

目錄

壹、 報告摘要	4
貳、 臺美半導體研究合作現況.....	5
2-1. 推動政策依據	5
2-2. 首批合作團隊介紹	5
2-3. 合作研究主題演進	7
2-4. 跨國合作檢討方向	8
參、 晶片製作成本分攤機制探討.....	9
3-1. 第一期分攤比例說明	9
3-2. 第一期晶片製作問題	10
3-3. 分攤機制檢討與改進	11
肆、 跨國審查制度研析.....	13
4-1. 跨國合作計畫審查模式	14
4-2. 主導機構審查模式（Lead Agency Model）	14
4-3. 審查模式探討與精進	15
伍、 結論與未來展望.....	17
陸、 參考資料	19

表目錄

表 1：受補助團隊研究方向（本研究彙整）	5
表 2：第一、二期研究主題對照表（本研究彙整）	7
表 3：第一、二期晶片製作途徑與成本分攤情境對照（本研究彙整）	13

圖目錄

圖 1：國科會科技新布局（本研究繪製）	4
圖 2：NSF 徵案公告晶片下線要求[1]	10
圖 3：下線申請流程（來源：TSRI）	10

壹、報告摘要¹

2022 年國科會完成轉型開拓新局面，在國際合作整體策略上，2023 年擇定半導體、量子科技、太空發展、AI 等重點領域（如圖 1），深化與美、德法與中東歐國家交流，鏈結國際網路，推動重點領域跨國合作。

隨著全球科技競爭升溫，半導體成為各國戰略發展的核心。臺灣憑藉完整的供應鏈與製造能力在全球占有一席之地，而美國則在 IC 設計、設備與原始研究方面佔據領先地位。面對國際政經環境變遷，臺美深化半導體合作，結合雙方優勢資源，已成為雙贏策略之一。

筆者有幸作為臺美半導體計畫規劃推動的一員，經歷臺美雙邊在半導體領域合作的初創時期至今，根據每一次與美國國家科學基金會（National Science Foundation, NSF）進行共識會議討論，彙整歸納雙邊合作在研究主題、成本分攤、審查制度、預算安排、產業參與及合作機制等多面向議題，深入剖析第二期臺美半導體合作計畫之策略方向與挑戰。

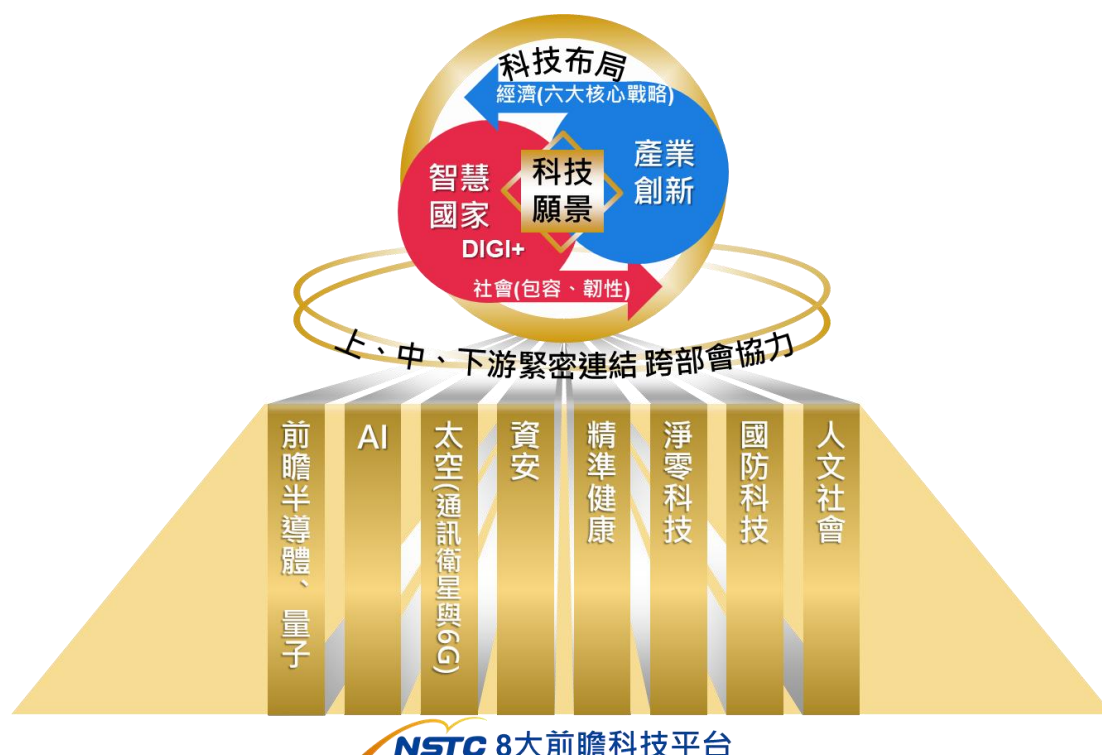


圖 1：國科會科技新布局（本研究繪製）

¹ 本文為研究人員自行研究報告，不代表所屬單位之立場。

貳、臺美半導體研究合作現況

2-1. 推動政策依據

2020 年 12 月我駐美國代表處（TECRO）與美國在臺協會華盛頓總部（AIT/W）於美國華府簽訂臺美科學及技術合作協定（Science and Technology Agreement, STA）；國科會在此協定下歷經 2 年的協商與交涉，終於在 2022 年 8 月完成臺美先進半導體晶片設計及製造合作備忘錄（MOU）及執行協議（Implementing Arrangement, 下稱 IA）簽訂，由本會與 NSF 共同公開徵求第一期（2023-2026 年）臺灣-美國（NSTC-NSF）先進半導體晶片設計及製作國際合作研究計畫（Advanced Chip Engineering Design and Fabrication, 下稱 ACED Fab Program），雙方於 2022 年 9 月 29 日同步徵求。

2-2. 首批合作團隊介紹

ACED Fab Program 為臺美首次於半導體領域之尖端技術學術合作計畫，共計補助 6 個研究團隊，執行期程為三年期（2023/7/1-2026/6/30），各年度整體補助經費新台幣 3,000 萬元，三年總經費新台幣 9,000 萬元，其中一半用於支持雙邊合作之臺方晶片下線（tap-out）費用，並委由台灣半導體研究中心（以下簡稱 TSRI）統籌管理各團隊可使用額度。

表 1：受補助團隊研究方向（本研究彙整）

序號	計畫名稱	研究方向	計畫主持人	主持人執行機構	外國主持人合作機構
1	臺美半導體合作計畫-240-GHz 高效節能 CMOS MIMO 雷達 ACED Fab: 240-GHz Energy-Efficient CMOS MIMO Radar	a, b	李俊興	國立臺灣大學電機工程學系暨研究所	Ali Niknejad, University of California, Berkeley
2	臺美半導體合作計畫-即時優化收發器系統 ACED Fab: ROOTS: Real-time Optimization Of Transceiver Systems	a	鄭光偉	國立成功大學電腦與通信工程研究所	Jeff Walling, Virginia Polytechnic Institute and State University
3	臺美半導體合作計畫-用於節能同調性光互連的新型電子光子系統的協同設計 ACED Fab: Co-Design of Novel Electronic-Photonic Systems for Energy-Efficient Coherent Optical Interconnects	d	楊清淵	國立中興大學電機工程學系（所）	Samuel Palermo, Texas A&M University

4	臺美半導體合作計畫-晶片金氧半導體晶體及微機電紅外光譜系統 ACED Fab: On-chip CMOS-MEMS Infrared Spectroscopy System	d	王暉	國立臺灣大學電信工程學研究所	Qun Gu, University of California, Davis
5	臺美半導體合作計畫-應用於人工智慧與機器學習之即時可重組陣列架構技術 ACED Fab: Runtime Reconfigurable Array (RTRA) Technology for AI/ML	a, b	楊家驤	國立臺灣大學電子工程學研究所	Dejan Markovic, University of California, Los Angeles
6	臺美半導體合作計畫-用於終端學習/判斷的超快/低功率之新型磁性記憶體人工智慧晶片 ACED Fab: Ultrafast, low-power AI chip with a new class of MRAM for learning and inference at edge	b, d	劉致為	國立臺灣大學電子工程學研究所	Shan Wang, Stanford University

- a. 高效能、低延遲、低功耗系統電路 (Energy-efficient circuits and systems: low latency and high performance at lower power for sensing, computing, and communication.) : 序號1, 2, 5 團隊
- b. 具人工智慧功能邊緣運算SOC (Edge-AI sensing, computing, and communication: edge-intelligence system-on-chip (SoC) development.) : 序號1, 5, 6 團隊
- c. 量子電腦/通訊關鍵電路(Quantum chips: essential building blocks of very compact form factors and great scalability for quantum computers and quantum communications.) : none
- d. 新興異質整合半導體(Emerging semiconductor heterogeneous integration: enabling beyond 5G and E-car.) : 序號3, 4, 6 團隊

為了深化臺美雙方的學術合作，合作團隊間持續透過各種方式保持密切交流。不僅定期召開線上會議討論進度，確保雙邊研究即時對接，也安排年度互訪活動、學生暑期實習，或一起參加國際重要研討會。透過這些持續互動，雙方的合作關係也越來越緊密。以下是主要合作內容的簡要說明：

- **臺大李俊興 × UC Berkeley (Ali Niknejad)**

開發低成本 CMOS 製程的 240 GHz 雷達系統，體積小、解析度高，支援大型 MIMO 陣列，可實現全方位成像。

- **成大鄭光偉 × Virginia Tech (Jeff Walling)**

研發毫米波發射機即時校正技術，降低電路功耗，並應用於通訊、感測與影像。

- **中興大學楊清淵 × Texas A&M (Samuel Palermo)**

建構電子光子整合系統，提升訊號產生與電源穩壓效能，強化光電傳輸晶片價值。

- **臺大王暉 × UC Davis (Qun Gu)**

開發小型低雜訊紅外光譜晶片，效能超越傳統商用傅立葉轉換紅外 (FTIR) 系統，應用於癌症檢測。

- **臺大楊家驤 × UCLA (Dejan Markovic)**

研發可動態重組的晶片架構，支援深度學習與多樣工作負載，單一平台即可支援多元應用。

- **臺大劉致為 × Stanford (Shan Wang)**

開發 MRAM 記憶體內運算晶片，結合設計工具驗證，提升 AI 運算效率並降低能耗。

2-3. 合作研究主題演進

從第一期到第二期的研究主題規劃上，雙方達成一致共識，在部分方向上進行微調。第一期主要放在「技術本身的突破」，像是高效能電路、邊緣 AI、量子元件、還有異質整合這四大領域。到了第二期，重點就逐漸往「實際應用」及「系統整合（美國強項）」靠攏，特別是希望把 AI 和量子技術放進更明確的應用情境裡，同時把異質整合作為一個主要的發展平台。簡單來說，研究的範圍從原本偏電路層級的技術研究，往更上層的系統和應用延伸，顯示雙方的合作開始從技術深度走向跨域整合，越來越重視化研為用。

表 2：第一、二期研究主題對照表（本研究彙整）

第一期研究主題	第二期研究主題與變化重點
Edge-AI sensing, computing, and communication: edge-intelligence system-on-chip (SoC) development. 具人工智慧功能邊緣運算 SoC	第二期擴展為「AI 輔助整合式晶片」，強化應用導向面，範圍延伸至醫療、無人機與機器人等 NSF 優先領域，以擴大 AI 在實際場域的運用。 Edge-AI-assisted integrated sensing, control, and communication chips in autonomous systems (robotics, drones, etc.) or for healthcare, industrial, and other applications.

	AI 輔助整合式感測、控制與通訊晶片，應用於自動化系統（如機器人、無人機）及醫療、工業等領域
Energy-efficient circuits and systems: low latency and high performance at lower power for sensing, computing, and communication. 高效能、低延遲、低功耗系統電路	第二期刪除「低功耗高效能電路」獨立主題，因考量所有晶片皆追求此目標；但仍聚焦於較多團隊投入的異質整合技術，開發「高效能低功耗通訊與感測晶片」。
Emerging semiconductor heterogeneous integration: enabling beyond 5G and E-car. 新興異質整合半導體	Energy-efficient high-performance communication and sensing chips enabled by heterogeneous integration of semiconductor technologies 透過異質半導體技術整合，實現高效能且具能源效率的通訊與感測晶片
Quantum chips: essential building blocks of very compact form factors and great scalability for quantum computers and quantum communications. 量子電腦／通訊關鍵電路	第二期延續此 NSF 優先主題，強調應用層面的革新與跨領域系統整合。 Quantum chips to revolutionize communication, sensing, and computing systems. 量子晶片：推動通訊、感測與運算系統革新的核心技術

2-4. 跨國合作檢討方向

前面 2-2 小節有提到，在第一期計畫中，每年配置與臺方研究團隊受補助總額對等之新台幣 1,500 萬元，用以支持雙邊合作之晶片下線（tape-out）費用，三年合計 4,500 萬元，該經費主要由本會補助單一規劃計畫，邀請 TSRI 研究人員擔任計畫主持人，統籌管理本會決議各團隊可支用的晶片下線經費，而每個團隊三年合計可運用之晶片下線額度，依審查結果落在新台幣 660 萬元至 840 萬元不等。臺美雙方共同進行電路設計，並可透過臺方合作夥伴間接使用臺灣晶片製造廠資源，美方合作夥伴則僅需支付晶片製作總金額的 20%；然而，跨國合作夥伴實際進行晶片下線製作前，就遇到了不少難題。

另一方面，本項 ACED Fab Program 是首次採取由 NSF 擔任單一主導審查機構（Lead Agency）的模式，有別於以往國科會雙邊合作計畫各自獨立審查，再召開共識會議決定雙邊通過團隊的方式；就國科會的立場，這讓我方對於最終決定權缺乏主導性，因此除了需要對主導機關具備充分信任外，也須透過制度化的審查資訊交換與意見回饋機制，確保審查結果的

公正性與雙邊合作的對等性。

接下來的兩個章節，將分別針對跨國合作夥伴間與跨國政府機構間面臨的挑戰進行深入探討：包括第一期晶片製作費用的分攤機制與團隊執行期間實際遇到的問題，以及雙方在審查機制上的設計與安排。此分析不僅可作為第二期計畫檢討與改進的基礎，也可為其他跨國合作計畫的推動與規劃提供參考。

參、晶片製作成本分攤機制探討

3-1. 第一期分攤比例說明

在第一期（2023 年至 2025 年）的 ACED Fab Program 籌劃過程中，雙方針對晶片製作費用的分攤比例展開了多次討論。其原因在於，TSRI 已為國內學研單位建置完善的服務體系，涵蓋了從晶片設計、製作、封裝服務，並提供 TSRI 所開發雲端架構之晶片系統設計運算平台及服務 (Electronic Design Automation Cloud service, EDA Cloud service)，可供數千個設計案同時進行設計，學研單位付費價格又相對優惠，是其他國外機構所無法提供的；尤其針對具備前瞻研究價值或教育意義的晶片，經過 TSRI 審核通過後，甚至可提供學研界僅需自付約 5% 費用的優待政策，同時能大幅縮短技術研發與驗證所需的時程。這樣的資源不僅降低成本負擔，也強化了研發效率，對美方而言自然成為極具吸引力的合作條件與誘因。

在多次雙邊會議的討論與協商過程中，我方最終同意在雙方簽署的執行協議（IA）裡納入一項條款，即美方僅需承擔總經費的 20%，其餘 80% 則由 TSRI 依審結決議各研究團隊可動用的經費額度加以規劃並進行扣繳（同 TSRI 自費晶片的收費方式，不須經 TSRI 審核）。另一方面，在第一期美方同步公告的徵案內容中也清楚規定，美方主持人必須至少完成一項晶片設計，並且使用臺灣的半導體製造能量進行晶片下線，藉此確保合作成果能確實使用臺灣的製造資源。

An ACED Fab proposal must be an integrated collaborative effort between the U.S. and Taiwan researchers. The research project must aim to bring a specific innovation to integrated circuit prototypes that demonstrate advanced functionality and utilize advanced fabrication technology as differentiators. The scope of an ACED Fab proposal must include at least one semiconductor chip design for tape-out utilizing fabrication process technologies of Taiwan's semiconductor foundries via multi-project wafer runs within the duration of the project.

圖 2：NSF 徵案公告晶片下線要求[1]

3-2. 第一期晶片製作問題

在臺美合作計畫的徵案設計中，合作重點不僅止於電路設計階段，而是必須將設計送往晶片下線並完成實體製作，再透過實際晶片的量測與驗證，來檢視雙邊合作在技術研發上是否真正具備實質成果。然而，由於受到 TSRI 管制實驗室（Security Lab）相關規範的限制，僅限於在臺灣研究或教學機構具有正式身分的成員，如教師、研究助理、學生等，才能成為其服務對象，連同設計過程中所使用的雲端電子設計自動化工具（EDA cloud service），也只允許具備前述資格的成員使用。換言之，在臺美合作研究推動的過程裡，必須仰賴臺灣端的合作主持人出面，協助完成向 TSRI 申請晶片下線製作的複雜程序。

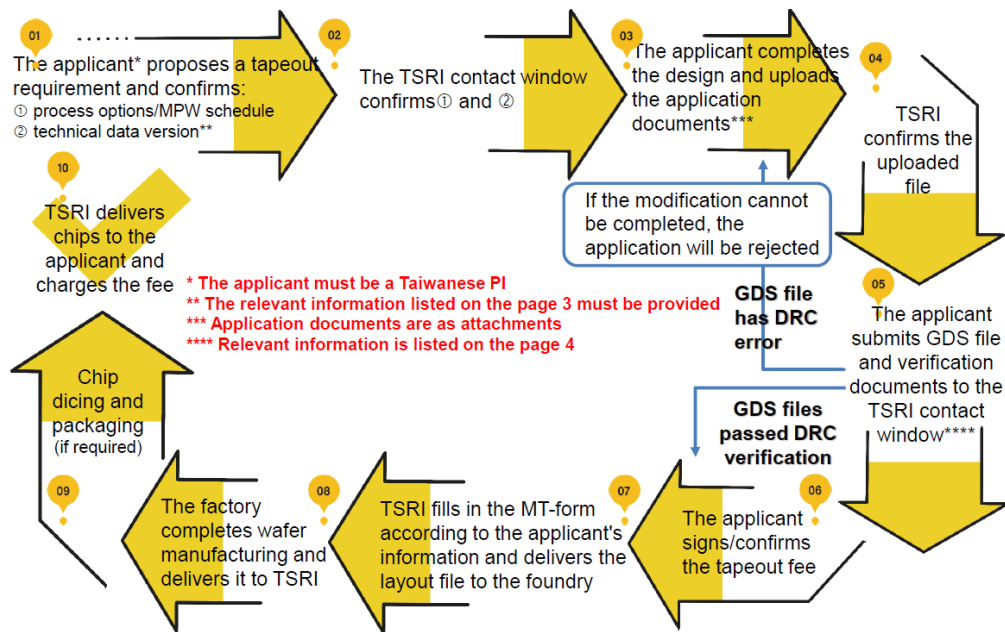


圖 3：下線申請流程（來源：TSRI）

與 TSRI 莊英宗副主任討論瞭解到，從晶片設計到最終成品的製程本身極其複雜且嚴謹，任何細節都無法出現一點錯誤；再加上資料傳輸所帶

來的資訊安全風險，以及最終成果所涉及的智慧財產與利益分配問題，使得這項看似單純的工作，其實困難重重、挑戰性極高。在執行過程中，收到團隊反應許多在設計階段出現的問題：

1. PDK 參數差異問題

臺灣學研機構能使用的下線製程設計套件（Process Design Kit, PDK）參數有限，而美方在設計初期並未發現其使用的 PDK 與臺灣可下線的版本不同，結果導致設計需要再重新調整，影響研發時程。

2. 製程 IP 與 PDK 不相容

其中一美方團隊已經擁有某一製程的智慧財產權（Intellectual Property, IP），但該 IP 對應的 PDK 並不符合臺灣這邊能夠下線的製程。經過溝通後，美方仍不願意重新修改或調整設計。

3. 設計內容不對等

美方在合作計畫中並未進行電路設計工作，例如只負責陣列設計，或採取異質整合，初期設計階段無法整合；若相關技術問題最後無法解決，雙方可能會各自完成各自的設計，再到計畫末期才嘗試將成果做後段製程的整合。

3-3. 分攤機制檢討與改進

除了前一小節提到設計階段出現的問題以外，執行上也出現了實際研發需求與資源服務供給的問題。TSRI 提供 16 種常規化製程下線服務，其中也包含互補式金屬氧化物半導體（Complementary Metal-Oxide-Semiconductor, CMOS）16nm、28nm 等先進製程，然而部分團隊的研發範疇超越單純的 CMOS 製程，還需要 TSRI 未提供的特殊先進設備、製程服務或與其他美國晶片技術之整合。在此狀況下，美方 PI 就需要找尋其他製造資源，並預留部分預算進行晶片製作。

例如，中興大學楊清淵教授團隊與美國德州農工大學合作開發電子—光子整合系統，嘗試以「光子」訊號取代多數電子訊號，以達到更快的傳輸速度並降低發熱量，這屬於電子電路（Electrical IC, EIC）設計與光子電路（Photonic IC, PIC）設計的異質整合應用（如 2-2 節表 1 所示，團隊序號

3、4、6 皆屬於此範疇）。然而，TSRI 並未對學研界提供矽光子（SiPh）製程服務，使得團隊不得不依賴國外的半導體製程廠來完成晶片製作。

人才交流方面，基於 TSRI 服務對象的限制條款，僅提供國內學者/學生使用 TSRI 服務，原是希望有利於吸引國外合作團隊進一步實質互訪交流，特別是，若能讓國際交換學生在取得國內學術機構學生身份後，不僅直接使用 TSRI 的服務，還能促進跨國團隊的學術互訪與實質合作，並進一步拓展台灣團隊成員的研究深度與國際視野。然而，受限於川普政府的移民與留學政策，部分非美籍學生若出境後恐無法順利返回美國，這對於美國電機系學生（其中多數並非美國籍）形成阻礙，也使原先規劃的國際學生來臺交流與使用 TSRI 服務的構想難以順利推動。

第一期計畫在晶片下線製作經費出資比例上確實存在爭議，主要源於第一期理想規劃所有合作團隊應當「攜手（來臺）共同完成電路設計」，並「統一委由 TSRI 進行晶片下線作業」。然而，在實際執行過程中，考量到複雜的電路設計整合、國際地緣政治風險（如美國相關政策的變動與限制）、出口管制等不可控因素，在近期的雙邊會議中，對此議題進行了深入且細緻的討論，並就國內外代工廠的選擇進行情境上的考量，思考雙邊對等性（50：50）與最大化彈性（讓各團隊可依專案特性自行決定最合適的比例）的優劣。

最終雙方趨向於採納更為靈活的合作機制，不再拘泥於每個團隊的晶片下線作業是否都必須經由 TSRI 執行或採行單一固定的分攤比例，而是給予臺美合作團隊彼此有更多的選擇，使跨國團隊間能針對合作內容、研究需求與資金規劃進行充分的協商，自行討論並決定最符合雙方需求的晶片下線資源與費用分攤比例。

預想此一調整能最有效地切合雙邊團隊的研究目標與技術需求，但也考量到取消此一限制後，可能需要進一步要求學生實質交流；因為第一期要求晶片透過 TSRI 下線製作，某種程度上可以提高美國學生訪問台灣研究室的机会，來達到人才實質交流的目的，例如：加州大學戴維斯分校的學生曾在 TSRI 實習近兩個月，這證明了第一期專案成功進行人員交流，

但如何在第二期保持密切實質交流，將會是一大挑戰。

表 3：第一、二期晶片製作途徑與成本分攤情境對照（本研究彙整）

比較項目	第一期規劃	第二期規劃
選擇彈性	受 TSRI 可提供服務種類限制，彈性較低。	可選擇國內外代工廠、製程或製造節點，彈性較高。
服務限制	TSRI 僅提供國內學者/學生使用服務。（原希望透過此條件吸引國外團隊實質互訪交流）。	無此限制，團隊自行選擇可接受臺美雙邊團隊委託的代工廠即可。
符合計畫原始要求	至少一項晶片設計委由 TSRI 下線即符合要求。	可能與現有 NSF 徵求公告中的要求有所抵觸。（第二期公告須修正）
實質交流	為促進國際學生來臺交流並使用 TSRI 服務，但受限於美國移民與留學政策，執行困難。	無限定使用 TSRI 資源的顧慮，但也缺少直接促進國際學生來臺實質交流的誘因。
地緣便利	TSRI 地理上接近臺灣團隊，溝通較便利。 受限美國商務部規定，TSRI 無法直接向美方團隊運送晶片，運輸工作由臺方 PI 承擔。	國外代工需跨國協調，物流與時程可能延長，拉長整體電路設計研發驗證時程。
經費分攤	採固定比例，無須花費精神協調付費比例，美方僅負擔總金額 20%，臺方需負擔總金額 80%，由 TSRI 統籌管理的經費中扣繳臺方晶片製作下線經費。	更具彈性，允許臺美團隊自行協商分攤比例，以選擇最切合專案的資源。
製作成本	TSRI 對學研界提供費用優惠。	國外代工廠的費用相較 TSRI 給予的費用優惠來得高出許多。
適用類型	適用於常規化製程的技術研究。	適用於需特殊製程（如矽光子 SiPh、MEMS）或複雜異質整合的尖端技術研究。
考量事項	美方期望可獲得晶片製作優惠，臺方期望可增進人才實質交流。	技術可行性與研究專案特性，最切合雙邊研究的需求。

肆、跨國審查制度研析

ACED Fab Program 屬於臺美雙邊協議下推動的「專案型國際合作研究計畫」（Joint Call），推動初衷是希望促成台灣與美國半導體領域的學術團隊建立夥伴關係，由臺灣與美國的計畫主持人共同規劃研究內容、技術整合方法、晶片下線製作規劃、執行進度規劃、雙邊人才交流方式，並分

別向本會及 NSF 提出申請資料。

前一章節係針對第一期計畫跨國合作夥伴間實質面對的難題進行探討，而本章節將針對第一期跨國政府機構間面臨的挑戰進行深入探討。本章節聚焦於說明 ACED Fab Program 審查機制上的設計與安排，包含回顧第一期雙邊合作計畫所採取的審查模式，並就該審查模式分析其優點與不足，再進一步探討第二期半導體計畫推動規劃時的精進措施。

4-1. 跨國合作計畫審查模式

筆者與科國處資深研究員交流後得知，本會在審理雙邊國際合作計畫時，通常會先由我方與合作國家的對等機構進行獨立審查，並提出推薦排序（有時是用紅/綠/黃燈號表示）。接著，雙方會召開共識會議，綜合考量審查評語、經費預算、研究主題的均衡性、甚至是補助團隊的地理分布等因素，最終共同決定由哪一組跨國團隊獲得核定與補助。

而 ACED Fab Program 是依據前述雙邊共同簽署的臺美半導體合作備忘錄（MOU）規範，進一步簽訂詳細執行協議（IA），並載明由 NSF 擔任單一主導審查機構（Lead Agency）。參與審查的相關成員須遵守 NSF「優點審查（merit review）」之標準流程、政策與程序進行，在徵求公告[1]中也載明包含簽署 NSF 利益衝突及保密聲明，並且明訂審查評估項目包括 (a) 學術知識貢獻（Intellectual Merit）以及 (b) 研究成果對社會或產業的寬廣影響力（Broader Impacts）等內容。

4-2. 主導機構審查模式（Lead Agency Model）

本小節筆者探討一下何謂「Lead Agency Model」。在跨國合作研究審查作業中，「Lead Agency」機制指的是選定一方機構（如 NSF）來負責該合作提案的單一審查流程，即一組雙邊合作研究團隊共同提交一份合作計畫，單由 Lead Agency 進行審查與評估，而非各國機構各自分開評比；這樣做可以避免雙邊評價過度分散、減少重複審查所消耗的時間與成本；各國政府仍保有己方對經費預算的控制權，並在協議範圍內接受 Lead Agency 的審查結果與決定。

由 NSF 官方網頁公告訊息中搜尋，可以發現 NSF 在許多跨國合作研究審查模式都採取 Lead Agency Model，除了 ACED Fab Program 明文規定由 NSF 擔任單一主導機構[1]，也觀察到有些跨國合作是輪流擔任主導機構，例如美國與英國的量子科學研究[2]或美國與瑞士的非特定主題研究[3]，而有些情況則根據合作團隊研究重點和專業領域進行協商，決定哪一方擔任主導機構，如美國與德國的化學工程研究[4]。

4-3. 審查模式探討與精進

如同第 4-1 節所述，在本會多數雙邊國際合作研究計畫中，通常採取「雙方各自完成審查與排序後，再透過共識會議決定通過名單」的模式。然而，第一期 ACED Fab Program 啟動前，我方已初步了解「Lead Agency」的運作精神。考量美國在科研領域具全球領導地位，且 NSF 長期以來即以此制度推動國際合作計畫，便與 NSF 達成共識，於首期計畫中由 NSF 擔任單一主導審查機構，以簡化審查流程，避免雙方重複評估或因標準分歧造成審查結果不一致的情形。

然而，考量本會的立場，我方仍希望 NSF 在審查過程中能納入臺灣專家的意見，以確保雙邊評估觀點的平衡與多元性。為此，工程處特別彙整並提供一份推薦名單予 NSF 參考，其中包含 10 位主要審查委員及 4 位備選委員相關資料。但在雙方協調過程中發現，NSF 所安排的審查會議多以美東時間為基準，與臺灣時區相差近 12 小時，致使即時參與會議存在實質困難。經討論後，NSF 建議我方委員可透過其線上審查系統提供書面審查意見，以作為 NSF 召開會議時的參考依據，確保臺灣專家意見仍能被納入整體評估流程中。

另一方面，也考量到 NSF 在正式啟動評審作業前，需預留約一個月進行審查委員的邀聘作業，期間除需確認各委員的專業背景與審查領域是否適配外，亦須逐案檢核其是否涉及利益衝突（Conflict of Interest, COI）。由於我方是臨時提供專家名單，儘管 NSF 曾表示將盡力邀請我方委員參與，但考量時區差異、視訊會議、內部程序等問題，都影響到邀請作業的順暢度，最終將我方所推薦的委員定位為特定提案的專門審查人員。

而基於美方評審制度的保密機制與程序完備原則，NSF 特別來信強調所有受邀擔任書面審查的臺灣委員，除了不可對外揭露其審查身分，也不可向本會透露相關訊息，同時，也要求我們應避免主動聯繫確認名單中之學者是否受邀參與評審。在此規範下，我們於第一期評審作業結束後，仍無法得知臺灣學者實際受邀及參與的比例與人數，相關資訊仍掌握於 NSF 內部，無從進一步確認。

在第二期合作討論中對於「Lead Agency」審查機制產生爭議，我方強烈要求在第二期中提升參與度，主要訴求包含下面幾點：

- 明確了解「Lead Agency」模式各階段中臺方可參與的環節
- 清楚臺方在各審查階段的貢獻方式
- 將臺方（包含專家或國科會）的意見納入決策過程

在近期召開的雙方會議中，NSF 表明基於內部考量，未來新一期的臺美半導體合作計畫仍持續採用「主導機構審查模式」（Lead Agency Model）；但也認同第一期計畫在審查階段確實有一些溝通與作業落差，導致產生部分誤解與爭議。為改善後續合作品質，NSF 承諾將持續優化審查流程，確保整體作業能符合「公平、公正、公開」原則，並提出具體改善方向，包括：擴大臺灣審查委員參與、調整審查時區配合、引入觀察員制度，以及增設雙方意見回饋環節。

1. 擴大臺灣審查委員參與

- ✓ NSF 歡迎臺方領域學者參與，將努力擴充臨時審查員（ad hoc reviewer²）資料庫，以增加臺灣學者被納入考量的機會。
- ✓ 未來將預留更充裕的行政時程，以利本會提前提供推薦名單，並配合 NSF 進行邀請、利益迴避（COI）確認等程序。
- ✓ 在可行範圍內，NSF 將致力於提升臺灣學者於評審小組中的參與比例，促進雙邊委員構成之平衡。

² 美國國家科學基金會（NSF），「Volunteer as an NSF Reviewer」一頁。NSF 官網對「ad hoc reviewer」的角色與功能有明確定義，僅被邀請針對單一或少數提案進行評審，且通常不會參加整體專案評審小組會議。來源：<https://www.nsf.gov/funding/merit-review/volunteer>

2. 審查員時區配合

- ✓ 考量臺美雙方長達 12 小時的時差，NSF 將於後續會議中調整審查時間安排，盡可能兼顧雙方工作時段。
- ✓ 長時間的會議將分段進行，以減輕跨時區審查人員的負擔，並確保討論品質。

3. 引入觀察員機制

- ✓ NSF 建議邀請我方專案召集人以觀察員（Observer）身分參與審查會議。
- ✓ 觀察員可全程出席會議，以瞭解審查運作及評分過程，確保程序的公開與透明。
- ✓ 觀察員不具投票或評分權，其主要職責為監督評審程序之公正性，並作為雙方資訊交流的窗口。

4. 增設意見回饋環節（比照 FuSe2 計畫審查流程³）

- ✓ 審查初期由 NSF 進行提案之初步評估，篩選出具高度競爭力的申請案。
- ✓ 篩選結果將提供本會進行意見回饋，以納入臺方觀點與建議。
- ✓ 本會可集中審視具潛力的高品質提案，提升整體審查效率與決策精準度。

整體而言，在雙邊會議中可以看出 NSF 對臺美科研合作機制的重視，前述的改善提案展現出美方在現有制度框架下積極調整的彈性與誠意，期望透過制度化改善措施，促進新一期計畫公平審查與雙邊互信的深化。

伍、結論與未來展望

臺灣與美國在半導體領域的合作具有互補性，也建立了不錯的互信基礎。雙方在研究、人才交流和技術創新上都有很大的發展潛力。不過，隨著產業變化越來越快、國際情勢也不斷調整，雙方還需要更緊密的協調，

³ 根據 NSF 官網《Future of Semiconductors (FuSe2)》徵求公告規定，FuSe2 計畫全案審查完成後，進入審查候選人階段，將與產業夥伴共享（但不含專利或機密資料）候選提案、匿名評審意見與評審摘要，並蒐集產業夥伴的建議與意見，作為最終決定之參考。來源：

<https://www.nsf.gov/funding/opportunities/fuse2-future-semiconductors/506141/nsf24-521/solicitation>

像是預算安排的思維、產業參與及智財問題、合作機制建立等，都有優化的空間。接下來的第二期合作，將會是觀察雙方能否順利建立良好制度、展現長期合作成果的重要階段。

未來建議可加強如下方向：

1. 納入成本差異的預算結構與分配思維

計畫剛開始執行時，就發現在經費結構上，臺美雙方研究計畫存在顯著的成本落差。以工程處常態補助而言，一般專題研究計畫每年平均核定經費約為新臺幣 100 萬元，三年期約當 10 萬美元左右。此經費規模足以支應一位博士生與部分研究助理的人事費、基本研究設備、耗材及國外差旅費等支出，但在國際合作或大型專案計畫中相對有限。

相較之下，ACED Fab Program 的經費配置明顯較為充裕，每案補助約 50 萬美元（含晶片下線製作費用），約為臺灣一般型計畫的五倍，對臺灣 PI 具有極高吸引力，不僅能擴大研究團隊的規模，也有助於進行跨域研究或升級實驗室的設備。

但據美方的回饋，即使單案金額達 50 萬美元，在美國的學術研究成本結構下，仍可能無法完全支應一名博士生三至四年的完整培育費用。主要原因在於美國博士生的人事成本、學費與實驗支出均遠高於臺灣。因此，雙方在後續合作推動中，或許能考量成本差異，並在經費配置與計畫設計上尋求更具彈性與公平性的配套。

2. 建立適用於雙邊合作的新創企業參與機制

在第二期合作討論過程中 NSF 曾提案：「除了學術研究團隊外，NSF 將允許美國新創公司與台灣研究團隊共同提交申請」；因美方團隊仍由 NSF 補助，此種提案方式沒有違背國科會補助主持人資格規範，所以我們歡迎美國新創企業參與計畫，也認為這有助於促進創新能量與產學連結；然而，謹慎思考後仍發現有兩項議題需要再評估規劃。

第一是出口法規限制，如前面 3-3 小節中表 3 彙整，TSRI 無法直接向美方團隊運送晶片，更不用說美國公司，而臺方 PI 是否可以直接對美國公司運送晶片還有待商榷；第二是智慧財產權的歸屬問題，若電

路設計透過 TSRI 進行晶片製作，TSRI 本身並非量產單位，因此在服務範圍與製程支援上存在一定限制，同時，美方無法取得完整的最終產權，只能獲得有限的研究使用權，即便選擇國外代工廠，仍舊會有智財權歸屬問題。

若未來雙方希望將美方新創團隊正式納入合作架構，就必須事先建立更明確的權責劃分與產權管理機制，以確保合作成果能被雙方公平運用，同時避免後續產權爭議或商業應用上的糾紛。在這些挑戰尚未有明確解法下，若貿然納入第二期合作，可能增加行政與法規風險。基於審慎原則，最終雙方同意第二期仍維持以學術研究單位為主，待合作機制更加成熟後，再考慮逐步開放新創企業參與。

3. 建構長期穩定合作機制

在制度建構與合作機制方面，針對單一行政事項，例如近期 NSF 的人事與財務有一些不穩定，導致第二期規劃尚無法依原定時程展開，期望可借重駐外科技組的支援，定期向本會國內相關同仁回報最新進展；針對需要雙邊正式確認的事項，制定可以每年常態依循的時間表，定時召開雙邊會議，並完善會議紀錄與資訊互通的流程；這樣的安排不僅能強化雙方的溝通與互信，也有助於建立穩定、長期的合作架構。

臺美半導體合作不只是科研層面的交流，更在科技治理與供應鏈安全上具有重要的示範意義。期望後續合作上，我方在國際審查制度中能有更多的參與及發聲空間，以確保臺灣在國際科研合作中的角色更具影響力與主動性。

陸、參考資料

- [1] Advanced Chip Engineering Design and Fabrication (ACED Fab). (2022). NSF 22-636. Retrieved from: <https://www.nsf.gov/pubs/2022/nsf22636/nsf22636.htm#toc>
- [2] National Science Foundation. (2025). NSF-UKRI/EPSC Lead Agency Opportunity on Quantum Information in Chemical Systems. Retrieved from <https://www.nsf.gov/funding/opportunities/dcl-nsf-ukriepsr-lead-agency-opportunity-understanding-0>
- [3] National Science Foundation. (2023). NSF-Swiss NSF Lead Agency Opportunity.

Retrieved from <https://www.nsf.gov/funding/opportunities/dcl-nsf-swiss-nsf-lead-agency-opportunity>

- [4] National Science Foundation. (2023). NSF-DFG Lead Agency Opportunity in Chemistry and Chemical Process and Transport Systems. Retrieved from <https://www.nsf.gov/funding/opportunities/nsf-dfg-lead-agency-opportunity-chemistry-chemical-process>