

出國報告（出國類別：開會）

# 臺加氫能訪問團 出國報告

服務機關：經濟部能源署

姓名職稱：李君禮副署長、陳崇憲組長

派赴國家：加拿大

出國期間：112年09月10日至112年09月18日

報告日期：112年10月26日

## 內容摘要

本訪問團出訪目的係為促進臺加雙方於氫能及碳捕捉領域之交流與合作、推動規劃與現況之相互瞭解，訪團拜會當地官方單位及參訪氫能相關業者、辦理「臺加氫能圓桌會議」，並同時赴亞伯達省參加「加拿大碳捕捉大會」。

鑒於加拿大於氫能發展已有豐富經驗，且氫能為實現淨零排放目標的關鍵技術，積極規劃氫能發展與應用，為我國再生能源重要合作夥伴。此行與加方就推動實務面所面臨議題與做法充分交流，從中汲取他國經驗與知識，作為未來國內政策規劃與研發之參考，並掌握國際再生能源趨勢，對我國能源政策規劃實有助益，同時深化雙邊合作關係，促進本次出訪之利益最大化。

---

<sup>1</sup>「經濟部能源局」於 2023 年 9 月 26 日改制為「經濟部能源署」，本報告內文各與會代表之機關名稱及職稱均配合改為改制後名稱。

## 目錄

一、 目的及行程紀要 .....	5
(一) 目的.....	5
(二) 行程紀要 .....	5
二、 訪團行程及工作內容 .....	6
(一) 參訪行程 .....	6
(二) 我方代表團成員.....	7
(三) 參訪紀要 .....	8
三、 結論與建議 .....	53

## 圖目錄

圖 1、臺加氫能媒合會議.....	8
圖 2、臺加氫能媒合會議照片 .....	9
圖 3、參訪 Ekona.....	12
圖 4、直接從大氣中捕獲 CO <sub>2</sub> 的技術.....	13
圖 5、Carbon Engineering 工廠 .....	14
圖 6、參訪 Svante 公司 .....	18
圖 7、拜會加拿大氫能與燃料電池協會 .....	20
圖 8、天然氣生產國排名.....	22
圖 9、加拿大天然氣生產量資料 .....	22
圖 10、亞伯達省天然氣國內消耗及出口 .....	23
圖 11、拜會亞伯達省能礦資源部 .....	24
圖 12、臺方簡報說明我國再生能源政策.....	25
圖 13、參觀加拿大碳捕捉(Carbon Capture Canada)展會 .....	27
圖 14、Edmonton Global 參與城市 .....	29
圖 15、愛德蒙頓戰略優勢圖 .....	30
圖 16、5,000 輛氫能車輛挑戰 .....	33
圖 17、Edmonton Region Hydrogen Hub 成員。 .....	36
圖 18、愛德蒙頓地區氫能中心發展策略與氫價值鏈之關係連結。 .....	38
圖 19、愛德蒙頓地區氫能中心於 2022 年所公佈之氫計畫項目。 .....	38
圖 20、愛德蒙頓地區氫能中心所展示各種以氫作為動能或能源之交通工具 或天然氣管線 .....	39
圖 21、C-FER Technologies 介紹其整體研發能量 .....	41
圖 22、訪團於 CanmetENERGY Research Centre 合影 .....	51

## 表目錄

表 1、拜會加拿大氫能與燃料電池協會會議議程 .....	19
表 2、拜會 Ministry of Energy and Minerals 議程.....	24
表 3、臺加氫能圓桌會議議程 .....	48
表 4、CanmetENERGY Research Centre 參訪行程 .....	52

## 一、目的及行程紀要

### (一)目的

為促進臺加雙方於氫能及碳捕捉領域之交流與合作，本訪團邀集相關單位、研究機構及公司組成「臺加氫能訪問團」出訪加拿大，並參加「加拿大碳捕捉大會」、辦理「臺加氫能圓桌會議」以及拜會再生能源相關政府單位與業者，透過實地參訪交流汲取加拿大於再生能源政策及技術之實務操作經驗，以結合國內發展需求，有效規劃我國能源領域之策略。

### (二)行程紀要

此行主要任務包含舉辦「臺加氫能圓桌會議」、參加「加拿大碳捕捉大會」，以及參訪加拿大氫能之產業、政府單位、研究機構等，以增進臺加雙方於再生能源領域相互瞭解並拓展未來合作機會。行程規劃方面，訪加期間自9月10日至9月18日，安排參訪單位包含 Carbon Engineering、Ekona、Svante、Canadian Hydrogen and Fuel Cell Association、Alberta 省 Ministry of Energy and Minerals、Alberta Industrial Heartland、Edmonton Global、Edmonton Region Hydrogen Hub、C-FER Technologies、加拿大自然資源部 (Natural Resources Canada)、加拿大國家研究委員會 (National Research Council Canada)、CanmetENERGY Research Centre。

## 二、訪團行程及工作內容

### (一)參訪行程

出訪日期為 9 月 10 日至 9 月 18 日，共計 9 日。本次行程如下所示：

時間	行程	地點
<b>9 月 10 日(星期日)</b>		<b>溫哥華</b>
晚上	臺灣飛往加拿大溫哥華	
	19:45 抵達溫哥華	
<b>9 月 11 日(星期一)</b>		<b>溫哥華</b>
08:30-13:30	臺加氫能媒合會議	
14:30-17:30	參訪 Carbon Engineering / Ekona	
<b>9 月 12 日(星期二)</b>		<b>愛德蒙頓</b>
10:00-12:00	參訪 Svante 公司	
12:00-14:00	拜會駐溫哥華辦事處	
14:00-15:30	臺加氫能產業交流會議	
	Canadian Hydrogen and Fuel Cell Association	
17:00-	前往機場	
19:10-21:44	溫哥華飛往愛德蒙頓	
<b>9 月 13 日(星期三)</b>		<b>愛德蒙頓</b>
10:00-11:15	拜會 Energy and Minerals	
11:15-12:15	Light Lunch at E&M	
12:30-14:15	加拿大碳捕捉大會	
15:00-16:15	Alberta Industrial Heartland (AIH)	
17:00-18:00	拜會 Edmonton Global 和 Edmonton Region Hydrogen Hub	
<b>9 月 14 日(星期四)</b>		<b>渥太華</b>
09:00	前往 C-FER	
09:30-11:30	參訪加拿大 C-FER 公司	
11:30-12:00	前往愛德蒙頓國際機場(Edmonton International Airport)	
14:15-19:59	愛德蒙頓飛往多倫多轉機	
22:00-23:02	多倫多飛往渥太華	
<b>9 月 15 日(星期五)</b>		<b>渥太華</b>
09:00-12:00	臺加氫能圓桌會議	
	(Natural Resources Canada, National Research Council Canada)	
13:30-17:00	參訪 CanmetENERGY Research Centre	
<b>9 月 16 日(星期六)</b>		<b>渥太華</b>
上午	內部工作會議	
下午	集合前往機場	
18:15-20:38	渥太華飛往溫哥華轉機	
<b>9 月 17 日(星期日)</b>		
02:00	溫哥華飛往臺灣	
<b>9 月 18 日(星期一)</b>		

05:20	05:20 抵達臺灣	
-------	------------	--

## (二)我方代表團成員

代表團由經濟部能源署李君禮副署長擔任團長，產官學研團員共 20 位。

	單位	姓名	職稱
1	經濟部能源署	李君禮	副署長
2	經濟部能源署	陳崇憲	再生與前瞻能源發展組 組長
3	加拿大駐台北貿易辦事處	陳幼欣	生命科學、能源與環保商務經理
4	亞伯達省駐台辦事處	陳麗安	代表
3	台電	黃子成	系統規劃處 副處長
4	中油公司	王逸萍	企研處處長
5	中油公司	張仁耀	煉製研究所副所長
8	中鋼公司	林佩勳	正研究員
9	台灣綜合研究院	陳建緯	副院長
10	金屬工業研究發展中心	蔡修安	檢測技術發展組 副組長
11	工研院量測中心	吳鴻森	標準與永續工程計量技術組 副組長
12	工研院綠能所	張文昇	低碳與儲能技術組 組長
13	工研院綠能所	周思廷	再生能源專案室 經理
14	宏盛科技股份有限公司	許正岳	總經理
15	駐溫哥華辦事處	劉立欣	處長
16	駐溫哥華辦事處	陳淑姿	副處長
17	駐溫哥華辦事處	夏念廷	秘書
18	駐加拿大代表經濟組	劉志宏	組長
19	駐加拿大代表經濟組	褚泓毅	秘書
20	駐加拿大代表經濟組	陳重江	秘書



### (三)參訪紀要

#### 1. 臺加氫能媒合會議

■時間：09月10日 09:00-12:30

Time & Room	Room 1103		Room 1102		Room 1109		Room 1125	
11:25 AM			HTEC	China Steel Corporation (CSC)	Loop	On Road Energy Technology Corporation Limited	Ekona	CPC Corporation
11:45 AM			HTEC	Industrial Technology Research Institute (ITRI)				
12:05 PM			Unilla	On Road Energy Technology Corporation Limited				
12:25 PM								
12:45 PM			Powertech	MIRDC			Ekona	Industrial Technology Research Institute (ITRI)
1:05 PM							Ekona	China Steel Corporation (CSC)

Time & Room	Room 1219		Room 1118		Room 1119	
11:25 AM	BC Gov't	BOE/Taipower/CPC/TRI/MIRDC/ITRI				
11:45 AM	BC Gov't	BOE/Taipower/CPC/TRI/MIRDC/ITRI				
12:05 PM						
12:25 PM	Foresight	BOE/Taipower/CPC/TRI/MIRDC/ITRI	Atlas	On Road Energy Technology		
12:45 PM						
1:05 PM	Powertech	BOE/Taipower/CPC/TRI/MIRDC/ITRI				

圖 1、臺加氫能媒合會議



圖 2、臺加氫能媒合會議照片

■ Ekona

Ekona PMP(Paused Methane Pyrolysis)產氫系統組成重要元件包括：Preheater+Paused Combustion Reactor+ Cyclone+碳(水)冷卻系統。此反應系統類似天然氣 ATR(AutoThermal Reforming)製程，但採用無觸媒設計，反應溫度較 ATR 更高，但最佳溫度持續研究中，產物主要是氫與碳。其中 Paused Combustion Reactor

反應器因高壓及高溫產生之強制對流，slagging 現象尚未發現。目前公司聚焦反應器設計及連續生產測試，預計 2025 年達工業化應用，未來機組最大產能設計目標為 3 至 4t-H<sub>2</sub>/日。

原則上目前西加拿大(如亞伯達省)產氫發展將以天然氣為原料，經 SMR+CCS 為主，但因 BC 政府支持，電解產氫占比未來會上升，SMR 可能下降；大西洋側(東)因豐沛水力發電優勢，產氫之發展方向將以電解產氫為主。

#### ■HTEC

該公司主要業務分為三部分，包括氫氣生產及液化設施(與美國夥伴合作，非自主技術)、加氫站及供氣系統與運輸方案(針對以氫氣為燃料的車輛載具及採用支援)。該公司為加拿大第一個設立加氫站的公司，於 2018 年 6 月對外提供服務。目前在加拿大境內有 5 座加氫站，3 座在 Mainland、一座在 Vancouver Island、最新的一座設置在 Kelowna, B.C.的高速公路休息站，與 7-eleven/ESSO 在一起。

其市場策略先以北美為主，並朝向自營加氫站為目標。該公司的發展策略為因應加拿大對新車輛技術的補助-iZEV Program(Incentives for zero-emission vehicles) 補助 BEV, PHEV 及 FCEV，針對四輪載具，可行駛於高速公路且電力可行駛至少 50 公里的新車，最高補助 5,000 加幣。

## 2. 參訪 Ekona

■時間：09 月 11 日 13:30-16:00

■加方會談人員：

- Gary Schubak，EKONA 業務發展及政府關係 副總裁
- David Pauluzzi，EKONA 市場總監
- Jackie Lee，MITSUI & CO. (CANADA) LTD.能源與礦物資源部副總

■會議紀要：

Ekona 公司於 2022 年 1 月獲得 7 千 9 百萬加幣的投資，其投資廠商包括貝克休斯(Baker Hughes，美國油田服務公司)、三井物產(Mitsui Co.LTD，日本綜合商社)、北方鋼鐵(Severstal，俄羅斯四大鋼鐵公司之一)、康菲公司(ConocoPhillips，美國國際能源公司)等。

該公司的 xCaliber 反應器運行甲烷熱裂解技術(PMP, Pulsed Methane Pyrolysis)，利用脈沖燃燒(pulsed combustion)和高速氣體動力學(high-speed gas dynamics)將天然氣轉化為氫氣和固體碳。2023 年系統測試：完成以天然氣為料源進行產氫的系統組裝與測試，每天生產可達 200 公斤氫氣規模。預計 2024 年場域驗證：規劃在亞伯達省部署每天產氫達 1 公噸之的工廠。預計 2027 年達商業化規模 10-300 TPD。

以下資訊是參訪該公司時，該公司提供之資訊：

- 潔淨氫，相較於傳統 SMR 技術，無須水供應，其 PMP 技術在 10 MW 電力供應下，相較 SMR 製程可減少約 90 %溫室氣體排放。
- 低成本，相較目前藍氫的解決方案。其氫氣生產成本目標為\$1.35/kg-H<sub>2</sub>，規模在 300 TPD 及天然氣成本為\$3/GJ。(加拿大天然氣成本低)。
- 可規模化，該公司僅聚焦在核心的 PMP 系統(200 kg/day)，藉由模組化系統，可並聯放大至工業級規模。其熱裂解後所搭配的碳分離系統(Carbon Separator)、濕製程(Dryer)及氫分離系統(H<sub>2</sub> Separator)皆為成熟的工業製程設備，故具備彈性及整合性，可部署在天然氣基礎設施。

現場設備雖已有小規模實際運轉經驗，但製程參數仍持續在優化中，對於進氣流量、壓力、操作溫度等參數尚在試驗取得調控經驗。



圖 3、參訪 Ekona

### 3. 參訪 Carbon Engineering

■時間：09 月 11 日 13:30-16:30

■加方會談人員：

- Paul Kennedy, VP of International Business Development, Carbon Engineering
- Cole Caswell, Senior Analyst, Carbon Engineering

■會議紀要：

Carbon Engineering 成立於 2009 年，目標係開發以百萬噸級規模直接從大氣中捕獲 CO<sub>2</sub> 的技術(Direct Air Capture, DAC)並將其商業化；已於 2021 年打造世界最大的直接空氣捕獲研發 (R&D) 設施。

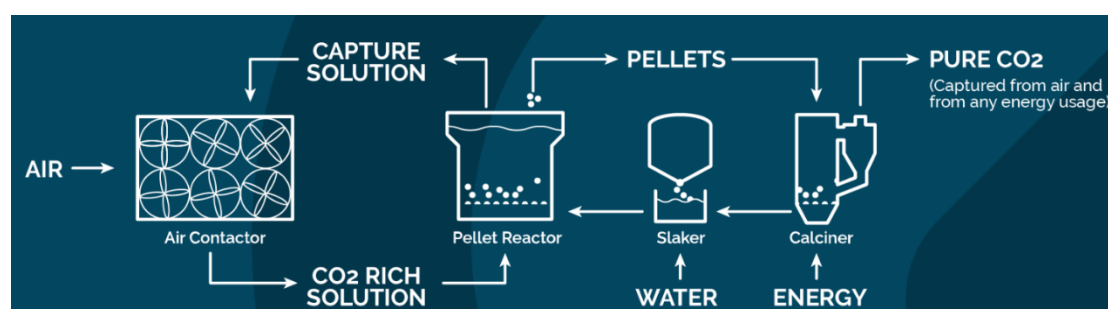
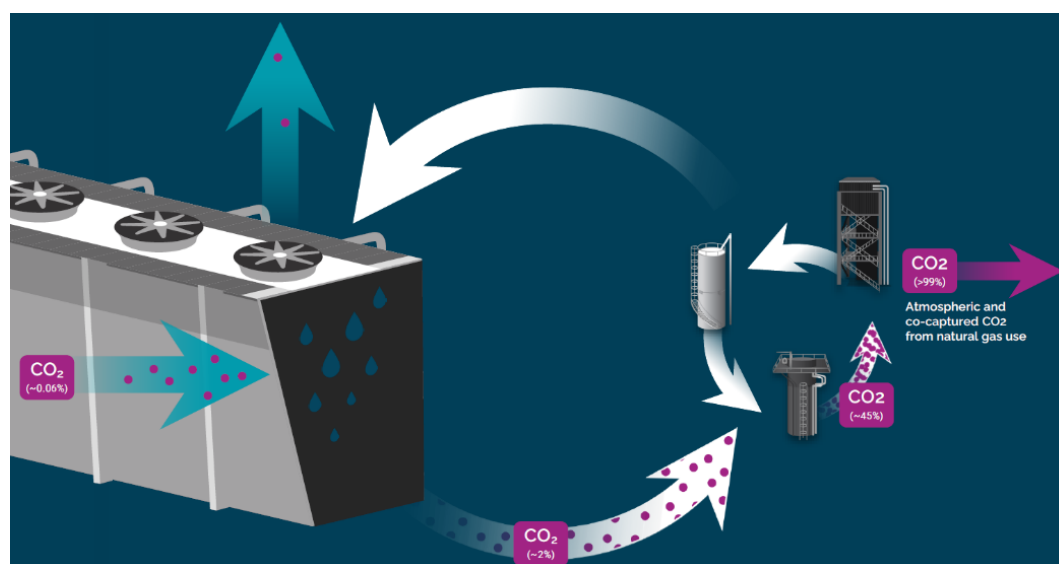


圖 4、直接從大氣中捕獲 CO<sub>2</sub> 的技術

Carbon Engineering 採用之 DAC 過程包含：

Step1：運用空氣捕捉器(Air contactor)，其透過巨大的風扇將空氣吸入，並運用氫氧化鉀溶液，吸收 CO<sub>2</sub>後以碳酸鹽的形式將它們捕獲在液體溶液中。

Step2：液體溶液送入顆粒反應器(Pellet Reactor)，反應器運用化學方法將鹽從溶液中分離成小顆粒；而除了沉澱出碳酸鈣顆粒之外，空氣捕捉器中使用的原始捕獲化學物質也可被再生。

Step3：將顆粒於煅燒爐(Calciner)中加熱，過程中將釋放氣體 CO<sub>2</sub>並留下氧化鈣；而氧化鈣與消化器(Slaker)中的水混合水化後送回顆粒反應器，再次開始循環。

Step4：將氣體 CO<sub>2</sub>經過純化、淨化及壓縮後儲存或運用。



圖 5、Carbon Engineering 工廠

為達成 2050 年淨零排碳，直接空氣捕獲(DAC)已被視為難以避免產生碳排放產業的減碳選項，但相較於發電廠或水泥廠的煙道排氣(flue gas)，由於大氣中的 CO<sub>2</sub>含量非常稀薄，使用 DAC 將使用更多的能源與並花費更高的成本。

加拿大因具有低碳排電力、充足的自然資源及具備良好之地質儲存條件，再加上政府各項減碳投資與補助方案，使得 DAC 成為可行之方案。

捕獲的 CO<sub>2</sub> 利用部分，Carbon Engineering 公司預計將利用加拿大之低碳電力透過電解槽產生氫氣，透過與 CO<sub>2</sub> 的化學反應，產製化學品及合成航空燃料，此 CO<sub>2</sub> 利用方式亦吸引數家航空公司之關注與投資。

技術上而言，DAC 具備從空氣中移除 CO<sub>2</sub> 的潛力，在未來淨零策略規劃中應佔有一席之地；但目前於碳市場上，DAC 僅包含於自願性碳市場(voluntary carbon markets)，而國際認可的 DAC 認證與評量方式及符合生命週期評估的方法與評量架構仍有待建立，最終 DAC 之應用仍須透過國際合作來有效推動。

除應用 DAC 來捕獲 CO<sub>2</sub>，如何處理或利用 CO<sub>2</sub> 亦須同步納入考量，目前世界上約 90% 捕獲之 CO<sub>2</sub> 將透過封存技術進行處理，剩下的則進行再利用；而目前 CO<sub>2</sub> 之利用則多仰賴與氫氣之結合，如何獲得更乾淨的氫氣也將成為處理 CO<sub>2</sub> 之重要關鍵。



#### 4. 參訪 Svante

■時間：09 月 12 日 10:00-12:00

■加方會談人員：Brett Henkel

■會議紀要：

Svante 為專注於碳捕獲和利用技術的開發和商業化的加拿大公司。該公司成立於 2007 年，前身為 Inventys, SvanteSolutions，總部位於加拿大英屬哥倫比亞 (British Columbia)省的溫哥華。其開發之二氧化碳捕捉系統主要可分為前處理(去除 NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>及固體顆粒)、旋轉吸附(以金屬有機框架材料 (Metal Organic Framework ;MOF) 為吸附劑)以及蒸汽-TSA 脫附再生(temperature swing adsorption with direct steam regeneration)三個次系統。

Svante Inc.公司開發之系統屬固定床吸附系統，但藉由 MOF 固定床與旋轉機構之結合，實現連續捕集 CO<sub>2</sub>之功能。此外，該系統利用低壓蒸氣(110 °C-140 °C)直接加熱進行脫附，其公司表示該系統可在<15 秒完成。

Svante 的核心技術是基於吸附劑的碳捕獲技術，該技術是將二氧化碳通過吸附劑進行吸附，然後在真空環境以低壓蒸汽將其從吸附劑中脫附出來，再進行後續處理或封存。基於吸附劑的系統（即二氧化碳吸附在固體表面），在碳捕捉和其他工業氣體分離應用中已經使用多年。吸附劑固體一般被製成顆粒狀，而吸附過程發生在安裝有吸附床的容器中。Svante Inc.公司所開發的固態吸附劑為金屬有機框架材料 (MOF)。金屬有機框架材料 (MOF) 是具有一定結構的晶體化合物，具有高度可調吸附性能，在以吸附劑為基理的碳捕捉技術中，算是很有前景的技術。目前大部分 MOF 都屬於實驗室級或小型試驗工場級的生產，如何大規模製造用於工業應用是其所面臨的挑戰。Svante 公司的碳捕捉技術發展算是處於技術領先的階段，已宣告商業化之系統包括 URSA 1000 (500 t-CO<sub>2</sub>/day)及 URSA 2000(2000 t-CO<sub>2</sub>/day)，可應用於水泥製造設備、藍氫生產設備和天然氣燃燒設備如鍋爐等管末二氧化碳捕捉，也號稱適用於 DAC。

由應用角度來看，以吸附技術為基礎之 CO<sub>2</sub>捕集系統之反應器型式除固定床外尚有旋轉床、移動床和流體化床，相較之下，除基本吸附劑性能表現外，固

定床反應器在壓降、堵塞問題及其衍生之佔地面積較大是商業化應用評估時之關注重點。初步由 Svante 相關文獻資訊看來，已有基礎科學數據及數千小時之操作驗證其商業化可行性，例如其吸附劑採用了卡加利大學 G. Shimizu 教授開發的鋅基 MOF，TGA 數據顯示，在 50°C、CO<sub>2</sub>濃度 15%、以 He 作為載氣條件下，CO<sub>2</sub> 吸收量為 43-45 cc/g，產率為 10 TPD/m<sup>3</sup>-bed，測試過程具蒸汽/水環境穩定性，蒸汽需求比約 1.9 kg-steam/ kg-CO<sub>2</sub>；另經前處理後，對 NO<sub>x</sub>/SO<sub>x</sub>等酸性氣體污染物亦呈現良好的穩定性。此外，其奈米級之顆粒尺寸具高比表面積和低壓降特性，結構設計上也對堵塞問題有解決方案，惟工程之可靠性及成本有效仍需有更長期操作數據才能確認。此外，系統捕集之 CO<sub>2</sub>純度介於 85%至 95 %，較一般醇胺化學吸收法低，對後端封存而言，與部分產業聯盟要求之 CO<sub>2</sub>濃度需>99%相比較低，是未來須關注的議題，若需再純化，也會進一步影響成本。

物理吸附一般再生能耗較化學吸收法小，相對有成本優勢。Svante 公司管末捕捉成本目標 50 USD/t-CO<sub>2</sub>，相較目前醇胺化學吸收法之捕碳成本確具競爭力，然影響目標成本之參數包括之二氧化碳濃度或尾氣條件(含前處理成本)、吸附劑的使用壽命(號稱 2- 5 年)、售價及設備投資金額等，進一步詢問不同濃度之成本差異時，也尚未獲得回應，達成此目標之時程須再確認。

Svante 公司已與包括能源、化工和水泥等多個產業領域的合作夥伴如 Chevron(吸附床製造)、TotalEnergies (Holcim Portland Cement Plant 碳捕捉)、GE(天然氣電廠二氧化碳捕捉)、BASF(吸附劑)、3M(DAC)等公司進行合作開發，並獲得美國 DOE、BC 政府創新清潔能源 (ICE) 基金、加拿大聯邦政府 IRAP 計劃、NRC 等之資助與合作。除碳捕捉技術外，Svante 還致力於推動碳利用技術的發展，將捕獲的二氧化碳轉化為有價值的產品和化學物質。他們與合作夥伴，探索利用二氧化碳進行製造、建築材料和燃料等領域的創新應用，目標是實現工業領域的碳中和，並為全球減排作出貢獻。CCUS 是包括中鋼等許多產業在邁向淨零碳排不可或缺之路徑選項，後續將持續追蹤其發展。



圖 6、參訪 Svante 公司

## 5. 參訪加拿大氫能與燃料電池協會(Canadian Hydrogen and Fuel Cell Association)

■時間：09 月 12 日 10:00-11:15

■加方會談人員：

- Bennett Jones, EMobily, Solaris-mci, Powertech Lab
- Aron Kim, Mike Dodd, Ritishka Grover

■會議紀要：

該協會為加拿大全國性氫能與燃料電池產業鏈聯盟，旨在協助企業會員開拓市場(如參加海外商展)、與政府部門溝通、促進產業資訊交流等。

該協會與加國自然資源部共同主持「氫能策略指導委員會」，並提出加國氫能發展之政策建議，並定期舉辦氫能研討會，2022 年曾辦理氫能安全、氫能產業經濟發展、潔淨燃料法規等會議，並規劃於 2023 年率企業成員赴日本、杜拜等地出訪，拓展海外商機。

表 1、拜會加拿大氫能與燃料電池協會會議議程

時間	議程
14:00-14:10	Welcome and greetings GAC Coordinator colleague: Ritishka Grover
14:10-14:35	Presentations from the Taiwanese delegation
14:35-15:00	Presentations from the BC government and CHFCA members
15:00-15:40	Discussion and Q&A
15:40-16:00	Networking



圖 7、拜會加拿大氫能與燃料電池協會

## 6. 拜會 Ministry of Energy and Minerals

■時間：09 月 13 日 10:00-11:15

■加方會談人員：

- Yasmin Rahemtulla, Executive Director, Alberta Energy and Minerals
- Charles ward, Director, Natural Gas Strategy and Engagement, Alberta Energy and Minerals
- Ginger Lam, Manager, Alberta Energy and Minerals
- Ragini Prabhakar, Senior Policy Analyst, Alberta Energy and Minerals
- Maria Arguello, Policy Analyst, Alberta Energy and Minerals
- Aiden Hailes, Acting Manager, Alberta Energy and Minerals
- Chris Ryan, Executive Director, Executive Council
- Erin Ho-Si, Director, Executive Council

■會議紀要：

加拿大是世界上排名前五的天然氣生產國之一，其中三分之二來自亞伯達省 (Alberta)。該省之天然氣資源豐富，可供輸出外銷，從 2022 年資料看來，其蘊藏 1,373 萬億立方英尺，豐富的自然氣儲量可滿足加拿大未來 200 年的需求。

Ministry of Energy and Minerals 為主責亞伯達省之能源和礦產資源系統管理的部門。亞伯達省在氫能發展之推動方向為結合碳捕存再利用技術，發展大型產氫計畫，主要發展方案為氫能路徑圖、氫能出口推動、由省政府提供 500 萬種子基金及使用混氫於公共設施等。

目前亞伯達省約有 42 個執行中及待執行的計畫，總投資金額高達 100 億加幣。未來加國氫氣儲存與運輸規劃以液氨做載體的方式，增加出口之可行性，該省計畫出口至日韓等亞洲國家。

TOP GLOBAL NATURAL GAS PRODUCERS IN 2021

	Billion cubic feet per day (bcf/d)	% of Total Prod
U.S.	90.39	23%
Russia	67.89	17%
Iran	24.83	6%
China	20.24	5%
Qatar	17.12	4%
Canada	16.67	4%
Australia	14.24	4%
Saudi Arabia	11.35	3%
Norway	11.06	3%
Algeria	9.75	2%
Other Countries	107.03	28%
<b>Total Global Natural Gas Production</b>	<b>390.58</b>	<b>100%</b>

Sources: BP

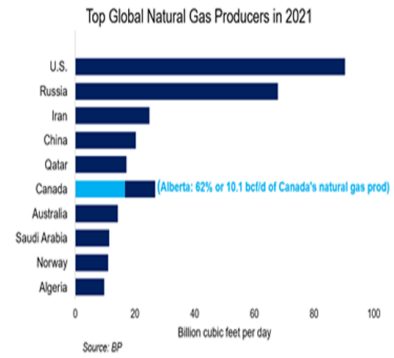


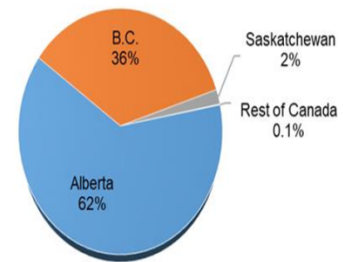
圖 8、天然氣生產國排名

CANADIAN NATURAL GAS PRODUCTION

	2020	2021	% Change
	Billion cubic feet per day (bcf/d)		
<b>Alberta</b>	<b>9.71</b>	<b>10.06</b>	<b>4%</b>
British Columbia	5.35	5.72	7%
Saskatchewan	0.35	0.32	-10%
Rest of Canada	0.02	0.02	-4%
Total Canadian Natural Gas Production	15.43	16.11	4%
Alberta Natural Gas Production as a Percentage of Canada's Natural Gas Production	63%	62%	
Total Global Natural Gas Production	372.59	390.58	5%
Alberta Natural Gas Production as a Percentage of Global Natural Gas Production	2.6%	2.6%	

Source: Canada Energy Regulator

Canadian Natural Gas Production in 2021



Source: CER

圖 9、加拿大天然氣生產量資料

## ALBERTA NATURAL GAS DOMESTIC CONSUMPTION AND EXPORTS

Natural Gas	2020 Billion cubic feet per day (bcf/d)	2021	% Change
<b>Total Alberta Domestic Consumption</b>	<b>5.34</b>	<b>5.65</b>	<b>6%</b>
<b>Alberta Exports to Canadian Provinces</b>			
British Columbia	0.40	0.48	21%
Saskatchewan	1.52	1.67	10%
Manitoba	0.37	0.53	42%
Ontario	1.28	1.24	-4%
Quebec	0.004	0.003	-33%
Maritimes	-	-	
NWT Yukon Nunavut	-	-	
<b>Total</b>	<b>3.58</b>	<b>3.92</b>	<b>10%</b>
<b>Alberta Exports to USA</b>			
PADD1	0.07	0.08	11%
PADD2	2.43	2.56	6%
PADD3	-	-	
PADD4	0.73	0.79	8%
PADD5	1.42	1.37	-4%
<b>Total</b>	<b>4.66</b>	<b>4.81</b>	<b>3%</b>
<b>Total Removals from Alberta (Rest of Canada and USA)</b>	<b>8.24</b>	<b>8.73</b>	<b>6%</b>
<b>Total Domestic Consumption (Alberta) and Exports (Rest of Canada and USA)</b>	<b>13.57</b>	<b>14.38</b>	<b>6%</b>

Source: Alberta Energy Regulator

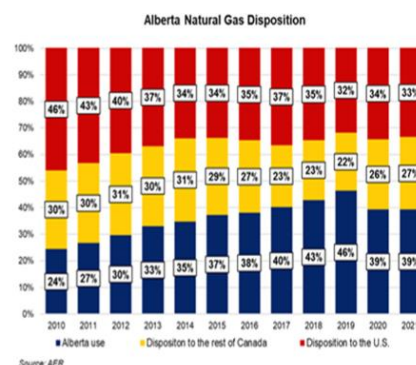


圖 10、亞伯達省天然氣國內消耗及出口

在液化天然氣部分，亞伯達省目標為 2030 年天然氣可透過另外 2 至 3 個大型液化天然氣計畫進入亞洲和歐洲市場。

目前該省天然氣生產商 ARC Resources 和 Tourmaline 已與美國墨西哥灣沿岸液化天然氣項目簽署天然氣供應協議，達成與液化天然氣相關的長期定價規劃，從加拿大西海岸運送到亞洲市場的時間是從美國墨西哥灣沿岸運送到亞洲市場的一半（11 至 13 天對比 20 天），而加拿大東部擬議項目從歐洲出發需要 7 至 8 天的運送時間，這比其他任何北美液化天然氣計畫都短。而隨著燃煤電廠被更清潔的天然氣取代，液化天然氣有助許多國家減少碳排放。而於加國國內，管線天然氣的第一期計畫已在執行中，預計出口往加拿大西部地方如溫哥華方向出口。

此外，亞伯達省之石化產業目標為成為全球十大石化產品生產國，並擴大現有石化產品組合。

亞伯達省於氫能、天然氣及石化工業皆有長遠及階段性的計畫，並歡迎國際



上有興趣之國家參與加國能源發展。目前加方提供多項低碳領域之研究創新計畫可供申請，以租稅扣抵(tax credit)及碳價(carbon price mechanism)方案作為投資誘因。

表 2、拜會 Ministry of Energy and Minerals 議程

AGENDA	
Time	Topics
10 minutes	<b>Opening remarks and introductions by Ms. Yasmin Rahemtulla, Executive Director, and Mr. Charles Ward, Director of Natural Gas and Strategy</b>
15 minutes	<b>Presentation by Bureau of Energy</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Background, purpose of meeting</li> <li>• Brief introduction of delegation</li> <li>• Proposal on potential projects for cooperation</li> </ul>
15 minutes	<b>Presentation by Alberta Energy and Minerals</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Natural Gas Vision and Strategy</li> <li>• Hydrogen Roadmap and LNG</li> <li>• Opportunities for collaboration</li> </ul>
15 minutes	<b>Discussion and questions</b>
5 minutes	<b>Closing remarks by Mr. Charles Ward, Director of Natural Gas and Strategy</b>



圖 11、拜會亞伯達省能礦資源部



圖 12、臺方簡報說明我國再生能源政策

## 7. 參訪 Alberta Industrial Heartland (AIH)

■時間：09 月 13 日 15:00-16:15

■加方會談人員：Chris Malayney, Director of Business Development at Alberta's Industrial Heartland Association

■會議紀要：

亞伯達省產業園區位於首府愛德蒙頓(Edmonton)東北方約 40~50 公里的薩斯喀徹溫堡(Fort Saskatchewan) 區域，是該省重要的工業中心之一。本區域為加國最大的碳氫化合物加工區域之一，已進駐公司包括石油、天然氣的產出及提煉、石化產業及先進製程等類型共約 40 多家。

AIHA(Alberta's Industrial Heartland Association)協會於 1998 年在市政府支持下成立，其為促進經濟發展的非營利協會並不接受開發商的財務支援，主要功能除促進加國相關產業進駐外，亦肩負向外行銷其產品之任務。AIHA 於政府單位、學術界及關係利害人等居中協調，協助政策擬定及法規制定等以利各項專案之有效推動。成立類似 AIHA 性質及功能組織，作為政府在推動淨零政策之橋樑，加速落實政策。

近年來隨著全球提倡 2050 年淨零政策，AIHA 積極與產業、政府和學術機構等合作，推動氫能技術研究、開發和商業化，並支持建立氫能生態系統，包括生產、儲存、運輸和氫能應用。例如今年開始營運的 Inter Pipeline 為跨國石油、天然氣運輸和基礎設施公司。而建造中的有 Wolf Midstream 液態天然氣重組計畫 及 Scotford 太陽能發電計畫。其他另有諸如 DOW Path2Zero 計畫及 Shell and Mitsubishi 合作的藍氫及製氨計畫等數 10 案都在進行評估設廠中，顯見本專區後續廠家投資相當熱絡。

亞伯達省除現有碳捕捉及儲存(CCUS)能力已達 1 百萬噸/年以上外，後續亦有多項 CCUS 計畫評估中。而這些產品可經由充裕的鐵路運輸送達加拿大東、西地區，另外再由西海岸經由船運送達亞洲地區。亞伯達省藉由豐富的天然氣資源搭配 CCUS 設施，他們的氫能成本與國際相比是非常有競爭優勢。

此次參訪園區時，雖然有數家石化廠設置，但卻感受不到對環境之影響(如空汙)，亦可作為我國設廠規範要求之參考。

## 8. 參觀加拿大碳捕捉(Carbon Capture Canada)展會

■時間：09月13日 12:30-14:15

加拿大碳捕捉展會(Carbon Capture Canada, CCC)於2023年9月12日至14日假加拿大愛德蒙頓市會議中心舉行，旨在匯集領先的工程公司、技術製造商和供應商、能源公司、石油和天然氣行業、重工業、化學公司、各種製造組織、研究小組和非政府組織、政府機構，探討加速除碳技術部署及商業化。該展會今年邁入第2年，以協助當地企業鋪設未來碳捕捉趨勢及合作商機。今年展會主題包括：碳捕捉安全性、低碳發展、碳捕捉挑戰與機會、加拿大氣候行動方案、加拿大研發基金、創新科技。

本展會為加拿大就碳捕捉、碳利用及碳封存專業領域展覽的國際大會，訪團於展會與全球碳議題的代表及業者進行交流，討論碳捕捉、碳封存技術方面的發展及技術合作。

愛德蒙頓市規劃六個區域，擬發展為二氧化碳儲存至地層的特區，協助建立碳捕捉優勢及設立廠區解決碳權問題，進而帶動愛德蒙頓能源發展及投資。

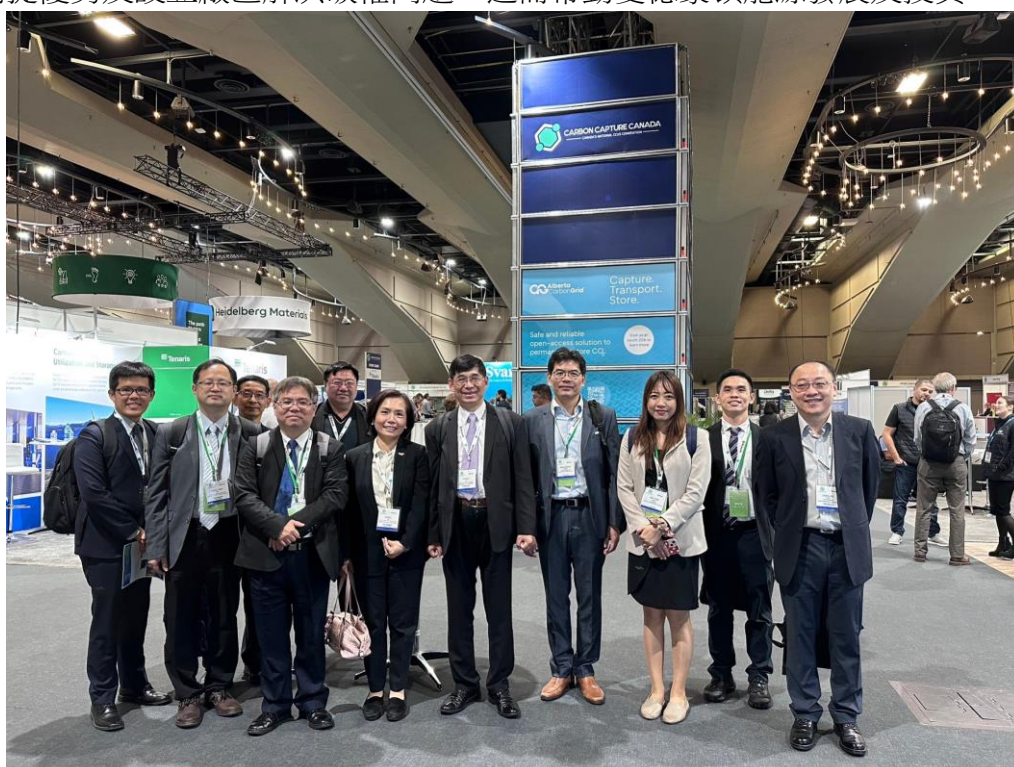


圖 13、參觀加拿大碳捕捉(Carbon Capture Canada)展會

## 9. 拜會 Edmonton Global (愛德蒙頓全球聯盟)

■時間：09 月 13 日 17:00-18:00

■ 加方會談人員：

- Garnett Genuis - Member of Parliament
- Brent Lakeman, Director of Hydrogen Initiatives, Edmonton Global

■會議紀要：

訪團拜會 Edmonton Global，並與加拿大亞伯達省區國會議員 Garnett Genuis 會面。

加拿大亞伯達省的年出口總額達 130 億美元，其中 40% 由愛德蒙頓區所屬的製造業產出，亦為加拿大第二大金屬製造中心。Edmonton Global 成立於 2018 年，為愛德蒙頓都會區 14 個城市共同出資成立的招商機構。其目的在協助外資和國際業務發展機構使愛德蒙頓地區成為全球投資的首選。2022 年 Edmonton Global 協助推動該地區 11 項投資決策，帶來超過 1.08 億美元和近 200 個就業機會。Edmonton Global 自成立以來，其總體經濟影響價值已超過 24 億美元。

目前參與 Edmonton Global 之城市如下：

- |                                    |                             |                              |
|------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| • <b>City of Beaumont</b>          | • <b>City of St. Albert</b> | • <b>Town of Devon</b>       |
| • <b>City of Edmonton</b>          | • <b>Leduc County</b>       | • <b>Town of Gibbons</b>     |
| • <b>City of Fort Saskatchewan</b> | • <b>Parkland County</b>    | • <b>Town of Morinville</b>  |
| • <b>City of Leduc</b>             | • <b>Strathcona County</b>  | • <b>Town of Stony Plain</b> |
| • <b>City of Spruce Grove</b>      | • <b>Sturgeon County</b>    |                              |



圖 14、Edmonton Global 參與城市

其重點推動項目包括

- 人工智慧與科技
- 潔淨能源技術
- 數位媒體與娛樂
- 食品和農業
- 全球物流
- 健康與生命科學
- 氫能

其中氫能是本次訪問團參訪重點。為呼應加拿大政府承諾於 2050 年實現淨零排放的目標，愛德蒙頓近年積極朝向氫能源發展，但主要經濟仍以石油及天然氣工業為主。加拿大的石油儲備量在全球排名第 3，也是第 4 大原油出口國，天然氣則是全球第 4 大生產地及第 2 大出口國，長年以來是美國最大的國外能源(包括石油，天然氣和電力)供應商。加拿大作為 10 大氫氣生產國，擁有發展氫能之獨特優勢，包括擁有豐富的水力發電、天然氣資源、成熟氫燃料電池產業及油氣產業人才。

## (1) 愛德蒙頓優勢

### A. 地區優勢

愛德蒙頓聯盟透過愛德蒙頓地區氫能中心(Edmonton Region Hydrogen Hub)與外界合作，匯集產業和政府的領導者，以加速氫能此關鍵產業的發展，並開始將愛德蒙頓地區定位為氫氣生產重鎮。Air Products 於 2018 年開始在愛德蒙頓區建造 13 億加元的淨零氫氣生產，目前在亞伯達省共經營三個氫氣生產設施，並在亞伯達省工業中心經營一條 55 公里的氫氣管道，液化設施預計在 2024 年投產。淨零氫氣生產設備將從原料天然氣中捕獲超過 95% 的二氧化碳，透過 Wolf Carbon Solutions 公司的 Alberta Carbon Trunk Line 將其安全地儲存回地下，並利用氫燃料電力抵銷剩餘 5% 的碳排放量，預期每天氫氣的產量將超過 1,500 噸，每年捕獲的二氧化碳將超過 300 萬噸。

愛德蒙頓的地理優勢極佳，具有加拿大前 6 大城市中緯度最高，且未位於地震環帶的優勢，因此該市特別規劃 6 個區域發展為將二氧化碳儲存到地層的特區，協助企業建立碳捕捉優勢及設立廠區解決碳權問題，進而帶動愛德蒙頓能源發展及投資。

此外愛德蒙頓位置具有戰略優勢，為北美最北端的主要城市，此地區是航空、鐵路、管道和公路的匯聚地，形成了國際製造、貨運和物流中心。



圖 15、愛德蒙頓戰略優勢圖

在航空運輸方面，愛德蒙頓國際機場 (YEG) 為加拿大面積最大的機場，同時被稱為加拿大的創新機場。全天 24 小時開放，沒有營運限制，2018 年運送了 820 萬名旅客和 4.3 萬噸貨物。在海運部分，愛德蒙頓地區透過鐵路與加拿大西海岸的主要港口相連，包括溫哥華港和魯珀特王子港。在鐵路運輸方面，愛德蒙頓地區有 16 個鐵路聯運和倉儲設施。這些設施由加拿大兩大貨運公司加拿大國家航空和加拿大太平洋航空營運。在公路運輸方面，橫跨加拿大的高速公路貫穿愛德蒙頓地區，全長 7,821 公里。

## B. 投資優勢

世界銀行將加拿大列為世界上第三個最容易創業的國家。亞伯達省的綜合企業稅率是加拿大最低，也是北美最低的地區之一。在企業稅部分，愛德蒙頓地區一般企業的聯邦/省企業所得稅合併稅率為 23%（包括聯邦綜合稅率 15%，省級稅率為 8%）。針對石化方面之投資，亞伯達省提出石化激勵計畫 (APIP) Alberta Petrochemicals Incentive Program 可作為省級稅收之抵免，收入低於 500,000 美元的小型企業稅率可降為 11%（聯邦稅率為 9%，省稅率為 2%）。適用聯邦稅收抵免的項目包括：

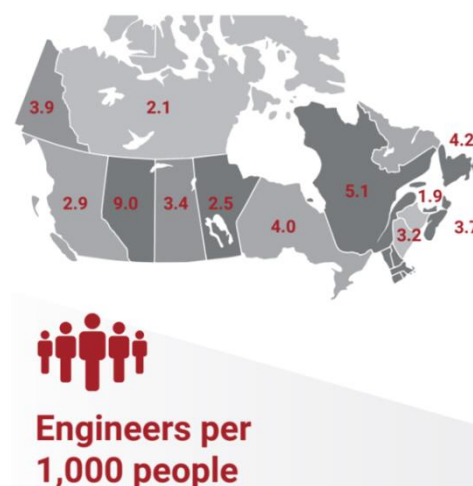
- 科學研究與實驗開發 (Scientific Research and Experimental Development)
- 加速資本成本補貼 (Accelerated capital cost allowance)

愛德蒙頓地區具地理位置及低稅率之優勢，是加拿大成長最快的地區，也是北美最適合商業發展的地區之一，出口成長是全國平均的兩倍多，GDP 達 1,050 億加元。

## C. 人才及勞動力優勢

亞伯達省是全國第四大科學、技術、工程和數學 (Science, technology, engineering, and mathematics (STEM)) 畢業生供應地，超過 40,900 名學生從亞伯達省高等教育畢業並獲得 STEM 學位，因此亞伯達省的人均工程師數量比其他省份都多 (9/1000)。該地區擁有 8 所大專院校和 13 萬名在校學生。

愛德蒙頓地區大專院校包括





- University of Alberta
- Northern Alberta Institute of Technology
- MacEwan University
- Norquest
- Athabasca University
- Concordia University of Edmonton
- Yellowhead Tribal College
- King' s University

愛德蒙頓地區是加拿大第五大都會區，2018 年全年勞動總量超過 83.7 萬人。為培訓員工，公司可透過 Canada-Alberta Job Grant(加拿大-亞伯達省就業補助金計劃)，替員工申請合格的培訓費用，而政府會依不同條件提供 60%至 100%的補助費用。

## (2) 氫能發展潛力

愛德蒙頓地區氫能中心是加拿大第一個也是最大的氫能中心，加拿大將該地區定位為新興氫經濟的中心，並推動各產業對氫的需求。政府、原住民、學術界、工業界和經濟發展領導人正在共同努力啟動該地區的氫經濟並確保長期的經濟競爭力。

愛德蒙頓地區具有生產全球最低成本零碳氫能的獨特能力，因此積極投入氫經濟所有領域包括生產、創新、氫利用技術和研究的各項投資。

2022 年底，愛德蒙頓聯盟發起 5,000 輛氫能車挑戰(5,000 Hydrogen Vehicle Challenge)計畫，是一項加速加拿大西部地區氫能車輛普及的倡議。該計劃的目標為在五年內讓 5,000 輛氫能車在加拿大西部道路上行駛，希望透過推廣氫能作為清潔可持續的交通燃料來源，促進向零淨碳的未來發展。由於公路運輸所造成之碳排占亞伯達省運輸所產生碳排的 88%，藉由氫能車的推廣，可協助推動加拿大 2050 淨零碳排之目標。

該挑戰計畫的效益如下:首先，它有助於展示氢能車輛的優勢及可行性，例如它們的零排放特性以及在交通運輸領域降低碳足跡的潛力。其次，它促進氢能相關技術、基礎設施和供應鏈的創新和投資。第三，它為當地氢能公司與國際創新者之間的合作和伙伴關係創造機會，促進知識交流和技術進步。透過參與「5,000 輛氢能車輛挑戰」，可使投資者、行業參與者和利益相關者共同為建設可持續且環境友好的交通系統作出貢獻，同時抓住新興氢能經濟的機遇。



圖 16、5,000 輛氢能車輛挑戰

「5,000 輛氢能車輛挑戰」具體的行動計劃包括：

- 建立氢能基礎設施
- 推廣氢能車輛採購
- 技術研發和創新
- 培訓和教育
- 促進合作和合作夥伴關係

這些具體的行動計劃可為「5,000 輛氢能車輛挑戰」提供戰略指引和實施框架，實現加拿大西部地區部署大量氢能車輛的目標。這些行動計劃可促進重型卡車運輸和全球供應鏈公司提供氢能車，而製氫公司也可以藉此完善氫氣供應的基礎設施，從而加速建立氫氣的供應和需求，透過推動氢能車輛的普及和發展，促進能源轉型和實現零淨碳交通的目標。目前加拿大豐田公司與愛德蒙頓國際機場 (YEG) 已合作引入 100 輛氢能車(豐田 Mirai)，機場並與氫氣生產商 Air Products 合作建立了一座移動加氫站。

### (3) 與臺灣關係

臺灣為加拿大在全球 11 大、亞洲第 5 大的貿易夥伴，與加拿大的雙邊貿易持續穩定增長，2021 年雙邊貿易總額達到 102 億美元。加拿大亞伯達省自 1988 年即在臺成立辦事處，與臺灣貿易往來互動淵源深長。臺灣是該省第 15 大出口市場，該省生產的鎳、鈷、鋼及鐵礦，均大量銷往臺灣。愛德蒙頓聯盟成為台北市進出口商業同業公會(IEAT)全球第 56 個國家，第 161 個姐妹會。

未來臺灣與愛德蒙頓可從能源利用及研究合作兩方面進行交流。愛德蒙頓是加拿大的能源中心，而臺灣是有高度需求的能源進口國。臺灣可藉由進口加拿大的能源資源，如石油和天然氣，滿足自身的能源需求，這種能源合作有助於確保能源供應的穩定性。在研究合作方面，加拿大和臺灣的研究機構也可以開展各項技術合作專案，涵蓋領域包括科學、技術和醫學等。

臺灣和加拿大的愛德蒙頓之間雖然地理上相距遙遠，但雙方存在著經貿聯繫，這些聯繫在國際貿易和投資、能源合作以及教育和研究領域都發揮了重要作用，有助於促進雙方的經濟合作和互利互惠。

## 10.拜會 Edmonton Region Hydrogen Hub

■ 時間：09 月 13 日 17:00-18:00

■ 加方會談人員：

- Garnett Genuis - Member of Parliament
- Brent Lakeman, Director of Hydrogen Initiatives, Edmonton Global

■ 會議紀要：

加拿大之石油儲備量在全球排名第 3，亦是第 4 大原油出口國，而天然氣則是全球第 4 大生產地及第 2 大出口國，長年來以石油，天然氣和電力做為美國最大的國外能源供應商。愛德蒙頓區位於加拿大亞伯達省，主要經濟以石油及天然氣工業為中心，近年積極朝向氫能源發展，而愛德蒙頓地區氫能中心(Edmonton Region Hydrogen Hub)於 2021 年由泛加拿大組織的非營利機構轉型推動單位 (The Transition Accelerator) 與亞伯達省工業中心氫能工作小組 (Alberta Industrial Heartland Hydrogen Task Force)所共同發起，是一個由加拿大政府部門、地方縣市、原民組織、經濟發展與慈善機構共同組成的聯盟，其成員如圖 177，旨在發展愛德蒙頓地區的低碳氫經濟，為愛德蒙頓地區、亞伯達省和加拿大在未來的乾淨能源領域奠定長期發展基礎，未來可將愛德蒙頓地區氫能中心的成功經驗，作為其他地區的區域氫經濟之複製藍圖。

該聯盟初始經費由加拿大西部經濟多元化部(Western Economic Diversification Canada，WD)，亞伯達省工業中心協會(Alberta's Industrial Heartland Association)與亞伯達省的亞伯達省減排計畫共同資助超過 200 萬加元。



圖 17、Edmonton Region Hydrogen Hub 成員。

### (1) 氫能推動

氫是一種多功能能源載體，因為燃燒時不會排放溫室氣體（GHG）在低碳能源的未來中發揮重要作用。在加拿大 2050 年淨零碳排目標中，藍氫或綠氫皆扮演重要地位，加拿大政府計畫全國各地各以其獨特的區域優勢和自然資源生產氫氣，例如擁有低成本天然氣且地質適合碳捕獲和儲存的省份將生產藍氫，而有低碳電力（水力發電、核電或再生能源）的省份則生產綠氫。

亞伯達省使用天然氣作為生產原料生產氫氣已有 50 多年的歷史，每年生產超過 240 萬噸氫氣，為全球最大的氫氣產地之一，也是加拿大生產氫氣和氫載體（例如氨和甲醇）最多的區域。加拿大 66% 的氫氣供應由亞伯達省生產，其中大部分在愛德蒙頓地區，因此該區在能源產業的工業規模生產、處理和安全使用氫氣方面累積了非常豐富的專業知識。亞伯達省利用天然能源發展低碳氫技術，除了基於天然氣，例如甲烷蒸汽重組(SMR)或自熱重組(ATR) 配合 CCUS 外，也研究利用風能和太陽能等再生能源電解氫、生物質製氫方法。

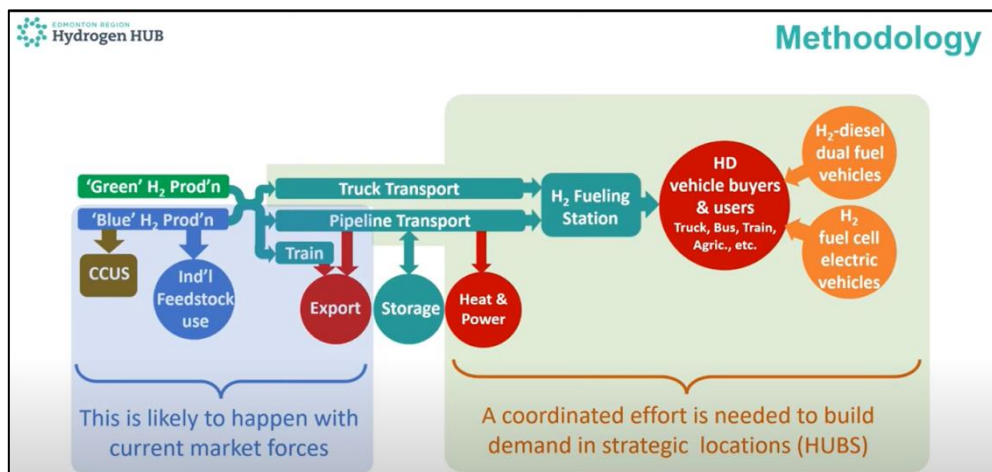
愛德蒙頓地區氫能中心的發展策略是根據氫價值鏈（圖 18），在 2022 年規劃了 34 個與氫氣生產、運輸和最終使用以及碳捕獲和儲存相關的計畫(圖 19)，預期將幫助愛德蒙頓地區未來走上淨零之路，並創造清潔環境能源就業機會。其具體已展開的項目領域包含將低碳氫用於市政和商用車隊、家庭和工業熱能和電力等。在氫氣於行動載具的應用研究方面，多項計畫持續進行，說明如下：

- A. AZETEC (亞伯達省零排放卡車電氣化合作組織)將開發和示範續航里程超過 700 公里的零排放卡車，內容包含以燃料電池發動機提供動力，鋰離子電池

組整合為混合動力的電動卡車（Fuel Cell Electric Vehicle，FCEV），並結合氫氣的生產、純化、壓縮裝置與用於商業加油的氣體傳輸模組。

- B. AZEHT（亞伯達省零排放氫運輸計畫）則是利用氫燃料電池電動巴士(Fuel Cell Electric Buses，FCEB) 在愛德蒙頓(Edmonton)、斯特拉斯科納縣(Strathcona)等市政府共享的道路進行道路試驗。
- C. Hydra 公司開發設計柴油引擎混合氫氣之交通車輛。
- D. 加拿大太平洋鐵路公司開始將氫燃料電池作為動力的實驗性長途運輸火車頭投入運營。

此外在氫氣輸送方面，則有 Fort Saskatchewan hydrogen blending pilot 計畫。此計畫內容是由 ATCO 公司從亞伯達省豐富的天然氣資源中提取氫氣，以體積 5% 濃度混合至 Fort Saskatchewan 的天然氣傳輸系統，研究氫氣如何安全有效地混合到天然氣傳輸分配系統中並減少溫室氣體排放。另外氫氣運輸材料研究與加氫站等項目現也已獲得資金投入。(圖 20)。



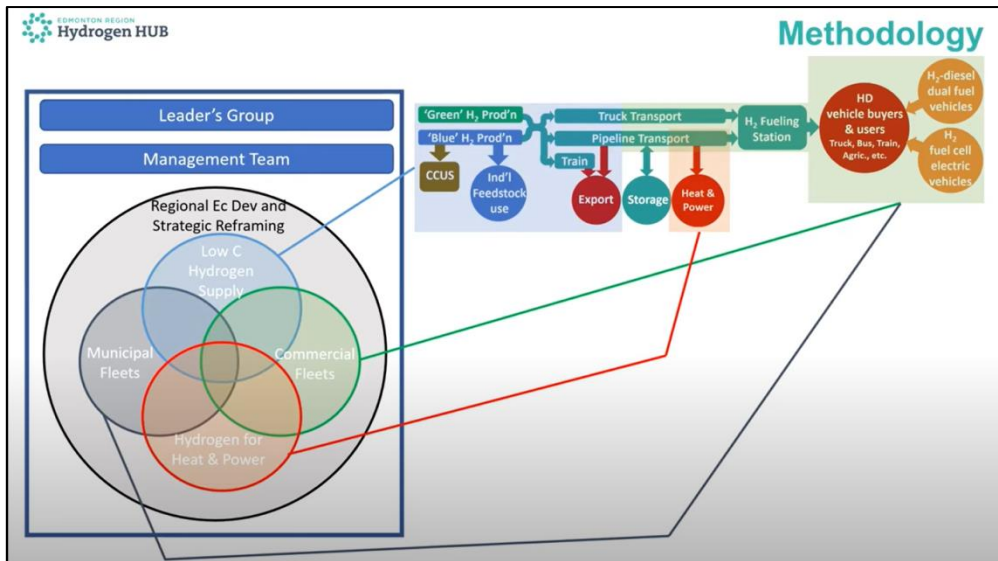


圖 18、愛德蒙頓地區氫能中心發展策略與氫價值鏈之關係連結。

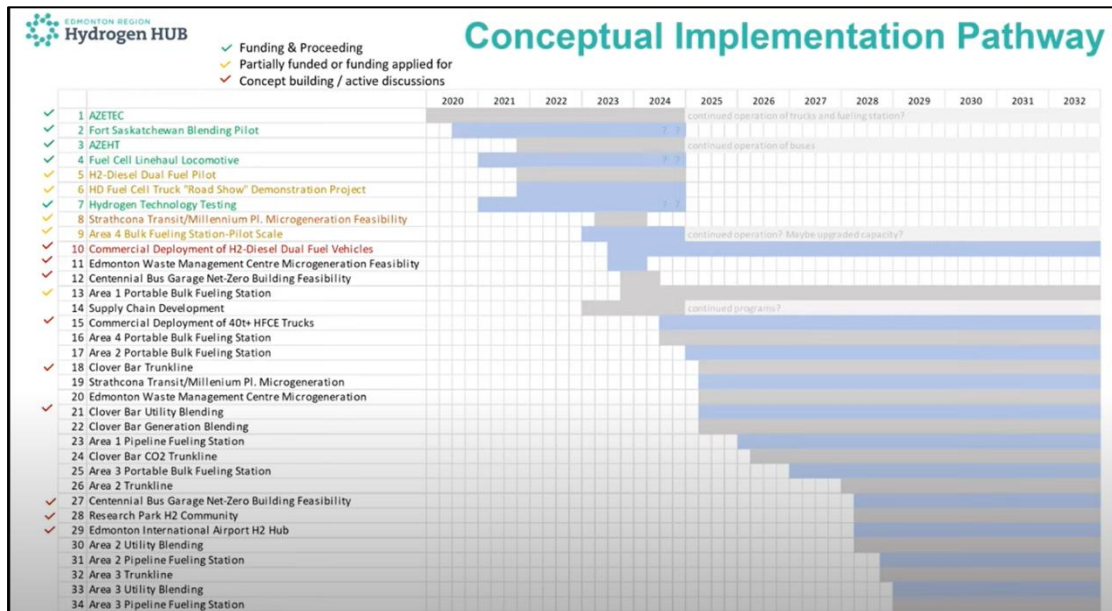


圖 19、愛德蒙頓地區氫能中心於 2022 年所公佈之氫計畫項目。

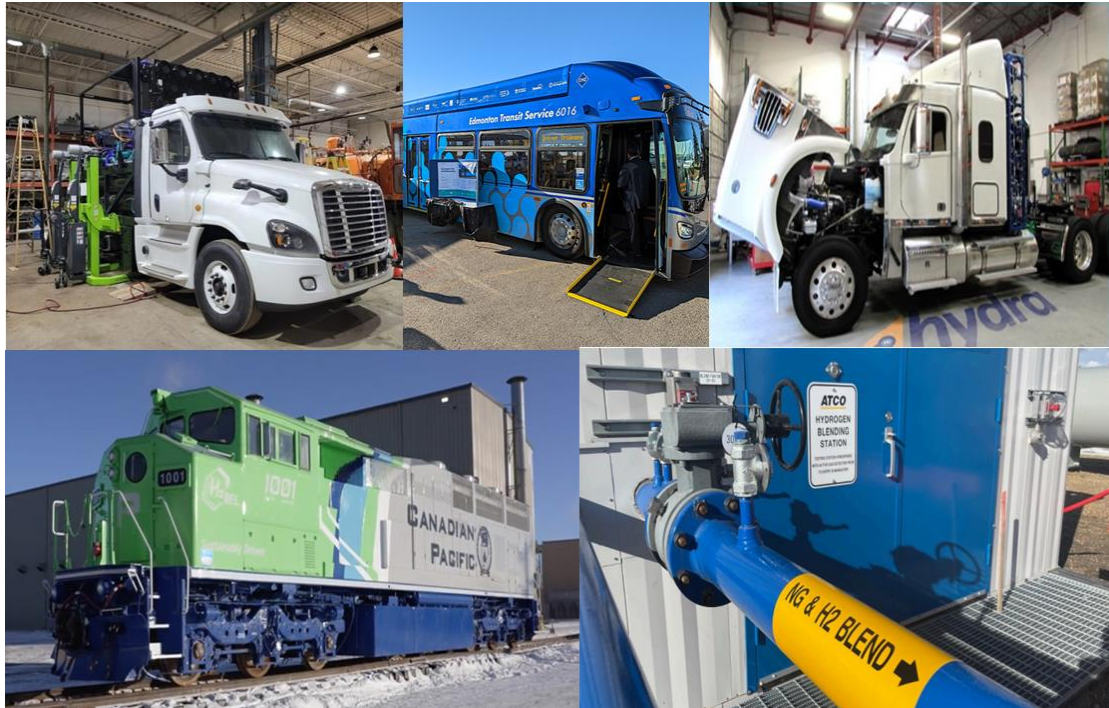


圖 20、愛德蒙頓地區氫能中心所展示各種以氫作為動能或能源之交通工具或天然氣管線



## 11.參訪 C-FER

■時間：09 月 14 日 09:30-11:30

■加方會談人員：Brian Wagg

■會議紀要：

加拿大管件研究與檢測驗證機構 C-FER Technologies，為 Alberta Innovates 的非營利子公司，是一家總部位於加拿大愛德蒙頓的技術公司，成立於 1997 年，為著名的油氣管線管理及應用技術的研究機構，擁有世界級的大型測試設備和能源領域優秀的工程專家，為企業的重要夥伴。其主要工作致力於油井管件新材料開發，延長管件壽命，並研發氫能管線相關測試技術。另外發展與制定加拿大 CSA(Canadian Standards Association)管件規範檢測驗證方法，如管件應力腐蝕測試方法(Full-scale pipeline SCC test)、全尺度(Full-scale)管件設計可靠度分析、管線安全以及洩漏偵測等。

目前，C-FER Technologies 正在建立一個新的系統，用於測試氫氣於管道環境中的運輸狀況。相關技術服務包含(1)傳統天然氣管道改建為氫氣管道的可行性評估，包含材料相容性測試、管道焊縫與裂紋段的測試，確保管道輸氫的可靠度；(2)安全性評估，如輸氫管道和設施洩漏建模以確定氫氣和混氫物的危險區域；(3)驗證地底下的儲氫設施結構，包含儲存井壓力評估、井口密封性測試等。

訪團有幸能拜訪加拿大 C-FER Technologies，參觀加拿大著名研究機構林德集團在管線的研究與測試設備的運作，本次參訪由 Brian Wagg (Director)接待，主要由先由訪團團員金屬中心蔡修安副組長說明「金屬中心於氫能材料與檢測技術的發展現況」，再由加方 Brian Wagg 說明 C-FER 整體研發能量，從 Brian Wagg 的分享中了解，多年來，C-FER 致力於促進石油管件系統和天然氣領域的領先技術的使用，以及建立完整的石油與地熱管件全尺寸測試實驗室，協助管件業者客製化開發檢測設備與地熱管件，因此，C-FER 建置全球最大的垂直式管件壓力測試設備，可在高壓，溫度，負載條件以及酸性環境下進行全面的管件測試，此外，C-FER 的客戶包括世界上大多數主要石油和天然氣公司、管件運輸公司和設備的製造商。

另外，C-FER 也建立許多模擬分析能量，可有效透過模擬與測試結果了解管件系統於不同環境參數下所產生的變化，例如利用有限元分析（FEA）來模擬設備的結構性能，計算流體動力學（CFD）來評估流量，侵蝕和熱傳遞以及風險和可靠性分析，以評估失效的可能性和後果。



圖 21、C-FER Technologies 介紹其整體研發能量

在會後交流與實驗室的參訪過程中，Brian Wagg 表示 C-FER Technologies 在地熱管件檢測驗證上建置了全球唯一的全尺寸管件環境模擬測試站，其中主要的項目有：

- 高溫流迴路生產模擬，可模擬管件系統和結構在生產時的循環和彎曲載荷。
- 大型壓力容器，用於模擬深水操作環境，同時施加彎曲和扭轉載荷。
- 特殊環境實驗室（SEL），用於包括腐蝕性和爆炸性環境的全尺寸地熱井的酸性測試。
- 管件洩漏模擬器，用來評估分析系統洩漏的可能性。

此外，團員也有提出目前國內許多產業在評估既有管線系統下，混氫管線的使用壽命與風險評估技術，Brian Wagg 表示 C-FER Technologies 也正在發展技術著手評估，對於工程驗證而言，會透過適應性評估的方式來進行材料與管件強

度的氫脆特性分析，未來也願意在此議題上與我國相關產學研單位合作，而金屬中心擁有多項檢測技術與實驗室，服務國內許多產業如金屬製品業、航太產業、石化產業與醫療器材等產業，而 C-FER Technologies 則致力發展工業管件檢測技術，未來金屬中心可以與 C-FER Technologies 加強互動與交流，利用國際合作的資源或模式協助國內業者引進管材腐蝕模擬等高階檢測技術。

本次參訪過程中，C-FER Technologies 團隊介紹相關技術與設備，在管線分析測試技術開發，透過新的技術方法來克服製造技術的瓶頸與缺點，並透過產業之需求投入長期的研發，同時培養技術及實力，未來不管是技術開發或是設備建立，相信在氫能管線系統相關測試分析技術上，C-FER Technologies 是值得合作的團隊，期待未來能夠有更多合作機會，為求提升國內氫能管線製造技術能力提升至國際市場規格，鏈結國內檢測能量，建置國際認證氫能管材檢測實驗室是不可避免的趨勢，亦能提升我國氫能產業技術水平與應用。

## 12. 臺加氫能圓桌會議 Canada-Taiwan Hydrogen Energy Roundtable Meeting

■時間：09 月 15 日 09:00-12:00

■加方會談人員：

- Rachel McCormick, Director General, International and Intergovernmental Affairs, Natural Resources Canada
- Jodi Robinson, Global Affairs Canada
- Anne-Sophie Proutiere, Invest in Canada
- Amandeep Garcha, Natural Resources Canada
- Olumoye Ajao, Natural Resources Canada
- Margaret Skwara, Natural Resources Canada
- Phil Tomlinson, Natural Resources Canada
- Oshada Mendis, Energy Efficiency and Technology Sector (EETS), Natural Resources Canada
- Andrew Johnston, National Research Council Canada
- Lorena Maciel, National Research Council Canada

■會議紀要：

加拿大自然資源部（Natural Resources Canada，簡稱 NRCan）負責制定和實施加拿大的能源、礦產資源和森林政策，並通過支持綠色和創新技術的發展來實現其目標。

### (1) 專題演講：臺加合作現況

加方 Global Affairs Canada 的 Jodi Robinson 分享雙方合作現況，首先，其說明我國目前為加拿大重要的貿易夥伴，每年定期舉行之臺加經貿會議，今年度會議將於 11 月辦理，雙方規劃簽訂臺加供應鏈韌性合作備忘錄，其中氫能領域亦規劃為合作項目之一。

### (2) 議題一：氫能政策

我方由經濟部能源署陳崇憲組長進行簡報，其說明我國淨零轉型與新及再生能源發展。能源安全、高占比的進口化石燃料能源及擴大再生能源比

例為我國能源三大課題。經濟部已訂定 2025 年能源轉型目標，以減煤、增氣、展綠、非核之發展方向為規劃原則。

我國於 2022 年公布臺灣 2050 淨零排放路徑，預計於 2050 年再生能源占整體電力結構 60~70%；氫能占 9~12%；天然氣結合 CCUS 占 20~27%，並將風能/光電、氫能、創新能源(如地熱)等納入淨零轉型關鍵戰略。

再生能源方面，我國已訂定 2025 年太陽光電累計設置量達 20 GW 之目標，考量國土面積有限，未來將視浮動式太陽光電為發展選項之一。離岸風電設置目標量將於 2025 年達 5.6 GW、2050 年達 40~55 GW，並採「示範獎勵、潛力場址、區塊開發」三階段來推動，第三階段區塊開發開放投入浮動式離岸風電技術，並刻正規劃相關機制(如躉購費率)推動浮動式離岸風電。

氫能發展規劃可分為應用面、供應面及基礎設施三大面向。其中，氫能應用著重於發電與工業製程；氫能供應來源於 2030 年前規劃自國外進口綠氫、藍氫；長期當國內擁有充足且穩定的再生能源時規劃自產氫氣；基礎設施則評估應用場域所需建設氫能相關設施，並評估輸儲設施。CCS 技術規劃則採前期試驗，中期為示範項目與基礎設施，長期將執行能源與工業部門部署，並擴大至離岸運作。

加方由 Natural Resources Canada 的 Amandeep Garcha 及 Olumoye Ajao 介紹加拿大氫能政策方向為強化氣候變遷方案、規劃氫能戰略、訂定潔淨電力標準，預計於 2030 年達到 100%零碳排電力系統及 2035 年起禁售內燃機汽車及輕型卡車。

目前加拿大的氫能發展利基於亞伯達省可產藍氫，並已建置北美首座氫能中心(Hydrogen Hub)、英屬哥倫比亞(British Columbia)省擁有燃料電池的產業和技術，此外，加拿大具有出口市場的優勢，其為全球前 10 氫氣生產者。當前加國的氫能行動方案為建立夥伴關係、打造低風險投資環境、建立相關規範與標準、創新、完善政策與法規、提昇公眾意識、打造全球市場與擘畫區域發展藍圖。加國預計於 2023 年生產 200-500 噸氫氣並出口。

在資金及政策面，加國則給予投資租稅扣抵並提供潔淨燃料基金 15 億用於支持清潔燃料生產能力、加拿大成長基金用於激勵私部門投資以及加拿大基礎設施銀行 100 億用於綠色基礎設施，並且整合跨境政策，加強與美

國的能源和資源夥伴關係、跨境氫能研發中心和氫能走廊開發。同時加國也積極與他國建立合作關係，如與德國、荷蘭、歐盟進行雙邊合作，並與日本辦理加日經濟與政策對話(Canada-Japan Economic and Policy Dialogue)，以及與美國能源部(Department of Energy, DOE)簽署潔淨能源合作備忘錄等；於多邊合作透過國際組織如 G7、IRNEA 及 IEA，建立雙邊及多邊合作關係。

於本議題的最後，加方進一步說明他們的氫能標準建立系統。自然資源部刻正與加拿大標準委員會(Standards Council of Canada, SCC)合作，目前已有 16 個工作小組，並規劃將先確認目前規範，盤點現階段尚缺乏之規範，例如有否為低重要性、新出現技術(如儲存、運送及出口氫氣)及與現有規範重複性等，進而了解缺乏相關規範的原因，若原因為重要性低或重複規劃，則傾向不處理；但若是因為新技術缺乏規劃，則須制定優先順序並提出規劃建議。

### (3) 議題二：氫能供應鏈及應用

加方由加拿大聯邦政府招商單位 Invest in Canada 的 Anne-Sophie Proutiere 分享，Invest in Canada 於 2018 年成立，作為政府的部門法人機構，該機構與全球企業合作，將企業與資源和計劃聯繫起來，以支持企業的成長計劃，引入合適的合作夥伴，以加速在加拿大的機會和成功。

有關加拿大氫能產業，加方列舉了於加拿大政府於不同地區有關氫能及減碳方案和產氫計畫，其中亞伯達省擁有低碳能源運輸的優勢，可透過管線運輸或運輸氨至西部，具成本優勢。加國政府於 2023 年預算案公佈了清潔氫投資租稅扣抵的相關規定，抵免程度將在核准專案成本的 15-40%之間，其中為了運輸氫氣，將氫轉化為氨所需的設備也提供 15% 的租稅扣抵，並僅適用於氨生產與清潔氫氣生產相關的情況。

我方由中油公司煉製研究所張仁耀副所長分享中油於氫能的發展現狀，說明我國於 2050 氫能的需求及供給分析及中油公司於我國氫能策略中為氫氣供給方，在長期規劃中，我國將配合氫氣進口以完成接收站以及基礎設施等計畫。而中油本身的供給策略，氫氣來源為透過天然氣重組以及碳捕捉技術生產藍氫以及液化天然氣生產綠氫，並建立加氫站及氫氣管線。中油將於 2023 年於南臺灣打造第一座國內加氫站，預計每日容量為 60 至 80 公斤氫氣，

可供 2 台氫能巴士或 10 台輕型氫能車使用；未來臺灣的加氫站分布將由點到面發展，現階段為確認執行面及相關規範的建立，最終目標為完成產業供應鏈讓加氫站能夠廣泛建置。

接下來，本訪團由台電公司系統規劃處黃子成副處長分享台電於淨零政策下的電力供給規劃，從現在到 2050 年，台電將陸續依據各地區特性及不同減碳技術，建立合適的發電廠。以臺中目前的興達發電廠為例，未來將於露天煤場安裝 LNG 機組及 CCS 設施，並拆除 5~8 號機組。根據氫氣技術的發展，液化天然氣裝置可能會與額外的離岸風電產生的綠氫混燒。目前台電佔了我國超過 50% 電力裝置容量，也指出太陽能及離岸風電皆有發展限制，為了 2050 零碳的發電目標，碳捕存技術、氫氣和氨氣同時也為減碳的有效工具，必須妥善規劃。

最後，本訪團由中鋼公司林佩勳正研究員說明中鋼公司之碳中和路徑圖，因應淨零碳排議題，中鋼設有節能減碳及碳中和推動小組，由董事長擔任負責人，總經理及執行副總經理擔任副負責人，主導全公司減碳與碳中和因應方針與策略規劃。該小組由公司治理暨永續委員會督導，依據推動成果將定期於公司治理暨永續委員會報告進度。中鋼訂定分階段減碳目標：設定 2018 年為基準年，短期(2025 年)較基準年減排 7%，中期(2030 年)較基準年減排 25%，並以 2050 年達成碳中和為努力目標。為能達成碳中和之目標，中鋼亦已規劃二階段之路徑，惟部份策略目前尚欠缺成熟技術、綠氫資源，且需改造設備，將面對技術、資源、成本等三大挑戰，中鋼將積極投入相關研發作業，最終目標是以氫代替碳，搭配碳捕存再利用技術，確保中鋼之減碳競爭力。

#### (4) 議題三：氫能研發創新技術

臺方由工業技術研究院量測中心標準與永續工程計量技術組吳鴻森副組長分享我國 2050 淨零碳排於氫能之規劃，以及工研院氫能技術發展現狀，包含產氫、輸儲、應用及標準法規四大面向。技術面將著重研發高效率產氫系統、SOFC(Solid Oxide Fuel Cell，固態氧化物燃料電池)發電應用及氫氣純化技術；於基礎設施方面，評估氫能運輸與儲存技術、發展商業化高壓及輕量化儲存槽，為氫氣輸儲及配送建立堅實的基礎設施。目前工研院已將沙崙

綠能科技示範場域作為氫能技術展示與驗證平台，具有複合儲能整合示範、氫能發電和工業應用技術驗證，為綠能科技產業重要的創新政策。

金屬工業研究發展中心檢測技術發展組蔡修安副組長則分享金工中心於氫能領域研發重點以及臺灣產業現狀，提及臺灣受到鹿特丹工業區氫產業鏈啟發，有部分氫能企業和國營企業參與，但現今工業燃燒和儲氫技術仍存在差距。氫氣儲存和運輸過程中，氫脆、焊接缺陷、管件耐壓等問題會造成使用過程中氫氣洩漏等安全隱患。目前的儲運現況是缺乏安全性、儲存能力低、不具經濟價值的儲存技術。臺灣缺乏固定式儲氫製造、應用和測試標準，導致安全測試、產品性能和驗證能力有限，因此需要推動氫能產業的產業化和商業化之平台。金工中心主要投入應用於高壓輸儲工業的抗氫脆銲接材料開發、銲接技術及防氫滲透表面處理技術，以及應用於加熱製程的氫氣與天然氣混燒技術、燃燒器設計開發與工業爐之整合。

加方則由 Natural Resources Canada 能源研究與發展辦公室(Office of Energy Research & Development, OERD)的 Oshada Mendis 分享該機構的氫能規劃，OERD 為領導加拿大政府提供能源研究、開發和示範 (RD&D) 資金，加速能源創新和清潔技術規劃。能源創新計畫(Energy Innovation Program, EIP)為該機構最主要的資助計畫，資金分配有潔淨及工業燃料轉換、碳捕存再利用研發以及低碳運輸；而聯邦政府能源研發強調的優先事項包括清潔氫氣的生產、運儲及最終使用，相關研究單位有加拿大國家研究院 NRC、CanmetENERGY Research Centre 和 Environment and Climate Change Canada。另加拿大國家研究院(National Research Council Canada, NRC)的 Andrew Johnston 和 Lorena Maciel 也介紹了其相關研究項目，有清潔燃料材料挑戰計畫、先進潔淨能源計畫、乾淨節能運輸以及低碳排航空計畫。

#### (5) 議題四：未來合作討論

就短期而言，雙方可就規範與標準交流，可透過雙方聯合研究計畫啟動合作，共同就發展挑戰及供應鏈合作進行研析，進一步規劃合作機制。

以中長期規劃，加方建議我國可考慮進口天然氣以分散進口來源，進口來源可將 British Columbia 省列入考量，其運輸成本較北美低廉；進口加拿大氫氣亦為可能合作選項。



表 3、臺加氫能圓桌會議議程

Time	Agenda
09:00 – 09:10	<b>Opening Remarks &amp; Introducing the Delegation</b> •CA: Rachel McCormick, Director General, International and Intergovernmental Affairs, Natural Resources Canada •TW: Chun-Li Lee, Deputy Director General, Energy Administration
09:10 – 09:20	<b>Canada-Taiwan Relations</b> •CA (10 mins): Global Affairs Canada: Canada-Taiwan bilateral relations, Indo-Pacific Strategy, Canada-Taiwan Economic Consultations (CTEC)
09:20 – 10:00	<b>Topic 1. Hydrogen Energy Policy</b> 1-1TW(15mins): EA <u>Taiwan’s Net Zero Transition and Hydrogen Energy Development</u> 1-2CA (15 mins): NRCan <u>National Hydrogen Strategy for Canada</u> 1-3Q&A (10 mins)
10:00 – 10:35	<b>Topic 2. Hydrogen Energy Supply Chain and Application</b> 2-1 CA (5 mins): Invest in Canada 2-2 CA (5 mins): NRCan <u>Transporting ammonia in Western Canada</u> 2-3 TW (5 mins): CPC <u>CPC Hydrogen Development</u> 2-4 TW (5 mins): TPC <u>Net-Zero Plan on Power Supply side with Natural Gas Bridge</u> 2-5 TW (5 mins): CSC <u>Carbon Neutrality Pathway of CSC</u> 2-6 Q&A (10 mins)
10:35 – 11:05	<b>Topic 3. Hydrogen Energy R&amp;D</b> 3-1 TW (5 mins): ITRI – Hydrogen Research and Development in Taiwan 3-2 TW (5 mins): MIRDC – Development of Hydrogen Technology in the MIRDC 3-3 CA (5 mins): NRCan hydrogen R&D initiatives 3-4 CA (5 mins): Hydrogen Activities at the NRC

Time	Agenda
	3-5 Q&A (10 mins)
11:05 - 11:20	<b>Coffee Break</b>
11:20-11:45	<b>Topic 4. Discussion on Future Cooperation on Hydrogen Energy</b> 4-1 International Engagement: Multilateral and Bilateral Examples 4-2 Bilateral Platform for Future Cooperation 4-2 Potential Areas for Canada-Taiwan Hydrogen Cooperation (i.e., topics to explore in joint study) 4-3 Q&A
11:45-12:00	<b>Closing Remarks</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>•NRCan</li> <li>•EA</li> </ul>

### 13.參訪 CanmetENERGY Research Centre

■時間：09 月 15 日 13:30-15:00

■加方會談人員：

- Marc Wickham, Acting Director General
- Eddy H. Chui, Carbon Management Technologies Director

■會議紀要：

加拿大自然資源部能源技術中心(CanmetEnergy)隸屬於加拿大自然資源部(NRCan)，位於 Ottawa 的研究中心聚焦在潔淨能源技術研發，包含再生能源、建築、工業製程、運輸、潔淨化石燃料及 CCUS 研究。本次拜訪的研究群為低碳及再生能源部門。

該機構自 2019 年至 2022 年期間研究從甲烷生產氫氣，包含天然氣脫碳技術，並探討氫應用於發電與工業部門的可行性。2020-2022 年期間研究透過煉鋼製程產生的高溫，發展熱裂解天然氣脫碳產氫技術。

加拿大電力結構中，低碳電力占比約 82 %，其中風力發電約 6 %。加拿大正積極發展風力發電及對應的製氫技術，主要規劃區域在東海岸，以 Newfoundland 省為代表，目前規劃 2030 前建置 5 GW 機組及 1 GW 的產氫能量。而該機構在風力發電研發主軸為：鑑別風力發電開發的潛在區域、進行可能的影響評估以及建立現有風力機組資料庫，以作為整體風力發電發展的參考。加拿大目前主要的幾個風力規劃專案及區域：NOVA SCOTIA 省(Sea-Breeze Tech Demonstration Project, 100 MW)、Newfoundland & Labrador 省(St. George' s Bay, 180 MW)、British Columbia 省(Hecate, 400 MW)。

化石燃料產氫結合 CCUS 技術，研究鎖定高壓 100 bar 以上二氧化碳的傳輸與儲存。對應藍氫的發展路徑，以每年 80 噸的儲存及傳輸進行模擬、監測技術規劃及法規評估，目前加拿大針對二氧化碳離岸傳輸，尚未有法規適用，正進行評估。

該機構最具規模的示範驗證設備為 1 MWth 的富氧燃燒示範工廠，結合 CO<sub>2</sub> 處理系統（最大 15 barg）。同時該機構正發展二氧化碳捕獲技術，以吸附劑分離

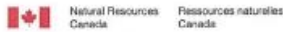
二氧化碳與氫氣，其工作溫度可達 120 度。

該機構並介紹化石燃料產氫中的氫與二氧化碳的儲存與地下隔離技術，其具備 CCUS 的內部化學分析實驗室，包括用於吸附劑和氧載體反應動力學表徵的加壓熱重和差熱分析、結塊和結垢檢測系統。其協助地底鹽穴的二氧化碳注入與洩漏監測，並對於地底鹽石成分在壓力溫度的特性進行分析。



圖 22、訪團於 CanmetENERGY Research Centre 合影

表 4、CanmetENERGY Research Centre 參訪行程



### AGENDA

CanmetENERGY Ottawa – Taiwanese Hydrogen Delegation CE-O Lab Visit  
 September 15<sup>th</sup>, 2023- 1:30 PM  
 1 Haanel Drive, Ottawa, ON

Time	Object	Host
Arrival time	Arrival at guardhouse *Business Office to meet and coordinate with gate to allow drop-off by bus	Visitors show GoC Employee ID and/or Gov't issued ID to Commissionaires on arrival
1:30-1:35	Enter Timm Building (#3), escorted to main boardroom (Room 107)	CanmetENERGY Ottawa Business Office
1:35-1:50	Welcoming remarks and introduction to CanmetENERGY Ottawa, roundtable as needed	Marc Wickham, PhD Acting Director General and Director Buildings and Renewables Group
1:50-1:55 mins	Safety briefing and distribution of PPE, health break as needed	Marc Wickham, PhD and CanmetENERGY Ottawa Business Office
1:55-2:55	Facility tour (see schedule below)	Various (see schedule below)
2:55-3:00	Q&A and closing remarks, return PPE	Marc Wickham, PhD

Facility Tour		
Time	Object	Host / Presenter
1:55-2:10	Green Hydrogen Production from Offshore Wind Resources Timm Building (#3 - Boardroom 107)	Ryan Kilpatrick (M.E.Sc.)
2:10-2:15	Travel to Buildings #4 and #5 (Robin to lead from Boardroom)	
2:15-2:30	Carbon Capture Utilization and Storage (CCUS) for production of fossil-based hydrogen	Robin Hughes, (PhD) Robert Symonds, and (PhD) Scott Champagne (M.A.Sc.)
2:30-2:35	Travel to Building #1	
2:35-2:50	Storage and Subsurface Sequestration of hydrogen and/or CO2 from fossil-based hydrogen production	Dave Ryan, (B.A. Hons.) Dru Heagle (PhD)
2:50-2:55	Travel - Return to Timm Building (#3)	

### 三、結論與建議

臺灣為加拿大在全球 11 大、亞洲第 5 大的貿易夥伴，與加拿大的雙邊貿易持續穩定增長，是為長期經貿往來之合作夥伴。此外，加拿大於氫能發展已有豐富經驗，且視氫能為實現淨零排放目標的關鍵技術，積極規劃氫能發展與應用，為我國再生能源重要合作夥伴。此行與加方就推動實務面所面臨之狀況與做法進行交流，從中汲取加拿大之技術發展與推動經驗。

加國之氫能推動上具有發展利基，愛德蒙頓地區因擁有天然氣資源，其具有生產全球最低成本零碳氫能的能力，加上當地政府積極投入氫經濟所有領域包括生產、創新、氫利用技術和研究的各項投資，為未來重要氫能發展區域；而 BC 省則有發展燃料電池之技術與利基。

在政策推動面，目前加方透過提供多項低碳領域之研究創新計畫，並輔以租稅扣抵(tax credit)及碳價(carbon price mechanism)方案作為投資誘因，以逐漸形成此新興市場。

在貿易合作面，從加拿大西海岸運送到亞洲市場的時間，相較於美國墨西哥灣沿岸運送到亞洲市場，約為一半的時間（11 至 13 天對比 20 天），較其他北美液化天然氣計畫都短，可作為我國未來天然氣進口來源或氫能合作之選項之一。

另本次訪團參加於愛德蒙頓市辦理之加拿大碳捕捉展會(Carbon Capture Canada, CCC)與拜會相關業者，透過實地參訪瞭解加國於碳捕存再利用技術之發展現況及未來方向。

# Net-Zero Transition and New/Renewable Energy Development in Taiwan

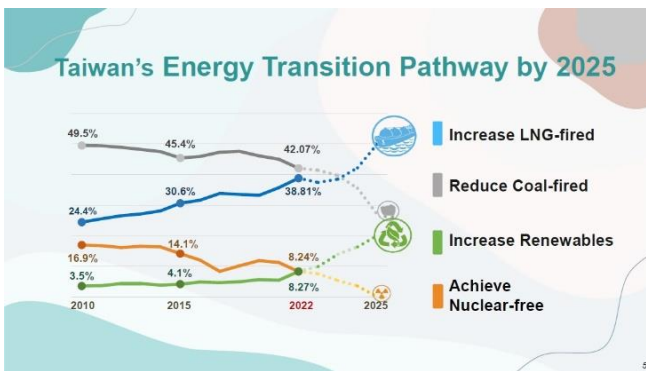
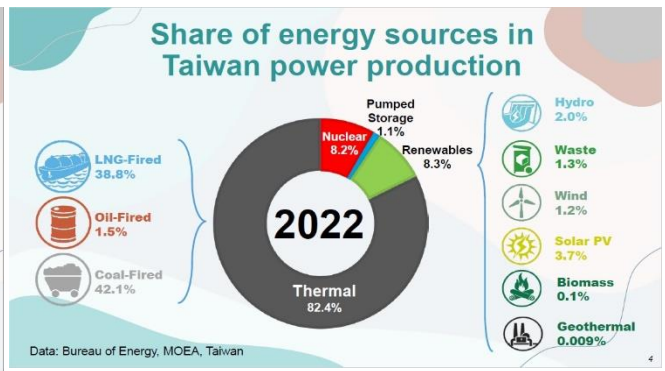
CHUNG-HSIEN CHEN, Ph.D.  
 Director, Energy Technology Division  
 Bureau of Energy, MOEA  
 Sep. 2023

## Outline

- 01 / Taiwan's Energy Situation
- 02 / Net Zero Transition
- 03 / Targets and Key Strategies
- 04 / Conclusion

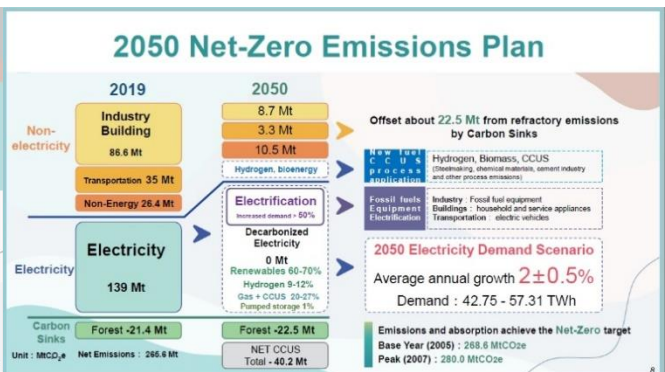
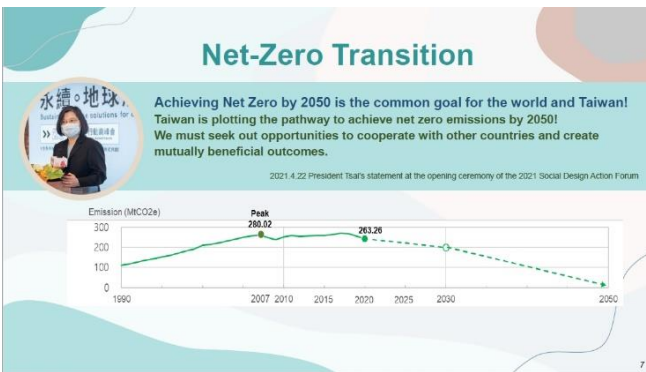
## Taiwan's Energy Situation

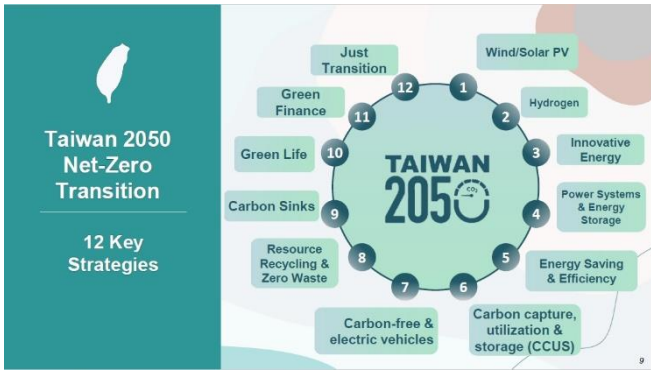
# PART 01



## Net Zero Transition

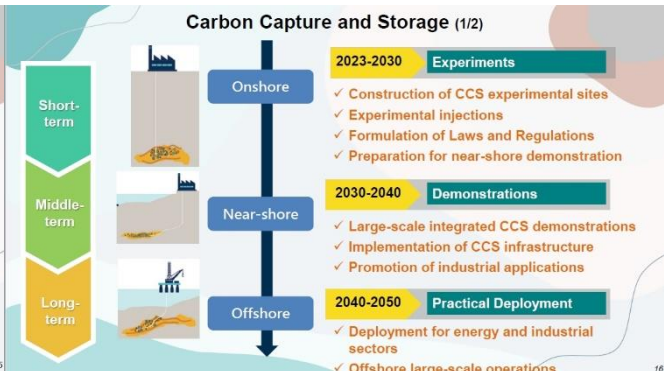
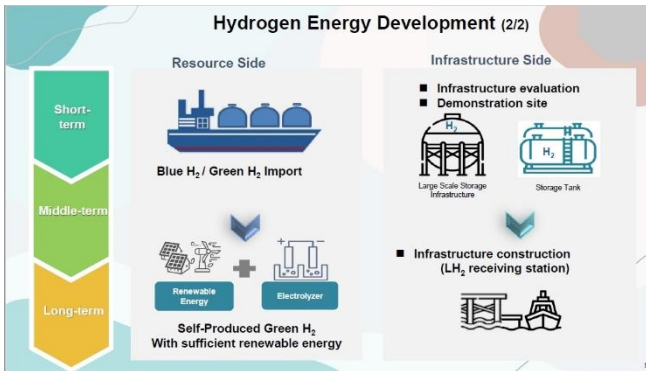
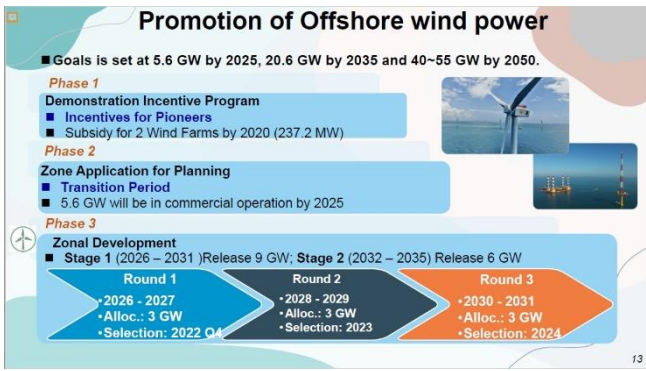
# PART 02





## Targets and Key Strategies

# PART 03





## Carbon Capture and Storage (2/2)

- ✓ MOEA CCS validation project led by state-owned enterprises to demonstrate the **feasibility** and **safety** of CCS in Taiwan.
- ✓ Provide domestic **scientific data** to support the formulation of relevant **laws and regulations**.



Source Neighboring power plant or factory

- ✓ 3D seismic surveys and environmental monitoring
- ✓ Well drilling and injection facility constructing



Source CO<sub>2</sub> capture pilot plant (2,000 ton/yr)

- ✓ Environmental baseline survey and monitoring
- ✓ Planning and design of injection facilities
- ✓ Safety assessment and monitoring project planning

17

## Conclusion

# PART 04



18

- ◆ Confronting with the highly dependence on imported energy, a net zero transition plan **help boosts energy independence**.
- ◆ Energy transition is at the central of Net-zero transition, zero carbon strategies will focus on **development of renewables and innovative energy technologies** (e.g. hydrogen).
- ◆ Most of the energy-related strategies are industry-oriented, which will be driven by joint efforts and further **international cooperation**.



## Thank you.

CHEN, Chung-Hsien (陳崇憲), PhD.

Director, Energy Technology Division  
Bureau of Energy, Ministry of  
Economic Affairs

E-mail: ctchen2@moeaea.gov.tw  
ctchen62@gmail.com

