

日本新版能源基本計畫

—新計畫將核能定位為重要的基載電源，推動核電廠的重新運轉

林祥輝

工業技術研究院 綠能與環境研究所

摘要

日本最新公布的能源基本計畫，提出中長期能源計畫的推動方針，以建構「多層化與多樣化的彈性能源供需結構」，內容包括核能的重建、再生能源的加速導入、提升火力發電效率、推動電力及天然氣供應結構的改革、創建綜合能源服務公司等。其中較受外界矚目的是日本核能及再生能源的政策方向，新計畫將核能定位為重要的基載電源，推動核電廠的重新運轉，並盡量降低對核能的依賴，但在核電廠重新運轉的情勢尚未明朗下，並未說明未來核電應占之比重；至於再生能源，最終只載明將自 2013 年起 3 年內盡量引進，並以依循過去設定的目標：2030 年再生能源電力占 20%，簡單地帶過。臺灣亦面臨日本類似的困境，能源對外依賴度高，供應體制相對脆弱，因此，日本在強化核能安全、推廣再生能源、提升火力發電效率、電力系統自由化、推動節能與需量反應措施、加強與民眾的溝通等所提出的對策，將值得我們參考借鏡。

一、前言

日本能源基本計畫自 2003 年公布起，規範了日本的中長期戰略，歷經 2007 年、2010 年之二次修訂，強調逐步提升核能發電之比重，到 2030 年核能發電量將占 53%；但在福島核災後，核能安全神話受到嚴重質疑，在民眾壓力下雖於 2012 年 9 月提出「革新的能源環境戰略」，揭示 2030 年代達成零核電的主張，惟因涉及日本經濟發展等重大課題，最後內閣會議決議僅止於「未來能源政策將參考相關的地方政府和國際社會議論，持續進行修正」，但最終並沒有

通過內閣會議的決定(參考附件一及附件二)。2012 年 12 月政黨輪替後，自民黨安倍政府面臨許多國內外能源供需結構的嚴峻挑戰，特別是在所有核電廠陸續停機下，擴大了化石燃料的依存度，並暴露區域間電力供應系統無法有效相互流通之缺失。其中為彌補核電缺口，擴大了火力發電，導致 2013 年度進口的燃料費比核災前增加約 3.6 兆日元，貿易赤字達到歷史新高的 11.5 兆日元，對於日本經濟造成嚴重負擔，於是對前民主黨政府的核能政策進行修正 [1]。

日本安倍晉三首相在上任後不久於 2013 年 1 月 25 日之經濟再生本部第 3 次會議中，要求經濟產業部長檢討前任政府零核的能源與環境戰略，並從穩定能源供應、降低能源成本的觀點，建構「負責任的能源政策」。接著，安倍首相於 2013 年 2 月 28 日第 183 次例行國會上，進行施政方針演說時進一步提出 [2]：

- (一)藉由福島核災的反省，在「原子能規制委員會」的監管下，確實提高核電廠安全性，建立新的核能安全文化。最重要的是，確認核電廠的安全性，再重新運轉。
- (二)盡量節能和導入再生能源，以降低對核能發電的依賴。同時，著手電力系統的根本改革。

為了推動以上安倍首相「建構負責任的能源政策」之主張，確認未來的能源政策方向，日本政府於是進行基本能源計畫之第三次修訂，由日本經濟產業省負責自 2013 年 3 月起共進行 17 次的會議討論，於 2013 年 12 月公布「能源基本計畫(草案)」，並徵詢民眾意見¹。最終於 2014 年 2 月彙整後，提交內閣會議進行討論，在聯合執政的自民黨及公明黨取得共識小幅修改後，於今(2014)年 4 月 11 日正式公布新版的「能源基本計畫」(以下簡稱新計畫)。

新計畫中，提出日本能源政策的新方向為：集結世界的智慧，徹底實現節能型社會，加速導入再生能源，提升燃煤和燃氣的發電

¹ 於 2013 年 12 月 6 日至 2014 年 1 月 6 日期間，個人或團體可以針對「能源基本計畫(草案)」，從電子政府綜合窗口(e-Gov)的網頁上，或以傳真、郵寄方式向日本經濟產業省提出意見。最後共收到 18,663 件意見書 [13, 14]。

效率，普及推廣蓄電池和燃料電池技術等分散型能源系統，開發甲烷水合物等非傳統型資源，減少放射性廢棄物的體積及有害程度等。針對每一項課題，透過政策與計畫的推動，產出具體的開發成果。

此外，較受矚目的是日本核能及再生能源的政策方向，其中將核能定位為可穩定能源供需結構的重要基載電源，在確認核電廠的安全性後重新啟動運轉，並盡量降低對核能的依賴，但未說明核電應占比重及是否擴增核電廠；至於再生能源，石原伸晃環境部長曾提出在新計畫中應明確記載「2030 年達 30%」的目標[3]，但最終只載明將自 2013 年起 3 年內盡量引進，並依循過去設定的目標，並以附註方式列出：2020 年再生能源電力占 13.5%、2030 年占 20%。

以下進一步說明新計畫的內容，首先點出日本能源供需結構所面臨的挑戰、接著說明日本能源供需政策的基本方向，以及推動能源供需長期計畫應採取的對策。最後，再綜整日本在核能政策上的轉折。

二、日本能源供需結構面臨的挑戰

新計畫首先點出日本能源供應體制的問題，由於能源幾乎全依賴國外進口，在 2010 年含核電的能源自給率達 19.9%，但福島核災後所有核電廠陸續停機安檢，在 2012 年能源自給率下降到只有 6.0%，使得供應體制更加脆弱。同時，日本需要面對來自國際能源情勢的變動，預計全球能源需求從 2010 年至 2030 年將增加至 1.3 倍，其中 90% 的需求成長來自非 OECD 國家，由於新興國家的能源需求擴大，加上中東與北非地緣政治之風險，將持續造成能源價格的高漲與不穩定，衝擊到日本國內的整體經濟情況[1]。

日本原本脆弱的供應體制，在福島核災後，更加顯現能源供需結構上的問題，其所要面臨的主要挑戰有：

(一)核能的安全性問題：對於福島第一核電廠的廢爐與污染水對

策、使用過核燃料的貯存管理與最終處置場的設立等，有許多技術上的困難待解決。此外，在確保核電廠安全上，在 2012 年 9 月成立了「原子能規制委員會」，負責以世界上最嚴格的標準審查現有的核電廠。

(二)化石燃料的依存度增加：為彌補核電缺口，擴大從海外進口石油與天然氣，使得電源對化石燃料的依存度，從核災前的 60% 躍升至 90%，估計在 2013 年度的進口燃料費將比 2008 至 2010 年度的平均值增加約 3.6 兆日元，也造成 2013 年貿易赤字達到歷史新高的 11.5 兆日元，對整體經濟造成嚴重衝擊。

(三)電價上漲：已有六家電力公司的家庭電價調漲約 6.2~9.8%²，再加上燃料價格不斷上升，標準家庭的平均電費上漲約 20%。對大量使用電力的產業及中小型企業，造成獲利能力下滑、人員縮減、生產線遷移海外等負面影響。

(四)溫室氣體排放量急劇增加：大量增加火力發電的結果，使得電力部門之溫室氣體排放量顯著增加。在 2012 年度之二氧化碳排放量與 2010 年度相比，非電力公司減少 2,900 萬噸，電力公司則增加 11,200 萬噸，合計整體增加 8,300 萬噸。(2012 年度總溫室氣體排放量為 13.43 億噸[4])

(五)能源供應體制的問題：在電力供應系統上，日本東部和西部之間跨區域電力線的容量不足，無法充分發揮電力相互支援的流通；各種能源服務營運商不易參與，缺乏彈性的電力供應系統；用戶的選擇性少，欠缺多樣性的電價與服務選項等。在石油及都市瓦斯供應系統上，於東日本大地震時，顯露出石油和都市瓦斯無法緊急供應至受災區的問題。

以上說明了日本目前正面臨著能源供需結構的問題，為了克服福島核災後的這些挑戰，能源供需結構必須進行大膽的改革。

² 加上中部電力公司已通過於 2014 年 5 月起調漲家庭電價 3.77%，則有七家電力公司調漲家庭電價，加上消費稅從 2014 年 4 月開始由 5%調漲至 8%，每個家庭的電費負擔將更重[12]。

三、能源供需政策的基本方向

新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，確保能源的穩定供應(Energy Security)，提升經濟效率性(Economic Efficiency)實現低成本的能源供應，同時提高環保要求(Environment)；同時載明各種能源之定位及政策方向，以建構「多層化與多元化的彈性能源供需結構」。然而，由於核能安全之議題仍未能消弭民眾之疑慮，並在核電廠的重新運轉及再生能源的開發進展等尚未確定下，新計畫並未明訂未來的能源結構比重及各計畫的明確目標與路徑圖，僅點出不同能源在日本整體能源供應角色上之定位及政策方向[1]。以下分別說明初級能源與二級能源的政策方向：

(一)初級能源之定位及政策方向

為了建立穩定的能源供需結構，必須掌握各種能源的特性，因應不同狀況，盡量發揮個別能源的優勢。在新計畫中，指出主要能源之定位及政策方向如下(詳細內容整理於附件三)：

1. **核能**：屬低碳的準國產能源，具有優異的穩定供應性和效率性，運轉成本低廉且變動少，運轉時不排放溫室氣體，為重要的基載電源³；但需在確認符合世界最嚴格的安全規範下，方能推動核電廠的重新運轉。
2. **再生能源**：屬低碳的國產能源、零排放、可促進能源安全；但需進行系統強化、規範合理化、低成本化等技術之研究開發。依循過去設定的目標⁴，再生能源發電量占總發電量於 2020 年達 13.5%、2030 年達 20%以上。
3. **煤炭**：碳排放量大、價格低、地緣政治風險最低的化石燃料，為供應穩定性與經濟性優異的重要基載電源之燃料；需進行可

³ 「基載電源」，如地熱、一般水力、核能、煤炭等，發電(運轉)成本低，可晝夜持續運轉，穩定的發電；「中載電源」，如天然氣等，發電(運轉)成本比基載電源高，可依電力需求動向機動調整電力輸出；「尖峰電源」，如石油、抽蓄水力等，發電(運轉)成本最高，可依尖峰電力需求機動調整電力輸出。

⁴ 2009 年 8 月制定之「長期能源供需展望(重新計算)」，設定 2020 年再生能源發電量比重為 13.5% (1,414 億度)，以及 2010 年 6 月綜合資源能源調查會及基本計畫委員會之聯合會議資料「2030 年能源供需狀態」，設定 2030 年再生能源發電量比重約為 20% (2,140 億度) [1]。

大幅提高發電效率和降低二氧化碳排放量等之技術開發。

4. **石油：**占初級能源的 40%以上。雖然地緣政治風險最大，但便攜性高、全國供應網完整、儲備豐富等，可作為電源不足時機動調整之緊急能源，為未來活用的重要能源；但需投入供應源多角化、與產油國合作、強化儲備的風險管理、運輸用燃料的多樣化等具體措施。
5. **天然氣：**占電力的 40%以上，化石燃料中碳排放量最低，依據電力需求動向可作為機動調整電力輸出之中載電源，有可能成為「氫能社會」的基礎之一；但需透過多角化的供應來降低成本，以及推動複循環火力發電等之高效率使用天然氣。

由以上各能源定位的說明可以瞭解，日本為確保未來可靠的和穩定的能源與電力供應，將充分利用核能及各種再生能源與化石燃料，不偏廢任何一種能源。

(二)二級能源之政策方向

1. **電力：**在二級能源結構中扮演核心角色。將進行電力系統的改革，推廣再生能源發電設備，同時因應不同能源的發電時段與輸出特性，提升輸配電網及儲電技術等，進行電力系統穩定化對策。
2. **熱利用：**推廣使用汽電共生和再生能源的熱能。汽電共生可同時利用熱能與電力，是能源最有效率的應用方式之一，應擴大導入使用。至於有效利用太陽熱、地中熱、冰雪熱、溫泉熱、海水熱、河川熱、下水道熱等再生能源熱能，可提高能源供應結構的效率與穩定。
3. **氫能：**實現「氫能社會」。從氫氣的製造、儲存、輸送至應用等，建構整個供應鏈，選擇安全性、便利性、經濟性與環境性較優的技術，推動技術開發與低成本化，並進行社會實證。

四、推動能源供需長期計畫的對策

日本推動能源政策時，綜觀整個能源供應鏈，由生產採購、流通到消費的各階段，在明確的基本觀點(3E+S)上，推動中長期(20 年)的計畫，建構「多層化與多樣化的彈性能源供需結構」，讓多樣的營運商可以參與能源市場，提供消費者多樣的選擇，活化能源市場的競爭，促進能源產業的效率化。

新計畫針對能源供需長期計畫提出應採取的對策，包括核能的重建、加速再生能源的導入、確保資源穩定與有效率的使用化石燃料、推動電力、天然氣及熱供應結構的改革、創建綜合能源供應服務企業、實現節能型社會及智慧消費活動等，以及加強國際之能源合作、推動策略性能源技術的開發、加強與國民各階層的溝通。以下依能源供需之生產/採購、流通與消費等階段，分別摘要說明：

(一)生產與採購階段

確保能源與金屬礦物的安全與穩定供應為主要政策，實現能源來源的多樣化與多角化，以及供應便宜的能源為目標。

1.核能

優先處理廢爐與污染水之對策、核災賠償、污染移除與中間儲存設施計畫、災害風險評估對策等，全力進行福島的再生與復興。持續提高核能的安全性，由「原子能規制委員會」進行專業判斷，以全球最嚴格的規範標準，確認核電廠的安全性，並取得當地地方政府的同意，重新啟動核能發電廠。此外，進行縮減放射性廢棄物的體積與降低危害程度等之技術開發，推動核燃料回收利用政策，加強建設中間貯存設施與乾式貯存設施等，擴大使用過核燃料的貯存能力，並由國家負責解決高階放射性廢棄物的最終處置問題，基於科學的見解，選出適當的場所。

2.再生能源

自 2013 年起約 3 年，以最大極限加速導入再生能源。目前以固

定價格躉購制度申請之再生能源裝置，大多以太陽能為主，未來將提高風力和地熱的導入，並推動環境評估快速化與安全規範合理化等措施。其中，浮體式海上風力，在福島與長崎海岸進行全球首次的實證研究，以 2018 年商業化為目標。其次，建構使用再生能源的分散型能源系統，包括在住宅與公共建築的屋頂設置太陽光電、利用小河川與農業用水等小型水力、溫泉資源的小型地熱發電、使用區域木材的生質能等，創造區域型新產業。導入太陽熱、地中熱、冰雪熱、溫泉熱、海水熱、河川熱、下水道熱等再生能源熱能之利用，並結合儲熱槽進行實證。為了降低成本與提高效率，將積極進行技術開發，並推動大型蓄電池的開發與實證，以及提升輸配電網等各項措施。

3.化石燃料與金屬礦物

加強與北美、俄羅斯、非洲等資源供應國的關係，確保日本企業在油氣田、煤炭、金屬礦物等礦場的開發權益，促進供應源的多角化；發展兩國的互惠關係，推動綜合外交，加強資源採購環境及提高海上航道的穩定性。在國內，則促進周圍海域甲烷水合物、石油、天然氣、金屬礦物等國產資源的開發；並確保金屬礦物的穩定供應，增加供應源的多角化，為避免供應突然中斷，推動再回收利用，並加強儲備制度。此外，推動煤氣化複循環發電系統(IGCC)等高效率燃煤發電技術的開發與實用化，並進行二氧化碳捕集與封存(CCS)技術之研究開發，以 2020 年實用化為目標。

(二)流通階段

透過各能源系統的改革，強化能源基礎設施與供應網，發展有效率的、透明的競爭性市場，建立彈性、多樣化且具經濟效率的能源供應制度。

1.電力系統

依據目前公布的電力系統改革時程，第一階段訂為 2015 年，設

置跨區域(廣域)系統運用機構，強化供需調整功能，確保電力穩定供應；第二階段訂為 2016 年，推動零售電力市場的全面自由化，使家庭等零售電力消費者可以自由選擇電力公司與電價；第三階段訂為 2018~2020 年，確保輸配電部門的中立化，讓各種發電設備都可以公平使用輸配電之基礎設施 [5]。

2.石油與 LPG 供應鏈

建立石油和石化產品之彈性生產體制：在石油工業園區的煉油廠、石化工廠等，突破資本障礙與地理障礙，透過綜合營運、企業再造，建構燃料與石化產品之彈性生產體制，進行高附加價值化與設備共有化，降低生產成本，提高整體生產效率。

確保石油和 LPG 的最終供應體制：在原有加油服務站，增加煤油配送與 LPG 銷售，建置電動車的充電站，提供多樣的服務。推動 LPG 的汽電共生與熱泵(GHP)利用，實現高效率的熱電供應。同時，加強石油儲備，因應來自國外供應的危機；在 LPG 儲備部份，2013 年 3 月已完成 2 處國家儲備基地，合計共有 5 處基地。

3.天然氣系統和熱供應系統

推動天然氣系統之改革，供應便宜、安全且穩定的天然氣，建構消費者多樣選擇服務的天然氣系統、零售全面自由化、提升天然氣管線基礎設施等。另一方面，促進熱供應市場的結構改革，建立區域型熱供應系統，進行全面的熱導管鋪設，提供冷溫熱多樣化的供應服務形態。並結合電力與天然氣的系統改革，提高熱電的使用效率。

4.綜合能源供應服務企業

透過市場的整合，建構電力業者、天然氣業者、石油業者、自家發電企業，以及再生能源供應業者等可相互參與的市場，解除各能源供應者的區域限制，創建綜合能源供應服務企業，活化能源市場。

(三)消費階段

推動節能與節電行動、需量反應措施，以及二級能源結構的變革，實現節能型與智慧消費型的社會。

1.節能與節電

住商部門：擴大推動領跑者制度，增加電器設備、住宅與建築物等之適用對象，提高能源效率之基準。電器設備部份，增加商用冷藏櫃/冷凍庫、多功能辦公室設備、印表機、電熱水器(熱泵熱水器)及 LED 燈泡等項目；高效率照明(例如 LED 照明、有機 EL 照明)之 2020 年銷售目標為 100%、2030 年普及目標為 100%。建築物部份，至 2020 年新建公共建築，2030 年新建築物，達成平均淨零耗能建築(Net Zero Energy Building, ZEB)目標。住宅部份，至 2020 年標準的新建住宅，2030 年新建住宅，達成平均淨零耗能住宅(Net Zero Energy House, ZEH)目標。

運輸部門：至 2030 年，以次世代汽車(油電混合車、電動車、插電式混合車、燃料電池車、清潔柴油車、CNG 車等)占新車銷售量達 5 成至 7 成為目標。建置可以節能的幹線道路網，使用智慧運輸系統(ITS)等交通流量管制措施，並推動車輛與船舶之節能化，鐵路車站、港口、機場、道路等設施導入節能設備與照明 LED 化。

工業部門：提高對節能設備與製程改善投資的支援，以多樣的措施，建構企業推動最佳節能對策的環境。導入建築能源管理系統(Building Energy Management System, BEMS)，訂定能源管理步驟，取得 ISO50001 認證，提供節能對策資訊等。

2.需量反應

推動需量反應：依據供應容量的限制，推動需量反應，抑制需求量，同時設計不同時段的電價差距，改變消費者的電力消費模式。在 2020 年代初期，將智慧電表導入家庭與企業，推動電力零售業務的自由化，設計更有效果的多樣電價，實現可在尖峰時段抑制電力需求的環境。

推動負瓦特(Negawatt)節電容量之交易：能源管理營運商(Aggregator)因應零售業者與輸配電業者的要求，抑制需求端的用電量，零售業者與輸配電業者則給予需求端電費折扣。

實現智慧社區：在一定規模的社區中，利用再生能源與汽電共生等分散式能源，以及應用資訊科技與蓄電池等技術，透過能源管理系統，進行需求端的綜合管理，建構智慧社區。

3.推動二級能源結構的變革

推動汽電共生：促進工商部門使用汽電共生系統，同時利用熱能與電力，實現高效率的能源應用，可緩和尖峰電力的需求，提高電源結構的多樣化與分散化，增加因應災害的能力。

推動蓄電池的導入：藉由安全性與充放電效率之提升，除傳統用途外，再往車輛、住宅與建築等用途發展，日本企業以 2020 年占全球蓄電池市場(20 兆日元規模)的五成為目標。

加速實現「氫能社會」：普及家庭用燃料電池系統(ENE-FARM)，目前有 6 萬台以上的設置量，目標為 2020 年導入 140 萬台、2030 年 530 萬台，降低生產成本，實現自行主導的環境；另外，透過燃料電池汽車的導入，到 2015 年共設置 100 座加氫站，並自 2015 年起開始商業銷售燃料電池汽車，創造氫能相關技術的新市場。為加速實現氫能社會，制定從氫氣製造、儲存、輸送到應用的發展路徑圖。

(四)其他

- 1. 展開國際間的能源合作：**為了能源供需結構的穩定性與效率化，針對與日本能源供需結構上關係特別密切的國家和組織，建構策略性的能源合作關係。同時，以日本的尖端能源相關技術支援開發中國家，對國際社會做出貢獻。
- 2. 推動策略性的技術開發：**為了根本解決日本能源供需結構的脆弱性，必須開發創新性的技術。依據 2013 年 9 月綜合科學技術

會議公布之「環境能源技術革新計畫」，於 2014 年夏季制定各項能源技術開發計畫的策略發展路徑圖。

3. **溝通與宣導：**應深化與國民各階層的溝通，促進國民各階層對能源的認識，包括由第三者機構提供客觀的資訊、進行能源相關的宣導及推動能源教育等。

五、日本核能政策的轉折

在新計畫中，外界最關注的是核能政策之轉折(表 1)。在 2010 年之第二次修訂版本中，揭示核能具有供應穩定性、環境適合性及經濟效率性(3E)，同時滿足中長期需求的基幹(backbone)能源，並在確保安全的前提下，積極推動核能發電，設定到 2030 年核電機組新增設 14 座以上，核能發電量將占 50%以上的目標。但在福島核災後，引發日本國內強大的反核聲浪，民主黨政府於是在 2012 年 9 月提出「革新的能源環境戰略」，並以 2030 年代核電歸零為政策基調，不再新建和擴建核電廠。接著，於 2012 年 12 月政黨輪替後，自民黨安倍晉三首相立即公開表示，將重新檢討民主黨政府零核電的能源政策，在經過 1 年多的會議討論後，於 2014 年 4 月 11 日公布第三次修訂的「能源基本計畫」，對核能政策提出：(1)核能在穩定能源供需結構上，為重要的基載電源；(2)在確認符合世界最嚴格的基準下，推動核電廠的重新運轉；(3)透過節能和再生能源的導入等，盡可能降低對核能發電的依賴；(4)依據日本未來能源供應上的限制，檢討確保核能發電的規模等方針。

表 1、日本核能政策的轉折 [1,6]

	主要核能政策內容
2003 年能源基本計畫	- 核能是穩定能源供應、解決全球暖化問題上之重要能源。 - 在確保安全的前提下，核能發電為重要的電源。
2007 年能源基本計畫第一次修訂	- 核能具有優異的能源供應穩定性，定位為準國產的能源。此外，可用來解決全球暖化問題。在確保安全的前提下，為今後的基幹電源。 - 依據國家基本方針，推動核燃料循環利用。 - 遵循原子能大綱之基本方針。
2010 年能源基本計畫第二次修訂	- 核能具有供應穩定性、環境適合性及經濟效率性(3E)，同時滿足中長期需求的基幹能源。 - 在確保安全的前提下，取得國民的理解和信任，依據需求新建和擴建核電廠，提升設備利用率，積極推動核能發電。 - 到 2030 年核電機組新增設 14 座以上(核能發電量占 50%以上)。 - 在核燃料循環利用上，堅定中長期的國家戰略，持續確實推動下去。 - 進行最終處置問題的公關與公聽及研究開發。
2012 年革新的能源環境戰略	- 嚴格限制核電廠運轉 40 年。 - 只有原子能規制委員會確認安全後，核電廠才可再啟動。 - 不再新建和擴建核電廠。 - 在綠色能源上投入政策資源，使 2030 年代達成零核電。 - 繼續實施核燃料循環。 - 最終處置問題只有檢討方針(無具體措施)。
2014 年能源基本計畫第三次修訂	- 從穩定供應、降低成本、暖化對策等觀點，核能為重要的基載電源。 - 透過節能、再生能源導入及火力發電效率化等，盡量降低對核能的依賴。在此方針下，依據今後能源的限制，檢討確保的規模。 - 藉由原子能規制委員會的專業判斷，以世界最嚴格的標準確認合格時，尊重此判斷，推動核電廠的重新運轉。 - 繼續實施核燃料循環：建立乾式貯存施設等，擴大使用過燃料的貯存能力。 - 最終處置問題由國家出面解決。

路透社最近分析指出，考慮到機組年齡、靠近地震斷層帶的風險、額外的安全施工、居民撤離計畫及地方政治反對等因素，預估只有 1/3 的核電機組可以通過目前更嚴格的安全檢查。日本原有 54 座核電機組，供應約 30%的電量，在福島核災後，永遠關閉其中 6 座，剩下的 48 座核電機組中，有 14 座可能在未來某個時間點重新

啟用，17 座不確定和其他 17 座可能永遠不會再運轉。此外，在多數民意反對核電重新運轉⁵下，最終將有多少核電機組通過安檢且取得地方政府的運轉同意，目前無法預測 [11]。

六、結論

綜觀日本的新版能源基本計畫係以建構一個「多層化與多樣化的彈性能源供需結構」之社會為目標，針對能源與資源從生產/採購、流通到消費的整個供應鏈，建立彈性、多樣化且具經濟效率的能源供應制度，實現節能型與智慧消費型的社會。在此目標與方向下，推動中長期的計畫，讓更多的營運商可以參與能源市場，提供消費者多樣的消費選擇，活化能源市場的競爭，促進能源產業的效率化。

新計畫針對建構能源供需結構提出應採取的對策，包括核能的重建、再生能源的加速導入、確保資源穩定與有效率的使用化石燃料、推動電力、天然氣及熱供應結構的改革、創建綜合能源供應服務企業、實現節能型社會及智慧消費活動等，以及加強國際之能源合作、推動策略性能源技術的開發、加強與國民各階層的溝通。

臺灣亦面臨日本類似的困境，我們能源對外之依賴度更高，能源供應體制相對脆弱，電力網無法和鄰國相互支援，同時有電力系統改革、再生能源推動與核四是否運轉之爭議等許多課題，有待努力解決。因此，在日本新計畫中，強化核能安全、推廣再生能源、提升火力發電效率、電力系統自由化、推動節能與需量反應措施、加強與民眾的溝通等所提出的對策，將值得我們參考借鏡。

⁵ 日本朝日新聞於 2014 年 3 月 15-16 日針對目前停機的核電廠進行重新運轉的電話民意調查，結果表示反對的民眾占 59%，贊成的占 28%。九州電力公司的川內核電廠(鹿兒島縣)被認為最有可能在今年夏天重新啟動，但反對者仍占多數 [10]。

七、參考資料

1. 2014 年エネルギー基本計画，日本經濟産業省資源能源廳，2014/4。
http://www.enecho.meti.go.jp/topics/kihonkeikaku/new_index.htm
2. エネルギー政策を巡る最近の動き，日本經濟産業省資源能源廳，2013/3/15。(総合資源エネルギー調査会 総合部会 第 1 回会合 資料 3)
<http://www.enecho.meti.go.jp/info/committee/sougoubukai/index.htm>
3. 環境相「再エネ目標、30 年に 30%」，日本經濟新聞，2014/3/28。
http://www.nikkei.com/article/DGXNASGG2800H_Y4A320C1EB2000/
4. 2012 年度（平成 24 年度）の温室効果ガス排出量（確定値）について，日本環境省，2014/4/15。
<http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=18039>
5. 「電気事業法の一部を改正する法律案」が閣議決定されました，日本經濟産業省資源能源廳，2014/2/28。
<http://www.meti.go.jp/press/2013/02/20140228002/20140228002.html>
6. 能源基本計畫の検討状況，2013/12/17，經濟産業省，第 1 回原子能關係閣僚會議，資料 1。
http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/genshiryoku_kakuryo_kaigi/
7. エネルギー政策の変遷と最近のエネルギー情勢，日本經濟産業省資源能源廳，2013/3/15。(総合資源エネルギー調査会 総合部会 第 1 回会合 資料 4)
<http://www.enecho.meti.go.jp/info/committee/sougoubukai/index.htm>
8. 2010 年エネルギー基本計画，日本經濟産業省資源能源廳，

2010/6。

<http://www.enecho.meti.go.jp/topics/kihonkeikaku/100618honbun.pdf>

9. エネルギー基本計画について，日本経済産業省資源エネルギー庁，2013/3/15。(総合資源エネルギー調査会 総合部会 第1回会合資料 2)

<http://www.enecho.meti.go.jp/info/committee/sougoubukai/index.htm>

10. 原発再稼働「反対」59%，朝日新聞世論調査，2014/3/18。

<http://www.asahi.com/articles/ASG3K42CKG3KUZPS001.html>

11. Japan may only be able to restart one-third of its nuclear reactors，REUTERS，2014/4/2。

<http://www.reuters.com/article/2014/04/02/us-japan-nuclear-restarts-insight-idUSBREA3020020140402>

12. 中部電力株式会社の料金改定に係る申請内容の修正を指示しました，日本経済産業省，2014/4/15。

<http://www.meti.go.jp/press/2014/04/20140415002/20140415002.html>

13. 新しい「エネルギー基本計画」策定に向けた御意見の募集について，日本経済産業省資源エネルギー庁，2013/12/6。

<http://search.e-gov.go.jp/servlet/PcmFileDownload?seqNo=0000106999>

14. 新しい「エネルギー基本計画」策定に向けたパブリックコメントの結果について，日本経済産業省資源エネルギー庁，2014/2/25。

http://www.enecho.meti.go.jp/topics/kihonkeikaku/140225_2.pdf

附件一、日本能源政策的變遷

在社會經濟的日常活動中，能源資源是不可欠缺的。由於日本能源資源不足，因而常需面對國內外經濟和能源情勢的變化，進行能源政策之檢討。以下說明日本能源政策的變遷過程 [7]：

一、面對石油危機 (1970～80 年代)：確保「穩定供應(energy security)」為首要政策。

1973 第一次石油危機

1979 第二次石油危機

二、推動法規制度改革 (1980 年代～)：除確保「穩定供應」外，強調「經濟效率(economic efficiency)」之政策。

三、應對地球暖化問題 (1990 年代～)：強調 3E 之能源政策，即「穩定供應」、「經濟性(最低之經濟負擔)」及「環保(environment)」。

1997 年 京都議定書採用

2005 年 京都議定書生效

四、強化資源確保 (2000 年代)：除強調 3E 之能源政策外，也強化資源確保。

五、能源基本計畫

2002 年 6 月制定「能源政策基本法」：載明「安全性」、「穩定供應」、「提升經濟效率性」、「符合環保要求」的政策基本方針

2003 年 10 月依據「能源政策基本法」制定「能源基本計畫」

2007 年 3 月「能源基本計畫」第 1 次修訂

2010 年 6 月「能源基本計畫」第 2 次修訂

2012 年 9 月「革新的能源與環境戰略」：2030 年代「零核電」方針

2014 年 4 月「能源基本計畫」第 3 次修訂：核能定位為「重要的基載電源」

六、2014 年能源政策 (3E+ S)：強調在安全 (Safety) 的前提上，確保能源的穩定供應 (Energy Security)，提升經濟效率性 (Economic Efficiency) 實現低成本的能源供應，同時提高環保要求 (Environment)。

附件二、日本 2010 年能源基本計畫摘要

一、制訂依據

日本政府依據「能源政策基本法」(2002 年 6 月)第十二條，應針對能源供需的基本方針和政策措施，提出長期且全面的「能源基本計畫」，由綜合資源能源調查會聽取各方意見，經濟產業部長擬定草案，最後由內閣會議批准。日本能源基本計畫約每隔三年會進行檢討修訂，於 2003 年首次公布能源基本計畫後，分別在 2007 年公布第 1 次修訂版、2010 年 6 月公布第 2 次修訂版，在 2014 年 4 月公布第 3 次修訂版。以下為 2010 年能源基本計畫之內容摘要 [8]：

二、2010 年「能源基本計畫」設定 2030 年的目標

- (一) 能源自給率(現狀 18%)及化石燃料自主開發比率(現狀約 26%)均提高一倍。因此，自主能源比率(現狀約 38%)提高至 70%。
- (二) 零排放之電力(核能與再生能源)(現狀 34%)提升至約 70%。(2020 年約 50%以上)
- (三) 從「生活」(家庭部門)能源消費所產生的 CO₂ 降低 50%。
- (四) 產業部門維持並強化世界最高水準的能源使用效率。
- (五) 在國際市場上，日本企業集團維持並取得能源相關產品與系統之最高占有率。

實現以上目標，預期 2030 年來自能源的 CO₂ 排放量將比 1990 年減少約 30%。

三、實現目標的對策

(一)確保資源與強化穩定供應

1. 深化官民一體資源國之戰略關係
2. 戰略稀有金屬的自給率 50%以上

(二)實現自立的與環境調和的能源供需結構

1. 再生能源固定價格躉購制度的擴大與規範鬆綁
2. 推動核能發電
 - (1) 新增核電機組： 2020 年新增 9 座、2030 年新增 14 座以上
 - (2) 產能利用率： 2020 年 85%、2030 年 90%
3. 燃煤發電的高效率化

(三)實現低碳型成長的能源供需結構

1. 世界最高節能水準的維持與強化(產業部門)
2. 新的住宅和建築，到 2030 年淨零耗能化
3. LED 等高效率照明，到 2020 年販售占 100%，到 2030 年普及占 100%
4. 新車販售中，次世代車的占比，2020 年達 50%，2030 年達 70%

(四)實現新的能源社會

1. 在國內外實證智慧電網和智慧社區

(五)創新的能源技術開發與普及推廣

(六)推動能源與環境領域的國際合作

依據 2030 年目標(能源自給率約 40%、零排放電力(核能與再生能源)約 70%)推估 [9]：

- (一)初級能源供應：石油占 27%、LPG 3%、天然氣 16%、煤炭 17%、核能 24%、再生能源等 13%。
- (二)發電量：石油占 2%、LNG 13%、煤炭 11%、核能 53%、再生能源等 21%。

附件三、各種能源之定位及政策方向

日本 2014 年能源基本計畫中，各種能源之定位及政策方向整理於附表 1。

附表 1、日本各種能源之定位及政策方向 [1]

能源種類	定位	政策的方向性
再生能源	- 屬低碳的國產能源 - 零排放 - 可促進能源安全	- 自 2013 年起 3 年以最大極限加速導入。 - 依循過去設定的目標：再生能源電力於 2020 年占 13.5%、2030 年占 20%以上。 - 進行系統強化、規範合理化、低成本化等研究開發。 - 建立離岸風力及大型蓄電池等新市場。
太陽能	分攤白天用電高峰需求的分散型能源系統	解決供應不穩定之問題，需要技術之創新。
風力	大規模開發之發電成本，可與火力發電相當，為可確保經濟性之能源。	- 北海道和東北部的風力適合地，沒有足夠的電力調整能力。 - 系統的建置、確保跨區運作的電力調整能力、蓄電池的使用等。
地熱	- 世界第 3 的地熱資源量 - 可作為基載電源 - 熱水可利用	與地區共同開發，建置輸配電網，降低投資風險。
生質能	利用未被使用的木材進行穩定的發電，促進地區資源的利用。	確保原材料穩定的供應，追求規模效益，在現有火力發電廠中混燒，擴大導入。
水力	- 一般水力，運轉成本低，作為基載電源； - 抽蓄式水力，容易調整發電量，分攤尖峰電力之需求。	- 大型水力幾乎開發完畢，應更換發電設備提高發電效率。 - 中小型水力尚未開發的地點多，預期將作為地區分散型能源供需結構之基礎。
核能	- 屬低碳的準國產能源 - 具穩定供應性和效率性 - 運轉成本低 - 不排放溫室氣體 - 重要的基載電源	- 由「原子能規制委員會」確認符合世界最嚴格的規範標準下，推動核電廠的重新運轉。 - 透過節能、再生能源導入及火力發電效率化等努力下，盡量降低對核能發電的依賴。 - 基於未來能源供應的限制，從穩定供應、降低成本、暖化對策、技術與人才維持等觀點，檢討確保的規模。
煤炭	- 碳排放量大 - 價格低 - 地緣政治風險低 - 重要的基載電源	- 老舊火力發電廠的更新及新建電廠時引用最新技術 - 開發可大幅提高發電效率和降低溫室氣體排放量等之技術(例如 IGCC)
天然氣	- 占電力的 40%以上 - 化石燃料中碳排放量最低 - 作為中載電源 - 將成為「氫社會」的基礎之一。	- 日本在國際上的 LNG 採購價格高，應避免電力過度依賴使用，並透過多角化供應來降低成本。 - 在產業領域促進天然氣的轉型使用，以及推動複循環火力發電等之高效率使用天然氣。
石油	- 占初級能源的 40%以上 - 地緣政治風險大 - 便攜性高、供應網完	- 進行供應源多角化、與產油國合作、強化儲備的風險管理、運輸用燃料的多樣化等具體措施。 - 在調整電力時活用石油火力發電。

能源種類	定位	政策的方向性
	整、儲備豐富等 • 電源不足時之緊急能源 • 未來活用的重要能源	• 當災害發生時，成為能源供應的「最後一道防線」。 • 推動供應網的進一步彈性化，強化石油產業的經營基礎。
LPG	• 中東依存度高 • 可活用之中載電源 • 由於可攜性、容易儲存等優點，可支援平時的國民生活及產業活動，緊急時可做為分散型能源。	• 當災害發生時，成為能源供應的「最後一道防線」。 • 實施儲備及提升充填場所的設備，強化供應體制。 • 調查國內零售價格、提供資訊，讓 LPG 價格透明化。 • 促進使用形式的多樣化，讓 LPG 汽車在運輸部門進一步發揮角色。