

從風險評估中尋找科技減災應用的實務操作

林祐正 教授兼系主任
國立臺北科技大學土木工程系
2023

簡報大綱

- 目的
- 科技減災應用選擇
- 評估與導入
- 結論與建議

目的

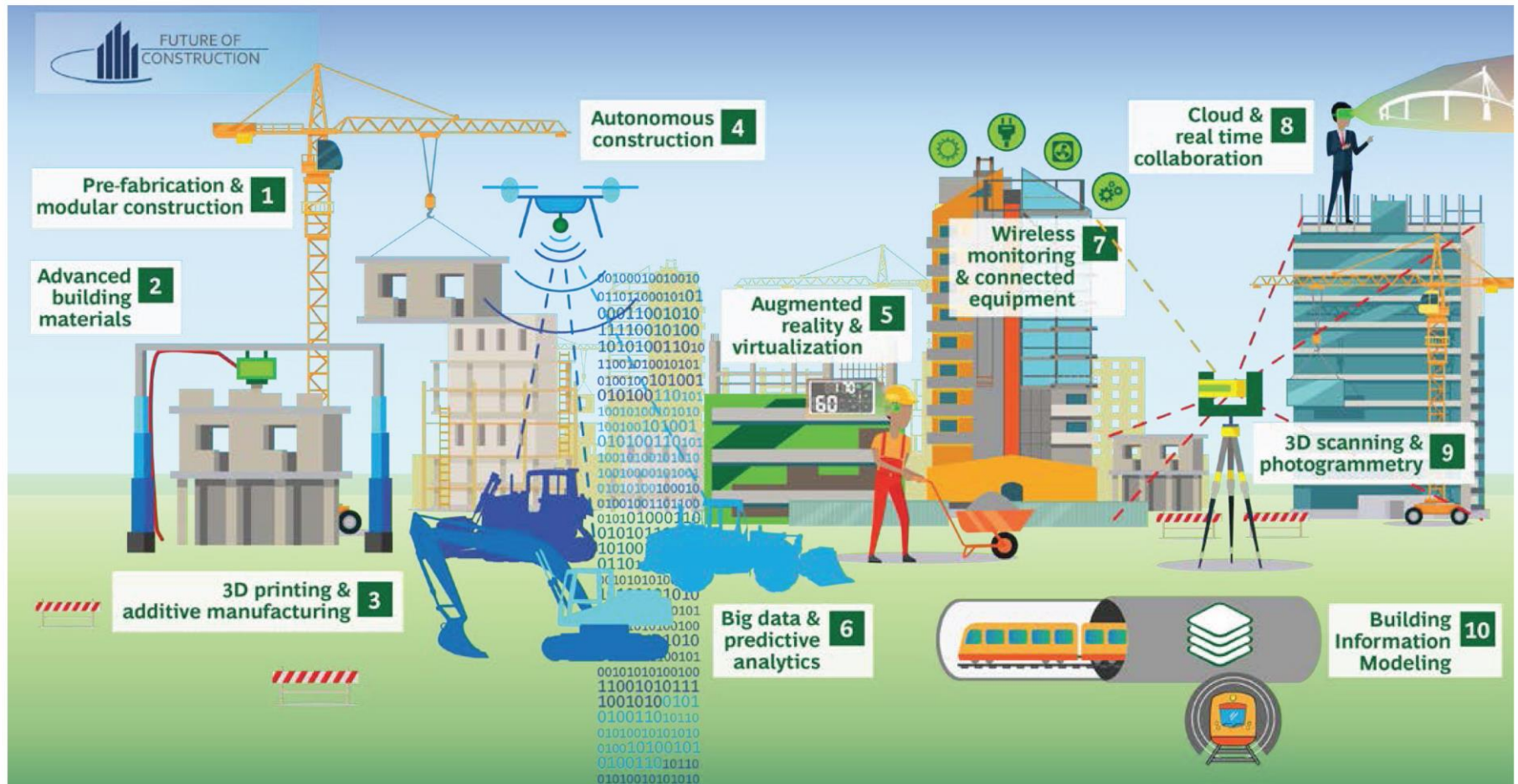
- 選擇合適的科技減災技術
- 評估評估科技減災技術
- 提高工程安全管理



科技減災技術

科技減災技術-1

10 Technologies that Can Improve IU Industry Productivity



(Source: World Economic Forum, The Boston Consulting Group)

科技減災技術-2



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模組分享了多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，期能透過新技術的介紹，推動營造業職災預防的創新發展，提供事業單位研發與應用的借鑑與參考。



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



科技管理



優良工程金安獎之數位科技應用作為

科技減災技術-3

- Big data (大數據)
- Robot (機器人)
- Management system
- IT-based Personal Protection Equipment (PPE)
- Smart construction sites
- Information and Communication Technology (ICT)技術

科技減災技術-4

表 3 109 年與 110 年數位科技應用比例變化分析

	CCTV	BIM	AI	UAV	IOT	AR/VR
109 年度	83%	71%	60%	40%	37%	17%
110 年度	100%	93%	70%	33%	87%	27%
使用科技應用成長幅度	+17%	+22%	+10%	-7%	+50%	+10%

科技減災應用評估與選擇

- 了解要解決減災內容
- 評估科技減災技術功能
- 評估科技減災之內容
- 評估科技減災之效益

科技減災應用評估與選擇-參考資訊



科技減災應用評估與選擇-參考資訊



科技新知技術摘要

AI：電腦視覺技術在風險場景識別的應用

技術摘要

AI：電腦視覺技術在風險場景識別的應用

電腦視覺技術應用於營造安全監測是極具潛力的數位科技，不僅在國外被廣泛的接受，國內許多工程也積極投入應用。隨著電腦視覺技術的興起，其應用也從特定物體偵測（例如個人防護具、機具等）演進到風險場景的偵測，更有利於依循相關法令與規定。透過偵測物體間的相對關係，從而判斷場景是否存在風險，將更好地協助風險監測與落實營造安全要求。

電腦視覺技術在營造安全的應用發展



圖 1. 電腦視覺技術在營造安全的應用發展

在 Park et al. (2020) 的研究中，建議將風險場景偵測分為：①正相關偵測；②負相關偵測；③數值偵測；④區域偵測，風險場景的說明與應用如下：

正相關偵測

正相關偵測表示物體需要同時出現，即為安全狀態，偵測規則為「物體 A+物體 B」。例如「工作者+安全帽」、「工作者+安全鞋」、「工作者+安全帶」、「機具+防火罩」等。正相關偵測的範例如圖 2 所示。



圖 2. 正相關偵測範例 (Park et al., 2020)

負相關偵測

負相關偵測表示物體間不同時存在時為安全狀態，偵測規則為「物體 A-物體 B」。例如「電子設備-易燃物質」、「可燃液體-火源」等。負相關偵測的範例如圖 3 所示。



科技新知技術摘要

IoT：物聯網在熱危害預防措施的應用

技術摘要

IoT：物聯網在熱危害預防措施的應用

台灣的炎夏氣溫，對從事營造業的戶外作業者易產生高氣溫作業風險。因此，應採取遮陽或灑水來降溫、增加工作中的休息頻率、提供充足飲用水、並調整作業時間避開高溫時段等熱危害預防措施，以避免誘發熱疾病。此外，我們也可以參考國外運用物聯網在熱危害預防措施的應用，活用數位科技來降低風險。

物聯網在熱危害預防措施的應用

在 Kim et al. (2020) 的研究中，設計一個評估高氣溫作業風險的物聯網系統平台，該系統包括整體熱評估模組與個人管理模組。整體熱評估模組使用熱舒適指數 (thermal comfort index, TCI)，評估工地整體高氣溫風險等級；個人管理模組則是量測工作者的生理特徵，評估工作者個人的健康風險等級。高氣溫風險物聯網系統如圖 1 所示。



圖 1. 高氣溫風險物聯網系統應用案例 (Kim et al., 2020)

氣候變遷是全球性的問題。因此，許多國家都積極運用數位科技在熱危害預防措施應用。例如日本富士通公司提出一個智慧穿戴裝置，可以感應工作者的溫度、濕度、脈搏，並評估熱指數與身體負荷。當工作者的感應數據發生警示時，將通知工作者與安全衛生管理人員，如圖 2 所示。

科技減災應用評估與選擇-參考資訊

施工構台組裝作業

吊放與鎖固大梁

1.情境元素盤點

- 2.特有職災風險分析
- 3.對風險對策之回饋
- 4.對危害因素辨識之回饋

➤ **特有災害評估時點：**第一區開挖範圍內水平支撐已完成，正要進行第一組施工構台組裝作業。

➤ **作業情境：**施工構台組裝施作範圍內無其他空間與時間重疊之作業。

吊放與鎖固小梁

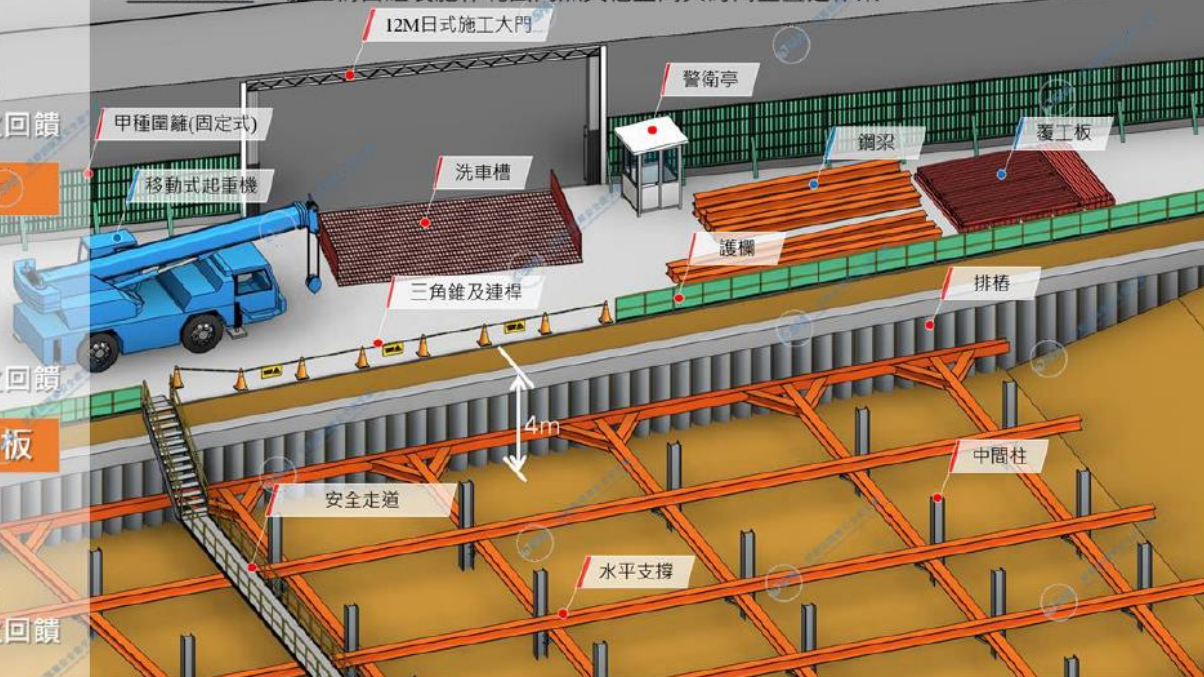
1.情境元素盤點

- 2.特有職災風險分析
- 3.對風險對策之回饋
- 4.對危害因素辨識之回饋

吊放與安裝覆工板

1.情境元素盤點

- 2.特有職災風險分析
- 3.對風險對策之回饋
- 4.對危害因素辨識之回饋



➤ **災害媒介物：** 移動式起重機 [212_裝卸運搬機械-起重機械-移動式起重機]、鋼梁 [415_屋頂、屋架、梁]、覆工板 [416_工作台、踏板]

➤ **人員作業狀況：** 操作手1名進行吊掛作業、指揮手1名指揮移動式起重機、2名鎖固人員鎖固大小梁、施作人員2名負責鎖固大小梁及輔助覆工板定位

科技減災應用評估與選擇-參考資訊

匯出結構化的風險清單

Figure 10 illustrates the BIM model of a construction site, showing the integration of risk assessment data with the 3D model. The interface is divided into three main sections:

- Left Panel (Properties and Data):** Contains a 'Properties' (性質) section for '150mm 組合板' (150mm Composite Board) and a 'Materials' (資料) section listing various construction items and their associated risk levels (e.g., 1. EngItem: 結構體工程, 2. EngSItem: 混凝土工程, 3. HazCate: 墜落/滾落, 4. RiskDis: 高處作業未設置, 5. ISeverity: 5, 6. IProbability: 4, 7. IRValue: 20, 8. IRLevel: 級高風險, 12. RSeverity: 3, 13. RProbabil...: 3, 14. RRvalue: 9, 15. RRLevel: 中度風險, 9. EngContr: 設置護欄、..., 10. MagContr: 危害告知、..., 11. PPE: 安全帽、臂..., 16. ContrAct: https://law..., 17. 4d_sched...: https://1drv...).
- Center Panel (Risk Assessment Table):** A table titled '施工風險評估表 - 樓板' (Construction Risk Assessment Table - Slab) with columns A through G. The table lists various construction activities (e.g., 結構體工程, 混凝土工程, 墜落/滾落) and their associated risk levels (e.g., 1. EngItem, 2. EngSItem, 3. HazCate, 4. RiskDis, 5. ISeverity, 6. IProbability). A red box highlights the '150mm 組合板' row, which is associated with a risk level of 5 (High Risk).
- Right Panel (3D Model):** A 3D rendering of the construction site, showing the layout of the building and the placement of the 150mm composite board. A red box highlights the area where the risk assessment data is applied, with a label indicating '查看風險所在位置 (工作面或元件) 的BIM模型' (View the BIM model of the risk location (work surface or component)).

The figure demonstrates how the BIM model is used to visualize and manage construction risks, providing a clear view of the risk locations and the associated safety measures.

(資料來源：營造業施工安全BIM應用手冊)

BIM在營造防災應用-參考實際案例

8.透過AI人工智慧進行危害自動辨識防護具配戴完整性

攝：其他特殊優良機制

工地安全帽與反光背心分析，當要進入工作區域前，透過鏡頭分析是否配戴安全帽與反光背心，如不符合，會立即警報通知管理人員。

安全帽及反光背心資料建檔



01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14

【其他特殊優良機制】應用AIot人工智慧互聯網：

人員出入管制 人員每日須至報到處通過臉部辨識機，透過AI確認人員是否正確配戴工程帽與口罩，並量測體溫，接續以酒測機實施酒測，實施危害告知。登錄頭像、單位、人名及體溫資訊將顯示於系統介面(手機與電腦後台)，提供管理人員即時掌握。

快速掌握

進場人員

今日進場人數 18 人 目前場內人數 5 人

AI 臉部辨識

手機介面

電腦後台介面

聯豐工程建設股份有限公司 聯豐營造有限公司 聯豐營造有限公司 D-131

BIM在營造防災應用-參考實際案例



圖 29 潛盾作業局限空間即時定位與生命徵象監控系統應用

科技減災應用評估與選擇-參考實際案例



質量:約105g

図1. 製品写真(ヘルメット着用)・製品寸法

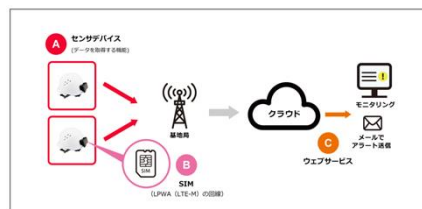


図2. 通信方法

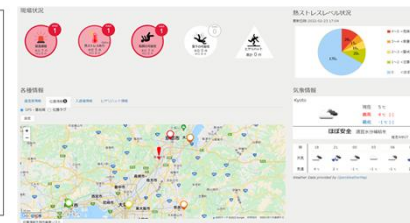


図3. モニタリング画面例

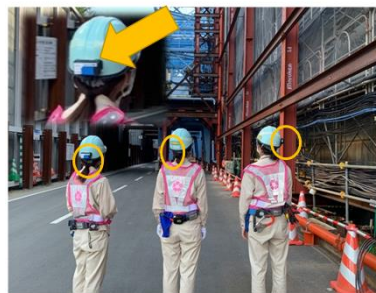
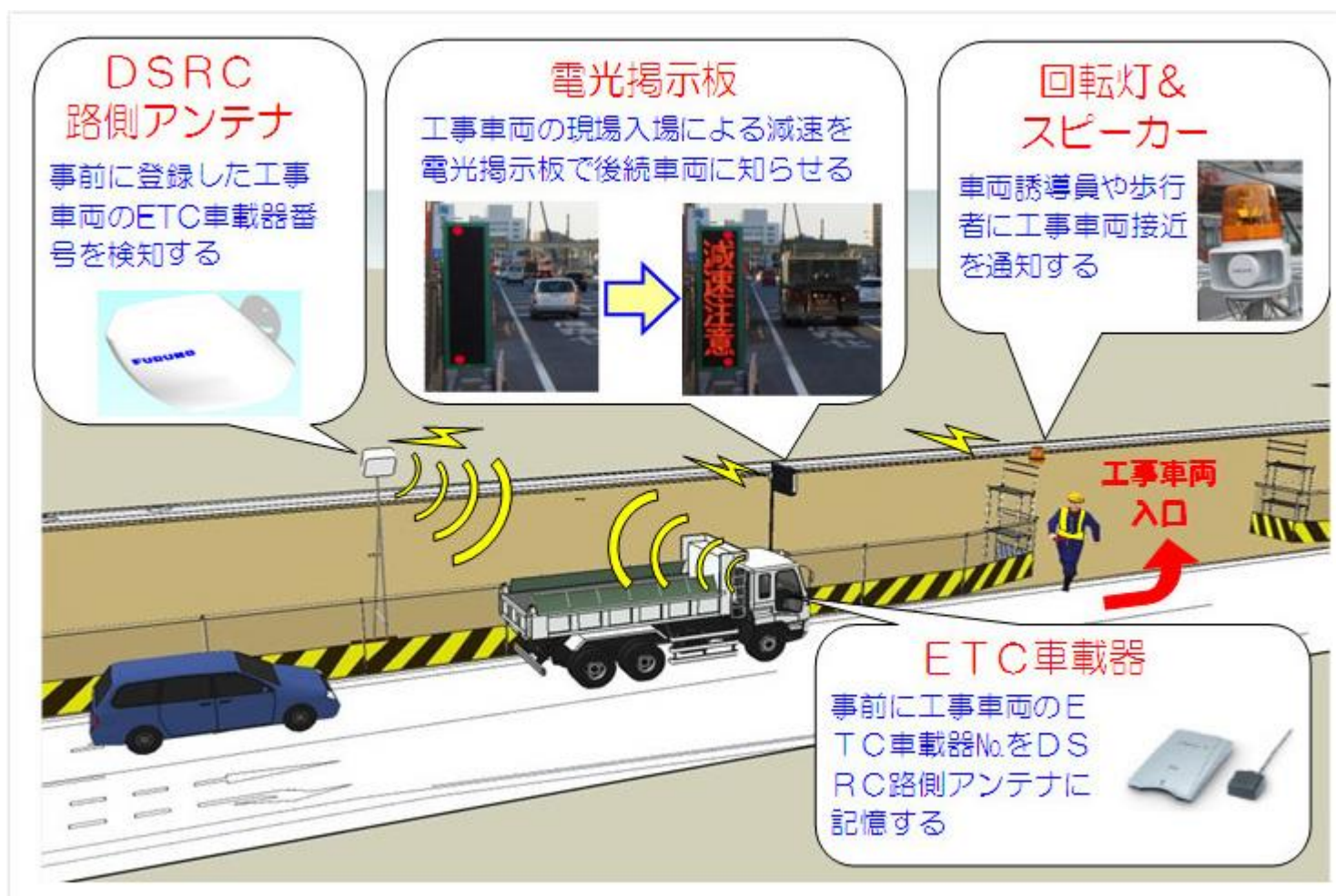


図4. 現場での導入写真(現場管理者/作業員)

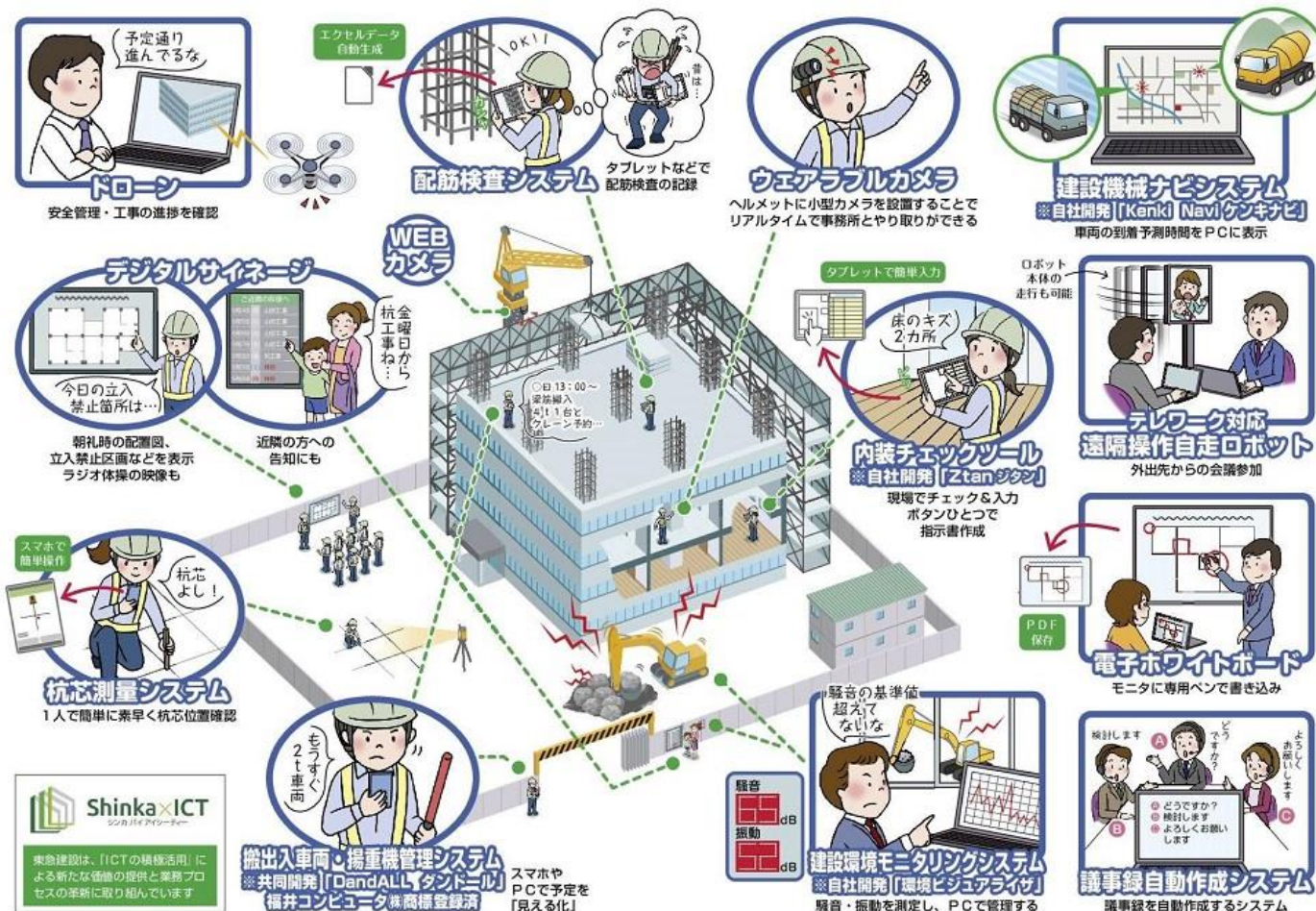


図5. ヒヤリハット可視化機能

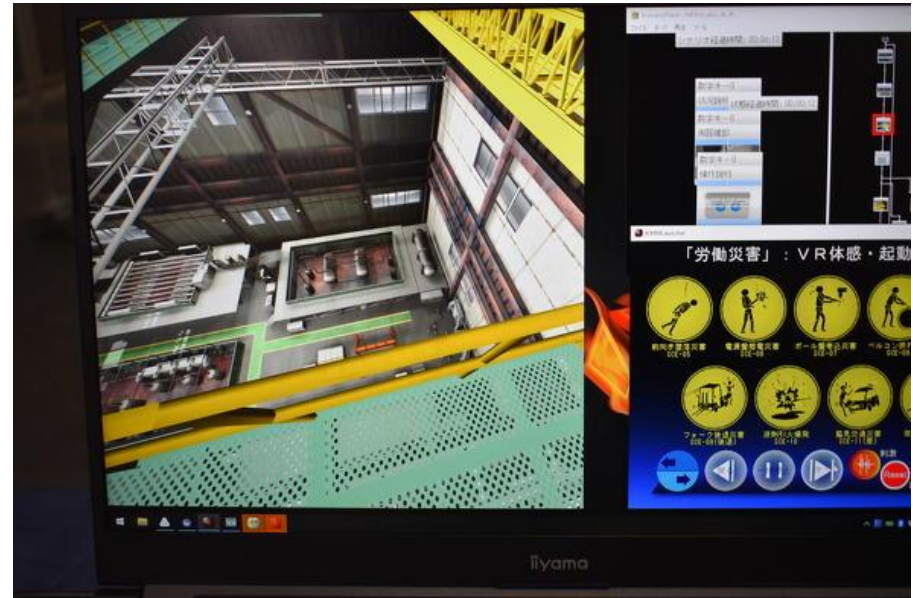
科技減災應用評估與選擇-參考實際案例



科技減災應用評估與選擇-參考實際案例



科技減災應用評估與選擇-參考實際案例

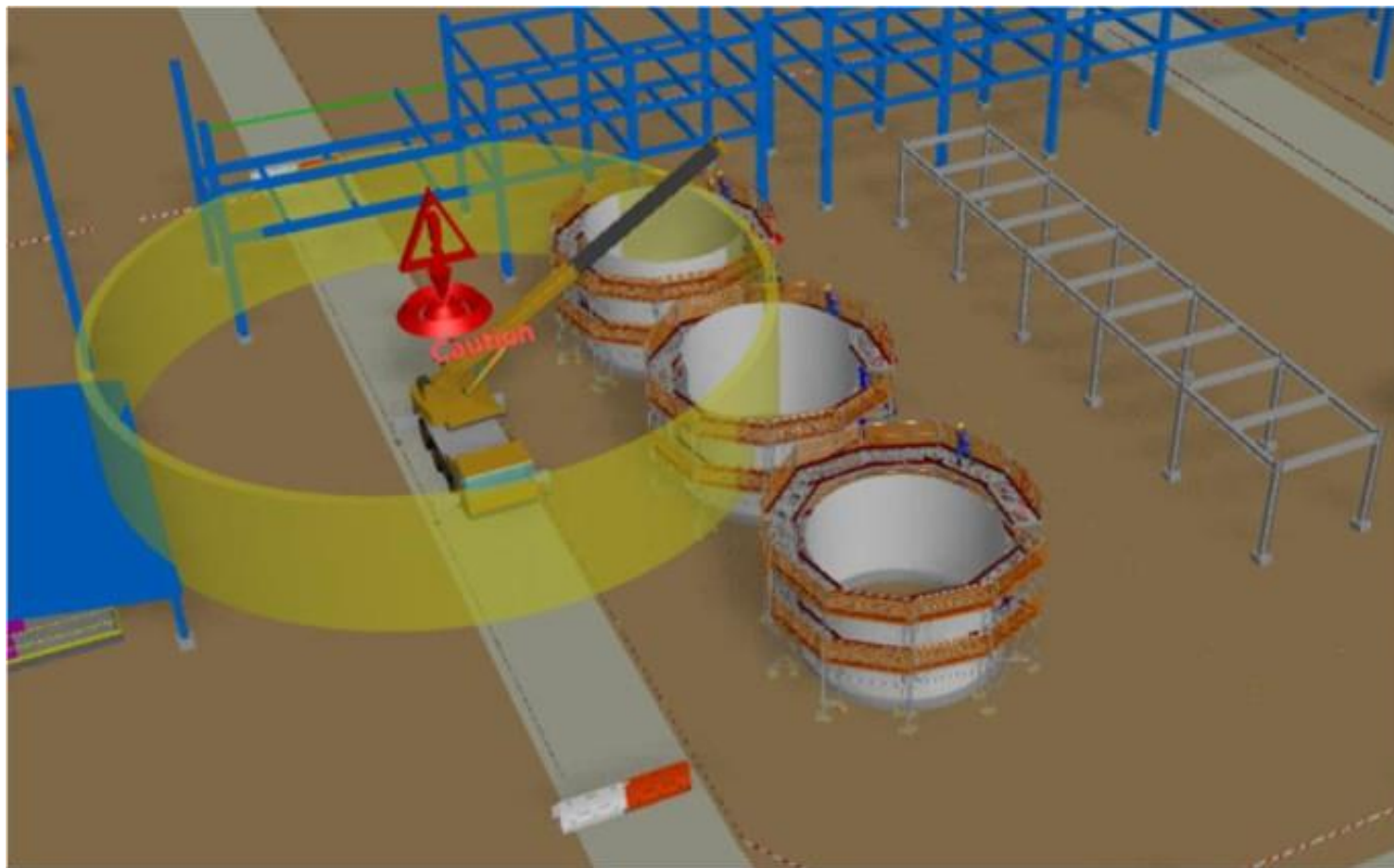


科技減災應用評估與選擇-參考實際案例



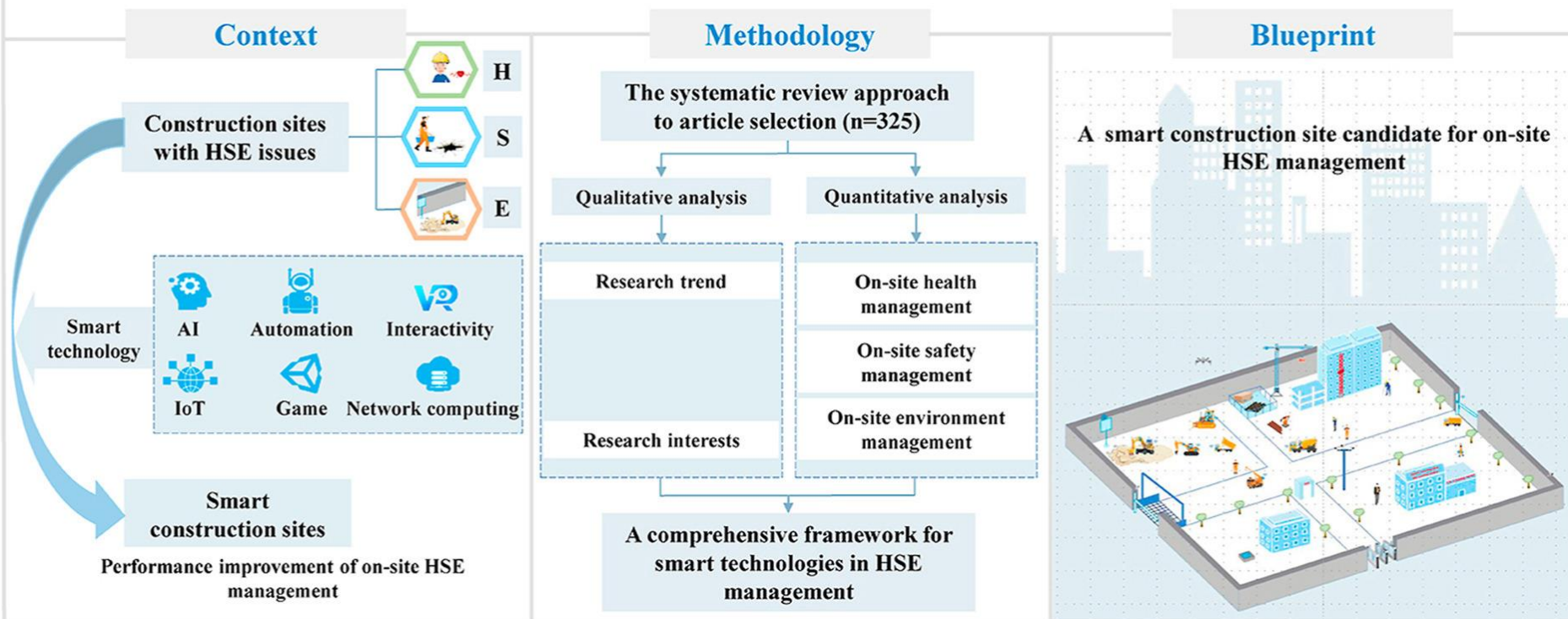
図2 使用中のイメージ

科技減災應用評估與選擇-參考實際案例



科技減災應用評估與選擇-參考實際案例

Smart Construction Sites: a promising approach to improving on-site HSE management performance



Future direction: appropriate methods for handling multivariate heterogeneous data

科技減災應用評估與選擇-前置考量

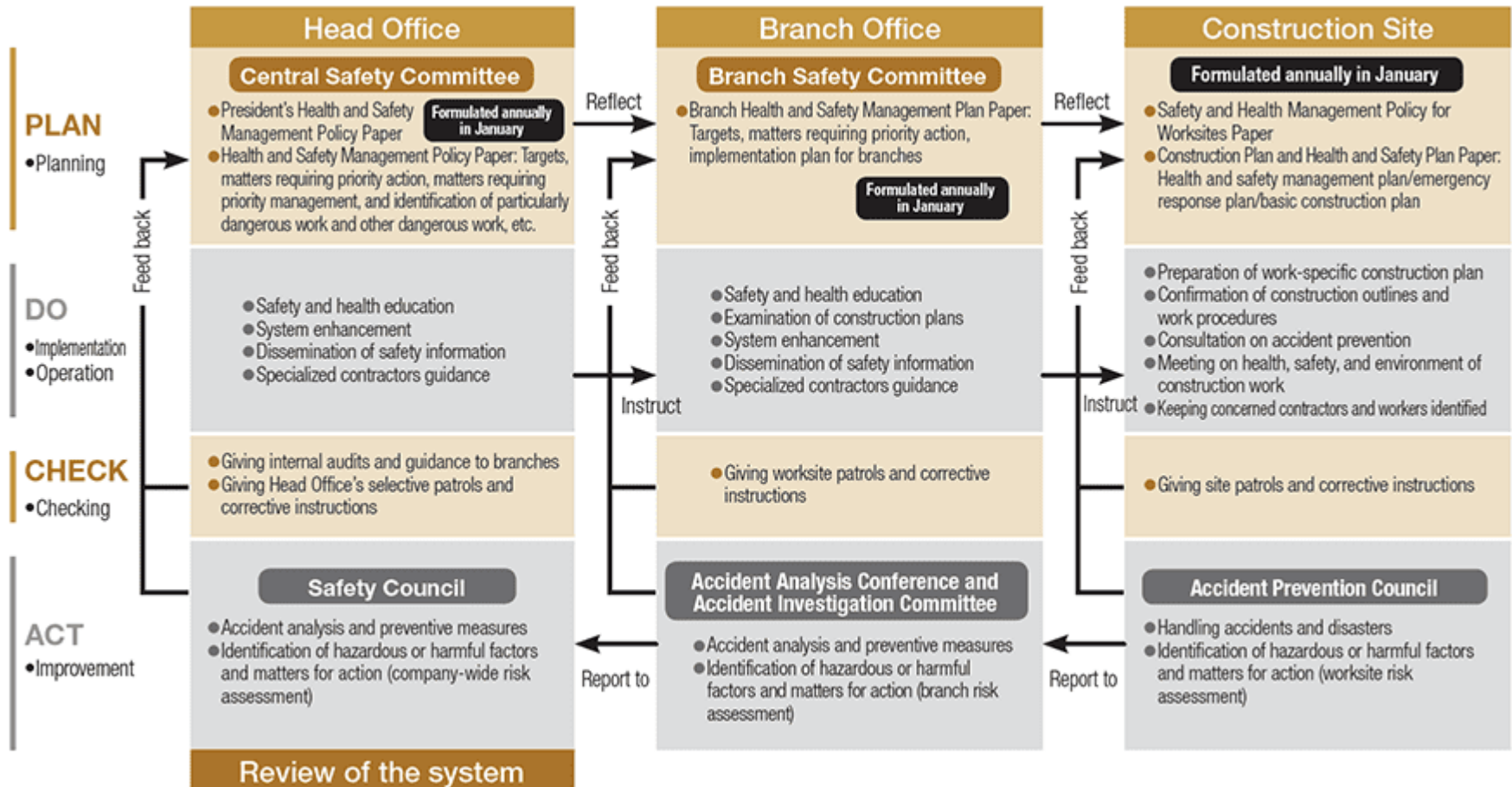
- 時間
- 人力
- 問題
- 工程專案特性
- 減災需求
- 技術特性
- 全面導入或部分導入
- 一次導入或階段性導入

科技減災應用評估與選擇-導入考量

- 需求分析
- 前置規畫
- 情境分析與模擬
- 導入時間
- 長官的支持

科技減災應用評估與選擇-整體規劃

Conceptual Diagram of TAISEI OHSMS (Occupational Health and Safety Management System)



科技減災應用評估與選擇-案例介紹



案例導入介紹

結論

- 了解需求
- 每種技術都有其特性
- 參考實際案例導入
- 各種資訊科技應用之目的與作法完全不同
- 導入資訊科技需要考量執行性
- 注意其他新興的資訊科技

建議

- 目前需求評估
- 確認解決之問題
- 參考國內外案例導入
- 導入時間與成本考量
- 確認自己的需求
- 階段性的導入

Thank you for listening

