

## AR5 減緩篇之氣候變遷減緩策略建議

### 摘要

本文係針對今年3月發布之第5次評估報告(AR5)減緩篇的決策者摘要(Summary for Policymakers)報告，擇要摘整其對各排放部門、跨部門以及國家整體之建議減緩策略內容與策略執行方面所面臨之主要問題。大致上而言，我國已朝向所建議之減緩策略，但為進一步提升我國的排放減量，有部分減緩策略措施可依據 AR5 所建議做進一步之強化。

### (一)IPCC第5次氣候變遷評估報告(AR5)-減緩篇決策者摘要報告

#### 1.IPCC簡介

附屬於聯合國的跨政府組織「政府間氣候變遷專家小組(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)」，係由世界氣象組織、聯合國環境署在1988年合作成立，專責研究由人類活動所造成的氣候變遷。

IPCC的主要工作是發表、執行與聯合國氣候變化綱要公約(UNFCCC)有關的專題報告。其主要根據小組成員的互相審查報告與已發表的科學文獻來撰寫評核。

IPCC已於1990、1995、2001及2007年發表過4次正式的「氣候變遷評估報告」，涵蓋科學、調適、減緩與綜合4項報告。本文係針對今年3月發布之第5次評估報告(AR5)減緩篇的決策者摘要(Summary for Policymakers)報告之內容進行重點摘整。

#### 2.報告主要內容重點摘要

##### (1)全球溫室氣體排放現況與趨勢

##### A.排放現況：2000-2010年排放增幅較大

1750-2010年間，人為CO<sub>2</sub>累積排放量約有一半來自最後40年(1970-2010年)，且以最後10年(2000-2010年)的增加幅度較大，年均排放成長1.0 GtCO<sub>2</sub>當量(2.2%)，GHG排放總量達歷史新高，2010年GHG排放總量達49(±4.5) GtCO<sub>2</sub>當量，其中CO<sub>2</sub>占76%，非CO<sub>2</sub>氣體占24%。

自2000年以來，除AFOLU以外，所有部門的GHG排放都呈現成長趨勢，能源供給部門為最大排放部門。

### **B.排放增加主因：經濟與人口成長**

1970-2010年間，燃燒化石能源與工業製程所排放的溫室氣體約佔排放總增加量的78%。影響化石能源燃燒使CO<sub>2</sub>排放增加的最重要驅動因素，仍是經濟與人口成長。另與其他能源相關的煤炭使用增加，已扭轉世界能源供給逐漸去碳化的長期趨勢。若不提升排放減量努力，預期溫室氣體排放量將持續隨著人口與經濟活動的驅使而持續成長，2100年全球平均溫度將會比工業革命之前增加3.7-4.8°C。

#### **(2)控制增溫低於2°C的主要減緩情境：2100年大氣濃度約450ppm**

AR5評估2100年大氣濃度達低於430ppm~高於720ppm CO<sub>2</sub>當量範圍的多種情境結果發現，控制溫度比工業革命前增加2°C以內的主要減緩情境為2100年大氣濃度要控制在約450ppm CO<sub>2</sub>eq。在此情境下透過大規模改變能源系統與潛在土地利用，於本世紀中葉(2050年)大幅削減GHG排放40-70%(與2010年相比)。要更加快速提升能源效率，再生能源、核能與採用CCS的化石能源等零碳或低碳能源供給的比重提高到3到近4倍左右，或於2050年以前採用CCS的生質能(BECCS)。若到2030年前仍持續拖延減緩努力，屆時要維持增溫低於2°C的話，將使轉向長期低排放水準的困難度大幅提高，並且可用的減緩選項範圍也會變少。

**(3)各部門及跨部門主要減緩策略與面臨問題**

各部門及跨部門主要減緩策略與面臨問題整理如下表：

**表 1 各部門及跨部門主要減緩策略與面臨問題**

部門別	減緩策略與措施	面臨問題
跨部門	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.系統性與跨部門的減緩策略，比個別技術與部門的策略，更具成本效益。</li> <li>2.維持2°C目標之減緩策略： 能源供給部門需進行全球大規模的改變； 減少能源需求策略：效率強化與行為改變。</li> <li>3.行為、生活方式與文化對能源使用與排放之影響力大。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.深陷高碳鎖定風險的既有基礎設施與壽命期長產品，可能難以改變或改變成本非常高昂。</li> </ol>
能源供給部門	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.關鍵措施：發電的去碳化</li> <li>2.大規模部署成熟的再生能源技術</li> <li>3.提升核電</li> <li>4.過渡減緩措施：現代化、高效率的複循環或汽電共生電廠</li> <li>5.CCS</li> <li>6.BECCS</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.再生能源整合挑戰與成本各地不同。</li> <li>2.核電有各種障礙與風險。</li> <li>3.過渡減緩措施的前提：要有足夠天然氣及降低其相關逸散排放問題。</li> <li>4.CCS未商轉、大規模應用。</li> <li>5.BECCS有相當挑戰與風險。</li> </ol>
能源最終使用部門	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.能源效率和運具性能提升措施。</li> <li>2.各種交通運輸模式在技術上與行為上的減緩措施</li> <li>3.導向新基礎建設與都市再開發投資的措施。</li> <li>4.運輸燃料的降低能源碳密集度與減少碳密集度比率。</li> <li>5.減緩策略與各級政府的非氣候政策聯合時，有助於各區域運輸部門的排放與經濟成長脫鉤。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.日益增加的全球客運與貨運所造成之CO<sub>2</sub>排放成長，可能會部分抵消未來減緩措施的效果。</li> <li>2.導向新基礎建設與都市再開發投資的措施，具挑戰性且有不確定的結果。</li> <li>3.降低能源碳密集度與減少碳密集度比率的策略，受制於與能源儲存和低碳運輸燃料的低能量密度有關之挑戰。</li> <li>4.不同減碳措施的成本效益，因運具類型與運輸模式而大不相同。</li> <li>5.地區差異性會影響交通減緩措施的選擇。</li> </ol>
建	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.新建築策略：適用極低能源使用建築標準</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.建築物 and 相關基礎設施的長</li> </ol>

部門別	減緩策略與措施	面臨問題
<b>建築部門</b>	2. 舊有建築策略：對擁有許多舊有建築的國家而言，改造舊有建築是重要的減緩策略。 3. 性能和成本上的大改進，使極低能源使用的新建築與改造舊有建築具有經濟上的吸引力，有時甚至是負成本。 4. 生活方式、文化與行為，對建築部門的能源消費具有明顯的影響力。 5. 最環保與最具成本效益的減緩工具：建築法規與電器設備標準。	壽命具有顯著的高碳鎖定風險，此對具高建構率的區域尤其重要。 2. 租戶與屋主的分割誘因(split incentives)、市場分散、資訊與融資管道取得不易等嚴重障礙，會阻礙市場成本效益的提升。可透過政策干預處理建築物與電器生命週期中所有階段遭遇的障礙。
<b>工業部門</b>	1. 策略：最佳可行技術的大規模升級、更新與部署、創新、能效(推廣能效措施：強化資訊、經濟手段、監管方法和自願行動等)。 2. 措施：能源效率、提升溫室氣體排放效率、促進材料使用效率、材料與產品的回收與再利用，以及減少對產品與服務的需求。 3. 長期策略：轉向低碳電力、新工業製程、激進的產品創新或CCS。 4. 非CO <sub>2</sub> 溫室氣體具有大幅減緩機會：如減少製程優化以及冷媒的回收、再利用與替代所產生的氫氟烴排放。 5. 採取跨公司與跨部門的系統性方法與聯合行動。 6. 廢棄物管理措施：廢棄物減量、再利用、循環使用以及能源回收。	1. 實施能效的障礙，主要與初始投資成本與缺乏有關資訊。 2. 缺乏材料與產品服務效率的政策和經驗。
<b>農、林業和其他土地利</b>	1. 林業：造林、永續森林管理和減少森林砍伐，但其重要性還是有區域上的差異。 2. 農業：農田管理、牧地管理和有機土壤的恢復。 3. 若減緩與調適並行，農業與森林保育和管理的治理政策更為有效。 4. 生質能源可扮演減緩重要角色，但需考量一些問題 5. 在一些地區，特定生質能源選項，如改進爐具和小型沼氣與生質電力的生產，可減	1. 生質能源問題：如實務上的永續性和生質能源系統的效率性。 2. 生質能源大規模部署的阻礙：憂慮來自土地、糧食安全、水資源、生物多樣性保護與謀生的溫室氣體排放。 3. 證據顯示，低生命週期排放的選項，可減少溫室氣體排放；結果視地點而定，並依賴有效

部門別	減緩策略與措施	面臨問題
用部門	少溫室氣體排放、改善生計和健康。	率整合「生物質到生質能源系統」，以及永續的土地利用管理和治理。
城市減緩	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.都市減緩選項因都市化過程不同而有差異。</li> <li>2.有效的減緩策略涉及相輔相成的配套政策。</li> <li>3.最大減緩機會出現在快速都市化的地區。</li> <li>4.都市規模的氣候變遷減緩策略執行成功，可產生共同效益。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.基礎設施和城市形態緊密相連，並受制於土地利用、所選擇的交通運輸、住房與行為等模式。</li> <li>2.都市型態與基礎設施尚未定型地區，通常其在治理、技術、資金與制度等層面的能力有限。</li> <li>3.數千城市正施行氣候行動計畫，但對都市排放整體影響尚不確定。</li> <li>4.目前的氣候行動計畫主要卓重於能源效率。少有考慮到土地利用規劃策略，以及減少無序擴張與以促進交通為導向開發的跨部門措施。</li> </ol>

資料來源：整理自第5次評估報告(AR5)減緩篇的決策者摘要(Summary for Policymakers)，2014年3月。

#### (4)部門與國家主要減緩策略與面臨問題

部門與國家主要減緩策略與面臨問題整理如下表：

表 2 部門與國家主要減緩策略與面臨問題

部門別	減緩策略與措施	面臨問題
-----	---------	------

<b>部門與國家減緩政策</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.如要大量降低碳排放量，投資型態需要進行大幅度轉變。</li> <li>2.減緩政策的設計愈來愈著重於多元目的的整合、提升共同利益，以及減少不良的副作用。</li> <li>3.特定部門減緩政策，可能更適於解決特定部門的各項障礙或市場失靈問題，並可能採取配套政策。</li> <li>4.監管方法與資訊措施也廣為所用，並且通常具有環保效益。</li> <li>5.採課稅政策(如燃料稅等)並配合技術與其他相關政策，以弱化排放與GDP關聯性。</li> <li>6.對各部門與排放有關活動的減少補貼，可達成排放減量，不過視不同社會與經濟內涵而定。</li> <li>7.多種減緩政策間之交互作用，可能對排放減量產生綜效，或可能對排放減量無法產生加成效果。</li> <li>8.技術政策可以補強其他減緩政策</li> <li>9.私部門在導向排放和減緩的過程中可扮演核心角色。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.日益增加的國家與地方層級減緩計畫與策略，尚未能使全球排放大幅偏離過去趨勢。</li> <li>2.廣為所用的監管方法與資訊措施，具有反彈效應。</li> <li>3.總量管制與排放交易體系之排放管制上限太鬆或未受到限制而使其短期環保效果有限。</li> <li>4.部分減緩政策會提高某些能源服務的價格，也可能阻礙社會針對弱勢族群擴建現代能源服務的能力，此問題可透過採行補償政策來避免。</li> </ol>
------------------	--	---

資料來源：同表 1。

### 3.可供我參卓策略之研析與建議

以上AR5建議減緩策略，大致上我國已朝向所建議之減緩策略，但為進一步提升我國的排放減量，有部分減緩策略措施可依據AR5所建議做進一步之強化，因此據以提出以下之參酌策略建議：

- (1)建議我國現行的「國家節能減碳總計畫」加強系統性與跨部門的減緩策略，尤其是產業部門更需採行跨公司與跨部門的系統性方法與聯合行動，以有效且具成本效益地減少排放。
- (2)加強以行為、生活方式與文化對能源使用與排放之影響力為導向的節能減碳措施，以從行為改變有效減少能源需求與改變能源消費習慣。
- (3)建議隨著太陽光電技術的成熟與成本的下降，擴大太陽光電的大規模部署。
- (4)持續發展CCS技術，朝向擴大規模的商轉運用；研究並評估BECCS的可行性與減碳效應，並觀察國際BECCS的進展與應用效應。
- (5)建議強化並擴大最環保與最具成本效益的建築法規與電器設備標準措施，進一步提升建築部門減碳。
- (6)加強促進工業部門之材料使用效率、材料與產品的回收與再利用，以及減少對產品與服務之需求等方面措施。

**參考資料：**

1. 維基百科，「政府間氣候變化專門委員會」，網址：  
<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%94%BF%E5%BA%9C%E9%96%93%E6%B0%A3%E5%80%99%E8%AE%8A%E5%8C%96%E5%B0%88%E9%96%80%E5%A7%94%E5%93%A1%E6%9C%83>。
2. IPCC WGIII AR5, “Summary for Policymakers”, Final Draft, March 2014.
3. 經濟部節能減碳辦公室，「台灣節能減碳政策措施」，2014 年 11 月。