

歐盟能源社群對分散式電源生態發展之政策革新— 兼論對臺灣能源轉型下電業監理之意涵

黃俊凱¹ 許志義^{2*}

摘 要

本研究針對歐盟能源社群(Energy Community)最新發展趨勢進行探討。首先分別以美國、歐盟、德國和我國為例概述電力市場之演進與現況，接著探討歐盟2018年的2001號及2019年的944號兩個指令，為促進歐盟各國發展「能源社群」而建立的歐盟法制框架，並詳細分析能源社群在歐盟發展的各種商業模式及案例，再以此為他山之石，為我國電力產業發展能源社群、建構此種新興生態提出一些啟發及可能遇到的挑戰。最後，建議我國可參考歐盟推動能源社群的作法，藉由法制基礎建設的改革，賦予公民及能源社群相關權利與義務，落實分散式綠電新興生態的電業監理以促進其健全發展，逐步實現能源數位轉型與公正轉型。

關鍵詞：分散式電源，能源社群，能源轉型，數位科技應用，電力永續

1. 前 言

自從2021年7月歐盟通過歐盟碳邊境調整機制(Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM)，加上2022年11月舉行的第27屆聯合國氣候變遷大會(COP27)達成全球補償基金之共識後，世界各國淨零永續與能源轉型的步調加速。我國為共同承擔全球目標，國發會於2022年3月30日公布「臺灣2050淨零排放路徑及策略」，制定2050淨零排放與永續社會之實踐策略，立法院並於2023年1月10日三讀通過「氣候變遷因應法」，正式將2050淨零排放入法，以引領未來中長期因應衝擊之氣候行動。

2017年《電業法》修正通過，首先開放綠

電轉直供(「綠電先行」)，使綠電在受躉購制度(Feed-In Tariff, FIT)保障之外，亦可在市場上自由交易，並隨著電力網業即將在2026年進入到「廠網分離」的新階段，臺灣電力產業可謂正處於制度轉型時期。另一方面，臺灣亦面臨核能延役、天然氣接收站，以及大面積再生能源開發等大規模電源開發之困境，也有鑒於2021年的「513」、「517」及2022年的「303」連續三次全國大停電事故，政府刻正加速推動電網強韌計畫(5,645億電網投資計畫)，然而，大型電源開發和大電網整建計畫均有耗費大量資源、資源過於集中產業巨頭、社會參與度低，以及可能衍生環保爭議等問題。值此臺灣電力產業結構亟需轉型之際，中小型及微型

¹德國柏林洪堡大學博士候選人、寰瀛法律事務所合夥律師

²中華大學創新產業學院暨企管系特聘教授、國立中興大學智慧運輸發展中心特聘研究員、國立臺北商業大學終身榮譽講座

*通訊作者，電話：0912-467068，電郵：kaizeithuang@gmail.com

收到日期: 2023年08月25日

修正日期: 2024年01月22日

接受日期: 2024年01月24日

的「分散式電源」、「虛擬電廠」¹、「微電網」之國際先進電業發展趨勢，其特色在於參與之利害關係人眾多，可藉由聚合、彈性的方式確保電力供給之韌性，又能落實在一般民眾生活中，讓人人親身實踐ESG (Environmental, Social, Governance, 即環境、社會與公司治理) 減碳行為的商業模式及新興綠能永續產業(許志義, 2023a)，應是符合全球淨零永續與能源轉型潮流的不二解方。

歐盟在20多年前開始電力市場自由化，其中提升公民能源自主權向來為其能源政策的一大重點。2019年通過實施的「潔淨能源包裹法案」(Clean energy for all Europeans package) 再次大幅開放電力市場，旨在讓所有市場參與者都可在能源系統中競爭，並立法明確鼓勵小型的市場參與者和分散式的發電與用電(dena, 2022, 頁12)，則係首次將消費者置於電力市場與能源轉型的中心，強調地方層級的公民力量對歐盟達成碳中和、提升能源安全的重要性(楊沛為, 2020)。其中的2018年第2001號「再生能源指令」和2019年第944號「電力內部市場共同規則指令」(簡稱電力市場指令)²，更提出「能源社群」(Energy community)一詞，為數位型「能源社群」賦予歐盟層級的法律地位，

要求各成員國加強消費者和社區在地方層級從事能源業的活動空間與權利，以便他們能夠參與創新的能源商業領域，例如，用戶群代表(Aggregator)、點對點交易(Peer-to-Peer Energy Trading)、能源共享(Energy Sharing)、配電級電網輔助服務(Flexibility services at the distribution level)，以及區域綠電憑證(Guarantee of regional Origin, GRO)等(以下第3章)，而這些商業活動同時也是創新數位科技的重點應用領域，可知，能源商業活動的法制建設與數位科技的發展，同為推動新興電力產業所不可或缺的基礎環境之一。

本文以下介紹歐盟能源轉型之「能源社群」法制與發展趨勢(以下第3章)，除旨在提供我國下一階段能源法制革新的他山之石之外，亦在聚焦全球淨零永續政策下，觀察歐盟為能源轉型之分散式電源所建構的角色定位，以及可能發展的商業模式，同時也描繪在分散式電源發展趨勢下，臺灣電力產業新興生態之建構方向與可能的挑戰(以下第4章)。為期鑑往知來，本文先以美國、歐盟(以德國為代表)為例，綜整近數十年來歐美電力市場改革發展的關鍵進程，並說明我國電業法制與發展概況(以下第2章)。

¹ 虛擬電廠是將眾多小型、分散式的電力資源，如太陽能、風能、小水力、地熱、儲能或電動車等中小型能源設備，整合在同一個數位管理平台下，在特定時段聚合分散式電源來改變電力供給與需求，例如，當電網缺電或發電成本過高時，透過能源管理系統控制能源設備，為電網供應電力、維持電力頻率，或進行需量反應，讓用戶減少對電網的用電需求，可有效調整電網的供電量與用電量來維繫電網平衡。

² 歐盟「潔淨能源包裹法案」的法規結構包含：(1) 2018年第844號建築物能源績效指令(Directive (EU) 2018/844 on the energy performance of buildings)、(2) 2018年第2001號再生能源指令(Directive (EU) 2018/2001 on the promotion of the use of energy from renewable sources)、(3) 2018年第2002號能源效率指令(Directive (EU) 2018/2002 on energy efficiency)、(4) 2018年第1999號能源聯盟治理暨氣候行動規章(Regulation (EU) 2018/1999 on the Governance of the Energy Union and Climate Action)、(5) 2019年第941號電力部門風險預防規章(Regulation (EU) 2019/941 on risk-preparedness in the electricity sector)、(6) 2019年第942號能源管制機關合作署組織規章(Regulation (EU) 2019/942 establishing a European Union Agency for the Cooperation of Energy Regulators (ACER))規章、(7) 2019年第943號電力內部市場規章(Regulation (EU) 2019/943 on the internal market for electricity)以及(8) 2019年第944號電力指令(Directive (EU) 2019/944 on common rules for the internal market for electricity)等八個歐盟法規。

2. 電力市場之革新與演進

電業主要為資本密集型產業³，其牽涉發電、輸配電及售電供應鏈各階段之電力科技、資通訊技術及材料、環保等領域，亦屬知識密集型產業。隨著數位技術的發展，使得自然獨占的垂直整合公用電力事業之供應鏈業務，可透過資訊通信科技而被切割細分化(unbundling)，有效劃分出具有潛在市場競爭屬性(contestable attribute)的發電業與售電業，以及具有獨占屬性(monopolistic attribute)的輸電業與配電業(電力網業)(許志義等，2015a，頁4)。1980年代末英國首相柴契爾夫人推動電業自由化後，世界潮流已逐步開放發電端和售電端之競爭，後者並從批發電力市場延伸至零售市場的競爭。

美國在電業自由化改革潮流下，最早發展出虛擬電廠的商業模式，在1978年率先通過PURPA法案，提出「合格設備」(Qualifying Facilities, QF)的定義，以及隨後的供需整合資源規劃(Integrated Resources Planning, IRP)，強調需求面管理(或需量反應)的重要，積極主張需求面資源應優先提供給公用電業作為電力服務的選項，尤其在數位平臺經濟發展普及的行動網路時代，美國的虛擬電廠巨擘如AutoGrid等，其規模則高逾數百萬瓩。而在公民參與能源轉型方面，歐洲、德國向來有社區互助、自給自足的傳統精神，特別是德國的社區經濟發達，社會上有各種生活經濟上的合作社團體，在19世紀末起，德國即有以合作社形式發展自發用電合作經濟的傳統，距今已逾百年歷史(傅玲靜，2023)，2000年後的20多年間，伴隨電業自由化、能源轉型及因應氣候變遷的時代

浪潮，德國公民參與能源轉型、公民能源合作社的社會基礎與法制建設則更加堅實，使得在公民電廠的發展上，德國往往被視為世界上成功範例之一，其原因除有法律制度鼓勵之外，亦有其長年社會脈絡的背景可資借鑒。是以，本文旨在探討歐盟能源社群和分散式電源生態的新興發展趨勢，以下即以分別美國與歐盟、德國為例，先簡要回顧國外電力市場革新之趨勢，再概述我國推動電力市場改革之現況。

2.1 國外之發展：以美國、歐盟為例

許志義等人(2014，頁2以下)的研究指出，美國1935年「公用事業管制法案」(Public Utility Company Holding Act, PUCHA)為了促進管制美國公用事業，立法限制公用事業營運範圍與轉投資之權責。在1973年和1978年的兩次石油危機衝擊下，1978年通過著名的「公用事業管制政策法案」(Public Utility Regulatory Policies Act, PURPA)，要求傳統公用電力事業開放電力市場競爭，讓非屬公用事業性質的獨立發電業者(Independent Power Producers, IPPs)及合格設備業者(QF)加入電力批發市場，公用電業必須開放代輸，允許IPP與QF與其電網併聯，由公用電業之輸電網送電予用戶，其中，QF包含汽電共生業者與再生能源發電業者在內。PURPA此舉有助於節約能源，促進在地發電的再生能源發展，代表電力市場改革的新分水嶺。

接著1980年代末，英國柴契爾夫人引領的電力市場自由化與民營化，造成影響全球的電力解除管制風潮。在此影響趨勢下，美國自1996年美國聯邦能源管制委員會(Federal Energy Regulatory Commission, FERC)通過關鍵性的

³ 隨著社會轉型、生活轉型以及ESG風潮，近年來亦有一些輕資產重數據，以軟體服務為主而非屬於資本密集型事業的數據公司或平台，例如聚合商、能源服務公司等，提供如EaaS (Energy as a Service, 能源即服務)之創新商業模式。

「Order 888」，要求全美各州或地區開放批發市場競爭，且要求所有電業必須進行發電與輸電之功能性分割，同時發布「Order 889」，要求電業公開聯網即時資訊(含輸電價格及電網可用率等)，加速美國批發電業自由化。

1998年，賓州、紐澤西州、馬里蘭(PJM-Interconnection, PJM)和加州電力市場先後實施電力市場自由化。其中PJM電力市場自由化績效良好，PJM根據FERC「Order 2000」所成立的區域輸電組織(Regional Transmission Organization, RTO)，其輸電系統之加入成員數目逐年成長，獨立調度區域日益擴大，被譽為當前電業自由化的成功典範之一。此外，美國聯邦政府能源部於1998年公布「電力競爭計畫」(Comprehensive Electricity Competition Plan)提供相關政策機制，例如，制定發電或售電業之再生能源配比標準、售電業需揭露發電來源、價格等相關資訊，確保消費者選擇綠電之權益等，以促進再生能源發展，此計畫亦為美國今日主要能源政策之一(許志義等，2014，頁2)。

在歐洲，歐洲議會於1986年提出建立歐洲「能源內部市場」(Binnenmarkt für Energie)的倡議。1988年，歐洲執委會提出立法綱領，開始推動歐洲跨國能源市場布局，旨在促進各國能源交易與價格透明化，並要求各國開始推動國內能源市場自由化，制定政策排除各種阻礙自由競爭的障礙，目標要先完成大型產業能源交易市場自由化，逐步推展到中型用戶，最後達成一般民生用戶能源市場的自由化。

繼1990年的「電力價格透明指令」之後，歐盟執委會於2000年前後陸續發布了三波能源經濟自由化指令，規範對象包含電力與天然氣。在電力市場方面，1996年「電力內部市場指令」(EltRL 1996)旨在打開各國原本具區域封閉性的電力供應結構，讓所有電力供應

商均可公平使用電力網，以開放「電網使用」(Netzzugang)作為開放市場的第一步。2003年發布「加速指令」(Beschleunigungsrichtlinien – EltRL)，要求各國加速開放市場的腳步，目標是到2007年7月要完成零售市場的全面開放，第三階段為2009年發布的「電力內部市場指令」(EltRL, 2009)，此階段重點在排除電力市場的不公平競爭，強化能源管制機關的規範執行力，並加強消費者保護。

根據上述歐盟指令，德國《能源經濟法》(Energiewirtschaftsgesetz, EnWG)及相關子法先後於1998年、2005年及2011年修正，逐步推動德國電力市場自由化的腳步(黃俊凱，2013，頁48)。在電網開放方面，EnWG打破電業長期藉由電力網「自然獨占」(Naturmonopole)形成「區域獨占」(Gebietsmonopol)的局面，在法律上賦予所有電力供應商(售電業)對電網業享有電網公平使用請求權，雙方的電網使用契約(Netznutzungsvertrag)也從1998年修法初期交由雙方自行協議(verhandelter Netzzugang)改由法規介入管制(regulierter Netzzugang)的模式，以真正落實電網開放，並對電網使用費、使用條件合理性做有效監督。EnWG並明定電業分割(Unbundling; Entflechtung)的種類與方式，逐步推動電力網業從垂直整合電業中分離並獨立運作。整體而言，在歐盟指令的改革壓力下，今日德國電力市場已經打破當初由數家大企業寡占及地方區域獨占的局面，住商用戶可自由選擇並更換電力供應商(許志義與黃俊凱，2015b，頁45)。

根據許志義等(2014，頁14)的研究，美國PURPA 法案相關的加州再生能源四種保證價格收購電價，應為德國再生能源法採用「饋網電價」(FIT)之濫觴。黃俊凱(2016)指出，德國再生能源法(Erneuerbare-Energien-Gesetz, EEG)自2000年立法以來，饋網電價以高價保障再生能

源投資，時間長達20年，其間無論是投資者、融資銀行或設備經營者，都受惠於FIT，而使德國再生能源容量大增，但其高於批發市場價格的差額，均由終端用戶在電費中繳納「再生能源附加費」負擔，再加上EEG讓大型企業得減免該項費用，使得德國民生電費長期居高不下。

為鼓勵再生能源發展，德國初期選擇違反市場供需法則的FIT制度，之後為抑制電價上漲，於2014年的EEG 2014進行重要的制度變革，讓再生能源逐步融入市場機制，先以中、大型再生能源設備為對象，規定其生產之綠電必須進入電力市場「直接銷售」(Direktvermarktung)，由市場供需調節再生能源設備發電，同時設定再生能源年增容量目標值進行總年度量控制。

德國在EEG 2014之後，FIT成為例外的補貼制度，並逐步降低其比重，改以直接銷售並搭配補貼「市場獎勵金」(Marktprämie)(或稱「市場溢價」)的方式為主流。這種的作法對融資方而言，再生能源設備仍有運轉獲利的可預期性，對其投資仍維持一定程度保障，可使德國能源轉型的主角之一，亦即中小型電業或產消者本身，仍能提出有融資能力的開發計畫，而市場獎勵金也在創造誘因，讓設備業者願意自主配合市場供需調整饋網電力，尤其在高價時段售出，不僅可在市場上獲得好價格，再加上市場獎勵金的溢價補貼，可獲得更高的收入。德國為讓再生能源電力順利的融入電力市場，市場獎勵金制度至今仍然扮演相當重要的角色(黃俊凱，2016)。

為了降低俄烏戰爭下對天然氣的依賴，德國於2022年修訂EEG，新法並於2023年1月1日實施，修正重點包含提高2030年再生能源用電占比為80%、加速對電網與風電案場之規劃開發審查程序、廢除綠電附加費等

(Bundesregierung, 2022)，此外更調整公民能源公司的成員限制與決策門檻，以提升在地對再生能源之接受度及形塑在地居民之價值(傅玲靜，2023)。

2.2 我國發展現況

國際上電力市場自由化之風潮亦影響臺灣，《電業法》已於2017年1月26日修正公布施行，這是我國能源轉型之重要里程碑，電力調度將由綜合電業調度模式，逐漸轉型為電力市場模式(吳進忠，2022)。本次修法分兩階段推動電業改革；1至2年半內以「綠電先行」為第一階段推動策略，微幅開放發電、售電兩端，將電力自由交易的範圍僅限於綠電(電業法第45條第5項)。此外，在管制輸配電業方面，將輸配電業與發電業進行會計分離，先達成「廠網分工」(電業法第6條第4項、第5項)，預計6至9年後，第二階段輸配電業與發電業及售電業始進行法律上實質「廠網分離」(電業法第6條第1項、第6項)。

《電業法》在第一階段「綠電先行」開放再生能源發電業及再生能源售電業，允許再生能源發電業透過電力網轉供綠電給用戶，或設置電源線聯結用戶並直供綠電給用戶(電業法第45條第2項、第3項)，亦得銷售綠電給再生能源售電業收購，再由後者銷售綠電給所服務的用戶(電業法第47條第2項)。此時，再生能源發電業均得為其所生產綠電申請再生能源憑證，並在供應或銷售時附加該綠電憑證，以滿足再生能源售電業日後轉售須證明綠電來源與數量之需求，或一定用電契約容量以上電力用戶須購買一定額度綠電及其憑證之需求(再生能源發展條例第12條第3項)。除綠電自由交易之外，再生能源發電業亦得將所生產電能之全部或一部(餘電)，依政府核定之FIT費率，由台電公司(公用售電業)統一躉購其綠電(再生能源發展條例

第9條第4項)，但此躉售之電能不得申請綠電憑證。

截至2023年10月，已有149家民營再生能源發電業者得轉供售電，累計可轉供裝置容量2525.69 MW，同期亦有52家再生能源售電業成立。年度綠電憑證交易量也逐年成長，2022年總計約8.4億度，2023年1至10月計有13億度（經濟部標準檢驗局國家再生能源憑證中心，2023）。

隨著能源轉型快速發展，綠電占比日益增加，為確保電網安全穩定，輸配電業（台電公司）應提供必要之輔助服務（電業法第9條第1項），而輸配電業為電力市場發展之需要，應於廠網分工後設立公開透明之電力交易平台（電業法第11條第1項）。台電公司於2021年11月15日啟動電力交易平台之正式營運，包含開設日前輔助服務市場與備用容量市場。日前輔助市場可使民間分散式電力資源，例如，儲能設備、需量反應及用戶自用發電設備等台電系統之外部資源，均可至電力交易平台參與競價，成為隨時可供調度之多元化分散式的電力資源，協助台電提供輔助服務，以維持電力系統安全穩定運行，或在遭遇事故後協助電力系統儘速恢復正常狀態。截至2023年10月，全國共有67家民間合格交易者參與日前輔助服務市場，調頻備轉容量達416.5 MW（台灣電力股份有限公司電力交易平台，2023）。備用容量市場則提供備用容量義務者籌措備用供電容量之市場交易管道。

目前臺灣在實務上，已出現的公民電廠形式，可分為社區型、合作社型及募資型此三類公民電廠（林吉洋，2021）。然而，現行法制中《電業法》對於公民電廠並無相關規定，僅

《再生能源發展條例第》11條第2項規定，中央主管機關對於合作社、社區公開募集之公民電廠屬得給予定期示範獎勵，立法理由旨在鼓勵社區民眾集資設置「社區電廠」，或廣泛向民眾募資成立「合作社」方式的公民電廠。不過，相關示範獎勵辦法係以設置公民電廠的團體為獎勵對象，並未要求該團體成員與設置公民電廠所在地之社區有一定連結性，僅在獎勵的核給及後續運用補助金額的監督上，要求與社區居民的互動及對於社區的回饋，因此有關公民電廠應落實在地公民參與之精神，我國法制似採取較為寬鬆的態度（傅玲靜，2023）。

3. 國外能源轉型發展趨勢：以歐盟、德國分散式能源轉型之「能源社群」為例

歐盟發展再生能源的制度條件係伴隨著電力市場自由化發展而來，現在歐盟各國的公民、社區、地方政府和企業則是在各種不同的法規制度下參與再生能源的建置與營運。2019年歐盟通過實施的「潔淨能源包裹法案」（Clean Energy Package）首次提出「能源社群」的概念，並賦予其歐盟法律位階的法律地位與法制架構，已見前述。

3.1 能源社群的概念

德文文獻中，涉及能源領域的公民行動倡議（bürgerschaftliche Initiativen im Energiebereich）有許多用語⁴，其中「能源社群」（Energiegemeinschaft; Energy Community）根據ERA-Net Smart Energy Systems⁵的廣義定義（參見ERA-Net, 2021）：所謂能源社群是指一

⁴ 德國能源署（Deutsche Energie-Agentur, dena）（2022）指出，例如：社群能源、社群再生能源、整合式社群能源系統、潔淨能源社群、地方社群計畫、低碳社群、能源社群、能源合作社、合作能源、合作社等，參dena, 2022，頁18。

⁵ ERA-Net Smart Energy Systems（ERA-Net SES）是一個以歐盟國家為參與主體的國際多邊永續組織（網址：<https://www.eranet-smartenergysystems.eu/>）。

個由行為個體(公民、公司、政府機構)直接或間接組成的團體，他們自願接受某些規則，在能源領域共同行動，共同分享成果，且成果可能超越單純的經濟利益，包含氣候保護和公民參與在內，以追求與能源相關的共同目標。能源社群可在地理區域上，亦可以虛擬的方式形成，並以團體為單位從事以下單一或多項商業活動，例如(dena, 2022, 頁18)：

1. 購買能源；
2. 生產能源；
3. 管理能源需求與供應；
4. 提供能源相關服務；
5. 提供促進改變能源行為之機制等。

3.2 能源社群的法制架構

3.2.1 能源社群的定義

根據歐盟2019年「潔淨能源包裹法案」，「能源社群」(energy community)的法制由兩個不同的指令所建構，其一為「再生能源指令」(Renewable Energy Directive (EU) 2018/2001，簡稱RED II)旨在促進再生能源的發展(Hansen *et al.*, 2019)，其二為「電力內部市場指令」(Internal Electricity Market Directive (EU) 2019/944，簡稱EMD)首要目標則在要求各國為能源市場建立一個公平的競爭環境。依此，歐盟法的能源社群有兩種定義，一種是RED II第2條第16款所規定的「再生能源社群」(Renewable Energy Communities, RECs)，另一種是EMD第2條第11款規定的「公民能源社群」(Citizen Energy Communities, CECs)。

再生能源社群(REC)在RED II被定義為再生能源發電和提供熱能(如暖氣)的社群，公民能源社群(CEC)在EMD的定義下只限於發電領域，但不限於再生能源，也可包含非再生能

源發電，因此被稱為能源市場的新角色(dena, 2022, 頁12)。這兩個歐盟指令首次為公民社群參與能源系統創造一個有利的法制環境，旨在加強用戶和社群參與地方層級的能源業的活動，並予以賦權(Empowering)，以便他們能夠參與創新的商業領域，例如，用戶群代表、區域電力/電力憑證(regional electricity/guarantees of origin)、點對點能源交易(Peer-to-Peer Energy Trading)、能源共享(Energy Sharing)，以及為電網韌性提供輔助服務進行交易(flexibility trading)等。

3.2.2 能源社群的組織與運作原則

RED II與EMD指令使公民能夠在能源領域以協會、合作社或類似組織成立能源社群。其中，RED II要求各國推廣再生能源社群以促進再生能源的擴展，並允許對再生能源社群進行補貼。此外，EMD規定各國應確保公民有經營配電網業的權利，RED II則規定各國對於經營配電網業之再生能源社群，就其經營配電網之業務、權利及義務等方面，均不得作差別待遇(歧視性)之管制(Frieden *et al.*, 2020, 頁7)。

在歐盟指令的目標之下，能源社群不應僅作為純粹的商業市場參與者，而應將經濟目標與生態和社會目標互相結合。為此，RED II與EMD指令均規定能源社群有以下幾項共同準則(dena, 2022, 頁13)：

- 治理(Governance)：加入能源社群均採公開參與和自願參與的方式。
- 所有權和主導權(Ownership and Control)：能源社群應由公民、地方政府及中小企業參與主導，且中小企業須為非以能源業為主要業務之事業體。
- 目標(Objective)：能源社群旨在同時為其成員或群體創造環境和社會效益，而非僅在追

表1 歐盟法再生能源社群與公民能源社群組織與運作原則異同之比較

能源社群名稱	再生能源社群(REC)	公民能源社群(CEC)
規範依據	再生能源指令(RED II)	內部電力市場指令(EMD)
治理	加入能源社群均採公開參與和自願參與的方式	
所有權和主導權	能源社群應由公民、地方政府及中小企業參與主導，但該企業不得以能源業為主要業務	
目標	可為其股東、成員，或營運所在地區提供環境、經濟或社會效益，而非僅在追求經濟利潤	
地理範圍	要求當地社群必須在地理上鄰近由該社群所有及開發之設施	並未要求發電和用電之地理位置相近
營業範圍	限於再生能源，但可包括電力和熱能	限於電業領域，但可包含再生能源和化石能源
參與者	<ul style="list-style-type: none"> ● 自然人(各成員國必須為低收入戶或弱勢家庭降低參與門檻) ● 地方政府 ● 非以能源為本業之微型、小型和中型企業 	<ul style="list-style-type: none"> ● 不限參與資格 ● 以能源業為主要業務範圍的大型事業及其股東不得享有決策權，以避免大財團的資本持有者介入主導
自主性	要求參與REC的成員或股東須有獨立性、自決性	並不要求自治(包含得委外、授權代理人)，但在能源部門有大型或主要商業活動的成員或股東，不得享有決策權或表決權
有效控制	允許REC當地的中小企業享有控制權	中型和大型事業被排除在行使CEC控制權(大型資金參股表決權)之外

資料來源：本文參考dena (2022)頁13製作

求經濟利潤。⁶

然而，RED II和EMD對各自能源社群的準則也有以下幾點不同：

- 地理範圍：RED II要求當地社區在地理上須與各式設施或設備接近，均由該社區擁有並發展；在EMD中，並未要求發電和用電的地理位置必須接近。
- 營業範圍：EMD能源社群(CEC)只限於電業領域，但可包含再生能源和化石能源；RED II能源社群(REC)僅包括再生能源，但可包括電力和熱能。

- 參與者：基本上，所有市場參與者皆可參加EMD的CEC，但以能源業為主要業務範圍的大型事業及其股東在CEC不得享有決策權，以避免大財團的資本持有者介入主導；RED II對REC成員資格限制更為嚴格，只允許自然人、地方政府，以及微型、小型和中型事業體參與，且事業必須非以能源業為主要業務，此外，各國還必須為低收入戶或弱勢家庭降低參與REC的門檻(公正轉型、能源正義)。
- 自主性：RED II要求參與REC的成員或股東

⁶ 此與近年來ESG投資的目的類似，即希望藉由將企業ESG面向的表現作為投資之評價方法，促使企業將永續發展結合其核心競爭力和治理，開創出企業自身核心能力特有的ESG生態邏輯，而非單純追求利潤最大化。

須有獨立性、自決性。EMD並不要求自治(包含得委外、授權代理人)⁷，但在能源部門有大型或主要商業活動的成員或股東不得享有決策權或表決權。

- 有效控制：RED II允許REC當地的中小企業享有控制權；在EMD之下，中型和大型事

業則已被排除在行使CEC控制權(大型資金參股表決權)之外。

3.3 能源社群的類別及其商業模式

ERA-Net將能源社群劃分為10個類別，見表1：

表2 能源社群的分類

<p>第1類 聚合電力與電力交易 (虛擬電廠)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 在地域上或商業上聚合發電方資源的類型，發電方可能本來就是電力市場上的交易者，也有可能是從躉購制度(FIT)換軌而來的電力資源。 	<p>第6類 地方公用事業 (地方公營事業、公民合作社)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 地方上現行的發電、售電及電網營運事業體，由市民直接(如公民合作社)或間接由當地政府控制。
<p>第2類 生產者與消費者的社群 (歐盟指令RED II定義的「能源社群」)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 在一個封閉的生產者與消費者並存的群體中進行電力採購，並加以認證，雖然電力資源未必在地理上鄰近的地方，但採購必須透過當地或區域性的能源交易平臺。 	<p>第7類 資金聚合與投資</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 共同聚合起來的投資者社群，以擴大或管理發電設備的投資金額，不進一步參與電業經營。
<p>第3類 住宅區或產業區的團體自發自用 (團體自發自用)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 在一個有許多用戶的環境中，例如公寓大廈、產業園區中自行發電、儲能和用電；此在德國有所謂的「租戶電力模式」⁸。 	<p>第8類 能源效率(節能)的合作融資</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 公民共同投資其所在地區中小企業和地方政府的節能措施，例如以群眾募資Crowd-Funding的方式，或委託外包節能服務業。
<p>第4類 能源街區</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 在住商混合的街區運作獨自的能源供應系統。 	<p>第9類 聚合服務商</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 提供各種能源服務的聚合商，例如，電動車充電站的聚合商，需求面管理服務的聚合商。
<p>第5類 能源孤島 (孤島供電)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 在真實的島嶼上或一個局部的配電網(如蜂窩式系統微電網)運作一個可自給自足的電力系統。 	<p>第10類 能源供應和需量反應的數位系統 (例如平臺營運商、平臺開發商)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 各種類型的能源數位控制系統，例如，利用區塊鏈技術，也可運用監理沙盒模式(Sandbox-Modus)運作。

資料來源：本文參考ERA-Net (2021)製作

⁷ 電力社區為俱樂部財，集體享用的集體財。壅塞時就出現排他性，水電瓦斯為連續性、隨時隨地隨意取用選擇權、船舶公車等為離散性、固定性的取選擇權。

⁸ 「租戶電力模式」(Meterstrom-Modelle)是德國再生能源法(EEG)法定綠電銷售方式之一，由集合住宅或鄰近街區的屋主(房東)將建物發電設備的太陽光電以低於市電價格出售給承租戶，屋主則可額外獲得一筆獎勵補貼的制度。

第1類和第6類的社群組合旨在聚合發電方資源，概念上同屬虛擬發電社群(virtual power generation community)，即由聚合者(aggregators)整合住商(低壓)用戶的微型光電、儲能設備或電動車的電能，也包含工商業用戶的需量反應電力資源等，在電力交易所提供電力商品，這類能源社群常見的商業模式即虛擬電廠(virtual power plants, VPP)，實務上多為民營的聚合商(第1類，詳見3.4.1)。在德國，亦有以地方公營電業或公民合作社的型態從事這類的商業活動(第6類)。

第2類為產消一體社群(producer-consumer community)，即擁有屋頂光電、儲能設備或電動車的住商(低壓)用戶作為產消者(Prosumer)，利用公共電網自發自用或為社群其他成員供電，社群成員彼此通常在地理位置上距離較近，這類社群利用P2P技術的發展將可逐漸建立起「能源共享」或「能源交易」的新商業模式。P2P相關商業模式將於以下3.4.2詳述，此為本文說明能源社群商業模式類型的重點之一。

第3類、第4類及第5類屬微電網社群(Microgrid community)，公寓大廈、社區鄰里或島嶼上的用戶自建發電設備通過自設電網(即微電網，Microgrid)發電自用，但為電網亦不排除與公用電網併聯，德國在微電網領域已法制化的商業模式為「租戶電力模式」，即房東向承租戶供電(Landlord to tenant electricity supply)模式。

第7類到第10類則是為能源社區提供各種服務的分類，第三方可為能源社區提供客製化外包服務，例如，設備融資、節能服務、自家廠房用電的需量反應、供應商服務、軟硬體解決方案等，這類的商業模式有外包(Contracting)、雲端服務(cloud models)、軟體即服務(software as a service)、需量反應(Demand

Response)，以及供應商服務，其中包含電力預測(forecasting)、計量與結算(billing)等(dena, 2022，頁20)。

3.4 能源社群於電力系統中新的應用領域與市場角色

由上可知，能源社群的商業活動範圍涵蓋發電、配電、儲能、售電至用電等領域，特別是隨著數位科技的發展，能源社群可在聚合(Aggregation)、點對點交易(Peer-to-Peer Trading)的能源共享(Energy Sharing)、輔助電網韌性(Providing Flexibility)等應用領域發揮更積極的作用(Benedettini *et al.*, 2019，頁151以下)，進而在電力市場發展出專業的新創事業，例如聚合商、平臺商及電網輔助服務供應商等(Lowitzsch *et al.*, 2020，頁4以下)。到目前為止，德國的分散式電源通常透過外部聚合商，在批發交易市場(EEX)和備轉容量市場上提供它們的電力(dena, 2022，頁21)。

在提供輔助服務方面，應特別說明能源社群與電網業之間的交易關係。由於地方電網瓶頸取決於再生能源在當地的分布與電網容量的餘裕度，因此有助於提供電網韌性的小型選項，例如，太陽光電或電動車的儲能電池、家庭的負載管理等，相當有利於當地配電網的運行，可協助紓解電網壅塞(grid congestion)的問題。由此可知，集結在地分散式電源的能源社群將成為提供電網韌性服務的重要單元，以減緩地方的電網瓶頸，未來亦可期待能源社群可更優化其資源優勢，在配電網層級提供更具經濟效益的電網韌性解決方案(Koch *et al.*, 2021，頁31)。

另外，從技術的觀點而言，能源系統現今的趨勢正從以往的集中式走向日益分散的方向。相較於分散式電源被聚合成虛擬電廠進入市場，德國目前仍以集中交易的電力市場結

構為主，如EEX電力批發市場、備轉容量市場等，用戶也只能取得證明其綠電購電總量的綠電憑證。因此，集中式電力市場如何與日益分散式能源系統解決方案做最有效率的連結，電力市場平臺是否也應朝分散式發展，或者在集中市場亦可交易區域性電力商品，以及如何透過能源社群地發電與在地消費之特性，有助於進一步發展區域性綠電憑證等，都是目前歐盟、德國相關研究計畫和示範計畫最受矚目的議題(dena, 2022, 頁21)。在可預期的未來，新的分散式市場(如點對點交易平臺)將為分散式電源提供不須透過聚合商、平臺商而直接進行交易的途徑，以便他們可在能源社群「內部」進行能源共享與能源交易，或直接「對外」進行交易。因此，能源社群將可為電力生產、電力消費及能源組織結構提供一種「空間優化」⁹方案。以下將分別探討歐盟、德國能源社群在聚合(3.4.1)、點對點交易(3.4.2)、輔助電網韌性(3.4.3)及區域綠電憑證(3.4.4)等商業應用領域。

3.4.1 聚合領域(Aggregation)

EMD指令將「聚合」定義為：「由自然人或法人結合數個用戶用電量與發電量，以在電力市場中銷售、購買或拍賣之行為」。在目前的聚合模式下，市場上已有以虛擬電廠整合分散式電源的方式，該聚合商在現行的集中電力市場上提供其商品，如現貨市場或備轉容量市場(表1之第1類能源社群)。這些商品既包括整合小型再生能源設備的電能，也包括來自工商業用戶的需量反應資源(Demand-Response-Ressourcen)。以德國Sonnen GmbH公司為例，該公司聚合住宅用戶的儲能設備，從而在備轉

容量市場上提供商品，自2018年起，該公司通過「一級備轉」¹⁰(Primärregelleistung)的資格審查，成為德國四家輸電業的29家供應商之一，此種透過家庭儲能單元提供備轉容量服務，目前在全世界範圍內是非常獨特的(Sonnen GmbH, 2021)。

電力聚合商可為批發市場提供最小規模的商品報價，而為其他市場參與者，例如，輸配電業者，創造有價值的商品。聚合商也是數位科技創新應用的先驅產業之一，因為它們的商業模式高度依賴廣泛和精確的數據資料，例如，必須先掌握供電、需求和價格的歷史資料與預測資料，才能優化各種彈性電力資源(如儲能設備、汽電共生廠、沼氣發電廠等)的配置與調度(IRENA, 2019, 頁6)，此外，為了時提供備轉容量，聚合商必須在最短的時間內靈活切換設備，而這也只有高度數位化程度下才有可能辦到(dena, 2022, 頁22)。

3.4.2 點對點交易領域(Peer-to-Peer)

點對點交易(Peer-to-Peer transactions, P2P)為電力產業帶來新的交易選擇，其特點是讓小型參與者可以更積極參與電力交易，例如，P2P可提供一些擁有自己發電設備的產消者(Prosumer)直接接觸對方的機會，使得在沒有交易所、經紀人或售電業等仲介的情況下，可直接進行電力交易與供應(Kreuzburg, 2018, 頁1以下)，特別是對德國許多FIT到期的設備而言，P2P模式將成為它們新的銷售途徑(dena, 2022, 頁23)(表1之第2類能源社群)。

在能源社群的概念下，低壓電網當地的產消者和一般用戶可以加入區域型的電力市場和

⁹ 根據筆者解讀，空間優化就如同蜂巢式的電網設計、規劃、維護、調度及復電(restoration)，使得每一個特定空間(單一蜂巢)之電能供需可發揮最佳效用。

¹⁰ 「一級備轉」係指必須在電網頻率出現偏差的30秒內完全啟動，並至少可持續提供15分鐘的電力或負容量。在德國，共有四個輸電系統營運商，每個營運商確保在其電網區域內的饋電與接電以及提供備轉容量之間的平衡，並在全國電網控制系統方面進行合作(許志義與黃俊凱, 2015b, 頁48以下)。

輔助服務市場，藉由P2P技術的發展，他們之間可以直接進行電力交易，亦可為當地的配電網的壅塞管理做出貢獻，而且透過能源社群亦可參與大型集中市場進行交易。整體而言，能源社群可以讓更多的人參與到能源供應系統之中，帶來更有效率的能源使用和更符合經濟效益的供需商業模式(EKSH, 2021)。

3.4.2.1 數位技術的應用

點對點交易在數位技術的應用目前已屬可行，例如，透過區塊鏈技術自動、防篡改及分散式的儲存交易，並結合智慧合約(Smart Contracts)自動化生成相關規則與標準條款，在技術上可將間歇性、分散的再生能源發電與家庭用戶的消費，兩邊即時的(in real time)聚合起來(EKSH, 2021)。

在點對點的互動過程中，資料保密性、完整性、個資保護，以及產消者彼此間的交易速度都非常重要，區塊鏈的分散式賬本技術(Distributed Ledger Technology, DLT)具有現金帳簿紀錄出納的功能，以很低成本的提供交易上重要的「信任」要素，確保交易安全，無須第三方認證即可安全的交換能源數據資料，另外，再透過DLT技術與智慧合約的結合，則可實現快速而可靠的交易，滿足上述點對點交易的各項需求。

然而，電力交易區塊鏈應用與純粹的數位區塊鏈應用(例如金融領域)不同，前者需要有真正的實物(例如電力)交付(Kreuzburg, 2018, 頁25、26)，而實物交付的核對問題並不會因數位技術的應用而被自動解決，在這方面仍必須特別注意如何確保落實履約的問題。

3.4.2.2 重要的配套措施

除應用數位技術外，點對點交易相關配套措施，在硬體方面需要傳輸快速的資通訊基礎

設施，以便點對點的通訊無障礙，並可對分散的供需雙方進行即時預測，在軟體方面則須建立點對點之間通用的市場通訊，運用處理大量資料的技術，並引進新的設備登記系統(如區塊鏈機器身份分類帳)等，此外，最重要的為當地市場的設計與推廣智慧電表(dena, 2022, 頁25、26)。

市場設計包含市場參與者的定義、權利義務、點對點市場可交易的商品種類，以及市場運作與定價機制等，而這些都必須由政策法規提供空間與框架，例如，當地或區域性能源市場之建立必須有配電網業者的配合，市場參與者才能建立適合的誘因機制(dena, 2022)。智慧電表則是作為市場交易和物理電流量之間的介面，透過智慧電表接收各種價格訊號，可以協助利害關係人評估市場上的最有利的購電，以及最佳的分散式電源銷售方式(Kreuzburg, 2018, 頁4、5)。

3.4.2.3 點對點交易種類的區分

根據德國能源署(dena)的分析，歐盟目前的點對點交易可分為以下兩種商業模式範疇(dena, 2022, 頁23)：

A. 點對點能源共享

點對點的能源共享(Peer-to-Peer Energy Sharing)，係指能源消費者與同一層次的其他能源消費者分享他們的剩餘能源，以提高能源社群的效用。能源消費者可以單獨行動，也可以作為一個群體，他們可以是純粹的能源消費者，也可以同時是產消者(prosumer)。參與能源共享社區的誘因，並非只有經濟利益，其他的優點包括電力來源在地化、社區電力成本最小化、減少社區碳排放量、降低尖峰負載、提高電網使用率、改善電網穩定性，以及減少能源進口等因素。

能源共享社區可以是地理上的地區概念，

例如鄰里社區、行政區或縣市等，也可以由四面八方的志同道合者在虛擬世界組成非本地群體，重點是參與者在追求共同的目標，讓他們在社區(群)內的個別行為可以擴大成為整個社區的行動規模，形成一個共同決定、共同協調能源資源的群體。

B. 點對點能源交易

相較之下，參加點對點能源交易(Peer-to-Peer Energy Trading)的能源消費者則係以財務為導向，此模式最重要目標是使個人經濟利益最大化，讓Prosumer有更高的價格誘因將剩餘電力賣給其他消費者，而非選擇在集中式電力交易所出售。

3.4.2.4 點對點數位平臺示範案例

無論是P2P能源共享或P2P能源交易模式，一般住商或中小企業主需要有專業人士提供數位平臺解決方案，因為電力交易需要有資通訊技術、能源產業經濟及政策法規方面的專業知識，而依德國《能源經濟法》(EnWG)第41條規定，這些專業知識亦為能源供應商(售電業)的必要條件之一。因此，德國P2P的商業模式仍有建立數位平臺的需求，平臺運維商在此可擔任不同的角色，例如作為中間商，就如同售電業一般，購買DER (Distributed Energy Resources，分散式電力資源，簡稱DER)之電力提供給終端用戶，亦可從事單純的平臺服務工作，僅在後臺支援和結算DER和用戶之間的電力交易(EKSH, 2021)。目前歐盟國家的這類P2P平臺(Peer-to-Peer-Platform)，例如，德國有Sonnen公司的虛擬能源社群SonnenCommunity、Lumenaza公司的「能源即服務平臺」(Energy-as-a-Service-Plattform)，此外，還有比利時的Bolt與荷蘭的Vandebron等(dena, 2022，頁24)。

法國的Partagélec能源社群，為Penéstin市

政府和當地的能源集團Morbihan énergies將一個產業區的12家小型企業，以及當地負責經營智慧電表及配電網的國營電網業者Eenedis一起納入Partagélec計畫之中。Penéstin市政府在其擁有的一棟建築上安裝40 kWp的光電系統，其電力首先用於該棟建築用電，剩餘電力經由公用電網供應給這12家公司，如果這些公司沒有在該系統每30分鐘的發電間隔內用電，就由能源合作社Enercoop購買剩餘的電力。在此過程中，配電網業Eenedis提供計算用電量的資料給社區成員(Glachant and Rossetto, 2021，頁4)。

在德國，地方能源市場領域也有許多點對點交易的示範計畫(dena, 2022，頁25)：

- Allgäu微電網專案：德國南部邊境Allgäu地區與OLI系統公司合作，當地電力生產者和用戶在2018年以App進行當地能源交易的測試。用戶提出願出的最高電價，每15分鐘進行一次交易，供電方價格由低至高進行排序，並透過區塊鏈技術的智慧合約進行結算。
- Allgäu鵝卵石專案：Allgäu的地方公用事業在其鵝卵石專案(Pebbles-Projekt)中開發的當地能源市場平臺，考慮到電網路拓撲結構及預測電網利用率，以儘量減少電網瓶頸。該平臺在2020年底至2021年底的試驗期間，每天透過運用區塊鏈技術的智慧合約進行約6,000次交易。結果證明，當地能源市場可大幅減少電網擴建和電網壅塞管理的需求。
- Tal.Markt平臺：Wuppertal市的公用事業讓用戶利用該公司「Tal.Markt」平臺，從當地的再生能源組合中安排自己的購電選擇。用戶的選擇以區塊鏈技術記錄，電費也進行透明的結算。當用戶選擇的設備無法提供足夠的電力時，則公用事業負責確保提供剩餘電力。
- Grid Singularity公司為當地能源市場的運作

提供一個開放資源的模擬環境，這個D3A工具為能源設備打造一個數位雙生(Digital Twins)的虛擬模型，讓設備業者使用人工智慧進行投標代理，並可以設定市場參數，例如定價或交易間隔等。

3.4.3 輔助電網韌性領域

能源社群對於發電和用電進行針對性的調控，亦可提供輔助電網韌性的電力彈性商品(flexible products)，包含維持頻率穩定、確保備轉容量及協助全黑啟動等，可為電力系統穩定做出貢獻。在電網彈性市場(flexibility market)上，為促進電力交易的同時提供電網服務，可建立誘因機制，調節需求方用電行為(需量反應)，亦可調節供應方在當地的發電系統或儲能設備，以平衡電網不穩定，讓未來能源系統當中最小單位的參與者亦可加入電網安全的重要工作(dena, 2022, 頁26)。

當能源社群對於發電和用電進行針對性的調控時，可以提供電網輔助服務的電力彈性商品(flexible products)，包含維持頻率穩定、確保備轉容量及協助全黑啟動等，這讓未來能源系統當中最小單位的角色亦可加入提升電網可靠度的工作，為電力系統穩定做出貢獻

P2P電力交易的商業模式，統稱為「點對X市場」(Peer-to-X- Markets)，其中提供電網輔助服務的「點對網」(Peer-to-Grid)市場，是指將小型的參與者與輸配電業連接起來，賣方是小型DER和用戶，買方為主要為配電業，配電業為解決當地電網壅塞問題，有其採購輔助服務的需求，而賣方則透過平臺以個別或聚合的方式提供輔助服務(dena, 2022, 頁26)。

3.4.3.1 數位化為基本前提

數位化是上述市場建構與運作的基本前提，可以很低成本的為小規模商業模式和小型

參與者提供參與市場的機會。當未來，發電、儲能設備和用戶端逐步數位網絡化，配電網在物理上達到極限時，它們可即時、分散的做出反應，在地方和區域上進行跨產業部門(電力、交通或製冷、供暖等)的電力系統優化。

電網輔助服務也是蜂窩式能源系統的基礎，它不僅可推動再生能源發展，也可減輕輸電業負責電網穩定措施的負擔(VDE, 2019, 頁10, 11)。若在技術上達到充分的數位化，可透過分散的價格訊號在很小的範圍內組織起區域配電網韌性輔助服務市場(電網韌性市場)，在市場範圍內形成各種誘因，由靈活的一方為不太靈活的他方調整饋網電力，以獲得相應的報酬或補償(Strohmayer *et al.*, 2019, 頁8以下)，不過，為能針對性的排除電力壅塞問題，前提是配電業必須取得特定併網點的相關資訊，如電網狀態數據等，因此，為將來有效率的解決電網瓶頸問題，配電業應積極參與發展區域電網韌性市場(Valarezo *et al.*, 2021, 頁18)。

3.4.3.2 市場平臺分類

近年來，歐洲各國開發的電網韌性市場模式可分為市場平臺(Marktplattformen, Market platforms)和聚合商平臺(Aggregator platforms)兩類(dena, 2022, 頁27)：

- A. 市場平臺，係指DER或聚合商直接提供輔助服務的市場場所，市場的買方為輸電業或配電業，例如：英國的Cornwall Local Energy Market示範計畫、德國的enera示範計畫，以及2019年正式營運運的荷蘭GOPACS和英國的Piclo Flex。這些平臺成立目的在使靈活的DER為配電網層級提供電網韌性的服務提供者。
- B. 聚合商平臺，係指DER透過聚合商或售電業(兼營聚合商)的平臺間接提供輔助服務，這類平臺的例子有：瑞士的Tiko Energy

Solutions AG、德國、荷蘭、義大利和瑞士各家輸電業共同合作的示範計畫Equigy、瑞士的Quartierstrom 1.0示範計畫，以及西班牙的Repsol Solmatch等。

上述兩種市場模式最主要之差異在於，市場平臺為DER可直接參與，因此如何確保充足的參與者數量及規模，以及此市場機制能否有效降低對於電力壅塞之管理成本，對輸配電業而言是重要的課題(Epexspot, 2019)。另一方面，在聚合商平臺DER則需要透過聚合商才能參與市場，雖然使小規模的DER也有機會間接參與市場，但此模式或許較仍較有利於聚合商之發展(Equigy, 2023)。

3.4.4 綠電憑證和區域憑證領域

自從德國電力市場自由化以來，對終端用戶而言，電力的來源必須是可以不同組合(Portofolio)的選擇方式，因此，德國的售電業必須在年度電費單上向用戶揭露其電力來源的占比，這項義務自2012年以來已明定在《能源經濟法》(EnWG)第42條及再生能源法(EEG)第78條、第79條。

綠電憑證和區域憑證的目的都在呈現饋網電力的某些特徵。在德國，再生能源設備生產饋網的電力(綠電)未領取FIT躉購補貼者，得向聯邦環境局(UBA)申請核發綠電憑證。不過到目前為止，德國只有證書形式的綠電憑證，用戶只能從發電占比得知他們的購電情況，並無法追蹤他們在個別設備的購電情況，綠電憑證也未向用戶提供電力產銷之即時性(生產隨即消費)或電力產地方面的資訊，因此，可預見市場將需要有新的綠電驗證方式。此外，有鑒於淨零碳排的總體目標，數位碳排證書(digitale CO₂-Zertifikate)在將來也可發揮更大的作用，它可提供電力碳排含量及碳排位置與時間資訊之證明，並做數位驗證，也可在跨產業部門之

間進行碳計費與結算(Strüker *et al.*, 2021, 頁13, 14)。由於能源社群具在地發電與在地消費之特性，能降低對於核發綠電憑證時對於電力產地資訊的驗證成本，因而有助於區域憑證之發展。

在區域憑證方面，售電業可在電力標示中證明他們所提供的是地區綠色電力。區域憑證登記制度在確保綠電的區域來源標註只能被銷售一次，避免重覆計算(double counting)。同時，確保用戶可直接從他們所在的區域就近獲得綠電。德國UBA在2019年新推出區域憑證登記制，所謂一個地區是指一個郵遞區號半徑50公里內所及用戶和發電設備的範圍。從售電業的角度，這代表增加特定電力商品的經濟吸引力，預期將提高用戶的購買「區域」憑證之意願(UBA, 2021)。

4. 我國電力產業新興生態之建構及挑戰

在歐盟，能源社群並非全新的概念，在許多歐洲國家已經以生產者協會(公民電廠)、虛擬電廠或鄰里電力的方式實現能源社群的概念，在此基礎上，歐盟執委會進一步推出「清潔能源包裹法案」，促使成員國轉換相關指令成為國內法，顯見法制化是成功發展能源社群的重要前提之一，成員國在制定國家能源和氣候政策與法規時，應擬定具體措施，落實EMD和RED II兩項歐盟指令賦予公民和再生能源社群的新權利。

本文觀察歐盟能源轉型「能源社群」法制及發展趨勢，擬從推動分散式電源發展的角度，嘗試為臺灣電力產業新興生態之建構，提出以下幾點方向及可能的挑戰。

4.1 發展創新的數位技術

能源社群的活動廣泛的涉及發電、銷售和用電領域，這些活動共通的重點是必須使用創新的數位技術。有關能源社群應用的核心技術領域，包含軟體的數位平臺和資料管理系統，分散式帳本技術與智慧合約，以及軟硬體整合的智慧電表：

- (1) 數位平臺可蒐集、整合及比較來自不同供需來源的各種資料，以提供新的產品和服務，非常適合用於將分散式電源與消費者或產消者互相連結起來，同時平臺也需要設計可處理大量資料的資料管理系統。
- (2) 分散式帳本技術(DLT)，如區塊鏈，與智慧合約結合，可促成市場參與者之間直接進行交易，這些交易紀錄可追溯並自動驗證，無須中央管理機制介入即可運作。這項技術可在短時間內實現最小量的能源交易，有助於實現點對點交易。
- (3) 智慧電表系統是電力系統數位化的基礎建設，其作為物理電流和經濟交易的介面，使得能源社群能即時參與區域性(在地的)電力市場和配電級輔助服務市場。此外，藉由將DLT與智慧電表相結合，各種電力屬性(綠電或灰電)可透過數位簽章進行記錄，將使得用電紀錄具有分散性與透明性，並可防篡改，有助於建立數位碳排證書之制度。

以上技術如果要實現廣泛的應用，市場通訊必須做相應的調整，也必須建立在地市場的市場機制，為分散的市場參與者提供即時預測，市場平臺並須具備處理大量資料的能力，參與的設備也必須作數位身份登記。

其中，智慧電表作為市場交易與用電紀錄的關鍵樞紐，使得作為「準公共財」、「俱樂部財」¹¹的電力，透過市場通訊並顯示電力價格訊息，除了滿足消費者內心「隨時」、「隨地」、「隨意」使用電力之「選擇價值」¹² (option value)外(許志義，2006)，亦可以滿足表後端消費者、產消者對電力即時交易之需求，不僅有助保障電力交易安全，更促進能源社群發展。

根據2022年全球統計數據(中央社，2023)，臺灣「數位轉型」再度獲肯定！IMD競爭力排第11名，8指標全球前3。不僅於此，雲端與AI人工智慧界的FAMG(臉書、亞馬遜、微軟、Google)創新研發中心，皆齊聚臺灣，媒體多所報導(參考文獻如上網址，可直接引述)。由此可見，臺灣的數位創新科技發展能力倍受肯定。過去長久以來，臺灣以半導體產業與資訊通訊產業大國，名聞遐邇。近年來，更因人工智慧科技落地發展迅速，美國矽谷人工智慧科技巨擘負責人紛紛飛來臺灣友好訪問，如：輝達、超微、英特爾等，廣獲媒體報導。這些事實，均證明臺灣是全球數位科技創新重要的發展基地與合作伙伴。

根據2022年全球統計數據(中央社，2023)，臺灣「數位轉型」再度獲肯定！IMD競爭力排第11名，8指標全球前3。不僅於此，雲端與AI人工智慧界的FAMG(臉書、亞馬遜、微軟、Google)創新研發中心，皆齊聚臺灣，媒體多所報導(參考文獻如上網址，可直接引述)。由此可見，臺灣的數位創新科技發展能力倍受肯定。過去長久以來，臺灣以半導體產業與資訊通訊產業大國，名聞遐邇。近年來，更因人工智慧科技落地發展迅速，美國矽谷人工智慧科技巨擘負責人紛紛飛來臺灣友好訪問，如：輝達、超微、英特爾等，廣獲媒體報導。這些事實，均證明臺灣是全球數位科技創新重要的發展基地與合作伙伴。

4.2 促進微型綠電及智慧電網佈建

從歐盟能源社群蓬勃發展的經驗可知，公民積極參與電業，包含發、輸配、售及服務等活動為推動能源社群法制建設的前提基礎。

我國電力系統為典型孤島運轉模式，台電作為國營綜合電業的公營電廠，加上1990年代前後其加入的汽電共生系統民營電廠(IPP)，仍為目前電力來源的重要主力，其次再搭配各種不同再生能源發電，相較於歐美，我國公民參與建置的「微型綠電」仍較為有限。截至2023年10月，太陽光電及風力發電(含陸域風電、離

¹¹ 在一定範圍規模內無敵對性之集體消費(collective consumption)型態之財貨，例如，公車、游泳池等。

¹² 一個商品通常有兩種價值，一個是使用時所產生的效用，另一種是需要用到此商品時的遞送時間，或即稱之為交易成本。而電力可謂是所有商品中交易成本最低者，或即送貨條件最佳者(因流動性最佳)。

岸風電)合計裝置容量14.66 GW，再生能源發電量2023全年預估達275億度，綠電占比將達10% (行政院，2023)。為加速落實能源轉型，政府應更積極偕同民間全力多元化開發再生能源。

在具體作法上，為推動太陽光電普及化，2023年6月《再生能源發展條例》(下稱同條例)增訂第12條之1，明定建築物的新建、增建或改建達一定規模者，除有受光條件不足或其他可免除情形，起造人應設置一定裝置容量以上的太陽光電發電設備。按目前經濟部與內政部商討細節進度，初步決定以建築面積1,000平方公尺(約300坪)、最低設置量是50瓩為門檻。為配合上述屋頂型光電立法，經濟部並公告修正「公共工程或公有建築物再生能源發電設備設置條件」，要求公共工程原則皆應設置再生能源發電設備，並持續推動、公有建築屋頂、校園屋頂、農業設施屋頂、工業屋頂與社區屋頂等。此外，同條例本次修正新設地熱專章(第15條之1至第15條之5)，訂定地熱探勘、開發許可及審查程序，與成立地熱發電單一服務窗口等作法，加速推動設置；在小水力方面，政府採取「台電與民間雙箭齊下；建構對環境友善水力資源機制」策略，修法放寬小水力發電應用場域(同條例第3條第1項第7款)，並透過合理躉購費率及級距等誘因鼓勵小水力發電發展(行政院，2023)。以上應可略窺政府近年建立微型綠電友善發展環境，促進民間參與再生能源建置等所做的若干努力。

在新興分散式、微型綠電的發展趨勢下，可預見分散式電源(DER)的電力市場滲透率將逐步提高。然而，綜觀我國電業自由化發展歷程，先後開發電、綠電售電及電力服務業(如聚合商)等，但目前並不涉及輸配電業，台電仍獨占電力輸配業業務，惟對於台電而言，在過去集中式大規模發電架構下，掌握高壓電力的輸電系統調度者(Transmission System Operator,

TSO)或獨立系統調度者(Independent System Operator, ISO)，並無法直接控制或調度到廣布於低壓配電層級的微型分散式電源，如將來廣布於家戶、行業的微型電源比例逐年提高，電力系統瞬時供需失衡的幅度可能擴大，增加供電可靠度的不確定性(參許志義，2023b)。因此，加速建置具有雙向傳輸功能的智慧電網，並搭配電力資訊雙向通訊功能的智慧電表，應為政府與台電現時責無旁貸的重要任務之一。

歐美國家的電力市場正積極朝向以分散式再生能源極大化與強化電網韌性方向發展，配電系統操作者(Distribution System Operator, DSO)因可直接調度分散各地各角落的眾多「微型綠電」，並更加精準預測其發電，提供其原本應享有但卻被長期忽視的「備轉容量價值」誘因，這是傳統中央型電力調度中心的職能所無法企及的。因此，歐美國家已逐步推動電力市場調度規則革新，由傳統的TSO或ISO統一調度轉而更加重視DSO的角色功能，甚至朝向以DSO電力調度模式為核心的電力系統規劃方向發展(許志義與黃俊凱，2023)。可知，「從TSO或ISO轉向以DSO為核心」的電力調度模式，乃是智慧電網重要配套措施。在此情況下，台電發輸配售電力系統之整體規劃邏輯與程序，亦須考慮儘速朝此方向大幅修正與調整。在此基礎設施轉換運作思維的基礎上，微型綠能在地布建之極大化與分散化，不僅可提升全國民眾參與度，亦可同時強化電網韌性，有效提升整體電力系統服務之可靠度。

4.3 從集中式到分散式的市場平臺

在電力市場設計方面，由於電力物理特性與過去技術侷限，電力無法大量有效儲存，而電力市場瞬間供給量必須恆等於需求量，為因應此特殊商品屬性，電力市場之供需交易與成交價格必須進行事前搓合，電力交易方式亦須

做相應的設計與規劃，如批發(日前、日內)市場、輔助服務市場及壅塞管理市場等(許志義等，2015a，頁6以下)。現今歐盟各國已廣泛運用的聚合商模式，運用數位、通訊技術建立各自的平臺，將分散的能源發電設備整合成虛擬電廠，進而在集中式的電力市場，如批發市場或備轉容量市場中提供商品。

然而，現行集中式能源市場能夠對日益分散的能源系統提供多少程度的有效解決方案，在歐洲已經是許多研究或示範計畫的研究對象。而為滿足高度分散的再生能源供應的要求，目前已有新的方法，亦即分散的市場平臺及優化分散式電源的商品組合。對此，已有研究指出，數位科技和能源社群是推動分散式能源轉型的致能者(Enabler)，也是成功與否的關鍵要素，所追求的最終目標，要使分散式設備與用戶能夠在能源即時經濟(Echtzeitenergiewirtschaft; real-time energy economy)中，毫不費力的在自發自用、市場交易和輔助服務之間進行切換，並且享有自主權(dena, 2022，頁6)。

台電公司於2021年11月15日啟動至今已2年有餘的電力交易平台，儲能系統、需量反應及用戶自用發電系統等各類虛擬電廠資源已成功參與平臺，提供調頻備轉、電能移轉複合動態調節備轉、即時備轉及補充備轉4種輔助服務商品。截至2023年10月底，共有68家民間合格交易者參與，民間參與量已達803 MW，為國內能源技術的創新與發展奠定良好基礎(吳進忠，2023)。許志義(2023a)指出，除輔助服務市場外，我國亦應加速開展電力批發市場。然而，在我國目前僅開放綠電自由交易之下，即便綠電交易量也逐年成長，2022年總計約8.4億度，2023年1至10月計有13億度，惟倘以2022年臺灣總發電量為2,507.5億度觀之，8.4億度綠電交易量僅及臺灣總發電量的0.34%，此等些微的比

例在可預見的將來仍屬有限，顯示臺灣目前的綠電交易、分散式電源的健全發展，以及本文旨述所對應形成的能源社群和相關數位技術應用等領域，在台電仍維持垂直整合獨占絕大部分電力供應份額的情形下，臺灣在相關領域發展仍存在其結構性的困境。職此之故，如何發展出如歐美國家之集中批發市場，又如何「趕上」歐盟推動能源社群的腳步，創造聚合商建立地方型分散市場平臺的良好環境，進而為區域電力憑證、點對點能源交易、能源共享及配電級輔助服務交易的發展提供更多空間與機會，皆是我國下一階段電業法制革新的重大挑戰。

4.4 兼顧能源正義與公正轉型

大型電力供應事業為了提供民眾普及化之電力產品與服務，必須進行資本密集之投資，並大規模利用社會資源鋪設管線，以傳輸電力給廣大公眾，故又稱為「公用事業」。由於電力線路之網狀連結形成經濟規模，電力市場上通常會出現規模經濟下公用事業自然獨占或區域獨占現象，且其設立多由政府授予獨占經營之特許權(franchise)，此種獨家經營形成自然壟斷所造成之市場失靈(market failure)現象，是電力公用事業必須接受政府管制之理論基礎，目的在確保社會正義，包括平均正義與分配正義(許志義，2006)。

歐盟所建立之公正轉型機制(Just Transition Mechanism)，其核心概念之一為「確保國家在邁向淨零的過程中不遺落任何人(making sure no one is left behind)」，因此保障利害關係人之程序正義與分配正義是落實公正轉型的重要方向(European Commission, 2021)。歐盟在建構能源社群的立法準則時，相當注重落實環境保護與社會正義的問題。能源社群可為其成員創造環境(E, Environmental)與社會(S，

Social)方面的效益，而非僅在追求純粹的經濟利潤，且格外重視能源轉型的公眾參與涵容性(inclusiveness)，要求保障在地居民的參與權及主導性，讓小社區螞蟻型分散式另類電業(例如虛擬電廠)，由在地居民及中小企業為核心，大型企業的「外來」資金有參與權，但無決策權(如無表決權特別股)；也就是允許大企業作財務投資，但限制其在能源社群組織中的決策權利，以有別於被大企業壟斷或寡占的大規模巨象型集中式傳統電業，目的即在踐行能源正義及公平競爭，背後精神在保護、尊重當地能源資源的最終擁有者、在地生存的生活者。藉此，藉由立法程序或行政命令，以保障在地居民和中小企業在能源社群商業模式下的電力市場參與權及主導性，實屬必要。

2022年國發會「臺灣2050淨零排放路徑及策略」揭槩，公正轉型是我國淨零轉型之12項關鍵戰略之一，借鏡國外公正轉型的倡議，在追求最大公共利益、不犧牲弱勢族群福祉的前提下，推動跨部會與民間參與的「公正轉型」政策。政府將提出強化「公正轉型」與「公民參與」之治理機制，以「盡力不遺落任何人」為公正轉型目標，在淨零轉型過程中戮力追求政策目標平衡性、社會分配公正性與利害關係包容性(國家發展委員會，2022，頁50、70及73)。

2023年2月15日公布施行的《氣候變遷因應法》為公正轉型在我國法制化的標竿，該法第1條開宗明義規定，本法係為因應全球氣候變遷，制定氣候變遷調適策略，降低與管理碳排放，落實世代正義、環境正義及公正轉型，善盡共同保護地球環境之責任，並確保國家永續發展。為達成本法2050年淨零排放目標，明定政府應推動氣候變遷調適能力，包括公正轉型、再生能源、資源循環等減量及調適之科學技術研究發展、綠色金融、中央地方協力、公

私合作及能力建構等事項，並應在國民、事業及團體的參與之下共同推動(第4條、第6條)，並參酌巴黎協定，要求政府在強化氣候治理的同時，確保國土資源永續利用及能源供需穩定，兼顧環保與經濟、社會正義，考量跨世代衡平、原住民族權益、脆弱群體扶助等原則(第5條第1項)。

5. 結論與建議

隨著分散式電源及智慧微電網其布建的電力市場滲透率逐步提高，歐美先進國家的電力市場正積極朝向以分散式再生能源極大化與強化電網韌性方向發展。歐盟2019年通過「潔淨能源包裹法案」，其中包含2018年的2001號及2019年的944號兩個關鍵指令，大幅開放分散式電源在歐盟各國參與電力批發市場及輔助服務市場，並為鼓勵各國發展「能源社群」而建立法制框架。

從本文探討歐盟最新發展可知，公民積極參與電業，包含發、輸配、售及服務等活動實為推動能源社群法制建設的基礎，能源社群的運作，結合數位科技的運用，能展現出能源市場新的專業角色功能與質變作用，而成為聚合商、平臺商及輔助服務供應商的殺手級商業模式，將能源轉型與產業轉型進一步深化為整體社會轉型與生活轉型將成為各種推動分散式能源轉型的致能者(Enabler)，也是分散式能轉型成功與否的核心要素。這種分散式小社區的智慧型微電網，最大特色是能落實「在地綠能即產即銷」的永續極大化布建與加強電網韌性，對於地方創生有正向貢獻，又鼓勵社會公眾參與，使能源政策具有涵容性(inclusiveness)；同時，某程度上有助於市場競爭與能源正義，因此，歐盟此種政策導向確實可為微型綠能系統創造出友善的法制環境。

其中值得注意者，歐盟明確定位能源社區由地方居民及中小企業組成核心團體，大型企業的「外來」資金僅有參與權，但無決策權；也就是允許大企業作財務投資，但限制其在能源社區組織中的決策權利，以有別於被大企業壟斷或寡占的大規模巨象型集中式傳統電業，除了促進公民參與綠電建設外，目的亦在踐行能源正義及公平競爭。因此，我國將來如公民參與電業環境達一定程度，亦應參考歐盟作法，立法或訂定行政命令，例如於再生能源發展條例或子法訂定相關明文，以保障在地居民和中小企業在能源社區商業模式下的電力市場參與權及主導性。

行政院於2022年8月，核定台電「強化電網韌性建設計畫」，其中「力求分散供電」為計畫主軸，旨在促進綠能併網，達成「在地發電、就近供電」，以降低電網集中風險。平心而論，分散式的在地綠能，確實是全球大趨勢，先進國家不但積極推動，更從法制改革著手，修正電力市場遊戲規則，調整過往一向以中央電網與集中式規模經濟開發電源的相關法令；臺灣努力發展再生能源(綠能+儲能)之餘，更需要與國際接軌，而逐步調整「從TSO或ISO轉向以DSO為核心」的電力調度模式，並從能源法制革新著手，例如，調整電業法第8條第2項及其相關子法之電力調度原則及細節，讓DSO在電力調度上處於更加積極主動的地位。

能源社群在各種創新的能源商業領域中，除了已行之有年的聚合模式外，也包含：點對點交易、能源共享、配電級電網輔助服務，以及區域綠電憑證等模式。其特色在於數位科技的創新，而核心應用領域則包含：分散式能源資源管理系統(Distributed Energy Resources Management System, DERMS)、分散式能源資源先進管理系統(Distributed Resources Energy Advanced Management System, DREAMS)、數

位平臺與資料管理系統、區塊鏈分散式帳本技術(DLT)與智慧合約(smart contract)、智慧電表，以及數位雙生(digital twins)等。

能源社群藉由DER資源加上善用數位科技、平臺經濟及價格誘因，可驅動全民參與電力公共政策，亦屬所謂的「巧推政策」(nudge policy)。臺灣各界利害關係人，應共同關注此種分散化、數位化、微型化的電力市場生態系，並應從政策制度上著手，確保其運作機制的公開、透明以及權責明確，以保障市場公平競爭，使其成為促進再生能源極大化並確保臺灣電網韌性的重要支柱。

為因應能源產業與數位科技最新發展趨勢，建議政府有關單位參考歐盟推動能源社群的作法，藉由相關法制基礎建設的改革，賦予公民及能源社群相關權利與義務，促進分散式電源生態系的健全發展，並落實氣候變遷因應法所要求的能源公正轉型，這種社會轉型與生活轉型的政策法規軟體建設，搭配台電未來10年強化電網韌性計畫，二者相輔相成，將成為臺灣2050淨零目標的兩大支柱。

致 謝

本文作者感謝二位審查委員悉心審稿並惠賜寶貴意見，使本文內容更加精進與充實，惟文責由作者自負。也特別致謝黃子豪律師協助蒐集、整理資料，幫忙校稿，備極辛勞。

參考文獻

中文文獻

- 台灣電力股份有限公司電力交易平台，2023。
合格交易者清單(2023/10)。
行政院，2023。加速推動再生能源一極大化綠

- 電發展，逐步達成能源轉型(2023.11.08)。
- 林吉洋，2021。被困住的公民電廠：能源轉型獨漏的公民發電力，01導言：公民電廠為何成綠能孤兒？(2021.05.05)。
- 吳進忠，2022。電力交易平台執行現況與展望，後躉購時代太陽光電投資新契機研討會(2022/10)。
- 吳進忠，2023。虛擬電廠參與電力交易平台的現況與商機，台灣能源數位轉型產學聯盟第三次會員大會暨專題論壇(2023/01)。
- 許志義，2006。「水電瓦斯公用事業解除管制政策芻議」，台灣銀行季刊，第57卷第2期，頁79-111。
- 許志義，2023a。「以虛擬電廠實踐施政三大韌性」，經濟部《經新聞》「名家論」專欄(2023.02.14)。
- 許志義，2023b。「從配電系統操作者(DSO)談分散式電源發展」，經濟部《經新聞》「名家論」專欄(2023.07.04)。
- 許志義、王京明與黃鈺愷，2015a。「我國電業自由化違反競爭法行為態樣之探討」，公平交易季刊，第23卷第4期(2015/10)，頁1-34。
- 許志義與黃俊凱，2015b。「德國電力備轉容量市場與虛擬電廠提供電網輔助服務機制之探討」，台電工程月刊，第805期(2015/09)，頁44-60。
- 許志義與黃俊凱，2023。「論歐盟配電系統調度分散式資源提供輔助服務的模式」，國家原子能科技研究所能源資訊平臺簡析(2023/05)。
- 許志義、黃鈺愷與王京明，2014。「美國電力自由化政策與法規探討以賓澤馬及加州為焦點」，台電工程月刊，第795期(2014/11)，頁1-15。
- 國家發展委員會，2022。「臺灣2050淨零排放路徑及策略」(2022.03.30)。
- 蘇思云，2023。「IMD世界數位競爭力台灣進步排第9 5G用戶占比等5指標全球居冠」，中央社新聞(2023/11) <https://www.cna.com.tw/news/afe/202311300018.aspx>
- 傅玲靜，2023。公民電廠法制芻議—德國與歐盟法制之借鏡，國立臺灣大學風險社會與政策研究中心(2023.03.20)。
- 黃俊凱，2013。「獨立管制機關—德國聯邦網路局簡介(上)」(2013)，司法改雜誌，第94期(2013/02)，頁47-51。
- 黃俊凱，2016。「德國再生能源政策與法律的新發展—再生能源補貼制度的革新」(2016)，科技部國際科技合作簡訊網(2016/02)。
- 楊沛為，2020。「實踐能源民主的下一步？歐盟能源社群制度分析」，國立臺灣大學風險社會與政策研究中心(2020.04.16)。
- 經濟部標準檢驗局國家再生能源憑證中心，2023。太陽光電躉購與綠電交易政策方向(2022/10)。
- 經濟部標準檢驗局國家再生能源憑證中心，2023。直轉供憑證成交紀錄(2023/10)。
- IMD數位競爭力評比台灣排第11名8指標全球前3，中央通訊社(2023.09.28)。

英文文獻

- Benedettini, S., G. Brugnetta, F. Fumiatti, P. Gentili, G. Ghiglione and V. Giordano, *et al.*, 2019. Assessment and roadmap for the digital transformation of the energy sector towards an innovative internal energy market. Unter Mitarbeit von Manuel Sanchez Jimenez. Hg. v. Directorate General for Energy Directorate B – Internal Energy Market Unit B.3 Retail markets und coal & oil. Available at: <https://>

- www.euneighbours.eu/sites/default/files/publications/2020-03/MJ0220185ENN.en.pdf, [Accessed 26 Jul. 2022].
- Bundesregierung, 2022. “We’re tripling the speed of the expansion of renewable energies”. Available at: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/schwerpunkte/klimaschutz/amendment-of-the-renewables-act-2060448>, [Accessed 26 Oct. 2023].
- Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources.
- Directive (EU) 2019/944 of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 on common rules for the internal market for electricity and amending Directive 2012/27/EU.
- Epexspot, 2019. First trade on flexibility platform enera completed successfully. Available at: <https://www.epexspot.com/en/news/first-trade-flexibility-platform-enera-completed-successfully>, [Accessed 27 Oct. 2023].
- EQUIGY, 2023. AGGREGATOR Distributed Flexibility Operator. Available at: <https://equigy.com/Your-Role/#aggregator>, [Accessed 27 Oct. 2023].
- ERA-Net Smart Energy Systems (ERA-Net), 2021. Local Energy Communities. Taskforce Energy Communities as part of the Horizon 2020 BRIDGE Initiative; Taskforce Local Energy Communities an activity started in the framework of ERA-Net SES Working Group “Regional Matters”. Hg. v. B.A.U.M. Consult GmbH (Smart Energy Systems-ERA-Net). Available at: <http://expera.smart-gridsplus.eu/Living%20Documents/Local%20Energy%20Communities.aspx>, [Accessed 20 Jul. 2022].
- European Commission, 2019. Clean energy for all Europeans. European Union: Luxembourg. Available at: https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/b4e46873-7528-11e9-9f05-01aa75ed71a1/language-en?WT.mc_id=Searchresult&WT.riac=null&WT.ria_f=3608&WT.ria_ev=search, [Accessed 26 Jul. 2022].
- European Commission, 2021. The Just Transition Mechanism: making sure no one is left behind. Available at: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/finance-and-green-deal/just-transition-mechanism_en, [Accessed 26 Oct. 2023].
- Frieden, D., A. Tuerk, C. Neumann, S. d'Herbement and J. Roberts, 2020. Collective self-consumption and energy communities: Trends and challenges in the transposition of the EU framework. COMPILE EU-Projekt. Working paper, December 2020. Hg. v. JOANNEUM RESEARCH und Rescoop EU. Available at: <https://www.compile-project.eu/wp-content/uploads/Frieden-et-al.-2020-Current-state-of-CSC-and-EnC-1.pdf>, [Accessed 20 Jul. 2022].
- Glachant, J.-M. and N. Rossetto, 2021. A New World for Electricity Transactions: Peer-to-Peer and Peer-to-X. SSRN Journal (SSRN Electronic Journal), [Accessed 24 Jun. 2022].
- Hansen, X., M. Brassart, P. Henriot, E. Lacher, L. Lo Schiavo and O. Powis *et al.*, 2019. Regulatory Aspects of Self-Consumption and Energy Communities. CEER Report.

- Ref: C18-CRM9_DS7-05-03. With the collaboration of Customers and Retail Markets and Distribution Systems Working Groups. Ed. by Council of Euro-pean Energy Regulators. Brussels, Belgium. Available online at <https://www.ceer.eu/documents/104400/-/-/8ee38e61-a802-bd6f-db27-4fb61aa6eb6a>, [Accessed 26 Oct. 2022].
- International Renewable Energy Agency (IRENA), 2019. Business Models: Innovation Landscape (collection). Hg. v. International Renewable Energy Agency (IRENA).
- Lowitzsch, J., C. E. Hoicka and F. J. van Tulder, 2020. Renewable energy communities under the 2019 European Clean Energy Package – Governance model for the energy clusters of the future? (Renewable and Sustainable Energy Reviews, 122 (202) 109489). [Accessed 15 Oct. 2022].
- Valarezo, O., T. Gómez, J. P. Chaves-Avila, L. Lind, M. Correa, D. Ulrich Ziegler and R. Escobar, 2021. Analysis of New Flexibility Market Models in Europe. *Energies* 2021, 14, 3521 (12). Available at: <https://doi.org/10.3390/en14123521>. [Accessed 15 Oct. 2022].
- ## 德文文獻
- Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.), dena, 2022. „Energy Communities: Beschleuniger der dezentralen Energiewende“ (2022/03).
- Gesellschaft für Energie und Klimaschutz Schleswig Holstein GmbH (EKSH), 2021. Forschungsberichte zum Energiesystem X.0. Nr. 1: Intelligente und effiziente Vernetzung von Energieerzeugern und -verbrauchern auf Quartiersebene. Hg. v. Gesellschaft für Energie und Klimaschutz Schleswig Holstein GmbH (EKSH). Available at: https://www.eksh.org/fileadmin/redakteure/downloads/publikationen/Forschungsberichte_X_0_1_2021_ISSN.pdf, [Accessed 03 Aug. 2022].
- Koch, M., M. Vogel, C. Heinemann, T. Hesse, D. Bauknecht und M. Wingenbach *et al.*, 2021. Pilotprojekt Dezentralisierung. Unter Mitarbeit von Öko-Institut e.V., Energynautics GmbH und Stiftung Umweltenergierecht. Hg. v. Energieagentur Rheinland Pfalz. Available at: <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Pilotprojekt-Dezentralisierung-2021.pdf>, [Accessed 26 Aug. 2022].
- Kreuzburg, Michael, 2018. Rechtliche und marktorganisatorische Anforderungen an den P2P-Stromhandel. FSBC Working Paper. Hg. v. Frankfurt School Blockchain Center. Available at: http://www.explore-ip.com/2018_P2P-Stromhandel.pdf, [Accessed 18 Aug. 2022].
- Sonnen GmbH, 2021. Allgemeine Informationen. Hg. v. sonnen GmbH Am Riedbach 1 87499 Wildpoldsried. Available at: <https://sonnen.de/haeufig-gestelltefragen/sonnenvpp/> [Accessed 26 Aug. 2022].
- Strohmayr, B., F. Reetz, S. Jasim und M. Böswetter, 2019. Smarte Sektorenkopplung, Digitalisierung und Distributed Ledger Technologien. Diskussionspapier. Hg. v. Bundesverband Erneuerbare Energie e.V. (BEE). Available at: https://www.bee-ev.de/fileadmin/Publikationen/Positionspapiere/Stellungnahmen/BEE/20190827_

BEE-Diskussionspapier_Smarte_Sektorenkopplung_Digitalisierung_und_Distributed_Ledger_Technologien.pdf,
[Accessed 18 Aug. 2022].

Strüker J., M. Weibelzahl, M.-F. Körner, A. Kießling, A. Franke-Sluijk und M. Hermann, 2021. Dekarbonisierung durch Digitalisierung – Thesen zur Transformation der Energiewirtschaft. Hg. v. Universität Bayreuth, Projekt gruppe Wirtschaftsinformatik des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Informationstechnik FIT und TenneT. Bayreuth. Available at: https://doi.org/10.15495/EPub_UBT_00005596,

[Accessed 03 Sep. 2022].

Umweltbundesamt (UBA), 2021. Regionalnachweisregister (RNR). Hg. v. Umweltbundesamt (UBA). Available at: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/regionalnachweisregister-rnr#regionalnachweise-kurz-erklart>,
[Accessed 03 Sep. 2022].

VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V., 2019. Zellulares Energiesystem – Ein Beitrag zur Konkretisierung des zellularen Ansatzes mit Handlungsempfehlungen, Frankfurt am Main.

Analysis of the EU Energy Community's Policy Reform for the Ecological Development of Distributed Energy Resources: Implications for Electricity Regulatory and Governance in Taiwan's Energy Transformation

Chun-Kai Huang¹ Jyh-Yih Hsu^{2*}

ABSTRACT

This study discusses the latest development trend of the EU energy community. First of all, we take the United States, the European Union, Germany and Taiwan as examples to summarize the evolution and current situation of the power market, and then discuss the two EU Directives 2019/944 in 2019 and 2018/2001 in 2018, the EU legal framework established to promote the development of “energy communities” in EU countries. Then, we analyze the various business models and cases of energy communities in the development of the European Union, and take this as another cornerstone to put forward some inspiration and possible challenges for the Taiwan power industry to develop energy communities and build such emerging ecology of the electricity industry. Finally, it is suggested that Taiwan government can refer to the European Union's practice of promoting energy communities, through the reform of the legal infrastructure, enabling citizens and energy communities with relevant rights and obligations, promoting electricity regulatory and governance for the development of distributed Green Power emerging ecology and implementing digital and fair-trade energy transformation.

Keywords: Energy Community, Distributed Energy Resources, digital technology application, Energy Transition, sustainable power.

¹ Ph. D. Candidate, Humboldt University of Berlin and Partner, Formosan Brothers Attorneys-at-law.

² Distinguished Professor of School of Innovation Industry and Department of Business Administration, Chung Hua University Distinguished Research Fellow, Intelligent Transportation Development Center, National Chung Hsing University; Lifetime Chair Professor, National Taipei University of Business.

*Corresponding Author, Phone: +886-912-467068, E-mail: kaizeithuang@gmail.com

Received Date: August 25, 2023

Revised Date: January 22, 2024

Accepted Date: January 24, 2024