

台灣在先進半導體全球供應鏈中的貿易依賴與技術專精：動態地圖、結構鎖定與斷供代價

Dependence Without Decay: Mapping the Semiconductor Value Chain, 2007-2024

學生：簡丹 | 指導教授：江宣怡 | 國立成功大學企業管理學系 | 國科會 115 年度大專學生研究計畫



研究構想

半導體供應鏈已成地緣政治武器，但「依賴的測量」與「依賴的後果」是斷裂的。本研究問三件事：

- ① 依賴與技術優勢在九大環節如何分布？
- ② 位置會不會隨時間互相影響？
- ③ 斷供發生時，代價由誰承擔？

執行中的轉折：耦合假說落空，把研究帶向衝擊時刻的代價分配。

資料與方法

- BACI 全球貿易 (HS-2007) + BaTIS 智財權利金 + USPTO 專利：十個焦點經濟體，所有指標以全球宇宙為分母
- $$TD_{i \rightarrow j, m/k, t} = NB_{i, m/k, t} \times \left(\frac{IMPSH_{i \leftarrow j, m/k, t} + EXPSH_{j, m/k, t}}{2} \right) \times MC_{i \rightarrow j, m/k, t}$$
- $$RTA_{i, k, t} = \tanh \left[\ln \left(\frac{P_{i, k, t} / \sum_k P_{i, k, t}}{\sum_i P_{i, k, t} / \sum_i \sum_k P_{i, k, t}} \right) \right]$$
- 四套視覺化分工：熱圖、四象限矩陣、軌跡、和弦圖
 - 動態檢驗：雙向固定效應、滯後 1-10 年、多樣本多指標共三十餘規格

研究規模

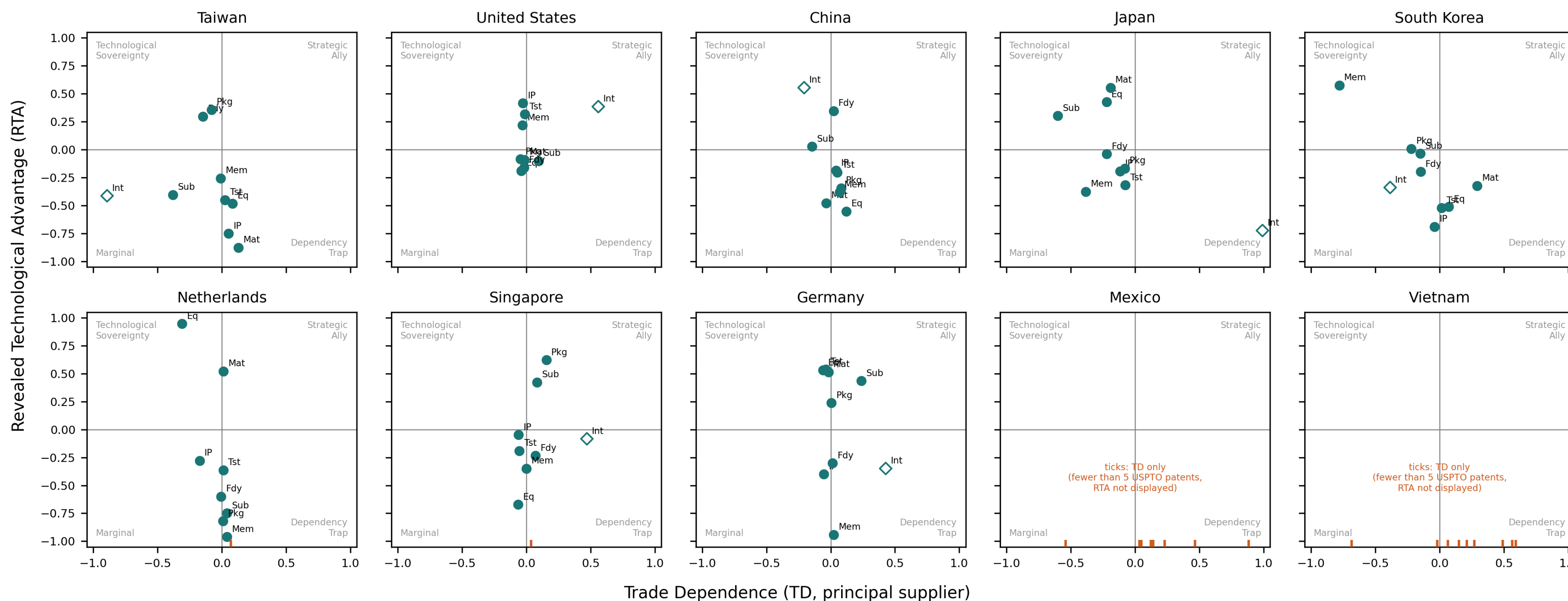
474,490 USPTO 專利 ~200 貿易測量 162 9 環節×18 年

30+ 18 年 5

耦合檢驗規格 主樣本 2007-2024 斷供事件標準化比較

成果一 | 十國九環節的依賴地圖：同一國家，可以既是獨佔賣方，也是重度買方

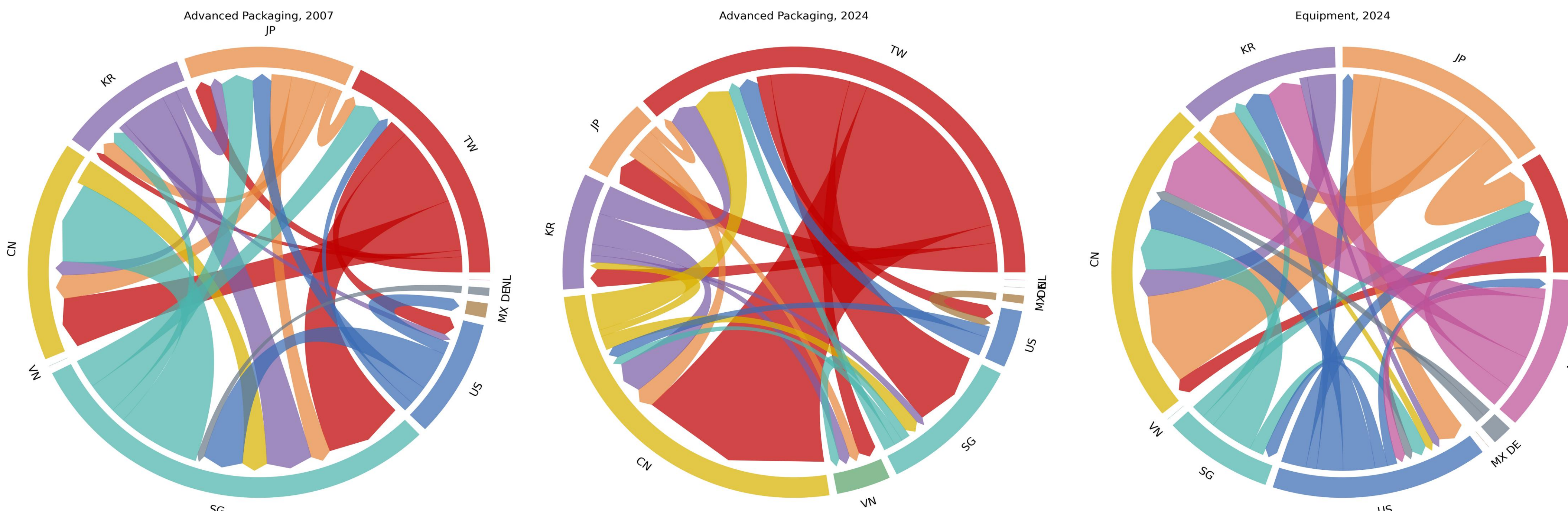
Positions in the TD-RTA Space, Ten Focal Economies (averages 2020-2024; RTA shown only where patent counts permit)



讀圖五點

- 荷蘭：設備單極 (RTA≈+0.95)，技術主權象限的教科書
- 日本×台灣：下游整合互為鏡像 (TD +0.99 對 -0.90)
- 美國：上中游全自給，唯一的依賴藏在下游——晶片層看不見
- 台灣的依賴陷阱：材料、設備、設計 IP；代工 RTA 0.24→0.36 持續強化
- 墨西哥與越南：組裝型態——貿易位置可觀，專利薄弱到多數環節無法計算 RTA
- IP 測量教訓：宇宙錯了，依賴高估十倍 (0.64 vs 0.04) ——測量設計本身就是發現

成果二 | 和弦圖的兩個故事：台灣的第二頂王冠、設備買家的大挪移



先進封裝：台灣出口份額 26% (2007, 左) → 53% (2024, 中) ——圈內過半，新加坡由 25% 退至 5%

(綫帶=雙邊金額，兩端不對稱；顏色=出口方；<1% 流量隱去)

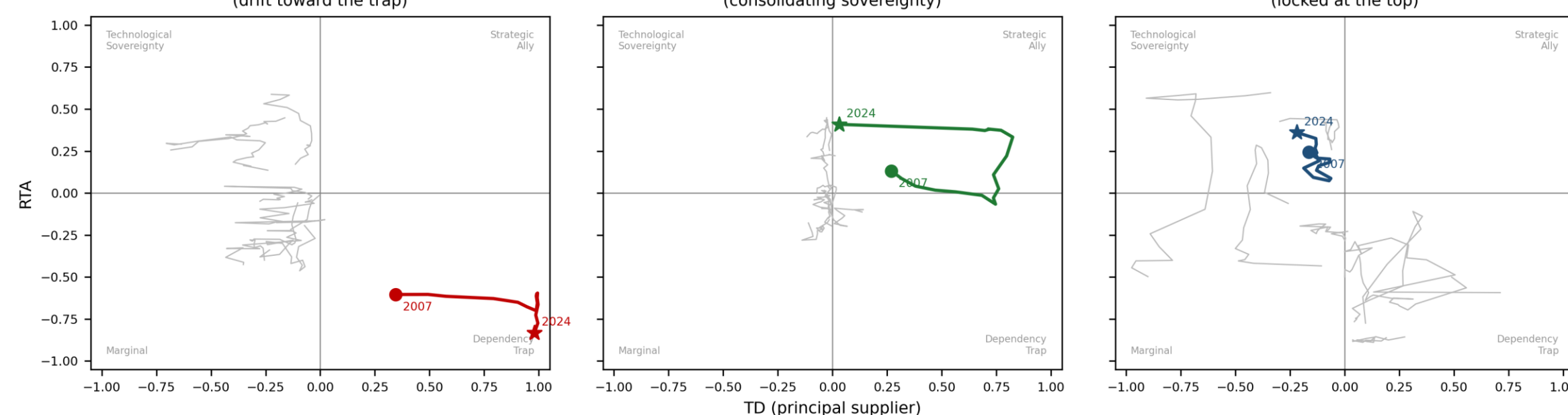
設備 2024 (右)：中國進口份額 16%→40%；荷→中設備 2016 年 9 億→2024 年 98 億美元——管制年代的搶購

供應鏈成鏈遷移

- 下游整合：越南出口份額 0→16%
- 基板：越南進口份額 0→15%——組裝搬到哪，配套採購跟到哪
- 記憶體：韓 30%→45%、中 9%→23%、日本進口 15%→2%
- 材料 2019：日本居核心賣方位置——氟化氫事件的結構背景
- 162 張全系列九環節×18 年，國家順序與配色固定，跨年可比；每張隱去低於總量 1% 的細流

成果三 | 位置是鎖定的：三十餘個規格找不到耦合

Eighteen-Year Trajectories in the TD-RTA Space, 2007-2024 (grey: all other segments of the same economy)



日本下游：滑向陷阱 | 美國下游：重返主權 | 台灣代工：鎖定在頂端

$\alpha = -0.001$ (p=0.87)
 $\beta = -0.0003$ (p=0.99)

與假說相反：依賴不侵蝕能力，能力也不消解依賴。體系只有慣性——十八年間格位 TD 變化中位數僅 0.086。三種變化 (侵蝕/共榮/鎖定於頂端) 取決於讓渡了什麼、保留了什麼。

成果四 | 斷供類型學：代價由可替代性決定

型一 可替代品禁運

日→韓氟化氫：韓國總進口僅 -12%；日本市占 32→15%、全球出口 -38% 永久

賣方付出代價

型二 全球短缺

稀有氣體：單價漲 3-8 倍，傷害與雙邊暴露無關 (r=-0.09)

人人透過價格付費

型三 獨佔品斷供

精準管制：中國設備進口不減反增 48%、單價 2.15 倍——海關近乎隱形；全面斷供 (俄) 進口 -79%

買方付出代價

對台灣的三個啟示

- ① 依賴清點按可替代性分層：材料靠分散，設備與 EDA 靠庫存、設計冗餘與第二來源
- ② 台灣的反制籌碼 (先進製程、先進封裝) 屬海關統計看不見的獨佔——商品統計會系統性低估台灣
- ③ 供應鏈遷移是成鏈移動，單一環節的政策難以攔截整條鏈

國際發表

- 六千字英文論文投稿 EIBA 2026 年會 (丹麥，Track 9)
- 預定於慶應大學工作坊進行國際交流 (2026.10)

