

蕭子訓

近期全球能源系統的轉型包含了四個重要的組成，這也構成了本年度世界能源展望撰寫的核心，其包含了：

1. 綠能技術的快速發展，且成本迅速下滑
2. 持續增長的電氣化
3. 中國能源及經濟結構的轉變
4. 美國成為世界上最大的石油及天然氣生產國

在未來的幾年中，美國除了已經是天然氣淨出口國外，亦會成為石油的淨出口國，然又由於亞洲原油進口的大幅增加，估計到 2040 年時，世界石油貿易的 70% 都將停泊於亞洲的港口，這也意味著未來石油供應安全的風險結構將與現在有巨大的差異。另一個全球能源轉型的核心國家是中國，中國目前進入了國家發展的新階段，近期的能源政策更加重視電力及天然氣等相較清潔的能源，而由於中國龐大的人口數量及日益增長的能源需求，其未來能源政策的選擇，將會對於全球的發展趨勢有無與倫比的作用，也因此，本次世界能源展望報告在執行摘要中寫了一段有趣的標題：中國變，一切皆變。

本次世界能源展望的報告中，除了新政策情景（**New Policies Scenario**）外，額外新增了永續發展情境（**Sustainable Development Scenario**），該情境主要產生的原因，是因為依循目前既有政策及各國公開的規劃中，並無法滿足全球的減碳需求，而永續發展情境則為更積極的作法。與過去幾年相比，全球能源需求的成長明顯放緩，但若依據目前既有政策及各國公開規劃的新政策情景進行評估，至 2040 年能源需求尚會成長 30%，而全球經濟年成長為 3.4%，全球人口屆時將會超過 90 億，其中，印度對能源需求增長的占比最高，約為 30%。

儘管近三年全球總二氧化碳的排放量均持平，但若以新政策情景進行評估，到 2040 年排碳仍會持續增長，而相較之下，本次世界能源展望報告中所提出的永續發展情境，甚至 2040 年的排碳約為新政策情景的一半，如圖 1 所示，其中以能源效率的改善及再生能源的大量使用佔有最高的貢獻比例。

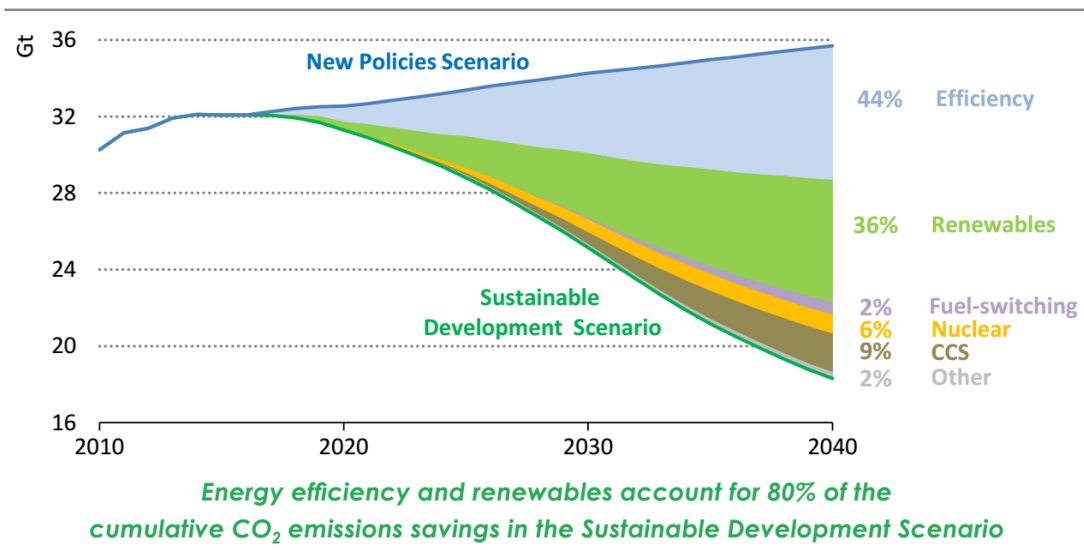


圖 1 永續發展情境相對於新能源政策情境的減碳分析

本次報告中所提出的永續發展情境，提供了綜合考量能源及經濟的綜合方法，進而穩定氣候變遷、改善空氣品質、普及現代能源並降低能源風險。與巴黎協議及其他國際報告有一樣的想法，本次報告同樣提出須及早達到二氧化碳排放的高峰，並隨後迅速下降。但世界能源展望另一個關鍵的發現是，可以在不增加減排難度的情況下，普及電力及潔淨烹調。整體而言，在永續發展情境中，低碳能源在初級能源結構中的占比均須加倍成長，而在 2040 年的能源結構中，如表 1 所示，再生能源及核能的占比將達近 40%，所有能夠提升能源效率的途徑都需要進行利用，此外，燃煤的使用須立即降低。而若觀電力結構中，如圖 2 所示，再生能源及核能發電將佔約 75%(再生能源 60%，核能 15%)，碳捕存的貢獻亦達 6%，其中，再生能源的裝置容量將佔電力結構的 67%。在未來，對許多國家而言，再生能源將會成為成本最低的新增電力來源。

而從表 1 中可以看到在永續發展情境中，天然氣的用量在 2016 至 2025 年將迅速成長，爾後成長則趨緩，而至 2040 年時，由於石油與煤炭使用的降低，天然氣將於 2040 年成為全球能源結構中佔比最高的單一燃料，換句話說，未來初級能源結構的轉變，主要是利用再生能源及部分的核能，進而替代石油及煤炭的使用。天然氣的貢獻對於不同地區、不同產業及不同時間會存在很大的差異，在嚴重依賴煤炭的能源系統中，例如中國及印度，將是替代煤炭進而減少排碳的重要過渡型能源，而在融入高比例的再生能源電力系統，天然氣在電力調度上將能扮演重要的角色。此外，使用天然氣的碳排放尚有進一步降低的空間，根據估計，目前全球油氣產業每年排放 7,600 萬噸的甲烷，其亦是對於氣候影響巨大的溫室氣體，然其減排的成本相較於其他的溫室氣體則低上許多，亦可同時提升天然氣的形象。而目前天然氣市場的新秩序正在浮現，美國生產液化天然氣將有助於天然氣市場的轉型，未來有望形成一個更靈活、流動性更強的全球化市場，而未來，如何確保天然氣的低廉價格及安全可靠，將會是諸多國家需面臨的新能源安全問

題，此外，由於預期未來天然氣供給來源的增加，天然氣的價格將主要可能反應不同天然氣來源間的競爭，進而取代目前與油價掛鈎的現象。

表 1 永續發展情境未來年初級能源結構 (單位：Mtoe)

	2016	2025	2030	2035	2040	Change relative to NPS*	
						2025	2040
Coal	3 755	3 023	2 457	2 047	1 777	-21.3%	-54.8%
Oil	4 388	4 247	3 966	3 604	3 306	-8.3%	-31.6%
Gas	3 007	3 397	3 510	3 492	3 458	-1.1%	-20.6%
Nuclear	681	920	1 120	1 278	1 393	9.7%	39.0%
Renewables**	1 251	1 994	2 636	3 350	4 049	11.3%	39.1%
Hydro	350	429	489	543	596	3.8%	11.9%
Modern biomass	676	932	1 110	1 290	1 457	5.0%	17.1%
Other renewables	225	633	1 037	1 517	1 996	29.2%	76.2%
Traditional use of biomass***	678	340	148	126	102	-47.2%	-81.7%
Fossil fuel share	81%	77%	72%	66%	61%		
of which: equipped with CCS	0%	1%	3%	7%	10%		
Renewables share	9%	14%	19%	24%	29%		
Energy intensity (toe/\$1000 GDP-PPP)	0.11	0.08	0.07	0.06	0.05	-8%	-20%
Total	13 760	13 921	13 836	13 897	14 084	-8.3%	-19.9%

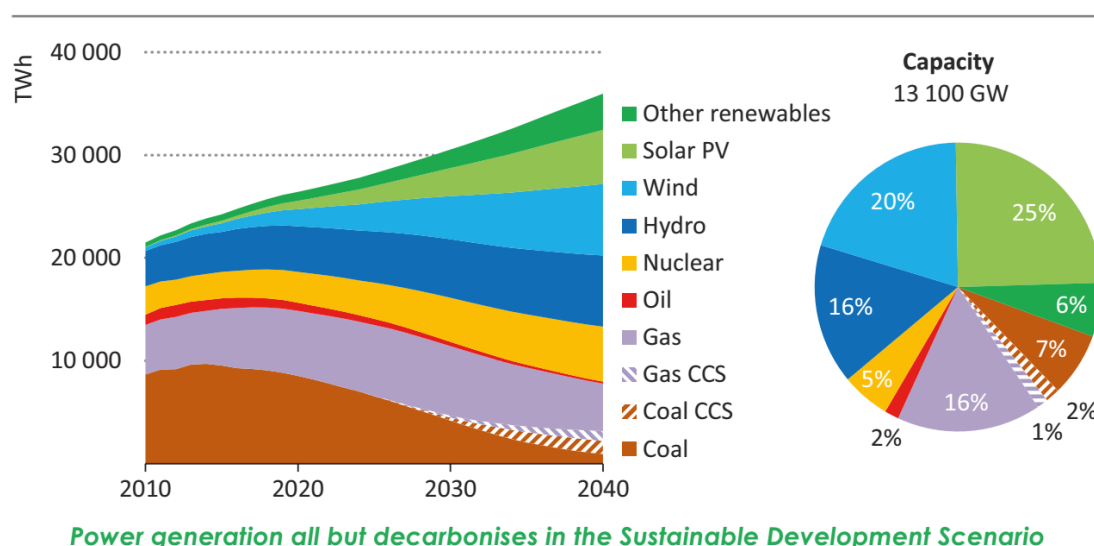


圖 2 永續發展情境於 2040 的電力結構

整體而言，世界能源展望預期未來全球的能源格局將有巨大的轉變，全球在清潔能源技術及能源效率提升的投資將持續地增加，國際能源署認為，精心設計的政策將是追求人類更好未來的必要條件。

參考文獻

1. World Energy Outlook 2017, International Energy Agency, 2017.