

出國報告（出國類別：考察）

教育部
永續能源跨域應用人才培育計畫
2022 日本大學碳中和聯盟及能源場
域考察報告

服務機關：教育部

姓名職稱（代表人員）：邱仁杰副司長

考察國家：日本

出國期間：111 年 12 月 11 日至 12 月 16 日

報告日期：112 年 2 月

摘要

2018 年聯合國政府間氣候變化專門委員會（IPCC）《地球暖化 1.5°C》特別報告，認為要將地球升溫控制在 1.5°C 內，本世紀中全球的溫室氣體排放淨值必須歸零，因此許多國家及企業藉機提出「2050 年淨零排放」目標。為配合全球淨零政策，日本首相於 2020 年 10 月 26 日宣布將於 2050 年實現碳中和，將溫室氣體排放量減到零，以達到無碳社會的目標。為了實現 2050 年淨零排放，日本從中央到地方、學校都一起動起來。根據彭博新能源財經於 2021 年初整理的《G20 零碳政策評比》報告，日本被評比為前五名，值得借鏡。

永續聯盟跨域人才培育計畫以人才培育立場出發，希冀培育能因應將來能源產業型態轉變的相關人才，本次考察日本東京豐田氫能車展示廳／岩谷加氫站芝公園、亞太能源研究中心（APEREC）、東京大學未來倡議研究所、名古屋工業大學、名古屋豐田汽車博物館及名古屋大學未來社會創造機構等機構，藉由本次考察日本相關機構，可為我國能源教育政策與執行之參考。

目 錄

摘要	1
壹、考察目的	3
貳、考察說明	5
一、考察行程及人員	5
二、考察過程	7
(一) 東京豐田燃料電池車展示場與岩谷加氫站	7
(二) 亞太能源研究中心 (APEREC)	12
(三) 東京大學－未來倡議研究所	15
(四) 名古屋工業大學	20
(五) 豐田汽車博物館	24
(六) 名古屋大學－未來社會創造機構	28
參、心得與建議事項	33

壹、考察目的

因應全球 2050 年全球淨零碳排目標，臺灣亦由行政院於 2022 年 3 月正式公布「臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明」，提供至 2050 年淨零之軌跡與行動路徑，以促進關鍵領域之技術、研究與創新，落實淨零轉型目標。依據國際能源總署 IEA/OECD 於 2021 年出版之能源使用二氧化碳（CO₂）排放量統計資料顯示，我國 2019 年能源使用 CO₂ 排放總量為 256.0 百萬公噸，占全球排放總量的 0.76 %，全球排名第 22 位；每人平均排放量為 10.77 公噸，全球排名第 19 位，碳排放密集度為 0.23 公斤 CO₂/美元，全球排名第 49 位。值得注意的是從 2003 年開始臺灣二氧化碳人均排放量皆維持在 11 噸微幅震盪（資料來源：<https://learnenergy.tw/index.php?inter=knowledge&caid=4&id=301>），沒有明顯的減少現象。經濟部提出「低碳—零碳」與「能源—產業」2x2 淨零轉型架構，短期優先推動成熟的綠能及減碳技術，讓能源和產業轉向低碳，長期則需投入氫能、循環經濟、與碳捕捉封存利用（CCUS）等前瞻技術的研發，由低碳邁向無碳能源、產業淨零的完整路徑。預期未來電廠型態、輸配電、用電行為均會有很大之改變，並將巨幅改變能源/電力產業結構。因此，國家急需培養相關跨域科技人才，以能因應未來產業型態的轉變。

本次考察國日本，為了實現 2050 年淨零碳排，除了首相宣布將於 2050 碳中和，將溫室氣體排放量減到零，以達到無碳社會的目標之外。於 2020 年底亦提出綠色成長戰略，包含針對 14 個目標產業推動五大具體措施，綠色成長戰略之產學合作注重於地區資源利用與地區大學的角色建立，期望以地區大學作為重要知識基地，對產業界、學界形成緊密的合作關係。由日本國內各部會共同推動利用再生能源等脫碳能源，並鼓勵投資、支持區域脫碳，建立綠色國際金融中心、支持亞洲國家的脫碳、轉型。

日本文部科學省、經濟產業省、環境省三大部門聯合全日本共 120 餘所大學於 2021 年共同成立「為實現碳中和做出貢獻的大學聯盟」（<https://uccn2050.jp/>），結合產官學力量共同推動碳中和人才培育，截至 2022 年 7 月底參與聯盟大學已達 186 所。其中，東京大學加入碳中和大學聯盟之國際合作工作小組，主要目標為：與美國與歐洲大學建構合作網路如「日美

大學聯合研究小組」藉以加強國際框架下的合作，並在新發展領域如社會變革領域推動人員交流及創造與推動國際合作等。2021 年東京大學與三菱日聯金融集團（MUFG）達成碳中和合作意向，雙方將共同研究日本的脫碳路徑以及金融在實現過程中所能發揮的作用（<https://ifi.u-tokyo.ac.jp/news/10561/>）。該研究活動將東京大學及其國際研究網絡的學術研究與 MUFG 的金融知識相結合，量化並科學地分析商業界與產業界的脫碳觀點、及社會與經濟系統轉換的路徑，期盼能有助於碳中和的實現。

此外，名古屋大學未來社會創造機構持續與產業界進行各種合作，對於創造永續發展的未來不斷地努力著。Beyond CO₂ Zero 東海聯盟（<http://www.mirai.nagoya-u.ac.jp/sdgs/beyond-co2-zero.html>）以實現 2050 淨零碳排為目標，結合各技術領域進行社會零碳技術課題的研究開發。具體研究主題包括零碳電源（再生能源等）；零碳燃料（製氫等）；資源化（CO₂之甲烷化等）；節能、輕量化、省電電子電力備；網路社會；農學、生命科學（促進光合成等）等 9 個技術領域，並應用 AI 等數據科學，最終結合社會政策建構永續發展目標及追尋全球最新技術趨勢。此外，並調查分析包含 SDGs、EGS 等社會課題之全球趨勢及最新技術動向，以正確的方向進行社會政策的研究。

因此，教育部為培育國內優秀能源轉型之人才及師資，提升國際視野與技能，鼓勵投入能源轉型教育與人才培育推動表現優異教師，參與出國訓練與交流，藉以透過與國際接軌及相互學習，激盪與創新能源教育推動作為，考察日本能源人才培育機構、與相關能源場域，觀摩其能源轉型模式、教育及產學推動方法，使各參與計畫人員深入了解先進國家推動與實行能源轉型之現況，汲取實務經驗與累積量能，進而轉化應用符合我國在地化情境，並與國家政策配合，以做為我國能源教育政策與執行之參考，適時修正我國推動模式的不足，強化未來國家的能源教育。

貳、考察說明

一、考察行程及人員

本次考察行程安排以能源教育機構為主、能源相關場域為輔，考察交流的單位包括：日本東京豐田氫能車展示廳／岩谷加氫站芝公園、亞太能源研究中心（APERC）、東京大學未來倡議研究所、名古屋工業大學、名古屋豐田汽車博物館及名古屋大學未來社會創造機構。考察行程表如表 1 所示，考察人員名單如表 2 所列。

表 1、日本能源場域考察行程表

時間	行程	說明
12 月 11 日 (週日)	台北→東京 (宿東京)	台北松山機場→東京羽田機場 羽田機場(搭乘巴士)→旅館
12 月 12 日 (週一)	· 豐田氫能車展示場/岩谷 加氫站芝公園 · APERC (宿東京)	旅館(搭乘地鐵)→豐田氫能車展示場/岩谷加氫站 芝公園 豐田氫能車展示場/岩谷加氫站芝公園(搭乘地鐵) →APERC APERC(搭乘地鐵)→旅館
12 月 13 日 (週二)	· 東京大學 (宿東京)	旅館(搭乘地鐵)→東京大學 東京大學(搭乘地鐵)→旅館
12 月 14 日 (週三)	· 名古屋工業大學 (宿名古屋)	旅館(搭乘新幹線)→名古屋車站 名古屋車站(搭乘地鐵)→名古屋工業大學 名古屋工業大學(搭乘地鐵)→旅館
12 月 15 日 (週四)	· 豐田汽車博物館 · 名古屋大學 (宿名古屋)	旅館(搭乘地鐵)→豐田汽車博物館 豐田汽車博物館(搭乘地鐵)→名古屋大學 名古屋大學(搭乘地鐵)→旅館
12 月 16 日 (週五)	名古屋→台北	旅館(搭乘地鐵)→名古屋中部機場 名古屋中部機場(中華航空)→台北桃園機場

表 2、日本能源場域考察人員名單

序號	姓名/單位/職稱	服務計畫/職稱	出訪任務
1	蕭述三 國立中央大學工學院/ 院長	永續能源跨域應用人才培育計 畫/計畫主持人	擔任領隊、規劃及督導考 察、考察活動
2	鍾志昂 國立中央大學 機械工程學系/ 教授	永續能源跨域應用人才培育計 畫/協同主持人	擔任副領隊、協助規劃及督 導考察、考察活動
3	陳慶耀 國立陽明交通大學 機械工程學系/ 特聘教授	永續能源跨域應用人才培育計 畫－111 年度能源教育跨域協 作暨資源推展計畫/計畫主持 人	考察相關機構與單位
4	吳明勳 國立成功大學 機械工程學系/ 副教授	永續能源跨域應用人才培育計 畫－能源教育資源推展計畫/ 計畫主持人	考察相關機構與單位
5	楊授印 國立虎尾科技大學研發處/ 研發長	永續能源跨域應用人才培育計 畫－中小學教師能源教材編纂 計畫/計畫主持人	考察相關機構與單位
6	邱仁杰 教育部資訊及科技教育司/副司 長	-	考察相關機構與單位
7	藍曼琪 教育部資訊及科技教育司/高級 管理師	-	考察相關機構與單位
8	鐘宥筑 教育部資訊及科技教育司/科員	-	考察相關機構與單位

二、考察過程

(一) 東京豐田燃料電池車展示場與岩谷加氫站

本次行程第一個考察地點為豐田燃料電池車位於日本 Minato 市 Shibakeon 區的展示場，以及日本 Iwatani 公司的加氫站。本展示場展示了 Toyota 的燃料電池車—Toyota Mirai，在導覽過程中由豐田公司的專家介紹燃料電池車的發展歷史、優缺點以及規格，並且試乘了豐田 Mirai 燃料電池車。

燃料電池車是一種新型的清潔能源汽車，利用氫氣為燃料，透過燃料電池發電。在發電過程中只有水蒸氣作為副產品，因此是一種極低污染的能源汽車。然而，燃料電池車也有一些優缺點。其中最大的優點是清潔性能，而缺點則是目前的價格較高，且目前氫氣加氫站的數量仍然較少。

燃料電池車在 20 世紀 60 年代就開始發展，但當時由於技術和成本的限制，並未普及。隨著技術的進步和對環保意識的提高，燃料電池車在 21 世紀初逐漸受到重視。豐田、福特和本田等汽車製造商開始大力研發和生產燃料電池車。目前，燃料電池車已經成為清潔能源汽車趨勢之一，並且在許多國家都有相關的政策支持和基礎設施建設。儘管它們目前的價格仍然較高，但隨著技術的進步和生產規模的擴大，預計未來會逐漸降低。

豐田公司是日本最大的汽車製造商之一，也是世界上最早生產燃料電池車的汽車製造商之一。豐田公司的燃料電池車發展可以追溯到 20 世紀 60 年代，當時豐田在與日本水道興業公司（JWRT）合作開發燃料電池車時，就已經成功製造出第一輛燃料電池車。然而，由於當時的技術和成本的限制，豐田公司的燃料電池車亦並未普及。

隨著技術的進步和對環保意識的提高，豐田公司在 21 世紀初開始重新關注燃料電池車。豐田公司在 2002 年與日本石油公司（JPC）合作，研製出了世界上第一輛量產型燃料電池車—FCHV-4。

隨後，豐田公司在 2015 年推出了旗艦級燃料電池車 Toyota Mirai，並在全球多個國家推動出售。目前，豐田公司旗下的燃料電池車包括 Toyota Mirai、Toyota Sora 和 Toyota Hydrogen Fuel Cell Bus 等。

本次考察過程中最令人感興趣的是豐田燃料電池車的動力系統，燃料電池

車的動力配置系統通常由以下構件組成：

1. 燃料電池：通過將氫氣和氧氣進行反應，產生電能。
2. 加氫系統：負責將氫氣儲存在車輛中，以供燃料電池使用。
3. 電動馬達：將電能轉化為機械動力，驅動車輛。
4. 電池管理系統：監控燃料電池的工作狀態，並對其進行充放電。

燃料電池車的動力配置系統是一種清潔、高效的能源利用方式，因為它可以避免排放有害的污染物，並且可以大幅提高燃料使用效率。豐田燃料電池管理系統是豐田燃料電池車的核心系統之一，負責監控和管理車輛中的燃料電池，並由許多傳感器和控制器組成，其中包括：

1. 溫度傳感器：監控燃料電池的工作溫度，並在必要時進行冷卻或加熱。
2. 壓力傳感器：監控燃料電池的工作壓力，並在必要時調整氫氣流量。
3. 電流傳感器：監控燃料電池的輸出電流，並在必要時調整燃料電池的輸出功率。
4. 控制器：根據傳感器的信息，調整燃料電池的工作參數，以確保燃料電池的正常運行。

豐田燃料電池管理系統通過監控和調整燃料電池的工作狀態，可以確保燃料電池的安全性和可靠性，並且可以提高車輛的燃料使用效率。

此外，我們也試乘氫能車繞加氫站周圍一圈。在氫能車裡面發現，從車內儀表板面板，會以透視圖去呈現顯示氫能車內燃料電池裝置配置及架構，並且了解車子驅動時與行駛過程中，氫燃料電池與電能轉換之使用情形。

其中有一個很特別的地方在於，為了展示氫能車之燃料電池燃燒後之排放物為乾淨的空氣，在面板中還有呈現 1 個男人一日生活內所需之空氣量，與氫能車驅動及行駛過程中排放之乾淨空氣量比較，發現可以讓 7 個男人吸收他們一天的空氣量，以此特別強調氫能車的乾淨與環保。

另外，也考量到日本部分地區氣候，冬天很冷，甚至有可能會下雪，有些車子需要先發動引擎暖車，豐田公司的人員也說明，此種氫能車完全不需要如同一般車輛一樣先發動引擎，只要氫與外面空氣起化學作用之後就可以發動行駛，而因為排水量大約只有 60C.C.左右，又於車輛行駛中，也會持續排水，故

不會有結冰之憂慮。又如果真擔心，車內也有一個 H₂O 的按鈕，只要一按下去，便可強制排水。



圖 1、Toyota Mirai 燃料電池車外觀



圖 2、(左)Toyota Mirai 引擎；(右)儀表板



圖 3、導覽人員解說 Toyota Mirai

隨後，考察岩谷（Iwatani）加氫站，Iwatani 加氫站是一種用於燃料電池

車加氫的充氫站。

Iwatani 加氫站係由以下設備組合而成：

1. 氫氣生成設備：通過將水分解為氫氣和氧氣的反應，產生氫氣。
2. 加氫設備：將產生的氫氣儲存在儲氫罐中，並將氫氣進行壓縮，以供車輛使用。
3. 充氫站設備：提供給車輛加氫的設備，包括加氫接頭和加氫管線等。
4. 安全設備：包括煙感器、火焰探測器等，用於監測氫氣站的安全狀態。

Iwatani 加氫站的規格通常取決於站點的大小和設備的型號，加氫站的加氫速度和氫氣生成能力也會有所不同。加氫站使用液態氫燃料提供給燃料電池車，目前在日本有超過 50 座加氫站，豐田汽車正在努力擴大加氫站的網絡，以確保氫能廣泛提供給司機。

燃料電池汽車本身則可以攜帶足夠的氫燃料，以行駛 300-400 英里，而且它們的油箱可以像標準汽車的油箱一樣快速加滿。目前的租賃交易通常包括長達三年的免費燃料。在加油站，氫氣的售價通常較汽油高，但是，燃料電池汽車使用等量燃料行駛的距離通常是傳統汽車的兩倍，效率更好。

此次考察發現豐田汽車公司的燃料電池車和加氫站均具有巨大的潛力，能為日本的交通和能源需求有所貢獻。我們期待未來能再次考察豐田汽車公司和加氫站，了解更多有關它們的最新進展。



圖 4、岩谷加氫站



圖 5、氫能車正在加氫



圖 6、考察成員岩谷加氫站外合影

（二）亞太能源研究中心（APERC）

亞太能源研究中心（Asia Pacific Energy Research Centre，簡稱 APERC）為日本的能源研究機構，成立宗旨目標為透過研究和推廣清潔能源技術，促進 APEC（亞太經濟合作組織）地區的能源轉型，並協助 APEC 經濟體實現能源安全、經濟增長和環境質量的優化綜合效益，並支援 APEC 經濟體制定合理、科學的能源政策。具體工作目標包括：加強區域內能源研究能力建設，透過研究項目的設立和人才培育等措施，提升區域內能源研究的專業水平和能力，並促進區域內能源政策的協商和交流。此次考察主要目的為瞭解該機構對於能源政策規劃和法規制度的研究成果。

本次會談參與人員包括的 President Kazutomo Irie，以及來自臺灣的 Yu-Hsuan WU 和菲律賓的資深研究員 Edito BARCELONA，臺灣部分由蕭述三院長報告我國永續能源跨域應用人才培育推動，雙方亦進行密切的討論與交流。

APERC 對亞太經濟合作(APEC)地區在 2000 年至 2019 年期間的能源供應、轉型和最終消費進行了詳細總結和分析，並對每個亞太經合組織成員經濟體到 2022 年的能源政策和顯著能源發展進行了最新盤點，並對亞太地區的能源供應和消費進行了分析，發現一次能源供應總量增長，且天然氣和煤炭是最大的供應來源，可再生能源的供應量仍然較少，但增長速度最快。化石燃料雖仍然佔了絕大多數的供應，但減排目標的實施已經可再生能源供應增長最快，只是佔比仍然較小。

2019 年，亞太經合組織的 21 個經濟體佔全球產出的近 55%，並需要大量的能源來支援經濟活動。為此，亞太經合組織的能源供應量於 2019 年增加了超過 5500PJ，達到 351000PJ 以上。天然氣為能源供應增長的主要貢獻者，佔 41%，其次是煤炭（25%）和可再生能源（17%）。儘管可再生能源的增長速度最快（每年近 5%），其供應量仍相對較少，佔供應的份額不到 8%。

2019 年，化石燃料佔亞太經合組織能源供應的 86%，略低於 2000 年的 87%。2005 年，煤炭成為最突出的供應來源，並於 2011 年達到 40%的峰值。此後，煤炭的占比已降至 2019 年供應量的三分之一多一點，儘管數據顯示，最近三年煤炭的絕對水準有所增加。

過去幾十年來，亞太經合組織一直是能源進口國家。然而，能源淨進口在

能源供應中的比例一直在下降，從 21 世紀初的超過 10% 降到 2019 年的不到 3%。雖然亞太經合組織地區是淨進口國，但在 2019 年，美國和東南亞經濟體集團都轉型成為能源淨出口國。美國的轉型是在 2010 年代頁巖油和天然氣產量大幅增加的高峰期。中國仍然是美國這一趨勢的主要平衡者，從 2010 年到 2019 年，淨能源進口量增加了一倍，達到超過 3 萬焦耳。日本（近 16,000 PJ）和韓國（10,000 PJ）是 2019 年第二大能源淨進口國。俄羅斯則是 2019 年最大的淨能源出口國（超過 30,000 PJ）。

APEC 轉型部門旨在促進亞太地區能源轉型，以減少對化石燃料的依賴，並推動可再生能源和低碳技術的使用。能源轉型是指在能源系統中將一種能源轉化成可以使用的終端能源產品或另一種能源的過程。

APEC 轉型部門除致力於將一次能源供應轉化成終端能源消費產品，以支援各種用途。例如，將原油轉化成支持運輸的各種精煉石油產品，或使用高爐將煉焦煤轉化成用於生產鋼鐵的焦炭。

電力部門也是 APEC 能源轉型的一個重要部分，利用各種一次能源燃料及包括太陽輻射與風能等可再生能源，將能源轉化成電能。在 APEC 地區，雖然化石燃料仍然是主要的發電燃料，約為 APEC 地區的發電組合三分之二的佔比，但隨著全球轉向低碳技術，發電組合正在改變。其中燃煤發電在 APEC 發電量中的佔比也從 2011 年的 50% 降至 44%；天然氣的佔比則從 2000 年的 17% 增加到 2019 年的 21%；核電的發電量在 2011 年的福島第一核電站事故後大幅下降，但近年來在中國和俄羅斯的發展下有所增加。

此外，面對低碳技術、淨零排放的國際發展趨勢，可再生能源也在 APEC 轉型中也扮演越來越重要的角色。其中，水力發電在過去幾十年中，是多個 APEC 經濟體的主要可再生能源發電來源，它的發電量一直以與總發電量相似的速度增長，佔 2019 年 APEC 發電量的 14% 以上；而太陽能與風能發電技術也在整個 APEC 組織迅速部署，一來是由於政策支持，二來是競爭日益激烈的成本結構，要有足夠的儲備容量來滿足其可變發電特性。也因此，太陽能與風能佔其他可再生能源類別增長一大部分，從 2010 年到 2019 年每年增長超過 20%。在 2019 年生產了將近 1,453TWh，佔 APEC 發電組合的 8%。

最後，由 APERC 提供的數據顯示，APEC 地區在 2019 年的發電量雖增加了

1.7%，達到 17,436 TW，但較 2018 年的 5.3% 已有所放緩；而 APEC 地區二氧化碳排放量也從 2018 年的 20,027 Gt 下降到 2019 年的 19,588 Gt，降幅達 2.2%（ESTO，2021）。綜合來看，APEC 地區在能源需求增長放緩，加上電力結構從煤炭轉向天然氣及可再生能源，已大幅減少二氧化碳的排放。

本次與 APERC 的會談中，我們交流許多臺灣與亞太地區能源發展的趨勢，與會的專家學者透過交流討論，對他們的計算與運作模式也有更深一層的了解，帶回了許多寶貴、多方參考的經驗及研究資料，頗有收穫。



圖 7、APERC 主席 Kazutomo Irie 與蕭述三院長互贈禮品



圖 8、於 APERC 會議交流情形

（三）東京大學－未來倡議研究所

隨者科技進步和全球化帶來的經濟擴張，環境破壞和資源枯竭越趨嚴重，國際社會也制定了永續發展目標（SDGs）並開始提出嚴厲的措施，在這種情況下，現代社會相較於以往更需要大學作為社會公共資產來處理各種問題，也需要加強整合大學的知識網絡和連接社會與大學的平臺功能。相應與此，日本政府和民間開始採取具體行動，而東京大學成立未來倡議研究所（Institute of Future Initiatives, IFI）便是針對未來社會的各種課題進行政策和社會提案，並進行社會協作研究。本此考察 IFI 的目的除了瞭解 IFI 的設立宗旨、發展願景及推動架構，另外也特別依本計畫的能源主軸特性，拜訪 IFI 的 Co-JUNKAN 能源計畫。

東京大學成立於 1877 年，是日本第一所現代學制綜合大學，前身是幕府末期創辦的東京開成學校與東京醫學校，於 1886 年更名為「帝國大學」，1897 年易名為「東京帝國大學」。2004 年則依法改制為國立大學法人，2017 年成為首批指定國立大學法人，現今全名為「國立大學法人東京大學」。東京大學未來倡議研究所 IFI 則新近成立於 2019 年，該所以聯合國 SDGs 為框架，作為產官學民共同創造的平臺，期許成為未來社會倡議的核心組織。

12 月 13 日上午搭乘丸之內線地鐵到達東京本鄉三丁目站，在微雨之中抵達東京大學

本次交流會議由東京大學安排在 IFI 前身之一的本鄉校區伊藤國際研究中心（Ito International Research Center）舉行，該中心坐落於國家文物古蹟「赤門」旁，東大校園內放眼望去都是銀杏樹，冬季銀杏葉掩蓋路面使校園充滿金黃色的氣息（圖 9）。交流會議由 IFI 所長城山英明（SHIROYAMA, Hideaki）教授主持，與會者除了城山教授外，另有負責推動 Co-JUNKAN 計畫的菊池康紀（KIKUCHI, Yasunori）副教授、江欣樺特任研究員與另外 3 位相關職員與會。

會議開始由城山所長介紹 IFI（圖 10），城山所長表示 IFI 是整合政策抉擇研究所（Policy Alternatives Research Institute, PARI）和永續發展綜合研究所（Integrated Research System for Sustainability Science, IR3S）

而成的跨域綜合研究所，定位為匯集與未來社會相關的大學知識的國際網絡樞紐，提出以研究為基礎以(創新)實現因應未來社會發展的可能選項。



圖 9、東京大學伊藤國際研究中心、東大校園銀杏及校徽



圖 10、城山所長介紹 IFI 發展現況

IFI 研究所人員包括 16 位專任、29 位專案及 13 位合聘的助理教授級以上的師資，而研究領域分為七大部門：永續發展目標 (Sustainable Development Goals, SDGs)、永續科學 (Sustainability)、創新 (Innovation)、技術及風險治理 (Technology and Risk Governance)、安全 (Security Studies)、大學和社會系統 (University and Social Systems)、聯合與資助研究 (Collaborative and Sponsored Research) (圖 11)。每個研究部門包含多個研究單位，而實際的研究活動是以研究單位來進行的。IFI 的師資橫跨

人文社會和理工科系，每個研究單位的師資是根據議題屬性由跨域的研究人員組成。例如，城山所長本人是公共政策研究領域的專家，菊池副教授則是化工背景。

IFI 的運作主要透過由中心及各參與部門的教職員組成的運營委員會，以及由外部專家組成的顧問會(Advisory Board)共同運作，整合協調各項跨領域及與外部協作的推動事項，並藉由運營委員會及顧問會的角色功能的強化，以促進提升 IFI 跨領域研究機構的創立願景。



圖 11、IFI 組織架構 (資料來源：<https://ifi.u-tokyo.ac.jp/about/organization/>)

在認識了 IFI 定位、組織、與運營機制後，接著由菊池副教授介紹 Co-JUNKAN 計畫。JUNKAN 的中文是「循環」的意思，計畫由菊池副教授擔任主持人，並有 4 位大學教授協同主持，合作夥伴包含 9 所大學、15 家企業及 7 個地方政府。計畫著眼於地區的永續發展必須以「超越零碳」(Beyond zero carbon) 為目標，由於永續包含的層面廣泛，有環境與生態系統、糧食生產、就業、傳統與文化發展等，達成目標的方法不能僅依賴技術，必需建立跨域的合作模式，因此該計畫除了採用最新的科學技術方法，也邀請聘用具有地區知識的當地人和研究人員一起合作，建立產學界和公共部門的合作體系，嘗試根

據每個地區的獨特情況設計最佳的永續發展體系。

菊池副教授表示，Co-JUNKAN 平臺讓技術、知識和人員得以在產學界和公共部門之間分享及流通知識、訊息和數據，平臺同時也是一個共同學習的地方，不同背景的人員可以相互學習並進行對話。該計畫也規劃在岩手縣、和歌山縣、佐渡市開發和示範「超越零碳」的技術體系，建立包含共同學習、交通和能源、農業和林業等的實踐示範場域以及能源供需結構。

菊池副教授並以位於日本九州南側的種子島（Tanegashima）能源示範場域為例說明 Co-JUNKAN 的運作方式。種子島能源示範場域包括 4 項子計畫：汽電共生的地區供冷供熱系統（district heating and cooling with small scale CHP）、廢置食用油離子樹脂催化生產生質柴油（T Ion-exchange resin catalyzed biodiesel production）、甘蔗渣為原料進行糖廠工業共生（T Industrial symbiosis around sugar mill CHP）、太陽光電及風能進行離網製氫（T Off-grid hydrogen production from variable renewable energy against suppression control）。菊池教授表示推行計畫的關鍵是與當地政府與民眾溝通，取得當地居民的支持，而計畫推動後已成功使種子島達到零碳的目標。

在推動共同學習方面，Co-JUNKAN 計畫也進行社區居民及國中的能源工作坊及入校演講教學，被問及為何選擇國中作為能源教育的推動重點，菊池副教授解釋，國中學生是較適合解釋能源技術的年紀，國小階段年紀太小，高中階段則又太遲，所以在有限人力資源下目前先專注於國中的能源教育。

會議最後由蕭述三院長向東大 IFI 人員介紹本計畫之宗旨與現況，同時訪問團每位成員亦簡短自我介紹研究領域或工作職掌，雙方亦表達未來相互交流之意願與連繫管道，可藉此次考察所建立之情誼為基礎，再擴大並深化與臺灣大學院校之合作與交流。



圖 12、菊池副教授介紹 Co-JUNKAN 計畫



圖 13、蕭述三院長向 IFI 人員介紹本計畫之宗旨與現況



圖 14、會議後考察成員與東京大學 IFI 成員合影

(四) 名古屋工業大學

名古屋工業大學（簡稱名工大，英文簡稱 NITech）創立於 1949 年，是日本創立最早的工科大学之一。初抵達校園即感受到以工業教育為主之氛圍，建築物較屬現代方正之建築，有別前一日之東京大學充滿人文歷史。此行由其負責研發之副校長井門康司教授負責接待。

首先於第一階段之會談，除井門副校長外，另有國際企劃室室長水野滿先生與另二位相關職員與會。首先由井門副校長進行介紹該校，其為一小型工科大学，共有六大領域科系，包含生命與應用化學科、物理工學科、電氣與機械工學科、情報工學科、社會工學科、創造工學科，大學部學生約 4,000 人，研究所約 1,600 人。其宗旨為「創造人才」（Hitozukuri）、「創造事物」（Monozukuri）與「創造未來」（Miraizukuri）。因其地處工業重鎮（如豐田汽車大本營），有超過 98%之畢業生於畢業時即獲得工作。而近年來亦推動跨領域學程，如 6 年制創造工學教育課程（Creative Engineering Program），以培養透過工程技術改變未來產業和社會的工程師和研究人員。（<https://www.nitech.ac.jp/edu/new/souzou/index.html>）

該校創造工學課程提供大學 4 年及研究所 2 年 6 年一貫的整合學習課程，期培養具有廣泛工程領域整合意識的工程師，包括 5 項主要特色：

- 學生可根據自己的學習目標設計自己的課程，並跨領域組合課程。
- 提供學生學習創造新價值的“工程設計科目”、PBL（Project Based Learning）練習和主動學習等特色課程。
- 在大學第一年的下半年，安排“實驗室輪換”學習，學生每兩個月一次到不同實驗室學習，體驗多元工程領域的實驗室學習。
- 每學年每兩名學生分配一名導師指導協助學生學習目標設定與選課建議。
- 研究所階段，學生應通過在國內外研究機構參與研究開發的“研究實習”及在國際會議上展示研究成果的“全球展示”，以培養實踐研究能力。

隨即由蕭述三院長代表向名古屋工業大學的人員介紹本計畫之宗旨與現況，同時訪問團每位成員亦均簡短自我介紹研究領域或工作職掌，雙方亦表達未來相互交流之意願與連繫管道。



圖 15、(左)井門副校長介紹該校；(右)蕭述三院長介紹本計畫現況



圖 16、井門副校長與蕭院長互贈禮品

完成雙方介紹後則進行實驗室考察，由於本訪問團重點在於能源領域議題，因此安排考察之實驗室亦皆與能源科技相關，說明如下：

1. Environmental Fluids Lab：由牛島達夫副教授進行渦輪葉片風洞測試與裝置於實驗室屋頂之兩葉式風機裝置。考察當日，校園風速相當強烈，非常合適小型風機裝置，同時牛島副教授團隊也發展相當具創意之遮陽葉片渦輪機。此實驗室有多個具歷史的大型風洞，顯示該校對應用研究之注重。



圖 17、(左)牛島副教授介紹屋頂之兩葉式風機裝置；(右)蕭院長代表致贈禮品

2. Chemical Process Lab：此實驗室主持人為名古屋工業大學負責國際交流之副校長岩本雄二教授，屬生命與應用化學科，其研究主題則為奈米材料與無機材料。岩本教授則為訪問團簡報並展示其發展之固碳材料，訪問團成員對其研究室配置之昂貴化學分析儀器印象深刻。

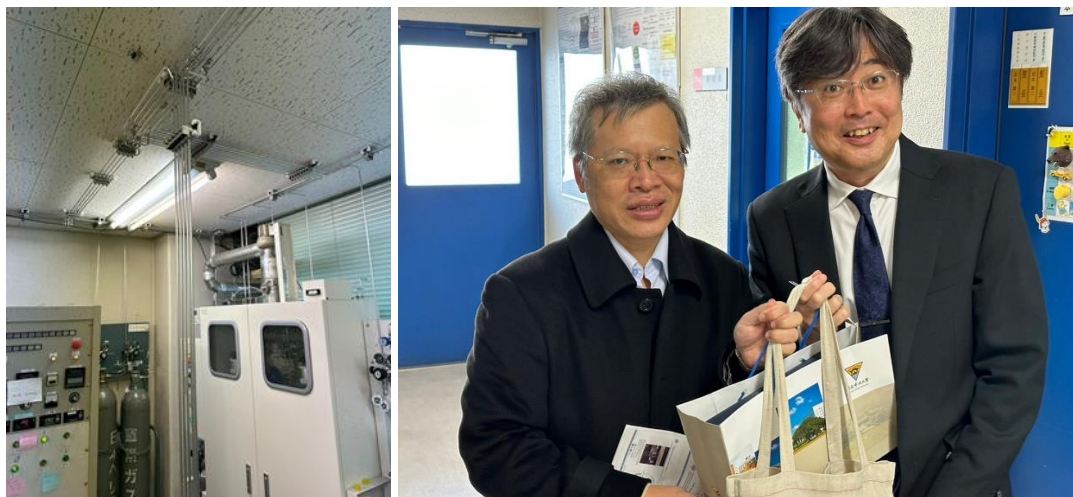


圖 18、(左)岩本教授實驗室一角；(右)蕭院長代表致贈禮品

3. Thermal Engineering Lab：此研究室由齋木悠副教授負責解說，其中還有一有趣之小插曲。訪問團之吳明勳老師認出曾與齋木副教授於研討會中共同主持過會議發表場次，並當場邀請齋木副教授明年來台參加其主辦之國際燃燒會議。此實驗室主要為研究燃燒，包含以電漿輔助及氫胺燃燒等，齋木副教授亦請學生現場展示三項燃燒實驗供訪問團參觀。此領域與訪問團成員楊授印與吳明勳二位老師相符，這兩位老師與齋木副教授有相當深入之討論。

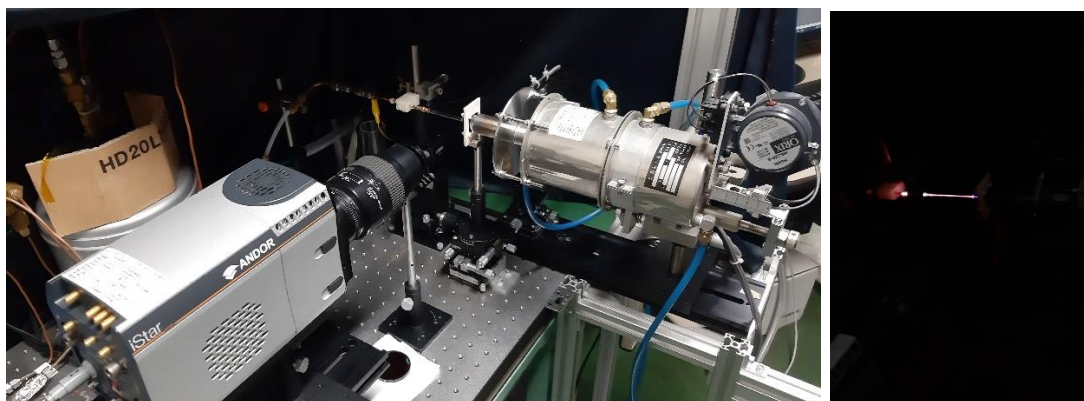


圖 19、(左)電漿實驗設備；(右)產生之電漿束



圖 20、(左)氫氨混合燃燒火焰；(右)蕭院長代表致贈禮品

4. Functional Fluids/Materials Lab：此研究室為井門副校長實驗室，並由共同指導老師岩本悠宏副教授進行講解。此實驗事主要研究重點為磁性物質，其展示項目包含無動力式磁流散熱機制，因無須動力可達成節能功效。另亦有利用磁性流體增強電解產氫效率，最後則為非常具趣味性之軟性永久磁性物質。因井門副校長與岩本副教授與臺灣學者互動密切，曾多次來台考察或會議。據悉，清華大學亦曾有研究生至其實驗室交換研修。



圖 21、岩本副教授講解及展示實驗室研究內容與成果

（五）豐田汽車博物館

臺灣運輸部門佔總體能源消費 14.35%，為僅次於工業及非能源消費的第三大能源消費類別。而運輸部門消費的能源，絕大部分來自於石油。也就是以內燃機驅動的各式車輛為運輸部門能源消費的主要貢獻者。而石油所提煉之次級能源如汽柴油，碳排係數更是僅次於煤及其相關製品。所以在節能減排之趨勢下，移動載具正逐漸捨棄傳統內燃機，轉變為以油電混合動力、電動及氫能驅動。

由於名古屋為世界第一大汽車廠豐田汽車（Toyota）的大本營，該公司於此地建有豐田汽車博物館（Toyota Automobile Museum），以汽車演進史為主軸，不分車廠廠牌典藏了世界首輛汽油汽車至現代電動汽車。最為難得的是，博物館中之典藏品都妥善保養，維持可以開動狀態。團隊特利用考察名古屋大學前上午空檔，探訪此於全球可說是獨一無二之博物館，期透過這項考察，除能更深入了解汽車演進史以利運輸載具相關能源教育規劃外，也能藉由實地考察世界一流博物館之陳展，提供未來計畫各項成果展示布展參考，提升展覽品質與推廣效果。

豐田汽車博物館蒐藏了數百輛汽車，佔地廣闊，館址離市區較遠。團隊搭乘名古屋地鐵東山線至終點站後，再換乘類似北捷文湖線之高架輕軌列車至藝大通站。出站後步行約 10 分鐘即抵達博物館，圖 22 為團隊於博物館前合影。由於為平常日，一般考察人士不多，但有不少校外教學之中小學生（圖 23）。

博物館有兩棟建築，中間以空橋連接。主館一樓為大廳，二、三樓為車輛陳展廳。別館則為特展區及汽車文化展示廳。這時段之特展品為日本參加世界越野賽車獲獎之賽車。汽車文化館展品非常多元，包羅萬象，包含汽車相關海報、品牌銘牌、各國車牌以及音樂電影等。



圖 22、考察成員於豐田汽車博物館前合影。



圖 23、豐田汽車博物館展區可見許多校外教學的小學生

博物館將車輛之演進發展從 1890 年至今，劃分為 13 個時期，以時間序區分展示各分廠牌蒐集跟各時期最具代表性之汽車。相關說明如下：

第 1 區展示的為 1890-1910 年代汽車萌芽期之汽車。此區的展品以模型跟複製品較多。其中包括了於 1886 年生產之世界首輛汽車（Benz Patent Motorwagen）複製品。該車為 954c.c. 單缸水冷引擎驅動之三輪車，車重 265kg，引擎馬力 0.55kW，最高時速只有 15km/hr。現今 1,000c.c. 級距之汽車，馬力通常可達 50kW 以上，時速更可達 150km/hr；可見 140 年來，內燃機隨著如頂置多汽門、可變汽門、燃料噴射、缸內直噴等技術發展，在能源轉換效率上其實有高達百倍，驚人的進步。

第 2 區陳列 1910 年代，為汽車快速進化的年代的車輛。這個時期的汽車已有現代汽車之雛形，具備四輪、前後座及包覆式車廂，不似萌芽時期之汽車多以馬車或三輪車改裝。

第 3 區展品主題為 1910-1930 年代，汽車大眾化年代的車輛。這時代之車輛更為精緻，最重要是透過大量生產降低售價，讓大眾購買使用。

第 4 區展品為 1920-1930 年代之高級車。在一項產品逐漸成熟後，會衍生多樣化類型滿足不同客群需求。汽車在 1920 年代後開始有一般及豪華汽車層級之區別。從汽車演變時序也可看出，一項需多種技術與組件整合之系統性產品從初代問世到產品成熟多樣化，約需耗時 30-40 年。能源產品往往也跟汽車一樣，需高度系統整合，產品演進時程相似。

第 5 區展品為 1920-1940 年間之日本量產車。在這個時代汽車產製技術已從歐美外溢至亞洲工業化最早期的日本。幾家日本生產紡織機等工業產品之廠家，包括豐田，都投入汽車生產。

第 6 區展示 1930 年代導入流線設計的汽車。隨著製造技術的成熟，性能的提升開始被重視。汽車阻力一大部分來自於風阻，伴隨流體力學邊界層理論於 20 世紀初的發展，相關學理也開始被導入車輛外型設計。汽車因此由原本方正設計，變為較為圓弧狀之流線造型。福斯金龜車便是這個年代的經典車款。

第 7 區則展示了 1930-1940 年，樣式蓬勃多樣發展年代的汽車。這時汽車使用已普及，汽車不僅是通勤工具，也漸成為休閒工具及一種突顯社經地位的方式，因此衍生出各種型式的汽車。

第 8 區之主軸為二戰期間（1930-1950）汽車工程之新頁。由於二戰前後軍事的需求，重工業快速發展，生產技術進步，加上機具與有經驗工程技術人員大量擴充，醞釀汽車設計之精緻度與性能大幅躍升。

第 9 區則是展示戰後 1950 年代民用汽車再出發時代的汽車。

第 10 區則展示 1960 年代經濟快速成長及汽車化（motorization）擴充年代的產品。這時期消費者開始對於汽車的性能及樣式有更高的要求，整體汽車產業開始進入百家爭鳴的時代，例如日本汽車廠牌鈴木、馬自達、大發、本田都在這個時期成立，各自以不同產品取向滿足消費者需求。

第 11 區的展示主題為 1970 年代對應社會議題所發展之汽車。這時期由於石油危機，能源價格高漲，另有環保等社會議題席捲歐美。因此，許多小型車（compact car）就在這時首次推出，車輛節能減排技術也開始獲得重視。這時期之經典車款為本田所推出之第一代喜美。

第 12 區則展示 1980 年代後新世代的代表性車款。這時汽車除舒適及性能需能滿足消費者需求外，能耗跟排放更需符合法規。此外，更衍生出如旅行車、SUV 等新車型。

第 13 區展品則為 21 世紀永續性開始獲得重視後之車款。現場展示了包含 Toyota 第一代油電混合動力車 Prius，Tesla 第一輛電動車 Roadstar，Toyota 第一代氫能燃料電池車 MIRAI 等展品。

（六）名古屋大學－未來社會創造機構

名古屋大學（Nagoya University）通常被簡稱為名大，為日本排名前三的綜合研究型大學，在物理與化學領域夙負盛名。該校校友與教授曾有 7 人獲諾貝爾獎。被譽為愛迪生發明鎢絲燈泡後，第二次照明革命的藍光 LED，便是源自於該校的研究。由於藍光 LED，使得白光 LED 得以誕生，間接促成了劃時代的照明能源效率提升。

近年來相關化學材料是低碳能源產製、碳捕存與再利用以及各式能量轉換裝置的核心關鍵技術。要達成淨零碳排目標，掌握創新技術及厚植領域科研人才的培育是重中之重。本次考察名大安排了實地考察能源材料與化學領域實驗室，皆為該校強項。此行之目的，便是希冀透過與全球一流的化材領域高階人才培育機構交流與實地訪查，第一手了解能源材料、低碳燃料、碳捕存與再利用領域之前瞻技術，做為規劃能源科技教育未來重點領域之參考。

考察團隊於豐田汽車博物館簡單用完午餐後，便搭地鐵返回市區，前往名古屋大學。名大校園為開放式校園，到達工學大樓前映入眼簾的即為該校之微型共享電動車 e-MoShare 充電站。此電動共享車由 Toyota 打造，除提供該校廣大校園間之運輸需求，也同時提供低碳運輸、共享運具生態系及自動駕駛研究之用。

考察首站先由副校長佐宗章弘教授向團隊簡報學校發展願景、能源與淨零碳排領域研究及國際合作概況，讓我們對於該校在相關領域的規劃與發展有初步了解。該校所成立之「未來社會創造機構」（Institutes of Innovation for Future Society, InFuS）成立於 2013 年，與東京大學的 Institute for Future Initiatives 類似，都著眼於規劃社會願景、梳理發展所需關鍵節點及可能突破點，接續整合校內跨領域研究與教育資源投入研發與產官研界接軌，引領永續社會發展。而名大或許由於地處日本工業重鎮，願景計畫之架構與內容與東大相較，更加著重在與業界的連結及創新技術開發。

副校長介紹了兩個該校的旗艦計畫。第一個 NU-COI-NEXT 計畫中，該校利用在地優勢，與 Toyota 合作成立 Mobility Innovation Center，著重在未來運輸需求。這項計畫由分別來自 Toyota 及名大的兩位專家學者共同主持，結合

了工程、經濟、資訊、法律、心理及媒體設計的專家，共同擘畫未來社會的運輸生態系。第二項計畫則是進行中的能源與材料領域計畫。此計畫之願景為將「消費」型社會轉換為”HenKan”（再生循環）型社會。計畫中結合了將近 20 家公司、數間大學及名古屋市及愛知縣政府，希望透過資源再利用技術的研發，使日本成為”resource-rich”的國家，支撐社會永續。



圖 24、名古屋大學佐宗章弘副校長解說該校產學合作規劃與回應提問



圖 25、考察成員與材料創新研究所教授合影



圖 26、齋藤教授與王教授解說溶液電漿法合成能源材料

在佐宗副校長在非常詳細的介紹後，接著由齋藤永宏教授帶領前往該校材料創新研究所（Institute of Material Innovation）考察。此考察行程，先依序由該團隊教授們針對各自實驗室之研究主題進行簡報；包括了旭良司教授介紹利用人工智慧數據探勘的數位轉型（DX）技術，研發新材料；川角昌彌教授介紹包含應用於光電太陽能板、燃料電池、熱管理及儲能系統上之能源材料開發；王曉陽助理教授代表齋藤研究室介紹溶液電漿材料合成技術及在電池上的應用。在簡報結束後也前往齋藤研究室實際觀看溶液電漿材料合成過程及合成出之粉末材料，令人印象深刻。

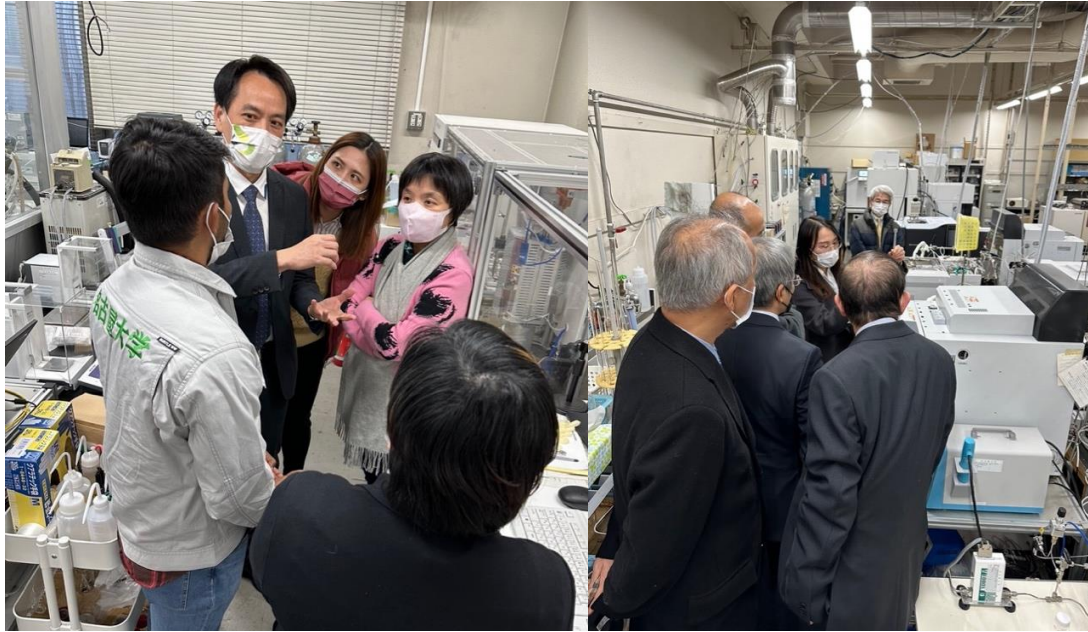


圖 27、循環系統工程實驗室成員詳細解說研究內容



圖 28、考察成員與循環工程實驗室成員合影

在與齋藤教授及其團隊交流後，隨即再前往校園另一側循環系統工程實驗室考察，由未來社會創造機構之「脫炭素社會創造中心」主任西澤泰彥教授接待。西澤教授曾訪台十餘次，略通中文。在簡單開場致詞後，便由先進化學工程系統講座之循環系統工程町實驗室町田洋准教授與團隊成員，依序針對該團隊擅長之二氧化碳分離、甲烷化及木質素快速裂解技術簡報介紹。

該團隊之 Cryo-DAC 製程藉由結合液化天然氣（LNG）氣化推動低溫泵，以變壓吸收法分離二氧化碳；與傳統 MEA 吸收法比較可獲得驚人的 94%節能效

益。目前該團隊正與業界合作，嘗試進行尺度放大，若能成功相信對於二氧化碳捕捉技術之商業化會有很大助益。臺灣與日本同樣進口大量 LNG，目前永安天然氣接收站將 LNG 氣化程序所產生低溫冷卻水提供周遭漁民養殖石斑魚。此法若能成功放大商用，除可捕捉二氧化碳外，也等於回收部分液化石油氣之能量，提升整體能源使用效率。在聽取簡報後，隨即考察循環系統工程實驗室，由團隊成員示範實驗並作更深入的介紹。在熱烈討論與交流後，結束了本日行程。

參、心得與建議事項

本次日本能源場域考察，走訪了多所大學及能源相關場域，日本為了淨零排放所做的努力、能源教育導入人才培育以及社會實踐的做法，有許多推動的理念值得借鏡，簡要歸納如下：

一、以未來社會為目標情境，結合跨領域、跨界的合作與實際場域的先導實踐，發揮高等教育機構在國家社會發展領頭羊的角色：

- (一) 因應能源轉型、氣候變遷及高齡化未來社會的到來，解決未來社會面臨的問題必須仰賴人文社科及自然與工程人員一起合作，傳統大學專業分工的方式造成不同科系的研究人員彼此不相往來，即便是同一學院的老師也鮮少聊解對方的工作內容。東京大學創立未來倡議研究所，延攬不同背景的師資針對未來社會的各種課題進行政策和社會提案，建立跨域對話的機制，並進行未來社會的重要議題的協作研究，值得我們未來規劃推動跨域計畫作為參考與借鏡。
- (二) 名古屋大學與東京大學不約而同的都成立以勾勒未來社會願景目標的跨領域研究中心，在學校成立這類型中心，邀集各界各領域專家學者及利害關係人（stakeholder），對於未來社區永續及達成淨零目標集思廣益，審視現況與需求，凝聚願景共識，再梳理出挑戰與議題，最後結合產官學研資源投入研發與開展各種調適工作。相信以這種由下而上（bottom-up）組織推動方式將有助凝聚各界共識，裨益淨零碳排目標推動，亦非常值得臺灣學習。
- (三) 名古屋大學與名古屋工業大學都運用學校教師研究優勢，建立不同類型的實驗場域，研發不同的高效能能源基材、負碳及碳中和先進技術的研發，與我國推動建立個示範大學能源教學聯盟與實踐基地，此作法可達跨域研究之目的，值得持續深化與推廣。

二、能源教育環扣永續與未來社會發展等國際重要推展課題，政府、產業與大學宜持續支持透過場域實踐，結合專業深耕與跨域合作，建立未來能源人才培育的模式與量能：

本次考察日本東京大學、名古屋工業大學與名古屋大學都不約而同地以未來社會淨零永續為目標情境，透過相關產學技術與商業化研發合作，以及跨領域研究中心或學程(program)，邀集各界各領域專家學者及利害關係人(stakeholder)共同參與。以東京大學 Co-JUNKAN 計畫的成功示範為例，透過場域實踐先導示範，結合產官學研資源投入研發，並積極地與當地政府與民眾(利害關係者)溝通，以開展各種調適工作。此外，該計畫並推動社區居民及國中的能源工作坊及入校演講教學，扎根國民教育及社區共同學習，以為計畫在地深耕延續之基礎。

Co-JUNKAN 計畫的推行，在在都是傳統大學過往少有的全面性學習經驗，參與計畫的大學師生得以第一手的現場實務經驗，孕育出大學及其師生面對未來未知問題，能以專業的知能及能跨域同理、以人為本溝通的未來人才。這樣的成功示範案例不但是面對未來社會的先導示範，也是大學未來人才培育模式的成功示範案例之一。

為回應具跨領域合作之專業人才的需求，國內大學雖已著手透過場域先導示範培育能源跨域人才，建議可參考東京大學 Co-JUNKAN 計畫的推動經驗，就場域及跨域合作的實施持續精進，並積極爭取政府、產業投入經費，持續支持。

三、以大學的技術研發創新，鏈結產業實務量能，共創產業創新發展與高階人才養成之正向循環生態系：

- (一) 由名古屋大學佐宗副校長的簡報中，可發現名古屋大學非常注重創新技術的商業化及與產業界的鏈結。從博士教育就可透過博士課程教育推進機構的方案，輔導學生培養溝通技能、跨領域專長以及商業技能。學校更有多個新創輔導、加速孵化器及產學合作方案。這些方案目標與近年教育部推動之「培育博士級研發人才大學產業創新研發計畫」不謀而合。
- (二) 從實地訪查與交流中也發現，雖然名古屋大學與業界有很深的鏈結，所研發之技術目標非常切中業界發展次世代低碳與高效能源系統所需，名古屋大學在學校實驗室裡的研究內容主要為基礎學理研

究及實驗桌尺度 (bench scale) 之可行性驗證。在技術驗證可行後，後續尺度放大、系統整合與產品開發再由合作業界接續完成。透過這樣的合作分工，可使得學校端可以專注於前瞻技術研發與技術深化，業界則可獲得最先進技術並縮短產品開發所需投注之資源，各自發揮所長、互蒙其利。

四、以企業業界嶄新之技術研發，持續推廣與深化創新能源技術，與社會及相關團體、民眾進行對話與溝通，共創能源轉型發展與合作之社會共識模式

- (一) 博物館展示方式：豐田汽車博物館館藏確實非常豐富多元，非常值得一訪。該館環境明亮乾淨，展品陳列間距與位置顯然經過巧思與設計，在其實不大的樓板空間中容納眾多汽車展品，又不會使人感覺過於擁擠及混亂。每展區都有接待人員，除管控人流秩序，也提供引導與解說，可見經營之用心。如同最近博物館之趨勢，參觀人員可自行下載 APP，使用自己的手機即可獲得語音導覽，非常方便。提供英日雙語並陳之展品說明牌，說明內容精簡清楚。針對每項展品，提供制式化之車輛規格，並附上幾句話簡單說明展品之價值與重要性；更詳細之說明可透過 APP 或由參觀者自行上網搜尋資料。這樣層次化的安排可讓參觀者不會有壓力，利於相關知識之推廣。
- (二) 開發氫能源技術之展示場：日本政府及相關單位為開發多元能源使用模式，協助及獎勵設置氫能源動力車輛及加氫站，並結合民間單位設置氫能源加氫站之考察，藉由多元的新能源(氫氣)展示模式，積極與民眾溝通與對話，讓推動低碳能源政策與社會大眾產生新的社會共識，以利推廣新能源計畫，並大成能源有效轉型之目標。在此方面上，我國亦可效仿，多元層次與親和的展示模式，與社會大眾溝通，凝聚共識，落實淨零碳排之國家目標。