

出國報告(出國類別:開會)

赴英國車輛測試園區觀摩研討 CEC 檢測與燃料添加劑性能評估新技術

服務機關:台灣中油公司煉製研究所

姓名職稱: 陳中邦 研究員兼組長

派赴國家: 英國

出國期間: 107 年 9 月 9 日至 107 年 9 月 15 日

報告日期: 106 年 10 月 11 日

摘 要

因應空氣污染、地球暖化以及化石能源逐漸枯竭，全球各國對於傳統以內燃機為動力之車輛均陸續訂定更加嚴格的污染排放法規以及耗能標準。我國行政院環保署107年中修訂空污法新法加嚴移動源管制，相關措施包括加嚴10年以上交通工具排放標準、地方政府劃定空品維護區，禁止或限制高污染車輛進入，以及增修更嚴格的車用燃料品質規範等。至於汽車耗能標準自106年起參考國際做法，實施總量管理機制；就中長期而言，各國更陸續訂下內燃機動力車輛的落日條款。

為對應各國對車輛污染排放減量以及降低能耗之短中期目標，在以汽油引擎為動力之車輛，改用直接噴射供油式引擎(GDi)為新趨勢；在柴油引擎部分，則以高壓共軌直接噴射式柴油引擎(CDi)為主要趨勢。因應上述趨勢，所使用的燃料添加劑品質與性能需求亦隨之有所變動。

本次出國分別參訪英國MIRA技術園區(MIRA Technology Park)--歐洲最大的運輸技術研發集群，研討傳統車輛轉型低污染車輛之檢測相關技術，並赴Millbrook技術園區及Innospec添加劑公司討論CEC標準引擎測試方法因應車輛新技術所增訂的測試程序並觀摩以實車引擎測試添加劑效能相關技術，可有助於未來高效發動機清潔燃料及潤滑油品研發方向之研擬、開發與應用，並做為下一階段汽柴油添加劑採購規範訂定之參考與依據。

為有效禁絕傳統內燃機車輛之污染，行政院規劃了國內禁售燃油車輛目標期程：2035年新售機車全面電動化；2040年新售汽車全面電動化。本次出國亦參訪Horiba-Mira 的先進電池開發實驗室 (advanced Battery Development Suit, ABDS)，了解該實驗室之電池性能檢測系統規劃，以及執行電池電性及安全性檢驗時必須特別注意之安全配備等相關問題。

目 錄

摘要	-----	2
目錄	-----	3
一、前言	-----	4
二、Horiba-MIRA 車輛及油品測試園區考察	-----	5
2.1 Mira Technology Park--歐洲最大的運輸技術研發集群	-----	5
2.2 先進電池開發實驗室 (ABDS)	-----	7
三、Millbrook 車輛及油品測試園區參訪	-----	11
3.1 Millbrook 在燃料和潤滑劑領域	-----	12
3.2 CEC 新技術車輛用添加劑檢測程序研討	-----	13
四、心得與建議	-----	15

一、 前 言

因應空氣污染、地球暖化以及化石能源逐漸枯竭，全球各國對於傳統以內燃機為動力之車輛均陸續訂定更加嚴格的污染排放法規以及耗能標準。我國行政院環保署107年中修訂空污法新法加嚴移動源管制，相關措施包括加嚴10年以上交通工具排放標準、地方政府劃定空品維護區，禁止或限制高污染車輛進入，以及增修更嚴格的車用燃料品質規範等。至於汽車耗能標準自106年起參考國際做法，實施總量管理機制，除了逐車需符合法規最低耗能門檻要求外，由業者自行規劃整廠銷售計畫，在銷售部分較低能效車輛(但仍高於法規最低耗能門檻要求)時，應搭配銷售高效率的車輛，以符合整廠平均能效標準之法規要求。

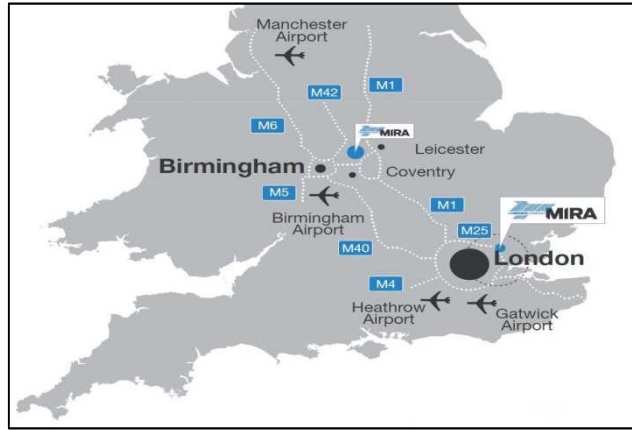
就中長期而言，各國更陸續訂下內燃機動力車輛的落日條款，以我國為例，行政院規劃了國內禁售燃油車輛目標年：2030年新購公務車、公車全面電動化；2035年新售機車全面電動化；2040年新售汽車全面電動化。國內外調查研究顯示：未來電動車發展以小汽車為大宗。至於在極端氣候地區(電池可靠性較差)以及中大型貨卡車(重量過大或空氣動力學效率低下)將不適合電氣化。

為對應各國對車輛污染排放減量以及降低能耗之短中期目標，在以汽油引擎為動力之車輛，將改用直接噴射供油式引擎(GDi)為新趨勢；在柴油引擎部分，則以高壓共軌直接噴射式柴油引擎(CDi)為主要趨勢。因應上述趨勢，所使用的燃料添加劑品質與性能需求亦隨之有所變動。

本次出國分別參訪英國MIRA技術園區(MIRA Technology Park)--歐洲最大的運輸技術研發集群，研討傳統車輛轉型低污染車輛之檢測相關技術，並赴Millbrook技術園區及Innospec添加劑公司討論CEC標準引擎測試方法因應車輛新技術所增訂的測試程序並觀摩以實車引擎測試添加劑效能相關技術，可有助於未來高效發動機清潔燃料及潤滑油品研發方向之研擬、開發與應用，並做為下一階段汽柴油添加劑採購規範訂定之參考與依據。

二、 Horiba-MIRA 車輛及油品測試園區考察

Horiba-Mira 車輛及油品測試園區 (據稱為歐洲最大的運輸技術研發集群)，包含設在英國伯明罕附近成立超過 70 年的 Mira technology Park 以及 2017 年為因應



電動車輛電池測試需求，於倫敦東北方新成立的 Horiba-MIRA Quatro Park 兩大園區。由於 Quatro Park 去年七月才開始建置，暫不對外開放，因此本次出國僅參訪 Mira technology Park 一處。

2.1 Mira Technology Park--歐洲最大的運輸技術研發集群

主要園區 Mira Technology Park 位於英國 Wirwick 郡的 Nuneaton 地區，當初選用該地主要考量到其廣大的擴充腹地以及因為四周山丘突起的天然景觀隱密性(車廠在研發過程以及戶外試車階段，不易被其他競爭者或商業間諜窺探)。擁有超過 70 年的車輛開發經驗以及 39 個主要測試設施套件，100 公里的專業試驗場和豐富的工程經驗。

Mira Technology Park 服務領域及園區實驗室

Mira Technology Park 園區服務領域包括:

1. 車輛工程
2. 測試工程
3. 低碳車輛工程
4. 連接和自動駕駛汽車
5. 無人地面車輛
6. 功能安全
7. 認證和認證
8. 國防車輛工程
9. 航空航天工程
10. 混合動力和電動汽車系統
11. 鐵路工程
12. 賽車工程
13. 測試設施工程
14. 證明地面和事件

15. 動力總成和排放

園區實驗室包括:

1. 實車試驗場
2. MIRA 技術研究所
3. 證明地面 - 城市電路
4. Brüel & KjærNVH 模擬器
5. 試驗場 - 無人地面車輛
6. 發動機噪音測試單元
7. 身體結構實驗室
8. 氣候風洞
9. 碰撞實驗室
10. 耐久性測試實驗室
11. EMC 車輛測試設施
12. 全尺寸空氣動力學風洞
13. 公路安全與基礎設施檢測中心保護
14. HyGe 安全性評估實驗室
15. 運動學與合規性設施
16. 行人安全實驗室
17. 鐵路碰撞試驗場
18. 車輛環境試驗室
19. 車輛廢氣排放實驗室
20. 車用半消音底盤測功機
21. 動力總成測試設施
22. 高級排放測試中心 (AETC)
23. 高級電池開發套件 (ABDS)

低碳車輛工程關鍵技術開發

HORIBA MIRA 正在開發智能技術，以應對競爭性和可持續低碳車輛的全球挑戰。在全球範圍內，減少車輛排放和提高效率的壓力越來越大，HORIBA MIRA 擁有開發低碳車輛工程關鍵技術的專業知識：

- 混合動力和電動汽車 (HEV) 系統
- 優化的動力總成系統
- 熱管理系統
- 減輕重量
- 空氣動力學優化

汽車尾氣排放實驗室，Vehicle Exhaust Emissions Laboratory ,VEEL

Horiba Mira 的車輛廢氣排放實驗室(VEEL)具備環境及可控氣候風洞(CWTone)排放檢測能力。使用最先進的 HORIBA 排放分析系統，並獲得車輛認證機構(VCA)批准用於歐洲標準的立法尾氣排放測試。VEEL 實驗室包括: 依車速自動調整風扇速度的底盤測功機，用於汽油，柴油和替代燃料的 HORIBA 7000 系列排放系統，大型靜置區(Soaking Area)，顆粒稱重潔淨室和溫度/濕度控制。氣候模擬相關設施 (CWTone) 包括一個完整的氣候風洞(包括太陽能模擬和 4WD 底盤測功機)，以及

HORIBA 7000 系列汽油和替代燃料排放量測系統。

先進車輛污染排放測試中心 (AETC)

AETC 支持提供標準化的法規駕駛測試程序，並因應國際間「真實駕駛排放」(Real Driving Emission, RDE)法規趨勢，開發的快速檢測系統。

RDE 是當今歐盟立法領域的一個特徵，也是中國，韓國，印度和日本未來的立法。 AETC 旨在為全球動力總成校準和認證提供開發平台，結合最先進的 HORIBA 4WD 測功機和排放系統，可以在一系列氣候條件和-20°C 至 35°C 的溫度範圍內測定廢氣污染物。

此次參訪也參觀了 Mira 園區內十分完整的實車測試車道路線，藉由地形地利之便，MIRA 測試車道涵蓋整個 RDE 所要求之環境邊界條件，確保車輛製造商能夠以數據驅動的信心實現 RDE 認證。

車輛在 RDE 法規認證面臨的挑戰是必須確保車輛在各種環境條件下不會超過 NOx 和 PN 的規定限值。三個關鍵變量是：(1)高度、(2)溫度、以及(3)駕駛模式。RDE 測試路線的特點是測試持續時間在 90-120 分鐘之間，包括明確定義的城市(高達 60kph)，農村(60-90kph)和高速公路(超過 90kph)駕駛的比率。而每個 RDE 測試必須滿足 35 個參數才有效。因此，必須採用相應詳細的測試流程和程序來確保測試的有效性(現行以一般外界道路進行 RDE 量測，交通狀況確實會產生很大的變異影響)。

2.2 先進電池開發實驗室 (Advanced Battery Development Suite, ABDS)

Horiba-Mira 為因應電動車輛電池測試需求，在 2017 年於倫敦東北方新成立 Horiba-MIRA Quatro Park 執行動力電池相關開發研究與性能。由於 Quatro Park 去年七月才開始建置，暫不對外開放，因此本次出國僅參訪 Mira technology Park 一處。經了解，有關動力電池之「電性」研發與測試主要仍在 MIRA Technology Park 本部執行，而危險性較高的電池「安全性」檢測(如過負荷、衝擊、穿刺等試驗)則一律轉到新成立的 Quatro Park 進行。

MIRA 先進電池開發實驗室 (ABDS) 提供先進的測試功能：電池，模塊和高

壓電池組。這包括針對高壓電池組和插電式混合動力車和電動車充電系統的 EMC 測試。

現有設備可以對電池性能和特性進行高精度測量，並能夠測試最新的高性能電池系統，使其達到運行能力的最高點。HORIBA MIRA 還提供全面的電池測試服務，包括 UN ECE Reg. 38.3、Reg 100 和 Reg 10（EMC）以及超過負荷極限的機械、熱和電氣測試等。



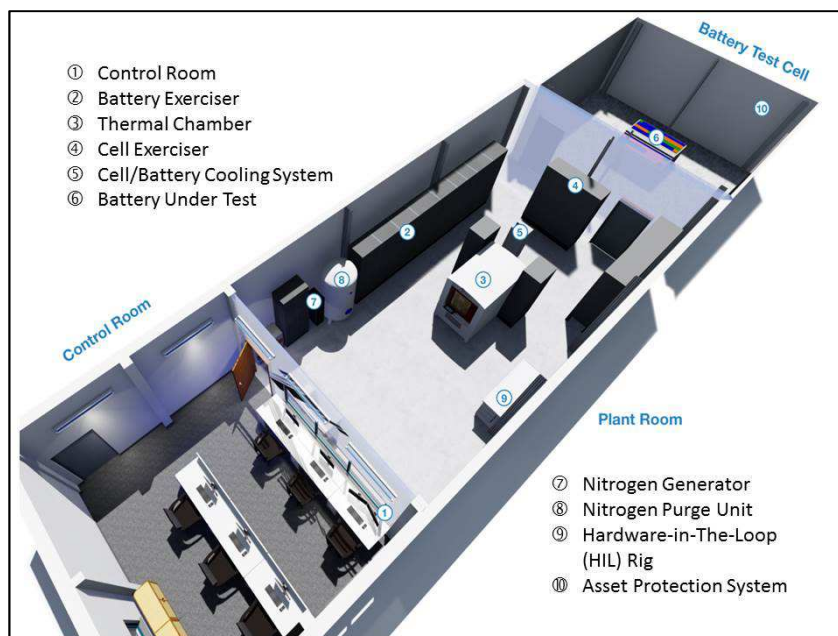
MIRA 先進電池開發測試實驗室

MIRA 高級電池開發測試實驗室介紹

MIRA 高級電池開發測試實驗室可執行之工作大致如下：

- 高解析度電池芯特性檢測分析 (High resolution cell characterization)
- 高性能電池組測試 (High performance battery pack testing)
- 用於電池管理系統，動力總成控制器和高壓組件的 HiL 測試 (HiL testing for battery management systems, powertrain controllers and high-voltage components)
- 電池芯/電池模組環境控制室(Cell / Module environmental chamber)
- 插入式車輛電池 EMC 測試 (Plug-in vehicle and battery EMC testing)
- 先進電池保護系統測試 (Advanced Asset Protection System)
- 動力電池安全，保密性測試中心(Secure, confidential test centre)

上述設施與其先進的電池系統工程和諮詢服務相結合，可為車輛電動化技術提供完整的協助，使其客戶能夠實現其下一代領先的產品。



MIRA 高級電池開發測試實驗室配置圖

- 氮氣發生器 (Nitrogen Generator)
壓縮空氣藉由碳分子篩不斷產生氮氣，氮氣產率高達 1000 公升/分。
- 氮氣吹掃裝置 (Nitrogen Purge Unit)
該儲存容器最多可儲存氮氣 2000 公升@8bar，是安全系統的一部分。
發生火災時將氮氣釋放到高溫的房間
- 電池作動器 (Battery Exerciser)
以具代表性電流或功率循環曲線，準確執行電池組性能和功能驗證。
- 電壓範圍：0-1000V；電流範圍：+/- 1200A；功率容量：高達 600kW
- 溫度控制室(Thermal Chamber)
確保在整個測試或耐久老化(ageing)過程可持續保持在一致的環境溫度。
 - ✓ 溫度控制室尺寸：1m³
 - ✓ 溫度控制範圍：-40°C 至+ 180°C
- 電池芯作動器(Cell Exerciser)
供電池芯在特性或老化測試時，在整個操作範圍內均能保持良好控制。
 - ✓ 電壓範圍：0 - 8V

- ✓ 電流範圍：6x channels / 500A each / $\pm 3000A$ total
- 電池/電池冷卻系統
控制電池芯/電池到所需的測試溫度，並消除例如電池芯內部熱量產生等各方面之影響。
 - ✓ 制熱量：8kW
 - ✓ 制冷量：7kW @20°C
- 1600A 低壓配電盤 (為測試設備提供主要電源)。
- 測試區域
一個「遠離的特定測試區域」，供電池在進行測試並進行測試性能和功能驗證。
- 關聯性組件測試 (Hardware-in-the-loop testing)
 - ✓ 可模擬車輛、充電器、電池組等關聯性組件之交互作用性能。
 - ✓ (交互模擬各項硬件的獨立工作環境，而無須進行整車測試)
- EMC 牽引電池測試
 - ✓ ISO17025 UKAS 認證 EMC 測試設施
 - ✓ 室內可提供高壓動力循環及電氣工作室
 - ✓ 提供 600kW 直流高壓動力循環，可進行:
 - (1) 電子瞬態測試
 - (2) 靜電放電
 - (3) 大型地平面
 - ✓ 大型半電波暗室，可進行:
 - (1) 輻射排放
 - (2) 輻射免疫
 - (3) 大電流注入
 - (4) 進行排放
 - (5) 遠程 CAN 監控 (光纖)



三、 Millbrook 車輛及油品測試園區參訪

Millbrook 車輛及油品測試園區，1970 年由美國通用汽車設置測試車道(Proving Ground)逐步擴展而成，目前該集團在英國 Milton Keyne 和芬蘭拉普蘭(Finnish Lapland)分別設有研發及測試基地。本次出國安排前往位於距離 Milton Keynes 東北方約一小時車程的 Millbrook 車輛及油品測試園區參訪，此地亦是 Innospec 添加劑公司在英國主要的添加劑標準引擎性能測試基地。

1970 General Motors opens Millbrook Proving Ground
1988 Millbrook starts to servethird party customers
1991 Test World founded
1999 Engine test centre opens
2012 World's first indoor winter test facility opens
2013 Rutland Partners acquire Millbrook
2015 Millbrook Group formed
2016 Millbrook joins Spectris plc

Millbrook 車輛及油品測試園區大事記

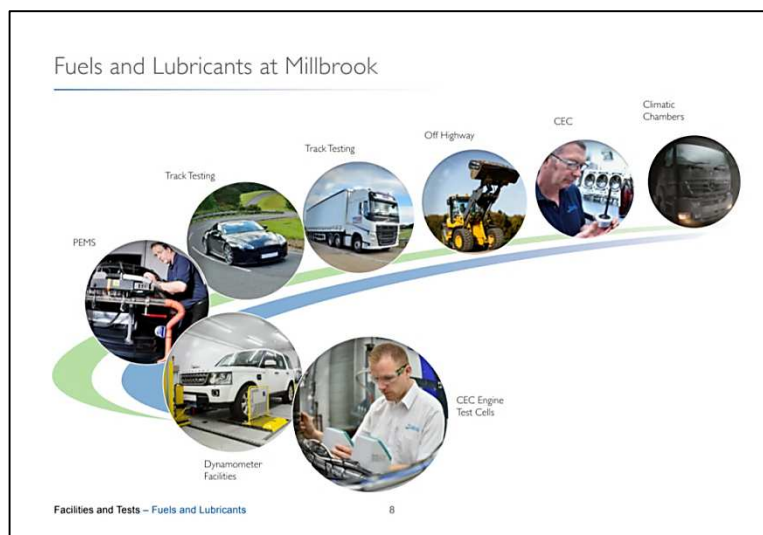
Millbrook 以其測試賽道而聞名，它以安全可靠的方式執行可重複的測試環境。Millbrook 也有一系列的測試整車，輪胎和部件的設施，包括發動機測功機，碰撞實驗室，先進的排放底盤測功機和創新的室內冬季測試賽道。



Millbrook 測試園區主要工作區分說明

3.1 Millbrook 在燃料和潤滑劑領域

Millbrook 是世界上最全面的測試設施之一，用於進行完全獨立的燃料和潤滑劑測試。客戶包括石化公司，車隊運營商和乘用車，公共汽車，卡車和非公路車輛製造商，提供一站式測試服務，從而最大限度地減少客戶的管理，車輛和燃料運輸費用。



主要測試設施 (Dynamometer Facilities)

Millbrook 在燃料和潤滑劑領域設施主要包含: (1) 測功機測試設施包括 VTEC (可變溫度排放室)、(2) 新型 4WD 氣候排放底盤測功機和(3) 2WD 輪轂測功機。可以執行和記錄真實世界的駕駛循環，然後在高度可重複的條件下在測功機上運行。測功機設備用於排放和燃料消耗測量以及里程累積測試。它們還通過對比試驗用於傳動系潤滑劑的性能和耐久性評估。

此外還設置有: 包括環境天候控制和蒸發排放室(Shed Room)的車輛測試單元 (Vehicle Test Chamber)，具備冷/熱啟動能力和輕型和重型車輛冷啟動的噪音/振動評估能力。

而 Shed Room 可以遵循 UNECE 第 83 條 (UNECE Regulation 83)進行蒸發排放測試來測量車輛未運行時的碳氫化合物排放。

傳動系統潤滑劑測試

Millbrook 使用實車軌道測試和底盤測功機進行評估動力傳動系統潤滑油性能。可接受業界委託開發兼具減少燃料消耗，同時提供足夠的燃料傳動系統部件的保護之潤滑油脂。

在不同溫度下量測物件摩擦情況並建立溫度曲線，來比較引擎機件之耐久性能。並藉由全面完整的拆卸設施和高分辨率攝影技術，可以將耐久性測試結果經由雲端快速反應回饋給客戶。

3.2 CEC 新技術車輛用添加劑檢測程序研討

Millbrook 的動力總成設施包括各種發動機測試單元，其中 4 個專門用於 CEC 燃料添加劑測試。測試檢查燃料和/或添加劑的性能及其保持清潔(Keep-clean)或清潔(clean-up)的可能性。Millbrook 現有可執行 CEC 方法之設備與能力如下：

- XUD9-噴射器噴嘴焦化引起的臨界流量損失
- DW10B-噴嘴結焦引起的功率損耗
- M102E-閥門清潔度
- M111-閥門清潔度
- VW Waterboxer-進氣閥桿清潔度

標準測試燃料混合能力高達每批 1,000L。

其中 XUD-9 主要用以評估油品對間接噴射供油式(IDI)引擎之清淨性能，DW-10B 則主要用來評估直接供油式柴油引擎清淨性。另外，針對小型化、高性能(Down Sizing High Performance)之新技術車輛引擎所引起的噴嘴供油管道阻塞(IDID)問題，CEC 正研擬 DW-10C 標準引擎測試方法。

由於 Millbrook 亦是 Innospec 添加劑公司在英國主要的添加劑標準引擎性能測試基地，職亦與 Innospec 公司負責接待的技術服務經理 Mark Wheeler 就本公司汽柴油添加劑未來採購規範之訂定交換意見。Mark Wheeler 本身亦為 CEC 汽、柴油添加劑標準評估方法審定小組之一員，對 CEC 法規之訂定期程有親身參與了解。

針對直接噴射供油(GDi)之汽油引擎清淨性評估，Mark Wheeler 透漏：將會是採用 VW 1.4, 125 hp 引擎(噴油嘴為 6 孔)，以中/低引擎轉速搭配(定轉速運轉 48+24 小時)，藉由量測引擎噴油嘴開啟供油之時間(Injection Period)改變，搭配引擎排氣

管之含氧感知器訊號，來評估噴油嘴積污阻塞情形。預估實際導入時間應該在 2019 年中左右。

而有關高壓共軌 CDi 柴油引擎 IDID 現象之評估，Mark Wheeler 表示開發進行之 DW-10C 測試方法主要將會是監測引擎排氣溫度，再經過一系列與標準參考件之比較評定(Rating 1-10)。儘管 DW-10C 開發已有一段相當長的時間，但由於該方法實驗重複性(r)以及實驗室間測試之再現性(R)不被接受，尤其是對含有低分子量成分(例如 PIBSI)之添加劑測試重複性非常差，因此，依據 Mark Wheeler 研判 CEC DW-10C 正式實施時間亦應在 2019 年下半年。

考量新技術車輛對清淨性之不同需求，原規劃在下一公司大宗汽、柴油清淨劑採購規範中增訂對 GDi/CDi 之引擎性能測試要求，不過依據 Innospec 所推測之 CEC 標準方法制定時程，在下一採購規範中應尚無法提出要求。



Millbrook 的動力總成設施

四、心得與建議

1. 有鑑於新技術車輛開發以及油品、添加劑等對車輛性能之影響測試設備建置經費十分龐大，未來有「集中投資、共用資源」之趨勢（例如英國 MIRA 及 Millbrook 測試園區），國際性大添加劑公司 Innospec 已取消其原先自行設置之 Milton Keynes 引擎實驗室，搬遷至 Millbrook 園區利用園區獨立實驗室之相關設備資源進行添加劑之開發與性能確認。
2. 歐盟於 2011 年發展實車污染檢測系統(RDE)原來只為管制柴油車輛污染排放；2015 年福斯造假事件之後，全面管制演變為包含汽、柴油車輛的 Global Test Regulation。歐盟新排放法規(EURO-6d)要求: 2017 NO_x 2.1 倍、PN 1.5 倍；2020 年 NO_x/ PN x 1.5 倍。
3. 現行以一般外界道路進行 RDE 量測，交通狀況會產生很大的變異影響，必須採用相應詳細的測試流程和程序來確保測試的有效性。車輛在 RDE 法規認證面臨的挑戰是必須確保車輛在各種環境條件下不會超過 NO_x 和 PN 的規定限值。三個關鍵變量是：(1)高度、(2)溫度、以及(3)駕駛模式。
4. 對應各國對車輛污染排放減量以及降低能耗之目標，汽油引擎改用直接噴射供油式引擎(GDi)為新趨勢，建議本所引擎實驗室宜設法引進 GDi 引擎，進行公司汽油與市售油品性能評估測試。
5. 動力電池之性能檢測基本上分為「電性」及「安全性」兩大類，Horiba-Mira 在其技術園區本部所設置(並陸續擴展)之實驗室均著重於電性研發測試，至於危險性較高的電池「安全性」檢測（如過負荷、衝擊、穿刺等試驗）則一律轉到較為偏遠的 Quatro Park 進行。建議未來公司規劃建置相關實驗室，可先由電性測試實驗室著手，而安全測試實驗室設置地點則須慎重考量地點與系統之安全性。