

國立臺灣大學進修推廣學院
事業經營法務碩士在職學位學程



碩士論文

Professional Master's Program of Law in Business Administration
School of Professional Education and Continuing Studies
National Taiwan University
Master's Thesis

我國非核政策之研究
-兼論日本、德國之非核政策及制度
An Analysis of Taiwan's Non-Nuclear Policy:
A Comparative Study of the Policies and Legal Frameworks in
Japan and Germany

羅元宏

Yen-Hung Lo

指導教授：林明鏘 博士

Advisor: Prof. Ming-Chiang Lin, Dr.iur.

中華民國 114 年 07 月

July 2025

誌謝



首先，我要對我的指導教授林明鏘老師致上最深的謝意。感謝老師在我求學期間的悉心指導與耐心教導，從論文題目的確立、研究方法的選擇，到論文的撰寫與修改，每一個階段都給予我寶貴的建議與支持。老師嚴謹的治學態度和淵博的學識，不僅是我學術路上的明燈，更是我人生中的重要典範。

感謝口試委員宮文祥教授和陳信安院長撥冗審閱本論文，並在口試過程中提出許多寶貴的意見和建議，使本論文得以更加完善。同時也要感謝系上各位老師在課堂上的精彩授課，讓我在專業知識上獲得豐富的養分。

求學過程中，感謝學長姐們無私的經驗分享和技術指導，在我遭遇研究困難時給予的協助與鼓勵。也要感謝同窗好友們的相伴與支持，特別是翁楠凱及廖嘉翎的協助，才能讓我完成論文，讓這段求學路程充滿溫暖與歡笑。

最後，我要將最深的感謝獻給我的家人。感謝父母多年來的栽培與支持，給予我追求學術夢想的勇氣和動力。感謝家人們的理解與包容，讓我能夠專心投入學術研究。沒有您們的愛與支持，就沒有今天的我。

謹以此論文，獻給所有關心我、支持我的人們。

羅元宏 謹識

于進修推廣學院

民國 114 年 07 月

中文摘要



2011 年日本福島核災後，台灣對於核能的安全疑慮遽然提升，政府也隨之調整能源政策。2016 年蔡英文政府執政後，提出「2025 非核家園計畫」，主張在 2025 年前全面停用核電，並以再生能源及天然氣發電取代核能發電，效法日本及德國停止使用核能發電的相關作法。

然而，核能發電原本佔我國總發電量約 14%，政府規劃在核電退場後，提升再生能源與天然氣發電的比重來補足電力缺口，卻忽略能源結構的調整與轉型並非僅止於核能發電退場，還涉及電力供應穩定性、環境影響及經濟成本等多重考量。2021 年 4 月 22 日，蔡前總統亦於世界地球日宣示 2050 淨零轉型亦為台灣政策目標。至此，台灣非核政策亦須考量減碳目標，以維護能源安全、經濟發展與環境永續之間的有機平衡。

本研究先回顧我國非核政策法規基礎及架構，包含電業法、環境基本法等，並解析「2025 非核家園計畫」的影響，再依據 2050 淨零碳排計畫的目標，考量台灣能源結構的規劃，最後透過研究我國之非核政策歷年來的發展，並將日本、德國與我國非核政策發展情況進行比對，建議我國未來非核政策短期與長期策略之發展方向。

關鍵字：能源策略、2025 非核家園、德國、日本非核政策、電業法、環境基本法、2050 淨零碳排計畫。

THESIS ABSTRACT
PROFESSIONAL MASTER'S PROGRAM OF LAW IN BUSINESS
ADMINISTRATION
SCHOOL OF PROFESSIONAL EDUCATION AND CONTINUING STUDIES
NATIONAL TAIWAN UNIVERSITY



NAME : YEN-HUNG ,Lo

MONTH/YEAR : May/2025

ADVISER : Ming-Chiang Lin, Dr.iur.

TITLE : The Study on Taiwan's Non-Nuclear Policyin

The Fukushima nuclear disaster in Japan in 2011 significantly heightened public concern regarding nuclear safety in Taiwan, thereby prompting a major shift in national energy policy. In response, following the inauguration of President Tsai Ing-wen in 2016, the Taiwanese government announced the "2025 Nuclear-Free Homeland Plan," which seeks to achieve a complete cessation of nuclear power generation by 2025. The plan advocates for replacing nuclear energy with renewable energy sources and natural gas, drawing upon the precedents set by Japan and Germany in their respective nuclear phase-out strategies.

Nevertheless, given that nuclear power previously contributed approximately 14% of Taiwan's total electricity generation, the government's approach to compensating for this gap primarily through the expansion of renewable energy and natural gas capacity fails to fully account for the multifaceted challenges of energy transition. A genuine restructuring of the energy system entails more than merely retiring nuclear facilities; it also necessitates careful consideration of power supply stability, environmental impacts, and economic costs.

Furthermore, on April 22, 2021, President Tsai reiterated Taiwan's policy commitment to achieving carbon neutrality by 2050, aligning the nation's energy and environmental strategies with global trends. This development further underscores the need for Taiwan's non-nuclear policy to be harmonized with carbon reduction objectives while ensuring a sustainable balance among energy security, economic growth, and environmental stewardship.

This study first reviews the legal foundations and regulatory frameworks underpinning Taiwan's non-nuclear policy, including the Electricity Act and the Basic Environment Act. It then provides an in-depth analysis of the implications of the "2025

Nuclear-Free Homeland Plan" and assesses the strategic planning of Taiwan's energy structure within the context of the 2050 Net-Zero Carbon Emissions Roadmap. Finally, through a comparative study of the evolution of non-nuclear policies in Taiwan, Japan, and Germany, this research offers strategic recommendations for the short-term and long-term development of Taiwan's non-nuclear policy in pursuit of a resilient, low-carbon future.

Keywords: Energy Strategy, 2025 Nuclear-Free Homeland, Germany, Japan Non-Nuclear Policy, Electricity Act, Basic Environment Act, 2050 Net-Zero Carbon Emissions Plan.

目次



誌謝	i
中文摘要	ii
THESIS ABSTRACT	iii
目次	v
表次	vii
第一章 緒論	1
第一節、研究背景與動機	1
壹、全球非核趨勢與我國政策變遷	1
1. 1980 年代：反核運動的興起	4
2. 1990-2000 年代：政策變遷與核四興建爭議	4
3. 2011 年福島核災後的政策轉向	4
4. 2018 與 2021 年核能公投：社會對核能的反思	4
貳、非核政策對社會與經濟影響	6
參、名詞解釋	9
第二節、研究目的及範圍	14
壹、研究目的	14
貳、研究範圍與限制	15
第三節、研究方法與架構	16
壹、研究方法	16
1. 台灣的核能政策對比德國的核能政策	16
2. 台灣的核能政策對比日本的核能政策	16
貳、研究架構	17
第四節、文獻回顧	18
壹、國內研究回顧	18
貳、國際研究回顧	19
第二章 我國非核政策的法規與政策架構	24
第一節、非核政策的法制基礎	24
壹、電業法與非核條款	24
貳、環境基本法與核能使用限制	33
第二節、2025 非核家園政策白皮書分析	38
壹、政策內容與目標	38
貳、2025 能源結構規劃	42
參、小結	44
第三章 2050 淨零排放路徑與非核政策的挑戰	45



第一節、2050 淨零排放的願景與目標.....	45
壹、國際碳中和趨勢.....	45
貳、台灣 2050 淨零排放的政策方向.....	49
1. 參考國際經驗與標竿學習	51
2. 構建長期轉型藍圖與動態調整機制.....	52
小結	53
第四章 德國、日本與台灣非核政策之比較分析.....	54
第一節、德國非核政策分析.....	54
壹、德國能源政策演變.....	54
貳、德國的再生能源發展.....	57
第二節、日本非核政策分析.....	62
壹、日本能源政策演變.....	62
貳、日本再生能源發展與技術創新.....	64
第三節、三國非核政策的發規與執行策略比較.....	69
壹、法律規範與政策內容比較.....	69
貳、核能法規與環保法規比較.....	70
參、能源轉型相關政策比較.....	80
肆、小結.....	84
第四節、非核政策執行的困境與挑戰.....	84
壹、社會接受度與政治因素.....	84
貳、經濟影響與能源價格變動.....	88
參、小結.....	92
第五章 結論與建議	93
第一節、結論.....	93
壹、我國非核政策的法規與政策架構.....	93
貳、2050 淨零排放路徑與非核政策的挑戰.....	93
參、德國、日本及台灣非核政策之比較.....	94
第二節、建議.....	95
壹、長期政策調整建議.....	95
1. 條文修改建議：	96
2. 補充建議：	97
貳、短期發展策略.....	101
參考文獻.....	105
一、論文.....	105
二、網頁資料.....	106

表次



表 1 各年份發電類型表.....	3
表 2 反核階段表.....	5
表 3 電力成本表.....	23
表 4 法律規範與政策內容比較表.....	70
表 5 德國原子能法條文內容表.....	72
表 6 德國再生能源法與非核相關條文內容表.....	73
表 7 日本核能規制法與非核相關條文內容表.....	77
表 8 環保法規對日本非核政策綜合影響表.....	78
表 9 台灣環保法規對非核政策的綜合影響表.....	80
表 10 三國非核政策面臨挑戰表.....	92
表 11 台灣現行法規與建議修改內容.....	96

第一章 緒論

第一節、研究背景與動機

壹、全球非核趨勢與我國政策變遷

全球能源發展現今(2025 年)已進入關鍵轉折點，在應對氣候變遷與追求永續發展的背景下，非核趨勢成為重要議題。自 1979 年美國三哩島事故、1986 年俄羅斯車諾比核災，以及 2011 年日本福島核災後，核能的安全性受到全球廣泛關注，許多國家開始調整其能源政策，逐步降低對核能的依賴，轉向再生能源與提高能源效率的策略¹。

台灣也不例外，自 2011 福島事件後，政府不斷重申非核家園政策；在 2016 年蔡政府上台後達到巔峰²，正式將非核家園寫入電業法，也造成核能政策重大變遷，由擁核轉變成廢核，台電立場也跟著轉變。

一、國際非核發展背景

國際非核發展背景可以從歷史、政治、經濟、社會與科技等多個層面來分析。全球各國對核能的態度與發展路徑受到核災事件、環境政策、再生能源技術進步以及能源安全考量的影響。

在二戰結束後，核能技術快速發展，許多國家將其視為戰略性資源，用於軍事與民用發電。然而，冷戰結束後，隨著核武管制協議的推動（如《不擴散核武條約》(NPT)³），部分國家開始限制核能的發展，轉而尋求更安全的能源來源。

1960 年至 1980 年間，美國、法國、日本、蘇聯等國家均積極發展核電，核能成為主要能源之一；其中 1973 年、1979 年的石油危機也促使許多國家尋求能源獨立，進一步推動核電發展。然而，核能發電做為當時最先進的發電方式，在安全性方面卻出現極大的人為疏忽，才會造成 1979 年美國三哩島核事故 (Three Mile Island) 及

1 《我國非核家園政策之社會成本分析》：P.86 – 88，列出三哩島、車諾比與福島核災的詳細資料，包含事故原因、影響與國際核事件分級系統 (INES) 等。

2 參加廢核遊行 總統：「只要蔡英文在、只要執政團隊在」 「非核減煤」、「走向非核家園」會是持續目標：<https://www.president.gov.tw/News/24318>，最後瀏覽日期：03/28/2025

3 《核武禁擴條約》（英語：Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons），普遍稱為《核不擴散條約》或 NPT，也稱作《防止核擴散條約》，是一項國際條約，目標是防止核子武器和技術擴散，促進和平利用核能的合作，並進一步實現核裁軍的目標：

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E4%B8%8D%E6%89%A9%E6%95%A3%E6%A0%B8%E6%AD%A6%E5%99%A8%E6%9D%A1%E7%BA%A6>，最後瀏覽日期：03/28/2025。



1986 年蘇聯車諾比核災 (Chernobyl Disaster)⁴。

三哩島核事故發生於 1979 年 3 月 28 日，地點為美國賓夕法尼亞州三哩島核電廠。事故起因於冷卻系統故障，導致反應爐核心部分熔毀。具體而言，事故由於除汙過濾器阻塞，冷卻系統被迫急停，而多重安全系統同時喪失功能，使得爐心熔毀。不過，由於該反應爐設計有圍阻體，因此大部分的放射性物質並未釋放至外界。事故發生後，美國政府立即疏散距離 8 公里內的孩童與孕婦，但實際上，輻射外釋量不高，並未造成明顯的健康影響。雖然看來係系統問題，實際主因為當時對核能安全不夠重視，工程師並未定期確認冷卻系統正常運作，某方面來說係為人為過失。然而，此事件對於美國乃至全球的核能安全管理產生深遠影響，促使成立美洲核能運轉協會 (INPO) 與國際核能運轉組織 (WANO)，以強化核電廠之運轉經驗與安全管理。

車諾比核災發生於 1986 年 4 月 26 日，地點位於蘇聯烏克蘭境內的車諾比核電廠。事故發生於 4 號反應爐，其主要肇因為例行保養測試時，控制人員未遵循安全操作程序，並且反應爐的功率回饋系統不穩定。此類型的 RBMK 反應爐在低功率運轉時不穩定，最終導致核反應失控並發生蒸汽爆炸，直接破壞反應爐核心，釋放大量輻射物質。事故導致 237 人住院治療，其中 134 人確診為急性輻射病，並有 28 人當場死亡。長期影響方面，約有 4000 名當時的兒童和青少年罹患甲狀腺癌，並造成廣泛的健康損害。事故後，前蘇聯政府疏散約 30 萬人，並建立一個半徑 30 公里的禁區，該地區至今仍然無法供人居住。放射性塵埃擴散至歐洲多國，影響範圍遠超當地。

這兩起事故對於全球核能政策與安全標準的制定產生深遠的影響，也促使各國在發展核能時更加謹慎，甚至推動我國「非核家園」或逐步淘汰核能的政策。

二、我國能源轉型的歷程

我國的電力發展可追溯至 1945 年台灣光復後，發電結構經歷顯著的變化。初期，水力發電是主要的電力來源，占總發電量的 80%，而火力發電僅占 20%。隨著經濟

⁴ 三哩島、車諾比、福島歷史上三大核電事故，現在怎麼了？：回顧過去近 70 年的核電發展史，3 場舉世駭然的核災對當地居民帶來的遺禍，使核能的安全性與污染議題充滿爭議：

<https://www.greenpeace.org/taiwan/update/28534/%E4%B8%89%E5%93%A9%E5%B3%B6%E3%80%81%E8%BB%8A%E8%AB%BE%E6%AF%94%E3%80%81%E7%A6%8F%E5%B3%B6%E6%AD%B7%E5%8F%B2%E4%B8%8A%E4%B8%89%E5%A4%A7%E6%A0%B8%E9%9B%BB%E4%BA%8B%E6%95%85%EF%BC%8C%E7%8F%BE%E5%9C%A8/>，最後瀏覽日期：03/28/2025。

發展和用電需求增加，火力發電的比例逐漸上升。到 1950 年代初，火力與水力發電的比例達到平衡，各占 50%。直到 1960 年代中期，火力發電占比增至 77%，水力降至 23%，顯示電力供應已轉為以火力發電為主。

然而，我國對進口能源的高度依賴，使得政府開始尋求其他替代能源，其中核能發電成為選項之一。我國在 1970 年代中期決定導入核能，並陸續建造核一、核二、核三等三座核電廠，以解決能源需求與進口燃料的不確定性⁵，核能占比達到 32%，火力降至 56%，水力進一步降至 12%。

然而，核能的使用一直伴隨著爭議，1980 年代後，國際上幾次重大核災（如 1979 年美國三哩島核災、1986 年蘇聯車諾比核災）引發全球對核能安全的疑慮，台灣社會亦開始反思核能發電的風險。這使得台灣的能源政策逐步走向調整，由最初的積極發展核能轉為重視再生能源與能源安全。近年來，台灣積極發展再生能源。2022 年，再生能源發電量占總發電量的 8.3%，首次超越核能的 8.2%。2024 年，台電系統總發電量為 2,514.4 億度，其中火力發電占 79.7%，再生能源占 11.9%，核能占 4.7%⁶。

表 1 各年份發電類型表

年代／年份	火力發電	水力發電	核能發電	再生能源
1945 年	20%	80%	-	-
1950 年代初	50%	50%	-	-
1960 年代中期	77%	23%	-	-
1970 年代中期	56%	12%	32%	-
2022 年	82.4%	1.1%	6.3%	9.3%
2024 年	79.7%	1.2%	4.7%	11.9%

資料來源：台電公司資訊揭露與本研究整理。

台灣從 1980 年代以來的反核政策經歷幾個關鍵階段，包括社會運動的興起、政府政策的調整、國際核災影響，以及公投與政策的變遷等，條列如下：

⁵ 核能營運現況與績效：當時的燃料進口來源地的中東地區局勢長期不穩定，為了確保能源的穩定供應，同時支撐國內經濟蓬勃發展所需的電力，前經濟部長孫運璿先生在 1970 年左右決定興建核能發電廠來因應需要。<https://www.taipower.com.tw/2289/2363/2380/2382/10534/normalPost>，最後瀏覽日期：03/28/2025。

⁶漫談台灣電業的前世今生(五)-【今生篇(3)-台電公司七十年來之發電發展】：

<https://gordoncheng.wordpress.com/2016/01/15/%E6%BC%AB%E8%AB%87%E5%8F%B0%E7%81%A3%E9%9B%BB%E6%A5%AD%E7%9A%84%E5%89%8D%E4%B8%96%E4%BB%8A%E7%94%9F%E4%BA%94/>，最後瀏覽日期：03/31/2025。



1. 1980 年代：反核運動的興起⁷
 - a. 1986 年車諾比核災發生後，全球開始重新檢討核能的安全性，台灣的民間環保團體也開始質疑核電的安全性。
 - b. 1987 年台灣解嚴後，公民社會開始發展，反核運動興起，並逐漸演變為社會議題。
 - c. 1988 年，台灣的環保團體發起「反核四運動」，要求政府停止核四興建。
2. 1990-2000 年代：政策變遷與核四興建爭議⁸
 - a. 1992 年，行政院批准核四（第四座核電廠）興建計畫，但此舉立即引發社會抗議，並成為政治焦點。
 - b. 2000 年，台灣首次政黨輪替，民進黨政府上台後，宣布停建核四。然而，此舉引發憲政爭議，最終於 2001 年決定恢復興建核四。
3. 2011 年福島核災後的政策轉向⁹
 - a. 2011 年，日本發生福島核災，全球對核能的安全性重新檢討。福島核災後，包括德國、瑞士、比利時等國家紛紛宣布逐步廢除核能。
 - b. 2014 年，台灣的社會運動（如太陽花學運）推動政府重新評估核能政策，當時的馬英九政府最終決定封存核四，暫停核四運轉。
 - c. 2016 年，民進黨再次執政，並將「2025 非核家園」作為政府目標，計畫逐步淘汰核能發電，並增加再生能源的比重。
4. 2018 與 2021 年核能公投：社會對核能的反思¹⁰
 - a. 2018 年「以核養綠」公投：主張延長核能使用的公投獲得通過，顯示當時社會對於能源供應的不確定性感到擔憂。
 - b. 2021 年「重啟核四」公投：此次公投未能通過，顯示台灣社會對於回歸核能的支持度下降，政府仍維持「2025 非核家園」政策。

⁷阮敬瑩，〈不同類型資訊對再生能源取代核能發電政策支持度之影響〉，碩士論文，國立中山大學，2020，第 1 章第 1 節，最後瀏覽日期：03/29/2025。

⁸李念諭，〈2018 與 2021 年兩次核能公投的比較分析〉，碩士論文，台北大學，2024，頁 3，最後瀏覽日期：03/29/2025。

⁹黃莞青，〈311 日本福島核災發生後之核能政策變遷〉，碩士論文，政治大學，2019，第 4 章，最後瀏覽日期：03/29/2025。

¹⁰李念諭，〈倡議團體與媒體的政策敘事：2018 年與 2021 年兩次核能公投的比較分析〉，碩士論文，台北大學，2024，頁 4~5，最後瀏覽日期：03/29/2025。

表 2 反核階段表

資料來源：本研究整理。

時期	階段說明	主要事件	資料來源
1980 年代	反核運動的興起	a. 1986 年車諾比核災引發全球對核能安全性重新評估； b. 1987 年解嚴後公民社會崛起，反核運動成形； c. 1988 年環保團體發起反核四運動。	阮敬瑩 (2020)
1990-2000 年代	政策變遷與核四興建爭議	a. 1992 年行政院核准核四興建，社會抗議不斷； b. 2000 年政黨輪替，民進黨政府宣布停建核四，2001 年恢復興建。	李念諭 (2024)
2011 年後	福島核災後的政策轉向	a. 2011 年福島核災發生，全球重新審視核能安全，許多國家宣布廢核； b. 2014 年太陽花學運後馬政府決定封存核四； c. 2016 年民進黨再次執政，提出 2025 非核家園政策。	黃莞青 (2019)
2018 與 2021 年	核能公投：社會對核能的反思	a. 2018 年以核養綠公投通過，反映社會對能源不確定性的擔憂； b. 2021 年重啟核四公投未通過，顯示反核支持度上升，政府維持非核政策。	李念諭 (2024)

台灣政府正在積極推動能源轉型，主要策略包括¹¹：

- (1) 逐步淘汰核能發電：2025 年全面停用核能，改由再生能源與天然氣補足發電需求。
- (2) 增加再生能源比例：目標在 2025 年達到再生能源佔全體發電量的 20%。
- (3) 降低燃煤發電比重：減少燃煤使用，以降低碳排放，並提升空氣品質。
- (4) 提升能源效率與儲能技術：透過智慧電網與儲能技術的發展，確保電網穩定性。

雖然台灣的能源轉型政策已經確立，但仍面臨幾個關鍵問題：

- (1) 再生能源發展速度不足：太陽能、風力等再生能源雖有進展，但受限於地理環境、土地取得、技術成熟度，推動完成上網速度仍然不如預期。
- (2) 天然氣發電的供應穩定性：由於天然氣大多依賴進口¹²，供應安全性仍是一大挑戰。
- (3) 電力穩定性問題：由於核能發電的即時穩定特性被移除，如何確保供電穩定成為政策核心問題，尤其是尖峰時刻的供電穩定度。
- (4) 社會對電價上漲的可接受度：隨著能源轉型，電價可能上升，導致物價上

¹¹經濟部，《2019 能源白皮書》（台北：經濟部，2019），頁 1-3、20-22、64-66，最後瀏覽日期：03/29/2025。

¹²台灣的天然氣供應高度依賴進口，進口比例達 99%以上：LNG 來自四方 細說台灣天然氣進口供應安全：<https://magazine.twenergy.org.tw/Cont.aspx?CatID=&ContID=3054>，最後瀏覽日期：04/01/2025。

揚，如何平衡經濟發展與能源轉型的成本成為關鍵議題。尤其是最近原本要調的電價又取消調漲，對台電公司影響程度大增¹³。



貳、非核政策對社會與經濟影響

一、能源供應安全及穩定問題

台灣推動「非核家園」政策，計劃在 2025 年全面淘汰核能發電，並以再生能源與天然氣取代核電。然而，這一政策對台灣的能源供應安全帶來一系列挑戰，包括電力供應穩定性、能源成本、環境影響以及政策可行性等方面。

台灣高度依賴進口能源，2023 年進口能源占總供給的 96.7%。隨著核能發電的逐步退場，政府計劃提高天然氣發電比例至 50%，燃煤降至 30%，再生能源提升至 20%。然而，天然氣 100% 依賴進口，且儲存與運輸成本高，使得能源供應更容易受到國際市場價格波動與地緣政治因素影響，且由於天然氣發電受到供氣中斷、氣候因素及國際能源市場波動影響較大，若缺乏足夠的儲氣設備，將無法確保長期穩定的電力供應¹⁴。

另外，採取非核政策將讓電力供應穩定性降低，基載電力將由燃煤與天然氣補足，而再生能源如風電與太陽能的發電量具有間歇性，無法完全替代核電的穩定性，更何況台灣土地有限，過度發展太陽能與風能可能會影響農地與自然生態，而目前儲能技術尚未成熟，根本無法有效應對再生能源發電的不穩定性，再加上再生能源的發電量受天候影響大，使得台灣電網在電力調度上的挑戰加劇，可能導致電力供應不穩。

一意孤行的結果，恐造成發電成本提高，因核能發電的成本較低，再生能源與天然氣發電的成本較高，可能導致電價上升，進而影響民生與企業競爭力；而高耗能產業，如半導體與電子製造業，對於穩定且低成本的電力需求較高，若電價上升且供電不穩，企業可能選擇將產能外移至能源成本較低的國家。

由於國際燃料價格上漲，台灣自 2022 年以來多次調漲電價。2024 年 4 月，電價平均上調 11%，其中大型工業用戶漲幅達 25%。同年 10 月，再次對大型工業用戶調漲 12.5%，以減少台電公司的虧損。這些調整對企業營運成本造成

¹³ 4 月電價確定不漲！台電估虧損再擴大 500 億元，祭 4 大措施開源節流：<https://www.reccesary.com/zh-tw/news/world-regulation/electricity-prices-will-not-be-raised>，最後瀏覽日期：04/01/2025。

¹⁴ 林子倫等，《非核家園與以核養綠能源政策外部效益與成本比較分析》，台灣大學風險社會與政策研究中心，2018 年，第 4 頁、第 13-15 頁，最後瀏覽日期：03/29/2025。



壓力，進而影響產業競爭力¹⁵。

之前公投曾提出採以核養綠作為替代方案¹⁶，其主張在發展再生能源的同時，維持部分核能發電，以確保電力供應穩定性；且隨著第四代核能技術發展，核能安全性將進一步提升，核廢料問題也可能透過技術進步解決，因此，部分專家認為台灣應保留核電作為能源選項。

綜上所述，台灣的非核政策在能源供應安全方面帶來多重挑戰，特別是對於電力供應穩定性、電價、產業競爭力及能源自主性的影響較大。政府應綜合考量：

1. **多元化能源組合**：在發展再生能源的同時，評估各種能源的優缺點，避免過度依賴單一能源來源。
2. **提升能源效率**：推動產業和家庭節能措施，降低整體能源需求。
3. **強化儲能技術**：投資先進的儲能系統，以應對再生能源發電的間歇性問題。
4. **完善電網基礎設施**：升級電網技術，提高電力傳輸和分配的效率與可靠性。

透過上述措施，台灣可在推動非核政策的同時，確保能源供應的穩定，維持電價的可負擔性，並提升產業的國際競爭力。

二、對經濟成長與產業影響(電價)

台灣政府推動「非核家園」政策，計劃逐步淘汰核能發電並以再生能源和天然氣取代。然而，該政策對台灣的經濟成長與產業發展帶來顯著影響，主要體現在發電成本上升、企業投資誘因下降、產業競爭力削弱及電力供應穩定性挑戰。

核能發電相對於其他能源成本較低，當政府逐步淘汰核電並轉向再生能源與天然氣時，發電成本大幅上升，模擬分析顯示，短期內因發電成本增加，整體經濟與個別產業受到負面衝擊；天然氣發電雖然較煤炭乾淨，但由於天然氣

¹⁵ 燃料飆漲衝擊全球 多國電價漲更多、補貼也更多：經濟部

https://www.moea.gov.tw/Mns/populace//news/News.aspx?kind=1&menu_id=40&news_id=118826，最後瀏覽日期：04/02/2025。

¹⁶ 2018 年以核養綠公投

案：<https://zh.wikipedia.org/wiki/2018%E5%B9%B4%E4%BB%A5%E6%A0%B8%E9%A4%8A%E7%B6%A0%E5%85%AC%E6%8A%95%E6%A1%88>，最後瀏覽日期：04/01/2025。

仰賴進口，價格波動大且儲存困難，導致電價上升，進一步壓縮企業利潤，影響經濟成長¹⁷。

2023 年台電的各種發電方式中，核能發電的成本最低，每度電約 1.39 元新台幣，發電量占全年總量的 7.0%。然而，隨著「非核家園」政策的推進，核能發電比例逐年下降。取而代之的是再生能源發電，但其成本呈現兩極化。例如，2023 年台電自發的再生能源電力，每度成本為 2.53 元新台幣；但若向外購買再生能源電力，成本則升高至每度 5.20 元新台幣。這意味著，在再生能源尚未完全普及且技術尚未成熟的情況下，發電成本可能會顯著上升¹⁸。

同時，電價上升與供電不穩將影響企業投資決策，特別是高耗能產業，如半導體、製造業、科技業等，這些產業對穩定供電需求極高，長期來看，由於電力供應的不確定性，企業可能將部分產能轉移至其他能源供應穩定的國家，降低台灣的國際競爭力¹⁹。

電價的上漲直接影響企業的營運成本，進而可能降低投資誘因。台灣的住宅電價為 2.85 元新台幣，遠低於德國等其他國家。然而，隨著發電成本的增加，電價勢必面臨調漲的壓力，自 2022 年以來，台灣電價已調漲四次，平均從每度 2.58 元升至 4.29 元，累計漲幅高達 66%。高電價可能削弱產業的國際競爭力，影響外資投資意願，進而對經濟發展產生負面影響²⁰。

另一方面，非核政策促使政府積極推動再生能源產業，例如太陽能與風能，並希望發展綠能產業鏈，提升台灣在全球綠能市場的競爭力²¹；然而，由於台灣土地有限、電網調度挑戰、儲能技術尚未成熟，短期內再生能源難以完全取代核能與燃煤發電，影響產業發展穩定性。

再生能源如太陽能和風力發電具有間歇性，受天候影響較大，這對電網的穩定性構成挑戰。例如，2017 年 8 月 15 日，全台發生大停電事件，暴露電力供應的脆弱性。當時，政府強調推動分散式的綠能發電，以避免單一電廠事故

¹⁷ 電價未來恐年年調漲 三三會：調整能源政策是唯一解方：<https://news.cnyses.com/news/id/5916149>，最後瀏覽日期：03/28/2025。

¹⁸ 電價 4 月起平均調漲 11% 台灣發電成本究竟有多高？<https://news.pts.org.tw/article/686812>，最後瀏覽日期：04/02/2025。

¹⁹ 梁啟源：《中大觀點》非核之後：<https://www.cier.edu.tw/news/detail/4690>，最後瀏覽日期：03/29/2025。

²⁰ 「非核家園」該改了？林伯豐倡議「非碳家園」穩定電價 <https://www.technice.com.tw/issues/165073/>，最後瀏覽日期：04/02/2025。

²¹ 立法院：因應通膨壓力、空污威脅與經濟發展之能源政策：

<https://www.ly.gov.tw/Pages/Detail.aspx?nodeid=6590&pid=167649>，最後瀏覽日期：03/29/2025。

影響全國供電，但短期內要達成此目標仍面臨諸多困難。

2017 年 815 全台大停電事件加深企業對台灣電力供應穩定性的疑慮，企業最重視的因素之一是電力供應的穩定性，若台灣因非核政策導致供電風險增加，可能影響企業擴產與外資投資意願²²。

最後，台灣作為科技與製造業重鎮，穩定的能源供應對於全球供應鏈至關重要。若無法確保供電穩定，外商可能選擇將供應鏈轉移至其他國家，影響台灣經濟發展；由於台灣能源高度仰賴進口，若無法確保再生能源穩定供應，台灣在全球能源競爭中可能面臨更大風險。

總而言之，台灣的「非核家園」政策雖然符合減碳與環保目標，但短期內仍面臨發電成本上升、投資誘因下降、產業競爭力削弱以及電力供應穩定性挑戰。政府應強化能源多元化政策，確保電網穩定性，這包括積極發展再生能源的同時，維持一定比例的穩定基載電力，如天然氣發電。然而，天然氣價格昂貴且依賴進口，國際價格波動可能對電價產生影響。因此，政府需審慎評估各種能源的成本與風險，制定綜合性的能源政策，以降低對經濟與產業的不利影響。

此外，政府更應加強電網基礎設施的建設與維護，提高電力調度的靈活性，並推動儲能技術的發展，以應對再生能源發電的不穩定性。同時，透過政策引導與補貼，鼓勵企業和民眾節約用電，提高能源使用效率，減少對高成本電力的依賴。

參、名詞解釋

一、2025 非核家園

「2025 非核家園」政策起源於 2011 年蔡英文總統的競選政見，其核心目標是使台灣在 2025 年前全面淘汰核能發電，並以再生能源與天然氣發電取代核電供應。該政策成為民進黨能源政策的核心內容，並於 2017 年修訂《電業法》，確立法律基礎²³。

²² 815 全台大停電，你搞清楚發生什麼事了嗎？：<https://pansci.asia/archives/146001>，最後瀏覽日期：04/01/2025。

²³ 李念諭，《倡議團體與媒體的政策敘事：2018 年與 2021 年兩次核能公投的比較分析》，碩士論文，台北大學，2024，頁 5~8，最後瀏覽日期：03/29/2025。

福島核災後，全球多國檢討核能發電的可行性，德國等國選擇推動「能源轉型」（Energiewende），逐步淘汰核能，台灣則以此為借鑑，制定「2025 非核家園」政策。2017 年，政府修改《電業法》第 95 條第 1 項，明確規範「核能發電設備應於 2025 年前全部停止運轉」，為政策提供法源依據。

非核家園政策內容主要如下²⁴：

1. 核一廠須於 2018-2019 年停止運轉，開始除役(已達成)；核二廠須於 2021-2023 年停止運轉，開始除役(已達成)；核三廠須於 2024-2025 年除役，目前已預計於 114 年 5 月底停止運轉，開始除役；核四廠則維持封存不運轉。
2. 2025 年發電結構目標為天然氣發電佔 50%、燃煤發電佔 30%、再生能源：20%（主要為太陽能與風力發電）。
3. 電力來源的替代方案則包括擴大天然氣發電，提升接收站與儲氣設施建設；大力發展再生能源，如太陽能光電、風力發電；改善電網技術，提升電力儲存與管理能力等，增加發電量試圖取代停用的核能。

非核家園政策從一開始福島核災後，受許多群眾歡迎，到 2017 年「815 大停電」引發社會對能源政策的質疑，擔憂 2025 年後台灣電力供應是否足夠穩定；去除核能發電後，電力供應需仰賴天然氣，但台灣天然氣高度依賴進口，若國際供應不穩，將影響能源安全²⁵。

非核家園期待的再生能源，將提高再生能源發電比例，但其成本高於燃煤與核能發電，可能導致電價上漲，影響產業競爭力，而且政府須補貼再生能源發展，恐造成財政負擔。

隨著 2025 年接近，政策可能面臨調整，例如部分核電機組延役或提高天然氣與再生能源的儲能技術；俄烏戰爭、能源市場變動、氣候變遷等因素，可能影響台灣能源價格與供應安全，政府需提高應變能力。

²⁴ 鄭中權，《非核家園與以核養綠能源政策外 綠能與核能互補併行之倡議》，碩士論文，國防大學，2021，頁 12~16，最後瀏覽日期：03/29/2025。

²⁵ 2012 年中華民國總統副總統及立法委員選舉：反對取消核能使用之意見：

<https://zh.wikipedia.org/wiki/2012%E5%B9%B4%E4%B8%AD%E8%8F%AF%E6%B0%91%E5%9C%8B%E7%B8%BD%E7%B5%B1%E5%89%AF%E7%B8%BD%E7%B5%B1%E5%8F%8A%E7%AB%8B%E6%B3%95%E5%A7%94%E5%93%A1%E9%81%B8%E8%88%89>，最後瀏覽日期：03/29/2025。



二、2050 淨零碳排

淨零碳排和碳中和雖然經常被混用，但實際上有重要差別。碳中和是指溫室氣體排放量與移除量達到平衡，可以透過購買碳權、植樹造林等碳抵銷機制來達成，不一定要求實際減少排放量，範圍相對較小且實現門檻較低。相對地，淨零碳排是更嚴格的標準，要求必須大幅減少實際的溫室氣體排放量，只有在無法避免的排放部分才能透過碳捕捉等移除技術來抵銷，通常涵蓋範疇一、二、三的所有排放源，需要根本性的系統轉型和技術創新。簡而言之，碳中和的實現方式是「減排加抵銷」，而淨零碳排則是「優先減排，最後才抵銷」，後者在嚴格程度、涵蓋範圍和時間框架上都更為全面，這也是為什麼目前國際趨勢朝向更嚴格的淨零碳排目標邁進，因為這更能確保真正的氣候效益。

2050 淨零碳排 (Net Zero Emissions by 2050) 指的是到 2050 年，全球或個別國家在計算其碳排放量時，透過減少溫室氣體排放並採取碳移除技術（如碳捕集與封存、森林碳匯等），達到「淨零」的目標。這一概念源於《巴黎協定》對於全球氣候變遷的應對要求，旨在將全球升溫控制在工業化前水準的 1.5°C 以內。目前，全球已有超過 65 個國家與部分地區（如美國加州）正式承諾在 2050 年之前實現淨零排放，這意味著各國需採取嚴格的減碳措施，如加速可再生能源發展、提高能源效率、推動電動車普及等。

以德國為例，其為達成 2050 年氣候中和目標，預計最終能源消耗的 60% 與總電力需求的 80% 需來自可再生能源，同時逐步淘汰燃煤與核能發電；歐盟計畫透過「歐洲綠色協議」(European Green Deal) 推動能源系統轉型，包括投資可再生能源、提高能源效率、建立碳邊境調整機制等²⁶。

設立碳交易機制 (Emission Trading System, ETS)，透過市場機制提高高碳排產業的成本，促使其進行綠色轉型；德國自 2021 年開始對工業部門推出「工業減碳計劃」，以補助方式鼓勵企業發展低碳技術，並通過碳稅提高企業減碳意願²⁷。

歐盟目標是到 2035 年全面禁售燃油車，以電動車、氫能等技術取代燃油

²⁶ 鄭國彬（2023）。〈德國能源轉型與廢核政策之分析(2005-2022)〉，碩士論文，南華大學，頁 29~32，最後瀏覽日期：03/29/2025。

²⁷ 德國碳權收入創新高 國庫進帳 6200 億：介紹德國透過碳交易市場獲得的收入，以及如何將這些資金投入可再生能源與綠色轉型：<https://ubrand.udn.com/ubrand/story/123647/7702838>，最後瀏覽日期：03/29/2025。

機動車輛；工業領域則需進行製程創新，如使用低碳氢能、生質燃料及碳捕集技術推動節能建築與智慧電網技術，以減少建築部門的能源消耗與碳排放；城市方面則包括公共交通電氣化、廢棄物循環利用等。

淨零碳排面臨不少挑戰，例如高度依賴再生能源的國家，如德國，面臨間歇性能源供應問題，需要發展儲能技術與智慧電網來調節電力供需；2050 淨零碳排涉及能源基礎建設、電動車充電網絡、碳捕集與封存等技術，預計需投入數兆美元資金；各國政策與進展不一，如中國承諾 2060 年碳中和，美國政策則隨政府更替而變化，這對全球一致行動構成挑戰²⁸。

2050 淨零碳排是全球氣候治理的關鍵目標，實現此目標需要能源轉型、碳定價、產業技術革新與國際合作等多管齊下的策略。雖然面臨諸多挑戰，但透過政策制定、技術創新與市場機制的推動，全球正在穩步邁向低碳未來。

三、以核養綠公投之演變

「以核養綠」是一項能源政策主張，核心理念是透過核能發電作為穩定的基載電力來源，以支持再生能源的發展，進而實現能源供應穩定與環境永續的雙重目標。在台灣能源轉型的過程中，由於政府推動「非核家園」政策，希望在 2025 年前全面廢除核能發電，而改以燃氣與再生能源為主，然而，這樣的政策方向在社會上引發諸多爭議，部分學者與產業界人士擔憂若完全去核，將可能導致電力供應不穩，甚至影響產業發展與民生用電安全，因此「以核養綠」的概念便應運而生，並於 2018 年發起公投，成功刪除《電業法》第 95 條第 1 項，取消原訂 2025 年前停用核電的計畫。然而，儘管公投結果顯示民意對核能仍有一定程度的支持，政府仍持續推動非核家園政策，並積極發展風能與太陽能等再生能源，使得「以核養綠」政策的落實面臨政治與社會層面的挑戰²⁹。

根據 2023 年的統計，台灣總發電量約為 2,821.36 億度。其中，燃煤發電占 42.24%，燃氣發電占 39.57%，再生能源占 9.47%，核能發電占 6.31%。這顯示台灣的電力供應仍高度依賴化石燃料。若能維持或提升核能發電比例，將有助

²⁸ 環部：發展智慧電網及儲能 盼實現綠色生產消費：<https://netzero.cna.com.tw/news/202412170231/>，最後瀏覽日期：03/29/2025。

²⁹ 2018 年以核養綠公投案：

<https://zh.wikipedia.org/wiki/2018%E5%B9%B4%E4%BB%A5%E6%A0%B8%E9%A4%8A%E7%B6%A0%E5%85%AC%E6%8A%95%E6%A1%88>，最後瀏覽日期：03/29/2025。

於降低對燃煤和燃氣的依賴，提升電力供應的穩定性³⁰。

該政策的核心論點在於，核能作為低碳能源，在發電過程中幾乎不產生溫室氣體排放，與燃煤、燃氣等傳統化石燃料相比，具有顯著的環保優勢，同時核電能夠提供穩定且大規模的電力供應，與間歇性較高的風力與太陽能形成互補，使電網得以保持穩定運作。相較之下，若僅依賴再生能源與燃氣發電，則在天候不佳或燃氣供應受限時，電力穩定性將受到影響，甚至可能造成缺電危機。因此，「以核養綠」政策主張台灣應維持一定比例的核能發電，以確保能源供應安全，並為再生能源技術發展提供更多時間與空間，使未來能夠逐步轉向更高比例的綠能發電。

不同發電方式的成本差異明顯，根據台灣電力公司資料，核能發電的成本相對較低。例如，2024年1月，核能發電成本一度低至每度新台幣1.1元，這已包含核廢料處理與電廠拆除的後端營運費用。相較之下，燃煤與燃氣發電的成本易受國際燃料價格影響，波動較大。因此，增加核能發電比例有助於降低整體發電成本，進而穩定電價³¹。

此外，該政策亦強調減少燃煤發電的重要性，認為若台灣能夠以核能替代部分燃煤電廠，將能有效降低空氣污染，改善民眾的健康與環境品質，並同時達成溫室氣體減排的國際承諾。

燃煤發電對環境造成的影響，包括空氣污染和溫室氣體排放，已引發廣泛關注。以台中發電廠為例，2015年燃煤使用量約1,795萬公噸，發電量約442.95億度，同時排放大量空氣污染物。若能透過增加核能發電，減少燃煤發電的比例，將有助於改善空氣品質，降低碳排放，達成環保目標³²。

在國際趨勢方面，儘管部分國家如德國選擇全面廢除核電，但也有如法國、英國、日本等國家仍持續發展核能技術，甚至研發更安全、高效的第四代核電技術與核融合技術，顯示核能在全球能源轉型過程中仍具有重要角色。

因此，支持「以核養綠」者認為，台灣不應盲目排除核能，而應審慎評估

³⁰ 台灣能源 <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%8F%B0%E7%81%A3%E8%83%BD%E6%BA%90>，最後瀏覽日期：04/02/2025。

³¹ 電價成本 <https://www.taipower.com.tw/2289/2363/2373/2375/10359/>，最後瀏覽日期：04/02/2025。

³² 臺中發電廠 <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%8F%B0%E4%B8%AD%E7%99%BC%E9%9B%BB%E5%BB%A0>，最後瀏覽日期：04/02/2025。

能源結構的變革，透過核能與再生能源的互補發展，來達成能源安全、環境永續與經濟發展的平衡。然而，該政策亦面臨一些反對意見，主要來自於對核能安全的擔憂，特別是在 2011 年福島核災後，社會大眾對於核電安全的疑慮加深，認為台灣地狹人稠，萬一發生核災，將難以進行有效的應變與撤離，此外，核廢料處置問題也是一大挑戰，迄今台灣尚未找到合適的最終處置場，使得核電的長期發展存在不確定性³³。

儘管如此，從經濟與環保角度來看，「以核養綠」仍具備一定的優勢，因其能夠確保電力穩定供應，降低電價波動，減少燃煤使用，並在技術發展成熟前提供過渡方案，使台灣得以逐步實現更高比例的綠能發電。

綜上所述，在能源政策的未來發展上，如何在「非核家園」與「以核養綠」之間尋求最佳平衡，將是政府與社會必須持續討論的重要課題，而且需要係採理性且專業的角度進行評估，不可依據黨派的理念或政治目的而去影響非核政策內容，否則受損的將係一般民眾的重大利益。

第二節、研究目的及範圍

壹、研究目的

本研究旨在透過法規分析與能源結構評估，探討台灣非核政策的合理性及其執行過程中所面臨的挑戰。在法規層面，儘管非核家園政策擁有堅實的法律基礎，但其執行仍受到公投結果與政治變遷的影響。在能源結構層面，台灣需要在非核目標與能源安全、電價穩定及環保政策之間取得平衡。因此，本研究將進一步探討政府在推動非核政策時應採取的配套措施，以及如何確保能源轉型的順利進行，以提供決策者更具體的政策建議。

一、確認非核政策的法規基礎

非核家園政策的法規基礎主要奠基于《環境基本法》第 23 條，該條文明確指出政府應訂定計畫，以逐步達成非核家園的目標，並強化核能安全監管與放射性物料

³³ 為什麼核四爭議不斷？臺灣真的需要第四座核電廠嗎？：

<https://www.greenpeace.org/taiwan/update/25521/%E7%82%BA%E4%BB%80%E9%BA%BC%E6%A0%B8%E5%9B%9B%E7%88%AD%E8%AD%B0%E4%B8%8D%E6%96%B7%EF%BC%9F%E8%87%BA%E7%81%A3%E7%9C%9F%E7%9A%84%E9%9C%80%E8%A6%81%E7%AC%AC%E5%9B%9B%E5%BA%A7%E6%A0%B8%E9%9B%BB%E5%BB%A0/>，最後瀏覽日期：03/29/2025。



管理，以保障民眾免受輻射危害。此外，2017 年修訂的《能源發展綱領》以及《電業法》第 95 條第 1 項，均規範核能電廠除役的時間表，進一步鞏固非核政策的法律架構³⁴。

然而，2018 年公投結果通過廢除《電業法》第 95 條第 1 項的提案，導致政府必須在核能政策上重新調整策略。然而，行政院與經濟部隨後透過《核子反應器設施管制法》等相關法規，持續推動非核家園政策，並透過核電機組不延役與核四封存來達成廢核目標。

二、分析非核政策對我國現行能源結構的影響

非核家園政策對台灣能源結構帶來深遠的影響，尤其在電力供應、能源價格及環境保護等方面。政府計畫在 2025 年實現「20-30-50」的電力結構，即 20%來自再生能源、30%來自燃煤、50%來自天然氣，以此逐步取代核能發電³⁵。

這一轉型過程對台灣能源供應穩定性造成一定壓力。隨著核電逐步退場，台灣高度依賴進口天然氣來維持發電，這使得能源安全面臨挑戰，特別是在國際能源價格波動時可能引發電價上升。此外，燃氣發電的比例提升，雖然降低核能風險，但也導致碳排放增加，可能影響台灣的國際減碳承諾。

同時，根據學者的研究，若再生能源未能如期達標，則將可能增加燃煤發電的比例，導致空氣污染加劇，這與政府的環保政策目標存在矛盾。因此，如何確保非核政策的執行同時維持能源穩定供應，是未來能源政策的重要課題。

貳、研究範圍與限制

一、時間範圍設定

本研究的時間範圍涵蓋近年來台灣能源政策變遷的重要時期，特別關注 2011 年福島核災後對台灣核能政策的影響，以及政府推動「非核家園」政策的執行情況。由於 2018 年與 2021 年兩次核能公投對政策方向造成顯著影響，因此本研究亦將此兩次公投納入分析範圍，以探討民眾對核能與再生能源政策的態度變化。此外，本研究亦參考至 2024 年的最新能源發展動態，以確保分析的時效性。

³⁴ 環境基本法第二十三條法律效力之分析：<https://www.npf.org.tw/1/9033>，最後瀏覽日期：03/29/2025。

³⁵ 經濟部，《2019 能源白皮書》，最後瀏覽日期：03/29/2025。

二、研究地理範圍設定

本研究的地理範圍主要集中於台灣地區，並進一步探討不同地區在能源政策上的差異。例如，北部地區如台北市、新北市及桃園市因人口稠密且經濟活動頻繁，對電力需求較高，且受核電廠除役影響較大；中南部地區則因火力發電廠分布較多，對空氣品質與能源轉型議題的關注度較高³⁶。此外，為比較台灣與國際能源政策的發展，本研究亦將參考德國、日本等國家的能源轉型經驗，以作為台灣未來能源政策規劃的借鏡。

第三節、研究方法與架構

壹、研究方法

在本研究中，主要採用「比較研究法」作為主要的研究方法，以確保對於非核政策與台灣核能政策發展之影響能夠進行全面性的探討與比對。

透過對比不同國家的能源政策、歷史發展及其對社會與經濟的影響，以評估台灣非核家園政策的適用性及可行性。本研究將台灣的核能政策與其他國家的能源政策進行比較，並分析其政策成效，以提供更全面的政策建議。

以下說明比較對象：

1. 台灣的核能政策對比德國的核能政策

德國在福島核災後決定逐步淘汰核能，並投入大量資源發展再生能源。然而，其後續發展也面臨電價上升、能源進口依賴提高、電力穩定性下降等問題。台灣亦面臨類似挑戰，但因為地理條件及能源結構的不同，其再生能源發展受限於土地面積、氣候因素及技術發展。

2. 台灣的核能政策對比日本的核能政策

日本在311福島核災之後，一度關閉所有核電機組，但後來由於電力供應問題，部分核電廠重新運作。台灣的非核家園政策是否會遇到類似情況，仍需透過政策模擬與長期規劃進行探討。

至於分析則採以下幾種方法：

1. 歸納研究法：歸納各國能源政策發展共同歷程。

³⁶ 火力營運現況與績效：各火力發電廠位置圖，

<https://www.taipower.com.tw/2289/2363/2380/2381/10508/normalPost>，最後瀏覽日期：03/29/2025。



2. 數據演繹法：對比台灣與其他國家在核能發電比例、再生能源發展、電價波動及碳排放變化等數據。
3. 政策成效研究：透過比較不同國家在能源轉型過程中遇到的問題，研究台灣未來可能面臨的挑戰與對策。

透過比較研究法，本研究將提供：

1. 台灣非核家園政策的可行性評估。
2. 其他國家能源轉型經驗對台灣的啟示。
3. 未來台灣能源政策發展的建議。

貳、研究架構

本研究的論文章節設計依據非核政策與能源轉型的背景，並結合相關理論與實證分析，分為以下幾個章節：

1. 緒論：說明研究背景、動機、目的與範圍及文獻回顧，並概述研究方法與架構。
2. 我國非核政策的法規與政策架構：分析電業法、環境基本法對非核政策的影響，並探討 2025 非核家園政策與能源結構規劃。
3. 2050 淨零排放路徑與非核政策的挑戰：探討國際碳中和趨勢，並分析台灣 2050 淨零排放政策的挑戰與能源轉型策略。
4. 台灣、德國與日本非核政策比較：台灣對比這兩國的能源轉型經驗，分析其影響與對台灣的借鑑價值，再針對三國的非核政策法規、執行策略、社會接受度與經濟影響進行對比。
5. 結論與建議：總結研究發現，提出核能政策發展建議，並探討未來可能的發展方向。



第四節、文獻回顧

壹、國內研究回顧

一、學術論文與期刊研究

台灣的非核政策一直係能源轉型與社會討論的核心議題，眾多學術研究從經濟、社會成本、政策變遷、環境影響等角度進行探討。倪瑞昌（2018）在《非核家園政策對台灣整體經濟影響之評估分析》中，透過全球貿易分析模型（GTAP）模擬非核家園政策的經濟影響，發現短期內發電成本上升將影響產業投資，長期負面衝擊更為顯著。

黃麒安（2018）於《我國非核家園政策之社會成本分析》中計算不同能源轉型路徑的社會成本，指出「以核養綠」政策較「非核基線」政策可節省 2.19 兆元，建議政府應將核能作為過渡能源。

此外，劉宜琪（2022）於《空氣品質對民眾核能偏好之影響—以臺灣兩場公投為例》研究空氣污染與核能支持度的關聯，發現 2018 年公投期間 PM2.5 濃度升高促使更多人支持廢除非核條款，但 2021 年公投則未呈現相同趨勢。

李念諭（2024）則在《倡議團體與媒體的政策敘事：2018 年與 2021 年兩次核能公投的比較分析》中，分析倡議團體與媒體的敘事策略如何影響公投結果，指出 2018 年「以核養綠」公投成功的關鍵在於多樣化的敘事策略，而 2021 年「重啟核四」失敗則與政治對立加劇有關。

福島核災後，台灣的核能政策亦受國際趨勢影響，黃莞青（2019）於《311 日本福島核災發生後之核能政策變遷—以政策倡導聯盟及政策論證為架構》探討福島事件如何促成台灣核能政策的轉變，並指出政策受社會運動與政治壓力影響，如太陽花學運與反核行動導致核四封存。

林中權（2021）在《非核家園與以核養綠能源政策之外-綠能與核能互補併行之倡議》中則提出「綠能與核能互補」的新政策建議，認為既有核能設施應繼續運用，以降低發電成本並減少環境衝擊。

此外，鄭國彬（2023）於《德國能源轉型與廢核政策之分析(2005-2022)》研究德國的能源轉型，討論廢核後電價上升與能源危機的問題，並分析俄烏戰爭對德國能源政策的影響。

政府官方資料方面，經濟部（2019）發布《2019 能源白皮書》與 2020 年公布之《能源轉型白皮書》詳細規劃台灣能源轉型目標，包括 2025 年非核家園計畫、提升再生能源



比例、強化電網與能源儲備。

此外，王子豪（2019）於《由氣候變遷角度論電業法電力排碳係數制度中地方政府之角色》中探討在非核政策中地方政府的角色定位，建議地方政府應積極參與碳排放管理，以支持能源轉型。

最後，阮敬瑩（2020）在《不同類型資訊對再生能源取代核能發電政策支持度之影響》中，研究政府與民間提供的資訊如何影響民眾對核能與再生能源的支持，發現資訊介入可顯著改變民眾對核能風險與再生能源利益的認知。

這些研究共同構成台灣非核政策的重要學術基礎，為政府與社會提供多角度的政策評估與未來方向建議，亦為本次研究重要理論，然而均缺乏法制面討論，甚為可惜，故本次研究針對此部分進行詳實的探討。

貳、國際研究回顧

一、德國與日本的非核政策結論及其理由

德國與日本的非核政策具有明顯的不同路徑與理由，反映兩國在能源政策與社會環境上的差異。

德國自福島核災後，政府決定全面廢核，並加速發展再生能源。德國政府在梅克爾時期決定於2022年完全淘汰核能，轉向風力與太陽能發電。然而，這一政策在俄烏戰爭導致能源供應危機後面臨挑戰，電價高漲、能源供應不穩定使得部分民眾和企業對於廢核政策產生質疑³⁷。德國政府仍堅持能源轉型，以能源安全、環境永續為目標，並透過提高再生能源占比、加強儲能技術及跨國能源合作來確保能源供應的穩定。

日本的非核政策則較為謹慎與漸進。福島核災發生後，日本政府曾一度決定減少對核能的依賴，並強調安全為優先考量，逐步推動再生能源發展。然而，與德國不同的是，日本並未完全廢除核能，而是透過更嚴格的核能安全標準來維持部分核電廠運作，以確保穩定供電³⁸。同時，日本也積極發展太陽能與風力發電，但由於地理條件的限制，使得再生能源發展速度受到一定程度的影響³⁹。

³⁷ War in Ukraine: Tracking the impacts on German energy and climate policy, <https://www.cleanenergywire.org/news/ukraine-war-tracking-impacts-german-energy-and-climate-policy>，最後瀏覽日期：03/29/2025。

³⁸ Nuclear Power in Japan, <https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-g-n/japan-nuclear-power?>，最後瀏覽日期：04/02/2025。

³⁹ Japan expands nuclear power use in new draft energy plan, <https://www.reccessary.com/en/news/world-regulation/japan-boosts-nuclear-power-use-in-new-energy-policy?>，最後瀏覽日期：04/02/2025。

綜合來看，德國的非核政策是以環境與社會接受度為主導，選擇快速轉型，而日本則是因應能源供應需求，採取較為保守的非核策略，這兩種模式都反映各國在能源政策上的權衡與調適。



二、國際能源轉型趨勢：綠能優先原則

當前全球能源轉型的趨勢顯示，各國正在積極降低對化石燃料的依賴，並提升再生能源的佔比，以應對氣候變遷、能源安全與環境永續等挑戰。根據《能源轉型白皮書》所述，國際間的能源發展策略主要圍繞著提升能源效率、減少碳排放、擴大再生能源佔比，以及發展智慧能源管理技術。

許多國家都已設定中長期的碳中和或淨零排放目標，例如歐盟計畫在 2050 年達成淨零排放⁴⁰，美國則提出 2035 年實現電力部門 100% 無碳電力的目標⁴¹⁴²。在具體的能源轉型措施上，各國正逐步淘汰傳統燃煤發電，並轉向低碳或零碳的能源來源，如風能、太陽能、生質能、水力發電與地熱能。這些能源具有低碳或零碳排放的特點，並且能透過技術創新提高能源利用效率。例如，德國的能源轉型 (Energiewende) 計畫即以風能與太陽能作為主要的替代能源，並透過政策補助與市場機制促進再生能源產業發展⁴³，此外，日本在福島核災後，也開始積極推動再生能源發展，並結合氫能技術作為未來低碳能源供應的關鍵⁴⁴。

除推動再生能源發展，許多國家亦強調能源儲存技術與智慧電網的重要性，以確保電網穩定並提高電力調度效率。由於風能與太陽能具有間歇性，各國正積極發展儲能技術，例如鋰離子電池、抽水蓄能、壓縮空氣儲能等技術，以確保再生能源在電網中的穩定供應。此外，智慧電網技術的進步，使得電力系統可以更靈活地適應電力需求變動，

⁴⁰ 2050 long-term strategy, https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/2050-long-term-strategy_en，最後瀏覽日期：04/02/2025。

⁴¹ 美國國家再生能源實驗室(NREL)評估實現 2035 年潔淨電力目標之供給面路徑及挑戰，於不同情境下，預估 2035 年美國核電占比約在 9-27%： https://km.twenergy.org.tw/Data/db_more?id=7071&，最後瀏覽日期：04/02/2025。

⁴² 【美國】拜登卸任前再推 2035 年減排新目標 力拚 61 至 66% 減碳並創造就業：
<https://greenpulseconsulting.com/%E3%80%90%E7%BE%8E%E5%9C%8B%E3%80%91%E6%8B%9C%E7%99%B>
B%E5%8D%B8%E4%BB%BB%E5%89%8D%E5%86%8D%E6%8E%A82035%E5%B9%B4%E6%B8%9B%E6%8E%92%E6%96%B0%E7%9B%AE%E6%A8%99%E3%80%80%E5%8A%9B%E6%8B%9A61%E8%87%B366/?，
最後瀏覽日期：04/02/2025。

⁴³ What is the role of renewable energy in Germany?, <https://www.agora-energiewende.org/about-us/the-german-energiewende/what-is-the-role-of-renewable-energy-in-germany>，最後瀏覽日期：04/02/2025。

⁴⁴ Japan's Hydrogen Industrial Strategy, <https://www.csis.org/analysis/japans-hydrogen-industrial-strategy>，最後瀏覽日期：04/02/2025。



提高能源使用效率與減少電力浪費。

另一方面，政策與經濟誘因亦是推動能源轉型的關鍵因素。許多國家已透過碳稅、碳交易制度、再生能源補貼等措施，鼓勵企業與消費者轉向綠能。例如，歐盟的《再生能源指令》要求會員國增加綠能投資⁴⁵，而美國《清潔能源計畫》則透過稅收優惠與補助，推動再生能源發展與電動車普及⁴⁶。在亞洲，台灣的能源政策亦朝向「非核家園」的方向發展，並透過「以核養綠」等政策倡議，尋求能源穩定與環境永續的平衡。

總體而言，全球能源轉型的趨勢可歸納為三大方向：

1. 逐步減少化石燃料的使用，並加速發展再生能源。
2. 提升能源儲存技術與智慧電網應用，以確保電網穩定性。
3. 透過政策工具與經濟誘因，引導企業與社會加速低碳轉型。

在這樣的背景下，綠能發展已成為未來全球經濟的重要支柱，並將持續推動各國朝向更永續的能源體系發展。

本研究認為從前面各國資料的統整可以看出，許多國家並不要求停用核能，而係要求淨零碳排，顯見各國認為碳排放的危險性比核能危險性高太多，寧願採用核能也要降低碳排放，例如美國、日本等；那就可以接到本研究接下來討論的重要項目，核能是否等於綠能，也是本研究想探討的重點之一。

三、核能等於綠能

核能是否屬於綠能一直存在爭議，但從碳排放角度來看，核能確實是一種低碳能源。

支持者理由認為，核能發電過程幾乎不排放二氧化碳，與太陽能和風能類似，在減緩氣候變遷方面具有顯著貢獻，同時核燃料的能量密度遠高於化石燃料，能夠提供穩定的基載電力，不受天候影響，因此被視為清潔能源的一種⁴⁷。

然而，反對者提出非綠能之理由，核能存在高放射性核廢料處理問題，這些廢料需要數萬年才能安全衰變，目前仍無完美解決方案，此外，核電廠雖然供電穩定，但發生災難性事故的風險不容忽視，如車諾比事件和福島核災的影響深遠，此外，核電廠建設

⁴⁵ Directive (EU) 2023/2413: A New Era in Energy Storage Regulations, <https://www.maltainc.com/news/2024/a-new-era-in-energy-storage-regulations/>，最後瀏覽日期：04/02/2025。

⁴⁶ Credits for new clean vehicles purchased in 2023 or after, <https://www.irs.gov/credits-deductions/credits-for-new-clean-vehicles-purchased-in-2023-or-after>，最後瀏覽日期：04/02/2025。

⁴⁷ Nuclear Power in a Clean Energy System, <https://www.iea.org/reports/nuclear-power-in-a-clean-energy-system>，最後瀏覽日期：04/02/2025。



成本高且耗時，初期投資遠高於再生能源⁴⁸。

因此，核能是否為綠能取決於定義標準，如果綠能的標準僅考慮碳排放，核能可被歸類為綠能，但若納入核廢料處理、潛在風險等因素，則核能不完全符合綠能的理想標準，這也是為何各國對核能的定位不同，例如歐盟部分成員國將核能認可為「可持續能源」⁴⁹，而部分國家則將其排除在外。

本研究則認為核能屬於綠能，先反駁反核者認為非綠能理由如下：

1. 高放射性核廢料處理問題：大部分一般民眾看到的類似蘭嶼的核廢料都係低放射性廢棄物，例如醫院照 x 光後的衣服或照片、進出核電廠的替換用衣服及鞋子(不一定有放射性元素)等，舉例來說，根據美國核管理委員會的標準，咖啡也可以被視作低放射性廢料。真正的高放射性廢棄物，假設一個人一生的用電量是 72 萬度電，而且這些電全部都來自於核能發電的話，以目前的核廢料減容技術每度電 0.9 微升來算，他的廢料大小將高達 648 立方公分，大約一個寶特瓶蓋大小⁵⁰，而全世界的人從 1951 年到現在產生的高階核廢料大約等於 1,211 平方公尺，遠小於任何一種發電產生的廢棄物⁵¹。
2. 災難事故的風險：反核人士最喜歡提車諾比事件跟福島核災，車諾比事故發生原因是電廠人員為進行高度危險測試，強制拆除相關安全系統信號線，再加上該型反應器設計上先天就有缺陷，測試過程發生功率不穩定，而自動停機功能又被停用才釀成史上最嚴重核災，這種試驗在台灣不可能進行⁵²；至於福島核災則係因日本東電為保留核子反應爐，遲遲不願意讓海水灌入反應爐中，且後續海嘯把備用發電機打壞，讓海水無法灌入滅火，若當時立刻排入海水進入反應爐，是不會有福島核災發生的⁵³。

⁴⁸ Economics of Nuclear Power, <https://world-nuclear.org/information-library/economic-aspects/economics-of-nuclear-power?>，最後瀏覽日期：04/02/2025。

⁴⁹ EU taxonomy: Complementary Climate Delegated Act to accelerate decarbonisation, https://finance.ec.europa.eu/publications/eu-taxonomy-complementary-climate-delegated-act-accelerate-decarbonisation_en?，最後瀏覽日期：04/02/2025。

⁵⁰ 核廢料放我家真的沒有問題嗎？| Uho 優活健康網 <https://www.uho.com.tw/article-44961.html>，最後瀏覽日期：04/03/2025。

⁵¹ 全世界核廢料總數有多少？12 層樓大的大立方體 <https://tw.news.yahoo.com/%E5%85%A8%E4%B8%96%E7%95%8C%E6%A0%B8%E5%BB%A2%E6%96%99%E7%B8%BD%E6%95%B8%E6%9C%89%E5%A4%9A%E5%B0%91-12%E5%B1%A4%E6%A8%93%E9%AB%98%E7%9A%84%E5%A4%A7%E7%AB%8B%E6%96%B9%E9%AB%94-112602303.html>，最後瀏覽日期：04/03/2025。

⁵² 車諾比事件說明 <http://www.chns.org/s.php?id=1>，最後瀏覽日期：04/03/2025。

⁵³ 台灣不會發生福島式核災 https://taiwanenergy.blogspot.com/2012/10/blog-post_5.html，最後瀏覽日期：04/03/2025。

3. 核電廠建設成本高且耗時，初期投資遠高於再生能源：核電廠建設成本高且耗時，但主因係注重安全，光核子反應爐圍阻體厚度高達 2-3 公尺，巡弋飛彈都打不穿的程度⁵⁴；然而再生能源的投資，太陽能板的污染眾所周知，製造過程中，會產生太陽能板廢砂漿⁵⁵；風力發電風扇在台灣風力過強的情況下，每天能運轉時數極少，必須剛好在風速 7.5~8.5m/s，台灣僅有在東北季風到來的情況下，風力發電能達最大效益，然而東北季風係在冬天產生，夏天產生的電量少的可憐。美國銀行於 2023 年從事過一項 LCOE(均化電力成本)研究，提出現有對再生能源的 LCOE 估算並未將備用化石燃料發電或備用電池儲電考慮在內，因此認為將消費者於 24/7(全天候運營或全時服務在商業和工業領域裏，通常是指所提供的不間斷的服務，即不管任何時候、白天或黑夜，都有營業)使用電力列入考慮的均化全系統電力成本(levelized full system cost of electricity，LFSCOE)，會是一個更合理的衡量指標⁵⁶；而從這項指標來看，太陽能跟風能成本都遠大於核能。

表 3 電力成本表

資料來源：維基百科-發電成本提供資料與本研究整理。

	LCOE	LFSCOE(德克薩斯州, 美國)	LFSCOE(德國, 歐盟)
核能	82	122	106
風能	40	291	504
太陽能	36	413	1548
生物質能	95	117	104
煤炭	76	90	78
天然氣	38	40	35

綜上所述，本研究認為核能屬於綠能。

⁵⁴ 戰爭安全 <http://archived.chns.org/s.php?id=47&id2=208.html>，最後瀏覽日期：04/03/2025。

⁵⁵ 太陽能板的危害：致癌、電磁波、廢砂漿 3 大要素對身體的影響

<https://elock.com.tw/%E5%A4%AA%E9%99%BD%E8%83%BD%E6%9D%BF%E7%9A%84%E5%8D%B1%E5%A4%9A/>，最後瀏覽日期：04/03/2025。

⁵⁶ 發電成本 <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%8F%91%E7%94%B5%E6%88%90%E6%9C%AC>，最後瀏覽日期：04/03/2025。

第二章 我國非核政策的法規與政策架構

第一節、非核政策的法制基礎

壹、電業法與非核條款

一、政府非核政策簡述

台灣的非核政策與能源轉型策略，係在全球能源發展趨勢與國內能源供需變遷的影響下逐步成形。2011 年日本福島核災引發全球對核能安全的高度關注，許多國家開始重新評估其核能政策，例如德國宣布全面廢核並推動再生能源發展，瑞士與比利時則陸續規劃核電廠除役。

德國在 2011 年（民國 100 年）福島核災後，重新評估其核能政策。當年 3 月，德國總理安格拉·梅克爾（Angela Merkel）宣布暫停延長核電廠運轉年限的計劃，並關閉境內最老舊的八座核電廠。隨後，德國聯邦議院於 2011 年 6 月 30 日正式決定，將於 2022 年底前逐步關閉所有核電廠，實現全面廢核的目標¹。在 2022 年，由於俄羅斯天然氣供應中斷引發的能源危機，德國政府決定將最後三座核電廠的運轉期限延長至 2023 年 4 月，以確保能源供應的穩定性²。最終，德國於 2023 年 4 月關閉最後三座核電廠，完成全面廢核的目標³。

瑞士在 2017 年（民國 106 年）公投通過《能源策略 2050》，正式禁止新建核電廠，並推動再生能源發展⁴；2019 年（民國 108 年）：穆勒貝格（Mühleberg）核電廠關閉，成為瑞士首座退役的核電廠⁵。

比利時（Belgium）在 2022 年 3 月（民國 111 年）：鑑於俄烏戰爭引發的能源危機，比利時政府決定將兩座反應爐（Doel 4 和 Tihange 3）的運行期限延長 10 年，至 2035 年，以確保能源供應穩定⁶；2025 年 2 月（民國 114 年）新任首相巴特·德威弗（Bart De Wever）

¹ Energía nuclear en Alemania；https://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_nuclear_en_Alemania，最後瀏覽日期：04/02/2025。

² February 16, 2023

Germany extends the life of its last three operating nuclear power plants until April：
<https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=55559>，最後瀏覽日期：04/02/2025。

³ Understanding the German Nuclear Exit：<https://us.boell.org/en/2023/04/21/understanding-german-nuclear-exit?>，最後瀏覽日期：04/02/2025。

⁴ Switzerland moves to remove ban on new reactors,<https://www.world-nuclear-news.org/articles/switzerland-moves-to-remove-ban-on-new-reactors?>，最後瀏覽日期：04/02/2025。

⁵ Nuclear power in Switzerland,https://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear_power_in_Switzerland?，最後瀏覽日期：04/02/2025。

⁶ Kernenergie in Belgien,https://de.wikipedia.org/wiki/Kernenergie_in_Belgien?，最後瀏覽日期：04/02/2025。

表示計劃廢除核電淘汰法案，並考慮建設新的核反應爐，以滿足能源需求⁷。

台灣作為地狹人稠的島嶼國家，核能發電廠距離高人口密度區域較近，且核廢料處置問題長期未能解決，使得非核家園政策逐漸成為政府能源戰略的核心目標。2017年，政府透過《電業法》修正案，正式將2025年「非核家園」列為法律目標，要求所有核能發電設備於2025年前停運，並以再生能源與燃氣發電為替代方案，以降低對進口燃煤的依賴，並同時減少碳排放量。

然而，這一政策的推動在社會、經濟與技術層面皆面臨極大的挑戰。首先，在能源供應的穩定性上，台灣的電力結構長期以核能、燃煤及燃氣為基載電力，當核能退場後，政府計畫以燃氣發電填補缺口，並將再生能源的占比提升至20%⁸。但由於天然氣高度依賴進口，其價格受國際市場影響極大，若未能確保穩定供應，可能導致電價上升或供電不穩⁹。此外，再生能源發電具有間歇性，受天候與季節變化影響，無法提供穩定的基載電力，因此必須大規模投資儲能技術與智慧電網，以確保再生能源可穩定供應並降低間歇性波動對電網的影響¹⁰。其次，在經濟與產業層面，電價上漲可能影響產業競爭力，特別是半導體、電子製造等高耗能產業，這些企業對電價變動相當敏感，若電價成本提高，可能影響外資投資意願，甚至促使部分企業將生產基地外移¹¹。此外，基於能源轉型的長期發展需求，政府必須投入大量資源於風能與太陽能設施的建置，同時加強儲能技術的研發與應用，這將帶來財政壓力，也對電力基礎建設的整體規劃提出更高要求。

為因應上述挑戰，政府於《2019能源白皮書》與《能源轉型白皮書》中提出一系列政策措施，期望透過多元能源供應、智慧電網建設、儲能技術發展及市場機制改革來確保能源轉型的成功。根據白皮書規劃，台灣將在2025年達成燃氣發電50%、燃煤30%、再生能源20%的電力配比，並推動能源市場自由化，以提高能源供應的靈活性。此外，政府亦透過政策補助與法規調整，促進企業與公民參與再生能源建置，例如透過綠電交易平台，讓企業能直接採購綠電，以滿足其減碳需求，並鼓勵地方政府發展分散式發電與微電網，以提升能源供應的彈性。在社會層面，政府亦強調公民參與，透過公民審議

⁷ Eclectic mix of parties on verge of forming new Belgian government coalition, <https://apnews.com/article/belgium-elections-government-coalition-600c188e038df56b52b1c335ff12fc17>，最後瀏覽日期：04/02/2025。

⁸ 經濟部能源局（2019）。《2019 能源白皮書》，最後瀏覽日期：04/02/2025。

⁹ 阮敬瑩（2020）。〈不同類型資訊對再生能源取代核能發電政策支持度之影響〉，國立中山大學公共事務管理研究所碩士論文，最後瀏覽日期：04/02/2025。

¹⁰ 經濟部（2019）。《能源轉型白皮書》。經濟部能源局，最後瀏覽日期：04/02/2025。

¹¹ 廖育志（2018）。〈我國非核家園政策之社會成本分析〉，中央研究院經濟研究所，最後瀏覽日期：04/02/2025。



機制與地方能源治理，增強民眾對能源政策的理解與支持，並推動節能措施，鼓勵企業與家庭採取更高效的用電模式。

然而，即使政府已提出明確的政策方向，非核家園與能源轉型仍面臨諸多不確定因素。例如，2018 年與 2021 年的核能公投結果顯示，社會對核能的支持與反對意見分歧，2018 年的「以核養綠」公投通過，顯示部分民眾認為核能仍有其必要性，而 2021 年的「重啟核四」公投未能通過，則反映政府在核能政策宣傳與公民溝通上的成效¹²。此外，2025 年後台灣能否完全依賴燃氣與再生能源供應穩定電力，仍需取決於再生能源建置進度、儲能技術突破以及燃氣供應鏈的穩定性。未來，政府需持續監測國際能源市場變動，確保燃氣供應無虞，同時加強智慧電網建設，提高電力調度能力，以應對能源結構轉型帶來的挑戰。

總結而言，我國的非核政策與能源轉型是一項長期且複雜的工程，需要在能源安全、環境永續與經濟發展之間取得平衡，並非容易成功。雖然政府已規劃一系列政策來確保能源轉型順利進行，但仍須面對技術發展、社會接受度與國際能源市場變動等多重挑戰。未來，台灣應持續發展儲能技術與智慧電網，強化能源自主性，並透過政策誘因鼓勵產業投資綠能，以確保能源轉型的可行性與長期穩定發展。

本研究認為要確保非核政策的成功，不僅取決於政府的規劃與執行能力，也取決於社會各界的參與與支持，然而，目前政府僅呼喊口號跟強制執行非核政策，例如，經濟日報的評論中提到，執政黨堅持「非核家園」的政策，使台灣的能源政策陷入困境，風力和太陽能等綠電無法滿足持續增長的電力需求，導致不得不增加燃煤發電，進一步引發環境問題和民怨¹³。無法讓社會大眾或其他國家看到台灣非核政策的配套措施，只見台電公司不斷增加火力電廠基載避免斷電¹⁴，台灣社會各界作壁上觀，實難徹底達成非核政策目標。政府必須要想辦法喚起全民的意識，唯有透過全民共同努力，台灣才能順利邁向永續發展的未來。

二、電業法修正歷程

臺灣的電力市場長期由台灣電力公司（台電）壟斷，但隨著全球電力市場自由化趨

¹² 李念諭（2024）。〈倡議團體與媒體的政策敘事：2018 年與 2021 年兩次核能公投的比較分析〉，國立臺北大學公共行政暨政策學系碩士論文，最後瀏覽日期：04/02/2025。

¹³ 非碳家園 vs. 非核家園 就看哪個能獲社會共識：<https://money.udn.com/money/story/5613/8533249?>，最後瀏覽日期：04/02/2025。

¹⁴ 燃料飆漲衝擊全球 多國電價漲更多、補貼也更多：

<https://www.taipower.com.tw/2289/2323/2332/61651/normalPost?>，最後瀏覽日期：04/02/2025。



勢的推進，政府逐步推動電業自由化，以提升市場競爭力、促進能源轉型，並確保電力供應的穩定與永續發展。特別在 2011 年福島核災後，臺灣社會對能源安全、非核家園政策的討論日益增加，為電業法的修正提供政策動力。

電業法的修正歷經多次討論，2017 年 1 月 26 日，立法院通過《電業法》重大修正案，確立電力市場自由化的政策方向¹⁵。

臺灣電業法的修正過程中，市場結構改革是關鍵的一環。

首先，政府決定將原本由台電一手包辦的電力市場拆分為「發電業」、「輸配電業」與「售電業」三大類，以促進市場競爭，使電力供應更具效率與靈活性。同時，允許民間企業進入市場，新增發電業者可直接與售電業者交易，從而提高市場競爭力。然而，考量到電網建設成本與公平性，輸配電業仍由台電持續獨占，維持公營壟斷的地位，但發電與售電市場則朝向自由化發展¹⁶。(不過這部分在 2025 年電業法修正草案已取消¹⁷)

此外，電業法修正亦將「推動能源轉型、減少碳排放」納入立法目的，強調發展再生能源的重要性，並訂定電力排碳係數標準，以規範發電業者須遵守溫室氣體減量政策。同時，政府確立再生能源發電的優先併網權利，要求電力調度時優先使用太陽能、風能等綠色能源，並進一步取消綠能發電容量的限制，放寬民間再生能源業者的市場進入條件，以鼓勵再生能源的發展。為確保市場公平競爭與監管，電業法修正後亦設立「電業管制機關」，專責監管電力市場運作，以維持市場秩序，確保能源轉型政策得以順利推動¹⁸。

在 2017 年修法後，因應台灣能源市場的變化，政府進一步修訂電業法，重點在於強化電力調度機制，以提升再生能源的調度效率，解決再生能源間歇性發電帶來的電力波動問題。此外，政府積極推動智慧電網技術，透過提高電網的調度能力，以確保電力供應的穩定性。同時，為避免電價波動對經濟造成衝擊，電價調整機制也逐步放寬，允許市場機制發揮作用，使電價能夠更符合供需變化，確保市場穩定發展¹⁹。

2023 年修法的重點聚焦於強化能源安全與綠能發展，主要透過提升能源儲備能力來

¹⁵ 電業法之修正 (Amendment to the Electricity

Act) ,<https://www.lawbank.com.tw/news/NewsContent.aspx?NID=142493>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

¹⁶ 立法院三讀通過《電業法》部分條文修正案,https://www.taiwanlaw.com/cht/news_detail.php?serial=2097，最後瀏覽日期：04/06/2025。

¹⁷ 電業法修正 4 重點 經部：台電維持現行經營型態不分割,<https://netzero.cna.com.tw/news/202503230124/>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

¹⁸ 《電業法》修法—發展綠能，啟動國家能源轉型,<https://www.ey.gov.tw/Page/5A8A0CB5B41DA11E/2ae8bfb8-6014-49d1-b04e-75374fbd6096>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

¹⁹ 電業法修正草案規劃簡報，P.6-14，能源局，最後瀏覽日期：04/06/2025。



加強儲能技術發展，確保電力供應的穩定性。同時，為促進企業能源轉型，政府放寬相關規範，允許大型企業直接向再生能源供應商購電，以增加企業購電的彈性。此外，為維持電力市場的秩序與穩定，修法也進一步加強監管機制，對於違反電力調度規則的業者，訂定更明確的罰則，以確保市場運作的公平與效率²⁰。

電業法的修正帶來市場競爭與電價調整的挑戰，雖然自由化後民間企業能夠進入發電與售電市場，理論上可促進市場競爭並降低電價，但台灣仍需面對電價調整與能源補貼政策的影響。

特別是再生能源發電成本較高，如何確保綠能發展的同時維持電價穩定，成為未來發展的關鍵課題。

此外，電業法修正與「2025 非核家園」政策緊密相關，預計 2025 年全面停用核能發電，然而，核電退場後如何確保電力穩定供應仍是社會關注的焦點。政府規劃以燃氣與再生能源取代核能，但天然氣進口受國際能源市場波動影響，未來仍需發展儲能技術與智慧電網，以確保穩定供電²¹。

另一方面，新增的電力排碳係數管理辦法要求發電業者逐步降低碳排放，並導入碳交易機制，但由於火力發電仍占台灣電力來源的主要比例，如何在減碳與供電穩定之間取得平衡仍需更細緻的政策規劃²²。同時，再生能源發展仍面臨技術與政策挑戰，包括風能與太陽能的間歇性發電問題、儲能技術尚未成熟導致電力調度困難，以及如何提升民間對再生能源投資的誘因，這些問題都將影響台灣能源轉型的推動進程²³。

未來發展方向將聚焦於提升能源供應的穩定性與市場運作的效率，確保台灣能源轉型順利推進。

首先，強化智慧電網與儲能技術將是關鍵策略，透過發展先進的電網管理系統與儲能設備，不僅能夠提高電網的穩定性，還能有效運用間歇性的再生能源，使太陽能與風能發電在電力供應中扮演更重要的角色，減少電力供需不穩的風險²⁴。

此外，推動綠電交易市場將有助於提高市場競爭力，透過開放企業直接向再生能源

²⁰ 綠電,<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%B6%A0%E9%9B%BB?>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

²¹ 為邁向 2025 非核家園目標 推動新能源政策,<https://www.ey.gov.tw/Page/9277F759E41CCD91/c094fb4e-6c07-4a87-9435-fb97f11dde10?>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

²² 電力排碳係數管理辦法,<https://law.moea.gov.tw/LawContent.aspx?id=GL000502&>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

²³ 未竟的轉型 — 臺灣能源關鍵挑戰,<https://eyesonplace.net/2024/04/12/24799/>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

²⁴ WSP 觀點/未來能源藍圖：臺灣能源轉型路上的挑戰與相應的配套措施,<https://www.wishingsoft.com/consultantblog/wsp?>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

供應商購電，不僅能滿足企業對綠能的需求，亦可促進再生能源產業發展，吸引更多民間投資，進一步強化台灣能源結構的多元性。與此同時，能源多元化發展也是未來的重要方向，為降低對進口燃氣的依賴，政府將推動更具彈性的能源政策，鼓勵發展更多元的發電技術，包括地熱、海洋能與氫能等新興能源，以降低能源供應受國際市場波動的影響，提升能源自主性。

此外，電價合理化也是市場自由化過程中不可忽視的課題，未來將透過更精確的電價機制調整，使電價更貼近市場供需狀況，減少政府對電價的補貼負擔，讓市場機制發揮更大作用，同時確保消費者與企業能夠以合理的價格獲取電力資源。綜合而言，透過智慧電網、綠電交易、能源多元化與電價合理化的綜合發展策略，台灣的能源轉型將朝向更穩定、更具競爭力且永續的方向發展²⁵。

2025年1月10日，行政院會通過最新《電業法》部分條文修正草案，重要要點包括維持台電公司現行經營型態，取消台電公司分割條文，維持其綜合電業模式，以確保供電安全及韌性；放寬綠電交易限制，開放再生能源售電業者之間的互售，增加業者經營彈性，活絡綠電交易市場；將併網型儲能設備及需量反應措施納入管理，明確法規依循，降低業者設立風險，促進電力市場的健全發展；加強電力交易平台的監管機制，確保市場公開透明，並得視市場發展成立具獨立性的交易單位。

電業法的修正為台灣能源市場帶來重大變革，從壟斷市場走向自由競爭，同時積極推動能源轉型。然而，市場競爭、供電穩定、再生能源發展、電價調整等議題仍需政府與業界共同努力，確保電業法修正後的能源政策能夠穩健發展，達成2025非核家園與2050淨零碳排放的目標。

三、電業法對非核政策的影響

1. 電業法與非核政策的關聯性

電業法作為台灣能源法規的重要基礎，直接影響著非核家園政策的推動與執行。2016年民進黨政府修訂《電業法》，其中第95條第1項規定：「核能發電設備應於中華民國一百十四年以前，全部停止運轉」，這條法規奠定非核家園的法律基礎，確立台灣2025年全面淘汰核能發電的目標。

²⁵ 電業法修正4重點 經部：台電維持現行經營型態不分割,<https://netzero.cna.com.tw/news/202503230124/>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

然而，2018年公民投票第16案通過廢除電業法第95條第1項，使得該條文自2018年12月2日起失效，這代表法律上不再強制要求台灣在2025年之前全面淘汰核能發電。此變更雖未立即改變政府的非核政策方向，但為未來的政策調整提供彈性。

2. 電業法修訂對能源結構的影響

電業法的修訂帶來能源結構的轉變，特別是在推動能源轉型的過程中，確保穩定供電成為關鍵議題。電業法原先規定核電退場後的電力缺口應由燃氣和再生能源補足，因此規劃至2025年時燃氣占比提升至50%，燃煤降至30%，再生能源達到20%。然而，隨著公投結果推翻第95條規定，核能的未來仍具有不確定性，這可能影響原定的能源轉型進程。

3. 電業法與核能存續的政策衝突

在廢除第95條後，行政機關仍透過其他法規，例如《核子反應器設施管制法》與《核子反應器設施運轉執照申請審核辦法》，來限制核能電廠的延役與重啟。即便法律上已無強制核電退場的條文，政府仍以行政手段阻擾核一、核二、核三廠延役及核四重啟。

然而，在電力逐漸缺乏之情況下，政府似又有同意採用核能之傾向，立法院教育及文化委員會正審議《核子反應器設施管制法》修正草案，攸關現有核電廠能否延役，以及已關閉核電廠重啟的機會²⁶。

4. 電業自由化與非核政策

電業法的修訂也涉及電業市場自由化，推動民營電廠的加入與競爭，並試圖透過市場機制提升能源效率與穩定供應。然而，由於台灣的能源市場仍由台電主導，電業自由化的進程並未完全實現，這在一定程度上影響非核政策的推動²⁷。

5. 結論與展望

整體而言，電業法之修訂係非核家園政策落實的關鍵法源，但隨著2018年公投廢除關鍵條文，核能發電的去留再度成為政策討論的焦點。即便如此，政府仍持續推動非核家園的目標，並藉由行政手段限制核能存續。因此，未來的能源政策將取

²⁶ 核電延役修法首戰：核廢料、核安爭議大，初審通過全案送院會審查,<https://www.reccesary.com/zh-tw/news/world-market/nuclear-restart-and-license-renewal-amendment>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

²⁷ 《電業法》修法初審通過！台電維持綜合電業不分拆，為何電力業整合是趨勢？
<https://www.reccesary.com/zh-tw/news/world-regulation/electricity-act-amendments-preliminary-review-passed>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

決於社會對能源安全與環境影響的平衡考量，並可能持續透過法規修訂來調整方向。



四、全民公投

台灣的非核政策公投在 2018 年與 2021 年兩次全國性公投中成為重要議題，反映台灣社會對於能源政策的分歧與轉變。這兩次公投的背景、內容、影響以及結果都顯示出，核能發電在台灣的未來發展不僅是一個技術問題，更是一個牽涉到政治、經濟、環境與社會安全的重大議題。透過這兩次公投的分析，可以清楚了解台灣民眾對於能源政策的變遷，以及政府在推動非核家園政策上的挑戰與應對策略。

1. 2018 年「以核養綠」公投

2018 年 11 月 24 日舉行的「以核養綠」公投案由擁核團體發起，主要針對《電業法》第 95 條第 1 項，該條文規定台灣應於 2025 年前全面停止核能發電，此舉確立台灣的非核家園政策。

然而，隨著能源供應壓力增加與電價上升，部分民間團體質疑政府是否能在無核能的情況下穩定供電，因此提出公投，要求廢除該條款，允許核能發電繼續運行。

支持方（擁核派）認為，核能係一種穩定且低碳的能源，可有效降低火力發電所帶來的空氣污染，同時具備較低的發電成本，能緩解電價上漲壓力，並確保產業競爭力。此外，他們指出台灣的再生能源發展速度不足，若貿然推動非核政策，可能導致電力短缺，進而影響經濟發展。

反對方（非核派）則強調核能的安全風險，特別是福島核災的經驗，使得核電的潛在風險成為社會關注的焦點；此外，核廢料處理問題至今未能妥善解決，持續使用核能將使處理成本與環境風險增加。因此，非核派認為應優先發展風能與太陽能，減少對高風險能源的依賴。

最終，公投案以 59.49% 的高同意率獲得通過，顯示出當時社會對於核能發電的支持度較高，並反映出民眾對能源供應穩定性的高度關切。然而，儘管公投結果支持廢除電業法第 95 條第 1 項，政府仍堅持 2025 年非核家園的政策目標，並強調將透過推動再生能源發展來填補核能退場後的電力缺口²⁸。

²⁸ 電業法 95 條第 1 項刪除 賴揆：非核家園目標不變,<https://www.cna.com.tw/news/firstnews/201812060065.aspx?>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

2. 2021 年「重啟核四」公投

2021 年 12 月 18 日舉行的「重啟核四」公投是 2018 年「以核養綠」公投後，擁核派進一步推動的議題，目標在於讓台灣第四核能發電廠（核四）正式投入運轉。核四自 2000 年以來因安全爭議、施工品質問題及政治對立，多次停工與復工，但始終未能商轉。

擁核團體認為，隨著台灣能源需求日益增加，尤其在夏季電力需求高峰時，缺電風險上升，核四應作為穩定電力來源，避免電力供應不足導致經濟受影響。此外，他們主張核四屬於龐大的國家投資，長期閒置造成資源浪費，應盡快投入運轉，且其採用的改良型反應爐（ABWR）技術，較過去的核電廠更為安全，可降低核災風險。

然而，反對方則強調核四自興建以來問題不斷，施工品質與設計缺陷曾遭國內外專家質疑，運轉安全性令人擔憂；再者，台灣的核廢料問題至今未能解決，重啟核四將產生更多高階核廢料，進一步加劇環境風險。

非核派認為，雖然再生能源發展仍有挑戰，但應該持續推動，而非回頭依賴高風險的核能發電。最終，此次公投案未能通過，同意票占 47.16%，不同意票占 52.84%，顯示出台灣社會對於核四的爭議仍然巨大。與 2018 年「以核養綠」公投相比，2021 年的投票結果反映民眾對核能安全問題的擔憂仍然存在，特別是在反核團體強調核四過去的種種缺陷與風險後，許多選民選擇反對重啟核四²⁹。

3. 兩次公投結果的比較與影響因素

2018 年與 2021 年兩次核能公投結果的差異，受到多種因素影響，主要包括政策論述與媒體影響、空氣品質與投票行為，以及政治環境與選舉影響。

在政策論述方面，2018 年公投時，擁核派強調「核能可減少空污」，並將能源供應穩定作為核心訴求，使得許多選民認同核能作為替代燃煤發電的必要性，進而支持「以核養綠」公投。然而，2021 年公投時，反核派則聚焦於核四的安全問題，質疑政府是否有足夠能力管理核廢料，並透過媒體與政策論述成功轉移焦點，使得部分民意轉向反對核四重啟。

在空氣品質影響方面，研究顯示，2018 年公投時，空氣污染較嚴重的地區對於

²⁹ 四大公投未通過 潘忠政謙卑接受 核四不同意票最高, <https://e-info.org.tw/node/233040?>。, 最後瀏覽日期：04/06/2025。

支持核能的公投案（如「以核養綠」）投下較高比例的同意票，顯示民眾認為核能發電能減少燃煤發電帶來的空污問題。然而，2021 年公投時，這種影響變得較不明顯，顯示出不同議題設定可能改變選民的考量因素，使得核四安全性與核廢料處理問題成為關鍵討論點。

此外，政治環境與選舉因素亦影響兩次公投結果，2018 年公投與地方選舉同時舉行，使得公投議題更容易受到選舉氛圍的推動，促使投票率提高，且政治動員效果較強，助長支持「以核養綠」的聲勢。相較之下，2021 年公投則獨立舉行，且因新冠疫情影響，公投投票率較低，降低政治動員的影響力，可能進一步影響公投結果，最終導致「重啟核四」公投未能通過。這些因素共同作用，形成兩次公投結果的不同走向，反映出台灣社會對核能議題的持續討論與政策變遷。

4. 小結

台灣的非核政策公投顯示出能源議題的高度爭議性，且民意並非固定不變，而係受到不同因素影響而有所轉變。儘管 2018 年「以核養綠」公投通過，但政府仍堅持非核家園政策，直至 2021 年「重啟核四」公投未能通過，顯示出台灣社會對於核能的態度仍具高度分歧。未來，台灣的能源政策仍需在非核家園與能源供應穩定之間尋找平衡點，確保國家的永續發展與能源安全。

貳、環境基本法與核能使用限制

一、環境基本法對能源轉型的規範影響

環境基本法對能源轉型的規範影響主要體現在其法制基礎與政策架構方面。環境基本法明確界定政府在推動能源轉型過程中的責任，尤其是對於非核家園政策的支持。

1. 環境基本法的相關規範

環境基本法第 23 條規定，政府應訂定計畫以逐步達成非核家園目標，並強化核能安全管制、輻射防護、放射性物料管理及環境輻射偵測，以確保民眾生活免受輻射危害。這一規範成為我國非核家園政策的法制依據，推動政府在能源轉型過程中減少對核能的依賴，並加速再生能源的發展³⁰。

³⁰ 一、我國能源配比政策之演進,<https://www.ly.gov.tw/Pages/Detail.aspx?nodeid=45076&pid=210969&>，最後瀏覽日期：04/06/2025。



2. 對能源轉型的影響

根據研究，環境基本法不僅確立非核家園的目標，還影響電業法之修訂。例如，2018 年公投通過廢除電業法第 95 條第 1 項（要求 2025 年全面停運核電），促使政府加快再生能源發展與能源結構調整。

3. 環境基本法與其他環保法規的互動

除環境基本法，其他環保法規也對能源轉型產生影響。例如，《溫室氣體減量與管理法》規範電力排碳係數，以促進低碳電力發展，並進一步限制高排碳能源的使用。

4. 挑戰與未來發展

儘管環境基本法為能源轉型提供法制基礎，但其實施仍面臨挑戰。例如，如何確保再生能源的穩定供應、電網調度，以及如何處理核廢料等問題仍然是政策制定者需要解決的課題。

5. 小結

總體而言，環境基本法透過明確的法律框架，確立能源轉型的方向，並促使政府積極推動非核家園與再生能源政策，但其具體實施仍需進一步完善法規與技術配套措施，以確保能源供應的穩定與環境可持續性發展。

二、其他環保法規對非核政策的影響

在台灣的非核政策發展過程中，除《電業法》與《環境基本法》的規範，其他多項環保法規亦在推動能源轉型、減少污染排放、確保環境永續發展方面發揮重要作用。這些法規涵蓋空氣污染防治、溫室氣體減量、廢棄物管理、環境影響評估及能源發展等領域，共同構築一個對非核政策有利的法制環境，使得台灣能源結構的轉變更具法規支持。

《空氣污染防治法》：降低化石燃料發電，間接促進非核政策

《空氣污染防治法》規範台灣對空氣品質的管理，主要針對火力發電、工業排放及交通運輸等領域進行污染控制。由於燃煤與燃油發電排放大量污染物，包括懸

浮微粒 (PM2.5)、氮氧化物 (NOx) 及硫氧化物 (SOx)，該法規的強化促使政府減少高污染能源的使用，進而影響非核政策的推動³¹。



(1) 限制燃煤發電，迫使能源轉型

根據《空污法》，燃煤電廠需安裝更嚴格的污染防治設備，如選擇性催化還原 (SCR) 脫硝系統、靜電集塵器及濕式洗滌塔等。這些技術的導入雖可降低污染，但也大幅增加發電成本，使得燃煤發電相對於天然氣與再生能源的競爭力下降。由於政府既要降低燃煤發電，又不願依賴核能，轉向天然氣與再生能源成為必然趨勢。

(2) 電力結構轉型與核能取代問題

在《空污法》的壓力下，政府計畫減少燃煤發電佔比，並以天然氣與再生能源補足能源缺口。然而，台灣的天然氣進口依賴國際市場，價格波動大，而再生能源尚未能提供足夠穩定的電力供應，這導致社會對非核政策的可行性存在爭議。

《溫室氣體減量及管理法》：推動低碳能源，削弱核能的必要性

《溫管法》要求政府在 2050 年達成溫室氣體淨零排放，並強調減少燃煤發電的比例。由於核能發電的碳排放極低，一部分學者與產業界曾提出應將核能納入低碳能源選項，以達成減碳目標。然而，由於政府的非核家園政策，並未考慮此選項，而是強調發展再生能源與提高能源效率³²。

(1) 核能與低碳發電的爭議

根據國際能源總署 (IEA)，核能發電的生命週期碳排放約為 12 克 CO₂/kWh，遠低於燃煤 (820 克 CO₂/kWh) 與天然氣 (490 克 CO₂/kWh)。然而，由於台灣非核政策的堅持，政府選擇發展風力與太陽能作為主要低碳發電來源，這在能源穩定性方面引發挑戰。

(2) 促進綠能發展，削弱核能角色

³¹ 能源政策專案報告，立法院第 9 屆第 5 會期，107 年 5 月 4 日。最後瀏覽日期：04/06/2025。

³² 政策依據,https://www.trec.org.tw/page/zh-tw_policy_dependence?，最後瀏覽日期：04/06/2025。

《溫管法》的規範使得政府需加速發展再生能源，如離岸風電、太陽能及地熱發電，並對高碳排放產業課徵碳費。然而，由於再生能源的發展仍面臨技術與土地限制，是否能完全取代核能仍存有疑問。



《廢棄物清理法》：核廢料問題加劇非核政策推動

核能發電的高放射性廢棄物長期以來皆為社會關注的焦點，而《廢棄物清理法》對於高污染廢棄物的管理標準嚴格，使得核廢料的最終處置問題更加棘手。

(1) 高放射性核廢料的儲存困境

目前台灣的核廢料主要存放於臨時貯存設施，尚未找到適合的最終處置場址。《廢棄物清理法》要求所有危險廢棄物必須有明確的處置方案，但由於地方政府與居民普遍反對設置核廢料場，使得核廢料問題成為非核政策推動的重要理由之一。

(2) 除役成本增加，影響核能經濟性

依據該法，核電廠的除役計畫必須通過環保審查，並確保輻射污染不會影響環境安全。由於除役過程需耗費大量資金，這進一步影響核能發電的成本效益，使政府更有理由推動非核政策。

《環境影響評估法》：核能發電與除役的審查標準

(1) 核四廠停工的關鍵因素

《環評法》規定所有重大建設計畫需進行環境影響評估，而核四廠因未能通過完整環評，且遭遇地方政府與環保團體強烈反對，最終導致封存。這顯示該法規在非核政策推動上的重要作用³³。

(2) 核電廠除役與環評要求

所有核能電廠除役過程需符合《環評法》規範，確保輻射污染防護到位。由於環評標準日趨嚴格，除役過程的環境與經濟成本大幅增加，使得核能的長期發展更為困難。

³³ 核四廠環境影響評估,<https://service.taipower.com.tw/lungmen-info/TC/HT/appendix2.html?>，最後瀏覽日期：04/06/2025。



小結

透過分析《空氣污染防治法》、《溫室氣體減量及管理法》、《廢棄物清理法》、《環境影響評估法》及其他環保法規，可以看出這些法律在非核政策推動過程中發揮關鍵作用。這些法規的規範不僅限制燃煤與核能的發展，也促使政府大力發展再生能源，進而塑造出台灣未來的能源結構。然而，這些法規的影響也帶來能源供應穩定性與電價成本的挑戰。

本研究認為在火力發電會持續影響上述環保法規之情況下，對核能或有相對良好的影響，政府未來如何在環保法規與能源需求之間取得平衡，並考量非核家園政策是否妥當，將是政府的重要課題。

第二節、2025 非核家園政策白皮書分析

壹、政策內容與目標

一、非核家園政策起源

非核家園政策的起源可追溯至台灣的能源政策轉型歷程，受到國際非核發展趨勢、國內能源結構變遷及民眾對核能風險的關注影響。

1. 國際背景與台灣非核家園政策的發展

台灣非核家園政策的發展受到國際趨勢影響，全球核能政策轉變、環境永續需求提升，以及國內歷史脈絡交織，使得台灣政府逐步確立非核家園的政策目標。

(1) 國際核能政策變遷

國際間核能政策的變遷對台灣影響甚深，尤其是 1986 年車諾比核災及 2011 年日本福島核災，兩次嚴重的核事故導致全球對核能安全性的質疑。各國開始重新評估核能發電的可行性，甚至決定逐步淘汰核電；德國於福島核災後，加速推動「能源轉型 (Energiewende)」，計畫至 2022 年全面廢除核電，改採再生能源發展；日本在福島核災後，一度關閉所有核電廠，雖然部分核能機組後來重新啟動，但社會仍存在反核聲音；瑞士、比利時等國家也相繼提出非核計畫，希望逐步淘汰核能發電。台灣作為高度仰賴進口能源的島嶼國家，在國際趨勢的影響下，逐漸形成非核家園的政策願景³⁴。

(2) 台灣非核家園政策的起源與歷程

台灣的非核家園概念可追溯至 1990 年代，當時社會開始關注核能安全議題，並推動相關運動，但政策確立則是在 2000 年後逐步成形：

1) 早期反核運動與政策變遷

- a. 1980 年代起，核能發電在台灣的發展已受到社會輿論質疑，特別是核四廠（第四核能發電廠）的建設爭議。

³⁴ Taiwan Can't Shake Its Nuclear Ghosts, <https://foreignpolicy.com/2024/03/14/taiwan-nuclear-energy-weapons-policy-history/>, 最後瀏覽日期：04/06/2025。



- b. 1990 年代，環保團體與學者開始倡導能源多元化與安全性，反對政府過度依賴核能。
- c. 2000 年，民進黨首次執政，提出核四停建計畫，但由於政策波動，最後在立法院決議下恢復興建。

2) 2016 年「非核家園」政策確立

2016 年民進黨再次執政後，將 2025 非核家園列為主要能源政策目標，並透過《電業法》立法將政策制度化：2017 年，立法院三讀通過《電業法》第 95 條第 1 項，規定「核能發電設備應於 2025 年以前全部停止運轉」。

政策目標：

- a. 1980 年代起，核能發電在台灣的發展已受到社會輿論質疑，特別是核四廠（第四核能發電廠）的建設爭議。
- b. 1990 年代，環保團體與學者開始倡導能源多元化與安全性，反對政府過度依賴核能。
- c. 2000 年，民進黨首次執政，提出核四停建計畫，但由於政策波動，最後在立法院決議下恢復興建³⁵。

2. 政策挑戰與社會爭議

雖然「2025 非核家園」政策目標明確，但其可行性、經濟影響、能源穩定性仍存有諸多爭議，並經歷兩次核能相關公投。

2018 年與 2021 年，台灣舉行兩次與核能相關的公投；2018 年公投之「以核養綠」提案通過，要求廢除《電業法》第 95 條第 1 項，即取消 2025 非核時程限制；2021 年公投之「核四重啟」提案未通過，顯示社會對於核四廠的安全性仍存疑。

即便 2018 年公投通過取消 2025 非核時程，行政院仍然透過政策手段，維持逐步減少核能發電的計畫，並未重新啟動核四廠。

3. 能源供應與經濟影響

³⁵ 非核家園推動政策及法制二十年回顧與展望,<https://www.airitilibrary.com/Article/Detail/P20240307001-N202404080032-00003?>,最後瀏覽日期：04/06/2025。



(1) 電力穩定性

- a. 核能發電過去在台灣扮演基載電力角色，非核政策推動後，供電穩定成為關鍵議題。
- b. 燃氣電廠雖可作為替代方案，但台灣天然氣進口比例高，能源安全受外部因素影響。
- c. 再生能源發展仍面臨技術與政策挑戰，如電網管理、儲能技術不足等。

(2) 經濟與產業衝擊

- a. 電價上升：燃氣與再生能源的發電成本較核能高，可能導致電價上漲，影響產業競爭力。
- b. 產業投資影響：部分高耗能產業擔憂未來電價波動，可能影響企業投資意願。

4. 未來發展與調整方向

在國際減碳與淨零排放趨勢下，台灣非核家園政策的挑戰不僅限於能源結構轉型，也涉及經濟發展與環保議題。未來可能的政策調整方向(再生能源與儲能技術投資)包括：

- a. 擴大風力與太陽能發電，提高能源自主性。
- b. 加強儲能技術發展，確保電網穩定性政策優化。
- c. 檢討電業法規，增加能源轉型的彈性空間。
- d. 設計合理的電價機制，減少對產業與民生的衝擊。

二、政策推動歷程及轉折

台灣的「非核家園」政策自 2011 年提出以來，經歷多次政策轉折，反映出能源政策在社會輿論、政治決策、國際趨勢與技術發展之間的複雜動態。在政策推動過程中，政府面臨來自能源供應穩定性、再生能源發展進度、電價成本、環境影響以及社會接受度的多重挑戰。這些因素交織影響，導致政策在執行過程中出現多次調整與爭議。

2016 年，隨著民進黨重返執政，「非核家園」政策正式成為國家能源轉型的核心目標。2017 年，政府透過《電業法》修正案，明定所有核能發電機組應於 2025 年前全面停運，以確保台灣邁向無核電的發電模式。為配合此政策，政府同步提出《能源發展綱領》與《能源轉型白皮書》，規劃 2025 年電力供應結構，將天然氣發電比例提升至 50%、燃煤降至 30%、再生能源提升至 20%，並確保核能歸零。

然而，此政策的落實並非一帆風順。在核能退場的同時，台灣的電力供應必須仰賴燃氣與再生能源的快速發展。然而，由於天然氣基礎設施尚未完全到位，再生能源的推動也面臨土地取得、技術成熟度、儲能能力等挑戰，使得社會對非核政策的可行性產生疑慮。此外，隨著台灣經歷 2017 年 815 全國大停電，電力供應穩定性的問題進一步受到關注，導致反對聲浪開始增強。

2018 年，在政策推動未達到預期效果的背景下，核能支持者發起「以核養綠」公投（第 16 案），提案要求廢除《電業法》第 95 條，即取消 2025 年全面停用核能的法律規定。該公投獲得 59.49% 同意票通過，顯示社會對非核家園政策的疑慮加深，特別是在電力穩定性與電價影響方面的爭議持續擴大。

然而，公投結果並未對政策產生立刻性的改變。政府強調，能源轉型是長期規劃，不應因一次公投結果而輕易改變國家能源政策方向。因此，行政院決定維持原訂的 2025 非核目標，並強調透過發展再生能源與強化天然氣供應來填補核能退場後的缺口。這一決策引發部分民間團體的不滿，認為政府忽視公投結果，進一步加劇核能支持者與政府之間的對立。

隨著「以核養綠」公投未能改變政策，核能支持者於 2021 年再度發起「重啟核四」公投（第 17 案），試圖讓已封存的第四核能發電廠重新運作。然而，此次公投結果與 2018 年不同，反對票數超過同意票，最終未能通過。這反映出隨著時間推移，社會對核能的接受度有所下降，並逐步轉向支持政府的能源轉型方向。

公投結果顯示，儘管部分民眾仍關切電力供應穩定性，但對於核能安全與核廢料處置問題的擔憂仍然存在。此外，台灣的能源政策已開始與全球「淨零排放」趨勢接軌，政府強調，核能並非最符合永續發展的選項，因此將持續推動再生能源作為長期替代方案。2022 年，隨著 2050 年「淨零排放」目標的確立，政府進一步調整非核家園政策的執行策略。由於再生能源發展進度較原計畫落後，政府加大對天然氣基礎設施與儲能技術的投資，以確保電力供應穩定。此外，針對電網穩定與電力調度，政府也積極推動智慧電網建設，以提高再生能源的併網效率。

總結來看，台灣的「非核家園」政策歷經多次轉折，從 2016 年法制化到 2018 年與 2021 年的公投挑戰，再到 2022 年與「2050 淨零排放」目標的結合，每個階段都反映出台灣能源轉型的困難與進展。儘管政策方向未曾大幅改變，但執行過程中需不斷調整，以應對社會輿論、電力穩定性與國際能源發展趨勢的變化。未來，隨著綠能技術的進步

與市場機制的成熟，台灣的能源轉型能否成功，將取決於政府的政策執行力與產業發展策略³⁶。



貳、2025 能源結構規劃

一、燃氣與再生能源目標比例變化

台灣推動「非核家園」政策後，電力產業的結構調整顯著，主要體現於燃氣與再生能源目標比例的變化³⁷。隨著現有核能機組逐步退場，政府必須在短期內採取務實的調整策略，既保障電力供應安全，又促進環境永續發展。這裡主要有以下幾個面向：

首先，在退核壓力下，為彌補核能退出所造成的基載缺口，政府短期內將燃氣發電定位為主要的替代方案。燃氣發電技術成熟、建廠周期較短、且相對於燃煤發電能夠產生較低的環境污染，使得其在當前能源轉型中成為一個具備調控優勢的過渡選項。換言之，燃氣在確保電力供應穩定性方面發揮著“橋梁”作用，是在非核政策初期不可或缺的調節工具。

其次，從長遠來看，再生能源（如風能、太陽能等）被視為未來電力結構的主軸。由於台灣本身自然資源受限，再生能源初期發展往往面臨技術成熟度、間歇性供電及電網整合等挑戰，因此在政策目標設定上，其上調幅度通常較為穩健。相關研究指出，若過於激進地大幅提高再生能源比重，可能導致電價上升與社會成本增加，因此政府在規劃中通常採取先以燃氣補位，逐步推此外，從經濟與產業發展的角度來看，非核政策下的燃氣與再生能源比例變化涉及投資誘因和市場重組問題。燃氣發電由於其資本投入較低、調控彈性大，在短期內可以迅速回應退核帶來的電力需求缺口；而再生能源則需要依賴技術進步、儲能系統的完善以及配套法規的逐步落實，才能在中長期內大幅提升其市場佔比。這種策略性的目標比例調整，不僅體現政府在平衡能源安全與環境保護之間的取捨，也反映出台灣在全球低碳經濟轉型趨勢下，對能源結構未來發展的戰略考量。

綜合而言，台灣的非核家園政策促使政府在 2025 年乃至更遠未來的能源結構規劃中，採取「以燃氣為過渡、以再生能源為長期主軸」的策略。短期內，燃氣發電因其運轉靈活和較低的污染特性，成為彌補核能退出的首選；而中長期則著重於技術創新與市

³⁶ 自由開講》國際減排趨勢下之能源政策,<https://talk.ltn.com.tw/article/breakingnews/4942121>?最後瀏覽日期：04/06/2025。

³⁷ 「展綠、增氣、減煤、非核」https://www.moea.gov.tw/MNS/populace/Policy/Policy.aspx?menu_id=32800&policy_id=9 最後瀏覽日期：04/06/2025。



場培育，以期使再生能源的佔比逐步擴大，最終實現低碳與永續發展的目標。這種政策調整不僅有助於維持電力供應穩定，還為台灣在能源轉型中降低社會與經濟成本、促進產業升級提供制度與技術上的支持³⁸。

因此，非核家園政策推動下燃氣與再生能源目標比例的變化，既是一種應對核能退場的過渡策略，也是台灣未來能源轉型及 2050 淨零排放路徑中的關鍵環節，其成功與否將直接影響台灣在全球低碳經濟轉型競爭中的地位。

二、核能發電的 2025 退場計畫

我國的 2025 核能退場計畫主要是建立在「非核家園」政策的框架下。目前在運轉的核電廠（包括核一、核二與核三廠的六部機組）將自 2019 年至 2025 年間陸續達到設計運轉年限，屆時必須進行退場處理。政府為此規劃在 2025 年前逐步淘汰核能發電，並藉由大幅推動再生能源和天然氣發電，來彌補核能退出後的電力缺口，以確保整體電力系統的安全與穩定，同時降低核能所帶來的潛在風險（例如核廢料管理與輻射風險）。

2025 年的能源結構規劃不僅涉及核能退場，更必須配合國際上向低碳、淨零排放轉型的趨勢。從長遠來看，建議在核能退場的過程中考量適度保留過渡性策略，例如採用「以核養綠」的模式，藉由部分核能發電與再生能源並行，從而在兼顧經濟成本與環境風險之間取得平衡。這種策略不僅能夠降低整體社會成本，也有助於平穩地推動能源轉型，避免因過快退場而引發電價波動及供電不穩的問題。

綜合上述論述，2025 核能退場計畫是我國非核家園政策中的核心舉措，其主要內容在於：

依據核電廠運轉年限到期有序退場，避免因超期運作引發安全與環境風險；積極推動再生能源與天然氣發電的發展，調整電力結構以維持供電穩定；考慮採取“以核養綠”過渡策略，平衡經濟成本與社會安全風險，為能源轉型提供平穩過渡；同時兼顧國際低碳轉型的趨勢與本土政策挑戰，透過技術升級、儲能整合及政策修正等多方面措施，確保退場過程中不致影響產業競爭力與國家能源安全。

總體而言，2025 退場計畫不僅是一項技術性與經濟性的能源政策，更是反映我國在

³⁸ (環境資訊中心) 政院公布 2025 年發電配比 核三停機後再生能源約 16%<https://tcan2050.org.tw/%EF%BC%88%E7%92%B0%E5%A2%83%E8%B3%87%E8%A8%8A%E4%B8%AD%E5%BF%83%EF%BC%89%E6%94%BF%E9%99%A2%E5%85%AC%E5%B8%832025%E5%B9%B4%E7%99%BC%E9%9B%BB%E9%85%8D%E6%AF%94-%E6%A0%B8%E4%B8%89%E5%81%9C%E6%A9%9F/>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

追求環境永續與社會公平過程中所做出的戰略性選擇。未來政策推行過程中，政府需持續監測市場與技術發展狀況，並根據實際情況調整政策措施，確保台灣能源轉型既符合全球趨勢，又能穩定保障民生與經濟發展³⁹。



參、小結

截至今日，台灣推動「2025 非核家園」政策已歷經國際趨勢、政治變遷與社會輿論的挑戰。雖然政府積極推動能源轉型，但電力穩定、經濟成本與再生能源發展仍存在不少問題。核電退場後，原作為調節用途的天然氣發電被迫轉為基載電力，不僅成本高，且調度彈性降低，當再生能源出現波動時，更可能加劇備轉容量不足的風險。此外，天然氣供應受限與逆送電現象也對電網穩定構成挑戰，特別是在太陽能密集的南部地區。

本研究認為非核政策雖具長遠環保意義，但在執行上須更審慎面對天然氣調度限制與再生能源不穩的問題。政府應加速電網升級、強化儲能與調度機制，以確保能源轉型的穩定性與可持續發展⁴⁰。

³⁹ 2025 台灣能源政策怎麼走？賴清德啟動二次能源轉型，涵蓋多元綠能、深度節能、儲能,<https://www.reccesary.com/zh-tw/news/world-regulation/how-will-taiwan-energy-policy-evolve-2025>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

⁴⁰ 一文看懂 2025 非核家園 | 問題比想像中複雜 專家示警台灣電力「潛在隱憂」<https://www.knews.com.tw/news/5689576A25D459CF8B0CC9EC10E0A114>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

第三章 2050 淨零排放路徑與非核政策的挑戰

第一節、2050 淨零排放的願景與目標

壹、國際碳中和趨勢

一、聯合國氣候變遷框架

聯合國氣候變遷框架公約最初於 1992 年在里約熱內盧地球峰會上通過，旨在建立一個國際合作平台，促使各國共同面對溫室氣體排放增長所引發的全球暖化問題。這一國際協定強調，各締約國需採取適當措施，防止人類活動對氣候系統產生危險性干擾，並在未來的執行過程中達成減排與適應氣候變化的共同目標。換言之，其宗旨在於透過制度化的國際協調與合作，推動全球逐步邁向低碳發展與永續環境

¹ 。

聯合國氣候變遷框架強調幾項基本原則，包括但不限於共同但有區別的責任原則、預防原則以及代際公平。這些原則構成國際社會在制訂與執行減碳政策時的重要法律與倫理依據。例如“共同但有區別的責任”原則認為，發展中國家與發達國家在歷史排放量與現有技術資源方面存在明顯差異，因此在減碳任務分配上應予以考慮差異化的處理。這些原則在後續的《京都議定書》以及《巴黎協定》中均有體現，進一步鞏固全球減緩氣候變遷行動的法律基礎²。

自公約簽訂以來，國際社會根據不斷變化的科學認知與實際需求，不斷調整與完善全球氣候治理機制。從《京都議定書》到《巴黎協定》，聯合國氣候變遷框架不僅拓展減排目標，也為各國提供一個具體且靈活的減碳路徑。尤其是在《巴黎協定》中，各國根據自身情況提交自主貢獻方案（NDCs），以期在本世紀中葉達成全球溫升不超過 2°C 甚至 1.5°C 的目標。這種機制體現國際合作的動態調整與共同進步的精神，並對全球能源轉型產生深遠影響³。

聯合國氣候變遷框架在全球碳中和趨勢中扮演著指導角色，促使各國必須重新思考能源結構及產業發展路徑。對於台灣而言，面對 2050 淨零排放的長期目標，該框架提供國際認可的減碳藍圖，同時也間接影響國內的能源轉型政策。例如，在推動非核家園及

¹ United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, Brazil, 3-14 June 1992, <https://www.un.org/en/conferences/environment/rio1992?>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

² The Paris Agreement, <https://www.un.org/en/climatechange/paris-agreement?>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

³ UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE, <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf?>，最後瀏覽日期：04/06/2025。



以再生能源取代核能的政策考量中，國際上減碳、提升再生能源比重的趨勢，正是依據聯合國框架下多國減排承諾而展開的。這不僅要求政策制定者在考慮能源安全、供電穩定與經濟效益的同時，更需兼顧環境保護與國際氣候責任⁴。

儘管聯合國氣候變遷框架為全球氣候治理提供基本藍圖，但在實際執行層面，各國仍面臨技術、經濟與政治等多重挑戰。就台灣而言，如何在保障能源供應穩定的前提下，平衡再生能源發展與經濟成本，是一項極需解決的課題。此外，全球減排進程的不均衡以及各國自主貢獻方案之間的落差，也使得全球碳中和目標的實現充滿不確定性。未來，台灣在參考國際經驗與借鏡德國、日本等國家經驗時，必須在國內法制與政策修正中融入聯合國框架的精神，進一步完善相關制度，才能在國際減碳潮流中占據有利位置⁵。

綜合而言，聯合國氣候變遷框架不僅是國際氣候治理的基石，也是推動全球能源轉型與產業革新的重要指導方針。它通過明確的原則、具體的目標及靈活的國家間合作機制，為各國制定並調整減碳政策提供理論與實踐依據。對於台灣而言，這一框架的實施意義在於促使政策制定者在追求能源轉型與非核化進程中，同時重視環境永續與國際責任，從而在全球氣候治理浪潮中，實現經濟發展與環境保護的雙重目標。

以上說明闡述聯合國氣候變遷框架在國際氣候治理、能源轉型以及非核政策制定中的關鍵作用，並強調未來在應對全球暖化及推動淨零排放進程中，該框架將繼續發揮舉足輕重的影響力。

二、歐盟與美國的減碳策略

歐盟與美國的減碳策略均構成全球低碳轉型的重要參考範例，其政策設計與實施機制在國際上備受矚目。

1. 歐盟的減碳策略

歐盟以《歐盟氣候與能源框架》為指導，確立 2050 年實現碳中和的長期願景。這一目標要求各成員國在能源、交通、工業、建築等多個部門同步推動低碳轉型，形成一套全方位、系統性的減碳體系。歐盟政策強調統一標準與法規約束，並利用

⁴ Common but Differentiated Responsibilities and Respective Capabilities (CBDR-RC),<https://climatenexus.org/climate-change-news/common-but-differentiated-responsibilities-and-respective-capabilities-cbdr-rc/>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

⁵ Taiwan and Renewable Energy: Powering the Planet for a Green Future,https://en.mofa.gov.tw/News_Content.aspx?n=1575&s=96852&，最後瀏覽日期：04/06/2025。



跨國協調來確保整體目標的實現。

歐盟致力於加速再生能源發展，大幅提高風能、太陽能、水力等低碳能源的市場份額。為達到此目的，歐盟採取包括補貼、稅收減免、技術研發資助等多種激勵措施，同時制定具體的再生能源比重目標，並要求各成員國在能源結構中逐步降低對化石燃料的依賴。此外，歐盟在能源效率提升方面⁶，推動工業、建築和運輸等領域的節能改造，通過技術革新和行為變革實現全社會的能源降耗。

歐盟排放交易制度 (EU ETS)⁷作為歐盟減碳策略的核心工具，通過設定總量控制與碳配額交易，建立一個以市場為基礎的碳定價機制。這一制度使得碳成本成為企業經濟決策的一部分，從而促使企業主動投資於低碳技術、優化生產流程並改進能源結構。市場機制的導入不僅創造減排的經濟誘因，也為各行業提供一個調整產業結構、降低排放的有效途徑。

歐盟的減碳策略還強調跨部門協同和多層次治理。透過歐盟委員會、各成員國政府及相關產業的合作，歐盟形成涉及能源、環保、金融、科技等多個領域的綜合治理模式。此外，歐盟積極發展綠色金融市場，通過發行綠色債券、提供低碳投資基金等手段，為低碳轉型提供充足的資金支持，從而促進整個社會的資源向低碳技術與基礎設施轉移⁸。

2. 美國的減碳策略

近年來，在拜登政府的推動下，美國提出一系列具體的減碳目標，如 2035 年實現全國電力系統零碳排放、2050 年達成全面碳中和。這種明確的時程目標為市場及企業提供清晰的政策預期，促使各行各業根據既定時間表進行技術改造和產業調整。這種自上而下的政策規劃，既有長遠戰略又兼顧短期行動，形成層次分明的減碳路徑⁹。

⁶ Energy Efficiency Directive, https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficiency-targets-directive-and-rules/energy-efficiency-directive_en?，最後瀏覽日期：04/06/2025。

⁷ Régimen de comercio de derechos de emisión de la Unión Europea, https://es.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9gimen_de_comercio_de_derechos_de_emisi%C3%B3n_de_la_Uni%C3%B3n_Europea?，最後瀏覽日期：04/06/2025。

⁸ Legal provisions of COM(2025)17 - 2024 Report on Energy subsidies in the EU, https://www.eumonitor.eu/9353000/1/j4nvhdfcs8bljza_j9vvik7m1c3gyxp/vmkfk2wjeqzh?，最後瀏覽日期：04/06/2025。

⁹ On The Path to 100% Clean Electricity, 美國能源部, <https://www.energy.gov/sites/default/files/2023-05/DOE%20-20100%25%20Clean%20Electricity%20-%20Final.pdf?>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

美國政府非常重視清潔能源技術的研發與應用，通過大規模的研發投資、稅收優惠與補貼政策，推動電動車、智慧電網、儲能系統以及其他低碳技術的商業化。此外，美國的政策還鼓勵公私合營，利用市場力量促進能源技術創新，從而在保持能源安全的同時，逐步降低碳排放水平¹⁰。

美國的減碳策略具有顯著的多層次治理特點。聯邦政府制定宏觀減排目標與相關法律法規，各州根據地方實際情況設計具體實施方案，並與地方政府協同推動。以加州的低碳燃料標準（LCFS）為例，該州在聯邦政策框架下制定更為嚴格的地方減碳標準，促進全國範圍內的政策協同與創新。這種聯邦—州—地方三層結構，不僅提高政策的靈活性，也使得各地根據自身特性實現差異化減排。

美國在推動減碳政策中，同樣注重市場導向策略。通過設立清潔能源稅收抵免、補貼、以及碳稅等政策工具，促使企業在經濟利益的驅動下投資於低碳技術。這些措施在短期內有效刺激清潔能源產業的發展，並在中長期內形成由市場決定的低碳經濟體系¹¹。

3. 比較分析與國際啟示

從歐盟與美國的減碳策略來看，兩者雖在制度設計與實施方式上各有側重，但均依托技術創新、市場激勵與跨部門協同治理，構建較為完善的低碳發展體系。具體而言：

- ◆ 歐盟模式強調統一法規與市場調節，通過排放交易機制和綠色金融創造制度約束，促使各成員國在能源轉型上形成協同效應；
- ◆ 美國則以明確時程目標和地方創新為特點，通過多層次治理與政策激勵，實現從宏觀到微觀的全方位減碳措施。

這兩種模式在應對全球氣候變遷與推動能源轉型方面各有優劣，其核心啟示在於，制定有效減碳政策必須兼顧技術、法律、經濟與社會多重因素，並在具體實施中根據國情靈活調整。

本研究發現對於我國而言，在推進非核家園與 2050 淨零排放目標的進程中，應

¹⁰ Biden-Harris Administration Announces \$4 Billion in Tax Credits to Build Clean Energy Supply Chain, Drive Investments, and Lower Costs in Energy Communities, <https://www.energy.gov/articles/biden-harris-administration-announces-4-billion-tax-credits-build-clean-energy-supply?>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

¹¹ How Tax Credits are Driving Clean Energy Growth Two Years into Inflation Reduction Act, <https://www.energy.gov/policy/articles/how-tax-credits-are-driving-clean-energy-growth-two-years-inflation-reduction-act?>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

參考歐盟在碳定價與跨部門協調上的成功經驗，同時借鑒美國在具體時程目標與技術創新激勵上的做法，從而構建符合台灣特有能源結構與經濟發展需求的減碳策略。



4. 對我國的政策啟示

我國在推動非核政策的同時，應強化減碳相關的法規體系，並設計符合市場邏輯的碳定價機制，以促使產業主動進行低碳轉型。此外，完善綠色金融政策，鼓勵投資低碳技術與基礎設施，也將為能源轉型提供充足的資金支持。

參考美國的做法，我國應制定具體的技術創新目標和時程規劃，並通過跨部門協調機制，將清潔能源研發、儲能技術應用與全國能源政策有機結合，推動全社會從傳統能源向低碳能源的轉型。

歐盟與美國的經驗顯示，地方政府在能源轉型中扮演著關鍵角色。我國應在中央政策指導下，賦予地方更多自主調整的權限，鼓勵地方政府根據自身能源結構特點制定差異化措施，並促進公民參與，從而提高政策執行的透明度與有效性。

5. 小結

綜上所述，歐盟與美國的減碳策略在全球能源轉型中均發揮引領作用，其政策體系不僅包括再生能源推廣、能源效率提升、碳定價機制以及跨部門協同治理，還強調技術創新與市場激勵的有機結合。

這些國際經驗對我國推進非核政策及 2050 淨零排放目標提供多維度的啟示。未來，我國應結合國內能源結構及經濟發展現狀，在完善法律法規的同時，強化市場機制與技術創新，推動全社會參與的低碳轉型，從而實現能源安全、經濟發展與環境永續之間的有機平衡。

本研究認為，歐盟與美國在減碳策略上的實踐與探索，已經為我國制定針對性的減碳政策提供寶貴經驗，也為未來應對全球氣候變遷挑戰奠定理論與實踐基礎，政府在制定策略時，應參考此部分國際經驗，同時須考量非核政策必要性及核能能否協助減碳政策之精進。

貳、台灣 2050 淨零排放的政策方向

一、能源轉型的關鍵步驟

台灣能源轉型的第一步在於構建完善的法規架構與政策指導，這不僅是技術與產業轉型的前提，也直接關係到國家安全與環境永續。台灣現行電業法及其他環保相關法規需進一步修訂，以因應全球能源轉型趨勢與國內能源供給挑戰。具體而言，修正電業法中的非核條款、強化核能退場的法律約束，以及同步整合環境基本法等相關規範，能夠為未來能源結構變革提供法律保證與政策支持。

政府於 2017 年及後續期間發布的「能源發展綱領」與「能源轉型白皮書」¹²均指出，台灣必須在保障電力供應穩定的前提下，逐步降低核能比重，提升再生能源與天然氣的比例。這些政策文件不僅訂定短、中、長期的能源轉型目標，也規劃跨部會與地方政府間協調合作的具體機制，形成一個從上而下、從中央到地方層層落實的能源治理體系。

能源轉型是一個循序漸進的過程，必須針對不同階段設定明確的目標與調整策略¹³：

1. 短期目標—過渡期的電力結構調整

2025 年非核家園的願景要求在核能退場過渡期內，確保電力供應穩定。在此期間，需適度提升天然氣發電與再生能源的比重，並加強儲能技術與電網智能化建設，以應對間歇性再生能源帶來的供電挑戰。這一策略不僅可降低因核能退場而可能出現的供電風險，也有助於在市場上逐步培育再生能源產業的競爭力。

2. 中長期目標—構築 2050 淨零排放藍圖

進一步來看，台灣在 2050 年前達成淨零排放的國際承諾，需要從能源結構上全面調整。這意味著，除在發電端大力推動再生能源外，還必須從全產業鏈考量碳排放管理、節能減碳與低碳技術創新。各階段目標之間應建立動態調整機制，並根據國際趨勢及國內市場變化不斷優化能源政策。

能源轉型重要性說明如下¹⁴：

- 1) 能源轉型不應以犧牲供電穩定性為代價，且台灣由於能源進口依賴度高，因此，保障國家能源安全必須放在政策首位。

a. 多元化能源配置

¹² 能源轉型白皮書,<https://energywhitepaper.tw/>?, 最後瀏覽日期：04/06/2025。

¹³ 【懶人包：淨零 12 項關鍵戰略重點一次看】https://www.ndc.gov.tw/nc_14813_36514? , 最後瀏覽日期：04/06/2025。

¹⁴ 2025 台灣能源政策怎麼走？賴清德啟動二次能源轉型，涵蓋多元綠能、深度節能、儲能,<https://www.reccesary.com/zh-tw/news/world-regulation/how-will-taiwan-energy-policy-evolve-2025?> , 最後瀏覽日期：04/06/2025。

從技術層面來看，台灣需在再生能源發展與現有燃氣發電間尋找平衡，確保在核能逐步退出後，系統仍能保持穩定運作。這要求政府同時推動風力、太陽能等再生能源的建設，並發展先進儲能系統以平衡供需波動。此外，優化現有電網結構、推動智慧電網技術，也是提高供電彈性的重要手段。

b. 供應鏈與儲能技術的提升

台灣能源轉型過程中，應加大對儲能技術的投入與研發力度。無論是鋰離子電池或液流電池等儲能技術，都能在提高系統調節能力上發揮關鍵作用，從而避免因再生能源波動導致的供電不穩問題。

- 2) 能源轉型不僅是能源結構的改變，更是產業轉型與技術創新的契機；其為一項系統工程，成功依賴於產業各環節的協同合作。政府可以通過財政獎勵、稅收優惠、政策引導等措施，促使再生能源產業與相關技術研發、設備製造、電網建設、儲能運營等產業鏈上下游進行整合，形成一個高效協同的產業生態系統，從而推動綠色經濟發展。
- 3) 能源轉型的社會效應與政策執行效果，往往取決於公民參與及地方政府的積極治理。

a. 增進資訊透明與公民教育

多份專案檔案均強調資訊公開的重要性。透過政策白皮書、政府說明會、社群媒體等平台，應主動向民眾解釋能源轉型的背景、目標與效益，以彌補資訊不對稱的問題，進而提高公眾對非核政策與再生能源轉型的認知度與支持度。

b. 建立跨部會與地方合作機制

地方政府在推動能源轉型中扮演著關鍵角色。除落實中央政策外，各縣市可根據本地實際情況，制定區域性能源規劃，並與企業、民間團體共同協作。例如，推動分散式發電、社區電網、地方儲能計劃等具體措施，都能有效提升地方能源自治能力與韌性。

台灣能源轉型的最終目標應與全球氣候變遷治理趨勢接軌，達成 2050 淨零排放的國際承諾：

1. 參考國際經驗與標竿學習

國際上，德國、歐盟與美國均訂立 2050 淨零排放的路徑，並透過各種政策工具

推動減碳與能源轉型¹⁵。台灣可從中借鏡，研究這些國家在技術創新、產業扶持、碳定價與稅收調控等方面的具體做法，並結合自身國情進行本土化調整。



2. 構建長期轉型藍圖與動態調整機制

從短期非核家園政策到長期 2050 淨零排放，台灣需要制定一個跨越多個時期的轉型藍圖。該藍圖應包含明確的技術里程碑、投資規模、產業發展目標以及配套政策，並設立定期檢討與調整機制，確保各階段目標在實施過程中能夠根據國際環境變化與技術進步進行動態優化¹⁶。

綜合上述關鍵步驟，台灣的能源轉型可視為一個涵蓋法規政策、能源結構調整、供電安全保障、技術與產業創新、公民參與以及國際趨勢整合的多層次系統工程。這一過程不僅要求政府在政策制定上具有前瞻性與靈活性，更需各界—從產業界、學界到民間團體—共同參與與協同推進。只有在法規、技術、經濟與社會層面多管齊下，台灣才能在全球能源轉型浪潮中穩健前行，最終實現綠色低碳、供電穩定的能源未來。

本研究認為，以上各步驟既展現台灣能源轉型的宏觀藍圖，也具體反映出轉型過程中必須面臨並解決的挑戰與瓶頸。透過持續調整與優化政策措施，台灣才有望在保障能源安全的同時，邁向一個符合國際減碳趨勢與本土經濟發展需求的可持續能源體系。

二、產業減碳的技術創新

在 2050 淨零排放的大框架下，非核政策的推動要求整個能源系統從根本上進行轉型，而產業部門作為國家經濟的重要支柱，其碳排放量卻占據相當大比重。產業減碳的技術創新因此成為確保能源轉型順利推進、同時維持產業競爭力的關鍵因素¹⁷。

首先，從技術層面而言，產業減碳技術創新涵蓋多個維度。其一是提升能源使用效率，包括通過智能製造與自動化技術改造傳統生產線，從而達到減少能源浪費與降低單位產品能耗的目的。其二是推動生產流程優化，如重新設計製程、採用高

¹⁵ Net Zero by 2050 A Roadmap for the Global Energy Sector,<https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050/>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

¹⁶ 2023 Taiwan Industrial Net Zero Policy Recommendations,<https://tcan2050.org.tw/en/2023-taiwan-industrial-net-zero-policy-recommendations/>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

¹⁷ 2050 淨零碳排臺灣：臺灣淨零排放政策有哪些?<https://mice.meettaiwan.com/meettaiwan/netzero/2050-net-zero/>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

效設備，並結合數位化監控系統，即時調整運作參數以達到最佳能耗效益。再者，碳捕捉與利用（CCUS）技術、低碳燃料替代技術，以及綠色工業技術等，都是目前國際上廣泛關注並積極研發的方向。這些技術不僅可以直接降低二氧化碳排放，還能在一定程度上彌補能源轉型中由於放棄核能而可能產生的供電不穩或成本上升問題。

其次，產業減碳技術創新並非單一技術的突破，而是一個系統性的工程。在現代工業中，傳統高耗能產業若能引入綜合能源管理系統，並利用物聯網、大數據、人工智慧等現代資訊技術來進行生產監控與預測分析，就能在保持生產效率的同時，動態優化能源配置，降低生產過程中的碳排放。這種跨領域的整合方式，不僅有助於提高整體產業的環境友好性，更能促進新興低碳產業的發展，進一步推動全國能源轉型進程。

再者，政府在推動非核政策與低碳發展方面所制定的激勵機制，也對產業技術創新產生顯著影響。透過研發補助、稅收優惠、公共與私人部門合作等政策手段，政府能夠引導企業加大對低碳技術的投入與研發力度。這種政策支持既有助於降低企業技術創新初期的風險與成本，也為整個產業形成一個良性的低碳轉型生態系統。與此同時，國際上如歐盟與德國的相關實踐經驗也表明，政策與技術的雙輪驅動是實現大規模產業減碳、促進經濟結構調整的重要途徑。

然而，產業減碳技術創新面臨的挑戰亦不容忽視。首先，技術研發與應用初期所需的高額投資，往往使得部分企業望而卻步；其次，技術成熟度、產業鏈整合、以及市場接受度等問題，也都可能成為推動低碳技術普及的瓶頸。此外，技術創新必須與現有工業基礎和能源供應系統相協調，否則即便在技術上取得突破，也可能因系統性調整不及時而難以發揮最大效益。

小結

本研究認為產業減碳的技術創新在非核政策推動下扮演著極其重要的角色。它不僅直接關係到降低工業部門的碳排放水平，也間接影響著整個國家的能源安全、經濟競爭力以及國際低碳轉型趨勢。未來，除持續推進單項技術的突破之外，更需從系統整合與政策協同的角度出發，並且在非核政策的壓力下，構建起一個涵蓋研發、應用與市場推廣的完整低碳創新體系，以確保在 2050 淨零排放的目標下，台灣能夠在能源轉型的浪潮中穩步前行、達到經濟與環境的雙贏局面。

第四章 德國、日本與台灣非核政策之比較分析

第一節、德國非核政策分析

壹、德國能源政策演變

冷戰結束後，德國在國家統一與政治重構的背景下，開始重新審視其能源供應與安全問題。1990 年代初期，德國主要依賴核能與化石燃料來滿足工業化及民生所需；然而，隨著社會環保意識的提升和公民運動（如綠黨的崛起）的影響，國內對核能安全與環境污染的疑慮逐步顯現。事實上，冷戰結束後的政治轉型為德國能源政策帶來根本性變革的契機，促使政府必須在能源安全、環保與經濟效益之間取得平衡。

隨著國內政治結構的轉變，1998 年左右組成的紅綠聯盟政府開始推動一系列改革措施，逐步提出並實施《再生能源法》¹⁸等政策工具，以促進風力、太陽能等再生能源的發展。政府藉由立法規定與經濟補貼機制，不僅改善能源結構，還使得再生能源在發電量中所佔比重穩步提升。這一轉型過程既受到環保團體和民眾強烈呼聲的推動，也反映德國對能源獨立與長期環境永續性的追求。

值得一提的是，德國政府在 2000 年代初曾面臨政策回調與內部爭議，但隨著福島核災於 2011 年引發全球核能安全疑慮，政府迅速調整方向，加速核能淘汰進程，並將核能完全退出國家電力結構的目標前移至 2022 年¹⁹。

在政策支持下，再生能源技術在德國得到快速發展，特別是在風力與太陽能發電領域。技術創新使得再生能源的發電成本顯著下降，同時政府通過投資與市場激勵措施，推動再生能源設施的大規模佈局。這不僅使德國逐步減少對外部能源（尤其是來自俄羅斯天然氣）的依賴，也促使能源市場結構發生根本變化。進入 21 世紀後，隨著再生能源成本競爭力的不斷增強，其在全國電網中的比例逐年上升，進一步改變傳統由核能與化石燃料主導的能源結構。

儘管德國在能源轉型過程中取得顯著進展，但轉型過程中仍面臨不少挑戰。首先，核能淘汰和再生能源替代的過渡期內，電網穩定性、供電可靠性與價格波動成為政策制

¹⁸ German Renewable Energy Sources Act, https://en.wikipedia.org/wiki/German_Renewable_Energy_Sources_Act?，最後瀏覽日期：04/06/2025。

¹⁹ A (very) brief timeline of Germany's Energiewende, <https://www.cleanenergywire.org/factsheets/very-brief-timeline-germanys-energiewende?>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

定者必須面對的重大問題；其次，轉型初期因再生能源波動性較大，導致部分地區出現供需不平衡與電力價格上漲現象。此外，國內政局變動與國際地緣政治風險（如俄烏衝突）也加劇能源安全的不確定性，迫使政府在調整能源政策時更為謹慎。德國在經歷過延長核能服役、政策反覆與市場調整後，仍需不斷優化能源轉型策略，以確保在減少溫室氣體排放的同時，維持經濟競爭力與能源供應穩定性²⁰。

綜上所述，本研究認為德國冷戰後的能源政策變遷是一個多層次、跨領域的長期轉型過程，其核心在於由依賴傳統核能與化石燃料逐步轉向以再生能源為主的綠色能源結構。這一轉型不僅受到國內政治、社會與環境議題的驅動，更深受國際能源市場與技術創新的影響。德國的經驗顯示，能源政策的成功轉型需要政策制定者、技術研發機構與市場各方的緊密合作，以及針對電網穩定性與供應安全的前瞻性規劃。這對其他國家在面對類似能源轉型挑戰時，具有重要的啟示與借鏡價值。

二、福島事件對德國政策的影響

福島核災發生於 2011 年 3 月，其直接後果不僅造成日本本土重大安全事故，也使全球對核能運作的安全性產生前所未有的疑慮。對德國而言，核災前政府曾考慮延長現有核電廠的服役年限，但隨著福島事件震撼全球輿論，國內各界對核能風險的認知急劇提升，促使政策決策者重新審視核能發展的合理性。這一背景不僅影響德國的能源安全觀，亦對其整體能源轉型戰略產生深遠衝擊。

福島事故使得德國民眾與政治人物對核能潛在風險的敏感度急遽提升。在事故之前，德國政府曾試圖以較為溫和的方式延續核電發電，但事故後，隨著輿論對核災後果的恐慌與不信任感不斷擴散，政府迅速調整立場，開始著手推動全面廢核計畫。這一轉變反映政策制定過程中，科學風險評估與公眾安全認知之間的互動作用。具體而言，德國在福島事故後，決定將原定於未來數十年的核電延役計畫提前，並於 2022 年前完成所有核電廠的退役，以期降低因核災可能引發的社會與環境風險²¹。

在核能退場的同時，德國政府明確提出大力發展再生能源的政策方針。福島核災促使政策制定者意識到，僅僅依賴核能難以保障長期能源安全與環境永續，因此必須積極

²⁰ Set-up and challenges of Germany's power grid, <https://www.cleanenergywire.org/factsheets/set-and-challenges-germany-s-power-grid?>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

²¹ The history behind Germany's nuclear phase-out, <https://www.cleanenergywire.org/factsheets/history-behind-germany-s-nuclear-phase-out>，最後瀏覽日期：04/06/2025。



培育風能、太陽能等綠色能源。

福島事件在推動再生能源技術應用方面扮演關鍵角色，促使德國不僅在技術研發上加速投入，同時也在電網現代化及儲能技術上進行系統性規劃，以確保新型能源能穩定替代核能供應。德國的能源轉型不僅關注技術層面的替代，更涉及政策執行與社會共識的建立。福島核災促使各方認識到，能源政策必須具備足夠的彈性，能夠在面臨突發安全事件時迅速調整，從而保障國家能源結構的穩定性與持續發展²²。

從經濟層面來看，德國在福島核災後提前廢核，意味著必須在短期內大幅增加再生能源的投資與基礎建設成本。雖然初期可能面臨電價上漲與短期產業調整壓力，但長期來看，再生能源發展能夠降低對進口化石燃料的依賴，提升能源自主性，並有助於實現低碳經濟轉型。這一政策調整亦為德國企業在風能與太陽能產業上創造廣闊的市場機遇，同時推動相關技術創新與產業升級。

另一方面，從社會層面考量，福島核災加深公眾對核安全的恐懼與疑慮，促使民眾在選舉與公投中更傾向支持廢核政策。這種來自民意的壓力反過來推動政府在政策制定時更加重視環境風險與公共安全，從而使能源政策的方向更符合社會大眾的期待與安全需求。

從國際比較的角度看，德國的政策轉向與日本在福島事故後的能源調整呈現明顯差異。日本在事故後雖然也開始推動再生能源，但由於國內能源結構與地理環境的特殊性，其核能退役過程較為緩慢，並且核能在短期內仍占有相當比例。而德國則選擇更為徹底的政策調整，將核能退役與再生能源發展結合為一體，作為能源轉型戰略的核心。這種從根本上重新定位能源發展模式的做法，不僅在學術上豐富對政策變遷動力機制的理解，同時亦為其他國家面對類似挑戰時提供寶貴的借鏡²³。

總結而言，福島核災作為一個具有國際性震撼效應的重大安全事故，直接觸動德國民眾與政策制定者對核能風險的敏感神經，從而促使德國在極短時間內從延長核電服役轉向加速廢核政策。這一政策調整不僅是對核安全疑慮的回應，同時亦推動德國再生能源技術的快速發展與電網儲能系統的革新，為其實現長期低碳轉型提供堅實基礎。學術上，德國的經驗說明突發安全事件在推動政策轉型中的關鍵作用，並強調在面對不可預

²² Understanding the German Nuclear Exit, <https://us.boell.org/en/2023/04/21/understanding-german-nuclear-exit>，最後瀏覽日期：04/07/2025。

²³ Post-Fukushima energy paths: Japan and Germany compared, <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0096340214555108>，最後瀏覽日期：04/07/2025。

測風險時，能源政策需要具備足夠的彈性與前瞻性。這些經驗與教訓對於全球其他依賴核能與追求可持續發展的國家均具有重要的參考價值。



貳、德國的再生能源發展

一、風力與太陽能發電技術應用

德國自 1990 年代以來，透過積極的能源政策推動能源轉型 (Energiewende)，風力與太陽能發電成為主要的發電來源之一。透過技術創新、政策扶持以及市場機制，德國逐步減少對核能與化石燃料的依賴，並朝向可再生能源發展²⁴。以下將詳細探討德國在風力與太陽能發電技術應用的現況、技術發展、電網整合以及面臨的挑戰。

1. 風力發電技術應用

(1) 陸域風電發展

德國是全球最早發展風力發電的國家之一，截至 2022 年，德國風力發電裝機容量已超過 60 GW，並且主要來自於陸域風力發電場²⁵。風力發電場大多設置於北部與沿海地區，如下薩克森邦 (Lower Saxony)、梅克倫堡-前波美拉尼亞邦 (Mecklenburg-Vorpommern) 等，這些地區的風況較佳，能夠提供穩定的電力輸出。

在技術方面，德國風電機組的發展經歷多次升級，現代風力渦輪機的單機容量已達 5MW 以上，且風機葉片長度增長，使得發電效率提升。此外，為提高風電場的運行效率，德國採用智慧監控系統，能夠即時監測風況與渦輪機狀態，確保最佳發電效能²⁶。

(2) 離岸風電技術

離岸風電 (Offshore Wind Power) 近年來成為德國再生能源發展的重要支柱之一。德國主要的離岸風電場分布於北海 (North Sea) 與波羅的海 (Baltic Sea)，

²⁴ Milestones of the German Energiewende, <https://www.cleanenergywire.org/factsheets/milestones-german-energiewende?>，最後瀏覽日期：04/07/2025。

²⁵ Status of Onshore Wind Energy Development in Germany Year 2024, https://www.windguard.com/publications-wind-energy-statistics.html?file=files%2Fcto_layout%2Fimg%2Funternehmen%2Fveroeffentlichungen%2F2025%2FStatus+of+Onshore+Wind+Energy+Development+in+Germany_Year+2024.pdf&，最後瀏覽日期：04/07/2025。

²⁶ Exclusive: Fraunhofer IWES unveils 115-metre-plus blade test rig for large wind turbine rotor blades, <https://www.windpowermonthly.com/article/1828752/exclusive-fraunhofer-iwes-unveils-115-metre-plus-blade-test-rig-large-wind-turbine-rotor-blades?>，最後瀏覽日期：04/07/2025。

這些區域風速較高，能夠提供更穩定的電力供應。截至 2022 年，德國離岸風電裝機容量已達 8 GW，政府計畫到 2030 年擴增至 20 GW²⁷。

離岸風電的技術發展主要集中在大型風機設計與浮動式風電平台應用。現代離岸風機單機容量已達 12MW 以上，並且透過改良葉片與渦輪機設計，提高發電效率。此外，浮動式風電技術的發展，使得深海風電場的建設成為可能，進一步擴大可開發的風力資源²⁸。

(3) 風力發電與電網整合

由於風力發電的間歇性特性，如何穩定電網成為德國面臨的挑戰之一。為改善風電供應的穩定性，德國政府推動以下幾項策略：

- 智慧電網（Smart Grid）：透過即時監控與調度，根據電力需求自動調整輸電量，以確保電網穩定²⁹。
- 超高壓直流輸電（HVDC）：從北部風電場向南部工業區輸送電力，降低風力發電與工業用電區域不匹配的問題³⁰。
- 跨國電網互聯：與鄰國（如法國、瑞典）進行電網連接，透過跨境電力交易來調節供需³¹。

2. 太陽能發電技術應用

(1) 太陽能光伏技術發展

德國太陽能發電技術的發展始於 1990 年代，政府透過「可再生能源法（EEG）」與回饋電價補貼（Feed-in Tariff）促進太陽能應用。截至 2022 年，德國的太陽能裝機容量已超過 60 GW，政府目標是在 2030 年前達到 98 GW³²。

²⁷ Offshore wind power yield from German North Sea up 8% in 2024, <https://www.cleanenergywire.org/news/offshore-wind-power-yield-german-north-sea-8-2024?>，最後瀏覽日期：04/07/2025。

²⁸ GE Vernova's Haliade-X offshore turbine, <https://www.gevernova.com/wind-power/wind-turbines/offshore-wind-turbines>，最後瀏覽日期：04/07/2025。

²⁹ The Future of Germany's Power Grid – Intelligent Control Systems, <https://www.logisticsbusiness.com/transport-distribution/the-future-of-germanys-power-grid/>，最後瀏覽日期：04/07/2025。

³⁰ Germany starts construction of North-South power line pivotal for energy transition, <https://www.cleanenergywire.org/news/germany-starts-construction-north-south-power-line-pivotal-energy-transition>，最後瀏覽日期：04/07/2025。

³¹ Germany seeks North Sea wind park link to those of neighbors, <https://apnews.com/article/germany-europe-wind-power-c0eda608692cf61bea64de76a997b886>，最後瀏覽日期：04/07/2025。

³² A Deeper Dive into Solar in Germany, <https://www.gridcog.com/blog/solar-in-germany>，最後瀏覽日期：04/07/2025。



目前，德國主要的太陽能技術包括：

- 單晶矽與多晶矽光伏板：透過提高光電轉換效率，使得單位面積的發電量提升至 22% 以上。
- 薄膜太陽能技術：適用於建築物外牆與窗戶，可在都市環境中擴大太陽能應用範圍。
- 雙面太陽能電池 (Bifacial Solar Cells)：可以吸收正反兩面的光線，提高發電效能。

(2) 分散式太陽能發電與社區應用

德國推動「能源自主城市」計畫，例如弗萊堡 (Freiburg) 被稱為「太陽能之城」，當地政府鼓勵居民與企業安裝太陽能系統，並透過智慧電網技術進行電力調度³³。

此外，德國積極發展分散式能源系統 (Decentralized Energy Systems)，允許個人和企業透過屋頂太陽能發電，並將多餘電力出售給電網，以提高能源自主性。

3. 技術挑戰與未來發展方向

(1) 儲能技術發展

由於風力與太陽能發電具有間歇性，因此儲能技術成為關鍵。德國正在發展以下儲能解決方案：

- 鋰離子電池 (Li-ion Batteries)：主要用於住宅與電網級儲能。
- 抽水蓄能 (Pumped Hydro Storage)：透過水力發電儲存多餘電力。
- 氫能 (Hydrogen Storage)：將風能與太陽能轉化為氫氣，作為長期儲能技術。

(2) 政策與市場機制

- 減少政府補貼，鼓勵市場競爭：政府逐步取消補貼，使再生能源市場化，透過競標方式決定發電價格
- 擴大國際合作：德國與歐盟其他國家合作建立跨國電網，提高再生能源的

³³ The Short and Sustainable History of Freiburg, <https://www.iesabroad.org/blogs/dulcie-rosales-foster/short-and-sustainable-history-freiburg>，最後瀏覽日期：04/07/2025。



4. 小結

德國在風力與太陽能發電技術應用方面，透過政策支持、技術創新與市場機制，已成為全球再生能源發展的領導者。然而，面對間歇性發電的挑戰，德國正積極發展儲能技術與智慧電網，以確保能源供應的穩定性。未來，隨著技術進步與國際合作的深化，德國將進一步提升風力與太陽能的應用，為全球能源轉型提供寶貴經驗。

二、電網穩定性與儲能技術發展

德國作為全球能源轉型的先驅，致力於以再生能源取代傳統化石燃料與核能發電，特別是在 2011 年福島核災後，其「廢核政策」更是進一步推動再生能源發展。然而，隨著風力與太陽能等間歇性能源的比重大幅提高，德國電網的穩定性面臨前所未有的挑戰，同時也促使儲能技術的迅速發展與應用。本研究將探討德國電網穩定性所面臨的困境，以及儲能技術如何在能源轉型中發揮關鍵作用³⁴。

德國的電力供應結構經歷重大變革，根據官方數據，2022 年再生能源已占全國總發電量的 46% 以上，其中風力與太陽能發電占最大比重。然而，這兩種能源的特點是供電不穩定，容易受到天候影響。

德國北部沿海地區風力資源豐富，但風速時快時慢，使得風力發電的發電量波動較大；太陽能光伏發電高度依賴日照，夜間無法發電，陰天時效率也會大幅下降。這些變化導致電網頻繁出現供需失衡的情況，若無適當調節，可能造成電網不穩定，甚至引發區域性停電危機。

德國的再生能源發電主要集中在北部（如石荷州、梅克倫堡-前波美拉尼亞州），但工業消費電力需求則主要集中在南部（如巴伐利亞、巴登符騰堡），這導致北部風電供應過剩且缺乏足夠的電網基礎設施將其輸送至南部；南部電力需求旺盛，但核電廠關閉後，供應短缺問題更嚴重。德國政府為此計畫建設「南

³⁴ Germany: Energy storage strategy — more flexibility and stability, https://insightplus.bakermckenzie.com/bm/energy-mining-infrastructure_1/germany-energy-storage-strategy-more-flexibility-and-stability，最後瀏覽日期：04/07/2025。



方線路」（Sued Link），將北部的風電輸送至南方工業區。然而，由於環保與地方居民的反對，電網擴建進度嚴重落後，原計劃 2022 年完工，如今已推遲至 2026 年³⁵。

由於德國國內電網建設落後，多餘的風電往往透過鄰國電網（如波蘭、捷克）輸送至南部，這導致捷克與波蘭因德國電力過載，不得不投入額外資源來維持電網穩定；當再生能源發電過剩時，電價可能變成負值，即電力生產者需要支付用電者使用電力，造成區域性電力市場混亂。為解決這一問題，德國開始建設「直流高壓輸電系統」（HVDC），以減少輸電損失並提高電網穩定性³⁶。

為提升電網調度能力，德國政府推動智慧電網技術，以即時監測電力供需並進行調節。主要措施包括智能電錶（Smart Meter）普及化，讓消費者能夠根據即時電價調整用電行為；以及利用 AI 與大數據分析即時電力負載，以動態調整電網運作³⁷。

德國儲能技術的發展與應用分成好幾種，首先是氫能技術，由於電池儲能技術仍存在容量與成本限制，德國將氫能作為長期儲能解決方案。該技術透過電解水產生綠氫，並將其儲存或轉化為甲烷，以便在能源需求高峰時發電。其優勢包括可作為長期儲能技術，解決風電、太陽能供電間歇性的問題，以及可用於工業與交通運輸，如燃料電池汽車與氫氣鍋爐。德國政府已投資數十億歐元發展氫能技術，並計畫在 2030 年前建置 5GW 的電解氫能產能³⁸。

其次係電池儲能系統，近年來在德國發展迅速，其中家庭用儲能系統（如與太陽能板搭配的鋰電池）在住宅市場中已廣泛應用，使得用戶能夠更有效率地利用自家發電的電力；而電網級儲能設施（如鋰電池、液流電池）正在德國各地興建，以提供短期電力調節與頻率調控功能。根據統計，截至 2022 年底，德國已建置超過 1000MWh 的電池儲能系統，並計畫進一步擴展³⁹。

³⁵ Set-up and challenges of Germany's power grid, <https://www.cleanenergywire.org/factsheets/set-and-challenges-germanys-power-grid>，最後瀏覽日期：04/07/2025。

³⁶ SuedLink Integrating renewable sources into Germany's electricity grid, <https://www.jacobs.com/projects/Germany-SuedLink>，最後瀏覽日期：04/07/2025。

³⁷ Smart grids in Germany: Current situation, https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Projektportrait/Projektarchiv/Entrans/Smart_Grids_in_Germany_Current_Situation_EN.pdf，最後瀏覽日期：04/07/2025。

³⁸ European Hydrogen Observatory, <https://observatory.clean-hydrogen.europa.eu/hydrogen-landscape/policies-and-standards/national-strategies/germany>，最後瀏覽日期：04/07/2025。

³⁹ German battery storage capacity increases 50% in 2024 – report, <https://www.cleanenergywire.org/news/german-battery-storage-capacity-increases-50-2024-report>，最後瀏覽日期：04/07/2025。

再來是抽蓄水力發電（Pumped Hydro Storage, PHS），其為目前最成熟的儲能技術，透過「水庫-發電-儲水」循環來調節電力供應。德國擁有超過 6GW 的抽蓄水力發電容量，未來仍計畫擴展，以應對再生能源發電的不穩定性⁴⁰。

最後係區域能源共享計畫，如企業或居民之間共享多餘的太陽能電力，提高能源利用效率。

本研究認為儘管德國的能源轉型已取得顯著進展，但仍面臨不少挑戰，包括如何加速電網擴建，以解決再生能源發電過剩與區域供需不匹配問題；如何降低電網不穩定對產業與民生的影響，透過智慧電網與儲能技術提升穩定性；如何持續投資儲能技術，以支持更高比例的再生能源發電等，德國的經驗對其他推動能源轉型的國家具有重要參考價值，特別是在如何平衡能源安全、電網穩定性與環境永續發展三者之間的關係。

第二節、日本非核政策分析

壹、日本能源政策演變

一、冷戰後日本能源發展歷程與核能政策形成

日本在冷戰結束後，其能源發展歷程可概括為幾個階段，分別反映全球能源市場變化、國內能源政策調整，以及社會對能源供應與安全性的關注。

1955 年，日本政府通過《原子能基本法》，正式開始發展核能技術；1966 年，日本啟動第一座商業核電廠——東海發電站，開啟日本核能發電時代。

1973 年石油危機後，日本政府將核能發電視為確保能源安全的關鍵技術，日本建成多座新型核電機組，1980 年代核能在電力供應中的比例持續增加。

1990 年冷戰結束後，全球能源市場發生變化，特別是蘇聯解體導致俄羅斯成為新的能源供應國。日本因能源資源短缺，必須確保能源供應的穩定性，因此推動能源多樣化，減少對中東石油的依賴，增加天然氣與核能發電的比例；作為減少石油進口的關鍵選項，日本政府在此期間加強核能發電設施的建設，增加核電裝置容量；與俄羅斯、印尼、馬來西亞等國建立長期能源供應合作關係，以確保天然氣與煤炭進口的穩定性。

⁴⁰ Modo: ‘Big question mark’ over large-scale BESS commissioning schedules in Australia’s NEM, <https://www.energy-storage.news/modo-big-question-mark-over-large-scale-bess-commissioning-schedules-in-australias-nem/>，最後瀏覽日期：04/07/2025。



日本政府在 1997 年通過《京都議定書》，承諾降低二氧化碳排放量。由於核能發電屬於低碳排放的發電技術，因此日本政府進一步強化對核能的投資，並提出「核能+天然氣」的低碳能源策略⁴¹。

2000 年代初期，日本採能源安全與環保並重的策略，日本政府提出「核能與再生能源並行發展」策略，首先推動能源改革。2002 年，日本政府發布《能源政策基本法》，強調「3E 原則」(Energy Security 能源安全、Environmental Protection 環境保護、Economic Efficiency 經濟效率)，並且透過法規制度，確保電力市場的自由化與競爭，同時加強核能安全監管。

其次加速發展核能，日本政府加速推動核能發電，並將核能視為主要基載電源 (Base Load Power) 以因應全球石油價格波動與氣候變遷問題，同時擴建新的核電機組，增加核能在總發電量中的占比。

然而，2011 年 3 月 11 日，日本東北地區發生 9.0 級大地震，隨後引發海嘯，導致福島第一核電廠發生輻射外洩事故。該事件導致日本政府對能源政策進行重大調整⁴²。

首先係暫停核能發電，福島事件後，日本政府緊急關閉所有核電機組，並全面檢討核能發展計畫；2012 年，日本制定「核能零成長」政策，承諾到 2030 年逐步淘汰核能發電。

其次為增加化石燃料發電，因核能發電比例大幅下降，日本被迫增加燃煤與燃氣發電，以彌補核電停機帶來的供電缺口；2011 年至 2014 年間，日本天然氣發電量大幅成長，從 2010 年的 29.2% 提高至 2014 年的 43%。

最後為推動再生能源，2012 年，日本政府實施《可再生能源固定價格收購制度(FIT)》，透過補貼方式鼓勵發展太陽能與風力發電；2013 年，日本政府修訂《能源基本計畫》，明確將再生能源視為長期能源戰略的核心。

2014 年後，日本針對能源結構進行調整，首先是核能政策的修正，日本政府提出《第四次能源基本計畫》，表示核能仍是穩定電力供應的「基載電源」之一；2015 年起，日本逐步重啟部分核電機組，但必須符合新的安全標準；2022 年，日本首相岸田文雄宣布「新核能政策」，考慮建設下一代核電機組，以應對能源供應問題。。

⁴¹ 京都議定書, <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E4%BA%AC%E9%83%BD%E8%AE%AE%E5%AE%9A%E4%B9%A6>，最後瀏覽日期：04/08/2025。

⁴² 日本核電災難可能影響全球能源政策, <https://www.voacantonese.com/a/article-705939-japan-energy-policy-118290964/928476.html>，最後瀏覽日期：04/08/2025。

2015 年，日本政府公布 2030 年能源配比目標，其中再生能源佔 22-24%、核能佔 20-22% 和燃煤與燃氣佔 50% 以上。

2020 年，日本政府宣布 2050 年達成碳中和 (Net Zero)，並提出「氫能發展計畫」，希望利用氫能取代部分化石燃料發電⁴³。

總上所述，日本在冷戰後的能源發展歷程經歷多次變革，特別是在 2011 年福島核災後，日本政府對核能政策進行大幅調整，並積極推動再生能源發展。未來，日本能源政策將以低碳轉型為主，透過氫能、儲能技術與再生能源提升能源供應的穩定性，同時適度保留核能作為基載電源，以確保能源安全與環境永續發展。

貳、日本再生能源發展與技術創新

一、風力、太陽能及其他再生能源技術應用現況

日本在 2011 年福島核災後積極推動能源轉型，並將發展再生能源作為減少對核能與化石燃料依賴的核心策略。本研究將從風力發電、太陽能發電、其他再生能源技術及能源管理與儲能技術等方面，探討日本目前的發展現況。

1. 風力發電

日本的風力發電主要分為陸域風電 (onshore wind) 與離岸風電 (offshore wind)；陸域風力發電在日本的發展相對受限，原因主要為地理環境的限制、土地與環保法規及颱風與地震風險等等，其實跟台灣受限原因相當類似。

日本地形多為山區，平坦適合設置陸域風力渦輪機的土地有限，且陸域風力發電站需符合當地環保法規，許多地區因自然保護區或居民反對而受限，另外，日本屬於地震帶，颱風頻繁，影響陸域風機的耐久度及發電穩定性。然而，日本仍在東北地區（如青森縣與秋田縣）大力推動陸域風電，並透過提升風機耐久度與優化發電效率來改善風力發電的可行性。

相較於陸域風電，離岸風電在日本近年獲得快速發展，主要原因包括風能資源穩定、土地使用限制較少及政府政策支持。離岸風力發電的風速較穩定，發電效率高，而且相較於陸地，海域空間廣闊，可設置大型風場，再加上日本政府積極推動離岸風電，並設定 2030 年目標裝機容量達到 10GW，在在都讓離岸發電快速發展。

⁴³ 解密日本与氢能的不解之缘, https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_17501676，最後瀏覽日期：04/08/2025。

目前日本的離岸風電技術主要分為適用於水深較淺的海域的固定式風機(Fixed-bottom turbines)，在九州與北海道沿海較多；適用於水深較深的海域的浮動式風機(Floating wind turbines)，在日本太平洋沿岸正在試驗性開發⁴⁴。



2. 太陽能發電

日本的太陽能發電(Solar Photovoltaic, PV)在全球範圍內名列前茅，2023年佔日本全國11%，全球排名第四⁴⁵，主要應用類別包括住宅太陽能發電、商業及工業太陽能發電及大型太陽能發電站。

住宅、商業及工業太陽能發電因為日本政府提供家庭與企業太陽能板安裝補助，並透過「上網電價補貼制度(FIT, Feed-in Tariff)」促進民間投資等優惠政策，以及持續升級的太陽能板技術，提高發電效率與耐久度，讓太陽能發電成為更具競爭力的選項，最後結合建築應用，採用太陽能屋頂、太陽能玻璃幕牆等技術，提升城市建築的能源自給率⁴⁶。

至於大型太陽能發電站，日本近年來大力發展「太陽能農場」與「浮動式太陽能發電」；太陽能農場係指福島復興太陽能計畫，在福島核災後，日本政府將部分受污染土地改造為大規模太陽能發電站，以推動能源轉型；水上太陽能技術則係日本因應土地有限的問題而開發，將太陽能板建設於水庫與湖泊上，提升發電量並減少水分蒸發，此即為浮動式太陽能發電⁴⁷。

3. 其他再生能源技術發展

除風力與太陽能，日本也積極發展地熱、生質能與潮汐發電等多元再生能源；地熱發電的部分，因日本地處環太平洋火山帶，地熱資源豐富，目前已開發多處地熱發電站，但仍會受到部分當地溫泉產業的反對，因地熱開發影響溫泉資源。

日本政府也積極推動「生質能與氫能技術」，希望結合氫燃料技術提升能源自

⁴⁴ Review on Wind Power Development and Relevant Policies between China and Japan, <https://www.sciencedirect.com/org/science/article/pii/S0199859521000543>，最後瀏覽日期：04/08/2025。

⁴⁵ Chart: Which 10 countries generated the most solar power in 2023? <https://www.canarymedia.com/articles/solar/chart-which-10-countries-generated-the-most-solar-power-in-2023>，最後瀏覽日期：04/28/2025。

⁴⁶ 日本通過一項新的補貼政策鼓勵設置自發自用的太陽能設施, <https://age.triwna.org.tw/Page/Content/23d1cf74-5f02-452f-9e27-08ed1d0351a6?group=Knowledge>，最後瀏覽日期：04/08/2025。

⁴⁷ 漂浮的發電廠—浮置太陽能農場來囉！ <https://pansci.asia/archives/95056>，最後瀏覽日期：04/08/2025。



主性，透過燃燒木材廢料、農業廢棄物等方式發電，適用於農村與森林資源豐富的地區。至於潮汐發電部分，目前日本仍處於試驗階段，尚未大規模商業化。

4. 電網管理與儲能技術

隨著再生能源占比提升，日本政府與企業致力於提升電網管理與儲能技術，以確保供電穩定；日本引入智慧電網（Smart Grid）技術，利用 AI 與物聯網（IoT）技術優化電力調度與分配，並且透過「電網現代化」，提高風能與太陽能併網的靈活性，避免電網波動影響穩定性⁴⁸。

至於儲能技術的部份，包含鋰電池儲能及氫能技術；鋰電池儲能係由日本開發大型電池儲能系統，如特斯拉與日本企業合作的儲能方案；日本致力於發展「氫能社會」，希望利用綠氫技術（再生能源製氫）作為未來儲能解決方案。

5. 政策支持與未來展望

日本政府透過「第五次能源基本計畫」，設定 2030 年及 2050 年再生能源發展目標，分別為再生能源占電力供應比重提高至 36-38% 及達成碳中和（Carbon Neutral），並透過氫能與再生能源實現零碳電力供應⁴⁹。

但這些目標的挑戰主要仍為土地與環保法規限制、電網穩定性問題及成本與技術發展問題，如果沒辦法解決這部分問題，則仍須持續研究其他未來發展方向，例如推動更大規模的離岸風電與太陽能發電站、推動更大規模的離岸風電與太陽能發電站、透過國際合作，引入更先進的再生能源技術與管理模式等。

6. 小結

日本的風力、太陽能與其他再生能源技術發展迅速，並透過政策支持與技術創新提升發電效率與穩定性。然而，面臨電網穩定性、土地限制及技術成本挑戰，日本未來仍需進一步完善能源管理與技術突破，以實現碳中和與能源轉型目標。

⁴⁸ 綠電太多，只好棄用？！日本如何靠 AI 提升綠電使用率？<https://futurecity.cw.com.tw/article/3434>，最後瀏覽日期：04/13/2025。

⁴⁹ 日本調整能源戰略，核能、綠能成關鍵支柱！一表看懂新版「能源基本計畫」重點 <https://www.reccesary.com/zh-tw/news/world-regulation/japan-new-energy-plans-nuclear-renewable-energy-2040>，最後瀏覽日期：04/13/2025。

二、電網現代化與儲能技術的推動

日本的電網現代化與儲能技術推動，受到多重因素的驅動，包括能源安全需求、再生能源的快速發展，以及應對自然災害的需求。

日本的能源結構長期依賴進口化石燃料，但在 311 福島核災之後，日本政府開始積極推動能源轉型，提升再生能源的占比，同時強化電網系統，以確保電力供應的穩定性，而現代化電網的建設主要針對幾個目標，包括提升電網韌性以減少極端天氣與地震對電網的影響、強化再生能源併網能力以因應太陽能與風能等間歇性能源的併入、促進能源去中心化發展以發展微電網與區域型電力調度系統、提高能源使用效率並透過智慧電網技術優化電力分配等⁵⁰。

智慧電網也是日本電網現代化的重要基礎，其核心技術包括先進電力管理與調度系統、高壓直流輸電（HVDC）及分散式能源管理系統（DERMS）⁵¹。

先進電力管理與調度系統指的係日本電力公司導入人工智慧（AI）與大數據技術，實現電力負載的即時監控與調度，透過「需量反應技術（Demand Response, DR）」，能夠根據需求波動即時調整供電量，以提高能源使用效率。

由於日本電力系統分為東日本（50Hz）與西日本（60Hz），在兩個區域間傳輸電力需要特殊的轉換站。日本積極推動高壓直流輸電（HVDC）技術，以提高跨區域電網的連接性，並減少傳輸損失。

最後，分散式能源管理系統（DERMS）則係日本導入，使地方政府與企業能夠更有效地管理區域內的發電與儲能設備，提高電網靈活性。

談到日本的儲能技術發展可分為三個主要方向：電池儲能、抽蓄水力發電與氫能技術。

電池儲能部分，日本政府推動家用與工業用儲能電池，透過補貼鼓勵企業與居民安裝電池儲能設備。部分應用包括住宅用電池系統，如 Tesla Powerwall 與 Panasonic 住宅儲能系統，可將日間多餘太陽能電力存儲，夜間釋放；在北海道與九州等再生能源發展迅速的地區，日本政府投資建設大規模電池儲能站，以平衡供需波動；最

⁵⁰ 台灣缺電，還是缺韌性電網？看日本如何把電網危機變儲能商機 <https://futurecity.cw.com.tw/article/3459>，最後瀏覽日期：04/13/2025。

⁵¹ 參訪日本智慧電網、再生能源及海纜之建構與模擬

<https://www.scribd.com/document/728986239/%E5%8F%83%E8%A8%AA%E6%97%A5%E6%9C%AC%E6%99%BA%E6%85%A7%E9%9B%BB%E7%B6%B2-%E5%86%8D%E7%94%9F%E8%83%BD%E6%BA%90%E5%8F%8A%E6%B5%B7%E7%BA%9C%E4%B9%8B%E5%BB%BA%E6%A7%8B%E8%88%87%E6%A8%A1%E6%93%AC>，最後瀏覽日期：04/13/2025。

後則係液流電池技術（Vanadium Redox Flow Battery），這種電池適用於長時間的儲能需求，並且壽命較長，日本在離島與遠程地區已進行應用測試⁵²。

抽蓄水力發電部分，日本擁有世界上最多的抽蓄水力發電站，這些設施可在低電價時段使用多餘的電力將水抽到高處，當電力需求增加時再釋放發電，提供高效的儲能解決方案。目前，日本約有 27 座抽蓄水力發電站，總裝機容量超過 27GW，在全球排名前列⁵³。

最後，氫能技術的部份，日本積極推動「氫能社會」，開發氫燃料電池作為未來的長期儲能解決方案。部分應用包括開發燃料電池發電站，將再生能源轉化為氫氣存儲，再透過燃料電池發電；以及家庭燃料電池（Ene-Farm），日本政府補貼家庭安裝氫燃料電池發電系統，以減少對傳統電網的依賴⁵⁴。

災害應變與離島與偏遠地區能源供應則由日本的微電網應對；311 福島核災後，日本政府加快推動防災型微電網，確保在大規模災害時仍能維持基本供電。這些微電網系統整合太陽能、儲能電池與燃料電池，可在電網斷電時自動啟動；日本許多離島依賴燃油發電，但這種模式成本高且污染嚴重。因此，政府推動再生能源與儲能技術，發展自給自足型微電網，並測試利用海洋能發電來補充能源需求。

日本的電力市場原本由地方電力公司壟斷，但在 2016 年起政府推動電力自由化，允許不同企業參與電力交易，並鼓勵「電力共享」與「虛擬電廠（VPP）」的概念；日本的電力自由化促成「日本電力交易所（JEPX）」的發展，使企業與家庭能夠參與電力交易，提高電網彈性。至於虛擬電廠部分，日本透過 IoT 與 AI 技術，整合分散式能源（如家庭太陽能、電池儲能）形成虛擬電廠，以提供即時調度能力。例如，日本的能源公司 TEPCO 與 SoftBank 合作開發 VPP 平台，讓用戶在高電價時段出售多餘電力⁵⁵。

總而言之，日本在電網現代化與儲能技術上的發展，為全球能源轉型提供寶貴

⁵² 電網級儲能系統及併網控制技術計畫 https://km.twenergy.org.tw/Knowledge/knowledge_more?id=963，最後瀏覽日期：04/13/2025。

⁵³ 日本發電廠列表

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%97%A5%E6%9C%AC%E7%99%BC%E9%9B%BB%E5%BB%A0%E5%88%97%E8%A1%A8>，最後瀏覽日期：04/13/2025。

⁵⁴ 日本政府公布「氫能基本戰略」，提出 2030 年家庭用燃料電池 530 萬台、燃料電池汽車 80 萬輛、加氫站 900 座、氫氣成本 30 日元/Nm³ 等目標 https://km.twenergy.org.tw/Data/db_more?id=2468，最後瀏覽日期：04/13/2025。

⁵⁵ 日本能源市場介紹 <https://www.cmegroup.com/cn-t/education/articles-and-reports/introduction-to-the-japanese-power-market.html>，最後瀏覽日期：04/13/2025。

經驗。未來，日本將持續推動再生能源技術發展，進一步降低化石燃料依賴；擴大儲能技術應用，包括更大規模的電池與氫能儲能技術；深化智慧電網建設，提高電力調度的靈活性與效率；強化電力市場自由化，促進電力共享與分散式能源發展等，透過這些舉措，日本將持續發展低碳、高效、韌性的電力系統，為未來能源轉型奠定基礎。

第三節、三國非核政策的發規與執行策略比較

壹、法律規範與政策內容比較

隨著全球能源轉型的推進，非核政策成為許多國家的主要能源發展方向。然而，各國的非核政策受限於自身的能源結構、社會接受度、政治環境以及經濟發展需求，因此在政策設計與執行策略上存在顯著差異，本節將從法律規範與政策內容進行比較分析。

1. 德國

德國的非核政策具有清晰且嚴格的法律規範，主要透過《原子能法》(Atomgesetz)與《再生能源法》(Erneuerbare-Energien-Gesetz, EEG)來規範核能退場與綠能發展。

《原子能法》係 2000 年德國政府通過法案，規定核電廠的營運期限，計劃逐步關閉所有核電機組，2011 年福島核災後，進一步修法，將原訂的核能退場期限從 2036 年提前至 2022 年。

《再生能源法》(EEG)則明確支持再生能源發展，提供財政補貼與上網電價機制，確保再生能源能夠逐步取代核能與燃煤發電⁵⁶。

2. 日本

日本的核能法規以《能源基本法》(Basic Energy Plan) 與《核能規制法》(Nuclear Regulation Law)為核心來規範核能。

《能源基本法》原則上支持多元能源發展，包括核能與再生能源。福島核災後，日本政府曾提出「到 2030 年代逐步淘汰核能」的目標，但此計畫後來被

⁵⁶ 德國核能 <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%BE%B7%E5%9B%BD%E6%A0%B8%E8%83%BD>，最後瀏覽日期：04/13/2025。

安倍政府調整。

《核能規制法》則強化核電廠的安全監管，提高耐震與防災標準，使得核電廠的重新啟動需經過更嚴格的審查⁵⁷。



3. 台灣

台灣的非核政策具有明確的法律基礎，主要透過《電業法》第 95 條與《環境基本法》第 23 條來實施，對核能相關進行各種限制。

《電業法》第 95 條（2017 年修法）規定核能發電設備必須於 2025 年前全部停止運轉，係奠定「2025 非核家園」的法律基礎。

《環境基本法》第 23 條係強調政府應推動能源轉型，逐步淘汰核能發電，發展再生能源。

而台灣與其他兩國不一樣的地方係曾因核能進行兩次全民公投，對核能政策產生一定的影響。2018 年「以核養綠」公投試圖廢除《電業法》第 95 條，最終通過，但政府未改變原定的非核政策；2021 年「重啟核四」公投未通過，使得非核政策的推動仍維持既定方向。

4. 法律規範與政策內容比較表

表 4 法律規範與政策內容比較表

國家	主要非核法律	法規特色	核能退場目標
德國	《原子能法》、《再生能源法》	法律明確、逐步廢核、鼓勵再生能源	2022 年全面廢核
日本	《能源基本法》、《核能規制法》	法律彈性、嚴格安全監管	逐步降低核能依賴，但未設定明確終止時間
台灣	《電業法》第 95 條、《環境基本法》	法律強制性高、2025 年全面非核	2025 年全面廢核

資料來源：本研究整理。

貳、核能法規與環保法規比較

德國、日本與台灣的核能法規與環保法規對非核政策的影響，主要體現在各國

⁵⁷ 日本核能 <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%97%A5%E6%9C%AC%E6%A0%B8%E8%83%BD>，最後瀏覽日期：04/13/2025。

能源政策的法制架構、社會接受度與政府推動策略上。



1. 德國核能法規

德國的《原子能法》(Atomgesetz, AtG) 是該國核能政策的主要法規，對德國非核政策的發展具有關鍵影響，該法經歷多次修訂，尤其在福島核災後，直接促成德國政府決定全面廢核。

德國的《原子能法》自 1959 年制定以來，經歷數次重大變革，早期階段 (1959-2000 年) 原子能法原本的目標是促進和平利用核能，確保核電站的安全運行；1970-1980 年代，受到車諾比核災 (1986 年) 影響，政府開始強化核能安全規範，但未計劃淘汰核能。

2002 年綠黨與社民黨聯合政府（紅綠聯盟）修訂《原子能法》，規定逐步淘汰核能，訂定核電機組的運轉期限，並限制新核電站的建造，訂立「核能發電終止協議」(Atomkonsens)，預計最晚在 2022 年前關閉所有核電廠。

2010 年，梅克爾政府修改《原子能法》，允許部分核電站延長運行年限至 2030 年代，試圖讓核能成為過渡能源，並減少對化石燃料的依賴，此舉遭到環保組織與綠黨的強烈反對。

2011 年 3 月，日本福島核災發生後，梅克爾政府迅速改變立場，於 2011 年 6 月再度修訂《原子能法》，明確規定德國將於 2022 年前關閉所有核電廠；七座較老舊的核電機組立即停機，其餘核電站則根據運轉期限分階段關閉，這項法規修訂奠定德國全面非核化的法律基礎。

原子能法對德國非核政策影響，首先係通過法律條文明確訂定核能發電的逐步退場計畫，使能源轉型有明確的時間表，確定 2022 年全面廢核，同時根據《原子能法》的修訂，德國逐步關閉核電機組，確保政策連貫性。詳細條文列表如下：

表 5 德國原子能法條文內容表

條文	條文標題	主要內容	補充說明
§ 1	法律目的	明確指出《原子能法》的目的之一是「以有序的方式終止核能在商業發電中的使用」。	奠定非核政策的法律基礎。
§ 7 (1a)	設施許可 - 固定關閉日期	2011 年修正，新增第 1a 款，首次為核電廠設定固定關閉日期。	福島核災後迅速反應。
§ 7 (1e)	設施許可 - 延長營運	2022 年修正，新增第 1e 款，允許最後三座核電廠延長運營至 2023 年 4 月 15 日。	因應俄烏戰爭能源危機。
附錄 3	殘餘電力配額	列出各核電廠的殘餘電力配額，決定剩餘運營時間。	實質控制各電廠退場進程。

資料來源：本研究整理。

而在再生能源發展部分，核電的退場促使政府加強推動風能、太陽能等可再生能源，並透過《再生能源法》(EEG) 提供補貼與支持；由於再生能源具有間歇性，政府投入大量資金開發儲能技術及智慧電網，以確保電力供應穩定。

能源價格與經濟也受到很大的影響，由於核電的快速退場，能源供應在短期內減少，使得電價一度上升，但長期來看，透過再生能源的成本降低，影響將逐步減輕；核能發電的減少導致部分依賴廉價電力的企業面臨成本上升壓力，促使產業加速轉型至低碳技術。

原子能法的改變也影響國際能源政策與環保目標，德國的非核政策成為其他歐洲國家的參考範例，例如瑞士與比利時也決定逐步淘汰核能；透過減少核能發電，德國同時推動減少化石燃料使用，目標是至 2050 年實現碳中和。

儘管《原子能法》為德國的非核政策提供明確的法制基礎，但仍面臨許多挑戰，例如能源供應穩定性、電力價格波動、社會與政治挑戰；由於核能提供穩定的基載電力，在全數關閉後，如何確保電力供應成為重要課題，尤其是俄烏戰爭後，德國需增加天然氣發電，但俄羅斯的能源供應受限，促使政府短期內重新啟用部分燃煤發電。

核能關閉改採再生能源為主要電力來源，卻因再生能源初期建設成本高，過渡期間的電價一度上升，影響產業競爭力；然而，隨著技術進步與政府補貼，

再生能源的成本逐步下降，但在川普上任美國總統後，補助是否會減少甚至取消，這是值得討論的課題。

德國仍有部分民眾對於廢核政策有所爭議，特別是在能源危機期間，部分政黨（如基民盟）曾提議延長核電運行，但在 2023 年 4 月，最後三座核電廠仍如期關閉；德國希望透過再生能源取代核能，但若再生能源發展速度不及預期，將影響碳中和目標的達成⁵⁸。

2. 德國環保法規

環保法規的部分，德國主要依據再生能源法(Erneuerbare-Energien-Gesetz, EEG)，其為推動該國非核政策的關鍵法規之一，該法對德國能源轉型和非核政策的發展產生深遠的影響。

德國《再生能源法》(EEG) 於 2000 年首次頒布，主要目標是促進可再生能源的發展，取代傳統核能與化石燃料發電。該法經過多次修訂，以適應能源市場與技術發展的需求。再生能源法的幾個關鍵規範包括固定收購電價制度(Feed-in Tariff, FIT)、成本分攤機制及優先供電原則。

表 6 德國再生能源法與非核相關條文內容表

條文	條文標題	主要內容	補充說明
§ 1	法律目的	明確指出法律目的為『為了氣候與環境保護的利益，促進可持續的能源供應發展』，並強調完全依賴可再生能源的電力供應轉型。	透過推動可再生能源，實現能源供應的可持續性，間接支持非核政策。
§ 2	可再生能源的重要性	強調可再生能源對於公共利益、氣候與環境保護、能源供應安全以及經濟發展的重要性。	提升可再生能源的地位，減少對傳統能源（包括核能）的依賴。
§ 8	接入與輸電	規定電網運營商必須優先接入和輸送來自可再生能源設施的電力。	確保可再生能源的電力優先進入市場，降低核能等傳統能源的市場份額。
§ 19–21	補貼與市場溢價	為可再生能源設施提供固定的補貼和市場溢價，鼓勵其發展。	提供經濟誘因，促進可再生能源替代核能等傳統能源。

⁵⁸ 從德國組閣角力看氣候政策：解析兩大黨能源、產業立場，台灣能從中學到什麼？

<https://www.reccessary.com/zh-tw/research/germany-climate-energy-policy-future>，最後瀏覽日期：04/13/2025。

資料來源：本研究整理。

固定收購電價制度係指保障再生能源發電商以固定價格出售電力，確保投資回報率，促進市場發展；成本分攤機制則係透過電價附加費 (EEG-Umlage) 向終端用戶收取額外費用，為可再生能源發展提供財務支持，電網公司也有義務優先購買再生能源發電(優先供電原則)，並確保輸電穩定，台灣也照此方式辦理，然而卻衍生出許多貪腐問題。

2010 年再生能源法修訂，隨著風能與太陽能技術進步，政府調降 FIT 補貼以減少市場扭曲，並且提出「市場溢價模式」(Market Premium Model)，促使再生能源生產者與電力市場接軌；直到 2014 年再次修訂，為降低再生能源補貼成本，政府逐步改採競標機制 (Auction System)，由發電業者競標電價，以提高市場效率。

2021 年的再生能源法修訂，則訂定 2030 年再生能源占總電力 80% 的目標，強化太陽能與風能的擴張，簡化許可程序，加速建設。

《再生能源法》的補貼與市場機制，使風力與太陽能成為德國主要的能源來源，大幅降低對核能的依賴；根據德國聯邦統計局數據，2010 年再生能源占總發電量約 17%，而至 2022 年已超過 50%，這一成長軌跡與非核政策直接相關。

2011 年福島核災後，德國加快核能退場計畫，《再生能源法》提供政策與經濟誘因，加速建設再生能源發電設施，以填補核能電力的缺口，緩解因 2022 年核電全面關閉所帶來的供應挑戰。

德國的天然資源有限，傳統能源高度依賴進口，特別是俄羅斯天然氣。透過《再生能源法》，政府促進本土再生能源產業發展，減少對外能源依賴，提高能源自主性；俄烏戰爭爆發後，德國加速推動風能與太陽能發展，證明《再生能源法》在能源安全方面的重要性。

然而，《再生能源法》最初的高額補貼政策導致消費者電價上升，引發部分社會不滿，直到 2021 年後，風電與太陽能發電成本顯著下降，再生能源市場逐步趨於成熟，德國政府在 2023 年取消 EEG 附加費，降低消費者負擔，使再生能源政策更加穩定，社會不滿的聲音才逐漸消停。

由於再生能源發電具有間歇性，《再生能源法》的推動促使德國政府加大

對儲能技術（如電池與氫能技術）和智慧電網（Smart Grid）的投資，以提升電網穩定性，確保能源供應。

儘管《再生能源法》對德國非核政策的推動起到關鍵作用，但仍然面臨許多挑戰，像是再生能源發電受氣候條件影響，例如冬季太陽能發電量較低，如何確保穩定供電，目前德國政府係推動綠氫技術（Green Hydrogen）、儲能系統與跨國電網合作；德國北部風力發電占比高，而南部工業區用電量大，電力傳輸問題很大，目前德國政府加速建設高壓直流輸電網絡（HVDC）以提升電力傳輸效率。

最後牽扯到最容易影響的經濟與政治因素，由於再生能源初期建設成本高，部分企業與產業界擔憂電價上升影響競爭力，而右翼保守派政黨曾主張放緩非核與能源轉型步伐，但德國政府仍堅持長期綠能發展路線。

3. 日本核能法規

日本的《核能規制法》（原文：原子力規制法）是該國核能安全與監管的核心法規，對於日本的核能政策與非核政策發展具有深遠影響，此法在福島核災後經歷重大修訂，直接影響日本的核能政策走向與非核政策的發展。

1957 年日本制定《核能規制法》，初期主要目的是促進核能開發並確保其安全，但至 1970 年受車諾比核災影響，開始增設安全監管條款，但仍強調核能發展；至 2000 年核電占日本電力結構約 30%，政府視其為穩定能源來源，並未推動非核政策。

直到 2011 年福島核災後，對日本核能規制法造成重大影響；2012 年日本政府成立核能規制委員會（Nuclear Regulation Authority, NRA），獨立於經濟產業省，專責核能安全監管，2013 年引入全球最嚴格的核能安全標準，包括核電廠運行年限限制原則上設為 40 年，經特別審查可延長至 60 年；要求核電廠設計考量海嘯、地震等極端情境，並設置防波堤與獨立應急電源；核電廠需通過 NRA 的新標準，否則不得重新啟用等。

2020 年後，政府重新檢討核能政策，考量能源供應穩定性與碳中和目標，放寬部分審查標準；2022 年再次修訂《核能規制法》，允許核電廠超過 40 年運行，但需每 10 年接受一次特別審查，顯示政府對核能的態度有所軟化。

核能規制法對日本非核政策產生重大影響，尤其是 2011 年福島核災後，日



本的核電機組大多停運，政府根據《核能規制法》修訂後的新標準，進行全面審查。核能的快速退場使政府加速發展再生能源，如太陽能與風能，作為替代電力來源。

修訂後的《核能規制法》設立全球最嚴格的核能安全標準，使得核電機組重啟成本大幅上升，企業與電力公司對核能投資趨於保守，例如，九州電力的川內核電站與關西電力的大飯核電站，為符合新標準，投入超過 1000 億日圓進行安全改造。然而，新標準門檻過高，核電機組關閉的數量仍遠高於重啟數量，間接推動日本的非核政策。

在核電停運的背景下，日本政府在 2014 年通過《能源基本計畫》，強調再生能源發展，並降低對核能的依賴，太陽能與風能發電比例在 2011 年至 2021 年間增加 5 倍，成為日本能源供應的重要支柱；《核能規制法》的嚴格標準，使得政府難以依靠核能作為主要電力來源，促使日本逐步轉向「低碳非核政策」。

由於新法規對核能限制嚴格，環保團體與公民社會進一步推動「非核家園」，也讓台灣反核團體進一步學習；2012-2015 年間，數百萬民眾參與「反核示威」，促使地方政府拒絕核電機組重啟，如東京都與大阪府政府明確表態支持非核政策。核電長期停運使日本政府積極尋找替代能源，《再生能源特別措施法》與《核能規制法》共同推動日本太陽能、風能、氫能發展，2020 年後，日本政府承諾 2050 年達到碳中和目標，加速推動非核與低碳能源轉型。

儘管《核能規制法》推動日本的非核政策，但在科技發展的越來越進步的情況下，能源供應的穩定也越來越受重視。核電停運後，日本高度依賴進口天然氣與煤炭，導致電價上升，所以在 2022 年能源危機後，日本政府決定部分放寬核電機組的運行限制，以確保電力供應穩定。

2022 年，日本政府在《核能規制法》的框架下，允許部分核電廠延長運行至 60 年以上，顯示政府對核能的立場有所軟化，這與 2011 年後的非核政策有所不同，代表日本的能源政策在非核與能源安全之間尋找平衡。

最後，儘管《核能規制法》促使再生能源發展，但日本的太陽能與風能基礎設施仍然不足，電網升級與儲能技術仍需進一步投資⁵⁹。

⁵⁹ Nuclear Regulation Authority, <https://www.nra.go.jp/data/000067218.pdf>，最後瀏覽日期：04/13/2025。

表 7 日本核能規制法與非核相關條文內容表

條文	條文標題	主要內容	補充說明
第 1 條	目的	確保核設施和平利用、防止災害。	公共安全，間接支援非核政策。
第 43 條之 3 之 32	原子爐的運轉期間	原則 40 年，可延長一次到最多 60 年。	推動核電逐步退役。

資料來源：本研究整理。

4. 日本環保法規

日本的環保法規在福島核災後發揮關鍵作用，促使政府與社會朝向減少核能依賴，並強化再生能源的發展。日本的環保法規涵蓋多個層面，其中最關鍵的法律與非核政策關係密切，主要包括《環境基本法》(Basic Environment Law, 1993)、《全球暖化對策推進法》(Act on Promotion of Global Warming Countermeasures, 1998)、《再生能源特別措施法》(Renewable Energy Special Measures Act, 2011) 及《溫室氣體排放削減目標法》(Climate Change Countermeasures Law, 2020) 等。

1993 年《環境基本法》通過，係日本環保法規的基礎，確立政府有責任維護環境永續，強調預防污染、推動環保技術，並鼓勵發展可再生能源，以減少對環境有害的能源來源；雖然早期未明確限制核能，但該法鼓勵日本尋求環保與可持續能源，為後續非核政策奠定基礎。在福島核災後，政府以《環境基本法》為依據，加強對核能風險的評估，並在政策上轉向可再生能源。

1998 年《全球暖化對策推進法》頒布，主要目標是減少二氧化碳排放，確保日本符合《京都議定書》的減排義務，促進企業採取低碳排放措施，提高能源使用效率，並強化環保能源技術的發展。2012 年福島核災後，政府開始強調核能的環境風險，並轉而加速推動風能、太陽能等真正的環保能源，該法開始更明確地納入可再生能源推動政策，進一步降低對核能的依賴。

2011 年福島核災後《再生能源特別措施法》通過，旨在促進可再生能源發展，以取代核能發電；該法建立固定收購價格制度 (FIT)，確保再生能源發電商能夠以穩定價格售電，吸引投資，且強制電網公司優先接收太陽能、風能等再生能源電力。該法於 2011-2020 年間讓日本太陽能發電量增長約五倍，減少核電的必要性，許多地方政府透過該法規，拒絕重新啟動核電機組，強化地方

層級的非核政策。

2020 年《溫室氣體排放削減目標法》通過，設定日本至 2050 年達成碳中和的目標，要求所有能源政策需符合減碳標準，並優先考慮再生能源與節能技術。由於核電站在停運與除役過程中仍會產生碳排放，政府開始質疑核能的環保效益，促進日本進一步投資氫能技術、儲能設備與智慧電網，以支持非核發電的穩定性。

2022 年，日本政府宣布允許部分核電機組延長運行超過 40 年，顯示政府在非核與能源安全之間尋求平衡，這表明非核政策雖然受環保法規推動，但在能源供應壓力下，仍可能有所調整⁶⁰。

表 8 環保法規對日本非核政策綜合影響表

環保法規	影響核能政策	影響非核政策
環境基本法(1993)	鼓勵環保能源發展，但未限制核能	奠定可再生能源發展的法律基礎
全球暖化對策推進法(1998)	核能被視為低碳能源，但未規定強制使用	福島核災後，政策轉向強調再生能源發展
再生能源特別措施法(2011)	減少核能發電的經濟吸引力，促使核電廠關閉	直接推動再生能源擴張，降低核能依賴
溫室氣體排放削減目標法(2020)	進一步削弱核能的可行性	強化再生能源與低碳技術發展，支持非核

資料來源：本研究整理。

5. 台灣核能法規

台灣的《電業法》是國內能源政策的重要法規，直接影響電力市場的運作與能源結構的發展。電業法的修訂與實施，對台灣的非核政策產生重大影響，特別是在「2025 非核家園」政策的推動過程中，形成法律依據與爭議。

2017 年 1 月，立法院通過《電業法》修正案，其中第 95 條第 1 項明定：「核能發電設備應於中華民國 114 年（即 2025 年）以前，全部停止運轉。」該條文為「2025 非核家園」政策提供法源依據，使非核政策成為法定目標，確保所有核電機組在 2025 年前退場，不允許延役或興建新核電廠；修法的背景是民進黨政府推動能源轉型，以天然氣與再生能源取代核能與燃煤，並提升電力市場的自由化程度。

⁶⁰ 日本核電發展的經驗與挑戰，全球政治評論 Review of Global Politics，第七十八期（2022）No.78 頁 81-110，最後瀏覽日期：04/13/2025。

2018年11月24日，「以核養綠」公投成功通過，結果導致《電業法》第95條被廢除；2018年12月2日，《電業法》第95條正式失效。雖然法規失效，但行政部門（經濟部）仍然維持非核政策方向，未對核電重啟做出具體計畫，如果公投可以不必遵守，那公投的意義為何？。

2021年「重啟核四」公投未通過，顯示社會對核電存有爭議，政府得以維持2025非核家園政策；經濟部強調，即使2018年公投導致《電業法》第95條廢除，行政機關仍可依能源政策方向拒絕核電重啟，顯示政策的延續性⁶¹。

在《電業法》框架下，政府鼓勵太陽能、風能發展，提供補助與固定收購價格機制，根據2025能源政策目標及能源白皮書，再生能源占比需達20%；為填補核能退出的電力缺口，政府推動天然氣發電占比提高至50%，並擴建天然氣接收站。修法後，電業市場從「台電壟斷」轉向「民營競爭」模式，允許民間企業進入電力市場，競爭發電與售電，打算透過分離輸配電與發電部分，形成更開放的市場結構，惟至今尚未成功。

電業法修正促進再生能源與天然氣發電發展，但也帶來電力供應與電價穩定的挑戰，未來政策發展仍需關注能源供應穩定性與核能議題的社會共識，確保能源轉型的成功實施。

6. 台灣環保法規

台灣的環保法規在非核政策的推動中扮演關鍵性角色，透過立法為非核家園提供政策與法律依據，並促進能源轉型。台灣的環保法規主要透過《環境基本法》與其他相關法規影響核能發展，並引導政府制定「非核家園」政策。

1999年《環境基本法》制定《環境基本法》第23條明確規定：「政府應訂定計畫，逐步達成非核家園目標；並應加強核能安全管制、輻射防護、放射性物料管理及環境輻射偵測，確保民眾生活避免輻射危害。」此條確立非核政策的法源依據，為台灣環境法制的最高指導原則。

1975年《空氣污染防治法》施行，後續仍持續修訂。該法主要針對空氣污染源（如燃煤電廠）進行管制，要求電廠減少碳排放；也由於政府規範火力發

⁶¹ 2018年以核養綠公投案, <https://zh.wikipedia.org/wiki/2018%E5%B9%B4%E4%BB%A5%E6%A0%B8%E9%A4%8A%E7%B6%A0%E5%85%AC%E6%8A%95%E6%A1%88>，最後瀏覽日期：04/13/2025。

電廠的排放標準，進一步推動再生能源發展，政府也得以補足非核政策帶來的電力缺口。

蔡政府也於 2016 年提出「2025 非核家園」政策，計畫在 2025 年前關閉所有核電機組，此政策依據即來自《環境基本法》，也因環境基本法要求逐步達成非核家園，因此政府在政策上拒絕核四廠啟用。

2017 年政府未核准核一、核二廠延役計畫，理由之一係不符合《環境基本法》逐步淘汰核能的原則；2018 年，「以核養綠」公投通過後，政府仍未重啟核能發展，顯示《環境基本法》對政策的影響力。

環保法規對空污與碳排放的限制，使政府需要尋找替代能源，加速發展太陽能、風能與地熱發電，同時 2017 年修訂《電業法》，開放民間投資再生能源發電，使得綠能市場成長迅速且依據 2016 年公布之能源白皮書，2025 年發電能源目標為燃氣發電占比達 50%、再生能源占比達 20% 及燃煤發電降至 30%。

表 9 台灣環保法規對非核政策的綜合影響表

環保法規	影響核能政策	影響非核政策
環境基本法 (1999)	禁止新建核電廠，確立非核家園目標	提供法律依據，確保政府推動非核政策
空氣污染防制法 (1975, 修訂)	限制燃煤發電，減少碳排放	促進綠能發展，減少傳統發電依賴
溫室氣體減量及管理法 (2015)	促進低碳能源，但未直接禁止核能	推動再生能源發展，降低核能使用

資料來源：本研究整理，最後瀏覽日期：18/03/2025。

參、能源轉型相關政策比較

三國能源轉型都與非核家園政策有一定之關聯，以下針對德國、日本及台灣能源轉型進行探討：

1. 德國能源轉型

德國的能源轉型 (Energiewende) 係一項全面的能源政策變革，目標是逐步淘汰核能與化石燃料，並大規模發展再生能源。能源轉型與非核政策在德國有著密不可分的關聯。

德國能源轉型起源於 1970 年代，受到車諾比核災 (1986 年) 的影響，德國社會出現大規模反核運動，為能源轉型奠定基礎；1998 年社民黨與綠黨聯合執

政，首次提出「非核家園」（Atomstopp）政策，同時於 2000 年《再生能源法》（Erneuerbare-Energien-Gesetz, EEG）通過，開始大力發展風能與太陽能，以減少對核能與燃煤的依賴，並於 2002 年修訂《原子能法》（Atomgesetz），計劃在 2022 年全面淘汰核能。

然而 2011 年發生福島核災後，德國迎來能源轉型最重大的轉折，德國政府正式立法，規定所有核電廠須在 2022 年前關閉，使非核政策成為不可逆的國家戰略，並加速再生能源發展；2014 年德國再修訂《再生能源法》，提高再生能源發電比例目標，進一步促進能源轉型。

《再生能源法》要求電網優先輸送風能、太陽能等可再生能源，並提供固定收購電價（FIT），吸引民間投資。帶動綠能產業發展，創造大量就業機會，風能、太陽能、儲能技術等產業成為德國新興經濟支柱，提升國際競爭力，再生能源比例也開始逐年提升，2010 年再生能源佔比達到 17%，2020 年達到 47%，超越核能與燃煤發電，而德國 2030 年目標為再生能源發電比例達 80%。

由於德國天然資源有限，能源進口（特別是俄羅斯天然氣）依賴度高，而德國採用能源轉型正好推動本土再生能源產業，減少對進口能源的依賴；俄烏戰爭後，德國更加速推動風能與氫能發展，以確保能源安全。

然而，能源轉型也對德國經濟造成影響，由於投資再生能源的補貼成本轉嫁至消費者，2010 年代德國電價上升，政府也不得不提供補助，降低家庭與企業負擔，確保能源轉型的社會可接受度。隨著再生能源技術的進步，成本也逐步下降，電價在 2020 年後趨於穩定，同時，2023 年起政府也取消再生能源附加費，降低電費負擔。

然而再生能源問題依然存在，容易受氣候影響，電力供應不穩定；冬季用電高峰期，核能退出後的電力缺口需由其他能源填補；短期內，政府暫時提高燃煤與天然氣發電，以確保供電穩定。在不採用核能及盡量不用化石燃料發電的情況下，解決方案為發展儲能技術及建設跨國電網，而跨國電網係德國主要解決方式，藉由大陸電網提供電力。

目前德國能源長期目標為擴建風電場（北海、波羅的海），並提高再生能源效率，降低總電力需求；目前德國再生能源發電地點與工業用電需求區域不

匹配，需要大規模電網升級，政府也積極投資智慧電網，提高電力調度能力⁶²。

2. 日本能源轉型

日本在 2011 年福島核災發生後，其能源政策經歷重大調整，這不僅改變日本對核能的態度，也對全球能源政策，尤其是台灣的「非核家園」政策產生深遠影響。2011 年 3 月 11 日，日本東北地方發生大地震，引發海嘯，最終導致福島第一核電廠多座機組發生爐心熔毀與輻射外洩。這場災難不僅影響當地環境與居民健康，也在全球範圍內引發對核能安全的極大關切。

核災發生後，日本政府立即宣布關閉國內所有運行中的核電廠，並全面檢討核能安全標準。2012 年，日本制定《核能監管新標準》，要求更高規格的安全檢查，以確保核電廠能夠抵禦地震、海嘯等極端天災；2014 年起，日本政府在能源供應壓力下，允許部分核電機組在通過新標準後重啟，但總體上核能發電占比已大幅降低。

2014 年日本的《第四次能源基本計畫》明確核能作為「重要基載電力」的角色，但前提是必須提升安全標準，強調增加再生能源發電，並提升能源效率，以減少核能與化石燃料的依賴；2018 年《第五次能源基本計畫》設定 2030 年能源結構目標，計劃再生能源占比達 22-24%、核能占比 15-20%、天然氣 27%、煤炭 26%，同時提倡智慧電網技術，促進太陽能與風能的有效利用；直到 2021 年《第六次能源基本計畫》提出「2050 年碳中和」目標，強調再生能源（風能、太陽能、氢能）為主軸，核能則僅作為備選方案⁶³⁶⁴。

雖然福島核災後大部分核電廠關閉，但日本在能源轉型過程中，仍然允許部分核能機組在符合新標準後重新運作，以減少能源短缺問題。總體而言，日本的能源轉型在全球範圍內對非核政策具有示範效應，尤其對台灣的非核政策推動產生深遠影響，使政府與民間對能源安全、供應穩定性及可持續性有更高

⁶² 德國能源轉型之路-談電源角色轉變

<https://tplumag.blog/2018/08/14/%E5%BE%B7%E5%9C%8B%E8%83%BD%E6%BA%90%E8%BD%89%E5%9E%8B%E4%B9%8B%E8%B7%AF-%E8%AB%87%E9%9B%BB%E6%BA%90%E8%A7%92%E8%89%B2%E8%BD%89%E8%AE%8A/>，最後瀏覽日期：04/13/2025。

⁶³ 日本发布第六版能源计划 可再生能源“最优先” http://www.news.cn/2021-10/22/c_1127986582.htm，最後瀏覽日期：04/13/2025。

⁶⁴ Japan targets 40-50% power supply from renewables by 2040, <https://www.reuters.com/sustainability/climate-energy/japan-targets-40-50-power-supply-renewable-energy-by-2040-2024-12-17/>，最後瀏覽日期：04/13/2025。

的關注。



3. 台灣能源轉型

台灣的能源轉型與非核政策密不可分，隨著全球減碳趨勢的推進及能源供應結構的改變，政府逐步推動非核家園政策，以確保能源安全、環境永續及經濟發展。台灣的能源政策長期依賴進口化石燃料，而核能則被視為穩定電力來源之一。然而，自 2011 年福島核災以來，台灣社會對核能的風險認知提升，政府因應此趨勢，於 2016 年正式提出「2025 非核家園」政策，計劃逐步淘汰核能發電，並由再生能源與天然氣取而代之。

台灣政府透過修訂法規與制定政策，為能源轉型奠定法律基礎，主要依據電業法及環境基本法，前節均已詳述兩部法律對非核政策有影響的重要內容，主要係確立非核目標，明確要求核能機組應於 2025 年前全面除役，天然氣提升至 50%、再生能源提升至 20%，燃煤發電則降至 30%。

由於核能發電的穩定性強，因此在能源轉型過程中，台灣必須發展足夠的再生能源與儲能技術來補足核能退場後的供電缺口；目前政府提供高額補助與躉購制度支持太陽能光電、離岸風電，造成此兩種發電機組數量大幅提升，另外儲能技術與智慧電網也加速發展，以確保不穩定的再生能源可穩定供電。然而，由於再生能源受天候因素影響較大，加上台灣電網尚未全面升級，造成供電穩定性與備載容量成為政策挑戰之一。

台灣的非核政策與能源轉型也對社會與經濟產生多重影響，其中核能發電的退場，增加天然氣與再生能源的占比，這使得發電成本提高，進而可能導致電價上升(但目前僅提升工業發電成本)，且天然氣進口價格波動大，易受國際市場影響，將影響台灣的能源安全。

台灣能源轉型的核心目標是降低碳排放，但短期內，由於天然氣仍為主要替代能源，碳排放量未能顯著下降；核能發電本身為低碳能源，若其完全退場，台灣必須更積極發展綠能與碳捕捉技術，以達成 2050 淨零排放的目標。

台灣的非核政策與能源轉型是透過公投、政策倡議與社會運動共同推動的，尤其係台灣兩次公投，均對能源轉型產生影響，惟目前政府並未特別重視公投結果；2018 年核能公投顯示社會對核能去留存在分歧，但政府仍維持 2025 非核家園目標，且社會對能源轉型的支持度受到資訊傳播影響，民眾對能源政策



的理解與接受度仍需進一步提升⁶⁵。

肆、小結

綜合德國、日本與台灣的核能政策與能源轉型發展，三國在法律規範與政策執行上展現出不同的發展軌跡與挑戰。

德國自 2011 年福島核災後迅速通過《原子能法》，並以《再生能源法》(EEG)為基礎推動「能源轉型政策」(Energiewende)，積極發展風能與太陽能，使再生能源在總發電量中的占比超過 45%。然而，該政策導致電價上升，且由於能源需求仍需依賴進口，國內能源供應穩定性成為挑戰。

相較之下，日本在福島事故後雖然強化核能安全標準，並推動《再生能源促進法》，但並未如德國般全面廢除核電，而是選擇透過穩步發展綠能來降低對核能的依賴，這種較為保守的能源轉型策略確保供電穩定性，然而仍面臨核廢料處理與能源結構轉型緩慢的問題。

台灣則自 2017 年《電業法》第 95 條修正後，確立 2025 年全面非核的政策目標，並期望透過再生能源與天然氣發電來填補核能退場後的能源缺口。然而，由於再生能源發展進度相對緩慢，且電力需求持續攀升，使得台灣在推動非核政策的同時，面臨供電穩定性、產業競爭力與電價成本上升的壓力。

因此，台灣的非核政策應借鑑德國在綠能發展上的成功經驗，但同時也應參考日本在核能退場過程中的安全管理與供電穩定策略，並透過法規調整與技術創新，加速儲能技術發展與綠能併網，以確保能源轉型的可行性與永續性。

第四節、非核政策執行的困境與挑戰

壹、社會接受度與政治因素

1. 德國

德國的非核政策在社會接受度與政治影響方面呈現多層次的特徵，主要受到環境意識、公眾輿論、政策穩定性以及國際能源情勢的影響。

社會接受度的部分，德國的非核政策自福島核災後獲得廣泛民意支持，特

⁶⁵ 推動能源轉型：「展綠、增氣、減煤、非核」

https://www.moea.gov.tw/MNS/populace/Policy/Policy.aspx?menu_id=32800&policy_id=9，最後瀏覽日期：04/13/2025。



別是在環保團體與社會運動的推動下，德國社會普遍認同逐步淘汰核能發電的重要性；隨著再生能源的推動與核電的逐步淘汰，德國的電價明顯上升，然而，與其他國家相比，德國民眾對於電價上升的接受度較高，因為他們普遍認為，減少對核能與燃煤發電的依賴是環境保護的重要措施⁶⁶。

然而，儘管再生能源發展迅速，德國在核能退場後仍面臨能源供應穩定性的挑戰。部分民眾開始關注核能的潛在價值，特別是在俄烏戰爭引發能源危機後，一些民調顯示有相當比例的民眾支持延長核電廠的運作期限⁶⁷。

政治因素的部分，德國的能源政策不易受到政黨輪替影響，無論是梅克爾政府還是後來的蕭茲政府，都延續廢核的政策方向。然而，政策細節的執行仍受到不同政黨的影響，例如綠黨推動更積極的再生能源政策，而基民盟與社民黨則更注重能源穩定性。然而，因為俄烏戰爭影響，俄羅斯對歐洲的天然氣供應削減，使德國的能源政策面臨新的挑戰。德國政府不得不重新考慮能源多元化策略，包括短期內提高燃煤發電的比例，以應對天然氣短缺問題⁶⁸。

德國的廢核政策與法國的能源政策形成對比。法國選擇延續核能作為主要電力來源，而德國則專注於發展再生能源。這使得德國在能源供應上更加依賴進口，特別是在能源轉型尚未完全達成之前，對於國內能源自主性的討論仍持續進行⁶⁹。

總的來說，德國的非核政策具有較高的社會接受度，主要是基於環保意識的提升與政策穩定性。然而，電價上升與能源供應問題仍可能對政策形成挑戰。在政治層面，雖然政策方向保持穩定，但面對國際能源情勢的變化，如俄烏戰爭帶來的供應風險，德國政府仍需調整能源策略，以確保長期的能源安全與經濟穩定。

2. 日本

日本的非核政策在 311 福島核災後經歷劇烈變遷，其社會接受度與政治影

⁶⁶ 2021 非核家園生變 德國 25 萬人上街,<https://e-info.org.tw/node/64906>，最後瀏覽日期：04/13/2025。

⁶⁷ Ortwin Renn 專訪 -德國的能源轉型怎麼走(上)<https://ourisland.pts.org.tw/content/2662>，最後瀏覽日期：04/13/2025。

⁶⁸ 德國正式關閉剩餘核電廠，惟核能存廢爭議仍餘波盪漾

<https://www.trade.gov.tw/Pages/Detail.aspx?nodeID=45&pid=760610>，最後瀏覽日期：04/13/2025。

⁶⁹ 核能政策分歧：法國擁抱、德國告別，歐洲能源戰略大解析 <https://technews.tw/2025/01/18/european-countries-stance-on-nuclear-energy/>，最後瀏覽日期：04/13/2025。



響因素相互交織，決定政策的實施方向與挑戰。

2011 年 3 月 11 日的福島核災是影響日本非核政策最關鍵的事件。核災發生後，輿論迅速轉向反核，社會大眾對核能安全性的疑慮達到頂峰。核災後的幾年間，多次大型反核示威活動在東京與其他城市爆發，成為歷來日本民眾最強烈的能源政策抗議運動之一。特別是在核災影響最深的東北地區，居民對核能的恐懼與不信任感持續上升。日本主要反核團體如「首相官邸前反核抗議行動」和「核能零行動」均大幅擴大規模，定期舉行示威遊行，要求政府全面停用核能。調查顯示，2012 年約有 70% 的日本民眾支持逐步淘汰核能，甚至希望全面廢除⁷⁰。

福島核災導致超過 10 萬居民被迫遷離家園，許多地方政府不願再承擔核電風險，例如，鹿兒島、福井等地的地方政府開始表態反對核電廠重啟，即使中央政府允許部分電廠重新運作，地方仍以「安全性不足」為由拒絕。受影響的地區，如福島縣，甚至明確制定「非核家園」政策，計畫將地方電力來源全面轉向再生能源。

然而，隨著時間推移，社會輿論出現分歧，部分民眾開始重新考慮核能的必要性。日本在 2011 年關閉所有核電機組後，短期內的電力供應出現缺口，導致部分地區限電，民眾日常生活受到影響，企業界也特別擔心電價飆升與供電不穩，開始施壓政府重新考慮核電政策。2021 年後的民調顯示，支持有限度使用核能的比例回升至 40% 以上，特別是在商業發展重鎮如大阪、東京等地。

日本政府承諾 2050 年達成碳中和目標，這使得低碳發電成為政策重點，部分專家與媒體開始提倡將核能視為減碳選項之一，民間輿論因此出現分化，一部分人仍堅持「零核能」，但也有部分環保人士開始接受「有限度使用核能，以降低碳排放」的立場。

在政治因素方面，2011 年福島核災後，民主黨政府迅速響應民意，宣布逐步淘汰核能，並承諾「至 2030 年代完全廢核」；2012 年 9 月，政府制定「能源與環境創新戰略」，計畫大幅發展再生能源來取代核能。

然而，2012 年自民黨安倍晉三上台後，政策又開始轉變，改為「安全條件允許下，部分重啟核電廠」；2014 年，日本政府正式修訂「第四次能源基本計

⁷⁰ 日本東京舉行反核遊行 <https://news.sohu.com/20130311/n368353515.shtml>，最後瀏覽日期：04/13/2025。

畫」，明確將核能列為「基載電源」，允許經過安全審查的核電機組重新運轉。

雖然中央政府希望重啟核電，但地方政府卻不一定支持，例如，鹿兒島縣知事在 2015 年反對重啟川內核電廠，但最終仍被中央政府推動的「能源安全」政策壓制，導致核電廠重新運行。地方政府對於「最終核廢料處置場」的選址也極度反感，遲遲無法決定合適地點，使得核能發展面臨更大阻力。

同時，日本亦受到國際政治與經濟環境影響，美國作為日本的盟友，支持其發展核能技術，並透過國際合作提供技術支援；2022 年俄烏戰爭爆發，導致全球能源供應不穩，日本政府更強調能源安全，進一步加快重啟核電的進程⁷¹。

總而言之，日本若再生能源發展速度足夠快，則非核政策仍可能持續推進，但若電力供應不穩，特別是在極端氣候或能源危機下，日本政府仍可能繼續允許部分核電廠運作。

3. 台灣

台灣的非核政策長期受到社會民意與政治因素的牽動，這些影響決定政策的實施方向與變遷。非核家園政策一直是社會輿論的重要議題，民眾對於核能的態度受國際事件、能源價格、供電穩定性等因素影響，呈現波動性的趨勢。

311 福島核災後 (2011 年)促使台灣民間反核聲浪高漲，民意普遍支持減少核能依賴，促使政府於 2016 年推動「2025 非核家園」政策；2018 年「以核養綠」公投案通過，顯示社會對能源穩定性的憂慮，使得反對快速廢核的聲音增加，但政府仍維持非核政策的基本方向；2021 年「重啟核四」公投案未通過，反映出部分民眾雖關心供電穩定，但仍擔憂核能風險，社會對核能的接受度仍然分歧。

台灣政府致力於推動再生能源，但社會對於再生能源是否能完全取代核能仍存有疑慮。民調顯示，多數台灣民眾支持發展再生能源，但對於其成本、技術成熟度及穩定性仍有疑慮；研究發現，95.6%的台灣民眾不清楚我國進口能源的高度依賴性（超過 95%），這導致民眾在做出能源政策選擇時，可能缺乏全面的資訊，這也讓台灣的非核政策在選舉期間特別容易受到政治操作影響。

2014 年，在太陽花學運與林義雄禁食行動的壓力下，政府決定封存核四，

⁷¹ 福島核災 12 年 日本為何延役核電，還要蓋新核電廠？<https://www.cw.com.tw/article/5126362>，最後瀏覽日期：04/13/2025。

顯示非核議題可被用作政治工具，對當時執政黨造成重大影響；2018 年與 2021 年公投，能源政策成為政黨競爭的焦點，民進黨政府在 2018 年公投後宣布「不再為非核家園設定 2025 年期限」，但仍持續推動綠能發展，國民黨則在 2021 年公投中試圖推動「重啟核四」，但未能成功。

台灣的能源政策也受到國際情勢影響，歐美國家將核能視為低碳能源，日本與韓國則選擇部分恢復核能運轉，這對台灣的非核政策形成壓力；2022 年俄烏戰爭引發全球能源危機，促使台灣社會開始重新審視能源供應穩定性的問題，使得核能的討論再度升溫⁷²。

總而言之，台灣的非核政策仍將是一個高度政治化的議題，其未來發展取決於技術進步、國際能源趨勢以及社會對能源供應穩定性的接受程度；若再生能源發展順利且儲能技術成熟，非核家園政策可能得以維持，但若能源供應問題未解決，在國際能源環境變遷的影響下，未來仍可能出現對核能的重新評估。

貳、經濟影響與能源價格變動

1. 德國

德國的非核政策對其經濟和能源價格帶來顯著的影響，由於核能的逐步淘汰，德國的能源結構轉向再生能源和天然氣，這使得能源供應的穩定性下降，並且在國際能源市場震盪（如俄烏戰爭影響）時，能源價格飆升，導致工業成本上升，進而影響經濟增長。

根據國際貨幣基金組織（IMF）的評估，德國的能源危機將持續影響其經濟發展，特別是能源價格高昂，導致生活成本上升，進一步推動通貨膨脹。隨著核能的退出和再生能源的快速發展，德國的電價大幅上升，成為 G20 國家中最高的國家之一。這對於需要大量能源的產業（如製造業）帶來競爭壓力，使得部分企業考慮將生產基地轉移到能源成本較低的國家。

能源價格也因為非核政策產生大量波動，例如再生能源（如風能和太陽能）具有間歇性，當發電量不足時，德國需要進口電力，這使得國內電價易受國際

⁷² 全球撤核能復興浪潮！看美國、北歐、日、韓怎麼做核電淨零？<https://esg.gvm.com.tw/article/55326>，最後瀏覽日期：04/13/2025。



市場影響，導致價格不穩定；德國的核電逐步退場後，天然氣也成為主要的替代能源之一。然而，由於俄烏戰爭，俄羅斯削減對德國的天然氣供應，導致能源價格飆升，政府不得不尋找新的能源來源，如從美國進口液化天然氣(LNG)，但這進一步推高成本。

由於電網的不穩定性，德國不得不在電力需求高峰時從鄰國（如法國、捷克）進口電力，這些進口電力的價格往往較高，進一步推動電價上升⁷³。

總而言之，德國的非核政策雖然促進再生能源的發展，但其經濟和能源市場的代價不容忽視；電價高漲、能源供應不穩定、企業成本上升等問題，使得德國政府不得不尋求各種替代方案來減緩影響，如加快能源基礎設施建設、擴大電網儲能技術等。然而，在短期內，德國的非核政策仍將對經濟增長和能源市場產生深遠層面影響。

2. 日本

日本自 2011 年福島核災發生後，迅速調整其核能政策，關閉大部分核電廠，並積極推動能源轉型，改以天然氣、煤炭及再生能源（如太陽能與風能）來填補電力缺口。然而，這一轉變對日本的經濟發展、產業競爭力及能源價格產生深遠的影響。

福島核災發生前，核能約佔日本電力供應的 30%，是主要的低成本發電來源。然而，核災後，日本政府關閉多數核電廠，導致電力供應不足，必須依賴進口液化天然氣(LNG) 及煤炭發電。這些替代能源的發電成本較高，使得日本的整體電力成本大幅上升。

核能發電成本較低（約每千瓦時 6 日圓），而天然氣發電成本較高（約每千瓦時 10~14 日圓），2011~2013 年間，日本的電力批發價格上漲約 20%，對企業的生產成本產生顯著影響，高昂的電價導致許多製造業公司將生產基地轉移至能源價格較低的國家，如東南亞或中國，進一步影響日本的產業競爭力。

由於能源價格上升，日本的製造業生產成本增加，影響出口競爭力，進而拖累經濟增長；由於能源價格上升，日本的製造業生產成本增加，影響出口競爭力，進而拖累經濟增長；高電價使企業不願意進行擴張投資，尤其是高耗能

⁷³ 德國直擊／輸不起的能源轉型戰，綠能發展與經濟可兼顧？<https://esg.gvm.com.tw/article/22244>，最後瀏覽日期：04/13/2025。

產業，如鋼鐵、化學工業和汽車製造業，進一步限制經濟增長。

為緩解能源價格上漲對企業和家庭的影響，日本政府提供電費補貼，但這也加重政府的財政負擔，日本政府在 2011~2015 年間，每年用於能源補貼的財政支出增加約 3 兆日圓（約 270 億美元）。政府的能源補貼支出增加，也影響其他公共支出，如基礎建設與社會福利。

核能的減少迫使日本增加進口天然氣、石油和煤炭，導致貿易赤字擴大。2012~2014 年間，日本的能源進口費用增加約 25%，進一步拉大貿易逆差，由於對進口燃料的依賴加深，日本的能源安全受到挑戰，能源價格容易受到國際市場變動的影響。

2011 年後，日本的電價持續上漲，家庭用電與企業用電均受到影響，家庭電價上升 25%，企業電價上升約 40%，日本的電價在 G7 國家中達到最高，對家庭支出和企業競爭力造成壓力；由於核電廠關閉，日本大量進口液化天然氣（LNG）以補充電力供應，導致發電成本上升。2011~2014 年間，LNG 進口量增加 25%，使得日本成為全球最大的 LNG 進口國，因俄烏戰爭與全球能源供應問題，LNG 價格大幅波動，導致日本電價持續上漲⁷⁴。

日本政府雖然推動太陽能、風能等再生能源發展，但由於基礎設施與技術限制，其成本仍然偏高。再生能源的發電成本約為每千瓦時 18~20 日圓，遠高於核能或天然氣發電成本，由於日本地狹人稠，土地開發成本高，太陽能和風能的發展受到一定限制，短期內難以完全取代核能。

總而言之，日本的非核政策導致能源成本上升、電價飆升，並影響經濟增長和產業競爭力。為應對這些挑戰，日本政府近年來開始重新考慮核能的角色，同時加強再生能源與儲能技術的發展，以降低對進口燃料的依賴。未來，日本的能源政策可能會在非核與低碳發展之間尋求平衡，以確保能源安全與經濟穩定。

3. 台灣

自政府推動「非核家園」政策以來，台灣的能源供應結構產生重大變化。核能發電的逐步退出，使得政府需依賴燃氣、燃煤及再生能源填補電力缺口。

⁷⁴ 日本仰賴進口化石燃料 國家財富 1 年消失逾 5 兆元 <https://money.udn.com/money/story/5599/8411610>，最後瀏覽日期：04/13/2025。

這一政策對於台灣的經濟發展、產業競爭力以及能源價格均帶來顯著影響。

台灣逐年上升的用電需求，加上 2017 年 815 全台大停電事件，突顯穩定電力供應的重要性。在非核政策下，發電成本顯著上升，影響產業生產與投資意願。根據全球貿易分析 (GTAP) 模型的量化模擬結果，非核政策將導致短期內發電成本上升，使得台灣的經濟與產業受到負面衝擊；長期來看，由於能源成本提高，企業的投資意願下降，對於製造業與高科技產業產生額外壓力，特別是電價成本敏感的產業。長期來看，隨著企業投資的減少，台灣的經濟增長可能受到更嚴重的衝擊，特別是在高耗能的科技製造業中，可能導致部分產業外移。

2017 年 8 月 15 日，台灣發生全國性停電，主要因為天然氣發電機組故障，暴露出台灣電力系統的脆弱性；核能作為基載電力，發電的穩定性相對較高，而再生能源（如太陽能與風能）因其間歇性特質，使得整體電網更容易受到供應波動影響，而逐漸高昂的電價也影響企業競爭力。根據統計，2018 年台灣的工業用電價格每度約 2.44 元，為全球第五低，然而，隨著核能發電退出，發電成本將進一步上升，將削弱台灣製造業在國際市場的競爭力。研究顯示，在短期內，台灣電價可能上升 10~15%，長期來看，若再生能源未能有效補足供電缺口，電價可能持續攀升；企業用電成本上升，特別是在高耗能產業（如半導體與精密製造業），可能影響其生產成本與國際競爭力；若電價持續上升，可能促使部分企業將生產基地遷往能源價格較低的國家，如東南亞⁷⁵。

由於台灣電力供應結構依非核家園政策，後續將以 50% 天然氣、30% 燃煤、20% 再生能源為主，未來電價將大幅依賴國際燃氣價格，而天然氣的價格較不穩定，且需進口，受國際市場價格波動影響大。燃煤發電不僅成本較高，也帶來環境污染問題，若政府為減少空污而減少燃煤發電，將進一步推高電價。

雖然政府大力推動太陽能與風能，但這些能源的發電不穩定，無法完全取代核能，而且再生能源的發電成本仍然較高，每度約 5~6 元，遠高於傳統核能或燃煤發電的 1~2 元，又因為再生能源的特性，台灣需要大規模投資智慧電網與儲能技術，以確保供電穩定。但這些投資需要大量時間與資金，短期內難以

⁷⁵ 核電除役在即，老舊電廠去留未定，台灣再掀能源爭論 <https://theinitium.com/article/20250401-whatsnew-taiwan-nuclear-retirement-energy-debate>，最後瀏覽日期：04/13/2025。



完全彌補核能的缺口。

總而言之，台灣的非核政策雖然符合能源轉型與環保目標，但其帶來的經濟與能源價格影響不容忽視。發電成本上升、電價調漲、產業投資減少，皆可能對經濟發展構成長期挑戰。因此，政府在推動非核家園的同時，必須考量如何降低電價影響、穩定供應鏈，並加快再生能源技術的成熟度，以確保台灣能源政策的可行性與經濟穩定發展。

參、小結

台灣、日本與德國在推動非核政策時，各自面臨不同的挑戰，未來在能源轉型的道路上，仍需調整政策以確保能源供應穩定性與經濟發展。

表 10 三國非核政策面臨挑戰表

挑戰類型	德國	日本	台灣
電價上漲	高	高	中高(因有國庫補貼)
能源安全	俄烏戰爭導致天然氣供應不穩	進口依賴天然氣與燃煤	天然氣進口依賴度高，受地緣政治影響大(南海為主要運送航線)
再生能源發展	快速發展但電網與儲能不足	土地限制影響發展	土地與技術限制影響發展
政策穩定性	受民意影響但政黨政策較穩定	核電政策因為政黨反覆變動	受政黨輪替影響大(政策更迭)

資料來源：本研究整理。

第五章 結論與建議

第一節、結論

壹、我國非核政策的法規與政策架構

當前台灣推動「非核家園」與能源轉型政策，係一項涵蓋能源安全、環境永續與經濟發展之間權衡的長期工程。然而，政策推動過程面臨諸多挑戰，包括技術發展的成熟度、再生能源穩定性不足、社會接受度與國際能源市場變動等因素，使得政策執行成效備受質疑。

雖然政府規劃多項政策措施以推動能源轉型，包含《電業法》的修正、儲能技術與智慧電網的發展，並透過政策誘因鼓勵綠能投資，致力於提高能源自主性，但非核政策的落實仍需更多社會共識與全民參與支持。部分評論指出，政府堅持非核家園政策卻缺乏具體配套，使得再生能源無法因應電力成長需求，只得回頭依賴燃煤與天然氣，進而衍生環境汙染、成本上升與電力調度彈性降低等問題。

雖有如《電業法》修正案中開放再生能源售電、強化市場監管等改革，有助於活絡市場與穩定供電，但面對2018年「以核養綠」公投通過與2021年「重啟核四」公投未過的民意波動，核能的去留仍具高度爭議性。加上現行如《空氣污染防治法》、《溫室氣體減量及管理法》等環保法規亦對燃煤與核能發展設下限制，使政府在環境與能源安全之間陷入兩難。

本研究認為，台灣在追求非核與淨零碳排目標的同時，應重新檢視核能角色、強化再生能源的基礎設施與儲能能力，並透過電網升級與市場機制優化，打造一套兼顧穩定、安全與永續的能源政策架構，方能真正實現非核家園與能源轉型的長遠願景。

貳、2050 淨零排放路徑與非核政策的挑戰

當前全球氣候治理與能源轉型浪潮下，2050 淨零排放目標已成為各國共同追求的方向，對台灣而言，這一目標的實現與非核政策的推動形成相互交織且高度挑戰性的任務。聯合國氣候變遷框架不僅提供國際政策協調的基礎，更為台灣在制定減碳策略與能源轉型藍圖上指明方向。

在參考歐盟與美國等先進國家減碳實踐經驗的基礎上，台灣須結合本土能源結構與經濟發展條件，透過完善法規制度、強化市場機制與技術創新，推動產業減碳與公



民參與的多元協同。尤其在非核政策下，如何同時保障供電穩定、推動產業升級與維持國際競爭力，成為一大挑戰。

因此，本研究認為建立一套涵蓋研發、應用與市場推廣的完整低碳創新體系，將是實現能源轉型與氣候目標的關鍵。唯有在政策前瞻性、社會共識與跨部門合作的共同支撐下，台灣方能於 2050 年實現淨零排放，走出一條兼顧經濟發展與環境永續的非核轉型之路。

叁、德國、日本及台灣非核政策之比較

德國、日本與台灣三國自冷戰後至今，在非核政策的推動上展現出截然不同的發展路徑與政策取向，反映出各自政治結構、能源資源條件與社會風險感知的差異。德國的能源政策變遷是一個跨領域且具前瞻性的長期轉型過程，其核心在於從依賴核能與化石燃料，逐步邁向以再生能源為主的綠色能源體系。福島核災成為推動德國加速廢核的關鍵事件，促使政府迅速修法，確立非核方向，並以政策誘因與技術創新推動風能、太陽能與儲能系統之發展。然而，儘管再生能源佔比已突破 45%，該政策亦引發電價上漲、能源進口依賴與電網穩定性等挑戰，顯示能源轉型需要在經濟成本與環境永續間取得平衡。

相較之下，日本在福島事故後雖然強化核能安全規範，並積極發展再生能源與儲能技術，但並未如德國全面廢除核能，而是採取較為保守的漸進式策略，在維持基載電力供應與追求低碳轉型之間尋求平衡。日本政府在穩定供電與提升自主能源比例的壓力下，選擇適度保留核電，同時推動電網現代化與氫能技術，試圖打造一個高效率、具韌性的未來電力系統。儘管如此，日本仍面臨土地限制、綠能成本過高與核廢料處理困難等問題，能源結構轉型步伐相對謹慎。

台灣則自 2017 年《電業法》第 95 條修正後明確提出 2025 年為「非核家園」目標里程碑，期望以再生能源與天然氣替代核能。但受限於地理條件、技術成熟度與電力需求快速增長，再生能源發展進度緩慢，加上能源價格上升與產業用電不穩，對經濟發展與社會接受度造成壓力。因此，台灣在推動非核政策的同時，需借鏡德國在綠能發展上的政策架構與技術創新經驗，同時參考日本對核能安全與供電穩定的風險管理策略，以法規調整與能源管理體系升級，提升整體能源轉型的可行性與永續性。

綜合而言，本研究認為三國的非核政策發展顯示出：能源轉型不僅是技術與經濟

的挑戰，更是政治決策與社會共識的綜合體現。德國的積極廢核與技術創新提供綠能發展的成功模式；日本則強調政策彈性與穩健轉型；台灣則處於尋求轉型與維持穩定間的政策拉鋸。



第二節、建議

壹、長期政策調整建議

一、法規優化、再生能源與儲能技術之國家投資

從前面幾章討論可以看出，台灣想維持非核政策，應調整「非核家園」政策，使其更具彈性與韌性，以確保能源供應穩定並減少經濟衝擊，故分為法規優化與政策修正討論。隨著我國推動能源轉型，原訂於 2025 年實現「非核家園」政策，但近期國內外能源供應穩定性問題日益受到關注，為確保供電安全並兼顧環境永續發展，且本研究也係以核能為綠能當主軸，故所提出調整現行非核政策相關法規的優化，係使其具備核能延役之法律基礎。

在推動核能延役的法制調整過程中，本研究認為應以四項核心原則為基礎，確保政策的可行性與社會接受度，條列如下：

- (一) 延役須以安全為前提，僅限於經過嚴格評估並符合國際安全標準的核電機組，方可延長其運轉年限。
- (二) 核能延役應作為供電穩定的過渡機制，在再生能源尚未完全取代前，提供必要的銜接與穩定性支持。
- (三) 需建立明確的法律依據，將核能電廠延役的條件與程序正式納入現行能源與環境相關法規，確保政策執行的合法性與一致性。
- (四) 應強化電力資訊公開與社會參與機制，透過制度化的延役評估流程與民眾溝通平台，提高政策透明度並爭取社會共識。

透過上述原則的落實，可使核能延役政策在實務上更具可操作性，並與國家能源轉型目標協調一致。

現行與非核政策主要相關的法規與政策文件包含憲法增修條文、電業法、能源管理法、環境基本法等，所以本研究也從這幾個法條建議修法方向，並於表中簡單建議修改內容(詳如表 10)。

表 11 台灣現行法規與建議修改內容



類別	條文或政策名稱	重點內容	條文建議修改內容
憲法性法律	中華民國憲法增修條文	第 10 條第 11 項：國家應推動能源多元化，逐步發展再生能源	國家應推動能源多元化，逐步發展再生能源，並得在確保核能設施安全運轉之情況下，適度延長核能發電設施之運轉年限。
一般法律	電業法	第 5 條：能源發展應考量永續、安全、環保。	能源發展應考量永續、安全、環保及供電穩定性，並得視電力供需狀況及安全評估結果，延長核能發電設施之運轉年限。
專法	能源管理法	第 1 條：為加強管理能源，促進能源合理及有效使用，特制定本法。	為加強管理能源，促進能源合理及有效使用，確保供電穩定，並於安全條件下允許核能發電設施延役，特制定本法。
環保相關法規	環境基本法	第 23 條：政府應制定非核家園計畫，積極發展替代能源與提升能源效率	政府應制定能源轉型與核能安全延役之計畫，作為非核政策與供電穩定過渡措施，並建立公開透明之延役監督與審查制度。

資料來源：法條與本研究整理

非核政策法條優化部分，本研究條列如下：

1. 條文修改建議：

(1) 《中華民國憲法增修條文》第 10 條第 11 項：

- ① 現行條文：國家應推動能源多元化，逐步發展再生能源。
- ② 建議修正案條文：國家應推動能源多元化，逐步發展再生能源，並得在確保核能設施安全運轉之情況下，適度延長核能發電設施之運轉年限。
- ③ 修正理由：因應能源轉型中的過渡需求。

(2) 《電業法》第 5 條：

- ① 現行條文：能源發展應考量永續、安全、環保。
- ② 建議修正：能源發展應考量永續、安全、環保及供電穩定性，並得視電力供需狀況及安全評估結果，延長核能發電設施之運轉年限。
- ③ 修正理由：在確保安全的前提下，適度延長核能發電設施的運轉期限，有助於維持穩定的能源供應，並減少對化石燃料的依賴。

(3) 《能源管理法》第 1 條（立法目的）：

- ① 現行條文：為加強管理能源，促進能源合理及有效使用，特制定本法。
- ② 建議修正：為加強管理能源，促進能源合理及有效使用，確保供電穩定，

並於安全條件下允許核能發電設施延役，特制定本法。

(3) 修正理由：將延長核能發電設施運轉期限納入立法目的，確立法律基礎，支持相關政策的推動。

(4) 《環境基本法》第 23 條：

(1) 現行條文：政府應制定計畫，逐步達成非核家園目標。

(2) 建議修正：政府應制定能源轉型與核能安全延役之計畫，作為非核政策與供電穩定過渡措施，並建立公開透明之延役監督與審查制度。

(3) 修正理由：調整原有非核家園的目標，允許在安全無虞的情況下延長核能發電設施的運轉，確保能源供應的穩定性。

2. 補充建議：

(1) 增訂「核能延役特別條例」：明確規範延役條件、申請程序、安全審查與資訊公開。

(2) 建立國會審議機制：延役須經立法院審查或備查，確保民主正當性。

(3) 參考國際案例：比照美國 NRC、法國 ASN 等核安監管理制度強化監督。

以上法條優化建議旨在於確保國家能源安全與轉型穩定銜接，在全球能源波動及碳中和壓力下，重新思考核能角色，並於法制上保留延役彈性空間，提供執政部門政策工具與風險管理能力。

至於再生能源與儲能技術之國家投資部分，台灣在推動非核家園政策的長期發展策略中，再生能源與儲能技術的國家投資是關鍵的發展方向，以確保能源轉型的成功並穩定供應電力。

就再生能源產業發展方向上，須擴大風能與太陽能國內產能，減少對外依賴，所以國家投資策略建議設立「綠能產業基金」，支持本土企業發展風能、太陽能等設備製造產業，同時推動本土供應鏈培育計畫，提供綠能技術研發補助，提高國內企業競爭力，最後跟德國學習，透過長期綠能採購計畫，促進綠能產業穩定發展。

另外，台灣須發展海上風電技術，提升能源供應穩定性，台灣具備發展離岸風電的優勢，應加大投資確保未來供電穩定；就國家投資策略則建議政府與公營事業合資發展離岸風電，提升設備本土化率，降低建置成本，以及加速建置海上風電專區，透過公私合營模式，確保風能發展具經濟效益。

儲能技術部分，再生能源發電具有間歇性，未來電網管理與儲能系統將成為確保供

電穩定的關鍵，而再生能源發展目前也受到技術限制，極需政府投入研發資金以突破技術瓶頸，所以國家投資策略則以建置大型儲能設施及發展新型儲能技術為主；台灣須建置大型儲能設施（如抽蓄水力發電站、儲能電池系統）以提升電網穩定性，且推動「智慧電網升級計畫」，整合再生能源發電與儲能技術，提高電力調度能力；而在新型儲能技術部分，投資策略則為設立「儲能技術”國家實驗室”」與提供企業「儲能設備研發補助」，專注於鋰離子電池、氫能儲存、液流電池等新型技術研發並促進國內企業開發高效能儲能解決方案。

投資最重要的因素即為穩定的環境，台灣有必要明確化國家政策與法規，促進長期投資穩定，目前法規對於儲能設備的投資缺乏明確規範，導致企業投資意願不高，所以首先建議修訂《電業法》，提供儲能設備投資誘因，增設「儲能設備投資減稅條款」，鼓勵企業與個人投資儲能技術，並修訂「再生能源發電購電合約」，允許儲能系統供應電力至國家電網，提高投資回報率；其次設立「再生能源與儲能產業發展基金」，提供低息貸款與長期投資保障，並推動「公私合營儲能專案」，鼓勵企業與政府共同投資儲能基礎設施，等於政府提供明確的政策支持，以吸引民間資本投入能源轉型。

最後，台灣需要促進國際合作與技術交流，提高台灣在儲能領域的競爭力；國家投資策略建議台灣應仿效德國透過國際合作成功提升再生能源技術水準，與歐盟、美國、日本等國際機構合作，引進先進儲能技術與專業人才，提升台灣在國際儲能市場的競爭力。同時，目前國際市場對於綠能與儲能技術需求日增，台灣可以積極發展出口市場，國家投資策略採用培育台灣儲能技術新創企業，提供國際市場開發補助，以及設立「儲能科技國際展示中心」，吸引外國企業投資合作等。

總而言之，長期來看，再生能源與儲能技術的國家投資將是台灣能源轉型的關鍵，透過前面這些投資策略，台灣不僅能順利達成非核家園政策，更能確保能源供應穩定、降低經濟衝擊，並在全球再生能源與儲能市場中佔有一席之地。

二、產業與能源供應鏈整合(AI)

台灣的非核政策對產業與能源供應鏈整合（尤其是AI驅動的能源管理）長期發展策略會產生多層次的影響，主要涵蓋能源穩定性、產業競爭力、AI對供應鏈韌性的影響、技術創新等面向。

能源穩定性的部分，比較重要的就是對電力供應的影響，加速台灣向再生能源轉型，

但再生能源（如風電、太陽能）存在間歇性問題，使電網穩定性面臨挑戰，這對半導體、AI 伺服器、數據中心等高耗能產業影響重大；而為確保供電穩定，智慧電網、能源儲存（如電池技術）、AI 驅動的負載管理成為關鍵，再加上燃煤與天然氣成為主要電力來源，進口能源依賴度上升，增加能源供應鏈的地緣政治風險。所以台灣只要海運被封鎖，很快就無計可施。

在產業競爭力方面，非核政策導致能源轉型成本上升，企業營運成本增加，可能影響台灣製造業的國際競爭力，尤其對高耗能產業如半導體、面板製造、電子業影響顯著；為避免電力不足造成損失，台積電、鴻海等企業積極佈局再生能源與智慧能源管理系統，以確保供電穩定性，減少碳足跡，並符合國際 ESG（環境、社會、治理）規範。

現今 AI 人工智慧爆炸性的發展，考慮讓 AI 成為能源供應鏈整合的重要樞紐，係政府目前考慮的重要長期策略，然而非核政策對這項考量造其造成極大影響，簡列如下：

1. 電力供應不穩影響 AI 運算與數據中心：

AI 訓練模型（如大型語言模型、電腦視覺）需要大量 GPU / TPU 運算，這些設備耗電量極高，且 AI 伺服器全年運行，對穩定供電要求極高，然而非核政策導致再生能源占比提升，且再生能源（如太陽能、風電）具有間歇性缺陷，可能造成 AI 運算的不穩定供應，影響 AI 企業與數據中心運營，屆時跳機一次損失無法估計；AI 企業（如 Google、微軟、或 NVIDIA 等台灣本土 AI 公司）依賴高效能數據中心，而數據中心電力需求巨大，例如 Google 在台數據中心每年電力消耗量約 10 億 kWh（約 30 萬戶家庭用電）以及台積電 AI 運算中心逐年擴增，若非核政策與高再生能源佔比持續增加停電風險，這些企業在數據中心選址上將更謹慎，甚至影響台灣成為亞太 AI 運算基地的機會，阻礙 AI 的發展。

2. AI 產業發展策略受影響：

為符合非核政策與減碳趨勢，台灣 AI 產業需加速發展綠能 AI，投入更多資源以保障用電需要，例如 AI 進行智能能源調度（預測電力負載、即時調節耗能）、低功耗 AI 晶片開發（如台積電的 3nm 低功耗 AI 晶片）、能源效率 AI 優化（如 AI 驅動的液冷散熱技術）等；其次 AI 企業需要自建綠電方案，例如加速投資綠電 PPA（電力採購協議），其中台積電已經與風電、太陽能企業簽約，確保 AI 伺服器用電，其他 AI 企業已與綠能供應商洽談合作，以降低電力不穩風險；政府也需要建構 AI 能源管理系統，透過 AI 進行智慧電網調控（韌性電網，南電北送），避免能源供應不

穩，而微電網技術也能讓 AI 產業減少對單一能源供應的依賴。



3. AI 在非核轉型中的新機會：

從前面幾章討論可以看出，台灣能源供應很需要大規模儲能系統技術的發展，而剛好 AI 能讓這部分技術提升，例如最佳化電池充放電調度（提升風電、太陽能電力使用效率）、智慧微電網管理（AI 預測電力需求）及電動車 V2G（Vehicle-to-Grid）技術（讓 AI 幫助汽車電池回饋電網）等。

AI 也能提升再生能源利用效率，透過天氣數據分析提高太陽能發電預測準確度、透過風力發電 AI 監測提升發電量與電網穩定度，都能降低民眾對再生能源的不信任度。

若政府能再讓 AI 結合智慧電網，讓 AI 用於電力需求預測、負載調度、異常偵測，提升電網韌性，發展出 AI 驅動的能源管理平台，相信將讓高耗能產業更有效率地使用電力。

4. AI 產業與政府政策的未來發展：

綜合前面所述，政府應強化 AI 能源技術投資，推動 AI 智慧電網提高再生能源穩定度、AI 儲能技術提升伺服器的電力供應安全性及發展 AI 晶片減少 AI 設備的耗能問題；而 AI 產業本身須考量自建儲能系統（降低電網不穩影響）、使用 AI 進行能源效率優化（降低 AI 運算成本）及開發 AI 能源管理 SaaS 等。

政府應與企業攜手合作，加速台灣能源轉型與 AI 產業發展，訂定企業綠電採購目標，推動企業長期 PPA（電力採購協議），確保穩定綠電供應，並設立 AI 能源創新基金，鼓勵企業研發 AI 驅動的能源管理技術；政府也應提供補助，鼓勵中小企業導入 AI 能源監測技術，並設立 AI + 能源科技研發中心，推動產學合作，發展智慧電網與低碳技術。

能源供應鏈對產業有極大影響，目前 AI 人工智慧的普及，也造成對能源供應鏈整合的改變，像是智慧能源的調度、智慧電網與微電網的發展及企業能源管理（EMS）等；AI 可透過預測性分析與即時負載調整優化能源供應，例如預測電力需求峰值，動態調整發電與儲能調度，達到智慧能源的調度，而透過 AI 的分散式能源管理系統（DERMS），提升區域發電與儲能效率，也能降低單一能源來源的供應風險，最後 AI 協助企業透過數

據分析進行能耗最佳化，如台積電導入 AI 監測生產設備耗能，降低用電成本，就是所謂的 EMS。

台灣採取非核政策後，許多企業開始簽署綠電採購協議（PPA），促進綠能發展，如台積電與沃旭能源的離岸風電合作，而隨著電網需求變化，AI 驅動的智慧儲能管理成為關鍵，電池產業（如固態電池、鋰電池）需求上升；至於非核後，最讓民眾詬病的碳排放問題，政府與企業也積極應用 AI 進行碳盤查、碳交易最佳化，推動企業 ESG 合規 AI 解決方案，開發 AI 驅動的碳盤查與碳管理工具，確保碳排放符合國際規範。

綜上所述，台灣非核政策推動能源轉型，影響產業與能源供應鏈整合，但也為 AI 在能源管理、智慧製造、供應鏈最佳化等領域帶來新機遇。透過智慧電網、AI 儲能管理、供應鏈數位化、低碳 AI 晶片技術等長期發展策略，台灣可在能源轉型與全球供應鏈變革中保持競爭力，並確保永續發展。

所以若能進一步達成 AI 發展，達成完全台灣非核並非遙不可及，但在此之前是否須考量過渡期仍須維持部分核能運轉，以維護國家電網安全及達成逐步逼近的淨零碳排要求，這是後續政府仍須考量的重要問題。

貳、短期發展策略

一、政策修正

建議內容條列如下：

- ① 台灣在 2018 年公投結果已經刪除《電業法》第 95 條第 1 項『核能發電設備應於中華民國 114 年以前，全部停止運轉』之條文，但政府仍以 2025 年全部核能發電設備停止運轉；惟目前部分核能電廠，若參照日本運作經驗，仍能評估延長特定核電機組的運行期限，以確保電力供應穩定；延役若通過，政府可增設類似「能源供應彈性條款」，當電力備轉容量不足時，政府可依據能源安全需求調整核電運行策略，而且實際上核能發電量並不會太高，以目前台灣發電量，將核二、三廠可發電機組的發電量算入，並不會超過 10%。
- ② 除電業法外，對核能發電限制最大的法律其實係環保法規的《環境基本法》，其目前限制核能發展，但未明確規範再生能源成長不足時的應對方案，應增設彈性條款，確保短期內不因非核政策導致供電短缺；建議設立「能源應急應變機制」，當再生能源未達預期發電量時，允許緊急啟用現有核能機組，降低燃煤發電依賴。



- ③ 目前碳排放係數計算方式，未充分考量核能在減少碳排放方面的優勢，建議納入核能減碳效益，以合理評估修訂電力碳排放係數計算，提供更符合低碳發展的能源政策選項。
- ④ 目前再生能源擴展速度不及政府預期，未能趕上核能發電退場速度，應加速優化再生能源發電及修訂法規，簡化太陽能與風電並網流程，並強制要求大型企業投資儲能設備，提高綠能穩定供應能力。
- ⑤ 短期策略應該參考「以核養綠」策略，在綠能發電尚未能穩定供電前，暫時維持部分核電運行，同時強化風電、太陽能等再生能源發展；再透過「核能汰舊換新」計畫，延長部分現有核電機組使用年限，以減緩非核家園政策對能源供應的衝擊。
- ⑥ 由於非核政策導致能源價格與經濟影響，電價不斷上升的情況下，應調整電價補貼機制，確保產業與民生用電不受極端影響，並推動節能獎勵方案，減少用電需求；同時增設「產業電力保障計畫」，針對高耗能產業提供綠能轉型補助，鼓勵企業使用再生能源，降低核電退場對經濟的影響。
- ⑦ 另一方面，政府也需推動智慧電網與儲能技術之應用，加強電力調度能力，確保再生能源與其他電力來源的平衡供應，同時提供儲能設備補助，提高企業與民眾投資儲能技術的誘因，以減少電網不穩定問題，至於以往儲能設備容量過小的問題，在目前科技日新月異的情況下，已經逐漸解決。
- ⑧ 台灣應參考德國經驗，建立「能源轉型公民論壇」，讓民間參與決策，提升政策透明度，減少對非核政策的不確定性與爭議，並且增加公投與政策諮詢機制，確保能源政策符合多數民意需求。

綜上所述，台灣應調整「非核家園」政策，使其更具彈性，以確保能源供應穩定並減少經濟衝擊。具體措施包括政策修正（如暫時延長核能使用、改善電價與電網管理）以及提升公民參與度等。如此可在不影響長期能源轉型的前提下，維持供電穩定，確保經濟與社會發展的持續性。

二、能源轉型的配套措施：綠能之有效銜接

台灣在推動非核政策的同時，必須確保再生能源（綠能）的發展能夠有效銜接，避免供電不足或能源結構不穩定的風險。

以下針對綠能的配套來提出建議：

1. 首先最重要係強化綠能基礎建設，提高發電穩定性，必須開源節流都要有；開源部分就是指加速風能與太陽能建置進度，政府依據 2019 年能源白皮書，規劃在 2025 年前將燃氣發電占比提升至 50%，再生能源占比達 20%，然而當前再生能源佔比僅約 10%，所以政府應提高離岸風電與太陽能建設速度，簡化併網與環評審查程序。另外，可參考德國經驗，透過公私合營模式，引導企業參與再生能源發展，以確保投資效益與時程落實。
2. 節流部分就是指發展智慧電網與儲能技術，現在再生能源最大問題就在儲能技術不足，雖然太陽能跟風電發電量都在某些時段特別高，但無法儲存，而電網很多時候也無法穩定供應，所以需要加強智慧電網建設，提升電力調度能力；儲能技術部分則須推動大型儲能設備，如鋰離子電池、抽蓄水力發電，以提升再生能源併網後的供應穩定度。
3. 其次重要的是優化法規與市場機制，需要先修訂電業法，提升綠能發電併網彈性；目前電業法對於電力排放係數的計算方式不利於綠能發展，建議政府應修法調整電網管理機制，提高綠能發電的併網優先權，並確保配電系統具備足夠彈性，減少電網負擔。
4. 市場機制部分則係指政府應建立再生能源購電制度並優化再生能源購電補貼，提升企業與民間投資意願，例如訂定長期固定電價購電合約，確保再生能源開發商能獲得穩定回報，比照離岸風電躉購合約；政府應提供企業減稅與補貼，鼓勵企業採用綠電，提升再生能源市場需求(目前係採用碳費要求企業購買綠電)。
5. 政府須促進綠能與產業發展的協調，降低能源轉型衝擊。台灣應加強本土綠能產業鏈，發展本土太陽能板、風力渦輪機等產業，提高設備國產化率，降低對進口設備的依賴，再透過產學合作與政府補助，提升技術研發與人才培育，確保綠能產業的可持續發展。
6. 能源轉型帶來的電價上升與供應不穩定問題，可能影響企業競爭力，因此建議設立「能源轉型基金」，提供受影響產業短期補貼與技術升級資金，以降低轉型成本；另外，針對高耗能產業，制定漸進式電價調整機制，避免能源轉型過程中對產業造成過大衝擊。
7. 最後一項綠能配套建議為提升公眾參與與能源教育，強化社會支持度；首先政

府應促進民眾對能源轉型的參與，以提升政策可行性，例如推動社區型再生能源專案，允許民間透過投資或合作社形式參與再生能源開發，像太陽能屋頂與社區風力發電等等。另一方面也能設立「綠能發展諮詢平台」，定期舉辦公開論壇，提供公民討論與決策參與機會。

8. 再提到民眾參與的部分，大眾對於再生能源的認知程度會影響政策支持度，因此建議在學校與企業推廣能源教育，提高民眾對綠能發展的理解與支持，以及設立「能源轉型數據公開平台」，讓公眾能夠透明解各類能源的發展現況與影響。

綜上所述，台灣在推動「非核家園」政策的過程中，為確保綠能能夠有效銜接，需要從基礎建設、法規調整、產業發展、社會參與四大方向進行配套措施，這些措施的落實，將有助於台灣在非核政策推行的同時，確保能源供應的穩定性與經濟的持續發展，達成真正永續的能源轉型目標。

參考文獻

一、論文

黃菀青（2019），《311 日本福島核災發生後之核能政策變遷—以政策倡導聯盟及政策論證為架構》，政治大學。

林中權（2021），《非核家園與以核養綠能源政策外-綠能與核能互補併行之倡議》，國防大學管理學院財務管理學系。

鄭國彬（2023），《德國能源轉型與廢核政策之分析(2005-2022)》，南華大學社會科學院國際事務與企業學系。

余方綺（2024），《2010 年後英國及日本因應氣候變遷的輸配電業治理轉型：兼論對我國的啟發》，臺灣大學社會科學院國家發展研究所。

黃麒安（2018），《我國非核家園政策之社會成本分析》，臺北大學公共事務學院自然資源與環境管理研究所。

李念諭（2024），《倡議團體與媒體的政策敘事：2018 年與 2021 年兩次核能公投的比較分析》，臺北大學公共行政暨政策學系。

阮敬瑩（2020），《不同類型資訊對再生能源取代核能發電政策支持度之影響》，中山大學公共事務管理研究所。

王子豪（2019），《由氣候變遷角度論電業法電力排碳係數制度中地方政府之角色》，政治大學法律學系。

劉宜瑱（2022），《空氣品質對民眾核能偏好之影響—以臺灣兩場公投為例》，臺灣大學生物資源暨農學院農業經濟學系。

倪瑞昌（2018），《非核家園政策對台灣整體經濟影響之評估分析》，臺北大學經濟學系。

李旭淳（2017），《核能知識、信任與民眾核電態度之關聯性研究—以風險與利益認知作為中介變項》，臺北大學公共行政暨政策學系。

經濟部，能源轉型白皮書(2020)。





二、網頁資料

參加廢核遊行 總統：「只要蔡英文在、只要執政團隊在」 「非核減煤」、「走向非核家園」會是持續目標：<https://www.president.gov.tw/News/24318>，最後瀏覽日期：03/28/2025

《核武禁擴條約》（英語：Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons），普遍稱為《核不擴散條約》或 NPT，也稱作《防止核擴散條約》，是一項國際條約，目標是防止核子武器和技術擴散，促進和平利用核能的合作，並進一步實現核裁軍的目標：<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E4%B8%8D%E6%89%A9%E6%95%A3%E6%A0%B8%E6%AD%A6%E5%99%A8%E6%9D%A1%E7%BA%A6>，最後瀏覽日期：03/28/2025。

三哩島、車諾比、福島歷史上三大核電事故，現在怎麼了？：回顧過去近 70 年的核電發展史，3 場舉世駭然的核災對當地居民帶來的遺禍，使核能的安全性與污染議題充滿爭議：

<https://www.greenpeace.org/taiwan/update/28534/%E4%B8%89%E5%93%A9%E5%B3%B6%E3%80%81%E8%BB%8A%E8%AB%BE%E6%AF%94%E3%80%81%E7%A6%8F%E5%B3%B6%E6%AD%B7%E5%8F%B2%E4%B8%8A%E4%B8%89%E5%A4%A7%E6%A0%B8%E9%9B%BB%E4%BA%8B%E6%95%85%EF%BC%8C%E7%8F%BE%E5%9C%A8/>，最後瀏覽日期：03/28/2025。

核能營運現況與績效：當時的燃料進口來源地的中東地區局勢長期不穩定，為了確保能源的穩定供應，同時支撐國內經濟蓬勃發展所需的電力，前經濟部長孫運璿先生在 1970 年左右決定興建核能發電廠來因應需要。

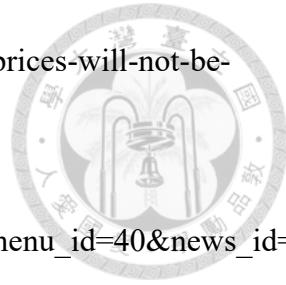
<https://www.taipower.com.tw/2289/2363/2380/2382/10534/normalPost>，最後瀏覽日期：03/28/2025。

漫談台灣電業的前世今生(五)-【今生篇(3)-台電公司七十年來之發電發展】：

<https://gordoncheng.wordpress.com/2016/01/15/%E6%BC%AB%E8%AB%87%E5%8F%B0%E7%81%A3%E9%9B%BB%E6%A5%AD%E7%9A%84%E5%89%8D%E4%B8%96%E4%BB%8A%E7%94%9F%E4%BA%94/>，最後瀏覽日期：03/31/2025。

台灣的天然氣供應高度依賴進口，進口比例達 99% 以上：LNG 來自四方 細說台灣天然氣進口供應安全：<https://magazine.twenergy.org.tw/Cont.aspx?CatID=&ContID=3054>，最後瀏覽日期：04/01/2025。

4 月電價確定不漲！台電估虧損再擴大 500 億元，祭 4 大措施開源節流：



<https://www.reccesary.com/zh-tw/news/world-regulation/electricity-prices-will-not-be-raised>，最後瀏覽日期：04/01/2025。

燃料飆漲衝擊全球 多國電價漲更多、補貼也更多：經濟部

https://www.moea.gov.tw/Mns/populace//news/News.aspx?kind=1&menu_id=40&news_id=18826，最後瀏覽日期：04/02/2025。

2018 年以核養綠公投

案：<https://zh.wikipedia.org/wiki/2018%E5%B9%B4%E4%BB%A5%E6%A0%B8%E9%A4%8A%E7%B6%A0%E5%85%AC%E6%8A%95%E6%A1%88>，最後瀏覽日期：04/01/2025。

電價未來恐年年調漲 三三會：調整能源政策是唯一解方：

<https://news.cnyses.com/news/id/5916149>，最後瀏覽日期：03/28/2025。

電價 4 月起平均調漲 11% 台灣發電成本究竟有多高？

<https://news.pts.org.tw/article/686812>，最後瀏覽日期：04/02/2025。

梁啟源：《中大觀點》非核之後：<https://www.cier.edu.tw/news/detail/4690>，最後瀏覽日期：03/29/2025。

「非核家園」該改了？林伯豐倡議「非碳家園」穩定電價

<https://www.technice.com.tw/issues/165073/>，最後瀏覽日期：04/02/2025。

立法院：因應通膨壓力、空污威脅與經濟發展之能源政策：

<https://www.ly.gov.tw/Pages/Detail.aspx?nodeid=6590&pid=167649>，最後瀏覽日期：03/29/2025。

815 全台大停電，你搞清楚發生什麼事了嗎？：<https://pansci.asia/archives/146001>，最後瀏覽日期：04/01/2025。

2012 年中華民國總統副總統及立法委員選舉：反對取消核能使用之意見：

<https://zh.wikipedia.org/wiki/2012%E5%B9%B4%E4%B8%AD%E8%8F%AF%E6%B0%91%E5%9C%8B%E7%B8%BD%E7%B5%B1%E5%89%AF%E7%B8%BD%E7%B5%B1%E5%8F%8A%E7%AB%8B%E6%B3%95%E5%A7%94%E5%93%A1%E9%81%B8%E8%88%89>，最後瀏覽日期：03/29/2025。

德國碳權收入創新高 國庫進帳 6200 億：介紹德國透過碳交易市場獲得的收入，以及如何將這些資金投入再生能源與綠色轉型：

<https://ubrand.udn.com/ubrand/story/123647/7702838>，最後瀏覽日期：03/29/2025。



環部：發展智慧電網及儲能 盼實現綠色生產消費：

<https://netzero.cna.com.tw/news/202412170231/>，最後瀏覽日期：03/29/2025。

2018 年以核養綠公投案：

<https://zh.wikipedia.org/wiki/2018%E5%B9%B4%E4%BB%A5%E6%A0%B8%E9%A4%8A%E7%B6%A0%E5%85%AC%E6%8A%95%E6%A1%88>，最後瀏覽日期：03/29/2025。

台灣能源

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%8F%B0%E7%81%A3%E8%83%BD%E6%BA%90>，最後瀏覽日期：04/02/2025。

電價成本 <https://www.taipower.com.tw/2289/2363/2373/2375/10359/>，最後瀏覽日期：04/02/2025。

臺中發電廠

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%8F%B0%E4%B8%AD%E7%99%BC%E9%9B%BB%E5%BB%A0>，最後瀏覽日期：04/02/2025。

為什麼核四爭議不斷？臺灣真的需要第四座核電廠嗎？：

<https://www.greenpeace.org/taiwan/update/25521/>，最後瀏覽日期：03/29/2025。

環境基本法第二十三條法律效力之分析：<https://www.npf.org.tw/1/9033>，最後瀏覽日期：03/29/2025。

火力營運現況與績效：各火力發電廠位置圖，

<https://www.taipower.com.tw/2289/2363/2380/2381/10508/normalPost>，最後瀏覽日期：03/29/2025。

War in Ukraine: Tracking the impacts on German energy and climate policy,<https://www.cleanenergywire.org/news/ukraine-war-tracking-impacts-german-energy-and-climate-policy>，最後瀏覽日期：03/29/2025。

Nuclear Power in Japan,<https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-g-n/japan-nuclear-power?>，最後瀏覽日期：04/02/2025。

Japan expands nuclear power use in new draft energy plan,<https://www.reccesary.com/en/news/world-regulation/japan-boosts-nuclear-power-use->



in-new-energy-policy?，最後瀏覽日期：04/02/2025。

2050 long-term strategy,https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/2050-long-term-strategy_en，最後瀏覽日期：04/02/2025。

美國國家再生能源實驗室(NREL)評估實現 2035 年潔淨電力目標之供給面路徑及挑戰，於不同情境下，預估 2035 年美國核電占比約在 9-27%：

https://km.twenergy.org.tw/Data/db_more?id=7071&，最後瀏覽日期：04/02/2025。

【美國】拜登卸任前再推 2035 年減排新目標 力拚 61 至 66%減碳並創造就業：

<https://greenpulseconsulting.com/%E3%80%90%E7%BE%8E%E5%9C%8B%E3%80%91%E6%8B%9C%E7%99%BB%E5%8D%B8%E4%BB%BB%E5%89%8D%E5%86%8D%E6%8E%A82035%E5%B9%B4%E6%B8%9B%E6%8E%92%E6%96%B0%E7%9B%AE%E6%A8%99%E3%80%80%E5%8A%9B%E6%8B%9A61%E8%87%B366/>，最後瀏覽日期：04/02/2025。

What is the role of renewable energy in Germany?,<https://www.agora-energiewende.org/about-us/the-german-energiewende/what-is-the-role-of-renewable-energy-in-germany>，最後瀏覽日期：04/02/2025。

Japan's Hydrogen Industrial Strategy,<https://www.csis.org/analysis/japans-hydrogen-industrial-strategy>，最後瀏覽日期：04/02/2025。

Directive (EU) 2023/2413: A New Era in Energy Storage

Regulations,<https://www.maltainc.com/news/2024/a-new-era-in-energy-storage-regulations/>，最後瀏覽日期：04/02/2025。

Credits for new clean vehicles purchased in 2023 or after,<https://www.irs.gov/credits-deductions/credits-for-new-clean-vehicles-purchased-in-2023-or-after>，最後瀏覽日期：04/02/2025。

Nuclear Power in a Clean Energy System,<https://www.iea.org/reports/nuclear-power-in-a-clean-energy-system>，最後瀏覽日期：04/02/2025。

Economics of Nuclear Power,<https://world-nuclear.org/information-library/economic-aspects/economics-of-nuclear-power>，最後瀏覽日期：04/02/2025。

EU taxonomy: Complementary Climate Delegated Act to accelerate decarbonisation,https://finance.ec.europa.eu/publications/eu-taxonomy-complementary-climate-delegated-act-accelerate-decarbonisation_en，最後瀏覽日期：04/02/2025。

核廢料放我家真的沒有問題嗎？| Uho 優活健康網

<https://www.uho.com.tw/article-44961.html>，最後瀏覽日期：04/03/2025。

全世界核廢料總數有多少？12層樓高的大立方體

<https://tw.news.yahoo.com/%E5%85%A8%E4%B8%96%E7%95%8C%E6%A0%B8%E5%B%BA2%E6%96%99%E7%B8%BD%E6%95%B8%E6%9C%89%E5%A4%9A%E5%B0%91>

<https://12%E5%B1%A4%E6%A8%93%E9%AB%98%E7%9A%84%E5%A4%A7%E7%AB%8B%E6%96%B9%E9%AB%94-112602303.html>，最後瀏覽日期：04/03/2025。

車諾比事件說明 <http://www.chns.org/s.php?id=1>，最後瀏覽日期：04/03/2025。

台灣不會發生福島式核災 https://taiwanenergy.blogspot.com/2012/10/blog-post_5.html，最後瀏覽日期：04/03/2025。

戰爭安全 <http://archived.chns.org/s.php@id=47&id2=208.html>，最後瀏覽日期：04/03/2025。

太陽能板的危害：致癌、電磁波、廢砂漿3大要素對身體的影響

<https://elock.com.tw/%E5%A4%AA%E9%99%BD%E8%83%BD%E6%9D%BF%E7%9A%84%E5%8D%B1%E5%AE%B3/>，最後瀏覽日期：04/03/2025。

發電成本

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%8F%91%E7%94%B5%E6%88%90%E6%9C%AC>，最後瀏覽日期：04/03/2025。

Energía nuclear en Alemania；

https://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_nuclear_en_Alemania，最後瀏覽日期：04/02/2025。

February 16, 2023 Germany extends the life of its last three operating nuclear power plants until April：<https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=55559>，最後瀏覽日期：04/02/2025。

Understanding the German Nuclear Exit：<https://us.boell.org/en/2023/04/21/understanding-german-nuclear-exit?>，最後瀏覽日期：04/02/2025。

Switzerland moves to remove ban on new reactors,<https://www.world-nuclear-news.org/articles/switzerland-moves-to-remove-ban-on-new-reactors?>，最後瀏覽日期：04/02/2025。

Nuclear power in



Switzerland, https://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear_power_in_Switzerland?，最後瀏覽日期：04/02/2025。

Kernenergie in Belgien, https://de.wikipedia.org/wiki/Kernenergie_in_Belgien?，最後瀏覽日期：04/02/2025。

Eclectic mix of parties on verge of forming new Belgian government coalition, <https://apnews.com/article/belgium-elections-government-coalition-600c188e038df56b52b1c335ff12fc17>，最後瀏覽日期：04/02/2025。

非碳家園 vs. 非核家園 就看哪個能獲社會共識：

<https://money.udn.com/money/story/5613/8533249?>，最後瀏覽日期：04/02/2025。

燃料飆漲衝擊全球 多國電價漲更多、補貼也更多：

<https://www.taipower.com.tw/2289/2323/2332/61651/normalPost?>，最後瀏覽日期：04/02/2025。

電業法之修正 (Amendment to the Electricity

Act) , <https://www.lawbank.com.tw/news/NewsContent.aspx?NID=142493>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

立法院三讀通過《電業法》部分條文修正

案, https://www.taiwanlaw.com/cht/news_detail.php?serial=2097，最後瀏覽日期：04/06/2025。

電業法修正 4 重點 經部：台電維持現行經營型態不分

割, <https://netzero.cna.com.tw/news/202503230124/?>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

《電業法》修法—發展綠能，啟動國家能源轉

型, <https://www.ey.gov.tw/Page/5A8A0CB5B41DA11E/2ae8bfb8-6014-49d1-b04e-75374fbd6096>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

電業法修正草案規劃簡報，P.6-14，能源局，最後瀏覽日期：04/06/2025。

綠電, <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%B6%A0%E9%9B%BB?>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

為邁向 2025 非核家園目標 推動新能源政

策, <https://www.ey.gov.tw/Page/9277F759E41CCD91/c094fb4e-6c07-4a87-9435-fb97f11dde10?>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

電力排碳係數管理辦法, <https://law.moea.gov.tw/LawContent.aspx?id=GL000502&>，最後瀏



覽日期：04/06/2025。

未竟的轉型 — 臺灣能源關鍵挑戰,<https://eyesonplace.net/2024/04/12/24799/>?, 最後瀏覽日期：04/06/2025。

WSP 觀點/未來能源藍圖：臺灣能源轉型路上的挑戰與相應的配套措施,<https://www.wishingsoft.com/consultantblog/wsp/>?, 最後瀏覽日期：04/06/2025。

電業法修正 4 重點 經部：台電維持現行經營型態不分割,<https://netzero.cna.com.tw/news/202503230124/>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

核電延役修法首戰：核廢料、核安爭議大，初審通過全案送院會審查,<https://www.reccesary.com/zh-tw/news/world-market/nuclear-restart-and-license-renewal-amendment>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

《電業法》修法初審通過！台電維持綜合電業不分拆，為何電力業整合是趨勢？
<https://www.reccesary.com/zh-tw/news/world-regulation/electricity-act-amendments-preliminary-review-passed>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

電業法 95 條第 1 項刪除 賴揆：非核家園目標不變,[https://www.cna.com.tw/news/firstnews/201812060065.aspx/](https://www.cna.com.tw/news/firstnews/201812060065.aspx)，最後瀏覽日期：04/06/2025。

四大公投未通過 潘忠政謙卑接受 核四不同意票最高,[https://e-info.org.tw/node/233040/](https://e-info.org.tw/node/233040)。, 最後瀏覽日期：04/06/2025。

一、我國能源配比政策之演

進,<https://www.ly.gov.tw/Pages/Detail.aspx?nodeid=45076&pid=210969&>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

能源政策專案報告，立法院第 9 屆第 5 會期，107 年 5 月 4 日。最後瀏覽日期：04/06/2025。

政策依據,https://www.trec.org.tw/page/zh-tw_policy_dependence?，最後瀏覽日期：04/06/2025。

核四廠環境影響評估,<https://service.taipower.com.tw/lungmen-info/TC/HT/appendix2.html>?，最後瀏覽日期：04/06/2025。

Taiwan Can't Shake Its Nuclear Ghosts,<https://foreignpolicy.com/2024/03/14/taiwan-nuclear-energy-weapons-policy-history/>?, 最後瀏覽日期：04/06/2025。

非核家園推動政策及法制二十年回顧與展

望,<https://www.airitilibrary.com/Article/Detail/P20240307001-N202404080032-00003?>,最後瀏覽日期：04/06/2025。

自由開講》國際減排趨勢下之能源政

策,<https://talk.ltn.com.tw/article/breakingnews/4942121?>最後瀏覽日期：04/06/2025。

「展綠、增氣、減煤、非核」

https://www.moea.gov.tw/MNS/populace/Policy/Policy.aspx?menu_id=32800&policy_id=9 最後瀏覽日期：04/06/2025。

（環境資訊中心）政院公布 2025 年發電配比 核三停機後再生能源約

16%<https://tcan2050.org.tw/%EF%BC%88%E7%92%B0%E5%A2%83%E8%B3%87%E8%A8%8A%E4%B8%AD%E5%BF%83%EF%BC%89%E6%94%BF%E9%99%A2%E5%85%AC%E5%B8%832025%E5%B9%B4%E7%99%BC%E9%9B%BB%E9%85%8D%E6%AF%94-%E6%A0%B8%E4%B8%89%E5%81%9C%E6%A9%9F/>，最後瀏覽日期：

04/06/2025。

2025 台灣能源政策怎麼走？賴清德啟動二次能源轉型，涵蓋多元綠能、深度節能、儲能,<https://www.reccesary.com/zh-tw/news/world-regulation/how-will-taiwan-energy-policy-evolve-2025>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

一文看懂 2025 非核家園 | 問題比想像中複雜 專家示警台灣電力「潛在隱憂」

<https://www.knews.com.tw/news/5689576A25D459CF8B0CC9EC10E0A114>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, Brazil, 3-14 June 1992,<https://www.un.org/en/conferences/environment/rio1992?>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

The Paris Agreement,<https://www.un.org/en/climatechange/paris-agreement?>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE

CHANGE,<https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf?>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

Common but Differentiated Responsibilities and Respective Capabilities (CBDR-RC),<https://climatenexus.org/climate-change-news/common-but-differentiated-responsibilities-and-respective-capabilities-cbdr-rc?>，最後瀏覽日期：04/06/2025。



Taiwan and Renewable Energy: Powering the Planet for a Green Future,https://en.mofa.gov.tw/News_Content.aspx?n=1575&s=96852&，最後瀏覽日期：04/06/2025。

Energy Efficiency Directive,https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficiency-targets-directive-and-rules/energy-efficiency-directive_en?，最後瀏覽日期：04/06/2025。

Régimen de comercio de derechos de emisión de la Unión Europea,https://es.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9gimen_de_comercio_de_derechos_de_emisi%C3%B3n_de_la_Uni%C3%B3n_Europea?，最後瀏覽日期：04/06/2025。

Legal provisions of COM(2025)17 - 2024 Report on Energy subsidies in the EU,https://www.eumonitor.eu/9353000/1/j4nvhdfcs8bljza_j9vvik7m1c3gyxp/vmkfk2wjeqzh?，最後瀏覽日期：04/06/2025。

On The Path to 100% Clean Electricity,美國能源部,<https://www.energy.gov/sites/default/files/2023-05/DOE%20-20100%25%20Clean%20Electricity%20-%20Final.pdf?>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

Biden-Harris Administration Announces \$4 Billion in Tax Credits to Build Clean Energy Supply Chain, Drive Investments, and Lower Costs in Energy Communities,<https://www.energy.gov/articles/biden-harris-administration-announces-4-billion-tax-credits-build-clean-energy-supply?>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

How Tax Credits are Driving Clean Energy Growth Two Years into Inflation Reduction Act,<https://www.energy.gov/policy/articles/how-tax-credits-are-driving-clean-energy-growth-two-years-inflation-reduction-act?>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

能源轉型白皮書,<https://energywhitepaper.tw/>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

【懶人包：淨零 12 項關鍵戰略重點一次看】https://www.ndc.gov.tw/nc_14813_36514?，最後瀏覽日期：04/06/2025。

2025 台灣能源政策怎麼走？賴清德啟動二次能源轉型，涵蓋多元綠能、深度節能、儲能,<https://www.reccesary.com/zh-tw/news/world-regulation/how-will-taiwan-energy-policy-evolve-2025?>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

Net Zero by 2050 A Roadmap for the Global Energy Sector,<https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050?>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

2023 Taiwan Industrial Net Zero Policy Recommendations,<https://tcan2050.org.tw/en/2023->

taiwan-industrial-net-zero-policy-recommendations/，最後瀏覽日期：04/06/2025。

2050 淨零碳排臺灣：臺灣淨零排放政策有哪

些?<https://mice.meettaiwan.com/meettaiwan/netzero/2050-net-zero/>?，最後瀏覽日期：

04/06/2025。

German Renewable Energy Sources

Act,https://en.wikipedia.org/wiki/German_Renewable_Energy_Sources_Act?，最後瀏覽日期：04/06/2025。

A (very) brief timeline of Germany's

Energiewende,<https://www.cleanenergywire.org/factsheets/very-brief-timeline-germanys-energiewende>?，最後瀏覽日期：04/06/2025。

Set-up and challenges of Germany's power

grid,<https://www.cleanenergywire.org/factsheets/set-and-challenges-germanys-power-grid>?，最後瀏覽日期：04/06/2025。

The history behind Germany's nuclear phase-

out,<https://www.cleanenergywire.org/factsheets/history-behind-germanys-nuclear-phase-out>，最後瀏覽日期：04/06/2025。

Understanding the German Nuclear Exit,<https://us.boell.org/en/2023/04/21/understanding-german-nuclear-exit>，最後瀏覽日期：04/07/2025。

Post-Fukushima energy paths: Japan and Germany

compared,<https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0096340214555108>，最後瀏覽日期：04/07/2025。

Milestones of the German

Energiewende,<https://www.cleanenergywire.org/factsheets/milestones-german-energiewende>?，最後瀏覽日期：04/07/2025。

Status of Onshore Wind Energy Development in Germany Year

2024,https://www.windguard.com/publications-wind-energy-statistics.html?file=files%2Fcto_layout%2Fimg%2Funternehmen%2Fveroeffentlichungen%2F2025%2FStatus+of+Onshore+Wind+Energy+Development+in+Germany_Year+2024.pdf&，最後瀏覽日期：04/07/2025。

Exclusive: Fraunhofer IWES unveils 115-metre-plus blade test rig for large wind turbine rotor blades,<https://www.windpowermonthly.com/article/1828752/exclusive-fraunhofer-iwes->

unveils-115-metre-plus-blade-test-rig-large-wind-turbine-rotor-blades?，最後瀏覽日期：04/07/2025。

Offshore wind power yield from German North Sea up 8% in 2024,[https://www.cleanenergywire.org/news/offshore-wind-power-yield-german-north-sea-8-2024?](https://www.cleanenergywire.org/news/offshore-wind-power-yield-german-north-sea-8-2024)，最後瀏覽日期：04/07/2025。

GE Vernova's Haliade-X offshore turbine,<https://www.gevernova.com/wind-power/wind-turbines/offshore-wind-turbines>，最後瀏覽日期：04/07/2025。

The Future of Germany's Power Grid – Intelligent Control Systems,<https://www.logisticsbusiness.com/transport-distribution/the-future-of-germanys-power-grid/>，最後瀏覽日期：04/07/2025。

Germany starts construction of North-South power line pivotal for energy transition,<https://www.cleanenergywire.org/news/germany-starts-construction-north-south-power-line-pivotal-energy-transition>，最後瀏覽日期：04/07/2025。

Germany seeks North Sea wind park link to those of neighbors,<https://apnews.com/article/germany-europe-wind-power-c0eda608692cf61bea64de76a997b886>，最後瀏覽日期：04/07/2025。

A Deeper Dive into Solar in Germany,<https://www.gridcog.com/blog/solar-in-germany>，最後瀏覽日期：04/07/2025。

The Short and Sustainable History of Freiburg,<https://www.iesabroad.org/blogs/dulcie-rosales-foster/short-and-sustainable-history-freiburg>，最後瀏覽日期：04/07/2025。

Germany: Energy storage strategy — more flexibility and stability,https://insightplus.bakermckenzie.com/bm/energy-mining-infrastructure_1/germany-energy-storage-strategy-more-flexibility-and-stability，最後瀏覽日期：04/07/2025。

Set-up and challenges of Germany's power grid,<https://www.cleanenergywire.org/factsheets/set-and-challenges-germanys-power-grid>，最後瀏覽日期：04/07/2025。

SuedLink Integrating renewable sources into Germany's electricity grid,<https://www.jacobs.com/projects/Germany-SuedLink>，最後瀏覽日期：04/07/2025。

Smart grids in Germany: Current situation,https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Projektportrait/Projektarchiv/Entrance/Smart_Grids_in_Germany_Current_Situation_EN.pdf，最後瀏覽日期：04/07/2025。



European Hydrogen Observatory,<https://observatory.clean-hydrogen.europa.eu/hydrogen-landscape/policies-and-standards/national-strategies/germany>，最後瀏覽日期：04/07/2025。

German battery storage capacity increases 50% in 2024 – report,<https://www.cleanenergywire.org/news/german-battery-storage-capacity-increases-50-2024-report>，最後瀏覽日期：04/07/2025。

Modo: ‘Big question mark’ over large-scale BESS commissioning schedules in Australia’s NEM,<https://www.energy-storage.news/modo-big-question-mark-over-large-scale-bess-commissioning-schedules-in-australias-nem/>，最後瀏覽日期：04/07/2025。

京都議定書,<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E4%BA%AC%E9%83%BD%E8%AE%AE%E5%AE%9A%E4%B9%A6>，最後瀏覽日期：04/08/2025。

日本核電災難可能影響全球能源政策,<https://www.voacantonese.com/a/article-705939-japan-energy-policy-118290964/928476.html>，最後瀏覽日期：04/08/2025。

解密日本与氢能的不解之缘,https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_17501676，最後瀏覽日期：04/08/2025。

Review on Wind Power Development and Relevant Policies between China and Japan,<https://www.sciencedirect.com/org/science/article/pii/S0199859521000543>，最後瀏覽日期：04/08/2025。

Chart: Which 10 countries generated the most solar power in 2023?<https://www.canarymedia.com/articles/solar/chart-which-10-countries-generated-the-most-solar-power-in-2023>，最後瀏覽日期：04/28/2025。

日本通過一項新的補貼政策鼓勵設置自發自用的太陽能設施,<https://age.triwna.org.tw/Page/Content/23d1cf74-5f02-452f-9e27-08ed1d0351a6?group=Knowledge>，最後瀏覽日期：04/08/2025。

漂浮的發電廠—浮置太陽能農場來囉！<https://pansci.asia/archives/95056>，最後瀏覽日期：04/08/2025。

綠電太多，只好棄用？！日本如何靠 AI 提升綠電使用率？<https://futurecity.cw.com.tw/article/3434>，最後瀏覽日期：04/13/2025。

日本調整能源戰略，核能、綠能成關鍵支柱！一表看懂新版「能源基本計畫」重點<https://www.reccesary.com/zh-tw/news/world-regulation/japan-new-energy-plans-nuclear->



renewable-energy-2040,，最後瀏覽日期：04/13/2025。

台灣缺電，還是缺韌性電網？看日本如何把電網危機變儲能商機

<https://futurecity.cw.com.tw/article/3459>，最後瀏覽日期：04/13/2025。

參訪日本智慧電網、再生能源及海纜之建構與模擬

<https://www.scribd.com/document/728986239/%E5%8F%83%E8%A8%AA%E6%97%A5%E6%9C%AC%E6%99%BA%E6%85%A7%E9%9B%BB%E7%B6%B2-%E5%86%8D%E7%94%9F%E8%83%BD%E6%BA%90%E5%8F%8A%E6%B5%B7%E7%BA%9C%E4%B9%8B%E5%BB%BA%E6%A7%8B%E8%88%87%E6%A8%A1%E6%93%AC>，最後瀏覽日期：04/13/2025。

電網級儲能系統及併網控制技術計畫

https://km.twenergy.org.tw/Knowledge/knowledge_more?id=963，最後瀏覽日期：04/13/2025。

日本發電廠列表

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%97%A5%E6%9C%AC%E7%99%BC%E9%9B%BB%E5%BB%A0%E5%88%97%E8%A1%A8>，最後瀏覽日期：04/13/2025。

日本政府公布「氢能基本战略」，提出 2030 年家庭用燃料电池 530 万台、燃料电池汽车 80 万辆、加氢站 900 座、氢能成本 30 日元/Nm³ 等目标

https://km.twenergy.org.tw/Data/db_more?id=2468，最後瀏覽日期：04/13/2025。

日本能源市場介紹 <https://www.cmegroup.com/cn-t/education/articles-and-reports/introduction-to-the-japanese-power-market.html>，最後瀏覽日期：04/13/2025。

德国核能 <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%BE%B7%E5%9B%BD%E6%A0%B8%E8%83%BD>，最後瀏覽日期：

04/13/2025。

日本核能 <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%97%A5%E6%9C%AC%E6%A0%B8%E8%83%BD>，最後瀏覽日期：

04/13/2025。

從德国组阁角力看气候政策：解析两大党能源、产业立场，台湾能从中学到什么？

<https://www.reccesary.com/zh-tw/research/germany-climate-energy-policy-future>，最後瀏覽日期：04/13/2025。

Nuclear Regulation Authority, <https://www.nra.go.jp/data/000067218.pdf>，最後瀏覽日期：

04/13/2025。

日本核電發展的經驗與挑戰，全球政治評論 Review of Global Politics，第七十八期。
(2022) No.78 頁 81-110，最後瀏覽日期：04/13/2025。



2018 年以核養綠公投

案, <https://zh.wikipedia.org/wiki/2018%E5%B9%B4%E4%BB%A5%E6%A0%B8%E9%A4%8A%E7%B6%A0%E5%85%AC%E6%8A%95%E6%A1%88>，最後瀏覽日期：
04/13/2025。

德國能源轉型之路-談電源角色轉變

<https://tplumag.blog/2018/08/14/%E5%BE%B7%E5%9C%8B%E8%83%BD%E6%BA%90%E8%BD%89%E5%9E%8B%E4%B9%8B%E8%B7%AF-%E8%AB%87%E9%9B%BB%E6%BA%90%E8%A7%92%E8%89%B2%E8%BD%89%E8%AE%8A/>，最後瀏覽日期：04/13/2025。

日本发布第六版能源计划 可再生能源“最优先”http://www.news.cn/2021-10/22/c_1127986582.htm，最後瀏覽日期：04/13/2025。

Japan targets 40-50% power supply from renewables by 2040, <https://www.reuters.com/sustainability/climate-energy/japan-targets-40-50-power-supply-renewable-energy-by-2040-2024-12-17/>，最後瀏覽日期：04/13/2025。

推動能源轉型：「展綠、增氣、減煤、非核」

https://www.moea.gov.tw/MNS/populace/Policy/Policy.aspx?menu_id=32800&policy_id=9，
最後瀏覽日期：04/13/2025。

2021 非核家園生變 德國 25 萬人上街, <https://e-info.org.tw/node/64906>，最後瀏覽日期：
04/13/2025。

Ortwin Renn 專訪 -德國的能源轉型怎麼走(上)<https://ourisland.pts.org.tw/content/2662>，
最後瀏覽日期：04/13/2025。

德國正式關閉剩餘核電廠，惟核能存廢爭議仍餘波盪漾

<https://www.trade.gov.tw/Pages/Detail.aspx?nodeID=45&pid=760610>，最後瀏覽日期：
04/13/2025。

核能政策分歧：法國擁抱、德國告別，歐洲能源戰略大解析

<https://technews.tw/2025/01/18/european-countries-stance-on-nuclear-energy/>，最後瀏覽日期：
04/13/2025。

日本东京举行反核游行 <https://news.sohu.com/20130311/n368353515.shtml>，最後瀏覽日期：04/13/2025。

福島核災 12 年 日本為何延役核電，還要蓋新核電廠？

<https://www.cw.com.tw/article/5126362>，最後瀏覽日期：04/13/2025。

全球掀核能復興浪潮！看美國、北歐、日、韓怎麼做核電淨零？

<https://esg.gvm.com.tw/article/55326>，最後瀏覽日期：04/13/2025。

德國直擊／輸不起的能源轉型戰，綠能發展與經濟可兼顧？

<https://esg.gvm.com.tw/article/22244>，最後瀏覽日期：04/13/2025。

日本仰賴進口化石燃料 國家財富 1 年消失逾 5 兆元

<https://money.udn.com/money/story/5599/8411610>，最後瀏覽日期：04/13/2025。

核電除役在即，老舊電廠去留未定，台灣再掀能源爭論

<https://theinitium.com/article/20250401-whatsnew-taiwan-nuclear-retirement-energy-debate>，

最後瀏覽日期：04/13/2025。

