

OSH應用預測性數位解決方案：AI、大數據與虛擬工程 Predictive Digital Solutions: AI, Big Data & Virtual Engineering

主辦單位：The Global Initiative for Safety, Health and Well-being (GISHW 2025)

主持人：Kelly Nicole

講者：Cam Stevens (Pocketknife Group/Safety Innovation Academy)

James Pomeroy (ARUP, Director of Global Health, Safety and Quality Management)

Dr. Mona Mustafa (Birmingham Business School)

會議連結：<https://youtu.be/9hYX1LOGMml?si=m3br1cN3nr-3QR9B>

整場會議以人與技術共融為核心主軸，探討數位科技如何重塑職業安全衛生 (Occupational Safety and Health, OSH) 的治理模式。透過物聯網 (Internet of Things, IoT)、機器人 (Robotics)、人工智慧 (Artificial Intelligence, AI)、自動化系統 (Automation)、虛擬模擬 (Virtual Simulation) 與預測性分析 (Predictive Analytics) 的整合欣儀安全管理正從靜態紀錄與事後反應，邁向即時互動、預測與預防的新階段。擁抱預測性數位技術，將是打造更安全、更高效、也更以人為本職場的關鍵，但必須以負責任的方式推動。

背景與前言：人本價值與技術治理

討論中亦展示了數位分身與即時監測的應用，使風險評估從傳統稽核轉化為可持續學習與回饋的動態循環。數位轉型浪潮，讓安全治理更具前瞻性與透明性，同時也帶來資料治理、倫理與專業能力的挑戰。整場會議聚焦於三大面向：**技術創新、制度整合與人本福祉**，並強調科技導入必須兼顧人本價值與責任落實，確保創新不以犧牲信任與倫理為代價。

☐ 核心原則

「以問題為起點、以人為核心」為技術治理的基本原則。導入新技術須建立在組織信任與心理安全的基礎上，避免因技術導入焦慮 (Fear of Missing Out, FOMO) 而讓決策脫離實際需求。

Embracing predictive digital solutions will play a key role in creating safer, more efficient, and more human-centric workplaces—but it must be done responsibly.

擁抱預測性數位技術，將是打造更安全、更高效、也更以人為本職場的關鍵，但必須以負責任方式推動。

唯有讓員工理解變革的目的與效益，並主動參與決策，科技才能真正落地，在安全與信任之間形成正向循環，邁向以人為本的永續安全治理。

☐ 技術導入焦慮

組織或決策者在面對新興技術快速發展時，因害怕錯失潛在機會、落後於競爭者或被視為不創新，而傾向於在缺乏充分需求評估、風險分析或倫理審查的情況下，倉促導入新技術的現象。

技術層面：從工具到整合系統

科技安全從單一事故通報工具，轉變為整合設計、體驗與安全於一體的系統。其目標在於同時改善工作設計、提升工作體驗，並強化工作安全。



無人機與遠端操作

可降低高風險環境的暴露



穿戴式散熱裝備

與人性化介面能提升作業舒適度



感測器與即時分析

讓風險辨識提前發生，將安全管理由被動防護推向主動預防

傳統的風險控制層級也逐漸被技術貫穿，各層級間相互支援而非獨立運作。目前主要的發展方向包括IoT即時感測技術、協作型機器人 (Collaborative Robots, Cobots) 及大型語言模型 (Large Language Models, LLMs) 在安全管理中的應用。

Humans and technology are better together. How you respond to what technology surfaces depends on trust, leadership, empathy, curiosity, and psychological safety in your organization.

—Cam Stevens

人與科技結合，才能發揮最大力量。對技術揭示的資訊如何回應，取決於組織內的信任、領導力、同理心、好奇心與心理安全。

☐ 人性化介面

透過人因工程設計 (Human Factors Engineering) 優化的操作介面，使工人在使用儀器或安全系統時能直觀、減少誤操作、降低心理負荷。

AI的預測力取決於資料品質。若依不完整或偏差資料進行事故預測，可能導致錯誤判斷與誤導決策。這提醒我們，預測性分析的可靠性必須建立在完善的資料治理之上。技術的價值並非取代人，而在於強化組織的理解與信任。

在具備信任、透明與學習文化的組織中，科技才能真正成為安全治理的夥伴，而非新的風險來源即預測性安全管理的核心精神。

【實際案例】技術層面：製造業—英國 Rolls-Royce Intelligent Engine 預測維護系統

英國航太製造商 Rolls-Royce 推行 Intelligent Engine 計畫，運用機器學習與大數據分析來監控飛機引擎的運作狀況。系統持續分析超過兩百項感測器資料，包括：溫度、壓力、震動與燃料流量，並結合歷史維修紀錄與飛行環境參數，以預測零件的剩餘壽命與性能衰退趨勢。

當模型偵測到異常時，能在零件故障前數百飛行小時發出預警，協助航空公司提前排定維護。該系統導入後，**非計畫性停機時間平均下降約 15%**，同時提升設備維護效率，並減少維修過程中發生的安全事件與經濟損失。

制度層面：安全科技的責任整合

⚠️ 安全績效的持續提升，主要來自技術革新，而非僅依賴行為宣導或文化。

Technology has always been the biggest driver of safety improvement—it's about how we embed it responsibly within our systems. —James Pomeroy

技術始終是提升安全的最大推力，關鍵在於如何負責任地將它納入制度中。

隨著數位化與預測性分析的進展，安全管理的核心從事件回應轉向系統學習。新興工具使風險管理不再是靜態紀錄，而是透過資料流動與即時回饋，形成可持續優化的閉環。



這些工具的共同特徵是將資料、決策、行動連結為單一系統，使安全治理能在現場操作、制度管理與組織學習之間建立連動關係。隨著資料密集度提升，治理挑戰也隨之擴大。任何科技導入都必須同時考量資料倫理與隱私保護，確保蒐集與分析的過程符合法規與倫理原則，並確保資訊透明並具備責任追溯機制。

勞工參與是推動數位安全治理的關鍵環節。若缺乏現場人員的信任與回饋，即使最先進的系統也難以長期運作。數位轉型的核心並非取代人工判斷，而在於運用資料強化風險理解、提升決策品質，並建立能包容錯誤、促進改進的學習型制度。

Don't do it because of FOMO. Do it because you have a problem to fix—and involve workers in the decision so they understand what's going on and why. —James Pomeroy

導入技術不應出於害怕錯過，而應著眼於解決真實問題，並讓員工參與決策、理解過程目的。

【實際案例】制度層面：建築業—美國奧斯汀Computer Vision-Enabled Safety系統

美國德州奧斯汀的建築專案導入結合人工智慧與IoT的Computer Vision-Enabled Safety系統，用以強化現場安全管理。研究團隊分析工地影像、工人行為資料、氣候條件及歷史事故紀錄，建立能預測高風險作業 AI 模型。系統透過深度學習辨識安全帽與防墜帶的佩戴狀況，並在偵測到違規或危險姿勢時即時警示。試行結果顯示，安全違規事件減少約 23%，墜落事故預警準確率超過 85%，大幅提升現場安全與制度化監測效率。

人本層面：AI 與心理社會風險治理

If technology takes the 4Ds—difficult, dull, dangerous, dirty—it can truly enhance workers' well-being. —Dr. Mona Mustafa

當科技能夠接手那些困難、枯燥、危險又骯髒的 4D 工作時，就能真正幫助改善勞工的工作條件，提升他們的福祉與尊嚴。

科技在職場中的角色，從生產效率的工具，轉變為促進勞工福祉的潛在動力。AI與Automation系統技術的導入，確實能減少危險與重複性工作，提升職場安全與效率。若缺乏制度性的支撐與人本治理框架，這場轉型同樣可能帶來新的心理社會風險 (psychosocial risks)。



為確保技術應用不偏離以人為本的初衷，組織須建立參與式治理架構，使勞工在設計、導入與運作過程中都有發聲與參與的機會。這不僅有助於提升透明度與信任感，也能減輕轉型過程中對工作安全與能力流失的焦慮。

轉型推動者機制

許多組織已逐步建立內部轉型推動者 (Change Agents) 機制，作為管理階層與勞工之間的橋樑，協助傳達技術導入的目的、方法與預期效益，並在組織文化層面促進理解與支持。

共同創造

透過共同創造 (co-creation) 的方式，科技轉型得以成為由內而生的變革過程，而非自上而下、外加於勞工的指令。科技發展以人為本，制度能保障參與，文化能孕育信任，數位轉型才能在安全、尊嚴與永續之間取得真正的平衡。

***Do it with your people, not at your people.* —Dr. Mona Mustafa**
技術導入應以協作為基礎，確保員工參與其中，而非成為被動的接受者。

【實際案例】人本層面：科技業—德國 Siemens Healthy Minds @ Work 心理健康預測計畫

德國西門子 (Siemens) 推出 Healthy Minds @ Work 計畫，運用 AI 與資料分析促進員工心理健康。系統整合匿名化的工作負荷、休假紀錄、線上會議頻率與員工健康調查結果，建立壓力與倦怠風險的預測模型。

若模型偵測出長期壓力指標上升或社交互動減少，系統會自動通知管理單位啟動員工協助方案 (Employee Assistance Program, EAP)，並調整工作配置。實施兩年後，**心理倦怠案例下降 18%**，**員工滿意度與參與度顯著提升**，顯示數據導向的心理安全管理能有效降低職場心理社會風險。

全球與我國發展現況及綜合觀察

國際現況：預測性安全治理的全球發展

42%

歐洲企業數位監測採用率

2025年歐盟職業安全衛生局 (EU-OSHA) 發布《OSH Pulse 2025》顯示，約有 42% 的歐洲企業已運用數位技術監測工作條件，超過三分之一企業採用 AI 或 Automation 系統進行安全稽核與績效追蹤。

26.4%

安全技術專利年均成長率

2024年世界智慧財產權組織 (WIPO) 發布報告指出，與職業安全衛生相關的預測與感測技術專利，於 2018 年至 2023 年間以年均 26.4% 的速度成長。

\$ 463.8 億

2030年全球職場安全市場規模

2024年 Grand View Research 市場分析，全球職場安全市場規模已達 187.9 億美元，預計至 2030 年將成長至 463.8 億美元，其中 IoT 相關技術的應用占比超過 30%。

全球職業安全衛生治理正從傳統的法規遵循模式，邁向以資料驅動、預測導向與倫理治理並行的新階段，形成以科技支撐制度、以制度規範科技的互動格局。

我國現況：預測性安全治理的政策與實務發展

台灣職業安全衛生的數位化政策正逐步成形，安全治理模式也正從人工監測走向資料驅動與預測導向。下為制度、技術與產業三個層面發展現況：

01

制度層面

勞動部職業安全衛生署自2022年起推動智慧安全監測應用計畫，於高風險產業導入IoT感測與遠端監控技術，以預防墜落、火災及缺氧等事故。2024年修訂的《營建工程風險評估技術指引》及《公共工程安全衛生項目編列參考附表》，已將儲能設施與高壓電池模組納入高風險源項，並新增火災防護與電氣危害評估程序，政府正逐步建立以資料為核心的風險分級管理模式，推動安全治理的預測化與標準化。

02

技術層面

職業安全衛生署目前正研議AI風險辨識技術評估準則，以規範企業導入AI監測系統時的資料倫理與隱私保護機制，也持續推動跨產業資料整合與數據品質提升，以支持風險預測與決策應用。

03

產業應用層面

部分企業已開始導入穿戴式感測裝置與環境監測系統，應用於高溫、粉塵及密閉空間等高風險作業場域，用以強化即時安全防護、異常預警與人員定位管理。這些實務經驗正逐步形塑台灣企業在數位安全管理上的標準作業模式，並為未來建立智慧職安體系奠定基礎。

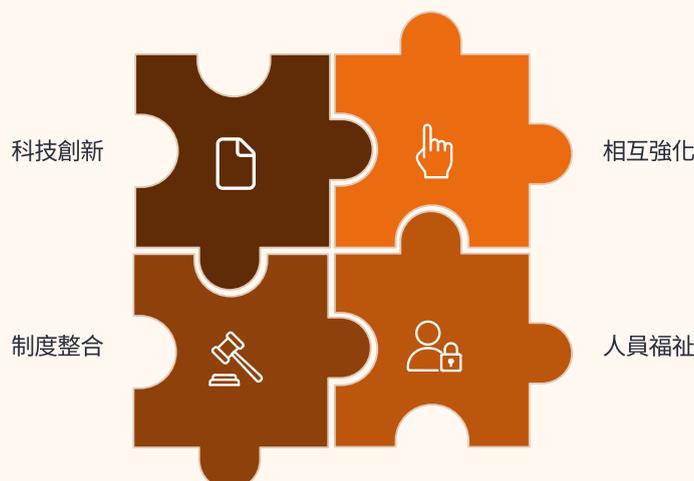
台灣政策方向與國際趨勢一致，朝向科技導入、制度規範與勞工參與三者並進的治理模式發展。未來在資料整合、倫理審查與跨部會協調等面向，仍需持續優化與制度化，以強化職業安全與衛生治理的前瞻性與整合性。

綜合觀察與結語

Embracing predictive digital solutions will play a key role in creating safer, more efficient, and more human-centric workplaces—but it must be done responsibly. —Kelly Nicole

擁抱預測性數位技術，將在建立更安全、更高效、且以人為本的職場中扮演關鍵角色。這樣的轉型必須以負責任的方式推動，確保科技發展符合勞工安全與倫理原則。

預測性數位技術正推動職業安全衛生制度邁入新階段。安全管理從靜態紀錄走向即時互動與資料學習，風險控制層級逐步數位化，心理社會風險亦被納入治理範疇。



隨著這股數位轉型的推進，安全管理不僅更加前瞻與透明，也面臨資料治理、倫理與心理安全等新挑戰。國際與台灣的發展經驗皆顯示，在制度中納入勞工參與與倫理監督機制，才能確保技術導入真正促進安全與信任。職業安全衛生的未來，將以科技為手段、以人為核心、以制度為基礎，邁向永續的安全治理。

資料來源

- [1] Aircraft IT. (2023). Meet the Intelligent Engine: Taking predictive engine maintenance to the next level. Retrieved from: <https://www.aircraftit.com/articles/meet-the-intelligent-engine-taking-predictive-engine-maintenance-to-the-next-level/>
- [2] Computer vision-enabled safety for construction. IJIRMP, 4(4), 232598. Retrieved from: <https://www.ijirmps.org/papers/2024/4/232598.pdf>
- [3] National Safety Council. (2023). Using data and AI to gain insights into your safety program. National Safety Council. Retrieved from: <https://www.nsc.org/getmedia/0e837673-651b-4763-bc99-b3991d32001a/predictive-analytics-machine-learning-priority-tech-wp.pdf>
- [4] European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA). *OSH Pulse 2025 – Digitalisation and Climate Change*. 2025. Retrieved from: https://osha.europa.eu/sites/default/files/documents/OSH-pulse-2025-climate-digital-change_EN.pdf
- [5] World Intellectual Property Organization (WIPO). *Patent Landscape Report on Occupational Health and Safety*. 2024. Retrieved from: <https://www.wipo.int/web-publications/patent-landscape-report-occupational-health-and-safety-ohs/en/7-tomorrow-s-occupational-health-and-safety.html>
- [6] Grand View Research. *Workplace Safety Market Size, Share & Trends Report 2024–2030*. 2024. Retrieved from: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/workplace-safety-market-report>
- [7] 勞動部職業安全衛生署。〈營造安全科技化—施工現場安全設施人工智慧自動辨識〉(新聞稿)。Retrieved from: <https://www.osha.gov.tw/48110/48417/48419/87044/>
- [8] 勞動部職業安全衛生署。《營造工程風險評估技術指引(第三版)》。Retrieved from: <https://www.osha.gov.tw/media/tpgfsyrb/%E7%87%9F%E9%80%A0%E5%B7%A5%E7%A8%8B%E9%A2%A8%E9%9A%AA%E8%A9%95%E4%BC%B0%E6%8A%80%E8%A1%93%E6%8C%87%E5%BC%95-%E7%AC%AC%E4%B8%89%E7%89%88.pdf>
- [9] 行政院公共工程委員會。《公共工程安全衛生項目編列參考附表》。Retrieved from: <https://www.pcc.gov.tw/downloadFile?fpath=VXBsb2FkL29sZC9ob21lL3BjY2FwL3VwbG9hZC9maWxlcY9vdXRlci9EMjAwODAwMDAwMi%2FlhazlhbHlt6XnqlvIronlhajoZvnIj%2FpolXnm67nt6jlijflj4PogIPpmYTooagtZmluYWwucGRm&sname=%E5%85%AC%E5%85%B1%E5%B7%A5%E7%A8%8B%E5%AE%89%E5%85%A8%E8%A1%9B%E7%94%9F%E9%A0%85%E7%9B%AE%E7%B7%A8%E5%88%97%E5%8F%83%E8%80%83%E9%99%84%E8%A1%A8-final.pdf>