

核能政策的角色與內涵 -- 以英國核能政策為例

駐奧地利代表處原能組 洪煥仁

一、前言

能源堪稱是人類發展的基礎。掌握能源，就掌握發展的利器，這是為何世界各國都將能源的獲得利用，列為國家政策極為重要的一部份。

然而，雖然能源是生存所需，能支持人類發展，帶來各種進步的動力，但也因為取得、使用的過程中，往往造成環境的破壞與汙染，侵蝕人們健康，甚至如果處理不當，造成危及安全的結果；這種兩個角色並存的情形，可以形容為既是「天使」也是「魔鬼」。所以如何取得好處與避免災害，是利用能源必須面對的問題，這涉及管理手段與技術能力，是制定政策時，必須考慮的重要因素。

此外，可取得何種能源、哪些能源帶來的汙染與破壞較少、哪些能源比較經濟、哪些能源技術已成熟等，都必須在不同層面的考量，配合未來發展方向，作為制定國家能源政策時之限制條件。能源種類很多，卻沒有任何一種可以單獨滿足所有要求。因此能源政策必須根據國家情況，兼顧需求與上述條件的平衡，選擇性地針對適用的能源，制定長久發展策略。從傳統的化石能源：石油、煤、天然氣，可再生能源：風力、水力、太陽能、潮汐、生質能源(生質酒精、柴油、沼氣)，以及核能等，能源的多樣性是顯而易見的，可是這些各有其優點與缺陷，能源政策是在這些多樣選擇中，將優點與缺陷加減評估結果，所獲得的最佳方案，目的其實只有一個，就是：保障能源能夠安全穩定且經濟地提供發展所需，簡單稱為「能源安全」。這是各國制定能源政策最高目標，只是選擇與策略差異而已。

二、影響能源政策的限制因素

我國的能源政策，也是根據相同的基礎與追求相同的目的。在這地狹人稠，缺乏天然資源的地方，加上足以描述為「孤立」的地理位置，很清楚可選擇的能源十分有限。檢視我國能源結構，幾乎九成倚靠化石能源，其他只有核能與百分之二的自產再生能源，這實在是迫於現實因素的選擇結果，與喜好無關。然而，即使這樣已經受嚴苛限制的選擇，也將不再僅須考慮我國發展問題而已；近年全球性的問題影響愈來愈大，我們已不能置身事外。我國的能源選擇，正逐步面臨更嚴峻的挑戰。

目前全球最關心的議題之一，關係到所有人的最迫切的危機，便是大氣暖化導致的氣候變遷。人們過去方便好用的能源選擇，是造成這個變化的主因。現在因應此危機的基本做法，就是減少使用化石能源，並開發低碳能源，包括再生能源與核能，將缺口加以彌補。這樣的解決辦法，是直接有效大量減少導致暖化氣體排放的唯一途徑。為此，國際間早就進行相關規範的討論，運用限制商品生產條件與貿易關稅的手段，促使各國一起努力解決這個問題。不用太久，具有約束力的規範遲早會出來，依照我國目前的能源結構，若不調整將是大逆國際趨勢，將來發展之路會被封死；誰願意與不顧全人類生存的國家來往呢？

我們都清楚：對於使用何種能源，是選擇問題，而非對錯問題。我國能源政策顯然必須考慮上述可見的發展危機而作調整，而不能放著高比例的化石能源不加工理會。而未來趨勢，幾乎將高碳與低碳能源之間的可選擇性改變，朝一個對錯問題發展。我們能夠掌握的，似乎僅有核能、再生及生質能源這幾個選項。不幸的是：它的比例僅佔一成，將來核能這樣的低碳能源在「非核家園」的政策下被排除，結果更將使得無選擇可言：我們必須以增加再生及生質能源的生產，這些高度與環境與地理條件相關的能源，來取代高碳能源。當然，我們不必預設立場，對這樣的可能表示悲觀，但是一定要瞭解：那很可能是一條崎嶇而代價高昂的發展道路。

三、核能政策影響未來

我們不必太悲觀的原因是：已經有國家採取這樣的做法。日本福島事故，讓德國立刻更改國家的核能政策，預定將核能於 2022 年終止在能源結構中的角色；也看到有些國家定下未來朝非核化發展的政策(如瑞士、比利時)。如果能不倚靠核能，而將來走出以其他方式取代化石能源，順利地達到提升低碳能源比例的目標，作為以非核的能源政策做到符合國際減少暖化氣體規範的先行者，有了這些國家為例，當然我們實在不必擔心。然而我們也有悲觀的理由：這些國家的自產能源比例遠高於我國，再生能源的發展潛力更非我國所可比擬，若想複製他們的核能政策，以其他低碳能源取代，我們條件根本就差太遠。況且德國立即減少核能發電比例的做法，已經對產業及電價造成衝擊，能持續多久，在政治與現實面，都十分不確定；如果發生在我們身上，只恐怕一時都承受不起。在沒有妥善的規劃與找到解決辦法之前貿然效法行動，可能不過是「東施效顰」，徒貽笑大方，更可能帶來難易挽回的後果。

很明顯的，有更多的國家，採取不同的反應，是以另一種積極態度來應對。福島核電廠事故，不可避免地增加大眾對核能發電安全性的疑慮。可是這種信心所受的衝擊，因為情緒面的反應而擴大，但實際信心的降低，與表面呈現的有一定的差距，各國反應時，相信對此都有所理解。其所增加的對安全的不確定性，需要實際作為來消除，這也是更多有核能電廠的國家採取的做法，所以進行如壓力測試、同行審查等行動以降低不確定性，使信心水平不致過度反應。這當中其實也是為了解決更大難題的積極做法。對於各國的能源政策來說，所需面對的是：**(1)國家能源安全地維護，以及(2)擴大能源結構中低碳能源的比例，為應付即將出現的國際規範做準備。**核能發電的安全，是可以預先控制的風險，實際未發生而可著力以避免發生。能源安全關乎國家安全與社會發展，高碳能源的危害更是已經發生的事實，這兩者在這些國家考慮調整核能政策時，會被放在天平的一端，另一端則放置包括核能的能源政策；如果移除核能，那麼必須能夠以其他足以替代的能源填補，否則就是一個讓還未發生的可預防風險，影響到解決迫切問題的政策。這是另一種思維，可以用英國核能政策規劃的根據與內容，來說明這種想法。

四、英國核能政策

根據英國「能源暨氣候變遷部」(DECC, Department of Energy and Climate Change)於 2011 年公佈之「國家能源基礎建設政策報告」(NPS, National Policy Statements for Energy Infrastructure)，可視為英國能源政策之根據。從 DECC 的名稱上，就可看出該國能源發展的企圖，很明顯必須考慮氣候變遷的因素，扭轉能源開發會造成生存環境惡化的必然結果，使能源取得與使用，不致成為促進氣候變遷的幫兇。

該報告對英國能源政策有清楚的描述，內容說明五項能源取得與輸送之基礎建設方針，包括：化石能源、再生能源、天然氣與原油管線、電力輸配網，以及核能發電。在政策總論中，提出所有能源規劃必須依循的方向：

各種形態的能源基礎建設，皆須以同時達成「能源安全」及「大幅降低溫室氣體排放」為目標。

這個要求標準建立在堅實的法律基礎之上。因為英國在 2008 年通過了首創之「氣候變遷法」(Climate Change Act)，規定以 1990 年的溫室氣體排放量為基準，至 2050 年降低排放量達該基準的 80%以上。該法是全球第一個具有約束力的減排法律，呈現政府與民間面對氣候變遷，合作積極採取應變行動的決心。這個減量目標展現英國能源政策未來 40 年將該國帶往低碳發展國家的堅定意志，看似野心很大，而卻絕非隨意制定的。對此，NPS 報告明指追求建立一個安全、低碳的能源系統，是英國國家永續發展的最大憑藉。2050 年的目標不是空喊出來的理想，而是經過分析，在能源結構穩定依據政策調整的條件配合下，一個可以達成的目標。

當多數國家的能源政策，還不能根據清楚的發展方向、掌握可用之能源選項，更別提對持續惡化的碳排放採取具體對策之際，英國就已依照規劃藍圖採取行動了。能夠這樣迅速彙集力量進行應變，最大原因是對於低

碳能源的價值，全國有一致的共識：任何有助於降低溫室氣體排放的能源，都與國家發展息息相關，值得開發利用，而不該忽略或放棄；減排是最大公約數，與最不可打折扣的目標。企業受到鼓勵，可在政府設定的策略架構內提出能源基礎建設計畫，而不會對採用何種技術加以限制。換句話說，對於能源結構的轉移，政府與民間建立了改變現狀的合作模式，以達成立法所定的目標。這個現象，也促成了英國採取積極的核能政策，因為能夠支撐這個低碳能源政策結構的，核能可以說是其中不可缺席的關鍵。

政策背景

日本福島核事故，並未影響多數英國民眾強力支持發展核電的立場，政府發展核電政策亦未改變。在其政策中，視核能是低碳、可靠的科技，為能源組合(Energy Mix)之多元化及安全的重要部分。核能可提供技術及燃料來源多元化，而能源組合多元化可提高英國能源系統的彈性，並降低面臨突然的供應中斷，以及當單一發電技術或能源控制所有發電，導致電力價格突然飆升等風險。此外，由於核能的特性與傳統化石燃料及再生能源不同，在維護國家能源安全的觀點有以下特別的益處：

- (1) 核燃料是穩定成熟的產業，鈾來源供應穩定，其蘊藏量較原油及天然氣都可維持得更長久。檢視經濟合作組織(OECD)、國際原子能總署(IAEA)，以及歐洲原子能供應總署(ESA)的報告後，顯示鈾蘊藏量足供全球核電成長所需，包括任何英國所擬建設的核電廠。
- (2) 核燃料、天然氣及煤炭的供應鏈並非相互依賴，天然氣或煤炭供應中斷不會影響到鈾的供應。因此，在發電組合中納入核電廠可提高燃料的多元化，並降低燃料供應中斷的風險。
- (3) 核能發電與其他普遍之發電科技(如火力電廠)不同，原料價格的波動不會大幅影響其發電成本，因此電力價格相對穩定，對於需要大量電力的產業，對生產成本也較能控制，也維持較佳之競爭力。

- (4) 在化石能源如天然氣價格飆高時，核電的低發電成本可對長期躉售價格造成跌價的壓力，亦可幫助英國降低高化石燃料價格所暴露之風險。對於維護國家能源安全所能增加之支出，有平抑作用。
- (5) 核能電廠可以長期持續運轉而無須充填燃料。這不僅維持電力的穩定性，對於降低能源供應端之風險。

從促進使用低碳能源比例，以降低溫室氣體排放的觀點，英國政府認為若以相同作為基載能源(穩定且大量之電力來源，如火力發電)比較，以核能取代其他基載能源將可大幅減少排放。並基於下列優勢：

- (1) 在進行核能發電的生命週期分析後(生命週期分析是指檢視在核電廠建設、運轉、除役時，以及核燃料開採、運輸及廢棄處理等的二氧化碳排放量)，一座核能電廠的碳排放量大約是每一度電 7-22 公克，此數字與具公信力之國際機構所出版的研究一致，與風力發電的生命週期碳排放量相當，但遠少於化石燃料發電廠。
- (2) 英國若須在 2050 年達成低碳、電力多元化目標，核能是實施策略的三個要素之一。其它二個要素還包括再生能源及化石燃料配合碳捕捉與封存技術，但前者數量及穩定性不足，後者技術與經濟性還不成熟，皆不及核能之直接有效。
- (3) 為確保未來的能源安全、潔淨及可負擔，英國需要這些型態的發電組合。英國政府相信建造新核能發電可以補充再生能源及配合碳捕捉及儲存化石燃料之不足，而且可提供可依賴的低碳電力，以確保達成 2050 年減少溫室氣體的法定義務，並規劃。核能也是目前唯一的非再生低碳技術，也是現有可靠、可被大規模使用的技術。
- (4) 此外，英國政府相信核能發電與其他形式的發電技術(包括最低成本的再生能源技術)比較起來，具有經濟競爭力。核能很可能是最便宜的低

碳發電技術，對促進相關產業之發展有積極作用。預料業界將願意將新發展的應用技術導入新核電廠建設。

經由以上客觀因素的呈現，核能在英國達成能源規劃的整體目標上，幾乎佔有不可取代的地位。如果這些是發展核能之主要拉力，那麼還有下列因素就構成了影響核能政策的推力了。

根據能源供需的分析結果，英國許多電廠因為不符歐盟排放規範或達使用年限，將於 2025 年左右關閉，預估屆時減少約 22GW(十億瓦)供應，而 2025 年的電力需求，估計較現在高出 59GW，供應缺少總量將達 81GW，再加上「氣候變遷法」在後追趕，必須大幅提高低碳能源比例；倚靠再生能源提升有限，化石能源減碳技術又緩不濟急，核能的優點明顯，使得政策方向沒有其他選擇。

核能的永續性評價

根據 2008 年英國的「計畫法案」(Planning Act 2008)，所有能源基礎建設所規畫之能源，皆須經過「永續性評價」(AoS, Appraisal of Sustainability)，並配合「策略環境評估」(SEA, Strategic Environmental Assessment)指導方針(2001/42/EC)完成顯著環境效應(Significant Environmental Effects)分析。英國政府的核能政策也須呈現其評價結果，有如下發現：

- (1) 核電廠將為英政府達到能源安全目標上具有重大之貢獻。
- (2) 依據「核能棲地規範評估」(HRA, Nuclear Habitats Regulations Assessments)，建設核電廠將可能對「歐洲重要自然保育區」(Nature Conservation Sites of European Importance)帶來負面影響，英政府承諾將依據 HRA 及環境衝擊評估(EIA, Environmental Impact Assessment)程序等相關規範進一步研究，以界定其影響效果之嚴重性及其減緩措施之有效性。

- (3) 建設核電廠將對英國國內自然保育區及國土可能有顯著之負面影響，惟需依據相關規範及影響評估進行進一步研究，以界定其影響效果之嚴重性及其減緩措施之有效性。
- (4) 已界定建設核能電廠與生物多樣性(Biodiversity)及永續發展間之關聯性，其中最相關者包括水災之風險與管理、水質及永續性社區經營之可行性。
- (5) 建設核電將可能對水質及水資源、棲地遺失及海岸縮減等生物多樣性帶來潛在之累積性負面影響。
- (6) 核電廠可造成危害之廢棄物，包括放射性廢棄物的管理與存放與處置，對其他永續發展目標的影響，相關研究需依據政府所設之評估準則，包括 HRA 與 EIA 進一步確認。
- (7) 建造核能電廠對增加地方就業有正面影響，故核能電廠建設案之審核，應同時考慮對社經與環境議題之影響。
- (8) 建造核能電廠廠房，將不致對廠址外之區域造成影響。英國建設核電之規範健全，故於建造核能電廠時極不可能造成非預期之輻射外洩，其核廢料之管理亦將依法嚴格規範。

英國政府規劃核能政策，是為了核能電廠之興建營運建立依據；基於其特殊性，設置地點不能危及保育動植物之棲地環境，而須進行評估。永續性評價即對核能電廠廠域所做的預先評估作業。而完整的評估還包括興建營運核能電廠所應設想的問題。在其政策內容中也坦言：核能政策就是一份計畫，在不違反歐盟「棲地指令」(Habitats Directive)前提下，使新建電廠獲得適當廠址，加速在 2025 年以前讓規劃中的核能電廠生產電力。

核能上路評估準則

對於如何讓一座新的核能電廠能夠如預期提供低碳電力，英國政府的「基礎建設規範委員會」(IPC, Infrastructure Planning Commission)負責核定新建之核能電廠興建案，所依據之評估準則是：

- (1) 政府建設新核能電廠與獲得早期建設好處之必要性：核電是能源組合之多元化及安全的重要部分，增加核能電廠可提高英國能源系統的彈性，並降低面臨突然的供應中斷及單一發電或能源帶來的風險。此外，新建核能電廠需於 2025 年前建設完成，建造時間愈晚，將使政府達到低碳經濟及能源安全兩大目標之花費愈為昂貴。
- (2) 核電廠廠址選擇：英國的「策略設廠評估」(SSA, Strategic Siting Assessment)機制，用以對位於英格蘭及威爾斯等適合興建核能電廠廠址進行提名與評估。其廠址考量因素包括：反應爐設施、中強度放射性廢料等具有輻射危害之建築設備、停車場、道路通聯方便性、海岸停泊設備、未來除役後所須之設備等。若廠址需擴大，則視為新增的廠址。
- (3) (3) 對於替代廠址之評估及廠址名單建立：英國策略設廠評估 SSA 方式係以提名程序運作，提名設廠廠址之業者若已評估過其他可能設廠廠址，這些評估資料亦可保留，作為替代廠址資料。因為核電設廠廠址有限，替代廠址之評估仍可進一步在策略層次考慮。IPC 負責核定可用廠址，目前已有 8 處廠址皆列入可設廠清單，作為 2025 年前新建電廠之廠址。而替代廠址經評估接無法完全符合條件。
- (4) 「管制理由」(Regulatory Justification)：歐盟「基本安全標準指令」(Basic Safety Standards Directive)要求歐盟會員國確保發展過程中，可能造成離子性輻射(Ionising Radiation)之新型發明的運用，均需具有正當性，該正當性可從經濟面、社會面及其他面向等說明，並建立該等面向與輻射對健康造成影響之關聯性。英國依據「2004 年有關離子性輻射正當行為準則」(Justification of Practices involving Ionising Radiation Regulation

2UU4)規範，DECC 有責說明核能電廠興建安之正當性，如外界對該正當性評估有所質疑時，IPC 則有權考慮是否對核電興建安另附加其他條件。

- (5) 新建核能電廠之規範架構與體制：在英國新建核能電廠之申請、發照及核准，係屬包括「環保局」(EA, Environment Agency)、「核能管制辦公室」(Office for Nuclear Regulation)、「運輸部」(Department of Transport)等單位分別管理。因此，IPC 需擔任聯繫者並確保各相關規範需適當遵守與執行，且避免法規之疊床架屋及行政程序之擱延。核能電廠業者亦需與各該管理單位保持聯繫合作。
- (6) 良好設計之考量：良好設計係指其核能電廠(含其他能源基礎建設)應符合當地環境之永續發展建築，並在營運時需能有效運用天然資源及能源使用，其次應儘量具有良好之美學外觀。其建築物若於營運過程需進行改變時，亦需考慮儘量避免大幅度之重新設計或顯著之實物干擾。
- (7) 結合熱能與能源之考量：英國國家能源基礎於興建時需考量於能源製造過程中同時運用所產生之熱能與能源。然此一應用在核電廠較具限制，係因核電廠址通常位於遠離人群或商業區之偏僻處。此外由於核能安全的要求，亦限制核能電廠附近不得設置商業或工業區。
- (8) 適應氣候變遷因素之考量：鑒於核電廠需靠近水源以進行冷卻，故其廠址通常位於海岸或入海口處，易曝露於水災威脅。故其設廠時需考慮長期性氣候變遷可能帶來之影響；包括：暴風雨侵襲及海平面上升之可能性、因溫度上升連帶造成之影響、乾旱之可能性等。
- (9) 輻射廢料之管理：核電廠營運時將會生產不同程度之核廢料，亦需相應訂有不同之管理措施。英國現有之核電廠對於廢水、低危險性之廢料、廢水與廢氣，以及不具放射性之廢棄物，均有良好之處理程序與先例。高階放射性廢料(Higher Activity Waste)，長期而言，仍以透過深埋地下穩定地質處置(Geological Disposal)為最佳管理方式。然前提為能夠找到

適合之地質位置，且處理技術到位。在以該種方式處理前，需先有設有安全之臨時存放措施與設備。英國對於處理放射性廢棄物具有健全之法規及管理體制，IPC 須依據此一體制，審查申請案之規劃作法，以決定是否同意核能電廠之興建安。

興建核能電廠之可能衝擊與設廠考量

英國核電廠興建安係為民間業者負責，業者並不需要擁有該核電廠廠址之土地所有權。所制訂之 SSA 機制係以同一處僅有一座核電廠作為評估基準，但並不排除於同一處設有兩座核電廠之可能。而 IPC 審核時需同時評估兩座核電廠對當地之影響。

核能電廠特殊影響及設廠考量包括：

(1) 若核能電廠完成建造，其對周遭的可能影響需多面向分析評估，英國核能政策列出下列項目：

- **水災** - 此係所考慮之唯一外來因素，核能電廠是受影響者。英國具威脅性之天然災害就是水災。故其設計及廠址時此為重要之考慮因素，故需適當之減緩設備以因應可能之水災危害。
- **水質與資源** - 政府於核准設廠時，需確保業者用盡各種可能之技術使冷卻水之抽取及排放對當地商業及娛樂、漁業及水生動植物之衝擊減至最低。
- **海岸線變化** - 業者於申請時需評估廠址之地質、土壤及地形。政府准駁時應確保業者採行必要之措施以減緩海岸改變之影響。
- **生物多樣性及地質保育** - 政府須依相關規定考慮是否在若干敏感之區域內需變更核電廠之設計，設置在地之棲地保護措施，以避免或減少對野生物種之干擾與污染。
- **場址範圍與外觀** - 興建核能電廠時須盡量減少對當地視覺美觀之

影響，另亦建議在考量視覺美觀之效益若高於電力生產傳輸損失之前提下，使用混合式冷卻系統(Hybrid Cooling System)，以減少其龐大體積。

- **社經影響** - 根據經驗，核電廠之興建、營運及除役將對當地之社經環境造成正面影響。
- **民眾健康福祉** - 核電廠所造成之輻射需謹慎管理，英國相關規範健全，故依據規定將可降低核電廠輻射對人體危害之風險。興建核電廠亦將改變當地健康檢查之規範，如將增加對健康監督之服務。此外，營運者需與當地政府界定任何可能對健康之衝擊，而政府於准駁時需考量興建核電廠可能帶來對社經及人民健康與福祉之正面效益，並要求營運者需設有適當設備，以減緩輻射造成之負面影響。

這些項目都是 IPC 審查內容。新建核能電廠申請者，須提出評估結果以供審查，對於衝擊，需有可行緩和方案，IPC 有參考標準以做決定。

(2) 設立核能電廠考量因素。IPC 在評估時，也需考慮下列項目的影響：

- 與民用機場及飛機空中活動之距離；
- 與供電轉接網之接近程度；
- 附近硬體建設與資源所受衝擊；
- 廠址建物及後續除役所需地面面積；
- 當地人口數；
- 暴露於地震之風險；
- 是否位於能動斷層(Capable Faulting)附近；
- 其他非屬地震之地質性因素；
- 緊急應變計畫；
- 氣候因素；
- 採礦、鑽井，活其他地下活動之靠近程度。

特殊法規之要求

英國位於歐洲，也是歐盟成員，在環境與生物保護上有特別嚴格的要求。根據歐盟「棲地指令」及英國「核能棲地規範評估」(NRA)，發現在英國興建核電廠將對歐洲重要遺址(European Sites)之完整性具有負面影響。英國政府也嘗試找尋替代廠址，但是並未獲得兩全其美的結果。即使如此，為能夠執行核能政策之規劃，英國政府需依據「棲地指令」之規範，提出核能電廠興建計畫之重要理由，以平息大眾爭議。這些理由部分在前文已提出，此處再次強調，亦值得參考：

(1) 為何要增加新的能源生產力

- 能源為人類生活不可或缺之支持：能源支持人類生活各面向，包括暖氣、照明、製造及運輸食物、工作及國內外旅遊等，民間企業生產皆需仰賴能源；
- 為了達到英政府兩項施政目標：英國政府宣示將(1)轉移為低碳經濟；(2)維持安全且可靠之電力供給；
- 經研析發現，即便透過提昇能源使用效率、有效之能源需求管理、提昇電力儲存與轉換技術等各種節約能源措施，其節省之電量仍將低於未來對於電力之需求，並估計 2025 年之用電量將超出目前電達 59GW。

(2) 為何需以核電為電力生產組合要素之一

- 依據前述，2025 年有 59GW 需求缺口，而且還未計算其間關閉之電廠，規劃其中 33GW 將來自再生能源(含核能發電)，另 26GW 將來自傳統之火電。鑒於再生能源尚不足以完全取代傳統火力發電之生產能力，而核電具有原料充足、價格相對低廉、碳排放量較低，這些有別於傳統火力發電之優勢，故核能發電在英國能源供給安全

及多元化中，必須扮演重要角色。

- 目前完整之碳捕捉封存技術尚未達到可商業化之程度，仰賴火力發電廠運用碳捕捉封存技術，以達英國低碳經濟之目標，仍存有許多不確定性。

(3) 為何需將經評估過之廠址列為國家基礎能源建設之名單內，而不選擇其他地方

- 為使核能比重達到政府能源政策目標，英國政府應規劃足夠之設廠廠址。依據業者提名之名單，原有 11 處建廠廠址，經評估其中 3 處不合規定。另政府為增加適合之建廠廠址，並就業者未提名之地區進行建廠評估，然未能有合於標準者。

(4) 為何需要「核能之國家政策報告」

- 此份報告為英國政府發展核能發電之藍圖與準則，作為民眾瞭解與業者規劃興建核能電廠之參考。

放射性廢棄物管理

核能雖然是低碳能源，對於減少碳排放貢獻很大，但放射性廢棄物的處理，則是特別重要問題，不僅面對區分不同放射強度的廢棄物，其防護、運送、貯存，都需嚴謹規範。在核能政策中，放射性廢棄物的管理在核能電廠評估準則中只是一個項目，但在其附錄中對一些管理原則特別予以說明。其原則如下：

(1) 核能電廠放射性廢棄物中，用過燃料與中階廢棄物稱為高活度廢棄物 (High Activity Waste)，目前最佳處置方法仍是隔離，必須尋找地質穩定的區域設置最終處置場加以貯存。

- (2) 核能電廠也產生其他狀態的廢棄物，包括低放射性廢棄物、一般廢水廢氣等。英國政府認為這些廢棄物的處理已經有豐富經驗，不成為問題。
- (3) 對於各種廢棄物的運送，英國已建立完善的管理架構，符合國內與國際的各相關規範，以維護這些物料的安全(Safety)與保障(Security)。
- (4) 政府對於新建核電廠之廢棄物處理，有三個特別注意的項目：
- 將高活度廢棄物存放地下的地質隔離在技術上是否可行；
 - 可作為地質隔離存放的場址，是否已經決定；
 - 中期貯存場所的安全、保障與對環境無危害，是否在確定地質隔離場址決定之前，都能維持。

以上原則是核能電廠維持生命週期產生正面價值的必要元素，是核能政策中，提醒經營者應該注意其重要性，不能輕忽此重要的一環。

五、成功核能政策的條件

政府規劃之核能政策，雖然著眼於長久發展，以整體甚至全球利益為考量，但若缺乏民眾支持，推動將非常困難。民眾對於政策目的的理解，有助對於使用核能的支持；而政府也須從民眾的需求理解，才易建立良好的溝通關係。在英國核能政策的內容中，並未特別說明這部分，但根據另一份 2013 年 2 月英國國會「能源及氣候變遷委員會」公佈的「建立新核能 - 迎接挑戰」(Building New Nuclear: the Challenges Ahead)報告來看，民眾態度是決定政策可否成功推動關鍵之一。該報告指出英國民眾對核能態度受下列因素影響：

- (1) 根據民調，支持核能發電比例近十年呈穩定增加，66%民眾有條件支持核能發電。而支持之程度，是一種「非情願式接受」(Reluctant Acceptance)。

由於大眾對氣候變遷的威脅的重視度，更甚於對核能的畏懼，民眾固然視發展核能發電是「與魔鬼交易」，但兩相比較，仍接受這個有效手段，且大都同意這是不得不的選擇。

- (2) 福島核事故之後，並未使英國民眾對核能的態度受到影響。該報告認為是英國媒體報告該事故的方式，除了比較兩國地理差異，並回顧英國優良之核能安全歷史。但靠近核能電廠地方民眾態度則有改變，關心一旦發生事故時，其後果為何。報告建議政府，應建立與地方民眾之直接對話管道，將政府準備的狀況坦誠告知，包括應變機制、撤離、搶救等措施及方案，讓民眾瞭解進而理解，才是最好做法。
- (3) 根據調查，在核能電廠附近地方民眾對核電態度呈現兩極化，部分與是否從鄰近核能電廠獲得經濟利益有關。在反對地區，民眾大都不因核安問題而反核，長久以來核電營運優良記錄、管理機制的表現，與資訊透明的做法，使得民眾對核能電廠的運轉較無挑剔的空間，而提供合理的經濟利益，因核能電廠的設置而造成的地方民眾有形無形損失，都需要政府進一步理解與溝通。

所以過去英國政府在核能領域的溝通工作，已見成效，奠定了民眾能夠理性思考的基礎。在民眾支持下，英國核能政策的規畫顯得信心十足，進而可以規劃企圖心十足的 2050 年減碳目標，使其可能實現。其政策所描繪的低碳遠景，以及兼顧發展需求的安全保障，符合了社會普遍追求與環境共榮的價值，這是得以順利推動政策最主要的關鍵。

六、結語

英國有積極的核能政策，使得其可訂定非常進取的發展目標。在減碳已成國際間拯救未來的共識時，英國已經採取行動，不僅為符合未來國際規範的約束力做準備，也在為作為全球一份子應扛起的責任，樹立標竿。同時，即使英國的自有能源已達 40%，仍然因為國家能源安全的因素，納

入核能以保障國家發展的安全，這些也都符合社會普遍的期待。相較於我國的能源結構，我們在保障國家能源安全與減碳的壓力遠勝於英國，在社會始終未對核能的未來建立共識下，未來想達成這兩項目標，將面臨極大挑戰。

從英國能夠成功推動其核能政策的經驗中，我們可以從其中學習成功政策的關鍵因素，作為推動國家政策的參考：

- (1) **「透明」是民眾與政府對理解事務的共同基礎。**英國在民主運作上是較成熟的社會，政府瞭解民眾需求，但相信更需能「理解」民眾需求；這種期待，已使英國政府在政策制定時，為掌握民眾觀點，早已建立理解機制，也容易獲得信賴。反之，政府資訊的透明，也能幫助民眾從國家的角度看事情。例如政府部門自我要求之資訊透明程度，甚至包括不透露個人資料的人事變動，呈現追求互相充分理解的企圖，也建立了互信的基礎。
- (2) **建立在社會普遍價值之上的政策較易推動。**英國地理位置也可算歐洲的孤島，歐洲大陸國家隔絕，對於發展資源的持有與穩定，相信這樣的危機感，並非只有政府瞭解與感受，民眾亦然。另一方面，英國是工業革命的發源地，能源的使用有長久歷史，對化石能源的危害更曾經是英國追求工業化的黑暗面，民眾對於化石能源的汙染問題，感受殊深。所以追求低碳能源的發展政策，容易打動人心，在心理層面認同。
- (3) **推動新政策需規劃執行積極而全面的配合行動。**英國政府以行動顯示其對新政策的信念與決心，而非遲疑搖擺。例如為了推動能源政策，放棄對能源價格的管制，讓人民負擔實際價格；對企業開徵氣候變遷捐(CCL, Climate Change Levy)；根據車輛二氧化碳排放量，逐年提高燃料稅與道路使用稅；引導民眾對核能在價格、低碳、供應穩定的優勢加以理解等。而氣候變遷的影響、可行的對策、未來英國經濟的低碳選項，都是持續溝通的重點。因而一般民眾對核能發電並無激烈或情緒性的反應，反而認同在確保安全為前提下的核能電廠興建。

- (4) 在具約束性法律規範下的政策較少爭議。英國在 2008 年通過的「氣候變遷法」明確規定 2050 年的減碳目標。該法成為英國政府制定能源政策，並以核能作為減碳重要手段之法律依據。由於政府依法必須達成 2050 年的目標，在具體承諾下，可行手段的分析與推動策略之擬訂完全是政府責任，這種情況下的核能政策，涵義成為實踐承諾而負責任的行動綱領。英國國會報告甚至建議英國政府應對核能發電展現強力的領導，似乎顯示負責的決心與施政意志，更能獲得民眾支持。
- (5) 優良的核能電廠運轉紀錄、健全的管理機制、嚴謹的安全文化，是核能發電受到信任的基石。英國從 1956 年就已建立核能發電系統，迄今僅於 1957 年發生因火災引起之輻射外洩事故(2005 年發生原料管路洩漏是發生在燃料再處理廠)，之後均維持良好之運轉紀錄。民眾對英國核能電廠被妥善營運的信任，從發生福島核事故之後的反應可以看出。雖然反應方式可能部分由於其民族習性，但其回應仍能夠看出願意信任英國核能電廠維護安全能力的傾向。即使英國也有較激烈的反核團體，但仍不能影響大多數民眾對核能發電的看法。

我國在推動新政策的準備與時序規劃上，還有許多改進空間。我們與英國，在發展的能源需求上遭遇類似的限制，而我們擁有的條件與面對的困難要嚴峻得多。我國也需要推動具展望性的能源政策，來確保能源供應安全及降低碳排放。英國政府順利推動核能政策的背景因素，值得我們參考；能夠讓民眾與政府看到相同的發展需求，進而支持共同目標的作法，則更值得我們學習。

參考資料

1. "Overarching National Policy Statement for Energy(EN-1)", Planning for New Energy Infrastructure, Department of Energy and Climate Change, July 2011.

2. "National Policy Statement for Nuclear Energy(EN-6) Vol.I of II", Planning for New Energy Infrastructure, Department of Energy and Climate Change, July 2011.
3. "National Policy Statement for Nuclear Energy(EN-6) Vol.II of II - Annexes", Planning for New Energy Infrastructure, Department of Energy and Climate Change, July 2011.
4. 維基網站：<http://zh.wikipedia.org/wiki/各國核能發展>
5. 維基網站：http://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear_and_radiation_accidents
6. 維基網站：
http://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear_power_in_the_United_Kingdom
7. Nuclear Industry Association 網站：[Nuclear Policy in the UK - Where are we now?](#)
8. "Building New Nuclear: the Challenges Ahead", Energy and Climate Change Committee, House of Commons, UK, March, 2013.