

出國報告（出國類別：開會）

臺加氢能訪問團 出國報告

服務機關：經濟部能源署、產業技術司

姓名職稱：游振偉署長、蔡秀芬組長、李芳蘭科長

派赴國家：加拿大

出國期間：2024年4月17日至2024年4月28日

報告日期：2024年6月21日

內容摘要

本訪問團出訪目的係為促進臺加雙方於氫能領域之交流與合作，並就推動規劃與現況相互瞭解。訪團拜會加拿大聯邦與地方官方單位，包括與加拿大自然资源部辦理「臺加氫能圓桌會議」、拜會加拿大環境及氣候變化部、亞伯達省政府、卑斯省政府等，雙方就氫能政策推動情形進行意見交換，並強化雙邊氫能技術和資訊交流。訪團赴亞伯達省參加「加拿大氫能大會」，該會展示氫能與燃料電池最新研發成果，並舉辦氫能技術研討會，訪團透過參與研討會汲取最新氫能技術發展資訊。

此外，訪團拜會加拿大氫能相關業者，包括 Northland Power、Next Hydrogen、Shell、Savante Technologies、Dark Matter Materials、Ballard Power Systems、Blackjack 加氫站、Powertech Labs、HTEC (Hydrogen Technology & Energy Corporation)，深入了解加拿大於氫燃料電池、載具等產品與市場發展情形。

此行亦參加卑詩省與臺灣駐加拿大經濟文化辦事處合辦之「建立橋梁：探索臺加雙邊貿易商機」座談會，分享我國能源政策與淨零發展推動情形，說明氫能於能源轉型之重要性，以及加拿大於潔淨能源領域之發展優勢及市場潛力，期待兩國於氫能發展有進一步合作機會。

此行與加拿大就氫能推動實務面所面臨議題與做法進行交流，從中汲取加方經驗與知識，作為未來國內政策規劃與技術研發之參考，並推動與加拿大建立制度化交流平台，深化雙邊合作關係。

目錄

壹、 目的及行程紀要	1
一、 目的	1
二、 行程紀要	1
貳、 訪團行程及工作內容	2
一、 參訪行程	2
二、 我方代表團成員	3
三、 參訪紀要	4
參、 心得及建議	56

圖目錄

圖 1、臺加氢能圓桌會議合影	7
圖 2、訪團與環境及氣候變化部代表合影	10
圖 3、訪團拜會 Northland Power 公司	12
圖 4、訪團拜會 Next Hydrogen 公司	14
圖 5、亞伯達省議會合影	15
圖 6、拜會 Shell 公司	16
圖 7、訪團於加拿大氢能大會合影	18
圖 8、金屬工業中心與 C-FER 簽訂 MoU	18
圖 9、訪團參觀加拿大氢能大會展覽	19
圖 10、加拿大氢能大會演講 1	21
圖 11、加拿大氢能大會演講 2	23
圖 12、加拿大氢能大會演講 3	24
圖 13、加拿大氢能大會演講 4	25
圖 14、加拿大氢能大會演講 5	27
圖 15、加拿大氢能大會演講 6	31
圖 16、訪團與亞伯達省政府會議	36
圖 17、拜會 Blackjack 加氫站	39
圖 18、訪團拜會 Ballard 公司	41
圖 19、示範性吸脫附卡匣	44
圖 20、拜會 Svante 公司	44
圖 21、拜會卑詩省政府	46
圖 22、探索臺加雙邊貿易商機座談會議講者、與談人合影	48
圖 23、訪團拜會 Powertech 公司	52
圖 24、訪團拜會 HTEC 公司	54
圖 25、HTEC 加氫站	55

表目錄

表 1、臺加氫能圓桌會議議程	8
表 2、拜會加拿大環境及氣候變化部會議議程	10
表 3、探索臺加雙邊貿易商機座談會議程	49

壹、目的及行程紀要

一、目的

為強化我國與加拿大氫能技術交流及促進雙邊合作機會，加速國內氫能推動，2024 年 4 月由能源署游署長振偉率團，邀集經濟部氫能推動小組重要成員訪加，並於 4 月 19 日與加拿大自然资源部（NRCan）舉辦「臺加氫能圓桌會議」，期望雙方未來建立定期性之「臺加能源對話機制」，針對氫能進行技術與資訊交流。此外，透過實地參訪與拜會氫能相關政府單位與業者，汲取加拿大於氫能政策及產業技術之實務操作經驗，以結合國內發展需求，有效規劃我國相關領域之策略。

二、行程紀要

訪加期間參訪與拜會單位包含加拿大自然资源部(Natural Resources Canada, NRCan)、加拿大環境及氣候變化部 (Environment and Climate Change Canada, ECCC)、亞伯達省能源與礦物資源部(Ministry of Energy and Minerals)、以及 Ballard、HTEC、Northland Power、Next Hydrogen、PowerTech、Shell、Svante 等公司；並參加加拿大氫能大會(Canada Hydrogen Convention 2024)，參觀各種氫應用展覽及參加多場技術研討會，並與若干機構、公司對談，及參加卑詩省與臺灣駐加拿大經濟文化辦事處合辦之「建立橋梁：探索臺加雙邊貿易商機」座談會。

貳、訪團行程及工作內容

一、參訪行程

出訪日期為 4 月 17 日至 4 月 28 日，共計 12 日。詳細行程安排與參訪重點說明如下：

日期	行程內容摘述	
	訪問對象	住宿地點
4/17(三)	去程搭機(台灣→加拿大溫哥華)	溫哥華
4/18(四))	與駐加拿大臺北經濟文化代表處會面	渥太華
4/19(五)	氫能圓桌會議及拜會加拿大環境及氣候變化部	渥太華
4/20(六)	搭機至加拿大多倫多	多倫多
4/21(日)	內部工作會議	多倫多
4/22(一)	拜會 Northland Power 及 Next Hydrogen 公司	愛德蒙頓
4/23(二)	拜會 Shell、參加加拿大氫能大會（亞伯達省能源礦物部會議、亞伯達省議會）	愛德蒙頓
4/24(三)	參訪 Dark Matter Materials 及參與金屬中心與 C-FER MoU 簽約儀式	愛德蒙頓
4/25(四)	參訪 Blackjacks 加氫站、拜會巴拉德動力公司 Ballard Power Systems、拜會 Svante Technologies Inc	溫哥華
4/26(五)	拜會卑詩省政府、「建立橋梁：探索臺加雙邊貿易商機」座談會、拜會 Powertech Labs Inc 及 HTEC(Hydrogen Technology & Energy Corporation)	溫哥華
4/27(六) 至 4/28(日)	回程搭機(加拿大溫哥華→台灣)	

二、我方代表團成員

代表團由經濟部能源署游振偉署長擔任團長，團員共 19 位。

	機構	姓名	單位及職稱
1	經濟部能源署	游振偉	署長
2	經濟部能源署	蔡秀芬	組長
3	加拿大駐臺北貿易辦事處	敬獵人	處長
4	經濟部技術司	李芳蘭	科長
5	台灣電力股份有限公司	吳浩平	綜合研究所 機械工程師
6	台灣中油股份有限公司	張揚狀	綠能科技研究所 組長
7	台灣中油股份有限公司	陳勁中	煉製研究所 組長
8	工業技術研究院	萬皓鵬	綠能所 副所長
9	工業技術研究院	賴秋助	材化所 副所長
10	工業技術研究院	張文昇	綠能所 組長
11	工業技術研究院	周思廷	綠能所 專案總監
12	工業技術研究院	羅仕明	機械所 業務經理
13	金屬工業研究發展中心	王俊傑	副執行長
14	金屬工業研究發展中心	林恒育	處長
15	金屬工業研究發展中心	蔡修安	檢測技術發展組 副組長
16	駐加拿大台北經濟文化代表處	劉志宏	組長
17	駐多倫多台北經濟文化辦事處	廖政豪	組長
18	駐加拿大台北經濟文化代表處	陳重江	秘書
19	駐溫哥華台北經濟文化辦事處	夏念廷	秘書

三、 參訪紀要

(一) 臺加氫能圓桌會議

1. 時間：2024 年 4 月 19 日

2. 主席：

(1)加方-加拿大自然資源部國際與省際事務司長 Rachel McCormick

(2)臺方-經濟部能源署署長 游振偉

3. 加方會談人員：

(1)Rachel McCormick, Director General, International and Intergovernmental Affairs, Natural Resources Canada

(2)Katrina Marsh, Director, Bilateral Affairs, Strategic Policy and Innovation, Natural Resources Canada

(3)Amandeep Garcha, Deputy Director, Natural Resources Canada

(4)Chris Krasowski, Western Canada/Indo-Pacific Lead, Natural Resources Canada

4. 會議紀要：

加拿大自然資源部 (Natural Resources Canada, NRCan) 係加拿大聯邦政府部門之一，負責制定及實施加拿大能源、礦產資源與森林政策，通過支持綠色及創新技術發展以實現其目標。2020 年發表加拿大氫能發展戰略，為加拿大自然資源部重要措施，以支持加拿大能源轉型，實現碳中和目標，促進加拿大氫能與燃料電池產業之發展。

(1)議題一：淨零轉型

臺方：我方由經濟部能源署蔡秀芬組長說明我國淨零轉型與氫能政策，以及由工研院分享我國離岸風電發展現況。內容包括介紹我國目前電力結構、經濟部訂定之 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與淨零轉型，以及我國於 2022 年公布之臺灣 2050 淨零排放路徑，再生能源於 2050 年將占整體電力結構 60~70%；氫能占 9~12%；燃氣機組結合 CCUS 占 20~27%，並將風能/光電、氫能、創新能源等納入淨零轉型關鍵戰略。

另外，介紹我國氫能發展規劃可分為應用面、供應面及基礎設施三大面向。氫能供應來源規劃自國外進口綠氫、藍氫，待國內擁有充足且穩定之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及輸儲設施；氫能應用則著重於混燒發電以及運輸部門與工業部門減碳。

加方：加拿大自然资源部 Katrina Marsh 分享臺加能源合作現況，首先說明加拿大之豐富資源，包括水力、再生能源資源、礦物資源等。其次說明減碳目標，包括 2050 年達成淨零排放，2030 年碳排將較 2005 年降低 40%、石油及天然氣產業之排放量較 2005 年減少 31%；預計於 2030 年達到 100% 零碳排電力系統，以及 2035 年實現新車銷量皆為電動車；在投資目標方面，2015 年起之潔淨成長投資超過 1,000 億美元，以及潔淨經濟投資信貸超過 600 億美元。

另外，介紹加拿大一系列再生能源抵稅措施，相關措施包括針對綠色氫能投資提供 15-40% 稅收抵免 (Clean Hydrogen Investment Tax Credit)，以及風能、太陽能、儲能系統之投資提供 30% 清潔技術投資稅收抵免 (Clean Technology Investment Tax Credit)、清潔電力投資稅收抵免 (Clean Electricity Investment Tax Credit)，以及針對再生能源、儲能系統和回收關鍵礦物之機器設備投資成本提供 30% 清潔製造稅收抵免 (Clean Manufacturing Investment Tax Credit) 等。

(2) 議題二：氫能發展與技術研發

臺方：由工研院介紹氫能技術發展，包括氫能技術推動策略，氫能技術研發項目，如固態燃料電池、氫氣純化、質子交換膜燃料電池金屬雙極板、AEM 電解技術，以及電解整合系統等。

加方：加拿大自然资源部 Amandeep Garcha 與 Chris Krasowski 介紹加拿大氫能發展動態，包括 2024 年將出版氫能戰略進度報告，內容包括更新 2020 年出版之氫能戰略，並展示主要發展計畫、政策、市場等，以及預測氫能於 2050 淨零之角色。另加拿大已就氫能產業鏈所需之標準進行盤點規劃。

此外，加方於會議中分享甲烷裂解為題投稿氫能期刊之文章，該文章提到甲烷裂解技術應用與其經濟性分析，由於此項技術對於減碳具有相當效益，

同時與其他產氫技術相較之下具有成本上優勢，因此在應用上具有相當之可應用性，惟關鍵技術仍須突破。

在氫能源研發方面，加拿大聯邦政府預計每年投入五千萬加幣，從產、輸、儲三方面進行潔淨氫能源科技之開發，實際執行單位則包括國家級研究單位與實驗室，如 NRC、Canmet Energy，以及 ECCC 等單位。

加拿大氫能/氨發展戰略包括：

- A. 國家氫能戰略於 2020 年發布。
- B. 氫能為全球能源系統脫碳之重要關鍵：加拿大為前十名氫能生產國及創新氫與燃料電池技術（研發）領導者。
- C. 氫能出口至亞洲市場之優勢：豐富且廉價之天然氣原料、適合發展 CCUS 之地質條件、自西海岸至亞洲之運輸時間較短、擁有潔淨電力、創新能力、技術熟練之勞動力。

加拿大氫能相關計畫：

- A. 西岸及東岸共計有幾個數十億美元之計畫 (290 億美元)。
- B. 最終投資將評估出口至亞洲/歐洲。
- C. 殼牌、三菱公司生產低碳氫 (10 億美元)
- D. POSCO 綠色氨計畫 (2026 年建成)。
- E. 北方石化公司預計 2026 年將出口氫氣 (25 億美元)。
- F. Marubeni 與 Pembina 公司簽署氨出口合作備忘錄。

另外，加拿大及臺灣雙邊合作歷程上，包括 Northland Power 公司及日本三井物產公司將在臺灣建造 1 GW 離岸風電場 (90 億美元)、2023 年 12 月於渥太華舉行第 19 屆臺加經貿對話會議，加拿大自然資源部副部長 Vandergrift 與我國經濟部政務次長陳正祺會面，加拿大及臺灣簽署供應鏈韌性合作框架。

(3)議題三：未來合作討論

雙方於會中就日後交流方式進行討論，並達成共識可朝建立定期對話平台之方向，進一步規劃合作機制，亦可透過現有多邊合作平台，如 APEC 進行交流。



圖 1、臺加氫能圓桌會議合影

表 1、臺加氫能圓桌會議議程

Time	Agenda
10:00 –10:10	Opening Remarks & Introducing the Delegation - CA: Rachel McCormick, IIA, NRCan - TW: Cheng-Wei Yu, EA, MOEA
10:10 –10:35	Topic 1. Net Zero Transition - TW: Taiwan's Net Zero Policy (5 mins, EA) - TW: Renewable energy Investment: Off-shore wind power (5 mins, ITRI) - CA: Canada's Net Zero Policy (10 mins, NRCan) - QA : (5 mins)
10:35 –11:00	Topic 2. Hydrogen Development and R&D - TW: Taiwan's Hydrogen Development and R&D (10 mins, ITRI) - CA: Canada's Hydrogen Development (10 mins, NRCan) - QA : (5 mins)
11:00 –11:10	Coffee Break (10 mins)
11:10 –11:20	Topic 3. Discussion on TW/CA Bilateral Cooperation Discussion (10 mins)
11:20–11:30	Closing Remarks - TW: Cheng-Wei Yu, EA, MOEA - CA: Rachel McCormick, IIA, NRCan

(二) 拜會加拿大環境及氣候變化部

1. 時間：2024 年 4 月 19 日

2. 加方會談人員：

(1) Paola Mellow, Executive Director, Low Carbon Fuels Division, ECCC

(2) Bryan Luck, Manager, Europe, Asia, African, Oceania Division, International Affairs Branch, ECCC

(3) Mackenzie Wylie, ECCC

3. 會議紀要：

我方分享我國邁向淨零碳排之能源策略，包括介紹我國能源發展現況、能源轉型路徑、淨零發展策略、再生能源推動現況以及相關能源部門轉型之措施與法規。

加方分享加拿大為因應氣候變遷所制定之清潔燃料法規(Clean Fuel Regulations, CFR)，該法規於 2022 年 6 月 21 日生效，2022 年 7 月 6 日於《加拿大公報》發布，要求汽油和柴油供應商需降低在加拿大生產或進口燃料之排碳密度，促進清潔技術和低碳燃料之使用，預期於 2030 年，每年可降低約 26.6 百萬噸碳排放。

主要供應商每年需創造或獲取減碳額度，建立額度方式包括：減少在加拿大使用之液體化石燃料排碳量、生產和進口低碳燃料、提供燃料或能源於先進技術車輛。額度乃由供應商和自願參與者建立，其獲取之額度可在市場上交易。

會中交流時，加方分享推動此法案相關資訊，ECCC 於清潔燃料法規上主要扮演第三方角色，需獲取額度之主要參與者包括煉油業者、油氣公司和部份自願參與者(主要為電動車業者)。



圖 2、訪團與環境及氣候變化部代表合影

表 2、拜會加拿大環境及氣候變化部會議議程

Time	Agenda
14:30 –14:45	Opening Remarks & Introducing the Delegation • CA: Paola Mellow • TW: Hsiu-Fen TSAI, EA, MOEA
14:45 –15:15	Topic. Overall Carbon Management Strategies in Energy Sector • TW: Taiwan's Energy Strategies Towards Net Zero (10 mins, ITRI) • CA: Canada's carbon management, incentive and mechanism (10 mins, ECCC) • QA and future cooperation opportunity (10 mins)
15:15–15:25	Closing Remarks • TW: Hsiu-Fen TSAI • CA: Paola Mellow
15:25 –15:30	Group Picture and Gift exchange

(三) 拜會 Northland Power 公司

1. 時間：2024 年 4 月 22 日

2. 加方會談人員：

(1) David Timm, Global Head of Public Affairs, Northland Power Inc.

(2) Yonni Fushman, Chief Legal Officer & EVO Sustainability, Northland Power Inc.

(3) Adam Beaumont, Vice President, Finance and Head of Capital Markets, Northland Power Inc.

3. 會議紀要：

Northland Power 公司於 1987 年成立，總部位於加拿大多倫多，為全球獨立發電商與離岸風電產業世界領導者，致力於透過再生能源發電，實現能源轉型。

Northland Power 公司介紹其在全世界之離岸及陸域風電設置狀況，目前在北美、歐洲及亞太地區皆有陸域與離岸風電案場，陸域案場大部分位於美洲，離岸案場主要位於歐洲與我國，Northland Power 公司於我國離岸風場之投資為海龍離岸風電，共有三期，整體裝置容量達 1GW。

海龍離岸風電第二期與第三期尚在建造中，由於我國氣候特性，通常在冬季東北季風較強烈之時間帶無離岸風電建造與出海維護計畫，故根據 Northland Power 公司排程，預計海龍離岸風電二期於 2026 年併網，海龍離岸風電三期於 2027 年併網。

第二期與第三期案場採用 SGRE 風機，於臺中西門子組裝廠進行生產。目前 Northland Power 公司參與我國第三階段區塊開發之北能風場獲配 500 MW，考量市場條件等因素後放棄，未來 Northland Power 公司也將持續與我國經濟部溝通，尋求開發與投資機會。



圖 3、訪團拜會 Northland Power 公司

(四) 拜會 Next Hydrogen 公司

1. 時間：2024 年 4 月 22 日
2. 加方會談人員：Rob Campbell, Chief Commercial Officer, Next Hydrogen Solutions Inc.
3. 會議紀要：

Next Hydrogen 公司由 Dr. Jim Hinatsu 和 Dr. Michael Stemp 於 2007 年共同創立。公司成員擁有超過 60 年電解水經驗，致力於改善鹼性電解槽(alkaline water electrolyzers, AE)設計架構，並獲得 40 項專利。其架構設計操作靈活，可利用再生能源的間歇性輸出能量產氫。目前第二代“GEN2”水電解槽技術已達到能效目標 1 A/cm^2 , 70°C @ 1.90 V/cell 。

該公司於 2023 年 12 月和 Casale (生產化肥和基礎化學品)簽訂合作備忘錄，採用 Next Hydrogen 獨特電解槽設計，並整合至 Casale 綠氨和甲醇工廠；2023 年 11 月該公司與 GE Vernova (能源公司，主力電力轉換技術)簽署 MoU，將電解技術與電力系統結合生產綠氫，並計劃於 2024 年推出新一代 Next Hydrogen 電解槽。

訪團與該公司交流討論議題包括合作模式、目標成本、技術發展方向等。在合理電費和 Next Hydrogen 系統目標效率下，該公司設定氫氣製造目標成本預計為 2 美元，目前已建立經濟模型，可透過輸入獨特參數計算不同國家氫能成本。

此外，該公司已與現代汽車/起亞(KIA)汽車接洽，韓方刻正評估 Next Hydrogen 數據，並與韓方目前熟悉之 PEM 進行比較，惟現代/起亞尚未建購實體 Next Hydrogen 系統。最後，由於該公司使用目前電解技術中較成熟之傳統鹼性電解技術，惟鹼性電解隔膜及系統在變動操作上均有缺陷，較不易作為再生能源調節之用，刻正評估未來導入 OH 離子交換膜之發展機會。

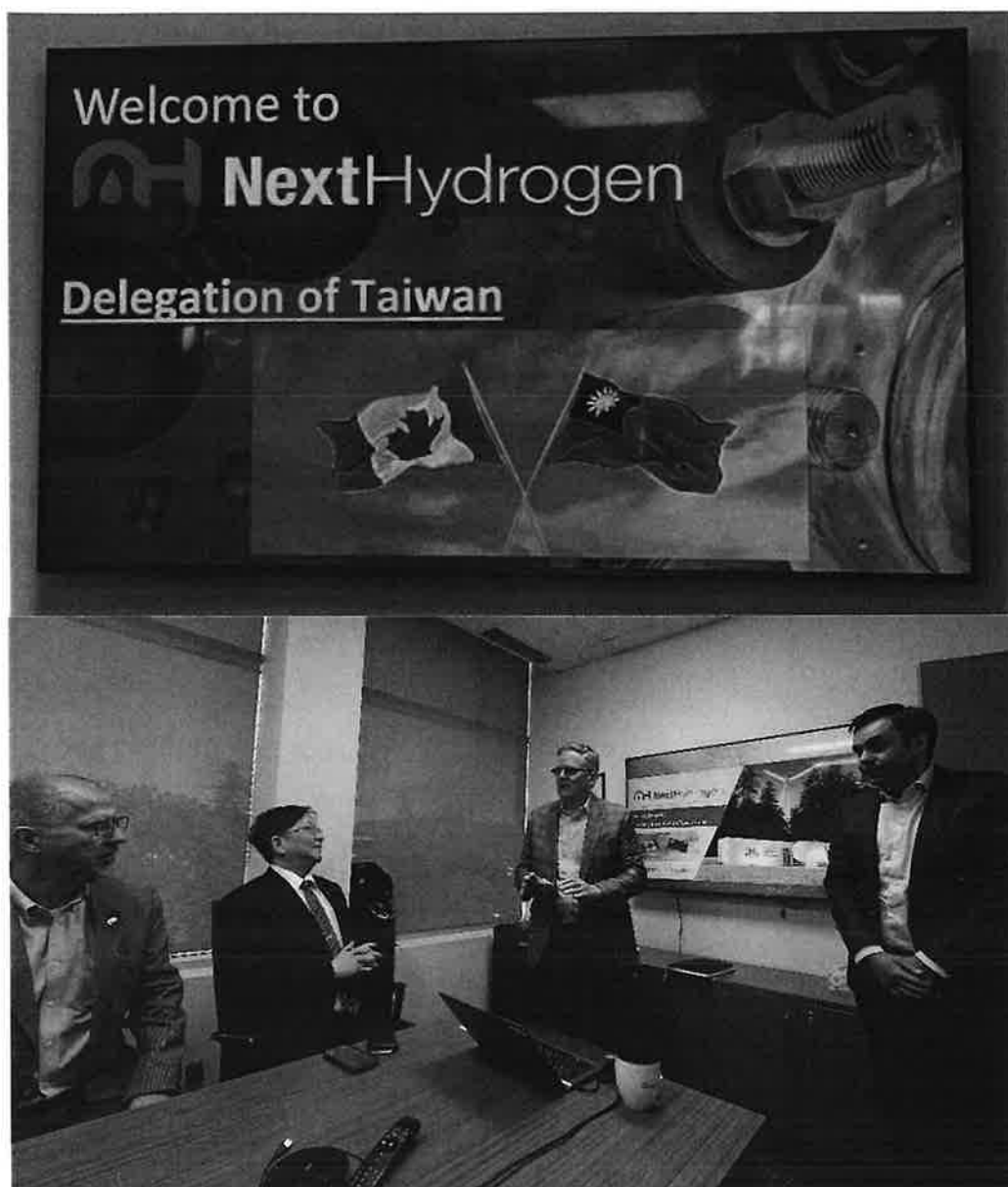


圖 4、訪團拜會 Next Hydrogen 公司

（五）拜會亞伯達省議會

1. 時間：2024 年 4 月 23 日
2. 加方會談人員：Shane Getson, Parliamentary Secretary for Economic Corridor Development
3. 會議紀要：

訪團出訪期間適逢亞伯達省議會開議，受省議員暨黨鞭 Shane Getson 邀請參加議會開議，並於議事進行前，由議員向與會者唱名介紹我國臺加氢能訪團。



圖 5、亞伯達省議會合影

（六）拜會 Shell 公司

1. 時間：2024 年 4 月 23 日
2. 加方會談人員：Garret Matteotti, Corporate Relations Advisor, Shell Canada
3. 會議紀要：

加拿大殼牌為英國殼牌公司於加國之綜合能源子公司，提供石油、天然氣、硫磺之生產、探勘、煉製、製造及低碳能源開發等業務。

亞伯達省藍氫生產計畫於 2021 年，由三菱商事、Shell Canada Ltd.共同簽署 MoU。計畫地點位於愛德蒙頓東北 40 公里之殼牌斯科特福德（Scotford）能源和化學品園區。

計畫建置低碳氫生產設施，透過蒸汽甲烷重組技術生產氫氣，初期目標年產約 16.5 萬噸氫氣，氫氣將轉換為低碳氨出口至日本及亞洲市場。製氫過程碳排由殼牌 Polaris CCS 計畫執行碳捕捉封存，初期每年可捕捉封存 75 萬噸二氧化碳，後續將建立碳封存中心，每年可捕捉封存 1,000 萬噸二氧化碳。



圖 6、拜會 Shell 公司

(七) 加拿大氫能大會

1. 時間：2024 年 4 月 23 日至 4 月 24 日

2. 參訪重點：

加拿大氫能大會為加拿大規模最大之氫能盛會之一，活動包含展覽與會議，邀集加拿大氫能相關產業專家、業者、政府單位以及原住民領導人，提供能源對話平台，共同聚焦討論加拿大政府淨零政策及氫經濟發展等議題，涉及低碳氫生產、運輸、儲存、後續應用之創新技術與解決方案交流，目的為拓展產業多元合作機會，創建加拿大氫能產業鏈經濟競爭力，協助國家落實能源政策達到 2050 年淨零排放。

訪團除參觀加拿大氫能大會展覽外，訪團成員金屬工業研究發展中心與加拿大非營利研究機構 C-FER Technologies 簽署合作備忘錄。C-FER Technologies 為總部位於加拿大愛德蒙頓之技術公司，成立於 1997 年，該公司為 Alberta Innovates 的非營利子公司，專注於油氣管線管理及應用技術之研究。該公司擁有世界級的大型測試設備和優秀的工程專家，主要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。

C-FER Technologies 還參與制定加拿大 CSA 管件規範檢測驗證方法，包括管件應力腐蝕測試、全尺度管件設計可靠度分析、管線安全和洩漏偵測等。目前，該公司正在建立一個新系統，用於測試氫氣在管道環境中運輸狀況，並提供多項技術服務，包括天然氣管道改建為氫氣管道之可行性評估、安全性評估和地下儲氫設施結構驗證。雙方後續就管線安全性評估等領域，進行技術合作與交流。

此外，訪團亦參加加拿大氫能大會之技術論壇，相關演講共 11 場重點摘要茲整理如後。



圖 7、訪團於加拿大氫能大會合影



圖 8、金屬工業中心與 C-FER 簽訂 MoU



圖 9、訪團參觀加拿大氫能大會展覽

■ 演講主題 1：Challenges with Hydrogen Storage: Comparison of Design Options to Manage Intermittent Supply

■ 講者：Randy Dinata (DNV)

■ 重點摘要：

對於將間歇性再生能源（如風能及太陽能）之電解產氫，整合至後端氨/甲醇合成之化工廠製程，氫之儲存是一重要關鍵，考量相關技術及經濟因素，本演講提出三種操作模式作為潛在解決方案。

第一種操作模式：涉及管線儲氫，從產氫現場運輸至化工廠（化學加工處理現場），期間暫時將氫氣儲存於過大尺寸管線中，為有效利用管線之填充/卸載量能。

第二種操作模式：涉及產氫現場地上儲氫，於氫氣生產現地施作。

第三種操作模式：於產氫前使用電池儲能系統 (BESS, Battery Energy Storage System) 先儲存間歇性再生能源電力。

第一種操作模式利用過大尺寸管線，基本上需使用額外管線包裝以提供供應緩衝能力，其須考量操作周期性質、瞬間液壓反應、適當管線尺寸及額定值，並確保管線可承受氫對於材料（如碳鋼）的潛在不良影響，包括加速疲勞裂紋增長率及降低斷裂韌性。此外，為使管線儲存氫氣量有其效益，須基於瞬間液壓建模以建構一個尺寸過大管線，其會增加相關計畫之資本支出。

第二種操作模式則著墨於現場地上儲氫，其需要大量高壓儲氫設備及高容量、高壓力評級之壓縮機，將提高資本支出及營運支出，並可能增加更多操作風險（風險來自高壓力之大量儲存設備、連接點及大量氫氣壓縮機），而壓縮機之高壓評級及對多個壓縮機之要求，亦可能導致可靠性問題產生。此操作模式仍需以管線運輸氫氣至化工廠，但相較第一種操作模式，其運輸可使用較小管線，且管線運作屬於穩定狀態。因此，以氫氣生產地距離化工廠 20 公里為例，以第二種操作模式之現地儲氫成本較低。。

第三種操作模式則與第二種操作模式的優點相似，但資本支出（10 億美元）不具競爭力。

總結，考量技術及經濟因素，以第一種及第二種操作模式較具有實施可行性。

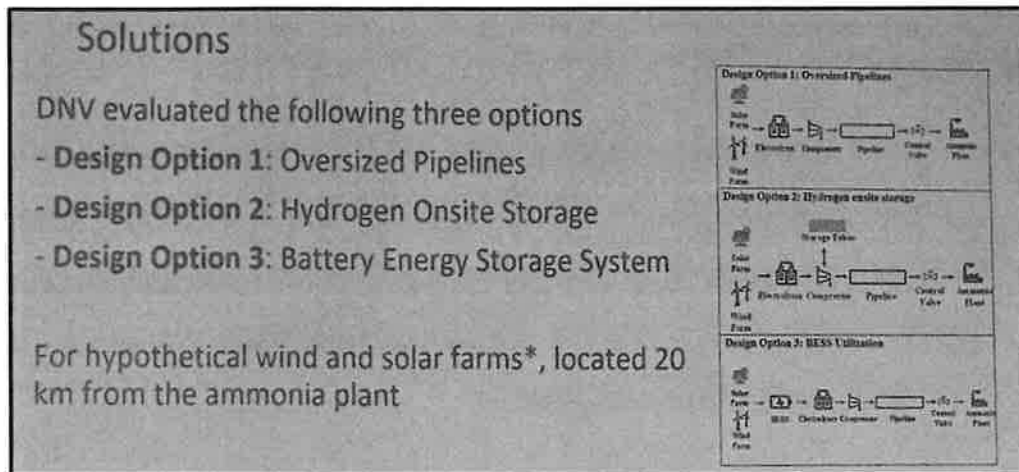


圖 10、加拿大氫能大會演講 1

演講主題 2：Internal and External Multi-modal Hydrogen Sensing Systems for Blended Hydrogen and Natural Gas Pipelines

■ 講者：Simon Park (卡爾加里大學)

■ 重點摘要：

使用天然氣管線運輸氫氣被認為是現今大量運送氫氣的可行方法，考量氫氣獨有特性（如小分子結構、無氣味、爆炸潛力等），需要嚴格的安全操作程序。為保持管線中混合氣體（天然氣與氫氣）均勻一致，定期監測氫氣濃度至關重要。傳統感測器通常僅用於氫氣檢測，當環境發生變化及相關因素（如濕度）干擾時，則可能降低檢測準確性。

卡加利大學的 Simon Park 教授因其在氫氣感測技術方面的研究而聞名，專注於開發具有高靈敏度和準確性的先進氫氣感測器，開發新感測系統，可應用於不同情境下管線內、外部氫氣檢測。相關研究包括利用奈米複合材料和創新感測器設計，其實驗室開發於石英晶體音叉結構上，使用 Cu-BTC/聚苯胺納米複合薄膜的感測器，該感測器在室溫下具有高性能的氫氣感測能力。

相較於傳統感測器，Simon Park 教授開發關於管線內部檢測系統，新感測系統採用超音波及熱傳導感測器組合，經測試顯示音波及熱導率之線性結果良好，即使氣體條件發生變化（如有或無氣味劑）亦呈現良好線性；氫氣檢測範圍廣（0-100%）；於不同方向使用超音波感測器，有助於識別氣體層化現象（此現象為低流速時，混合氣體可能的潛在問題）。

關於管線外部之洩漏檢測，新感測系統結合石英晶體微天平與耗散、電化學阻抗圖譜及近紅外線感測器。在常溫下，採用多壁碳納米管/聚合物複合材料，搭配鈀作為氫氣感測元件。結果顯示可迅速反應及具持續恢復性；氫氣檢測能力可達 ppm 等級（4-10 ppm）；結合多種感測器可明顯增強管線內、外部檢測之選擇性和敏感性；此外，整合人工智能（AI）與多模組感測器可用以解決現今感測器所遭遇之選擇性問題。此感測器特別地方在於快速的反應時間和高靈敏度，在各種工業應用中對於安全至關重要。

在氫氣濃度感測方面，其感測器可檢測到遠低於爆炸下限（空氣中 4%氫

氣)的氫氣濃度。此技術量能對於早期洩漏檢測、防止潛在爆炸，以及確保氫氣在燃料電池和儲氫系統等，各種應用中的安全使用至關重要 此外，其研究已擴展至開發光纖氫氣感測器，可在惡劣環境中提供了有效的監測性能，增強了氫氣基礎設施的安全性和效率。

該教授於簡報時分享多模組感測器之應用性，並強調其在混合氫氣管線中進行高效氫氣檢測之潛力。

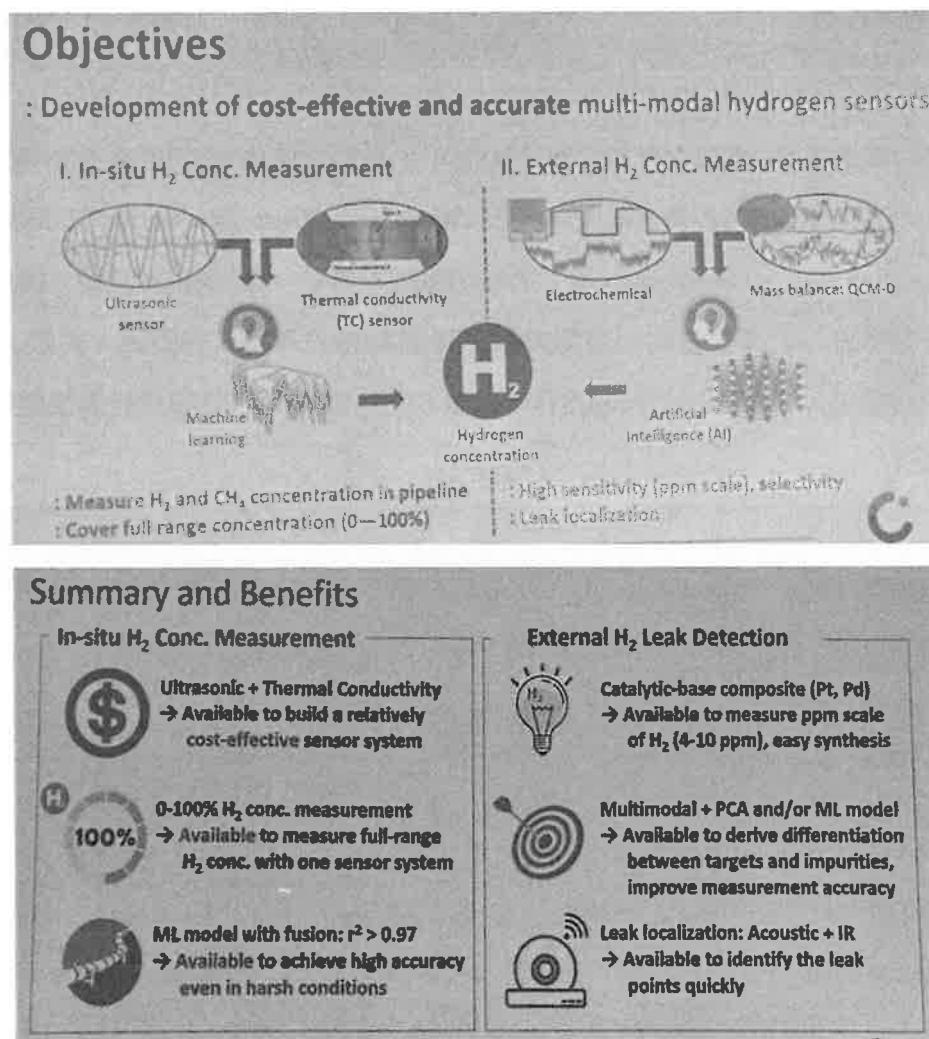


圖 11、加拿大氫能大會演講 2

■ 演講主題 3：Hydrogen Station Safety

■ 講者：Danielle Press (HTEC)

■ 重點摘要：

HTEC 是一家提供氢能服務公司，業務包含氫氣生產與液化、氫氣輸送、加氫站運維、以及提供氢能車輛運輸解決方案。目前有 5 座加氫站，服務超過 300 輛氢能車，提供超過 75,000kg H₂ 運輸與加氫服務，並還有 13 座加氫站規劃建置中。

針對氢能價值鏈(氫氣生產、輸儲、加氫站、氢能車)的安全推動提出之行動包含：Protection、Prevention、Risk Mitigation、Trust、Innovation、Education、Collaboration、Compliance 等，前幾項與風險評估、風險移除/減緩、設計安全防護措施等有關，後面則是需與利害關係人(政府單位、投資人、民眾...)進行教育溝通，與相關單位互助合作、落實執行，就能確保整個氢能價值鏈能安全運行。

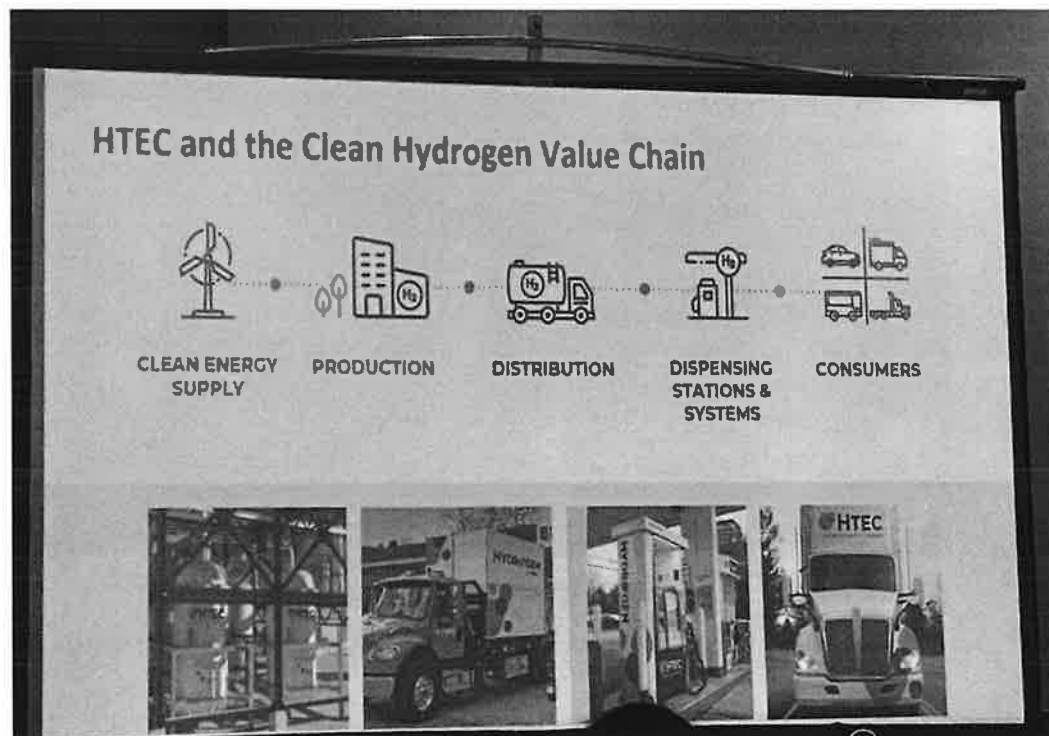


圖 12、加拿大氢能大會演講 3

■ 演講主題 4: Achieving Net-Zero through constructable architecture- Hydrogen and CCUS in the energy mix

■ 講者：Frank Frey (GHD)

■ 重點摘要：

講者分享當前如欲達到淨零排放，無法單靠再生能源滿足需求，需搭配碳捕捉與封存(CCS) 與藍氫生產才能實現。因此需針對技術所需資源進行盤點，如欲發展 CCS，需考量合適進行封存之場址與容量，以及碳捕捉時所需材料、管線等。

如採胺液(amine liquid)吸收法進行碳捕捉，全球每年約需消耗 51 MTons 胺液，然而，胺液年產能僅 1.9MTons；發展藍氫則需考量氫氣生產、儲存與輸送等相關配套措施。

採自熱重整技術 (Autothermal Reforming, ATR)將天然氣轉化為氫氣和合成氣（氫氣和一氧化碳的混合氣），相比蒸汽甲烷重整技術(Steam Methane Reforming, SMR)節省約 24%能耗。ATR 技術需使用鎳(Ni)觸媒，其需求量約 11,237 噸。此外，亦可將多餘綠電以氫能儲存，儲能成本較鋰電池便宜 3~15 倍，並具有適合長時間儲存，快速提供電力等特性。

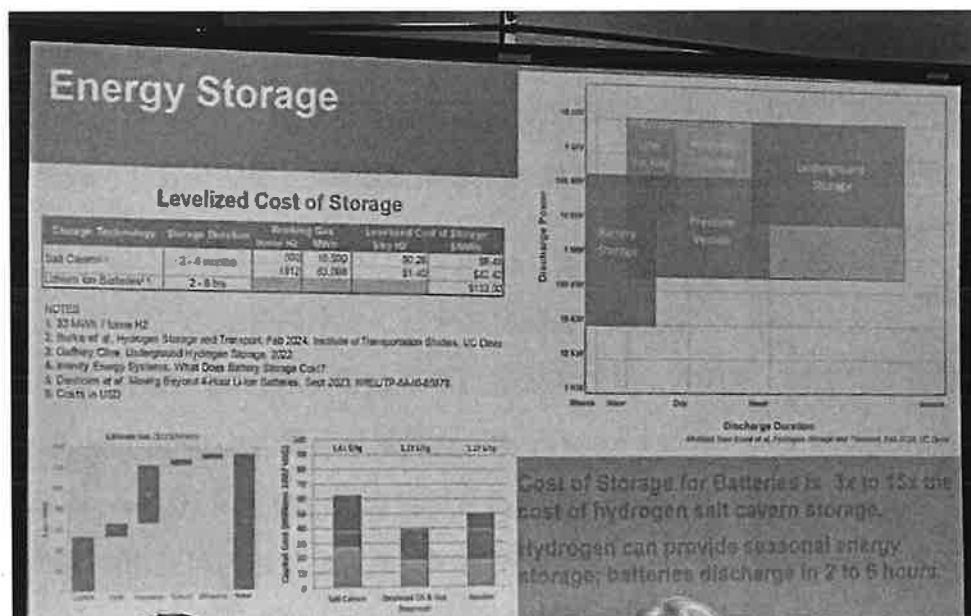


圖 13、加拿大氫能大會演講 4

■ 演講主題 5：Linde Hydrogen Refueling Stations

■ 講者：Julius Bernard (Linde Engineering)

■ 重點摘要：

Linde Group 總部設於德國，全球最大的工業氣體供應商，設有 Linde Engineering 部門，研發全球最先進的氣體相關技術。Linde 在氫氣價值鏈占有全方位角色，涵蓋生產、輸送、儲存、加氫等領域，並提供液態氫方案給客戶。目前於全球布建逾 200 座加氫站、80 座低碳氫電解廠；其加氫站解決方案可依不同容量、壓力需求進行配置，另外也支援氣體或液體不同的供應模式，適應各種氫燃料電池車輛的能源需求。

Linde 現有加氫站方案有二，一為壓縮技術：採用離子壓縮機(ionic compressor)技術的高壓氣態氫加氫站，最大壓力、流量為 900bar、52kg/hr，二為冷泵技術：採用低損低溫泵的液態氫加氫站，最大壓力、流量為 900bar、100kg/hr，可應用於推高機、乘用車、巴士、重卡、火車等不同之氫能移動載具平台，兩者並可採模組式擴充加氫量。此外，Linde 亦提供不同容量的真空絕緣罐來儲存液態氫，容量從 3,000 升到超過 100,000 升不等，亦提供加氫站可靠度與安全性分析之全面性支援與技術服務。

隨著氫能市場逐年成長，氫氣供給需求將快速上升，Linde 加氫站提供模組化設計，可依需求逐步擴增模組來提高氫氣供應量；另考量維運成本，加氫站利用率至少要超過設計供氫量 50%才能損益兩平，模組化設計也較能提高利用率。

此外，Linde 也提供液態氫氣壓縮模組，氫氣供應能力可達 100kg/hr，且電力需求更低、更節能；針對未來重型卡車大量氫氣需求，也開發離子壓縮機推進器(ionic compressor booster)技術、低溫泵高流量(cryo pump high flow)技術，兩者流量皆可超過 300kg/hr，並建置全球首座過冷液氫 sLH2(subcooled liquid hydrogen)液態氫加氫站，氫氣儲量達 16 噸，氫氣供應能力可達 700~800kg/hr，降低電力需求 (0.05kWh/kg H₂)。

Feed flexibility - Hydrogen compression
Liquid and gaseous compression

Gaseous (GH₂) supply – Ionic Compressor

Outlet pressure	500 or 900 bar
Inlet pressure	5 – 200 bar
Capacity	28 or 53 kg/hour
Efficiency	1 – 3.3 kWh/kg

Ionic Compressor based hydrogen refueling stations

Liquid supply (LH₂) – Low loss Cryo Pump

Outlet pressure	500 or 900 bar
Inlet pressure	2 – 2.5 bar
Capacity	100 kg/hour
Efficiency	1.3 – 2.5 kWh/kg

Cryo Pump based hydrogen refueling stations

Applications

150 bar: Material handling (Forklift)

700 bar: Passenger Cars

700 bar: Buses

900 bar: Trucks

900 bar: Trains

Think Hydrogen. Think Linde. Making our world more productive

Technology

- Low C₁H₄ generation via reforming with CO₂ capture or electrolysis
- H₂ liquefaction and compression – largest liquid H₂ supplier in US and Canada
- H₂ refueling stations – over 200 installations worldwide using liquid cryo pump or gas ionic compression

Execution

- Full engineering, procurement, and construction (EPC) capabilities
- 2000+ engineers globally, experienced local Canadian team
- Disciplined stage-gate process to meet schedule and budget

Operations

- Operating ~ 150 H₂ plants around the world
- On-site, pipeline, and gas or liquid trailer distribution networks
- First and largest high purity H₂ storage cavern in operation

www.lindehydrogen.com
www.lindecanada.ca

圖 14、加拿大氫能大會演講 5

■ 演講主題 6：Industrial Scale Demonstration of Clean Hydrogen Production from Methane Splitting

■ 講者：Ville Klaavu (Hycamite)

■ 重點摘要：

本演講主要說明利用甲烷裂解產氫在工業上應用，講者為 Hycamite 公司副總 Ville 先生，演講首先提到 Hycamite 公司之裂解產品應用，包括航空、陶瓷、車輛及高分子等，接著比較在不同產氫來源下成本，可預期在 2030 年之後，藍氫產製成本相較於灰氫會逐漸降低，而目前綠氫產製成本最高，預期到 2050 年可降到與藍氫及灰氫相近之製造成本。

該公司之裂解產氫設備自 2023 年開始投資，並於 2024 年 9 月開始投產。在能源消耗方面，該公司設備目前在甲烷裂解部分每產製 1 公斤氫氣需要 5.16 度電，相較於水分解產氫，大約可以減少數倍能耗。在其他技術應用方面這套系統可做到即時能源監測，包括各原料耗用量，同時導入數位孿生(Digital Twin)¹技術，並能夠對於系統能耗平衡進行計算與驗證。這套系統尚未達商業量產階段，Hycamite 公司規劃未來廠房擴建藍圖，為未來大量氫能源需求預先做規劃。

¹ 數位孿生，或譯作數位對映、數位分身、數位雙生，指在資訊化平台內類比物理實體、流程或者系統，類似實體系統在資訊化平台中的雙胞胎。藉助於數位對映，可以在資訊化平台上了解物理實體的狀態，甚至可以對物理實體裡面預定義的介面元件進行控制。

■ 演講主題 7：Highly Efficient Filtration and Separation Solutions to Optimize
Green and Blue Hydrogen Production

■ 講者：Maria Anez-lingerfelt (PALL)

■ 重點摘要：

本演講介紹 PALL 公司在產氫相關分離與過濾技術應用，這間公司在全世界 35 個國家超過 90 個據點，在氫能應用從源頭製造、運輸、儲存及終端應用有相對應產品，同時講者強調在整個氫氣供應鏈中，對於含氫流體之雜質控制 (Impurity control)²將會是一個相當重要的課題，而在氫氣分離過程中，在設備面會有一些控制因素需注意，包括氫氣品質、流體流速、雜質形式和量、操作成本、設備維護及廢棄物處理等。

在設備投資方面，PALL 公司從 2015 年開始已經有示範設備進行實際應用，在 2020 到 2025 年進行小型計畫進行相關應用，2025 年開始會將整個規模放大，在進展過程中，由於產氫規模逐漸增加，因此在規模增長過程中，要如何降低成本會變得相當重要。

以生產綠氫為例，該公司主要處理部分為去離子水³之水循環與氫氣產出，這部分在整體產氫過程中占大部分成本支出，若能降低此部分成本，對於產氫降低成本將會有相當大效益。

此外，講者針對產氫過程中，電解液循環利用，也有提出解決方案，由於在電解液循環利用過程中，會產生具有高度腐蝕性物質，因此在 PALL 公司解決方案中，用來過濾電解液之含氟聚合物過濾材料，可有效將電解液中腐蝕物過濾出來，避免對電極造成傷害。

² 雜質控制專指在一個系統或物質中監控和管理雜質，以保持所需的純度水平。這包括識別、量化和去除雜質，確保它們在某些閾值以下。

³ 去離子水 (Deionized water、DI water、de-ionized water 或 deionised water)，是自然界的水去掉了鈉、鈣、鐵、銅等元素的陽離子以及氯、溴等元素的陰離子後的水。這意味著，除了 H₃O⁺ 和 OH⁻ 外，去離子水中不含有其他任何離子成分，但仍可能有一些有機物以非離子形態存在於其中。

■ 演講主題 8：Materials Testing in Hydrogen Production, Storage, Distribution and Applications – Challenges, Requirements, Solutions

■ 講者：Aleksander Koprivc (ZWICKROELL GMBH & CO. KG)

■ 重點摘要：

ZwickRoell 提供多種針對高壓氫脆之測試設備量能，這些測試對於確保材料在高壓氫環境中之安全性和耐久性至關重要，其中最重要的是高壓釜⁴(autoclave)技術，可用於測試材料在壓縮氫環境下性能，其亦適用於需要在高壓和高溫條件下進行測試。這些測試對於金屬材料，特別是用於承受高應力⁵高壓氫氣應用中非常重要。

應用高壓釜之高壓氫環境材料測試技術特點，包括模擬實際應用中應力環境在密閉的壓力容器中進行測試，使氫氣在高壓下作用於試樣表面⁶，模擬實際使用條件；以及適用於多種測試項目：包括靜態和準靜態測試、蠕變測試 (Creep Testing)⁷和循環負載(Cyclic Loading)⁸與疲勞測試。

這些測試技術與量能，主要可確保材料在高壓氫環境下之安全性和可靠性，並得到提供詳細的測試數據和分析，幫助工程師和研究人員確保材料之性能和安全性。

⁴ 高壓釜，或譯高壓滅菌器、加壓釜或加壓滅菌器，是用水蒸汽的高溫高壓對物品進行滅菌處理的裝備。通常的處理條件是在高壓飽和蒸汽 121 攝氏度下處理 15 到 20 分鐘，具體處理條件由待處理物品的體積和數量決定。

⁵ 高應力 (High Stress) 指的是在材料、結構或生物體上施加的壓力或力達到很高的水準，超過其正常承受範圍。這種情況可能會導致材料變形、破裂或損壞，或者在生物體中引起心理或生理的應激反應。高應力可應用於不同的領域，包括工程、材料科學和生物學。在工程和材料科學中，高應力通常涉及到材料在外部力的作用下所承受的壓力。例如，建築結構在風、地震或其他外力作用下可能會經歷高應力，這需要考慮材料的強度和韌性來防止結構損壞。

⁶ 試樣表面是指在材料科學和工程中，用於測試和分析的樣品的外部表面。這個表面是被觀察、測量或處理的部分，以了解材料的性質、行為和性能。試樣表面在實驗和測試中具有重要意義，因為它直接影響測試結果的準確性和可靠性。

⁷ 蠕變測試是用來評估材料在長時間受持續應力作用下，隨時間變形的行為。這種測試特別重要於高溫環境下工作的材料，例如燃氣渦輪機葉片、鍋爐管道和核反應堆組件。

⁸ 循環負載測試是用來評估材料在反覆施加的負載下的疲勞行為。這種測試特別重要於那些需要經受重複應力或應變的材料和結構，如橋樑、飛機機翼和汽車懸架系統。



圖 15、加拿大氫能大會演講 6

■ 演講主題 9：Development of a Pulsed Methane Pyrolysis Reactor for Hydrogen Production

■ 講者：Donald Kendrick (Ekona)

■ 重點摘要：

本演講為介紹 Ekona 公司所發展之甲烷重組系統，將甲烷裂解成固態碳與氫氣，這種反應器利用脈衝燃燒與高速氣體動力學理論，將甲烷裂解產氫，優點為裂解過程不涉及二氧化碳產生，因此較有利於碳排方面處理；另外 Ekona 公司在反應器設計上，可進行碳的分離與氫氣的純化，同時由於這個裝置產生固態碳，以及不需使用水，只要能夠介接天然氣的位置都可以進行這類系統的設置。

目前 Ekona 這套裝置已進行測試平台認證與測試，後續將會分成三個階段進行技術開發，首先將建造一套每天可生產 200kg 氫氣的原型反應器，其後將進行系統整合並進行製程評估，最後對整套系統進行測試。

整個系統可分成幾個零組件，首先是甲烷裂解反應器，甲烷和氧氣由外界輸入這個系統並進行反應，反應後的合成氣會進入碳分離器，將固態碳分離出來，其後進入乾燥器分離出水，最後由氫氣分離器將氫氣分離出來，進入下一步應用階段，氫氣分離之後的尾氣會再重新回到循環中，進入甲烷裂解反應器持續進行再利用過程。Ekona 公司在亞伯達省建立了一個具有 5 套反應器的先導計畫，並預定於 2024 年 Q3 開始進行甲烷裂解廠的建造，預計 2025 年 Q3 開始進行裂解廠運轉及測試，到 2026 年完全投產。

■ 演講主題 10：Alberta Zero Emission Hydrogen Transit Bus Winter Performance

Result in Alberta Region

■ 講者：Professor Mahdi Shahbakhti (University of Alberta)

■ 重點摘要：

University of Alberta 研究團隊在加拿大愛德蒙市及 Strathcona county 兩地，於選定公車路線(愛德蒙市 9 號公車路線、Strathcona county 41 號公車路線)運行，比較氫能、純電、柴油巴士共 5 部運行車輛之整車能耗，並研析氣候溫度對整車能耗影響。此研究為全球首例，截至 2024 年 4 月 8 日，該研究總累積里程 13 萬 2,540 公里並持續進行。

研究結果顯示電動巴士整車能耗受環境溫度影響而有相當變化，春季及夏季能耗最高，當環境溫度下降時，氫能巴士及電動巴士能耗差異趨於變小；在環境溫度-18°C 以上時，氫能巴士能耗優於柴油巴士，至少減少消耗 15% 能量；氫能巴士整車能耗依據行駛路線、載客重量、環境溫度而有所不同。

研究結果顯示氫能巴士能耗介於 8MJ/km (5.6kg H₂/100km)、17.5MJ/km (12.3kg H₂/100km)；依據愛德蒙都會運輸溫室氣體排放預測，氫能巴士之溫室氣體排放量為三種巴士中最低，因純電巴士需配置柴油暖氣(Diesel Burner)。經與講者討論，臺灣地區巴士需安裝冷氣系統，會有相似之溫室氣體排放影響。

■ 演講主題 11：High Efficiency Hydrogen ICEs for Long Haul Trucks

■ 講者：David Mumford (Westport Fuel Systems)

■ 重點摘要：

Westport Fuel System 是一家總部設於加拿大溫哥華之內燃機低碳燃料供應商，其產品方案涵蓋 LPG、LNG、CNG、RNG、氫氣等，集團內 GFI 是全球知名高壓氣體閥件廠商。Westport Fuel System 產品定位類似德國 Bosch Fuel System，後者以原始設備製造商(OEM)市場為主，前者以汽車售後市場(Aftermarket)改裝為主。

Westport 正與瑞典 Volvo Truck 合資，聚焦於將 Westport H2-HPDI 產品與技術⁹於全球商品化。Westport H2 HPDI 應用於重型拖車頭，主要結果包括於多個示範運行計畫，實證 H2 HPDI 能源效率大於 50%，已超越傳統商用柴油引擎，並於高負載區域超越燃料電池動力系統。近似於 CO₂ 零排放，符合歐盟零排放車輛規定(< 3g/t-km CO₂ on Europe Long-haul Cycle)。實證高功率之動力輸出，符合重型拖車頭使用需求。

⁹ Westport Fuel Systems 提供專為重型引擎設計的 H2-HPDI（高壓直噴）系統。H2-HPDI 技術可以使用氫氣作為燃料，提供多種關鍵產品和組件，例如氫氣直接噴射系統、氫氣儲存和輸送系統、引擎控制單元 (ECU)、適應性渦輪增壓系統、排放控制系統。H2-HPDI 系統旨在為傳統柴油引擎提供更清潔的替代品，同時保持高性能和效率，適用於重型運輸和工業機械應用。

（八）拜會亞伯達省政府

1. 時間：2024 年 4 月 23 日

2. 加方會談人員：

(1) Larry Kaumeyer, Deputy Minister of Energy and Minerals, Government of Alberta

(2) William Wang, Director, Alberta China Offices, Government of Alberta

(3) Yasmin Rahemtulla, Executive Director, Minister of Energy and Minerals, Government of Alberta

3. 會議紀要：

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 萬加幣種子基金及使用混氫於公共設施等。

亞伯達省規劃未來以液氫做氫載體進行儲存與運輸，增加出口至日韓等亞洲國家之可行性。亞伯達省於氫能、天然氣及石化工業皆有長遠及階段性計畫，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。

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。目前加國西岸已可載運油氣出口，從加拿大西海岸運送到亞洲市場之時間為從美國墨西哥灣沿岸運送到亞洲市場的一半，比其他北美液化天然氣計畫之運送時間更短。加方於會中詢問我國目前主要 LNG 進口來源以及電力需求、及預期未來氫能進口需求量，以評估日後合作可行性。

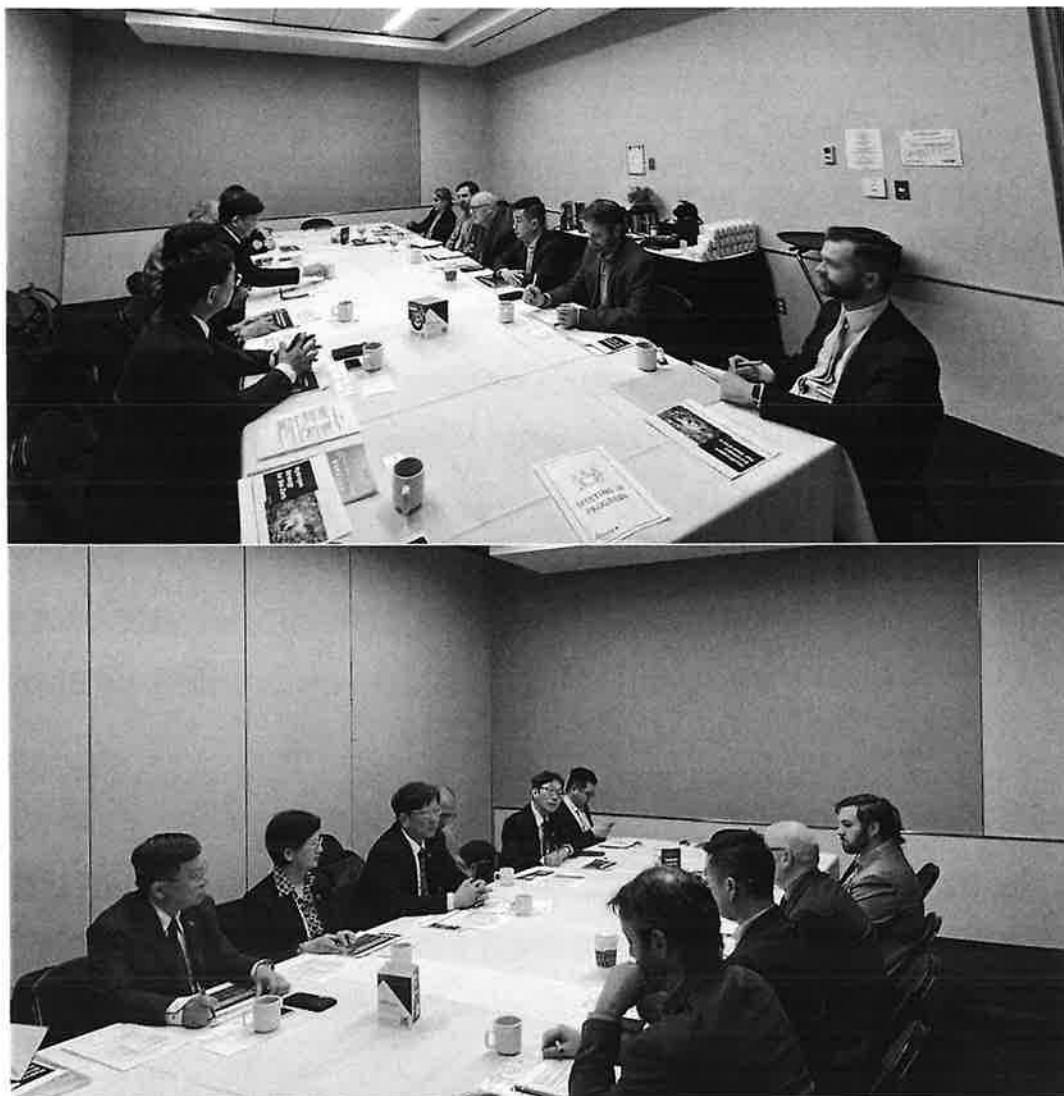


圖 16、訪團與亞伯達省政府會議

(九) 拜會 Dark Matter Materials 公司

1. 時間：2024 年 4 月 24 日

2. 加方會談人員：

(1) Jonathan Veinot, Professor, University of Alberta

(2) David Scott, Lab Manager/Research Scientist, Applied Quantum Materials Inc.

3. 會議紀要：

Dark Matter Materials 成立於 2022 年 7 月，係由 University of Alberta 化學系衍生出來之獨立公司。主要研究奈米粒子行為，項目包括金屬奈米粒子和矽基奈米材料，生產催化劑，技術重點為奈米化，可增加表面積(Increased surface area)、催化水氣化(Catalytic water gasification)可提高析氫生產率、烷烴重整催化(Alkane reforming catalysis)可提高選擇性，減少焦化 (reduced coking)。

其公司主要發展「暗氫」(Dark hydrogen)技術，一種催化水氣化和經濟上可行的甲烷碳化產氫途徑。該公司主要催化劑領域為熱催化奈米材料 (Thermal Catalytic Nanomaterials)：不限水的來源，包含工業用水、自來水等，只需將催化劑加入水中即可，給一點熱(60°C)，就可以產氫，宣稱產氫速率~115 mL/min/g；以及甲烷碳化產氫(Methane Carbonization to Hydrogen)，類似去碳製氫(電漿裂解約 2000°C)，該公司金屬氧化物催化劑系列可在約 400°C 溫度下碳化甲烷。

該公司展示奈米粒子控制下之產氫系統，並解釋奈米粒子如何通過吸收 UV 光而顯示不同顏色，其提及使用大量且可再生之金屬奈米粒子作為催化劑。該公司表示，使用海水或廢水可以提高反應效率，但未提供更多細節。傳統金屬或多元氧化物系統可通過氧化還原反應產氫，過去已研究過鋁、鎂及矽等材料。

(十) 拜會 Blackjack 加氫站

1. 時間：2024 年 4 月 25 日
2. 加方會談人員：Jamie King, Coordinator, Research & Innovation, Alberta Motor Transport Association
3. 會議紀要：

Blackjacks Roadhouse 為亞伯達省首個商業加氫站，該計畫得到 Prairies Economic Development Canada (PrairiesCan) 支持，目標 2028 年前讓 5,000 輛氫動力或雙燃料氫汽車行駛於加拿大西部道路上，特別是在重型卡車運輸等難以脫碳的行業，實現淨零排放目標。參與的單位包括 Alberta Motor Transport Association、Nikola Motor Canada Inc.、Suncor、Leduc County、Emissions Reduction Alberta 和 Blackjacks Roadhouse。Nikola 公司是一家綜合卡車和能源公司，生產氫燃料電池卡車和電動卡車，並投入 HYL A 加氫站的供應，Blackjack 加氫站即是其中之一，由當地的 Clarence Shields 公司運營。

Blackjack 加氫站採用移動式 HYL A 模組化加氫機，內含壓縮機、冷凍系統（可達零下 40 度）、700 bar 加氫機、電控系統及緊急排放系統等設備。氫氣由 Suncor 公司以 450 bar 氫氣槽車供應，加氫操作由專業人員執行。目前該系統壓縮機的能力為 2 kg H₂/min，而 Nikola 的氫燃料電池卡車儲氫量為 75 kg，加滿氫氣時間約為 40~60 分鐘；氫燃料電池巴士儲氫量約為 35 kg，加氫時間約為 20 分鐘，與傳統加油時間相當。



圖 17、拜會 Blackjack 加氫站

(十一) 拜會 Ballard Power Systems 公司

1. 時間：2024 年 4 月 25 日

2. 加方會談人員：

(1) Silvano Pozzi, Vice President, Product Line Management, Ballard Power System

(2) Norman Chor, Senior Business Development Manager, Asia Pacific, Ballard Power System

3. 會議紀要：

Ballard Power Systems 成立於 1979 年，1983 年起專精於質子交換膜(PEM)燃料電池的開發，投入超過 50 億美金，成為全球領導企業。其產品聚焦於動力應用，包括船用和定置型發電的 FCwave™燃料電池模組、重型商用車用的 FCmove™燃料電池模組，以及氣冷/液冷電堆平台系列，並與多家知名汽車公司合作。Ballard 在臺灣市場已有 15 年歷史，目前主要推廣定置型燃料電池應用。

Ballard Power Systems 在雙極板的研發方面具有優異能量，該公司專注於開發薄而靈活的石墨雙極板，這些雙極板能顯著減少材料使用，同時實現高功率密度的燃料電池堆，這對於重型移動市場尤為重要；Ballard 規劃將透過引入創新製造技術和新的低成本材料供應商，大幅降低雙極板的成本並擴大生產能力。預計到 2025 年底，這一計劃將使雙極板的生產成本降低多達 70%。

此外，Ballard Power Systems 將使雙極板的製造產能增加約十倍，並縮短生產週期時間，亦投入生產自動化技術研發，進而大大提高生產效率，降低能耗，並消除製造過程中的水資源消耗。這些創新不僅能減少產品成本，還能提高整體經濟效益，並且在環保方面具有重要意義。Ballard Power Systems 預計在 2023 年至 2025 年間，將在雙極板製造方面投資約 1,800 萬美元，以支持這些研發和擴產計畫。這些努力顯示 Ballard 在製造技術創新和燃料電池技術創新方面的卓越能力，並且表明了他們對環境、社會和治理(ESG)目標的承諾。

Ballard Power Systems 正在開發第十代燃料電池，預計 2026-2027 年量產，核心技術包括材料、設計、整合和驗證。輔機系統的關鍵零組件將持續尋求供

應鏈合作伙伴，特別是臺灣零組件業者，但強調車用系統零組件需要長時間驗證和高度配合系統廠整合。

技術交流方面，Ballard Power Systems 指出燃料電池模組外形因應不同平台需求而異，大型商用車應用著重於石墨材料，而非金屬電堆。Pozzi VP 強調金屬雙極板的耐久性不如石墨，因保護層無法完全阻擋金屬腐蝕，對觸媒有破壞性。Ballard 在 BC Burnaby 總部的驗證實驗室涵蓋全面的性能和環境驗證，投資 1.7 億美金。



圖 18、訪團拜會 Ballard 公司

(十二) 拜會 Svante Technologies 公司

1. 時間：2024 年 4 月 25 日
2. 加方會談人員：Alex Morison, Business Development and Strategic Accounts Manager, Svante Technologies Inc.
3. 會議紀要：

Svante Technologies 為專注於碳捕獲和利用技術開發之加拿大公司。該公司成立於 2007 年，前身為 Inventys, SvanteSolutions，總部位於加拿大卑詩省的溫哥華。其開發之二氧化碳捕捉系統主要可分為前處理(去除 NO_x、SO_x及固體顆粒)、旋轉吸附，係指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 Technologies 開發之系統屬固定床吸附系統，藉由 MOF 固定床與旋轉機構之結合，實現連續捕集 CO₂功能。此外，公司表示該系統利用低壓蒸汽(110 °C-140 °C)直接加熱進行脫附，該系統可在 15 秒內完成。

Svante Technologies 核心技術為吸附劑的碳捕獲技術，該技術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 Technologies 所開發的固態吸附劑為金屬有機框架材料 (MOF)，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，並將其吸附在碳纖維板上，製成多孔的多層過濾器，以增強低流阻設計。雖然其脫附溫度為 140°C，相較於醇胺或其他固態氨較高，對捕捉能耗的控制較差，但 Svante Technologies 宣稱其 MOF 材料具有較好的耐水性，並且耐受 NO_x 和 SO_x，可以用於煙道氣的碳捕捉。

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面臨的挑戰。Svante Technologies 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-CO₂/day)及 URSA 2000(2000 t-CO₂/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，也號稱適用於直接空氣捕獲。

Svante Technologies 採用直徑 14 米的環狀可旋轉結構，在其中放入充填過濾器的箱子，通過圓盤轉動實現吸附、升溫脫附、降溫的程序，進行規模化吸附和脫附工作。原型機較大，正在進行驗證。Svante Technologies 仍在進行試點建設，140°C 的脫附溫度以及實際煙道氣中的水分依然面臨許多挑戰。

Svante Technologies 目前與多家大型企業和投資者合作，以推動其技術的商業化。這些合作夥伴包括通用電氣(GE)、雪佛龍(Chevron)、三星創投(Samsung Ventures)、聯合航空(United Airlines Ventures)等。這些合作不僅提供資源，還通過實際應用和測試來推動技術進步。例如，Svante Technologies 與通用電氣合作開發針對天然氣發電應用的碳捕集技術，並且與雪佛龍合作在美國加州進行技術示範。除碳捕捉技術外，Svante Technologies 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，並應用於工業製造、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。

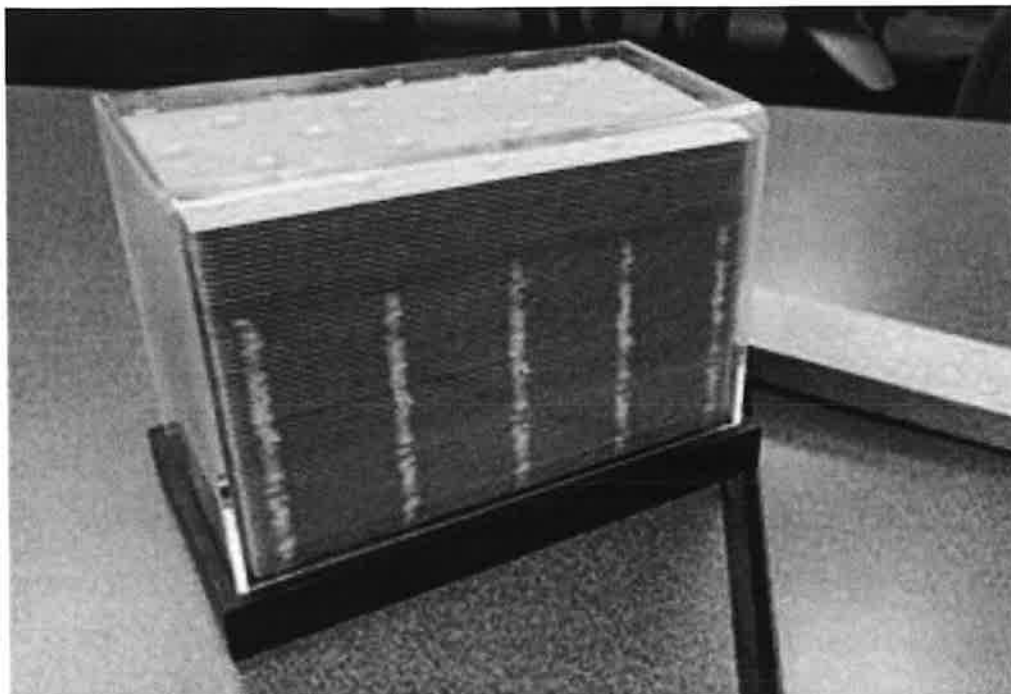


圖 19、示範性吸脫附卡匣



圖 20、拜會 Svante 公司

(十三) 拜會卑詩省政府

1. 時間：2024 年 4 月 25 日

2. 加方會談人員：

(1) Kimberly Irwin, Ministry of Energy, Mines and Low Carbon Innovation

(2) Binaipal Gill, Ministry of Energy, Mines and Low Carbon Innovation

3. 會議紀要：

卑詩省是加拿大科技行業 GDP 增長率最高的省份之一，擁有多家世界級潔淨技術公司，涵蓋潔淨能源、潔淨運輸、能源效率提升、水處理和廢棄資源管理等領域。卑詩省是加拿大首個公布氫能戰略的省份，目標 2050 年建構領先世界的氫經濟，專注於低碳氫生產。發展策略包括促進氫能創新技術及相關投資、大規模推動氫氣生產、完善氫能輸儲設備、積極的氫能出口戰略以及擁有技術熟練的潔淨技術工作人力。

卑詩省為加拿大氫能與燃料電池產業重鎮，約 51% 相關企業坐落於該省，占全加國 60% 燃料電池開發研究投資量能。此外，該省擁有豐富天然氣料源及地質碳儲存能力，可提供全球低碳氫供應所需外，其全省電力來源超過 98% 來自於潔淨或再生能源，有利於電解生產潔淨氫氣。

該省推出 Clean BC 計畫，該計畫為建立地方政府、產業與當地原住民合作夥伴關係，針對農業、建築、能源、工業、運輸、廢棄物等領域採取氣候變遷應對行動措施，目標協助卑詩省 2030 年溫室氣體排放量相較於 2007 年減少 40%，其中氫能應用部分，提升氫氣供應量能、加氫網絡建置、發展潔淨電力，逐步淘汰燃氣電廠，2030 年達 100% 潔淨電力。

卑詩省於 2021 年 7 月發布氫能發展戰略(B.C. Hydrogen Strategy)。該戰略為 Clean BC 計畫項下行動策略，規劃氫氣應用於工業、運輸、住宅及商業用途等領域，並提出短期(2020-2025 年)、中期(2025-2030 年)、長期(2030 年後)行動方案共計 63 項，重點包含：

(1) 刺激再生與低碳氫生產

(2) 建立區域氫能中心

- (3) 財政支持燃料電池電動車與基礎設施部署
- (4) 擴大氫能於工業之應用範圍
- (5) 具減排成本效益之領域優先推動氫氣
- (6) 建立創新與潔淨能源中心推動新興氫能技術商業化
- (7) 制定碳強度目標及碳捕捉與封存監管框架。

此次會談在溫哥華會議中心的 BC 省辦公室舉行，討論低碳倡議及相關法規，介紹管理單位和企業，並探討氫氣的利用與輸送計劃，以及氫動力於運輸上的示範計劃。卑詩省推出了低碳燃料法案，旨在降低燃料的碳強度並提高再生能源和低碳燃料的使用，自 2010 年以來已減排 18.8 萬噸。



圖 21、拜會卑詩省政府

(十四)「建立橋梁：探索臺加雙邊貿易商機」座談會

1. 時間：2024 年 4 月 26 日

2. 重點紀要：

本次座談會由駐溫哥華台北經濟文化辦事處和大溫哥華商會共同主辦，於溫哥華國際會議中心舉行，會中由臺加雙方產官學代表分別說明雙邊政府最新經貿政策並討論赴臺投資商機。

會議由駐溫哥華台北經濟文化辦事處劉立欣處長及卑詩省貿易省務廳長 Jagrup Brar 開場致詞。

劉立欣處長於開幕致詞時表示，今(2024)年 5 月臺灣政府新執政團隊上任，對於印太地區貿易戰略，將致力維繫可信賴之自由市場及供應鏈韌性，期望兩國政府於去(2023)年簽署「投資促進暨保障協議 (FIPA)」後，加國政府後續能支持我國加入「跨太平洋夥伴全面進步協定 (CPTPP)」，並期待未來雙邊經貿投資的顯著成長。

卑詩省貿易省務廳長 Jagrup Brar 開場致詞時表示，臺灣是卑詩省 2023 年第七大出口國（加拿大對臺出口額約半數來自該省）。去(2023)年，卑詩省公布貿易多元化政策，致力於加強與臺灣、墨西哥及越南等重要市場的雙邊經貿關係，並在臺灣設置貿易投資辦公室及駐臺代表。今(2024)年將雇用駐臺辦事處人員，經濟發展暨創新廳副廳長 Fazil Mihar 已正式為辦事處揭牌並啟用，為產業界提供服務平台。卑詩省展現對雙邊經貿持續發展的強烈企圖心，Jagrup Brar 期許未來臺加合作可鎖定在關鍵礦業、生物科技及資通訊技術領域。

經濟部能源署游振偉署長受邀擔任講者，介紹能源政策與淨零發展策略，包括說明我國 2023 年能源占比，強調化石燃料仍占大宗，2025 年天然氣和綠能占比將大幅提升，煤和核能使用將大幅降低，我國已提出 12 項淨零策略以實現 2050 年淨零目標。此外，游署長強調氢能於再生能源發展及能源政策轉型之重要性，並讚揚加國於潔淨能源領域之發展優勢及市場潛力，期待兩國於再生能源發展有進一步合作機會。

中華經濟研究院顏慧欣副執行長亦受邀擔任講者，討論臺灣與加拿大雙邊貿易的變化和潛在合作機會，包括農產品出口、我國對關鍵礦產的需求及資通訊領域的合作。由各項經貿數據顯示，臺加雙邊貿易及投資數額雖占雙方對外貿易及投資總數不高，卻突顯雙方成長潛力甚大，我國未來如果能加入 CPTPP，兩國便能大幅降低關稅並相互享有投資優惠，將能進一步促進雙邊經貿合作，尤其我國資通訊產業 ICT 全球聞名，全球前 20 大資通訊公司有 11 家來自我國，亦可為加國引進投資機會。

溫哥華港務局 Port of Vancouver 對外關係經理 Joslyn Young 指出，溫哥華港作為加國第一大港，以進出口公噸數來說臺灣排名第 6，達到 313 萬公噸，顯示兩國貿易活動密切，期許未來能衍生更多合作機會。

加拿大亞太基金會 Anastasia 博士解釋臺加雙邊協議及貿易策略，強調相互投資和未來成長性。隨後邀請多位學者專家與談，包括工研院萬皓鵬副所長，分享臺灣與加拿大在能源及其他產業方面合作潛力。與會者一致認為，政府官方單位和民間業者密切合作可創造雙贏局面。



圖 22、探索臺加雙邊貿易商機座談會議講者、與談人合影

表 3、探索臺加雙邊貿易商機座談會議程

Schedule:

10.00 – 10.30 am | Registration

TIME: 10:30 – 10:35 a.m. (5 mins)

• **OPENING REMARKS:**

Joyce Tang – Director, World Trade Centre - Vancouver

TIME: 10:35 – 10:40 a.m. (5 mins)

• **WELCOME REMARKS:**

Jagrup Brar, Minister of State for Trade

TIME: 10:40 – 10:45 a.m. (5 mins)

• **WELCOME REMARKS:**

Angel Lihsin Liu – Director General of Taipei Economic and Cultural Office.

TIME: 10:45 – 10:55 a.m. (10 mins)

• Mr. Cheng-Wei Yu, Director General - Energy Administration, Ministry of Economic Affairs

TIME: 10:55 – 11.05 a.m. (10 mins)

• Dr. Huai-Shing Yen Chung-Hua Institution for Economic Research

TIME: 11.05 – 11.15 a.m. (10 mins)

• Dr. Anastasia Ufimtseva, Program manager, Asia Pacific Foundation of Canada

TIME: 11.15 – 11.25 a.m. (10 mins)

• Joslyn Young, Manager, External Relations – Gateway Strategy, Port of Vancouver

TIME: 11.25 – 11.35 a.m. (10 mins)

• Hassan Kamalinejad, Senior Manager, Ministry of Jobs, Economic Development and Innovation, Government of British Columbia

PANEL DISCUSSION**TIME: 11.35 – 12.10 p.m. (35MINS) PANELISTS**

1. Shaheem Ali, Chief Financial Officer, Director - Recyclico Battery Materials
2. Jeff Chiang, Chief Operating Officer & Chief Marketing Officer, Lastic Canada
3. Brian Park, Director of Mountain Bike, Outside Interactive Inc
4. Dr. Hou-Peng Wan, Deputy General Director, Green Energy & Environment Lab, Industrial Technology Research Institute
5. Dr. Tony Yang, Professor of Structural and Earthquake Engineering, Department of Civil Engineering, The University of British Columbia

(十五) 拜會 Powertech Labs 公司

1. 時間：2024 年 4 月 26 日

2. 加方會談人員：

(1) Jennifer Reagan, Director of Business Development &Marketing, Powertech Labs Inc.

(2) Giuseppe Stanciulescu, Business Development Specialist

(3) Darren Bromley, Director, Asset Management Solutions

(4) Xi Lin, Director, Engineering Services

3. 會議紀要：

Powertech 為卑詩省水力電力公司(BC Hydro)全資的子公司，為一家獨立的第三方測試機構，也是北美最大測試與研究實驗室之一。它主要為電力公共事業、汽車設備製造商、工業、能源及電信業者提供性能檢測、模擬測試及研究、產品檢驗、評估及諮詢服務。在氫能相關業務方面，Powertech 提供高壓氫燃料儲存組件和系統的測試與認證、連續氫氣濃度監測及氫脆測試，並在載具及加氫站所需的高壓氫技術開發方面處於領先地位。

自 2001 年起，Powertech 設計並建置模組化加氫站，包含發展模組化設計、高壓測試與驗證、移動加氫設備與系統整合與安全性分析，日供 700 bar 燃料電池車最高 500 公斤，為北美提供 15 座加氫站設計建置服務，並確保加氫站的安全性和合規性。該公司設計製造移動式氫氣運輸裝置，並擁有先進的運輸組件測試實驗室。2022 年，Powertech 獲得約 40 萬加幣的補助，用於開發中型及重型載具加氫器，同年與 HTEC 合作，供應加氫站設備。2023 年 Powertech 收購 LIFTE H2，成立美國子公司 Powertech USA，推出整合氫基礎設施建置及工程解決方案，提供高效率且經濟性的加氫站整合服務。

該公司開發不同的高效移動加氫解決方案，如輕量化碳纖維複合罐和高容量氫氣拖車，另外，Powertech 與多家國際和本地公司合作，推動氫能技術的發展，包含：LIFTE H2、通用電氣 GE、雪佛龍 Chevron 與聯合航空 United Airlines Ventures。另一方面，Powertech 擁有先進高壓電測試設施，能夠對多種電器設備進行測試和評估。服務項目包括高電壓、高電流和高功率測試，測試服務適用於電力設備、電纜、變壓器等，以確保其在實際運行中的可靠性和安全性。此外，Powertech 提供絕緣體和電纜的老化和耐用性測試，以及系統的耐震性測試，因此透過這些綜合測試能力和與各行業的合作，Powertech 在氫能和電力測試領域展現了其優異技術實力，亦是加拿大發展氫能領域的關鍵推手。



圖 23、訪團拜會 Powertech 公司

(十六) 拜會 HTEC (Hydrogen Technology & Energy Corporation) 公司

1. 時間：2024 年 4 月 26 日
2. 加方會談人員：Shannon Halliday, VP, Corporate Affairs, HTEC
3. 會議紀要：

HTEC 公司成立於 2005 年，總部位於溫哥華，專注於提供氢能解決方案，主要業務包括氫氣生產及液化設施、加氫站及供氣系統、氫燃料車輛的技術支援等。HTEC 是加拿大首家設立加氫站的公司，首座加氫站於 2018 年 6 月啟用，目前在卑詩省已設立 5 座加氫站，3 座在 Mainland、一座在 Vancouver Island、最新的一座位於卑詩省 Kelowna 的高速公路休息站與 7-ELEVEN/ESSO 共同設置，並擁有 6 年以上的加氫站運維經驗。HTEC 現有加氫站均屬非現地產氫設計，氫氣供應使用自家的 PowerCube 輸送系統，主要為市區輕型氢能車輛提供服務。

HTEC 主要業務分為三部分：氫氣生產及液化設施（與美國夥伴合作）、加氫站及供氣系統、以及運輸方案（針對以氫氣為燃料的車輛載具及採用支援）。該公司計劃未來設置可服務重型氢能卡車的加氫站，使用液態氫輸送系統以提升氫氣供應能力。

HTEC 市場策略以北美為主，並朝向自營加氫站為目標。因應加拿大政府電動車資助(Incentives for Zero-Emission Vehicles, iZEV)計劃，針對符合條件的新車輛提供最高 5,000 加幣補助，促進氢能載具及淨零碳排放的運輸模式發展。該公司加氫站研發製造與 Powertech 公司合作，此外，HTEC 亦與多家知名企業合作，包括現代汽車(Hyundai)、殼牌(Shell)、液化空氣(Air Liquide)、哈諾斯(Harnois)、FortisBC、豐田(Toyota)等，共同推動氢能源技術的發展和普及。

至 2050 年氢能相關減碳效益將可協助卑詩省年減 7.2 兆噸二氧化碳排放；然而，卑詩省於氢能供應推動有所窒礙，致相關車商觀望不前，其將牽連有關輕型、中型、重型氫燃料電池載具推動之發展部署。其氢能近期發展資訊包括：

- (1) 2022 年 12 月：宣布建造卑詩省境內最大綠氫生產工廠，料源來自 ERCO Worldwide 氯酸鈉工廠之副產物氫氣（電解生產製程），搭配捕捉及氫氣純化，提供加氫站使用。預估產能日產 15 噸氫氣，預計 2026 年正式投入營運。
- (2) BC 氫港口計畫 (2023 年)：獲卑詩省政府 400 萬加幣補助，採 HTEC 高容量加氫站，提供港口重型氫能載具加氫服務，示範計畫預計於今(2024)年執行。
- (3) 2023 年 11 月：與澳洲能礦公司 Fortescue 簽署合作備忘錄，該公司於喬治王子城建置綠氫/綠氨生產設施，HTEC 則透過氫氣承購以提供加氫站氫氣來源。

本次行程也安排自行參觀 HTEC 首座加氫站(如圖 25)，該站是與加油站共構的形式建置，且加氫機與加油機建在同一個泵島上，加氫機設備由 Powertech 提供，採單槍 700Bar 設計，加氫服務則是由駕駛自行操作，當日氫氣售價為 14.7 加幣/Kg H₂，相當於 353 台幣。泵島上設有偵測器、攝影機、緊急按鈕等設施，氫氣供應、壓縮機僅以簡單的金屬柵欄隔離，且與鄰近商家僅維持約 5 公尺的距離，經詢問主要是依循美國消防法規(National Fire Protection Association，NFPA)建置。



圖 24、訪團拜會 HTEC 公司



圖 25、HTEC 加氫站

參、心得及建議

此行與加方就推動實務面所面臨之狀況與做法交流，從中汲取加拿大於氫能政策及產業技術之實務操作經驗。加拿大政府妥善利用其資源，因地制宜推動氫能發展政策，配合天然資源與技術能量，有效規劃相關領域之策略，如卑詩省是加拿大科技行業 GDP 增長率最高的省份之一，擁有多家世界級潔淨技術公司，擁有全國最大的氫能及燃料電池行業，其掌握氫能發展之趨勢，該省為加拿大首個公布氫能戰略的省份，積極建構氫經濟，並進行一系列之完整規劃，包括促進氫能創新技術及相關投資、大規模推動氫氣生產、完善氫能輸儲設備、積極佈局氫能出口，加氫網絡建置、發展潔淨電力，逐步淘汰燃氣電廠等。

此外，亞伯達省因擁有豐富的油氣資源，在氫能發展之推動方向則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、氫能出口推動等，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。加國因地制宜之規劃與推動作法可做為我國後續參考。

關於臺加雙方後續合作交流，雙方於會中就日後交流方式進行討論，並達成共識可朝建立定期對話平台之方向，進一步規劃合作機制，未來將持續就此事討論，並透過現有多邊合作平台，如 APEC 進行交流。

在能源出口方面，目前加國西岸已可載運油氣出口，從加拿大西海岸運送到亞洲市場之時間為從美國墨西哥灣沿岸運送到亞洲市場的一半，比其他北美液化天然氣計畫之運送時間更短。在氫能出口的部份，加拿大以液氫做載體之方式進行氫氣儲存與運輸，以增加出口之可行性，並出口至日韓等亞洲國家，未來可考慮進行接收與供應鏈合作等相關評估與規劃，並評估日後合作可行性。