

出國報告（出國類別：開會）

出席「第 30 屆臺澳能礦諮商會議」

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：曾文彥 副處長

李宗穎 專員

林雅淇 專員

派赴國家/地區：澳洲

出國期間：114.9.07 – 114.9.12

報告日期：114.10.08

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：出席「第 30 屆臺澳能礦諮商會議」

頁數：22

含附件：☐是 ☒否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台灣電力股份有限公司/蔡晏筑/23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

曾文彥/台灣電力股份有限公司/燃料處/副處長/23666722

李宗穎/台灣電力股份有限公司/燃料處/物料採購專員(油氣組)/23666715

林雅淇/台灣電力股份有限公司/燃料處/燃煤現貨採購專員(燃煤組)/23667399

出國類別：☐1 考察☐2 進修☐3 研究☐4 實習☒5 開會☐6 其他

出國期間：114 年 9 月 7 日至 114 年 9 月 12 日

派赴國家/地區：澳洲

報告日期：114 年 10 月 08 日

關鍵詞：澳洲煤炭、天然氣、澳洲氫能與氨能、班卡拉煤礦、CCUS、FSRU、澳洲未來製造、太陽能聚光器、離岸式抽蓄水力發電

內容摘要：(二百至三百字)

- 一、 本次臺澳能礦諮商會議之一探討澳洲在煤炭產業轉型、碳捕捉與氫能發展、浮動式儲存再氣化設施（FSRU）及未來製造計畫等議題，了解其能源轉型與產業升級策略。為配合淨零排放政策，新南威爾斯州與昆士蘭州分別設定至 2035 年減碳 70% 與 75% 的目標，並強化煤礦甲烷排放管理。澳洲同時推動碳捕捉、利用與封存（CCUS）及氫能產業，透過法規制度、稅收誘因與國際合作，致力成為全球氫能供應樞紐。面對東岸天然氣需求上升與潛在供應缺口，FSRU 計畫被視為重要解方。此外，《2024 年澳洲未來製造法案》將促進再生氫能、關鍵礦產與潔淨能源製造投資，強化澳洲於全球能源轉型中的競爭力。
- 二、 本次臺澳能礦諮商會議的參訪行程涵蓋澳洲首都特區（ACT）政府辦公大樓、Majura 社區能源計畫、澳洲國立大學（ANU）「大碟」太陽能聚光器、再生能源技術圓桌會議及分散式能源資源實驗室。行程重點在於考察澳洲再生能源發展和能源轉型方面的實踐與技術，並探討將澳洲經驗應用於台灣的可能性，會議旨在促進臺澳在能源領域的合作，並為台灣的能源政策提供參考。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網(<https://report.nat.gov.tw/reportwork>)

目 錄

壹. 出國緣起與任務	- 1 -
貳. 出國行程.....	- 2 -
參. 工作內容.....	- 3 -
一、 臺澳能礦諮商會議	- 3 -
(一) 台電公司簡報中英文摘要	- 3 -
(二) 議題交流.....	- 5 -
1. 澳洲煤炭產業現狀與展望.....	- 5 -
2. 澳洲碳捕捉、利用與封存 (CCUS) 及氫能發展進程..	- 7 -
3. 澳洲浮動式儲存與再氣化設施(FSRU)計畫發展現況....	- 9 -
4. 澳洲未來製造計畫(Future Made in Australia).....	- 12 -
二、 臺澳能礦諮商會議之參訪行程	- 14 -
肆. 心得與建議	- 22 -

圖 目 錄

圖 1 ACT 政府國際事務專員簡報.....	- 14 -
圖 2 參訪 Majura 社區能源計畫	- 16 -
圖 3 考察澳洲國立大學(ANU)The Big Dish 太陽能聚光器 ...	- 17 -
圖 4 再生能源技術研究者圓桌會議	- 18 -
圖 5 參訪 ANU 分散式能源資源實驗室(DERlab)	- 19 -

壹. 出國緣起與任務

一、「臺澳能礦諮商會議」緣起於民國 81 年 10 月底，澳洲工業觀光暨資源部前部長 Mr. Alan Griffiths 訪問我國時，提議希望雙方能建立能源與礦產部門政策諮商管道，加強能源、礦產貿易與合作關係。爰此，第 1 屆會議於民國 82 年 12 月順利於澳洲坎培拉市舉行。爾後並逐年分別在臺、澳兩地舉行，迄今已歷 29 屆。

二、本次第 30 屆台澳能礦諮商會議將於今(114)年 9 月 9 日至 10 日在澳洲坎培拉市舉行，任務說明如下：

(一)議題「台灣煤礦展望」由本公司進行簡報，針對本公司燃煤使用情況，與未來機組混氫、混氨之規劃進行說明。並於會中與澳方討論有關澳洲燃煤供應事宜。

(二)「FSRU 計畫資訊交流」已決議納入本屆議程交流，並轉請澳方列入本屆行動計畫合作項目之一。

三、澳洲為本公司主要的燃煤供應國，對於燃料供應安全助益良多，為不可或缺堅實的貿易夥伴，且會中將討論再生能源議題，可掌握最新發展情況，有助本公司未來機組混氫、混氨之規劃。另本公司協和計畫預計於民國 120 年啟用浮動式接收站(FSRU)，據了解，澳洲東岸亦有相關 FSRU 規劃，雙方亦對此進行意見交流。

貳.出國行程

日期	工作地點	工作內容
2025 年 9 月 7~8 日	台北→澳洲雪梨 →澳洲坎培拉	往程
2025 年 9 月 9 日	澳洲坎培拉	台澳能礦會議
2025 年 9 月 10 日		台澳能礦會議之參訪 行程
2025 年 9 月 11~12 日	澳洲坎培拉→澳洲 雪梨→台北	返程

參. 工作內容

一、 臺澳能礦諮商會議

(一) 台電公司簡報中英文摘要

簡報題目：台電公司燃煤需求展望 (Taipower's Coal Demand Outlook)

摘要(就以下四個部分進行簡報)：

- 1、 台灣電力產業概況：介紹 2024 年台灣及台電公司之電力系統裝置容量與發電結構，並概述現有燃煤機組概況，以及 2024 年台灣燃煤使用量與主要煤源國占比。
- 2、 台電公司燃煤採購策略：台電公司燃煤採購以確保供應穩定為首要目標，同時兼顧環境友善與成本效益。澳洲煤在台電採購中扮演關鍵角色，主要因其具備高熱值、灰色白與供應穩定等優勢。此外，台電已投資澳洲班卡拉煤礦逾 20 年，除確保供應安全外，同時獲取即時市場資訊及蒐集澳洲新能源發展趨勢。
- 3、 台灣能源發展趨勢：配合政府「增氣、減煤」能源政策，台電公司燃煤需求預期將逐年下降，並積極推動新能源發電技術，包括 FSRU（浮動式儲存與再氣化設施）、氫氨混燒等，以加速能源轉型。
- 4、 結論：澳洲為台電最重要的高熱值煤供應國，為深化台澳經貿合作，誠摯歡迎澳洲煤商參與台電燃煤採購標案。因應能源轉型，台電將持續提升燃氣發電比重，並降低燃煤依賴，同時廣泛蒐集天然氣、FSRU、混氫與混氨等相關合作機會資訊，以強化整體能源布局。

英文摘要

Part 1 provides an overview of Taiwan's power sector. This section introduces Taiwan's and Taipower's installed power system capacity and generation mix in 2024. It also outlines the status of existing coal-fired units, as well as Taiwan's coal consumption in 2024 and the share of its major coal-supplying countries.

Part 2 introduces Taipower's Coal Procurement Strategy. Taipower prioritizes stable supply in its coal procurement while also considering environmental sustainability and cost efficiency. Australian coal plays a key role in Taipower's procurement due to its advantages of high heating value, white fly ash, and supply reliability. In addition, Taipower has invested in the Bengalla coal mine in Australia for over 20 years, which not only ensures supply security but also provides first-hand market information and insights into Australia's new energy development trends.

Part 3 introduces key energy trends in Taiwan. In line with the government's energy policy of "increasing gas and reducing coal," Taipower's demand for coal is expected to decline year by year. Meanwhile, the company is actively promoting new power generation technologies, including FSRU and hydrogen-ammonia co-firing, to accelerate the energy transition.

Part 4 concludes that Australia is Taipower's most important supplier of the coal. To further strengthen Taiwan-Australia economic and trade cooperation, Taipower sincerely welcomes Australian coal suppliers to participate in its coal procurement tenders. In response to the energy transition, Taipower will continue to increase the share of natural gas generation and reduce coal dependence, while also collecting information on natural gas, FSRU, hydrogen, and ammonia.

(二) 議題交流

1. 澳洲煤炭產業現狀與展望

澳洲現有 93 座運作中的煤礦，包含燃煤與冶金煤。冶金煤需求預估未來兩年將略增，燃煤需求則維持穩定下滑。近期東岸多雨天氣影響煤炭出口，特別是經由紐卡索(Newcastle)與昆士蘭(Queensland)港口的運輸。目前澳洲煤炭新專案或擴建案不多，僅有 7 個專案進入承諾階段，其中 4 個位於昆士蘭，其 3 個位於新南威爾斯州。2025 年煤炭勘探投資維持在約 5,660 萬澳元。

為配合政府淨零排放政策，各州政府已設定減碳目標：

- 新南威爾斯州：2035 年前減排 70%
- 昆士蘭州：2035 年前減排 75%

澳洲將在實現淨零排放的轉型過程中持續保持可靠的煤炭供應國地位。煤炭開採過程中所產生的碳排將是澳洲政府資源產業脫碳計畫的重點領域，甲烷逸散問題為主要減碳挑戰，州政府與聯邦政府均已投入資金進行相關研究和開發，如：

(1) 昆士蘭州—低排放投資夥伴計畫 (The Low Emissions Investment Partnerships, LEIP)：

LEIP 是昆士蘭州政府推出的價值 5.2 億澳元的項目，旨在將煤炭資源稅收入重新投入昆士蘭州各地區，以加快高排放產業（特別是冶金煤產業）的脫碳進程。該計畫資助旨在減少煤礦運作過程中產生的逸散排放、提高資源利用效率以及開發低排放技術的項目，重點支持 2030 年前可實施且超越澳洲政府「安全機制」要求的解決方案。該計劃透過與產業合作，鼓勵私部門投資，並支持諸如燃氣發電和碳捕捉等項目，從而幫助昆士蘭州實現減排目標。

目前昆士蘭政府有兩項產業夥伴合作計畫：

- Stanmore Resources—South Walker Creek 煤礦之甲烷製電項目：Stanmore Resources 將在其位於 South Walker Creek 的煤礦中收集煤層氣（逸散排放的甲烷），並利用新建的 20 兆瓦燃氣發電站將其轉化為電力。該計畫預計於 2027 年完工，總營運期為 15 年，屆時將為該煤礦提供長期穩定的自給電力供應。
- Kestrel Coal—煤礦廢氣發電項目：Kestrel Coal 將在 Emerald 以北的 Kestrel 煤礦新建一座 30 兆瓦的燃氣發電廠。該計畫還將擴建煤礦的排水系統，以收集更多的逸散煤層氣，為發電站提供燃料。預計該發電站每年產生的電力相當於為 4 萬戶家庭提供天然氣能源。該項目預計於 2026 年開始營運，期限為 8 年。ⁱ

(2) 新南威爾斯州—低排放潔淨技術項目(Low-emissions clean technology)：

新南威爾斯州政府透過「潔淨技術創新資助計劃」，向 13 個項目投資 2,620 萬澳元，該計劃是「淨零排放製造倡議」的一部分，旨在推動低排放技術從研發階段走向商業化。透過支持開發如：用於電池生產之高效鋰萃取技術，以及利用農業廢料生產綠氫等項目，從而減少碳排放。ⁱⁱ

(3) 聯邦政府—1,000 萬澳元用於資源產業甲烷減量基金 (Resources Methane Abatement Fund, RMAF)：

該基金旨在支持澳洲政府的立法減排目標和《全球甲烷承諾》。甲烷是強效溫室氣體，其全球暖化潛勢是二氧化碳的 28 倍。資源產業(尤其煤炭和天然氣生產)，是澳洲乃至全球第二大甲烷排放源。儘管全球趨勢朝向透過低排放技術

轉型，但預期未來幾十年煤炭和天然氣的需求仍高，故減少資源產業的甲烷排放將成為全球實現淨零排放的重要一環。目前用於減少資源產業甲烷排放的技術有限，尤其是在煤炭生產領域，而開發更多經濟高效的技術方案將有助於減少這些排放，因此該計畫將為研究機構提供資金，支持其開展技術開發、原型驗證和示範計畫。ⁱⁱⁱ

我方於會中詢問澳方是否透過支持碳捕捉、利用與封存(CCUS)技術發展以保持煤碳產業的長期發展，澳方回答目前並無針對煤炭產業的 CCUS 計畫，CCUS 技術主要聚焦於天然氣及如鋼鐵、水泥等較難減碳之產業。

2. 澳洲碳捕捉、利用與封存 (CCUS) 及氫能發展進程

澳洲擁有豐富的再生能源資源、廣大的地質儲存潛力，以及良好的國際貿易條件，因此在邁向淨零排放的進程中，將 CCUS 與氫能產業視為能源轉型的重要雙支柱。前者協助現有高排放產業降低碳足跡，後者則提供長遠的潔淨能源解決方案。以下簡述澳洲政府如何透過積極立法、政策工具與國際合作，推動 CCUS 與氫能產業的發展：

(1) CCUS 的法規與政策架構

- 澳洲 CCUS 活動受到多層級法律的規範，如聯邦層級，1996 年的《環境保護與生物多樣性保育法》，規定如果 CCUS 基礎設施可能影響受保護的動植物或海洋區域，則必須獲得核准。2006 年的《離岸石油與溫室氣體封存法》，主要規範離岸勘探與 CO₂ 的注入儲存，確保操作安全性與可追溯性。州政府層級則南澳、西澳、維多利亞州與昆士蘭州均已制定相關規範，針對岸上或離岸的碳封存進行管理。

- 在國際合作中，澳洲參與「區域碳封存合作倡議」，探索跨境 CCUS 解決方案。此將有助於在亞太地區建立共同規範與技術共享，推動跨國 CO₂ 運輸與儲存，並提升能源轉型的區域協同效益。澳洲政府的核心目標是確保 CCUS 產業的安全性與世界領先水準，既能支持高排放產業的過渡，也能吸引外部投資，並與國際市場接軌。

(2) 氫能發展策略目標及相關措施

澳洲提出的氫能願景不僅是推動國內減碳，亦希望成為全球氫能供應的核心樞紐。澳洲政府為支持氫能發展所提出之策略目標與相關措施如下：

- 國家氫能策略：已於 2024 年 12 月立法，預定於 2025 年 10 月正式實施。著重於制定明確市場規則與激勵措施，並納入社會接受度與安全性考量。
- 長期國家氫能產量目標「1500 萬公噸」：對投資者傳遞信心訊號、為基礎建設規劃提供依據、並展現澳洲在全球氫能市場的雄心。
- 「氫能生產稅收激勵」：規劃於 2027/28 年度啟動，預計十年間投入約 67 億澳元。採取「每公斤氫補貼 2 澳元」的方式，協助企業降低初期成本差距，鼓勵商業化投資。
- Hydrogen Headstart 計畫：以競爭性甄選方式，支持大型專案，尤其是使用再生能源生產的氫能。政府將承擔再生氫生產成本與市場價格之間的落差，協助「先行者」專案跨越商業化瓶頸。
- 來源保證(Guarantee of Origin, GO)制度：採自願性質，並設計兩種憑證，分別為再生電力保證(REGO)，以驗

證在澳洲境內生產或輸出的再生能源電力；以及產品保證(PGO)，以國際一致的排放核算架構為基礎，首先針對氫能產品發行，未來將擴展到鋼鐵、氨等其他產品。

綜上，澳洲在 CCUS 與氫能的發展策略中展現全面性與長期性：CCUS 方面制定嚴謹、完整的法規，並結合國際協定，為跨境 CO₂ 儲存鋪路，不僅保障環境安全，也有助於鞏固澳洲在亞太區域能源合作中的地位。氫能方面則透過稅收激勵、產能目標、國際合作及社會參與，全方位推動產業成長。以上從技術、經濟到社會面向，均有政策配套，以確保產業發展的可持續性，最終目標是形成安全、創新且具全球競爭力的能源新體系，既能減少排放、推動經濟，又能帶來社會效益與國際影響力。這將使澳洲在未來的淨零經濟中佔有舉足輕重的地位。

3. 澳洲浮動式儲存與再氣化設施(FSRU)計畫發展現況

近年澳洲東海岸由於天然氣需求增加，導致供需緊繃，澳洲可能從 2027 年開始進口 LNG，以解決潛在的供應短缺問題。LNG 進口計畫主要集中在新南威爾斯州、維多利亞州與南澳地區，其中包含可快速部署與兼具彈性的 FSRU 計畫如下：

(1) Port Kembla（新南威爾斯州）

由 Squadron Energy 主導，是澳洲東岸最具進展的 FSRU 計畫。該計畫核心設施包括一艘租用的 FSRU、碼頭及連接輸氣管網的基礎建設，能將進口 LNG 轉化為天然氣，直接送入東岸市場。此計畫不僅能緩解澳洲東南部面臨的中期氣源短缺問題，亦可增強能源安全與價格穩定性。目前已進入後期施工階段，原規劃於 2026–2027 年間投入運轉，由於澳洲能源市場管理機構（AEMO）

多次警示東岸將出現天然氣供應缺口，仍有政治與商業討論空間以加速配合緊急需求，該計畫被視為政府及市場高度關注的解決方案。^{iv}

(2) Outer Harbor / Port Adelaide (南澳)

Outer Harbor (亦稱 Port Adelaide) 計畫由原開發商 Venice Energy 規劃，後由 AG&PLNG 接手推動。該計畫採用 FSRU，年進口量約 2 百萬公噸 LNG，規劃在 2026 年完成建設並於 2027 年中正式營運，同時亦研擬臨時「energy bridge」方案，以加速部分氣源供應。該計畫主要目標是緩解南澳及周邊地區的天然氣供應壓力，也能增強東南澳整體能源安全，並為再生能源發展提供過渡支撐。AG&P 目前積極推動最終投資決定 (FID)。^v

(3) Geelong (維多利亞州)

由 Viva Energy 主導開發，該計畫已於 2025 年取得州政府環境評估的正面結論，並進入尋求 FSRU 階段，Viva Energy 透過公開徵求市場意向 (EOI)，洽談租用或購買 FSRU 的可能性。該計畫年進口量約 200-290 萬公噸，按照目前時程，若 FID 順利，預期可於 2028 年前後供氣。^{vi}

(4) Port Phillip Bay (維多利亞州)

由荷蘭 Vopak 提出，計畫設計採用 FSRU，年處理量可達數百萬公噸 LNG，並將再氣化天然氣接入維州現有的管網以支援區域用氣需求。由於維州傳統氣田產量持續下滑，該計畫被定位為中期供氣的重要選項。Vopak 強

調，利用 FSRU 可快速部署並具備彈性，避免大規模陸上設施造成的環境與成本負擔。目前該計畫仍處於前期商業與環評程序，預計在 2026–2027 年間達成 FID，若順利推進，最快可於 2029 年前後投入營運。^{vii}

根據上述澳洲 FSRU 計畫的發展經驗，本公司在推動協和 FSRU 供氣方案時，可能會面臨以下的問題：

- 經濟性考量：協和 FSRU 計畫將作為臨時供氣方案使用 6~7 年，對於業界一般約 15~20 年的租期而言較為短暫，且目前全球對 FSRU 的需求增加，可能導致 FSRU 的租賃成本增加，故需要評估其他解決方案，如考慮延長 FSRU 租賃期限，增加廠商意願以降低租賃成本。
- 政策/法規支持：目前台灣無 FSRU 相關法規，對於 FSRU 許可申請、營運審批流程等法規制度之訂定，相關政府單位與本公司均無經驗，而協和燃氣發電計畫對於本公司北東電網之穩定極為重要，為確保 FSRU 臨時供氣方案可順利營運，需儘速與政府相關單位(例如交通部)溝通，俾及時供氣。
- 與其他基礎建設的整合：FSRU 雖能快速部署，但須有相應的基礎設施作為配合，以順利靠泊、營運送氣，並於發生緊急狀況時，可快速脫離碼頭安全離港。故 FSRU 作為協和發電整體計畫的一部分，在基礎設施(碼頭含繫泊系統、送氣設施、天然氣管網、防波堤等)的細部設計階段，即需納入 FSRU 考量做最佳匹配，俾後續訂定專屬計畫之 FSRU 規範，以進行 FSRU 採購/租賃作業。

未來將持續與澳洲政府/廠商交流，吸取經驗，並同時透過委聘專業 FSRU 顧問，協助本公司提供解決上述問題的建議方案，俾協和 FSRU 計畫可順利營運。

4. 澳洲未來製造計畫(Future Made in Australia)

《2024 年澳洲未來製造法案》是澳洲政府在 2024-25 財年預算中宣布的一項價值 227 億澳元的計畫，旨在推動先進製造業發展，並確保澳洲在全球潔淨能源轉型中的領先地位。該計畫旨在吸引私部門投資再生氫能、關鍵礦產、綠色金屬、低碳液體燃料以及潔淨能源製造等優先產業，包括電池和太陽能板等領域。透過供激勵措施和簡化審批流程，創造就業機會、增強經濟實力，並確保能源和供應鏈安全。

該法案設立了「國家利益框架」(NIF)，為涉及國家利益的重要公共投資決策提供指導。該框架包含兩個子項，用於確定優先發展產業和政府支持的原則，分別為：

(1) 淨零排放轉型 (Net Zero Stream)：

旨在甄選能夠為實現淨零排放做出重大貢獻的產業，以幫助澳洲在該領域建立持久的優勢。產業包含：再生氫、綠色金屬、低碳液體燃料。

(2) 經濟韌性及安全(Economic Resilience & Security Stream)：

旨在識別對國家經濟韌性至關重要、容易受到供應鏈中斷影響、且需要政府支持以吸引更多私人投資的產業，如：關鍵礦物加工及潔淨能源製造。

政府將使用以證據為基礎且具諮詢性的流程進行評估，匯集來自產業、投資者、工人、社區和政府利害關係人的見解、

專業知識和觀點。財政部將負責評估各部門是否符合國家利益框架，評估結果將為政府決策提供資訊。

澳洲在吸引投資方面具有良好的記錄，作為「澳洲未來製造」計畫的一環，政府正積極推出「投資者前門」(Investor Front Door)以簡化在澳洲投資和開發具有國家戰略意義的專案流程。

「投資者前門」將作為澳洲及國際投資者與政府溝通的窗口，為有意在澳洲進行重大投資的投資者提供優先服務、專屬諮詢和監管支援。其將幫助符合條件的專案更快地完成各項監管程序，並協助專案發起人尋找潛在的政府融資管道，目前已於 2025 年 9 月 1 日啟動試點計畫。

澳洲未來製造其他重點措施包含：

綠色金屬	投入超過 30 億美元資金，支持澳洲綠色金屬產業，協助全球及國內能源
電池突破	支持澳洲的電池製造能力，以增強供應鏈的韌性，降低碳排放，並推動澳洲電池產業在整個價值鏈上的發展。
關鍵礦產策略	發展支持澳洲關鍵礦物產業發展與成長的框架體系。
原產地保證	透過建構更完善的綠色產品市場和產品標準體系，幫助企業及貿易夥伴購買低排放產品。
太陽能推進計畫	促進澳洲太陽能製造業的發展，並增強供應鏈的韌性。
創新基金	支持重點領域的創新、商業化、試點和示範計畫以及早期研發活動。

二、 臺澳能礦諮商會議之參訪行程

(一) 澳洲首都特區(ACT)政府辦公大樓

本次參訪行程首先至澳洲首都特區(ACT)政府辦公大樓，並由 ACT 政府國際事務專員 Brendan Smyth 進行簡報介紹坎培拉。



圖 1 ACT 政府國際事務專員簡報

簡報旨在介紹坎培拉（Canberra）作為澳洲首都的獨特優勢，強調其在經濟、環境、創新和生活品質方面的卓越表現。重點摘要如下：

1. 坎培拉位於澳洲東南地區，是澳洲的首都，也是澳洲政府所在地。根據格里芬(Griffin)計畫，坎培拉的設計基於該地區的自然地形，該城市位於三座山丘（黑山、安斯利山和穆加穆加山）之間，南北兩側各有一個觀賞湖。簡報強調，坎培

拉是澳洲發展最快的州或領地經濟體，也是澳洲的知識之都。

2. 坎培拉位於內陸，擁有四季分明的氣候，54%的面積為自然保護區，空氣品質高，並實現了 100%的可再生電力供應。
3. 坎培拉的人口為 474,132 人(2024 年)，每年增長 11,000 人，失業率為澳洲最低。35%的坎培拉居民擁有高等教育學位，高於全國平均水準，且人口比澳洲其他地區更年輕、文化更多元。
4. 坎培拉也是一個創新之都，是澳洲商標和專利最密集的地區。其擁有世界一流的創意孵化器和商業成長加速器 CBRIN，以及聯邦科學與工業研究組織 CSIRO。
5. 交通方面，坎培拉的第一階段輕軌已於 2019 年 4 月開通，第二階段正在建設中。該市擁有廣泛的巴士系統、自行車道和社區道路網絡，是澳洲第一個將共享乘車合法化的城市，並擁有具雄心的電動滑板車計畫。坎培拉也是澳洲第一個禁止銷售內燃機(ICE)汽車的城市（2035 年前）。
6. 坎培拉致力於到 2045 年實現淨零排放，並已於 2020 年實現 100%的電力供應來自可再生能源。永續家庭計畫提供零利率貸款，用於安裝屋頂太陽能 and 電池。大型坎培拉電池項目將為 ACT 提供更可靠的能源供應。

(二) Majura 社區能源計畫

其次，訪團前往考察 Solar Share Majura 社區能源計畫，Majura 社區能源計畫是澳洲最大的社區太陽能發電廠，位於坎培拉 Majura 谷，容量為 1.2MW。該計畫由 350 多位當地居民籌集了 254 萬澳元共同投資。自 2021 年 4 月投入營運以來，該太陽能發電廠每年可為 ACT 約 260 戶家庭供電，並為投資者帶來收益，展現了社區參與再生能源轉型的新模式，自開始運作以來，電廠已貢獻了超過 5,200 公噸的二氧化抵銷量（相當於種植超過 49 萬棵樹）。^{viii}



圖 2 參訪 Majura 社區能源計畫

(三) 大碟(The Big Dish)

接著，訪團前往澳洲國立大學(ANU)考察「大碟」(The Big Dish)。

「大碟」是世界上最大的太陽能聚光器，由 ANU 研發，用於捕捉和聚焦陽光。這個巨大的拋物面形聚光器利用一系列反射鏡聚集太陽能，產生高溫熱量，用於發電、區域供熱/製冷或工業生產。

ANU 的 SG4 (太陽能發電機 4 號) 聚光器於 2009 年建成，是大型太陽能發電系統的原型，展現了其商業化的潛力。^{ix}



圖 3 考察澳洲國立大學(ANU)The Big Dish 太陽能聚光器

(四) 再生能源技術研究者圓桌會議

訪團隨後於 ANU 進行再生能源技術研究者圓桌會議。



圖 4 再生能源技術研究者圓桌會議

其中學者 Timothy Weber 之簡報內容為探討台灣利用離岸抽蓄水力發電以實現高比例再生能源的潛力。簡報指出，澳洲預計在 2030 年達到 82% 的再生能源比例，主要來自太陽能 and 風能，而台灣也具備良好的太陽能和風能潛力，可以效仿澳洲的發展路徑。

儲能對再生能源如太陽能及風能發展至關重要，抽蓄水力發電適用於長時儲能，電池則適用於短時儲能。

簡報比較了河道式抽蓄水力發電和離岸式抽蓄水力發電，指出離岸式抽蓄水力發電幾乎不受地理限制，環境足跡小，用水量低，且具有電池互補性。全球抽蓄水力發電儲能圖集顯示，全球有 82 萬個潛在站點，儲能容量達 8600 萬 GWh(相當於 2 兆個電動汽車電池)。台灣具有抽蓄水力發電的巨大潛力，總計 1,406 個站點，儲能潛力達 88,700 GWh。

(五) ANU 分散式能源資源實驗室(The Distributed Energy Resources Laboratory, DERlab)

最後訪團來到 ANU 分散式能源資源實驗室，該實驗室是一座先進的故障安全測試設施，旨在開發和測試新型分散式能源技術和系統。該實驗室於 2021 年啟用，模擬真實的電網條件，使研究人員、教育工作者和產業合作夥伴能夠在太陽能光電、電池、電源轉換器、智慧控制器和其他技術投入電網部署之前對其進行安全測試。其目標是透過加速再生能源的開發和整合，支持向可持續的分散式能源系統過渡。^x



圖 5 參訪 ANU 分散式能源資源實驗室(DERlab)

(六)意見交流

澳洲辦事處蕭主任朝景於參訪 ANU 中表示，澳洲有大量露天煤礦，尤其在 Hunter Valley(NSW)、Bowen Basin(QLD)。隨著能源轉型，許多煤礦將於未來 10–20 年陸續關閉。關閉後的坑洞 (final voids) 往往深達 100–300 公尺，體積龐大，通常規劃成礦坑湖或乾坑，長期維護成本高。本次參訪 ANU 所提及的抽蓄水力是一種成熟的儲能技術，可在可再生能源滲透率提升下提供調節能力。將廢棄煤礦坑改造為抽蓄水力，能減少復育成本，同時提供能源基礎設施。

本公司於澳洲新南威爾斯州 Hunter Valley 投資班卡拉煤礦 (Bengalla Coal Mine)，據悉其鄰近的 Muswellbrook Coal Mine 由於靠近新南威爾斯州主電網與再生能源基地，曾提出將露天煤礦坑作為抽蓄水力下水庫的可行性研究，且另一鄰近之 Mt Arthur Coal Mine 之最終地貌設計中包含大型深坑，業界曾討論是否適合能源用途。

露天煤礦坑作為抽蓄水力的優勢包含：

- 地形現成：深坑可直接作下水庫，減少大規模土石方工程。
- 靠近電網與負載中心：Hunter Valley 煤礦區與新南威爾斯州電網緊密連接。
- 能源轉型契機：可取代傳統「礦坑湖」規劃，賦予礦區新經濟功能。
- 社會與環境價值：減少長期水質治理問題，創造就業機會。

露天煤礦坑作為抽蓄水力面臨的挑戰包含：

- 水資源問題：坑內水質可能受煤礦水污染，需要治理。
- 結構與安全性：坑壁是否能承受長期水壓需詳細地質勘查。
- 投資成本高：建造上水庫、壩體、抽水系統、變電設施的成本較難估算。
- 監管挑戰：需要重新環評，並取得土地使用與水資源許可。
- 替代方案競爭：電池、氫能與其他再生能源搭配儲能設施也在快速發展。

肆、心得與建議

- 一、澳洲於會議中重申其 2050 年淨零碳排目標，並計畫於 2035 至 2040 年間逐步淘汰燃煤發電。儘管煤電將逐步退出，澳洲仍承諾在淨零轉型期間持續作為全球能源（包括煤炭）的可靠供應者，以確保能源供應穩定。煤炭生產脫碳與淘汰燃煤發電為其長期目標，但目前對煤炭產業尚無專門的碳捕捉、利用與封存 (CCUS) 計畫，碳捕捉技術主要聚焦於天然氣以及鋼鐵、水泥等難以減碳的產業。澳洲在 CCUS 方面已建立完整法規，並結合國際協定保障環境安全及支撐跨境 CO₂ 儲存，同時透過政策與財政激勵推動氫能產業全鏈發展，展現出長期性與全面性的能源轉型策略。
- 二、基於上述觀察，本公司應持續追蹤澳洲在 CCUS、氫能及相關能源轉型領域的政策、技術與市場動態，並密切關注學界與業界的最新研究成果。這些資訊可作為我方能源礦產投資與能源策略的重要參考，為未來決策提供科學依據及市場洞見，確保在全球能源轉型中保持靈活性與前瞻性。
- 三、有關本公司協和 FSRU 臨時供氣方案，針對可能遇到的問題（經濟性考量、FSRU 相關法規政策、與基礎建設的整合），將持續與澳洲政府/廠商交流討論，並同時透過委聘專業 FSRU 顧問，協助本公司提供解決上述問題的建議方案，俾協和 FSRU 計畫可順利營運。
- 四、將煤礦最終地貌改造為抽蓄水力在技術上具備可行性，並且在能源轉型背景下具有相當吸引力。然而，水資源可得性、坑壁結構穩定性以及高額前期投資成本，仍是實際執行過程中不可忽視的挑戰。這些因素使得相關計畫通常需要依賴政府支持及市場機制，例如容量市場設計與再生能源區域規劃。

參考資料

i

<https://www.treasury.qld.gov.au/policies-and-programs/investment/leip/>

<https://statements.qld.gov.au/statements/99635>

ii

<https://www.nsw.gov.au/ministerial-releases/nsw-invests-262-million-low-emissions-clean-technology>

iii

[https://business.gov.au/grants-and-programs/resources-methane-abatement-fund#:~:text=The%20Resources%20Methane%20Abatement%20Fund%20provides%20funding,of%20between%20\\$1%20million%20and%20\\$5%20million.](https://business.gov.au/grants-and-programs/resources-methane-abatement-fund#:~:text=The%20Resources%20Methane%20Abatement%20Fund%20provides%20funding,of%20between%20$1%20million%20and%20$5%20million.)

<https://www.industry.gov.au/news/new-grant-help-reduce-emissions-australias-resources-industry>

iv

<https://www.reuters.com/business/energy/australia-could-import-lng-2027-with-four-projects-underway-along-east-coast-2025-06-12/>

v

<https://www.reuters.com/business/energy/australia-could-import-lng-2027-with-four-projects-underway-along-east-coast-2025-06-12>

https://www.gem.wiki/Outer_Harbor_FSRU?

<https://www.giignl.org/news/nebulas-agp-lng-to-buy-australias-venice-energy>

vi

<https://www.planning.vic.gov.au/environmental-assessments/browse-projects/viva-energy-gas-terminal>

vii

<https://lngprime.com/australia-and-oceania/vopak-in-advanced-talks-to-secure-fsru-for-australian-lng-import-project/152195/>

https://petroleumaustralia.com.au/business_insight/vopak-secures-seapeak-partnership-for-fsru/

viii

<https://www.solarshare.com.au/about>

ix

<https://systems.anu.edu.au/research/facilities/big-dish/>

<https://www.yokogawa.com/library/resources/references/australian-national-universitys-big-dish-controlled-by-yokogawa-plc-and-fast-tools-scada/>

x

<https://der-lab.net.au/>