

(出國類別：其他)

氫能源技術開發--
參加加氫站國際標準制訂會議及拜
訪新日本石油 JX、東京瓦斯、岩谷
產業等公司出國報告

服務機關：中油公司綠能科技研究所

姓名職稱：顏子翔 機械工程師

派赴國家：日本

出國期間：104年10月25日至104年10月30日

報告日期：104年11月13日

摘要

豐田氫燃料電池車(FCEV)Mirai已在103年12月15日於日本正式上市，豐田看好氫燃料的成本將持續降低，未來可望與汽油一樣便宜，也陸續分別在104年7月與9月進入美國與歐洲市場。韓國現代汽車也推出ix35燃料電池車在英國上市，陸陸續續也將推向美國及歐洲市場，氫能燃料電池車效應逐漸發酵。Honda車廠也發表將於105年3月推出量產型氫燃料電池車，一時之間零排放汽車蔚為風潮。

氫能源發展為中油綠能所重點研發項目之一，為了解國際加氫站與燃料電池汽車發展現況，此行出國公差除了前兩天參加在日本東京舉行的「ISO/TC197/WG24」加氫站國際標準制訂會議，後三天安排與日本加氫站廠商如新日本石油JX、東京瓦斯、岩谷產業、川崎重工等公司進行技術及意見交流，並實地參觀JX新日本石油位於東京海老名的加氫站、東京瓦斯位於練馬區的加氫站、岩谷產業的芝公園加氫站、位於東京千代田區的移動式加氫站等4座營運中的加氫站。本出國主要任務為(1)瞭解日本加氫站設置及營運現況，(2)與日本廠商討論加氫站技術發展現況及(3)討論引進日本加氫站技術的可能性與時機，做為本所未來規劃加氫站研發工作及推廣方向之參考。

目次

	頁次
壹、 目的-----	4
貳、 行程-----	4
參、 背景說明、參訪與討論-----	5
肆、 心得與未來規劃-----	18

壹、目的

筆者本人目前任職於綠能所再生能源組，主要負責氫能與燃料電池計畫，研究方向主要針對蒐集國外氫能燃料電池車與加氫站營運動態，希望藉由本次會議與拜訪廠商機會，掌握日本加氫站最新發展動態及未來政策方向，以及學習日本企業如何將研發成果產業化發展之經驗，作為本所未來推廣氫能產業之參考依據。

日月潭風景管理處為推動綠能船舶政策，近年來積極推動傳統柴油小船汰換為電動船計畫，預計至 105 年底完成 30 艘柴油船汰換為電動船之目標，因此選定中油公司所屬日月潭加油站做為氫氣船加氫站場址，由於國內目前並無加氫站設置，日月潭加油站做為加氫站可說是台灣第一座加氫站，因此須先了解日本加氫站建置現況，做為規劃中油第一座加氫站的參考。

104 年初國內和泰汽車商品策略室也曾來電詢問中油公司國內是否有加氫站?未來是否有計畫籌建加氫站?氫燃料電池車隨著日本豐田與本田汽車的推出，未來台灣短期內尚無法看到大量的氫能車運行，但是少量車子的引進應該不是問題，這時候台灣第一座合格的加氫站建立是勢在必行。

貳、行程

參訪行程與時間安排如下表

表一 參訪行程與時間

日期	詳細工作內容
104.10.25	啟程(高雄機場-日本東京成田機場)
104.10.26	ISO/TC197/WG24 國際標準制訂討論會議
104.10.27	ISO/TC197/WG24 國際標準制訂討論會議
104.10.28	JX 海老名中央加氫站
104.10.29	東京瓦斯練馬加氫站、川崎重工、芝公園加氫站
104.10.30	岩谷產業與九段移動式加氫站 返程(日本東京成田機場-高雄機場)

參、背景說明、參訪與討論

背景說明如下：

日本的經濟貿易產業省(METI)於 2014 年公佈了日本的氫能與燃料電池戰略發展路線圖，說明了日本氫能技術使用有三個戰略：(1)從目前到 2025 年，主要在快速擴大氫能的使用範圍，將日本家戶用燃料電池裝置的數量分別在 2020 年和 2030 年提高到 140 萬台和 530 萬台，2015 年燃料電池車加氫站設置數量增加到 100 座。截至目前為止家戶用燃料電池裝置數量為 10 萬台。(2)從 2020 年中期到 2030 年底，全面引入氫發電和建立大規模氫能供應系統，主要從海外購氫的價格降到 30 日元/立方米，擴大日本商業用氫的流通網路，全面利用海外未使用的能源來生產、運輸與儲存氫氣，全方位發展氫氣發電產業。(3)從 2040 年開始，定位二氧化碳零排放的供氫系統建立，通過收集和儲存二氧化碳，全面實現零排放的制氫、運輸氫、儲存氫。

東京也繼 1964 年之後於 2020 年再次爭取到主辦夏季奧運，東京奧運村將建設成「氫氣城」，其中整個奧運村電力和熱水 100%將由氫氣提供，包括選手村、培訓中心和餐廳等。為了實現未來的日本氫能社會，日本可說是實現氫能最有決心與徹底的國家。除了利用氫能源來向全世界展示國力外，日本首相安倍晉三近日推出的經濟增長刺激方案也加大了對燃料電池車產業的補貼力度，豐田汽車等主要日本汽車廠商正與政府合力發展燃料電池車，此舉不讓人意外，因為汽車製造業提供日本 10%就業機會及 20%的製造業營收，對於日本經濟扮演著火車頭角色。

豐田燃料電池汽車「Mirai」於 2014 年 12 月 15 日上市，現在訂購需要等到 2018 年以後才能交車，熱銷程度可見一般。美國加州 2015 年 7 月 20 日率先開放豐田燃料電池汽車「Mirai」預訂，打出 3 年免費加氫口號，預計將只會在美國銷售 3,000 輛，售價美金 5.8 萬。2015 年 9 月豐田燃料電池汽車「Mirai」運抵歐洲正式發表，先行於英國、德國與丹麥上市，歐洲地區今明兩年只限量銷售 100 輛，售價美金 7.1 萬。

參加會議與洽談之公司如下：

1. 參加「ISO/TC197/WG24」加氫站國際標準制訂會議

整個加氫站國際標準 ISO 19880 共分成 8 部，分別為 19880-1(加氫站一般要求)、19880-2(加氫槍)、19880-3(加氫站閥件)、19880-4(氫氣壓縮機)、19880-5(加氫站管件)、19880-6(加氫站配件)、19880-7(加氫標準)、19880-8(氫氣品質確認方法)。本次參與討論的 TC197(technical committee 技術委員會)下轄 WG24(working group)主要是負責 19880-1 制定。

(1) 主要參加廠商有日本 Toyota、Honda、Nissan 車廠、Linde、Air Product、Shell、Iwatani、Sandia National Lab.等單位及公司，這個會議召開目的只

為完成 ISO 的公告，此 Working Group 至今已歷經 5 次會議，下一次將在 12 月份於美國加州召開。一開始由 Shell 報告 Hydrogen Fueling risk assessment 題目，主要針對加氫站狀況與汽車儲氫系統運轉情形，包括加氫機與車子的通訊 IrDA(Infrared data)、汽車組件與加氫槍的溫度與壓力設計極限等等。使用 Shell Bow Tie 分析，針對車用儲氫瓶過溫、過壓、腐蝕等造成防護措施失效等，其中發生頻率與最壞情形進行討論，車載壓縮氫氣儲存系統 CHSS (Compressed Hydrogen Storage System) 主要設計為 125% NWP(標準工作壓力)與操作溫度範圍-40~85°C，因為 Type 4 儲氣瓶的內襯(liner)在溫度 120°C 以上將溶解，因此儲氫瓶在 125% NWP(標準工作壓力)下或更高時溫度不能超過 85°C，而考慮低溫運轉時 CHSS 的使用壽命也會被影響。在車子加氫時所有可能大量氫氣洩漏將導致災害(人、事)，或駕駛處於氫氣或氫氣爆炸情境中，容許發生頻率 10^{-5} /年(1~3 人死亡)、 10^{-3} /年(財產損失)、 10^{-6} /年(ALARP, as low as reasonably practicable)，氫氣洩漏時遭遇火源可能性>90%，火源種類則未提及。此分析條件在氣體偵測器與火焰偵測器啟動未考慮時，只考慮未有足夠時間去疏散人員或控制洩漏。

- (2)加氫站充氫方法的危害分析主要以 SAE J2601 為基礎，結合汽車業者、燃料供應商、工安及政府方面的需求，考慮極端及一般危險與可接受的危險 (as low as reasonably practicable, ALARP)等情況下，完成 ISO 19880-1 TR(Technical Report)與 IS(International Standard)，最後預計於 2016 年 12 月底前完成 ISO 19880-1 公告。
- (3)日本參加會議的廠商主要為 HySUT 成員，HySUT(水素供給利用技術研究組合)為 2009 年 7 月 31 日由 19 家公司及團體組成，主要目的為推進氫氣相關事業。組合成員包括 JX 日鑛日石 Energy，出光興產，Cosmo 石油，昭和 Shell 石油(去年底被出光興產 5000 億日圓購併)四家石油公司，東京瓦斯，大阪瓦斯，東邦瓦斯，西部瓦斯四家瓦斯公司，岩谷產業，大陽日酸，日本 Air Liquide，三菱化工機，川崎重工業，日本製鋼所六家產業瓦斯/金屬材料/機器廠商，豐田汽車，日產汽車，本田技術研究所三家車廠，ENAA(Engineering 協會)，JPEC(石油能源技術中心)，計畫期間為 2009-2015 年度。

会議室のご案内				
10月26日(月)				
会議室名	時間	団体様名	会議名	場所
第1会議室	13:30-17:00	(株)日本自動車研究所	自動車法1F	→
第2会議室	12:00-17:30	三菱自動車工業株式会社	---	→
第3会議室	---	---	---	→
第4会議室	09:00-17:00	株式会社日立製作所	日立システムズ	→
第5会議室	09:00-17:00	---	---	→

圖 1 會議舉行地點 Shiba NBF Tower



圖 2 殼牌石油報告 Hydrogen Fueling risk assessment



圖 3 Jesse Schneider 會議主席

2. JX 及海老名中央加氫站

JX 公司在日本有 7 座煉油廠及加油站 11000 座，佔日本市佔率 36%，煉油廠區內的氫氣製造與加油站分佈網路是他們進入氫能產業的重要利基，更積極將原有加油站轉型為多能源供應站，如增設加氫站與充電站等設施，可滿足未來社會移動載具燃料的多元需求，並於 2015 年 4 月成立氫能推進部，負責未來加氫站業務。已於 2013/4/19 在神奈川縣海老名市「Dr.Drive 海老名中央店」內(如圖 5 所示)，開設了日本首座加油站一體型加氫站，提供 300Nm³/h 的氫氣量，成為

可同時加油和為燃料電池汽車加氫的能源站。由於東京都附近場地關係，因此採用非現地產氫，其氫氣來源主要由橫濱市的一座產氫設備來(不是從煉油廠來)。

2013/5/27 在名古屋市綠區開設了日本第二座加油站一體型加氫站，這也是首次採用站內LPG產氫方式的加氫站。呼應政府2015年底前100座加氫站計畫，JX負責40座加氫站設置(目前單獨型3座、加油加氫合併一體型9座)，在2016年3月前還要蓋28座，只負責加氫站營運工作，在2014年10月成立ENEOS Hydrogen Supply & Service Corporation公司，負責單獨型與移動型加氫站的營運。上述兩座加氫站皆引用SAE J2601標準建造完成。

JX公司也發展化學儲氫MCH(甲基環己烷)技術，與千代田觸媒技術類似，其氫氣運輸量為高壓的2.5倍，槽車輸送一次氫氣可提供300台燃料電池車的氫氣需求量，目前油罐車輸送一次可提供500台汽油車加油需求，而高壓方式一次可提供120台燃料電池車的氫氣需求量。

圖7為實地參訪的海老名加氫站其加氫設備圖，主要元件有氫氣來源、氫氣壓縮機、氫氣高壓儲氫裝置、冷凍機及氫氣充填機，氫氣來源由川崎重工的高壓槽車提供，可提供壓力45MPa的260kg氫氣，採用Kobelco氫氣壓縮機，蓄壓器採用Samtech Type 3的設備，高壓部分82MPa的200L 6支與中壓40MPa的300L 8隻，而冷凍機採用前川製造所以CO₂為工作介質，可將氫氣冷卻至-40°C。氫氣充填機採用加油槍製造商Tatsuno。



圖 4 JX 新日本石油東京總部大樓



圖 5 神奈川縣海老名市「Dr. Drive 海老名中央店」



圖 6 名古屋市綠區的 ENEOS 加油站「Dr. Drive 神倉店」

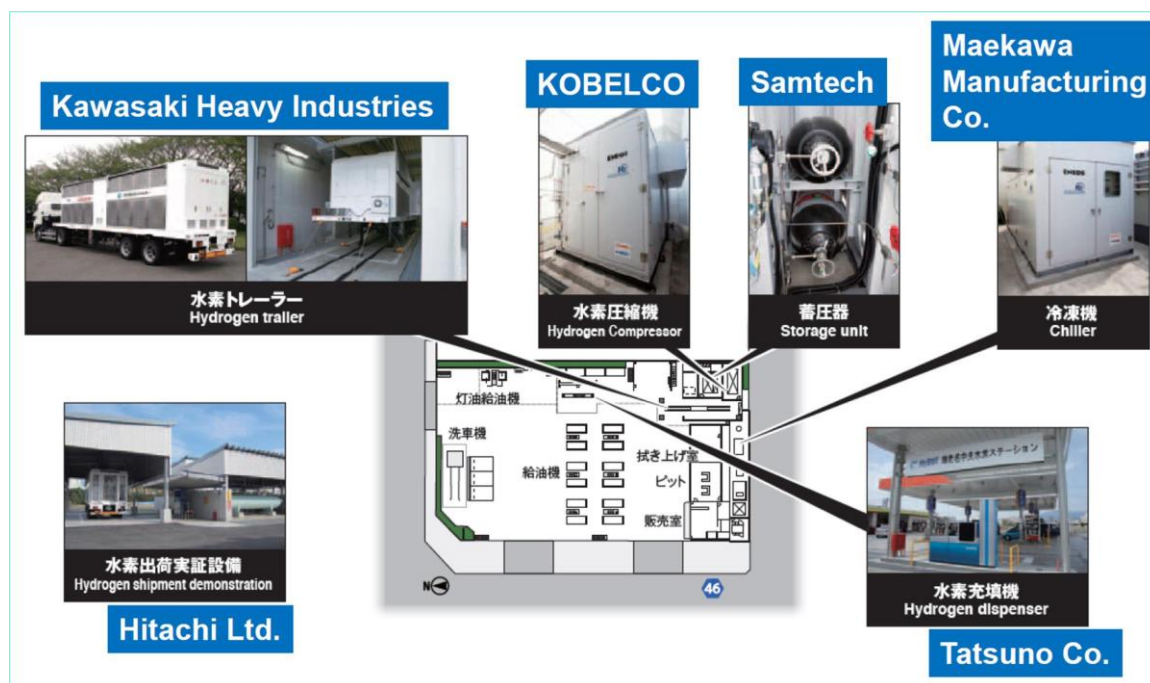


圖 7 海老名加氫站其加氫設備圖

3. 東京瓦斯及練馬加氫站

為 off-site 產氫方式經營，基於成本考量目前氫氣來源採用非現地產氫方式，氫氣從埼玉浦和利用天然氣產氫後運送來(成本考量，on-site 產氫增加 1~1.5 億日圓)，此站為日本第 3 座商用加氫站，也是關東地區的第一座，現場可提供 300Nm³/h 的氫氣量(一個小時可加氫汽車 6 輛)，也是天然氣加氣站與加氫站共同設置的模式。由圖 8 可發現其加氫站後方就是東京瓦斯的天然氣儲槽，加氫站內氫氣高壓儲槽採用 Type 1，由 JSW(日本製鋼所)與新日鐵住金製作。加氫站由東

京瓦斯化學公司建造，此次造訪恰巧遇到一年一度的加氫站修護保養，約持續 3~4 禮拜，因此無法看到真實充氫的畫面。

東京瓦斯表示目前已沒有開發加氫站重組器計畫，日本目前只剩下三菱化工機械公司與大阪瓦斯還在開發，而執行充氫作業的保安員須擁有處理高壓瓦斯證照，與歐美國家民眾可以自己加氫的規定不同。參訪途中東京瓦斯也安排豐田已量產的 Mirai 燃料電池車(如圖 9 所示)接送，乘坐過程中發現其加速性能與純電動車無異，實際體驗了夢寐以求的終級環保車。東京瓦斯表示目前 Mirai 車子成本 1000 萬日圓，但只賣 729 萬，其中政府還補助 310 萬，所以日本實際賣價為 419 萬，當地 Prius 賣 300 萬，所以油電混合車 Prius 300 萬為 Mirai 車價目標，當然日本對於開發燃料電池車的信心也是來自於 15 年前排除眾議而投入研發的油電混合車的成功案例。相對來看，另一個日系大廠 Nissan 其純電動車 Leaf 賣 230 萬日圓，主要仍是放在純電動車的銷售，因為到去年年初為止的統計，其純電動車銷售量達 5 萬輛，幾乎占了市場一半的銷售額。

豐田燃料電池汽車 Mirai 於 2014 年 12 月 15 日上市，現在訂購需要等到 2018 年以後才能交車，由於為純手工打造，因此每天只生產三輛，熱銷程度可見一般。基於環保與居住環境良好使命，縱使 20 年內仍賠錢也要做，這是東京瓦斯人員特別強調的地方，也提供中油是否現在跨入加氫站業務的不同參考。

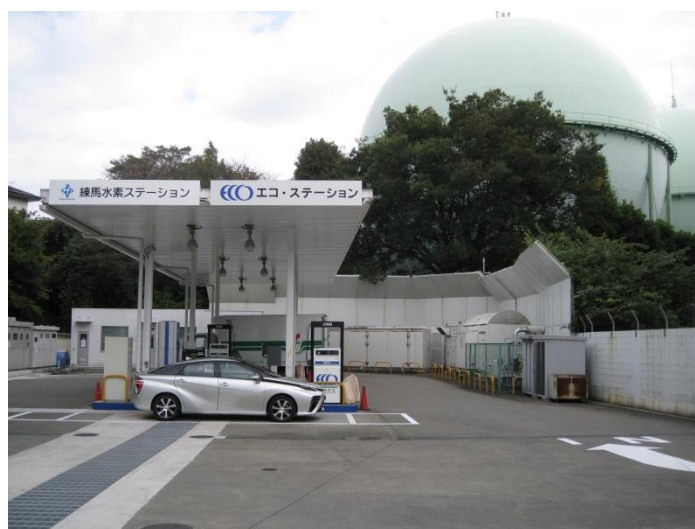


圖 8 東京瓦斯練馬加氫站(CNG 與 H2 共用)



圖 9 豐田 Mirai 燃料電池車



圖 10 天然氣加氣站設置設備

4. 川崎重工公司

以未利用的褐炭(澳洲)產氫建構大規模海上運輸供應鏈為主，主要核心技術包括褐炭氣化技術、液態氫長距離大量運輸技術、液態氫搬運技術，川崎重工業鎖定的氫能相關事業主要為Plant和運送船等設備方面，今後將強化和其他相關企業的合作，並在液態氫運送方面，積極提供資訊給IMO(國際海事組織)，主導國際標準制定。事實上，日本國土交通省已經和澳洲相關機構簽訂兩國協議，雙方將從2020年開始進行跨國場域示範。

預計2020年實現如圖12的液態氫海上運輸船，主要與岩谷產業共同開發。川崎重工表示液態氫問題在於2% boil-off，可再利用美國技術再液化回收，但需花費更多金錢，目前有一座pilot plant為生產5噸液態氫/天的容量，預計到2025年設置770噸液態氫/天的大型工廠，液態氫輸送則是達到225400噸液態氫/年的量，達到便宜且大量供應氫氣的目標。



圖 11 位於東京濱松町的川崎總部



圖 12 液態氫海上運輸船

5. 岩谷產業及芝公園加氫站

岩谷產業為日本液態氫生產與輸送公司，主要定位在為加氫站設備整合商，壓縮機以搭配德國 Linde 技術為主，因為其壓縮機性能與所佔體積表現較日本本土壓縮機廠商好，如果本土廠商有能力時岩谷也會採購。圖 13 為日本首相安倍晉三於 2015 年 4 月 13 日替芝公園加氫站開幕剪綵畫面，該站土地原為豐田所有，岩谷產業承租下來蓋加氫站，部分土地則是豐田展示 Mirai 的展示館(如圖 14)，於星期五早上也開放日本民眾預約試乘。



圖 13 日本安倍首相為芝公園加氫站開幕剪綵



圖 14 Iwatani 公司芝公園加氫站與 Toyota Mirai 展示區

圖 15 為加氫島部分，提供 $300\text{Nm}^3/\text{h}$ 的氫氣量，一小時可提供 6 台車充氫，由於是岩谷產業興建的加氫站，所以採用液態氫儲槽的方式接收氫氣(如圖 16)，儲槽容量 24000 公升，一次可儲存 1100 kg 氫氣，需搭配 6 支汽化器將液態氫轉為氣態，再透過 Linde 的壓縮機將高壓氫氣 82MPa 存放在 300L 6 隻的高壓氣瓶內。參觀期間陸陸續續有 4 台 Mirai 進入加氫站加氫，現場有領有執照的一監督員與一保安員幫忙加氫。圖 17 為加氫站旁豐田設置的燃料電池車展示間，有現場人員負責解說。



圖 15 Iwatani 公司芝公園加氫站



圖 16 液態氫儲槽



圖 17 豐田汽車展示區

圖 18 為展示區內展示的 1 kW 純氫型家用發電系統，與 Ene-Farm 採用天然氣發電不同，應用於北九州氫能城示範案中，主要考量於未來有大量氫氣管道使用時，氫氣管道就可取代目前天然氣管道，是一種全面使用氫氣發電的應用。



圖 18 純氫型燃料電池系統展示

6. 九段移動式加氫站

由豐田通商、岩谷產業、大陽日酸於 2015 年 2 月 6 日共同出資成立的移動式加氫站營運公司(Nimohyss)負責營運，此站位於東京都千代田區，加氫站硬體設備由岩谷產業整合製作，外觀如圖 19 所示，為 25 噸卡車(長 12 公尺*寬 2.5 公尺*高 3.8 公尺) 改裝而成。其氫氣來源由 50L*30 隻鋼瓶組成(如圖 20 所示)，屬於非現地產氫裝置，但由於現場沒有減壓裝置，所以氫氣鋼瓶會由原本 19.6MPa 使用到 8MPa，會殘餘氫氣 1/3 量無法使用。

圖 21 為 Linde 氫氣壓縮機部分，透過 5 段壓縮步驟可將氫氣壓縮至 82MPa，高壓儲氫裝置採用日本 Samtech 80 MPa 300L 1 支與 40 MPa 300L 1 支的配置，可提供 1 小時 2 台車子的加氫速度。加氫島部分仍採用 Tatsuno 公司，其加氫槍均向德國 WEH 公司購買。



圖 19 移動式加氫站外觀



圖 20 加氫站氫氣來源



圖 21 氫氣壓縮機

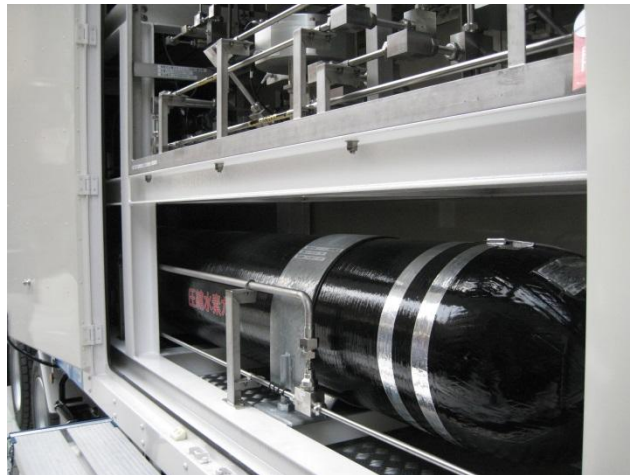


圖 22 高壓儲氫瓶



圖 23 加氫機

肆、心得與未來規劃

參訪心得如下:

- (一)中油如同JX新日本石油與東京瓦斯角色一樣，未來將扮演加氫站營運公司角色，主要任務為在工廠端製造便宜氫氣、安全輸送氫氣至加氫站、便宜安全販賣氫氣至消費者手上。
- (二)日本加氫站建設成本約5億日圓，當然隨著法規的合理鬆綁，可進一步下降與歐美國家相同標準的2.5億日圓，未來目標將是2億日圓(加油站建設成本的2倍)，營運初期無法獲利，日本營運商已有賠20幾年的心裡打算，但基於企業責任與保護環境一定要做。
- (三)零污染排放車將是主流，豐田2015年10月在東京宣誓要在未來35年(2050年)內停止銷售汽油車，也就是2050年將只販售油電車和燃料電池車，因此日本慢慢在醞釀朝向零排放汽車的推展事業，現在就看其他車廠是否跟進。
- (四)實際了解日本加氫站實際營運狀況，可能遭遇問題及未來趨勢進行意見交流，日本一直是台灣最密切的經濟合作夥伴，可透過技術交流或是引進日本加氫站技術，促進國內相關產業升級。

未來規劃:

- (一) 建議公司成立加氫站籌建與研究任務小組，成員可來自中油油銷部與綠能所、工研院、能源局等其他相關單位。
加氫站技術牽涉範圍極廣，國內尚未建立加氫站相關設置管理法規，法規面就包含建築法規(建築法、都市計畫法、各地方政府加氣站用地審查辦法)、消防法規(公共危險物品及可燃性高壓氣體設置標準暨安全管理辦法)、勞委

會工業安全法規(高壓氣體勞工安全規則、危險性機械及設備安全檢查規則)與經濟部法規(加氣站設置管理規則)，因此需要在法規面上將加氫站納入。標準方面也需參考國外目前已頒布的加氫站標準(如SAE J2601)或是即將陸續進行公告的ISO-19880各部國際標準，將之轉換成國內適用的標準。

(二) 綠能所 105 年將執行委託案「簡易型加氫站中央安全監控系統」，初步規劃搭配日月潭氫氣船用氫需求，未來任務小組可定期檢討進度與成果分析。

綠能所 105 年計畫將先採購可壓縮至 40MPa 與每小時可處理 20Nm³ 氫氣量的氫氣壓縮機，並選擇可耐 40MPa 儲氫瓶 4 支，每支儲氫瓶水體積為 200 公升及加氫槍。之後由委託案得標廠商負責中央監控設置及組裝與測試運轉，透過加氫站規劃訓練，從加氫設施等硬體部分到管理系統等軟體架構規劃，了解未來加氫站建置規劃之各項考量因素與基本要點。而透過加氫站實際設置與測試，可深入了解氫燃料電池電動車與其加氫站之互相搭配時各種使用情境與設施架構，以及加氫站之相關緊急應變觀念，強化對於加氫站整體架構之概念，有助於未來研擬氫燃料電池電動車加氫站之營運策略。

(三) 進一步規劃 107 年引進日本或歐美國家移動式加氫站技術，任務小組可定期檢討規格與驗收測試。

透過完成 105 年委託研究案，可獲得許多加氫站設置與運轉的寶貴經驗，此訓練有助於提升未來擬定加氫站規格、評判國外加氫站廠商優缺點、制訂驗收規範等能力。

(四) 任務小組也同步著手推動制定台灣加氫站標準，並推動國內相關安全法規制定，定期舉辦氫能教育活動。

可利用建置完成的加氫站與氫能交通載具的試乘來加強國內民眾氫能教育，提供正確資訊，導正大眾對於氫氣使用上安全的疑慮。