

出國報告（出國類別：考察及訪問）

**考察 2023 年國際鐵道技術展覽會  
（Mass Trans Innovation）**

服務機關：國家運輸安全調查委員會

姓名職務：陳重光/鐵道調查組調查官、  
王子章/運輸工程組副調查官

派赴國家：日本/千葉

出國期間：民國 112 年 11 月 07 日至 11 月 11 日

報告日期：民國 113 年 01 月 30 日

公務出國報告提要 系統識別號\*\*\*\*\*

出國報告名稱：考察 2023 年國際鐵道技術展覽會 (MassTrans Innovation) 出國報告

頁數：22 頁 含附件：否

出國計畫主辦機關：國家運輸安全調查委員會

聯絡人：郭芷桢

電話：(02) 7727-6228

出國人員姓名：陳重光

服務機關：國家運輸安全調查委員會

單位：鐵道調查組

職稱：調查官

電話：(02) 7727-6258

出國人員姓名：王子韋

服務機關：國家運輸安全調查委員會

單位：運輸工程組

職稱：副調查官

電話：(02) 7727-6327

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 視察 6 訪問 7 開會 8 談判 9 其他

出國期間：民國 112 年 11 月 07 日至 11 月 11 日

出國地區：日本/千葉

報告日期：民國 113 年 01 月 30 日

分類號/目

關鍵詞：Mass Trans Innovation、軌道養護、智慧感測、施工安全

內容摘要：

2023 年日本千葉市的國際鐵道技術展覽會 (Mass-Trans Innovation) 為國際公認鐵道技術交流與推廣平台，參展內容包括鐵路技術、鐵路基礎設施、公共交通、隧道建設及行旅服務設施等類別，為提升本會運輸事故軌道系統現場調查技術能量，了解國際鐵道運輸製造業者之技術發展現況，故指派人員參加本次展覽會，以拓展鐵道運輸專業之國際視野。

## 目錄

壹、目的 .....	1
貳、行程 .....	2
參、2023 年國際鐵道技術展覽會考察暨心得 .....	3
肆、考察心得及建議 .....	18

## 壹、目的

我國於 107 年發生臺鐵第 6432 次車新馬站重大鐵道事故造成嚴重傷亡，政府為能獨立公正調查本國之重大運輸事故，故決議由當時的飛航安全調查委員會改制為「國家運輸安全調查委員會（以下簡稱本會）」，調查之範圍由航空擴及水路、鐵道及公路。為使調查員能夠了解現行國際上在鐵道運輸系統上的演進及創新，故派員參加千葉 2023 年國際鐵道技術展覽會（Mass-Trans Innovation）。此會議與 InnoTrans 運輸技術國際貿易博覽會為交互舉辦，兩者皆為國際公認鐵道技術交流與推廣平台，參展內容包括鐵路技術、鐵路基礎設施、公共交通、隧道建設及行旅服務設施等類別。其中鐵道事故的現場測繪作業及鐵道紀錄裝置的解讀為本會工程組的重要工作範疇，工程組也同時在推動鐵道智慧感測及監控等相關研究，而負責進行鐵道重大運輸事故調查則是本會鐵道調查組之工作範疇，故參與此次會議將有助於提升本會鐵道運輸事故的調查能量亦可藉此了解國外鐵路運輸業者的技術發展現況。

## 貳、行程

本次行程係考察 2023 年日本千葉市的國際鐵道技術展覽會（Mass-Trans Innovation），實際參訪日期為民國 112 年 11 月 08 日至 11 月 10 日，共計 3 日，行程規畫說明如表 1。

表 1、行程表

日期	起訖地點	規劃說明
11 月 07 日	台北~日本千葉	啟程
11 月 08 日至 10 日	日本千葉幕張展覽館	參加國際鐵道技術展覽會 （Mass-Trans Innovation）
11 月 11 日	日本千葉~台北	返程

## 參、2023 年國際鐵道技術展覽會考察暨心得

### 一、考察國際鐵道技術展覽會

日本 2023 年國際鐵道技術展覽會 (Mass-Trans Innovation) 通常每 2 年會於日本舉辦，與德國 InnoTrans 展覽會為交互舉辦，參展廠商以日本廠商為主。此次展場位於千葉縣千葉市的幕張展覽館，該館建於 1989 年，全館境面積可達 217,151 平方公尺，如圖 3-1。此次展覽攤位主要在展覽館第 4 廳至第 8 廳，如圖 3-2，展覽會廠商配置圖如圖 3-3，由於現場許多廠商之技術及產品尚未正式公開，故於該展覽會內，未經廠商許可，不可進行照片或影像的拍攝。



圖 3-1 千葉市幕張展覽館



圖 3-2 Mass-Trans Innovation 展覽會入口

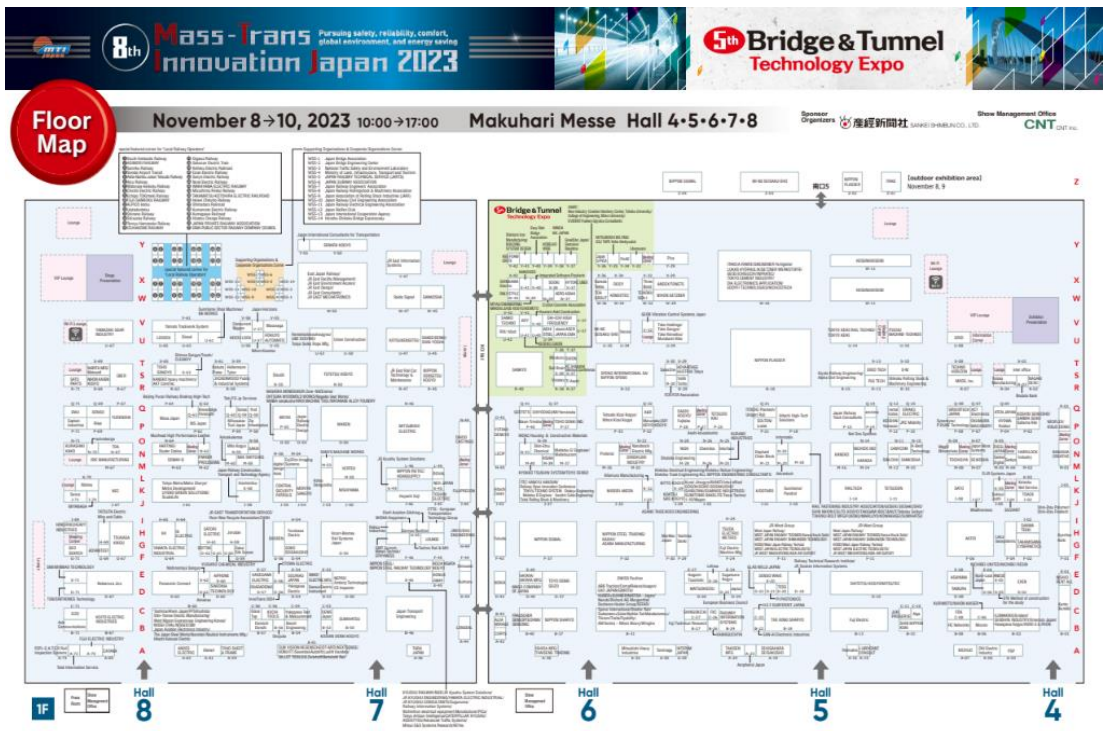


圖 3-3 展覽會廠商配置圖

## 參展廠商介紹

此次共計 569 間廠商參展，並以日本廠商參展居多，依照展覽會之分類，可分為 7 大類別，其對應的展覽類別細項如表 1。其中 7 大類別分別為交通及鐵路系統、土木工程及基礎設施技術、電力及營運管理、列車及內裝、旅客服務、自動化及下一世代的行動服務。

本次國際鐵道技術展覽會之參訪重點，了解現行國外鐵道相關廠商對於鐵道運輸安全之技術及應用的模式，用以提供相關營運機關在未來規劃軌道系統及增進鐵路運輸安全之參考。

表 1 展覽內容說明

類別	細項
交通・鉄道システム (交通/鐵路系統)	都市計畫、城市交通
	防災、安全管理
	貨運、物流技術
	節能技術
土木・インフラ技術・施設 (土木工程/基礎設施技術)	軌道結構
	橋樑、隧道之施工方法及開挖技術
	軌道檢測(軌道狀態監測技術、軌道檢測車)
	防災對策(地震、降雨、風雪、天氣預報)
	車站(站體結構、車站建築、設計)
電力・輸送・運行管理 (電力/交通/營運管理)	平交道裝置
	列車安全技術(ATC、ATS、ATO、TASC)
	列車運輸規劃
	電力設備



車両、インテリア (車輛、內裝)	車輛結構(材質、結構設計、動力分配、設計、清潔)
	運轉設備(轉向架、管路、潤滑劑、驅動裝置、車鉤、避震器)
	蓄電池、煞車設備(氣源、碟盤、材料、閘瓦)
	列車安全措施及舒適性(乘坐舒適性、車內環境、噪音、振動)
旅客サービス (旅客服務)	車站(旅客設施、檢票口、照明、自動售票機、安全監控)
	防災及安全措施
自動化	人工智慧、無線網路技術及應用方案
次世代モビリティサービス (下一代行動服務)	智慧旅行、MaaS 和 BRT 等相關技術

## 二、考察內容

### (一) 列車監控系統

現行國內鐵道機構為使司機員能夠即時監控列車的狀態，同時同步檢視列車運行狀態是否有異常情況出現，因此針對列車狀態已有設置相關的監控記錄設備，如臺鐵局列車控制監視系統 (Train Control and Monitor System, TCMS)，及台北捷運列車監控資訊顯示系統 (Train Supervision Information System, TSIS) 等監控設備，而這些設備在列車發生異常時，可保留相關設備的錯誤紀錄，於事後檢修時，提供相關故障代碼給現場列車維修人員進行下載，並以此作為依據進行維修判斷之參考。

### 列車位置監控

目前對於鐵道列車的定位是利用列車軌道上號誌電流的有無來判斷列車目前在軌道上的所在位置，故若能採用 GNSS 系統應可更加精確的定位列車位置；不過由於 GNSS 系統須接受衛星訊號，故當列車進入隧道、地下設施及軌道上方有遮蔽物等情況時，GNSS 系統反而會因為衛星訊號被遮蔽而造成無法準確定位，亦或是定位結果產生飄移而無法收斂。為了解決 GNSS 系統在定位上會受到上述環境的影響，此次有廠商利用高精度的速度感測器去取得列車在衛星訊號不佳時的準確速度，取得列車速度後，採用航位推測法去推算列車在衛星訊號不佳時的所在位置，借此彌補 GNSS 系統在衛星訊號強度不足的情況下定位不準確的問題，使列車進入上述不易進行定位的情況下仍能獲得列車的所在位置。

當我們可以準確確認列車於軌道上的所在位置時，除了可有效的進行列車的動態管理外，對於軌道道旁作業人員也可於列車接近時，可作到準確地提前預警，以提升道旁作業人員於軌道上或軌道附近作業的安全性，如圖 3-4，而對於事故調查而言，能夠知道列車的準確位置對於確認列車在事故當下及事故發生前之操作及列車之位置及狀態，將有助於事故調查員進行事故肇因的判斷。

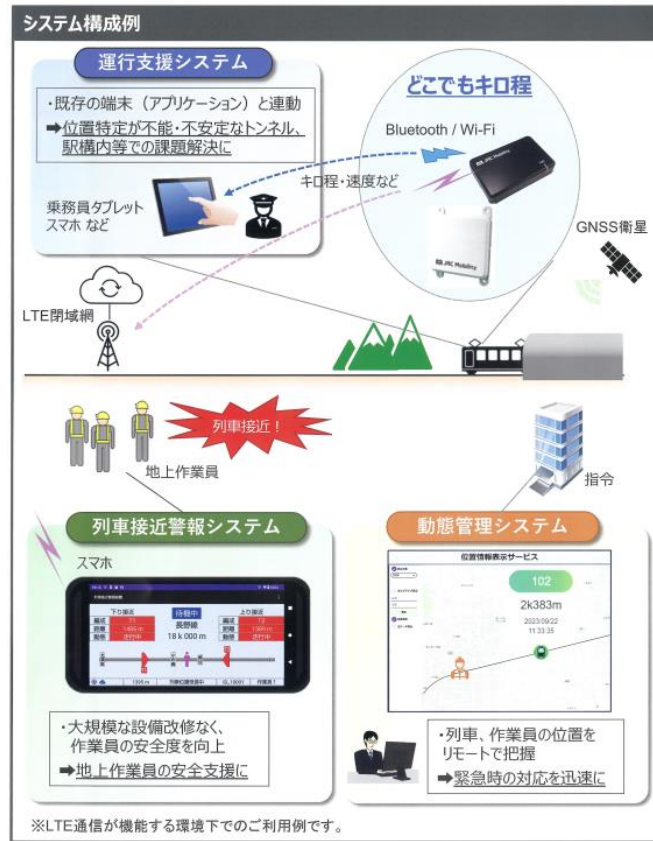


圖 3-4 設備設置示意圖

### 預測性維修管理：

除了將感測器架設於列車進行狀態監控外，藉由將感測器安裝於軌道亦或是軌道設施上也可對列車進行紀錄及監控，取得監測資料再回傳至資料庫後，除了方便操作者可於線上了解所有行經該路線列車的狀態外，若監測數據異常時，系統也會自動標示出有問題的列車，提醒操作人員注意，使操作者可以即時監控並分析資料，不需等到列車進入維修廠亦或是事故發生後，才進行相關設備的維修，達到預測性的維修管理。

### 列車車輪及集電弓狀態監控：

列車車輪及集電弓皆處於列車較特殊的位置，若以人力方式進行巡檢除了須花費大量人力及時間進行巡檢外，人工測量之誤差也會因人而異，且對於巡檢人員具有一定的危險性，故採用感測器或影像等智慧檢測的方法，除了可以增加巡檢效

率外，亦可避免工安及人為疏忽等因素造成的危害，監控裝置之示意圖如圖 3-5，相比於將感測器裝置於列車上，此種方式對於列車的改動較少，並不須對列車進行大規模的改裝，也不會有列車上不同感測器間資料介接的問題，故對於列車來說影響較少，但因上述設備皆裝設於軌道及軌道設施上，會受到環境的干擾，需額外考量環境對於設備的影響。

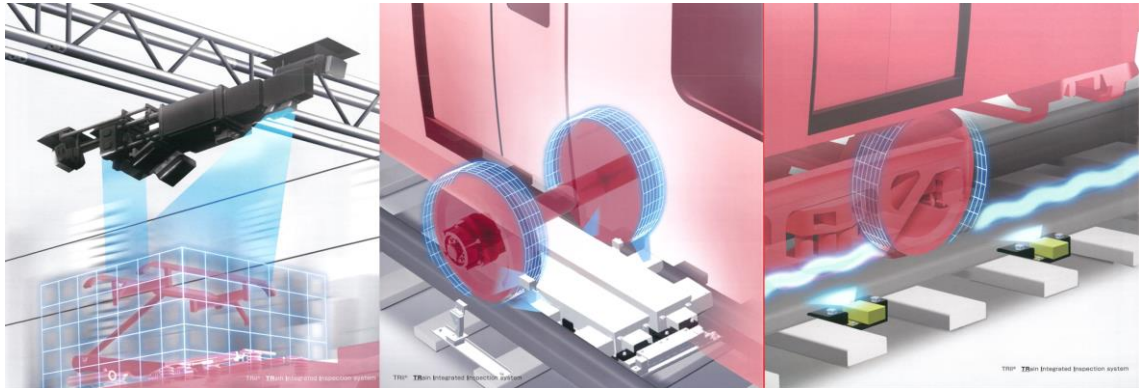


圖 3-5 監控裝置示意圖（由左至右分別為集電弓檢查裝置、車輪輪形檢查裝置及震動感測器）

透過在軌道旁架設軌道震動感測器、影像鏡頭及雷射掃描儀等，可對列車車輪之狀態進行紀錄。對車輪內外側的影像，經過影像處理的方式即可得到車輪檢查的必要參數，包含車輪內面距離、車輪直徑及厚度等，確保運行於軌道的車輛其車輪皆為可運行之狀態；而震動感測計則可以監測車輪與軌道接觸產生之震動，而透過監測震動值得變化，即可了解踏面與軌道間是否有接觸異常的問題，如圖 3-6。

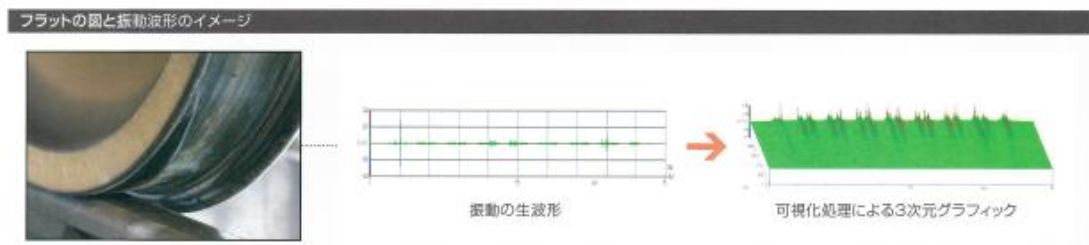


圖 3-6 震動感測器數據可視化

安裝於軌道架線器上的攝影鏡頭同樣可以記錄列車集電弓的影像，技術人員

可於辦公室即可進行檢視，利用二維影像可大致確認集電弓的狀態，如圖 3-7，同時利用拍攝的二維影像建立集電弓滑板的三維資料，如圖 3-8，由於集電弓滑板在日常營運便會與電車線摩擦產生磨耗，藉此便可知道集電弓滑板的磨損，當磨損超過定值時即進行維修更換，避免產收集電弓勾到電車線亦或是集電弓斷裂等情況。



圖 3-7 集電弓檢查裝置之拍攝影像



圖 3-8 集電弓滑板之三維資料

### 制動閘瓦磨耗檢測：

制動閘瓦與軌道列車的煞車有關，在列車進行煞車時，藉由制動閘瓦與列車車輪進行磨擦，將列車之動能透過摩擦力轉換為熱能，藉此降低列車行進的速度，故制動閘瓦會於列車煞車時產生磨耗。透過影像拍攝的方式，使相關人員同樣可透過

遠端進行影像的檢視，同時亦透過影像辨識的方式由電腦判別該列車之制動閘瓦是否異常，藉此判斷列車之制動閘瓦是否需進行更換，該資料也會傳輸至維修單位供其作為維修參考之依據，詳如圖 3-9。

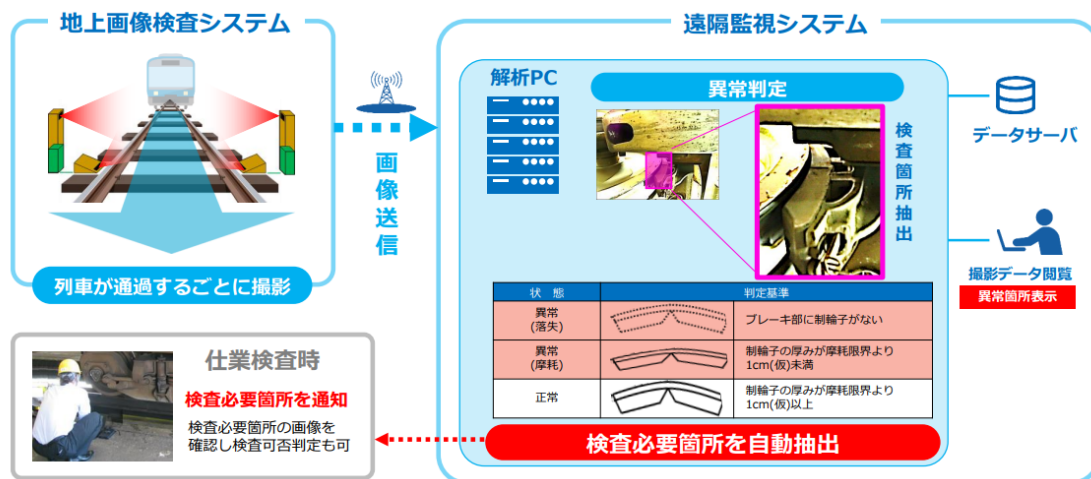


圖 3-8 制動閘瓦磨耗檢測示意圖

([https://sales.signal.co.jp/mtij2023/\\_src/44961885/mtij2023-07\\_daisha\\_kenchi.pdf?v=1698316976097](https://sales.signal.co.jp/mtij2023/_src/44961885/mtij2023-07_daisha_kenchi.pdf?v=1698316976097))

## (二) 軌道檢測系統

在軌道監測方面，因軌道路線通常涵蓋範圍較廣，且路線也較為分散，也常行經人員檢修施工不易的地方，故需定期進行檢查以維持設備的妥善率，而採用人力巡檢，需花費極大的人力及時間，且迫於時間壓力，有時無法進行有效的巡檢作業。

### 軌距量測工具

列車出軌事故發生時，調查人員第一時間趕至事故現場所需執行的必要工作之一即是量測事故車輛脫軌軌道之軌距。在鐵道運營業者要求儘快恢復營運之時間壓力下，調查團隊需儘快取得軌距量測值，其關鍵在於使用有效率的軌距量測工具。此次技術展覽會見一軌距量測工具值得調查團隊借鑒參考，如圖 3-9。如圖中說明，一般便攜型軌距量測工具僅能一人執行軌距量測，同時另一人抄寫記錄其量

測值。然而當量測作業環境不佳時（比如刮風、下雨、昏暗等不良天候環境），不僅量測工具操作人員不好判讀量測值，而且抄寫人員亦難以順利進行記錄作業，造成軌距量測值可能誤漏或不準確，並延誤整個調查進程。而在此介紹的數位式軌距量測工具，係針對上述缺點予以優化。此數位化量尺的優點在於一個人就可以操作量測軌距，並且量測紀錄可透過無線傳輸至智慧型手機等裝置（紀錄資料格式為.CSV），可大大提升量測作業的效率及品質並節省調查人力。



圖 3-9 數位式軌距量測工具

### 小型軌道檢查裝置：

本次展覽有關鐵道巡檢的部分有廠商採用小型軌道檢查裝置，將設備架設於鐵軌上後，透過設備上的推拉桿進行推拉，即可使設備在軌道上移動設備並同時進行軌道相關資訊的紀錄及檢測，檢測項目包含軌面平整度、道岔檢查及軌距等資訊，可快速蒐集軌道相關資料作為維護及修整之依據，且使用 GNSS 系統進行定位，可以準確標記軌道不符合相關規定的位置，同時該設備攜帶方便，故亦有利於工作人員攜帶至不同環境下之軌道進行檢測，如圖 3-10。

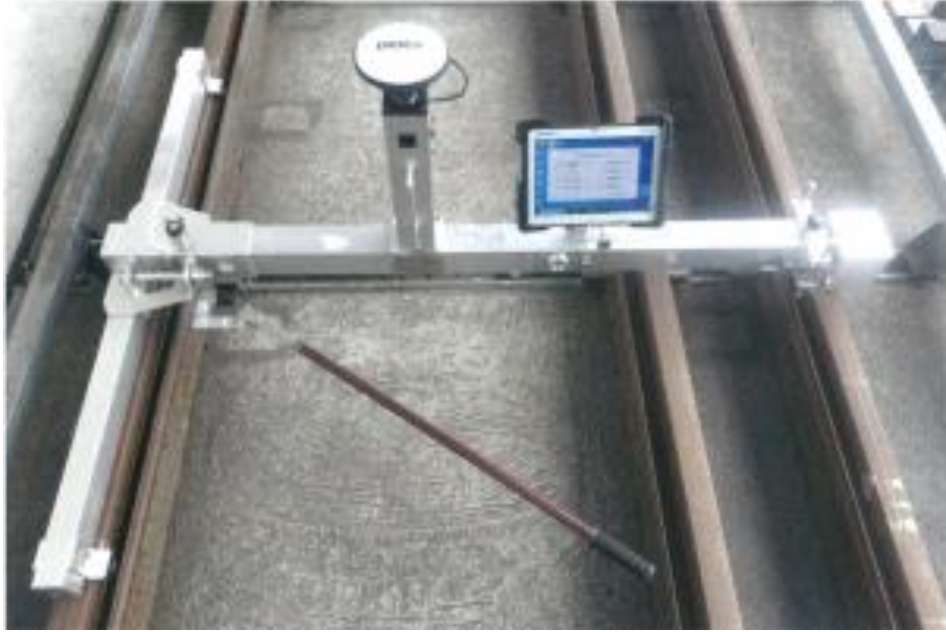


圖 3-10 小型軌道檢查裝置操作示意圖

#### 軌道影像建模：

利用將高解析度的攝影機及相機架設於列車車頭，如圖 3-11，並於列車移動時同步進行影像的拍攝，透過多個鏡頭所拍攝的成果除了可建立軌道及周圍設施的二維圖像資料庫外，也可建立出軌道的三維資料，故檢視影像產出之三維資料即可對軌道的適用度進行評估，也可透過該方法所建立的二維影像資料庫檢視軌道及道旁設施的變化，軌道上是否有草木入侵的情況發生，提高軌道設施巡檢的效率，拍攝影像如圖 3-12。



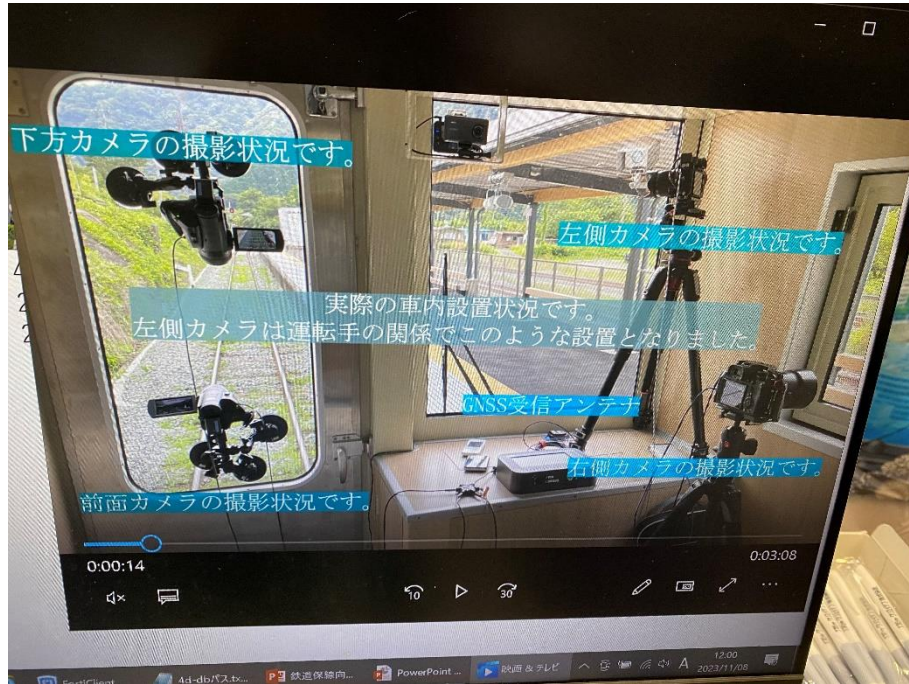


圖 3-11 攝影器材架設示意圖

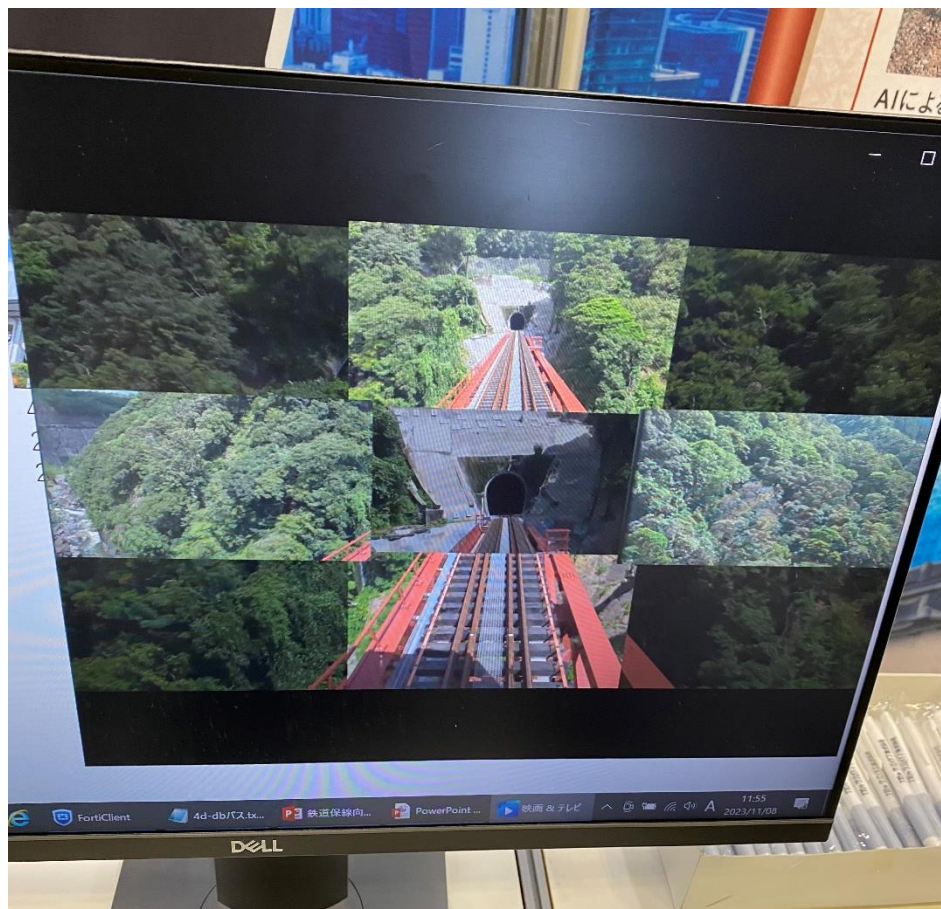


圖 3-12 拍攝影像實際情況

### **軌道設施三維資料處理：**

本次展覽項目有多家廠商提供不同方式進行鐵道設施數位資料的建立，透過 LiDAR、影像等方式可建立軌道及相關設施的三維點雲資料，並以此點雲資料為基礎，可建立三維 CAD 模型。完成數位資料的建立後，透過匯入相關軟體中可對資料內的鐵道設施進行量測、模擬及資料比對等，使相關作業人員並不需前往現場，由測繪人員完成現場三維資料的紀錄後，再通過軟體檢視，即可完成現場鐵道設施的檢測。

### **鋼軌破損檢測系統：**

透過影像亦或是直接測量皆可對軌道及軌道設施進行監控，但受限於設備的狀態，相關的檢修仍須根據時程安排來進行，無法進行即時的監控，日本鐵道業者針對鋼軌斷裂的監測提出想法，目前已實際於東京地鐵進行測試。軌道列車透過集電弓接收電車線上的電流，並供軌道列車使用，而多餘的電流則透過軌道列車的車輪傳導至地面鋼軌後，導入地或回流至變電站等，故此時鋼軌將會有來自列車之迴流電流通過，而此方法集透過監控左右兩鋼軌迴流電流之電流大小來判斷軌道是否有斷裂的情況發生，若軌道為連續時，左右兩軌迴流電流之電流大小應接近相同，但若軌道有破損時，左右兩軌迴流電流之電流量會產生較大差距，如圖 3-13。

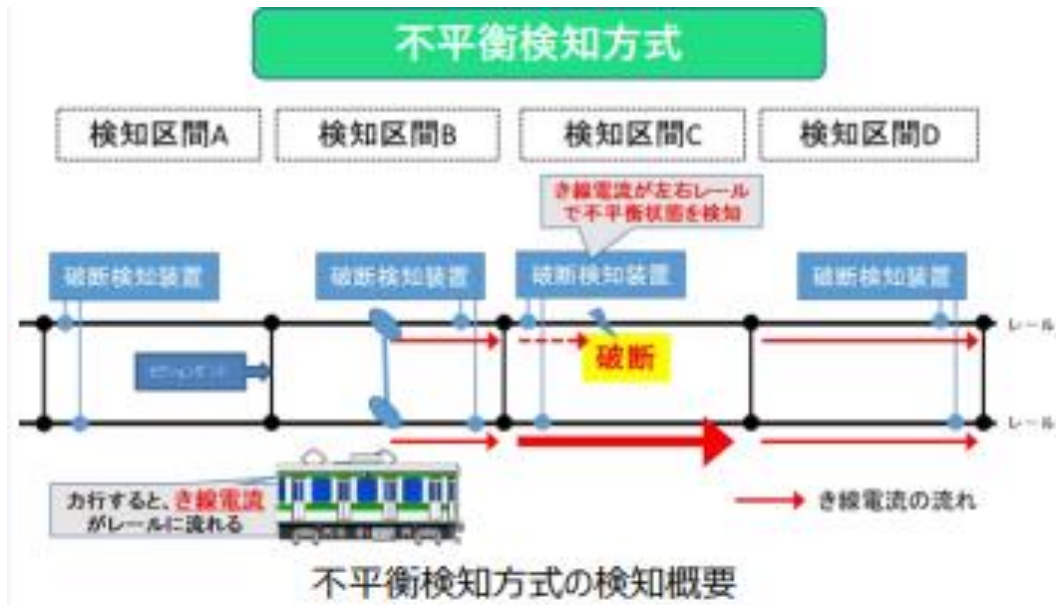


圖 3-13 鋼軌斷裂檢測示意圖

(<https://www.jreast.co.jp/development/theme/safety/pdf/safety03.pdf>)

### (三) 軌道車輛管理方案

#### 鐵道 LMS (Lifecycle Management Solution)

日本的鐵路營運公司為確保列車營運正常皆須對列車進行維護，然而，隨著車輛設備的日益先進和新型設備的安裝，所需進行維護的範圍日益擴大，但由於目前日本同樣面臨少子化及高齡化等因素所導致的勞動力減少，造成鐵道檢查人員短缺，而無法確實完成巡檢，造成鐵道運輸安全上的疑慮，故如何節省維護工作中的人力，同時確保維護工作的品質已成為一個問題。

該次展覽也包含鐵道業者的營運及車輛管理，有廠商提出鐵道 LMS(Lifecycle Management Solution)作為解決方案，構成示意圖如圖 3-13，透過列車控制監視系統 (Train Control and Monitor System, TCMS)、道旁監控設施及鐵路基礎設施等方式獲取列車上相關狀態的數據，在資料完成上傳至雲端後，透過電腦、平板電腦及手機等電子產品進入雲端數據平台即可對該數據進行檢視及分析，並引入人工智慧技術協助提高判斷故障徵兆的檢測精度，透過對基礎數據的分析，可以更

有效的對列車進行管理，包含列車狀態的可視化、列車零組件的維修時程及壽命評估及維修履歷的建立等，亦可建立不同列車對應的安全指標，同時各種不同目的性的維護檢修也可以根據所獲得的相關紀錄資料為基礎，進而規劃明確的排程及維護頻率，而這些結果都將提高業者的營運效率及節省勞動力需求，使鐵路運營的整個生命週期皆可維持高效率的表現。

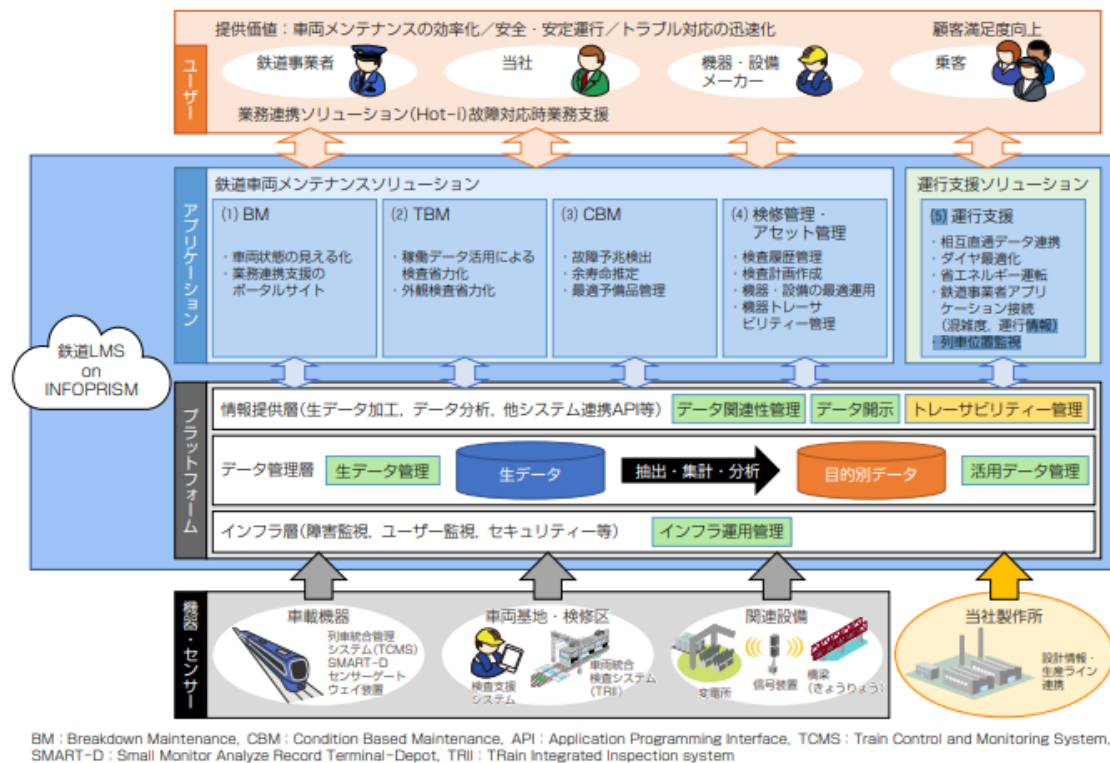


圖 3-13 鐵道 LMS 構成示意圖

(<https://www.giho.mitsubishielectric.co.jp/giho/pdf/2023/2309103.pdf>)

## 肆、考察心得及建議

本次展覽會參展廠商約 500 多家，且廠商業務範圍極為廣泛，包含鐵道系統的檢修、鐵道場站的建設管理及建築材料的檢驗等，但總體而言，在大多數的領域皆圍繞在勞動力精簡以及自動化作業作為設計開發主軸，如在場站方面，多數廠商透過影像的即時傳送結合 AI 的智慧辨識進行場站的人員管控，包含辨識人員是否需要協助、危險區域的人員接近警報及車門及安全門警示等，進而達到精簡人力的目的，甚至朝無人化場站的目標前進。

本次展覽會參展廠商眾多，諸多廠商採用不同的技術進行現場記錄，包含圖像、影像及 LiDAR 等方式建立鐵路設施及軌道的三維影像，除了可用於提升巡檢及維修的效率外，平時為巡檢所建立的二維或三維資料亦可於事故發生後用來進行事故前後的比對，同樣也可藉此減少現場檢修人員的編制，達到精簡人力的目的。而本會亦與學界合作研討鐵道智慧感測，故此次於展覽會中，特別關注於廠商對於列車狀態是透過何種方式進行監控，除了目前國內鐵道業者，亦或是國外的鐵道營運業者皆已在使用的列車控制監視系統（Train Control and Monitor System, TCMS）外，透過道旁設施及軌道上的感應器亦可完成對的監控，且此種方法並不需對列車進行加裝或改裝，僅須在軌道旁架設相關儀器即可蒐集列車相關的資訊。

故本次考察建議可規劃參與國際鐵道之研討會或會議，藉此了解各國鐵道營運業者在技術及應用上的更新及突破，亦可與國內鐵道營運業者交流，了解國內業者對於相關鐵道監控及資料運用的作法及規劃。

台灣高速鐵路股份有限公司現役列車（日系 700T 高速列車）所安裝的事件紀錄器皆為日本東芝事件紀錄器（event recorder），可用於記錄列車系統相關參數，根據 112 年度鐵道紀錄裝置普查報告，本會尚未具備該事件紀錄器的解讀能量，故日本東芝未參與此次展覽會是本次展覽會較為可惜的地方。

## 考察 2023 年國際鐵道技術展覽會

服 務 機 關：國家運輸安全調查委員會

出 國 人 職 稱：鐵道調查組調查官、運輸工程組副調查官

姓 名：陳重光、王子韋

出 國 地 區：日本/千葉市

出 國 期 間：民國 112 年 11 月 07 日至 11 月 11 日

報 告 日 期：民國 113 年 1 月 30 日

### 建議事項：

	建議項目	處理
1	規劃參與國際鐵道之研討會或會議，藉此了解各國鐵道在維運、技術發展及新技術之應用（大數據、人工智慧等）等，並作為重大鐵道事故調查之參考。	<input checked="" type="checkbox"/> 已採行 <input type="checkbox"/> 研議中 <input type="checkbox"/> 未採行