查。另包含檢查鋼軌、枕木及其他構成軌道的材料檢查。
- B. 特別檢查：特別檢查是根據定期檢查的結果，認為有必要進行之詳細檢查。
- C. 不定期檢查：在發生重大災難事件後，有必要時會進行不定期的檢查。
- D. 檢查項目：

- I. 軌道狀況檢查：是為確保軌道之必要性能，透過測量軌道不整與列車振動來確保軌道的性能。包含鋼軌接頭間隙、連續焊接鋼軌 CWR 檢查等。田中博士特別說明軌道振動檢查不是必須的檢查，故一些小型區域性、低速路線鐵路營運公司並沒有針對列車進行相關振動檢查。

II. 軌道材料檢查：分為系列化系統（軌道檢查、S&C 道岔檢查、鋼軌伸縮接頭檢查、膠合絕緣接頭軌道檢查、檢查軌之檢查）、平行系統（鐵路緊固系統檢查、枕木檢查、混凝土版檢查及其他軌道材料檢查等）。

E. 檢查頻率：日本軌道不整檢查週期新幹線執行標準 60 天，公司規章規定為 10 天，使用軌道檢查車檢查路線狀況。傳統鐵路（JR 部分）執行標準一年，公司規章規定為一年兩到四次，使用軌道檢查車檢查路線狀況。傳統鐵路 JR 之外執行標準一年，公司規章規定為一年，使用軌道檢查車（軌道檢驗推車）檢查路線狀況。

(3) 軌道維修概要：

日本傳統鐵路軌道維修程序，首先在軌道檢查車上判斷路線是否異常，後續由 LABOCS 軟體判斷軌道不整狀況及需採行對應措施；如個別限制超過參考值，即須採行特別維護如砸道作業予以修復為原有平整狀態；如標準偏差超過參考值即安排計畫性維護作業，以上作業皆須留存紀錄備查。

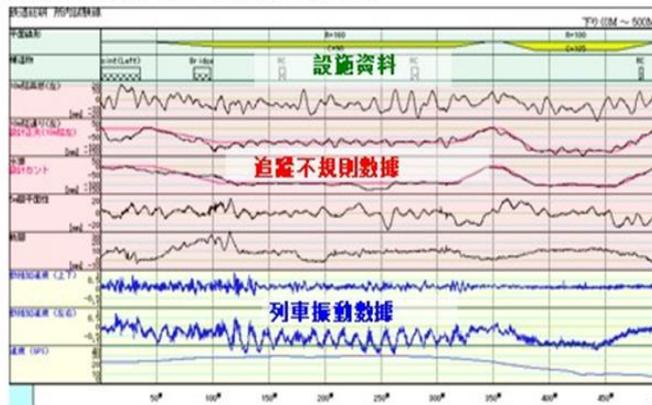
LABOCS 為檢測軌道狀況的套裝軟體，由 RTRI 開發，專門用於處理軌道檢測數據，可處理各種時間序列數據並進行數據處理與分析。

LABOCS 軟體可進行軌道不整及列車震動之間進行相關性分析，同時可製成圖表方式呈現，以方便軌道管理者判讀並掌握軌道平整狀況。

表 3.2.3 LABOCS 分析

使用LABOCS進行軌道不規則性和列車振動之間的相关性

- 同時繪製軌道不規則度數據（距離軸資料）和列車振動資料（時間軸資料）
- 用設施資料同時繪製圖表，以獲得直觀理解



(4) 軌道不整之測量與評估：

在日本測量軌道高低與方向有兩種方法；慣性測量及弦線測量，無論是何種檢查方式都可以轉換成波形的兩種評估方法，日本評估方法係採用 10 米弦長，和臺鐵局目前規定相同。每家 JR 公司都根據下表(表 3.2.4)敘述值設定自己的參考值：

表 3.2.4 軌道不整容許值

參考值的例子（例如：JNR）。

· 每家JR公司都根據這些設定自己的參考值

(昭和 47 年 4 月制定 日本国有鐵道軌道整備基準規程)

種別 / 變化 種別	乙修繕整備基準値				丙修繕整備基準値				仕上り基準値	
	甲線	乙線	丙線	丙線 中點 基準	甲線	乙線	丙線	丙線 中點 基準	各線別とも共通	各線別とも共通
軌間	+10 (+6) - 5 (-4)				R > 600 20 (14) 600 ≧ R > 200 25 (19) 200 ≧ R 20 (14)				(+1)	(0)
水準	11 (7)	12 (8)	13 (9)	16 (11)					(4)	(2)
高低	13 (7)	14 (8)	15 (9)	19 (11)	23 (15)	25 (17)	27 (19)	30 (22)	(4)	(2)
通り	13 (7)	14 (8)	16 (9)	19 (11)	23 (15)	25 (17)	27 (19)	30 (22)	(4)	(2)
平面性					23 (18) (カントの過減量を含む)				(4)	(カントの過減量 を含まない)

· “乙”這指著於舊的“維護目標值”，用於計畫的軌道維護。
· “丙”這指著於舊的“維護極限值”，用於非常規軌道維護。

· 這設置了“安全極限值”以禁止脫軌，如果超過了這極值，列車運行就會停止。

表 3.4.1 軌道變位限度值

種類	限度值
高低	±40 mm
通り	±36 mm
平面性	±27 mm
軌間	+43 mm -13 mm

· 括弧外的數值是載入的數值，括弧內的數值是未載入的數。
· 縱向水準和排列的數值是針對10米弦的數值。
· 扭曲的數值在5米之間。

(5) 近期的工作：

RTRI 目前已研發用於支援列車巡查的智能手機 APP：列車巡查員 (Train Patroller)，可安裝於駕駛室前側玻璃上，目的在於為獲得適合鐵路的數據和更簡單的操作。該手機可以測量列車振動及有字幕訊息前視影像(如公里數、加速度和火車速度)。在蘋果 iPhone 系列環境操作，可獲得三軸加速度和角度、聲音、影像、GPS 等訊息，能以 4K 分辨率確認軌道狀況，進而掌握軌道不整處所，排定維修計畫加以整修。

我們開發用於軌道檢查的 APP

- “火車巡邏員”是在公路應用的基礎上開發的，以便獲得適合鐵路的數據和更簡單的操作性。
- 這一應用還沒有向公眾開放。



圖 3.2.11 軌道檢查 APP

■ 議題交流：

- (1) 臺鐵局提問：臺灣曾經發生異物入侵如牛隻闖入軌道事件，請教日方防範解決對策？

RTRI 答覆：日本也會發生野生動物闖入軌道造成營運暫時中斷事件，如青梅線就曾發生小鹿闖入軌道事件，防範對策係沿野生動物常出沒地點加置圍籬予以隔絕，另外也有學術機關研究野生動物習性，從音頻、氣味、燈光環境及生理因素考量驅趕方式，確保列車行駛及野生動物安全。

- (2) 臺鐵局提問：日本軌道業者是否有每日通車前必須巡軌一次機制？

RTRI 答覆：日本高速鐵路新幹線有實施每日營運前，全面巡軌機制。至於傳統鐵路 JR 公司，因夜間尚有旅客營運班次及貨物列車運行，列車空檔時間很短並沒有規定要有營運前巡軌機制，但會落實每日收工檢查作業。另造訪東京地下鐵綜合研修訓練中心，亦提出相同問題請教，經該訓練中心接待人員回覆亦無相關規定，惟強調各站員工如有工程作業施工，會在其轄區路線巡視，確保行車安全。

4. 第二場 臺鐵行車事故發生後之檢討及安全教育訓練

(The Review and Safety Training after accident occurred in TRA)

本次研討會第二場的主題是「The Review and Safety Training after accident occurred in TRA」，之所以選擇這主題，是有鑑於臺鐵局行車事故仍發生頻繁。因此，如何預防員工不遵守規定，而避免事故再次發生，是臺鐵局刻不容緩需解決的議題。

鐵路系統意外事故的原因類型，大致上可區分為「天然災害」及「系統災害」兩種。「系統災害」又可區分為因「人為因素」造成之災害，以及因「系統設備因素」所致之災害。根據美國國家運輸安全委員會所做之調查，天然災害占整個鐵路事故類型比例極低，其中，是以系統災害中之「人為因素」災害最為嚴重。因此，如何降低「人為因素」所導致的行車事故，成為各鐵路機構最首要的課題。

有關如何降低「人為因素」所造成的行車事故，臺鐵局認為「安全教育訓練」扮演非常關鍵的角色。而安全教育訓練的作用，主要有下列四大功能：強化員工安全觀念、提升員工安全知識、增強員工安全技能、培養員工緊急事故處理能力。



圖 3.2.12 陳副局長與第二場次研討議題蔡宜家科員及 RTRI 增田貴之合影

■ 臺鐵局發表重點 (營運安全處 蔡宜家科員)

(1) 臺鐵局事故案例分享：海端站道岔維修作業工作人員遭撞擊

第一項案例是發生於 2021 年 2 月 23 日，臺鐵局工務處軌道作業人員於白天在海端站的軌道上進行轉轍器維修，同一時間點，臺鐵局電務處辦理電力維修車駕駛實習訓練，然而行駛至海端站時，不幸撞擊正在軌道上工作中的 3 名軌道作業人員，導致憾事發生。事故發生後，我們分析並發現主要有 2 項原因：

A. 軌道作業人員未察覺電力維修車駛近

作業前，軌道作業人員隸屬單位（池上工務分駐所）未收到電力維修車行駛電報；作業中，軌道作業人員未查看列車時刻表，且未遵守規章規定指派瞭望員與列車監視員；再加上維修作業現場施工聲音吵雜，亦未聽見電力維修車喇叭聲。

B. 電力維修車駕駛未適當控速

其背後因素是該駕駛僅是一名實習人員，不但對列車操控不熟悉，而且於應慢行區間還超速行駛。

針對前述的事故原因，臺鐵局提出相對應的改善措施：首先，除了必要性的緊急搶修，禁止於白天進行軌道維修作業。再者，檢討電報傳送後追蹤確認的管理機制，確保運務、工務、機務、電務處橫向聯絡機制能有效傳達。最後，辦理事故後之員工安全教育訓練，重申臺鐵局相關規章規定。

本起事故是由於員工未遵守規章規定所導致，於事故後之安全教育訓練主要採取課堂培訓方式，向員工說明事故發生的原因，以及宣導相關規章規定，期望提升員工的安全意識。

(2) 臺鐵局事故案例分享：潮州基地調車機出軌

第二項案例是發生於 2022 年 8 月 5 日，臺鐵局潮州調車場進行調車時，因調車員及司機員皆未注意調車路線上之脫軌器尚未移除，次因司機員未依規章規定減速行駛調車，以導致突然發現脫軌器時剎車不及，造成調車機出軌。本次事故經分析，發現主要有 3 項原因：

A. 調車機司機員未依規章規定於「停車再開標誌」前一度停車。

B. 潮州調車場調車員為替班人員，對調車場站環境的熟悉度不高。

- C. 潮州調車場內的運務處與機務處橫向聯繫未落實，即調車前，值班站長和調車員未確認機務處檢車段是否仍在車庫內進行車輛維修，司機員與調車員亦互相未確認調車路線是否保持開通。

針對剛所提之事故原因，臺鐵局亦研擬相對應的改善措施：首先，建立潮州調車場調車的工作規約，由運務、機務單位指定單一窗口相互傳遞資訊，落實橫向聯繫機制。另外，針對此次事故，亦辦理員工安全教育訓練。

本次安全教育訓練，除了加強宣導調車時應依規章規定辦理，如調車時應於「停車再開標誌」前一度停車、調車行駛速度不宜過快等；亦透過實踐培訓，讓員工熟悉調車作業流程與調車場路線環境。

(3) 總結

臺鐵局行車事故發生後，除了找出事故的直接原因，亦透過魚骨圖或瑞士起司理論方式，分析事故的間接原因。藉由人員、設備、程序、環境、管理、材料等六個構面，進行事故分析及研擬改善對策。接著，於分析事故原因後，針對可歸責於臺鐵局的行車事故案件，藉由設備面、規章/制度面之修正，或者是加強員工安全教育，最後再透過考核的方式來檢測所採取的改善措施之有效性。臺鐵局現行辦理方式主要有課堂培訓與實踐培訓二種方式。在「課堂培訓」的方式上，臺鐵局主要有 3 種作法：

A. 製作事故檢討及防範對策簡報

依據前述所提的魚骨圖與瑞士起司理論分析方式，將分析後的成果做成簡報，凸顯事故發生的關鍵訊息，讓員工能清楚瞭解事故始末，並搭配宣導臺鐵局相關的規章規定，用以提升員工對於鐵路的安全知識。

B. 製作事故快報

臺鐵局營運安全處於每起事故發生後皆會製作「事故快報」，用以告知各個所屬單位。各單位於收到事故快報後，會將此快報公告於布告欄，並納入單位平時例行的教育訓練中，提醒每位員工避免類似疏失發生，以助於強化員工對於鐵路的安全觀念。

C. 製作教育訓練影片

除透過文字向員工說明外，臺鐵局亦製作鐵路行車相關主題的教學或演練影片。藉由簡單清楚又活潑的解說方式，提升學習意願，使員工

清楚的看到技能或過程的實際操作。而且教育訓練影片讓員工皆能隨時隨地學習，若有不熟悉的地方，也可重複觀看，助於提升員工對於鐵路的安全知識。

另一種辦理教育訓練的方式是「實踐培訓」。實踐培訓提供員工實際應用知識和技能的機會，此方式有利於將理論知識轉化為實際應用。另外，實踐培訓可以模擬實際工作場景、業務運作流程或應急情況，讓員工能夠熟悉和應對真實情況，從而提高其應變和應對能力。因此，實踐培訓有助於增強員工安全技能與緊急事故處理能力。

■ RTRI 發表重點

(1) Human factors leading to railway accidents (By Takashi Kyotani 京谷隆)

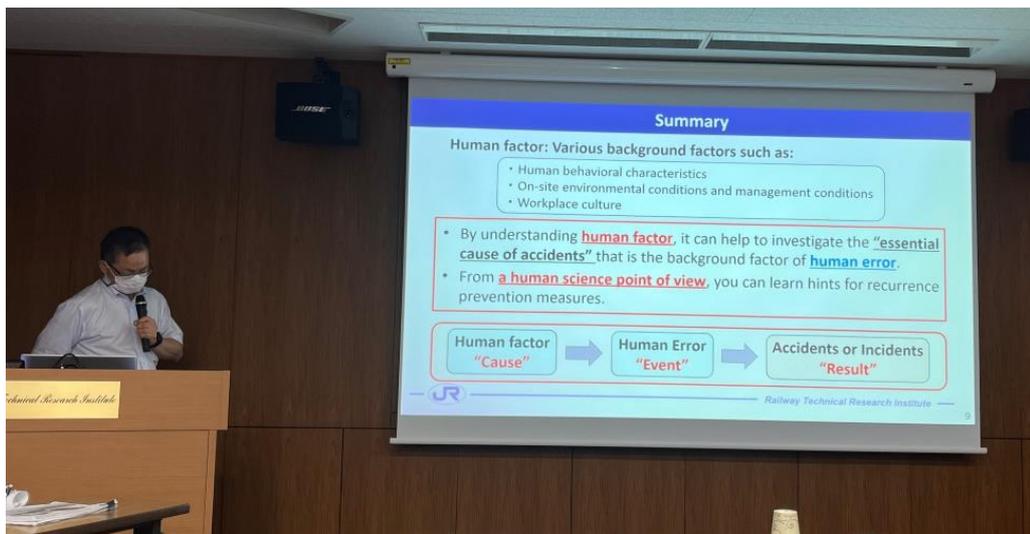


圖 3.2.13 RTRI 人文科學研究部舒適工程實驗室 主任研究員京谷隆報告

本次主題為「Human factors leading to railway accidents」，是有關「人為因素」與「行車事故」聯結的介紹。首先，從「人為因素」角度，可瞭解「行車事故」是如何發生。這是因為「行車事故」的發生，往往是由繁雜的「人為因素」所致。因此，需要透過清楚瞭解「人為因素」，始能研擬相對應之安全對策。

「人為因素」有許多類型的背後因素，包含人類行為特徵、現場環境條件和管理狀態、職場文化。理解「人為因素」之目的除了有助於調查事故發生的基本原因，此亦是「人為錯誤」的背後因素。另外，藉由人文科

學的角度，可得知預防事故再次發生措施的要領。

從鐵路行車事故的歷史脈絡發現，排除設備技術的部分，「行車事故」多源自「人為錯誤」導致。其中，「人為錯誤」行為包含了忽略需確認的事項、違反規定、缺乏溝通等行為。一般來說，時常對於「人為錯誤」的觀念有所誤解，包含「傾向認為事故原因是由於事故當事人的粗心和缺乏責任感所導致」、「預防事故再次發生的措施往往僅止於處理事故當事人」。

「人為錯誤」是誘發造成「行車事故」之原因，故要改善的話，必須先改善「人為因素」。「人為錯誤」如果處理不當，就成為事故和事件的原因。因此，欲降低「人為錯誤」的前提，須先瞭解何謂「人為因素」，始能採取相關對策。有關「行車事故」、「人為錯誤」和「人為因素」間之關聯請詳見圖 3.2.14。

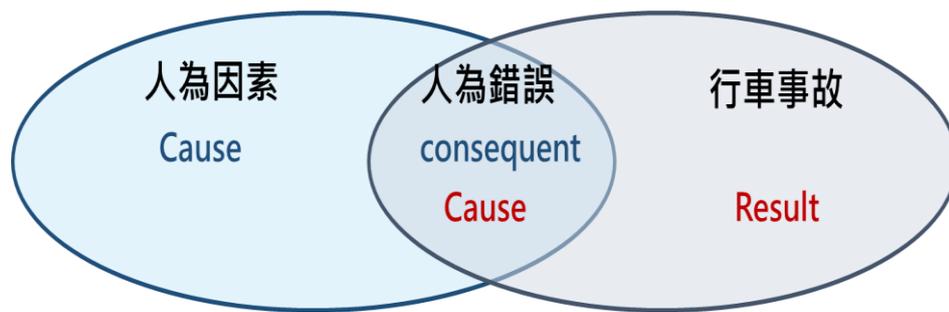


圖 3.2.14 「行車事故」、「人為錯誤」和「人為因素」間之關聯

以下透過一件虛構的案例，分享潛在的「人為因素」有哪些內容。此案例是一路線上，列車由右至左行駛，且此路線為全天候單人駕駛，其沿線車站月台有規律地輪流交錯出現於列車的左側和右側（如圖 3.2.15 之 Station B~E），惟終點車站的前一站（如圖 3.2.15 之 Station A）是例外與前一站（如圖 3.2.15 之 Station B）為同一側，為一不規則之車站月台安排。列車上坐了約 20 名的學生，中途車站下車旅客甚少，多是在學校所在地的終點車站下車。

本起事故係源自於當列車駕駛員走到 Station A 時，駕駛員應以「指認呼喚」檢查通過查看站名和站台位置，但駕駛員只叫了一聲「Station A, left！」，駕駛員根據軌道左側的停車標誌啟動煞車，駕駛員的程序是在停

車後檢查月台位置，在停靠站台後，該駕駛員隨即按下了左側開門開關。緊接著，他注意到有一個人從月台右側盡頭走過來，他才意識到月台是在右邊。此駕駛員立即關閉車門，但列車門已打開約 80-90 公分。其中一名乘客當時靠在車門上，停車中失去平衡而跌倒。

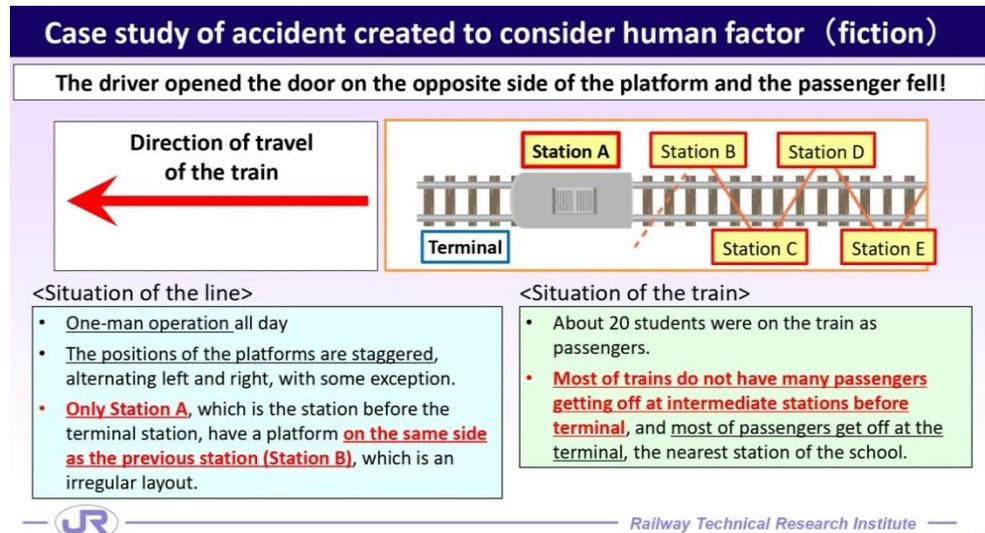


圖 3.2.15 「人為因素」研究的虛構案例

此虛構案例中之「人為錯誤」及其背後的「人為因素」，首先，該駕駛員於日常工作中缺乏可靠的工作意識，即檢查路線單時，該駕駛有時會以指認確認呼喚方式檢查，但有時該駕駛沒有按規定執行。再者，該駕駛員駕齡雖有 40 年，但於 2 個月前才被調到該線路，於調職後該駕駛員未受到任何進一步指導，向其說明為何在確認線路單上的列車時，必須以指認呼喚來檢查及確認。

總結而言，「行車事故」的背後有導致其發生之「人為錯誤」；「人為錯誤」發生的背後有其「人為因素」；而「人為因素」中亦包含許多背後因素。故藉由理解「人為因素」有助於釐清「行車事故」發生的真正原因，研擬相應的預防事故再發生的措施。

(2) Safety Education Training (By Takayuki Masuda 增田貴之)

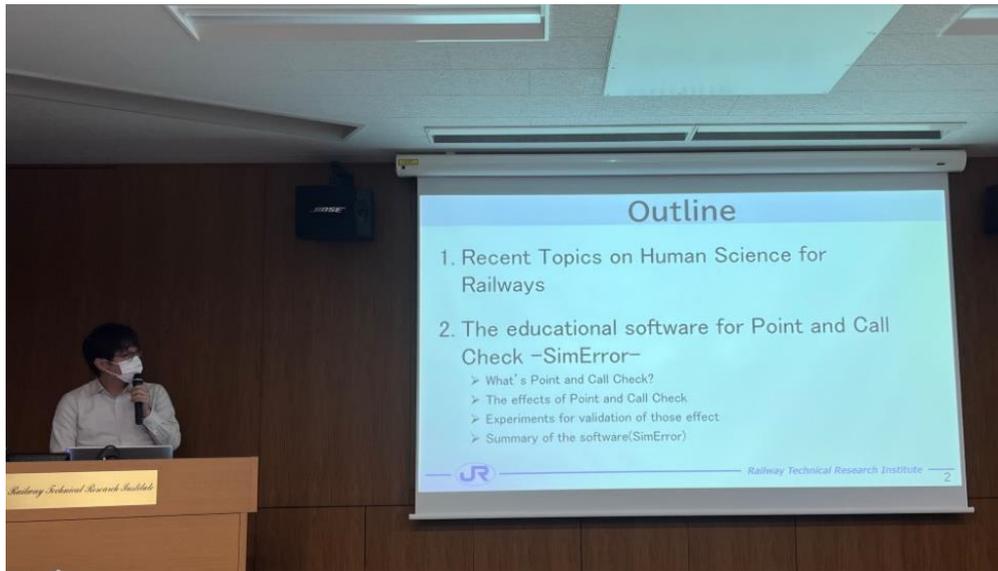


圖 3.2.16 RTRI 人文科學研究部安全心理學實驗室 主任研究員 增田貴之報告

RTRI 人文科學研究部的目標在於瞭解操作鐵路的使用者，以及進行研發用以提高鐵路系統的安全與舒適。本次研討會選擇的題目為「**Safety Education Training**」，並將主題聚焦於「指認呼喚」。

何謂「指認呼喚」，即是手指指向目標物並大聲敘述其意義，其執行上有 5 大要素步驟(如圖 3.2.17)。實際應用上，鐵路列車駕駛員行車「指認呼喚」的標的包含交通號誌燈、時刻表、時鐘、氣閘指示燈、速度表等項目。其目的是為了鐵路行車安全，為避免人為和檢查錯誤，以及為保護乘客和自己的安全。此外，藉由指認呼喚可達到下列五種效果。

- A. 要素 1：手指指認。
用以將眼睛正確固定在檢查標的，以及抑制衝動行為。
- B. 要素 2：呼喚確認。
用以加強記憶，以及偵測錯誤。
- C. 要素 3：手指指示與呼喚確認。
用以保持清醒。



圖 3.2.17 執行「指認呼喚」5 大要素步驟

近年來，教育領域中開始注重採用能動學習的方式，不再是單向性的講課，是透過參與和體驗來學習，而 RTRI 亦研究開發透過思考和體驗來學習的教育方法。爰此，為驗證指認呼喚的效果，RTRI 設計相關體驗實驗如 SimError 軟體。該軟體的目的在於讓操作者感受手指指示與呼喚確認，以及從經驗上瞭解這些效果。該軟體中設計 5 項不同類型主題：點陣計算任務、剪刀、石頭、布任務、色彩記憶任務、瞬間決策任務、時鐘任務。

使用 SimError 軟體的整體教育訓練流程如圖 3.2.18 所示。以點陣計算任務為例，首先學員先體驗不使用「指認呼喚」來計算圖中圓圈（○）數量（如圖 3.2.19）；接下來再請學員使用「指認呼喚」來計算。計算體驗結束後，將答錯比例的成果回饋予參與的學員，證實未使用「指認呼喚」的答錯比例較有使用高。搭配講師的說明分析「指認呼喚」的意義、效果、重要性，以及「指認呼喚」與平常工作間的關係。最後透過小組討論，參與的學員討論使用「指認呼喚」與分享過去的事故或事件經驗，加深學員瞭解「指認呼喚」之重要性。

SimError Overview

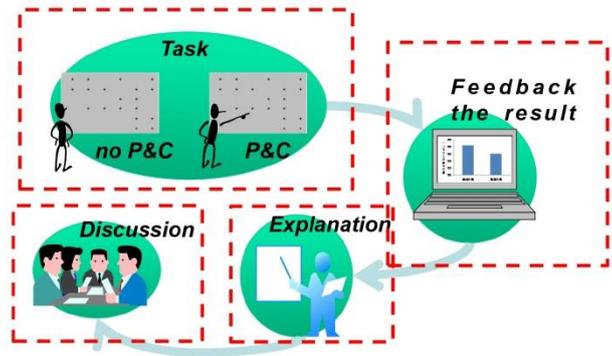


圖 3.2.18 SimError 軟體教育訓練整體流程

Tasks in SimError : Dot Counting

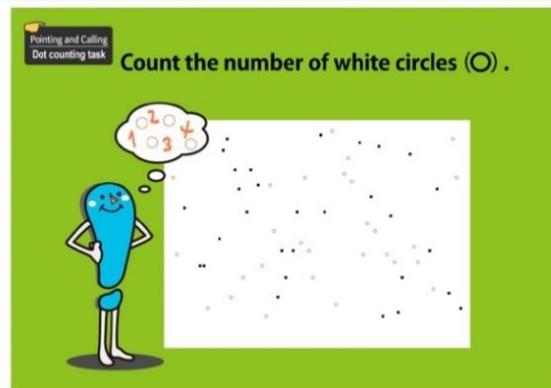


圖 3.2.19 SimError 軟體體驗計算圓圈 (○) 畫面

■ 議題交流

- (1) 臺鐵局提問：「触車事故防止ルールの遵守徹底に向けた安全教育法の開発」報告中提及「遵守規章」此項行為易受到職場文化的影響，若上司或同事容忍不遵守，則不遵守可能更容易發生。因此，欲請教 RTRI 會建議鐵道機構平時如何培養或維持「遵守規章」的職場文化。

RTRI 答覆：為了培養和維護一個遵守規章的工作場所文化，重要的是實施能夠讓所有人參與的倡議。「預防人車碰撞事故的徹底遵守規章安全教育方法」不需要大規模的設施來實施，包括貴局體驗過的虛擬實境培訓在內，這是一項可藉由於工作場所向每個員工進行的教育，由各工作場所的主管負責教授相關課程。

- (2) 臺鐵局提問：臺鐵局新進員工除於員工訓練中心受訓外，於單位現場實作學習時多採取「師徒制」方式，由資深員工親自帶領新進員工熟悉工作環境和內容。惟此方式有部分缺點，如若遇到觀念不正確或觀念雖正確卻不擅於教導之資深員工，將使新進員工學習效果打折。因此，欲請教 RTRI 會建議鐵道機構如何設計現場實作訓練方式？

RTRI 答覆：為了有效地將領導者和主管的培訓應用於現場的新進員工，提升現場領導者和主管的領導能力非常重要。因此，RTRI 開發了一種用於現場領導者和主管的溝通促進方法，以及於發生異常時進行面談的方法，用以支持現場領導者和經理培訓新進員工的實施。

- (3) 臺鐵局提問：日本鐵道公司於員工不遵守規章造成之鐵路事故發生後，所採取預防事故再發生之安全教育訓練方法。

RTRI 答覆：除了上述京谷先生和增田先生所介紹的內容之外，日本鐵道公司皆有制定教育培訓，努力實現鐵路行車安全。舉例來說，誠如京谷先生所言，日本鐵道公司準備教育課程，藉由教師來培訓員工；另一種方式誠如增田先生所提，透過實際感受到之效果來教育員工的方法。綜上所提，若結合上述二種教育方式執行，將能提高員工的安全意識和知識。

- (4) 臺鐵局提問：針對同一名員工不遵守規定情事一再發生，日本鐵道公司如何進行改善？

RTRI 答覆：在日本鐵道公司中，員工不遵守規定情事的行為，因為知道該

行為是危險的，故鮮少會去這麼做。導致違反規定所造成的行為約有二種原因：一種是員工「蓄意」違反規定，一種是員工「不小心」違反規定。雖沒正確的統計數據做依據，但於日本鐵道公司中，員工蓄意去違反規定的情況是很罕見的。若是針對同一名員工不遵守規定，將會透過教育訓練方式，向該名員工說明整個過程，若不遵守規章的話會有何不良後果，模擬種種可能會發生的異常情形，提高員工的應對能力。

- (5) 臺鐵局提問：日本鐵道公司於採取相關安全教育或預防作為時，所遇之困難與其解決方式。

RTRI 答覆：以路線維修為例來說，因該作業由許多公司承包，無法單一去教育不同公司的員工，相較來說，在列車駕駛訓練上，駕駛是同一間公司，故在此方面可做統一的教育訓練。

- (6) 臺鐵局提問：於臺鐵局本次研討會簡報中所提之兩案行車事故，對於臺鐵局所採取之教育訓練方式能否提供建議，俾利精進。

RTRI 答覆：最重要的是提供員工完善的教育訓練，讓員工熟知為何會有該規定，說明遵守規章的原因和理由。

5. 第三場 平交道安全防護標準及設備精進

(Level crossings with safety measures)

本次研討會電務處選擇的主題是「Level crossings with safety measures」，之所以選擇這主題，是因為臺鐵局正在討論平交道全遮斷及自動障礙物偵測是否納入制式設備的議題。

平交道是鐵路運輸中最危險的節點，隨著交通量增加，對安全的挑戰也日益提高，且近幾年臺鐵平交道死傷事件有上升趨勢，除積極宣導加強用路人經過平交道前之應注意事項及用路觀念外，也藉由改善工程來提升鐵路營運安全，減少列車運行之突發事故。



圖 3.2.20 第三場次研討議題李彥儀科長及 RTRI 藤田浩由合影

■ 臺鐵局發表重點 (電務處 李彥儀科長)

(1) 平交道的種類：

目前臺鐵局平交道種類分為四種，除第四種目前臺鐵已經廢除外，其餘三種共有 418 處平交道。

第三種平交道是目前最普遍的平交道類型，在交通尖峰每小時通過列車 30 次以下且(a)平交道跨越正線 4 線以下(b)警報機閃光視距 45 公尺以上

(c)警報時間 30 秒以上。簡言之，滿足以上三種條件，就歸類為第三種平交道，設自動警報機及自動遮斷機，不派看柵工駐守，必要時得臨時派員防護。不滿足三種條件則歸類為第一種和第二種。第一種平交道設遮斷器及警報裝置，並應晝夜派看柵工駐守。第二種平交道與第一種平交道類似，但連續 6 小時以上無列車通過，設備裝置與第一種相同，在「規定時間」內派人看守。第一、第二種都須派看柵工看守，只差別在是否在規定時間，此兩種平交道因為縱深關係，如果用自動遮斷機，用路人可能來不及通過平交道，因此才派看柵工防護。

(2) 平交道設施

平交道基本設備包含有警報機柱、警報機、閃光燈、小型方向指示燈、平交道告警緊急按鈕、1933 聯絡電話、監視器告示牌等。

- A. 警燈(紅色閃光燈，40~60 次/分)、警鈴(100~200 次/分)。警報機柱上另加設有 X 型警示標誌。
- B. 告警緊急按鈕於第三種平交道入口方警報機柱上裝設「緊急按鈕」(第一種平交道裝設於看柵工房)，車輛因故卡於平交道上、或遇有緊急事故時，可按壓此按鈕通知列車司機(按壓緊急按鈕後藉由防護無線電及告警號訊機通知列車司機)注意運轉，減少事故發生。
- C. 方向指示器於入口方警報機柱上另裝設有 LED 列車方向指示標誌，部分平交道並裝設有大行列車方向指示器，於平交道警報啟動後，以相對應箭頭顯示方式顯示列車行駛路線別及方向，提醒用路人列車運行狀況，可預防列車於平交道上交會時因用路人疏忽發生事故。
- D. 障礙物自動偵測設備使用紅外線光束偵測，當列車接近平交道，且偵測平交道有障礙物時，以語音告警方式警告人車儘速離開平交道，另以防護無線電及告警號訊通知列車司機。

II 、 Improvements on Level Crossing Equipment(2/7)

◆ Automatic Detection System

- Use thermal and radar detection systems. The detection area changes from 75cm-150cm to 30cm-300cm by comparison with the old one using point-to-point scanning by infrared laser light. Once the obstacle is detected, the recorder will feed back to the driver via radio for early response and thus reduce the occurrence of accidents.
- Has been applied to 257 level crossings since June of 2022.

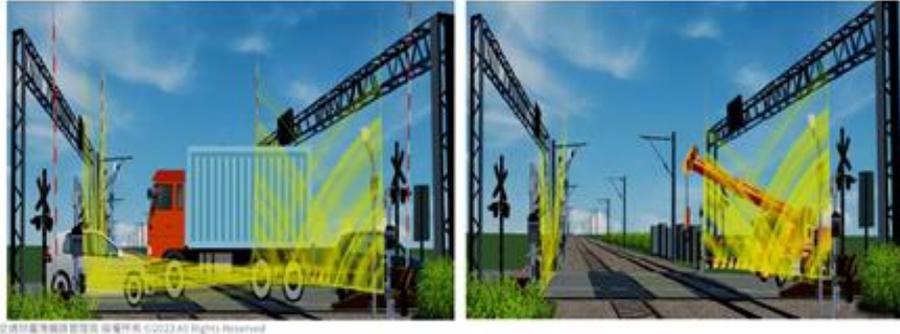


圖 3.2.21 障礙物自動偵測介紹

(3) 平交道設備精進

- A. 緊急按鈕在出口方側增設，原緊急按鈕僅在入口方側，現出口方側增設，使平交道四個角落都有緊急按鈕，緊急時方便使用。
- B. 障礙物自動雷達偵測的偵測系統，與舊版紅外線雷射光點對點掃描系統相比，偵測高度範圍從原本紅外線的 75 公分至 150 公分，擴大到 30 公分至 300 公分，而且是整個區域偵測，例如圖 3.2.21 中吊臂侵入，在以往的紅外線是無法偵測的，一旦偵測到障礙物，將透過無線電反饋給司機員提早因應，降低事故發生率。
- C. 障礙物自動偵測採熱感應攝影機是為了要補足氣候因素干擾，與雷達偵測交叉比對，增加系統的準確度。

■ RTRI 發表重點

Level crossings with safety measures (By Hiroyuki Fujita 藤田浩由)



圖 3.2.22 RTRI 信號技術研究部 電氣電子部門 主任研究員藤田浩由報告

本次主題為「Level crossings with safety measures」，RTRI 的題目與臺鐵局相同，可見雙方對於平交道安全是有共識的，更何況臺鐵的設施與日本很多相同之處，增添研討時的共鳴。

(1) 日本平交道歷史介紹

日本早在 1924 年軌道法設置，當列車行經道路口時以閘門關閉道路側，並在 1930 年左右將平交道警示器標準化，奠定目前平交道設施的雛形，在第二次世界大戰後汽車交通量遽增，加上鐵路路線增加，平交道事故成為社會問題，因此 1960 年道路交通法第三十三條第一項規定車輛行經平交道時，在設有平交道的路段前須停止，且須確認安全後始得通過。設有信號機時可遵從信號機行進無須停止。研究單位也說明鐵道運輸事故中 40% 發生於平交道，當後續政策逐漸減少平交道的數量，統計顯示平交道事故也跟著減少，可見平交道數量減少是有效的方法。

Accident of level crossing

- Accidents of level crossing account for 40% of operation accidents of railway
- Numbers of LCs accidents have been decreased, as the numbers of LCs decreases



圖 3.2.23 平交道數量減少與事故成正相關

(2) 安全設備概要

- A. 平交道設備包含警示燈、警示標誌、警示喇叭、方向指示器、障礙物警示按鈕、遮斷機，基本上與臺鐵設施非常相似。其中遮斷桿的設置議題，是本次考察一大重點，根據鐵道技術基準省令第 62 條解釋基準 3 規定。
 - I. 遮斷桿應遮斷鐵路兩側道路的全部寬度。
 - II. 應設於面向平交道左側(日本車輛靠左行駛)，但依照設施狀況無法設置的場合不在此限。
- B. 列車偵測/平交道控制：平交道的列車偵測位置設計為有足夠的時間來警告並放下柵欄，鐵道公司會依據該平交道通過列車的最高速度及平交道長度來設定偵測的起始點。平交道亦設計為「失效自趨安全」，若發生偵測列車失敗，仍持續警示狀態。
- C. 障礙物偵測裝置/障礙物告警設備：設備主要分成兩大類，一類是紅外線偵測，另一類是 3D 雷達偵測。紅外線偵測是早期的產品，已經使用很長一段時間，因為光線是點對點成一直線，靠著障礙物遮斷光線來偵測，畢竟在平交道安裝位置有限，所以會有偵測死角；後來障礙物偵測升級成雷達偵測，從直線偵測變成區域面積偵測，改善了偵測死角的問題。

(3) 降低事故的安全措施

- A. 改善平交道警示燈能見度：原本的平交道警示燈只有單面，假如駕駛人從平交道側邊而來，需接近平交道正面時才看得到警示燈，因此將警示燈改良成 360 度全方位警示燈，增加警示燈能見度。

- B. 警示控制及列車防護：目前日本大多數路線列車防護，尚須靠司機員控制煞車，簡言之，當偵測到障礙物時，告警訊號傳送至八百公尺外的告警號訊器，由司機員判斷煞車；雖說現在已經有 CBTC(Communications-Based Train Control)系統，可以運用在列車與地面設備間的通信來控制列車行進與煞車，因為靠著 CBTC 來自動停止列車，所以障礙物偵測的精準度就顯得更重要，簡報者說目前僅一部分路線使用。

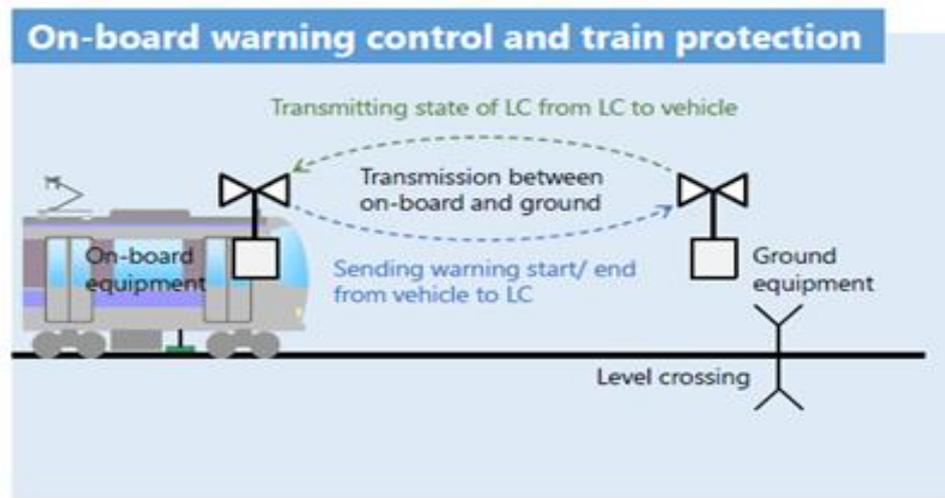


圖 3.2.24 CBTC 機載警示控制與列車防護

- C. 提高障礙物測量準確：簡報者說明紅外線偵測系統，原是針對汽車、貨卡車等大型障礙物體，免於行駛列車遭受強烈撞擊。惟基於保護行人穿越平交道及紅外線於部分區域有死角之缺點，進而開發了 3D 雷達偵測，建置初期發現以下幾個問題並改善解決：
- I. 下雪等飛落障礙物干擾，因為偵測系統無法分辨而造成告警困擾，研究人員使用飛時測距（ToF：Time of Flight）這個技術來克服，因為雷射光大面積發射出去，透過接收反射回來的數據發現障礙物中間可以穿透，分析離散數據測得可能是下雨或是下雪。
 - II. 因為裝置初期為避開貓狗小動物等干擾，將偵測區域拉高，但是考量到行人有可能行走平交道中間跌倒，這樣有可能無法偵測到，因此改良一種追蹤程序，只要移動速度緩慢或是行進到一半消失，系統分析後啟動告警。

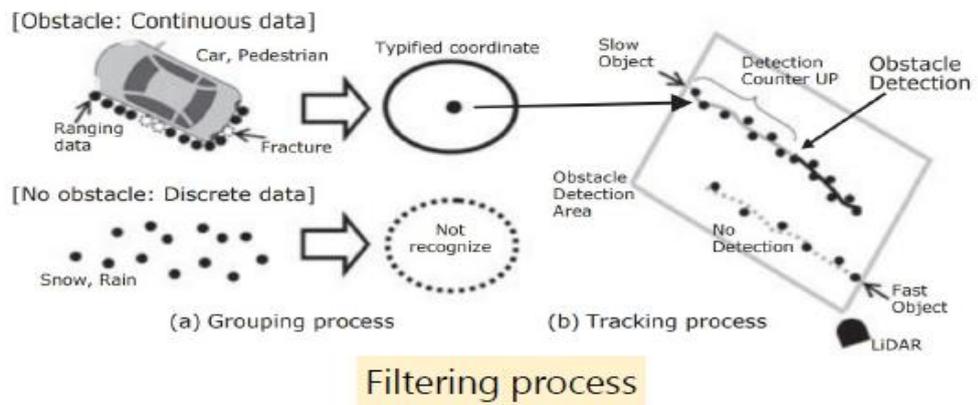


圖 3.2.25 篩選程序示意圖



圖 3.2.26 平交道電纜防護

■ 議題交流

- (1) 臺鐵局提問：是否曾有平交道誤偵測或偵測告警已通知列車停下，但是沒發現任何障礙物？

RTRI 回覆：有，偵測到貓狗等動物，列車停下時並沒發現任何異狀。所以開發階段特別針對物體體積偵測、物體動作捕捉判斷是否為人類，但是誤告警當時最難解決的是下雪及積雪的偵測，不過目前已經克服了。

- (2) 臺鐵局提問：請問遮斷桿遮蔽範圍如何？有間隙會造成人員闖入嗎？

RTRI 回覆：在日本是規定要全遮斷的，但是並沒規定間隙的大小，目前就是盡可能不要有間隙；遮斷桿放下就表示禁止通行，不會因為間隙大小而闖入。

- (3) 臺鐵局提問：日本闖越平交道罰則？

RTRI 回覆：只要沒有停看聽就得罰 9000 日圓；闖越或搶越平交道罰 12000 日圓及交通違規扣點。行人沒有罰則，但是交通規則宣導教育執行得很徹底，而且從小學教育就開始，教導小學生如何正確通過平交道，鐵道公司、警察、學校會聯合講習。

- (4) 臺鐵局提問：列車在平交道附近交會，造成遮斷桿升起又馬上放下，是否有相關保護措施？

RTRI 回覆：此情況是有的，目前有 CBTC 系統可以應用，如果系統偵測到有兩班列車接近平交道，第一班列車通過後，遮斷桿就會持續保持放下，待交會列車通過後才升起。

- (5) 臺鐵局提問：平交道附近纜線眾多，電纜是如何防護？

RTRI 回覆：平交道附近是使用水泥線槽防護，穿越平交道的徑路，是埋設管道，兩端用大型手孔引出纜線。

6. 閉幕式(如圖 3.2.27)

(1) 日本鐵道總研(RTRI)宮內瞳副部長致詞：

今天研討會的每項議題都是由貴單位先進行簡報貴單位近年努力的成果，並提出有待討論的議題。再由我方簡報努力之成果與對日本相關鐵道營運單位的執行現況進行說明，再逐項針對貴單位所提出的討論議題，提出我方初步的看法以進行交流討論，一整天都進行了充分且真摯熱烈的討論。後續我將非常高興與期待未來臺灣與日本的鐵路技術能持續進一步發展、合作。

(2) 臺鐵局陳仕其副局長致詞：

感謝日本鐵道總研參與的各位先進，不吝分享寶貴經驗。今天三個場次的議題研討已順利圓滿結束，相信臺鐵局的同仁獲益良多。這使我們不僅能瞭解目前日本各項鐵道技術發展的新趨勢，更開啟了許多新思維。臺鐵局肩負臺灣環島運輸之重大責任，近年來各部門皆面臨新的挑戰，因此我們除了透過技術合作交流，也積極推展國際軌道技術研究及人才培育。期待藉由經驗之回饋提升整體人才素質，引進國外的新技術及工法提升國內技術，以帶動創新研發，我再次代表臺鐵局感謝今天參與會議所有人員。明年臺鐵局即將公司化，會有新的經營理念及作為，歡迎日本鐵道總研(RTRI)的朋友，明年能來臺灣再一次進行交流。



圖 3.2.27 閉幕式後參訪團員與 RTRI 研討團隊合影

(三)日本鐵道總研(RTRI)總部實地參訪

1. 軌道技術研究部門(慣性中弦偏移)

軌道技術研究部下設軌道結構實驗室、軌道/路基實驗室、軌道管理實驗室及軌道維護實驗室等 4 個實驗室。主要開發節能降耗、噪聲振動等方面的研究。此外，為了應對鐵路技術的全球化，還參與了與軌道相關的技術標準和國際標準的制定。

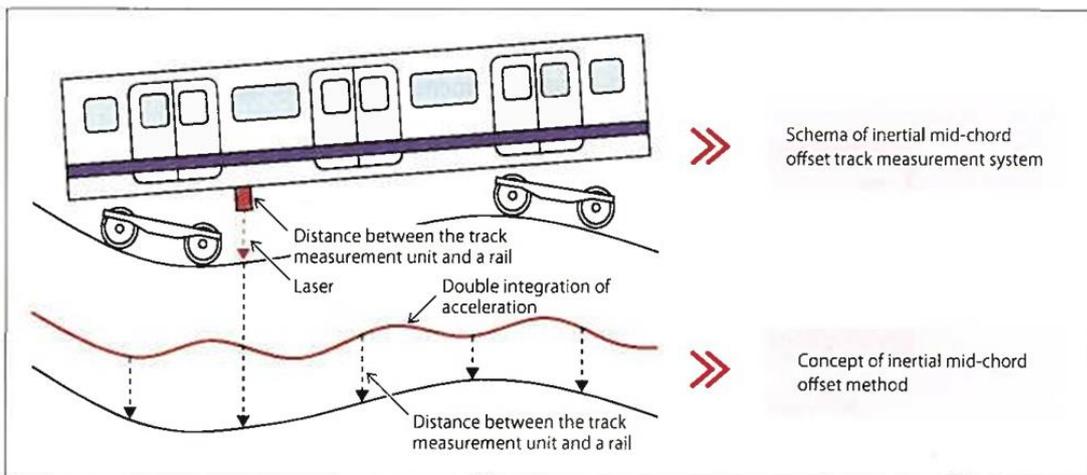
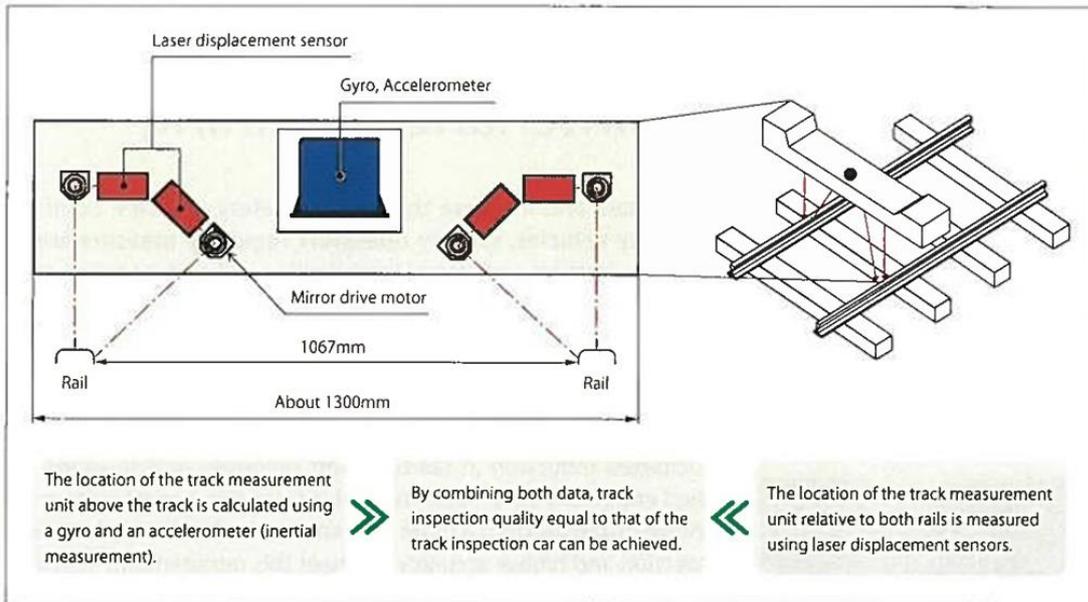
本次技術參訪主要考察日本有關軌道巡檢相關課題，日本軌道檢查概要規定在“鐵路結構的維護標準（軌道部分）”，其中鐵路維護程序於日本「鐵道結構物等維持管理標準」軌道篇有所定義。

目前日本鐵路業者使用軌道檢查車針對幾何形狀(垂直及橫向不規則)進行檢查，一般傳統鐵路大概每三個月進行一次軌道幾何檢查，新幹線路線則為每 10 天進行一次。

RTRI 已開發完成慣性中弦偏移軌道測量裝置，可安裝於商用列車上以實現每日日常軌道巡檢作業。慣性中弦偏移軌道測量裝置係以陀螺儀及加速度計為主，再加上激光位移傳感器等構造而成（參閱 RTRI2018 年 11 月 5 日出版介紹），可測量軌道單元相對兩軌位置，達成軌道不整量測目的。

RTRI 另外業已開發完成 LABOCS 數據庫資料處理系統，針對機械量測數據、其他設備測量數據、軌道幾何數據及設施數據等等，同步分析軌道測量數據，進而掌握軌道狀況，哪些地段軌道有弱化現象？哪些地段軌道車輛異常搖晃等，可供決策者安排維修保養計畫，確保乘車安全性與舒適性。

據 RTRI 人員現場告知，日本至少超過 25 家鐵路公司採用 LABOCS 數據庫資料處理系統，已發出 500 個以上允許操作許可證，證明此系統受到各鐵路業者廣泛採用。



Track inspection using the inertial mid-chord offset method

2. 電力技術研究部門(高速集電弓/架空系統測試設備系統)

這設備可模擬架空線供給電力，以每小時 500 公里高速移動集電弓，以模擬新幹線集電弓的性能，因為直線測試高達 500 公里的高速是不可行的，因此實驗室使用圓盤式(如圖 3.2.29)，集電弓固定、電車線轉動的方式來作測試。

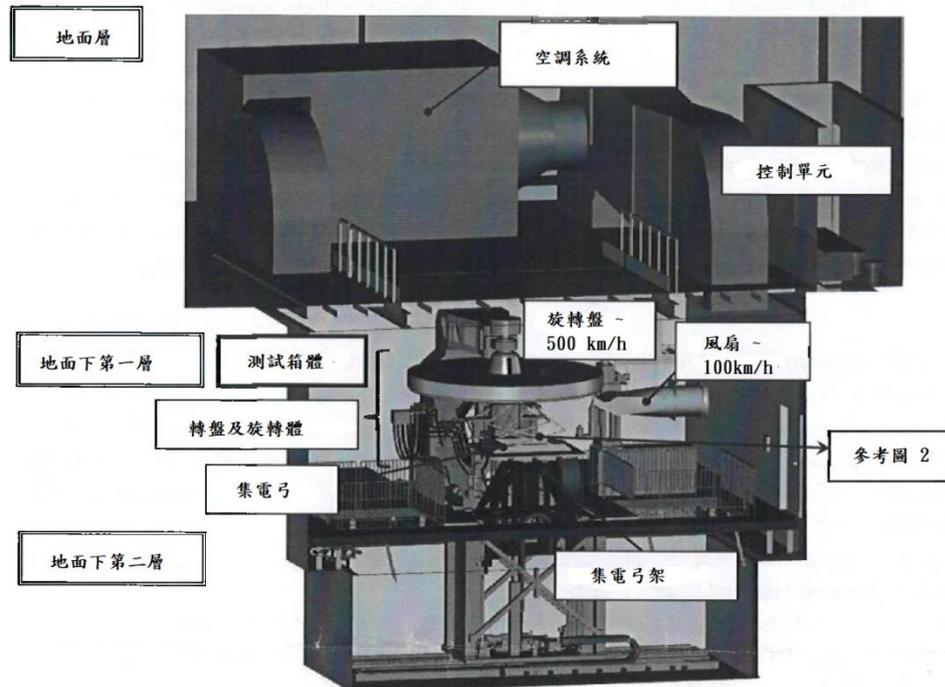


圖 3.2.29 高速集電弓/架空系統測試設備系統

(1) 高速轉盤有以下特點

重現以每小時 500 公里奔馳高速列車時集電弓的移動狀態，經由增加電流(最大 600 伏特，1000 安培)提高零件溫度並重現集電弓與架空線間的接觸閃弧，現行的電車都是高電壓系統，因為實驗室無法兼顧高電壓及高速兩數據，加上高電壓需要絕緣及耐壓設備，會增加實驗的危險及難度，所以選擇增加電流的方式來收集數據。

此設備藉由架空線側向及垂直面的位移，來執行實際架空線測試，經由垂直震動高速集電弓重現車輛的垂直震動，來模擬列車的移動及電車線的左右偏移，因為在實驗室收集數據，可以調整室內溫度，來模擬不同的氣溫對電車線及集電弓的影響，詳細規格數據如表 3.2.5 所示。

表 3.2.5 : 高速轉盤規格

設 備	規 格	
旋轉盤	最大轉速	500 公里/小時
	旋轉盤垂直方向震動	最大頻率 : 27.8 Hz 位移 : -100mm 到 +100 mm (與頻率相關) 波型可以調整
	旋轉盤側向方向震動	最大頻率 : 5 Hz 位移 : -300 mm 到 +300 mm (與頻率相關) 波型可以調整
集電弓架	垂直方向震動	最大頻率 : 10 Hz 位移 : -35 mm 到 +35 mm (與頻率相關) 波型可以調整
	提升的距離	1600 mm
空調設備	溫度	-20° C 到 - 40° C (旋轉盤運轉時)
	濕度	10% ~ 90% (當溫度在 10° C 或更高時, 濕度可以調整)
	風扇	60 到 100 公里/小時
電力單元	形式	交流或直流
	電壓	100 ~600 伏特
	電流	100 ~ 1000 安培 (以刻度 1 到 10 來控制)

(2) 測試開發及應用

因為電車線與集電弓為消耗設備，速度與磨耗成正比，因此開發較耐用的材料絕對是對營運是有幫助的，藉由調整集電弓碳接觸片的材質，加入複合式材料來增加集電弓效能、接觸效率、提升使用年限；另外設備可以調整垂直距離，評估架空線及集電弓滑板摩擦的機構並改善滑板效能，這些研究數據都可以供開發使用。

RTRI 接著帶領團隊參觀高速旋轉測試儀，這儀器用來研究號誌信號及開發自動列車停車 Automatic Train Stop (ATS)系統，ATS 系統包括機載天線與信標，如圖 3.2.30 所示信標分別在車上及地上，當車上裝置經過地上裝置，將前方的號誌機狀態傳給車上設備。

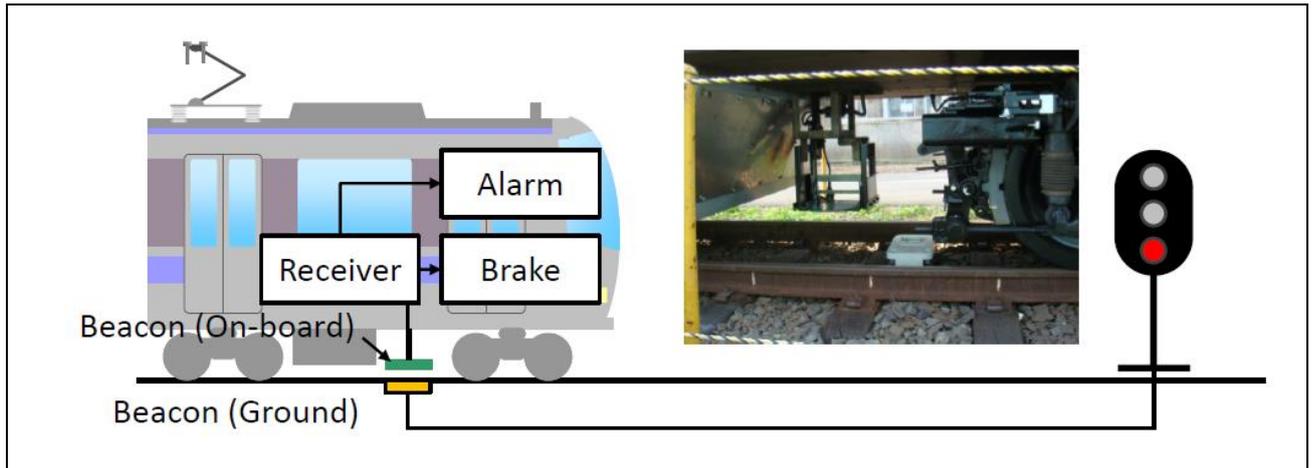


圖 3.2.30 綠色信標為車載裝置、黃色信標為地上裝置

與電車線轉盤實驗室一樣，為了在實驗室模擬列車高速運行，將信標裝置在轉軸上，將車載天線裝置在地面的架上，此架上有軌道可以移動位置，模擬兩地上信標間間距(如圖 3.2.31)，透過轉軸旋轉來模擬列車行進，最高速度是每小時 400 公里，在實驗室中可以透過設定速度及相對位置量測出動態特性，實驗人員在二樓控制室輸入各種數據，軌道架上有傳輸線將所得資訊紀錄在儀器中(如圖 3.2.32)。



圖 3.2.31 一樓轉軸室



圖 3.2.32 二樓控制室

這次 RTRI 介紹了兩類的 ATS 系統，分別為 ATS-S 及 ATS-P 兩種：

A. ATS-S

在號誌機某一距離前會設置一地上信標，信標會發出 103k/105kHz 的訊號，此訊號代表可以行進，當號誌機顯示紅燈，信標會發出 130kHz

的訊號(如圖 3.2.33)，當列車通過時，車載信標會接到信號，此時駕駛如確認後平緩的按照曲線煞車；如 5 秒內未確認，系統會自動煞車。

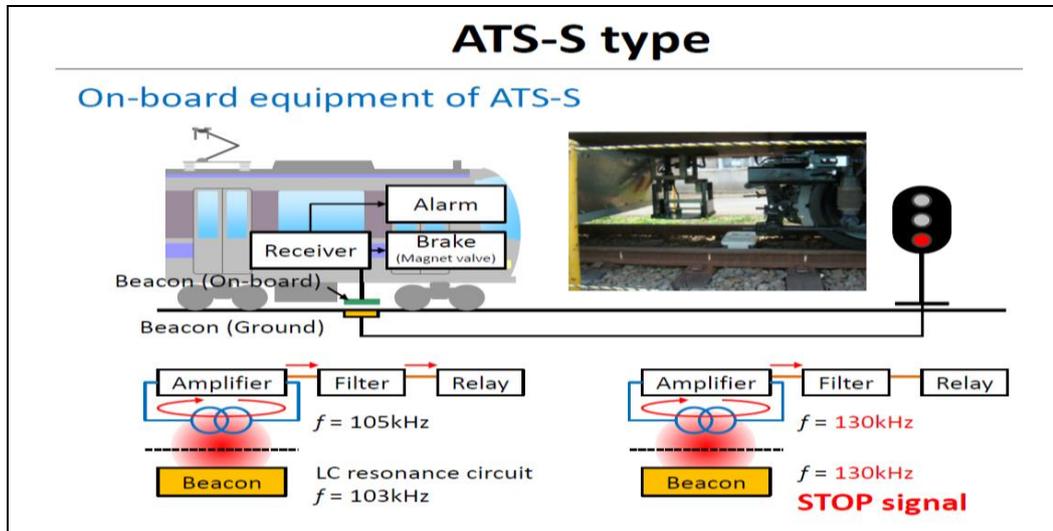


圖 3.2.33 號誌機傳送煞車 130kHz 頻率給信標

但 ATS-S 型有一缺點，如通過煞車信標時，車上裝置發出煞車警報，此時司機員按確認鈕，但沒有執行煞車動作，列車不會自動停車，因此延伸出 ATS-Sx 型(如圖 3.2.34)。此型式多了兩個額外功能，當經過檢查信標時，由於檢查信標由兩組信標組成，用時間差換算成列車速度，當此速度超過煞車曲線時就會實施緊急緊軔，改善前述之缺點。

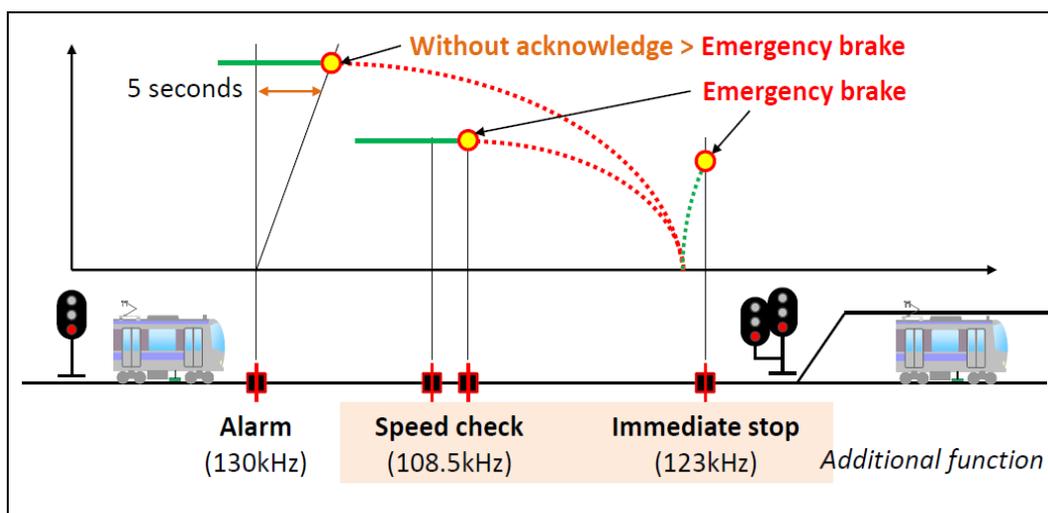


圖 3.2.34 ATS-Sx 型煞車曲線

B. ATS-P

為通過信標間歇傳輸，此種類型無須確認按鈕，當號誌機顯示燈號，車載設備會生成一組速度曲線(如圖 3.2.35)，經過已設定好行車速度之信標，例如號誌機前 30、180、650 公尺，有各自該遵循的車速，列車只需按照限速行駛，如果接近該對應點之速限時，系統即發出警告音，如果列車的速度超過了速限，則系統將使用常用最大緊軔將列車停止。

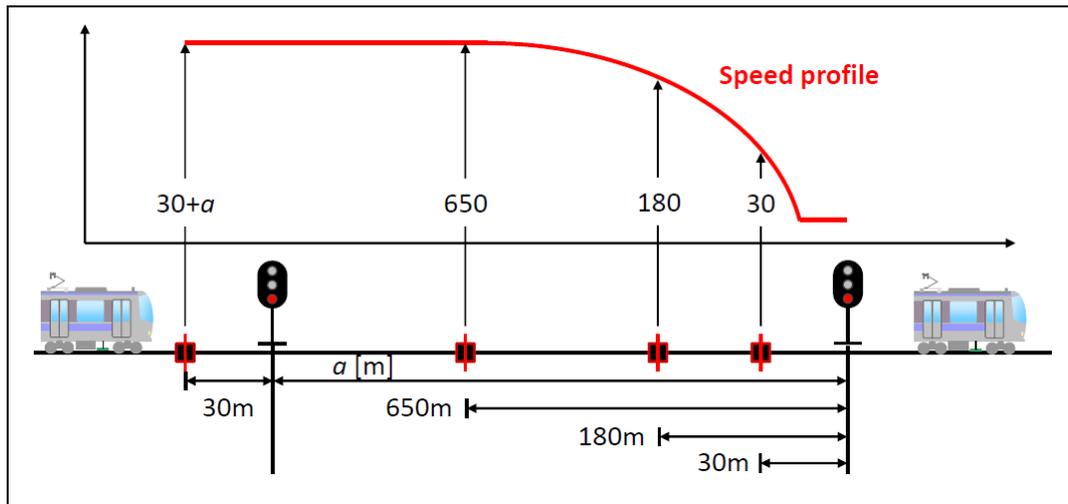


圖 3.2.35 ATS-P 型煞車曲線

3. 人類科學研究部門-安全培訓輔助設備(Trackman STAT-VR)

基本上，於鐵路軌道附近工作應於非列車行駛的夜間進行，以確保員工安全，惟有時因緊急搶修需要或因夜間施工時間不足，會於白天在列車行駛間隙進行輕微作業，故須針對此狀況向員工進行相關內容和程序的教育訓練，增加員工的安全意識與危害觀念。

在風險管理領域中，風險因素包括「危害發生的概率」和「危害的嚴重性」，而「危害發生的概率」又包含「暴露於危險區域的頻率」、「危險事件發生的概率」、「危險迴避的可能性」等因素決定。將這四個要素應用於鐵路保養作業中，「暴露於危險區域的頻率」是「進入軌道的頻率」；「危險事件發生的概率」是「不遵守的發生概率」；「危險迴避的可能性」是「不遵守導致事故的可能性」；「危害的嚴重性」是「觸車事故後的影響」。(如圖 3.2.36) 其中，「不遵守導致事故的可能性」和「觸車事故後的影響」的認識可能會影響遵守規章的程度，透過教育可能會發生改變。

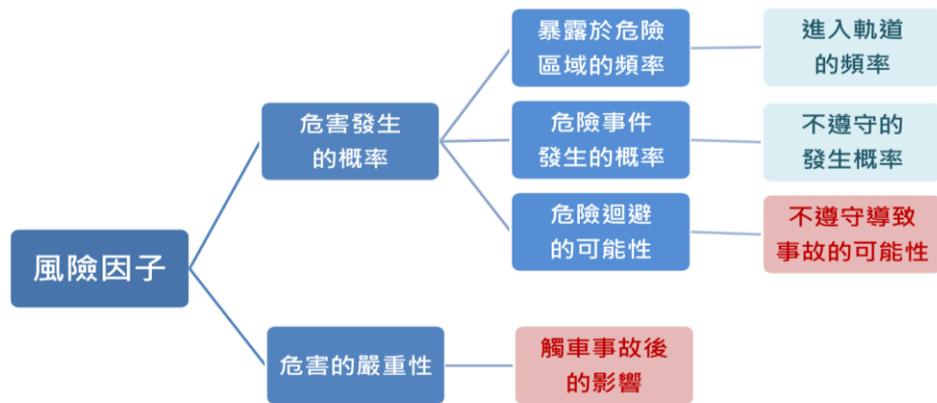


圖 3.2.36 風險因素於鐵路保養作業中之應用

另一方面，於心理學領域中，構成風險認知的要素之一是對風險的「恐懼程度」。將其應用於鐵路保養作業中，有兩種「恐懼程度」，分別是「軌道內的恐懼程度」即軌道內是可怕的地方，以及「事故的恐懼程度」即事故是可怕的。爰此，搭配近年來教育領域中注重「能動學習」的方式，採用考慮和體驗來學習的教育方法，RTRI 開發了 7 項教育訓練項目，用以提高學員遵守列車碰觸事故預防規章之意識。

參訪團隊於本次 RTRI 參訪中，體驗其所開發的「安全培訓輔助設備 (Trackman STAT-VR)」(如圖 3.2.37)，該教育訓練之目的是讓學員體驗「當人們集中在工作時，就會忽略時間」，並理解「不及早進行避險而繼續工作，將使人們將注意力集中在工作上，並忽略時間」的情況。



圖 3.2.37 VR 的體驗情境

該設備使用步驟說明如下：學員扮演工作負責人的角色，在虛擬現實空間中走來走去，進行螺栓檢查工作。在情境中，學員需要安全的躲避通過列車，同時亦需使虛擬空間中的同事（工作人員）進行躲避。「安全培訓輔助設備」使用防止列車撞擊事故的虛擬現實培訓軟體，該軟體有以下兩種劇情版本：

A. 發出信號篇

即使收到了待避的信號，VR 空間中的同事（工人）仍在繼續工作無逃離，因此體驗者被要求以工作負責人的身份喊話讓工人進行避難。

B. 沒信號篇

當體驗者進行螺栓檢查時，如果沒有等候信號，火車會駛近。特別是當體驗者專注於工作時，很難察覺火車的接近。

藉由該次體驗，使參訪團隊深刻體會到，當專注於當下的軌道維修工作時，極易忽略行駛而來的列車。更加凸顯於進行軌道維修工作時，應依規章規定指派瞭望員和列車監視員，並搭配查看列車時刻表，以確保於作業時員工的安全，避免類似 2021 年臺鐵局海端站的憾事再次發生。

三、 JR 東日本參訪

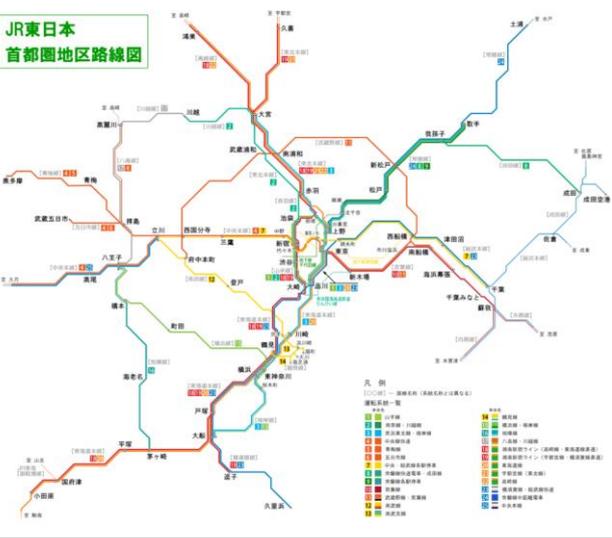
(一)JR 東日本(EJR)簡介⁴

1. JR 東日本(EJR)組織介紹

東日本旅客鐵道(以下簡稱 JR 東日本)，是日本 7 家 JR 鐵路公司之一，JR 東日本總部位於東京的代代木，以日本東部為營運範圍，為 JR 集團中營運規模最龐大的公司，在東京首都圈擁有龐大的鐵路運輸路網。

JR 東日本在 1987 年（昭和 62 年）4 月 1 日隨著日本國鐵的分拆與民營化而成立，主要經營原日本國鐵在東北與關東地方全域、甲信越地方大部分地區、以及靜岡縣部分地區的在來線客運業務，並負責經營本州東部的的新幹線路線。

表 3.3.1 JR 東日本基本資料表

JR 東日本基本資料(截至 2023.4.1)	
服務範圍	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;"> <p>東京在內之 東日本地區</p> </div> <div style="flex: 2;">  </div> </div>
員工數	46051
車站數	1681
旅客數	平均每日 1,400 萬
客運專線長度	營業路線共 69 條 長度共計 7,401.2 公里
機車車輛數量	12,375
車次/日	11,883 (截至 2023 年 3 月 18 日)

⁴ 簡介及基本資料來源：JR 東日本公司官網 <https://www.jreast.co.jp/e/data/>

2. JR 東日本(EJR)路線介紹

營運路線為青森縣（海峽線除外）、岩手縣、宮城縣、秋田縣、山形縣、福島縣、茨城縣、千葉縣、栃木縣、群馬縣、埼玉縣、東京都、神奈川縣（御殿場線除外）、新潟縣（大糸線除外）、山梨縣（身延線除外）、長野縣（飯田線、中央本線鹽尻站以西及大糸線南小谷站以北除外）、靜岡縣（只限東海道本線熱海站以東及伊東線）各都縣舊國鐵之在來線，以及東北新幹線、上越新幹線、北陸新幹線與山形新幹線、秋田新幹線等新幹線直行特急。

3. JR 東日本平交道統計

表 3.3.2 JR 東日本平交道類型統計表 (單位：處)

年份	第一種	第三種	第四種	總計
1988	6263	801	1294	8358
2019	6266	198	377	6841
2020	6230	196	348	6774
2021	6263	191	319	6773
2022	6170	181	304	6655
2023	6178	170	299	6647

註：第二種平交道目前已廢止

(二)代代木平交道實地參訪

本次 JR 東日本帶領參訪團隊參訪代代木平交道，此平交道在代代木車站西出口附近，代代木車站位於日本東京都澀谷區代代木一丁目，有 JR 東日本的中央總武線與山手線 2 條路線停靠以及都營地下鐵的大江戶線的轉乘站。山手線的車站編號是「JY 18」、中央·總武線的車站編號是「JB 11」。

這次參訪行程幾乎都是搭乘電車，在東京如此繁複的路線中要轉乘，透過英文代號及數字來判斷要搭哪一路線的電車，還有幾站要下車，是一個簡單明瞭的設計。

1. 老年人穿越平交道貼心設計

在參觀前，JR 東日本接待人員鈴木先生介紹他們的貼心設計，因為日本已經是高齡社會，基於企業責任，會選定一些高齡社區的平交道做特別設計，例如警報機的設置位置降低(如圖 3.3.1)，而且警報機的閃燈是 360 度全方位(如圖 3.3.2)，不管從哪個位置都不會有死角，因為老年人視角較一般人低，降低閃燈高度及全方位顯示，有助於老年人察覺平交道警報啟動。



2. 平交道受困逃脫設計

日本道路交通法有規定，車輛必須在停止線前停車並確認安全後才能繼續通過平交道，在參訪期間，汽車駕駛人的確遵守規定，接待員補充說明，雖說駕駛人遵守規定，但仍有可能會有駕駛人受困於平交道內，因此遮斷機設計成可以撞開逃脫，並有標語提醒受困者，如果受困了就用車撞開逃脫，避免駕駛人下車嘗試移動遮斷桿，耽誤逃脫機會(如圖 3.3.3、圖 3.3.4)。

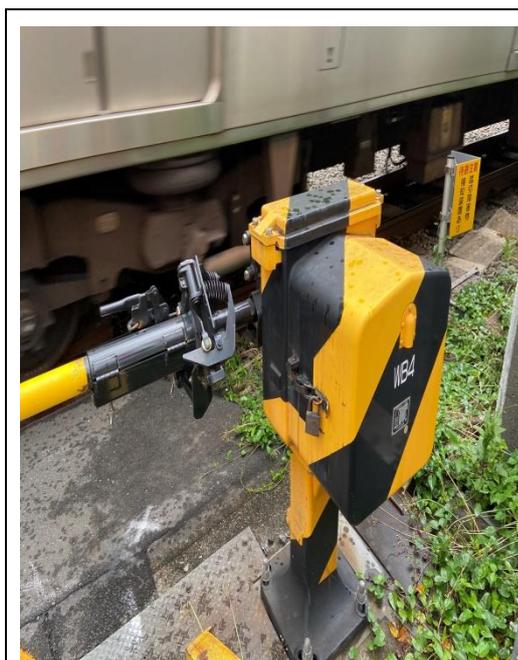


圖 3.3.3 模擬遮斷桿可以撞開

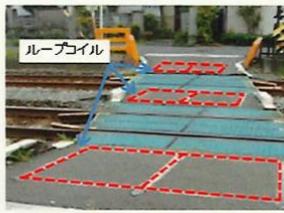


圖 3.3.4 提醒受困人的標語

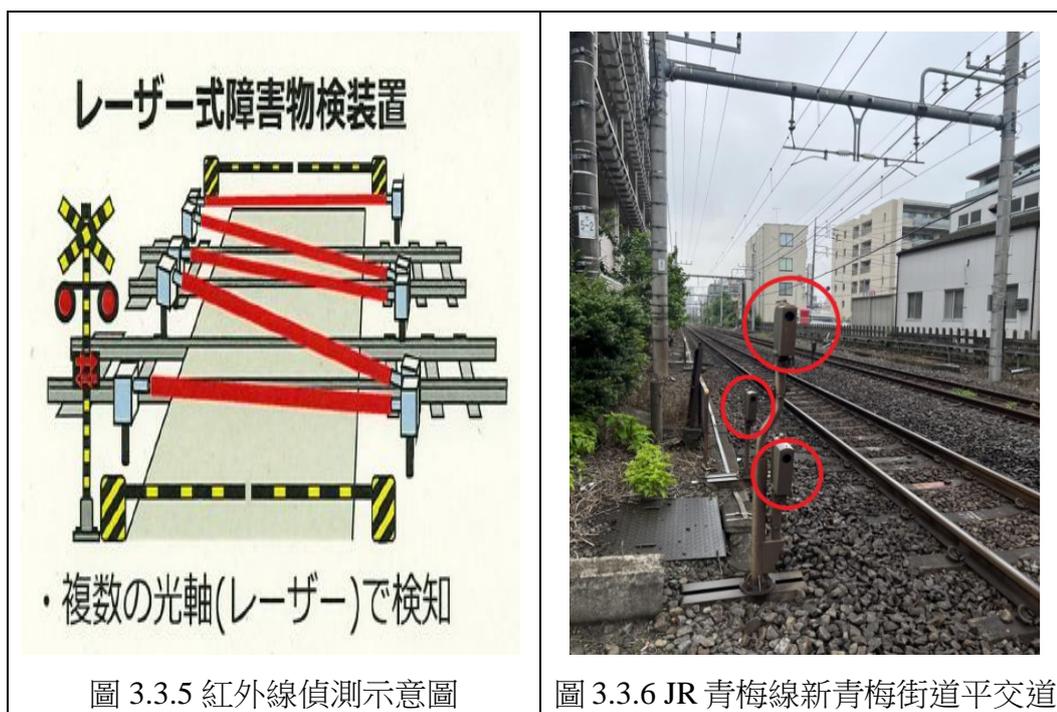
3. 平交道障礙物偵測

JR 東日本平交道約有 6500 處，障礙物偵測大致分成三種，分別是紅外線偵測、3D 雷達偵測、環形線圈偵測(如表 3.3.3 所示)。如果平交道警報作動，平交道內仍有障礙物，偵測訊號將傳遞到八百公尺外的告警機，通知司機員停車；另一種當偵測到障礙物，訊號直接傳到列車上面的機載裝置，列車自動煞車，接待員表示自動煞車系統只有較重要的路線上，目前京濱線、山手線、埼京線、常磐線的列車有裝置。

表 3.3.3 障礙物偵測類型

障害物検知装置			
種別	レーザー式	3次元レーザレーダ式	ループコイル式
写真			

偵測類型一-紅外線偵測(如圖 3.3.5、圖 3.3.6)：採用複數光線偵測平交道內障礙物，此類型應用最廣泛，因為偵測設備佇立於地面上，易於維護保養、施工等優點。但缺點是紅外線偵測是直線性的，加上只能裝設在股道外，裝置數量有限，因此只能偵測汽車等大型物體。



偵測類型二-3D 雷達偵測(如圖 3.3.7、圖 3.3.8)：此偵測系統為 JR 東日本與設備商共同開發完成的，目前大約安裝 1000 處，大約占比為 15%，尚未全面普及的原因是開發階段發現有許多誤偵測的問題，例如雷達反射干擾、平交道地形不平、貓狗小動物偵測、下雪氣候等許多因素(如表 3.3.4 所示)。

表 3.3.4 障礙物偵測干擾類型

機能	概要	導入箇所	導入開始時期
ノイズ除去	一定エリア内に遠方の検知データがあれば障害物無しと判定 	全箇所	2019年
路面凹凸適正化	高さ一律の検知エリア 検知不可 路面に沿った検知エリア 検知可能 	全箇所	2019年
路面凹凸自動追従	検知エリアも自動追従 →誤検知解消 路面凹凸自動追従 	全箇所	2021年
転倒検知	 ● 検知エリア ■ 転倒物検知エリア	非降雪支社 ↓ 全箇所 ※積雪の影響 大きい箇所除く	2019年 ↓ 2021年

JR 東日本先針對貓狗等小動物誤偵測進行排除，利用偵測高度範圍來進行排除，例如只偵測 75 公分以上的高度，這樣貓狗等小動物就偵測不到，但是這樣難保有行人在偵測範圍內跌倒，因此針對行人跌倒進行路線偵測追蹤，從行人進平交道開始追蹤行進路徑，如果行人在中途消失，系統會進行比對後告警，保護行人平安離開平交道；第二個優化的項目是飄雪等微小障礙物，因為雷達偵測是無差別式偵測，但往往會有飛蟲或是飄雪等障礙物，系統容易告警發報，偵測是正確的，但告警上面是誤偵測，這類偵測造成營運業者及司機員之困擾，因此針對此困擾進行研發，雷達光線多條發射出去，當障礙物中間的雷射光是可以遠距離穿透，系統透過運算判定是否為障礙物；第三類偵測為平交道路面凹凸適正化，原因是平交道地形多樣化，當障礙物處於地形的低點，就容易閃過了雷射光的偵測，因此偵測的範圍是可以根據地形的起伏進行設定；第四類為路面凹凸自動追蹤，因為日本為下雪區域，積雪的多寡會影響偵測的區域範圍，跟第三類不一樣的地方是，第三類的地形經過了初始設定，基本上不太容易會再更動，但是積雪不一樣，會堆積及融化，因此最難設定，此優化也是最後完成，此類區域的偵測範圍是每 15 分鐘更新一次，所以偵測區域是滾動式更新的。

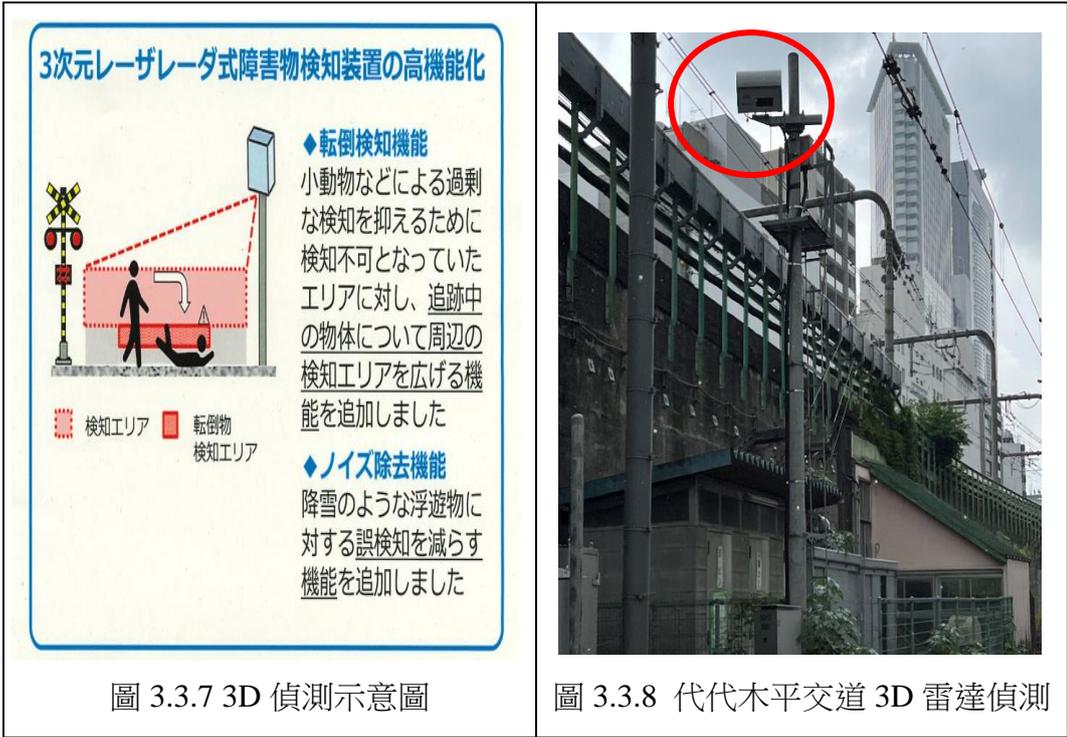


圖 3.3.7 3D 偵測示意圖



圖 3.3.8 代代木平交道 3D 雷達偵測

偵測類型三-環形線圈偵測(如表 3.3.4 最右圖所示)：接待員說明，地上感應線圈式偵測的比例，大約是 JR 東日本的 30%左右，大約是 1950 處，原因汽機車較少的地方不適用，感應線圈主要是透過埋在地面的線圈感應經過的金屬物質，然後判定是否有車輛在上面，但此種偵測的缺點是無法偵測停在軌道的障礙物或是非金屬物質的障礙物。

(二)東京車站參訪

1. 東京車站簡介⁵

東京車站位於日本東京都千代田區丸之內一丁目，為東日本旅客鐵道（JR 東日本）、東海旅客鐵道（JR 東海）、東京地下鐵的鐵道車站。開業於 1914 年，是日本多條鐵路幹線的端點站，也是東京主要交通樞紐之一。

東京車站被譽為東京的「玄關」，具有首都中央車站的地位，不但是日本全國新幹線路網最重要的列車始發站，同時也是東海道本線、中央本線、東北本線等日本主要在來線（傳統鐵路）幹線起點站，可不轉乘直達 32 都道府縣，1 日發出約 3000 班車次，是日本最具代表性鐵路總站之一。

站區總面積 18 公頃(相當於 3.6 個東京巨蛋面積)，站內的月台數量為日本第一，包含在來線 9 座島式月台 18 線（地上 5 座島式月台 10 線、地下 4 座島式月台 8 線）、新幹線 5 座島式月台 10 線、以及地下鐵 1 座島式月台 2 線。

目前擁有丸之內、八重洲、日本橋等 3 處出入口，身為最早使用的丸之內側站房是由明治時代建築家辰野金吾設計的仿西式磚造建築，1914 年完工啟用，2003 年獲日本政府登錄為重要文化財，東京車站也是關東車站百選入選站之一。

東京車站啟用之初，於東京車站乘車、下車的旅客數量平均一天僅約 9,500 人次（1914 年），站區周圍的其他交通設施（像是當時作為都市運輸主力之一的路面電車）也尚未設置完備。隨著中央線、東北本線的服務範圍延伸至東京車站，以及京濱線（後來的京濱東北線）、山手線區間營運型態的確立，利用東京車站的旅客數量快速增加。站區所在的丸之內，原本人煙稀少，也逐漸成為辦公大樓雲集的繁榮商圈。

戰後，日本經濟的高度發展，使得人流與物流更加頻繁。1960 年代以降，新幹線的開通與列車直達，以及區域性在來線的延伸、相互直通與新建，擴張了東京車站的服務區域範圍。為了因應車站設施擴增與列車班次增加的需求，東京車站在空間使用上也朝向地下化、再高架化等「立體化」方式擴張。此外也不斷進行站內結構、設施的改良或調整。

⁵ 簡介來源：<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/東京車站>內容改寫

東京車站可搭乘 JR 新幹線與在來線各線、東京地下鐵丸之內線。JR 的正式路線名稱分別為新幹線的東海道新幹線與東北新幹線 2 路線，在來線的東海道本線、東北本線、總武本線、京葉線 4 路線。東海道本線是本站在來線的所屬線。管轄公司方面，東海道新幹線由 JR 東海管理，東北新幹線等其他路線由 JR 東日本管理。所有路線皆以本站為起點，站內亦設有 0 公里距離標。

2. 東京車站實地參訪(如圖 3.3.9)

- (1) 商業設施：JR 東日本的接待人員指出車站內商業設施，指的是位於鐵路車站建築物內的商業空間。包含餐廳、咖啡廳、服飾店、書店等，對於利用鐵路上下學、通勤、觀光等時間緊湊的旅客而言，是非常方便的商業設施。位於東京車站內的地下街，集結約 240 家商店，有各種豐富多樣的甜點店、咖啡廳、餐廳及雜貨等商店，是 JR 東日本規模最大的「車站內商業設施」。而除了商店之外，活動空間和連通道路周邊的的會面點裝飾與相關用餐座位資訊平台等也很值得一看。
- (2) 會面點銀鈴(如圖 3.3.10)：JR 東日本的接待人員於東京車站地下街特別說明—會面點銀鈴，銀鈴是誕生於 1968 年 6 月 17 日的東京車站，到 2023 年我們參訪時已經將屆滿 55 週年，目前看到的是 2018 年的四代銀鈴。在東京車站，無論何時前往總是人潮洶湧，根據 JR 東日本的調查數據，東京車站每日利用人數超過 50 萬人次，在如此巨大車站內若想要與人約會面地點，將十分困難。JR 東日本為了幫助旅客解決這樣的煩惱，1968 年在車站人員的提案下，以「喚起神明注意的神社鈴」為構想，手工製作下，完成了代表可以「呼喚對方」之意的第一代銀鈴。設置之後，深獲各方好評，也持續更新。
- (3) 各店家座位狀況(如圖 3.3.11)：JR 東日本的接待人員於介紹完銀鈴後，特別提醒我們要注意旁邊的觸控式資訊平台。不只是顯示這站相關商業設施的區位、名稱，更特別的是能揭露各店家之待用座位數量，如是客滿狀態，還能預告可能的等候時間。讓時間有限的旅客，可以慎選適當的餐廳，必要時也可以選擇放棄店內享用，而改購買火車便當。
- (4) 新幹線造型電扶梯及地上貼舊地圖：東京車站啟用已有百年歷史，一方面往新科技持續創新(如圖 3.3.12)，另一方面也對於保存歷史資產與傳統文化

不遺餘力。在參訪東京車站的過程當中，團員就發現常見的手扶梯，並非是平淡無奇的一般面貌，而是改以新幹線造型，增加旅遊的趣味，也提高旅客對於新幹線車廂的想像與憧憬。而在地面上除了有不同路線的地貼指引外，團員們還看到東京地區的舊地圖展示。這也很方便觀光旅客循著舊地圖的指引，尋幽訪勝，懷思古之悠情(如圖 3.3.13)。



圖 3.3.9 參訪團員於東京車站前合影



圖 3.3.10 東京車站地標銀鈴



圖 3.3.11 東京車站商場飲食店客流量資訊板

丸の内南口

東北・山形・秋田・北海道・上越・北陸 (長野経由) 新幹線 Tohoku・Yamagata・Akita・Hokkaido・Joetsu-Hokuriku (via Nagano) Shinkansen					
時間 Time	列車名 Train No.	番台 Coach	行先 To	番台 Coach	列車 Train
11:40	TOKI	319	NIIGATA	20	12 Cars
12:00	YAMABIKO	137	SENDAI	23	17 Cars
12:04	ASAMA	611	NAGANO	22	12 Cars
12:12	YAMABIKO	209	SENDAI	23	10 Cars
12:20	KANAZAWA	23	KANAZAWA	22	17 Cars
12:24	HAKUTAKA	563	KANAZAWA	21	12 Cars

圖 3.3.12 東京車站列車時刻資訊



圖 3.3.13 東京車站地面舊地圖

四、 東京地下鐵綜合研修訓練中心參訪

(一)東京地下鐵(Tokyo Metro)簡介⁶

1. 東京地下鐵業務組織

東京地下鐵株式會社(以下簡稱東京地下鐵)是以經營日本東京都之地鐵路線為主要業務的鐵路公司，與較晚開業的都營地下鐵並列為兩家東京的地鐵經營業者。其前身為帝都高速度交通營團，2004年4月1日改為今制，為日本政府與東京都政府共同出資的特殊會社。目前經營9條路線，2023年3月每日平均運量約755萬人次（不含與私鐵路線直通運轉的路段）。

東京的地鐵系統於1927年開業，當時由東京地下鐵道、東京高速鐵道兩家公司各經營一條地鐵路線。之後日本政府出面整合，先是讓雙方的路線相互直通運轉（此連通路線即今之銀座線），之後因進入二戰時期，日本政府最終將兩家公司合併，並採行官民合辦之特殊法人型態的「營團」組織，在1941年9月1日成立帝都高速度交通營團（簡稱交通營團；旗下路線簡稱營團地下鐵或營團線）。

東京都政府有意將交通營團全面收歸都營，但當時的運輸省（今國土交通省）認為交通營團為國家出資、具有高度公共性的事業體，且為戰後復建所需，因此應予存續，東京都政府則於1950年代自行建設都營地下鐵。交通營團之後於1954年開通第二條路線丸之內線，並持續擴增路網。

後來在推動行政組織改革的背景下，日本內閣在1995年確立營團公司化的方向。其中營團被決定在半藏門線全線通車一年後的2004年春季進行公司化。

2004年4月1日，帝都高速度交通營團正式依據《東京地下鐵株式會社法》改組為東京地下鐵株式會社。

東京地下鐵由日本政府與東京都政府共同出資，其中日本政府出資較多，與營團時代的情況相同。其在營團時代已是日本民營鐵道協會成員，公司化後則正式被列為大手私鐵之一。擁有車輛數、鐵路部門收益和乘客數均是大手私鐵第一。此外，一直有都營地下鐵和東京地下鐵合併之提議。

⁶簡介來源：<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/東京地下鐵>內容改寫

東京地下鐵幾乎所有的車站都有免費的無線上網設施。東京地下鐵對觀光客發行有效期間為 1 天、可在該日內隨意乘坐東京地下鐵所有路線的「東京 Metro 地鐵一日車票」。另於 2016 年 2 月 6 日起，一日車票有效期間更改為購票當下起 24 小時，並擴大站內無線上網範圍。

2. 東京地下鐵路線介紹

東京地下鐵擁有 9 條路線共 180 座車站，鐵路總長達 195 公里，是日本規模最大的地鐵營運公司，路線範圍由東京西北部郊外(如圖 3.4.1)，橫渡隅田川至東部地區。

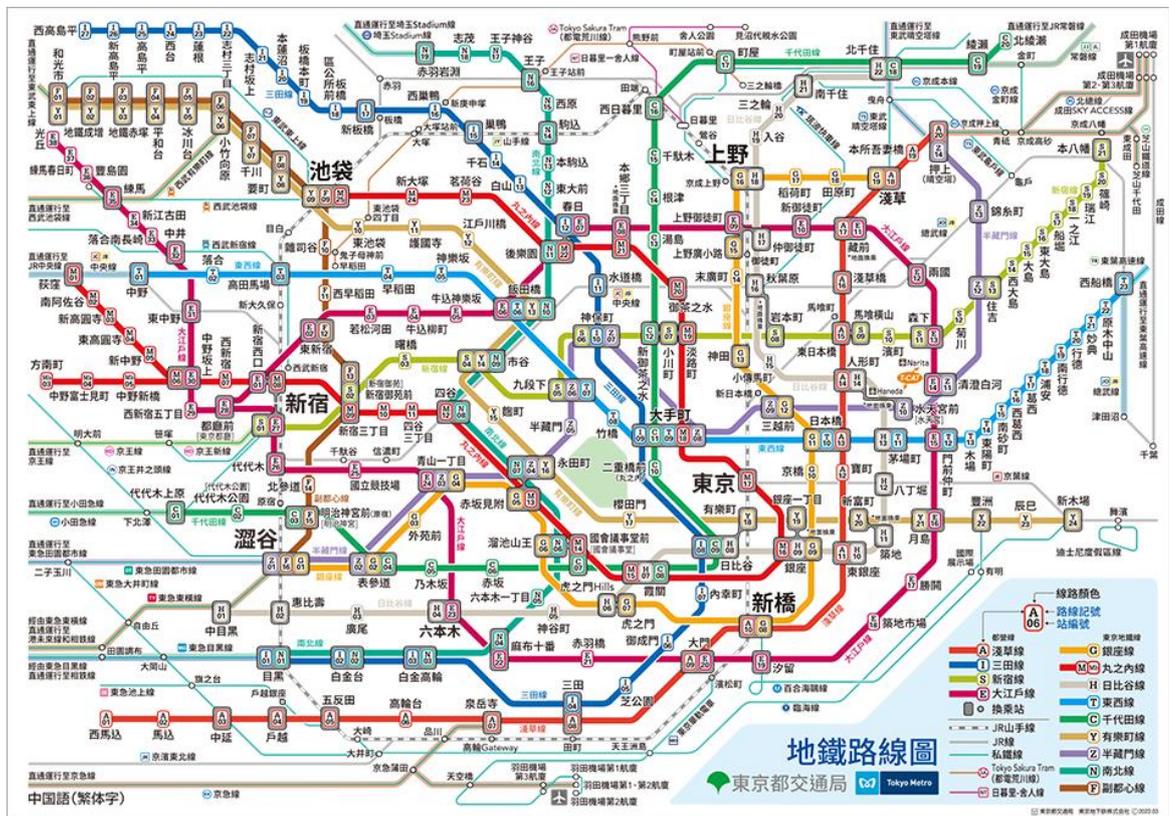


圖 3.4.1 東京地下鐵(Tokyo Metro)路線圖⁷

⁷圖片來源：<https://www.tokyo-metro.jp/tcn/subwaymap/index.html> 東京地下鐵官網

(二)東京地下鐵地訓綜合研修訓練中心實地參訪



圖 3.4.2 參訪團員於東京地鐵「綜合研修訓練中心」合影

1. 綜合研修訓練中心簡介

東京地鐵於 2016 年 4 月在東京都江東區新設了「綜合研修訓練中心」，旨在培訓出熟悉現場操作設備、機械車輛、銷售服務練習的員工，也提供員工在職訓練的場地。該中心施設內容主要分為 3 大類型（如圖 3.4.3），占地面積約 27,000 平方公尺，地上五層總建築面積約 19,000 平方公尺，當天接待員最先帶我們參觀的是頂樓，可以遠眺海邊及整個基地的概況(如圖 3.4.4、圖 3.4.5)。

該訓練中心最大的特點是擁有逼真的車站和鐵軌，不僅整合了以往分散在各處的各部門培訓設施，還擁有與營運線相符的訓練線和培訓樓，無論在時間上或是空間上都沒有限制，可進行「就像實際情況一樣」的訓練。透過反覆培訓和訓練，加深部門之間的合作，提升東京地下鐵集團的整體實力，介紹如下：



圖 3.4.3 東京地鐵「綜合研修訓練中心」全景圖⁸

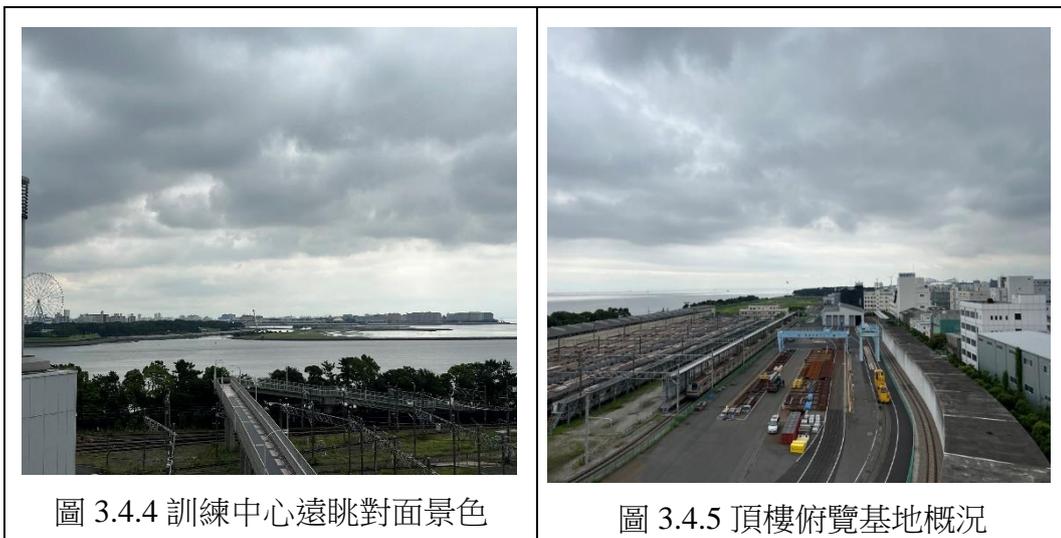


圖 3.4.4 訓練中心遠眺對面景色

圖 3.4.5 頂樓俯覽基地概況

2. 研修棟

(1) 車站事務模擬訓練

到該中心的第一印象，會以為自己身在車站裡面，訓練中心幾乎把車站整個搬進基地裡面。將全套的自動售票機、自動閘門等設施建置在基地，方便模擬旅客購票行進動線、操作流程。

該區域被稱為 **Step Up Station Center (SSC)** 所有的設備皆是真實的，與實際車站中使用的設備相同。此外，指示牌、樓層盲文塊、自動扶梯和電梯等也與真實車站的規格相同。藉由再現檢票口、窗口、自動售票機等設施，進行著故障時的設備應對和客戶服務培訓（如圖 3.4.6），包括自動售票機和自動閘門機等設備（如圖 3.4.7）。其採用開放式的眺空結構，可從上方觀察訓練的情況，並能提升在車站業務中的知識和技能，與前輩和

⁸ 圖片來源：The pamphlet of "TOKYO METRO COMPREHENSIVE LEARNING & TRAINING CENTER"

同事共同分享和傳承客戶服務和技術。



圖 3.4.6 站務人員培訓



圖 3.4.7 模擬車站實際自動售票機和自動閘門機等設備

(2) 模擬月台

訓練中心的模擬月台設施與真實月台相同（如圖 3.4.8），另外，牆壁、地板和部分設備皆骨架化（如圖 3.4.9），可讓受訓員工瞭解內部結構。訓練時可讓真實的列車行駛和停止，其訓練就如同真實般，並伴有緊張感。此外，佐以過去在營運線上發生的事件為題材，相關部門的受訓員工可以聚集在一起，使用與營運線相同的車輛和設施進行訓練，進行跨部門訓練。



圖 3.4.8 模擬月台上之資訊版



圖 3.4.9 以骨架化方式呈現月台天花板

(3) 站務室

訓練中心的站務室設施非常逼真（如圖 3.4.10），包含櫃台型式、告示牌、無線電聯絡系統、站務電話、安全防護設備，受訓人員會在此接受接待旅客訓練及站務電話通報訓練。



圖 3.4.10 站務室模擬旅客服務櫃台



圖 3.4.11 模擬灑水實驗空間兼具隔水板組裝

(4) 自動灑水室/隔水板組裝訓練

訓練中心設置一間密閉空間，模擬灑水狀態（如圖 3.4.11），因為自動灑水系統不是每位都遇過，讓員工實際感受真實狀況，有助於掌握障礙排除，因為此空間有防水措施，剛好也可以模擬隔水板的組裝程序，測試組裝後的防水阻隔效果。

(5) 模擬器/車輛教材室

該模擬器採用 7000 系列和 16000 系列的外殼，投影前後圖像（如圖 3.4.12），在駕駛和搖動車輛時，模擬像真車一樣的體驗。進行列車虛擬駕駛訓練，設有旅客上下車之監視畫面（如圖 3.4.13）。透過改進的屏幕影像和高度發展的 CG 技術，讓人們能夠體驗更加逼真的環境。

模擬駕駛室是一套方便的系統，可以訓練駕駛員各種狀況的應對方式，縮短駕駛員實際上線操作的適應時間，這次導覽員讓大家上線體驗，當手握駕駛操作桿的臨場感非常過癮，模擬列車即將發車，抬頭看旅客的進出狀況、月台自動閘門是否全部關閉，再透過螢幕感受車輛的移動及停止。



圖 3.4.12 模擬列車行駛時畫面



圖 3.4.13 模擬列車上監看旅客上下車畫面

(6) 骨架教室

此教室非常細心地將建築材質剖切開，讓高架地板、天花板組成型式可以一次呈現，讓高架地板腳架、防震、降躁、防火等素材呈現，牆壁的填充物、骨架分佈型式，使受訓員工可看到並瞭解隔音、抗震規格、排水等機制。（如圖 3.4.14、圖 3.4.15）

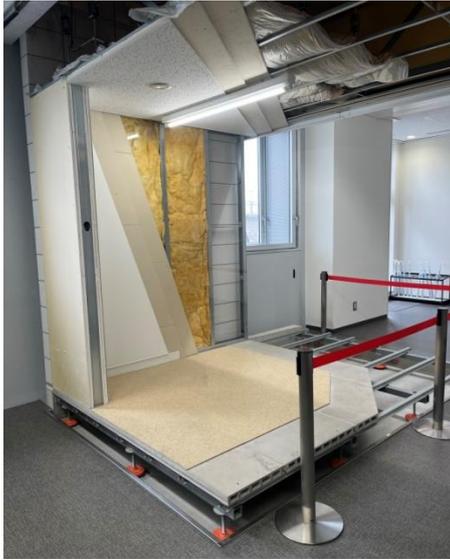


圖 3.4.14 多功能廁所結構可視化



圖 3.4.15 地板、牆壁、天花板結構可視化

(7) 電氣模擬教室

訓練中心複製軌道上的電氣設備，包含軌道電路裝置，軌道電路纜線、號誌機、號誌機速限、電鎖轉轍器保安裝置、通訊電纜布置方式(如圖 3.4.16、圖 3.4.17)，軌道上方是電車線裝置，旁邊還有道旁緊急聯絡電話，也設置一個供實習人員通行的防護裝置，雖然是模擬設施，中心還是非常注重安全防護。



圖 3.4.16 電氣設備大集合

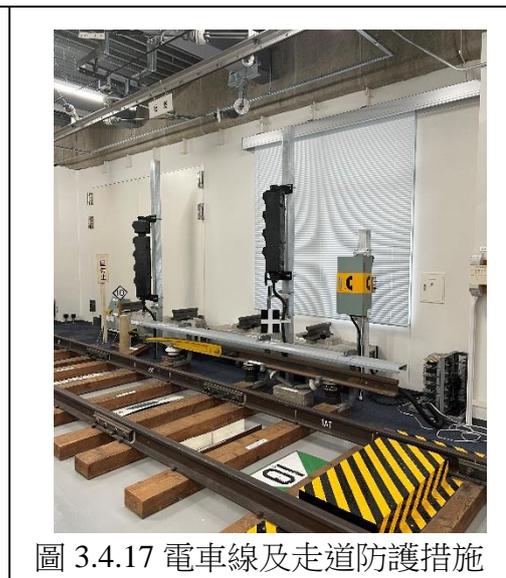


圖 3.4.17 電車線及走道防護措施

(8) 信號教學室

此教室與電氣教室共用，因為列車軌道運行及軌道徑路設定是號誌信

號的一部分，特別是設置模擬列車運行裝置(如圖 3.4.18)，可以用 EP 控制盤模型列車，方便行控人員教學使用；牆面上還有各種號誌運行標誌，方便現場教學(如圖 3.4.19)。



圖 3.4.18 模擬列車在軌道運行

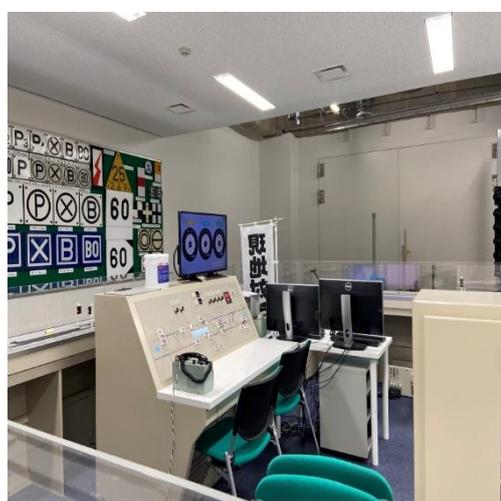


圖 3.4.19 EP 控制盤

(9) 小組討論室

在訓練中心上課，成員常需分組作業，在教學的當下都是在大間的教室，以往都是各分組直接在教室各個角落討論，討論品質往往不佳，訓練中心非常貼心，規劃了許多小小的分組討論室，供小組成員討論(如圖 3.4.20)，並設置圖書室方便學員查找資料(如圖 3.4.21)。



圖 3.4.20 小組討論室



圖 3.4.21 圖書室

(10)圖書室

提供學員書籍借閱及看書的空間(如圖 4.2.21)

(11)月台裝置

訓練中心設置的月台非常考究，幾乎跟真實的車站相同，從號誌機、月台閘門、車站告示牌、電梯、月台旁的軌道及電車線等，也是與現場相同，當天也有訓練的學員在巡視軌道。在臺鐵這邊要帶新學員在實際路線上實習，是一件非常冒險的事情，如果有一個這樣的場地，將技術問題及工作安全問題一起達成，真的是非常有效率；中心也引入有 QRcode 的導盲磚，讓使用者用手機掃描轉成聲音指示，讓弱勢族群也可以順利搭乘電車(如圖 3.5.22)。因隧道間及露天的電車線使用方式不同，有導電軌及電車線兩種，中心在短短的區域間，從月台段、露天段、隧道段呈現出不同的樣貌，也讓學員看到多種型態的電車線設置方式(如圖 3.4.23)。



圖 3.4.22 月台資訊看板及導盲磚

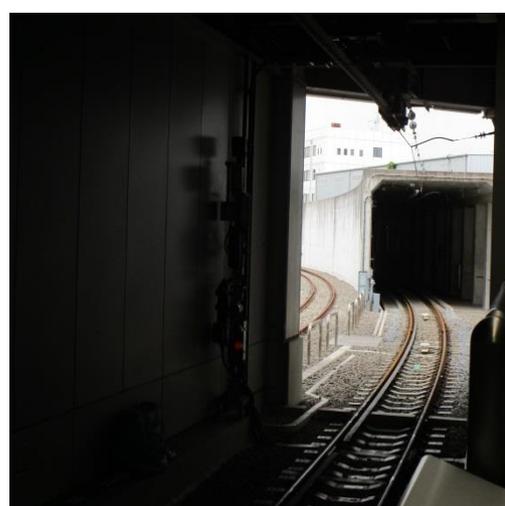


圖 3.4.23 導電軌及電車線交接處

(12)講堂

該講堂可容納約 500 人，可舉辦針對受訓員工的安全講座和各種技能提升的發表會等活動，當發生災難時，椅子可存放作為臨時避難場所。

(13)自助餐廳及交誼廳

餐廳設有約 400 個座位，受訓員工可於自助餐廳享用餐點(如圖 3.4.24)；另訓練後亦可於交誼廳社交聚會(如圖 3.4.25)，係一處聊天、看報、休息，提神醒腦的好地方。



圖 3.4.24 自助餐廳



圖 3.4.25 交誼廳

(14)安全聯想館

透過展示鐵路事故的資料和模擬體驗人為錯誤，讓人們能夠透過「視覺、聽覺、感受」來深刻理解安全的重要性。不僅包括永遠不能忘記的日比谷線列車脫軌相撞事故，還將珍貴的過去事故教訓傳承至未來，表達了對「確保安全」的強烈意願。東京地鐵之目的是建立一種更高安全意識的企業文化，以確保不再重蹈覆轍。該館旨在讓人們理解「人為失誤（錯誤）背後有原因」，並培養防止人為錯誤的「察覺」，以達到事故預防和確保安全的目的，充分利用這個設施，並致力於事故預防和確保安全。

(15)模擬駕駛線

因為訓練中心場地足夠，設置了模擬駕駛路線，提供了學員實際操作的環境，因為轉轍器及道岔附近是高風險區域，所以從圖 3.4.26 中可以看到駕駛路線也有納入多處的道岔供學員練習；在駕駛線上的轉轍器配線非常用心，從設備至控制箱的中間，全部使用水泥線槽防護，圖 3.4.27 也展示了水泥線槽淺埋穿軌的方式，除了防護電纜以外，也預留後續的擴充。



圖 3.4.26 廠區駕駛路線



圖 3.4.27 水泥線槽淺埋穿軌

A. 3 車/10 車平臺

3 車平臺(70M)可用於與地上站設備相同的訓練;10 車平臺(210M)可用於安裝 10 輛列車的訓練，該平臺可用以月台列車監控培訓和應急處置的實地訓練。

B. 駕駛練習線（列車運行區域）

隧道區段同時具備地面區段，可以使用實際車輛進行綜合訓練（如圖 3.4.28）。除了此外，由於普通列車運行的駕駛訓練，軌道亦與模擬車站的月台相連（如圖 3.4.29），利於進行跨部門的培訓。



圖 3.4.28 駕駛練習線地面與隧道區段



圖 3.4.29 駕駛練習線與模擬車站的月台相連

(16)技術練習線

A. 技術練習線（非通電區域）

通常情況下，由於列車不運行，可以進行設備拆解和修理等實地訓練，而不必擔心失敗。亦能舉辦技能競賽來競爭訓練成果，推進技術和技能的傳承。此外，還設有與東西線相同結構的橋梁，可學習構造並進行強化、檢查等訓練。（如圖 3.4.30）



圖 3.4.30 技術練習線

B. 橋梁/高架橋

一座仿造東西線建造的高架橋（如圖 3.4.31），將用於軌道和土木工程結構維護、管理相關的培訓。結構形式有桁架橋、鋼梁橋、RC 高架橋、PC 高架橋 4 種。



圖 3.4.31 仿造之高架橋

五、 平交道設施之比較(JR 東日本、東武鐵道、西武鐵道)

(一)東武鐵道簡介

1. 東武鐵道組織業務介紹

東武鐵道是日本的民營鐵路公司之一，為日本歷史最悠久的大手私鐵，也是橫跨交通、物流、住宅、休閒等產業的「東武集團」之核心企業，其名稱意為武藏國之東部。

總部位於東京押上，總營業里程達到 463.3 公里，在日本私鐵業者中僅次於近鐵位居第二，是關東地方最大的私鐵公司。

以東武鐵道為核心的東武集團，同時也經營了健身俱樂部、高爾夫球場、主題樂園與飯店。在鬼怒川溫泉區經營有網羅全世界著名建築物 1/25 微縮景觀的「東武世界廣場」、與和萬豪集團連鎖經營的「萬豪銀座東武飯店」、「東武 HOTEL LEVANT 東京」。

除鐵道沿線之外，東武鐵道更在東京都內進行大廈與住宅區的開發事業，甚而擴展至百貨公司經營。

2. 東武鐵道營運路線介紹(如圖 3.5.1)

東武鐵道的鐵道路線網絡跨越東京、千葉、埼玉、栃木及群馬等，共一都四縣。使用目的包含通勤、通學、商業、觀光等。

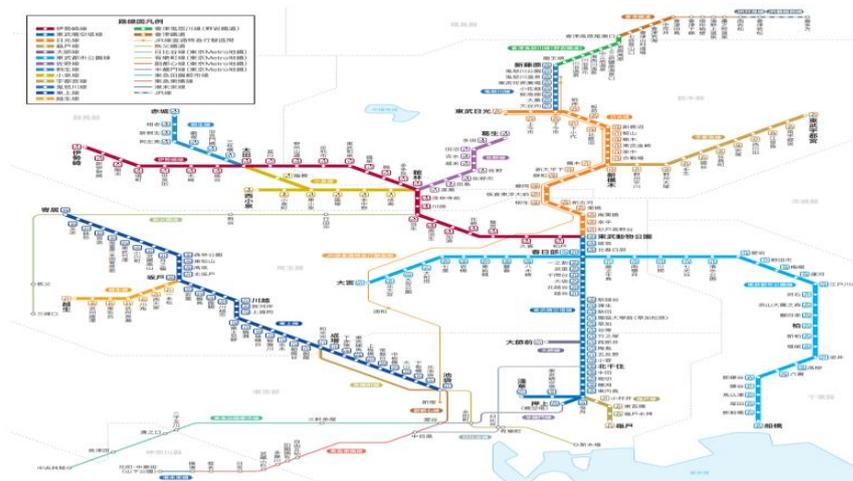


圖 3.5.1 東武鐵道(TOBU Railway)路線圖⁹

⁹ 圖片來源 <https://www.tobu.co.jp/tcn/service/route.html> 東武鐵道官網

(二)西武鐵道簡介

1. 西武鐵道組織業務介紹

西武鐵道是日本一家大型民營鐵路公司，為西武集團旗下主要企業之一，總部位於埼玉縣所澤市，經營路線橫跨東京都西部與埼玉縣西南部。西武鐵道同時也是日本職棒太平洋聯盟西武獅的母企業。

2. 西武鐵道營運路線介紹(如圖 3.5.2)

西武鐵道運行的路線是從西武新宿通往位在川越(小江戸)的本川越車站的西武新宿線，以及從池袋出發，經過所澤通往西武秩父的西武池袋線。西武新宿線上還有從小平車站分歧出來、通往東京都西半部的拜島線，以及前往西武園遊樂園相當方便的多摩湖兩條支線。

而西武池袋線主要連接東京都西北部到埼玉縣西南部的交通，支線也比較多，其中狹山線上的西武球場前車站也是最接近日本職棒西武獅主場的西武巨蛋的車站。

特快車部分，在池袋到西武秩父之間運行是特急紅箭號「CHICHIBU」，西武新宿車站到本川越車站之間運行則是特急紅箭號「小江戸」，另外在週末及國定假日還特別運行連接西武秩父到位在橫濱之元町・中華街車站之間指定席次特快車「S-TRAIN」。

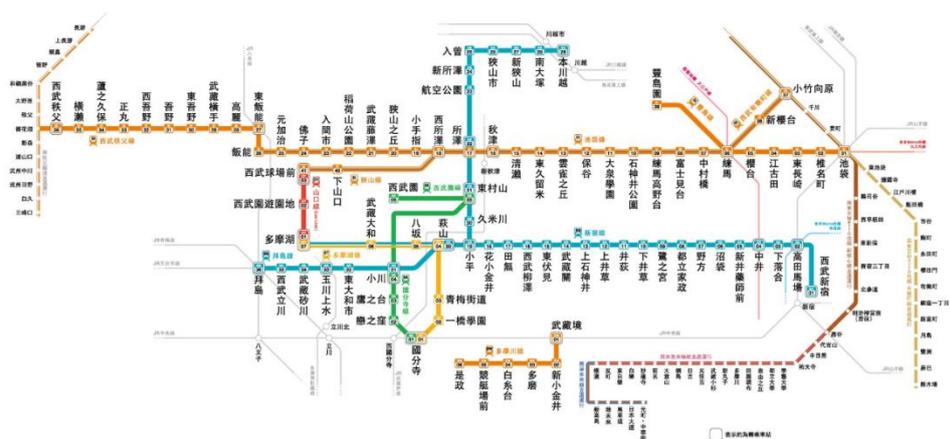


圖 3.5.2 西武鐵道(SEIBU Railway)路線圖¹⁰

¹⁰ 圖片來源 https://www.seiburailway.jp/railways/tourist/chinese/ride/railway_map.html 西武鐵道官網

(三)JR 東日本、東武鐵道、西武鐵道平交道設施之比較

此次參訪東京有一主要任務就是考察 JR 東日本的平交道，惟 JR 東日本限於時間關係，僅帶領團員參觀代代木車站附近的廢道踏切。為了能多方參考不同鐵道公司之平交道設備，團員們另安排了參觀東武鐵道及西武鐵道。團員討論之初考量 JR 東日本未來協助接駁之因素，因而選擇車站時以有 JR 東日本、東武鐵道及西武鐵道等三家鐵道公司交會之車站為目標參訪車站。因此我們選定了從池袋車站為出發點，東武鐵道則選擇東上線北池袋站旁之平交道，西武鐵道選擇池袋線江古田站之平交道，並且有幸逢巧於車站看見哈利波特彩繪車廂(如圖 3.5.3)。



圖 3.5.3 西武池袋哈利波特彩繪車廂



圖 3.5.4 東武池袋車站與大樓共構

1. 共通點

- (1) 因為平交道設備有一定的規範，例如最基本的平交道警報機，三家鐵道公司基本上是大同小異，警報機柱外觀、警報機、全方位閃光燈、緊急按鈕、小型方向指示配置幾乎一樣(如圖 3.5.5~圖 3.5.8)。

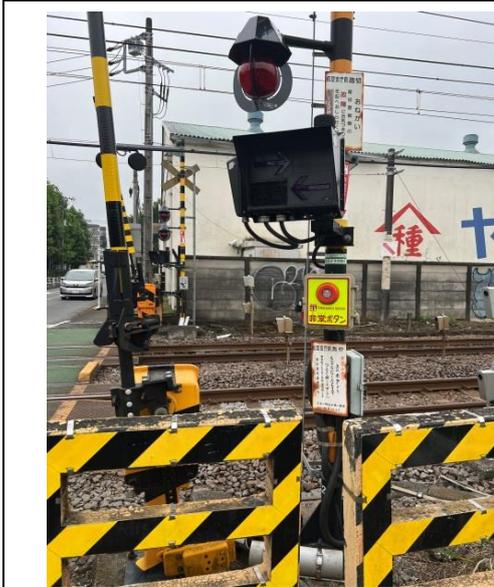


圖 3.5.5 JR 青梅線航空支廳告警機柱



圖 3.5.6 西武江古田站平交道



圖 3.5.7 東武北池袋站平交道

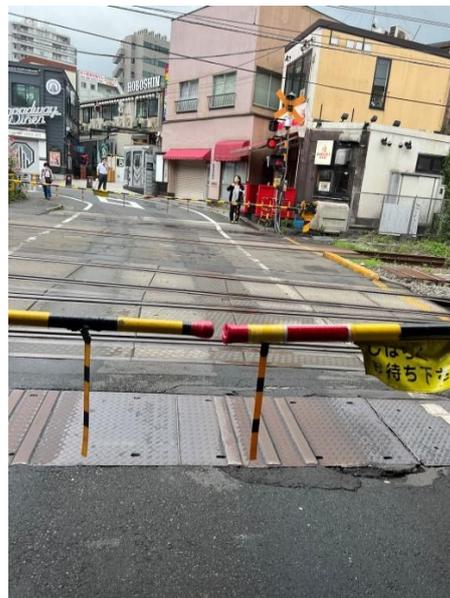


圖 3.5.8 JR 東日本代代木站平交道

- (2) 遮斷桿型式及縫隙為本次考察重點，我們詢問過 RTRI 研究員及 JR 東日本人員，雖然按照規定應遮斷鐵路兩側道路的全部寬度，但微小的縫隙鐵道公司是可以接受的(如圖 3.5.9、圖 3.5.10)。我們這次考察也發現日本市區街道不會過寬，有一定程度上約束了汽車的速度，相同道理鐵道的平交道寬度也是不會過寬，頂多是兩輛汽車可以交會的寬度，兩邊或是單邊預留人行步道寬度，所以汽車行經平交道時速度不會過快，因此駕駛人在平交道前都會停車再開。



圖 3.5.9 東武北池袋站平交道



圖 3.5.10 西武江古田站平交道

- (3) 可逃脫式遮斷桿，基本上是必備的。假如沒有這項功能，當汽車被困在平交道內，如果人員沒脫困，易造成列車及汽車相撞事故；撞斷遮斷桿，鐵道公司得派人維修及追討賠償費，這些都需要人力及時間成本。當設置成可撞開型的遮斷桿，可避免以上的缺點。
- (4) 紅外線障礙物偵測，這次考察的平交道皆有建置。

2. 差異之處

- (1) 遮斷桿裙擺：這個小巧思是在遮斷桿上面懸掛東西，當遮斷桿放下時，遮擋住遮斷桿與地面之間的空間，視覺上可以阻擋人從遮斷桿下面穿越，亦可嚇阻貓狗等小動物在平交道作用時闖越(如圖 3.5.11)。



圖 3.5.11 西武鐵道裙襞式遮斷桿



圖 3.5.12 東武鐵道平交道作用顯示

- (2) 平交道作用顯示：此裝置為司機員及乘務員參考用，因為行經平交道，列車駕駛可以從顯示器得知前方平交道是否作用(如圖 3.5.12)。



圖 3.5.13 西武江古田五燈式告警號訊



圖 3.5.14 JR 東日本條狀式告警號訊

- (3) 告警號訊器：此裝置為平交道作用時，當平交道偵測到障礙物或是有人按壓緊急按鈕時，將訊號傳送至 800 公尺外的告警號訊器，通知司機員注意平交道狀況及緊軔，西武鐵道為五燈式告警號訊(如圖 3.5.13)，JR 東日本為條狀式告警號訊(如圖 3.5.14)，雖說外觀不同，但功能是相同的。

- (4) 平交道名牌：註記平交道名稱用，讓用路人知曉此平交道名稱，如向鐵道公司通報平交道障礙，看此名牌就知道位於何處平交道(如圖 3.5.15)。



圖 3.5.15 JR 青梅線村山街平交道



圖 3.5.16 JR 青梅街道平交道

- (5) 大口徑 FRP 遮斷桿：對於大型遮斷裝置使用大口徑遮斷桿，正面可視寬度大於 10 公分，讓駕駛人可清楚看見遮斷桿已放下(如圖 3.5.16)。
- (6) 人車分道：對於較寬的平交道，在兩旁設置供行人及腳踏車通行的專用通道，專用通道也設置小型遮斷機，這樣有幾個好處，分段使用遮斷機，這樣就不會有遮斷桿不夠長的狀況(符合全遮斷的法規)，而且可以人車分流，讓汽車行駛順暢 (如圖 3.5.16)。

六、 其他安全及旅運設施

本次除了參加 RTRI 技術研討會及參訪行程外，也利用空檔參觀 JR 東日本鐵道及大手私鐵東武、西武鐵道相關安全及旅運設施。

(一)月台門

臺鐵因列車車型繁多、車門位置不一及司機員手動控制停車，裝設月台門有其困難。日本鐵道地下鐵系統建置期已設置月台門，傳統鐵路在來線也是近三年來才開始裝設。據 JR 東日本鐵道公司現場接待人員表示，人潮擁擠及單一車種優先建置月台門，目前在東京車站及品川車站之京濱東北線及山手線均已設置月台門。東武鐵道於 2021 年啓用池袋等 11 站，2022 年再設置 3 站，2023 年則依計畫繼續推展。西武鐵道則在 2020 年先啓用池袋等 6 站之月台門，後續依計畫推展。

JR 東日本計畫到 2033 年 3 月底完成 330 個車站之月台門，日本全境掉落月台事件，幾十年來每年約 2500-4000 件。橫開式單價高，升降式若只半人高度可防推擠墜落，但無法防自殺(如圖 3.6.1~圖 3.6.4)。



圖 3.6.1 JR 東日本成田機場第二航廈站月台門



圖 3.6.2 JR 東日本東京車站山手線月台門



圖 3.6.3 東武鐵道池袋站月台門



圖 3.6.4 西武鐵道池袋站月台門

(二)月台上列車緊急停車按鈕

發現乘客在月台候車時，跌落月台或闖入軌道等禁區時，按下列車緊急停車按鈕，可使月台或站務員辦公室發報器閃亮及鳴笛，並緊急停下列車。在 20 世紀初已設置，近年來更如火如荼的加速裝設，在東京車站月台上可看到幾乎每 20-40 公尺設一處，就算設了月台門也沒拆掉。立川車站則約 40-80 公尺設一處(如圖 3.6.5~圖 3.6.8)。

據 JR 東日本現場接待人員表示，原提供站務員用，後來也提供一般旅客在發現緊急狀況下亦可使用。



圖 3.6.5 JR 東日本立川站月台上緊急按鈕



圖 3.6.6 東武鐵道川越站月台上緊急按鈕



圖 3.6.7 西武鐵道本川越站月台上緊急按鈕



圖 3.6.8 東武鐵道川越站月台上緊急按鈕

(三)月台邊緣 CP (Color Psychology) 線

日本、東武、西武鐵道，月台上大都可看到月台邊緣有劃紅線，依照色彩心理學，紅色是代表危險顏色，可在月台邊緣劃設以提醒旅客注意月台邊緣，減少跌落月台機會(如圖 3.6.9、圖 3.6.10)。



圖 3.6.9 JR 東日本立川站月台邊緣 CP 線



圖 3.6.10 東武鐵道練馬站月台邊緣 CP 線

(四)女性專用車廂

通勤時段使女性能安心搭乘，在列車擁擠時不被痴漢騷擾，女性專用車廂除女性乘客外，小學生以下或行動不便之乘客及其照護人員也可搭乘。在 JR 中央線列車上可看到 AM7：30-9：30 郊外往東京車站方向，在最後一節車廂有設置女性專用車廂。東武鐵道則是在 AM7：20-9：30 旅客擁擠之線路、路段(如東上線小川町至池袋間)，有設女性專用車廂(如圖 3.6.11、圖 3.6.12)。



圖 3.6.11 JR 東日本女性專用車廂



圖 3.6.12 東武鐵道女性專用車廂

(五)路線及車站統一編碼

路線及車站多以漢字表示，為了外國旅客看不懂漢字之需要，另訂定統一代碼，例如路線 J 開頭的就是 JR 鐵道公司，例如 JY 是山手線，JC 是中央線；東武鐵道是 T 開頭，例如東上線為 TJ；西武鐵道則是 S 開頭，例如池袋線為 SI。車站代號則由 01 往下編碼，如東京車站在山手線為 JY01，立川車站在中央線為 JC19，東武川越站為 TJ21，西武練馬站為 SI06(如圖 3.6.13~圖 3.6.16)。



圖 3.6.13 JR 東日本東京站月台燈箱上車站編碼



圖 3.6.14 東武鐵道川越站月台燈箱上車站編碼



圖 3.6.15 西武鐵道練馬站月台燈箱上車站編碼



圖 3.6.16 東京地下鐵銀座車站編碼

(六) 司機員停車位置標

臺鐵司機員停車位置標設在月台上，JR 東日本、東武、西武則設在月台下軌道間，例如標 6、8、10 等號碼表示為 6 節車廂、8 節車廂或 10 節車廂停車位置，如怕混淆則在號碼標牌下再加箭頭，表示係指哪一條軌道如圖 3.6.17、圖 3.6.18)。



圖 3.6.17 JR 東日本立川站列車停車標



圖 3.6.18 西武鐵道東村山站列車停車標

(七)動線指標

JR 東日本採通用設計原則，標示非常清楚。

1. 燈箱(如圖 3.6.19、圖 3.6.20)

- (1) 月台資訊：白底黑字，如編號 5 就是第 5 月台面。
- (2) 服務設施：白底黑字，如電梯、寄物箱、廁所。
- (3) 出口或轉乘地鐵：黃底黑字。
- (4) 與機場線之轉乘：黑底白字。



圖 3.6.19 JR 東日本新宿站動線指標



圖 3.6.20 西武鐵道練馬站動線指標

2. 地貼(如圖 3.6.21、圖 3.6.22)

品川車站有機場線及新幹線轉乘需求動線複雜，故輔以地貼引導動線。

- (1) 黑底白字：轉乘往成田機場動線。
- (2) 紅底白字：轉乘往羽田機場動線。
- (3) 黃底白字：轉乘新幹線動線。



圖 3.6.21 JR 東海品川站動線地貼 (1)



圖 3.6.22 JR 東海品川站動線地貼 (2)

(八)防止鳥類築巢設施及警告小心鳥糞掉落

在日本車站鳥類築巢會造成設備損壞，掉落的鳥糞也會造成旅客困擾，因此在車站設置密集尖銳的鐵製物體，使鳥類無法在該處逗留築巢，也貼心的張貼海報提醒旅客注意(如圖 3.6.23~圖 3.6.26)。



圖 3.6.23 JR 東日本西國分寺站防止鳥類築巢設施(1)



圖 3.6.24 JR 東日本西國分寺站防止鳥類築巢設施(2)



圖 3.6.25 JR 東日本國立站注意鳥糞海報



圖 3.6.26 東武鐵道川越站注意鳥糞海報

(九)車站宣導海報

日本各大鐵路、地鐵公司各出奇招，以簡明易懂為目標，設計了許多妙趣橫生、創意十足的乘車禮儀宣傳海報，以期設計出讓外國人也能一目了然之海報，這種策略別出心裁，吸引乘客(如圖 3.6.27~圖 3.6.29)。



圖 3.6.27 東武鐵道車站出聲協助運動海報



圖 3.6.28 JR 東日本車站小心跌落月台宣導海報



圖 3.6.29 JR 東日本車站防止癡漢犯罪宣導海報

(十)車廂內顯示座位是否訂座

JR 東日本東京都會區在尖峰上下班通勤時間人潮相當擁擠，且有開停靠站較少之特急列車需求，為利查票作業，該特急列車車廂內，每個座位上方設有三個小燈，亮左邊綠燈表示座位有人坐，亮中間黃燈表示座位已售出尚未上車搭乘，亮右邊紅燈表示座位尚未有人訂位之查核機制(如圖 3.6.30、圖 3.6.31)。



圖 3.6.30 JR 東日本車廂內顯示座位是否訂座 (1)



圖 3.6.31JR 東日本車廂內顯示座位是否訂座 (2)

七、心得與建議

(一)心得

本次訪日研討與技術交流行程，在六天內充實且圓滿地完成，團員們都對於日本鐵道總研(RTRI)在車輛、電力、號誌、電訊、軌道及人因工程等鐵道技術各領域研究之專精與執著有所實地見證。甚至是對於無緣參訪之磁浮列車、鐵路地震工程及材料工程研究發展等領域，也從官網簡介、文宣摺頁與動態模型中感受到極高之研究成果，充滿佩服，期待透過持續經驗交流使雙方之軌道研發技術快速提升。

技術交流期間，團員們實地進行 VR 虛擬實境的教育訓練，以體驗工務軌道巡查作業時，如何檢修並同時警戒雙向來車，值得我們學習與引進做為員工行車安全與標準作業流程規劃之教育訓練。另有關指認喚答之教學軟體開發介紹與實地演練，亦讓團員驚呼不已，更加堅信與確認指認喚答之重要性，這也是公司後續未來在營運安全上必須持續加強之作為。

JR 東日本公司之實地參訪，也在該公司相關部門主管之實地引導與解說下進行，對於平交道如何設置相關警示設備與防護異物入侵也有更深刻之體認。交流期間談到對於行人與眷養牛隻闖越平交道該如何防範之議題，經回覆在日本甚少遇到此類事件，惟有野鹿擅闖防治案例可供參考。因為日本人十分遵守紀律，平交道柵欄放下、警示音響起，行人則立即停止前進，故日本對此並無相關罰責。而所眷養之牛隻更是不可能自由放牧至闖越平交道。這也讓我們很訝異，只因國情不同，解決方法竟然迥然不同。而東京車站之參訪除了軌道設施外，也對於商業設施進行了解，包含會面點銀鈴、餐廳客流量顯示器等規劃，都讓我們感受到 JR 東日本公司長久以來是如何站在旅客需求之角度配置相關設施之精神。

東京地下鐵公司教育訓練中心，地理位置相對偏僻，但也因此腹地廣大，可以建置教育訓練用之電氣化路線與非電氣化路線軌道、實體出入口閘門(含售票機與相關路線圖)、實體候車月台(含軌道與設施)、駕駛模擬機、甚至是安全聯想館，訓練設施之齊全，也是令人讚嘆。

團員彼此間也相互交流，自行利用清晨與公務行程外之時間，自行參訪觀察東武鐵道、西武鐵道與單軌電車等不同旅運設施，並針對月台門、月台上列車停止緊急按鈕、月台邊緣 CP 線劃設、女性專用車廂、列車進

站停止標誌、防止鳥類築巢設施及車廂內座位顯示燈等議題進行廣泛搜集資料。

這六天參訪團員們透過交流觀摩研討，針對相關軌道營運議題實質面對面、逐項議題詢答討論，更加了解彼此努力與研究方向。相信團員們回國後，會將本次參訪獲得之經驗與同仁分享，並將相關適當之技術引進工作中，精進軌道運輸相關技術，以提升營運安全、行車安全與勞工安全。

(二)建議

1. 平交道設備之強化

- (1) 本局平交道閃光警示燈採雙面化，日本各鐵道公司現採用 360 度全方位警示燈，可增加警示燈辨識度，建議後續設備更新時可納入更新。
- (2) 日本政府規定平交道遮斷桿要採用全遮斷，但並沒有規定間隙的大小，各鐵道公司都會自我要求盡量將間隙減到最小。雖然我們有些平交道路寬過寬，也不像日本平交道有將車行和人行分開，設置分隔島減少遮斷桿之長度，但間隙大就有人員闖入之風險，建議本局可自我要求，盡量減小遮斷桿間隙。

2. 日本鐵道總研(RTRI)目前已研發用於軌道檢查 APP，該手機可以安裝於駕駛室前側玻璃上，藉以測量列車振動、顯示前視影像及各項檢測數據（如公里數、加速度和火車速度等），不需花費太多經費而能掌握軌道不整處所，後續排定維修計畫加以整修，未來可視其研發進度及實施成效採用。

3. 建議本局預防事故再發生之教育訓練，可參酌 RTRI 設計「SimError 軟體」與「安全培訓輔助設備(Trackman STAT-VR)」的體驗學習的方式，不僅是單向性的講課，而是透過實際參與和體驗來吸收學習，用以加深員工的學習經驗，提升教育訓練之效果。

4. 其他安全設備及設施

- (1) 本局旅客於候車時偶有跌落月台或闖入軌道之事件發生，建議可參考日本各鐵道公司廣設月台車列車緊急停車按鈕，經由其他旅客之協助按下緊急按鈕可減少死傷事故之發生。
- (2) 日本各鐵道公司於月台邊緣都有劃設紅線(CP 線)，在月台上行走時，可提醒旅客注意月台邊緣，減少跌落月台機會，建議本局可參考採用。