工研院

臺灣能做出什麼：實驗室、產業情報與生產能力的養成

工業技術研究院，簡稱工研院、英文縮寫 ITRI，是臺灣大型的應用研究機構，院本部位於新竹縣竹東鎮。1973 年成立時，它採取受政府監督的財團法人形式，工作包括開發技術、協助企業運用技術、培育人才，以及研究產業現況與未來可能的走向。工研院的工作範圍，遠不止於它曾協助創立的半導體公司：材料、機械、通訊、能源、醫療，以及一項看似大有前景的發明離開實驗室後，究竟會碰到哪些實際困難，都在其中。[1]

要走進這個機構，一張地圖或許比一枚晶片更能帶路。2026 年 8 月的一場研究分享中，工研院的產業策略團隊介紹了他們為桃園進行產業空間規劃的第三年工作。研究從衡量各產業在當地的集中程度開始，接著繪製聚落分布、辨識代表性企業在供應鏈中的位置、訪談廠商、找出未來可能發展的產業，再提出適合開發的區位。最後還有一道工序：把整套提案轉譯成行政審議委員會能夠接受的語言。[2]

國家的產業抱負，終究得找到落腳之處。只有技術成長預測不夠，只有可開發土地的地圖也不夠。研究者必須把企業正在做的事、未來可能具備的能力，以及政府實際能夠核准的事項連接起來。這是幾種不同的知識，也分別掌握在不同的人手中。

這個例子，提供了一條理解工研院的路徑，也把一個大問題拉近了：產業策略究竟是什麼？ 說得具體一點，它試圖改變一個經濟體能夠持續進行哪些生產活動，以及其中的生產者占據什麼位置。它可能是取得製造某種零組件的能力、減少既有製程的耗損、幫供應商打進新市場，也可能是讓技能、基礎設施與需求互相配合，使一種原本做不起來的事業變得可行。補貼是一種工具；測試設施、培訓計畫、採購承諾，或有組織地促成企業與政府交流，也都可能是工具。[3]

因此，策略不能只是列出一張熱門產業清單。它必須判斷缺少的是什麼能力、誰有辦法把它建立起來、資源如何到達這些人手上，以及如何知道介入是否奏效。難處在於：有些不可或缺的資訊，非得有人真正動手去做，才會出現。

工研院正處在這個難處之中。它既生產關於產業的知識，也讓某些原本只存在於構想中的產業可能性，透過試作與驗證成為現實。這兩種功能必須分清楚。一份報告可以建議方向；一位製程工程師可以證明某樣東西製造得出來。但光憑其中任何一件事，都還不足以決定這個國家應該追求什麼。

一座為了讓成果離開而設計的實驗室

工研院的組織形式，是為了解決一個實際問題而刻意設計的。成立時，它整合了原有的工業、礦業與金屬三個研究機構，卻沒有成為另一個一般政府部門，而是採用財團法人形式。工研院的週年院史將這項安排解釋為：避開公部門在人員招募、薪資與採購上的限制。當時的主要推動者是經濟部長孫運璿，而臺灣正尋求轉向技術要求更高的生產活動。[4]

這個法律設計並沒有切斷它與國家的關係。《工業技術研究院設置條例》明定，工研院是由經濟部監督的財團法人。行政院長聘任來自政府、科技界與企業界的董事，也聘任院長；董事會指導、監督院長，年度計畫、預算、決算與工作報告則循經濟部、行政院送到立法院。它在運作上的彈性，置身於一套公權力任命、監督與報告制度之中。稱它為政府部門，或稱它為獨立的私人研究機構，都只說對了一部分。[5]

收入結構讓這個區別變得具體。工研院《2024 永續報告書》列出的收入約為新臺幣 315 億元，其中政府科研收入占 49%、政府服務占 23%、企業合作占 28%。這張圖另註明，不含「晶片驅動臺灣產業創新方案」相關收入 25.63 億元。即使只看圖表本身的統計範圍，若說工研院「約有一半經費來自政府」，也會漏掉另一筆相當可觀的公共收入。這些是特定年度、特定口徑下的收入分類，不是對經濟效益的衡量。[6]

不同的關係，對研究提出不同要求。公共科研計畫可以支持尚未找到客戶的能力開發；企業要的是符合自家製程、成本與時程的答案；政府服務案可能需要一個行政上能夠使用的成果。一項技術即使成功完成展示，仍可能缺少設備、融資、客戶，或真正投入使用所需的法規途徑。

工研院公布的服務項目，為這些落差取了具體的名字：委託開發、小量試產、製程改善、校正、量測、技術移轉與智慧財產服務。這裡並不是一條把大學發現送往欣然接收的企業的輸送帶。各種工作會從不同環節進來，製造商本來就遇到的問題，也是起點之一。[7]

能夠承擔這些工作的組織，自然也不是單一整齊的樣貌。目前的架構中，有電子與光電、資訊與通訊、機械與機電、材料與化工、綠能與環境、生醫與醫材，以及無人化科技等領域的研究單位。與它們並列的，還有策略與服務單位、區域據點，以及財務、法務、人事、規劃與商業化等職能。[8]

人們很容易把後面這些職能視為行政成本。但發明者希望一項技術走出實驗室，並不等於它就能走出去。得有人說清楚移轉的到底是什麼、找到接手者、釐清責任、協商權利，並讓新的安排能夠長久運作。這個機構獨特的產出，往往根本不是一件物品，而是一種可以由另一個組織接手的能力。

半導體故事究竟證明了什麼

那段耳熟能詳的歷史，其實藏著一個值得重看的起點：臺灣最初擁有的不是更優越的技術，而是把學習技術這件事組織起來的能力。

1976 年，工研院與美國 RCA 簽訂技術移轉及授權合約。第一批十九位受訓人員，分赴美國不同地點，學習設計、製造、驗證與設備等工作。1977 年完工的示範工廠，則是把這些分散的知識組合成一套能運作的生產系統的地方。這項成就，不能簡化為一紙專利或一套操作說明。它需要一群人能夠共同操作、找出問題，並且重現製程。[9]

接下來的制度安排同樣重要。1980 年，工研院將四吋晶圓技術與研究團隊移轉給新成立的聯華電子。1987 年，台灣積體電路製造公司接收了工研院的廠房、設備、技術與九十八位專業人員；飛利浦與臺灣政府、民間投資者共同參與台積電的成立。這些安排移轉的是已經組織起來的生產能力，而不只是把授權發給原本就知道該怎麼做的公司。[10]

但不能事後把這兩家公司都套進同一個成功公式。聯電起初兼做設計與製造，其公司史將轉型為專業晶圓代工的時間定在 1995 年。台積電的專業代工模式則不同：它替客戶製造晶片，不以自家的晶片設計與客戶競爭。這種安排之所以重要，是因為它改變了誰能夠進入這個產業，以及進入者必須自行擁有哪些資源。[11]

張忠謀在 2007 年的口述歷史，讓這段歷程顯得遠比週年紀念敘事更不確定。他回憶，接手時的技術落後於領先製造商，研究機構也缺少跟上產業步調所需的商業規模。製造能力是相對強項，設計、智慧財產與行銷則較弱。晶圓代工模式是對這些條件的回應，而不是依照一份早已完備的國家藍圖執行。張忠謀也承認，無晶圓廠設計公司日後的成長，起初是一個期待，而不是已經成形的市場。[12]

這是一種不同於預測哪項技術會勝出的策略判斷：分辨一個組織已經會做什麼，以及圍繞這種能力，可以建立什麼樣的生意。有時候，關鍵決定不是再訂一個更先進的技術目標，而是改變分工方式。

這些知識也不是都封存在臺灣島內。AnnaLee Saxenian 與徐進鈺對矽谷、新竹連結的研究，強調技術社群如何讓想法、人才與機會跨越太平洋流動。理解這段歷史，不能只看一個封閉的國家體系如何接收一次外國技術移轉，而要看一組持續改變的關係，如何不斷重塑兩地企業與機構能做的事。[13]

半導體的故事證明，在特定條件下，工研院有能力集結、培養，再將生產能力交到外部組織手中。它並沒有證明一套放諸四海皆準的配方。左正東比較半導體與無線通訊政策的研究指出，臺灣國家與技術專家之間的關係，能否形成一致的方向，會隨產業與時期而異。備受稱道的「發展型國家」，本身也是必須建立起來的制度安排，而不是一種用到哪裡都會奏效的行政天賦。[14]

從五公斤到三百公斤

一件沒有那麼宏偉的東西，能把同樣的問題帶回日常工作：一塊內部表面積極大的玻璃。

工研院開發的 NaPoGlass，以廢棄顯示器玻璃製成奈米多孔材料，用來吸附金屬離子。材料研究者洪煥毅描述了一段漫長的醞釀：團隊早先發現的多孔結構，後來才與另一支水科技團隊的需求接上線。真正困難的是，把有用的材料擴大量產。在實驗室小批量製作時有效的條件，不能原封不動搬到更大的產量；團隊必須重新找出配方與製程參數。依工研院 2025 年 4 月的報導，每日產量已從五公斤提高到三百公斤。[15]

這組數字的意義，與其說是宣告勝利，不如說是讓我們看見研究難在哪裡。「做得出來」不是單一狀態。它可能指一小批材料具備所需性質，也可能指每一批都能維持一致、能以可行的成本製造，或是使用它的整套系統，能在別人的工廠裡正常運作。某個尺度上的知識，不會自動回答下一個尺度的問題。

同一團隊較早的顯示器回收工作，則揭露了實驗室無法獨力解決的另一道障礙。2018 年接受《天下雜誌》訪問時，洪煥毅回憶，團隊有了專利，也有了回收液晶的製程，卻沒有面板廠願意嘗試。驗證技術代表必須中斷價值高昂的生產線，還得承擔影響產品品質的風險。研究者透過業界人脈尋找試驗機會，等了整整一年，才等到第一次工廠測試。這個故事談的是液晶回收，不是玻璃吸附材，但產業上的難題相通：技術若要取得可信度，團隊就得先進入別人正在運作的製程。[16]

工研院的應用報告記載，已有十六套廢水回收系統導入臺灣企業，包括吉祥電鍍、偉順電鍍與祐輝實業。這套安排串接了廢顯示器玻璃、含金屬廢水、資源回收，以及材料後續的用途。這些是院方公布的導入紀錄，不是經獨立稽核的全生命週期成本或環境效能比較。不過，它們仍提供了比得獎消息更具體的資訊：可以指出究竟有哪些企業，把這種材料放進了實際的產業工作。[17]

這個案例也讓「產業研究機構服務誰」呈現出另一種樣貌。研究計畫可能處理的，是製造過程中不受矚目的殘餘物。客戶需要的未必是最前沿的科技，而可能是一套自己有辦法管理的處理系統。理解這類問題，需要另一種貼近產業的方式，與追蹤市值最高的半導體公司並不相同。

在這些合作底下，還有一種更安靜的知識。國家度量衡標準實驗室由經濟部標準檢驗局委託工研院量測技術發展中心運作，工作是維持並傳遞量測標準。2022 年，標準檢驗局宣布新增校正能量，涵蓋電阻、溫度計、角度規、麥克風與同位素比值等差異極大的項目。[18]

量測不是等到產生足以上新聞的發明，才具有策略意義。供應商與客戶需要共同的依據，才能認定某個零件是否符合規格；校正鏈則讓結果可以溯源，不必只相信產出它的那個人或那部機器。這裡的產業知識，是一種需要持續維護的基礎設施：透過反覆執行、留下紀錄的工作，讓其他組織得以信任自己工作的結果。

與半導體起家的故事對照，差別就清楚了。工研院有些價值，出現在人與技術離開研究院、另創事業的時刻；有些價值，則來自一種能力始終留在原處、持續可用，讓許多企業得以可靠地完成原本無法獨力完成的事。

為生產提供情報

如果說實驗室透過製作來取得知識，工研院的另一部分，便是透過比較、訪查、計算與建立連結來理解產業。

產業科技國際策略發展所，簡稱產科國際所、英文縮寫 ISTI，對外的研究與顧問服務仍沿用熟悉的 IEK 名稱。2018 年，工研院將產業經濟與趨勢研究中心與國際業務組織整合。蘇孟宗的回顧描述了這項組合：產業研究、技術偵察、國際夥伴關係與能力建構。取得情報之外，還要接上能讓情報派上用場的合作關係。[19]

這裡產出的知識，不屬於單一學科。IEK 的顧問服務涵蓋產銷分析、技術與應用趨勢、競爭者策略、區域市場及供應鏈。專家名錄則讓這些大標題底下的分工變得清楚：電池與能源系統、醫療器材、汽車電子、半導體製程、科技政策。分析師不能只知道某個產業正在成長。難的是判斷臺灣的某個組織可以在哪裡參與、必須補上什麼，以及哪些條件一旦改變，眼前的機會就會消失。[20]

因此，市場預測、技術比較與供應鏈圖譜，是不同的工具。預測替需求標出規模與時間；技術比較檢查不同方案能否滿足相關要求；供應鏈分析則找出哪些組織的合作、投資或許可不可或缺。當這幾種描述對不上時，策略判斷才真正開始：需求可能很大，關鍵資源卻無法取得；產品在技術上可能很漂亮，實際能供貨的價格卻沒有買家願意接受。

產科國際所研究經理石立康的經歷，就展現了這種能力的混合。他先學機械工程，再接受商管訓練，曾在英特爾的封裝測試業務擔任資本分析師。工研院的個人介紹，把他的市場研究與企業 AI 需求、AIdea 共創平台等工作連在一起。這種專業既不是純粹的經濟學，也不是純粹的工程學，而包括了把一家公司的困難理解得夠深，使它成為可以研究的技術問題。[21]

公共研究機構還得決定：在尚未有人願意付錢購買明確答案之前，哪些問題值得持續追問。IEKTopics 系列始於 2013 年；蘇孟宗表示，這類探索性的主題研究使用院方自有經費，題目包括製造、循環經濟與服務。他也將其中以服務為核心的數位轉型論述，連結到 2020 年 3 月推出、協助產業數位轉型的「雲世代產業數位轉型」計畫。這是院方對自身政策影響的回顧，不代表已經衡量出該政策有多少貢獻可單獨歸於工研院。[22]

發表研究，只是其中一站。一個研究想法還得找到支持者、預算、合作夥伴，以及能在行政上成立的形式。本文開頭的桃園案例，難得讓這個轉譯過程清楚可見。地圖和訪談不會自己說話；必須有人判斷兩者合在一起足以支持什麼結論，再向負有其他職責的人解釋。

也沒有理由假設，所有參與者想要的都是同一件事。企業可能想解決自家的專有製程瓶頸；部會希望建立許多企業都能使用的能力；地方政府則想把投資留在轄區。分析師可以改善各方用來判斷的證據，卻不會因此消除利益衝突。產業情報不是站在這些關係之外的神諭。它要發揮作用，就得穿梭其中，同時避免把聲音最大、人脈最廣的那一方當作整個產業。

在學科之間工作的人

在這樣的機構裡，職涯並不全是從工程學院通往實驗室，再走向新創公司。

王韻筑念商學，曾在銀行與資訊系統供應商之間工作，加入過小型科技公司，後來進入 IEK 從事產業分析。她接著轉到工研院的資通訊研究單位，把客戶需求轉成研究者可以使用的規格，再走向全院層級的規劃，協調各研究單位制定 2030 與 2035 年技術藍圖。王欣雯走的是另一條路：中文系、企管碩士，再到 IC 載板產業，從事十多年的規劃與業務工作。她之所以轉入工研院的商業化工作，是想理解自己原有產業視野裡缺少的封裝技術。兩人的經歷，出自工研院 2024 年的職涯宣傳報導；它們記錄的是特定的道路，不是保證每個部門都歡迎任何背景。[23]

不過，她們的工作確實指出一種重要的能力。這裡的「翻譯」，不是把技術名詞換成容易懂的詞，而是釐清對方的要求究竟意味著什麼：哪些條件不可省略、哪些假設互不相容、哪些事情能寫成規格，以及下一個問題應該由誰回答。文字表達有幫助，但理解成本、檢視流程，以及有耐心發現最初對問題的描述其實不對，同樣重要。

另一些研究者則帶著更明確的量化訓練進來。洪國哲在產科國際所公布的個人介紹中，列有財務管理博士背景，以及使用計量經濟、時間序列、追蹤資料與質性比較分析，研究金融科技、數位創新等議題的經歷。[24] 這些方法的存在很重要，但不代表模型是整個機構唯一的語言。與它並存的，還有工程測試、企業訪談、合約條款，以及分配公共經費時使用的行政分類。

當不同專業發生歧見時，這項集體工作反而更容易看清楚。在 2022 年的一篇訪談中，營運長余孝先描述了一種工程師文化：在技術上取得成功的主管，有時會認為自己對人事或組織管理也最在行。他主張尊重服務部門的專業，並舉了一個具體例子：對新創公司的持股應在何時處分，過去由研究團隊決定，後來已交由工研院旗下的創投公司 ITIC 處理。[25]

重點不是財務專家一定比工程師高明，而是成功開發一項技術，並不代表圍繞它的後續決策就都有了答案。一個希望讓知識流通的財團法人，需要法律與商業判斷、組織運作的延續性，也需要能夠對發明者提出不同意見的制度。

這也是工研院作為一個職業世界的特殊之處。工作帶來的滿足，未必來自個人署名的權威，或對一件完成品的所有權；它可能是讓另一個組織更有能力：把需求釐清、讓製程穩定、找到適合的夥伴，或在計畫花掉更多錢之前，及時改變方向。這類貢獻很難寫成英雄式的職涯故事，但只要追著工作如何在人與組織之間交接，就比較容易辨認。

沒有長成產業的實驗

一個以台積電聞名的研究機構，容易讓人誤以為：後來每一個計畫，都只是規模較小、尚待發生的同一場成功。

Gregory Noble 對臺灣硬碟產業發展的研究，提供了必要的打斷。他根據當時的訪談與產業紀錄，檢視一個長期獲得政府協助，卻未能建立可持續經營的本土硬碟製造業的領域。問題並不只是技術投入不足。資本需求、商業規模、企業策略，以及不斷移動的技術目標，都限制了參與企業的可能性。後來，部分人員與能力轉入光學儲存領域。Noble 的分析既沒有因此抹去原先的失敗，也沒有把失敗當成這個機構一無所獲的證據。[26]

在管理上，要維持這個區別並不容易。若每一個失敗計畫都能以「有學到東西」辯護，失敗就再也無從辨認；若只計算立即的商業收入，研究院又會受到鼓勵，去做那些資源充足的公司本來就可能自行購得的工作。公共領域該問的，不只是某個計畫有沒有帶來收入，而是這次介入是否建立了值得投入的能力、沒有介入時這種能力是否仍會出現，以及當原有假設失靈時，機構有沒有作出明智的調整。

近期的監督資料，則顯示把這些問題化為數字的壓力。立法院預算中心 2026 年 4 月公布的評估摘要指出，相較於 2024 年，工研院多數領域在 2025 年的促成投資效益有所下降；有效專利中，超過五年及十年未被運用的比例，也來到近五年高點。公開摘要沒有提供詳細統計表，因此可以據此說明這些指標的變化方向，卻不能自行還原一個專利運用率。[27]

沒被使用的專利，不一定沒有價值：它可能保護某個研究方向，也可能等待互補工作到位。但專利的存在本身，也不是價值的證明。更有用的問題是：這批專利反映了怎樣的選題、維護與移轉方式，以及機構是否願意停止某條研究路線。專利數量讓活動變得可見，卻可能讓最核心的「如何被使用」依舊沒有答案。

另一份較詳細的經濟部科技專案預算評估，提供了一個值得注意的指標。2020 至 2024 年，工研院科專的「研發成果收入占研發經費比率」五年平均為 14.69%，評估中各研究機構的整體平均則為 15.20%。這不是社會報酬率；其收入可能包含來自以前年度合約的款項。這項數字在此的意義，是讓我們看見行政體系如何檢驗成果，也看見一個收入比率多麼容易被誤當成對公共價值的最終裁決。[28]

工研院的領導階層並非沒有察覺這個矛盾。2026 年 9 月的訪談中，院長張培仁主張支持更長期的研究，也反對只憑眼前的收入或盈餘，衡量協助中小企業的貢獻。同時，他提出一項非常具體的要求：服務型機器人團隊至少要拜訪十家潛在終端客戶，弄清楚對方需要什麼、願意付多少錢。他也舉例，一個團隊後來捨棄昂貴的 FPGA 方案，改用已量產的國產手機晶片搭配軟體來降低成本。這是院長公開提出的方向，以及他所敘述的案例，並不等於已經證明整個機構都照此運作。[29]

這個思路很關鍵。成本不是等真正的研究完成後，才從外面加上來、令人難堪的妥協。對一個負責讓技術真正可用的機構而言，設計出負擔得起的架構，本身就是研究問題。

一個國家能學會什麼，又由誰決定

人們常用國家科技實力來描述工研院的工作。然而，若要解釋這種實力如何取得，「自給自足」並不是一個好說法。外國設備、授權、企業、客戶，以及跨境移動的專家，都是構成這段歷史的要素，不是附帶條件。策略上的問題，往往是如何改變依賴的條件：讓自己有足夠能力去協商、供應別人難以替代的東西，或在某段關係中斷時，還能維持其他選擇。

這也不只是歷史問題。工研院目前的工作範圍，將產業研究與韌性、能源、健康及先進製造連在一起。這些題目，已超出如何生產價值更高的出口商品；它們涉及哪些需求值得投入技術力量、哪些風險應該降低，以及誰的工作將因此被重新安排。[30]

技術機構可以讓這些選擇建立在更充分的資訊上，卻不能讓它們脫離政治。一項替製造商節省人力的計畫，可能改變勞工的前景；一個新產業聚落，可能改變土地使用與基礎設施需求；對國家韌性重要的能力，未必能帶來最高的即期財務報酬。這些衝突，沒有一項能光靠實驗室測試解決。

產業政策研究也愈來愈傾向把政治與行政能力納入解釋，而不是視為模型之外令人棘手的雜項。Réka Juhász 與 Nathan Lane 強調，政策介入會重新分配機會與成本，也有賴具備執行能力的機構，因此必須放回支撐它的政治安排之中理解。[31] 對一個力量來自貼近企業與政府的組織，這個觀點尤其有用。靠近，讓它取得不可或缺的知識；也正因為靠近，獨立判斷就不是理所當然，而是必須持續維持的成果。

桃園的那張地圖，讓我們回到這些問題實際成為工作的尺度。研究者得在產業趨勢、特定廠商、一塊土地，以及有權通過或駁回提案的委員會之間來回。材料工程師得把一種有用的性質，接到可以重複的製程，再接到能夠實際採用它的工廠。商業化專業人員則必須把技術上的可能，轉成另一個組織願意負起責任的條件。

把這些職業連起來的，不是某一套統一的經濟理論，而是讓一個可能的未來足夠具體，能夠被測試、被組織，也能被質疑。這個機構的設計，是要讓不同的人與世代，能夠一再接續這項工作。它持續面對的考驗，是能不能同時辨認：有些被提出來的未來，其實不值得走下去。

從哪裡走進工研院

如果想接觸實際的工作，而不只是熟悉它的名聲，可以從三條路進去：

- 追著一件東西走。 把 NaPoGlass 的開發故事與導入報告放在一起讀，分清楚材料性質、放大量產的難題、已安裝的系統，以及宣稱的效益。這是幾種不同的成果，需要不同的證據來支持。[32, 33]
- 追著一套形成中的論述走。 IEK 公開文章、專家名錄與 IEKTopics，可以看見研究問題如何被提出。IEKNet 許多詳細內容採訂閱制，公開摘要不能當成完整分析。也可以把一個提案，與後來據稱受它影響的計畫或採購案對照。[34, 35]
- 讓成功與失敗互相對讀。 把張忠謀談台積電成立的口述史，與 Noble 的硬碟研究放在一起。兩者都談技術發展，但面對的商業與組織問題不同。這樣對讀，比從中提煉一個通用的「臺灣模式」更有啟發。[36, 37]

研究說明：本文使用公開機構文件、參與者訪談、公司史、學術研究與立法監督資料，並非根據現場觀察重建院區的一日生活。機構對自身效益與職場文化的說法，均標明其來源性質；未使用客戶機密研究、尚未公開的內部討論，或私人員工資料。

註解與來源

---

1. 工研院，〈ITRI Overview〉，現行機構介紹，2026 年 11 月 4 日查閱。用以說明業務範圍與公開使命，並非獨立評估。院本部位置見工研院臺灣據點。↩
2. 產科國際所／IEK，IEK360 合集，〈產業趨勢落實於空間布局：地方產業規劃手法與挑戰〉，2026 年 8 月 5 日。公開分享摘要說明研究方法，不是完整桃園研究報告，也不能據此認定規劃已獲最終核准。↩
3. Réka Juhász、Nathan Lane 與 Dani Rodrik，〈The New Economics of Industrial Policy〉，Annual Review of Economics 16（2024），頁 213–242；另見 2023 年公開工作論文版。本文對產業政策的定義及工具範圍，參考該文整理，並不表示工研院掌握所有這些政策工具。↩
4. 工研院，〈臺灣產業發展的推手：工研院的誕生〉，五十週年院史，2023 年。↩
5. 法務部全國法規資料庫，《工業技術研究院設置條例》，尤其第 2 至 10 條；1981 年 5 月 20 日修正，現行條文於 2026 年 11 月 4 日查閱。↩
6. 工研院，《2024 永續報告書》前言部分，紙本頁碼第 18 頁「財務績效」。收入圖表註明，不含「晶片驅動臺灣產業創新方案」相關收入 25.63 億元；本文保留報告所訂的統計範圍，不自行拼算更大口徑的合併總額。↩
7. 工研院，〈Industrial Development〉，2025 年 12 月 17 日。合作與服務機制的公開介紹。↩
8. 工研院，〈組織架構〉，現行組織介紹，2026 年 11 月 4 日查閱。↩
9. 工研院，〈Adopting Technical Knowledge from RCA to Develop Taiwan’s IC Capabilities〉，2023 年。十九人是第一批受訓者，不是整個計畫歷來所有受訓者的總數；1976 年採用院方對合約簽訂日期的記載。↩

10. 工研院，〈Developing Semiconductors From Scratch〉，2023 年；台積電，2002 年向美國證管會提交的文件，公司歷史部分，紙本頁碼第 50 頁。工研院週年頁面對 VLSI 計畫起始年有不一致的記載，本文未採用任何一個精確起始年。↩

11. 聯電，公司簡介，包括 1980 年成立與 1995 年商業模式轉型；台積電成立資料見註 10。↩

12. SEMI，〈Oral History Interview: Morris Chang〉，2007 年 8 月 24 日為 SEMI 與電腦歷史博物館進行的訪談。此為參與者的回溯判斷，不是當時的中立績效稽核。↩

13. AnnaLee Saxenian 與 Jinn-yuh Hsu（徐進鈺），〈The Silicon Valley–Hsinchu Connection: Technical Communities and Industrial Upgrading〉，Industrial and Corporate Change 10(4)（2001），頁 893–920。本文概述的論點載於公開摘要，未以無法存取的全文支持主張。↩

14. Chen-Dong Tso（左正東），〈State-Technologist Nexus in Taiwan’s High-Tech Policymaking: Semiconductor and Wireless Communications Industries〉，Journal of East Asian Studies 4(2)（2004），頁 301–328。採用出版社公開摘錄，相關比較明確歸於作者的論點。↩

15. 工研院，〈金屬離子捕捉材 NaPoGlass：廢玻璃變黃金，革新金屬廢水處理〉，2025 年 4 月 17 日，院方訪問材化研究人員洪煥毅的報導。產量放大數據來自院方報導，不代表本文已取得獨立測試的驗證。↩

16. 康育萍，〈舊手機、電腦螢幕都能回收再生？這 10 人做出德國大廠嚇一跳的科技〉，《天下雜誌》，2018 年 10 月 1 日。工研院研究者與業界參與者的具名訪談；工廠試驗的故事涉及液晶回收，與 NaPoGlass 是顯示器回收中的不同環節。↩

17. 工研院，〈產業應用亮點〉，NaPoGlass 段落，公開永續網站，2026 年 11 月 4 日查閱。頁面持續更新不同計畫，不能把顯示的頁面日期視為所有後續新增內容的日期。↩

18. 國家度量衡標準實驗室，工研院量測技術發展中心相關資料；經濟部標準檢驗局，〈國家度量衡標準實驗室校正服務再升級〉，2022 年 3 月 16 日。此處所指實驗室，與臺灣另設的國家時間與頻率標準實驗室不同。↩

19. 蘇孟宗，〈IEKTopics 2020 紀念合輯：為下個世代打造美好的明天〉，2020 年。用以說明組織沿革、自有經費的主題研究，以及院方回顧自身政策影響的說法。↩

20. IEK，顧問服務介紹與專家名錄，2026 年 11 月 4 日查閱。不同時期的宣傳資料所列人數並不一致，本文未將其中任何數字視為固定員額。↩

21. 產科國際所，石立康個人介紹，2026 年 11 月 4 日查閱。↩

22. 蘇孟宗，〈IEKTopics 2020 紀念合輯：為下個世代打造美好的明天〉，2020 年。用以說明組織沿革、自有經費的主題研究，以及院方回顧自身政策影響的說法。↩

23. 工研院，〈職涯點線面，我從產業的點，在 ITRI 看到全貌〉，2024 年 8 月刊出、10 月更新。雇主宣傳中的具名職涯敘述。↩

24. 產科國際所，洪國哲個人介紹，2026 年 11 月 4 日查閱。↩

25. 〈工研院疫後轉型，網羅異地人才，研發合作成績逆勢躍進〉，訪談日期為 2022 年 9 月 22 日，2023 年由 i 創科技轉載；受訪者為營運長余孝先。對組織文化的診斷出自他的觀察，不是獨立員工調查的結論。↩

26. Gregory W. Noble，《Conspicuous Failures and Hidden Strengths of the ITRI Model: Taiwan’s Technology Policy Toward Hard Disk Drives and CD-ROMs》，加州大學聖地牙哥分校資訊儲存產業研究中心，報告 2000-02，2000 年 3 月，尤其結論部分。此為歷史評估，不是當前儲存市場的描述。↩

27. 黃芝穎，立法院預算中心，《財團法人工業技術研究院 115 年度預算評估報告》，2026 年 4 月，報告編號 115072，公開章節摘要。無法透過公開目錄取得詳細統計表。↩

28. 施岑佩、黃芝穎，立法院預算中心，經濟部 115 年度預算評估之科技專案章節，2025 年 10 月，表 4 及其註解。收入與經費的比值針對科技專案，不是工研院整體營收比率，也不是對社會效益的因果估計。↩

29. 李珣瑛，〈工研院院長張培仁專訪／三招 助產業躍 A 段班〉，《經濟日報》，2026 年 9 月 21 日。工研院院長的具名訪談；本文未聲稱已獨立查核那支未具名團隊的降本成果。↩

30. 工研院，〈ITRI Overview〉，現行機構介紹，2026 年 11 月 4 日查閱。用以說明業務範圍與公開使命，並非獨立評估。院本部位置見工研院臺灣據點。↩

31. Réka Juhász 與 Nathan Lane，〈A New Economics of Industrial Policy〉，Finance & Development，2024 年 6 月。討論政治經濟與執行能力，並非對工研院本身的影響評估。↩

32. 工研院，〈金屬離子捕捉材 NaPoGlass：廢玻璃變黃金，革新金屬廢水處理〉，2025 年 4 月 17 日，院方訪問材化研究人員洪煥毅的報導。產量放大數據來自院方報導，不代表本文已取得獨立測試的驗證。↩

33. 工研院，〈產業應用亮點〉，NaPoGlass 段落，公開永續網站，2026 年 11 月 4 日查閱。頁面持續更新不同計畫，不能把顯示的頁面日期視為所有後續新增內容的日期。↩

34. 蘇孟宗，〈IEKTopics 2020 紀念合輯：為下個世代打造美好的明天〉，2020 年。用以說明組織沿革、自有經費的主題研究，以及院方回顧自身政策影響的說法。↩

35. IEK，顧問服務介紹與專家名錄，2026 年 11 月 4 日查閱。不同時期的宣傳資料所列人數並不一致，本文未將其中任何數字視為固定員額。↩

36. SEMI，〈Oral History Interview: Morris Chang〉，2007 年 8 月 24 日為 SEMI 與電腦歷史博物館進行的訪談。此為參與者的回溯判斷，不是當時的中立績效稽核。↩

37. Gregory W. Noble，《Conspicuous Failures and Hidden Strengths of the ITRI Model: Taiwan’s Technology Policy Toward Hard Disk Drives and CD-ROMs》，加州大學聖地牙哥分校資訊儲存產業研究中心，報告 2000-02，2000 年 3 月，尤其結論部分。此為歷史評估，不是當前儲存市場的描述。↩