

# 人工智慧驅策臺灣產業跨域創新

蘇孟宗 工研院產業科技國際發展所所長

陳右怡 工研院產業科技國際發展所資深研究員

## 摘要

人工智慧 (Artificial Intelligence, AI) 發展歷程自 1950 年起至今已近 70 年，近期各國政府、產業與社會大眾，對於人工智慧技術能為產業、社會或個人創造什麼效益，皆充滿高度期待。過去 AI 雖歷經幾波起伏，但自 2010 年起，屢有產業應用實績，此歸因於發展環境與過去最大的不同在於資料量、運算速度及機器學習等快速發展，AI 可以協助人類工作與生活中的感知、學習、認知、推理等各層面，並深入企業營運與社會大眾的日常生活。在 AI 時代下，臺灣奠基於高科技產業長期優勢與全球地位，如晶片、感測與終端載具等，以及臺灣在製造、醫療、跨領域等應用所累積的經驗與大數據基礎，加上 AI 技術整合與創新應用能量加值，促使臺灣產業成為全球 AI 生態系中供應者或引領創新的重要角色。

關鍵詞：人工智慧、物聯網、邊緣運算、五感感測、AI 晶片、GDPR

## 壹、前言

自 2016 年 AlphaGo 擊敗人類圍棋高手之後，已發展近 70 年的人工智慧開始進入一個重要的分水嶺，就是人工智慧不再只注重仿效人類的思考模式，而是也能創造自有的思維及演算法，此開創了人體 (Wetware)、軟體 (Software)、硬體 (Hardware) 三足鼎立的新興技術發展。臺灣近幾年常常討論產業如何升級轉型的策略，哈佛管理大師 Michael Porter 曾提醒臺灣產業轉型升級的新思維，應該是要能槓桿現有產業的各種優勢，並結合創新驅動

的能量來形成加乘綜效，也就是以「效率驅動 x 創新驅動」形成臺灣產業的特殊優勢 (Unfair Advantage)。其中，AI 所代表的「創新驅動」之新興技術，就是要能在與專業領域之「效率驅動」的結合創造加乘效益，成為關鍵的乘法因子。

因此，以國際趨勢及臺灣產業現有優勢為基礎，應從「AI x」探討臺灣可發展的重點領域、「AI x」下所帶來的軟硬整合系統特色、邊緣運算、五感感測技術整合、五大終端載具、AI 晶

片、隱私保護與資訊安全等各個層面，分析並歸納臺灣發展人工智慧的挑戰與機會，以提供給臺灣政府與產業投入人工智慧領域之參考。

## 貳、「AI x」加乘重點領域，應針對產業特性與應用需求布局

AI 為數位創新的重要工具之一，產業發展將「AI x」做為發展軟硬融合的創新驅動「乘法因子（x factor）」，將 AI 融合在各種應用服務系統，例如「AI x 智慧製造」、「AI x 智慧醫療」、「AI x 智慧零售」、「AI x 智慧金融」等正是目前全球熱門 AI 軟硬整合的應用領域。「AI x」最大的議題是全球產業能否成功開展跨界、跨域、虛實之軟硬融合，並再各自創造出「AI x」產業生態鏈，「AI x」將是臺灣產業能否成功掌握數位經濟趨勢之商機的靈魂加乘因子。

AI 領域發展主要仍是市場需求的拉力，以及廠商所提供的 AI 解決方案是否能滿足或創造應用需求。由於 AI 的本質在於仿效人類智慧行為，達到協助並服務人類的目的，因此「以人為本」的服務業將是第一波影響較大的應用市場，綜觀國際趨勢以製造、醫療、零售、金融等為產業發展 AI 重點領域。對臺灣而言，各領域 AI 需求和方向不同，需優先培植有能力之領導廠商投入，並針對產業生態進行佈局，分析如下：

一、製造：臺灣在製造供應鏈發展成熟，從晶圓代工、印刷電路板、工具機、汽車零組件

等皆深耕多年經驗並累積大量數據，挑戰在於製造領域複雜、流程與產品多樣性、工廠的感測聯網設備程度也不一、資料具獨特性，若所提供的 AI 解決方案對業者來說沒有強大的市場誘因、大幅降低成本或創造新利潤等實質效益，將不易促使業者導入 AI 新技術服務。建議選擇規模較大之次產業優先投入。

二、醫療：國際發展快速，臺灣也面臨高齡少子化問題，各種醫療照護需求大增，一方面具有大量且有價值的健保數據之優勢，另一方面卻礙於各家醫療院所的資源和人力，數位醫療應用服務發展緩慢，建議政府帶頭、擇定大型醫院、結合產學研資源投入。

三、零售：全球電商與社群平臺蓬勃發展，改變全球消費與社交模式，也為零售服務業帶來數位衝擊，無法因應數位服務型態，臺灣業者對於新應用和技術較積極和開放，但國內市場規模不大，建議協助領導廠商拓展海外市場。

四、金融：因臺灣國內法規限制，金融業者本身投入創新應用速度緩慢，阻礙 B2C 消費服務及 B2B 企業服務的創新發展，建議政府積極突破法規、鼓勵大廠和新創投入。

五、跨領域：鎖定部分跨域應用技術，推動新創發展，如聊天機器人可取代部分人力、加速運作效率、跨時區 24 小時營運等優點，成為零售、理財、餐飲、客服等各行各業導入 AI 的第一個應用服務。

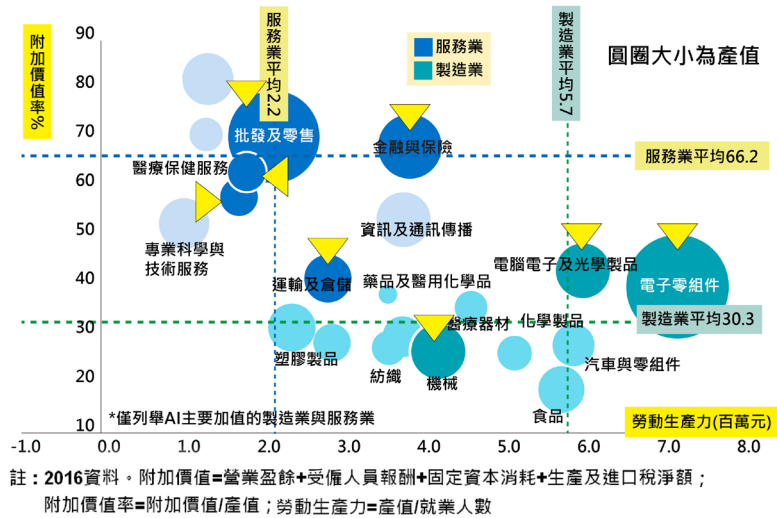


圖 1 「AI x」加乘臺灣製造業與服務業

資料來源：工研院 IEK Consulting (2018)

承上述，建議以「AI x」加乘臺灣製造業軟硬融合之優勢，並強化服務業作為新創應用之需求目標，著力在兩個方向：一是強化智慧系統化與軟硬融合提高附加價值率，二是應用數位科技與國際化提升勞動生產力。

## 參、「AI x」軟硬整合，臺灣有優勢成為邊緣運算生態系要角

AI 解決方案包含端、網、雲、系統整合及垂直領域知識，AI 運用大量資料並結合演算法、高效能運算（High Performance Computing, HPC）與安全隱私保護（Cyber Security）等技術，發展出更快速的學習力、更準確的預測力、更高的辨識力，提升現有應用生態運作效率，甚至產生新應用、新產品、新體驗。

但隨著 AI 在垂直領域的日漸活絡，加上各種終端設備建置數量及資料量的持續增加，AI 應用出現四大技術挑戰：（1）數據資料處理與傳輸的延遲性；（2）頻寬限制；（3）網路連接穩定性；（4）個人或企業之資料隱私。而這四大技術挑戰也將帶來負面的使用者體驗，進而影響 AI 應用服務的存續，因此在技術設計上，AI 運算必須將推論（Inference）部份下放至終端進行運算處理，以解決上述問題，這種運算型態稱為邊緣運算（Edge Computing）。企業於終端整合 AI 的比重將從 2017 年 10% 以下，成長到 2020 年 80%，將有高達 75% 資料在 Edge 端完成處理甚至儲存，以快速獲得資料分析結果，屆時邊緣運算市場規模將成長至 135 億美元，複合成長率將達到 11%。

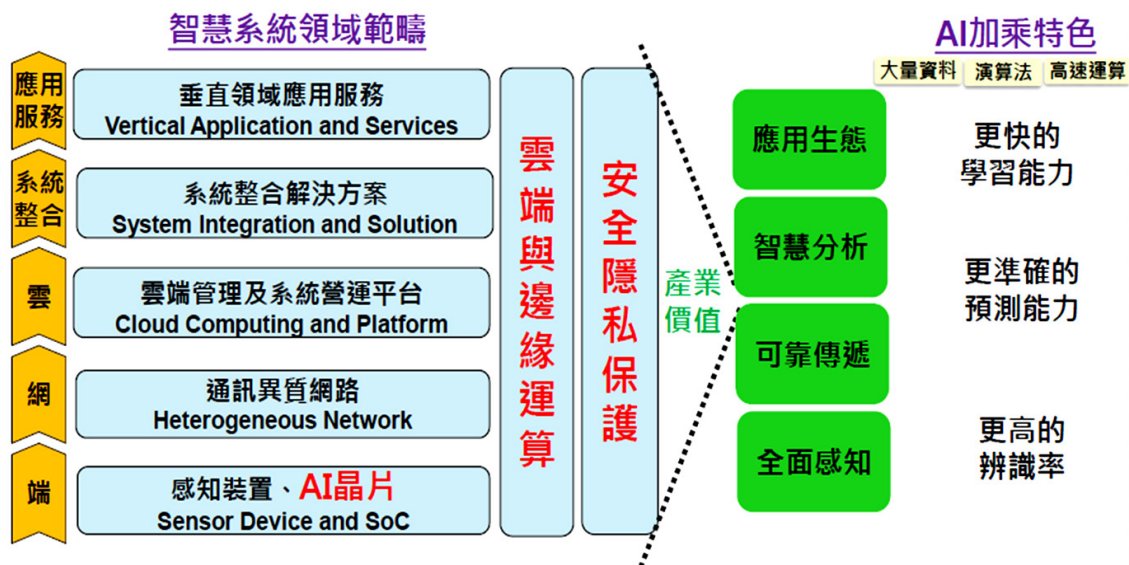


圖 2 AI 加乘智慧系統的特色

資料來源：工研院 IEK Consulting (2017)

## 肆、AI 邊緣運算下，臺灣可加速擴展五大終端載具之能量

當 AI 由雲端向邊緣運算裝置靠攏，必然催生 AI 邊緣運算智慧終端裝置崛起，其中又以自駕車、機器人、無人機、擴增實境 (Augmented Reality, AR) / 虛擬實境 (Virtual Reality, VR)、監控等五類型的終端載具對於延遲性、資料傳輸頻率要求較高，將成為 AI 首波落地的載具。

以自駕車而言，根據研究顯示自駕車一天產生高達 4,000 GB 的資料量，因此需要能在行動寬頻覆蓋率不佳、網路連線不穩定的狀況下採用 AI 邊緣運算，以強化整體服務即時性。由於國際大廠 Tesla、Google、Apple、Audi 等皆積極投入自駕車應用的發展，如 Tesla 已宣布

開發自有自駕車 AI 晶片，未來國際大廠在智慧車載架構上，預期將有極高的 AI 邊緣運算需求。

機器人與無人機已進入工業用、商用、家庭、戶外／室內等場域，現在以發展 3D 視覺能力為核心技術方向，歸納具有自主移動能力的 3D 視覺無人機或機器人，其需掃描與檢測、監

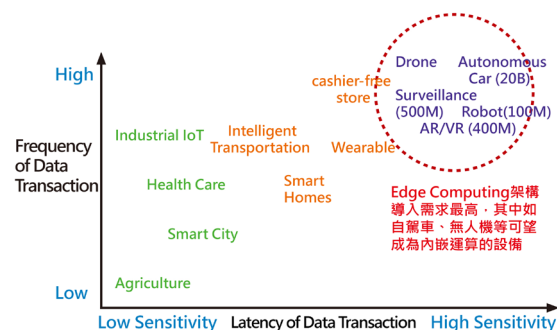


圖 3 五大終端載具對於 AI 邊緣運算需求分析

資料來源：NTT；工研院 IEK Consulting (2018)

控與搜救以及自主移動，由於移動與互動過程對延遲容忍度低，因此對即時性要求高；VR／AR 所需之即時圖形與語音辨識，若是多人互動情境時，不論是開放空間或室內固定空間均具即時性需求。

智慧監控設備大多處理公共場域中的影像資料，來自全球數億個部署在公家機關、公共運輸站、商業大樓或是路上的攝影機，估計到 2020 年，全球攝影機的數量將會達到 20 億個。影像分析如逮捕犯人或緊急救援等需要立即決策，而政府單位、公共場所、商用的攝影機需考量大量影像資料同時擷取、運算甚至互動的需求，因此需要較大的頻寬來支援大量資料的運算、處理與分析。除此之外，大量個人移動軌跡可能需要加密方式傳輸，避免用於追蹤個人行蹤之用，涉及到隱私問題。

臺灣產業在五大邊緣運算終端載具均有系統業者投入且佈局已深，是值得臺灣優先發展之 AI 硬體產品。其中臺灣在影像及視覺相關技

術有較多研發資源與能量，未來可發展具視覺基礎之終端裝置。

## 伍、AI 將深化五感感測的敏銳度，發展貼近人類之 AI 載具

五感感測（視覺、聽覺、力覺、觸覺、嗅覺）可比擬於人體的四肢五官體驗，視覺常以影像感測器進行圖形畫面成像，聽覺常以麥克風進行背景雜訊抑制，力覺常以慣性／動態力／扭力／肌力感測器進行運動速度軌跡／關節力量變化記錄，觸覺常以多維觸覺感測器感受觸感／壓感進行雙向觸力回饋，嗅覺則常以氣體感測器進行空氣品質／食物／呼吸成份濃度量測。

透過將五種感知功能嵌入智慧機器並結合 AI 運算，得以藉由視線／聲紋／肌力／觸感／氣體辨識，使消費者能與具 AI 特性之智慧型系統進行人機互動，從而展開情感交流，相互理解，彼此陪伴，甚至協同工作，最終開啟全新的應用情境與市場商機。



圖 4 五感感測 + AI 辨識技術發展趨勢

資料來源：工研院 IEK Consulting（2018）

整體而言，過去五感感測多著重於現實世界個別感測元件物理量與化學量變化的量測，偵測速度、距離、衝擊、聲音、光線、溫濕度、壓力、氣體成份／濃度等指標變化，並整合簡易演算法做環境現象初步判斷。未來將隨著 AI 邊緣運算技術日趨成熟，需要更多五感感測器以累積量測大數據，進行長期且持續的動態分析，進而衍生與人類行為相關的聲紋、情緒等辨識數據，帶動五感感測技術突破基本且初步的環境現象分析，走向貼近人類的認知情感與判斷決策，形成感測辨識融合方案，同時隨著虛擬實境環境內容建構日益成熟，也將驅使五感感測開始展開多感官交互運作，並能與虛擬世界同步進行人機互動。

五感感測市場在視覺部分除當前蔚為主流的 3D 感測加上視線追蹤之軟硬體整合方案將快速引爆穿戴裝置／IoT 市場動能外，在抗光干擾具備優勢的超音波與雷達感測方案也可望在手勢辨識與測距應用有所表現。

聽覺方面目前電容 MEMS 麥克風已廣泛導入智慧音箱等語音助理裝置，展望未來，由於壓電 MEMS 麥克風具備可從聲波產生電能特性，且電池供電裝置可以接近零功率條件啟動語音實現低功耗音訊處理目標，因此未來可望結合聲紋辨識進行長時傾聽，並累積更多個性化語音資料庫以形塑更接近貼身管家之語音助理角色。

力覺部份整合各項慣性／肌電／動態力／扭力感測器於穿戴裝置／球具／運動器材成為

虛擬教練協助訓練健身已逐漸成為大勢所趨。觸覺部分目前主流的觸力回饋感測器未來也可望整合更多溫濕度／風向／氣流偵測功能以彰顯更全面的環境觸感，帶動更大的潛在市場需求。氣體感測器則除了目前偵測整體空氣品質的應用之外，未來也可望進一步區隔不同氣體特性可能衍生的創新應用需求，朝防恐有毒氣體偵測、疾病徵兆預測更多元前瞻的應用方向發展。

基於上述各項五感感測方案在技術面的優勢與市場面的誘因同步發酵下，可望帶動相關市場值由 2017 年的 80 億美元成長至 2021 年的 182 億美元，2017~2021 產值年複合成長率將達到 17.8% 的高成長水準。

從長期發展來看，臺灣感測器廠商須與邊緣運算業者密切合作，建構融合感測與辨識之完整解決方案，進而針對不同人機介面情境需求打造各種創新應用，藉此進行技術升級並形塑全新 AI 感測產業鏈。

## 陸、AI 邊緣運算專用晶片成產業焦點，多元分眾為主要趨勢

因應 AI 邊緣運算需求興起，且因省電及各種應用需求不同，AI 邊緣運算晶片從通用晶片走向分眾專用化，未來不論是智慧音箱、無人機、機器人、AR／VR、智慧監控等新興應用，都將走向分眾專用晶片，如在智慧手機市場，蘋果的 A11 bionic 晶片、華為（海思）的麒麟 970 晶片，三星及聯發科也預計推出相

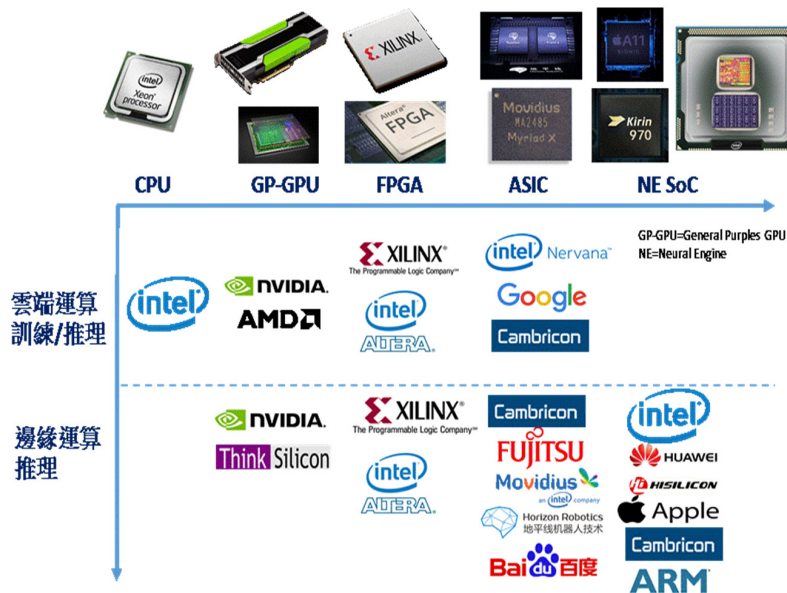


圖 5 分眾化 AI 邊緣運算專用晶片

資料來源：工研院 IEK Consulting (2018)

關 NE (Neural Engine) SoC；自駕車方面如 Intel (Mobileye) 的 EyeQ5 晶片及 Nvidia 的 Xavier SoC。分眾專用化晶片需要同時對系統規格、晶片硬體架構及軟體演算法做最佳化，因此各家廠商佈局策略各有不同，如蘋果與華為採用垂直整合（採用自製晶片），而 Intel 則以併購方式（併 Nervana, Movidius, Mobileye 等）獲得所需 IP( 如圖 5)。

AI 晶片大致上可區分為 CPU、GP-GPU、FPGA、ASIC、NE SoC 等不同架構，各種架構各有優缺點，但一般來說 GPU 在雲端運算仍具有優勢，在邊緣運算方面如 FPGA 是演算法未定型前的最佳選擇，ASIC 因功耗低及量產成本低，將是多數應用長期發展的最終目標。

AI 平臺本身在晶片設計上也要滿足一些特

殊的需求，比如性能和功率的平衡。由於 AI 演算法的演進非常快，硬體的性能要能夠跟得上演算法的變化。目前業內的普遍架構是 CPU 加上硬體加速器的做法，將一部分可能需要升級的演算法放到 CPU，因為 CPU 可以靈活的處理各種演算法，但是運算效率較差。另一部分比較固定的演算法會放到硬體加速器中。CPU 對於演算法的彈性最好，但是效率最差，GPU 更適合做圖像的運算，硬體加速器的效率最好但是彈性不夠。

由於分眾專用化晶片需同時對系統規格、晶片硬體架構及軟體演算法做最佳化，因此各家廠商佈局策略各有不同。相對於大廠寡佔雲端運算的 CPU 及 GPU 晶片，臺灣較有利發展 AI 邊緣運算推理晶片，並以影像與視覺的現場可程式邏輯閘陣列 (Field Programmable

Gate Array, FPGA) / 特殊應用專屬晶片 (Application-Specific Integrated Circuit, ASIC) 較有機會。

建議臺灣目標可鎖定 ASIC 與 FPGA 在 AR / VR、無人機、自駕車、監控與家用五大載具。五大載具中，除 AR / VR 與無人機對低功耗需求高，ASIC 較為合適之外，其餘均落在 ASIC 與 FPGA 之適用範圍。若加入低價普及化需求，監控與家用則應以 ASIC 較為適合 (如圖 6)。

同時，隨著 AI 技術在各項領域的應用日漸蓬勃，由於需要大量的數據蒐集及快速完成數據分析，晶片架構與軟體演算已同等重要，未來會有更多專為 AI 特定應用所設計的晶片 (AI-

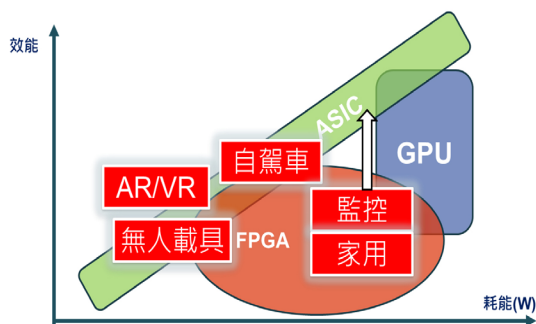


圖 6 五大載具在 ASIC、FPGA、GPU 效能分析圖

資料來源：工研院 IEK Consulting (2018)

PU)，同時在千變萬化的 AI 生態系中，也需積極透過開源軟體、AI 開放平臺等資源來快速拿下市場。但由於 AI 演算法眾多，適用不同類型

的應用亦不相同，如果臺灣上百家大小的晶片設計公司能夠合縱連橫、發揮螞蟻雄兵力量，策略性分工在幾個高潛力智慧應用上與國內外生態系之領導者共組生態系，例如機器人、智慧車、AR / VR 等，建立合適的 AI 演算法並置入於 AI-PU，配合特定應用場域與情境做系統驗證，並加入國際開源平臺，將讓臺灣業者有機會成為國內外生態系的關鍵成員。

## 柒、AI 資訊安全與隱私保護，成為各國政府與產業關注焦點

AI 發展至今，除了面臨技術、市場與人才等挑戰之外，也逐漸從技術面轉向社會面。在資安方面，建議先考慮三個問題面向：(1) 涉及隱私與資料安全應用問題：例如中國大陸成功的刷臉技術可能難以走出本土市場，應用到歐美國家。而電商或社群平臺個資外洩事件，也造成消費者對線上互動與交易的信任度；(2) 假資料與偏見演算法所造成的問題：社群網路所散布的假新聞或假資料的氾濫問題以達到足以影響到國家安全的程度，且未來由 AI 產生之假資料將更難以辨別與防範。根據 MIT 研究顯示，資料常態性不足所產生之演算法偏見問題非常普遍，即使是國際大廠的 AI 也難以避免；(3) AI 道德規範問題：各國陸續成立專責之 AI 道德規範管理單位，臺灣建立 AI 試驗場域的同時，也需要同步驗證法規的成熟度。

另外，歐盟 GDPR 規範上路，歐盟對於個資管制趨嚴，例如在自動化分析決策方面，其

處理個人資料多採人工智慧、演算法等機制作出決定（如利用演算法評估信用評等，作出拒絕核貸），而 GDPR 規定須經當事人同意且個人有權拒絕決定、了解決策過程。雖然 GDPR 規範帶來許多限制，但也創造一些機會，如其所規範之個資處理流程，將提高產業對於專業資料處理中心（Secured Data Hub）之需求，同時，其他地區可考量把握機會發展資料加值之業務（如圖 7）。

AI 演算法技術的發展是架構在大量資料數據的基礎之上，因此如何拿捏企業或個人資料的自由運用與隱私保護之間的界線，也將左右 AI 市場的衍生性與技術創新性。特別是對於個資使用監管本來就不易，建議臺灣政府與產業可試圖將隱私防護設計原則嵌入資料蒐集、處理、儲存、挖掘與傳輸等流程之中，以協助產業掌握運用資料創造價值之良性循環。另外，全球產業

對於中國大陸產品的資安有疑慮，臺灣產品的資訊安全性與信任度相對較受到國際市場的認同，此乃基於過去臺灣業者常與國際大廠合作，如 Intel、Microsoft、Google、Apple 等，已獲得國際認可，臺灣產業在資安與隱私保護的正面形象將為拓展 AI 海外市場帶來龐大的優勢。

## 捌、結語

人工智慧正引領下一波產業創新機會，對於人類生活、工作、學習等產生根本性的影響和改變，許多國際大廠長期的 AI 研發已逐漸商用化，新創也積極投入，希望透過 AI 技術提升各行各業競爭力。雖然 AI 發展至今已看到未來前景，但仍有很長的路要走，仍需要長期累積並不斷測試，因此臺灣發展 AI 應用也要以國內產業優勢與需求切入，並鏈結國際資源，掌握進入時機。

| GDPR實施前後個資處理流程的差異 |                                                                                      |                                                                                                               |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                   | GDPR實施前                                                                              | GDPR實施後                                                                                                       |
| 管理層面機制<br>個資蒐集    | <ul style="list-style-type: none"> <li>沒有規定明示同意或默認同意</li> <li>未規範用戶資料返還權利</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>需明確有效同意</li> <li>發現非法使用個資、當事人要求撤回(如資訊錯誤)，經當事人要求資料控管者有義務刪除個資</li> </ul> |
| 技術層面機制<br>個資處理    | <ul style="list-style-type: none"> <li>以代碼、匿名、隱藏部分資料或其他方式去識別化</li> </ul>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>去識別化程度提高：確保個資不可逆的去識別化</li> </ul>                                       |
| 個資儲存              | <ul style="list-style-type: none"> <li>個資儲存時是否須加密並無要求</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>個資儲存須加密</li> </ul>                                                     |
| 個資挖掘              | <ul style="list-style-type: none"> <li>對自動化分析決策無規範</li> </ul>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>對敏感個資(如：政治立場、經濟條件等)進行<br/>*自動化分析決策設限，以個資避免可辨識為<br/>隱私防護設計原則</li> </ul> |

★自動化分析決策:處理個人資料採人工智慧、演算法等機制作出決定(如利用演算法評估信用評等，做出拒絕核貸)，GDPR規定須經當事人同意且個人有權拒絕決定，了解決策過程

圖 7 GDPR 實施前後個資處理流程之比較分析

資料來源：工研院 IEK Consulting（2018）

臺灣現有最大的優勢產業是 ICT 產業，國內硬體供應鏈完整，具備發展利基，建議優先投入以快速帶動臺灣 AI 終端設備成長，讓整個供應鏈都可以升級並受益。其中領頭羊的半導體產業，根據工研院產科國際所研究，2017 年創造近 2.5 兆新臺幣產值與 22.7 萬人就業，並在上下游供應鏈及服務業消費上額外帶動 1.1 倍產值（2.7 兆元），及 2.3 倍就業機會（52.3 萬人）。未來許多相關的 AI 創新驅動產業，包含與數位經濟相關的大數據分析、AR／VR、自駕車、機器人等應用，都需要有更先進半導體技術的支撐，進行大量與即時的邊緣運算處理分析，進而能發展出接近人類感知決策的 AI 終端載具，帶動出以臺灣優勢產業為基礎的 AI 邊緣運算生態鏈，讓臺灣產業保持持續領先全球的地位。

人工智慧也可促進 ICT 產業與服務業的跨域融合，例如臺灣有眾多服務業都具有特殊臺灣東西文化融合的服務內涵，像是物流業、零售業、餐飲業、照護服務業等，若是透過 ICT 產業與 AI 技術的挹注，可以將臺灣特有的客戶服務之精神建立在科技系統上，例如利用 AI 發展智慧企業客服系統，除了要能回答重複性的問題，還要能兼具教導顧客（使用產品、解決問題）及人文特色（具臺灣特色的人情味、多種言語使用）等相關功能，也能解決人工加班或缺工的問題，未來還可以利用系統語言轉換及針對海

外市場（如中國大陸、東南亞）的消費者習慣，幫助臺灣服務業進軍到海外市場。

在數位經濟新時代，各個國家都在積極蒐集及分析大量資料，未來臺灣必須要加速運用政策、法規及商業模式儘快突破各種智慧應用上需要兼顧資料分析及個資安全的需求，甚至以國家層級設定負責數位經濟的數位長（Chief Digital Officer, CDO），如此臺灣的投資環境才可以符合未來數位經濟的需求，並減少人工智慧跨域創新的風險。

在全球科技發展趨勢上，AI 已經成為發展軟實力的關鍵技術。AI 應用產業涵蓋金融、醫藥、診斷、工業、通訊、法律、科學、遊戲等，同時各國推動 AI 由技術、應用、新創、智慧機器以及社會倫理等五構面切入，來建構生態系為發展重點。整體而言，AI 雖可為各個領域帶來創新和突破，然而必須注意在產業快速發展的同時，也需從社會影響、安全、道德、法律等層面探討，以避免在 AI 快速發展下可能會產生的負面影響。投入這些新興科技最終的目標是為了帶給人類更便利的生活、促進人類知識的演進，如何在科技發展和公共利益當中取得平衡、如何真正能善用 AI 以達到心目中的理想世界，而不會喪失人類的權益，是我們每一位生活在當代社會當中所需思考的議題。