

AI 機器人對未來產業的影響及因應

摘要

全球 AI 與人形機器人正快速發展，市場規模預估至 2050 年將突破 5 兆美元，成為新一波顛覆性科技。各國積極推動政策與產業布局，台灣亦啟動「AI 智慧機器人產業推動方案」，並成立「台灣 AI 機器人產業大聯盟」，目標在 2030 年前打造國產自主平台與應用場域，使產值突破一兆元。目前，AI 機器人應用已從汽車與電子製造延伸至食品、農業、醫療與物流等多元領域，展現強大滲透力。AI 的引入使機器人具備感知、學習與自我調整能力，不僅提升效率與品質，也加速產業轉型。然而，發展仍受制於安全性、標準規範與高成本等挑戰。整體而言，AI 機器人已成為推動產業升級的重要驅動力。隨著技術成熟與規範建立，未來在全球及台灣產業中，皆將扮演關鍵角色並帶來長遠的競爭優勢。故本研究建議，台灣企業可採取三大因應策略：其一，從硬體供應轉向系統整合，推動跨產業的垂直應用解決方案；其二，積極拓展東協、印度與歐美等新興市場，並發展「機器人即服務 (RaaS)」模式，降低中小企業導入門檻；其三，結合智慧製造與低碳製程，滿足 ESG 與國際供應鏈的永續要求，同時加強 AI 機器人專業人才培育。

前言

隨著人工智慧快速進展，AI 人形機器人被視為繼電腦、智慧手機與電動車之後的新一波顛覆性科技。根據摩根士丹利報告《Humanoid Horizons》，到 2050 年全球人形機器人市場年收入可望接近 5 兆美元，累計安裝量突破 10 億台；高盛則預測 2035 年市場規模將達 300 億至 380 億美元，顯示人形機器人具備成為 AI 時代「殺手級應用」的潛力。

在政策推動上，行政院已於 2025 年啟動「AI 智慧機器人產業推動方案」，由國發基金與國科會各投入 100 億元，目標在兩年內於醫療、餐飲、旅宿等人力密集場域導入應用。該方案聚焦三大方向：一是培育具系統開發能力的新創公司；二是將服務型機器人產值五年內由 40 億元提升至 500 億元；三是推動機器人社會普及，藉此回應缺工挑戰。同時，國科會與經濟部規劃於台南沙崙與六甲成立兩大機器人中心，分別負責上游基礎研究與下游應用研發，以加速產

業鏈整合。

此外，由六大公協會共同組成的「台灣 AI 機器人產業大聯盟」於2025年7月正式成立，象徵台灣發展 AI 機器人邁入新里程碑。聯盟匯聚政府、產業與技術專家，並提出2030年四大目標：打造具國際競爭力的 4 型 5 款國產機器人平台、實現四大核心系統自主化、推動八大應用場域落地，以及讓 AI 機器人產值突破 1 兆元。

台灣長期深耕於精密機械與零組件領域，具備軸承、齒輪、線性滑軌、滾珠螺桿、工業控制系統等完整製造能量，為建立 AI 機器人供應鏈奠定基礎。然而，全球主導權目前仍由 NVIDIA、Google、Meta、Microsoft 等國際大廠掌握，透過大型語言模型與模擬平台強化機器人決策能力。雖然台灣在 AI 模型與專用晶片設計參與度有限，但隨著 台積電承接部分人形機器人晶片代工，以及資料中心對高效能處理器需求快速上升，人形機器人有望成為帶動台灣半導體與 ICT 產業的重要新動能。

基於此背景，本文將探討 AI 機器人的發展現況與全球趨勢，並分析其對未來產業的影響與台灣的因應策略。

機器人發展現況與趨勢

一、 機器人發展現況

根據國際機器人聯合會(IFR)最新發布的報告，2024年全球安裝機器人數量將達到54.2萬台，是十年前的兩倍多。年安裝量連續第四年超過50萬台。從2020年的39.0萬台成長至2024年的54.2萬台，複合年增率為8.5%。於2023年及2024年，全球工業機器人出貨量分別年減2.2%及年增0.2%，原因是各行業對自動化設備的需求普遍下降。中國市場是全球工業機器人出貨量成長的主要驅動力。2024年，亞洲佔新增機器人部署量的74%，而歐洲和美洲分別佔16%和9%。

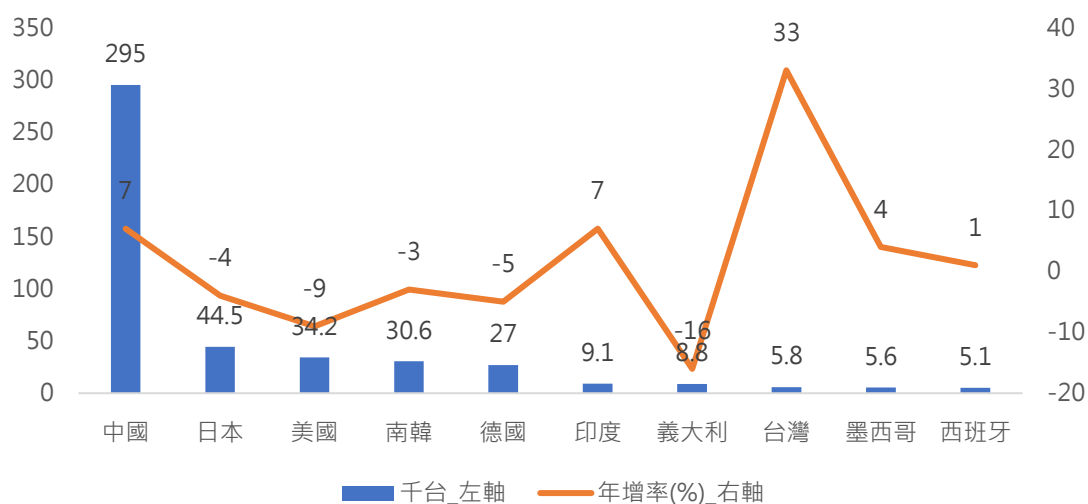
亞洲方面，截至2024年，中國已成為全球最大工業機器人市場，安裝量達29.5萬台，佔全球部署的54%，並使國內製造商市佔率首度超越外國供應商，達57%(十年前僅約28%)。中國機器人保有量突破200萬台，穩居世界第一，未來至2028年仍有龐大成長潛力，年均成長率可望維持在10%左右；日本則維持全球第二大市場，2024年安裝量4.45萬台，年減4%，但保有量仍達45.05萬台，年增3%；韓國排名第四，2024年安裝量約3.06萬台，年減3%，自2019年以來大致維持在3.1萬台水準；印度則保持快速成長，2024年新增安裝9,100台，年

增7%，其中汽車產業占比高達45%，使印度躍升全球第六大市場，僅次於德國。展望未來，2025年全球機器人需求雖僅小幅成長，但幾年後有望加速至中位數個位數的年增率(如圖一所示)。

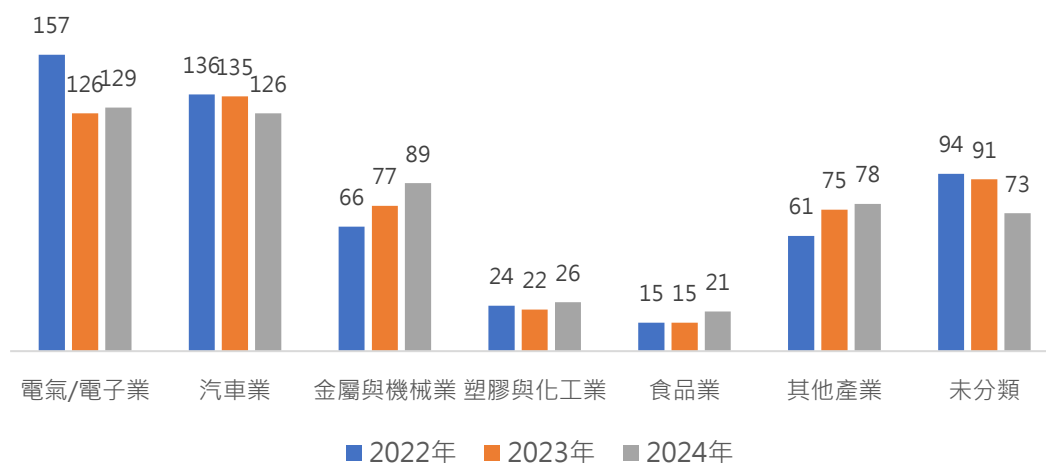
歐洲方面，2024年，歐洲工業機器人安裝量為8.5萬台，年減8%，雖下滑仍創歷史次高紀錄。其中 歐盟佔比約80%(6.78萬台)，需求受到「近岸外包」趨勢帶動。整體而言，2019~2024年間年均成長率約3%。在國別市場中，德國仍居歐洲首位、全球第五，2024年安裝量26,982台，較2023年減少5%，占歐洲總量的32%，為史上第二高水準。義大利位居第二，8,783台，下降16%；西班牙以5,100台升至第三，主要受汽車產業帶動；法國以4,900台退居第四，年減24%。英國市場則下滑最為明顯，2024年安裝量僅2,500台，年減35%，並跌至全球第19位。其2023年曾因「超額抵扣」稅收優惠激增至3,800台，但該政策於2023年初結束後，需求快速回落。過去十年，英國市場呈週期性波動。

美洲方面，2024年，美洲工業機器人安裝量為50,100台，雖連續四年維持在5萬台以上，但較2023年下降10%。其中，美國是最大市場，占美洲總量的68%，安裝34,200台，年減9%。美國雖多仰賴日本與歐洲進口，但本土系統整合商正積極推動自動化解決方案；墨西哥安裝5,600台，年減4%，主要集中在汽車產業(佔比63%)；加拿大則安裝3,800台，年減12%，同樣受汽車業投資週期影響，該產業在2024年佔比約47%。

在產業面向，如圖二所示，傳統大宗的汽車與電子仍是最大應用領域，但增長乏力甚至下滑；相對之下，食品、塑膠化工與金屬機械產業需求快速攀升，成為推動市場的新動能。整體而言，全球市場正從「高度集中於汽車與電子」逐漸走向「多元化應用」，顯示工業機器人正全面滲透更多產業場景，並在區域與應用結構上展現出新的成長重心。



圖一 2024年工業機器人安裝量



資料來源：World Robotics 2025

圖二 全球各產業工業機器人年度安裝量(單位:千台)

二、 AI 機器人之應用現況

人工智慧正逐步重塑機器人產業，核心價值在於提升機器人面對環境變化與不確定性的能力，使其能更靈活地執行任務。傳統機器人多依賴固定程式，但隨著感測器、數據與演算法的導入，如今機器人能自我學習、調整，展現全新應用潛力。

目前 AI 機器人的應用大致聚焦兩大方向：其一是感知與回應，藉由感測器蒐集數據並即時分析，用於揀貨、分揀、搬運、包裝、回收分類及自主導航，特別在電商物流、食品加工與電子產業成效顯著。其二是效能最佳化，透過流程模擬與數據分析提升生產力，例如快速生成程式、品質檢測與預測性維護，讓中小企業也能以較低成本導入自動化。

在應用面向上，AI 機器人已滲透多個產業：製造與物流領域中，它能處理材質多樣、擺放不規則的物品並精準揀取；農業上則應用於精準施肥、除草與採收，提升產量並回應缺工問題；在醫療、零售與照護服務中，則透過語音、人臉辨識與自主導航提供輔助與互動。此外，回收業也受惠於 AI 協助的智能分類，強化循環效率。

AI 的價值亦體現在流程優化與維護。藉由數據驅動的模擬，機器人程式能快速生成或修正，減少對專業人力的依賴；預測性維護則透過感測數據提前偵測故障，避免停機，甚至發展為能自動提出解方的「處方式維護」，有效降低成本並延長設備壽命。

展望未來，短期應用將集中於揀貨、檢測、農業與醫療等領域；中期(5~10年)可望延伸至組裝、建築與專業服務；長期則以家用服務與照護型機器人為目標，但需克服觸覺回饋、複雜互動與安全性挑戰。未來研究方向包括泛化演算法、語意智能、示範式操作與群體機器人協作。

然而，AI 機器人發展仍面臨安全性與規範挑戰。目前多數機器人僅依靠硬體安全機制，但隨著 AI 深度導入，亟需可信任的 AI 架構與統一標準，確保自我學習與決策過程符合法規並保障使用者安全。

整體而言，AI 已成為推動機器人發展的關鍵驅動力，不僅提升製造、物流、農業與公共服務的效率，也為社會帶來更多可能性。雖然商業化應用尚需時間，但隨著技術成熟與規範健全，AI 機器人將在更多產業發揮核心作用，並成為推動經濟與社會進步的重要力量。

三、 機器人產業五大趨勢

隨著產業數位轉型及自動化的浪潮，再加上高齡少子化的人口結構改變，促使了機器人及人工智慧的蓬勃發展。根據 IFR 的研究顯示，全球的工業機器人安裝的市場總值已達到165億美元，創下歷史新高。IFR 於2025年1月22日發布2025年國際機器人趨勢的研究報告，闡明今年度機器人產業的前5大趨勢。以下將針對5大趨勢進行說明：

1. 實體 AI、分析型 AI、生成式 AI

機器人領域朝向人工智慧的發展正加速前進，透過多樣化的 AI 技術，機器人能以更高效率執行各式任務。分析型 AI 使機器人能即時處理並分析感測器收集的大量數據，協助管理外部環境的多變與不確定性，特別適用於「高混合 / 低產量」製造以及公共環境。搭載視覺系統的機器人更能從歷史任務中辨識模式、調整策略，以提升操作的精準度與速度。研究指出，這類能耗最佳化能降低約10%至30%的能源消耗，而在多機器人系統中進行能量排程，更可進一步減少20%的能耗；若結合順應元件與再生驅動設計，甚至可達到60%以上的節能成效。

另一方面，實體 AI(Physical AI)逐漸成為產業投資重點。包括 NVIDIA 在內的廠商積極開發專用硬體與模擬平台，讓機器人能在虛擬世界中自我訓練，藉由累積經驗而非依賴程式化指令來執行任務，從而大幅縮短研發與部署周期。同時，生成式 AI 的引入也為機器人學習帶來新突破，例如豐田研究院運用擴散模型與大型行為模型，讓機器人更快掌握新技能，朝向「ChatGPT 式」的躍進邁進。整體而言，人工智慧正從數據分析、環境模擬到行為生成全面推動機器人的進化，逐步改變其訓練方式與應用邊界。

2. 人形機器人

人形機器人因外觀與操作方式貼近人類而備受矚目，被寄望能成為多功能的未來工具。然而，目前發展仍集中於單一任務，主要應用在汽車與倉儲領域。已有多項試驗案例，包括 BMW 與新創 Figure 合作測試可搬運 20 公斤的機器人，Mercedes 將 Apollo 部署於裝配線，Amazon 也在倉儲導入 Agility 的 Digit。雖然 UBS 預估未來十年數量可達 200 萬台，至 2050 年甚至可能突破 3 億台，但現階段多處於小規模試點，成本與耐用度尚未被驗證。相較於成熟的工業機器人，人形機器人在經濟效益與擴展性上仍需時間觀察，但其靈活性在物流與倉儲場景中展現出獨特潛力。

應用層面上，人形機器人已逐步跨足醫療照護，用於物資運送、復健與看護，以減輕醫護壓力；零售與餐旅業則導入迎賓、導覽與簡易客服。長期來看，家庭清潔與陪伴被視為潛在市場，但受制於高成本與文化接受度，普及仍有難度。技術上，人形機器人因關節結構複雜，在速度與精度上不及工業型機器人，電池續航力僅約一小時，造價仍高達7~9萬美元；同時「恐怖谷效應」也帶來社會接受度挑戰，設計因此趨向「友善而非逼真」。

各地發展路徑呈現差異：美國著重實用導向，聚焦製造、物流與醫療；中國則自服務業切入並建立完整供應鏈；日本因應高齡化發展陪伴與照護型機器人；歐洲則重視倫理與人機協作，主張「人類主導」。例如，日本經產省預估2035年勞動力缺口將達700萬人，因此積極推動服務型機器人。

從經濟可行性來看，人形機器人短期內難以大規模取代現有自動化，但能與之互補，填補傳統機器人難以勝任的「最後十公尺」任務，如跨越樓梯、穿越狹窄空間或使用人類工具。未來五至十年，滲透將以工業與服務業為主；而在二至三十年後，若演算法、感測融合與能源技術持續突破，家庭應用才有機會真正展開。

3. 協助永續發展

隨著聯合國永續發展目標與各國環保法規日益嚴格，是否能符合永續要求已成為企業能否進入供應鏈名單的重要條件。在這過程中，機器人扮演關鍵角色。憑藉高精度的操作能力，機器人能降低材料浪費、提升製程良率與產品一致性，進而改善投入產出的效率，這對於設計為長壽命、低維護的產品尤其重要。在綠色能源產業中，例如太陽能板、電動車電池及回收設備的製造，機器人更是成本效益與品質控管的核心工具，能協助製造商在需求快速攀升時保持產能擴張與永續標準之間的平衡。

同時，機器人本身的能源效率也持續提升。透過運動部件的輕量化設計，可以有效降低能耗；分級睡眠模式則能讓硬體在閒置時進入節能狀態；仿生夾具則幾乎不需額外能量即可維持強大抓握力。根據 ABB 的能源效率服務數據，若透過系統最佳化，機器人能耗最高可減少30%。結合製程優化與硬體創新，機器人不僅協助製造業者符合永續與法規要求，更逐漸成為推動綠色轉型的重要技術支柱。

4. 商業模式創新

一般製造業仍有相當大的自動化潛力，但由於大部分製造公司屬於中小企業，高昂的初始投資與維護成本往往成為導入工業机器人的主要障礙。為了解決這一問題，「機器人即服務」(RaaS)模式逐漸興起。透過租賃而非購置，企業無需負擔龐大的資本支出，即可使用先進的自動化設備，並由服務商負責維護與更新，讓更多中小企業能快速導入適合自身需求的解決方案。市場研究顯示，RaaS 在2024年的規模約為20億美元，預計十年內將突破百億美元，年均複合成長率超過20%，顯示其高速發展的潛力。

同時，低成本機器人市場也逐漸形成。許多應用並不需要極高的精度、負載或使用壽命，對這些「夠用就好」的場景而言，低成本方案反而更具吸引力。除了製造業之外，建築、自動化實驗室與倉儲等新興領域也開始快速擴張。例如 ABB 的 YuMi 機器人在瑞典 Karolinska 醫院取代人工進行醫學樣本處理，展現了自動化在醫療環境中的實際價值。更重要的是，近年供應鏈風險與地緣政治壓力，促使各國更關注戰略性產業的本地產能。透過自動化，製造商能夠實現「近岸化」，既確保生產彈性，又能兼顧成本效益，使機器人技術成為強化產業韌性的重要支柱。

5. 解決勞動力短缺

根據國際勞工組織(ILO)的觀察，全球製造業正面臨持續的勞動力短缺，其主要驅動因素來自人口結構變遷與高齡化，對美國、日本、中國、韓國及德國等主要經濟體造成沉重壓力。雖然各國的缺口程度不盡相同，但對整體供應鏈穩定性的累積影響幾乎無所不在，成為全球產業共同的隱憂。

在此背景下，自動化與機器人成為填補人力缺口的重要方案。機器人能承擔骯髒、重複、危險或精細的工作，例如繁瑣的視覺檢測、具風險的噴漆作業或沉重的搬運任務，使人類勞工能將精力投入更具價值與挑戰性的工作。協作型機器人與移動操控機器人的出現，也進一步降低操作門檻，讓企業能在需要時隨時補足勞動力不足。

四、 AI 機器人對各產業的影響

AI 機器人正快速成為各產業不可或缺的基礎能力，徹底改變任務執行方式並持續拉升生產力。所謂 AI 機器人，指的是搭載人工智慧模組、可自主或半自主執行任務的機械系統。它們不僅能在無人介入下依據即時資訊做判斷，還能透過機器學習持續優化表現；再結合視覺、力覺與各式感測器，便能理解環境、完成導航，並與人與物順暢互動。從單純的重複作業到需要策略規劃與動作協調的複雜任務，像是 GrayMatter Robotics 等方案已證明這類系統具備可擴展的落地能力。

受惠於近年來 AI 技術突飛猛進，大廠已陸續將人形機器人列為開發重點，期望該產品能更加融入實體世界，減輕大眾的勞動負擔。例如 Tesla 發布擘畫公司願景的「宏圖計畫第四篇章」中，表明將把重心轉向 AI 和機器人技術，其目前正在設計的 Optimus V3將解決手部靈活性、每條手臂搭載26個執行器、擁有AI大腦，並且將在2026年實現量產，五年內達成生產百萬台的目標。整體而

言，人形機器人將首先應用於製造、物流等 To B 領域，市場並希望其能在服務、照護等 To C 領域發揮更大的效用。

1. 汽車與電子製造業

汽車與電子製造業目前仍是工業機械手臂的主要應用，占市場約六成，遠高於金屬、塑膠與食品產業。然而，即使在自動化程度最高的汽車產業，距離「熄燈工廠」仍有差距。例如在組裝環節，仍有三分之二員工需參與，顯示傳統機械手臂在靈活度與複雜操作上有限。傳統生產線偏向大規模設計，難以因應產品週期縮短與客製化需求。此外，在散亂零件處理或座椅安裝等精細作業上，更不及人類靈活。

AI 的導入正逐步突破這些瓶頸。傳統機械手臂只能依程式操作，但 AI 機器人能學習並自主調整，應付更複雜的任務。其突破主要體現在三方面：一是視覺系統，結合深度學習後，即使低階相機也能辨識透明或反光物體；二是可擴展性，機器人可透過自監督學習持續進化並共享知識；三是智慧擺放，AI 能協助機械手臂精準判斷物體深度與形狀，提升擺放效率。

這些進展推動「機器人 2.0」的來臨。AI 機器人不僅提升汽車與電子製造的精度與速度，更能拓展至倉儲、食品加工與物料分揀等過去依賴人力的場域，推動製造業真正邁向轉型。

2. 物流與供應鏈

物流與供應鏈管理是企業營運的核心，直接影響效率與顧客滿意度。能否準時交付產品，不僅關乎服務品質，更是維持競爭優勢的關鍵。在瞬息萬變的市場環境下，供應鏈的精準與高效已成為企業成敗的重要因素。

隨著科技導入，供應鏈優化更著重於簡化流程、降低浪費與強化協同。即時追蹤、自動化庫存與數據分析，使企業能更準確預測需求並降低持有成本，同時建立更具韌性與彈性的合作網絡，以因應市場變化。永續發展也成為物流不可或缺的一環，低碳運輸與智慧能源管理不僅減少碳足跡，也提升品牌價值。研究顯示，在供應鏈表現優異的企業，營收成長率平均比同業高出15%。

人工智慧與機器人正重塑物流產業。自主化配送與倉儲機器人能全天候運作，負責揀貨、打包與搬運，大幅縮短作業時間、降低成本並提升安全性。亞馬遜、Starship 以及 Domino' s 的應用案例顯示，智能配送正在成為未來供應鏈的核心趨勢。同時，AI 在庫存管理中透過演算法分析市場與歷史數據，不僅

避免缺貨或過量庫存，還能自動補貨，沃爾瑪與 Target 已率先驗證其成效。

在路線規劃方面，AI 透過分析交通、氣候與配送時段，能動態設計最佳路線，降低油耗與車損，並縮短交貨時間，UPS 與 FedEx 已展現了成本降低與服務提升的成效。再者，區塊鏈與物聯網技術讓供應鏈透明化與可追溯性成為新標準，產品可從源頭追蹤到最終用戶，既能提升品牌信任，也能在召回與品質問題時迅速應對。研究亦指出，高績效供應鏈企業的營收增速顯著高於產業平均，證明透明度與數據共享已是企業邁向卓越的重要競爭力。

3. 醫療保健業

醫療產業正經歷由科技與創新推動的深刻轉型。隨著遠距醫療普及、電子病歷廣泛應用與病人導向照護模式興起，醫療服務逐漸走向智慧化與個人化。人工智慧與機器學習的導入，徹底改變診斷與治療方式，不僅提升效率與精準度，也透過數據分析與預測建模幫助醫療機構控管成本並保持合規。疫情更突顯醫療體系對韌性與敏捷的需求，使這些新工具成為推動轉型的核心。

其中，機器人手術與精準醫療的進展尤為顯著。微創技術不僅縮短恢復期、減輕疼痛，還改善治療體驗；精準醫療則藉基因檢測與個人化藥物提供量身方案。當兩者結合，治療成果與病患滿意度顯著提升，醫療效率也因此躍升。

AI 在診斷與監測上的應用，正推動臨床決策革新。演算法能高精度分析醫學影像與檢驗數據，部分甚至超越專科醫師水準，降低誤診風險並實現早期預警。配合穿戴式裝置與遠端監測，醫療機構能即時掌握病患狀況，及早介入治療，既改善療效也降低再入院率，並使治療更貼合個人需求。

在照護與復健方面，輔助型機器人展現強大潛力。它們能協助病患行動，減輕照護人員負擔，同時提供社交互動，緩解孤獨感並改善心理健康。復健機器人則能即時指導與回饋，確保療程落實並加速康復，並透過數據蒐集優化療程與提升安全性。製藥產業也因 AI 而加速革新。透過高速數據分析，AI 能快速找出藥物候選物，縮短新藥研發時程並提高成功率；同時自動化受試者篩選與即時監測，使臨床試驗更高效、安全且具代表性。這些應用不僅降低研發成本，更能讓新療法更快惠及患者。

4. 零售與電子商務

近年來，零售與電子商務因科技進步與消費行為轉變而快速革新。企業積極導入智慧化系統，如整合 POS 與線上購物平台，以優化顧客體驗、簡化營運

並推動銷售。自動化結帳與庫存管理讓交易更流暢、資訊更即時，不僅降低錯誤與人力成本，也能協助零售商更靈活回應需求波動，並透過數據分析掌握消費模式，提供更精準的決策。當線上與線下資料能無縫整合時，顧客能享有一致的全通路體驗。

個人化推薦已成為核心競爭力。透過機器學習，零售商能依據顧客偏好與購買歷史，提供即時且針對性的建議，提升轉換率與客單價，並強化品牌黏著度與忠誠度。AI 驅動的客服與聊天機器人也正在改變服務模式，能全天候提供快速回應，降低成本、提升效率，並蒐集顧客反饋以持續優化產品與服務。

在物流端，機器人倉儲與「最後一哩配送」成為轉型關鍵。自動化揀貨、分揀與打包縮短履約時間並降低錯誤率，無人機與自駕車則展現縮短交貨時間與降低成本的潛力，同時兼顧低碳永續。

5. 農業

農業正經歷由科技驅動的深刻轉型，精準農業、自動化機械與數據分析的導入，使傳統農業逐步走向智慧化與永續化。透過 GPS 與物聯網，農民能即時掌握作物、土壤與天氣資訊，並依據數據決策以提升產量與資源效率。無人機已廣泛應用於空拍監測與農藥噴灑，自主化拖拉機與收割機則能在有限人力下自動作業，不僅提高生產力，也減少用水、化學藥劑與能源消耗，為永續農法奠定基礎。

自主化農機與精準農業的結合，正重新定義生產模式。現代設備能精準完成翻土、播種與收割，在施肥與灌溉中達到最佳化，避免浪費並降低環境衝擊。數據驅動的決策讓農民可依土壤與作物差異制定管理策略，提升效率。隨著全球精準農業市場規模預期至2027年將近130億美元，這些技術將快速普及，成為農業轉型的重要推力。

人工智慧在作物監測與病害檢測上展現潛力，能分析衛星影像與感測數據，及早發現病蟲害或養分不足，提升產量並減少化學藥劑使用。研究顯示，應用 AI 的精準農業可使產量提高達三成，突顯其在產能與資源管理上的戰略價值。

在勞動力短缺背景下，收割與分級機器人成為新焦點。這些機器人能辨識成熟果實並自動採收與分級，確保品質一致，降低損傷。全球農業機器人市場預估2025年將突破200億美元，顯示自動化將徹底改變傳統勞力密集模式，帶來效率與規模經濟。

此外，AI 在資源利用最佳化上的應用，也讓農業管理邁向新高度。透過大數據分析，AI 能提升需求預測準確度，減少浪費，並在能源與水資源管理上展現效益，協助追蹤與降低碳足跡，呼應全球永續發展目標。

6. 交通運輸

AI 可即時優化路線與排程，縮短運輸時間、降低錯誤並提升供應鏈透明度；自動化則減少勞務成本與停擺風險，同時透過個人化配送與即時貨件更新改善顧客體驗。再加上燃料優化與電動車的應用，產業正邁向低碳永續，而智慧倉儲與自動化機器人則成為電商時代保持競爭力的關鍵。

自駕車與自動化卡車的發展帶來顛覆性變革。結合感測器與 AI 系統，能降低事故風險並提升運輸效率，使 24 小時不間斷營運成為可能。雖然法規與責任界定仍具挑戰，但隨著 Waymo、Tesla 等企業持續推進，市場已快速成長並逐步落地。AI 也正在改變城市交通治理。智慧交通管理能分析龐大數據，及時調整號誌與路線，減少壅塞與油耗，並改善空氣品質。洛杉磯與新加坡的實證案例已證明其成效。

在貨物處理方面，自動化機器人正逐漸取代人工，長時間穩定運作於倉庫與港口，提升吞吐量、降低事故並與倉儲系統無縫整合。Amazon 與 DHL 已率先採用，顯示其在效率與安全上的優勢。同時，預測性維護正改變資產管理。透過即時感測與數據分析，企業能預測潛在故障並提前介入，降低維護成本、延長資產壽命，並提升投資報酬率。這一模式已在航空、航運與車隊管理中普及，未來將隨 AI 技術成熟進一步擴展。

五、 台灣發展現況

我國機械製造廠商多屬中小企業，產品項目廣布，且頗多應用於傳統製造領域，近年各項傳產用機械與組件出口走低，2024年外銷金額縮減為5.8億美元至17.7億美元，其中造紙及印刷、紡織用機械及塑橡膠加工機，占機械出口比重更降至約3%上下，滾珠軸承及傳動軸隨廠商海外布局漸增，出口同顯疲弱。而一向為我國機械出口主力的金屬加工工具機，近年受到日本與中國分別在高、低階產品夾擊，加上管制對俄輸出、電動車崛起等影響，造成工具機外銷動能減弱，2024年出口22億美元，年減14.8%，僅為歷史高點(2012年)之5成2，占機械出口9.2%，亦較高點(2008年)劇降11.8個百分點。

有別於工具機外銷動能流失，受惠於半導體科技產業鏈需求帶動，及國內相關設備製造技術日漸精進，生產半導體等機械近年出口實績顯著成長，自

2013至2022年間出口金額連續10年創高，2019年超越工具機，2022年突破50億美元，此期間占總機械出口比重由6.4%升至17.8%，2024年更達20.5%。我國生產半導體等機械外銷市場長期以中國(含港)居首，2017年占比曾高達5成6，惟近2年驟降至3成以下；近年在「中國+1」氛圍下，歐、美與東亞國家競相前往東協投資，推升東協占比逾2成居次，並以銷往新加坡為大宗；對歐、美均在1成以上，前者又以荷蘭為主。

隨人工智慧浪潮推進，智慧化生產與機器人備受重視。如表一所示，日本向為機器人最大出口國，惟因生產技術未有明顯突破，2024年出口值不升反降；中國在機器人製造領域進展快速，出口規模超越德國居次，美國位居第4；占機械出口比重，僅日本占比超過1%，其餘國家在0.2%至0.5%之間。累計2019至2024年間，中國工業機器人出口增1.4倍領先表列其他國家，其次美、韓各增22.8%、17.4%，南韓更因近年出口實績回升，順利突破前高，我國減3成，主因在機器人產業鏈偏重於零組件製造，部分以零配件或與其他機械設備整合出口，致未完全反映台灣機器人產銷實況。

表一 各國工業機器人出口變動概況

單位：億美元；%

年別	日本	中國	德國	美國	韓國	台灣
2019	15.9	2.4	6.9	2.3	2.0	1.4
2020	17.2	2.4	6.3	2.3	1.6	1.3
2021	23.7	3.4	7.3	3.3	1.8	1.5
2022	26.1	5.3	7.6	4.8	2.1	1.4
2023	22.9	6.6	8.5	4.9	2.7	1.0
2024	13.9	9.3	7.3	4.5	3.1	1.0
占機械出口比重-2019 年	1.2	0.1	0.3	0.1	0.4	0.6
占機械出口比重-2024 年	1.1	0.3	0.3	0.2	0.5	0.4

說明：工業機器人係對應 HS code 847950(未載明或多用途)、842870(搬運或裝卸用)

資料來源：財政部統計處

結論與建議

AI 人型機器人被視為繼電腦、智慧手機與電動車之後的新一波顛覆性科技，但目前仍處於發展初期，尚未出現真正的「殺手級應用」。隨著技術逐漸成熟，

應用場域將呈現多元化發展。現階段服務型機器人主要承擔送餐、搬運等基礎任務，可視為第一階段；未來將邁入「協作型機器人」，能在救災或高風險環境中發揮關鍵作用；最終則發展為陪伴型與醫療照護機器人，全面融入人類生活。

對台灣而言，核心優勢在於「系統整合能力」。雖然中國憑藉龐大市場與製造鏈，在零組件與下控系統(如手臂、關節與移動模組)領域佔據領先地位，但在上控系統——亦即 AI 大腦、資訊安全與異質平台整合方面，台灣憑藉深厚的 ICT 能量與產業經驗，具備切入並發揮影響力的機會。台灣廠商若能聚焦於晶片架構、感測器、通訊與資安的跨領域整合，將可在全球機器人產業中建立差異化優勢。

值得注意的是，機器人的發展不必拘泥於「人型」外觀，而應回歸實際應用需求。例如，波士頓動力的四足機器人展現了在軍事與救災場景中的高機動性；亞馬遜倉儲的自動搬運車則有效提升物流效率。這些案例顯示，真正的突破點在於能否解決產業痛點，而非單純模仿人類形態。換言之，未來機器人的樣貌將由應用場景決定，而不僅僅是追求人類化的設計。

故本文對企業建議：

一、 從硬體供應走向整合解決方案，切入新興產業場域

台灣在半導體與 ICT 領域具有國際競爭力，但若要掌握 AI 機器人契機，必須進一步強化高附加價值技術與跨產業應用整合。目前，全球 AI 機器人應用已從汽車、電子製造延伸至食品、農業、醫療與物流等領域。以數據為例：食品業 2024 年工業機器人安裝量年增 42%，塑化業成長 18%，金屬加工 16%，顯示新興應用需求正快速崛起。農業機器人市場預估至 2025 年突破 200 億美元，精準農業技術可使作物產量提高三成以上。醫療手術機器人市場則以 17% 的 CAGR 成長，代表未來十年龐大潛力。

台灣企業應將既有的 ICT、感測器、機電整合優勢，與產業技術專長結合，推出「垂直應用解決方案」。例如：醫材廠商可結合 AI 機械手臂進行精準手術設備研發，農機廠商可跨入智慧農業採收系統。這將使台灣不僅是硬體供應者，更是 AI 機器人系統整合者。

二、 多元市場布局，推動 RaaS 等創新服務模式

在美科技戰與供應鏈重組下，台灣過度依賴單一市場風險日益升高。以工具機為例，出口至中國的比重已從過去 56% 驟降至 30% 以下。同時，2023 年

東協吸引外資2,240億美元，首次超越中國(1,630億美元)，顯示新興市場需求強勁。台灣企業應積極拓展東協、印度與歐美，建立多元市場布局，以降低地緣政治與單一市場依賴風險。

另一方面，新商業模式能為企業打開新藍海。中小企業是台灣製造業的主體(占比約97%)，但高昂的機器人投資成本常使其卻步。此時，「機器人即服務 (RaaS)」成為解方。透過租賃取代購置，企業僅需支付使用費即可獲得自動化效益。市場研究顯示，RaaS 2024 年規模約 20 億美元，預計十年內突破 100 億美元，年均複合成長率超過20%。對台灣而言，若能發展本地化 RaaS 平台，不僅能提升中小企業自動化普及率，還能創造 長期服務收入 與 數據資產累積，形成新競爭優勢。

三、以 ESG 與低碳製程滿足國際供應鏈需求，同時培育 AI 機器人專業人才

永續發展已成國際供應鏈的「入場券」。歐盟將自 2026 年正式啟動碳邊境調整機制 (CBAM)，美國與日本亦推動碳稅或碳盤查制度。國際大廠如 Apple 已承諾2030年供應鏈全面碳中和，若台灣廠商無法提供低碳解決方案，恐遭排除出供應鏈。根據 ABB 數據，透過最佳化設計與節能控制，機器人能耗最高可減少30%，代表 AI 機器人不僅能提升效率，也能協助企業達成 ESG 目標。因此，台灣企業應將「智慧製造 + 綠色製程」結合，打造符合國際永續標準的產品與服務。

此外，人才培育是另一大挑戰。AI 與機器人領域的競爭本質上是人才競賽。目前台灣每年培養的 AI 專業人才，遠低於中國與美國。為了不被邊緣化，台灣必須推動產學合作，例如建立跨校 AI 機器人聯合研究中心，培養「軟硬整合」型人才。同時，積極參與 ISO/IEC AI 與機器人國際標準制定，提升台灣在全球話語權，避免成為被動接受規範的一方。