

國科會工程處自動化學門

113年學門主題式計畫構想

綠色智慧製造與自動化技術之整合與開發

Integration and Development of Smart Green Manufacturing and Control Technology

自動化學門召集人

台大機械系 楊耀州教授

大綱

- 背景
 - 智慧機械與製造
 - 淨零排放之國際趨勢與國內政策
- 現況盤點與需求：綠色智慧製造之關鍵趨勢
- 推動方式
- 推動議題
- 預期達成目標
- 計畫申請、審查與考評之重點摘要

背景與現況 - 智慧機械及製造

- 行政院院會於2016年7月拍版通過「智慧機械產業推動方案」，以「連結在地」、「連結未來」及「連結國際」三大推動策略作為推動智慧機械產業發展的開端。
- 於2019年「智慧機械產業推動方案進度及成果」報告中持續推動設備聯網與數據可視化，協助國內機械與製造業導入設備聯網生產管理可視化與智慧化應用，提升國際競爭力。
- 蔡總統於2020年就職典禮中宣示，基於5+2產業創新基礎上，持續推動六大核心戰略產業，智慧機械就是其中的一個重要項目。

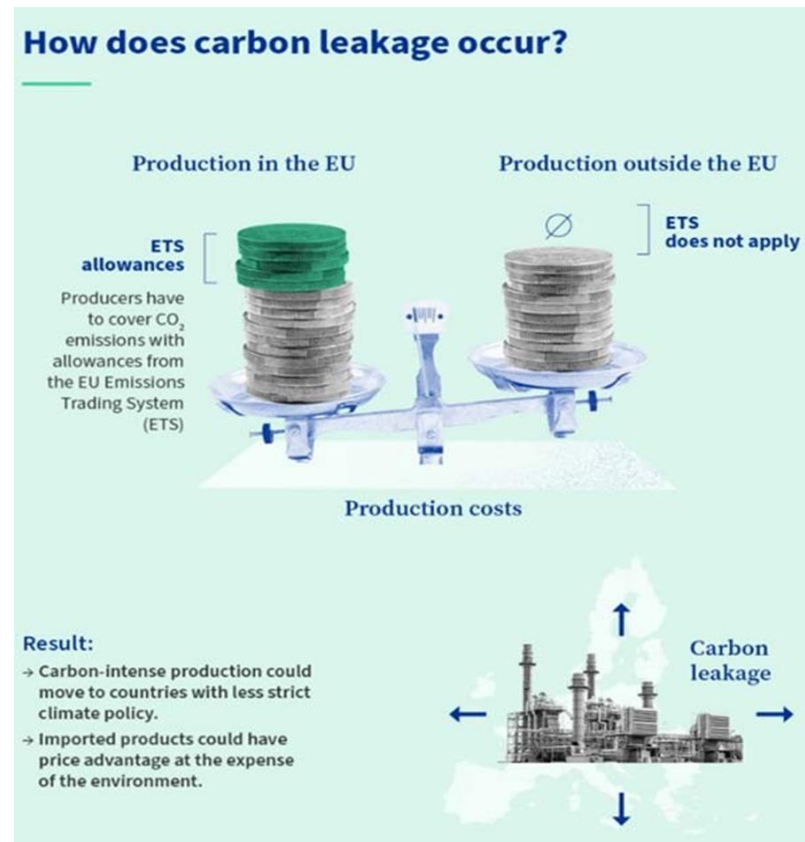


背景與政策- 淨零排放(國際趨勢)

- 氣候變遷對環境、人類生存與國家安全已造成嚴重威脅，全球已有130多國提出「2050淨零排放」的宣示與行動。
- 根據 Frost & Sullivan 報告指出，2020年工業部門佔全球溫室氣體排碳量24.2%，2021年全球能源和工業生產過程產生的 CO₂ 高達363億公噸，工業須實踐脫碳才得以將全球上升均溫在2050年時控制在1.5°C以下。
 - 美國的清潔競爭法案(CCA)於2022年6月正式提出，預計2023年完成立法，2024年可能開始正式執行碳稅之徵收。
 - 歐盟的碳邊界調整機制(CBAM)於2023年10月開始試運行，2026年1月將正式開徵碳關稅機制，以期達成歐盟2050年碳中和。
- 伴隨全球暖化議題被高度關注，減碳與課徵碳稅的議題已逐漸獲得各國之共識。

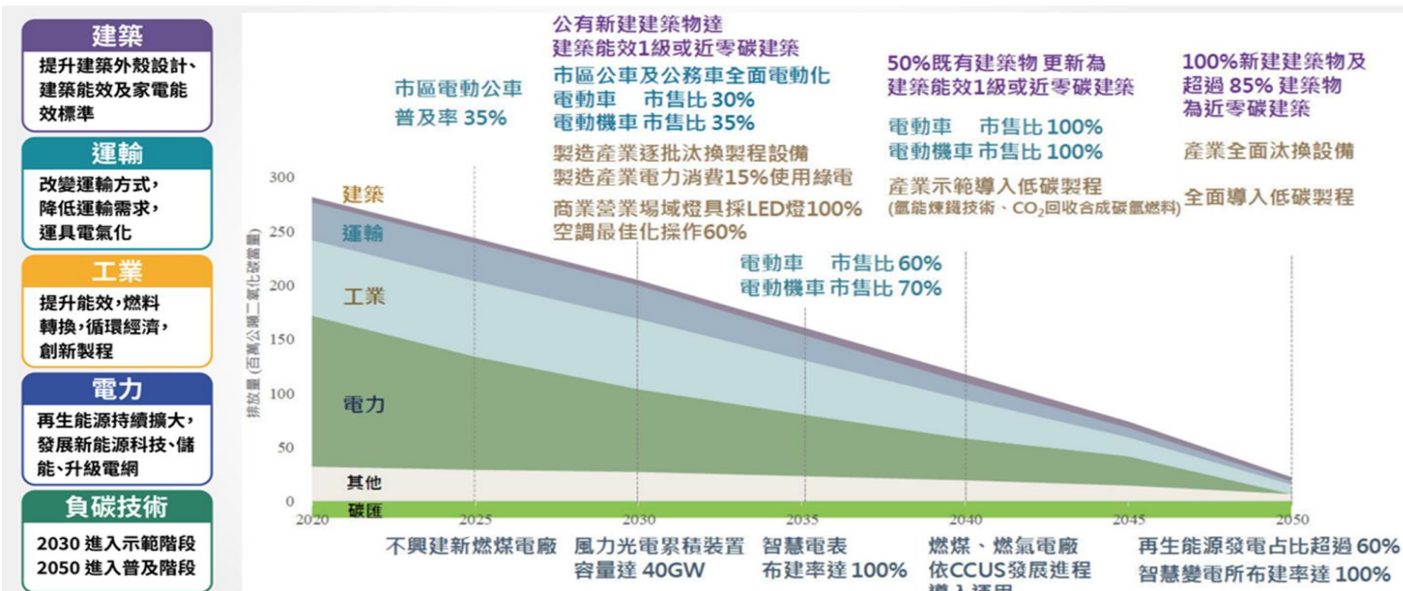


資料來源：Frost & Sullivan，科技發展觀測平台整理



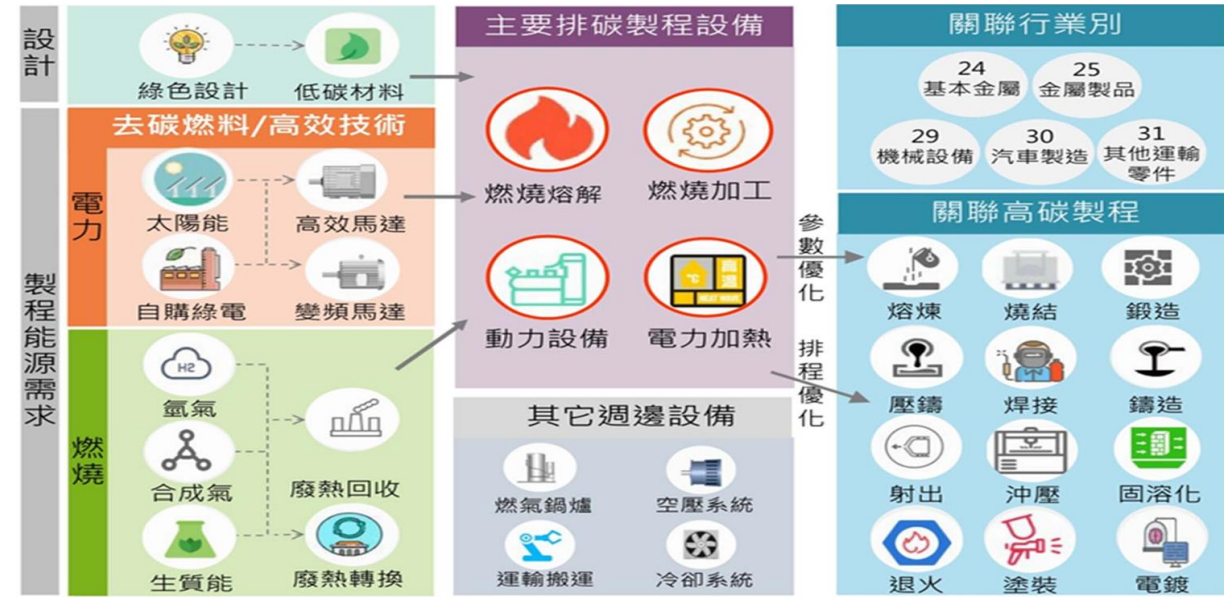
背景與政策- 淨零排放(國內政策)

- 蔡總統於2021年4月22日世界地球日宣示，2050淨零轉型是臺灣的目標。
- 行政院於2022年3月及12月分別公佈「臺灣2050淨零排放路徑及策略總說明」及「12項關鍵戰略行動計畫」。
- 行政院於2023年1月核定「淨零排放路徑112-115年綱要計畫」，針對淨零排放目標進行各面向的減緩與調適，對外展現我國邁向淨零排放目標之決心。



現況盤點與需求：淨零排放 + 智慧製造 → 綠色智慧製造

➤ 國際能源總署（IEA）2021 年所發佈淨零路徑規劃報告為各國規劃淨零排放政策之主要參考。透過部署再生能源、提高能源使用效率、用能設備電氣化、碳捕捉及再利用等主要技術，達到 2050 淨零排放目標。

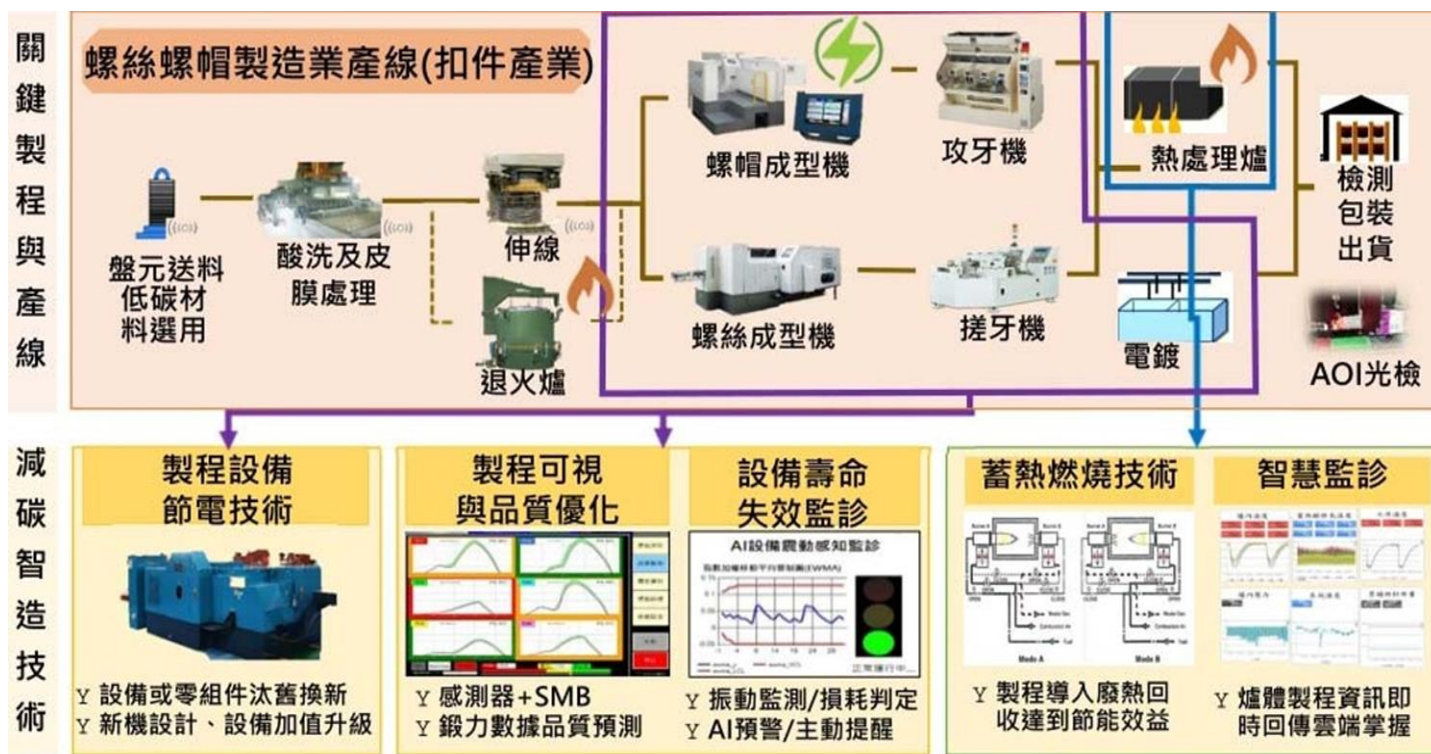


➤ 淨零排放 + 智慧製造 → 綠色智慧製造

本專案將聚焦於製程設備、機聯網、工具機、智慧製造等等之平台，整合發展人工智慧物聯網技術(AIoT)，使生產製造設備從「自動化」逐漸轉變為「智慧化」，再結合綠色優化技術將物聯網應用在智慧製造領域，致力於「生產製造」之「能源優化」，有助於下一階段提升生產力及加快綠色生產效率的進行。

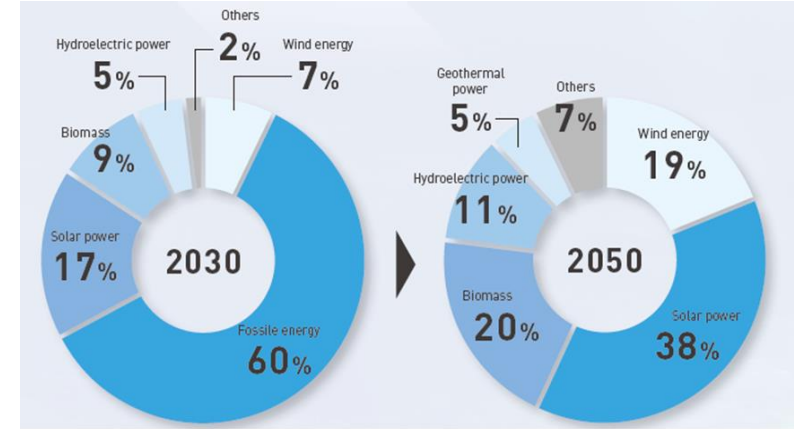
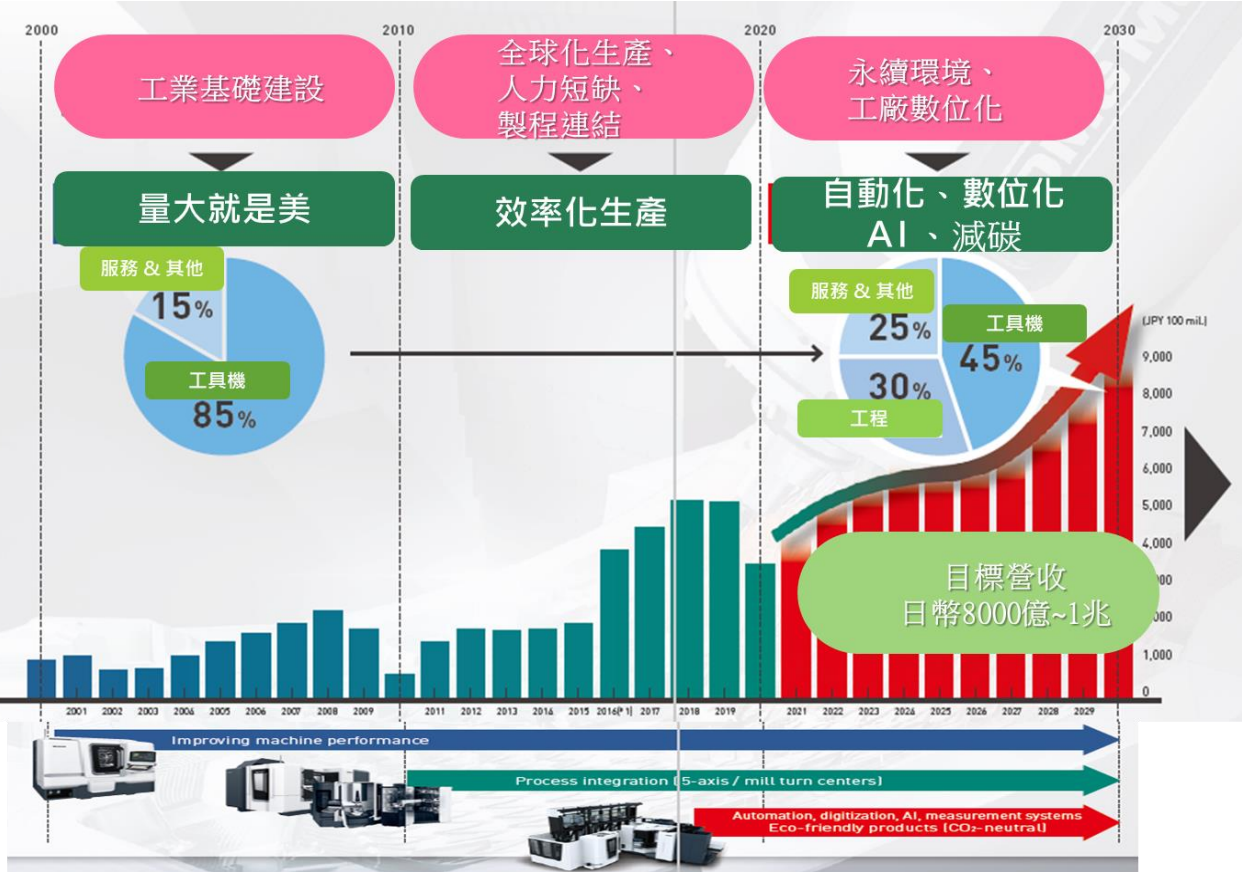
現況盤點與需求-綠色智慧製造之關鍵趨勢

- 以工具機應用為例，工具機等傳統製造設備在客戶使用端的碳排放量約佔97%。提升工具機的**能源使用效率**，是降低製造業者能源使用量與減少碳排放最直接有效的方式。
- 導入**AIoT**與**先進自動化**等相關技術，優化製程及能源使用，可取得對**綠色智慧製造**最佳之使用條件。



現況盤點與需求-綠色智慧製造之關鍵趨勢 (續)

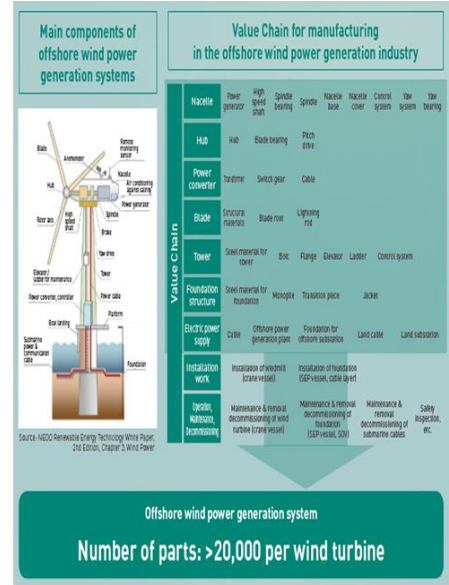
➤ 國際大廠DMG Mori 針對工具機的對於永續發展提出數位化、AI及減碳方案，**低碳節能工具機**將成為趨勢。



減碳趨勢
 石油能源在2050徹底的被再生能源取代
 將會提升高速/高精度如五軸機、銑車複合機+自動化的需求



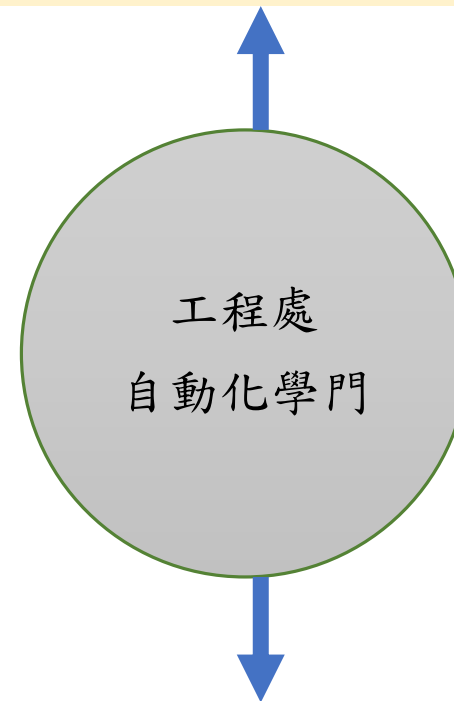
零組件市場	工具機
<ul style="list-style-type: none"> 高精準度組件的需求增加 高產品組合 低碳 	<ul style="list-style-type: none"> 五軸工具機 銑車複合機 自動化 低碳節能工具機



推動方式(1/3)

- 本主題式專案構想係結合工程處自動化學門及相關領域專長學者，開發並整合智慧能源與淨零技術，優化我國製造產業之能源使用的效率與管理，邁向環境、社會和企業治理（ESG）與達成淨零碳排等目標。
- 在現有能源管理系統之在線監測、建模及優化管控等技術基礎上，運用數位化新興方法技術，強化其能源系統之運作功能與效能：
 - 人工智慧物聯網技術(AIoT)
 - 雲端高性能運算技術(Cloud Computing)
 - 先進仿真之數位孿生技術(Digital Twin)
 - 資料探勘技術(Data Mining)
 -

開發並整合智慧能源與淨零技術，達成ESG與淨零排放目標



培育及建立我國製造產業所需之智慧淨零科技與人才優勢之國際競爭力

推動方式(2/3)

- 因此，本專案以「綠色智慧製造與自動化技術之整合與開發」為主題，透過：
 - 整合製造場域能源需求端與供給端之設備（如工具機、機電系統、智慧機械、智慧製造、再生能源及儲能設施...等設備與製程）；
 - 結合高階AIoT技術與先進自動化系統的研發；
- 達成節能減碳與製造效率之多目標優化，讓供電(綠電)效益極大化，用能成本極小化，與電能供需之平衡性、安全性與可靠性。
- 解決能源「產、輸、配、用」常見之不對稱、不透明、低效率及高風險情況，推進製造場域之能源供給與消費模式朝向智能化低碳轉型。
- 亦兼顧智慧能源管理優化及減排技術相關研發人才之培育，以保有我國製造業所需之智慧淨零科技與人才優勢之國際競爭力。

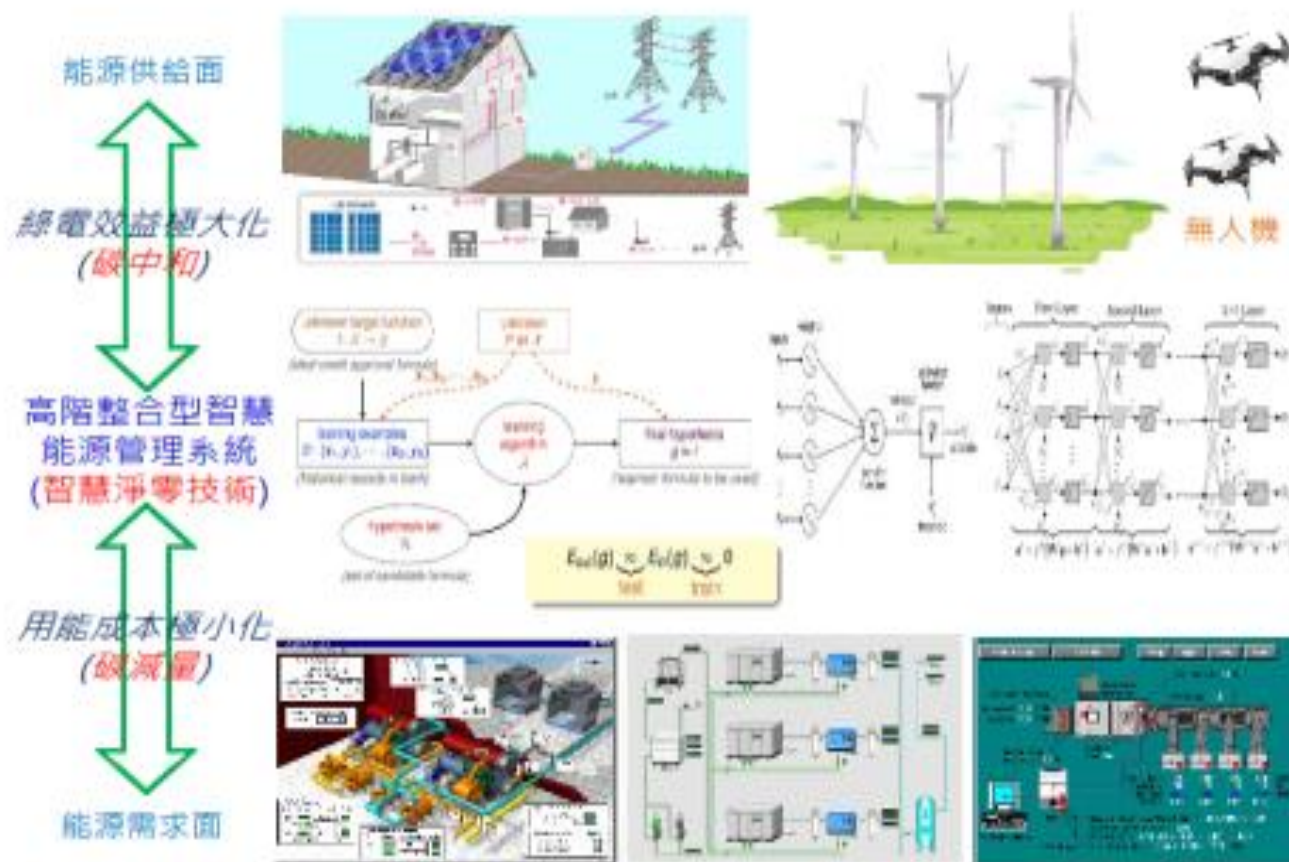
推動方式(3/3)

- 右圖為智慧自動化製造場域淨零永續技術運作架構，包括能源需求面與能源供給面，如工具機、機電系統、智慧機械、智慧製造、再生能源及儲能設施...等設備。

- ◆ **能源需求面**：透過系統的有效構建場域內外部設備(如工具機、機電系統...)，採用高階AIoT技術的開發與整合，精確掌握現行場域之能耗問題與碳排熱點，迅速提升需求面之能源使用效率，加大減排力道，以進行能源需求面之效能優化。

- ◆ **能源供給面**：藉由高效整合再生能源(綠色能源)之運轉模式，並透過先進自動化技術之開發及整合以進行能源供給面(如再生能源及儲能設施....等設備)之效能優化，強化能源供給面之穩定性、強韌性及潔淨性。

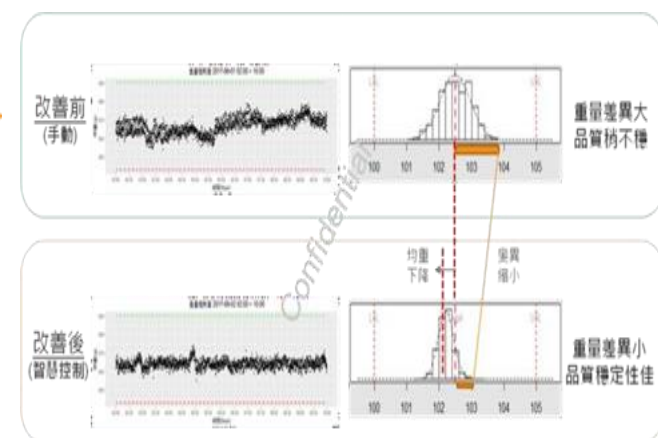
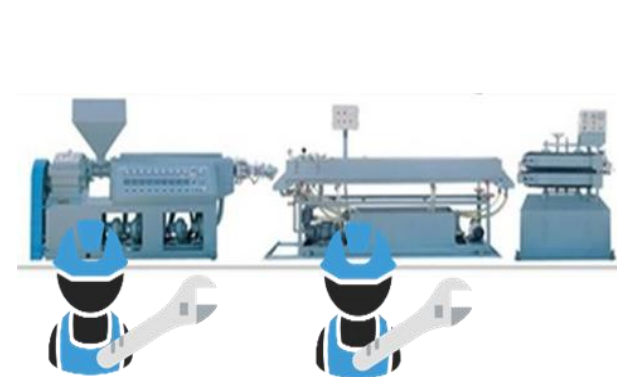
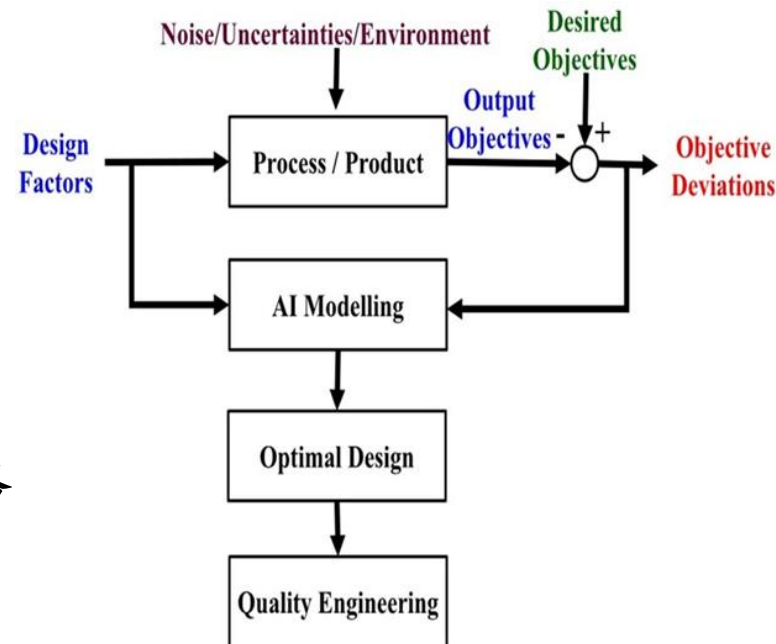
- ◆ 結合供需兩側之最佳化管理與調適能量，以達成產業淨零排放與永續發展目標。



推動研究議題

擬推動研究議題：

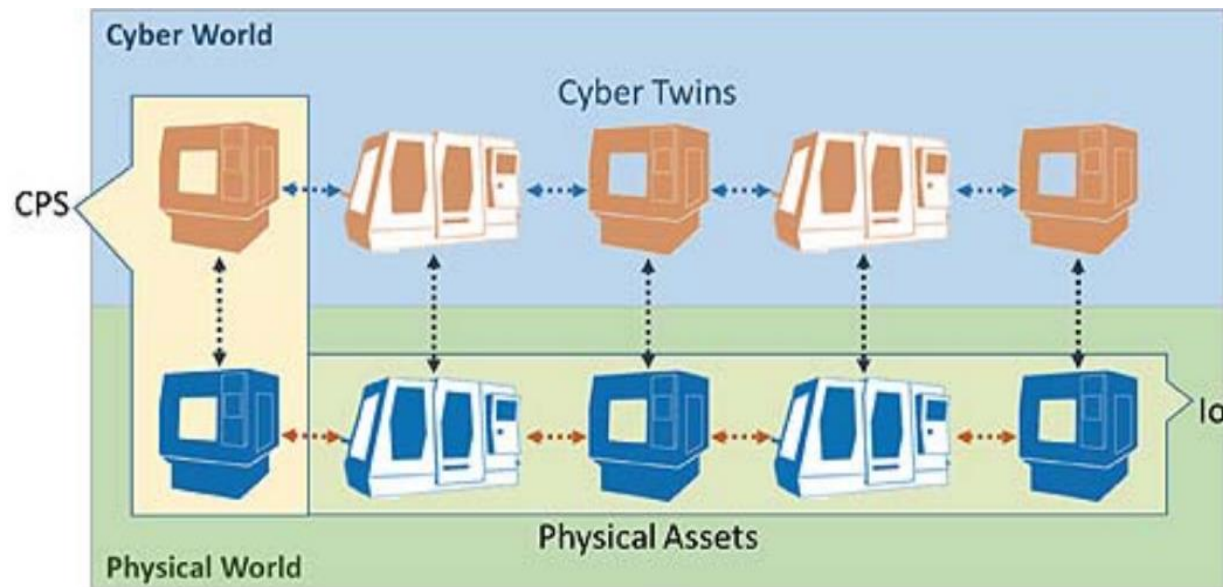
- 應用AIoT於生產製造上之能源與碳排的管理
- 結合AIoT於製造執行系統之優化技術
- 節能與製造效率的多目標優化
- 應用智慧型自動化技術之多元能源的智慧調度與控制策略



推動研究議題 (一)

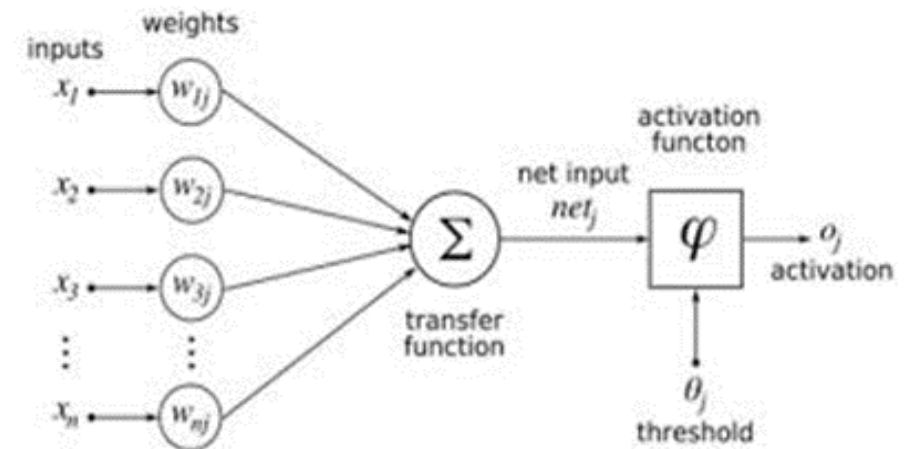
➤ 應用AIoT於生產製造上之能源與碳排的管理

- 馬達系統的電能消耗量高達全球總量的50%以上，其中約30%被工業系統消耗，在馬達驅動系統，採用AIoT技術及智能控制技術，來降低馬達能耗。
- 應用 Digital Twin 及 AI 技術來優化產品的設計與製造、及設備之健康診斷與預知保養。採用性能優化、電動化、高效化、輕量化等系統化創新設計，以**提升產品能源資源利用效率，降低碳排放量**。
- 發展應用於儲能系統之安全偵測之AIoT技術，可即早自動送出警告，防範熱失控等意外。



蒐集數據之後
建立預測模型

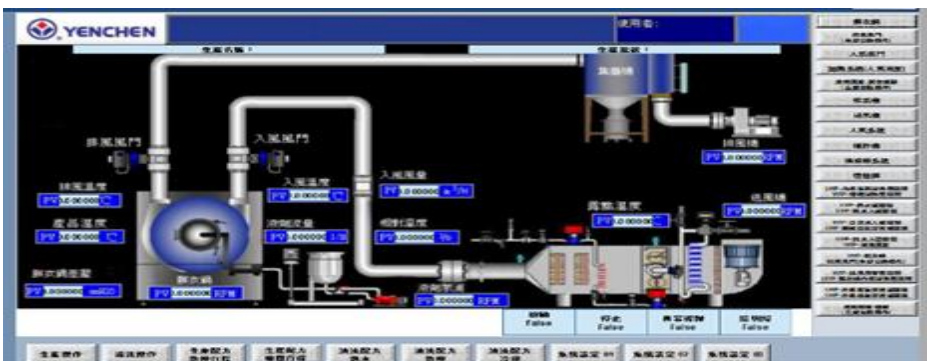
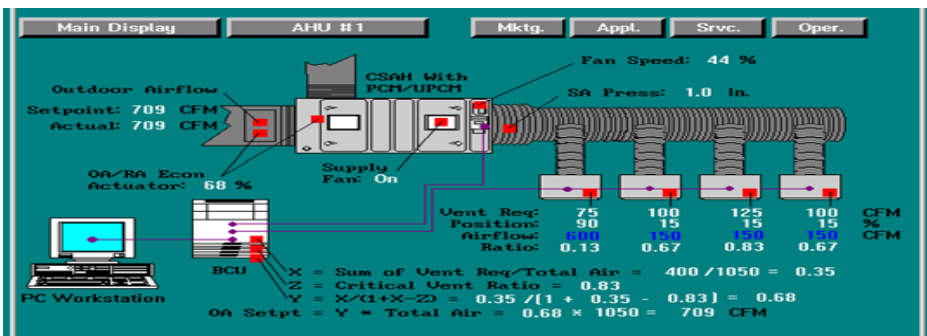
數據演算之後
產出綠色優化
之決策與控制



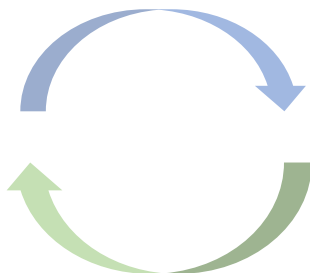
推動研究議題 (二)

➤ 結合AIoT於製造執行系統之優化技術

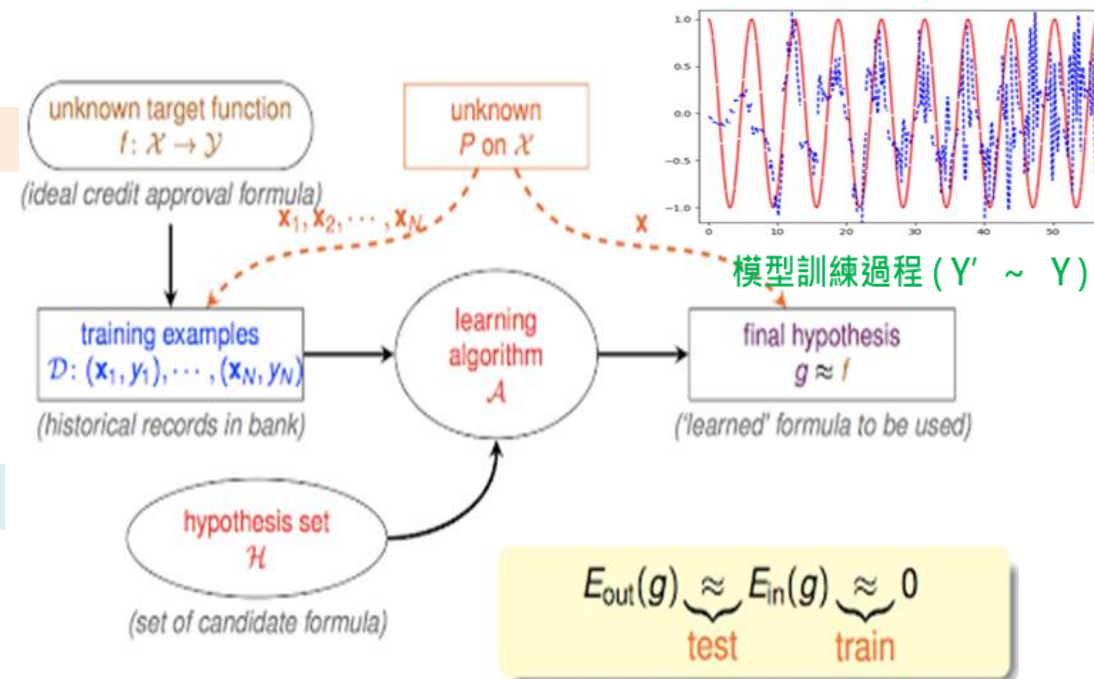
- 過往智慧製造之AIoT應用研究較側重於如何提升(優化)機台及製程等之運行效率、運作成本或良率品質之精進，缺乏對能耗與碳排等減量優化之探討，透過「綠色智慧製造與自動化技術之整合與開發」納入節能減排因子，並運用AIoT技術優化加工設備與製程之運作效能，達成淨零碳排之目標。
- 例如，在工廠之5G網路系統架構上，結合AIoT之技術，納入節能設計，在生產流程即時提供的產線數據來智能優化製程，減少資源損耗，並提升產品品質，並降低製造之成本。



製造參數資料蒐集



參數狀態重置 (優化)



推動研究議題 (三)

➤ 節能與製造效率的多目標優化

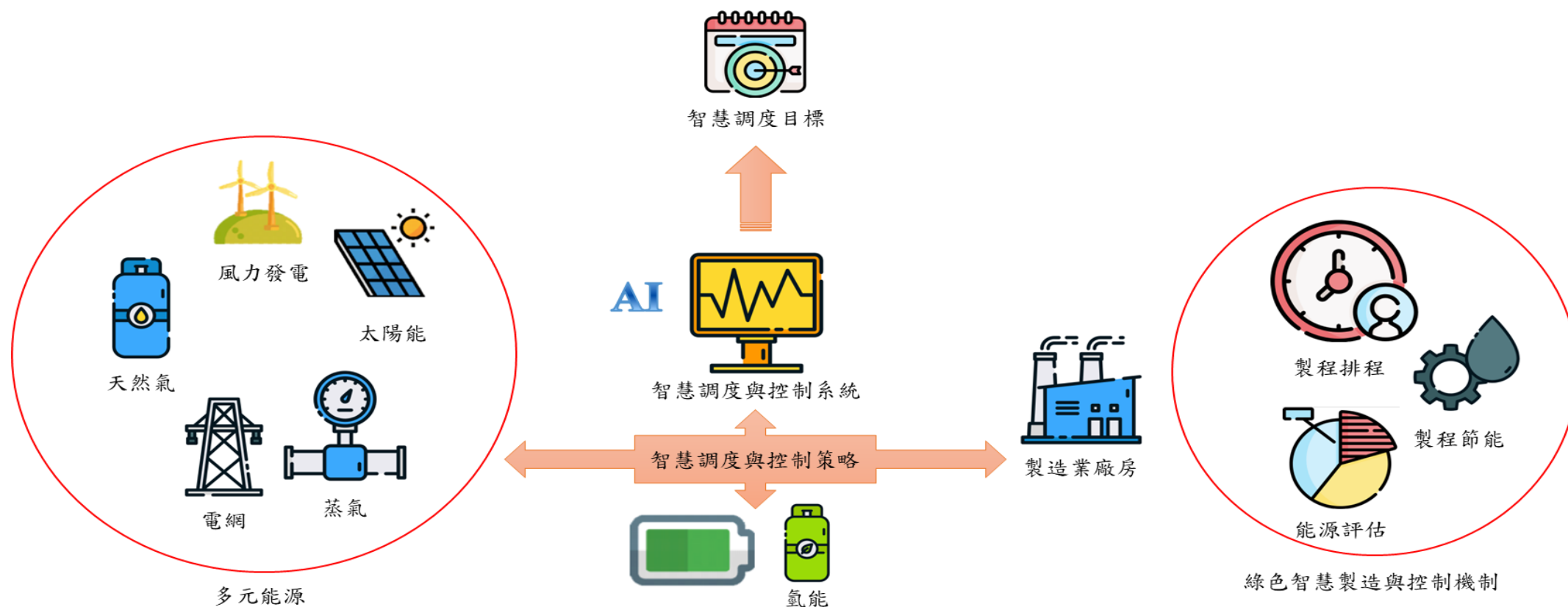
- 生產製造所面臨的問題包括**生產排程**、**產品交期**、**減少能耗**、**減碳**及**良率**...的目標等等，藉由人工智慧等技術研發多目標最佳化的智慧優化排程與管理，同時進行用電機制之優化調配以降低生產與能源成本。
- 多目標優化預計將整合智慧製造之**製造效率**與**節能績效**等最關鍵的二個目標，權衡二者間所可能產生之衝突及風險，優化整體效益。



推動研究議題 (四)

➤ 應用智慧型自動化技術之多元能源的智慧調度與控制策略

- 製造業所需之能源包括電能(火力、太陽能、風力、生質能、氫能、水力等)、儲能、熱能、高壓空氣、蒸氣、冷能等**多元能源**，因各能源響應速度不同，目前技術並無跟製程設備整合控制，需透過綠色創能、穩定儲能、智慧用能等系統整合多面向調度及控制多元能源。



預期達成目標(1/2)

本計畫係以製造場域能源需求端與供給端之設備(如工具機、機電系統、智慧機械、智慧製造、再生能源及儲能設施...等設備與製程)為標的物，藉以完成製造業之智慧淨零技術開發與整合，以滿足下述目標：

- 整合生產效能、能源效率及碳排管理等之多目標決策，達成場域用能設備自主優化運轉，提升整體產能與能源使用效率。
- 建構製造場域智能化低(零)碳轉型能力，邁向碳中和及淨零排放之目標。
- 運用新興數位化技術以解決(突破)現行能源管理系統所存在之不對稱、不透明、低效率及高風險等窘境，以精進及完善其管理系統之運作功效，以達成柏拉圖最適(Pareto Optimality)，提高技術之落地應用性。
- 極大化能源之使用效率，減少碳排及汙染，有助於綠色(永續)製造之形塑，提升智慧製造之品牌形象與競爭力度。
- 建立及積累達成我國淨零排放目標所需之「智慧淨零」永續技術科研能力與專業人才庫，以形成一結合產-學-研核心Know-How之技術供應鏈。

預期達成目標(2/2)

- 為能充份展現計畫執行之具體成效，基於上述四項研究議題所衍生之智慧淨零技術，在生產製造或設備運行時，其品質、規格、與效率等均能確保維持或更優化之情況。
- 各計畫須依其研究性質，針對『能源使用效率提升之百分比』、或『節能效率提升之百分比』、或『再生能源效率提升之百分比』，或『能源循環再利用率提升之百分比』等，在研究計畫申請書中，需明列：技術亮點、自訂可供查核其效率提升的評量指標、及研發成果驗證方式。



- 技術亮點?
- 評量指標?
節能率 碳中和率? 能(資)源再利用率? 效能提升率?
- 驗證方式?
驗證之場域規格? 系統規格? 設備規格?

計畫申請、審查與考評之重點摘要 (請務必詳讀徵求公告)

➤ 計畫申請

- 申請本項主題式計畫，可同時申請學門大批專題研究計畫。但主題式計畫為第一優先執行。
- 計畫總主持人及團隊成員以自動化學門為主，並鼓勵跨領域合作，共同組成研究團隊。
- 請規劃為三年期之單一整合型計畫，彙整成一本計畫申請書(總計畫主持人須執行1件子計畫)，且至少需包含3件子計畫(含總計畫主持人執行之子計畫)以上。計畫總經費以新臺幣700萬元為上限。
- 計畫經審查通過、核定補助後，主持人列入執行國科會專題研究計畫計算件數，共同主持人不列入執行國科會專題研究計畫計算件數。
- 為落實產業應用，必須邀請國內業界參與共同執行，並提供「合作企業參與計畫意願書」。

計畫申請、審查與考評之重點摘要 (請務必詳讀徵求公告)

➤ 計畫審查

- 審查方式包括書面初審及複審，複審若有必要時，將請計畫申請人進行簡報審查，並依審查結果及工程處該年度預算額度內擇優補助。
- 需明確掌握國內外標竿技術，並訂定技術里程碑、查核點、評量指標，以作為評審委員查核之依據。

➤ 考評機制規劃

- 每年辦理**期中考評**與**期末考評**。必要時將擇案進行實地訪視。考評未獲通過者，將予退場，不補助下一年度計畫。
- 考評之重點包含：計畫執行進度與成果、研發之技術項目是否為業界需要之關鍵技術、研發技術相較國內外標竿技術之進步性、技術成熟度、技術落地及產業應用之可行性、實際場域應用之規劃及實測情形、合作企業之實質參與程度...等。

參考文獻

- <https://view.ctee.com.tw/esg/46522.html>
- <https://view.ctee.com.tw/esg/47107.html>
- <https://clustercollaboration.eu/content/european-council-adopts-just-transition-fund-and-fit-55-package>
- https://taxation-customs.ec.europa.eu/green-taxation-0/carbon-border-adjustment-mechanism_en
- <https://outlook.stpi.narl.org.tw/index/focus-news?id=4b11410082b1172501835904d6187fb8>
- <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>
- https://www.cens.com/cens/html/zh/news/news_inner_58713.html
- [中正講座-向典範學習，淨零永續，周至宏，2023.03.07](#)

Thank you for your attention!

