



推動第三次產業革命之方向： 以盧森堡為例

◎黃仁志／中華經濟研究院第二研究所 輔佐研究員

「第三次產業革命」強調以「生物圈」（Biosphere）層次的視野，重視有限資源的生產和分配效率，減輕生態環境的衝擊和負荷。「盧森堡第三次產業革命」計畫，以全面轉換為再生能源和擴大數位科技的應用為基礎，提出六大產業和三大運作原則，對我國「五加二產業」和地方發展策略，具有重要的啟發意義。

第三次產業革命

由傑瑞米·里夫金（Jeremy Rifkin）所倡議的「第三次產業革命」（The Third Industrial Revolution）中，認為能源和通訊科技變遷的結合是推動產業運作典範變革的指標。在此一定義下，引導第三次產業革命的關鍵，是以分散式「再生能源」與「網路通訊」的結合，促進商業活動的扁平化與分散化。更重要的是，第三次產業革命反映出對資源過度損耗的反省，希望藉由分散式的產業運作模式，提高有限資源的生產和分配效率，從而減輕氣候變遷的衝擊和生態系統的

負荷。

21世紀初期嚴峻的氣候變遷、能源危機、金融風暴等問題，促動各國積極思索如何利用新資通科技和新能源系統的結合，實踐永續經濟活動的理念。第三次產業革命的構想，結合全球對永續發展的關注和綠色能源的倡議，獲得多數歐盟國家的重視。但迄至目前為止，多是因應該國情勢而在特定的產業部門中納入部分概念加以應用。而人口僅有50餘萬的盧森堡，在2016年11月所發布「第三次產業革命策略」（The 3rd Industrial Revolution Strategy In Luxembourg），卻是第



一個以全國為尺度進行全方位的產業改革政策，更在公私部門的合作下，動員超過三百位的研究規劃人員耗費一年的時間，為盧森堡2050年的產業發展願景，擘建出企圖心宏大的社會經濟轉型計畫。其中結合現實數據和發展願景的規劃模式，以及透過主題產業和核心原則帶動全國轉型的推動策略，值得我們加以探究和借鏡。

盧森堡的產業結構轉型

盧森堡大公國（Grand Duchy Of Luxembourg）的總人口雖然僅有50餘萬人，但其位居全球首位的高人均所得，一直是小國經濟體中最令人稱羨的亮眼成就。盧森堡的經濟發展，得益於鐵礦開發與冶煉所帶來的豐厚收入。自十九世紀中期設立第一座焦炭煉鋼高爐以來，盧森堡即開始以高人均鋼產量和鋼鐵成品輸出的收益，累積厚實的經濟基礎。但到1970年代後，盧森堡的鋼鐵業一度受挫，因而開始積極調整經濟結構。

目前盧森堡的產業經濟結構以鋼鐵、金融服務，和視聽衛星通訊為主要的三大支柱。除了鋼鐵工業上的成就外，盧森堡目前是歐元區內最重要的私人銀行中心，也是全球僅次於美國的最大資產管理重鎮。而在視聽衛星通訊領域，盧森堡擁有設立於1985年的歐洲衛星全球公司（SES GLOBAL），也是目前世界上規模最大的衛星運營商；而盧森堡廣播電視公司（Radio-Tele-Luxembourg, RTL）也曾是除美國外全球最大的電視製

作商，但在2007年為德國貝塔斯曼集團（Bertelsmann Group）所收購。此外，2005年被eBay所收購的Skype，原本也是盧森堡所屬的企業所創辦，後來又在2011年以85億美元的高價被Microsoft二次收購。2008年的全球金融風暴，使盧森堡深刻意識到過度仰賴金融服務業的潛在危機，因而提出擴展產業多樣化的策略，並擬定五大重點領域作為發展主軸：生物醫療科技、運輸物流、環境科技、資訊通信，和航太科技等。

產業的發展不只需要政策方針，更需要有符合國情特質的發展目標和具體策略。對小國來說，如何審慎評估並有效調度各項資源的運用，更是政策能否真正落實的關鍵。2015年9月，由盧森堡經濟部（The Ministry of The Economy）、盧森堡商會（The Chamber of Commerce），和盧森堡永續工作小組（Inspiring More Sustainability Luxembourg），共同成立「盧森堡大公國產業政策工作小組」，並聘請由傑瑞米·里夫金所率領的「第三次產業革命諮詢團」（TIR Consulting Group LLC）參與共同規劃，以2050年為目標制定盧森堡「第三次產業革命」的政策藍圖。

「第三次產業革命」計畫，係以盧森堡過去的歷史資料和統計分析為基礎，模擬未來多種可能的發展情境和經濟模型，進而以全面轉換為再生能源和擴大數位科技的應用為行動主軸，提出符合盧森堡發展願景的

短（2025年）、中（2040年）、長期（2050年）發展目標。「第三次產業革命」的規劃分由九個工作小組負責，分別對應於六大產

業主題（能源、交通、建築、糧食、工業、金融）和三大運作原則（智慧經濟、循環經濟、產消合一）（參圖1）。



資料來源：The 3rd Industrial Revolution Strategy In Luxembourg，頁13。

圖1 盧森堡第三次產業革命架構

六大重點產業

1. 能源產業

能源議題的核心挑戰在於如何有效降低跨境工作人口的運輸和當地建築的能源使用。由於幅員狹小、人口不足，盧森堡有許多來自周邊法國、德國和比利時的通勤人口，加上維持室內空調供應所需耗費的大量

能源等，使盧森堡必須仰賴大量國外燃料供應來維持社會運作。因此，如能善用當地再生能源，如太陽能、風能、生質能，和地熱等，使各個建築物都能同時具備能源生產的功能，成為地區性小型電廠網絡的一環，將可使能源生產、分配，和使用的邊際成本趨近於零，並大幅提高再生能源的生產和使用效率。



在「第三次產業革命」中即針對能源的使用願景提出策略方案：建立全國能源網絡、藉由新的建築翻修和交通移動標準來增加能源效率、建立全國的法制框架提倡可再生的自我能源消費、在2050年左右達到全面性的電動運輸，以及執行「智慧區域」的燈塔計畫（Lighthouse Project）。達成上述策略目標的關鍵，將是如何推進再生能源的相關科技，提高產能效率、降低固定設施成本和能源配送成本，以及興建可以支持分散式能源運作的串連體系，改變能源供需的對應關係，例如將燃料車轉變為可利用地區性再生發電能源的電動車。

2. 交通運輸

運輸是盧森堡能源消耗中佔比最大的部門，每天約有17.5萬名通勤者，且又以個人用車居多（約72.5%）。如何結合資通訊技術並促進物流基礎設施的轉型，進而在降低能源消耗的情況下強化物流發展能力，成為最重要的挑戰。永續移動方案的整體概念，係透過分散式的電動能源供應網絡和多重通訊系統，使電動車輛（包含個人用車、公共運輸用車，以及貨運物流車輛）的使用成本盡可能降低，並藉由各種相關數據分析管理，達成智慧運輸願景。

智慧移動的主要策略方案為：提倡全面轉換為零排放車輛、投資移動服務（Mobility-as-A-Service）的多模組中心式解決方案、

加速轉變到無人駕駛車輛、縮減對移動的需求，以及資助永續交通提案。該方案的長期目標是希望藉由上述方案建立有益於盧森堡社會和經濟發展的交通體系，將運輸中的個人用車佔比降低到30%，並促使所有的交通移動都能夠達到完全的零排放（Emission-Free）。

主要關鍵挑戰則是如何使多中心交通模式的設計對應於民眾或物流的移動路徑需求，同時透過分散式的能源供應體系來增加效率、降低成本，提升社會大眾的接受意願。要克服這些挑戰，必須翻轉維繫當前使用模式的誘因機制與商業模式，以及投資於促進轉型的基礎設施規劃，諸如充電站和電動車輛共享平台等，以新興商業模式促成使用行為的改變。

3. 建築居住

住商和工業建築是歐盟國家中僅次於交通運輸的最大能源消耗部門。盧森堡有82.9%的住宅是單一家庭使用，加上未來的高人口成長率，預期將更加惡化能源損耗需求。如能使建築營造或翻修過程的廢棄物，都能轉換為可循環利用的資源，而建築本身又能成為綠色能源的生產和分享設施，有助於降低能源的損耗與依賴。同時也可以透過多重用途的建築設計提升使用效率，兼顧生活品質提升和減少建物興建數量。

核心的策略措施包括：推動「智慧綠能與循環區」燈塔計畫、開發全國的建築資訊與建模（**Building Information and Modeling, BIM**）策略、發展關鍵性的績效指標用以評估建築的智慧程度和循環再利用的合適性、為建物營造開發材料數據銀行、致力於法制與監測框架、推動相關的教育和研究等。達成上述願景不只需要改變民眾對於建物功能的認知，同時也需要營造系統和能源系統的緊密結合，並以對建築材料、設計，和資訊的研究與掌握為基礎，強化建築產業研究與教育創新的重要性。

4. 糧食安全

盧森堡的地景多變，有超過半數的農地都是屬於牧草用地，其餘可耕地則多屬高租金的租佃用地，主要由家族企業承租進行奶酪和畜產品生產。儘管農產品收益僅佔盧森堡GDP總值0.3%，但糧食消費也是日常生活中最不可或缺的一環，而農糧生產過程中的溫室氣體排放更深刻影響大氣變化。面對未來的氣候變遷、人口劇增，和全球開放市場趨勢，必須找出能夠確保糧食安全和永續供應的方法。

在糧食部門方面，長期目標是希望為盧森堡建立起安全、高品質、資訊透明且永續的農糧產品部門，並以有機方式進行生產。重要策略包括：建立永續農糧生產路徑圖以達成透明和信任、推動政府和農糧部門與研

究單位間的夥伴關係、使盧森堡成為合適的實驗室場域、成立農糧部門的廢棄物處理任務小組、支持農糧部門與再生能源銜接以降低碳排放、利用資通科技形成社區支持型農業的新關係，並提倡新的消費習慣等。

5. 產業發展

盧森堡主要的產業部門包括金融、物流、化學、生物科技、鋼鐵、玻璃、影視、手工工藝，和農業等，而位處歐洲中心、穩定的社會政治條件、居民會多國語言且是合格勞動力來源，是盧森堡核心的發展利基。隨著工業4.0相關科技的發展（如3D列印、機器人、超輕材料、VR、物聯網等），以及跨產業合作、開放式創新，與共享經濟等新趨勢，盧森堡也迫切需要提出相應的轉型之道。

長期的願景是藉由研擬創新的解決方案，使盧森堡成為國際所認可的產業傑出（**Industrial Excellence**）永續發展平台。主要的發展策略為：善用與培力高級工業委員會（**The High Committee for Industry**）、為群聚產業（**Co-Located Industry**）和致力於共通問題的大學研究者開發科技平台、為可用能源設立數據驅動和視覺描繪的存量監控系統、為生態創新領域的新創公司建立加速計畫、擴展勞動者的技能培訓與升級教育體系等。

6. 金融服務

盧森堡對於國際貿易的強烈需求，使其



高度重視金融服務業的發展能力，不僅具有最高品質的金融基礎建設和法制監管框架，同時也重視金融科技（Fintech）和跨多國金融服務技術的突破和發展。目前在盧森堡有143家銀行，是歐盟中僅次於倫敦的最重要金融中心。此外，由於金融服務業高度仰賴數據資料的運作，而物聯網科技又將大幅轉變數據資料的蒐集整合和傳遞模式，如何善用物聯網科技革命，強化盧森堡金融服務業的領先地位，將是最重要的產業挑戰。

長期的發展願景是希望結合物聯網科技、數位經濟，和金融科技的應用，使盧森堡成為「位於數位革命先鋒並帶動轉型的世界級永續金融樞紐」。重要策略包括：發起盧森堡金融永續發展平台、發展小額信貸以支持由下而上的創新和永續計畫、設立安全的「數據保險庫」作為先決條件以支持智慧合約（Smart Contracts）的運作、解決法制議題、發展金融教育和知識。此外，各重點產業的轉型改革也都需要有相對應的融資體系之協助，這不僅將擴展盧森堡信貸融資的業務，同時更可深化業者面對未來各項產業轉型所需的財務融資經驗，提升盧森堡金融在國際上的競爭力。

三大概念準則

貫穿盧森堡第三次產業革命的核心準則是結合再生能源體系和網路系統，帶動

分散式的生產與消費關係。三大概念準則為（1）應用數位科技的數位經濟（Digital Economy）；（2）注重資源再生利用的循環經濟（Circular Economy）；（3）讓資源消費者同時成為資源生產者的產消合一（Prosumers）。

盧森堡發展智慧經濟的願景為「在永續原則下，透過資通科技的應用使盧森堡的經濟兼顧包容性成長、經濟多樣化，和社會培力」。以數位科技應用為基礎的「智慧經濟」（Smart Economy），是推動第三次產業革命的核心方法，強調藉由持續創新突破的數據資料管理和網路連結科技，創造新的應用可能性。

上述的發展願景必須克服下列問題：如何才能以具競爭力的方式有效使用資源、數位包容（Digital Inclusion）的概念能否為社會多數所接受，以及如何兼容永續成長和社會福利模式。因此，相對應在行動策略的重點方案為：發展致力於運輸模式智慧化的車輛學園（Automotive Campus）、發展高效運算、推動智慧城市的燈塔計畫、發展網路安全（Cybersecurity）競爭力中心，以及納入本地的科技產業並強化與應用型科研機構間的夥伴關係。

「循環經濟」是盧森堡第三次產業革命中最重要理念原則，以期能突破傳統經濟活動中的線性發展心態，目標是透過物聯網

的感測科技和平台系統，提高循環經濟的實踐可行性，以及促進分享經濟的運作。由於供需活動是帶動經濟發展的主要動力，如何藉由各種活動的串連而使供需過程更簡便有效，並讓產品生命週期的循環更簡易且生態友善，成為能否達成循環經濟目標的關鍵。盧森堡在循環經濟上的長期願景是「成為第一個循環國度，讓以產品作為服務（Product as a Service, PaaS）的新經濟模式成為一種標準原則」。具體的實踐樣貌如對環境更友善且更容易進行分散式生產的產品設計，以及結合逆物流體系讓廢棄物可以運送到適當的再利用處理場所等。

與前述願景對應的七項策略方案為：透過稅收系統調整使盧森堡成為歐盟循環經濟的領導者、政府在提倡循環經濟上扮演主動的公共角色、為可循環產品的設計案生產規劃新的教育課程、向社會大眾進行大規模的覺醒運動、提倡可循環的產品設計和新經濟模式與循環供應、讓農耕社區也參與風能與太陽能生產，以及在推廣本地有機產品時也進行固碳於地的工作。此外，物質的循環流動也會帶動數據資料的移轉和串連，因而也存在數據資料和隱私安全層次的疑慮。因此，金融科技中關於數據保險和區塊鏈技術的延伸應用、資料安全法規的增修、物質循環基礎設施的改善，以及系統平台的營運模式設計等工作，都更顯重要。

產消合一（Prosumers）的社會模式調整，是以物聯網科技和共享平台的資源流通體系為基礎，使資源使用者同時也是資源的生產與分享者。其核心目的在改變單向線性的生產和消費關係，並改善既有的社會問題，諸如交通阻塞、生態危機、房價高漲、貧窮風險人口等。因此，產消合一面對的是整體社會文化和心態的轉變，以資源開放共享模式帶動合作式的經濟發展。長期的發展願景是「使民眾普遍都能熟悉與認同第三次產業革命的原則、內容和意義，並推動新的生活品質指標以提供更的社會、經濟，和環境績效評估準則」。

達成上述願景的重要策略方案包括：為產消合一的創新業者提供系統性的增值稅數額（VAT Number）分配方案、為新商業模式提供新的管制措施、分析盧森堡內的共享經濟活動、建立共享經濟的網路平台、舉辦第三次產業革命的資訊宣傳和公眾討論活動等。此外，為鼓勵更多民眾投身於產消合一創新活動，盧森堡政府亦規劃針對個別民眾制訂同一標準的增值稅賦額，以鼓勵民眾可以同時或持續參與不同主題範疇的創新活動，進而帶動整體社會氛圍的轉化。

對我國的政策啟發

整體來看，盧森堡「第三次產業革命」的首要目標不是「經濟發展」，而是「產業



轉型」。這意味著盧森堡所重視的並非如何迎合科技潮流以創造領先地位，而是如何善用科技趨勢結合國內轉型需求，邁向更永續的社會和經濟改革議程。該政策計畫提出以再生能源和網路通訊科技建立分散式的資源使用群落，以智慧科技支援全國各地發展共享經濟和循環經濟的需求，並界定六大主題產業作為資源投入重點，以及智慧、循環，和產消合一的三大轉型原則，強調轉型效益擴散的重要性。

盧森堡「第三次產業革命」的政策內涵，毋寧是一種提醒，同時更可以帶來重要的啟發。對照我國目前所積極聚焦的「五加二產業」，無論在政策推動目標或是執行方法上，皆首重於產業經濟面的成效，將社會生活的改善視為達成科技創新與經濟成就後的附屬效益。此外，各政策方案間彼此獨立，在強調產值與新設廠商家數之餘，又有強烈的政治分配思維，更突顯出僅有分工而缺少整體協調的危機。例如，將綠能科技的發展目標界定在產能、儲能、節能系統的突破上，卻缺乏與其他重點產業政策連結的整合機制，更忽略不同產業系統之間的相容性問題，反而埋下未來進行系統調適的潛在成本。而在資源損耗和氣候變遷的議題上，則是簡化為提高環保規範和促進高耗能產業（如石化業）的轉型，迴避當前產業運作模式過度仰賴集中化生產、產業效益分配不均，以及低成本競爭造成資源過度損耗的根

本問題。

盧森堡以小國之姿而提出格局宏大、企圖心強烈的轉型政策，值得我國中央與地方政府加以借鏡。尤其在以六都為主的國土版圖形成之後，地方自治法與財政收支劃分法的修正未能適時產生調節作用，反使地方政府為爭取中央資源而急就章地提出各種短期計畫，造成地方發展主軸前後不一和資源配置錯亂等問題。未來如何在國土區域計畫和「五加二產業」的發展架構中，確立自身的特色優勢和發展主軸，據以引導土地使用和產業資源配置，形成循序漸進的長期策略，將是地方與國土能否永續發展的關鍵。

因此，我國後續的政策調整，值得效法盧森堡的政策概念，將智慧和循環經濟視為指導產業變革的理念與方法，納入各重點產業的發展原則中，才能真正以調整社會經濟生態系的視野格局，找到更適當的轉型路徑。

