

調 查 報 告

壹、案由：隨著資訊及通訊科技產業及人工智慧(AI)之蓬勃發展，電力需求增加，缺電危機浮現，亟需加速開發多元新能源及永續發展。據悉多國均積極投入資源推動新世代能源，如地熱、氫能、固態氧化物燃料電池及小型模組化反應器(SMR)等，並探索其在能源轉型及淨零減碳方面之潛力；政府宜積極就各該潛力選項進行技術成熟度、經濟效益及環境影響之系統性評估，相關政策及執行面是否有未臻周延之處，均有進一步瞭解之必要案。

貳、調查意見

隨著資訊及通訊科技產業及人工智慧之蓬勃發展，電力需求預期將顯著增長，加以2050年¹淨零轉型目標之挑戰，確保能源供應穩定與安全，已成國家發展之關鍵課題；為審慎應對此趨勢，現有評估機制之周延性、法規框架之適用性，以及該技術的成熟度、經濟效益、安全性與核廢料處理等關鍵議題，均屬未來需要進一步探討與評估之重點。案經調閱相關機關卷證資料，詢問相關主管人員，並赴日本進行實地考察²，嗣於115年3月26日、27日分別至高雄興達發電廠、宜蘭員山深層地熱井、清水地熱發電廠，瞭解多元能源探勘、利用現況及減碳實績。茲綜整電力供需現況、新能源評估機制、多元能源開發策略、SMR(Small Modular Reactor，小型模組化反應器)發展趨勢及其潛力與挑戰，彙整調查意見如次：

¹ 本調查報告內文年代3位數(含)以下為民國紀年，4位數(含)以上為西元紀年。

² 考察報告詳如附件二。

一、面對人工智慧科技浪潮誘發之電力需求劇增，我國氫能、固態氧化物燃料電池及地熱等多元能源轉型進度，受限於行政流程繁瑣與部會協調不足等非技術性因子，致使整體政策推展受限，行政院暨所屬相關部會允宜通盤檢討，強化協調與執行機制，以有效因應國家永續發展之嚴峻挑戰。

(一)鑑於全球資訊及通訊科技產業，尤以人工智慧技術之快速發展，致使電力需求預期將顯著增長，加之既有核電機組陸續屆齡除役之能源結構調整，為確保國家長期能源供應之穩定與安全，並達成2050年淨零排放之政策目標，加速開發多元化之新能源，以建構永續發展之能源系統，實有其絕對必要性與高度急迫性。經濟部在其「能源轉型白皮書」績效報告中，將「提升供電充裕比率」列為重要追蹤指標，該指標即以全年備轉容量率達到「供電充裕」(綠燈)標準的天數所占百分比來衡量短期供電的穩定性；且經濟部能源署(下稱能源署)及台灣電力股份有限公司(下稱台電公司)主要透過「備用容量率」與「備轉容量(率)」兩項指標來評估電力系統的供電充裕度³。依據台電公司之界定，「停電」泛指電力供應中斷之現象。其發生原因及性質多樣，主要可區分為「計畫性工作停電」及「事故停電」。復據「電源不足時期限制用電辦法」規定，電源不足

³ 「備用容量率」與「備轉容量(率)」：

■ 備用容量率(ReserveMargin)：此指標主要用於衡量電力系統「長期」的電源開發是否充裕。其計算方式為(系統規劃總供電能力-系統全年最高尖峰負載)/系統全年最高尖峰負載×100%。一個合理的備用容量率，旨在確保部分大型機組歲修、大修或發生非預期故障時，系統仍有足夠的發電容量以應對尖峰負載需求。

■ 備轉容量(OperatingReserve)/備轉容量率(OperatingReserveMargin)：此指標則是用於評估「每日」的實際供電能力是否足以應付當日尖峰負載。備轉容量指當日所有可調度發電機組的總發電容量扣除系統瞬時尖峰負載後之餘裕；備轉容量率則為此餘裕占系統瞬時尖峰負載之百分比。台電公司每日會依據備轉容量(率)發布供電燈號，如綠燈(備轉容量率≥10%，供電充裕)、黃燈(6%<備轉容量率<10%，供電吃緊)、橘燈(備轉容量率≤6%，供電警戒)等。

之「缺電」係指電能供應事業，主要為台電公司因其供電容量、發電所需能源及燃料供應不足，或因安全維護需求、發電機組故障、天災事變等其他不可抗力因素，導致整體電力系統之供電能力無法滿足當時總用電需求之狀況。

(二)為因應能源永續發展之挑戰與需求，政府近年來已推動包含太陽能、風力、地熱能、生質能、海洋能、氫能及儲能系統等多項新能源技術之發展，展現出能源供應來源多元化之企圖與努力，然其發展仍面臨挑戰：

- 1、太陽光電與風力發電等再生能源，在裝置容量與發電量方面已有顯著進展：然原訂政策目標期程延後、大規模設施建置所引發之土地取得與海域空間利用衝突、既有電網饋線容量不足與升級速度緩慢所導致之併網瓶頸，以及社會溝通不足與地方接受度等問題。
- 2、前瞻能源潛力待發展，惟障礙尚多：地熱能、海洋能、氫能等具潛力之前瞻能源技術，雖前景可期，然其發展進度相對遲緩。主要受限於關鍵技術尚未完全成熟、開發與建置成本高昂、相關基礎設施匱乏，以及現行法規環境調適不足等結構性障礙。
- 3、非技術性障礙影響深遠：諸如行政審查效率不高、跨部會協調機制不暢、地方溝通與民意整合困難等「非技術性障礙」，已成為現階段限制各類新能源發展速度之關鍵瓶頸。
- 4、資源配置與優先次序面臨考驗：在國家整體資源(含預算、土地、人才等)有限的條件下，同時推動多種新能源技術路徑，可能導致資源過度分散，

並使發展優先次序不明確，進而影響整體政策效能。

(三)在「地熱能」運用方面，其具備穩定、可作為基載電力的特性，被視為未來能源轉型中具潛力的新興選項。根據經濟部地質調查及礦業管理中心(原中央地質調查所，下稱地礦中心)之評估，臺灣地熱資源蘊藏豐富，淺層(1-3公里)地熱潛能約1GW，而深層(3-6公里)地熱潛能更高達約40GW。基於此潛力，政府已將地熱納入前瞻能源發展規劃，設定2050年裝置容量達到3GW至6.2GW的長期目標。有關全臺地熱潛能評估現況，據能源署115年4月20日回復說明：

1、地礦中心112年彙整台灣中油股份有限公司(下稱中油公司)、財團法人工業技術研究院、地礦中心共405口既有井相關地下數據，採用國際常用之體積熱能儲熱法，推估10大地熱潛能區3-6公里深之發電潛能，初步評估蘊藏量約39.7GW，相關數據如下表。

表1 10大深層地熱潛能區蘊藏潛能初步評估

地熱潛能區	大屯	清水 土場	廬山	瑞穗	霧鹿 延平	知本 金崙	寶來	關子 嶺	苗栗	東埔	合計
蘊藏潛能(GW)	2.7	8.5	3.7	3.5	5.6	5.4	3.6	3.3	1.2	2.2	39.7

資料來源：地礦中心112年臺灣國際地熱論壇簡報。

2、為加速地熱開發，探明我國地熱潛能，地礦中心自110年起啟動國內地熱潛在場址調查及探勘，並將探勘資料公開於「地熱探勘資訊平臺」，降低後續業者投入地熱開發之風險。地礦中心後續以國內探勘資料較稀缺之地區進行調查、鑽井，

現階段成果如下表。

表2 地礦中心探勘區位

縣市	探勘區位	鑽井口數	井下最高溫(℃)
臺北市	馬槽	1	245
臺中市	谷關	2	51
南投縣	春陽	1	117
	東埔	1	62
	和社	1	43
高雄市	寶來	1	70
臺東縣	霧鹿	3	144
	延平	2	150
	卑南	1	32
	初來	1	174
花蓮縣	瑞穗	3	184
苗栗縣	泰安	僅地表調查	
嘉義縣	中崙		

資料來源：能源署。

(四)在「氫能」運用方面，政府將氫能列為「2050淨零排放路徑」之新興能源關鍵選項，預計目標占比達9%至12%，並由行政院核定「氫能關鍵戰略行動計畫」及成立跨部會「氫能推動小組」負責執行；⁴現階段評估機制聚焦於四大核心領域，包含研析藍氫、綠氫及進口液氫等產氫路徑之技術成熟度與經濟性、推動發電與載具端之應用驗證、盤點液氫接收站與儲運管線等基礎設施之建置安全，並同步完善氫能安全法規與檢測驗證標準，以建構穩定且具經濟效益之供應鏈體系。氫能之發展現況如下所列：

- 1、全球氫能發電已由實驗階段邁向規模化商轉。美國猶他州IPP更新計畫預計於114年啟動，初期採30%氫氣混燒，並利用當地鹽穴進行大規模儲氫，目標於134年實現100%綠氫發電；日本高砂氫能

⁴ 行政院，「氫能」關鍵戰略行動計畫(核定本)，112年4月。

公園則於115年進行中小型機組之100%專燒商業化測試。韓國方面，透過「乾淨氫能發電競標市場(CHPS)」機制，已建置全球最大之定置型燃料電池發電設施(78.96MW)，顯示國際間正透過技術驗證與政策補貼並行之方式，建立氫能產業規模。

- 2、我國氫能發電已進入現場實證階段，由台電公司興達電廠擔任示範基地，繼112年完成5%混燒測試後，於113年進一步驗證提高混氫比例下之穩定運轉。在前瞻技術領域，台電公司與中央研究院合作之「去碳燃氫(Methane Pyrolysis)」技術於115年初成功串接65kW微氣渦輪發電機，實現首度產出「去碳電力」之紀錄，為小型分散式供電路徑提供具體可行性證明；同時，中油公司已於114年底啟用首座移動式加氫站，逐步建構「產、輸、儲」一體化之基礎設施。
- 3、隨技術逐步成熟，115年後之發展重點轉向系統穩定性與法規完善。技術面需克服氫氣燃燒高溫衍生之氮氧化物(NO_x)排放控制，以及既有管線之「氫脆」強化工程；環境面則須面對液氫接收站選址之社會溝通與高壓輸儲設施之興建。目前行政機關正研議細化氫能設置標準及消防安檢規範，並評估如何整合國內燃料電池供應鏈進入電廠維護體系，以達成119年5%混燒示範商業化並納入國家能源配比之長程目標。

(五)在「固態氧化物燃料電池(下稱SOFC)」運用方面⁵，本院參酌台灣保來得股份有限公司115年3月6日之

⁵ 資料來源：Porite Taiwan Co., Ltd. 台灣保來得股份有限公司簡報、本院115年3月26日履勘高雄興達發電廠經濟部之說明。

簡報內容，並於同月26日履勘高雄興達發電廠時，就其技術原理與高效能源轉型優勢、分散式電源應用與國際發展實務、核心組件材料特性與研發關鍵門檻、產業化挑戰與我國淨零策略鏈結等方面之討論及說明情形：

- 1、本院115年3月26日履勘高雄興達發電廠時，經濟部表示，目前將SOFC定位為「分散式電力」及「產業自主電力」，政府提供每瓩新臺幣(下同)5至7萬元之補助，目標於115至118年累計建置100MW。惟目前仍面臨申設流程繁瑣及設備成本高昂等挑戰，相關申設法令流程宜進一步簡化以利民間參與。查SOFC目前尚未正式納入國家能源配比之基載規劃，且面臨天然氣價格波動與設備昂貴等商業化誘因不足之課題。另小型新能源設備之申設流程與台電公司調度機制尚未完全對接，行政院允宜督導相關部會，比照地熱專章模式簡化行政手續，並建立明確之技術交流與成本計算基礎，以吸引民間業者投入區域微電網建置。
- 2、SOFC係以全固態陶瓷為電解質，於600°C至1,000°C高溫環境下運行之電化學發電設備。該技術具備高度燃料多元性，除氫氣外亦可直接利用天然氣、沼氣及液化石油氣進行內重整發電，其發電效率約60%，若導入熱電聯產系統(CHP)實施廢熱回收，總能源利用率最高可達85%以上，為現行最具效率之能源轉換技術之一。
- 3、在國際應用端，SOFC已成為穩定分散式供電之核心方案。美國及日本等國已將其廣泛布建於資料中心、醫療院所及商業設施，利用其高可靠度作為基載電力，有效互補再生能源之波動性。此外，日本透過「Ene-Farm」計畫推動微型化機組進入

住宅市場，實現家戶自主供電與熱能利用，而海運動力部門亦針對大型船舶開發SOFC系統，旨在取代傳統高排碳之柴油引擎。

- 4、SOFC之電池堆結構由陰極(空氣極)、陽極(燃料極)及陶瓷電解質構成，材料需於高溫下維持極佳之化學穩定性與機械強度。目前全球研發重點聚焦於「中低溫化」(約500°C至700°C)，旨在擴大材料選擇範疇並優化啟動特性，同時須克服高溫封裝技術及連接盤抗氧化衰減等難題，以確保機組具備長效穩定之營運壽命，此亦為我國相關精密陶瓷與模具產業轉型之關鍵切入點。
- 5、產業化挑戰與我國淨零策略鏈結：儘管技術優勢顯著，SOFC仍面臨初期建置成本較高及啟動時程緩慢之限制，未來須透過規模化量產降低陶瓷組件製程成本。因應我國「2050淨零路徑」與「去碳燃氫」政策，SOFC被視為達成零碳電力之重要儲備技術，建議後續評估建構本土化供應鏈，並將其納入分散式電網規劃，輔以法規細化及示範補貼機制，以加速推動產業化進程並強化能源自主韌性。

(六)本院115年3月26日、27日分別至高雄興達發電廠、宜蘭員山深層地熱井、清水地熱發電廠，瞭解氫能混燒及地熱開發之初步實績實地履勘發現：

- 1、氫能混燒技術雖具初步減碳實績，惟基礎設施進度緩慢且發電成本高昂，能源署允宜滾動檢討發展期程：興達發電廠已完成5%混氫發電測試，預估年減碳量達7,124公噸，展現多元能源轉型之潛力。然現階段氫氣來源高度仰賴槽車運輸，關鍵之液氫接收站、儲槽及管線等大型基礎設施，預計須至2030年後始具商用可能，進度恐難銜接

2050淨零碳排目標。此外，氫氣成本高達天然氣之3至4倍，長期財務負擔及對電價之影響尚缺乏精確之成本攤提分析。能源署允宜針對氫能行動計畫之能源占比目標，滾動修正各階段進度，並強化與大眾針對轉型成本之溝通。

- 2、地熱開發面臨土地取得法理困境及現行促進民間參與公共建設法(下稱促參法)規定合約年限過短等瓶頸，行政院允宜協調跨部會排除投資障礙：宜蘭地熱開發雖具深層潛力與穩定基載特性，然實務上面臨財政部國有財產署法令缺乏長期租用規定導致土地取得困難、跨部會行政程序(如農業部、原住民族委員會)繁瑣，以及現行促參法規定合約年限(20年)難以回收高昂初期成本致投資意願低落等瓶頸；有待行政院積極協調相關部會，修正土地取得規範並適度放寬投資年限限制，落實地熱發電規模化，以因應能源轉型之急迫需求。

(七)衡諸上述事實，行政院、經濟部、內政部、農業部、交通部、環境部、國家科學及技術委員會(下稱國科會)、國家發展委員會(下稱國發會)、原住民族委員會、海洋委員會等機關為有效克服當前多元新能源發展所面臨之困境，加速能源轉型進程，並確保國家永續發展目標之達成，前已擴大再生能源部署，強化跨部會協調機制與提升行政效率，制定務實且具彈性之發展優先序與路徑圖，並同步強化節約能源與需求面管理策略，惟仍有下列挑戰：

- 1、110年4月間，臺灣高等檢察署邀集法務部廉政署、調查局、前經濟部能源局、內政部警政署刑事警察局討論打擊妨害綠能產業發展犯罪，並於同年

8月30日舉辦「打擊妨害綠能產業發展犯罪」聯繫會議，於會中宣示成立「打擊妨害綠能產業發展犯罪聯繫平臺」，以杜絕相關犯罪⁶。嗣於112年頒布實施打擊妨害綠能產業發展犯罪聯繫平臺實施計畫⁷。爰就部分利害關係人向風電廠商索取賄款、保護費、回饋金等媒體報導事件⁸、法務部彙整有關妨害綠能案件提起公訴案件，共計71案，114人，均有待妥善處理(相關犯罪類型與被告身分統計詳如附表一)。

- 2、針對地熱能、海洋能、氫能等具發展潛力之能源選項，尚待適度加大研發投入與示範計畫之支持力度，集中協助突破關鍵技術瓶頸(例如深層地熱鑽探與熱儲開發技術、海洋能發電機組國產化與系統整合、低成本潔淨氫之生產與儲運技術等)，並致力於建立更為友善之早期開發與投資環境(例如簡化探勘及開發許可流程、完善初期投資

⁶ 打擊妨害綠能產業發展犯罪-臺灣高等檢察署柯怡如檢察官111年撰述。資料來源網址：
https://www.tph.moj.gov.tw/media/280667/%E5%8D%B7%E4%B8%89_1_%E6%8D%8C_%E4%BA%8C-%E9%87%8D%E5%A4%A7%E7%8A%AF%E7%BD%AA.pdf

⁷ 臺灣高等檢察署112年10月17日「該署召開『112年度打擊妨害綠能產業發展犯罪協調聯繫會議』檢、警、調、廉、海巡共同打擊不法妨害綠能產業發展犯罪，維護國內綠能產業發展環境。」新聞稿。資料來源網址：
<https://www.tph.moj.gov.tw/4421/4509/4515/1111296/post>

⁸ 利害關係人向風電廠商索取賄款、保護費、回饋金等事件：

- 1、雲林縣議長沈○○等人向風電廠商索賄案：臺灣雲林地方法院113年5月31日判決，沈○○：因自白犯罪並繳回全部犯罪所得，獲減刑，判處有期徒刑3年10個月，褫奪公權3年；王○○：判處有期徒刑6年6個月，褫奪公權4年；其餘共犯及白手套亦被判處不同刑期。全案仍可上訴。資料來源：三立新聞網112年年7月28日報導「雲檢偵結達德風電貪污弊案，議長沈○○認收賄2600萬5人遭起訴」；臺灣雲林地方法院112年度矚訴字第1號被告沈○○等人違反貪污治罪條例等案件新聞稿。
- 2、誠○運輸集團向風電廠商索取保護費案：臺灣彰化地方檢察署於112年11月依違反組織犯罪防制條例、恐嚇取財、強制等罪名起訴鐘○○等20人，目前仍在法院審理中。資料來源：臺灣彰化地方檢察署「被告張○○等人涉嫌參與犯罪組織，以詐術使人出中華民國領域外案件，業經偵查終結提起公訴」新聞稿。
- 3、苗栗地方人士向風電廠商索取回饋金案：檢調單位偵辦，有地方人士及環保團體成員，在苗栗離岸風電開發過程中，以發動漁民抗爭、影響環評程序等方式向風電開發商施壓，要求支付上千萬元的「回饋金」或「補償金」。相關案件仍在檢調單位偵辦或法院審理階段，尚未有最終判決結果。資料來源：華視新聞113年2月1日報導「涉風電2,720萬回饋金弊案，竹南鎮長50萬交保」。

之風險分攤機制)。

- 3、針對土地取得、環境影響評估、法規調適、基礎設施共用等共通性議題，行政院允宜本於權責，強化能源轉型相關部會間之橫向聯繫、政策協調與資源整合機制，建立更具效率之一站式整合審查與跨部會問題解決平臺，以提升整體行政效能。
- 4、依據前述系統性綜合評估框架，對各類新能源技術之發展潛力、技術成熟度、經濟成本、社會接受度、環境影響、資源可獲得性及對國家能源安全之貢獻時程等，進行定期且滾動式之評估。並據此評估結果，制定更為清晰、務實且具調適性之短、中、長期發展優先順序與資源分配策略，避免因資源過度分散而延宕整體轉型時程。
- 5、除開發新能源供給外，持續推動產業、建築、運輸等各部門之深度節能措施與能源效率提升計畫，以擴大智慧電網建置與需量反應機制之應用範疇，有效抑低電力需求增長之壓力，降低整體能源系統之負擔。

(八)據上論結，當前能源轉型於執行層面遭遇瓶頸，再生能源推展目標延宕，復有人工智慧發展帶來電力迫切需求，加以行政流程與跨部會協調不足等非技術性障礙，致使整體政策推展受限，行政院暨所屬相關部會允宜通盤檢討，強化協調與執行機制，以有效因應國家永續發展之嚴峻挑戰。

二、政府現行對能源技術之評估，允宜於相關研究、政策說明及國際合作交流方面廣續整合各界意見，整合不同政策立場及推展相關研究評估及系統規劃，活化人才運用，釐清多元新能源於轉型路徑中之定位，並審視現行儲能建置進度以確保目標如期達成，據以因應國家長遠

能源發展之需。

(一)為促進國家永續發展，確保能源供應穩定、環境保護及經濟發展三者均衡，並因應全球淨零轉型趨勢及新興科技人工智慧所引致之電力需求增長，對於各類新能源技術之發展與導入，實有賴於一套客觀、科學且周延之評估機制⁹。國家能源發展與轉型，應以國家永續發展為最高目標，並恪遵現行有效之法律框架，氣候變遷因應法¹⁰揭示政府將秉持減緩與調適並重之原則，以確保能源供需穩定及國土資源永續利用，並於推動政策時，兼顧環境保護、經濟發展、社會正義、跨世代衡平及原住民族權益等多重價值。復依環境基本法第23條前段規定，政府宜訂定計畫，逐步達成政策目標。而「電業法」作為電力事業之主要法律，其歷次修正，尤其關於核能發電運轉期限之變革，則直接影響能源選項之法律基礎。準此，新興能源技術之評估與發展，在確保核能安全、妥善處理核廢料及完備相關法制化之前提下，於前述法律框架內，進行嚴謹周延之綜合考量。

(二)國內能源相關法制之變革，於新興能源選項之政策立場、研究評估及系統規劃，均有待整合及推展：

- 1、政府現行對新能源技術之評估，雖涵蓋技術成熟度、經濟效益、環境影響及社會接受度等面向，並運用多樣化政策工具，然實際運作仍存在顯著缺失。對於太陽光電及風力發電等已商業化技術，

⁹ 此等機制之建立，係以電業法、能源管理法、再生能源發展條例等現行法規，以及「能源轉型白皮書」與國家各項關鍵戰略行動計畫所揭示之政策框架為基礎，旨在為國家能源政策之擘劃提供堅實依據。

¹⁰ 氣候變遷因應法第5條第3項規定略以，為因應氣候變遷，政府相關法律及政策之規劃管理原則如下：……二、為確保國家能源安全，應擬定逐步降低化石燃料依賴之中長期策略，訂定再生能源中長期目標。

其評估體系相對完整；惟對於地熱能、氫能等前瞻性技術，則缺乏一套標準化、系統性且能涵蓋完整生命週期之綜合評估框架，致使評估工作偏重於初期技術可行性探索，未能進行全面之效益與衝擊分析。另現行機制未能充分反映土地取得困難、行政程序冗長及地方溝通不易等實務執行挑戰，導致政策目標與實際達成進度出現落差，新能源評估機制缺乏標準化框架，未能充分反映技術生命週期與執行挑戰，容有未盡周延之處。

- 2、行政部門於新興能源選項上，呈現政策立場不一、研究規模有限及系統規劃闕如等情事，尚未整合相關部會意見，難以全盤因應氣候變遷挑戰下國家能源安全之所需。
- 3、為確保能源穩定供應並降低化石燃料依賴，主管機關就適用於各類能源(含再生能源)及儲能設施，允宜建立系統性綜合評估框架，落實多元新能源專項評估配套措施，確保新世代能源技術之發展處於嚴格、透明且可信賴之法律控管之下，建立系統性綜合評估框架，落實多元新能源專項評估與法制配套，俾供國家能源政策周延決策之參考。

(三)本院115年4月13日至台電公司座談發現，為因應AI產業對電力的高度需求，台電公司已成立「能源新核能技術應用推動專案小組」，轉向以「無碳能源」為核心的穩定供電策略；技術層面將鎖定美國與日本合作之技術設備，並持續儲備專業人才與進行國際資訊交換。復依據能源轉型白皮書、行政院之臺灣2050淨零排放路徑及策略總說明、永續能源政策綱領，經濟部再生能源發展條例、再生能源推廣目標、各類別再生能源所占比率及其發展計畫與方案等，鑒於我國再生能源占比持續攀升且電力需求因

人工智慧產業發展而加速增長，允宜審視現行儲能建置進度，除確保2030年5.5GW目標如期達成外，並強化儲能系統與電網整合之技術要點評估，以緩解夜間備用容量率偏低之壓力。

(四)為促進能源政策之有效溝通與社會理解，行政院允宜督促所屬整合現行分散機制，研議建立適用於再生能源、前瞻能源及多元新能源等各類技術之標準化綜合評估框架，使資源配置與政策目標貼近現實，從而縮短政策理想與執行成效間之距離，確保國家能源轉型路徑之穩健推展。

(五)綜上，政府現行對能源技術之評估，允宜於相關研究、政策說明及國際合作交流方面賡續整合各界意見，整合不同政策立場及推展相關研究評估及系統規劃，並活化人才運用，釐清多元新能源於轉型路徑中之定位，據以因應國家長遠能源發展之需。

三、鑒於國際新能源技術及發展情勢多變，相關主管機關宜就新能源技術之潛在貢獻與風險啟動系統性評估，權衡其所具備之多重戰略價值、單位發電量之核廢料產出及臺灣特殊環境有關之能源安全分析，俾供國家能源政策周延決策之參考。

(一)全球為達成淨零排放目標及提升能源供應之安全性與韌性，對於新世代核能技術，尤其是SMR，國際間已投入相當程度之關注與研發資源。據媒體報導¹¹，國家原子能科技研究院(下稱國原院)正進行相關SMR研究計畫，114年起執行國科會壓水式SMR爐心模擬與隔震技術先期研究，同步執行SMR安全分析研究4年計畫；115年再獲國科會1億元補助，投

¹¹ 自由時報115年6月15日報導，國原院研究SMR 部署新核能／小型模組化設計安全、便宜、易組裝但仍會產生核廢。網址：<https://news.ltn.com.tw/news/life/paper/1758822>。

入「低碳及高能量密度SMR研究」，主要以輕水式(Light Water Reactor, LWR)SMR為主也接續提出4年期中長程個案計畫，將深入探討部署SMR(300MW以下)及MMR(Micro-Modular Reactor, 微型模組化反應器)策略，按軍事用途MMR為0.25MW~1.0MW。

- (二)在我國能源安全潛力與本土實踐挑戰方面，SMR雖具備提升基礎設施韌性、提供穩定基載及降低地緣政治風險等理論優勢，但在臺灣特殊的地理與社會環境下，其實踐仍存在高度不確定性。關鍵挑戰包含臺灣高地震頻率對耐震安全的嚴苛要求、核廢料終端處置尚未有具體方案，以及核燃料與核心技術高度依賴國外等風險。目前國內對於SMR在臺灣特殊地質及地緣政治條件下的實際貢獻與整體影響，尚缺乏政府主導的全面性系統評估與科學研究報告，亟待建立本土化的實證基礎以供政策決策參考。國際SMR之發展趨勢及本土實踐之挑戰如下：

- 1、國原院指出¹²，美國能源部將投入32億美元示範先進核反應器，美國核管會115年3月已發建廠許可給Natrium鈉冷式SMR；歐盟今年上半年也提出SMR發展策略；韓國在慶州成立SMR國家工業園區；日本企業也投資美國NuScale公司，加入SMR全球供應鏈。
- 2、關於SMR核廢料的產出之研究，2022年由史丹佛大學學者Lindsay M. Krall等人發表於「美國國家科學院院刊(PNAS)的論文¹³指出，SMR產生的核廢料體積、質量均顯著高於大型輕水反應器¹⁴。

¹² 同前註。

¹³ L. M. Krall, A. M. Macfarlane, & R. C. Ewing, Nuclear waste from small modular reactors, Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A. 119 (23) e2111833119, <https://doi.org/10.1073/pnas.2111833119> (2022).

¹⁴ 參見地球公民基金會相關報導，網址：<https://www.cet-taiwan.org/node/4622>。

3、在國際研發方面，美國、法國、韓國雖積極推動SMR技術，並將其視為改善能源韌性的重要工具。據相關卷證資料，SMR之商轉時程普遍預估落於2030年後，其長期角色仍需視後續技術突破與經濟可行性而定。主要國家SMR發展狀況比較如下表所列：

表3 主要國家SMR發展狀況比較

國家	主要設計/計畫	相關政策配套	預估商轉時程	氣候政策角色
美國	NuScaleVOYGR(終止)，TerraPowerNatrium，X-energyXe-100，GEHBWRX-300，WestinghouseAP300	DOEARDP計畫資助，NRC設計認證，稅收抵免，推動出口	原NuScale計畫2029-30，其他多在2030後	低碳電力、工業供熱、製氫、補充再生能源、技術出口
加拿大	GEHBWRX-300(Darlington)	聯邦與省級政府支持，制定政策框架與許可制度，國際監管合作	2030年代	低碳電力、取代燃煤、偏遠地區供電、淨零目標
英國	Rolls-RoyceSMR	政府財政支持 GDA審查中國際監管合作	2030年代初(目標)	低碳電力、能源安全、淨零目標、產業發展
法國	Nuward	馬克宏「法國2030」計畫支持(10億歐元) EDF參與開發	2030年代(原型機目標)	低碳電力、維持核能領先地位、能源自主
韓國	SMART，參與NuScale，Natrium	政府積極推動核能復興，企業投資，國際合作，規劃新建SMR	2030年代(GS Energy計畫2028後動工)	低碳電力、製氫、能源安全、技術出口
中國	ACP100(玲瓏一號)，HTR-PM，TMSR-LF1	國家政策支持，自主技術開發	玲瓏一號：2026年12月	低碳電力、能源結構優化、技術自主
俄羅斯	KLT-40S(浮動式)，RITM-200	國家主導開發	KLT-40S已運轉	偏遠地區供電、北極開發、技術出口
日本	參與Natrium計畫，國內研發中	第六次戰略能源計畫支持研發與示範，國際合作	未明確	低碳選項、能源安全、技術儲備
阿根廷	CAREM	自主設計	2028年後(原型機啟動目標)	技術自主

註：商轉時程多為預估或目標，實際進度可能因技術、經濟、法規等因素而變動。

(資料來源：本院調閱機關卷證後彙整)

(三)綜上，探究主要國家發展SMR之現況，復鑒於SMR等

國際新能源技術發展情勢多變且具不確定性、社會對核能議題之高度關切，以及臺灣特殊之環境與多重戰略考量，為使政策討論具備堅實之科學基礎，行政院允宜轉促所屬就相關技術之潛在貢獻與風險啟動系統性評估。該項能源安全分析應秉持公開透明原則，促進社會理性對話，俾供國家能源政策周延決策之參考。

參、處理辦法

- 一、抄調查意見一至二，函請行政院督同有關機關參處見復。
- 二、抄調查意見三，函請行政院督導有關機關研處見復。
- 三、調查報告之案由、調查意見及處理辦法(含附件二「核能電廠除役、轉型與核能安全專業人才確保及運用小型模組化反應器(SMR)新世代能源評估及運用考察報告」)，上網公布。

調查委員：鴻義章

范巽綠

賴振昌

中 華 民 國 1 1 5 年 7 月 1 3 日

附表一、地方檢察署偵辦有關妨害綠能案件提起公訴案件
犯罪類型與被告身分統計表

編號	地檢署案號	案由	起訴人數	被告身分	犯罪類型	案場地點	法院判決
1	彰化地檢署 109年偵字第8219號等 10案	違反貪污 治罪條例 恐嚇取財 等	7人	公務員：1人 民意代表：1人 黑道份子：1人 不具公務員身分：4人	廠商計畫於下陷農地種 電建置地面型太陽能板 後，在彰化縣大城鄉魚寮 溪北邊建置升壓站，再透 過自備電源線路輸電系 統，將電力送回大城變電 所，藉此完成併聯商轉。 公所鄉長及秘書指揮監 督公所職員，並具決行管 路工程路證核准與否及 對交通維持計畫提出建 議之權限，向廠商索賄。	彰化縣	(已判決確定) 彰化地院109年度字 訴字第1034號 臺中高分院111年度 上訴字第162號 最高法院111年度台 上字第4262號 臺中高分院112年度 上更一字第7號 最高法院112年度台 上字第3847號
2	彰化地檢署 110年偵字第3435號等 6案	違反貪污 治罪條例 等	6人	公務員：1人 不具公務員身分：5人	文化部文化資產局水下 文化資產科科長藉影響 審查時程及通過審查與 否之實質影響力索賄，向 欲申請離岸風電之各開 發商施壓或推薦特定廠 商，暗示需將調查報告委 由特定廠商撰擬，才能通 過審查。	彰化縣	(已判決確定) 彰化地院110年度訴 字第1060號 臺中高分院112年度 上訴字第1711號 最高法院113年度台 上字第3852號
3	苗栗地檢署 110年度偵 字第5852號 等4案	違反貪污 治罪條例 等	5人	公務員：3人 不具公務員身分：2人	苗栗縣通霄鎮鎮長及所 屬公務員辦理「公用不動 產土地及屋頂空間設置 太陽光電發電設備公開 標租案」向廠商索賄，並 將招標文件檔案於該招 租案公告前洩漏交付廠 商。	苗栗縣	(尚未確定) 苗栗地院110年度重 訴字第9號 臺中高分院112年度 上訴字第2352號(上 訴最高法院中)
4	雲林地檢署 110年度偵 字第3532號 等3案	違反貪污 治罪條例 等	8人	公務員：1人 不具公務員身分：7人	口湖鄉當地村長及居民 多次向口湖鄉公所及雲 林縣政府陳情，指摘永宙 口湖太陽能發電系統設 置工程案場施作過程有 破壞周邊道路、居民土地 等情形，當地居民及漁民 發動抗爭阻擋案場施作， 向廠商要求鉅額賠償，廠 商為求工程順利進行，賄 賂鄉長出面擺平抗爭，核 發建照執照。	雲林縣	(尚未確定) 雲林地院110年度訴 字第446號 臺南高分院112年度 上訴字第1254號(審 理中)
5	雲林地檢署 110年度偵 制等	詐欺、強	12人	不具公務員身分：12 人	雲林離岸風電施作遭漁 民謊稱漁網受至該漁場	雲林縣	(部分確定) 雲林地院110年度易

編號	地檢署案號	案由	起訴人數	被告身分	犯罪類型	案場地點	法院判決
	字第1527號等3案				施作離岸風電之工作船影響，要求綠能廠商賠償並藉勢包圍工程船隻影響工程進行。		字第583號
6	雲林地檢署111年度偵字第2144號等3案	違反貪污治罪條例等	6人	公務員：1人 不具公務員身分：5人	雲林縣臺西鄉鄉長指示承辦人員暫緩受理廠商路權申請公文審查，藉以索賄。	雲林縣	(尚未確定) 雲林地院111年度訴字第268號 臺南高分院112年度上訴字第1148號
7	臺南地檢署110年度營偵字第2050號	恐嚇取財	1人	黑道份子：1人	被告持用行動電話，接續向鹽水區太陽能光電案場廠商傳送恐嚇訊息取財。	臺南市	(判決確定) 臺南地院110年度易字第986號 臺南高分院111年度上易字第92號
8	苗栗地檢署111年偵字第3600號等14案	違反貪污治罪條例恐嚇取財等	21人	公務員：1人 民意代表：1人 不具公務員身分：19人	苗栗縣三灣鄉長辦理三灣光電系統標租案，以積壓合約使廠商因未簽約取得土地使用權無法進場施作索賄。	苗栗縣	(尚未確定) 苗栗地院111年度重訴字第9號(審理中)
9	彰化地檢署112年偵字第10235、13042、13043號等3案	違反貪污治罪條例等	1人	民意代表：1人	大城鄉鄉代會代表假藉協助覓戶爭取補償，迫使廠商停工，勒索財物。	彰化縣	彰化地院112年度訴字第670號(審理中)
10	雲林地檢署112年偵字第2253、7083、7084、7085、7115號等5案	違反貪污治罪條例等	5人	民意代表：2人 不具公務員身分：3人	廠商行賄議長以施壓雲林縣政府洽談回饋金、索討公文、執照、在議會質詢、提案修改自治條例。同時行賄議員運用議員職權向雲林縣政府官員施壓，要求雲林縣政府相關單位儘速核發廠商申請之公文，以議員質詢、審議議案等權限，要求雲林縣政府相關主管單位積極回應廠商申請之案件。	雲林縣	雲林地院112年度訴字第436(審理中)
11	臺南地檢署112年度偵字第17457號等7案	違反貪污治罪條例等	15人	公務員：5人 不具公務員身分：10人	臺南市都發局局長等公務員圖利廠商案，允許廠商倒填日期之方式進行補件抽換或提出申請，圖利廠商。	臺南市	臺南地院113年度訴字第349號(審理中)
12	雲林地檢署113年度偵字第6324號	違反貪污治罪條例等、恐嚇	3人	公務員：1人 不具公務員身分：2人	雲林縣麥寮鄉鄉長利用權勢機會，會同特定被告包商、台西鄉鄉長配偶，	雲林縣	雲林地院113年度訴字第402號(審理中)

編號	地檢署案號	案由	起訴人數	被告身分	犯罪類型	案場地點	法院判決
	等3案	取財得利			以民眾抗爭得為停工處分 並以索取鄉里回饋金發動民眾抗爭 違法命令停工等事由 向風電廠商恐嚇勒索 要求將管線工程發包特定包商 並索取不法財物。		
13	新北地檢署 113年度偵 字 第 38581 號等3案	違反貪污 治罪條例 等	9人	公務員：1人 民意代表：1人 不具公務員身分：7人	雲林縣議長受光電廠商請託及收受賄賂 利用其議員兼議長身分 向承辦公務員施壓加速審查通過案場同意函申請 並與公務員共同洩密公務 其他競爭廠商之公務文件予特定廠商知悉。	雲林縣	新北地院113年度金訴字第2021號(審理中)
14	嘉義地檢署 113年度偵 字 第 7168號	違反貪污 治罪條例 等	1人	公務員：1人	嘉義縣義竹鄉建設課課長 明知漁電共生廠商違規開發土地 違反區域計畫法規定 利用廠商違規行為 向廠商索討分包工程利益，索取不正利益。	嘉義縣	(尚未確定) 嘉義地院113年度訴字第313號 臺南高分院113年度上訴字第2090號(審理中)
15	彰化地檢署 113年度偵 字 第 13629 號等5案	違反貪污 治罪條例 等	14人	公務員：6人 民意代表：2人 不具公務員身分：6人	彰化縣竹塘鄉 二崙鄉鄉長 鄉代表及承辦公務員利用光電標租案機會 收取賄賂 與特定不法光電廠商合作 未依政府採購法相關規定辦理太陽能光電標租案 並將內部公務文件洩密讓特定廠商知悉 綁定特定廠商得標施作。	彰化縣	彰化地院113年度訴字第995號(審理中)
合計	71案		114人				

統計期間：自110年1月1日起至113年12月31日止。

資料來源：法務部。