



110年度建築資訊整合應用躍升計畫

國內建築工程推廣應用 預鑄技術及獎勵機制研究

成果發表會

執行單位：國立中央大學

計畫主持人：楊智斌 教授

協同主持人：何明錦 院長

簡報大綱

01 計畫工作說明

02 計畫目前成果

03 結語

- ❖ 國內營建工程引進預鑄工法已有多年，惟早期技術尚未成熟，導致推廣不易，近來因營建市場變化，因此採用高品質、高效率之預鑄工法理念再次受到重視。
- ❖ 由於預鑄工法相較傳統工法在成本支出上較高，若要推動預鑄工法的使用，**預算編列的不合宜**，此一限制必須適當移除或調整，否則在成本考量下，業主與設計者幾乎**無納入應用預鑄工法的可能性**。
- ❖ 本計畫預計**研擬國內預鑄工法推動策略以及獎勵機制**，以利國內未來預鑄技術之發展能夠更加蓬勃，營建產業的技術水準提升更加快速。

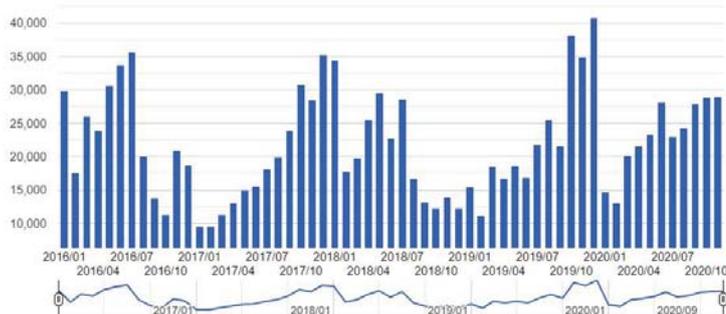
現況問題：

- 營建工程面臨缺工之現象
- 預鑄技術未普及推廣不易
- 缺乏可參考預鑄構造單價
-



- ❖ 依據經濟部統計處資料顯示，**國內的預鑄產品，近一兩年已有逐漸增加的趨勢**
- ❖ **是否能夠滿足日後政策推動下的市場需求？**

2016~2020 經濟部統計處統計資料



資料來源：

<https://dmz26.moea.gov.tw/GMWeb/investigate/InvestigateDA.aspx>

2016~2020 潤弘精密統計資料



資料來源：

<https://www.rtc.com.tw/technology/post/預鑄產能.13.html>

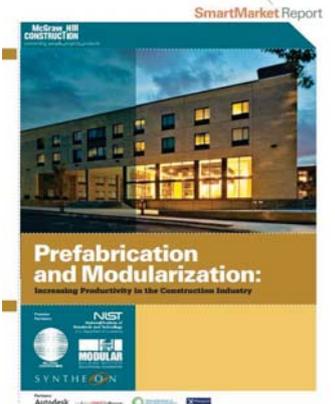
McGraw-Hill Construction, Smart Market Report

- ❖ McGraw-Hill Construction發行的 Smart Market Report, Prefabrication and Modularization: Increasing Productivity in the Construction Industry (2011)
- ❖ 使用**預製(Prefabrication)**與**模組化(Modularization)**施工的主要考量因素為**時間與成本的節省**，而非品質提升。
- ❖ 採用預鑄工法效益
 - ❖ 提高生產力
 - ❖ 改善專案時程
 - ❖ 降低成本及預算
 - ❖ 提高工地現場安全
 - ❖ 減少工地廢棄物
- ❖ 推動預製(Prefabrication)與模組化(Modularization)施工面臨的困境
 - 業主必須在施工前便已確立設計方案
 - 預鑄廠到施工現場的運輸考量
 - 有限的服務提供者
- ❖ 經統計，建築當中預製構件和模組化施工用於各領域中的比例
 - 高層建築(27%)、機械、電氣和管道(MEP)系統(21%)、外牆(20%)
- ❖ 經統計，會考慮是否使用預製構件和模組化施工的因素
 - 工地現場可施工性(58%)、建築物樓層數(53%)、建築物外觀(52%)

國內推動預鑄一樣可以期待的效益 人力短缺

國內面臨一樣的困境

國內推動應該重視的項次

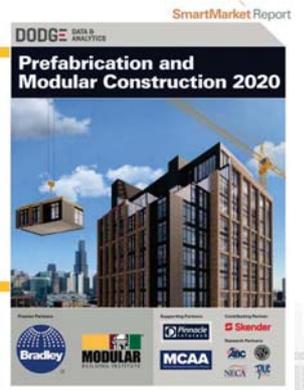


資料來源：McGraw-Hill, 2011, Construction Smart Market Report, Prefabrication and Modularization: Increasing Productivity in the Construction Industry.

Dodge Data & Analytics, Prefabrication and Modular Construction

- ❖ Dodge Data & Analytics發行的**預製(Prefabrication)**和**模組化(Modular)**調查報告(2020)
- ❖ 以**BIM**技術輔助執行**模組化施工(Modular Construction)**的趨勢
 - 目前使用BIM技術者，其執行的專案至少有四分之一以上專案朝**模組化施工(Modular Construction)**發展的比例，未來三年中將從現在的57%上升到77%
 - 未來三年內，幾乎所有(99%)的BIM使用者，都將朝**模組化施工邁進**
- ❖ 採用**BIM**技術執行**模組化施工(Modular Construction)**之原因
 - 改善進度績效(Improved Schedule Performance)(38%)
 - 改善協調(Improved Coordination) (47%)
 - 業主需求(Owner Demand) (36%)
 - 提升品質(Improved Quality) (35%)
 - 承包商需求(Contractor Demand) (26%)
 - 建築師或工程師需求(Architect or Engineer Demand) (22%)
 - 減少現場重工(Reduced Onsite Rework) (17%)
 - 改善成本效益(Improved Cost Performance) (17%)
- ❖ 未來三年強力鼓勵使用預製或模組化的好處有哪些
 - 改善專案進度績效(Improves Project Schedule Performance)(97%)
 - 降低營建成本(Decreases Construction Costs)(81%)
 - 提高專案品質(Improves Project Quality)(72%)
 - 協助解決勞動力短缺問題(Helps Deal With Skilled Labor Shortages)(61%)
 - 提升專案安全(Improves Project Safety)(39%)

國內迫切需要解決的問題



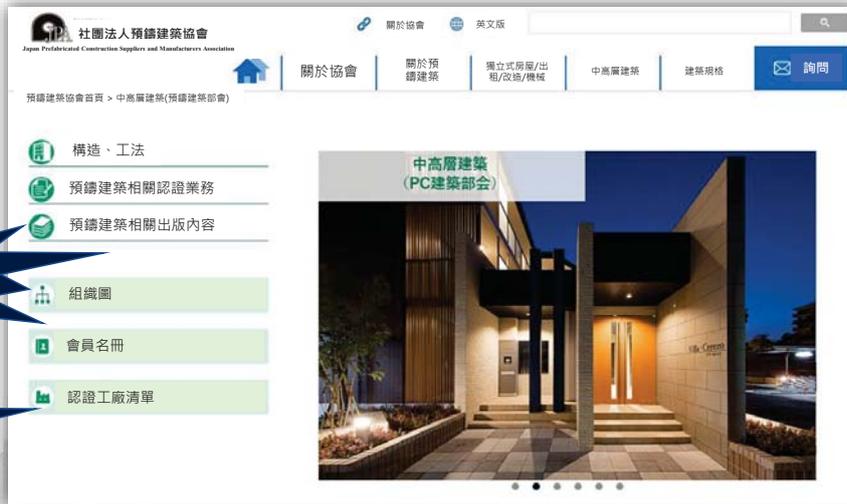
資料來源：Dodge Data & Analytics, 2019, Prefabrication and Modular Construction 2020.

02 目前成果-國內外文獻蒐集與分析

日本-社團法人預鑄建築協會

(Japan Prefabricated Construction Suppliers and Manufacturers Association) <https://www.purekyo.or.jp/bukai/jyutaku/prefab.html>

- ❖ 預鑄建築協會，對於能夠執行預鑄工法的**施工管理者、構件製造管理者、現場組裝管理(溶接管理)者**皆有**認證的制度**。
- ❖ 隨著日本「建築標準法」和「促進住宅品質保障法」實施，為**確保建築物等結構的安全性**，以及與生產和**施工有關的品質**，該協會亦進行**完成建築的審查**。



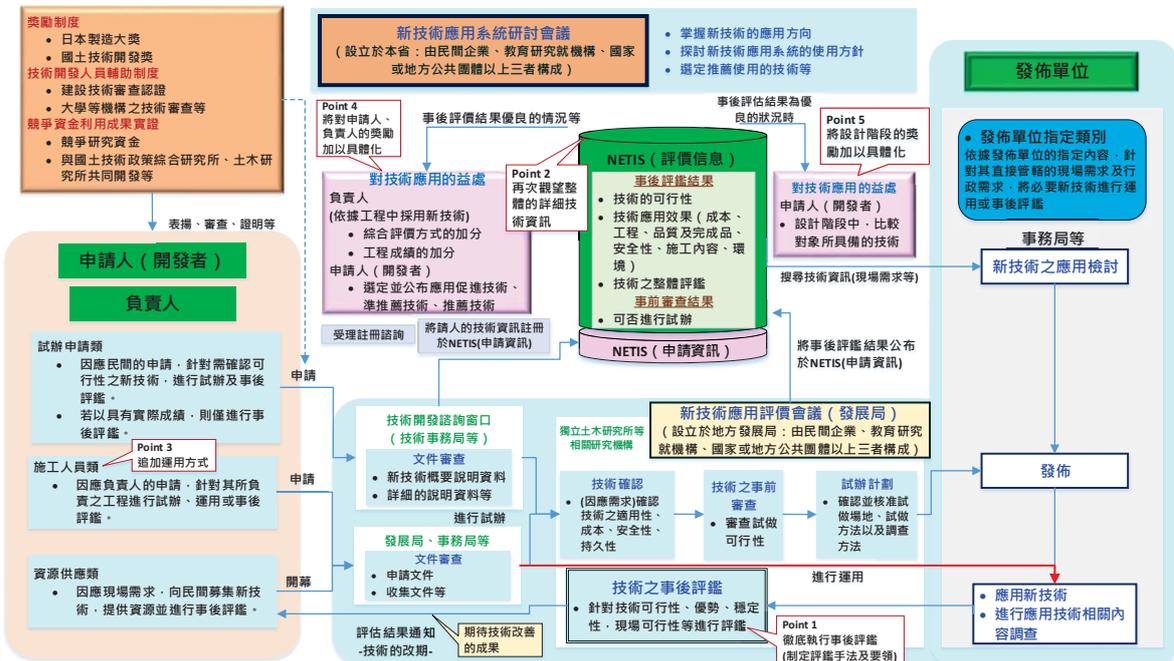
材料、結構設計、
施工、成品的認證

認證合格的
工廠

02 目前成果-國內外文獻蒐集與分析

日本-國土交通省 <https://www.mlit.go.jp/tec/gijutu/>

■ 日本對於新技術的推動方式



02 目前成果-國內外文獻蒐集與分析

▶ 中國大陸各省装配式建築(Prefabricated building)目標規劃及獎勵措施(3/3)

執行面向	條件	獎勵措施	實施省份
稅收優惠	實施範圍內的裝置率達到50%以上、裝配率達到70%以上的非政府投資項目	給予財政獎勵增值稅即增即退優惠措施	北京
	經認定為高新技術企業的装配式建築企業	減收15%的稅率企業所得稅	天津
	装配式建築企業開發新技術、新產品、新工藝發生的研究開發費用	在計算應納稅所得時加以扣除	天津
	節能環保材料預製装配式建築構件生產企業和鋼筋加工配送等建築產業化部品購件倉儲	依法減按15%稅率繳納企業所得稅	重慶
---	賦稅優惠	稅費優惠、增值稅即征即退優惠	天津、遼寧、河北、山西、吉林、內蒙古
面積獎勵	凡自願採用装配式建築並符合實施標準的	給予實施項目不超過3%之面積獎勵	北京
	---	實行建築面積獎勵	天津
	---	允許不超過規畫總面積的5%不計入成交地塊的容積率核算等	提供土地
經費補貼	建築裝配建築單體預製率應不低於45%或裝配率不低於65%	每平方公尺補貼100元人民幣	天津
	建築工業化方式建造的新建項目，達到一定裝配率比例	給予全額返還新型牆改基金、散水基金或專項資金獎勵	天津
	建築產業現代化房屋建築試點項目	每立方米混凝土構件補助350元	重慶
	---	一定比例的後補助金	內蒙古
其他	使用住宅公積金貸款購買已認定為裝配建築項目的商品住房	公積金貸款額度最高可上浮20%	評獎鼓勵
	優先保障装配式建築產業基地(園區)、装配式建築項目建設用地	優先推薦装配式建築參與評優評獎等	評獎鼓勵
	---	優先安排建設用地	遼寧、河北、山西

9

02 目前成果-問題分析

▶ 推動預鑄技術各利害關係人所面臨之問題

❖ 本團隊透過訪談，針對預鑄相關之利害關係人及工程階段進行問題解析，作為後續擬定策略之基礎。

階段	利害關係人	廠商端				
		業主端	規劃/設計廠商	施工廠商	監造廠商	預鑄專業廠
規劃	<ul style="list-style-type: none"> 業主對於預鑄需求 預鑄預算編列 缺乏預鑄相關知識 缺乏預鑄推動政策(相關誘因、獎勵措施及作為) 	<ul style="list-style-type: none"> 顧問公司或建築師事務所少有預鑄專案之經驗(規劃設計構想) 	<ul style="list-style-type: none"> 預鑄專案之經驗不足 預鑄技術成本高 預鑄技術門檻高 	<ul style="list-style-type: none"> 監造廠商少有預鑄監造之經驗 	<ul style="list-style-type: none"> 業務來源不穩定 預鑄專業協力廠商資源不足 	<ul style="list-style-type: none"> 需以OEM(代工)的方式進行 初期需投入較高成本 預鑄產品製造經驗不足
設計	<ul style="list-style-type: none"> 缺乏預鑄設計規範 缺乏對預鑄設計的認知 	<ul style="list-style-type: none"> 預鑄建築設計經驗有限 需與預鑄專業廠商進行設計溝通 	<ul style="list-style-type: none"> 缺乏預鑄設計(及BIM)整合人才 	<ul style="list-style-type: none"> 對於預鑄設計了解有限 	<ul style="list-style-type: none"> 缺乏預鑄設計(BIM)人才 缺乏預鑄標準圖說 缺乏預鑄設計規範 需與建築師進行設計之溝通 	<ul style="list-style-type: none"> 缺乏預鑄設計人才 缺乏預鑄標準圖說 缺乏預鑄設計規範 預鑄技術門檻較高
施工	<ul style="list-style-type: none"> 缺乏預鑄施工規範 缺乏對預鑄施工的認知 	<ul style="list-style-type: none"> 缺乏預鑄施工監造之經驗 相關規範不明確，監造工作不易 	<ul style="list-style-type: none"> 預鑄施工費用高 缺乏預鑄施工人才 	<ul style="list-style-type: none"> 缺乏預鑄施工監造之經驗 相關規範不明確，監造工作不易 	<ul style="list-style-type: none"> 缺乏預鑄產品製造人才 缺乏預鑄現場施工人才 原物料上漲，預鑄產品成本較高 	<ul style="list-style-type: none"> 缺乏預鑄產品製造及施工人才 預鑄廠缺乏生產空間 原物料上漲，預鑄產品成本較高

10



預鑄技術預算編列模式建議草案-方案比較

方案	內容概述	優點	缺點
既有作法	以少數案例進行單價計算	1. 實際案例具說服力 2. 融合於既有作法中，使用者熟悉使用方式	1. 非共同性編列項目 2. 類型受限 3. 案例少，持續更新不易
作法一	以少數案例進行單價計算，但價格不低於同類型之傳統RC單價	1. 實際案例具說服力 2. 反應預鑄較傳統RC市場價格高	1. 非共同性編列項目 2. 類型受限 3. 案例少，持續更新不易
優 作法二	以年度傳統RC單價為基礎，利用加成方式推估各類型參考單價	1. 與既有作法雷同 2. 適度反應市場價格 3. 轉換為共同性編列項目 4. 融合於既有作法中，使用者熟悉使用方式 5. 可每年更新價格資訊	1. 加成的比例不易反應類型間實際差異 2. 限制預鑄應用的類型
作法三	以廠商訪談方式進行各類別單價之推估	1. 完全反應市場價格 2. 可以提供多元類型	1. 僅為市場端的價格 2. 訪談產生價格說服力受限 3. 需定期再行訪談更新價格

此為推廣初期的作法，日後應該依據實際案例計算比例，進行參數調整或回歸正常作法



預鑄技術預算編列模式建議草案-後續強化作法

後續強化作法：於建築工程案預算編列與審議機制納入預鑄構造之費用，再搭配融入公共工程預算編列手冊

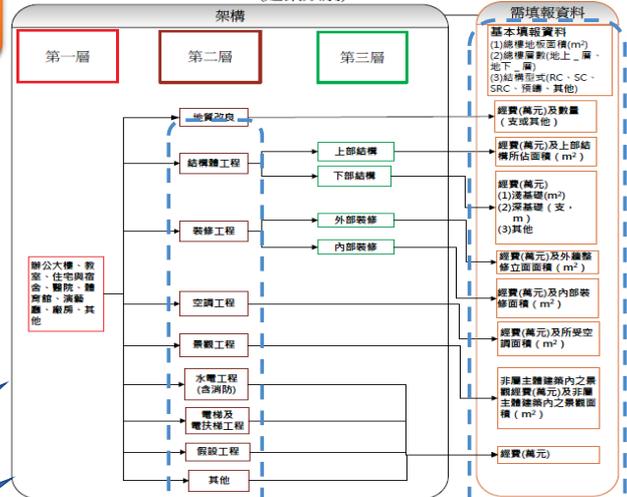
- ◆ 目前建築工程類別主要以工程會「基本設計階段主要工項造價編列之逐層架構及需填報資料」進行填報。
- ◆ 右圖之經費編列架構係用於基本設計階段，爰計劃階段參考「共同性費用編列標準」編列之外加項目，如智慧建築、綠建築、挑高、耐震係數等項目，於基本設計階段時，無須再單獨列項，而係併入各工程項目中。

本團隊後續將透過訪談，針對「基本設計階段」其在工項造價編列時所需填報之資訊中，如納入預鑄工法時，各個填報資料是否會有所不同？以利後續各建築預鑄工程進行預算編列時之參考。

初步了解，僅需於結構體工程費用中清楚說明係採預鑄工法，以及填入數字。

基本設計階段主要工項造價編列之逐層架構及需填報資料 (建築類別)

附表2



1. 工程生命週期自計畫開始至完工，可區分為新設計階段、預算編列階段、基本設計階段、細部設計階段、工程發包及執行階段、完工驗收階段。為利工程順利執行，所有費用均應於政府資源，各主辦機關於新設計階段應將工程之總經費及0%或1%對應提出與業主之核對帳單，並於預算編列、基本設計、細部設計、施工、監造到驗收各階段，均應依設定進度與經費執行。對應各主辦機關於提送基本設計審議時，除應依前開「逐層架構」編列各主要工程項目之單位造價外，相關之建造標準，亦應符合新設計階段與預算編列階段所設定之建造標準；此節，已明訂於「各機關單位預算執行要點」第16條第2項前段，亦應為各編報審議機關之審議重點。

2. 各項目皆有社之單位可供機關填列補充說明。

3. 本經費編列架構係用於基本設計階段，並計畫階段參考「共同性費用編列標準」編列之外加項目，如智慧建築、綠建築、挑高、耐震係數等項目，於基本設計階段時，無須再單獨列項，而係併入各工程項目經費中。

4. 有聯合專項之「其他」項目，機關應列該項目之經費，以利各項目加總後可等總經費，另就架構內未列為主要工項者，可納入「其他」項目，並說明各項經費及內容。

5. 於「需填報資料」之「基本填報資料」為必填。

建築工程相關標章制度之獎勵措施分析



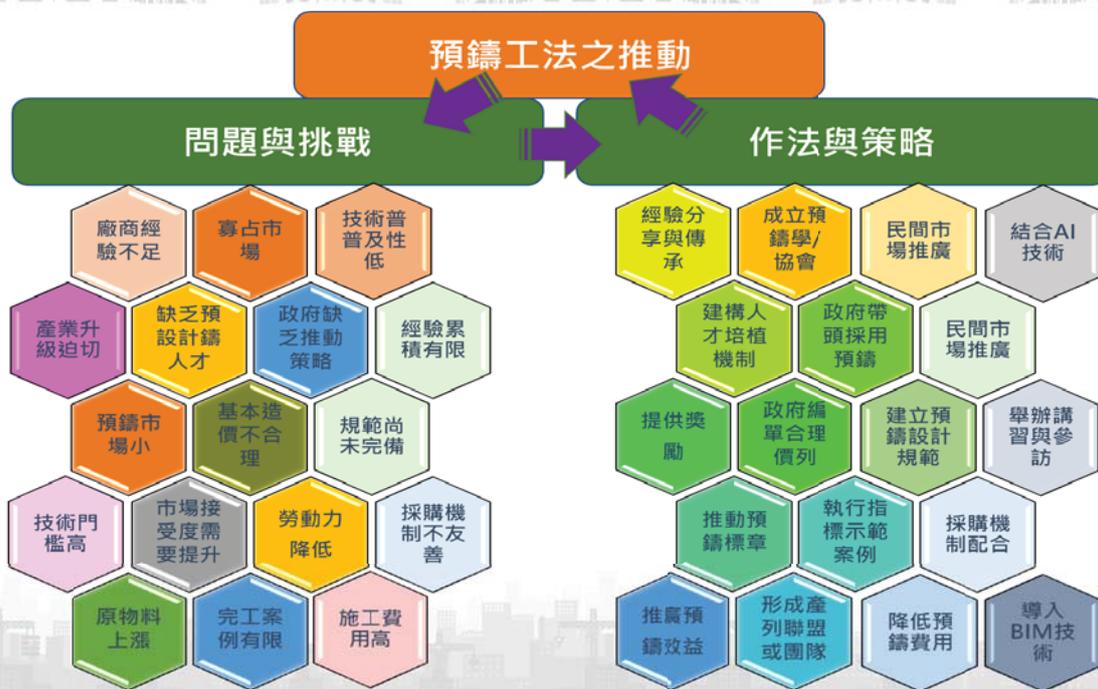
國內有關建築工程標章制度之獎勵措施分析

■ 本計畫係針對「都市更新」、「危老重建」、「綠建築標章」、「智慧建築標章」及「耐震標章」之獎勵/補助措施進行分析。

分析項目	都市更新	危老重建	綠建築標章	智慧建築標章	耐震標章
主辦單位	<ul style="list-style-type: none"> 公辦都更：中央、地方政府 民辦都更：建商 自辦都更：土地及合法建築物所有權人 	內政部(營建署)	內政部(建築研究所)	內政部(建築研究所)	內政部(營建署)
受理申請/審查單位	<ul style="list-style-type: none"> 中央為內政部 直轄市為直轄市政府 縣(市)為縣(市)政府 	建管處建照科等單位提出申請	財團法人台灣建築中心	財團法人台灣建築中心	財團法人台灣建築中心及其他內政部認可之相關公、學、協會等單位
獎勵辦法	<ul style="list-style-type: none"> 都更容積獎勵 都更稅賦減免 	<ul style="list-style-type: none"> 建築容積獎勵 放宽建蔽率及高度限制 稅賦優惠 	取得候選綠建築證書，給予獎勵容積	取得候選智慧建築證書，給予獎勵容積	採建築物耐震設計者，依規定給予獎勵容積
補助辦法	<ul style="list-style-type: none"> 以重建方式實施者 以整建或維護方式實施者 	<ul style="list-style-type: none"> 初步評估費用補助 詳細評估費用補助 審查機構審查費用 重建計畫費用補助 結構補強費用補助 	「加強綠建築推動計畫」經費補助及管考執行要點	公有建築物為全額補助，民間建築物則是以該建築物改善工程經費中，與「智慧化改善內容相關之系統設備」之百分之四十五及新臺幣三百萬元，最低不得低於新臺幣五十萬元為限	---
採用預鑄工法之案例	北市萬華華江段社會住宅統包工程	---	沙崙智慧綠能循環住宅園區-預鑄樓板、外牆	台積電14廠P5辦公大樓	臺灣科技大學「研揚大樓案

- 直接性：都市更新建築容積獎勵辦法：考量預鑄或模組化工法或營建自動化工法，給予容積獎勵。
- 間接性：利用預鑄工法，達成或提升取得上述已有容積獎勵規定之政策與標章。

預鑄工法之推動所面臨問題與挑戰&作法與策略

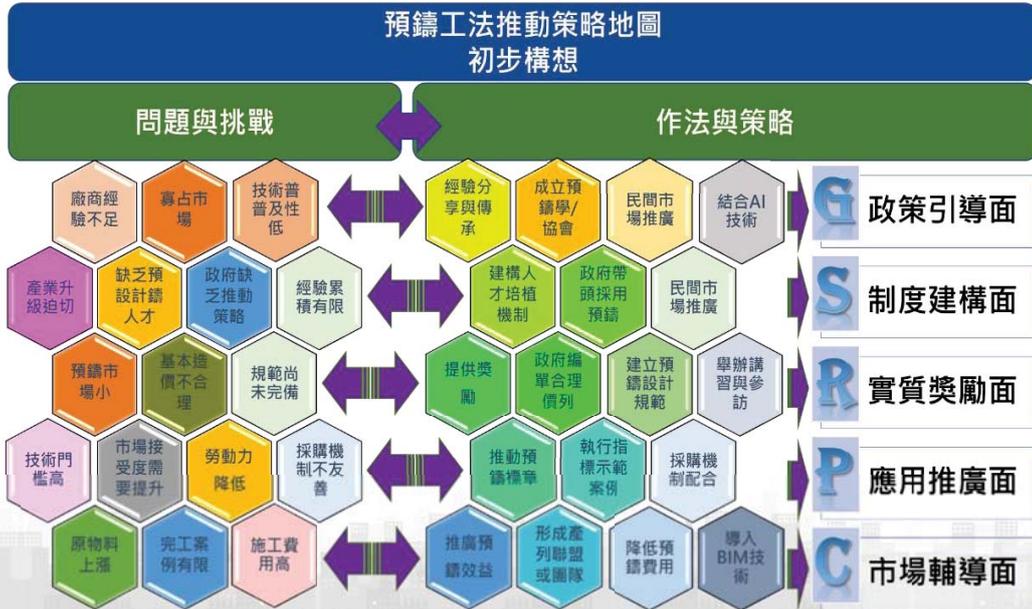


預鑄工法之推動所面臨問題與挑戰&作法與策略

作法與策略 / 問題與挑戰	經驗分享與傳承	成立預鑄學/協會	民間市場推廣	結合AI技術	建構人才培植機制	政府帶頭採用預鑄	提供獎勵	政府編列合理單價	建立預鑄設計規範	舉辦講習與參訪	推動預鑄標章	執行指標示範案例	採購機制配合	推廣預鑄效益	形成產業聯盟或團隊	降低預鑄費用	導入BIM技術
廠商經驗不足	●	●	●		●					●					●		
寡占市場	●	●	●		●					●	●				●		
技術普及性低	●	●	●		●					●							●
產業升級迫切	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●			●	●		
缺乏預鑄人才	●	●	●		●		●			●							●
政府缺乏推動策略		●	●	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●	●	●
預鑄市場小			●		●	●					●			●	●		
基本造價不合理			●				●	●				●	●				
規範尚未完備						●			●			●	●				
技術門檻高		●	●	●	●			●	●			●					●
市場接受度需求提升	●	●	●		●	●	●	●		●	●	●	●	●	●		
勞動力降低		●	●	●	●		●	●				●	●	●	●		
採購機制不友善						●	●	●			●		●				
原物料上漲						●	●	●								●	
完工案例有限	●	●	●			●				●		●			●		
施工費用高							●	●									

預鑄工法策略地圖

- 本研究針對前述彙整的國內推動預鑄工法面臨的問題與挑戰，歸納為五大面向，並提出國內預鑄工法推動的策略地圖。



國內有關建築工程標章制度之獎勵措施分析

- 針對國內日後推動應用預鑄工法，本計畫提出以下之推動策略

- ✓ **增加誘因**：將導入預鑄技術做為金質獎、金安獎及各縣市政府公共工程獎項加分的選項之一
- ✓ **實質優惠**：減收應用預鑄工法廠商押標金、履約保證金或保固保證金
- ✓ **強制採用**：公共工程一定工程規模以上(例如10億元以上)，強制必須將預鑄工法納為採用的設計工法之一
- ✓ **建構組織**：輔導成立預鑄建築學/協會，透過民間團體發揮更大的彈性與推動助力
- ✓ **培育人才**：協助培育預鑄人才，讓專業知識能夠普及
- ✓ **擘畫願景**：建立預鑄技術推動路徑圖，讓預鑄工法之推動具有可期待性
- ✓ **分享資訊**：建立預鑄資訊平台，分享各式預鑄工法有關的訊息，加速知識與訊息的傳播



- ✓ **獎勵容積**：在「都市更新建築容積獎勵辦法」及「都市危險及老舊建築物建築容積獎勵辦法」中，另訂預鑄技術獎勵辦法，給予獎勵容積
- ✓ **提供補助**：對於預計採用預鑄工法之專案，補助進行預鑄工法設計或申請「預鑄建築標章」有關費用
- ✓ **合理預算**：研擬合理的結構體應用預鑄工法的共同性費用編列基準
- ✓ **建立標章**：研擬「建築物預鑄建築(標章)推動使用作業要點」推動預鑄建築標章
- ✓ **結合標章**：在綠建築、智慧建築、耐震設計等標章中納入預鑄工法進行推廣



透過預鑄廠商與產能的相關基礎資料調查，研析建築工程給予合適獎勵之建築結構體應用預鑄工法之項目、比例等資訊



可解決國內營建產業發展困境，如此方能使產業正常發展，同時強化國內營建產業朝向建築4.0發展的力道

110年度「國內建築工程推廣應用預鑄技術及獎勵機制研究」 委託研究計畫

簡報結束 敬請指教



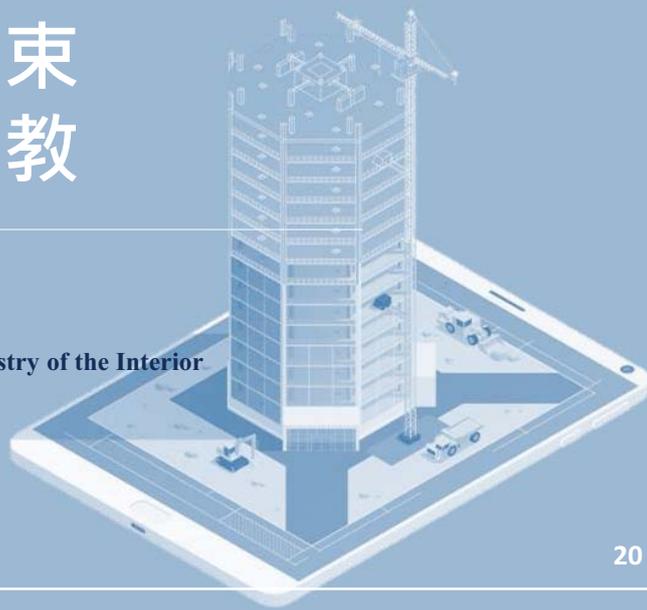
內政部建築研究所

Architecture and Building Research Institute, Ministry of the Interior



國立中央大學

National Central University



數位雙生(Digital Twin)－ 建築資訊建模 (BIM) 與人工智慧(AI) 整合應用可行性研究

計畫主持人

莊榮棻 總經理

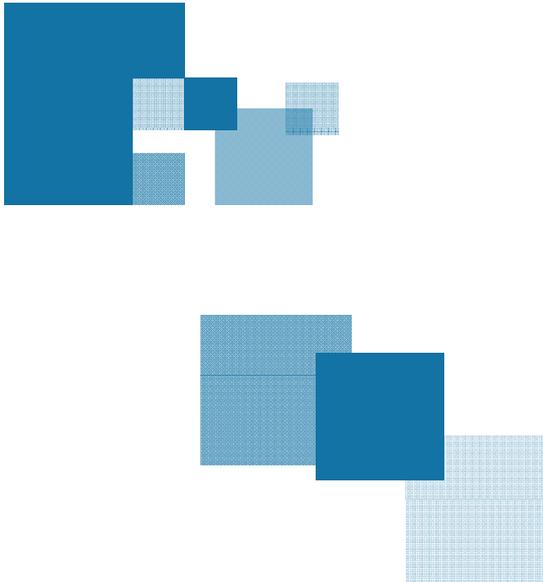
思納捷科技股份有限公司



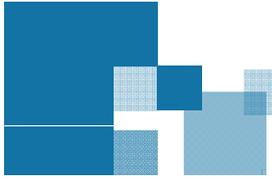
24小時能源與機電設備雲端 AI 總管
智慧能源/ 智慧路燈/ 裝置聯網/ 資料分析

簡報大綱

- 一、計畫概要
- 二、計畫工作項目及成果
- 三、結論與效益



計畫概要



計畫需求

計畫緣起

數位雙生(Digital Twin, 簡稱DT)以虛擬的場域來呈現實質環境的資訊應用，提供使用者或決策者進行判讀或決策運用。DT是建立在人工智慧、機器學習、資料分析三個基礎，創造動態的數位模型。這個模型可以不斷的學習、更新場域的實質的狀態，達到資訊整合應用。

計畫需求

- 1.建立以BIM結合IoT及AI預先判斷設施是否有即將故障徵兆或效能優化調整之系統。
- 2.探討BIM與AI的整合應用於主動式的設備管控與維運管理之方法。
- 3.探討以AI機械學習主動訊息服務的可行性。
- 4.以BIM為核心進行探討主動式服務及設備訊息整合之資料整合模式。



計畫研究方法與範疇

1 調查分析&案場接洽

文獻研究現行建物AIoT技術現況
接洽可進行BIM、AIoT之案場
場勘備料

2 IoT數據蒐集&AI演算法開發

規劃IoT資料串接方法與施作
規劃施作標的AI模型及優化方法

3 BIM圖台開發&系統整合

取得BIM模並實作 BIM圖台
整合BIM、AIoT操作系統

4 建物優化與成效驗證

完成BIM、AIoT整合系統
依據量化基線驗證系統優化的
績效



02

計畫工作項目及成果



場域接洽、場勘、備料

場域接洽

- 新北新工處 **新北藝文綜合大樓**
 - 地址: 新北市樹林區樹新路40之7號
 - 建物規模: 地上7層 地下3層
 - 樓地板面積 21204m²
 - 開工日期: 105/09/01
 - 完工日期: 108/03/31)
 - 進駐機關: 新工處、衛生所、文化局、交通局
- 接洽單位: **新北市政府新建工程處**
李仲昀 總工程司
秘書室 陳星妤 主任



7

現場安裝測試、紀錄數據

場勘/資料介接

- 完成現場場勘並選定現場兩台空調冰水主機作為AIoT的實驗標的。
- 兩台冰水主機為250冷凍噸螺旋式雙壓冰水機，每日輪替，上班日在07:30~19:30開機。
- 現場的弱電系統已銜接系統所需的資料點。包含BTU計以及冰機電表。
- 完成場勘記錄及現場資料介接規劃。

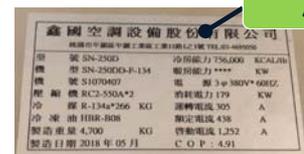
B1冰水主機



現場弱電系統



冰機銘版



BTU計



冰機電表

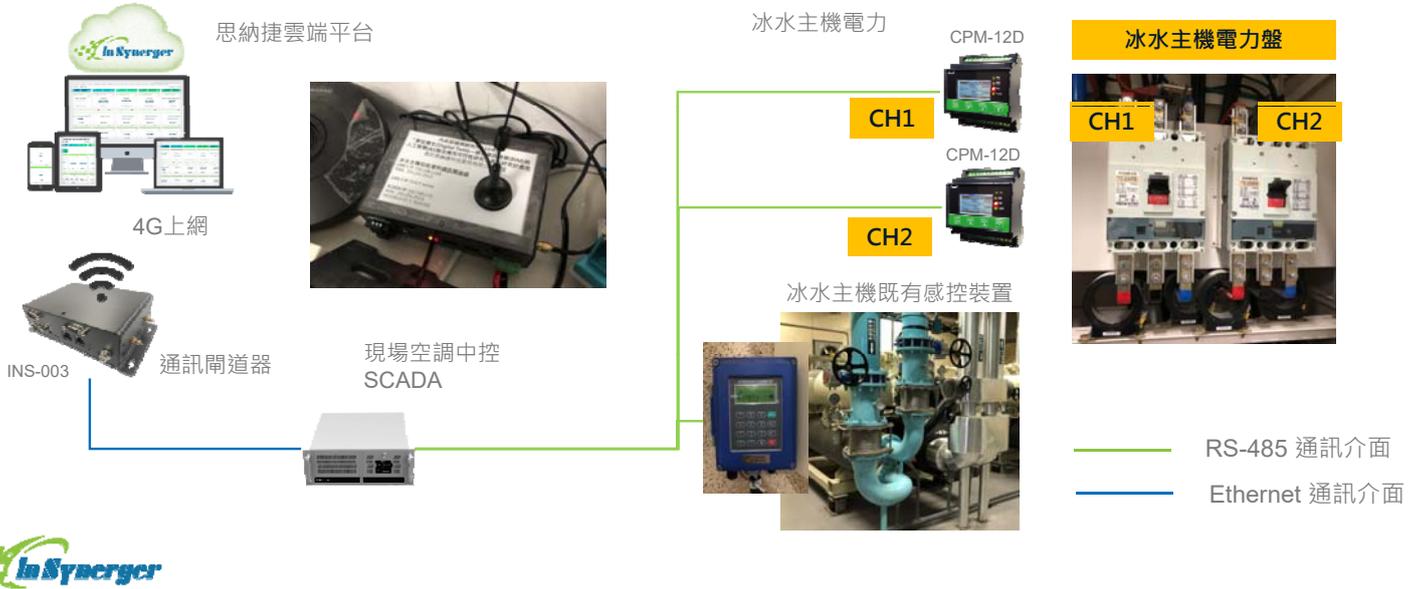


8

現場安裝測試、紀錄數據

中控室

冰水主機機房

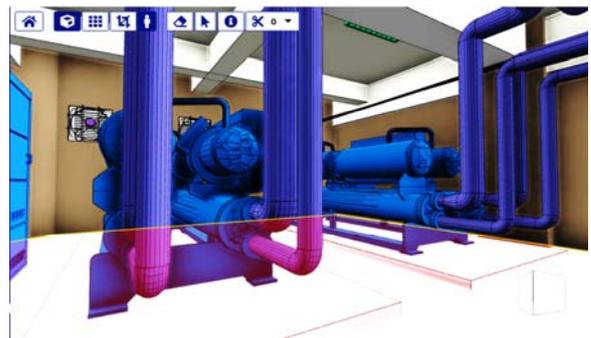


9

展示環境及BIM圖台架設

BIM圖台

- 採用實驗場域(樹林藝文中心)BIM模檔案
- 經調查評估採用以瀏覽器檢視、不需雲端架構的 XeoKit SDK開發之BIM圖台。
- 可有效渲染BIM的3D畫面，具有彈性的開發空間。



BIM瀏覽器圖台	開發彈性	資費方式	瀏覽器可用	可建置單機
AutoDesk Forge	高	上傳/轉檔/修改 BIM 的動作每次0.3~1.5美元 雲端的(下載/View)使用 目前不計費 開發用API部分免費，部分需付費(0.2~6美元)	可	需連接雲端
Unity Reflect	中	開發環境 Unity Reflect Develop Plus版 399美元/每年/每個單機 Pro版 1800美元/每年/每個單機	可	可單機使用
XeoKit SDK	高	SDK(Soft Develop Kits)為開源軟體 採 AGPL V3 license 範圍 免費	可	可單機使用

展示環境及BIM圖台架設

BIM圖台

- XeoKit 轉檔工具具有輕量化的功能。
以樹林藝文中心全建築IFC檔為例
原始檔案約**1.5GB**，轉檔後約為**50MB**
若僅供圖台瀏覽，資料量可壓縮300倍。



圖台測試環境:

ASUS NoteBook

CPU: Intel(R) Core(TM) i5-8250U CPU @ 1.60GHz 1.80 GHz

RAM: 8GB on board

OS: MicroSoft Windows 10 pro (64 位元)

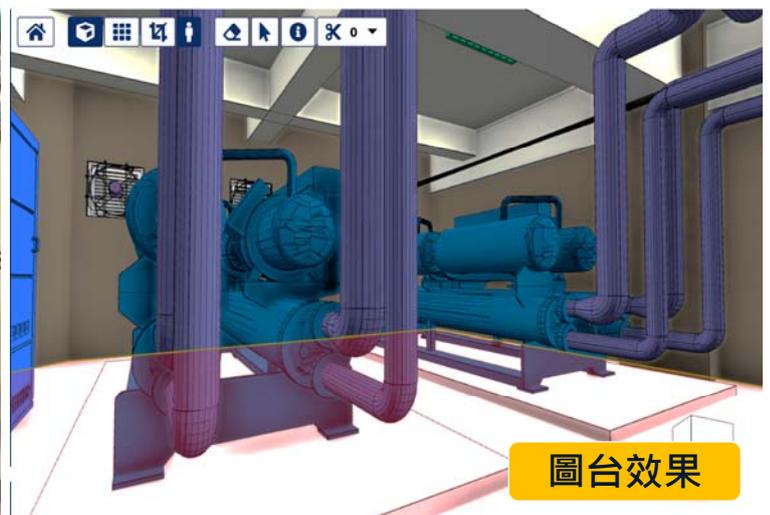
Browser: Google Chrome 版本 94.0.4606.81 (正式版本) (64 位元)

CPU資源占約60%；記憶體70%；圖形運算器GPU 70%。



11

展示環境及BIM圖台架設



12

文獻探討

數位雙生與傳統BA相異點比較

特性	傳統技術	數位雙生
可視化	傳統的BA多是平面圖或示意圖缺乏空間概念與互動性。	數位雙生強調3D VR(虛擬實境)、AR(擴增實境)、MR(混合實境)等可視化技術。提供使用者更直觀友善的操作。
智慧化	傳統BA功能為集中控制、排程、連動或警報等基本操作為主。	在數位雙生模型上同步進行模擬、機器學習、大數據分析、預測、診斷及人工智慧等多元手法來進行優化及反饋。
無人化	傳統BA需要專人看管與操作。	藉由AIoT技術可以提供自動AI優化控制、自動巡檢、輔助決策、故障異常預測以及即時主動通報，可降低可觀的人力。



13

文獻探討

新加坡智慧國家計畫 (Singapore Smart Nation :Virtual Singapore)

透過全新加坡地貌及建物的全面3D建模，提供一個幾何的數位雙生來協助公共項目規畫決策，例如：

1. 電信基地台的布建決策，可透過數位雙生計算最佳通訊涵蓋下的最佳成本。
2. 太陽能設備佈建決策，計算最佳日照角以及避免遮蔽的PV佈建方式，產生最大發電效益。
3. 都市安全決策，在都市發生衝突事件時人流疏散計畫。
4. 其他如車流模擬、建立最佳公營車輛路徑以及基礎建設設置點模擬等。



都市規劃



太陽能發電潛力分析



資料來源:<https://www.nrf.gov.sg/programmes/virtual-singapore> 14

文獻探討

G牌電動機車



傳統機車



	利用數位雙生的模式	傳統模式
獲利模式	機車是生財工具，換電服務是獲利模式	機車是商品，一次性獲利。
故障診斷	透過換電將機車運行數據回傳數據中心，可以遠端得知每台車的使用行為及車況，提供精準維保服務(APP推播)。	定期維修或壞了再修。
優化	不同車種、用料與運轉效能分析(公里/度)(維修次數/年)可提供未來產品設計決策。	難以取得運轉數據回饋。
遠端存取	數據中心可遠端存取數據加以運用。	只有接觸到實體才能了解車況。



15

文獻探討



Google maps



Rolls-Royce



結合感測、建模與決策技術，輔以領域知識(domain knowledge)是各數位雙生應用中不可或缺的技术要件。



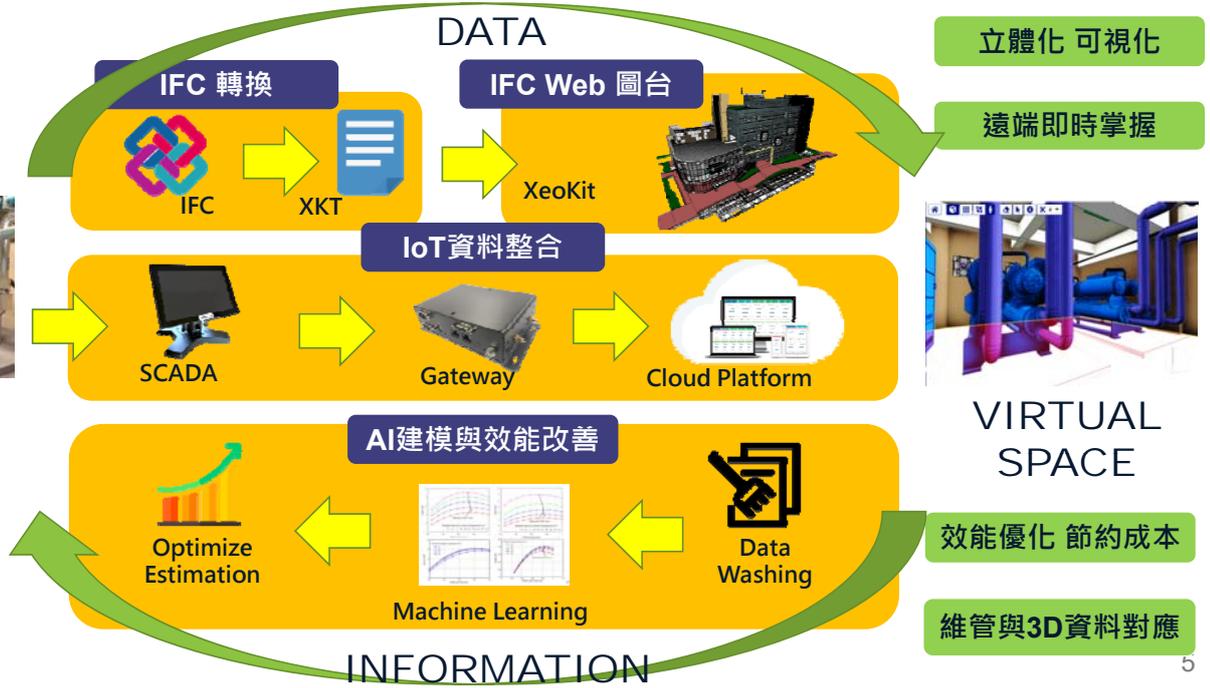
Tesla



Apple Health

16

研擬整合BIM/AI/IoT/大數據技術之維運管理系統雛形架構



提出運用AI 機械學習演算法探討空間使用行為、主動訊息發布及能源管理最佳化管理之可行性及管理項目



提出運用AI 機械學習演算法探討空間使用行為、主動訊息發布及能源管理最佳化管理之可行性及管理項目

節能減碳

管理項目：透過即時監測與AI演算法自動調控設備，優化設備效能。
效益：節能、節省人力。

設備維管

管理項目：監測設備參數，預測設備劣化時主動透過LINE推播通報。
效益：節省人力，提高設備妥善度。

降低成本

管理項目：監測並記錄建築用電參數，利用演算法精算最佳契約容量及電價方案。
效益：節能、節費。

健康舒適

管理項目：監測建物空間舒適度參數及有害氣體參數模型，透過演算法分析空氣環境。
效益：提升住戶健康條件、了解空間使用行為。

輔助決策

管理項目：由大數據評比各供應商、產品維修率、維修成本作為未來採購依據。
效益：建立優質供應鏈、提升設備品質及妥善度。

安全防災

管理項目：監測門位(磁簧)資訊，利用機器學習住戶出入行為，判斷異常時主動發報。
效益：提高住戶人身安全，主動偵測管理。



設備AI優化演算法開發

空調冰水主機領域知識

- 空調監測與調控經驗(電力、冰水溫、流量)
- 冰水主機效能判斷規則(操作模式、製冷效能)
- 冰水主機異常診斷經驗(電力負載、出水溫度)

冰水主機效能模型

功率/製冷監控原理

功率與製冷量參數的關聯性

外氣環境與效能參數模型

冰機耗能 (Wh)

溫差 (ΔT)

冰水量(M^3)

冰水主機效能優化產業知識

機器學習演算法流程圖

效能相關資料蒐集：冰機耗能、外氣溫度、冰水出入水溫、冰水流量、其他運轉參數

資料清洗：忽略資料漏失、無效資料、非運轉期間資料及相關雜訊。

建立能源效率模型：利用非線性迴歸描繪在不同外在條件下滾動的訓練與更新效能曲線。

效能優化：在外在條件符合的情況下從效能曲線找出最佳操作電進行設備控制。

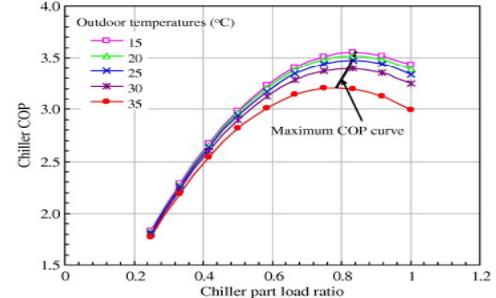
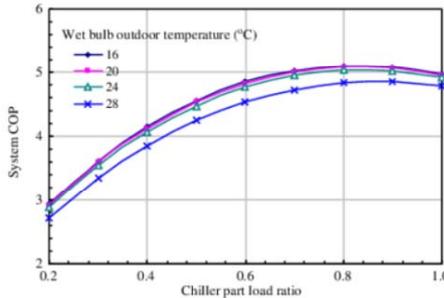
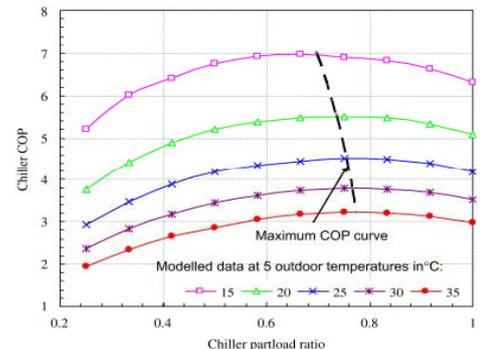
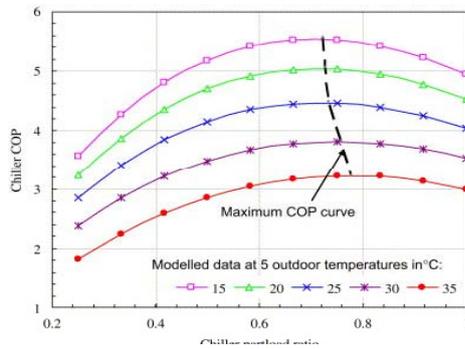
模型預測評估：冰水主機製冷效能與最佳負載操作點模型，可預測最佳操作點與偵測冰機效能劣化。



設備AI優化演算法開發

冰機AIoT機器學習優化演算法

- 每一台冰水主機出廠後都會有不同的效率表現。原因在於它的冷卻水側、冰水側、負載、外氣條件、操作習慣、維修狀況都不同
- 本計畫AIoT方法藉由IoT設備即時擷取運轉數據，並透過隨時的機器學習建立動態的冰機效能模型。
- 透過冰機效能模型可以在運轉時追蹤當下最加效能的操作點，達到將冰機性能優化的功效。

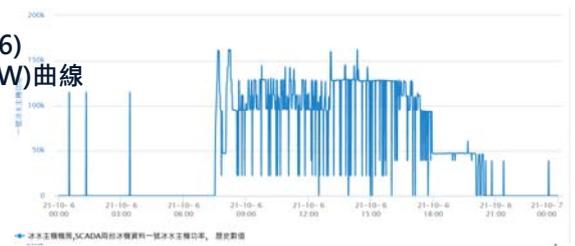


設備AI優化方法驗證

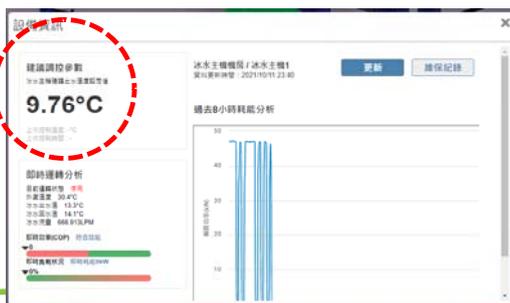
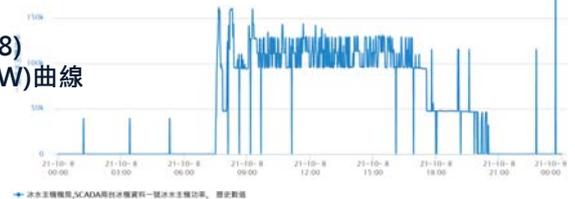
系統每日依據AI學習滾動追蹤最佳調控參數，顯示於操作頁面上(如下圖)，現場即依據建議調控。驗證方式為在固定環境條件下，比對改善前改善後之耗能(如右圖耗能曲線)，並計算改善量(右下)。

驗證結果在外氣溫度接近的條件下，單日，單台冰水主機，運轉約13小時的節能量為82度電(kWh)，節能率約為6.3%。

改善前(10/6)
單日耗能(kW)曲線



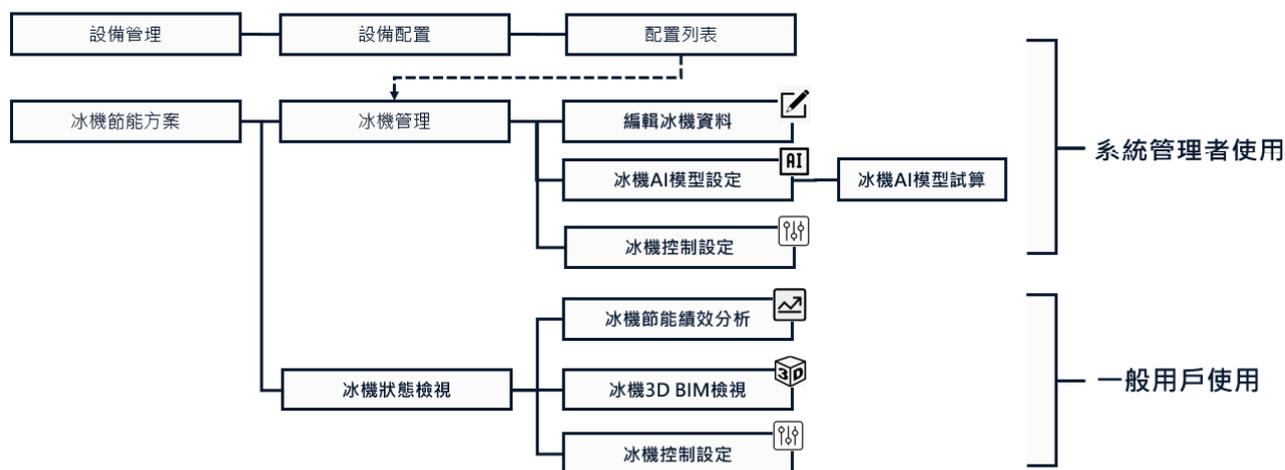
改善後(10/8)
單日耗能(kW)曲線



	當日最高外氣溫度	當日冰水主機能耗(度)
10/6 改善前	32.5 °C	1,298 kWh
10/8 改善後	32.8 °C	1,216 kWh
節能量		82kWh (6.3%)

於實驗場域建立以BIM 結合IoT 及AI 之數位雙生系統並進行驗證

本計畫整合BIM、IoT、AI技術並整合空調設備領域知識建置應用資訊系統進行驗證，功能架構如圖。



於實驗場域建立以BIM 結合IoT 及AI 之數位雙生系統並進行驗證

BIM圖台建置

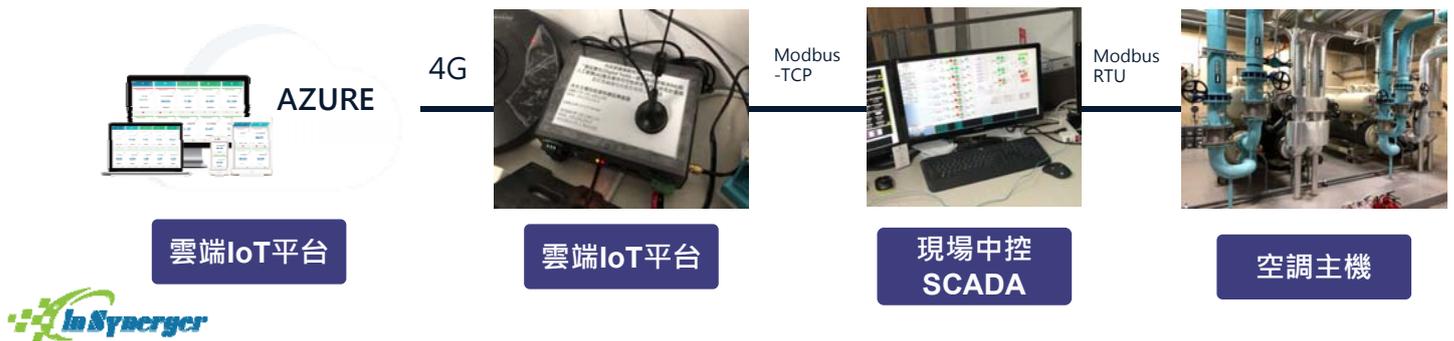
採用開源XeoKit實作的瀏覽器BIM圖台，實現可離線操作(Stand Alone)、輕量化、普及化、低成本並可與其他網頁彈性應用整合的BIM圖台。



於實驗場域建立以BIM 結合IoT 及AI 之數位雙生系統並進行驗證

IoT架構實作

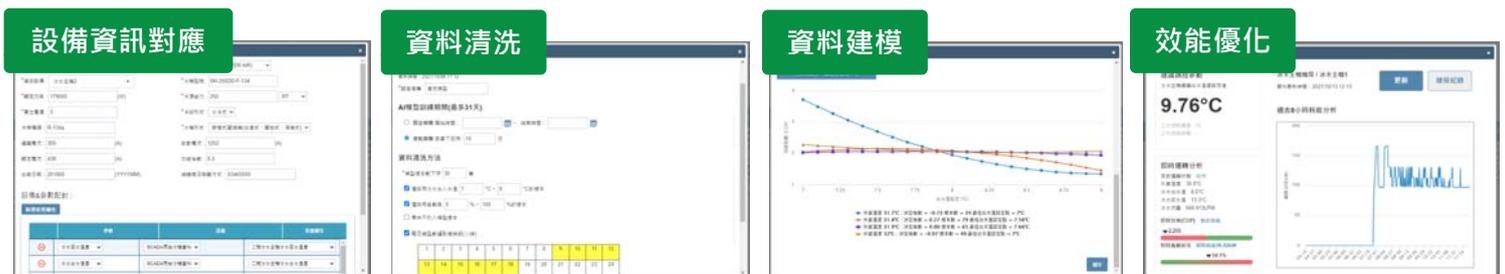
採用萬用閘道器與現場SCADA整合，並將即時資訊透過4G通訊同步至微軟Azure雲端資訊平台。整合快速、妥善度高且具高度彈性，可擴充多樣現場電錶、感測器、控制器。並支援行動裝置APP，滿足主動通報需求。



於實驗場域建立以BIM 結合IoT 及AI 之數位雙生系統並進行驗證

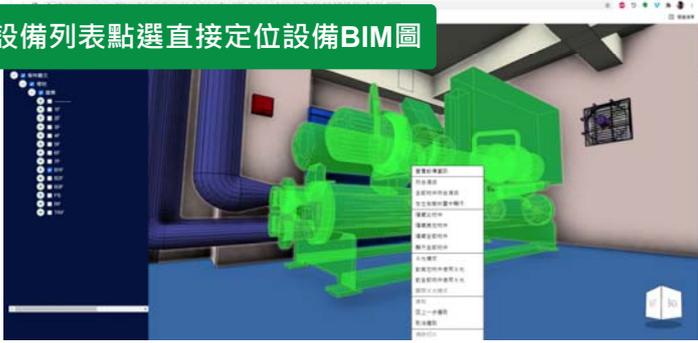
AI機器學習及優化演算法實作

在資訊平台上建立設備資料集，透過資料擷取、清洗、建模、優化等數據運算，提供設備效能優化建議。

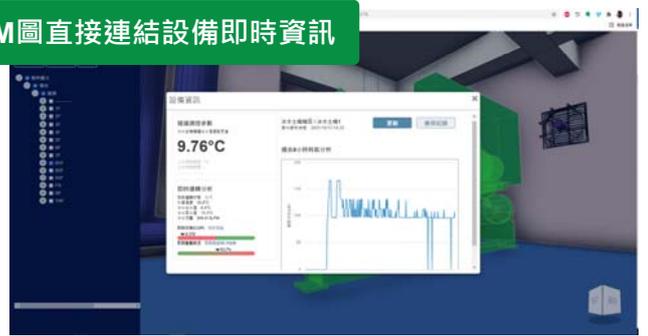


於實驗場域建立以BIM 結合IoT 及AI 之數位雙生系統並進行驗證

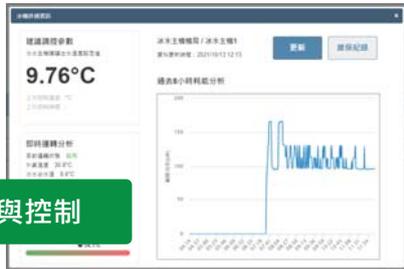
設備列表點選直接定位設備BIM圖



BIM圖直接連結設備即時資訊



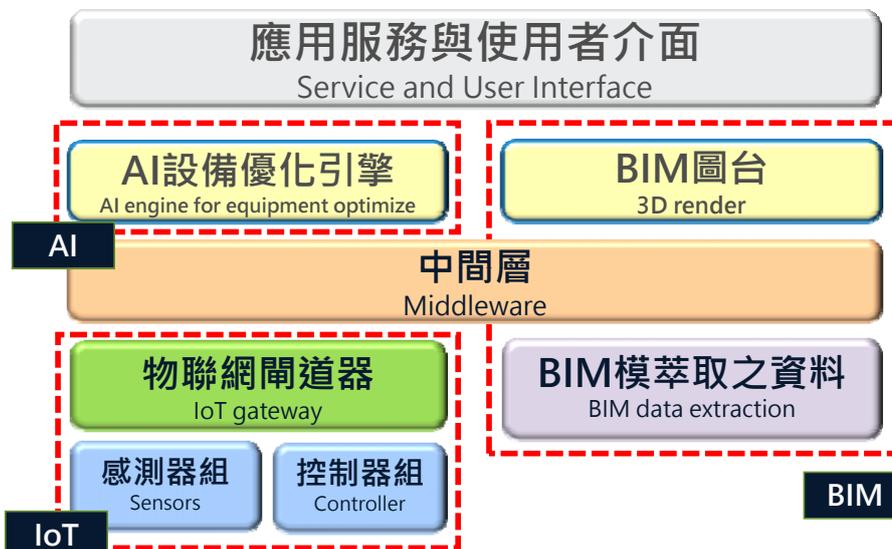
自動AI設備節能建議與控制



APP、LINE事件即時主動通報



探討以AI 機械學習演算法為基礎之主動服務資料整合模式



03

結論與效益



結論與效益

數位雙生在建築上的運用
可帶來的預期效益

1. BIM資料在竣工後再 利用價值的驗證

- 讓BIM在營運週期的應用價值得以驗證
- 提高未來廠商投入BIM相關產業的誘因。

2. IoT(BA) 資源 的再利用性

- 讓IoT(BA)資源不再只是提供設備控管使用，而進一步與BIM、AI結合，優化建物的維管。

3. AI機器學習提供 維管優化的技術

- 提供建物設備透過AI機器學習建立模型，可在模型上執行試誤、優化的模擬，提供設備優化的調控參數。

4. 解決建築維管缺工 及專業人力缺乏

- 透過數位雙生的模擬優化，建物中的設備可透過數位雙生的成果自動調校、優化與異常預知，可提高設備妥善率、並節省巡檢、定期保養、調校等人力或技術人力缺乏的問題。





24 小時能源與機電設備雲端 AI 總管

智慧能源 | 智慧路燈 | 設備聯網 | 資料分析

Thanks for your attention.

收存運用建築資訊建模 (BIM) 與物聯網 (IOT) 之建築數據中心開發策略研擬

作者：陳志賢、王仁佐、溫琇玲、鄭維中

國家地震工程研究中心 助理研究員

國家地震工程研究中心 研究員

中國文化大學 教授

國家地震工程研究中心 資訊組組長

國家地震工程研究中心
111年04月13日

承諾·熱情·創新

www.narlabs.org.tw

簡報內容大綱

NAR Labs

承諾·熱情·創新

1. 研究背景
2. 研究項目
3. 研究內容與成果
4. 結論與建議

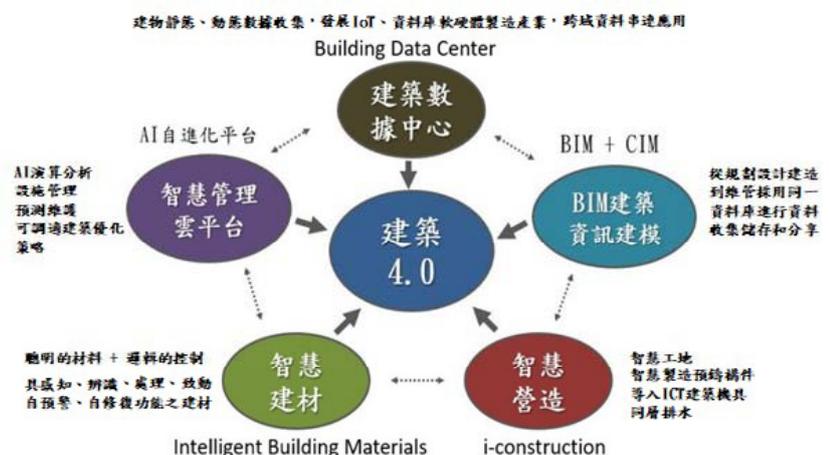
1. 研究背景

This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

1. 研究背景：緣起與背景

1. 國科技會報辦公室於109年2月研提「**國家發展計畫(110至113年)**」
2. **DIGI+**方案規劃，將「**資料治理**」與「**資通安全**」
3. 國內資訊發展政策，**建築產業**需積極推動數位轉型－**BIM**、**資通訊**、**自動化**、**智慧控制技術**，人為本著重於**建築空間品質的提升**、**環境的友善**以及**永續的發展**。
4. **建築數據中心** - 保存建築空間各種**靜態與動態數據**，**建築數據庫**或**數據雲**來收集建築的各種數據，**建築全生命週期的安全性能**、**能源的節約**以及**環境的健康與最佳化的管理**，並提供使用者**貼心便利的服務**。

建築產業數位轉型(建築4.0)架構



資料來源：溫瑋玲等，建築產業跨域創新發展策略擬訂，內政部建築研究所，2020

資料來源：溫瑋玲 (2020)，「建築產業創新發展策略擬訂」，中華民國內政部建築研究所。

This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

行政院所屬各機關中長期個案計畫編審要點

107年11月19日行政院院會通過(107)230009號院會紀錄，自中華民國108年1月1日起實施。

108年1月17日行政院院會通過(108)230410號院會紀錄，自中華民國108年1月17日起實施。

109年1月19日行政院院會通過(109)2301000號院會紀錄，自中華民國109年1月19日起實施。

109年1月23日行政院院會通過(109)2301000號院會紀錄，自中華民國109年1月23日起實施。

109年1月27日行政院院會通過(109)2301001號院會紀錄，自中華民國109年1月27日起實施。

109年1月28日行政院院會通過(109)2301002號院會紀錄，自中華民國109年1月28日起實施。

一、行政院為辦理所屬各機關、會、行、處、室、院、(以下簡稱各機關)中長期個案計畫編審作業，特訂定本要點。

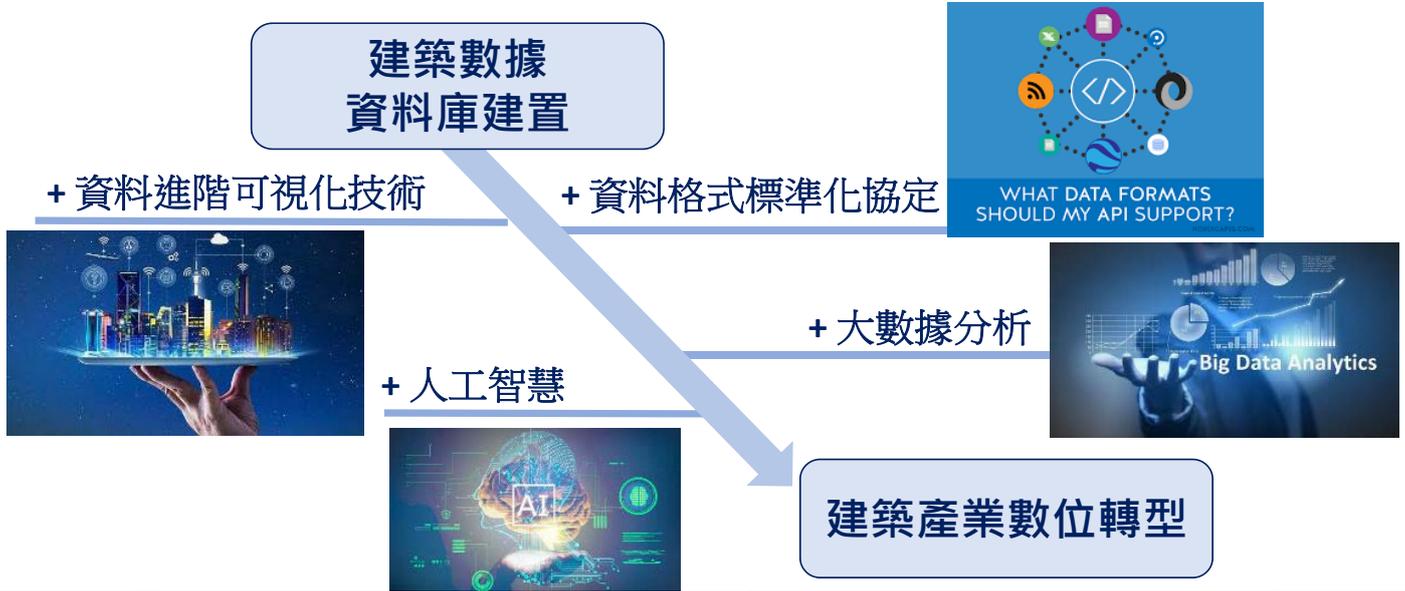
二、各機關中長期個案計畫，應報經二年以上，並應遵行政院院會決議方針，經審議發展期望、中長期發展計畫、各機關中長期個案計畫或其他重要地政事項執行等。

各機關擬訂之中長期個案計畫，應敘明其實施性質、辦理進度及重要進度，其涉及重大政策及跨機關性質者，應函報行政院核定，併計畫性質單或系列性計畫表者，得由各機關自行核定。

三、中長期個案計畫之類別如下：

(一)計畫發展計畫：為預防、解決社會問題，促進社會發展，所擬定之發展計畫、推動計畫或實施計畫。

重要科技關聯圖 促進台灣營建產業、科技創新與價值提升



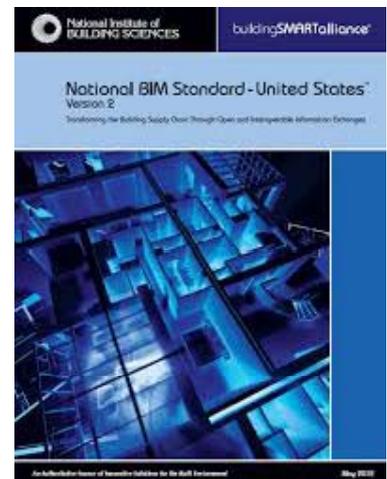
This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

1. 研究背景：目標

1. 提出研究主題內容及推動期程之**建築數據中心規劃建議書**。
2. 提出**數據品質的規範、評估與監測準則**。
3. 辦理至少**3場專家座談會**。



4場專家座談會



數據品質

(資料來源：NBIMS-V1, NBIMS-US V2, NBIMS-US V3)

This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

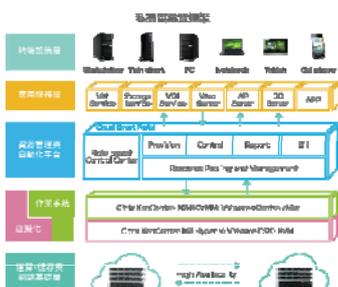
2. 研究項目

This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

2. 研究項目：計畫主題

主題：

- (一) 收集國內外文獻，參考彙整**建築數據庫**及**數據中心基礎設施規劃**，包括基礎架構說明、主要功能、擴充性規劃以及基礎設施管理機制。
- (二) 提出**數據管理措施**，包括組織、制度及工具。
- (三) 依照國內條件，**研提建築數據採集能力**、**採集範圍**與**採集方式說明**。
- (四) 數據安全以及隱私權保護措施，從**網路安全**、**數據安全**、**應用安全**等全方位安全技術保障數據安全，並應符合隱私權保護等相關法令規定。



建築數據庫



數據管理措施



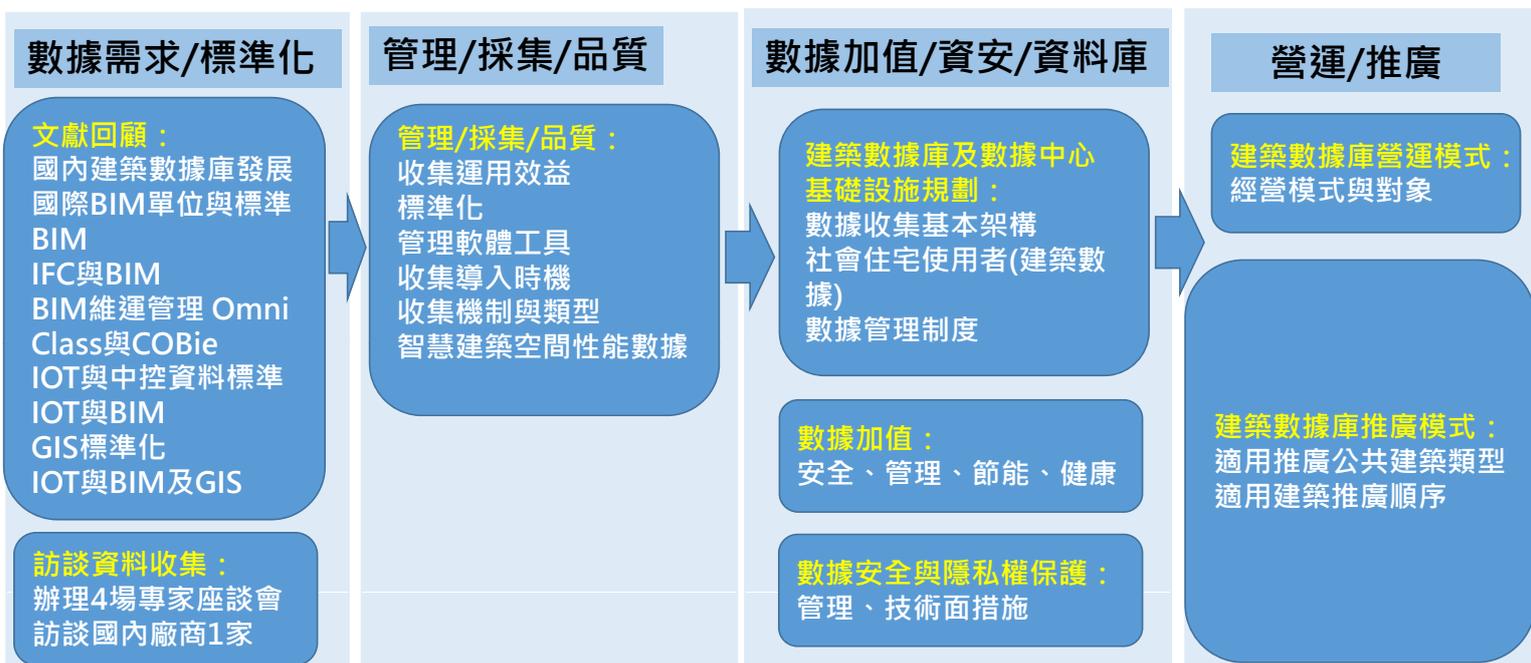
資通訊安全

This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3. 研究內容與成果

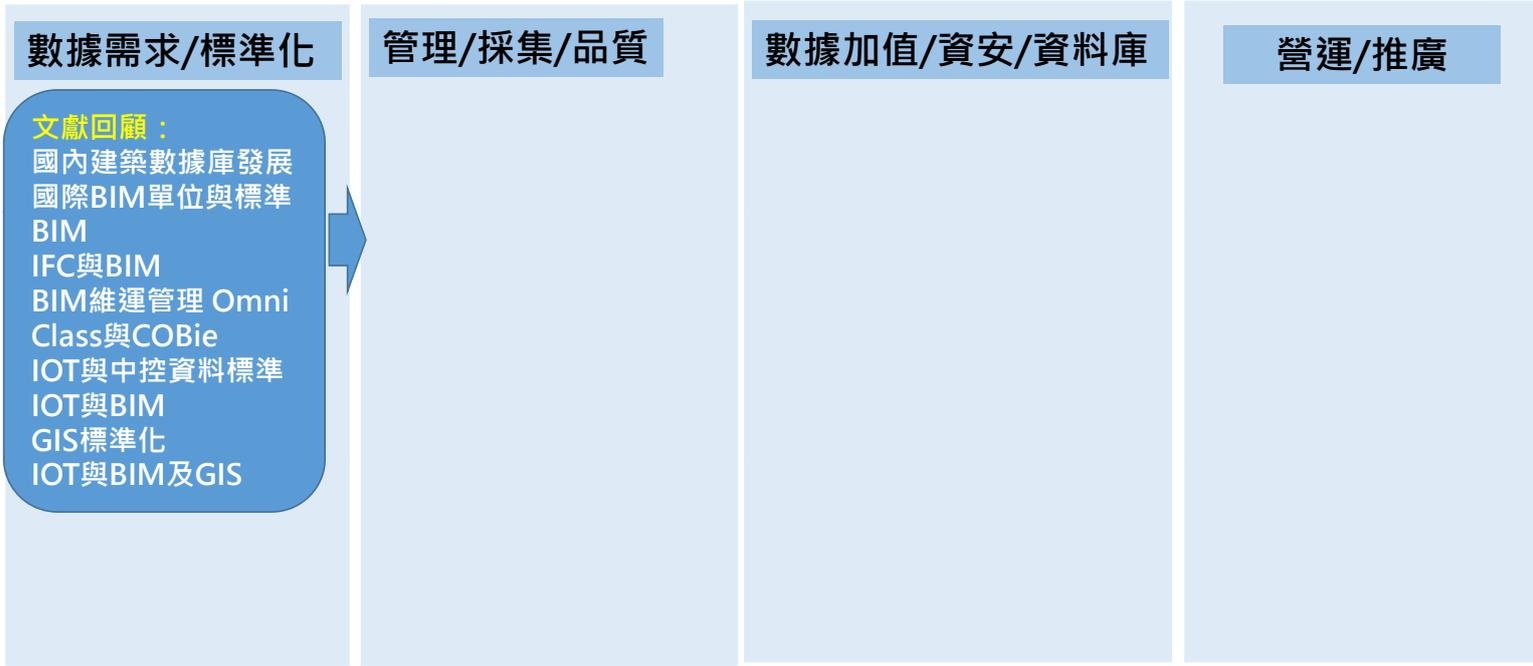
This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果- 方法與步驟及內容



This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果- 方法與步驟及內容



This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果：國內建築數據庫發展文獻回顧

建築數據中心參考文獻案例

業者	能量	成果	發展性
遠傳電信	5G+2D 國台+ 數據中心 +AIOT	沙崙科學城C區 (智慧環境、能 源管理), 5G+ 智慧建築	5G 智慧 建築管理
中華電信	5G+AIOT+數據 中心	信義房屋、華碩 電腦、智冠科技、 板橋資料中心	房屋行銷 管理
華碩	4G+AIOT+數據 中心	華碩淡水總部、 桃園社會宅	大樓安防 管理
研華	4G+AIOT+數據 中心	能源環境、智 能物流	數據中心 機房建置

目前國內有這些大廠在進行各種案件的數據蒐集分析，但數據都散存在各家的數據庫或機房，無法提供政府有效的數據整合運用。

資料來源：國家地震研究中心

資料來源：溫琇玲(2020)，「建築產業創新發展策略擬訂」，中華民國內政部建築研究所。

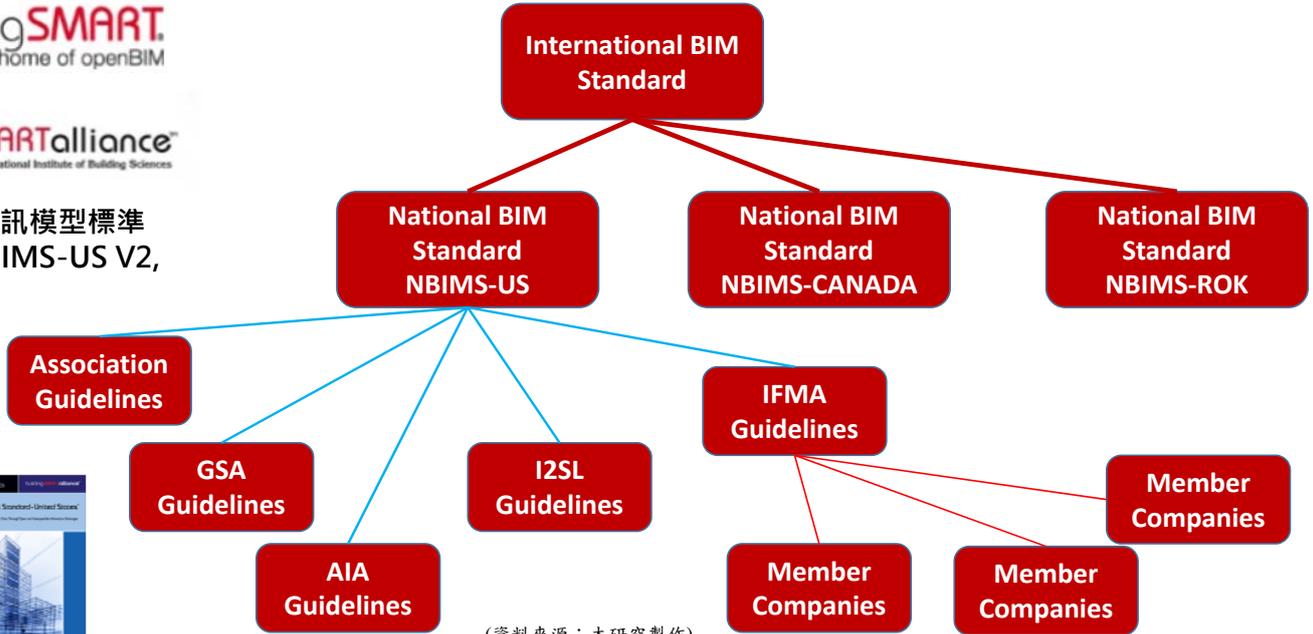
IFA 社團法人台灣智慧建築協會

This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果：國際BIM單位與標準化文獻回顧



美國國家建築資訊模型標準
NBIMS-V1, NBIMS-US V2,
NBIMS-US V3



(資料來源：本研究製作)

This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果：BIM文獻回顧

Roadmap-BIM 在建築生命週期個階段使用案例

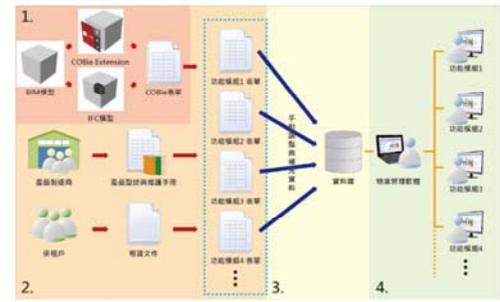
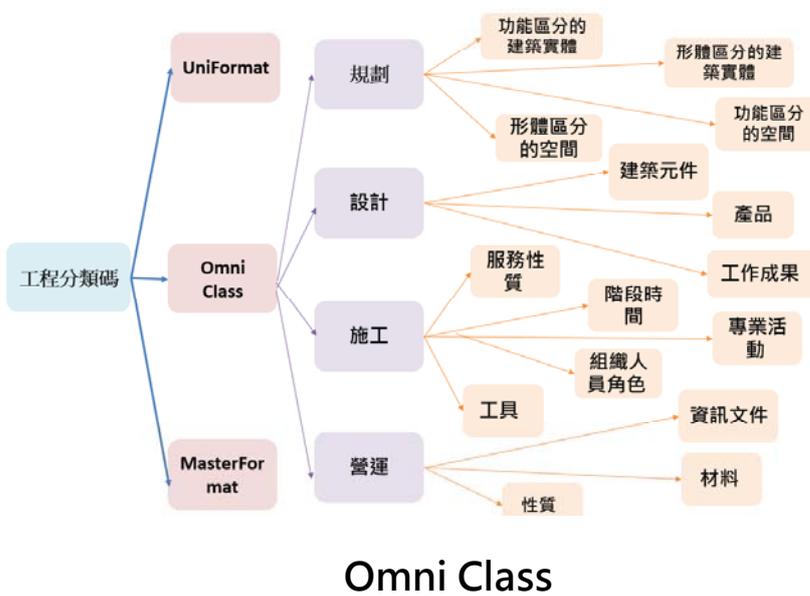


(資料來源：本研究製作)

Information Flow

This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果：BIM維運管理 Omni Class與COBie



COBie

資料移轉操作流程有 7 個步驟 包含：

1. BIM 轉出 IFC
2. IFC 轉出 COBie
3. COBie 轉換成 ArchiBus 格式表單
4. 補足 ArchiBus 格式表單缺少的資料並調整字元
5. 將 ArchiBus 格式表單匯入 ArchiBus
6. 資料庫與幾何資訊做連結
7. 手動補充輸入物業管理資料

3.研究內容與成果：IFC與BIM文獻回顧

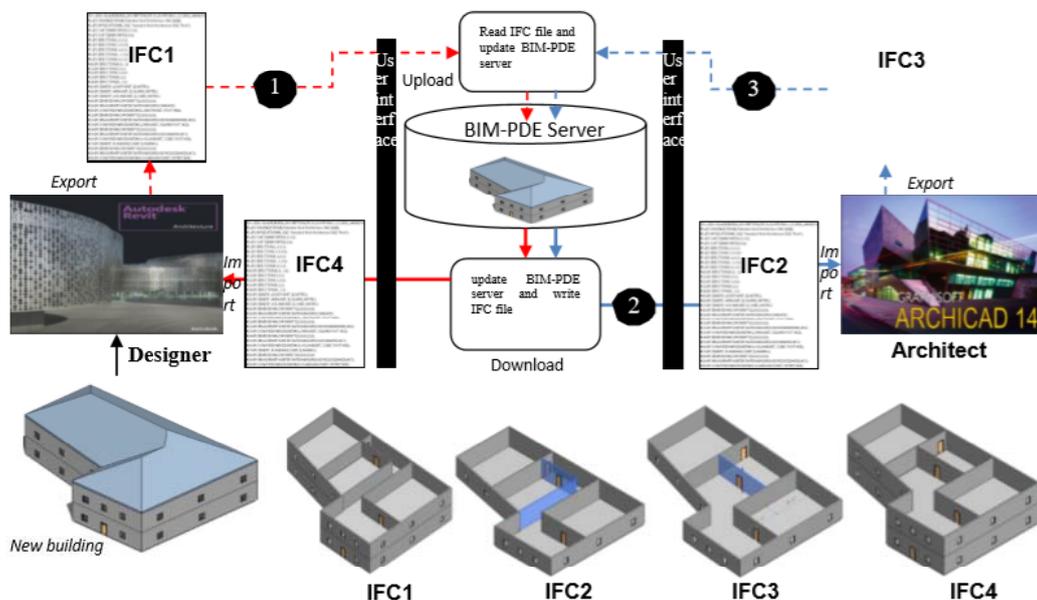


Figure 5: Example scenario describing partial BIM building model transfer (the roof is hidden in IFC1 and IFC4)

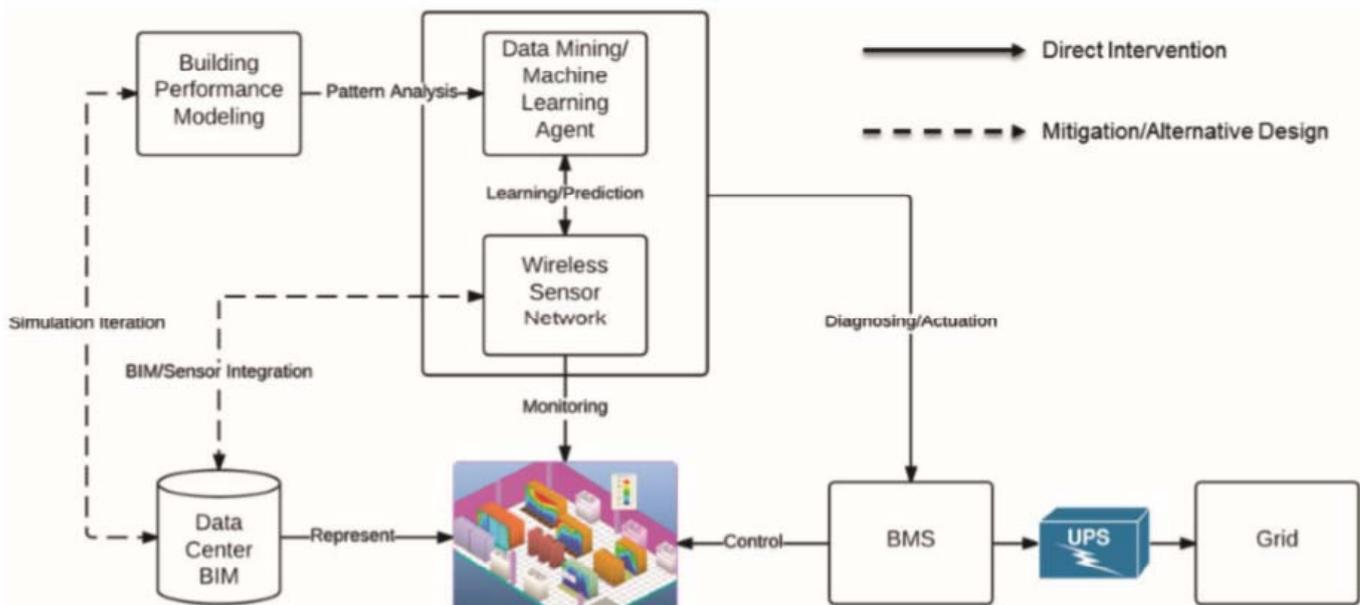
3.研究內容與成果：IOT與中控資料標準文獻回顧

台灣資通產業標準協會與社團法人台灣智慧建築協會，成立TAICS智慧建築資通訊技術工作委員會：

1. 2018-11-16發佈智慧建築能源管理系統資料格式標準(TAICS TS-0022 v1.0)
2. 2019-03-26發佈智慧建築安全監控系統資料格式標準v2(TAICS TS-0009 v2.0)
3. 2020-02-05發佈智慧建築安全監控系統資料格式測試規範(TAICS TS-0023 v1.0)
4. 2020-02-05發佈智慧建築能源管理系統資料格式測試規範(TAICS TS-0033 v1.0)

This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3. 研究內容與成果：IOT與BIM文獻回顧



This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

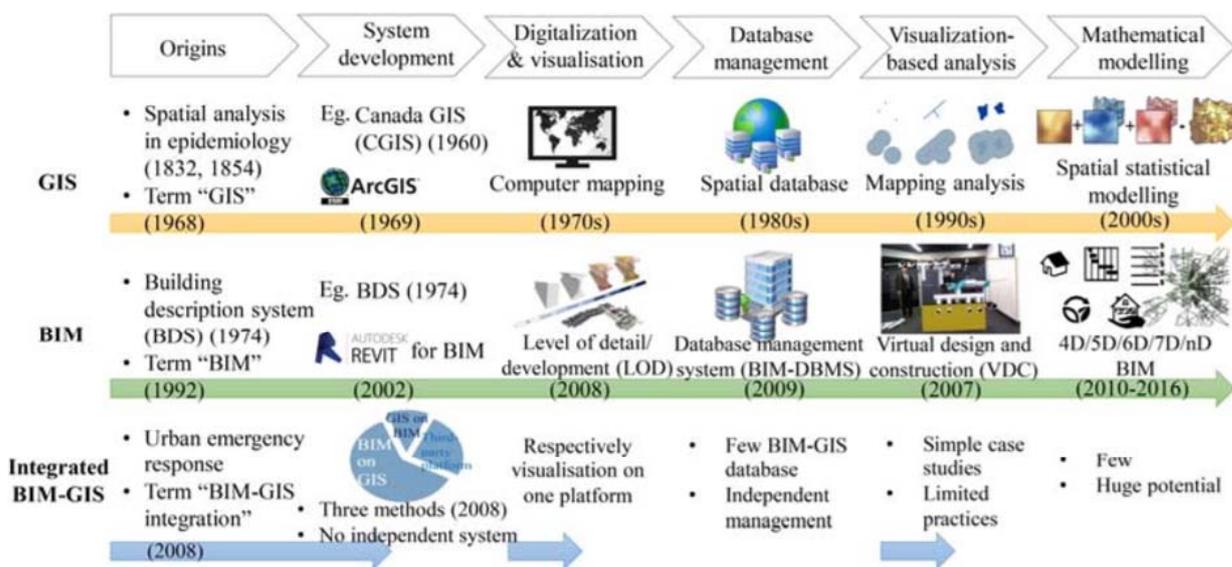
3. 研究內容與成果：GIS標準化文獻回顧

- (1) 圖資發布服務，須能供前端2D/3D圖台開發使用。
- (2) 提供圖台發佈伺服器(Image、Tile、LiDAR等)，若有OGC規範則須採用。
- (3) 需支援圖資發佈授權管理(IP、使用者帳號、群組等)。
- (4) 需能發佈符合OGC規範(WMS、WMTS、WFS、WCS、WPS、WCPS等)之影像伺服器。
- (5) 需能發佈符合OGC規範(i3S、3D Tiles)之三維模型傳輸服務。



This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3. 研究內容與成果：IOT與BIM及GIS文獻回顧



維運管理 (國震)



3D GIS

2020



BIM + IOT

2020



BIM + 3D GIS + IOT

Figure 3. Comparison of evolution progresses of GIS, BIM and integrated BIM-GIS.

This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果：IOT與BIM及GIS文獻回顧

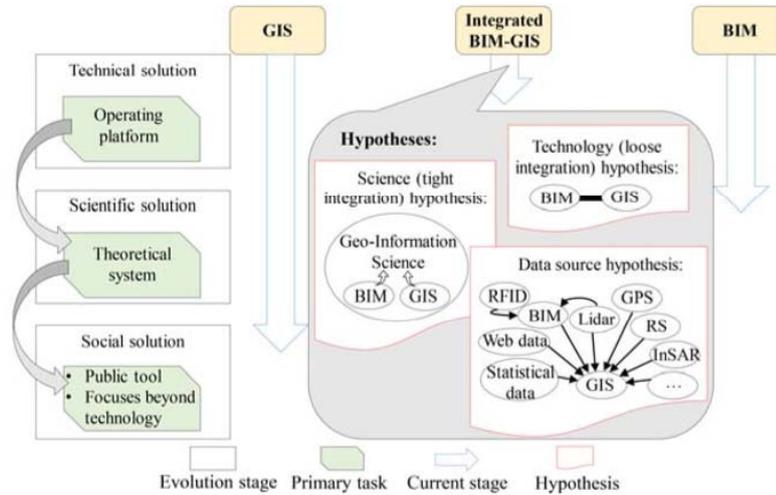
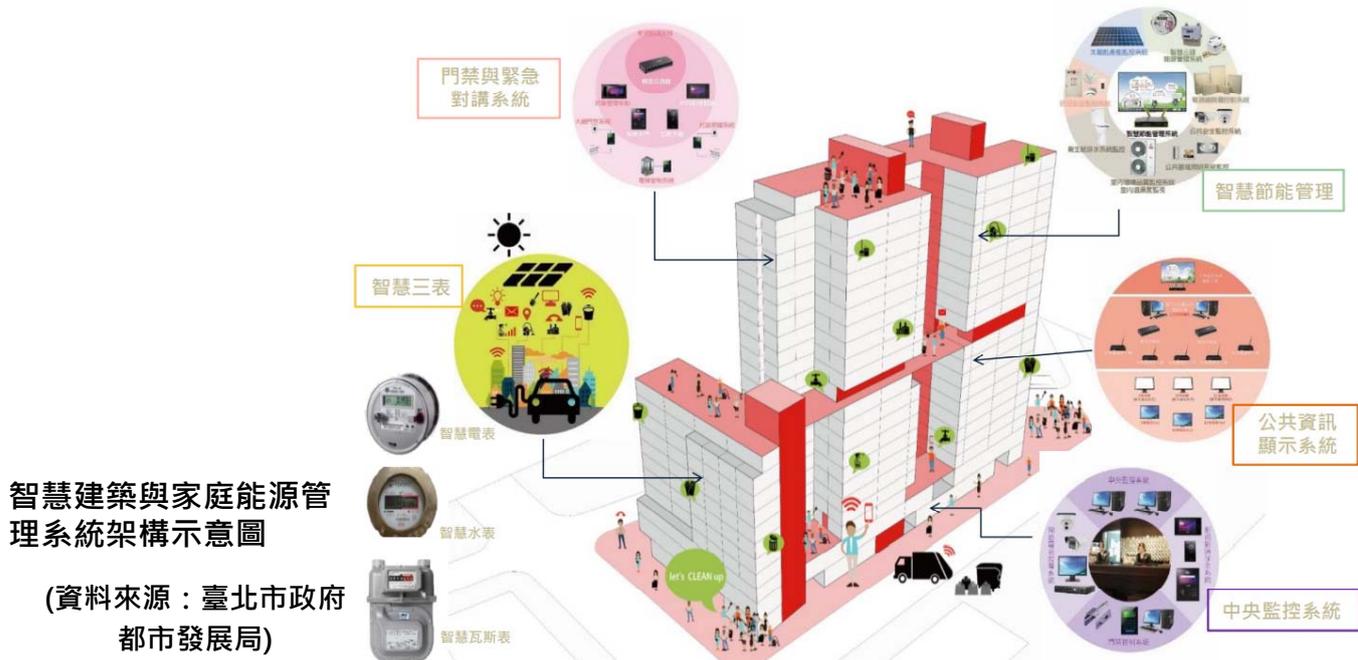


Figure 5. Hypotheses of future development of BIM-GIS integration.

資料來源：Yongze Song, Xiangyu Wang, Yi Tan, Peng Wu, Monty Sutrisna, Jack C. P. Cheng, Keith Hampson (2017), "Trends and Opportunities of BIM-GIS Integration in the Architecture, Engineering and Construction Industry: A Review from a Spatio-Temporal Statistical Perspective," International Journal of Geo-Information.

This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果：社會宅智慧應用



智慧建築與家庭能源管理系統架構示意圖

(資料來源：臺北市政府都市發展局)

This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果：社會宅智慧應用

NAR Labs

承諾·熱情·創新



地下室機電空間裝設儲能系統

電動車充電設備-推廣綠能運具

智慧電表-電網基礎建設

智慧建築與家庭能源管理系統硬體設備

(資料來源：臺北市政府都市發展局)

This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果：社會宅智慧應用

NAR Labs

承諾·熱情·創新



臺北市政府廣慈園區社會住宅智慧生活設計架構圖

(資料來源：臺北市政府都市發展局)

This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果：5D概念導入智慧建築

NAR Labs

承諾·熱情·創新

- 虛擬世界 = 虛擬數位 3D 空間 + 虛擬數位時間
- 元宇宙 = 虛擬數位 3D 空間 + 真實時間(或虛擬數位時間)
- 真實時空(人類真實生活時空) = 真實 3D 空間 + 真實時間
-
- 4D(真實時空) = 真實 3D 空間 + 真實時間
- 5D(智慧化數位時空) = 真實數位 3D 空間 + 真實數位時間 + 智慧化決策

This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

NAR Labs

5D - 智慧化決策理念

智慧城市 -> 如萬物之靈人類，可智慧化思考運轉，永續發展

- 
1. 知識：記憶力
專家資料庫
 2. 推理：大腦
人工智慧、
力學演算法、
深度學習
 3. 感官：眼睛、嗅覺
IOT、感測器
 4. 神經網絡：神經網絡
5G、藍芽
Wi-Fi、ZigBee
RFID、GPS、RTK
 5. 決策：思考力、判斷力
跨域整合決策平台
(整合知識、推理
、感官、神經網絡)

This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果： 社會宅智慧應用

NAR Labs

承諾·熱情·創新



沙崙C區 5D智慧維運管理系統

(資料來源：國家地震工程研究中心 智慧城市小組)

This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果- 方法與步驟及內容

NAR Labs

承諾·熱情·創新

數據需求/標準化

文獻回顧：

- 國內建築數據庫發展
- 國際BIM單位與標準
- BIM
- IFC與BIM
- BIM維運管理 Omni Class與COBie
- IOT與中控資料標準
- IOT與BIM
- GIS標準化
- IOT與BIM及GIS

訪談資料收集：

- 辦理4場專家座談會
- 訪談國內廠商1家

管理/採集/品質

數據加值/資安/資料庫

營運/推廣

This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

歷次工作會議時程

NAR Labs

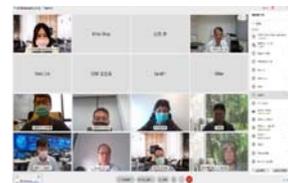
承諾·熱情·創新

項目	日期	地點
第一次工作會議	110年1月26日	內政部建築研究所
第二次工作會議	110年2月03日	內政部建築研究所
第三次工作會議	110年2月22日	內政部建築研究所
第四次工作會議	110年3月08日	內政部建築研究所
第五次工作會議	110年3月23日	內政部建築研究所
第六次工作會議	110年4月07日	內政部建築研究所
第一次專家座談會	110年4月27日	內政部建築研究所
第七次工作會議	110年6月04日	視訊會議
國內廠商訪談	110年6月16日	視訊會議
第八次工作會議	110年6月22日	視訊會議
第二次專家座談會	110年6月29日	視訊會議
第九次工作會議	110年7月19日	視訊會議
第三次專家座談會	110年7月29日	視訊會議
第十次工作會議	110年8月19日	視訊會議
第四次專家座談會	110年9月14日	視訊會議

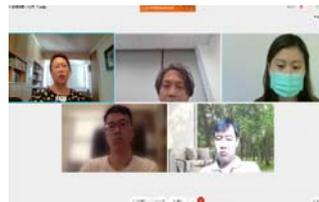
第三次專家座談會



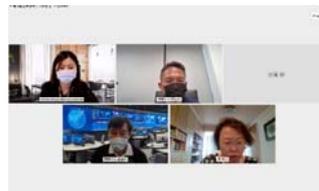
第四次專家座談會



第九次工作會議



第十次工作會議



This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

NAR Labs
國家實驗研究院

承諾·熱情·創新

www.narlabs.org.tw

3.研究內容與成果-第一次專家學者座談會

第一次專家座談會出席名單

服務單位	姓名	職稱
中興保全科技股份有限公司	練文旭	協理
潤弘精密工程股份有限公司	王瑞禎	副總
台中科技大學	李孟杰	副教授
新北市消防設備師公會	張敬桐	理事長
建築安全履歷協會	戴雲發	創會理事長
易利隆鋼鐵	李乾隆	總管理處長
統榮鋼鐵	陳德泉	總經理
中興工程顧問股份有限公司	賴伶瀾	專案經理
優懋網電科技股份有限公司	楊晉昌	總經理
台灣世曦工程顧問股份有限公司	白名剛	工程師
九典聯合建築師事務所	陳律宇	建築師



This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果-第二次專家學者座談會

第二次專家座談會出席名單

服務單位	姓名	職稱
桃園市政府住宅發展處	邱奕聖	副處長
臺北市都市發展局住宅工程科	張裕隆	正工程司
臺北市政府消防局整備應變科	洪文彬	科長
昌鼎建設有限公司	陳昌楸	總經理
良福保全股份有限公司	薛中人	處長
中保防災科技股份有限公司	盧浩仁	經理
大葉大學 環境工程學系	何岫璦	教授級專業技術人員
臺灣大學 機械工程學系	陳希立	教授
勤益科大 冷凍空調與能源系	王輔仁	教授
中興工程顧問股份有限公司	潘清章	工程師
國家高速網路中心	孫振凱	副研究員



This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果-第三次專家學者座談會

第三次專家座談會出席名單

服務單位	姓名	職稱
中華民國建築師公會	劉國隆	理事長
台灣建築調適協會	王獻堂	理事長
台灣營建研究院	黃正翰	組長
敦陽科技股份有限公司	施炳光	副總經理
新都興資訊股份有限公司	葉武霖	董事長
立固自動化系統股份有限公司	杜欣叡	總經理
遠傳電信股份有限公司 系統整合分公司	徐進壽	協理
群光電能科技股份有限公司	李國維	經理
西門子股份有限公司	趙善祥	資深業務發展經理
中保防災科技股份有限公司	林家駒	副理

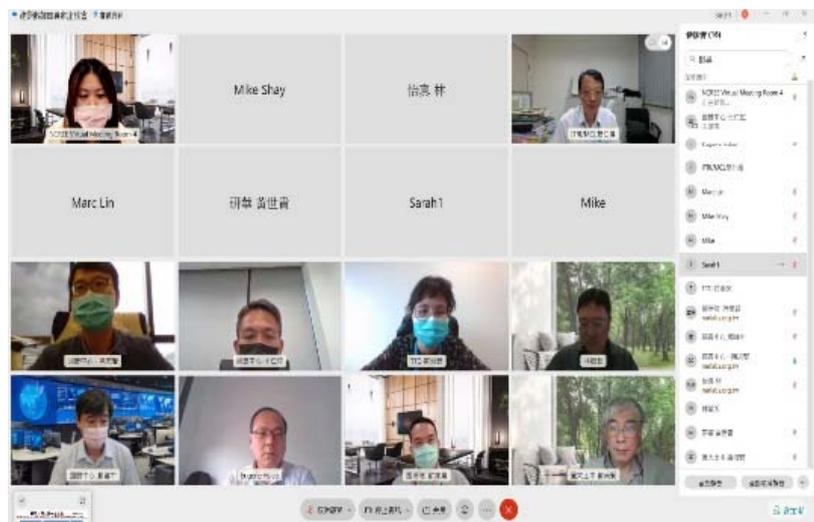


This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果-第四次專家學者座談會

第四次專家座談會出席名單

服務單位	姓名	職稱
國立臺灣大學 土木工程學系	謝尚賢	系主任
工業技術研究院	簡仁德	主任
財團法人國家實驗研究院 沙崙C 區維運組	許家展	博士
國家地震工程研究中心	林敏郎	博士
資策會智慧系統研究所	高麒雲	業務總監
財團法人電信技術中心	莊淑閔	主任
探識空間科技有限公司	蔡明達	總經理
辰隆科技股份有限公司	蕭又仁	協理
數位無限軟體	陳文裕	總經理
研華股份有限公司	黃世貴	專案經理
晟福科技股份有限公司	莊豪禧	副總經理



This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果-工作會議

項目	日期	地點
第一次工作會議	110年1月26日	內政部建築研究所
第二次工作會議	110年2月03日	內政部建築研究所
第三次工作會議	110年2月22日	內政部建築研究所
第四次工作會議	110年3月08日	內政部建築研究所
第五次工作會議	110年3月23日	內政部建築研究所
第六次工作會議	110年4月07日	內政部建築研究所
第七次工作會議	110年6月04日	視訊會議
第八次工作會議	110年6月22日	視訊會議
第九次工作會議	110年7月19日	視訊會議
第十次工作會議	110年8月19日	視訊會議



第六次工作會議



第七次工作會議



第八次工作會議



第九次工作會議



第十次工作會議

This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果-方法與步驟及內容

數據需求/標準化

文獻回顧：
國內建築數據庫發展
國際BIM單位與標準
BIM
IFC與BIM
BIM維運管理 Omni
Class與COBie
IOT與中控資料標準
IOT與BIM
GIS標準化
IOT與BIM及GIS

訪談資料收集：
辦理4場專家座談會
訪談國內廠商1家

管理/採集/品質

管理/採集/品質：
收集運用效益
標準化
管理軟體工具
收集導入時機
收集機制與類型
智慧建築空間性能數據

數據增值/資安/資料庫

營運/推廣

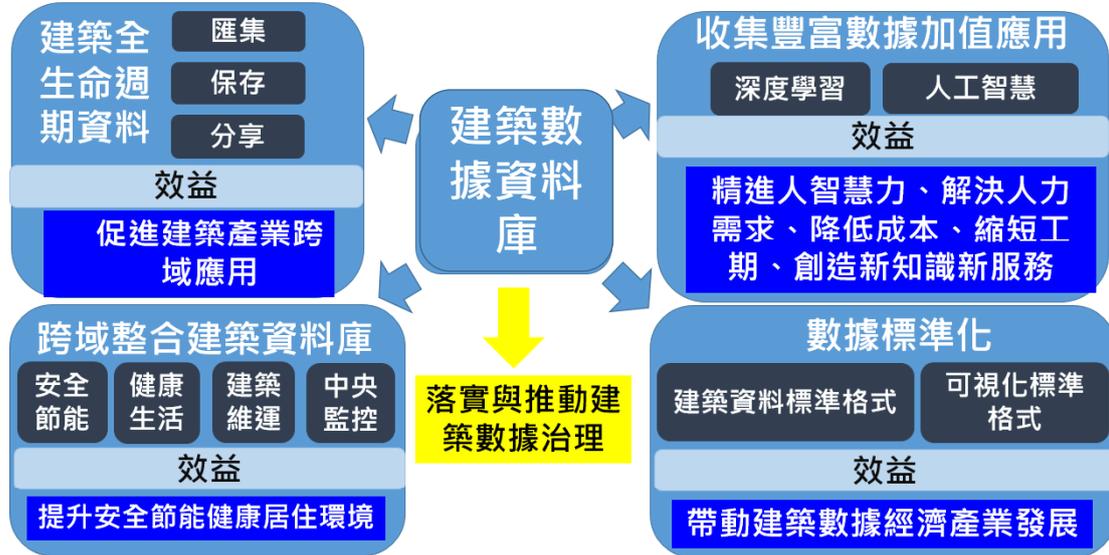
This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果： 建築數據資料庫收集運用效益

NAR Labs

承諾·熱情·創新

- 藉由巨量資料、機器學習、數值模擬等先進技術的整合，集合大量的建築真實資料分析，衍生建築全生命週期間各項智慧型應用，並透過可視化的方法強化衍生應用的效益。

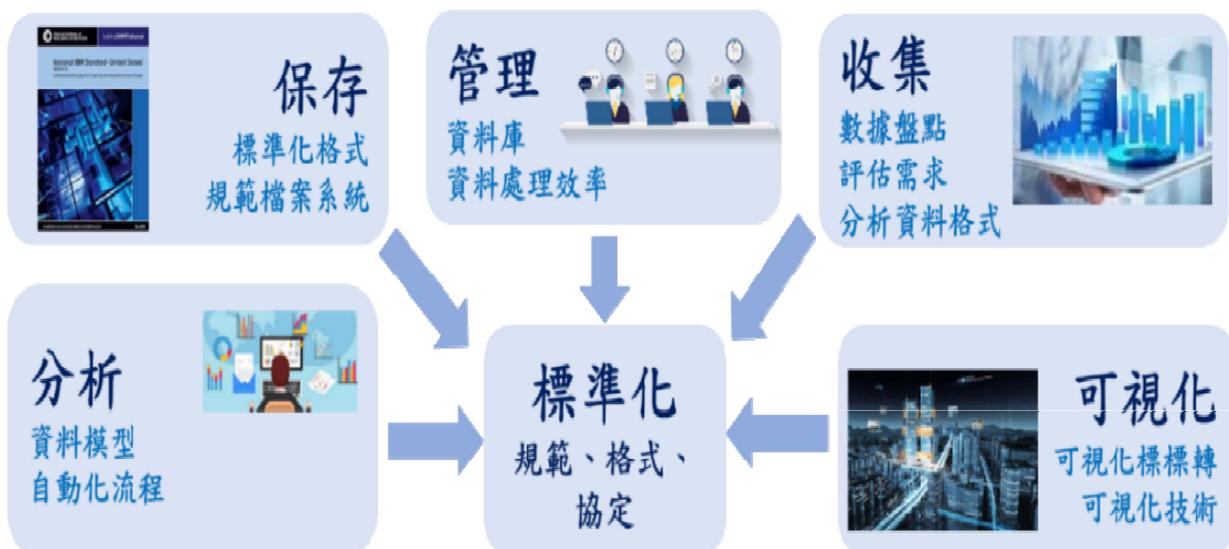


This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果： 建築數據資料庫標準化

NAR Labs

承諾·熱情·創新



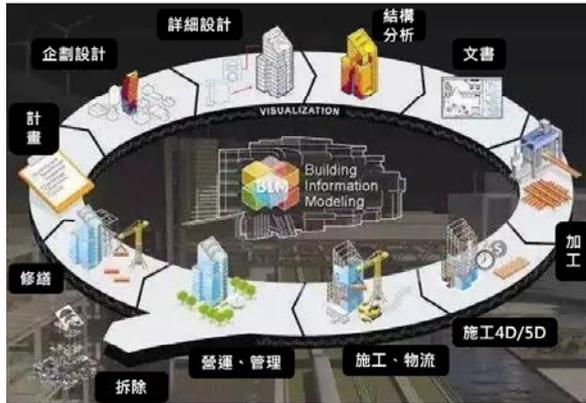
資料來源：溫琇玲(2020)，「建築產業創新發展策略擬訂」，中華民國內政部建築研究所。

This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果：數據收集導入時機

分項技術 導入項目	招標/規劃	設計	施工	維運
建築數據庫	<ul style="list-style-type: none"> 蒐集數據(動、靜態) BIM與IOT整合 	<ul style="list-style-type: none"> 共通資料環境 	<ul style="list-style-type: none"> BIM與3D GIS整合 資料庫建置 	<ul style="list-style-type: none"> 可視化維運管理

資料來源：溫琇玲等，建築跨域創新整合發展策略，2020/12，內政部建築研究所



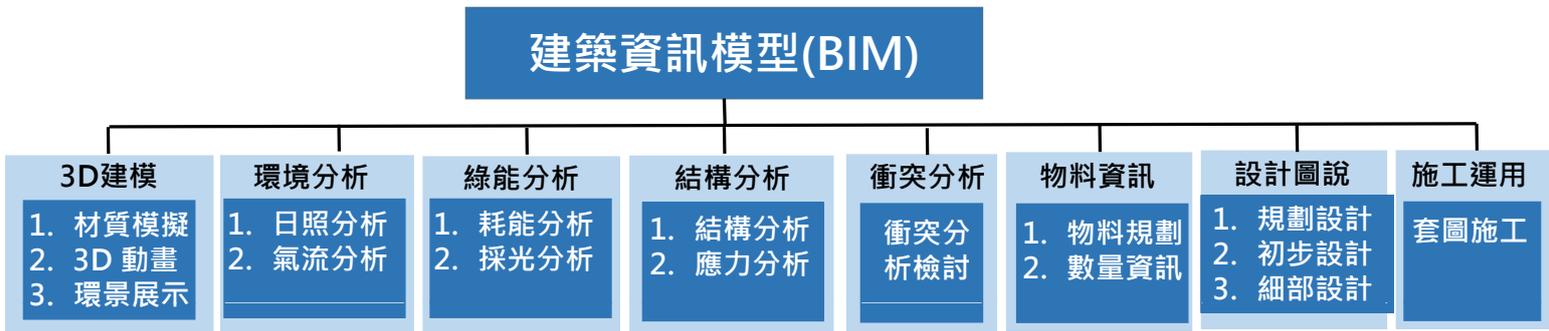
導入項目

- 蒐集數據(動、靜態)
- 共通資料環境
- 資料庫建置
- BIM與3D GIS整合
- BIM與IOT整合
- 可視化維運管理



This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果：BIM設計/施工階段資訊



This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果：數據管理軟體工具

專案管理資訊系統(Project Management Information System, PMIS)

1. PMIS：
投入資源、成本、產出等專案元素，專案團隊則隨著專案生命週期（起始、規劃、執行、監控、結束）不同階段的進行，依其角色與權限在PMIS上執行規劃（包括工作、時程、資源、預算、產出等）、回報（包括時程、進度、收支等）和交付產出等各種作業，蒐集和彙整完整的專案資訊（包括預計和實際的產出、時程、進度、人力、物料、和成本等）

建築資訊模型 (Building Information Model)

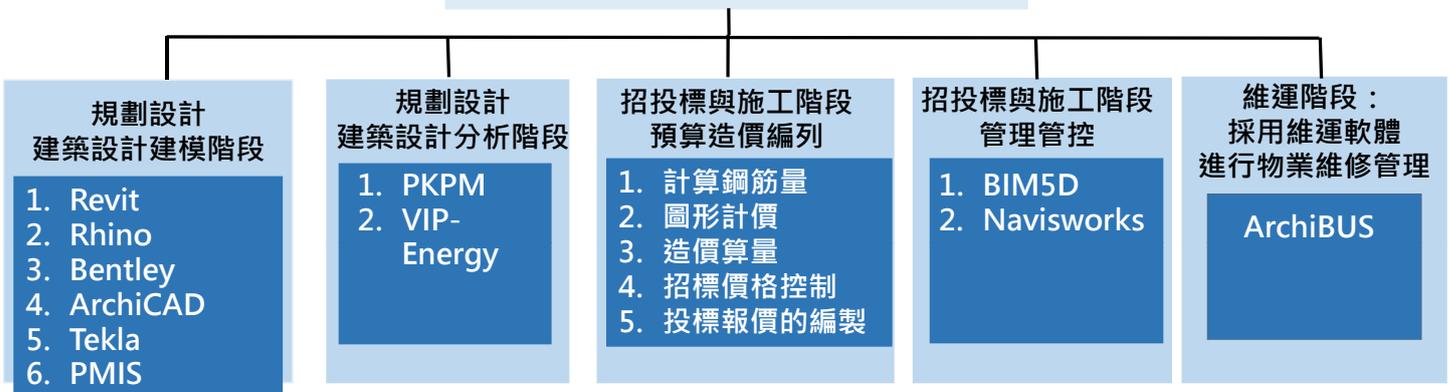
- 一、規劃設計階段：常用軟體有Revit、Rhino(犀牛)、Bentley、ArchiCAD、Tekla
- 二、分析階段：採用國內比較權威的軟體：PKPM結構設計、節能設計、綠建設計、清華日照
- 三、招投標施工階段預算造價工作：常採用廣聯達、魯班等鋼筋、圖形、計價軟體
- 四、招投標施工階段管理控制：採用BIM5D、Navisworks
- 五、在運維階段：採用國內運維軟體，進行物業的維修管理：如ArchiBUS

數據資料庫(Database)

1. MySQL
2. SQL Server
3. Oracle
4. Sybase
5. DB2
6. MSDE
7. Access資料庫

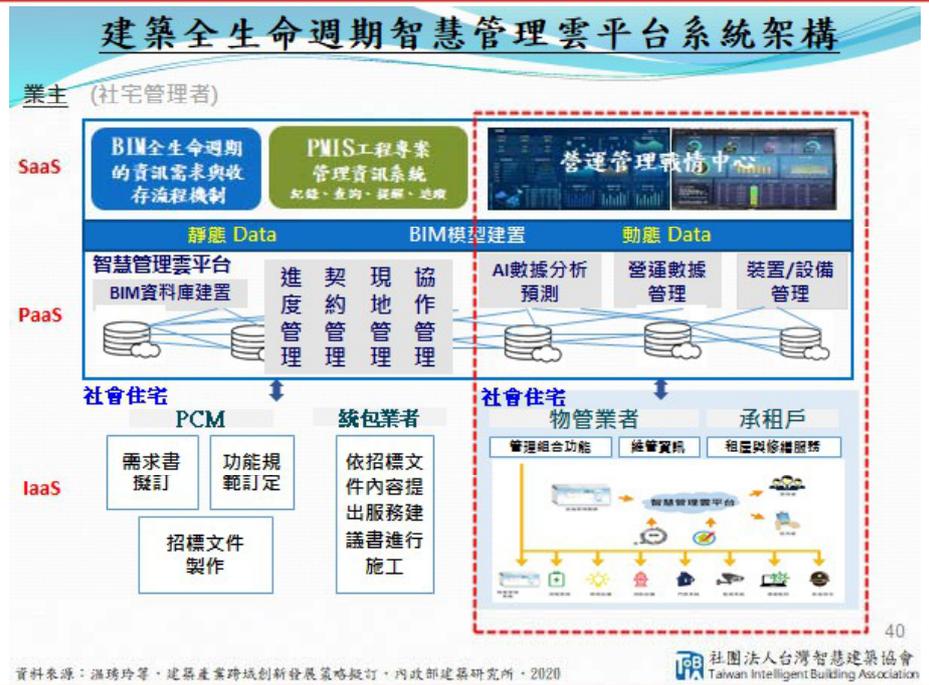
3.研究內容與成果：全生命週期數據管理軟體工具

全生命週期應用相關軟體



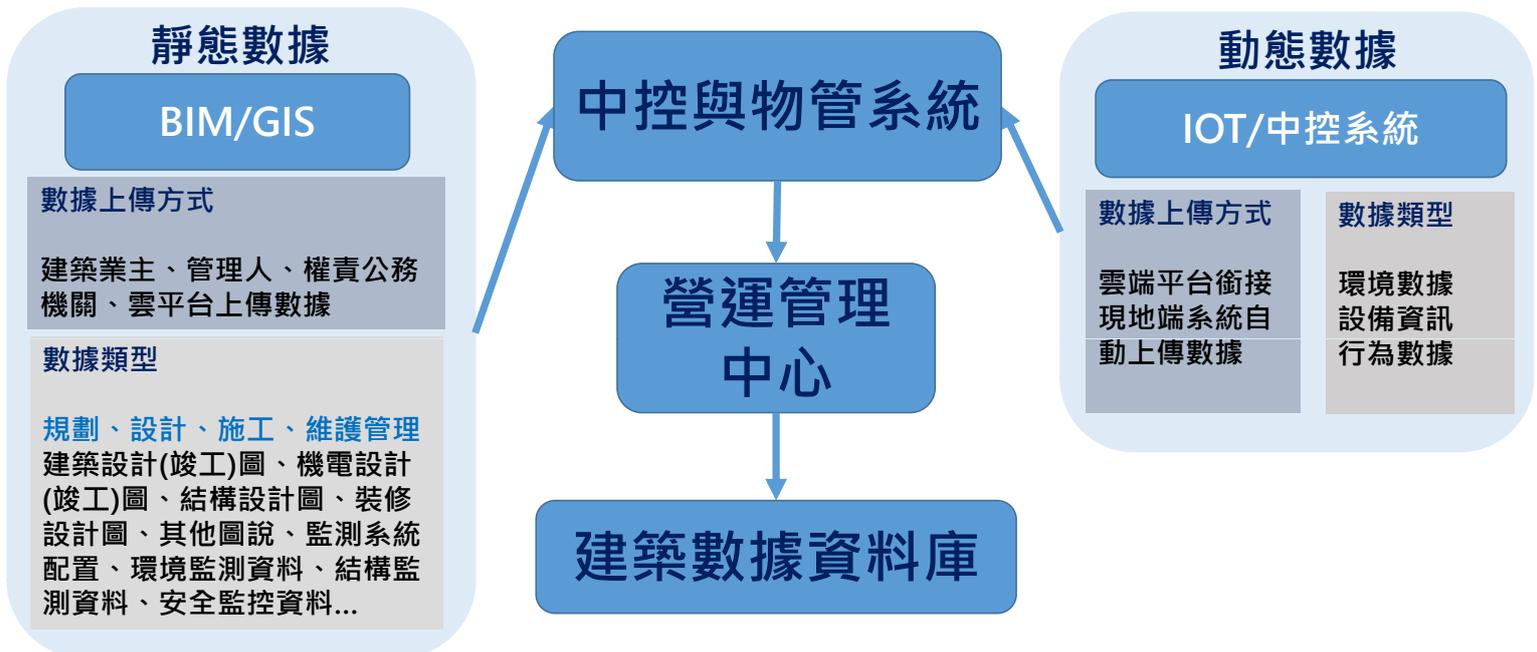
3.研究內容與成果：數據收集機制與類型 **NAR Labs** 承諾·熱情·創新

- **靜態設計資料** – 由**建築業主、管理人或權責公務機關**透過雲端平台上傳
- **動態維運資料** – 透過雲端平台銜接現地端系統收集已篩選之監測資料



This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果：數據收集機制與類型 **NAR Labs** 承諾·熱情·創新



This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果：智慧建築空間性能數據

NAR Labs

承諾·熱情·創新



環境

在場感應、人員計數、所在位置之模式/歷史紀錄、使用行為之模式/歷史紀錄、主觀感受之回饋(太亮/太暗、太熱/太冷)



設備

設備運轉狀態與時間、開關狀態、警報狀態與類型、錯誤狀態與資訊、用電與能耗數據、用水與能耗數據、性能係數與運轉效率、出回風溫濕度、出回水水質、水溫、水壓、水位、照度與調光值、資源存量(蓄電量、燃料)、空間容量(車位數、儲存空間)



使用者

溫度、濕度、照明度、風量、風向與風速、空氣品質(CO、CO2、PM2.5、PM10...等)、水質、水溫、水壓、水位、噪音值、煙霧偵測、雨量

This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果：建築數據庫概念圖

NAR Labs

承諾·熱情·創新

多棟建築數據資料庫
(GIS+BIM + IOT+ 中控)



物件ID ↓ 監測資料



BIM

虛擬物件
GUID



資料SQL查詢

虛擬物件 ↔ 真實物件
空間關係對應

BIM 模型匯入

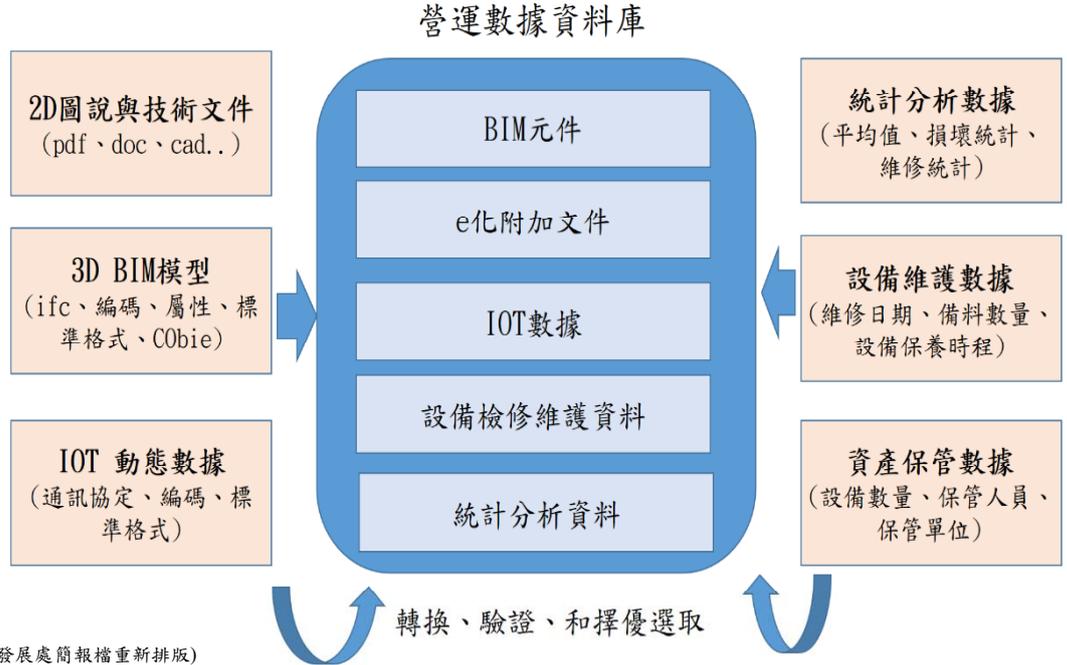


3D GIS

This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果：建築設備營運數據庫

單棟建築數據資料庫 (BIM + IOT + 中控)



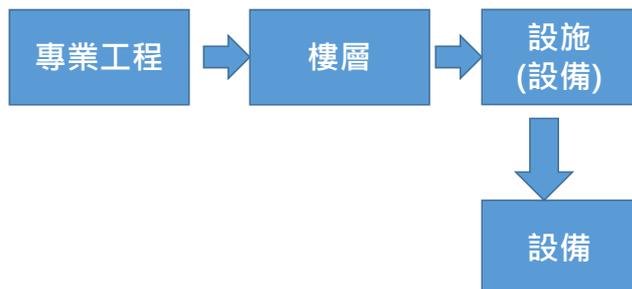
This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果：BIM拆分原則

1. 依據專業進行模型拆分

依據工程專案管理需求，進行樓層拆分

專業	拆分項目
建築工程	依不同樓層進行模型拆分
結構工程	依不同樓層進行模型拆分
機電工程	依不同系統進行模型拆分



3. 依據機電之各項系統進行模型拆分

依據維修保養維護需求，進行樓層拆分



2. 依據樓層進行模型拆分

各專業模型依據營運維護需求，進行樓層拆分



This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

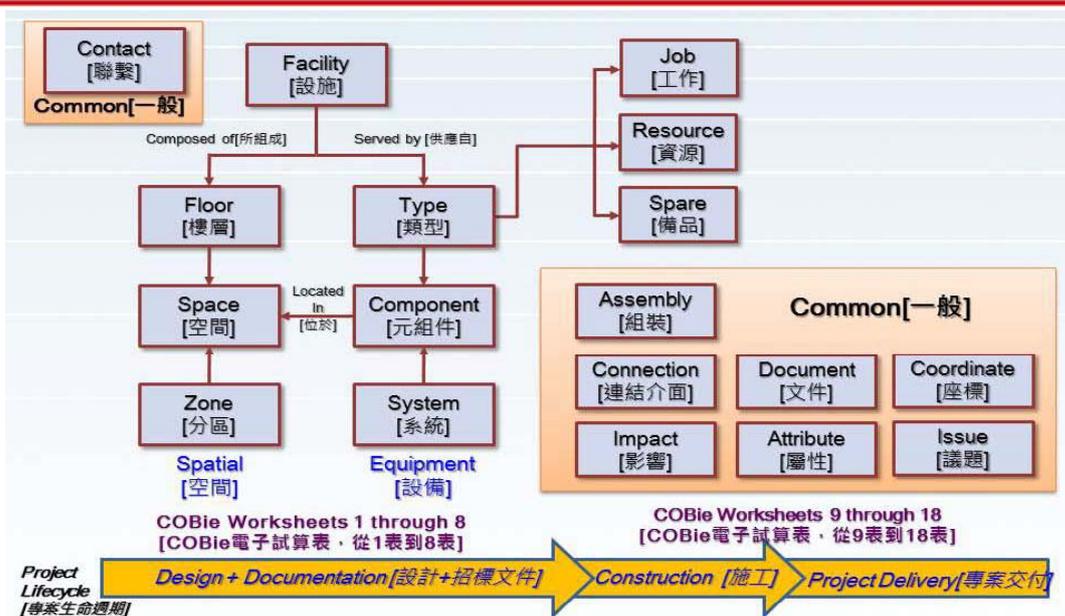
3.研究內容與成果：BIM元件庫格式

品類名稱	電氣							
類型名稱	照明裝置	電燈托架	電燈托架配件	燈塔裝置	資料裝置	門窗裝置	傘燈裝置	火警裝置
模型外觀								
主要外型層級	●	●	●	●	●	●	●	●
組部組成構造	-	-	-	-	-	-	-	-
內部關聯元件	-	-	-	-	-	-	-	-
設備結點	-	-	-	-	-	-	-	-
物理性質	-	-	-	-	-	-	-	-
化學性質	-	-	-	-	-	-	-	-
重量	-	-	-	-	-	-	-	-
用途	-	-	-	-	-	-	-	-
電壓	-	-	-	-	-	-	-	-
編號	-	-	-	-	-	-	-	-
廠牌	-	-	-	-	-	-	-	-
製造商	-	-	-	-	-	-	-	-
保固日期	-	-	-	-	-	-	-	-
保養廠商	-	-	-	-	-	-	-	-
價格	-	-	-	-	-	-	-	-
圖號	-	-	-	-	-	-	-	-
規範	-	-	-	-	-	-	-	-
照片	-	-	-	-	-	-	-	-
型錄	-	-	-	-	-	-	-	-
說明	以軟體供應之基本元件 做相似外型之元件建置							
物理性質	基本設計階段無須建置							
編號	基本設計階段無須編號							

(資料來源：桃園市住宅發展處)

This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

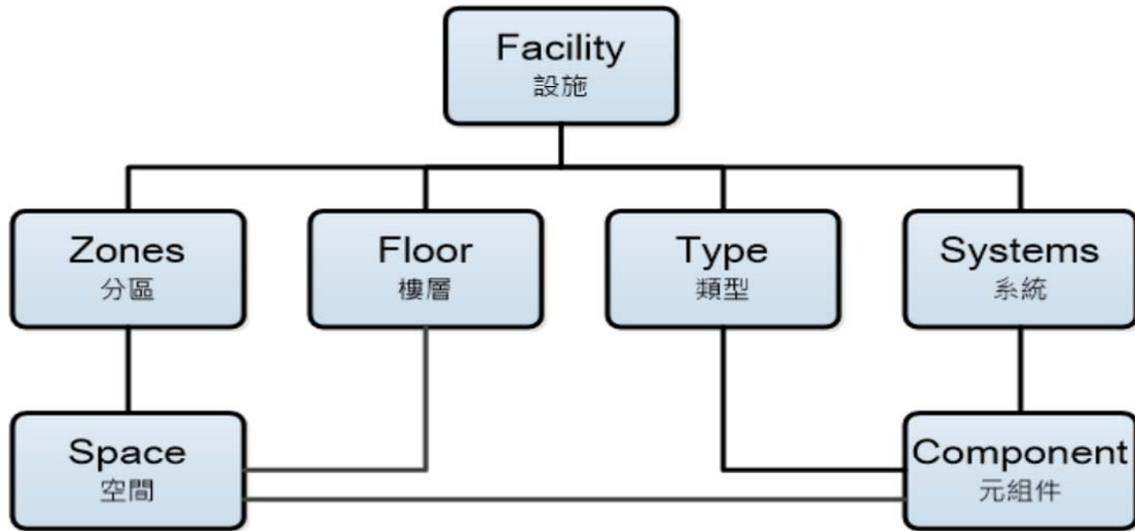
3.研究內容與成果：BIM維運管理資料架構



建築全生命週期SpreadSheet為基礎的COBie資料架構 (資料來源：臺灣 COBie-TW 標準與使用指南規劃與雛型建置(內政部建築研究所資料協同研究報告))

This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

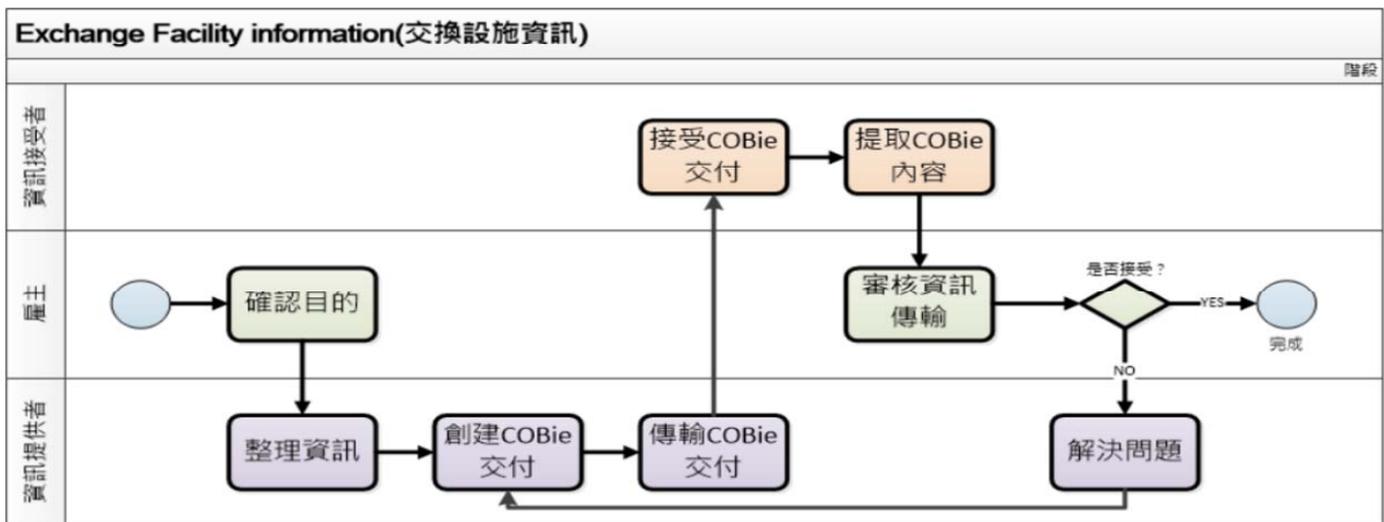
3.研究內容與成果：BIM設施與空間資訊架構



CoBie設施與空間資訊架構(資料來源：臺灣 COBie-TW 標準與使用指南規劃與雛型建置(內政部建築研究所資料協同研究報告))

This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果：BIM交換設施資訊架構



CoBie設施與空間資訊架構(資料來源：臺灣 COBie-TW 標準與使用指南規劃與雛型建置(內政部建築研究所資料協同研究報告))

This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果：建築樓層資料格式

Floor	Example	Notes
名稱(Name)	Level 0	expected
創建者、聯絡人 (CreatedBy)	name@email.com	reference
建置時間(CreatedOn)	2012-12-12T13:29:49	expected
分類(Category)	Floor	pick
外部系統(ExtSystem)	Authoring Application	application
外部目標(ExtObject)	IfcBuildingStorey	application
外部識別碼 (ExtIdentifier)	0NG5d_R6T8leptpGyG4uky	application
樓層描述(Description)	Entrance level	requirable
立面高度(Elevation)	0.0	requirable
樓層高度(Height)	4000.0	requirable

COBie建築樓層資料的範例(資料來源：桃園市住宅發展處)

This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果：建築設施資料格式

設施(Facility)	範例 Example	備註 Notes
名稱(Name)	Some School	expected
創建者、聯絡人(CreatedBy)	name@email.com	reference
建置時間(CreatedOn)	2012-12-12T13:29:49	expected
分類(Category)	D713:Secondary schools	pick
專案名稱(ProjectName)	SchoolExtension	expected
基地名稱(SiteName)	SchoolPark	expected
長度單位(LinearUnits)	millimeters	pick
面積單位(AreaUnits)	squaremeters	pick
體積單位(VolumeUnits)	cubicmeters	pick
貨幣單位(CurrencyUnit)	Pounds	pick
面積測量(AreaMeasurement)	RICS BCIS	expected
外部系統(ExternalSystem)	BIM Authoring Application	application
外部專案目標 (ExternalProjectObject)	IfcProject	application
外部專案識別碼 (ExternalProjectIdentifier)	0NG5d_R6T8leptpG\$lx7Lx	application
外部基地目標 (ExternalSiteObject)	IfcSite	application
外部基地識別碼 (ExternalSiteIdentifier)	0NG5d_R6T8leptpG\$lx7Lv	application
外部設施目標 (ExternalFacilityObject)	IfcBuilding	application
外部設施識別碼 (ExternalFacilityIdentifier)	0NG5d_R6T8leptpG\$lx7Lw	application
該設施的描述(Description)	Single storey secondary school	requirable
專案描述(ProjectDescription)	New build secondary school.	requirable
基地描述(SiteDescription)	Some school, Address Road, New Town, County, AA11 1AA	requirable
階段 Phase	CIC 6.Handover	pick

建築設施規範(資料來源：桃園市住宅發展處)

This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

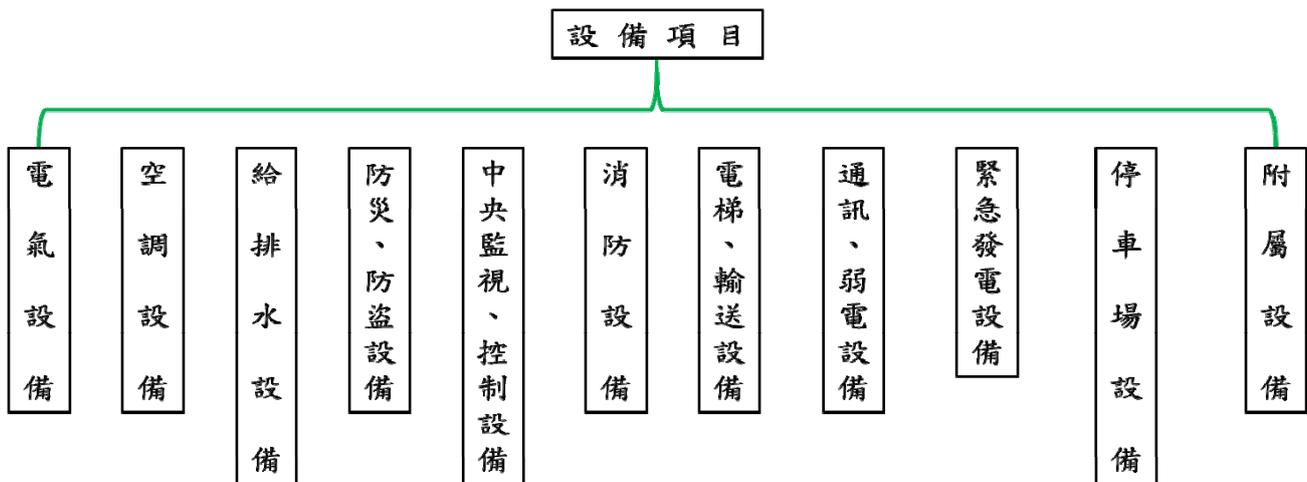
3.研究內容與成果：建築設備資料格式

Floor	Example	Notes
名稱(Name)	Level 0	expected
創建者、聯絡人 (CreatedBy)	name@email.com	reference
建置時間(CreatedOn)	2012-12-12T13:29:49	expected
分類(Category)	Floor	pick
外部系統(ExtSystem)	Authoring Application	application
外部目標(ExtObject)	IfcBuildingStorey	application
外部識別碼 (ExtIdentifier)	ONG5d_R6T8leptpGyG4uky	application
樓層描述(Description)	Entrance level	requirable
立面高度(Elevation)	0.0	requirable
樓層高度(Height)	4000.0	requirable

建築設備規範(資料來源：桃園市住宅發展處)

This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果：設備管理維護方式與重點



(資料來源：本研究製作)

設備管理維護方式與重點

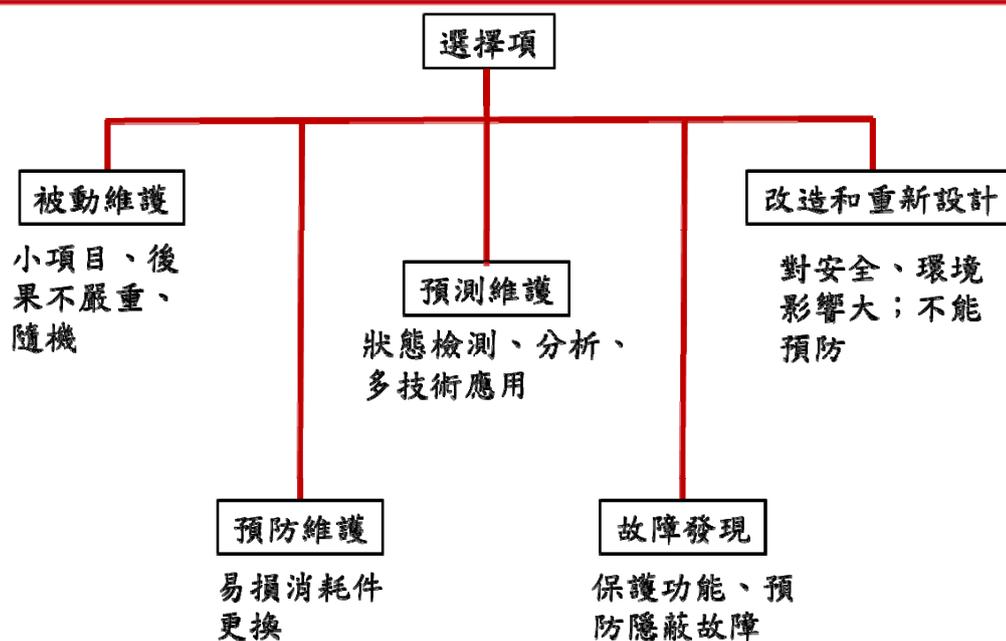


管理維護方式	日常維護管理	定期維護管理	臨時維護管理
管理維護重點	環境清掃維護 使用運轉檢查 警衛保全戒護	依法檢查申報 定期檢查保養 耗材更換修復	故障維護排除 災變預防措施 報廢汰換更新

(資料來源：本研究製作)

This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果：維修策略選擇路徑



(資料來源：本研究製作)

This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

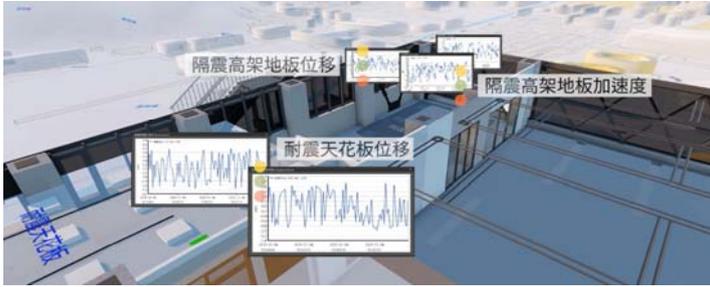
3.研究內容與成果：BIM與IoT檢修資訊



BIM與IoT檢修檔案資訊類型(資料來源：桃園市住宅發展處)

This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

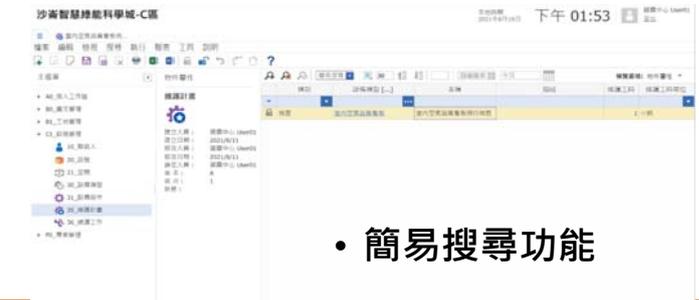
3.研究內容與成果：BIM顯示設備管理資訊



各樓層3D立體導覽功能(資料來源：國家地震工程研究中心 智慧城市小組)



• 空間設備資產查詢功能(資料來源：桃園市住宅發展處)

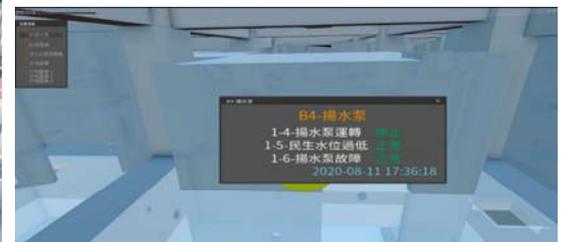


• 簡易搜尋功能

3.研究內容與成果：BIM+3D GIS顯示設備管理資訊



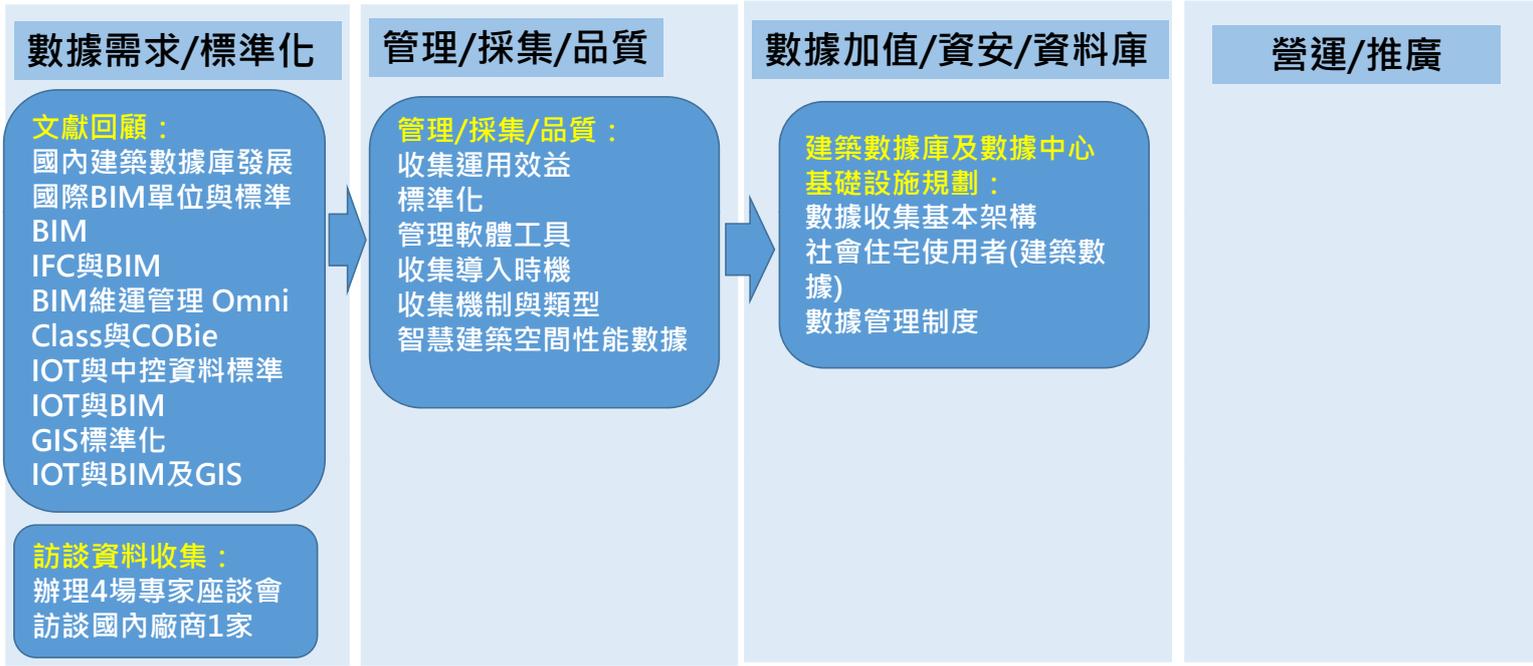
BIM+ 3D GIS設備資訊整合顯示畫面



BIM與揚水泵設備資訊整合顯示畫面

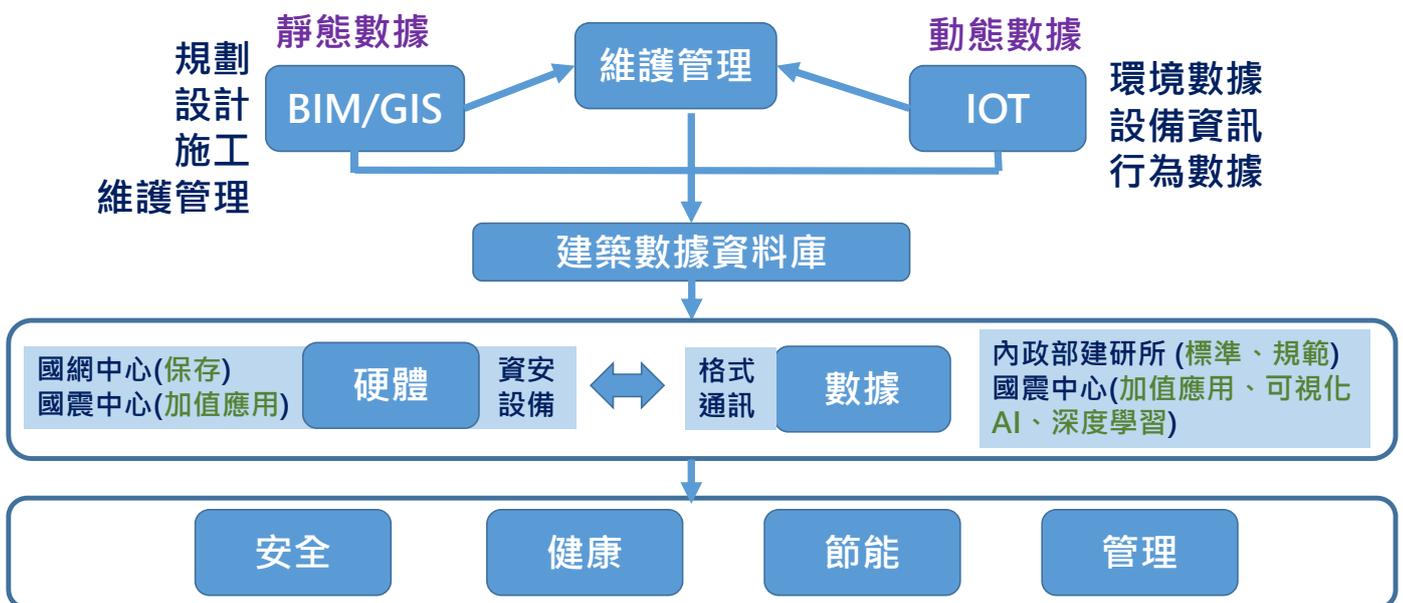
(資料來源：國家地震工程研究中心 智慧城市小組)

3.研究內容與成果- 方法與步驟及內容



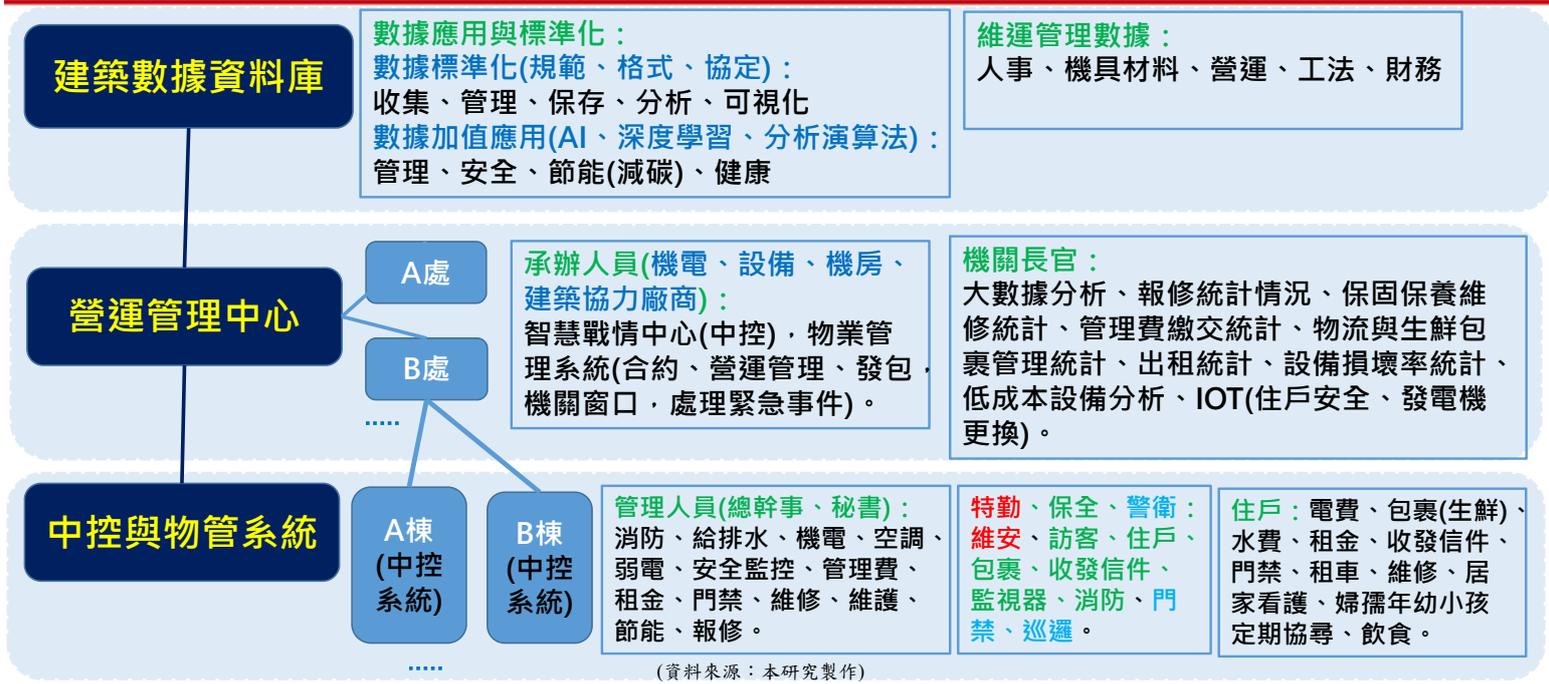
This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果：數據收集基本架構



This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果：社會住宅使用者(建築數據)



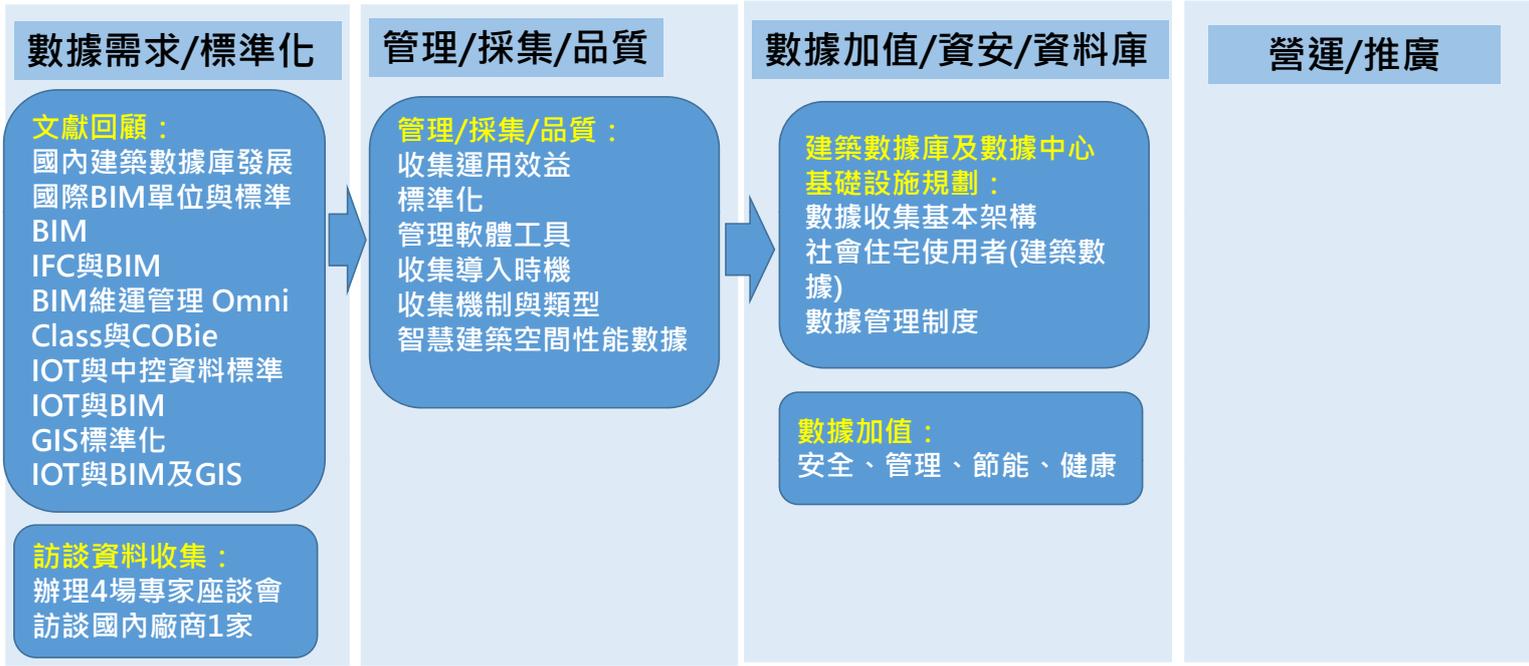
This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果：數據庫管理制度



This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果- 方法與步驟及內容



This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果： 數據加值應用服務



This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果：消防安全數據

資料庫功能：建立建築數據庫，對建築數據進行收集、管理、保存、分析、可視化、加值應用標準化

建築數據資料庫

數據收集方式：營運管理中心自動定期上傳建築數據資料庫

數據類型： (資料來源：本研究製作)
消防逃生動線與住戶人數、消防救災動線與住戶人數、室內火災排煙模擬回饋營運管理單位、消防資料類型文件、消防監控數據統計與分析。

中心功能：統一化管理各處社會宅，降低維運成本。

營運管理中心

數據類型：
消防警報誤報率、消防設備維修數量與故障率、事件紀錄、消防系統是否正常運轉、瓦斯洩漏監控、消防管理資料類型文件、消防監控統計數據

數據收集方式：物管平台自動定期上傳營運管理中心

A處

B處

C處

D處

.....

數據收集與服務：中控與物業管理雲平台

中控與物管系統

數據類型：
火警探測器、排煙閘門動作警示、消防手動報警機及排煙手動開關動作警示、頂樓消防排煙機及排煙閘門動作警示、消防滅火系統泵浦動作警示、自然排煙窗動作警示、E化消防管理文件、消防監控數據。

中控與物管功能：提升住戶滿意度，智慧化、自動化維運管理模式，降低維運成本。

A棟
(中控系統)

B棟
(中控系統)

C棟
(中控系統)

3.研究內容與成果：維運管理數據

資料庫功能：建立建築數據庫，對建築數據進行收集、管理、保存、分析、可視化、加值應用標準化

建築數據資料庫

數據收集方式：營運管理中心自動定期上傳建築數據資料庫

數據類型： (資料來源：本研究製作)
影像設備物料金額、AI演算法分析、預鑄產業施工人力、物料波動數據、其它維運統計與分析數據。

中心功能：統一化管理各處社會宅，降低維運成本。

營運管理中心

數據類型：
影像個資防護、遠端解除門禁、建築周邊安全管理資訊、監視器損壞、維運管理資料類型文件、其它維運統計數據。

數據收集方式：物管平台自動定期上傳營運管理中心

A處

B處

C處

D處

.....

數據收集與服務：中控與物業管理雲平台

中控與物管系統

數據類型：
門禁、對講機、門位監測、監視器位置及影像、網路影像對講機動作警示、E化維運管理文件、其它維運監控數據、E化維運管理文件等。

中控與物管功能：提升住戶滿意度，智慧化、自動化維運管理模式，降低維運成本。

A棟
(中控系統)

B棟
(中控系統)

C棟
(中控系統)

3.研究內容與成果： 節能數據

資料庫功能：建立建築數據庫，對建築數據進行收集、管理、保存、分析、可視化、加值應用標準化

建築數據資料庫

數據類型： (資料來源：本研究製作)
建築節能效率、建築耗能最大設備用電、綠電發電效能、空調負載評估、系統運轉能效評估、節能改善回收效益估算、價值工程規劃與經濟效益計算、建築各項設備電量統計與分析

數據收集方式：營運管理中心自動定期上傳建築數據資料庫

中心功能：統一化管理各處社會宅，降低維運成本。

營運管理中心

數據類型：
住戶電電、總用電、綠電總電量、綠電轉供狀態、總儲能設備電量、總照明用電、緊急用電量、消防用電、水供電量統計。

數據收集方式：物管平台自動定期上傳營運管理中心

A處

B處

C處

D處

.....

數據收集與服務：中控與物業管理雲平台

中控與物管系統

數據類型：
智慧電表、綠電發電量、空間獨立電費、儲能設備電量、冷氣空調用電、冰水主機用電、緊急用電、消防用電、插頭用電、照明用電、建築相關用電監測。

中控與物管功能：提升住戶滿意度，智慧化、自動化維運管理模式，降低維運成本。

A棟

(中控系統)

B棟

(中控系統)

C棟

(中控系統)

3.研究內容與成果： 健康生活數據

資料庫功能：建立建築數據庫，對建築數據進行收集、管理、保存、分析、可視化、加值應用標準化

建築數據資料庫

數據類型： (資料來源：本研究製作)
建物周邊空汙環境監控、環境監控(CO2、CO、PM2.5)、防疫監控、水質監控、安全建材數據統計與分析。

數據收集方式：營運管理中心自動定期上傳建築數據資料庫

中心功能：統一化管理各處社會宅，降低維運成本。

營運管理中心

數據類型：
住宅內與停車場一氧化碳及溫度監控、疫情監控、水質監控、環境機控(CO2、CO、PM2.5)、防疫空間動線、甲醛監控數據統計。

數據收集方式：物管平台自動定期上傳營運管理中心

A處

B處

C處

D處

.....

數據收集與服務：中控與物業管理雲平台

中控與物管系統

數據類型：
住宅內與停車場一氧化碳及溫度監控、水質監控、防疫監控、甲醛監控、環境監控、居家看護、婦孺年幼兒定期協尋等。

中控與物管功能：提升住戶滿意度，智慧化、自動化維運管理模式，降低維運成本。

A棟

(中控系統)

B棟

(中控系統)

C棟

(中控系統)

3.研究內容與成果- 方法與步驟及內容



This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果： 資訊安全與隱私保護之**管理**面措施



This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果：資訊安全與隱私保護之技術面措施

NAR Labs

承諾·熱情·創新



This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果：資訊安全與隱私保護之技術面措施

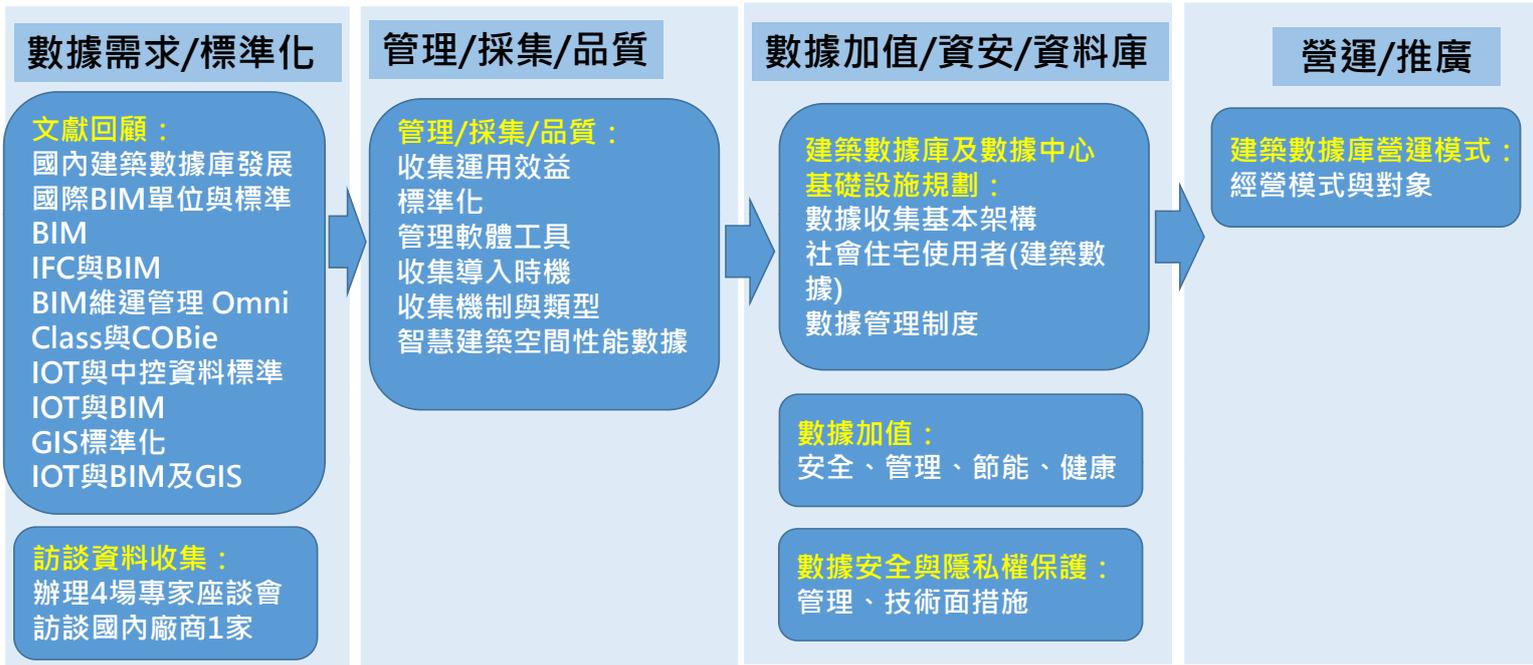
NAR Labs

承諾·熱情·創新



This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果- 方法與步驟及內容



This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果：經營模式與對象

營運模式：委託現有常設法人經營或成立公設財團法人，政府經費支持初期建置，未來當衍生加值應用豐富後，建築數據虛擬中心可作為服務提供者與資料提供者，向使用者收取費用。

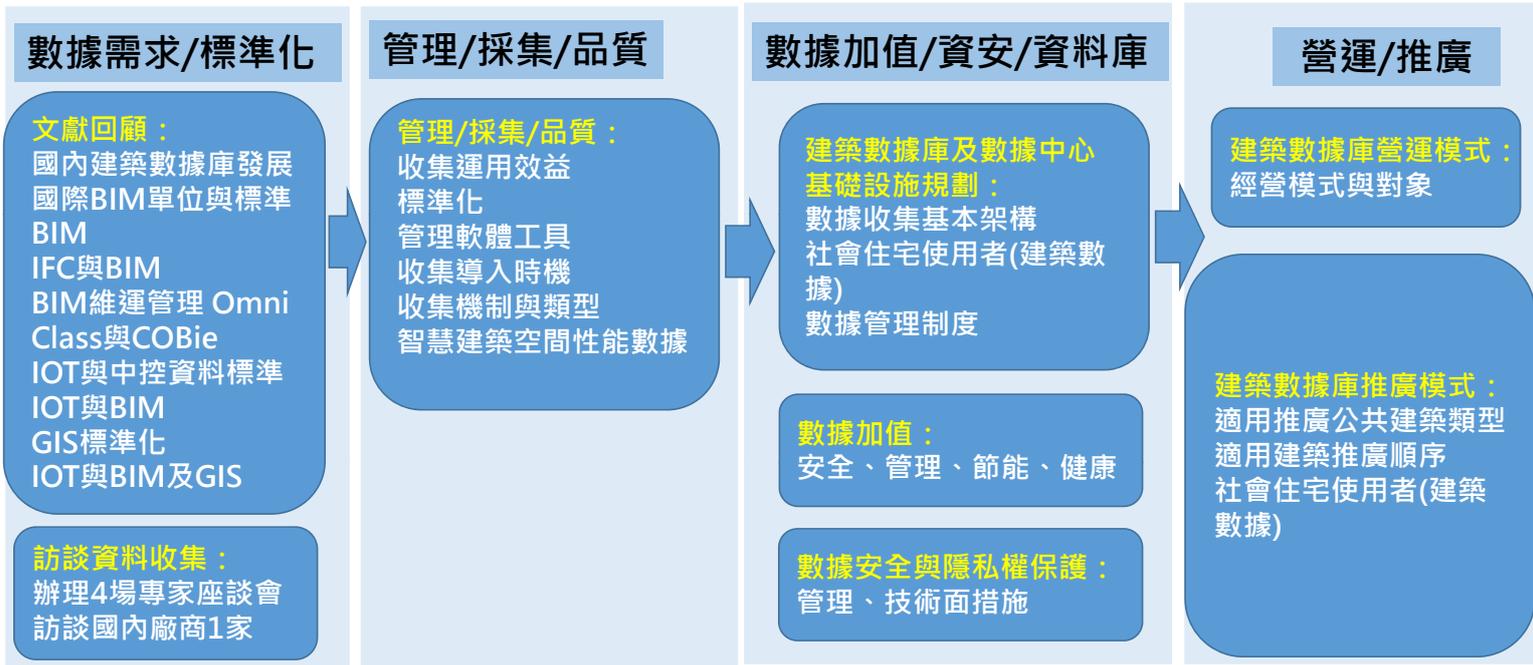
建築數據資料庫對象：服務對象：建築業主、建築使用人、建築智慧化服務開發者、建築管理公部門、防災研究機構



資料來源：彭繼傳(2020)，「智慧建築空間性能數據蒐集暨雲端平台應用推廣計畫」，中華民國內政部建築研究所。

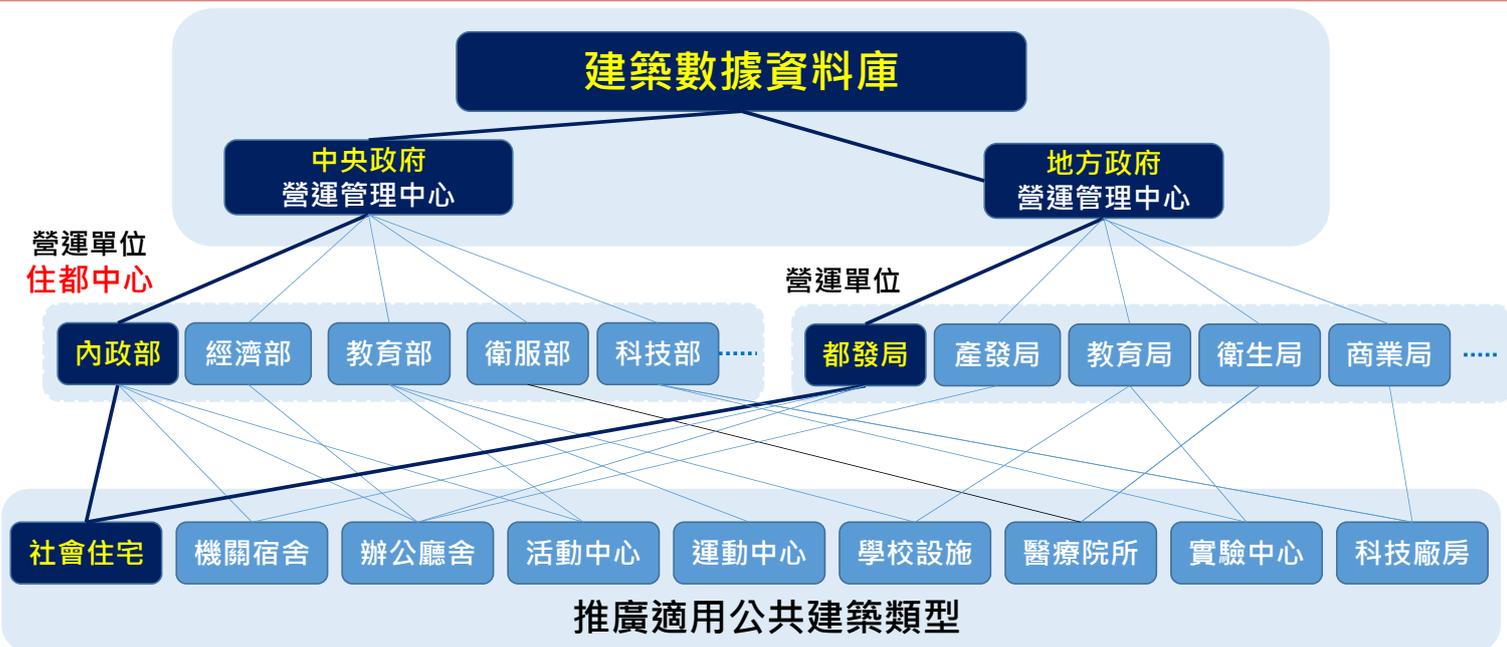
This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果- 方法與步驟及內容



This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果：適用推廣公共建築類型



This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

3.研究內容與成果：適用建築推廣順序

NAR Labs
承諾·熱情·創新

推廣順序：

新建社會宅 → 新建公有建築 → 既有社會宅 → 既有公有建築 → 標竿之供公眾使用建築物



社會住宅



活動中心

(資料來源：蘋果日報與台南市里社區活動中心)



運動中心

This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

NAR Labs
承諾·熱情·創新

4. 結論

This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

4. 結論

1. 建築數據資料庫之基礎架構，在靜態數據主要收集建築規劃、設計、施工、維護管理等，全生命週期之BIM、數位化工程文件或營運數據資料；而動態數據主要收集建築環境數據或設施設備營運數據。建築數據在不同管理層級，有不同數據類型需求，數據收集方式亦隨之改變，本計畫以社會住宅為例，提出建築數據資料庫之基礎架構。
2. 建築數據資料庫主要功能收集、保存、分析及數據可視化，採集數據類型以安全、管理、節能、健康為首要收集數據，再經由建築數據資料庫AI演算法加值應用，創造建築數據數位經濟價值，以降低建築人力與物力成本，以及節能減碳優質生活機能。
3. 國外有關BIM標準格式，已有NBIMS-US與NBIMS-CANADA及NBIMS-ROK等標準格式，在維運管理階段有Omni Class與COBie標準格式可遵循。內政部建築研究所，已提出許多BIM標準格式，例如「臺灣 COBie-TW 標準與使用指南規劃與雛型建置」等標準格式可使用。

4. 結論

4. 國內在臺灣資通產業標準協會與社團法人台灣智慧建築協會推動下，成立TAICS智慧建築資通訊技術工作委員會，致力於制定智慧建築IoT標準格式，已發佈智慧建築能源管理系統資料格式標準(TAICS TS-0022 v1.0)、智慧建築安全監控系統資料格式標準v2(TAICS TS-0009 v2.0)、智慧建築安全監控系統資料格式測試規範(TAICS TS-0023 v1.0)、智慧建築能源管理系統資料格式測試規範(TAICS TS-0033 v1.0)標準格式可遵循。在通訊交換標準格式可採用OpenID 2.0，在GIS數據標準格式可參考OGC規範。
5. 建築數據資料庫收集資料量巨大且使用流量大，隸屬國家實驗研究院的國家地震工程研究中心與國家高速網路與計算中心，可協助提供建築工程專業數據加值應用與維運管理數據分析技術，以及提供建築數據資料庫所需之高效能電腦與高容量資料儲存空間。

4. 結論

6. 建築全生命週期數據集合大量敏感性資訊，其中可能包含政府施政管理的圖文及商業機密、建築使用人的個資及生活隱私。建築數據庫承擔收存、管理、運用建築全生命週期數據之角色，透過資通系統介面連結雲管理平台，提供資料服務及加值分析運用，在機密性與完整性及可用性三個面向必須具備水準以上要求，本計畫已提供妥善規劃及執行建築數據資料庫之資訊安全及隱私保護措施策略，是讓建築數據資料庫發展上獲得使用者、管理者乃至於主管機關信賴的關鍵因素。
7. 本計畫擬定建築數據庫基本架構發展策略，以及建議各類型具加值應用數據，但對於各類型數據儲存空間管理機制及維護管理的費用尚未提出，而實務面上若建置建築數據資料庫仍需合理估算經費，建議後續可持續研究提出解決方案。

This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

NARLabs

承諾·熱情·創新

謝謝聆聽
敬請指教

This document contains proprietary and controlled information of National Space Organization (NSPO) of Taiwan and shall not be duplicated in whole or in part for any purposes without permission from NSPO.

內政部建築研究所「建築資訊整合應用躍升計畫協同研究計畫」：
結合**建築資訊建模 (BIM)**、**辨識技術與人工智慧(AI)**
技術於建築物**預鑄工法**應用

研究主持人：王榮進

協同主持人：曾仁杰

研究員：林之謙、陳士明、厲妮妮、黃昱翔

研究助理：曾酪順、王文廷



中華民國內政部
建築研究所

國立陽明交通大學
NATIONAL YANG MING CHIAO TUNG UNIVERSITY



國立臺灣大學
National Taiwan University

營建工程產業背景

\$12.5T 世界營建工程總產值

Source: Businesswire, 2021

~40% 勞工程本比例
佔總成本30% ~ 50%

Source: Construction Industry Institute 2019

~35% 非勞力工時
佔總工作時數 30% ~ 40%

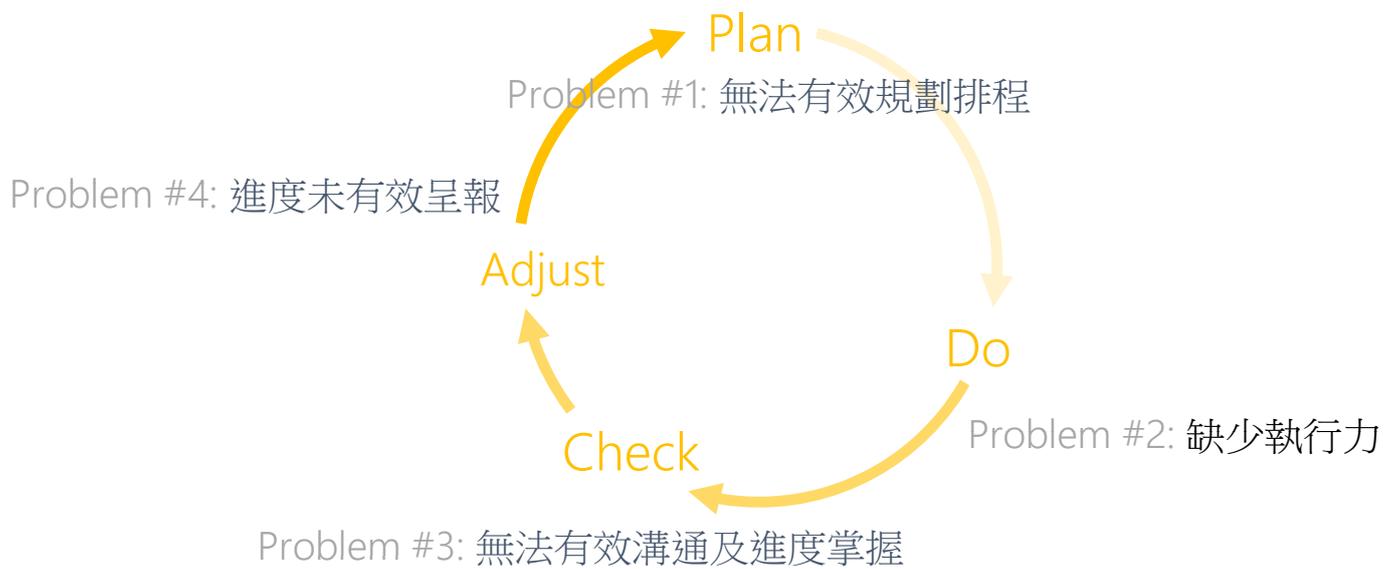
Sources: CII 2019, FMI 2019, Forbes 2018

\$1.75T 可透過提昇生產力
回收之潛在成本

2nd 台灣缺工狀況

Sources: Taiwan National Statistics 2019

工程專案管理PDCA循環



3

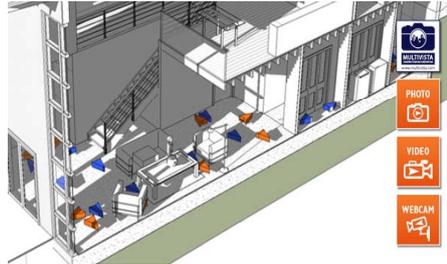
機會：BIM + 即時排程資訊



機會：工地巨量影像資料蒐集



200-1,000 影像/天



~1,000 專業影像蒐集/天



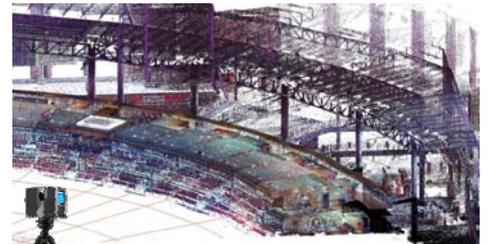
縮時攝影頻率 5min



1-10s 影片/天



~2,000 無人機影像/週



1-5 雷射掃描/月

5

機會：預鑄工法

• 現況

• 缺人（水泥工、粉光工綁鋼筋工人）

- 台灣適工作年齡人口將在未來50年內下降30%，每年平均減少18萬人。而實際上，願意從事如營建業等高勞力工作的勞動人口甚至不到青壯年人口的20%。（國發會）
- 勞動人口眾多的中國，出於環保與規劃等政策考量，近年也大力推展裝配式建築（即預鑄建築），並規定在2020年以前，裝配式建築必須佔全國建築數量的10%，並有50個以上的裝配式建築示範城市

• 工資上漲

• 預鑄優勢

- 大量減少現場工人、縮短施工期、品質穩定

• 預鑄挑戰

- 設計彈性較小、造價較高

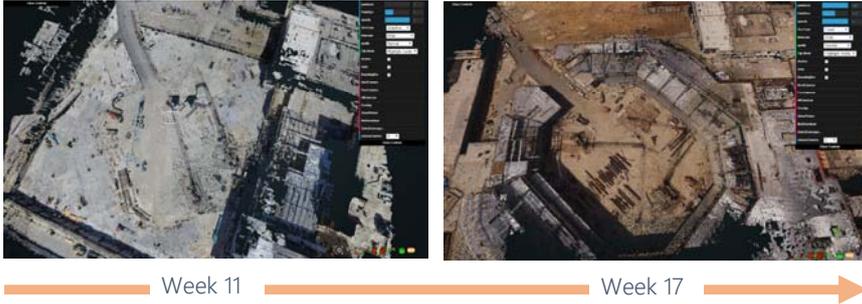
6

虛擬生產管理

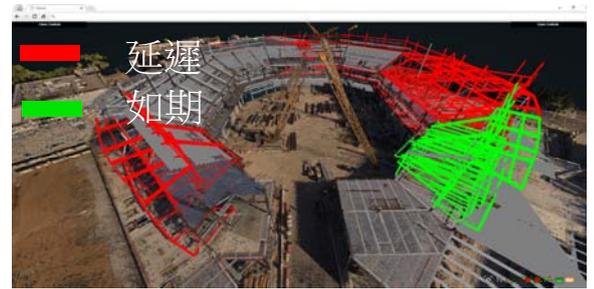
預期進度: 4D BIM



實際進度: 4D Reality



虛擬生產管理模型

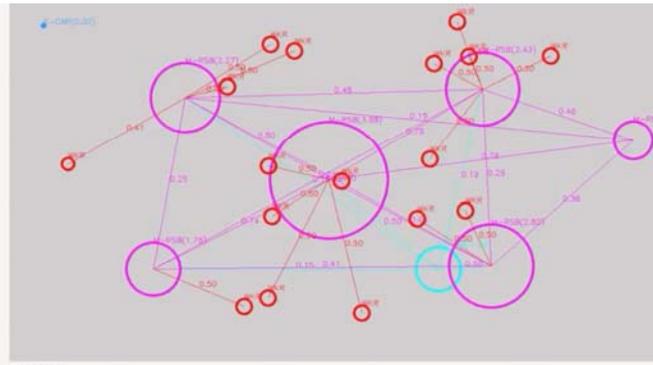


- 工程圖資化
- 進度管控
- 品質監測
- 環安衛檢測

研究目標

- 針對預鑄工程，於4D BIM的資訊下，給予360攝影機拍攝工地現場之影片，以人工智慧深度學習，達成自動辨識現場施工進度，並於BIM呈現比對預定進度差異：
 1. 利用BIM、人工智慧、辨識技術等前瞻技術開發預鑄工程建築構件施作控管系統，即時偵測預鑄建築構件於施工階段是否依設計圖說等，控管施作進度管理架構及流程之研擬。
 2. 建置預鑄工程建築構件施作控管系統，控管建築構件施做位置施作進度。

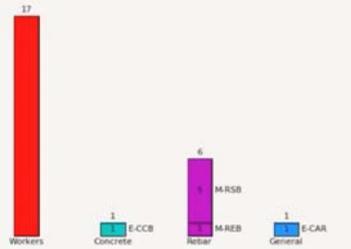
自動辨識應用於施工作業



Summary

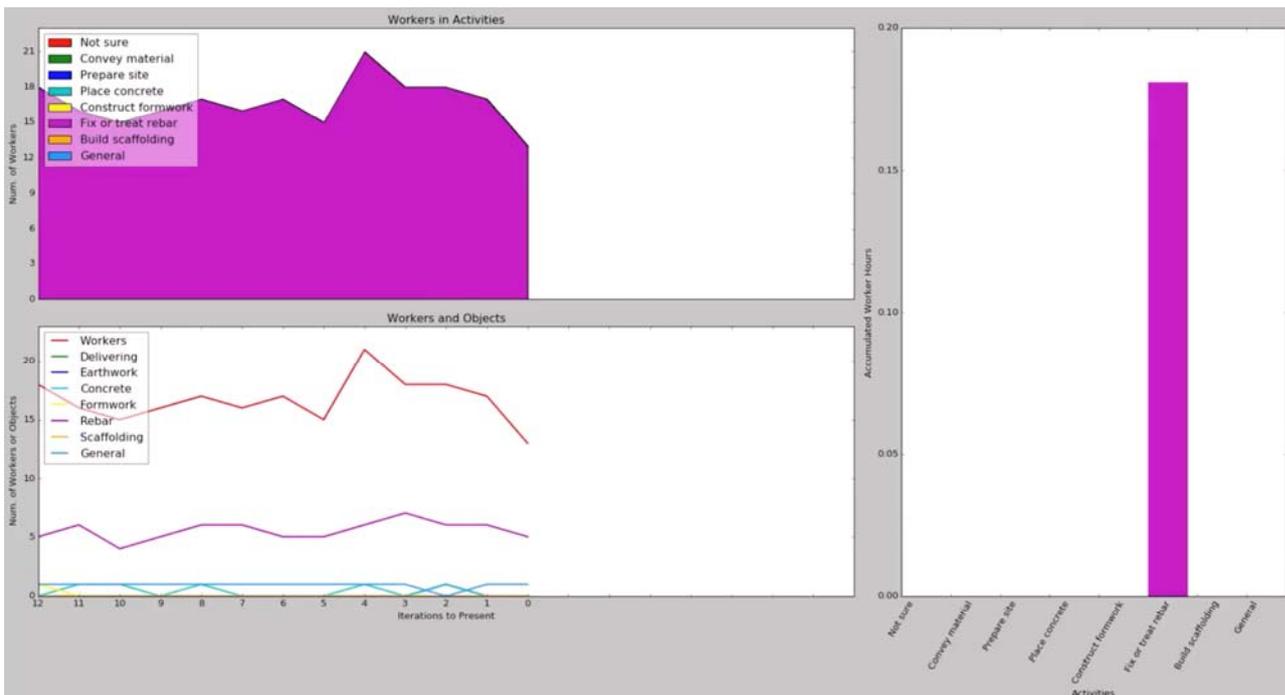
ONGOING ACTIVITIES:

1): 17 worker(s) involved in fixing, erecting, or treating rebar



Xiaochun Luo

自動辨識應用於施工作業



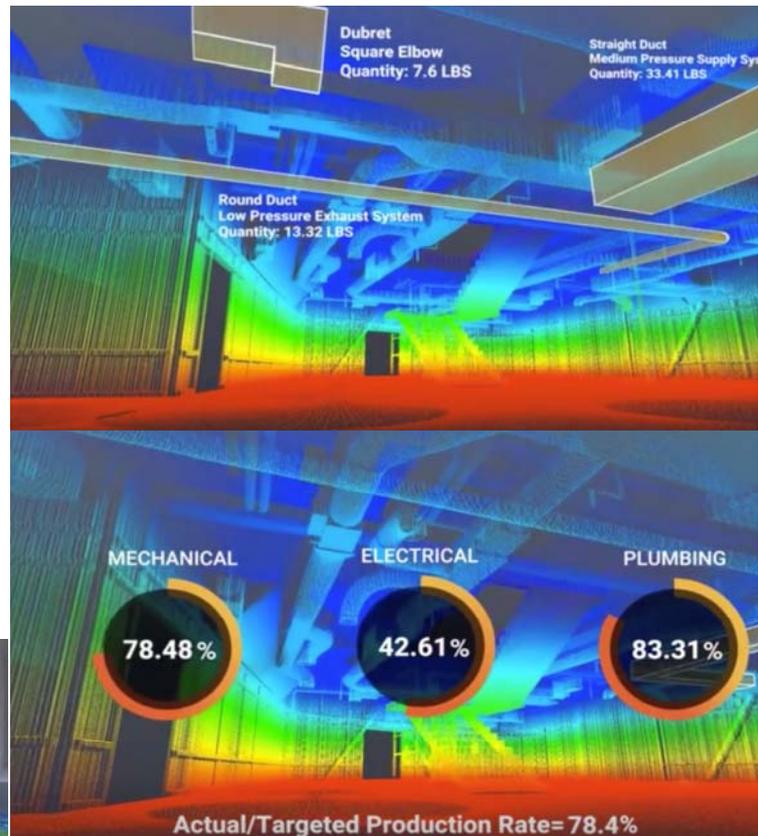
Xiaochun Luo

自動辨識應用於施工辨識



SRI International

自動辨識應用於施工辨識



其他文獻探討

How to automatically detect?



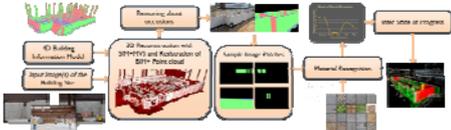
Framework for automated model-based assessment (Golparvar-Fard et al. 2009)

How to differentiate operation-level activities?



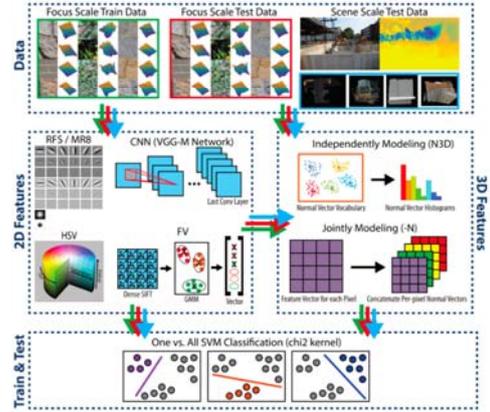
Automated "physical" progress monitoring (Golparvar-Fard et al. 2013)

Material recognition (techniques and datasets limited)



Automated operation level progress monitoring (Han and Golparvar-Fard, 2015)

How to generalize material recognition?



Geometry improves classification accuracy across scales & viewing directions. (Degol et al., 2016)

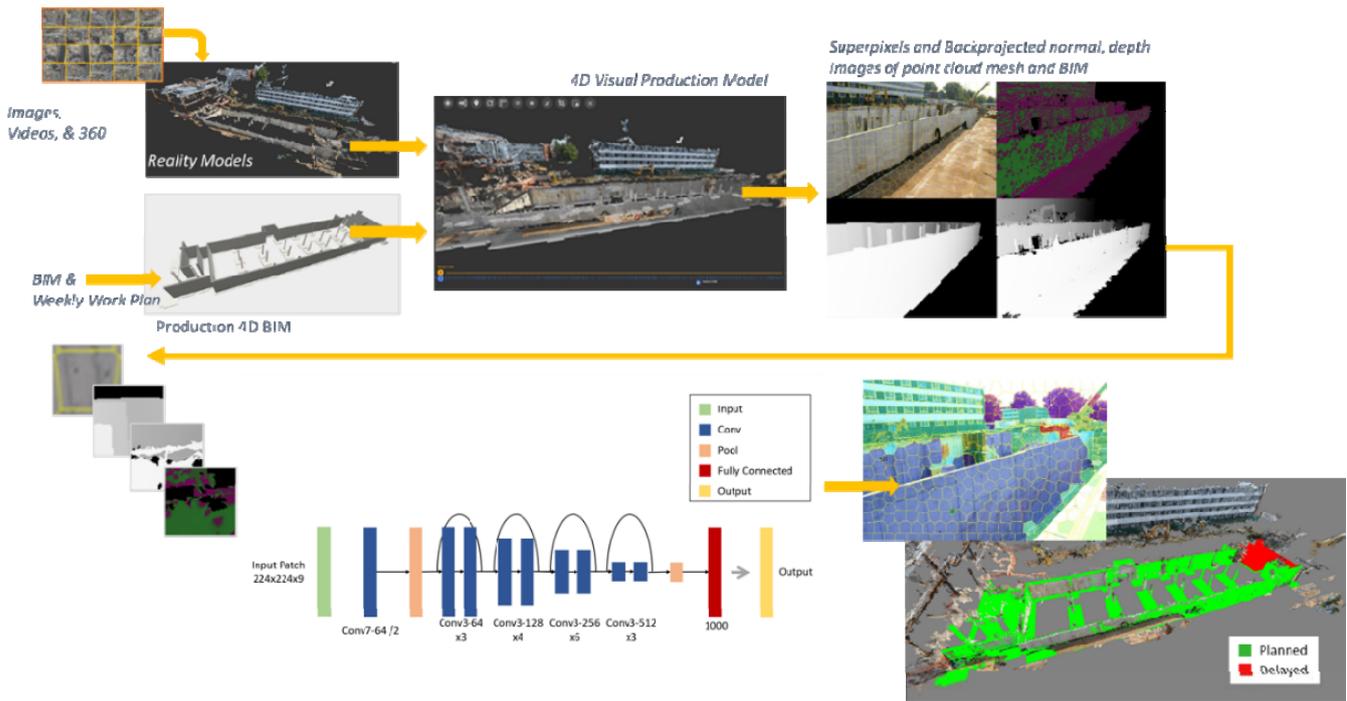
目前仍缺乏直接可偵測進度之方法

研究方法及流程

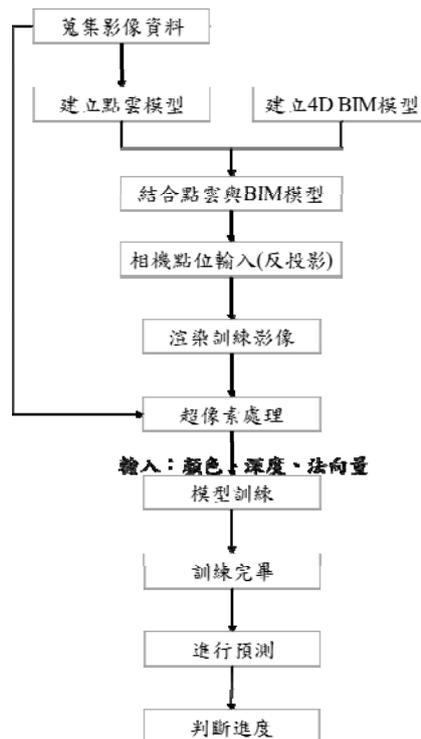
研究流程

- 360° 影像室內外蒐集
- 工程進度管控資料庫
- 虛擬視覺模型
- 工程影像超像素
- 深度學習模型架構

研究流程



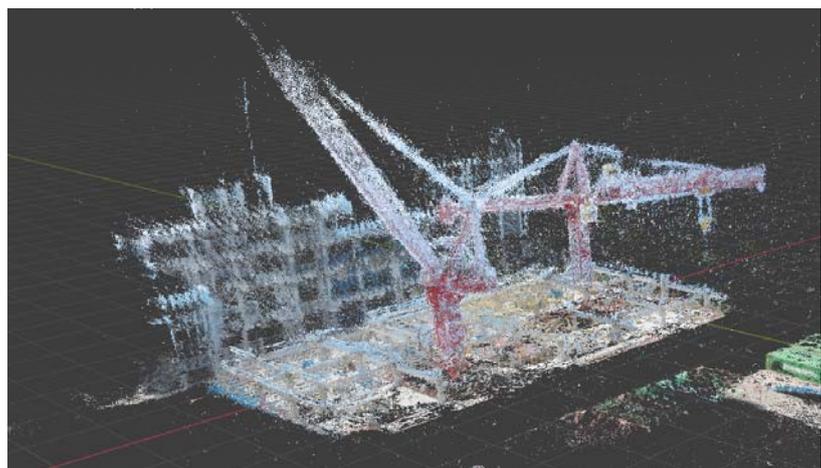
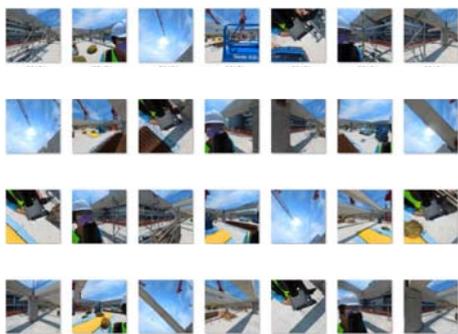
研究流程



360° 影像室內外蒐集



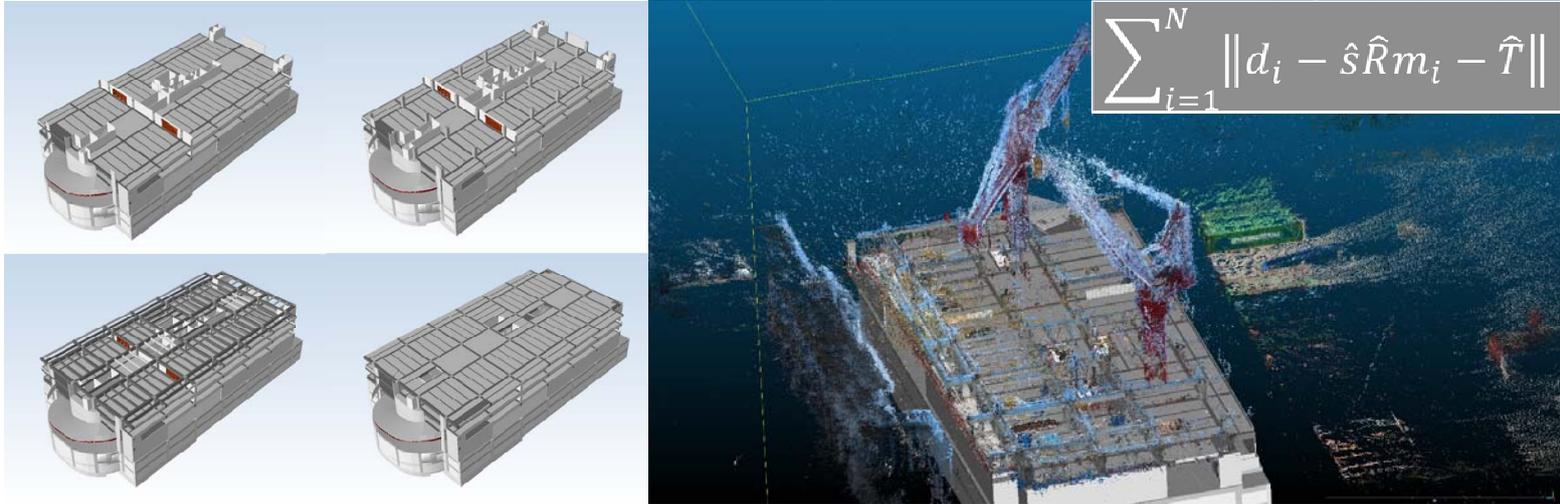
工程進度管控資料庫



- 由運動恢復結構 (Structure from Motion, SfM) 及多視立體 (Multiview Stereo) 快速建立稀疏點雲，利於後續生成密集點雲

虛擬視覺模型

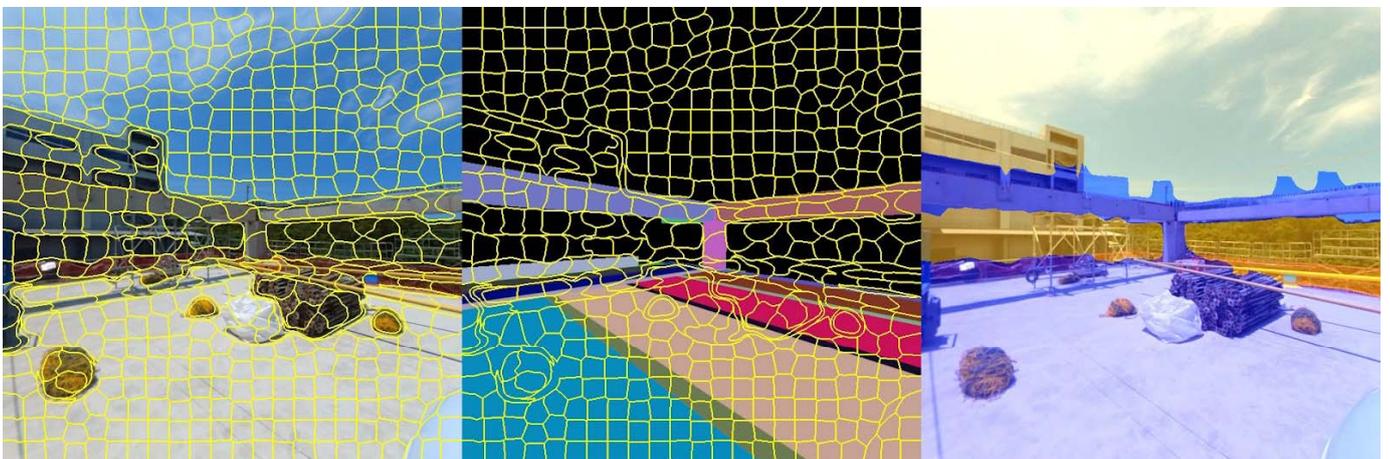
- 結合點雲模型與4D BIM將不同時間的BIM模型與排程以及將點雲與BIM合成之結果



19

工程影像超像素

- 超像素處理可讓輸入影像先一步進行有意義的分割，降低後續任務難度並加速任務進行



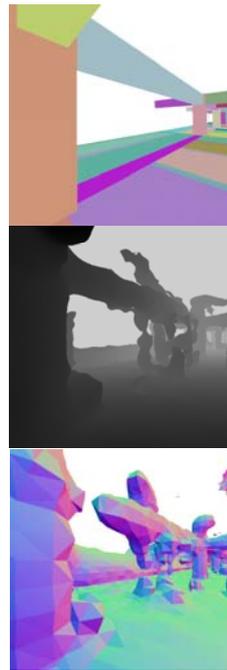
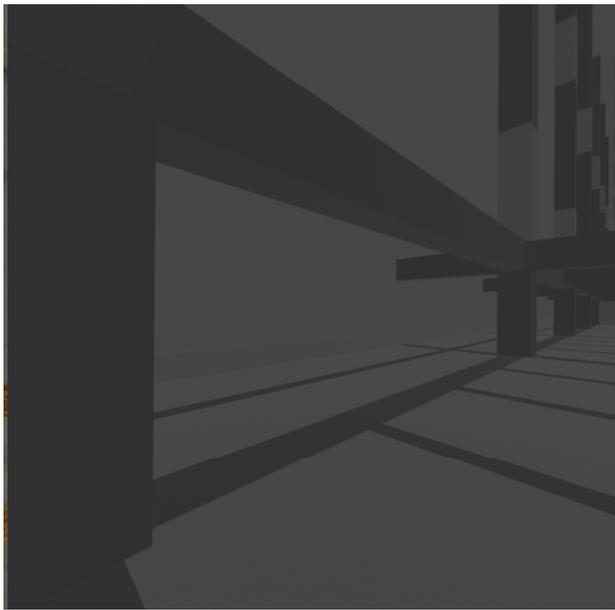
超像素分割原始照片

超像素分割原始照片

現地真實資料(自動標注)

20

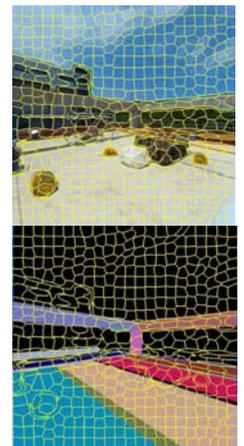
工程進度管控特徵



BIM 分色標注

點雲深度

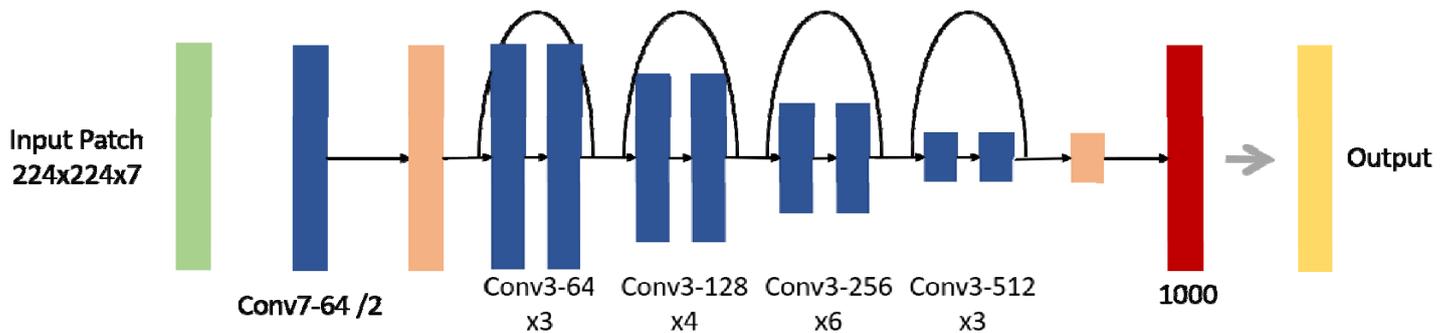
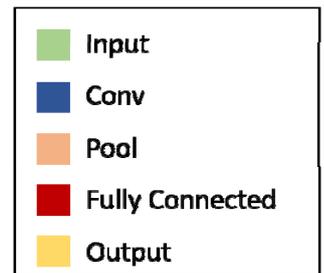
點雲法向量



超像素：材質、深度、法向量

深度學習模型架構

- ResNet-34 架構結合前述特徵：材質、深度、法向量

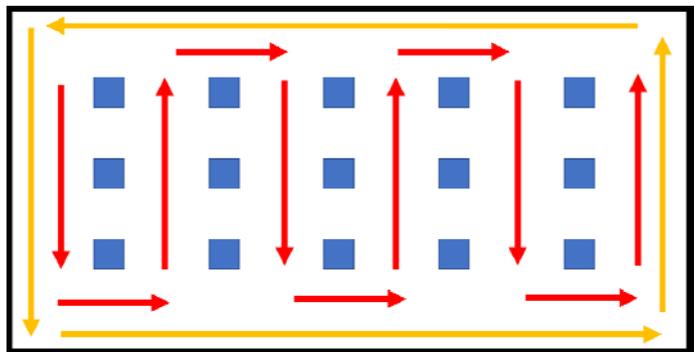


研究成果

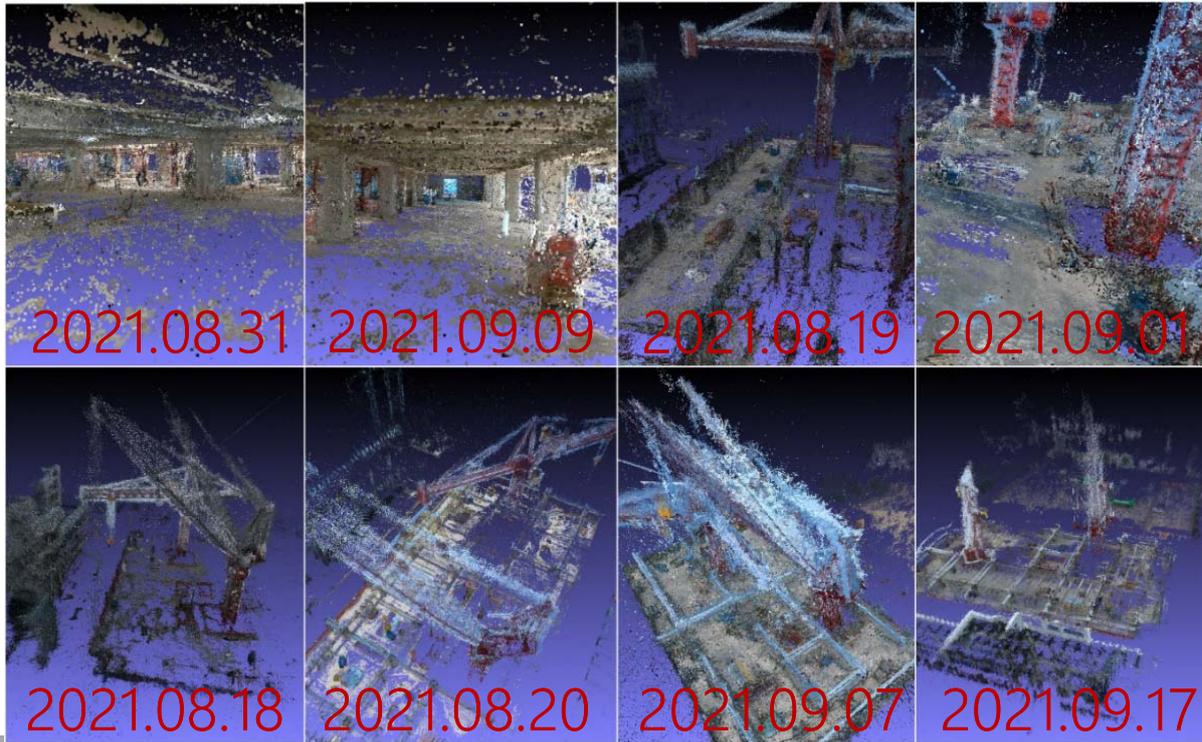
360° 影像室內外蒐集
點雲模型演算法建立
工程進度管控資料庫
虛擬視覺模型
工程影像超像素
深度學習模型架構

研究成果 – 預鑄構建影像蒐集方法

- 蒐集方法示範以及建議路線(減少誤差)

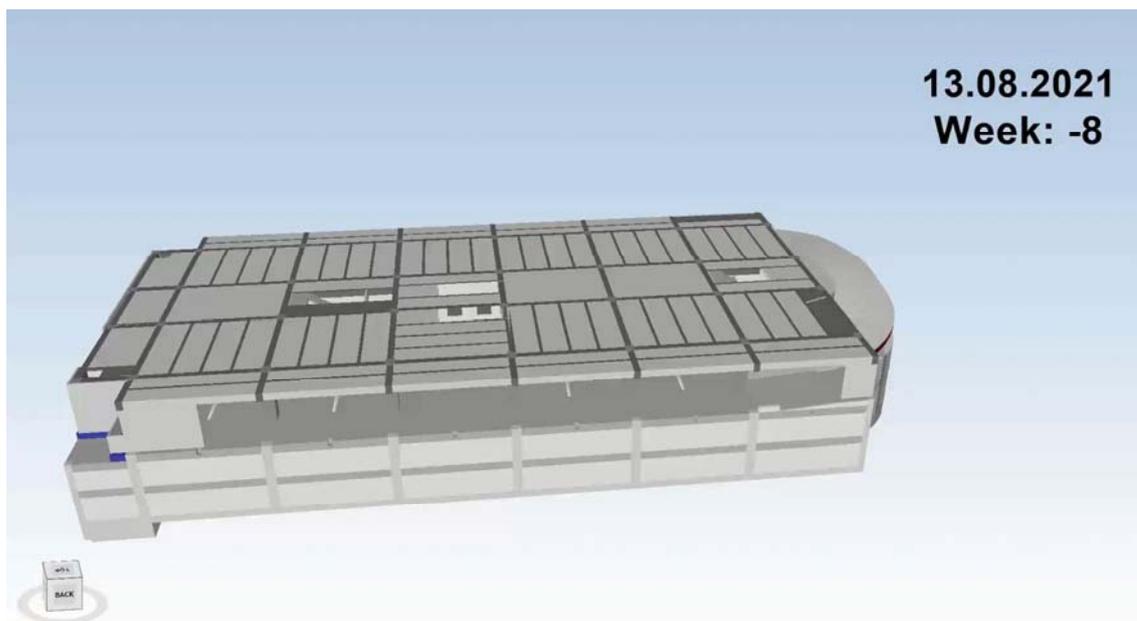


研究成果 - 點雲模型演算法建立



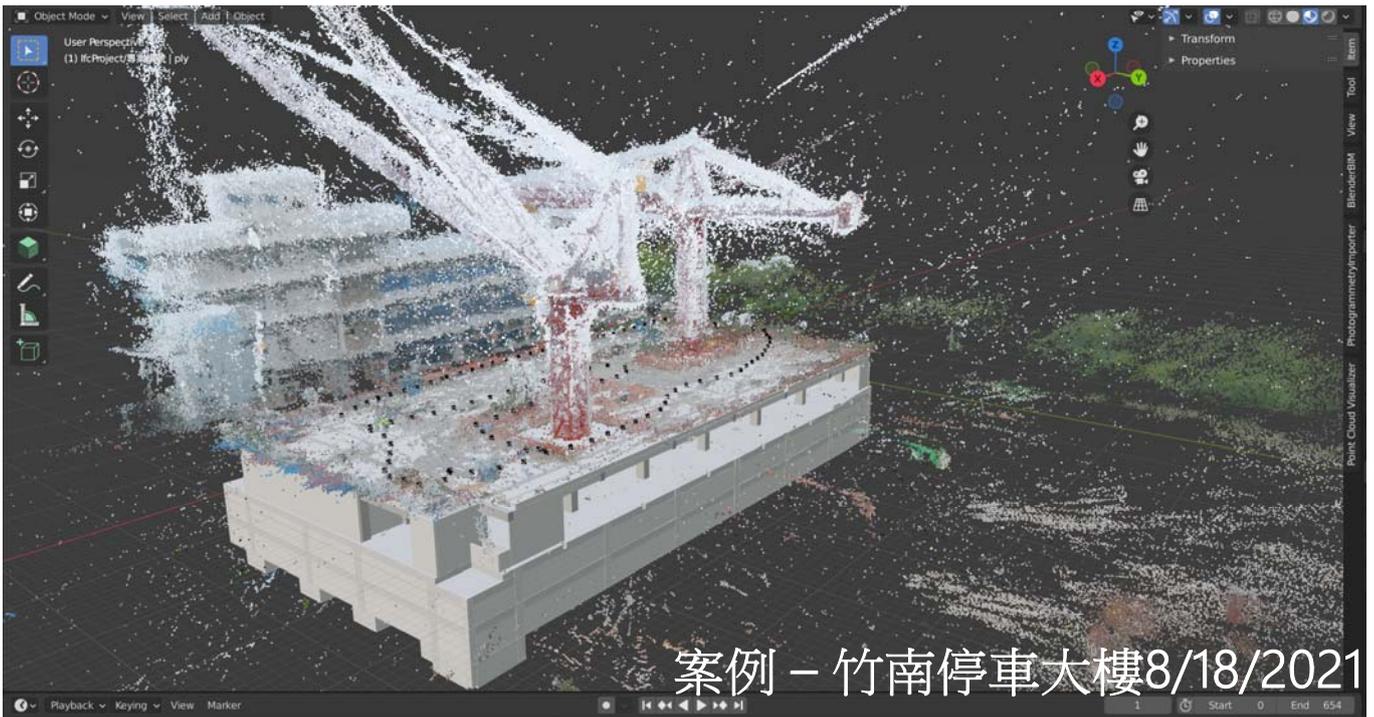
25

研究成果 - 4D BIM



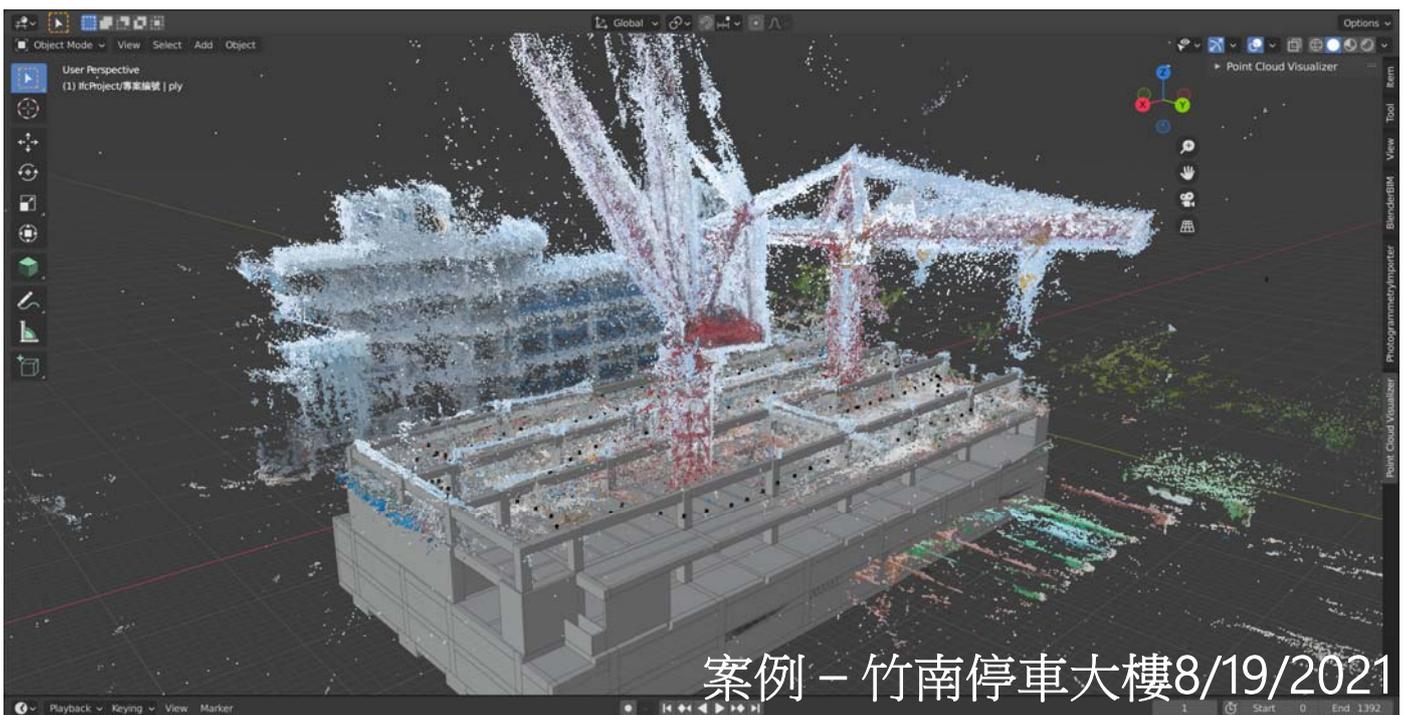
26

研究成果 - 結合點雲模型與4D BIM



27

研究成果 - 結合點雲模型與4D BIM



28

研究成果 - 結合點雲模型與4D BIM



29

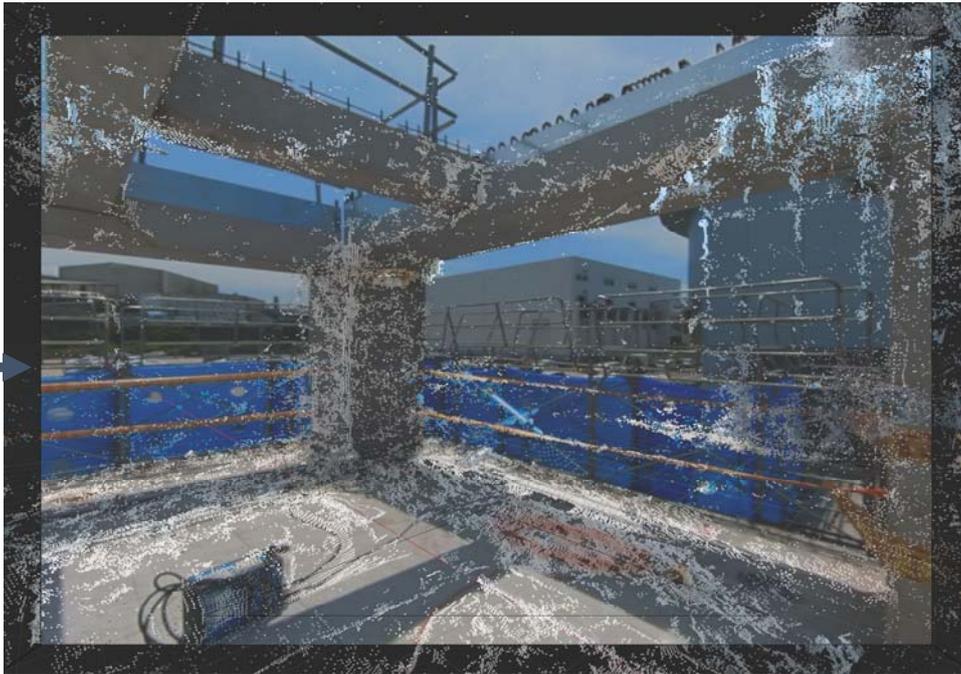
研究成果 - 結合點雲模型與4D BIM



30

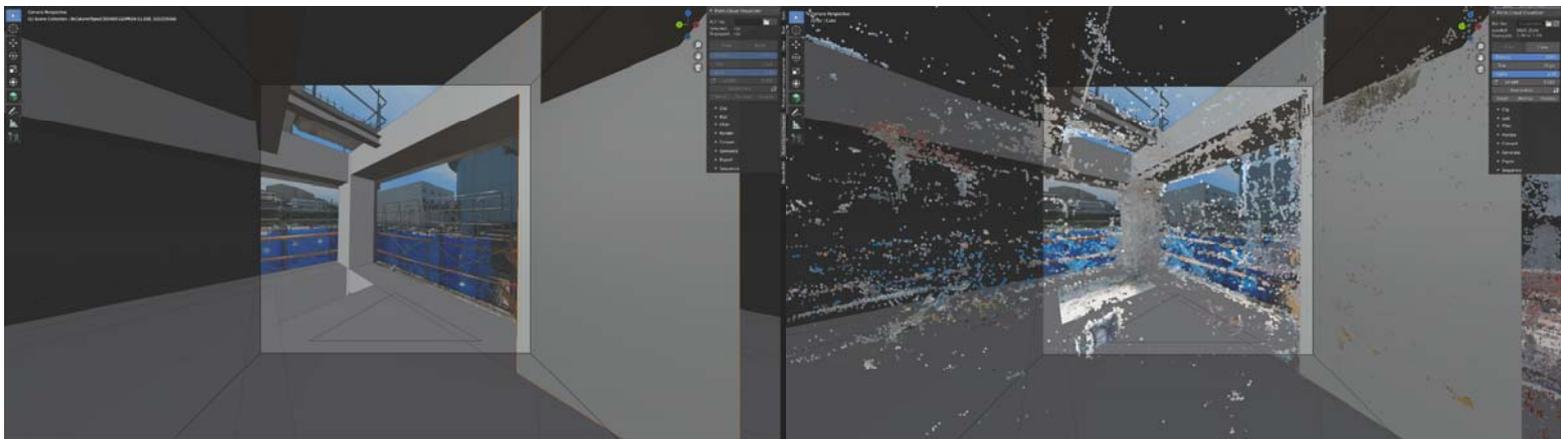
研究成果 - 影像定位演算

影像套疊



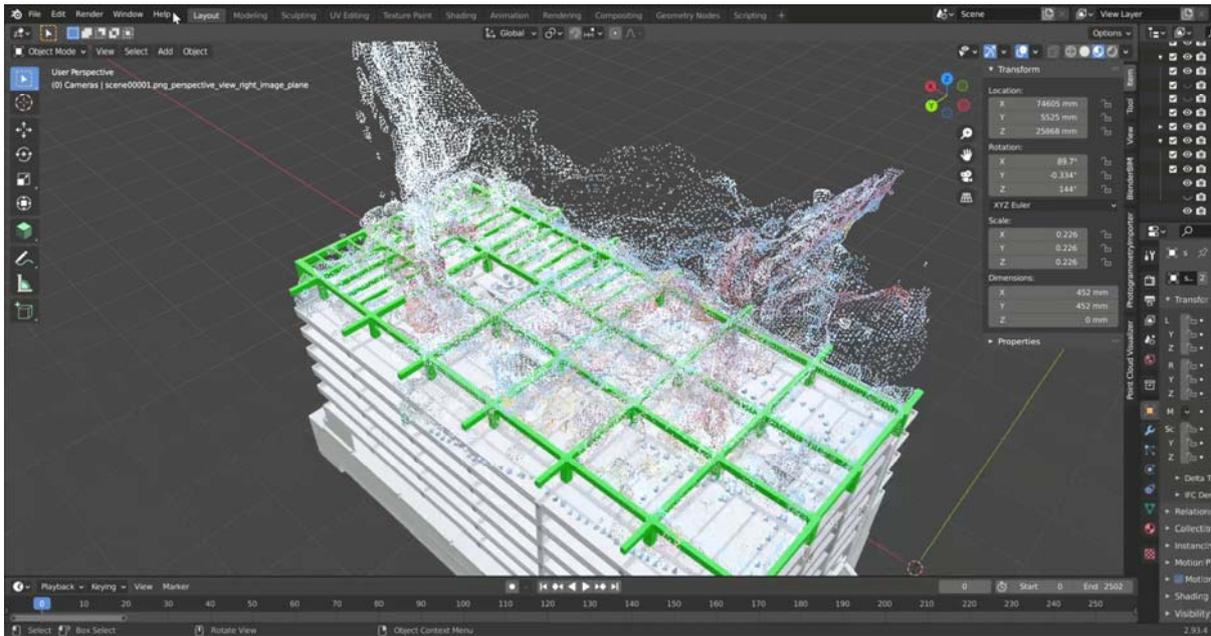
31

研究成果 - 反投影演算法



32

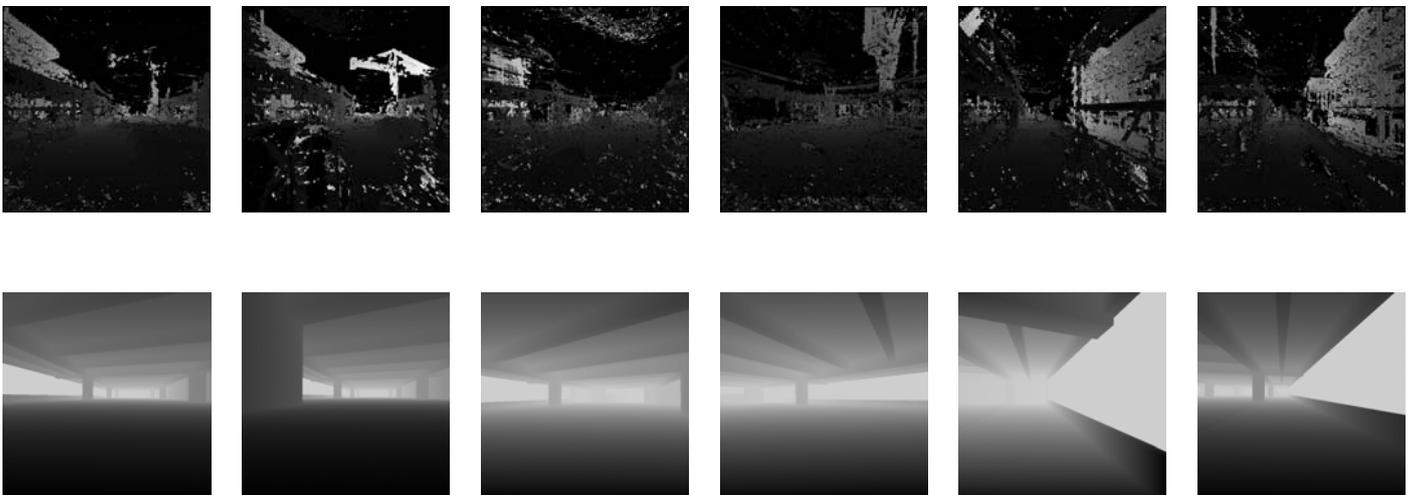
研究成果 - 虛擬視覺模型



33

研究成果 - 深度影像

- 上半為點雲模型、下半為BIM模型



34

研究成果 - 深度學習模型訓練結果



原始照片



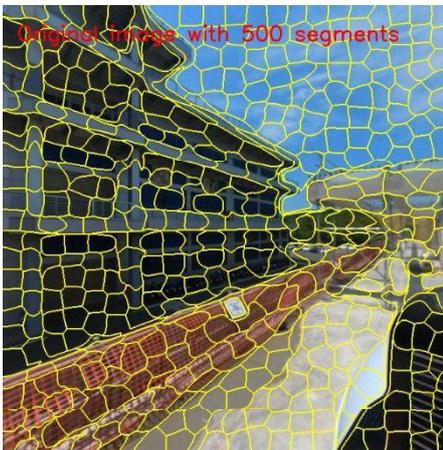
點雲深度影像



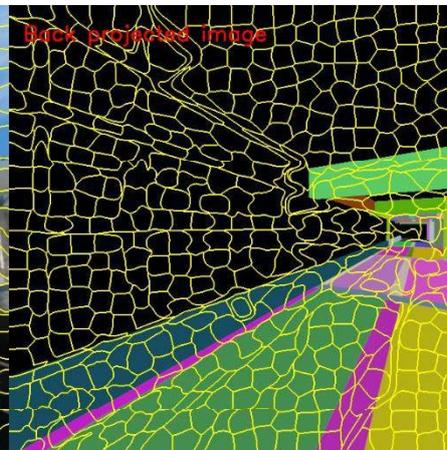
點雲法向量影像

研究成果 - 深度學習模型訓練結果 (驗證集)

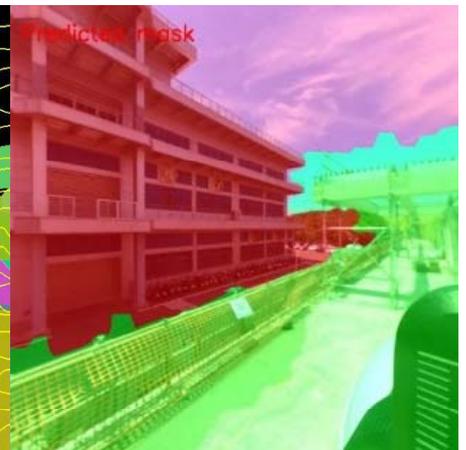
- 七樓以外的影像資料中，80%為訓練集，20%為驗證集



超像素分割原始照片



超像素分割原始照片



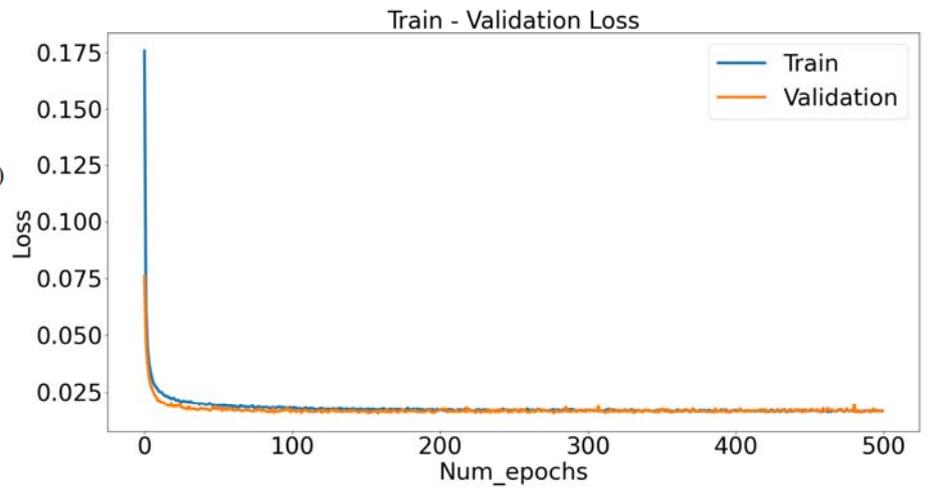
預測結果

■ 已完成 ■ 未完成

研究成果 - 深度學習模型訓練結果

$$H_p(q) = -\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i \cdot \log(p(y_i)) + (1 - y_i) \cdot \log(1 - p(y_i))$$

- 損失函數為二元交互熵 (Binary Cross Entropy)

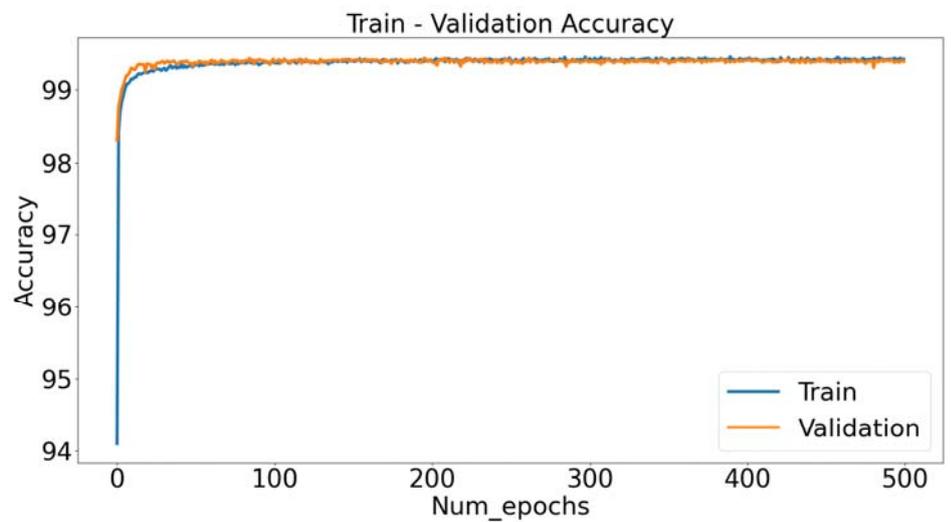


37

研究成果 - 深度學習模型訓練結果

$$\text{準確度} = \frac{\text{正確預測之數量}}{\text{總數量}} \times 100\%$$

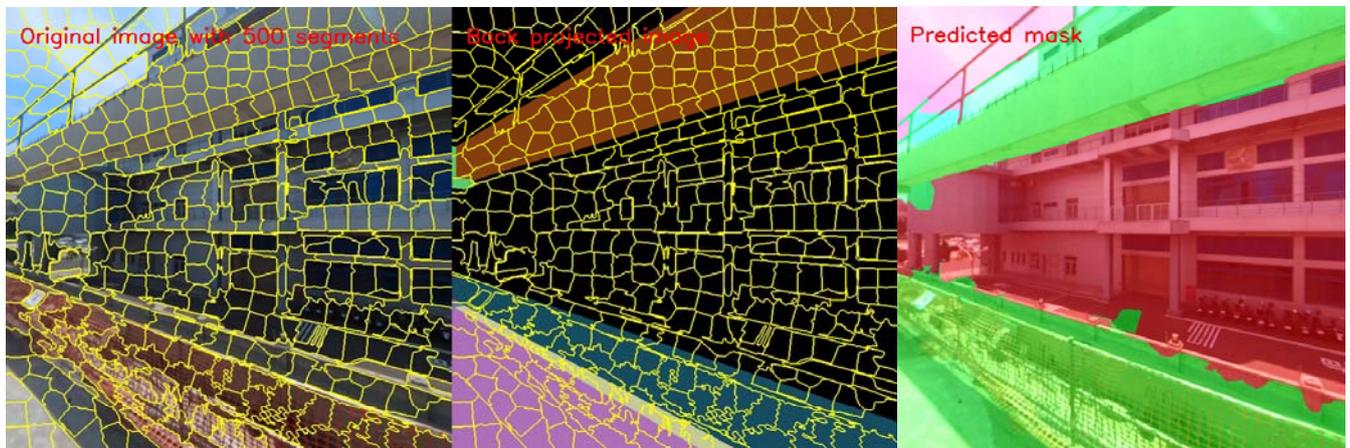
- 針對各超像素辨識準確度達99%



38

研究成果 - 深度學習模型訓練結果 (測試集)

- 七樓 (最高樓層) 的影像資料設定為測試集



超像素分割原始照片

超像素分割原始照片

預測結果

平均準確度 = 99.1689%

■ 已完成 ■ 未完成

測試場域

- 竹南科技廠房停車大樓新建工程

1. 期程內固定每週蒐集360影像資料，總共包括17支影片，及近三萬張影像進行後續分析。
2. 該工程預鑄部分期程上相對單純，可簡易分為鋼板、板牆、柱、小樑、大樑以及現場樓地板之灌漿作業及養護工程等，一個循環週期約為十天左右。

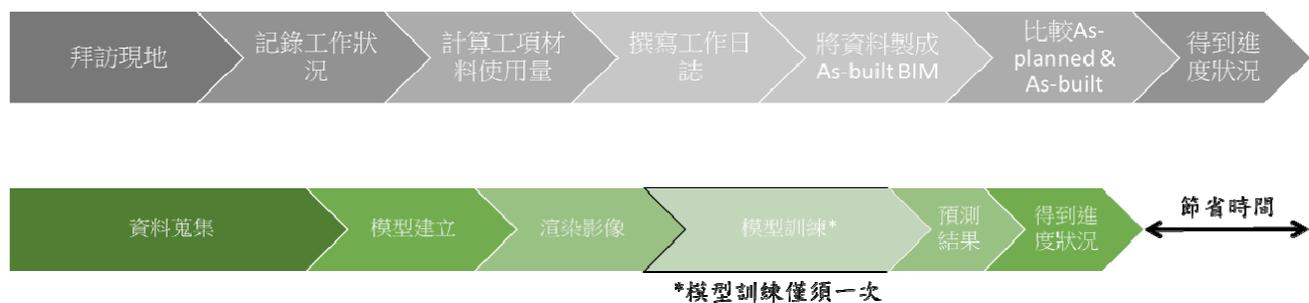
影像資料簡介

日期	樓層	擷取環景影像數	分割影像總數目	點雲個數
2021.08.18	1F	163	978	4741587
2021.08.18	2F	108	648	2799069
2021.08.19	2F	128	768	6535456
2021.08.20	2F	181	1086	7412102
2021.08.31	1F	219	1314	6082793
2021.08.31	3F	209	1254	5894728
2021.09.01	3F	309	1854	6470623
2021.09.07	4F	220	1320	12668842
2021.09.08	4F	326	1956	4260569
2021.09.09	2F	354	2124	8568333
2021.09.09	4F	482	2892	29360208
2021.09.10	4F	420	2520	9845446
2021.09.17	5F	365	2190	30247578
2021.09.24	3F	260	1560	3120984
2021.09.24	4F	440	2640	7958891
2021.10.06	5F	302	1812	6005156
2021.10.06	7F	418	2508	13999027
	總共	4904	29424	171642015

41

與傳統作業流程

- 為了方便比較，故在傳統作業流程中也同樣要求要能輸出BIM模型當作基準。



42

結論

- 預鑄工法有品質穩定較容易控制、施工速度快等優勢，唯其成本相對傳統混凝土工法仍高，此亦為民間建築市場較少採用預鑄之主因。
- 本研究將預鑄工程進度管控之流程，透過BIM及人工智慧辨識之應用解構為不同步驟並加以開發。最後由深度學習模型判斷可達99%準確度分析工程進度。整體方法預計將可透過系統化方法，有效提升工程進度追蹤目前耗時及人力密集之問題。

Thank you!

聯絡方式
國立陽明交通大學
曾仁杰教授

Email:
rjdzeng@mail.nctu.edu.tw

