

# 從日本能源政策反思台灣能源政策現況

吳雨寰 2018/03

## 前言

日本為世界能源的主要參與者之一，更是最大的能源消費國和進口國之一，儘管它是公認的能源技術發展領導者，但近年來於能源的供需使用上是具挑戰性的。如今為了克服 2011 年東日本大地震及隨之引發的福島核災影響，除了核電停機所造成的 30% 電力供應的差距外，長期大量仰賴化石燃料進口，也讓其對於化石燃料的進口仰賴度，由 2010 年的 80% 上升至 2013 年底的 94%，同時更擴大了貿易赤字、電價攀升及對環境的高度影響性。對此，一份國際能源署(International Energy Agency, IEA) 報告-“OECD 國家-日本 2016 年能源政策(Energy Policies of IEA Countries-Japan 2016)”指出，日本政府決定從根本上重新考慮能源政策，其中能源使用效率提升、增加可再生能源之供應及重新啟動核能發電，更是其新能源政策之重要關鍵。本研究將透過 IEA 2016 年之能源政策報告作為基礎，以了解目前日本所面臨之能源困境。

## 能源政策轉變之背景

近年來日本在能源安全政策上備受挑戰，過去自 1970 年末到 2011 年，由於日本本土是一個天然資源稀缺的島國，過去一直嚴重依賴著能源進口，而日本在 2011 年前主要的能源供應以化石燃料和核能為主，這也致使該國不僅僅為世界能源的主要參與國，更是能源消費與能源進口中的大戶之一。然而過度仰賴能源進口，在 1973 年時早已揭示了日本對外國能源過度依賴性的能源風險，也促使該國重新評估其能源政策，而這一切可將東京電力公司(The Tokyo Electric Power Company Holdings Inc., TEPCO)福島核災作為主要的分水嶺，2011 年的核電災變，不僅讓全球重新審視了「到底要不要用核電？」的議題，而日本政府當時以停機檢查的名義，將全部的核電廠停止運轉，也讓日本進入了零核電狀態，當時日本政府開始尋找可替代和可再生能源加以廣泛利用，也因此有了能源政策的轉變。

## 日本能源基本計畫

早先日本在 2003 年公布的日本能源基本計畫，規範了日本能源的中長期戰略，當時歷經 2007 年與 2010 年的兩次修訂，強調逐步提升核能發電之佔比，預期於 2030 年核能發電量將佔 53%。此外當時日本政府更於 2009 年 COP15 的會議上承諾在 1990 年至 2020 年期間，會將其溫室氣體排放量減少 25%，這

份雄心勃勃的承諾，主要依賴於當時核電所提供之發電量。當時日本電力來源各部份佔比為核電 29%、可燃燃料之生產電力 61%(例如:煤炭、石油和天然氣)、水力發電 8%與可再生能源發電 1%。在 2011 年時，因福島核災問題關閉了核電，卻也對於其當初在 COP15 會議上的承諾有了重大的影響，也因此 2012 年 5 月，日本政府因缺電及龐大的天然氣燃料費用支出壓力下，政府核准關西電力公司大飯(Ohi)核能電廠重啟。

直至 2014 年 4 月 11 日，日本政府內閣制定了“新版能源基本計畫”，該計畫是日本新能源政策取向的基礎，考慮到日本境內外能源環境的巨大變化，及 2011 年所發生的災變。此計畫揭示了能源政策的基本觀點「3E+S」，即在安全(Safety)的前提下，確保能源供應穩定(Energy Security)，提升經濟效率(Economic Efficiency)以實現低成本的能源供應，同時提高環保要求(Environment)，更載明了各種能源之定位與政策方向，建構出「多層化與多樣化的彈性能源供需結構」，但由於當時停機下的核電機組，在不確定會有多少可以重啟的情況，於 2014 年並未明定未來能源供需結構目標。直到 2015 年 7 月 16 日，日本為了於該年底的巴黎氣候峰會(COP21)前提出國家自訂預期貢獻(Intended Nationally Determined Contribution, INDC)，提出了

「長期能源供需展望」，同時設定該國 2030 年的能源結構目標 [1]。

## 能源革新策略

能源革新策略於 2015 年 11 月起開始制定，日本期望透過改革能源系統與實現 2030 年理想能源組合，擴大能源投資，提振其 GDP 達 600 兆日圓。在達到經濟成長與能源效率的目標的同時，亦減少二氧化碳排放。此政策下不僅各部門皆須同時執行外，更將節能政策模式由舊有的總量管制，改為擴大推動能源密集度原則[2]。2015 年所提出的長期能源供需展望主要是以考慮氣候變化目標的基礎上所制定的，此展望策略的關鍵部分是「2030 年的電力供應組合」，其中天然氣，煤炭和石油的佔比下降，核能回升和再生能源強勁增長。而在 2015 年展望策略通過後，日本宣布對 COP21 的國家確定的貢獻 (INDC)，2030 年與 2013 年相比，其溫室氣體排放量預期減少 26.0%(與 2005 年相比為 25.4%)，其預估 2030 年度溫室氣體排放量減量約為 10.42 億噸二氧化碳，如表 1、2 及圖 1 所示。同時日本承諾在 2050 年之前，在符合經濟增長的條件下，減排 80%。但在 COP21 時所提出的基準年與其在 COP19 時提出的基準年是大相逕庭，假使以 2030 年溫室氣體減排目標對於基準年 2013 年減少了 26%，但

對基準年為 1990 年時僅減少了 18%，實質上日本溫室氣體減排是有減緩的，當時日本於 2005 年 COP19 會議上即已降低了減排目標[3]。

表 1 日本約束草案

日本約束草案(2030 溫室氣體減排目標)	
溫室氣體來源	相較於 2013 年(相較於 2005 年)
CO2	▲ 21.9% (20.9%)
其他溫室氣體(非能源來源的 CO2、甲烷、一氧化二氮，HFC 等 4 種氣體)	▲ 1.5% (▲ 1.8%)
吸收源對策	▲ 2.6% (▲ 2.6%)
溫室氣體減排	▲ 26.0% (▲ 25.4%)

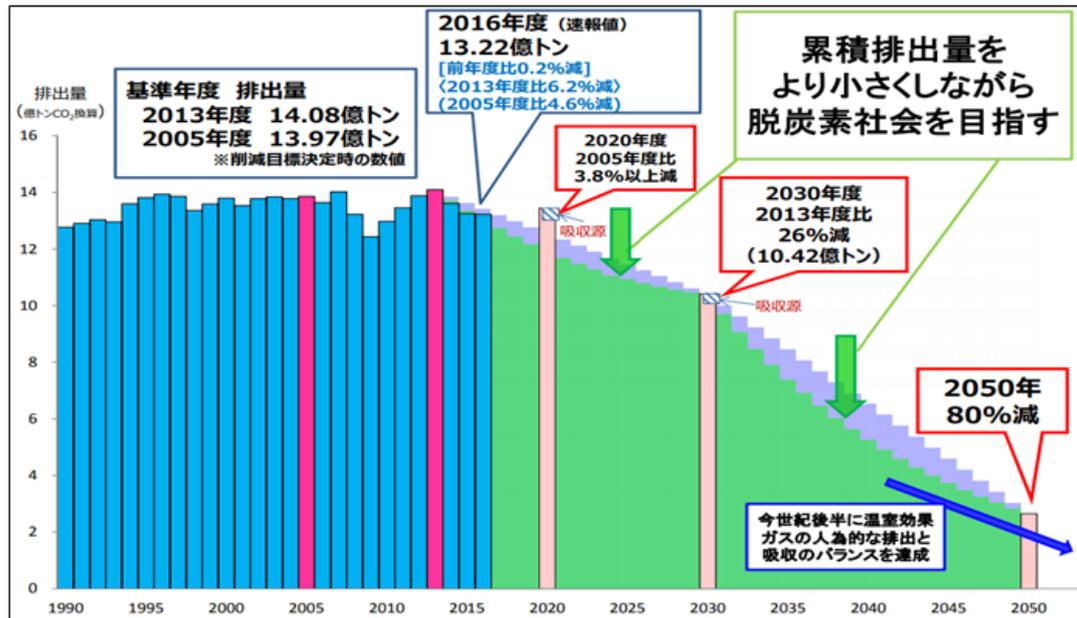
註:▲代表減少，EX.以 2013 年與 2005 年 CO2 比較，即 2013 年比 2005 年減少了 1%的排放量

資料來源: COP21 合意を受けた-日本の今後の地球温暖化対策について

表 2 日本 2030 年度各部門之溫室氣體減量目標量

年度	溫室氣體排放量 (億噸CO <sub>2</sub> e)	來自能源部門的CO <sub>2</sub> 排放量 (億噸CO <sub>2</sub> e)					
		合計	產業	運輸	業務	家庭	能源轉換
1990	12.70	10.67	5.03	2.06	1.34	1.31	0.924
2005	13.97	12.19	4.57	2.40	2.39	1.80	1.04
2013	14.08	12.35	4.29	2.25	2.79	2.01	1.01
2030	10.42	9.27	4.01	1.63	1.68	1.22	0.73

資料來源: 工業技術研究院綠能與環境研究所



資料來源:「2016 年度の温室効果ガス排出量 (速報値)」

圖 1 日本溫室氣體排放量推移目標

## 日本能源政策之因應

如今日本政府正面臨著能源政策的相關問題，根據日本資源能源廳於 2016 年 2 月底所發布的「能源革新戰略」其中總結報告指出，日本期望透過改革能源系統與實現 2030 年理想能源組合，擴大能源投資並促進其 GDP 的提振(台灣經濟研究院，2016)，其 2030 年再生現階段日本能源政策以 3E (Energy Security、Economic Efficiency、Environment) +S(Safety)為主要基準(如圖 2)，除了達到經濟成長與能源效率的目標同時，亦期望減少二氧化碳的排放。



圖 2 3E+S

日本政府目前所面臨的問題，包括了能源安全、貿易赤字、電力價格上升與溫室氣體排放的問題，以下將依序進行探討：

#### 一、日本能源供需

首先從日本能源供給與需求而論，日本的初級能源總供給 (Total Primary Energy Supply, TPES) 在 2015 年達到 4.36 億噸的石油當量 (Mtoe)。其過去 TPES 在 2004 年曾達到 521 Mtoe 的高峰期，自此之後就逐步下降。在 2008 年到 2009 年時，其能源供應總量下降至 8.5%，2010 年則出現了 5.9% 的反彈性上升。而自此之後的五年，日本的 TPES 下降了 13.1% (如圖 3 所示)。

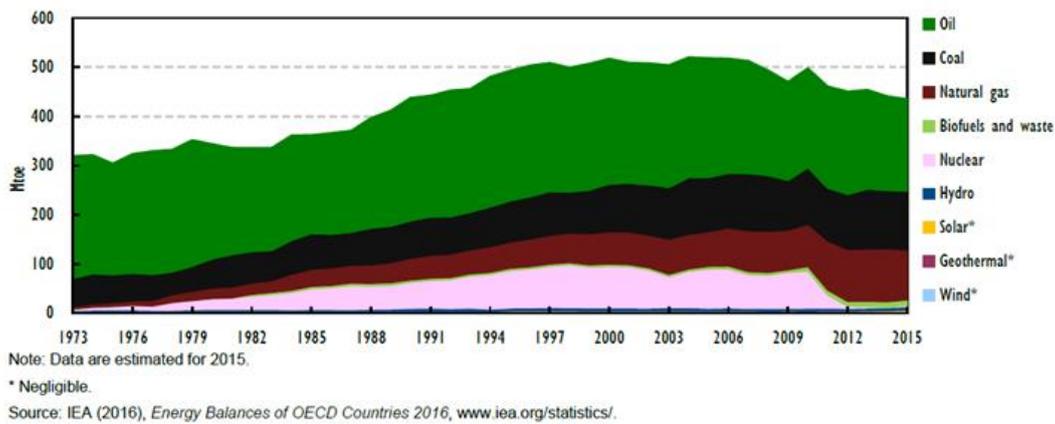


圖 3 日本 1973~2015 年的 TPES

如圖 3 所示，在 2011 年以前，日本的能源供應以化石燃料及核能為主。然而 2011 年福島核災後，所有核電廠在 2013 年之前是關閉。此後日本核電重新啟動發生在 2015 年 8 月 14 日的川內核電 1 號機，結束了長達 1 年 11 個月的零核電狀態。而除了核電外，發電方面的差距主要源於化石燃料及可再生能源的差異。

在 2015 年時，日本的化石燃料佔 TPES 的 93.7%，是國際能源署成員國中最高（圖 4）。2014 年，日本首次達零核能發電，儘管 TPES 中的核能部分由 15% 降至 0%，但天然氣部分則是由 2010 年的 17.3% 上升至 2015 年的 23.3%，煤的佔比從 23.1% 上升到 27.5%，石油的佔比從 40.6% 上升到 42.9%。

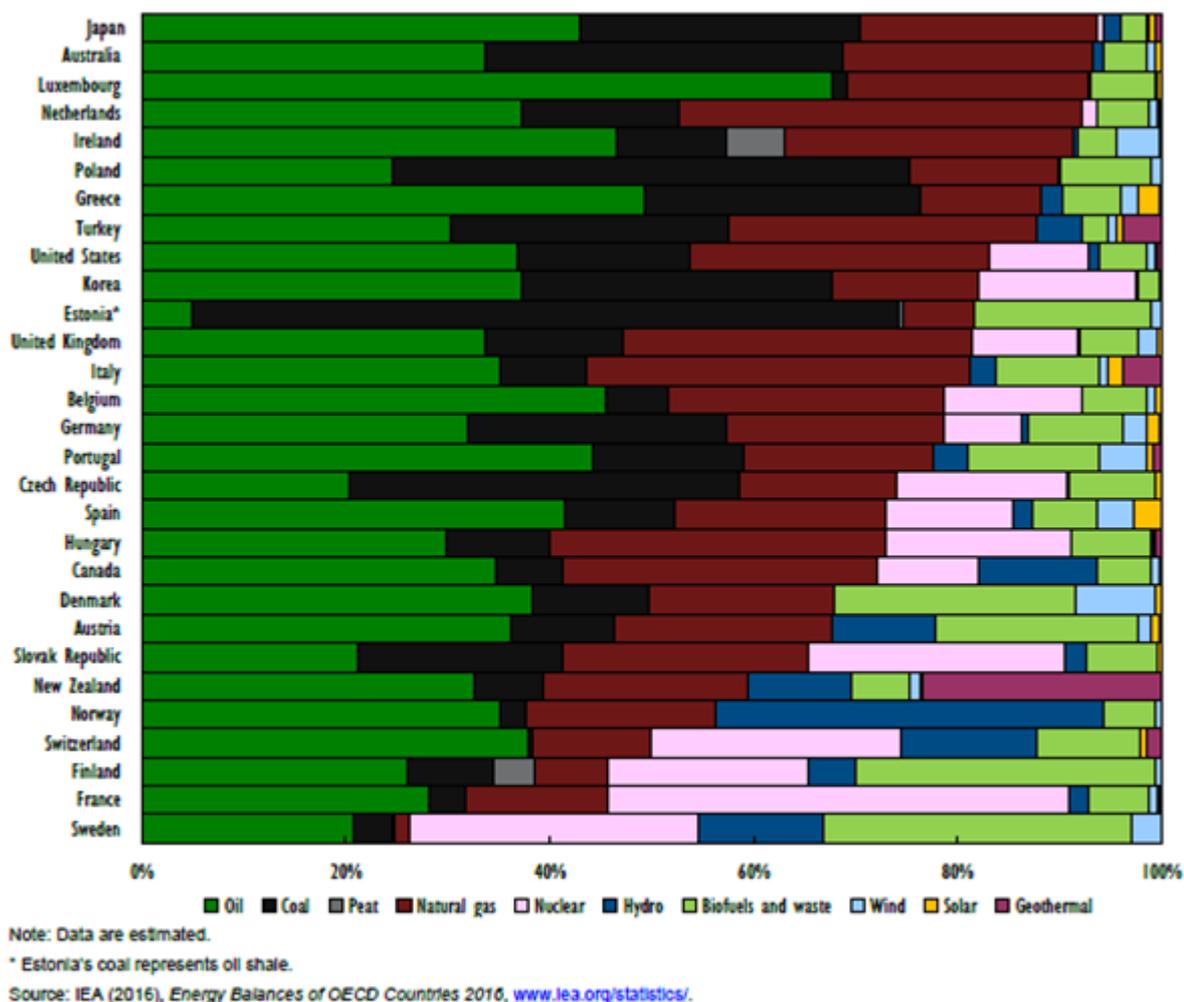


圖 4 IEA 會員國截至 2015 年的 TPES

日本的可再生能源發電部分在其 TPES 中佔的比率從 2010 年的 4.0% 提高到 2015 年的 5.7%，其中包括生質燃料和廢棄物發電（2.6%）、水力發電（1.7%）、地熱發電（0.5%）、太陽能（0.8%）及風力發電（0.1%）。由此可知，日本的再生能源生產至 2015 年時的十年內共增長了 56%，其中最主要的來源來自 2012 年以來發展快速的太陽能發電和風力發電。

然而日本是一個礦產資源非常稀少的大型經濟體，幾乎所有的石油，天然氣和煤炭等的化石燃料供應都依賴進口，其國內能源生產在 2015 年約佔了 TPES 的 7%，在核電停產之前，國內能源生產佔 TPES 的 20% 左右，其中 15% 來自核能。如圖 5 所示，日本在 2015 年的能源生產包括了生質燃料和廢棄物（37.5%）、水力（24.1%）、天然氣（8.5%）、核能（8.1%）、太陽能（11%）、地熱（7.8%）、石油（1.6%）與風力（1.5%）。而在圖中最顯著的部分是，自從 2010 年以來，日本太陽能生產增長了 207.8%，生質燃料和廢棄物產量也增長了 19.7% [4]。

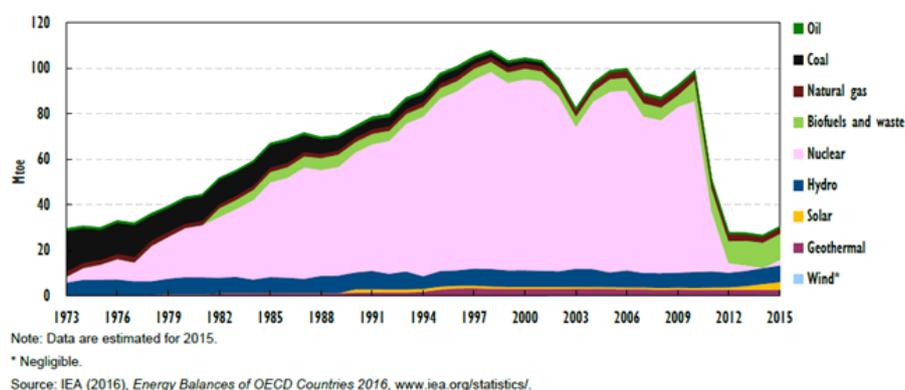


圖 5 日本 1973~2015 年的能源生產

此外日本在 2015 年時，能源進口總量達到 434 億噸，出口部份則達到 19 萬噸，其中原油與石油產品進口總量 215 萬噸(佔總量的 49.5%)、煤 120 Mtoe (27.7%) 與天然氣 99 Mtoe (22.7%)；出口部份則是石油產品（18.3 噸）和煤（0.5 Mtoe）。以

2015 年與 2010 年相較下，日本能源進口總量增長了 1.6%，而出口增長 4.5%<sup>[5]</sup>。

## 二、日本現階段面臨的問題

如今日本於能源議題上所面臨的挑戰主要分為四部分：

### (一)能源安全

現今日本的能源自給率在 2012 年不包括核電的情況下，能源自給率只有 5%，如圖 6 所示。這即使在開發中國家都是非常低的，其發電能源又過度依賴國外化石燃料的進口，在 2012 年至 2013 年時因核電的停止，日本電力能源配比中，仰賴進口化石燃料的比率達 88%，如圖 7 所示。

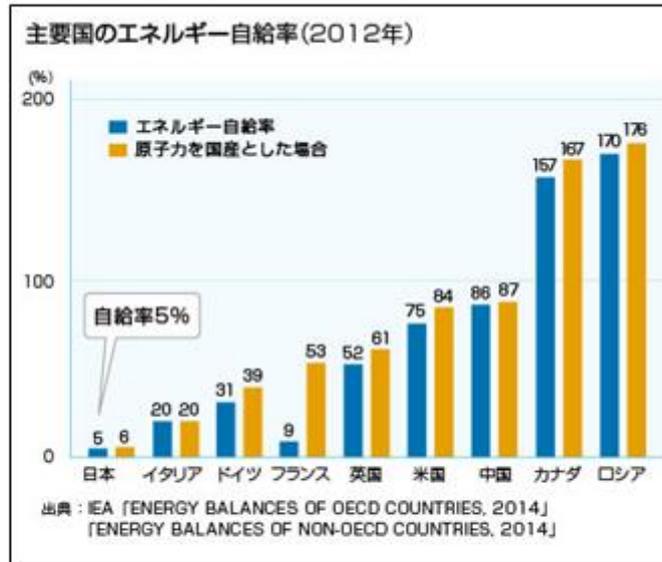


圖 6 OECD 主要國家的能源自給率

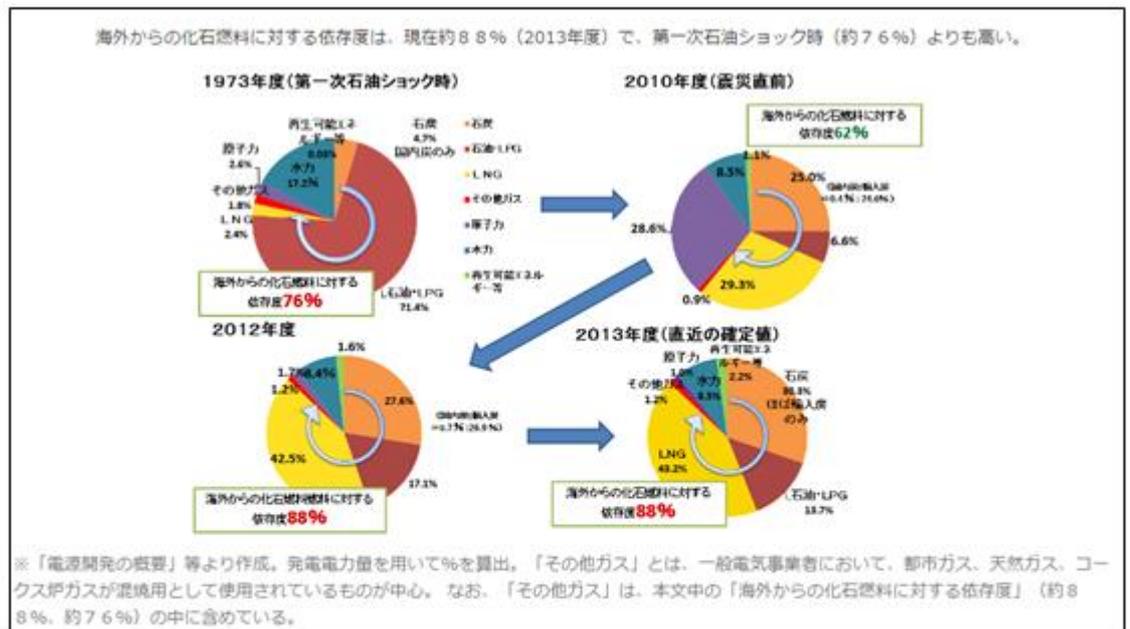


圖 7 日本電力結構的推移

資料來源:日本のエネルギーのいま:抱える課題

## (二)貿易赤字

日本為世界第四大原油進口國，2015 年時其原油進口總額達 162Mt，其中在 2015 年其進口了 6.5Mt 的液化石油氣，其中有 80%以上來自中東，而 2005 年至 2015 年間，原油進口下降了 22%；同年日本也進口 6.5Mt 的液化石油氣，相較於十年前增長了 38.8%；除了這兩樣產品外，日本還進口化石燃料產品，而這些海外化石燃料進口的擴大，也造成了日本進口成本逐步提升，更已造成其貿易赤字的問題。

### **(三)電力市場問題**

日本在 311 大地震後，浮現了電力供需吃緊、跨區電力支援受限及電價高漲等問題，日本電氣事業連合會於報告中指出，日本於 2010 年後電力價格持續上升，其中 2010 年到 2013 年之間家庭用電價格上升了 3.96 (¥/kwh)，而工業用電價格上升了 3.88(¥/kwh)，如圖 8 所示。

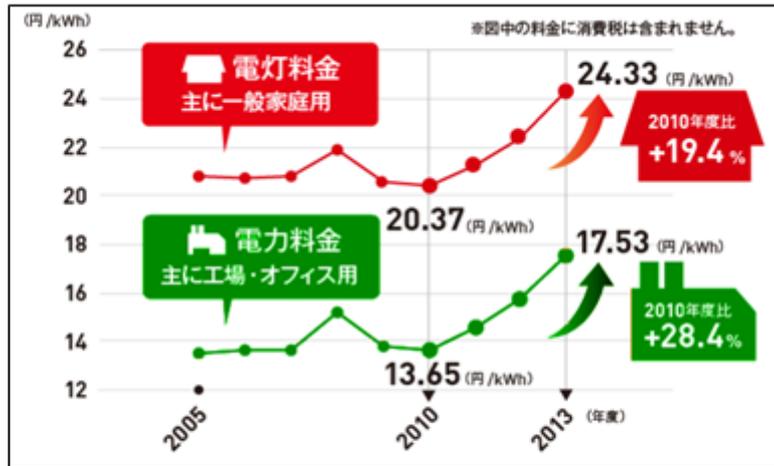


圖 8 電力價格趨勢

資料來源:電力需要実績確報 (電氣事業連合会)

因此日本在 2013 年 2 月時，開始進行三階段的電力系統改革[6]，第一階段於 2015 年建置「跨區輸電調度機構」，以解決擴大引進再生能源造成的電力供需緊張與電力輸出變動，同時可調度與整備全日本的輸配電網路；第二階段於 2016 年 4 月起全面開放電力零售業准入與發電業自由化；第三階段預計從 2018 至 2020 年之間，輸、配電部門法定分離，零售電價全面化，以建立公平競爭的電力市場環境(王京明，2017)。綜觀上述，日本隊於其長期的電力供需著手規劃了許多相對應的方針。

#### (四)溫室氣體排放

根據聯合國氣候變遷綱要公約(UNFCCC)，日本二氧化碳排放量佔 2014 年日本溫室氣體總排放量的 92.8%，估計為 1.89 億噸 (Mt)，比 1990 年增加了 14.2%。2007 年 5 之前，日本碳排放量穩定增長，在 2008-09 年度下降了 12.5%，然而在 2011 年東日本大地震及核電停機之後，日本化石燃料的使用量在 2010 年到 2014 年之間，二氧化碳排放量升高了 11.8%，如圖 9 所示。

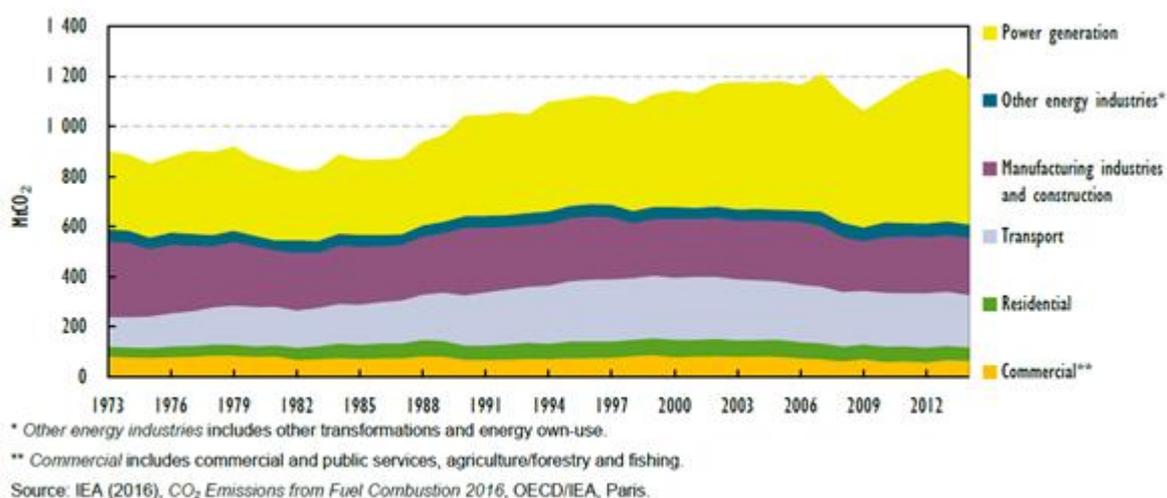


圖 9 日本 1973~2014 年二氧化碳排放量

### 台灣能源政策現況:

全球正處於能源轉型的關鍵時代，而綠色低碳能源發展為引領此發展的關鍵角色，根據 2017 能源發展綱領內容指出，我國現有核電機組將從 2018 年開始除役，至 2025 年時將完全停止

核能發電，同時，我國承諾以 2005 年為基礎，到 2030 年把溫室氣體排放量減少 20%，到 2050 年減少 50%。然而要達到廢核與減碳的雙重目標，現階段的方法是大幅增加再生能源，主要是透過太陽能發電，另包括以離岸設施為主的風力發電。

而根據我國能源發展綱領內文所述，我國現階段能源政策的核心價值，主要以「能源安全」、「綠色經濟」、「環境永續」與「社會公平」四大面向為目標，以促進能源永續發展。如今因全球歷經了三次重大的核災事件，我國也重新檢視了核能發電的定位，也因此現今我國政府正逐步朝著 2025 年非核家園目標政策邁進。

近年我國政府對於再生能源開發，提高了再生能源目標，此種策略雖然效率看似極高，如太陽光電從 6200MW 提升至 20000MW、離岸風機裝置容量從 2000MW 增至 3000MW 等(圖 10)，同時政府也對此提出相關政策[7]。然而就我國目前再生能源裝置容量仍須加緊腳步持續提升，截至 2016 年底，全台再生能源裝置容量為 4,708.47MW，太陽光電則為 1210.31MW，距離目標仍有遙遠的距離。然而 2017 年可視為台灣電力史上需被歷史記載的一年，從 1 月首發的電業法修正案通過，確定了「綠能先行」與「2025 非核家園」入法；6、7 月電業法相關子法規

逐次公布；到 10 月預計新版電價公式推出，皆顯示了政府推動能源轉型的決心。

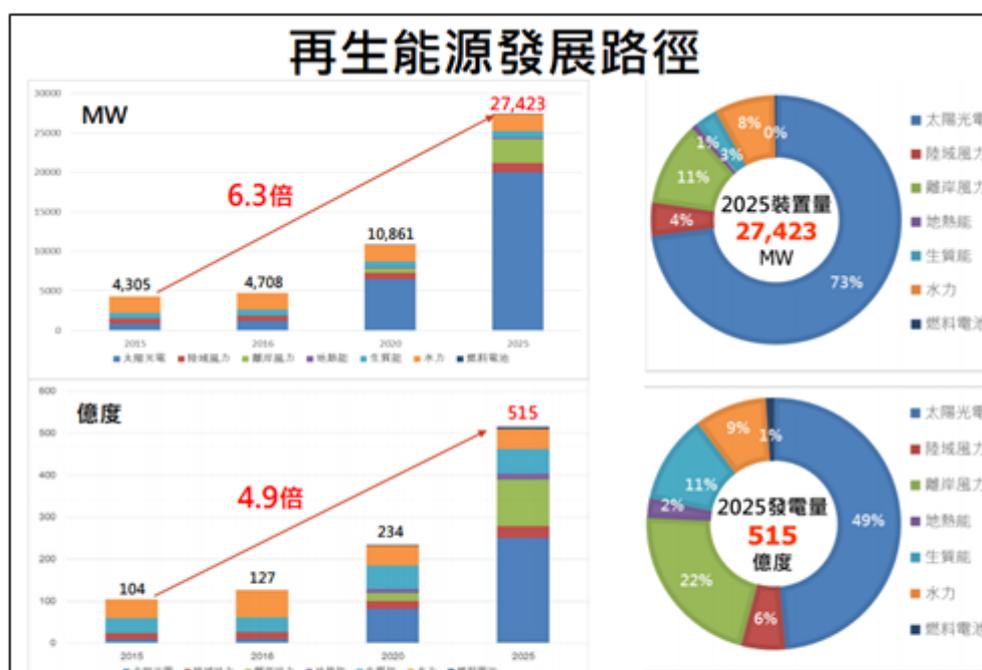


圖 10 我國再生能源設置目標  
資料來源:能源轉型白皮書

台灣近年再生能源發展情況:

有鑑於我國政策發展目標所致，由台電系統各能源別歷年發購電量(圖 11)來看，很明顯的發現，近年我國大幅上漲的燃料別為燃氣發電，而核能發電在 103 年後是下降的，而再生能源發電部分卻是仍保持在極低成長率的發展情況，就本研究主軸是與日本能源發展相比，儘管日本重啟核電，但其在再生能源上的發展

卻仍是可觀的，自 2010 年以來，其太陽光電發展增長了 207.8%，為再生能源中最為顯著的，然而儘管由我國歷年再生能源裝置容量來看(圖 12)，我國太陽光電裝置容量佔再生能源裝置容量結構中的 25.8% (2016 年，930.7 千瓩)，再看我國的太陽光電發展情況(圖 13)，我國在 2011 年以前，太陽光電的成長確實有明顯的上升，然而在 2011 年之後，成長率卻是逐年下降的，2015 年時我國太陽光電發電量為 875.5 百萬度(kwh)。

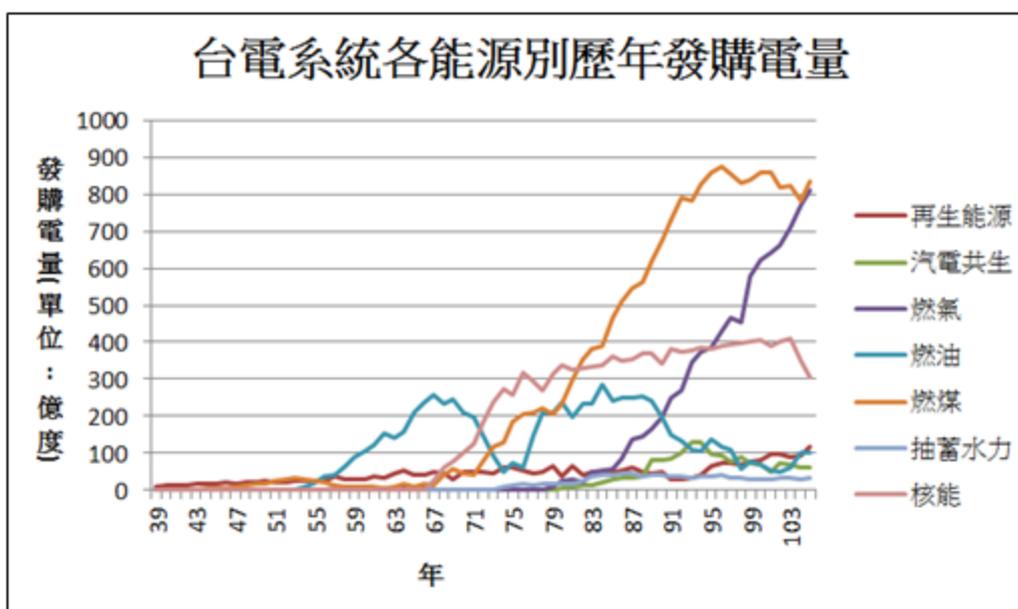


圖 11 台電系統各能源別歷年發購電量  
資料來源:台灣電力公司

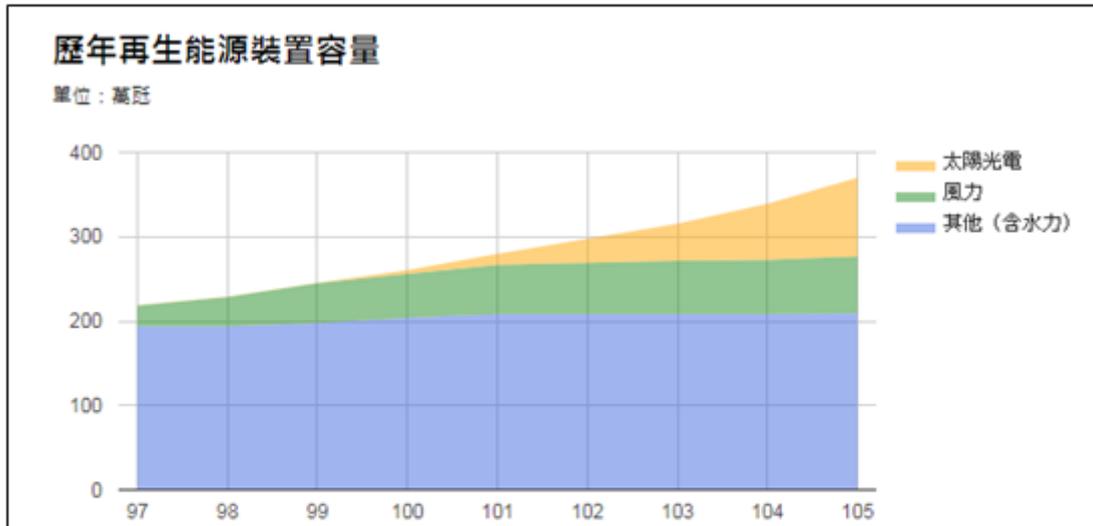


圖 12 歷年再生能源裝置容量

資料來源:台灣電力公司

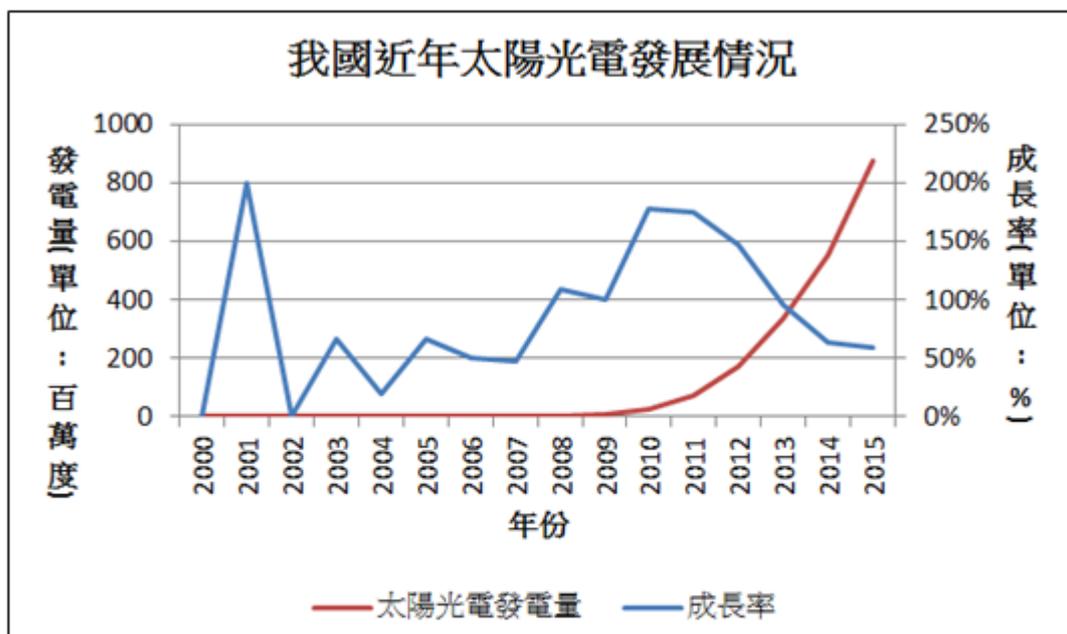


圖 13 我國近十年太陽光電發展情況

資料來源:台灣電力公司

台灣能源政策面臨的窘境

在 2025 非核家園目標上，社會對於核電的看法所抱持著「擁核」與「反核」兩個針鋒相對的立場，同時近年減碳又成為了全球顯學，我國也曾向國際社會提出相關承諾，然而在「減碳」與「非核」的兩大政策壓力下，現階段也讓整體政策遇到重大的阻礙，有鑑於此「電力需求」也同時成為了一個關鍵點。

「限電」之議題於 2016 年起就已經吵得沸沸揚揚，在用電需求增加與核電機組歲修及停機的情況下，電力供給的減少及備用容量率持續下降，所帶來的危機也造成了社會對於限電的恐慌。我國備用容量率目標值為 15%，為我國政府於 2005 年起執行的「推動供電可靠度 999 方案」，即備用容量率維持在 15% 以上，能確保每年缺電風險於 0.1% 以下。按過去台電紀錄，2002 年曾發生過一次限電，當時的備用容量率為 16%，但同時也須考量當時電力需求等問題，而近期最受人爭議的則為 2017 年 815 大停電是否為備用容量率不足問題，因此在現行能源政策下，這些問題都將成為「擁核」與「反核」兩派的爭議點。

此外在非核的情形下，任何增加的用電需求都必將由火力發電進行供應，但碳排放也必然增加，我國能源政策雖然訂下了硬指標，卻也成為能源政策發展之重要考驗。根據台電最新長期電

源開發規劃(10605 案)，為了穩固發電，台電長期電源規劃 10 座電廠 24 部機組，共 2147 萬 MW 新火力機組接替，但所帶來的卻是排碳量及空汙的增加，儘管能夠確切做到核電機組退役，但在這規劃中，碳排問題也將成為社會輿論抨擊的開端，而其餘再生能源發展所面臨的問題也將讓政策發展遇到阻礙。

### 結論與建議：

我國與日本同為高度依賴進口能源國家，經濟體系與產業結構類似，相較於我國，日本亦推動節能相關政策多年，比起我國也更早遇到了許多相關問題，然而日本所推動的核電重啟，同時配合著其理想的能源配比組合，也確切做到了相對應措施。儘管我國發展再生能源為自產能源，且再生能源之生產成本受國際能源價格波動有限，加之其分散之特性，對於提升我國能源安全有極大的潛力，但分散式發電不僅建置成本高、輸配電等問題又更為複雜，對此各界仍抱持著不同的看法。

如今我國面臨著與日本類似得情境，能源安全、電價上漲、溫室氣體排放、電力市場等問題，我國雖於 2016 年完成電業法修訂，並以綠能優先併網為再生能源開拓新的發展道路，但我國於再生能源發展是否能夠順利，仍是有待持續觀察。而其中我國

能源政策發展上，最需要注意的是，我國在政策制度上，能需加強能源政策上的法律安定性、投資穩定性。

我國採取非核家園政策，與日本使用核電的政策是不同的，電價調漲部分，也時常因民意反彈等恐慌情境，造成政策上難以落實，若我國欲借鏡於日本能源政策發展，仍有許多難關尚需突破。

---

#### 附註:

[1] 初級能源供應目標：在節能 13%的情況下，核能占比 10~11%、再生能源 13~14%、石油 30%、液化石油氣(LPG)3%、煤炭 25%及天然氣 18%；電源結構目標：再生能源占 22~24%、核能 20~22%、LNG 27%、煤炭 26%及石油 3%。

[2] 能源密集度：係指每生產一單位國內生產毛額所需投入之能源(公式:初級能源總供給(Total Primary Energy Supply, TPES)/實質 GDP)，能源密集度愈低，則表示能源使用效率佳。

[3] 日本溫室氣體排放基準年修正：日本於 2013 年 COP19 會議上對於其過去在 COP15 所提出的基準年進行修正，於 COP21 時又進一步將其基準年改為 2013。

[4] 2010 年核電佔國內能源生產的 75.9%，其餘由再生能源( 20.2%) 和天然氣和石油 (3.9%) 組成。

[5] 進口增幅最大為天然氣 (19.3%) 和煤炭 (4.3%)，而石油進口下降了 6.2%。

[6] 第一階段於 2015 年 4 月設立「電力廣域的運營推進機關(簡稱廣域機關)」，以改善跨區域的電力調度；第二階段於 2016 年 4 月起實現電力零售的全面自由化，讓各種能源業者可以加入市場競爭；第三階段預計於 2020 年 4 月起進行發電部門和輸配電部門的法律分離，以建立公平競爭的電力市場環境。

[7] 為加速離岸風電推動，目前政府政策為至 2025 年前離岸風電達到 5.5GW (相當 550 萬瓩) 配額，離岸風場潛力場址開發分成兩階段，2020 年併網者可獲得 500MW 配額，2021 年至 2025 年併網者，則分別採遴選制與競標制，遴選制 3GW 配額將以保證價格收購，開發商必須達成國產化承諾；競標制則分配剩下

2GW 配額，由價低者勝出，能源局預定 6 月決定競標制出線開發商。

## 參考文獻

1. 中央環境審議会地球環境部会，2018，最近の地球温暖化対策等の状況について。
2. 日本經濟産業省，2013，日本のエネルギーのいま：抱える課題。Year??
3. 王京明，2017，我國電業自由化之風險分析與因應，行政院原子能委員會核能研究所中綱計畫，計畫編號:1062001INER003，執行單位:社團法人台灣三益策略發展協會，計畫主持人:柏雲昌。
4. 台灣經濟研究院，2016，日本能源革新戰略對臺日合作之啟示。
5. 台灣電力公司，2017，資訊皆露。
6. 名倉良雄，2015，COP21 合意を受けた-日本の今後の地球温暖化対策について，地球温暖化フォーラム。
7. 李世光，2016，經濟部施政重點，經濟部能源局。

8. 林祥輝，2015，日本 2030 年度能源供需結構與溫室氣體減量目標，工業技術研究院綠能與環境研究所。
9. 林祥輝，2016，日本核電廠重啟狀況觀察，工業技術研究院綠能與環境研究所。
10. 林祥輝，2016，日本電力市場的新規畫，工業技術研究院綠能與環境研究所。
11. 能源局，2016，能源統計手冊。
12. 淺岡美惠，2015，2030 年溫室效果ガス削減目標：2013 年比 26% = 1990 年比 18% 野心度・衡平性の観点から極めて不十分，氣候ネットワーク。
13. 經濟部，2017，能源發展綱領。
14. 經濟部，2017，能源轉型白皮書。
15. 經濟部能源局，2017，能源統計月報。
16. 電氣事業連合会，2017，電力需要実績確報。
17. IEA，2017，Energy Policies of IEA Countries–Japan.
18. USCC，2017，2017 Taiwan White Paper.