

# BIM 結合 AI/IoT/GIS/大數據技術應用於 建築工程全生命週期策略研擬

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 109 年 12 月



# BIM 結合 AI/IoT/GIS/大數據技術應用於 建築工程全生命週期策略研擬

研究主持人：陳士明

研究期程：中華民國 109 年 1 月至 109 年 12 月

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 109 年 12 月



MINISTRY OF THE INTERIOR  
RESEARCH PROJECT REPORT

Strategy of Applying BIM Combined with  
AI/IoT/GIS/Big Data to The Full Life Cycle of Building  
Construction Project

BY

Shih-Ming Chen

December, 2020



# 目次

目次.....	I
圖次.....	III
表次.....	V
摘要.....	VII
第一章 緒論.....	1
第一節 研究緣起與目的.....	1
第二節 研究範圍.....	2
第三節 研究流程.....	2
第二章 定義.....	3
第一節 建築資訊建模(BIM)定義.....	3
第二節 人工智慧 (AI)定義.....	5
第三節 地理資訊系統 (GIS)定義.....	6
第四節 物聯網 (IoT)定義.....	8
第五節 大數據(Big data)定義.....	9
第六節 人工智慧 (AI)輔助 BIM 定義.....	10
第三章 國際間技術應用發展策略及現況.....	12
第一節 英國.....	12
第二節 新加坡.....	18
第三節 挪威.....	20
第四節 日本.....	24
第五節 中國大陸.....	32
第六節 美國.....	38
第七節 小節.....	40
第四章 國內技術應用發展現況.....	48
第一節 國內政府機關相關策略及計畫作業成果.....	48
第二節 國內相關應用發展成果.....	51
第三節 小節.....	80
第五章 BIM 結合 AI/IoT/GIS/大數據技術應用於建築工程全生命週期策略研擬.....	86
第一節 本國營建業面臨的問題.....	86
第二節 BIM 可跨領域結合之新興應用技術及商業經營模式.....	87
第三節 發展策略研擬.....	87
第四節 研究課題研擬.....	88
第六章 結論與建議.....	90
第一節 結論.....	90
第二節 建議.....	91
參考書目.....	93





## 圖次

圖 3-1 BIM 支援建築全生命周期.....	14
圖 3-2 一合適的通用數據環境可以支援及整合所有來源的訊息流.....	15
圖 3-3 Neuron 已成功於香港建置首座人工智慧及數位驅動建築.....	17
圖 3-4 Neuron 應用 BIM 技術改善建築系統參數的即時監控功能.....	17
圖 3-5 「工作分解結構及建築工程 ERP 系統」工作分解結構功能.....	21
圖 3-6 挪威的建築許可申請流程.....	23
圖 3-7 挪威 2005 - 2012 間使用 ByggSøk 作為申請工具的案件分布情況.....	23
圖 3-8 利用建築 BIM 打造未來願景.....	25
圖 3-9 建築 BIM 「實現高品質，高精度的建築生產和維護」的未來願景和流程圖(1/2).....	26
圖 3-10 建築 BIM 「實現高品質，高精度的建築生產和維護」的未來願景和流程圖(2/2).....	27
圖 3-11 建築 BIM 「實現高效的生命週期」的未來願景和流程圖(1/2).....	28
圖 3-12 建築 BIM 「實現高效的生命週期」的未來願景和流程圖(2/2).....	28
圖 3-13 建築 BIM 「擴大建築物作為社會資產的價值」的未來願景和流程圖.....	29
圖 4-1 臺北市 BIM 應用發展計畫目標.....	50
圖 4-2 技術規則用語以專案及建築基地相關 IFC 物件對應圖解.....	53
圖 4-3 BIM 拋轉 FDS 煙氣模擬結果 Smokeview 豎向剖面展示.....	54
圖 4-4 主要構造防火時效規定與 IFC 的關係.....	55
圖 4-5 BIM 建築資訊模型共同資料管理圖台.....	57
圖 4-6 建築維運管理系統提供視覺化的資訊顯示介面與歷史紀錄.....	58
圖 4-7 全國「好宅」數位資訊庫供應系統.....	58
圖 4-8 建構建築管理資訊共構機房系統.....	59
圖 4-9 臺北市政府逐步整合 GIS 與 BIM 的相關應用.....	60
圖 4-10 臺北市政府 3D GIS 圖台.....	60
圖 4-11 3D 圖形顯示系統.....	61
圖 4-12 設施維護管理系統.....	62
圖 4-13 中央監控系統.....	62
圖 4-14 3D-AR-BIM 智慧物聯網履歷平臺.....	64
圖 4-15 圖資倉儲管理系統.....	65
圖 4-16 地震防災智慧程式模擬平臺.....	65
圖 4-17 建造執照無紙化審照作業平臺.....	66
圖 4-18 建造執照無紙化審照作業平臺系統流程.....	67
圖 4-19 天茶智能科技智慧監控系統.....	68
圖 4-20 天茶智能科技智慧建築管理系統平臺截圖 1.....	69
圖 4-21 天茶智能科技智慧建築管理系統平臺截圖 2.....	69
圖 4-22 天茶智能科技智慧建築管理系統平臺截圖 1.....	70

圖 4-23 V3DM 智慧建築視覺化維運管理架構 .....	71
圖 4-24 V3DM 系統權限管理功能示意圖 .....	72
圖 4-25 V3DM 基礎操作平台參考圖 .....	72
圖 4-26 V3DM 設備資料查詢與管理模組參考圖 .....	73
圖 4-27 V3DM 文件管理模組截圖 .....	73
圖 4-28 V3DM 事項管理模組截圖 .....	74
圖 4-29 點：知曉設備位置及狀態的基礎 .....	75
圖 4-30 線：透過時間序列加以管理 .....	75
圖 4-31 面：將資訊連結到 3D 圖資強化立體管理 .....	76
圖 4-32 群光總部 AI 智慧化 .....	77
圖 4-33 IWA 實現儀錶板和統計分析圖 .....	77
圖 4-34 IWA 具備 GIS 和 3D 引擎 .....	78
圖 4-35 IWA 提供可視化分析工具 .....	78
圖 4-36 IWA 提供告警與連動工具 .....	79
圖 4-37 IWA 設施管理工具 .....	79
圖 4-38 IWA 智慧建築管理平台提供的服務 .....	80

## 表次

表 3-1 採用和實施 BIM 的四個最重要的障礙和驅動因素 .....	22
表 3-2 國際間技術應用發展現況.....	41
表 4-1 我國中央及地方政府應用發展成果.....	81
表 4-2 我國業界應用發展成果.....	84



# 摘要

**關鍵詞：**建築資訊建模(BIM)、人工智慧 (AI)、地理資訊系統(GIS)、物聯網(IoT)、大數據(Big data)、虛擬實境 (VR)、擴充實境(AR)

## 一、 研究緣起

建築資訊建模 (Building Information Modeling, BIM) 技術於建築工程全生命週期 (可行性評估、規劃、設計、招標、施工、竣工驗收至接管及營運維護) 各階段提供不同執行效益。例如, BIM 於規劃設計階段, 可減少規劃設計的錯誤及遺漏、快速因應設計變更、協助執行都市環境模擬, 及提高規劃設計建築師與業主間溝通協調精準度及效率; BIM 於施工階段, 可協助執行碰撞檢查, 減少錯誤、缺漏及重複施做, 節省工料, 提高各工種施工書圖一致性, 提供各工種較佳的協同合作平台, 減少未預期變更設計, 並縮減工程專案完成時間; BIM 於營運維護階段, 可提供巡檢可視化, 提高檢索資訊效率, 並有效降低營運維護成本。推動 BIM 技術協助營建產業升級, 已成為世界性發展趨勢。

AI(人工智慧)、GIS(地理資訊系統)、IoT(物聯網)、大數據、VR(虛擬實境)、AR(擴充實境)等資訊技術可以跨領域運用, 進一步推動此趨勢及提高效率。將 BIM 技術與 AI、GIS、IoT、大數據、VR、AR 等資訊技術結合, 可促進推動國內營建 AEC(建築、工程及營建)產業智慧化, 更有效地規劃新的建築與相關設施, 以更低的成本建立及營運, 及更有效地維護, 另居住者可享受智慧化空間的舒適性及便利性, 進而完備相關數位經濟基礎環境, 促進新型態商業模式發展。

本研究藉由研究各國 BIM 技術結合 AI、GIS、IoT 或大數據等技術應用於建築工程全生命週期策略及實際應用, 研擬本國相關策略。

## 二、 研究方法及過程

### (一) 國內外 BIM 結合 AI、GIS、IoT 或大數據發展的策略與應用成果的資料蒐集

世界上許多國家於 BIM、AI、GIS、IoT 及大數據等技術領域的發展日新月異, 近年 BIM 結合 AI、GIS、IoT 或大數據等技術發展, 皆有相當顯著的成果。本計畫先蒐集國內外 BIM 技術結合 AI、GIS、IoT 或大數據等技術應用於建築工程全生命週期策略、實際應用成果及建議, 作為研擬本國推動策略的參考資料。

### (二) 綜合歸納

綜整以上資料蒐集, 經過分析及增加研究者意見, 彙整出本國營建業面臨的問題、BIM 可跨領域結合之新興應用技術及商業經營模式, 及發展策略。

## 三、 結論

建築資訊建模 (Building Information Modeling, BIM) 技術於建築工程全生命週期 (可行性

評估、規劃、設計、招標、施工、竣工驗收至接管及營運維護)各階段提供不同執行效益。

人工智慧(AI)、地理資訊系統(GIS)、物聯網(IoT)、大數據等資訊技術可以跨領域運用，進一步推動此趨勢及提高效率。將 BIM 技術與 AI、GIS、IoT、大數據等資訊技術結合，可促進推動國內營建建築、工程及營建(AEC)產業智慧化，更有效地規劃新的建築與相關設施，以更低的成本建立及營運，及更有效地維護，另居住者可享受智慧化空間的舒適性及便利性，進而完備相關數位經濟基礎環境，促進新型態商業模式發展。

BIM 結合 AI、IoT、GIS 或大數據等技術應用於建築工程全生命週期中，提高工程、居住及維運管理品質、效率及降低成本已是國際上不可逆的趨勢，因此許多國家政府均已著手擘劃相關發展方針、策略或指南，政府機關及私人公司也積極將相關技術整合應用於實際案例中。例如，奧雅納開發了 AI 智慧建築控制平臺 Neuron，結合 BIM、5G、IoT、雲端、人工智慧及大數據分析等技術，自動計算各類建築維運的有效參數，及自行主動發現使用趨勢，並用於建築性能管理和改善、能源監控和優化、檢測故障並進行預測性維護，實現建築運營的最優化；新加坡政府應用 BIM 結合人工智慧技術開發電子提交(e-Submission)、電子計畫檢查(e-PlanCheck)和電子訊息(e-Info)等系統；挪威政府開發類似 e-Submission 的 ByggSøk 及 ByggNett 系統；日本鹿島縣應用 BIM 結合人工智慧技術於優化施工計畫、工程機械的工作程序及設施管理；日本竹中公司與日本梅賽德斯-奔馳(Mercedes-Benz)合作設計，並應用 BIM 結合 AI 及 IoT 等技術建造了一個原型住宅，稱為 EQ House，將人、建築、移動性和居住空間聯繫在一起；中國大陸在施工階段，已有許多工程透過對鋼構件進行統一編碼，並利用二維碼技術進行現場定位，透過移動端掃碼填報訊息的方式，彙整到 BIM 平台中進行統一管控，可視化查詢不同構件的施工狀態，該技術已實際應用於建築、橋樑等工程中。此外，也一些工程透過 RFID 射頻技術即時對預製化構件進行定位，並傳輸到 BIM 平台中進行監控，結合 VR 技術可以更加直觀地對施工項目的進度進行遠程管理；另外也有工程透過物聯網技術對施工現場的有害氣體進行整合監控，保證施工安全；中國大陸在維運階段，透過應用傳感設備對建築機電設備進行即時監測，並將其與 BIM 模型中的設備進行連結，從而在 BIM 平台中可以進行動態可視化查詢與管理，並透過通用傳感採集設備對能耗、環境訊息進行監測，並與相對應的建築空間進行綁定，即時對建築能耗進行管理，進一步地結合大數據等技術進行優化；美國 ArdentMC 與 Esri 合作，為政府開發了高端地理空間資訊移動和 Web 的應用程序，這些應用程序對影響國家安全的自然和人為事件提供了態勢感知；美國 Innovate! Inc. 為聯邦政府、州政府、地方政府、部落和私人公司提供空間資料分析、地理空間應用程序開發及整合，以及雲遷移功能服務；美國 Geodynamics 為私人、政府和學術界客戶提供用於工程和自然資源管理的最新沿海和海洋製圖，以及地理空間分析。

本所自 104 年開始推動 BIM 科技計畫，除研訂我國 BIM 協同作業指南、BIM 協同作業指南應用案例教材、國內 BIM 元件通用格式、臺灣 COBie-TW 標準等 BIM 指南、教材及標準供政府機關及業界參考應用；規劃我國 AEC 產業應用 BIM 升級策略；研發以 BIM 輔助建築防火避難性能驗證、應用 BIM 檢測建築技術規則、以 BIM 輔助住宅性能評估與設計，及建築維護管理資訊系統等 BIM 應用工具外，亦建置 BIM 資訊服務技術互動平臺、元件分享入口網站，加速資訊分享交流，降低技術採用門檻，解決國內 BIM 人才與本土元件不足的課題。建築研究

所近年將 BIM 研究領域跨域聯結 GIS、IOT 物聯網、A.I.人工智慧、VR 虛擬實境、AR 擴充實境等資訊技術，提升國民居住安全及品質，並建構居住環境數據庫。

另外，我國國家發展委員會、內政部營建署、本所、臺北市政府、新北市政府、桃園市政府及臺中市政府等中央、地方政府及業界，亦於近年積極發展 BIM 結合 AI、IoT、GIS 或大數據等技術應用，皆有相當顯著的成果。

本研究依據所蒐集到的國內外 BIM 技術結合 AI、GIS、IoT 或大數據等技術應用於建築工程全生命週期策略、實際應用成果及建議，經過分析及增加研究者意見，彙整出本國營建業面臨的問題、BIM 可跨領域結合之新興應用技術及商業經營模式，及發展策略，希望能為本國 BIM 結合 AI/IoT/GIS/大數據技術應用於建築工程全生命週期技術發展及推廣盡一份心力。

#### 四、 建議

- 應用 BIM 於工程規劃、設計及施工階段，提升工程品質，縮短工期及降低成本。
- BIM 跨領域結合 AI、GIS、IoT、大數據、5G、VR、AR、MR、雲端計算、邊緣計算、數位雙生，與導入「循環經濟」5R，及結合 3R，應用於建築工程使用及維護管理階段，並發展智慧建築、智慧交通、智慧製造、智慧醫療、智慧城市等，創造新的商業模式，改變產業結構，提升生產力，並創造好的居住環境。
- 推動建築業數位轉型，促使工程全生命週期的生產與管理，由實體轉向數位。
- 宣導改變業主的觀念，促使業主基於建築工程全生命週期的考慮，於規劃設計階段及施工階段即導入維護使用階段及循環經濟所需資訊及概念。
- 業主管理面變革，因應上述業主觀念的改變，除了技術的導入，更重要的是檢討、調整及溝通整合作業流程。
- 業主組織面變革，因應上述業主管理面變革，檢討及調整組織架構，進而引導價值創新。
- 鼓勵業主利用 BIM 及整合發包(IPD)，使建築工程全生命週期各階段專業團隊及使用單位等，於工程規劃初期即開始全程參與工程進行，直至維護使用階段，執行共同契約，利害共同承擔，並應用 BIM 高度整合協作，有效使用資源，業主終將因減少變更設計，降低施工成本，縮短工程完工時間，獲得最大利益。





# 第一章 緒論

## 第一節 研究緣起與目的

民眾對建築物的期待標準越來越高，導致建築物走向精緻化、複雜化。相對的，業者及承包商基於業務需求及成本考量等因素，希望能以較低成本並迅速完成建築工程施工。

建築資訊建模 (Building Information Modeling, BIM) 技術於建築工程全生命週期 (可行性評估、規劃、設計、招標、施工、竣工驗收至接管及營運維護) 各階段提供不同執行效益。例如，BIM 於規劃設計階段，可減少規劃設計的錯誤及遺漏、快速因應設計變更、協助執行都市環境模擬，及提高規劃設計建築師與業主間溝通協調精準度及效率；BIM 於施工階段，可協助執行碰撞檢查，減少錯誤、缺漏及重複施做，節省工料，提高各工種施工書圖一致性，提供各工種較佳的協同合作平台，減少未預期變更設計，並縮減工程專案完成時間；BIM 於營運維護階段，可提供巡檢可視化，提高檢索資訊效率，並有效降低營運維護成本。推動 BIM 技術協助營建產業升級，已成為世界性發展趨勢。因社會住宅工程具有功能類似及設計易複製的特性，更適合作為應用 BIM 技術的實際應用案例。

如前所說，推動 BIM 技術協助營建產業升級，已成為世界性發展趨勢，AI(人工智慧)、GIS(地理資訊系統)、IoT(物聯網)、大數據、VR(虛擬實境)、AR(擴充實境)等資訊技術可以跨領域運用，進一步推動此趨勢及提高效率。將 BIM 技術與 AI、GIS、IoT、大數據、VR、AR 等資訊技術結合，可促進推動國內營建 AEC(建築、工程及營建)產業智慧化，更有效地規劃新的建築與相關設施，以更低的成本建立及營運，及更有效地維護，另居住者可享受智慧化空間的舒適性及便利性，進而完備相關數位經濟基礎環境，促進新型態商業模式發展。

內政部建築研究所於 2019 年 08 月 19 日舉辦「2019 建築資訊建模 (BIM) 新加坡經驗交流國際研討會」，內政部花次長敬群於會中表示，近年來，國際間競相發展建築資訊建模 (BIM) 技術，當作提升建築產業與國家經濟競爭力的關鍵，國內雖已推動 10 年，但缺乏平臺系統性發展，即將面對未來 20 年臺灣建築大更新時代及智慧城市等，少不了 BIM 的助力。BIM 是一種建築工程永續性運用的技術，透過電腦模擬真實工程，協助建築規劃設計，減少不必要的浪費，提升建築品質效率。這項技術也是國內「亞洲·矽谷」及循環經濟等 5+2 產業發展基礎，未來可結合物聯網 (IOT)、人工智慧 (AI) 以及地理資訊系統 (GIS) 等重要關鍵技術。

另外，內政部推動「社會住宅興辦計畫」，計畫於民國 113 年前完成 20 萬戶只租不賣社會住宅，並辦理後續維運管理作業，承辦機關及承包商勢必面臨著極大壓力，倘能提供建築工程一較佳的輔助技術或工具，將能提供助益。

此外，Eastman 教授於國際研討會中預估未來 BIM 將有四大應用趨勢，包含：「智慧化 BIM」、「流程管理與營建模擬」、「點雲測量技術」、及「建築預製產品化」。這些應用領域倘能藉由 BIM 技術結合 AI、GIS、IoT、大數據等技術跨領域應用，將能發揮極大加成應用效益。

本研究藉由研究各國 BIM 技術結合 AI、GIS、IoT 或大數據等技術應用於建築工程全生命週期策略及實際應用，研擬本國相關策略。

## 第二節 研究範圍

本研究藉由研究各國 BIM 技術結合 AI、GIS、IoT 或大數據等技術應用於建築工程全生命週期策略及實際應用，研擬本國相關策略。

## 第三節 研究流程

### (一) 國內外 BIM 結合 AI、GIS、IoT 或大數據發展的策略與應用成果的資料蒐集

世界上許多國家於 BIM、AI、GIS、IoT 及大數據等技術領域的發展日新月異，近年 BIM 結合 AI、GIS、IoT 或大數據等技術發展，更獲致許多令人驚豔的成果。本計畫先蒐集國內外 BIM 技術結合 AI、GIS、IoT 或大數據等技術應用於建築工程全生命週期策略及實際應用成果，作為研擬本國推動策略的參考資料。

### (二) 專家訪談

依據所蒐集到的國內外 BIM 技術結合 AI、GIS、IoT 或大數據等技術應用於建築工程全生命週期策略及實際應用成果，經過分析，彙整出相關議題後，訪談國內專家學者意見。

### (三) 綜合歸納

綜整以上資料蒐集及專家訪談結果，提出本國推動 BIM 結合 AI、IoT、GIS 或大數據技術應用於建築工程全生命週期策略。

## 第二章 定義

### 第一節 建築資訊建模(BIM)定義

建築資訊模型 (BIM) 是電腦模型檔案，可以提取、交換或連結這些模型檔案以支援有關已建資產的決策。BIM 模型可供計劃、設計、施工、營運和維護建築物，以及各種物理基礎設施（例如水、垃圾、電力、天然氣、通訊設施、道路、鐵路、橋樑、港口和隧道）相關的個人、公司和政府機關使用。

自 1970 年代以來，BIM 的概念一直在發展中，但直到 2000 年代初才成為公認的術語。在不同國家，標準的製定和 BIM 的採用以不同的速度發展。從 2007 年開始在英國製定的標準已成為 2019 年 1 月發布的國際標準 ISO 19650 的基礎。

由於某些 BIM 軟體開發人員已在其軟體中創建了專有數據結構，因此由某一個供應商的應用程序創建的數據和檔案可能無法在其他供應商解決方案中使用。為了實現應用程序之間的互通性，已經開發了在不同軟體應用程序之間共享 BIM 數據的中立、非專有或開放標準。

長期以來，不良的軟體互通性一直被視為總體上阻礙效率，尤其是阻礙 BIM 應用的障礙。2004 年 8 月，美國國家標準技術研究院 (NIST) 的一份報告保守地估計，由於企業高度未整合的特性、持續採用紙張執行業務、缺乏標準化，及利害關係人之間採用的技術不一致等互通性不足的原因，導致美國資本設施企業每年因此損失 158 億美元。

BIM 的早期標準是 CIMSteel 整合標準 CIS / 2，它是用於鋼結構工程訊息的產品模型和數據交換格式。CIS / 2 可在鋼框架結構的設計和建造過程中實現無縫和整合的訊息交換。它是由利茲大學和英國鋼結構研究所在 1990 年代後期開發的，加上喬治亞理工學院的投入，於 2000 年被美國鋼結構研究所批准為鋼結構的資訊交換格式。

BIM 通常與 buildingSMART 開發的工業基礎類 (IFC) 和 aecXML (代表訊息的數據結構) 相關。自 2013 年以來，IFC 已獲得 ISO 的認可，並已成為官方國際標準 ISO16739。

開放式營建資訊交換標準 (COBie) 也與 BIM 相關。COBie 由美國陸軍工程兵團的 Bill East 在 2007 年設計，有助於獲取和記錄設備清單、產品數據表、保養維修、備件清單和預防性維護計劃。一旦完工後的建築開始營運，此訊息將用於支援營運、維護和資產管理。2011 年 12 月，它被總部位於美國的美國國家建築科學研究院批准為國家建築訊息模型 (NBIMS-US) 標準的

一部分。COBie 已合併到軟體中，並且可能採用多種形式，包括電子表格、IFC 和 ifcXML。2013 年初，BuildingSMART 正在開發一種輕量級 XML 格式 COBieLite，該格式已於 2013 年 4 月開始提供審核。2014 年 9 月，發布了關於 COBie 的業務守則，作為英國標準：BS 1192-4。

2019 年 1 月，ISO 發布了 ISO 19650 的前兩個部分，為基於英國製定的流程標準的建築訊息建模提供了框架。英國 BS 和 PAS 1192 規範構成 ISO 19650 系列其他部分的基礎，其中有關資產管理（第 3 部分）和安全管理（第 5 部分）的部分內容已於 2020 年發佈。

BIM 的使用超出了工程的規劃和設計階段，延伸到了整個建築生命週期。建築生命週期管理的支援過程包括成本管理、建築管理、工程管理、設施營運，以及在綠色建築中的應用。

儘管預算拮据、人力有限、進度加快、資訊有限或相互矛盾，但建設過程中的參與者始終面臨著交付成功工程的挑戰。諸如建築，結構和 MEP 設計之類的重要領域應協調良好，因為兩件事不能在同一時間和地點進行。BIM 還能夠幫助進行碰撞檢測，從而確定差異的確切位置。

BIM 概念設想在設施實際進行建造之前，先對其進行虛擬建造，以減少不確定性，提高安全性，解決問題以及模擬和分析潛在影響。每個企業的分包商都可以在開始建構之前將關鍵資訊輸入模型中，從而有機會在現場進行預製或預組裝。廢物可以在現場最小化，產品可以按時交付，而不是在現場堆放。

BIM 除了可以輕鬆擷取材料的數量和共享屬性，可以隔離和定義工作範圍，還可以透過啟用衝突檢查來防止錯誤，從而使電腦模型在視覺上向團隊突顯建築物的某些部分可能衝突碰撞的地方。

有關建築物的動態訊息，例如來自建築物系統的傳感器測量值和控制信號，也可以併入 BIM 模型中，以支援建築物營運和維護的分析。

現有建置 BIM 模型智慧化的方式主要為應用下列 3 種工具，簡介如下：

- 支援導入 IFC 格式檔案的 BIM 建模工具

此類工具中較廣為人知者為 SketchUp 專業版。此類工具可匯出 IFC 格式檔案，操作方式是將使用者欲模組化的 BIM 元件(element)於此類工具中製成物件(object)，並為這些物件指定 IFC 類別。當使用者需使用這些模組化的 BIM 元件時，再以匯入 IFC 物件的方式取得該元件及使用。但此類工具有 2 個缺點，第 1 個缺點是使用者仍需為欲模組化的 BIM 元件建模，因此與直接在 BIM 工具中對其進行建模相比，實際上並沒有節省太多時間；第 2 個缺點是一旦將生成的 IFC 元件導入 BIM 工具中就不能再輕易對其

進行修改。

- 支援導入 BIM 幾何模型的 BIM 建模工具

此類工具是將欲模組化的 BIM 幾何模型直接導入到 BIM 工具中，然後將幾何模型轉換為 BIM 元件。此類工具中較廣為人知者為 Revit，它允許將幾何模型作為集結模型 (massing model) 導入 Revit。然後可以為導入的集結模型選定 BIM 元件類別，例如牆或樓板等不同的 BIM 元件類別。但此類工具的缺點在於，許多 BIM 元件無法以這種方式創建。例如，此類工具可以導入實體表面上的開口(例如:門、窗戶等開口)，但不能將此開口轉換為 Revit 元件。

- 具備參數化建模功能的 BIM 建模工具

此類工具是使用現有的參數化建模功能，為欲模組化的 BIM 幾何模型定義和定制規則，進而產出 BIM 幾何模型，較廣為人知者為 McNeel Grasshopper [1]，Bentley Generative-Components [2]，Autodesk Dynamo [3]和 Sidefx Houdini [4]。許多工作流和插件已經開發來應用此類參數化建模功能生成 BIM 幾何模型。

## 第二節 人工智慧 (AI) 定義

人工智慧是機器以類似於人類的方式學習，內部化新信息並利用其開發自己的智慧系統的能力。人工智慧是一種跨學科技術，具有許多不同的分支，但是機器學習是當前影響最廣泛的人工智慧領域。

術語「機器學習」是指機器將數據模式內部化並使用它進行獨立思考並提供自己的解決方案的能力。機器接觸的數據越多，則在理解和提供見解方面就會越好。這是當前許多過程都依賴人類能力的關鍵。人工智慧使我們能夠簡化這些流程，減少成本、時間及風險，並提高產出的品質。

人工智慧包含許多技術，例如認知計算、機器學習、語言處理、神經網絡、數據分析、信息檢索、基因和演進計算、知識發現、機器視覺、最新的流行語，及深度學習。所有這些技術都有一個共同的線索：如何使用電腦模仿人類的才能，例如視覺、思維過程和推理。

人工智慧於一般教材中的定義領域是「智慧主體 (intelligent agent) 的研究與設計」[3]，智慧主體指一個可以觀察周遭環境並作出行動以達致目標的系統[4]。約翰·麥卡錫於 1955 年的定義是「製造智慧機器的科學與工程」。安德烈亞斯·卡普蘭 (Andreas Kaplan) 和麥可·海恩萊因 (Michael Haenlein) 將人工智慧定義為「系統正確解釋外部資料，從這些資料中學習，並利用這些知識透過靈活適應實現特定目標和任務的能力」。

人工智慧的研究是高度技術性和專業的，各分支領域都是深入且各不相通的，因而涉及範圍極廣。人工智慧的研究可以分為幾個技術問題。其分支領域主要集中在解決具體問題，其中之一是，如何使用各種不同的工具完成特定的應用程式。

AI 的核心問題包括建構能夠跟人類甚至超卓的推理、知識、規劃、學習、交流、感知、移物、使用工具和操控機械的能力等。人工智慧目前仍然是該領域的長遠目標。目前弱人工智慧已經有初步成果，甚至在一些影像辨識、語言分析、棋類遊戲等等單方面的能力達到了超越人類的水平，而且人工智慧的通用性代表著，能解決上述的問題的是一樣的 AI 程式，無須重新開發演算法就可以直接使用現有的 AI 完成任務，與人類的處理能力相同，但達到具備思考能力的統合強人工智慧還需要時間研究，比較流行的方法包括統計方法，計算智慧和傳統意義的 AI。目前有大量的工具應用了人工智慧，其中包括搜尋和數學最佳化、邏輯推演。而基於仿生學、認知心理學，以及基於概率論和經濟學的演算法等等也在逐步探索當中。

### 第三節 地理資訊系統 (GIS) 定義

地理資訊系統 (Geographic Information System, GIS) 是一門綜合性學科，結合地理學與地圖學，已經廣泛的應用在不同的領域，是用於輸入、儲存、查詢、分析和顯示地理資料的電腦系統，可以分為以下五部分：

- 人員，是 GIS 中最重要的組成部分。開發人員必須定義 GIS 中被執行的各種任務，開發處理程式。熟練的操作人員通常可以克服 GIS 軟體功能的不足，但是相反的情況就不成立。最好的軟體也無法彌補操作人員對 GIS 的一無所知所帶來的副作用。
- 資料，精確可用的資料可以影響到查詢和分析的結果。
- 硬體，硬體的效能影響到處理速度，使用是否方便及可能的輸出方式。

- 軟體，不僅包含 GIS 軟體，還包括各種資料庫、繪圖、統計、影像處理及其它程式。
- 過程，GIS 要求明確定義、一致的方法來生成正確的可驗證的結果。

GIS 屬於資訊系統的一類，不同在於它能運作和處理地理參照資料。地理參照資料描述地球表面（包括大氣層和較淺的地表下空間）空間要素的位置和屬性，在 GIS 中的兩種地理資料成分：空間資料，與空間要素幾何特性有關；屬性資料，提供空間要素的資訊。

一個地理資訊系統是一種具有資訊系統空間專業形式的資料管理系統。在嚴格的意義上，這是一個具有集中、儲存、操作、和顯示地理參考資訊的電腦系統。例如，根據在資料庫中的位置對資料進行辨識。整個 GIS 系統包括操作人員以及輸入系統的資料。

地理資訊系統技術能夠應用於科學調查、資源管理、財產管理、規劃發展、繪圖和路線規劃。例如，一個 GIS 系統能使緊急計劃者比較容易計算出在自然災害的情況下的緊急反應時間，或利用 GIS 系統來發現那些需要保護的濕地。

GIS 資料以數字資料的形式表現了現實世界的客觀物件（如：公路、土地利用、海拔）。現實世界客觀物件可被劃分為兩個抽象概念：離散物件（如：房屋）和連續的物件領域（如：降雨量或海拔）。這二種抽象體在 GIS 系統中儲存資料的主要二種方法為：柵格（網格）和向量。

隨著 ISO/TC211 之 19100 系列標準、開放式地理資訊系統協會（Open Geospatial Consortium, OGC）技術標準規範、開放介面標準及開源技術的帶動，空間地理資訊應用在全球快速發展，資料流通及服務之基礎架構日趨完善及成熟，跨資料格式及軟體平臺的應用問題獲得解決，各先進國家地理圖資管理或權責機關紛紛建置國家級空間地理圖資網站，提供多元圖資之瀏覽、查詢及分析應用，如美國地質調查局（United States Geological Survey, USGS）國家地圖（The National Map, TNM）、日本國土交通省國土地理院「地理院地圖」。

全球在智慧城市發展的浪潮下，對於地理空間的應用層面已逐漸成為施政決策的依據，資料的需求也逐漸由二維轉向三維，美國紐約及波士頓、加拿大多倫多及魁北克、英國劍橋、荷蘭鹿特丹、芬蘭赫爾辛基、德國柏林、新加坡及香港等國家及城市，均已推動建立三維建物模型，多數三維建物模型成果除可進行線上瀏覽及查詢（如美國紐約 <https://cesiumjs.org/NewYork>，荷蘭鹿特丹 <https://www.3drotterdam.nl>）外，並以開放資料形式提供下載。

世界各國在推動建置三維城市模型歷程中，新加坡 2014 年啟動之虛擬新加坡（VirtualSingapore, VS）計畫，投入金額為 7,300 萬新幣（約 16 億台幣），屬於短時間單位面積投入經費規模較高之計畫，推動執行更是由新加坡國家研究基金會（National Research

Foundation, NRF)、新加坡總理辦公室室 (Prime Minister' s Office, Singapore) 及新加坡土地管理局 (Singapore Land Authority ,SLA) 等單位共同執行。此外，新加坡三維城市模型亦彙整來自公部門與民間企業單位的各種大數據，未來不僅可加強公部門之間的協作與支援決策能力，更有助於各項城市規劃設計及測試。

#### 第四節 物聯網 (IoT) 定義

物聯網 (Internet of Things, IoT)，是網際網路、傳統電信網等的資訊承載體，讓所有能行使獨立功能的普通物體實現互聯互通的網絡。物聯網一般為無線網，而由於每個人周圍的設備可以達到一千至五千個，所以物聯網可能要包含 500 兆至一千兆個物體。在物聯網上，每個人都可以應用電子標籤將真實的物體上網聯結，在物聯網上都可以查出它們的具體位置。通過物聯網可以用中心計算機對機器設備、操作人員進行集中管理與控制，也可以對家庭設備、汽車進行遙控，以及搜尋位置、防止物品被盜等，類似自動化操控系統，同時透過收集這些小事物的數據，最後可以匯整成大數據，包含重新設計道路以減少車禍、都市更新、災害預測與犯罪防治、流行病控制等社會的重大改變，實現物和物相聯。

物聯網將現實世界數位化，應用範圍十分廣泛。物聯網拉近分散的資訊，統整物與物的數位資訊，物聯網的應用領域主要包括以下方面：運輸和物流領域、工業製造、健康醫療領域範圍、智慧環境（家庭、辦公、工廠）領域、個人和社會領域等，具有十分廣闊的市場和應用前景。

物聯網的實現需要給每個物體分配唯一的標識或地址。最早的可定址性想法是以 RFID 標籤和電子產品唯一編碼來實現的。

下一代網際網路將使用 IPv6 協議，它擁有極大數量的地址資源，使用 IPv6 的程序能夠和幾乎所有接入設備進行通信。這個系統將能夠識別任何一種物品。

GS1/EPCglobal EPC Information Services (EPCIS) 是這些想法的一個綜合實踐。這個系統被用來標識從航天、交通到消費電子領域的物品。

目前的研究趨勢是將自主控制和物聯網結合在一起成為 AIoT (人工智慧物聯網)。在未來，物聯網可能是一個非決定性的、開放的網絡，具備智能的實體和虛擬物品能夠和環境交互連結並以它們各自的目的自主運行。



物聯網的主要結構，大致區分為三個層次：

1.感知層(Sensor Level)：模擬人類的感知五官，用來蒐集既有環境的相關資料，例如聲、光、溫度、壓力等，而使用的感知工具有：感測器(Sensor)、辨識器(Identifier)、影音監控(Video Surveillance)。其中，感測器又分為物理性、化學性及生物性，幾乎可囊括人類所有的看、聽、聞、嗅及各種觸覺，甚至更精密的微生物酵素等的偵測；辨識器則主要用來記錄、傳遞、辨識(Recognition)與鑑別(Verification)物品的身分證明，例如：RFID、QR Code 條碼等等；而影音監控則主要是透過影像、聲音的擷取來偵測物件的身分與移動，例如：網路監視攝影機(IP Camera)、智慧音箱、人工智慧與語音辨識等。

2.網路層(Network Level)：(1)100 公尺內的近距通訊，包含藍芽、Wifi、4G、ZigBee 等，屬於高功耗、距離短、成本高的傳輸技術。(2)遠距通訊，又分為 LoRa(Long Range)，為目前最受產業支持的 LPWA，以及窄頻物聯網(Narrow Band-IOT)，相較 LoRa 速度更快，覆蓋範圍更大，是未來被看好的產業標準。

3.分析層(Analysis Level)：主要運用 AI、Machine Learning、Pattern Recognition 等來分析判讀多種回傳的大數據。

## 第五節 大數據(Big data)定義

大數據 (Big data)，指的是在傳統資料處理應用軟體不足以處理的大或複雜的資料集的術語。

大數據也可以定義為來自各種來源的大量非結構化或結構化資料。從學術角度而言，大數據的出現促成廣泛主題的新穎研究。這也導致各種大數據統計方法的發展。大數據並沒有統計學的抽樣方法；它只是觀察和追蹤發生的事情。因此，大數據通常包含的資料大小超出傳統軟體在可接受的時間內處理的能力。由於近期的技術進步，發佈新資料的便捷性以及全球大多數政府對高透明度的要求，大數據分析在現代研究中越來越突出。

大數據幾乎無法使用大多數的資料庫管理系統處理，而必須使用「在數十、數百甚至數千台伺服器上同時平行運行的軟體」(電腦叢集是其中一種常用方式)。大數據的定義取決於持有資料組的機構之能力，以及其平常用來處理分析資料的軟體之能力。「對某些組織來說，第一次面對數百 GB 的資料集可能讓他們需要重新思考資料管理的選項。對於其他組織來說，資料集

可能需要達到數十或數百 TB 才會對他們造成困擾。」

隨著大數據被越來越多的提及，有些人驚呼大數據時代已經到來了，2012 年紐約時報的一篇專欄中寫到，「大數據」時代已經降臨，在商業、經濟及其他領域中，決策將日益基於資料和分析而作出，而並非基於經驗和直覺。但是並不是所有人都對大數據感興趣，有些人甚至認為這是商學院或諮詢公司用來譁眾取寵的時髦術語，看起來很新穎，但只是把傳統重新包裝，之前在學術研究或者政策決策中也有大數據的支撐，大數據並不是一件新興事物。

大數據時代的來臨帶來無數的機遇，但是與此同時個人或機構的隱私權也極有可能受到衝擊，大數據包含各種個人資訊資料，現有的隱私保護法律或政策無力解決這些新出現的問題。有人提出，大數據時代，個人是否擁有「被遺忘權」，被遺忘權即是否有權利要求資料商不保留自己的某些資訊，大數據時代資訊為某些網際網路巨頭所控制，但是資料商收集任何資料未必都獲得用戶的許可，其對資料的控制權不具有合法性。2014 年 5 月 13 日歐盟法院就「被遺忘權」一案作出裁定，判決 Google 應根據用戶請求刪除不完整的、無關緊要的、不相關的資料以保證資料不出現在搜尋結果中。這說明在大數據時代，加強對用戶個人權利的尊重才是時勢所趨的潮流。

麥肯錫全球研究院在其有關大數據的報告中估計，2009 年位置數據級別為 1 PB，並且每年以 20% 的速度增長，這不包括來自 RFID 傳感器的數據，也還不包括「暗數據」，即研究人員收集並存放在私人檔案中的數據。

大數據具有五個 V 的特徵-Volume(體積)、Velocity(速度)、Variety(多樣性)、Veracity(真實性)及 Value(價值)。「體積」特徵較易於理解，而「速度」、「多樣性」、「準確性」及「價值」等特徵則在於強調我們能夠獲取快速移動的數據並將其通過分析轉換為有意義的數據的能力。

大數據的應用範例包括科學、RFID、感測裝置網路、天文學、大氣學、交通運輸、基因組學、生物學、大社會資料分析、網際網路檔案處理、製作網際網路搜尋引擎索引、通信紀錄明細、軍事偵查、金融大數據，醫療大數據，社群網路、通勤時間預測、醫療記錄、相片圖像和影像封存、大規模的電子商務等。

## 第六節 人工智慧 (AI) 輔助 BIM 定義

BIM 軟體公司已經開始使用人工智慧來提高其程序的效率和潛力。BIM 軟體現在可以使

用機器學習來學習數據並檢測模式，並據此就如何自動化和改善模型建構過程做出獨立決策。

BIM 軟體會收集大量數據，人工智慧將這些數據用於探索建設工程各個方面的可能性，並以比人腦更快的速度找到最佳解決方案。這不僅使過程更快，而且降低了人為錯誤的風險，從而可以提高現場安全性。

在未來的十年中，我們可能會在企業中看到更多的 AI 輔助 BIM。人工智慧現在有能力將 BIM 推向新的高度，從而協助企業取得更大的進步。

生產率一直是建築業的一個問題，因此，該行業的發展速度比任何其他行業都要慢得多，人工智慧似乎可以協助解決建築業過去遇到的障礙。

借助 AI 輔助的 BIM 可以將 BIM 提升到一個新的水平，在現場事件甚至還沒有發生之前就進行預測。通過機器學習，BIM 軟體現在能夠僅從圖像中分析建築工程並識別風險，例如高空、滑倒、絆倒和有跌落危險的工人。

人工智慧使用戶可以將設計標準或一組「規則」輸入系統，以便機器可以根據您的需求創建最可行的輸出。就 BIM 而言，它可用於創建場地足跡、平面圖設計等。這些計劃也相互鏈接在一起，這意味著，例如，如果某處佔地面積遭到改變，則具備人工智慧的機器將知道在設計的所有區域進行必要的調整，以確保整個工程的最高準確性。。

具備 AI 的系統總是從過去和正在進行的工程中學習，這意味著他們幾乎可以每天進行更新，並儘快向建築工人提供最有效的訊息，這將有助於該行業的發展，並有助於更快地找到新的設計解決方案。

## 第三章 國際間技術應用發展策略及現況

### 第一節 英國

#### National BIM Report 2019 - Bim Drivers

NBS(National Building Specification)是英國的建築規範系統，建築師及其他建築專業人士使用該系統來解釋建築工程的材料、標準及技術。

NBS 2019 年報告書(National BIM Report 2019 - Bim Drivers)提及 AI 的重點之一（特別是有關於「機器學習」元素）是知道何時有足夠的數據來訓練模型，並認為這部分已經實現了。該報告書認為雖然英國的 AI 產業還未完全成熟，但肯定會持續會持續成長，並認為須從數據開放著手，且實現這一目標的關鍵驅動因素可能是：

- 英國 BIM 第 2 級(BIM Level 2)要求標準及最新的 ISO。
- 國家數位雙生(National Digital Twin)。
- 智能建築規範和採購。
- 採用 IFC 數據模型和文件格式規範。
- 雲處理。
- 使用分析和商業智能工具成為主流。
- 關於 3D 電腦影像的開發流程。

#### 英國 BIM 聯盟 (UK BIM Alliance)

英國於 2011 年 5 月發布的政府建設策略指出「到 2016 年，政府將要求所有工程、資產訊息、文件資料檔案及數位檔案均必須與 3D BIM 完全的協同合作」。自 2016 年 4 月起，這是對中央公共工程採購的第 2 級 BIM 的最低要求。

在 2016 年的最後期限，特別成立了 BIM 工作組(BIM Task Group)，以利匯集來自業界、政府、研究機構及學術界的專長，強化公共部門的 BIM 能力，及提供業界需求的訊息，以滿足政府第 2 級 BIM 的需求。

英國 BIM 聯盟(UK BIM Alliance)是一個建築行業的聯盟，設置的目的在於反映第 2 級 BIM 的挑戰，並繼續執行 BIM 工作組的工作。英國 BIM 聯盟是在 2016 年 ICE BIM 會議和數位營建週(Digital Construction Week)活動期間正式啟動。

英國 BIM 聯盟將為建築環境公司提供一個共同和明確的參考點，以供他們了解如何使用 BIM。它正式展開前的活動涉及 50 多個組織間的協作、共通的消息傳遞及理解。

在 2017 年 buildingSMART 峰會上，英國 BIM 聯盟宣布將於 2017 年底與 buildingSMART UKI 合併，以利雙方合作共同往建築產業資訊化的目標邁進，提供現在及未來建築產業的需求。

### GOING DIGITAL 指南

英國 BIM 聯盟為了協助建築業、營建業及建築物業主使用 BIM 及相關技術，編製了 GOING DIGITAL 這份指南。指南中提到 BIM 具有 IoT(物聯網)、Big Data(大數據)及 AI(人工智慧)的相關潛力，使已建立的資產更具生產力。並表示結構正確的數據訊息可以被機器和人讀取。因此可以自動檢查其準確性和完整性。數據的共享為團隊每個人提供了單一的真實資料來源，並且在整個生命週期中形成了連續性的「金線」(golden thread) (圖 3-1)。BIM 除了可以大大減少施工過程的風險外，還可以將數據訊息可視化，從而使業主在對提案做出決定前可以清晰地了解提案的 3D 想法。與傳統方式相比，BIM 可以提供更多的選擇，並且可以事先模擬建築物性能以佐證可符合預期目標。另外 BIM 可以輔助研究施工成本和施工順序，優化潛在的資源使用效率，提供更好的健康和安全管理，並進行電腦上的施工演練。BIM 結合具備感應功能的數位控制器，可使有形資產擁有「數位雙生」(digital twin) 的虛擬複製品，再加上人工智慧，可以預先判斷設施是否有任何零件需要進行更新或調整，以確保設施可持續提供業主及居住者所需及預期的運作功能。

智慧建築技術的出現為數位資產訊息管理提供了強而有力的支援。現在，廉價的感應器和控制器可以報告所有系統的狀態以及所有空間的使用情況，因此設施利用率和效率可能會發生跳躍式變化。工作場所管理系統可以根據員工的日常需求為他們分配空間，從而最大限度地增加建築物可以負荷的人數，並避免為未使用的空間提供服務。也可以預先感測到即將產生的系統問題，從而可以進行事先的維護，避免故障並延長設備壽命。智慧技術涵蓋了 BIM，但它不能替代 BIM。一合適的通用數據環境(圖 3-2)可以支援及整合所有來源的訊息流，並為建築物所有者和居住者提供強大的支援，以優化設施的性能以及為其居住者帶來舒適感。BIM 可作為獲取所有其他系統和空間訊息的路徑。一旦將人工智慧加入到智慧系統中分析，建築物便會變得具有認知能力，能夠學習，並在很大程度上實現建築物的營運自動化。

# BIM in the Project Life Cycle: RIBA STAGES

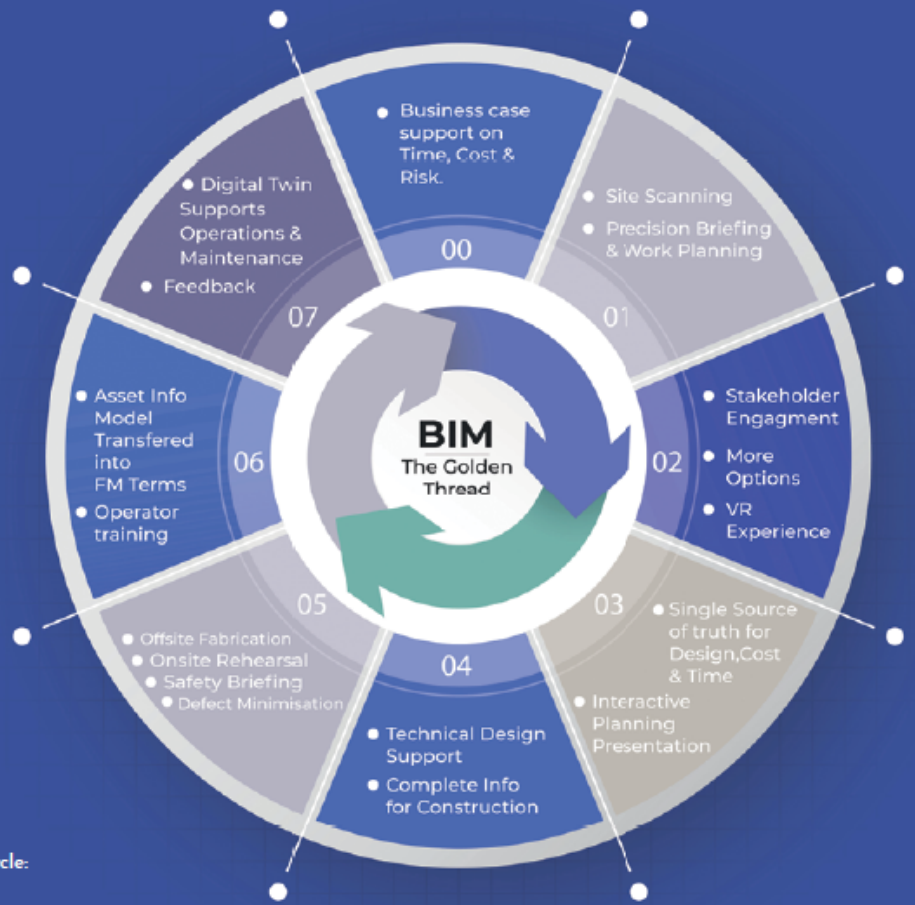


FIGURE 02  
BIM in the Project Lifecycle:  
RIBA Workstages

圖 3-1 BIM 支援建築全生命週期

(資料來源：<https://techwireasia.com/2020/02/going-digital-yields-great-results-for-construction-companies-in-singapore/>)

# Integration of information in a common data environment

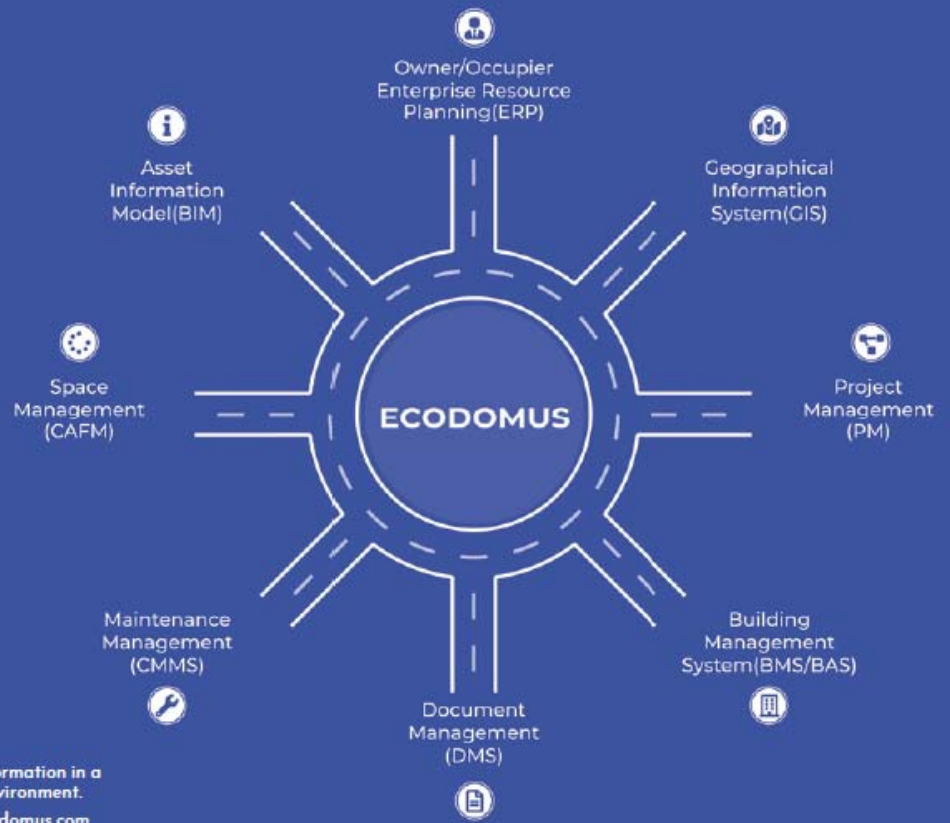


圖 3-2 一合適的通用數據環境可以支援及整合所有來源的訊息流

(資料來源：<https://techwireasia.com/2020/02/going-digital-yields-great-results-for-construction-companies-in-singapore/>)

## 應用現況

奧雅納 (Arup, Arup Group Limited) 是一家全球性企業，總部位於英國倫敦，在 34 個國家和地區設立了 89 多家分支機構，擁有逾 14,000 名規劃、設計、工程和諮詢專業人員，提供設計、工程等建築環境相關領域的諮詢服務，在超過 160 個國家運營著不同的工程。

奧雅納結合建築領域專長及數位資訊技術，開發了 AI 智慧建築控制平臺 Neuron。Neuron 為一雲端中央控制平臺，結合 BIM (建築數位建模)、5G、IoT (物聯網)、雲端、人工智慧及 Big Data Analysis (大數據分析) 等技術，應用於建築全生命週期，可以連接不同建築系統(例如: 物業管理系統)和設備生成的各類資料來源完全整合在一起。憑藉 AI 計算能力和機器學習，Neuron 可以分析建築維運的海量歷史資料，創建的數位模型可自動計算各類建築維運的有效參數，及自行主動發現使用趨勢，並用於建築性能管理和改善、能源監控和優化、檢測故障並進行預測性維護，實現建築運營的最優化，而不僅是提供即時監控和警報，被動等待建築管理者進一步解決問題。Neuron 不僅有助於建築節能減排，還以空間使用者的健康為本，優化室內環境。BIM 技術也被應用於改善建築系統參數的即時監控功能，通過捕捉動態環境變化，及時回應異常值觸發狀況，從而降低能耗、提升風險預警能力。

Neuron 已成功於香港建置首座人工智慧及數位驅動建築(圖 3-3)，這是太古地產新開發的一座三 A 級 48 層商業辦公大樓。該大樓應用 BIM 技術改善建築系統參數的即時監控功能(圖 3-4)，並透過捕捉動態環境變化，及時回應異常值觸發狀況，從而降低能耗、提升風險預警能力，讓建築管理者透過互動回應控制台操作統計、識別特定參數，讓建築性能呈現更加整合化和透明化。





圖 3-3 Neuron 已成功於香港建置首座人工智慧及數位驅動建築

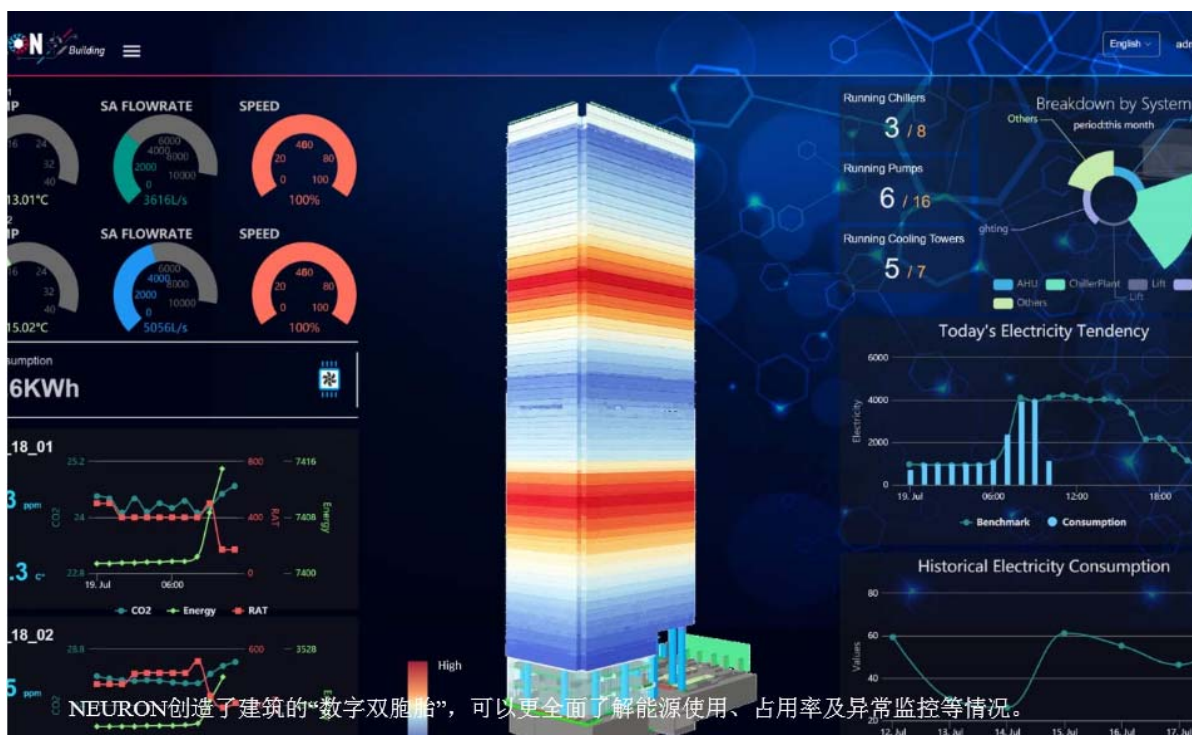


圖 3-4 Neuron 應用 BIM 技術改善建築系統參數的即時監控功能

## 第二節 新加坡

### BIM 使用現況

據估計，新加坡採用 BIM 的比例為 65%，且大多數 AEC 產業採用 AutoDesk 的 BIM 軟體。新加坡建設局(BCA, Building and Construction Authority)對 AEC 產業採用 BIM 的策略是基於由上而下的理念。根據新加坡大學的 Evelyn Teo 博士所說，在新加坡實施和採用 BIM 的背後推動力是強大的經濟激勵和教育，且該技術已經成熟並且可以使用，真正面臨的挑戰是文化、技術的採用，及組織人性化方面。2010 年，新加坡建設局推出了 BIM 路線圖，旨在提高 AEC 產業中各相關利益者的生產率和整合程度，目標是到 2015 年時，80% 的 AEC 產業都使用 BIM。新加坡目前正關注於開放 BIM，儘管進展緩慢，但支持者認為開放非專有的 BIM 軟體是解決互通性問題的唯一方法。

### BIM+人工智慧技術

早在 1982 年，新加坡就已提出應用人工智慧的計畫檢查系統構想。1995 年，新加坡國家發展部(Ministry of National Development)以新加坡建設局為執行機構，發起了 CORENET (Construction and Real Estate Network)。在 2002 年，新加坡對 CORENET 進行升級，並用 3D IFC 數位模型取代 2D BP (Back propagation neural network)專家系統。另外，也為 CORENET 的 ePlanCheck 工程開發 IFC 檢視器-FORNAX。FORNAX 可自動檢查電子設計圖是否符合建築和土地法規，並製作報告。FORNAX 擴展了 IFC 模型應用範圍，並增建了智慧檢查法規功能。

CORENET 當前提供三種服務：電子提交(e-Submission)、電子計畫檢查(e-PlanCheck)和電子訊息(e-Info)。

### 電子提交(e-Submission)

電子提交系統自 2002 年初就已經開始提供服務，該系統涉及八個負責建築和房地產行業的政府部門中的 16 個監管機構，它促進了各個監管機構之間的協同合作。透過允許業界專業人員藉由 Internet 提交和查看計畫申請進度，電子提交系統可以作為一個單一政府櫃檯，每天 24 小時不間斷地提供服務。藉此，業界專業人士無需對建築計畫進行拷貝列印，也無需親自到送審機關了解申請進度。另外，由於所有關係人都可以在線上查看計畫申請程序的狀態和進度，因此透明度也得到了改善。作為工程的一部分，電子提交系統簡化了政府流程，並提高效率 and 客戶方便度。電子提交系統可實現提交邏輯處理和規則驗證，並賦予人工智慧和安全傳輸能力。

在新加坡，透過電子提交系統提交建築計畫申請是強制性的，且現在執行率已幾乎達到 100%。電子提交系統擁有 2,500 多家公司的客戶群，被建築師、工程師、測量師、水管工、電工和其他專業人員廣泛使用。在業界調查中，有 89% 的受訪者

表示，他們在計畫列印、運輸/派遣服務以及提高員工生產率方面節省了成本和時間。

### 電子計畫檢查(e-PlanCheck)

e-PlanCheck 計畫是 CORENET 最具企圖心的部分，該過程允許電子化自動檢查新建築物的設計是否符合建築設計規範，而非依賴紙張的手動檢查。該計畫涉及五個政府部門中的八個監管部門，將從建築工程和建築服務開始分階段進行。為了使系統能夠成功執行檢查，提交計畫的人員需要使用經過認證能夠生成系統期望的 IFC 2x2 模型數據的 CAD 軟體。英國顧問公司 AEC3 向新加坡政府提供了模型開發援助。新加坡建設局的 Tan Kee Wee 博士和 Cheng Tai Fatt 博士認為，開發自動建築規則檢查平台將獲得所需投資的十倍的回報。

### 電子訊息(e-Info)

e-Info 系統自 2002 年開始啟用，它提供了一個全面的中央存儲庫，用於存儲新加坡與建築及營建相關的訊息，並透過 Internet 上的單個入口網以單一格式顯示。e-Info 這整合的的訊息管道提供了一快速簡便的參考資料來源，從而免除了業界專業人員維護及拷貝參考資料的需求。該系統也可以寄送電子郵件提醒用戶入口網站上新的或更新的訊息。e-Info 在七個政府部門的 13 個監管組織的支援下，提供有關法規、規則、準則、標準、產品目錄、承包商績效和新加坡標準的訊息。透過利用 XML 技術，e-Info 以機器可解讀的格式儲存和描述訊息，這些訊息可以被不同的 IT 應用程序輕鬆處理和理解。e-Info 除了允許無縫通訊外，還可以讓不同的網路電子商務應用。在早期的開發過程中，CORENET (BP 專家系統) 遇到了有關缺少根據新加坡資訊格式定制的 3D CAD，以及隨之而來的維持根據新加坡資訊格式定制的 3D CAD 所需的高成本問題。後來，新加坡建設局決定後續的開發都必須依據 IFC 標準。

在新加坡，e-Info 電子資訊系統的採用也很普遍，擁有超過 12,000 名行業專業人士的用戶參與，導致參與的監管部門逐步淘汰通知函和信函的印刷紙本。

### 業界發展現況

缺乏人才、不利的市場條件、技術解決方案的成本、有限的資源，以及對傳統工作流程的執著阻礙了傳統建築業界的發展，但是資訊化正在迅速改變此一現象。

根據麥肯錫(McKinsey)最近的一份報告，建築業界內的轉型通常是困難的，它建議熱衷於資訊化的公司專注於促進營造協同合作的工作環境，並試藉著標竿案例以支援協同合作的變革成功，而這也正是新加坡的建築公司正在做的事情。

不斷的努力轉型和資訊解決方案的迅速採用，使新加坡的建築公司看到了逐步增長的趨勢，這些資訊解決方案包括人工智慧 (AI)，虛擬實境 (VR)，3D 技術和

數位平台。這些公司後來透露藉由不斷的努力轉型和資訊解決方案的迅速採用，他們已成功削減成本，提高安全性，提高生產率，創造更好的工作，並提高營運效率。

例如，Pan-United Corporation Ltd 的執行長 May Ng 闡述說，該公司已在 2014 年加大了開發自己的 AI 資訊平台的力度，如今其成本效率和生產率提高了 45%。該 AI 資訊平台解決方案負責接管客戶的訂單，監督卡車車隊管理，自動化後端流程，以及管理物流和混凝土公司供應鏈中的其他流程。May Ng 表示 AI 資訊平台解決方案使我們可以省去人工工作，提高員工的技能，從而促進他們的職業發展。此外，該技術還使 Pan-United 能夠提高訊息的透明度和及時性，從而在員工及其服務提供商之間形成更加緊密的團隊合作。

轉型過程中最主要的一種特殊策略是應用多種技術解決方案，以整合所有施工過程，此策略通常稱為整合數位交付 (IDD, Integrated Digital Delivery)。IDD 通常會促進使用智慧解決方案、高階資訊通訊系統，和建築資訊建模 (BIM)。例如，BHCC Construction 是 BIM 的忠實用戶，這使得該公司在施工階段所花費的時間減少了 25%。另外，BIM 能夠為工程合作夥伴提供即時的資訊更新 (包括預製組件的狀態追蹤)，這功能使公司節省了資源。現在，借助 VR 的協作系統，該公司計劃將設計階段所花費的時間進一步減少 30%。此外，該公司計劃透過數位化和簡化現場安全記錄管理流程，將時間減少 25%。

新加坡建設局 (BCA) 於 2017 年推出建築業轉型圖 (Construction Industry Transformation Map)，現已證明是鼓勵建築業界採用數位解決方案，並做運營方式轉型的有效驅動力，目前新加坡建築業界在數位化的努力方向基本上與建築業轉型圖保持一致。展望未來，BCA 持續推動建築公司擁有 IDD 能力，希望透過這些標竿建築公司的快速進步激勵鄰近地區的其他公司有效地數位化。

### 第三節 挪威

#### BIM 使用現況

在相對較短的時間內，挪威 AEC 產業採用 BIM 已經取得了很大進展。目前，BIM 已在大多數大型建築工程中廣泛使用。特別是公共工程業主都有這意識，並要求建築師、工程師和承包商使用 BIM，建築師和工程師比承包商和設施管理 (FM) 專業人員更廣泛地採用 BIM。此外，在 BIM 使用上，建築施工部門似乎比基礎設施部門更為成熟，後者在很大程度上用於專有的解決方案。除了傳統的設計任務，BIM 還被用於碰撞控制、能量分析，及成本分析的數量計算。

#### ByggSøk 及 ByggNett

ByggSøk 是挪威建築應用處理中的雲端平台解決方案，用於驗證特定類型的申

請表填寫，技術規範是由挪威建築局內部製定，第一版於 2003 年 7 月 1 日發布，當前版本（版本 3.2）於 2013 年 1 月 7 日發布，開發歷時三年，耗資約 200 萬歐元。使用 ByggSøk，申請者可以填寫申請表單，並透過網路發送。ByggSøk 的結構具有三層：資料庫、伺服器應用和使用者界面，資料庫是使用 SQL 程式語言開發，而資訊交換則是使用 XML 格式完成的。另外，他們計劃開發一種更複雜的解決方案，稱為“ByggNett”。ByggNett 是使整個建築相關行業數位化的新策略。ByggSøk 的進一步開發以及用於處理建築許可證申請的擴展服務將是新 ByggNett 戰略的重要組成部分。挪威雲端平台解決方案的服務級別和複雜性開發順序如圖 3-5 所示。

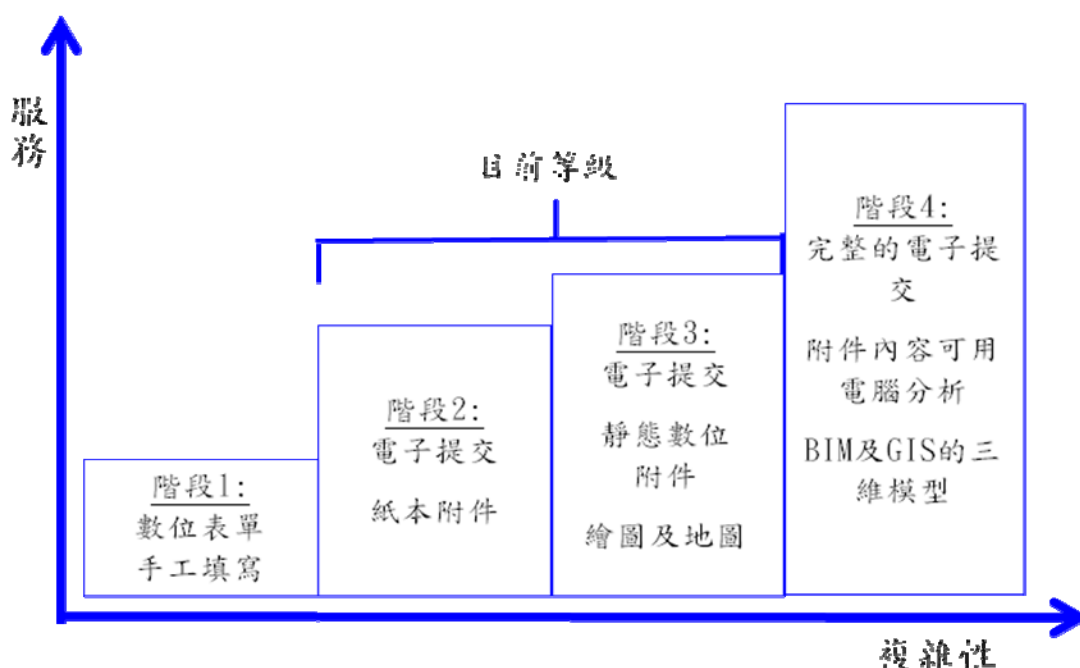


圖 3-5：挪威雲端平台解決方案的服務級別和複雜性開發順序

ByggNett 策略的總體願景是為建築工程全生命週期提供簡單、有效和可預測的服務。該策略表明將開發用於處理建築申請程序的完全整合解決方案，這包括為處理申請的地方公共建築管理局提供服務，以及為專業或私人提交建築許可申請的申請人提供服務。

ByggNett 戰略中的工作工程和措施基於三個基本準則：

- 用戶導向
- 自己動手的服務
- 合作

該戰略將確保不同計劃之間的最佳關係，並在短期和長期內實現其目標。該戰

略描述了五個優先發展的領域：

- 與業界和其他主管機關的關係
- 支援數位化的程序和方法
- 能力
- 適用於數位化的法規
- 用於申請及註冊的資訊存儲、處理、共享和表達的服務和工具

實施此策略具有挑戰性，因為它會影響許多使用者。由於這種複雜性，該策略的導入將先應用在一系列小型工程上，而不是應用在一個大型工程或一個綜合軟體解決方案上。

挪威建築管理局的一項國際調查指出自動評估系統具備以下好處：

- 所有地方當局對資訊的平等要求
- 對相同類型工程的資訊進行平等評估
- 數位訊息可供作其他目的重複利用
- 在正式提交之前先對申請進行預檢查的解決方案
- 支援設計規則

挪威建築管理局進行的一項調查顯示採用和實施 BIM 的四個最重要的驅動因素和障礙，詳如表 3-1。

表 3-1 挪威建築管理局進行的一項挪威調查顯示了採用和實施 BIM 的四個最重要的障礙和驅動因素

推動 BIM 驅動因素	推動 BIM 障礙
公共工程業主的要求	保守文化
建築管理局的要求	產業零散不集中
有效率及快速的設計程序	缺乏競爭
工作滿意度和招聘	目前的契約標準

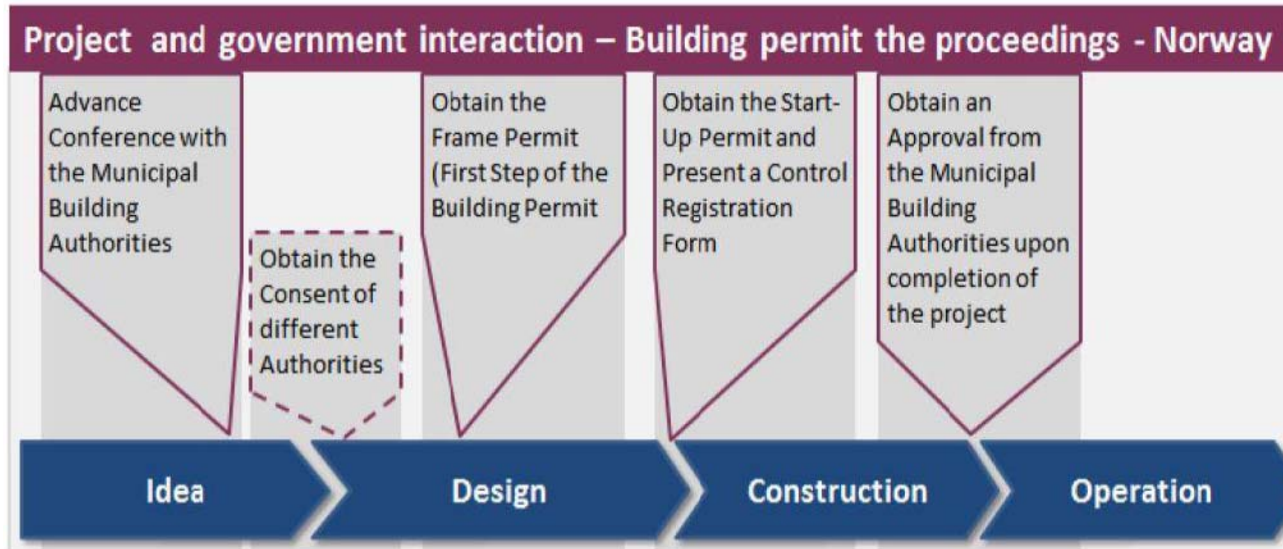


圖 3-6 挪威的建築許可申請流程

圖 3-6 說明挪威的建築許可申請流程，ByggSøk 的建築許可申請提交方式可以為：

- 紙本列印後，透過普通郵件手動發送到當地建築管理局，這方式允許提供紙本圖和其他紙本文件。
- 通過網路傳輸文件電子檔。申請表除了提供 XML 格式之外，還提供 PDF 格式。補充文件和圖紙必須以 PDF 格式檔案隨附，另也有提供一個透過郵件提交其他文件檔/圖檔的選項。

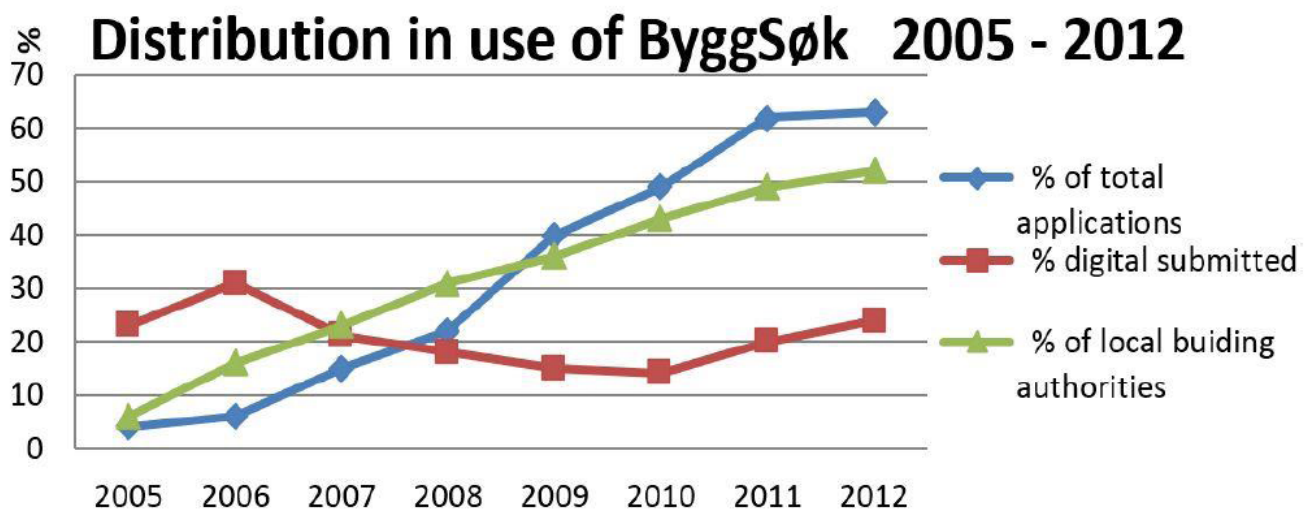


圖 3-7 挪威 2005 – 2012 間使用 ByggSøk 作為申請工具的案件分布情況

圖 3-7 說明了使用 ByggSøk 作為申請工具的案件雖有增加，但是，申請的百分

比並沒有增加。挪威建築管理局提出了兩種觀點作為可能的解釋：

- 申請人：申請人必須將來自許多來源的大量文件數位化。 ByggSøk 僅可用於確保申請人有填寫所有相關表格，但對於 100% 數位化應用程序，申請人沒有任何額外的好處（例如：減少費用，縮短處理時間）。 ByggSøk 被當作高級的「應用程序編寫器」使用，可以對表單中所有欄位是否都有填寫資料進行驗證，但無法驗證填寫內容是否正確。
- 地方建築管理機關：當申請人以 XML 格式輸入申請資訊和使用電子檔附件，地方建築管理機關缺乏以數位化方式處理申請程序的系統，僅能將接收到的申請列印出來並手動處理。

## 第四節 日本

### 政府政策

日本國土交通省於於令和 2 年(2020 年)2 月 17 日舉行的第 4 回建築 BIM 環境整備部會中，提出最新版的 BIM 標準工作流程及其使用指南草案，草案中總結了 BIM 在建築工程全生命週期中每個階段中單獨使用的優點，而且可以在各階段間正確地傳遞數位訊息，並預計隨著 BIM 在建築工程全生命週期中被使用，並且透過與 AI 和 IoT 的協調合作， BIM 的使用效果將變得更大。

其中，擴大建築物作為社會資產的價值部分，BIM 可提供下列具體效益：

- 實現適當，實時的資產評估和資產管理
- 通過與傳感器等協作來擴展建築物的服務
- 利用大數據和人工智慧從建築物開始創建新產業
- 通過與基礎架構平台融合來實現最佳風險管理





圖 3-8 利用建築 BIM 打造未來願景

（資料來源：日本國土交通省於於令和元年 9 月建築 BIM 推進會議簡報）

日本國土交通省於於令和元年(2019 年)9 月舉行的建築 BIM 推進會議中，提出建築 BIM 的未來願景(圖 3-8)和流程圖，並以闡明 BIM 可提供下列 3 大類效益：

- 實現高品質，高精度的建築生產和維護
- 實現高效的壽命週期
- 擴大建築物作為社會資產的價值

其中「實現高品質，高精度的建築生產和維護」涉及 BIM 與 AI / IoT 的協同合作的部分包含下列願景(圖 3-9、3-10)：

- 基於各種模擬和成本管理的平穩決策
- 模擬與 AI 相結合
- 使用 AI 進行高階施工預測
- AI 的預測
- 消除建築生產和維護過程中的不一致
- 包括製造商在內的統一管理

- 物聯網的自動管理和反饋
- 人工智慧的檢查和檢查支援
- 實現無紙保養書
- AI 維修預測
- 通過 AI 價值預測進行資產管理
- 恐怖主義行動預測/警告
- 為每個人實現最佳環境

### 建築BIMによる将来像の実現プロセス

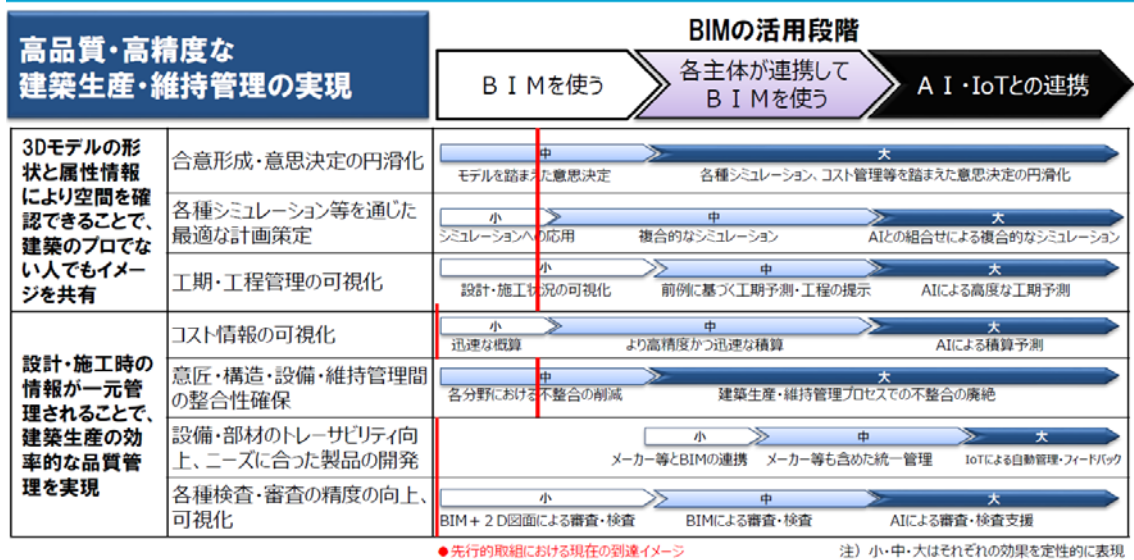


圖 3-9 建築 BIM「實現高品質，高精度的建築生產和維護」的未來願景和流程图(1/2)

(資料來源：日本國土交通省於於令和元年 9 月建築 BIM 推進會議簡報)

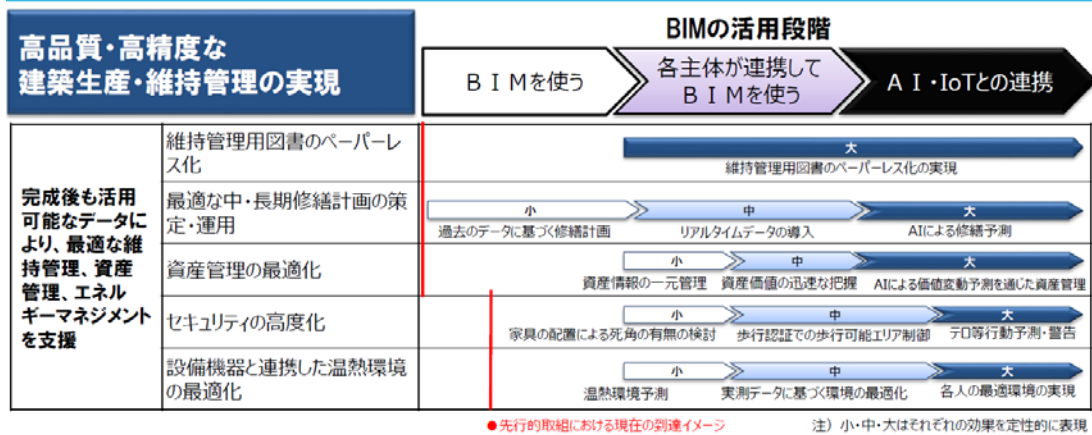


圖 3-10 建築 BIM「實現高品質，高精度的建築生產和維護」的未來願景和流程圖(2/2)

(資料來源：日本國土交通省於於令和元年 9 月建築 BIM 推進會議簡報)

「實現高效的壽命週期」涉及 BIM 與 AI / IoT 的協同合作的部分包含下列願景 (圖 3-11、3-12):

- 基於各種模擬和成本管理的平穩決策
- 模擬與 AI 相結合
- AI 的預測
- AI 優化收益等
- 消除建築生產和維護過程中的不一致
- 人工智慧戰略製造
- 通過 AI 獲得最佳維修計劃支持
- 使用 AI 的最佳計劃支持
- 基於 AI 的設計支持可滿足您的需求
- 借助 AI 進行最佳施工計劃
- 自動構建 (機器人, 3D 打印機等)
- 實現無紙保養書
- 實現全自動清洗
- 實現全自動的日常檢查
- 通過 AI 進行預防性維護

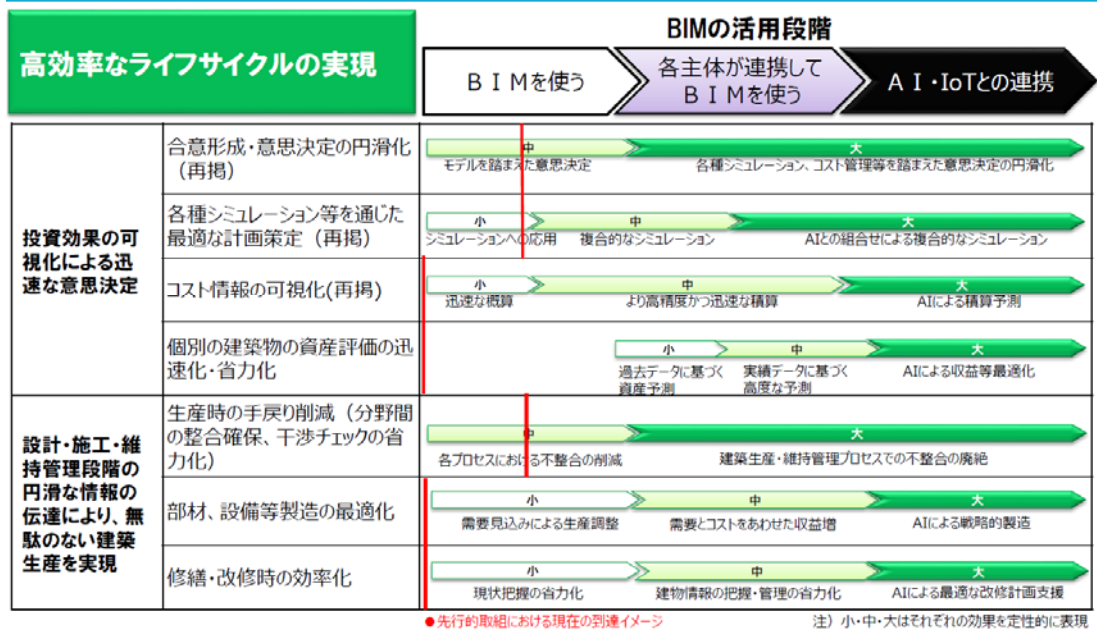


図 3-11 建築BIM「實現高效的生命週期」的未來願景和流程图(1/2)

(資料來源：日本國土交通省於於令和元年9月建築BIM推進會議簡報)

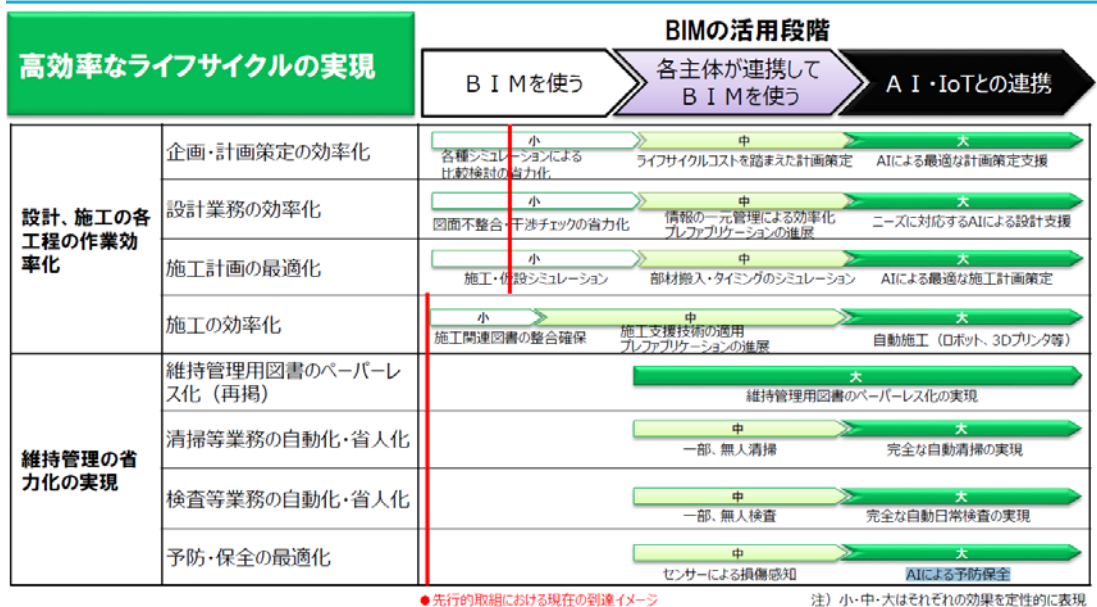


図 3-12 建築BIM「實現高效的生命週期」的未來願景和流程图(2/2)

(資料來源：日本國土交通省於於令和元年9月建築BIM推進會議簡報)

「擴大建築物作為社會資產的價值」涉及 BIM 與 AI / IoT 的協同合作的部分包含下列願景(圖 3-13):

- 用 AI 進行資產價值預測
- 通過 AI 價值預測進行資產管理
- 基於精確預測的共識建立支持
- 人工智慧的未來預測
- AI 優化的買家選擇
- 基於 AI 的先進防災大樓
- 通過 AI 進行預防性維護
- 建築物利用信息的商業化
- 通過 AI 優化人員流動和物流
- 數位雙生審判
- 數位雙生成形

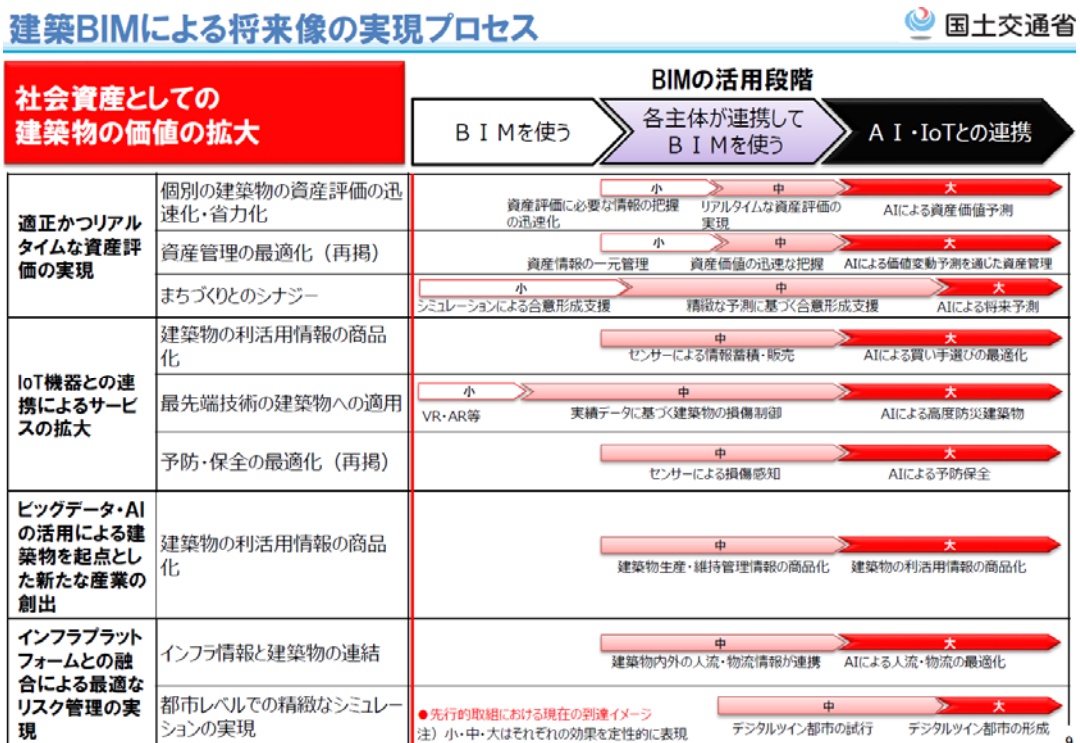


圖 3-13 建築 BIM 「擴大建築物作為社會資產的價值」的未來願景和流程圖

(資料來源：日本國土交通省於於令和元年 9 月建築 BIM 推進會議簡報)

另外，日本考慮建築確認的數位化方法，使用 AI 進行更有效的建築確認以及使用 IoT 設備進行更高效的中間檢查/完工檢查。除了與 BIM, AI 和 IoT 設備配合使用外，還計畫建立諸如應用於信息基礎架構和數據存儲的方法，以便 BIM 資訊本身可用作社會資產。

## 業界發展現況 1

建築業導入資訊與通信科技 (Information and Communication Technology, ICT) 導入建築業的速度中比導入製造業慢，但是隨著 BIM 的出現，情況將發生變化。ICT 行業在建築行業中正在發展，交通運輸部也在做出諸如 i-construction 之類的努力以提高生產率。

ICT 於 1980 年代引入建築行業。在汽車和機械製造業中使用的 3D CAD (計算機輔助設計) 被引入建築業，儘管導入了利用計算機進行設計的 CAD，但是對於像大規模生產的建築業，並不需要 CAD。因此，CAD 的導入並不容易。

由於 1990 年代中期出現的 32 位元 Windows 操作系統使使用成本降低，及圖形處理技術的改進，迅速加快了 ICT 在建築業中的使用。

近年來，BIM 已迅速普及。CAD 是一種數位圖形，可替代手繪圖形，而 BIM 則透過組合對象 (例如牆、門和房間) 元件來創建圖形。基本上，從手繪圖形時代到 CAD 的導入，繪圖都是基於線條構造的，因此可以說 BIM 的出現產生了重大的轉變。

BIM 傳播的背景是傳統的手繪圖形方法無法符合當前的速度。傳統的設計方法會導致瓶頸，例如訊息丟失和傳輸錯誤。另外，提高生產率是必不可少的。即使像建築業那樣難以大量生產，也期望能夠有效地新建建築物。

日本的獨特問題之一是人力資源短缺問題。像醫生和律師一樣，建築師也需要資格和專業知識。由於建築業是一個不容易就業的行業，因此由於日本目前的情況，人力資源短缺將對建築業產生重大損害。AI 和機器人會改變人們在所有行業中的職責，這對建築業也不例外。可以說，在 BIM 中引入 ICT 是建築業引入 AI 的良好管道。

從基礎設計，詳細設計到設施，BIM 可以一次處理。特別是，對於實際施工，需要多種模型，例如建築模型，結構模型和設備模型，並且 BIM 可以以彙整方式處理這些模型，提高工作效率。

引入 AI 不僅可以協助創建設計模型，而且可以提高以執行流程的效率。我們不能完全讓 AI 完成所有工作。如果只需要完成一個結構設計，那麼 AI 效能可能會讓人滿意。然而，即使在當今需要快速執行建築供程的情況下，也不能大量興建建築物，因為這不僅涉及設計，而且還須整合城市景觀和諸如思想的複雜元素。沒有任

何工程是採用相同的藍圖或規格。AI 的當前狀態仍不適用於複雜的工作，但並不意味著它將立即承擔所有施工工作。相反地，人工智慧似乎改變了建築工作的品質。

- 提出施工計劃的 AI（鹿島縣）

鹿島在 2016 年向所有建築工地引入了名為 ArchiCAD 的 BIM。基於 BIM 創建的 3D 畫面，可以對建築、結構和設備進行整合，三菱綜合研究所正在開發可以將 AI 與此 BIM 系統連結的系統，據說有可能透過機器學習為用於佈置起重機的臨時設計圖和過程訊息進行優化。

例如，AI 可提出施工計劃的建議。AI 提出了基於 3D 建模技術的多個施工計劃，該計劃具有有關建築物的各種訊息。據說透過機器學習對大約 400 個建築工地進行分析，現場經理便能根據 AI 提出的多種施工計劃選擇最佳方案。創建施工計劃通常需要一周的時間，但是使用 AI 只需幾分鐘。

- 優化工程機械工作的 AI（鹿島）

鹿島將在設計和實際施工中引入 AI。作為開發用於建築機械的自動構建系統“A4CSEL”的一部分，他們在神奈川縣小田原市建立了一個實驗所，以驗證各種開發技術。目的是透過自動操作推土機、自卸車等無人控管機械來提高施工和操作的準確性。此外，人工智慧將用於優化工程機械的工作程序。

由於推土機必須以複雜的方式佈置，因此推土機對於每個技術人員而言都是不同的，並且很難建模。他們記錄了熟練技術人員的操作，並分析了工程機械自動化的模式。該模擬器由 AI 操作，並通過強化學習獲得最佳解決方案。

鹿島說，它將使推土機的鋪設自動化並提高其效率。

- 用於設施管理的 AI（Nippon Design）

設施管理（FM）於 1970 年代出現於美國，旨在透過為辦公大樓提供舒適的工作環境來提高員工的生產率。具體地方式包括實行視頻管理、房間進入/退出管理，及能量管理等。

建築設計公司 Nippon Architects 在 2014 年與 Autodesk 簽署了合作夥伴關係，後者開發和銷售 CAD 軟體，並推出了 BIM 軟體 Revit。BIM 用於確定建築形式、性能和規格。有關性能和規格的訊息在建築物的生命週期中得到利用，例如維護和維修。通常，當建築物的設計和建造完成時，建築物的生命週期便轉移到建築物的維護和翻新。Nippon Design 的嘗試是在設計階段鏈接數據，以將其用於建築物的維護和修理。

Nippon Design 正在尋找將 AI 用於 BIM 和 FM 的方法。自 2017 年起將使用

Autodesk 平台 Forge，並將其與 BIM 協同合作進行維護。通過連接 Forge 和 BIM，可以將其連接到設施管理系統。

Nippon Design 想要做的是從設計到設施管理的整合管理。據說這將積累維護的大數據，並增加人的感覺來創建，並利用 AI 將其應用於設計。

## 業界發展現況 2

竹中公司是日本大阪的一家全球性建築和設計公司。竹中與日本梅賽德斯-奔馳 (Mercedes-Benz) 合作設計並建造了一個原型住宅，稱為 EQ House。EQ House 位於東京六本木 (Roppongi) 地區，旨在將人、建築、移動性和居住空間聯繫在一起。該住宅可以客制化，並且它完全整合了傳感器技術。

由於物聯網 (IoT) 和人工智慧 (AI) 技術的巨大發展，使得 EQ House 成為可能，並正在重新定義出行與住房之間的關係。透過共享訊息，電動汽車可以與居民的智慧設備一起成為更大的生態系統的一部分。

竹中公司高級設計小組負責人花岡鬱也 (Ikuya Hanaoka) 說：「當移動性進入生活空間時，室外與室內之間的關係發生了變化。外部世界進入了室內空間，創造了超越傳統建築框架的複雜生活環境。」。這種新的建築需要先進的 IT 環境控制和界面，並可以學習個人習慣以優化生活環境。花岡鬱也說：「隨著人們開始要求環境能夠滿足他們的需求，建築將變得越來越個性化」。

在 EQ House 內部，流動性和居住空間在各種通道中相交。位於建築物中心的玻璃面板界面顯示有關建築物和車輛狀態的訊息，該訊息來自於傳感器感測房屋內部的人、監控環境溫度，及處理其他資訊。數據還可從房屋內的智慧裝置（例如屋主的智慧手錶）中收集。傳感器數據由竹中開發的建築通訊系統進行匯彙整並儲存在雲端硬碟中。

在 EQ House 廚房中，面板採用基因演算法進行設計，該算法為亮度、光照和成本選擇最佳值。計算設計被用於規劃和施工的許多方面。在設計階段，多變數優化（其中像舒適度、生態友好性和成本等幾個變數都已被考慮在內）被用來平衡光捕獲、熱擴散和效率，然後使用基因演算法從最佳設計方案中決定變數值。

## 第五節 中國大陸

### 政府政策

於中國大陸住房和城乡建设部發佈之「2016-2020 年建築業資訊化發展綱要」中，明確訂定 BIM、大數據、智慧化、移動通訊、雲計算、物聯網等資訊技術發展政策，該綱要強調「貫徹……推進資訊化發展相關精神，落實創新、協調、綠色、



開放、共用的發展理念及國家大數據戰略、「互聯網+」行動等相關要求，實施《國家資訊化發展戰略綱要》，增強建築業資訊化發展能力，優化建築業資訊化發展環境，加快推動資訊技術與建築業發展深度融合，充分發揮資訊化的引領和支撐作用，塑造建築業新業態。」，訂定「全面提高建築業資訊化水準，著力增強 BIM、大數據、智慧化、移動通訊、雲計算、物聯網等資訊技術整合應用能力，建築業數位化、網路化、智慧化取得突破性進展，初步建成一體化行業監管和服務平臺，資料資源利用水準和資訊服務能力明顯提升，形成一批具有較強資訊技術創新能力和資訊化應用達到國際先進水準的建築企業及具有關鍵自主智慧財產權的建築業資訊技術企業。」發展目標，並制定下列執行策略：

#### (一) 企業資訊化

建築業應積極研究「互聯網+」環境下管理、生產的新模式，深入研究 BIM、物聯網等技術的創新應用，創新商業模式，增強核心競爭力，實現跨越式發展。

##### 1. 勘察設計類企業

###### (1) 推進資訊技術與企業管理深度融合

進一步完善並整合企業營運執行資訊系統、生產經營執行資訊系統，實現企業管理資訊系統的升級。深度融合 BIM、大數據、智慧化、移動通訊、雲計算等資訊技術，實現 BIM 與企業管理資訊系統的一體化應用，促進企業設計水準和管理水準的提高。

###### (2) 加快 BIM 普及應用，實現勘察設計技術升級

在工程工程勘察中，推進基於 BIM 進行數值模擬、空間分析和視覺化表達，研究構建支援異構資料和多種採集方式的工程勘察資訊資料庫，實現工程勘察資訊的有效傳遞和共用。在工程工程策劃、規劃及監測中，整合應用 BIM、GIS、物聯網等技術，對相關方案及結果進行模擬分析及視覺化展示。在工程工程設計中，普及應用 BIM 進行設計方案的性能和功能類比分析、優化、繪圖、審查，以及成果交付和視覺化溝通，提高設計品質。

推廣基於 BIM 的協同設計，發展多專業間的資料共用和協同，優化設計流程，提高設計品質和效率。研究開發基於 BIM 的整合設計系統及協同工作系統，實現建築、結構、水暖電等專業的資訊整合與共用。

###### (3) 強化企業知識管理，支撐智慧企業建設

研究改進勘察設計資訊資源的獲取和表達方式，探索知識管理和發展模式，建立勘察設計知識執行資訊系統。不斷開發勘察設計資訊資源，完善知識庫，實現知識的共用，充分挖掘和利用知識的價值，支撐智慧企業建設。

## 2. 施工類企業

### (1) 加強資訊化基礎設施建設

建立滿足企業多層級管理需求的資料中心，可採用私有雲、公有雲或混合雲等方式。在施工現場建設互聯網基礎設施，廣泛使用無線網路及移動終端，實現專案現場與企業管理的互聯互通強化資訊安全，完善資訊化運維管理體系，保障設施及系統穩定可靠運行。

### (2) 推進執行資訊系統升級

普及專案執行資訊系統，展開施工階段的BIM基礎應用。有條件的企業應研究BIM應用條件下的施工管理模式和協同工作機制，建立基於BIM的專案執行資訊系統。

推進企業管理資訊系統建設。完善並整合專案管理、人力資源管理、財務資金管理、勞務管理、物資材料管理等資訊系統，實現企業管理與主營業務的資訊化。有條件的企業應推進企業管理資訊系統中專案業務管理和財務管理的深度整合，實現業務財務管理一體化。推動基於移動通訊、互聯網的施工階段多參與方協同工作系統的應用，實現企業與專案其他參與方的資訊溝通和資料共用。注重推進企業知識執行資訊系統、商業智慧和決策支援系統的應用，有條件的企業應探索大數據技術的整合應用，支撐智慧企業建設。

### (3) 拓展執行資訊系統新功能

研究建立風險執行資訊系統，提高企業風險管控能力。建立並完善電子商務系統，或利用協力廠商電子商務系統，展開物資設備採購和勞務分包，降低成本。展開BIM與物聯網、雲計算、3S等技術在施工過程中的整合應用研究，建立施工現場執行資訊系統，創新施工管理模式和手段。

## 3. 工程總承包類企業

### (1) 優化工程總承包專案資訊化管理，提升整合應用水準

進一步優化工程總承包專案管理組織架構、工作流程及資訊流，持續完善專案資源分解結構和編碼體系。深化應用估算、投標報價、費用控制及計畫進度控制等資訊系統，逐步建立適應國際工程的估算、報價、費用及進度管控體系。繼續完善商務管理、資金管理、財務管理、風險管理及電子商務等資訊系統，提升成本管理和風險管控水準。利用新技術提升並深化應用專案執行資訊系統，實現設計管理、採購管理、施工管理、企業管理等資訊系統的整合及應用。

### (2) 推進「互聯網+」協同工作模式，實現全過程資訊化

研究「互聯網+」環境下的工程總承包專案多參與方協同工作模式，建立並應用

基於互聯網的協同工作系統，實現工程工程多參與方之間的高效協同與資訊共用。研究制定工程總承包專案基於BIM的多參與方成果交付標準，實現從設計、施工到運行維護階段的數位化交付和全生命週期資訊共用。

## （二）行業監管與服務資訊化

積極探索「互聯網+」環境下建築業格局和資源整合的新模式，促進建築業新業態，支援「互聯網+」環境下企業創新發展。

### 1. 建築市場監管

#### （1）深化行業誠信管理資訊化

研究建立基於互聯網的建築業、從業人員基本資訊及誠信資訊的共用模式與方法。完善行業誠信執行資訊系統，實現企業、從業人員誠信資訊和專案資訊的整合化資訊服務。

#### （2）加強電子招投標的應用

應用大數據技術識別圍標、串標等不法行為，保障招投標過程的公正、公平。

#### （3）推進資訊技術在勞務實名制管理中應用

應用物聯網、大數據和定位的服務等技術，建立全國建築工人資訊管理平臺，並與誠信執行資訊系統進行串連，實現深度的勞務人員資訊共用。推進人臉識別、指紋識別、虹膜識別等技術在工程現場勞務人員管理中的應用，與工程現場勞務人員安全、職業健康、培訓等資訊連動。

### 2. 工程建設監管

#### （1）建立完善數位化成果交付體系

建立設計成果數位化交付、審查及存檔系統，探索基於BIM的數位化成果交付、審查和存檔管理。展開白圖代藍圖和數位化審圖試執行、示範工作。完善工程竣工備案執行資訊系統，探索基於BIM的工程竣工備案模式。

#### （2）加強資訊技術在工程品質安全管理中的應用

建構應用BIM、大數據、智慧化、移動通訊、雲計算等技術的工程品質、安全監管模式與機制。建立完善工程品質監管資訊系統，對工程實體品質和工程建設、勘察、設計、施工、監造和品質檢測單位的品質行為監管資訊進行採集，實現工程竣工驗收備案、建築工程五方責任主體專案負責人等資訊共用，保障資料可追溯，提高工程品質監管水準。建立完善建築施工安全監管資訊系統，對工程現場人員、機械設備、臨時設施等安全資訊進行採集和匯總分析，實現施工企業、人員、專案等安全監管資訊互聯共用，提高施工安全監管水準。

### (3) 推進資訊技術在工程現場環境、能耗監測和建築垃圾管理中的應用

研究探索基於物聯網、大數據等技術的環境、能耗監測模式，探索建立環境、能耗分析的動態監控系統，實現對工程現場空氣、粉塵、用水、用電等的即時監測。建立建築垃圾綜合執行資訊系統，實現專案建築垃圾的申報、識別、計量、跟蹤、結算等資料的即時監控，提升綠色建造水準。

#### 3. 重點工程資訊化

大力推進 BIM、GIS 等技術在共同管道建設中的應用，建立共同管道整合執行資訊系統，逐步形成智慧化城市共同管道營運服務能力。在海綿城市(按：海綿城市是一個比喻的說法，是一種在城市中建設防洪防澇並兼有生態環保功能的新型城市模型。)建設中積極應用 BIM、虛擬實境等技術發展規劃、設計，探索基於雲計算、大數據等的營運管理，並示範應用。加快 BIM 技術在城市軌道交通工程設計、施工中的應用，推動各參建方共用多維建築資訊模型進行工程管理。在「一帶一路」重點工程中應用 BIM 進行建設，探索雲計算、大數據、GIS 等技術的應用。

#### 4. 建築產業現代化

加強資訊技術在預鑄建築中的應用，推進基於 BIM 的建築工程設計、生產、運輸、裝配及全生命週期管理，促進工業化建造。建立基於 BIM、物聯網等技術的雲服務平臺，實現產業鏈各參與方之間在各階段、各環節的協同工作。

#### 5. 行業資訊共用與服務

研究建立工程建設資訊公開系統，為行業和公眾提供地質勘察、環境及能耗監測等資訊服務，提高行業公共資訊利用水準。建立完善工程工程數位化檔案執行資訊系統，轉變檔案管理服務模式，推進可公開的檔案資訊共用。

### (三) 專門資訊技術應用

#### 1. 大數據技術

研究建立建築業大數據應用框架，統籌政務資料資源和社會資料資源，建設大數據應用系統，推進公共資料資源向社會開放。彙聚整合和分析建築企業、專案、從業人員和信用資訊等相關大數據，探索大數據在建築業創新應用，推進資料資產管理，充分利用大數據價值。建立安全保障體系，規範大數據獲取、傳輸、儲存、應用等各環節安全保障措施。

#### 2. 雲計算技術

積極利用雲計算技術改造提升現有電子政務資訊系統、企業資訊系統及軟硬體資源，降低資訊化成本。發掘雲計算技術在工程建設管理及設施運行監控等方面應用潛力。

### 3. 物聯網技術

結合建築業發展需求，加強低成本、低功耗、智慧化感測器及相關設備的研發，實現物聯網核心晶片、儀器儀錶、配套軟體等在建築業的整合應用。發展感測器、高速移動通訊、無線射頻、近場通訊及二維碼識別等物聯網技術與工程工程執行資訊系統的整合應用研究，發展示範應用。

### 4. 3D 列印技術

積極發展建築業 3D 列印設備及材料的研究。結合 BIM 技術應用，探索 3D 列印技術運用於建築單元、構件生產，發展示範應用。

### 5. 智慧化技術

發展智慧型機器人、智慧穿戴設備、手持智慧終端機設備、智慧監測設備、3D 掃描等設備在施工過程中的應用研究，提升施工品質和效率，降低安全風險。探索智慧化技術與大數據、移動通訊、雲計算、物聯網等資訊技術在建築業中的整合應用，促進智慧建造和智慧企業發展。

#### (四) 資訊化標準

強化建築行業資訊化標準頂層設計，繼續完善建築業與企業資訊化標準體系，結合 BIM 等新技術應用，重點完善建築工程勘察設計、施工、維運全生命週期的資訊化標準體系，為資訊資源分享和深度應用發掘奠定基礎。

加快相關資訊化標準的編制，重點編制和完善建築業及企業資訊化相關的編碼、資料交換、文檔及圖檔交付等基礎資料和通用標準。繼續推進 BIM 技術應用標準的編制工作，結合物聯網、雲計算、大數據等新技術在建築行業的應用，研究制定相關標準。

#### 四、保障措施

##### (一) 加強組織領導，完善配套政策，加快推進建築業資訊化

各級城鄉建設行政主管部門要制定本地區「十三五」建築業資訊化發展目標和措施，加快完善相關配套政策措施，形成資訊化推進工作機制，落實資訊化建設專門經費保障。探索建立資訊化條件下的電子招投標、數位化交付和電子簽章等相關制度。

建立資訊化專家委員會及專家資料庫，充分發揮專家功能，建立產學研用相結合的建築業資訊化創新體系，加強資訊技術與建築業結合的專門應用研究、建築業資訊化軟科學研究。發展建築業資訊化示範工程，根據國家「雙創」工程，發展基於「互聯網+」的建築業資訊化創新創業示範。

## （二）大力增強建築企業資訊化能力

企業應制定企業資訊化發展目標及配套管理制度，加強資訊化在企業標準化管理中的帶動作用。鼓勵企業建立首席資訊官（CIO）制度，按營業收入一定比例投入資訊化建設，開闢投融資管道，保證建設和運行的資金投入。注重引進BIM等資訊技術專業人才，培育精通資訊技術和業務的複合型人才，強化各類人員資訊技術應用培訓，提高全員資訊化應用能力。大型企業要積極探索開發自有平臺，瞄準國際前端，加強資訊化關鍵技術應用突破，推動行業資訊化發展。

## （三）強化資訊化安全建設

各級城鄉建設行政主管部門和廣大企業要提高資訊安全意識，建立健全資訊安全保障體系，重視資料資產管理，積極發展資訊系統安全等級保護工作，提高資訊安全水準。

## 應用現況

中國大陸近年來，有越來越多將物聯網結合BIM平台應用於實際工程工程的案例，並主要應用於施工和維運階段。

在施工階段，已有許多工程透過對鋼構件進行統一編碼，並利用二維碼技術進行現場定位，透過移動端掃碼填報訊息的方式，彙整到BIM平台中進行統一管控，可視化查詢不同構件的施工狀態，該技術已實際應用於建築、橋樑等工程中。此外，也有一些工程透過RFID射頻技術即時對預製化構件進行定位，傳輸到BIM平台中進行監控，並結合VR技術更加直觀地對施工工程的進度進行遠程管理；另外也有工程透過物聯網技術對施工現場的有害氣體進行整合監控，保證施工安全。

在維運階段，則透過應用傳感設備對建築機電設備進行即時監測，並將其與BIM模型中的設備進行連結，從而在BIM平台中可以進行動態可視化查詢與管理，該技術已在中國尊等工程中得到成功應用。維運階段對建築能耗的監測也是研究重點，通用傳感採集設備對能耗、環境訊息進行監測，並與相對應的建築空間進行連結，可以即時對建築能耗進行管理，並可進一步地結合大數據等技術進行優化，該技術已在許多建築工程中得到應用。

## 第六節 美國

### 政策

美國國家標準暨技術研究院（National Institute of Standards and Technology，簡

寫為 NIST) 的前身為國家標準局 (NBS, 1901 年~1988 年), 是一家測量標準實驗室, 屬於美國商務部的非監管機構。該研究所的官方使命為: 促進美國的創新和產業競爭力, 推進度量衡學、標準、技術以提高經濟安全並改善生活品質。

NIST 於 2019 年發表的 NIST 大數據互通性框架(NIST Big Data Interoperability Framework)報告中指出, ISO 33001 [195]提供了有關模型使用及資訊共享的其他指南。工作領域模型的工程範例包括以下內容:

- OpenBIM, 用於建築和設施管理 (如智慧建築) 的模型 (ISO 16739:2013)。
- 由 ASHRAE / NEMA 201 開發的設施智慧網格資訊模型。
- 智慧建築的 HVAC 工程標準。
- 汽車工程模型 (SPICE)。

### 技術報告

buildingSMART International 是與供應商無關的非營利組織, 它引領著整個建築資產經濟中開放數位訊息流的發展。它的任務是積極支持, 希望為全球建築物和基礎設施的規劃、設計、採購、組裝和營運的專業人員制定開放標準。它提供了國際網絡及必要的技術和程序支援, 其成員來自建築環境領域, 在 buildingSMART 組織下進行合作。buildingSMART 與其他國際標準組織【例如 ISO、歐洲標準化委員會 (CEN) 和開放地理空間聯盟 (OGC)】合作, 其核心的工業基礎分類 (IFC) 標準在 2012 年獲得了 ISO 認證。

開放式地理空間協會 (OGC) 是由 530 多家企業、政府機構、研究組織和大學組成的國際性協會, 致力於推動地理空間 (位置) 訊息和服務的公平-可查找、可訪問、可互通性和可重用。

buildingSMART International (bSI) 和開放地理空間聯盟 (OGC) 以整合數位建築環境 (Integrated Digital Built Environment, IDBE) 的名義發布了一份論文, 該論文旨在協調整合各組織制定的相關數位標準的開發。這份論文著眼於各種挑戰, 並提出了於更高層次整合 BIM 和 GIS 標準的需求, 該論文著重於四個關鍵主題:

- 阻礙整合的主要差異
- 強化應用案例的基本操作
- 使用中的整合方法
- 擬議的行動要點

為實現更好的互通性及整合, 這份論文提出以下的行動要點:

- 以現有技術用範例為教材基礎, 以簡潔明瞭的語言清楚地闡明一系列說明性案例, 以確保它們可以被廣大讀者理解。這些案例應包括通常用於整合, 或用於包括輸入要求和內部表示等整合數據的應用軟體。
- 從標準或用於標識同義詞的共享資源中已使用的術語衍生共享詞彙或定義詞典, 並公開提供。
- 編寫最佳執行說明文件, 該文件建議使用以適當的精度級別表示的三維地理座

標，定義可信度或準確性級別，並聲明數據出處。

- 為現實世界中保持不變的物理對象設計一個通用的唯一標識系統，這些標識系統須永久存在或至少要與物理對象存在一樣長的時間。
- 就主題重疊時達成機會主義協調概念表達的協作機制達成共識，只要這不妨礙豐富和改善各自領域中所需的架構。

## 應用現況

- AI

美國總統國家科學技術委員會指出，AI 的快速發展，使得對具有相關技能的人力需求快速成長。到 2035 年，人工智慧將推動經濟增長和生產力至增長 40%，而採用 AI 技術，美國的經濟增長可從同期的 2.6% 增長到 4.6%。

由於建築公司的大量投資，北美建築市場上的人工智慧（AI）將擁有最大的市場。熟練工人的短缺驅使大型建築公司投資機器人技術的解決方案，這些解決方案可以檢測風險並執行重複的勞動密集型任務，從而使經驗不足的操作員能夠完成複雜的任務。

- GIS

ArdentMC 與 Esri 合作，為政府開發了高端地理空間資訊移動和 Web 的應用程序，這些應用程序對影響國家安全的自然和人為事件提供了態勢感知。

Innovate! Inc. 可為聯邦政府、州政府、地方政府、部落和私人公司提供空間資料分析、地理空間應用程序開發及整合，以及雲遷移功能服務。

Geodynamics 為私人、政府和學術界客戶提供用於工程和自然資源管理的最新沿海和海洋製圖，以及地理空間分析。

## 第七節 小節

由以上資訊可看出，世界各國，皆在政府主導下將 BIM 技術與 AI、GIS、IoT、大數據、VR、AR 等資訊技術結合(詳如表 3-2)，促進推動國內營建 AEC(建築、工程及營建)產業智慧化，更有效地規劃新的建築與相關設施，以更低的成本建立及營運，及更有效地維護，另居住者可享受智慧化空間的舒適性及便利性，進而完備相關數位經濟基礎環境，促進新型態商業模式發展。



表 3-2 國際間技術應用發展現況

國家	執行單位	指南、報告、系統、會議、計畫、標準	重點	業界發展應用現況
英國	1. 英國 BIM 聯盟 (UK BIM Alliance) 2. buildingSMART UKI	GOING DIGITAL 指南	1. BIM 具有 IoT(物聯網)、Big Data(大數據)及 AI(人工智慧)的相關潛力，使已建立的資產更具生產力。並表示結構正確的數據訊息可以被機器和人讀取。因此可以自動檢查其準確性和完整性。數據的共享為團隊每個人提供了單一的真實資料來源，並且在整個生命週期中形成了連續性的「金線」(golden thread)。 2. BIM 結合具備感應功能的數位控制器，可使有形資產擁有「數位雙生」(digital twin) 的虛擬複製品，再加上人工智慧，可以預先判斷設施是否有任何零件需要進行更新或調整，以確保設施可持續提供業主及居住者所需及預期的運作功能。 3. 智慧技術涵蓋了 BIM，但它不能替代 BIM。一合適的通用數據環境可以支援及整合所有來源的訊息流，並為建築物所有者和居住者提供強大的支援，以優化設施的性能以及為其居住者帶來舒適感。BIM 可作為獲取所有其他系統和空間訊息的路徑。一旦將人工智慧加入到智慧系統中分析，建築物便會變得具有認知能力，能夠學習，並在很大程度上實現建築物的營運自動化。	奧雅納 (Arup, Arup Group Limited) 是一家全球性企業，總部位於英國倫敦，奧雅納結合建築領域專長及數位資訊技術，開發了 AI 智慧建築雲端中央控制平臺，結合 BIM(建築數位建模)、5G、IoT (物聯網)、雲端、人工智慧及 Big Data Analysis (大數據分析) 等技術，應用於建築全生命週期，可以連接不同建築系統(例如：物業管理系統)和設備生成的各類資料來源完全整合在一起。憑藉 AI 計算能力和機器學習，Neuron 可以分析建築維運的海量歷史資料，創建的數位模型可自動計算各類建築維運的有效參數，及自行主動發現使用趨勢，並用於建築性能管理和改善、能源監控和優化、檢測故障並進行預測性維護，實現建築運營的最優化，而不僅是提供即時監控和警報，被動等待建築管理者進一步解決問題。Neuron 不僅有助於建築節能減排，還以空間使用者的健康為本，優化室內環境。BIM 技術也被應用於改善建築系統參數的即時監控功能，通過捕捉動態環境變化，及時回應異常值觸發狀況，從而降低能耗、提升風險預警能力。

<p>新加坡</p>	<p>1. 新加坡國家發展部 2. 新加坡建設局 (Building and Construction Authority)</p>	<p>CORENET (Construction and Real Estate Network)提供三種服務： 1. 電子提交 (e-Submission) 2. 電子計畫檢查 (e-PlanCheck) 3. 電子訊息 (e-Info)。</p>	<p>1. 在 2002 年，新加坡對 CORENET 進行升級，並用 3D IFC 數位模型取代 2D BP (Back propagation neural network)專家系統。另外，也為 CORENET 的 ePlanCheck 工程開發 IFC 檢視器- FORNAX。FORNAX 可自動檢查電子設計圖是否符合建築和土地法規，並製作報告。FORNAX 擴展了 IFC 模型應用範圍，並增建了智慧檢查法規功能。 2. 電子提交系統允許業界專業人員藉由 Internet 提交和查看計畫申請進度，每天 24 小時不間斷地提供服務。藉此，業界專業人士無需對建築計畫進行拷貝列印，也無需親自到送審機關了解申請進度。電子提交系統簡化了政府流程，並提高效率 and 客戶方便度。電子提交系統可實現提交編輯處理和規則驗證，並賦予人工智慧和安全傳輸能力。 3. 電子計畫檢查(e-PlanCheck)允許電子化自動檢查新建築物的設計是否符合建築設計規範，而非依賴紙張的手動檢查。為了使系統能夠成功執行檢查，提交計畫的人員需要使用經過認證能夠生成系統期望的 IFC 2x2 模型數據的 CAD 軟體。新加坡建設局的 Tan Kee Wee 博士和 Cheng Tai Fatt 博士認為，開發自動建築規則檢查平台將獲得所需投資的十倍的回報。 4. 電子訊息(e-Info)自 2002 年開始啟用，它提供了一個全面的中央存儲庫，用於存儲新加坡與建築及營建相關的訊息，並透過 Internet 上的單個一入口網以單一格式顯示。e-Info 這整合的的訊息管道提供了一快速簡便的參考資料來源，從而免除了業</p>	<p>1. 不斷的努力轉型和資訊解決方案的迅速採用，使新加坡的建築公司看到了逐步增長的趨勢，這些資訊解決方案包括人工智慧 (AI)，虛擬實境 (VR)，3D 技術和數位平台。這些公司後來透露藉由不斷的努力轉型和資訊解決方案的迅速採用，他們已成功削減成本，提高安全性，提高生產率，創造更好的工作，並提高營運效率。 2. Pan-United Corporation Ltd 的執行長 May Ng 闡述說，該公司已在 2014 年加大了開發自己的 AI 資訊平台的力度，如今其成本效率和生產率提高了 45%。該 AI 資訊平台解決方案負責接管客戶的訂單，監督卡車車隊管理，自動化後端流程，以及管理物流和混凝土公司供應鏈中的其他流程。May Ng 表示 AI 資訊平台解決方案使我們可以省去人工工作，提高員工的技能，從而促進他們的職業發展。此外，該技術還使 Pan-United 能夠提高訊息的透明度和及及時性，從而在員工及其服務提供商之間形成更加緊密的團隊合作。 3. 轉型過程中最主要的一種特殊策略是應用多種技術解決方案，以整合所有施工過程，此策略通常稱為整合數位交付 (IDD, Integrated Digital Delivery)。IDD 通常會促進使用智慧解決方案、高階資訊通訊系統，和建築資訊建模 (BIM)。例如，BHCC Construction 是 BIM 的忠實用戶，這使得該公司在施工階段所花費的時間減少了 25%。另外，BIM 能夠為工程合作夥伴提供即時的資訊更新 (包括預製組件的狀態追蹤)，這功能使公司節省了資源。現在，借助 VR 的協作系統，該公司計劃將設計階段所花費的時間進一步減少 30%。此外，</p>
------------	--	---	---	---

			<p>界專業人員維護及拷貝參考資料的需求。該系統也可以寄送電子郵件提醒用戶入口網站上新的或更新的訊息。</p>	<p>該公司計劃透過數位化和簡化現場安全記錄管理流程，將時間減少 25%。</p> <p>4. 新加坡建設局 (BCA) 於 2017 年推出建築業轉型圖 (Construction Industry Transformation Map)，現已證明是鼓勵建築業界採用數位解決方案，並做運營方式轉型的有效驅動力，目前新加坡建築業界在數位化的努力方向基本上與建築業轉型圖保持一致。展望未來，BCA 持續推動建築公司擁有 IDD 能力，希望透過這些標竿建築公司的快速進步激勵鄰近地區的其他公司有效地數位化。</p>
挪威	挪威建築局	<p>1. ByggSøk</p> <p>2. ByggNett</p>	<p>1. ByggSøk 是挪威建築應用處理中的雲端平台解決方案，用於驗證特定類型的申請表填寫。ByggSøk 的結構具有三層：資料庫、伺服器應用和使用者界面。</p> <p>2. ByggNett 策略的總體願景是為建築工程全生命週期提供簡單、有效和可預測的服務。該策略表明將開發用於處理建築申請程序的完全整合解決方案，這包括為處理申請的地方公共建築管理局提供服務，以及為專業或私人提交建築許可申請的申請人提供服務。</p>	<p>在相對較短的時間內，挪威 AEC 產業採用 BIM 已經取得了很大進展。目前，BIM 已在大多數大型建築工程中廣泛使用。特別是公共工程業主都有這意識，並要求建築師、工程師和承包商使用 BIM，建築師和工程師比承包商和設施管理 (FM) 專業人員更廣泛地採用 BIM。此外，在 BIM 使用上，建築施工部門似乎比基礎設施部門更為成熟，後者在很大程度上用於專有的解決方案。除了傳統的設計任務，BIM 還被用於碰撞控制、能量分析，及成本分析的數量計算。</p>

日本	日本國土交通省	建築BIM推進會議	<p>1. 闡明 BIM 可提供下列 3 大類效益：實現高品質，高精度的建築生產和維護；實現高效的生命週期；擴大建築物作為社會資產的價值。</p> <p>2. 「實現高品質，高精度的建築生產和維護」涉及 BIM 與 AI / IoT 的協同合作的部分包含下列願景：基於各種模擬和成本管理的平穩決策；模擬與 AI 相結合；使用 AI 進行高階施工預測；AI 的預測；消除建築生產和維護過程中的不一致；包括製造商在內的統一管理；物聯網的自動管理和反饋；人工智慧的檢查和檢查支援；實現無紙保養書；AI 維修預測；通過 AI 價值預測進行資產管理；恐怖主義行動預測/警告；為每個人實現最佳環境。</p> <p>3. 「實現高效的生命週期」涉及 BIM 與 AI / IoT 的協同合作的部分包含下列願景：基於各種模擬和成本管理的平穩決策；模擬與 AI 相結合；AI 的預測；AI 優化收益等；消除建築生產和維護過程中的不一致；人工智慧戰略製造；通過 AI 獲得最佳維修計劃支持；使用 AI 的最佳計劃支持；基於 AI 的設計支持可滿足您的需求；借助 AI 進行最佳施工計劃；自動構建(機器人,3D 打印機等)；實現無紙保養書；實現全自動清洗；實現全自動的日常檢查；通過 AI 進行預防性維護。</p> <p>4. 「擴大建築物作為社會資產的價值」涉及 BIM 與 AI / IoT 的協同合作的部分包含下列願景：用 AI 進行資產價值預測；通過 AI 價值預測進行資產管理；基於精確預測的共識建立支持；人工智慧的未來預測；AI</p>	<p>1. 建築業導入資訊與通信科技 (Information and Communication Technology, ICT) 導入建築業的速度中比導入製造業慢，但是隨著 BIM 的出現，情況將發生變化。ICT 行業在建築行業中正在發展，交通運輸部也在做出諸如 i-construction 之類的努力以提高生產率。</p> <p>2. 日本的獨特問題之一是人力資源短缺問題。由於日本目前的情況，人力資源短缺將對建築業產生重大損害。AI 和機器人會改變人們在所有行業中的職責，這對建築業也不例外。可以說，在 BIM 中引入 ICT 是建築業引入 AI 的良好管道。</p> <p>3. 日本鹿島縣在 2016 年向所有建築工地引入了名為 ArchiCAD 的 BIM。基於 BIM 創建的 3D 畫面，可以對建築、結構和設備進行整合，三菱綜合研究所正在開發可以將 AI 與此 BIM 系統連結的系統，據說有可能透過機器學習為用於佈置起重機的臨時設計圖和過程訊息進行優化。</p> <p>4. 鹿島將在設計和實際施工中引入 AI。作為開發用於建築機械的自動構建系統“A4CSEL”的一部分，他們透過自動操作推土機、自卸車等無人控管機械來提高施工和操作控制的準確性。此外，人工智慧將用於優化工程機械的工作程序。</p> <p>5. Nippon Design 正在尋找將 AI 用於 BIM 和 FM 的方法。自 2017 年起將使用 Autodesk 平台 Forge，並將其與 BIM 協同合作進行維護。通過連接 Forge 和 BIM，可以將其連接到設施管理系統。Nippon Design 想要做的是從設計到設施管理的整合管理。據說這將積累維護的大數據，並增加人的感覺來創建，並</p>
----	---------	-----------	---	--

		<p>優化的買家選擇；基於 AI 的先進防災大樓；通過 AI 進行預防性維護；建築物利用信息的商業化；通過 AI 優化人員流動和物流；數位雙生審判；數位雙生形成。</p>	<p>利用 AI 將其應用於設計。</p> <p>6. 竹中公司是日本大阪的一家全球性建築和設計公司。竹中與日本梅賽德斯-奔馳(Mercedes-Benz)合作設計並建造了一個原型住宅，稱為 EQ House。EQ House 旨在將人、建築、移動性和居住空間聯繫在一起，並且它完全整合了傳感器技術。位於建築物中心的玻璃面板界面顯示有關建築物和車輛狀態的訊息，該訊息來自於傳感器感測房屋內部的人、監控環境溫度，及處理其他資訊。數據還可從房屋內的智慧裝置（例如屋主的智慧手錶）中收集。傳感器數據由竹中開發的建築通訊系統進行匯彙整並儲存在雲端硬碟中。在 EQ House 廚房中，面板採用基因演算法進行設計，該算法為亮度，光照和成本選擇最佳值。計算設計被用於規劃和施工的許多方面。在設計階段，多變數優化（其中像舒適度、生態友好性和成本等幾個變數都已被考慮在內）被用來平衡光捕獲、熱擴散和效率，然後使用基因演算法從最佳設計方案中決定變數值。</p>
--	--	---	---

<p>中國 大陸</p>	<p>住房和城鄉建設部</p>	<p>1. 2016-2020 年建築業資訊化發展綱要 2. 國家資訊化發展戰略綱要</p>	<p>「2016-2020 年建築業資訊化發展綱要」中，明確訂定 BIM、大數據、智慧化、移動通訊、雲計算、物聯網等資訊技術發展政策，該綱要強調「貫徹……推進資訊化發展相關精神，落實創新、協調、綠色、開放、共用的發展理念及國家大數據戰略、“互聯網+”行動等相關要求，實施《國家資訊化發展戰略綱要》，增強建築業資訊化發展能力，優化建築業資訊化發展環境，加快推動資訊技術與建築業發展深度融合，充分發揮資訊化的引領和支撐作用，塑造建築業新業態。」，訂定「全面提高建築業資訊化水準，著力增強 BIM、大數據、智慧化、移動通訊、雲計算、物聯網等資訊技術整合應用能力，建築業數位化、網路化、智慧化取得突破性進展，初步建成一體化行業監管和服務平臺，資料資源利用水準和資訊服務能力明顯提升，形成一批具有較強資訊技術創新能力和資訊化應用達到國際先進水準的建築企業及具有關鍵自主智慧財產權的建築業資訊技術企業。」發展目標。</p>	<p>1. 中國大陸近年來，有越來越多將物聯網結合 BIM 平台應用於實際工程工程的案例，並主要應用於施工和維運階段。 2. 在施工階段，已有許多工程透過對鋼構件進行統一編碼，並利用二維碼技術進行現場定位，透過移動端掃碼填報訊息的方式，彙整到 BIM 平台中進行統一管控，可視化查詢不同構件的施工狀態，該技術已實際應用於建築、橋樑等工程中。此外，也有一些工程透過 RFID 射頻技術即時對預製化構件進行定位，傳輸到 BIM 平台中進行監控，並結合 VR 技術更加直觀地對施工工程的進度進行遠程管理；另外也有工程透過物聯網技術對施工現場的有害氣體進行整合監控，保證施工安全。 3. 在維運階段，則透過應用傳感設備對建築機電設備進行即時監測，並將其與 BIM 模型中的設備進行連結，從而在 BIM 平台中可以進行動態可視化查詢與管理，該技術已在中國尊等工程中得到成功應用。維運階段對建築能耗的監測也是研究重點，通用傳感採集設備對能耗、環境訊息進行監測，並與相對應的建築空間進行連結，可以即時對建築能耗進行管理，並可進一步地結合大數據等技術進行優化，該技術已在許多建築工程中得到應用。</p>
------------------	-----------------	--	---	---

<p>美國</p>	<p>1. 美國國家標準暨技術研究院 (National Institute of Standards and Technology, 簡寫為 NIST) 2. buildingSMART International (bSI) 3. 開放地理空間聯盟 (OGC) 4. 整合數位建築環境 (Integrated Digital Built Environment, IDBE)</p>	<p>1. NIST 大數據互通性框架 (NIST Big Data Interoperability Framework) 報告 2. 工業基礎分類 (IFC) 標準</p>	<p>1. NIST 於 2019 年發表的 NIST 大數據互通性框架 (NIST Big Data Interoperability Framework) 報告中指出，ISO 33001 [195] 提供了有關模型使用及資訊共享的其他指南。 2. buildingSMART International 引領著整個建築資產經濟中開放數位訊息流的發展。它的任務是積極支持，希望為全球建築物和基礎設施的規劃、設計、採購、組裝和營運的專業人員制定開放標準。 buildingSMART 與其他國際標準組織【例如 ISO、歐洲標準化委員會 (CEN) 和開放地理空間聯盟 (OGC)】合作，其核心的工業基礎分類 (IFC) 標準在 2012 年獲得了 ISO 認證。 3. 開放式地理空間協會 (OGC) 是由 530 多家企業、政府機構、研究組織和大學組成的國際性協會，致力於推動地理空間 (位置) 訊息和服務的公平-可查找、可訪問、可互通性和可重用。 4. buildingSMART International (bSI) 和開放地理空間聯盟 (OGC) 以整合數位建築環境 (Integrated Digital Built Environment, IDBE) 的名義發布了一份論文，該論文旨在協調整合各組織制定的相關數位標準的開發。這份論文著眼於各種挑戰，並提出了於更高層次整合 BIM 和 GIS 標準的需求。</p>	<p>1. 美國總統國家科學技術委員會指出，AI 的快速發展，使得對具有相關技能的人力需求快速成長。到 2035 年，人工智慧將推動經濟增長和生產力至增長 40%，而採用 AI 技術，美國的經濟增長可從同期的 2.6% 增長到 4.6%。由於建築公司的大量投資，北美建築市場上的人工智慧 (AI) 將擁有最大的市場。熟練工人的短缺驅使大型建築公司投資機器人技術的解決方案，這些解決方案可以檢測風險並執行重複的勞動密集型任務，從而使經驗不足的操作員能夠完成複雜的任務。 2. ArdentMC 與 Esri 合作，為政府開發了高端地理空間資訊移動和 Web 的應用程序，這些應用程序對影響國家安全的自然和人為事件提供了態勢感知。 3. Innovate! Inc. 可為聯邦政府、州政府、地方政府、部落和私人公司提供空間資料分析、地理空間應用程序開發及整合，以及雲遷移功能服務。 4. Geodynamics 為私人、政府和學術界客戶提供用於工程和自然資源管理的最新沿海和海洋製圖，以及地理空間分析。</p>
-----------	---	--	--	---

## 第四章 國內技術應用發展現況

### 第一節 國內政府機關相關策略及計畫作業成果

#### 國家發展委員會

國家發展委員會推動國家地理資訊系統(National Geographic Information System, NGIS)發展至今，建置超過 1,200 項具坐標空間屬性圖資成果，包含共用基本底圖及各類主題性圖資，已成為政府施政與決策的重要輔助工具，並於第 54 次委員會議決議，推動建置 3D 國家底圖，希望藉此奠定 3D GIS 及智慧政府數位服務發展基礎。該會除已透過「國土測繪圖資服務雲」發布 2D 國家底圖服務，提供各界介接使用外，並於 108 年度辦理多維度國家空資訊服務平臺建置，規劃導入各類 3D 圖資、發布符合 OGC Indexed 3D Scene Layers (I3S) 及 3D Tiles 等 2 種國際標準之 3D 圖資服務，並將以滾動式規劃高共通性與決策支援應用功能開發，滿足 3D 國家底圖增值應用需求。

#### 內政部建築研究所

內政部建築研究所自 104 年開始推動 BIM 科技計畫，除研訂我國 BIM 協同作業指南、BIM 協同作業指南應用案例教材、國內 BIM 元件通用格式、臺灣 COBie-TW 標準等 BIM 指南、教材及標準供政府機關及業界參考應用；規劃我國 AEC 產業應用 BIM 升級策略；研發以 BIM 輔助建築防火避難性能驗證、應用 BIM 檢測建築技術規則、以 BIM 輔助住宅性能評估與設計，及建築維護管理資訊系統等 BIM 應用工具外，亦建置 BIM 資訊服務技術互動平臺、元件分享入口網站，加速資訊分享交流，降低技術採用門檻，解決國內 BIM 人才與本土元件不足的課題。建築研究所近年將 BIM 研究領域跨域聯結 GIS、IOT 物聯網、A. I. 人工智慧、VR 虛擬實境、AR 擴充實境等資訊技術，提升國民居住安全及品質，並建構居住環境數據庫。

#### 內政部營建署

內政部營建署於 92 年研提「全國建築管理資訊系統建置計畫(92~96 年)」、97 年研提「建築管理資訊深化服務計畫(97~100 年)」，101 年研提「建築管理智慧化服務(101~105 年)」，及 107 年研提「107-108 年度數位建築創新應用服務建置計畫」第一階段「BIM 模型資料屬性結合建管資料庫規劃分析」。



「建築管理智慧化服務(101~105年)」目標為：

- (一) 創新好宅資訊多元化，提升建管服務價值。
- (二) 建構全國「好宅」數位資料庫供應系統。
- (三) 促進建築資訊透明化，增進多元服務管道。
- (四) 提升建築品質，彌平數位落差。

執行策略、方法詳列如下：

- (一) 創新服務：建立全國「好宅」數位資訊庫供應系統。
- (二) 運作效率：建立建築資訊多元服務平台；建構建築管理資訊共構機房系統。
- (三) 政策達成：推動創新建築管理智慧化電腦審核作業；發展智慧化綠建築分析評估作業。

為推動全國建管系統在未來可線上接收建築師上繳 BIM 模型資料(IFC 檔案)，利用交換標準格式提供屬性資訊，減少申請人多管道重複登打相同資訊，並減少錯誤率，且利於後續發展 3D-GIS 圖台與建築物套繪工作，內政部營建署於 107 年研提「BIM 模型資料屬性結合建管資料庫規劃分析」專案計畫，具體工作包含：

- (一) BIM 模型建築執照專案屬性(樣版) 定義。
- (二) BIM 模型交換資料( IFC2X3)資料屬性編定。
- (三) IFC2X3 資料屬性與建管資料庫欄位(以建築執照申請為範圍)對照分析。

內政部營建署建築工程組為了落實 BIM 應用、綠建築及智慧建築理念於代辦建築工程全生命週期中，訂定目標如下：

- 落實 BIM 應用於營運管理維護之目標
  1. 持續將 BIM 技術完整運用在代辦建築工程規劃、設計、施工等階段。
  2. 維護管理階段，將本署辦理「應用 BIM 輔助建築工程全生命週期之履歷及身份證明之建構」委託專業服務之成果，試辦應用於竣工模型中，使 BIM 之資訊建置便於使用單位進行管理維護，以節省建築設施營運管理成本。
- 落實綠建築及智慧建築理念，達成永續節能減碳政策目標
  1. 新建公有建築代辦工程以取得黃金級以上綠建築為原則。
  2. 未來本署將持續落實行政院政策規定，以引領各機關提升綠建築及智慧建築等級，起政府帶頭示範作用，達成永續節能減碳之目標。

#### 臺北市政府

臺北市政府都市發展局自 100 年起進行 BIM 可行性研究，102 年起開始以 BIM 為主軸推動業務無紙化作業、行政輔助查核作業、技術輔助查核作業、3D GIS 應用、竣工模型上繳及維運管理應用，該府發展目標如圖 4-1。

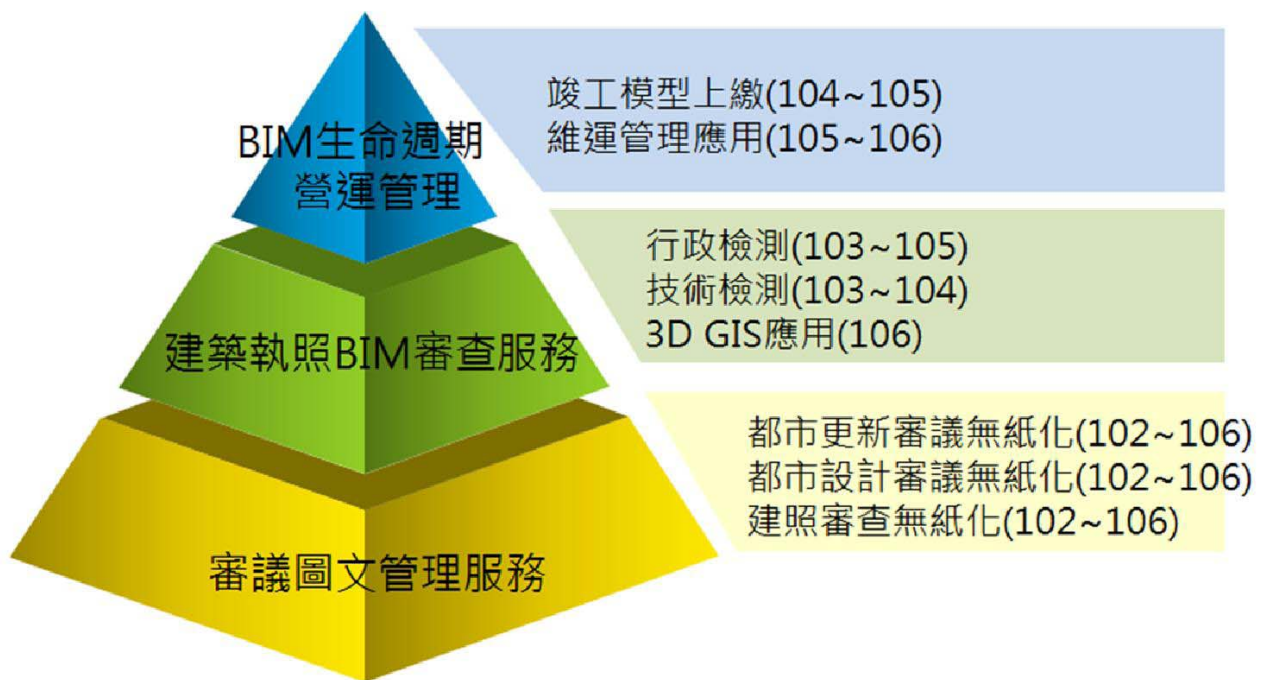


圖 4-1 臺北市 BIM 應用發展計畫目標

#### 新北市政府

新北市政府從 2011 年開始推動應用 BIM 技術於公有建築新建工程施工階段，包含三重、蘆洲、淡水、板橋、中和、土城國民運動休閒中心等建築工程案，以利提升工程品質與進行明確的工程進度管理。從 2012 年起，新北市政府的 BIM 技術應用開始轉向 BIM 於建築管理的應用，並以建築法規自動化查核系統的發展為發展主軸，該系統可以根據 BIM 模型及使用者輸入之基本資料運算分析出各項審查所需資訊。為配合系統邏輯運算所需，該系統發展過程涉及將法規文字以數學運算邏輯方式重新整理條列。新北市政府於 2014 年起發佈第一版的法規檢測系統與模型建置標準( 樣板)，輔助建築師快速檢驗所設計 BIM 模型是否符合法規規範，並避免人工錯誤。另自 2016 年起，新北市政府開放該系統供民間申請案件進行空間預審，並自動排審提交委員會完成審查程序。

#### 桃園市政府

桃園市政府於 106 年度推動建照 BIM 行政審查作業計畫，並制定相關政策與制度健全建管 BIM 基礎環境，該計畫同時導入 BIM 以充實 3D 數位化審議圖資管理雲服務平台，分析大數據提升建管效益及提供都市計畫通盤檢討時，定量分析推計數據基礎。

#### 臺中市政府

臺中市政府為提高建造執照審查行政效率及服務品質，建置「臺中市建築資訊模型

(BIM, Building Information Modeling)輔助建築執照審查」系統，並自 2016 年起試辦 3D 模型線上建照審查。建築師可利用該系統上傳申請建照資料並進行線上預審，由於該系統平台以內政部營建署全國建築資訊管理系統的建築執照申請書表為架構，並結合臺中市建管業務參考作業手冊的規定審查工程，除提供建築師於建築圖規劃設計時進行參考比對外，還可將完成的建築圖 BIM 電子檔於審查系統平台中上傳，透過系統針對土地使用分區管制要點、建築管理法令及相關外部環境等條件進行分析運算，取得各條件合格與否的預審結果，都發局建照承辦人員或協審建築師則可結合臺中市地籍圖 GIS 資料，直接在平台上就建築物外部環境如容積、量體退縮及高度等檢測工程進行 BIM 輔助審查。

## 第二節 國內相關應用發展成果

### 政府機關

- 內政部建築研究所

建築研究所近年將 BIM 研究領域跨域聯結 GIS、IOT 物聯網、A. I. 人工智慧、VR 虛擬實境、AR 擴充實境等資訊技術，提升國民居住安全及品質，並建構居住環境數據庫，相關研究羅列如下：

#### (一) 應用 BIM 進行將建築性能模擬評估、增加設計彈性

104 年「臺灣 Green BIM 綠建築資訊建模應用架構研究」—在氣候環境劇變與全球能源危機情勢下，如何有效應用 BIM 與其相關的技術進行建築生命週期的資訊管理、建築效能評估，以達到提升營建效率、提供降低建築能耗的解決方案，為當代營建相關產業指標性的議題。本研究完成建築環境模擬及綠建築設計之評估操作機制草案。並強調從設計之初便以 BIM 建築資訊建模作為基礎工具，因應臺灣在地化的氣候條件，進行 BPA 建築效能分析，透過「設計」、「評估」的決策循環，產生符合環境效益的最適化的設計方案，以達到環境永續發展之目的。藉由文獻回顧與案例分析，深入探討 Green BIM 的實作流程，其範疇包括：(1) 建築資訊建模 BIM、(2) 建築效能分析 BPA、(3) 永續建築設計，並歸納出 Green BIM 決策循環模型作為建築生命週期的設計、評估階段的「整合性設計程序」。

#### (二) 結合 IOT 與雲端技術，擘劃 BIM 創新藍圖

105 年「BIM 雲端作業之先導應用與 AEC 產業 4.0 升級策略規劃研究」— BIM 的國際發展從 BIM 資訊與規範管理、BIM 知識整合平台、BIM 綠建築設計流程、BIM 智慧設施管理的四大趨勢，逐漸匯流到一個雲端 3D 作業平台。為讓國內 BIM 創新應用，能與物聯網 (IoT) 及雲端結合，成而形成國內 AEC (設計、工程、營建) 產業 4.0 策略架構與解決方案，促成下一階段的智慧建築與數位營造環境之發展。本研究針對國內 BIM 雲端發展與需求，進行相對應雲端技術的資訊與規範管理探討，以政策導向、產業驅動，提出國內「BIM 雲端作業與 AEC 產業升級策略規劃藍圖」，以及後續滾動更新的作業流程。針對藍圖中所需的未來工程專案模擬模式，就目前國際通用的雲端軟體，以前導範例方式進行國內 BIM 協作平台的整合平台雛形探討。再依據現有的 BIM 雲端產業的規模分類，進行專案實際演練，由設計端進行推動與整合，推動整合多元化設計流程、都市與建築環境同步規劃的流程雛型。

### (三) 輔助建築法規檢測與性能驗證

106 年「應用 IFC 記載建築技術規則檢測資訊之研究—建築設計施工編第 1、2 章」—本研究參照 IFC 階層與屬性資料架構研訂法規檢測所需之基本物件定義、關聯架構等，以作為法規資訊交換 MVD 基礎。以新北市所提出之法規樣版檔為參考架構，深化它的基礎資料編定，法規檢測樣版檔與檢測系統平台更具全國一致的通用性，將法規名詞定義與 IFC 架構做完整對應(圖 4-2)，編定完整的說明。並分析「建築技術規則-建築設計施工編第 1、2 章內法規檢討之運算邏輯，與 IFC 架構進行對應，作為後續發展全部技術規則檢測資訊記載與應用的一個基礎。

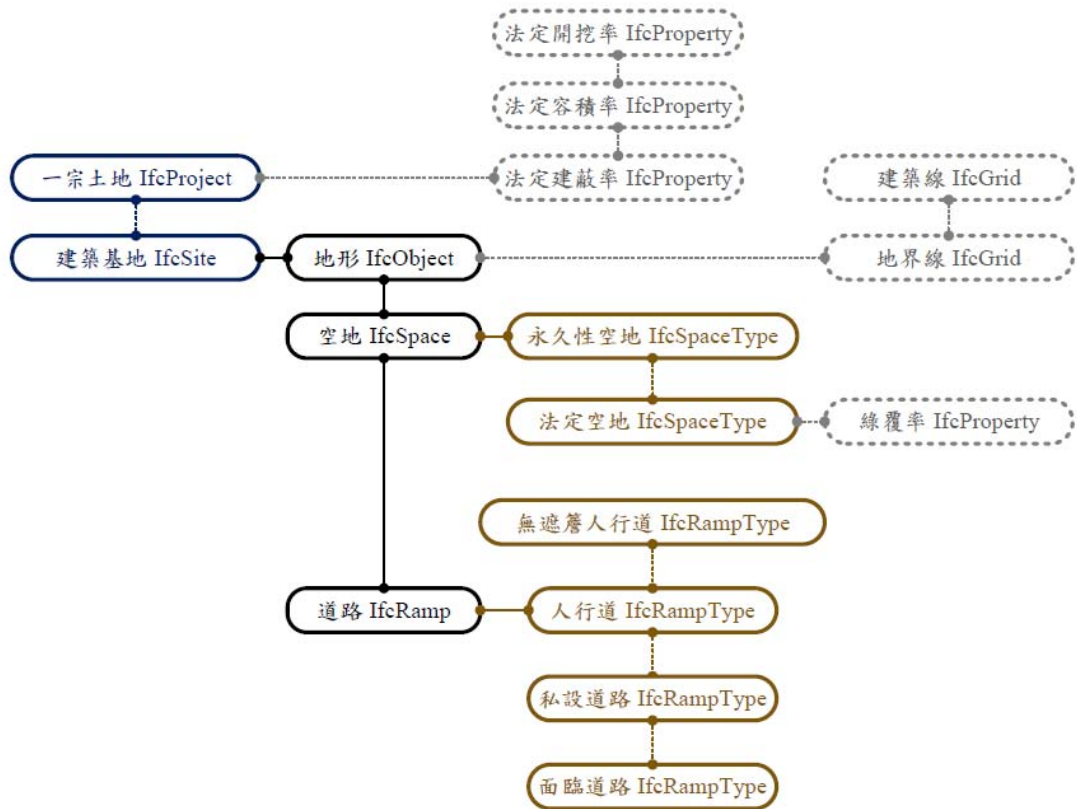


圖 4-2 技術規則用語以專案及建築基地相關 IFC 物件對應圖解

106 年「以 BIM 輔助建築防火避難性能驗證之研究」—本研究將建築物防火避難驗證相關資訊與數值建立於 BIM 資料庫中，可以提升後續營運管理及救災預防的目的，圖 4-3 為 BIM 拋轉 FDS 煙氣模擬結果 Smokeview 豎向剖面展示。

依據本研究所撰寫之「Template 防火避難樣版使用者案例操作手冊」使用「Template 防火避難樣版」初版，經由實作驗證，可獲得下列效益：

1. 提升防火避難評估公司等使用者作業的便利性。
2. 提升防火避難前提條件參數數值的精確度及防火避難性能驗證結果數值的精準度
3. 共享 BIM 元件資料以減少重複作業的浪費，
4. 使用標準資料格式減少因檔案交換而產生的錯誤與遺漏。

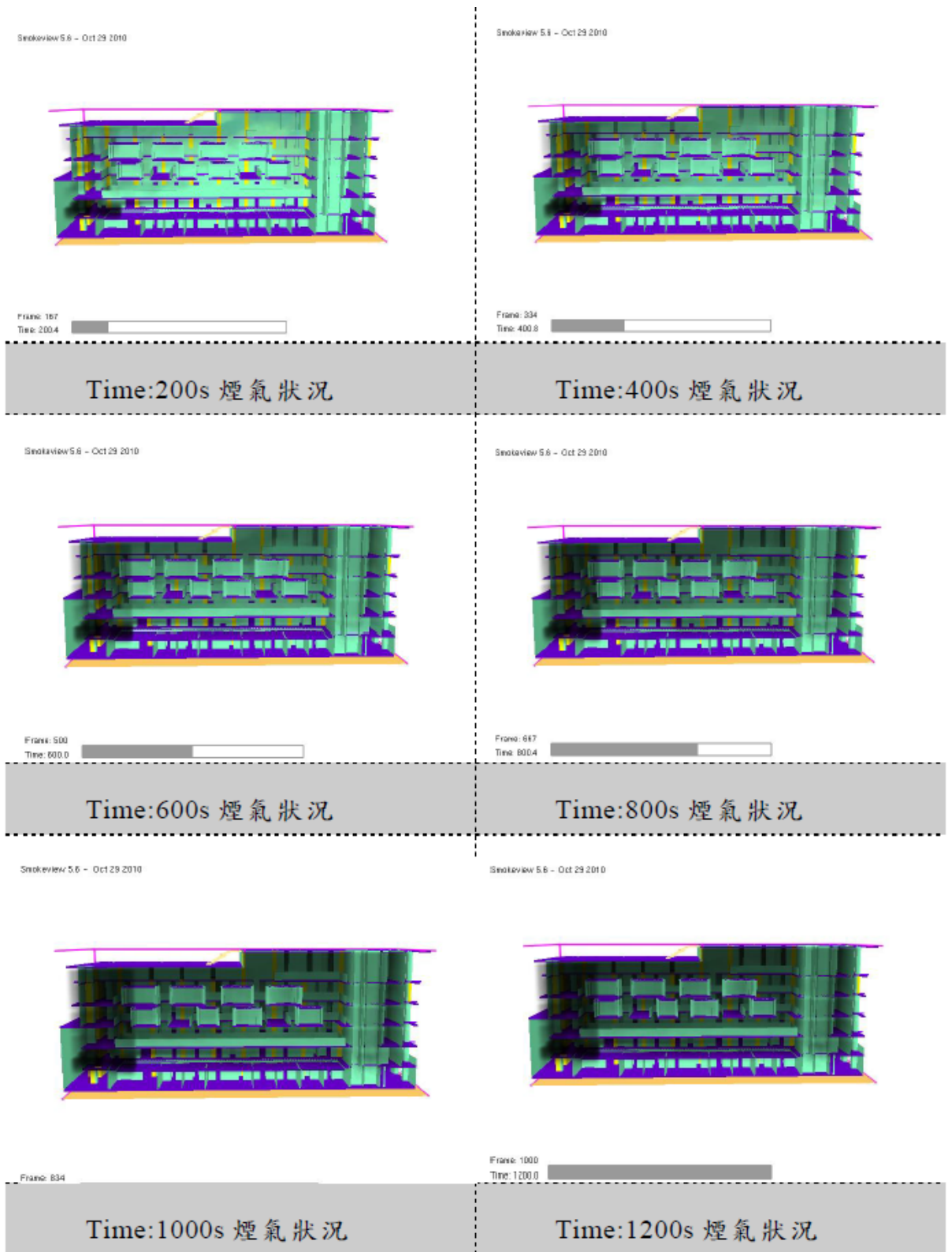


圖 4-3 BIM 拋轉 FDS 煙氣模擬結果 Smokeview 豎向剖面展示

107 年「應用 IFC 記載建築技術規則檢測資訊之研究（二）建築設計施工編防火與避難檢討」—本研究參照 IFC 階層與屬性資料架構研訂法規檢測所需之基本物件定義、關聯架構等，以作為法規資訊交換 MVD 基礎。針對建築技術規則建築設計施工編第三、四、十一、十二章防火與避難檢討進行分析與研究，延續前一期專案中建築技術規則建築設計施工篇第 1、2 章所完成的建築技術規則一般設計通則之法規名稱標準化基礎研究。進入第三、四、十一、十二章屬於防火專業領域的檢討，對於建築物的空間名詞與防火區劃邊界認定。在現行設計實務用，防火避難邊界檢討存在模糊不清的議題，在建照執照技術抽查的過程中，有關三、四章的設計檢討也是屬於常見缺失。透過本次的研究分析，建築物防火區劃檢討的空間邏輯關係已初步釐清出一個架構。圖 4-4 為主要構造防火時效規定與 IFC 的關係

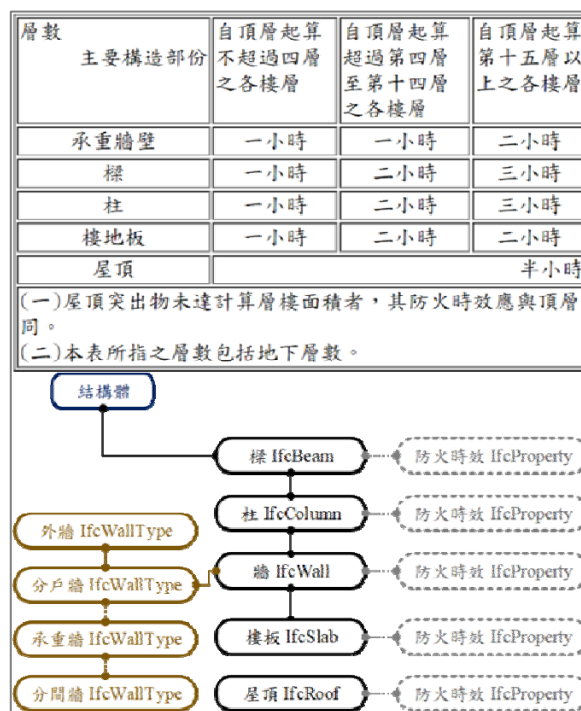


圖 4-4 主要構造防火時效規定與 IFC 的關係

107 年「以 BIM 輔助建築及室內裝修防火避難之審查驗證研究」—本研究將防火避難樣版所需之參數進行分析及分類，將建築及室內裝修防火避難之審查驗證的相關資訊，建置於 BIM 資料庫中，可提升評定單位人工審查的

查核品質及效率、落實後續營運管理及救災預防，以保障建築物之防火避難安全。依據本研究所撰寫之「Template 防火避難樣版使用者案例操作手冊」二版使用「Template 防火避難樣版」二版，經由實作驗證，可提升防火避難評估公司等使用者作業的便利性，提高防火避難前提條件參數數值的精確度及防火避難性能驗證結果數值的精準度，共享 BIM 元件資料以減少重複作業的浪費，同時使用標準資料格式減少因檔案交換而產生的錯誤與遺漏。

另本研究亦研發電子上傳系統，讓防火避難審查者可以應用上傳之 BIM 模型協助審查，提昇審查效率，及確保審查結果正確性。

107 年「以 BIM 輔助住宅性能評估與設計之研究（一）防火安全、無障礙環境、住宅維護評估類別」—本研究開發出一個 BIM API 程式，可供使用者檢核建築模型是否符合「防火安全」與「無障礙環境」規範，並延伸至「住宅維護」工程。本 API 程式可協助建築師或申請人在申請住宅性能評估時，透過 BIM 軟體 (Revit) 進行防火安全、無障礙環境以及住宅維護三個方面的部分自動化檢核，提供申請人一項自我評估之管道，檢核成果得以提供相關政府委託評估單位確認與再審。本 API 程式省去了原本人力判斷需要耗費的資源，同時避免人為判斷上可能產生的誤差。

#### （四）研擬公有建築物繳交 BIM 竣工模型之建材與設備交付資訊內容

108 年「公有建築物繳交建築資訊建模(BIM)竣工模型之建材與設備交付資訊內容研究」—本研究提供公有建築物維運管理系統雛型(圖 4-5)，讓現有竣工的新建工程能延續 BIM 的資訊應用。目前國內在 BIM 的應用場域仍然以政府的公共工程為主體，多數公共工程係由工程機關代辦，使用單位對於建築物在營運階段的維護想法與需求在工程契約擬定初期並未納入。加上工程主辦單位在 BIM 契約沒有明確的維運功能要求，使得 BIM 模型資訊要進入維運階段的應用出現資訊需求的落差。藉由本次建立公有建築物維運管理系統雛型，可以提供工程主辦機關討論維運管理資訊應用的參考案例，並引導使用單位在工程初期就可參與契約需求工程擬定。



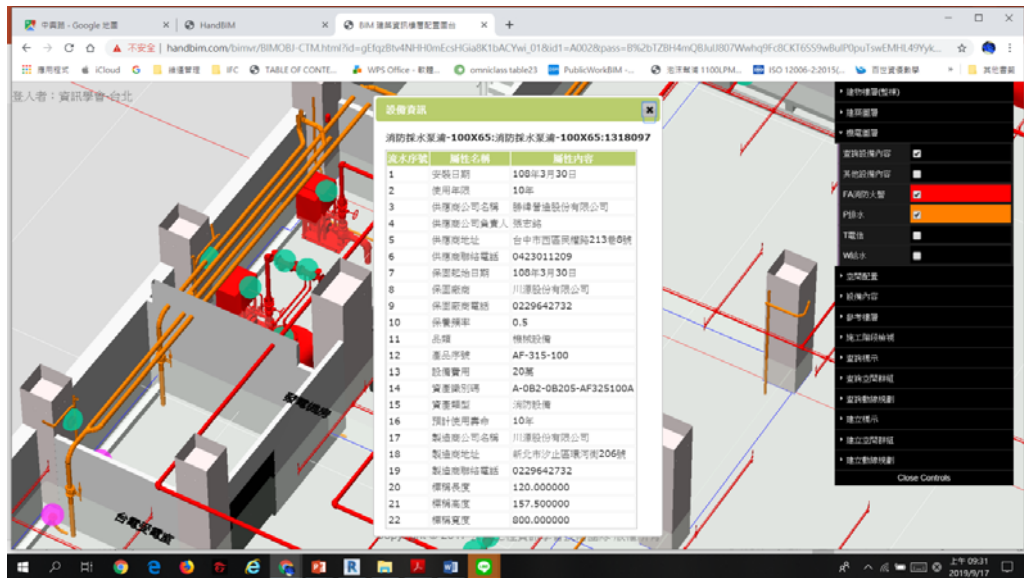


圖 4-5 BIM 建築資訊模型共同資料管理圖表

#### (五) 開發建築維護管理結合建築資訊建模(BIM)之資訊系統

108 年「建築維護管理結合建築資訊建模(BIM)之資訊系統開發研究」一本研究論述並發展真實參數結合建築學習進行智慧維運之管理系統，其架構可分為三部分，分別為資料輸入、資料處理及資料輸出。此架構描述了此雲端視覺化系統運用於建築維運時所需要的各項資訊處理過程與其建立連結並提供各項系統服務。本研究從 BIM 介入建築維運管理的角度出發，發展建築資訊模型 BIM 應用於維運管理系統發展方向之參考，並成功發展出示範性案例，可以本案為基礎提供未來建築維運管理的發展方向參考，並著手進行維運管理利害關係人(Stakeholder)之間的整合，以促進國內 BIM 介入建築全生命週期管理的典範轉移。圖 4-6 為建築維運管理系統提供視覺化的資訊顯示介面與歷史紀錄。

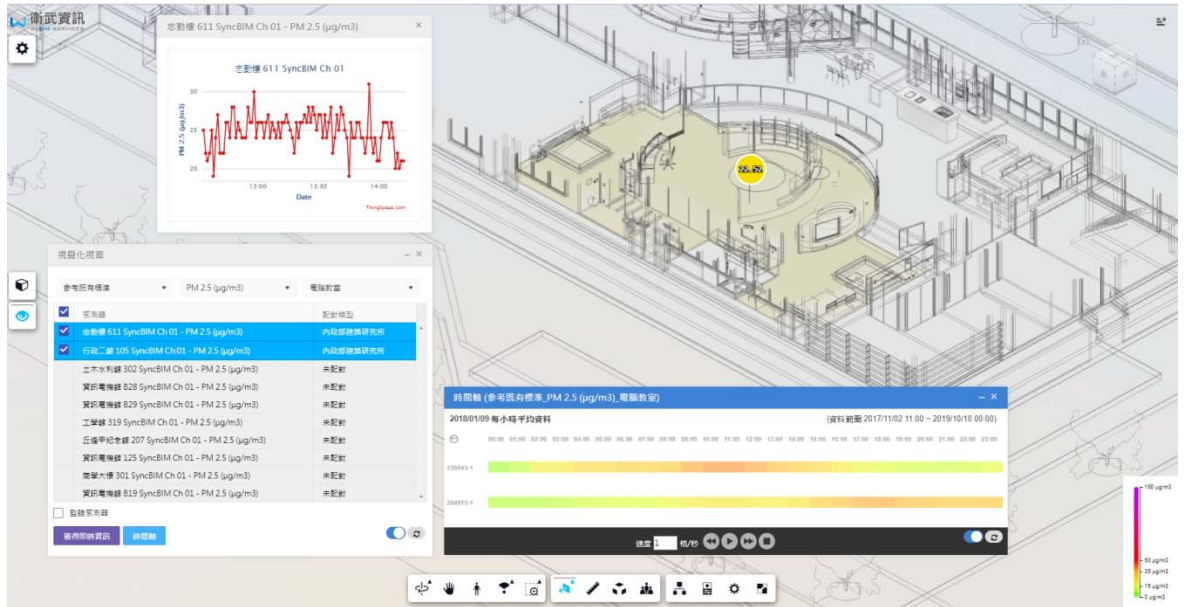


圖 4-6 建築維運管理系統提供視覺化的資訊顯示介面與歷史紀錄

- 內政部營建署

內政部營建署於 101 年研提之「建築管理智慧化服務 (101~105 年)」計畫中，建立全國「好宅」數位資訊庫供應系統(如圖 4-7)、建構建築管理資訊共構機房系統(如圖 4-8)。



圖 4-7 全國「好宅」數位資訊庫供應系統

(資料來源：行政院研究發展考核委員會專題演講-電子化政府服務與建築管理智慧

化)

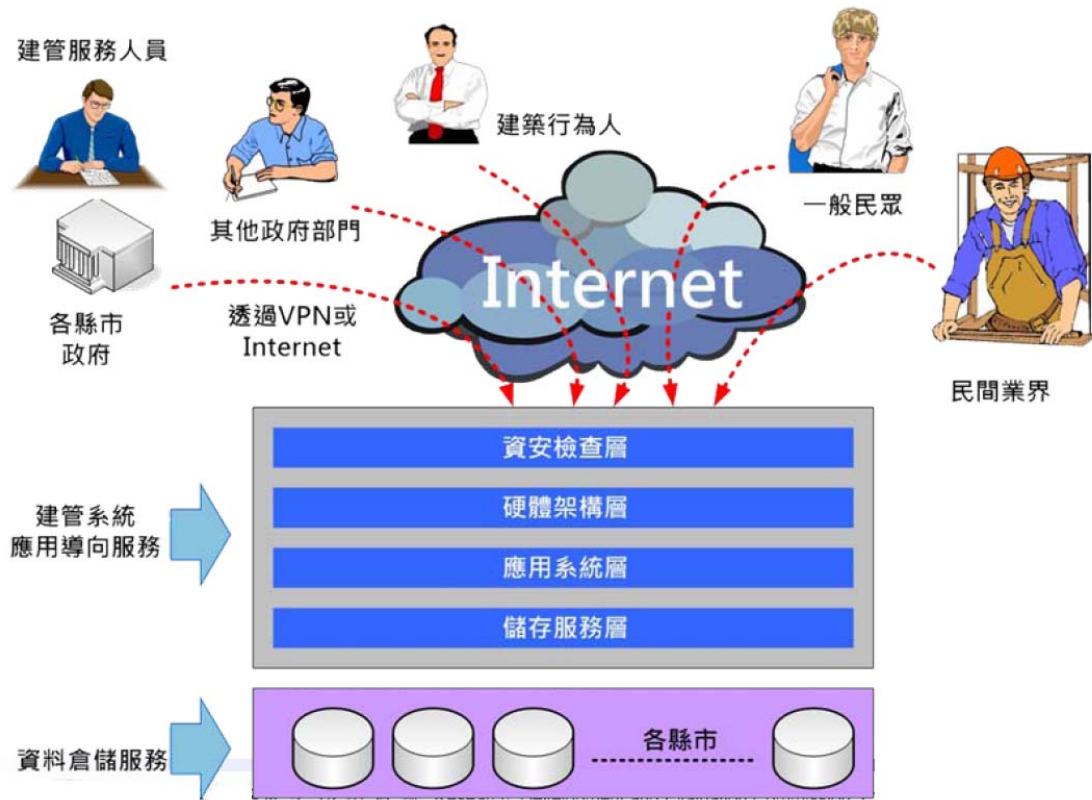


圖 4-8 建構建築管理資訊共構機房系統

(資料來源：行政院研究發展考核委員會專題演講-電子化政府服務與建築管理智慧化)

- 臺北市政府

臺北市政府逐步整合 GIS 與 BIM 的相關應用(圖 4-9)，將建築物 BIM 模型中的各項履歷資訊，在生命週期的不同階段中進行各項資源進行整合與應用。圖 4-10 為 3D GIS 圖台說明。

(一) 設計階段：

持續發展行政輔助查核、技術輔助查核作業及建置都市計畫相關空間資料，提供基地規劃者對於開發基地進行環境評估，並且提供建築師及審查者在建照審查送件時，提供開發基地周遭環境重要的參考資訊及開發案應會辦的相關局處。

(二) 施工階段：

透過 GIS 及 BIM 的整合性共通平臺，可以管控公共建築物中各樓層的施工即時資訊及其空間位置、重要的施工訊息通報、各空間文件存取、協同管理應用等作業。

(三) 竣工階段：

針對竣工後續管線設備保固、管線設備報修、空間配置規劃管理、空間動線規

劃、建築空間設備 VR 環景應用及智慧裝置的訊息服務等維護運用，進行相關的應用服務及有效的管控。

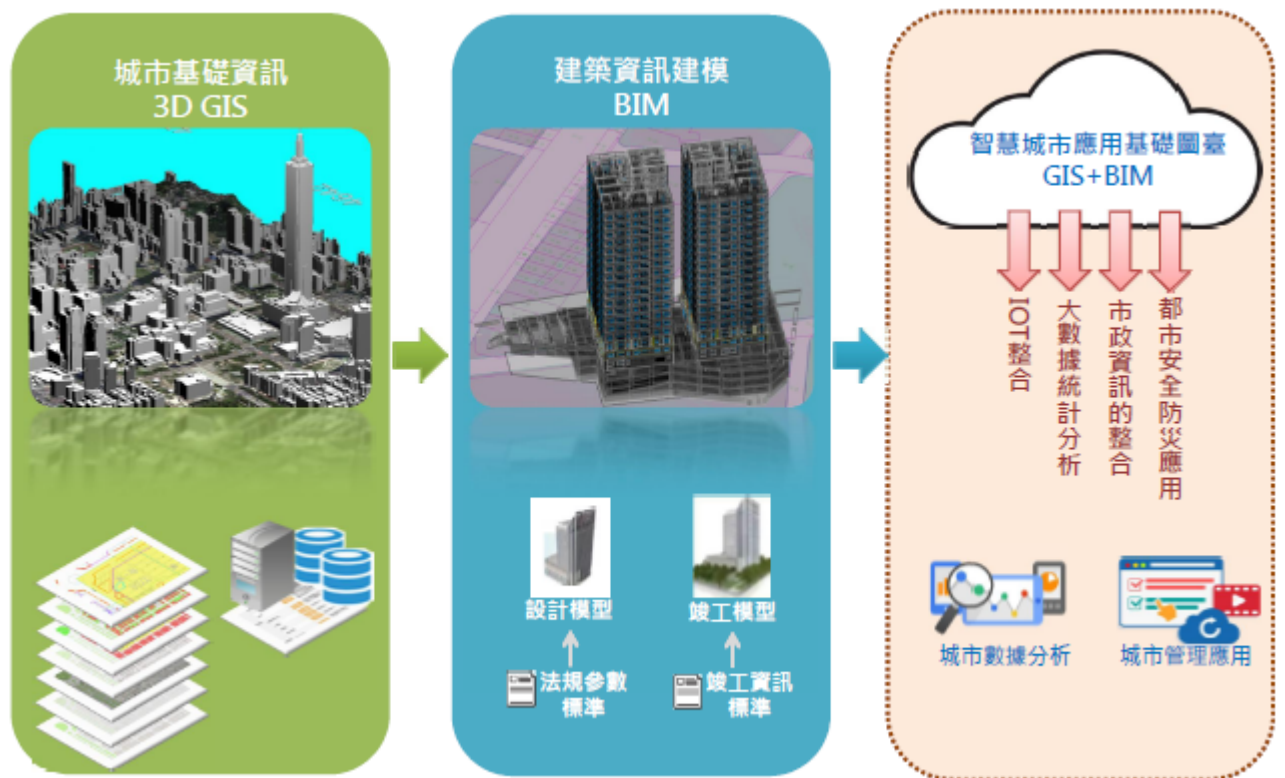


圖 4-9 臺北市政府逐步整合 GIS 與 BIM 的相關應用

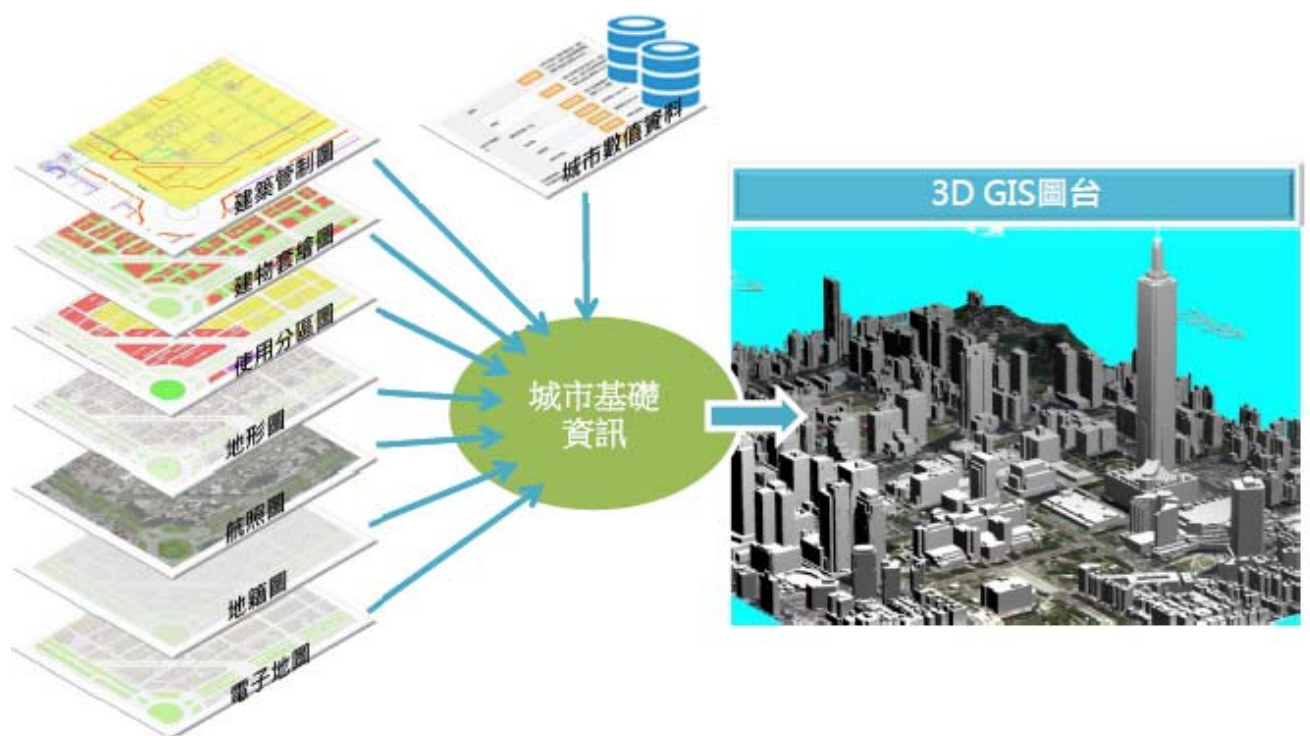


圖 4-10 臺北市政府 3D GIS 圖台

- 新北市政府

新北市政府發展以 BIM 為基礎整合設備維護與智慧監控之設施管理系統，該系統包含：(1)3D 圖形顯示系統(如圖 4-11)，該系統為一連結 BIM 模型之遠端圖臺，以 E PLAN CHECK 所開發的建審系統圖臺，完成遠端介接可視化圖形資訊的工作，可用行動裝置即時檢視要查看的設備圖資；(2)設施維護管理系統(如圖 4-12)，本系統涉及電力、空調、升降機、給排水、安全系統等設備設施之維護、修理、保養等工作，並可依設備、設施及排程進行巡檢，檢視歷史紀錄；(3)中央監控系統(如圖 4-13)，該系統串接監視系統、緊急對講系統、物業管理、緊急壓扣及門禁系統，執行監控。

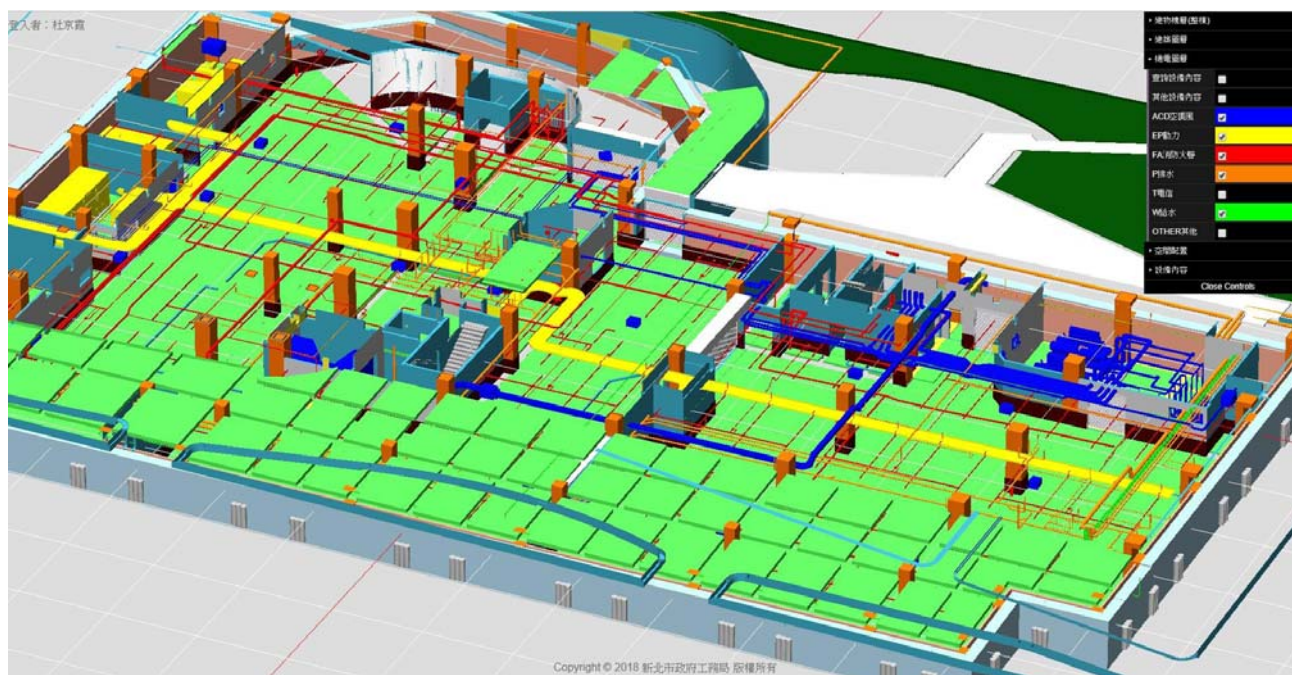


圖 4-11 3D 圖形顯示系統

(資料來源：新北市政府新建工程處李主任秘書仲昀「以 BIM 為基礎整合設備維護與智慧監控之設施管理系統發展」簡報)

**SBMS** 報案入口 建物維護 設備履歷

選擇建築物 新北市政府-市政大樓 目前位置: 首頁 > 建物維護

負責人員 維護狀態

負責人員 維護人員1

維護狀態 日常巡檢: 待執行 退回到維護人員 逾期  
定期保養: 待執行 退回到維護人員 逾期

動作	狀態	排程日期	維護類型	所在樓層	所在區域	工作項目	執行人	BIM
填表	延遲多日	2017/11/16	巡檢	1F	辦公室1	[主管甲][設備]1F空調箱	維護人員1	BIM
填表	延遲多日	2017/12/07	巡檢	15F	MR	[主管甲][設備]15F空調箱02	維護人員1	BIM
填表	待處理	2017/12/11	巡檢	15F	MR	[主管甲][設備]15F空調箱	維護人員1	BIM
填表	待處理	2017/12/11	巡檢	8F	空調機房	[主管甲][設備]8F空調箱01	維護人員1	BIM

圖 4-12 設施維護管理系統

(資料來源：新北市政府新建工程處李主任秘書仲昀「以 BIM 為基礎整合設備維護與智慧監控之設施管理系統發展」簡報)

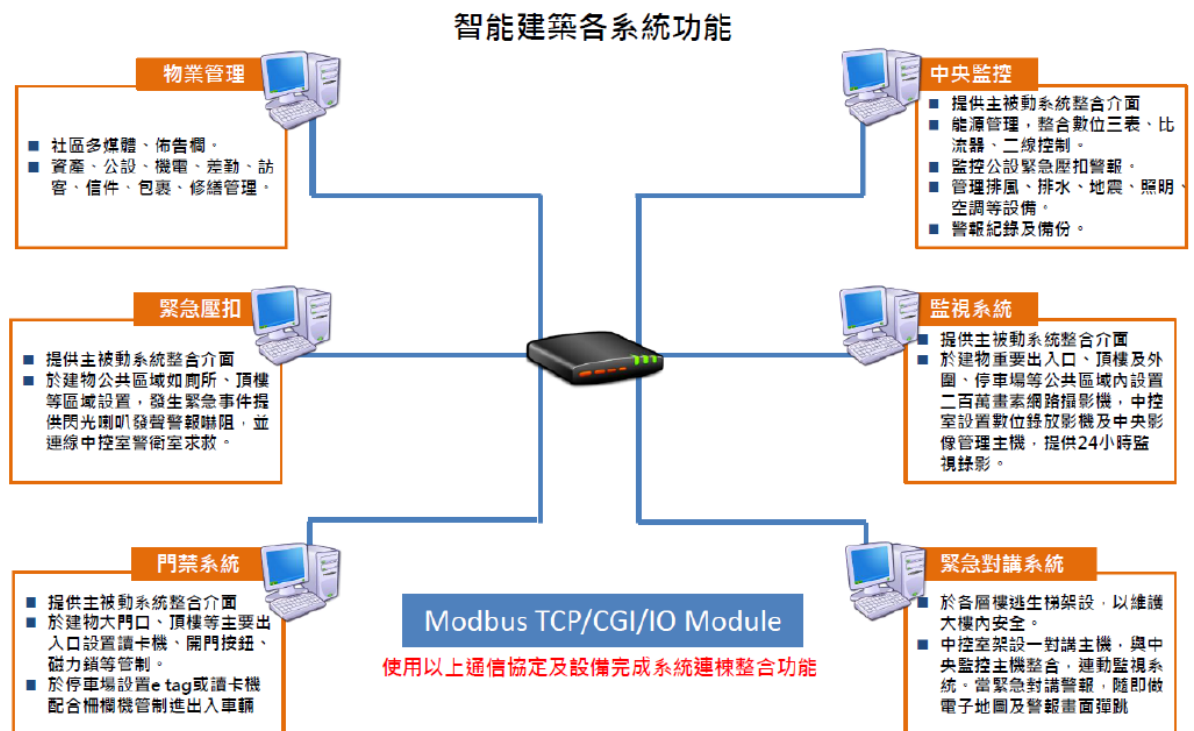


圖 4-13 中央監控系統

(資料來源：新北市政府新建工程處李主任秘書仲昀「以 BIM 為基礎整合設備維護與智慧監控之設施管理系統發展」簡報)

- 桃園市政府

擴增實境技術，不僅可以直接透視建築結構，更能透過裸視演練設備操作、檢修的 SOP，甚至能藉此指引建築空間中的管線圖資及方位，更能以數位化紀錄設備履歷資訊；換句話說，有機會翻轉未來傳統建築產業生態、擴大鏈結如：消防、建築及觀光產業商機。

以設計階段而言，擴增實境 AR 除了使設計師們能夠以合理的成本，更好地傳達設計意圖；在施工階段，檢核建築材料的數據、可通過現場物聯網和公司的 ERP 資料庫連接，更進一步現場管理員可以在現況比對覆蓋 BIM 模型，利用直覺式的溝通確保施工圖說和現地施工完備是趨近一致；在檢討施工流程時，亦可用 AR 顯示，內部隱蔽的設施結構及資產，以方便專案效率和資產盤點，進而發展地理資訊系?(GIS)、BIM 跨域搭配 AR 應用，提升城市預期規劃、地下管線的探測、設計勘察模擬、工程施工查核和建物後資產管理等服務。

公共建設的經營維管，為建物生命週期中最長階段，桃園市政府工務局透過中央補助計畫，與科技業者聯合開發 3D-AR-BIM 智慧物聯網履歷平臺(圖 4-14)，從施工、點交到維運，結合 AR(擴增實境)的直覺與 AIoT(人工智慧+物聯網)技術，管理不同公共設施，提升智慧化管理行政效能。

一、整合 BIM(建築資訊模型)與 IoT 感測器為 AEC(建築/工程/營造)產業與機關提供 DigitalTwin(數位副本)的服務。

二、於施工階段檢核圖說，同步現場，確保成果如設計階段的性能規劃品質。

三、在建築週期階段提供 BIM+(BIM plus：BIM 結合其它技術)雲應用服務；包含 3D-BIM 設施之 AR 履歷管理應用平台、3D-BIM 設備物聯網大數據監管平台、BIM 行動化營建施工查驗與工務平台、BIM 清圖作業及輕量化差異同步作業平台。

桃園市政府參與經濟部智慧城鄉計畫，選擇本市桃園國民運動中心、蘆竹國民運動中心為試煉場域，未來將更進一步拓展至其它公有建築。目前於桃園國民運動中心系統建置完成，透過儀表板可綜觀建物健康狀況與維護履歷，該中心位於桃園區於 107 年落成，為佔地約 900 坪之複合式運動場所，導入功能包括：

一、應用智慧手機或 iPad 存取 BIM 3D 元件，可遠距檢視編輯 BIM 元件的屬性；增添修繕紀錄、照片，以及利用影像辨識空間識別技術運用在 3D 模型中做室內定位。

二、整合 SCADA(數據採集與監控系統)與 BIM，在 3D 模型內呈現。藉由查閱各個物件的數據，快速追蹤設備系統、機電及空調的性能數值。

三、創新數位履歷暨資產管理平台：打造數據儀表板提供單一登錄功能，有助於設施資產管理；利用大數據，結合 AI 分析，將降低維運成本。

創新指標包含：

1. 創新數據履歷：透過 BIM FM(設施管理)應用，建立資產履歷及記載維護作業。

- 2.創新 3D 室內導航：通過空間識別技術進行室內定位，甚至沒有條碼、網絡服務也可執行。
- 3.創新檔案輕量化：以輕量化壓縮 BIM 相關數據，讓參與營建流程中之相關使用者，利用移動裝置即可操作運行。
- 4.應用 AI 分析：通過物聯網數據挖掘與機器學習，創造 BIM+可視化管理。



圖 4-14 3D-AR-BIM 智慧物聯網履歷平臺

資料來源：桃園智慧城市資訊網

(<https://www.tycg.gov.tw/smartcity/home.jsp?id=37&parentpath=0,5>)

桃園市政府住宅發展處於 108 年辦理「建築資訊模型(BIM)、智慧建築、綠建築於維護管理機制規畫導入服務」委託專業服務案，並完成編訂標準作業手冊。於中路二號社宅中，桃園市政府導入圖資倉儲管理系統(圖 4-15)，保存資訊及確保資訊一致性，並透過資訊交換介接模式，將工程全生命週期資訊導入及應用於維護管理階段。

圖資倉儲管理系統也可彙整歷次保養修繕等大數據，並供作人工智慧動態決策分析，進而延長建築物使用年限。

另外，桃園市政府也發展及整合地震防災智慧程式模擬平台(圖 4-16)，可展示 GIS、空拍建模、衛星影像及 BIM 等多種三維模型，並結合地震動態模擬分析技術，提供即時的地震防災資訊。



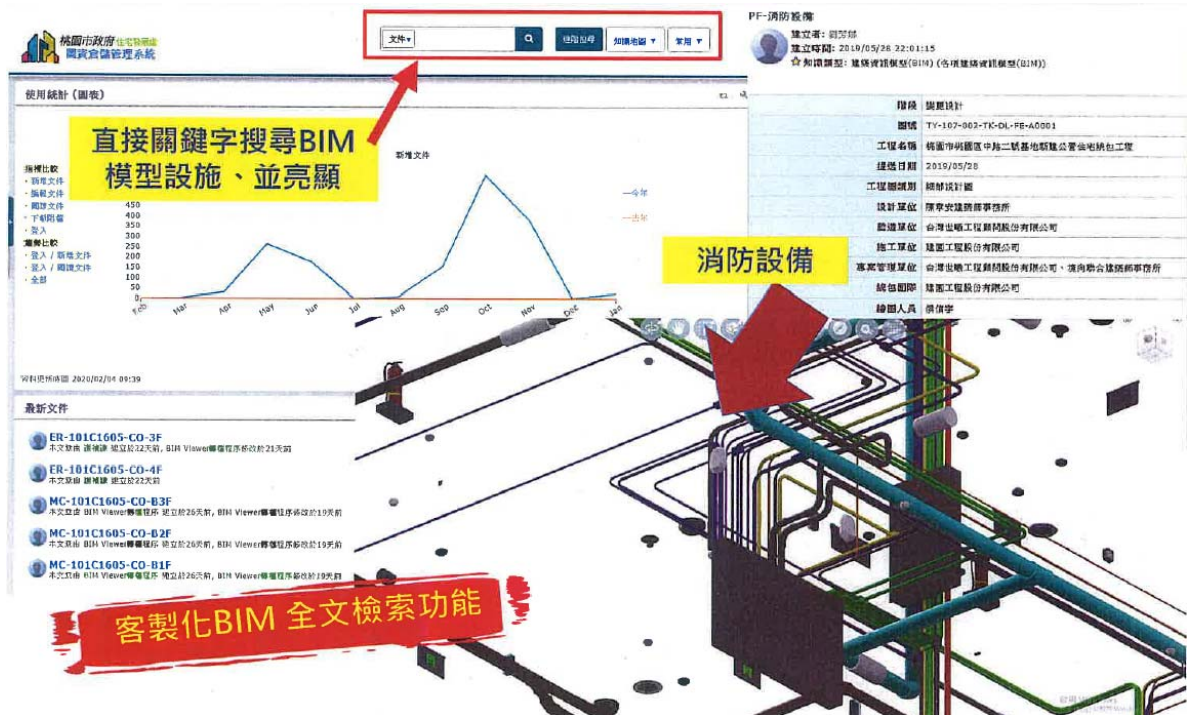


圖 4-15 圖資倉儲管理系統

(資料來源：桃園市政府住宅發展處陳副工程司昌琳「桃園市社會住宅-BIM於營運管理階段之發展運用」簡報)



圖 4-16 地震防災智慧程式模擬平台

(資料來源：桃園市政府住宅發展處陳副工程司昌琳「桃園市社會住宅-BIM於營運管理階段之發展運用」簡報)

- 臺中市政府

臺中市政府都發局於 2016 年編列預算建置建造執照無紙化審照作業平台(圖 4-17),系統流程如圖 4-18,透過該平台與建築資訊模型 BIM 輔助建築執照審查結合,可提昇建築執照審查作業效率,並進行作業程序標準化、透明化、自動化與無紙化,提高便民服務品質。

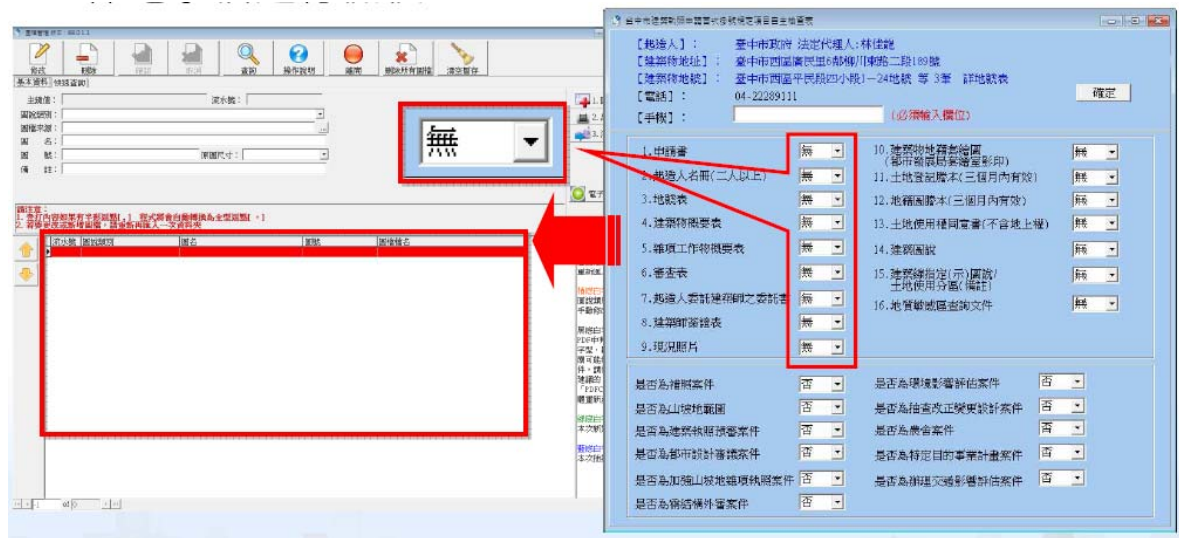


圖 4-17 建造執照無紙化審照作業平台

(資料來源：建築執照審查雲端協同作業平台申請人教育訓練)



圖 4-18 建造執照無紙化審照作業平台系統流程  
 (資料來源：建築執照審查雲端協同作業平台申請人教育訓練)

## 業界

- 天茶智能科技

天茶智能科技透過物聯網 (IoT)、人工智慧 (AI)、建築資訊模型 (BIM)、智慧監控 (IVS) 構築一個智慧建築管理系統平台 (iBMS)，用 JAVA 語言在開放架構 (Open Framework) 開發了一個可以整合智慧建築各種子系統如電氣、空調、給排水、消防與弱電等設備，達到健康、舒適、安全而且節能的生活、辦公、購物等不同建物目的的 5i 智慧整合的開放平台。

天茶智能科技建置一個可以讓使用者可以透過 BIM 的技術與建築物的機、弱電設備達到互動 Interactive，並透過 IoT 讓設備的運轉狀態與即時數據 instant 呈現在以 3D 顯示所在之位置，再透過 IVS 智慧監控將安全由被動監視變成主動偵測，讓運維人員可以對預設之觸發事件立即反應 Immediate 與及時採取行動減少傷害與災害的智慧建築管理系統平台 iBMS。平台同時顯示各管理參數的歷史曲線 Trend Chart 以及觸發事件的歷史紀錄 Event logs。具備漫遊與 VR 的功能外，五大管線與設備位置及資訊也一覽無遺。

## 智慧監控

- 自動分析、過濾，讓監控攝影機成為人的眼睛。
- 通過預先設置規則，針對“條件、物件、事件”來進行判斷，從畫面中分離出物件和背景，進而掌握物件的行為，判斷“物件”是否觸發“條件”，進而引發“事件”，再根據預先設計流程，主動回饋資訊的系統。
- 在於監視「事件訊息」而非「攝錄畫面」。

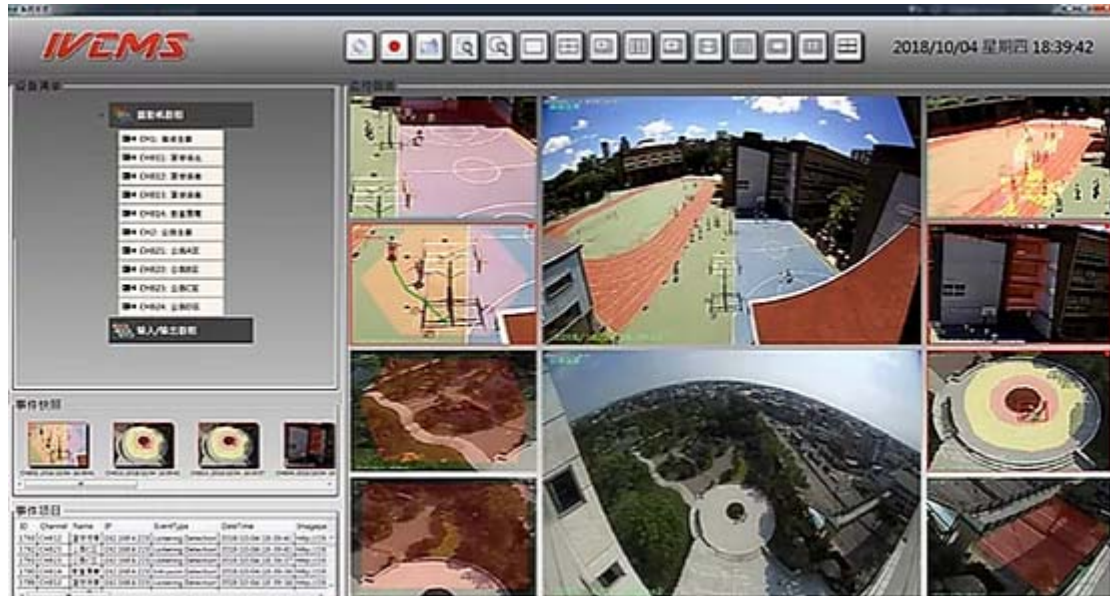


圖 4-19 天茶智能科技智慧監控系統  
(資料來源：<https://www.tcitech.com.tw/about-us>)

#### 智慧建築管理系統平台

- 建築物群建築資訊模型
- 各建物資訊看板
- 各建物平面圖與 3D 空間互換連動
- 3D 視圖提供友善性操作介面
- 截圖 Line 推播與協同作業
- 設備基本資料與運轉狀態監控
- 即時影像、IVS 與 IVS Log
- BA 與 3D BIM+FM 運維平台互動
- 即時告警 Line 推播與告警 Log
- 各建物導覽影片與建物基本資料
- 建築物圖資文件管理

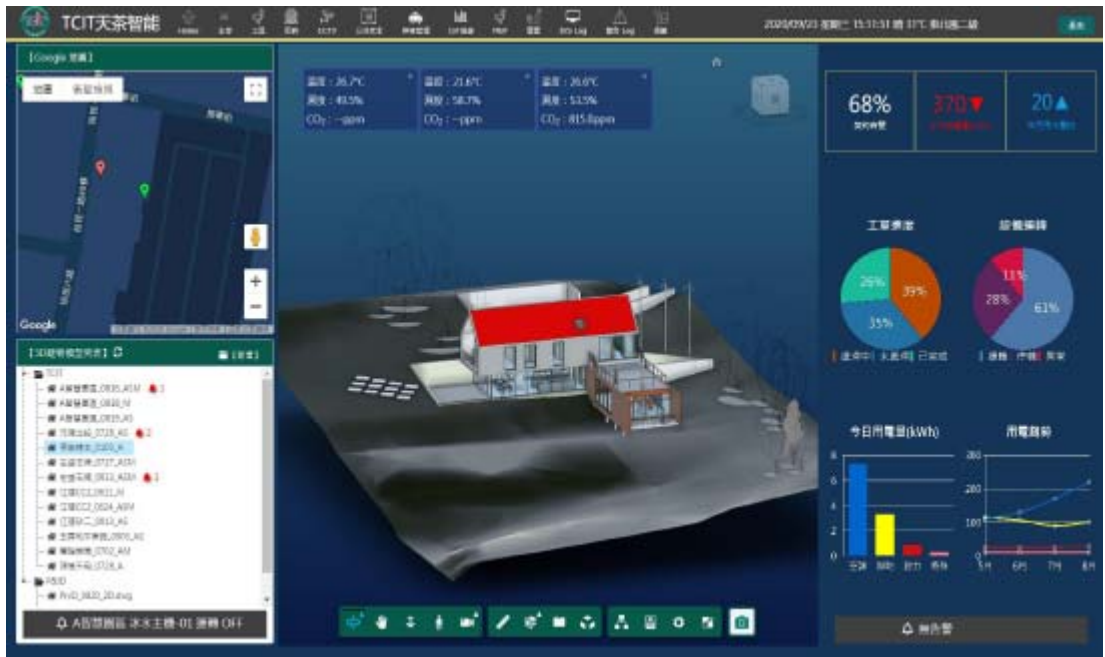


圖 4-20 天茶智能科技智慧建築管理系統平台截圖 1  
 (資料來源：2020 BLM 台灣人居環境秋季論壇簡報)

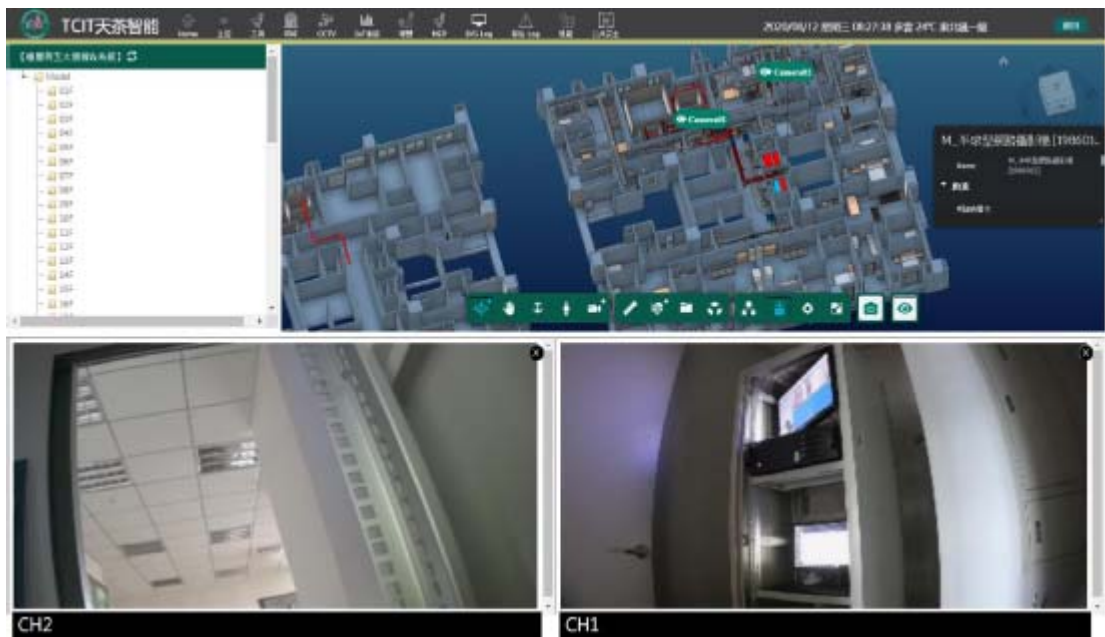


圖 4-21 天茶智能科技智慧建築管理系統平台截圖 2  
 (資料來源：2020 BLM 台灣人居環境秋季論壇簡報)



圖 4-22 天茶智能科技智慧建築管理系統平台截圖 3  
 (資料來源：2020 BLM 台灣人居環境秋季論壇簡報)

- 台灣世曦工程顧問公司

#### BIM 智慧型設施管理系統

台灣世曦 BIM 整合中心自行研發智慧建築設施維運平台- V3DM，其特點為三維互動的視覺化操作模式，使用者透過 3D 模型直覺式的溝通，回報問題時僅需點選該 3D 模型即可回報，減低使用者與管理人員之間溝通的問題。V3DM 設施管理平台為一網頁資訊平台，V3DM 設施管理平台的資料來源為 BIM 模型匯出格式，及使用標準資訊交換格式(COBie) 的管理資料，另外亦可加載數位文件，透過資訊關聯即可在 V3DM 設施管理平台中進行 3D 模型與管理資料的交互查詢。V3DM 包含建物環境偵測及結構健康偵測等不同監測對象，其中建物環境偵測可透過 AIOT 技術及環境感測設備提供環境溫濕度監測、二氧化碳濃度監測、PM2.5 濃度監測、閉路電視、門禁、人臉辨識等功能，其架構如圖 4-23 所示。



圖 4-23 V3DM 智慧建築視覺化維運管理架構

(資料來源：台灣世曦 BIM 整合中心蘇副理瑞育「智慧建築設施維運平台」簡報)

V3DM 設施管理平台的平台功能包含權限管理、3D 基礎操作平台、設備資料查詢與管理模組、文件管理模組、事項管理模組。V3DM 設施管理平台具備權限管理功能，管理人員及使用者必須透過帳號及密碼登入才能使用本管理系統；管理人員並具備新增、修改使用者及其使用權限，如圖 4-24；3D 基礎操作平台使用者可透過瀏覽器即可線上檢視 3D BIM 模型，包括 3D 檢視視窗放大(zoom in)、縮小(zoom out)、平移、旋轉、第一人稱(first person) 檢視、俯視等檢視 3D 模型的基本功能。如圖如圖 4-25；使用者可透過瀏覽器即可線上檢視 3D BIM 模型的屬性及相關的文字資訊(例如廠牌、型號、保管單位、資產編號及設施設備的所在空間等)，除了透過點選模型查詢資料外，V3DM 設施管理平台具備設備編號及名稱關鍵字查詢功能。具備修改權限的使用者可即時線上新增、修改設備相關的欄位及資料，如圖 4-26 所示；使用者可線上取得圖說文件等數位化檔案，除了透過點選 3D 模型查詢與模型相關聯的檔案外，亦可透過檔案查詢與該檔案有關聯的 3D 模型，擁有修改權限的使用者可線上新增數位檔案及進行模型關聯作業，如圖 4-27 所示；使用者可線上記錄及調閱巡檢資料，記錄的方式除了文字、附加檔案外，亦可在 3D 視窗中進行標註後儲存標註影像及位置，如下圖 4-28 所示。



圖 4-24 V3DM 系統權限管理功能示意圖

(資料來源：世曦大樓導入 BIM 智慧型設施管理系統的整合與應用經驗)

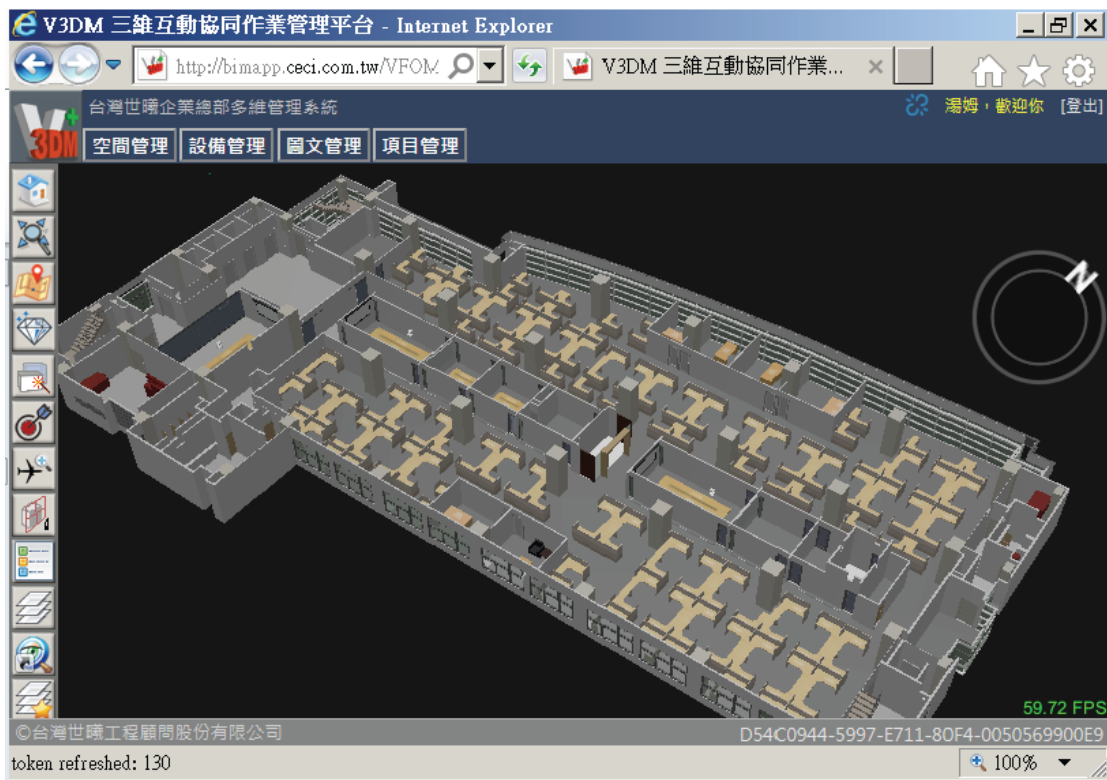


圖 4-25 V3DM 基礎操作平台參考圖

(資料來源：世曦大樓導入 BIM 智慧型設施管理系統的整合與應用經驗)



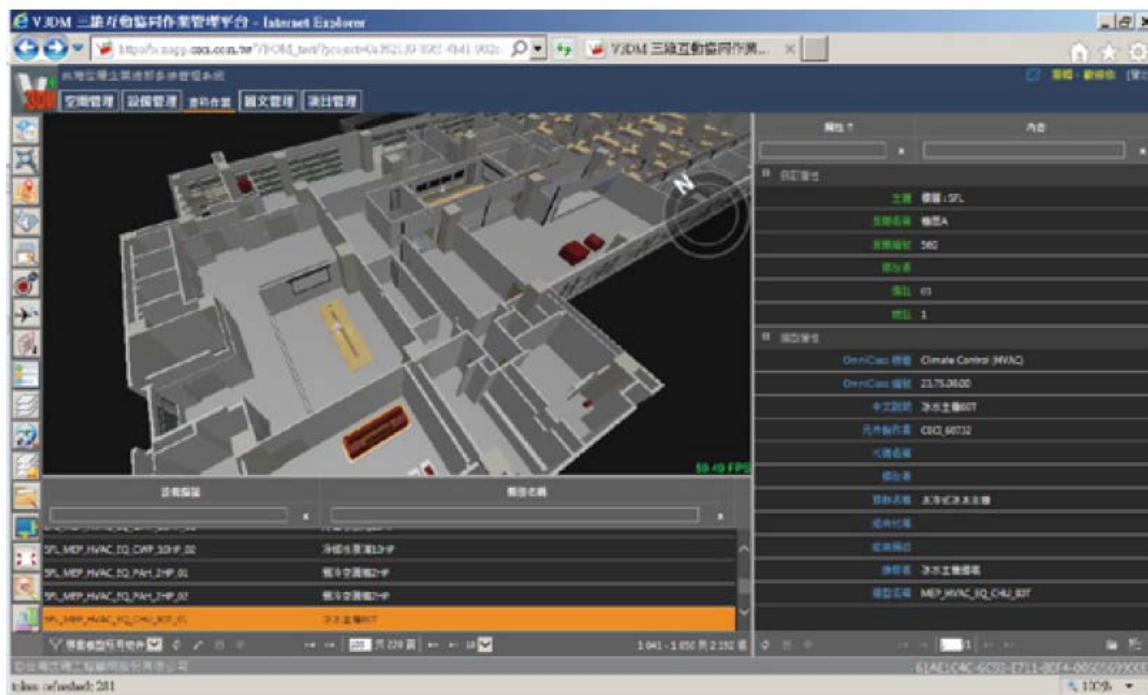


圖 4-26 V3DM 設備資料查詢與管理模組參考圖  
 (資料來源：世曦大樓導入 BIM 智慧型設施管理系統的整合與應用經驗)



圖 4-27 V3DM 文件管理模組截圖  
 (資料來源：世曦大樓導入 BIM 智慧型設施管理系統的整合與應用經驗)

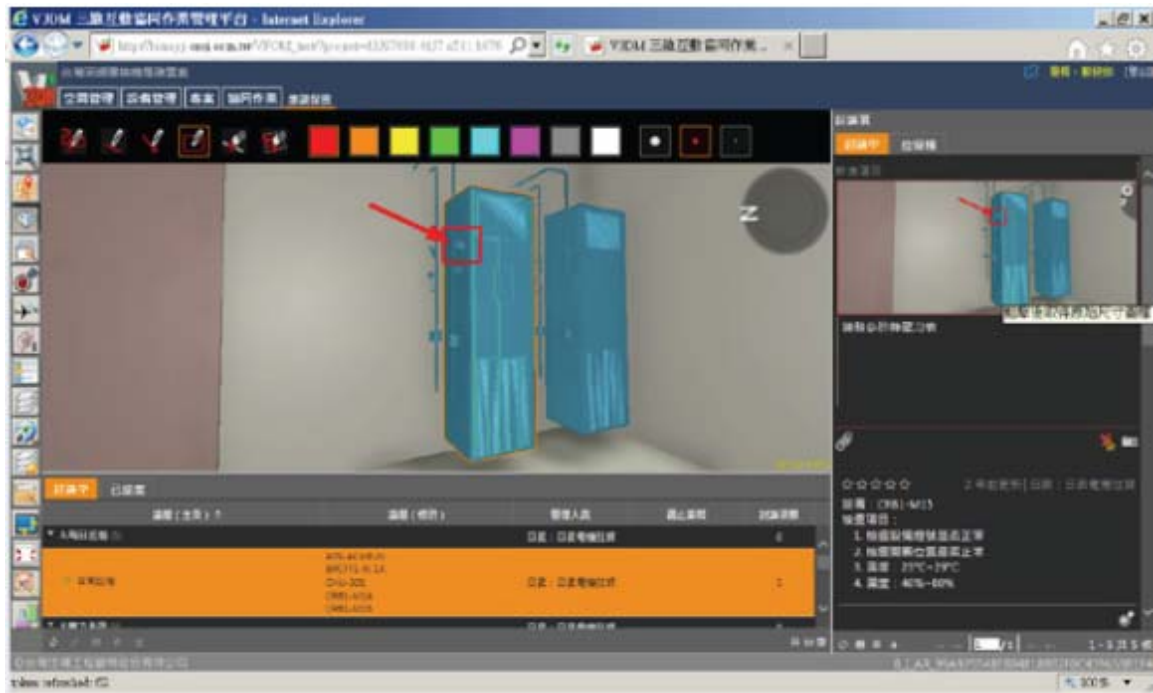


圖 4-28 V3DM 事項管理模組截圖

(資料來源：世曦大樓導入 BIM 智慧型設施管理系統的整合與應用經驗)

#### 自動化 BIM API 程式支援開發

為提高 BIM 應用效率，台灣世曦開發下列自動化 BIM API 程式：

- 配電盤單線圖自動繪製
- 接地系統自動繪圖
- 擋土支撐自動建模
- 工項自動化編碼
- 建築結構圖尺寸表
- 建築門窗表統計繪圖
- 電機/風口設備自動佈設
- 管線穿梁自動化檢核程式
- 智慧元件佈設
- BIM 資訊匯出
- 2D 圖自動繪製
- 3D 自動化塑模

#### ● 探識空間科技

探識空間科技將 BIM、IoT (Internet of Things, 物聯網) 與 Big Data (大數據) 之應用結合在設施維護上，從初始設備的雛型 — 「點」：也就是知曉設備位

置及狀態的基礎（圖 4-29），到空間狀態與資訊的整合——「線」：透過時間序列加以管理（圖 4-30），再到設備狀態、環境狀態與管理系統做統整的「面」：將資訊連結到 3D 圖資強化立體管理（圖 4-31）。

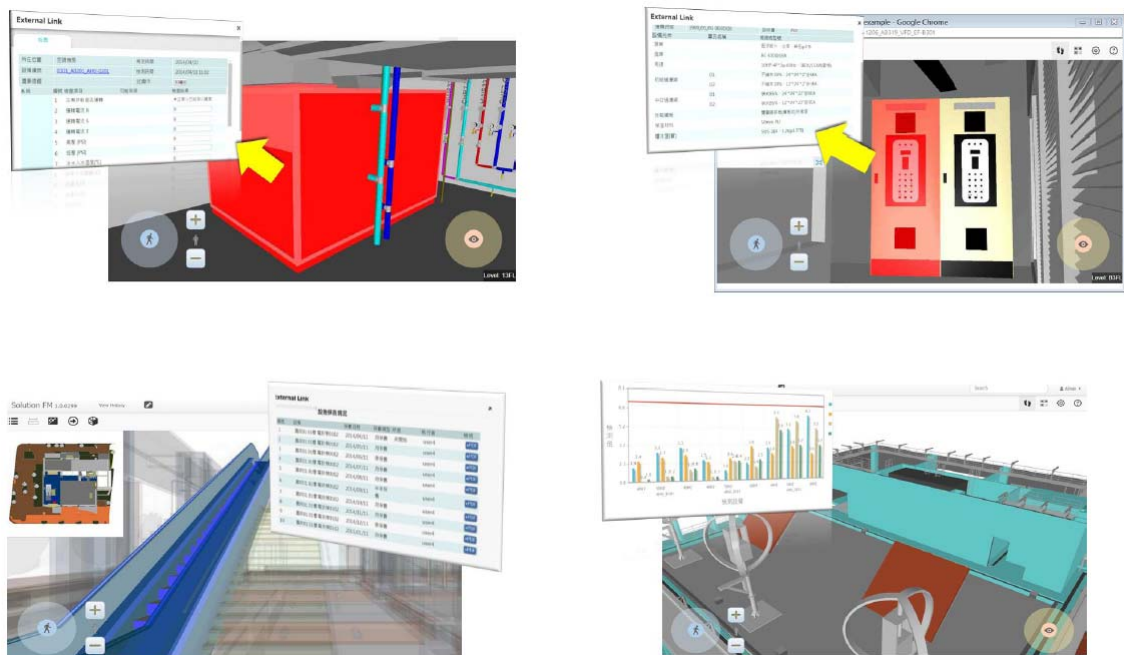


圖 4-29 點：知曉設備位置及狀態的基礎

（資料來源：探識空間科技蔡博士明達「BIM 與大數據應用」簡報）

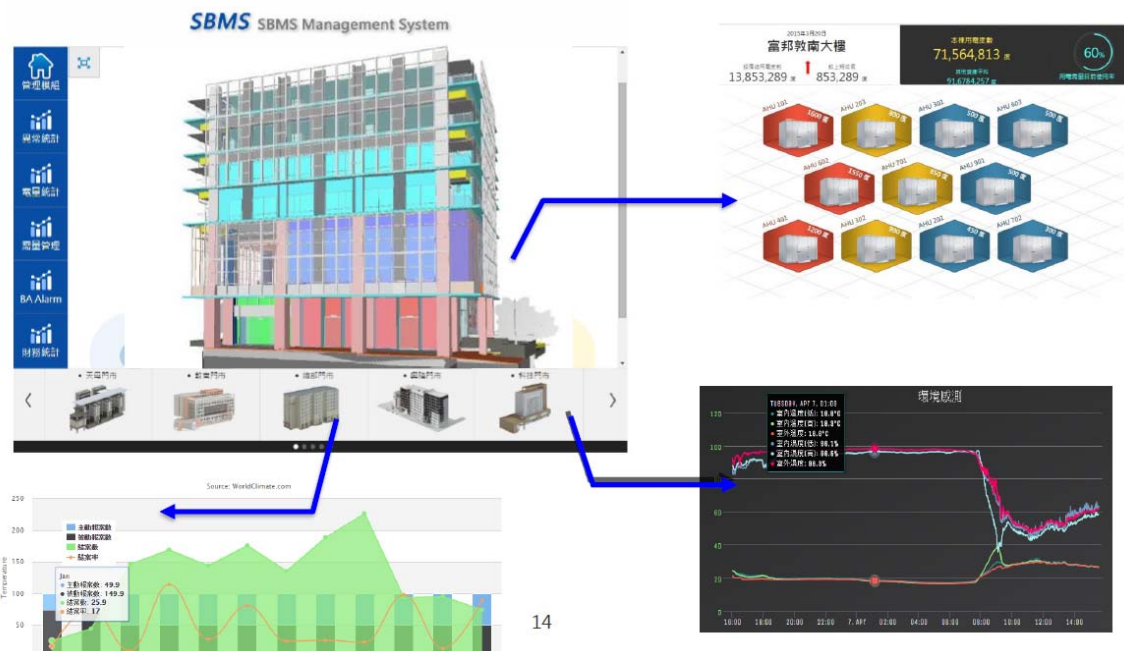


圖 4-30 線：透過時間序列加以管理

（資料來源：探識空間科技蔡博士明達「BIM 與大數據應用」簡報）

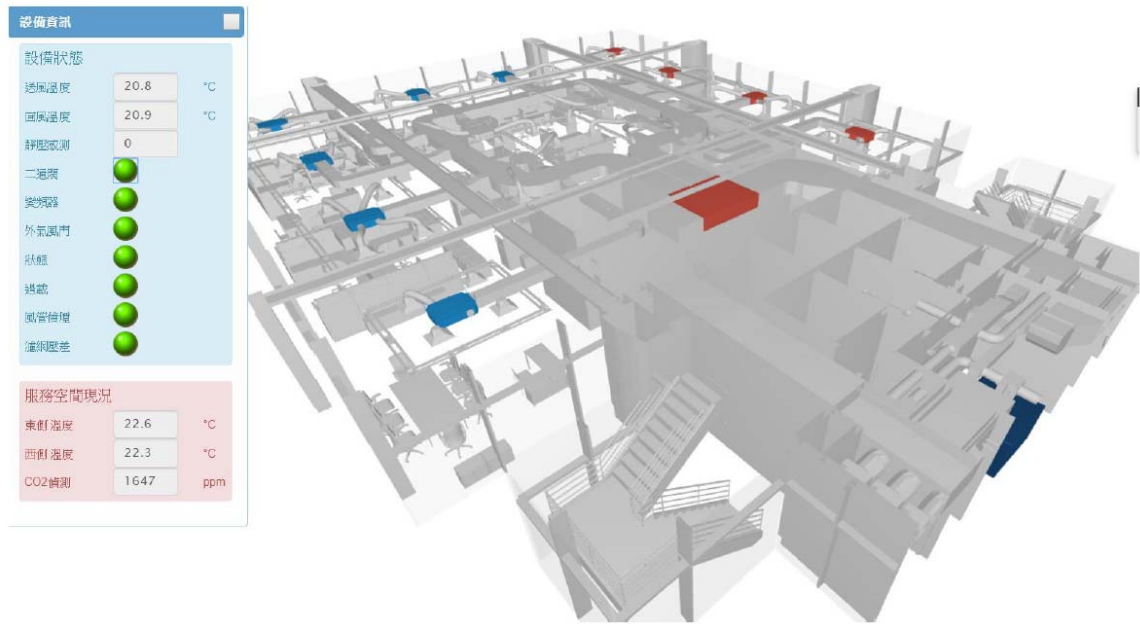


圖 4-31 面：將資訊連結到 3D 圖資強化立體管理  
 (資料來源：探識空間科技蔡博士明達「BIM 與大數據應用」簡報)

- 群光電能科技股份有限公司

IWA 智慧建築整合管理平台

IWA 智慧建築整合管理平台藉由「智慧感知」、「智慧運算」、「智慧控制」及「智慧互動」四大面向，為建築物建立「電腦視覺能力」、「環境感知能力」、「自然語言理解能力」、「分析學習能力」及「設施控制能力」，有效協助使用者智慧化控制建物中之重要設備，並有效管理應用各項建築物數據，以提升用戶舒適度及生產力、降低建築物營運成本，達到永續節能目的。

群光集團的營運總部大樓之建築智慧控制系統採用「IWA 智慧建築整合管理平台」為核心，以 BIM 模擬、數據分析、機器學習、物聯網技術等應用高度整合建築內部原本各自獨立運作的操控系統之使用效率，包括空調系統、照明系統、影像安防系統、會議室與停車位空間及使用管理；並透過太陽光、雨水、風力等自然資源的回收，達到節能減碳、智慧科技應用、資源利用最佳化之綜效。(圖 4-32)

IWA 採用標準 WEB 化界面，不需額外安裝應用程式。使用者只要利用瀏覽器就可方便使用。提供 WEB 線上配置設計，使用者無需編寫任何程序，透過圖形定義和數據連結後，即可開發出各種複雜專業的介面，實現儀錶板和統計分析圖，輕鬆達到即時監控、控制和管理。(圖 4-33)



圖 4-32 群光總部 AI 智慧化

(資料來源：群光電能吳經理致頡「智慧建築創新設計與應用策略—以『群光電子總部大樓』為例」簡報)



圖 4-33 IWA 實現儀錶板和統計分析圖

(資料來源：群光電能 智慧系統開發處李經理國維「BIM 於建築管理平台之應用」簡報)

IWA 通過 Google, Bing, ArcGIS 等實現路徑規劃、地理編碼以及地圖展示功能，並支持緩存和運行在 Mobile 環境中。支援 BIM 模型於平台上進行 3D 空間瀏覽和定義物件之監視和控制。(圖 4-34)

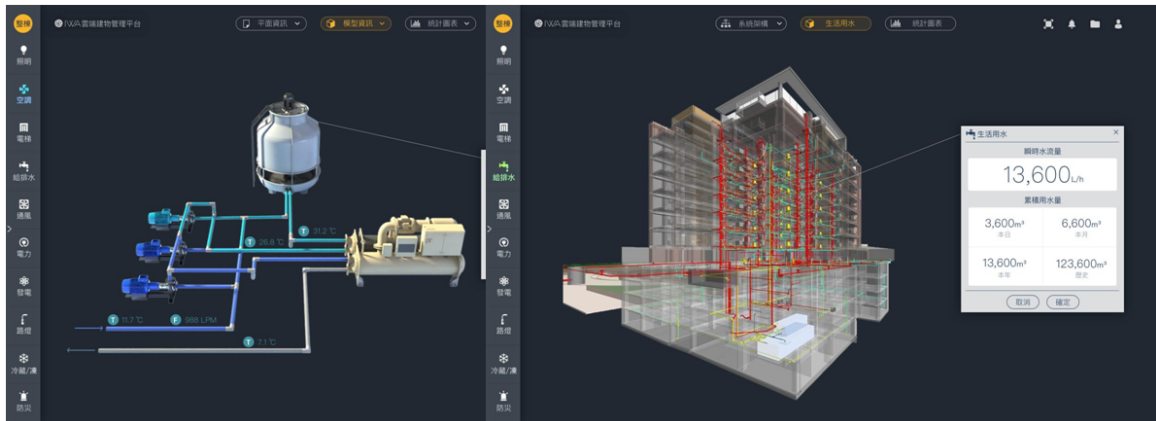


圖 4-34 IWA 具備 GIS 和 3D 引擎

(資料來源：群光電能 智慧系統開發處李經理國維「BIM 於建築管理平台之應用」簡報)

另 IWA 擁有多種統計分析圖表和根據不同系統的專用分析圖表，提供圖形分析解決方案。(圖 4-35)



圖 4-35 IWA 提供可視化分析工具

(資料來源：群光電能 智慧系統開發處李經理國維「BIM 於建築管理平台之應用」簡報)

IWA 提供多種告警方式 Email / 簡訊 / LED 輸出 / 語音告警 / 畫面自動彈出 (平台支援各種 RTSP 串流，可於警報發生時，自動彈跳現場影像畫面)。提供連動設定工具，使用者可行定義條件判斷式所連動的任何控制設備。(圖 4-36)



圖 4-36 IWA 提供告警與連動工具

(資料來源：群光電能 智慧系統開發處李經理國維「BIM 於建築管理平台之應用」簡報)

IWA 設施管理工具，包含運轉監控、財務估算、採購管理、行政管理、通報維護和保養排程功能。透過與 BIM 資料整合，可定位出設備的空間位置，查看設備運轉狀態和展示該設備的全生命週期訊息。(圖 4-37)



圖 4-37 IWA 設施管理工具

(資料來源：群光電能 智慧系統開發處李經理國維「BIM 於建築管理平台之應用」簡報)

IWA 智慧建築管理平台提供的服務包含提高用戶舒適度、智能決策、降低能源消耗、安全和告警識別、預測維護。(圖 4-38)

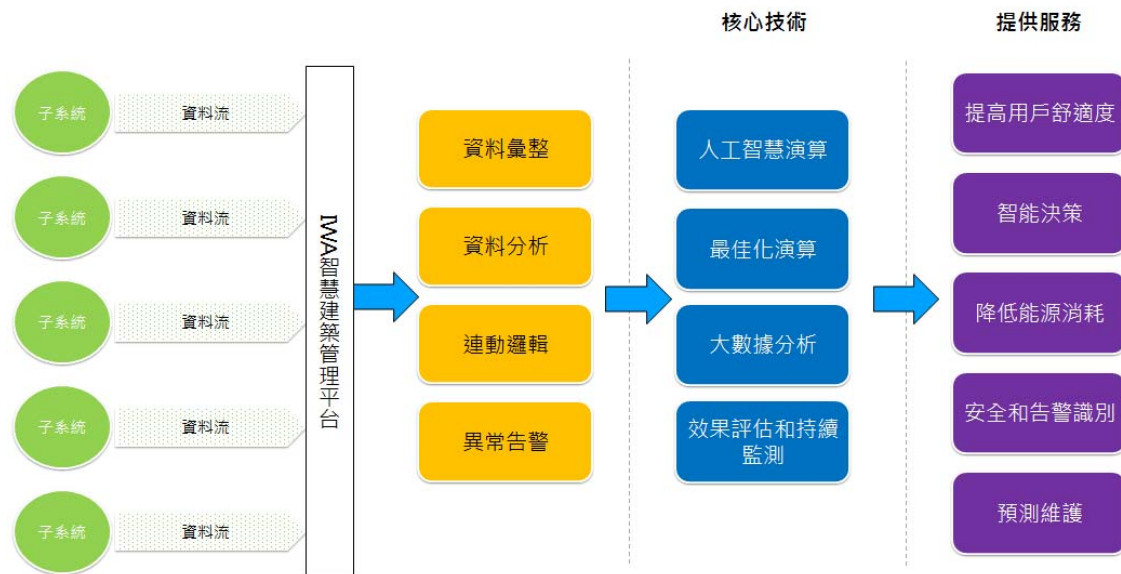


圖 4-38 IWA 智慧建築管理平台提供的服務

(資料來源：群光電能 智慧系統開發處李經理國維「BIM 於建築管理平台之應用」簡報)

### 第三節 小節

本所自 104 年開始推動 BIM 科技計畫，除研訂我國 BIM 協同作業指南、BIM 協同作業指南應用案例教材、國內 BIM 元件通用格式、臺灣 COBie-TW 標準等 BIM 指南、教材及標準供政府機關及業界參考應用；規劃我國 AEC 產業應用 BIM 升級策略；研發以 BIM 輔助建築防火避難性能驗證、應用 BIM 檢測建築技術規則、以 BIM 輔助住宅性能評估與設計，及建築維護管理資訊系統等 BIM 應用工具外，亦建置 BIM 資訊服務技術互動平臺、元件分享入口網站，加速資訊分享交流，降低技術採用門檻，解決國內 BIM 人才與本土元件不足的課題。建築研究所近年將 BIM 研究領域跨域聯結 GIS、IOT 物聯網、A. I. 人工智慧、VR 虛擬實境、AR 擴充實境等資訊技術，提升國民居住安全及品質，並建構居住環境數據庫。

另外，由以上資訊可看出，我國國家發展委員會、內政部營建署、本所、臺北市政府、新北市政府、桃園市政府及臺中市政府等中央、地方政府及業界，亦於近年積極發展 BIM 結合 AI、IoT、GIS 或大數據等技術應用，皆有相當顯著的成果。我國中央及地方政府應用發展成果如表 4-1 所示，業界應用發展成果如表 4-2 所示。



表 4-1 我國中央及地方政府應用發展成果

政府機關	策略及計畫作業成果
國家發展委員會	<p>國家發展委員會推動國家地理資訊系統(National Geographic Information System, NGIS)發展至今，建置超過1,200項具坐標空間屬性圖資成果，包含共用基本底圖及各類主題性圖資，已成為政府施政與決策的重要輔助工具，並於第54次委員會議決議，推動建置3D國家底圖，希望藉此奠定3D GIS及智慧政府數位服務發展基礎。該會除已透過「國土測繪圖資服務雲」發布2D國家底圖服務，提供各界介接使用外，並於108年度辦理多維度國家空資訊服務平臺建置，規劃導入各類3D圖資、發布符合OGC Indexed 3D Scene Layers (I3S)及3D Tiles等2種國際標準之3D圖資服務，並將以滾動式規劃高共通性與決策支援應用功能開發，滿足3D國家底圖加值應用需求。</p>
內政部建築研究所	<p>內政部建築研究所自104年開始推動BIM科技計畫，除研訂我國BIM協同作業指南、BIM協同作業指南應用案例教材、國內BIM元件通用格式、臺灣COBie-TW標準等BIM指南、教材及標準供政府機關及業界參考應用；規劃我國AEC產業應用BIM升級策略；研發以BIM輔助建築防火避難性能驗證、應用BIM檢測建築技術規則、以BIM輔助住宅性能評估與設計，及建築維護管理資訊系統等BIM應用工具外，亦建置BIM資訊服務技術互動平臺、元件分享入口網站，加速資訊分享交流，降低技術採用門檻，解決國內BIM人才與本土元件不足的課題。建築研究所近年將BIM研究領域跨域聯結GIS、IOT物聯網、A.I.人工智慧、VR虛擬實境、AR擴充實境等資訊技術，提升國民居住安全及品質，並建構居住環境數據庫。</p> <p>相關研究羅列如下：</p> <p>(一)應用BIM進行將建築性能模擬評估、增加設計彈性：104年「臺灣Green BIM綠建築資訊建模應用架構研究」</p> <p>(二)結合IOT與雲端技術，擘劃BIM創新藍圖：105年「BIM雲端作業之先導應用與AEC產業4.0升級策略規劃研究」</p> <p>(三)輔助建築法規檢測與性能驗證：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 106年「應用IFC記載建築技術規則檢測資訊之研究—建築設計施工編第1、2章」</li> <li>2. 106年「以BIM輔助建築防火避難性能驗證之研究」</li> <li>3. 107年「應用IFC記載建築技術規則檢測資訊之研究(二)建築設計施工編防火與避難檢討」</li> <li>4. 107年「以BIM輔助建築及室內裝修防火避難之審查驗證研究」</li> <li>5. 107年「以BIM輔助住宅性能評估與設計之研究(一)防火安全、無障礙</li> </ol>

	<p>環境、住宅維護評估類別」</p> <p>(四) 研擬公有建築物繳交 BIM 竣工模型之建材與設備交付資訊內容：108 年「公有建築物繳交建築資訊建模(BIM)竣工模型之建材與設備交付資訊內容研究」</p> <p>(五) 開發建築維護管理結合建築資訊建模(BIM)之資訊系統：108 年「建築維護管理結合建築資訊建模(BIM)之資訊系統開發研究」</p>
內政部營建署	<p>內政部營建署於 92 年研提「全國建築管理資訊系統建置計畫(92~96 年)」、97 年研提「建築管理資訊深化服務計畫(97~100 年)」，101 年研提「建築管理智慧化服務(101~105 年)」，及 107 年研提「107-108 年度數位建築創新應用服務建置計畫」第一階段「BIM 模型資料屬性結合建管資料庫規劃分析」。</p>
臺北市政府	<p>臺北市政府都市發展局自 100 年起進行 BIM 可行性研究，102 年起開始以 BIM 為主軸推動業務無紙化作業、行政輔助查核作業、技術輔助查核作業、3D GIS 應用、竣工模型上繳及維運管理應用。臺北市政府逐步整合 GIS 與 BIM 的相關應用，將建築物 BIM 模型中的各項履歷資訊，在生命週期的不同階段中進行各項資源進行整合與應用。</p>
新北市政府	<p>新北市政府從 2011 年開始推動應用 BIM 技術於公有建築新建工程施工階段，包含三重、蘆洲、淡水、板橋、中和、土城國民運動休閒中心等建築工程案，以利提升工程品質與進行明確的工程進度管理。從 2012 年起，新北市政府的 BIM 技術應用開始轉向 BIM 於建築管理的應用，並以建築法規自動化查核系統的發展為發展主軸，該系統可以根據 BIM 模型及使用者輸入之基本資料運算分析出各項審查所需資訊。為配合系統邏輯運算所需，該系統發展過程涉及將法規文字以數學運算邏輯方式重新整理條列。新北市政府於 2014 年起發佈第一版的法規檢測系統與模型建置標準( 樣板)，輔助建築師快速檢驗所設計 BIM 模型是否符合法規規範，並避免人工錯誤。另自 2016 年起，新北市政府開放該系統供民間申請案件進行空間預審，並自動排審提交委員會完成審查程序。</p> <p>新北市政府發展以 BIM 為基礎整合設備維護與智慧監控之設施管理系統，該系統包含：(1)3D 圖形顯示系統，該系統為一連結 BIM 模型之遠端圖臺，以 EPLAN CHECK 所開發的建審系統圖臺，完成遠端介接可視化圖形資訊的工作，可用行動裝置即時檢視要查看的設備圖資；(2)設施維護管理系統，本系統涉及電力、空調、升降機、給排水、安全系統等設備設施之維護、修理、保養等工作，並可依設備、設施及排程進行巡檢，檢視歷史紀錄；(3)中央監控系統，該系統串接監視系統、緊急對講系統、物業管理、緊急壓扣及門禁系統，執行監控。</p>

桃園市政府	<p>桃園市政府於 106 年度推動建照 BIM 行政審查作業計畫，並制定相關政策與制度健全建管 BIM 基礎環境，該計畫同時導入 BIM 以充實 3D 數位化審議圖資管理雲服務平台，分析大數據提升建管效益及提供都市計畫通盤檢討時，定量分析推計數據基礎。</p> <p>公共建設的經營維管，為建物生命週期中最長階段，桃園市政府工務局透過中央補助計畫，與科技業者聯合開發 3D-AR-BIM 智慧物聯網履歷平臺，從施工、點交到維運，結合 AR(擴增實境)的直覺與 AIoT(人工智慧+物聯網)技術，管理不同公共設施，提升智慧化管理行政效能。</p> <p>桃園市政府住宅發展處於 108 年辦理「建築資訊模型(BIM)、智慧建築、綠建築於維護管理機制規畫導入服務」委託專業服務案，並完成編訂標準作業手冊。於中路二號社宅中，桃園市政府導入圖資倉儲管理系統，保存資訊及確保資訊一致性，並透過資訊交換介接模式，將工程全生命週期資訊導入及應用於維護管理階段。圖資倉儲管理系統也可彙整歷次保養修繕等大數據，並供作人工智慧動態決策分析，進而延長建築物使用年限。另外，桃園市政府也發展及整合地震防災智慧程式模擬平台，可展示 GIS、空拍建模、衛星影像及 BIM 等多種三維模型，並結合地震動態模擬分析技術，提供即時的地震防災資訊。</p>
臺中市政府	<p>臺中市政府為提高建造執照審查行政效率及服務品質，建置「臺中市建築資訊模型(BIM, Building Information Modeling)輔助建築執照審查」系統，並自 2016 年起試辦 3D 模型線上建照審查。建築師可利用該系統上傳申請建照資料並進行線上預審，由於該系統平台以內政部營建署全國建築資訊管理系統的建築執照申請書表為架構，並結合臺中市建管業務參考作業手冊的規定審查工程，除提供建築師於建築圖規劃設計時進行參考比對外，還可將完成的建築圖 BIM 電子檔於審查系統平台中上傳，透過系統針對土地使用分區管制要點、建築管理法令及相關外部環境等條件進行分析運算，取得各條件合格與否的預審結果，都發局建照承辦人員或協審建築師則可結合臺中市地籍圖 GIS 資料，直接在平台上就建築物外部環境如容積、量體退縮及高度等檢測工程進行 BIM 輔助審查。</p>

表 4-2 我國業界應用發展成果

國內 業界	應用發展成果
天茶 智能 科技 股份 有限 公司	<p>天茶智能科技透過物聯網 (IoT)、人工智慧 (AI)、建築資訊模型 (BIM)、智慧監控(IVS) 構築一個智慧建築管理系統平台 (iBMS), 用 JAVA 語言在開放架構 (Open Framework) 開發了一個可以整合智慧建築各種子系統如電氣、空調、給排水、消防與弱電等設備, 達到健康、舒適、安全而且節能的生活、辦公、購物等不同建物目的的 5i 智慧整合的開放平台。</p> <p>天茶智能科技建置一個可以讓使用者可以透過 BIM 的技術與建築物的機、弱電設備達到互動 Interactive, 並透過 IoT 讓設備的運轉狀態與即時數據 instant 呈現在以 3D 顯示所在之位置, 再透過 IVS 智慧監控將安全由被動監視變成主動偵測, 讓運維人員可以對預設之觸發事件立即反應 Immediate 與及時採取行動減少傷害與災害的智慧建築管理系統平台 iBMS。平台同時顯示各管理參數的歷史曲線 Trend Chart 以及觸發事件的歷史紀錄 Event logs。具備漫遊與 VR 的功能外, 五大管線與設備位置及資訊也一覽無遺。</p>
台灣 世曦 工程 顧問 公司	<p>台灣世曦 BIM 整合中心自行研發智慧建築設施維運平台-V3DM, 其特點為三維互動的視覺化操作模式, 使用者透過 3D 模型直覺式的溝通, 回報問題時僅需點選該 3D 模型即可回報, 減低使用者與管理人員之間溝通的問題。V3DM 設施管理平台為一網頁資訊平台, V3DM 設施管理平台的資料來源為 BIM 模型匯出格式, 及使用標準資訊交換格式(COBie) 的管理資料, 另外亦可加載數位文件, 透過資訊關聯即可在 V3DM 設施管理平台中進行 3D 模型與管理資料的交互查詢。V3DM 包含建物環境偵測及結構健康偵測等不同監測對象, 其中建物環境偵測可透過 AIOT 技術及環境感測設備提供環境溫濕度監測、二氧化碳濃度監測、PM2.5 濃度監測、閉路電視、門禁、人臉辨識等功能。</p>
探識 空間 科技 有限 公司	<p>探識空間科技將 BIM、IOT (Internet of Things, 物聯網) 與 Big Data (大數據) 之應用結合在設施維護上, 從初始設備的雛型 — 「點」: 也就是知曉設備位置及狀態的基礎, 到空間狀態與資訊的整合 — 「線」: 透過時間序列加以管理, 再到設備狀態、環境狀態與管理系統做統整的 「面」: 將資訊連結到 3D 圖資強化立體管理。</p>

群光  
電能  
科技  
股份  
有限  
公司

群光電能開發 IWA 智慧建築整合管理平台，藉由「智慧感知」、「智慧運算」、「智慧控制」及「智慧互動」四大面向，為建築物建立「電腦視覺能力」、「環境感知能力」、「自然語言理解能力」、「分析學習能力」及「設施控制能力」，有效協助使用者智慧化控制建物中之重要設備，並有效管理應用各項建築物數據，以提升用戶舒適度及生產力、降低建築物營運成本，達到永續節能目的。

群光集團的營運總部大樓之建築智慧控制系統採用「IWA 智慧建築整合管理平台」為核心，以 BIM 模擬、數據分析、機器學習、物聯網技術等應用高度整合建築內部原本各自獨立運作的操控系統之使用效率，包括空調系統、照明系統、影像安防系統、會議室與停車位空間及使用管理；並透過太陽光、雨水、風力等自然資源的回收，達到節能減碳、智慧科技應用、資源利用最佳化之綜效。

IWA 採用標準 WEB 化界面，不需額外安裝應用程式。使用者只要利用瀏覽器就可方便使用。提供 WEB 線上配置設計，使用者無需編寫任何程序，透過圖形定義和數據連結後，即可開發出各種複雜專業的介面，實現儀錶板和統計分析圖，輕鬆達到即時監控、控制和管理。

## 第五章 BIM 結合 AI/IoT/GIS/大數據技術應用於建築工程

### 全生命週期策略研擬

本章透過彙整、檢討及分析世界各國及本國應用 BIM 跨領域結合 AI、GIS、IoT、大數據、5G、VR、AR、MR、雲端計算、邊緣計算、數位雙生等技術於建築工程全生命週期策略策略及實際應用，探討本國營建業面臨的問題，BIM 可跨領域結合之新興應用技術及商業經營模式，並研擬本國發展策略，及相關研究課題。

#### 第一節 本國營建業面臨的問題

- 各專業分工間缺乏有效垂直溝通/協調/整合：只考慮本身階段性工作
- 各專業分工間缺乏有效水平溝通/協調/整合：各自設計(2D 圖面)，各自施工(現場解決)
- 工程資料缺乏有效管理：常發生瑕疵，不一致，不透明，不易再利用
- 經常犧牲業主權益：專業分工資訊不對稱(成本/品質/工期/效率)，不以業主的利益為依歸，以自己的利益為優先
- 使用者維護與更新困難：設施、使用及維護管理資訊不全，難以實施預防性維護
- 人力短缺：由於本國少子化問題日益嚴重，高齡化社會日益明顯，及年輕人對從事勞力密集的營建業缺乏興趣，導致營建業人力嚴重短缺。
- 技術待發展整合及推廣；BIM 跨領域結合 AI、GIS、IoT、大數據、5G、VR、AR、MR、雲端計算、邊緣計算、數位雙生等技術應用於營建業，可大幅降低工程成本，縮短工期，及提升工程品質。雖然本國部分廠商於部分技術應用已有具體成果，然而這些技術尚待持續發展、整合及推廣，以利資訊可依不同功能需求重複彙整、擷取及應用，並進而建立標竿案例，於本國營建業普遍推廣。
- 業主的觀念待宣導改變：營建業技術的發展，與業主設定的工程需求目標息息相關。倘若業主無基於建築工程全生命週期的考慮，於規劃設計階段及施工階段即導入維護使用階段及循環經濟所需資訊及概念，並無發展 BIM 跨領域結合 AI、GIS、IoT、大數據、5G、VR、AR、MR、雲端計算、

邊緣計算、數位雙生等技術的工程需求，廠商亦不會投資發展新技術，新技術便難以發展、整合及推廣，因此宣導改變業主的觀念甚為重要。

- 推動數位轉型刻不容緩：國際上因推動建築業數位轉型，導致成本降低、效率及競爭力提昇案例不勝枚舉，已成各國推動營建業發展主要趨勢。然而本國營建業數位轉型尚處於初始階段，有待積極推動，提升產業競爭力。

## 第二節 BIM 可跨領域結合之新興應用技術及商業經營模式

- 人工智慧(Artificial Intelligence, AI)+雲端計算(Cloud Computing)
- 物聯網(Internet of Things, IoT)+邊緣計算(Edge Computing)
- 3D 地理資訊系統(Geographic Information System, GIS)
- 大數據(Big Data)
- 5G
- 虛擬實境(VR)
- 擴充實境(AR)
- 混合實境(MR)
- 數位雙生(Digital Twins)
- 導入「循環經濟」5R(「減量 (Reduce)」、「再利用 (Reuse)」、「再循環 (Recycle)」、「能源回收 (Recovery)」、「再修復 (Repair)」)概念，及結合3R(「重新設計 (Redesign)」、「重新思考 (Rethink)」與「重新定義 (Redefine)」)思維

## 第三節 發展策略研擬

- 應用 BIM 於工程規劃、設計及施工階段，提升工程品質，縮短工期及降低成本。
- BIM 跨領域結合 AI、GIS、IoT、大數據、5G、VR、AR、MR、雲端計算、邊緣計算、數位雙生，與導入「循環經濟」5R，及結合3R，應用於建築工程使用及維護管理階段，並發展智慧建築、智慧交通、智慧製造、智慧醫療、智慧城市等，創造新的商業模式，改變產業結構，提升生產力，並創

造好的居住環境。

- 推動建築業數位轉型，促使工程全生命週期的生產與管理，由實體轉向數位。
- 宣導改變業主的觀念，促使業主基於建築工程全生命週期的考慮，於規劃設計階段及施工階段即導入維護使用階段及循環經濟所需資訊及概念。
- 業主管理面變革，因應上述業主觀念的改變，除了技術的導入，更重要的是檢討、調整及溝通整合作業流程。
- 業主組織面變革，因應上述業主管理面變革，檢討及調整組織架構，進而引導價值創新。
- 鼓勵業主利用 BIM 及整合發包(IPD)，使建築工程全生命週期各階段專業團隊及使用單位等，於工程規劃初期即開始全程參與工程進行，直至維護使用階段，執行共同契約，利害共同承擔，並應用 BIM 高度整合協作，有效使用資源，業主終將因減少變更設計，降低施工成本，縮短工程完工時間，獲得最大利益。

#### 第四節 研究課題研擬

BIM 為具有可視化、精準、透明、快速等特性的工具，BIM 跨領域結合 AI、GIS、IoT、大數據、VR、AR、MR、雲端計算、邊緣計算、數位雙生，與導入「循環經濟」5R，及結合 3R，可應用於建築工程使用及維護管理階段，並發展智慧建築、智慧交通、智慧製造、智慧城市等，並創造新的商業模式。綜上，研究課題研擬如下：

- 視覺化溝通平台：應用 BIM 協助進行視覺化的水平與垂直溝通、協調及整合，避免誤會，並提高效率。
- 整合性資訊平台：確保資訊的正確性、一致性、透明化、易於營運管理階段等再利用。
- 全生命週期的管理及循環經濟的應用及使用：資料生產後，可依不同需求重新彙整，被多人依不同需求，於不同時間，重複使用。例如規劃設計階段及施工階段應評估維護使用階段及循環經濟應用所需資料，並配合建置及重新彙整後，供維護使用階段及循環經濟應用及使用。
- 擴大及增加工程設施功能：發揮節能減碳、永續環境的功能。
- 提升工程設計績效：減少變更設計與數量估算錯誤，降低成本，提高效率提升品質，保障安全。



- 智慧營造：研究應用 BIM 於預鑄模組化工程、應用無人機於工區安全巡檢、智慧施工、智慧安全監控等，以期降低施工成本，縮短工期，減少人力負擔。
- 智慧建材：智慧建材結合控制邏輯、AI、IoT、大數據等技術不僅可擴展建築的服務範圍，也可成為大數據的來源。
- 編訂本國 BIM 指南：研擬本國建築工程規劃、設計、施工、維護使用各階段 BIM 協同作業指南，提供給政府機關及業界參考應用，協助業主、建築師、營造廠、相關專業技師有系統的在組織內部、建築工程專案逐步導入 BIM 使資訊交換與共享更有效率。
- 擬訂採購契約參考文件與作業流程及培訓課程教材：協助業主研擬建築工程全生命週期各階段 BIM 應用需求(BIM Use) 與細緻度(LoD)、目標、策略、成果交付原則及作業流程、BIM 採購契約參考文件，編訂合理的 BIM 預算，定義 BIM 參與單位的職責及實施標準作業程序，並完成建築工程 BIM 應用培訓課程教材編撰。

## 第六章 結論與建議

### 第一節 結論

建築資訊建模 (Building Information Modeling, BIM) 技術於建築工程全生命週期 (可行性評估、規劃、設計、招標、施工、竣工驗收至接管及營運維護) 各階段提供不同執行效益。

人工智慧(AI)、地理資訊系統(GIS)、物聯網(IoT)、大數據等資訊技術可以跨領域運用，進一步推動此趨勢及提高效率。將 BIM 技術與 AI、GIS、IoT、大數據等資訊技術結合，可促進推動國內營建建築、工程及營建(AEC)產業智慧化，更有效地規劃新的建築與相關設施，以更低的成本建立及營運，及更有效地維護，另居住者可享受智慧化空間的舒適性及便利性，進而完備相關數位經濟基礎環境，促進新型態商業模式發展。

BIM 結合 AI、IoT、GIS 或大數據等技術應用於建築工程全生命週期中，提高工程、居住及維運管理品質、效率及降低成本已是國際上不可逆的趨勢，因此許多國家政府均已著手擘劃相關發展方針、策略或指南，政府機關及私人公司也積極將相關技術整合應用於實際案例中。例如，奧雅納開發了 AI 智慧建築控制平臺 Neuron，結合 BIM、5G、IoT、雲端、人工智慧及大數據分析等技術，自動計算各類建築維運的有效參數，及自行主動發現使用趨勢，並用於建築性能管理和改善、能源監控和優化、檢測故障並進行預測性維護，實現建築運營的最優化；新加坡政府應用 BIM 結合人工智慧技術開發電子提交(e-Submission)、電子計畫檢查(e-PlanCheck)和電子訊息(e-Info)等系統；挪威政府開發類似 e-Submission 的 ByggSøk 及 ByggNett 系統；日本鹿島縣應用 BIM 結合人工智慧技術於優化施工計畫、工程機械的工作程序及設施管理；日本竹中公司與日本梅賽德斯-奔馳(Mercedes-Benz)合作設計，並應用 BIM 結合 AI 及 IoT 等技術建造了一個原型住宅，稱為 EQ House，將人、建築、移動性和居住空間聯繫在一起；中國大陸在施工階段，已有許多工程透過對鋼構件進行統一編碼，並利用二維碼技術進行現場定位，透過移動端掃碼填報訊息的方式，彙整到 BIM 平台中進行統一管控，可視化查詢不同構件的施工狀態，該技術已實際應用於建築、橋樑等工程中。此外，也有一些工程透過 RFID 射頻技術即時對預製化構件進行定位，並傳輸到 BIM 平台中進行監控，結合 VR 技術可以更加直觀地對施工項目的進度進行遠程管理；另外也有工程透過物聯網技術對施工現場的有害氣體進行整合監控，保證施工安全；中國大陸在維運階段，透過應用傳感設備對建築機電設備進行即時監測，並將其與 BIM 模型中的設備進行連結，從而在 BIM 平台中可以進行動態可視化查詢與管理，並透過通用傳感採集設備對能耗、環境訊息進行監測，並與相對應的建築空間進行連結，即時對建築能耗進行

管理，進一步地結合大數據等技術進行優化；美國 ArdentMC 與 Esri 合作，為政府開發了高端地理空間資訊移動和 Web 的應用程序，這些應用程序對影響國家安全的自然和人為事件提供了態勢感知；美國 Innovate! Inc. 為聯邦政府、州政府、地方政府、部落和私人公司提供空間資料分析、地理空間應用程序開發及整合，以及雲遷移功能服務；美國 Geodynamics 為私人、政府和學術界客戶提供用於工程和自然資源管理的最新沿海和海洋製圖，以及地理空間分析。

本所自 104 年開始推動 BIM 科技計畫，除研訂我國 BIM 協同作業指南、BIM 協同作業指南應用案例教材、國內 BIM 元件通用格式、臺灣 COBie-TW 標準等 BIM 指南、教材及標準供政府機關及業界參考應用；規劃我國 AEC 產業應用 BIM 升級策略；研發以 BIM 輔助建築防火避難性能驗證、應用 BIM 檢測建築技術規則、以 BIM 輔助住宅性能評估與設計，及建築維護管理資訊系統等 BIM 應用工具外，亦建置 BIM 資訊服務技術互動平臺、元件分享入口網站，加速資訊分享交流，降低技術採用門檻，解決國內 BIM 人才與本土元件不足的課題。建築研究所近年將 BIM 研究領域跨域聯結 GIS、IOT 物聯網、A.I. 人工智慧、VR 虛擬實境、AR 擴充實境等資訊技術，提升國民居住安全及品質，並建構居住環境數據庫。

另外，我國國家發展委員會、內政部營建署、本所、臺北市政府、新北市政府、桃園市政府及臺中市政府等中央、地方政府及業界，亦於近年積極發展 BIM 結合 AI、IoT、GIS 或大數據等技術應用，皆有相當顯著的成果。

本研究依據所蒐集到的國內外 BIM 技術結合 AI、GIS、IoT 或大數據等技術應用於建築工程全生命週期策略、實際應用成果及建議，經過分析及增加研究者意見，彙整出本國營建業面臨的問題、BIM 可跨領域結合之新興應用技術及商業經營模式，及發展策略，希望能為本國 BIM 結合 AI/IoT/GIS/大數據技術應用於建築工程全生命週期技術發展及推廣盡一份心力。

## 第二節 建議

- 應用 BIM 於工程規劃、設計及施工階段，提升工程品質，縮短工期及降低成本。
- BIM 跨領域結合 AI、GIS、IoT、大數據、5G、VR、AR、MR、雲端計算、邊緣計算、數位雙生，與導入「循環經濟」5R，及結合 3R，應用於建築工程使用及維護管理階段，並發展智慧建築、智慧交通、智慧製造、智慧醫療、智慧城市等，創造新的商業模式，改變產業結構，提升生產力，並創造好的居住環境。
- 推動建築業數位轉型，促使工程全生命週期的生產與管理，由實體轉向數位。

- 宣導改變業主的觀念，促使業主基於建築工程全生命週期的考慮，於規劃設計階段及施工階段即導入維護使用階段及循環經濟所需資訊及概念。
- 業主管理面變革，因應上述業主觀念的改變，除了技術的導入，更重要的是檢討、調整及溝通整合作業流程。
- 業主組織面變革，因應上述業主管理面變革，檢討及調整組織架構，進而引導價值創新。
- 鼓勵業主利用 BIM 及整合發包(IPD)，使建築工程全生命週期各階段專業團隊及使用單位等，於工程規劃初期即開始全程參與工程進行，直至維護使用階段，執行共同契約，利害共同承擔，並應用 BIM 高度整合協作，有效使用資源，業主終將因減少變更設計，降低施工成本，縮短工程完工時間，獲得最大利益。

## 參考書目

- [1] <https://techwireasia.com/2020/02/going-digital-yields-great-results-for-construction-companies-in-singapore/>
- [2] 日本國土交通省於於令和元年9月建築BIM推進會議簡報
- [3] 施宣光,嚴國雄(2017). 應用IFC記載建築技術規則檢測資訊之研究—建築設計施工編第1、2章,內政部建築研究所.
- [4] 郭詩毅,莊英吉(2017). 以BIM輔助建築防火避難性能驗證之研究,內政部建築研究所.
- [5] 施宣光,嚴國雄(2018). 應用IFC記載建築技術規則檢測資訊之研究(二)建築設計施工編防火與避難檢討,內政部建築研究所.
- [6] 施宣光,黃毓舜(2019). 公有建築物繳交建築資訊建模(BIM)竣工模型之建材與設備交付資訊內容研究,內政部建築研究所.
- [7] 王榮進,沈揚庭(2019). 建築維護管理結合建築資訊建模(BIM)之資訊系統開發研究,內政部建築研究所.
- [8] 行政院研究發展考核委員會專題演講-電子化政府服務與建築管理智慧化
- [9] 新北市政府新建工程處李主任秘書仲昀「以BIM為基礎整合設備維護與智慧監控之設施管理系統發展」簡報
- [10] <https://www.tycg.gov.tw/smartcity/home.jsp?id=37&parentpath=0,5>
- [11] 桃園市政府住宅發展處陳副工程司昌楙「桃園市社會住宅-BIM於營運管理階段之發展運用」簡報
- [12] 建築執照審查雲端協同作業平台申請人教育訓練
- [13] 桃園智慧城市資訊網  
(<https://www.tycg.gov.tw/smartcity/home.jsp?id=37&parentpath=0,5>)
- [14] 天茶智能科技(<https://www.tcitech.com.tw/about-us>)
- [15] 2020 BLM台灣人居環境秋季論壇簡報

- [16] 台灣世曦 BIM 整合中心蘇副理瑞育「智慧建築設施維運平台」簡報
- [17] 蘇瑞育、林志全、陳昭惠，世曦大樓導入 BIM 智慧型設施管理系統的整合與應用經驗，技師期刊。
- [18] 探識空間科技蔡博士明達「BIM 與大數據應用」簡報
- [19] 群光電能吳經理致頡「智慧建築創新設計與應用策略—以『群光電子總部大樓』為例」簡報
- [20] 群光電能 智慧系統開發處李經理國維「BIM 於建築管理平台之應用」簡報