



# 2022 日本能源白皮書研析

作者：黃莉婷、王婷虹、王穎達

日期：中華民國 111 年 11 月 22 日



## 目 錄

中文摘要 .....	1
英文摘要 .....	2
一、 前言 .....	3
二、 福島重建進展 .....	4
三、 實現 2050 碳中和之挑戰與應對措施 .....	7
四、 穩定能源供需之對策 .....	12
五、 能源趨勢 .....	12
六、 2021 年能源供需措施現狀 .....	22
七、 結語與建議 .....	41
參考文獻 .....	42



## 圖目錄

圖 1、福島第一核電廠中長期除役路線圖 .....	5
圖 2、潔淨能源戰略定位說明.....	11
圖 3、日本國民生產毛額與各部門能源消費變化趨勢 .....	13
圖 4、日本每單位 GDP 所需能源消耗（初級能源供應） ....	14
圖 5、日本電力消費占總能源消費占比 .....	14
圖 6、全球再生能源投資分布（依再生能源別） .....	20
圖 7、全球風力發電裝置容量（依地區別區分） .....	21
圖 8、全球再生能源發電成本趨勢 .....	22
圖 9、日本電網加強計畫架構.....	27
圖 10、核廢料最終處置地點選擇過程 .....	30



## 表目錄

表 1、各年度能源白皮書之重點主題 .....	3
表 2、重點國家之 2050 脫碳策略彙整 .....	8



## 中文摘要

日本於 2002 年 6 月制定「能源政策基本法」，指出能源政策以安全性(Safety)、穩定供應(Energy Security)、提升經濟效率(Economic Efficiency)以及符合環保要求(Environment)等為基本方針。但 2011 年的東日本大地震與福島核災事故，促使日本推動能源政策的轉型，以建構多元化的能源供需結構，提高再生能源占比等。

2004 年起，日本內閣每年須向國會提出前一年度能源相關政策實施概況和國內外能源情勢變化之報告書，2022 年 6 月 7 日，日本發布最新一期能源白皮書，其主題主要是三個部分，包括「能源情勢與主要對策」、「日本國內外能源趨勢」以及「日本 2021 年能源供需的主要對策和現狀」。

在能源情勢與主要措施的部分，主要講述福島在災後的重建進度、實現 2050 碳中和的挑戰與應對措施，以及如何面對能源供需不穩定等三個主題。在日本國內外趨勢部分主要交代日本與全球的能源使用概況，並強調全球再生能源投資自 2000 年代中期以來急遽增加。在日本現行能源政策主軸部分，則著墨於如何確保能源供給穩定、實現節能社會與靈活的消費行動、導入大量再生能源、核電機組穩定重啟、推動氫能等措施，並將持續強化能源議題的國際雙方合作、戰略性技術開發和與民眾溝通政策。

從本次報告中，可觀察出日本除持續推動以 2050 碳中和為核心的相關能源政策，能源供應穩定已成為日本短中期內的重要決策影響因子，故日本如何同時穩定能源供給，並達到 2050 碳中和之目標的具體作法與成效，值得我國納入未來政策推動參考。

關鍵字：能源白皮書、能源政策、碳中和



## 英文摘要(Abstract)

In June 2002, the Japanese government announced the Basic Law on Energy. It pointed out that the energy policy should aim at ensuring energy security, raising the economic efficiency, realizing low cost energy supply, raising the environment requirements, and ensuring safety, which is called the principle of 3E+S. However, the 2011 Great East Japan Earthquake and the Fukushima Daiichi nuclear disaster changed the energy policy above. Japanese government started to pay more attention on diversifying the energy supply structure, reducing the use of nuclear energy, and accelerating renewable energy.

Since 2004, the Japanese government published the Energy White Paper every year to present the achievements of energy policies last year to the congress. The Japanese government published the Energy White Paper of 2022 on June 7, 2022. There were three themes in Energy White Paper of 2022: the energy situation and their solutions, the global and domestic trend of energy, and the achievements of the main energy policies in 2021.

In the energy situation and their solutions part, it mainly described the recovery progress after Fukushima Daiichi nuclear disaster, the challenges and solutions to carbon neutrality by 2050, and the instability of energy supply. In the global and domestic trend of energy part, it focused on the global renewable energy investments raised rapidly since mid-2000s. In the achievements in 2021 part, it explained how to ensure stable energy supply, realize energy-saving society, accelerate kinds of renewable energy, restart more nuclear power plants, promote hydrogen policy, strengthen international bilateral cooperation on energy issues, and communicate with citizens.

This report responded to the goal of 2050 carbon neutrality. The solutions of achieving the goal of stable energy supply and carbon neutrality in 2050 simultaneously is worthwhile for our government to take reference from.

**Keywords:** Energy White Paper, energy policy, carbon neutrality

## 一、前言

日本內閣於 2004 年起，須每年向國會提出前一年度能源相關政策實施概況和國內外能源情勢變化的報告書，其依據能源政策基本法第 11 條之規定。而每一年的白皮書報告，主要的重點主題皆不同(詳如表 1 所示)，在 2018 年的報告著重日本周邊能源情勢變化和未來挑戰，以及檢視《能源基本計畫》內中長期能源政策實施方針；在 2019 年的報告則根據巴黎協定說明能源政策內容與其進展，為溫室氣體減量的目標努力、對全球暖化採取因應對策，並說明福島核災事故重建情形與處理措施；2020 年的報告則以「能源情勢與因應對策」為主軸；2021 年的白皮書則是以 2050 碳中和為核心目標，敘述國內外的能源情勢，以及日本的因應對策。

2022 年 6 月公佈的 2022 能源白皮書，主題分為三個部分，包括「能源情勢與主要對策」、「日本國內外能源趨勢」以及「日本 2021 年能源供需的主要對策和現狀」。

在能源情勢與主要措施的部分，主要講述福島在災後的重建進度、實現 2050 碳中和的挑戰與因應措施，以及如何面對能源供需不穩定等三個主題。在日本國內外趨勢部分主要交代日本與全球的能源使用概況，並強調全球再生能源投資自 2000 年代中期以來急遽增加。在日本現行能源政策主軸部分，則著墨於如何確保能源供給穩定、實現節能社會與靈活的消費行動、導入大量再生能源、核電機組穩定重啟並持續推進核廢料處置措施、營造化石燃料高效且穩定運動、推動能源供給結構改革、強化國內外能源供給網絡、推動氫能等措施，並將持續強化能源議題的國際雙方合作、戰略性技術開發和與民眾溝通政策。

表 1、各年度能源白皮書之重點主題

年度	重點主題		
2022	福島復興進展	2050 碳中和的挑戰	能源供給穩定
2021	福島復興進展	2050 碳中和的挑戰	能源安全轉型
2020	福島復興進展	基於災害與地緣政治風險因素強化能源系統	巴黎協定開始實行後之因應

年度	重點主題		
2019	福島復興	基於巴黎協定作為成長戰略的長期戰略	國內外能源情勢與問題變化
2018	日本明治維新後的能源史	福島復興的進展	能源面臨的內外情勢變化和課題
2017	福島復興的進展	新能源政策的進展	能源制度改革和強化能源產業的競爭力
2016	低油價時代對能源安全的貢獻	核能政策與福島核災的經驗與教訓	基於巴黎協定能源政策之變更
2015	「頁岩革命」與全球能源情勢變化	東日本大地震/福島第一核電廠事故之因應	能源成本之因應

資料來源：本研究整理。

## 二、 福島重建進展

福島核災後，日本政府一直將重建福島是為重大能源政策，除持續推動解除難以返回區外的疏散令，希冀於 2022 年春季到 2023 年春季前後擴大解除相關疏散令，將持續基於 2019 年訂定的「福島創新海岸產業發展藍圖」，推動在地活化，包含全面開放福島機器人試驗場、建置再生能源與氫能社會前瞻示範區。

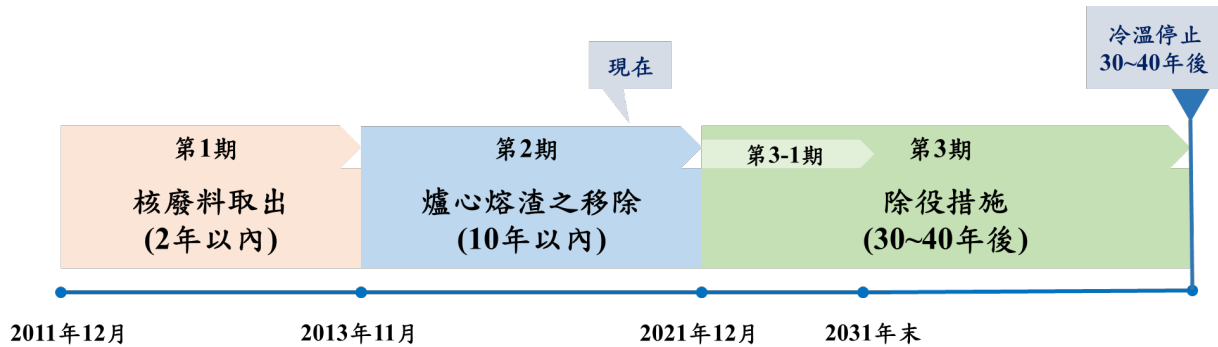
福島重建進展將著重在以下 4 大面向：(1)福島核電廠除役進程與污染水處理對策；(2)支持核災受害者、解除疏散令、重振受災區域；(3)建置未來氫能社會；(4)說明核災賠償進程。以下分別說明。

### (一) 福島第一核電廠事故對策

福島核災迄今已 11 年，東京電力公司針對福島第一核電廠擬定中長期的除役路線圖，並於 2019 年 12 月修訂以確保低風險與安全性、重建和除役並行的原則進行，中長期除役路線圖有三大要點，包括：移除爐心熔渣、燃料棒移除與污染水處理措施。關於核電廠除役路線圖，但目前相關進程



已因 COVID-19 疫情延宕。詳如圖 1 所示。



資料來源：日本 2022 能源白皮書

圖1、福島第一核電廠中長期除役路線圖

目前，發生事故的福島第一核電廠反應爐持續維持冷卻狀態，並已顯著減少輻射量，已有約 96%的一樓區域不需要穿著防護衣。目前亦已將 3 號機、4 號機的燃料棒取出，並於 2022 年 2 月開始使用水中機器人，進行機組內部調查，展開打撈燃料碎片之工作。

另外，核汙染水與處理水處理程序亦持續推動，目前透過凍土牆、穩定推動建置多核種除去設備(Advanced Liquid Processing System, ALPS)之汙水處理設施，大幅減少汙染水量，已從 2014 年 5 月的 540 □/日下降到 2021 年度 130 □/日，並請國際核能總署(IAEA)訪問團，於 2022 年 4 月完成 ALPS 處理水審查報告。

但即便如此，日本仍認為外界對於 ALPS 處理水之污名化，仍是需重要應對的議題。有鑑於 ALPS 處理水預計於 2 年後排入大海，故日本原子力規制委員會、國際核能總署的審查與調查報告，應確保漁民安全性，使期可持續維繫生計，並推動設立相對應的補償基金。另從燃料池取出燃料棒、打撈燃料碎片仍是福島核災重建的嚴峻挑戰。

## (二) 核災受害者支援對策

為處理福島核災引發的環境汙染、影響人體健康等相關議題，日本於 2011 年通過《放射性汙染處理特別措施法》，劃分需特別除汙區域、警戒區域。直至 2020 年 3 月，所有歸還困難區域的疏散令、限制居住區域令已全數解除；針對難以返回區域，隨著日本地鐵常盤縣全線恢復通車，富岡市



內的富岡町、大熊町、雙葉町更將解除避難令，並進入全面復興階段，政府也將以統一的方式詳述各市町村面對的課題，協助在地民眾重建生活。2021年11月起，富岡町、大熊町、雙葉町、桂尾村以2022年春季解除避難命令為目標，依次展開返鄉住宿準備工作。具體而言，依據避難指示的避難人數，已從2013年的8.1萬人，降低到2.2萬人（截至2021年3月）。

為使避難區域居民順利返鄉，並吸引外來新住民，政府將重建工作場所、產業、醫療設施、行政服務設施等，並令學校重新開學、急救醫療單位與消防局重新開張，但同時也需要強化與居民、商家的合作，破除不實謠言，推動生活、產業、行政三為一體的新生活樣態。

為順利透過官民合作模式重建避難區域，2015年日本中央政府、福島縣以及部分民間團體聯合組成官民合作小組，支持避難區域重建規劃並執行。目前重建程序遭遇的重大挑戰，即是對於重建區域的工業、農林水產業的不信任，為提高重建區域輸出品的可靠性、安全性，政府將利用國內外各種機會闢謠，並支持重建區域之農產品取得第三方認證、安全檢查，推動各界理解並支持重建區域之產品，打造品牌價值。

此外，日本在2017年5月修訂了《福島特別措施法》，將福島創新海岸框架納入法律，以處理福島縣未來重建和發展議題。首相於2018年4月25日通過福島縣優先推進計畫，並在同日舉行第2次福島創新海岸框架部長級會議。在會議上「福島創新海岸計畫」已有雛型架構。2019年12月，以「福島創新海岸概念」為基礎，由振興廳、經濟產業省、福島縣共同製定《產業發展藍圖》。並在2020年5月1日由首相批准了根據藍圖修訂優先推進計畫；至2021年4月9日，首相批准整合了優先推進計畫的福島重建和振興計畫。

目前，核電機組除役與機器人領域的技術開發與基礎建設正穩步推動，包含：為核電機組除役程序，開發遠程控制設備、深度研究放射性物質、建立各種機器人試驗場域、辦理世界機器人峰會等，並期待培育更多專業人才投入相關領域。此外，日本為將福島核災的經驗教育傳給後代子孫，東日本大地震與核災紀念館已於2020年9月開幕，2021年參觀人數已超過5萬人，致力於推動核能、福島重建議題的相關教育。



### (三) 福島新能源社會計畫

自東日本大地震後，福島縣便開始大力推動再生能源作為其重建的重要支柱，伴隨著日本宣示 2050 碳中和願景，並公佈綠色成長戰略，加之 COVID-19 疫情影響，2021 年 12 月福島縣修訂《2021 福島縣再生能源推進願景》，目標於 2024 年達到縣內 100% 使用再生能源，除將運用再生能源外，更新增「氫能社會」概念，目前福島縣的太陽光電設置容量，自福島核災後已經增加 7 倍以上。

未來福島縣的再生能源與氫能主要政策如下：(1)強化阿武隈、雙葉地區的風力發電輸電網絡；(2)推動再生能源研發(包含：薄膜型光電、儲能、地熱前力評估等)；(3)推動福島縣公共設施使用氫燃料電池；(4)建立智慧能源管理社區。

### (四) 核災損害賠償

為面對核災損害賠償事宜，日本政府於 2011 年 4 月 11 日程力核災損害賠償爭端審查委員會，並發布損害賠償指南，其後多次修正、補充，希冀完善損害賠償的標準、範疇。目前為止，東京電力已經支付超過 10 兆日圓的損害賠償金，政府將繼續指導東京電力，依據指南持續履行其損害賠償義務。

為持續推動核災損害賠償、核能機組除役程序、賠償受害者工作等，日本訂立《原子力損害賠償法》，並多次修正，希冀以法規賦予有關單位權力、義務，確保損害賠償、廢爐相關措施具備充裕資金，另亦可協助廢爐相關技術研發等。

## 三、 實現 2050 碳中和之挑戰與應對措施

截至 2021 年 11 月，據日本統計以有 154 個國家、1 個地區宣布將以 2050 碳中和為國家目標，上開國家與地區的二氧化碳排碳量以占全球的百分之 79%。在金融投資方面，2020 年全球 ESG 投資以高達 35.3 兆美元，在英國、日本、美國等多個國家更已開始要求上市公司，需依照氣候相關財務揭露建議(Task Force on Climate-Related Financial Disclosure, TCFD)披

露其公司經營策略。在產業界，整個商業、工業的供應鏈脫碳畫，由此帶來的「綠色轉型(GX)」正在加速，也帶動二氧化碳盤查、數據可視化的相關服務產業。

目前各國對於如何達成碳中和目標各有作法，唯一的共通點是大家皆未承諾「單一情境、路徑」，而是在多種情境下研擬如何實現 2050 碳中和，此外推動電氣化、氫能、二氧化碳捕捉、使用與封存(CCUS)，以及新興技術的突破與創新，皆是重點策略，重點參考標的國家之策略整理如下。

**表 2、重點國家之 2050 脫碳策略彙整**

國家	電氣化	氫能	碳捕獲、使用與封存
美國	推動產業電氣化，以電動汽車與鍋爐為例，可透過電氣化達到能源使用效率提高，進而降低總體能源需求	針對電氣化困難之運具（如：飛機、船舶）推動運用氫能	於電力、工業部門結合碳捕獲技術，達到去碳化
英國	預計於 2035 年電力脫碳，並最大限度將各部門電氣化，包含工業、交通、供熱等。	氫能被視為達到碳中和的主要措施，應用於電氣化困難之運具	碳捕獲、使用與封存技術與氫能被同樣視為綠色工業革命的核心，主要應用於工業領域
德國	主要推動建築供熱系統、交通電氣化	推動再生能源製氫，並應用於工業、交通、建築領域，並考慮發展氫合成燃料	為推動工業部門脫碳，將碳捕獲、使用與封存技術視為必要手段
法國	2021 年修正長期戰略，將交通、民生部門電氣化視為達成	明確化氫能製造方式	2021 年修正的長期戰略，將森林碳匯視為吸收二氧化碳的

	2050 碳中和的前提		手段。
中國	2050 年達到電力部門脫碳化	預計使用高溫氣冷反應爐製氫，並推動氫能煉鋼、氫能車	將 CCS 技術結合發電業、化工業等，生物質能碳捕獲與封存(BECCS)預估前例達 6~10 億噸
印度	強化各州充電基礎設施	目標為成為全球最大的綠氫出口國，預計 2030 年要生產 500 萬噸的綠氫/氨	待 CCUS 技術商業化後再使用
韓國	在其 2021 年 10 月公佈的碳中和情境中，預計交通部門將達到 97% 電氣化或使用氫	預估氫能需求量為 27.4-27.9 百萬噸；將持續加強建設綠氫供應基地，以及相關技術標準化	目標為在國內外儲存 6000 萬噸的二氧化碳。
俄國	2021 年 10 月公佈社會經濟發展戰略，將在工業與交通部門重點推動電氣化	預計於鋼鐵業、化工業擴大使用氫能	開發或引進 CCUS 技術，並利用森林吸收二氧化碳

資料來源：2022 日本能源白皮書。

日本方面，2021 年公佈的第 6 次能源基本計畫是目前最上位的總體能源政策方針，該計畫圍繞著實現 2050 碳中和、克服日本能源供需結構挑戰等兩大主軸設計。以下將說明日本民眾關心的能源議題如何推移，再說明尚未公開的「潔淨能源戰略」研究進程。

### (一) 日本民眾關心的能源議題

日本政府利用 Yahoo! 檢索系統統計，分析自 2014 年以來的檢索資料，發現若按時間序區分，民眾關心議題與當時的政策變化、災害有重大關聯。例如，2016 年 4 月，時值電力零售市場開放，故「電力開放」的關鍵字搜

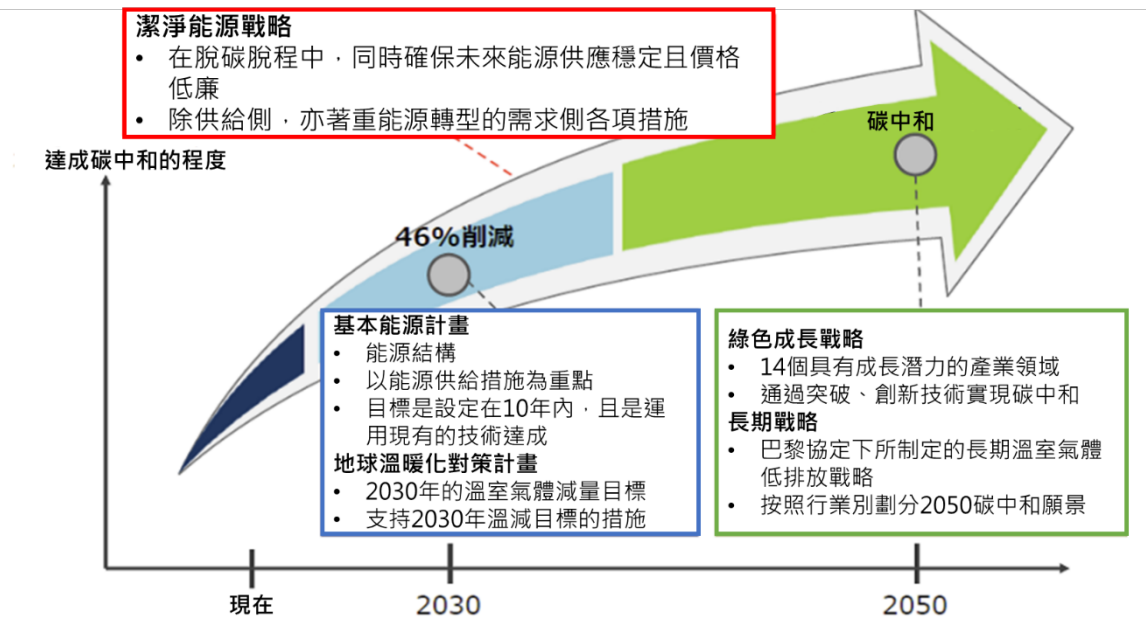
尋量大幅上升；2018年9月，北海道因地震引發全境停電、2019年9月因颱風導致千葉大規模停電，故「停電」議題的檢索量急速上升；2020年4月，「能源價格」的搜索量大幅上升，因為當時原油價格受 COVID-19 影響大幅下跌；近期，因應菅義偉前首相發表 2050 碳中和演說，故試圖了解「應對氣候變化」的人數大幅上升，尤其 COP26 辦理期間，搜索量更是大幅上升。

如從世代變化來看，10-20 歲的日本國民，相較於 30 歲以上的日本國民，較不關心「太陽光電、風力發電、能源價格、發電方式」，整體而言，30-50 歲的日本國民，最為關心能源相關關鍵字，且仍逐步上升中。

## （二）潔淨能源戰略研究進程

日本岸田首相於 2021 年 12 月宣布將制定結合能源供需策略的「潔淨能源戰略」，預計該戰略不僅強調如何推動能源部門供給面脫碳，更強調在需求面透過投資、創新技術持續推動。

潔淨能源戰略由經濟產業省主則協調，但要求環境部、金融廳、國土交通省、農林水產省、文部科學省、外務省，和內閣府也在各自領域進行討論。迄今為止，日本政府已於 2021 年 6 月發布《綠色成長戰略》、2021 年 10 月發布《第 6 次能源基本計畫》，綠色成長戰略的重點是運用革新突破的 14 個產業技術，達成 2050 碳中和的目標，而能源基本計畫則側重供給側，而且是以現有的技術為主，設定並達成 2030 年目標。目前日本預計要推出的「潔淨能源戰略」，則有別於《綠色成長戰略》、《第 6 次能源基本計畫》以「點」的概念為基礎，「潔淨能源戰略」則將以「線」的概念，預計規劃能保障穩定、低廉能源供應的路徑，故將不只說明供給面措施，亦側重需求面的相關對策，以下將重點說明需求面的相關對策。



資料來源：2022 日本能源白皮書。

圖 2、潔淨能源戰略定位說明

就產業面，工業部門占日本最終能源消耗量的 61.9%，其中製造業更占 42.1%，製造業包含化工、鋼鐵、陶瓷業、造紙業等。製造業的能源消耗主要分為使用電力和熱能兩大類，在電力方面，企業將加入使用脫碳能源的行列，包含積極採購再生能源、裝設太陽光電或購買相關憑證，未來電力除大力發展再生能源外，將以二氧化碳排放量較低的燃氣發電，先逐步取代燃煤發電，最終應用 CCUS 技術、氫、氨等，最終達成電力脫碳；在熱能部分，目前製造業大多使用化石燃料做為熱源，未來將須逐步透過氫、氨取代，對於難以取代的部分，則可推動電氣化。

在住宅部門，目前住宅部門占日本最終能源消耗量的 17.3%，且各地主要使用的能源類型並不同，北海道冬季供暖需求主要依靠煤油、輕油；關東與近畿南部則以程是燃氣為主，各地區在能源消費上皆有各自的特色。

日本希望同時保持低廉的能源價格，並提高能源使用效率，但日本自 1970 年代爆發全球石油危機以降，就大力推動節能措施，相比於國際其他大國而言，節能空間應已較小，故如何持續推動、精進節能措施是一個重大挑戰。



#### 四、 穩定能源供需之對策

2021 年全球電力供需皆較為緊迫，主因為 2015 以來，由於原油價格下跌，化石產業投資停滯不前，碳中和趨勢下，脫碳能源的供給更加短缺。此外，各國因 COVID-19 疫情復甦致使能源需求上升，但氣候緊急導致惡劣天災、氣候，使得再生能源發電量並未如預期提升。例如，英國 2021 年 7 月的風力發電、天然氣批發價格飆升，進而導致電力價格上漲；德國、西班牙皆面臨風力發電量低，導致電力批發價格飆升；美國德州亦因寒流，陷入大規模停電，而加州則因為熱浪來襲，同樣輪流停電。

在後疫情時代下，世界對於燃氣發電的依賴程度逐漸加劇，加之歐洲面臨寒冬、俄烏戰爭爆發，皆導致天然氣供應量不足，進而導致天然氣價格居高不下。歐洲在化石燃料方面，嚴重依賴俄羅斯，因此俄烏戰爭對於歐洲能源政策產生特別重大的影響。從數量上來看，俄羅斯對歐洲的天然氣出口量從 2021 年年中開始逐步減少，且由於俄羅斯天然氣公司大部分的長期契約定價方式，與天然氣現貨價格掛勾，故天然氣現貨價格飆升將直接影響長期合約價格，而日本與俄羅斯的天然氣長期合約則主要與原油價格掛勾。

在能源價格方面，全球的化石燃料進口價格都大幅上漲，例如英、荷、德的漲幅都超過一倍，相較之下日本的能源價格漲幅已相對較低。未來，如果俄烏戰爭持續延燒，能源價格將居高不下，加之繼續推動脫碳業務，預計將使能源成本持續上升。對日本整體經濟產業而言，無論各行各業都難以透過即時提高產品價格，克服能源價格上漲，故為考量個別企業體質，日本政府仍需要提供部分輔導、輔助服務，同時透過能源來源與供應多元化，降低能源進口價格，企業與消費者亦需要更積極深度討論，如何承擔能源價格持續上漲之負擔。

#### 五、 能源趨勢

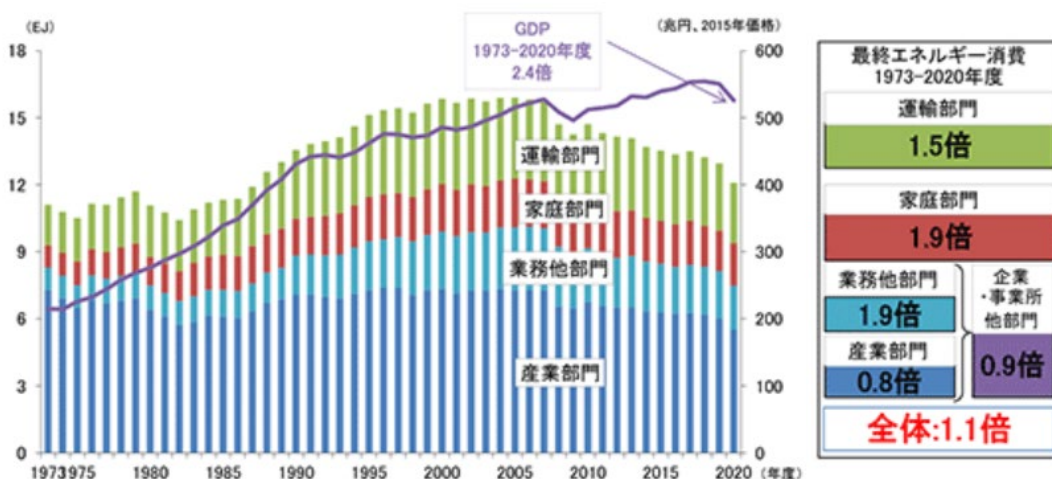
##### (一) 國內能源趨勢

##### 1. 能源供需概況

從日本各部門自 1973 財年自 2020 年財年的能源消耗數據來分析，製



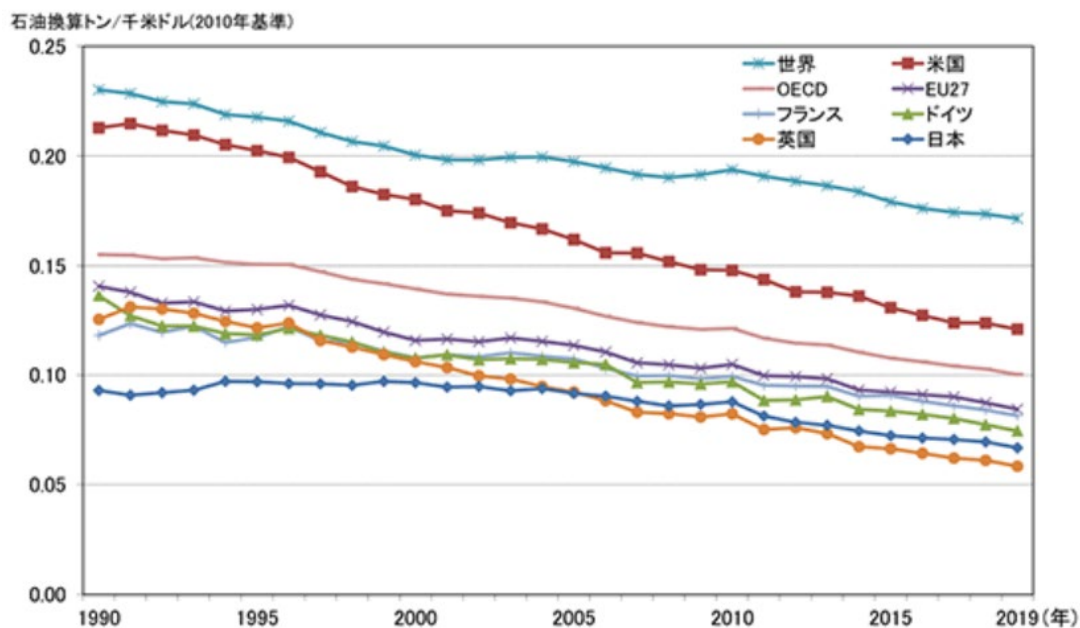
造業部門成長 0.8 倍、商業部門成長 1.9 倍、家庭部門成長 1.9 倍、運輸部門成長 1.5 倍，整體成長近 1.1 倍。若從總能源消耗的占比來看，製造業和商業部門、家庭部門以及運輸部門分別從 1973 年的 74.7%、8.9%和 16.4% 變化為 2020 年的 61.9%、15.8%和 22.3%。



資料來源：日本 2022 能源白皮書

圖3、日本國民生產毛額與各部門能源消費變化趨勢

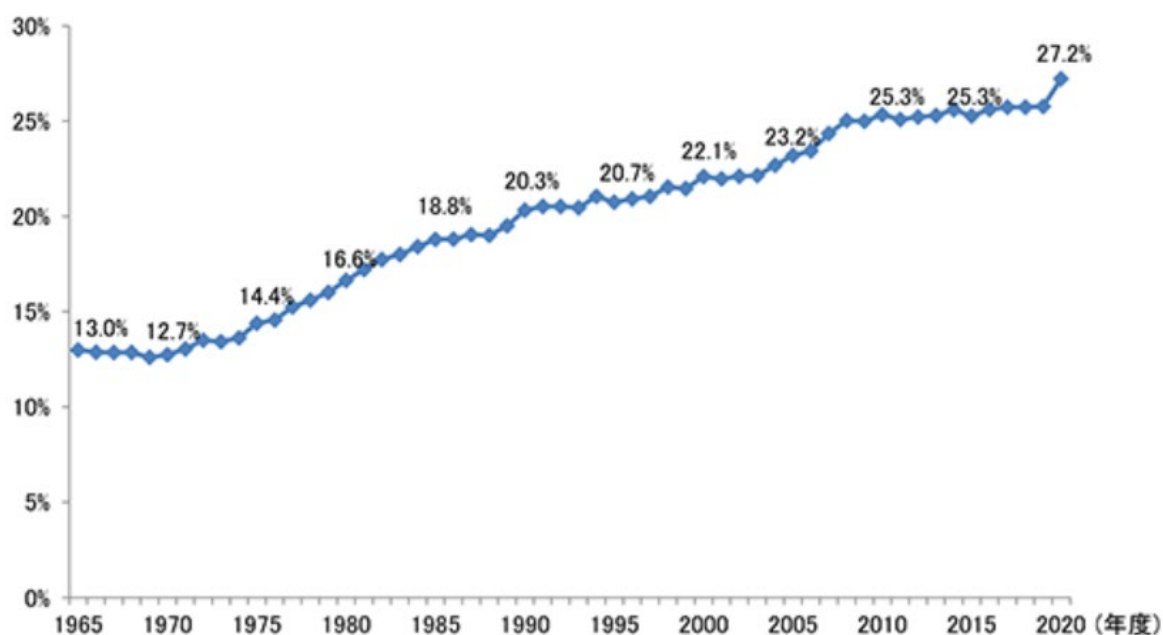
若與國際來做比較，從生產一單位國內生產總值 (GDP) 所需的能源消耗 (初級能源供應) 趨勢來看，日本的能源效率遠低於世界平均。



資料來源：日本 2022 能源白皮書

圖4、日本每單位 GDP 所需能源消耗（初級能源供應）

日本能源自 1960 年代後就快速增長，原本國產煤炭在這段期間貢獻良多，但隨著日本國產煤炭的競爭力下滑，以及 1970 年代兩次石油危機，日本加速導入天然氣、國際燃煤進口以及發展核能，惟隨著 2011 年日本大地震的影響，減少了對核電廠的使用。若將初級能源供應對化石能源的依存度與世界其他主要國家相比，2019 年日本的依存度為 88.3%，與德國等先進國家相比仍處於較高水準。此外，雖自 2010 年開始有增加來自俄羅斯的進口，但 2020 年時日本對中東石油進口依存度的仍高達 92%。這也使得日本雖近幾年持續推動再生能源以及重啟核電，但能源進口依存度至 2020 年仍高達 88.8%。



資料來源：日本 2022 能源白皮書

圖5、日本電力消費占總能源消費占比

若以電力供給占總能源消耗的占比來做分析，日本自 1960 年代起電氣化程度就不斷增加，至 2020 年，日本約有 27.2% 的能源使用是來自於電力消費。



## 2. 部門別能源消費動向

2020 財年，製造業、商業和其他部門占最終能源消耗總量的 61.9%。1965 年至 2020 年，製造業、商業和其他部門中，以製造業為最主要的能源消耗產業，2020 年製造業的能源消費占製造業、商業和其他部門 68.1%（約占最終能源消耗總量的 40%）。雖製造業的占比較高，但從 1973 年至 2020 年來比較分析，會發現製造業的產值增加 1.4 倍，但能源消費卻下降至原本的 0.8 倍，說明製造業的能源使用效率不斷提升。

製造業可大致分為以材料為基礎的產業和非以材料為基礎的（加工和裝配）加工業。材料產業是指生產鋼鐵、化工、陶瓷、粘土（水泥等）、紙漿造紙等材料的行業，是能源消耗量較大的行業。另一方面，非材料產業是指其他製造業，如食品和香煙、紡織、金屬、機械和其他製造業（塑料製造業等）。從 2020 年材料產業的鋼鐵、化工、陶瓷、粘土（水泥等四個產業占整個製造業的 80%左右。

在商業部門的部分，主要的能源消費產業為事務所和辦公大樓，其次為零售業者。2020 年，電力和照明在商業和其他產業的總能耗百分比達到了 46%。為進一步推進商業等部門的節能工作，日本政府認為需要加強建築物的保暖能力，並提高空調和供暖、照明等設備的效率，以及進一步徹底的能源管理。

家庭部門的部分，2020 年家庭部門約占總能源消費量的 15.8%。2020 年，由於新型冠狀病毒感染的影響，日本家庭的收入和外出機會減少，但個人消費減少的同時，宅在家裡的人數也增加，能源消耗較前一年的 184.3 上升至 193.2，但仍比 2005 年的 221.4 有顯著進步（假設 1973 年的家庭能源消費為 100 來做比較）。2020 年日本家庭的電力消費占家庭總能源消費的 49.9%。

根據用途，日本家庭的能源消耗可分為製冷、供暖、熱水器、廚房、電源/照明等（家用電器的使用等）等五種用途。上述五種用途在 2020 年的能源消費占比依序為電力/照明(34.0%)、熱水器(27.8%)、供暖(25.1%)、廚房(10.7%)和製冷(2.4%)。

最後，在運輸部門的部分，運輸部門大致分為客運部門，如客車和公



共汽車，以及貨運部門，包括陸運、海運和空運。客運部門約占能源消耗總量的 56.4%，貨運部門約占能源消費總量的 43.6%。

2020 年，由於新型冠狀病毒感染導致外出減少，客運部門的能源消費比 2019 年下降約 14.3%，貨運部門比 2019 年下降約 4.5%，運輸部門整體與 2019 年相比下降約 10.3%。

若假設 1973 年的最終能源消費為 100，2020 年客運部門最終能源消費為 167.1，貨運部門則為 129.2，兩個部門的趨勢 20 年間皆為下降趨勢。從交通部門整體能源消費（燃料別）來看，汽油約占 53.9%，輕油約占 34.1%，船運用煤約占 2.9%，重油占 4.8%。其中，從客運部門來看，客運部門能源消費（燃料別）有約 79.2%為乘用車用汽油，約 7.4%為柴油，約 4.1%為航空用航空燃料油，惟跟去年相比，汽油約下降 10.2%，航油約下降 54.5%，輕油約下降 18.6%。從貨運部門來看，2020 年貨運部門能源消費（燃料別）有約 68.6%為輕油（主要用於大型貨車），21.3%為汽油（主要用於運輸的小型貨車），其餘為重油（主要用於船舶）和航空燃料等。

### 3. 初級能源趨勢

日本 2020 年天然氣供應的進口比例為 97.9%，與石油一樣高，其中有 83.6%的 LNG 進口來自澳洲、馬來西亞、俄羅斯、美國等中東的以外地區，其中有 37.2%是進口自澳洲，地緣政治風險較低。2020 年，日本 LNG 進口占全球 LNG 貿易的 20.9%。2020 年約有 60%的天然氣用作發電用，另有約 33%作城市燃氣用。2020 年延續 2019 年的趨勢，天然氣進口額占日本進口總額的 4.6%，是自 2016 年以來的最高水準，但仍低於 2014 年歷史最高峰的 9.3%。

日本 2020 年液化石油氣的進口占比約 77%，已連續三年呈現增加趨勢。日本主要的液化石油氣進口國是美國、澳洲、加拿大以及阿拉伯聯合酋長國、卡塔爾、科威特和沙特阿拉伯等中東國家，其中，日本 2020 年約有 67%進口自美國，而對中東的依存度則從 2011 年的 86.6%降低至 2020 年的 12.5%。

另從 2020 年的液化石油氣各部門消費量來看，家庭和企業消費占總量



的 46.4%。其次是一般工業用 23.5%和化學原料 16.7%，再後面是都市用燃氣的 8.6%和汽車 4.1%。

日本 2020 年煤炭有 99.7%都自國外進口，2020 年共進口約 1.73 億噸，其中有煉焦煤約 6228 萬噸，動力煤約 10525 萬噸。在煉焦煤進口占比中，澳洲約占 49.9%，後面依序勢是印度尼西亞(21.0%)、美國(10.2%)、加拿大(9.9%)和俄羅斯(6.4%)。在動力煤進口占比中，以澳洲的 68.3%最高，其次是從俄羅斯(14.6%)、印度尼西亞(11.5%)、加拿大(3.1%)和美國(2.3%)進口。日本煤炭主要進口的用途為發電業（約消費 1.08 億噸），其次是鋼鐵產業（約消費 0.53 億噸）。

在非化石燃料的部分，可分為核能、再生能源等部分。首先，在核能的部分，2020 年日本的核能裝置容量為世界第四，但發電量僅占日本的 13.4%，遠低於 2011 年福島大地震前的水準（約 25.1%）。日本主要使用的核反應堆被稱為輕水反應堆。

在再生能源的部分，隨著 2017 年引入躉購費率(FIT)的制度，能源開發商對再生能源投資的回收前景趨於穩定，因此 2020 年裝置容量較 2017 年增長了約 2.3 倍。除了躉購費率之外，日本正規畫新的機制來推動再生源自 2022 年 4 月 1 日起，日本將建立一個 FIP 系統提升再生能源發電業者投資報酬的可預測性，以加速再生能源的發展。

日本太陽光電在 2020 年年底已累積達 64.76GW，在 2020 年時裝置容量排名為世界第三。風力的部分裝置容量約 4.49GW（日本風力發電協會調查），但有 15.58GW 已完成 FIT 的設備認定，其中有 30%位於日本東北。日本 2020 年風電總裝置容量約排世界第 21 名。

另在生質能的部分，2020 年日本使用的生質能以原油計為 1,766 萬千升，約占初級能源總供應 4.64 億千升的 3.8%。2020 年末 FIT 制度下的生質能發電裝置容量達到 4.07GW。截至 2020 年，日本的廢棄物發電（僅限一般垃圾）設施數量為 387 座，占城市垃圾焚燒設施總數 1,056 座的 36.6%。此外，總裝機容量達到 2.079GW。

2020 年日本共有 2,028 座水力發電站，另有 92 座興建中，包括一般水電和抽水蓄能在內的所有水力發電裝置容量達到 50.03GW，年發電量 863



億千瓦時日本的水力發電量在 2020 年排名世界第七。未來日本還有 2,660 個未開發潛力點，總發電潛力量 19.16GW。但未開發的潛力場域預估的平均發電量遠低於現有開發建設的平均水準。除了開發場地小型化的進展，開發場地也變得越來越偏遠，使得發電成本相對於其他電源相對較高，這是日本未來發展水力發電的主要障礙。

日本擁有世界第三大地熱發展潛能，約 23.47GW，至 2020 年，日本地熱裝置容量為 0.61GW。地熱因能做為基載電力，對日本電力系統而言很重要，但開發的成本相當高，不僅要了解地底下的狀況，也需要跟在地居民和溫泉業者做妥善溝通，且日本有 80% 的地熱潛力位於國家級和準國家級公園內，開發將有許多挑戰。為了降低開發成本並增進能源業者的開發意願，日本將於 2021 年展開第 26 次地熱開發初期所需要的調查工作。

2021 年 1 月，時任首相菅義偉在第 204 屆國會的施政演說中宣布，到 2035 年，新車銷售將實現電氣化，目標是實現脫碳社會。2020 年日本混合動力汽車約有 1,007.3 萬輛（包含混合動力汽車約 15.1 萬輛），純電動汽車約 12.6 萬輛，燃料電池汽車的數量已達到約 5,000 輛。

#### 4. 次級能源趨勢

2020 年的能源結構是 31.0% 的煤炭（3,102 億度）、39.0% 的液化天然氣（3,899 億度）、6.4% 的石油（636 億度）、7.8% 的水電（784 億度）和 12.0% 的新能源（1,199 億度），核電 3.9%（388 億度）。

自 2011 年起，受核電站停產導致火力發電成本增加和燃料價格飆升的影響，電價再次上漲。在 2015 年和 2016 年，由於燃料價格下降導致火力發電成本下降，電費大幅下降。2018 年，由於燃料價格上漲導致火力發電成本增加，照明和電力的平均價格上漲了 4.2%，至 2020 年照明和電力分別下降了 2.4% 和 7.4%。

電力零售業自由化始於 2003 年 3 月，最初大型工廠、百貨公司、辦公大樓可以自由選擇電力公司。此後，零售自由化的對象擴大到中小型工廠和中小型建築，從 2016 年 4 月起，家庭和商店可以自由選擇電力公司。截至 2016 年 4 月末，有 291 家零售電力經營者，但截至 2022 年 4 月 21 日，



已增至 745 家。2016 年 4 月，除原通用電力公司外，註冊零售電力公司和指定輸配電公司(新電力公司)售電量約 35 億度，占電力總用電量的 5.2%。到 2021 年 12 月，高壓用電占 28.5%，低壓用電佔 35.9%。在 2020 年，按地區劃分的百分比約為北海道的 20%、東京的約 26%、關西的約 22%、沖繩的 8%。

2016 年變更供應商的電力合同申請 81.95 萬件，主要針對普通家庭，但截至 2022 年 3 月增至 2,466 萬件，近 2,500 萬件，至年底約有 39.4% 已申請轉換電力合約。

## (二) 國際能源趨勢

全球能源消費(初級能源)隨著經濟增長持續增長，以石油當量計，從 1965 年的 37 億噸增加到 2020 年的 133 億噸，年均增長 2.3%。受 COVID-19 的影響，2020 年全球能源消費量較去年下降 4.3%，是 1945 年以來最大降幅。

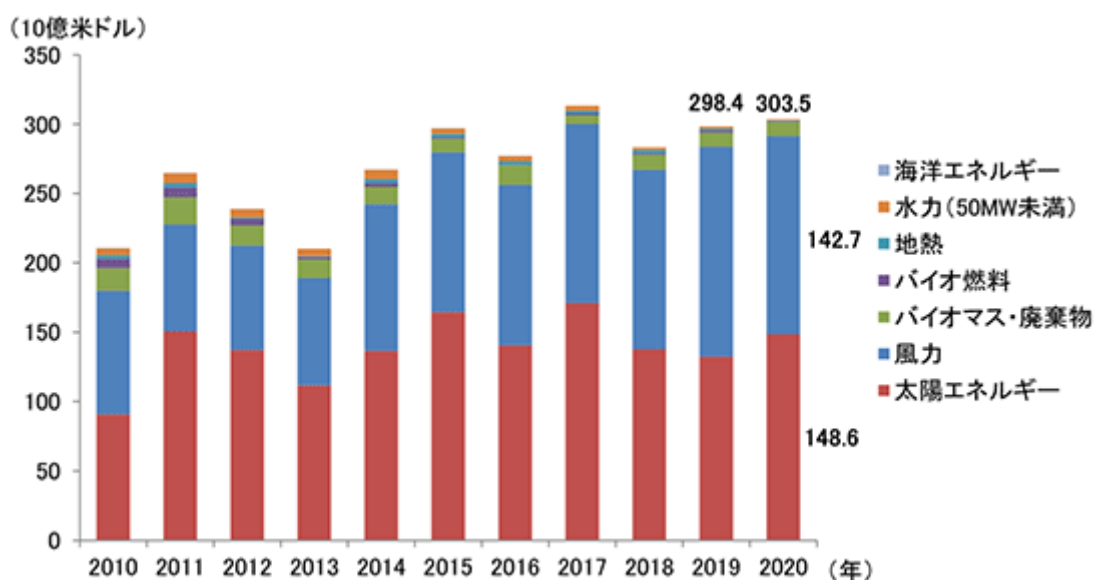
1965 年至 2020 年全球石油消費量將以年均 1.8% 的速度增長，仍是全球最主要的能源(截至 2020 年為 31.2%)。2020 年，受 COVID-19 的影響，全球天然氣消費量同比下降，但天然氣在初級能源中的占比達到 24.7% 的歷史新高。從 1971 年到 2019 年的 48 年間，全球最終能源消費增長了約 2.4 倍。以產業別來分析，鋼鐵、機械、化工等工業能源消費增長 2.1 倍，家庭、企業等部門則增長 2.0 倍，交通部門增長 3.0 倍。交通部門在最終能源消費中的占比從 1971 年的 22.7% 提高到 2019 年的 28.9%。

從用電量來看，全球用電量幾乎一直在增長。若以十年為一個區間來觀察，1970 年代，石油危機後雖出現了暫時性的下滑，但仍保持 5.0% 的年均成長。1980 年代下降至年均成長 3.6%、1990 年代年均成長再下降至 2.7%、直到 2000 年代年均成長又上升至 3.5%，而近十年的年均成長率則又下降至 2.8%。

若以地區別來看，亞洲、中東和中南美洲等開發中國家是 1971-2019 年全球用電量增加的主要地區，其中亞洲地區在 1994 年超過西歐，並且在 2004 年超越北美。惟從人均用電量來看，亞洲(不包括日本和韓國)、非

洲、中東和拉丁美洲的人均用電量與北美和西歐相比仍處於較低水準。截至 2019 年，亞洲（不包括日本和韓國）的人均用電量僅為北美的 19.8%。另從電氣化率（用電量佔最終能源消費總量的比例）來看，已從 1980 年的 10.9% 成長至 2019 年的 19.7%。

在再生能源投資的部分，自 2000 年代中期以來再生能源的投資急劇增加，自 2010 年以來每年皆超過 2000 億美元（不包括大型水電）。2020 年全球再生能源投資總額約為 3,035 億美元，比 2019 年增長約 1.7%。由於 COVID-19，原預計 2020 年投資將下降，但由於世界各國政府的經濟刺激措施和低碳能源促進措施，再生能源的投資仍有所增加。根據估計再生能源的投資約為核能發電以及燃煤和天然氣發電投資總和的 2.2 倍。此外，若以再生能源的類別來看，投資幾乎集中在太陽能 and 風能上。

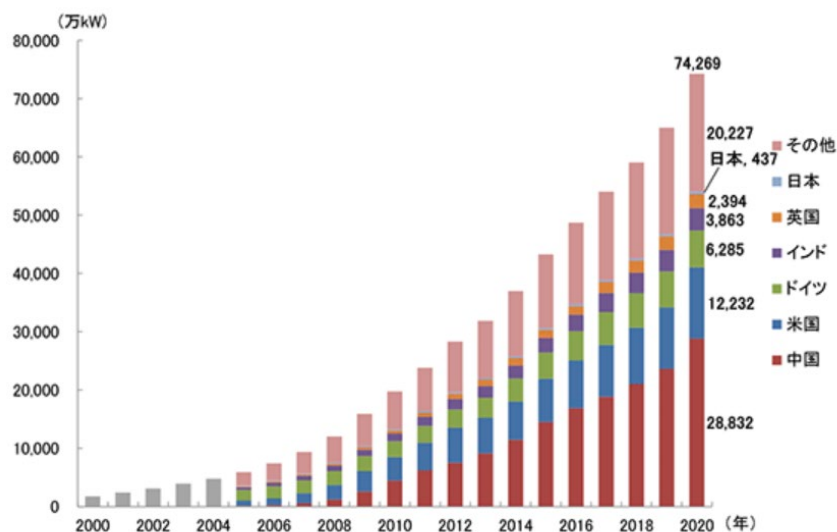


資料來源：日本 2022 能源白皮書

**圖6、全球再生能源投資分布（依再生能源別）**

在太陽能的部分，2020 年累計裝機容量已達到約 770 GW。從 2020 年累計裝置容量來看，日本 71.87GW 僅次於中國 253.64GW 和美國 95.5GW，位居世界第三。在風力發電的部分，全球風電快速增長，2020 年達到約 740GW。中國(288.3GW)的裝機容量約佔世界的三分之一，其次是美國(122.32GW)和德國(62.85GW)。這三個國家的風電裝機容量約占全球的 60%。





資料來源：日本 2022 能源白皮書

**圖7、全球風力發電裝置容量 (依地區別區分)**

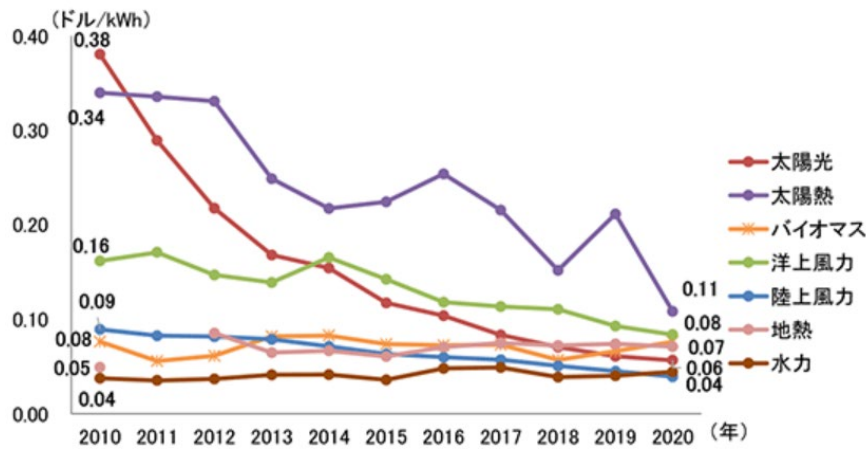
在生質能的部分，在美歐等先進國家，越來越多的國家正從應對氣候變化問題的角度推動引入生物質能作為一項政策。2019 年全球初級能源供應總量中，生質能約占 9.1%，先進國家（OPEC 會員國）生質能平均占初級能源供應總量的比例為 5.7%，發展中國家（非 OPEC 會員國）則平均為 11.6%。

在水力發電的部分，2020 年世界上大型水力發電設施的累積裝置容量約 1,330GW，是目前最具規模的再生能源發電方式。其中，中國是目前水力發電裝置容量最高的國家，約占世界水力發電總容量的 28%，占其國內總發電量的 17%。日本水力發電則約占國內總發電量為 8%，美國則約為 7%。

至 2020 年，全球累計地熱發電裝置容量約 14.08GW，其中，以美國的裝置容量最大，約為 2.59GW。印尼的裝機容量次之，約為 2.13GW。日本目前累積裝置容量約 530MW，但在過去十年中變化不大。

從再生能源的成本來分析，2020 年，平均太陽能發電成本為 0.06 美元/KWh，比 2010 年的 0.38 美元/KWh 下降約 85%。陸上風電的平均發電成本也有所下降，從 2010 年的 0.09 美元/KWh 降至 2020 年的 0.04 美元/KWh。其他主要的再生能源，如水力發電、生質能和地熱等的技術比太陽

能和風能便宜，但發電的平均成本自 2010 年起就無明顯變化，且未來水力發電可能要往更偏遠地方進行開發，將提升相關成本。



資料來源：日本 2022 能源白皮書

圖8、全球再生能源發電成本趨勢

在電價方面，若以 OECD/IEA 的數據來比較各國工業和家庭的電價，會發現日本的工業和家庭電價曾相對較高，但近幾年由於各國開始積極興建再生能源以及稅負增加的情況下，差距正在縮小。

## 六、2021 年能源供需措施現狀

### (一)、推動能夠確保能源供應穩定之總體能源政策

2020 年，石油、燃煤、天然氣等燃料約佔日本初級能源供應的 90%，其餘大部分則仰賴國外，同時國際情勢也發生重大變化，包括中東局勢仍舊緊張，能源供需結構發生轉變，就供給面而言，美國頁岩油革命持續增加美國油氣供應；就需求面而言，全球能源需求持續擴大，中國與印度預期成為國際能源需求中心，日本在全球能源需求的佔比將會持續下降。

隨著《巴黎協定》於 2016 年生效，國際紛紛宣布 2050 願景目標，同時在國際形勢變化，為確保石油、天然氣資源穩定供應，日本將與美國、俄羅斯、中東等能源輸出國建立密切合作關係，同時與其他能源進口依賴度越來越高的亞洲國家建立合作關係，建構高度透明、穩定的多元化國際市場。此外，預期全球未來對於化石燃料逐漸擴大，研擬創新解決方案至關重要。



此外，日本絕大部分的礦物資源亦高度仰賴進口，包含發展蓄電池、電動車、再生能源設備等；稀有金屬則分布不均，在國際上屬於寡頭市場，至於用以脫碳的再生能源發電設備的普及，也將增加國際需求，資源競爭也愈發激烈。是故，考量到礦種分布不均，需針對各種礦種的供應鏈研擬對策，強化風險貨幣供給功能等措施。

基此，日本於 2021 年 10 月制定「第六次基本能源計畫」，以「安全前提下確保能源穩定供應」為方針，通過提高經濟效益實現低成本能源供應，以及努力環境兼容的「3E+S」之基礎下，未來日本將透過日本石油、天然氣、金屬和礦產資源組織（JOGMEC）積極展開資源外交與風險管理，以確保資源供應穩定。與此同時，將加強推動日本周邊海域石油、天然氣、海底熱能的開發，並持續採購穩定的 LNG，以綜合政策確保資源穩定供應。

## 1. 加強與國際能源輸出國的關係

由於日本約有 90%的石油、20%的天然氣從中東進口，致力於確保能源進口供應來源多樣化，深化與中東石油輸出國的良好關係。為達成能源穩定與碳中和願景，具體措施包括：

- 甲、 確保穩定與廉價的石油與天然氣，因此開展「綜合資源外交」，引進與拓展氫、氨、CCS 等脫碳燃料與技術，與東南亞國家偕手制定碳中和路徑圖，同時加強與中東國家的資源外交。
- 乙、 確保燃煤穩定供應：日本燃煤大部分仰賴海外進口，當中澳洲與印尼的進口佔比超過 70%，因此 JOGMEC 已在加拿大、哥倫比亞等進行地質調查，並在越南、印尼等地的燃煤產業進行人力資源培力。
- 丙、 確保稀有金屬等礦產資源：「第六次基本能源計畫」呼籲 JOGMEC 確保海外風險資金、促進資源探勘、最大限度利用國內冶煉廠之再生能源等政策方向。
- 丁、 提供風險資金以獲取資源：將通過資源外交與財政支持，加強與夥伴國家間的關係，故 JOGMEC 於 2021 年提供日本企業風險資金以進行金屬礦產探勘。



## 2. 改善能源採購條件以降低能源成本

日本是世界上液化天然氣最大的消費國，傳統 LNG 契約多為長期契約，價格與原油價格掛勾，2022 年俄烏戰爭，LNG 與天然氣的情勢發生變化。具體措施包括：建立靈活的國際液化天然氣市場，並建立 LNG 與電力的期貨市場。LNG 方面，2022 年 4 月開始相關的期貨交易計畫；電力方面，經產省於 2022 年 1 月批准電力期貨在東京交易所上市。

## 3. 促進開發石油、天然氣等國內資源

海洋資源開發是日本開拓能源的重要策略，日本於 2019 年 2 月修訂的《海洋能源礦產資源開發規劃》，針對每種礦產類型明訂發展目標與路徑、技術開發、人力資源培育、國際合作、海洋環境保護與公民認知溝通。石油天然氣方面，則在 2019 年至 2021 年進行探勘計畫，計畫成果將提供給民間企業，促進國內資源開發。具體政策包含委託廠商執行國內石油與天然氣的地質調查、海洋礦產資源開發評價與技術調查。

## 4. 推動循環利用、強化儲備制度，確保礦產資源穩定供應

由於日本高度依賴能源進口，除加強資源外交外，將以應對供應風險為目的，開發回收稀有金屬相關設備與技術，以此降低稀有金屬的進口量。具體政策包含：開發次世代汽車用高效率電機的磁性材料技術、儲備稀有金屬、推動資源流通系統與分檢冶煉技術，以及開發可替代零件之技術。

### (二)、 實現節能社會與靈活的消費活動

日本於 1979 年頒布《節能法》推動節能政策，透過公私部門的合作與努力，至今日本的能源消耗效率提高約 40%，已達到世界最高的節能水準。日本的目標是 2030 年的能源消費效率相較於 2013 年提高 40%，將在企業、家庭、運輸與工業等部門進行節能措施。

#### 1. 各部門節能減排工作

(1) 商業與家庭部門：與工業部門相比，企業與家庭部門能源成本佔總支出的比例較低。日本推動「領跑者制度」，要求製造商和進口商提高家電



的節能效率，以及隔熱材料、雙層玻璃、窗扇等建築材料的效能，將高效節能產品加以普及。具體措施包括：透過《節能法》促進節能與提升領跑者計畫、提供節能設備資訊並促進企業與家庭部門節能、實現淨零能耗建築（ZEB）與淨零能耗住宅（ZEH）、示範與推廣高效節能建築材料、達成建築節能目標、引進節能的建築技術、建築節能改建的稅制補助、購買節能建築時提供優惠利率、有效運作建築能效標識制度、低碳住宅與建築認證、提供與推動家戶低碳生活建議、促進家戶自願節能等。

(2)運輸部門：運輸部門為「第六次基本能源計畫」中預期節能幅度最大的部門。具體措施包含提高汽車、卡車燃油效率標準、補貼潔淨能源汽機車、推動零碳物流系統、建立脫碳運輸社區、推動交通需求管理、推動自動駕駛、建立碳中和港口、提升鐵路節能與低碳化、大幅減輕運輸設備的新型結構材料技術等。

(3)工業部門：需要透過多元節能措施以鼓勵企業提高能源消耗效率，具體措施包含建立工業部門節能標準與審查機制、多家企業合作推動節能計畫、補貼節能生產設備、引進高效能熱泵等。

除各部門節能措施外，日本亦積極推動跨部門節能措施，包含委託民間辦理節能公關廣宣業務、推動脫碳社區發展、研議全球變暖對策稅等。

## 2. 促進熱電聯產以提高能源效率

為有效利用城市然氣、石油等發電過程中所產生的廢熱，熱電聯產可以提高能源效率，減少初級能源，緩減電力需求高峰，甚至在電網能源供應中斷的狀況下，確保一定的能源供應。為此，將透過補貼等措施引進熱電聯產，並導入至太陽光電及風力發電。

## 3. 於消費端有效利用能源資源

日本積極發展從消費端提升能源效率，將持續引進分散式能源，增加零售電業與輸配電業的供應能力。具體措施包括利用儲能與分散式能源進行電力供需調度，並導入智慧電錶。日本於2020年開始推廣智慧電錶，規劃於2024年全國電錶皆改設置智慧電錶，2021年底已完成91%的安裝進度。2025年起，將視需要制定次世代智慧電錶相關計畫。



### (三)、 再生能源大量引入，規劃成為主要電力來源

日本於 2012 年 7 月開始實行 FIT 制度，再生能源設置容量已增長約 4 倍。2020 年 10 月日本宣布 2050 碳中和目標後，「第六次能源基本計畫」揭示要最大化再生能源發展。當前日本發展再生能源的最大挑戰是擔心造成人民過度負擔，目前日本的再生能源發電成本與國際水準相比仍偏高，故 2020 年 6 月的《能源供應彈性法案》引進 FIP 制度，將於 2022 年 4 月生效。此外，隨著以太陽光電為中心發展再生能源，在安全、防災、景觀環境、未來設備處置方式皆引起地方的擔憂，故重要的是建立與在共存的再生能源，並制定各種計畫，以期達成再生能源發展目標。

#### 1. 發展具競爭力的再生能源產業

為引進 FIP 制度，需要針對售電業者進行整合，並持續改善分散式能源的建設與營運環境。同時為使再生能源成為主要電力來源，將再生能源納入電力市場相當重要，故 2022 年開始將引進 FIP 制度，並改善再生能源的交易環境，以及推動供需結合的再生能源利用模式，同時太陽光電設備可以使用 20 年以上，而 FIT 制度保證 10 年的收購期，故在收購期滿後也會提供業者後續的方案資訊，以及架設相關的官方網站。

另一方面，風力發電在「第六次能源基本計畫」中被視為再生能源的主要角色，但是過往日本由於以下兩個問題，故離岸風力尚未有重大進展：

- (1) 沒有統一的海域使用規則：過往地方政府通常僅頒發 3-5 年的海域佔用許可證，但相比於 FIT 需要 20 年的使用時間，並不具可行性。
- (2) 離岸風力產業、航運業、漁業之間對於海域利用的協調尚未明朗。

為解決上述問題，2019 年 4 月日本通過《海洋可再生能源發電設施開發相關海洋區域利用法》，在不干涉漁業與航運業的前提下，日本得指定海域為推廣區域，公開遴選離岸風力廠商，獲選廠商將可獲得 30 年的海域使用權。2021 年 9 月，秋田縣八方町及能代市的離岸區域被認定有潛力，已公開徵集申請者，並預計於將於 2021 年 12 月開始相關作業。

此外，為提高離岸風電產業競爭力，預計最快於 2023 年開始示範計畫，以及為培育技術與研發人才，2022 年開始在大學、技術學院或企業設

置相關課程。最後，於 2020 年 9 月將能代港、秋田港、鹿島港、北九州港指定為離岸風電的碼頭。

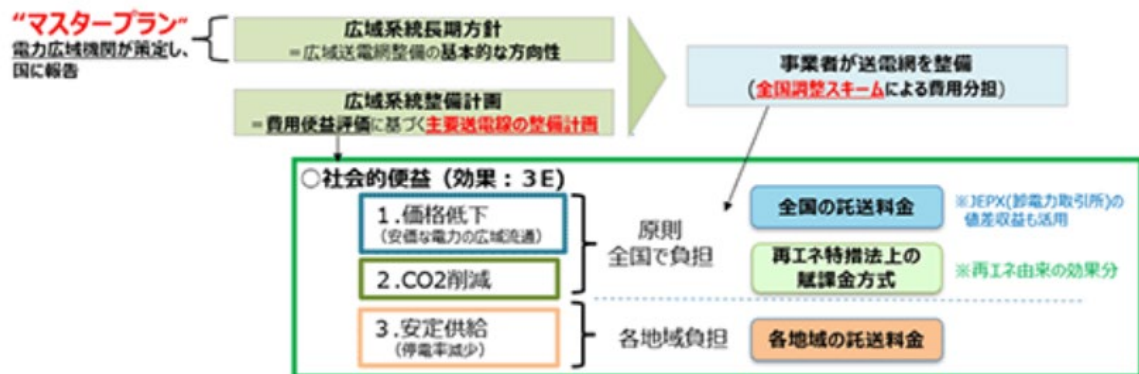
## 2. 規範再生能源產業

為達到再生能源與當地共存共榮的目標，日本建立許多再生能源相關的規範，包含努力促進當地對再生能源的了解、太陽能發電設備專業技術標準、太陽光電發電設備如太陽能板的廢置處理措施等。另外，日本要求獲得 FIT 認證的發電設備皆須於設備上放置標誌與架設圍欄，現地勘查後如有違反者將要求改正。

## 3. 次世代電網的形成

當前日本的輸配電網絡主要是連接大型發電廠與需求地區，日本電力系統將從傳統電力系統轉變為靈活運用分散式電力系統，因此要接收大量再生能源電力進入電網，對於電力系統可說是一大挑戰。為面對上述挑戰，日本執行的具體措施包含最大化利用現有電網，積極透過披露出力資料增加出力值的預測性、調整並控制出力手法、制定電網規範等。

[第333-1-2號]電力系統加固



資料來源：日本 2022 能源白皮書

圖 9、日本電網加強計畫架構



#### 4. 其他政策、預算、稅收制度等

日本積極運用《關於促進再生能源與農林漁業健康發展協調法》，中央與地方政府、發電業、農林漁業將密切合作，兼顧當地農林漁業發展與再生能源發展。

政策方面，包括引進可擴大太陽光電發電量的技術、補貼消費者使用太陽光電設備、及充分運用營農型太陽光電模式。在風力與海洋能方面，日本於 2021 年 9 月找出 4 個有潛力的開發區域，以及 6 個符合相關法規的預備區域，並進行海域調查與討論，同時擴大離岸風電研發業務，包括福島近海浮動式離岸風力示範計畫等。其他再生能源亦同步推動，例如建立生質能示範案場、補貼水力發電產業、地熱資源調查等。其他補助政策包含持續克服電網問題，規劃次世代電網計畫、促進在避難區域引入分布式能源設備、創新下水道示範計畫、使用區塊鏈技術建構減排模型、共同建立與補助生態學校等。

在稅制部分，日本透過優惠稅制，建立經濟誘因，使民間廠商願意投入節能、再生能源產業。包括再生能源發電設備通過 FIT 認證後的 3 年內得減免財產稅，此法規於 2022 年的修法中，申請期限延長至 2024 年。

就其他政策面向而言，為達到 2050 碳中和的目標，2020 年 11 月日本內閣府成立再生能源監管綜合檢查工作小組，2021 年已進行 12 次監管會議，會議主題內容包含農地活化規範，突破電網與市場限制，以確保透明與公開競爭的電力市場。此外，日本於 2021 年 10 月修訂「環境影響評估法」，擴大風力發電的審查規模，並縮短地熱發電設備的環境影響評估審查時間。太陽光電部分則為了使發展能符合地域特性，於 2021 年 6 月發布就開發用地發布環境影響指引。

就生質能面向而言，日本刻正修定「促進生質能利用基本計畫」，於 2012 年制定生質能的商業化戰略，推動生質能產業城市，2021 年共選出 97 個市町為生質能產業城市。此外，日本持續研議生質能的生命週期溫室氣體排放相關問題，由於生質能的原料大量依賴進口，與 FIT 制度減少環境負荷、促進在地發展的初衷有違，2022 年將持續討論溫室氣體生命週期。最後，日本農林漁業部於 2021 年 5 月制定「綠色糧食系統戰略」，建立適合





農林漁產業的自產自銷能源體系，以促進生質能與當地資源的利用，並於 2022 年 2 月內閣通過並提交國會「促進企業活動以減少環境負擔並建立環境和諧的食品體系法案」。

#### (四)、 核能政策發展

##### 1. 核電的環境與政策方向

根據 2021 年第六次能源基本計畫，日本將繼續以安全為前提，重啟核能機組，故中央政府將帶頭爭取地方政府的理解。美濱 3 號機組將於 2021 年 6 月重啟，島根 2 號機組則獲准於 2021 年 9 月更換反應爐。

另一方面，處理核廢料亦是日本使用核能時須面對的重要課題。日本的基本政策是減少高輻射量廢棄物、降低其有毒性與推動核燃料循環。日本六所村廢棄物處理廠於 2020 年 7 月完成變更許可，預計於 2022 年完工，而 MOX 燃料廠也於 2020 年 12 月取得變更許可，預計於 2024 年上半年完工。此外，也將針對廢棄物處理設施研擬中期計畫，並將於 2021 年由各組織制定，同時，擴大核燃料的儲存容量也相當重要，正在努力取得監管標準的許可。核廢料處置方面，中央政府正與核能環境整備機構（NUMO）進行相關對話，於 2020 年 11 月開始對北海道壽都町、神惠內村進行文獻調查。

##### 2. 持續提升核能安全性

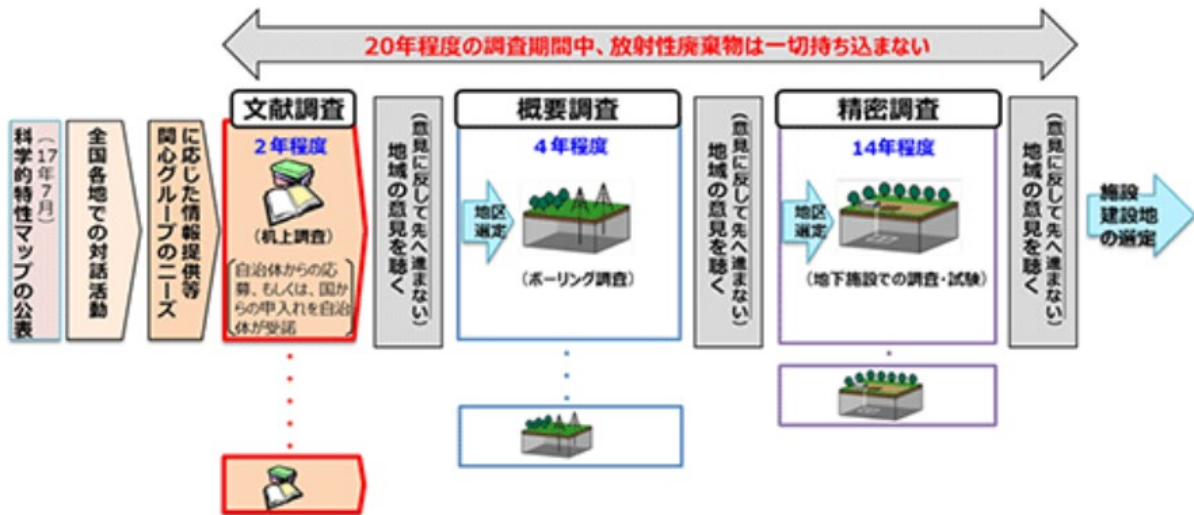
福島第一核電廠核災的經驗，促使日本要求核電公司除須遵守監管標準，更要繼續努力電廠安全性，並積極促成核電公司自願改進安全措施。針對長年運作的核電廠，日本於 2020 年公布「核電廠老化評估指南」、「除役管理指南」，並於 2021 年公布相關具體實施方案。2022 年 3 月，日本參考美國的作法，訂定「老化與惡化核電廠以安全且長期運行為目標之研究報告」。

為推動核電廠提升安全性，日本成立「核能安全推進協會」、「核能風險研究中心」。截至 2022 年 3 月為止，日本核能安全協會共對 14 家核能發電廠進行 23 次評估，並於 2021 年度陸續將研究成果應用至實際場域。具

體措施包括持續投入提高核能安全的技術研發、強化核能產業基礎設施、開發符合社會需求之創新核能技術等。

### 3. 核廢料處置措施持續推進

日本已決定高階核廢料的最終處置措施為深層地質處置，因此以 NUMO 做為執行機構進行地質科學調查，並於 2017 年發布科學特徵圖，以深化公眾對核廢料處置場的理解，此外也陸續進行公共對話，如 2020 年 11 月於北海道壽都町、神惠內村進行的文獻調查與分析，並於 2021 年在鄉鎮成立對話座談會，與居民就文獻調查結果進行對話討論。



資料來源：2022 日本能源白皮書

圖 10、核廢料最終處置地點選擇過程

另外，也持續進行長期技術研究開發，包括了解地下斷層分布、地下水流動狀態與保護技術，並加強與國際間的合作，了解各國最佳做法，日本核能研究開發機構於 2022 年 3 月與 OECD 成立相關國際研究中心，進行地層研究。此外，也推動核燃料循環政策，據以達成有效利用核燃料資源、減少核廢料體積、減少高階核廢料等目標。具體政策包含建立核廢料處理技術、日美與日法合作開發反應爐、快中子增殖反應堆循環技術研究與開發補助、低放射性核廢料處理措施等。另外日本也制定「核廢料對策推動



計畫」，確保 2020 年有 4000 公噸的儲存容量，並於 2030 年達成 6000 公噸。

#### 4. 與國民、地方政府與國際社會建立信任關係

為贏得國民對核能的信任，具體措施包含在當地舉行聽證會或公關活動，以及透過媒體出版相關期刊，並在全國舉辦能源與核能政策說明會，也加強核能教育活動，制定全國性的教育教材。另外在重啟核電廠部分，2015 年陸續進行重啟，最近重啟的機組為美濱 3 號機組，於 2021 年 6 月重啟。女川 2 號機組、高濱 1 號與 2 號機組、美濱 3 號機組則分別於 2020 及 2021 年表達重啟的可能。最後，亦加強疏散計畫，全面的核災演練於 2022 年 2 月於宮城線女川地區舉行，以確保國家、地方、核能業者的災害應對系統之有效性。

就建立國際信任而言，日本與國際原子能總署、OECD 等組織積極合作，交流核能知識、向國際分享福島第一核電廠退役的知識與經驗教訓等。

#### (五)、 營造化石燃料高效、穩定運用的環境

為實現 2050 碳中和，逐步淘汰火力發電，改由氫、氫以及 CCUS 替代。故將致力於技術開法，提高火力發電效率。

##### 1. 促進高效燃煤、LNG 火力發電的使用

為達成碳中和，將進行次世代高效燃煤發電技術開發與示範，舉例而言，日本在大崎島推動 CO<sub>2</sub> 分離與捕集，並與 IGCC 技術結合的示範計畫；往後將進行 CO<sub>2</sub> 分離回收 IGCC 的示範測試，並建立碳循環技術示範研究基地，並持續研究相關火力發電技術，以及與其他國家分享、研討火力發電的碳循環利用技術與脫碳技術，並修訂燃煤發電出口扶持政策。日本以 2030 年度整體電力排放係數 0.37kg-CO<sub>2</sub>/kWh 為目標，故每年皆會盤點排放係數目標、能源結構、最新發電技術。

##### 2. 重建石油與液化石油氣產業

日本 2019 年的石油需求相較於 1999 年下降約 30%，預計未來需求將持續下降。具體而言，日本將透過推動煉油業的異業合作，提升國內煉油廠的競爭力與產能，並協助其業務範疇拓展至海外市場，以及恢復國內石



油市場的盈利能力，並確保足夠的投資。

主要措施包括透過相關法律有效利用原油，2021 年減壓蒸餾殘渣處理率目標為 7.5%，並降低煉油成本，增加國際競爭力。此外，為應對原油價格飆升，亦制定相關應對措施以抑制零售價格大幅上漲，包括擴大補貼金額。另外，持續提升石油與液化石油氣的供應系統穩定度，包括引進蒸氣回收設備以確保石油產品充足、在偏遠地區降低石油產品流通費用等。最後，則是建立公平透明的石油產品交易結構，包括監控石油批發零售價格，以及進行補貼以確保石油產品品質。

### 3. CCUS/促進碳循環

日本依據 2019 年提出的「碳循環技術路線圖」，並進一步於 2021 年 7 月根據最新趨勢進行修訂，將撥 479 億日圓的預算。為此，將持續進行 CCS 研發與示範計畫，並建構 CCUS 示範基地與建立供應鏈，以國際合作為基礎，研究 CO<sub>2</sub> 運輸與儲存的可行性，並調查與評估 CO<sub>2</sub> 封存的合適地點，持續進行 SAF 技術。合成甲烷方面，於 2021 年的綠色成長計劃及第六次能源基本計畫中，表示將 2030 年將 1% 甲烷導入現有基礎設施，2050 年則導入比例則提升到 90%，亦定下合成甲烷的價格要與當前液化天然氣價格相當之目標，為此從 2021 年 6 月起，日本政府與企業召開公私會議，致力於實現前述目標。

同時，日本現積極於國際會議上與各國交流、討論 CCUS 技術，例如 2021 年 6 月日本經產省便與東盟東亞經濟研究所舉辦，成立國際化產官學知識共享平台。

#### (六)、 推動能源供給結構改革，掃除市場壁壘

2016 年 4 月，日本全面開放電力零售化，所有消費者都可以自由選擇電力零售商、收費方案。日本將持續穩定推動電力、燃氣、供熱體制改革，消除市場壁壘，打造綜合型能源市場，並透過業界良性競爭，實現能源選擇自由最大化的願景



## 1. 推動電力體制改革

為保護電力用戶的利益，日本電力與天然氣市場監督管理委員會綜合消費者狀況、市場競爭力等因素，每年嚴格監控電力零售市場交易狀態，2019年9月開始，每年公布2次調查結果，以保持市場透明度。截至2022年3月，共有752家電力零售電業者完成註冊，而為了監控電力交易市場，電力與天然氣市場監督管理委員會也成立諮詢台，2021年4月至2022年3月，共諮詢了4,533次，並在有必要時對電力零售業者進行指導。

在監控交易市場上，由於2021年10月以後，電力現貨市場出現了價格飆升，大規模投標可能會對價格產生負面影響，因此電力與天然氣市場監督管理委員會定期檢查並公布大規模投標結果，並根據審議結果，日本電力交易所於2月開始公開大規模投標量與契約數量。

根據《促進能源供應商使用非化石能源和有效利用化石能源原料法》，電力零售商須於2030年達到非化石能源佔其採購的電力來源44%以上，由於過往電力批發市場並不區分化石能源、非化石能源，致使零售商難以達成前述義務，且非化石能源的環境價值亦無法被體現。故日本建立「非化石燃料證書」制度，將非化石燃料證書區分為FIT非化石燃料證書以及非FIT非化石燃料證書，並創設非化石證書交易市場，此制度除可使零售商實現其義務外，亦可增加消費者選擇潔淨能源的空間，且銷售FIT非化石證書還能減緩國民FIT賦課金（電費中的附加費）負擔。

除此之外，委員會也會針對輸配電業進行監督，根據電力事業法，分析輸配電業者業務執行情況，並預計從2023年引進收入上限制度。

## 2. 推動燃氣與供熱體制改革

日本於2017年4月全面開放燃氣零售業，燃氣體制的改革乃為確保天然氣供應穩定、控制天然氣價格、多樣化收費方案、擴大天然氣使用方式。燃氣零售業自2016年8月受理註冊以來，至2022年3月已有95個單位註冊，根據《電氣事業法》過渡措施，203家原為普通燃氣公司及1174家簡易燃氣公司，皆轉變為燃氣零售商。開放零售市場後，一般家庭申請換城天然氣的數量逐漸增長，至2021年12月為止，已累計446萬件。

隨著燃氣國際情勢及環境變化，天然氣政策的爭論點預計包括：應對國際 LNG 情勢變化、開發天然氣系統以實現碳中和、三大公司管道部門合法區分所導致的環境變化、重振天然氣零售競爭、區域能源供應等。

供熱體制的改革則於 2013 年開始進行，2016 年實施的供熱體制改革中，供熱業由許可制改為登記制，並取消費率調控與供熱義務、落實消費者權益保護制度等。未來將持續進行改革，以改善營運環境、消除市場壁壘。

## **(七)、 強化國內能源供應網絡**

日本於 2018 年 12 月修訂《國家抗災基本計畫》、《2021 年國家抗災年度計畫》，促進國內能源供應網絡的抗災量能。

### **1. 加強石油儲備以因應海外供應危機**

考量國內石油需求趨勢，日本已將日本油槽出租給沙烏地阿拉伯及阿拉伯聯合大公國的國家石油公司，並於 2020 年 12 月與科威特簽署新的聯合石油庫存協議。在液化石油氣儲備方面，日本已建成 5 個國家儲備基地，目前國家儲備日標（50 天）、民間儲備義務（40 天）皆已達成。

### **2. 加強面對國內災害的應變能力**

供給面而言，自從東日本大地震後，日本即專注在從軟、硬體面向加強石油、液化石油氣供應的穩定度。日本從硬體層面提升煉油廠、加油站等石油供應基地的抗災能力，以及增加汽油、煤油、輕油、重油的儲存量，儲存了約 4 天的國內需求量，並在 2016 年的熊本地震後首次實施「災難時石油供應合作計畫」，由中央政府、地方政府、石油業及共同合作確保受災地區石油穩定供應。2020 年度，自然資源能源廳與內閣府、地方政府及石油行業合作，對於燃料供應者在職培訓。防衛省與自衛隊亦與地方政府合作，持續於 2020 年度進行緊急燃料供應演習，如 2021 年 3 月北海道陸上自衛隊與北海道經濟產業局舉行聯合演習。

需求面而言，日本致力於使災難疏散中心等社會重要基礎設施具備燃



料儲存能力，故引入液化石油氣罐、油罐，以確保大眾於災難發生後進入疏散中心後，仍有一定的能源可供使用。

### 3. 確保正常時期穩定供應

為確保人口稀少地區獲得穩定能源，平時透過更換大型地下儲存槽的方式進行。具體措施包括提供偏遠島嶼、人口稀少地區石油產品輸送補助與降低零售價、召開以地方政府與企業為中心的理事會，建立當地穩定供應體系。

#### (八)、 建構穩健的能源體系，向氫能等新型二次能源結構轉型

為達成碳中和，氫、合成燃料、合成甲烷的角色將愈發重要；氫則可進行混燒，將可利用於運輸、工業等用途。

##### 1. 加速氫能發展

日本是最早關注氫能發展的國家之一，於 2017 年 12 月即制定「氫能基本戰略」。日本於 2020 年 10 月的碳中和宣言後，同年 12 月制定「綠色增長戰略」，以及 2021 年 10 月的「第六次能源基本計畫」，氫能被定位為新資源，將作為電力、交通、工業等領域之關鍵技術。故目前日本正努力降低氫能供應成本，目標為將成本降低與化石燃料相當的水準，同時在氫氣供應量方面，定下 2030 年最大 300 萬噸/年以及 2050 年的 2000 萬噸/年。

為長期且穩定供應廉價氫、氨，需要促進利用國外生產的氫，因此 2030 年的目標是利用國際氫供應鏈，以及利用水電解裝置將氫的生產商業化。例如澳洲大型液化氫運輸船的示範計畫已開展，2022 年 1 月在澳洲裝載褐煤產業化氫後，於 2 月返回神戶港。未來將持續利用綠色創新基金，推動相關技術開發作業，實現國際氫能供應鏈的商業化。

2020 年 3 月啟用「福島氫能研究場」，將使用領先世界的 10,000 KW 鹼性水電解裝置以利用再生能源大規模生產氫氣，未來亦將建立再生能源的製氫基地，以搶佔海外市場。為創造國際市場，經產省與國家研究開發機構自 2018 年起每年舉行氫能部長級會議，以討論氫能，2021 年已來到

第 4 屆。

除此之外，日本亦積極發展清潔能源汽車，並研發氫燃料電池技術，以運用在船舶燃料電池。為普及氫燃料電池汽車與氫能加注站，日本將推動氫能加注站建設，並透過各種示範計畫，實現氫供應鏈與氫氣利用模型等。

## 2. 擴大氫燃料的引進

由於氫燃料在燃燒過程中不會排放二氧化碳，故亦被視為脫碳的重要手段之一，同時亦為氫的能源載體。由於氫已經在世界各地廣泛應預於肥料等地方，因此可以利用現有的製造、運輸與儲存技術與設施，以降低直接燃燒時氮氧化物排放，且氫與煤容易共燃，因此可用於燃煤發電。2021 年開始，日本最大的火力發電公司在愛知縣碧南火力發電所正在進行 20% 混燒氫實驗計畫。

火力發電使用燃料氫方面，目標為 2030 年在燃煤發電中導入 20% 混燒氫，國內需求預計達到 300 萬噸/年，因此日本企業將致力擴大生產規模與提高效率，已擴大氫的使用。在技術開發部分，2021 年 9 月制定「燃料氫供應鏈建設方案」，當中將開發降低供應成本所需技術，以及燃煤鍋爐與燃氣渦輪的混燒氫技術，如低溫低壓高效率生產藍氫技術。

最後在供應鏈方面，將與國際能源署合作發布分析報告，提高燃料氫的國際認可度；以及與北美、中東、澳洲等國家合作，建立供應鏈與可行性研究；並透過國際燃料氫會議，由日本建立國際合作平台，例如 2021 年 1 月，日本與阿拉伯聯合大公國的石油公司簽署燃料氫與碳回收的合作備忘錄。

### (九)、國際能源全面合作的發展

在世界能源形勢急劇變化的情況下，為使各國能源供需結構更加穩定高效，2021 年將利用多邊國際能源合，確保能源穩定供應。





## 1. 通過多邊框架開展合作與雙邊合作

與 IEA 合作方面，IEA 每 5 年對會員國進行能源政策審查，並於 2020 年 2 月對日本進行詳細審查，於 3 月發布報告，評析內容針對日本自東北大地震與碳中和宣言以來的能源政策，並提出相關建議。日本亦出席 IEA 相關會議。日本作為 IEA 會員國，日本針對礦產資源供應鏈提出貢獻，增加經濟安全。

在亞洲地區多邊合作的部分，提供了東盟約 6.3 億日圓的資金，調查東南亞地區電動汽車動向等。此外，日本也在 APEC、IRENA、IOSCO 等組織合作，並提供不少資金供這些組織營運、補助案和開發各種能源評估工具

雙邊合作方面，主要合作國家如下：

### (1) 美國

美國於 2019 年 9 月，成為 70 年來首次成為石油淨出口國，即原油貿易出口超過進口。在天然氣領域，2017 年日本首次進口頁岩氣 LNG，此後美國產 LNG 進口量持續擴大。2021 年 4 月啟動「日美清潔能源夥伴關係」。2022 年 1 月，經濟產業大臣與美國能源部部長進行會議，交換日美的未來合作意見。

### (2) 加拿大

加拿大是世界領先的能源資源國家之一，除石油、天然氣、煤炭和鈾外，還擁有豐富的水電資源。2020 年 6 月，經濟、貿易和工業部和加拿大自然资源部宣布以 2019 年簽署的能源領域合作備忘錄為基礎，舉行了日加能源政策對話。2020 年 12 月，第 30 屆日加經濟副部長級會議（JEC）在線上舉行，兩國元首就近期國際經濟形勢和自由開放的印太等問題進行了交流，討論了包括能源在內的五個優先合作領域。

### (3) 英國、法國、德國、歐盟、澳洲

2020 年 11 月，經產省與英國商業能源與產業戰略部進行英日能源政策對話；2020 年 12 月舉行的第 9 次日本和英國年度對話上，日本基於 2012

年 4 月日本和英國首相發表的聯合聲明，主旨在核能政策、退役和環境恢復的部分進行合作，並在核研發、公眾傳播、核安全和監管等方面的看法和努力交換了意見。

日本與法國在 2021 年 1 月，就核安全合作、核事故應急響應、核燃料循環、放射性廢物管理、核研發、東電福島第一核電站退役、場外環境恢復等問題交換了意見。

德國方面，2019 年 6 月簽署「日本經產省與德國經濟能源部能源轉型合作宣言」及 2020 年 2 月根據此宣言，日本與德國成立氫能與能源轉型工作小組，並於 2021 年 2 月確認兩國能源迄今的能源進展，就兩國合作交換意見。

歐盟方面，則是於 2020 年 5 月與歐盟首腦進行電話會議，重申歐盟與日本夥伴關係的承諾。最後在澳洲方面，由於澳洲是日本煤碳、LNG 及氫氣的重要夥伴，因此舉行日本能源資源對話會議，並於 2021 年 4 月召開第 39 屆會議；於 2021 年 6 月舉行日澳首腦會議，兩國宣布持續在脫碳方面的合作；2022 年 1 月則在日澳褐煤氫供應鏈下，全球首艘液化氫運輸船抵達澳洲。

#### (4) 亞洲

印度是僅次於美國和中國的世界第三大能源消費國，2006 年峰會協議後，啟動了部長級框架日印能源對話。2012 年以來，兩國部長通過互訪共舉行了 10 次對話，目前日本正在協調召開第 11 次會議。氫能方面，2019 年 9 月舉辦首屆氫能與燃料電池研討會，2021 年 3 月則透過網路辦理第 3 屆，第 4 屆則預計在 2022 年 3 月在網路上舉辦。

印尼是日本石油、天然氣和煤炭等自然資源的主要進口國，2022 年第 7 屆日本印尼能源論壇將於日本舉辦，討論電力、石油、天然氣、煤碳、再生能源與節能等領域。並於 2021 年 1 月簽署合作備忘錄，深化能源領域合作。

越南是日本優質無煙煤的重要供應國。第四屆日越能源工作小組，以及越南工業、貿易和能源合作委員會分別於 2021 年 12 月及 2022 年 3 月舉

行。日本與越南於 2021 年 11 月發表「能源轉型合作邁向碳中和聯合聲明」，預期將強化兩國的合作。

泰國方面，則是透過能源政策對話方式探討能源領域合作，並於 2022 年 1 月，日本經產省與泰國能源部長簽署能源夥伴關係備忘錄。

中國是世界上最大的能源消費國，提高中國的能源效率是日本能源安全的重要課題。2021 年 11 月進行第一次日中實現脫碳政策對話，以實現兩國交流；2021 年 12 月以線上方式舉行第 15 屆日中截能與環境綜合論壇，交流了 11 項合作計畫。

新加坡方面，2017 年開始日星能源對話，交流兩國能源政策，2022 年 1 月，日本經濟產業大臣訪問新加坡，討論亞洲能源轉型，並簽署氫、氨、CCUS 與碳回收等低碳技術合作備忘錄，以及過渡性融資，並同意在 AETI 下進行兩國合作。

## (5) 俄羅斯

與能源供應國方面，則涵蓋阿拉伯、阿拉伯聯合大公國、卡塔爾以及俄羅斯等，其中在俄羅斯方面，2016 年 5 月的日俄首腦會議上，安倍首相向普京總統提出的八項合作計畫中；2021 年 9 月，日本與俄國舉行電話會議，討論碳氫化合物、核電、氫氨等方面，並同意促進 CCUS 碳循環的合作，以及簽署合作聲明，並進一步在 2021 年 10 月由岸田首相與普京透過電話會議，確認日俄關係正朝低碳化方向發展。

## 2. 日本為實現經濟與環境良好循環，在技術開發上所提供的國際貢獻

日本於 2020 年開始向國際推動能源與環境領域的示範計畫，並在發展中國家推廣溫室氣體減排技術、產品、系統、服務與措施等，減少溫室氣體排放，並致力於建立聯合信貸機制 (JCM)。東盟方面，則於 2019 年 9 月啟動公私合作倡議「東盟清潔能源未來倡議」(CEFIA)，著手改善運營環境，開展低碳技術、系統與金融等項目，推動與國際組織、金融機構間的合作。具體推動項目包括推動由民間主導的 JCM 計畫，並在亞洲發展中國家進行脫碳計畫，同時透過各種國際會議或交流機制討論相關措施與行



動，如亞洲綠色成長夥伴關係部長級會議、產官學碳循環國際會議、LNG 生產者與消費者大會、燃料氫國際會議、TCFD 高峰會等。

#### (十)、 推進戰略性技術開發

只要能源政策是從現有技術和供給結構進行延伸，就難以從根本上解決日本能源供需結構薄弱的問題，因為這意味著日本很多資源都仍須依賴國外進口。2020 年 1 月，日本宣布「革命性環境創新戰略」，旨在建立創新技術以達碳中和，包括針對技術問題研擬具體成本目標、與全球交流等。且在 2020 年 10 月宣布的碳中和目標下，欲實施「綠色成長戰略」，並進行開創性研究，以研發減排技術，包括再生能源技術、核能技術、化石燃料技術等，並透過綠色創新基金計畫進行，2021 年已徵集到 16 個發展項目，其中確定實施的已有 11 項。

#### (十一)、 深化對能源的認識，與各級人民交流

由於能源是人們生活和工業活動的基礎，因此每個公民都必須自己思考和行動，以解決各種與能源相關的問題，基此，日本政府將透過蒐集公眾意見、座談會、提供日本能源動態資訊等。

##### 1. 提高公眾對能源的理解

日本政府為提高各界國民對能源的了解，具體措施包括推動能源政策宣傳與公共關係，提供準確且易懂的資訊，以掌握民眾對能源問題的想法，提高民眾對能源的興趣，因此將透過能源聽證會、公關活動、能源教育等方式進行，如印製「日本能源」的手冊，以圖表方式介紹日本能源現狀；或發布簡單易懂的介紹性文章，在自然資源和能源局網站上發布了大量關於能源最新趨勢、國際形勢、每種能源的作用和相關術語的文章。文章根據內容大致分為能源安全/資源、全球變暖/節能、福島、電力/天然氣、再生能源/新能源、核電、安全/防災和綜合能源/其他等主題。能源教育方面，則加深兒童與學生對能源政策的興趣與了解，如編寫〈明天的能源教育〉，在小學與中學發放。



## 2. 加強雙向溝通

除了深化公眾對能源的認識外，還需要提高能源決策過程中的透明度，取得民眾對政策的信任。

## 七、結語與建議

日本自 2020 年 10 月由前首相菅義偉提出 2030 年減碳目標為 2013 年的 46%、2050 達到碳中和目標以來，日本已有多份戰略、計畫陸續產出，包含 2021 年提出的《綠色成長戰略執行計畫》、《第 6 次能源基本計畫》、《地球溫暖化對策》等如 2020 年 12 月提出《綠色成長戰略》，目前更在研提將各戰略鏈結起來的《潔淨能源戰略》，預計將於 2022 年底公開。

從日本 2022 年能源白皮書中，可觀察到日本除持續推動以 2050 碳中和為核心的相關能源政策，能源供應與價格穩定已成為日本短中期內的重要決策影響因子。在此背景下，日本岸田政府對於核能政策的態度逐漸轉變，改為更加積極重啟核電機組，並加強發展新一代核電技術，但今年度發布的能源白皮書中，仍強調核廢料處理機制、核電機組安全性，以及強化民眾支持核能機組重啟、ALPS 污染水的正確認知等，顯見日本要在短中期內同時達到能源供應穩定、減碳量持續下降的雙重目標，仍須面對嚴峻的挑戰。

我國蔡英文總統在 2021 年 4 月 22 日響應世界地球日，其後國家發展委員會於 2022 年 3 月公布「臺灣 2050 淨零排放路徑」，說明我國將以「能源轉型」、「產業轉型」、「生活轉型」、「社會轉型」等四大轉型，及「科技研發」、「氣候法制」兩大治理基礎，輔以「十二項關鍵戰略」，落實淨零轉型目標。由於我國能源依存度和天然資源缺乏的情況與日本相仿，因此，日本如何同時穩定能源供給，並達到 2050 碳中和之目標的具體作法與成效，值得我國納入未來政策推動參考。

## 参考文献

- [1] 令和元年度エネルギーに関する年次報告（エネルギー白書 2022），経済産業省資源エネルギー庁，2022年6月：

<https://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/index.html>