

英國石油公司 2035 年能源供需展望

—預估全球 2035 年能源消費量將較 2012 年成長 41%

何叔憶

工業技術研究院 綠能與環境研究所

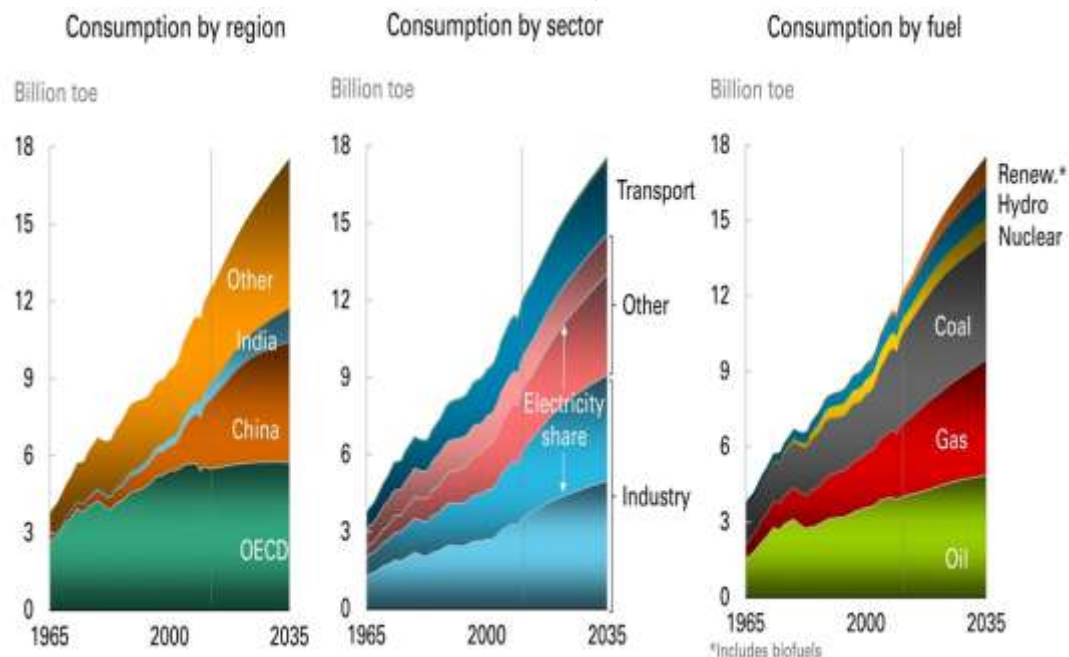
摘要

當前再生能源的蓬勃發展與頁岩氣等能資源興起、未來能源進出口國角色互換，世界能源結構發展逐漸產生變化。而英國石油公司於 2014 年 1 月 15 日公布報告《BP Energy Outlook 2035》中指出，至 2035 年，全球能源需求預估將較 2012 年成長 41%，其中 95% 成長均是來自新興國家經濟發展。因能源消費量成長速度較經濟成長緩慢，能源密集度平均年成長率為-1.9%；此外，能源需求成長趨勢與全球 GDP 之間的正相關關係將逐漸削弱，而美國頁岩油氣革命將改變未來全球能源貿易大局，未來全球經濟並無單一主導性燃料。

一、前言

英國石油公司(British Petroleum, BP)日前發布之能源供需展望報告中，預估全球 2035 年能源消費量與 2012 年相比將成長 41%，成長幅度有 95% 來自新興經濟體需求。能源消費量成長速度較經濟成長緩慢，2012 年至 2035 年間 GDP 年均成長率為 3.5%，能源密集度年均成長率為-1.9%；而 2035 年能源密集度比 2012 年減少 36%，每人平均能源消費量增加 14%，其中電力部門之能源投入於 2012-2035 年間年均成長率為 1.9%。BP 能源展望報告中亦提出全球碳排放量預期會逐漸減緩成長，於 2012-2035 年間全球碳排放量預期將成長 29%，因考量天然氣與再生能源等潔淨能源逐漸取代傳統化石燃料如煤炭與石油，且美國與歐盟地區碳排放量亦將逐漸下降。

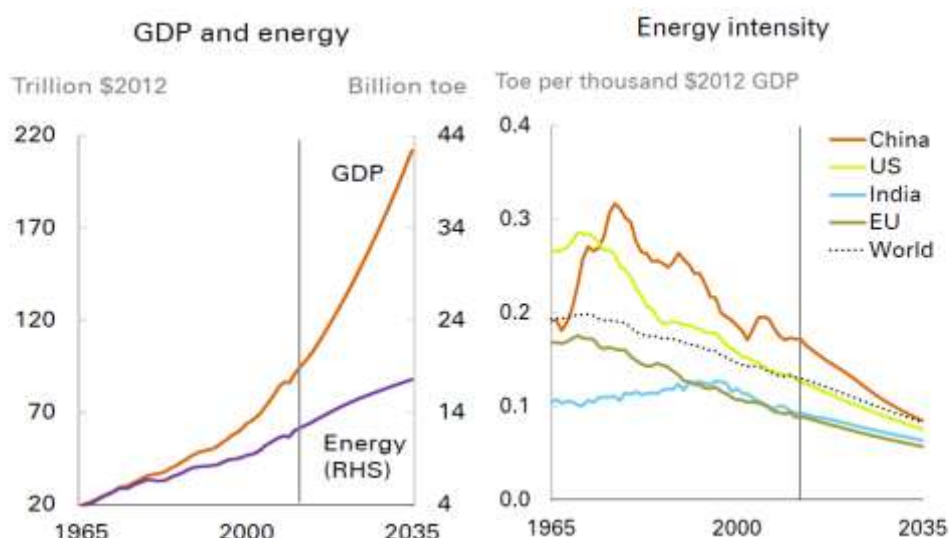
報告中指出石油在全球能源供應鏈中占比持續下降，探討影響原因為運輸部門燃油效率提升、電力部門持續減少石油燃料發電比例及天然氣產量增加且擴大其替代範圍，故 2035 年全球能源結構在石油(27.4%)、天然氣(26.4%)及煤炭(27.1%)占比差距甚小，如圖 1 所示，由此推測未來全球經濟並非僅由單一燃料主導。



資料來源：BP Energy Outlook 2035, British Petroleum (2014).

圖 1、全球能源消費情勢

若以部門別來看，工業部門仍為主導初級能源消費成長之主要因素。2005-2015 年間工業部門之能源消費量年均成長率為 2.6%，但在 2025-2035 年間因中國大陸快速工業化發展漸趨減緩，導致工業部門能源消費量年均成長率下降為 1.0%；而其他部門(住宅、服務業及農業部門)於電力部分之能源消費量亦為主要占比。此外 BP 能源供需展望報告預期，能源需求成長趨勢與全球 GDP 之間的正相關關係將於未來逐漸削弱(圖 2)，而全球主要國家的能源密集度亦將逐步接近。此份能源展望基於英國石油公司對於世界經濟、政策和技術演變之看法，主要呈現該公司對 2035 年全球能源供應和需求領域最可能發展情形，以提供給決策者、企業界和其他利益相關者參考。



資料來源：BP Energy Outlook 2035, British Petroleum (2014).

圖 2、全球經濟發展與能源密集度變化趨勢

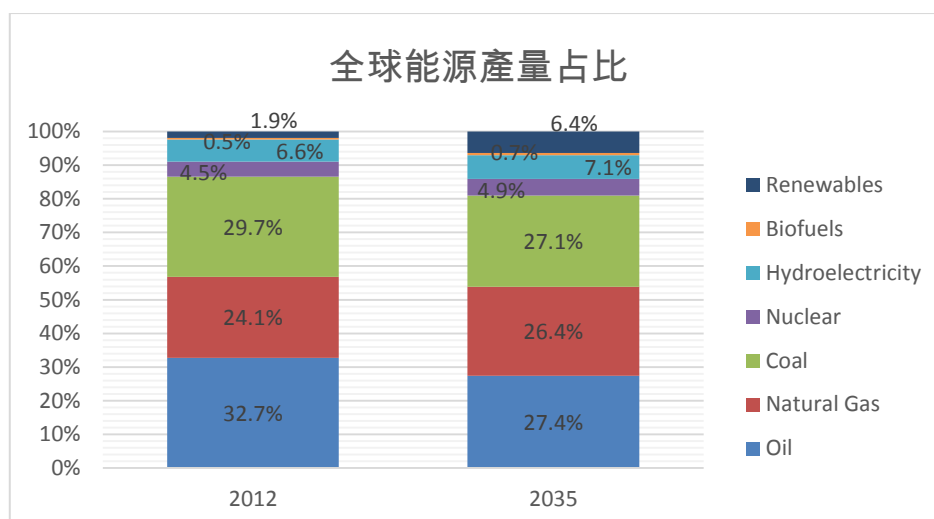
二、全球能源供需展望

初級能源結構組成方面，未來再生能源的比重將大幅上升，同時傳統化石能源(石油和煤炭)比重將呈現下跌趨勢，初級能源產量變化趨勢如表 1 所示。全球初級能源供需非化石燃料部分，其中再生能源(含生質燃料)占比成長快速，從 2012 年占比 1.9%成長至 2035 年的 6.4%。此外，水力發電與核能在未來初級能源占比成長趨勢平緩(圖 3)。再生能源占比(4.5%)在 2025 年略小於核能(4.9%)，並於 2035 年成長至與水力發電占比(7.1%)相同。若分析各區域別能源供需平衡(區域別供給量減其能源消費量)，可得知在 2035 年前，能源進出口交易量將會發生重大的改變(圖 4)。約於 2018 年北美地區將從能源淨進口轉換成為淨出口區。同時亞洲地區能源進口需求持續擴大，到 2035 年亞洲占跨地區淨進口能源的 70%。

表 1、初級能源成長趨勢與說明

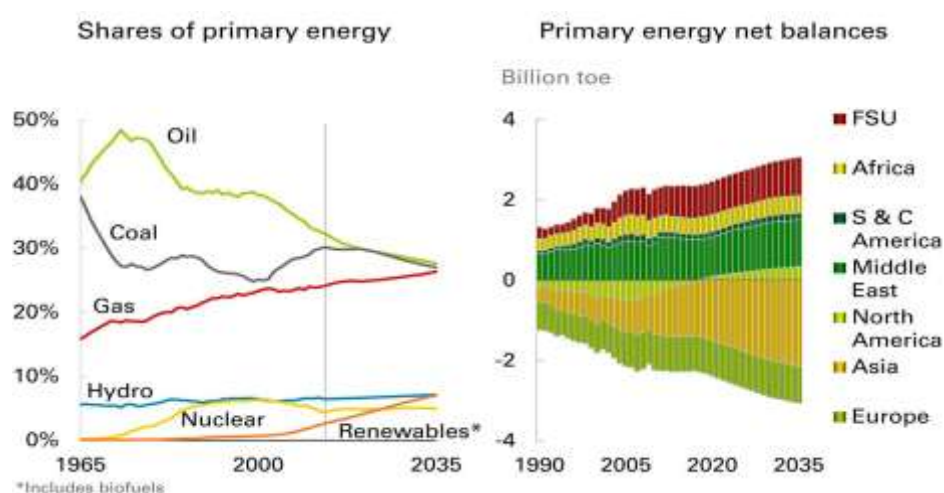
能源種類	年均成長率 (%/年)	其他說明
初級能源	1.5%	<ul style="list-style-type: none"> ■ 95% 的初級能源消費成長主要來自非 OECD 國家，而一半以上則由中國大陸與印度貢獻。 ■ 2035 年非 OECD 國家能源使用量預估將比 2012 年成長 69%；而經濟持續成長的 OECD 國家能源使用量則預估成長 5%，並在 2030 年後開始有減少趨勢。 ■ 2035 年石油、天然氣與煤炭分別約占能源總需求的 26-27%，而核能、水力發電與再生能源分別約占 5-7%。
石油	0.8%	<ul style="list-style-type: none"> ■ 石油淨需求主要來自於非 OECD 國家，大多數的石油淨需求來自中國大陸、印度與中東國家。 ■ 2035 年石油能源需求將比 2012 年每天多出 1900 萬桶。
天然氣	1.9%	<ul style="list-style-type: none"> ■ 78% 的天然氣需求成長來自非 OECD 國家。 ■ 工業與電力部門為天然氣需求增量最多之部門。 ■ 液化天然氣進口量成長率為 3.9%/年，且 2035 年占全球石油氣供應部分 26%。
煤炭	1.1%	<ul style="list-style-type: none"> ■ 2035 年 87% 的煤炭淨需求量來自中國大陸與印度，其煤炭消費量占全球比例則由 2012 年 58% 增加至 2035 年的 64%。
核能	1.9%	<ul style="list-style-type: none"> ■ 中國大陸、印度及俄羅斯在全球核能成長比例中占比為 96%，然而美國與歐洲核能發電因電廠如期關閉呈現減少趨勢。
水力發電	1.8%	<ul style="list-style-type: none"> ■ 將近一半的成長來自中國大陸、印度與巴西。
再生能源	6.4%	<ul style="list-style-type: none"> ■ 2035 年再生能源占全球發電比例由 5% 成長至 14%。 ■ 2025 年再生能源在初級能源結構占比上將預期較核能高。

資料來源：BP Energy Outlook 2035, British Petroleum (2014).



資料來源：BP Energy Outlook 2035, British Petroleum (2014).

圖 3、2012 年與 2035 年全球初級能源產量占比



註：Former Soviet Union(FSU)，前蘇聯。S&C America，中南美洲。
資料來源：BP Energy Outlook 2035, British Petroleum (2014).

圖 4、全球初級能源變化趨勢與各區域能源供需平衡

煤炭：全球煤炭需求年均成長率為 1.1%，其中非 OECD 國家需求以每年 1.6% 年均成長率持續成長，OECD 國家煤炭需求則逐漸減少(年均成長率為-0.9%)。2035 年 87% 的煤炭需求成長貢獻量來自中國大陸與印度。以各區域初級能源占比而言，中國大陸煤炭占比由 2012 年 68% 逐漸下降，但 2035 年其煤炭占比(52%)仍為全球各區域初級能源占比最高的國家。

石油：全球石油需求年均成長率為 0.8%，而主要成長驅動力為非 OECD 國家運輸部門(車輛持有率快速成長)與工業部門。而 OECD 國家各部門別石油需求呈現逐漸下滑趨勢，主要影響因素：逐漸被較便宜替代燃料取代、關閉低經濟效益工廠(如煉製與石化業)以非 OECD 國家的高效率新廠替代，在運輸部門方面，則受車輛效率進步以及新型燃料車輛滲透率上升影響導致石油需求下滑。

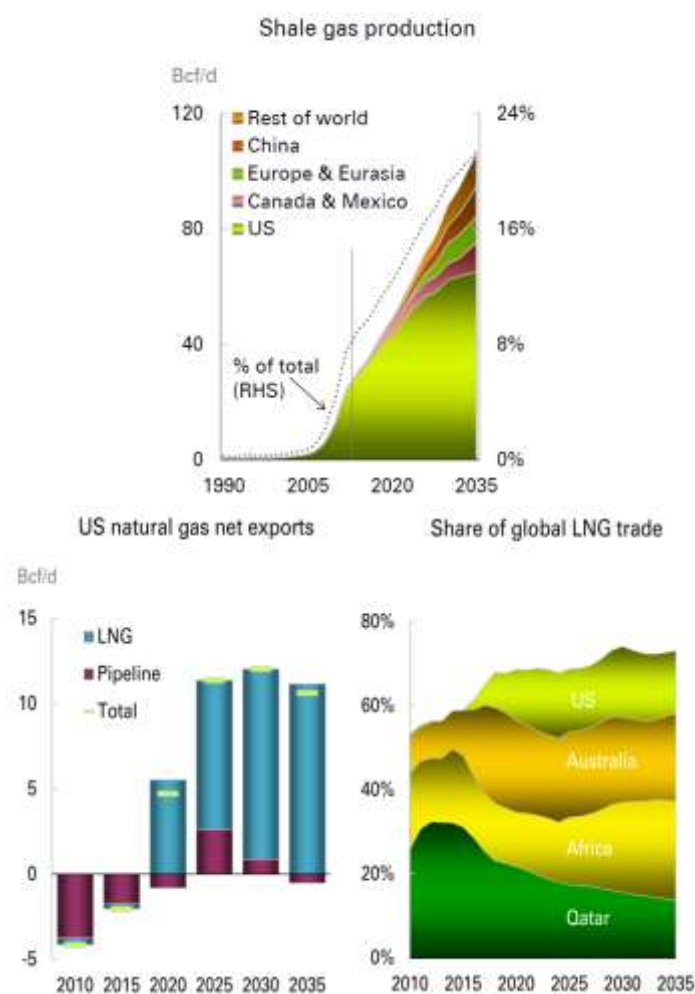
天然氣：全球天然氣需求年均成長率為 1.9%，天然氣產量主要來自非 OECD 國家。而全球頁岩氣產量主要來自北美地區，2016 年前頁岩氣北美產量占比達 99%，2020 年後產量成長速度減緩，但 2035 年仍占全球頁岩氣產量 70%，如圖 5 所示。然而，美國地區天然氣交易流向因頁岩氣興起發生轉變，2018 年從天然氣淨進口國轉變為淨出口國，且 2035 年天然氣淨出口量可達每天約 106 億立方英尺。天然氣供應來源多元化促使天然氣交易市場全球化，目前全球天然氣交易量占比以卡達最高(32%)，2035 年預期澳洲將成為最大天然氣出口國，占全球天然氣交易量比重為 21%。

再生能源：非化石燃料能源需求成長快速，2012-2035 年間 OECD 國家占比由 18%成長至 25%，非 OECD 國家由 10%成長至 16%。其中再生能源方面，歐洲各國積極推動再生能源政策，以致再生能源滲透速度將領先全球其他國家，且歐洲再生能源發電占比亦由 2012 年的 13%提升至 2035 年的 35%，如圖 6 所示。而再生能源技術研發持續進步，藉由排除技術發展障礙有助於提升其成本效益，並降低政策輔助補貼之必要。報告中評估風力發電在無相關政策補貼誘因，但在實施碳交易市場制度下，約 2020 年起風力發電可與傳統能源發電相競爭，至 2030 年在碳交易價格已達 40 美元/噸以上之地區，可預期風力發電將成為傳統能源之強勁競爭者。

核能：2012-2035 年間全球核能發電年均成長率為 1.9%，然而核能發電於 2001 年占全球初級能源比例達最大值，報告評估 2012-2035 年核能發電占比由 4.5%緩升至 4.9%(圖 6)。OECD 國家核

能發電因面臨老舊核能電廠除役，故年均成長率預估為-0.2%，這是因為在 OECD 國家的能源多元化競爭市場中，嚴格的安全性要求讓核電廠較不具經濟競爭性，致使極少數核能電廠預期可通過嚴格安全評估以建造施工。

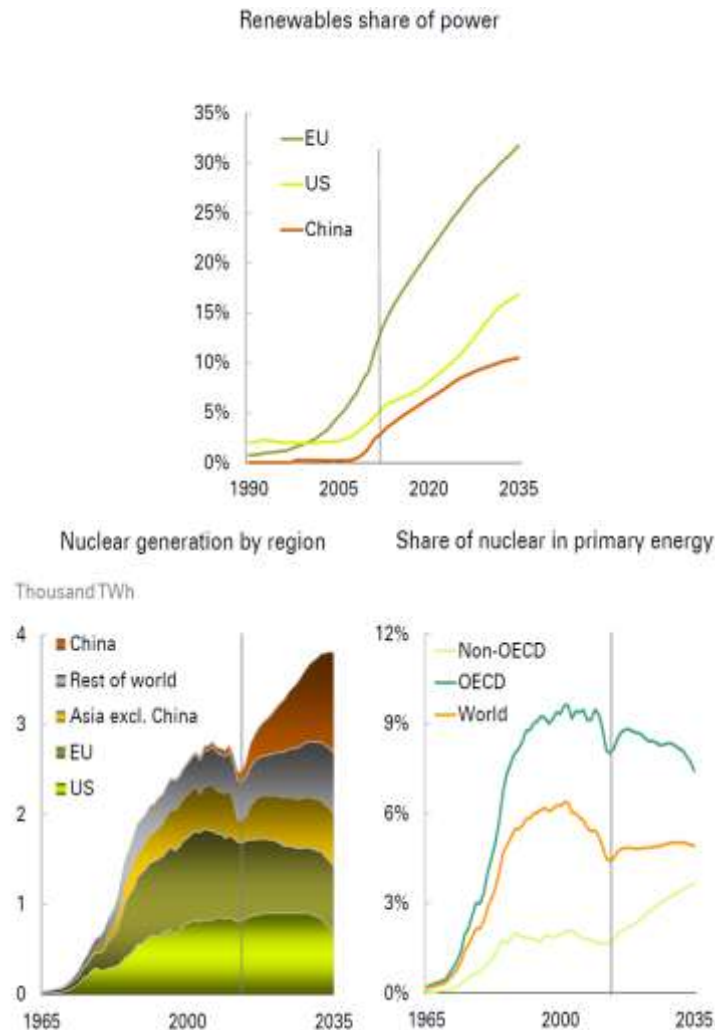
碳排放：全球二氧化碳排放量於 2012-2035 年間年均成長率預估為 1.1%，2035 年全球碳排放量與 1990 年之基準相比，成長近一倍。在各國積極推動減碳政策下，碳排放成長率已逐步減緩，但整體碳排放量仍高於國際能源總署研擬的 450 情境。其中非 OECD 國家碳排年均成長率為 1.9%，2035 年碳排放量與 1990 年基準相比，成長達三倍之多；而 OECD 國家碳排放量則持續下滑，年均成長率為 -0.4%。



註：10 億立方英尺/天，Bcf/d。

資料來源：BP Energy Outlook 2035, British Petroleum (2014).

圖 5、全球頁岩氣產量與天然氣交易市場變化趨勢



資料來源：BP Energy Outlook 2035, British Petroleum (2014).

圖 6、全球再生能源與核能發電比例

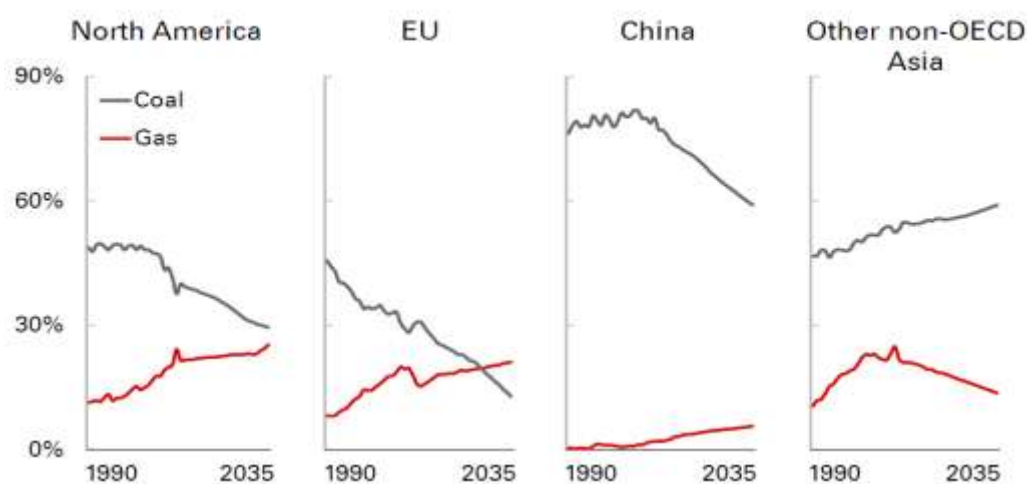
三、全球電力供需展望

BP 公司於 2013 年 1 月發布之 2030 年能源供需展望報告中提及，全球電力消費量在 2030 年將比 2011 年高出 61%，年均成長率為 2.5% (註：2014 年版 BP 能源供需展望報告未針對電力消費另作剖析，故而引用 2013 年版 BP 供需展望報告論述)。2013 年能源供需展望報告中，電力部門之投入能源占總能源的 46.14%，因樂觀看好全球能源效率之進步，影響電力需求，進而削減發電燃料之需求，故 2014 年報告其 2030 年電力部門投入能源占比下降為 45.62%。

表 2、未來全球發電用能源

單位：Million tonnes oil equivalent		2010	2012	2030	2035	年均成長率(%/年)	
						2012-2035	2010-2030
發電燃料或動力種類	石油	217.5	246.1	192.7	179.6	-1.4%	-0.6%
	天然氣	1038.9	1111.1	1535.7	1693.3	1.8%	2.0%
	煤炭	2155.2	2264.9	2971.0	3058.1	1.3%	1.6%
	核能	626.4	560.4	838.9	859.9	1.9%	1.5%
	水力發電	782.1	831.1	1154.8	1245.8	1.8%	2.0%
	再生能源	168.6	237.4	918.4	1118.9	7.0%	8.8%
發電用能源量		4988.7	5251.1	7611.5	8155.6	1.9%	2.1%
總能源量		11943.4	12476.6	16683.9	17566.0	1.5%	1.7%

資料來源：BP Energy Outlook 2035, British Petroleum (2014).



資料來源：BP Energy Outlook 2035, British Petroleum (2014).

圖 7、主要國家電力部門其煤炭與天然氣發電比重

不同的發電燃料組合可發揮不同的效用，而適當的燃料組合可為社會提供多元化的能源方案，除提高發電可靠性外，亦可均衡調節電價波動。而煤炭與天然氣之全球競爭結果，可得知兩燃料發電占比其變化幅度不大：電力部門運用煤炭發電的比例由 2012 年 43.1% 下降至 2035 年 37.5%，且天然氣比重約略維持於 21%。進一步以各區域別探討此兩項能源發電占比之變化(圖 7)：北美地區因頁岩氣等新能源開採技術進步，可產生更大之經濟效益，並且更便宜供應天然氣燃料。歐盟地區因考量碳交易制度與氣候變遷政策等因素，其天然氣發電比重亦日趨上升。至於中國大陸方面主要經濟基礎為當地生產之煤炭，但未來倡導經濟再平衡策略與優先使用清潔燃料政

策推動下，將逐步改變目前中國大陸煤炭與天然氣發電比重的局面。然而，煤炭對於亞洲其他發展中國家，仍屬最符合經濟原則之選項。

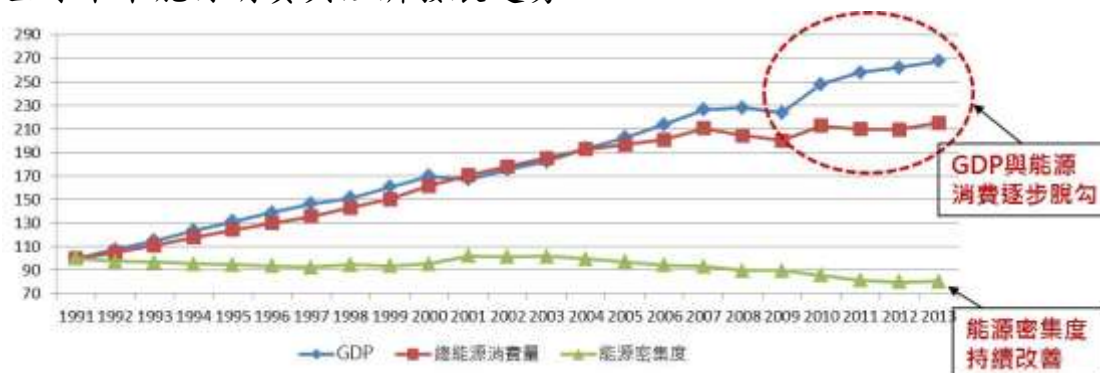
四、結論與我國可借鏡之處

英國石油公司發布全球能源供需展望，報告中指出全球能源需求將持續成長，但成長速度則持續漸緩，其中成長趨勢主要由中國大陸和印度等新興國家貢獻。報告中亦指出石油與煤炭需求在能源構成比例逐漸下降，而天然氣作為一潔淨替代能源所占比例則穩定上升，三種能源占比逐漸收斂於約 27%，同時再生能源占比亦不斷上升，未來全球經濟並無單一主導性燃料。而報告中提到美國頁岩油氣革命將改變未來全球能源貿易大局，未來 20 年亞洲和歐洲將成為主要初級能源進口區，而北美地區將從能源淨進口轉換成為淨出口區。

能源是國家經濟發展的命脈，臺灣與世界主要國家的不同在於國內能源幾乎仰賴進口，進口能源依存度從 1991 年 97.14% 攀升至 2013 年 97.58%，故能源施政方向與推動措施對於我國經濟活絡情勢與穩定能源供應具有舉足輕重的地位。各區域能源淨出口國未來變化將影響我國能源交易關係與供應穩定度。透過解析此份能源供需展望報告，我國能源決策者可了解全球各項能源發展脈絡，關注全球各經濟體之聯繫與貿易活動，亦檢視我國再生能源與其他潔淨能源技術發展進程，希望藉此對全球能源發展現況與推動方針作一了解，作為我國政府在能源供需與產業政策因應之參考依據。

我國 GDP 自 1991 年 5 兆新台幣增至 2013 年之 15 兆新台幣，年平均成長率為 4.58%；國內能源消費自 1991 年 53,248 千公秉油當量增至 2013 年 114,475 千公秉油當量，年平均成長率為 3.54%；1991-2013 年間能源密集度，平均每年下降 0.99%。藉由圖 8 經濟成長與能源消費歷史趨勢，可看到歷年來國內經濟成長與能源消費已

逐步脫勾，能源密集度亦持續改善，如同 BP 能源供需展望報告之全球未來能源消費與經濟發展趨勢。



資料來源：經濟部能源局，能源統計手冊，2013008。

圖 8、臺灣經濟成長與能源消費歷史趨勢

在面臨國際能源環境多變、高能源價格趨勢與傳統能源耗竭、尋求替代能源等問題，國際能源情勢將持續牽動我國能源政策的制訂方向。由於編撰能源供需展望為一項持續且長期性的工作，因此定期關注國際能源機構出版之能源供需展望報告以及各國能源政策發展方向與目標，將有助規劃我國能源供需結構與電力結構。

參考文獻

- [1] British Petroleum, BP Energy Outlook 2035, 2014.
- [2] British Petroleum, BP Energy Outlook 2030, 2013.
- [3] British Petroleum, BP Energy Outlook 2035-Focused on North America, 2014.
- [4] 經濟部能源局，能源統計手冊，2013。