行政院及所屬各機關出國報告

（出國類別：出席國際會議）

參加2017年氫能與燃料電池高峰會出國報告

服務機關：經濟部能源局
姓名職稱：陳芊妤　視察
出國地區：加拿大溫哥華與多倫多
出國期間：106年6月4日至106年6月12日
報告日期：106 年 7 月 31 日

行政院及所屬各機關出國報告提要
出國報告名稱：參加2017年氫能與燃料電池高峰會

頁數 44 含附件：■是□否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

經濟部能源局/陳芊妤/（02）27757632

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

陳芊妤/經濟部能源局/能源技術組/視察/02-27757632

出國類別：□1考察□2進修□3研究□4實習■5其他

出國期間：106年6月4日至106年6月12日

報告期間：106年7月31日

出國地區：加拿大溫哥華與多倫多（Canada Vancouver Toronto）

關鍵詞：氫能、燃料電池、高峰會議

目　錄

頁次

一、內容摘要 1
（一）出國目的 1
（二）行程紀要 2
二、參加會議及參訪情形 3
（一）參加氫能與燃料電池高峰會議（HFC 2017）及 B2B 晤談 3
（二）HFC 2017 安排加拿大氫能及燃料電池相關企業參訪 23
（三）拜訪安大略省國際貿易部（Ministry of International Trade Ontario） 26
（四）參訪 Hydrogenics 公司 29
（五）參訪 Anaergia 公司 35
（六）參訪 Advanced Energy Centre（MaRS） 37
三、心得及建議 39
（一）參考各國氫能與燃料電池發展藍圖及目標 39
（二）全球示範計畫項目持續增加，應用方式與合作模式多樣化 39
（三）燃料電池朝國際商業化邁進 39
四、附件 40

一、內容摘要

（一）出國目的

發展綠能科技為新政府五加二創新產業政策之一，政府為推動 2025 年達成非核家園目標，訂定再生能源占總發電量比例 20%的目標，經濟部規劃燃料電池於 2025 年裝置量達 60 MW，而加拿大政府長年持續積極推動清潔能源，各種先進能源技術發展已相當專業成熟，2016 年臺加經濟諮商會議中提議，雙方合作方向以百瓩級燃料電池相關核心技術之應用測試與標準為方向。而為進一步深化臺加雙方合作路徑，擬派員參加每兩年一次於加拿大舉辦的「氫能與燃料電池高峰會議（HFC 2017）」，除透過研討會瞭解各國氫能與燃料電池相關技術發展，如：設置燃料電池發電系統之誘因、節能減碳及經濟效益與相關政府獎勵補助措施，並參訪加國知名燃料電池廠商及氫能燃料電池科研單位，未來期能透過該議題協助我國企業進入國際供應鏈，為國內燃料電池定置發電注入發展新動能，促進提升國內相關技術與國際競爭力。

HFC 會議為全球最重要的氫能與燃料電池相關國際活動之一，查此次舉辦之 HFC 2017 業邀請中華經濟研究院綠色經濟研究中心溫主任及臺灣燃料電池示範運轉與推動辦公室林執行主任擔任亞洲區講者，分享臺灣氫能燃料電池及再生能源經濟效益趨勢分析，藉由與各國產官學研界進行氫能與燃料電池的經濟、環境與社會效益的交流與分享，並進行相關單位之拜會與訪問，如：加拿大國家研究院燃料電池創新研究所（National Research Council- Institute for Fuel Cell Innovation, NRC-IFCI）、北美最大燃料電池製造商加拿大 Hydrogenics 及加拿大創新育成中心 MaRS Advanced Energy Centre 等，了解加國在推動氫能與燃料電池技術領先情形及未來全球產業布局相關做法，除提供國內廠商進入國際供應鏈之技術定位，亦作為臺灣未來推動相關應用之政策參考。

（二）行程紀要

本次出國時間共 9 日，行程如下:

天數	日期	時間	地點	行程內容	備註
1	6/4（日）	桃園機場（BR010）		啟程（臺北-溫哥華）	長榮航空
2~3	6/5（一）~ 6/6（二）	08:30-17:00	Terminal City Club 837 West Hastings Street Vancouver, British Columbia, Canada	HFC 2017 氫能與燃料電池高峰會議及下午：B2B 晤談	由大會、加拿大政府、哥倫比亞省政府及加拿大駐臺北貿易辦事處等協助安排
4	6/7（三）	09:00-17:00	1.Mercedes-Benz Fuel Cell Division 2.Greenlight Innovation 3.Powertech Labs	認識加拿大氫能與燃料電池產業現況（大會安排企業參訪）	
5	6/8（四）	溫哥華-多倫多（AC182）		移動（加國境內班機）	加拿大航空
		14:00-17:30	Hydrogenics	參訪燃料電池系統與再生能源產氫利用公司	加拿大駐臺北貿易辦事處等協助安排
6	6/9（五）	08:00-17:00	Ministry of International Trade Ontario、Anaergia 與 MaRS Advanced Energy Centre	參訪燃料電池應用公司及瑪斯先進能源創新區	
7	6/10（六）	全日	多倫多	整理參訪資料	本日無(多倫多-臺北)航班
8~9	6/11（日）~ 6/12（一）	多倫多皮爾森機場（BR035）		返程（多倫多-臺北）	長榮航空

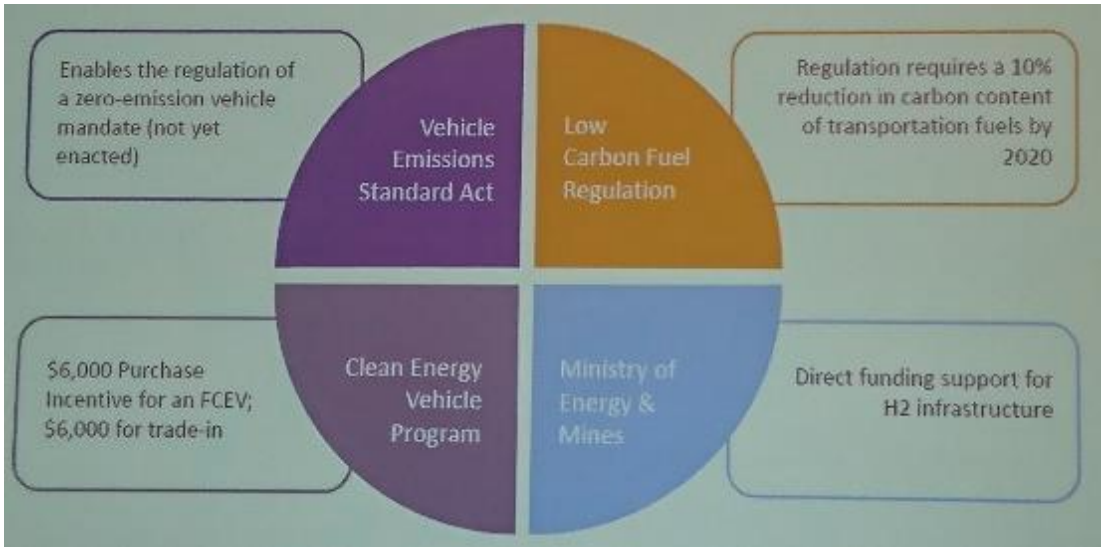
二、參加會議及參訪情形

（一）參加氫能與燃料電池高峰會議（HFC 2017）及 B2B 晤談

加拿大氫能與燃料電池協會 Canadian Hydrogen & Fuel Cell Association（CHFCA）於 2017 年 6 月 5-6 日假 Terminal City Club 837 West Hastings Street, Vancouver, British Columbia Canada 辦理為期兩天的「氫能與燃料電池高峰會議（HFC 2017）」，此會議每兩年一次在加拿大舉辦，也是全球最重要的氫能與燃料電池相關國際活動之一，今年進入第八屆。本次會議由 CHFCA 的副主席 Mr. Ross Bailey 揭幕，向與會人員介紹本屆會議重點，特別強調本次會議不同於往年，HFC 2017 邀請來自各國約 50 位專家學者，提供各國產官學界對於氫能與燃料電池的經濟、環境與社會效益的交流與分享，以目標性與深入對談型論壇方式進行，今年燃料電池產業的主題除了氫能與燃料電池各項技術提升及發電系統驗證，更延伸至潔淨能源車、潔能電力、潔淨解決方案等重要應用，同時涵蓋更多氫能燃料電池相關主題討論，包括現今全球所興起的挑戰、革新與發想。

1.加拿大發展現況

加拿大卑詩省（British Columbia, BC）之氫能發展策略如圖 1，而對人民在加氫站的使用部分，主要有 4 項約定如表 1 所示。



資料來源：Mr. Colin Armstrong，HFC 2017, Vancouver

圖 1、加拿大卑詩省氫能發展策略

表 1、加拿大卑詩省加氫站對人民的約定事項

項次	項目	內容
1	教育系統	有限的計畫，但於緊急時啟動
2	工作機會	有限的選項以獲得「夢幻工作」 來自政府及科技公司的工作機會
3	投資	少數公司產品能夠與廣泛大眾相關，且其股票有穩定軌跡紀錄（Tesla）
4	擁有 FCV	即使在加州仍不易獲得，本田 Clarity 訂車後，需等待約 8 個月，且必須接近加氫站

資料來源：整理自 Mr. Colin Armstrong，HFC 2017, Vancouver

加拿大氫能基礎架構的發展方面，卑詩氫技術能源公司（Hydrogen Technology & Energy Corporation, HTEC）推出氫能供應解決方案，分別為氫能基礎架構平台及氫能技術解決方案平台。此外，HTEC 將於 2017 年夏季在加拿大溫哥華設置第一座加氫站，並陸續增加建站數量。第一階段為 2017~2019 年，規劃之建站數量為 6 座加氫站。

（1） 氫能基礎架構平台：設置/擁有/操作生產設施、分散視系統及加氫站（於加州及 BC 省）。
（2） 氫能技術解決方案平台：
- 開發、設計、工程師及設置氫能系統。
- 可行性及成本研究。
- 研究安全性計畫。
- 研擬市場發展計畫。

另在，加氫站商業化的設計，Powertech 主要著力於：
（1） 降低加氫站之投資成本及碳足跡。
（2） 確保加氫機已準備好零售：銷售點系統、測量準確度。
（3） 降低氫氣品質測試成本。
（4） 改善加氫站及通訊系統之可靠度。
（5） 改善加燃料通訊協定。

另方面，加拿大卑詩省發展氫能產業至今，基礎設施的建置仍有問題需要克服，目前面對的挑戰，包括：

（1） 元件之可靠度：
- 元件在-40 ℃面對高流率氫氣。
- 材料必須與氫氣相容。
- 有限的元件可以耐受高壓。

（2） 產業廣泛的協定會難以滿足：
- 有些技術致力於符合 SAE J2601 之充填的可靠性。

- 滿足 SAE J2601 並保持低成本會是一個挑戰。
- 由 OEM 確證加氫站既耗時又費成本。

（3） 計量：改善流量測量之準確度。

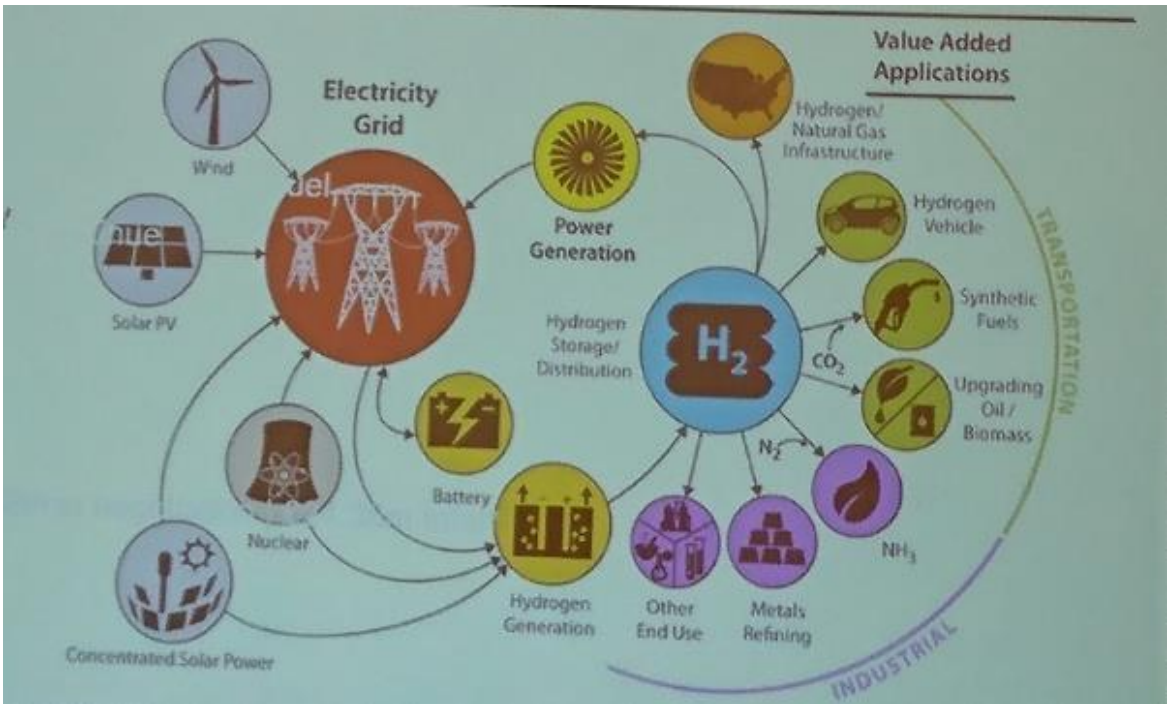
（4） 耐久性與性能試驗：

- 完全客製化元件的測試實驗室。
- 測試低溫達-70 ℃有關預冷氣體的耐受性。
- 依 ISO、CSA、EC/ECE、UN GTR 試驗標準測試所有車輛、加氫站及運輸載具。
- 由加拿大標準委員會認證 ISO 17025 實驗室的能力。

（5） 發展法規與標準：由 ISO、CSA/ANSI、SAE、NFPA、CHIC 各標準之專家協助法規與標準的開發。

2.美國發展現況

在能源使用之大變革中，由再生能源供應能源情境下，2015 年全世界之再生能源發電量達 5,000 GW，而全球裝置容量分別為風能 432 GW 及太陽光電 65 GW，前述兩者皆需要不同的儲能系統以維持發電成長率。美國有許多州，強制使用再生能源的目標，已增加終生能源裝置容量。加州於 2017 年 3 月削減 85GWh，足以生產 1.5 百萬公斤氫氣，期可供燃料電池汽車 9 千萬英哩。美國支持之氫能規模化能源系統如圖 2 所示。



資料來源：Mr. Stephen Jones ，HFC 2017, Vancouver

圖 2、氫能之規模化能源系統

至 2017 年 3 月為止，燃料電池汽車在美國的銷售量共計 1,631 量，豐田 Mirai、本田 Clarity 及現代 Tucson 的占有率分別為 73.1 %、23.45 %及 3.45 %。銷售成長率方面，2017 年較 2016 年成長 268.9 %。目前東北各州規畫 2017 至 2018 建置 12 座加氫站，分別位於紐澤西、麻州、康乃狄克及紐約州，氫氣的供應由 Air Liquide 支援，並由豐田公司協助計畫的推動。對於氫能與燃料電池車的推動，需要注意的觀點如下：

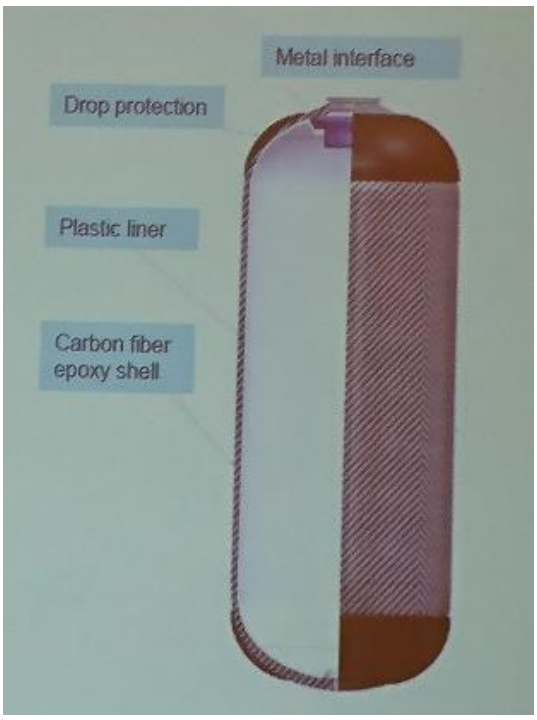
（1） 範圍：了解新的觀點
- 開發供應鏈。
- 其他的應用。
- 更多產品及再生能源的貢獻。
- 擴展基礎架構網路。
- 電力系統整合。
- 擴大消費者的接受度。

（2） 新興：建立動力與接受度
- 消費者的經驗。
- 不同的應用。
- 較低成本之大型加氫站。
- 改善而仍然維持有限的供應鏈及加氫站開發者。
- 燃料電池的流行。

（3） 建置：主流趨勢及標準化實施
- 安全相關之法規與標準。
- 零售消費者的關注。
- 公共基金投入至 2022 年。

（4） 普及化：消失的業務
- 早期加氫站的驗證。
- 車輛驗證。
- 無法做的海平面高度。
- 僅有加州。

儲氫容器的發展方面，HEXAGON 開發 Type IV 儲氫桶，其使用塑膠內襯、提供落下保護、金屬連接介面及碳纖維環氧樹脂外殼（圖 3）。其應用領域包括地下儲存、氣體配送之拖管車及加氫站內使用之儲存桶等。



資料來源：Mr. Wolfgang Fengler ，HFC 2017, Vancouver

圖 3、Type IV 儲氫桶

在加氫站內使用之儲存桶之特性：

（1） 地下儲存桶具有 460/500 及 950/1050 bar 之工作壓力。

（2） 儲存桶由 PED 檢驗，後續將取得加拿大及美國認可。

（3） 已在數個加氫站工作數年。

（4） 客戶之利益。

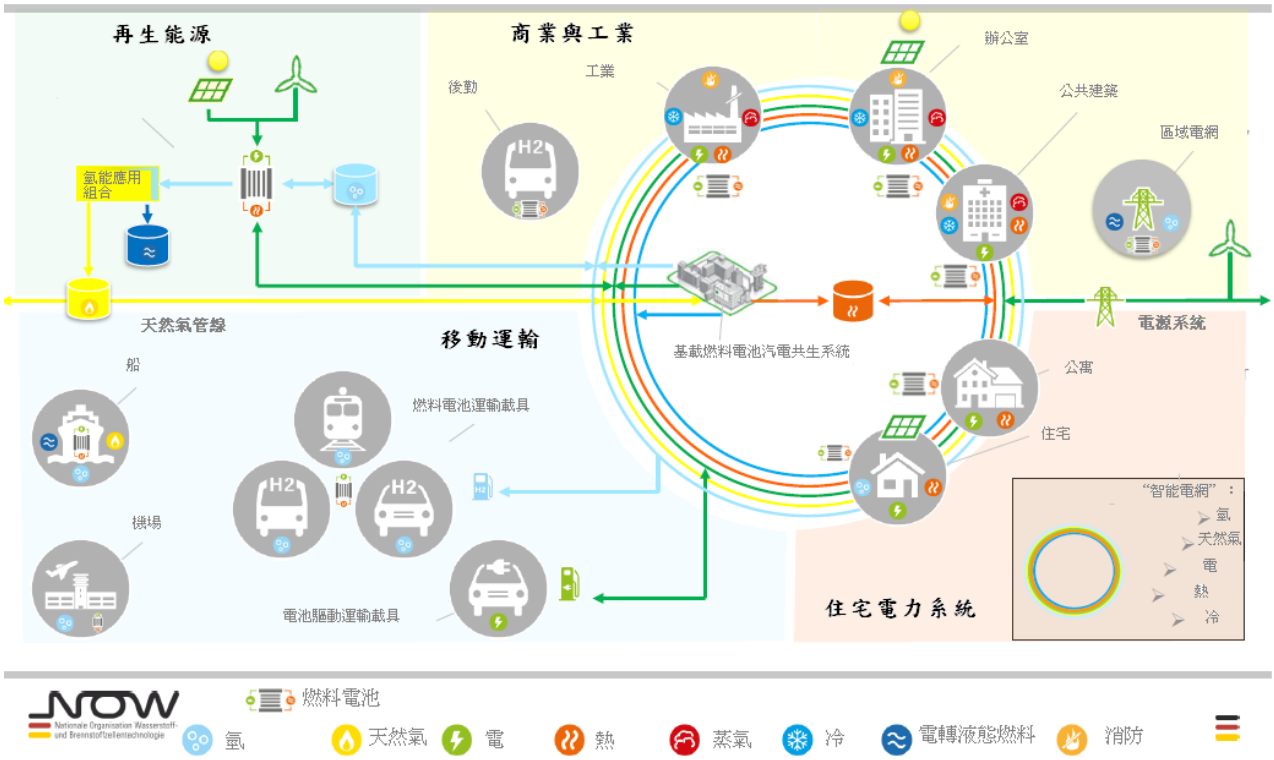
- 儲存桶之性能（循環壽命）。
- 高的生產能力已備妥，支援大量 FCEV 的需求。

3.德國發展現況

由 NOW 的 Ms. Lucia SeiBler 介紹德國氫能與燃料電池發展的最新動態（右圖）。

自 2000 年歐盟發起潔淨都市交通計畫後，促使德國政府於 2007 年開始推動為期 10 年的「國家氫能與燃料電池創新計畫」（National Program Hydrogen and Fuel Cell Technology, NIP），隔（2008）年由德國政府 100%出資成立國家氫能與燃料電池組織（National Organization Hydrogen and Fuel Cell Technology, NOW GmbH）做為「國家創新計畫」的推動

主體，牽涉到的聯邦政府部會包括聯邦交通營建部（BMVBS）、聯邦經濟與能源部（BMWi）、聯邦科技教育部（BMBF）和聯邦環境部（BMU）。其中，以聯邦交通營建部（BMVBS）主責，其餘部會共同監管。NIP 計畫至 2016 年止，整體發展願景如圖 4。



資料來源：National Organisation Hydrogen and Fuel Cell Technology, NOW GmbH，2017。

圖 4、德國氫能與燃料電池發展願景圖

NIP 計畫總計投入 14 億歐元的經費，政府與企業各出資 50%，包括：經濟與能源部（BMWi）出資 2 億歐元主要用於技術研發、交通部（BMVI）出資 5 億歐元，用於示範計畫，作為建構氫能與燃料電池市場的前期準備，其餘 7 億歐元由企業出資，用於市場應用推廣，包括：運輸、城市能源供應及特定市場應用（圖 5）。

NIP 主要在執行技術研發、示範運行以及市場推廣等 3 大部分。而示範部分，以交通領域占 54%為主，其次分別為固定式 FC（家庭）占 24%、固定式 FC（工業）占 10%及特殊市場占 10%。

資料來源：National Organization Hydrogen and Fuel Cell Technology, NOW GmbH，2017。

圖 5、德國國家氫能與燃料電池創新技術第一期計畫（NIP 1）執行經費

2016 年，德國政府為持續推廣氫能與燃料電池及市場化，決定延續 NIP 計畫至 2026 年，預計投入總經費為 34 億歐元，其中，政府出資 14 億歐元，企業出資 20 億歐元，主要目標希望在 10 年內建立德國氫能與燃料電池市場，分為二大部分，技術研發及市場化推廣，主要為道路交通、鐵道運輸、水上運輸、航空運輸、物流與特定領域、電力燃料（製氫）等 6 大領域（圖 6）。

資料來源：National Organization Hydrogen and Fuel Cell Technology, NOW GmbH，2017。

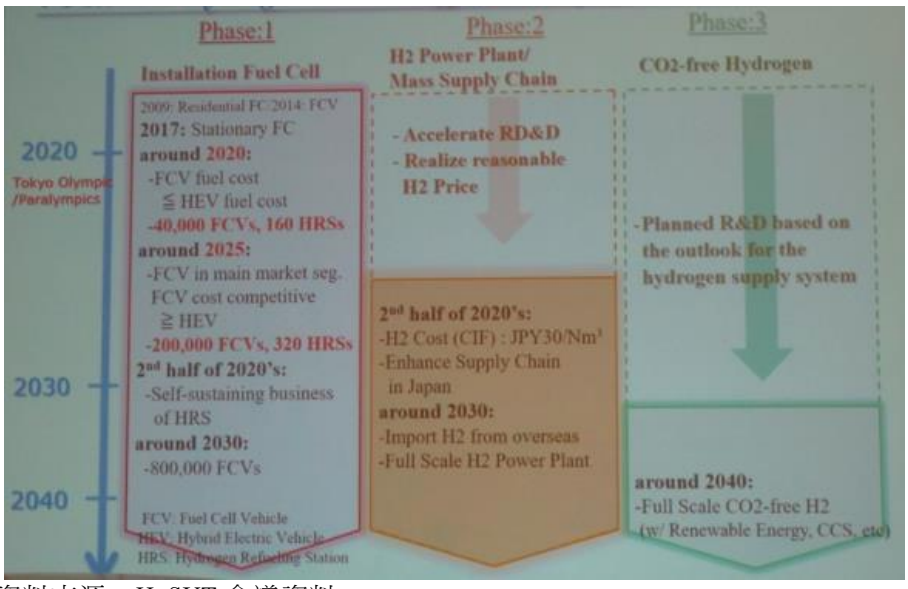
圖 6、德國國家氫能與燃料電池創新技術第二期計畫（NIP 2）執行經費

4.日本發展現況

主要由 HySUT 的 Mr. Tetsufumi Ikeda 介紹日本氫能與燃料電池發展的最新動態（右圖的左邊第 2 位）。

2014 年 6 月由日本經濟產業省依據能源基本政策(S+3E)，訂定日本氫氣燃料電池戰略 Roadmap，並提出氫能社會建構百年大計的三階段，如圖 7。

1. 第一階段（2020 左右）：擴大氫氣需求，擴大基礎設施布建及降低氫氣取得成本為 JPY 30/Nm^3。
2. 第二階段（2030 年開始）：開始氫氣發電，確立大規模氫氣供應鏈
3. 第三階段（2040 年左右）：確立完全不產生二氧化碳的氫氣供應鏈



資料來源：HySUT 會議資料。

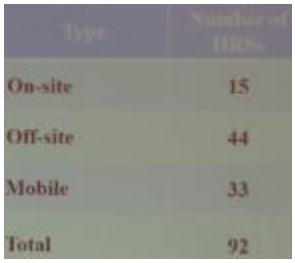
圖 7、日本建構氫能社會的百年大計戰略

日本經產省為達加氫站的布建目標，針對不同供氫設備的規模與能力提供 1/2～2/3 的建置補助金，另對集中產氫製造設備及液態氫設備提供 1/2 的設備補助（如圖 8），截至 2017 年 3 月底止，已完成 92 座加氫站的建置，若依供氫方式來看，現場產氫（On-site）有 15 座、非現場產氫（Off-site）有 44 座及移動型（Mobile）有 33 座；若依建置位置來看，目前大部分建置在日本關東地區，約有 39 座，其次為中部地區，約 22 座；若依企業建置數來看，以 JX 日鑛日石能（株）最多，約 40 座，其次為岩谷產業（株）16.5 座（如圖 9）。

Facility	Capacity (Nm3/h)	Type	Support	Max. amount (Million US$)
HRS	300 or more	On-site (for bus refueling)	1/2	3.9
		Off-site (for bus refueling)	1/2	3.5
		On-site (Compact type)	2/3	2.9
		On-site (Others)	1/2	2.9
		Off-site (Compact type)	2/3	2.5
		Off-site (Others)	1/2	2.5
		Mobile	2/3	2.5
	50 or more and less than 300	On-site (Compact type)	2/3	2.2
		On-site (Others)	1/2	2.2
		Off-site (Compact type)	2/3	1.8
		Off-site (Others)	1/2	1.8
		Mobile	2/3	1.8
Gaseous Hydrogen Production and Shipping			1/2	0.6
Liquefied Hydrogen Shipping			1/2	0.4

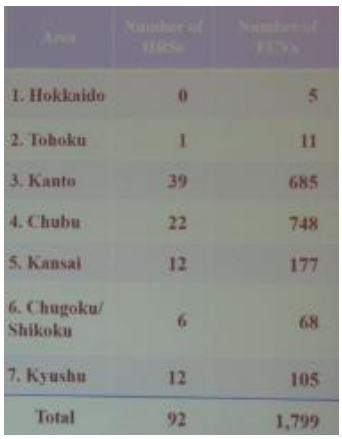
註：本表不包括地方政府補助金。　　資料來源：HySUT 會議資料。

圖 8、日本政府補助加氫站建置的上限金額



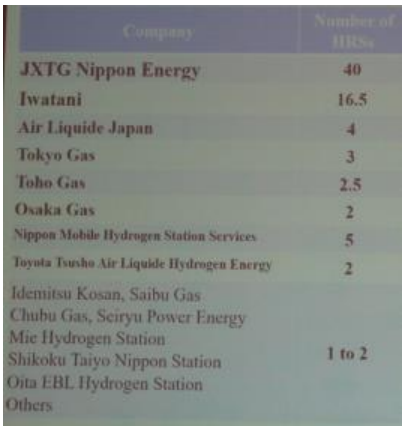
Type	Number of HRSs
On-site	15
Off-site	44
Mobile	33
Total	92

依加氫站類型分



Area	Number of HRSs	Number of FCVs
1. Hokkaido	0	5
2. Tohoku	1	11
3. Kanto	39	685
4. Chubu	22	748
5. Kansai	12	177
6. Chugoku/ Shikoku	6	68
7. Kyushu	12	105
Total	92	1,799

依加氫站建置位置分



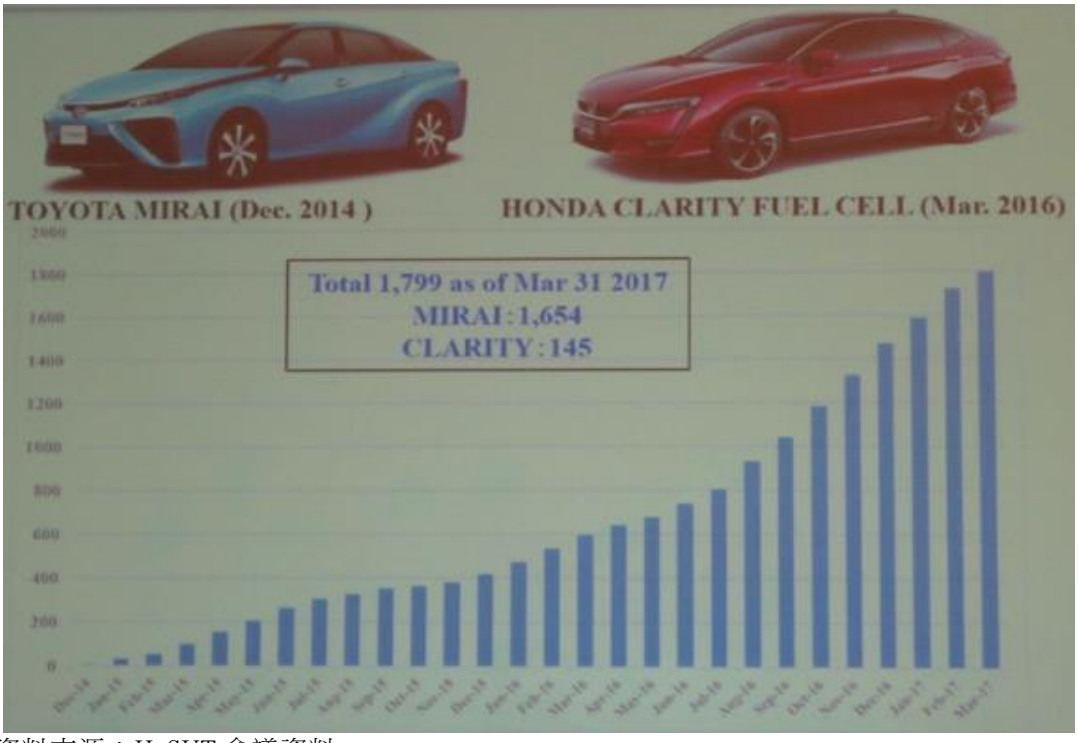
Company	Number of HRSs
JXTG Nippon Energy	40
Iwatani	16.5
Air Liquide Japan	4
Tokyo Gas	3
Toho Gas	2.5
Osaka Gas	2
Nippon Mobile Hydrogen Station Services	5
Toyota Tsusho Air Liquide Hydrogen Energy	2
Idemitsu Kosan, Saibu Gas Chubu Gas, Seiryu Power Energy Mie Hydrogen Station Shikoku Taiyo Nippon Station Oita EBL Hydrogen Station Others	1 to 2

依加氫站的建置企業分

資料來源：HySUT 會議資料。

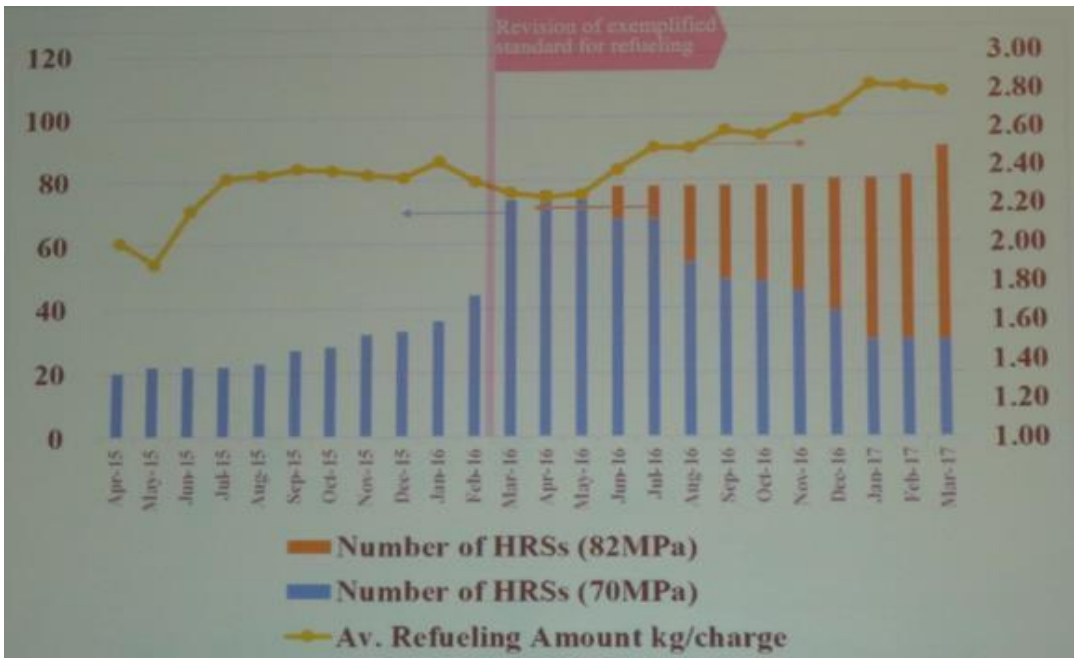
圖 9、截至 2017 年 5 月底日本加氫站建置數量

在交通應用載具部分，主要係提供予氫燃料電池汽車（FCVs）使用，目前的車型有二款，2014 年底 TOYOTA 上市的 MIRAI 及 2016 年 3 月 HONDA 上市的 CLARITY，至 2017 年 3 月底已有 1,799 輛，其中 TOYOTA 為 1,654 輛，HONDA 為 145 輛（如圖 10）。另方面，為加速氫燃料電池車的加氫能力與速度，日本不斷提升加氫站的技術，自去（2016）年 6 月開始布建 80 MPa 加氫站的建置及汰換 70 MPa 的設備，至 2017 年 5 月已達至少 60 座（圖 11）。



資料來源：HySUT 會議資料。

圖 10、截至 2017 年 5 月底日本加氫站與氫燃料電池汽車數量



資料來源：HySUT 會議資料。

圖 11、截至 2017 年 5 月底日本不同壓力的加氫站布建數量

另外定置型 Ene Farm 的應用部分，戰略目標有二，(1) 銷售量，2020 年目標銷售量 140 萬台與 2030 年目標銷售量 530 萬台，(2) 成本，2020 年價格 7-8 年內可回收成本價位與 2030 年價格 5 年內可回收成本價位。圖 12 為截至 2017 年 3 月底日本 Ene Farm 建置情形。

資料來源：IPHE 會議資料。

圖 12、截至 2017 年 3 月底日本 Ene Farm 建置情形

5.臺灣發展現況

國內相關研究單位之中華經濟研究院綠色經濟研究中心溫麗琪主任與臺灣燃料電池推動辦公室林俊旭執行主任，受邀擔任講座分享臺灣氫能燃料電池及再生能源經濟效益趨勢分析，以及介紹國內綠能與氫能及燃料電池發展現況（圖 13）。

綠色經濟研究中心溫麗琪主任介紹臺灣綠能發展

臺灣燃料電池推動辦公室林俊旭執行主任介紹臺灣氫能及燃料電池發展

圖 13、臺灣專家介紹介紹國內綠能與氫能及燃料電池的發展現況

綠能科技的發展為新政府五加二創新產業政策之一，為推動 2025 年達成非核家園目標，訂定再生能源占總發電量比例 20%的目標，臺灣經濟部規劃各項再生能源分年裝置容量及發電量（表 2）。

表 2、經濟濟部規劃各項再生能源分年裝置容量及發電量

項目	再生能源裝置容量 (MW)			再生能源發電量 (億度)		
	2015	2020	2025	2015	2020	2025
太陽光電	842	6,500	20,000	9	81	250
陸域風力	647	800	1,200	15	19	29
離岸風力	0	520	3,000	0	19	111
地熱能	0	150	200	0	10	13
生質能	741	768	813	36	56	59
水力	2,089	2,100	2,150	45	47	48
燃料電池	0	22.5	60	0	2	5
總計	**4,319**	**10,861**	**27,423**	**105**	**234**	**515**

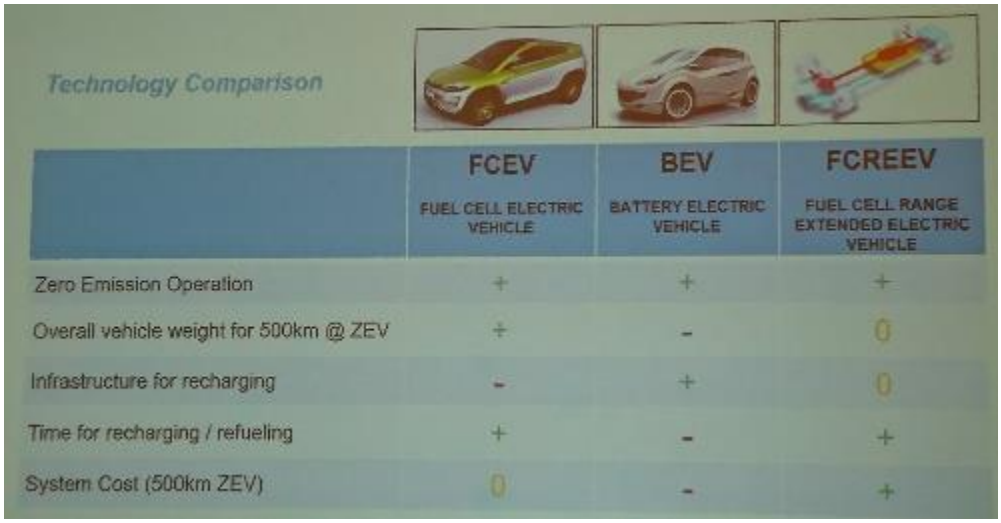
此外，臺灣政府為健全我國再生能源的多元發展應用，經濟部能源局於 2009 年起辦理補助建置燃料電池發電系統示範運轉工作，目的即為驗證利用氫氣、甲醇及天然瓦斯等為燃料的燃料電池發電系統在臺灣地區應用之技術及經濟可行性，同時藉由示範運轉促進社會大眾對淨潔能源應用的瞭解，營造商業應用環境。

自 2009 年經濟部能源局啟動「燃料電池示範運轉補助作業」，共補助 22 家廠商（47 案），補助總金額約新臺幣 3.45 億元，創造達新臺幣約 8 億元來推廣燃料電池產業，應用形式包括：較大功率長效型發電機、電信備用電力、輕型運輸工具動力、再生能源整合系統等，228 套裝置容量，總設置功率超過 709kW，讓國內目前有超過 40 多家相關研發機構及業者投入相關技術開發，2015 年創造約 41 億新臺幣產值。目前仍藉由各項能專計畫，持續鼓勵並輔導造紙業或半導體業利用所產餘氫進行發電等利用。此外，在臺南建置之沙崙科學城示範場域，亦將進行燃料電池系統關鍵組件與模組化之整合開發與性能驗證，以提升我國相關業者建立具有系統設計之國際競爭力。

6.全球氫燃料電池車發展現況

由於 2014 年 12 月日本豐田汽車正式推出燃料電池電動車（FCEV）在日本上市販售，之後陸續在歐洲及美國推出，另外，韓國現代汽車（Hundai）及日本本田汽車（Honda）亦接力推出 FCEV 進入市場，致周邊相關設施與氫氣供應有關的配置需求，各國也為因應 FCEV 之日趨普及的需求而持續投入建設。建於前述的發展現況，日本、美國及歐洲國家皆投入大量經費設置加氫站、建立加氫站現地（on-site）及相關檢測能量，以確保氫能的使用安全。

麥格納（MAGNA）國際股份公司是加拿大的國際性汽車零配件製造商，2014 年是北美最大的汽車零配件製造商。針對增程式車輛的動力需求，從平均驅動力與附加輔助動力兩方面考輛，大約需要 30 kW。從技術方面考量，燃料電池車、電池電動車及燃料電池增程式電動車的優缺點如圖 14 所示。



資料來源：Dr. Guido Bartlok，HFC 2017, Vancouver

圖 14、車輛動力技術比較

（左）燃料電池車（中）電池電動車（右）燃料電池增程式電動車

以燃料電池做為增程動力之電動車，其目標為零排放、長里程、快速加燃料及 AWD（all-wheel drive ）動力鏈。此車輛系統之規定如下：

- 前輪：永磁式馬達、75 KW、扭力 280 Nm
- 後輪：永磁式馬達、50 KW、扭力 200 Nm
- 蓄電池： 16 kW （瞬間輸出）
- 燃料電池系統：25 kW（淨輸出）
- 儲氫系統：3 kg/70 MPa

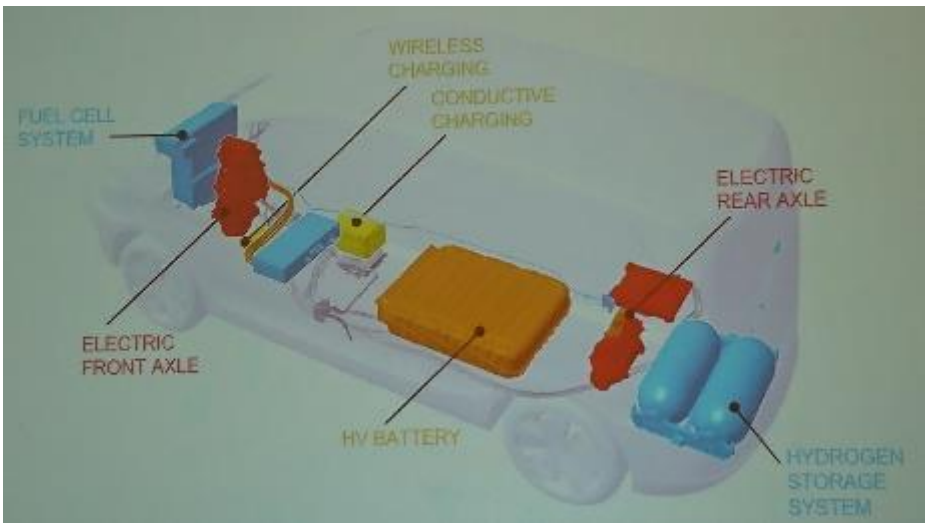
MANAGA 之 HYRANGE®25 系統使用之燃料電池特性如下：

- 燃料電池系統：質子交換膜（PEM）燃料電池
- 標稱功率：25 kW
- 最大發電效率：51 %
- 空氣端不加濕
- 模組化系統架構

使用之儲氫系統之特性如下：

- 70 MPa、Type IV 儲存桶，儲氫量為 3 kg
- 儲存桶上的閥包括熔絲與感測器
- 使用機械式壓力調整閥
- 使用輕質鋁合金框架

各系統於以燃料電池做為增程動力之電動車的配置，如圖 15 所示。



資料來源：Dr. Guido Bartlok，HFC 2017, Vancouver

圖 15、燃料電池做為增程動力之電動車的配置

從德國司圖加特至奧地利維也納約 700 公里的操作試驗中，以傳統汽油車、30 kWh 電動車、65 kWh 電動車比較加燃料次數、行駛時間（圖 16）。傳統汽油車加滿汽油後，中途不須加油，行駛時間為 7 小時；電動車則取決於其配置之電池容量，30 kWh 需在途中充電 5 次，65 kWh 則降低至 2 次，但時間上僅差 1 小時，卻至少高於汽油車 2 小時。燃料電池增程式電動車雖在途中加氫兩次，但與汽油車輝費的時間相近。由此可知，使用燃料電池作為電動車之增程目的，可以達到與汽油車相近的目標，而不會有電動車的缺點。

資料來源：Dr. Guido Bartlok，HFC 2017, Vancouver

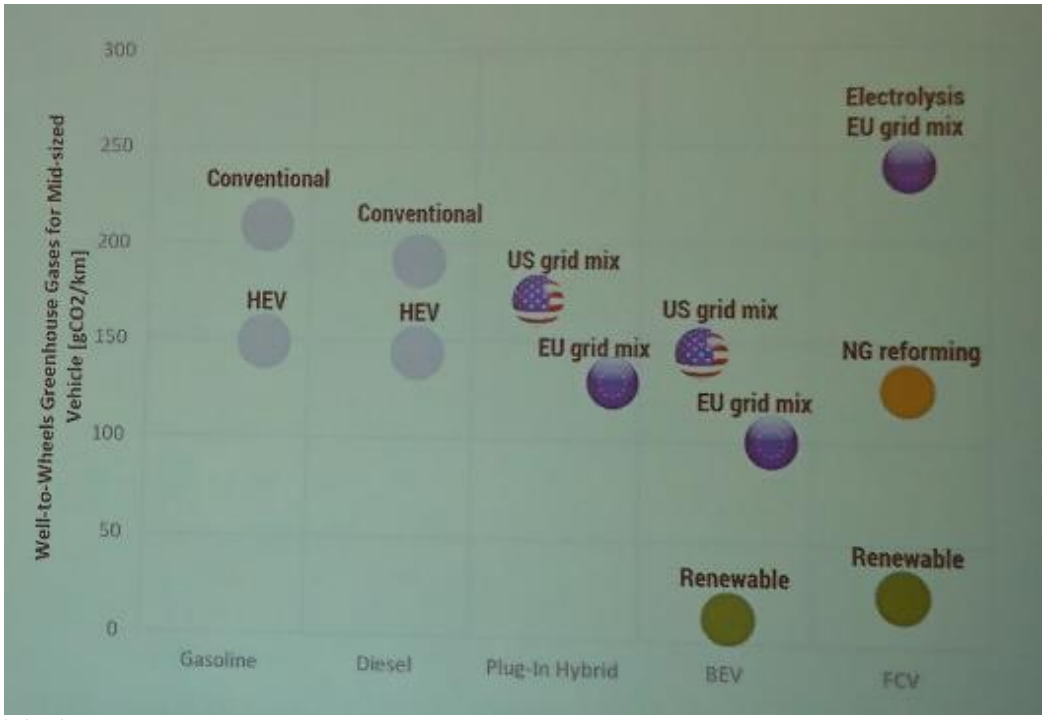
圖 16、車輛操作比較

德國戴姆勒公司之 CO2 排放季低脂時程規劃如下：

- 2013 年 127 g/km（實際）
- 2021 年 95 g/km
- 2025 年 68~78 g/km

達成目標方式，僅能採取以下的組合，有關各式中型車輛之溫室氣體排放比較（圖 17）。

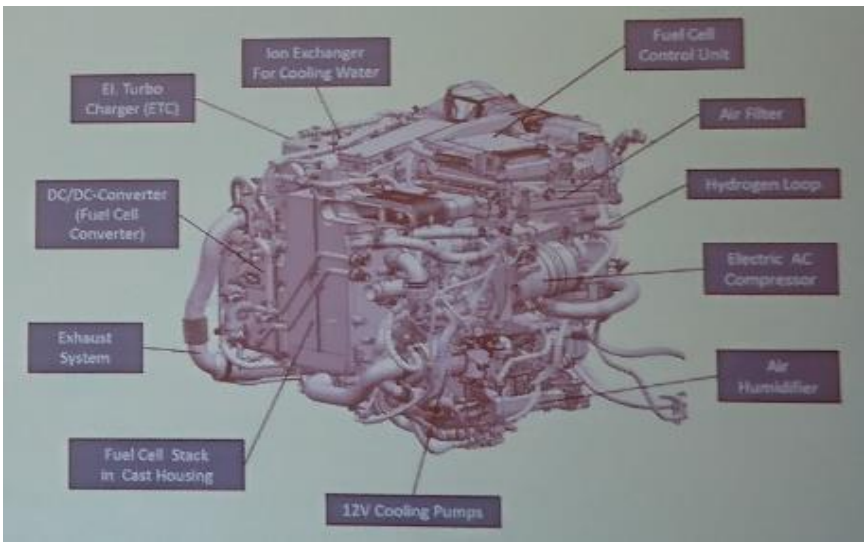
- 電池電動車
- 插接式混合電動車
- 燃料電池電動車



資料來源：Mr. Donald Wright，HFC 2017, Vancouver

圖 17、各式中型車輛之溫室氣體排放比較

要成功推展燃料電池技術的關鍵因素有三：分別為用戶的接受度、技術及 H2 的基礎環境建設。在技術方面得進展，戴姆勒之燃料電池組使用白金觸媒量，由 2010 年 206 g 降至 2017 年的 20 g；活性面積由 2010 年 4 kW/m2 提升至 2017 年的 9 kW/m2；從 2010 年螺旋壓縮，2017 年更新為具渦輪之電增壓充電器。整個燃料電池的體積大小減少 30 %，白金觸媒量減低 90 %。整個燃料電池引擎之組合的零組件如圖 18。



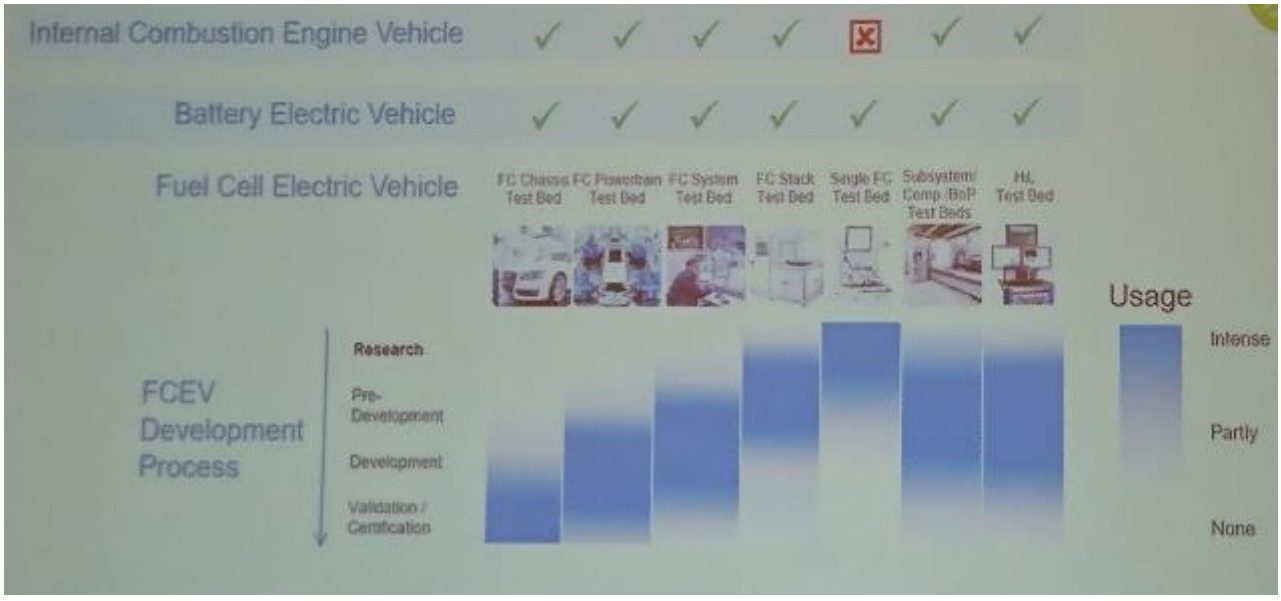
資料來源：Mr. Donald Wright，HFC 2017, Vancouve

圖 18、戴姆勒之 FC 引擎組合

至於如何將燃料電池車（FCEV）趨向車輛市場的主流，奧地利 AVL 公司提出以下論點，包括：

- FCEV 系列周邊產品的獲得
- 快速增進能夠使用的知識
- 將燃料電池融入系統
- 取得燃料電池所需的特定設備
- 蒐集並管理所有相關的資料

所以，對於燃料電池電動車之發展的研發基礎架構，其程序、所需工具及工作內容，與 ICE 及 BEV 之研發架構係共通的，如圖 19 所示。



資料來源：Mr. Donald Wright，HFC 2017, Vancouve

圖 19、車輛研發程序之比較

因此，燃料電池汽車的開發，要結合車輛之共通性並深入了解車輛發展隨著燃料電池發展與燃料電池測試設備知識的證明方法。在發展解決方案時，模組化、彈性化並能夠無縫整合於現存的研發架構及程序內。結合視覺化與真實化的測試，使能夠快速在研發迴路中，並加速研發的學習曲線及工具鏈。

為延伸車輛行駛的里程距離，德國 ZBT （Zentrum Brennstoffzellen Technik）發展燃料電池插接式混合電動動車，即將燃料電池系統與儲能電池共同應用於車輛上，利用電池儲電以增加旅程。燃料電池車目前知系統諸元如下：

- 燃料電池組輸出：115 kW
- 燃料電池組功率密度：3.1 kW/L
- 冷啟動溫度：-40 ℃
- 燃料電池車輛行駛距離：700 km
- 充氫時間：約 3 min
- 耐久性： 300,000 km

此燃料電池車之性能可以滿足消費者的預期，但是，系列產品之售價目標尚未達到。所以，現在研中的車輛動力系統使用插接式，其目的如下：

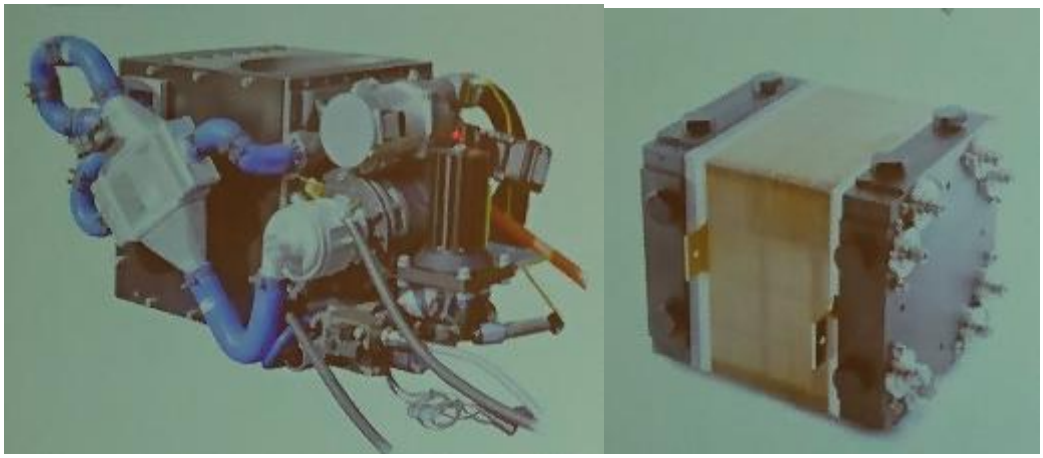
- 燃料電池車視燃料電池組與蓄電池發展之成本，最佳化其搭配的程度
- 燃料電池插接混合之目標在於縮小體積、降低燃料電池成本
- 燃料電池系統必須提共平均的車輛動力需求，以確保不限制長距離的移動
- 電池電力的操作涵蓋短距離的操作及高效率、最低操作成本
- 高價值之燃料氫用於長距離零排放的移動

現今開發的燃料電池系統及電池組如圖 20 所示，燃料電池系統規格如下：

- 尺寸：750 mm × 520 mm × 400mm
- 重量：100 kg
- 燃料：350 bar 氫氣（可選擇 700 bar）
- 加燃料時間：約 3 min
- 啟動變流至電池電壓
- 以自動元件循環水/乙二醇冷媒
- 電力驅動車輛的輻射狀壓縮機

使用之電池組規格如下：

- 標稱負載之輸出功率： 33 kW、325 A
- 操作溫度：80 ℃
- 操作壓力：2 bar
- 電池節距（pitch）：1.2 mm
- 使用金屬雙極版
- 陰極不加濕
- 端板為鑄鋁，整合平衡所有元件



資料來源：Dr. Joergen Karstedt，HFC 2017, Vancouver

圖 20、ZBT 之燃料電池系統（左）及電池組（右）

關於燃料電池之 ZBT 的密封解決方案，具有如下的優點：

- 快速開發製程
- 無工具成本
- 高度的彈性設計/容易採用於不同高度
- 材料：以矽化物為主，FKM 及消費者特性
- 均勻化密封高度，也適用於複雜的幾何形狀
- 低密封負載（10~15 %電池組壓縮力）
- 快速應用於製程
- 高良率
- 密封時無氣泡
- 描繪密封輪廓之可能性
- 存在密封劑重新作業之設計可行性
- 製成可由小的先導產品放大成生產的系列產品

該電池組與 Toyota Mirai 之電池組的比較，如表 3。

表 3、ZBT 電池組與 Toyota Mirai 之電池組的比較

項目	ZBT	Toyota Mirai
電池功率輸出	標稱 30 kW 最大 45 kW（@ 3 bar, 55o mV）	最大 114 kW
電池數	150	370
單電池功率	305 W/cell@2 A/cm2、3bar	308 W/cell
陰極加濕	無	無
單電池間距	1.2 mm	1.34 mm
單電池重量	102 g （BPP 為不鏽鋼）	102 g （BPP 為鈦合金）

資料來源：Dr. Joergen Karstedt，HFC 2017, Vancouver

7.HFC 2017 B2B 晤談了解加國推動氫能與燃料電池商業化相關作法

（1）加拿大國家研究院燃料電池創新研究所 National Research Council- Institute for Fuel Cell Innovation（NRC-IFCI）

NRC-IFCI 為加拿大在氫能與燃料電池產業中首屈一指的應用研究組織，屬 NRC 之工程技術領域項下之創新燃料電池研究機構，於 2002 年成立，主要任務為提供加拿大政府對於加拿大燃料電池商業化的趨勢變化與創新優先事項及關鍵性的研究領域等方向策略性規劃，在加國政府的支持下，對於燃料電池和相關產品的發展及商品化已占有領先全球的地位。相關研究重點有：定置、移動及可攜式的燃料電池應用、先進材料與氫能儲存、無廢氣排放的氫能產品、氫氣運輸、燃料體系與基礎設施、規範與標準、檢測方法與參數及對社會、經濟與環境的影響研究。

NRC-IFCI 為獨立運作進行純學術性的研究計畫，並與各大學、政府機構及公司等相關單位進行燃料電池的合作研究，包括：加拿大氫氣協會（CHA）、氫氣研究所（HRI）、魁北克大學的 Trois-Rivieres（UQTR）、維多利亞大學整合性能源系統中心（IESVIC）及加拿大國家研究委員會（NRC）等。

（2）UBC 國家燃料電池研究中心

加拿大英屬哥倫比亞大學在政府支持下，成立國家燃料電池研究中心，成為卑詩省燃料電池產業群的核心，使該省在氫能及燃料電池技術方面居世界領先地位。其中，2010年參與溫哥華—惠斯勒冬季奧運會的氫氣高速公路示範計畫。

另外，該中心亦從事建築能源供應的技術研發，如提供天然源供熱和供冷的地源熱泵、由天然氣驅動的5 kW的固體氧化物燃料電池系統以及結合太陽能，預計研究可節省的34%能源使用量足夠37戶普通溫哥華家庭或26量汽車使用。

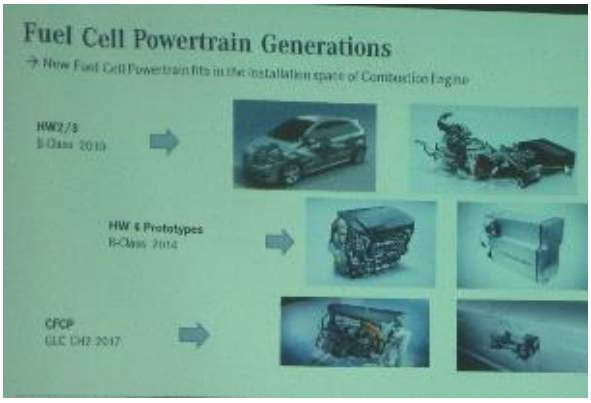
（二）HFC 2017 安排加拿大氫能及燃料電池相關企業參訪

本次加拿大氫能與燃料電池高峰會議安排 3 家加拿大氫能與燃料電池相關企業參訪，分別為氫燃料電池車製造商 Mercedes-Benz Fuel Cell Division、氫能與燃料電池測設備製造商 Greenlight Innovation 及氫能與燃料電池測測試實驗室 Powertech Labs 等。

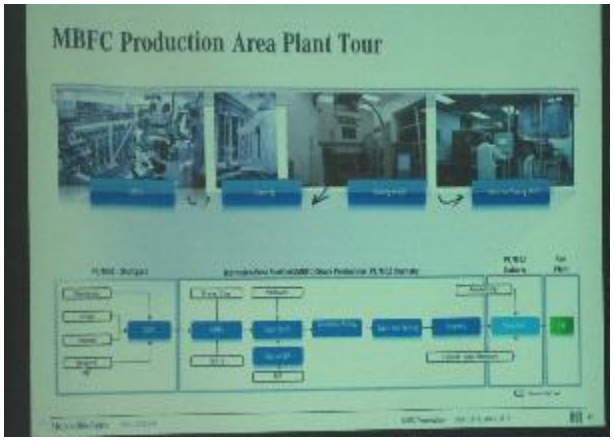
1.氫燃料電池車製造商 Mercedes-Benz Fuel Cell Division

賓士汽車 2012 年於加拿大哥倫比亞省的本拿比(Burnaby)設立了世界第一個佔地 3,300 平方公尺的燃料電池汽車自動化設備廠區（Mercedes-Benz Fuel Cell, MBFC），該廠商目前僅從事氫燃料電池車關鍵零組件的研發生產，與當地的燃料電池商 Ballard 公司進行共同燃料電池計畫（Common Fuel Cell Program, CFCP），研發下一代燃料電池車系列。本次參訪除體驗影音觸控互動介紹及試乘零碳排放的賓士燃料電池汽車外，並實際參觀 MBFC 的研發製程，了解目前研發進展。圖 21、加拿大 Mercedes-Benz Fuel Cell Division 參訪情形為加拿大 Mercedes-Benz Fuel Cell Division 參訪情形。

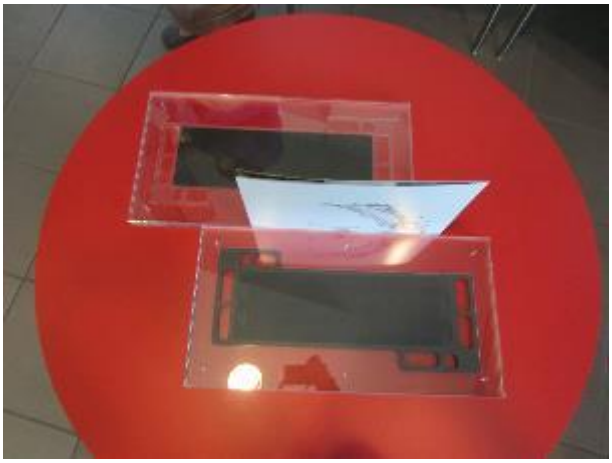
介紹 Mercedes-Benz Fuel Cell Division 營運情形



Mercedes-Benz 燃料電池車發展歷程



參觀 Mercedes-Benz Fuel Cell 研發



Mercedes-Benz Fuel Cell 生產之碳板

Mercedes-Benz Fuel Cell 影音觸控互動介紹

Mercedes-Benz Fuel Cell 之氫燃料電池車

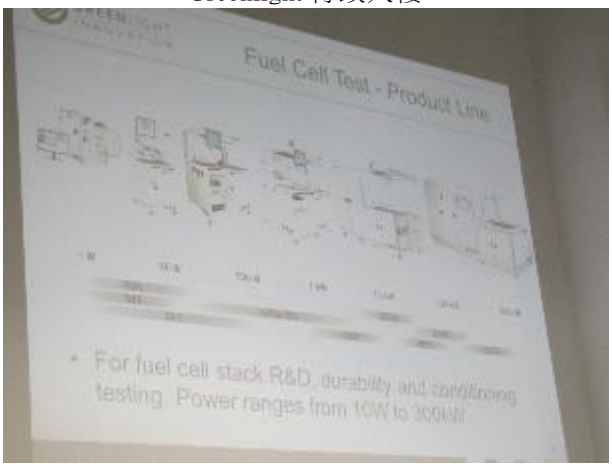
圖 21、加拿大 Mercedes-Benz Fuel Cell Division 參訪情形

2.氫能與燃料電池測設備製造商 Greenlight Innovation

Greenlight Innovation 成立於 1992 年，為一家燃料電池及大馬力車用電池測試設備供應商，該公司並擁有設計及製造技術，可客製自動化工業用產業所需的測試設備，以檢測燃料電池、重組器、氣體純化系統，及燃料電池系統（包括 PEMFC、DMFC、MCFC 及 SOFC）等需求。目前 Greenlight 的業務與服務已經遍及北美（加拿大與美國）、亞洲（韓國、中國大陸及印度）與歐洲（德國）。圖 22、加拿大 Greenlight Innovation 參訪情形為加拿大 Greenlight Innovation 參訪情形。

Greenlight 行政大樓

Greenlight 營運情形



燃料電池測試設備產品類型

Greenlight 主要客戶群

圖 22、加拿大 Greenlight Innovation 參訪情形

3.氫能與燃料電池測測試實驗室 Powertech Labs

加拿大 Powertech 公司主要從事氫氣相關組件設計、建造及測試，並提供燃料系統高壓測試服務，還可進行自助式模組化加氫站（350bar&700bar）等再生能源設施提供儲氫系統整合應用服務。氫氣利用相關服務事項包括：氫氣利用元件之標準檢測驗證、氫氣燃燒安全測試、氫氣散佈、擴散及浸透之量測、儲氫罐安全間距之火焰測試及氫氣對材料脆化之量測等。圖 23、加拿大 Powertech Labs 參訪情形為加拿大 Powertech Labs 參訪情形。

Powertech 行政大樓

介紹 Powertech 營運情形

廠內加氫站（左為 700 bar、右為 350 bar）

高壓電測試設備

圖 23、加拿大 Powertech Labs 參訪情形

（三）拜訪安大略省國際貿易部（Ministry of International Trade Ontario）

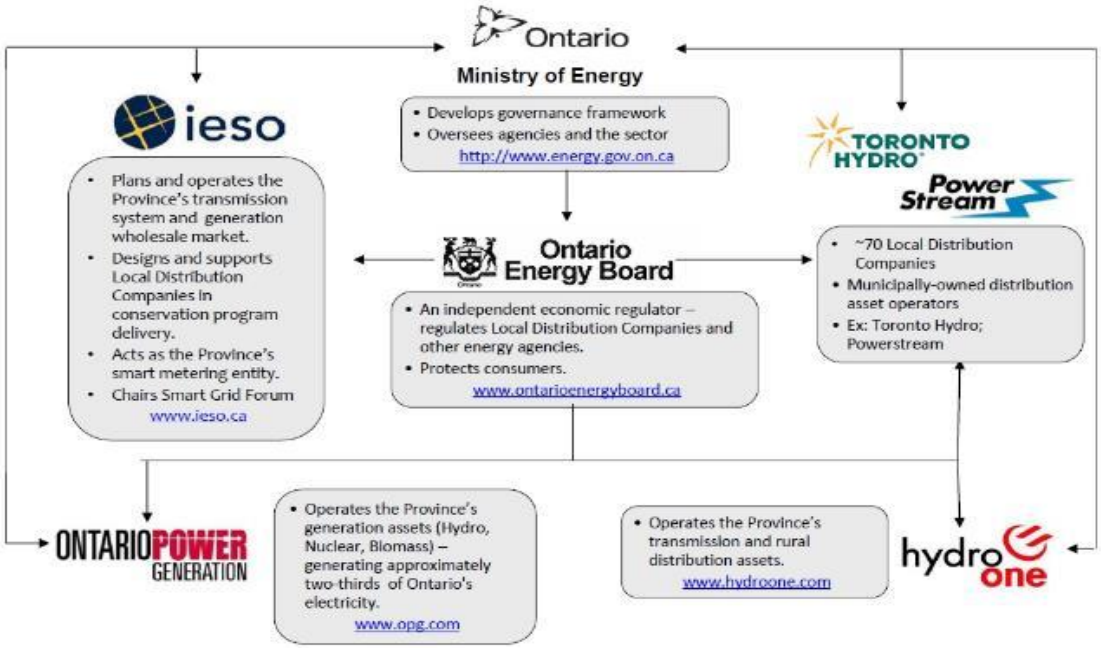
由於多倫多區域的參訪活動為加拿大駐台北辦事處陳幼新經理及安大略省國際貿易部的 Lana Leishman 高級商務經理等 2 人安排行程，因此前往安大略省國際貿易部拜會，同時 Lana Leishman 高級商務經理特邀安大略省能源部的 3 位項目經理 Christopher Quirke、Richard Ford 與 Arla Latto-Hall 及安大略省經濟發展與成長研究單位的 Lora Field 博士等 4 位專家共同與會。圖 24、拜訪安大略省國際貿易部情形為拜訪安大略省國際貿易部情形。

拜會情形

與安大略省與會人員合影
Christopher Quirke（右 1）、Lora Field（右 2）、Arla Latto-Hall（右 3）、Richard Ford（右 4）與 Lana Leishman（左 5）

圖 24、拜訪安大略省國際貿易部情形

首先，由 Lora Field 博士介紹安大略省的經濟發展現況，接下來分別由能源部的 Christopher Quirke 與 Richard Ford 等 2 位介紹安大略省的再生能源發展現況。掌管再生能源的最高機構為安大略省能源部，能源部的下設機構有：規範電力和天然氣部門的安大略能源委員會（Ontario Energy Board）、管理電力系統和電力市場運營的獨立電力系統運營商(Independent Electricity System Operator)；負責規劃電力系統、承包發電和維護的安大略電力局（Ontario Power Authority）；以及 Hydro One 是一家經營大部分安大略省輸電線路的獨資公司。第一電力公司（Hydro One）為全省部分地區的電力配送公司（圖 25、安大略省電力相關機構）。

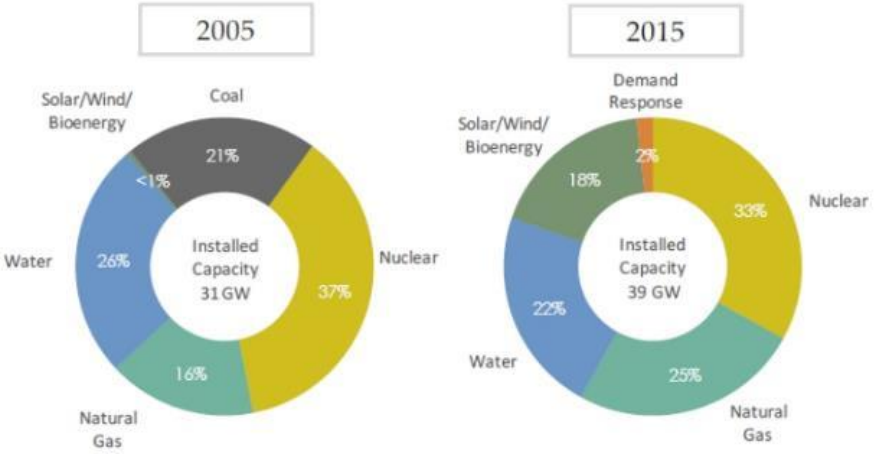


資料來源：安大略省能源部資料，2017。

圖 25、安大略省電力相關機構

安大略省基於環境保護及經濟成本考量，在能源部、IESO 及 OPG 等機構等共同努力下，安大略省 2004 年導入智慧計費系統，並於 2007 指定 IESO 作為智慧計費的負責機構，2008 年 Newmarket Hydro 配電公司開始裝設智慧型電表，2009 開始實施時間電價，並於同年訂定綠色能源法（Green Energy Act），鼓勵節約用電及再生能源，直至 2014 年成為第 1 個北美地區以低碳的核能機組、水力機組、再生能源機組、天然氣機組及生質能源發電完全取代了 8,800 MW 的燃煤機組，為了確保供電的穩定，就必須發展更多的低碳能源。

安大略省的再生能源發展至今，就 2015 年的發電裝置容量配比與 2005 年相比下，主要發電機組仍為核能發電約占全部發電之 33 %，但較 2005 年下降 4 %，其次為燃氣及燃油機組約占 25%，較 2005 年上升 9%，第 3 大部分則為水力發電約占 22%，至於風能、太陽能及生質能則則 18%，較 2005 年成長 17 %，各發電裝置容量配置如圖 26、2005 與 2015 加拿大安大略省發電裝置容量配比。截止 2016 年 12 月 31 日再生能源的使用中的裝置量如圖 27。



資料來源：安大略省能源部資料，2017。

圖 26、2005 與 2015 加拿大安大略省發電裝置容量配比

Technology	Online (MW)	Additional Contracted (MW)
Wind	4,800	1,300
Solar PV	2,200	460
Hydroelectricity	8,800	200
Bioenergy	500	7

Online and Contracted reflects data as at December 31, 2016. All MWs are approximate.

資料來源：安大略省能源部資料，2017。

圖 27、加拿大安大略省 2016 年再生能源的使用中的裝置量

（四）參訪 Hydrogenics 公司

1.公司發展歷程

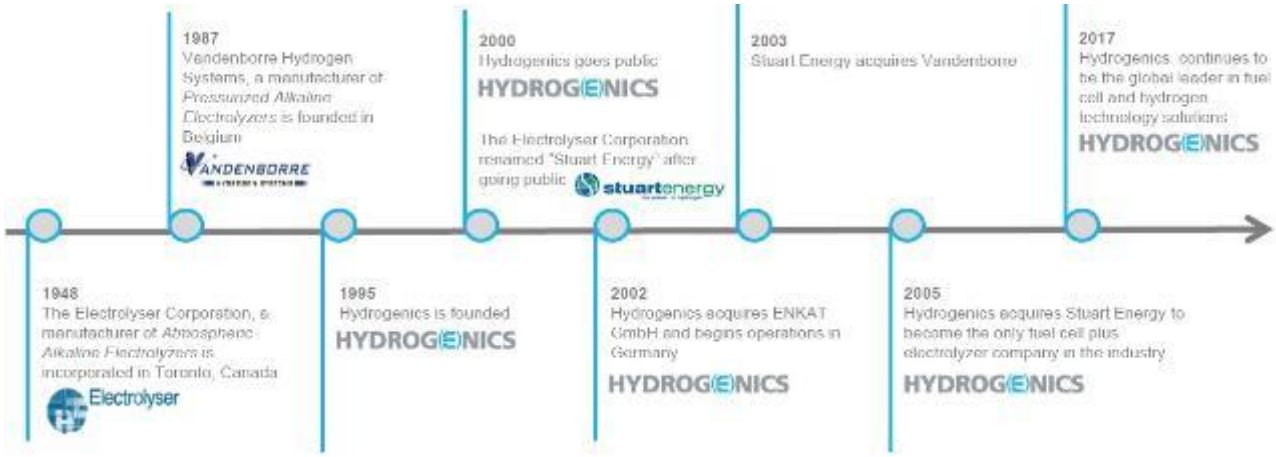
本次參訪 Hydrogenics，接待的人員有二位，市場銷售經理 Mr. Wido Westbroek 及技術經理 Mr. Nathan Joos（圖 28）。

參訪情形

與市場銷售經理 Mr. Wido Westbroek（左 4）及技術經理 Mr. Nathan Joos（右 1）合影

圖 28、加拿大 Hydrogenics 參訪情形

二位專家首先向大家介紹公司的發展歷程，該成立至今已有 60 多年歷史，期間經過多次收購與併購，各階段重要發展如圖 29。



資料來源：Hydrogenics 資料，2017。

圖 29、加拿大 Hydrogenics 發展歷程

現今 Hydrogenics 在氫能已擁有世界領先的技術及遍及全世界的成熟案例。Hydrogenics 起源於 1948 年成立的多倫多電解槽公司 The Electrolyser Corporation，以生產箱形電解槽為主，其電解槽的電極採用鍍鎳鋼板，電極間由編織的石棉布隔膜隔開，以防止氫氧氣體混

合。Electrolyser 認為採用低電流密度操作，總效率要高於在高電流密度下操作的電解槽。多倫多電解槽公司這個時期生產的電解槽屬於常壓型電解槽。

1987 年，位于比利時的范登堡製氫設備集團 Vandenborre Hydrogen Systems 奠定現今加拿大 Hydrogenics 氫能水電解製氫設備的真正技術核心與龍頭地位，「無機離子膜製氫設備」，由於無機離子膜解決上一代製氫設備採用石棉膜所產生的一系列問題，能耗小，電解槽不再結垢和堵塞，使用時間長且安全無污染。在此基礎上發展 IMETR 電解槽，IMET 電解槽屬於壓力型電解槽，在一定程度上降低了產出氫氣的含水量，降低了電能消耗，並且壓力性電解槽還具有體積小和自動化程度高的優點。

1995 年，成立的多倫多氫能公司 Toronto Hydrogenics 以氫燃料電池為主要產品，並建立質子交換膜燃料電池測試中心。

2000 年，多倫多電解槽公司 The Electrolyser Corporation 聯合多倫多氫能公司 Toronto Hydrogenics 成功上市。同年，多倫多電解槽公司 The Electrolyser Corporation 更名為斯圖亞特能源公司 Stuart Energy.

2003 年，斯圖亞特能源公司 Stuart Energy 收購範登堡製氫設備集團 Vandenborre Hydrogen Systems。

2005 年，Hydrogenics 完成對斯圖亞特能源公司 Stuart Energy 的收購，改換 logo，成為了今天我們所看到的歐洲加拿大氫能集團 Hydrogenics Europe N.V.。

2.主要 3 項核心業務

Hydrogenics 總部設於加拿大多倫多，主要製造基地在比利時與德國，近年拓展業務已在美國加州、俄羅斯、韓國、馬來西亞及印度等地設有辦事處（圖 30）。

目前公司主要業務有 3 項，現場水電解製氫（On Site Generation 的製氫裝置靜液壓）、氫燃料電池系統（HyPM 燃料電池產品）及結合再生能源的氫儲能 Power-to-Gas（電力對氣體是一種能源過程和儲存技術，其利用風力渦輪機，太陽能發電廠或生物質發電廠產生的過剩電力，並使用電解將二氧化碳和水轉化為甲烷，使其能夠被儲存。過剩的電力可以在現有儲備中進行，包括電力和天然氣電網。這允許季節性調整的大量電力的儲存和以可再生能源氣體形式提供的二氧化碳中性燃料）等。

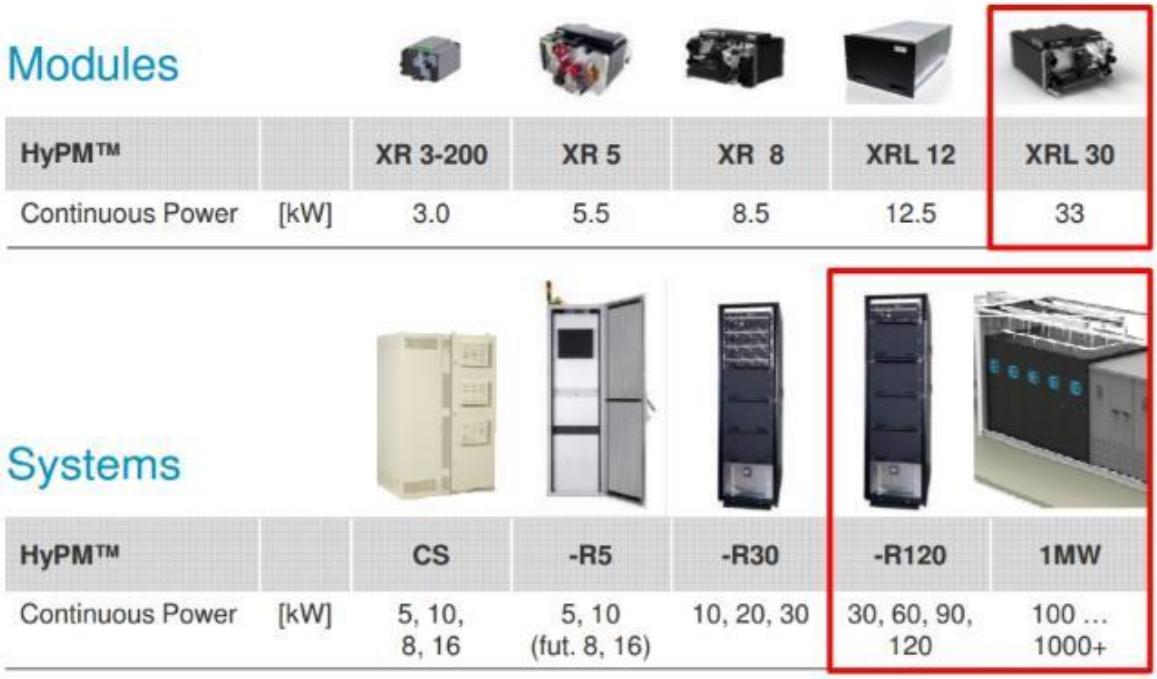
資料來源：Hydrogenics 資料，2017。

圖 30、加拿大 Hydrogenics 全球駐點

其中，Hydrogenics 已於 2015 年成功在 E.ON 公司位於德國漢堡的廠址，將水電解製氫結合再生能源，開發 1.5 MW 的 PEM 電解槽系統，該套電解槽系統置於一個 40 呎的標準貨櫃中，每日可以轉換 36 MWh 的可再生能源，係利用可再生風能發電供於電解槽制氫。電解槽出產的氫氣將被供給漢堡市的天然氣管道網路以供全市市民使用。透過 P2G（電力轉氫氣）系統可以將不可直接利用的風能轉換為氫氣，立即儲存並輸送給天然氣網路供給消費者（圖 31）。而在氫燃料電池系統（HyPM 燃料電池產品）部分，目前已開發每個模組為 33 kW，系統可做到百 kW～MW 級（圖 32）。

資料來源：Hydrogenics 資料，2017。

圖 31、加拿大 Hydrogenics 與德國 E.on 合作開發 MW 級 P2G 系統



Modules

HyPM™		XR 3-200	XR 5	XR 8	XRL 12	XRL 30
Continuous Power	[kW]	3.0	5.5	8.5	12.5	33

Systems

HyPM™		CS	-R5	-R30	-R120	1MW
Continuous Power	[kW]	5, 10, 8, 16	5, 10 (fut. 8, 16)	10, 20, 30	30, 60, 90, 120	100 … 1000+

資料來源：Hydrogenics 資料，2017。

圖 32、加拿大 Hydrogenics 燃料電池產品 HyPM 產品

3.著名應用案例

2009 年至今，Hydrogenics 在全球與當地業者合作的著名應用案例：

（1）德國 Uniper：MW 級的 Power-to-Gas

2012 年向 Uniper 公司提供 2 MW 級的電解水氫生產設備，進行電轉氣的示範，未來將進一步引進結合風能作為電力全循環利用。此案例為全球首家實現單個電堆 MW 級的 PEMFC 公司。

（2）韓國 Kolon Water & Energy：結合餘氫建立 MW 級電廠

2015 年與 Kolon 公司合作開發 MW 級固定式電廠，Hydrogenics 提供燃料電池設備，Kolon 提供煉油廠內的餘氫，雙方初期以 1 MW 級進行全天候連續供電的示範，其終極目標希望建立百 MW 級的固定式電站（圖 33）。

資料來源：Hydrogenics 資料，2017。

圖 33、加拿大 Hydrogenics 與韓國 Kolon 合作開發 MW 級固式電站

（3）德國 Alostm：全球鐵路應用的首例

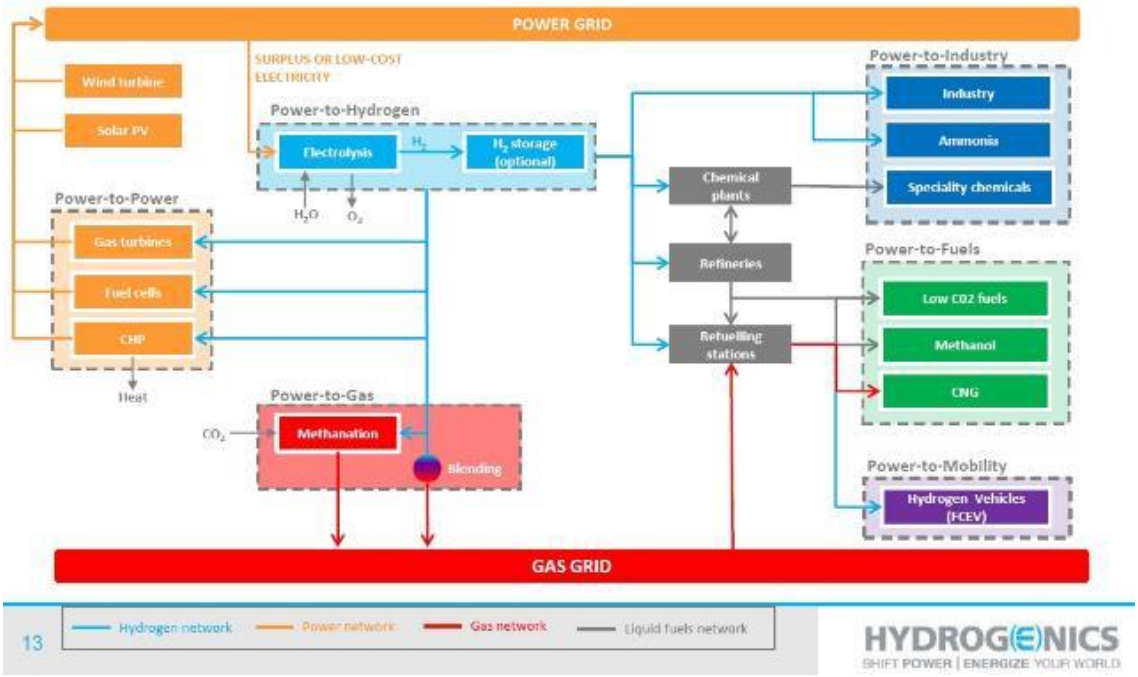
2015 年與德國 Alostm 交通公司合作，提供 200 套燃料電池動力系統予 Alostm 的地區通勤列車使用，簽署 10 年的維護及服務合約，約 5,000 萬歐元。

（4）中國億華通：大巴示範運行

2016 年與中國大陸億華通公司合作簽署 1,350 萬美元的燃料電池採購協議，進行 1,000 台的大巴示範運行，為期 2～4 年。

4.營運策略

Hydrogenics 主要營運策略藉由該公司在全球居領先地位，提供氫能與燃料電池的全解決方案（Total Solution）並與當地企業結盟建立夥伴關係，開拓全球市場。將氫能永續經營，包括：Power－to－Gas、Mobility、Industry、Fuel 及 Power 等，圖 34 為 Hydrogenics 的氫能永續經營路徑。



資料來源：Hydrogenics 資料，2017。

圖 34、加拿大 Hydrogenics 的氫能永續經營路徑圖

（五）參訪 Anaergia 公司

本次參訪 Anaergia 公司，由製造部門主管 Deo Phagoo 與全球產品工程師 Sasha Scattergood 等 2 位接待（圖 35）。

與會情形

與製造部門主管 Deo Phagoo（左 3）及全球產品工程師 Sasha Scattergood（左 4）合影

圖 35、加拿大 Anaergia 參訪情形

Anaergia 公司總部設在加拿大安大略省的伯靈頓，該公司起源於 2006 年由 GE 公司花費 7.9 億加幣買下加拿大從事處理生活污水的 Zenon 公司，2012 年開拓亞洲市場於新加坡設立亞洲區總部，2015 年在南非 Cape Town 設立辦事處，發展至今主要為市政、工業和農業市場的有機廢水或廢棄物提供厭氧處理解決方案，並有效進行能資源的整合（圖 36），目前於全球 4 大洲，設立 10 處辦事處，3 座工廠，至今已擁有 20 多年的實務經驗，獲得全球至少 1,600 項沼氣相關計畫（圖 37）。

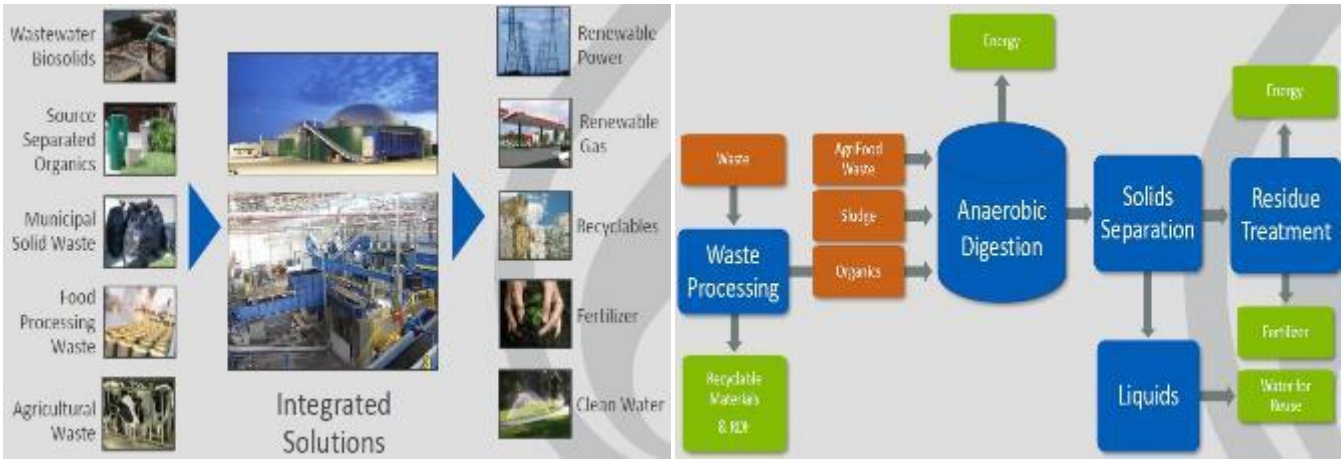
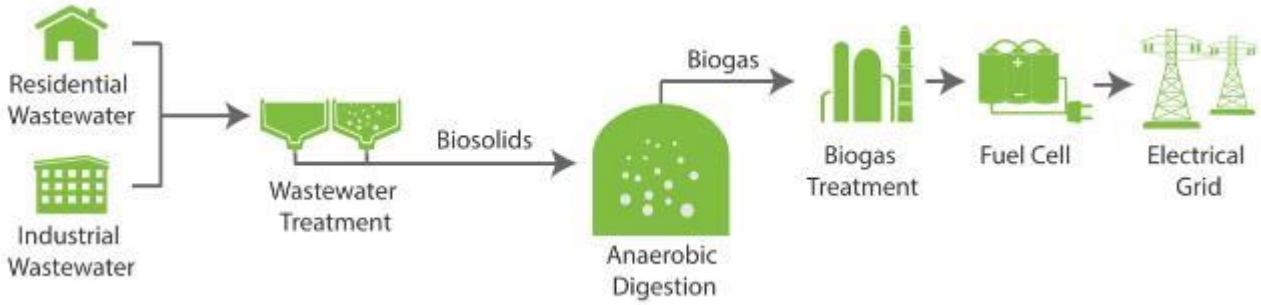


圖 36、加拿大 Anaergia 公司發展策略與主要處理技術

圖 37、加拿大 Anaergia 公司沼氣相關計畫案例

2012 年 Anaergia 公司與美國內陸帝國公用事業機構（Inland Empire Utilities Agency, IEUA）簽署 20 年的電力購買協定（PPA），為 IEUA 在加州安大略市的 RP-1 污水處理廠提供沼氣燃料電池及後續運營服務。促成該項協議的達成係因 IEUA 為降低對國家電網的依賴，希望在用電高峰期完全脫離電網，並且計畫到 2020 年完全脫離國家電網的束縛，實現能源自給。

該協議係採設計、建造、財務、營運（Design, Build, Finance and Operate, DBFO）商業模式，由 Anaergia 公司設計，建造，資助，現在擁有並經營具有 IEUA 的 20 年購電協議（PPA）的 2.8 MW 可再生能源設施，整體流程見圖 38。



資料來源：Anaergia 宣傳資料，2017。

圖 38、加拿大 Anaergia 公司利用沼氣結合燃料電池發電（2.8 MW）之流程

RP-1 污水處理廠的日處理能力為 4,400 萬加侖，Anaergia 公司將為其提供 60%的污水處理用電。除了減少長期能源成本並促進 RP-1 水循環利用設施的能源自給自足外，使用燃料電池發電還可改善安大略市和加州南海岸的空氣品質。污水處理所用的有機污泥厭氧

消化產生的沼氣經重組純化後，送至燃料電池，通過電化學反應製造可再生電力，與沼氣在內燃機中的燃燒相比，可降低 70～90%氮氧化物、硫氧化物以及 PM_{10} 排放（圖 39）。

Solution Offering

Digester Gas Treatment	600 scfm
Fuel Cell Power Plant	2.8 MW
Heat Recovery System	4.2 mmBTU
Power Purchase Agreement	20 Years
Fuel Cell Availability Guarantee	>90%

Renewable Outputs

	2009	2012	Reduction
CO	43.7	3.5	92%
NOx	9.7	1.4	86%
VOC	5.3	0.5	91%
SOx	1.4	0.4	72%
PM	1.4	0.2	86%

資料來源：Anaergia 宣傳資料，2017。

圖 39、加拿大 Anaergia 公司利用沼氣結合燃料電池發電之運轉成果

（六）參訪 Advanced Energy Centre（MaRS）

本次參訪先進能源中心（Advanced Energy Centre, AEC）由 MaRS 的高級顧問 David Bowden 與顧問 Alex Zakreski 等 2 位接待（圖 40）。

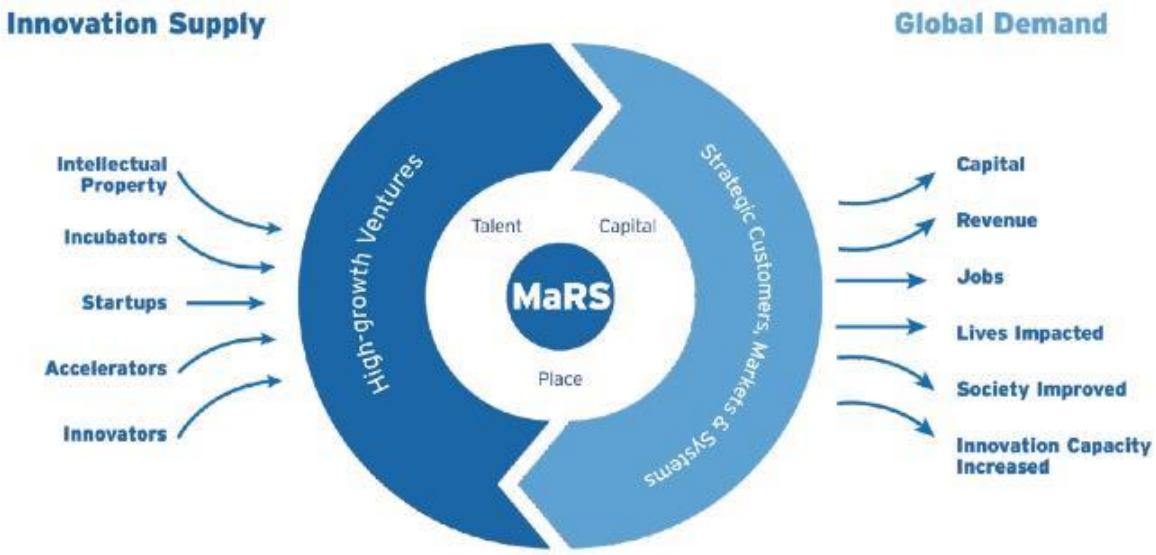
與會情形

與 MaRS 的高級顧問 David Bowden（右 4）合影

圖 40、加拿大 Advanced Energy Centre（MaRS）參訪情形

先進能源中心創建於 2014 年 2 月，位於多倫多市中心的 MaRS Discovery District，由加拿大安大略省能源部與 MaRS、西門子加拿大公司及 Capgemini 公司等四個單位共同合作而創設的創新能源技術孵化器（Innovation Cleantech Hub）。AEC 成立宗旨為促進創新能源技術（Clean Tech）在安大略省及加拿大的推廣使用，並充分利用在加拿大國內的成功經驗進軍國際市場（圖 41），主要工作包括國內外的公用事業轉型、偏遠社區、微電網與能

來源資料訪問等領域。



資料來源：Advanced Energy Centre 資料，2017。

圖 41、加拿大 Advanced Energy Centre 的經營宗旨

AEC 被視為多倫多創新能源的培育溫床，以致能夠將創新的能源技術，打進當地和海外的市場，主要透過各類專案與各界合作夥伴合作，而 AEC 在此產業系統裡扮演的角色為一為中立（第三方）協力廠商，由 AEC 負責召集公用事業、私營公司、政府機構、學術界和非盈利機構等共同參與會議，以整合創新技術及解決方案（圖 42）。

資料來源：Advanced Energy Centre 資料，2017。

圖 42、加拿大 Advanced Energy Centre 的經營宗旨

三、心得及建議

（一）參考各國氫能與燃料電池發展藍圖及目標

各國基於所富天然資源不同，以及氫能與燃料電池技術發展進程和產業需要亦不同，故在規劃發展目標及執行藍圖時，有些以發電設施為優先考量，有些則以發展汽車相關產業為主；我國氫能與燃料電池因發展起步相對較晚，故其相關應用及配套法規，散見於環保署、經濟部、內政部、交通部等各部會局處，建議應有國家整體評估及規劃，可鼓勵科研單位進行國際合作，持續蒐集各國發展氫能與燃料電池相關技術進程，並引進供給燃料高壓技術、儲存、輸送設備等技術，尤其在示範運轉、發電應用、增加民眾認知等方面，都可借鏡國外發展推動經驗;在能源議題部分，則可提供國內能源使用多元化選項，並降低化石能源倚賴程度。

（二）全球示範計畫項目持續增加，應用方式與合作模式多樣化

歐美國家及日本持續依據其規劃之氫能與燃料電池發展路徑圖，進行生產、儲存、運輸及應用，並持續精進其技術；此外也透過各種合作模式，如：公私合營（Public Private Partnerships, PPP）、企業間合作及國際合作等途徑，進行各項示範運轉計畫。在固定式應用部分，開始朝利用再生能源產生氫氣，進行 MW 級的連續發電規模示範應用，目前主要的方式有三：

1. 以風能或太陽能進行水電解產氫（Power to Gas）提供燃料電池發電用。
2. 利用石化工業的餘氫搭配燃料電池應用。
3. 利用污水處理廠的沼氣進行重組純化產氫後，提供燃料電池發電用。

（三）燃料電池朝國際商業化邁進

各國政府在解決全球暖化與能源的整體目標下，將燃料電池產品列為重點發展項目之一，綠能選項中的燃料電池產品，因其對環境與能源目標具有正面外部效益，並大力投入相關資源，藉以實現綠色能源目標。日本政府在福島核災之後提高補助燃料電池系統產品預算，讓住宅用燃料電池熱電共生設備銷售量自 2009 年 2,550 台，累積至 2016 年度 19 萬 4,710 台，且規劃於 2020 年東京奧運會融入氫能，展現其淨潔能源發展成果。我國推動氫能與燃料電池相關應用，除須考量能源效益及經濟效益，當相關技術驗證具一定成熟度時，可借鏡各國政策之發展策略，以促進燃料電池系統在商業化的推展力道。

四、附件

http://hfc2017.com/wp-content/uploads/2017/05/May_31_HFC2017-Program-Update.pdf

HFC2017
Hydrogen + Fuel Cells

HFC2017 International Summit Program Overview
Terminal City Club, Vancouver, Canada
June 5 – 6, 2017
837 West Hastings Street, Vancouver BC, V6C 2T4

Sunday, June 4, 2017	**On-Site Registration Open/Hotel Check-In**
2:00-5:00 PM	On-Site Registration Open HFC 2017 Show Management Office- Club Foyer – Main Floor
Monday, June 5, 2017	**Day One**
7:30 AM-3:30 PM	On-Site Registration Open Club Foyer – Main Floor
8:30-8:45 AM	**Welcome, Introductions & Summit Overview** • Mr. Ross Bailey, Vice Chair, Canadian Hydrogen & Fuel Cell Association • Government of British Columbia - TBD
8:45-9:15 AM	**Canada's Global Leadership in Hydrogen Fuel Cell Technology** Session Chair: Mr. Colin Armstrong, President, Hydrogen Technology & Energy Corporation (HTEC) • Mr. Daryl Wilson, Chairman, Canadian Hydrogen & Fuel Cell Association President & CEO, Hydrogenics Corporation • Mr. Randall MacEwen, President & CEO, Ballard Power Systems • *5 minute Q&A from audience* The Canadian sector is a global leader as a result of pioneering technologies, world-renown expertise, and over two decades of partnerships between industry, academia and Canadian governments. In this keynote panel two senior Canadian HFC executives examine the current state of Canada's global leadership in the development and commercialization of fuel cell technology.
9:15-10:15 AM	**Global Report: Breakthroughs in Technology and Uptake in Asia and Europe** Session Chair: Mr. Geoff Budd, GSB Consulting • Mr. Tetsufumi Ikeda, General Manager, Fuel Cell Vehicles/Infrastructure Demonstration Project Department, HySUT (Japan)

	• **Dr. Lih-Chyi Wen**, Director, Center for Green Economy & Deputy Director, Green Trade Project Office, Ministry of Economic Affairs, Government of Taiwan • **Dr. R.K. Malhotra**, President, Hydrogen Association of India • **Ms. Lucia Seissler**, International Cooperation Officer, National Organisation Hydrogen and Fuel Cell Technology (NOW) GmbH (Germany) • *5 minute Q&A from audience* Outside North America, several advanced industrial nations have well-developed national energy strategies that do not rely entirely on market forces to promote the development of HFC technology. This panel of leaders from industry and government reviews breakthroughs in both the technology and its deployment in Asia and Europe.
10:15-11:00 AM	**Public-Private Partnership in Opening the Market Place for HFC Technologies** **Session Chair: TBD** • **Mr. Tim Karlsson**, Executive Director, International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy (IPHE) • **Mr. Bart Biebuyck**, Executive Director, Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking, EU • **Dr. David Hart**, Director, E4TECH, Switzerland • *5 minute Q&A from audience* Public policy has nurtured the growth of modern hydrogen fuel technology since its early days in the physics labs of public universities. In this session, the summit is honoured to hear from experts on the topic of public-private cooperation and how that plays a significant role in commercialization of HFC technologies.
11:00-12:00 PM	**1-Hour Networking Lunch** (Courtesy of Hydrogenics Corporation & BC Government) Metropolitan Ballroom - Main Lobby Level
12:00-2:00 PM	**Spotlight on Commercialization of Fuel Cell Vehicles** **Session Chair: TBD** • **Dr. Joachim Blum**, Chief Executive Officer, Automotive Fuel Cell Cooperation (AFCC) • **Dr. Guido Bartlok**, Head of Alternative Fuel Storage Systems Advanced Development, Magna Steyr • **Mr. Donald Wright**, Head of Department, Products, Electrification and Racing Test Systems, AVL • **Dr. Joergen Karstedt**, Coordinator, eMobility, ZBT GmbH (Germany) • *10 minute Q&A from audience* Tentative Speakers: • Representatives from H2 Korea, Hyundai Auto Canada Corp., Honda Motor Co., BMW Motor Group, Mercedes-Benz Research & Development North America (MBRDNA), Ford Motor Company, Dalian Sunrise Power, General Motors With the arrival of commercially-available FCEVs, this session will examine current progress, successes, barriers, plans and visions for commercialization of vehicles in Canada, in the United States and elsewhere globally. Speakers include leaders from the auto sector, from companies involved in creating infrastructure and from government.
2:00-2:15 PM	**15-Minute Networking Break** Metropolitan Ballroom Foyer-Main Lobby Level
2:15-4:45 PM **2:15-2:52 PM**	**Bringing Hydrogen Infrastructure to the World** ***Panel 1- Canadian Update*** • **Mr. Colin Armstrong**, President & CEO, HTEC • **Mr. Raymond Lings**, President & CEO, Powertech Labs • **Ms. Liz Ferris**, Climate Action Analyst Capital Regional District • *5 minute Q&A from audience*

2:52-3:29 PM	*Panel 2- American Update* • Mr. Stephen Jones, Managing Director, ITM Power Inc. • Ms. Chris White, Director, Communications, California Fuel Cell Partnership • *5 minute Q&A from audience* Tentative Speakers: • Representatives from California Hydrogen Business Council, First Element Fuel
3:29-4:06 PM	*Panel 3- European Update* • Mr. Javier Brey, Chairman, Spanish Hydrogen Association (AEH2) • *5 minute Q&A from audience* Tentative Speakers: • Representative from Norwegian Hydrogen Forum, Scottish Hydrogen and Fuel Cell Association
4:06-4:45 PM	*Panel 4- Asian Update* • Dr. Chun-Hsu Lin, Director, Taiwan Fuel Cell Demonstration and Promotion Office • Dr. Jong Won Kim, Principal Researcher, Korea Institute of Energy Research (KIER) • *10 minute Q&A from audience* Tentative Speakers: • Representatives from United Nations Development Program (China), Iwatani Corporation HFC-powered vehicles will not succeed in the marketplace unless refueling is practical and convenient. This extended, four-part conference session will highlight the success stories in various nations and the significant role that fuel cell technologies play on reducing our dependence on petroleum fuels. This panel will also discuss the need for an initiative that will accelerate the pace of fueling infrastructure deployment globally.
4:45-5:00 PM	**Corporate Updates Interactive Discussion** ***Opportunity for organizations to provide 2-minute updates on their recent research, policy and industry activities** **Session Chair: Mr. Ross Bailey, Vice Chair, CHFCA** The hydrogen fuel cell sector is so dynamic – so driven by constant innovation in the lab, in the marketplace and in the public sector – that any gathering of industry leaders always includes people just bursting to share exciting, late-breaking news about new technology or new deals or new support programs or policies from government. This session gives industry and government "newsmakers" amongst the Summit delegates a platform to briefly share their hottest, latest unpublished news with colleagues from across North America and around the globe.
6:00-8:00 PM	**Clean Energy Now: HFC Networking Reception** **(Sponsored by Government of British Columbia)** (Presidents Ballroom, 2nd Floor, Terminal City Club)
8:00 PM END OF DAY 1	

Tuesday, June 6, 2017	DAY TWO
8:00 AM-12:00 PM	**On-Site Registration** Club Foyer – Main Lobby Level
8:40-8:45 AM	**Day One Recap & Day Two Orientation** • Mr. Daryl Wilson, Chairman, Canadian Hydrogen and Fuel Cell Association (CHFCA); President & CEO, Hydrogenics Corporation
8:45-9:30 AM	**Hydrogen Production** Session Chair: TBD • Mr. Javier Brey, CEO, H2B2 • Mr. Alakh Prasad, President & CEO, Quadrogen Power Systems • *5 minute Q&A from audience* Tentative Speakers: • Representatives from FuelCell Energy The environmental footprint of hydrogen varies depending on how it was created. Combining surplus peak power from wind or solar with electrolysis creates hydrogen with no carbon by-products. This "green hydrogen" can be held in reserve for use in a fuel cell when renewable generation falls below demand at off-peak times. This panel takes a look at the increasing deployment of this model around the globe on scales that range from regional utility to technology campus to small local applications.
9:30-10:15 AM	**Power-to-Gas: Success Stories and New Opportunities** Session Chair: TBD • Dr. Thomas Kattenstein, Head of Fuel Cell and Hydrogen Network, EnergieAgentur.NRW • Mr. Rob Harvey, Director, Energy Storage, Hydrogenics Corporation, Canada • Dr. Martin Schneider, Head of Product Management, Hydrogenious Technologies GmbH • *5 minute Q&A from audience* Tentative Speakers: • Representative from Tugliq Energy Pairing fuel cells with wind or solar creates an energy source as reliable as a hydro-thermal plant or a hydroelectric dam by using the fuel cells to store surplus peak power for release when the wind dies down or the sun sets for the night. This is a game-changer for renewable, and the panel examines several success stories and provides some insight on opportunities for growth.
10:15-10:30 AM	**15-Minute Networking Break** Metropolitan Ballroom Foyer-Main Lobby Level
10:30-11:00 AM	**Spotlight on Material Handling** Session Chair: TBD • Mr. Matthew Fairlie, CEO, Next Hydrogen Corporation Tentative Speakers: • Representatives from Canadian Tire, Wajax • *5 minute Q&A from audience* The marketplace has responded remarkably well to no-emission HFC forklifts, and this panel includes business leaders from both the manufacturers – and from some of the blue-chip customers who are switching their no-emission forklift fleets from acid-battery technology to HFC.

11:00-12:00 PM	**Spotlight on Transportation** Session Chair: TBD • **Mr. Ben Nyland**, President & CEO, Loop Energy • **Mr. Ryan Sookhoo**, Director, New Initiatives, Hydrogenics Corporation • **Mr. Nicolas Pocard**, Director of Marketing, Ballard Power Systems • *5 minute Q&A from audience* Tentative Speakers: • Representative from SINTEF With the commercial rollout of hydrogen fuel cell vehicles finally a reality, the current headlines tend to focus on private transportation. However, the global market for HFC-powered busses and trucks is rapidly growing. This panel takes a look at some of the companies leading the development and commercialization of the technology , and looks at the prospects for eventually moving beyond pilot projects to full deployment and all-hydrogen fleets.
12:00-1:00 PM	**Networking Lunch** Metropolitan Ballroom BC- Main Lobby Level
1:00-1:30 PM	**Defense Applications for Hydrogen and Fuel Cell** Session Chair: Dr. Ira Wolff, Director Business Development, NORAM Engineering + Constructors • **Mr. Ryan Sookhoo**, Director, New Initiatives, Hydrogenics Corporation • *5 minute Q&A from audience* Tentative Speakers: • Representative from Navantia Although many military applications of HFC technology are classified, there is enough activity in the public domain for an interesting panel discussion. Examples range in maturity from small pilot projects to fully deployed, and in scale from microgrids to ships to personal appliances that fit in a backpack. The panel examines and discusses current military applications and looks at opportunities for expanding military uptake around the world.
1:30-2:45 PM	**Academic Research Session** Session Chair: TBD • **Dr. Walter Merida**, Director, UBC Clean Energy Research Centre, Canada • **Dr. Steve Holdcroft**, Simon Fraser University • **Mr. Ulf Groos**, Head of Department Fuel Cell Systems, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE , Germany • **Dr. Dmitri Bessarabov**, Director: DST HySA Infrastructure Center of Competence, South Africa • *5 min Q&A from the audience*
2:45 PM	**Final Remarks and Adjournment** • **Mr. Daryl Wilson, Chairman, CHFCA**
3:00 PM END OF DAY 2	