

本月專題

「德國氣候變遷行動計畫 2050」與對我國啟示

曾鈺雯¹

摘要

「德國氣候變遷行動計畫 2050」研訂期間，德國政府以公民參與模式廣納各界意見，邀請地方政府、民間協會及市民共同研提 2030 年前可實行之氣候變遷因應策略，並於 2016 年 6 月發布草案，正式於 2016 年 11 月 14 日正式通過國會表決，此行動計畫可視為德國對巴黎協定的回應，也彰顯德國為達到 2050 年減碳目標而對其經濟採積極減碳措施之決心。

本研究係介紹德國行動計畫之各部門設定減量目標及至 2050 年轉型路徑之溫室氣體減量推動策略措施，期藉由瞭解德國行動計畫之推動策略措施，亦盤點我國各部門溫室氣體排放管制之推動策略措施，比較分析德國氣候變遷行動計畫之推動策略措施導入我國各部門推動策略措施可行性，作為我國政府部門訂定各部門行動方案評估參酌。

¹財團法人台灣綜合研究院 副研究員

一、前言

德國 2013 年基督教民主聯盟(CDU)、巴伐利亞基督教社會聯盟(CSU)及社會民主黨(SPD)三大政黨聯盟協議商定，德國政府決議將依據歐盟目標與 2015 年在巴黎氣候變遷會議之內容，明訂德國至 2050 年的溫室氣體減量路徑(相較於 1990 年，溫室氣體總量目標至 2050 年將減少 80%至 95%)。

2015 年 12 月 COP21 已達成具里程碑意義之巴黎協定，2016 年 10 月 5 日在巴黎協定超越 55 國涵蓋排放 55%之簽署門檻後，巴黎協定已於 11 月 4 日正式生效。為達到巴黎氣候協定之目標，各國需進行廣泛經濟與社會改革。該協議目的：限制溫升於 2°C 以下，並努力追求將溫升限制於 1.5°C；亦明確指出：本世紀下半期，全球各國須減少溫室氣體排放，並為全球碳中和努力，達到零碳排之最終目標。

鑑此，德國聯邦政府亦對 2050 年氣候變遷行動計畫進行經濟評估，探討為達碳中和之可能面臨問題，德國願利用自身領袖國之國際角色致力推動巴黎氣候協定，於 2016 年 10 月 5 日遞交巴黎協定批准文書，顯示德國願將自身經濟與氣候保護政策掛鉤，及對氣候保護之重視。

德國於 2016 年 6 月發布「氣候變遷行動計畫 2050」草案，於 11 月 14 日正式通過國會表決，並由德國環境部長於 COP22 氣候會議期間發表。此氣候變遷行動計畫可視為德國對巴黎協定之回應，也彰顯德國為達到 2050 年減碳目標而對其經濟採大幅度減碳措施之決心。

二、德國氣候變遷行動之計畫

(一)行動計畫研訂過程

為因應聯合國氣候變化綱要公約(UNFCCC)之 COP21 巴黎協議，德國聯邦政府制訂「氣候變遷行動計畫 2050」，相關期程如下：

- 2015 年第 2 季至第 3 季：公布政策討論書，確定目標、架構

及設定情境，並舉辦研討會。

- 2015 年第 4 季至 2016 年第 1 季：透過各領域工作小組及公民參與，舉辦論壇及討論會，針對各領域之潛在措施進行深化及修訂，並確保及整合各項措施。
- 2016 年第 2 季：提出建言及建議措施，聯邦政府進行回應，進行各方意見整合及政治協商，撰擬「氣候變遷行動計畫 2050」。
- 2016 年第 3 季：公布「氣候變遷行動計畫 2050」。

2015 年 6 月至 2016 年 3 月期間，德國政府以公民參與模式廣納各界意見，邀請地方政府、民間協會及市民共同研提 2030 年前可實行之氣候變遷因應策略，2016 年 3 月最終共提出 97 項策略規劃給德國環境資源部，有關氣候變遷行動計畫之公民參與流程詳見圖 1。德國環境資源部考慮此 97 項氣候因應策略規劃建議，並於 2016 年 6 月發布「氣候變遷行動計畫 2050」草案，亦於 2016 年 11 月 14 日正式通過國會表決發佈核定版，惟該草案與核定版本落差為原先草案至 2030 年大部分新登記汽車必須以電力或生質燃料為動力，而核定版提出至 2030 年政府顯著降低汽車排放，且主要以電動車達成目標；原先草案一些重要且具體部分如廢煤時程、電動車等部分均於核定版本被移除內容。



資料來源：徐昕煒，2017。

圖 1 德國氣候變遷行動計畫之公民參與過程

(二)設定目標與推動策略措施

1.設定目標

德國於 2016 年 11 月 14 日發布「氣候變遷行動計畫 2050」核定版，有關溫室氣體總量目標設定相較於 1990 年，2030 年將減量 55~56%，其中包括能源部門設定減量目標 61~62%；住宅部門設定減量目標 66~67%；運輸部門設定減量目標 40~42%；工業部門設定減量目標 49~51%；農業部門設定減量目標量 31~34%及其他部門設定減量目標為 87% (詳見圖 2 所示)。

Area of action	1990 (in million tonnes of CO ₂ equivalent)	2014 (in million tonnes of CO ₂ equivalent)	2030 (in million tonnes of CO ₂ equivalent)	2030 (reduction in % compared with 1990)
Energy sector	466	358	175 – 183	62 – 61 %
Buildings	209	119	70 – 72	67 – 66 %
Transport	163	160	95 – 98	42 – 40 %
Industry	283	181	140 – 143	51 – 49 %
Agriculture	88	72	58 – 61	34 – 31 %
Subtotal	1209	890	538 – 557	56 – 54 %
Other	39	12	5	87 %
Total	1248	902	543 – 562	56 – 55 %

資料來源：Federal Ministry for the Environment, Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety (2016), Climate Action Plan 2050.

圖 2 德國各部門溫室氣體排放與減量目標

2.德國氣候變遷行動之推動策略與措施

德國「氣候變遷行動計畫 2050」可作為國家達成巴黎協議溫室氣體減量目標之指導綱要，其涵蓋範圍包括能源、工業、運輸、住宅、商業及農業等部門，該報告主要重點內涵如下：

- 希冀德國於 2050 年，達到溫室氣體中和(Greenhouse gas neutrality)之長程目標。
- 針對各部門提供指導原則與溫室氣體至 2050 年的轉型路徑。
- 擬定 2030 年為所有部門溫室氣體減量之里程碑與目標。
- 提供各部門溫室氣體減量的具體策略與行動方案。
- 建立一個配合巴黎協議未來國家自定貢獻(Nationally Determined Contribution, NDC))進展之學習機制。

德國「氣候變遷行動計畫 2050」目的為因應持續變化技術、經濟和社會情形，故每五年進行一次檢討，使其符合巴黎協定下德國國家自定貢獻之過程。後續德國透過量化評估減排對生態、經濟與社會影響，完成全面性影響評估後，預計於 2018 年調整各部門減碳目標。

(1)能源部門

德國「氣候變遷行動計畫 2050」以能源供給系統定義能源部門，並重新調整能源部門結構，設定於 2050 年能源供給必須幾乎達到低碳並且以再生能源為主要來源，本研究將能源部門因應氣候變遷行動之推動策略與措施，整理詳見表 1。

表 1 能源部門因應氣候變遷行動之推動策略措施

推動策略面向	策略措施	策略措施摘要
能源供給去碳化	啟動「電力 2030」，提供安全、低成本與環境友善電力系統	為達成相較 1990 年，2050 年溫室氣體排放量減少 80-95% 之目標，規劃 12 項電力產業長期發展趨勢，相關推動方式如下： 1. 由風能與太陽能產生而構成電力系統。 2. 改變能源結構、減少碳排放。 3. 適合歐洲環境的電力市場需求。 4. 評估能源於歐洲供應安全性，並制定共通規範。 5. 增強電力使用效率。 6. 增強部門能源鏈結：有效運用再生電力於鏈結發電供熱、運輸以及工業等部門，將提升再生電力、降低化石燃料的使用比例。 7. 以熱電共生之技術產生餘電，並支援電力轉換所需能源。 8. 運輸業與工業使用生質能之比例趨增。 9. 以完善且靈活電網基礎建設創造低成本效益。 10. 以大量再生能源增加能源系統之穩定性。 11. 制定進階電網收費管理機制。 12. 推動智慧計量、建構通訊平台，以確保能源系統的安全。
修訂再生能源法案 (Renewable Energy Sources Act, RESA)	不再提供再生能源躉購 (Feed-in Tariffs, FIT) 補貼，導入競標制度，改由市場招標決定價格	2016 年底再次修訂再生能源法案，2017 年生效，主要修訂內容如下： 1. 再生能源躉購 (FIT) 由過去政府制定固定價格，改為市場招標決定價格，同時限制再生能源裝置量擴張，依據電網擴建容量決定再生能源新增數量。 2. 2017 年起再生能源(太陽光電、陸域與離岸風力及生質能發電)將導入競標制度，由市場招標決定價格，並開放招標參與者多樣性，使小型民間公司與大公司競爭，期再生能源發電占比由 2015 年 31.6% 增加至 2025 年 45%。各類再生能源目標與規定如下： (1) 太陽光電：目標為每年新增裝置容量 2.5GW，將針對裝置容量大於 750kW 開放競標。 (2) 陸域風力：於 2017~2019 年間每年開放 2.8GW 進行競標；並在 2020~2025 年，每年開放 2.9GW。 (3) 離岸風力：2020 年目標達 6.5GW；2030 年達到 15GW；2021~2022 年目標量為每年

推動 策略面向	策略措施	策略措施摘要
		500MW；2023~2025 年提高為每年 700MW 及 2026~2030 年每年達到 840MW。 (4) 生質能發電：2017~2019 目標每年新增 150MW；2020~2022 年，每年新增 200MW。
建立區域和產業政策之策略	成立「成長、結構轉型及區域發展委員會」 (Commission for Growth, Structural Change and Regional Development)	1. 規定電力部門須至 2030 年前將溫室氣體排放量減少至一半，為達此目標，必須關閉至少半數以上燃煤電廠。 2. 為減少燃煤發電之同時，應顧及依賴煤炭工業地區的未來就業及經濟發展。此委員會協助受能源轉型影響之部門適應，預計於 2018 年開始運作。

資料來源：整理自 Federal Ministry for the Environment, Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety(2016), Climate Action Plan 2050.

(2) 建築部門

德國聯邦政府的建築部門政策不僅提供給民眾高品質、能夠負擔的住宅，其亦能協助住宅建築達到碳中和目標，即這些建築需要的能源需求少，而這些需求更能透過再生能源解決，達到避免直接排放溫室氣體之目標，本研究將建築部門因應氣候變遷行動之推動策略與措施，整理詳見表 2。

表 2 建築部門因應氣候變遷行動之推動策略措施

推動 策略面向	策略措施	策略措施摘要
建立氣候中和建築標準 (Climate-neutral Building)	所有建築物至 2050 年達到氣候中和建築標準，關鍵要素為能源效率和再生能源整合至個別建築	2050 年前所有建築物(包括一般住家及辦公大樓)達到氣候中和(climate-neutral)之目標如下： 1. 每年提升能源效率 1~2%； 2. 相較於 2008 年，供熱需求於 2020 年減少 20%； 3. 初級能源消費於 2050 年減少 80%； 4. 住宅建築平均能耗須小於 40 kWh/m ² a；非住宅建築平均能耗約 52 kWh/m ² a。
發展新建築能源效率標準	透過高效屋標準(Efficiency House Plus standard)，開發技術中立方法	新建築物零耗能標準將從 2021 年開始適用，至 2030 年最終建築物能源標準必須逐漸改變，直到規定最大能源需求明顯低於現今高效房屋 55 標準(Efficiency House 55 standard)。

推動策略面向	策略措施	策略措施摘要
建築物去碳化	為再生能源供熱系統提供資金	將於 2020 年之前逐步取消化石燃料供熱技術，同時為再生加熱技術提供資金，亦逐漸轉為以再生能源提供建築供暖、空調和電力需求。

資料來源：整理自 Federal Ministry for the Environment, Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety(2016), Climate Action Plan 2050。

(3)運輸部門

德國運輸部門則以提升能源效率與使用溫室氣體中和能源，強調在符合環境保護之情況下採用生質燃料、再生能源電力與其他替代方案，並加以改善大眾運輸工具及鐵路運輸等，本研究將運輸部門因應氣候變遷行動之推動策略與措施，整理詳見表 3。

表 3 運輸部門因應氣候變遷行動之推動策略措施

推動策略面向	策略措施	策略措施摘要
運輸系統去碳化	資助電動、插電混和式或氫燃料電池驅動系統等	1.於電動、插電混和式或氫燃料電池驅動系統之大量汽車之研發領域資助 26 億歐元；且德國汽車工業投資超過 150 億歐元資金，進行電動車技術研發。 2.於交通工具驅動系統方面，燃料驅動方式會被取代之，例如以再生燃料為另一種選擇，有助於降低二氧化碳排放目標達成。
	2020 年之後實施「國家自行車路線計劃」(NRVP)	由地方政府提供監管框架和財政資金，透過研擬相關法規與資助相關自行車活動，以提升騎自行車作為交通工具之具體活動。
以氣候保護為目的之基礎建設發展	建立高速公路有效充電基礎設施	於 2020 年達到 100 萬輛電動汽車之目標，沿著全國高速公路建設電動汽車快速充電站計劃，交通部預計於 2017 年 400 個高速公路地點設立充電設施與停車場；亦於 2017-2020 年政府提供 3 億歐元之資金投入擴大高速公路充電基礎設施之需求。

資料來源：整理自 Federal Ministry for the Environment, Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety(2016), Climate Action Plan 2050。

(4)工業與商業部門

德國工業與商業部門，透過現代化經濟策略、計畫框架與結構轉型之政策。例如工業部門科技轉型即藉由引進新科技技術，以減少生產資源和能源需求，加強循環經濟。另外，

德國依據國家氣候保護倡議(National Climate Initiative,NKI)資助能源密集之產業和企業，以減少能源和資源需求，加強循環經濟。本研究將工業與商業部門因應氣候變遷行動之推動策略與措施，整理詳見表 4。

表 4 工業與商業部門因應氣候變遷行動之推動策略措施

推動策略面向	策略措施	策略措施摘要
資助環境友善技術之研發與投資 工業部門科技轉型	聯合各產業共同開發對氣候衝擊影響較低之生產過程及針對產業特性制定開發專案	藉由研究、開發和市場導入科技技術，以減少工業過程溫室氣體排放，以達到碳中和之轉型目標。
	依據國家氣候保護倡議(National Climate Initiative,NKI)資助能源密集之產業和企業	1. 藉由引進新科技技術，以減少生產資源和能源需求，加強循環經濟。 2. 為推廣相關專案，透過公關部門進行資格審核，確定相關業者符合補助資格之要件。

資料來源：整理自 Federal Ministry for the Environment,Environment,Nature Conservation,Building and Nuclear Safety(2016),Climate Action Plan 2050.

(5)農業部門

德國「氣候變遷行動計畫 2050」之農業部門設定目標為相較 1900 年，溫室氣體排放量降至約三千萬公噸二氧化碳當量，設定減量目標量 31~34%。歐盟為避免各國農業的不公平競爭，訂定共同農業政策(Common Agriculture Policy, CAP)，歐盟 CAP 兩大支柱為直接補貼措施和促進農村發展措施，使歐盟各會員國遵循此政策，統一由歐盟補助，不允許各國自行補助，德國之農業部門減少氮使用與增加有機農地為 CAP 首要農業政策，不僅從溫室氣體排放量高之能源著手，亦須重視農業、交通是至民眾消費行為，藉以避免其對自然環境、人類健康甚至經濟損害，本研究將農業部門因應氣候變遷行動之推動策略與措施，整理詳見表 5。

表 5 農業部門因應氣候變遷行動之推動策略措施

推動策略面向	策略措施	策略措施摘要
支持共同農業政策 (Common Agricultural Policy ,CAP)	德國聯邦政府已與歐盟進行洽談，希冀至 2020 年藉由歐盟之 CAP 經費為德國農業部門提供長期補助。	1. 為減少農業部門溫室氣體排放，研究和開發降低氮措施為其 CAP 模式之一。 2. 德國政府將與各州合作，實施和執行肥料法(特別是肥料施用條例)，確保於 2028 年至 2032 年間達到 70kg /N /ha 氮標準目標。藉由管理農場肥料及提高有機氮肥料利用率，以減少氧化亞氮排放。
增加有機農業用地占比	德國聯邦政府啟動有機農業策略，藉此策略加強有機耕作、擴大區域有機行動計畫和有機模範區域。	1. 每年資助 1,700 萬歐元在「聯邦有機農業和其他永續農業計劃」，2017 年增加至 2,000 萬歐元。 2. 將有機耕地的比例提高到總耕地面積 20%之目標。 針對小型和中型家庭農場，有機農業朝向永續發展原則，此舉有助於公眾利益，特別是在環境保護、減緩氣候變遷和資源保護等領域。

資料來源：整理自 Federal Ministry for the Environment,Environment,Nature Conservation,Building and Nuclear Safety(2016),Climate Action Plan 2050.

3.德國與我國推動策略措施比較

本研究將德國各部門氣候變遷行動計畫之策略措施與我國各部門推動策略措施進行對照比較：

(1)能源部門

相較德國能源供給去碳化做法，我國能源部門推動策略措施為推動再生能源技術之研發與應用，降低對化石能源依賴，以發展低碳及再生能源為關鍵技術、建構再生能源友善發展環境，鼓勵有助區域供需均衡之分散式電源設置，促進再生能源加速發展及透過智慧技術提升電網可靠度、改善發輸配電效率、推動智慧型電表基礎建設；相較德國修訂再生能源法案做法，我國能源部門推動策略措施為提供經濟誘因，引導資金投入再生能源發展及溫室氣體減量，檢討再生能源發展條例及費率等。其中德國能源部門之政府成立「成長、

結構轉型及區域發展委員會」，協助受能源轉型影響之部門適應為我國能源部門尚未推動之策略措施。

(2)住宅部門

相較德國發展新建築能源效率標準做法，我國住宅部門推動策略措施為新建建築能效提升，包括強化新建建築物節約能源相關法規及落實新建建築物節約能源設計管制等。其中德國建築部門為再生能源供熱系統提供資金為我國住宅部門尚未推動之策略措施。

(3)運輸部門

相較德國運輸系統去碳化做法，我國運輸部門推動策略措施為電動運具推廣，包括電動大客車推廣相關計畫、電動郵務車計畫、電動蔬果輸運車計畫及透過補助方式，鼓勵業者將現有柴油船舶改裝或新建之電動船電動船行動策略方案等。其中德國運輸部門為 2020 年後實施「國家自行車路線計畫」及沿著德國高速公路建設電動汽車快速充電站計畫為我國運輸部門尚未推動之策略措施。

(4)製造部門

相較德國資助環境友善技術之研發與投資工業部門科技轉型做法，我國製造部門推動策略措施為推動能源密集產業轉型，導入最佳可行技術，鼓勵製程改善與設備汰舊換新等。其中德國工業與商業部門依據國家氣候保護倡議資助能源密集之產業與企業為我國製造部門尚未推動之策略措施。

(5)農業部門

相較德國增加有機農業用地占比做法，我國農業部門推動策略措施為推廣有機與友善環境耕作等。其中德國農業部門藉由歐盟之 CAP 經費為德國農業部門提供長期補助為我國農業部門尚未推動之策略措施。

三、對我國啟示

參考德國「氣候變遷行動計畫 2050」之政策規劃策略思維，提出對我國的啟示如下：

(一)以積極前瞻訂定長期目標之策略措施

德國氣候變遷行動計畫提供各部門至 2050 年前指導原則及轉型路徑提供溫室氣體減量之策略措施，德國行動計畫目的為因應經濟、社會與技術持續變化情形，每五年進行一次檢討，後續透過量化評估減排對經濟、社會與生態之全面性影響後，預計於 2018 年調整各部門減碳目標。建議我國訂定行動方案可參酌德國以積極前瞻模式訂定各部門行動計畫至 2050 年轉型路徑之策略措施。

(二)以長遠目標規劃氣候中和建築標準

德國以長遠目標訂定至 2050 年前所有建築物(包括一般住家及辦公大樓)達到氣候中和之目標，其中包括初級能源消費於 2050 年減少 80%，反觀我國住宅部門並無訂定建築物長遠目標氣候中和標準之策略措施，建議我國可參考德國作法，以長遠積極 2050 年目標規劃設定氣候中和標準，並輔以新建築物零耗能標準將從 2021 年開始適用，逐步達成建築氣候中和之實踐。

(三)強化跨部門間能源鏈結

德國啟動「電力 2030」，其中有效運用再生電力於鏈結發電供熱、運輸及工業等部門，提升再生電力及降低化石燃料之使用比例為其策略措施之一。德國此跨部門間再生電力鏈結策略作法可供我國參酌，以期我國加速達成再生能源發電占比目標。

(四)加速推動自行車與電動汽車

德國運輸部門預計於 2020 年後實施「國家自行車路線計劃」，由地方政府為自行車提供財政資金，以建立自行車網絡

為世界先鋒；另外高速公路建設電動汽車之充電基礎設施，設定至 2020 年達到 100 萬電動車輛目標，反觀我國行動方案於推動綠色運輸，皆無制定運輸部門之電動運具目標量，建議可參採德國推動自行車與高速公路建設電動汽車充電站之策略措施作法。

參考文獻

1. Federal Ministry for the Environment, Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety(2016), Climate Action Plan 2050.
2. 徐昕煒(2017),「德國 2050 氣候行動計畫及其公民參與機制—透過創新的廣泛溝通過程，擬定減碳計畫」。
3. 德國公布 2050 氣候行動計畫，勾勒未來 30 年氣候變化策略，經濟部能源局能源知識庫，2017 年 7 月 15 日查詢，連結網址：
<http://km.twenergy.org.tw/Data/share?afb5atBx9JETtV+G+QDUZw==>。
4. 德國公布 2050 氣候行動計畫，目標 2030 年將較 1990 年溫室氣體減量 55~56%，惟其仍將面臨 2020 年減碳目標達成之挑戰，經濟部能源局能源知識庫，2017 年 7 月 15 日查詢，連結網址：
http://km.twenergy.org.tw/Data/db_more?id=1374。
5. 《德國氣候行動計畫 2050》及臺德能源合作展望，台灣經濟研究院能源國際合作資訊網，2017 年 7 月 15 日查詢，連結網址：
<http://apecenergy.tier.org.tw/report/article21.php>。
6. 德國因應聯合國氣候變化綱要公約第 21 屆締約國會議巴黎協議之相關政策，經濟部國際貿易局經貿資訊網，2017 年 7 月 20 日查詢，連結網址：
http://ekm92.trade.gov.tw/Pages/Detail.aspx?nodeID=1555&pid=552735&dl_DateRange=all&txt_SD=&txt_ED=&txt_Keyword=&Pageid=0。
7. 德國能源與電力市場之發展趨勢，科技部科技發展觀測平台，2017 年 7 月 24 日查詢，連結網址：
<https://outlook.stpi.narl.org.tw/index/detail?id=18629>。
8. 德國修訂再生能源法(EEG 2017)，導入競標制度，讓市場招標決定資助費用，同時限制再生能源擴建場域，使再生能源與電網發展更緊密連結，經濟部能源局能源知識庫，2017 年 7 月 15 日查詢，連結網址：
http://km.twenergy.org.tw/Data/db_more?id=1367。