

出國報告（出國類別：其他）

APEC 太陽能發展公私營合作研討會 出國報告

服務機關：經濟部能源局

姓名職稱：王懷慶技士

派赴國家：越南河內

出國期間：108 年 7 月 31 日至 8 月 3 日

報告日期：108 年 8 月 28 日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：APEC 太陽能發展公私營合作研討會

頁數 14 含附件：是否

出國人員姓名 / 服務機關 / 單位 / 職稱 / 電話

王懷慶 / 經濟部能源局 / 技士 / 02-27721370 轉分機 647

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習5 其他

出國期間：108 年 7 月 31 日至 8 月 3 日

出國地區：越南河內

分類號/關鍵詞：太陽能、公私營合作 (Solar Energy、Public-Private Partnership)

內容摘要：

本次出國目的為參加 APEC 太陽能發展公私營合作研討會(APEC Workshop on Public-Private for Solar Energy Development)，瞭解 APEC 區域各經濟體再生能源發展現況，以及運用公私營合作模式推動做法及排除障礙。

本次會議與其他 APEC 經濟體之專家學者進行經驗分享，藉由各經濟體會員交流再生能源目標推動之實際經驗，以作為強化我國制定公私營合作相關推動策略上之參考。議題主軸包含 APEC 和全球太陽能發展概況、公私營合作對太陽能發展之必要性、私營部門與國際組織對於太陽能發展公私營合作的觀點、太陽能發展公私營合作之策略與政策、APEC 經濟體會員對於太陽能發展公私營合作案例分析、太陽能發展公私營合作未來展望等作探討，以了解各國在公私營合作推動策略上應用之發展。

目 錄

壹、會議目的	1
貳、行程紀要及會議紀要	4
參、心得及建議	14

壹、會議目的

一、目的

- (一) 經濟部能源局王懷慶技士出席本（108）年 8 月 1 日至 8 月 2 日於越南河內舉辦之「APEC 太陽能公私營合作研討會」（APEC Workshop on Public-Private for Solar Energy Development）。
- (二) 我方參加本研討會目的如下：
 1. 加強了解各 APEC 經濟體於太陽能公私營合作之應用（目前公私營合作發展太陽能尚未非常普及，希望能藉此更了解公私營合作，包含政策合作、處理土地限制、提供綠色誘因等關鍵成功因素）。
 2. 藉由各 APEC 經濟體太陽能專家之經驗分享，有關太陽能生產者與投資者於公私營合作應用，如何排除障礙及促進太陽能發展較佳之作法。
 3. 探討各 APEC 各經濟體之間在未來太陽能發展有無合作潛力。
 4. 為落實能源轉型及佈局再生能源產業發展，代表我方出席「APEC 太陽能公私營合作研討會」。藉由參加此會議與各亞太經濟體交流，瞭解太陽能公私營合作發展策略與應用，俾未來促進太陽能，並推動民間與政府合作。

二、行程紀要

本次行程於 7 月 31 日抵達越南河內，8 月 1 日至 8 月 2 日參加越南貿工部主辦之「APEC 太陽能公私營合作研討會」(APEC Workshop on Public-Private for Solar Energy Development)，於 8 月 3 日返臺。本次出國行程規劃如表 1。

表 1、參加「APEC 太陽能公私營合作研討會」行程

日期	活動主題
108.07.31 (三)	啟程並抵達越南河內
108.08.01 (四)	2019年APEC太陽能公私營合作研討會(第一天) 主題一:APEC和全球太陽能發展概況(Overview on Solar Energy Development in APEC and Worldwide) 主題二:公私營合作對太陽能發展之必要性(The Necessity of Public-Private Partnership for Solar Energy Development) 主題三:私營部門與國際組織對於太陽能發展公私營合作的觀點(Public-Private Partnership for Solar Energy Development-Perspective from the Private Sector and International Organizations) 主題四:太陽能發展公私營合作之策略與政策(Government's Strategies and Policies on Public-Private Partnership for Solar Energy Development)

108.08.02 (五)	2019年APEC太陽能公私營合作研討會(第二天) 主題五:APEC經濟體會員對於太陽能發展公私營合作案例分析(Case Studies of Public-Private Partnership for Solar Energy Development in APEC Member Economies) 主題六:未來展望(The Way Forward)
108.08.03 (六)	返程

貳、 會議紀要

8月1日議程依序針對「APEC 和全球太陽能發展概況」、「公私營合作對太陽能發展之必要性」、「私營部門與國際組織對於太陽能發展公私營合作的觀點」及「太陽能發展公私營合作之策略與政策」等4大主題，進行專題演講及交流討論。

研討會一開始由越南工業及商貿部多邊貿易政策司副司長、兼越南對 APEC 方面資深官員 Ms Pham Quynh Mai 致開幕詞，並合影留念，如圖 1、2。



圖 1. 越南貿工部多邊貿易政策司副司長 Ms. PHAM Quynh Mai 致詞



圖 2. APEC 太陽能發展公私營合作研討會大合照

一、 主題一：APEC和全球太陽能發展概況

根據Bloomberg New Energy Finance Report，截至2018年，全球風力及太陽光電總裝置容量已達1,013GW(包含陸域風電523GW、離岸風電19GW、小規模太陽光電164GW、公用事業規模太陽光電307MW)，另Ren21 Renewable Energy Global Status Report資料顯示，2018年全球再生能源的年度增長率趨於平穩，於2018年單年度新增加了181GW，如圖3。

FIGURE 6. Annual Additions of Renewable Power Capacity, by Technology and Total, 2012-2018

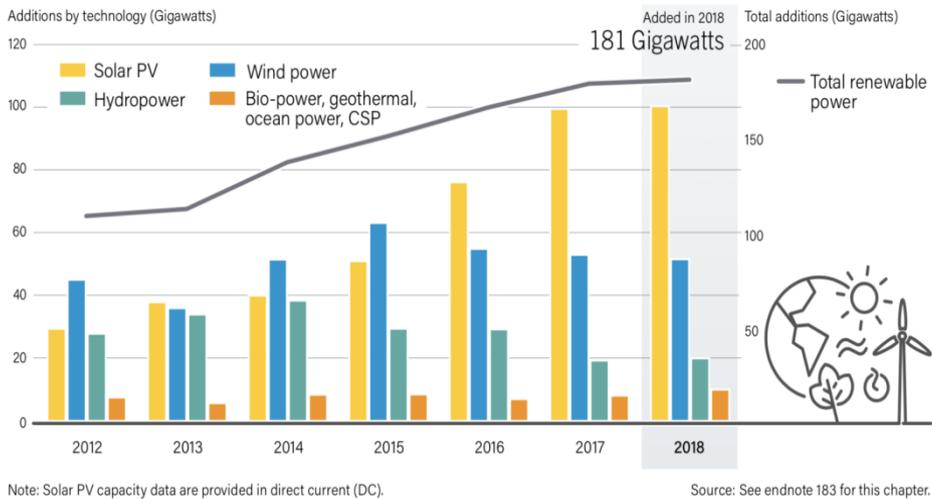


圖 3. 全球各年度(2012-2018 年)再生能源新增裝置容量

全球再生能源系統投資增加，太陽光電發展速度比其他再生能源快，截至 2018 年全球總裝置容量達約 505GW，目前中國大陸、美國及日本的太陽光電，2018 年分別新增了 45GW、10.6GW、6.5GW，另 APEC 會員國澳洲 3.8GW 及韓國 2GW，也在前十名內。

另聚光型太陽能發電發展速度比一般太陽光電慢，截至 2018 年全球累積裝置容量約 5.5GW，原因是成本下降沒有一般太陽能快。目前全球能源強度下降(Energy Intensity Decreasing)，唯能源使用增加(Energy Use Increasing)，統計 2012-2017 年 Energy Intensity Decreasing 2.2%，Energy Use Increasing 1.2%。

在 2018 年初期，美國的發電能源，天然氣發電比例超過 1/3。美國目前主要能源發展為太陽光電、風力及天然氣，並開始減少使用燃煤。於 2018 年新增了 14.6GW 天然氣發電、6.6GW 風

力發電、4.9GW 太陽能發電，並且減少了 12.9GW 的燃煤發電。另在 2019 年 4 月美國的再生能源消耗量已經超越燃煤發電，天然氣使用大增原因在於成本價格持續降低，從 2018 年 7 月 2.77/MBtu 至 2019 年 7 月 23 日的 2.24/MBtu。

無論是在全球或美國，太陽能的發展速度都較其他再生能源迅速，隨著太陽能的容量因數逐漸提升、價格競爭力（不含聚光型太陽能）逐漸能與燃煤並駕齊驅、電業規模太陽能購電價格也逐年降低、並搭配投資稅減免（Investment Tax Credit, ITC）等制度以及企業所提供的推力，太陽能將持續成長，搭配能源效率相關技術，可創造更多的工作機會與經濟效益。

另隨著鋰離子等電池技術成本下降及相關規範逐漸推出，可預期儲能系統將能更廣泛的應用，而自動化需量反應（Automated Demand Response）等技術也持續快速發展，如能有效結合誘因與運轉機制，將有助於電網主動管理這些變動的再生能源，為消費者創造更多價值。

二、主題二：公私營合作對太陽能發展之必要性

APEC 永續能源中心 (APEC Sustainable Energy Center, APSEC) 於 2014 年第 11 屆能源部長級會議創立：

(一) APSEC 永續能源中心 (APSEC) 任務：

1. 促進 APEC 經濟體間永續能源發展的合作。
2. 在永續能源發展領域發展策略研究和國際合作擔任國家能源管理智庫。

(二) 關於公私營合作的基本觀念和誤解，重點如下：

在導入公私營合作模式前，先釐清是否已營造適於發展的法規環境，以及主責機關、推動目標、具體模式、預算配合，而在推動電力市場公私營合作時，應特別注意電網基礎建設是否能夠承受公私營合作所增加的電力供應成長。

1. 公私營合作目的在促進建設或管理基礎設施。
2. 公私營合作的主要方法為分享責任、風險及回饋。
3. 公共部門核心觀念：建立合法健全的基礎建設設施、如何更容易私營部門獲得投資。
4. 私營部門核心觀念：需發展新的技術與服務增加競爭

力、如果要從投資中獲利就要承擔風險。

5. 公私營合作不能改善不好的商業模式、不能預防失敗、不能代替市場改革。
6. 公私營合作不是全部問題的解決方法，但有最佳的選擇結果。
7. 公私營合作不會自動解決利益衝突。

(三) 公私營合作成功的因素，在執行前須考量下列事項：

1. 法律準備
2. 合作夥伴針對公私營合作之談判能力
3. 公私營合作應實現目標
4. 公私營合作模式計畫的最佳選擇
5. 公共合作夥伴預算

(四) 公私營合作執行過程：

1. 計畫確認及準備 (project identification and preparatory): 利益相關者的諮詢、準備安排交易顧問
2. 專案管理及盡責調查 (project development and due diligence): 風險分析、政府支持、監管安排
3. 執行安排 (implementation arrangement): 招標文件、契約草案、評標標準
4. 採購和計畫建立 (procurement and project construction)
5. 契約管理 (contract management): 建立監督程序、監督運作、財務問題
6. 爭議解決 (dispute resolution): 建立流程和爭議解決團隊

公私營合作5種模式

PPP model	Usual name	Some characteristics
Lease	Solar lease	No down payment by private partner
Lease	PPA	Small down payment by private partner
Concession	BTO	Private partner builds, transfers, operates
Concession	BOT	Private partner builds, operates, transfers
Concession	BOOT	Builds, owns, operates, transfers
Private ownership	BOO	Private partner builds, owns, operates

公私營合作規劃應思考計畫前置作業準備及確認、發展與盡責調查、執行、採購與建設、契約管理、爭議調解等潛在議題，並自租賃（lease）、特許經營（concession）及私有（private ownership）等模式間選擇適當的公私營合作模式，最後針對太陽能發展，如何以國際性競標吸引國際投資社群的興趣、發展全球性風險的調適工具、技術的選擇與電網的發展將至關重要。

公私營合作一種重視平等、彈性裁量與協商的網絡模式，據此發展出不同公私合作模式，而其核心價值是互惠。對於私營部門而言可以擁有所需的保證，以應對計畫規劃階段與其實際執行之間的時間差距所帶來的風險。

建立太陽能公私營合作的制度性架構、需要各方面的技術支持與能量建構如圖 4，整體而言，建立國際及區域性的指引相當關鍵，並且應該涵蓋契約架構、定價、風險分配、法規及管制架構、採購、專案選擇及定義等方面。太陽能公私營合作的目標，從公共政策的角度來看，主要是提高太陽能計畫的質量和效率，而且必須考慮成本及服務品質，並且提供物超所值的服務。

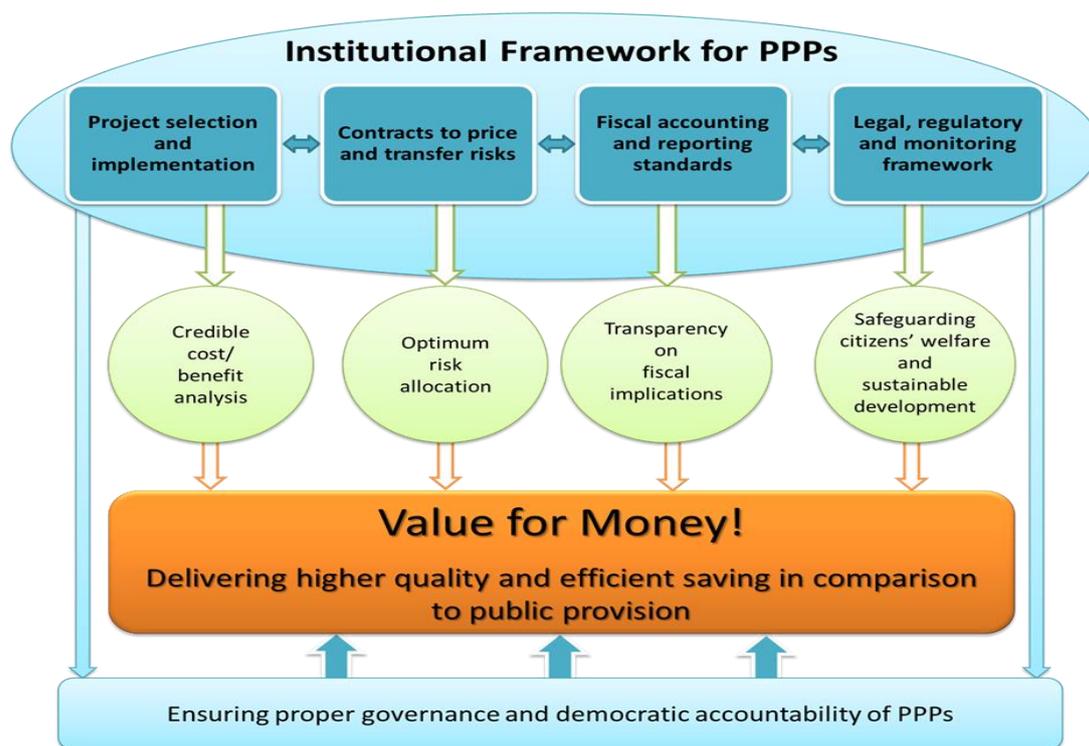


圖4.公私營合作的有利關鍵組成的制度框架

三、 主題三：公營部門與國際組織對於對太陽能發展公私營合作的觀點

Solarcity，是紐西蘭規模最大的太陽能公司，Solarcity 以處理氣候變遷為願景，將太陽能塑造為有 20 年長期合約保障、無直接成本的創新財務與科技方案，以家戶等級的太陽光電與儲能做為投資主軸，並規劃在儲能成本降低後、逐步拓展至學校與商業部門。Solarcity 與 Panasonic 合作開發電池儲能，並擁有電池的所有權與控制權，藉以調控家裡的主要負載、亦可將電力饋網，藉以建構家戶能源管理系統。

紐西蘭的電力市場發展歷程甚具指標性，包括紐西蘭在 1965 年完成了第一條長距離的直流高壓（HVDC）線路，並且建構了標誌性的區域邊際訂價電力市場。整體而言，紐西蘭的電力系統對補助的依賴性低，同時也已達成相當高的再生能源佔比，後續期望在 2035 年能夠達成 100% 再生能源佔比。

其次，目前相關政策大多著重在國家、輸電等級，而公私營合作恰好可以開啟配電等級的政策發展，包括發展電表後端太陽

能與電池儲能、智慧系統、微型區域電網、即時管理，讓配電等級廠商升級為系統營運商（system operator），藉以翻轉傳統仰賴線路的邏輯，轉而發展較不仰賴線路（non-wire）的策略，這些都需要透過重新思考政策的設定來達成。

最後，紐西蘭對於太陽能及電池儲能的鼓勵、輸配電的定價、以及如何制定合理規則來促進電池儲能進而提供輔助服務至關重要，策略方面或可從財務（太陽能與電池儲能作為服務）、政策（透過時間電價、尖峰電價、頻率維持、地方與國家層級的需量反應來推動具有韌性的發展）、科技（讓電錶電腦超越智慧電表）與社會創新（社區能源體系、點對點的交易）等四個面向切入。

紐西蘭朝著鼓勵效率的方向推動，但是在創新方面或許還有不少空間，如何推動創新，鼓勵家戶裝置電池儲能來推動具有韌性的規劃、推動社區層次的能源供給（community energy），同時讓資訊更為透明流通，並且建立新的市場模式來推動近 100%再生能源占比，或許是紐西蘭及其他經濟體可以持續努力的方向。

越南部分，SolarBK 是越南在地的太陽能廠商，其經營從上游的晶片以及模組研發生產、至下游的屋頂型太陽能設置及維護。整體而言，其研發以智慧電網及物聯網為主軸，同時也以成為太陽能電廠的主要開發商及投資商為目標，希望能成為綠能領域的代表性廠商。

越南目前面臨太陽能發展過於蓬勃的情形，至 2019 年 6 月止，越南全境已設置逾 4,460MW 太陽能，而到 2020 年底調控的狀況會達到 65%。這個現象除反映輸電線路的壅塞，也反映輸電線路因為場址取得、專案融資、貶值等因素導致建置時程偏長，因此，電網等級的儲能以及透過競標來確認電廠效能變顯得相對重要。

而在屋頂型太陽能方案方面，至 2019 年 6 月止，SolarBK 已開發逾 4,000 處場址、裝置容量達 45MW，希望能夠在 2025 年達成 1,000MW（1GW）裝置容量；越南電力公司也已規劃設置 55MW 的太陽能發電，太陽能也逐漸擴展至公有房舍。整體而言，透過租賃屋頂並銷售電力予越南電力公司（每度約 9.35 美分）。除此

之外，越南電力公司將成立太陽能交易中心（Solar Energy Transaction Center）也相當值得關注，交易中心的成立可望提供設置者出售電力、大用電戶購買再生能源電力的管道。

四、主題四：太陽能發展公私營合作之策略與政策

越南的經濟增長，工業化和城市化電力需求，於2018年GDP成長7.08%，電力需求成長11.09%，目前在經濟用電方面的快速增長正面臨基礎電網建設瓶頸，電源擴張和金融資源的發展。

在越南，太陽能是再生能源電力主力之一，並推動執行綠能成長政策(Green growth strategy)，越南新政府於2018年5月頒布以公私營合作形式投資法令，並於2018年6月生效。內容涵蓋了基礎建設的建造、更新、營運及管理與公共服務的管理，並且細部界定了公私營合作的領域、條件、法規及程序－包含BOT; BTO; BT等契約，可望有助於排除相關障礙及促進未來投資，而發電廠及輸電線路也是其中的一個領域範圍。

截至2018年越南的再生能源累積裝置容量達4,063MW，佔電力供應佔比的8%，目標2020年達到5,940MW，2025年12,063MW，2030年27,195MW。其中越南太陽能從2018年6月的10MW，成長到2019年6月4,460MW，增長了440多倍，其蓬勃發展的主要原因，包含吸引力的FIT價格，首次價格9.35UScents/度(躉售20年)。

越南在太陽能市場透過公私營合作的機會：高電力需求：預估2020-2050成長8.85%/年，2025-2030成長7.42%/年。越南的太陽能目標每年增加4,000-5,000MW裝置容量，而且傳統能源正在逐漸耗盡。目前越南國內煤炭供應不足以供應電力，天然氣資源也在減少，水力發電幾乎沒有開採潛力。唯其中挑戰包含太陽能發電的輸配電問題、政策改變(新FIT制度、融資問題、電廠發展法規等)。

整體而言，為使公私營合作模式更加完整，需建立穩定的太陽能發展環境、建立穩定的政策、減少投資過程的行政程序、提供健全電網、電廠的基礎建設、建立公平的投資市場制度、強化地方能量。

五、 主題五:APEC經濟體對於太陽能發展公私營合作案例

就美國對於應用公私營合作於太陽能發展及拓展之因應，美方簡報認為太陽能的發展應該以溫室氣體減量為終極目標。

電表後端太陽能（behind-the-meter solar）的發展雖然有助於美國各州達成再生能源配額制度目標，但也導致電網調度的困難，這將不利於電力系統因應負載需求。根據美國的經驗，電表後端太陽能、能源不平衡市場（Energy Imbalance Market, EIM）、需量反應、儲能及微電網等將是未來的觀察重點。有關「加州太陽光電公私營合作」（California Solar PPP）。美國加州的成功經驗除了仰賴豐沛日照、社區支持、太陽能成本下降，在美國的再生能源配額制度（Renewable Portfolio Standard）架構下，加州更規範了加州的電力供應在2020年達到再生能源佔比33%、2030年達到再生能源佔比50%；除此之外，電表後端太陽能（behind-the-meter solar）在加州也相當關鍵。

有關「秘魯再生能源競標制度」（Peru Renewable Energy Auctions），競標制度是導入私部門參與的重要機制，但仍應審慎思考如何設計能夠提供適度獎勵時間行為（time behavior）及理想績效的制度。

秘魯目前的挑戰為快速增加的能源需求、艱難的地理環境、貧窮、氣候變化等。秘魯2010-2040年國家能源計劃的政策目標為99%電氣化率、最大化利用天然氣資源、提高能源效率、多元發電方式，希望到2018年，再生能源發電量佔發電配比5%。秘魯能源和礦業部（MINEM）的一項調查顯示，秘魯尚未開發的再生能源潛力包括：70GW水力發電、22GW風力發電6GW的地熱發電、10GW太陽能，為何這些潛力沒被開發，主要因為市場導向、昂貴的技術、間歇性挑戰技術專長，法規不確定性及投資不確定性。

秘魯於1992年開放私部門參與電力市場後，秘魯政府在2009年首次導入以「興建－擁有－營運」（Build-Own-Operate, BOO）為基底的再生能源競標制度。整體而言，秘魯的再生能源競標制度有效帶動再生能源供應價格下降，而秘魯政府也透過持續的學習與調整（包括調整價格、新增類型、公開上限價格等方面）持續檢討。

六、 主題六「未來展望」(The Way Forward)：

在 APEC 與各經濟體的層次上，討論內容包含如何建立穩定且透明的投資環境、理性化的政策、如何將資訊傳遞給大眾、長期契約建立、回收技術與政策、在公私協力及技術應用上保持彈性、區域性的訓練企劃來創造各經濟體國內的決策，穩定的收購價格、更有效率的競標並透過研討會吸引投資。

在發展太陽能方面，討論內容包含推動不同單位間的合作、建構儲能以作為發展太陽能，學習 APEC 運輸工作的研究，分享最佳實務（包括各經濟體政府如何管制躉購制度）、提升家戶民眾等對於發展太陽能效益的認知（尤其是屋頂型）、產出公私協力的模板/工具使經濟體建立各自的機制，將公私營合作納入部長級或資深官員層級會議議程等。

參、 結論及建議

- 一、為使公私營合作模式更加完整，需建立穩定的太陽能發展環境、建立穩定的政策、減少投資過程的行政程序、提供健全電網、電廠的基礎建設、建立公平的投資市場制度、強化地方能量。
- 二、如何建立穩定且透明的投資環境、理性化的政策、如何將資訊傳遞給大眾、長期契約建立、回收技術與政策、在公私協力及技術應用上保持彈性、穩定的收購價格、更有效率的競標並透過國際研討會吸引投資，可供我國推動之參考。
- 三、擬訂公私營合作策略需考量三大重要因素分別為責任分攤、風險分攤及回饋分享，公部門須提供好的投資環境(包含法規程序簡化及標準一致性；完善基礎建設的布建，如電網；適度的獎勵機制，如補助等)，公部門需承擔私部門沒有在目標期限內完成之風險，但可利用透明的規則及契約促使滿足需求，私部門也要承擔在地理環境及未知障礙下的風險，但可透過經驗獲得創新。
- 四、在擬訂公私營合作計畫前須有以下考量，整體策略推動才能更順利，法規是否已健全及合理，有哪些合作夥伴，並考量是否得以配合，避免不配合狀況下而失敗，有多少籌碼可以協商談判，要實現多少目標，目標是否合理得以實現，合作夥伴是否需要經費、人力、法規上的支援，怎樣的公私營合作模式是最有利的，例如:競價機制、FIT 機制、自由交易市場機制等。
- 五、在推動公私營合作策略上，宜考量利害關係人的責任平均分攤議題，倘有任一方覺得不合理，計畫終究將無法順利推行。