



# 以芬蘭產業生態系統地圖模型 評析智慧電網產業

◎林宗昱／中華經濟研究院綠色經濟研究中心 分析師

芬蘭為加速國內傳統產業轉型與發展新興產業，導入一套有別於線性上中下游產業鏈方式，改以產業生態系統概念來詮釋產業架構，有助於更完整勾勒出新興產業全貌。本文之目的即在於說明產業生態系統模型，並以新興的智慧電網產業為例繪製產業生態系統地圖，並提出觀察及建議。

隨著地球暖化日趨嚴重，國際間對於減碳日趨認同，發展「綠色能源」成為世界各國能源政策重點。然而根據2016年國際能源總署統計，臺灣2014年二氧化碳人均排放量為全球為第18名，主因在於目前仍舊以使用高碳排放量的進口化石燃料為主要能源供給來源，再加上產業遲遲未能轉型所致。

在推動傳統產業轉型與發展新興綠能產業上，芬蘭為積極且具有成效的國家之一，2010年全球領先布建智慧電網的芬蘭，於首都赫爾辛基市建造一個大規模以社區為基礎的智慧電網專案。2013年芬蘭政府推動潔淨科技產業推動計畫，該計畫目標為建立一套綠色產業的價值獲取與投資可行性分析模型，

提供大型機構投資者或政府相關經濟單位，對轉型中之傳統產業與新興產業之投資資金財務槓桿操作建議，透過整合各種金融商品（如：高風險債券、成長型股票、公司債等）成為基金投資組合，有助於解決初創企業或中小型企業之資金需求，達到加速傳統產業轉型與發展新興產業之目標。

該計畫可概分為三階段模組，分別為財務網絡分析、公司風險分析與多元資產重建基金。財務網絡分析目的在於導入產業生態系統概念，繪製新興產業生態系統地圖，有助於盤點完整新興產業全貌。而公司風險分析則是透過問卷調查，了解企業的財務來源方式（及投資方式）和商業模式的產業加值

情形，分析出投資角度下之企業財務風險，以及產業角度下之市場價值定位。最後多元資產重建基金，為利用資產組合的投資概念，透過上述兩階段成果所掌握的產業全貌及企業價值與風險，整合出具投資風險低與資產流動性高之基金組合建議，並藉由國家基金投資操作方式，達到創造與擴大目標之新興產業發展之市場效果。本文將著重在第一階段之財務網絡分析，首先說明生態系統模型之概念，進而以智慧電網產業為例，繪製其產業生態系統地圖，並透過對國內地圖的分析，來了解智慧電網產業發展缺口，進而提出相關政策建議。

## 生態系統模型

傳統對於產業概況或架構的描述，多採用線性的上中下供應鏈方式來呈現，但由於新興產業涵蓋面向多元，且對於大數據資料分析能力的提升，漸漸發展出由生態系統模型來詮釋產業架構（如圖1）。在自然科學中，生態系統是指個體生物間或與其他元素及環境之間的互動網絡系統，而這樣的相互作用不僅為生理的接觸，也包括許多物理或能量的間接交流，此外，生態系統通常是指在劃定的地理空間中所形成的相互依存之子系統。而產業生態系統則是建立在此種概念層面上，Korhonen（2001）提出產業生態系統的四個重要原則，分別為循環性、多樣化、地區性、漸進式。這四個原則可用來作為定義健全且長期永續的新興產業經濟生態系統。

而產業生態系統內各公司或事業間的交互關係，則是透過其財務與金融交易資料來建立。芬蘭「潔淨科技產業推動」計畫即藉由全球實際產業交易資料庫（如彭博供應鏈資料庫），並結合網絡理論來繪製出目標為追求企業價值極大與具投資可行性之新興產業生態系統。

## 智慧電網的重要性

智慧電網是透過資訊、通信與自動化科技，建置具智慧化之發電、輸電、配電及用戶的整合性電力網路，強調自動化、安全及用戶端與供應端密切配合，以提升電力系統運轉效率、供電品質及電網可靠度，並促進再生能源擴大應用與節能減碳之政策目標。

智慧電網「聰明」的關鍵，主要是在發電、輸電、配電，及用戶端裝設各式電腦監控設備及系統，透過這些設備的「雙向溝通」能力，讓供電量及耗電量的數據數位化、可視化，並對其中資訊加以整合分析，以達到電力資源的最佳配置，以解決電力業者在電力輸送及個別用戶在電力使用可能出現的問題，進而達到降低成本、提高用電效率和提升可靠性的目標。

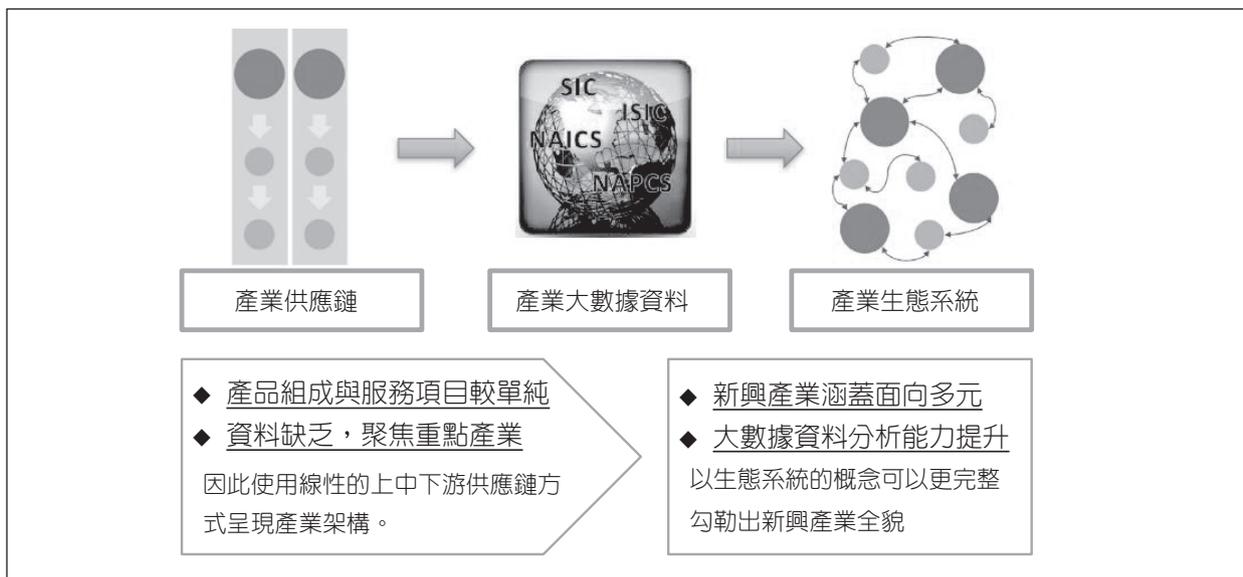
採用智慧電網，根據國內智慧電網總體規劃方案評估，可以達到確保穩定供電以及減少輸配電線損等效益，預計2030年可達成每戶每年平均停電時間減少5.5分鐘，線路損失可減少10.6億度。此外，亦有助於促進節能



減碳產業發展，透過擴大導入低碳能源及節能管理措施，減少溫室氣體排放114.71百萬噸（2030年），提高再生能源可併網容量占全系統裝置容量達30%（2030年）等。

仔細觀察智慧電網各層面，包涵「智慧發電與調度」、「智慧輸電」、「智慧配

電」、「智慧用戶」等，可以發現該系統結構具有高度的跨行業性。實際上，它涉及能源、電信、軟體開發等行業，包含從機械到工業電子及數據分析等，並從電腦到家庭電子設備以及基礎設施。因此非常適合透過產業生態系統的概念來完整勾勒出產業全貌。



資料來源：本文繪製。

圖1 產業生態系統

### 智慧電網產業生態系統地圖之繪製

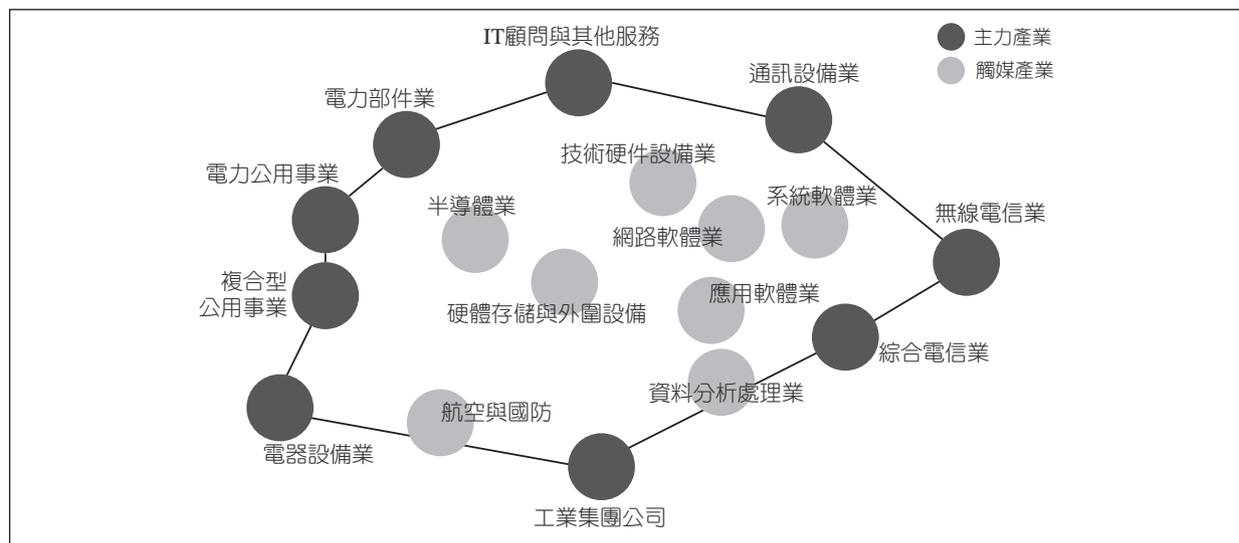
智慧電網產業生態系統地圖繪製步驟，首先為透過彭博供應鏈資料庫進行產業資料蒐集與彙整，其次將數據資料視覺化，並運用網絡理論繪製出產業生態系統地圖。但由於重要的是新興產業生態系統中各特定「子產業」所扮演的定位，而非「企業」，因此須透過產業分類代碼將企業層級的資料加總

成產業層級。

除此之外，依產業屬性可區分為主力產業和觸媒產業。主力產業係指在線性供應鏈上的產業，為具有直接上下游關係的產業類別；而觸媒產業為橫跨在主力產業間的中介產業，相較於主力產業，具有較高的網絡核心地位。具有較高核心地位的觸媒產業為建構在主力產業的基礎上，並且扮演維繫不同產業間財務關係的重要角色。主力產業由於

仍位處在現有產業供應鏈上，對於新興產業生態系統的連結性較低，然而他們在提供資本密集的基礎設施與重要技術零件上，仍扮

演非常重要的角色，以智慧電網為例所繪製出的產業生態系統地圖（如圖2），可以發現智慧電網產業具有以下3點特性。



資料來源：Adriaens, Peter, Tahvanainen, Antti (2016)。

圖2 智慧電網產業生態系統地圖

- **主力產業展現智慧電網功能：**智慧電網基礎設施層是由電力公司和電網公司來維護能源生產設施和輸電網路，由集成和無線電信營運商維護電信網絡。技術組件由電氣組件和設備製造商和通信設備製造商提供。
- **觸媒產業扮演加值與整合：**觸媒產業的作用是上述主力產業的應用整合，以利用它們創造全新類型的價值，以新穎的產品和服務形式提供給用戶。在智慧電網中，這意味著透過即時數據、優化技術和服務、來達到提升效率、可靠性和安全性。觸媒產業包括許多軟體部門，如系統軟體、應用軟體以及數據處理。而半導體產業和技術硬體及儲存產業

則進一步驗證了IT的解決方案，並將智慧電網生態系統中複雜的工業活動連接在一起。

- **系統軟體與通訊服務為產業價值創造之所在：**主力與觸媒相輔相成缺一不可，但從線條粗細差異可以發現觸媒產業的金融循環更強烈與頻繁，顯示觸媒產業在構成生態系統的重要性。此外觸媒產業與電信行業的連結性，較與能源公用事業或電力設備組件製造商更為強烈。顯示在此部分之系統軟體與通訊服務為智慧電網產業價值創造之所在。

此外，依據智慧電網產業生態系統地圖，搭配產業分類代碼與國內智慧電網產業企業名單（如臺灣智慧型電網產業協會），繪製



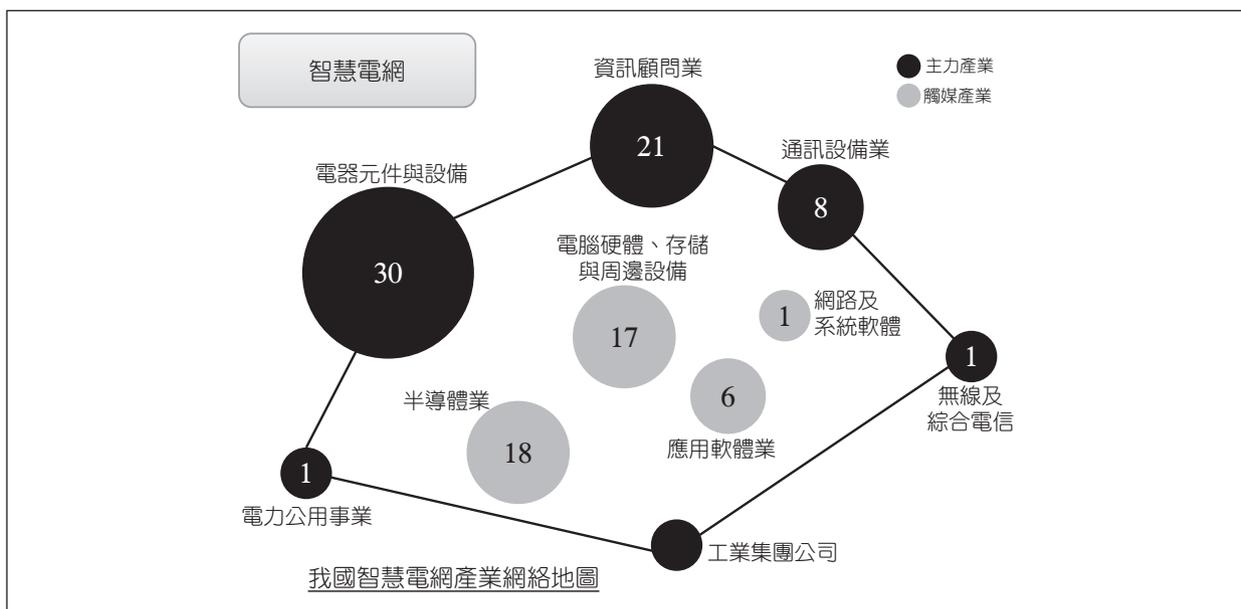
出臺灣智慧電網產業生態系統地圖，如圖3可以發現目前臺灣智慧電網產業價值鏈中，企業主要分布在「電器元件與設備業」、「資訊顧問業」、「半導體業」及「電腦硬體存儲與周邊設備業」，而「網路及系統軟體業」、「無線及綜合電信業」及「應用軟體業」業者家數較少。除此之外，無論在主力產業或是觸媒產業上，國內企業多集中在硬體技術方面，而在網路系統軟體與電信業，則顯得資源較為缺乏，但此部分卻正是智慧電網產業金融交易最為強烈也是價值創造的區域。

### 結語與建議

**產業發展政策應給予相關市場足夠誘因：**從彭博大數據金融交易資料繪製出的智慧電網產業生態系統地圖顯示，智慧電網產業主

要構成的行業別包括資訊顧問業、通訊設備業、電器元件業、無線及綜合電信業、電子設備業等，且其中金融交易最為強烈的區域，亦即產業價值創造的區域落在系統軟體與通訊電信業上，因此在研擬智慧電網產業推廣之相關政策上，應給予相關市場足夠誘因，尤其是構成生態系統活躍核心的觸媒產業。

**法制環境為國內智慧電網發展關鍵驅動力量：**相關研究報告顯示，國內缺乏智慧電網標準化規範、通訊協定等規定，使電信通訊與相關系統軟體研發無所依循。這個現象反映出國內企業多集中在硬體技術，而在網路系統軟體與電信業，資源顯得較為缺乏。有鑒於此，國內智慧電網推廣亟待透過相關法治研析提高誘因與建構健全發展環境，來加強在系統軟體與通訊服務產業的發展。



註：圓圈內數字表示該產業別國內企業家數。

資料來源：依據Adriaens, Peter, Tahvanainen, Antti (2016)，作者自行繪製。

圖3 臺灣智慧電網產業生態系統地圖