

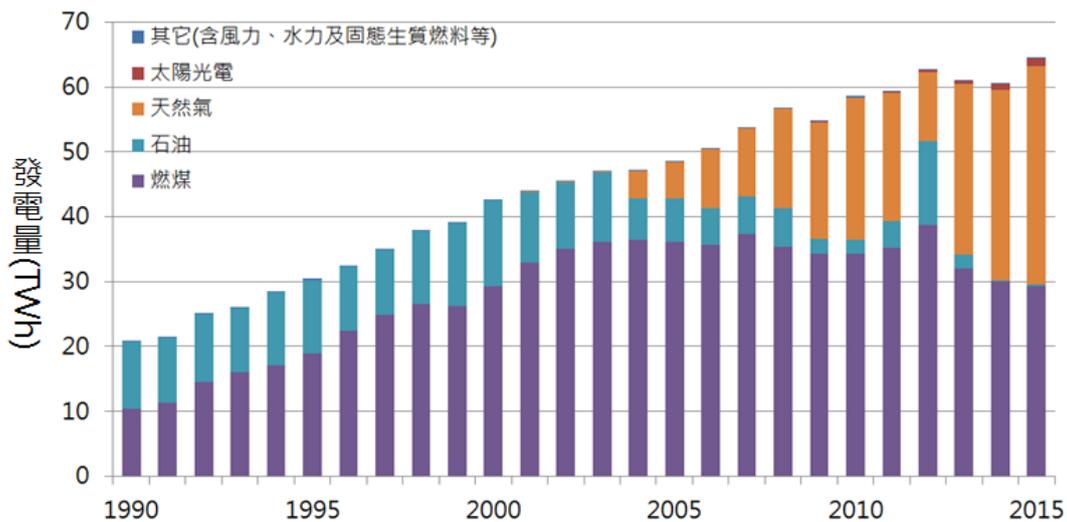
# 由以色列能源轉型反思我國電力結構

核能研究所 能源經濟及策略研究中心 韓佳佑 副工程師  
陳治均 副工程師  
2017 年 7 月 28 日

## 一、前言

以色列的供電結構以化石燃料為主(如圖 1 所示)，再生能源發電占比相當有限，2015 年僅 2.2%；另外，由於缺乏自產能源，國內的化石燃料供給以國外進口為主，2015 年能源進口依存度為 67%，且由於獨特的地理位置，其和鄰近國家無跨國電網連接，這使得以色列成為一孤立能源系統(Energy island)。在 2009 至 2010 年間，以色列在其地中海的經濟海域發現二個重要的離岸天然氣井，預估足以供應國內未來 10 年的燃氣需求，並達到某種程度的能源自給率<sup>1</sup>。2011 年，由於埃及受阿拉伯之春影響而發生了嚴重政變，於埃及的西奈(Sinai)半島處供應以色列天然氣的管線慘遭多次攻擊，以致埃及於 2012 年 3 月終止和以色列及約旦的燃氣交易，而以色列在 2012 年夏天出現了嚴重的電力短缺問題，政府被迫以超額價格購買替代燃料，並過度開採位於特提斯海(Tethys Sea)正逐漸枯竭的天然氣井。

我國屬於海島型電網，和以色列相似，並無跨國電網，國內自產能源貧乏，



資料來源：OECDiLibrary，本文彙製

圖 1 以色列於 1990 至 2015 年的供電結構

<sup>1</sup> 2012 年，以色列的能源進口依存度約 87%，在開採位於地中海經濟海域的天然氣井後，2015 年能源進口依存度降至 67%，當年度天然氣自產量約 8,280 百萬立方公尺，進口量約 171 百萬立方公尺。

能源進口依存度達 97%。為兼顧能源安全、環境永續及綠色經濟發展，政府在 2016 年 9 月發佈新能源發展願景與方向，並明定於 2025 年達到非核家園，與再生能源發電占比 20%、低碳燃氣 50%、燃煤 30%之目標。然核一廠 1 號機與核二廠 2 號機分別於 2014 年與 2015 年大修完成後，迄今未能至立法院進行專案報告，致無併聯運轉，而核一廠 2 號機則因今年 6 月上旬的豪大雨，導致鐵塔倒塌而被迫提早退出夏季供電，故在 2017 年 7 月的夏季用電尖峰期間，僅核三廠的 2 部機組與核二廠的 1 號機運轉供電，基載電力明顯不足，在再生能源發展緩不濟急，大型燃氣電廠仍在規劃中的燃眉之急下，造成了我國在 7 月夏季尖峰期間一度處於供電警戒狀態，並衍生限電風險，而發生於 7 月底和平電廠輸電鐵塔因不敵颱風而倒塌，對於限電危機更是雪上加霜。

本文首先探討以色列從 1970 年代石油危機至今所經歷的能源轉型對電力結構的影響，並探討從 2009 至 2010 年間在地中海海域發現大量天然氣井後能源政策的調整，與剖析以色列如何在氣候政策及能源安全間尋求一平衡點，反思我國在「新能源政策」下可能面臨的能源挑戰，據以提出具體建議並作為我國未來能源政策之參考。

## 二、以色列和我國的能源轉型比較

在 1973 年石油危機後，以色列引入了煤炭，並取代石油成為發電用的初級能源，而該次石油危機亦催生了另一獨特法令：所有的住宅建物皆需裝設屋頂型太陽能熱水系統<sup>2</sup>。以色列第二次能源轉型是發生在 2000 年初期，並首次引入了燃氣發電，當時天然氣部分從埃及進口，另一部分則取自於在地中海所發現的離岸氣井，燃氣供電占比逐年提升，取代了燃油與部分燃煤發電。直到 2009 和 2010 年，在以色列所屬的地中海經濟海域發現二個重要離岸天然氣井，使得以色列部分區域和鄰近國家的供電結構從石油轉型至天然氣。然而發生在 2011 年的阿拉伯之春造成以色列國內燃氣供應嚴重短缺，讓以色列認知到燃氣供應設備可能遭受鄰國的軍事攻擊，並不利於提升能源安全。然為彌補國內燃氣供應之缺口，以色列仍在 2013 年 3 月開始燃氣的開採，而維護新增燃氣設備的安全以避免受軍事攻擊成為以色列能源安全的一環，此亦增添了未來在能源獨立路徑上不可預測之變數。

---

<sup>2</sup> 以色列為全球人均太陽能熱水使用量的領先者，每年約可省下 2 百萬桶的石油消費。

表 1 以色列和我國的能源轉型比較

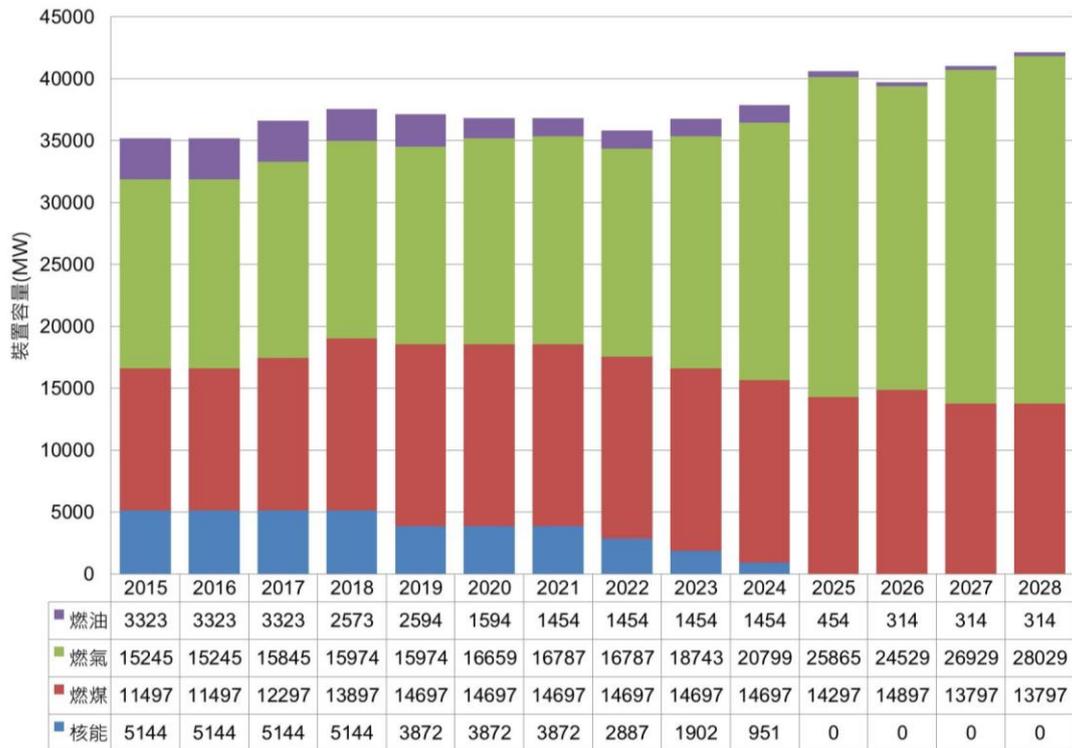
	以色列	臺灣
減碳目標	2030 年人均排碳量 7.7 噸，比 2005 年 10.4 噸低 26%	2030 年溫室氣體排放量為 2005 年的 80%；2050 年溫室氣體排放量降為 2005 年的 50% 以下。
電力配比	2030 年再生能源發電占 17%、燃煤 40~50%	2025 非核家園與再生能源 20%、燃煤 30%、燃氣 50%
能源效率	2030 年電力消費相對於 BAU 減少 17%	提升能源使用效率，抑低電力需求年均成長率至 1.0%
公眾運輸	20% 的私人運輸轉移至公眾運輸	加速汰舊換新，推廣節能車輛，鼓勵使用電動公車及電動機車，提昇車輛能源使用效率。

資料來源：Israel Ministry of Environmental Protection (2015) 新能源政策(2016)、交通部運研所(2017)、溫室氣體減量及管理法(2015)

和其它國家一樣，以色列的氣候政策反映了經濟發展優先或應過渡到低碳經濟，雖然在以色列，國家安全凌駕所有的政策議題，但是以色列政府與民眾一致認為氣候變遷不是「安全議題」，反而化石燃料的穩定供給才是最重要的。由於受國際規範<sup>3</sup>影響，以色列近年積極發展再生能源，並於 2016 年 4 月正式決議再生能源推廣目標：至 2030 年，發電占比 17%，而燃煤發電將持續成長為一重要的基載電力，預估發電占比約 40% 至 50%(如表 1 所列)。以色列在未來的電力配比仍然以煤炭為主，原因為能源與水力部認為再生能源或燃氣發電不是安全的能源技術，反映出以色列以「能源供應安全」為核心，「國際減碳目標」為次要的能源政策。

相較於以色列，我國在「新能源政策」中已明確規劃 2025 非核家園及相關電力配比目標，圖 2 所示為「10605 台電長期電源開發方案」不同發電技術的裝置容量規劃。其中為配合天然氣接收站建置時程，並滿足新增電力需求，燃煤發電占比將先增後減，但高效率機組發電占比逐年提升，至 2025 年發電占比達 30%；在兼顧國際減碳承諾下，低碳燃氣發電占比目標 50%，而零碳再生能源為 20%，其中在再生能源部分，太陽光電裝置容量目標為 2025 年 20GW，2015 年累積裝置容量為 842MW，然 2025 年距今僅 8 年，太陽光電的開發與併網工程之進度能否順利推動並達到目標，將是影響再生能源發電占比 20% 的關鍵因素。以色列電力公司(Israel Electric Corporation, IEC)曾在 2011 年反對轉型至再生能源發電，原

<sup>3</sup> 2009 年在哥本哈根舉辦的聯合國地球高峰會及 2015 年的巴黎氣候協議，而以色列又為 OECD 會員國。



資料來源：台電 10605 電源規劃方案，本文繪製  
圖 2 台電 10605 方案所規劃的傳統發電機組裝置容量

因為國內沒有足夠的備轉容量，此增加了尖峰用電期間的停電風險，而引進新能源技術以提高電網備轉容量是不明智的。我國再生能源規劃不論是目標與時間都比以色列來得積極，然我國為海島型電網，與以色列一樣無跨國電網，如何兼顧國際減碳承諾，又能確保能源供給穩定將是一極具挑戰性課題。

### 三、「新能源政策」下電力結構之潛在問題

行政院於 2016 年 9 月 17 日發佈「為邁向 2025 非核家園目標，推動新能源政策」，規劃至 2025 年發電結構配比目標。在 2025 非核家園目標上，如前所述，部分核能機組比原先規劃的除役時間更早停機，形同提前除役，削弱了電網基載電力，台電「尖峰備轉容量率顯示燈」於尖峰用電期間始終顯示「供電警戒(備轉容量小於 6%)」。由檢視「10605 與 10510 台電長期電源開發方案」對備用容量率影響可知(如圖 3 所示)，10510 方案規劃於 2017 年 11 月除役的協和電廠燃油機組(1、2 號機)，在 10605 方案中延長至 2019 年 12 月除役，並於 2018 年規劃新增大林燃煤電廠(1、2 號機，總裝置容量 1,600MW)與通霄燃氣電廠(1 號機，總裝置容量 893MW)，若台電 10605 方案所規劃的電源開發計畫皆能如期完工並連網運轉，應可有效提高電網整體備用容量率至 13%(考慮核二廠的 1 號機與核

## 參考文獻

1. Israel: The “Energy Island’s” Transition to Energy Independence (2016), <https://us.boell.org/2016/06/20/israel-energy-islands-transition-energy-independence>
2. Lucy Michaels and Alon Tal, “Convergence and conflict with ‘National Interest’: Why Israel abandoned its climate policy,” *Energy Policy*, vol. 87, 2015, pp. 480-485.
3. Israel’s First Biennial Update Report – Submitted to the United Nations Framework Convention on Climate Change, Israel Ministry of Environmental Protection, 2015.
4. 大潭緊急發電機組 今日供電跳票，<http://www.chinatimes.com/newspapers/20170718000035-260202>
5. 阿拉伯之春，<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%98%BF%E6%8B%89%E4%BC%AF%E4%B9%8B%E6%98%A5>
6. 能源統計手冊 (2015)，經濟部 能源局。
7. 能源轉型路徑規劃(2017年6月)，經濟部。
8. 新能源政策下的電源規劃課題(2016年11月)，台灣電力公司。
9. 為邁向 2025 非核家園目標 推動新能源政策(2016年9月)，[http://www.ey.gov.tw/News\\_Content2.aspx?n=F8BAEBE9491FC830&s=5DC876427A861AE2](http://www.ey.gov.tw/News_Content2.aspx?n=F8BAEBE9491FC830&s=5DC876427A861AE2)，行政院。
10. 我國新能源政策及展望(經濟部)，2016年9月9日。
11. 能源轉型路徑規劃(經濟部)，2017年6月13日。
12. 10605 台電長期電源開發方案(台灣電力公司)，2017年6月。
13. 10510 台電長期電源開發方案(台灣電力公司)，2016年11月。
14. 黃郁青等人，間歇性再生能源擴增對未來電力系統之影響評估與策略建議，台灣環境與資源經濟學會研討會，2016。
15. 溫室氣體減量及管理法(行政院 環保署)，2015年7月。