

工業技術研究院

Industrial Technology
Research Institute

APIAA會員大會

美中博弈下，我國核心關鍵技術 保護之思維

鍾俊元

工研院產業科技國際策略發展所

2024年04月26日



大綱

- 美中博弈下「小院高牆」政策發展
- 全球重要國家之核心關鍵技術清單做法
- 我國核心關鍵技術保護的思維
- 結語

近期 ASPI 報告中，指出關鍵與新興技術競爭警訊

- 澳洲戰略政策智庫 ASPI 於 2023 年 9 月發布最新調查顯示，8 大類關鍵與新興科技領域，共計 61 項技術中(各列前五名)，中國有 50 項目居於首位，這份報告為美國科研界敲響警鐘。

1 先進資通訊技術領域



- 高效能運算
- 先進射頻通訊技術*



- 先進海底無線通訊*
- 先進光通訊技術
- 網狀網路基礎設施及獨立通訊技術
- 網路安全防護技術
- 分散式帳本技術

2 人工智慧技術領域



- 先進積體電路設計與製造
- 自然語言處理



- 先進數據分析
- 人工智慧演算法及硬體加速器
- 對抗性人工智慧
- 機器學習 (含神經網絡與深度學習)

4 生物科技領域



- 疫苗及醫療對策措施
- 基因編輯與工程
- 核子醫學與放射治療



- 合成生物學*
- 生物製造
- 基因定序與分析
- 新型抗體與抗病毒藥物

5 國防、太空、機器人及運輸



- 小型衛星技術
- 太空發射系統



- 超高音速偵測/追蹤技術*
- 先進航空引擎 (含超高音速技術)
- 無人機/群集、協作機器人
- 自主系統與運作技術

3 量子領域



- 量子運算



- 後量子密碼學
- 量子通訊 (含量子金鑰分發)
- 量子感測

6 感測、定位導航、計時技術



- 原子鐘
- 重力場感測器



- 慣性導航系統*
- 多光譜核高光譜成像感測器*
- 光子感測器*
- 聲納與聲學感測器*
- 雷達
- 衛星定位與導航
- 磁場感測器

7 能源與環境領域



- 電池*
- 氫能及氦能*
- 超級電容技術*
- 定向能技術
- 核廢料管理與回收
- 太陽能光電 (光伏)
- 生物燃料
- 核能

8 先進材料與製造領域



- 塗層技術*
- 奈米材料與製造*
- 先進複合材料
- 高工藝規格加工技術
- 先進炸藥與含能材料
- 新型材料
- 智慧材料
- 積層製造 (含3D列印)
- 關鍵礦物開採及加工技術
- 先進磁鐵與超導體
- 先進防護材料
- 連續流化學合成
- 寬頻與超寬頻半導體技術

美中博弈下 美國政策之戰略布局：小院高牆 結合盟邦、供應鏈轉移、加強創新

• 小院高牆(Small Yard, High Fence)戰略

– 美國國家安全顧問 蘇利文 (Jake Sullivan) 表示「基礎科技的**瓶頸**必須留在那個院子裡，而且**柵欄**必須築得很高，因為美國的競爭對手不應該能夠**利用**美國和盟國的科技，來**破壞**美國和盟國的安全」

- **小院**：圍堵使其特定科技領域陷於瓶頸，無法獲得相關資源，例如：人工智慧、半導體、量子科技、...等
- **高牆**：從各方面建立高障礙，使科技創新不易突破與發展，例如：管制清單、禁止投資、阻隔人才等

– **法制先行**：法規、清單(產品、技術)、投資、人才

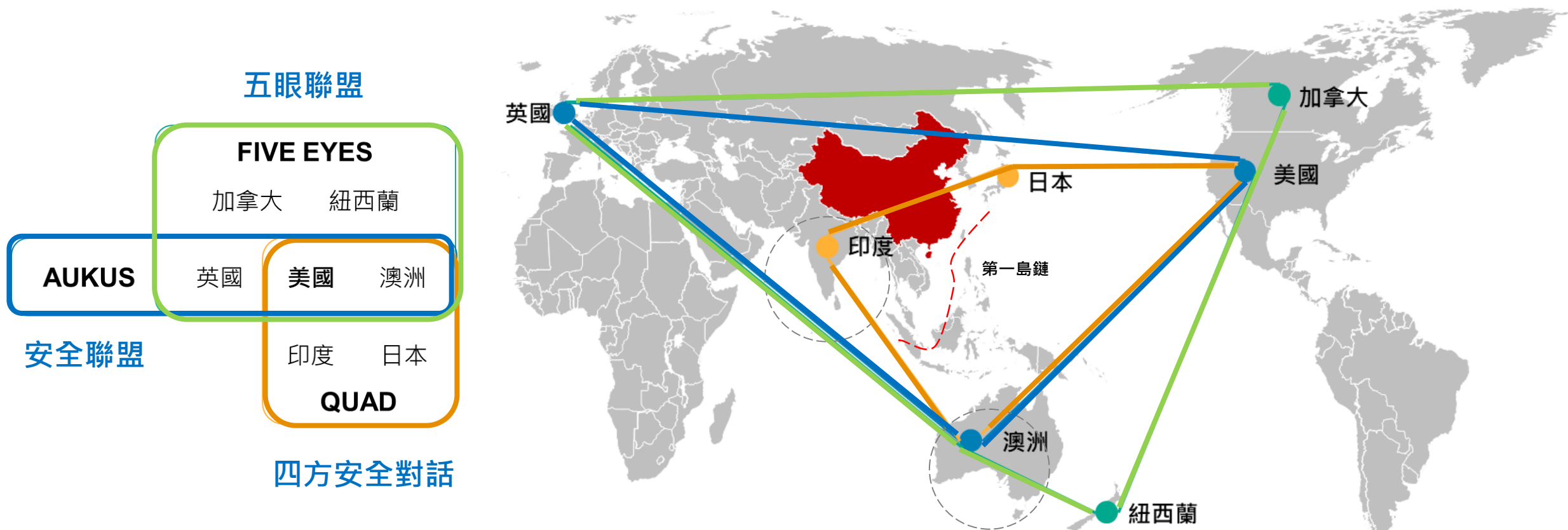
- 《晶片與科學法》 (CHIPS and Science Act)
- 《降低通膨法》 (The Inflation Reduction Act, IRA)
- 〈出口管制條例〉 (Export Administration Regulations, EAR)
- 《2024 國防授權法》 (National Defense Authorization Act for Fiscal Year 2024, NDAA)
- ...

– **圍堵作法**：設計、製造、產品、服務、數據、創新...等各領域不同作為

– **戰略作為**：結合盟邦圍堵、供應鏈轉移、加強技術創新

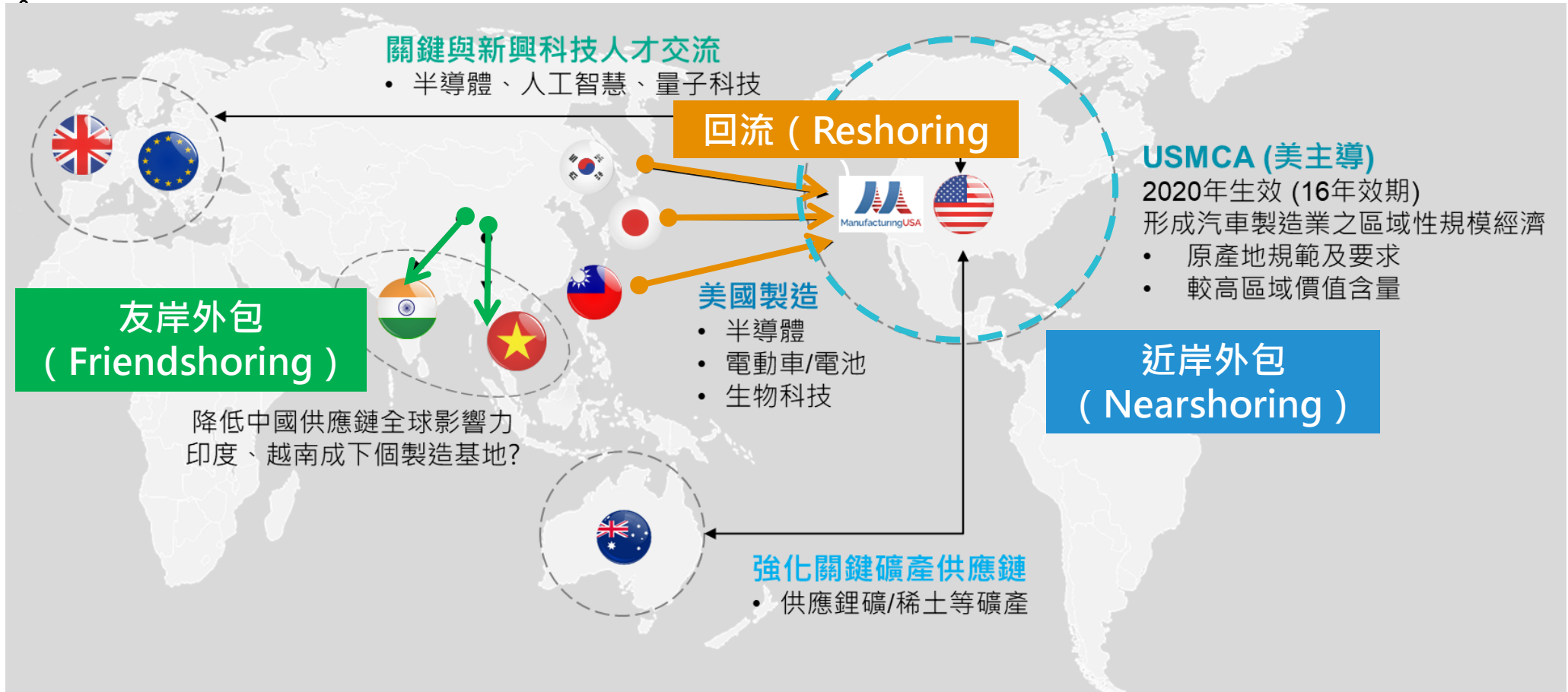
穩固地緣戰略布署，聯合盟友抗衡中國

- 積極強化印太區域戰略、深化歐洲盟友網絡、串聯亞洲第一島鏈。
- 從軍事國防戰略考量之合作，延伸到產業及關鍵與新興科技的結盟合作。
- 臺灣位居美國在台海和平穩定中的重要戰略地位，全球半導體製造重鎮。



強化產業供應鏈韌性：短鏈化及生產轉移

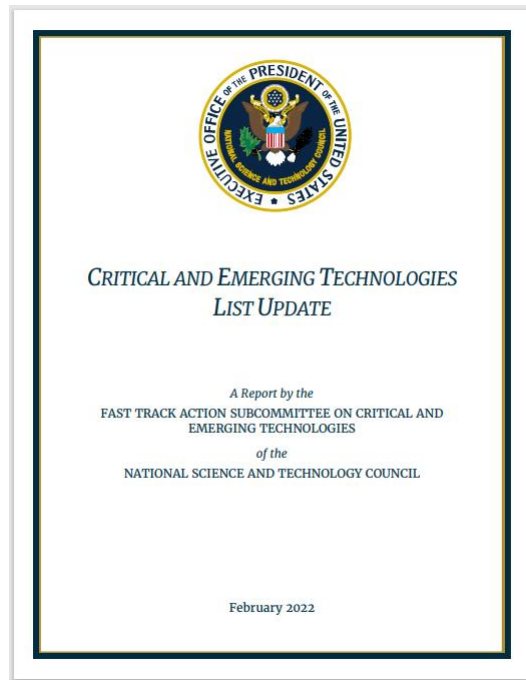
- 強化產業供應鏈韌性，鼓勵移回美國或移轉至中國以外的製造區域。
- 短鏈化及生產轉移分：**回流 (Reshoring)**、**近岸外包(Nearshoring)**、**友岸外包(Friendshoring)**



美國每年更新 CETs 清單 並深化下世代科技投資

- 美國陸續發布**關鍵與新興科技(CETs)國家戰略及技術項目清單**，推動創新與關鍵科技競爭力，保障美國科技領先力及加強國家安全；並發布國家標準戰略，建立相關技術標準與促進國際合作。
- 依據國家安全，每年更新 CETs 技術清單，2022年增加**三個新類別**，包括：(i) 清潔能源生產和儲存；(ii) 數據隱私、數據安全和網路安全技術；(iii) 定位、導航和授時技術等，共**18 領域**

白宮每年更新關鍵與新興科技清單



美國以科技政策引導產業技術發展

晶片與科學法
CHIPS & Science Act

強化半導體研發及製造能量、促進區域創新發展
鼓勵製造設廠及研發、促進創新科研暨商業化、培育產業人才

降低通膨法
The Inflation Reduction Act

推動潔淨科技產業及經濟發展
提供優惠政策，鼓勵美國家戶節約能源

國家生物科技與生物
製造倡議
National Biotechnology and
Biomufacturing Initiative

加速美國建構生物製造能力
減少從原型設計到前導製造的商業化時間、建立明確法規監管制度、制定國家新生物經濟長期戰略

國家量子倡議及
相關行政命令
National Quantum Initiative

加快推動量子科技發展
簽署行政命令設置國家量子倡議諮詢委員會，加快決策；降低量子科技對國家網路、經濟與安全之威脅風險

大綱

- 美中博弈下「小院高牆」政策發展
- 全球重要國家之核心關鍵技術清單做法
- 我國核心關鍵技術保護的思維
- 結語

重要國家之關鍵技術清單做法：美國

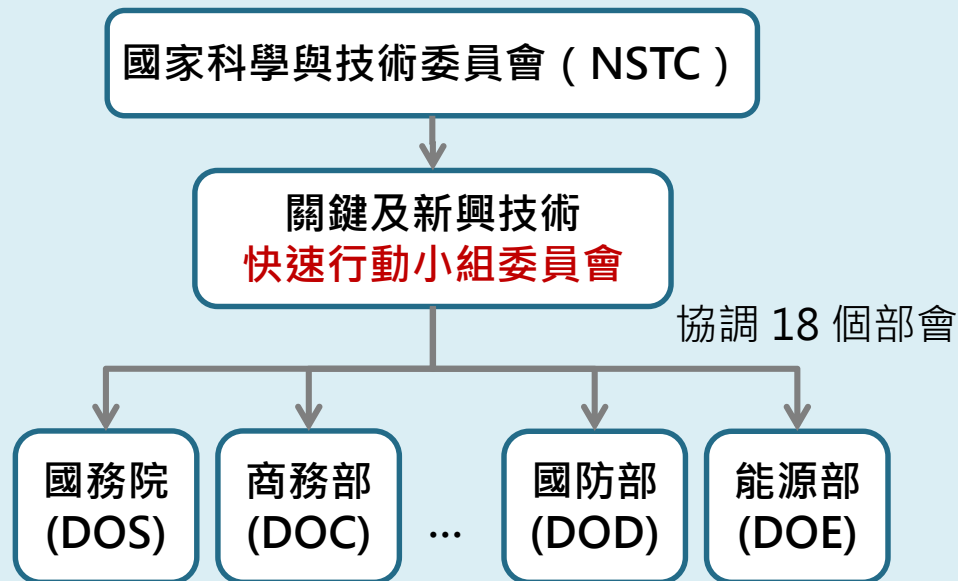
白宮 NSTC 提供最高指導，商務部 BIS 執行管制措施

法規和做法

- 國家科學與技術委員會 (NSTC)：《**關鍵及新興技術清單**》
 - 設立**關鍵及新興技術快速行動小組**，協助釐清**關鍵技術清單**，視必要性增加清單項目
 - 行政體系最高指導文件，作為制訂保護敏感技術政策之參考
- 商業部工業安全局 (BIS)：
 - 發布「**提議制定規則的先進通知 (ANPRM)**」，徵求公眾意見
 - 提出實施**出口管制**之新興技術清單，進行貨品技術出口管制
- 定期且持續認定對於美國國家安全至關重要之**關鍵及新興技術清單**

制定流程或機制

- 白宮國家科學與技術委員會 (NSTC) 為美國行政體系最高指導單位，提供**關鍵技術清單**之**政策指導**建議
- 審議單位：國防部、能源部、州政府
- **關鍵技術清單**共 **19 項**、**103 項**次領域



重要國家之關鍵技術清單做法：歐盟

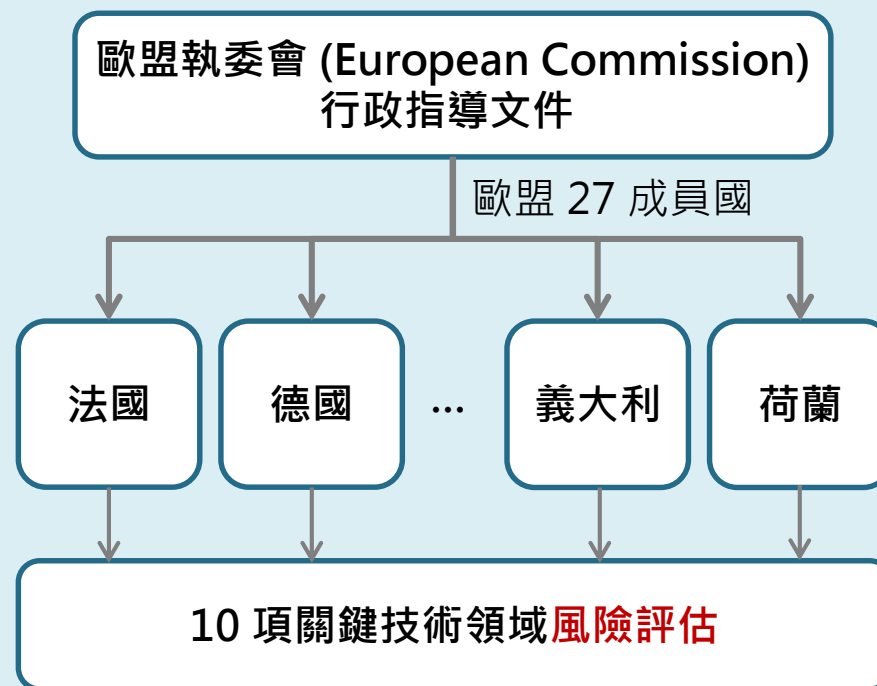
歐盟執委會主導 以 4 項技術為主進行風險評估

法規和做法

- 歐盟執委會(European Commission)：《**歐盟經濟安全關鍵技術領域的建議**》
 - 歐盟執委會先提出第一輪 4 項關鍵領域，與成員國進行進一步風險評估，並制定相關措施
 - 建議對關鍵技術領域進行風險評估，防範關鍵技術落入競爭對手國家威脅到歐盟安全和利益
 - 歐盟執委會行政指導文件，作為外國人投資審查依據
- 與成員國進行**整體風險評估**，並依據成員國討論來界定範圍，預計著重在 4 個技術的次領域：**先進半導體、人工智慧、量子技術、生物技術**等

制定流程或機制

- 歐盟執委會(European Commission)主導，並給予成員國行政指導文件，優先**風險評估技術**清單共 4 項領域 (共 **10 項**技術、**42 細項**)



重要國家之關鍵技術清單做法：韓國

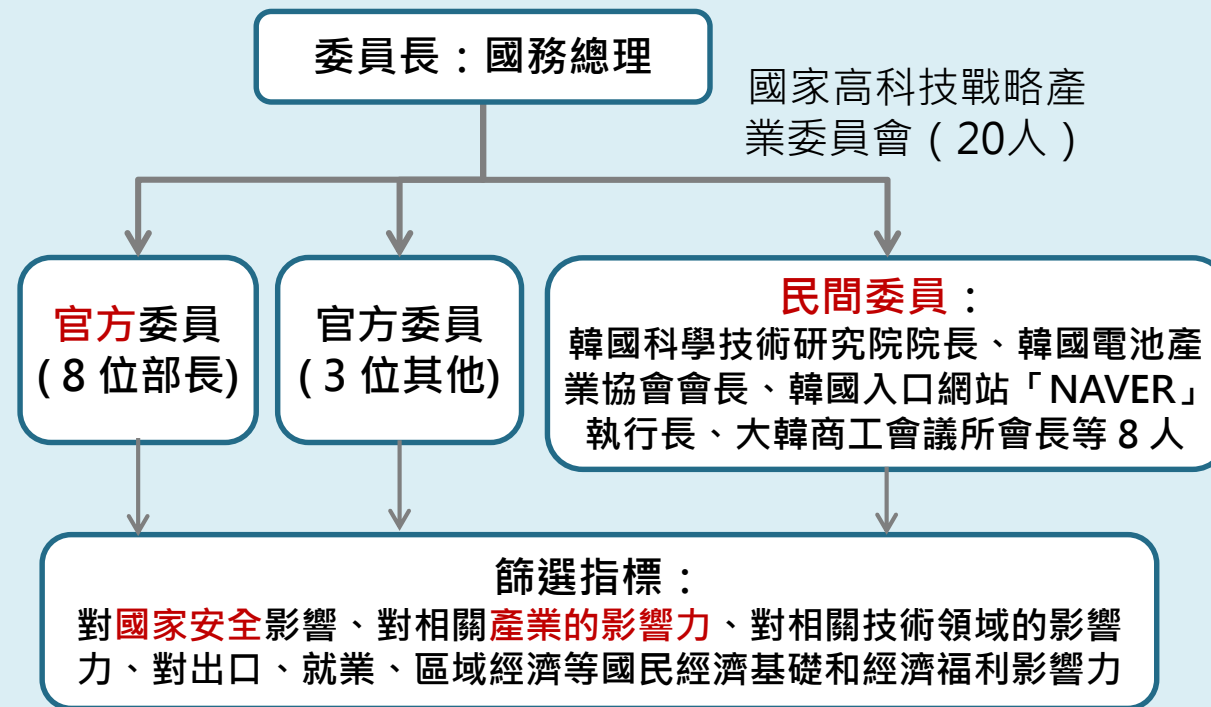
由國務總理擔任委員長，跨部會指導需求調查研訂

法規和做法

- 產業通商資源部(Ministry of Trade, Industry and Energy)：《**國家高科技戰略技術**》、《**國家核心技術**》
- 針對具有提升半導體產業潛力、產業競爭力，以及影響國家安全、經濟發展、供應鏈安全之特定核心技術等進行管制
- 執行手段上有：
 - 竊取關鍵技術**罰則**
 - 貨品技術**出口管制**
 - **投資與技術合作**管制
- 《**國家高科技戰略技術**》有**4項技術領域**，**17項技術**；《**國家核心技術**》有**13項技術領域**，**75項技術**列入清單

制定流程或機制

- 《**國家高科技戰略技術**》由**國務總理**擔任委員長，指導需求調查，收集政府部門、企業、組織指定高科技戰略技術的需求



重要國家之關鍵技術清單做法：台灣

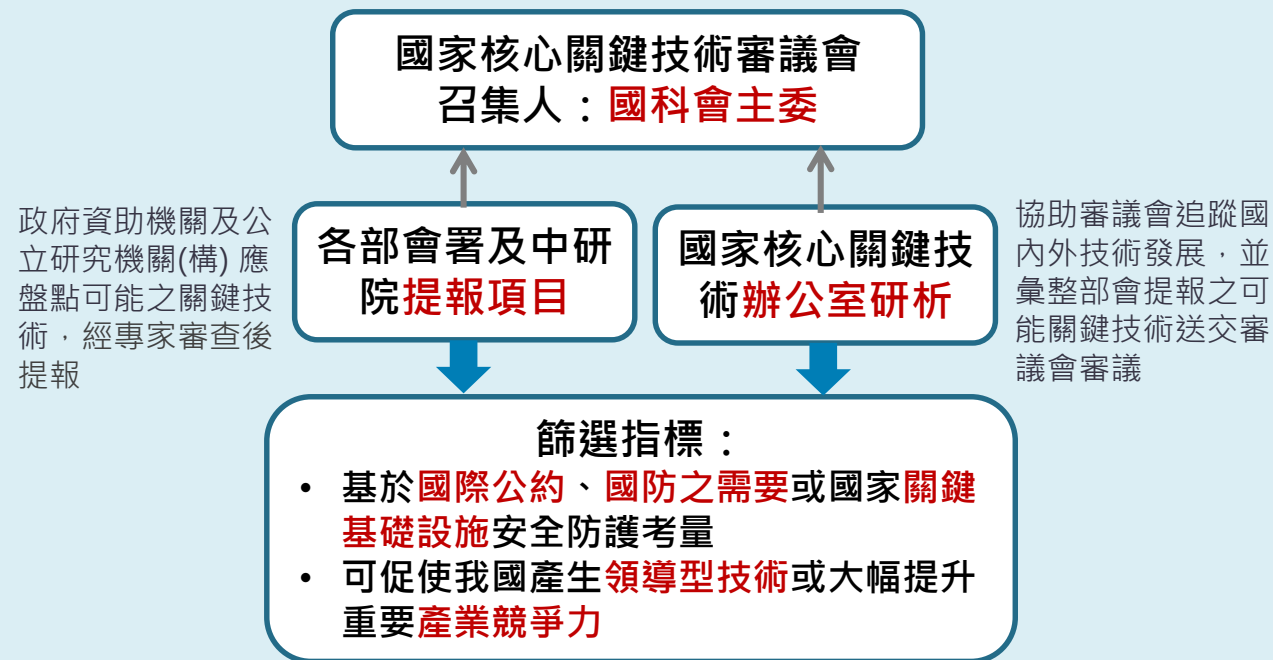
國科會召開審議會 跨部會研擬並提報清單

法規和做法

- 國科會(National Science and Technology Council)：《**國家安全法**》定義國家核心關鍵技術，加強保護企業營業秘密「**國家核心關鍵技術清單**」
- 國家核心關鍵技術，指如流入外國、大陸地區、香港、澳門或境外敵對勢力，將重大損害國家安全、產業競爭力或經濟發展
- 《國安法》、《兩岸關係條例》為外國竊取關鍵技術**營業秘密**予以**加重罰則**，人員**赴陸許可管制**等提供法源
- 《政府資助國家核心科技研究計畫安全管制作業手冊》將**政府資助計畫**，透過補助契約，要求研發成果進行管制作業
- 國科會成立「**審議會**」，由產官學研等專家組成，**共同認定**國家核心關鍵技術清單

制定流程或機制

- 國科會成立「**審議會**」，其任務在認定關鍵技術及其主管機關
- 審議委員：(1)政府資助機關及公立研究機關(構)；(2)國防、情報、大陸事務及司法機關；(3)專家學者、產業專家



我國關鍵技術保護清單和出口、投資之管制目的不同

保護：重視周全的涵蓋面 管制：強調精準的標的物

- 國際上對於國家關鍵技術保護中，法制面有出口管制與投資管制等二種手段，違反則予重罰。
- **美國作法**：美國訂有經濟間諜法，類似我國國安法加強保護關鍵技術營業秘密；出口與投資管制則訂有管制清單，類似於我國貿易法的管制清單。
- **韓國作法**：韓國則透過專法，訂有國家核心科技清單以及出口、投資管制，防止受到不法侵害；另針對半導體加重罰則。我國僅加強營業秘密保護，並非出口管制或投資管制目的。

營業秘密法

國家安全法

(§3子法) 國家核心關鍵技術認定辦法

- 國家核心關鍵技術清單

貿易法

(§13子法) 戰略性高科技貨品輸出入管理辦法

- 軍商兩用貨品及技術出口管制清單
- 一般軍用貨品清單

兩岸條例

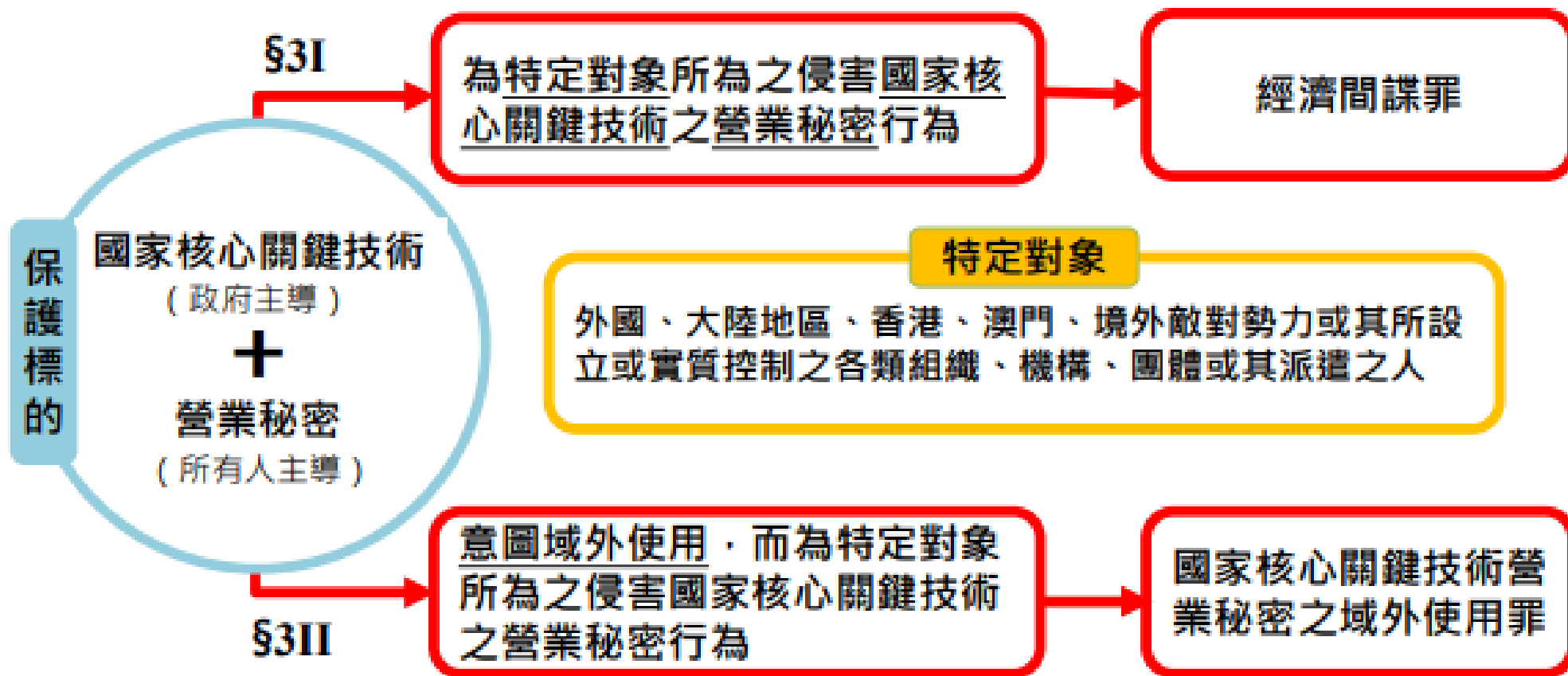
(§35I & §73子法)大陸投資或技術合作許可辦法

產創條例

(§22子法)公司國外投資處理辦法

- 禁止類農業產品項目
- 禁止類製造業產品項目

國家之關鍵技術清單法源：國家安全法第 3 條



主要國家核心關鍵技術清單整理

| | 美國 | 歐盟 | 韓國 | 台灣 |
|--------|--|--|--|--|
| 依據法源 | <ul style="list-style-type: none"> 《國家安全戰略中期指導方針》 《出口管制改革法》 | <ul style="list-style-type: none"> 《歐洲經濟安全策略聯合聲明》 | <ul style="list-style-type: none"> 無 | <ul style="list-style-type: none"> 《國家安全法》 《營業秘密法》 |
| 文件名稱 | <ul style="list-style-type: none"> 《關鍵與新興技術清單更新》 《管制某些新興技術的審查》 | <ul style="list-style-type: none"> 《歐盟經濟安全關鍵技術領域風險評估建議清單》 | <ul style="list-style-type: none"> 《國家戰略技術育成方案》 《國家核心技術》 | <ul style="list-style-type: none"> 《國家核心關鍵技術清單》 |
| 發佈時間 | <ul style="list-style-type: none"> 2022年2月 2018年11月後不斷更新 | <ul style="list-style-type: none"> 2023年10月 | <ul style="list-style-type: none"> 2022年10月 | <ul style="list-style-type: none"> 2023年12月 |
| 發布單位 | <ul style="list-style-type: none"> 美國國家科學技術委員會 (NSTC) 商務部工業安全局(BIS) | <ul style="list-style-type: none"> 歐盟執委會 | <ul style="list-style-type: none"> 韓國科學技術情報通信部 | <ul style="list-style-type: none"> 行政院 |
| 技術清單數量 | <ul style="list-style-type: none"> NSTC：共計有 19 大項、103 細項 BIS：14 大項、47 細項 | <ul style="list-style-type: none"> 共計有 10 大項、42 細項 | <ul style="list-style-type: none"> 有 4 項技術領域，17 項技術 有 13 項技術領域，75 項技 | <ul style="list-style-type: none"> 共計有 22 項 |

大綱

- 美中博弈下「小院高牆」政策發展
- 全球重要國家之核心關鍵技術清單做法
- 我國核心關鍵技術保護的思維
- 結語

去年底我國已公布核心關鍵技術清單

- 國科會於 112 年 11 月 14 日完成召開「國家核心關鍵技術審議會」，並由行政院於 112 年 12 月 5 日公告共 22 項技術（詳如下表）。此次公告內容以具主導優勢與保護急迫性之技術為第一波清單，涵蓋國防科技、太空、農業、半導體、資通安全等技術領域。

112 年度第一次審議會決議

國家核心關鍵技術項目及其主管機關

| | 技術項目 | 技術主管機關 |
|-----------------|--------------------|--------|
| 1 | 軍用碳纖維複合材料技術 | 國防部 |
| 2 | 軍用碳／碳高溫耐燒蝕材料技術 | 國防部 |
| 3 | 軍用新型抗干擾敵我識別技術 | 國防部 |
| 4 | 軍用微波／紅外／多模尋標技術 | 國防部 |
| 5 | 軍用主動式相列偵測技術 | 國防部 |
| 6 | 衝壓引擎技術 | 國防部 |
| 6 項 國防科技 | | |
| 7 | 衛星操控技術 | 國科會 |
| 8 | 太空規格 X-Band 影像下載技術 | 國科會 |
| 9 | 太空規格影像壓縮電子單元(EU)技術 | 國科會 |
| 10 | 太空規格 CMOS 影像感測器技術 | 國科會 |
| 11 | 太空規格光學酬載系統之設計、製造與 | 國科會 |
| 8 項 太空 | | |

| | | |
|-----------------|------------------------------------|-----|
| 12 | 太空規格主動式相位陣列天線技術 | 國科會 |
| 13 | 太空規格被動反射面天線技術 | 國科會 |
| 14 | 太空規格雷達影像處理技術 | 國科會 |
| 15 | 農業品種育成及繁養殖技術-液體菌種培養技術、水產單性繁殖技術 | 農業部 |
| 16 | 農業生物晶片技術-農業藥物殘留檢測技術、動植物病原檢測生物晶片技術 | 農業部 |
| 3 項 農業 | | |
| 17 | 農業設施專家系統技術-作物溫室、養殖設計、營運及維護管理專家系統技術 | 農業部 |
| 18 | 14 奈米以下製程之 IC 製造技術及其關鍵氣體、化學品及設備技術 | 經濟部 |
| 2 項 半導體 | | |
| 19 | 異質整合封裝技術-晶圓級封裝技術、矽技術及其特殊必要材料與設備技術 | 經濟部 |
| 20 | 晶片安全技術 | 數位部 |
| 21 | 後量子密碼保護技術 | 數位部 |
| 3 項 資通安全 | | |
| 22 | 網路主動防禦技術 | 數位部 |

核心關鍵技術之保護思維

以半導體製程技術為例(1)：各國現況

美國作法

半導體領域管制項目(6項)

- 設計3奈米GAAFET之EDA軟體工具
- **14/16奈米以下邏輯晶片製程**
- 18奈米以下DRAM記憶體製程
- 128層以上NAND Flash記憶體製程
- 成熟製程的浸沒式DUV曝光機
- 先進運算晶片：總算力(TPP)達4,800 TOPS 以上、內部訊號傳輸頻寬達600GB/s以上 或 $1600 \leq TPP < 4800$ ，且性能密度 ≥ 5.92 不得售於數據中心使用
- NVIDIA之 A100 與 H100、AMD之 MI 250 等GPU：擬擴大至 A100 的替代品 A800

資料來源：美國商務部出口管制條例

韓國作法

半導體領域管制項目(11項)

- 30奈米以下DRAM的設計、製程、元件技術及3D封裝技術
- DRAM積層封裝技術及檢測技術
- 30奈米以下或積層3D NAND FLASH設計、製程、元件技術
- NAND FLASH積層封裝技術和檢測技術
- **30奈米以下晶圓代工製程、元件技術及3D封裝技術**
- **Mobile Application Processor SoC**設計及製程技術
- **LTE/LTE-Advanced/5G Baseband Modem** 設計技術
- 製造大口徑 (300mm以上) 半導體晶片的單晶生長技術
- 1微米(μm)像素以下的影像感測器之設計、製程、元件技術
- 非記憶體半導體用尖端封裝(FO-WLP, FO-PLP, FO-PoP等)和檢測技術
- 顯示驅動面板晶片OLED DDI (Display Driver IC) 設計技術

資料來源：韓國產業技術洩露防止及保護法

日本作法

半導體製造設備管制項目(23項)

- 微影曝光(4項)
 - ArF浸沉式光刻機
 - **EUV塗膠顯影設備**
 - **EUV光罩護膜**
 - **EUV光罩製造設備**
- 蝕刻(3項)
 - 乾式蝕刻(矽鍍等)
 - 濕式蝕刻(矽鍍等)
 - 高深寬比乾式蝕刻
- 檢測(1項)
 - **EUV掩模檢測**
- 熱處理(1項)
 - 退火(銅、鈷、鎢回流)
- 清洗(3項)
- 薄膜沉積(11項)

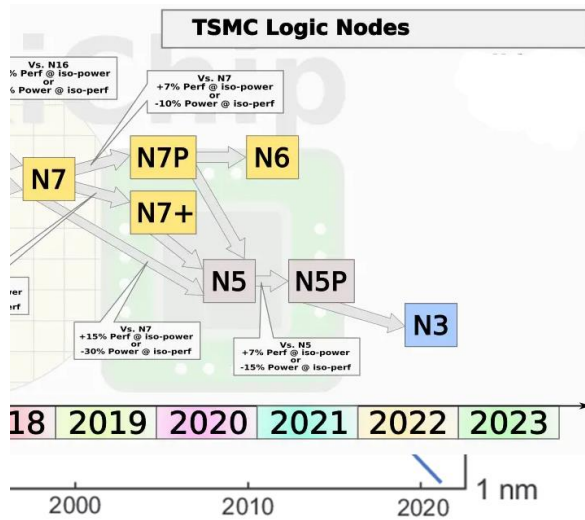
資料來源：日本經產省《外匯及國外貿易法》

核心關鍵技術之保護思維

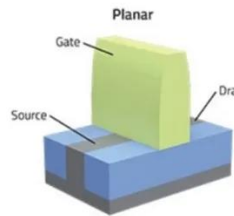
以半導體製程技術為例(2)：定義技術特徵

14 奈米以下製程之 IC 製造技術
(含關鍵氣體、化學品及設備技術)

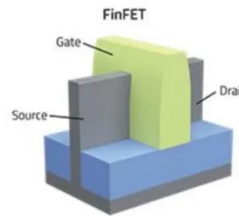
(一)、從廠商在各節點實力



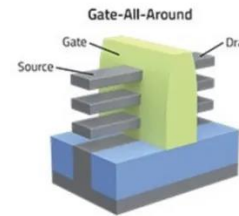
(二)、從電晶體結構定義



MOSFED
0.18 μm 節點
(~1980)

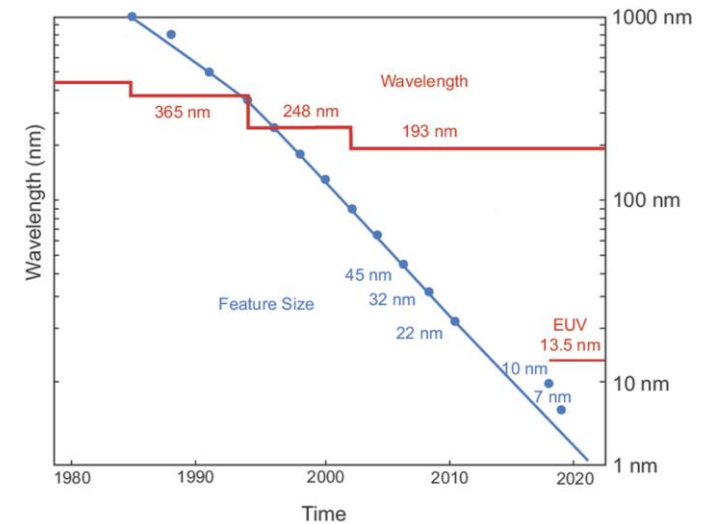


FinFED
22 nm 節點
(2012 英特爾量產)



GAA
3 nm 節點
(2021 三星量產)

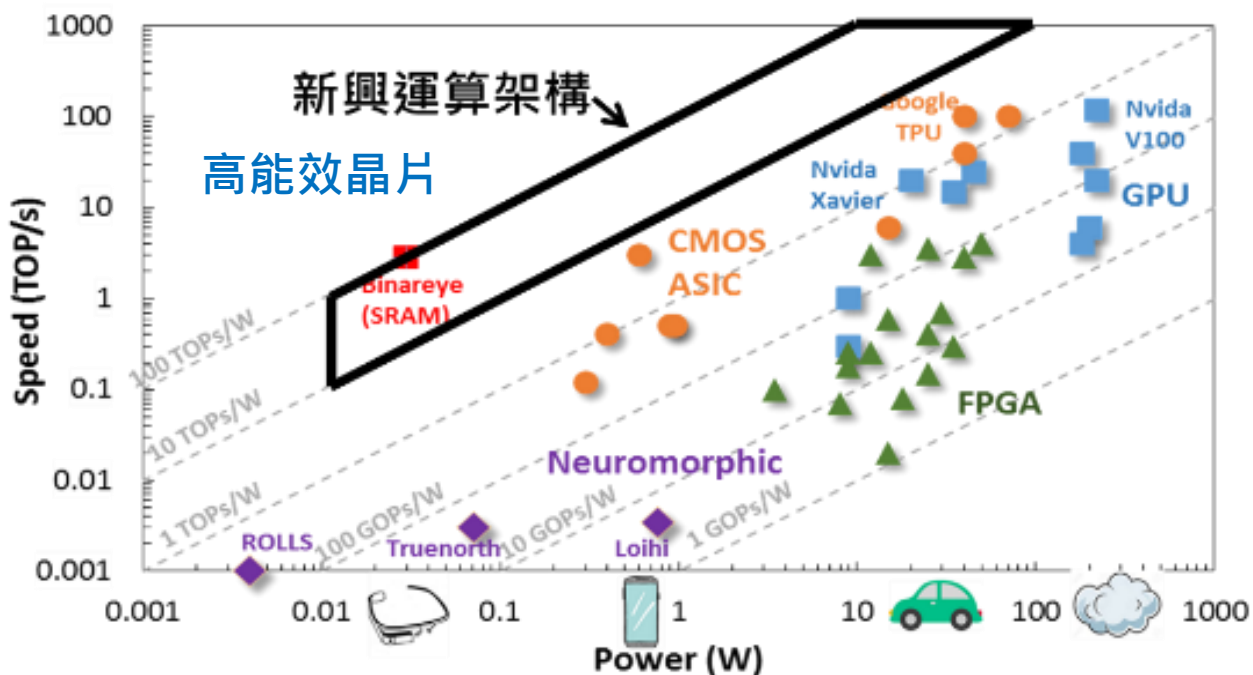
(三)、從製程曝光設備波長定義



核心關鍵技術之保護思維

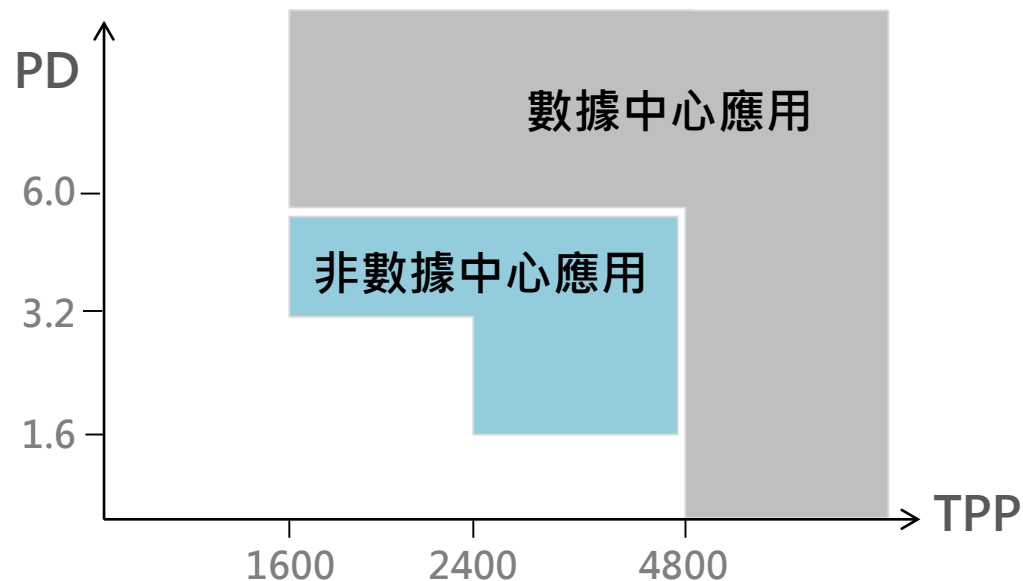
以高效能運算晶片技術為例：定義技術特徵

高效能運算晶片技術



美國公布管制範圍：

- 晶片不得設計用於或計畫銷售至數據中心： $TPP \geq 4800$ ；或 $1600 \leq TPP < 4800$ ，且 $PD \geq 5.92$
- 不受數據中心用途相關限制： $2400 \leq TPP < 4800$ ，且 $1.6 \leq PD < 5.92$ ；或 $1600 \leq TPP < 2400$ ，且 $3.2 \leq PD < 5.92$

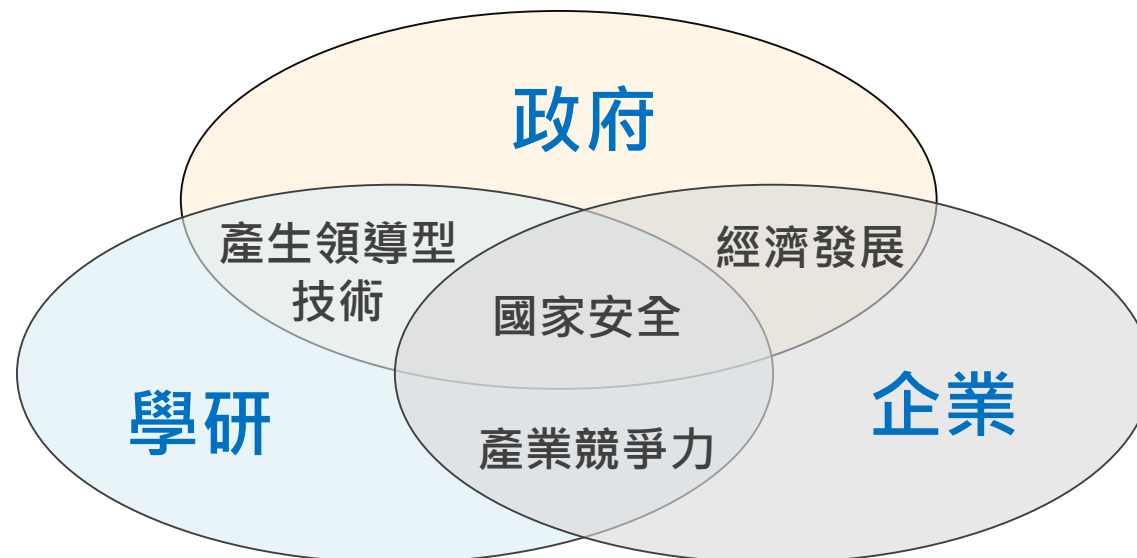


- TPP : Total Processing Performance = $2 \times \text{MacTOPS} \times \text{Bit length}$
- PD : Performance Density = $TPP / \text{Applicable die size}$
- 1 TOPS (Tera Operations Per Second) = 每秒運算一兆次

大綱

- 美中博弈下「小院高牆」政策發展
- 全球重要國家之核心關鍵技術清單做法
- 我國核心關鍵技術保護的思維與作法
- 結語

結語：以國家安全為前提，凝聚產官學研共識 保護國家核心關鍵技術 防止不法侵害事件



| 大學/中研院 | | 研究機構 | | | | 企業 | |
|-------------|-------|------------------------|-------|--------------|--------|----------------|------------|
| Exploratory | | Technology development | | α test | β test | Pre-production | Production |
| 基礎研究 | 應用研究 | 技術發展(prototype) | | 產品/系統(或服務)開發 | | 量產 | |
| TRL 1 | TRL 2 | TRL 3 | TRL 4 | TRL 5 | TRL 6 | TRL 7 | TRL 8 |
| | | | | | | | TRL 9 |

謝謝聆聽 敬請指教

鍾俊元 科技前瞻 資深策略長

工研院產科國際所

+886-35918493

jimchung@itri.org.tw

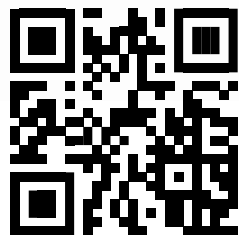
電子與系統研究組、政策與區域研究組、
美洲產業研究組、政府業務服務辦公室

王宣智、范哲豪、魏依玲、賴英崑、黃裕斌、黃大洲

50 ITRI

奔未來

深耕50領跑世界



IEK產業情報網



2023專刊

以上簡報所提供之資訊，在尖端科技發展與產業變動中，無法保證資訊的時效性及完整性，使用者應自行承擔因使用本簡報資料可能產生之任何損害。著作權歸工研院所有，非經書面允許，不得以任何形式進行局部或全部之重製、公開傳輸、改作、散布或其他利用本簡報資料之行為。