

出國報告（出國類別：考察）

# 捷運列車控制系統及相關介面 之規劃設計考察

服務機關：交通部高速鐵路工程局

姓名職稱：陳副組長森開

張副處長伯良

派赴國家：日本

出國期間：96年11月18日~ 96年11月25日

報告日期：97年2月20日

## 摘要

關西機場建於離海岸 5 公里之人工島上，其對外的連絡道分別為 JR 西日本及南海鐵道。控制中心設於關西空港站，主要負責行車安全及列車調度，利用程式化控制系統（PRC）進行路徑設定，亦能顯示路線運行狀況，提供主線列車運行資訊，以維持列車的運轉調度。

百合海鷗線位於東京都臨海區，為一無人駕駛之中運量自動導軌膠輪系統。其列車控制系統，提供之功能可控制列車之行車間隔，以防止列車追撞、可依據沿線之條件設定速限、可確定列車安全行駛於路線，系統包含有列車偵測裝置、中央行車控制系統等。

新一代號誌通訊式列車控制系統(CBTC)，係在行車路線旁設置專用無線電基地台或在軌邊佈放通信漏波電纜等，使行進中列車與道旁設備即時進行雙向資料傳輸，達到偵測列車所在位置及計算出前後列車安全間距。其建構設備非常簡便、可減少道旁設備、減低維修成本及可擴充之優勢，已成為現代捷運列車控制系統主流。

# 捷運列車控制系統及相關介面之規劃設計考察

## 目 錄

壹、 考察目的.....	1
貳、 考察成員及行程.....	3
2.1. 成員.....	3
2.2. 行程.....	4
參、 考察內容.....	5
3.1 日本捷運列車參訪簡介.....	5
3.1.1 山手線 (YAMANOTE LINE) 都市鐵路.....	5
3.1.2 JR 關西國際機場捷運系統.....	6
3.1.3 百合海鷗線.....	8
3.1.4 JR 東日本、新幹線、在來線緣由簡介.....	10
3.2 捷運列車控制系統相關設備製造.....	11
3.2.1 日本株式會社京三製作所概況.....	11
3.2.2 捷運列車控制系統相關設備製造.....	12
3.3 號誌系統.....	13
3.3.1 號誌系統介紹.....	13
3.3.2 行控中心及車站控制室.....	14
3.3.3 閉塞系統.....	14
3.3.4 在來線的自動列車停車系統.....	15
3.3.5 一段煞車控制方式.....	16
3.3.6 新一代號誌系統.....	18
3.4 行李處理設施.....	19
3.4.1 預辦登機服務之特性.....	19
3.4.2 行李運送服務模式.....	19

3.4.3 關西國際機場國際行李處理業務之經過.....	20
3.5 日本鐵道事故處理簡介.....	21
3.5.1 日本國土交通省航空鐵路事故調查委員會.....	21
3.5.2 調查事故處理步驟.....	21
3.5.3 列車事故防止對策.....	22
肆、 考察心得.....	44
伍、 結論與建議.....	46

## 壹、考察目的

政府為連結桃園國際機場與臺北車站、高鐵桃園車站等交通運輸樞紐，使國際航線與國內交通網路緊密結合，並配合沿線既有都市發展，帶動地方繁榮，促進城鄉均衡。辦理台灣桃園機場聯外捷運系統建設計畫。範圍自台北市的 A1 站至中壢市 A21 站，全長約為 51.03 公里之路線段，包含 15 座高架車站、6 座地下車站、及 2 座機廠。機電系統統包工程，提供直達車、普通車交替發車營運服務之電聯車、供電、號誌、通訊、中央監控、機廠設備、月台門、軌道等子系統及機廠土建設施之設計、製造、採購、施工、安裝、保固、教育訓練、系統保證及技術支援等。

台灣桃園機場聯外捷運系統建設計畫機電統包工程由日商丸紅 Marubeni 公司得標，現正進行綱要設計及細部設計階段。其中號誌及行車控制系統係採用通訊式列車控制（CBTC）技術之系統，主要子系統包括(1) 自動列車保護（ATP）(2) 自動列車監視（ATS）(3) 自動列車運轉（ATO）。其中 ATP 子系統提供防止列車間碰撞之保護、轉轍器之控制及監視於最高安全速度下執行安全相關之運轉需求；ATO 子系統提供包括 加速、減速、急衝度控制、自動停車靠站及自動啓閉車門等自動列車運轉功能；ATS 子系統提供本捷運系統全線所有列車的移動進行集中控制及監視、自動路徑設定、時刻表管理及資料擷取、報告之管理等功能。

因日本國土呈狹長狀分佈，且重要都會呈線狀排列，因此，先天上極適合鐵路運輸的發展。迄今鐵路網已經超過兩萬公里，負擔全國四分之一以上的客貨運輸量，而且又極為重視軌道運輸的研究發展，各項設備制度與營運管理堪稱世界各國鐵路業的楷模。為利本局目前機場捷運建設計畫之執行，乃前往考察日本先進的列車控制系統系統，俾吸收日本捷運系統之建設經驗，供本局辦理相關捷運工程之參考。

本次赴日考察由程主任秘書家玲率領本局第一組、第三組、第七組及捷運工程處等相關考察同仁，併同「軌道監理—行車事故責任調查制度」、「捷運列車控制系統及相關界面之規劃設計」、「高鐵車站特定區之核心地區開發定位考察」及「考察國際機場捷運系統營運模式及轉運站交通系統規劃設計」等四案共同辦理。本計畫「捷運列車控制系統及相關界面之規劃設計」考察地點為日本東京、大阪等都市，考察成員為第三組副組長陳森開及捷運工程處副處長張伯良，考察期間自 96 年 11 月 18 日起至 11 月 25 日止，考察行程如 2.2 節。

本次係以考察日本捷運列車控制系統及相關介面之規劃設計為主，除了拜會國土交通省、國土交通省鐵道局，以瞭解日本鐵路建設概況及鐵路事故處理調查程序以及鐵路事故與列車控制系統之關連性。亦參訪 JR 東日本、JR 關西機場線機場線、列車航班資訊顯示系統、行包處理設施、JR 大阪梅田站以瞭解有關日本各都會區捷運系統建設概況。另外，實際搭乘東京台場新交通臨海線（百合海鷗線）號，此為與台北木柵線相似的無人駕駛膠輪系統，以體驗另一種不同的機場捷運系統之服務。

由於臺灣桃園國際機場聯外捷運系統建設計畫已進入土建工程之施工作業；因此，本次考察參觀目前正在進行施工的捷運新線工程，包括：大阪站工程，及東京新宿南口車站工程；以擷取捷運工程之施工經驗並蒐集有關資料，以利於該計畫施工之參考。

## 貳、考察成員及行程

### 2.1 成員

本局人員：

姓名	服務單位	職稱	專長及負責
陳森開	高鐵局第三組	副組長	機場捷運計畫機電系統設計之監督管理
張伯良	高鐵局捷工處	副處長	機場捷運計畫機電系統施工之監督管理

## 2.2 行程

### 1. 行程起迄：

自 96 年 11 月 18 日~ 96 年 11 月 25 日止，共計 8 日。

### 2. 考察行程：

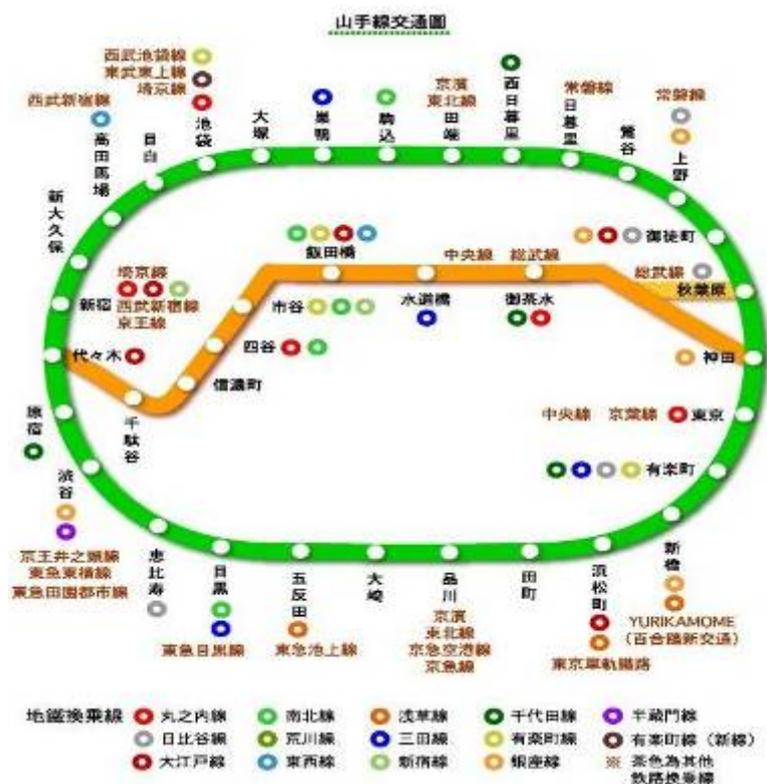
日期	行程	說明	備註
11/18(日)	台北－東京	啓程	宿東京
11/19(一)	東京	1.拜會日本國土交通省 2.拜會 JR 東日本：研討在來線鐵路行車控制及相關介面及車站或運轉所參觀	宿東京
11/20(二)	東京	1.拜會國土交通省鐵道局：研討捷運列車行控及相關介面業務狀況	宿東京
11/21(三)	東京	1.拜訪捷運列車控制系統相關設備製造廠商：京三製作所	宿大阪
11/22(四)	大阪	1.考察 JR 關西機場線列車控制系統 2.考察機場線列車航班資訊顯示系統 3.考察行包處理設施	宿大阪
11/23(五)	大阪	1.考察 JR 大阪梅田站列車控制系統	宿大阪
11/24(六)	大阪	1.考察大阪市内交通建設	宿大阪
11/24(六)	香港－台北	返程	

## 參、考察內容

### 3.1 日本捷運列車參訪簡介

#### 3.1.1 山手線 (YAMANOTE LINE) 都市鐵路

JR 東日本會社營運東京都市民上下班或上下學最主要交通工具之一，環狀運轉於東京都內之近距離列車系統之「山手線」，全線一周為 34.5km，「山手線」之運轉以大崎車站為起點，經過五反田、目黑、惠比壽、澀谷、原宿、代代木、新宿、新大久保、高田馬場、目白、池袋、大塚、巢鴨、駒込、田端、西日暮里、日暮里、鶯谷、上野、御徒町、秋葉原、神田、東京、有樂町、新橋、浜松町、田町、品川而回大崎車站之共 29 站。通行直達車與一般車（每站停），由於環狀運轉，車行有「外環行」與「內環行」之別，環狀線之外側線以時鐘轉向運行為「外環行」，內側線以反時鐘轉向運行為「內環行」。頭班車為早上 4 點 30 分發車，終班車為晚上 12 點 30 分，自上午 5 點以後至晚上 12 點間為每 2~6 分鐘發車，均分別雙向環行發車。每運轉一周約 62 分鐘，目前運行次世代型輕量高性能六門通勤車輛之 E231 系 500 番台列車。





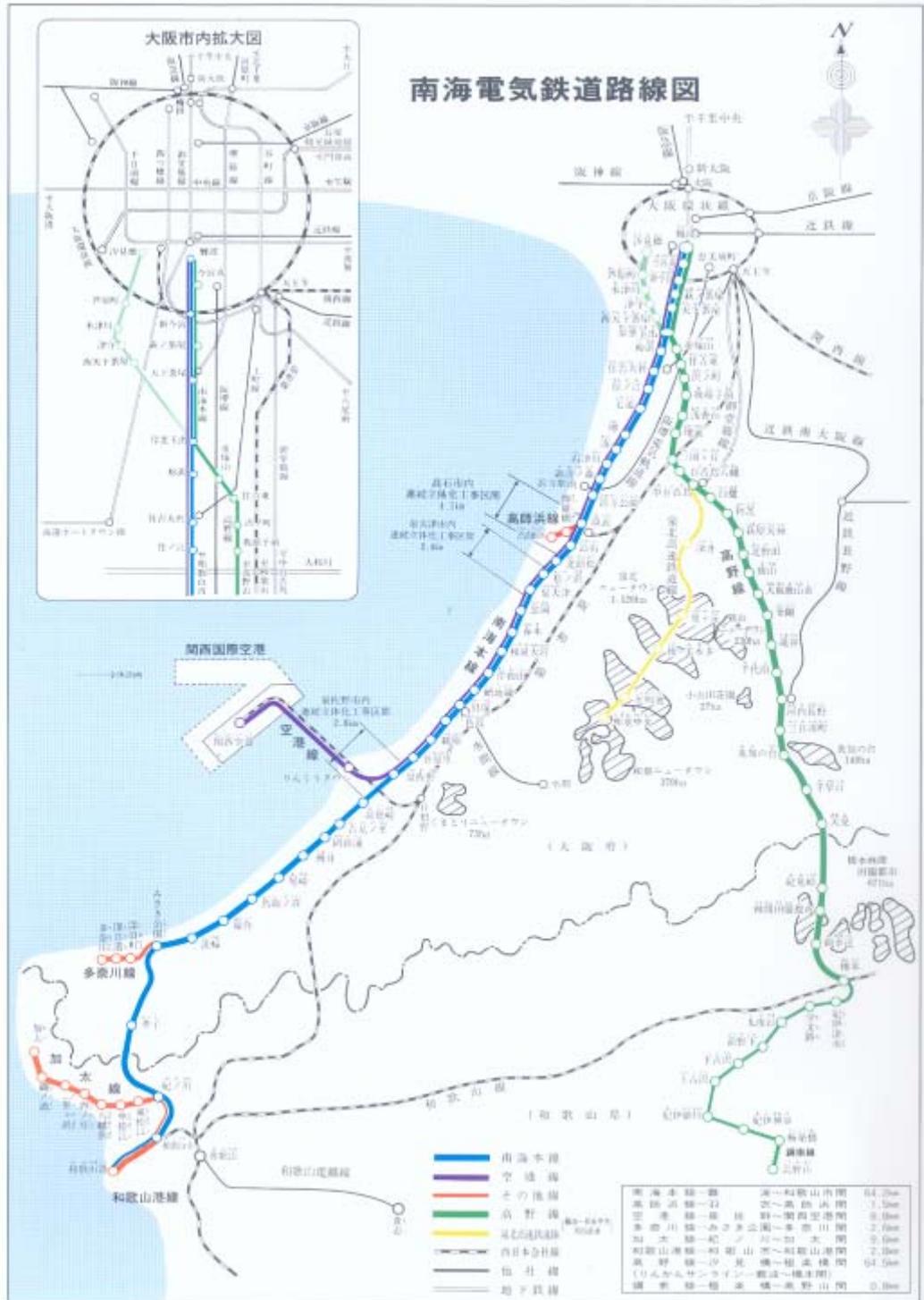
E231 系列車

「山手線」自神田與秋葉原至代代木之間另有 JR 「中央本線」通過連結，以疏運環狀線內地區之交通，除大崎、新大久保、日白、大塚、鶯谷、田町等站外，其他各站可分別與地鐵之丸之內線、日比谷線、大江戶線、南北線、荒川線、東西線、淺草線、三田線、新高線、千代田線、有樂町線、銀座線、半藏門線與有樂町新線及其他鐵路路線之東急池上線、東急目黑線、京王井之頭線、東急東橫線、東急田園都市線、西武新宿線、埼京線、京王線、西武新宿線、西武池袋線、東武東上線、京濱東北線、常盤線、總武線、京葉線、百合鷗新交通、東京單軌鐵路、京濱東北線、東急線等等多路線之轉乘，達東京都郊外四周各地，並至羽田與成田兩機場甚至全國各地。可見「山手線」單單一條鐵路路線在東京都內所扮演交通骨幹角色之重要性與其對於社會發展貢獻之重責性，致令東京都內交通成爲世界最成功之案例。

### 3.1.2 JR 關西國際機場捷運系統

日本爲避免噪音影響關西地區人民之生活，而將關西機場建於離海岸 5 公里之大阪灣東南部，海深約 15 公尺之人工島上，其對外的機場連絡橋最上層爲六線道的車用路面，下層則分別爲 JR 西日本及南海鐵道共用之軌道路線，兩家公司皆配合行駛特急、急行等兩種車輛，以增加便利性；同時服務往返大阪與國際機場間的搭乘飛機旅客與沿線居民的交通需求。日本爲考量國際旅客到關西國際機場後對外聯絡交通運輸，由關西空港株式會社，建設關西空港至臨空城車站所需之長雙層跨海捷運軌道橋樑及路線，而將 JR 西日本旅客鐵道株式會社及南海

電氣鐵道株式會社既有之軌道系統相連結，形成 JR 西日本空港線及南海電鐵空港線 2 條捷運路線。



另為減少建設及營運成本，自機場連絡橋另一端之臨空城站至關西空港站之軌道道旁設施之設備及控制完全一致，採共用軌道不同月台之方運作，南海鐵道

停靠 1、2 月台，JR 西日本則停靠 3、4 月台，自動收費系統亦各別設置，並由 JR 西日本負責測試、監控及系統維修，軌道部分則由關西國際空港株式會社負責維護，南海鐵道則依彼此約定分擔相關費用，南海鐵道所屬車輛之車載號誌系統必須同時適用南海本線及空港線。

關西空港指令所（控制中心）設於關西空港站，主要負責關西空港線的行車安全及列車調度，利用程式化控制系統進行路徑設定，亦能顯示路線運行狀況，提供主線列車運行資訊，以維持 JR-特急及南海-特急等列車的運轉調度，因關西空港線同屬 JR 西日本及南海鐵道之端點站（終點站）。

### 3.1.3 百合海鷗線

百合海鷗線位於東京都臨海區，路線名稱爲「東京臨海新交通臨海線」，由 JR 山手線新橋站至豐洲，興建的緣起係東京都政府爲開發竹芝、日之出及臨海副都心等地區並提供該地區新的大眾運輸系統，因此決定興建中運量新交通系統並成立百合海鷗株式會社。於 1989 年 3 月開始興建，1995 年 11 月完工營運，全線均爲專用路權之高架型式，工期約 6 年 8 個月，總建設經費爲 2,127 億日圓，其中政府負擔所有之土建工程費用，包括路線高架橋、車站、機廠之土建工程，共約 1,437 億日圓。百合海鷗株式會社負責車輛、機電、號誌、通信、軌道等費用，共約 690 億日圓。由於所有路權皆在公路用地上，以高架方式構築，整體工程並無土地徵收問題，僅機廠之用地係由會社向東京都政府租借。

新交通臨海線（百合海鷗線）由 JR 山手線新橋站起，經由竹芝、日之出，經彩虹大橋跨越海域，到臨海副都心，再經台場、青海、有明到豐洲，路線長 14.7 公里，設置 16 處車站。百合海鷗線爲一無人駕駛之中運量 AGT 系統 (Automated Guideway Transit)，軌距 1,700mm，雙軌高架，自動導軌膠輪系統，爲維持爆胎時之行車安全，膠輪內裝有鋼圈。



百合海鷗線路線圖

由於路線係屬高架型式，故所有車站都是高架結構設計，列車月台位於上面層，而廣場大廳與出入門口則位於下面層，行人步行層與附近的主要大廈或設施均可直接連通。車站之售票、月台進出等作業全部以自動化處理，除少數車站因特殊需求外，基本上車站是完全無需看管的。一列車由 6 輛車廂組成，列車長 54 公尺，可搭載約 308~352 人，車身為不鏽鋼製造，每一輛車廂有 4 個膠輪，每一軸重 9 噸，車廂寬 2.47 公尺，高 3.34 公尺，長 9 公尺，一列車載客容量約 308~352 位乘客，最大速度 60 km/hr（運轉速度 30 km/hr）。正常情況下，列車為無人駕駛，但在緊急狀況時可改為手動駕駛。

為確保列車運轉之安全，百合海鷗線設置之號誌系統，主要提供之功能有可控制列車之行車間隔，以防止列車追撞、可依據沿線之條件設定速限、可確定列車安全行駛於路線、號誌系統包含有自動列車控制系統、列車偵測裝置、中央行車控制系統等。百合海鷗線中運量新交通系統，採用自動導軌膠輪無人駕駛，電聯車係以第三軌供電方式，採用 600V、50Hz 三相交流電，一列車為 6 個車廂所組成，列車長 54 公尺，可搭載約 308~352 人，為高架型式專屬路權，最高速度 60 km/hr，運轉速度 30 km/hr，行駛一趟所需時間約 29 分鐘，營運班距方面，

在非例假日尖峰時段為 3 分鐘，非尖峰時段為 5 分鐘。



百合海鷗線高架設計

#### 3.1.4 JR 東日本、新幹線、在來線緣由簡介

JR (Japan Railroad)，原本指日本傳統國有鐵路的營運範圍，在日本國內分為國營與民營二種，貫穿全國，民營鐵路則分於各地與國營鐵路相通，後來國營鐵路民營化分成 JR 東日本、JR 西日本、JR 東海..等民營公司，後續管理原屬國營鐵路，每一民營公司前都係有原來 JR 字樣，而 JR 鐵路營運公司均經營新幹線、在來線及部分地方電車，本次考察安排 JR 東日本旅客鐵道株式會社，該社於 1987 年 4 月 1 日由政府經營的國營鐵路分出及民營化，總部設在日本東京都澀谷區代代木 2-2-2，員工有七萬多人，經營新幹線及在來線。

新幹線，新的鐵路幹線，日本為建立一日生活圈的目標，建設城市與城市間的交通，提升鐵路對公路及航空的競爭力仍採取提升傳統鐵路的的速度，建設新幹線，其係採用軌距 1435 毫米之標準軌，商業運轉速度在每小時 200 公里以上的高速鐵路運輸系統，新幹線的推動，使日本鐵路引進新的技術及更進一步研究新

技術，以致有中央列車控制系統 CTC (Central Train Control) 之研究與應用，對鐵路穩定的運輸安全有很大的幫助，在 JR 東日本新幹線有東北新幹線依前往方向分山形新幹線與秋田新幹線，另有上越新幹線、北陸新幹線。

在來線：日本的傳統鐵路系統，統稱在來線，日本因傳統鐵路運量太大，負荷過重，影響到營運，以至發展新幹線，至於傳統鐵路其軌距 1067 毫米(窄軌)，商業運轉速度在每小時 130~160 公里之間，於是新寬軌稱新幹線，舊有窄軌路線就稱在來線，JR 東日本在來線營運範圍涵蓋關東、甲信越及東北地方。

## 3.2 捷運列車控制系統相關設備製造

### 3.2.1 日本株式會社京三製作所概況

有關捷運列車控制系統相關設備製造廠商日本株式會社京三製作所(Kyosan Electric Mfg. Co., Ltd)，該公司最早於於 1917 年 9 月 3 日創立於日本東京，為供給日本國有鐵路局及各民間鐵路公司所使用之信號保安裝置，與日本信號(Nippon Signal)為日本 2 大最主要信號保安裝置之設計製造廠商。日本京三製作所主要分為 3 個主要部門，即鐵路信號事業部、道路交通管理事業部、電力轉換器事業部，日本京三製作所強調 3C，即控制(control)、電腦(Computer)與通訊(Communication)三種技術之整合，主要之產品含蓋鐵路信號系統、道路交通管理系統、電力轉換器等。

鐵路信號事業部事業內容包括：行車控制系統、電子聯鎖裝置、繼電聯鎖裝置、列車自動控制系統、月台安全裝置、平交道偵測裝置、列車偵測系統、號誌設備(電動轉轍器、軌道繼電器、止衝檔裝置、號誌機、阻抗搭接器)、安全資訊傳輸裝置、鐵路號誌監視裝置、目的地資訊顯示裝置。

### 3.2.2 捷運列車控制系統相關設備製造

日本株式會社京三製作所相關之電子聯鎖設備、行控中心監控設備及電動轉轍器等相關號誌裝置之生產與製造。



行控中心之監控設備製造

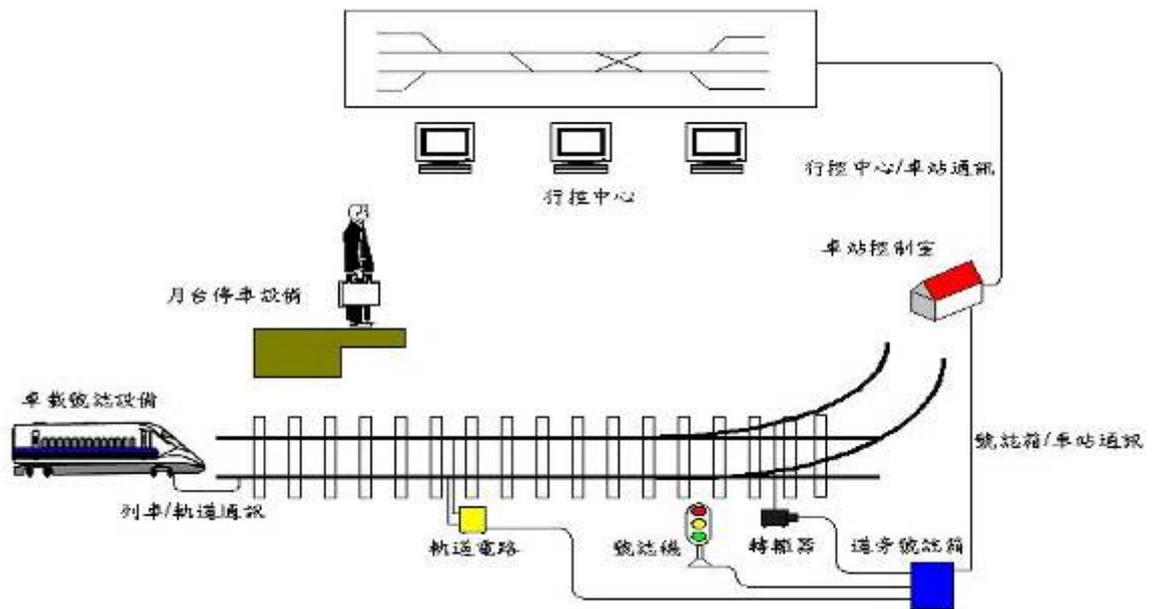


轉轍器工廠內之電動轉轍器製造

### 3.3 號誌系統

#### 3.3.1 號誌系統介紹

號誌系統主要目的係確保鐵路行車運轉安全、提高行車效率及提高行車密度，為達上述目的，需提供列車位置偵測及聯鎖機制、速度監測、閉塞區間控制、行車調度及管理等功能之設備，依階層特性，號誌系統可區分為行控中心、聯鎖裝置、道旁號誌設備、車載號誌設備及通信系統，如軌道號誌系統基本結構圖所示：



軌道號誌系統基本結構圖

軌道電路：為掌握軌道列車位置及控制行車方向與速度。

轉轍器：為使軌道車輛可以轉換股道。

聯鎖裝置：為確保行車安全。

閉塞裝置：為維持站間行車之安全距離。

號誌機及自動列車控制系統：為管制行車速度。

平交道防護裝置：確保鐵路與公路平面交叉區域之安全。

行控中心裝置：為提高整體行車效率。確保列車行車運轉之安全。

### 3.3.2 行控中心及車站控制室

行控中心控制系統(Central Traffic Control,CTC)係將各站場之行車號誌設備集中於一處所，由控制員合併辦理行車調度及行車相關事宜，以提高鐵路運轉之效能。故一般情況下，行車運轉係由 CTC 控制。

車站控制室(Station Control Room)設置於每一車站，於 CTC 系統發生故障時，車站控制室可以就地控制方式控制車站區域之號誌裝置，維持列車之運轉。

車站控制室內一般設置行車之就地控制裝置，主要設備包含控制盤、表示盤、CTC 控制裝置等。



控制盤、CTC 控制裝置

### 3.3.3 閉塞系統

軌道號誌系統中將 2 車站之區間切成若干個安全區間，此安全區間稱為閉塞區間，分為 4 類：

- (1)絕對閉塞制：一閉塞區間同一時間僅允許一列車使用。
- (2)容許閉塞制：特殊情況下，允許一閉塞區間有 2 部列車使用。
- (3)人工閉塞制：閉塞手續及號誌顯示由人工辦理。
- (4)自動閉塞制：經軌道電路、號誌設備等自動產生閉塞規則，為自動行車控制重要之一環。

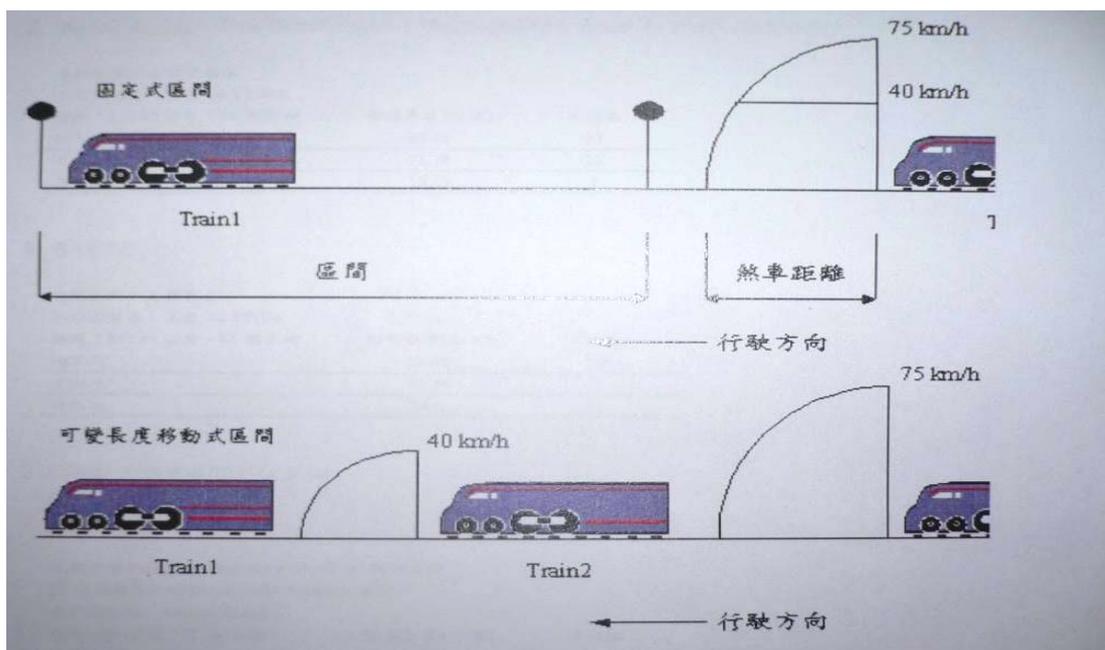
閉塞區間分為固定式及移動式

固定式閉塞區間

當列車偵測到下一閉塞區間無前行列車佔有，則後行列車維持行進狀況；但當下一閉塞區間有前行列車佔有，則後行列車必須停於原來之閉塞區間，此種運轉模式稱為固定式閉塞區間系統(Fixed Block System)

移動式閉塞區間

移動式閉塞區間系統(Moving Block System)其動作原理為利用列車偵測裝置，偵測相鄰 2 列車間之距離及移動速度，計算相鄰 2 列車間所需之安全距離，由此安全距離決定閉塞區間之距離，故閉塞區間距離隨相鄰 2 列車間之距離及移動速度而改變。



### 3.3.4 在來線的自動列車停車系統 ATS(Automatic Train Stop)

自動列車控制系統(ATC)在捷運系統之安全保障、品質的維持扮演重要角色，一般將自動列車控制系統分為三個子系統－自動列車操作系統(Automatic Train operation, ATO)、自動列車保護系統(Automatic Train Protection, ATP)及自

動列車監督系統(Automatic Train Supervision, ATS) , 因捷運系統特性, 自動列車控制系統分散在列車、車站及軌道以及行控中心(Central Control Room, CCR) , 日本為安全的運輸服務, 三十多年前即研發出自動列車停車系統(ATS), 有別於目前大家通稱的自動列車監督系統, 在來線自從裝設自動列車停車系統, 鐵路的交通事故確實明顯降低。

#### ATS(Automatic Train Stop) :

自動列車停車系統(ATS)係分別裝置於軌道及列車上, 裝於軌道上稱為地上發信器, 裝於列車上稱為車上受信器, 但二者需共同動作才能發生作用。地上發信器由線圈及電容組合, 可發送 130k Hz 之信號, 裝置於信號機前約 600 公尺處, 當列車通過此地上發信器時, 車上受信器可感應地上發信器之頻率, 獲知 600 公尺後有信號機為紅燈, 駕駛員可立即做煞車動作, 如經過 5 秒未煞車, 列車會立即緊急煞車, 以達到自動列車保護之目的。

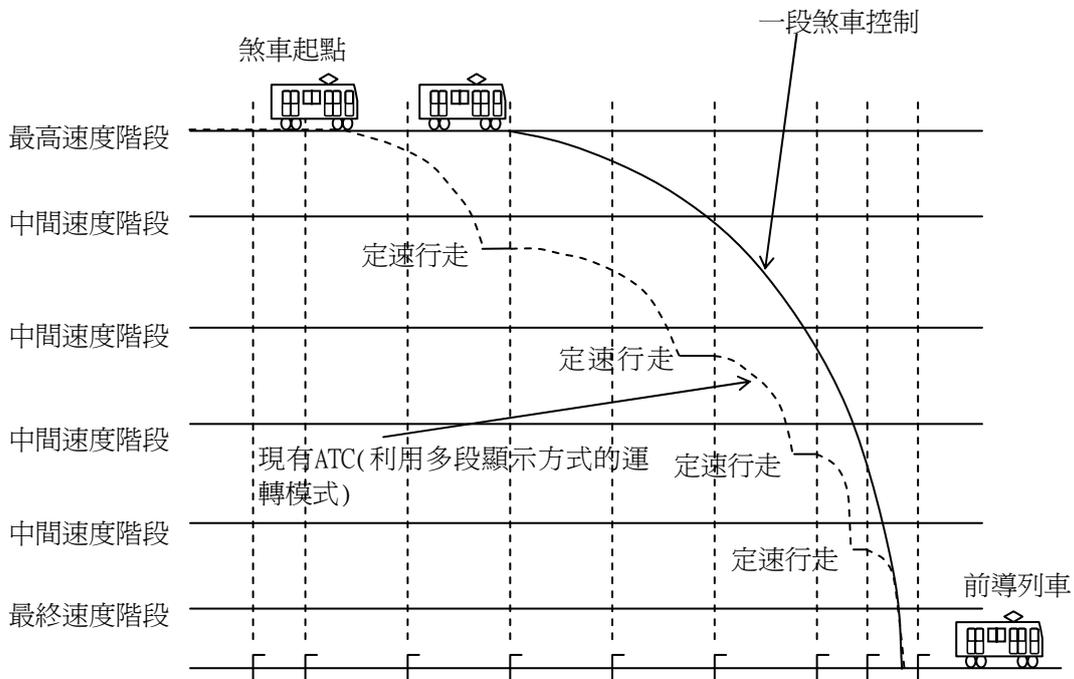
#### ATS 功能如下 :

- (1) 地上發信器安裝於信號機外約 600 公尺處, 做為警報啓始地點。
- (2) 信號機亮紅燈時, 列車通過地上發信器, 車上裝置感應會啓動警報。
- (3) 警報後會有 5 秒之時間來確認是否有煞車, 如無煞車動作, 則會自動啓動緊急煞車。
- (4) 另外, 地上發信器一般裝置於信號機 D 處,  $D = A + B + C$ , A 為列車緊急煞車之距離, B 為列車 5 秒行駛之距離, C 為車上裝置感應地上發信器之反應時間所行走之距離; 地上發信器係由線圈及電容組成, 可經由不同之電容組合成各種不同頻率, 達到不同的控制之目的, 因裝置簡單, 成本低, 在來線廣泛運用。

### 3.3.5 一段煞車控制方式

新幹線目前之 ATP 裝置仍採用多段煞車概念控制, 分為最高速度段, 四個

中間速度段及最終速度段，由於分段煞車所需反應時間及距離均較大，故影響車班距頗大，由於驅動馬達及微處理機之技術進步，運算速度加快及高速網路之使用，使得系統反應時間大為縮短，故可採用一段煞車控制方式，以改善現有現有之多階段顯示控制方式。



一段煞車控制方式原理圖

一段煞車控制方式特性如下：

- (1) 利用一段煞車控制方式，來縮短運轉間隔及運轉時間，並改善乘客的乘坐舒適感。
- (2) 應用數位信號資料，使性能不同的列車在同一線區行走，也可以彈性的運用。
- (3) 將地上／車上傳送的 ATC 信號由類比信號轉為數位信號，除了可增加資訊量之外，也可以提高資訊可靠度。
- (4) 採用故障自趨安全(Fail to Safe)之光纖區域網路(Lan)來解除裝置之間界面所造成的資訊量的限制，並可達成維修資訊的收集和一元化管理，另藉由設備的經常監視使得保全簡單化。

(5) 利用微電子裝置來使設備精巧化，並提昇可靠度。

### 3.3.6 新一代號誌系統

現代化的捷運系統至少要具備：乘客之安全性及舒適度、流暢之班次、有效率之運轉及有能力配合各種交通服務之需求。為達成上述包含安全性各種需求，就需現代化之電腦控制號誌系統來達成，新一代號誌通訊式列車控制系統 (Communications Based Train Control, CBTC)發展快速，有逐漸取代傳統於軌道旁大量使用軌道電路之趨勢，而係在行車路線旁設置專用無線電基地台或在軌邊佈放通信漏波電纜等方式，使行進中列車與道旁設備即時進行雙向資料傳輸，達到偵測列車所在位置及計算出前後列車安全間距。其建構設備非常簡便、可減少道旁設備、低維修成本及可擴充性之優勢，已快速成為現代城際運輸之捷運號誌系統主流。

行車原理係於隧道路段將佈設通信漏波電纜，而在開放路段將設置無線電基地台，列車行駛時下方之無線電天線將透過上述媒介與車站號誌機房傳輸交換號誌訊息，同時列車車載亦配備自動列車運轉系統、自動列車防護系統、絕對位置讀取器、測速器、都卜勒雷達等設備整合車輛性能，使列車可以安全及平順地行駛於各車站。當車載號誌設備透過傳輸媒介與車站號誌機房設備進行雙向資料交換時，系統準確計算出列車動態行駛位置、兩車安全煞車間距、列車與道旁設備狀態訊息、最高及臨時速度限制與監控、車門及月台門控制等功能，使系統於符合營運需求下，達到安全、快速、準點、便捷及舒適地疏運旅客。

## 3.4 行李處理設施

### 3.4.1 預辦登機服務之特性

預辦登機(In-Town Check-In,ITCI)係對航空公司旅客所提供一種便利性之增值服務，其概念是將機場內的航空公司報到櫃台沿伸至市中心區，並將市中心區的捷運或鐵路車站塑造成機場之縮影，車站功能定位為航空站之延伸站，故空間規劃與旅客動線皆比照航空站之規劃概念，分出境與入境兩大動線，以使旅客到達車站即有置身機場之感，相關設施包括航班資訊顯示系統、行李推車等設施與設備及相關搭機資訊俱全，且均提供預辦登機及行李託運服務，旅客可以提早在車站託運行李、劃機位，同時取得登機證及行李交付託運作業，以減輕旅客至機場之負擔，且有較充裕的時間在市區內繼續未完成之行程，之後旅客可在航班起飛前之限定時間，搭乘任何一班機場捷運至機場，旅客可利用空檔時間繼續觀光、購物或辦理公務，對商務及觀光旅客相當便捷。

### 3.4.2 行李運送服務模式

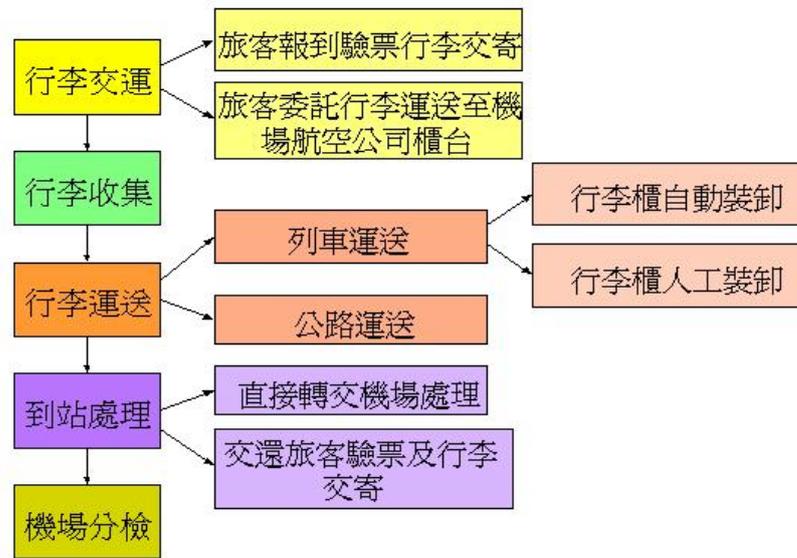
行李運送服務模式分為旅客報到驗票行李交寄服務及旅客委託行李運送至機場航空公司櫃檯。

採行李運送服務模式為旅客報到驗票行李交寄服務

車站內須設置出境旅客報到驗票櫃檯、行李輸送設備、行李貨櫃裝卸設備等，所需空間及車站規模均需較大。車站櫃檯之設置、機場範圍內列車行李櫃裝卸站及相關界面等，尚須與民航局、航聯會等協調，設置所需成本較高。

旅客委託行李運送至機場航空公司櫃檯

可依旅客搭乘航班之不同，分送各航廈及各航空公司櫃台。惟旅客領取行李時間不一，行李管理困難度高。旅客需作託運、領行李、再交寄航空公司，較為繁瑣。



行李運送服務模式

### 3.4.3 關西國際機場國際行李處理業務之經過

關西國際機場位於距離日本大阪灣東南部的泉州海域 5 公里的海面上，為阪神地區的主要機場，於 1994 年正式啓用，為推動湊町地區之開發，使其成為關西地區廣域交通之節點，以市區航空櫃台 CAT (City Air terminal) 提供關西國際機場旅客便利交通，建立了 OCAT (Osaka City Air terminal) 大樓，在大樓中設置可以辦理國際線搭乘手續的 CAT 設施，實施國際線搭乘手續業務，具體作為行李檢查、檢查手續、裝箱手續，在手續完成後旅客可以空手搭接駁巴士前往機場搭機，並於 1996 年 3 月大樓啓用同時即開始 Check in 業務，使用此服務的航空公司最多時 13 家，顧客每日約 200 人。由於 2001 年美國 911 事件影響等因素，恐怖攻擊前 5 家(全日空、日本航空、奧地利航空、國泰航空、義大利 Alitalia 航空)，恐怖攻擊後，全日空等 3 家停止辦理，僅剩國泰航空及義大利 Alitalia 航空 2 家，考量使用率與旅客之習性，自 2002 年 4 月 1 日已停用此服務。

### 3.5 日本鐵道事故處理簡介

#### 3.5.1 日本國土交通省航空鐵路事故調查委員會

日本為防止航空事故之需要，在 1974 年設立航空鐵路事故調查委員會，在 2001 年因鐵路事故之需要，要求設立常設事故調查機關之呼聲升高，以致將調查對象增加鐵路事故而變更成立航空鐵路事故調查委員會，近期考量將海難亦加入此委員會，其主要工作如下：1.進行釐清航空事故及鐵路事故原因之調查。2.進行釐清航空事故及鐵路事故所致損失原因之調查。3.從事故防止觀點進行航空及鐵路重大意外事件之必要調查。4.依據調查結果，進行航空事故及鐵路事故防止及於事故發生時減輕損失對策之勸告或建議。5.為執行這些事務所進行的必要調查與研究。委員會行使獨立的職權，以公正、中立立場致力於事故等原因調查。

#### 3.5.2 調查事故處理步驟

步驟 1：事故、重大意外事件發生時，委員會指定負責調查之主管調查官後著手進行調查，有關鐵路事故重大意外事件係指（1）列車衝撞事故、（2）列車出軌事故、（3）列車火災事故、（4）其他事故(乘客・乘務員等死亡、5 人以上死傷、特殊異例等)及（5）重大意外事件(列車行駛間旅客車廂上 下車用車門打開之情事等其他)

步驟 2：事實調查：

事故之調查，必須正確掌握事故等之事實，調查官應先立即趕往事故現場，認定事實以便進行事故等發生之經過、相關物件現況、發生環境及氣象等之調查，並且亦須進行減少事故造成之損失。

步驟 3、4：試驗研究、解析：

在調查事故原因除從事實調查結果所獲得資訊，必要時進行這些資訊、資料的相關試驗及研究，以便做事實之認定或解析，據以撰寫事故等調查報告書，其中的解析係報告書最重要的部分。

步驟 5：委員會審議：

認定事實與試驗研究後進一步依所獲得的解析結果，於委員會中詳細地進行審議，釐清事故等及事故所產生損失之原因。

#### 步驟 6：報告書製作、公告：

完成事故等之調查後，除研提事故等調查報告書予國土交通大臣外亦需公告，該報告書中記載事故調查經過、認定事實、認定事實理由及原因。

#### 勸告及建議：

委員會於完成事故調查後認為有必要的時候，依據調查結果，對國土交通大臣進行事故防止或減輕損失對策之勸告，且對於國土交通大臣或相關行政機關首長做相同的建議。例如西日本旅客鐵道(株)福知山線之列車出軌事故建議(2005 年 9 月 26 日) (1) 提升 ATS 等機能、(2) 事故發生時之列車防護確實實行、(3) 設置並活用列車行駛狀況等紀錄裝置及 (4) 確保速度計等之精度。

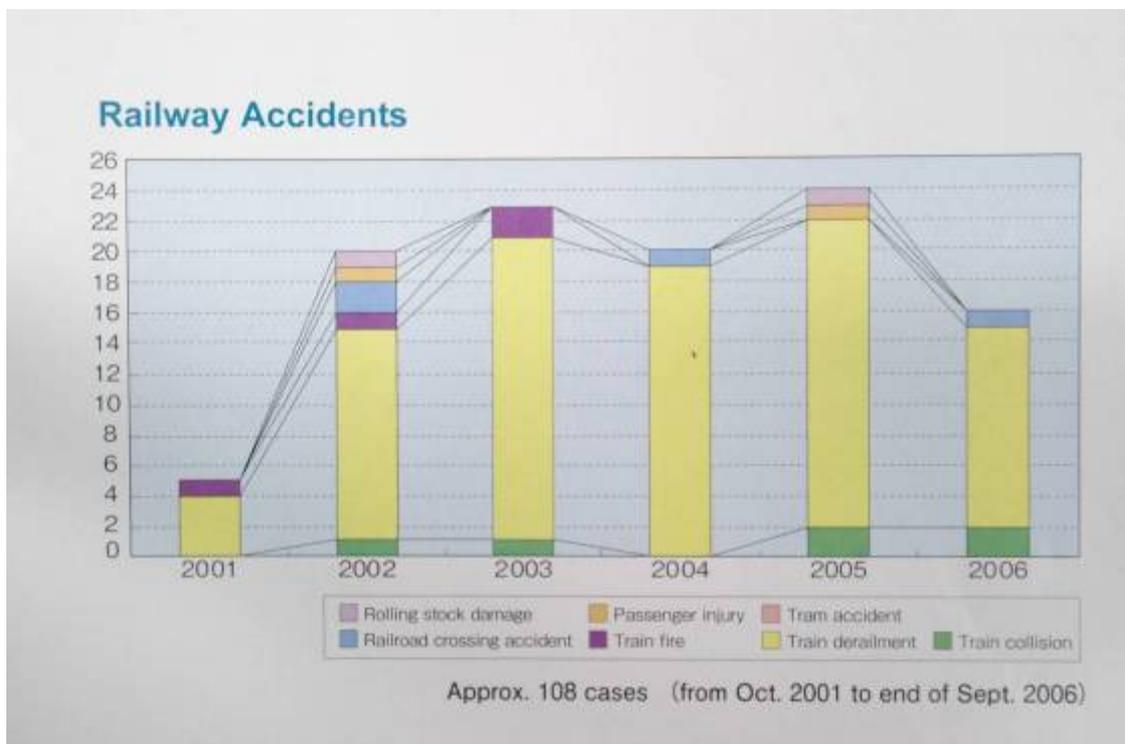
#### 3.5.3 列車事故防止對策：

列車事故大致可分列車出軌、列車衝撞、列車火災，其防止對策有以下幾種方式：車站道岔(轉轍器)、號誌之連動裝置整備，ATS(自動列車停止裝置)之整備，PRC(自動進路控制系統)、CTC(運行管理裝置)之整備，列車無線之整備(指令與列車間)，車輛、路線之定期檢查，車輛之火災對策及地震(耐震補強)、風水害、災害對策之實施。有關號誌方面在(fail-safe)故障自趨安全之設計，日本 100 多年來均朝此方向執行，但事故因號誌故障發生約 5 年 1 件，事故不多，大多事件如延誤等情事。

鉄軌道運転事故の年間件数と死傷者数  
(1996年度～2005年度の平均)

	鉄 道		軌 道	
	件 数	死傷者数	件 数	死傷者数
列車衝突	1.3	1.1	4.2	0.0
列車 脱線	除く踏切事故	12.4	25.7	3.7
	踏切事故	6.2	5.7	0.1
列車火災	2.3	0.0	0.0	0.0
踏切障害	444.4	266.7	6.5	1.1
道路障害	2.1	0.0	67.8	3.1
鉄道人身障害	341.6	384.5	6.7	1.6
鉄道物損	3.2	—	0.0	—
計	813.5	683.6	89.0	6.0
踏切事故	450.6	272.3	6.6	1.1

日本 1996～2005 年間鐵路事故死傷數



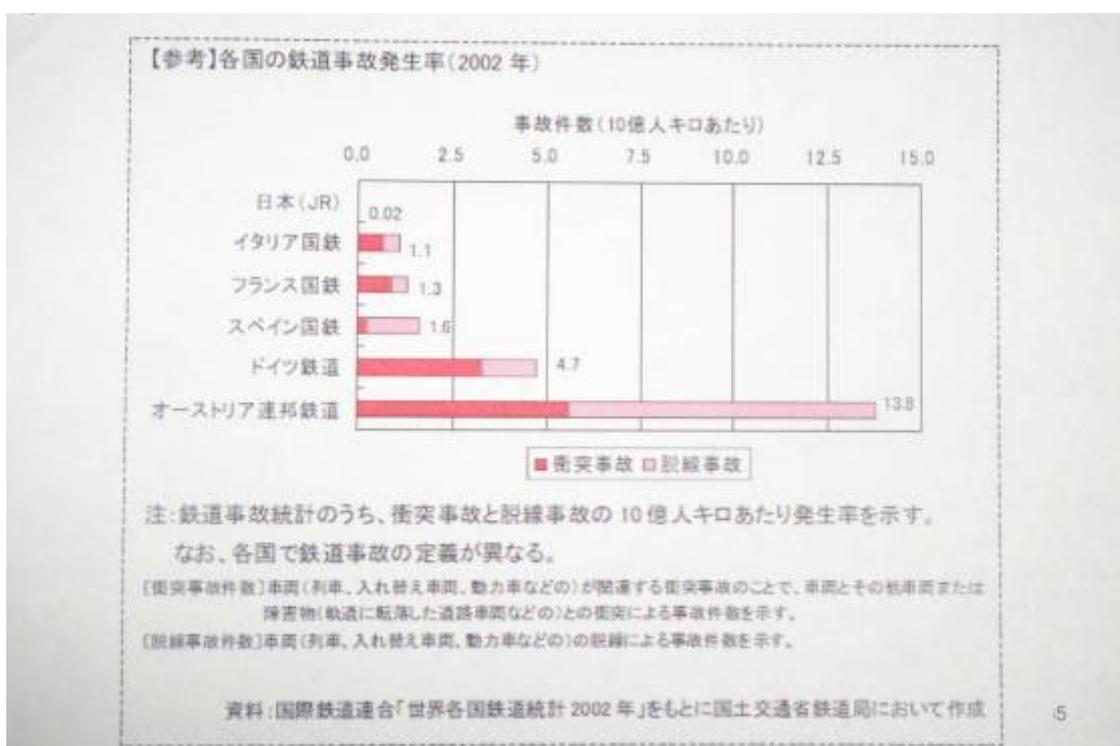
日本 2001～2006 年間鐵路事故數

**鉄道運転事故とその調査件数及び調査対象率**  
(2002年度～05年度発生分の合計)

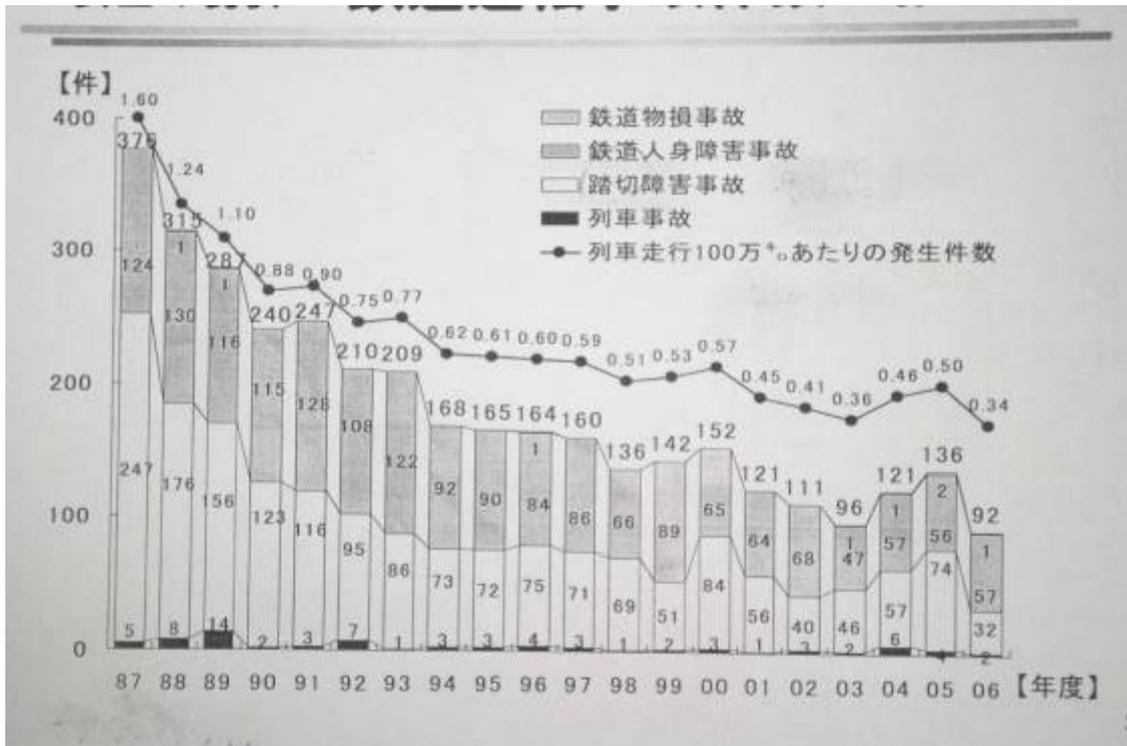
	事故件数 (a)	死傷者数 (b)	1件あたり死傷者数 (b/a)	調査件数 (c)	調査対象率(%) (100c/a)
列車衝突	4	2	0.5	4	100
列車脱線	除く踏切	46	808	46	100
	踏切事故	28	75	28	100
列車火災	3	0	0.0	3	100
踏切障害	1,641	1,067	0.7	2	0.1
道路障害	10	0	0.0	0	0.0
鉄道人身障害	1,357	1,384	1.0	2	0.1
鉄道物損	18	0	0.0	1	5.6
計	3,107	3,336	1.1	86	2.8

全件が対象。  
 「死傷者5人以上」、「乗客、乗務員等死亡」又は「特に異例」のみが対象。

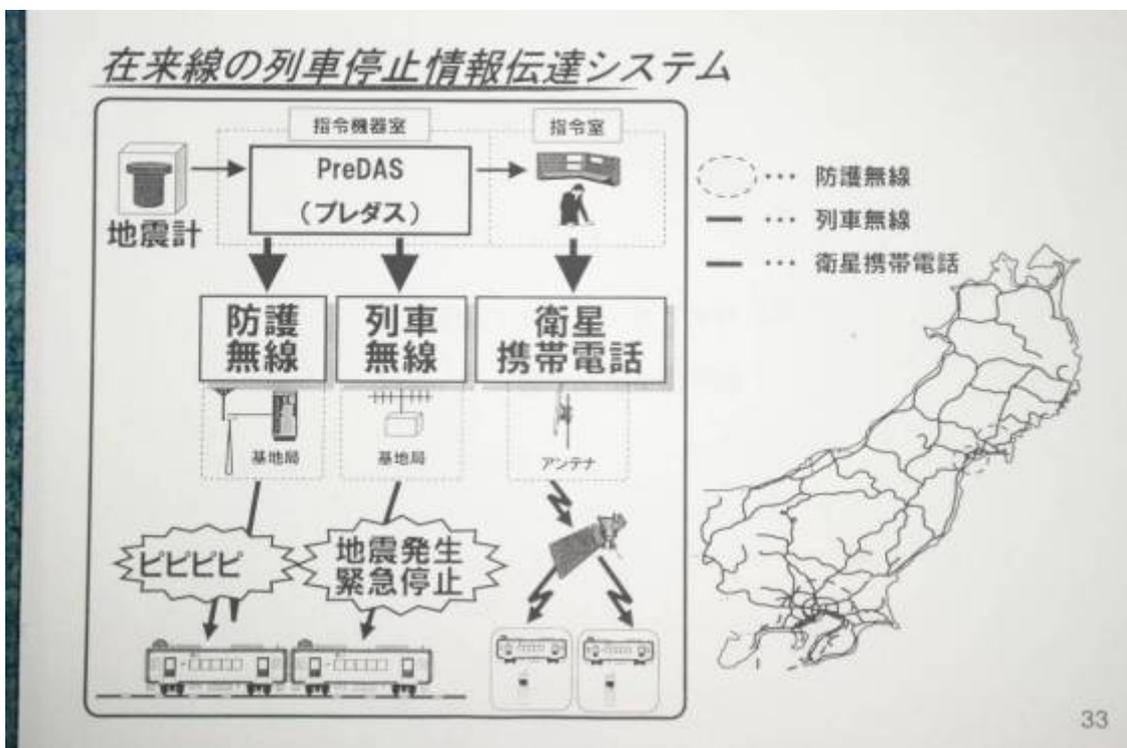
日本 2002～2005 年間鐵路事故、死傷及交通省調査數



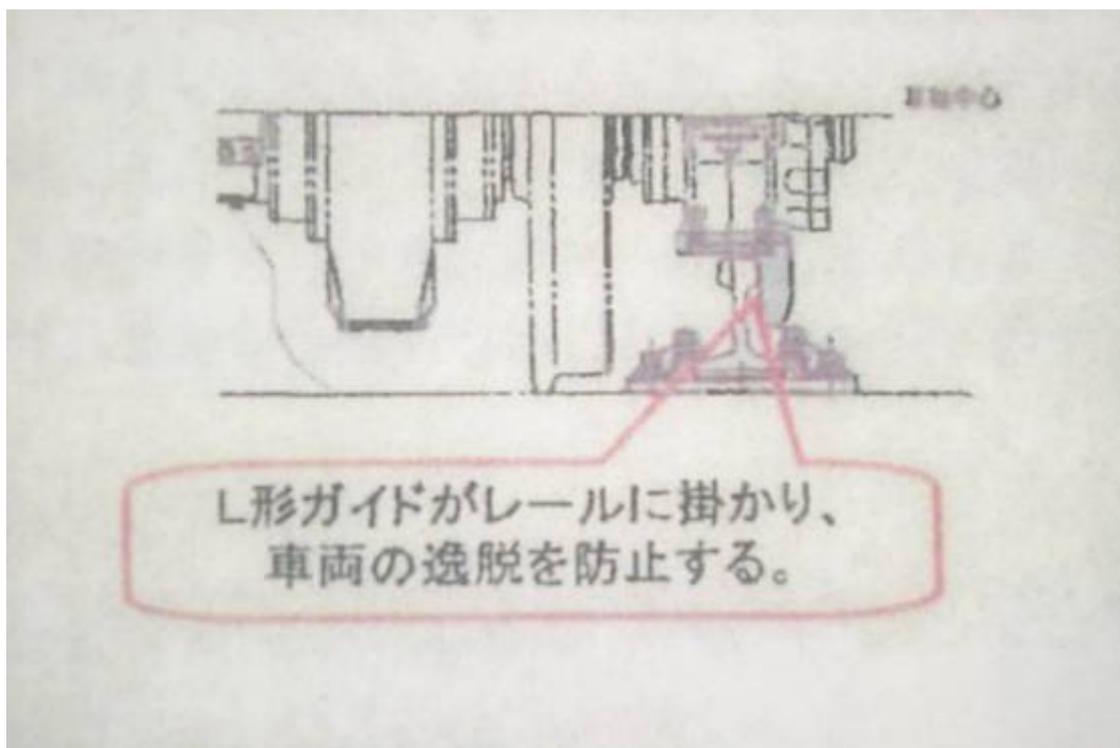
日本、義大利、法國、西班牙、德國、澳大利亞鐵路事故率(2002年)



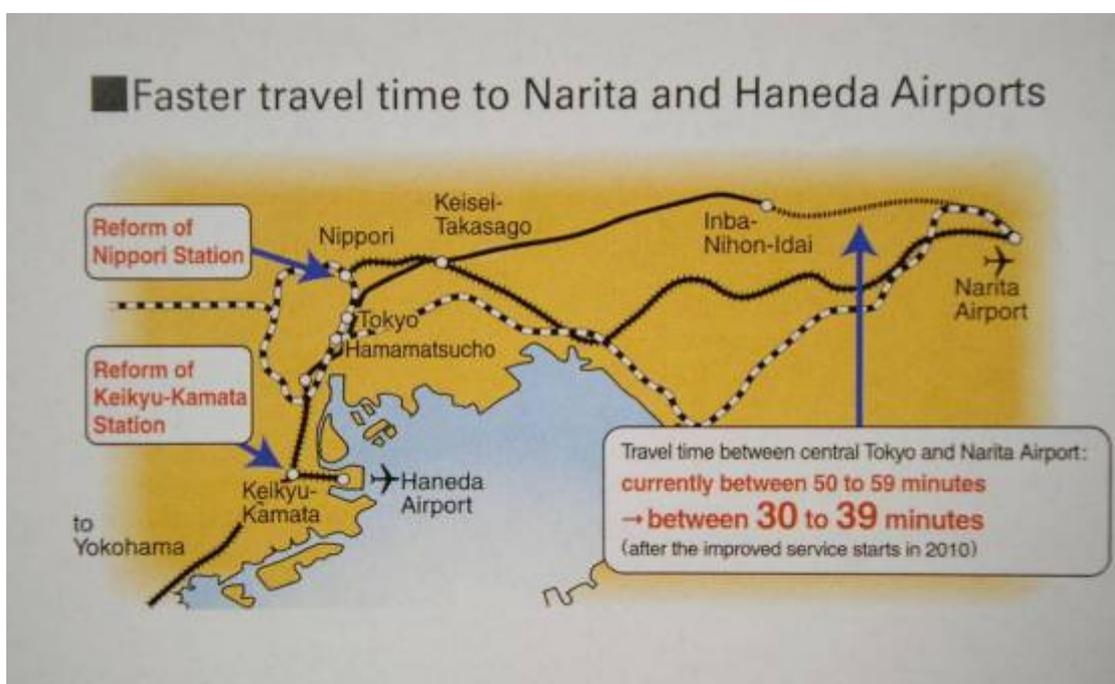
日本 1987~2006 5 年間各種鐵路事故之比率



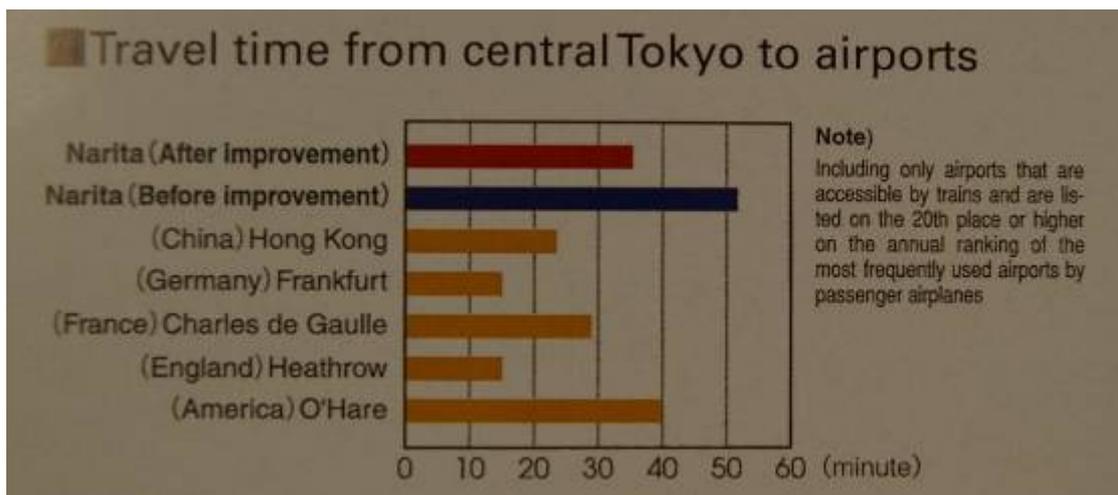
列車停止資訊傳達系統



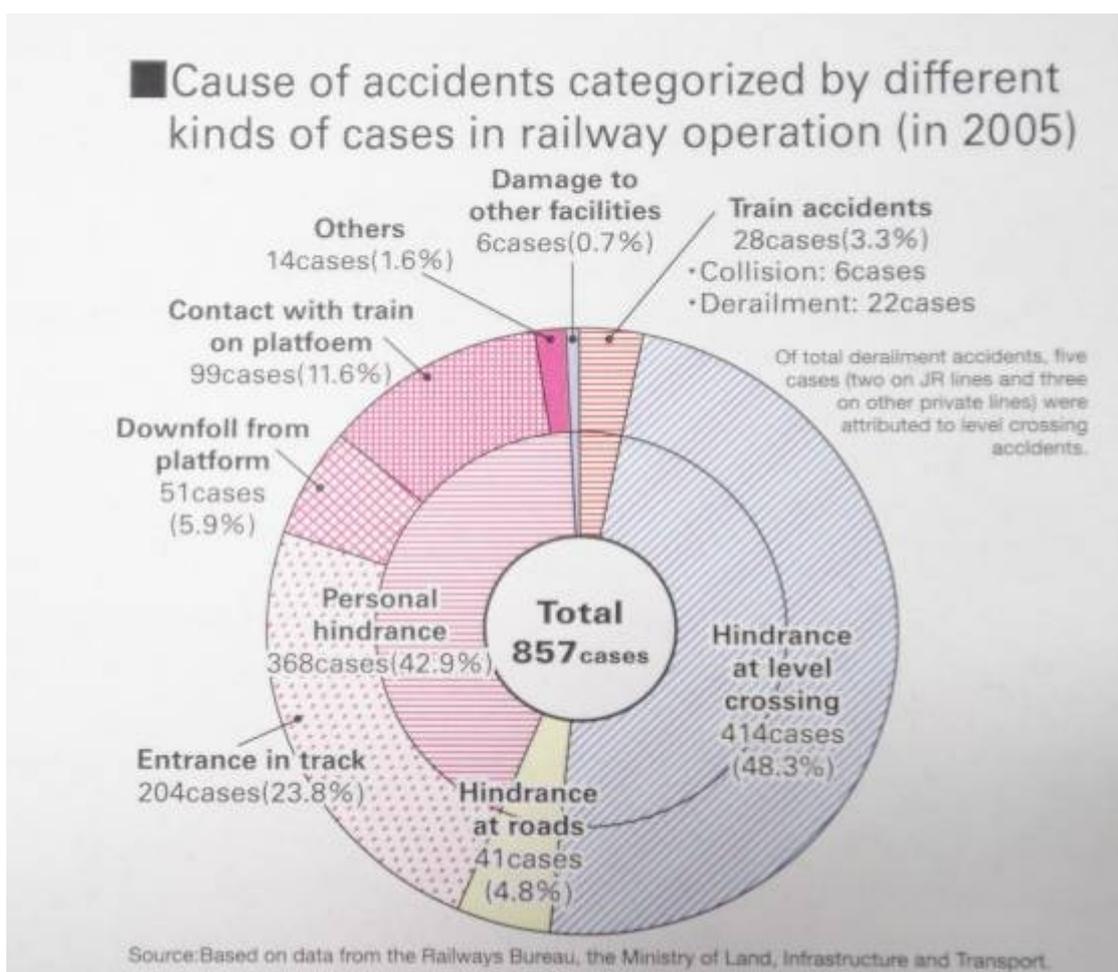
L 型防止脱軌装置



2010 年後東京至成田機場間行車時間將因鐵路改善只需 30 分



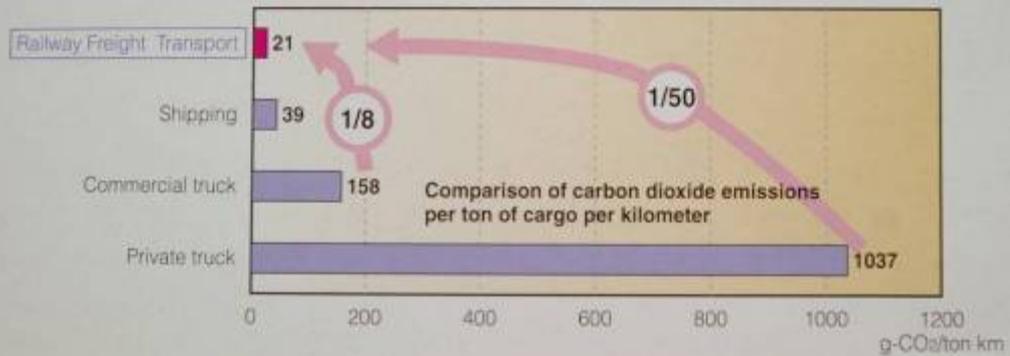
世界各大機場搭乘捷運至市區所需時間



2005 年 857 件鐵路事故中僅 28 件列車意外

## ●Railway Freight from an Environmental Perspective

■Basic units of carbon dioxide emissions by various modes of freight transport (2004)



鐵路運輸與其他載具排放二氧化碳量之比較



Derailment accident on the Fukuchiyama Line,  
JR West  
(occurred on April 25, 2005)

福知山線列脫軌事故

## 脱線状況



尼崎駅方

福知山駅方

福知山線列車脱軌事故



列車旅客資訊顯示系統



列車旅客資訊顯示系統



列車旅客資訊顯示系統



大阪關西機場航班資訊顯示系統



大阪關西機場航班資訊顯示系統



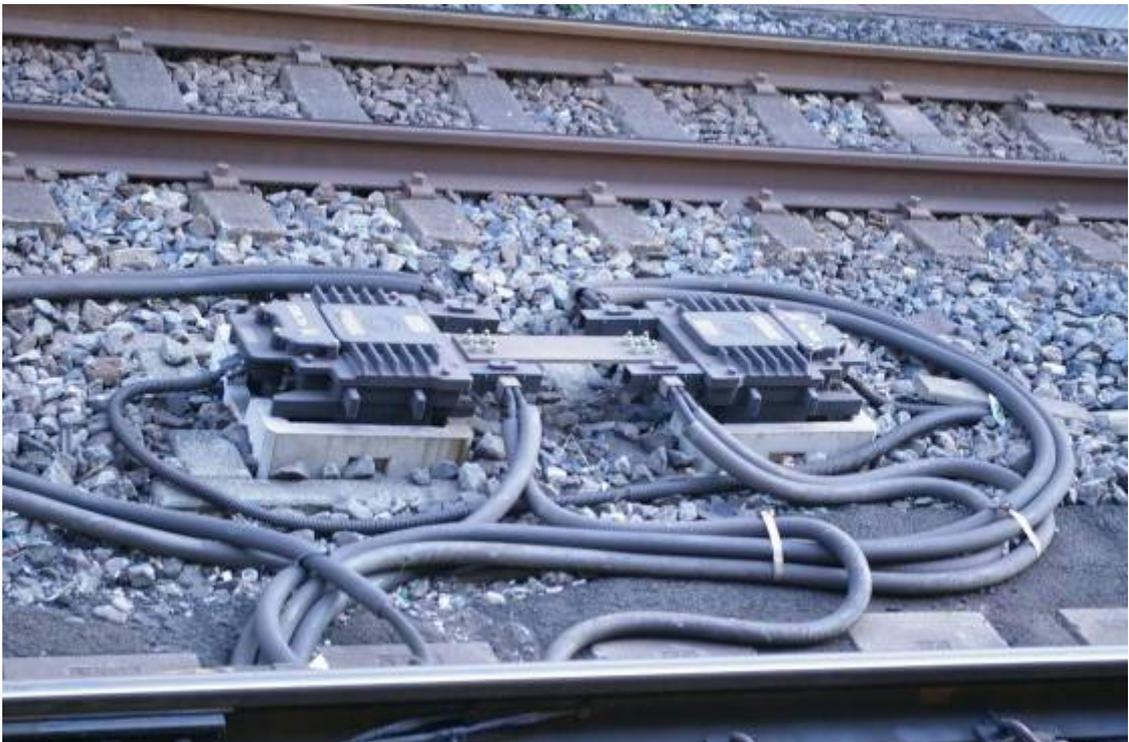
JR 西日本難波車站關西機場航班資訊顯示系統（已停用）



列車停車界限標誌



車次接收線圈 (TNR)



阻抗搭接器 (Impedence Bond)



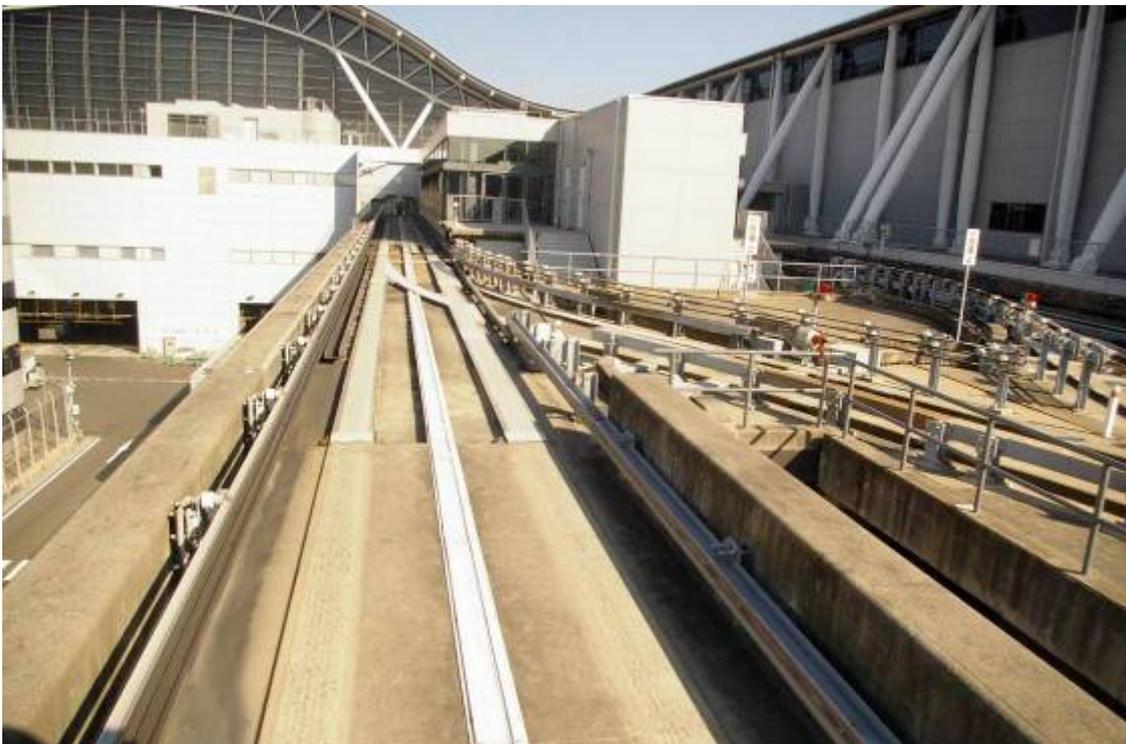
大阪關西機場航廈間捷運集電軌



新交通臨海線（百合海鷗線）號通纜線槽



大阪關西機場航廈間轉乘捷運



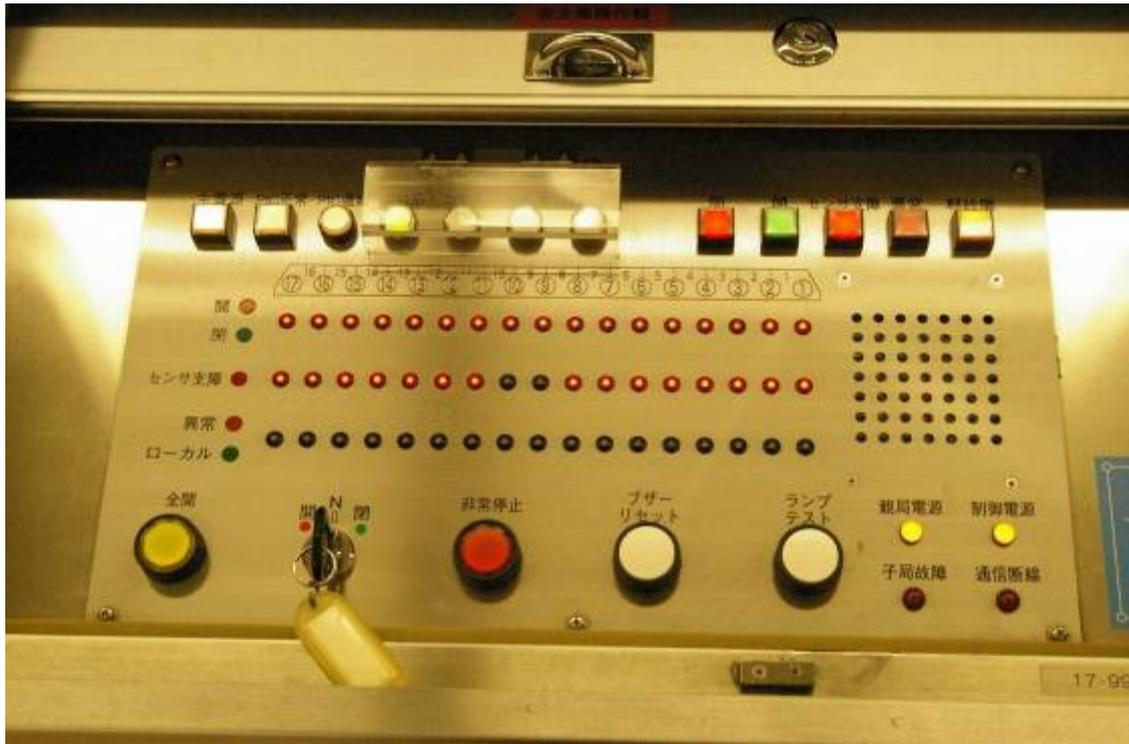
大阪關西機場航廈間捷運道岔及集電靴



新幹線月台門



新幹線月台門



新幹線月台門控制器



新幹線月台控制器（含緊急停車開關、聯絡電話、發車預告蜂鳴器等）



新幹線月台門控制器



新幹線月台門控制器



新幹線應答器 (Transponder)



號誌機及進路指示器



電纜接線盒



廣播系統揚聲器



JR 大阪車站周邊交通設施建設情形



大阪市區捷運路線



東京市區捷運路線



拜會日本國土交通省鐵道局久保次長



JR 西日本公司簡報大阪航空轉運站交通設施



JR 西日本公司簡介 JR 關西機場線營運狀況

## 肆、考察心得

地球暖化是目前世界上最熱門、而且攸關人類生存之議題。根據聯合國長期研究與學術分析的結果，已經證實了「地球暖化確實為人類活動所導致」的重要結論，而各國更已體認到現在不做，將來會後悔。面對這股無法迴避的生死挑戰，我們該有什麼對策，也成為各級政府及人民，責無旁貸須認真探討並解決的義務。

在政府部門，應該如何搶救發燒的地球呢？除了減少高耗能、高污染及高耗水的產業以外，更應鼓勵民眾多搭大眾運輸工具，為促進「發展永續運輸、追求健康台灣」願景之實現，除依永續發展的理念，政府研擬整體的交通運輸政策外，運輸部門節省能源與減少溫室氣體排放量的大方向包括發展綠色運輸系統、紓緩汽(機)車使用與成長及提升運輸系統能源使用效率。其具體作法即為完成高速鐵路建設計畫；持續推動都會區捷運系統建設。在高油價年代，發展能夠兼顧環境生態維護與降低二氧化碳排放量的大眾運輸其實應是政府施政的主軸。台灣能源缺乏，從國家發展規劃的觀點來看，高鐵絕對是台灣繼十大建設後，過去十年來最重要的公共建設，因為高鐵是貫穿南北的交通主軸，在節省能源、降低空氣污染等方面都符合未來發展需求，高速運輸和高乘載的能力更成為三百到五百公里中長距離運輸的利器，這正是全球先進國家都競相發展高鐵的原因。

本局辦理的台灣南北高速鐵路建設已於九十六年元月 5 日通車試營運，台灣高鐵公司，已增班為每日雙向 113 班次，且於桃園、新竹、台南各站提供免費快捷專車接駁服務及自由座等商品。與高速公路台北到高雄需 4 小時相比，同樣路程搭高鐵只需一個半小時，加上密集的班次及多項促銷措施，至九十六年 12 月 31 日為止，累計實際載客人次逾 1,555 萬。台中以南的長途公路客運業者為了留住乘客，雖因燃油漲價而經營成本大增，卻仍以優惠價售票。航空部分，經營國內線的四家航空公司因為受到高鐵通車影響，業務衰退幅度逐月擴大。台中、嘉義、台南、高雄各航站除以減班、停飛因應外，亦以折扣票價吸引顧客。因此在台灣人口密集的西部，政府研擬發展的長程綠色運輸系統，因為高速鐵路通車營

運，已初步達成節省能源、降低空氣污染、一日生活圈等多重目標。

在短程綠色運輸系統方面短程綠色運輸系統方面，本局正執行各都會區捷運系統(如台灣桃園機場聯外捷運、台中捷運及淡水輕軌捷運)等規畫、設計、施工。例如機場捷運工程可改善台灣桃園國際機場聯外交通，連結台北車站、高鐵青埔站等交通運輸樞紐，使國際航線能與國內交通網密切連結。尤以機場為國家門戶，機場捷運工程可提供進出機場旅客安全、便利、快速、舒適的便捷服務，並兼顧都會捷運功能，配合都市發展帶動地方繁榮，以期均衡城鄉發展。相信再過幾年，各大都會區捷運系統陸續完工通車後，政府施政主軸中，達成兼顧環境生態維護與降低二氧化碳排放量的目標。更希望趕上日本，以更密集方便的捷運路網，服務全國人民。

在日本，其最早的捷運系統是 1927 年通車的東京地下鐵銀座線淺草站到上野站。目前在日本擁有捷運的城市除東京外還有大阪、橫濱、名古屋、京都、神戶、福岡、札幌、仙台、埼玉以及川崎。日本東京鐵路，素以複雜的路線、繁忙的交通與獨特的秩序見稱，其鐵路包括新幹線、在來線、公民營捷運等分布之綿密糾錯，稱其“ 蜘蛛網 ” 尚不足以形容其複雜。其路線的分布簡直有如義大利麵般地盤根錯節（詳 42 頁）。因此於上下班尖峰時間，在東京市中心地面各交通要道卻見不到堵塞狀況。值得一提的，在各大車站雖然來往的人潮如此地洶湧，但過往的旅客展現出的秩序，確實教人感嘆；非但走道看來是如此地一塵不染，上班族及學生的穿著及舉止亦均莊嚴得體，連上下電扶梯自動靠左的情形看來也是如此理所當然，展現日人守法重禮的表現，現行臺北捷運乘客上下電扶梯也是自動靠右，讓急行者可由左邊通行，日後國內各捷運系統陸續通車後，以國人教育素養，乘客應均能自動自發崇禮守法表現。

## 伍、結論與建議

本局正執行各都會區捷運系統(如台灣桃園機場聯外捷運、台中捷運及淡水輕軌捷運)等規畫、設計、施工。本次赴日考察，即針對執行上述計畫期間，同仁之間討論或有疑點之處，請教交通省及東京、大阪捷運相關專家並索取相關資料。以下即為其中大家較關切或值得本局參考之處：

日本 100 多年來號誌系統工程從早期號誌到新幹線 ATC 技術不斷演進，但在防止列車事故之對策上，號誌機顯示紅燈，禁示列車再前進之設備仍在鐵路業者間普及應用，並非新軌道建設即全引進最先進技術，另外設計上均朝故障自然趨向安全(Fail Sale)的方向執行，但設計理念並非一成不變，其他如使用年限、保養方便性、設備容易更新及異常狀態緊急處理之難易度均需納入衡量，此一理念亦應是我國朝向軌道工程邁進規劃設計時需列入考量的觀念。

1996 年 3 月關西國際機場開始辦理國際航線行李處理業務，但在考量使用率與旅客之習性，自 2002 年 4 月 1 日停止服務，桃園國際機場聯外捷運系統亦規設在台北車站 (A1 站)、新莊 (A3 站) 與桃園國際機場航站間有國際航線行李處理業務，鑒於日本使用經驗，在營運前需充分考量引導旅客廣泛使用之誘因。

從國土交通省、國土交通省鐵道局所提供之各類鐵路事故統計圖及表中，與列車控制系統有關者為「列車相撞」及「非平交道脫軌」兩項，上述二項發生次數與全部事故次數比較其所占比率甚低，如圖 (詳 27 頁) 中僅占 3.3%。經詢問交通省鐵道局得知；日本鐵路已有一百多年歷史，列車控制系統經多年演進及經驗累積，所有潛在風險都已降至最低，加上均已使用 ATS、ATP 並具故障自趨安全 (Fail Safe) 等功能，已相當可靠。

世界各國旅客運量前 20 名且有捷運列車連結市區的各大國際機場中，市區

至機場車程最快的為德國法蘭克福及英國希斯洛機場(約 15 分鐘)，其次為香港 25 分鐘。其餘如法國(Charles de Gaulle 機場)、美國(O'Hare 機場)、日本成田機場則與未來的台灣桃園國際機場捷運類似,約需 30-40 分鐘 (詳 27 頁)。

地震發生時，在來線之列車停止資訊傳達系統，係將地震信號由行控中心設備室及行控中心利用「防護無線電」及「列車無線電」將警告訊息傳達至列車。另可由行控中心控制員使用衛星電話以語音告知列車司機 (詳 25 頁)。後者雖可於地震摧毀無線基地台或設施時使用，但於列車行經隧道或高樓林立地區，即可能無法使用。故本局正規畫之捷運系統除具上述無線電警告功能外，另具有於地震發生時立即經由軌道電路傳送減速命令，或依設定地震等級將斷電信號傳送至相關變電站逕行斷電，以維護行車安全。

由鐵路運輸與其他載具排放二氧化碳量之比較圖 (詳 28 頁)；卡車每載貨一公噸每公里所排放之二氧化碳量，為同樣條件鐵路運輸之五十倍。可見持續推動都會區捷運系統建設，提供方便的大眾運輸工具，使人民樂於放棄開車，即可降低二氧化碳排放量。也是每一個地球村居民避免地球暖化應有的共識。