

Renewables 2018 Global Status Report 速覽

工業技術研究院

材料與化工研究所 水科技研究組 研究員 蔡翼澤

21世紀再生能源政策網(Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, REN21)日前發佈了年度報告：Renewables 2018 Global Status Report，該報告從相關數據簡述了前一年度全球再生能源發展現況，並針對未來發展趨勢及市場等提出諸多說明及建議，該份報告全文多達 325 頁，為了協助讀者快速的了解全球再生能源發展的現況，本文將針對 Renewables 2018 Global Status Report 的內容要點做一摘錄說明，期望能讓關心再生能源領域的讀者能快速瞭解最新資訊。

Renewables 2018 Global Status Report 在報告開頭就直接寫下：「2017 was another record-breaking year for renewable energy」，因為相較於 2016 年，2017 年全球再生能源裝置容量再次攀升 9 個百分點來到 2,195 GW (含水力) (圖 1)，而這 9 % 中以太陽能的成長最為顯著達 55 %，風力及水力則分別佔 29 % 及 11 %。有如此漲幅的主因在於太陽能及風力發電的成本下降，技術創新層面有所成長，同時政府的支持、商業模式與市場的轉變亦是影響的主因之一。

RENEWABLE ENERGY INDICATORS 2017

		2016	2017
INVESTMENT			
New investment (annual) in renewable power and fuels ¹	billion USD	274	279.8
POWER			
Renewable power capacity (including hydro)	GW	2,017	2,195
Renewable power capacity (not including hydro)	GW	922	1,081
Hydropower capacity ²	GW	1,095	1,114
Bio-power capacity	GW	114	122
Bio-power generation (annual)	TWh	501	555
Geothermal power capacity	GW	12.1	12.8
Solar PV capacity ³	GW	303	402
Concentrating solar thermal power (CSP) capacity	GW	4.8	4.9
Wind power capacity	GW	487	539
Ocean energy capacity	GW	0.5	0.5
HEAT			
Solar hot water capacity ⁴	GW _{th}	456	472
TRANSPORT			
Ethanol production (annual)	billion litres	103	106
FAME biodiesel production (annual)	billion litres	31	31
HVO production (annual)	billion litres	5.9	6.5

圖 1 2016 年及 2017 年再生能源相關發展的統計指標

以下將就全文中的主要章節：政策、市場、分散式能源、投資、系統整合及能源效率等面向逐一做摘要說明：

1. 政策

世界各國針對再生能源的相關政策藍圖規劃及擬定，仍然持續著重於電力部門，而於加熱/製冷及運輸部門則相對缺乏。對於政府而言，再生能源技術的發展可有效促進許多政策目標達成的可能性，包含能源安全、經濟成長、發展新型產業、創造工作機會、減少污染排放及提供國民可負擔/可信賴的能源使用環境等。至 2017 年止，有 87 個國家提出再生能源於初級/最終能源佔比目標；有 146 個國家針對不同部門提出了再生能源發展目標，就歷史趨勢的演進而言，全球各國仍然逐年持續的針對國家再生能源的發展提出了諸多執行、管理及未來規劃目標(圖 2)。

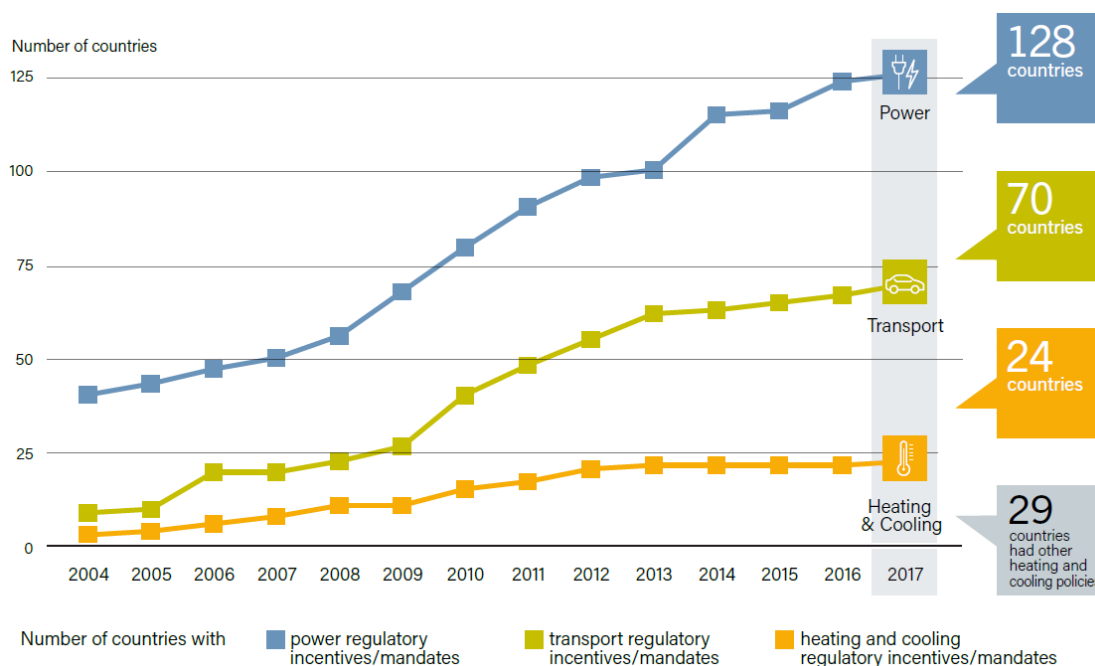


圖 2 2004 至 2017 年全球再生能源政策制訂之國家數量

至 2017 年止，隨著再生能源技術的發展及政策目標的推動，許多歷史趨勢是維持不變的，但值得注意的是，有部份國家在政策的制訂上開始傾向於將不同部門間連結起來。如印度於 2017 年提出了跨部門整合目標，再生能源於初級能源之佔比，要在 2025 年達到 23 %，且跨部門(工業、運輸、住宅、服務)之能源密集度要降低 17 %；而瑞士同樣在 2017 年提出了針對 2050 年的整合性再生能源發展策略目標，其於 2017 年 5 月 21 日由全國 58 % 的選民透過公投通過 3 大發展目標：1.節約能源並提高能源效率、2.促進再生能源發展及 3.逐步淘汰核能發電。瑞士政府的總體目標在於降低對化石燃料的依賴程

度、減少能源部門對環境的負面衝擊、提高對國家的投資與創造就業機會，而為了滿足該項總體策略，政府也將進行如智慧電錶的佈建及引入分散式能源供應系統等新的技術解決方案。

2. 市場趨勢

生質能源的發展往往受到政策方向的影響最巨。2017 年間有許多國家分別提出了支持生質能源的生產及使用，如巴西的生質燃料政策(RenovaBio)預期將會大幅提高巴西對於生質能源發展的重視及成效；印度亦於 2017 年實施提高國內生質燃料(含農業廢棄物高值化)的生產及使用策略。但相反的，歐盟的再生能源指令(EU Renewable Energy Directive, RED)仍然糾結於「食物與燃料」間如何取捨及角色等問題(food-based biofuels)，同樣的美國再生燃料標準(Renewable Fuel Standard, RFS)依然存在著許多不確定性。而這些迥異甚大的政策現況，都大大的影響了生質能源在全球的市場發展。

由下圖 3 可以看出在最終能源消費中的生質能源佔比裡，做為住商(7.8 %)及工業(2.2 %)部門的貢獻都還是大於電力(0.4 %)及運輸部門(0.9 %)，即使不看傳統生質能源(modern, 1.4 %)，佔比多寡仍然相同。但單就電力部門於 2016 年的 2.1 %生質能源佔比而言，相較於其他部門則有最高的成長趨勢。

而在生質能發電部份，如圖 4，2016 至 2017 年全球生質能發電裝置容量上升 7 %達 122 GW，而 2017 全球生質能總發電量增加了 11 %達 555 TWh(5,550 億度電)(圖 4)，如以國家劃分，中國已超過美國成為最大的生質能電力生產國，其他主要國家包含有巴西、德國、日本、英國及印度等，其中德國為歐洲最大的生質電力生產國，其 2017 年裝置容量增加 4 %達 8 GW，且大多集中在沼氣及甲烷氣的部份。

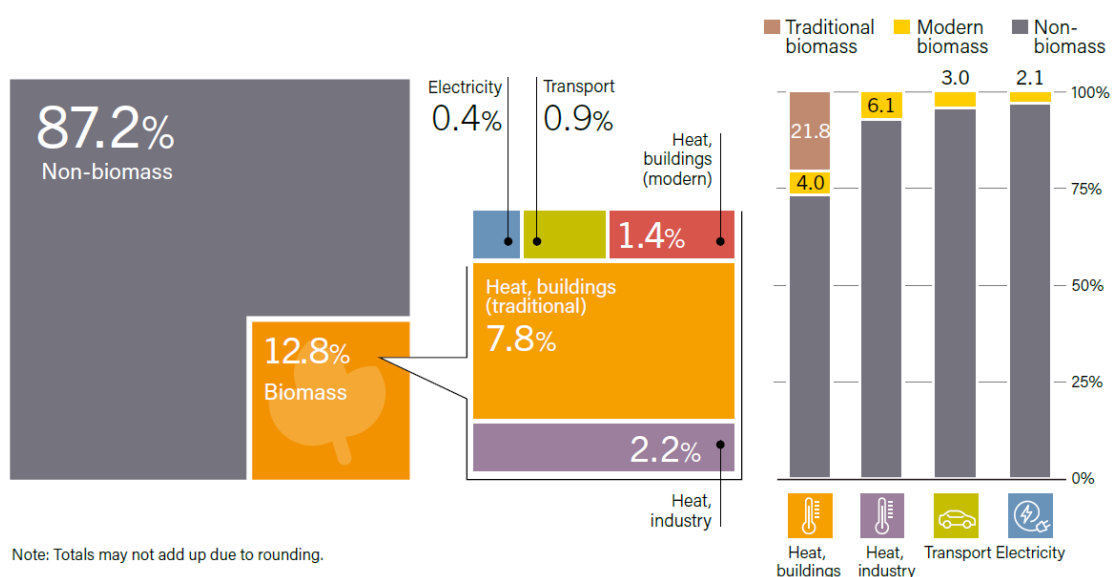


圖 3 2016 年生質能源於最終總能源消費及部門佔比

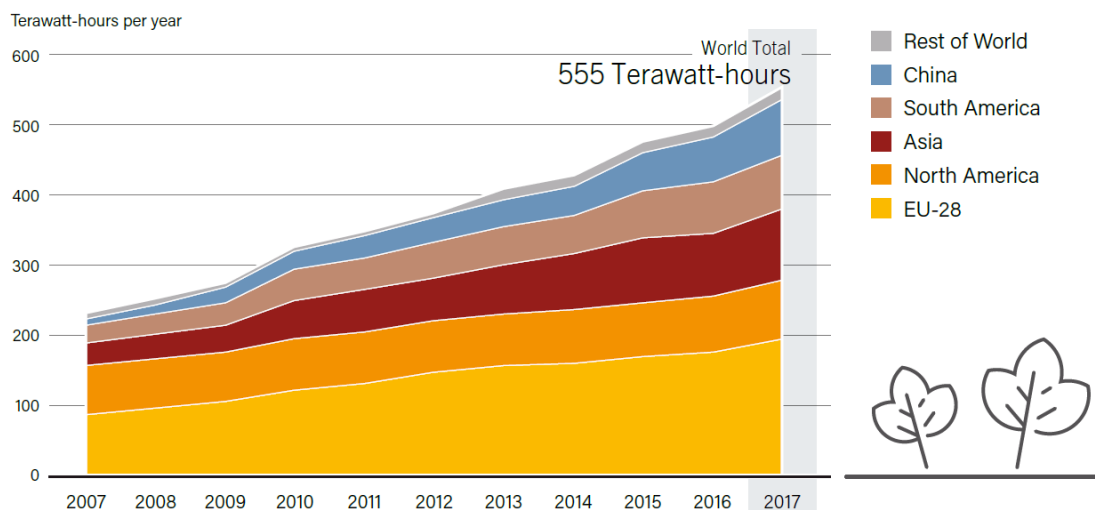
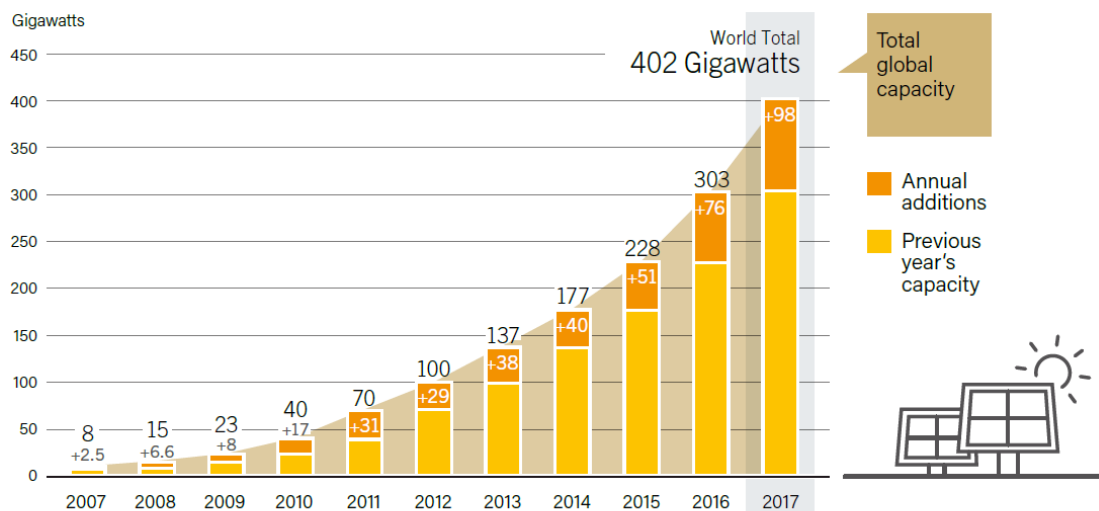


圖 4 全球各地區生質能發電發展趨勢

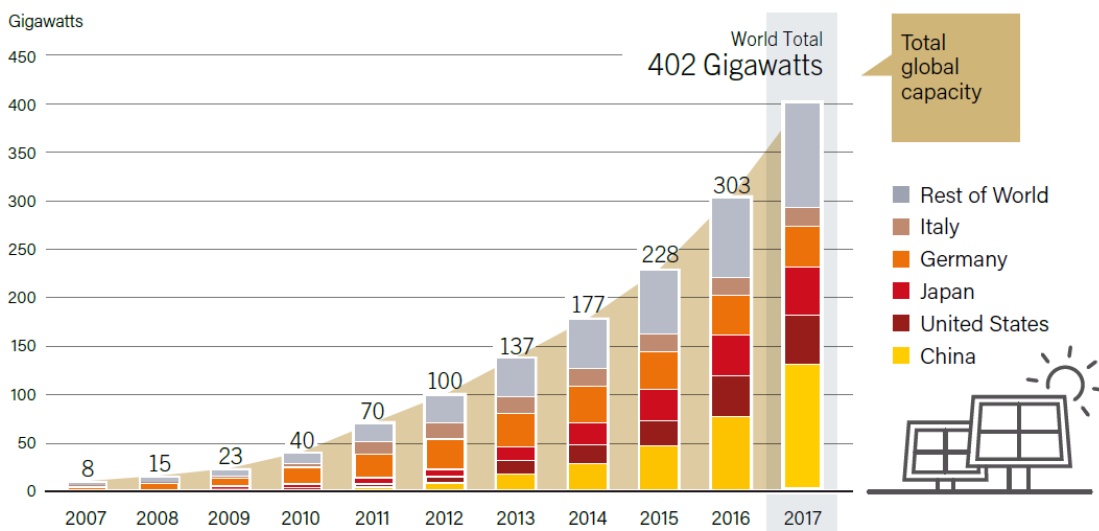
2017 年是太陽光電發展的一個新的里程碑。以全球裝置容量來看，2017 年的成長量是自 2007 年以來上升幅度最高的一年，同時也是所有再生能源技術中成長量最高的一項，甚至還大於新增化石燃料及核能裝置容量的總和。於 2017 年增設的 98 GW(含離線量)分佈於中國、印度、日本及美國，將近 2016 年的三分之一，累積總量來到 402 GW(圖 5)，平均來說相當於每年每小時就安裝了 40,000 片太陽能板。

相較於 2016 年，2017 年太陽光電市場的增長有超過 50 %來自於中國的貢獻，其單一年度的增長量(約 53.1 GW)相較 2015 年的全球增長量還高，而 2017 年也是太陽光電首次成為中國新增電力裝置容量的主要來源，到 2017 年底中國約有 131.1 GW 的太陽光電裝置容量，遠超過其在 2016 年宣佈要在 2020 年達到的 105 GW，而這樣的局面，主要還是來自於中國自有內需及製造市場的規模所致。亞洲地區已經連續 5 年領先全球，佔了近 75 %的全球再生能源增長量。全球前 5 大太陽光電市場分別為：中國、美國、印度、日本及土耳其，佔了 84 %的新增裝置容量比例，以各國累積裝置容量而言，第一名為中國，其後為美國、日本、德國及義大利(圖 6)。雖然全球太陽光電裝置容量看似都集中在特定國家，但其實也有新興市場正在逐步趕上，至 2017 年止，全球每塊大陸都有至少 1 GW 的新增裝置容量，同時至少 29 個國家都有 1 GW 甚至以上的裝置容量，而以人均容量來說，比例最高的前 5 名分別為德國、日本、比利時，義大利及澳大利亞。



Note: Data are provided in direct current (DC). Totals may not add up due to rounding.

圖 5 全球太陽光電裝置容量及年度成長量



Note: Data are provided in direct current (DC).

圖 6 全球太陽光電裝置容量主要分佈區域

相較於 2015 及 2016 年，2017 的風力發電裝置容量增長量並無顯著提升，但仍為歷年來成長最遽的前 3 名，全球增加約 52 GW，累積裝置容量的成長率達近 11 %來到 539 GW(圖 7)。與 2016 年相同，2017 年新增裝置容量的下滑，主要來自於中國地區的衰減，但其他如歐洲及印度地區則是創下歷年新高。至 2017 年底，已有超過 90 個國家展開風力發電相關的商業推廣活動，且全球約有 30 個國家(非集中於特地區域)至少有 1 GW 以上的裝置容量。近十年，整體風力發電的市場已由全球普遍發展，轉為集中在少數優勢市場區域。整體而言，不管陸域或離岸風力發電，隨著設置成本的下降，已逐漸成為各國發展再生能源的選擇之一，也因此其正在迅速的成為一種成熟及具成本競爭力的技術。

儘管陸域風機佔了全球風力發電總裝置容量超過 96 %，但 2017 年仍然有 9 個國家所設置的離岸風機裝置容量達 4.3 GW，提高了全球離岸風力裝置容量達 30 %來到 18.8 GW，主要集中在英國(1.7 GW)、德國(1.2 GW)、中國(1.2 GW)及比利時(0.2 GW)，其中英國在離岸風力裝置容量上仍然保有全球領先的地位達 6.8 GW。以全球區域劃分而言，歐洲仍然居冠，約佔 84 %(88 %, 2016)，其餘則幾乎集中在亞洲地區(圖 8)。

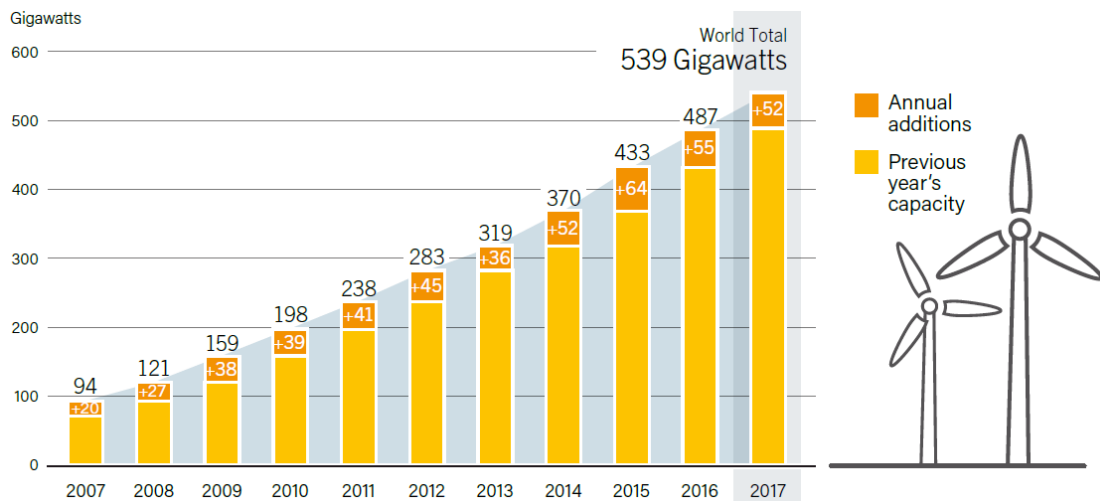


圖 7 全球風力發電裝置容量及年度成長量

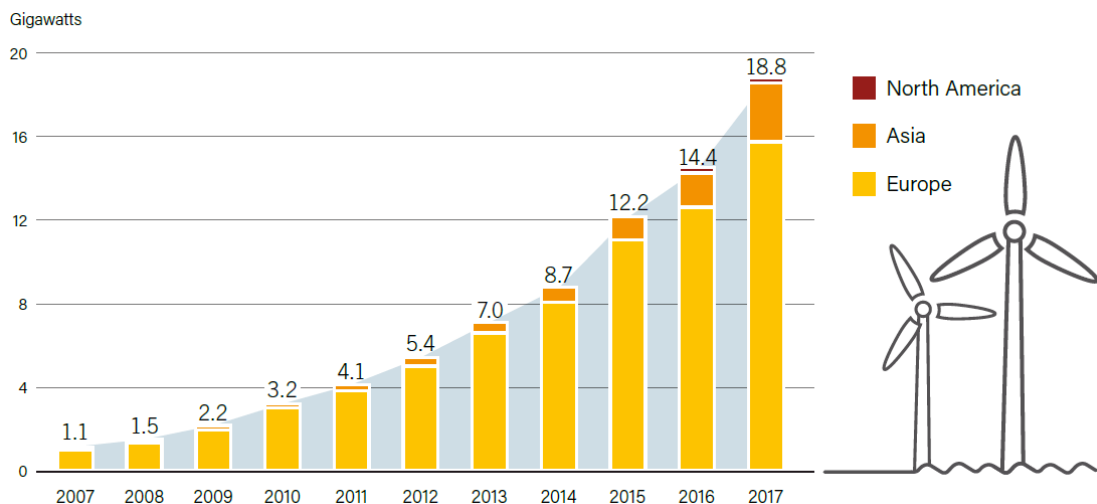


圖 8 全球離岸風力發電裝置容量及年度成長量分佈區域

3. 分散式能源發展

在即將進入 2019 年的今天，全球仍然約 14 % 的人口(10.6 億)沒有電力或潔淨的烹煮能源可以使用，主要集中在南非及亞洲的發展中國家，且多數均為農村生活型態。近年來分散式再生能源供應系統(Distributed renewables for energy access, DREA)被視為可透過佈建離網太陽光電以及再生能源微電網等方式，來實現提供偏遠不便地區供電的可能性，2012 至 2016 年間所增設的電力供應系統，全球約有 6 % 是來自於離網及微電網再生能源電力供應系統。分散式再生能源供應系統提供了偏鄉及農村地區快速滿足能源使用需求的一項選擇，更同時能達成社服、環境及經濟等多面向效益如：

- 減少慢性及急迫性健康危害
- 改善家戶光照品質
- 延長在學時間提高孩童學習成效
- 提高中小型經濟活動收益
- 降低對自然環境的負面衝擊

越來越多的小型微電網系統開發商正積極的將該系統透過不同的商業模式推向成熟，光是印度在 2016-2017 年間就設置了 206 套微電網供電系統。2017 年已陸續有許多跨國企業與政府部門建立合作關係，以推廣及發展分散式再生能源供應系統來達成各國的電力供應策略及目標，同時許多國家亦積極創造有利於分散式再生能源供應系統發展的環境，包含各種合作模式及提供融資方案等。如圖 9 所示，在特定國家中已有許多人口(13 % - 51 % 不等)透過分散式再生能源供應系統系統獲得電力，但相較於總量需求而言仍有相當大的發展及推廣空間。

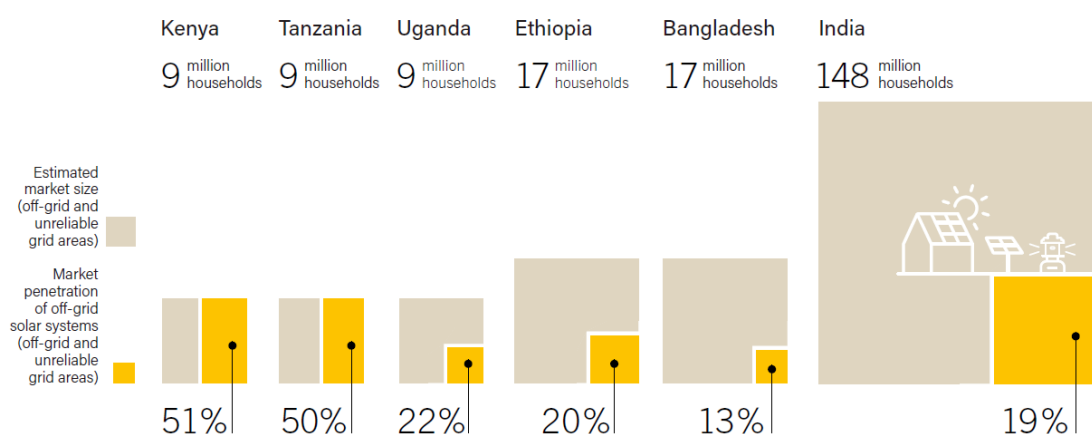


圖 9-2017 年特定國家離網太陽光電系統使用現況及總體市場規模

4. 投資趨勢

儘管各項再生能源技術的成本持續下探，但全球對於再生能源發展的投資仍持續上升，由其是新興及發展中國家更勝於已發展的先進國家，全球對再生能源及燃料(不含大於 50 MW 的水力發電計畫)的投資，自 2010 年以來已經連續 8 年每年均持續增長超過 2,000 億美元。風力發電及太陽光電的成本雖逐年下降，但全球總投資金額仍然比 2016 年成長了 2 % 來到 2,798 億美元(圖 10)，如計入大於 50 MW 的水力發電計畫，則 2017 年全球再生能源投資總額高達 3,100 億美元，該數字是化石燃料投資額的 3 倍，如將化石燃料及核能投資合計，再生能源投資額亦超過 2 倍以上。整體而言，主要投資標的仍然是在太陽光電，但 2017 年風力發電的投資額亦開始嶄露頭角。

2015 年是發展中國家和新興經濟體對於再生能源的投資總額首次超越已發展國家，該趨勢於 2017 年更為明顯，佔全球總投資額約 63 %，並以中國為最，其 2017 年佔全球總投資額達 45 % (不含大於 50 MW 的水力發電計畫)，更甚於 2016 年的 35 %。發展中國家和新興經濟體對於再生能源的投資總額提高了 20 % 來到 1,770 億美元，反已發展國家則下降了 19 % 達 1,030 億美元。

2017 年全球對於再生能源的新投資仍然著重於太陽光電及風力發電，分別佔投資總額約 57 % 及 38 %，且相較於 2016 年，太陽光電是 2017 年中唯一一項新增投資額持續增長的技術項目，其增長幅度達 18 % 來到約 1,610 億美元(圖 11)。相較之下其他再生能源技術則呈下降趨勢，幅度最大者為風力發電下降 12 % 至 1,070 億美元，生質能下降 36 % 至 47 億美元，生質燃料則為下降幅度最為輕微的 3 % 至 20 億美元。

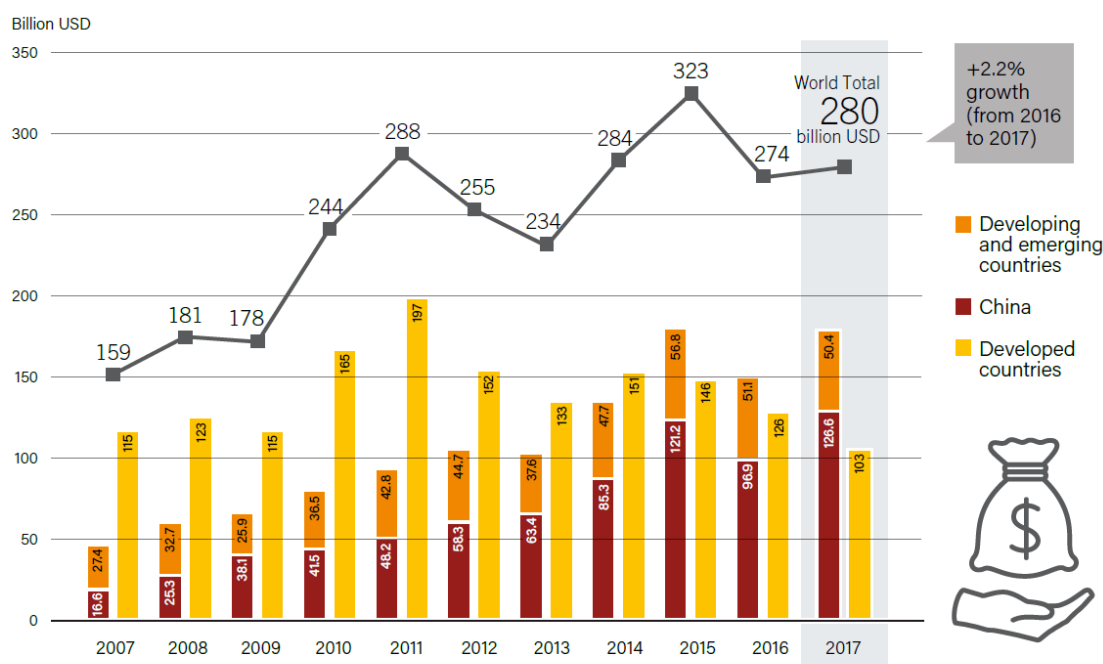


圖 10-全球再生能源年度投資金額分佈

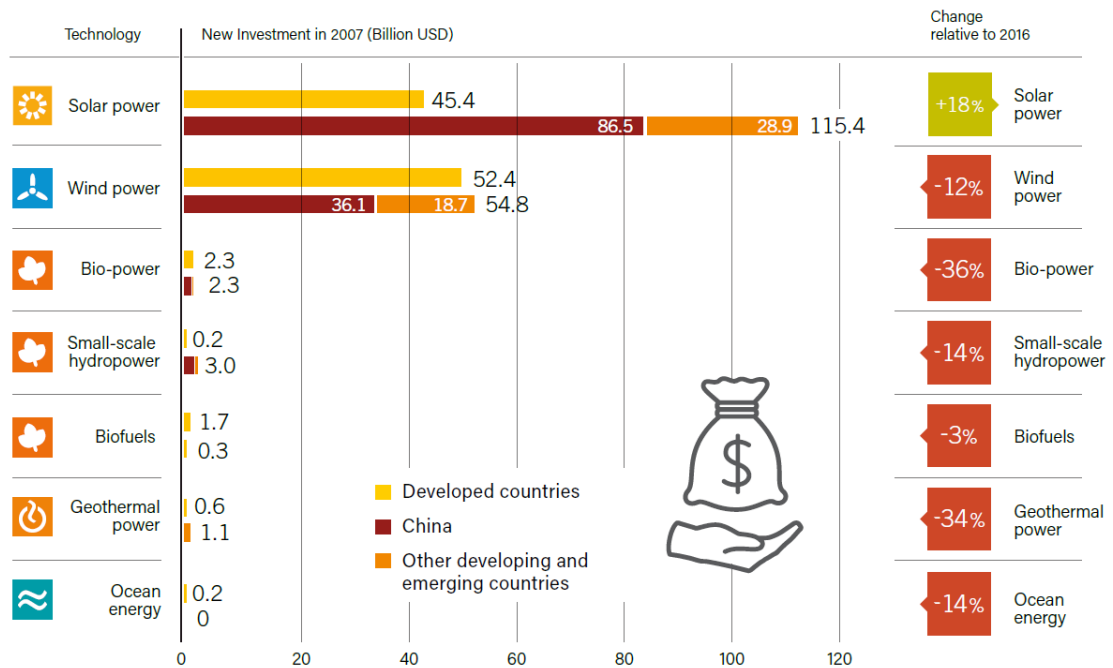


圖 11-2017 全球再生能源投資金額及技術分佈

5. 系統整合

隨著全球可再生能源的發展持續擴增，也意味著世界各國都正積極的在推動能源轉型，而這樣的現象主要發生在電力供應部門。近年來因太陽光電及風力發電的建置成本持續下降，許多國家針對該兩項再生能源技術的佈署明顯增長，且身為領頭羊的少數國家也逐步在各自的電力配比中拉高變動性再生能源(Variable Renewable Energy, VRE)的佔比，但大多數的國家仍然處於將 VRE 加入電力配比中的早期階段。

無論各部門使用再生能源的比例為何，要將其與現有能源系統進行整合，是目前全球各國所面臨的共同挑戰，且與全球再生能源市場是否能持續性的發展息息相關。能源系統的整合問題，因不同國家和地區的需求與條件而異，但系統整合的困境往往來自於變動性再生能源本身在供應或需求端彈性不足的問題，意即如風力發電及太陽光電受制於氣候甚巨，需配合電網及儲能系統等周邊設施的發展才能克服等，在其缺乏彈性運用的前提下，如若周邊系統未能積極的發展配合，即使變動性再生能源本身技術成本持續下降，仍可能因系統端的牛步而使得整體系統成本高漲，進而迫使變動性再生能源市場萎縮並阻礙再生能源的發展。

除系統整合技術面的問題外，政府在管理及規範的配合上也扮演著相對重要的角色，因此應同時考量供需兩端在基礎設施及技術發展上的相互匹配，並透過監管及法律架構來強化並支撐整體市場的運作，如此才有可能持續及穩定的提供安全、可靠且可負擔的能源服務。

6. 能源效率

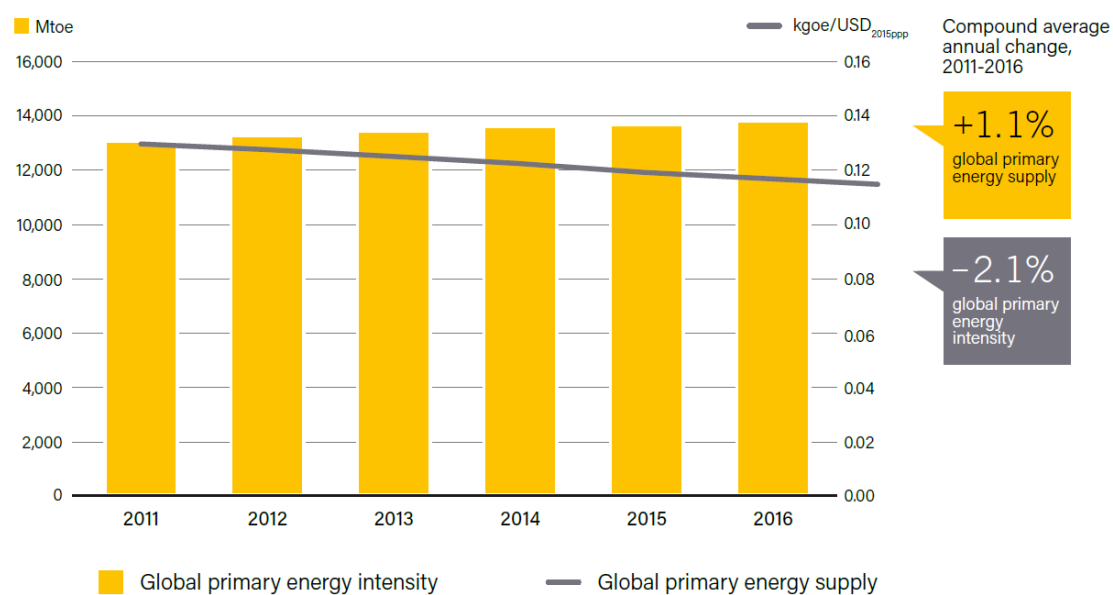
能源密集度(Energy Intensity)，也就是創造單位 GDP 所需要的能源消耗量，是最常用來衡量國家能源使用效率的指標，而所謂能源效率可透過供應端的技術提升或降低輸配送損失，來實現相同的能源供應量而提供更多的能源服務；亦可透過需求端的節能改善，來實現降低能源需求卻有相同的能源服務。因此能源使用效率的提高對於能源安全、社會、經濟、環境以至於健康及福祉等都有相當正面的影響成效，同時也是減緩氣候變遷最具效益的方式之一。

能源效率的改善可以發生在整個能源供應鏈的任何環節，同時政府在管理及規範上亦是提高能源效率的重要推手，如我國的綠建築規章及節能標章/補助等。雖然多數能效改善措施看似與再生能源並無直接關聯，但其實兩者間是相輔相成的，能源效率的改善也代表著給定相同的再生能源時，一樣可以滿足更多的能源服務需求，同時需求端對能源需求量的降低也有助於推動變動性再生能源的發展與系統整合，且再生能源的加入亦有助於能源效率的直接改善，如風力發電等非熱式再生能源相較於燃油及燃煤等熱電，相當於少了一次能源/電能轉換與損失。

全球各國都已開始瞭解再生能源與能源效率間互相結合考量的重要性，由於目前仍未有相對的衡量指標能夠精確的評估能源效率的優劣，因此主要仍採能源密集度做為評估指標。全球 2011 至 2016 年初級能源密集度下降幅度高達 10%，年均約為 2.1%，該數值比過去 30 年還來得明顯。該能源效率的改善趨勢也大幅的減緩了初級能源的需求增長量，6 年間的年均增長量僅有 1.1%(圖 12)，且 2016 年全球 GDP 成長率為 3%。

但如以區域劃分而言，非 OECD 國家的 GDP 及能源使用量仍然是呈正比趨勢，僅 OECD 國家有明顯脫勾，而有如此成效可歸功於：

- 政府制定的能源效率標準已涵蓋到電器、建築及工業
- 提高燃油效率標準，且電動載具大幅增加(以再生能源為主要電力來源)
- 燃料使用轉向碳密集度較低的替代品如再生能源(中國在十三五的規劃中將 2020 年初級能源燃煤佔比目標訂為由 62%下降至 58%)
- 工業結構朝服務業等能源密集度較低的產業轉型



Note: Dollars are at constant purchasing power parities.
Mtoe = megatonnes of oil equivalent;
kgoe = kilograms of oil equivalent.

圖 12 全球初級能源密度集及供應量趨勢

參考文獻

1. Renewables 2018 Global Status Report, the Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, 2018.