

出國報告（出國類別：考察）

日本參訪電池與新能源相關廠商

服務機關：台灣中油公司煉製研究所
姓名職稱：張家林 機械工程師
派赴國家：日本
出國期間：108年8月2日至8月6日
報告日期：108年9月6日

日本參訪電池與新能源相關廠商目次:

一、摘要	P.3
二、目的	P.3
三、參訪行程	P.3
四、建議與結語	P.19

一、摘要

電池產業瞬息萬變，而新/再生能源產業蓬勃發展，本公司應隨時掌握各類研發資訊與產業技術脈動，藉由參訪程工商業實際案例，減少在錯誤中學習，並藉互相交流，來截長補短，加速本公司相關技術的研發與策略訂定。

二、目的

本公司為能源公司，目前為國內最大汽柴油供應廠商。但由於世界減碳趨勢與政府政策，為了公司的永續經營，針對加油站轉型先試先行產/儲/用/智能四位一體之智慧綠能加油站；且以公司自有重質油料開發鋰電池負及材料以及動力鋰電池模組，以因應即將來臨之電動車時代。此次參訪，除了參訪住友電工交流有關儲能電池技術外、氫能加油站交流有關新能源加油站之規畫參考，並將參訪 4R Energy，以利本所在動力鋰電池規畫後續之延伸應用，建立起屬於中油電能服務的商業模式。

三、參訪行程

日期	詳細工作內容
108.08.02	起程：桃園國際機場→東京成田機場；
108.08.03	參訪： 1. teamLab 2. Mega Web Toyota 3. 氫能巴士加氫站
108.08.04	參訪：柏之葉智慧城市
108.08.05	參訪： 1. 住友電工鈇液流儲能電池案場 2. 4R Energy
108.08.06	返程：東京成田機場→桃園國際機場

(一)teamLab

此次行程的第一個站點，是前往台廠參觀由 teamLab 與森大廈攜手合作的巨型「數位藝術博物館」，在面積高達 10,000 m²，且有三層樓高中的數十個全黑暗的隔間內，可容納數百位觀眾，展出以「大型投影」、「互動科技」、「聲光效果」為特色的數位藝術，且一舉展出超過 50 件的新作品。team Lab 是創立於 2001 年的藝術團隊，由跨學界專業人士聚集而成，目標通過共同創作的行為融合藝術、科學、技術、設計、以及自然界。團隊成員包括藝術家、

工程師、CG 動畫師、數學家、建築師等。teamLab 試圖通過藝術，探索人與自然的新關係，也透過數字技術讓曾物質與藝術的界限中解放藝術。

在台場的展場是以「無界，borderless」的概念在設計著；因此不管是作品與作品之間、甚至這展區之間的界線其實也十分模糊，而且在黑暗、且充滿鏡子的狀態下，其實很容易迷失方向。

主場景是一個如同瀑布般不斷向下流竄的場域(圖 01)，不時會有七彩的鮮花飛躍在四周。其他房間也有以海浪、動物、花草、螢火蟲等為主體的互動空間。作品之間沒有明顯的邊界，作品間會互相交流、混合，有許多花朵、蝴蝶，做出不同燈光上色調的變化，好像把顏料潑灑在身上一樣，超美的(圖 02)!!



圖 01、teamLab 東京台場會場主場景之 borderless world。

燈之森林巧妙地利用鏡子，形成一個無限延伸的鏡射空間，並在此空間內搭配無數個可以感知觀者的互動燈具，燈具的顏色也會因觀者互動而改變顏色(圖 03)

未來遊樂園展區是 teamLab 獲得許多小孩歡迎的空間，以「共創」為主題，讓小朋友可以在此創作畫作，並將畫作變成投影在牆上的數位藝術(圖 04)



圖 02、如夢似幻的蝴蝶。



圖 03、鏡之森林的無限延伸鏡射空間。



圖 04、未來遊樂園區讓家長與孩童藉由數位設備來進行互動與親子交流。

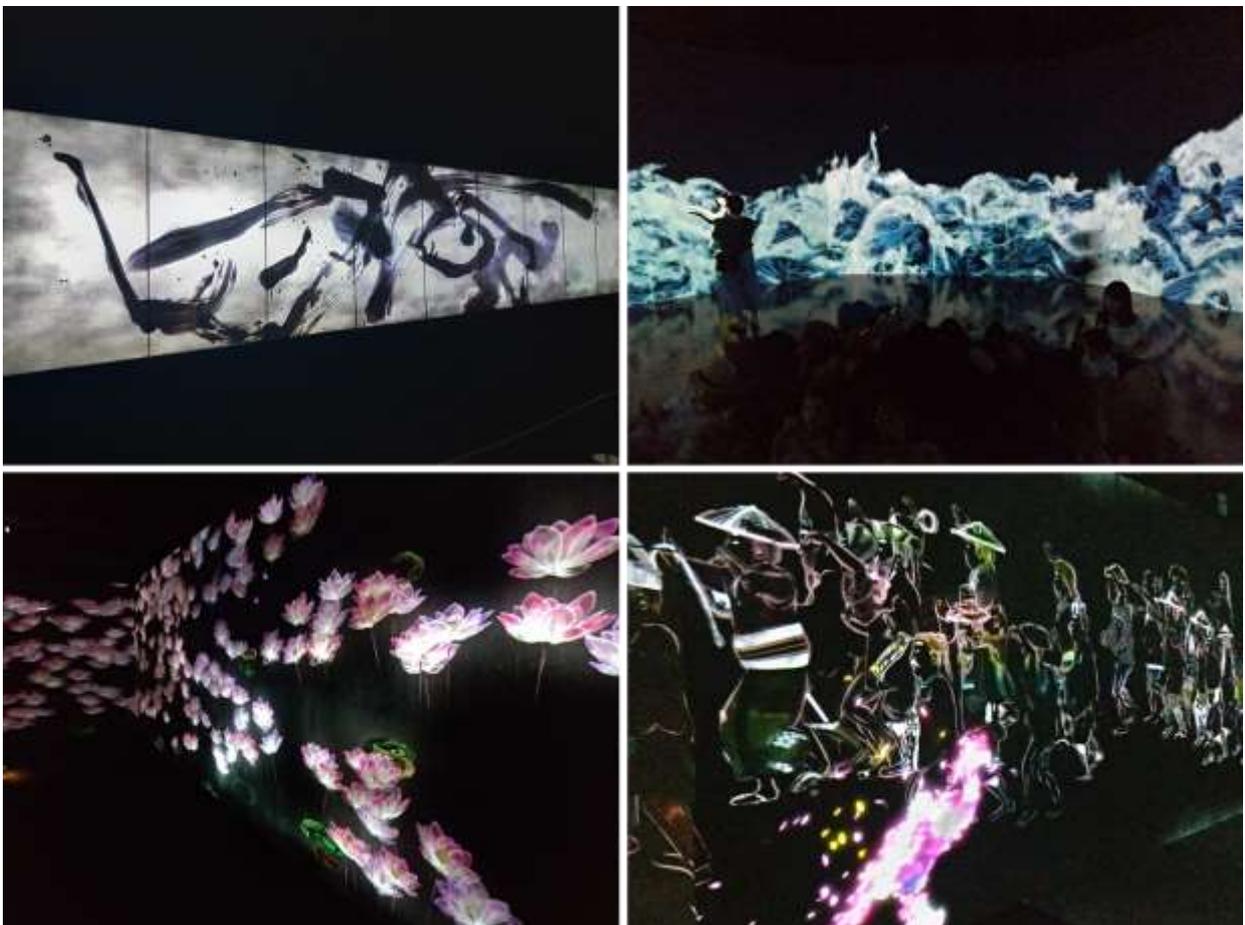


圖 05、展場間呈現了現代數位完美呈現傳統藝術之美。

在穿梭各展區之間，teamLab 完美的利用燈光、鏡子、投影三元素，並結合日本固有的文化元素(武士、荷花、浮世繪等)，創作出如夢似幻的空間，這樣的數位藝術呈現方式，非常值得我國與公司來借鏡，利用現代科技，將傳統藝術作新形式的呈現，拉近與年輕族群的距離，使用年輕族群能接受與習慣的方式介紹傳統，這真的是很棒的策略。

(二)Mega Web Toyota

Mega Web 緊鄰著 teamLab 展場，是 Toyota 公司建置的主題樂園，除了完整介紹豐田汽車的歷史，並得知最新技術的相關發展。這裡強調可看、可乘坐、可感受，讓你藉由不同的體驗方式更瞭解 Toyota，也更瞭解汽車。而依照主題的不同，整個 Mega Web 共規劃了「Toyota City Showcase」、「Ride One」與「History Garage」等三大區域。

此行主要參觀的 Toyota City Showcase 是一個兩層樓、佔地寬廣的大型汽車展示間，一樓主要為 Line-Up Zone，幾乎所有 Toyota、Leuxs 的販售車型都陳列於此，甚至常常會有一些未上市車型在此搶先展示。二樓即為展示豐田集團各項關於環境與安全最新技術的「Global Discovery Zone」，不僅有多輛最具代表性的 Hybrid、FCV、EV 概念車，也陳列了 Toyota 再強力推廣的 FCV 氫能汽車-Mirai。Hybrid 汽車的最終型態為搭載太陽能的 PHV 車，車頂搭載著薄型太陽能板提供部分的車子電力來源(圖 06)，並提供快充與慢充兩種充電接頭。



圖 06、屋頂搭載薄型太陽能板提供部分車用電力來源。



圖 07、商售氫能車 Mirai 的半剖面互動展示，清楚讓參觀民眾知道氫能作用原理。



圖 08、氫能 FCV 未來車 PLUS 的現場展示。

展場對於氫能技術做了完整的互動體驗介紹(圖 07)，可以清楚地讓一般民眾清楚的了解其作用原理；搭配著已經販售的商業車型 Mirai，這樣的策略，除了可以拉近民眾對於高科技的距離感以外，並讓民眾清楚感受這樣的高科技其實已經慢慢出現在現實生活裡；現場並有氫能 FCV 概念車 PLUS(圖 08)的展示，炫酷的外型更讓民眾對於所謂的未來有著更深刻的體會與期待。

(三)氫能巴士加氫站

近年來，日本是目前國際上對氫能源開發最積極的國家，日本與台灣在能源進口上處境類似，幾乎百分之百仰賴能源進口，而自 311 大地震後，能源安全一直都是日本政府最關心的政策議題之一，氫能被認為是符合未來期待的替代能源方案，如發展順利並將氫能技術普及至國際，日本將可能由能源輸入國逆轉為能源輸出國。日本經濟產業省並於 2019 年 3 月 12 日公布「氫氣・燃料電池戰略協議會」制定的新「氫氣・燃料電池戰略路線圖 (roadmap)」，以確保實現在「氫能基本戰略」和「第 5 次能源基本計畫」中所揭示的氫能社會目標。



圖 09、正在進行氫氣充填的氫燃料巴士。

此行參觀位於東京市中心由岩谷產業(Iwatani)所設置的氫氣加氣站，岩谷產業於 1930 年 5 月 5 日創業，營收約 4,942 億日圓。日本氫氣總消費量約 150 億立方米，主要用戶是製鐵所，當中 1%約 1.6 億立方米為一般消費，包括半導體廠商，PV 廠商等，岩谷產業的市佔率高達 6 成。

東京市區已有氫燃料電池巴士進行營運，行駛於東京國際展示中心到東京車站之間，全程 8.4 公里。這將是日本首次有氫燃料巴士進行商業營運，預定到 2020 年東京舉辦奧運會時，都內公民營公車將引進 100 輛氫燃料巴士。

現場看到由 Toyota 製造的 SORA 氫燃料巴士正在進行充填(圖 09)，加氫站的壓力為 82MPa，儲氫之溫度為 -19.1 度 C，其充氣接頭如圖 10 所示。充填過程由加氣站工作人員操作，整個過程與加油類似，整個過程大約 10 來分鐘。

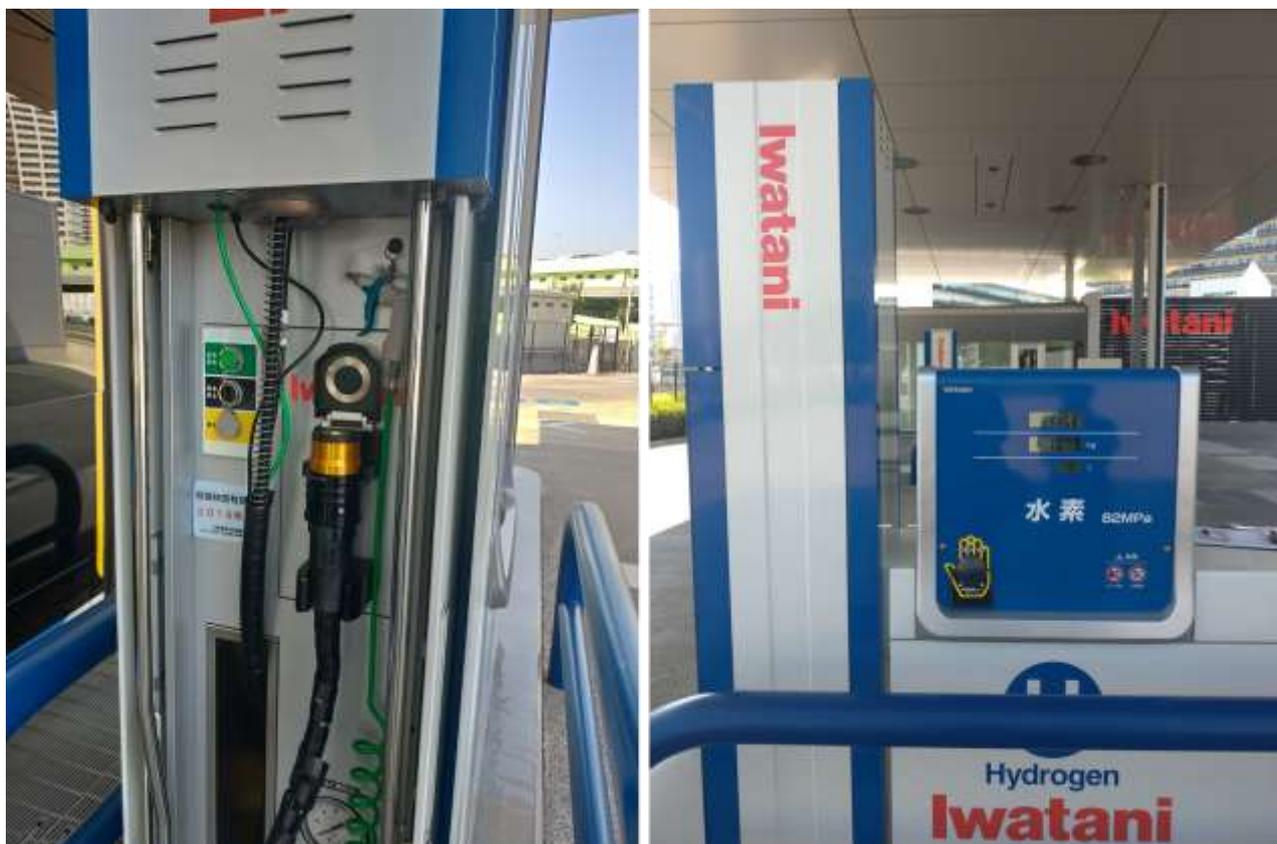


圖 10、Tatsuni 製造的加氫機。

整個站體設計的明亮而且場域非常乾淨，而儲氫區也設計完善因此不會讓一般民眾覺得恐懼。對於未來的潔淨能源四輪交通載具，其實公司以及台灣真的可以參考日本的商模，推廣氫燃料汽車。只要將產氫、運送、儲放等設備與流程設計以安全的規範，一定可以將氫氣安全的充填至交通載具上。其銷售模式也很類似現行的加油形式，不論是對於中油或者消費者都是。只要推動國內相關安全法規制定，並且定期舉辦氫能教育活動，結合試運行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，逐步教育推廣，就能建立適合台灣的氫能社會。

(四)柏之葉智慧城市

柏之葉智慧城市位於千葉縣柏市，位處東京都東北方，距離東京約 30 公里，主要為三井不動產開發的柏之葉校園站周邊區域，三井公司自明治時期即擁有該土地，早期作為農業使用，一二次世界大戰時徵用為陸軍機場及美軍通訊基地，1961 年改建為三井高爾夫球場；依據「柏都市計畫事業柏北部中央地區一體型特定土地區畫整理事業」（面積 273 公頃，規

劃人口 26,000 人、開發期程 2000 年至 2023 年)，於該範圍內的柏之葉地區自 2000 年啟動了的都市開發作業，該開發由政府主導將地主整合後重新規劃，由政府興建公共設施後重新分配土地予原地主。2005 年秋葉原至筑波的電車通車，設置柏之葉校園站，大幅提升交通便利性，成為柏之葉智慧城市發展之契機，柏之葉智慧城市第一期開發區區域面積約 14.2 公頃，計畫人口約 2,700 人，施行期間為 2005 年至 2018 年，該區以車站為中心逐步發展商場、辦公大樓、集合住宅及醫療院所。

柏之葉智慧城市發展的規劃概念係來自柏之葉都市設計中心（Urban Design Center Kashiwa-no-ha，簡稱 UDCK），UDCK 是由公部門（柏市市政府、NPO 組織）、民間（三井不動產、首都圈新都市鐵道公司、柏商工會議所、田中地域家鄉協議會）、學界（東京大學、千葉大學）共同組成，各團體派出營運委員，營運委員會對整體營運的基本事項做決議，設施內所需的經費、職員薪水、活動費用由各團體出資共同負擔。

柏之葉智慧城市的訴求為環境共生、健康長壽與新產業創造三個目標來造鎮。在環境共生方面，柏之葉地區規劃有區域能源管理系統(Area Energy Management System,簡稱 AEMS)、建築能源管理系統(Building Energy Management System,簡稱 BEMS)、家庭能源管理系統(Home Energy Management System,簡稱 HEMS)，藉以控制能源消耗。東京電力提供非常優惠的離峰電價方案，鼓勵用電戶於離峰時間使用電力，以供用戶選擇簽約，因此各用戶有多種不同的用電方案可選擇(與台灣的行動電話資費類似)，而且尖離峰電價差異甚大，甚至因而興起出租蓄電池的行業。但是值得注意的是，日本對於契約容量的罰則非常嚴格，一旦超約，即從超約的當日起重新起約一年，不若台灣僅就當月進行超約收費。

柏之葉智慧城市 AEMS 系統(圖 11)由日立公司建置，透過能源使用可視化軟體系統(包含電力、水、瓦斯等)及於 UDCK 二樓建置控制中心(稱為智慧中心 Smart Center)，將能源統一管理、分析並預測電力的需求及提供能源供應與需求訊息，亦為區域提供電力再分配之功能。平時白天辦公大樓用電需求較高夜間則住家需電量高，但到假日時白天則為商業設施的電力需求變高，即朝向無論白天晚上或假日的電力需求較為穩定之方向發展，以提升供電設施的效率及效能，且能源管理系統可依據實際需求輸送電力，經評估此調控分配之措施，可減少約 40%的尖峰時段用電量；其中再生能源(光電)及蓄電池約占 20%、儲冰空調系統亦可減少約 20%，對發生緊急災變時的能源進行合理的分配，使 BCP(事業持續計畫)、LCP(生活持續計畫)得以實踐，即使發生停電情形時(另搭配柴油緊急發電機)能連續三天提供平時約 60%左右的電力供應，還可為住宅裡的消防、電梯、照明設備以及公用區域提供電力，並且能通過為地下水水泵的供電而確保生活用水，為企業及一般民眾生活帶來了能源方面的安全保障，且因為利用尖離峰電價差來運作 AEMS，因而使電力穩定並於災害發生時提供足夠的災時能源，對於老年化社會的日本而言是對安心、安全生活提供強大保障的重要設施，雖然大量採用價格甚高的固定型鋰電池蓄電系統(1800KW)，據了解其用電戶之電價並無明顯變高。此系統於 2011 年 311 大地震時已發揮功能，解決區內住戶緊急用電需求。此能源管理系統亦應為最重要的參考，可惜效益在缺乏尖離峰電價的台灣現況，恐怕難以獲致良好的經濟效益。

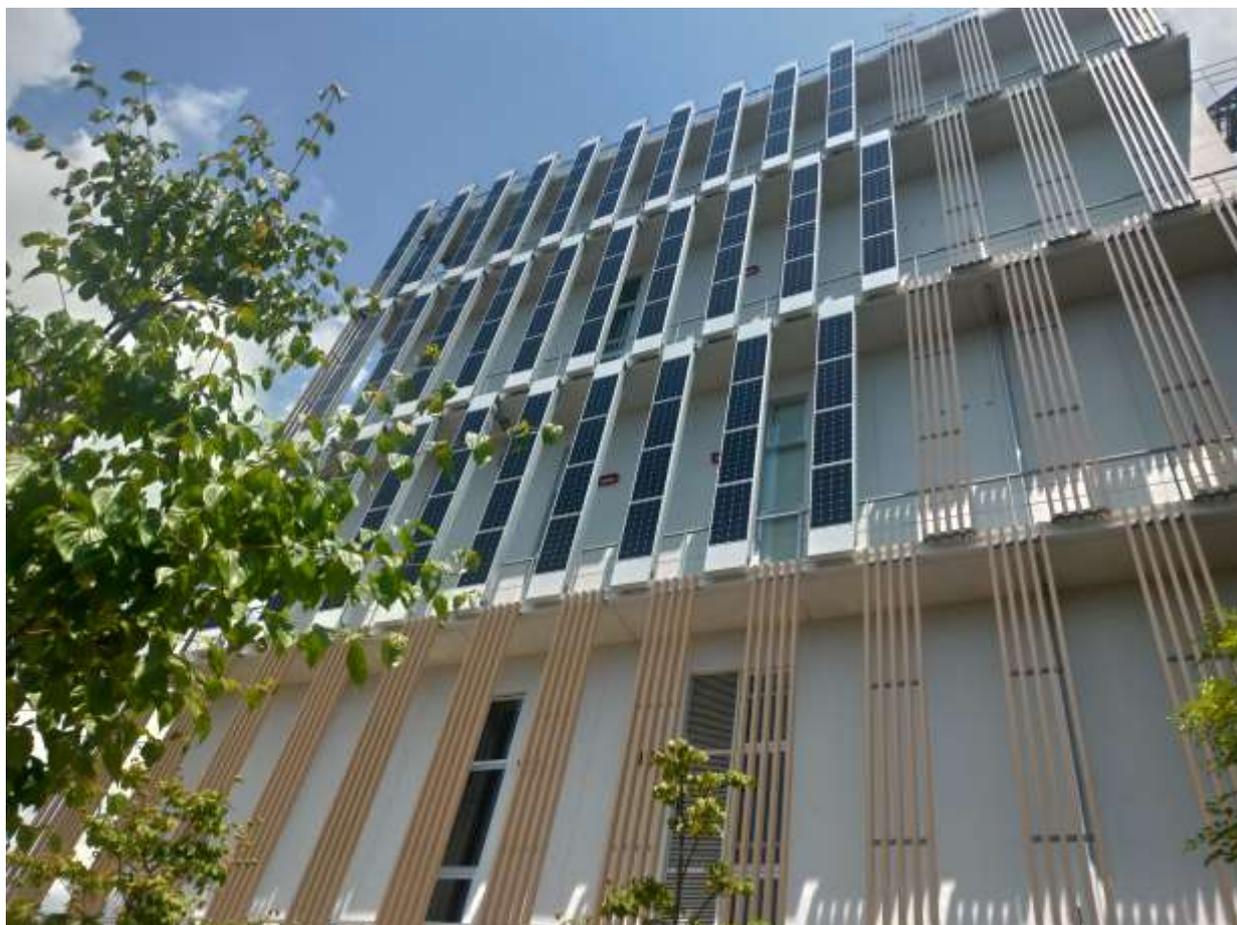


圖 12、利用大樓外牆架設的太陽能板擷取能源。



圖 13、百貨商場遮雨棚亦有太陽能板。



圖 14、休息涼亭下有電源，而此涼亭上面也有架設太陽能板作為電力來源。

(五)住友電工

本次參觀鈳液流示範系統，由商業發展部能源系統分部的孟科經理及電力系統研發中心的技術長志賀信夫博士導覽與介紹，橫濱製作所的大型鈳液流電池示範系統為住友電工於 2012 年建置的示範設備，當初因參與橫濱智慧城市計畫(Yokohama Smart City Project, YSCP)而設立的微電網設備之一，建設的規模規格為最大輸出 1MW、電容量為 5MWh，由 8 套 125kW 的鈳液流電池系統組成，此鈳液流電池的模組為 31.25kW/Cell，一套系統共有 4 個電池模組，為住友電工所設計的第一代鈳液流電池模組(圖 15 左)。

2016 年住友電工公司有感於第一代的鈳液流電池系統在設計安裝上的麻煩以及成本的考量，因此思考設計可規格化的套裝設備，最後以標準貨櫃進行設計(圖 16 右)，每個貨櫃可安裝 125 kW/500 kWh 的電池系統，同時也將電池模組升級至第二代的高功率模組，輸出電力為 62.5 kW/cell，每個系統搭配兩個模組，減少電池模組所佔的體積。由於標準貨櫃的使用，目前住友電工規劃以 20 呎貨櫃及 40 呎貨櫃進行標準化設計，電池模組安裝於 20 呎貨櫃中共 125kW，而鈳液流電解液則依照顧客的電容量需求可分別安裝於一個 20 呎貨櫃(電力輸出時間<1.5 小時)、兩個 20 呎貨櫃(2~3 小時)以及兩個 40 呎貨櫃(4~6 小時)，以此設計可盡量節省安裝的成本及便利性。更新後示範場域的鈳電池系統由第一代保留的 500 kW/2.5 MW(四組設備)加上第二代貨櫃型的 500 kW/2 MW (四組設備)繼續進行長期的實地測試驗證。



圖 16、住友電工第一代(左)及第二代(右)鈇液流電池設備實拍。



圖 17、聚光型態太陽能發電系統實拍。

除了鈇液流電池示範系統外，在橫濱示範場域中同時亦建設聚光型太陽能發電系統 (Concentrator photovoltaic, CPV)，每座 CPV 最大輸出功率為 7.5kW，15 座 CPV 共可輸出約 100 kW 電力(圖 17)；另外還有天然氣發電機 3.6MW，這些綠電來源都連結 至電力系統由住友電工所自行研發的能量管理系統 sEMSA 進行管理調節(圖 18)，測試不同電力來源與工場電力需求如何最佳化的控制。

CPV 使用特殊的半導體材料，因此能比傳統的矽太陽能系統同樣面積下產生至少兩倍的發電效率，CPV 並且有追光系統，所以能更有效率的收集太陽光能源。目前住友電工已經設

置多個 CPV 案場，包含在宮崎的 15 kW CPV、Morocco 的 20 kW 系統(2015 架設)與 1 MW 系統(2016 架設)

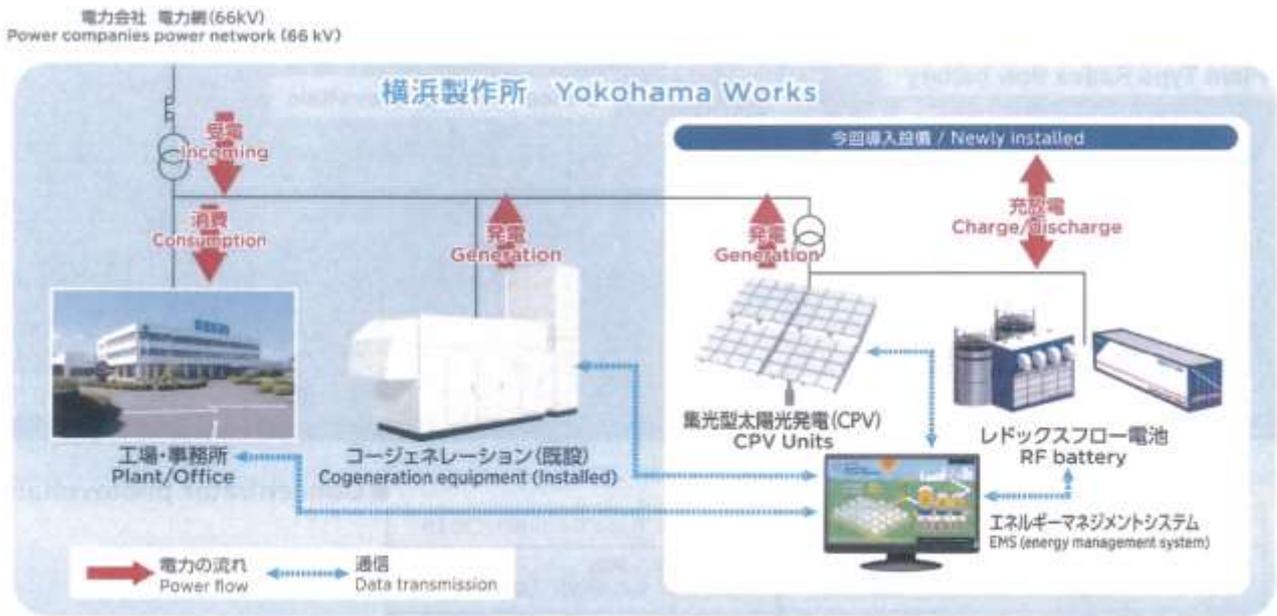


圖 18、住友電工在橫濱示範場域的 EMS 架構圖示。

(六)4R Energy

4R Energy 公司於 2010 年的 9 月，總公司位於橫濱市，目前有 29 名員工，為住友與日產共同投資成立，業務為發展鋰電池的汰役利用。4R 是因應日產汽車在發行 Leaf 電動汽車前夕所成立，最主要的目的就是為了因應 Leaf 的鋰電池二次回收再利用。4R 分別代表 Reuse、Refabricate、Resell、Recycle，如圖 19 所示。

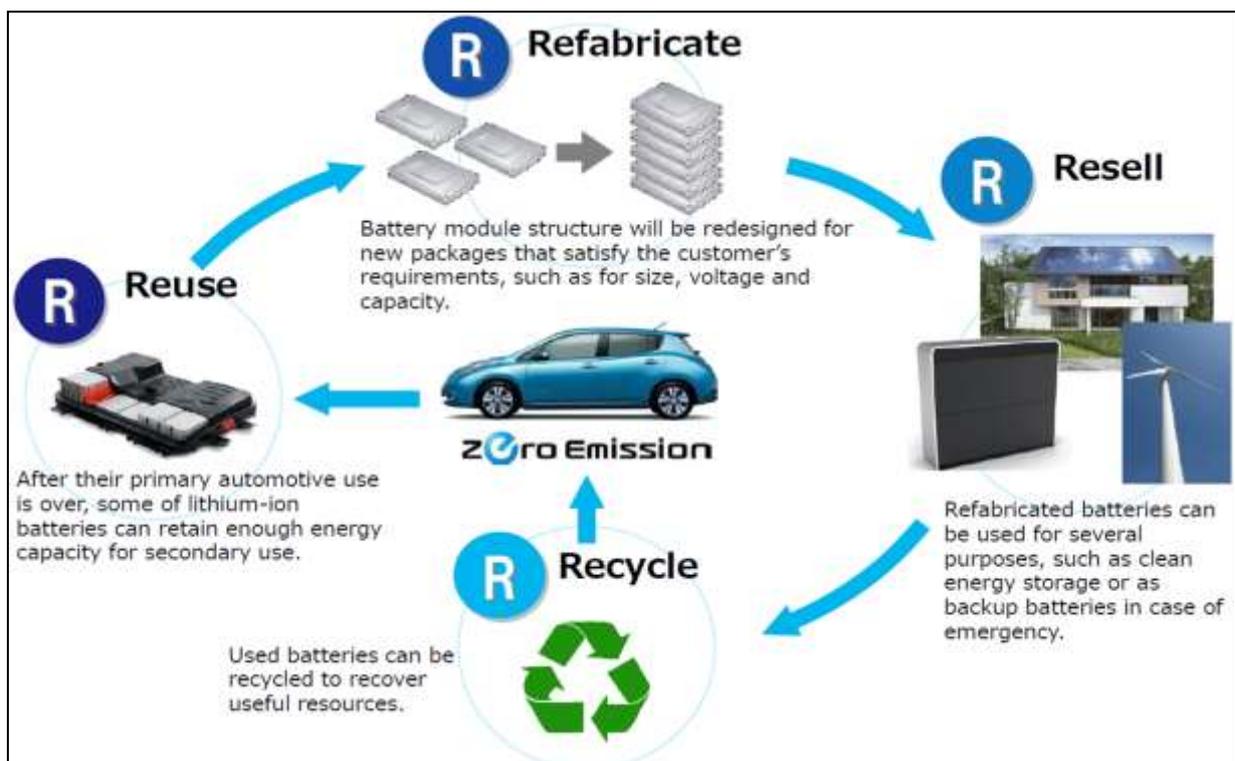


圖 19、4R Energy 的企業概念圖。



圖 20、Nissan Leaf 電池的組成與電池價格。

Nissan Leaf 的電池 pack 有數個電池模組所組成，而電池模組內的電池芯為軟包形式(由 aesc 公司製造)，如圖 20 所示。Leaf 車搭載有 96 個模組，48 串 2 並；第一代 Leaf 目前有 67,000 台。

一般來說，電動汽車(如 Leaf)與電動巴士的汰役電池流程如圖 21 所示，先將 pack 回收後，先進行初步的性能量測後，再將模組拆裝(disassemble)出來並各別量測其容量，接著分級(classify)後將同樣性能的模組重新組裝在一起，進行二次應用。

但電動機車不同於電動汽車與電動巴士，電動機車的電池回收後，直接量測其電性狀態，不會進行拆裝，因對電池內的電池芯容量小，拆裝耗時耗力不符合成本。因此若電性狀態量測不合格就直接淘汰。

4R 的 Refabricate 工場在福島縣，回收 pack 後檢測分級一般公司需要時間約 16 天，但 4R 的獨特技術能縮短到 4 個小時就能檢測分級完畢，進而分級電池，大大縮短時程。

4R 僅負責檢查、分級與販售的二次模組，後續的應用、BMS 由客戶自行負責。但 4R 有重新組裝二次模組成為 Nissan Leaf 的 pack 以供 Leaf 再次使用。

Nissan Leaf 對於新車車主提供了一個方案，提供 5 年 8 萬公里的無償交換電池方案，Leaf 車上的電池 SOH 狀態滿格為 12 格，當車主狀態顯示在 8 格以下時，即可通知 Nissan 更換電池。4R 提供的二次利用完全能支援此無償交換電池方案，大大提供電池使用率，降

低 Nissan 的電池維運成本。

至於 4R 也開始進行了汰役電池在儲能方面的應用試驗，在 2014 年即開始進行小規模的 phase 1 場域測試，於大阪的 Yumeshima 城市架設 16 pack(來自 16 部 Leaf)的儲能系統，容量為 270 kWh/600 kW，儲存來自於 1 MW 的太陽能系統。整個案場並沒有併入電網，純粹測試儲能系統的穩定性(這點值得我們學習，逐步踏實)。

旋即在 2015 年於鹿兒島架設 36 pack(來自 36 部 Leaf)的儲能系統(phase 2)，容量為 600 kWh/800 kW，並且併入電網，連同 phase 1 的案場同時進行性能與可靠度測試。

2015 年同時在 Nissan Advanced Technology Center(NATC)安裝了 24 pack(來自 24 部 Leaf)的儲能系統，容量為 400 kWh/250 kW。此案場的測試目標在於如何創造汰役電池儲能應用的商模利潤，預定要降低電費 10%。

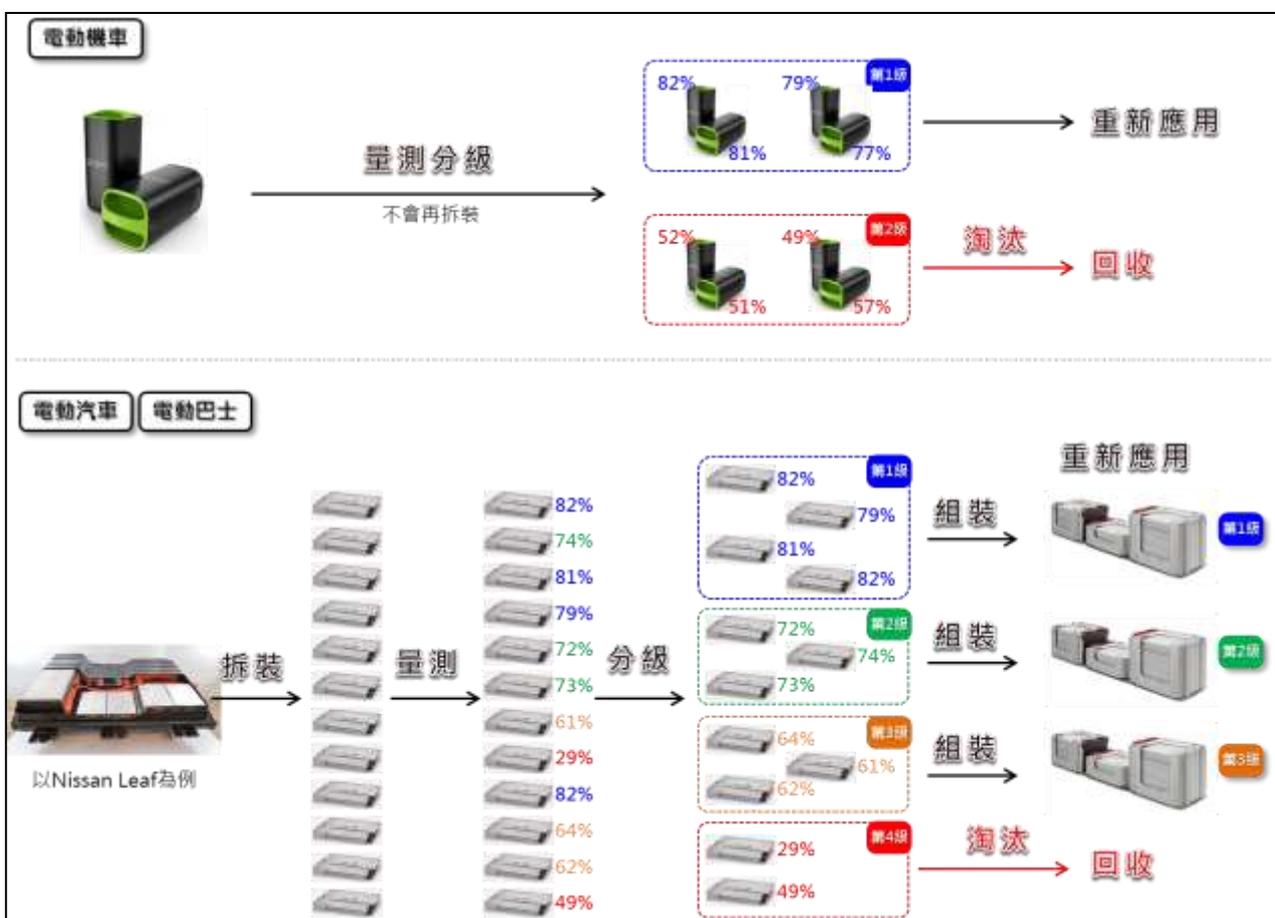


圖 21、汰役電池回收再利用的流程簡圖。

在進行交流討論時，4R 與我們分享，汰役電池存放的環境會影響其衰減速度，例如在北海道，衰減速度表現最好，而沖繩就很差，至於台灣更差。另外，4R 對於汰役電池目前除了供應 Leaf 的電池方案之外，他們將汰役電池的定位與鉛酸電池相比較，以汰役鋰電池還有 10 年壽命優於鉛酸的 2 年壽命做為賣點，同時也再找尋能做為儲能應用的場域。

四、建議與結語

此次日本參訪，涵蓋了新能源補給設施、智慧能源城市、新能源儲能示範案場到後續的汰役電池回收等，尤其可以看到日本企業對於新商業模式與技術的規劃、推廣與實踐，均做全面性的考量，照著合理的時程進行驗證，後學感觸良多，深受感動，幾點淺見分享如下：

- (一)、產業界發展新科技，初衷都是要為我們帶來生活的便利，所以科技始終來自於人性。但我們在研發的同時，往往太執著於技術層面，而忘了最終使用者還是人。但日本公司不論在發展新技術或新商品，都導入人性化使用之課題，目標是用科技輔助生活讓未來更加美好，目前台灣仍缺乏相關的思維。
- (二)、人們對於新科技，除了有期待，同時也有著因為不了解所帶來的恐懼感，例如氫氣/燃料電池等。而日本企業花了許多心思，利用數位科技與精心設計的互動展示空間，加強對民眾的教育，充份說明新科技的優缺點，並針對缺點加以說明企業所做的努力與防範措施。這一點真的很值得台灣學習，不是指一味地推出高規格新科技產品，而忘了加強新科技產品與使用者的連結。
- (三)、另一個值得我們學習的數位科技使用範例，就是teamLab的展示空間。充分利用光、鏡子、投影等已存在的科技元件，完美地結合日本傳統的文化元素予以呈現，讓不同世代的民眾，都能在這樣活潑的互動環境下，帶著感動的心情去了解自身文化的精隨與美。我國一直都在強調在地化，在台灣自有文史的保存做了相當努力，但在宣導教育方面可以參考teamLab的方式，讓生活在台灣的我們能對這片土地更有認識。
- (四)、從技術發展的角度來看，日本的氫能社會藍圖、商業模式與產業發展策略，規劃的非常完整，相當有遠見，且技術發展具有相當成熟度。氫能其實非常適合中油後續的四輪載具能源補充商業模式，但基礎設計的建置、法規與安全制度的建立、營雲規劃都尚未成熟，故未能有圓滿的成果，最重要的還需要國家政策的制定以及配套措施，才有辦法帶動新形態的商業服務與產業。站在研究所的立場，在技術與試驗證方面，能參考日本實證之成果，在解決問題的過程中不斷精進，與業者攜手一同發展適合中油的營運模式與台灣的氫能產業鏈。
- (五)、在參觀住友電工大型儲能示範系統，藉由實地走訪與交流討論後了解，要推動定置型儲能裝置除了儲能系統的效能需要符合需求外，建置的成本是一大問題，惟有持續進行效能改善來降低成本才可使儲能設備達到符合經濟規模進而生產商業化產品。住友電工公司在政府政策補助及企業發展決心的努力下，以橫濱製作所工廠搭配此示範儲能場域組織成微電網並進行系統的能量管理，住友電工願意投資長時間與成本，來去驗證，並陸續克服許多在建置及效能改善上的難題，不會急就章且便宜行事的推出。這樣的循序漸進以及耐心，使得住友電工目前在鈑液流系統的發展上取得世界領先的地位，這樣的發展規劃值得參考學習。
- (六)、這次參訪的另一個感想就是，日本企業在推動一個新科技或者新商業模式，規劃是非

常全面性且採務實地階段性去執行。例如柏之葉智慧城市，是地方土地的再開發利用，規劃者非常了解其首要之急就是要解決交通運輸，因此在造鎮初期也同時建置地鐵線。接著對於新居民的教育、醫療、就業等都做了完整的軟硬體規劃；讓新居民的食衣住行等都無後顧之憂。

(七)、4R Energy也是個很好的參考借鏡。首先，Nissan要推出Leaf電動車之前，已經同時布局其他相關聯的產業與研究，從電池的製造(成立了aesc公司)，甚至連電池的汰換後的去路都已經想到而成立了4R Energy。這樣規劃的廣度與深度，真的非常深具遠見。再者，4R對於汰役電池的儲能驗證，也非常的循序漸進和耐心，如前文所述，4R第一個試驗案場竟然並沒有併入電網，這要是在國內恐怕會被質疑。但4R就是穩扎穩打，先確立系統穩定性都無疑慮，才嫁接入電網。研發歷程不躁進，這才是發展新技術與商模必須有的原則與態度，非常值得我們學習參考。