

便簽 日期：107年8月21日  
單位：研究發展處  
速別：普通件  
密等及解密條件或保密期限：

- 計畫業務組 擬辦：
- 一、文陳閱後，公告於電子公佈欄、本組、本處及本校最新消息，並e-mail副知全校教師知照。
  - 二、計畫主持人請於校內申請截止日107年9月25日上午10時前於科技部系統完成線上申請作業，並立即填送「國立中興大學申請科技部研究計畫計畫主持人聲明書」至申請單位(系、所、中心)。
  - 三、申請單位須於107年9月26日上午10前至科技部系統列印申請名冊(樣張)1份經單位主管核章後，併同「國立中興大學申請科技部研究計畫申請單位切結書」送至研發處計畫業務組，逾期恕不受理。
  - 四、另提醒申請者於提出計畫申請案前，務必更新或確認個人資料（職稱請以人事室核發之正式職稱為準）。
  - 五、文存。

會辦單位：

| 第二層決行                        |      |    |
|------------------------------|------|----|
| 承辦單位                         | 會辦單位 | 決行 |
| <div>行政組 張譯云 0821 1619</div> |      |    |

## 科技部 函

機關地址：台北市和平東路2段106號  
聯絡人：郭天舜  
電話：02-2737-7285  
傳真：  
電子信箱：tskuo@most.gov.tw

受文者：國立中興大學

發文日期：中華民國107年8月21日

發文字號：科部工字第1070060330號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：如說明四(附件1 A09550000Q0000000\_107E0P000155\_107D2022840-01.docx、附件2 A09550000Q0000000\_107E0P000155\_107D2022841-01.docx)

主旨：本部推動107年度「先進製造技術：智動機電系統暨連網整合計畫」，自即日起接受申請，請查照轉知。

說明：

- 一、本計畫徵求包含申請與審查；請申請人依本部補助專題研究計畫作業要點，研提正式計畫申請書(採線上申請)；申請人之任職機構應於107年9月28日(星期五)前函送本部，逾期不予受理。審查作業以書面審查為主，獲書審推薦者，視需求安排會議複審，請計畫主持人簡報計畫內容。
- 二、本公告獲補助計畫需配合本部進行期中、期末成果追蹤、查核及考評，未獲補助案件恕不受理申覆。
- 三、本公告未盡事宜，應依本部補助專題研究計畫作業要點、本部補助專題研究計畫經費處理原則及其他相關法令規定辦理。
- 四、本專案計畫徵求公告如附件，計畫相關申請規範與研究範疇等請詳參公告內容。相關訊息另公布於本部網站(<http://www.most.gov.tw/>)-動態資訊(計畫徵求)或工程司網站(<https://www.most.gov.tw/eng/ch>)-公告事項。



五、有關系統操作問題，請洽本部資訊系統服務專線，電話：0800-212-058，(02)2737-7590、7591、7592。

正本：專題研究計畫受補助單位（共303單位）

副本：本部綜合規劃司、工程司(均含附件)



部長陳良基

裝



線

# 科技部工程技術研究發展司

## 先進製造技術：智動機電系統暨連網整合計畫

### 計畫徵求公告



#### 壹、前言

製造業為我國經濟成長之重要產業，但工業用機械設備仍仰賴進口。我國面臨的國際競爭也日趨激烈，各國政府自 2011 年起相繼提出國家級製造業發展戰略，已開發國家已有世界級的智慧製造技術與服務案例。臺灣則在 2016 年提出「推動智慧機械產業推動方案」其目的在於深化智慧機械自主技術與技術創新，減緩勞動人口結構變遷壓力，以創新產業生產流程並大幅提高生產力，加速產業供應鏈智能化與合理化，並促使我國產業加速導入智機化與建立智機產業創新生態體系（Innovation eco-system）。本專案計畫參考國研院科政中心研究報告《2025 台灣製造業－藉由形塑未來工作與生產模式來探尋潛力技術》，並結合機電系統與資通訊相關之技術，以達到跨領域整合之效益，最終鼓勵研究成果實際應用於製造業場域。本專案計畫透過補助研究機構執行智慧機械潛力技術研究，提升國產半導體及機械加工設備之附加價值及整廠整線輸出之能力，協助臺灣製造業因應未來技術挑戰並促進國內經濟成長。

#### 貳、計畫目標

- 一、發展自主性、獨創性與挑戰高技術門檻的高(質)值化關鍵軟硬體整合技術，以協助臺灣機械產業升級與轉型，及提升臺灣機械產業在高階製造系統的國際競爭力。
- 二、透過與企業的合作，提出符合業界中長期關鍵技術需求，並透過政府資源整合，滿足未來臺灣製造業之潛力智慧技術，銜接過往已有之智慧製造研發成果，建立臺灣製造業整場整線之智慧整合技術典範。
- 三、提升臺灣工業用機械技術自主性，改善臺灣工業用機械仰賴國外進口之現狀。
- 四、保持臺灣金屬加工機械產業的高度競爭力與支持技術升級，提高國產設備之附加價值。



## 參、計畫內容

一、本專案計畫除研發高技術門檻的智慧製造軟硬體技術外，也強調發展系統整合創新解決方案及驗證於產業應用場域。計畫應同時整合以下 A 項資通訊技術與 B 項機電系統技術下至少各一子項技術，並應用於 C 項製造業場域。例如：整合 A 項下之預測分析與 B 項下之智動機電模組為主要研發範疇，並應用於開發自動光學檢測系統。

二、A 與 B 項之技術清單如下：

### A 項資通訊技術：

1. 雲端運算與安全：在工廠內部、工廠與工廠甚至是客戶端形成一個資料分享的網路，因此資料運算需要在雲端上可迅速完成，以達到資訊傳遞的及時化與最佳化。如提升資訊安全、開發新型智慧天線系統、加速雲端運算、3D 空間場域高速建置、影像編碼高度壓縮處理技術等。
2. 預測分析：透過廣泛蒐集來的資料提供未來趨勢，應用情境包含判斷並規劃系統/機器維護的時程、判斷及最佳化製程步驟、結合產品生命週期管理以最佳化研發、生產、行銷到停產之時程規劃。如積極預防性維護、直覺式模糊 (Intuitionistic Fuzzy) 資料關聯、高維度隨機森林 (Random Forest) 分類器、鯨式最佳化演算法 (Whale Optimization Algorithm) 等。
3. 近距離無線通訊：工廠裡機器與機器之間、人與機器間甚至是人與人之間的資訊傳遞。如動態拓撲下之可靠度、快速實時交遞 (Handoff)、節點配置 (Node Deployment) 演算法、智慧自適應運轉 (Self-adaptive Operation) 等。

### B 項機電系統技術：

1. 智動機電模組：研發先進製造的大型機電系統，除智慧化單機設備外，也透過佈建感測器於設備、生產線與工廠中，處理異質機台或系統間的資訊傳遞，並將大量硬體資訊軟體化。如感測模組與控制系統即時整合、光機電系統整合與開發、機電介面與整廠系統整合。
2. 智慧連網系統：根據 IDC 分析 2021 年全球可穿戴裝置的預測，將包括網路連接以及改進的傳感器和演算法，這些技術不僅提供了更高的準確性，而且還能使公司通過新途徑來銷售可穿戴式產品。如精密及迷你且具高散熱效能感測器元件、磁性連接纜線技術 (Magconn)、彈性複合材料基板 (軟性裝置) 等。

### 三、本計畫應將研究成果應用於下列 C 項製造業場域：

1. 整廠整線異質設備間之互聯協調與整合：有鑑於各機台設備型號不同，各設備商採用的通訊標準不一，多數製造業者難以串連工廠的所有設備資訊，致使企業難以走向智慧製造，可透過發展整線整廠 CPS 平台，並藉由現役設備升級，將不同性質之設備以網路等方法共享資訊及協同運作，提高產線之調整彈性及效率。可進一步結合工廠之決策或物料等管理系統，透過數據分析達到預測產能與存貨變化，及更加提高工廠因應客戶需求急速變化的能力。
2. 自動光學檢測系統：應用於半導體與精密機械製造業，判斷產品之缺陷與瑕疵。利用非接觸式的感測裝置，搭配系統進行影像擷取與分析決策，並搭配特殊的光源配置，再經由取得影像進行製造精度檢測分析。將原本需要高精密度、高危險性、高度穩定性的自動化工序與機器視覺進行深度整合，同時兼顧生產速率與品質。
3. 電子機械(半導體設備)：SEMI 在 2017 年末更新「全球晶圓廠預測」(World Fab Forecast) 報告，指出 2017 年晶圓廠設備投資相關支出將上修至 570 億美元，反應出市場對於半導體設備需求持續成長，半導體設備需同時達到極度精確與高速產能，將是未來我國極具發展潛力的生產機具，透過創新技術的提升與系統的整合亦可彌補國內半導體產業設備從國外進口之情況，並藉此提升國產半導體機台實質價值並為半導體產業上下游創造雙贏。

### 四、總經費主要用於指定項目。

五、鼓勵國內外企業與學界共同合作，由合作企業、學界或法人單位組成團隊，提供驗證智慧機械潛力技術之實體場域。

六、鼓勵團隊與在智慧機械領域研究表現突出之世界大學合作，透過借鏡各國研究經驗，加速臺灣製造業技術升級。

## 肆、計畫申請及查核

### 一、計畫申請注意事項

1. 以單一整合型聯盟計畫執行。
2. 預計以三年期為限，自 2018 年 12 月 1 日起執行。
3. 計畫應提出「應用情境之說明」，揭示「目標製造業場域」於智慧機械開發上之技術需求，且於計畫結束時呈現所開發技術之「具體解決方案」，



以說明學術、技術或應用創新的重點及與計畫推動構想的關聯性，亦請說明所開發技術於「相關產業之擴散性」。

4. 計畫書內容以「應用情境驗證」為考核重點，須以「目標製造業場域」規劃多年期的智慧機械潛力技術發展里程碑圖（roadmap），具體說明使用此所開發技術之優勢。並於計畫結束後展示驗證結果以呈現目標製造業場域導入該關鍵性技術之效益，並由審查委員進行現場訪視及舉辦成果發表研討會。
5. 為促成計畫結案後能順利完成技術移轉，申請單位須邀請業界或法人機構參與規劃及執行，並簽訂合作意願書（如附件「合作企業參與計畫意願書」所示）。計畫應以產學合作運作成果作為其績效指標，要具備軟硬體整合之跨領域團隊，同時包含技術供給方（solution supplier）及技術應用方（user）之角色；並請於計畫書中說明合作之業界或法人機構擬參與方式及投入資源（包括研究配合經費、研究人力、獎學金、軟硬體設備等）。
6. 為朝向創新前瞻之突破性效益，鼓勵團隊具有跨校、跨科系領域的合作（如機電系統、機械、資通訊、電機電子、工業工程與管理、統計等）。

## 二、計畫之申請

1. 請提出正式計畫書。
2. 正式計畫書之擬撰須參考美國 DARPA 機制之精神，其中須包含：
  - i. 一頁技術摘要簡報：格式請參考附件。簡報須簡潔有力地說明計畫的主要目標、關鍵創新、預期之衝擊、及其他獨特的面向。
  - ii. 目標及衝擊：描述計畫團隊嘗試達成的目標及如果目標達成，造成的衝擊或改變，請分別以質化及量化的方式說明。
  - iii. 技術性計畫：概述固有的技術性困難及可能克服潛在問題的方法。
  - iv. 管理性計畫：提供計畫團隊成員的專長摘要，包括將執行該工作的任何顧問和關鍵人員。
3. 正式計畫書須提出目標技術在世界與臺灣之技術前瞻性比較，包含：
  - i. 團隊所發展之目標技術現況。
  - ii. 目標技術在臺灣的發展現況。
  - iii. 目標技術在世界的發展現況。
  - iv. 團隊自訂之最終目標規格或明確特色。



4. 正式計畫書須以半年為單位自訂技術里程碑、查核點、評量指標，以做為審查委員查核之依據。每半年之評量指標須包含至少 3 個質化目標及 9 個量化關鍵成果。每個質化目標對應至少 3 個量化關鍵成果。
5. 正式計畫書需整合至少 3 個分項計畫。不鼓勵另購設備，盡可能使用業界或法人研究機構提供之設備。
6. 審查作業包括初審及會議複審，如有必要將安排計畫主持人簡報計畫內容。
7. 正式計畫書由聯盟計畫之總主持人依科技部專題計畫申請方式於線上提出，本計畫總主持人列入科技部專題研究計畫數計算。每件計畫申請金額範圍為新台幣 800 萬元至 2,000 萬元，應與業界或法人合作。
8. 其他未訂定事項，悉依科技部補助專題研究計畫作業要點實施。

### 三、計畫之考核

計畫主持人需自訂技術里程碑、查核點、評量指標，以為評審委員查核之依據。其中，技術里程碑須以「應用情境」及「目標製造業場域」作為驗證目標進行，計畫查核方式如下：

1. 計畫執行結束必須繳交結案報告，並需展示研究整體產業效益、關鍵性技術層次、專利、特色實驗室、元件、模組、設備或其他實體產品，由審查委員進行現場訪視或舉辦成果發表研討會。
2. 研究進度及成果的審查結果將列為下一年度補助經費之參考依據。
3. 研發成果技術之「製造業應用性及擴散性」列為查核之重點項目。
4. 獲補助之計畫主持人請配於每季上網填寫績效報告表，並於期中、期末或不定期成果資料彙報。

### 伍、申請作業時程

一、計畫正式申請書：即日起至 2018 年 9 月 28 日（星期五）前由申請單位備函送本部（請彙整造冊後專案函送），逾期不予受理。

二、請申請者根據本計畫作業要點研提申請書（採用本部專題研究計畫申請書格式），並依本部專題計畫申請方式於線上提出；在計畫類別請勾選「一般型研究計畫」、研究型別請勾選「整合型計畫」、計畫歸屬請勾選「工程司」、學門代碼請勾選「E9839（先進製造技術）」，以利作業。

### 陸、其他注意事項

- 一、主持人以申請一件本專案研究計畫為限，計畫之總主持人列入科技部專題研究計畫數計算。
- 二、本計畫屬專案計畫，恕無申覆機制，且有退場機制。
- 三、本計畫之簽約、撥款、延期與變更、經費核銷及報告繳交等，應依本部補助專題研究計畫作業要點、專題研究計畫經費處理原則、專題研究計畫補助合約書與執行同意書及其他有關規定辦理。
- 四、其餘未盡事宜，依本部補助專題研究計畫作業要點及其他相關規定辦理。

### 柒、專案計畫聯絡人

專案召集人：蔡宏營 特聘教授（國立清華大學動力機械工程學系）

Tel：(03)5742343 Email：hytsai@pme.nthu.edu.tw

計畫承辦人：郭天舜 先生（科技部工程司）

Tel：(02)27377285 Email：tskuo@most.gov.tw

計畫助理：江孟珊 小姐（科技部工程司）

Tel：(02)27377285 Email：msjiang@most.gov.tw

吳奕鴻 先生（國立清華大學動力機械工程學系）

Tel：(03)5715131#33730 Email：yihung.wu@mx.nthu.edu.tw

李東哲 先生（國立清華大學動力機械工程學系）

Tel：(03)5715131#33730 Email：tungche@mx.nthu.edu.tw

陳德鴻 博士（國立清華大學動力機械工程學系）

Tel：(03)5715131#33730 Email：chentehung@mx.nthu.edu.tw

附件：廠商合作意願書  
科技部先進製造專題研究計畫  
合作企業參與計畫意願書

本企業（名稱：\_\_\_\_\_）參與「先進製造技術：智動機電系統暨連網整合計畫」（名稱：\_\_\_\_\_，主持人\_\_\_\_\_），同意並遵守下列合作事項：

- 一、...（提供經費、設備與人力等等）
- 二、...（提供實務場域驗證等等）
- 三、...（提供）

本企業所提供知本計畫申請書內容及各項資料，皆與本企業現況與事實相符。本企業於本計畫所提出之內容未曾向其他政府機關（構）申請補助，且絕無侵害他人專利權、著作權、商標權或營業秘密等相關智慧財產權，如有不實情事，本企業願負一切責任。特此聲名，以茲為憑。

此致

科技部

合作企業負責人：\_\_\_\_\_（簽章）

合作企業印 鑑：

中華民國     年     月     日



## 題目 (Title)

組織名稱 (Organization Name(s)) ; 技術性概念驗證名稱 ( Technical POC Name (s) )

### 概念 (CONCEPT)

提供圖解 (Provide graphic) 。

### 方法 (APPROACH)

描述新構想 (Describe new ideas) 。

### 衝擊 (IMPACT)

描述面臨的需求或問題 (Describe need and problem being addressed) 。

描述目標 (Describe goal) 。

### 背景 (CONTEXT)

描述現有的方法及當前發展水平 (Describe existing approaches/state of the art) 。

## 附件：技術摘要簡報



**科技部工程技術研究發展司**  
**先進製造技術：智動機電系統暨連網整合計畫**  
**計畫徵求說明**

製造業為臺灣經濟成長之重要產業。2016 年製造業占國內生產毛額(GDP) 的 31%，比重為所有行業之最，且遠高於第二位批發及零售業 (16%) [1]。製造業的經濟成長速度也為所有行業之最，自 2007 年至 2016 年平均年增 5.7%，除高於經濟成長率 (3.1%) 外，也高於第二位電力及燃氣供應業 (3.2%) [2]。另外，製造業為就業人口最多之行業，2016 年其占總就業人口的 27%，高於第二位批發及零售業 (16%) [3]。前述之統計資料整理於圖 1。

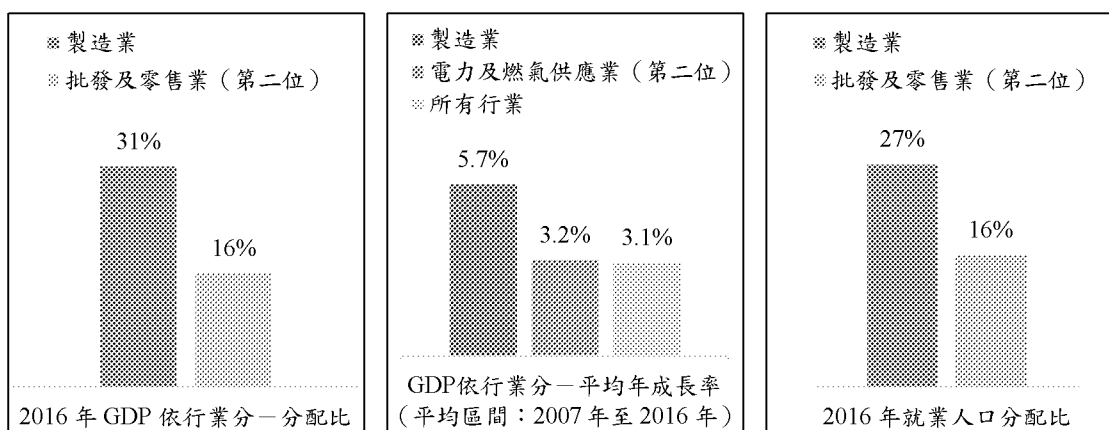


圖 1：製造業之經濟成長統計資料與比較 [1] [2] [3]。

臺灣工業用機械高度仰賴進口。2016 年臺灣工業用機械貿易值世界排名第 129 位、入超 56.7 億美金，前 10 名工業用機械出超經濟體依序為德國、日本、大陸地區、義大利、荷蘭、香港特別行政區<sup>1</sup>、大韓民國（韓國）、瑞士、奧地利與捷克 [4] [5]。圖 2 為前 20 名工業用機械出超經濟體及其貿易值，另含臺灣及美國以供比較。其中，臺灣半導體設備為工業用機械入超之最大宗，2016 年入超貿易值 152 億美金 [4]。臺灣金屬加工機械為工業用機械出超之最大宗，2016 年貿易值世界排名第 5 位，出超 27.0 億美金。前 4 名金屬加工機械出超經濟體依序為德國、日本、義大利與瑞士。圖 3 為前 10 名金屬加工機械出超經濟體及

<sup>1</sup> 聯合國資料庫 [5] 與香港特別行政區出版之統計年刊 [16] 的香港出口貿易值有所出入。以國際貿易標準(SITC)第四次修訂版之編號 7 機械及運輸設備為例，聯合國所列出口貿易值 319,689 百萬美元，但香港特別行政區所列出口貿易值僅 845 百萬美元（以匯率 [17] 換算）。

其貿易值，另含大陸地區及美國以供比較 [4] [5]。

| (排名) 經濟體名稱 | 單位：十億美元 |
|------------|---------|
| (01) 德國    | \$91.0  |
| 日本         | \$64.6  |
| 大陸地區       | \$54.5  |
| 義大利        | \$54.2  |
| (05) 荷蘭    | \$10.1  |
| 香港特別行政區    | \$8.55  |
| 大韓民國 (韓國)  | \$8.44  |
| 瑞士         | \$7.83  |
| 奧地利        | \$5.19  |
| (10) 捷克    | \$4.92  |
| 瑞典         | \$3.76  |
| 新加坡共和國     | \$2.78  |
| 丹麥         | \$2.38  |
| 芬蘭         | \$2.26  |
| (15) 比利時   | \$1.07  |
| 斯洛維尼亞      | \$0.458 |
| 馬其頓        | \$0.211 |
| 斯洛伐克       | \$0.137 |
| 盧森堡        | \$0.102 |
| (20) 巴拿馬   | \$0.062 |
| (129) 臺灣   | -\$5.67 |
| (138) 美國   | -\$14.4 |

圖 2：2016 年世界前 20 名工業用機械出超經濟體及其出超貿易值，另含臺灣及美國以供比較 [4] [5] (註：工業用機械貨品別係包括國際貿易標準 (SITC) 第四次修訂版之編號 72 特殊工業之專用機械、73 金屬加工機械以及 74 未列名一般工業用機械與設備及未列名零件。臺灣貿易值參考 [4]，其他經濟體貿易值參考 [5]。補充香港特別行政區資訊於第 1 頁註腳 1)。

| (排名) 經濟體名稱 | 單位：十億美元 |
|------------|---------|
| (01) 德國    | \$9.37  |
| 日本         | \$8.56  |
| 義大利        | \$4.04  |
| 瑞士         | \$3.07  |
| (05) 臺灣    | \$2.70  |
| 大韓民國 (韓國)  | \$1.27  |
| 瑞典         | \$0.446 |
| 香港特別行政區    | \$0.438 |
| 奧地利        | \$0.361 |
| (10) 西班牙   | \$0.326 |
| (139) 美國   | -\$2.63 |
| (141) 大陸地區 | -\$4.18 |

圖 3：2016 年世界前 10 名金屬加工機械出超經濟體及其出超貿易值 [4] [5] (註：金屬加工機械貨品係採計國際貿易標準 (SITC) 第四次修訂版之編號 73 金屬加工機械。臺灣貿易值參考 [4]，其他經濟體貿易值參考 [5]。補充香港特別行政區資訊於第 1 頁註腳 1。)



各國政府自 2011 年起相繼提出國家級製造業發展戰略，臺灣面臨的國際競爭日趨激烈。美國於 2011 年 6 月由總統科技顧問委員會提出建議報告《確保美國先進製造領導地位》，促使推動「先進製造夥伴聯盟（AMP）」計畫 [6]。美國眾議院於 2014 年 10 月通過《振興美國製造和創新法案》，依該法於商務部下成立跨部會之「先進製造國家計劃辦公室（AMNPO）」，並由該辦公室管理「美國製造」計畫（<https://www.manufacturingusa.com/>）至今 [6]。德國於 2012 年 10 月由教育及研究部所補助之工業 4.0 工作小組提出決定性報告《工業 4.0 戰略倡議之實施建議》 [7]，並隨後與德國經濟及能源部和 6,000 家企業合作，共同營運「工業 4.0 平臺」（<http://www.plattform-i40.de/>）至今 [8]。中國大陸於 2015 年 5 月由國務院發布《中國製造 2025》製造戰略計畫，旨在推動從「製造大國」邁向「製造強國」的政策藍圖，以創新驅動為核心發展思想，並選擇福建泉州為首個地方試點 [9]。

已開發國家已有世界級的智慧製造技術與服務案例。例如，德商博世力士樂（Bosch Rexroth AG）繼 2013 年向德國政府提出「工業 4.0」的建言後，就已積極在自家生產線上建置相關智慧生產技術，並對外提供水平及垂直相連工廠的解決方案，如圖 5 所示 [10]。該方案透過工業 4.0 的方法讓客戶能根據不同的產品規格及需求彈性地調整生產線，藉此容易且穩定地製造高度差異性的產品，以符合高度彈性需求，並達到高度透明化、無紙化製造、零設置時間、僱員支持、存貨削減及提高生產力的好處。此外，「美國製造」計畫下由麻省理工學院領導的「美國先進機能織物」創新製造協會（AFFOA），其推動傳統織物轉換為精密、具整合性且網路化之裝置或系統，例如融合半導體於織物中，形成具計算機功能的產品 [11]。協會透過成立多個「織物發現中心」與新創的先進織物公司連結，降低開發新產品與製作原型的門檻，藉此加快市場開發先進織物產品的速度 [12]。





圖 4：博世力士樂員工設定已相連之生產線 [10]

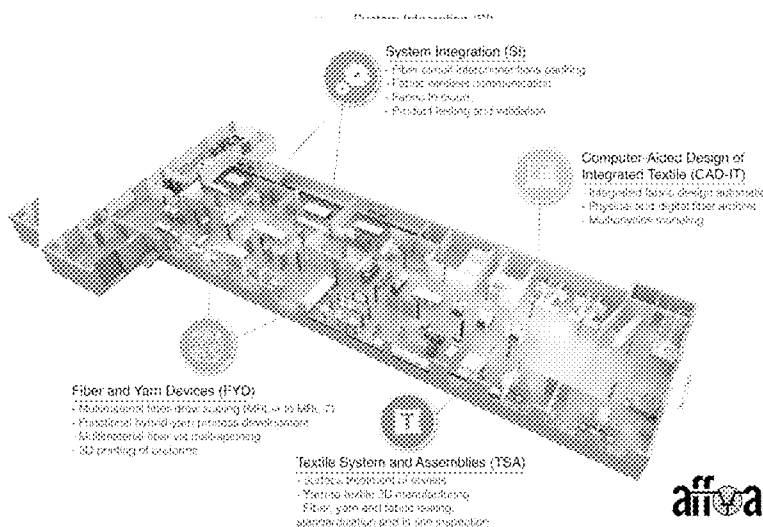


圖 5：「美國先進機能織物」創新製造協會的「織物發現中心」概念 [11]。

臺灣 15-64 歲工作年齡人口將持續減少且高齡化，製造業未來面臨缺工及勞工體力下滑的問題。臺灣工作年齡人口已於 2015 年達到最高峰後開始遞減 [13]。圖 6 以 2017 年 1,721 萬工作年齡人口數為基準，推估 2021 年將減少 52 萬人、2061 年減少 775 萬人 [13] [14]。另觀察圖 7 之工作年齡人口年齡結構，推估 50-64 歲占比上升、15-29 歲占比下降，工作年齡人口呈現高齡化之趨勢 [13] [14]。

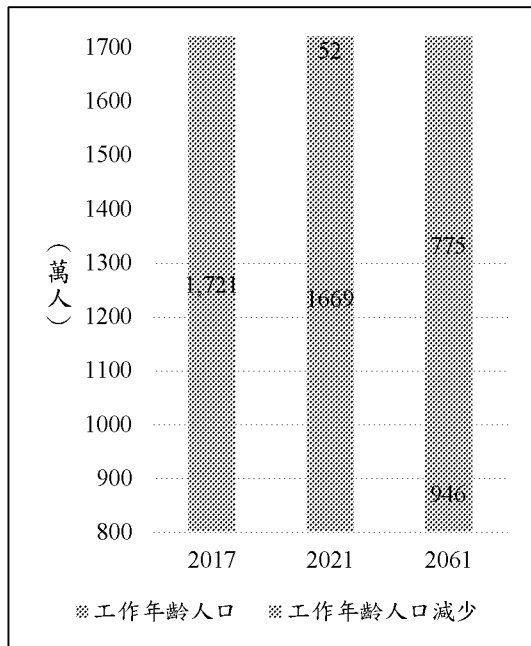


圖 6：臺灣工作年齡人口數與減少數推估 [13] [14]。

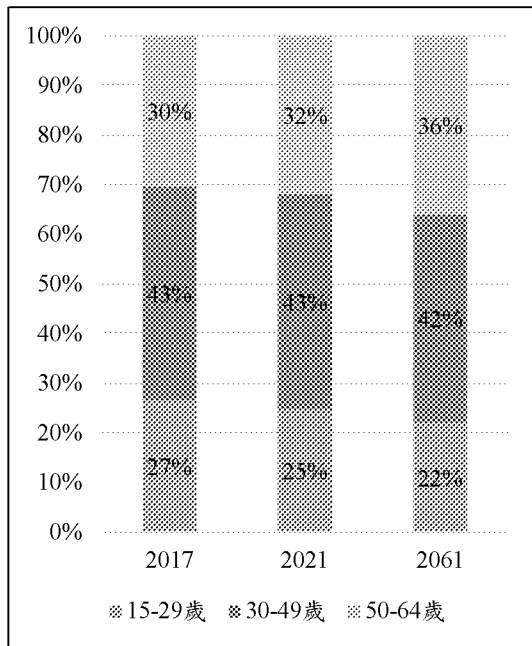


圖 7：15-29 歲、30-49 歲、50-64 歲占工作年齡人口之比率 [13] [14]。

為增加臺灣工業用設備出口之附加價值，產業界須更深化整合自動光學檢測系統於機台中，達到提高生產效率、提高產品良率、降低生產成本、降低人為失誤、與即時發現並排除問題。單機設備智慧化後的下一階段即為生產線甚至是工廠的智慧化，亦即異質設備間之互聯協調與整合，並實際且廣泛應用於國內製造業，最終帶動技術服務業發展，達到整線整廠輸出之境界。此外，半導體製造業為臺灣之重要產業，惟製造半導體之設備大量仰賴國外進口，因此，提升我國自造之技術能力迫在眉睫。本專案計畫將鼓勵研究成果實際應用於前述之三項製造業場域：整廠整線異質設備間之互聯協調與整合、自動光學檢測系統、與電子機械（半導體設備）。

本專案計畫參考國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心出版 85 頁研究報告《2025 台灣製造業—藉由形塑未來工作與生產模式來探尋潛力技術》[15]。該研究除考量各國之製造業政策外，也納入臺灣面臨之社會問題，提供相對深入且符合臺灣現狀之發展建議。圖 8 為決定智慧機械潛力技術的步驟。第一至第四步驟參考 [15]，最後步驟排除科技部已有之相關技術的專案計畫（機器人及智慧感測器），最後篩選出 3 項資通訊技術：雲端運算與安全、預測分析以及近距離無線通訊。除前述 3 項資通訊技術外，本計畫另結合機電系統相關與資通訊之技術，以達到跨領域整合之效益（圖 9）。

本專案計畫之先期規劃團隊於2017年10月會議亦討論智慧微塵(Smart dust)及數位雙胞胎(Digital twins)等智慧潛力技術，惟兩項技術已分別由清大「微感測器與致動產學聯盟」及「智慧網實系統平台架構技術研發與應用驗證計畫」執行相關研究，因此不納入本次徵求之關鍵技術。規劃團隊進一步於2018年1月召開第二次會議，提出智慧機電系統技術應用於製造業場域之構想，如機器手臂於工廠內不同生產步驟間作協調整合。關鍵之智慧機電系統技術包括：智動機電模組及智慧連網系統。因此除前段所述之3項資通訊技術外，本計畫另結合2項機電系統相關之技術，最後鼓勵研究成果實際應用於製造業場域。(圖9)。

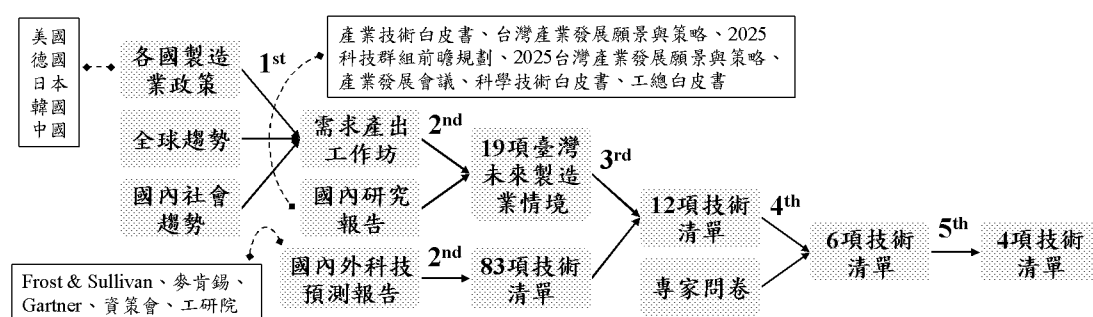


圖 8：決定智慧機械潛力技術之5步驟。

#### A項條件-與資通訊技術相關之技術清單：

- 雲端運算與安全：
  - 提升資訊安全、
  - 開發新型智慧天線系統、
  - 加速雲端運算、
  - 3D空間場域高速建置、
  - 影像編碼高度壓縮處理技術等
- 預測分析：
  - 積極預防性維護、
  - 直覺式模糊(Intuitionistic Fuzzy)資料關聯、
  - 高維度隨機森林(Random Forest)分類器、
  - 鯨式最佳化演算法(Whale Optimization Algorithm)等
- 近距離無線通訊：
  - 動態拓模下之可靠度、
  - 快速實時交遞(Handoff)、
  - 節點配置(Node Deployment)演算法、
  - 智慧自適應運轉(Self-adaptive Operation)等

#### B項條件-與機電系統相關之技術清單：

- 智動機電模組：
  - 感測模組與控制系統即時整合、
  - 光機電系統整合與開發、
  - 機電介面與整廠系統整合等
- 智慧連網系統：
  - 精密及迷你且具高散熱效能感測器元件、
  - 磁性連接纜線技術(Magconn)、
  - 彈性複合材料基板(軟性裝置)等

#### C項條件-製造業場域

- 整廠整線異質設備間之互聯協調與整合
- 自動光學檢測系統
- 電子機械(半導體設備)

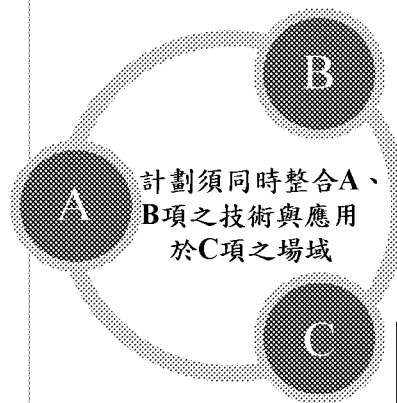


圖 9：欲徵求專案計畫內容架構。

本專案計畫透過補助研究機構執行智動機電系統暨連網技術研究，協助臺灣製造業因應未來挑戰並促進國內經濟成長。除發展獨創性與挑戰高技術門檻的高（質）值化／智能化關鍵軟硬體技術外，針對臺灣工業用機械，將提升製造業的技術自主性，以降低貿易入超；國際競爭方面，提供製造業技術研究發展之方向且加速產業升級，以利臺灣於全球市場中競爭；針對臺灣工作年齡人口之減少與高齡化，則經由智慧化臺灣製造業，達成勞工產出價值的持續成長且進一步減少勞工體力之負擔，此外，預計透過智慧技術的創新與推動，將有效降低企業 10-20 % 相關製造相關成本（圖 10），更大大增加企業競爭力。

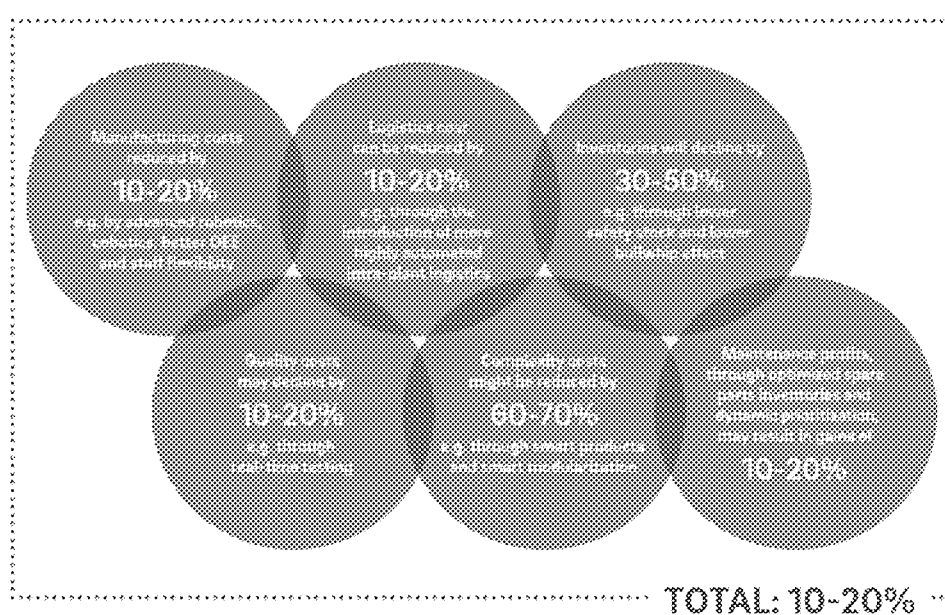


圖 10：製造業智慧技術推動將降低 10-20% 相關製造成本 [18]。

## 專案計畫挑戰目標：

本專案計畫由法人、學界及業界多方提供產業技術概況，並協助設定對應之技術目標，作為徵求之遴選標準。另因本計畫屬於技術整合型計畫，各挑戰技術項目執行團隊須說明世界現況與該項技術／技術整合性之挑戰目標，再經由該領域專家評判是否具有挑戰價值。

### A. 電子機械 AOI 光學檢測設備：

研究內容：我國半導體產業發展已獲全球領先地位，尤其於晶圓代工領域。在 2017 年台積電達到市佔率 55.9% 領先全球，為台灣創造一成功營運模式。惟因國內半導體前段製程設備相對弱勢，不論在自製率(<10%)或全球市場佔有率仍缺乏競爭力。其中晶圓檢測設備產業占有關鍵地位與市場。故本計畫研究適用於半導體設備之奈米級精度、精密定位之 AOI 光學檢測設備。

挑戰目標：發展大範圍三維全域、奈米級精度、高速之奈米級掃描定位量測技術與平台，量測單位達  $25 \times 25 \times 5$  (X×Y×Z) mm，解析度須達 1.24。可應用於晶圓 CMP 研磨後表面平整度與奈米級瑕疵檢測、晶圓微影曝光後奈米級缺陷與奈米級線寬 CD 量測等。專案目標需以世界指標性廠商為標竿，在自然規律極限內，為可達之技術規格。

**AOI 精密量測平台技術現況與挑戰目標**

| 指標項目            | 德國 SIOS  | 麻省理工學院                           | 美國 NIST   | 德國 PTB       | 荷蘭 Eindhoven 大學 | 專案未來目標   |
|-----------------|----------|----------------------------------|-----------|--------------|-----------------|----------|
| 量測單位 (X×Y×Z) mm | 25×25×5  | 25×25×0.1                        | 50×50     | 25×40×25     | 100×100×100     | 25×25×5  |
| 各軸精度 nm         | 解析度 1.24 | 解析度 0.10<br>重複性 1.00<br>精度 10.00 | 解析度 <1.00 | 一維重複性 <10.00 | 不確定度 <100.00    | 解析度 1.24 |

### B. 智動機電模組虛實整合雲端運算暨預測分析：

研究內容：國內工具機產業面對國際衝擊，必須從中階提升至中高階／高階層次，達到智慧化工具機已面臨第四次工業革命生產消費轉型的情境。國內目前



並未有單機模擬系統能夠整合插補、伺服、傳動、結構、主軸偏擺以及幾何誤差等模型來預測加工精度與粗糙度。目前僅中正大學整合伺服動態、幾何誤差以及主軸偏擺，而且可適用於世界三大商用控制器，但尚未整合結構動態。在世界現況方面，西門子整合單機模擬系統來預測加工精度與粗糙度，但是只能適用西門子控制器。透過開發虛實整合系統可以提升機台性能，如降低加工時間、預測加工輪廓精度及表面粗糙度等。

**挑戰目標：**開發虛實整合系統（Cyber physical system; CPS）以預測加工輪廓精度以及表面粗糙度。在預測加工輪廓精度方面，不同加工表面輪廓預測準確性達 92% 以上。在加工表面粗糙度方面，表面粗糙度 Ra 預測性須達 90% 以上，並基於表面粗糙度 Ra 技術上之突破，亦須同步提升表面粗糙度 Rz 值之技術於高精度加工市場中。此外，加工時間預測準確性須達 95% 以上，CNC 控制器內部資訊及感測器訊號同步性降達 1 毫秒 (ms)，藉由加值化功能提升國產工具機之附加價值。

智動機電模組預測現況與挑戰目標

| 指標項目                  | 世界現況  | 專案未來目標 |
|-----------------------|-------|--------|
| 加工時間預測準確性             | 80%   | 95%以上  |
| 不同加工表面輪廓預測準確性         | 70%   | 92%以上  |
| 表面粗糙度 Ra 預測性          | 80%   | 90%以上  |
| CNC 控制器內部資訊以及感測器訊號同步性 | 10 ms | 1 ms   |

### C. 整合異質機台聯網：

**研究內容：**國內中小企業因技術與經濟能力限制下，既有設備新舊機台共存，舊機臺大多無法連網，新機臺缺乏資通技術導致也無法連網，加工數據無法儲存應用。本研究計畫開發一整合性技術，透過共通介面結合 IoT 能夠整合不同機台各種既有系統達成 Machine to Machine (M2M)。國內機台互連 M2M 整合異質網路研究，包括台大、台科大、中正、成大研究團隊；感測器控制器互連



部分，精密機械發展中心及資策會發展 SkyMars 與 Servobox 等連網軟體。在世界現況方面，目前正發展機種通訊標準，包括 3GPP、ETSI、IEEE、WiMAX Forum、WFA、OMA、TIA、CCSA NITS 等；感測器控制器互連部分，美國目前有 MTConnect 制定工具機感測器連結標準。本計畫研究範圍為異質製造平台技術開發與網實系統升級應用驗證，將傳統單機生產模式提升到以物聯網為基礎的多機連結自動化生產，並以分析技術處理機台數據，以減少人力、提升加工精度、提高品質、降低成本與增進產線生產效率。

挑戰目標：藉由感測器使舊機臺連網，並與具連網功能的新機臺整合，使加工數據得以上傳雲端伺服器，然後透過分析產生有用資訊以改善製程。整合異質聯網促成智慧製造綜合效能提昇，目標須縮短製造週期 20% 以上，以及提升製程能源使用效率 10% 以上。目標亦須包含三要素，分別為有效解決產業界問題、具快速可重現之標準作業流程，以及須具備學理依據。

現況與挑戰目標

| 指標項目       | 世界現況 | 專案未來目標 |
|------------|------|--------|
| 縮短製造週期     | 無    | 20%    |
| 提昇製程能源使用效率 | 無    | 10%    |

## 參考文獻

- 
- 
- [1] 行政院主計總處, “國內生產毛額依行業分一分配比,” 2月 2018 年. [線上]. Available: <https://www.stat.gov.tw/public/data/dgbas03/bs4/nis93/np16.xls>. [存取日期: 21 日 2 月 2018 年].
- [2] 行政院主計總處, “國內生產毛額依行業分一實質成長率,” 2月 2018 年. [線上]. Available: <https://www.stat.gov.tw/public/data/dgbas03/bs4/nis93/np18.xls>. [存取日期: 21 日 2 月 2018 年].
- [3] 行政院主計總處, “歷年就業者之行業,” 3月 2017 年. [線上]. Available: <https://www.stat.gov.tw/public/data/dgbas04/bc4/year/105/table13.xls>. [存取日期: 21 日 2 月 2018 年].
- [4] 財政部統計處, “貿易統計資料查詢(一般貿易制度),” [線上]. Available: <http://web02.mof.gov.tw/njswww/WebProxy.aspx?sys=100&funid=defjsptgl>. [存取日期: 22 日 2 月 2018].
- [5] U. N. S. Division, "UN Comtrade Database," [Online]. Available: <https://comtrade.un.org/data/>. [Accessed 22 Feb 2018].
- [6] Advanced Manufacturing National Program Office, "Manufacturing USA - Program Details," [Online]. Available: <https://www.manufacturingusa.com/pages/program-details>. [Accessed 8 Mar 2018].
- [7] the Industrie 4.0 Working Group, "Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Final report of the Industrie 4.0 Working Group," [Online]. Available: [http://www.acatech.de/fileadmin/user\\_upload/Baumstruktur\\_nach\\_Website/Acatech/root/de/Material\\_fuer\\_Sonderseiten/Industrie\\_4.0/Final\\_report\\_\\_Industrie\\_4.0\\_accessible.pdf](http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report__Industrie_4.0_accessible.pdf). [Accessed 27 Feb 2018].
- [8] Federal Ministry for Economic Affairs and Energy, "Plattform Industrie 4.0," [Online]. Available: <http://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/EN/Home/home.html>. [Accessed 27 Feb 2018].
- [9] 大陸委員會企劃處, “四、大陸發布「中國製造 2025」概述(企劃處主稿),” 07 月 2015 年. [線上]. Available: <http://ws.mac.gov.tw/001/Upload/OldFile/public/Attachment/581811412234.pdf>.
- [10] Bosch Rexroth AG, "Bosch Rexroth AG - I4.0 @ LoP2," [Online]. Available: <https://www.plattform-i40.de/I40/Redaktion/EN/Use-Cases/368-bosch-rexroth->

LoP2/article-bosch-rexroth.html. [Accessed 28 Mar 2018].

- [11] Manufacturing USA, "Manufacturing USA Annual Report, Fiscal Year 2016," 29 Nov 2017. [Online]. Available: <https://www.manufacturingusa.com/resources/manufacturing-usa-annual-report-fiscal-year-2016>.
- [12] Advanced Functional Fabrics of America, "Timeline & Milestones," [Online]. Available: <http://go.affoa.org/events/>. [Accessed 28 Mar 2018].
- [13] 行政院國家發展委員會, "中華民國人口推估(105至150年)," [線上]. Available: [https://www.ndc.gov.tw/Content\\_List.aspx?n=84223C65B6F94D72](https://www.ndc.gov.tw/Content_List.aspx?n=84223C65B6F94D72). [存取日期: 9日3月2018年].
- [14] PricewaterhouseCoopers GmbH, "Digital Factories 2020 - Shaping the future of manufacturing," 2017.
- [15] 王宣智 且 林品安, "2025 台灣製造業—藉由形塑未來工作與生產模式來探尋潛力技術," 國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心, 2016 年.
- [16] 香港特別行政區 政府統計處, "香港統計年刊(2017 年版)," 10 月 2017 年. [線上]. Available: <https://www.statistics.gov.hk/pub/B10100032016AN16B0100.pdf>. [存取日期: 9日3月2018年].
- [17] Board of Governors of the Federal Reserve System, "Foreign Exchange Rates - H.10," 27 Dec 2016. [Online]. Available: <https://www.federalreserve.gov/releases/h10/20161227/>. [Accessed 9 Mar 2018].
- [18] Roland Berger, "Digital Factories," 2016. [Online]. Available: [https://www.rolandberger.com/publications/publication\\_pdf/roland\\_berger\\_tab\\_digital\\_factories\\_20160217.pdf](https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/roland_berger_tab_digital_factories_20160217.pdf).

