

「能源部門旗艦計畫社會溝通(地熱、小水力、CCUS)會議」

會議紀錄

- 一、時間：114 年 6 月 10 日（星期二）下午 2 時
- 二、地點：環境部後棟(台北市中正區延平南路 156 號)101 會議室
- 三、主席：賴常務次長建信、林副執行長子倫 紀錄：呂武諺
- 四、共同主持人：呂家華
- 五、出席人員：詳簽到單
- 六、主席致詞：(略)
- 七、旗艦行動計畫簡報：

(一)地熱 (台灣環境規劃協會李翰林常務理事)

(二)小水力 (生態專業技術服務商業同業公會 陳嘉修經理)

(三)CCUS (環境部 梁喬凱科長)

八、綜合討論（依發言順序）：

(一)彰化縣環境保護聯盟 (施月英總幹事)

1. 小水力發電可透過擴大水管管徑、增加高低落差，或在工業區高用水量地區利用水管加壓裝設螺旋水渦輪進行輸水管改造發電。在渠道上游設置垃圾攔截網，並於上下游同時攔截垃圾，可避免阻塞發電設備，並密布渦輪機以提升發電效率。
2. 小水力發電可與太陽能結合，提升整體能源使用效益；自來水系統中的高壓水流亦可納入發電考量。
3. 碳封存風險高，可能誘發地震（如美國曾出現 5 級地震），若地層存在砂層破損，恐引發 6 級以上地震，建議應放在政策優先順序最後，甚至不予考慮。
4. 碳封存過程耗能高，淨發電量中有 10 - 30%須用於封存，成本效益不佳。另外，封存管線深入地層可能導致水層污染，含酸性液體可能攪動原有污染物，影響地下水安全。
5. 建議推動碳再利用技術，例如應用於混凝土固化（具有良好效果並可加速反應）、發展藻類作為碳吸收後之肥料來源。

昨日台肥分享，CO₂與尿素結合製成肥料具高度潛力，建議放棄封存，聚焦發展再利用。

6. 若仍考慮碳封存，須評估地層中是否含有鈣、鎂、鐵等可與碳結合的礦物，且需鑽探至一千公尺以上深度，技術與成本門檻極高。
7. 生物質能結合碳捕捉技術（如 BECCS）為較可行且潔淨的替代方案，值得持續評估與推動。

(二)成功大學化學工程系 (陳志勇名譽教授)

1. 建議在推動 CCS 時，參考地熱開發已有的社會溝通與國際合作經驗，提升整體規劃嚴謹度。
2. 地熱開發涉及地下作業，與碳封存同樣面臨地質與安全顧慮，建議尊重專業意見，由具備地熱與 CCS 專業知識者進行評估與規劃。
3. 地熱開發資金來源可考慮導入企業綠電資金，因目前綠電供應有限，企業為達碳中和目標須購買綠電，若能將部分資金投入地熱探勘，可形成正向循環。
4. 地熱相關業務與台電有關，但本身已面臨中火等發電壓力，建議由民間業者主導地熱開發，政府在制度與法規上提供支持與協調。
5. 企業碳盤查與碳中和壓力增加，但綠電供應有限，建議透過法規協調，導引資金投入地熱等本地再生能源。
6. 小水力發電與地熱同樣需考量對生態環境的影響，若生態遭破壞，將不利碳補償與永續發展，規劃上應納入完整環評與保育措施。
7. 建議加快 CCUS 推動，應積極尋求業界合作，加速實質落地與應用。

(三)台灣環境保護聯盟 (施信民創會會長)

1. 建議地熱開發由公部門先行，以公有土地為優先試探區，率先進行地熱探勘，帶動後續推動與民間參與。

2. 小水力發電應強化台電角色介入，因臺灣歷來水力發電主要由台電執行，具備技術與管理經驗，可加速規劃與落實。
3. 碳捕捉與封存策略上，建議簡報第 11 頁內容需調整。一方面應強調「碳捕捉」的重要性，避免過度聚焦於封存；另一方面，分類上需修正，現列為直接封存的項目中（如生物碳、低碳燃料、化學品）多為需經反應生成，並非直接封存，應重新歸類以避免誤導。此外，簡報中亦缺乏對無機礦化封存的說明，建議補充碳酸鈣、碳酸鎂等形成機制，以及矽酸鈣岩石與 CO_2 反應的潛力，提升內容完整性與專業度。
4. 可利用貝殼類（如農漁業副產物）進行碳再利用，貝殼為天然碳酸鈣來源，是封存 CO_2 的一種方式，應研擬有效的處理與再利用策略。
5. 煉鋼業與燃煤電廠產生的高爐爐石、轉爐爐石及飛灰含有豐富鈣成分，可作為碳捕捉材料，並取代石灰石使用於水泥生產中。
6. 水泥工業在碳再利用方面具有高度潛力。現行鋼化聯產討論中較少著墨於固體碳封存建材的應用，建議納入中鋼副產物作為水泥替代原料，強化碳固化技術與材料研發。

(四)成功大學資源工程學系 (謝秉志教授)

1. 地熱具有經濟價值之外，更是國家能源自主與國防戰略所需的重要綠能，不可忽略地熱發展機會。
2. 地熱為基載型能源，具自由調控與儲能性質，優於風電與太陽能，可提升設計與應用彈性，應納入能源配置核心。
3. 現行 FIT 制度未涵蓋地熱探勘風險，無法反映地熱技術與開發特性之真實價值。建議提升政策誘因，同時推動以 CPPA 模式由企業與供電者直接協調採購地熱電力，FIT 作為輔助，帶動地熱市場化發展，參考國際主流做法。
4. 地熱應導入民生使用情境，如溫泉、農業與觀光，提升在

地接受度與社會支持。

5. 地熱工法應朝模組化、規模化方向發展，降低建置門檻與成本，提升推廣效率與可複製性。
6. 除花東地區傳導型地熱（具約 40GW 潛力）外，臺灣西部沉積岩亦具開發潛力，可轉型為 EGS（增強型地熱系統）。加拿大已成功實證沉積岩型地熱發電，運用石油工程鑽井技術進行熱水開採與冷水回注，系統設計上不會破壞水資源，臺灣可仿效此技術路線，拓展地熱開發空間。
7. 沉積岩地熱若開發成功，可實現模組化，形成穩定能源新模式，值得積極投入與技術移轉。
8. 地熱資源分布可區分為傳導型、濕熱岩與乾熱岩，不同類型需對應不同技術。
9. 未來地熱管理將走向沉積岩或 EGS 技術導向，應建立全生命週期追蹤與管理機制，確保開發進程與實質成效可被長期監測與調整。

第一輪發言總結：經濟部（賴建信常務次長）

1. 施月英總幹事關切碳封存引發地震風險，期盼與會專業人士就此議題予以說明。
2. 謝秉志教授提出多項地熱發展之效益，李翰林常務理事亦於簡報中指出七項推動過程可能面臨之挑戰。期盼藉由本次交流廣納建議與意見，展現公私協力精神，凝聚多方共識。
3. 經濟部參考光電推動經驗，希望於新型態能源推動階段，及早建構完整法規體系，已與能源署討論整合地熱相關法規、推動困難點與回饋機制等，完善整體制度。
4. 施月英總幹事所提出之「公有地先行」理念，亦為目前經濟部推動方向，惟實務上可更積極作為，將參酌印尼、紐西蘭等國經驗，透過旗艦計畫協助業者進行前期探勘作業，以降低後續開發風險與失敗率。另對於具高敏感及脆弱區

域(如：國家公園)，將更審慎處理，避免引發負面觀感。

(五)臺灣大學新碳勘科技研究中心 (劉雅瑄主任)

1. 碳封存 (CCS) 技術機制多樣，涉及複雜地質與工程條件，建議未來可另安排時間進行完整技術說明與資料分享。
2. 針對碳封存是否誘發地震的疑慮，目前並無明確證據顯示灌注行為與地震發生具有直接關聯。
3. 日本苫小牧與 JCCS 實地觀察顯示，當地實施完整監測機制，能區分灌注時間與地震發生時間，相關數據亦已對外公開。
4. 對於碳封存相關疑慮，建議透過完整調查與國際監測資料來強化說明與溝通。碳封存的觀測時間較長、範圍較大，並非短期可見成效，需透過長期追蹤與專業評估來處理。後續如有需要，可再彙整國際案例與監測資料，進行深入交流與報告。

(六)成功大學資源工程學系 (謝秉志教授)(第二次發言)

1. 地熱開發應朝規模經濟方向推動。以 1MW 為例，建置成本約 7 億元，年發電量約 650 萬度，若以每度電 5 元估算，收益與成本接近。若裝置容量擴大至 10MW 以上，不僅能分攤風險，也更有利於處理土地取得、熱源穩定性等初期問題，應列為開發優先方向。
2. 土地取得與熱源分布不易，建議採「單點調查、區域推估」模式，透過熱質岩區或沉積岩的成功案例，研判其他潛在開發區位，建立熱源分布推估邏輯。
3. 臺灣深層地熱潛力普遍於 4-5 公里深度，應以熱源匹配為核心規劃不同技術路線。開發策略應依地質條件分類，熱質岩、水熱岩、沉積岩及 EGS 各自適用不同工法，建議建立分區管理與技術對應機制。
4. 傳統水熱型地熱適合在熱流連續性高的區域開發。沉積岩若有連續砂層，10 平方公里內就可能具備 10MW 開發潛力，

顯示西部具規模化應用可能性。開發上可採「水沖排」方式，於同層進行產水與注水，僅熱能移動，能有效避免地層下陷。

5. 增強型地熱（EGS）有熱源即可開發，但須控制注水壓力變化，避免誘發地震，建議搭配監測與壓力控制系統降低風險。若沉積岩或 EGS 條件不足，亦可評估採用 AGS（熱交換系統）作為替代方式，無需依賴自然地下水循環，可擴大地熱應用範圍。美國目前由 Fervo Energy 等業者推動控制型 EGS 技術，中油現行 EGS 發展亦朝相同方向進行，強調風險可控與長期穩定產出。
6. 臺灣地熱潛力分布多元，各地地質條件不一，開發上應採分線規劃，對應適用工法與策略，強化整體開發彈性與效能。

(七)拆核四促進會 (楊木火總幹事)

1. 相較於板塊運動的力量，碳封存注入對地震的影響可以忽略，相關疑慮不必過度放大。
2. 碳捕捉與封存各階段，包括捕捉、運輸、封存皆應納入風險評估。以 2024 年 8 月 20 日離岸風電發生 CO₂外洩事故造成 3 人死亡為例，顯示相關作業具潛在風險。目前國內缺乏經驗，建議由具公信力的國際第三方單位執行風險評估。
3. 政府規劃於 115、116 年辦理二氧化碳捕捉與封存政策環評，建議應明確納入風險評估項目，並作為制度必要程序。
4. 建議以台電台中、中油鐵砧山試驗計畫為基礎，建立我國碳封存風險評估示範案例。
5. CCS 資料應納入公開資訊平台，包含地質鑽探資料、風險評估報告及場址營運資訊等，並定期更新，供大眾查詢。
6. 每一件碳封存個案都應實施環境影響評估，不應設下排放量門檻，臺灣過去並無執行經驗，應以謹慎原則處理。

7. 英國政府未來 25 年預計投入超過 8,000 億元於碳封存相關技術與基礎建設，建議我國應評估相對應財政投入規模。

(八)楷致國際實業有限公司 (蔡源禎總經理)

1. 當前社會與政策過度聚焦於碳封存 (CCS)，但資訊明顯落後，對如電解水製氫、海水鹼化等具負碳潛力的替代技術關注不足，建議調整焦點與資源配置。
2. 電解水製氫已獲聯合國 IPCC 認可為合規方法學，副產物鹼性水具吸附 CO_2 潛力，兼具除碳與製氫雙重效益。可中和 CO_2 衍生酸性物質，提升海水鹼度後再吸收 CO_2 ，最終轉化為碳酸鈣排入海域，無地震風險，應積極推動應用。
3. 海水鹼化與負碳技術具體可行，無地震爭議，應作為 CCS 爭議下的重要替代方案優先推動。但若直接灌注 CO_2 進入海水，恐導致酸化現象，pH 值甚至降至 1，須審慎規劃與監控。
4. 對於仍具高度爭議或未具國際驗證方法學的 CCS 作法，建議暫緩推動，避免倉促上路造成風險，可待國際標準成熟後再評估採行。
5. 海水中氫氣與氫離子與 CO_2 緊密相關，電解水製氫不僅是潛在氫能來源，副產物亦具吸碳功能，應強化技術研發。我國可參考新加坡、韓國已投入的應用實例，透過駐外單位掌握進展，強化政策引導。並建議環境部、能源署等單位確認電解水製氫是否已納入聯合國 CDM 方法學，作為後續政策依據。
6. 建議建立針對海水鹼化與電解水製氫等負碳技術的技術審查與投資機制，補足現行政策過度偏重封存、忽略負碳的盲點。

(九)成功大學資源工程學系 (吳泓昱助理教授)

1. CCS 草案雖提及「長期封存與監測」，但缺乏井下測量、封存設施設計與實務規劃，若無現地探測與工程驗證，將淪

為盲人摸象，無法確認 CO₂ 能否有效、安全地封存。

2. 鑽井屬高風險高成本工程，地熱井常伴隨高溫、高壓與強腐蝕性硫氣體，一旦超出預估條件，將衝擊井場設計與封存成效。草案中未見對這些技術挑戰的回應，也未說明如何避免鑽井失敗與 CO₂ 洩漏風險。
3. 目前草案多以專家模擬為依據，缺乏實測數據與科學驗證。若無實際量測與工程監控機制，將難以說服民眾、建立社會信任，無法回應公民團體對地震誘發等疑慮。
4. 草案亦未明確規劃與學界、產業界或國際井測廠商的合作，缺乏地層監測、鑽井認證與工程標準，不利旗艦型 CCS 計畫落地。
5. 建議政府推動跨領域合作，整合地質探勘、井測、鑽井等實務專業，由學界擔任第三方執行角色，提供科學證據與監督，提升計畫可行性、技術信賴度並降低浪費。

(十)野薑花公民協會 (陳雪梨常務理事)

1. 推動地熱發展最關鍵的是「去風險化」，首先應針對潛力高但資料缺乏的地區加強探勘，建立基本地熱科學資料。
2. 反對土法煉鋼，建議借助國際經驗加速進度。地熱雖需投入數十億元，但相對於其他能源支出並不算高，應列為優先投入。
3. 探勘重點可放在北部火山區與蘭陽平原，西部平原可由成大謝秉志老師等專業團隊進行。建議由投標廠商自行提報探勘點，政府以最有利標審查，金額彈性調整，提升效率與靈活性。
4. 探勘過程應整合地上與地下專家協作，並可據此推動「國土計畫」及專區設置，強化集中管理與政策連動。
5. 地熱開發不須等候線性進行，可同步啟動多個階段。像馬槽已有完整探勘資料，具備發展國際級示範案場的條件。
6. 建議及早建立監測與追蹤機制，確保整體開發具科學依據

與安全控管能力。

(十一) 臺東大學公共與文化事務學系 (林嘉男助理教授)

1. 能源轉型要有規模經濟才有效。目前政策採小家林立、個案累加的方式，欠缺整體思維，加上中央與地方治理機關權限分立，導致重複融資、社會溝通無效等「網內互打」現象，難以形成系統性成效。
2. 應從區域治理角度出發，讓各縣市依照自身自然條件提出能源配置組合。例如山區可結合熱、水、林地等要素，平原地區則可依地質特性規劃，建構具有在地適性與差異化的發展方案。
3. 目前中央主管機關以發照為主，地方政府參與不足。快速單一窗口雖可處理開發流程，但無法回應土地、環境、社會衝擊等問題，中央應建立整合平台，強化跨部會與中央—地方治理機制。
4. 整合規劃可分階段推進：第一，縣市提出能源建設與治理構想；第二，納入國土計畫與區位條件，中央部會協調資源與政策；第三，優先啟動示範場域與試點計畫，逐步擴大推動。

(十二) 台灣再生能源推動聯盟 (高茹萍秘書長)

1. 社會溝通本身即極具挑戰，特別是當民間與政府單位共同參與時更加困難。再生能源作為新興議題，若無完整體系與知識基礎，將難以促進有效對話。
2. 應將再生能源知識普及化，讓其成為可閱讀、可理解的資訊。從各級學校課程到大專院校研究體系，逐步建立公民社會對能源轉型的基本理解。
3. 教育部應積極介入，擔任再生能源教育推廣關鍵角色。透過教育降低溝通門檻，並培育具國際連結能力的碩博士人才，提升社會對未來能源的整體想像與規劃能力。
4. 當前社會處於平權與戰備交錯時代，應從國安視角檢視能

源配置與電網韌性。例如花東、台南、新店等地頻繁出現軍機活動，凸顯備戰壓力下的能源風險。

5. 尤其應關注太陽能板政策問題，目前國防部與中小學設置的太陽能多數將電賣給台電，一旦戰時電網失效，恐無自發電能力，影響國防與基層設施運作。要評估在戰爭時後，國家電網是否具備維持社會基本運作的能力，將能源安全納入整體國安戰略。
6. 碳封存（CCS）不屬於再生能源，與地熱、小水力、海洋能等本質不同，不應混為一談。應優先思考如何運用本地自然資源推動具發電貢獻的再生能源，確保戰時封鎖下的能源自主性。

第二輪發言總結：經濟部（賴建信常務次長）

1. 楊木火總幹事與吳泓昱助理教授皆建議設立專家委員會或第三方驗證機制，進行風險評估並公開相關資訊。同時，可作為回應施月英總幹事風險疑慮之具體作法。
2. 能源部門共有八支旗艦計畫，考量行政資源實務上難以逐一辦理專場，故採取分類辦理方式。
3. 有關陳雪梨常務理事所提去風險化策略與執行方式，以及楊木火總幹事、吳泓昱教授及陳雪梨常務理事所關切之公開風險評估體系。
4. 林嘉男助理教授建議將能源治理從部門層級與產業扶植層面，進一步提升至國家治理，並納入國土資源整體利用的思維。
5. 蔡源禎總經理、吳泓昱助理教授及楊木火總幹事提到對於碳封存的意見。

(十三) 經濟部能源署（翁素真主任秘書）

1. 風險評估須建立於具體的科學數據基礎上，才能有效執行風險控管。將於整體示範計畫推動過程中，同步蒐集相關資料，以利後續進行更精確的評估與制度建置。另可先行

建立評估方法學，後續再依實際取得資料，納入風險評估項目中。在推動地熱探勘補助計畫過程中，已導入跨領域專家審查機制，透過邀集相關領域專家審查補助計畫，期能提升計畫品質與成功率。後續在政策規劃推動與執行成果檢討階段，亦參酌次長建議，與後續檢討機制納入常態性協作平台。至於跨部會問題，建議採問題導向之方式，透過院層級進行跨部會協調與整合。

2. 在地方治理層面，因各地資源不同，須進行妥適盤點與規劃。現行法規尚未明確賦予地方政府在能源規劃上的責任與權限，屬較上位的議題，需進一步政策對話。而目前中央已有相關計畫，協助有意願之地方政府進行再生能源規劃與補助資源，作為推動地方能源治理之支援。

(十四) 環境部氣候變遷署（蔡玲儀署長）

1. 碳捕捉與封存（CCS）議題在臺灣已討論逾十年，雖普遍認知其為減碳過程中不可或缺的一環，但過去因欠缺完善之社會溝通機制，推動進展有限。自 2023 年氣候變遷因應法制定後，明確將 CCS 主管機關指定為環境部，本部開始研訂相關管理辦法，並展開制度規劃作業。在推動過程中，環境衝擊是社會大眾最關切的議題。環境部認為，未來各項開發案應辦理環境影響評估，自今年起亦已啟動封存場址政策環評作業，並將在環評過程中進行公開說明與社會溝通。CCUS 旗艦計畫不僅涵蓋碳封存，亦納入碳捕捉後再利用(CCU)，過去國內對碳再利用(U)多分散於製造部門及其他領域，欠缺整體統籌。藉由本計畫，期能建立完善推動架構，並如成大教授與楊木火總幹事所建議，將風險評估、資訊公開與溝通平台納入計畫核心，促進民眾參與與意見交流。回顧過去十年，國際在 CCS 技術與法制面已有顯著進展，臺灣在此領域仍有待加速追趕，未來旗艦計畫將以制度建構與社會對話為基礎，作為推動 CCUS 政策

發展之關鍵重點。

2. 針對施月英總幹事所關切誘發地震的議題，日本在苫小牧地區進行碳封存(CCS)灌注，2018 年 9 月 6 日凌晨 3 點發生規模 6.6 地震，然依據日本官方所發布的相關資訊，CCS 灌注作業早於同年 8 月 31 日停止。事後經相關單位檢測與分析，並於官方網站上明確說明，該次地震與 CCS 灌注無直接關聯，且場址未偵測到二氧化碳洩漏情形。上述資訊係根據日本執行經驗所提出，供參考與說明。社會大眾對於風險仍存疑慮，將持續透過科學角度與事證基礎，加強社會溝通與專業討論。

(十五) 經濟部 (賴建信常務次長)

1. 蔡玲儀署長提及建立資訊溝通平台，惟目前旗艦計畫中尚未明確規劃，是否進一步說明未來如何落實？
2. CCUS 旗艦計畫中所列執行單位橫跨多個部會，整合各部會內容以建置統一的資訊公開平台是一項規模龐大且具挑戰性的工程，環境部將如何於旗艦計畫推動期間落實？

(十六) 環境部氣候變遷署 (蔡玲儀署長)

1. 今日上午已與國科會及經濟部就 CCS 相關調查研究資料進行初步討論，針對未來社會溝通平台之規劃，三個部會將儘速研商分工機制，以強化政策溝通。
2. 未來資訊公開平台將涵蓋科學原理、政策規劃及管理機制等面向，使社會大眾能清楚理解 CCS 全貌並參與討論。將儘速完成分工與推動規劃。

(十七) 臺東縣政府財政及經濟發展處 (章正文處長)

1. 臺東縣政府長期支持綠電，目前已有 12 處小水力案場進入商轉或規劃中，預估發電量可達約 5MW，另有 3 處正籌設中。
2. 現行推動模式包含三類：一是外來廠商投資，較易引發抗爭；二是公有地招商開發；三是部落自主發電，最符合在

地期待。

3. 部落型案場有助建立自用電網，提升偏鄉韌性，因台東部分地區曾因電網中斷成為孤島。
4. 縣府每年舉辦綠能論壇，邀集專家學者討論相關議題，藉此推進地方能源政策與實務。
5. 地方政府角色為協助廠商排除開發障礙，同時保障原住民族基本權利，期盼發電效能與回饋機制能法制化。
6. 地方非技術主管機關，難以掌握監測技術細節，希望中央能協調由第三方單位協助。
7. 地方政府除有參與權責外，也期盼未來能推動企業認養案場、自用電網與地方能源韌性系統的建立。

(十八) 金崙村辦公室 (陳志偉村長)

1. 地熱開發商多針對部落私有地進行開發，然部落傳統觀念中，地下資源皆屬公共財產，相關單位應尊重部落制度，建立統御與審查機制，並納入部落代表參與。
2. 部落並非反對地熱開發，而是希望更深入了解如何與地熱產業結合共同發展。
3. 金崙村擁有 38 公頃公有地，盼能規劃為地熱專區，結合地方教育、產業、觀光園區，讓更多人了解地熱運作。
4. 部落現多自費推動地熱教育與觀光結合，期盼中央提供補助，部落是否可申請招商獎勵基金作為推動資源。
5. 希望未來開發商舉辦說明會、公聽會時，能源署與經濟部能一同參與，建立明確溝通窗口，讓部落能直接表達需求。
6. 目前部落缺乏與開發商溝通的橋樑，無從提出回饋或合作訴求，期盼改善政府協調與參與制度。
7. 金崙已有 5 家廠商從事地熱開發，饋線施工期間須部落家戶停電配合，請問是否有補償機制？

(十九) 成功大學資源工程學系 (吳泓昱助理教授) (第二次發言)

1. 苦小牧案例能證明地震與開發無關，是因為當地在開發前

就進行完整海底地震儀佈設與科學監測，具備實質數據作為依據。反觀目前許多案場缺乏井孔工程與相關科學討論，使開發缺乏基礎佐證。

2. 應在開發初期即導入第三方認證與專家審查，先確認井場是否具開發價值，否則經常出現投資後發現無效能而放棄計畫，造成資源浪費。
3. 不應僅以預估封存量或潛能模型作為指標，更應強調實際發電量、封存成效與長期監測結果。
4. 臺灣工程實作與學術研究常脫節，模型預測與實際效益落差大，造成地熱潛能難以真正轉化為穩定發電成果。
5. 旗艦計畫的預算應聚焦於土地與能源的實際永續發展，並透過學界協助提出可行建議，讓知識應用回應實務需求。
6. 學界、產業與政府應建立良好協作機制，避免僅喊口號或堆疊模型報告，而是讓每筆經費能精準投入，讓探勘成果最終能轉化為穩定發電與具體貢獻。

(二十) 看守台灣協會 (謝和霖秘書長)

1. 碳酸或氧化鈣結合的碳封存方式較無疑慮，僅將二氧化碳密封於地底的地質封存方式較令人擔憂，臺灣位於地震帶，無法保證百年甚至千年後不會因強震而使二氧化碳逸出，長期封存效益實有疑慮，臺灣不適合推動地質封存技術。
2. 地熱與小水力既然被視為「在地公共資源」，國家就不應置身事外，而應主動投入資源探勘。建議政府成立百億規模的地熱探勘基金，協助業者辦理探勘計畫。
3. 基金應非無條件補助，而是設計一個機制，若探勘成功並開始售電，則須依比例回饋基金；若探勘失敗，則仍應承擔損失與償還義務。
4. 地熱探勘應分為兩階段：一為潛勢性探勘，二為實質性探勘，探勘基金應主要支援前一階段，降低初期風險並保有資金循環的可能性。

5. 此機制可讓探勘資金持續流動使用，即使經過十年，基金總額仍能維持不墜，提升國家能源投資效率。

(二十一) 生態專業技術服務商業同業公會 (蘇維翎理事)

1. 再生能源開發若涉及地形地貌或水文變動，在工程初期如探勘與鑽探階段即可能導致地貌改變與植被清除，因此應特別重視計畫初期選址與生態指引的制定。
2. 規劃初期即避開生態資源豐富區域，盤點敏感地區與潛在風險，明確規劃哪些地區優先執行、哪些需避開。
3. 未來工程開發階段將進入更細緻的操作，應事先評估所有可能的生態議題，以吸引具責任感的優質企業投入。
4. 再生能源開發應與 ESG 目標相符，若忽略生態議題，反而可能使企業無法將成果納入 ESG 報告，甚至產生負面評價。
5. 政府應引導業者於能源設施選址時，避開生態敏感區，於初期納入生態專業評估，提升能源與環境雙重永續性。
6. 農業部林業及自然保育署已建立國土生態保育綠色網絡，可作為盤點重要自然資源之依據，建議中央保育機關正式納入能源設施選址與政策討論中。
7. 公會亦願基於生態專業背景，提供規劃與開發階段的相關協助，促進綠能與生態雙贏。

第三輪發言總結：經濟部 (賴建信常務次長)

1. 部落型電廠是臺東縣最迫切的需求，過去政策多以 Top-Down 方式推動公民電廠，為更有效促進地方參與並回應在地需求，如何轉化為 Bottom-Up 模式。若能有效落實，亦有助於回應如陳志偉村長所關切的辦理地方說明會與工程協力等實務問題，促進地方共識與合作。
2. 吳泓昱助理教授、施月英總幹事與蘇維翎理事皆提及臺灣位處地質敏感區，面臨多種複合性災害風險，選址初期即應審慎評估，以避免潛在風險。而在第一輪討論中多位與

會者提到資訊公開的重要性，如謝秉志教授所言，已有諸多模擬工具與資料，以及吳泓昱助理教授提醒，相關工作即使在前期階段，於地表作業時亦可能對環境產生擾動，應加以審慎處理。

(二十二) 台灣再生能源推動聯盟 (高茹萍秘書長)

1. 過去曾與東海岸、桃園及其他原住民部落合作推動公益型綠能屋頂案場，如長濱地區已有風車與太陽光電參與經驗，部落對綠能已有初步理解。
2. 部落期望能將公益型案場進一步轉型為部落公民電廠，真正實現自主與永續的能源治理模式
3. 目前地熱開發集中於台東，如延平、金崙、太麻里等地，但在地方上受民眾信任的牧師都表示，推動的壓力很大，因為社區對再生能源的認知與理解仍嚴重不足，大家對於陌生的事會排斥是肯定的，以過去政大拒絕捷運開發為例，當年以環境理由否定捷運，如今卻為交通不便而後悔，突顯未建立正確認知時將錯失機會。
4. 東海岸地區常受颱風與其他天然災害衝擊，實為第一線海岸防線，卻普遍未認知再生能源在強化韌性與國安上的價值。
5. 再生能源推動過程中，部落居民需頻繁參加說明會，疲於奔命，建議從根本建立部落青年教育體系，成立部落專屬的再生能源學院或培訓機構，使青年學習如何建置公民電廠。
6. 亦可參考紐西蘭部落政府補助設廠的模式，政府提供資金與技術支持，協助部落族人從建廠、財務、開發到實際營運皆具備能力，進而創造就業並實現真正的在地發展。

(二十三) 經濟部能源署 (翁素真主任秘書)

關於開發過程中是否需進行生態迴避，目前於太陽光電推動上，政府機關已先行完成生態資訊的 Mapping，優先選

擇開發區域。雖然地熱開發鑽井範圍相對較小，仍將優先針對潛能地區進行生態與環境條件之空間分析作業。

(二十四) 經濟部能源署 (蔡秀芬組長)

1. 目前地熱探勘獎勵辦法中，已設有對業者及縣政府的獎勵機制。其中對業者的補助，主要為分攤前期探勘風險，最高可補助探勘經費二分之一，上限為新臺幣 1 億元；縣政府亦可申請相關獎勵，並與在地單位合作推動。
2. 針對部落特別獎勵機制，尚未納入現行辦法。對於陳志偉村長所提出關於部落獎勵之建議，後續須待法規修訂後，方能正式納入制度。

(二十五) 經濟部能源署 (陳崇憲組長)

能源署目前設有多元的獎勵機制，其中針對原住民族地區，已有原住民鄉鎮所適用的再生能源獎勵機制。後續將與章正文處長及陳志偉村長進一步研商具體規劃，初期可運用 200 萬元規劃經費進行相關前期作業。若未來導入離線型再生能源發電設施，亦有助於強化在地電網韌性，能源署將積極辦理相關推動工作。

(二十六) 經濟部 (賴建信常務次長)

本次會議提供許多具啟發性的觀點，特別是在社會溝通面向帶來新的思考。從行政院層級來看，是否允許經濟部將社會溝通過程中所凝聚之建議，納入旗艦計畫後續推動內容，例如：陳雪梨常務理事所提「去風險化」的作法對政策推動具高度建設性。

(二十七) 行政院能源及減碳辦公室 (林子倫副執行長)

感謝各界提出許多具建設性的寶貴意見。本次召開社會溝通會議，目的是為了廣納多方觀點，回饋至旗艦計畫草案中。目前所提計畫內容仍屬初步草案，送交行政院之版本為整體推動架構，細部內容尚可依實際需求進行滾動式修正。

(二十八) 經濟部 (賴建信常務次長)

關於資金面議題，謝和霖秘書長所提「基金」概念，類似再生能源所設之「再生能源發展基金」。此外，未來如欲引導民間資金投入，面對地熱等需大量資本的投資項目，應如何設計誘因與風險分攤機制，以吸引民間參與？

(二十九) 國泰產物保險公司 (翁翠柳副總經理)

1. 開發案的投資者必然關心經濟效益與投資報酬，但在風險尚未被清楚了解前，投資者往往不敢貿然進場。以近期參訪清水地熱為例，說明投資者需透過實地了解設備與技術，才能評估風險與機會，如同過去推動離岸風電初期所面對的學習過程。
2. 能源產業包含諸多技術與層面，投資前需進行全面性風險評估，「綠色金融」不僅是投資，更是對環境保護與社會貢獻的重要工具。
3. 若能在溝通平台中提升資訊透明度，讓風險評估變得可理解與可接受，整體開發過程將更安全，亦更能獲得金融支持。
4. 金融業在推動能源轉型與環境永續的體系中具備重要支撐角色，應持續辦理此類溝通平台，促進各界對話與共識。

(三十) 監督施政聯盟 (陳椒華召集人)

1. 目前提出的旗艦計畫尚不具體，許多議題已討論多年，例如碳封存過去即被列入國發會的減碳目標工具，但至今相關法制如氣候署的環評政策辦法仍未制定完成。
2. 碳封存具有風險，建議政府應優先推動較無風險、可立即執行的方案，例如 CCU（碳再利用）應用於污染產業與高碳排產業，如焦爐與轉爐氣體再利用，經濟部與政府各部門在政策規劃與預算編列上對於這類可行技術應有明確支持與落實。

3. 政府訂定 2026 年達成 500MW 的地熱目標，應儘快於可執行區域推動實際開發，以免旗艦計畫流於形式。
4. 地熱是臺灣有潛力發展的能源，有學者已投入大量資源進行探勘與研發，卻承擔債務，政府應展現魄力加速調查與推動。
5. 應善用中油擁有的地質鑽探資源，將其具體納入開發工作中，以加速地熱開發。

(三十一) 麥斯管理顧問 (陳世芳創辦人)

1. 任何流體（包括空氣與水）在特定條件下通過斷層都可能引發地震，甚至氣體亦然。中研院曾發表一篇期刊論文，說明臺灣在降雨後數月內常出現地震，顯示自然流體變化亦會觸發地質活動。
2. 應評估固體是否比氣體容易達成長期封存的目標。
3. CCU（碳再利用）與 CCS（碳封存）為兩種截然不同的概念，儲存又分為暫時性與永久性封存，環境部應釐清優先順序，CCU 應優先 CCS，CCS 中暫時性儲存優先於永久性封存。
4. 碳封存不等於僅有以氣體形式注入地底，且聯合國 CDM 目前未建立氣體注入式碳封存的方法論，臺灣不應貿然推行。
5. 應考慮以「海水產氫並生成碳酸鹽」的方式進行碳封存，此方式較不具爭議。

(三十二) 臺灣地熱資源發展協會 (王守誠常務理事)

1. 回顧過去 NEP1 與 NEP2 階段地熱開發經驗，如台電在綠島地熱投入 2 億元但最終失敗，主因為技術接納度不足與評估錯誤所致，不希望本次旗艦計畫重蹈覆轍，。
2. 許多地熱探勘案皆出現資訊評估不準確的問題，所以不論是技術、規格還是規範落地，都需學術界在這當中將技術與在地環境做調整，就像溝通過程要有轉譯工作，協助在

地環境與國際技術接軌。

3. AI 技術自 2022 年已開始應用於地熱領域，Google 首座地熱電廠便導入 AI。首次 4,000 多公尺鑽井作業僅用 79 天、第四次縮短至 17 天，顯示 AI 可顯著降低成本與風險，不僅可應用於工程開發，在地熱探勘階段亦已展現巨大效能，臺灣應重視此技術應用機會。
4. 溫泉會釋出二氧化碳，目前並未納管處理，但實際上已有能力做到「零碳地熱」卻未落實。
5. 紐西蘭現已規劃重新設計地熱電廠為零碳排放模式，臺灣亦應效法，強化碳排管理與永續設計。
6. 目前臺灣民間對地熱投資意願相當高，亦清楚掌握管理地熱風險的方法，政府在這方面應跟上，臺灣地熱發展可以做得更好。

(三十三) 環境權保障基金會 (涂又文執行長)

1. 基金會自去年起開始研究地熱議題，發現地熱對多數民眾而言仍相當陌生。
2. 地熱發展的核心挑戰有三：資源權與在地社群共享、有效溝通、有感回饋，這些都需要在地方投入很多能量做溝通，不能單靠辦理說明會。
3. 要讓社區與部落願意參與並視再生能源為地方發展願景，需從根本推動更有感的政策工具。
4. 再生能源政策推動中，補助經費應撥出 1%、2%、3% 等比例，用於強化軟實力，包括地方人員訓練、社區培力、地方互動與國土規劃等。
5. 地方對再生能源與中央能源政策間存在距離，補助資源應用在強化地方理解與溝通能力，建立因應再生能源發展的在地條件。

(三十四) 紐西蘭貿易發展中心 (潘旻真商務經理)

1. 以原住民與曾任公部門經驗者身份，分享五點對地熱發展

的觀察與建議。

2. 當前國際技術團隊對來台合作仍存猶豫，主因是缺乏對應的國際規範，使其難以評估投資內部報酬率(IRR)與風險，案場規模不夠大也成為進場障礙。
3. 以往社會溝通僅侷限於請原民會回饋及諮商，建議發展更新、更大範圍的參與架構。例如：若採公民電廠模式導入地方參與，應釐清參與主體的適法性，是否以信託、公法人或特定公司來參與。以紐西蘭為例，其參與制度是先明確參與主體後，才能確保實質參與權利，不論在地居民或毛利人皆可於前期參與決策過程，而非僅限於開發後端或事後告知階段。目前旗艦計畫法規中，較缺乏對「原民參與主體設計」的相關規劃。
4. 目前地熱旗艦計畫尚未提及區域治理，以紐西蘭經驗為例，中央政府聚焦於環境政策與全國性規範，地方政府則負責處理人際關係、區域治理及社群實際需求等具體事務。建議臺灣可參酌其模式，並透過「沙盒」機制探索解方。
5. 地熱應跳脫「僅談發電」的框架，臺灣地熱資源豐富應發展複合式用途，如中低溫發電應用於農業、漁業養殖等，發揮最大效益。
6. 加強地熱人才培育，不僅限於當前技術專家，也應透過夥伴關係的建立，讓原民成為綠能轉型的重要推手與參與者。

(三十五) 社團法人臺灣河溪網協會 (鄒明軒秘書長)

1. 2023 年 5 月《再生能源發展條例》修法後，放寬小水力設置區位規定，引發對於管理配套不足將擴大自然河川開發的疑慮。能源署依附帶決議訂定小水力發電設施設置指引，將保育條件與審議程序納入其中。
2. 小水力設施推動須謹慎，因除環評制度跟生態檢核程序之外，既有的河川法規管理體系，一直沒有納入開發利用對

於河川生態的影響，應建立一套可實施的評估與保護程序。

3. 在小水力推動過程中，中央部會與地方政府應對齊設施指引，釐清選址、設置原則、小水力作為附屬設施的定位，以及改造河道所需標準。
4. 能源署應加強跨部會溝通與資訊盤點，地方政府如接受補助推動小水力案場，不應僅以發電量與潛力為主，應同時納入生態影響評估。
5. 案場開發前即納入生態專業審議，降低後續爭議與開發風險。
6. 對於符合環境與生態友善的小水力案場，協會支持導入永續投資，但應從前期設計與溝通即加強審慎作為，避免重蹈覆轍。

(三十六) 楷玟國際實業有限公司 (蔡源禎總經理)(第二次發言)

1. CCUS 應向前延伸至產業加工領域，2023 年已公布碳排係數與加工碳係數，請能源署盡快修訂氫氣標準。
2. 以去碳燃氫為例，若以台電每年使用 100 萬公噸天然氣生產氫氣，將產生約 70 萬噸二氧化碳，將這些 CO₂以固態方式儲存，估算所需空間將達 17 公頃，凸顯固態儲碳在實務操作上的龐大空間需求與挑戰，主管機關應重視此推估結果，納入後續技術發展與空間規劃評估中。

(三十七) 拆核四促進會 (楊木火總幹事)(第二次發言)

1. 目前地熱獎勵金編列 1 億元，但至今尚無實際發出案件。在地熱減碳旗艦計畫中，台電僅提及於台中谷關與台北大屯山地區進行探勘，未說明後續發電規劃。
2. 回顧 2018 年立法院成立地熱國家隊，當時台電與中油簽署合作意向書，於仁澤鑽探 3 號與 4 號井後，台電應支付中油 6,500 萬元，但至今尚未付款。由於目前地熱相關事務是由台電再生能源處負責，權限與能量不足，導致地熱推

動力道不足，甚至出現賴帳的情況。

3. 發電系統是未來主要碳排來源，建議台電應成立「碳封存及地熱處」，統籌管理碳封存、碳收集與地熱事務，提升組織效能與政策整合力。
4. 台電曾於今(2025)年4月24至25日的臺灣國際地熱論壇上公開表示未來將投資業界地熱案場，若無專責單位主導，將難以落實。成立專責單位可解決專業技術與人力資源不足問題，並促成國內團隊參與與合作。
5. 呼應施月英總幹事所提「公有地先行」概念，中油已積極行動，台電亦不應落後，應善用其角色推動地熱與碳封存發展。
6. 建議經濟部賴次長評估成立台電「碳封存及地熱處」的可行性，讓我國地熱與碳封存政策有明確主責與長遠發展。

(三十八) 媽媽氣候行動聯盟 (黃品涵資深專案經理)

1. 我這份簡報裡提到伍麗華委員主辦的地熱法制公聽會，今日會議現場也有多位當時與會者出席，感謝賴次長持續推動後續討論。
2. 過去兩三年已累積許多地熱發展問題，距離2030僅剩五年，建議建立明確政策時間軸與路徑圖，對應政策推進步驟。
3. 簡報 P.11 這張圖是日本地熱政策參考紐西蘭經驗所整理。如果臺灣要加速地熱推動，也應借鏡國外經驗加速推動。例如許多國家如美國、印尼在努力縮短開發過程的行政流程，我們如何在縮短這些流程的過程中，達成期程目標又兼顧我們在乎的價值，是要去思考的。
4. 地熱對原住民族而言是自然資源，在誰擁有這個資源的問題上，應重視資源擁有權與利益分配問題，而非僅以開發面積作為參與依據。
5. 應建立完整參與架構，明確定義利害關係人、參與機制、法律與政策規範，並釐清成本、營業率與市場買家等財務

模型。

6. 建議彙整台東等地既有案場經驗，整理各節點發展過程中遭遇的瓶頸與實際解決方案。
7. 彙整國內外成功案例與解法，建立每年執行項目清單，針對 2026 至 2030 明確規劃地熱發展步驟。
8. 將地熱發展脈絡具體化，找出可執行的實際對策，提升地熱推動效率與社會接受度。

第四輪發言總結：經濟部（賴建信常務次長）

1. 高茹萍理事長所提出再生能源教育是非常重要的基礎，亦是未來推動協作與共識的核心，但目前旗艦計畫中未納入該面向。
2. 翁翠柳副總經理以投資者角度出發，政府與利害關係人皆需正視投資風險、環境保護與溝通平台等問題，今日多位與會者皆有呼應此觀點。
3. 陳椒華召集人提到不確定性本身即代表潛在風險，應採取審慎態度面對。而對於已有具體規劃之地熱案場，應優先加速推動，也須顧及在地居民與原住民族之參與與意見。
4. 王守誠常務理事所提，地熱開發在技術指引與規範上尚不健全，應盡快補足。
5. 潘旻真商務經理與黃品涵專案經理所分享之紐西蘭地熱推動經驗，內容相當全面，值得臺灣借鏡。
6. 鄒明軒秘書長分享小水力發展的經驗，目前水利署與能源署已建立相關開發指引。地熱發展在技術規範及法規完整性方面仍有不足。

(三十九) 台灣環境規劃協會（趙家緯理事長）

1. 賴次長表示將參考本次會議結論修正旗艦計畫內容，是重要且必要的方向。
2. 地熱相關政策已歷經五次以上修正，目前仍處可調整階段，建議不要連續兩年設定高達 1GW 的開發量，否則恐造成實

務推動上的衝突與阻力。

3. 針對 CCUS 政策工具設計，應認清歐盟法規中已進入「封存義務」階段，而非僅透過獎勵或補助推動，旗艦計畫內容應納入。

(四十) 台灣環境保護聯盟 (施信民創會會長) (第二次發言)

海洋碳封存會導致海洋酸化，影響生態。建議利用貝殼類生物，把二氧化碳轉變為碳酸鈣。

(四十一) 楷玖國際實業有限公司 (蔡源禎總經理) (第三次發言)

「海水鹼化碳封存」技術，是以電解水為核心原理，其技術特點在於電解過程中不產生酸性廢水。國內某家國營事業已指派研發團隊對此技術進行評估。

九、會議結論：

經濟部 (賴建信常務次長)

- (一) 多元綠能發展雖重要，但其推動過程中須兼顧環境調和與社會認同。教育與人才培育是關鍵基礎，建議能源相關機關持續與教育部合作，加強國民能源素養與綠能教育體系建構。
- (二) 臺灣地形與地質條件特殊，雖蘊藏豐富能源資源，亦具敏感性與風險。建議從「趨吉避凶」的原則出發，建立完善的風險評估與管理指引，參考國際標準，如聯合國規範；目前小水力已有初步指引，其他類型亦應逐步補齊。
- (三) 海洋碳封存已被認為是潛在的重要路徑之一，建議相關部會持續關注其技術發展與環境影響（包含評估是否造成海水酸化）適時納入政策評估。
- (四) 能源治理須由部門治理推向國家整合，建議以《國土計畫》為基礎，促進中央與地方分工協力，並考慮以沙盒機制或專區試辦方式協助推動。台東縣政府已提出具體規劃，請相關部會積極協助。
- (五) 在地居民應享有充分的知情權與參與權，並應依其所受實質影響提供具體、透明的回饋機制。若現行作法不足，請參考本次

會議意見加以強化與優化。

- (六)基礎建設推動前應先完成場址評估與風險預測，落實「去風險化」機制，有助於減少爭議與資源浪費，並提升社會支持度。
- (七)臺灣具備一定的技術與科研能量，國際上亦有豐富的實務經驗（如紐西蘭模式），建議強化整合機制，可考慮設立專家委員會或引入第三方檢核制度，協助政策設計與審查。
- (八)旗艦計畫執行期間，應資訊公開。請各執行機關參考本次意見，主動揭露關鍵資訊，強化透明度與公信力。
- (九)關於本場會議議題，與會者提出許多建設性建議，如法規完備性、回饋機制、推動方式等，請旗艦計畫執行單位依據本次社會溝通結果進行調整，並請行政院予以支持協調。
- (十)地方政府提出的資源與人力不足問題，建議中央單位盤點期間計畫內適用資源，透過沙盒機制導入支持，協助地方團體與政府落實執行，共同推動綠能目標的落地實現。

十、散會（下午 5 時 00 分）