

中鋼公司工安智慧科技防災 應用實務

安全衛生處 吳政霖

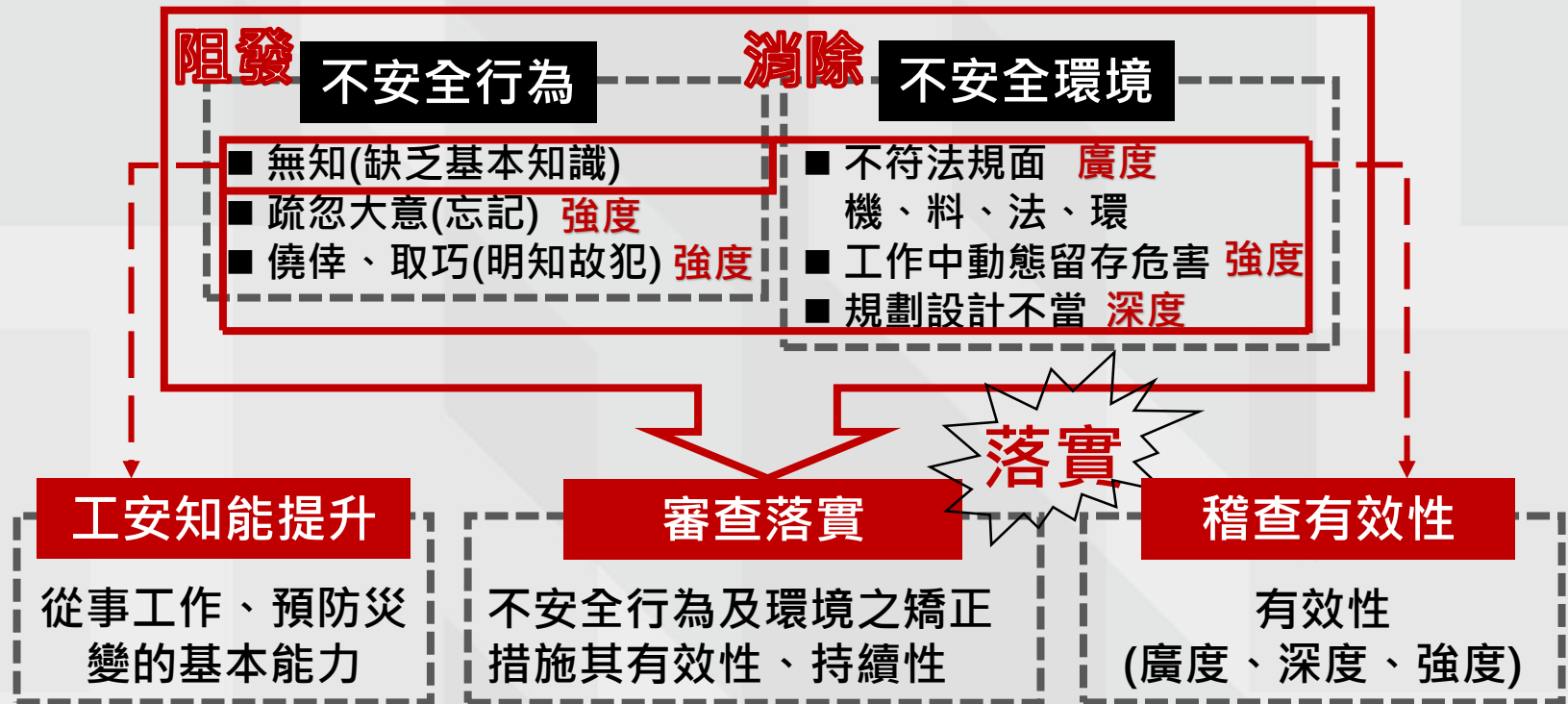
中華民國112年05月30日

簡報大綱

- 一、中鋼工安防災管理面向
- 二、工安智慧科技防災應用實務
 - (一)智慧訓練-多元VR訓練
 - (二)智慧關懷-主動安全關懷系統
 - (三)智慧巡查-辨識、偵測
- 三、結論

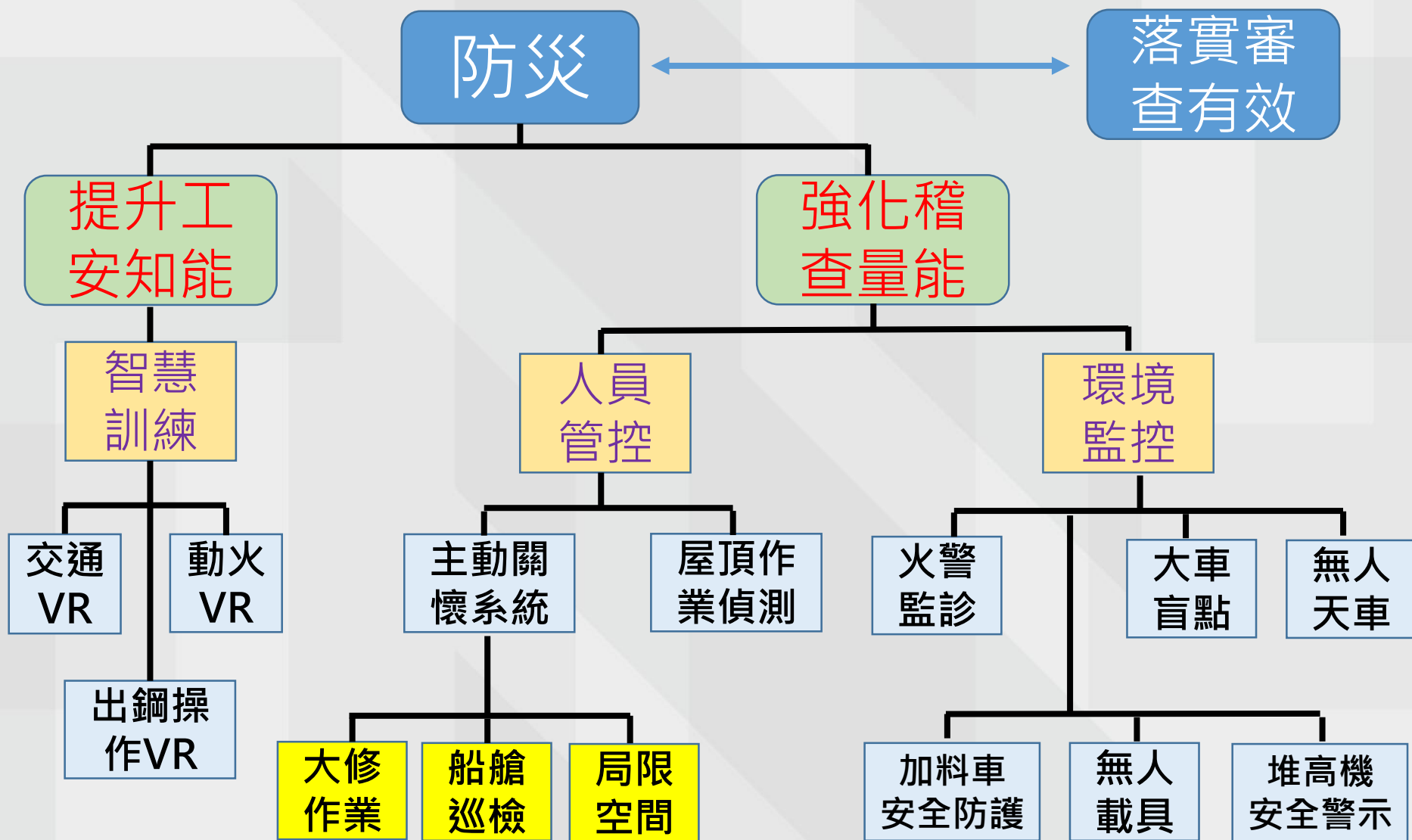
一、中鋼工安防災管理面向

- 1、工安管理最終目的在於防止職災發生。
- 2、要防止職災就必須探討分析其發生的原因。
- 3、職災發生原因...



- 4、所以要有效防災，就必須要持續精進提升工安知能、強化稽查量能、落實審查有效三個工安管理面向。

二、工安智慧科技防災應用實務-防災藍圖

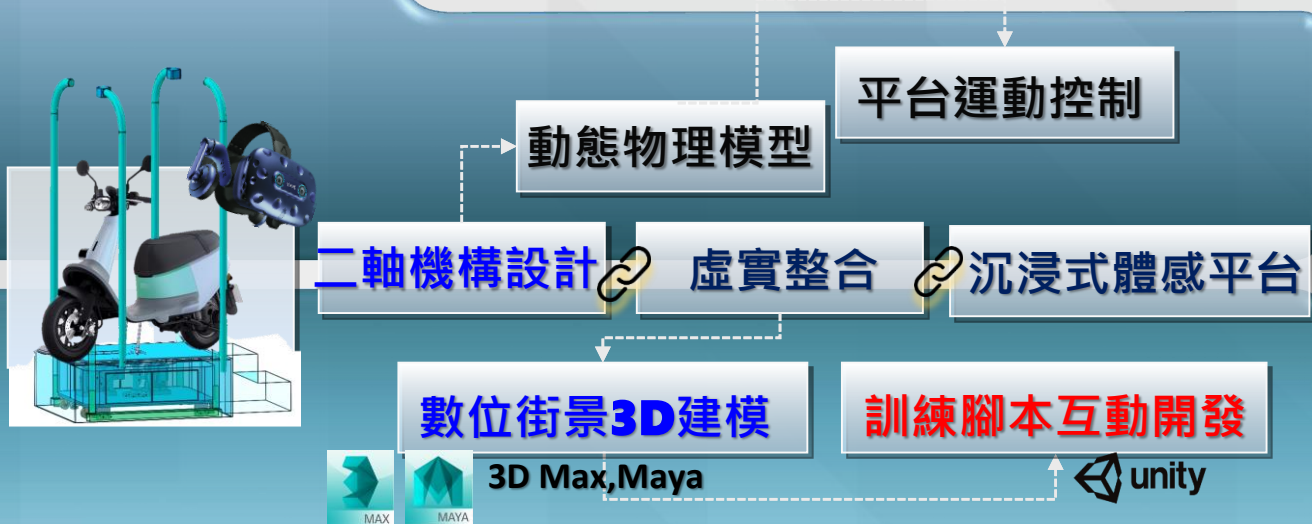


(一)智慧訓練-機車沉浸式防禦性駕駛 V R

■ 系統功能設計

透過**沉浸式訓練**，讓使用者建立**防禦性駕駛**的觀念。

中錫公司

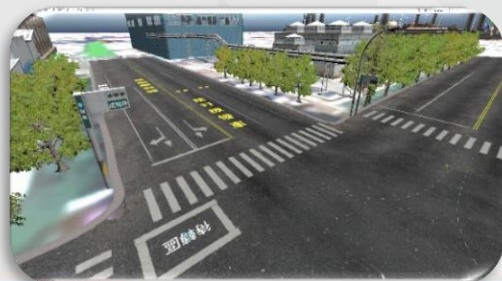
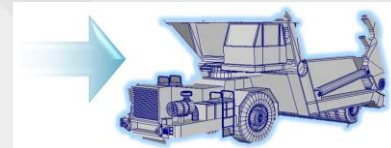
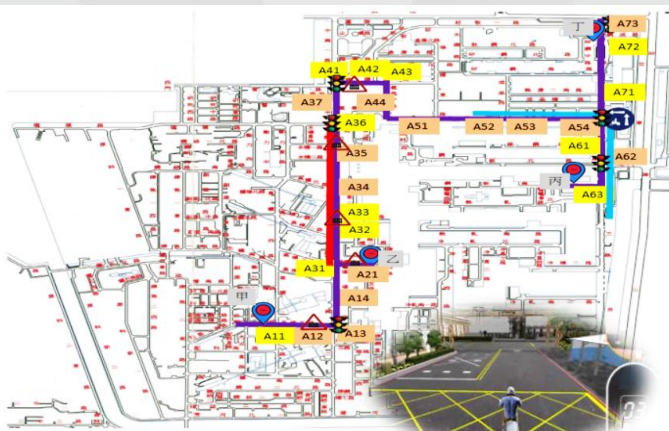


項目	方案
兩軸平台	訂購二軸平台
機車載具	與二軸平台一同訂製
控制單元	開發即時運動控制單元，擷取載具訊號控制二軸平台並串接虛實兩境
三維環景	以3D掃描儀建構中鋼廠內場景與車輛
眼球追蹤	VIVE Pro EYE眼動儀
互動技術	創建沉浸式環境與訓練腳本，並透過VR技術呈現

(一)智慧訓練-機車沉浸式防禦性駕駛 V R (續)

- 模擬真實，VR模擬中鋼廠區5km道路，內容包含標準學習、違規情境、歷史事故等3大類 共36項情境。
- 超越真實，控制情境發生時機，嚴重違規則體驗虛擬車禍。

事件	違規情境	位置	評分	備註
標準學習	基本狀況	全路段	-10	車速維持30km/hr以下，最高不可超過40km/hr
	1 車速高於40km/hr		-10	
	2 進入對向車道	中興路	-5	不蛇行或騎到對向車道
	3 並行		-10	一個車道不可汽車、機車併行
	4 超車	線材北路、自強路	END	
	5 機車誤壓槽化線、誤闖汽車道		END	
	無號誌路口	煉鋼橫一路	-5	停止線前時速降至20以下，過停止線才可至20km/hr以上
	6 機車行經路口未減速慢行		-5	
	7 機車行經路口未左右觀看確認安全			



(一)智慧訓練-機車沉浸式防禦性駕駛 V R (續)

■ 特殊劇情

- 1) 機關車通過，平交道啟動（不可闖越平交道）
- 2) 路面積水（需降低車速通過）
- 3) 聯結車之貨物翻覆（需與大型車輛保持安全距離）
- 4) 行人通行（禮讓行人優先通行）
- 5) 傾渣車由路口駛出（行經路口需確認左右來車）
- 6) 道路施工（遵守交管人員指揮通行）
- 7) U-Frame於道路上倒車以載運裝櫃，前後道路已放柵欄（不可闖越柵欄）
- 8) U-Frame轉彎，須注意大車內輪差（不進入內輪差範圍）



(一)智慧訓練-沉浸式防禦性駕駛 V R 訓練(續)

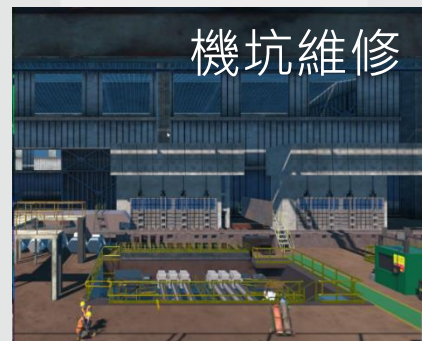
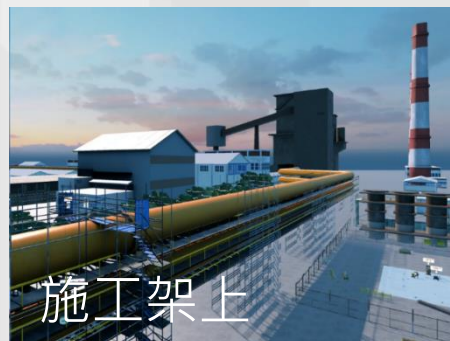
- 模擬3種天候(白天、雨天、黑夜)，創造一般、突發、歷史3種情境。
- 建立多個防暈眩機制，普及全員訓練。



(一)智慧訓練-多人沉浸式協作動火作業 V R

多人協作VR訓練

- 轄區人員確保場地安全
- 施工人員減少火花噴濺
- 監火人員在旁監視。
- 虛擬真實，模擬施工架上增設管線、加熱爐機坑維修、卸料槽耐磨板更換3種情境
動火工序
- 超越真實，於防火措施未落實則**觸發氣體洩漏、火災等**緊急應變事件



(一)智慧訓練-多人沉浸式協作動火作業V R (續)

火焰特效模擬

- 真實訓練中，難以真正引發火災讓使用者訓練
- 透過粒子引擎模擬煙氣，加入火焰材質渲染，模擬動火中火花與爆炸場景。
- 根據火花噴濺範圍調整火災引發機率
- 讓學員於安全環境中，**反覆體驗**動火訓練。

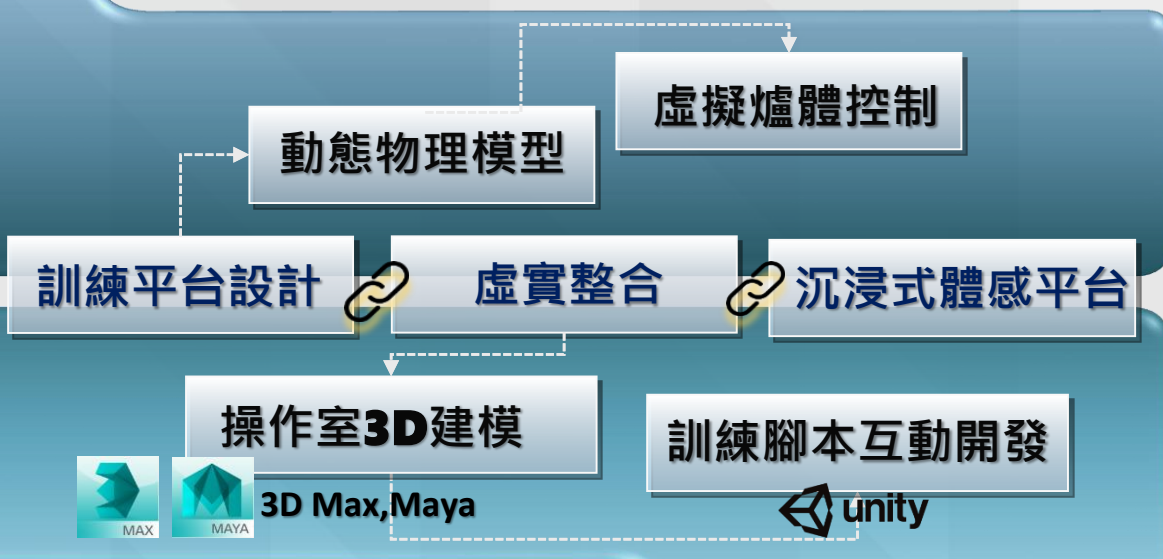


[illegible]

- 應用於施工架上增設管線、加熱爐機坑維修、卸料槽耐磨板更換，三個動火情境
- 每個情境各角色需執行工作項目，及預達到訓練目的。
- 設計自動跟拍並提供三個自由度，由導師操控畫面，與其他學員教學



(一)智慧訓練-轉爐出鋼操作VR訓練



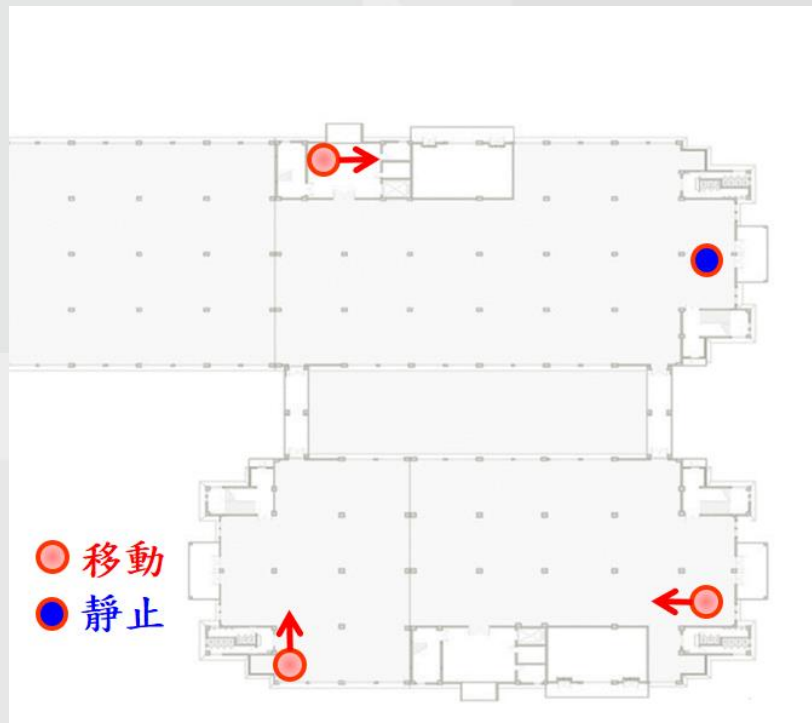
(一)智慧訓練-轉爐出鋼操作VR訓練(續)

- 讓操作人員在**安全環境**中反覆練習**正常**與**異常**出鋼程序
- 建立5種爐體穿鑿與爐體打滑，異常出鋼情境。
- 實際操作搖桿搭配VR眼鏡，詮釋新世代轉爐出鋼訓練

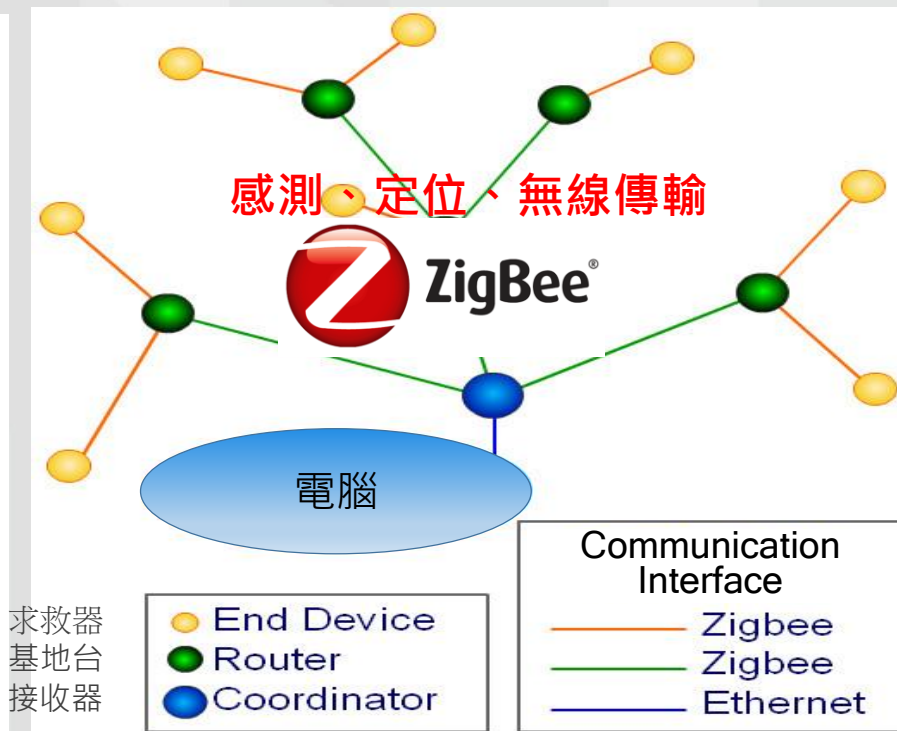


(二)智慧關懷-主動式安全關懷系統

發展緣由



- 單人巡檢與局限空間作業
- 人員位置與狀態無法掌握



主動偵測、異常警示
自動發報、定位救援
攜帶方便、超低功耗

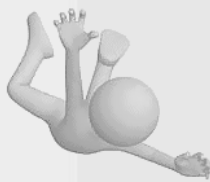
(二)智慧關懷-主動式安全關懷系統(續)

系統簡介

主動式人員關懷系統可以為工廠員工提供安全照護；當人員在現場工作或巡檢時出現身體不適或發生意外時，系統可以適時主動發送通知現場人員提供協助。



倒臥偵測



墜落偵測



緊急求救



人員定位

功能特性

- ◇ 無線應用於 2.45G 頻段 (同WiFi頻段)
- ◇ 可顯示多人定位與人員訊息

同時可支援定位50多人

- ◇ 定位精度在 3 ~ 5 公尺

經測試定位基地台的建置密度為 25m

- ◇ 系統建置快速、設定簡單

小型工廠的建置時間可少於1小時(不含電氣配線)

- ◇ 低成本且易於維護

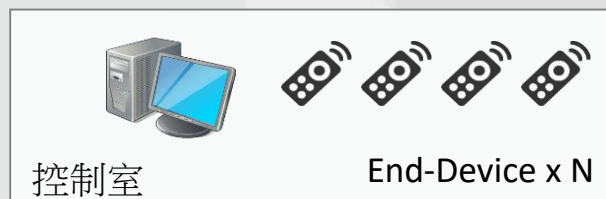
功能完整且系統建置成本低，易於維護

- ◇ 低功耗之可充電模組

另有低功耗充電式版本，可在無法供電的地方運行

(二)智慧關懷-主動式安全關懷系統(續)

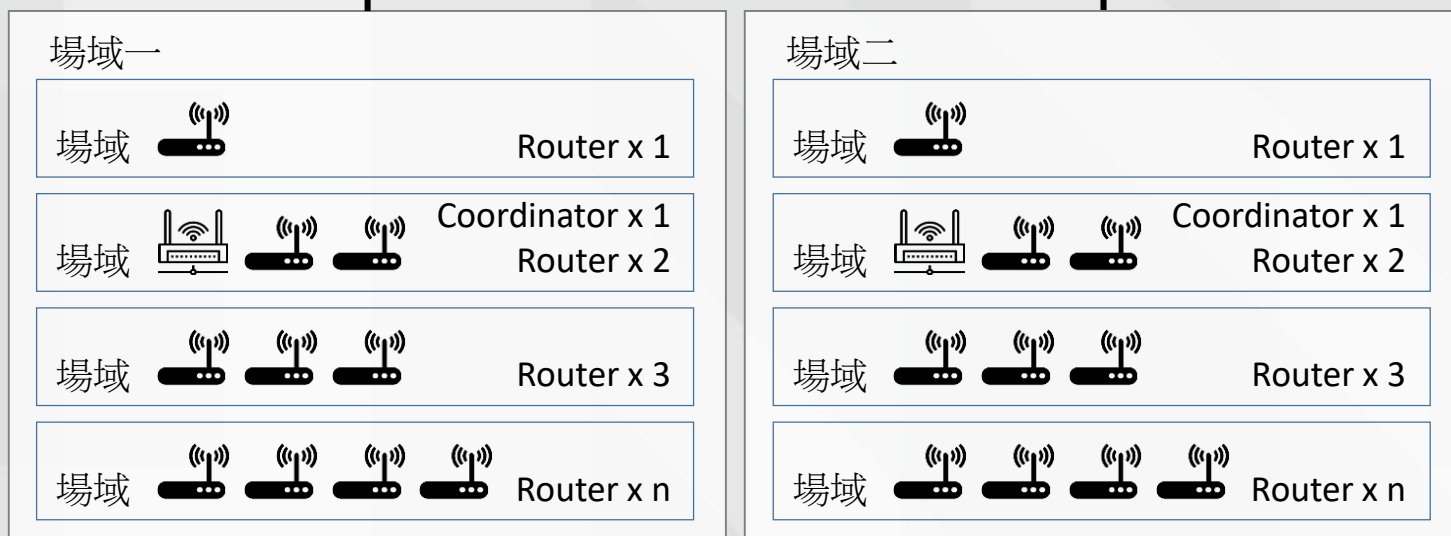
系統架構



求救器：主動送出定位訊號，由基地台接收

基地台：基地台接收到定位訊號後將轉送至定位接收器

接收器：統一收集定位數據傳送至人員關懷系統進行運算



Router：基地台

End-Device：求救器

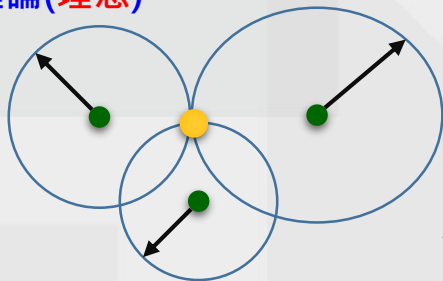
Coordinator：接收器

(二)智慧關懷-主動式安全關懷系統(續)

XY軸定位技術 (平面定位)

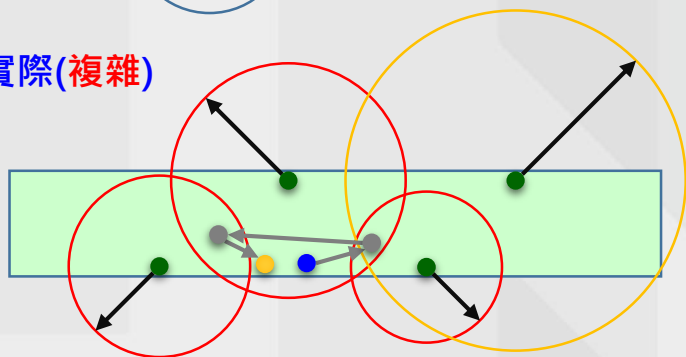
三角定位 ➡ 多點定位 + 權重補償 + 3 軸加速感測器

理論(理想)

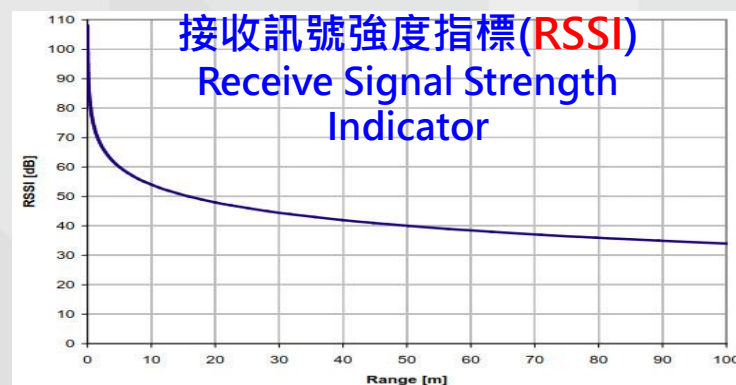


$$R(P_{rssi}) = \frac{\lambda}{4\pi} \sqrt{\frac{\tau P_{rssi} G_r G_t}{P_s}}$$

實際(複雜)



● 求救器
● 基地台/接收器



$$R_w(P_{rssi}) = W \times \frac{\lambda}{4\pi} \sqrt{\frac{\tau P_{rssi} G_r G_t}{P_s}}$$

權重補償係數： $W = \frac{P_{rssi.Max}}{P_{rssi}}$

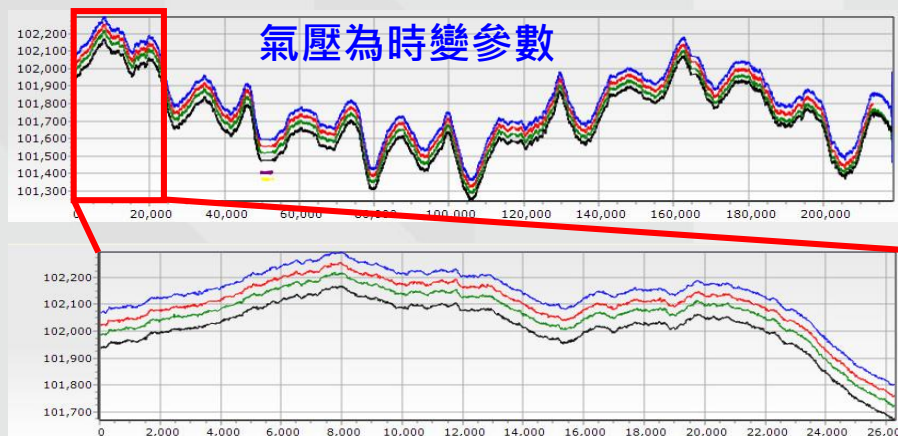
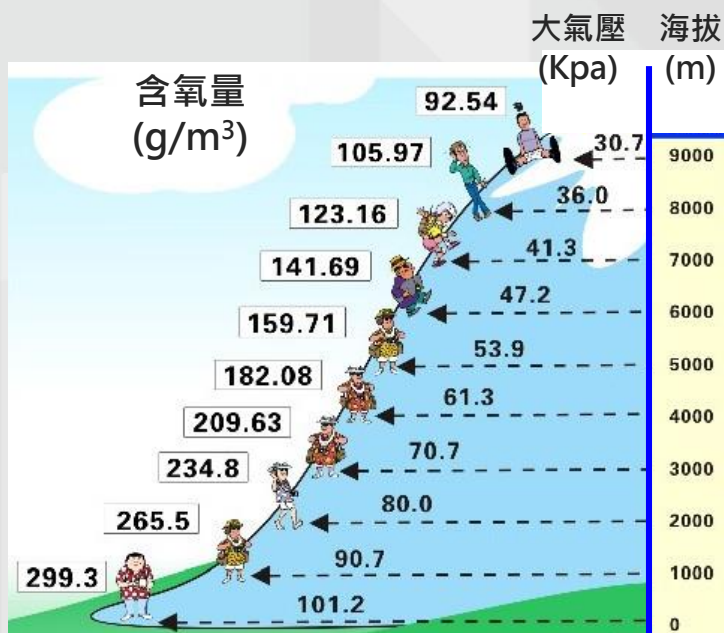
多點定位法
求解定位座標 ➡ **±(5.0~7.5)m**

專利：I637647「無線定位系統及方法」

(二)智慧關懷-主動式安全關懷系統(續)

Z軸定位技術 (垂直定位)

高度計 ➡ 相對氣壓比對法



- 10100 F4
- 10135 F3
- 10180 F2
- 10220 F1

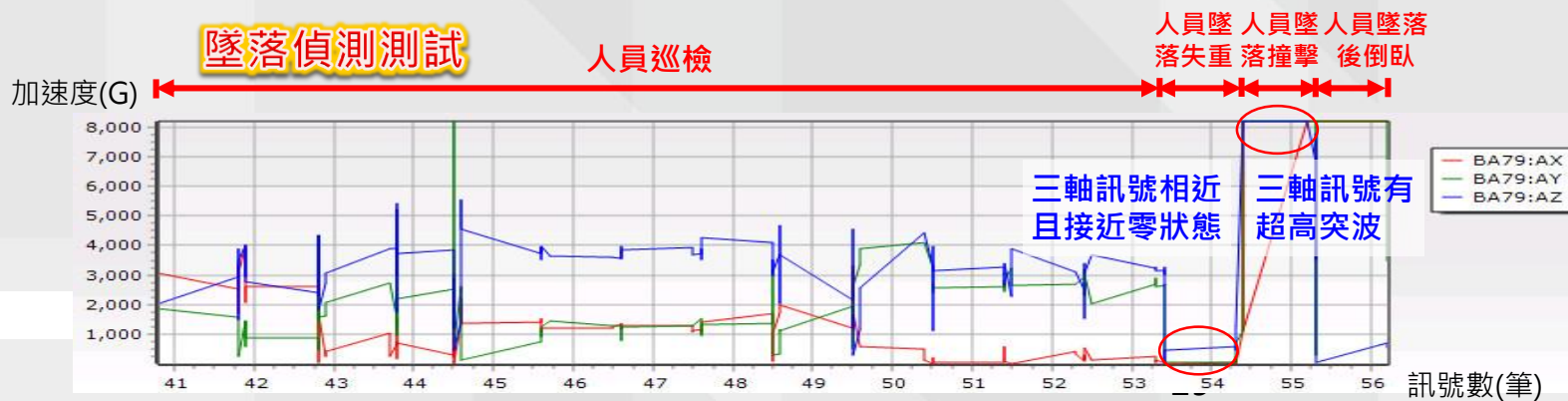
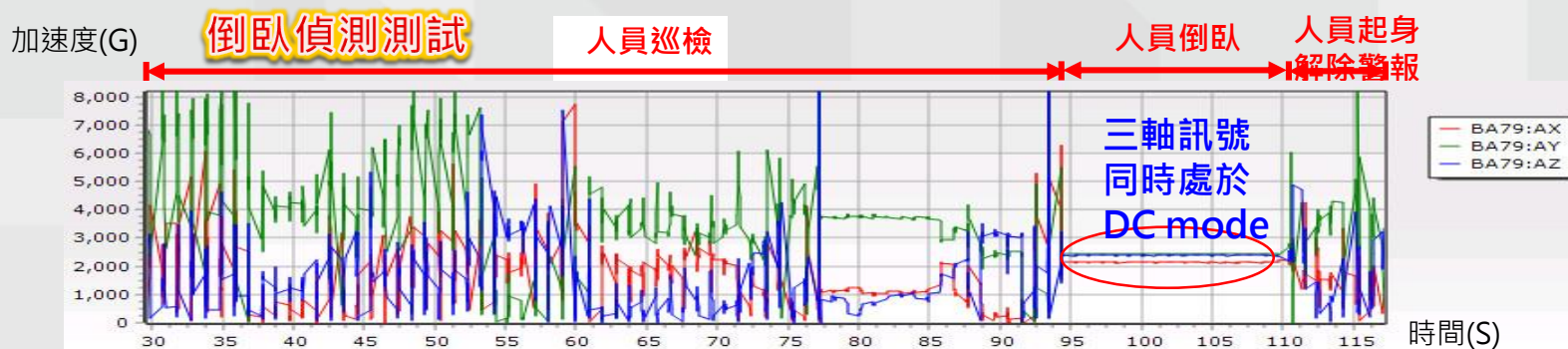
於每一求救器與基地台皆設置氣壓感測器相互比對
實現 Z-軸定位 (精度 < 1.0m)

專利: I645165 「高度定位系統及方法」

(二)智慧關懷-主動式安全關懷系統(續)

動態偵測技術

三軸感測器 ➡ 數據特性分析 ➡ 倒臥與墜落偵測



(二)智慧關懷-主動式安全關懷系統(續)

系統功能

功能：定位、求救、倒臥偵測、墜落偵測、E化管理

組件：求救器、基地台、接收器、電腦、應用程式



定位接收器
Coordinator



定位基地台
Router



定位求救器
End-Device



倒臥偵測



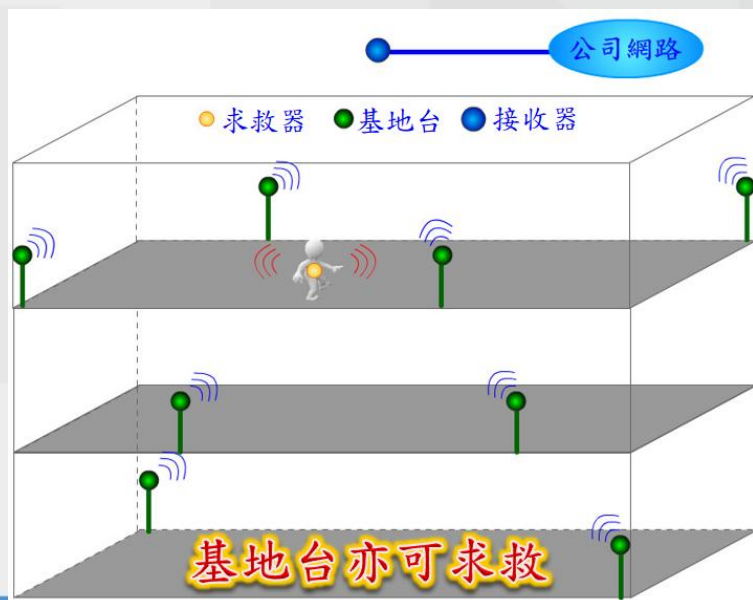
墜落偵測



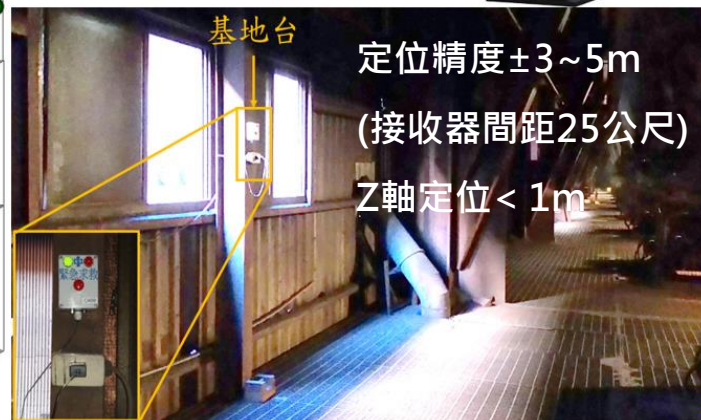
緊急求救



人員定位



系統主機



(二)智慧關懷-主動式安全關懷系統(續)

- 採圖形化介面設定地圖
- 可自由動態配置定位基地台
- 可依現場狀況調整定位模式

場域編號		儲存	離開	新增基地台	儲存後離開	下一個場域
場域名稱						
檔案路徑		Load				
定位模式	多點定位					
場域實際長度		cm				
場域實際寬度		cm				
系統畫面寬度		px				
系統畫面高度		px				
無線最短距離		cm				
無線最長距離		cm				
無線最小功率		dbm				
無線最大功率		dbm				

(二)智慧關懷-主動式安全關懷系統(續)

- 人員定位一目了然
- 可直接連結至地圖畫面檢視

User Positioning				
4403 Device: 4403 Battery: 3.78 Barometer: 20742 Temperature: 23.5 Loaction: 研磨 A 場 12 米 Positioning: (1892, 1344) Positioning Method: TwoPoint	DeviceId RSSI Barometer			
	EC8B	177	20742	
	ECF5	156	20742	
	EC9C	153	20742	
	ECB4	147	20742	
	D03F	144	20742	
4458 Device: 4458 Battery: 3.78 Barometer: 20745 Temperature: 23.7 Loaction: 研磨 A 場 12 米 Positioning: (1915, 2503) Positioning Method: NPoint	DeviceId RSSI Barometer			
	E461	186	20745	
	D031	186	20745	
	EA40	183	20745	
	EC8B	156	20745	
	EC9C	156	20745	
EA28 Device: EA28 Battery: 3.8 Barometer: 20743 Temperature: 23.6 Loaction: 研磨 A 場 12 米 Positioning: (1399, 2160) Positioning Method: NPoint				
嚴大和 (I27673) Device: 4439 Battery: 3.78 Barometer: 20742 Temperature: 23.7 Loaction: 研磨 A 場 12 米 Positioning: (1489, 2779) Positioning Method: NPoint	DeviceId RSSI Barometer			
	D031	201	20742	
	EC8B	168	20742	
	EA40	147	20744	
	E6A8	141	20742	
	EC9C	141	20742	
A681 Device: A681 Battery: 3.87 Barometer: 20745 Temperature: 23.6 Loaction: 研磨 A 場 12 米 Positioning: (991, 2715) Positioning Method: TwoPoint	DeviceId RSSI Barometer			
	D031	163	20745	
	E461	132	20745	
	EC8B	130	20745	
	EDDE	122	20745	
	ECF3	119	20745	
E94B Device: E94B Battery: 3.82 Barometer: 20739 Temperature: 23.7 Loaction: 研磨 A 場 12 米 Positioning: (1907, 1867) Positioning Method: NPoint				

(二)智慧關懷-主動式安全關懷系統(續)

高爐大修管內噴漿作業

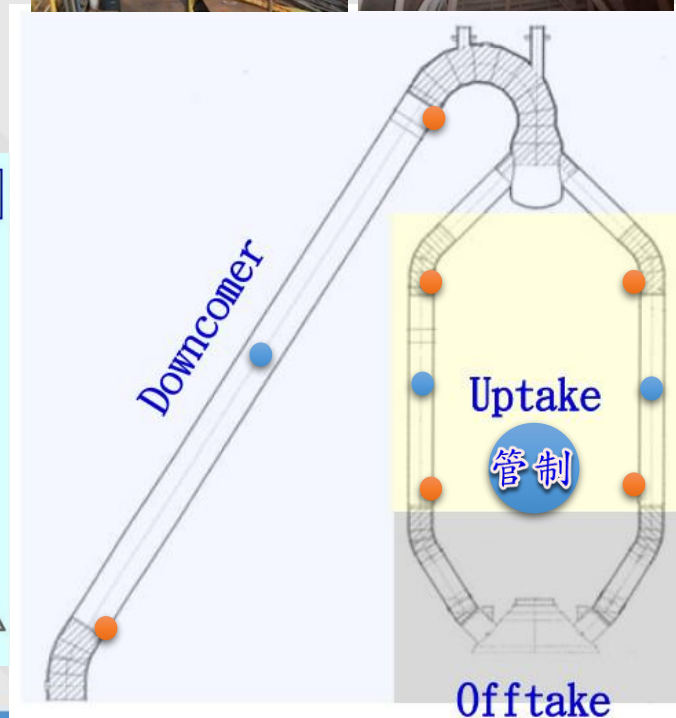
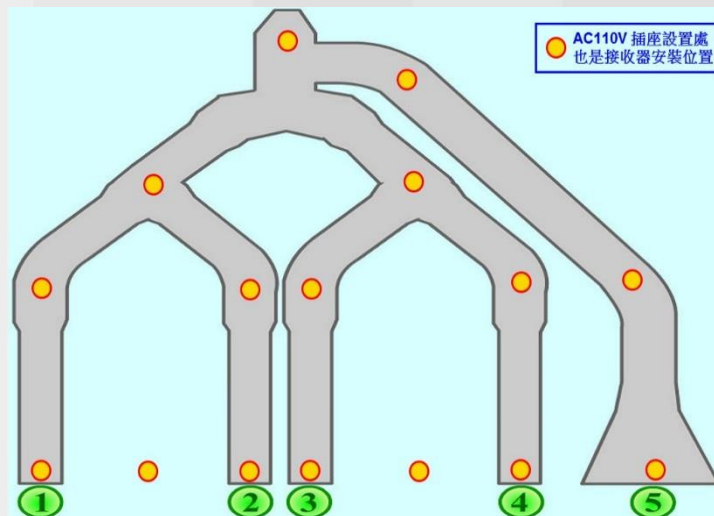
- 建置區域：Uptake & Downcomer
- 接收點：16個(1個接到3G網路)
- 攜帶裝置：10個
- 佈建時間：2小時內即可完成上線



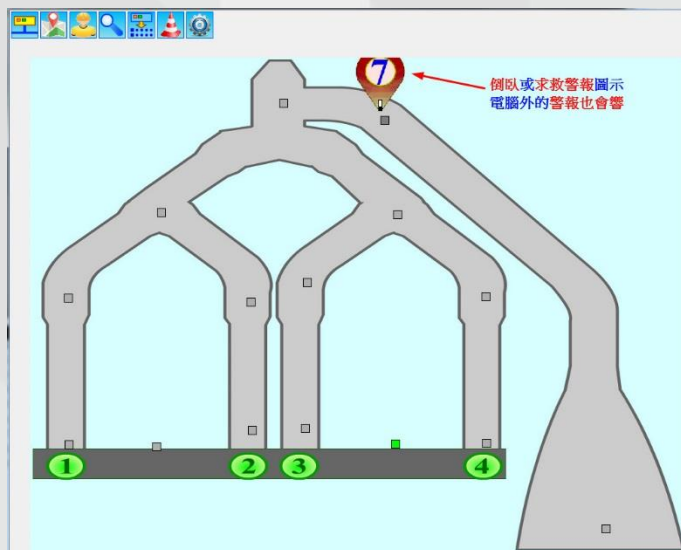
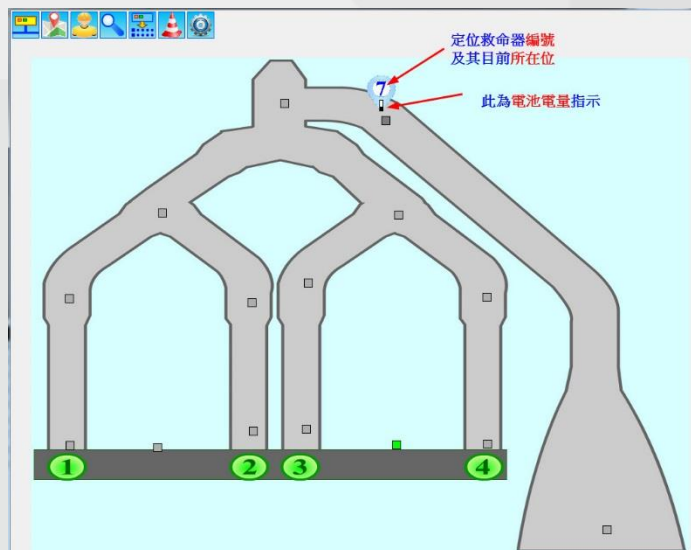
ZC/ZR



ZE



高爐大修管內噴漿作業

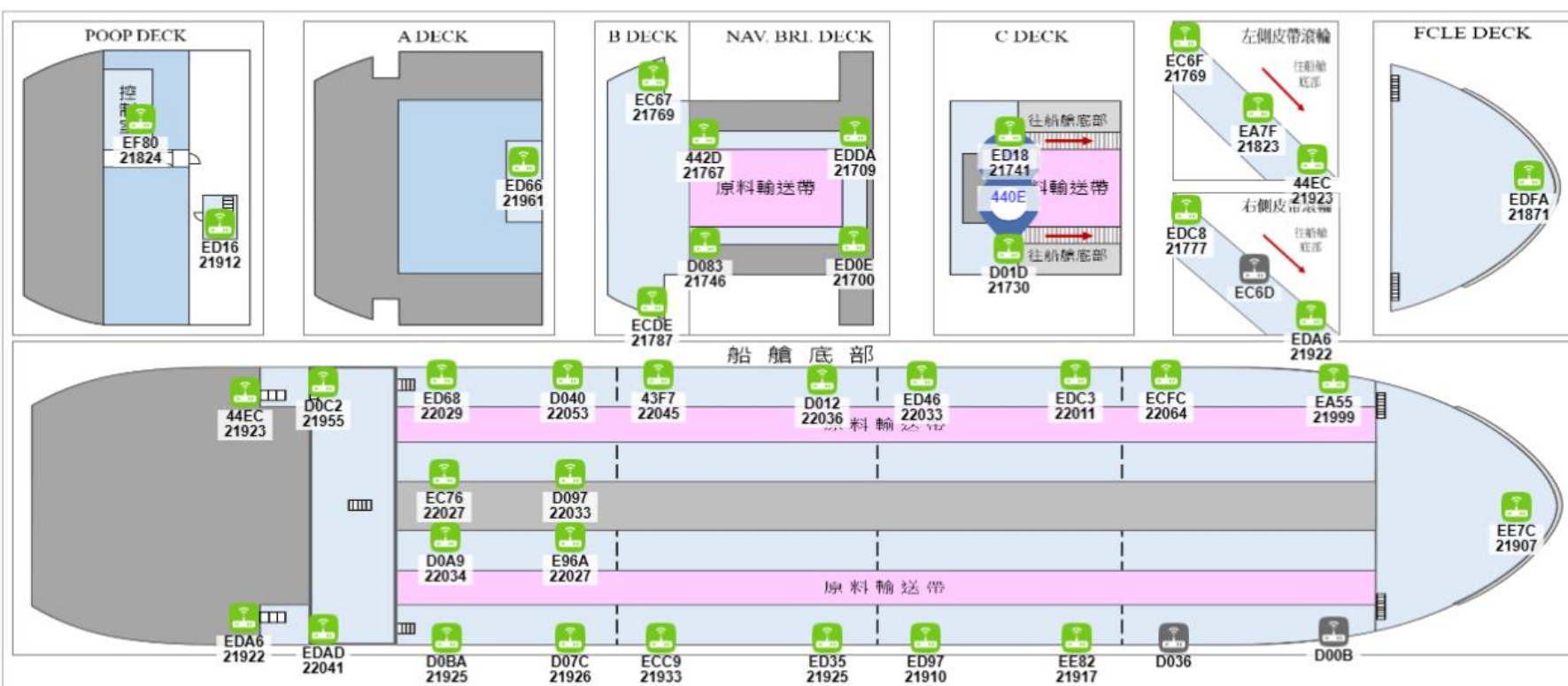


定位精度 $<\pm 1.0\text{m}$ (穩定)

物料運輸船空間：卸料設備巡檢作業之人員管控

場域全長約 152m 定位精度約 2m~3m

人員定位器 * 10 定位基地台 * 44 定位接收器 * 1



燒結冷礦場系統定位畫面



警報器



接收器



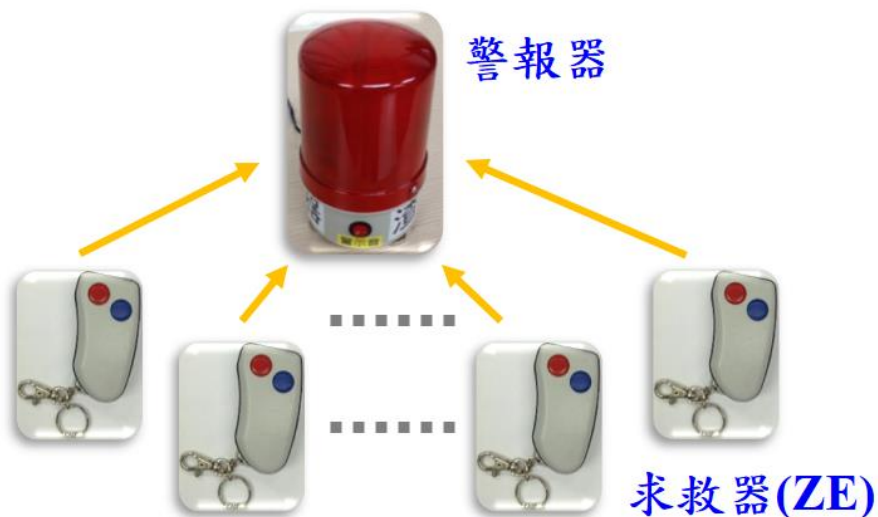
基地台



營造工地局限空間-地下筏基水箱工程之應用

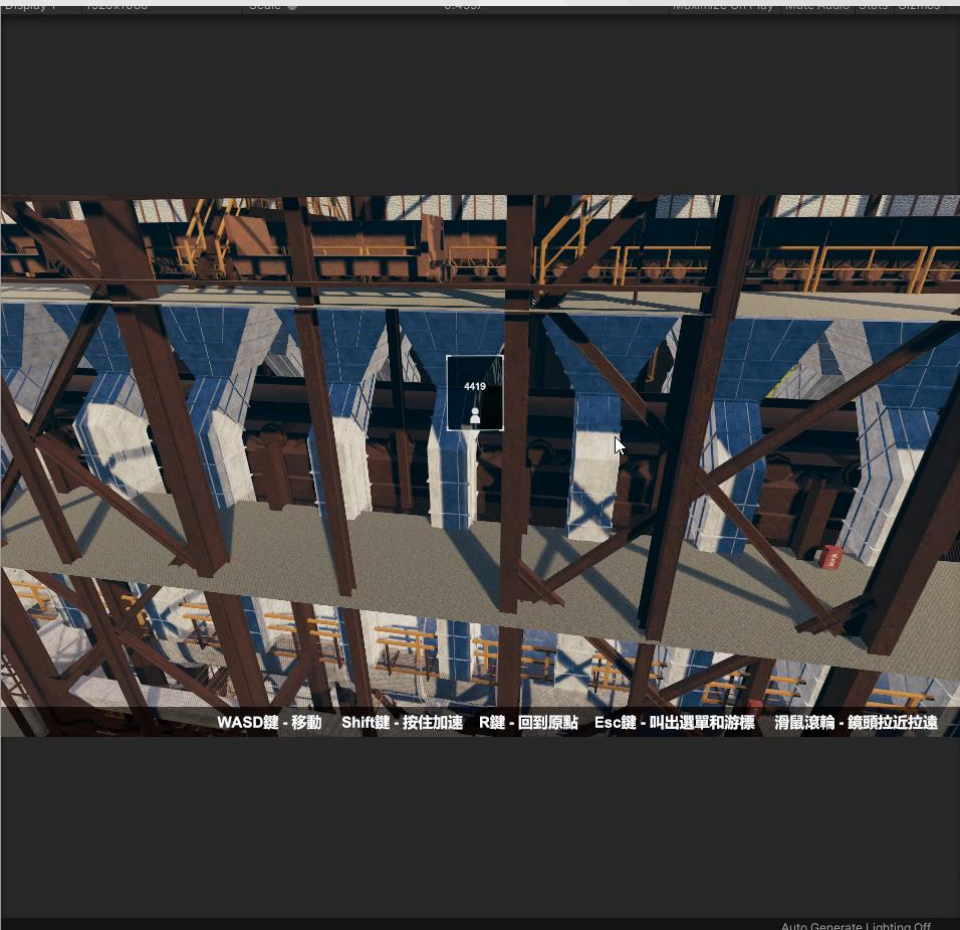


1-to-N
無需電腦、即裝即用



(二)智慧關懷-主動式安全關懷系統(續)

2D+3D定位視覺

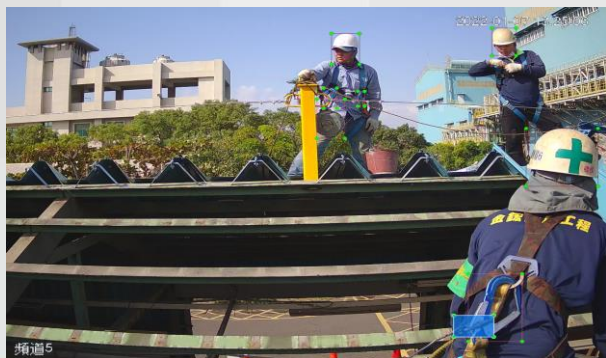
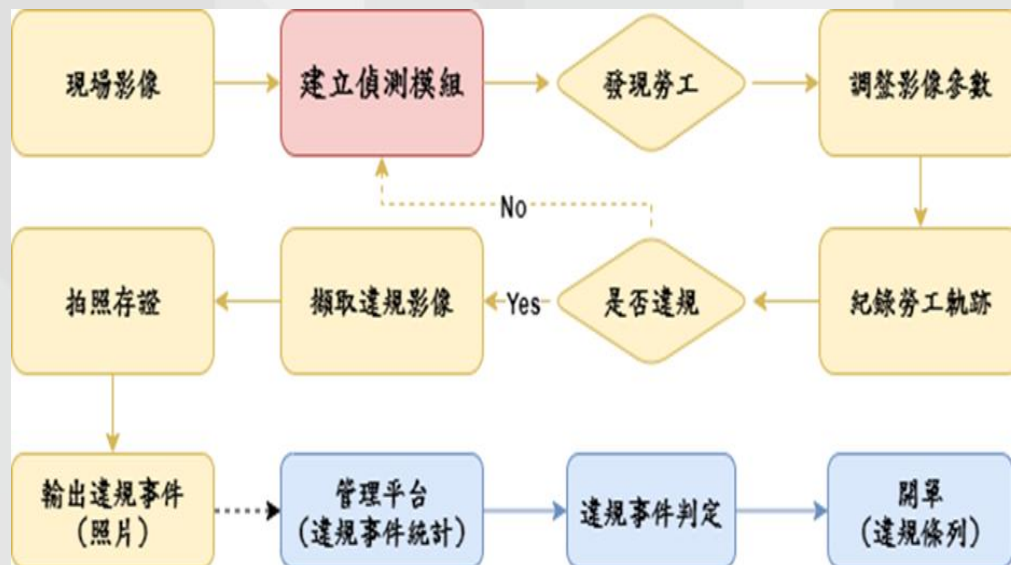


Copyright InfoChamp Systems Corporation, All rights reserved.

(三)智慧辨識-屋頂作業安全偵測

■系統並非用來取代屋頂作業主管及工安人員，而是輔助並提昇巡視監督強度。

■偵測標的：
人員是否佩帶安全帽、
人員是否穿戴背負式安全帶與扣上安全掛鉤

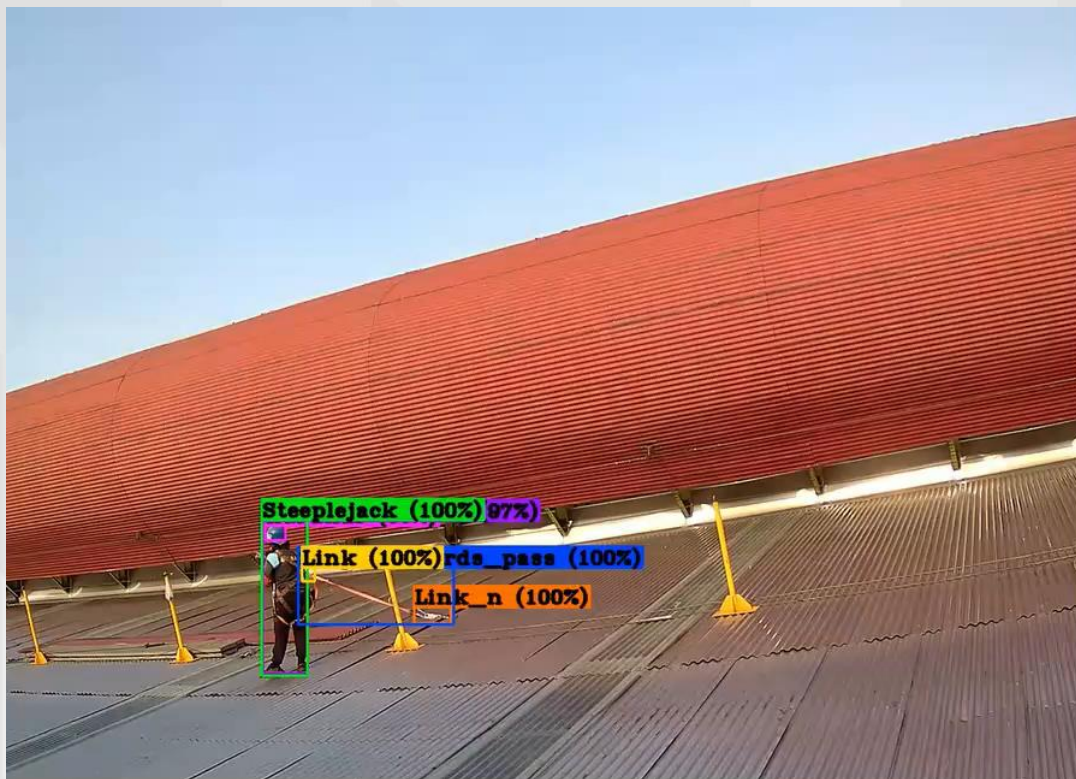


(三)智慧辨識-屋頂作業安全偵測(續)

違規截圖

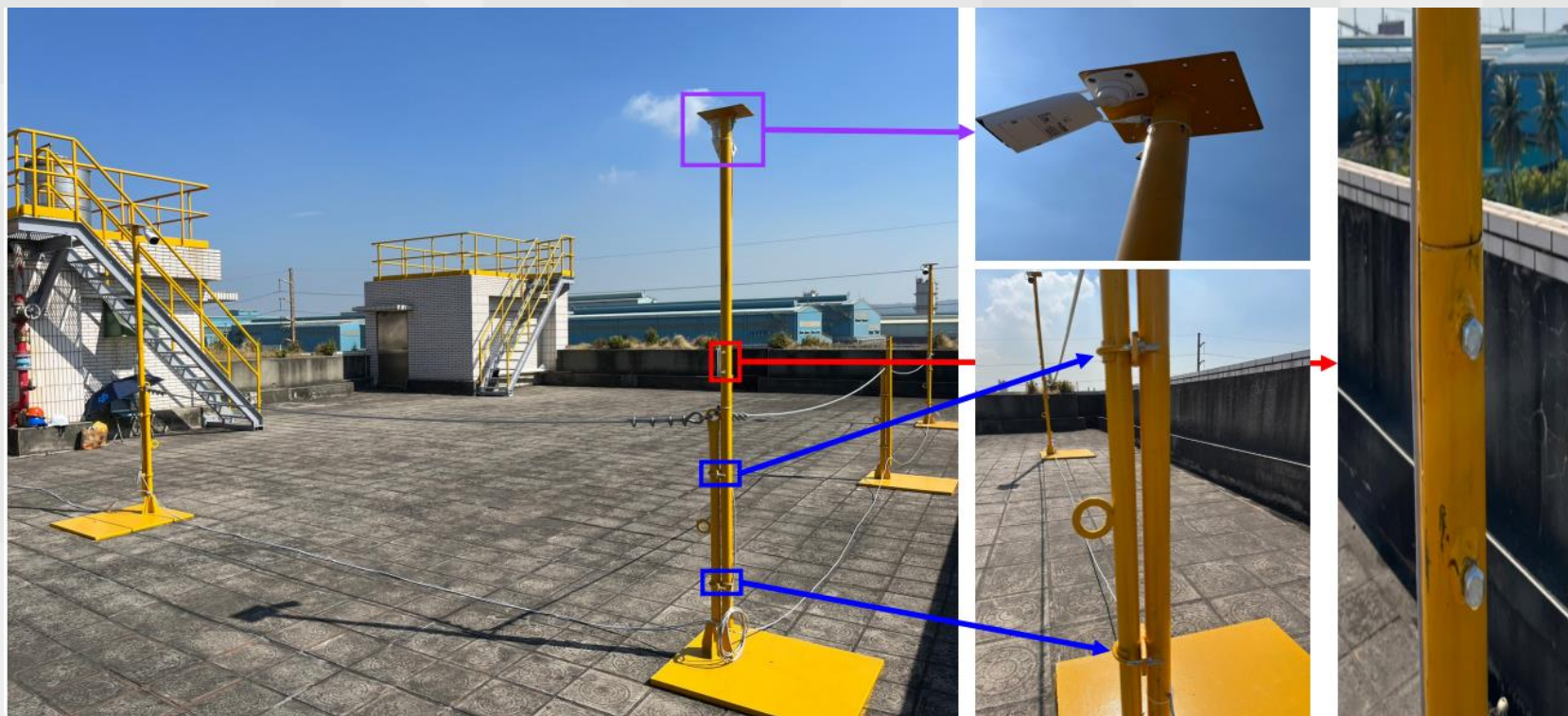


違規錄影回放



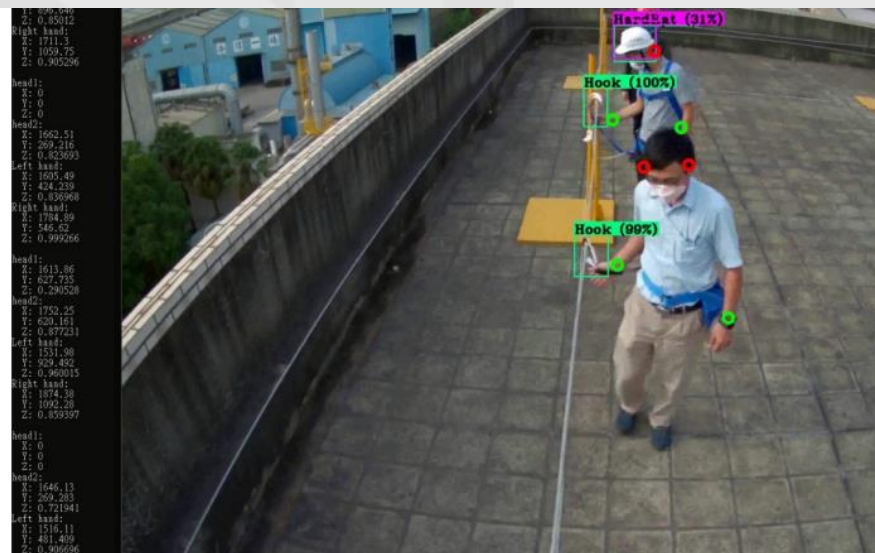
(三)智慧辨識-屋頂作業安全偵測(續)

- 透過延伸支架的設計，將攝影機架設高角度位置，可依據現場需求調整攝影機位置，達到最佳偵測範圍，降低偵測盲區的機率。



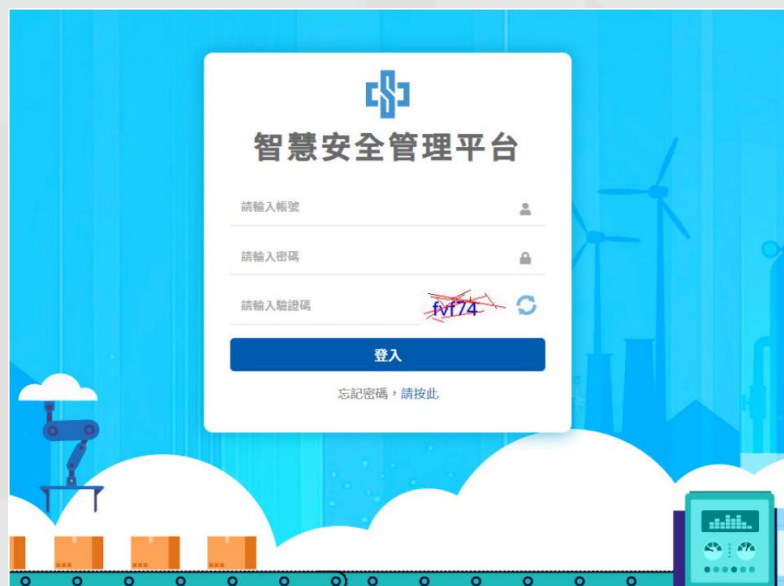
(三)智慧辨識-屋頂作業安全偵測(續)

- 透過影片或圖片搜尋人的手與頭的**骨幹特徵**與**防墜物件**，採用輪廓描邊找到目標物件，經由骨幹特徵與物件識別找到最佳匹配。
- 模擬人員施工者是否有戴安全帽及勾安全帶行為，1個月收集有效數據3萬筆，



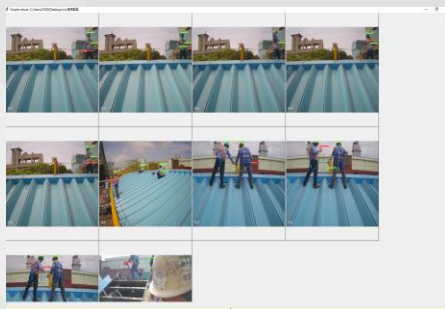
(三)智慧辨識-屋頂作業安全偵測(續)

■將違規案件(含照片)上傳至智慧管理平台，可供管理人員即時查驗



違規清單

序	違規單號	開始時間	結束時間	站點	違規類型	違規照片
1	C20221117_0002	2022-11-17 12:53:30	2022-11-17 12:53:31	體感大樓	未扣勾掛母索	檢視照片
2	C20221117_0001	2022-11-17 12:51:51	2022-11-17 12:51:52	體感大樓	未扣勾掛母索	檢視照片
3	C20221116_0010	2022-11-16 14:24:54	2022-11-16 14:24:59	體感大樓	未扣勾掛母索	檢視照片
4	C20221116_0009	2022-11-16 14:24:31	2022-11-16 14:24:36	體感大樓	未戴安全帽	檢視照片
5	C20221116_0008	2022-11-16 14:24:45	2022-11-16 14:24:56	體感大樓	未戴安全帽	檢視照片
6	C20221116_0007	2022-11-16 14:24:46	2022-11-16 14:24:57	體感大樓	未扣勾掛母索	檢視照片
7	C20221116_0006	2022-11-16 14:21:02	2022-11-16 14:21:17	體感大樓	未扣勾掛母索	檢視照片



(三)智慧辨識-作業車具主動安全防護系統

加料車主動式安全防護系統

- 特性：在爐頂軌道上南北向移動，為每個煉焦爐添加原料
- 問題：車體大易有視線死角，軌道空間常有人員和大型工具
- 需求：即時監控人員與大型工具的主動式安全防護系統



加料車

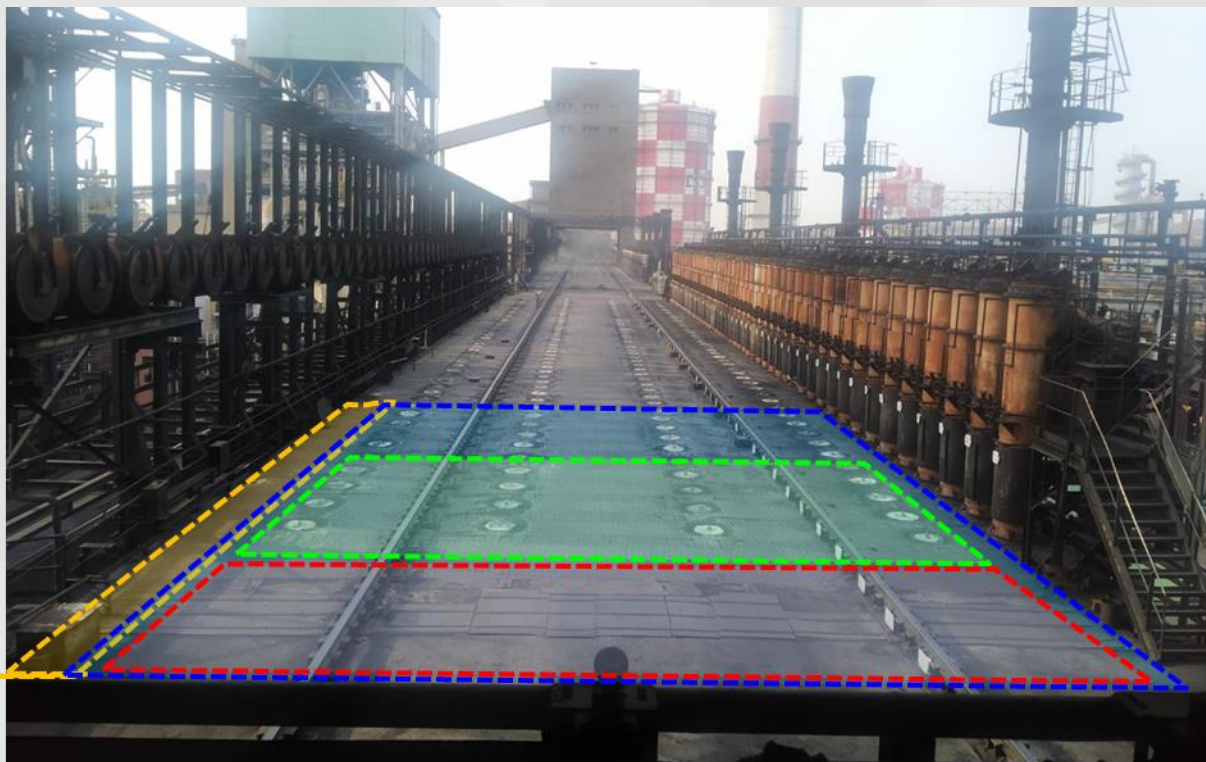


軌道空間

(三)智慧辨識-作業車具主動安全防護系統(續)

主動式安全防護範圍定義

- 光達感測系統→偵測人員和障礙物
- 影像辨識系統→偵測人員以及強化光達感測範圍



安全通道

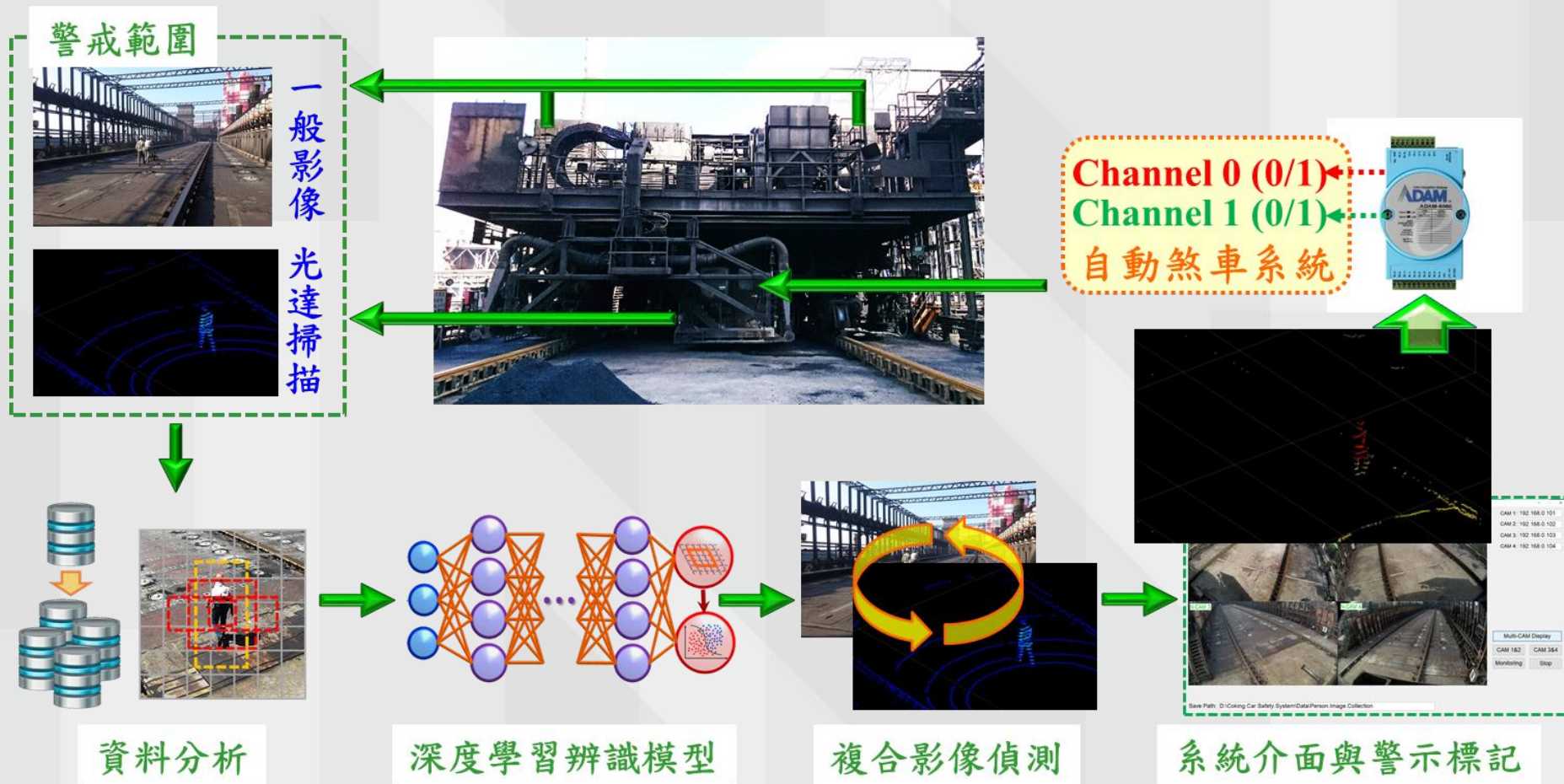
光達偵測範圍
(10米內→煞車)

光達偵測範圍
(10-20米→警示)

影像偵測範圍
(0-25米→警示)

(三)智慧辨識-作業車具主動安全防護系統(續)

加料車主動式安全防護系統概念圖



(三)智慧辨識-作業車具主動安全防護系統(續)

加料車主動式安全防護系統現場實測



警示訊號



煞車訊號

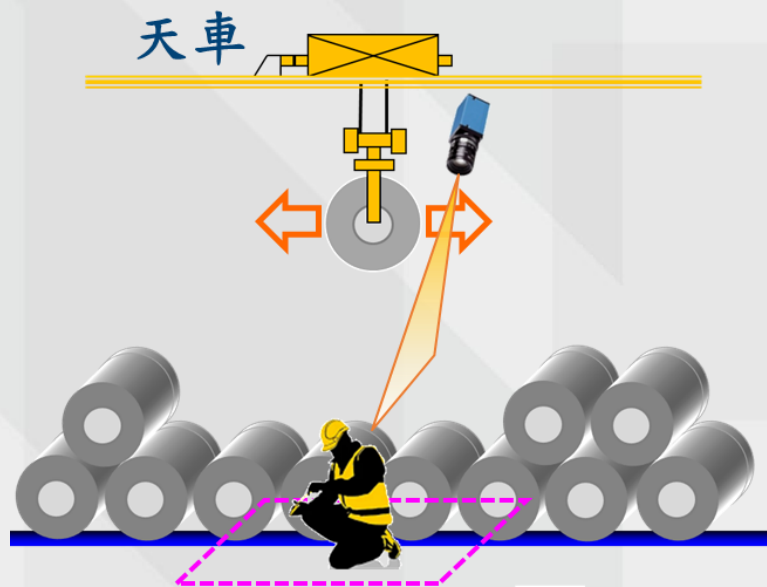
(三)智慧辨識-無人天車主動式安全防護系統

無人天車主動式安全防護系統

問題：幽靈鋼捲碰撞問題、人員闖入天車作業範圍

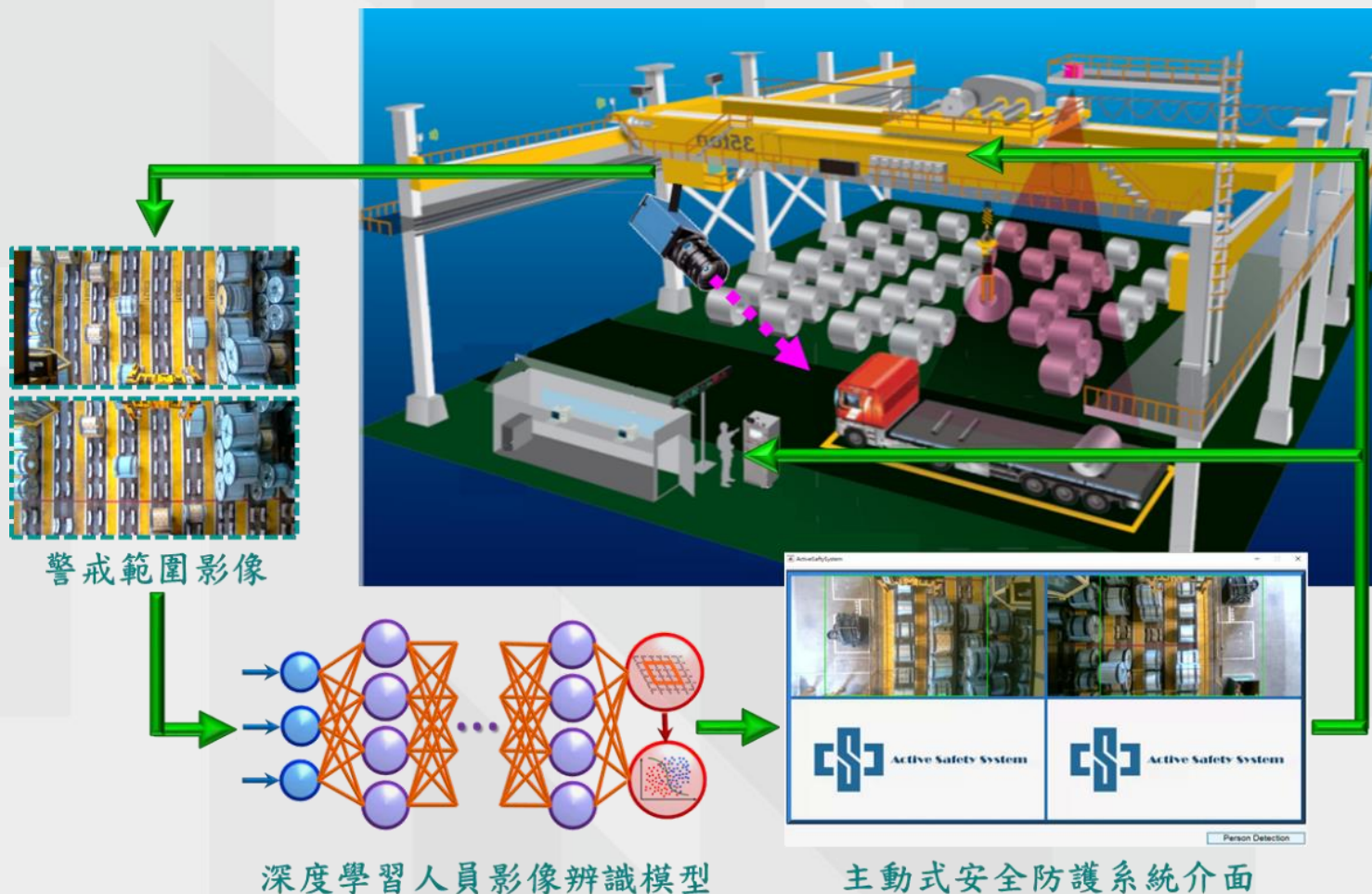
方法：電腦視覺、深度學習、IOT技術

需求：即時監控作業區內的人員與幽靈鋼捲



(三)智慧辨識-無人天車主動式安全防護系統(續)

無人天車主動式安全防護系統概念圖



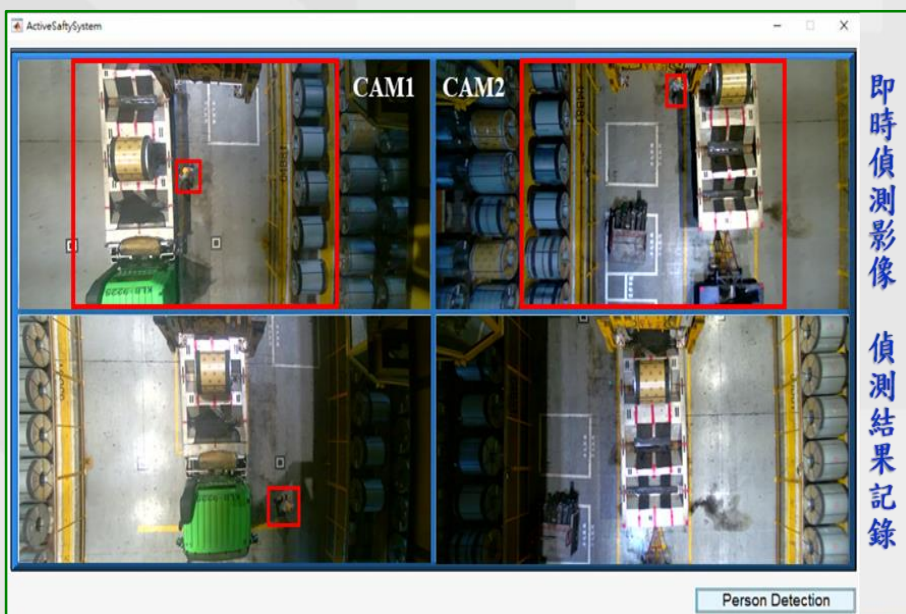
(三)智慧辨識-無人天車主動式安全防護系統(續)

無人天車主動式安全防護系統現場測試

- 監控範圍10米×10米
- 即時監控流程

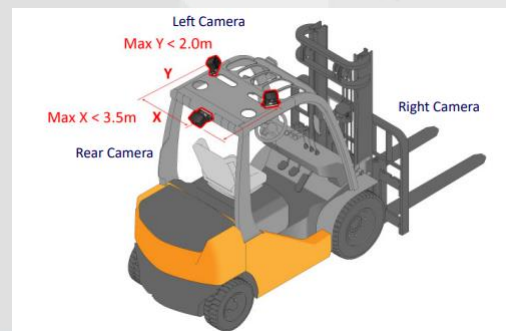
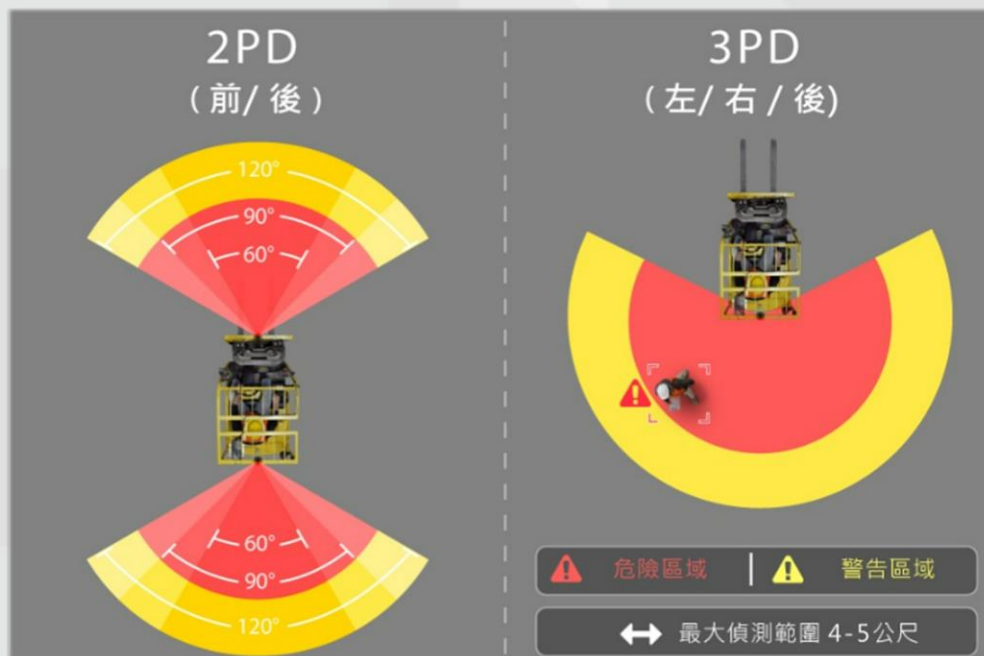
無人進入作業區→**綠框**，持續偵測

有人進入作業區→**紅框**標記位置、記錄並停止天車動作



(三)智慧辨識-堆高機安全警示

- 堆高機在運作中存在許多盲點，駕駛人員稍不注意即可能造成人員傷害。
- 堆高機安全警示系統擬解決駕駛視覺盲點、廠房狹小無法人車分隔的困難點。



(三)智慧辨識-堆高機安全警示(續)

- **系統選擇**：威盛 Mobile360 堆高機安全系統在偵測到行人距離車輛太近時，可向駕駛員發出音訊警報來預防行人事故。
- **測試場域選擇**：
 1. 堆高機在固定場域作業，但有人員或機具突入情形
 2. 需要人員配合堆高機作業
 3. 堆高機可能移動至不同作業區，需行駛或穿越廠區道路



(三)智慧辨識-大車盲點偵測系統

毫米波雷達mmGHz

- 毫米波雷達安裝車身二側，藉此偵測周遭是否有物體接近
- 偵測行人能力較弱，對機慢車偵測沒有問題。
- 偵測範圍可達30公尺，符合大部分聯結車、大貨車的使用情境。



影像AI辨識

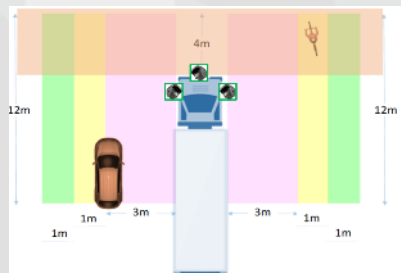
- 利用車身各側鏡頭影像AI辨識出周遭是否有用路人接近
- 可對人、機慢車、汽車單獨辨識，降低可能的誤警報頻率。
- 偵測距離20M、警示距離12M，符合大部分聯結車、大貨車的使用情境。



(三)智慧辨識-大車盲點偵測系統(續)



毫米波四雷達

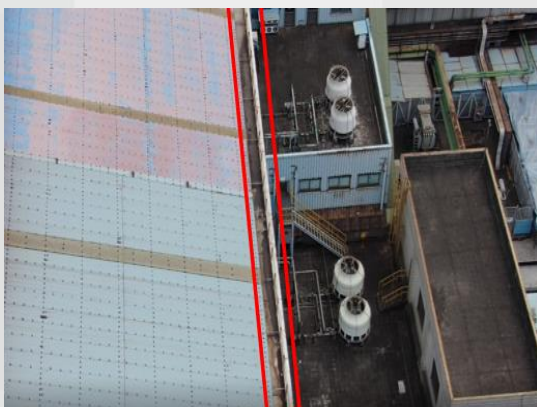
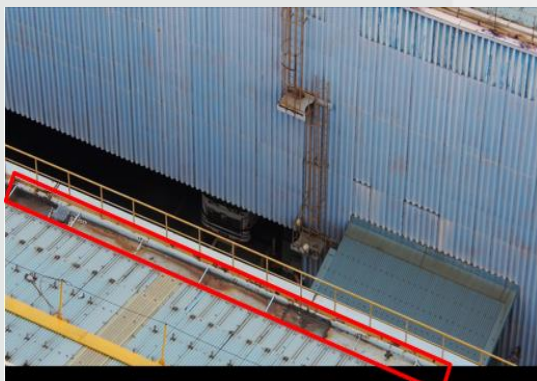
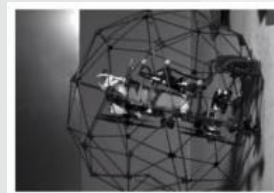


影像AI辨識



(三)偵測建模-無人載具運用

視覺調查-影像辨識/3D建模



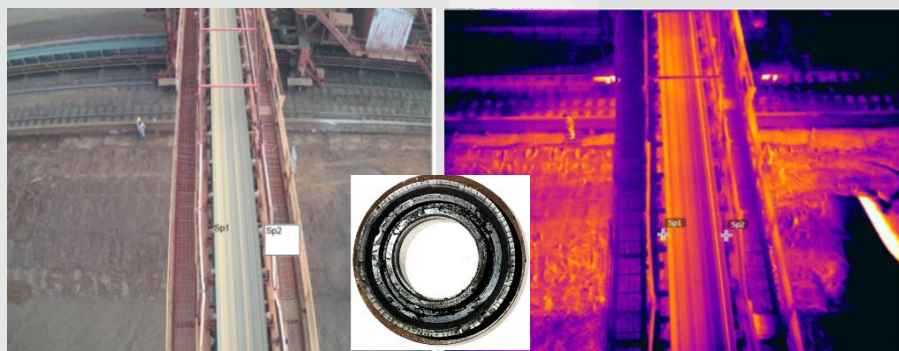
屋頂天溝巡檢飛行，避免人員需爬至屋頂進行巡檢。

無搭架下，執行爐內部巡檢，並可產生3D模型，作為爐磚改善設計參考。

高爐洗塵器內部噴嘴檢查，原為拆出檢查，現採用無人機飛行方式勘查。

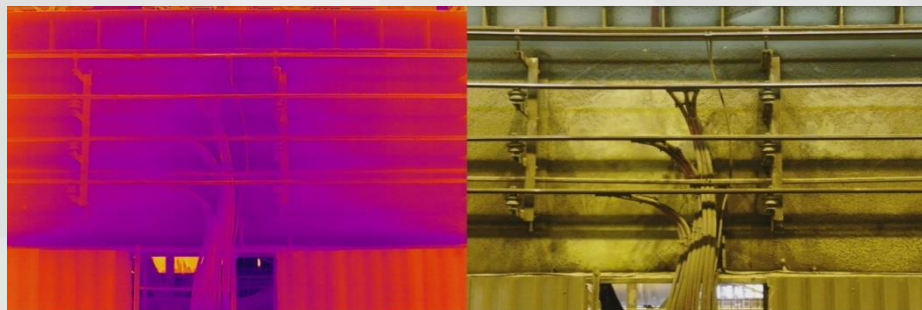
(三)巡檢偵測-無人載具運用(續)

視覺調查-熱影像辨識/



托輾軸承軸封劣化

輸送機Roller巡檢，發現溫度異常，確認該輾輪軸承異常。



檢查天車導電軌三相溫度、絕緣礙子溫度。

吸附式智能攀附車



儲槽除鏽油漆膜厚檢測

(三)智慧辨識-交通違規辨識系統

- 廠區增設路口行車動態智能影像辨識系統，道路行車動態運用固定式攝影機佐以科技執法。
- 影像識別鎖定**大型車輛**行進到停止線區塊時，開始偵測車輛是否有停止最少1秒(可設定)，如車輛未依規定停止再前進，系統立即發出警報音並由警報框點選後，自動帶出專用於監看錄影車牌的攝影機，以調閱判讀違規車輛車牌號碼。



(三)智慧辨識-交通違規辨識系統(續)

當警報發生時可點選警報紅框，直接帶出警報當時的畫面做回放，以利稽查單位做最後確認進行違規糾正與舉發



三、結 論

- 運用多元有感的訓練，提升人員工安認知能力。
- 藉由工安智慧辨識、偵測技術，輔助人員稽查盲點。
- 持續導入工安科技應用發展，打造智慧工安環境。

Thanks for Your Attention

