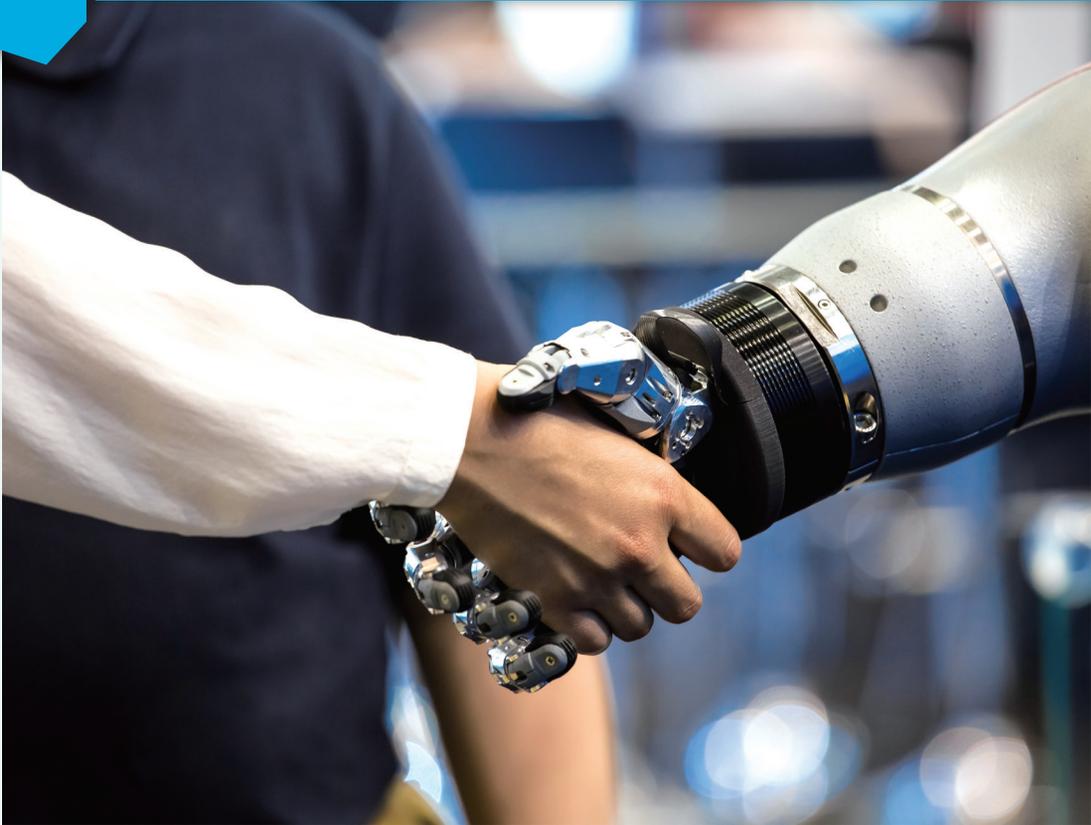


因應產業人機協作新趨勢對勞動環境及勞動權益之影響與展望 專家學者諮詢會議紀要報導

特聘記者 林怡慧彙整



在數位科技發展下，邁向人機協作已為新趨勢，不僅帶動企業轉型，也促使產業多元化應用，對於勞動環境及勞動權益保障產生重大影響。為即時蒐集各界對於本議題之看法及建議，並強化掌握國內外當前重要勞動情勢發展，勞動部於今（110）年1月22日下午3時，由綜合規劃司司長王厚誠主持召開「因應產業人機協作新趨勢對勞動環境

及勞動權益之影響與展望」專家學者諮詢會議，特邀請機械實務領域專家學者工業技術研究院機械與機電系統研究所長胡竹生、臺灣大學機械工程學系教授黃漢邦、中興大學電機工程學系教授蔡清池、原見精機股份有限公司董事長蘇瑞堯；勞動法及勞動關係領域專家學者東吳大學法律學系教授王煦棋、中國文化大學勞動暨人力資源學系教授李健鴻、臺灣大學國

家發展研究所副教授辛炳隆、政治大學法律學系副教授林佳和（依姓氏筆畫排序），以及相關業務同仁共同與會。

會議首先邀請董事長蘇瑞堯擔任引言人，以「國際與臺灣人機協作發展脈絡、現況、產業界運用」為題引言，其中綜合座談並就相關議題進行探討，廣泛交換意見，同時歸納本次會議專家學者所提意見，做為勞動部後續進行內部討論人機協作對於勞動環境及權益影響之因應政策參考，期望未來共同打造安穩、安心、安全的新型態職場環境。

壹、前言

數位科技的快速發展，利用物聯網、感測技術連結萬物，帶動機械與機械、機械與人之間的相互溝通，同時也帶動工業 4.0 的

興起，為產業帶來多樣的製造模式。然而，臺灣產業偏屬輕製造業，通常傾向「人力彈性」、「把人當機器來用」的製造樣態，以智慧工廠來說，工廠自動化生產線大多偏向「人機分工」，也就是各別分開勞動者與機器人的製造場域，生產期間各司其職無須互動。過往經常聽到的「無人工廠」、「關燈工廠」，即是完全以機器進行大量生產、標準化的供應鏈，是機器人與勞動者實體隔離的作業模式。雖然自動化技術可以提高生產效率，但隨著少量多樣、彈性生產需求席捲製造業，傳統生產模式慢慢轉為接獲訂單才開始生產製作的按需製造模式。為因應市場變化，人機協作的製造模式也開始被廣泛討論。

所謂人機協作，是指勞動者與協作機器



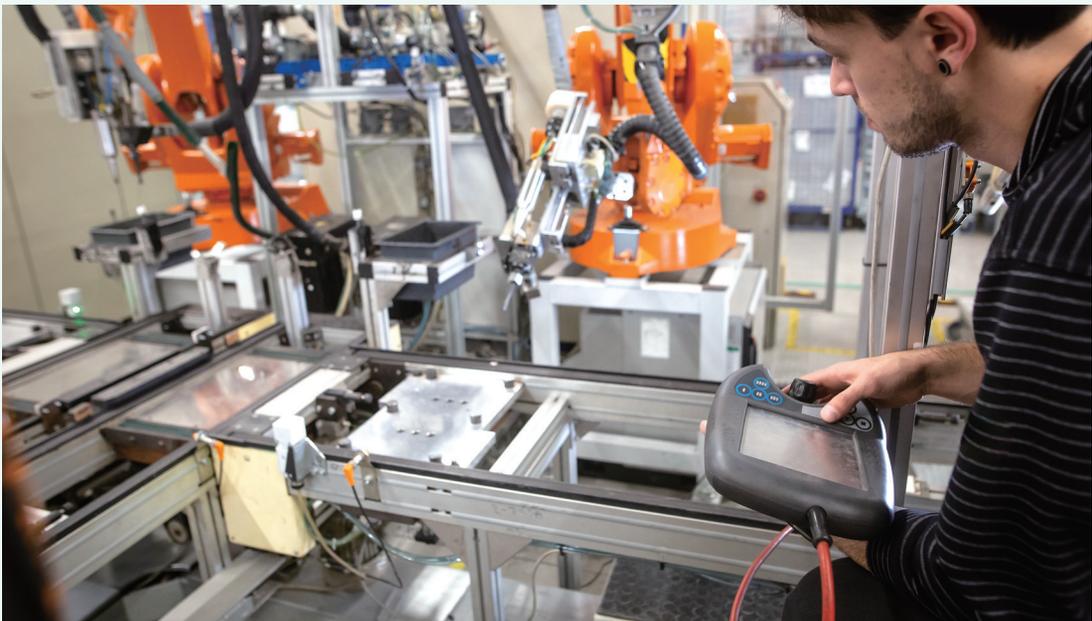
原見精機股份有限公司董事長蘇瑞堯引言說明人機協作現況

人在特定應用中，必須同一時間在同一工作區內互動，例如協作機器人與勞動者同時對一個零件執行不同任務。透過人機協作的模式，勞動者與機器可以透過經驗及工作交流，機器可依據人類導入的資訊及流程執行作業，人類再根據機器產出的成果進行調整。不同比例混合的人機協同作業，兼具人的彈性思考、靈活判斷，以及協作機器人的精準度與品質，可以大幅縮短工作時程，提高準確度。整合兩大優點的人機協作，將成為未來智慧工廠的製造概念。

貳、人機如何安全互動，是最大挑戰

2020 年全世界導入人機協作的比例約 5%，未來 5 年內有協同作業需求的場域將成長至 23%。當人機協作場域越來越普及，協作機器人如何安全地與人類互動，將成為最大挑戰。2017 年從工業技術研究院獨立

出來的新創公司 - 原見精機股份有限公司董事長蘇瑞堯表示，人機協作必須考量「空間共存」與「時間共存」，意即當勞動者與協作機器人或類機器人裝置處在同一空間互動時，需要考量時間先後的問題，例如是協作機器人先進入同一空間，或與勞動者同時進入同一空間。所長胡竹生認為，當未來導入協作機器人操作重載工作的製造模式，或是操作高能焊接等具有危險性的工作，要如何規範機器人操作的工作強度，則是新的討論議題。所長胡竹生進一步指出，未來也須進行外部裝置 (Peripheral) 的研究，意即有無可能因機器人的動作，導致機器人的外部裝置影響勞動者的安全與健康，例如當勞動者接近正在進行高能焊接的協作機器人時，機器人需要減緩動作或是降低工作強度等，都是值得探討的議題。



針對機械類的安全性，國際標準化組織（ISO）制定多項標準，來維護勞工在職場的工作安全，人機接觸的所有安全條件，皆可參考 ISO 國際標準來做為指導原則。常見的人機安全標準，例如 ISO 12100 規範機械安全的生產原則，目標是定義基本危險，作為機械設計人員辨識相關風險的標準；ISO 13849 是規範機械設備的安全相關控制系統的主要標準；ISO 10218 則規範工業機器人的基本安全設計、防護措施與使用資料的要求與準則，並提出如何消除或充分地減少危害所須達到的要求。而 ISO 15066 為協作機器人相關的技術規範，內容包含安全設計原則，例如在佈局設計時應考慮協作時的工作空間、通道與間隙，與人機介面等，確保勞動者與機器人在協同作業環境下的人身安全。

此外，ISO 15066 技術規範也列出了 4 種協作模式，針對意外的發生狀況，每項模式都有適當的解決方案，可根據需求和協作機器人系統設計單獨或組合使用。

- 一、在協作區內與勞動者互動期間，機器人停止動作，在受到監控的狀態下，做到安全停止。
- 二、在安全減速的情況下由勞動者手動引導機器人，保障人機協作的安全性。
- 三、機器人需要「安全速度監控」的安全功能，並根據勞動者在防護區域內的速度與位置來調整機器人的速度與運動軌跡，預防碰撞。
- 四、人機之間在協作過程，可能存在有意或

無意的觸摸、碰撞等物理接觸，透過安全碰撞偵測、安全力道監控等功能，可確保在發生碰撞的情況下，力道和壓力不會超過規定的安全限值。

訂定人機協同作業相關準則，最重要的就是人機碰撞時的力道 Power And Force Limit 原則，ISO 10566 技術規範了機器人與身體部位碰撞時不得超過的最大值，規範重點可分為「撞」與「夾」，規範可測量瞬間撞擊力、瞬間夾擊力量有多大，若沒有超過生物力學負荷限值，即可證明機器對勞動者無害。協作型機器人具有一系列定位感測器，使它們能夠在瞬間對周圍勞動者的存在做出回應，進而與勞動者順利合作。

參、解除柵欄是人機協作的第一步

過去為保護工作人員免受機器人的力量、速度和運動所造成的危險，機器人通常以實體隔離的方式，在防護柵欄後方進行作業。然而，這樣的隔離模式無法讓互動密切的人機協作發揮最大效益，須採用替代措施來降低安全風險。

勞動部依職業安全衛生法第 6 條第 3 項規定之授權，訂定《工業用機器人危害預防標準》，對於業者設置機器人的操作環境、適應環境、標示方法、人機協同作業等事項訂定法規要求，其中，第 21 條規定機器人須有光學隔離或物理隔離，以防止勞工被機器人撞擊或夾傷。但隨著技術發展與生產作業的需求，人機協作的比例逐漸上升，採取隔

離勞工與機器人的保護方式顯然無法因應現況，所以勞動部於 2018 年修正《工業用機器人危害預防標準》，規定雇主若須進行人機協同作業，除機器人應符合 CNS 14490 系列或 ISO 10218 系列等規定外，還須實施相關評估，製作 7 項安全評估報告，如流程、製程、管理計畫、選用符合安全規範的安全設備等，才可實行人機協作。此外，勞動部也要求廠方於試運轉或正式啟動機器人時，須證明防護機制可被啟動，之後配合每週、每月的檢查報告表和其他緊急應變組織計畫，控管人機協同作業的安全性，目前臺灣已有許多企業陸續實行人機協同作業。

解除柵欄只不過是人機協作的第一步，真正的協同作業方向不是只有分享空間，也會共享空間後分享流程。近 5 年國際機器人聯合會 (International Federation of Robotics, IFR) 將機器人與勞動者的合作重點放在「分享工作區」與「流程分工」，意即還未設定至機器能與勞動者產生互動，但可以在某種流程進行分配，最後的「合力完成」與「共同執行」機器人具有判別勞動者行為的能力，並在不傷害人類情況下進行互動，即是未來的方向。

肆、國內外人機協作運用的情形

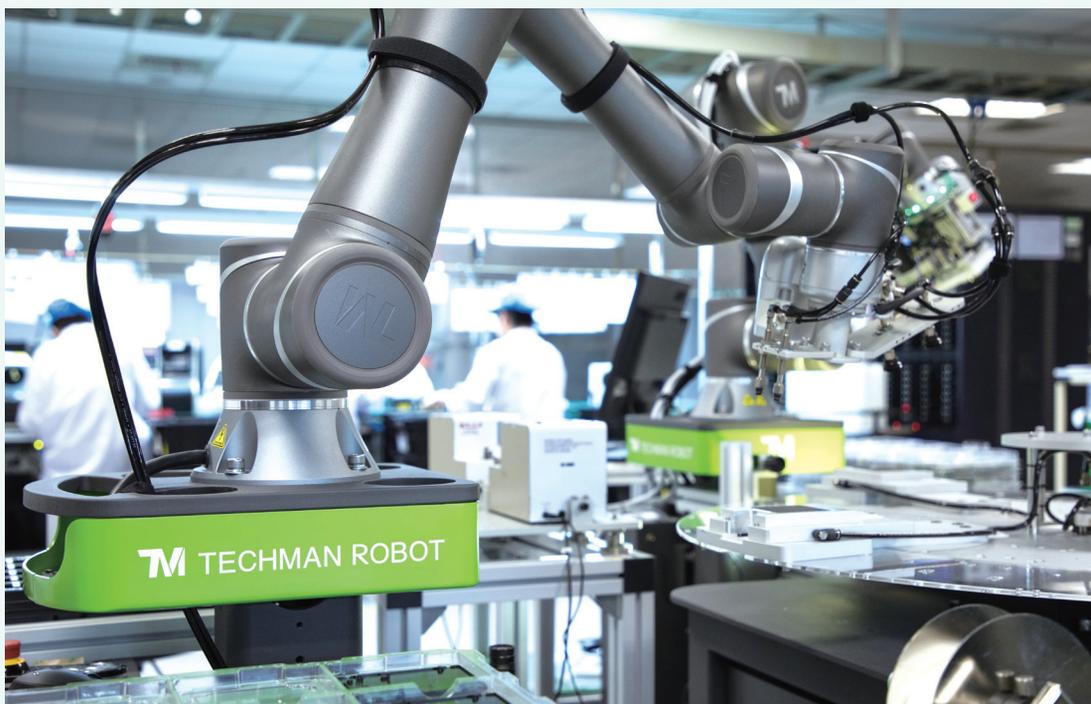
在臺灣，人機協作可分為「智慧製造使用之智慧工業機器人」與「服務型機器人」等兩大方向。前者為勞動部著重安全防護的機器人，後者根據 IFR 與 ISO 共同編製，共有 21 大類與 61 種款項，主要分為個人型與

專業型 (如達文西開刀房機器人)，以使用率來說，多是個人型的掃地機器人，專業型僅占整體不到 1%。

產業界的人機協作運用，以佳世達科技公司導入人機協作為例，佳世達取得安全認證後，現已完成全線人機協作生產。勞動者從事如貼線、貼標籤等輕巧工作，機器人做搬位與定位等精密工作，以此產線來說，品質由機器人掌握，至於機器人的調整與靈活度則由人員掌控。該產線也搭配光學感測器讓機器人能做到降速，讓發生碰撞時，機器人能緊急停止，已完成人機共存空間工作的理念。

臺灣導入人機協作運用的產業，以電子零件業與金屬加工業的比例最高，至於已走向無人工廠的半導體產業，因不具勞動者參與的需求，就不會再導入人機協作模式。觀察未來趨勢，除了服務業之外，勞動密度高的工業已逐漸導入機器人自動化設備，但在導入升級過程中，勢必經過人機協作的配合階段。

董事長蘇瑞堯分析世界各國的人機協作實況，歐洲因為勞動人力減少，很難有經濟規模地實行人機協作；日本則是因為保守的民族性，習慣將勞動者當機器使用，不太適應將機器當勞動者用，因此發展較緩慢；美國原本無製造業，但因應 5G 發展，逐漸將智慧製造拉回國內進行，其中一個值得關注的議題為自主移動機器人 (Autonomous Mobile Robot, AMR)，簡單來說，就是底下為無人搬運車 (AGV)，上方則裝設機器



人手臂，即便在沒有鋪設軌道的場域，仍可移動到目的地並執行工作，這類型機器人將出現在倉儲物流和 5G 工廠。透過判別環境導航的 AMR 模式，我國的工業技術研究院已成立 AMR 聯盟，未來將可提供實務工安如何訂立準則等資訊。

伍、人機協作可能衍生的職業安全衛生問題

當勞動者與機器共事的模式正慢慢推動產業轉型，人機協作中的安全規範也至關重要。所長胡竹生提到，其實現今許多企業已存在人機協作的模式，要補救過往不符合現有安全規範的人機協作廠商確實遵守，不應以納入勞動檢查的方式查核，而是瞭解其運作的難點與困境，擬定妥善的安全規範準則

與輔導業者建立安全的人機協作場域。

當機器人與勞動者在同一工作區內互動，人機協作的技術未來勢必面臨許多職場安全問題。教授蔡清池表示，目前在討論負責當事人（使用者／生產者）與責任歸屬時，會追溯到故障的原因，例如使用問題、設計問題等，可由勞動部成立事件發生委員會進行判別。

協作機器人可運用在工業、軍事與醫療以及服務業等產業，且依據場所、產業及使用目的而有不同的安全規範。董事長蘇瑞堯認為，若目前需要安全規範，不妨從使用範圍較大且使用層面較廣的工業用機器人著手，其次為醫療用的規範。不同於工廠本來就有

安全規範在管理，服務業的安全規範可能最複雜，因為目前仍沒有明確的法規與標準。但對於服務型機器人進入人類生活，並於共有空間生存後會面臨的問題，日本已著手做出許多相關研究。

人機協作已是自動化工業中不可或缺的一環，面對這個新趨勢，在安全規範層面仍有實際運用後的問題待解決。此外，人機協作過程中最重視的 Power And Force Limit 原則，可分為計畫內接觸、意外接觸以及系統失靈等三種狀況，針對後面兩種突發性狀況，安全設計是否已能因應處理？為因應人機協作時代來臨，這些都是必須思考並提出解答的問題。

陸、人機協作對於人力需求及工作機會的影響

討論人工智慧技術發展時，人類的工作機會是否會被機器取代等議題，總是備受關注。過去資方期望導入完全自動化生產時，常常可見勞方出現強烈反對等人機對立的衝突，在人機協作來臨的時代，政府應從人機協作教育開始著手，建立協作機器人與勞動者應該合作而非對立的概念，以及如何在工作中善用機器人等內容。

但機器人真的會導致人類工作機會喪失嗎？副教授辛炳隆認為，人機協作將帶來現階段人力需求及技能發展影響，包含人工智慧及機器人與職場工作者的合作、帶來新的工作機會，或可能會流失工作等，若廠商願



意配合，學者專家可針對該產業或企業進行行為研究，深入了解機器與勞動者之間的互動或機器如何影響勞動者等。人機協作是德國推動工業 4.0 時的重點，當時擔心外界會誤以為導入 AI 之目的在於取代人力。因此應降低 AI 導入對人的衝擊，若能從實務面瞭解與行為面分析，將會協助各界瞭解導入人機協作對勞動市場的影響。

所長胡竹生認為，目前人工智慧機器人的發展仍無法全面取代人類工作，有許多細節仍是機器無法勝任的。例如研磨工廠引入機器人後，研磨工人的工作將轉為監督成品品質的角色。教授蔡清池表示，過去在科技演進過程中，也曾出現擔心工作機會取代的狀況，但後來發現並未發生原本預期的問題，人們應該從正面角度看待，人工智慧科技的導入，是督促勞動者加強在職訓練，走向高階的管理與規劃工作，進行工作轉型的機會。

董事長蘇瑞堯則認為，人機協作對工作機會的影響是正向的，目前流失的是低附加價值的工作，新的工作在於誰能善用機器協作，據他的觀察，人機協作甚至可以改善無人工廠所導致的失業。以佳世達科技為例，他們的條件不符合無人工廠的自動化生產，導入人機協作後，每站均有機器進駐讓自動化比例提升，但不是取代人。

關於人工智慧技術對於就業機會的影響，目前則有兩派說法，其中經濟合作

暨發展組織 (OECD) 於 2018 年發表的《Automation, skills use and training》報告中指出，產業自動化後有 14% 低技術工作會被取代，而 32% 的工作會出現重大改變，而此重大改變很可能會導致部分工作流失。而另一派是 IFR 在 2017 年曾發表研究報告認為，機器不會取代工作，而是會創造新的工作機會。教授李建鴻認為，這兩者會同時發生。根據勞動部勞動及職業安全衛生研究所在 2017 年底調查，訪問 24 家導入人工智慧技術的企業，結果發現有 7 種新職務，例如機器人工程師、數據分析師等，讓人力需求增加一半以上，但同時也有 5 種基層工作職務，例如搬運工、第一線作業員的人力需求，會大量減少 4 成以上。顯示在同一個作業空間裡，由勞動者擔任靈活度高、更有價值的工作，再由協作機器人執行需要快速、準確、重複性或不符人體工學的任務。

副教授林佳和表示，當勞工圖像與專業資格能力的轉變，監視性工作將成為人機協作的主要面貌，過去繁重的工作可能被機器被取代，然而在這樣的人工智慧技術發展的時代下，或許身障者也能找到新的工作機會。

人工智慧時代來臨，人機協作成爲產業必然趨勢，政府與勞動者都必須做出反應。針對工作機會的增減變化，勞動部要做人力需求調查，什麼類型的工作會減少，減少的理由為何，因為現在很多工作並非減少，而是找不到適當的勞動力投入。因此，勞動部也

要提供相對應的教育訓練，提升勞動者的第二專長，以因應未來產業人力需求。不可否認，新科技的發展會讓舊型態的工作消失，雖是無可避免的結果，但另一方面也會誕生新型態工作機會，勞動者必須有終身學習的意念，才能在人工智慧技術浪潮下持續向上生存。

柒、小結

協作機器人在許多產業都具有潛力，儘管產業不同，應用範圍與程度也有差異，但有幾項問題需要共同考量，像是人機協作後對勞動法規的影響，以及職場文化層面的改變。

現有法規對於機器的規範較多，未來人機同處一個空間協作時，該如何調和對勞動者及對機器的規範，以及對於人機協作使用率高的行業，如電子零件業、金屬加工業等，是否有特定規範，都是法規層面需要考量的問題。教授黃漢邦認為，雖然目前人機協作都集中在製造及加工業，但未來最大應用會是在服務業，例如目前嘗試透過腦波偵測的腦機介面機器人，進行對失智症等輕症的照顧發展，因為沒有侵入性，適用各種語言，還能提供陪伴與互動，延緩失智症惡化，將是未來最可能廣泛應用的方式之一。

ISO 於 2016 年發表 ISO 15066，作為 ISO 10218「工業機器人安全要求」標準的補充文件，確保勞工在協作型機器人環境下的人身安全。目前規劃 ISO 10566 將整併到

ISO 10218，整併時對既有法規有何影響也值得觀察。教授王煦棋表示，人機協作應定義為人類是扮演訓練機器執行任務的角色，協同作業仍由人主導，由機器配合人，目前尚未出現人機衝突的狀況，人機協作只要對機械危害進行管理及規範即可。ISO 的規範是未來勞動判決很重要的基礎，若符合規範仍發生傷害就須探討其屬於可避免或不可避免之傷害來決定責任歸屬。



副教授辛炳隆表示，當企業導入人機協作後，勞動者將會轉為監視機器角色，反觀勞動基準法第 84 條之 1 規範監視性工作，是否得以適用？日後可加以討論。

此外，教授李健鴻表示國際勞工組織（ILO）於 2019 年發表未來工作倡議中提出是否會出現新勞動控制的疑問。所謂是誰在控制機器，其實是雇主而非勞動者，因此其內容提到未來工作中，新型態的勞動控制機率確實會變高，建議政府應協助工會與雇主協商，提出符合工作現場的人機互動模式，避免在雇主主導下，勞動者只能受制於機器。

副教授林佳和表示，機器人帶來新的勞動形式，不同的「按需」條件 - 高度按需 (highly on demand)、條件按需及生產按需等，也會帶來彈性化的不同形式，然而人機協作所衍生出的許多問題仍有待解決，例如：

一、倫理問題：人工智慧是否可以有道德？

機器人倫理與人的倫理要如何規範？

二、法律問題：當勞動者與機器人密切互動所涉及的法律問題該如何考量？責任由人或是機器人承擔？誰又能擔任責任劃分的判別角色？

除了勞動法規影響之外，勞工的給付障礙與瑕疵應如何訂定規則與認定，將產生新的障礙。例如是機器影響勞動者的工作表現，還是勞動者影響機器的產能等，進一步延伸到工資的計算及勞動條件的變更。另外，早

年歐洲工會聯合會已擬訂工會集體協商模式，當企業有重大生產方式改變時要與勞動者共同決定，而如何把 AI 引入共決模式，此共決模式並非一致反對或支持，應有不同面向考量，期望勞資之間能夠共存共榮。

人工智慧科技引領工業領域技術不斷加速發展，人機協作能夠解決的應用也與過去各不相同。如何讓勞動者與協作機器人的能力相輔相成，並透過機器人的安全設計、安全規範等措施，在人機緊密的合作互動下，確保勞動者的工作安全與勞動權益，將是迎向人機協作主流工作模式的關鍵課題。

