2025 年
經濟部智慧財產局
產業專利分析與布局競賽
報告書

團隊名稱：無限電

競賽主題：AIoT 智慧監測 × 數位碳管理 雙軸轉型下的設備減碳技術專利競爭

競賽題目：AIoT 碳監測技術之專利佈局分析

中 華 民 國　１１４　年　９　月　１２　日

初賽評審建議及團隊說明

主題分類	評審建議	團隊說明
所屬技術及產業現況分析	1.對於目標企業的具體現況與挑戰著墨不足，產業困境描述以政策層面為主。	已增加「二、競爭環境分析：五力與SWOT」於內容，強化說明
	2.沒有資料來源出處，應註明資料來源。	原報告部分內容已標註資料來源，針對本次補充於文內或表格下方標明引用來源。
	3.缺少對背景知識的介紹。	已於報告貳、技術介紹與產業概況前段新增「一、背景與國際制度概述」
專利檢索分析方法論與實作	1.以「家族合併」功能進行資料清洗，故係以「案數」分析，惟選取之家族代表案件應敘明所選為何(例如：最早申請案)，且分析申請區域 CN 遠超過其他國家/地區，不確定是否應家族代表案優選中文而造成此分析結果。	根據 GPSS 系統說明，「專利家族去重」時會依 最早申請案（Earliest Priority） 作為家族代表案件，並在檢索結果中僅保留該代表案。此設定為系統預設值，本研究未對代表案語言或申請國別進行人工篩選，確保數據來源與選取標準一致性。
	2.檢索式：AI 智慧分析技術 AND (感測器技術 OR 資料可信技術) AND 碳排放，故表 4-4、圖 4-7 之技術特徵拆解筆數相同，應再細部拆解技術特徵進行分析。	已將 3×3 粗粒度矩陣延伸為 6×3 中粒度（六技術層×三應用層）與 6×6 細粒度分析
	3.引證率分析由於越早公開之專利可推測其引證率越高，故可以公開年份進行校正。	謝謝評審建議，已列入參考
	4.不確定年分是起始於 1997(內文)或 1977(檢索式)，建議不限訂日期進行整體分析，可進一步探究技術的起始與脈絡	謝謝評審建議，確實是筆誤，已修正
	5.最終確認有效樣本為 499 件，對應檢準率(Precision)為 87.69%，平均檢全率為 84.45%，建議加強對建築內電力設備之檢索分析。	已在「肆、專利趨勢分析」下，新增一個「六、電力系統面與 AIoT 碳監測之交集」，就檢索出來的專利進行分析
	6.本案檢索式邏輯為 A AND B AND C，其中 A 為 AI，B 為感測器資料可信，C 為碳監測，此邏輯雖中規中矩，也檢索出適當數量，但這樣的關鍵字組合似乎缺少其它面向。比如本案可能因為一開始的檢索數量過多，所以把碳監測這樣的應用列入檢索限制條件中，但從另一方面來看，卻選擇把 IoT 不列入檢索限制條件中，似乎可以再多嘗試其它種面向的關鍵字組合來得到不同的檢索結果，比如有些非碳監測應用但使用 AI+sensor+資料可信+IoT 的發明，也值	若沒有使用碳監測做為關鍵字，檢索出來的專利數量過多，會造成雜訊過多。

	得考量。	
	7.部分視覺化圖表的重點判讀未充分與策略或產業意涵連結；檢索語法正確性雖佳，但「修正歷程」細節說明略為簡略。檢索跨 DB 造成中國量大，技術功效分類非依據「必要分析內容」。	已依照評審建議強化圖形說明
	8.因專利趨勢分析內文提及在智慧電網的布局趨勢，但在檢索策略看不出與電網或電力相關技術特徵，是否檢索策略與技術標的方向不一致。(圖 33)	已在「肆、專利趨勢分析」下，新增一個「六、電力系統面與 AIoT 碳監測之交集」，就檢索出來的專利進行分析
	9.中國大陸專利數量占最大宗，建議可獨立分析可更細部了解中國大陸在該術趨勢發展。	已在專利申請人分析下，新增一小子節「(三)中國大陸申請人申請行為與政策導向分析」，對中國大陸的專利與策略進行分析
專利布局與產業發展策略	1.五件代表性專利的申請人皆未出現在全球前十大申請人中，且全球前十大申請區域中，CN 占總超過八成，這樣的檢索結果似乎與其他技術領域的常態分佈十分不同，這樣的結果也許與檢索式有關。	在本研究中係採「檢索去重＋家族去重」，同一專利族僅保留第一申請地／優先權基本案。中國大陸申請人普遍採「本國優先、向外延伸」策略，且大量專案屬在地（中國境內）建置，因此去重後自然保留 CN 基礎案
	2.布局建議略偏學術面向，對於實際專利申請策略、競合應對及產業導入的可行性論述略少，對企業或機構的行動建議尚可更聚焦具體。欠缺與廠商定位呼應。建議冷鏈、生技儲存發展，結合現有氣體偵測、物聯網，非廠商需求。	以強化「伍、產業競爭力分析及發展策略」，並從各面向與出題企業定位呼應，並提出建議
	3.「我國」與「台灣」用詞需一致。	已統一用「台灣」
	4.專利分析結果與最後的布局建議沒有連結。	已強化「四、台灣產業佈局與差異化切入」與「五、多方協作與發展建議」
	5.仍不清楚台廠布局或發展之方向。	已強化「四、台灣產業佈局與差異化切入」
	6.建議加強對建築內電力設備碳監測及提供 SaaS 平台作更詳細之報導。	已在「肆、專利趨勢分析」下，新增一個「六、電力系統面與 AIoT 碳監測之交集」，就檢索出來的專利進行分析
	7.結論部分並未說明廠商在專利布局策略可執行的方向，建議可從技術功效中找到與該廠商需求相符。	已強化「四、台灣產業佈局與差異化切入」與「五、多方協作與發展建議」

目錄、會議記錄

一、第一次會議紀錄

壹、緒論 6

一、研究背景與動機 6

二、研究目的與分析重點 6

三、報告架構說明 7

貳、技術介紹與產業概況 9

一、背景與國際制度概述 9

二、AIoT 碳監測技術架構與應用情境 9

三、核心技術模組與發展趨勢 10

四、全球碳管理制度與技術需求對照 11

五、碳交易制度下的資料可信挑戰與技術對應 11

六、產業現況與台灣技術佈局狀況 12

(一)目標企業案例剖析 13

(二)國內外同類型業者專利策略比較 13

參、專利檢索策略與實作 15

一、研究設計與檢索流程概覽 15

二、分析範圍與核心技術界定 16

三、多語關鍵字設計與對應核心技術 17

四、檢索邏輯與查詢策略說明 22

五、檢索流程與修正歷程 23

六、檢準率與檢全率評估 30

肆、專利趨勢分析 33

一、年度專利申請數趨勢與政策影響對應分析 33

二、技術生命週期與政策時點對應分析 34

三、全球前 10 大 IPC 分類與功能聚焦分析 36

(一) G06Q vs G06N：兩種統計視角分析 36

(二) G06Q Top 6 核心子類分析 38

(三) G06Q Top 6 核心子類分析 39

(三) G06Q × G06N 技術融合演進與潛力分析 40
(四)五階 IPC 高頻共現組合與技術意涵分析 41
四、專利申請人分析 44
(一)全球前十大申請人分析 44
(二)全球前十大申請人區域分析 45
(三)中國大陸申請人申請行為與政策導向分析 47
(四)台灣專利申請人之技術佈局 49
五、技術功效對應分析與關聯觀察 50
六、電力系統面與 AIoT 碳監測之交集 55
七、高被引用專利分析 57
伍、產業競爭力分析及發展策略 59
一、全球市場趨勢與導入條件（PEST 分析） 59
二、競爭環境分析：五力與 SWOT 62
三、台灣產業關鍵技術專利佈局方向 64
四、對出題單位（櫛構科技）的專利佈局建議 65
五、台灣專利與產業發展策略 67
（一）策略主軸與目標 67
（二）推動路徑與時程 67
（三）技術模組與產品化 68
（四）場域化導入與商業模式 68
（五）國際佈局與智財策略 68
（六）多方協作機制 68
陸、結論與未來展望 69
參考文獻 70

圖目錄

圖 3-1 兩階段專利分析邏輯圖 16

圖 4-1 AIoT 碳監測相關專利年度申請趨勢圖 34

圖 4-2 AIoT 碳監測相關專利技術生命週期圖 35

圖 4-3 關鍵 IPC G06Q vs G06N 技術分布全貌 37

圖 4-4 G06Q Top6 IPC 雙軸圖 39

圖 4-5 G06N Top6 IPC 雙軸圖 40

圖 4-6 AIoT 碳監測技術主題年度演進趨勢 41

圖 4-7 前十組五階 IPC 高頻共現組合比較圖 42

圖 4-8 AIoT 碳監測相關全球前十大申請人專利數分佈圖 44

圖 4-9 AIoT 粗粒度 3×3 總覽技術功效矩陣氣泡圖 46

圖 4-10 AIoT 細粒度 6x6 技術子構面技術功效矩陣氣泡圖 51

圖 4-11 AIoT 中粒度 6×3 展開技術功效矩陣氣泡圖 52

圖 4-12 AIoT 細粒度 6x6 技術子構面技術功效矩陣氣泡圖 53

圖 4-13 電力系統面與 AIoT 碳監測專利相關統計分類 56

圖 5-1 技術核心與市場潛力矩陣圖 65

圖 5-2 三層金字塔專利佈局策略 67

表目錄

Table 2-1 全球碳管理制度與技術需求對照表 11
Table 2-2 傳統與 AIoT 碳盤查流程對照表 12
Table 2-3 國內外業者專利與市場策略比較表 13
Table 3-1 碳監測關鍵字矩陣 18
Table 3-2 AI 人工智慧分析技術關鍵字矩陣 18
Table 3-3 感測器技術關鍵字矩陣 19
Table 3-4 資料可信與平台技術關鍵字矩陣 20
Table 3-5 碳監測關鍵字矩陣 20
Table 3-6 AI 人工智慧分析技術法德文關鍵字矩陣 20
Table 3-7 感測器技術法德文關鍵字矩陣 21
Table 3-8 資料可信與平台技術法德文關鍵字矩陣 21
Table 3-9 專利篩選檢索歷程 24
Table 3-10 檢全率估算 31
Table 4-1 AIoT 碳監測專利之主要 IPC 分類統計與技術功能說明 36
Table 4-2 前十組五階 IPC 高頻共現組合與對應技術說明 42
Table 4-3 台灣專利申請人佈局一覽表 48
Table 4-4 中國大陸碳監測相關專利政策與技術推進措施整理表 50
Table 4-5 AIoT 粗粒度 3×3 總覽技術功效矩陣表 51
Table 4-6 AIoT 中粒度 6×3 展開技術功效矩陣表 52
Table 4-7 AIoT 細粒度 6x6 技術子構面技術功效矩陣表 53
Table 4-8 代表性專利分析摘要表 58
Table 5-1 六專利申請區域 PEST 全展開矩陣 61

一、第一次會議

會議時間	2025.0602
企業代表	櫛構科技李緯明執行長
參與隊員	陳聖文，黃玫瑛
會議摘要	櫛構科技李執行長針對這次的專利分析的主題進行簡單介紹 考量到時間較為有限，在碳策略上可在硬體 Sensor 感測器與與軟體數位碳管理擇一來分析

壹、緒論

一、研究背景與動機

氣候變遷與淨零減碳已成為全球產業發展與政策調整的核心趨勢。為有效管理溫室氣體排放，各國紛紛推動碳費、碳交易制度與碳足跡揭露規範。企業在因應碳盤查與 ESG（Environmental, Social, and Governance）資訊揭露的壓力下，對「碳排放資料的即時性、準確性與可信度」提出更高要求。

傳統碳排監測方式多依賴年報估算、間接推估或人工填報，無法滿足即時盤查與數據透明需求。尤其面對歐盟碳邊境調整機制(Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM)機制、中國碳交易市場與台灣碳費制度逐步實施，設備級排碳數據的可信化與數位化管理成為關鍵課題。

AIoT（Artificial Intelligence of Things）技術結合感測器、邊緣運算與 AI 分析，正好可滿足上述需求，提供即時碳監測、自動化預測與可追溯資料來源等能力；然而，這類技術的專利佈局狀況尚未被系統性探討，缺乏針對「設備碳排 ×AI 判讀 × 資料處理」等交叉領域的完整分析。

因此，本研究擬針對「AIoT 碳監測技術」進行全球專利佈局分析，掌握目前感測裝置與碳數據平台等技術模組的發展趨勢與競爭者策略，提供產業與政策面佈局建議，回應櫛構科技在出題中提出的技術探索與商業推動需求。

二、研究目的與分析重點

本研究旨在針對「AIoT 碳監測技術」進行全球專利佈局與競爭力分析，從感測器融合技術、AI 判讀演算法、邊緣運算部署，到碳資料的數位化與自動盤查流程，系統性掌握其在減碳設備應用中的技術發展趨勢與佈局策略，進而提供國內業者布局方向與市場應用建議，本研究預期達成以下目的：

- **掌握全球 AIoT 碳監測技術之專利發展趨勢**
  分析專利年度變化、主要技術群與技術演進脈絡，理解此技術領域的成熟度與創熱點。
- **評估碳監測感測器 ×AI× 邊緣運算等核心專利技術的競爭態勢**
  解析技術結合方式與建築應用場景，釐清各國主要申請人與關鍵專利的技術重心。
- **探討碳資料可信性與數位碳管理相關技術的專利佈局現況**
  涵蓋資料完整性、即時傳輸與報告自動化等功能模組，評估其專利密集度與保護策略。
- **比較不同國家市場制度對 AIoT 碳監測平台之合規需求**
  包括歐盟 CBAM、台灣碳費法草案與中國碳交易規範等，分析其對平台設計與資料處理技術的衝擊。
- **評估台灣產業現況與專利佈局缺口，提出具體補強方向**
  對比台灣智慧建築節能應用場景與全球競爭者專利佈局，提出潛在空窗領域與策略建議。

透過本研究，期望能為 AIoT 設備碳監測解決方案之技術開發、平台化導入與國際佈局提供專利資訊基礎，並協助企業在全球碳監管壓力升高下，掌握可商用技術佈局的先機。

三、報告架構說明

本研究報告依循專利分析邏輯與競賽指引，設計六大章節，從技術解析、專利檢索策略到產業應用建議，系統性剖析「AIoT 碳監測技術」之全球專利佈局現況與發展潛力。各章節說明如下：

(一) **貳、技術介紹與產業概況**

本章說明 AIoT 在碳監測應用中的系統構成，探討感測器、AI 推論與資料平台三大核心技術的原理與發展現況，並彙整歐盟 CBAM、台灣碳費制度等政策背景，解析全球碳監測市場趨勢與關鍵驅動因素。

(二) **參、專利檢索策略與實作**

本章詳述多語系關鍵字設計邏輯、布林邏輯檢索策略與 IPC 分類運用方式，並依據實際檢索過程記錄，說明五階段檢索修正歷程、樣本資料篩選準則與檢準率評估，補充資料處理與視覺化工具應用方法。

(三) **肆、專利趨勢與技術分析**

本章自年度變化、技術主題、國別分布與申請人視角出發，探討 AIoT 碳監測專利的全球發展趨勢，進一步結合主路徑分析與 IPC 共現關係網絡，解析技術融合與演進方向，並針對高被引用專利與台灣申請人進行深入探討。

(四) **伍、策略建議與商業應用展望**

本章從專利熱點與佈局特徵延伸，分析感測器技術、AI 模組與資料可信平台之技術空窗與應用潛力，對應台灣產業現況提出切入建議與推動方向，並輔以技術功效矩陣與應用場域鏈結圖，強化產業應用視角。

(五) **陸、結論**

本章總結研究成果，歸納全球專利與技術融合趨勢，說明台灣在 AIoT 碳監測領域的發展潛力與挑戰，並針對企業、技術開發者與政策制定者提出實務建議，作為智慧碳治理發展策略的參考依據。

四、預期目標與效益

本研究聚焦於 AIoT 碳監測技術於設備減碳與智慧管理領域中的技術佈局與專利趨勢，透過多語系檢索策略、跨技術構面解析與代表性專利深度判讀，期能達成下列具體成果與延伸效益：

(一) **建立碳監測關鍵技術之國際專利分析架構**

本研究採用六語系（中、英、日、韓、德、法）技術詞彙與 IPC 分類結合邏輯，對感測器、AI 推論模組、資料可信平台三大核心構面進行全面性佈局分析，建構一套具可複製性之國際化專利檢索與分類模型，未來可作為碳管理、智慧製造等議題延伸分析之基礎框架。

(二) **掌握全球競爭者技術發展脈絡與佈局熱區**

結合專利年度趨勢、申請人分布、技術主題共現網絡與主路徑分析等方法，系統性揭示中、美、台等主要技術國之研發策略與申請重點，辨識其於資料平台設計、即

時預測模型與可信機制等核心領域之技術佈局，進而描繪產業創新發展軌跡與潛在合作／競合對象。

(三) **呼應政策制度轉變，提出產業導入建議**

針對歐盟 CBAM、台灣碳費、中國碳交易試點等制度實施動態，深入分析其對設備端碳監測技術的影響與市場需求，並提出符合實務需求之導入建議，例如強化資料可驗證性、系統可稽核性、報告可相容性的 SaaS 化技術模組設計，協助企業提前佈局並順利接軌國際制度。

(四) **發掘台灣產業潛在技術空窗與切入利基**

透過對台灣申請人專利之深入解析，指出本地技術佈局仍相對集中於感測端與早期平台建構，尚未涵蓋 AI 模型整合、碳金融接軌與資料可信性等關鍵應用節點。進一步針對國內智慧製造、冷鏈物流、生技設備等垂直場域，提出可導入 AIoT 碳監測系統的技術節點與市場機會，作為產業技術升級與創新發展之參考依據。

整體而言，本研究希冀不僅提供一份針對 AIoT 碳監測技術的專利佈局分析報告，更能為台灣企業在淨零轉型浪潮下尋求技術升級與海外競爭定位時，提供具結構性、數據支持與場域導向的策略參考，進一步推動產業跨域創新與國際參與。

貳、技術介紹與產業概況

一、背景與國際制度概述

隨著全球淨零碳排時程逐步逼近，碳資料的即時收集與可驗證性已成為企業在 ESG 與減碳轉型中的核心能力。
特別是在歐盟碳邊境調整機制（CBAM） 分階段實施、ISO 14064 系列碳盤查標準普及，以及台灣碳費制度預計上路的情況下，如何以高精度、高可信度且低成本的方式，長期監測並管理碳排數據，成為產業亟需解決的課題。

國際大型企業（如 Siemens、Schneider Electric、Honeywell）已投入碳監測平台研發，並結合自身在感測器、工業自動化控制與建築能源管理的優勢，佈局從感測器到雲端平台的完整解決方案。

然而，透過 GPSS 查詢可見，這些國際企業的專利多數仍集中在感測器應用與能源監控，與碳交易或碳排查直接相關的專利比例相對較少。

反觀台灣，雖具備 ICT、感測器製造、能源管理的產業基礎，但在 AIoT 碳監測的系統化專利佈局與平台整合應用上，仍以概念驗證（POC）與示範場域為主，缺乏與國際標準接軌的完整技術規格與資料處理架構。

這種情況導致國內企業在國際碳服務供應鏈中缺乏技術壁壘，未來若要突破，需加速以下三方面的布局：

- **AIoT 資料流與平台整合**：從現場感測、邊緣運算到雲端平台的全鏈結。
- **資料可信與簽章標準**：確保數據不可竄改、可追溯並符合法規檢核。
- **跨域專利布局**：涵蓋感測模組、邊緣分析與碳數據平台的關鍵技術。

二、AIoT 碳監測技術架構與應用情境

AIoT 技術融合物聯網（IoT）的即時感測能力與人工智慧（AI）的資料分析與預測功能，已成為碳監測與碳管理領域的重要工具，尤其適用於設備層級的碳排放監控。
透過 AIoT 系統，可即時蒐集碳排資料、進行邊緣判讀、資料預測與自動生成報告，取代傳統依賴人工抄錄與事後統計的流程。

典型的 AIoT 碳監測系統可分為四層結構：

- **感測層**：多樣化感測器（如 CO_2、CH_4 濃度、能耗計、流量計）即時收集排碳參數。
- **通訊層**：利用 LoRa、NB-IoT、LTE-M、Ethernet 等技術傳輸數據至後端系統。

- **邊緣運算層**：現場即時分析數據，進行異常檢測與初步推論，降低延遲並減少傳輸量。
- **雲端平台層**：整合多來源數據，進行趨勢分析、視覺化呈現與自動化報告生成，對應 ESG 與碳盤查法規。

常見應用情境包括：

- **建築能耗管理（BEMS／HEMS）**：依據用電與空調數據分析碳排來源與節能潛力。
- **工業製造工廠場域**：監控鍋爐與製程設備的排碳量，助企業達成節能與碳中和目標。
- **冷鏈物流與倉儲**：監控冷藏冷凍設備碳排並進行預測，提高能源效率與法規合規性。
- **電力系統與微電網**：將碳強度指數納入用電策略，達到動態減碳優化。

三、核心技術模組與發展趨勢

AIoT 碳監測系統涉及多模組協同運作，涵蓋感測、通訊、推論與資料處理等面向，核心技術趨勢如下：

(一)感測整合技術:

除基本的 CO_2、CH_4 偵測外，逐步擴展至多維感測，如溫濕度、壓力、流量、用電等，透過跨感測器融合（Sensor Fusion）提升估碳準確性。亦有系統採用光學、電化學、熱導式感測器，因應不同場域特性。

(二)AI 資料判讀與推論模組

採用回歸分析、類神經網路、模糊邏輯與強化學習等模型，針對碳排資料進行趨勢預測與異常偵測，並結合邊緣運算部署，實現現場即時反應與預警。

(三)資料可信與不可竄改機制

引入時間戳記、數位簽章與區塊鏈技術，確保碳排資料之完整性與可追溯性，符合碳盤查與碳稽核過程中對「MRV（Monitoring, Reporting, Verification）」[2]機制的技術要求。

(四)自動化碳盤查與報表整合

發展 SaaS 化平台，串接各式感測器與分析模組，支援碳排報告的自動生成，並提供 API 接口與法規格式轉換功能，協助企業快速對接 CBAM、ISO 14064、ESG 報告等規範。

四、全球碳管理制度與技術需求對照

各國碳政策逐步強化資料透明與可追溯要求，使得 AIoT 在碳監測中的價值日益突顯：

Table 2-1 全球碳管理制度與技術需求對照表

資料來源：自製；基礎資料＝網路上收集各地區法規

地區	法規／制度名稱	對應技術需求
歐盟	CBAM（碳邊境調整機制）[3]	設備層級排碳資料追溯、可驗證碳足跡數據、報告格式自動轉換
台灣	《氣候變遷因應法》及其三項子法：《碳費收費辦法》、《自主減量計畫管理辦法》、《碳費徵收對象溫室氣體減量指定目標》[4]	排碳大戶即時資料監控、自主減量計畫數據上傳、自動盤查、碳費試算與報表格式
中國	全國碳交易市場（ETS）[5]、碳排放核查技術指南	高碳排設施設備級監測、IoT 上傳設備資料、平台留存稽核資訊
日本	GX 基本方針[6]、J-Credit 制度[7]、企業排碳揭露自主規範	IoT 結合 AI 資料估算、自動盤查系統、製程碳足跡可溯源
韓國	ETS 碳交易制度、K-ETS[8]、市場化碳披露強化政策	AI 輔助碳估算、雲端資料整合、供應鏈排碳可視化
美國	SEC 氣候揭露草案、加州碳交易制度[9]、IRA 補助政策	ESG 資料揭露、碳數據可信性、第三方盤查準備、AI 建模與預測應用

各國碳管理制度雖具差異，但整體趨勢一致朝向「設備級碳排資料的即時取得、可信處理與自動化盤查」，其中以歐盟與美國對「資料透明性與合規披露」要求最為嚴格，日本與韓國則逐步推進 IoT 結合估算技術，而台灣與中國也已啟動制度建設。這些趨勢將推動 AIoT 碳監測設備與資料平台成為全球碳合規技術鏈核心，。

五、碳交易制度下的資料可信挑戰與技術對應

隨著全球碳交易制度逐步上路，如歐盟「碳邊境調整機制」（CBAM）、台灣碳費制度、中國碳市場與美國部分州的碳排放交易系統（ETS）等，企業面臨的合規壓力不僅止於申報義務，更上升為碳資料的「可信性」、「即時性」與「可驗證性」要求。

根據多項碳市場研究顯示[10][11]，傳統的碳盤查方式多仰賴人工估算與事後申報，不僅資料滯後，亦難以回溯查核，導致碳信用品質參差、碳資產評價不穩，進而影響碳交易流動性與制度公信力。尤其在 CBAM 要求企業提供「產品碳足跡」與「直接碳排放量」報告時，傳統手動盤查明顯無法因應高頻率、多場域的合規需求。為更清楚對比傳統與 AIoT 碳盤查方式在各階段的作業差異，以下彙整傳統與 AIoT 碳盤查流程對照表於 Table 2-2 以利理解。

Table 2-2 傳統與 AIoT 碳盤查流程對照表

資料來源：自製；基礎資料＝收集網路資料整理

流程階段	傳統碳盤查方式	AIoT 碳監測方式
資料取得	人工估算、手動抄表或月度數據彙整	即時感測器自動蒐集數據
數據驗證	憑證佐證、人工審核	設備 ID 簽章與時間戳記，自動驗證來源
報告生成	手動製作 Excel 或 Word 文件	自動生成合規格式報告（PDF/XBRL）
異常偵測	無即時異常偵測機制，常延遲發現	邊緣 AI 模型即時判讀異常
回應處置	由人員依經驗回應與紀錄	系統自動警示並觸發預警程序
資料保存	資料零散，未結構化保存	雲端結構化儲存，具追溯與防竄改功能

在此背景下，AIoT 技術可望成為解決碳資料可信性問題的關鍵底層方案，主要強化以下三個面向：

(一) **即時監測能力提升**：

傳統碳盤查往往以季報、年報形式進行，無法即時反映設備排放狀態。AIoT 感測系統則可部署於現場，實時蒐集與回傳排放數據，使碳排資訊由靜態報表轉為「動態資料流」，有助於企業快速回應異常、即時優化設備排碳行為，也為碳資產動態估值提供基礎資料。

(二) **數據原始性與可驗證性**：

AIoT 系統可搭配設備唯一識別碼（Device ID）、數位簽章與區塊鏈等機制，於資料生成當下即加註時間戳記與設備資訊，確保資料具備「不可竄改」與「可追溯性」，提升資料在碳交易平台與第三方查核過程中的信任基礎。

(三) **合規資料格式轉換與報告自動生成**：

當前 CBAM、ISO 14064、台灣碳盤查規範皆要求以特定格式提交碳資料報告。AIoT 碳監測系統可串接資料視覺化與報告模組，支援自動格式化轉換（如 XBRL、PDF、Excel 等），並與雲端碳管理平台整合，大幅降低企業報告準備成本與錯誤風險。

綜合而言，AIoT 技術為碳資料的「監測－紀錄－驗證－報告」流程提供全方位支援，已成為新一代碳金融制度下不可或缺的基礎設施。對企業而言，導入 AIoT 碳監測技術，不僅可確保自身合規與減碳效益，更將在未來碳交易市場中累積具信賴性的碳資料資產，建立碳信用與交易能力的競爭優勢。

六、產業現況與台灣技術佈局狀況

隨著全球邁向淨零碳排目標，碳資料管理已成為智慧製造與能源治理的核心工具。特別是在歐盟 CBAM 制度逐步實施、台灣碳費制度即將上路的背景下，如何即時、準確且可驗證地收集並呈現碳排資料，成為企業數位轉型與合規化的重要門檻。

目前國際已有多家重量級企業積極發展碳監測平台，並結合自身的工控與建築自動化優勢，搶佔碳科技服務市場。例如：

- Siemens 推出「Navigator」平台整合建築碳排與能源監控[12]；
- Schneider Electric 透過 EcoStruxure 系列打造從感測到雲端的碳資料鏈[13]；
- Honeywell 則佈局 AI 監測與智慧節能平台，結合碳足跡評估模組[14]。

這些企業皆不僅在解決方案上持續進化，也同步佈局關鍵專利，包括設備識別技術、AI 推論邏輯、資料可信簽章機制與報告產出流程等核心環節，逐步建立碳資料平台的技術壁壘與商業優勢。

(一)目標企業案例剖析

以出題單位櫛構科技為例，透過 GPSS 檢索確認其目前僅有 1 件台灣專利《運輸工具碳排計算分析方法》，專利主題聚焦於演算法與資料處理，尚未涵蓋感測模組、邊緣運算或雲端平台等領域。其主要市場切入點為運輸與物流的碳排計算，產品多以專案制系統整合交付。

挑戰面包括：

- 感測精度與資料可信度落地瓶頸，需與現場 IoT 設備深度整合；
- 硬體製造與雲端維運成本壓力，影響規模化推廣；
- 用戶導入阻力及既有系統替換成本高，導致市場拓展速度受限。

(二)國內外同類型業者專利策略比較

拓宏宇、數匯智控、永訊智庫均提供 AI、碳盤查與 ESG 資訊整合服務，但 GPSS 檢索結果顯示這三家皆無專利佈局，反映出國內 ESG/碳管理市場多以軟體與顧問服務切入，缺乏硬體與系統層面的技術保護。

國際方面，Schneider Electric 與 Siemens 雖在市場上擁有完整的能源與碳管理方案，但其專利佈局中，與碳排查直接相關的比例不足千分之二，多集中於感測器應用、能源管理、風力及太陽能等基礎領域，採取「基礎技術廣佈 → 應用延伸」的策略。相比之下，台灣業者多以「單一應用直攻」模式切入，專利保護面較窄，後續在基礎技術與應用層並行佈局上仍有成長空間。

Table 2-3 國內外業者專利與市場策略比較

資料來源：自製；基礎資料＝網路收集資料後使用 GPSS 檢索各家公司專利

業者	碳排查相關專利數	主要專利領域	市場策略	技術佈局特徵
櫛構科技	1	運輸碳排計算演算法	運輸物流碳盤查	專案制、缺乏硬體與邊緣運算佈局

資拓宏宇	0	資料庫管理、演算法	ESG 碳管理	較具規模，但仍缺乏碳管理專利
數匯智控	0	無專利	ESG 數據平台	商業模式驅動，缺乏技術專利保護
永訊智庫	0	無專利	ESG 顧問服務	依賴數據整合與顧問專業
Schneider Electric	0（直接定義）	感測器應用、能源管理、工業自動化	基礎技術廣佈後延伸碳管理	跨領域延伸應用優勢
Siemens	2[15,16]	感測器、風力、太陽能、能源系統	基礎能源技術佈局	碳排查專利占比低

反觀台灣，雖然在感測器、ICT、能源管理等技術領域具備基礎優勢，但在 AIoT 碳監測的系統性專利佈局與平台整合應用上，仍多停留在概念驗證（POC）或單點部署階段。例如，台北市導入「台北市城市級電能管理系統資訊平台（TPCEMS）」[17]，但多為示範型或節能主導項目，缺乏與國際碳盤查標準（如 ISO 14064、CBAM 檢核）全面接軌的技術規格與資料處理架構。

此外，國內企業對於碳資料的處理尚以事後整併與人工估算為主，缺乏即時自動上傳與原始數據保證能力，顯示在資料可信與 AIoT 邊緣運算等構面仍有待提升。特別是在碳資料「不可竄改」、「可追溯」、「可串接報告」等新一代需求驅動下，台灣若欲參與國際碳服務供應鏈，將需加速佈局 AIoT 資料流架構、感測平台整合與資料簽章標準。

整體而言，雖然台灣在碳資料感測、能源監控與 SaaS 服務上具備潛力，然而專利佈局的完整性、跨域整合能力與標準接軌程度仍待提升。未來若能透過技術研發補助、智財佈局扶持與產業試煉場域串聯，有望加快台灣企業於 AIoT 碳監測領域的全球佈局步伐，搶占新興減碳經濟的關鍵技術節點。

參、專利檢索策略與實作

一、研究設計與檢索流程概覽

為強化專利分析之系統性與重現性，本研究參考專利檢索中心的研究成果[18]與 2024 年度比賽優勝隊伍報告[19]，規劃出依循兩階段專利分析邏輯架構，整體流程如圖 3-1 所示。第一階段聚焦於檢索策略的建立與樣本篩選，第二階段則聚焦於內容判讀與技術標註。各階段重點如下：

第一階段：檢索策略設計與樣本建構

1. 先釐清研究主題與技術分析邊界，拆解為三大核心技術（感測器技術、AI 智慧分析、資料可信平台）。
2. 建立多語系關鍵字詞彙群（中、英、日、韓、法、德），並以 GPSS 平台作為檢索工具，建構多語布林邏輯查詢。
3. 檢索策略：先以 AND 方式交集三技術構面，再加入碳監測關鍵詞進行多次優化，並透過樣本抽查評估檢準率。
4. 為排除冗餘與雜訊，透過專利家族去重與人工判讀，最終確認樣本具備高度關聯性之專利，供後續深入分析使用。

第二階段：內容判讀與技術分析

基於第一階段建立之專利集，本研究進行逐件判讀與技術標註，展開各類統計與可視化分析，包含技術主題演進、主要申請人與國別佈局、核心 IPC 功能對應與組合、AI 模組與平台融合特徵分析，提供技術路徑與市場佈局之綜合觀察。

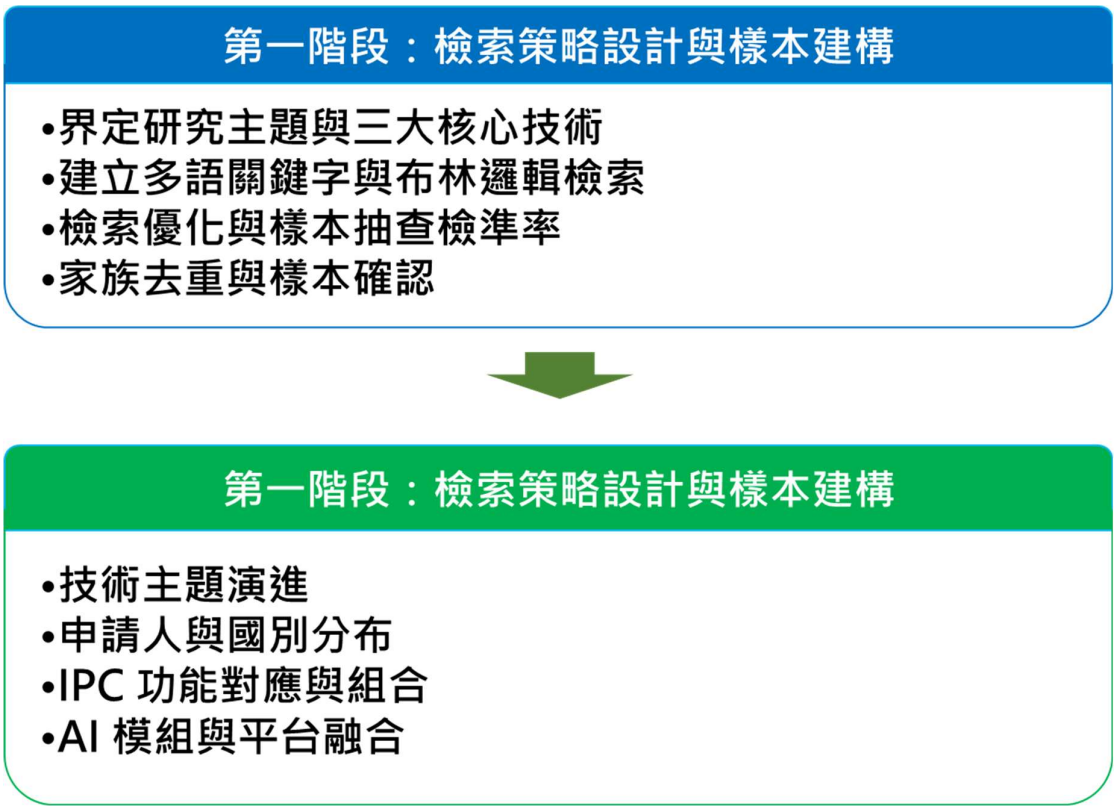


圖 3-1 兩階段專利分析邏輯圖

資料來源：自製；團隊檢索邏輯圖形化

二、分析範圍與核心技術界定

本研究主題為「AIoT 碳監測技術之專利佈局分析」，著眼於將人工智慧（AI）結合物聯網（IoT）技術，應用於碳排放數據之取得、處理與管理，進而支援企業達成碳盤查、碳揭露與碳中和等 ESG 目標。

為釐清分析重點與檢索策略，我們以碳監測為核心，將此領域相關技術拆解為三項核心技術：

(一) **感測器技術**

指能實體偵測碳排放來源或環境中的溫室氣體（如 CO_2、CH_4）濃度的設備，技術形式涵蓋光學式（NDIR）、電化學式、熱導式等，並與類比或數位介面整合。

(二) **AI 智慧分析技術**

包含資料預處理、回歸預測、異常排放檢測、邊緣運算等，係利用 AI 模型（如機器學習、深度學習）對排放數據進行即時解析或長期趨勢建模。

(三) **資料可信與平台技術**

涉及碳資料的儲存、上傳、驗證與追蹤，確保其可稽核性與合規性，並可支援報告自動生成與第三方查核，包括區塊鏈、數據簽章、雲端資料管理平台等。

值得一提的是，本研究經過文獻收集與討論後，認為通訊技術（如 LoRa、NB-IoT、Ethernet 等）雖為 IoT 應用常見元素，視通訊模組為系統附屬構成，因此不列入檢索限制

條件中，僅於後續標記。

三、多語關鍵字設計與對應核心技術

為提升專利檢索的全面性與準確性，本研究特別重視語言多樣性與跨語系檢索策略的設計。由於 AIoT 與碳監測技術為國際發展熱點，相關專利遍佈多國且使用語言廣泛，若僅依賴單一語系或英文檢索，容易造成重要資料遺漏或查全率偏低的問題。

本研究採兩階段關鍵字語系設計策略：

第一階段：五語系對照建構

初期以五大語系為主，包括：

- **繁體中文與簡體中文**：考量台灣與中國大陸在科技術語使用上的差異，如「感測器」與「传感器」、「碳監測」與「碳监测」等，因此雖同為中文，仍需分開列入關鍵字；
- **英文**：為科技與專利文獻主流語言；
- **日文與韓文**：因日本與韓國皆為科技大國，也同時是 AI、IoT 及碳中和技術重點發展國，並在此領域進行專利布局。

在此基礎上，我們針對三大核心技術構面——**感測器技術、AI 推論模組、資料可信平台**——分別建構多語對應詞彙群組，形成關鍵字矩陣。例如：

- 感測器類關鍵字包括「sensor／传感器／센서／センサー」；
- AI 推論類關鍵字如「machine learning／深度學習／학습／学習」；
- 資料可信類則涵蓋「blockchain／數據簽章／データ改ざん防止」等。

透過多語系交叉比對與語義相近詞擴展，提高檢索的涵蓋性與語意對準程度，並透過實際測試比對修正語詞組合。

第二階段：歐洲語系擴充

考量歐洲專利局（EPO）採用三大官方語言（英文、法文、德文），且歐盟在碳盤查與碳交易政策推動上居領導地位，因此於第二階段加入法語與德語關鍵詞，進一步補強歐洲專利的檢索能量。

例如：

- 法語之「émission de carbone」（碳排放）、empreinte carbone（碳足跡）；
- 德語之「Kohlenstoffemission」（碳排放）、「CO_2-Überwachung」碳足跡）等詞，皆納入查詢設計。

此外，本研究也特別注意語言在專利撰寫中的用法差異與術語使用偏好，避免過度依賴機械翻譯或詞根比對，並輔以人工語意驗證，確保關鍵字群組之可用性與跨語適應性。

透過上述兩階段的設計與優化，本研究建立起涵蓋六種語言、三大技術核心的檢索語詞架構，為後續布林邏輯建構與專利分析奠定堅實基礎，也提升檢索資料的可再現性與方法論價值。

(一)五大語系（中英日韓）基本關鍵字對照

Table 3-1 碳監測關鍵字矩陣

資料來源：自製；基礎資料＝網路關鍵資料整理，使用 GenAI 協助多語言關鍵字翻譯

核心技術	繁體中文	簡體中文	英文	日文	韓文	備註說明
碳監測	碳排放、碳足跡	碳排放、碳足迹	carbon emission, carbon footprint	炭素排出、カーボンフットプリント	탄소배출, 탄소발자국	
碳排*	碳排*	碳排*	carbon emission*	炭素排出*	탄소배출*	經過人工分析檢索專利，發現可以使用萬用字 * 來擴充包含碳排放、碳排量等變形詞
碳中和	碳中和	碳中和	carbon neutrality, carbon neutral	カーボンニュートラル	탄소중립	經過人工分析檢索專利，發現碳中和常出現，因此新增納入檢索關鍵字

Table 3-2 AI 人工智慧分析技術關鍵字矩陣

資料來源：自製；基礎資料＝網路關鍵資料整理，使用 GenAI 協助多語言關鍵字翻譯

中文（繁體）	中文（簡體）	英文	日文	韓文	備註說明
人工智慧	人工智能	artificial intelligence (AI)	人工知能	인공지능	最常見 AI 概念總稱
機器學習	机器学习	machine learning	機械学習	머신러닝	可視為 AI 的子領域
深度學習	深度学习	deep learning	ディープラーニング	딥러닝	神經網路類演算法核心
邊緣運算	边缘计算	edge computing /	エッジコンピューティング	엣지 컴퓨팅	分散型裝置端 AI 運送

		edge AI			
神經網路	神经网络	neural network	ニューラルネットワーク	신경망	AI 主要演算法架構
推論系統	推理系统	inference system / prediction model	推論システム	추론 시스템	多用於裝置端的資料預測功能
異常偵測	异常检测	anomaly detection	異常検知	이상 감지	用於判斷碳排異常情形
AI 演算法	AI 算法	AI algorithm	AI アルゴリズム	AI 알고리즘	碳排計算

Table 3-3 感測器技術關鍵字矩陣

資料來源：自製；基礎資料＝網路關鍵資料整理，使用 GenAI 協助多語言關鍵字翻譯

中文（繁體）	中文（簡體）	英文	日文	韓文	備註說明
感測器	传感器	sensor	センサー	센서	通用詞，所有類型感測器總稱
偵測器	探测器	detector	検出器	탐지기	側重於「偵測」功能
濃度感測器	浓度传感器	concentration sensor	濃度センサー	농도 센서	特定針對氣體濃度量測
氣體感測器	气体传感器	gas sensor	ガスセンサー	가스 센서	用於 CO_2、CH_4、NO_x 等氣體監測
二氧化碳感測器	二氧化碳传感器	CO_2 sensor	二酸化炭素センサー	이산화탄소 센서	專門針對 CO_2 的感測元件
紅外線感測器	红外传感器	infrared sensor	赤外線センサー	적외선 센서	常用於非接觸式 CO_2 偵測（NDIR 原理）
電化學感測器	电化学传感器	electrochemical sensor	電気化学センサー	전기화학 센서	高靈敏但需校正，常用於氣體偵測

Table 3-4 資料可信與平台技術關鍵字矩陣

資料來源：自製；基礎資料＝網路關鍵資料整理，使用 GenAI 協助多語言關鍵字翻譯

中文（繁體）	中文（簡體）	英文	日文	韓文
資料可信	数据可信	data trust	信頼性	데이터 신뢰성
區塊鏈	区块链	blockchain	ブロックチェーン	블록체인
資料驗證	数据验证	data validation	データ検証	데이터 검증
資料完整性	数据完整性	data integrity	データ完全性	데이터 무결성
數位簽章	数字签名	digital signature	デジタル署名	디지털 서명
防竄改	防篡改	tamper-proof / tamper-resistance	改ざん防止	변조 방지
加密儲存	加密存储	encrypted storage	暗号化保存	암호화 저장
安全傳輸	安全传输	secure transmission	安全な通信	안전한 전송
資料平台	数据平台	data platform	データプラットフォーム	데이터 플랫폼
稽核機制	审计机制	audit mechanism	監査機構	감사 메커니즘

(二)補充英德歐洲語系基本關鍵字對照

Table 3-5 碳監測關鍵字矩陣

資料來源：自製；基礎資料＝網路關鍵資料整理，使用 GenAI 協助多語言關鍵字翻譯

中文	法文	德文
碳排放	émission de carbone	Kohlenstoffemission
碳足跡	empreinte carbone	CO_2-Fußabdruck
溫室氣體監測	surveillance des gaz à effet de serre	Überwachung von Treibhausgasen
碳偵測	détection du carbone	Kohlenstoffdetektion
碳排*	émission de carbone*	Kohlenstoffemission*
碳中和	neutralité carbone / neutralité en carbone	Kohlenstoffneutralität / CO2-Neutralität

Table 3-6 AI 人工智慧分析技術法德文關鍵字矩陣

資料來源：自製；基礎資料＝網路關鍵資料整理，使用 GenAI 協助多語言關鍵字翻譯

中文	法文	德文
人工智慧	intelligence artificielle	künstliche Intelligenz
機器學習	apprentissage automatique	maschinelles Lernen
深度學習	apprentissage profond	tiefes Lernen

邊緣運算	informatique en périphérie / edge computing	Edge-Computing
神經網路	réseau neuronal	neuronales Netz
異常偵測	détection d'anomalies	Anomalieerkennung
推論系統	système d'inférence	Inferenzsystem
智能分析	analyse intelligente	intelligente Analyse
智慧系統／智能系統	système intelligent	intelligentes System

Table 3-7 感測器技術法德文關鍵字矩陣

資料來源：自製；基礎資料＝網路關鍵資料整理，使用 GenAI 協助多語言關鍵字翻譯

中文	法文	德文
感測器／傳感器	capteur	Sensor
偵測器	détecteur	Detektor
氣體感測器	capteur de gaz	Gassensor
二氧化碳感測器	capteur de dioxyde de carbone	CO_2-Sensor
濃度感測器	capteur de concentration	Konzentrationssensor
紅外線感測器	capteur infrarouge	Infrarotsensor
電化學感測器	capteur électrochimique	elektrochemischer Sensor

Table 3-8 資料可信與平台技術法德文關鍵字矩陣

資料來源：自製；基礎資料＝網路關鍵資料整理，使用 GenAI 協助多語言關鍵字翻譯

中文	法文	德文
資料可信	données fiables / confiance des données	vertrauenswürdige Daten
資料驗證	validation des données	Datenvalidierung
資料完整性	intégrité des données	Datenintegrität
數位簽章	signature numérique	digitale Signatur
防竄改	inviolable / protection contre la falsification	manipulationssicher
加密儲存	stockage chiffré	verschlüsselte Speicherung
區塊鏈	chaîne de blocs / blockchain	Blockchain
資料平台	plateforme de données	Datenplattform
稽核機制	mécanisme d'audit	Auditmechanismus

為提升檢索覆蓋度與語意準確性，本研究建立跨六語系的多語關鍵字矩陣，涵蓋中（繁體／簡體）、英、日、韓、德、法等六種語言。此關鍵字矩陣對應本研究所界定的三大核心技術構面（感測器技術、AI 推論模組、資料可信平台），並針對每個技術構面設計語意相近詞組，以避免僅依單一詞彙進行檢索時可能產生的資料遺漏情形。

在設計語詞時，特別考量以下幾點：

1. **技術語彙差異**：中英文之間用詞有簡繁體差異（如「感測器」與「传感器」），日韓在專利撰寫上亦常使用片假名與複合詞構造，法德則可能採用較長詞複合字或術語化描述，均需進行詞根與語義拆解。
2. **語境翻譯差異**：部分詞彙雖直譯接近，但在技術應用上實際使用語境不同，例如「碳排放監測」在日文常寫為「炭素排出のモニタリング」，而在德語中常為「CO_2-Überwachung」或「Kohlenstoffemissionserfassung」。
3. **歐洲語系的納入考量**：德語與法語之納入，主要基於歐洲專利局（EPO）三大官方語言要求，且德國與法國在碳管理、感測模組與 AI 推論等技術領域皆具長期研發與產業實力。故將法德語詞納入可有效補足非英語系高技術含量專利的檢索缺口，亦提升與歐盟法規接軌之技術評估完整性。
4. **技術面向分類對應設計**：為後續布林邏輯檢索與組合查詢設計之便，本研究整理出每個技術部分對應六語系主要關鍵詞，並進行語意分群。舉例而言，感測器部分關鍵詞群含括 sensor（英）、传感器（簡中）、센서（韓）、センサー（日）等；而資料可信構面則含 blockchain、區塊鏈、블록체인、ブロックチェーン、等相關詞彙。

透過這樣的語詞矩陣化設計，可確保不同語系、不同技術面向的關鍵詞皆被納入檢索考量，提升整體專利檢索的查全率與語意精準度，同時也為後續分析結果提供跨語對應依據，有助於發掘技術路徑與專利創新趨勢的多語系交集現象。

四、檢索邏輯與查詢策略說明

本研究依據競賽規範，選擇使用經濟部智慧財產局（TIPO）所提供之「全球專利檢索系統（GPSS）」作為唯一檢索平台。GPSS 整合包含台灣、五大專利局（美國 USPTO、歐洲 EPO、日本 JPO、韓國 KIPO、中國 CNIPA）、世界智慧財產權組織（WIPO）、東南亞區域與其他共計超過 100 個國家的專利資料，具備跨國語言檢索、布林邏輯組合與家族專利辨識等功能，適合進行大規模多語系技術趨勢分析。

為確保分析樣本具備足夠代表性與時效性，本研究設定檢索時間範圍自 1997 年 1 月 1 日起，對應全球氣候政策發展的重要里程碑「京都議定書」（Kyoto Protocol）簽署時點，至 2025 年 6 月 15 日止，以收錄最新公開之專利資料。分析所採用之專利樣本最終統一於 2025 年 6 月 30 日自 GPSS 匯出並封存，作為本研究所有統計與圖表分析之依據，確保數據一致性與可重現性。

（一）各核心技術之布林邏輯安排

根據核心技術矩陣設計，本研究採用布林邏輯進行組合查詢，並將中、英、日、韓等多語系關鍵字同時納入查詢欄位。檢索策略之邏輯設計為：

- 將「AI 技術」關鍵字群以 OR 串聯（如 AI OR Artificial Intelligence OR 人工智慧 OR 機器學習等）
- 將「感測器技術」與「資料可信平台」關鍵字群亦以 OR 串聯
- 最後再以 AND 將上述群組與「碳監測」相關詞彙結合（含 Carbon、CO_2、碳排放、碳資料等多語版本）

此策略可有效提高檢索涵蓋範圍，同時排除過於狹隘之搜尋限制，確保檢索結果至少涵蓋 AI 與感測／資料處理模組與碳資料主題之交集。

（二）多語種分階段整合

為因應專利語言多樣性與專利文獻中術語變異之問題，本研究將檢索語系分為兩個階段：

- **第一階段**：以繁體中文、簡體中文、英文、日文、韓文五語系為主體，構建主要布林組合並執行一次性查詢，充分發揮 GPSS 的多語彙搜尋能力，避免逐語系重複查詢之人力浪費。
- **第二階段**：考量歐洲專利局（EPO）官方語言中尚包含法語與德語，故再針對核心詞彙群進行法德語補充查詢，作為補強策略以提高涵蓋率。

此兩階段併行設計，兼顧效率與完整性，並有助於涵蓋歐美、東亞主要專利來源國。

（三）檢索式調整

於檢索初期，我們觀察到初始布林組合易引入大量非目標領域專利，因此採取「漸進式修正」策略：

- 對初步檢索結果之技術領域分布與專利標題、摘要進行主題比對
- 若某技術面關鍵字導致雜訊過多，即予剔除或改用較具技術特性的詞彙（如由 general term 改為專業術語）
- 若有新技術詞彙於檢索過程中浮現，亦即時更新進關鍵字矩陣並重新檢索

此外，本研究團隊成員在無線通訊、物聯網 IoT 感測器與碳監測有多年產品實務經驗，對多語技術術語之使用具高度敏感度，並搭配 GenAI 工具輔助多語語義判讀，避免因語言障礙或詞彙使用差異導致遺漏。

（四）檢索去重與品質檢核

完成初步檢索後，我們利用 GPSS 平台內建之「檢索去重」與「家族去重」功能進行資料清理。透過家族去重設定，將內容相同但於不同國家申請的同族專利歸納為單一統計單位，避免分析過程中因重複記錄造成統計偏差與視覺化失真。

根據 GPSS 系統說明，「專利家族去重」時會依 最早申請案（Earliest Priority） 作為家族代表案件，並在檢索結果中僅保留該代表案。此設定為系統預設值，本研究未對代表案語言或申請國別進行人工篩選，確保數據來源與選取標準一致性。

檢索與家族去重後，我們仍進行人工逐筆檢閱，針對主題不符、語義誤命中等案件進行再次剔除，以提升樣本純度。尤其針對模糊關鍵詞，採取人工作業過濾，確保樣本集中於 AIoT 與碳監測領域。

為驗證檢索品質，本研究進行隨機抽樣評估，實際比對專利內容與主題對應性，若抽樣過程發現檢準率低於預期（如低於 80%），我們即回溯調整關鍵詞矩陣與布林邏輯策略，反覆優化至品質穩定為止，確保最終樣本具有高度主題相關性與分析信賴度。

五、檢索流程與修正歷程

為確保後續專利分析具備高度主題相關性與技術一致性，本研究採取逐步優化的檢索策略，透過五階段檢索式設計與人工判讀交互進行修正與調整，逐步聚焦技術主題、縮小樣本範圍，提升檢準率與資料可解析性，最終建立涵蓋 499 件專利的高品質樣本庫。

在第一階段，團隊以預先建立之三大核心技術構面關鍵字群──「AI 智慧分析技術」、「感測器技術」與「資料可信與平台技術」為基礎，搭配中（繁／簡體）、英、日、韓四語系對應詞彙，並以布林邏輯組合「AI 智慧分析技術」 AND（「感測器技術」 OR 「資料

可信與平台技術」）進行檢索，範圍限定於標題、摘要與專利範圍三欄位，並將檢索時間範圍，限定在 1997 年 1 月 1 日到 2025 年 6 月 15 日。該策略雖涵蓋面向完整，惟主題聚焦性不足，初次檢索結果高達 232,293 筆，超出可管理與篩選範圍。

為提升主題相關性，第二階段策略新增「碳監測技術」關鍵字群作為過濾條件，構成「AI 智慧分析技術」 AND（「感測器技術」 OR 「資料可信與平台技術」）AND「碳監測技術」的布林組合，並同樣限定於標題、摘要與專利範圍。此策略大幅收斂樣本至 661 筆，檢準率明顯提升，惟總量略顯不足，恐影響後續統計的代表性與樣本多樣性。

第三階段中，為避免語意遮蔽導致遺漏，我們調整檢索邏輯，將「碳監測技術」檢索欄位擴大至全文欄位，以擴增潛在樣本。此策略產出 1,823 筆專利，樣本量顯著回升。然而，經人工抽樣檢視 200 件後，僅 34 件與研究主題具高度關聯，檢準率僅約 17%，顯示雜訊比例過高，推測主要原因為政策術語涵蓋不足與語意分散。

因此在第四階段，我們對「碳監測技術」關鍵字群進行語義擴充，新增「碳中和」、「碳盤查」、「碳排放」、「產品碳足跡」等政策導向語彙，以涵蓋更多制度用語與應用語境，並將「碳監測技術」檢索範圍改回限定於標題、摘要與專利範圍，經更新檢索式後取得 702 筆專利（未去重），初步評估已在查準性與查全性間取得平衡。

第五階段考量歐洲專利局（EPO）官方語言政策，補充加入法語與德語版本之「碳監測」同義詞進行再檢索，觀察語系擴充對涵蓋性的影響。最終結果顯示筆數無明顯增加，推論該領域中法語與德語專利實際應用比例偏低，故在核心技術面向中不再納入德語與法語，以簡化後續篩選流程並維持檢準效率。

綜合上述五階段策略優化與語意調整後，我們透過 GPSS 平台進行自動去重與家族去重處理，取得 569 件有效樣本。再經逐筆人工判讀與主題標註，最終彙整出 499 件高度相關之核心樣本，作為後續技術演進、所有權利人分析與商業佈局觀察之統計基礎。

Table 3-9 專利篩選檢索歷程

資料來源：自製；基礎資料＝團隊整理 GPSS 檢索式

編號	篩選條件	檢索式	筆數
1	AI 智慧分析技術 AND (感測器技術 OR 資料可信技術)	(人工智慧 OR 人工智能 OR 智慧系統 OR 智能系統 OR 智能分析 OR 智慧控制 OR 智慧平台 OR AI OR artificial intelligence OR smart system OR intelligent system OR intelligent analysis OR smart control OR 機器學習 OR 机器学习 OR machine learning OR 深度學習 OR 深度学习 OR deep learning OR 邊緣運算 OR 边缘计算 OR edge computing OR edge AI OR 神經網路 OR 神经网络 OR neural network OR 異常偵測 OR 异常检测 OR anomaly detection OR 推論系統 OR 推理系统 OR inference system OR 智慧系統 OR 智能系統 OR 智能分析 OR 智慧平台 OR 智慧控制 OR smart system OR intelligent system OR intelligent analysis OR smart control OR スマートシステム OR イン	232293

		テリジェントシステム OR 스마트 시스템 OR 인텔리전트 시스템 OR スマートシステム OR インテリジェントシステム OR 스마트 시스템 OR 인텔리전트 시스템)@TI,AB,CL AND (感測器 OR 傳感器 OR 偵測器 OR 传感器 OR 探測器 OR 濃度感測器 OR 氣體感測器 OR 二氧化碳感測器 OR 紅外線感測器 OR 電化學感測器 OR sensor OR detector OR concentration sensor OR gas sensor OR CO2 sensor OR infrared sensor OR electrochemical sensor OR センサー OR 検出器 OR ガスセンサー OR 二酸化炭素センサー OR 電気化学センサー OR 센서 OR 탐지기 OR 농도 센서 OR 가스 센서 OR 이산화탄소 센서 OR 전기화학 센서 OR 資料可信 OR 数据可信 OR data trust OR 資料驗證 OR 数据验证 OR data validation OR 資料完整性 OR 数据完整性 OR data integrity OR 數位簽章 OR 数字签名 OR digital signature OR 防竄改 OR 防篡改 OR tamper-proof OR 加密儲存 OR 加密存储 OR encrypted storage OR 資料平台 OR 数据平台 OR data platform OR 區塊鏈 OR 区块链 OR blockchain OR 稽核機制 OR 审计机制 OR audit mechanism OR 信賴性 OR ブロックチェーン OR データ完全性 OR データ検証 OR プラットフォ)@TI,AB,CL AND ID=19970101:20250615	
2	AI 智慧分析技術 AND (感測器技術 OR 資料可信技術) AND 碳偵測 (新增限縮條件)	(人工智慧 OR 人工智能 OR 智慧系統 OR 智能系統 OR 智能分析 OR 智慧控制 OR 智慧平台 OR AI OR artificial intelligence OR smart system OR intelligent system OR intelligent analysis OR smart control OR 機器學習 OR 机器学习 OR machine learning OR 深度學習 OR 深度学习 OR deep learning OR 邊緣運算 OR 边缘计算 OR edge computing OR edge AI OR 神經網路 OR 神经网络 OR neural network OR 異常偵測 OR 异常检测 OR anomaly detection OR 推論系統 OR 推理系统 OR inference system OR 智慧系統 OR 智能系統 OR 智能分析 OR 智慧平台 OR 智慧控制 OR smart system OR intelligent system OR intelligent analysis OR smart control OR スマートシステム OR インテリジェントシステム OR 스마트 시스템 OR	661

		인텔리전트 시스템 OR スマートシステム OR インテリジェントシステム OR 스마트 시스템 OR 인텔리전트 시스템)@TI,AB,CL AND (感測器 OR 傳感器 OR 偵測器 OR 传感器 OR 探測器 OR 濃度感測器 OR 氣體感測器 OR 二氧化碳感測器 OR 紅外線感測器 OR 電化學感測器 OR sensor OR detector OR concentration sensor OR gas sensor OR CO2 sensor OR infrared sensor OR electrochemical sensor OR センサー OR 検出器 OR ガスセンサー OR 二酸化炭素センサー OR 電気化学センサー OR 센서 OR 탐지기 OR 농도 센서 OR 가스 센서 OR 이산화탄소 센서 OR 전기화학 센서 OR 資料可信 OR 数据可信 OR data trust OR 資料驗證 OR 数据验证 OR data validation OR 資料完整性 OR 数据完整性 OR data integrity OR 數位簽章 OR 数字签名 OR digital signature OR 防竄改 OR 防篡改 OR tamper-proof OR 加密儲存 OR 加密存储 OR encrypted storage OR 資料平台 OR 数据平台 OR data platform OR 區塊鏈 OR 区块链 OR blockchain OR 稽核機制 OR 审计机制 OR audit mechanism OR 信賴性 OR ブロックチェーン OR データ完全性 OR データ検証 OR プラットフォ)@TI,AB,CL AND (碳排放 OR 碳足跡 OR 碳足迹 OR carbon emission OR carbon footprint OR 炭素排出 OR カーボンフットプリント OR 탄소배출 OR 탄소발자국)@TI,AB,CL AND ID=19970101:20250615	
3	AI 智慧分析技術 AND (感測器技術 OR 資料可信技術) AND 碳偵測 (將碳偵測檢索範圍改為全部欄位，不只限在標題、摘要與專利範圍，以提高搜尋筆數，確認是否	(人工智慧 OR 人工智能 OR 智慧系統 OR 智能系統 OR 智能分析 OR 智慧控制 OR 智慧平台 OR AI OR artificial intelligence OR smart system OR intelligent system OR intelligent analysis OR smart control OR 機器學習 OR 机器学习 OR machine learning OR 深度學習 OR 深度学习 OR deep learning OR 邊緣運算 OR 边缘计算 OR edge computing OR edge AI OR 神經網路 OR 神经网络 OR neural network OR 異常偵測 OR 异常检测 OR anomaly detection OR 推論系統 OR 推理系统 OR inference system OR 智慧系統 OR 智能系統 OR 智能分析 OR 智慧平台 OR 智慧控制 OR smart	1823

	有遺漏)	system OR intelligent system OR intelligent analysis OR smart control OR スマートシステム OR インテリジェントシステム OR 스마트 시스템 OR 인텔리전트 시스템 OR スマートシステム OR インテリジェントシステム OR 스마트 시스템 OR 인텔리전트 시스템)@TI,AB,CL AND (感測器 OR 傳感器 OR 偵測器 OR 传感器 OR 探測器 OR 濃度感測器 OR 氣體感測器 OR 二氧化碳感測器 OR 紅外線感測器 OR 電化學感測器 OR sensor OR detector OR concentration sensor OR gas sensor OR CO2 sensor OR infrared sensor OR electrochemical sensor OR センサー OR 検出器 OR ガスセンサー OR 二酸化炭素センサー OR 電気化学センサー OR 센서 OR 탐지기 OR 농도 센서 OR 가스 센서 OR 이산화탄소 센서 OR 전기화학 센서 OR 資料可信 OR 数据可信 OR data trust OR 資料驗證 OR 数据验证 OR data validation OR 資料完整性 OR 数据完整性 OR data integrity OR 數位簽章 OR 数字签名 OR digital signature OR 防竄改 OR 防篡改 OR tamper-proof OR 加密儲存 OR 加密存储 OR encrypted storage OR 資料平台 OR 数据平台 OR data platform OR 區塊鏈 OR 区块链 OR blockchain OR 稽核機制 OR 审计机制 OR audit mechanism OR 信賴性 OR ブロックチェーン OR データ完全性 OR データ検証 OR プラットフォ)@TI,AB,CL AND (碳排放 OR 碳足跡 OR 碳足迹 OR carbon emission OR carbon footprint OR 炭素排出 OR カーボンフットプリント OR 탄소배출 OR 탄소발자국) AND ID=19970101:20250615	
4	AI 智慧分析技術 AND (感測器技術 OR 資料可信技術) AND 碳偵測為主搜尋架構，碳偵測技術部分增加搜尋關鍵字”碳排*”	(人工智慧 OR 人工智能 OR 智慧系統 OR 智能系統 OR 智能分析 OR 智慧控制 OR 智慧平台 OR AI OR artificial intelligence OR smart system OR intelligent system OR intelligent analysis OR smart control OR 機器學習 OR 机器学习 OR machine learning OR 深度學習 OR 深度学习 OR deep learning OR 邊緣運算 OR 边缘计算 OR edge computing OR edge AI OR 神經網路 OR 神经网络 OR neural network OR 異常偵測 OR 异常检测 OR	702

	與”碳中和”	anomaly detection OR 推論系統 OR 推理系統 OR inference system OR 智慧系統 OR 智能系統 OR 智能分析 OR 智慧平台 OR 智慧控制 OR smart system OR intelligent system OR intelligent analysis OR smart control OR スマートシステム OR インテリジェントシステム OR 스마트 시스템 OR 인텔리전트 시스템 OR スマートシステム OR インテリジェントシステム OR 스마트 시스템 OR 인텔리전트 시스템)@TI,AB,CL AND (感測器 OR 傳感器 OR 偵測器 OR 传感器 OR 探測器 OR 濃度感測器 OR 氣體感測器 OR 二氧化碳感測器 OR 紅外線感測器 OR 電化學感測器 OR sensor OR detector OR concentration sensor OR gas sensor OR CO2 sensor OR infrared sensor OR electrochemical sensor OR センサー OR 検出器 OR ガスセンサー OR 二酸化炭素センサー OR 電気化学センサー OR 센서 OR 탐지기 OR 농도 센서 OR 가스 센서 OR 이산화탄소 센서 OR 전기화학 센서 OR 資料可信 OR 数据可信 OR data trust OR 資料驗證 OR 数据验证 OR data validation OR 資料完整性 OR 数据完整性 OR data integrity OR 數位簽章 OR 数字签名 OR digital signature OR 防竄改 OR 防篡改 OR tamper-proof OR 加密儲存 OR 加密存储 OR encrypted storage OR 資料平台 OR 数据平台 OR data platform OR 區塊鏈 OR 区块链 OR blockchain OR 稽核機制 OR 审计机制 OR audit mechanism OR 信賴性 OR ブロックチェーン OR データ完全性 OR データ検証 OR プラットフォーム OR デジタル署名 OR 改ざん防止 OR 信賴性 OR ブロックチェーン OR データプラットフォーム OR 데이터 신뢰성 OR 블록체인 OR 데이터 무결성 OR 데이터 검증 OR 디지털 서명 OR 변조 방지 OR 암호화 저장 OR 감사 메커니즘)@TI,AB,CL AND (碳排放 OR 碳足跡 OR 碳足迹 OR carbon emission OR carbon footprint OR 炭素排出 OR カーボンフットプリント OR 탄소배출 OR 탄소발자국 OR (碳排* OR carbon emission* OR 炭素排出* OR 탄소배출*) OR (碳中和 OR carbon neutrality OR	

		carbon neutral OR カーボンニュートラル OR 탄소중립))@ALL AND ID=19970101:20250615	
5.	增加碳偵測的法文與德文關鍵字	(人工智慧 OR 人工智能 OR 智慧系統 OR 智能系統 OR 智能分析 OR 智慧控制 OR 智慧平台 OR AI OR artificial intelligence OR smart system OR intelligent system OR intelligent analysis OR smart control OR 機器學習 OR 机器学习 OR machine learning OR 深度學習 OR 深度学习 OR deep learning OR 邊緣運算 OR 边缘计算 OR edge computing OR edge AI OR 神經網路 OR 神经网络 OR neural network OR 異常偵測 OR 异常检测 OR anomaly detection OR 推論系統 OR 推理系统 OR inference system OR 智慧系統 OR 智能系統 OR 智能分析 OR 智慧平台 OR 智慧控制 OR smart system OR intelligent system OR intelligent analysis OR smart control OR スマートシステム OR インテリジェントシステム OR 스마트 시스템 OR 인텔리전트 시스템 OR スマートシステム OR インテリジェントシステム OR 스마트 시스템 OR 인텔리전트 시스템)@TI,AB,CL AND (感測器 OR 傳感器 OR 偵測器 OR 传感器 OR 探測器 OR 濃度感測器 OR 氣體感測器 OR 二氧化碳感測器 OR 紅外線感測器 OR 電化學感測器 OR sensor OR detector OR concentration sensor OR gas sensor OR CO2 sensor OR infrared sensor OR electrochemical sensor OR センサー OR 検出器 OR ガスセンサー OR 二酸化炭素センサー OR 電気化学センサー OR 센서 OR 탐지기 OR 농도 센서 OR 가스 센서 OR 이산화탄소 센서 OR 전기화학 센서 OR 資料可信 OR 数据可信 OR data trust OR 資料驗證 OR 数据验证 OR data validation OR 資料完整性 OR 数据完整性 OR data integrity OR 數位簽章 OR 数字签名 OR digital signature OR 防竄改 OR 防篡改 OR tamper-proof OR 加密儲存 OR 加密存储 OR encrypted storage OR 資料平台 OR 数据平台 OR data platform OR 區塊鏈 OR 区块链 OR blockchain OR 稽核機制 OR 审计机制 OR audit mechanism OR 信賴性 OR ブロックチェーン OR データ完全性 OR データ検証 OR プ	702

		ラットフォーム OR デジタル署名 OR 改ざん防止 OR 信頼性 OR ブロックチェーン OR データプラットフォーム OR 데이터 신뢰성 OR 블록체인 OR 데이터 무결성 OR 데이터 검증 OR 디지털 서명 OR 변조 방지 OR 암호화 저장 OR 감사 메커니즘)@TI,AB,CL AND (碳排放 OR 碳足跡 OR 碳足迹 OR carbon emission OR carbon footprint OR 炭素排出 OR カーボンフットプリント OR 탄소배출 OR 탄소발자국 OR (碳排* OR carbon emission* OR 炭素排出* OR 탄소배출*) OR (碳中和 OR carbon neutrality OR carbon neutral OR カーボンニュートラル OR 탄소중립) OR ("émission de carbone" OR "émissions de carbone" OR "émission de carbone*" OR "Kohlenstoffemission" OR "Kohlenstoffemission*" OR "empreinte carbone" OR "CO2-Fußabdruck" OR "surveillance des gaz à effet de serre" OR "détection du carbone" OR "Überwachung von Treibhausgasen" OR "Kohlenstoffdetektion" OR "neutralité carbone" OR "neutralité en carbone" OR "Kohlenstoffneutralität" OR "CO2-Neutralität"))@TI,AB,CL AND ID=19970101:20250615	

六、檢準率與檢全率評估

檢準率（Precision）

本研究在完成檢索式優化後，採用第五階段檢索結果進行檢索與家族去重篩選，最終獲得 569 件專利作為初步樣本。經由逐筆人工判讀與技術相關性標註後，最終確認有效樣本為 499 件。

$$Precision = 499/569 = 87.69\%$$

顯示本研究所建立之多語檢索策略具備高度主題聚焦性與有效性。

檢全率（Recall）

本研究選定在這批檢索出出專利樣品庫中，採「目標申請人驗證法」估算：選取不同區域與產業屬性之代表性申請人各一（中國：廣州南方投資集團；美國：PITT-OHIO），逐一盤點其與本主題高度相關之專利集合，並檢視是否被本研究樣本覆蓋，其資料整理結果如 Table 3-10。

Table 3-10 檢全率估算

資料來源：自製；基礎資料＝團隊整理 GPSS 檢索結果

申請人	相關專利總數(人工檢閱判讀)	本研究樣本涵蓋數	覆蓋率
廣州南方投資集團	9	8	88.9%
PITT-OHIO	5	4	80.0%
合併	14	12	85.7%

為避免小樣本造成偏誤，本研究採合併計算（等同於加權平均）而非兩者算術平均：

$$Recall = \frac{8+4}{9+5} = \frac{12}{14} = 85.71\%$$

以 Wilson 區間估算 95% 信賴區間為 60.1%–96.0%（樣本量 14 件，屬於保守估計）。在跨語系詞彙與跨場域技術的情況下，該結果顯示檢索策略具有中高程度的涵蓋能力，足以支撐趨勢與結構性分析。

代表性與偏誤控制說明

- **選樣邏輯**：兩個測試申請人分屬不同區域（CN/US）與不同場景（電力平台/物流倉儲），可同時檢驗中文語彙與英語語彙路徑、以及平台／端側應用的檢索敏感度。
- **邊界情形**：排除與碳偵測監控無關的專利，採嚴格排除準則以降低假陽性，可能導致少量保守型假陰性。

七、專利資料視覺化分析與研究限制說明

（一）資料分析與視覺化工具應用說明

為提升研究清晰度與可讀性，本研究於專利樣本建立後，進行系統性的資料欄位統整、技術分類與視覺化分析處理。整體作業除 GPSS 生成的圖外，另外也透過 Excel 進行，涵蓋以下流程：

- **人工技術標註與分類**：
  根據每件專利之權利項、摘要與圖式說明，判讀其核心技術落點，手動標記為「感測器技術」、「AI 推論模組」、「資料可信平台」等三大構面，建立完整技術分類矩陣。
- **視覺化分析作業**：
  透過 Excel 內建圖表工具，繪製專利申請年度趨勢圖、申請人與國別交叉統計圖、G06Q 與 G06N 的 IPC 組合分析表、以及主題技術融合演進時序圖等，有效協助呈現分析結果與趨勢判讀。

儘管本研究未大量應用如 Python 或 VOSviewer 等資料視覺化與網絡分析工具，但針對部分分析已預留欄位設計，未來若進一步進行關鍵詞共現網絡分析、權利人引用網絡分析與主路徑追蹤等進階作業，可於本基礎架構上直接導入外部程式工具進行資料擴充與驗證，以提升研究的可延展性與複製性。

（二）專利研究限制說明

儘管本研究已依據專利分析流程進行全面規劃與執行，並結合多語關鍵字、布林邏輯優化、多輪檢索修正與人工判讀等手段建構樣本資料庫，仍存在下列限制需謹慎面對：

1. 平台操作經驗限制：

依競賽規定，本研究使用政府提供之「全球專利檢索系統（GPSS）」執行全程檢索。團隊成員雖經完整操作教學與說明文件學習，仍有部分功能使用上不夠熟練，需花費較多時間完成，且當關鍵字設定過多時，容易產生 error 訊息，較長的檢索式在歷史紀錄時後面會被截掉，造成後續檢索式追朔上的困難；另外也發現 GPSS 彙整出來的申請人清單，若申請人中英文名都有列，在統計上會列出兩家公司，因此需要人工再次確認與重新統計。另外 GPSS 平台尚不支援高階語意檢索、圖像分析與引用關係視覺化等功能，造成部分檢索需仍有遺漏，且在結果匯出時仍需仰賴人工處理，降低資料處理效率與自動化程度。

2. 語言與關鍵字涵蓋限制：

本研究已設計中、英、日、韓、德、法六語系之關鍵詞矩陣，並廣泛蒐集相關術語與語義近似字，惟專利語言具高度法律性與專業性，加上各國技術詞彙與撰寫習慣差異大，仍可能導致部分具關聯性的專利因語句歧異未被收錄。此外，多數中文專利於中國市場申請，常出現語法不規則或模糊描述，亦可能影響檢索結果品質。

3. 專利揭露內容深度不一：

部分 AI 演算法與平台建構專利僅描述功能性概念與應用場景，缺乏實作架構、演算模型或訓練數據細節，難以精確判讀其實際技術貢獻。相反地，亦有專利雖具高度主題相關性，卻因過於抽象、領域交叉、或採用策略性模糊撰寫，導致無法涵蓋於原始關鍵詞矩陣中而被遺漏。

肆、專利趨勢分析

一、年度專利申請數趨勢與政策影響對應分析

本研究以歷年專利趨勢與件數統計，觀察 AIoT 碳監測技術的全球布局變化。申請量係將檢索結果經「專利去重與家族去重」後之件數計算，並經人工逐筆核對後共 499 筆。

從圖 4-1 AIoT 碳監測相關專利年度申請趨勢圖所示，自 2019 年起專利申請量呈現穩定成長，並於 2021–2024 年加速。除了政策面帶動，此曲線亦與 三個技術里程碑高度對應：

- **(2014 技術前置）MCU 計算力躍升—Cortex-M7**：
  Arm 推出 M7（強化 DSP、可選 FPU），使在 MCU 端進行高效率前處理與基本推論變得可行，把「量得到」與「算得動」推到低功耗端點，為後續 edge AI 與資料品質提升鋪路，屬「硬體基礎建設」的形成；雖早於 2019，但解釋了為何圖 4-1 拐點出現後申請量能迅速放量。

- **（2019 技術拐點）MCU 端推論工具鏈成熟—TinyML／TFLM（承 2018 CMSIS-NN），2020 延伸至 microNPU（M55＋Ethos-U55）**：

  Google 釋出 TensorFlow Lite for Microcontrollers，承接 CMSIS-NN 帶來的效能與能耗優化；ARM 其後以 Cortex-M55＋Ethos-U55 將 MCU-class 推論推向量產級，降低「用戶端 AI 計算」的開發與量產門檻，直接擴大監測裝置＋**AI** 計算的可行性空間。這一系列事件與 2019 之後的第一段爬升相當一致。

- **（2024 技術放大器）GenAI × 數位孿生／規劃與模擬系統化**：

  學研與產業開始系統性將生成式 AI 整合進數位分身、場景建模、方案比對與報告產製流程，顯著降低建模與文件化成本，把「做得到」進一步推到「做得快、做得廣」，增加申請誘因，與 2024 高點相互呼應。

同時，2021 年中國全國碳市場啟動、歐盟 Fit for 55 套案提出（含 CBAM 藍圖），2023 年 CBAM 過渡期實施，2024 年臺灣碳費法制化與 SEC 氣候揭露規則通過，政策面強化了企業對「即時碳數據、合規平台、可信驗證」的技術需求，與上述技術里程碑形成雙輪驅動，共同推升 2021–2024 的專利申請的高峰。值得注意的是，2025 年件數的下降，主要係因多數申請案尚處 18 個月未公開期所致，並不代表市場趨勢逆轉，預期未來兩年內仍會有大量新專利逐步公開。

圖 4-1 AIoT 碳監測相關專利年度申請趨勢圖

資料來源：自製；基礎資料＝本研究 499 件樣本（家族去重、人工相關性判讀）

二、技術生命週期與政策時點對應分析

為觀察 AIoT 碳監測技術在國際減碳壓力下的成長態勢，本研究繪製技術生命週期圖（圖 4-2）。橫軸為該年度「新增第一申請人數」（家族合併後的新進者），縱軸為該年度「專利申請總數」。點位越靠右代表新進者增加，越向上代表年度申請量擴張；點位由左下移向右上，即顯示技術進入成長階段。圖 4-2 中三段式演進與關鍵驅動如下：

- **萌芽期（2014–2018）—硬體基礎建設形成：**

點位多在左下，新進者與申請量皆低（技術前置：2014 Cortex-M7 使 MCU 具高效 DSP／可選 FPU，端側前處理與基本推論具可行性）。

- **起跳拐點（2019–2020）—工具鏈成熟：**

新進者快速增加且年度申請量同步擴張，點位開始明顯往右上移動。（技術拐點：2019 CMSIS-NN／TFLM 讓 MCU 上 NN 有標準化路徑；2020 Cortex-M55＋Ethos-U55 推動 microNPU 量產應用）

- **高速成長（2021–2024）—政策 × GenAI 疊加：**

參與者與申請量同創新高，2024 位於最右上（政策×技術：2021 EU Fit for 55 與中國全國碳市場啟動；2023 CBAM 過渡期；2024 GenAI×Digital Twin 應用系統化，降低規劃/模擬與報告產製成本）。

- **2025 年**點位略回落但仍在高檔，主因 18 個月未公開期造成可見件數偏低，並不構成趨勢逆轉。

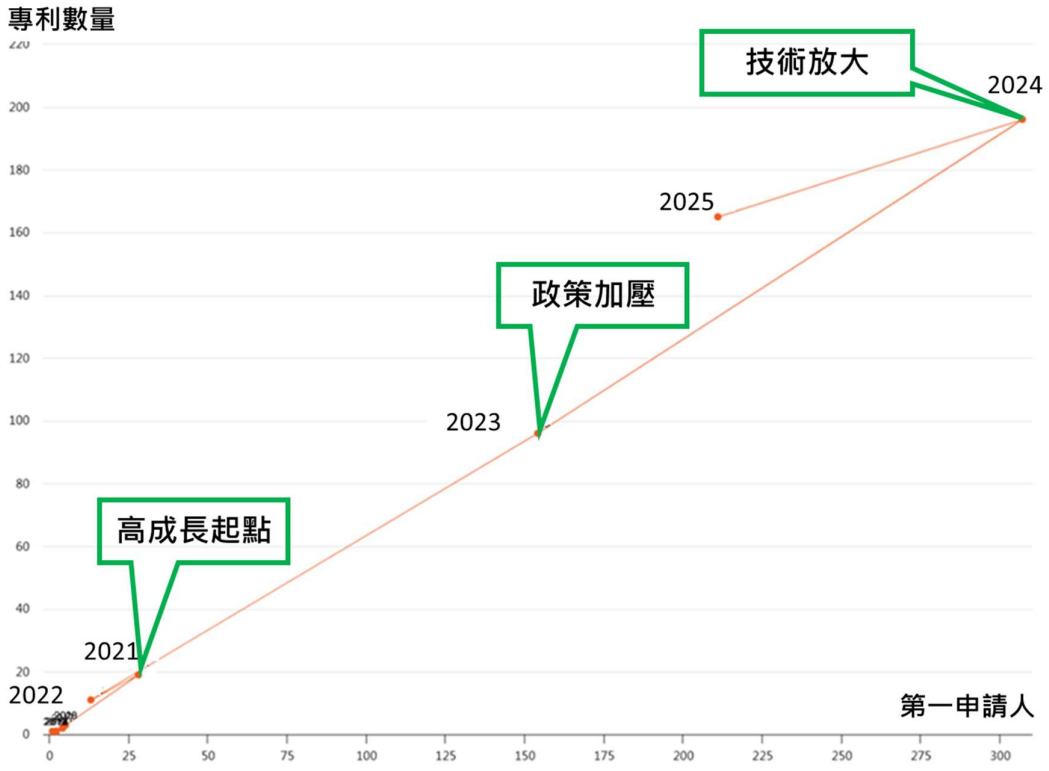


圖 4-2　AIoT 碳監測相關專利技術生命週期圖

資料來源：自製；基礎資料＝本研究 499 件樣本（家族去重、人工相關性判讀）

進一步對照政策時間軸，可發現高成長期與下列國際法規密切相關：

- **2021 年**：歐盟發布 Fit for 55 法規草案、中國啟動全國碳市場、台灣宣示 2050 淨零
- **2023 年**：CBAM 過渡期啟動、台灣通過《氣候變遷因應法》、中國發布《碳排放交易條例》
- **2024 年**：台灣碳費法制化、美國 SEC 排放揭露上路、日本確定課徵碳價

上述政策推動企業對「即時碳排數據」、「合規平台」、「可信驗證系統」的技術需求，同步疊加 2019–2020 工具鏈成熟與 2024 GenAI×數位孿生兩個技術因素，因而帶動 2021–2024 的專利快速成長。預期 2025–2026 全球進入正式徵收碳費階段後，相關專利佈局仍將持續加速，並由監測設備延伸至 SaaS 碳平台與自動化報告系統。

三、全球前 10 大 IPC 分類與功能聚焦分析

為進一步解析 AIoT 碳監測技術之具體研發方向，本針對家族去重與人工相關性判讀後，共取得 499 件專利作為分析樣本，標示口徑採 IPC 五階分類彙整；同一專利可能同時標註多個 IPC（屬性重疊屬常態）。在計數方式部分，「前 10 大 IPC」統計以專利件 × IPC 五階為單位彙整（避免同族重複），在「G06Q vs G06N」比重分析中，對同時屬於 Q 與 N 的交集專利，採分數分配（fractional counting），每件交集 Q=0.5、N=0.5。彙整前十項出現頻次最高之 IPC 五階分類，結果如 Table 4-1 所示。

從 Table 4-1 可知前十名由 G06Q（碳數據管理）與 G06N（AI 模型與推論）兩大族群主導，其中 G06Q（碳數據管理） 佔多數，，顯示技術重心已從單純設備感測，轉向平台級碳資料整合、排放申報與碳權交易報告的智慧流程建構。此類技術特別對應各國碳費、碳盤查、CBAM 等法規要求之可得性、可驗證性與跨系統串接性，成為數位碳治理的基礎能力。

另一方面，G06N（AI 模型與推論），雖然件數相對較少，但內容多集中於異常排放辨識、碳趨勢預測與邊緣判斷模型設計，顯示 AI 正逐步滲透進感測器端與平台端決策邏輯，有潛力與 G06Q 架構形成「平台資料治理 × 智能化推論」的雙軸整合。

Table 4-1　AIoT 碳監測專利之前 10 大 IPC 分類統計與技術功能說明

資料來源：自製；基礎資料＝本研究 499 件樣本（GPSS 家族去重、人工相關性判讀）

3-IPC	5-IPC	說明	專利數
G06Q 碳數據管理	G06Q 50/26	碳資訊平台與監測報告整合	192
	G06Q 50/06	碳排數據分流管理	129
	G06Q 10/063	碳申報與流程自動化	85
	G06Q 10/04	碳交易平台邏輯	80
	G06Q 10/0631	碳排報告產出	65
	G06Q 30/018	供應鏈碳足跡資訊串聯	51
G06N AI模型與推論	G06N 3/0442	神經網路與能源效率調控	47
	G06N 20/00	AI 系統與即時能效預測	44
	G06N 3/0464	特化網路與碳排數據分析	42
	G06N 3/08	深度學習與趨勢預測控制	39

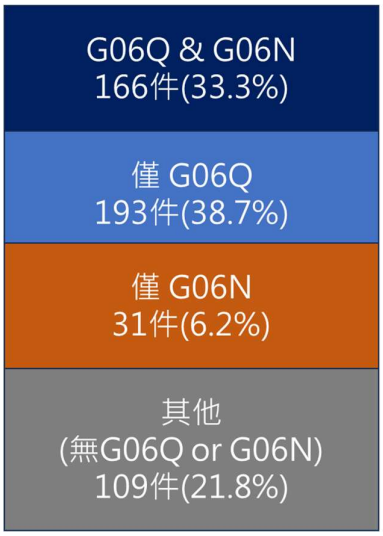
(一) G06Q vs G06N：兩種統計視角分析

為了避免單一統計方式的分母造成解讀偏差，本節以兩個互補視角來描繪技術全貌。首先用 499 件樣本看「整體覆蓋」，再以 G06Q∪G06N=390 件（僅包含標到 G06Q 或 G06N 的樣本）觀察「技術比重」。前者表現出全體樣本中 G06Q/ G06N 的觸及程度，後者聚焦於與研究主題直接相關的核心技術 IPC 的集合，較能準確反映 G06Q 與 G06N 的相對份量。

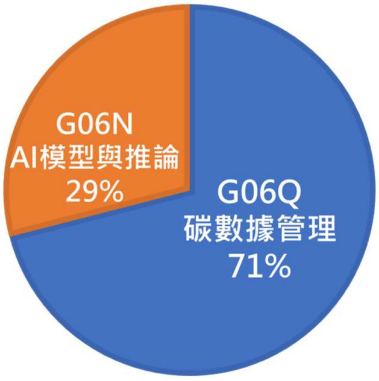
首先，從整體覆蓋來看（分母 以全部 499 件來估算；見圖 4-2-1a），僅 G06Q 193 件（38.7%）、G06Q∩G06N 交集 166 件（33.3%）、僅 G06N 31 件（6.2%），以及兩者皆未標 109 件（21.8%）。從占比結構即可分析，交集比例接近三分之一，代表相當多的專利同時涉及 G06Q(碳數據管理)與 G06N(AI 模型與推論)，顯示兩路技術正走向「平台 ×AI」的融合主流；同時，僅屬 G06Q 的件數遠高於僅屬 G06N，反映實務上仍以資料平台、流程與報表自動化、合規串接等系統性建設為大宗，而 AI 模組多半作為其上層能力加值。

然而，若直接用 499 件來計算 G06Q 與 G06N 的比例，「皆無」109 件（未標註 G06Q 或 G06N）會被納入母數，造成與主題關聯度較低的樣本稀釋了 G06Q / G06N 的相對比重。為了公平呈現 G06Q 與 G06N 在真正相關集合內的份量，我們改以 G06Q∪G06N =390 件為分母，並對交集專利採分數分配（fractional counting），一件交集同時計 G06Q =0.5、G06N =0.5。在此框架下（見圖 3-2b），G06Q 為 71%（276／390）、G06N 為 29%（114／390），這個分析結果揭示了更貼近主題的事實，G06Q 仍是系統骨幹，負責資料治理與合規流程；G06N 則扮演「智慧功能放大器」的角色，透過異常偵測與趨勢預測強化平台價值。分數分配的做法，也避免將交集件數重複全計而高估任一方的風險。

綜合兩種視角，499 件的堆疊圖提供了觸及度與交集規模的全貌；而以 G06Q∪G06N=390 件為分母的圓餅圖，則在控制母數與公平分配交集之後，清楚呈現 G06Q：G06N ≈ 7：3 的結構。後續章節在討論子類別與共現組合時，將以這個較精準的技術比重作為解讀基準，而 499 件視角則持續用來說明樣本覆蓋與邊界。



(a)



(b)

圖 4-3 關鍵 IPC G06Q vs G06N 技術分布全貌(a) 499 件專利統計堆疊圖 (b) G06Q∪G06N =390 的分數分配圓餅（G06Q 71%／G06N 29%）

資料來源：自製；基礎資料＝本研究 499 件樣本（GPSS 家族去重、人工相關性判讀）

(二) G06Q Top 6 核心子類分析

本節聚焦於 359 件標到 G06Q 的樣本，觀察五階子類的實際佈局。圖 4-4 以雙軸呈現，藍色柱狀顯示專利件數，橙色折線標示占 G06Q 百分比（分母＝359）。需特別說明的是，一件專利可同時標示多個 G06Q 子類，因此 Top 6 的件數相加會大於 359，而百分比亦非加總為 100%，這反映了平台方案的模組化與多模組共現特性。

- **G06Q 50/26｜192 件（53.5%）**
  碳資訊平台與監測報告整合：彙集多來源感測資料、格式轉換、視覺化儀表板與跨法規報表。是大多數方案的平台骨幹。
- **G06Q 50/06｜129 件（35.9%）**
  碳排數據分流管理:異常提醒、稽核日誌、權限／安全驗證等平台治理功能，強化資料品質與可追溯。
- **G06Q 10/063｜85 件（23.7%）**
  碳申報與流程自動化：把盤查、彙整、審核、送件等步驟流程化，降低人工作業成本並提升一致性。
- **G06Q 10/04｜80 件（22.3%）**
  碳交易平台邏輯：涵蓋撮合、價格查詢、帳戶結算與對帳等模組，顯示部分業者已將碳數據與碳金融連結。
- **G06Q 10/0631｜65 件（18.1%）**
  碳排報告產出：針對主管機關或框架需求（如 ESG 等）提供 PDF／XML／XBRL 等版型化自動輸出。
- **G06Q 30/018｜51 件（14.2%）**
  供應鏈碳足跡資訊串聯：強調跨組織資料交換、權限管理與對帳機制，將管理範圍由場域內延伸至上下游。

整體而言，G06Q 類構成 AIoT 碳監測系統的平台中樞，不僅處理前端感測資料，更整合整體碳治理流程所需之報告、驗證與合規機制，符合當前各國對碳數據「可視化、可稽核、可揭露」的政策趨勢。

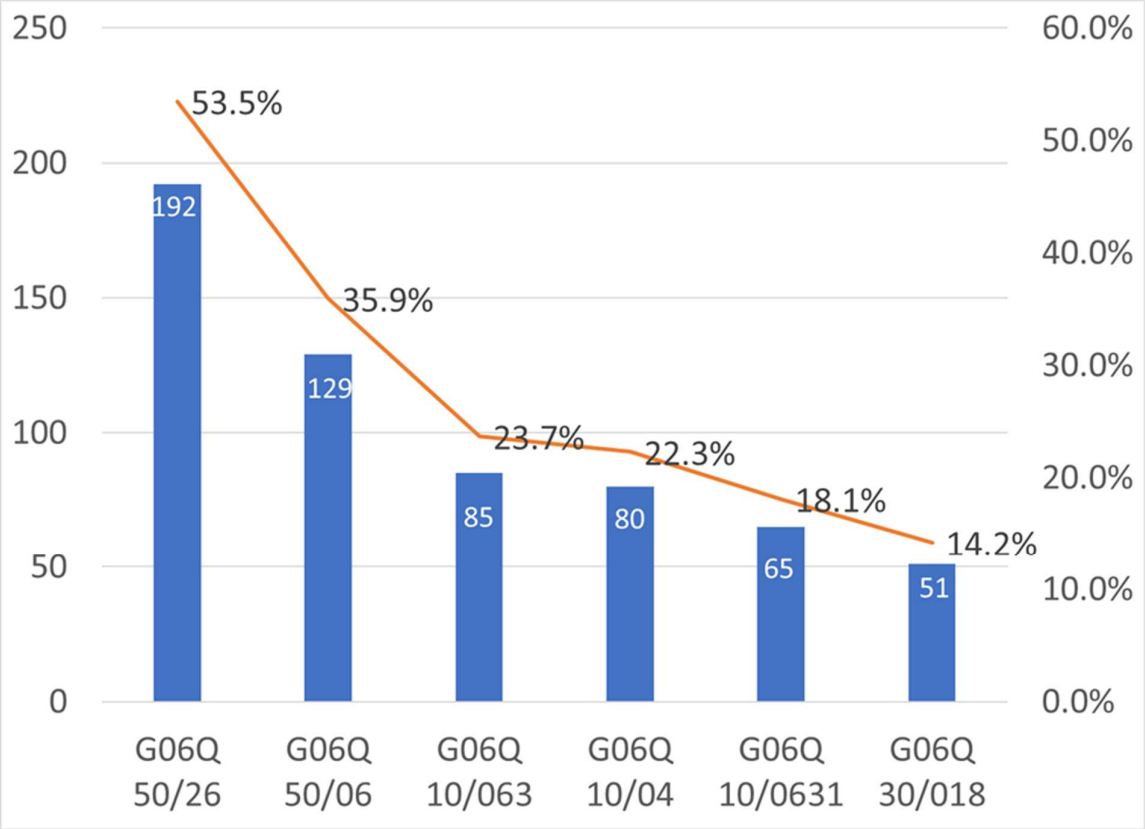


圖 4-4 G06Q Top6 IPC 雙軸圖，藍色柱狀顯示專利件數，橙色折線標示百分比

資料來源：自製；基礎資料＝本研究 359 件樣本（GPSS 家族去重、人工相關性判讀）

(三) G06Q Top 6 核心子類分析

本節鎖定 197 件標到 G06N 的樣本，統計五階子類分佈（見圖 4-5：雙軸＝件數與占比）。說明同一專利可同時標示多個 G06N 子類，因此 Top 6 件數相加會大於 197；百分比亦不會加總為 100%，反映「同一方案搭配多種 AI 模型」的多標籤共現特性，主要 G06N 子分類包括：

- **G06N 3/0442｜47 件（23.9%）**
  神經網路與能源效率調控：以 NN 為核心做設備能效優化、用能行為建模與即時控制，常見於建築／製造現場的異常偵測＋調控。
- **G06N 20/00｜44 件（22.3%）**
  AI 系統與即時能效預測：整合多感測與控制回路的即時效能預測、資源配置與決策協調，是「平台/邊緣一體化」的總管型模型。
- **G06N 3/0464｜42 件（21.3%）**
  特化網路與碳排數據分析：針對複雜時序／多變量資料做特徵萃取與行為學習，支援碳稽核流程自動化、能耗模式預測。
- **G06N 3/08｜39 件（19.8%）**
  深度學習與趨勢預測控制：CNN/RNN 等 DL 架構導入能源管理與設備監測，強化長短期趨勢預測、視覺/訊號判讀與自動控制。

- **G06N 20/20｜15 件（7.6%）**
  模型訓練優化與多參數學習：著重訓練流程、超參數與泛化能力，常作為平台化模型服務（MLOps）的底層技術。
- **G06N 20/10｜9 件（4.6%）**
  多目標學習與排行為建模：同時優化減碳、成本、舒適度等多目標，支援情境式控制與排程。

綜觀而言，G06N 分類專利群集中於提升碳排資料的判斷與預測能力，技術應用多以嵌入式模型加上邊緣決策為核心，對即時反應與異常篩選尤具意義。未來若能與 G06Q 平台進一步融合，將可建立具備預測、自動申報與稽核一體化的碳智能管理系統。

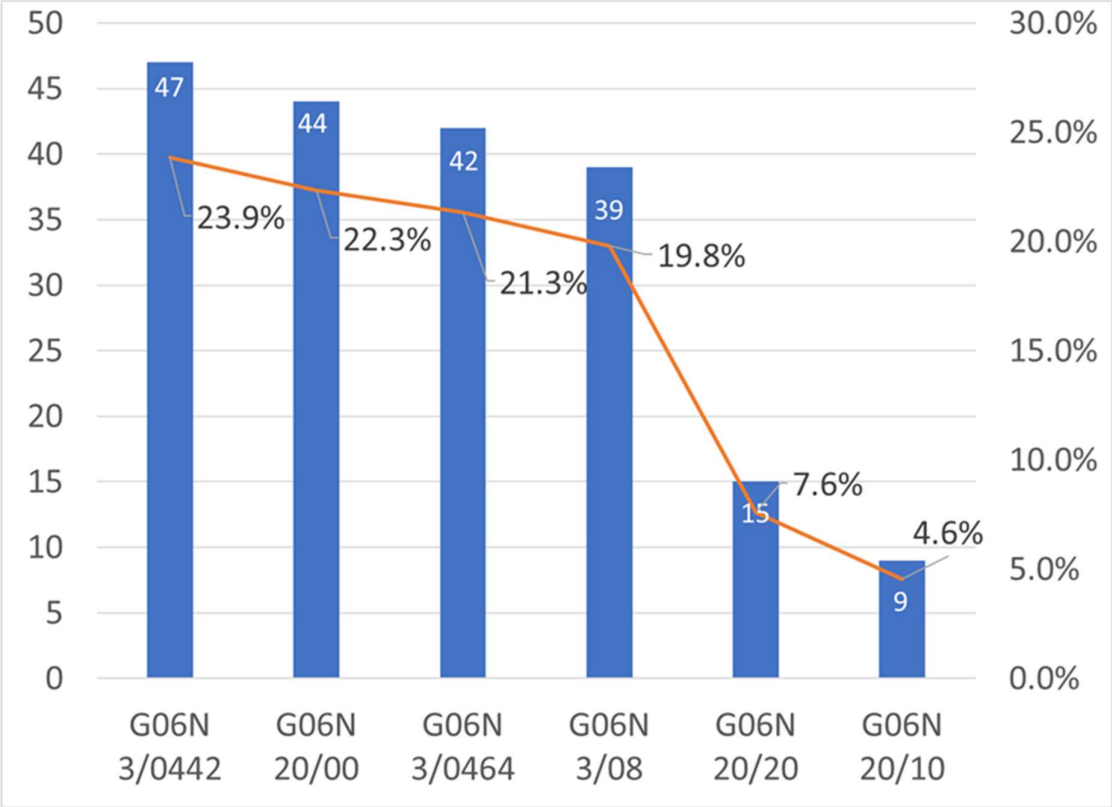


圖 4-5 G06N Top6 IPC 雙軸圖，藍色柱狀顯示專利件數，橙色折線標示百分比

資料來源：自製；基礎資料＝本研究 499 件樣本（GPSS 家族去重、人工相關性判讀）

(三) G06Q × G06N 技術融合演進與潛力分析

在前述 G06Q 與 G06N 兩大 IPC 分類的功能特性分析之後，進一步從時間軸與 IPC 交集變化觀察可見，AIoT 碳監測專利技術正從單一平台建構，邁向結合 AI 模型與智能推論的整合型應用架構。

根據本研究人工篩選後之 499 件專利整理如圖 4-6，自 2021 年起，G06Q 類專利量開始增加，代表產業初期聚焦於因應 CBAM、碳費制度與 ESG 盤查需求所必備之碳數據處理平台技術，包括資料收集、視覺化、合規報告自動生成與稽核模組。

然而，自 2022 年起，G06N 分類專利亦開始穩定出現，顯示碳監測應用已逐步導入 AI 模型功能。其應用包括異常排放辨識、碳排趨勢預測、設備能效分析等，呈現由「被動紀錄」轉向「主動判斷與優化」之演進。

尤其值得注意的是，同時標示 G06Q 與 G06N 的交集專利件數逐年增加，從 2021 年 G06N 第一申請案就是 G06Q 與 G06N 的交集案，到 2023 年已經達 30 件，2024–2025 年兩大類件數持續放大，交集占比也持續提高（63、71 件），呈現明顯的「雙軸融合趨勢」。反映業界對於結合碳資料平台與 AI 智能模組的關注日益升高。這類交集專利多數涵蓋感測資料自動上傳、異常分析與即時預測、報告格式套用等完整技術鏈，構成智慧碳管理系統的雛形。

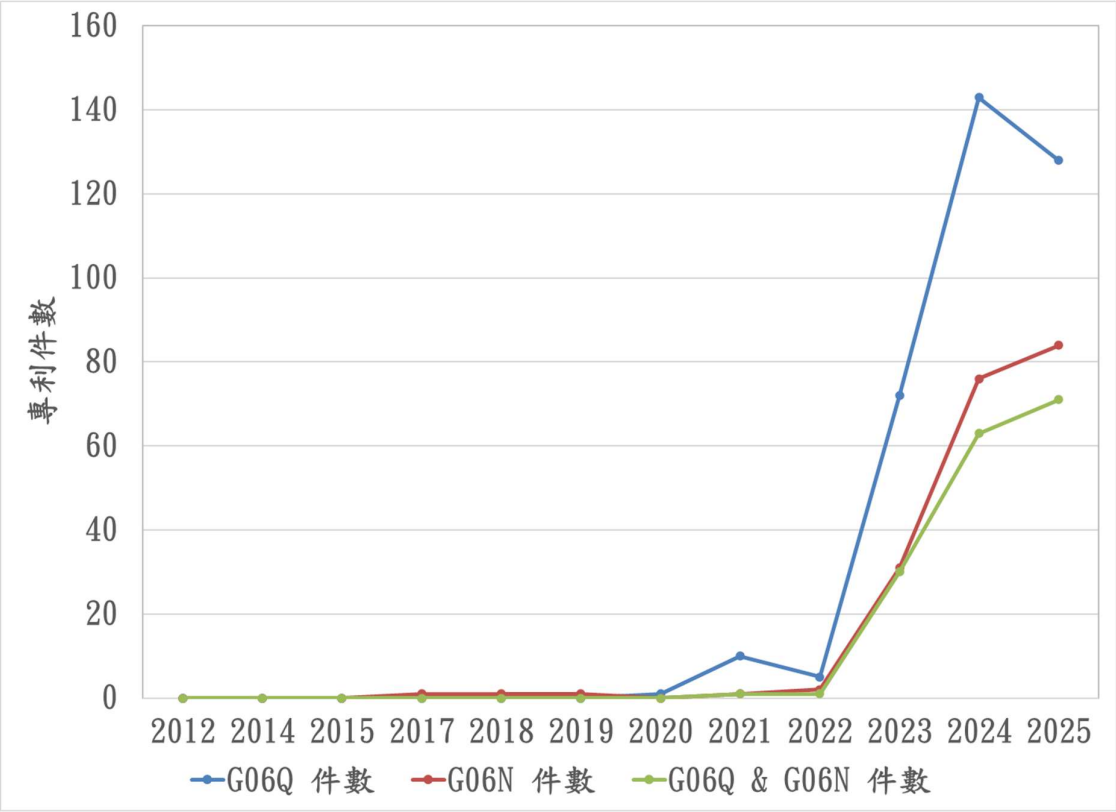


圖 4-6 AIoT 碳監測 IPC 技術主題年度演進趨勢

資料來源：自製；基礎資料＝本研究 499 件樣本（GPSS 家族去重、人工相關性判讀）

此演進軌跡不僅技術上呈現「資料平台 × 智慧推論」之雙軸融合，也緊密呼應政策上對碳資料「可取得、可稽核、可預測」三大特性的實務要求。從研發投資與未來佈局角度觀察，G06Q × G06N 的技術整合，極有潛力成為實現碳中和與數位碳治理的關鍵技術主線。

(四)五階 IPC 高頻共現組合與技術意涵分析

為進一步揭示 AIoT 碳監測專利中人工智慧（G06N）與碳資料管理（G06Q）間的實質技術鏈結，本節延伸分析前述 IPC G06N × G06Q 的共現趨勢，進一步擴展至五階

IPC 分類，統計出共現頻次最高的十組細分類別組合於圖 4-7，並解析其技術於 Table 4-2。

結果顯示，G06N 3/0442 × G06Q 10/063 為共現頻次最高組合（9 次），反映神經網路模型在能源效率管理與即時碳排監控中的應用已相當成熟；另 G06N 3/0464 × G06Q 10/063、G06N 3/08 × G06Q 10/04 等組合亦顯示深度學習、知識推論等 AI 技術已廣泛導入製造與營運流程的碳監測、節能優化與異常預警等應用場景。

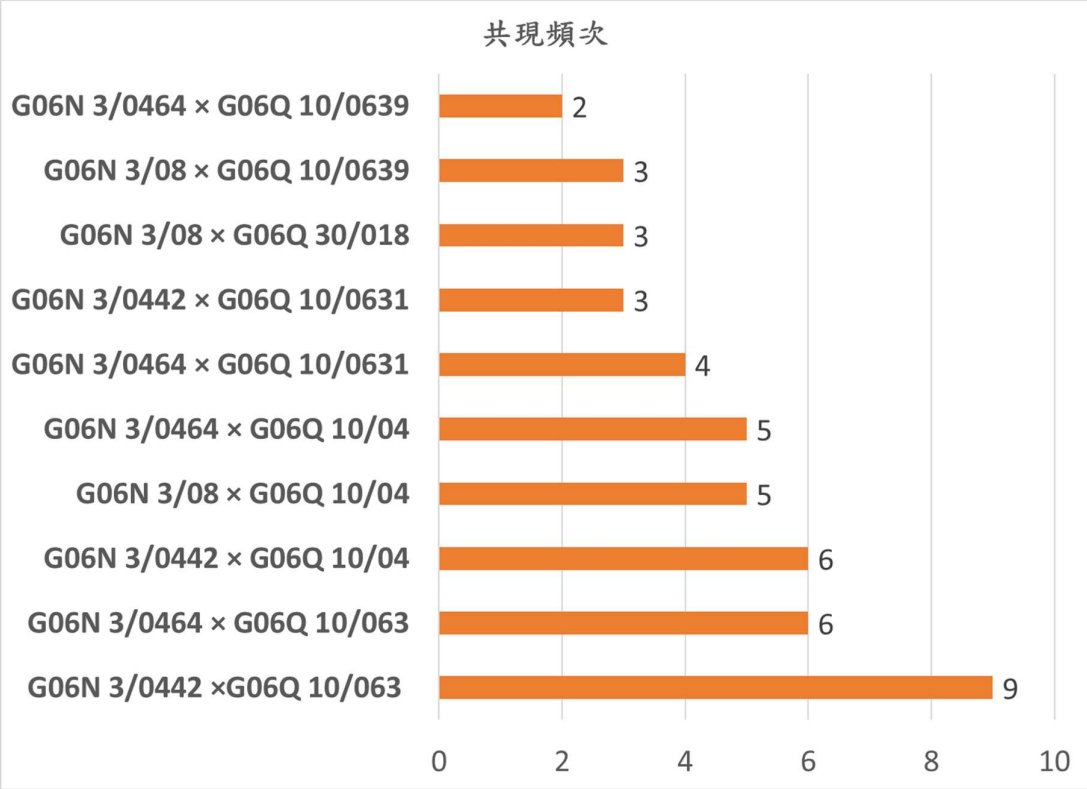


圖 4-7 前十組五階 IPC 高頻共現組合比較圖

資料來源：自製；基礎資料＝本研究 499 件樣本（家族去重、人工相關性判讀）

Table 4-2 前十組五階 IPC 高頻共現組合與對應技術意涵

資料來源：自製；基礎資料＝本研究 499 件樣本（家族去重、人工相關性判讀）

排名	G06N × G06Q 組合	共現頻次	技術意涵說明
1	G06N 3/0442 × G06Q 10/063	9	使用類神經網路於能源效率調控中，應用於用電紀錄資料的碳排分析與異常預警，具備即時性與彈性
2	G06N 3/0464 × G06Q 10/063	6	應用特化神經網路模型於碳排與電力調度的行為學習，可用於製造排放數據之分析決策
3	G06N 3/0442 × G06Q 10/04	6	將人工神經網路應用於工廠碳盤查與能源監控，支援設備級用能預測與效率最適化
4	G06N 3/08 ×	5	深度學習模型導入能源管理流程，提升碳資

	G06Q 10/04		料視覺化與動態控制系統的準確度與適應力
5	G06N 3/0464 × G06Q 10/04	5	應用針對複雜資料的神經運算架構於碳稽核流程自動化與能耗模式預測
6	G06N 3/0464 × G06Q 10/0631	4	技術支援碳盤查報告與法規格式轉換的自動分類與編排，應用於 ESG 報告生成
7	G06N 3/0442 × G06Q 10/0631	3	應用於碳資料的分級處理與場域彙整，輔助碳稽核流程的結構化與規模化部署
8	G06N 3/08 × G06Q 30/018	3	深度學習技術結合碳交易與碳商品模組，應用於碳價預測與資產風險評估模型
9	G06N 3/08 × G06Q 10/0639	3	應用於碳資料的時序推論與歷史數據整合，支援長期趨勢預測與目標碳排模擬
10	G06N 3/0464 × G06Q 10/0639	2	強調對歷史排放資料進行語意建模與分類，有助於機器學習模型的可信訓練

整體來看，G06N 中以神經網路相關技術（如 G06N 3/0442、3/0464、3/08）為主力，反映 AI 技術正逐漸由基礎分類預測走向場域部署與應用最佳化；G06Q 中則以碳資料整合與營運管理流程（如 G06Q 10/063、10/04、10/0631）為主，顯示技術融合點集中在企業數據管理與法規報告自動化需求。

此結果不僅補強前節對 G06N × G06Q 技術融合的四階觀察，亦有助於後續產業導入時辨識高潛力應用場景與可專利化模組，有利於技術商品化與專利佈局策略之規劃。

小結

綜合本章分析結果，AIoT 碳監測技術專利呈現出明確的雙軸發展趨勢。從 IPC 分類統計來看，G06Q（資料平台與合規管理）佔據壓倒性比重，顯示現階段技術重點仍集中於建構可視化、可稽核、可申報的碳資料管理平台，以因應歐盟 CBAM、台灣碳費等制度化要求。

相較之下，G06N（人工智慧推論模型）雖專利數量略少，卻具備穩定成長動能，核心技術聚焦於碳排預測、異常偵測、行為建模與智慧化決策支援。從 IPC 共現分析來看，G06Q × G06N 的交集組合不僅逐年上升，亦展現由「單點監測」邁向「智慧判讀與預警」的演進路徑。

特別是在五階 IPC 分類的交叉觀察中，本研究揭示出以 G06N 3/0442、3/0464、3/08 等神經網路類別為代表的 AI 模型，與 G06Q 10/063、10/04 等碳資料整合與流程管理類別的高度共現頻率。此現象反映出產業實務已不再停留於單純數據彙整，而是積極導入 AI 模型強化即時反應、預測推論與政策對應能力，顯示 G06N × G06Q 正成為未來智慧碳管理系統的核心技術聯結點。

未來建議持續關注此類融合技術的應用轉向，特別是其在碳交易、供應鏈 ESG 溯源、產品碳足跡評估等場域的落地發展，並可作為台灣在推動智慧減碳與碳資料可信化建設時的優先佈局方向與創新著力點。

四、專利申請人分析

(一)全球前十大申請人分析

為掌握 AIoT 碳監測技術的研發與專利佈局主力機構，本研究統計檢索出的樣本群中專利申請件數最多的前十大申請人，如圖 4-8 所示

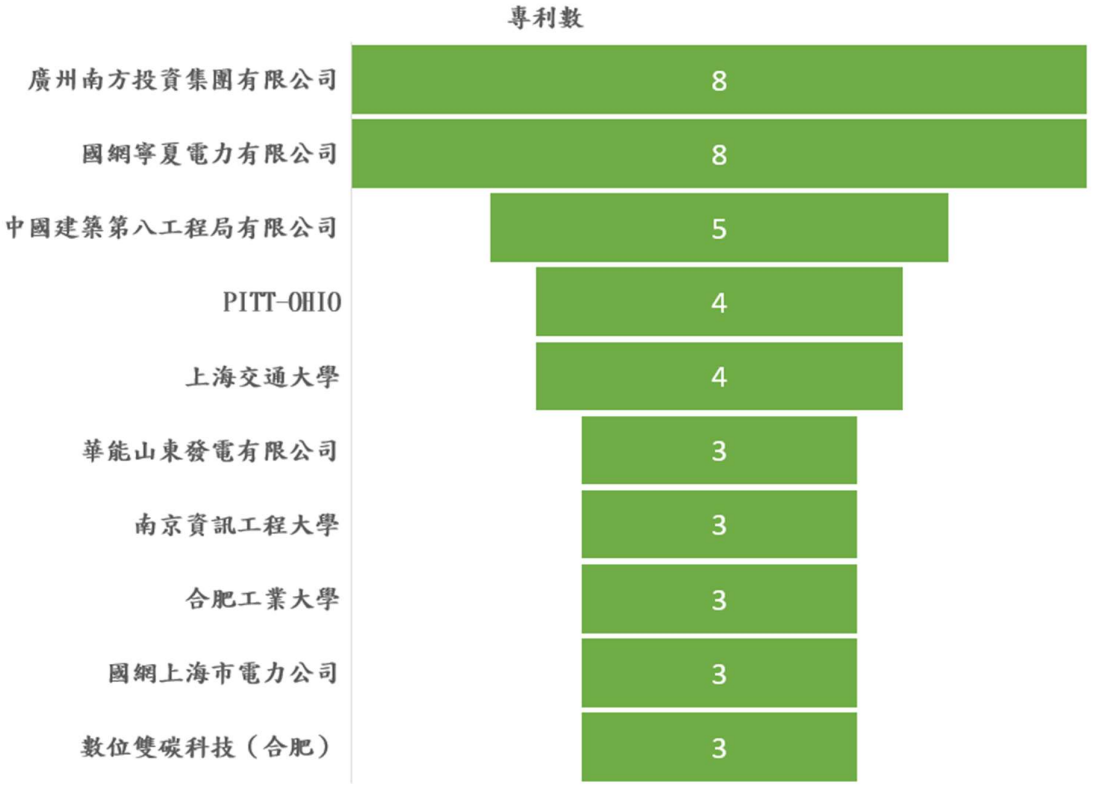


圖 4-8　AIoT 碳監測相關全球前十大申請人專利數分佈圖

資料來源：自製；基礎資料＝本研究 499 件樣本（家族去重、人工相關性判讀）

為深入了解 AIoT 碳監測技術的專利研發主力機構，將從 GPSS 匯出的專利資料，對於申請人公司與機構名進行人工整併，排行第二的國網寧夏電力公司，係整併國網寧夏電力有限公司電力科學研究院、國網寧夏電力有限公司經濟技術研究院兩個申請人別，因此整併為國網寧夏電力有限公司。本研究彙整樣本中專利數量最多的前十大申請人，其結果整理如圖 4-8。從圖中可明顯看出，中國大陸的申請人別佔了很大比例，在前十名中即有九家來自中國大陸，僅有一家美國企業上榜。這反映出目前全球在此技術領域的專利申請動能呈現出高度區域集中現象。

中國大陸的企業與學術單位，尤其帶有國營與官方色彩的如廣州南方投資集團有限公司、國網寧夏電力公司、中國建築第八工程局有限公司，以及多所大學，已廣泛投入碳數據平台、電力排碳監控與供應鏈碳排串接等技術方向，專利內容多圍繞政府主導的低碳轉型政策而展開。特別是國家電網系統與建設體系的成員，成為推動區域碳監測平台建設與碳資料整合模組的主要申請者，具有國家鼓勵下高度政策導向特徵。

相較之下，美國僅有 PITT-OHIO 進入前十，該公司為物流與冷鏈運輸業者[20]，近年來也加入碳排放揭露計畫的成員，開始組建綠能供電建立碳排監控。其專利則聚焦於特定場域如冷鏈倉儲建築與運送的碳排追蹤與營運效率優化，反映出美國企業更傾向以特定應用場景為導向，聚焦研發與專業應用而非全面性佈局。此外，歐洲與日本等在碳定價與碳交易制度較為成熟的國家與區域，則可能因專利策略保守、目前仍以整合多方現有技術，因此偏向使用商業機密或以標準平台架構應對，導致其策略未大量申請專利。

另一項值得注意的現象是，即便排名第一的廣州南方投資集團也僅有 8 件專利，其餘多數申請人集中在 3～5 件之間，代表整體產業目前仍以沿用並擴大應用現有技術為主，尚未出現如人工智慧領域中常見的大量專利壟斷態勢。從技術內容來看，新申請的專利多聚焦於碳資料整合、流程管理與報告自動化等功能模組，尚未明顯進入演算法優化、模組化部署與多場域擴展等成熟應用佈局階段。

綜合觀察，本研究歸納出以下三項趨勢重點：

- 中國大陸國企與學研機構主導布局，具國家政策鼓勵與驅動色彩，專利多圍繞碳資料平台、電力監控與政府示範系統設計，與國家政策緊密結合。
- 美國企業聚焦應用場域導向，專利數雖少但策略明確，如物流業者 PITT-OHIO 即集中於運輸碳排追蹤與冷鏈倉儲建築的能效優化。
- 整體件數不高，反應出全球不管是企業或是機構，目前仍以應用現有技術為主，並開始進入平台建構階段，尚未形成明顯的技術標準競逐或大量 AI 模型優化佈局。

這樣的專利分布輪廓，反映出 AIoT 碳監測目前處在從「單點技術試驗」邁向「平台應用整合」的關鍵轉型期。未來隨著碳費制度施行、跨區碳資料互通需求提升，預期專利佈局將加速擴大，並朝向結合數據可信驗證、演算法模組與合規報告的多軸佈局發展。

(二)全球前十大申請人區域分析

為分析 AIoT 碳監測技術的申請人地區，本研究統計樣本中專利申請件數最多的前十地區別如圖 4-9 所示

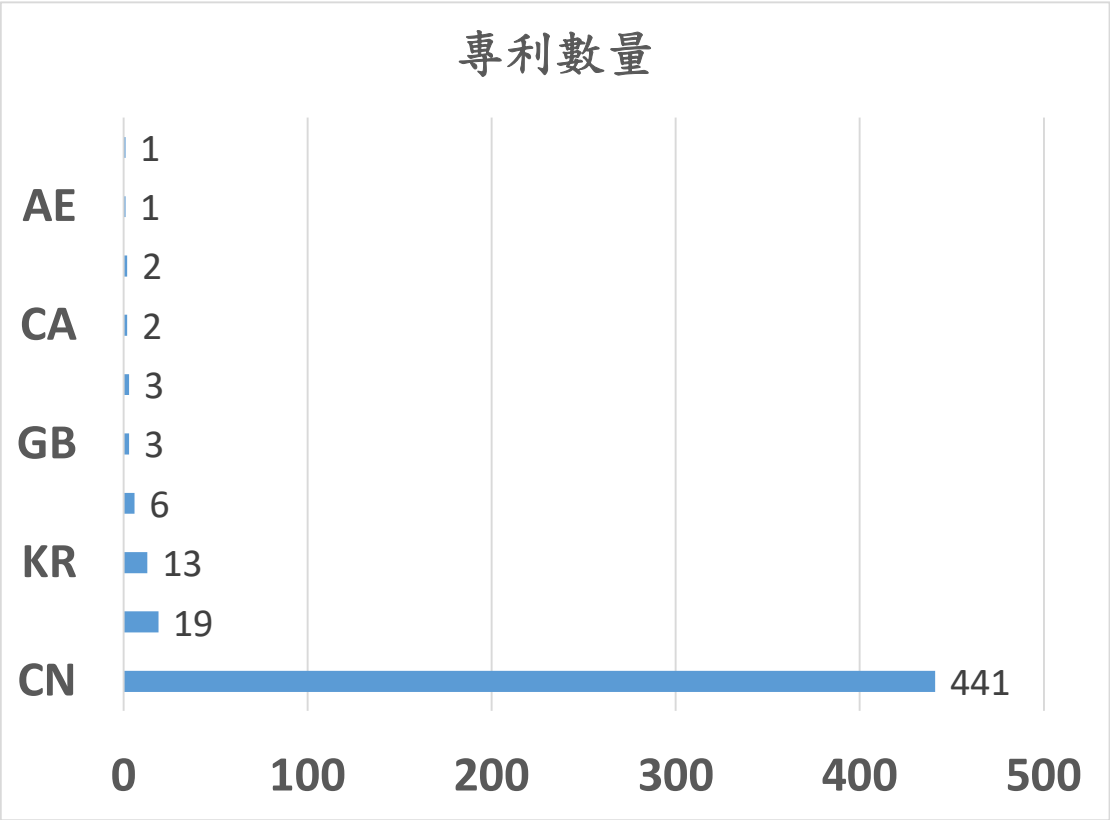


圖 4-9 AIoT 碳監測相關全球前十大申請區域專利數分佈圖

資料來源：自製；基礎資料＝本研究 499 件樣本（家族去重、人工相關性判讀）

根據第一申請人區域別統計結果，中國大陸（CN）以 441 件專利件數遙遙領先，占總體樣本超過八成。這一現象在一定程度上反映出中國大陸政府長期對於碳監測、節能減排與智慧能源等技術的政策扶持與專利申請補貼導向。相關專利申請多由大型國企與學研機構主導，顯示出技術佈局與政府政策密切結合的特性，亦有助於中國大陸在碳管理數位化的國內推動中建立基礎能力。

相對而言，美國（US）、南韓（KR）與台灣（TW）分別以 19、13 與 6 件位居其次，雖然整體件數相對於中國大陸較少，但申請主體多為具備明確應用導向的企業或研究機構，專利內容集中於特定場域的碳監測應用、感測器與 AI 模型部署等，展現出以技術商業化與跨國場域推廣為核心的佈局思維。

儘管英國(GB)、日本(JP)與加拿大(CA)於氣候治理政策中長期居於領先地位，且具備碳排法規完備與產業減碳壓力等特性，但其在本次分析樣本中所呈現的 AIoT 碳監測專利數量相對有限，推測可能與布局策略更傾向於國內標準導入、非專利性技術開發，或透過其他產業管道（如能源管理系統整合）進行技術落地有關。亦有可能選擇以企業內部技術或跨國合作方式進行技術累積，並未集中採取專利化策略。

整體觀察可發現，中國大陸在 AIoT 碳監測相關領域的專利申請數量大幅領先，顯示其佈局受到政策補貼、標案導向與技術自主化推動等因素的強力驅動，形成明顯的數量優勢。相較之下，美國、南韓與台灣等國雖專利數量相對較少，但其申請多聚焦於特定應用場域的導入實踐與解決方案開發，呈現更強的場景驅動與策略佈局特徵。至於英國、日

本、加拿大等碳治理制度完備之國家，雖在本研究樣本中專利件數較低，但可能擴大現有感測器專利應用，輔以非專利形式推動技術導入，或透過標準制定、跨國合作等模式發展，其技術成熟度與制度引導力仍具觀察價值。整體而言，全球尚未出現明確的技術領導國，未來隨碳費制度擴大與智慧監測需求提升，專利佈局版圖仍具高度變化與整合潛力。

(三)中國大陸申請人申請行為與政策導向分析

在這個節中，承接前文圖 4-8 與圖 4-9 之宏觀分析發現，但不重述名次、件數與占比；由「補貼→政策→方法學」三段式敘事，說明中國大陸申請量在檢索後專利樣品群中何以長期居高，且在「專利檢索與家族去重」後仍以中國專利為主體留存。

1.補貼放量期（2010s–2020）：地方補貼推高專利申請量

在 2021 年政策轉向之前，中國大陸多數省市曾對專利申請（含官方規費與專利事務所代理費等）提供不同程度的申請階段補貼與獎勵，直接提升了專利申請總量。2021 年 1 月中國大陸國家知識產權局明確要求全面取消對專利申請的資助，並轉向鼓勵專利授權後轉化運用與公共服務支援，亦再次印證此前地方層級確有普遍補貼的情況（因而需「全面取消」），推升中國大陸整體的專利申請量[23]。同年 3 月官方再度通報嚴打非正常申請、整治以數量為導向的行為，目標是把專利生態由「拼件數」導回正軌「重品質」[24]。有此明顯可知，早年地方補貼確實對專利申請量形成「基礎盤」，使得本次檢索研究，中國大陸申請人在本技術領域的量相對較多。

2.政策接棒期（2021–2024）：補貼退場，但 ETS＋試點帶來剛性需求

中國大陸地方強力補貼退場後(核心專利部分補貼仍存在)，政府推動的綠能減碳政策需求很快就接棒，其政策整理如 Table 4-3 驅動與合規直接相關的平台化、流程化專利持續湧現：

- **全國碳市場（ETS）上線**：2021/07 上線交易，形成 MRV（監測/報告/查核）剛性需求，帶動碳資料平台、數據可信與報告模組等專利布局與實施場景同步擴張[25]。
- **碳監測評估試點（兩階段）**：生態環境部 2021 年發布首輪試點、2023 年發布深化方案，擴大到行業／城市／區域三層面，涵蓋濃度實測、衛星與地基遙測等技術，直接把「算出來」推向「測出來」的體系建設與專案落地[26]。
- **快審機制可用**：《專利優先審查管理辦法》將節能環保、綠色低碳等納入快速審查，有利於與招標／示範進度對齊、快速獲權支撐落地[27]。2021 年後雖「不再靠補貼衝量」，但政策—市場—專案三位一體，使能上線、可稽核、可對接的流程／平台型權利要求更受青睞，申請動能並未消退，而是轉軌為合規驅動。

Table 4-3　中國大陸碳監測相關專利政策與技術推進措施整理表

資料來源：團隊收集網路資料整理

政策／措施名稱	發布年份	主責機關	涵蓋對象	技術適用	政策／措施重點
關於進一步嚴格規範專利申請行為的通知	2021	國家知識產權局	各地主管機關與申請人	全領域	取消申請階段資助、逐步取消授權補助；資金轉向後端保護與運用，將專利授權後補助、公共服務[23]
專利優先審查管理辦法（局令第 76 號）	2017	國家知識產權局	符合條件之申請人	節能環保、綠色低碳等	對重點／急需技術提供快審通道，加速獲權以銜接專案與市場視窗[27]
《國家知識產權局關於持續嚴格規範專利申請行為的通知》(國知發保字〔2022〕7號)	2022	國家知識產權局	各地主管機關	全領域	導正以件數為導向之獎勵與考核，落實品質優先[28]。
教育部／國知局／科技部關於提升高等學校專利品質促進轉化運用的若干意見》	2020	教育部、國家知識產權局、科技部	大學校院	全領域	停止申請補助、縮減授權獎勵，改以轉化收益分成等「後補助」激勵[29]。
全國碳排放權交易市場（ETS）上線與年度報告	2021–	生態環境部	重點排放單位	MRV/平台/資料治理	2021 碳交易上線、三年兩輪履約，覆蓋約 51 億噸 CO_2/年，報告與擴圍方案持續發布，帶動平台

					化與資料可信需求[25]
統一規範的碳排放統計核算體系／標準體系指南	2022、2023	發改委／統計局／生態環境部；國家標準委等	地方政府與企業	計量、平台、設備	統一核算方法與監測能力建設；將監測方法、設備與平台標準列為重點，利於專利—標準—採購銜接[26]

3.方法學解釋：為何去重後仍以中國專利為主體留存

在本研究中係採「檢索去重＋家族去重」，同一專利族僅保留第一申請地／優先權基本案。中國大陸申請人普遍採「本國優先、向外延伸」策略，且大量專案屬在地（中國境內）建置，因此去重後自然保留 CN 基礎案。這與早年「補貼放量」形成的高基數、以及 2021 年後政策接棒帶來的國內優先實施行為相互疊加，使中國申請人在去重後樣本中仍保持數量優勢。明顯可知「去重後仍高」不是統計偏誤，而是申請路徑＋政策場景共同塑造的結果。

(四)台灣專利申請人之技術佈局

在本研究篩選出的 499 件專利中，共有 6 件專利屬於台灣申請人，申請人包含個人創業者與大專校院研究團隊，分別來自八達創新科技董事長姚立和[21]、數位新創公司有戲數位執行長林春蓉[22]，以及國立成功大學與逢甲大學。儘管件數不多，但呈現多元技術切入與應用導向特性，整理如 Table 4-4，細部說明如下：

個人與新創導向：

如姚立和與林春蓉兩位新創個人申請人，前者以交通載具的能源消耗轉換碳排數據進行估算，屬於智慧移動與環境監測的整合應用；後者則聚焦於區塊鏈技術建構碳中和交易平台，反映新創團隊永續發展的跨域嘗試。

學研機構聚焦建築與製造應用：

成功大學與逢甲大學則分別以綠建築能源模擬與綠色智慧製造為主題，運用類神經網路（G06N）與能源管理系統整合技術，顯示學術界關注於 AIoT 技術於能源效率提升與碳排優化的潛力。

申請策略特性：

值得注意的是，逢甲大學針對相同技術內容，同時提出發明與新型專利申請，代表學校單位其對技術保護多元化的佈局策略；而林執行長同步於台灣與美國申請，顯示新創公司對國際市場的意識與布局。

整體而言，台灣申請人雖數量尚屬零星，但在申請主體與技術面向上具多樣性，未來若能結合政策誘因與產業應用需求，有望擴展本土 AIoT 碳監測技術能量，進一步提升在全球專利版圖中的能見度與影響力。

Table 4-4　台灣專利申請人布局一覽表

資料來源：自製；基礎資料＝本研究 499 件樣本（家族去重、人工相關性判讀）

申請人	申請區域	專利類型	備註
成功大學	TW	發明	
逢甲大學	TW	發明+新型	
姚立和	JP	發明	八達創新科技董事長
林春蓉	TW,US	發明	有戲數位執行長

五、技術功效對應分析與關聯觀察

(一) 技術功效矩陣之分析邏輯說明

本研究延續三大核心技術定義，感測器技術、AI 智慧分析技術**與**資料可信平台技術，並以三種應用場景，AI 應用、碳監控應用、AI×碳監測整合應用來進行交叉分析。本次分析係使用前面章節人工篩選後 499 筆專利來進行分析，並且為提升解析度，本章採依序進行粗中細三層矩陣法進行技術功效分析：

1. **粗粒度 3×3 總覽**：根據檢索式邏輯，以技術群(人工智慧、碳監控、人工智慧+碳監控)× 功效群（感測器／資料可信／感測器+資料可信），建立全域版圖（Table 4-5、圖 4-10）。
2. **中粒度 6×3 展開**：感測器面（A1 一般感測、A2 氣體/濃度、A3 光學/IR）與資料可信面（B1 資料驗證與完整性、B2 安全與防竄改、B3 平台與鏈結）× 三技術群(人工智慧、碳監控、人工智慧+碳監控)（Table 4-6、圖 4-11）。
3. **細粒度技術分化 6×6 功效六構面分析**：將技術群細分為 AI、機器學習與深度學習（ML&DL）、邊緣運算/異常偵測（Edge）、推論系統（Inference）、Sensors、專用感測器；功效面細化為 碳足跡、碳中和、資料可信與驗證、安全與防竄改、平台與區塊鏈、可靠性與完整性（Table 4-7、圖 4-12）。

Table 4-5 AIoT 粗粒度 3×3 總覽技術功效矩陣表

資料來源：自製；基礎資料＝本研究 499 件樣本（家族去重、人工相關性判讀）

資料夾名稱：AIOT
分析母體數：499

csv 輸出 矩陣繪圖 選擇檔案 未選擇任何檔案 上傳 下載 功能說明

進行分析	技術名稱 +	人工智慧	碳監控	人工智慧+碳監控
功效名稱 +	檢索條件	人工智慧 OR 人工智能 OR 智慧系統 OR 智能系統 OR 智能分析 OR 智慧控制 OR智慧平台 OR	碳排放 OR 碳足跡 OR 碳足迹 OR carbon emission OR carbon footprint OR 炭素排出	人工智慧 OR 人工智能 OR 智慧系統 OR 智能系統 OR 智能分析 OR 智慧控制 OR智慧平台 OR
感測器	感測器 OR 傳感器 OR 偵測器 OR 传感器 OR 探測器 OR 濃度感測器 OR 氣體感測器 OR 二氧	380	380	380
資料可信	料可信 OR 数据可信 OR data trust OR 資料驗證 OR 数据验证 OR data validation OR 資料完整	181	181	181
感測器+資料可信	感測器 OR 傳感器 OR 偵測器 OR 传感器 OR 探測器 OR 濃度感測器 OR 氣體感測器 OR 二氧	62	62	62

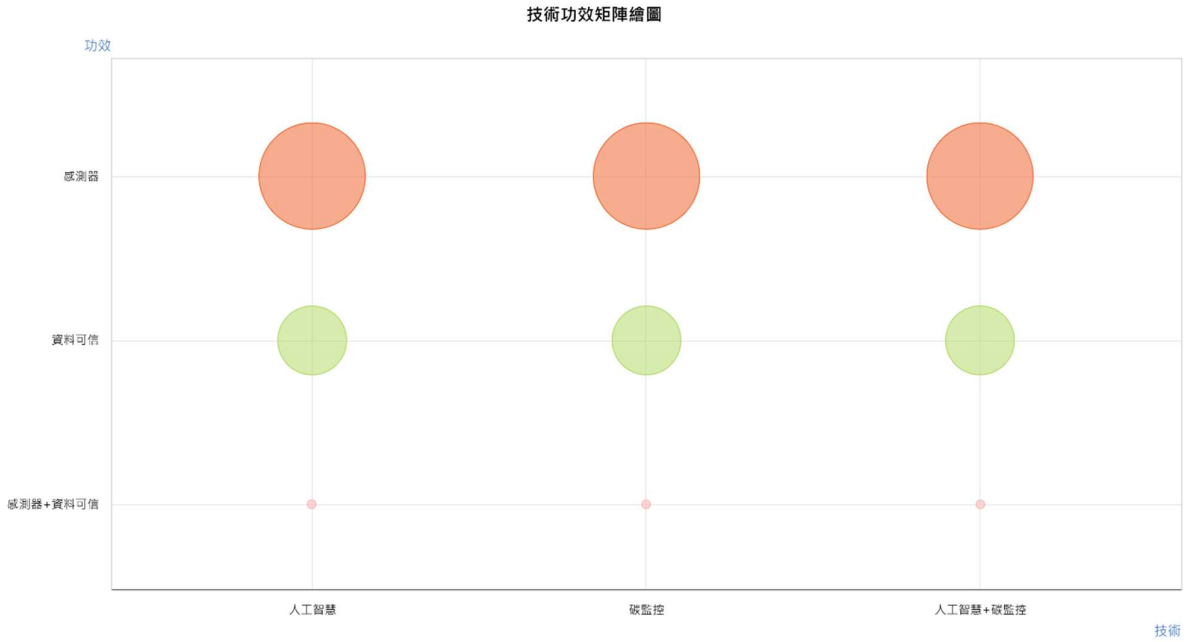


圖 4-10 AIoT 粗粒度 3×3 總覽技術功效矩陣氣泡圖

資料來源：自製；基礎資料＝本研究 499 件樣本（家族去重、人工相關性判讀）

Table 4-6 AIoT 中粒度 6×3 展開技術功效矩陣表

資料來源：GPSS+自製；基礎資料＝本研究 499 件樣本（家族去重、人工相關性判讀）

進行分析	技術名稱 +	人工智慧（AI）	碳監控（Carbon Monitoring）	AI + 碳監控
功效名稱 -	檢索條件	ステム OR インテリジェントシステム OR スマトシステム OR 인텔리전트 시스템	碳排放 OR 碳足跡 OR 碳足迹 OR carbon emission OR carbon footprint OR 炭素排出	OR 탄소발자국 OR (碳排* OR carbon emission* OR 炭素排出* OR 탄소배출*) OR
A. 感測器相關 A1. 一般感測與偵測元件	探測器 OR sensor OR detector OR センサー OR 検出器 OR 센서 OR 탐지기	444	444	444
A. 感測器相關 A2. 氣體與濃度感測器	센서 OR 전기화학 센서 OR ガスセンサー OR 二酸化炭素センサー OR 電気化学センサ	4	4	4
A. 感測器相關 A3. 光學與紅外線感測器	紅外線感測器 OR infrared sensor	1	1	1
B. 資料可信與平台技術 B1. 資料驗證與完整性	資料可信 OR 数据可信 OR data trust OR 資料驗證 OR 数据验证 OR data validation OR 資	52	52	52
B. 資料可信與平台技術 B2. 安全與防竄改	數位簽章 OR 数字签名 OR digital signature OR 防竄改 OR 防篡改 OR tamper-proof OR	14	14	14
B. 資料可信與平台技術 B3. 平台與鏈結技術	資料平台 OR 数据平台 OR data platform OR 區塊鏈 OR 区块链 OR blockchain OR 稽核機	159	159	159

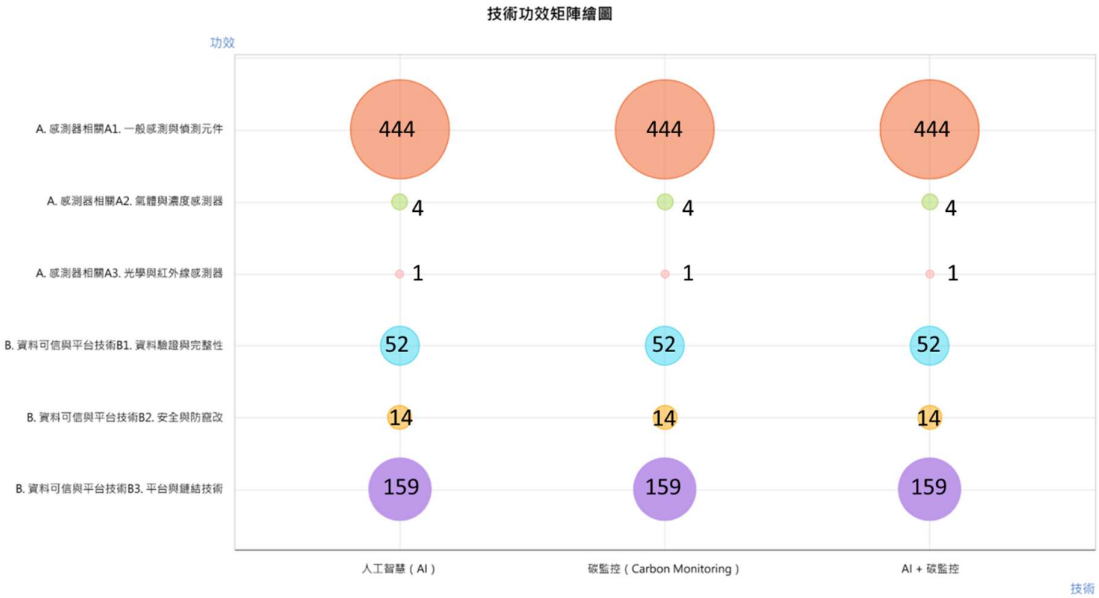


圖 4-11 AIoT 中粒度 6×3 展開技術功效矩陣氣泡圖

資料來源：GPSS 生成後整理自製；基礎資料＝本研究 499 件樣本（家族去重、人工相關性判讀）

Table 4-7 AIoT 細粒度 6x6 技術子構面技術功效矩陣表

資料來源：GPSS+自製；基礎資料＝本研究 499 件樣本（家族去重、人工相關性判讀）

進行分析	技術名稱	人工智慧（AI / Artificial Intelligence）	機器學習與深度學習（Machine & Deep	邊緣運算與異常偵測（Edge Computing &	推論系統（Inference System）	感測器與偵測器（Sensors & Detectors）	專用感測器（氣體/濃度/紅外線/電化學）
功效名稱	檢索條件	(人工智慧 OR 人工智能 OR 智慧系統 OR 智能系統 OR 智能分析 OR 智慧控制 OR 智慧	(機器學習 OR 机器学习 OR machine learning OR 深度學習 OR 深度学习 OR deep	(邊緣運算 OR 边缘计算 OR edge computing OR edge AI OR 異常偵測 OR 异常检测 OR anomaly detection)	(推論系統 OR 推理系统 OR inference system)	(感測器 OR 傳感器 OR 偵測器 OR 传感器 OR 探测器 OR sensor OR detector OR センサー	(濃度感測器 OR 氣體感測器 OR 二氧化碳感測器 OR 紅外線感測器 OR 電化學感測器 OR
碳排放與碳足跡（Carbon Emissions & Footprint）	(碳排放 OR 碳足跡 OR 碳足迹 OR carbon emission OR carbon footprint OR 炭素排出	196	365	111	1	431	5
碳中和（Carbon Neutrality）	(碳中和 OR carbon neutrality OR carbon neutral OR カーボンニュートラル OR 炭素	0	1	0	0	0	0
資料可信與驗證（Data Trust & Validation）	(資料可信 OR 数据可信 OR data trust OR 資料驗證 OR 数据验证 OR data validation OR	19	37	7	0	20	0
安全與防竄改（Security & Tamper-Proof）	(防竄改 OR 防篡改 OR tamper-proof OR 加密儲存 OR 加密存储 OR encrypted storage)	4	5	3	0	5	0
平台與區塊鏈（Platform & Blockchain）	(資料平台 OR 数据平台 OR data platform OR 區塊鏈 OR 区块链 OR blockchain OR 区	67	101	34	0	63	1
信賴性與完整性（Reliability & Integrity）	(信賴性 OR データ完全性 OR データ検証 OR デジタル署名 OR 改ざん防止 OR データ	2	0	0	0	0	0

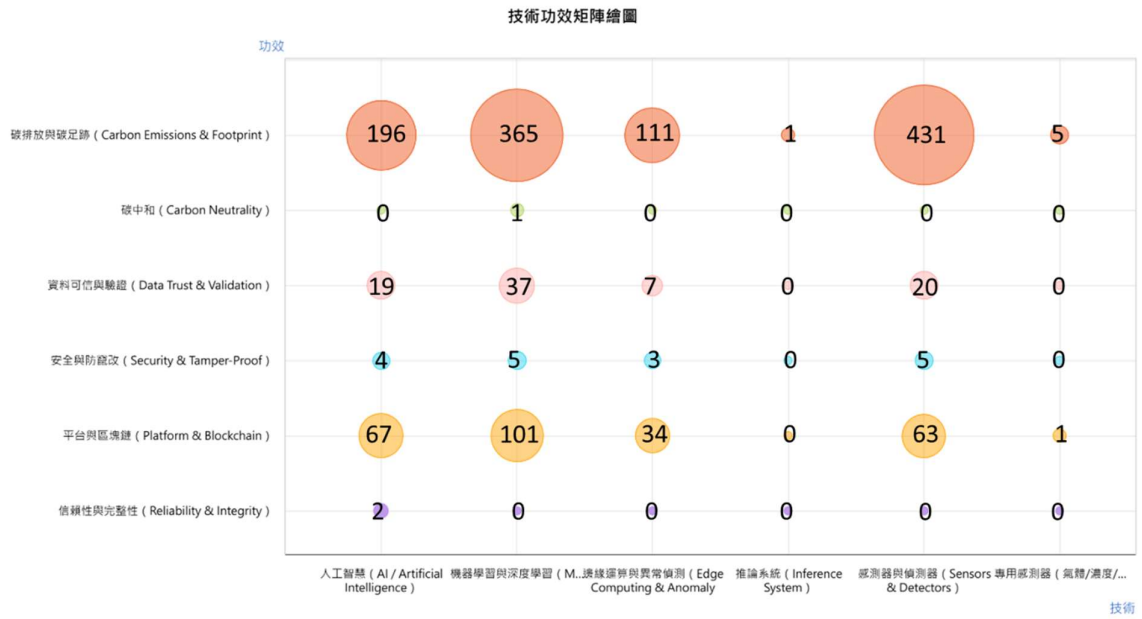


圖 4-12　AIoT 細粒度 6x6 技術子構面技術功效矩陣氣泡圖

資料來源：GPSS 生成後整理自製；基礎資料＝本研究 499 件樣本（家族去重、人工相關性判讀）

(二) 統計結果觀察

1. 3×3 粗粒度矩陣：檢索式關鍵字形成結構面意義

- **「感測器」對技術群(人工智慧、碳監控、人工智慧+碳監控)三欄同為高量帶（≈380）**

AIoT 目的為量測數據，硬體端（封裝、抗雜訊、溫飄補償、校正/自校正、低功耗驅動）最容易產生可被主張的新穎性與進步性，因此成為專利佈局起點，也解釋為

何三種應用場景都高，這種結構常見於碳偵測的量測鏈（sensor→前端→通訊→平台）。

- **「資料可信」為第二量級（≈181）**

當資料開始跨裝置、跨場域流轉，資料來源、時間店、驗證與回溯的需求就會出現，形成平台層專利（資料模型、稽核流程、雲邊協同的驗證路徑），從產業來解讀，這是「從能量測 → 能交付報告」的過渡期指標。

- **「感測器×資料可信」交集較小（≈62）＝跨層融合仍早期**

此區專利多數佈局仍偏單一構面（不是偏向用戶端就是偏向平台）；跨層的用戶端上的可信簽章與可驗證資料管線等主張還相對少，研判此區處於橋接型缺口——技術上不難、流程與生態整合較難，形成尚未擁擠的專利申請空間。

2. 6×5 中粒度矩陣（A/B 功效子構面 × 三技術群）：擴大功效子構面內容面意義

- **A1 一般感測/偵測元件壓倒性領先（各欄≈444）＝「廣義感測」詞彙涵蓋面寬**

A1 相關專利涵蓋到通用感測器結構、封裝與驅動，與多數產品應用可自然連結，故檢索出的專利筆數數字較多，但 A1 的關鍵詞常較「通用」，容易把跨領域件數拉高。

- **B3 平台/鏈結（≈159）＞B1 資料驗證（≈52）＞B2 防竄改（≈14）＝「先整合、後驗證、再強化防護」的產業路徑**

在專利申請上，企業通常先完成資料集成與流程自動化（B3），再補上可信驗證（B1），最後才投資防竄改（B2），這矩陣結果正好反應專利技術落地成熟度順序。

- **A2（氣體/濃度）與 A3（光學/IR）專利筆數少＝「專用感測」主張專用**

這兩類感測器多落在特定環境或管制介質下的方法＋裝置組合權利項。量小代表其專利需要專精而不是不重要，這些通常與法規或驗證流程強相關，硬體單件專利價值與產生的護城河高於一般通用感測。

3. 6×6 細粒度矩陣（技術分化 × 功效六構面）：機制面意義

- **碳足跡×Sensors（≈431）與 ×ML&DL（≈365）雙高＝「端到智」的主流路徑**

此分類量測密度提升 ＋ 資料驅動模型已成碳足跡量化的標配；ML&DL 多著墨於回歸/分類、異常/缺失補值、校正/漂移修正，在未來趨勢上，可預期邊緣運算

Edge（≈111）持續上升，因為邊緣前處理 + 事件觸發上傳可顯著降雲端成本與延遲。

- **平台與區塊鏈（Sensors≈63、AI≈67、ML&DL≈101）＝「可追溯報告鏈」開始成形**

  此分類專利雖未爆量，但已從「資料庫」演進到「可驗證供應鏈/報告鏈」，包含來源校驗、鏈上指紋、審計軌跡等，在產業上，當跨組織資料交換成為常態，這部分專利將會用來越多。

- **資料可信與驗證（AI/ML&DL/Edge/Sensors ≈20–37 ）**

  此分類專利申請筆數中等，顯示許多驗證功能被內嵌於平台/模型流程，而非作為獨立發明大量申請。

- **安全與防竄改極小（集中在 Sensors≈5）＝分類與語彙外溢 + 市場尚未強制化**

  安全主張常被歸在資安大類（通訊/加解密/傳輸協定），不一定同時帶「碳」關鍵詞而落入本檢索；另一方面，許多場域仍以程序與合約而非技術防竄改作為第一線。這是低密度、但一旦被政策強制會快速升溫的構面。

- **碳中和稀疏（僅 ML&DL 稀少件）＝偏策略與市場機制，技術專利性弱**

  碳中和多與抵換/交易/會計準則相關，技術可專利化的部分相對有限或不以「中和」作為檢索詞彙。

(三) 技術融合潛力評估

此分析結果對應報告前面所提及之 G06Q × G06N 融合趨勢，說明目前多數專利仍以單一技術構面為主，僅少數跨足感測端與平台端整合，未來若能進一步導入資料可信架構（如區塊鏈）與 AI 模型即時分析，將可建立更完整的 ESG 報告鏈與異常警示機制。

六、電力系統面與 AIoT 碳監測之交集

本節參考評審建議，在不變更主體檢索與統計口徑的前提下，就本研究既有 499 件筆專利中的電力相關 28 件進行延伸觀察，探討其與 AIoT 碳監測之交集輪廓，依照專利內容分六大類，其含義說明如下，其六大類分布圖示意如圖 4-13:

- **電力工程資訊化**（8）：

  針對電力工程專案期（規劃／設計／施工／驗收／資產建檔）的資訊管理與決策支援，通常使在非運行時間、離線或批次，不與場域即時感測資料形成閉環。

- **能源監測與建築物能源管系統(BEMS／EMS)**（6）：

  最接近碳監控主題，對應「量測 → 彙整 → 管控」。

- **用電／碳排預測與核算(SaaS 可延伸)**（4）：

  將用電資料轉為負載/碳排之預測與核算，可模組化上雲，作為平台的預測／核算／報表能力，可延伸 SaaS 商業化潛力。

- **電網級優化／調度**（4）：

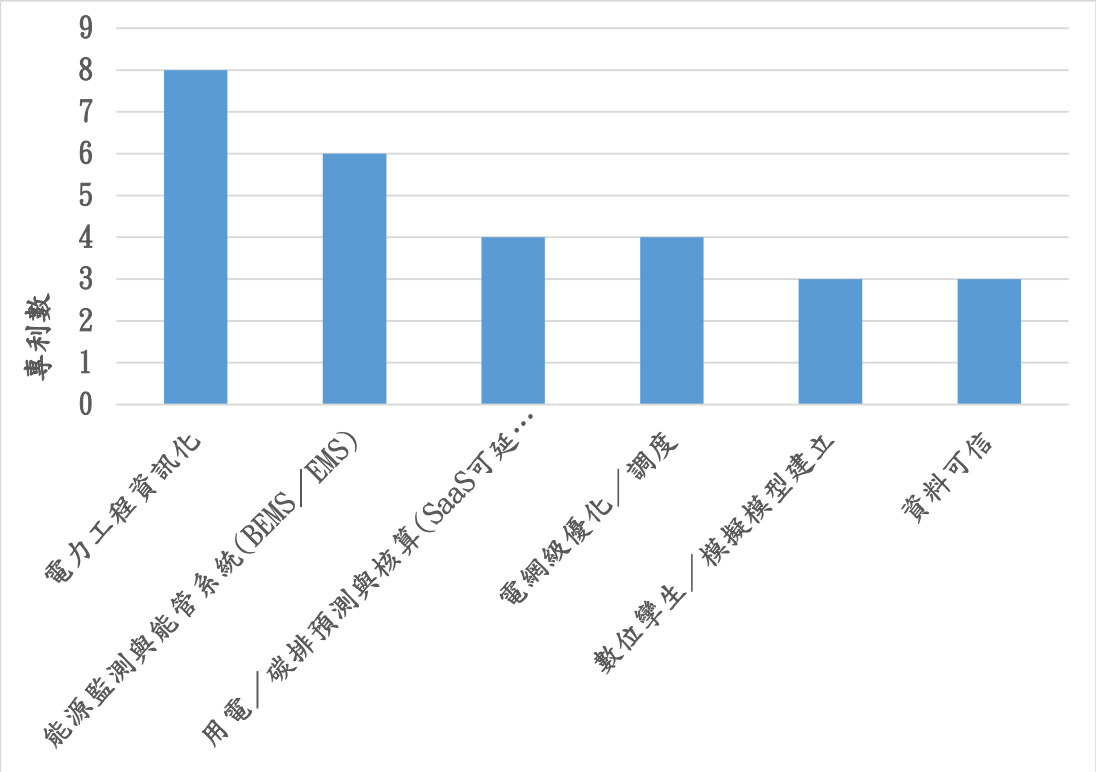
  其包含能源儲存、VPP 與微電網優化，涵蓋系統層面行為控制。

- **數位孿生／模擬模型建立**（3）：

  偏模型／模擬，用於微電網或儲能之系統設計與驗證。

- **資料可信**（3）：

  綠電交易與溯源相關，偏向市場化與證書流轉，與平台與資料可信高度相關。



4-13　電力系統面與 AIoT 碳監測專利相關統計分類

資料來源：自製；基礎資料＝本研究 499 件樣本（家族去重、人工相關性判讀）

趨勢與方向

- **近兩年明顯升溫**：申請年分布以 2024 年為高峰（13 件），顯示碳監測系統級電力解決方案快速累積。
- **系統面＞裝置面**：題材集**中於**協同最佳化與調度、VPP／微電網、交易／溯源與數位孿生；與建築物端分表／PQM 裝置之重疊有限。
- **閉環仍偏單邊**：此子集中「預測」**與**「SaaS 報表」為相對薄弱端點；若欲驗證減碳成效，未來宜補齊「預測 → 調度 → 稽核／報表」閉環。

七、高被引用專利分析

為補足宏觀統計數據不足以呈現技術深度的限制，本研究從檢索出的 499 件專利樣本中，挑選五件在 AIoT 碳監測領域中被引用數相對多的代表性專利，整理於 Table 4-8，其內容包含一件中國高被引用專利與四件非中國申請專利，作為深入技術內涵與引用影響力的分析對象。由於中國專利申請數量龐大，引用關係常高度集中於本國自引，故僅納入一件，避免樣本偏倚，並兼顧地區與應用多樣性。

首先，美國 Green Power Labs Inc. 所申請的 US10094586B2 專利，結合感測與控制單元，透過 AI 預測模型即時優化建築能源系統（HVAC），其被引用次數達 54 次，顯示其在建築碳排監控實務中具高度參考價值。此專利凸顯 AI 推論模型與能源系統即時控制整合的潛力，對碳監測系統平台化開發具高度借鑒性。

另一件美國專利 US20210211208A1，則聚焦於感測層的創新設計，透過射頻與電磁場參數的量測，強化設備狀態與環境的即時感知能力，對於 AI 模型準確性提供重要基礎支援，適合應用於工業排放與智慧能源系統中，其被引用次數高達 94 次，其創新方案確實值得關注。

韓國科學技術院於 2021 年提出的 KR1020210154618A，運用區塊鏈技術構建碳資料不可篡改之可信平台，對應 CBAM（碳邊境調整機制）與碳權交易制度下的資料合規需求，顯示其在資料驗證與國際碳憑證串接上的技術高度前瞻。

此外，WO2024052888A2 由 Strong Force EE 公司於 2024 年申請，提出 AI 能源邊緣平台，強調模型與設備在邊緣端之協同運算能力，支援多裝置分散能源調度與預測，展現 AIoT 架構朝向邊緣智慧化演進之趨勢。

最後，中國電力科學研究院之 CN102420784A 專利，為早期針對建築物中家庭能源監控系統所申請，涉及碳排資料收集與智慧化控制邏輯設計，雖主要在中國境內流通為主，仍可作為觀察中國在碳資料應用導向上的早期技術指標。

整體而言，這五件代表性專利分別在「智慧感測」、「AI 預測」、「資料可信平台」與「系統協同控制」等面向，展現出碳監測技術不同層級與模組的佈局重點，亦間接反映出全球碳監測技術正由「單點感測」邁向「平台決策」與「場域協同」的新階段。

Table 4-8 代表性專利分析摘要表

資料來源：自製；基礎資料＝本研究 499 件樣本（家族去重、人工相關性判讀）

申請人	國別	公開年	技術摘要	技術特色與應用	被引用次數
Green Power Labs Inc.	US/CA	2018	本系統結合感測與控制單元，使用預測模型與實時數據優化 HVAC 系統能耗與舒適性。	AI 推論與即時控制結合，應用於智慧建築能源管理。	54
Moutie Wali	US	2021	通過量測射頻與電磁場參數，實時監控環境與設備狀態，用於智慧感測與能源管理。	射頻感測與電磁場參數整合，具即時偵測特性。	94
韓國科學技術院	KR	2021	利用區塊鏈技術確保碳交易資料不可篡改，增強碳權管理可信度。	強調資料可信與金融交易鏈結，應對 CBAM 等法規需求。	21
Strong Force EE	US	2024	提出 AI 能源邊緣平台，結合預測模型與裝置協調，用於分散能源管理。	將 AI 模型部署於邊緣，支援預測與本地決策，強化能源設備協調。	21
中國電力科學研究院	CN	2012	智慧家居能源閘道，實現家電與負載控制以提升能效。	能源管理與碳排計算邏輯結合，展示中國早期家電節能控制方向。	48

伍、產業競爭力分析及發展策略

在深入分析 499 件相關專利樣本後，本研究歸納出 AIoT 碳監測技術的產業現況、國際佈局趨勢與未來發展潛力，並針對台灣技術切入機會提出發展策略建議。整體而言，AIoT 碳監測技術目前處於「平台化初成、模型整合漸起」的階段：全球專利佈局尚未進入白熱化競爭，但已可見中國大陸在政策驅動下取得數量優勢，美歐日韓等則處於觀望與起步階段。在技術焦點方面，專利分類以碳數據管理的 G06Q 類為主，聚焦於碳資料整合、報告自動生成與申報合規等功能；人工智慧相關的 G06N 類雖較少，但開始出現趨勢預測與異常偵測等 AI 模型應用，顯示 AI 正從輔助工具走向決策主導，未來發展潛力可觀。技術生命週期分析亦顯示，自 2021 年起在政策推動（如碳費、揭露規範）與技術突破（如生成式 AI、數位孿生）雙重因素下，相關專利數量迅速成長，預期目前正處於新興成長期。然而，現階段技術仍面臨若干挑戰，包括感測資料來源斷鏈與精度落差、AI 模型解釋與遷移能力不足，以及碳資料可信與防竄改機制成本高等。針對這些現況與挑戰，我們從宏觀環境、競爭態勢、企業個案及策略面向進行分析，進而提出產業發展策略與建議。

一、全球市場趨勢與導入條件（PEST 分析）

為了評估全球不同區域在政策、經濟、社會與技術環境（PEST）對 AIoT 碳監測產業發展的影響，本研究分析歐盟、台灣、中國、日本、南韓、美國六大專利申請區域進行比較分析，將其整理於 Table5-1 六大專利申請區域 PEST 比較矩陣。各主要區域的趨勢與需求重點如下：

- **美國：**

  在政策面，美國證管會（SEC）的氣候揭露規範即將上路，以及加州等部分州的碳交易制度開始推廣，正逐步強制企業披露碳排放資訊。聯邦層面《通膨削減法案（IRA）》也提供可一定補貼，經濟上刺激企業投資碳減排技術。社會層面，ESG 風潮使投資人和消費者對企業碳表現日益重視，要求更透明且可信的碳資料。技術層面來說，美國在智慧建築與工業物聯網技術領先且成熟，有物流業者如 PITT-OHIO 等已開始導入運輸碳監控與建築物能效優化方案。整體而言，美國市場具備資金與技術優勢，導入 AIoT 碳監測的意願受合規壓力驅動而快速提高。

- **歐盟：**

  政策上歐盟領先推動嚴格的氣候法規，例如「碳邊境調整機制（CBAM）」要求進口產品附帶可驗證的碳足跡報告。各國亦有建築能源效益指令等規範，強調設備級碳排數據的透明與可追溯。經濟方面，歐盟碳交易市場（EU ETS）成熟，碳排放權價格高企，使企業具有經濟動機投資碳監測與減排。社會文化上，歐盟民眾與企業

的環保意識強，對低碳建築與碳資訊公開接受度高。技術層面，歐洲廠商如 Siemens、Schneider Electric、Honeywell 等充分利用其建築物上如工廠自動化與設備控制應用經驗，推出建築碳監測與能源管理平台（例如 Siemens “Navigator”、Schneider EcoStruxure 等）來滿足市場需求。值得注意的是，歐日等碳治理制度完備的地區在專利佈局上相對保守，可能更偏好以標準制定、商業秘密或跨國合作推動技術，而非透過大量專利佈局。

- **中國大陸：**

在政府強力主導下，中國大陸已建立全國碳排放交易市場（ETS）並發布碳排放核查技術指南，政策環境明確且資源投入巨大。經濟上，碳達峰與碳中和的目標已納入中國大陸五年規劃，各級政府投入補貼和激勵，培育本土碳監測產業。社會層面，大型國企和學研機構在國家號召下成為主力推動者，企業遵從政策導向積極布建碳資料平台。技術方面，中國企業與研究單位大量研發設備級監測、IoT 資料上雲、碳資料整合等技術，專利佈局數量占相當多數。許多申請來自國網電力、建築工程等國營背景單位，顯示技術發展與政府示範項目緊密結合，形成高度政策導向的競爭優勢。導入方面，由於官方積極推廣試點，市場對 AIoT 碳監測的新技術接受度高，但也相對依賴國家標準與驗證體系的完善。

- **台灣：**

台灣已於 2023 年通過《氣候變遷因應法》，預計 2024 年開徵溫室氣體碳費，政策環境開始趨嚴。相關子法要求大型排放源設置即時監測並定期上傳數據，為建築與設備碳監測創造初步需求。經濟層面，台灣產業以外銷為主，屬於國際供應鏈一環，面臨歐盟 CBAM 等合規壓力，因此企業有動機提升碳資料管理能力。社會方面，ESG 觀念在企業界漸受重視，但台灣中小企業因規模關係對導入成本仍敏感，市場需要更低成本且資料高可信的解決方案。技術上，台灣具備強大的物聯網感測器、資通訊與系統整合的產業基礎，本地科技大廠與新創已開始投入相關研發。例如，研華(Advantech)推出智慧能源暨碳管理解決方案，應用於智慧建築等場域以精細化管理能耗與碳排放[30]；台達電是電源管理出身的科技廠，陸續延伸出結合建築智慧管理自動化的相關產品，提供低碳建築諮詢與能源管理平台[31]。目前台灣該領域專利數量不多，但申請主體涵蓋大學研發團隊與新創公司，技術焦點涉及 AI 碳排預測、區塊鏈資料驗證等核心模組，顯示本土技術具備潛在競爭力。未來在政府政策引導與產學合作下，預期台灣導入 AIoT 碳監測的意願將逐步提升。

- **日本：**

日本政府推行「GX（綠色轉型）基本方針」並建立 J-Credit 碳交易制度，以實現 2050 碳中和。政府政策鼓勵企業自主揭露碳排放並研發碳排放減量技術。經濟上，日本已開始碳定價試點，因為能源價格高，也促使企業尋求更佳的節能減碳方案。社會文化方面，日本企業強調精細管理和品質，對導入碳監測技術以提升數據精度有興趣。技術層面，日本逐步推進 IoT 與碳估算模型的結合，關注產品製程碳足跡

的可追溯。市場上如三菱電機、富士通等傳統的重機電大廠廠商可能將碳監測納入其智慧工廠或建築物內能源管理系統。相較中國積極申請專利，日本企業傾向透過產品整合來實現功能，因此相關專利數量較低。導入方面，日本講求驗證與標準，若有成功的試點範例和明確標準（如 ISO 14064 等），將有助技術在企業中的採用。

- **南韓：**

韓國已建立溫室氣體管理目標並實施全國碳交易市場（K-ETS），近期政策強調市場化碳信息披露與企業減排行動。經濟層面，韓國出口產業發達，面對國外碳關稅壓力而積極提升碳管理能力，同時政府投入資金研發碳監測相關技術。社會方面，大型企業集團開始規模化訂定淨零碳排路線，社會對環境永續議題關注提高。技術上，韓國擅長資訊通信與家電電子，也逐步整合 AIoT 應用於能源與製造工廠建築物的碳排監控，強調 AI 輔助碳排預測、雲端資料整合與供應鏈碳排可視化。韓國公司的專利佈局數量在全球排名中居於前列，顯示其企業對此技術的商業化應用頗為積極。整體而言，南韓市場有政府引導和大型企業帶頭示範，導入條件較為成熟。

整體觀之，雖各區域碳管理法規制度不盡相同，但趨勢上皆朝向「設備級碳排數據的即時取得、可信處理與自動化盤查」發展。Table 5-1 所示各區域比較中，以歐盟、美國對資料透明與合規揭露要求最為嚴格，日本、南韓科技業發達，則積極推進 IoT＋AI 估算技術，台灣與中國亦陸續啟動制度建設並投入相關試點。這些趨勢將共同推動 AIoT 碳監測相關的感測設備與資料平台成為全球碳合規技術鏈中的核心環節，各國企業皆需仰賴此類數位工具來滿足未來的監管要求。

Table 5-1 六大專利申請區域 PEST 全展開矩陣

資料來源：自製；基礎資料＝整理網路資料並與技術矩陣比對

區域	P（政策/規範）	E（經濟/市場）	S（社會/採用）	T（技術/資料）	對應策略
US	SEC/州法揭露與聯邦激勵	多端點雲端生成，審計要求高	ESG 與投資人壓力大	邊緣 AI、資料譜系成熟	可回溯欄位、審計就緒；對應技術矩陣 6×6（碳足跡×ML&DL 熱區）
EU	CBAM/CSRD、高碳價 ETS	合規驅動替代品威脅低	偏好第三方驗證	在地化/可審計模型	合規模板＋證據鏈；對應技術矩陣 3×3 的 B3 強
CN	全國碳市場、在地標準	SI 主導、價格敏感	政策導入快	本土雲/密碼體系	離線簽章＋補傳序列；對應技術

					矩陣 A×B1/B2 白地
TW	碳費/供應鏈拉動	中大型企業導入快、中小企業成本敏感	需要可追溯報告	IoT 完備、可信缺口	回報機制→多制式報告；對應技術矩陣 6×3（B3＞B1＞B2）
JP	碳定價/自律揭露	長約與維保要求高	信任/品質優先	OT/IT 分區	簽章鏈＋序列完整；對應技術矩陣 6×6（Edge×B1/B3）
KR	K-ETS、財閥企業示範	園區集中採購	大企業牽引	與 EMS/ERP 整合	可插拔可信模組＋報告引擎；對應 技術矩陣 6×3 熱點

二、競爭環境分析：五力與 SWOT

為評估 AIoT 建築碳監測產業的競爭態勢與出題企業櫛構科技的市場地位，我們採用波特五力分析並輔以 SWOT 分析來探討：

- **現有競爭者**：

  當前全球市場競爭強度屬於中等偏低，尚未出現專利高度集中的主導廠商，但已可見一些跨國大廠開始布局。國際企業如 Siemens、Schneider、Honeywell 等利用其現有感測器產品線與自動化優勢，紛紛開發碳監測解決方案並申請相關專利，逐步建立技術門檻。在台灣，本土從事建築能源管理與物聯網的公司（如研華、台達等）也開始將碳管理功能納入其解決方案。整體而言，目前市場處於發展初期，競爭者各自側重不同切入點，競爭格局分散；然而隨法規收緊與商機浮現，預期競爭強度將迅速提升，新創公司需提前建立差異化優勢，對櫛構科技而言，避開硬體紅海，產品與專利佈局可鎖定「合規報告引擎＋證據鏈」差異化。

- **潛在進入者**：

  由於智慧減碳尤其在建築領域屬於新興領域，潛在進入者包括現有傳統設備製造商轉型、軟體平台供應商擴張，以及能源管理服務新創等。在進入門檻方面，物聯網感測器硬體相對成熟易得，而 AI 分析與碳盤查知識則需要時間累積。因此具備 AI 能力或產業 Know-how 的業者（例如有能源管理背景的 IT 服務商）很可能加入競爭。另一方面，各國政府的產業政策與補助也鼓勵新創投入，此領域潛在競爭者威脅偏高。櫛構科技須密切關注國內外新創動態，維持技術領先。

- **替代方案威脅：**

  傳統碳排管理大多依賴人工盤查和間接估算（例如根據電表與燃料用量來計算），這在短期內仍是大部分尤其是中小企業的選擇。此外，一般現有的能源管理系統或環境監測系統也可部分替代碳監測功能。若企業規模較小、法規要求尚不嚴格或是具強制性，可能選擇維持現有做法而不採用先進 AIoT 系統。因此，AIoT 碳監測方案必須證明其獨特價值（例如提高數據即時性與可信度以滿足新法規需求），才能克服傳統替代品的阻力。隨著碳盤查頻率提升、可信報告需求增強，傳統方法的效能瓶頸日益明顯，長遠看替代品威脅將降低。

- **供應商議價力：**

  AIoT 碳監測產業的上游包括感測器供應商、通訊設備商、雲端平台提供者等。由於感測器（如 CO_2、溫濕度感測器）市場競爭者多元且標準化程度提高，供應商議價力偏低，櫛構科技等系統整合商可取得多樣的感測器來源。然而，高精度或特殊用途的感測器供應商相對有限，價格和交期可能影響專案成本。另在數位平台與區塊鏈等模組上，若需依賴第三方雲服務或框架，供應商或是平台商的議價力需考量。整體而言，上游供應鏈較為成熟分散，小型業者能透過現貨採購與 ODM 合作獲取所需硬體與技術，不致形成嚴重供應限制。

- **顧客議價力：**

  本領域目標客戶包含擁有廠房的大型製造業者、具倉儲的物流業者與商用不動產業主等。由於完整的 AIoT 碳監測方案對多數客戶而言屬新需求，客戶的議價能力取決於法規驅動力與替代選項。在法規要求強制前，客戶可選擇觀望或使用低成本方案，對價格較為敏感，議價力因而較高。但一旦合規需求使得即時碳監測成為剛性需求，擁有成熟解決方案的供應商將居於有利地位，客戶議價能力下降。櫛構科技初期以專案式系統整合交付為主，在單一客戶專案中往往客製成分高、議價空間有限，需透過提高方案獨特性與可替代難度來降低客戶壓價。

在上述五力環境中，櫛構科技作為專注於碳監測算法的新創，公司規模較小但靈活，必須審慎運用自身優勢、避開正面衝突。在此，我們進一步以 SWOT 分析評估櫛構科技的內部優劣勢與外部機會、威脅：

- **Strengths（優勢）：**

  櫛構科技專注於設備碳排計算算法與數據處理，在運輸碳排監控領域積累了經驗和技術專利。團隊小而精實，能快速調整產品定位並針對客戶需求客製開發。此外，作為出題企業與該領域的研究專案參與者，櫛構在產學研網絡中具有能見度，便於尋找合作資源。其核心專利技術（運輸工具碳排計算方法）顯示公司在碳數據分析模型上的研發實力，這種演算法優勢可延伸至其他場域的碳監測應用。

- **Weaknesses（劣勢）：**

  就 GPSS 檢所的結果，目前櫛構科技僅有一件台灣發明專利，且專利原型以運輸工具碳排放的估算為主，尚未涵蓋感測硬體、邊緣運算裝置或雲端平台等完整架構。相較資源雄厚的競爭對手，櫛構在人力、資金、市場管道上處於劣勢。缺乏硬體設備研發經驗可能導致對上游供應商品質依賴度高。此外，公司雖與南投縣政府有合作，但知名度仍有限，取得大企業信任與訂單需要時間培養。如何擴大專利組合和產品組合，以提升競爭門檻，亦是當前的挑戰。

- **Opportunities（機會）：**

  目前大環境對於櫛構科技來說有諸多契機，一方面，碳費徵收、強制揭露等新政策將迫使大量中小型企業尋找碳監測解決方案，市場需求即將增長。台灣本土在該領域尚無絕對領導廠商，櫛構科技可掌握其優勢切入利基市場。另一方面，跨領域合作機會豐富：感測器製造商、系統整合商、學術單位都在尋求碳管理創新，櫛構科技可透過合作取得硬體廠商支援或專業背書。國際上，歐美日大型企業對碳資料可信管理的偏好使用商業秘密及標準而非專利佈局，這意味著小公司亦有機會以快速創新方式建立產品而不被專利門檻阻擋。同時，政府推動試點示範方案的計畫，將為新創提供展示實力的舞台。

- **Threats（威脅）：**

  市場一旦被證實有利可圖，現有大型科技廠可能快速下場競逐，除了硬體製造商外，雲端服務商擴充平台功能即可能成為強大競爭者，競爭對手若以套裝解決方案或更低價方案搶佔市場，將壓縮櫛構科技的生存空間。另外，碳監測相關標準和法規可能快速演進，技術若無法符合新的合規要求（例如數據驗證標準、報告格式），將被市場淘汰。而在取得客戶信任方面，新創公司面臨信用門檻，企業客戶或許更信任國際大廠的方案，這需要櫛構科技投入更多資源在品牌建立與性能驗證上，以消弭信任赤字。

綜合五力與 SWOT 分析可見，櫛構科技若欲在 AIoT 建築碳監測領域立足，必須揚長避短，充分運用專利技術優勢搶佔利基，同時透過合作與創新化解規模劣勢，在競爭加劇前建立起獨特的市場地位。

三、台灣產業關鍵技術專利佈局方向

從全球專利的技術重心回望台灣，我們把「技術核心性」與「市場潛力」作為兩條主軸，形成二×二矩陣來檢視本土可行的專利佈局位階，整理如圖 5-1。右上象限是台灣最應優先投資的「核心必佈局」，其內涵包含 G06Q 所指涉的碳數據平台與自動申報模組，以及 G06N 相關的 AI 推論與異常偵測。這一象限既呼應國際主流，也直接對接即將上路或持續收緊的合規場景，屬於能快速匯聚商業關聯與合作機會。

左上象限屬於「戰略補強」。在不大幅增加成本的前提下，台灣業者應選擇性地以可驗證的資料可信機制（如區塊鏈、時間戳與數位簽章）與 G06Q 10/04 所涵蓋的碳交易結算模組作為加成，補齊平台從「能報」走向「可信可審計」的最後一哩，藉此與僅停留在報表與看板層次的解決方案做出差異化。

右下象限被界定為「穩定維持」。單純的監測硬體若不帶智能，已難成為可持續投資的專利主軸；其角色較像是整體方案中的互補構件，建議以採購與合作為主，維持供應而非自建專利壘碼。至於左下象限則是早期「探索」或「應用雛形」所在，例如供應鏈碳足跡與 ESG 報告自動化等模組，宜以小量概念驗證與在地試點帶動需求，再視回饋決定是否上移到戰略補強或核心必佈局。總體而言，台灣的專利主旋律應鎖定「平台級資料治理 × AI 推論」的核心域，同時以資料可信與交易模組作為戰術性的第二支點，讓產品能從可視化走向可稽核、可結算。

圖 5-1 技術核心與市場潛力矩陣圖

資料來源：自製；基礎資料＝本研究 499 件樣本整理

四、對出題單位（櫛構科技）的專利佈局建議

櫛構科技現有之《運輸工具碳排計算分析方法》台灣專利，核心價值在於「以動態營運資料推導可信碳資訊」，透過蒐集交通工具運行參數（如燃料用量、里程等），以演算法將分散原始資料轉化為可用於營運優化與排放報告的結構化碳數據。此一「資料取得 → 特徵化 → 排放推估 → 報告輸出」的流程骨架，與建築領域的碳監測架構相同，僅需將來源特徵由車隊運行參數，對應為建築端之用電或用熱量測、設備運轉時序與環境條件等，即可在不更動核心計算邏輯的前提下完成跨域移植。換言之，現有專利可視為可重複使用的演算法引擎與資料譜系框架；其不足之處（感測器整合、即時通訊、雲端平台）正好對應到本計畫中「核心必佈局」（G06Q 碳數據平台與自動申報、G06N AI 推論）與

「戰略補強」（資料可信、碳交易模組）的缺口。基於此，我們建議以「既有演算法抽象化 → 場域特徵映射 → 補強資料可信度」為路徑，將運輸域的技術資產迅速延伸到建築碳監測，並以專利＋營業秘密雙軌鎖定差異化。

考量櫛構科技為新創公司，在資源與時間上相對有限，我們以圖 5-2 的三層金字塔來鋪陳最務實的路徑。金字塔底層是「應用拓展」，聚焦能以最小成本撬動市場的應用場景，例如既有客戶的盤查自動化與特定垂直情境的流程銜接。這一層不以大規模專利堆疊為目標，而是以快速 PoC、合作導入與營運資料累積來換取可驗證的商業證據，作為後續申請的素材與優先級篩選依據。

中層是「戰略補強」，意義在於以少量而精準的專利卡位，建立他人不易複製的可信鏈路與結算連接點。例如把感測來源到報告輸出的每個關鍵節點，嵌入低成本的不可否認與可追溯設計；或在平台邊緣加入最小可行的碳交易對接模組。這些點狀專利搭配營業秘密，可以有效降低前期現金流壓力，同時形成產品識別度。

頂層是「核心必佈局」，建議把有限的發明專利資源集中在會產生高關聯、高複用的主模組，如碳數據平台的資料譜系與自動申報引擎，以及 AI 推論的模型管理與異常偵測樞紐等。這些技術既是國際趨勢的交會點，也是與大型競品比較時最能被辨識與估值的資產。整體策略原則是「與國際主流對齊、避免專利空窗」，以專利與營業秘密雙軌並進，在成本可控的條件下築起可信且可擴充的技術護城河。

總之，在台灣市場，櫛構科技應扮演差異化服務提供者的角色，鎖定與科技巨頭未及之處發揮專長。同時以合作態勢整合本土硬體與通路資源，逐步壯大自身實力，待市場成熟時再拓展至更廣泛的應用，形成先發優勢。

圖 5-2 三層金字塔專利佈局策略

資料來源：自製

五、台灣專利與產業發展策略

(一) 策略主軸與目標

本研究建議以「建築能源監測 × 碳盤查整合」為突破口，採用「在地驗證優先、模組化平台化」的推動路徑，並以「資料可信 × 智慧減碳」為雙軸，前者確保資料可追溯、可審計、可揭露，後者以 AI 推論提升預測與異常處理效率。其策略目標是在在地規範下做到最快且最可信，把即時監測、資料譜系與自動化申報連成閉環，轉化為可擴散的行業模板與可保護的智財資產（專利＋營業秘密）。

(二) 推動路徑與時程

短期（1–2 年）

以商辦與園區兩個典型場景完成 PoC，將「運輸場域演算法」邏輯概念移植至建築能耗/排放；串接表後電表與環境感測資料，建立資料譜系與自動申報的最小可行模組，同步驗證異常偵測與稽核可追溯性。國際同類專利已密集，突破口不在「是否有做」，而在「是否能在在地規範下更快、更可信」。完成閉環即可快速累積被審查單位接受的證據鏈，形成應用/方法專利的申請基礎與客戶黏性。

中期（3–5 年）

轉為「**平台化 ＋SaaS**」營收模式，重點放在模組化、可替換的資料與流程 API，將台灣「多場域、小規模、碎片化」特性轉化為優勢：以在地化介面與可插拔模組快速整合、

快速迭代；在持續服務與資料累積中，逐步形成可授權的專利族群與資料網效應，提升切換成本。

長期（5+ 年）

外拓**東南亞智慧城市/綠建築**場景，結合在地政府與產業鏈形成「亞太法規串接 ＋ 本地需求」雙軌護城河。智財採選擇性國別佈局（EU/US 先卡位），其餘以營業秘密沉澱演算法與資料管線流程，使專利與秘密互為表裡，降低被低價仿效風險。

(三) 技術模組與產品化

技術路線以三模組並進：

- **感測整合 × 邊緣計算**：多源感測（CO_2／用電／環境參數）融合，將異常初判前置到現場，降低雲端時延與成本。
- **AI 推論雙主線**：聚焦趨勢預測與異常辨識，建立標準化資料集與評估指標，強化模型可遷移與可解釋能力。
- **資料可信**：導入數位簽章、防竄改日誌、證據鏈，達成 MRV/稽核就緒，將「可信」內建於產品。

(四) 場域化導入與商業模式

採「**先場域、後擴散**」，從智慧建築與製造廠務等碳密度高且資料斷點多的場起步，驗證即時監測—異常處置—自動申報的閉環，萃取成可複製的行業模板。商業模式採裝置租賃 ＋SaaS 訂閱 ＋ 資料 API 授權的組合，降低導入門檻並持續變現資料價值。

(五) 國際佈局與智財策略

依市場與法規時程精準投放專利資源：優先 EU/US 等高合規價值市場；其他國別以商業祕密維護差異化做法（算法細節、資料管線、報告引擎參數化等）。對於交集度高且可被複製的流程/介面/資料可信環節，建立方法/系統/流程的專利護城河；對演算法與參數則以營業秘密與存取控管保護，形成「可查可驗，但不可被抄襲」的雙層防護。

(六) 多方協作機制

政府以示範專案＋補助帶動先行部署，並加速資料格式與稽核規範訂定；學研提供資料集、聯合研發與測試場域；第三方驗證機構共同制定資料可信與稽核流程，提升公信力；產業端（系統整合/硬體/雲端）共建互通規格。藉此在「資料可信 × 智慧減碳」兩軸上同步累積成果，加速從 PoC 走向量產服務。

陸、結論與未來展望

本研究指出，AIoT 碳監測專利正快速由單點工具走向 平台化與智慧化。超過七成專利聚焦於碳數據平台（資料彙集、自動申報、合規稽核），並逐步結合 AI 模型，用於異常偵測、能耗預測與碳費模擬。尤其 G06Q × G06N 的交集趨勢，顯示「資料治理 × AI 智能」正成為新主流。

目前台灣專利權人雖僅有 6 件相關專利，仍處於起步階段，但已涵蓋新創與學研團隊，技術特色以場域驗證導向為主。未來若能加快在地實證與專利申請，並結合數位簽章、可信資料處理等模組，將有助於形成差異化優勢。

在這個領域要取得領先，其競爭關鍵在於專利佈局 × 商業模式並行，台灣企業宜聚焦核心專利（平台與 AI 模組），同時搭配營業秘密降低負擔；在市場策略上，應結合 SaaS 訂閱制、碳資料 API 等模式，逐步累積數據壁壘，建立長期優勢。

未來展望：AIoT 碳監測將成為碳治理體系的智慧基礎設施，角色不再只是「量得到」，更要「判斷快」與「可信賴」。台灣若能善用 ICT 與系統整合強項，並以綠建築應用為切入點，將有機會在區域甚至全球市場中，成為智慧減碳轉型的重要推動者。

參考文獻

[1] 王明德,” 提升能源管理效益 BEMS 與 HEMS 架構全面進化 ,https://www.ctimes.com.tw/DispArt/tw/%E8%83%BD%E6%BA%90%E7%AE%A1%E7%90%86/%E8%A5%BF%E9%96%80%E5%AD%90/HEMS/%E8%81%AF%E9%BD%8A/20052713446B.shtml, *CTIMES*, 05.27.2020.

[2] 邱祈榮,”什麼是 MRV 與 dMRV？一覽全球數位碳監測趨勢，台灣如何跟上, https://esg.gvm.com.tw/article/77469, *ESG 遠見*, 01.06.2025.

[3] 何晨瑋,” 一文搞懂什麼是 CBAM 碳邊境調整機制？10 月上路！” https://esg.gvm.com.tw/article/5120, *ESG 遠見*, 03.29.2023.

[4]” 碳費三子法公告 正式邁入碳定價時代,”*環境部新聞專區*, 08.29.2024.

[5]”中國碳排放交易體系–NET,” 中國碳排放交易體系：設計高效的配額分配方案,” https://iea.blob.core.windows.net/assets/d21bfabc-ac8a-4c41-bba7-e792cf29945c/China_Emissions_Trading_Scheme-Chinese.pdf.

[6] 林韋廷、黃莉婷、王婷虹,” 日本《GX 基本方針》評析,”工研院.

[7] 細雨徐行,“日本碳權市場調查：J-credit 當道，國際趨勢崛起,” https://vocus.cc/article/683ac862fd897800013ded85, 05.31.2025.

[8]” 韓國碳市場與碳交易現況,” https://www.ssbti.org/zh/post/%E9%9F%93%E5%9C%8B%E7%A2%B3%E5%B8%82%E5%A0%B4%E8%88%87%E7%A2%B3%E4%BA%A4%E6%98%93%E7%8F%BE%E6%B3%81, 08.29.2023.

[9] 吳易樺,” 美國加州碳交易制度介紹,"*工研院*.

[10] 黃宗煌,” 關於碳排放交易的幾個關鍵性問題,” 工業污染防治,第 160 期, Jun. 2024.

[11] 黃文峰,” ESCO 節能績效保證專案及案例介紹” *ESCO 公會*.

[12]西門子,” 西門子與 IBM 共創新世代雲端樓宇能源管理解決方案,” https://www.ibtmag.com.tw/new_article_result.asp?secu_id=HCP011&search_security_id=24975, *iBT 數位建築雜誌*, 07.30.2022.

[13] 施耐德電機官網, https://www.se.com/tw/zh/work/campaign/innovation/overview/.

[14] “Honeywell 推出 AI 建築管理平台：一站整合、遠端掌控、預測維修,” https://www.infoai.com.tw/blog/honeywell-ai-building,INFOAI, 06.20.2025.

[15] Siemens Aktiengesellschaft,” METHOD AND SYSTEM FOR DETERMINING PRODUCT CARBON FOOTPRINT, ELECTRONIC DEVICE, AND STORAGE MEDIUM,”申請號：WOCN22108740（申請日：2022-07-28）.

[16] 西門子（中國）有限公司,”能源管理的方法與裝置,”中國專利，CN119130718A（公開日：2024-12-13）.

[17] “全國首創 全台第一「臺北市城市級電能管理系統資訊平台」隆重上線,” https://doed.gov.taipei/News_Content.aspx?n=F28B775DFA6D1A44&sms=72544237BBE4C5F6&s=71BDBB28DB7D01E2,*臺北市政府產業發展局*.

[18] 財團法人專利檢索中心,“110 年專利布局與產業分析推廣服務案」之研究成果：智慧

電網資料應用趨勢分析," https://www.psc.org.tw/tc/result.aspx?cid=72&cchk=73028269-f5ae-4718-b4d9-95e70d58a6be,11.2021.
[19]產業專利分析與佈局競賽,https://tiponet.tipo.gov.tw/gpss3/gpsskm/competition2025/past.html#2024.
[20] PITTO 官網,https://pittohio.com/myPittOhio/.
[21] 劉朱松," 興大、BSI、八達創新科技簽署成立「自願碳計算國際認證實驗室」合作備忘錄," https://www.ctee.com.tw/news/20221020701068-439803, *工商時報*, 10.20.2022.
[22] 黃楓婷,"瞄準微型電商缺小編！有戲數位推 AI 行銷圖文庫，提高 3 倍內容轉換率,"*創業小聚*, 03.14.2023.
[23]中國大陸國家知識產權局,"國家智慧財產權局關於進一步嚴格規範專利申請行為的通知," https://www.cnipa.gov.cn/art/2021/1/27/art_545_156433.html?utm_source=chatgpt.com, 01.27.2021.
[24]中國大陸國家知識產權局," 國家智慧財產權局進一步嚴格規範專利申請行為 此次通報的非正常專利申請六成已主動撤回," https://www.cnipa.gov.cn/art/2021/3/19/art_53_157884.html?utm_source=chatgpt.com, 03.19.2021.
[25]中國大陸生態環境部," 國新辦舉行啟動全國碳排放權交易市場上線交易國務院政策例行吹風會," https://www.mee.gov.cn/ywdt/xwfb/202107/t20210714_846936.shtml?utm_source=chatgpt.com, 07.14.2021.
[26]中國大陸生態環境部,"關於政協十三屆全國委員會第五次會議第 03783 號（資源環境類 300 號）提案答覆的函," https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk13/202301/t20230117_1013557.html?utm_source=chatgpt.com, 08.30.2022.
[27]中國大陸國家知識產權局,"《專利優先審查管理辦法》(2017)(第 76 號)," https://www.cnipa.gov.cn/art/2017/6/28/art_74_27621.html?utm_source=chatgpt.com, 06.28.2017.
[28] 中國大陸國家知識產權局,"國家知識產權局關於持續嚴格規範專利申請行為的通知(國知發保字〔2022〕7 號)," https://www.cnipa.gov.cn/art/2022/1/25/art_75_172922.html?utm_source=chatgpt.com ,01.25.2025.
[29] 中國大陸教育部,"教育部 國家知識產權局 科技部關於提升高等學校專利品質促進轉化運用的若干意見(教科技〔2020〕1)," http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s7062/202002/t20200221_422861.html?utm_source=chatgpt.com, 02.19.2020.
[30] 研華官網,"研華 iEMS 解決方案助力產業輕鬆盤查溫室氣體,"01.12.2022
[31] 台達電官網," https://www.deltaww.com/zh-tw/Solutions/Low-Carbon-Building/ALL/#:~:text=%E8%A7%A3%E6%B1%BA%E6%96%B9%E6%A1%88,%E5%BB%BA%E7%AF%89%E7%AF%80%E8%83%BD%E6%89%8B%E6%B3%95%E5%BB%BA%E8%AD%B0%EF%BC%8C%E5%8D%94%E5%8A%A9%E5%8F%96%E5%BE%97

LEED%E7%B6%A0%E5%BB%BA%E7%AF%89 ,”.
[32] 林呈欣,”資拓宏宇 歐碳永續雲”, https://www.cio.com.tw/carbon-management-system-began-rio-tintos-carbon-sustainable-cloud/ , CIO Taiwan, 03.10.2024.