

112年營造業職業安全衛生科技減災研討會

從風險評估中尋找科技減災應用的實務操作

李秉展 博士

營造業職業安全衛生促進聯合總會



營造業職業安全衛生促進聯合總會
Construction Occupational Safety and Health Promotion Association



TECH • PDCA
月進推動持續改進

112年營造業職業安全衛生科技減災研討會

【溫馨提醒】

1. 完整版教材請隨後到「營造業職業安全衛生管理系統資訊應用平台」下載
2. 歡迎關注「營造業減災運動：安全看得見」



去年我們討論了以風險評估為基礎的科技減災架構

去年我們討論如何運用以風險評估為基礎的科技減災架構，再從營造業職業安全衛生管理系統資訊應用平台下載科技創新作為電子書查詢相關案例，以提升風險評估與風險管理的能力

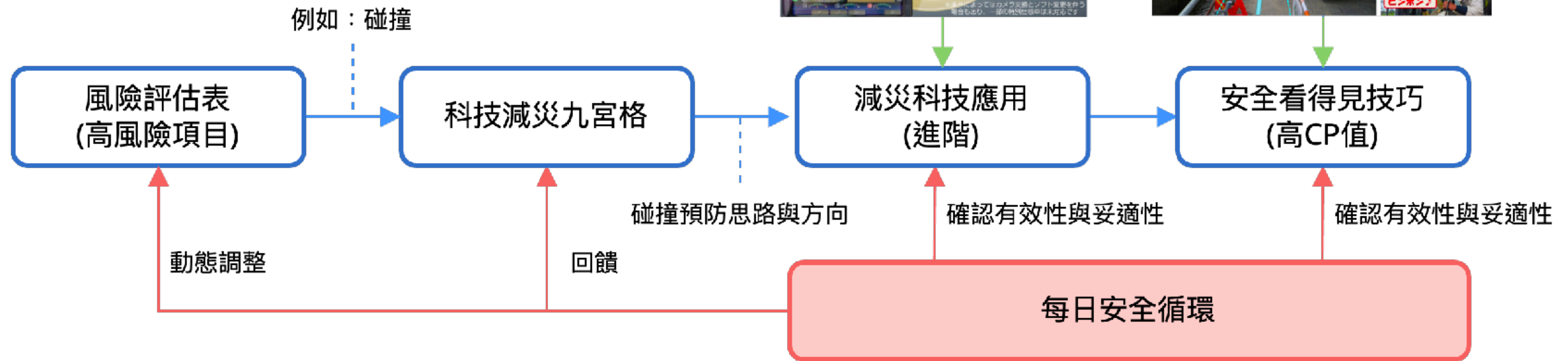
營造業職業安全衛生管理
系統資訊應用平台下載



+公共工程採用自動化及預鑄化規劃設計參考指引
+職業安全衛生優良工程金安獎
+公共工程金質獎



今年多了兩個重點



發現問題立刻綁螢光膠帶



隔日朝會對工作者告知

事故防止は小さな工夫から

只要用一些小技巧讓工作場所的**危害與安全措施**能看得見
就可以有效預防災害發生

墜落科技減災九宮格



墜落科技減災九宮格

	擷取現場資訊			模擬現場情況		自動化
	智慧攝影系統	物聯網	無人機	建築資訊模型	沉浸式科技	機器人
墜落	【科技】 ■ 應用影像辨識技術以偵測安全帶使用情況 ■ 應用移動式攝影機與影像式電子圍籬技術以偵測人員侵入開口危險區域	【科技】 ■ 應用物聯網科技以偵測安全帶使用情況 ■ 應用 RFID 以感應開鎖安全護欄	【科技】 ■ 應用無人機以查看安全設施的使用情況	【科技】 ■ 應用 BIM 以模擬開口處位置與檢討防護措施	【科技】 ■ 應用 VR 以訓練正確使用個人防護具，以及辨識墜落危害與防護措施 ■ 使用 360 環景攝影機拍攝 VR ■ 應用 AR 以實現即時危害告知	【科技】 ■ 應用預鑄化工法以減少高空作業的機會
	【技巧】 ■ 安全帶掛勾上噴漆，方便查看掛勾使用情況 ■ 安全帶掛勾貼螢光貼紙，方便查看掛勾使用情況 ■ 安全帶綁紅布，方便查看掛勾位置	【技巧】 ■ 使用 LED 燈與感測器，以便使用安全帶時發光查看 ■ 在施工架入口處使用感應式語音設備提醒使用安全帶	【技巧】	【技巧】	【技巧】 ■ 張貼安全標語、識別標示、作業圖解海報等，提醒工作者注意安全	【技巧】

Note: 科技減災九宮格是以災害類型與科技類型組成的表格，表格內容的建議方向為常見的應用，使用者可根據能力自行發展

科技：應用影像辨識技術以偵測安全帶使用情況



常見辨識對象

- 安全帽
- 反光背心
- 上半身赤裸
- 安全帶

適用情境

科技：應用物聯網科技以偵測安全帶使用情況



Source: <https://www.fujitsu.com/jp/solutions/industry/manufacturing/monozukuri-total-support/solutions/safetybelt/>

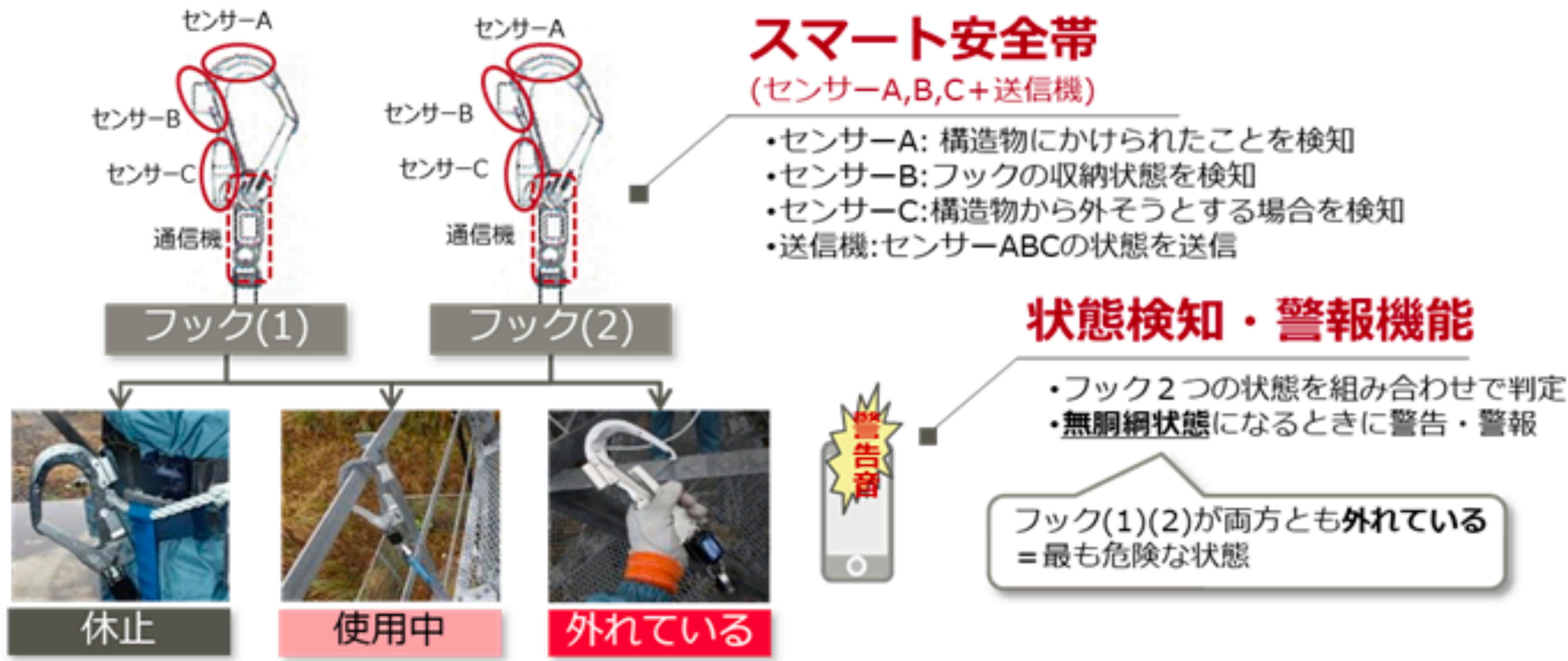


營造業職業安全衛生促進聯合總會
Construction Occupational Safety and Health Promotion Association



TECH • PDCA
月進推動持續改進

科技：應用物聯網科技以偵測安全帶使用情況



科技：應用物聯網科技以偵測安全帶使用情況



墜落預防的安全看得見小技巧



技巧：使用LED燈與感測器，以便使用安全帶時發光查看



適用情境

技巧：安全帶掛勾上噴漆，方便查看掛勾使用情況



技巧：安全帶掛勾貼螢光貼紙，方便查看掛勾使用情況



フックが閉まっているように見える(誤認)



きちんと閉まっていないことが判断できる

見え方(高さ5mの作業員)



地上からフック状態の判断がしづらい



地上からフック状態の判断ができる

技巧：安全帶綁紅布，方便查看掛勾位置



遠くからでも安全帶使用状況の確認が可能
安全帶よし！！



技巧：在施工架入口處使用感應式語音設備提醒使用安全帶

ここから先は安全帯を
着用してください

音声案内機

通る人を感知

技巧：張貼安全標語、識別標示、作業圖解海報等，提醒工作者注意安全



Source:https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzenproject/concour/2017/sakuhin7/images/n300_1.pdf



墜落預防：確認高空作業者的安全帶掛勾情況

基礎應用



掛勾處噴螢光漆

見え方(手元確認)



フックが開まっているように見える(誤認)



きちんと閉まっていることが判断できる

見え方(高さ5mの作業員)



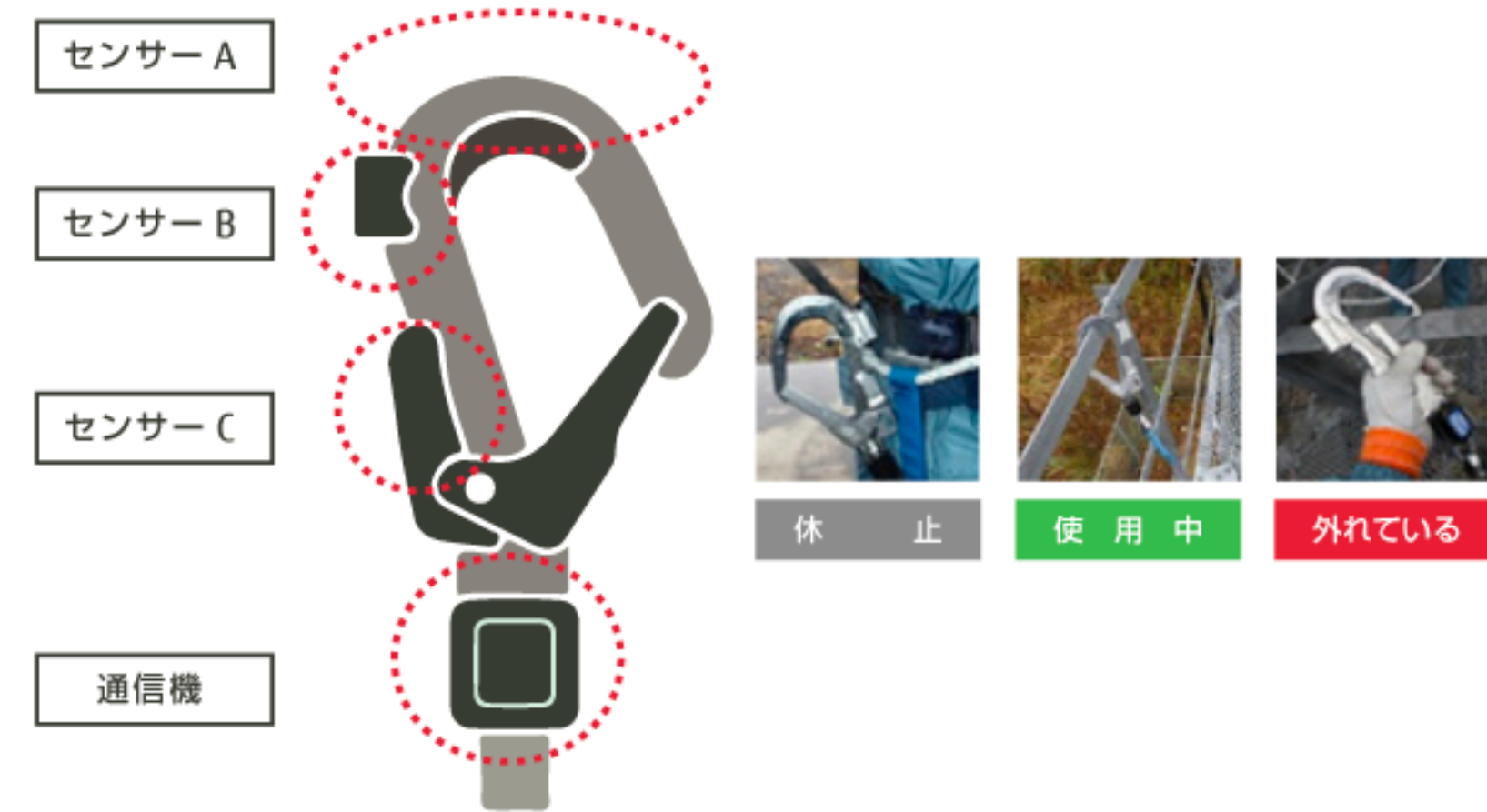
地上からフック状態の判断がしづらい



地上からフック状態の判断ができる

掛勾處貼螢光貼紙或螢光帶

進階應用



增加掛勾情況感應器的智慧安全帶



碰撞科技減災九宮格

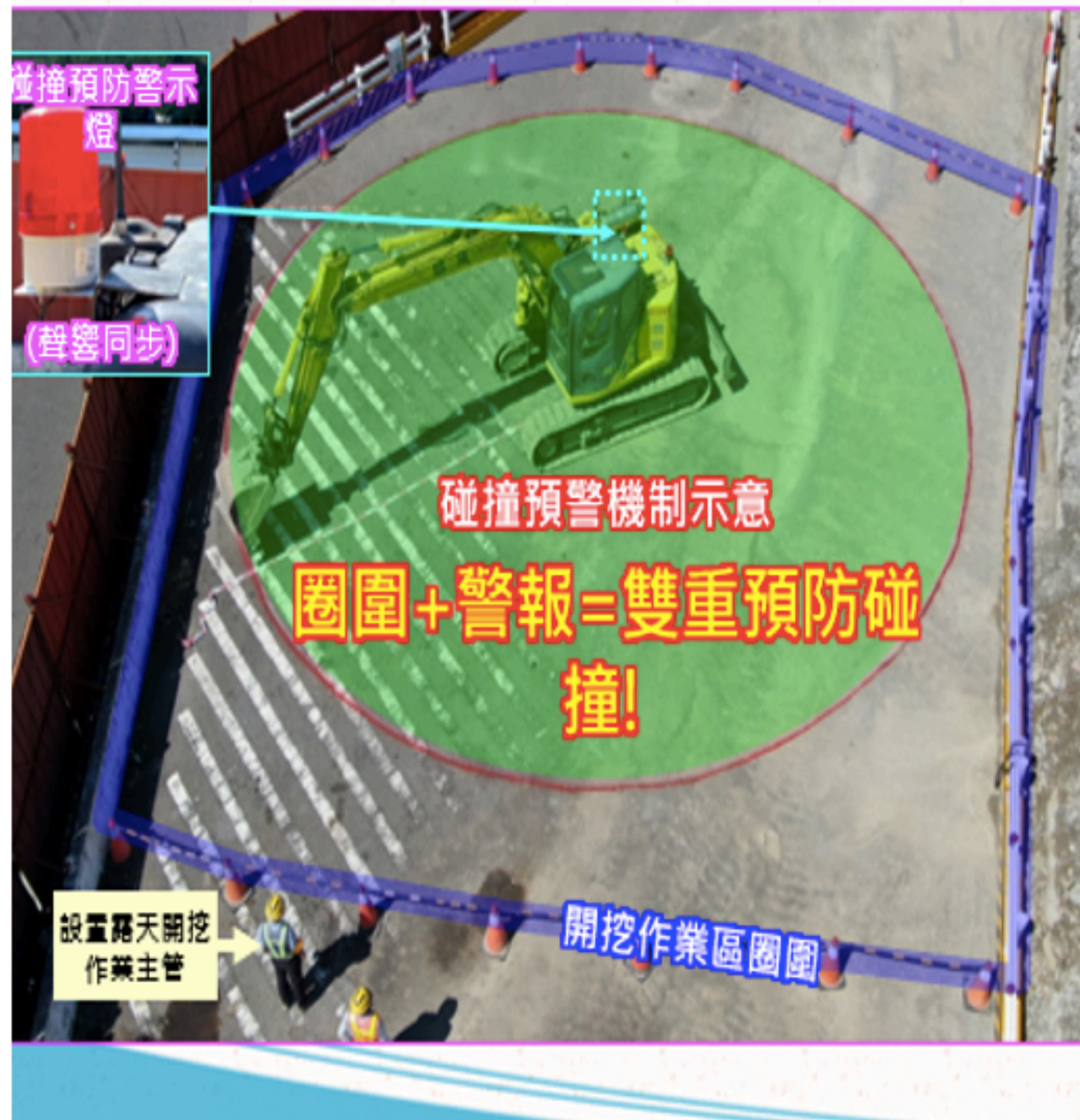


碰撞科技減災九宮格

	擷取現場資訊			模擬現場情況		自動化
	智慧攝影系統	物聯網	無人機	建築資訊模型	沉浸式科技	機器人
碰撞	【科技】 ■ 應用影像式電子圍籬技術以避免施工機具碰撞 ■ 應用影像式電子圍籬技術或雷射掃描技術以偵測施工機具與高空電纜的安全距離	【科技】 ■ 應用物聯網科技以建立施工機具虛擬圍圍 ■ 應用智慧型安全帽以提醒工作者注意	【科技】 ■ 應用無人機以查看施工機具與高空電纜的安全距離	【科技】 ■ 應用 BIM 以模擬施工機具的操作範圍	【科技】 ■ 應用 XR 以訓練安全機具操作能力 ■ 應用 AR 以即時告知安全距離	【科技】 ■ 應用自動化機械以減少人員碰撞的機會
	【技巧】 ■ 使用攝影機以避免施工機具盲區 ■ 使用反光鏡以避免施工機具盲區 ■ 使用曲面鏡將擋土牆開挖盲區可視化	【技巧】 ■ 使用角度感測器以提醒操作員留意與高空電纜等的安全距離 ■ 使用無線門鈴以提醒操作員後方來者 ■ 使用 LED 燈以標示出警示區域	【技巧】	【技巧】	【技巧】 ■ 張貼安全標語、識別標示、作業圖解海報等，提醒工作者注意安全	【技巧】

科技：應用物聯網科技以建立施工機具虛擬圈圍

優點：1.操作手、作業手雙向感應
2.警報距離可調整
3.警報訊號：燈號+聲響



基本原理

- 施工機具A
- 工作者B
- 感應A↔B的距離

適用情境

- 確保工作者隨時配戴B

科技：應用智慧型安全帽以提醒工作者注意

八.13 AI、5G、物聯網IOT科技應用

(1)主動式監控-首創大型營造工程作業勞工配戴高科技Dasloop智能安全帽

智能安全帽管理系統，
提供作業勞工AI高科技個人安全防護設備。
具備：

- ✓ 人員定位系統
- ✓ 人員體溫、心率、跌倒偵測
- ✓ 公共廣播功能
- ✓ 智能感知系統
- ✓ 人員出工及比例統計
- ✓ 防碰撞預警功能

工程界首次運用於
大型營造工程

智能安全帽

在電腦或手機上即時顯示
和查證勞工工作位置

行動裝置

桌上型裝置

防撞警報器

利用UWB防撞警示TAG，若人員進入作業範圍，
則即時發報警報聲響警示

段長透過監控平台查看系統情形

Dasloop智能安全帽並採顏色管理

人工智能
Artificial Intelligence

物聯網
Internet of Things



基本原理

- 施工機具A
- 工作者B
- 感應A↔B的距離

適用情境

Source: 111年優良工程金安獎得獎簡報. 東西向快速公路台76線 (3k+700-11k+585)文津至西庄路段新建工程.



營造業職業安全衛生促進聯合總會
Construction Occupational Safety and Health Promotion Association



TECH • PDCA
月進推動持續改進

23

科技：應用影像式電子圍籬技術以避免施工機具碰撞



Source: 大成建設, 人工知能(AI)による人検知システムを組み込んだ次世代無人化施工システム. <https://youtu.be/AARe-dm23zU>

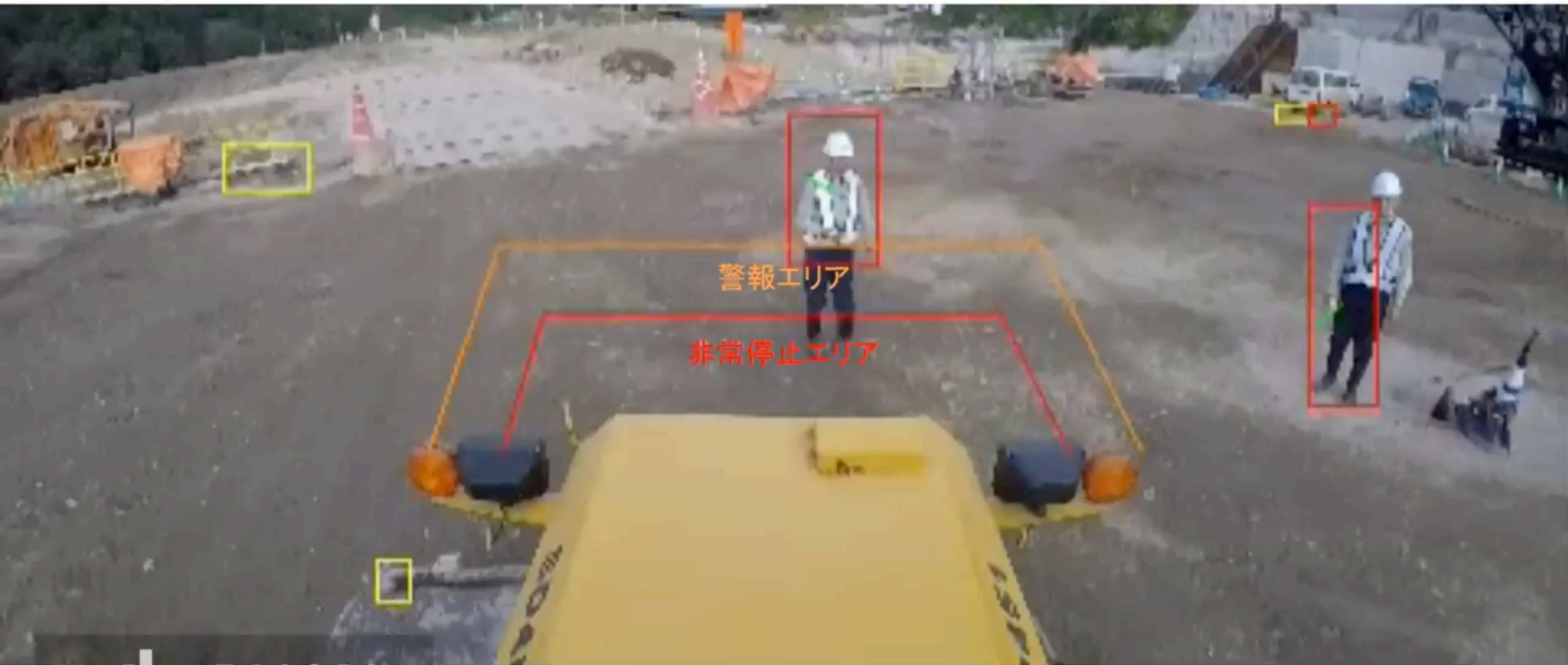


營造業職業安全衛生促進聯合總會
Construction Occupational Safety and Health Promotion Association



TECH • PDCA
月進推動持續改進

科技：應用影像式電子圍籬技術以避免施工機具碰撞



Source: 大成建設, 人工知能(AI)による人検知システムを組み込んだ次世代無人化施工システム. <https://youtu.be/AARe-dm23zU>



營造業職業安全衛生促進聯合總會
Construction Occupational Safety and Health Promotion Association



TECH・PDCA
月進推動持續改進

碰撞預防的安全看得見小技巧



技巧：使用無線門鈴以提醒操作員後方來者



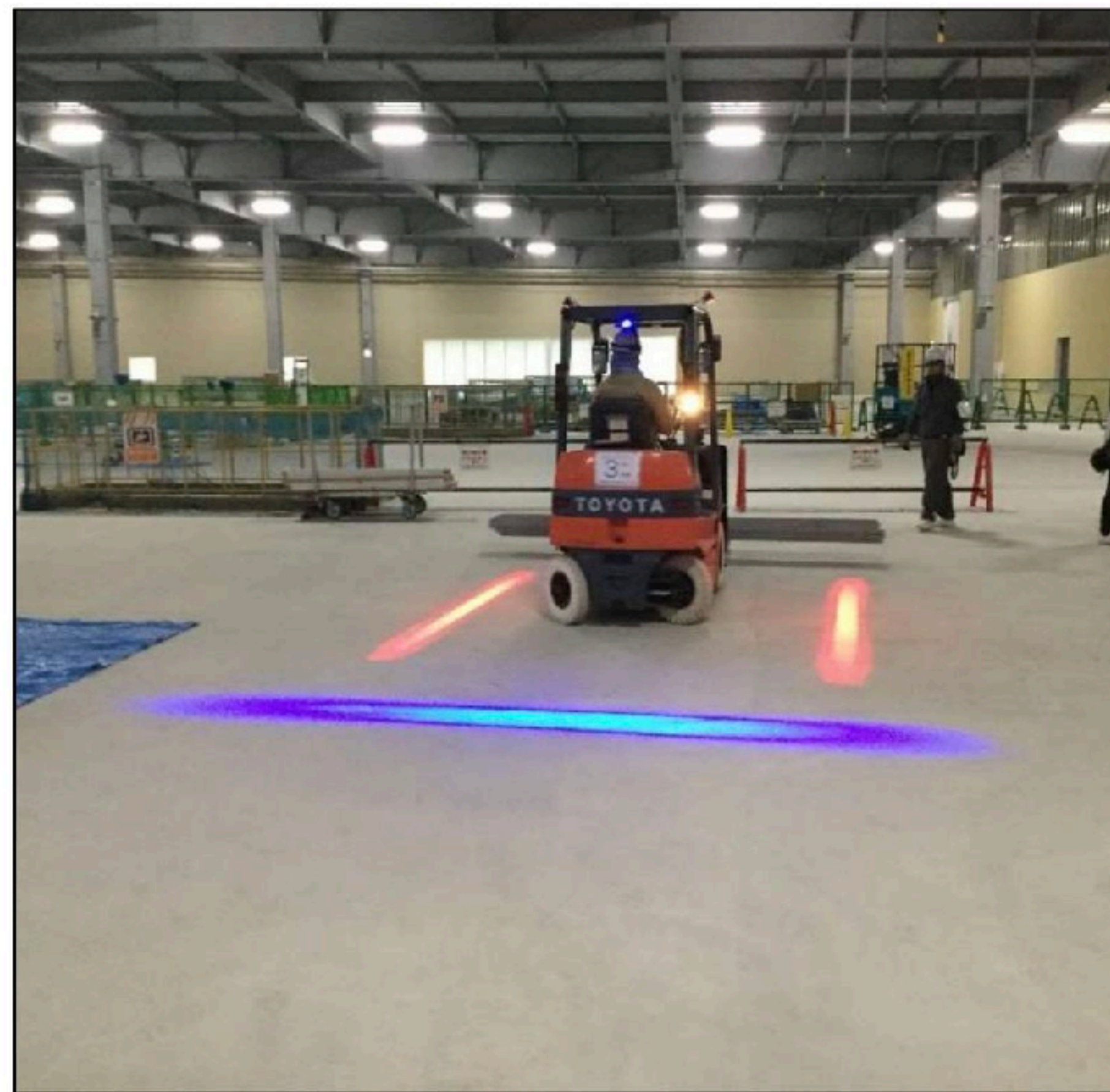
技巧：使用LED燈以標示出警示區域



フォークリフト機器取付状況



LED照明 取付状況



フォークリフト 稼働状況

3方LED表示

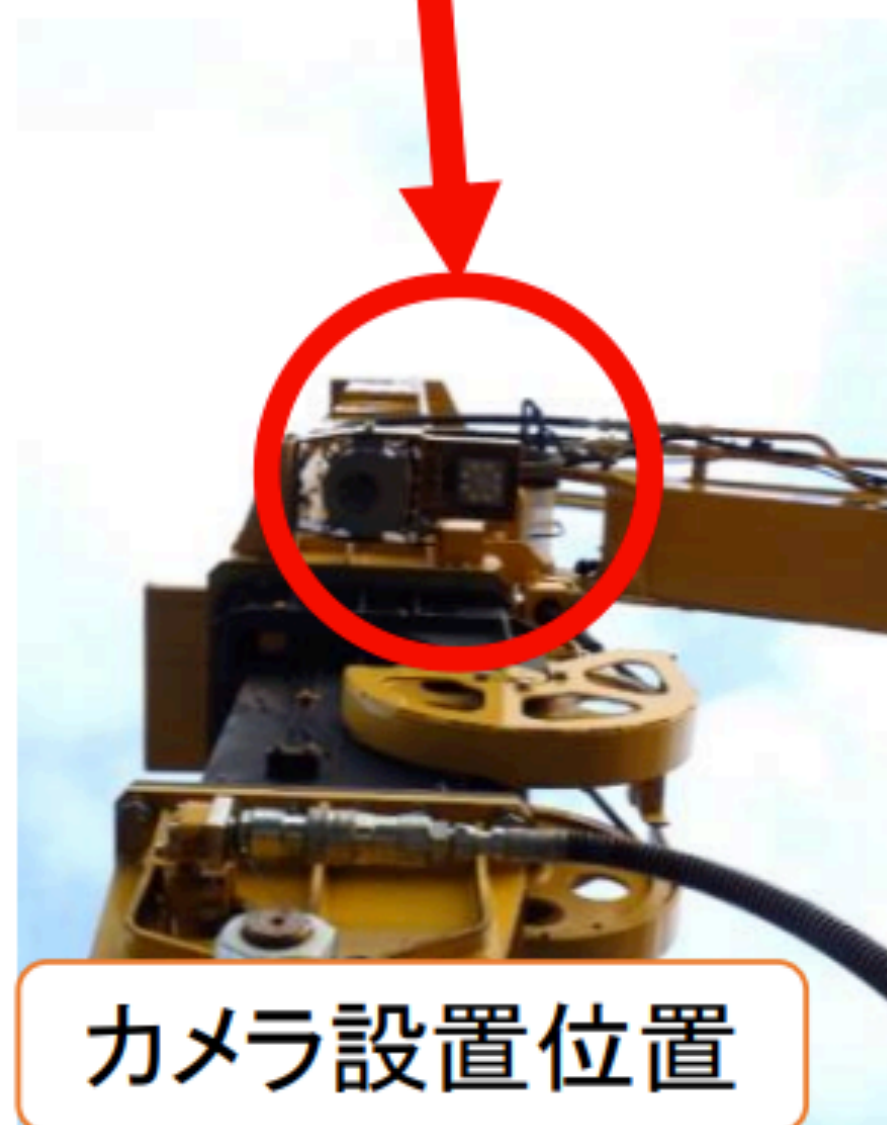
技巧：張貼安全標語、識別標示



- 重機オペレーターへの**注意喚起**方法
- 貼る場所、文言の**自由度が高い**
- マグネットなので、**貼替えが容易**
- 作業中に常に目に入るため、注意喚起への**意識が高まり、トラブル防止につながる**



技巧：使用攝影機以避免施工機具盲區



技巧：使用反光鏡以避免施工機具盲區



Source:https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzenproject/concour/2014/sakuhin3/images/n722_1.pdf



營造業職業安全衛生促進聯合總會
Construction Occupational Safety and Health Promotion Association



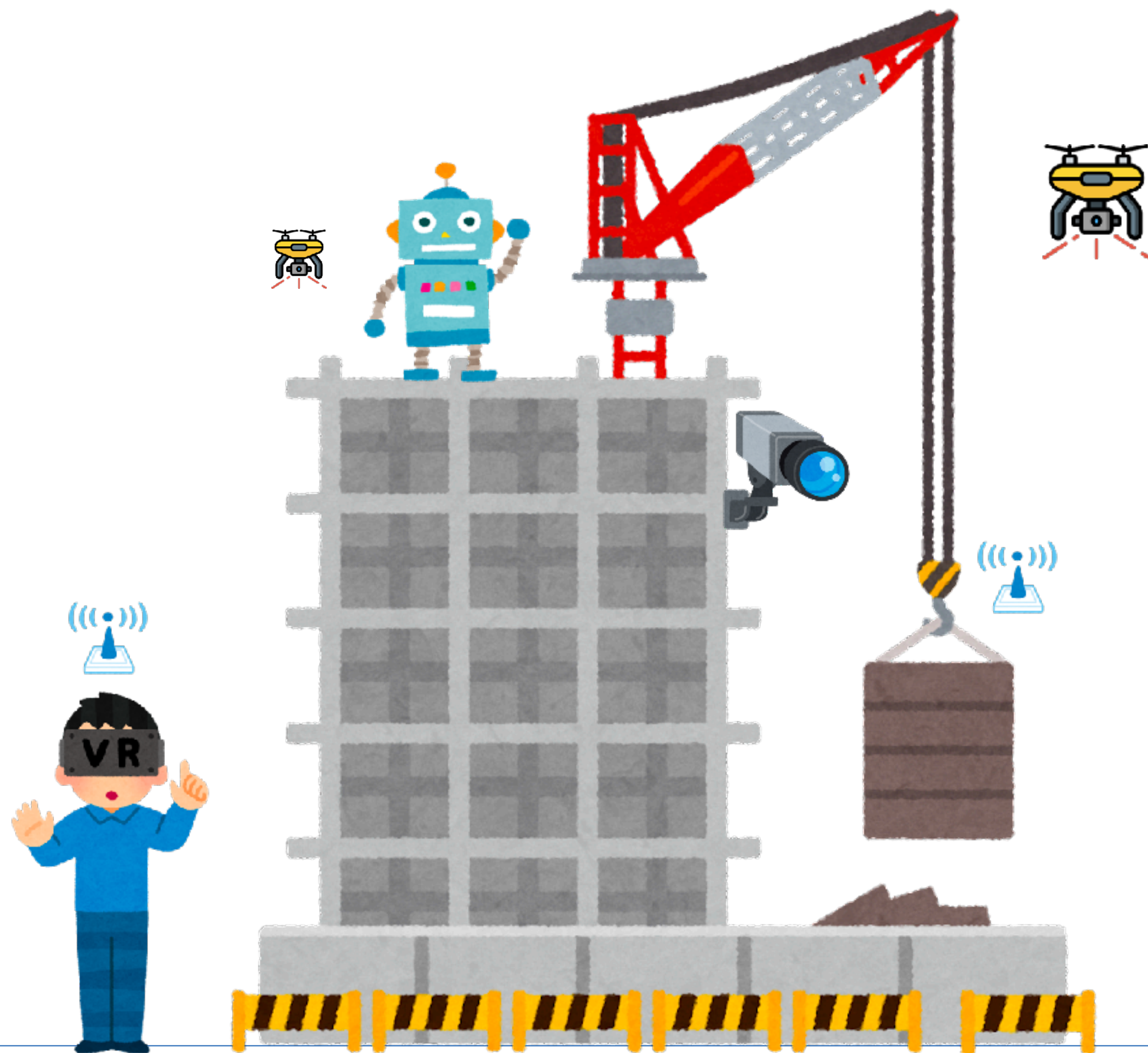
TECH • PDCA
月進推動持續改進

技巧：使用曲面鏡將擋土牆開挖盲區可視化



かブミラ-により掘削面
の死角を無くす。

碰撞預防的科技減災應用



科技：應用自動化機械以減少人員碰撞的機會

伍 其他特殊優良機制-重型機械引進科技輔助(1/2)

鉸接式牽引車

最多42台

自動秤重OBW系統
On-Board Weighing

載重顯示器

0/33
空車

41/33
重車

鉸接式系統

若貨斗翻覆無礙前方駕駛人員安全

環景系統

車輪檔

貨斗卡榫

本國常見砂石車
載運量10m³

VS

鉸接式牽引車
載運量20m³

減少 降低 減少
50%
大型車輛 碰撞危害 人員暴露 危害時間

科技：應用自動化機械以減少人員碰撞的機會

ANN
NEWS



Source: ANNnewsCH: 無人の大型重機を遠隔操作. Available at: <https://youtu.be/8L6qT3f9OFw>



營造業職業安全衛生促進聯合總會
Construction Occupational Safety and Health Promotion Association



TECH • PDCA
月進推動持續改進



Source: 工1人で3台の重機を遠隔操作！大林組が“超長距離テレワーク”やトンネル遠隔監視を実現. <https://ken-it.world/it/2022/10/obayashi-remote-technologies.html?fbclid=IwAR1UZDsNk1vlzT8Qjo5TdO91vpund4KflbxB1ukCqceMKUJEjXWmDbvZEZA>



營造業職業安全衛生促進聯合總會
Construction Occupational Safety and Health Promotion Association



TECH・PDCA
月進推動持續改進

碰撞預防：提醒駕駛注意後方來者

基礎應用



進階應用

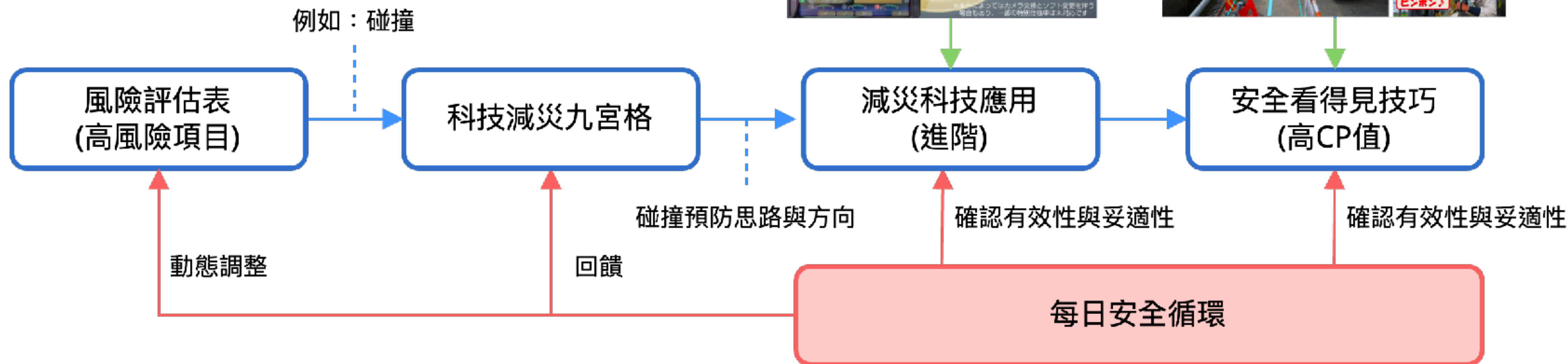


影像式電子圍籬技術

簡單回顧一下科技減災九宮格



第一步：整理出工程的高風險項目



科技應用與技術摘要



100個減災技巧



發現問題立刻綁螢光膠帶



隔日朝會對工作者告知

第二步：從科技減災九宮格找到合適的科技

	擷取現場資訊			模擬現場情況		自動化
	智慧攝影系統	物聯網	無人機	建築資訊模型	沉浸式科技	機器人
碰撞	【科技】 ■ 應用影像式電子圍籬技術以避免施工機具碰撞 ■ 應用影像式電子圍籬技術或雷射掃描技術以偵測施工機具與高空電纜的安全距離	【科技】 ■ 應用物聯網科技以建立施工機具虛擬圍圍 ■ 應用智慧型安全帽以提醒工作者注意	【科技】 ■ 應用無人機以查看施工機具與高空電纜的安全距離	【科技】 ■ 應用 BIM 以模擬施工機具的操作範圍	【科技】 ■ 應用 XR 以訓練安全機具操作能力 ■ 應用 AR 以即時告知安全距離	【科技】 ■ 應用自動化機械以減少人員碰撞的機會
	【技巧】 ■ 使用攝影機以避免施工機具盲區 ■ 使用反光鏡以避免施工機具盲區 ■ 使用曲面鏡將擋土牆開挖盲區可視化	【技巧】 ■ 使用角度感測器以提醒操作員留意與高空電纜等的安全距離 ■ 使用無線門鈴以提醒操作員後方來者 ■ 使用 LED 燈以標示出警示區域	【技巧】	【技巧】	【技巧】 ■ 張貼安全標語、識別標示、作業圖解海報等，提醒工作者注意安全	【技巧】



優良工程金安獎數位科技創新作為

勞動部職業安全衛生署

[illegible]

參、安全衛生制度計畫及實施與落實

~高風險作業標準及管制機制
~隔水作業

高風險作業防災對策

作業名稱	危害等級	危害類型	管理目標
隔水作業	R3	溺水、墜落	R3→R1

➢ 隔水作業區加強增設電子圍籬，跨越時會發出蜂鳴警示，可立即進行人員驅離管制

水側開口設置H型式護欄並加裝電子圍籬

紅外線感應式電子圍籬，增加雙重保護作用

內政部營建署

交通工程顧問有限公司

臺灣自來水股份有限公司

顧全生命、保障國產、職安零傷、科技創新、環境永續

0-31

[illegible]

第二步：或從技術摘要參考國外案例

**勞動部職業安全衛生署**
OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION, MINISTRY OF LABOR

營造業職業安全衛生科技分享



營造業職業安全衛生科技分享欄組分享了30篇營造業職業安全衛生技術摘要，包括擴增實境（AR）、虛擬實境（VR）、人工智慧（AI）、無人機（UAV）、建築資訊模型（BIM）、物聯網（IoT）等六項技術於職業安全衛生管理之應用，並彙整國內相關應用，則能透過新技術的介紹，推動營造業職業安全衛生防範的創新發展，提供事業單位研習與應用的信譽與參考。

**擴增實境**
Augmented Reality

**虛擬實境**
Virtual Reality

**人工智慧**
Artificial Intelligence

**無人機**
Unmanned Aerial Vehicle

**建築資訊模型**
Building Information Modeling

**物聯網**
Internet of Things

**優良工程金安獎之數位科技應用作為**

擴增實境 Augmented Reality

- ARVR: 擴增實境與虛擬實境在營造工程中的應用互融
- AR: 利用AR技術來提高現場安全溝通能力
- AR: 利用AR技術建立虛實整合系統

虛擬實境 Virtual Reality

- VR: 將360度全景攝影技術平台用於施工安全培訓
- VR: 虛擬實境與混合實境在營造安全的應用
- VR: VR於職業安全衛生應用之案例分享

人工智慧 Artificial Intelligence

- AI: 影像識別技術在職業安全衛生監控之應用
- AI: 打造雲端智慧安全溝通的資訊平台
- AI: 影像式電子圍欄在營造安全的應用
- AI: 電腦視覺技術在危險場景識別之應用
- AI: 即時視覺預警系統在起重機械設備預防之應用
- AI: 機器人在營造安全的應用
- AI: 數位科技在隧道工程風險管理之應用
- AI: 數位科技在水位預警系統的應用
- AI: 雲端智慧安全知識檢索系統

無人機 Unmanned Aerial Vehicle

- UAV: 無人機系統於營造安全的應用和要務
- UAV: 無人機與建築資訊模型在營造安全的整合應用
- UAV: 無人機應用於工程上的發展與挑戰
- UAV: 無人機之潛在職業安全衛生風險討論



科技新知技術摘要

IoT：物聯網在預防機具碰撞的應用

技術摘要

物聯網科技在營造安全的應用越來越普及，不僅可應用於人員定位、個人防護具偵測、環境變化監測等，在預防機具碰撞也是主要的應用。

預防機具碰撞的物聯網設計策略

機具或車輛碰撞是營造工作場所常見的職業災害風險，不僅在交通工程，在建築工程也可能會發生機具碰撞的風險。透過物聯網科技的應用，能提醒工作者周遭可能的機具碰撞風險，以降低風險的發生。在 Kanan et al. (2018) 的研究中提出一個預防機具碰撞的物聯網設計策略，如圖 1 所示。該設計採用 868MHz 向天線、10kHz 超音波，建立出一個碰撞風險警告區域。

科技原理

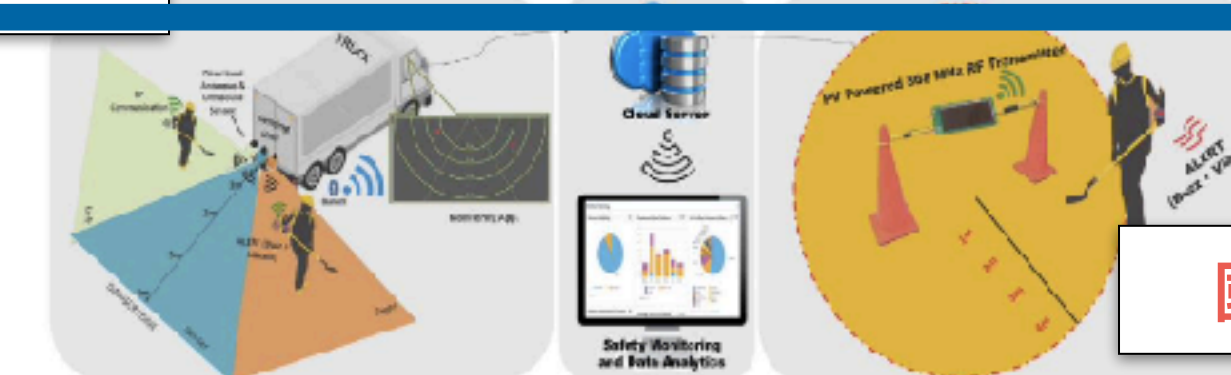


圖 1. 預防碰撞的物聯網設計策略 (Kanan et al., 2018)

藉由工作者配戴的穿戴式裝置及碰撞風險警告區域的互動 (如圖 2 所示)，可偵測碰撞風險是否發生，並發送警告訊號。這些風險偵測的紀錄將自動彙整於雲平台中，進一步協助風險決策與提高安全管理能力。

國際相關應用情況

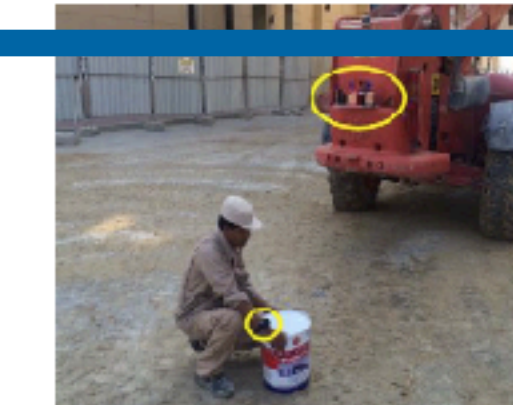


圖 2. 工作者與機具的碰撞風險偵測 (Kanan et al., 2018)

物聯網可協助建立營造安全的領先指標

物聯網科技所偵測到的數據不僅主動 (active)，且能形成營造安全的領先指標 (leading indicator)，結合雲計算、大數據、人工智慧等其他數位科技，能更進一步預防職業災害的發生。在 Costin et al. (2019) 的研究中，建立了一個營

建災防. (2019). 労働災害防止のための ICT 活用データベース. ICT 活用事例: I C タグを利用した重機接近警報装置 [HESAR]. Available at: https://www.kenseibou.or.jp/safe_tech/ict/entry/002904.html

IoT：使用智慧物聯網在營造安全的自動化個人防護具-手工具配對檢查系統
網址：<https://www.yuejin-ai.com/967/fs/files>

延伸閱讀

國內參考實例

1. 109 年優良工程金安獎：湖山水庫第二原水管工程

施工團隊結合物聯網技術，建立機具碰撞三防線，給予勞工多層保障。

機具碰撞三防線

第一道
作業空間圍欄

第二道
機具環視系統

第三道
人員接近警示



有鑑於近幾年國內營造工程場域高度不下，施工團隊結合物聯網技術，建立機具碰撞三防線，給予勞工多層保障。

2. 109 年優良工程金安獎：舊社野溪整治三期工程

該工程廣泛運用 IoT 相關運用來進行工區人員安全管理。



工程安全智慧化系統

提供管理人員掌握現場作業情形及環境資訊

工區人員安全管理

工區自然環境安全管理

工區施工進度

工區安全監控

工區安全預警

工區安全通報

工區安全記錄

工區安全分析

工區安全評估

工區安全改善

工區安全維護

工區安全培訓

工區安全考核

工區安全獎勵

工區安全懲戒

工區安全總結

工區安全報告

工區安全會議

工區安全培訓

工區安全考核

工區安全獎勵

工區安全懲戒

工區安全總結

工區安全報告

工區安全會議

3. 109 年優良工程金安獎：縣道 157 線 29K+800~30K+912(蒜頭大橋)拓寬改建工程

該工程在熱危害及機具上使用非觸控元件串連 IoT 進行工程安全管理，能自動通報及時預警。

建置熱危害防治通報系統及設備

避免機具碰撞三防防線

有鑑於近幾年國內營造工程場域高度不下，施工團隊結合物聯網技術，建立機具碰撞三防線，給予勞工多層保障。

第一道
作業空間圍欄

第二道
機具環視系統

第三道
人員接近警示



4. 109 年優良工程金安獎：臺南都會區北外環道路第 3 期新建工程(西段)

雲端系統配合定位器、機具智能警報器及個人手機，可於人員上工前進行危害告知及靠近危險機具時智能警報器及人員警報，並具有熱危害警示。

第三步：參考科技減災九宮格，從各促進組織的安全看得見手冊找技巧

100個減災技巧

結論：立即關注最新消息



還有很多科技減災九宮格、科技與技巧

	擷取現場資訊			模擬現場情況		自動化
	智慧攝影系統	物聯網	無人機	建築資訊模型	沉浸式科技	機器人
碰撞	【科技】 ■ 應用影像式電子圍籬技術以避免施工機具碰撞 ■ 應用影像式電子圍籬技術或雷射掃描技術以偵測施工機具與高空電纜的安全距離	【科技】 ■ 應用物聯網科技以建立施工機具虛擬圈圍 ■ 應用智慧型安全帽以提醒工作者注意	【科技】 ■ 應用無人機以查看施工機具與高空電纜的安全距離	【科技】 ■ 應用 BIM 以模擬施工機具的操作範圍	【科技】 ■ 應用 XR 以訓練安全機具操作能力 ■ 應用 AR 以即時告知安全距離	【科技】 ■ 應用自動化機械以減少人員碰撞的機會
	【技巧】 ■ 使用攝影機以避免施工機具盲區 ■ 使用反光鏡以避免施工機具盲區 ■ 使用曲面鏡將擋土牆開挖盲區可視化	【技巧】 ■ 使用角度感測器以提醒操作員留意與高空電纜等的安全距離 ■ 使用無線門鈴以提醒操作員後方來者 ■ 使用 LED 燈以標示出警示區域	【技巧】	【技巧】	【技巧】 ■ 張貼安全標語、識別標示、作業圖解海報等，提醒工作者注意安全	【技巧】

- 墜落
- 碰撞
- 物體飛落
- 倒崩塌
- 感電
- 溺斃
- 缺氧
- 健康
- 管理



- 關注營造業職業安全衛生管理系統資訊應用平台與營造業職業安全衛生促進聯合總會的最新消息
- 加入營造業北區職業安全衛生促進會、臺北市營造工地自主管理策略聯盟、營造業中區職業安全衛生促進會、營造業南區職業安全衛生促進會，報名最新的教育訓練活動
- 參與營造業減災運動，讓安全看得見

112年營造業職業安全衛生科技減災研討會

從風險評估中尋找科技減災應用的實務操作

李秉展 博士

營造業職業安全衛生促進聯合總會

