



數位轉型對勞資關係之影響 與因應

潘世偉 | 中國文化大學勞動暨人力資源學系 兼任副教授

► 壹、前言

人類社會關心科技帶來影響的討論並不新鮮，從第一次產業革命開始，人們就已經有所關注。早期的科技發展從新式農業用具、動力織機、蒸汽機等開始，用機器取代手工，再以新型態交通工具將貨品從甲地移動到乙地。這些發展幫助經濟成長，也意味著人們必須學習如何操作新的工具或新的技能。

從 18 世紀末期到 19 世紀初期，第二次產業（科技）革命創新製造技術使新科技得以擴散到更多地區，鐵路可以承載更

大的交通功能及運輸貨物量，電氣化和電報的發明使人們的連結超越以往，因為大量生產與貨物的移動，使更多人即使沒有專業技能仍可找到工作。雖然有些工作被科技取代，但似乎也影響不大，因為科技進步增加生產力，讓人們需要工作的時間更少。

第三次產業（或數位）革命發生在 1940 中期到 2000 年早期，二次世界大戰激發了創新浪潮。電晶體以及電腦出現，使類比系統轉變為數位系統，可以輕易將

資訊在不同媒介上移動、轉換、使用，而無須碰觸它。因為易於接觸資料數據與新科技，農民就可以利用較少土地生產更多食物。科技也使我們改變了溝通、遊戲、以及工作的方式。以汽車為例：從1910年到1950年，汽車產業在美國創造了近乎700萬個新的就業機會。

從2010年間開始到將來開始了第四次產業革命，因為科技創新使得物理性、數位性、以及生物性之間的領域模糊化，從人工智慧 (Artificial Intelligence, AI) 到自動駕駛車輛、機器人、3-D列印、量子計算 (Quantum computing) 等等，還有更多正面臨的改變。雖然科技發展或可繼續重新塑造未來的工作，即使有些工作將會消失，新的工作也會產生，並且這些新工作也可能會更充實我們的生活。

然而為何人們越來越關心數位科技的變遷會如何改變人類社會？其中最大的原因之一就是今日數位科技變遷的速度已經遠遠超過人類社會制度變遷的速度，也就是說人們無法如同前幾次的科技變遷一般，因應第四次產業革命的過程，將難以匹配數位科技變遷可能造成的影響。

◎ 貳、當代數位科技的變遷

今日數位科技之發展最主要的例證之一即是AI。經濟合作發展組織 (Organization for Economic Development and Cooperation, OECD) 將人工智慧定義為「一套以機器為基礎的系統，能夠依據人類所要求之特定目標，進行預測、建

議、或者決策，以影響真實或虛擬的環境」。AI能夠影響環境，依據既定之目標生產出結果（可以預測、建議或決定）。可以運用機器或人類建立之資料導入，以察知真實及或虛擬環境，或將這些資料抽象化，以自主或是人工的方式，經由分析建立模組（例如：經由機器學習）以及運用模組之導入，模擬可能的結果選項。AI系統的設計，在操作上能有不同層次的自主性。未來人們可能與機器人並肩工作。亦即AI將可處理需要較多體力或是重複性、經常性，以及較無趣的工作，讓人們有較多時間從事較具創意且更策略性，經由掌握資料所做的決策。

今日數位科技的發展被認為對於勞工和工作場所將產生潛在的破壞性影響。學者們警告數位科技的變遷可能帶來大規模失業，主要的原因是今日技術變革的性質和速度與過去大不相同，特別是當今數位科技變遷「強化效應 (Reinforcing effect)」產生的「趨同性 (Convergence)」變化已經不容忽視，這意味著我們或許不



能僅從過去的技术進步和創造就業機會的軌跡來預測未來的影響。

數位科技變遷究竟帶來的是工作的毀滅還是工作的轉型？關鍵區別在於技術的發展是導致工作的破壞還是工作的轉型。企業將有更多機會重塑其生產流程、節省勞動力或採用新的商業模式，因此對於大多數勞工來說，這些發展的結果將減少被解僱的危險，但也因此使得許多勞工會發現他們的角色或技能必須進行調整，以學習如何使用越來越智慧的機器。

數位科技一方面創造新的價值，提高某些人或整體的所得，另一方面，數位科技的人力代替和人力互補效果都可能使就業占比或相對薪資出現兩極化的現象。政府當然有責任解決弱勢勞工保障的問題，但勞資雙方亦需超前佈署了解相關課題。焦點在於如何增進勞工適應網路經濟的能力，並為弱勢勞工提供安全保障。需要關注的其實在於如何溝通以及如何建立制度，在勞動市場就是勞資關係的課題。這些問題例如：

- 一、工作如何轉換或重新設計？
- 二、這些過程如何談判並達成共識？
- 三、誰決定誰？智能機器或人類應該執行什麼任務？
- 四、滿足這種情況是否會改變或需要什麼工作條件？
- 五、勞工或工會在決策過程中如何表達他們的想法，是反對、或抵制或是調整？

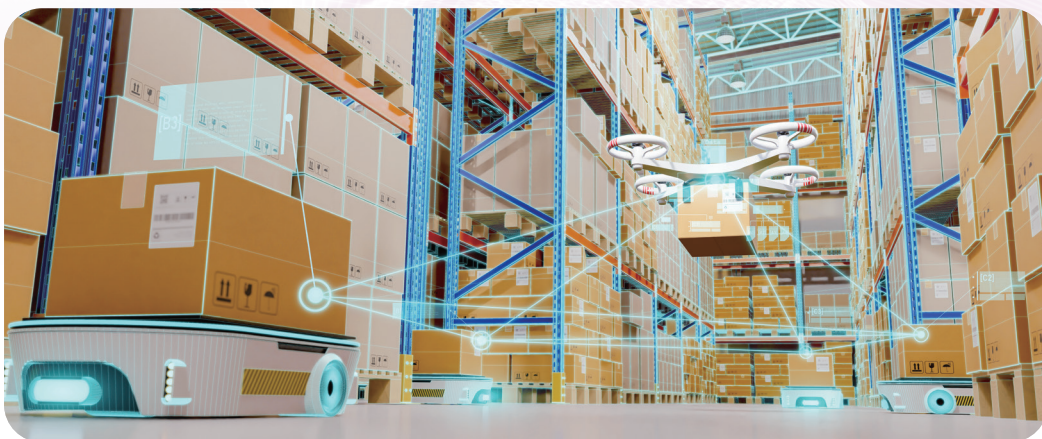
六、是否需要建立新的或有別於當前模式的法律規範？

參、數位科技變遷對就業市場的影響

雖然科技幫助人們改善工作並不新鮮，但麥肯錫顧問公司已指出，由於遠距工作以及持續自動化，在2030年以前，全球將有近億勞工必須轉換跑道，找尋不同的職業——也就是大約今日加拿大與義大利人口的總合（3,801 + 5,955 萬）。未來就業機會所需的技能是值得探討的，究竟哪些技術有用？有研究指出，社會與情緒技能具有顯著的需求。再加上先進的認知技能（包括批判性思維、決策能力，以及統計能力等），是被認為必須擁有的名列前茅的技能。

在自動化、AI以及機器人當道下，高階技術當然會越來越重要，雖然那些需要單純體力或基本認知能力的工作將會減少，但對於情緒與高階認知技能的工作需求將會成長。任何擁有可以滿足「在自動化系統以及智慧機器能做的之外增加自己





的價值」、「能夠在數位環境下工作」，以及「能夠持續性的把自己調整到新的工作方法或新的職業需求」三種條件的人才，都會在越來越自動化、數位化、以及動態化的勞動市場中更具競爭力，不受任何產業或職業所侷限。

AI的普及化對勞動市場的挑戰是多面向的，從正面觀察，新科技增進某些技能或職業的勞工生產力，並催生新市場、新產品、新服務，降低中小企業與新創企業進入市場的障礙，而增進各行業對勞動服務的延伸需求。從負面觀察，則是新科技可能使某些人力工作面臨被自動化技術取代的危險。由於「機器學習」(Machine learning)等技術的發展，被取代的工作並不必然是技術含量最少、所需教育程度最低的工作。新科技也促進了平台經濟，使「承攬合約」或「群眾外包(Crowd employment)」的勞務提供方式可局部代替正式的勞雇關係。

這種模式的勞務提供方式，其實是來自技術發展導致勞動市場如何運作和工作

如何操作的定義產生了更廣泛的改變。它不僅會影響工作的創建、中斷和轉型方式，還會影響商業模式和組織結構。新的商業模式來自於改變勞動力交換方式的技術。例如Uber、Airtasker和Deliveroo都是這方面的代表，被稱為「零工經濟(Gig economy)」。這種經濟模式中的勞動力交換過程的雙方都是變幻無常的。雙方的義務比傳統的僱傭關係形式弱，雖然它們可能提供更多就業機會，但這種經濟模式也帶來了額外的威脅，包括職責分散、就業支付模糊，以及對最低勞動標準和職業安全的威脅。

◎ 肆、人工智慧對工作的影響

觀察AI對勞工影響的角度可能必須從對工作任務之重組來觀察，AI的影響也需要針對是否導致創造新的任務來觀察。勞工可能需要技能重建或提升，以便因應AI帶來的勞動市場變遷。雖然某些高技術職業在AI運用時最會直接受到AI影響，但從事高薪資職業，或是具有較高教育水準的

個人，也會因為與AI連結，使薪資獲得成長。意即有某種程度的互補關係，因此也意味AI運用可能導致所得分配的不平等。特別是假如從AI所獲取的利益只受限於少數超級明星創新者，或是擁有卓越市場能力的企業時，將導致在創新者與其他企業，或是運用AI的勞工與其他勞工身上，產生區隔，且進一步強化AI對所得分配產生的不平等效果。

AI有可能經由改變工作內容、職務重新設計、勞工和勞工及機器間互動的方式、以及其工作之努力與效率監督，對許多人的工作環境產生重塑的效果。AI對勞工會產生壓力，因為AI也會對工作環境產生重大風險，特別是如果運用拙劣，或僅是為了想達到削減成本的單一目標的話。缺乏對演算法（Algorithm）預測及決定的透明度以及解釋力，將會導致員工不論是在心理或生理面都感到不安全。因為經由AI對員工進行廣泛的監督監控績效，都會增加勞工的共同壓力，對生產力之監控以及經理人如何解讀資料等，也會產生心理

的壓力。懸而未決的問題是，究竟採用AI因此導致工作任務之重組是否能改善工作環境？AI能夠提升較緊密的人機合作、能夠支持人力資源管理與生涯發展，但AI也會帶來工作環境的風險。

使演算法透明化通常必須公開其程式，在某些案例意味著企業機密保護。但僅是公開其算式仍無法了解幕後的目的，例如Uber縱使其演算法很公平且透明，其商業模式仍可將勞工視為商品，忽視其權利以及社會保障的需求。因此將演算法透明化並非最終目標，所謂演算法在工作場所之公平性，在於演算法設計時必須納入社會影響之考量例如：誰是被設定之目標個人？在其價值與變異項輸入時交換的是什麼？是種族性別還是社會經濟的地位等，或是演算法進行計算或預測。了解以上提問才可能確認風險並避免相關的傷害。

自動化之決定會對勞工產生負面影響，如不正確的績效評核、工作任務之配置依據聲譽數據資料或人事資料之分析。更甚者，演算法本身就可能產生偏差（在



其設計資料結構或誤用模式等），都會影響其結果。因此在此狀況下，解釋權是重要的，實務上亦即所獲得之資訊必須同時是被了解的、有意義的，且是可操作的，並且使其可能被：

一、了解其重要性和如此自動化決定下的後果；

二、獲得自動化決定之解釋及挑戰該決定。

簡言之，機器學習此一複雜系統不應成為破壞勞工權利的理由。

人機互動的工業或協作之機器人必須重視安全與保護介面，以及實體或人因工學層面勞工的需求。同時也牽涉到將隱私設計及隱私默認之需求整合到機器及工作程序。在安全與保護的認知系統上應該包括之層面為：偵測到人員在現場，並且區分工作空間分別給勞工以及機器；避免碰撞；人機協作時之靈活性與調適性；在工作流程中整合勞工之回饋；以及規定分列網路安全之風險。

◎ 伍、人工智慧對產業的影響

新科技導致市場集中度增加，因此導致贏者全拿的效應。數位科技提供先行者規模經濟、網絡效應，以及擁有大數據之優勢，鼓勵了主導企業的產生。而全球化更加强了規模經濟，因為可以取得全球的市場。數位化得以讓企業控制大數據以擷取較多的消費者，透過複雜的演算法計價以及以客製化供給產品與勞務。贏者全拿的動力特別見諸於高科技產業，例如臉書（Facebook）和谷歌（Google）。

2001年至2013年，在OECD各會員國經濟中，領頭羊企業的勞動生產力提升了35%，其他企業則僅增加大約5%。可見新科技帶來的好處並未擴展到所有的企業，而是僅見於相當少數的大型企業中。生產力的強力成長明顯見於那些位處科技前沿的領頭羊的企業。然而大多數其他企業，尤其是小型企業，整體的生產力卻是較低的。高科技企業的市場寡占導致所得不均，市場愈加朝向更寡占的型態，因為市場寡占力量增加，資本分配所獲得之盈餘更加朝向不公平傾斜，相對少數的企業獲取超出水準的利潤。不平均的資本利潤回收特別出現在技術密集的產業，在這些高利潤回收的產業也有證據顯示其較低的客戶流失率，也就是大部分此種企業的高利潤回收有相當的一貫性。

因為市場競爭政策之失敗，更強化了科技主導的動力，造成更加集中的市場結構。這些失敗的政策還包括如反壟斷政策，專利體系的缺失，也就是因此導致創新擴散的障礙，另外還有行為之作為與不作為之法律（例如去管制的法律不被保障競爭者之支持，以及對於限制競爭之規範等）。

高科技集中之效果對就業市場產生嚴重的影響，領頭羊企業不僅在產品市場獲得獨佔力量以增加其利潤，尚可在勞動市場中擷取更多尋租（Rent-seeking），在市場中壟斷薪資的議價權。其中一個現象就是數位化勞動市場的快速擴張，例如任務兔子（Task Rabbit）、亞馬遜土耳其機器人（Amazon Mechanical Turk）等。同樣的，此種市場雇主的集中程度也很高，當

雇主市場力量增強時，勞工的協商力量卻是減弱的，因為工會的衰退以及被侵蝕的最低工資法。這些發展也強化了替代勞動力的科技對勞工與雇主間所得分配移動的效果。生產會移轉到運用較多資本且較少勞工的企業，或生產流程上（不論是顯性還是隱性）。2017年美國最大的企業蘋果公司，佔有的市場份額超過1962年美國最大的企業美國電報電話公司（AT&T）40倍之多，但其僱用人數僅有其五分之一。

數位科技及自動化已經將高階技術之需求做了轉變，特別是從那些易受自動化影響，經常性或中階技術的工作，也漸趨多樣化，同時也使技術更加不對稱化，那些易受自動化影響的中階技術工作，如文書處理或重複性生產工作，需求程度也會逐漸降低。儘管中階技能的工作減少，就業市場卻越來越多樣化，高階技能工作如技術專業人員及管理者職缺增加，同時出現的還有零工經濟的崛起，越來越多勞工從事的是非典型的勞動安排，例如臨時工或部分工時的契約以及自僱工作。當技能需求有所改變，供給端的調適卻相當緩慢，現行教育與訓練遠落後於科技的腳步，能夠擁有與新科技搭配的技術之勞工愈加聚集在科技領頭羊的企業中。

► 陸、人工智慧對勞資關係之影響

以上這些課題所反映的是如何在勞資關係上的因應。AI將會影響工作之重組，亦即AI可能會將勞工原本工作的部分內



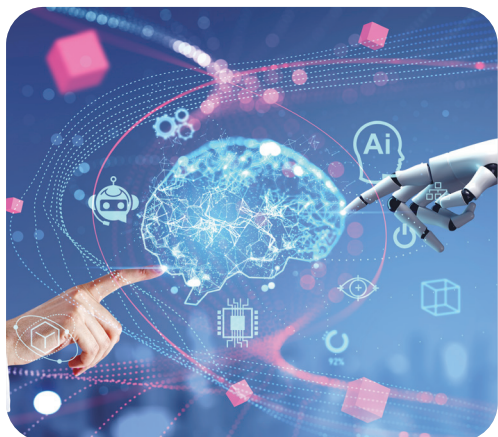
容加以取代，因此其工作內容將必須重新組織，此種重組過程將不免導致職務的替代，生產力、以及可能必須重新恢復職務之影響，因此將導致企業評估對AI需求之程度，進而也會影響就業與薪資。AI可能導致同時產生替代及補充工作職掌的效果——以股票市場分析師為例，研究證實擁有市場越多資訊之分析師反而越容易被AI取代，因為AI能夠擁有更多更無偏見的資訊，因此分析結果更甚於這些分析師。反而是較無充分資訊之分析師明白無法與AI競爭擁有市場資訊的能力，因此花較多時間去與企業重要人士周旋，從人際關係上獲得上市企業的軟資訊，再輔以AI的硬資訊及分析能力，反而在市場上獲得更好的成果。

企業是否願意支持其員工調適或重新設計工作也是一個關鍵。企業在協助員工轉型訓練或職務再設計上是否願意花錢，並且還能保持利潤？企業是否有協助員工尋職的相關內部制度？各國政府稅制上是否有誘因以及相關的社會福利制度是否配合？這些制度安排對於促進AI導入時勞工較有意願與企業合作起了關鍵性的作用。

不可否認，採用人工智能，包含運用機器人等，將可在較吃力與危險性較高的工作環境替代勞工，獲得職業安全衛生的保障。製造業使用聰明機器人可以降低勞工在安全上的風險，亦可處理重複性、繁重的工作，或是會導致勞工肌肉或骨骼受傷的、需要以尷尬姿勢進行的動作等。勞工與機器人或AI協作之過程，假如只著眼於配合協作過程之速度的話，也可能導致勞工體力及心理之壓力。

AI也會被運用在人力資源管理功能上，可以幫助企業蒐集更多工作績效的資料並加以分析，因此可能產生對勞工更大的壓力。當然此種即時的資料蒐集與分析也可以強化管理過程的持續改善與回饋，促使管理者採取立即改善的措施。AI亦可協助管理者做決策，監測員工的生產力數據。甚至於人資部門可以依賴AI蒐集資訊與分析能力幫助招募，節省時間。

一方面，AI得以依據其蒐集組織內相關溝通與意見的資訊改善組織文化，運用得當，AI使用溝通及組織心理學之專業能



力可以探知組織氛圍，建立良性文化，藉以輔導特別有關於組織經營核心所需之能力等之培養。但另一方面，這些資料之蒐集與監測亦可能導致過度干預到員工個人隱私，造成員工心理上之不良反應，因此相關資訊之透明化與可解釋性也成為必須關注的課題。

AI之運用在勞資關係上被討論的重點是道德性（倫理）的問題，尤其是將AI導入工作職場通常只是組織高層所做的決定，很少是在導入前與員工進行過討論或諮商。因此真正的重心還是在於勞資溝通與協商如何成為AI導入與運用的路徑，AI本身不是問題，問題仍然在於組織內勞資的溝通與共識是如何進行的。就國家與社會層次而言，決定制度面如何調整，以獲得AI最大之效益、減少AI帶來之損害，亦須取決於社會對話之頻率與效果。

◎ 柒、因應數位科技變遷對勞動之影響

人們必須能駕馭科技以獲得包容性（Inclusive）的成長，其中政策制定擁有關鍵作用。透過改善對企業和勞工有利的環境，擴展科技變遷帶來的新機遇，且提升因應新挑戰的能力，建立一個更廣泛的「預分配（Pre-distribution）」政策的議程，可以使數位科技成長的過程更具包容性。

應針對數位時代修改市場競爭的政策，以確保市場繼續為企業提供開放且公平的競爭環境，維持競爭的激烈性，並限

制壟斷結構的成長。競爭政策需要更加全球化，以解決跨國科技巨頭對許多國家市場集中度和競爭跨境問題的影響。

改善創新的生態體系使科技能夠發展且擴散，智慧財產權制度需更加平衡，要獎勵創新，也要促進更廣泛的經濟影響力。政府研發支出應側重於提供基礎研究的公共產品，這會產生有利於整體經濟的知識溢出效應。還應加強支援數位化的基礎設施，雖然已有進展，但數位鴻溝仍然很大。

促進技能的投資以因應變遷中的勞動世界。必須將技術變革對就業的影響視為是舊的工作讓位於新的工作機會的動態調整過程，主要問題是工作性質正在改變，政策的挑戰是使勞工掌握新技術所需要的非常規、且具創造性和更高水準的技能，並且在調整過程中為勞工提供支援，政府應承諾改善經濟弱勢群體獲得可負擔的優質教育的機會。技能提升和再培訓也很重要，讓勞工能夠留在現有工作中，採取鼓勵再就業的前瞻性政策，包括創新的失業／工資保險機制，再培訓和安置服務等。



勞動市場機制之促進與改革，還應解決勞工流動和勞動市場競爭的其他障礙，例如持續增加的專業證照要求和勞動契約中的競業禁止條款也應加以調整。勞動市場機制包括集體談判、最低工資法。勞動標準如果運作良好，對於確保勞工獲得公平的經濟回報非常重要，尤其是在企業市場力量不斷增強的時代。傳統上基於正式的長期僱傭關係的退休金和健保等福利，需要更加具備可攜性，能適應不斷變化的工作安排，包括不斷增加的零工經濟。

勞動市場和社會保障應視為一個整體進行改革，以獲得改革協同的效應和緩解勞工因應市場調整的優勢。2017年法國就對其就業保護法進行了改革，以提高勞動市場的靈活性，同時引入了便攜式「個人活動帳戶」，使勞工能夠獲得多個工作的培訓權利。

在勞資關係方面因為數位科技變遷需要關注，且應經由立法以保護勞動者的是：

- 一、從制度面檢討現有機制，確保勞工之隱私與個資安全；
- 二、有關人工智慧可能扮演的職場的監視、追蹤，以及監控之議題需要政策面及制度面加以檢視並建立制度；
- 三、AI演算法之目的須要透明化，避免勞資關係因為雇主科技運用的能力陷入不平衡的狀態；
- 四、在演算法及機器學習模式相關之決策，要確保勞工有「聽取解釋權」，主因在於雇主或管理者通常是決定導

入人工智慧之運用者，勞工基本上是
被動接受，但可能是主要受到影響者；

五、維護勞工在人機協作下之保障與安全，不論是生理或心理的安全與健康，都必須建立制度保障；

六、人機協作時要能促進勞工之自主性，勞工應該主導機器如何使用，機器不應主導勞工如何工作；

七、促使勞工能夠具備使用 AI 的智能，國家與企業皆有責任教育勞工具有 AI 的知識認知。

► 捌、結語

數位科技變遷對於人類社會必將產生重大的影響。誠如國際勞工組織 (International Labour Organization, ILO) 在其報告中指稱，AI 科技會強化對勞工之監測，人工智慧、大數據，以及演算法可能造成歧視的風險。透過 AI 對就業之規範後面隱藏的可能是資方的特權控制與從屬規定。全民基本收入 (Universal Basic Income) 的倡議是不足的，仍須運用勞動及人權保障，必須確保「與演算法協商」、「人類做主導」以及在未來工作上擁有勞工之集體權利。

參考文獻

1. Aída Ponce Del Castillo (2021), The AI Regulation: entering an AI regulatory winter? Why an ad hoc directive on AI in employment is required, ETUI Policy Brief
2. Alexandre Georgieff, Anna Milanez (2021), What happened to jobs at high risk of automation? OECD Social, Employment and Migration Working Papers No. 255, <https://dx.doi.org/10.1787/10bc97f4-en>
3. ESJ E. S. J. (2018). This Time it Might be Different: Analysis of the Impact of Digitalization on the Labour Market. ESJ. <https://doi.org/10.19044/esj.2018.v14n36p68>
4. Eurofound (2021), Digitisation in the workplace: Publications Office of the European Union, Luxembourg
5. European Commission (2020) EU WHITE PAPER On Artificial Intelligence - A European approach to excellence and trust
6. Frontier Economics, (2018) THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON WORK: An evidence review prepared for the Royal Society and the British Academy, Frontier Economics Ltd.
7. Joshua Healy, Daniel Nicholson & Jane Parker (2017) Guest editors' introduction: technological disruption and the future of employment relations, *Labour & Industry: a journal of the social and economic relations of work*, 27:3, 157-164, DOI: 10.1080/10301763.2017.1397258
8. LorrAlne Charles, Shuting Xia and Adam P. Coutts (2022), Digitalization and Employment A Review, ILO
9. Marguerita Lane, Anne SAInt-Martin (2021), The impact of Artificial Intelligence on the labour market: What do we know so far? OECD Social, Employment and Migration Working Papers No. 256, <https://dx.doi.org/10.1787/7c895724-en>
10. Morgan R. Franka, David Autorb, James E. Bessenc, Erik Brynjolfsson, Manuel Cebriana, David J. Deming f, g, Maryann Feldmanh, Matthew Groha, Jos ´e Lobo i, Esteban Moroa, j, Dashun Wangk, l, Hyejin Younk, l, and Iyad Rahwana, m, n, Edited by Jose A. Scheinkman, (2019) 'Toward understanding the impact of artificial intelligence on labor', *Perspective*. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1900949116
11. Qureshi, Zia. (2019) "Inequality in the Digital Era." In *Work in the Age of Data*. Madrid: BBVV.
12. Valerio De Stefano (2018) "Negotiating the algorithm" : Automation, artificial intelligence and labour protection, ILO EMPLOYMENT Working Paper No. 246

人工智慧與聘僱歧視問題簡析 ——以性別歧視為核心

洪瑩容 | 中興大學法律專業學院 助理教授



壹、前言

隨著數位時代之來臨，越來越多企業使用人工智慧進行聘僱程序，其優點在於能迅速有效率處理大量申請文件，大幅降低時間、金錢成本之耗費。此外，相較於傳統冗長、不透明之招募程序，由人工智慧與演算法來篩選合適之求職者，常被認為較能對於求職者進行客觀評價，蓋其可屏除人類主管因不同的生活經驗、成長背景而產生對於「性別」之偏見或刻板印象，

理論上應有助於消除「就業性別歧視」。然而，自有人工智慧技術以來，關於人工智慧歧視之爭議案例屢見不鮮¹。隨著企業將越來越多的人力資源工作交由人工智慧系統處理，也必須面對使用此類技術可能會導致就業性別歧視的問題，此是否會因雇主使用人工智慧系統在判斷上而有所差異，有待進一步之討論²。

1. 舉例言之，在英國的演算法中，若求職人的姓名為「Jared」並且在高中打過曲棍球，演算法就會建議公司僱用。Vgl. Waas, KI und Arbeitsrecht, RdA 2022, 125, 126.
2. 礙於篇幅限制，在此僅簡要說明適用現行法律下可能產生之問題，本文之論述主要節錄自洪瑩容，企業使用人工智慧之聘僱歧視問題研究——兼論對於現行反歧視法制之檢討，興大法學，第34期，2023年11月，頁1-75一文，相關問題之詳細之分析與論述，可參見此文。

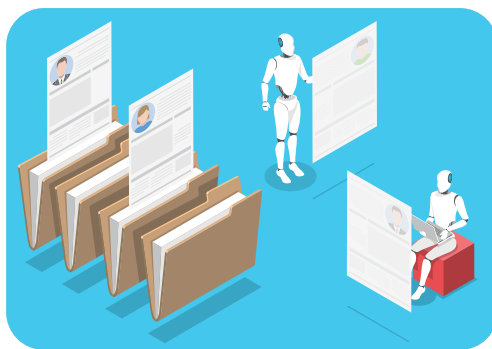
◎ 貳、人工智慧之聘僱歧視

針對企業在聘僱程序中導入人工智慧之形式以及可能產生之歧視問題，茲分述如下：

一、為了提高人工智慧系統辨識優秀人才之能力，企業可以採取的作法為：將過去優秀員工之資料作為人工智慧系統之訓練數據，供人工智慧學習建立適用於該企業之模型³，然而，當企業所提供之資料不夠全面，即可能使演算法產生偏誤而導致歧視之結果⁴。舉例言之，企業過去所僱用之男性員工多於女性，且男性員工擔任主管職缺之比例高於女性，當雇主提供此類「模範員工」之資料訓練人工智慧，人工智慧經由學習後會察覺到「男性」要素之重要性，而給予正面評價，此會導致人工智慧日後之決策與建議偏好「男性」求職者⁵，而阻礙其他性別之錄取機會，此將有構成性別歧視之疑慮。典型的事例為亞馬遜公司於2014年使用人工智慧徵才，其後卻發現人工智慧系統因其所學習之資料而無法秉持性別中立原則，其給予女性求職者較低之評價，由於無法確保人工智慧系統將來不會作出歧視性之

排序，亞馬遜公司放棄此一人工智慧系統徵才計畫⁶。

二、企業可能導入人工智慧技術將徵才廣告自動投放於社群媒體，為達到廣告之最大效益，系統可依據企業之需求將求職者予以分類，並自動篩選決定投放廣告之目標族群。對於求職者而言，其能否看到廣告是經由人工智慧篩選，對於被排除之族群，即喪失應聘之機會。舉例言之，企業透過人工智慧於Facebook去投放招聘廣告，演算法僅會在目標族群的頁面上顯示廣告，故在女性用戶的頁面鮮少出現卡車司機的徵才廣告，而此類所謂「性別定位」(Gender Targeting) 投放廣告為社群媒體中常見之情況，此將使女性求職者無從知悉此一職缺之



3. Vgl. Hoeren/Sieber/Holzngel MultimediaR-Hdb/John Teil 29.4 Rn. 13.

4. Vgl. Waas, Künstliche Intelligenz und Arbeitsrecht, 2023, S. 118.

5. Dzida/Groh, Diskriminierung nach dem AGG beim Einsatz von Algorithmen im Bewerbungsverfahren, NJW 2018, 1917, 1918 f.

6. 參見周虹汶，亞馬遜AI徵才 歧視女性挨轟，自由時報新聞網站，2018年10月11日 <https://news.ltn.com.tw/news/world/paper/1238584> (最後瀏覽日：2024年1月22日)

存在，阻礙其進一步申請之可能性，對其就業有不利之影響，惟在此種情況下，並無「具體」、「個別」之求職者遭遇到不利之對待，現行法並無具體規範以處理此類「無受害者之歧視」(Opferlose Diskriminierung)⁷之問題，於大多數的情況下，潛在之受害者無法獲知其被排除而存在歧視之情事，自無從對企業求償，此亦是人工智慧普遍使用後可能產生之問題。

三、對於有意應徵工作職缺的求職者，有企業會採用「聊天機器人(Chatbots)」與求職者對話，導入人工智慧技術之聊天機器人具有深度學習之功能，從與使用者的應答中有能力延續對話之境況並予以回覆⁸。然而，若聊天機器人所提出之問題與「性別」相關之問題(例如懷孕)時，即產生在法律上應如何評價之問題，蓋人工智慧系統會依求職者之回答進行分類與評估，求職者若據實回答其真實情況(例如有懷孕計畫)，則可能被歸類到較無錄取希望之群體中，人工智慧之決策從結果上來看可能構成性別歧視。

四、部分企業可能會對於求職者之行為進行分析，其可能採取之方式包括自動文件分析、筆跡與語言分析、聊天機器人、自動工作面試，甚至是完整的人格特質分析。在企業實務中，尤以文本或語言分析較為常見⁹，透過人工智慧系統分析其語調、句子結構、使用詞彙等特徵，藉以評估求職者是否具有團隊協調能力、抗壓性、溝通能力、應變能力等特質¹⁰。演算法得就其分析之結果列出求職者之排名順序，以利企業作為選才之參考¹¹，當人工智慧系統對求職者之資料進行文本分析或語言分析時，亦有作成歧視性決策之風險。人工智慧系統對於有移民背景之求職者或非母語人士，可能會因使用語言的習慣、口音、方言而給予較為不利評斷，故可能會構成基於「種族」之間接歧視¹²。

參、性別歧視禁止之相關規範

我國憲法第7條為平等原則之規範，中華民國人民，無分男女、宗教、種族、階級、黨派，在法律上一律平等。此為平等原則之總則性規定，對於平等的要求除

7. Sesing/Tschech, AGG und KI-VO-Entwurf beim Einsatz von Künstlicher Intelligenz, MMR 2022, 24, 28.

8. Fink, Künstliche Intelligenz in der Personalarbeit, 2021, S. 70-71.

9. Hoeren/Sieber/Holzner/MultimediaR-Hdb/John Teil 29.4 Rn. 24.

10. Hoffmann, Möglichkeit und Zulässigkeit von Künstlicher Intelligenz und Algorithmen im Recruiting Personalsuche 4.0, NZA 2022, 19, 20.

11. Joos, Einsatz von künstlicher Intelligenz im Personalwesen unter Beachtung der DS-GVO und des BDSG, NZA 2020, 1216.

12. Dzida/Groh, Diskriminierung nach dem AGG beim Einsatz von Algorithmen im Bewerbungsverfahren, NJW 2018, 1917, 1919 f.

了消極面向之禁止恣意之差別待遇外，國家亦須積極採取平等保護之措施¹³。立法者在個別法規中定有「歧視禁止」之規範，就業服務法（以下簡稱就服法）第5條第1項設有禁止就業歧視之一般性規定，雇主對求職人或所僱用員工，不得以種族、階級、語言、思想、宗教、黨派、籍貫、出生地、性別、性傾向、年齡、婚姻、容貌、五官、身心障礙、星座、血型或以往工會會員身分為由，予以歧視。就服法第5條第1項屬於就業歧視禁止之原則性規範，若其他法律有明文規定者，從其規定。針對「性別、性傾向」之就業歧視問題，性別平等工作法（以下簡稱性工法）設有專章，在性質上應屬於就服法之特別法，而應優先適用。

若觀察我國就業歧視法制之發展歷程，早期職場上性別歧視之問題普遍較受到關注與討論¹⁴，2001年12月通過「兩性工作平等法」，其目的即在保障女性平等工作之權益，2008年更名為「性別工作平等法」，將多元性傾向者之工作權益納入保障，本法於2023年8月修正時更名為「性別平等工作法」，其立法目的在於消除職場中的性別與性傾向的歧視，確保性別工作權的平等，促進性別地位實質平等（性工法第1條規定參照）。性工法第7條至第11條明定雇主在招募、甄試、進用、分發、配置、考績、陞遷、教育訓練、



各項福利措施、薪資給付、退休、資遣、離職及解僱等方面，不得因受僱者之性別或性傾向而有差別待遇。為了落實就業歧視防治之目的，就服法第65條第1項、性工法第38條之1第1項皆針對違反者設有處罰規定，以行政制裁作為手段，敦促雇主確實踐行其法定義務。針對雇主民事損害賠償責任，依據性工法第26條之規定，受到性別或性傾向歧視之求職者、受僱者，就其財產上之損害，得向雇主請求損害賠償；若為非財產上之損害，求職者得依性工法第29條之規定向雇主請求賠償相當金額；其名譽被侵害者，並得請求回復名譽之適當處分。此外，性工法第31條設有舉證責任減輕之規定，求職者、受僱者僅須釋明差別待遇之事實，雇主即應就差別待遇之非性別、性傾向因素，或該受僱者或求職者所從事工作之特定性別因素，負舉證責任。

依據就服法第5條第1項規定，雇主對求職人或所僱用員工，不得以該法所禁

13. 參見李惠宗，憲法要義，第8版，2019年9月，頁148-149。

14. 關於立法背景之討論，參見焦興鎧，臺灣建構防制就業歧視法制之努力——二十年之回顧與前瞻，臺灣勞動法學會學報，第11期，2015年8月，頁4-6。

止之 18 項指標予以「歧視」。然而，就服法條文本本身並未針對「歧視」為進一步之立法定義。對照性工法之法條用語，第二章之標題雖訂為「性別歧視之禁止」，惟第 7 條至第 11 條之條文所使用之文字並非「歧視」而為「差別待遇」，如何理解「歧視」與「差別待遇」之意涵，此為首要釐清之問題。

對此，就服法第 5 條第 1 項之立法理由或可提供一線索，其指出「歧視係指雇主無正當理由而恣意實施差別待遇而言」，由此觀之，「歧視」在意義上似非完全等同於「差別待遇」。若對照性工法之條文用語及架構，求職者或受僱者縱因「性別」或「性傾向」而在招募、甄試、進用、分發、配置、考績或陞遷上遭受雇主之「差別待遇」，但若其符合性工法第 7 條但書「但工作性質僅適合特定性別者」之要件，其差別待遇則可被認為具有「正當事由」，因而被評價為合法。換言之，唯有差別待遇被評價為違法時，始能以「歧視」稱之。由此觀之，「差別待遇」一詞應有較為客觀、中性之涵義，其表述一種求職者或受僱者遭到「不利對待」之事實狀態，而「歧視」則有某種程度之法律評價¹⁵，或者可以說，「歧視」應為無正當理由（不合法）之差別待遇。因此於雇主是否違反「歧視禁止義務」之判斷上，應檢視雇主是否基

於「性別、性傾向」而給予求職者或受僱者差別待遇，若有差別待遇之存在，進一步則須檢視其是否具備「正當事由」，茲分述如下：

一、直接或間接之不利對待

關於「差別待遇」之定義與種類，參照性工法施行細則第 2 條之規定，其係指雇主因性別或性傾向因素而對受僱者或求職者為「直接或間接不利之對待」。所謂「直接之不利對待」，係指以歧視指標作為差別待遇之事由，對求職者或受僱者為直接不利之對待。舉例言之，雇主於為某項約定或為措施時，使之僅對某一性別之求職者或受僱者發生效力，其構成基於性別直接之不利對待¹⁶。典型之事例為雇主在招聘的廣告中明白表示該招聘的職位「限女性」或「限男性」，此為基於性別而對其他性別之求職者為不利之對待，在判斷上較無疑問。



15. 關於「歧視」、「差別待遇」在我國不同法規使用之分析與意涵，詳見黃夢萱，就業歧視禁止之界限——論就業歧視禁止項目與差別待遇之正當理由，臺灣大學法律學院法律學系碩士論文，2016年1月，頁13-20。

16. 參見黃程貴主編，個別勞動法，2021年3月，頁346（林佳和執筆）；林更盛，論性別歧視與母性歧視之禁止——評台灣高等法院八十七年度勞上易字第一號判決，月旦法學雜誌，第74期，2001年7月，頁187。

惟若雇主在形式上並未明確表示以歧視指標「性別」作為差別待遇的理由，而是用外觀上中立的標準、約定或措施為區分之依據，然此等中性的標準事實上會讓「具特定歧視指標（如某一性別）之人」受有負面之影響，此將構成「間接之不利對待」¹⁷。舉例言之，若某項標準、措施從外觀看來是對於部分工時受僱者較為不利，然若依實際的統計數字可得知，大多數的從事部分工時工作者多為女性，在此情況下則有可能會構成基於「性別」而生之間接不利對待¹⁸。又若雇主在形式上雖無明確表明以性別，而是透過其他標準（如身高、體重）作為區分的依據，若事實上因該約定或措施將使某一性別之勞工遭受不利待遇明顯較另一性別多，則亦構成因性別而生的間接之不利對待¹⁹。

當企業使用人工智慧從事招聘工作，透過演算法在過程中直接代替雇主剔除不合適人選而自行做成決策，此是否構成不利之「對待」？若考量到「對待」之文義，

其似應指涉人類之行為，無論如何應由人類參與其中²⁰，在此理解下，則可能得出由人工智慧所作成之建議或決定無法被評價為不利對待之結論。對此問題，拙見以為，考量到性工法歧視禁止規定之目的在於保障工作權之性別平等、貫徹憲法消除性別歧視、促進性別地位實質平等之精神²¹，不宜直接將人工智慧之決策一律排除於「對待」之文義之外，否則將使立法目的落空，故應對本法之「對待」採取較為廣義之解釋，只要雇主將其人事決策之選擇空間委由人工智慧進行，亦應認為此屬於歧視禁止法制所規範之「對待」²²。

至於如何認定「不利」對待，參酌文獻之討論，此應由客觀上一般理性第三人的觀點作為判斷標準²³。在招聘程序中，雇主最終所作成拒絕錄用之決定固然屬於不利之對待，當求職者在前一階段即被排除而未獲得面試機會，解釋上亦應為不利對待²⁴，此不因為雇主使用人工智慧篩選面試者而有不同之評價。以人工智慧

17. 參見黃程貫主編，個別勞動法，2021年3月，頁346（林佳和執筆）；傅柏翔，美國與臺灣就業歧視法制之舉證責任與適當比較基礎問題初探，法令月刊，第69卷第9期，2018年9月，頁76；鄭津津，就業上年齡歧視之探討，月旦法學雜誌，第184期，2010年9月，頁179。

18. BeckOK ArbR/Roloff AGG § 3 Rn. 17.

19. 林更盛，論性別歧視與母性歧視之禁止——評台灣高等法院八十七年度勞上易字第1號判決，月旦法學雜誌，第74期，2001年7月，頁187-188。

20. Vgl. Hans Steege, Algorithmenbasierte Diskriminierung durch Einsatz von Künstlicher Intelligenz – Rechtsvergleichende Überlegungen und relevante Einsatzgebiete, Multimedia und Recht (2019), S. 715/718.

21. 參見性工法第1條第1項之規定。

22. 參見洪瑩容，企業使用人工智慧之聘僱歧視問題研究——兼論對於現行反歧視法制之檢討，興大法學，第34期，2023年11月，頁23-25。

23. Vgl. BAG, Urteil vom 23. 8. 2012 – 8 AZR 285/11, NZA 2013, 37.

24. Freyler, Robot-Recruiting, Künstliche Intelligenz und das Antidiskriminierungsrecht, NZA 2020, 284, 287; von Lewinski/ de Barros Fritz, Arbeitgeberhaftung nach dem AGG infolge des Einsatzes von Algorithmen bei Personalentscheidungen, NZA 2018, 620, 621.

系統處理求職者資訊時，演算法會將資訊依關聯性予以分類，而如果人工智慧進一步被運用於決定邀請面試甚至是聘用之人選時，其自然依此分類篩選人才，當人工智慧系統之分類基準涉及到「性別」此一法律所禁止之指標時，即可能違反性工法歧視禁止之規定。以人工智慧所進行之分類與決策而言，其通常不會取決與單一之「指標」，故幾乎不會發生直接不利對待之情況。對於求職者，其面臨者較為「間接之不利對待」，蓋演算法之基礎在於資料探勘（Data Mining），利用龐大的資料庫去建立模型，從中找出隱藏的特殊關連性，並將求職者進行分類、評估，在運行的過程中，演算法不僅可能在「未被法律禁止之指標」中找出其關聯性，亦可能觸及到「法律所禁止之指標」。當演算法所連結者為一表面上看起來中性之指標而對求職者進行分類與評估，惟其結果卻使性工法所欲保護之群體（例如女性）遭受不利對待之比例較為顯著，此即可能產生間接不利對待之風險²⁵。誠如前文所提及之例子，當企業為使人工智慧建立出「職業成功之預測模型」，其若是以過去模範員工之資料作為訓練學習之資料，即便所收集之資料僅反映出過去受僱個人及群體之績效，但由於過去女性受僱之比例較低，或者是其在企業擔任主管職之比例較低，

人工智慧系統即可能會辨識出「男性」與成功、績效間之關聯，其將可能導致女性求職者在分類與決策上遭受較為不利之評價與對待。

二、正當事由

從性工法第7條但書之規定可知，只要「工作性質僅是適合於特定性別者」，雇主仍得因為「性別」或「性傾向」而為差別待遇。換言之，只要雇主具備正當事由，其所為之差別待遇並不會被評價為違法之歧視。至於如何理解性別工作平等法第7條但書所謂「其工作性質僅適合特定性別者」？同法施行細則第3條進一步將但書之規定解釋為「非由特定性別之求職者或受僱者從事，不能完成或難以完成之工作」。意即該工作有取決於生理性別上的必要性，或者法律對於特定性別設有禁止僱用之規定²⁶，則雇主不僱用女性應有正當事由。若雇主委由人工智慧進行資料分析及篩選時，對於雇主而言，由於人工智慧之決策具有不可預測性，對於雇主而言，亦可能難以證明其具有正當事由，蓋演算法透過資料分析僅能找出性別與某工作特性之關聯，例如某一種性別在特定職位上的表現比另一性別更成功，但其並無法確認其是否具有因果關係，亦即特定性別是適合特定工作之原因²⁷。即便如此，當企業在聘僱程序中使用人工智慧，求職

25. Vgl. von Lewinski/ de Barros Fritz, Arbeitgeberhaftung nach dem AGG infolge des Einsatzes von Algorithmen bei Personalentscheidungen, NZA 2018, 620, 622; Waas, Künstliche Intelligenz und Arbeitsrecht, 2023, S. 127.

26. 參見洪瑩容，非特定性別不能履行之工作——以德國法制之觀察為中心，月旦法學，第273期，2018年2月，頁203-206。

者要能成功主張受到就業性別歧視仍非易事，此涉及到舉證責任之問題，將於以下說明之。

三、舉證責任

當企業使用人工智慧進行招聘決策時，對於求職者而言，另一個可能遭受到之難題在於尋求權利救濟時之舉證困難。性工法第31條雖設有求職者、受僱者舉證責任減輕之規定，當求職者「釋明」差別待遇的事實後，雇主應就差別待遇之非基於性別、性傾向因素或該求職者所從事工作之特定性別因素負舉證責任。然而，相較於傳統之招聘方式，求職者與真實人類之互動可感知到不友善之反應、情緒，由人工智慧系統所主導之聘僱程序，求職者通常欠缺此種可被感知之信號，而難以察覺受到「歧視」。此外，由於人工智慧系統存在自主決策之不透明，演算法之黑箱將讓使用者難以在事後確定人工智慧之決策原因²⁸。且演算法之相關資訊亦可能因事涉營業秘密²⁹而不被公開，此皆使因果關係之證明陷入困境³⁰。職此，在人工智慧蓬勃發展之同時，應思考如何透過對於人工智慧系統使用之管制或者舉證責任之調整，解決就業歧視之問題，減輕受歧視之求職者在權利主張上之障礙。



► 肆、違反性別歧視禁止義務之法律效果

若求職者於聘僱程序中遭受性別歧視，可向地方主管機關進行申訴，雇主一旦被認定有就業歧視之情事則可能遭受主管機關處以罰鍰³¹。除了行政罰外，違反歧視禁止規定之雇主亦須對求職者負損害賠償責任。當企業使用人工智慧系統進行招聘工作，若其因此造成性別歧視之結果，雇主即可能須對求職者依性工法第26條之規定負損害賠償責任。問題在於，若人工智慧系統在未經「人類」之介入而作成具有性別歧視之決策，此時雇主是否須為人工智慧系統之自我決策負責？此問題涉及到性工法第26條之責任性質，亦即該條規定究竟為「過失責任」或「無過失責任」之爭議。拙見以為，性工法第26條之損害賠償責任仍應為「過失責任」之規

27. Freyler, Robot-Recruiting, Künstliche Intelligenz und das Antidiskriminierungsrecht, NZA 2020, 284, 287.

28. 關於人工智慧之自主性風險，參見呂彥彬，人工智慧時代契約法之挑戰與回應，政大法學評論，第169期，2022年6月，頁305。

29. Freyler, Robot-Recruiting, Künstliche Intelligenz und das Antidiskriminierungsrecht, NZA 2020, 284, 290.

30. 相關討論請參見洪瑩容，企業使用人工智慧之聘僱歧視問題研究——兼論對於現行反歧視法制之檢討，興大法學，第34期，2023年11月，頁26-33。

31. 參見就服法第65條、性工法第38-1條之規定。

定³²，換言之，性工法第26條之適用，應以雇主違反歧視禁止義務具有可歸責事由時，始對求職者負損害賠償責任。在此見解下，接續要處理之問題為，雇主得否以其無從預見人工智慧決策之過程，進而主張自己就該歧視之決策欠缺可歸責事由而不負賠償責任？在此涉及到雇主應否為人工智慧之歧視決策負責之問題，而核心的爭議在於，人工智慧可否被評價為民法第224條之債務履行輔助人？對此問題，拙見以為，雇主對於人工智慧所為具有歧視性之自我決策，在現行法下似難有類推適用民法第224條規定之空間，其主要之理由在於欠缺「可資比較之利益狀態」，由於民法第224條在性質上應屬於一歸屬之規定，須以履行輔助人本身具有「故意過失」之「行為」為其前提，人工智慧之自主決策非「人類」意思所支配下之「行為」，自難成為被歸屬之客體，故欠缺類推適用之基礎。惟此一結果難符事理之平，正本清源之道仍需透過立法途徑解決³³。

► 伍、結語

在現代的勞動世界中，人工智慧的採用已然成為現實，尤其用於企業招聘工作中，以目前的技術而言，尚無法完全克服演算法偏見之問題，因而可能產生聘僱歧視之問題。在現行法制下，由於人工智慧系統之自主決定性格以及不透明性，如何能察覺並進一步認定人工智慧所為之決策構成性別歧視，實屬不易，此可能是現行反歧視法制遭遇到適用上之困難。在立法上或可從事前對於人工智慧之管制，以及要求人工智慧之使用者（雇主）在使用人工智慧前應負有測試義務，並將此等測試過程予以紀錄，將來在訴訟中若雇主無法提出相關紀錄，則可認為勞工已盡釋明責任，雇主即須證明其所為之差別待遇具備正當事由。另一個重要之問題為：當人工智慧所作成具有歧視結果之決策時，採用人工智慧之雇主應負何等責任？於現行法尚存可否適用民法第224條之疑義下，吾人應思考將來如何透過立法以妥適處理人工智慧使用者責任之問題。

32. 詳細論述請參見洪瑩容，企業使用人工智慧之聘僱歧視問題研究——兼論對於現行反歧視法制之檢討，興大法學，第34期，2023年11月，頁42-47。

33. 詳細論述請參見洪瑩容，企業使用人工智慧之聘僱歧視問題研究——兼論對於現行反歧視法制之檢討，興大法學，第34期，2023年11月，頁47-51。

數位轉型對職能需求之影響與因應

劉念琪 | 臺灣大學工商管理學系暨商學研究所 教授



► 壹、數位轉型的重要性

在日益競爭的組織環境中，數位轉型常成為企業長期發展的關鍵因素。透過數位轉型，企業可以解鎖新技術、產品、市場和創新商業模式，從而擴大他們未來的發展機會。此外，數位轉型為利用創新提高生產力和降低營運成本提供了寶貴的前景（Bierly & Daly, 2007）。Kraus et al. (2022) 認為數位轉型對於企業保持競爭力 and 適應破壞性變革至關重要，而促進數位轉型的主要的趨力包括：

一、企業面對快速變化的技術環境

隨著技術快速進步，企業面臨的營運環境不斷變化。這些變化可能源於新的數位工具、平台或數據分析方法。數位轉型則能使企業能夠有效地利用這些新技術，保持其營運的現代化和效率，從而在競爭中保持領先。

二、產品市場與消費者行為也快速變化

隨著數位技術的普及，消費者的行為和預期也在變化。他們尋求更個性化、更便捷的購物體驗，並且能夠隨時隨地取得資訊及獲得服務。通過數位轉型，企業可

以更好地了解 and 滿足這些需求，提供個性化的產品和服務，從而吸引和留住客戶。

三、改善現有營運效能

企業可以通過自動化流程和改善供應鏈管理等方式，幫助其提高營運效率。這不僅降低成本，還加快了市場反應速度，使企業能夠更有效地滿足客戶需求和市場變化。

四、增加組織決策力及適應力

在不斷變化的市場中，能夠迅速適應新情況的企業更有可能生存和成功。數位轉型也能使企業更快速獲得資訊，利用先進的數據分析技術來洞察市場趨勢、消費者行為和內部營運效率。這使得組織決策力得以增強，也使得組織有機會快速產生洞察，提出更及時的決策，使企業能夠快速因應市場變化進行調適。

五、破壞性創新的應對

數位轉型不僅能使企業在現有營運上更有效能、更能適應，同時也因為其對資訊能進一步解譯，就更有機會產生破壞性創新，並可能顛覆現有模式及市場。也就是數位轉型不僅使企業能夠應對現有挑戰，還可以自身成為創新者，通過開發新的數位產品、服務或商業模式來引領市場轉型。

由上可知，數位轉型的主要目標通常會包括提高營運效率和推動商業創新。企業數位轉型，往往就不僅是一個技術轉型的議題。數位轉型不僅僅是組織技術

的數位化更新，更是影響各種營運、流程、思維模式、及社會關係的更新。企業必須整合數位技術與現行策略，更可能運用數位技術以開創未來策略，也因此企業也需將組織能耐與數位轉型相連接，同時也必須在領導力、組織結構、組織文化及人力資源等組織能力與數位轉型進行策略對焦。也因此組織及人力資源轉型，也常被稱為數位轉型中最為核心的關鍵因素（McKinsey Explainers, 2023）。

► 貳、數位轉型的工作者職能需求

數位轉型帶來工作的演化和變遷，也使得工作者和組織都面對著充滿變革和不確定性的年代。而學者及產業政策研究者也早已意識到這個趨勢，多年前已持續呼籲組織與個人均應就技能的提升與轉型儘早準備與努力。

Hoberg, Krcmar, Oswald & Welz (2017) 的產業分析報告就提出他們的看法，這份報告是以2015年由慕尼黑工業大學與SAP公司合作，對全球SAP用戶



群體中的企業高階管理者進行有關數位轉型技能要求的調查，因此這代表著在技術進入前期，早期領先者的策略決策者的觀點。全球共有81位企業高階管理者，主要為企業技術長或資訊長，參與了本項調查。在技能轉型需求上，他們的研究主要發現在於這兩點：

一、跨功能知識的缺口可能成為企業數位轉型的主要障礙

報告指出組織內的資訊專才應具備廣泛的業務知識才能制定合宜的數位轉型策略，同時業務人才也應具備廣泛的技術能耐，也才能對數位轉型策略決策有正確的判斷。但大多數受訪者也認為他們組織內的人才缺乏這種跨功能的知識。

二、數位人才的缺口

數位轉型是高度需求資訊科技技術力，也需求數據分析的深度能力，但多數受訪者在受訪時都指出這部分的技能是相當不足的。特別是特定性的資訊科技技能的人才發展是相當迫切的。

在報告中也具體指出這些特定的資訊技術技能及經營管理技能在數位轉型中的重要性。其中資訊安全、對於營運模式變革及營運網絡建立的策略能耐、大數據分析、IoT 相關技術等為當年認為最重要的5項數位轉型必要的組織及個人技能。

Hoberg et al. (2017) 的報告雖然距今已經有一段期間，但指出的技能需求趨勢仍是十分值得重視。其中最重要的啟發，應該是面對數位轉型，個別工作者

需具備跨功能或多功能的知識及職能。也就是說，數位轉型的組織不再是以個人或單位，以各具專長、自專司其職的專業分工方式運行，而是組織內的所有工作者均必須具備資訊技術及經營知識等跨領域技能。也就是說，營運專才必須具備一定數位技術或分析的能耐，而資訊技術專才也需具備經營與管理的知識及能耐。

這樣的想法，在2021年麥肯錫所提出的報告中，更進一步被闡釋。在該份報告中，麥肯錫顧問群認為，未來的工作均會有一定程度的數位化與自動化，過度簡化的工作將會被自動化取代，而工作者應該會很大程度與資訊科技共同合作，且必須提升本身技能以善用資訊科技。也就是未來工作者應該一定是在數位化環境中工作，但工作者必須展現出在工作上，自動化與資訊化所帶來的價值創造，而且要有能耐因應不停變化的工作內容與工作型態。而更進一步來看，工作者必須具備的基礎技能應包含4大類，分別是認知、數位科技、人際和自我領導。而4大類型下再可細分為13種技能。其中認知類型下，包含：批判性思考、工作計畫和方法、溝通、與心理彈性。數位科技類項下，則包含了數位公民身份和數位流暢度、軟體使用和開發、以及對數位系統的了解。人際面向則包含了資源體系的動員能耐、關係發展、與團隊合作能力。最後一個面向則是自我領導，這部分則包含了自我察覺和管理、創業精神、以及達成目標成就的態度及職能。

麥肯錫更進一步將這 13 項個人能耐，再區分為 56 個不同的才能要素。他們稱其為人才必備的專業元素（distinct element of talent, DELTAs）。而他們同時也指出，這些 DELTAs，並不僅只是技能，而應該是技能和態度的混合。而這樣的概念則十分接近過去指稱的個人職能（individual competence）的概念。

在麥肯錫提出的 DELTAs 中，可以看到對於每位個人工作者均需是除了本身專業之外，也需具備資訊技術等數位能耐的概念的論述。同時麥肯錫推動的個人職能概念中，更進一步指出個人也需具備不停思考新議題及解決問題的認知能耐，同時也要具備能與技術及團隊共事的能耐，更要具備面對不確定及不害怕挑戰的能耐。這個論點，更進一步地指出，未來的數位時代，環境變化可能快速且不斷地發生，如何能一再運用資訊技術，與團隊共同創新解決問題，應是未來工作者應具備的職能方向。

而經濟合作暨發展組織（Organization for Economic Cooperation and Development, OECD）於 2023 年出版的就業展望則有以下的發現：首先本報告指出，數位科技，特別是人工智能（AI）的發展，將會對技能需求產生重大影響。同時他們也指出，成人學習體系必須快速適應這些科技與職場的變化，使工作者能迅速地因應這些改變。與麥肯錫報告相同，OECD 報告也認為現有的工作，若其中的技能為制式地重複性的任務，操作或



執行這些任務的技能將愈來愈多被數位技術所複製取代。同時 OECD 報告更明確地指出，未來的工作應就是與人工智能共同合作的模式，因此未來的職場會有兩種顯著的技能需求，其一是開發和維護 AI 系統的技能需求，另一類則是使用和與 AI 應用互動的技能需要。其中開發和維護 AI 系統的工作通常是與資訊科技高度相關，這是以開發 AI，因此需要 AI 專門的知識和技能，也就是資訊科技專業。而這些會與程式開發、數據資料庫管理、統計學等等專業技能培育有關。但同時，除了這些資訊技術及數位專長外，還需要更廣泛的技能範圍，數位技術開發者必須要能具備其他認知技能（如分析技能和問題解決）和橫向技能（社交技能、管理、溝通、團隊合作、多任務處理），以期能開發出更適合於其他使用者及環境需求的技術。

另一類型則為 AI 技術的使用者，這類型工作中，則對於數字、分析和軟技能的需求逐漸增加。與麥肯錫報告相近的是，OECD 報告指出，若工作並非是直接開發與維護人工智慧系統，則這類型的工作者未必要有高深的專門 AI 技能，但必須具備

基本的數位技能及 AI 知識，且能提升分析及與多人協作的溝通及協調技能。同時也要增加創造力的技能，因為必須要能使用更多 AI 帶來的資訊及知識，用於工作及任務創新。

這3份報告（Hoberg et al., 2017; 麥肯錫, 2021; OECD, 2023）對於數位轉型對工作技能需求的影響均提出了深刻的看法，由不同時間點來看，可看出早期著重於工作者需具備跨領域，並從不同的角度和時間點進行了探討。綜合來看，這3份報告共同強調了數位轉型對工作技能需求的深刻影響。從早期的跨功能的職能概念，到近年的更全面技能組合的提出，都指出工作者在數位時代的技能複雜度及多元性將會比過去來的更高。這些報告揭示了一個共同趨勢：未來的工作將需要更多元化的技能組合，包括技術技能、分析能力、人際交往能力和自我領導能力。更具體的講，任何工作者均需具備一定程度的數位及資訊技術能力；而相同的，工作者也需具備有高層級的認知分析，以及團隊合作的各項能耐。同時面對不斷變化的



技術及環境，工作者也需要不斷學習和適應，同時以創新的眼光及心態，不斷面對挑戰甚或是創造挑戰。

也因此，在工作場所具備個人韌性和適應性將會是組織及個人面對數位轉型變革的關鍵能耐。在前述3份報告所提及的職能之外，個人也應具備更好的適應力及韌性以面對如此大幅的環境變動。良好的心理素質及學習力也成為數位轉型時代重要的個人職能。

◎ 參、數位轉型中的組織與人力資源轉型挑戰

組織進行數位轉型時，過去研究與實務多著重於組織內人力資本的更新與補足。Brynjolfsson and Mitchell (2017) 指出數位轉型正在重塑勞動力市場。新技術同時在破壞和創造就業，對工作性質產生重大而不可反轉的影響。愈來愈多的工作要求從業者能同時掌握領域知識及相關數據分析能力，例如掌握生物醫學專業知識和數據分析的醫療專家，或者具有製造管理能耐及智能分析能力的智能製造專家，或是能了解區塊鏈技術和會計專業的會計師等。當然愈來愈多數位技術相關的職位正在產生，例如數據分析、建立深度學習模型，或是建立人機互動介面的技能與職位需求正在快速上升（OECD, 2023）。

但數位科技在現有工作的運用，到目前仍尚未到更為普及的狀況。OECD 於 2023 年調查主要對象為財務及製造兩個產

業的工作者，共有約5,000位工作者參與此項調查。其中不到5成的工作者，財務產業工作者約有42%，但製造業工作者僅約29%，指出他們在工作中會使用AI。大型組織工作者較可能使用AI，這也顯示出小型企業在數位轉型上較為遲滯。而就個別使用者來看，年輕且受過較高教育的員工則有較高的使用狀況。

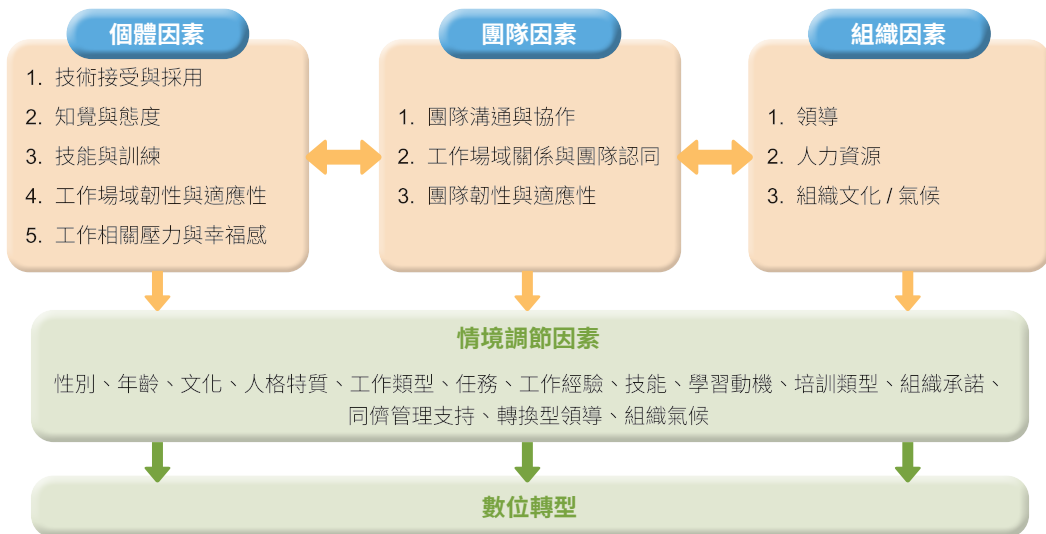
以前述職能的變化來看，數位轉型不僅是工作的變遷，影響到對技能及職能的需求，其更是大幅度的職場與組織變革，涉及工作者的學習與適應。也因此組織與個人對於數位轉型的因應，也不會僅限於技能的補足，也應涉及如何轉型及調整的相關因應措施。

Trenergy與其共同作者於2021年彙整影響職場數位轉型文獻，彙整出跨層次的架構，提出在理解職場數位轉型時，在

個體、團隊及組織層次在過去文獻中所著重的因素或議題（圖1）。這些因素或議題包括：

- 一、個體層次：技術接受與採用，知覺與態度，技能與訓練，工作場域韌性與適應性，工作相關壓力與幸福感。
- 二、團隊層次：團隊溝通與協作，工作場域關係與團隊認同，團隊韌性與適應性。
- 三、組織層次：領導、人力資源、組織文化／氣候。

在員工轉型部分，員工的技術接受、使用、技能及對其態度及福祉的影響，實是數位轉型在個人層次應注意的重要議題。OECD於2023年的調查結果，也呼應著有關數位轉型在員工轉型的相對挑戰。在技能部分，隨著人工智慧技術的普及，各種類型的工作都必須能有相關技能



▲ 圖1：職場數位轉型－多層次理論架構 (Trenergy et al., 2021)

以有效地開發技術或與人工智慧系統有效互動，也因此工作設計及組織人力資源規劃者必須更進一步理解，人工智慧技術的發展對於工作上的技能需求的影響，如此才能提早規劃現行工作者的技能轉型。然而技術引進時，員工的採用行為受到員工認為的技術有用性影響，如果他們同時覺得技術是易學和易用的，那員工對數位技術的使用程度將會更高，同時員工對於使用數位技術後的工作，是否更感受到工作自主、工作意義及整體能力提升，也會影響其後續的持續使用及工作態度。因此數位轉型下的員工技能轉型，不僅是提供訓練活動，工作設計及其他主管或組織氣候的支持，也十分重要。

相同的，近年研究多指出員工在數位轉型上，不僅是技能的提升，更是行為、觀念、情感等多面向的轉變。特別是數位轉型對員工態度甚或情緒的影響，會進一步影響他們對於數位轉型變革的接受或是抗拒（Oreg et al., 2018）。員工在面對數位轉型時，由於技術對產業及工作

演化的不確定，員工可能會因此產生技術壓力（*technostress*），一方面對於技術的複雜性產生學習及使用的焦慮，更可能對於技術及對工作安全的威脅也產生壓力（Liu, Wang, Lin, 2023）。工作者在這樣的技術壓力下，會將數位轉型視為工作的威脅者，更加深了他們對於數位轉型的抗拒（Cortellazzo et al., 2019; Kummer et al., 2017）。也因此組織的確要更深入理解數位轉型對員工的各面向影響，並由其間找出協助現行工作者適應的組織資源及支持策略，才能使數位轉型更形順利。

而面對數位轉型時，組織中領導者與人力資源專業人員的角色及重要性，也是不容被忽視的（Trenerry et al., 2021）。如同其他重大的組織變革，數位轉型多是由上而下推動的變革，領導者必須引領變革方向、制定變革計畫、激勵員工接受數位轉型、並提供員工排除變革阻力的誘因及工具，應對員工在過程中的經驗快速予以回應，並鼓勵員工利用數位技術進行組織的創新和實驗，以有效引導組織的數位



轉型。因此領導者是組織數位轉型中最重要
的關鍵角色。

人力資源專業人員則需幫助組織儲備
數位人才，利用招募及培訓取得組織需要的
數位技術人力資本，並協助現有員工更新
及累積必要的數位知能。除此之外，人力
資源專業人員是協助組織發展積極的數位
轉型文化的重要推手，包括持續學習與
快速適應等組織能耐，更需在員工面對
數位轉型帶來的衝突挫折與壓力時，培養
其韌性並建立員工在組織中的支持體系。
因此，在組織進行數位轉型的過程中，領
導團隊和人力資源專業人員應致力於培養
有利於數位轉型的組織文化，並打造靈活
又具韌性的組織人力資本。

而對於組織內人力資源的數位轉型，
Chowdhury et al. (2023) 彙整過去研究，
具體指出組織內應如何發展人力資源的數

位轉型，圖2 為他們所提出的架構。他們
指出組織應先討論人工智慧如何在組織人
力資源管理功能及流程上的應用及可能結
果（例如工作設計、強化組織互信等等），
並向前找出數位技術、人力資本、社會資
本及財務資源等等各項組織資源，而這些
組織資源代表了定義組織將如何運用數位
技術的方式及類型（例如完全自動化、或
用於增強和輔助人類工作），而這個架構
也提出了與前述可能的組織績效的關聯。
他們也指出，如果組織完整規劃整體數位
技術策略，做好人工智慧相關的知識創建
和傳播，並且為開發員工的技能、知識和
專業知識做好準備，讓工作者在與數位科
技協作時，提供角色清晰度，並培養人類
工作者的信任和信心，增強他們與人工智
慧科技的情感參與，同時數位轉型能更大
幅地推動組織知識共享，使組織能跨越內
部藩籬；並使更多人得以重複使用知識，



▲ 圖2：人力資源的數位轉型準備 (Chowdhury et al., 2023)

這些數位轉型的努力都會使組織績效更加提升。

數位轉型不只是技術升級，更是一場全方位的組織變革之旅，它需要組織投入顯著的組織資源及管理能耐來進行準備。成功的數位轉型要求領導層具有遠見和策略性思維，以引領組織文化和結構的變革，

也需要人力資源專業部門推動全組織對新技術的適應、對員工技能、組織流程和管理實踐的深度調整、以及組織文化的更新與重塑。在這個過程中，必須重視員工參與、培養創新思維，並積極應對變化，這才能使組織成員勇於迎向數位年代的各項挑戰，並掌握變動年代的無窮機會。

參考文獻

1. Bierly III, P. E., & Daly, P. S. (2007). Alternative knowledge strategies, competitive environment, and organizational performance in small manufacturing firms. *Entrepreneurship theory and practice*, 31(4), 493-516.
2. Brynjolfsson, E., & Mitchell, T. (2017). What can machine learning do? Workforce implications. *Science*, 358(6370), 1530-1534.
3. Chowdhury, S., Dey, P., Joel-Edgar, S., Bhattacharya, S., Rodriguez-Espindola, O., Abadie, A., & Truong, L. (2023). Unlocking the value of artificial intelligence in human resource management through AI capability framework. *Human Resource Management Review*, 33(1), 100899.
4. Cortellazzo, L., Bruni, E., & Zampieri, R. (2019). The role of leadership in a digitalized world: A review. *Frontiers in psychology*, 10, 1938.
5. Dondi, M., Klier, J., Panier, F., & Schubert, J. (2021). Defining the skills citizens will need in the future world of work. *McKinsey & Company*, 25.
6. Hoberg, P., Krcmar, H., Oswald, G., & Welz, B. (2017). Skills for digital transformation. IDT survey.
7. Kraus, S., Durst, S., Ferreira, J. J., Veiga, P., Kailer, N., & Weinmann, A. (2022). Digital transformation in business and management research: An overview of the current status quo. *International Journal of Information Management*, 63, 102466.
8. Kummer, T. F., Recker, J., & Bick, M. (2017). Technology-induced anxiety: Manifestations, cultural influences, and its effect on the adoption of sensor-based technology in German and Australian hospitals. *Information & Management*, 54(1), 73-89.
9. Liu, N. C., Wang, Y. C., & Lin, Y. T. (2023). Employees' Adaptation to Technology Uncertainty in the Digital Era: An Exploration Through the Lens of Job Demands-Resources Theory. *IEEE Transactions on Engineering Management*. DOI: 10.1109/TEM.2023.3264293
10. McKinsey Explainers. (2023). What is digital transformation? McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/what-is-digital-transformation#/>
11. OECD., A. (2023). OECD Employment Outlook 2023. Paris: OECD publishing. https://www.oecd-ilibrary.org/employment/oecd-employment-outlook-2023_08785bba-en
12. Oreg, S., Bartunek, J. M., Lee, G., & Do, B. (2018). An affect-based model of recipients' responses to organizational change events. *Academy of Management Review*, 43(1), 65-86.
13. Trenerry, B., Chng, S., Wang, Y., Suhaila, Z. S., Lim, S. S., Lu, H. Y., & Oh, P. H. (2021). Preparing workplaces for digital transformation: An integrative review and framework of multi-level factors. *Frontiers in psychology*, 822.

運用智慧科技降低營造業職業災害風險的系統作法

李秉展 | 全國營造業職業安全衛生促進聯合總會 秘書長



◎ 壹、前言

運用智慧科技降低職業災害風險（以下簡稱科技減災），是職業安全衛生領域的國際發展趨勢，且在疫情所造成的衝擊下，引起更高的討論度與需求度。此外，科技減災對於具有高風險作業特性的營造業有其迫切需求，因而也成為營造業數位轉型的重點議題。

營造業常見的智慧科技包括：建築資訊模型、地理資訊系統、物聯網科技、智慧攝影系統、沉浸式科技、無人機、人工智慧等[1]。特別是近期 ChatGPT 等生成式人工智慧（generative artificial intelligence）工具的快速發展，更具有改變營造業產業型態的巨大潛力[2]。因此，對事業單位而言，如何選擇合適於工程特性且能有效降低職業災害風險的智慧科技，是推動科技減災時的關鍵問題。

因此，從先進國家的經驗可知，推動營造業科技減災的首要任務，不是去發展特定的智慧科技，而是要建立一套系統作法，引導事業單位能藉由風險評估表、風險處理對策清單、風險處理對策案例集（以下簡稱案例集）、資訊應用平台等工具，選擇合適的智慧科技並獲得具體可行的參考案例。

因此，本文將綜整先進國家營造業科技減災的經驗，並根據國內營造業特性，提出適用於國內營造業科技減災的系統作法，再以墜落、碰撞兩種職災類型為例，說明事業單位如何使用此系統作法以找到合適的智慧科技，進而強化其風險管理能力。

◎ 貳、先進國家的經驗

一、日本

根據國際數據資訊公司（International Data Corporation, IDC）對全球 12 個國家的調查報告，日本是營造業數位轉型（digital transformation, DX）成熟度最高的國家，因此各國都會將其經驗作為參考學習對象，包括科技減災方面。

日本是以風險評估為基礎進行科技減災 [3]，當特定作業風險在現有防護設施下仍不可接受時，可考慮引入智慧科技作為風險處理對策，降低其風險。這個作法不僅能將智慧科技與風險評估緊密連結，且能評估智慧科技運用於降低職災風險的效果。

而為使事業單位能選擇出合適的智慧科技，日本建設業勞動災害防止協會（以下簡稱建災防）更提供不同的檢索類別可進行組合 [4]，包括：

- （一）應用領域類型：無人化與省力化、人與行動感應、機器感應、能力支援。
- （二）工程類型：土木工程、建築工程、設備工程、其他工程。
- （三）職災類型：墜落、滾落、崩塌、倒塌等 22 種類型。
- （四）應用目的類型：危險作業對策、有害作業環境、職場環境改善。
- （五）智慧科技類型：人工智慧、智慧型裝置、施工機械、軟體與應用程式、無人機、物聯網、測量、船舶、機器人、攝影機。

隨後，事業單位可根據上述檢索結果在建災防的資訊應用平台中查詢到科技減

災案例集（<https://www.kensaibou.or.jp/index.html>），以獲得科技減災的具體、可執行做法，強化事業單位的風險管理能力。

二、英國

相較於日本的類別檢索方式，英國安全衛生執行署（HSE）提出一個更直覺的營造工程風險處理對策清單，且其對策包括所有控制層級（hierarchy of control），更有利於全面思考風險處理對策，而不僅限於智慧科技應用。

英國 HSE 的風險對策處理清單是英國探索安全計畫（Discovering Safety Programme）的一部分 [5]，其目的在於協助事業單位提出更有效的風險處理對策。該風險處理對策清單採用標準化表格，包括處理對策名稱、處理對策詳述（可連結外部資源，例如案例集等）、處理對策適用階段（初步設計、細部設計、施工規劃、施工）、處理對策類型（即控制層級類型）、風險類型（即職災類型）、風險位置、構件類型等欄位。

英國的風險處理對策清單中包括許多智慧科技應用，且對策涵蓋控制層級的不同類型，是目前國際上最完整的風險處理對策清單。

三、新加坡

新加坡也是積極推動數位轉型與科技減災的國家，且在其減災策略計畫（WSH 2028）中提出營造業科技減災的發展藍圖 [6]。新加坡同樣是以風險評估為基礎來推動科技減災，運用下列智慧科技以實現對工作場所安全衛生風險的即時監視、監測

與管制 (real-time surveillance, monitoring and management of WSH risks)，包括：

- (一) 運用穿戴式裝置 (wearable devices) 與物聯網 (IoT) 以偵測工作者是否處於風險之中，例如熱危害、疲勞、心律異常或接近危險區域。
- (二) 運用無線監視設備 (wireless surveillance equipment)，例如具有攝影機及感測器的無人機，以偵測不安全環境或行為，或對高空作業進行安全檢查。
- (三) 運用生物識別技術 (biometric technology) 將工作者的工作場所安全衛生資訊 (例如培訓資格) 與數位化工作流程 (例如電子工作許可證系統) 以及出入控制系統進行結合，以驗證工作者在高風險工作中的能力 (verify workers' competency in high-risk work)。
- (四) 運用預鑄化 (Prefabricated Prefinished Volumetric Construction) 以減少現場所需工作者與高空作業。
- (五) 運用雲端平台 (cloud platforms) 以協助業主、建築師、工程顧問公司、承攬商與分包商共享資訊與數據以管理安全風險。

此外，新加坡亦使用風險描述、可能事故、可行控制措施等欄位以建立科技減災標準化表格案例集，有效累積科技減災的知識與經驗。

◎ 參、營造業科技減災的系統作法

從上述先進國家的經驗可知，營造業科技減災的系統作法應以風險評估為基礎，針對現有防護設施下仍不可接受的風險，將智慧科技視為風險處理對策的選項，再利用風險處理對策清單從資訊應用平台中尋找合適的參考案例集，以提高科技減災的有效性。

因此，本文歸納先進國家的系統作法，並結合國內營造業職業安全衛生管理系統資訊應用平台 (以下簡稱資訊應用平台) 及其資源，提出國內營造業科技減災的系統作法流程供事業單位參考，如圖 1 所示。此系統作法的步驟說明如下：

一、檢視風險評估表

事業單位首先需要檢視風險評估表，找出現有防護設施下仍不可接受的風險，以進行風險處理對策的研擬，並將智慧科技視為風險處理對策的一種選項。

二、查詢風險處理對策清單

本文參考先進國家的經驗，使用職災類型 (依據職業安全衛生統計的職災類型)、對策類型 (消除風險、替代風險、工程控制、管理控制、個人防護具)、風險處理對策、科技類型 (自動化與機器人、預鑄、無人機、智慧攝影系統、建築資訊模型、沉浸式科技、人工智慧、技巧等)、案例集編號的欄位來建立風險處理對策清單。

風險處理對策清單蒐集國內外的優良作法，事業單位可根據風險特性進行職災類型與對策類型進行篩選，找出可行、合

表1 墜落風險評估案例

作業內容		風險辨識		現有防護設施及風險分析				風險評量	風險處理對策及風險分析				風險評量		
編號	作業步驟 (作業方法、程序、工具、材料等)	職災類型	可能之風險狀況 (風險來源、起因、事件、可能後果等)	現有防護設施	可能性	嚴重度	風險值	風險等級	風險可否接受	風險處理對策	可能性	嚴重度	風險值	風險等級	風險可否接受
	屋頂組立作業	墜落	高處作業未確實使用安全帶，致使人員墜落	工程控制：設置護欄 管理控制：勤前教育 個人防護具：安全帶、安全帽、反光背心	2	4	8	M	否						

表2 墜落風險的智慧科技處理對策列表

對策類型	對策類型	風險處理對策	科技類型	案例集編號
墜落	消除風險	該作業能否採用預鑄工法，在地面組裝後吊裝至安裝位置，消除高處作業墜落風險	預鑄	FD-E-0001
墜落	消除風險	使用無人機取代傳統人工進行屋頂丈量作業，以消除墜落風險	無人機	FD-E-0003
墜落	替代風險	能否採用預鑄連接件取代焊接，提高作業效率以減少高處作業時間，以降低墜落風險的可能性	預鑄	FD-S-0005
墜落	管理控制	使用智慧攝影系統與人工智慧技術偵測工作者個人防護具的使用情況	智慧攝影系統	FD-A-0001
墜落	管理控制	建立風險決策支援系統，整合現場風險資訊並即時做出決策	建築資訊模型	FD-A-0002
墜落	管理控制	使用物聯網科技與人工智慧技術偵測工作者個人防護具的使用情況	物聯網科技	FD-A-0003
墜落	管理控制	使用物聯網科技偵測現場防護設施的使用情況	物聯網科技	FD-A-0003
墜落	管理控制	使用生成式AI技術協助現場危害辨識與防護設施評估	人工智慧	FD-A-0004
墜落	管理控制	運用沉浸式科技(XR)化教育訓練效	沈浸式科技	FD-A-0005
墜落	管理控制	運用沉浸式科技(AR/MR)強害成	沈浸式科技	FD-A-0006
墜落	管理控制	運用生成式AI技術強化沉浸式科技(AR/MR)的現場危害辨識成效，並提供更多的風險資訊	人工智慧	FD-A-0007
墜落	管理控制	運用環景攝影機進行現場與遠端直播以強化溝通成效	智慧攝影系統	FD-A-0008
墜落	管理控制	利用建築資訊模型檢討現場開口處及其防設施	建築資訊模型	FD-A-0008
墜落	管理控制	利用噴漆、貼紙等方式讓個人防護具更顯眼提高工作者的安全行為	技巧	FD-A-0009
墜落	管理控制	利用感應式廣播裝置提醒工作注意安全與使用個人防護具	技巧	FD-A-0010
墜落	管理控制	張貼安全標語、識別標示或作業圖解海報等以提醒工作者注意安全	技巧	FD-A-0011
墜落	管理控制	利用警示標語或噴漆等，讓開口防護措施更加顯眼，以提高工作者的安全行為	技巧	FD-A-0012
墜落	管理控制	使用警示裝置(例如閃燈或蜂鳴器)提醒現防設施的使用情況	物聯網科技	FD-A-0013

風險處理對策可單獨實施，亦可組合以發揮更大的成效。事業單位可從列表中選擇合適的對策並參考其案例集，舉例來說：

- (一) 使用智慧攝影系統與人工智慧技術，偵測工作者個人防護具的使用情況
- 該對策屬於管理控制類型，主要使用科技為智慧攝影系統，常見用以偵測工作者安全帶、反光背心、安全帶等個人防護具的使用情況。該對策可警示工作者使用個人防護具，以降低墜落風險的可能性。

該對策在國內已有許多應用案例，如圖2所示。

在國外應用方面，新加坡工作場所安全衛生研究所(WSH Institute)在其「科技作為改善工作場所安全衛生的助力(Technology as an Enabler to Improve Workplace Safety and Health)」報告中，建議除了「工作者使用掛鉤與安全帶的偵測」之外，「工作者接近開口邊緣偵測」也是建議的應用場景 [7]。



▲ 圖 2：智慧攝影系統在降低墜落風險的國內應用案例

資料來源：優良工程金安獎得獎工程科技創新作為電子書—廣慈博愛園區整體開發計畫行政大樓第 A 標、社福大樓第 B 標 [8]

(二) 使用物聯網科技與人工智慧技術，偵測工作者個人防護具的使用情況

智慧攝影系統雖然是一個有效降低墜落風險的智慧科技，但在某些條件下（例如高覆蓋率需求或者現場遮蔽物影響大時），物聯網科技就是強化管理控制的可行選項。

由於未使用或未正確使用安全帶是導致墜落的其中一個關鍵因素，因此日本利用

物聯網科技來感應安全帶的使用狀況，當工作者進入工作場域而未進行鉤掛動作時，就會發出聲音警告通知工作者，同時也將訊息發送給現場管理者，如圖 3 所示。

(三) 使用生成式 AI 工具協助現場危害辨識與防護設施評估

生成式 AI 工具的問世創造了許多的想像，甚至更改變了許多產業或領域的型態，其中也包括營造安全應用。這份影響力在 2023 年的 GPT-4 之後更加明顯，且在微軟的「GPT-4 初步探索 (Preliminary Explorations with GPT-4)」報告中 [9] 指出，安全檢查 (safety inspection) 是 GPT-4 的一個巨大潛力的新興應用。

新加坡已積極探索生成式 AI 在現場危害辨識的應用，可根據現場照片判斷個人防護具使用狀況與辨識不安全行為，並提出解決方案建議。生成式 AI 在相關案例與報告中，都顯示其巨大的發展潛力。

本文根據現場管理者需求與國際最新研究趨勢，在 GPT Store 上創建「營造安



▲ 圖 3：物聯網科技在降低墜落風險的國外應用案例

資料來源：建災防一 [ICT 研究開發事例] FUJITSU Manufacturing Industry Solution COLMINA スマート安全帯

全 GPT」以說明 GPT-4 在營造安全的應用潛力。事業單位只需要拍照上傳，GPT 就會自動進行危害辨識與分析現有防護設施情況，並據此進行施工安全風險評估，再自動依據營造業安全衛生設施標準等規定對現有防護設施不足之處提供改善建議。同時，GPT 也會自動上網搜尋該風險的可能風險處理對策及案例，再依序以消除風險、替代風險、工程控制、管理控制、個人防護具的類別進行分類。營造安全 GPT 已在許多工程進行運用，且獲得良好的回饋意見。

（四）利用感應式廣播設備提醒工作者注意安全與使用個人防護具

日本、新加坡、英國等先進國家除了運用智慧科技之外，也提倡藉由巧思活用一些技巧或簡易設備以達到職災風險降低的效果。因此，本文在風險處理清單中亦增加「技巧」類別，提供事業單位簡易好用的選擇。

感應式廣播設備就是其中一項常見的技巧。在日本厚生勞動省舉辦的安全看得見運動中（<https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzenproject/concour/sakuall.html>），就常見在高風險作業處（例如施工架、開口、電梯井等）安裝感應式廣播設備，隨時提醒工作者留意安全注意事項。

感應式廣播設備由於簡易有效且易安裝拆除，在國內也有許多的應用，如圖 4 所示，也常見與營造安全識別標示或警示燈搭配使用 [10]。



▲ 圖 4：感應式廣播設備在降低墜落風險的國內應用案例

資料來源：資訊應用平台—北區促進會安全看得見案例集

（五）張貼安全標語、識別標示或作業圖解海報以提醒工作者注意安全

張貼安全標語、識別標示或作業圖解海報是最簡單有效的技巧，而從日本與新加坡的經驗可知，統一化的識別標示更有助於提高工作者的安全認知。國內營造安全識別標示可在資訊應用平台下載，根據預防的職災類型，張貼於合適的位置以提醒工作者。

二、碰撞科技減災應用

智慧科技在碰撞風險降低方面具有應用的潛力，且在公共工程委員會的「公共工程採用自動化及預鑄化之規劃設計參考指引」也提到可研擬施工機具搭載 AI 以避免碰撞的應用。

假設某工區整備作業的風險評估如表 3 所示，該作業可能因機具倒退撞擊到人員，雖然已規劃物理圈圍、安全通道等現有防護設施，但該風險仍屬於中度風險，需要進一步研擬風險處理對策。

表3 碰撞風險評估案例

作業內容		風險辨識		現有防護設施及風險分析				風險評量	風險處理對策及風險分析					風險評量	
編號	作業步驟 (作業方法、 程序、工具、 材料等)	職災 類型	可能之風險狀況 (風險來源、起 因、事件、可能 後果等)	現有防護設施	可 能 性	嚴 重 度	風 險 值	風 險 等 級	風 險 可 否 接 受	風 險 處 理 對 策	可 能 性	嚴 重 度	風 險 值	風 險 等 級	風 險 可 否 接 受
	鋼便橋工程— 工區整備	碰 撞 被 撞	作業期間因機具 倒退撞擊人員	工程控制：物理圍圍 管理控制：教育訓 練、規劃人員安全通 道及機具進出動線	2	4	8	M	否						

同樣地，在風險處理對策清單中進行職災類型與科技類型的篩選，可獲得碰撞風險的智慧科技處理對策列表，如表 4 所示。事業單位可從列表中選擇合適的對策並參考其案例，例如：

(一) 使用物聯網科技建立虛擬圈圍以提醒工作者侵入事件

物聯網是常見於偵測工作者與施工機具間安全距離的智慧科技，藉由建立虛擬圈圍以提醒工作者侵入的事件，屬於強化管理控制的類型。物聯網科技在國內已有許多應用案例，如圖 5 所示，在施工機具安裝發送器、在工作者身上配戴感應器，隨後即可設定警報距離以形成虛擬圈圍進行侵入偵測。由於工作者身上配戴感應器是物聯網科技應用的必要條件，因此安全

帽、反光背心、手環等都是常見安裝感應器的方式。

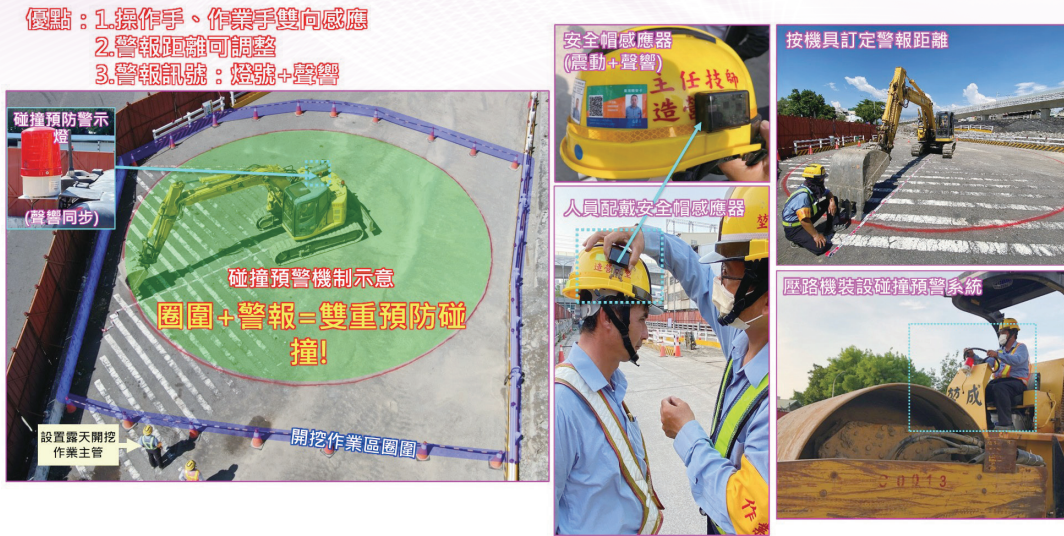
(二) 使用智慧攝影系統與影像識別技術建立虛擬圈圍以提醒工作者侵入事件

除了物聯網科技之外，智慧攝影系統與影像辨識技術結合也是偵測工作者侵入事件的有效方法，且由於工作者不用配戴感應器，具有較高便利性，在國外已有許多應用案例（例如在日本建災防資訊應用平台中就可以查詢到許多施工機械周邊偵測的案例：https://www.kensaibou.or.jp/safe_tech/ict/entry/003296.html）。

智慧攝影系統在國內也有越來越多降低碰撞風險的應用案例，如圖 6 所示，顯示出其應用的潛力。

表4 碰撞風險的智慧科技處理對策列表

對策類型	對策類型	風險處理對策	科技類型	案例集編號
衝撞/被撞	管理控制	使用物聯網科技建立虛擬圈圍以提醒工作者侵入事件	物聯網科技	CD-A-0001
衝撞/被撞	管理控制	使用智慧攝影系統與影像識別技術建立虛擬圈圍以提醒工作者侵入事件	智慧攝影系統	CD-A-0002
衝撞/被撞	管理控制	建立風險決策支援系統，以整合現場風險資訊並即時做出決策	建築資訊模型	CD-A-0003
衝撞/被撞	管理控制	運用沉浸式科技(XR)強化訓練	沉浸式科技	CD-A-0004
衝撞/被撞	管理控制	利用建築資訊模型模擬施工機械的可能碰撞位置	建築資訊模型	CD-A-0005
衝撞/被撞	管理控制	利用LiDAR監測起重機吊臂伸展時是否會碰撞上方電纜	物聯網科技	CD-A-0006
衝撞/被撞	管理控制	利用磁吸式感應廣播裝置以提醒工作者注意施工機具接近	技巧	CD-A-0007
衝撞/被撞	管理控制	利用LED燈以提醒工作者注意施工機具接近	技巧	CD-A-0008



▲ 圖 5：物聯網科技在降低碰撞風險的國內應用案例

資料來源：優良工程金安獎得獎工程科技創新作為電子書—臺中都會區鐵路高架捷運化沿線 5 處地下道填平工程—第二標



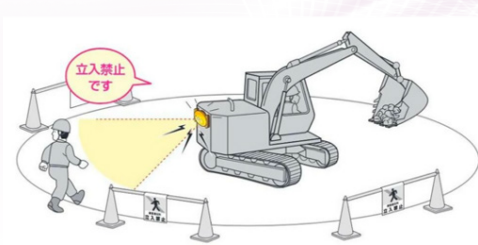
▲ 圖 6：智慧攝影系統在降低碰撞風險的國內應用案例

資料來源：優良工程金安獎得獎工程科技創新作為電子書—臺中市烏日竹地區區段徵收光竹橋改建工程

(三) 利用磁吸式感應廣播裝置以提醒工作者注意施工機具接近

雖然物聯網科技與智慧攝影系統都具有降低碰撞風險的潛力，但對於中小型營造工程而言，簡易有效的設備會有較高的使用意願。例如日本建災防推廣的磁吸式

感應廣播設備，讓事業單位可以自行錄音與調整設定，且磁吸式設計可隨時安裝拆除 [11]，如圖 7 所示。當工作者侵入感應範圍時，就會廣播警告以降低碰撞風險的可能性。



▲ 圖 7：磁吸式感應廣播設備在降低碰撞風險的日本應用案例
資料來源：建設業労働災害防止協会

伍、結論與建議

本文彙整先進國家的經驗以及國內資訊應用平台的資源，提出營造業科技減災

的系統作法，讓事業單位能逐步從風險評估表、風險處理對策清單、資訊應用平台、案例集中，選擇出合適、有效的智慧科技。本文雖僅以墜落、碰撞兩個職災類型的部分風險處理對策為例，但已展現出系統作法的實用性與有效性。

因此，未來將持續發展風險處理對策清單的內容，引導事業單位更好地從風險管理的角度來運用智慧科技。同時，也將持續累積與分享案例集，為營造業科技減災建立良好基礎。

參考文獻

1. Okpala, I., Nnaji, C., & Karakhan, A. A. (2020). Utilizing emerging technologies for construction safety risk mitigation. *Practice Periodical on Structural Design and Construction*, 25(2), 04020002.
2. Saka, A., Taiwo, R., Saka, N., Salami, B. A., Ajayi, S., Akande, K., & Kazemi, H. (2023). GPT models in construction industry: Opportunities, limitations, and a use case validation. *Developments in the Built Environment*, 100300.
3. 厚生労働省. (2009). IT を活用した新しい安全衛生管理手法のすすめ方について応用システム例に沿った導入の手引き. URL: <https://www.mhlw.go.jp/new-info/kobetu/roudou/gyousei/anken/0810-2.html>
4. 建設業労働災害防止協会. (2019). 労働災害防止のための ICT 活用データベース. URL: https://www.kensaibou.or.jp/safe_tech/ict/index.html
5. HSE Science and Research Centre. (2021). Discovering Safety - Construction Risk Library project. URL: <https://www.discoveringsafety.com/index.php/works/construction-risk-library-project>
6. Singapore Ministry of Manpower. (2019). WSH 2028: A Healthy Workforce in Safe Workplaces; A Country Renowned for Best Practices in Workplace Safety and Health.
7. WSH Institute (2023). Technology as an Enabler to Improve Workplace Safety and Health. STAS-WSH Council Workplace Safety Forum 2023.
8. 營造業職業安全衛生管理系統資訊應用平台. 優良工程金安獎得獎工程科技創新作為電子書. URL: <https://coshms.osha.gov.tw/resc/tech>
9. Yang, Z., Li, L., Lin, K., Wang, J., Lin, C. C., Liu, Z., & Wang, L. (2023). The dawn of Imms: Preliminary explorations with gpt-4v (ision). *arXiv preprint arXiv:2309.17421*, 9(1).
10. 營造業職業安全衛生管理系統資訊應用平台. 營造業安全看得見減災運動案例集. URL: <https://coshms.osha.gov.tw/activity/dll/all>
11. 建設業労働災害防止協会. (2023). 安全衛生図書・用品カタログ. URL: https://www.kensaibou.or.jp/book_supplies/files/catalog_2023_rev/index_h5.html#29