

智慧建築雲端平台應用推廣計畫

內政部建築研究所業務委託報告

中華民國 109 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

智慧建築雲端平台應用推廣計畫

受委託單位：社團法人台灣智慧建築協會

計畫主持人：彭繼傳

協同主持人：李國維

研究人員：黃立德

研究助理：葉金玉

研究期程：中華民國 109 年 3 月至 109 年 12 月

內政部建築研究所業務委託報告

中華民國 109 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

ARCHITECTURE AND BUILDING RESEARCH
INSTITUTE
MINISTRY OF THE INTERIOR
RESEARCH PROJECT REPORT

The promotion project for cloud
platform of Intelligent Building

By

**Chi-Chuan Peng, Kuo-wei Lee,
Li-Te Huang, Gim-Yu Yeh**

December 31, 2020

目次

目次.....	I
表次.....	V
圖次.....	VII
摘要.....	IX
Abstract.....	XIII
第一章 計畫緒論.....	1
第一節 計畫緣起.....	1
第二節 計畫背景.....	1
第三節 研究方法與進度說明.....	3
壹、研究方法.....	3
貳、研究流程.....	4
參、研究進度說明.....	5
第二章 預測維護應用服務案例.....	7
第一節 國外雲端平台預測維護應用服務相關資料及案例.....	9
壹、國際商業機器股份有限公司(IBM)	10
貳、思愛普軟體系統股份有限公司(SAP).....	13
參、西門子 (Siemens)	15
肆、微軟(Microsoft)	17
伍、奇異(GE).....	19
第二節 國內雲端平台預測維護應用服務相關資料及案例.....	20
壹、工具機產業之先進製造雲.....	20
貳、遠東機械.....	20
參、高聖精密機電.....	21
第三節 預測維護文獻探討.....	23
壹、IFC 資料格式	23
貳、COBie 資料交換	24
參、台灣資通訊產業標準.....	25
肆、建築資訊與設施管理.....	27

第三章	業界訪談調查.....	29
第一節	專家訪談.....	29
壹、	訪談目的.....	29
貳、	訪談對象.....	30
參、	訪談內容.....	30
第二節	國內維護機構專家訪談.....	31
壹、	中興電工機電物業管理專家訪談.....	31
貳、	國霖機電管理專家訪談.....	33
參、	美商 Trane Taiwan_詮宏空調系統股份有限公司專家訪談.....	35
肆、	東磊工程股份有限公司專家訪談.....	37
第三節	專家座談會.....	39
壹、	座談會目的.....	39
貳、	「智慧建築雲端平台應用推廣計畫」專家座談會.....	39
第四章	雲端平台預測維護應用服務之資料需求.....	43
第一節	空調設備預測維護應用服務之資料需求.....	43
壹、	空調設備預測維護應用相關資料.....	43
貳、	空調設備預測維護資料分析.....	45
參、	空調設備預測維護數據交換格式標準.....	56
第二節	給排水設備預測維護應用服務之資料需求.....	60
壹、	給排水設備預測維護應用相關資料.....	60
貳、	給排水設備預測維護資料分析.....	60
參、	給排水設備預測維護數據交換格式標準.....	62
第三節	照明設備預測維護應用服務之資料需求.....	64
壹、	照明設備預測維護應用相關資料.....	64
貳、	照明設備預測維護資料分析.....	65
參、	照明設備預測維護數據交換格式標準.....	66
第五章	預測維護服務應用情境、功能及資訊架構.....	67
第一節	提出智慧建築之空調、照明、給排水設備預測維護服務應用情 境、功能及資訊架構.....	67
壹、	預測維護模型運作流程.....	68
貳、	預測維護服務應用情境、功能及資訊架構.....	74
第二節	開發預測維護服務模組及模組規劃.....	83
壹、	概論.....	83
貳、	開發設備預測維護服務模組示意.....	85
參、	各系統模組服務模式資訊應用建議.....	86

第六章	雲端平台預測維護應用服務之具體效益.....	91
第一節	開發智慧建築之空調、照明、給排水設備 預測維護嚴重度呈現	91
壹、	預測嚴重度.....	91
第二節	預測維護應用服務案例模擬之效益分析.....	94
第七章	結論與建議.....	97
第一節	結論.....	97
第二節	建議.....	97
壹、	研擬智慧建築導入智慧建材應用推廣計畫：立即可行建議.....	97
貳、	將系統及其設備，進行標準格式定義和預測維護模型開發：中長期建議.....	98
附錄一	期初審查意見與回覆.....	101
附錄二	第一次工作會議會議紀錄.....	103
附錄三	第二次工作會議會議紀錄.....	107
附錄四	專家訪談紀錄一.....	111
附錄五	專家訪談紀錄二.....	117
附錄六	第三次工作會議會議紀錄.....	125
附錄七	第四次工作會議會議紀錄.....	131
附錄八	期中審查意見回應表.....	135
附錄九	期中審查會議委員意見回覆.....	143
附錄十	第五次工作會議會議紀錄.....	151
附錄十一	專家訪談紀錄三.....	155
附錄十二	專家訪談記錄四.....	159
附錄十三	第六次工作會議會議紀錄.....	165

附錄十四	期末審查意見回應表.....	169
附錄十五	期末審查會議委員意見回覆.....	181
附錄十六	程式交付資料.....	189
參考書目		195

表次

表 1:計畫預定進度甘特圖	5
表 2:智慧建築能源管理系統資料格式標準	25
表 3:受訪專家名單	30
表 4:「智慧建築雲端平台應用推廣計畫」座談會出席名單	40
表 5:智慧建築雲端平台應用推廣計畫」座談會討論與回應內容摘要	40
表 6:空調系統資料格式項目	47
表 7:中興電工-空調設備機電保養維護表	55
表 8:空調設備物測維護數據交換格式	56
表 9:給排水系統資料格式項目	60
表 10:中興電工-給排水設備機電保養維護表	61
表 11:國霖機電-給排水設備機電保養維護表	62
表 12:給排水設備物測維護數據交換格式	63
表 13:照明系統資料格式項目	65
表 14:照明設備物測維護數據交換格式	66
表 15:各迴歸方法簡易比較(資料來源:研究團隊自行繪製).....	74
表 16:空調系統建立預測維護模型建議納入點位參考清單	75
表 17:冰水主機資料概況	75
表 18:各迴歸方法簡易比較(資料來源:研究團隊自行繪製).....	79
表 19:預測維護投入成本試算表	94
表 20:損失成本試算表	95
表 21:空調系統設備屬性一覽表	98
表 22:給排水系統設備屬性一覽表	99

圖次

圖 1:雲端系統規劃流程	1
圖 2:研究流程圖	4
圖 3:預測性維護 2019-2024 的市場報告	8
圖 4:前 20 名實現預測性維護的公司	10
圖 5:電梯上的傳感器收集數據並將其發送到 IBM	12
圖 6:Kaeser SAP Leonardo 架構圖	14
圖 7:西門子 MindSphere 平臺開架構	15
圖 8:Willow Twin 平台架構	18
圖 9:IfcBuilding 空間結構階層圖[19]	24
圖 10:Building View Of COBie,using standard terms[20]	25
圖 11:BIM 和 FM 數據集成中基於知識的反饋迴路潛力的圖形表示	27
圖 12:預測維護模型運作流程(資料來源:研究團隊製作)	68
圖 13:歷史數據收集釋義(資料來源:研究團隊製作)	69
圖 14:迴歸模型建立流程(資料來源:研究團隊製作)	70
圖 15:一維線性回歸示意圖	71
圖 16:類神經網路之基本結構	72
圖 17:經典機器學習演算法-決策樹	73
圖 18:冰水回流溫度資料	76
圖 19:冰水進流溫度資料	76
圖 20:空調預警報點位架設示意圖	77
圖 21:冰水流量為預測目標之結果比較	78
圖 22:空調預警報點位架設示意圖	79
圖 23:水池 1 水位高資料	79
圖 24:水池 2 水位高資料	79
圖 25:水池 1 報警點位(每日累積點數)	80
圖 26:水池 2 報警點位(每日累積點數)	80
圖 27:空調-冰水主機類設備預測維護交換格式標準(1/2)	83
圖 28:空調-冰水主機類設備預測維護交換格式標準(2/2)	84
圖 29:空調-泵浦類設備預測維護數據交換格式標準	84
圖 30:空調-送排風類設備預測維護數據交換格式標準	84
圖 31:照明設備預測維護數據交換格式標準	85
圖 32:給排水設備預測維護數據交換格式標準	85
圖 33:預測服務模式流程圖	86
圖 34:預測服務模式流程圖	86
圖 35:空調系統-冰水主機建議預測服務模式	87

圖 36:空調系統-冷卻水塔建議預測服務模式	87
圖 37:空調系統-泵浦建議預測服務模式	88
圖 38:空調系統-排風建議預測服務模式	88
圖 39:給排水系統建議預測維護服務模式	89
圖 40:照明系統建議預測維護服務模式	89
圖 41:預測嚴重度呈現	92
圖 42:預測嚴重度處理流程圖	93

摘要

關鍵詞：智慧建築、資料格式、預測維護、雲端平台

一、研究緣起

根據 108 年度的「智慧建築空間性能數據蒐集暨雲端平台應用推廣計畫案」所提出的雲端平台標準通訊界面和架構結論。

建築物在竣工落成後的營運使用，由於時間長，人事更迭與空間功能需求異動等，造成建築物相關設施資訊漏失而無法完整與有效掌握，這對現代建築規模愈來愈大，功能多元複雜，尤其在永續發展智慧建築的趨勢要求下，愈加凸顯建築物設施管理之重要性與挑戰性。

二、研究方法及流程

本計畫蒐集智慧建築在空調、給排水、照明等數據，彙整設施維運所需資料；整理數據分析方法，並提出資料格式規範草案。推廣智慧建築雲端平台應用服務。並舉辦座談會與進行專家訪談，與產官學研各界之專家進行意見交流。

研究方法及流程說明如下：

1.文獻調查分析法

蒐集國外雲端平台公司在預測維護應用服務，以及國際間有關建築物的維運系統所涉及的標準如 ISO-55000(2014)、英國國家標準學會(BSI)發布的 BS-1192(2007) 和 ISO-19650、施工階段營建資訊的交付標準 Cobie 進行分析與整理。

2.比較分析法

比較目前實際案場使用維護數據，搭配目前數據交換格式標準進行比較分析，做為建立標準格式訂定之參考。

3.專家諮詢法

邀請專家學者針對研究內容進行審議，提出應修正及增刪之意見，做為基準擬定之參考。

三、重要發現

本計畫工作全數完成，包含以下主要工作項目：

1. 提蒐集國內、外建築雲端平台預測維護應用服務相關資料及案例；透過研究，相對於建築產業的預測維護較少著墨。因此，本專業服務案所針對智慧建築預測維護的研究是具有前瞻性、推廣性和商業性。
2. 提出預測維護服務應用情境、功能及資訊架構，並開發智慧建築預測維護服務模組及測試建築空間性能相關數據共通之資料交換格式規範草案：根據前述成果，完成適用於雲端平台之空間性能數據共通之資料交換格式規範草案。
3. 智慧建築雲端平台架構與回饋資訊效益評估：蒐集分析各種雲端服務應用模式與智慧建築雲端平台案例，完成雲端平台架構規劃，並提出回饋資訊效益評估。
4. 辦理智慧建築雲端平台推廣計畫產業訪談調查：於 109 年 10 月 16 日辦理「智慧建築雲端平台推廣計畫」專家座談會、並完成對智慧建築與雲端平台相關產業中不同領域與角色的專家訪談。

四、主要建議事項

建議一

研擬智慧建築導入智慧建材應用推廣計畫：立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

本次計劃發現許多資料不易蒐集，建議可就智慧建材等導入 IoT 之設備，使其蒐集必要之設備數據，以拓展智慧建築雲端平台預測維護效益。

建議二

將系統及其設備，進行標準格式定義和預測維護模型開發：中長期建議

主辦機關：內政部建築研究所

中長期發展，預測維護可應用於更多類型系統設備上。因此，建議未來將其重要系統設備進行標準格式定義和預測維護模型開發，進行強化雲端平台的資料收集性與服務應用性。

Abstract

Keywords : Internet of Things 、 Big Data 、 Cloud Computing 、 Artificial Intelligence 、 Predictive Maintenance

Because of the vigorous development of technologies such as Internet of Things , big data , cloud computing , artificial intelligence , etc. , the big data of daily operations of buildings through the cloud platform , and the development of related technologies and industries through the use of artificial intelligence technology to invest in capital , value-added application services , and opportunities .

It is recommended to collect data on the performance of the planned smart building space , and to collect inventory of cloud platform architecture and application projects. The main application projects can be divided into four major aspects : forecast maintenance , disaster prevention , health management , and building energy consumption , and the platform content can be gradually built. This year , we will study the steps of planning , design , implementation and verification of predictive maintenance application projects.

The operating cost of an existing building after its completion is the stage of the most accumulated maintenance cost in the entire building life cycle. In order to consolidate the daily operations of building air-conditioning , lighting , water supply and drainage and other equipment through the cloud platform , and provide capital value-added application services to save the daily operating costs , there is an urgent need to promote smart building cloud platform application services.

第一章 計畫緒論

第一節 計畫緣起

根據 108 年度的「智慧建築空間性能數據蒐集暨雲端平台應用推廣計畫案」所提出的雲端平台標準通訊界面和架構(圖 1)結論，可用來達到資料蒐集的標準。日後再服務推廣的誘因下，引導使用者根據此方式批次上傳建築物空間資訊，雲端平台可進行資料分析和儲存，將朝打破數據孤島，達到數據自由流通為主，確保智慧建築數據共通管理，能提供使用者需求，並具備良性的營運機制。

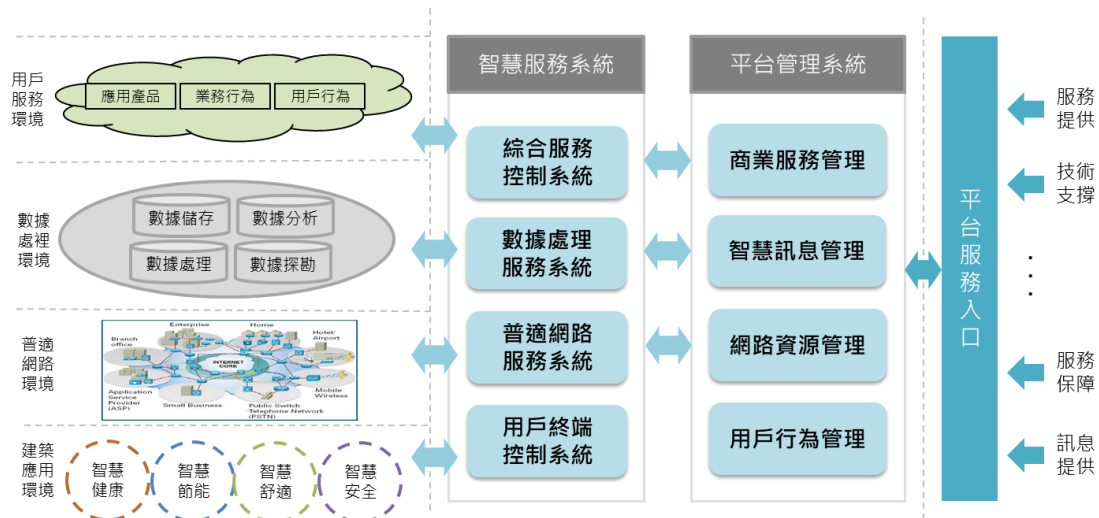


圖 1: 雲端系統規劃流程

第二節 計畫背景

建築物在竣工落成後的營運使用，是整個建築物生命週期中，時間最長，累積維運成本最多的時期，由於時間長，人事更迭與空間功能需求異動等，造成建築物相關設施資訊漏失而無法完整與有效掌握，徒增管理成本，並折損管理效率，這對現代建築規模愈來愈大，功能多元複雜，尤其在永續發展智慧建築的趨勢要求下，愈加凸顯建築物設施管理之重要性與挑戰性。

有鑑於此，本計畫案延續 108 年度「智慧建築空間性能數據蒐集暨雲端平台應用推廣計畫案」，再針對空調、照明和給排水三個弱電系統進行數據蒐集方

式之調查、數據交換格式之規劃設計後，進而完成預測維護服務應用功能與模組之建立。並將本案所規劃設計的預測維護服務應用功能進行驗證。

本計畫案將透過雲端平台匯聚建築物空調、照明、給排水等設備之日常營運大數據，並提供資料加值應用服務，以節省日常營運費用，推廣智慧建築雲端平台應用服務。如此一來，雲端平台將可累積大量的操作及運轉數據。不但可延續 108 年的計畫案，也是邁向資訊經濟的一個很重要的步驟。

第三節 研究方法與進度說明

壹、研究方法

本研究主要進行智慧建築雲端平台預測維護應用研究，研擬智慧建築之空調、照明、給排水設備預測維護應用服務之資料需求、內容及基準，參考國內外維護服務應用情境、功能及資訊架構、內容及基準，採用文獻調查分析法、比較分析法、專家諮詢法等，以達成計畫目標。

一、文獻調查分析法

1. 國外雲端平台預測維護應用服務相關公司探討。
2. 國外雲端平台公司在預測維護應用服務案例分析。
3. 預設維護的資料架構。
4. 工具機產業之先進製造雲案例分析。
5. 遠東機械旗下發得科技智動化公司案例分析。
6. 高聖精密機電案例分析。
7. 針對國際間有關建築物的維運系統所涉及的標準如 ISO-55000(2014)、英國國家標準學會(BSI)發布的 BS-1192(2007) 和 ISO-19650、施工階段營建資訊的交付標準 Cobie 進行分析與整理。

二、比較分析法

針對文獻探討空調、照明和給排水三個弱電系統數據蒐集方式，國內機電維護廠商專家訪談，目前實際案場使用維護數據，搭配目前數據交換格式標準進行比較分析，做為建立標準格式訂定之參考。

三、專家諮詢法

研究結果經過初步整理後，邀請相關專家學者，進行意見之交流溝通，並針對本研究內容進行審議，提出應修正及增刪之意見，作為本研究修訂智慧建築之空調、照明、給排水設備預測維護應用服務合理性之參考依據。

貳、研究流程

研究流程說明如下圖 2：

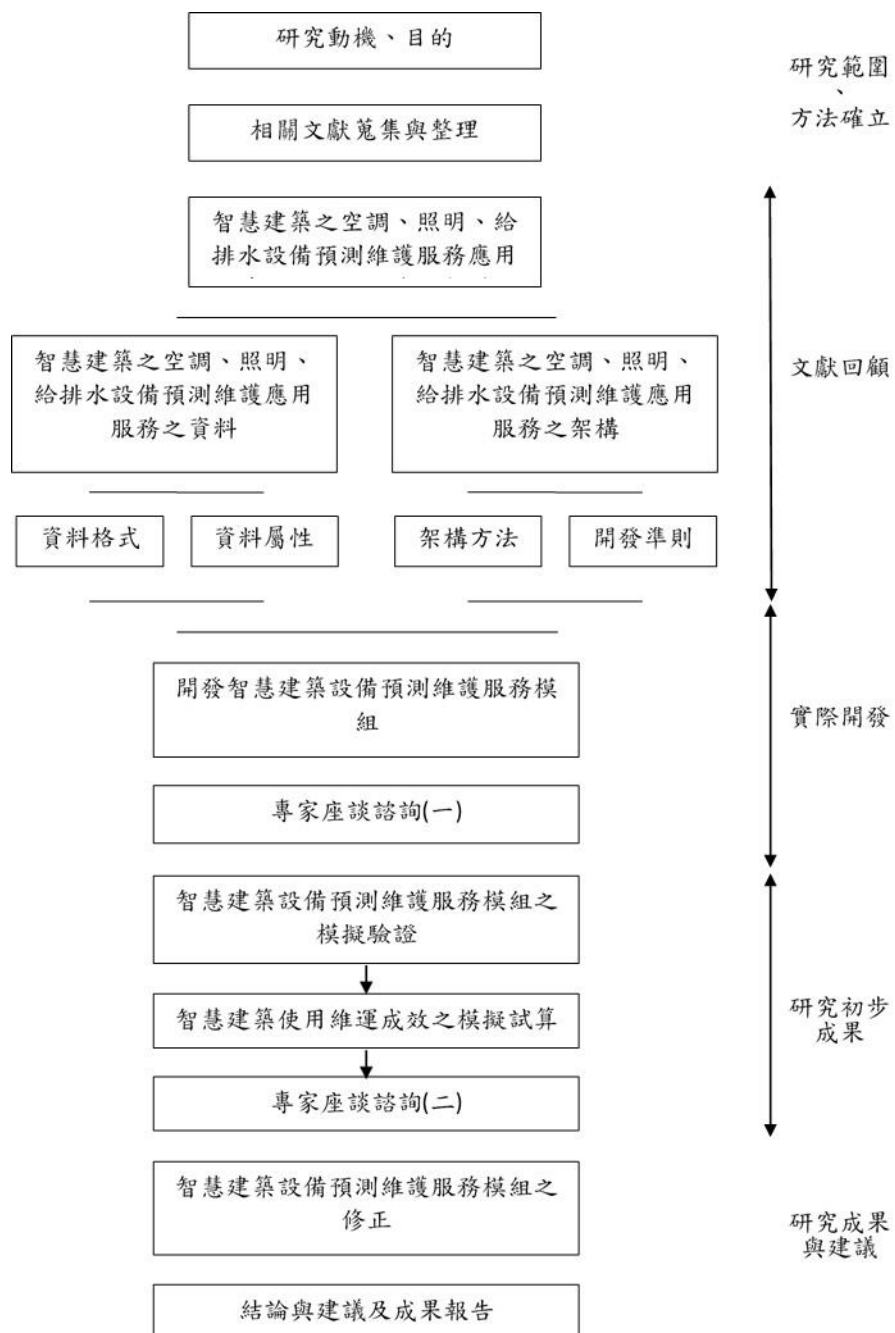


圖 2:研究流程圖

參、研究進度說明

本案共規劃 11 個月的研究期程如表 1，第一階段(期中報告審查前)以文獻蒐集及完成智慧建築之照明設備預測維護服務應用情境、功能及資訊架構為主。第二階段(期中報告審查後)進入預測維護服務功能開發和驗證。

表 1:計畫預定進度甘特圖

月份 項目	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	備註
交付工作進度報告書												
1.蒐集國內、外建築雲端平台預測維護應用服務相關資料及案例。												
1.1 完成國內、外建築雲端平台預測維護應用服務相關資料及案例之蒐集。												
2. 調查分析透過雲端平台匯聚智慧建築之空調、照明、給排水設備預測維護應用服務之資料需求												
2.1 完成智慧建築雲端平台之空調、照明、給排水設備預測維護應用服務之資料需求分析												
3. 提出智慧建築之空調、照明、給排水設備預測維護服務應用情境、功能及資訊架構，並開發智慧建築之空調、照明、給排水設備預測維護服務模組及測試												
3.1 完成智慧建築之照明設備預測維護服務應用情境、功能及資訊架構，並開發智慧建築之照明設備預測維護服務模組及測試												
期中審查會議(7/29)												
3.2 完成智慧建築之空調設備預測維護服務應用情境、功能及資訊架構，並開發智慧建築之空調設備預測維護服務模組及測試												

智慧建築雲端平台應用推廣計畫

月份 項目	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	備註
3.3 完成智慧建築之給排水設備預測維護服務應用情境、功能及資訊架構，並開發智慧建築之給排水設備預測維護服務模組及測試												
4 透過建築物預測維護應用服務案例模擬試算，呈現智慧建築雲端平台預測維護應用服務之具體效益												
4.1 召開 1 場「智慧建築雲端平台預測維護應用服務之具體效益」座談會												
期末審查會議												
交付機關認可同意之成果報告												

第二章 預測維護應用服務案例

有關建築雲端平台相關預測維護應用服務資料與案例文獻蒐集工作，本計畫從國內外文獻整理預測維護發展考量的面向，包含建築資訊模型的分類與應用、設施管理(Facilities Management，簡稱 FM)整合與資料回饋機制、建築物維護資料建立等環節。

根據聯邦能源管理計劃 (FEMP) 的研究估計[1]，運行正常的預測性維護計劃可以比無功維護節省 30%到 40%。2019 年 6 月 20 日 IoT Analytics 發布了「Predictive Maintenance(預測性維護/PdM) Report 2019-2024」的市場報告[2]。在此份報告中指出(如圖 3)，透過物聯網技術的應用，在 PdM 方面有六個主要發現，其依序是：

1. 成本節省：依據用戶與使用者調查回饋，導入 PdM 的投資回報率很高，通常能使維護成本降低 10-50%。IoT Analytics 估計由於新的預測性維護的導入，2018 年全球各生產組織節省了 170 億美元的支出，預計到 2024 年可進一步達 1,880 億美元。
2. 大量的供應商出現：PdM 解決方案供應商的數量在 2 年內倍增，時至統計調查的時間點已有 182 家知名供應商。
3. 市場成熟：儘管大多數項目仍處於試驗和概念驗證階段，但許多項目正在持續擴展，已有些公司正在針對百萬美元級資產與設備進行預測性維護。
4. 數據分析的角色增強：由於人工智慧領域的快速進步和數據蒐集與累積的速度增加，複雜的分析變得越來越重要，占整個 PdM 預算很大的份額。
5. 市場持續成長：2018 年 PdM 解決方案市場規模達到 33 億美元，預計到 2024 年將增長 39 %至 23.5 億美元。據 IoT Analytics 估計，到 2024 年透過 PdM 的採用，除了可進一步節省成本至 1，

880 億美元外，在法規遵從性和安全性增強方面的表現也將有長足的進步。

6. 迎接下一個挑戰：從過去少數採用 PdM，到使用者眾；挑戰已從執行與採用解決方以利數據蒐集，轉向數據質量和分析人員的產業知識深度與分析能力。

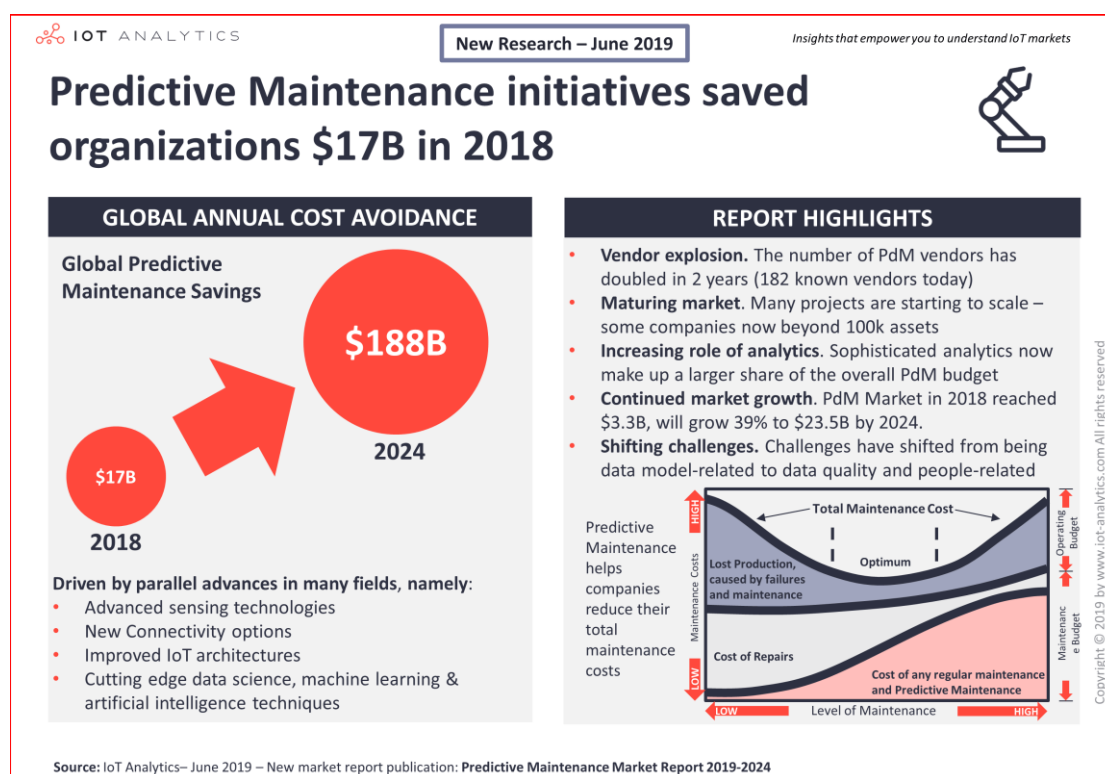


圖 3:預測性維護 2019-2024 的市場報告¹

¹資料來源:IoT Analytics(<https://iot-analytics.com/numbers-of-predictive-maintenance-vendors-surges/>)

第一節

國外雲端平台預測維護應用服務相關資料及案例

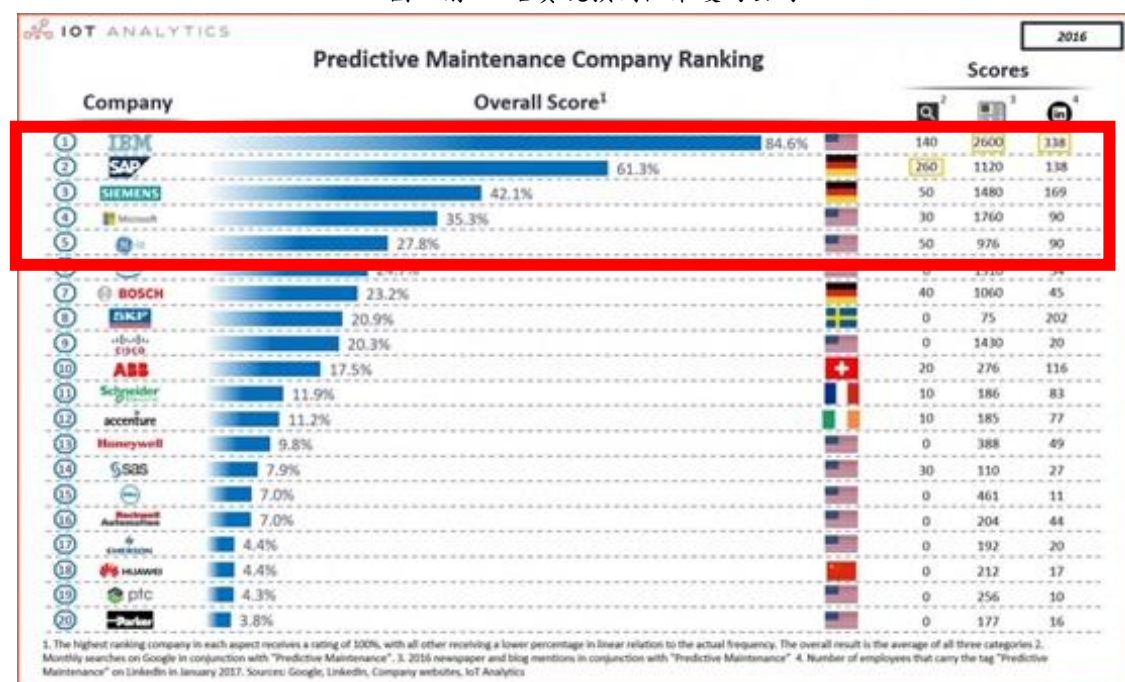
IoT Analytics 研究[3]表明，物聯網的發展和先進的分析推動了整個市場採取預測性維護策略，2016-2022 年期間預測性維護的複合年均增長率（CAGR）為 39%；另外，到 2022 年技術支出將達到 10.96 億美元。報告數據基於 110 家從事預測維護實施的技術公司相關業務的收入所得出，這些公司跨越 13 個行業和 7 個技術領域。這 110 多家企業中不乏一些初創企業，它們大部分是為預測性維護提供軟體解決方案的公司。

IoT Analytics 根據報告，發表了“啟用預測性維護的前 20 家公司”[4]文章，該文章提到預測性維護策略是基於傳統狀態監測與分析算法的增強相結合的，因此能夠在機器故障發生之前進行預測。研究表明，物聯網和分析技術的進步正在推動市場採用，該技術的用戶報告其效率提高了 25%-30%。作為研究的一部分，我們從過去的五個不同領域中選出了 110 家過去從事過預測性維護實施的技術公司：

- 狀態監控硬體
- 工業自動化硬體
- 連接性
- 儲存與平台
- 分析工具

為了更好地了解各個公司在預測性維護領域的活躍度，我們基於與流行的 IoT 公司排名相同的方法，並基於 2016 年的數據，計算了預測性維護公司的公司排名，如圖 4 所示。本計畫將針對其中五大預測性維護公司的相關案例進行研究和探討。

圖 4:前 20 名實現預測性維護的公司²



壹、國際商業機器股份有限公司(IBM)

一、相關資料

IBM 的 PMQ(Predictive Maintenance and Quality)是源自於 IBM Watson 所提供的“認知智慧引擎”，該解決方案基於對設備性能和使用狀況的實時分析，通過監測、分析和記錄設備的數據，從而輸出主要設備的健康管理數據，減少非計劃成本，延長設備壽命，提高產品質量和收益等。根據 IBM 知識中心的預測性維護和質量解決方案指南 2.5.2[5]。IBM Predictive Maintenance and Quality 能提供操作情報數據，使得能夠執行以下任務：

- 了解，監視，預測和控制產品和過程的可變性。
- 執行深入的根本原因故障分析。
- 確定錯誤的操作方法。
- 增強設備和過程診斷功能。
- 它還為您提供資產績效管理功能，可幫助您實現以下目標：
- 預先了解設備和過程性能。
- 增加資產正常運行時間。
- 確定安全問題。

²資料出處：<https://iot-analytics.com/top-20-companies-enabling-predictive-maintenance/>

- 確定不正確的維護程序。
- 優化維護間隔和程序。

二、相關案例

(一) 通力電梯公司 KONE

通力[6]使用 IBM Watson IoT Platform 和 Predictive Maintenance Insights 向電梯和自動扶梯提供智慧服務。通過將其電梯連接到雲端並分析每台電梯產生的數據，通力可以為每台電梯量身定製完美的維護服務。這意味著更少的故障，更快的維修，更高的可用性以及讓客戶更放心。

基於 AI 的系統不僅可以合成輸入數據，還可以對其進行分析以使其接收到的信號有意義。例如，溫度讀數略高於正常值可能表明發動機有故障，但是 Watson IoT 也可以指出天氣是否炎熱，這也可能是一個因素。

另一個例子是，當電梯共享時，它比平時高出幾毫米降落，或者在啟動後出現輕微振動-所有潛在問題的指標。作為響應，Watson IoT 可以安排維護或記錄異常數據點以供將來參考。

通力在全球擁有幾百萬台電梯和自動扶梯。維護基地中與電梯和自動扶梯相連的傳感器(如圖 5)和系統共享數據。可以將分析的數據提供給維修技術人員，維修人員可以確定問題並可以在開車前往現場之前提前保留正確的備件。通過實時分析，可以就如何解決任何潛在的問題，在問題成問題之前做出明智，主動的決策。

除了收集和存儲設備數據之外，通力還使用 IBM Cloud 收集和存儲設備數據，構建應用程序並開發新的解決方案。這些新服務將尖端技術與人們的需求理解相結合，以改善家庭，社區和城市中的口流動。



圖 5:電梯上的傳感器收集數據並將其發送到 IBM³

(二) 普惠飛機發動機公司(Pratt & Whitney)

普惠公司[7]將在 IBM 的幫助下，極大地擴展其當前的性能監控功能，該功能可用於 4,000 多個可運行的商用引擎。IBM 將協助普惠公司利用其軍事診斷，預後和健康管理功能，為迅速增長的商業機隊提供主動和自動化的後勤服務。

這將為普惠公司的客戶提供更長的飛行時間，補充當前的資產維護警報，並提供對飛行運營數據的更好洞察。普惠公司通過整合我們從軍用發動機計劃中獲得的經驗，在監控能力方面不斷提高，並與 IBM 合作以集成組件和系統健康信息，我們將為客戶增強我們的商業發動機健康分析服務，這將使我們能夠準確主動地監控客戶發動機的運行狀況，並為我們提供進一步的可視性，以便在減少客戶成本的同時，為優化運營進行提前計劃。

³資料出處:<https://www.altoros.com/blog/kone-monitors-1-1m-elevators-and-escalators-with-ibm-bluemix-and-watson-iot>

貳、思愛普軟體系統股份有限公司(SAP)

一、相關資料

SAP 的物聯網產品組合被命名為 SAP Leonardo[8]。SAP Leonardo IoT 解決方案（包括 SAP Connected Goods，SAP Vehicle Insights，SAP Predictive Maintenance 和服務和 SAP 資產智慧網絡）。SAP Leonardo 提供了智慧 IoT 應用程序，用於開發的業務服務，用於處理高速數據的技術服務以及在設備級別處理信息的智慧邊緣。SAP Leonardo 在針對以下領域的端到端產品中結合了 SAP 的獨特優勢，包括在 25 個行業中擁有 45 年的業務流程知識以及在大數據管理方面的領導地位。

- 物聯產品，以提供有關生命週期管理、採購、回應和供應以及數字供應網路的新見解；以及跨所有行業的智慧物聯產品的設計，製造和交付。
- 連接資產可跟踪，監視和分析固定資產，包括製造和維護業務流程，以降低成本並增加設備正常運行時間。
- 物聯車隊，使擁有移動資產（例如車輛，機器人，叉車和自動駕駛汽車）的企業和公共服務組織能夠改善服務和安全性，物流和服務質量的可見性。
- 用於物理基礎設施系統、建築和能源電網的新型數位運營情報的基礎架構，可改善服務，提高運營效率，合規性並降低風險。
- 連通市場，以實現與當地相關的新生產和商業模式，並在適當時機獲得客戶和營銷見解，數位農業綜合企業，智慧港口和智慧城市。
- 將人們聯繫起來，以提供更具洞察力的協作型工作角色，健康管理和智慧家居環境，從而將人們和社區聯繫起來，並提供更好，更個性化的生活方式。

二、相關案例

(一) 凱薩空壓機公司(KaeserKompressoren)

全球最大的壓縮空氣系統和壓縮空氣諮詢服務提供商之一
KaeserKompressoren[9]在全球 100 多個國家/地區提供服務。為了滿足這些客戶的需求有效地滿足需求，它必須為遍布全球的數千名現場員工提供出色的支持地球，並幫助他們以智慧的方式處理所捕獲的數據。Kaeser 轉向 SAP®Digital 商業服務，以創新方式為解決這一挑戰提供指導。

Kaeser 的 Sigma Smart Air Service 以 SAP Leonardo 物聯網功能為基礎現在提供了最好的現場服務，由單一來源的產品、組件、備料、和服務訊息，其架構請參考圖 6。新系統通過 SAP Asset Intelligence Network 與供應商聯繫並使用 SAP Predictive Maintenance 進行預測分析，以深入了解資產維運狀況和服務解決方案。這不僅提高了機器的可用性，而且還進行了維護和維護。

其他服務產品更具成本效益，該公司現在看到使用機器改進其工藝學習能力是下一個邏輯步驟。Kaeser 的轉型使其能夠改變業務從銷售壓縮機到銷售壓縮空氣的模型，並使其與眾不同壓縮空氣供應商。

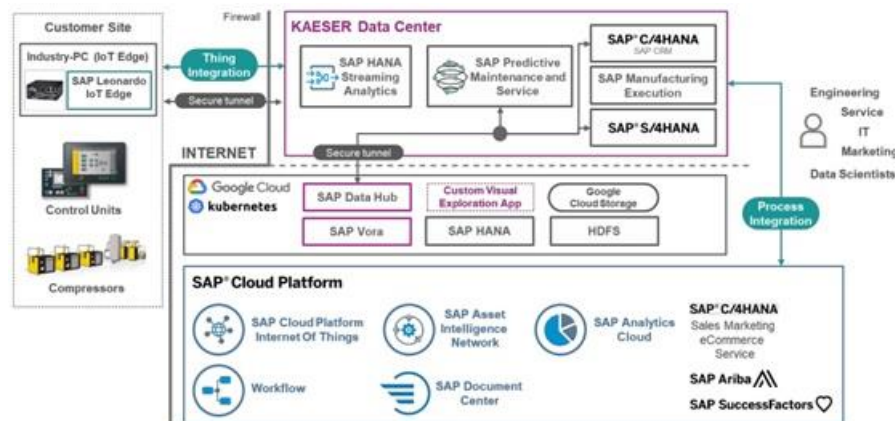


圖 6:Kaeser SAP Leonardo 架構圖⁴

⁴資料來源:<https://www.sap.com/bin/sapdxc/inm/attachment.1668/pitch-deck.pdf>

參、西門子 (Siemens)

一、相關資料

作為工業自動化的專家，西門子與 SAP 和 IBM 做預測性維護的角度不同，通常是將預測維護應用於工廠設置和工業設備的自動化系統中。因此，在坐擁巨量數據的基礎上，西門子已經有了建立機器學習演算算法的前提。西門子於 2016 年推出 MindSphere [10] 平臺。該平臺採用基於雲的開放物聯網架構 (如圖 7)，可以將感測器、控制器以及各種資訊系統收集的工業現場設備資料，通過秘密頻道即時傳輸到雲端，並在雲端為企業提供大資料分析挖掘、工業 APP 開發以及智慧應用增值等服務。

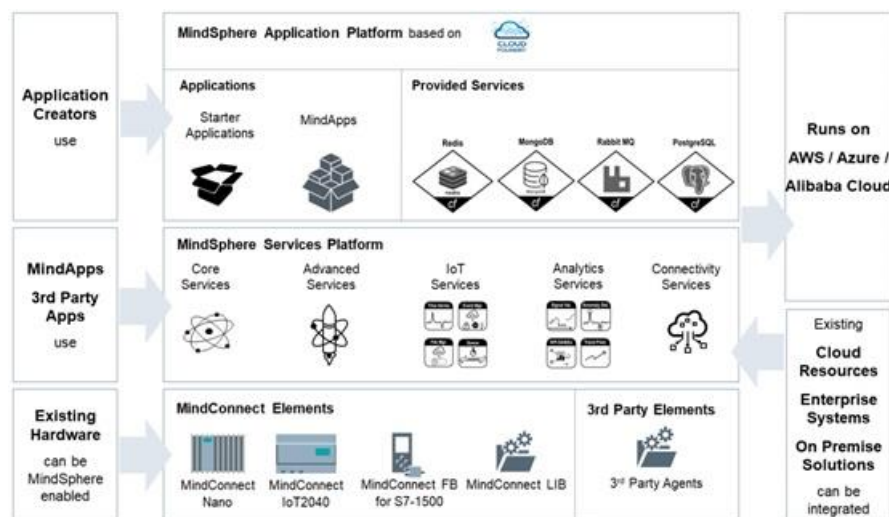


圖 7: 西門子 MindSphere 平臺開架構⁵

⁵ 資料來源：<https://iot5.net/iot-platforms/siemens-mindsphere-iot-platform/>

二、相關案例

(一) NASA 飛行研究中心(NASA Armstrong)

NASA Armstrong[11]是美國航太中心進行大氣飛行研究和運行的主要重地，西門子工業服務團隊提供了一項託管的診斷服務計劃，以監控設備的運行狀況，並深入了解系統性能和需要改進的領域。主要目標為冷藏室和冷卻系統的可靠性對於防止過熱以及計算機和飛行系統的潛在故障至關重要。NASA 希望升級ⁱ其監視功能，以使維護管理人員可以更好地了解風扇、泵、空氣處理機和冷卻塔等資產的性能。除了升級中心的監視設備外，NASA 還尋求提高系統性能數據的透明度，並獲得對服務、維護管理的潛在改進和降低的運營成本的見解。

西門子開發了託管診斷服務程序。他們的 Drive Train Analytics 服務為 NASA 提供了最新的數位監控技術，有關選擇要收集的“正確”數據的決策建議，以及該領域領先專家提供的數據分析和可行的方案，以進行改進。西門子與 NASA Armstrong 的工程和維護團隊合作，確定了 25 種關鍵任務資產將包含在服務中。這些資產包括空氣處理機組、壓縮機、冷卻塔、風扇以及為冷藏室和冷卻系統提供服務的冷熱水泵。西門子工程師安裝了數據採集系統，包括傳感器和軟體，將數據從設備傳輸到異地西門子專家中心。測得的數據通過安全的物聯網連接傳輸，該物聯網連接僅允許單向通信以增強安全性。該系統具有最大的靈活性和可擴展性，允許 NASA 在系統或需求發生變化時添加設備。

透過可管理的診斷服務，NASA Armstrong 的團隊可以對其系統的性能和可靠性更有信心。NASA 從此數據驅動的服務中獲得的收益包括：

- 通過連續的監視和預測分析提高了關鍵資產運行狀況的透明度。
- 專家見解，可潛在改善服務、維護管理。
- 通過應用預測性維護增加了資產的正常運行時間。
- 減少了由於進行了詳細分析，可以在早期排除故障，從而進行故障排除，從而可以在早期階段發現故障。

(二) 德意志鐵路公司 (Deutsche Bahn)

德國鐵路 (DB) [12] 和西門子 (Siemens) 正在為高速 Velaro D (407 ICE 3 系列) 列車的預測性維修和保養啟動試點應用程序。即將發生的故障和故障以及這些問題的根源將通過數位化數據分析在早期得到識別，然後從該數據中得出車輛維護的建議。因此，可以避免停機時間，並提高車隊的整體可用性，從而使車輛操作更具成本效益。

列車在進行中，從 Velaro D 車隊接收的數據，將基於並補充車載診斷信息，並進行系統分析。為此，西門子是鐵路行業中第一家運營特殊數據分析中心的公司，即慕尼黑的移動數據服務中心。來自車輛的數據，將在中央診斷系統中接收和分析，以計算故障預測。這些預測將由專家用作經過驗證的行動建議的基礎，並直接傳達給 DB 車間的技術人員以進行緊急或計劃的維護活動。數據分析基於算法和模型，可以對車輛和零部件的未來行為進行高度可靠的預測。

在操作過程中，所有診斷數據都可供操作員和維護人員使用，並以易於理解的用戶友好型顯示方式顯示。因此，可以快速監控車輛的當前狀態並採取適當的措施。

肆、微軟(Microsoft)

一、相關資料

微軟 Azure 正致力於將自己發展成為工業 IoT 解決方案和預測性維護的首選公共雲平台。根據該市場報告，越來越多的預測性維護的應用程序正在從內部部署轉移到雲端。到 2022 年，大約有 70% 的預測性維護設置將被雲託管。除了雲基礎架構，微軟 Azure 目前還有兩個「預先配置的解決方案」，旨在幫助任何人輕鬆上手，例如：提供必要的分析引擎「預測維護」和「遠程監控」。

二、相關案例

(一) 蒂森克虜伯(ThyssenKrupp)股份公司

蒂森克虜伯電梯公司[13]位於德國埃森，是電梯技術的全球領導者，在其合作夥伴 Willow 的幫助下，該公司正在將其對城市機動性的了解提升到一個新水平。蒂森克虜伯電梯公司在其位於德國羅特韋爾的創新測試塔中，使用 Willow Twin（物理建築物的數字化虛擬模型）來徹底改變建築物的維護方式並增強租戶和訪客的體驗。Willow Twin 是基於 Microsoft Azure 構建的，使用了廣泛的 Azure 服務，包括最近發布的 Azure Digital Twins。創新測試塔是一個超過 800 英尺高的測試實驗室，公司可以在其中嘗試新技術並向潛在客戶和公眾展示它們。它既是測試實驗室，也是一座活躍的商業建築，擁有近 200,000 平方英尺的辦公空間和物聯網（IoT）感測器，可每天 24 小時傳輸各種數據。

該系統(其架構如圖 8 所示)將來自多個來源的數據匯總在一起，包括電梯和垂直運輸，照明，安全，佔用和能源系統。利用歷史和實時數據，該生態系統創建了可付諸實踐的見解的融合，從而改變了建築資產和體驗的運營。

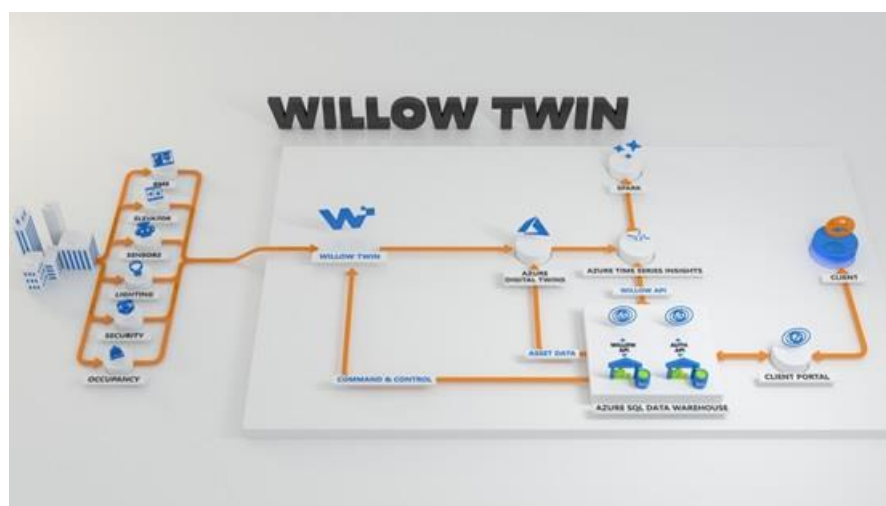


圖 8:Willow Twin 平台架構⁶

⁶資料出處：<https://customers.microsoft.com/en-us/story/thyssenkrupp-manufacturing-azure-iot>

伍、奇異(GE)

一、相關資料

GE 的預測性維護包含了兩個角度：一是建立在硬體狀態監控領域之上的 GE Measurements，二是涵蓋了預測性維護的軟體和分析部分的 GE Digital。GE 的 Predix 平台以資產績效管理（APM）的基礎，GE 稱其是物聯網領域第一個「殺手級應用」。此外，GE Digital 正在推進數字雙胞胎的概念，這是預測維護分析的重要基礎。

二、相關案例

（一）英國石油(British Petroleum，BP)

GE Transportation 再製造工廠[14]是通用集團旗下的柴油機回收、維修及再製造工廠，這個工廠是由舊工廠改造而來，主要是利用 GE Predix 平台監測和分析來自 1,000 萬個感測器的 5000 萬條數據，然後將這些數據反饋到 Predix 平台進行分析，來跟蹤設備狀態，產線狀態和訊息，進而提高設備及過程的可控性，降低生產成本和風險，並提升企業的盈利能力。針對每一台內燃機中柴油機的使用工況進行有針對性的再製造，儘可能利用還可以使用的零部件。

GE Predix 工業物聯網大數據分析，雲端平台可以幫助客戶將海量數據轉化為準確的決策，及時、主動地確保資產安全、幫助設備更好地運行、消耗更少的燃料、更高效地部署服務，並且最大限度地減少意外停機時間。

第二節

國內雲端平台預測維護應用服務相關資料及案例

近年來，國內應用於預測保養與品質檢測主要依賴機器視覺。機器視覺的應用範圍越來越多，例如從 2D 圖像處理到 3D 系統的發展。在汽車製造業中，3D 檢測系統掃描鑄件等複雜的幾何形狀。光學檢測系統不僅可檢測最小的缺陷，還能提供可用於優化流程的寶貴數據。

壹、工具機產業之先進製造雲

雲製造[15]所指的是將分散式的製造資源封裝成雲端服務，使其可支援製造相關的活動。與直接使用雲端運算資源相比，雲製造是一種較進階的雲端運算應用。本論文[15]開發完成一個雲製造平台：先進製造雲(Advanced Manufacturing Cloud, AMC)。先進製造雲提供許多製造相關的雲端服務，可幫助使用者執行一些工具機的智慧化活動，例如，收集工具機加工資料到雲端、在雲端建立預測模型、從雲端將預測模型下載到工廠端以執行預測應用、透過雲端服務推薦合適的加工工具機或刀具、透過雲端服務提供虛擬工具機功能等。本論文[15]首先描述 AMC 的架構設計，然後說明 AMC 核心功能之設計與實作。為了建置完成一個 AMC 的雛型，本研究將雲端服務部署於 Windows Azure 公有雲平台上。最後，本研究將 AMC 應用於合作廠商的工具機以進行整合測試與效能評估。測試結果驗證了 AMC 對促進工具機智慧化的有效性。

貳、遠東機械

遠東機械[16]旗下發得科技智動化行銷服務團隊，開發出第一條具備雲端線上即時量測 (AVM)、雲端機台智慧預測保養 (IPM) 及雲端虛擬與擴大實境維修 (AVR) 的鋁輪圈自動化生產線。當中比較重要的功能如即時狀態呈現、製造流程可視化、機台狀況異常可視化提醒、品質數據資料收集與擷取、品質數據回饋控制與管理、維修與保養可視化、產品追蹤以及歷史紀錄查詢、效能

分析即時呈現等。遠東機械期待以簡單直觀的操作介面來貼近市場用戶的心，並將其應用於管理、維修與保養等各領域，讓各個領域管理人員可以透過，即時且具體化影像資訊來進行判斷與溝通，作出精準決策，落實工廠資訊即時化、數位化與透明化的目標，真正做到生產資訊不漏接的即時行動管理。

參、高聖精密機電

成立於 1976 年的高聖精密機電[17]，該公司營運總部位於臺灣新竹，主要以生產帶鋸床為主的各種金屬加工設備為主。由於帶鋸機在切割材料過程中，刀具壽命通常隨著使用時間日常的逐漸損耗，若未在適當時間更換，勢必會造成材料加工效率和品質下滑，因此必須在磨損到一定程度時進行更換。

高聖精密機電在科技部協助下，透過聯合資通產業與大數據、工業 4.0 專家的合作與開發，成功的研發出『工業 4.0 智慧切削服務產品(MechLogix)』。MechaLogix 邁克邏輯主要利用高聖 40 年鋸床經驗，綜合現場、管理面以及整廠營運的多角度思考，並且導入工業 4.0、大數據、透過感測器整合 PLC、工業電腦、雲端存儲以及後台資料蒐集分析，打造一雲端科技服務，替客戶設計一套實用的鋸床整合資訊系統，輔導提升使用者進入一個 Worry free 的工作情境。先前因人工不足、現場人員經驗斷層而影響您的總體生產率，現在透過邁克邏輯，就可以達到 24 小時全天無休的人力服務，透過預知保養、健康診斷等即時及累積監控統計數據，服務客戶機具設備達到最大產值，獲得最大化利潤收入，提供客戶以下優勢：

- 機台監控全年無休。
- 改善維修排程，了解機台總體組件狀況以達到機台保養最佳化維護。
- 節省鋸切材料成本，不因機器故障/停滯/零組件失效等風險而提高生產成本。
- 節省時間成本，不再需要機台警報後才花費大量的工時去確認問題以及維修，現時系統可立即回報零組件異常狀態。
- 機器稼動優化，即時顯示該切削工作的進度、並提供各材料以及鋸片之鋸刀速度、進料速度、切削速度鋸切參數追蹤資料，以提供使用者決策最佳使用參數。
- 機台預知保養，依照當下累計的切削衰退模式，計算依當下的切削不

變時，剩餘的切削時間以及未來衰退走向。

第三節 預測維護文獻探討

在探討預測維護應用前，必須先從設施維運管理的角度去探討。從本節的文獻探討過程中發現，目前國內外許多研究都已經討論 BIM 模型加上設施管理的課題，本計畫將借助文獻探討的內容，以 BIM 模型共通資料的分享，找出必要性的屬性做為之後預測維護的靜態資料來源；另一方面，將探討空調、照明、給排水系統中的設備屬性做為之後預測維護的動態資料來源。透過靜態資料和動態資料的整合，來達到空調、照明、給排水預測維護應用情境、功能及資訊架構規劃和開發。

壹、IFC 資料格式

根據 BuildingSMART 對於 Industry Foundation Classes (以下簡稱 IFC)的定義[18]，它是對建築資產行業的標準化數字描述。它是一個開放的國際標準 (ISO 16739-1:2018)，可在眾多硬體設備，軟體平台和串接口中，提升與供應商無關或不可知的可用功能。更具體地說，IFC 模式是一種標準化的數據模型，模式規範可以描述設施或安裝的使用方式，構造方式以及操作方式。IFC 可以定義建築物，製成品，機械/電氣系統的物理組件，以及更抽象的結構分析模型、能源分析模型、成本明細、工作進度表等等。

從建築物為出發點進一步去探討 IFC 的層級架構時，它的層級架構包含四個實體模型:IfcBuilding，IfcBuildingStory，IfcSpace，IfcProduct 和兩個聚合關係 IfcRelAggregates，IfcRelContained 所組成(如圖 9 所示)[19]。其中 IfcBuilding 是用來描述一棟建築物的相關資訊。IfcBuildingStory 是用來描述一個樓層的相關資訊。IfcSpace 是用來描述一個空間單元的相關資訊。IfcProduct 是用來描述項目結構中包含形狀表示形式和局部放置。

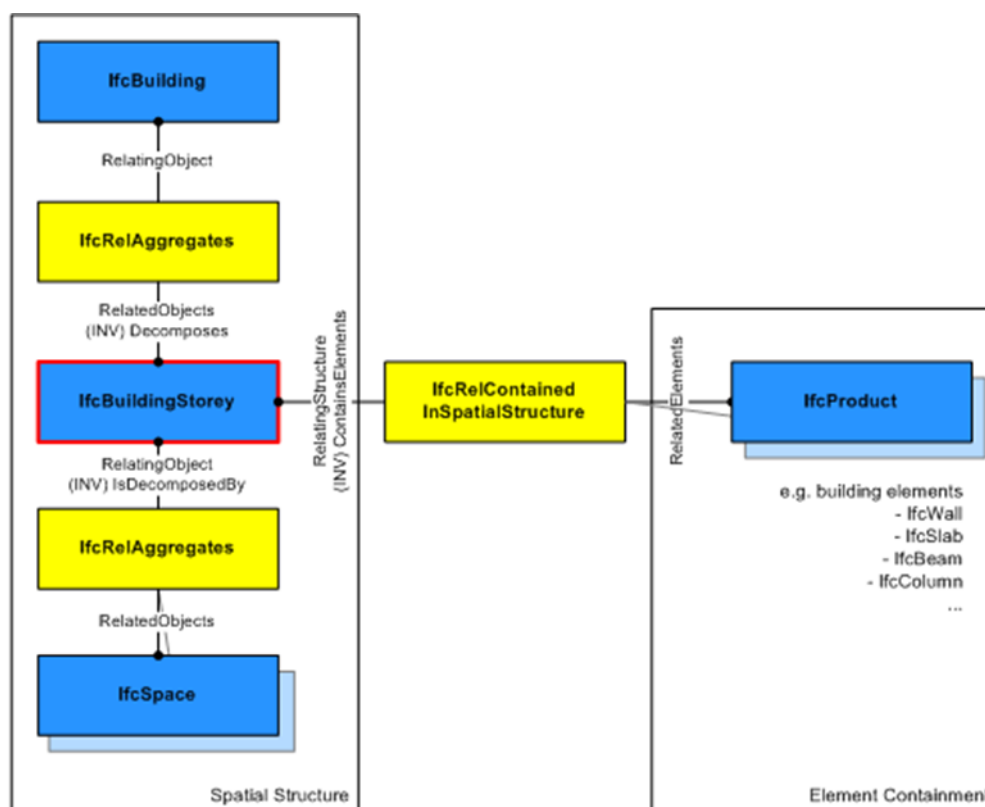


圖 9:IfcBuilding 空間結構階層圖[19]

貳、COBie 資料交換

Construction Operations Building Information Exchange (以下簡稱 COBie)，中文名稱為建築運營建築信息交換，是目前一種國際通訊的訊息交換格式，包含建築物和基礎設施的訊息。它與用於建築資產的設計，建造和管理的建築信息模型（BIM）方法緊密相關，目前已被整合到用於計劃，設計，施工，調試，運營，維護和資產管理中。COBie 是由美國陸軍工程兵團於 2007 年 6 月制定了試驗標準。2014 年 9 月 BS 1192-4 定義了英國使用的 COBie 標準架構與操作流程。總而言之，COBie 是要將傳統建築項目中，包含在圖紙，工程量清單和規格中有關建築物的關鍵訊息全部提取為一種格式，並在項目的定義階段在施工團隊之間共享。

COBie 的資料交換是將每一個元件當作操作單元，這些元件根據 BS 1192-4:2014[20] 對於建築物，資產包括設施整體及其組成的空間和組成部分定義(如下圖 10 所示)，可通過分組到區域、樓層、類型和系統進行管理。

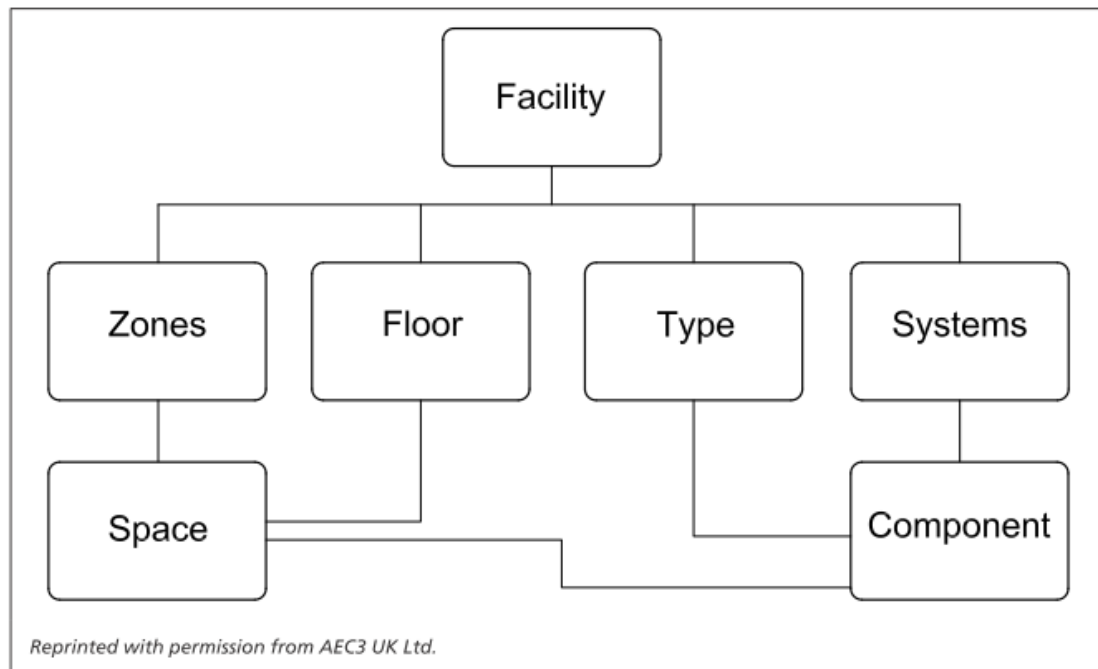


圖 10:Building View Of COBie,using standard terms[20]

參、台灣資通訊產業標準

台灣資通訊產業標準協會(TAICS)針對未來資通技術的發展，選定台灣適合領域，制定產業標準，推進至國際標準，提升國內產業競爭力。其中 TC7 智慧建築資通訊委員會，於 2018 年和 2019 年分別發佈了「智慧建築能源管理系統資料格式標準」和「智慧建築安全監控系統資料格式標準」兩份標準規範文件。該標準文件中已經有規定好各系統設備的參考屬性，如表 2 所示意。

本研究案將根據該標準文件中有關照明系統、空調系統和給排水系統的定義，作為設備預測維護應用服務之資料需求參考。

表 2:智慧建築能源管理系統資料格式標準

中文名稱	長名稱	短名稱	資料類別	監控標示	資料型態	預設單位/列舉值集
通用基本監控項目						
運轉狀態	operatingStatus	sts	狀態碼	R	列舉型	ON, OFF, TRIP*, ...
手自動模式	controlMode	ctrlMd	狀態/控制碼	R/W	列舉型	AUTO, MANUAL
遙控模式	remoteMode	rmtMd	狀態/控制碼	R/W	列舉型	LOCAL, REMOTE

中文名稱	長名稱	短名稱	資料類別	監控標示	資料型態	預設單位/列舉值集
警報狀態	alarmStatus	alm	狀態碼	R	列舉型	NORMAL , ALARM , ...
故障狀態	faultStatus	flt	狀態碼	R	列舉型	NORMAL , FAULT , ...
錯誤代碼	errorCode	err	狀態碼	R	列舉型/ 字串	NORMAL , ERROR1 , ...
運轉時數	operatingHour	opHr	數據記錄	R	類比數 值	hour
啟停控制	onOffControl	onOff	控制碼	R/W	列舉型	RUN , STOP , ...
給排水盤資料項目						
水泵 1 運轉 狀態	pump1OperatingSt atus	pmp1Sts	狀態碼	R	列舉型	ON , OFF , TRIP
水泵 2 運轉 狀態	pump2OperatingSt atus	pmp2Sts	狀態碼	R	列舉型	ON , OFF , TRIP
水泵 1 運轉 時數	pump1OperatingH our	pmp1Op Hr	數據記 錄	R	類比數 值	hour
水泵 2 運轉 時數	pump2OperatingH our	pmp2Op Hr	數據記 錄	R	類比數 值	hour
水槽液位值	tankWaterLevel	tankWLv l	感測值	R	類比數 值	cm
水槽高高限	tankHighHighAlar m	tankHH	狀態碼	R	列舉型	NORMAL , HH
水槽低低限	tankLowLowAlarm	tankLL	狀態碼	R	列舉型	NORMAL , LL
水泵強制開關	emergencySwitch	EMS	控制碼	W	列舉型	ON , OFF
揚水泵資料項目						
泵浦頻率監視	frequency	freq	感測值	R	類比數 值	Hz
泵浦變頻控制	frequencyControl	freqCtrl	控制值	R/W	類比數 值	Hz
給水管路壓力 數值	inletPipePressure	pipePres	感測值	R	類比數 值	Pa
一次側受水槽 水位監視	primaryLoopTank WaterLevel	L1WLvl	感測值	R	類比數 值	cm
二次側高架水 塔水位監視	secondaryLoopTan kWaterLevel	L2WLvl	感測值	R	類比數 值	cm
一次側異常水 位警示通知	primaryLoopTankL evelAlarm	L1WLvl Alm	狀態碼	R	列舉型	NORMAL , ALARM
二次側異常水 位警示通知	secondaryLoopTan kLevelAlarm	L2WLvl Alm	狀態碼	R	列舉型	NORMAL , ALARM
瞬間水質數據	immediateQualityS tats	qlty	感測值	R	複合物 件	-
歷史水質數據 統計	historicalQualitySt ats	histQlty	數據記 錄	R	複合物 件	-
異常水質警示 通知	qualityAlarm	qltyAlm	狀態碼	R	列舉型	NORMAL , ALARM

中文名稱	長名稱	短名稱	資料類別	監控標示	資料型態	預設單位/列舉值集
用電負載超出警示	overloadAlarm	overload	狀態碼	R/W	列舉型	NORMAL , ALARM
加卸載模式設定	loadUnloadModeConfig	ldCfg	設定值	R/W	複合物件	-
自動排程設定	scheduleConfig	schedule	設定值	R/W	複合物件	-

肆、建築資訊與設施管理

Pärn, Erika A 於 2017 年所提出的論文[21]中提到，為了促進可能提高未來建築開發性能，在設計和施工階段將這些知識反饋給參與的利益相關者時，這些知識最有價值。要優化所產生知識的有效性，將需要對現有和未來的人員進行全面的培訓，並具備計算機軟體系統，應用程式和開發方面的能力。下圖 11 展示了，來自 BIM 和設施管理數據集成的基於知識的反饋迴路的潛力。這種發展可以改善幾個關鍵領域的互操作性。首先，有關營運維護階段中建築物運營績效的數據可讓客戶制定最佳的戰略維護計劃。其次，比較實際和預期的建築性能，將使設計人員和承包商都可以改善未來建築開發的性能。

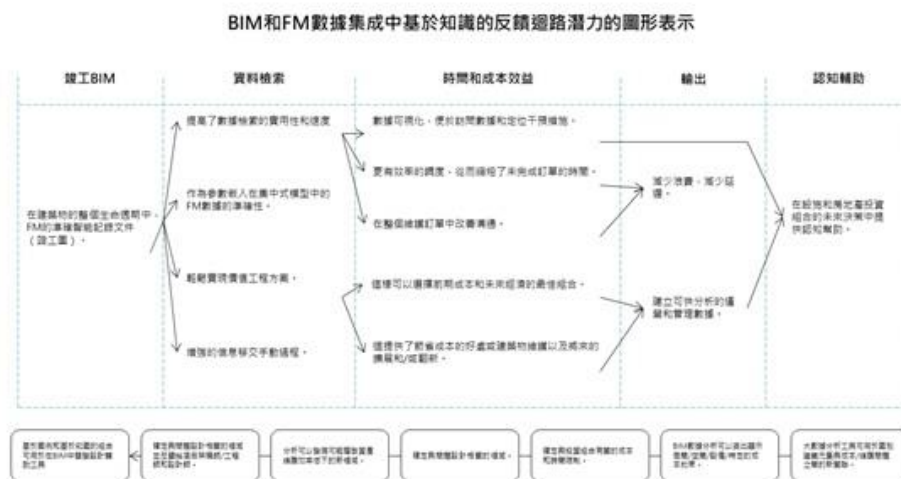


圖 11: BIM 和 FM 數據集成中基於知識的反饋迴路潛力的圖形表示

(本研究團隊整理繪製)

第三章 業界訪談調查

以目前既有之智慧建築設施管理系統紛雜，資料格式界面分歧，產生系統隔閡。然而建築物在竣工落成後的營運使用，是整個建築物生命週期中，時間最長，累積維運成本占最多的時期，由於時間長，人事更迭與空間功能需求異動等，造成建築物相關設施資訊漏失而無法完整與有效掌握，徒增管理成本，並折損管理效率，這對現代建築規模愈來愈大，功能多元複雜，尤其在永續發展智慧建築的趨勢要求下，更加凸顯建物有效設施管理之重要性與挑戰性。

本章節除了空調、照明和給排水三個弱電系統進行數據蒐集方式之調查外，也將進行數據交換格式之規劃設計，團隊特別拜訪機電維護廠商：中興電工機械股份有限公司與國霖機電管理服務股份有限公司，以及冷凍空調廠商：詮宏(美商 Trane)與東磊工程股份有限公司。將透過業界專家訪談搭配目前數據交換格式標準進行整理，以求本研究案所定義的資料格式能夠符合業界需求。

第一節 專家訪談

壹、訪談目的

為了與產業現況達成有效聯結，本計畫團隊針對智慧建築與雲端平台相關產業中不同領域與角色的專家進行深入訪談。除使受訪專家經了解本計畫工作內容與規劃情形，達成推廣智慧建築雲端平台預測維護構想的目的外，訪談目的在希望能由各專家的專業意見與實務經驗回饋，了解產業上目前的維運方式以及痛點藉此將此計畫案更能夠貼近實務經驗，未來智慧建築雲端平台的服務應用規劃更加完善。期能凝聚產業界共識，提高未來智慧建築雲端平台建置後的使用意願與利基，降低推動上可能遭遇的障礙，提升智慧建築雲端平台的效益。

貳、訪談對象

本計畫團隊針對智慧建築維運以及相關產業的設備商，透過不同領域與角色的專家進行訪談，包括物業管理業者，冷凍空調業者。受訪專家名單見表 3。

表 3:受訪專家名單

單位	姓名	職稱
中興電工機電物業管理公司	吳嘉文	督導
	朱貴珩	主任
國霖機電股份有限公司	徐春福	總經理
詮宏空調系統股份有限公司	林世偉	總經理
	謝銘鴻	協理
東磊工程股份有限公司	林坤煒	總經理
	林義貴	冷凍技師

參、訪談內容

於每次訪談一開始，本計畫團隊先就本計畫目標以及目前研究成果對受訪專家做一個簡短的介紹。於簡報過程中，團隊與專家對於計畫內容以及各種數據蒐集、雲端平台與智慧建築的相關議題做意見交流。在簡報與意見交流告一段落後，本計畫團隊對受訪專家提出幾個設定好的題目，請專家發表看法。以下將題目逐條列出，並將專家之看法摘要於後。詳細之訪談紀錄請見附錄四、五以及附錄十一、十二。

第二節 國內維護機構專家訪談

壹、中興電工機電物業管理專家訪談

一、訪談對象介紹

中興電工機電物業管理服務範圍為高低壓電力系統、不斷電設備、發電機、各式空調系統、給排水系統、進排風設備、消防系統、監控系統、節能管理服務等各類機電設備維護及專業物業管理。其實績遍及：商辦大樓、商場/市場、購物中心、航空站、小巨蛋、捷運線、醫療院所等各類型管理案場，為台灣數一數二的機電物業管理公司。特別訪談吳嘉文督導和朱貴珩主任。

二、訪談內容

中興電工根據不同工程，提供不同服務。台北市市場處提供機電設備包含代管如清潔、保全、機電、行政、行銷，偏向後期物業管理，向業者通報故障修繕項目，協助營運移轉。目前物管最大的挑戰在工程面的移交，新進建築不論土木、機電等都需要全盤性測試性能、外觀檢查並委託專技廠商協助。

題目一：請問在目前大樓的冷凍空調、給排水、照明等設施的維運方式？

看法摘要
1. 冷凍空調： 空調主機、空調箱、冷卻水塔等，並且每年都有空調系統維護保養，針對原廠的操作手冊，進行維護保養。 依照使用頻率、機房環境判斷是否更換設備。目前是以預估方式評估是否進行維修。 2. 給排水： 水塔→泵浦→沿線管路，排水系統，例如汙廢水設備、環評設備等整套流程設備較為複雜。台灣環評設備少，做環評的廠商也少，僅四百多家，環評設備目前還是機械式，也無法數據回傳，給排水相關設備較少，所以多偏向客製化。定時維護給排水系統的項目：水泵浦、水池、傳呼水裝置(自來水使用電擊棒)、水位計，定期去擦拭、測試這些項目。 3. 照明： 照明種類很多，尤其 LED 開始平價化，廣度就很窄，例如 10 年前士林市場剛落成，原本使用 T5，6、7 年都沒有壞，一換成 LED 之後，2、3 年就

需要更換，因為 LED 發光二極體特別怕熱，美食街散熱沒有做好，所以容易損壞。如果一開始連同燈具一起更換，依照經驗比較不容易損壞。

題目二：請問在維運上最常遇到那些損壞項目？及其保養方式？

看法摘要

1. 冷凍空調：

容易損壞的項目如皮帶、馬達、濾網、聯軸器(馬達轉動設備)。

聯軸器發生異音時，使用分貝計測試，判斷是否進行維修。空調箱馬達也是容易損壞的項目，二、三個月就需要保養。

濾網有拋棄式與一般清洗式，清洗式以肉眼方式辨別即可，更換頻率跟環境與外氣溫度相關，大約 2 個月更換一次。

2. 給排水：

大型建築下水池有定水位閥，屬於機械式，測試釋氣口是否正常，利用氣壓原理達到自動開閉的效果。

定水位閥也跟水質有直接的關係，該區域水質不佳，定水位閥容易故障，造成無法止水，這也屬於維管巡檢機房的部分，檢視溢流口是否有自來水溢流。

3. 照明：

照明系統維護部分採取被動式檢修方式，照明設備損壞後更換，或是因為更換燈具都會記載更換日期，可以預期更換頻率、數量，燈具品牌眾多，其品質直接影響更換頻率。

貳、國霖機電管理專家訪談

一、訪談對象介紹

國霖機電自 1989 年創業至今，全省員工約 400 人，服務固定簽約大樓約 4000 棟，資本額 1032 萬，經營大樓水電、消防、發電機、弱電、智慧化社區解決方案等機電檢測(保養)管理服務，跨足了工程與機電維護工種，自 84 年由經營者參加經管顧問師的培訓工作起，不斷的導入各式經營手法，從行銷、財務、工業工程工法、JIT、豐田式管理、ISO 管理系統等，為全國第一家通過 ISO 9001 且持續每年續評的機電管理服務公司，創造出全國規模第一，同時也是傳統產業導入經營管理手法的成功企業。感謝國霖機電徐春福總經理協助提供寶貴意見。

二、訪談內容

國霖機電管理公司結合機電設備、數位監控錄影系統及保全系統，精心研發出一套智慧型社區無人化管理系統，透過此一系統，若社區公共設施給排水、消防、發電機、電梯、門禁及安全等，任何突發狀況，均由 24 小時之管制中心派人為您服務，全天候 24 小時為社區安全把關。

題目一：請問貴公司在維護管理上的模式有哪些？

看法摘要
1. 國霖電機採取巡檢機電管理，定時巡視檢查設備的運行狀況，定期抄表模式，維護全廠設備整體的安全管理。
2. 設備巡檢員主要負責設備巡檢，是利用人體五官或簡單工具，對設備進行日常巡檢。
3. 為了方便處理社區突發狀況，在門廳出入口和電梯內安裝緊急按鈕，如遇狀況緊急按鈕啟動，管制中心開始發報，管制中心數位監控系統立即察覺並在第一時間依狀況派員處理。

題目二：請問貴公司在冷凍空調、給排水、照明的維運方式？

看法摘要

1. 冷凍空調：

目前以複合壓力表測量高壓，高壓至一定程度保護開關會跳脫。因此，需放置兩個 sensor，1 個是回報裝置，1 個是保護開關裝置。目前保護裝置有接點可以連結通訊系統，可於住戶得知前通知機電維護廠商。

2. 給排水：

在高架水槽有加裝低水位警報裝置情況下，而水位過低時，顯示揚水馬達故障導致未能補水，低水位警報裝置會啟動通報，在住戶察覺前維護完成。

3. 照明：

國霖機電無特殊預測維護方式，唯一保養方式就是擦拭。照明器具使用後，照度會有不同成程度衰減，故需清潔維護。

參、美商 Trane Taiwan_詮宏空調系統股份有限公司專家訪談

一、訪談對象介紹：

TRANE 是全球中央空調系統的領導者，隸屬 Ingersoll Rand 集團(成立於 1871 年)的成員及品牌(包括 TRANE®、Club Car® 和 Thermo King®)；Ingersoll Rand 集團身為年銷售額逾 130 億美元的全球性公司，營運業務在實踐創新、可持續發展和企業公民領域的長期承諾，並致力於創造一個更美好的世界。(Ingersoll Rand，紐約證券交易所代碼：IR；並為標準普爾 500 指數成分股之一)。感謝林世偉董事長以及公司團隊的協助。

二、訪談內容

題目一：進口離心式冰水主機操作及維護保養前須注意哪些項目？

看法摘要
1. 確認進口離心式冰水主機之型式規格、電壓、冷媒種類，及冰水主機上沿之銘牌性能內容，及詳閱原廠之按裝操作、維護手冊指南。
2. 比較歷年各月份，此機組(離心式冰水主機)之「運轉紀錄」及停(當)機之「歷史紀錄」，予以判讀主機運轉時發生之狀況，並作適當之維護保養項目。

題目二：請問貴公司是否方便提供在中央空調離心式冰水主機系統必要之維護項目？

看法摘要
1. 確認進口離心式冰水主機之型式規格、電壓、冷媒種類，及冰水主機上沿之銘牌性能內容，及詳閱原廠之按裝操作、維護手冊指南。
2. 比較歷年各月份，此機組(離心式冰水主機)之「運轉紀錄」及停(當)機之「歷史紀錄」，予以判讀主機運轉時發生之狀況，並作適當之維護保養項目。

題目三：請問貴公司在中央空調系統維護過程中會影響到離心式冰水主機停(當)機，哪些項目是最常見的故障項目？

看法摘要
1. 聲音異常、電流電壓。
2. 馬達葉扇磨損程度、軸承油是否乾涸，或依據中央系統觀察數計提交可能有問題的元件，提交至維修部門查驗。

題目四：請問貴公司在離心式冰水主機運轉時，如何加強主機停(當)機前預測故障方式及施作預防性之維護作業項目？

看法摘要
目前並無預測維護方式，主要依據例行性查修，或依據過去查修的內容做主要的維運方式。

肆、東磊工程股份有限公司專家訪談

一、訪談對象：

東磊工程股份有限公司創立於 1984 至今，擁有累積經驗豐富之甲級技術士團隊，具備相關甲級專業合格證照，從事冷凍空調和機電有關之工程及售後服務工作，總經理林坤煒曾擔任過第十三屆台灣區冷凍空調工公業同業公會理事長。感謝林坤煒總經理及林義貴技師的指教與協助。

二、訪談內容

題目一：進口離心式冰水主機操作及維護保養前須注意哪些項目？

看法摘要
1. 冷却水塔、Y 型過濾器定時清洗(每月)。 2. 冷凝器、冰水器(滿液式)清洗及疏通管路(每年)。 3. 壓縮機冷凍油及油濾網更新(每年)。 4. 冷媒乾燥過濾器濾網清潔或更換(每年)。 5. 冷媒管路洩漏檢查(每年)。 6. 主電路電磁開關接點檢查及控制電路及保護開關設定檢查(每年)。 7. 壓縮機線圈相關及對地阻抗絕緣值之量測。

題目二：請問貴公司是否方便提供在中央空調離心式冰水主機系統必要之維護項目？

看法摘要
1. 冷却水塔及 Y 型過濾器未按時清洗導致水量不足、高壓異常跳機或流量開關動作停機。 2. 冷卻水塔風扇馬達故障或皮帶斷裂導致水溫過高、主機高壓保護開關動作停機。 3. 夏季期間，須注意颱風風壓損壞冷却水塔導致主機停機。 4. 瞬間停電(斷電)，致使主機停機

題目三：請問貴公司在中央空調系統維護過程中會影響到離心式冰水主機停(當)機，哪些項目是最常見的故障項目？

看法摘要
1. 熱交換器未清洗導致水垢藏於熱交換器內影響熱交換效果，導致主機耗電增加且高壓壓力升高最終跳機。
2. 冷凍油未更換導致油質劣化或油濾網堵塞，致油壓不足跳機或油泵故障。

題目四：請問貴公司在離心式冰水主機運轉時，如何加強主機停(當)機前預測故障方式及施作預防性之維護作業項目？

看法摘要
1. 冷却水塔、Y 型過濾器定時清洗(每月)。
2. 冷凝器、冰水器(滿液式)清洗及疏通管路(每年)。
3. 壓縮機冷凍油及油濾網更新(每年)。
4. 冷媒乾燥過濾器濾網清潔或更換(每年)

第三節 專家座談會

壹、座談會目的

根據 108 年度的「智慧建築空間性能數據蒐集暨雲端平台應用推廣計畫案」所提出的雲端平台標準通訊界面和架構的延伸應用研究。

在服務推廣的誘因下，引導使用者根據此方式批次上傳建築物空間資訊，雲端平台可進行資料分析和儲存，將朝打破數據孤島，達到數據自由流通為主，確保智慧建築數據共通管理，能提供使用者需求，並具備良性的營運機制。計畫團隊提供了數據交換格式標準以及設施數據模組化的概念，應用在日後維運上能夠提前作出異常判斷。基於此構想，開發了三個不同設施的預測模組，用於資料交換並且提供給未來的使用者一個維護的方向。

貳、「智慧建築雲端平台應用推廣計畫」專家座談會

一、座談會主題

本次座談會之主題在於提出本計畫對於雲端平台應用的推廣，並收集空調、給排水、照明等系統數據調查彙整成果；同時亦提出「預測模組數據交換資料格式標準」透過實驗數據的呈現方式，請與會之專家討論、提供建議。

二、座談會辦理情形

「智慧建築雲端平台應用推廣計畫」專家座談會於 109 年 10 月 16 日上午，內政部建築研究所 15 樓第二教學室舉行完畢，會議進行時間約兩小時，邀集之與會專家名單見表 4。因本計畫團隊彭繼傳計畫主持人因有要事處理，故由李國維協同主持人代為說明計畫目標與目前執行內容，以及此次座談會討論議題。本次座談作為應用推廣為目的邀集產、官各界專業人士共同給予指導，就本案之研究內容：

1. 國內外對於預測維護的案例調查報告，

2. 空調、給排水、照明等系統數據調查。
3. 開發預測模組，說明數據收集的架構。
4. 實際數據的收集以及驗證模組。

四個主題討論實驗數據及資料項目彙整內容是否合宜，此外也從需求面探討本計畫構想與未來發展方向是否符合業界發展潮流與使用者需求。

表 4:「智慧建築雲端平台應用推廣計畫」座談會出席名單

單位	姓名	職稱
內政部建築研究所	林谷陶	副研究員
內政部建築研究所	林怡文	助理研究員
內政部建築研究所	游伯堅	助理研究員
群光電能科技股份有限公司	李國維	計畫協同主持人
探識空間科技有限公司	黃立德	研究人員
東磊工程股份有限公司	林坤煒	總經理
中興電工機械股份有限公司	吳嘉文	督導
中興電工機械股份有限公司	李承庭	工程師
永錄自動化股份有限公司	陳勇誠	總經理
物聯王雲端暨電信企援顧問室	黃新王	顧問長
撼智物聯科技股份有限公司	鄭士芳	專案經理
財團法人工業技術研究院	許榮光	副理
立固自動化系統股份有限公司	杜欣叡	總經理

三、座談會討論與回應內容摘要

與會專家的討論與回應內容摘要如下表 5：

表 5:智慧建築雲端平台應用推廣計畫」座談會討論與回應內容摘要

專家	討論與回應內容摘要
林谷陶副研究員	● 關於給排水，水池與水位的部分，建議釐清數據判斷的標準。 ● 照度系統，可依據類神經網路的統計分析，利用分析後的特徵數值，作為此案在預測模組的依據，建議可以研究做為參考。
陳勇誠總經理	● 取得冰水主機及冷卻水塔出水設定溫度資料，才能與量測出回水溫度作為比較。 ● 給排水系統之偵測預警，建議可加入雨水回收集中水系統應用，可達到省水及應用上之便利，正常應用與水處理池，水位不足時補充自來水

林坤煒總經理	● 有關裝中央空調設備系統之預測維護，檢修、絕緣數據收集，應包括：冰水、冷卻水、冷媒、冷凍油之進出溫度、流量、壓力(高/低)，綜合之後。尚應由有經驗之人員，予以判讀，訂定設定之數據，以判斷做正確之預防工作。 ● 另外於設備裝置之地點，亦須增加考慮周圍環境之氣體，如：油煙、沼氣)，影響設備之控制用電子設備(基板電路)，或銅管接頭等，應予以考慮事先排除各項有害因素之數據收集。
吳嘉文督導 李承庭工程師	● 空調系統的建置，可能會受戶外環境以及空調設備預設參數校正等因素影響，該如何在預測平台上克服？需要再思考。 ● 建議配合未來公部門的物件去導入，才能有效的實行和分析。 ● 建置系統與汰換設備的成本如何取得平衡？如建置成本明顯高於汰換，恐怕難廣為推行。
黃新王顧問長	● 既有的建築要收集數據資料相當不易，建議向建築研究所明確定義要做到的程度以及範圍，避免寄望過大。 ● 在既有建築物，例如經過 10 幾年的建案，也會希望納入預測維護的範疇，但在實際執行面可能會遇到相當的挑戰。 ● 目前市場上的廠商也無此機制可以提供預測數據，而且每一家的施工技術也不盡相同，所以要如何統一標準是一個困難。
鄭士芳專案經理	● 建議增加冰水主機冷流、製冷能力(可能為回水溫度、出水溫度、環境溫度、設定溫度之組合)之欄位供測試。 ● 馬達類故障特徵之一為震動/音頻，建議增加。 ● 冷卻水塔問題在於馬達及皮帶，其中表徵為電流之瞬間電流與長時間電流變化建議增加。 ● 水泵故障徵象為電流與電流長時間變化，建議增加。
許榮光副理	● 在照明系統上，可以採用可見光通訊技術，會是一個很好的解決方案。 ● 在維護期間，可以增加派工巡檢次數，收集更多的巡檢資料作為預測模組的資料來源。
杜欣叡總經理	● IOT 的技術做為資料上的收集，可提供經濟效益以及經濟價值，才會驅使更多廠商投入相關的研究開發。 ● 建議政府部門也應該投入資料收集的研究並且開放給業界，才能使得在預測維護上有更好的效益。 ● 建議參考更多的研究文獻，透過過去的文獻收集數據也是一個良好的方向。 ● 目前在台灣專注於建案上的預測維護廠商，可以說是幾乎沒有，建議可以參考汽機車的維運方式。

游伯堅助理研究員	● 此案在後續的報告以及研究成果，可以參考今日參與座談與會先進的意見。 ● 在照明部分，在報告中建議加裝照度計，會有效益上的問題；也希望在給排水以及空調的研究內容中也能夠提出效益上的說明。 ● 在空調以及給排水的報告中，是否也能提出如同照明系統上的建議，使得在預測維護上能夠有更好的效果。
----------	--

第四章 雲端平台預測維護應用服務之資料需求

第一節

空調設備預測維護應用服務之資料需求

壹、空調設備預測維護應用相關資料

2008 年肖賦[23]提到，為了改善空調系統的性能，在整個建築生命週期內對其進行定期或連續檢測是很必要的。隨著空調系統的日益複雜化和對快速可靠檢測的需求，人工檢測已遠遠不能滿足要求，這使自動檢測成為了必須。感測器讀數準確性是空調系統可靠控制和檢測的先決條件。故提出了故障診斷策略，該策略可以有效地對空氣處理單元中的感測器進行自動檢測。結合建築自動化系統，該診斷策略可以實現空調系統感測器故障的線上檢測。論文的核心提到了空調控制系統是一個典型的多變數控制過程，它包括對溫度、流量以及壓力等參數的監測與控制。由於能量、品質守恆準則和自動回饋控制及其它控制策略，空調系統的控制變數或參數間存在著複雜的關聯關係。當感測器故障存在時，必然會影響到各參數間的這種相關性，故可以通過檢測它們之間的相關性來判斷可能的感測器故障。除了採用物理或數學模型來描述各參數間的關聯關係外，也可採用統計方法來描述。統計方法通過對正常資料進行統計分析，得到正常運行情況下各參數間的關係以及它們的正常變化範圍，當某個測量資料導致相關性超出正常範圍時，通常就意味著有故障發生。同時也實證了一個標準 VRV 空調系統，在該系統中選擇 9 個變數來建立系統的模型，它們分別是：新鮮風流量、送風流量、回風流量、新風溫度、送風溫度、回風溫度、新風濕度、回風濕度以及冷煤閥門控制信號，透過模擬驗證能有效地檢測和找出感測器的故障。

2017 年 Verbert[24]提出結合知識和歷史數據進行 HVAC 系統的系統級故障診斷方法。在本文中，提出了一種用於系統級 HVAC 故障診斷的多模型方法，該方法考慮了組件的相互依賴性和多種操作模式。對於每種操作模式，在系統

級別定義了不同的診斷模型。這些模型是基於有關組件相互依賴性和守恆定律的知識以及通過使用虛擬傳感器的歷史數據而構建的。並用區域空氣溫度、送風溫度、混合空氣溫度、外界氣溫、供水溫度、回水溫度、AHU 閥的控制信號和到散熱器閥的控制信號診斷於所考慮的建築物。並證明了組件相互依賴性為故障診斷提供了有用的功能。合併這些功能可以提供更好的診斷結果，尤其是在只有少量監視信號可用時。仿真結果表明了所提出方法的性能：只要能夠導致可觀察到的行為，就可以及時正確地診斷故障。

2018 年 Shia [25]發表了一篇建築物 HVAC 故障檢測和診斷的論文，提到說 2014 年美國約 41%的總能源消耗用於供暖和空調。過去，故障檢測和診斷是由人委託進行的，既昂貴又效率低下。如果故障檢測和診斷可以自動連續進行，可以節省大量能源，讓建築物將變得更加可持續使用。故障檢測和診斷方法的目標是可擴展性。因此，成本低廉且易於設置隨之而來的要求也是。因為不需要調整涉及也不是為特定的 HVAC 系統設計的方法，成本更便宜部署。同樣，該方法也不是特定於系統的。因此，設置過程確實不需要了解很多 HVAC 系統。我們只需要能夠訪問數據。考慮到這一點，我們的工作流程如下：

1. 收集歷史天氣和熱負荷數據作為訓練輸入數據。
2. 運行數據清理過程，包括固定數據採樣率，丟棄雜訊和系統初始化數據，開關控制數據的近似值等。
3. 數據聚類和探索。
4. 根據聚類/探索結果組織數據結構。
5. 基於距離度量對輸入的天氣數據進行排序。
6. 比較並選擇距離度量。
7. 根據歷史記錄模擬收集 HVAC 系統數據天氣和熱負荷數據。

8. 查找並收集相應的控制數據（操縱變量）。
- 將基線數據集設置為基準。
9. 收集新的測試樣品數據。
10. 對新的樣本數據運行相同的數據清洗過程。
11. 使用我們的常規數據集對新測試樣品進行排序。
12. 查找並收集測試樣品數據的相應對照數據。
13. 使用具有正常數據集的測試樣本數據運行異常檢測算法（例如 LOF）。
14. 獲取故障檢測結果。
15. 重複異常檢測過程，然後選擇最佳參數。
16. 獲得最終的優化故障檢測結果。

Dibowski 等學者在 2016 年提出一篇論文[26]談到，樓宇自動化系統（BAS）的複雜性和多樣性以及樓宇中可能發生的各種故障使設置故障檢測和診斷（FDD）變得非常困難。由於該領域可用的時間和預算有限，因此迫切需要將這種知識密集，昂貴的任務自動化。論文對 HVAC 系統透過影響變量的供水質流量、AHU 混合空氣溫度、供水溫度和加熱/冷卻盤管閥位置的控制信號，可檢測出加熱/冷卻盤管閥卡住和閥門執行器故障。

貳、空調設備預測維護資料分析

根據經濟部能源局所提出的空調系統能源查核與節約能源案例手冊[27]中有關空調系統的基本設備及運轉資料記錄查核內容，根據空調相關設備所需維護內容進行整理如下：

1. 冰水主機：廠牌及壓縮機型式、設備容量(RT)、機齡、主機運轉效率(kW/RT)、壓縮機馬力 (hp)、電壓 (Volt)、電流 (Amp)、功率因數(%)、主冰水泵差壓(kg/cm²)、冰水入水溫度(°C)、冰出水溫度(°C)、冰水量(LPM)、冰水泵馬達馬力(hp)、冰水泵馬達轉速(RPM)、主冷卻水泵壓差(kg/cm²)、冷卻水入水溫度(°C)、冷卻水出水溫度(°C)、冷卻水循環水量(LPM)、冷卻水泵馬達馬力(hp)、冷卻水泵變頻器馬力(hp)、冷卻水泵馬達轉速(RPM)。
2. 冷卻水塔：冷卻水塔進塔溫溼度條件 (°CDB 及 RH%)、冷卻水塔出塔溫溼度條件 (°CDB 及 RH%)、冷卻單座冷卻容量(RT 或 kcal/hr)、冷卻水塔單台風車台數、冷卻水塔單台風車馬力(hp)、冷卻水塔是否為連通操作、冷卻水塔所需揚程(m)、進塔入水溫度(°C)、出塔出水溫度(°C)。
3. AHU 空調箱：空調類型(CAV, VAV)、送風機廠牌、送風機型式(軸流、離心)、送風機送風量(CFM)(CMM)、送風機馬達容量(hp)、送風機馬達轉速(RPM)、空調箱供風溫度(°C)、空調箱供風相對溼度(%)、空調空間內相對大氣差壓(Pa)、外氣引入量(%)或外氣風門開度(%)、送風機馬達變頻器容量(hp)、送風變馬達頻器控制輸入參數、送風機馬達變頻器平均頻率(Hz)、冰水供水溫度(°C)、冰水回水溫度(°C)、熱水供水溫度(°C)、熱水回水溫度(°C)、冷凝水回收比率(%)。
4. 外氣空調箱 (MAU, PAHU):外氣供應方式(1.混合回風後供應, 2.接供應)、送風機廠牌、送風機型式(軸流、離心)、送風機送風量(CFM)(CMM)、送風機馬達容量(hp)、送風機馬達轉速(RPM)、空調箱供風溫度(°C)、空調箱供風相對溼度(%)、空調空間內相對大氣差壓(Pa)、送風機馬達變頻器容量(hp)、送風變馬達頻器控制輸入參數、送風機馬達變頻器平均頻率(Hz)、冰水供水溫度(°C)、冰水回水溫度(°C)、熱水供水溫度(°C)、熱水回水溫度(°C)、冰水及熱水閥之控制方式、冷凝水回收比率(%)及冷能是否回收。

5. 排氣系統：排風機廠牌、排風機型式(軸流、離心)、排風機送風量(CFM)(CMM)、排風機馬達容量(hp)、排風機馬達轉速(RPM)、排風機馬達變頻器容量(hp)、排風變馬達頻器控制輸入參數、排風機馬達變頻器平均頻率(Hz)。

智慧建築能源管理系統資料格式標準中有關空調設備的定義有水冷式冰水主機、冷卻水塔、冰水循環泵、冷卻水循環泵、補給水泵、熱交換器、空調箱、預冷空調箱、小型送風機和可變風量終端箱。根據業界常用分類，彙整出冰水主機類、冷卻水塔類、空調泵浦類和空調送風類。其資料項目如下表 6 所示：

表 6:空調系統資料格式項目

冰水主機類資料項目						
中文名稱	長名稱	短名稱	資料類別	監控標示	資料型態	預設單位
冰水供水溫度	chilledWaterSupplyWaterTemperature	chSWT	感測值	R	類比數值	°C
冰水回水溫度	chilledWaterReturnWaterTemperature	chRWT	感測值	R	類比數值	°C
冰水溫度設定	chilledWaterTemperatureSetpoint	chWTSp	設定值	R/W	類比數值	°C
冰水流量監視	chilledWaterFlowRate	chWQ	感測值	R	類比數值	LPM
冰水供水閥位開度	chilledWaterSupplyValvePosition	chSVPos	感測值	R	類比數值	%
冰水供水閥位控制	chilledWaterSupplyValvePositionControl	chSVCtrl	控制值	R/W	類比數值	%
冰水回水閥位開度	chilledWaterReturnValvePosition	chRVPos	感測值	R	類比數值	%
冰水回水閥位控制	chilledWaterReturnValvePositionControl	chRVCtrl	控制值	R/W	類比數值	%
冰水供水壓力	chilledWaterSupplyPressure	chSPres	感測值	R	類比數值	Pa
冰水回水壓力	chilledWaterReturnPressure	chRPres	感測值	R	類比數值	Pa
加載溫度設定	loadTemperatureConfig	ldTCfg	設定值	R/W	類比數值	°C
卸載溫度設定	unloadTemperatureConfig	unldTCfg	設定值	R/W	類比數值	°C
加卸載延遲時間	loadUnloadDelayTimeConfig	delayCfg	設定值	R/W	類比數值	second
冰水旁通進水溫度	chilledWaterBypassWaterTemperature	chBpWT	感測值	R	類比數值	°C

冰水主機類資料項目						
冰水旁通設定溫度	chilledWaterBypassWaterTemperatureSetpoint	chBpWTSp	設定值	R/W	類比數值	°C
冰水旁通閥位開度	chilledWaterBypassValvePosition	chBpVPos	感測值	R	類比數值	%
冰水旁通閥位控制	chilledWaterBypassValvePositionControl	chBpVCtrl	控制值	R/W	類比數值	%
負載區進水溫度	loadLoopInletWaterTemperature	ldIWT	感測值	R	類比數值	°C
負載區出水溫度	loadLoopOutletWaterTemperature	ldOWT	感測值	R	類比數值	°C
負載區壓差	loadLoopWaterDifferentialPressure	ldDiffPres	感測值	R	類比數值	Pa
冰水末端壓差值	endWaterDifferentialPressure	endDiffPres	感測值	R	類比數值	Pa
冰水末端壓差設定	endWaterDifferentialPressureSetPoint	endDiffPresSp	設定值	R/W	類比數值	Pa
負載區瞬間流量	loadLoopWaterFlowRate	ldWQ	感測值	R	類比數值	LPM
冷卻水出水溫度	coolingWaterOutletWaterTemperature	coOWT	感測值	R	類比數值	°C
冷卻水進水溫度	coolingWaterInletWaterTemperature	coIWT	感測值	R	類比數值	°C
冷卻水出水閥位開度	coolingWaterOutletValvePosition	coOVPos	感測值	R	類比數值	LPM
冷卻水進水閥位開度	coolingWaterInletValvePosition	coIVPos	感測值	R	類比數值	LPM
性能係數	coefficientOfPerformance	COP	數據記錄	R	類比數值	無單位
冰機製冷量	chillerCoolingCapacity	coolCap	感測值	R	類比數值	kW
冰機運轉百分比	chillerLoadPercentage	ldPcnt	感測值	R	類比數值	%
製冷量需求	coolingDemand	coolDmd	感測值	R	類比數值	kW

冷卻水塔類資料項目						
中文名稱	長名稱	短名稱	資料類別	監控標示	資料型態	預設單位/ 列舉值集
冷卻水出水溫度	coolingWaterOutletWaterTemperature	coOWT	感測值	R	類比數值	°C
冷卻水進水溫度	coolingWaterInletWaterTemperature	coIWT	感測值	R	類比數值	°C
冷卻水溫度設定	coolingWaterTemperatureSetpoint	coWTSp	設定值	R/W	類比數值	°C
冷卻水流量監視	coolingWaterFlowRate	coWQ	感測值	R	類比數值	LPM

冷卻水塔類資料項目						
冷卻水出水閥位開度	coolingWaterOutletValvePosition	coOVPos	感測值	R	類比數值	LPM
冷卻水進水閥位開度	coolingWaterInletValvePosition	coIVPos	感測值	R	類比數值	LPM
加載頻率設定	loadFrequencyConfig	ldFreq	設定值	R/W	類比數值	Hz
卸載頻率設定	unloadFrequencyConfig	unldFreq	設定值	R/W	類比數值	Hz
加載溫度設定	loadTemperatureConfig	ldTCfg	設定值	R/W	類比數值	°C
卸載溫度設定	unloadTemperatureConfig	unldTCfg	設定值	R/W	類比數值	°C
加卸載延遲時間	loadUnloadDelayTimeConfig	delayCfg	設定值	R/W	類比數值	second
冷卻水旁通進水溫度	coolingWaterBypassWaterTemperature	coBpWT	感測值	R	類比數值	°C
冷卻水旁通設定溫度	coolingWaterBypassWaterTemperatureSetpoint	coBpWTSp	設定值	R/W	類比數值	°C
冷卻水旁通閥位開度	coolingWaterBypassValvePosition	coBpVPos	感測值	R	類比數值	LPM
冷卻水旁通閥位控制	coolingWaterBypassValvePositionControl	coBpVCtrl	控制值	R/W	類比數值	%
風扇運轉頻率	fanFrequency	fanFreq	感測值	R	類比數值	Hz
風扇變頻控制	fanFrequencyControl	fanCtrl	控制值	R/W	類比數值	%
外氣乾球溫度	ambientAirDrybulbTemperature	dryAT	感測值	R	類比數值	°C
外氣濕球溫度	ambientAirWetbulbTemperature	wetAT	感測值	R	類比數值	°C
外氣相對濕度	ambientAirRelativeHumidity	airRH	感測值	R	類比數值	%
外氣比焓值	ambientAirSpecificEnthalpy	airEnthalpy	感測值	R	類比數值	kJ/kg
冷卻能力	coolingCapacity	coolCap	感測值	R	類比數值	kW

空調泵浦類資料項目						
中文名稱	長名稱	短名稱	資料類別	監控標示	資料型態	預設單位/列舉值集
泵浦頻率監視	frequency	freq	感測值	R	類比數值	Hz
泵浦變頻控制	frequencyControl	freqCtrl	控制值	R/W	類比數值	Hz

空調泵浦類資料項目						
即時給水量	waterFlowRate	WQ	感測值	R	類比數值	m ³ /s
累積給水量	accumulatedWaterFlowVolume	accFlow	數據記錄	R/W	類比數值	m ³
給水管路壓力數值	inletPipePressure	pipePres	感測值	R	類比數值	Pa
給水管路水溫數值	inletPipeWaterTemperature	pipeWT	感測值	R	類比數值	°C
一次側受水槽水位監視	primaryLoopTankWaterLevel	L1WLvl	感測值	R	類比數值	cm
異常水位警示通知	waterLevelAlarm	wLvlAlm	狀態碼	R	列舉型	NORMAL , ALARM
瞬間水質數據	immediateQualityStats	qlty	感測值	R	複合物件	-
歷史水質數據統計	historicalQualityStats	histQlty	數據記錄	R	複合物件	-
異常水質警示通知	qualityAlarm	qltyAlm	狀態碼	R	列舉型	NORMAL , ALARM
用電負載超出警示	overloadAlarm	overload	狀態碼	R/W	列舉型	NORMAL , ALARM
異常漏水警示通知	leakAlarm	leak	狀態碼	R/W	列舉型	NORMAL , ALARM
異常用水警示通知	abnormalUsageAlarm	abuse	狀態碼	R/W	列舉型	NORMAL , ALARM
加卸載模式設定	loadUnloadModeConfig	ldCfg	設定值	R/W	複合物件	-
自動排程設定	scheduleConfig	schedule	設定值	R/W	複合物件	-
運轉效率	efficiency	eff	感測值	R	類比數值	%

空調送風類資料項目						
中文名稱	長名稱	短名稱	資料類別	監控標示	資料型態	預設單位/列舉值集
送風機運轉狀態	supplyFanStatus	SFSts	狀態碼	R	列舉型	ON , OFF
回風機運轉狀態	returnFanStatus	RFSts	狀態碼	R	列舉型	ON , OFF
排風機運轉狀態	exhaustFanStatus	EFSts	狀態碼	R	列舉型	ON , OFF
外氣風機運轉狀態	outsideAirIntakeFanStatus	OFSts	狀態碼	R	列舉型	ON , OFF
送風機警報狀態	supplyFanAlarm	SFAlm	狀態碼	R	列舉型	NORMAL , ALARM
回風機警報狀態	returnFanAlarm	RFAlm	狀態碼	R	列舉型	NORMAL , ALARM

空調送風類資料項目						
排風機警報狀態	exhaustFanAlarm	EFAIm	狀態碼	R	列舉型	NORMAL , ALARM
外氣風機警報狀態	outsideAirIntakeFanAlarm	OFAIm	狀態碼	R	列舉型	NORMAL , ALARM
送風機故障狀態	supplyFanError	SFErr	狀態碼	R	列舉型	NORMAL , ERROR
回風機故障狀態	returnFanError	RFErr	狀態碼	R	列舉型	NORMAL , ERROR
排風機故障狀態	exhaustFanError	EFErr	狀態碼	R	列舉型	NORMAL , ERROR
外氣風機故障狀態	outsideAirIntakeFanError	OFErr	狀態碼	R	列舉型	NORMAL , ERROR
送風機運轉時數	supplyFanOperatingHour	SFOpHr	數據記錄	R	類比數值	hour
回風機運轉時數	returnFanOperatingHour	RFOpHr	數據記錄	R	類比數值	hour
排風機運轉時數	exhaustFanOperatingHour	EFOpHr	數據記錄	R	類比數值	hour
外氣風機運轉時數	outsideAirIntakeFanOperatingHour	OFOpHr	數據記錄	R	類比數值	hour
送風機手自動模式	supplyFanControlMode	SFCtrlMd	狀態碼	R	列舉型	AUTO , MANUAL
回風機手自動模式	returnFanControlMode	RFCtrlMd	狀態碼	R	列舉型	AUTO , MANUAL
排風機手自動模式	exhaustFanControlMode	EFCtrlMd	狀態碼	R	列舉型	AUTO , MANUAL
外氣風機手自動模式	outsideAirIntakeFanControlMode	OFCtrlMd	狀態碼	R	列舉型	AUTO , MANUAL
送風機頻率監視	supplyFanFrequency	SFFreq	感測值	R	類比數值	Hz
送風機變頻控制	supplyFanFrequencyControl	SFFreqCtrl	控制值	R/W	類比數值	%
送風機最低頻率設定	supplyFanFrequencyMinConfig	SFFreqMin	設定值	R/W	類比數值	%
回風機頻率監視	returnFanFrequency	RFFreq	感測值	R	類比數值	Hz
回風機變頻控制	returnFanFrequencyControl	RFFreqCtrl	控制值	R/W	類比數值	%
回風機最低頻率設定	returnFanFrequencyMinConfig	RFFreqMin	設定值	R/W	類比數值	%
排風機頻率監視	exhaustFanFrequency	EFFreq	感測值	R	類比數值	Hz
排風機變頻控制	exhaustFanFrequencyControl	EFFreqCtrl	控制值	R/W	類比數值	%
排風機最低頻率設定	exhaustFanFrequencyMinConfig	EFFreqMin	設定值	R/W	類比數值	%
外氣風機頻率監視	outsideAirIntakeFanFrequency	OFFreq	感測值	R	類比數值	Hz
外氣風機變頻控制	outsideAirIntakeFanFrequencyControl	OFFreqCtrl	控制值	R/W	類比數值	%

空調送風類資料項目						
外氣風機最低 頻率設定	outsideAirIntakeFan FrequencyMinConfi g	OFFreqMin	設定值	R/W	類比數 值	%
送風靜壓	supplyAirStaticPress ure	SASaticPres	感測值	R	類比數 值	Pa
回風風門開度	returnAirDamperPos ition	RADampPos	感測值	R	類比數 值	%
回風風門控制	returnAirDamperPos itionControl	RADampCtrl	控制值	R/W	類比數 值	%
回風混合風門 開度	mixingAirDamperPo sition	MADampPos	感測值	R	類比數 值	%
回風混合風門 控制	mixingAirDamperPo sitionControl	MADampCtrl	控制值	R/W	類比數 值	%
排風風門開度	exhaustAirDamperP osition	EADampPos	感測值	R	類比數 值	%
排風風門控制	exhaustAirDamperP ositionControl	EADampCtrl	控制值	R/W	類比數 值	%
排風風量	exhaustAirFlowRate	EAQ	感測值	R	類比數 值	LPM
外氣風門開度	outsideAirIntakeDa mperPosition	OADampPos	感測值	R	類比數 值	%
外氣風門控制	outsideAirIntakeDa mperPositionControl	OADampCtrl	控制值	R/W	類比數 值	%
外氣進風量	outsideAirIntakeAir FlowRate	OAQ	感測值	R	類比數 值	LPM
濾網狀態	filterStatus	filtSts	狀態碼	R	列舉型	NORMAL , ALARM
送風濾網狀態	supplyAirFilterStatu s	SAFiltSts	狀態碼	R	列舉型	NORMAL , ALARM
回風濾網狀態	returnAirFilterStatus	RAFiltSts	狀態碼	R	列舉型	NORMAL , ALARM
排風濾網狀態	exhaustAirFilterStat us	EAFiltSts	狀態碼	R	列舉型	NORMAL , ALARM
外氣濾網狀態	outsideAirFilterStatu s	OAFiltSts	狀態碼	R	列舉型	NORMAL , ALARM
送風溫度感測	supplyAirTemperatu re	SAT	感測值	R	類比數 值	°C
送風溫度設定	supplyAirTemperatu reSetpoint	SATSp	設定值	R/W	類比數 值	°C
回風溫度感測	returnAirTemperatur e	RAT	感測值	R	類比數 值	°C
回風溫度設定	returnAirTemperatur eSetpoint	RATSp	設定值	R/W	類比數 值	°C
混合回風溫度 感測	mixingAirTemperatu re	MAT	感測值	R	類比數 值	°C
排風溫度感測	exhaustAirTemperat ure	EAT	感測值	R	類比數 值	°C
外氣溫度感測	outsideAirTemperat ure	OAT	感測值	R	類比數 值	°C

空調送風類資料項目						
送風濕度感測	supplyAirRelativeHumidity	SARH	感測值	R	類比數值	%
送風濕度設定	supplyAirRelativeHumiditySetpoint	SARHSp	設定值	R/W	類比數值	%
回風濕度感測	returnAirRelativeHumidity	RARH	感測值	R	類比數值	%
回風濕度設定	returnAirRelativeHumiditySetpoint	RARHSp	設定值	R/W	類比數值	%
排風濕度感測	exhaustAirRelativeHumidity	EARH	感測值	R	類比數值	%
外氣濕度感測	outsideAirRelativeHumidity	OARH	感測值	R	類比數值	%
外氣比焓值	outsideAirSpecificEnthalpy	OAEnthalpy	感測值	R	類比數值	kJ/kg
送風 CO2 濃度設定	supplyAirCO2ConcentrationSetpoint	SACO2Sp	設定值	R/W	類比數值	ppm
回風 CO2 濃度	returnAirCO2Concentration	RACO2	感測值	R	類比數值	ppm
外氣 CO2 濃度	outsideAirCO2Concentration	OACO2	感測值	R	類比數值	ppm
加濕器狀態	humidifierStatus	humidSts	狀態碼	R	列舉型	ON , OFF
加濕器控制	humidifierControl	humidCtrl	控制值	R/W	類比數值	%
焓值設定	enthalpySetpoint	enthalpySp	設定值	R/W	類比數值	kJ/kg
冰水盤管進水溫度	coolingCoilInletWaterTemperature	ccIWT	感測值	R	類比數值	°C
冰水盤管出水溫度	coolingCoilOutletWaterTemperature	ccOWT	感測值	R	類比數值	°C
冰水盤管瞬間流量	coolingCoilWaterFlowRate	ccWQ	感測值	R	類比數值	LPM
冰水閥位開度	coolingCoilValvePosition	ccVPos	感測值	R	類比數值	%
冰水閥位控制	coolingCoilValvePositionControl	ccVCtrl	控制值	R/W	類比數值	%
熱水盤管進水溫度	heatingCoilInletWaterTemperature	hcIWT	感測值	R	類比數值	°C
熱水盤管出水溫度	heatingCoilOutletWaterTemperature	hcOWT	感測值	R	類比數值	°C
熱水盤管瞬間流量	heatingCoilWaterFlowRate	hcWQ	感測值	R	類比數值	LPM
熱水閥位開度	heatingCoilValvePosition	hcVPos	感測值	R	類比數值	%
熱水閥位控制	heatingCoilValvePositionControl	hcVCtrl	控制值	R/W	類比數值	%
室內環境溫度	indoorTemperature	indrT	感測值	R	類比數值	°C
室內環境濕度	indoorRelativeHumidity	indrRH	感測值	R	類比數值	%

空調送風類資料項目						
室內環境 CO2	indoorCO2Concentration	indrCO2	感測值	R	類比數 值	ppm
漏水檢知	leakDetection	leakSts	狀態碼	R	列舉型	NORMAL , ALARM
偵煙感測	smokeDetection	smokeSts	狀態碼	R	列舉型	NORMAL , ALARM

中興電工機械股份有限公司，針對空調設備的維護是針對原廠的操作手冊，進行維護保養，入駐進場後，每月進行冷卻水塔清洗，每月更換空調箱、濾網並調整冰水閥夏季、冬季溫度的調控，維護泵浦運轉、變頻器現場測試。並感謝中興電工提供「國立海洋科技博物館園區」機電保養維護總表。本研究團隊整理空調相關設備所需維護內容如下表 7:

表 7:中興電工-空調設備機電保養維護表

項目	基準
空調冰水主機設備	電力數據紀錄 負載電流紀錄 冷媒高、低壓數據紀錄 自動控制元件檢測 冷卻水、冰水進出水溫紀錄 油液面、油品質紀錄 流量控制器功能檢查 冷媒系統控漏檢測 運轉數據、運轉時間、操作介面檢查
空調用水系統設備	電力數據紀錄 負載電流紀錄 泵浦運轉頻率紀錄 冷卻水、冰水泵浦水壓力紀錄
冷卻水塔	電力數據紀錄 負載電流紀錄 扇葉及聯軸器檢查 運轉效率檢查
空調箱、盤管送風機	送風機組運轉檢測 電力數據、運轉數據量測 皮帶彈性疲乏測試 風道、管路保溫校能檢查
水系統管路	電動閥功能檢查 水鉗吸收器、釋氣閥檢查 開關閥件檢查

參、空調設備預測維護數據交換格式標準

綜合上述文獻研究和訪談結果，本研究案針對空調四大類:冰水主機類、冷卻水塔類、空調泵浦類和空調送風類所提出的數據交換格式標準如下表 8

表 8:空調設備物測維護數據交換格式

冰水主機類			
中文名稱	長名稱	資料型態	說明
靜態資訊			
冰水主機廠牌名稱	chilledBrandName	文字	此名稱以業界常用描述為主
冰水主機型號	chilledModelName	文字	
冰水主機類型	chilledType	文字	說明冰水主機類型，水冷式或氣冷式
壓縮機類型	compressorType	文字	說明壓縮機類型，往復式、螺旋式、離心式、渦卷式等
冰水主機噸數	chilledTonnage	文字	
製冷能力	chilledCapacity	文字	RT
轉速	rotatingSpeed	文字	rpm
安裝日期	installDate	日期	
冰水主機編號	chilledID	文字	唯一碼
動態資訊			
冰機運轉狀態	chilledStatus	列舉型	ON，OFF
冰機運轉時數	chilledOperatingHour	類比數值	hour
冰水供水溫度	chilledWaterSupplyWaterTemperature	類比數值	°C
冰水回水溫度	chilledWaterReturnWaterTemperature	類比數值	°C
冰水流量監視	chilledWaterFlowRate	類比數值	LPM
冰水供水壓力	chilledWaterSupplyPressure	類比數值	Pa
冰水回水壓力	chilledWaterReturnPressure	類比數值	Pa
電壓	chilledVolt	類比數值	

冰水主機類			
電流	chilledAmp	類比數值	
功率因數	chilledPowerFactor	類比數值	
冷卻水塔類			
中文名稱	長名稱	資料型態	說明
靜態資訊			
冷卻水塔廠牌名稱	coolingBrandName	文字	此名稱以業界常用描述為主
冷卻水塔型號	coolingModelName	文字	
冷卻水塔類型	coolingdType	文字	
冷卻能力	coolingCapacity	類比數值	Kcal / Hr
標準水量	waterFlow	類比數值	每分鐘公升數
水容積	volumeCapacity	類比數值	立方米
風車台數	windmills	類比數值	
安裝日期	installDate	日期	
冷卻水塔編號	coolingID	文字	唯一碼
動態資訊			
冷卻水出水溫度	coolingWaterOutletWaterTemperature	類比數值	°C
冷卻水進水溫度	coolingWaterInletWaterTemperature	類比數值	°C
冷卻水流量	coolingWaterFlowRate	類比數值	LPM
風扇運轉頻率	fanFrequency	類比數值	Hz
外氣乾球溫度	ambientAirDrybulbTemperature	類比數值	°C
外氣濕球溫度	ambientAirWetbulbTemperature	類比數值	°C
外氣焓值比	ambientAirSpecificEnthalpy	類比數值	kJ/kg
空調泵浦類			
中文名稱	長名稱	資料型態	說明
靜態資訊			

空調泵浦類			
泵浦廠牌名稱	pumpBrandName	文字	此名稱以業界常用描述為主
泵浦型號	pumpModelName	文字	
泵浦類型	pumpType	文字	
泵浦用途	pumpUse	文字	說明泵浦用途:揚水，循環，給水等
馬力	pumpPower	類比數值	Hp
口徑	pumpCaliber	類比數值	吋
最高揚程	pumpHead	類比數值	M
最大水量	pumpWaterVolume	類比數值	LPM
安裝日期	installDate	日期	
泵浦編號	pumpID	文字	唯一碼
動態資訊			
泵浦運轉狀態	pumpStatus	列舉型	ON，OFF
泵浦運轉時數	pumpOperatingHour	類比數值	hour
泵浦頻率	frequency	類比數值	Hz
即時給水量	waterFlowRate	類比數值	m ³ /s

空調送風類			
中文名稱	長名稱	資料型態	說明
靜態資訊			
空調箱廠牌名稱	fanBrandName	文字	此名稱以業界常用描述為主
空調箱型號	fanModelName	文字	
空調箱類型	fanType	文字	
送風量	airVolume	類比數值	CFM
送風機型式	airPumpType	文字	說明送風機型式:軸流、離心等
送風機馬達容量	airPumpHead	類比數值	HP

空調送風類			
安裝日期	installDate	日期	
泵浦編號	pumpID	文字	唯一碼
動態資訊			
空調箱運轉狀態	fanStatus	列舉型	ON , OFF
空調箱運轉時數	fanOperatingHour	類比數值	hour
室內環境 CO2	indoorCO2Concentration	類比數值	ppm
室內環境溫度	roomTemperature	類比數值	°C
送風溫度	supplyAirTemperature	類比數值	°C
風門開度	returnAirDamperPosition	類比數值	%
濾網狀態	filterStatus	列舉型	NORMAL , ALARM

第二節

給排水設備預測維護應用服務之資料需求

壹、給排水設備預測維護應用相關資料

2014 年 Wong[28]分析了香港建築物供水系統的泵效率指出高層供水系統的能效低於 25%，超過 75%的輸入能量“損失”，約佔水泵能量損失的一半。

2019 年 Afanasyev[29]等學者再參加物理學雜誌會議上提出了住宅建築物的維護是確保建築物所有元素和系統的最高可靠性的一組措施)。住宅技術操作的主要要素是定期的預防性檢查和維修系統。但是，即使採用合理的組織方式，建築構件也總是有一定的概率發生破壞，這不僅取決於結構的老化因素。故障可能是由意外情況引起的，例如，加熱系統，冷熱水供應系統等中的壓力過大。

貳、給排水設備預測維護資料分析

智慧建築能源管理系統資料格式標準中有關給排水設備的定義，彙整出其資料項目後如下表 9 所示：

表 9:給排水系統資料格式項目

中文名稱	長名稱	短名稱	資料類別	監控標示	資料型態	預設單位/列舉值集
泵浦頻率監視	frequency	freq	感測值	R	類比數值	Hz
泵浦變頻控制	frequencyControl	freqCtrl	控制值	R/W	類比數值	Hz
即時給水量	waterFlowRate	WQ	感測值	R	類比數值	m ³ /s
累積給水量	accumulatedWaterFlowVolume	accFlow	數據記錄	R/W	類比數值	m ³
給水管路壓力數值	inletPipePressure	pipePres	感測值	R	類比數值	Pa
一次側受水槽水位監視	primaryLoopTankWaterLevel	L1WLvl	感測值	R	類比數值	cm
異常水位警示通知	waterLevelAlarm	wLvlAlm	狀態碼	R	列舉型	NORMAL，ALARM

中文名稱	長名稱	短名稱	資料類別	監控標示	資料型態	預設單位/列舉值集
瞬間水質數據	immediateQualityStats	qlty	感測值	R	複合物件	-
歷史水質數據統計	historicalQualityStats	histQlty	數據記錄	R	複合物件	-
異常水質警示通知	qualityAlarm	qltyAlm	狀態碼	R	列舉型	NORMAL, ALARM
用電負載超出警示	overloadAlarm	overload	狀態碼	R/W	列舉型	NORMAL, ALARM
異常漏水警示通知	leakAlarm	leak	狀態碼	R/W	列舉型	NORMAL, ALARM
異常用水警示通知	abnormalUsageAlarm	abuse	狀態碼	R/W	列舉型	NORMAL, ALARM
加卸載模式設定	loadUnloadModeConfig	ldCfg	設定值	R/W	複合物件	-
自動排程設定	scheduleConfig	schedule	設定值	R/W	複合物件	-
運轉效率	efficiency	eff	感測值	R	類比數值	%

中興電工機械股份有限公司針對給排水設備的維護是測試馬達(揚水泵)的效能，客觀基礎為水壓。大型建築下水池有定水位閥，屬於機械式，測試釋氣口是否正常，利用氣壓原理達到自動開閉的效果。定水位閥也跟水質有直接的關係，該區域水質不佳，定水位閥容易故障，造成無法止水，這也屬於維管巡檢機房的部分，檢視溢流口是否有自來水溢流。並感謝中興電工提供「國立海洋科技博物館園區」機電保養維護總表。本研究團隊整理給排水相關設備所需維護內容如下表 10。

表 10:中興電工-給排水設備機電保養維護表

項目	基準
給排水設備	汙廢水流數據紀錄 中水回收數據紀錄 蓄水池水位監測 自動控制操作測試 中雨水過濾設備檢視 自來水進水數據紀錄 汙廢水處理設備檢視 自來水自動衡壓系統檢查

給排水泵浦設備	泵浦設備電壓、運轉電流、啟動電流及運轉數據紀錄 控制介面操作測試 電磁開關過熱電驛作動測試 浮球開關、馬達起停電驛作動測試 泵浦設備運轉狀態測試
用水蓄水池	泵浦作動測試 液位檢視 電極棒開關、浮球開關、馬達起停電驛作動測試
給水系統管路及閥件	開關閥件、定水位閥、機械閥件作動測試及功能檢查 止迴閥、逆止閥、減壓閥、釋氣閥功能測試

感謝國霖機電提供貴公司目前所使用的機電保養表。本研究團隊整理給排水相關設備所需維護內容如下表 11：

表 11:國霖機電-給排水設備機電保養維護表

項目	基準
給排水設備	揚水泵功能檢查 污水泵功能檢查 廢水泵功能檢查 上、下水池排水檢視口檢查 頂樓落水頭檢視 集中水表箱漏水檢查

參、給排水設備預設維護數據交換格式標準

綜合上述文獻研究和訪談結果，本研究案針對給排水設備所提出的數據交換格式標準如下表 12。

表 12:給排水設備物測維護數據交換格式

給排水泵浦			
中文名稱	長名稱	資料型態	說明
靜態資訊			
泵浦廠牌名稱	pumpBrandName	文字	此名稱以業界常用描述為主
泵浦型號	pumpModelName	文字	
泵浦類型	pumpType	文字	
泵浦用途	pumpUse	文字	說明泵浦用途
馬力	pumpPower	類比數值	Hp
口徑	pumpCaliber	類比數值	吋
最高揚程	pumpHead	類比數值	M
最大水量	pumpWaterVolume	類比數值	LPM
安裝日期	installDate	日期	
泵浦編號	pumpID	文字	唯一碼
動態資訊			
泵浦運轉狀態	pumpStatus	列舉型	ON, OFF
泵浦運轉時數	pumpOperatingHour	類比數值	hour
泵浦頻率	frequency	類比數值	Hz
即時給水量	waterFlowRate	類比數值	m ³ /s
給水管路壓力數值	inletPipePressure	類比數值	Pa
水槽液位值	tankWaterLevel	類比數值	cm

第三節

照明設備預測維護應用服務之資料需求

壹、照明設備預測維護應用相關資料

章建濤[22]2017年在《面向城市照明系統的智慧故障診斷與預測方法研究》文中研究表明伴隨國家經濟的持續增長和城市建設的不斷推進，城市照明系統的規模和複雜度逐年上升。與之對應的，系統提供的服務品質直接影響著越來越多的行人和車輛安全。保持城市照明系統良好的服務一方面需要及時對系統故障做出診斷，另一方面還需要預判未來可能發生的故障從而安排合理的維護和檢修策略。傳統的城市照明系統故障診斷方法主要針對設備電氣特徵，需要專業人士參與，而在系統維護和檢修方面缺乏對故障的準確預測，更多地依賴盲目的隨機巡檢過程。

智慧城市照明監控系統的出現雖然能一定程度上通過監控運行資料診斷現象型的故障，但缺乏對故障和運行資料之間關聯性的分析，也沒有提供故障預測的能力。基於這樣的研究現狀歸納總結了城市照明系統的組成和故障成因，分別對系統中的路燈節點的故障診斷問題和區域配電系統中的故障預測問題設計了相應的分析模型，以期達到高效快速部署和節約資源的目的。

論文的核心工作如下：

首先，論文分析了城市照明系統中路燈節點故障診斷所面臨的大範圍部署問題，並針對快速回應和少人工參與的需求使用極限學習機對該問題進行了抽象建模。通過分析不同結構的極限學習機的近似逼近能力，結合學習過程設計了具備自我調整參數搜索過程的路燈節點故障診斷模型。其次，論文分析了城市照明系統中通過區域配電系統運行資料和外部資料構建故障預測模型的需求，並對預測模型進行了數學建模。論文實現了能夠利用即時產生的資料進行線上學習過程的故障預測模型。最後，論文使用宜賓市城市照明系統運行資料對路燈故障診斷模型和區域配電系統預測模型進行了驗證，並通過引入外部資

料說明瞭模型對輸入屬性的擴展性。

此外，論文還基於所提模型設計並實現了城市照明智慧故障診斷與預測系統。實驗驗證和系統實現的結果表明論文所提的兩類模型分別在路燈故障診斷和區域配電系統故障預測方面具有較高的分類和預測準確率，實現了論文的研究內容。

貳、照明設備預測維護資料分析

智慧建築能源管理系統資料格式標準中有關照明設備的定義有二線式照明控制、智慧燈具和智慧路燈。彙整此三種設備的資料項目後如下表 13 所示：

表 13:照明系統資料格式項目

中文名稱	長名稱	短名稱	資料類別	監控標示	資料型態	預設單位/列舉值集
照度值	illuminance	lux	感測值	R	類比數值	Lux
單點開關狀態	singlePointStatus	spSts	狀態碼	R	列舉型	ON, OFF
群組開關狀態	groupStatus	grpSts	狀態碼	R	列舉型	ON, OFF
單點調光控制	singlePointDimmingControl	spDim	控制值	R/W	類比數值	%
群組調光控制	groupDimmingControl	grpDim	控制值	R/W	類比數值	%

中興電工機械股份有限公司針對照明設備的維護保養採取被動式檢修方式，照明設備損壞後更換，或是因為更換燈具都會記載更換日期，可以預期更換頻率、數量，燈具品牌眾多，其品質直接影響更換頻率。

國霖機電管理服務股份有限公司針對照明設備的維護保養並無特殊預測維護方式，唯一保養方式就是擦拭。照明器具使用後，照度會有不同成程度衰減，故需清潔維護。缺乏保養維護工作，積塵會降低燈具效率並加速燈具光衰。

參、照明設備預測維護數據交換格式標準

綜合上述文獻研究和訪談結果，本研究案針對照明設備所提出的數據交換格式標準如下表 14。

表 14:照明設備物測維護數據交換格式

中文名稱	長名稱	資料型態	說明
靜態資訊			
燈具廠牌名稱	lampsBrandName	文字	此名稱以業界常用描述為主
燈具型號	lampsModelName	文字	
燈具類型	lampsType	文字	說明燈具類型 T3/T5/T8 等
安裝日期	installDate	日期	
更換日期	replaceDate	日期	
燈具編號	lampsID	文字	唯一碼
動態資訊			
燈具狀態	lampsStatus	列舉型	ON，OFF
燈具運轉時數	lampsOperatingHour	類比數值	hour

第五章 預測維護服務應用情境、功能及資訊架構

設備在建築物中扮演極為重要的角色，要使建築物維持良好的服務需仰賴各種不同類型設備各司其職。一般來說，建築物的設備維護會委由專業團隊來協助執行，藉由維護保養的手段延續設備的服務水平。儘管如此，對於設備運作耗損而導致的異常故障甚至是使用壽命終止，往往只會在異常狀況發生，進而影響服務之後才會得知。因此如何對設備進行預測維護，即可在設備發生異常狀況之前，將損害免於無形。

第一節

提出智慧建築之空調、照明、給排水設備預測維護服務應用情境、功能及資訊架構

本專案提出以異常偵測與診斷(Fault Detection and Diagnosis, FDD)方法來對設備進行預測判斷，提供管理者進行設備維護之參考依據。FDD 是透過過去建築設備之運轉狀態建立迴歸模型，以對現在及未來之設備異常做出預警告之方法。FDD 方法作為一個隨時運行中的電腦程式，可以實時偵測關心之系統當下的輸出值，檢查輸出值判斷是否為異常值(Outlier)，相當於一個可以隨時檢查設備是否異常的工程師。

FDD 分為兩個部分，分別是異常偵測以及診斷。異常偵測是根據過去運作的情況利用演算法學習過去的運作模式，做為當下點位運作狀態的基線(baseline)，從而判斷當下點位的狀態是否有異常。診斷部分，則仰賴長時間的維修經驗累積，透過演算法實踐點位異常的歸因。結合偵測以及診斷，可以針對設備之異常提出警報，同時提供可能的異常原因。若在同一段時間內，頻繁檢測出異常狀態，維管人員可以在設備真正出現異常之前先行進行檢測，以減少設備維護之成本。

本案所完成維護服務功能未來可用來做為技術移轉授權。

壹、預測維護模型運作流程

預測維護模型於實際案場運作時，如圖 12，可將流程分為三個階段：(1)取用設備即時 I/O 點位資料 (2)迴歸模型判斷 (3)整合分析成果，透過使用介面產出警報

取用即時點位需整合現場資料的即時反饋，並且透過資料整理，處理成交給模型解析之資料形式。迴歸模型判斷則是由迴歸模型讀入及時點位資料後，與模型預測出的實際資料點進行比對，同時藉由統計方法來判定該時刻之點位數值是否為異常值；診斷的部分，則是由報錯後的狀態結合過去的維修經驗，由另一組演算法進行可能的報錯歸因。整合分析成果部分，則是將演算法的報錯以及診斷結果，回報給現場維護管理人員，並且透過演算法的結果回報，節省檢修的時間。

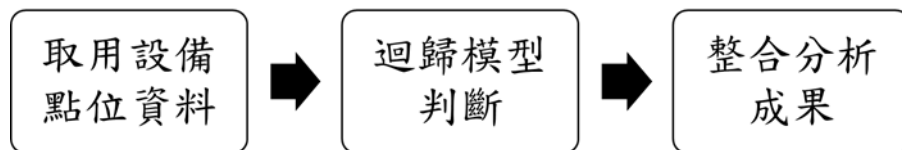


圖 12:預測維護模型運作流程(資料來源:研究團隊製作)

一、模型訓練前置作業

設備狀態預測模型需要學習過往設備的表現情形，對此在前置模型的建立有 (1)歷史數據收集及 (2)迴歸模型建立方法兩個技術層面的問題。

FDD 中用來判斷設備運作狀態的演算法需要歷史資料進行學習。由於使用的標的是空調設備、節能等領域，這些點位的運作狀態與環境狀態有很高的相關性，熱季與冷季的環境變化跟這些設備的耗能還有表現有很大的影響，故實作上會建議至少要收取超過半年以上的點位資料來建立演算法。

以圖 13 為例，在時間長度不夠的情況下，假定以某年之一月至三月的資料進行訓練，並將之用於五月至七月的點位資料預測，則會因為演算法並未學習過熱季之資料型態而導致預測失準。

考量演算法需要有足夠的數據進行資料預測，建議點位的歷史資料需要至少六個月以上的數據，並同時包含冷、熱季資料，才是對演算法來說比較好的一批歷史數據來學習各個點位的運作模式。

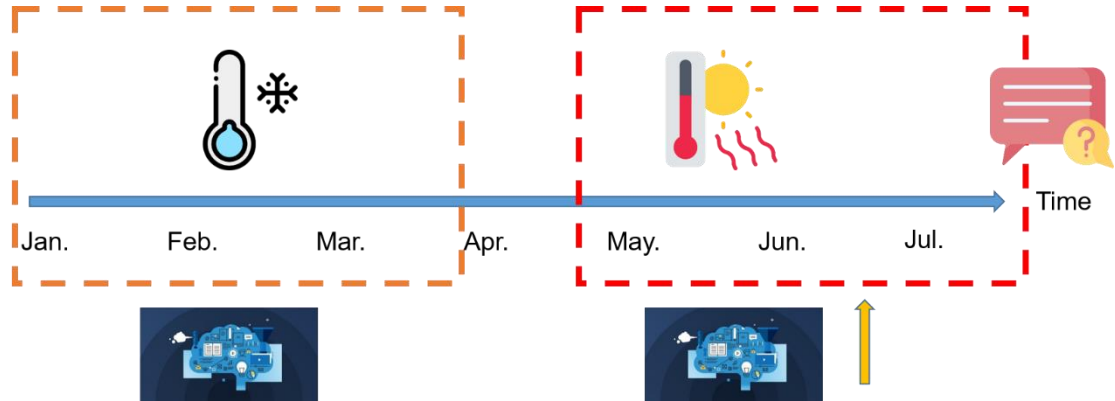


圖 13:歷史數據收集釋義(資料來源:研究團隊製作)

二、預測維護模型建立流程

演算法建立之流程如下圖 14 所示，點位取用以空調系統為例。根據需要預測的點位，首先需要收集上游點位、自身所屬點位資料以及環境點位資料，或是其他依照空調領域知識判斷可能有相關之點位納入。

將資料收集後進型資料之前處理，包含清洗、篩選、補值等等步驟後，利用演算法本身的網格搜尋技術來選擇重要的特徵，隨後即可進行迴歸模型之建立。建立完成後之模型則進入驗證階段，通常會以原始資料的一部份並且以決定係數(R2)來判斷模型預測之數據與測試資料之準確度。若是驗證階段的決定係數表現不佳，則需要反覆調整模型參數或是改變原始投入訓練的特徵，來反覆調整模型的準確度，直到驗證門檻通過為止。實務進行上，驗證階段的決定係數若能達到 0.8 以上，則可認定為合格之預測模型。

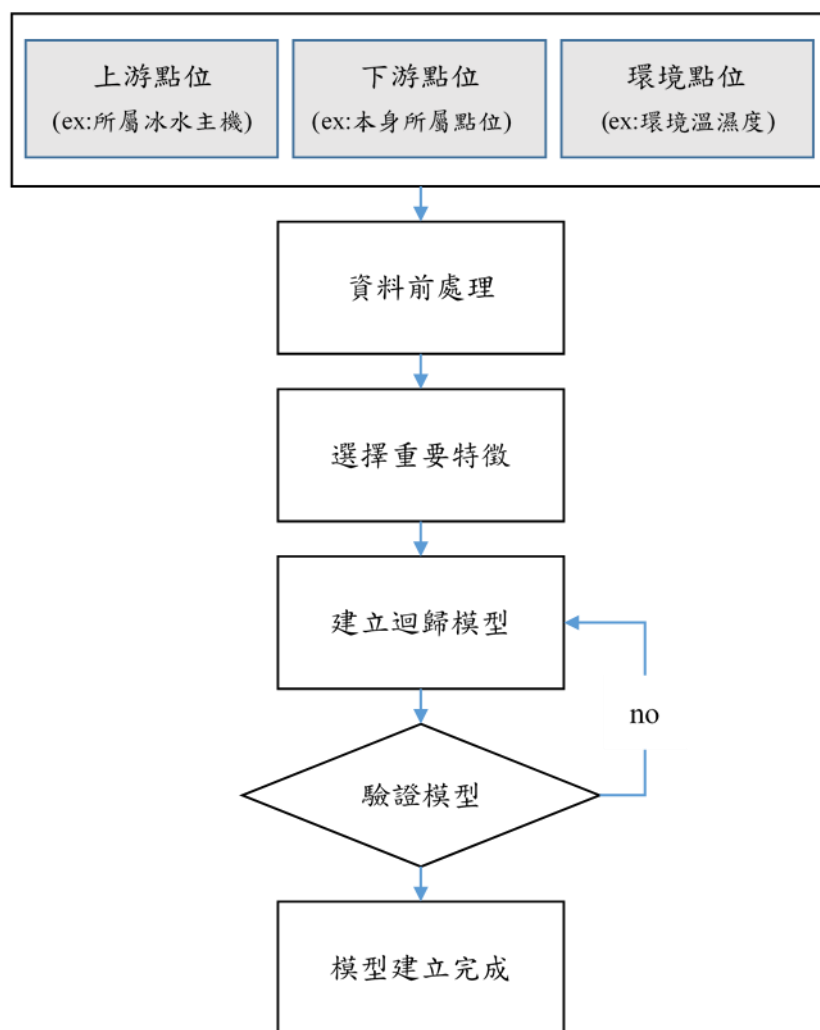


圖 14:迴歸模型建立流程(資料來源:研究團隊製作)

三、預測維護建立方法之比較

(一) 方法一：多項式迴歸

多項式迴歸(Polynomial Regression)是統計學中的一種迴歸分析的形式如圖 15，以自變量 x 以及因變量 y 之間的關係作為建模的依據，用於擬合 x 與 y 的非線性關係。因為擬合方法的限制，多項式迴歸通常需要滿足變數之間符合獨立性，以免參數間互相影響。作為一種最早就被開發出來的統計技術，大約 1980 年代就有人在使用多項式迴歸，長期被用來處理一些例如水質預測、人口統計等領域。

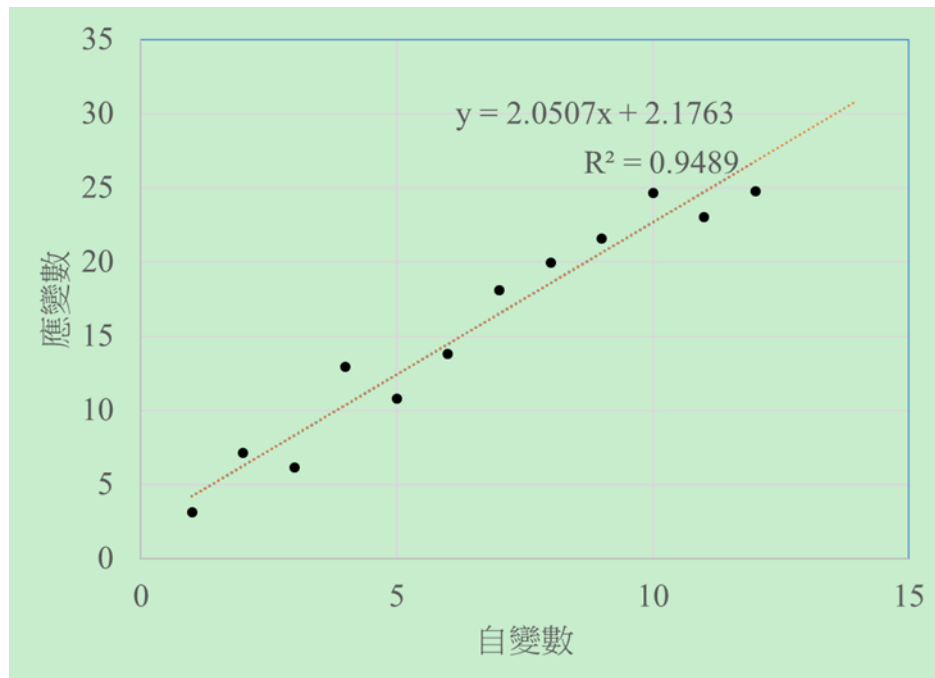


圖 15:一維線性回歸示意圖

(二) 方法二：類神經網路

類神經網路(Artificial Neuron Network)模擬生物神經網路之運作，是一種透過統計的方法，建立一具備簡單決斷能力的模型。神經網路在面對複雜的問題時，不需要經過定義數學模型而是經由網路之間神經元之間的計算權重互相調整，經由學習來面對不確定的環境。與機器學習相似，適合用來處理非線性以及最佳化的問題，同樣適合解決不需要精確答案的問題。與機器學習不同的是，類神經網路需要的是大量與問題可能有關的特徵，或許可能是從來都沒有想過的因素，都可以納入神經網路的訓練過程。基於神經網路的原理，演算法會自動調整每一個神經元之間的權重，並且自動過濾掉相關性不高的權重，並且透過神經元之間的互動重新找出人過去沒有發現的規則。對於神經網路而言，更強調使用者能不能產出更多的特徵來提供給演算法尋找其中的規律。

神經網路由輸入層、隱藏層以及輸出層為一組基本結構，如圖 16 所示，由不同資料特徵作為第一層的輸入層，藉由改變隱藏層的神經元個數、各個神經元之間的連結權重來改變整個神經網路的結構。根據神經網路的原理可知，輸入神經元愈多，與有機會跟中間的隱藏層做出「聯想」，以發展出一個合適的訓練結果。

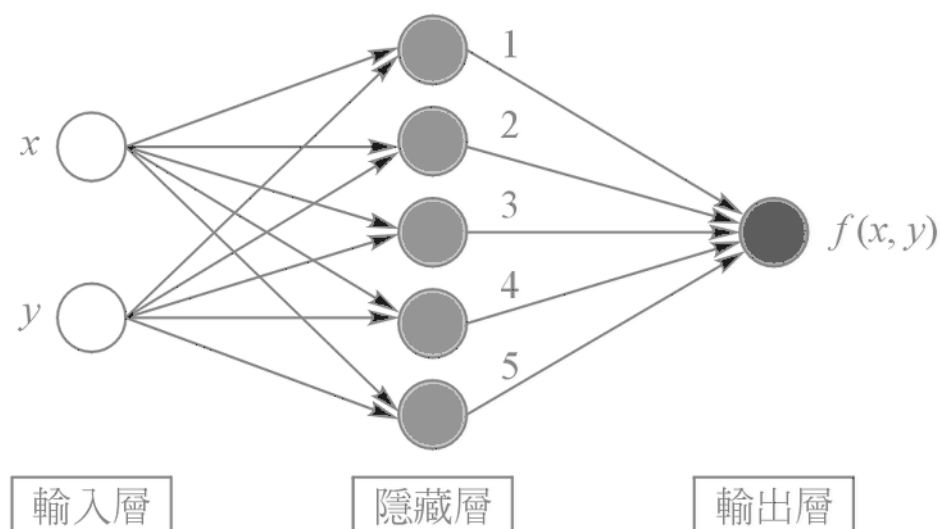


圖 16:類神經網路之基本結構

(三) 方法三：機器學習

機器學習(Machine Learning)是一門人工智慧的科學，其理論基於數學模型，設計和分析一種讓電腦可以自動學習的演算法。機器學習演算法可以從資料中自動分析並獲得規律，並且利用演算法建立的規律對未來的資料進行預測的算法。機器學習適合解決非線性、最佳化的問題。透過演算法建立，在決定輸入因子之後透過演算法來建立一組輸入、輸出的對應關係。此外，機器學習演算法適合解決需要快速得到結果但是不需要精確答案之問題，例如建築耗能評估、股票預測、證券市場分析以及語音辨識等等領域，參考圖 17。

機器學習的建模方法，要求團隊提前設計解決的方案，並且預先確定關鍵的因素，以作為提供演算法運作的特徵(feature)，對於資料前處理以及對自身領域的了解是能否建出一個好的預測模型很重要的一環。

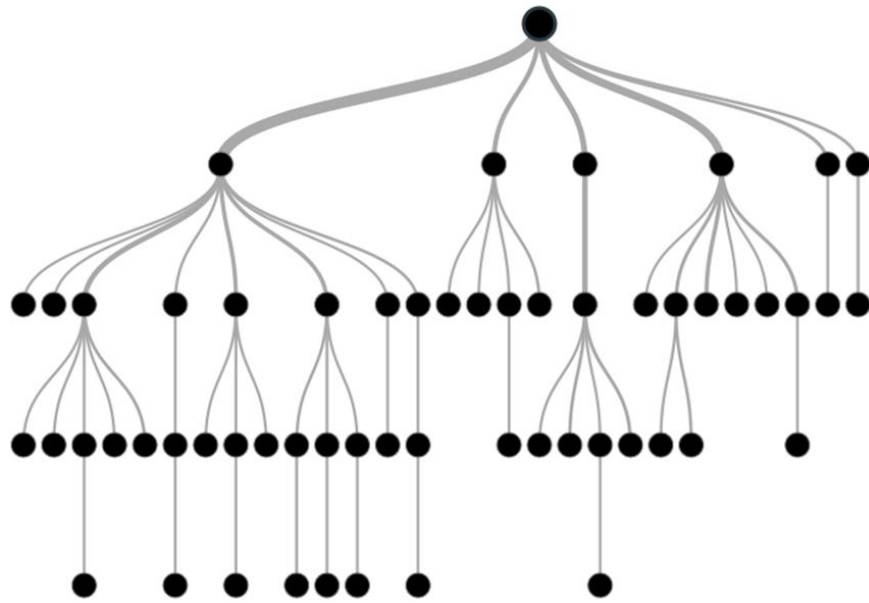


圖 17:經典機器學習演算法-決策樹

(四) 綜合比較

上述方法之綜合比較大致如表 15 所示，以下將討論每一個方法之比較。

根據先前之討論多項式迴歸方法需假定所有特徵之間有獨立性，以免參數之間互相干擾。然而在建築物理環境這個領域，變數之間通常不存在統計獨立性。以冰水主機的冰水進水溫度以及回水溫度為例，冰水回水溫度會依據冰水出水溫度的高低而變化，因此在進行多項式迴歸時，不符合其特徵之間變異性大且獨立之條件。所以目前在數據分析實務工作使用上較不合適。

比較機器學習以及類神經網路兩迴歸方法，類神經網路著重於多項特徵的產生，此外，類神經網路之模型參數調整過程複雜，包含神經元個數、啟動函數、神經元層數等等，若用於大量建模時，則效率不彰，在一個模型上就需要花費大量的時間調整，雖然具備不錯的模型結果表現，但考量執行時間成本，願不採用。相較於類神經網路，機器學習演算法有豐富的自調參數功能，方便使用者篩選演算法的參數，同時演算法建模較快速，在大量建模時，較神經網路快速且方便。實用上，可先批次建模後，查看建模的狀況，將驗證表現不佳的模型再進行重新調參後重複嘗試調整出一個表現較佳的迴歸模型即可。

根據上述，將會選用機器學習演算法，並且透過 python 程式語言進行演算法的實踐。

表 15:各迴歸方法簡易比較(資料來源:研究團隊自行繪製)

方法	多項式回歸	機器學習	類神經網路
回歸能力表現	中	強	強
大量建模之便利性	便利	便利	不便
建模費時	短	中	長

貳、預測維護服務應用情境、功能及資訊架構

一、空調設備

以空調設備為例，空調設備樣態五花八門。FDD 作為一預警報系統相當於一個隨時於現場檢查的維管人員，透過即時的資料輸入，可以對下一個時刻的點位資料狀態做出預判，若是數值或是狀態異常，則可以提早發出警告，對於空調系統的維護有裨益。

(一) 功能及資訊架構

空調系統之點位數量繁多，以過去的經驗，建議收集的點位資料包含環境點位、設備點位以及能源狀態點位參考表 16。

環境(IAQ)點位建議包含：(1)室內空氣溫度 (2)外氣溫度 (3)室內濕度 (4)室內二氧化碳(CO₂)濃度 (5)室內細懸浮微粒(PM-2.5)值。

設備點位建議包含：(1)風管靜壓 (2)冰水閥開度 (3)風管開度 (4)冰水入水溫度 (5)冰水出水溫度 (6)變頻器電功率 (7)回風溫度 (8)運轉狀態 (9)風門開度。

能源狀態點位建議包含：(1)冰水瞬時熱量 (2)冰水瞬時流量。

表 16:空調系統建立預測維護模型建議納入點位參考清單

系統	類別	建議點為
空調系統	環境點位	● 室內空氣溫度 ● 外氣溫度 ● 室內溼度 ● 室內二氧化碳(CO2)濃度 ● 室內細懸浮微粒(PM-2.5)值
	設備點位	● 風管靜壓 ● 冰水閥開度 ● 風管開度 ● 冰水入水溫度 ● 冰水出水溫度 ● 變頻器電功率 ● 回風溫度 ● 運轉狀態 ● 風門開度
	能源點位	● 冰水瞬時熱量 ● 冰水瞬時流量

案場提供資料概況如表 17 所示。資料採集時間自 2020/4/22 至 9/25 期間，共計 156 天如圖 18、19。

表 17:冰水主機資料概況

	冰機進流水溫	冰機回流水溫
平均溫度(°C)	13.45	16.66
標準差(°C)	1.53	1.22
資料密度	5min/筆	5min/筆

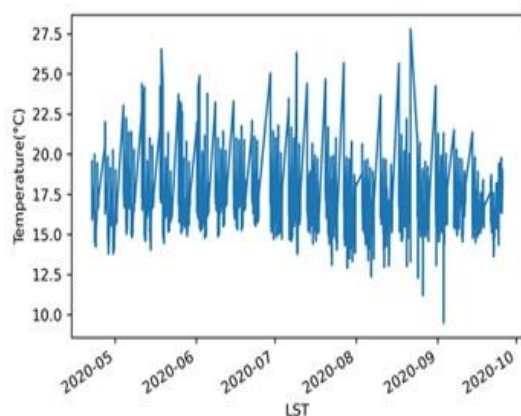


圖 18:冰水回流溫度資料

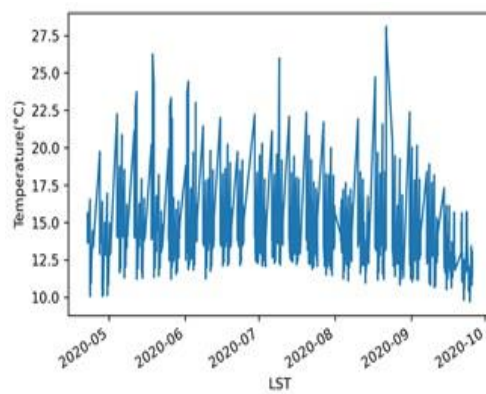


圖 19:冰水進流溫度資料

(二) 應用情境

將前述流程套入空調系統設備維護的情境如圖 20 所示，此處以某一案場之冰機冰水流量為預警報之點位，經過資料前處理之後，將資料交給演算法進行特徵篩選，並挑選出具有較高相關性的特徵來建立預測模型。在此案場之冰水流量，與有高相關性的特徵包含:二氧化碳點位、區域泵頻率回授、冰水閥開度、PAH 風管溫度、PAH 風管靜壓、主機冰水回流溫度及主機冰水進流溫度等等。

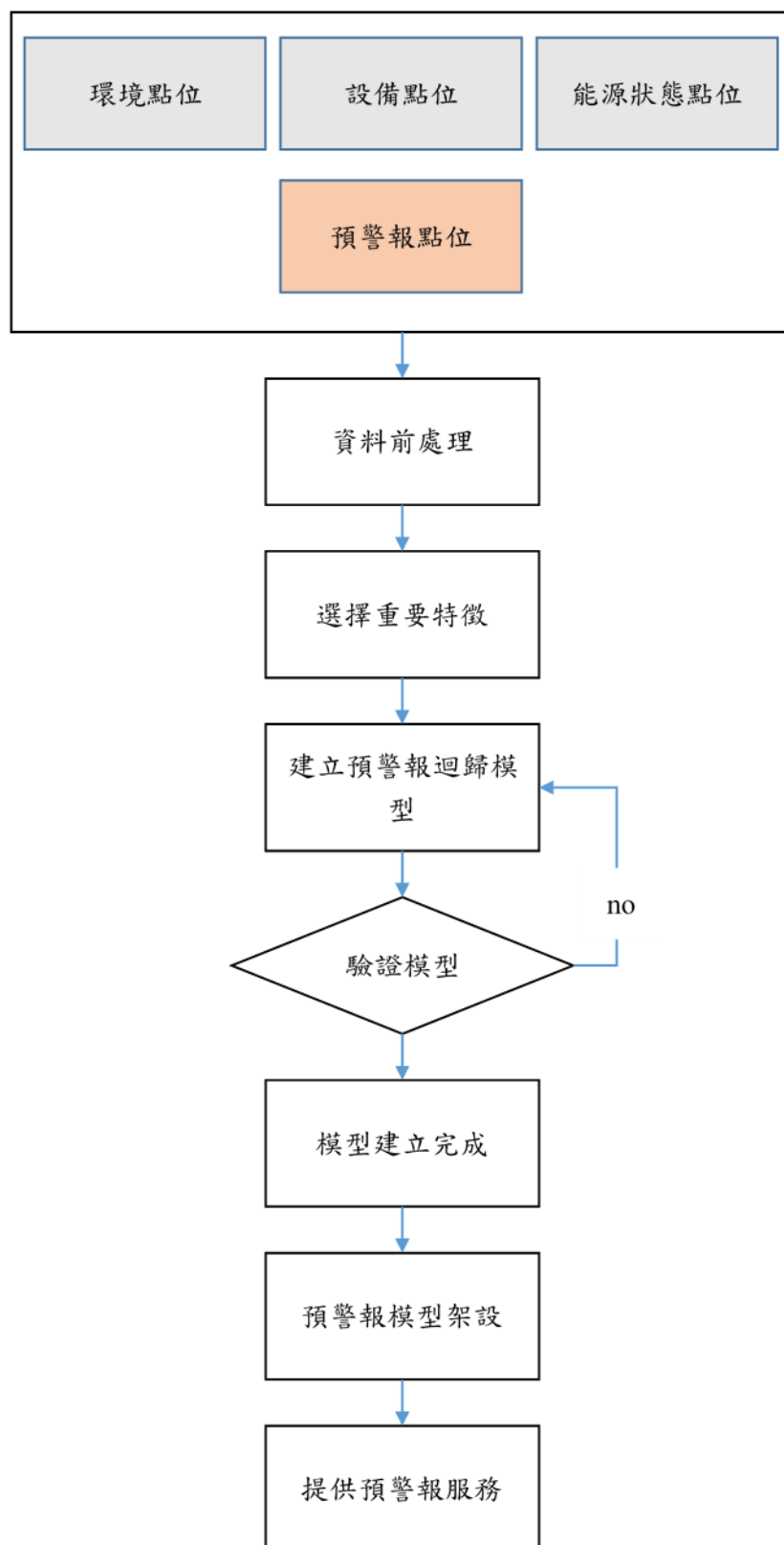


圖 20:空調預警報點位架設示意圖

在篩選完特徵後，對模型進行訓練，可得決定係數 R^2 為 0.96 左右，並繪製圖 21 進行參照可見預測之流量很好的擬合上了實際的流量數值，並且圖中黑色圓圈的位置，即為演算法檢測發出預警報之點位。

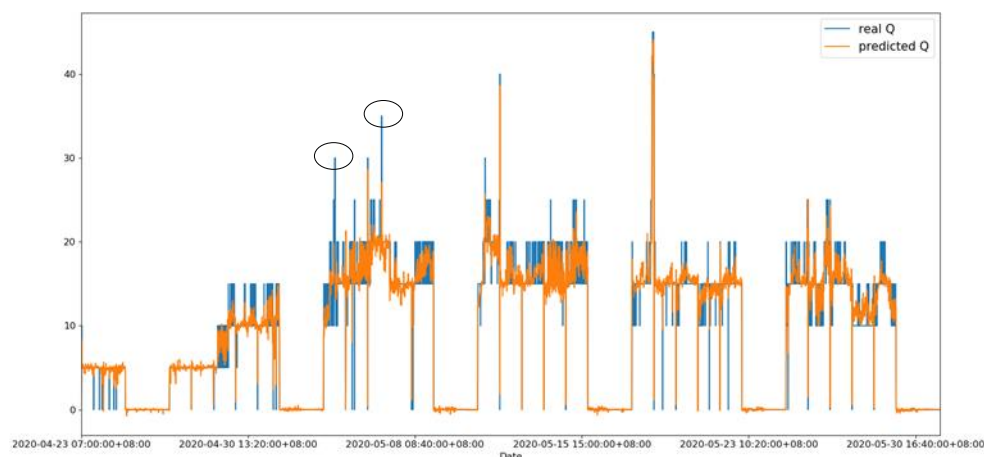


圖 21:冰水流量為預測目標之結果比較

二、給排水設備

在一般建築物中，儘管給排水系統仍具備為數不低的監控點位，但實際場域中絕大部分僅建置數位點，無法作為預測維護模型使用。因此本案改採用相同架構之場域點位資料進行類比，期望可透過分析試算之結果來證明及類推相同模式的點位可應用於實際建築物案場之中。

給排水設備之資料利用一抽水站之高低水位應用 FDD 異常維護模組，資料內容包含水池 1 與水池 2 設置的水位計提供水位高度資料以及時間戳記，時間長度為 2019 全年度。水池 1 接受入水，並經由揚水泵浦(1/2)提供給水池 2。水池 2 供給用水給用戶端。

其運作示意圖如圖 22 所示，FDD 應用則是以水池 1 及水池 2 的水位高度為目標。

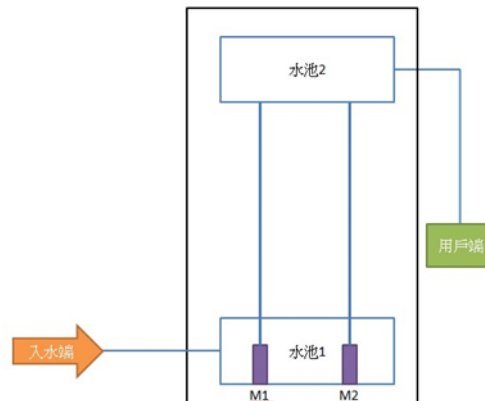


圖 22: 空調預警報點位架設示意圖

(一) 功能及資訊架構

水位資料概況如表 18 所示，全年資料頻度為一分鐘一筆。全年時間線圖如圖 23 及圖 24，由圖 23 可知，水池 1 水位高大多時間都在 3.6 公尺左右；而水池 2 水位高則在 1.45 至 1.75 之間。

表 18: 各迴歸方法簡易比較(資料來源:研究團隊自行繪製)

	水池 1 水位高度	水池 2 水位高度
平均水池高度(m)	3.37	1.52
標準差(m)	0.53	0.24
資料密度	1min/筆	1min/筆

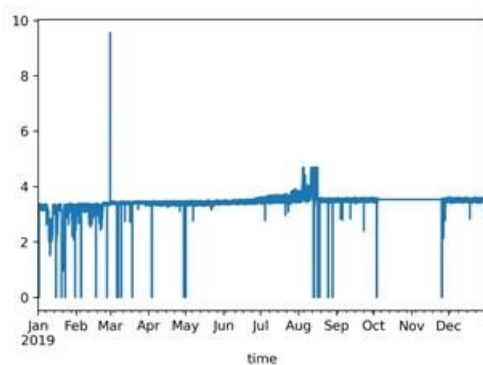


圖 23: 水池 1 水位高資料

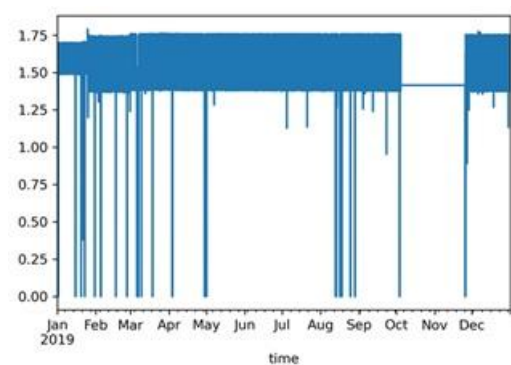


圖 24: 水池 2 水位高資料

(二) 應用情境

應用 FDD 方法之後，可得出兩水池高度之警報點位，做每日累積後如圖 25、26，整理出報警點位數較多(大於 3 個)的日期，發現水池 2 出現累積警報較多的天數，水池 1 也都出現了警報狀態，可說明兩水池之液面高度有相對應的關係。

因此未來若要在給排水設備應用，建議可藉由加裝水位計提供 FDD 模型更多分析資料。

Date	errorlabel
2019/1/1	3
2019/1/21	3
2019/2/15	3
2019/2/25	3
2019/3/6	3
2019/4/3	3
2019/5/6	3
2019/8/13	3
2019/10/6	4
2019/10/7	3
2019/10/9	3
2019/10/13	4
2019/10/14	3
2019/10/16	3
2019/10/20	4
2019/10/21	3
2019/10/23	3
2019/10/27	4
2019/10/28	3
2019/10/30	3
2019/11/3	4
2019/11/4	3
2019/11/6	3
2019/11/10	4
2019/11/11	3
2019/11/13	3
2019/11/17	4
2019/11/18	3
2019/11/20	3
2019/11/24	4
2019/11/25	5
2019/12/2	3
2019/12/22	3

圖 25:水池 1 報警點位(每日累積點數)

Date	errlabel
2019/3/6	5
2019/10/7	4
2019/10/14	3
2019/10/21	3
2019/10/28	3
2019/11/4	3
2019/11/11	3
2019/11/18	3
2019/11/25	4

圖 26:水池 2 報警點位(每日累積點數)

三、照明設備

專案團隊經檢視目前所取得數據資料，發現照明設備的資料與想像中預期差異太大，因此並無法做出合理且有效的預測維護模型。以下說明團隊所執行的狀況與成果。

資料來源

專案團隊試圖從一般建築物案場以及智慧路燈的擁有者或廠商方面，取得相關資料進行分析。智慧路燈方面由於團隊資源限制，尚無法獲得相關數據；因此本專案預測維護參考資料來源為一般建築物。建築物使用方式為一般辦公大樓。

資料現況檢視

由取得的資料中發現一般建築物中央監控系統中照明設備現場所具備均為狀態點位，且多半屬於數位控制點(Digital Output)及時間排程相關點位，即便有現場狀態監測，也是數位輸入點(Digital Input)，較為遺憾的是點位類型中缺乏類比輸入(Analog Input)點位。另外，日常巡檢保養對於照明設備來說，僅進行目視來檢查功能是否正常，資料中並未發現其它做法。

資料意義釐清

接著專案團隊進行資料意義的釐清時發現，數位控制點為中央監控系統(操作端)對設備端進行之動作，並無法代表現場狀態。意即，就算將資料進行模擬試算，由於數位控制點是由時間排程或操作者所導致，其運算成果並無法代表照明設備實際狀況。

目前建築物中對於照明的中央監控需求很單純，主要是透過系統遠端來進行各裝置迴路的開關操作，好一點的才會設置照明設備現場狀態，但此輸入狀態點仍是數位點位，數位點位轉為數據僅能有 0/1 之區隔，且若僅能取得照明設備開關狀態點位，資料意義單調，模型訓練成果難有鑑別度。

小結

透過以上說明，並且參考專家訪談對於照明系統進行預測維護之看法，並

且考量照明系統於建築物營運階段的使用與定位，目前技術發展與資源投入尚未具備充足經濟效益。因此，專案團隊認為照明系統現行條件尚不足以支撐來執行預測維護模擬。

藉由本研究經驗，往後發展照明設備預測維護模型，建議可由下列幾點方向來探討，以協助取得實質意義的發展：

1. 納入設備回授的類比型點位資料，增加原本僅有數位型點位資料的解釋性，例如以多迴路電表，對各照明迴路進行用電情況偵測。
2. 從資料採集面著手來增加資料特徵值，例如在公共區域設置數位照度計，藉由合理且可靠的數據資料來源。

第二節

開發預測維護服務模組及模組規劃

壹、概論

根據各項應用的數據交換格式標準如圖 27 至圖 32，標準交換格式應包含靜態資訊如廠商名稱、主機名稱類型等文字資訊，以及運轉狀態的數位訊號以及類比訊號，而 FDD 的應用項目則是其中的類比訊號值，同時 FDD 計算模組所輸出的結果也會以通用格式進行輸出。

中文名稱	英文名稱	資料型態	說明
靜態資訊			
冰水主機廠牌名稱	chilledBrandName	文字	此名稱以業界常用描述為主
冰水主機型號	chilledModelName	文字	
冰水主機類型	chilledType	文字	說明冰水主機類型，水冷式或風冷式
壓縮機類型	compressorType	文字	說明壓縮機類型，往復式、螺旋式、離心式、渦輪式等
冰水主機噸數	chilledTonnage	文字	RT
製冷能力	chilledCapacity	文字	
轉速	rotatingSpeed	文字	rpm
安裝日期	installDate	日期	
冰水主機編號	chilledID	文字	唯一碼
動態資訊			
冰機運轉狀態	chilledStatus	列舉型	ON, OFF
冰機運轉時數	chilledOperatingHour	類比數值	hour
冰水供水溫度	chilledWaterSupplyWaterTemperature	類比數值	°C
冰水回水溫度	chilledWaterReturnWaterTemperature	類比數值	°C
冰水流量監視	chilledWaterFlowRate	類比數值	LPM
冰水供水壓力	chilledWaterSupplyPressure	類比數值	Pa
冰水回水壓力	chilledWaterReturnPressure	類比數值	Pa
電壓	chilledVolt	類比數值	
電流	chilledAmp	類比數值	
功率因數	chilledPowerFactor	類比數值	

圖 27:空調-冰水主機類設備預測維護交換格式標準(1/2)

中文名稱	長名稱	資料型態	說明
靜態資訊			
冷卻水塔廠牌名稱	coolingBrandName	文字	此名稱以業界常用描述為主
冷卻水塔型號	coolingModelName	文字	
冷卻水塔類型	coolingdType	文字	
冷卻能力	coolingCapacity	類比數值	Kcal / Hr
標準水量	waterFlow	類比數值	每分鐘公升數
水容積	volumeCapacity	類比數值	立方米
風車台數	windmills	類比數值	
安裝日期	installDate	日期	
冷卻水塔編號	coolingID	文字	唯一碼
動態資訊			
冷卻水出水溫度	coolingWaterOutletWaterTemperature	類比數值	°C
冷卻水進水溫度	coolingWaterInletWaterTemperature	類比數值	°C
冷卻水流量	coolingWaterFlowRate	類比數值	LPM
風扇運轉頻率	fanFrequency	類比數值	Hz
外氣乾球溫度	ambientAirDrybulbTemperature	類比數值	°C
外氣濕球溫度	ambientAirWetbulbTemperature	類比數值	°C
外氣焓值比	ambientAirSpecificEnthalpy	類比數值	kJ/kg

圖 28:空調-冰水主機類設備預測維護交換格式標準(2/2)

中文名稱	長名稱	資料型態	說明
靜態資訊			
泵浦廠牌名稱	pumpBrandName	文字	此名稱以業界常用描述為主
泵浦型號	pumpModelName	文字	
泵浦類型	pumpType	文字	
泵浦用途	pumpUse	文字	說明泵浦用途:揚水・循環・給水等
馬力	pumpPower	類比數值	Hp
口徑	pumpCaliber	類比數值	吋
最高揚程	pumpHead	類比數值	M
最大水量	pumpWaterVolume	類比數值	LPM
安裝日期	installDate	日期	
泵浦編號	pumpID	文字	唯一碼
動態資訊			
泵浦運轉狀態	pumpStatus	列舉型	ON, OFF
泵浦運轉時數	pumpOperatingHour	類比數值	hour
泵浦頻率	frequency	類比數值	Hz
即時給水量	waterFlowRate	類比數值	m3/s

圖 29:空調-泵浦類設備預測維護數據交換格式標準

中文名稱	長名稱	資料型態	說明
靜態資訊			
空調箱廠牌名稱	fanBrandName	文字	此名稱以業界常用描述為主
空調箱型號	fanModelName	文字	
空調箱類型	fanType	文字	
送風量	airVolume	類比數值	CFM
送風機型式	airPumpType	文字	說明送風機型式:軸流、離心等
送風機馬達容量	airPumpHead	類比數值	HP
安裝日期	installDate	日期	
泵浦編號	pumpID	文字	唯一碼
動態資訊			
空調箱運轉狀態	fanStatus	列舉型	ON, OFF
空調箱運轉時數	fanOperatingHour	類比數值	hour
室內環境CO2	indoorCO2Concentration	類比數值	ppm
室內環境溫度	roomTemperature	類比數值	°C
送風溫度	supplyAirTemperature	類比數值	°C
風門開度	returnAirDamperPosition	類比數值	%
濾網狀態	filterStatus	列舉型	NORMAL, ALARM

圖 30:空調-送排風類設備預測維護數據交換格式標準

中文名稱	長名稱	資料型態	說明
靜態資訊			
燈具廠牌名稱	lampsBrandName	文字	此名稱以業界常用描述為主
燈具型號	lampsModelName	文字	
燈具類型	lampsType	文字	說明燈具類型T3/T5/T8等
安裝日期	installDate	日期	
更換日期	replaceDate	日期	
燈具編號	lampsID	文字	唯一碼
動態資訊			
燈具狀態	lampsStatus	列舉型	ON, OFF
燈具運轉時數	lamps OperatingHour	類比數值	hour

圖 31:照明設備預測維護數據交換格式標準

中文名稱	長名稱	資料型態	說明
靜態資訊			
泵浦廠牌名稱	pumpBrandName	文字	此名稱以業界常用描述為主
泵浦型號	pumpModelName	文字	
泵浦類型	pumpType	文字	
泵浦用途	pumpUse	文字	說明泵浦用途
馬力	pumpPower	類比數值	Hp
口徑	pumpCaliber	類比數值	吋
最高揚程	pumpHead	類比數值	M
最大水量	pumpWaterVolume	類比數值	LPM
安裝日期	installDate	日期	
泵浦編號	pumpID	文字	唯一碼
動態資訊			
泵浦運轉狀態	pumpStatus	列舉型	ON, OFF
泵浦運轉時數	pumpOperatingHour	類比數值	hour
泵浦頻率	frequency	類比數值	Hz
即時給水量	waterFlowRate	類比數值	m3/s
給水管路壓力數值	inletPipePressure	類比數值	Pa
水槽液位值	tankWaterLevel	類比數值	cm

圖 32:給排水設備預測維護數據交換格式標準

貳、開發設備預測維護服務模組示意

預測服務流程如圖 33 所示，預測服務模組即是 FDD 人工智慧演算模組，會將結果依照標準化通用格式輸出，透過整合商進行可視化顯示。未來整合雲端服務如圖 34 所示，透過 Saas 技術，預測維護服務模組透過雲端平台上的服務，可將方法推播雲端的架構，對使用者端而言，可以不需要了解 Saas 如何存儲及運算資料即可提供預測維護服務。後續將會根據這各服務架構，提出各應用服務的規劃建議。

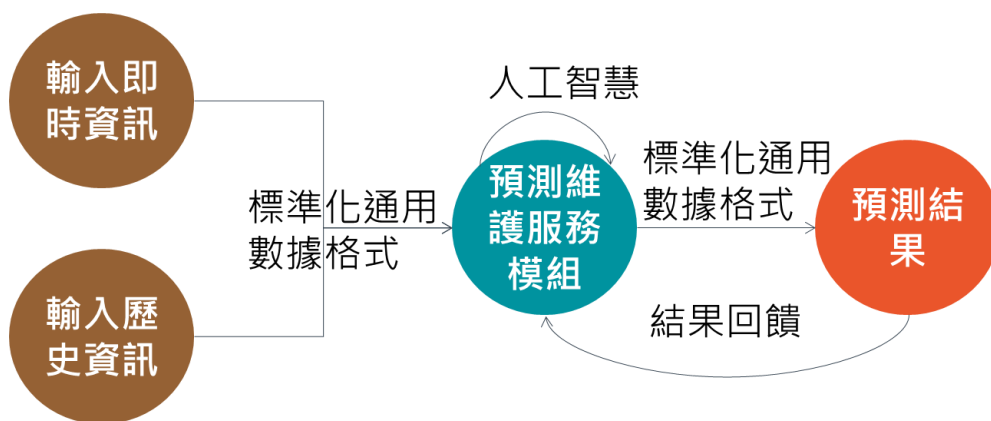


圖 33: 預測服務模式流程圖

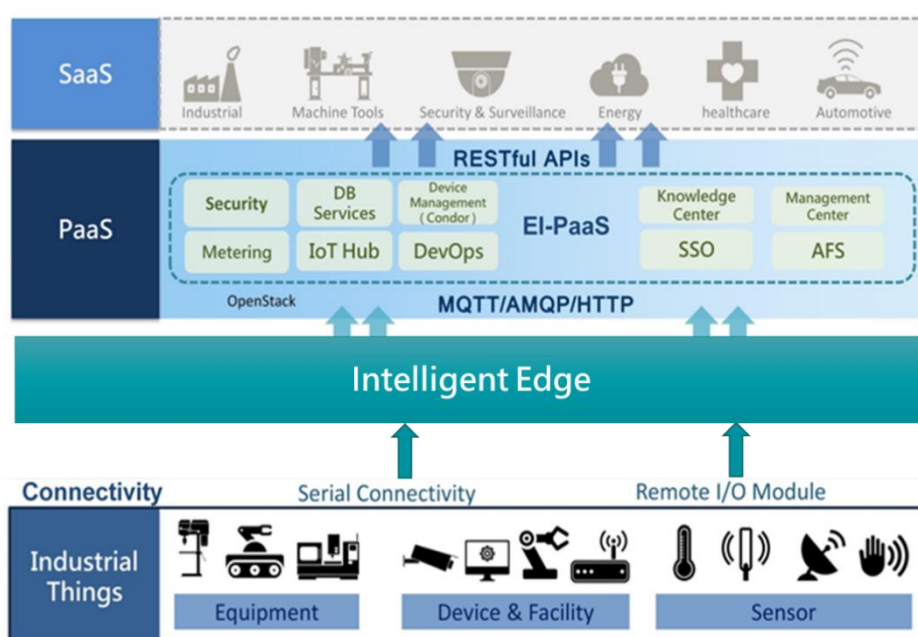


圖 34: 預測服務模式流程圖

參、各系統模組服務模式資訊應用建議

根據前述所提到的各項應用模式如圖 35 至圖 40 顯示，由於建築資料多與使用時間高度相關，大多空調組件都含有使用時程的概念在內。上班時間空調始運作；中午休息時間因人員離開空調負荷下降；下班時間冰機關閉或是因為人員離開空調負荷減少等等。

圖 37 水主機部分，由於冰機之狀態點位較多，且互相之間均會影響，比如供水溫度高低會影響到回水溫度之高低等，因此建議納入除冰機本身狀態之外，還有室內環境狀態點位，方可得到一較好的回歸預測模型。

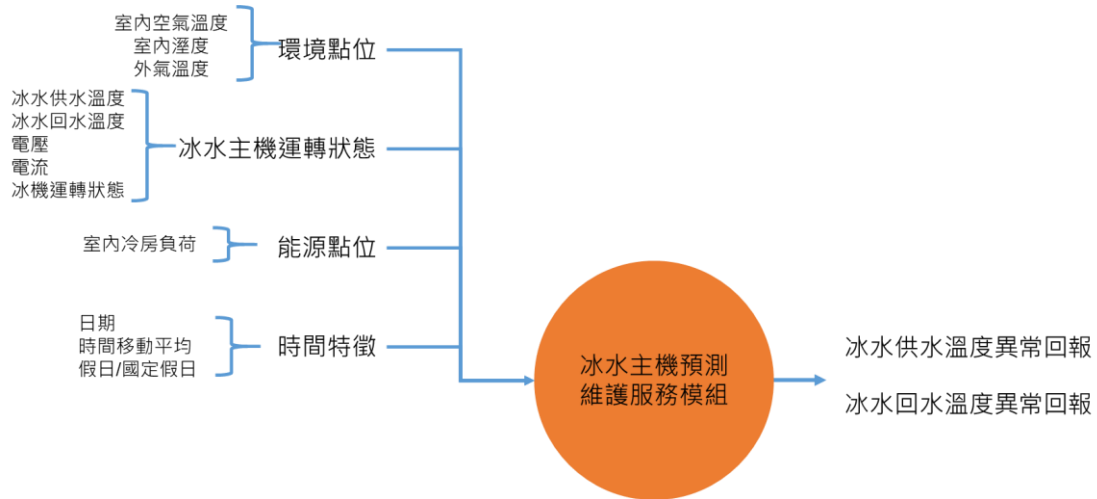


圖 35:空調系統-冰水主機建議預測服務模式

圖 38 冷卻水塔部分則是建議納入外氣狀態來做為驅動預測服務的因子，原因是冷卻水塔放在室外，水塔的各项數值會被外界天氣狀態影響。

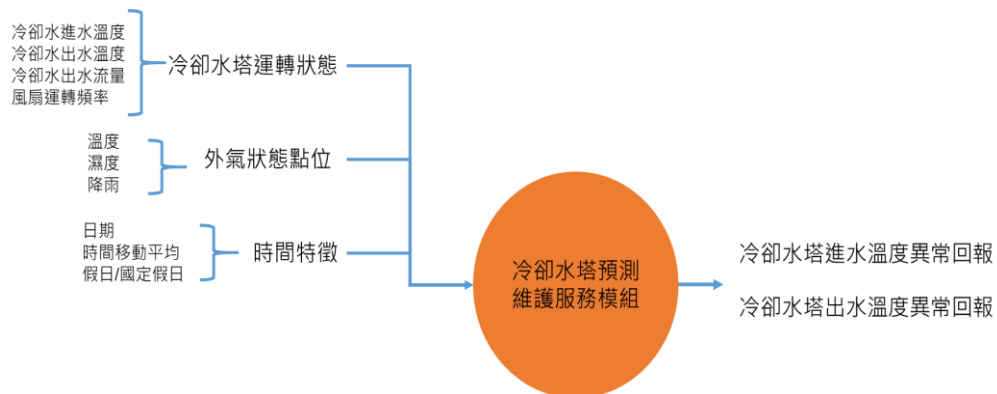


圖 36:空調系統-冷卻水塔建議預測服務模式

圖 39 泵浦的運作狀態與冰水主機息息相關，根據冰機輸出的水量，冰水泵也會有不同的流量，因此建議納入冰水主機點位。

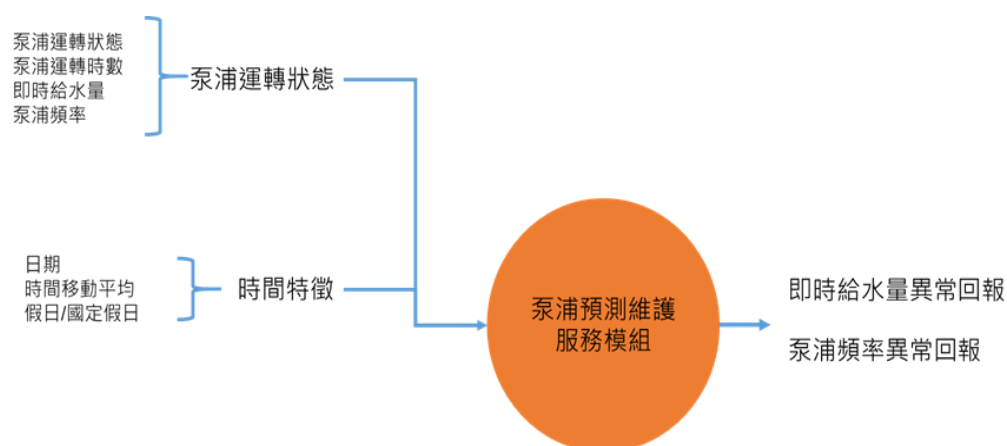


圖 37: 空調系統-泵浦建議預測服務模式

圖 40 送排風系統則建議納入除本身運作狀態之外，還有環境狀態點位，因室內溫度會影響送風系統之風門開度以及送風溫度。

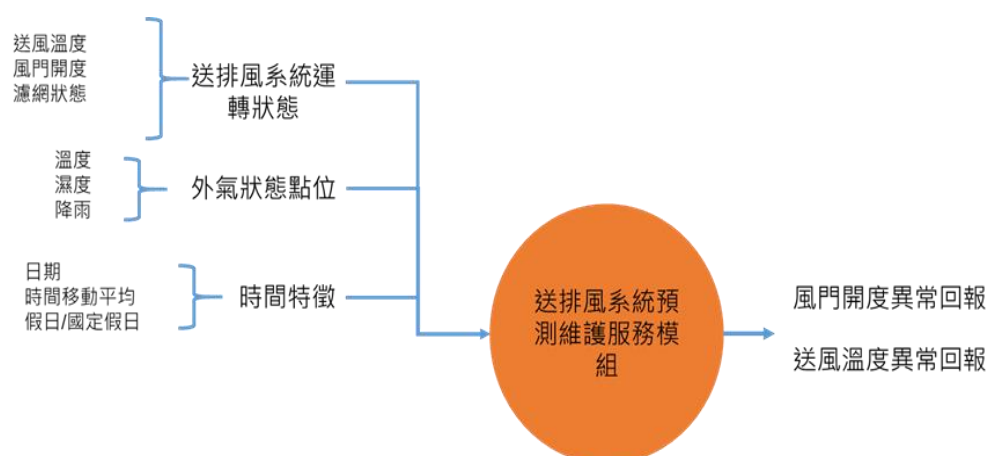


圖 38: 空調系統-排風建議預測服務模式

根據資料實作的經驗而言，建議給排水系統的服務流程如圖 41 所示，建議納入水池本身的水位高度以及各水池的泵浦狀態，以及時間序列相關特徵。時間序列相關特徵原因如同空調設備，水位高度取決於人的使用狀態，一般狀態之下，人的用水習慣也會較統一，比如夜晚梳洗用水、近中午或是晚餐烹飪用水等等，均會影響水位高度。

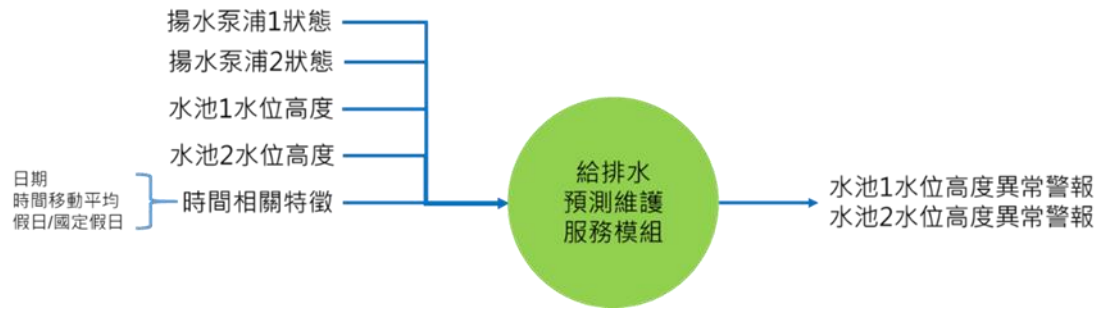


圖 39:給排水系統建議預測維護服務模式

根據圖 42 描述之照明建議模式，於本節提出可能的服務模式。倘若未來可納入回授數值如照明設備電流量、發熱量等因子，或是透過資料採集來獲得外部反饋如照度計等等，本研究認為配合外氣環境如降雨狀態、濕度以及時間特徵，可對照明點位異常提供預測服務模式。

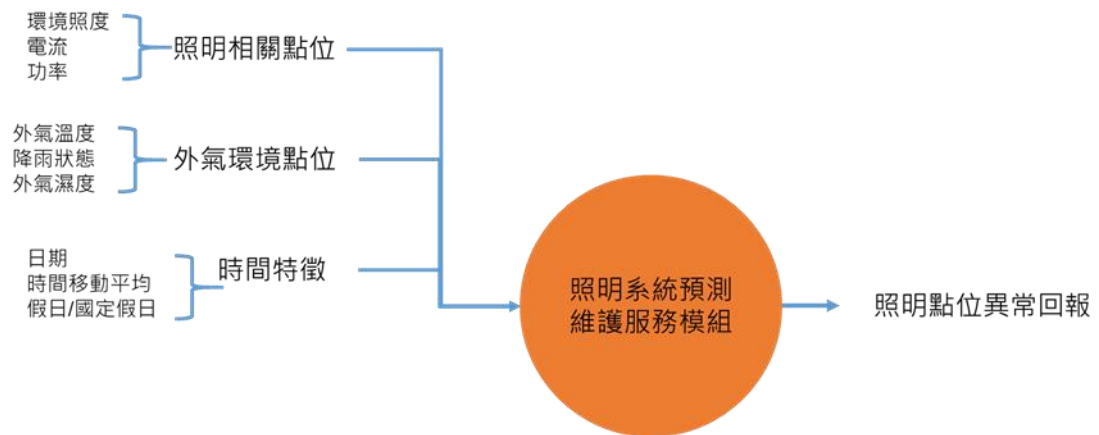


圖 40:照明系統建議預測維護服務模式

第六章 雲端平台預測維護應用服務之具體效益

預測維護應制定一套設施維護管理流程，而管理標準建議可藉由導入專家經驗作為參考依據，因此本案提供將預測維護模型發布警報結果轉為機率模型作為管理機制之參考範例。以下就本案建築物預測維護應用服務案例模擬試算結果進行說明。

第一節

開發智慧建築之空調、照明、給排水設備

預測維護嚴重度呈現

壹、預測嚴重度

雖然預測維護模型對設備預測維護可提供異常警報，但實施在管理應用過多的警報又會顯得困擾，最後往往會因為無法確定警報的真實性而使整個管理模式失效。因此，專案團隊提出藉由將異常警報轉換為機率模型的方式來表達預測嚴重度，希望透過預測嚴重度來評估是否進行維護管理動作。

預測嚴重度用來表示每一個點位該日的報警狀態是否嚴重，根據每日報警的數量與過去最多報警數量之比例，可計算出每日報警的預測嚴重度，若是嚴重度愈高，表示該日累積的警報異常數量愈多，如圖 41 所示。



圖 41:預測嚴重度呈現

對於現場管理經驗豐富之管理者或是廠商而言，應借助其專業納入整體管理機制中，因此過去最多報警數量該如何當作計算參考基準，這點亦建議透過專家提供經驗來進行基準值之設定。

若預測嚴重度超過閾值，則建議維管人員進行檢修，或是查詢當天是否有異常之使用狀況分析設備異常之運作狀態。

除此之外，實務上透過預測嚴重度的閾值來對現場維管工作者進行通報，該閾值若能夠參考熟悉案場的專業人員進行建議，相信對於案場之管理更能增加效率，參考圖 42。

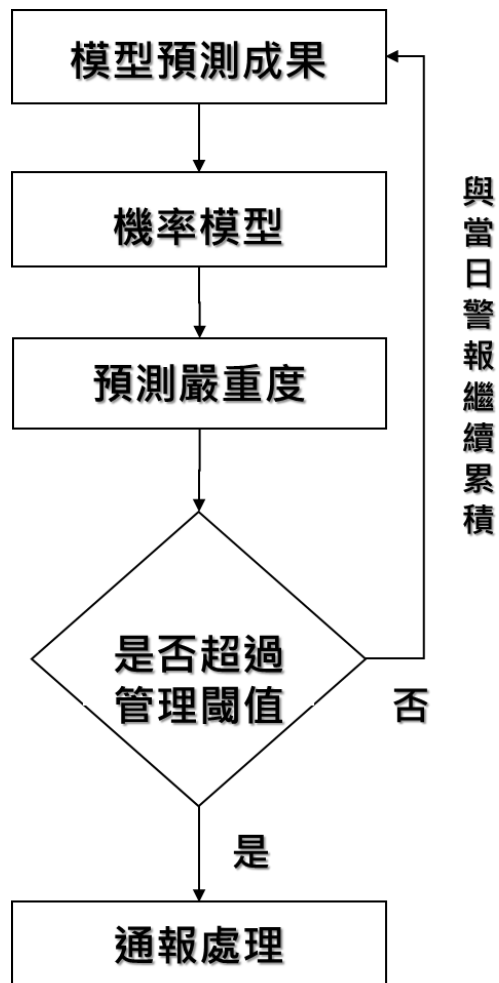


圖 42:預測嚴重度處理流程圖

第二節

預測維護應用服務案例模擬之效益分析

預測維護之效益之觀念，可當作一種對設備投資保險的作法。因此可分別就實際值執行所需投入成本以及目標要避免掉的損失成本進行分析。透過預測嚴重度的機率模型，專案團隊進行預測維護模型應用於一般辦公建築物之效益分析試算，假定冰水設備於當年度發生一起設備故障為例。

在預測維護準確度可接受的前題之下，執行所需投入成本大抵來源為管理者或專業工作者的人力成本。人力成本參考勞動部職類別薪資調查 108 年度冷凍空調技術人員薪資，加上派工與營運成本概估為每日 3,000 元。

而損失成本，除了設備必須進行更換的零件或耗材之外，也需耗費人力投入來處理。特別說明，由於對建築物營業場所或一般環境使用者所造成的影響難以評估，因此未列入損失成本概算。

以本案進行空調系統冰水主機設備預測維護的資料來看，若考量發生預測維護警報的機率，在 156 天的資料當中，平均發生機率為 17.3%。相關成本試算如下表 19、20 所示：

表 19:預測維護投入成本試算表

項目	費用預估	計算方式說明
人力成本(元/天)	3,000	參考勞動部職類別薪資調查
發生機率(%)	17.3	以一年估計
投入成本(元)	189,435	一年內人力檢查投入成本

表 20:損失成本試算表

項目	費用預估	計算方式說明
設備零件與耗材(元)	30,000	以 30RT 冰水主機估計
人力成本(元/天)	3,000	每次維修耗費時間初估 2 周
發生次數(次)	1	假設當年發生次數
損壞成本(元)	342,000	一年內人力檢查投入成本

簡單以一年期進行損失成本概估，實施預測維護於維運管理工作可節省成本約 44.6%。但值得一提，若設備執行預測維護，等同於藉由電腦來提高對設備進行巡檢的頻率，更重要的是系統對管理端進行主動通報，而不是等真的發生問題才開始倉促解決。

因此預測維護應用服務從另一個角度來看是以預防設備損壞問題發生來避免對使用者端造成之影響，不僅避免使用者造成影響所導致的損失，更建立起維護管理服務品牌的價值。

第七章 結論與建議

第一節 結論

本計畫案本計畫目的主要是提出智慧建築之空調、照明、給排水設備預測維護服務應用情境、功能及資訊架構，並開發智慧建築之空調、照明、給排水設備預測維護服務模組及測試。因此本階段透過專家訪談及國內外文獻參考已完成空調、照明、給排水設備預測維護數據交換格式的成果，以及根據此交換格式時做出空調設備的預測維護功能。其階段性成效概述如下：

1. 已完成蒐集國內、外建築雲端平台預測維護應用服務相關資料及案例。國內提出三個相關案例，國外提出十個相關資料和案例。
2. 進行國內有名業界廠商進行訪談後相關實際案例維修資料和台灣資通訊產業標準協會所發布的智慧建築標準格式。彙整完成空調、照明、給排水設備預測維護數據交換格式。
3. 開發空調、照明、給排水設備預測維護服務模組。

第二節 建議

本計畫執行時透過專家訪談和座談會，慶幸的是對於設備預測維護的功能是所有專家都認同的方向並了解許多實際業界在設施管理時所遭遇到的問題。本計畫案將其統整後，提供下列建議：

壹、研擬智慧建築導入智慧建材應用推廣計畫：立即可行建議

本次計畫發現許多資料收集不易，其原因如下幾點：

1. 由於舊有建築物的設施系統並無資料轉拋之功能，故難以取得可分析的數據。
2. IoT 技術尚未完全應用於現有建案，如第二章探討內容可以得知，目

前國外的預測維護平台已小有規模，反觀國內較無明確的預測維護平台。由於工業 4.0 的議題，目前所蒐集的資料在預測維護相關案例中，大部分都以工業產業為主。相對於建築產業的物測維護較少著墨。

建議建研所可先針對相關產業，例如：導入智慧建材應用推廣計畫，進行預測維護功能技術移轉，本計畫案所開發的預測維護模組，包含預測模型訓練跟動態線上預測功能，透過技轉進行更多場域驗證和資料收集，更能有效益的推廣雲端平台預測維護功能。

貳、將系統及其設備，進行標準格式定義和預測維護模型開發：中

長期建議

延續立即可行目標後，本研究過程中發現目前業界在進行維護保養時，很多比重的採用人工採檢的方式。如此一來將會導致無法有效收集數值進行預測維護模組研究開發。有鑑於此，本計畫案整理出尚未納入，且對未來預測維護有幫助的設備屬性，並建議將此內容推廣到個設備商，未來可落實設備邊緣運算，進行自主預測維護功能。其建議設備屬性如下表 21、22：

本案的中長期發展，預測維護可應用於更多類型系統設備上。因此，建議未來將其重要系統設備進行標準格式定義和預測維護模型開發，進行強化雲端平台的資料收集性與服務應用性。

表 21:空調系統設備屬性一覽表

空調系統		
設備名稱	建議提供屬性	說明
空調箱	皮帶異常	空調箱皮帶運轉一段時間後，容易老化斷裂，影響設備運轉。
	濾網更換	空調箱濾網為耗材，一般採定時更換，若空氣品質較差時，無法做到準確更換。
	聲音偵測	可透過馬達運轉聲音進行馬達是否異常判斷。

空調系統		
冰水主機	冷媒偵測	冷媒洩漏是維護保養必備項目。
	震動偵測	業界可透過運轉震動情況，來進行故障判斷。
	散熱溫度	業界可透過散熱溫度情況，來進行故障判斷。

表 22:給排水系統設備屬性一覽表

給排水系統		
設備名稱	建議提供屬性	說明
水泵	聲音偵測	業界可透過運轉聲音判斷是否有異常。
	出水壓力	業界可透過出水壓力判斷是否有異常。

附錄一 期初審查意見與回覆

委員	審查委員意見	本工作團隊回應
王委員文安	1. 報告書未敘明 108 年度及本(109) 年度計畫成果之相關性，如何達成目標？ 2. 本案程式開發使用對象為何？國內外是否已有廠商開發類似軟體而形成競爭？ 3. 本年度開發軟體如何提供增值服務？功能是否有驗證之可能性？ 4. 報告書第 11 頁兼任研究員及兼任研究助理月薪達 3 萬元，是否為全職？	1. 將於報告補充 108 年度成果與本年度計畫範圍差異及相關性。 2. 產出成果將推廣供建築物使用者及公寓大廈管理等相關人員及廠商使用，並配合內政部建築研究所期望，朝提供公眾使用等方向推廣。 3. 囿於取得智慧建築標章之建築物日常營運資料取得不易，因此，目前規劃本案先以 1 實際案例資料驗證所開發預測維護模組之可行性。 4. 本案聘任之兼任研究員及研究助理具有相當技術及經驗，月薪編列符合實際需要。
陳委員宗鵬	1. 研究方法採建立模組驗證，取樣數量及對象為何？ 2. 產出模組如何推廣並供公寓大廈等業主使用？	1. 模組驗證取樣數量及對象，同王委員意見回應。 2. 產出成果規劃朝供建築物空調、照明、給排水等設備維護相關產業推廣。
陳委員顯明	1. 座談會邀請專家 10 人次，目的是否在優化雲端平台系統？若是，在座談會後即結案則未有優化作業？ 2. 產業訪談調查 5 人次，係指調查哪些對象，是否涵蓋產業(物管、建築業等)及各類型建築(住、商、工等)？	1. 座談會將依邀標書規定召開，就不同類型建築物效益進行案例模擬試算結果，徵詢物管、建築業相關領域等專家意見。 2. 後續將補充 BIM 相關課題及「弱電」定義。 3. 本年度將依邀標書規定，聚焦智慧建築之空調、照明、給排水等 3 種設備相

委員	審查委員意見	本工作團隊回應
	3. 報告提及建築空調、照明、給排水等 3 種「弱電」系統，請釐清「弱電」所指意義為何？ 4. 建議補充 BIM 專長研究人力。 5. 建議考量納入對建築物安全影響大，已有相關標準規定之消防系統。	關課題。
羅時麒召集人	1. 取得智慧建築標章在竣工後的營運使用成本為建築生命週期最多階段，透過性能數據的分析，找出相關設備預測維護時機，請加強探討提高營運績效之亮點。 2. 本平台之定位為提供公眾使用，因此需界定平台之定位，另請蒐集國內外相關公有平台之案例資料，加強探討平台之效益。 3. 服務建議書第 16 頁表 3 計畫經費表之單位「千元」與表內說明示單位為「元」不一致，是否為誤繕？請補充說明。	1. 後續將依邀標書規定，進行案例模擬試算效益，並配合內政部建築研究所期望，朝提供公眾使用等方向推廣。 2. 服務建議書經費表單位誤繕為「千元」部分，將予以更正。

附錄二 第一次工作會議會議紀錄

壹、開會時間：109 年 3 月 10 日(星期二)上午 10 時 30 分

貳、開會地點：社團法人台灣智慧建築協會會議室

(台北市大安區忠孝東路四段 112 號 10 樓之 8)

參、主席：彭繼傳計畫主持人

紀錄：林柏亨研究人員

肆、出席人員：李國維協同主持人、林柏亨研究人員、溫琇玲專家
諮詢

伍、會議內容：

一、本年度計畫案內容說明

- (一) 蒐集國內、外建築雲端平台預測維護應用服務相關資料及案例。
- (二) 調查分析透過雲端平台匯聚智慧建築之空調、照明、給排水等至少 3 種設備預測維護應用服務之資料需求。
- (三) 提出智慧建築之空調、照明、給排水等至少 3 種設備預測維護服務應用情境、功能及資訊架構，並開發智慧建築之空調、照明、給排水等至少 3 種設備預測維護服務模組及測試。
- (四) 將(三)的成果放到實際場域中進行驗證。
- (五) 透過建築物預測維護應用服務案例模擬試算，呈現智慧建築雲端平台預測維護應用服務之具體效益，並召開專家座談會，徵詢各界意見，俾供宣導推廣。

二、契約書製作細節討論。

三、工作方向討論

- (一) 期中前先針對照明部份開發預測維護模組
 - (1) 因照明設備種類少較單純；期中後再做較複雜的空調與設備種類較多的給排水。
 - (2) 可與台灣 LED 照明產業聯盟進行交流。

(3) 可把室外照明(路燈)列入考量範圍。

(二) 後半段另一個工作要點是進行驗證之開發。

(三) 先定出報告書目錄大綱。

(四) 邀請探視科技蔡博士一起參與討論、協助產出文件內容。

四、目前社會住宅的設施管理平台的開發方向、困難點討論。

五、設施管理與預測維護之 datapool 概念與 PaaS 架構討論。

六、研究步驟討論

(一) 國內外預測維護的文獻調查。

(二) 廠商訪談：以空調為例，可取得不同空調設備廠商在做維護時的參數與檢查清單。訪談至少兩三家廠商，諮詢是否有哪些項目遺漏、哪些項目重要性較高。

(三) BIM 與智慧管理雲平台、設施管理標準討論。可詢問桃園新都心物管平台(API 等架構)。

七、其他討論事項：TAICS 與 NIST 架構等。

陸、下次會議時間：待契約完成後詢問建研所是否需於所上召開作會議，時間大約在 3 月底或 4 月初。

柒、散會

捌、簽到表



社團法人台灣智慧建築協會
Taiwan Intelligent Building Association

「智慧建築雲端平台應用推廣計畫」

工作會議簽到表

會議時間：2020/03/10 (二) 10:30~12:00

會議地點：社團法人台灣智慧建築協會辦公室

(台北市忠孝東路四段 112 號 10 樓之 8)

參加人員：

序號	本計畫職稱	姓名	簽到處
1	計畫主持人	彭繼傳	彭繼傳
2	協同主持人	李國維	李國維
3	專家諮詢	溫琇玲	溫琇玲
4	研究人員	林柏亨	林柏亨

附錄三 第二次工作會議會議紀錄

壹、開會時間：109 年 04 月 28 日(星期二)中午 10 時

貳、開會地點：社團法人台灣智慧建築協會會議室

(台北市大安區忠孝東路四段 112 號 10 樓之 8)

參、主席：彭繼傳計畫主持人

紀錄：林柏亨

肆、出席人員：李國維協同主持人、林柏亨研究人員、溫琇玲專家

諮詢、探識科技黃立德經理

伍、會議內容：

一、期中報告書內容大綱討論

二、第二章—收集預測維護資料與案例

(一) 國外有名的預測維護業者案例分析。國外大廠很多是企業跟當地政府合作做前瞻性的內容，這部份可找到的資料大多與工業 4.0 智慧製造的製作流程預測維護有關，較少是生產出來後的實際運用。

(二) 國內的預測維護案例，工具機產業製造雲、遠東機械、高盛精密機電工業 4.0 等。台灣通常只侷限在小部份，比較多是針對旗下某產品發表新聞稿，難以了解進一步訊息。

(三) 預測維護找不到文獻的原因可能是，這都是每家靠差異化賺錢公司的 know-how，所以只會告訴你皮毛，不告訴你數據怎麼收集、怎麼演算和優化。

三、第三章—針對空調、照明、給排水的資料格式做定義

(一) 經濟部能源局節能管理，有一個章節在講維護。

(二) 彭主持人提供的正興機電海科館工務機電執行計畫書內容。有些可以運用在本研究案中。

四、預測維護資料收集彙整討論

五、探識科技過去經驗分享與可切入點

- (一) 過去主要案例經驗是台積電 FDD，但無法拿它的資料去外面應用。一般應用案例中，資料的完整度跟數量都有侷限。資料難取得，資料格式也很花功夫。如果不照格式，建立起來的資料沒辦法直接使用。
- (二) 探識的強項是中間選用哪種演算法做分析的部份，分群、time series 分析、NN 演算法都可能可用，只要背後原理和認知不要落差太遠。
- (三) 難以處理的是如何驗證預測維護結果，台積電案例因為巡檢維護記錄詳實所以可透過文字探勘篩出實際的控制異常點來驗證預測。矛盾在若提出預測，那要放任異常發生嗎？但如果提早解決那就沒有異常了，這方面台積電內部也有不同聲音，在其它實際案場包括節能也有這個問題。

六、有很多廠商都在做維護業務，正興機電所提供的機電執行計畫書就是維護樣目的 checklist，其它像物管也有 checklist，要多找幾家彙整。

- (一) 以空調為例，壓縮、冰水、冷卻水系統三大類什麼是關鍵的要找出來。問維護廠商，收集故障發生的項目和頻率，去理解有哪些常出現故障。
- (二) 給排水部份也許可做流量感測與液位計。這方面可以找台灣給排水很有經驗的有福機械。

七、整個完整架構的脈絡

- (一) 需要先講清楚在智慧建築/BA 中有很多子系統，目前是先框列 3 項來做，但整個架構要講完整。
- (二) 再往上會在一家雲端平台上建立智慧建築雲端平台的 PaaS。
- (三) PaaS 建起來後再往上會有 SaaS，其中一項應用叫預測維護，和本來的架構一致。
- (四) 從 edge 端到 PaaS，PaaS 到 SaaS，必須採用我們在 TAICS 定出來的智慧建築資通訊標準。

- 八、這個案子一開始可能需要人工去輸入到 PaaS，目前沒有建物可以丟資料。資料格式不相通每家都不一樣，必須靠資料提供者協助轉換成我們能懂的格式。台積電去年說可以提供資料只要我們提供格式。關鍵在如果格式清楚，我們可以自己開發程式來轉，把資料正規化。
- 九、要抓好本計畫的執行方法和範圍，在審查會議被問到時就能適切回答。找台灣前五大家空調維護廠商去收集訪談，請他們告知最常故障、補充我們沒寫到的項目。彙整之後可以知道故障頻率、故障是怎麼知道、怎麼修復。如果有無法取得的資料那也是新發現與重要成果。
- 十、預測維護分析、模組開發與驗證討論
- 十一、收集彙整故障項目後，要做資料分析與模組開發。這部份要委託探識科技，並請協助撰寫報告中對應的技術內容。
- 十二、有了模組和演算法後，要去找幾棟去識別化的案例做分析。分析完可以回去校對歷史資料，也能直接在測試案例中試用。這需要找到該公司的 key person。
- 十三、除了回饋給資料提供者外，也可以去找台北市政府社會住宅或未來中央的社會住宅，有機會讓我們試 run。
- 十四、數據的品質是一回事，要用什麼演算法還是得夠了解才能去調整。這部份可能無法同時進行，空調從過去的一些經驗可以先做，給排水的部份需要時間去試，演算法可以先去推敲，但沒辦法驗證成效。
- 十五、小結：大方向上沒問題，需要趕快執行。先請彭理事長提供比較大間的維護廠商，有認識的可找到廠商裏面的 key

person 問到詳細的內容。另一方面可以先問台中國霖機電/華人機電產業平台。

陸、散會

附錄四 專家訪談紀錄一

「智慧建築雲端平台應用推廣計畫」

拜訪中興電工訪談紀錄

壹、開會時間：109 年 5 月 11 日(星期一)下午 4 時

貳、開會地點：台北市萬華區環河南路二段 245 號 2F 管理人事

參、出席人員：吳嘉文督導、朱貴珩主任、李國維協同主持人、溫琇玲專家諮詢、鍾喻丞研究

肆、會議內容：

一、中興電工服務介紹

(一) 技術整合

1. 服務範圍：高低壓電力系統、不斷電設備、發電機、各式空調系統、給排水系統、進排風設備、消防系統、監控系統、節能管理服務等各類機電設備維護及專業物業管理。
2. 實績遍及：商辦大樓、商場/市場、購物中心、航空站、小巨蛋、捷運線、醫療院所等各類型管理案場。

(二) 執行中維護保養實績

1. 桃園國際機場股份有限公司-第二航廈空調系統操作維護保養修理契約。
2. 桃園國際機場股份有限公司-第一航廈空調系統設備操作維修保養契約。
3. 台北大眾捷運股份有限公司-新店線及中和線空調系統設備保養維護工作。
4. 台北市市場處-公有士林市場機電、公廁、場務、古蹟管理維護。
5. 台北市市場處-光華數位新天地商場物業管理維護。

6. 台北市市場處-101 年度台北市龍山寺地下街商場管理維護及艋舺公園保全委託專業物業管理公司。

二、服務內容細節討論。

中興電工根據不同工程，提供不同服務。台北市市場處提供機電設備包含代管如清潔、保全、機電、行政、行銷，偏向後期物業管理，向業者通報故障修繕項目，協助營運移轉。目前物管最大的挑戰在工程面的移交，新進建築不論土木、機電等都需要全盤性測試性能、外觀檢查並委託專技廠商協助。

(一) 空調系統維護項目

1. 中興電工現有產品包括空調主機、空調箱、冷卻水塔等，並且每年都有空調系統維護保養，針對原廠的操作手冊，進行維護保養，入駐進場後，每月進行冷卻水塔清洗，每月更換空調箱、濾網並調整冰水閥夏季、冬季溫度的調控，維護泵浦運轉、變頻器現場測試。
2. 依照使用頻率、機房環境判斷是否更換設備。目前是以預估方式評估是否進行維修。進行系統維護原因如下：
 - (1) 在客觀的評定標準下，已設備損壞需進行更換如耗材磨損或是設備運行效能降低。目前中興電工將已損壞設備值量化，可查詢調閱被動式數據。
 - (2) 預防性檢測，例如捷運局每年編列固定系統維護修繕預算。

(二) 發生事故最多的是空調，容易損壞的項目如皮帶、馬達、濾網、聯軸器(馬達轉動設備)。聯軸器發生異音時，使用分貝計測試，判斷是否進行維修。空調箱馬達也是容易損壞的項目，二、三個月就需要保養，經常性有人尋檢。皮帶可使用皮帶張力計判斷是否損壞，以人力方式機械手測。濾網有拋棄式與一般清洗式，清洗式以肉眼方式辨別即可，更換頻率跟環境與外氣溫度相關，大約 2 個月更換一次。

(三) 目前維護管理以人力抄表判斷數據，判斷維護修繕方式、頻率。若要以自動化方式，空調箱內可以裝偵測器回傳資訊，也可以觀測馬達的

運行電流，判斷是否更換皮帶，這些方式都可以執行，但是會使空調箱造價過高。

- (四) 冰水主機維護管理注重進出水溫、進出水壓、冷媒的高低壓力、外氣溫度、散熱溫度、冷卻水的進出水溫、冰水的進出水溫、空調箱的進出水溫，這些數值直接提供維保判斷系統是否有問題。
- (五) 設備商無法掌握安裝地點、使用環境，例如士林市場天花板滿佈油煙，就會縮短空調箱壽命。相較於設備商中興電工因為擁有最多的數據，反而更適合發展預測維護，深入研究後也能反饋給設備商。中興電工嘗試不同的管理方式，還沒有物管公司可以做到大數據管理。目前多以紙本書面審查與電子建檔，每個月計價驗收，向主管機關提送。
- (六) 每個案場都是重新規劃維護管理表件，例如每個案場空調機型都不同，抄表數據都不同，所有表格都是客製化適用於該案場。承接此案後針對該案場使用機型，搜尋相關資料後才設計適用表單。
- (七) 針對市場管理的報表，不同市場雖然內容不同但是格式及整個計價驗收的流程大致相同。

三、給排水系統維護項目

- (一) 給水系統較為簡單，水塔→泵浦→沿線管路，排水系統，例如汙廢水設備、環評設備等整套流程設備較為複雜。台灣環評設備少，做環評的廠商也少，僅四百多家，環評設備目前還是機械式，也無法數據回傳，給排水相關設備較少，所以多偏向客製化。定時維護給排水系統的項目：水泵浦、水池、傳呼水裝置(自來水使用電擊棒)、水位計，定期去擦拭、測試這些項目。
- (二) 測試馬達(揚水泵)的效能，客觀基礎為水壓。大型建築下水池有定水位閥，屬於機械式，測試釋氣口是否正常，利用氣壓原理達到自動開閉的效果。定水位閥也跟水質有直接的關係，該區域水質不佳，定水位閥容易故障，造成無法止水，這也屬於維管巡檢機房的部分，檢視溢流口是否有自來水溢流。

四、照明系統維護項目

- (一) 照明種類很多，尤其 LED 開始平價化，廣度就很窄，例如 10 年前士林市場剛落成，原本使用 T5，6、7 年都沒有壞，一換成 LED 之後，2、3 年就需要更換，因為 LED 發光二極體特別怕熱，美食街散熱沒有做好，所以容易損壞。如果一開始連同燈具一起更換，依照經驗比較不容易損壞。政府當時推行 LED，因為只更換燈管較為便利，所以連同燈具一起更換接受度就不高。所以當時配合汰換計畫。二線式燈管只要安裝設定好其實不容易損壞，而且損壞原因很好判斷，通常是迴路壞掉。
- (二) 近期應用較為廣泛為二線控整合燈控，例如海科館供全館管理人員能透過螢幕遠端控制，多點同步中控，有效節省人力。
- (三) 中興電工照明系統維護部分採取被動式檢修方式，照明設備損壞後更換，或是因為更換燈具都會記載更換日期，可以預期更換頻率、數量，燈具品牌眾多，其品質直接影響更換頻率。
- (四) 二線式只控制迴路，因為迴路是通的，燈具損壞無法回報二線式，因此照明系統方面執行預測迴路較為困難。
- (五) 系統維護總結討論
- (六) 夏天最容易遇到的維修問題是空調不冷、跳機、漏水，屬於一級緊急狀況，需要立即投入人力。當電腦設定警報值出現例如 39 度，冷卻水溫過高，溫度開始飆升，就需要緊急通報。目前維護的案例中，空調維護系統雖然可以取得冷卻水溫的數值，卻沒有緊急通報的裝置，例如透過手機提醒目前數值超標。
- (七) 由於監控系統業者對於空調系統了解不足，而空調的開關機有一定的程序、順序，業者通常採用冷凍空調技師的設定質，但是實際如何調配，應該詢問現場人員。監視、監控系統通常使用內網，監控系統通常沒有連接外網的情況下，無法發出 APP 異常通知，有外網的情況下就容易有病毒與駭客攻擊系統，較少系統業者開放外網，西門子開發的監控系統亦屬於有權限的外網系統。

(八) 目前系統維護是依靠經驗值去預防，例如表壓力會做記號標示指數標準，抄表的人能夠很清楚表壓力數值是否維持正常範圍。

(九) 因應目前高齡少子化，推動智慧建築雲端平台，將數據、經驗值系統化分析，使數據產生價值。目前中興電工系統維護多屬人力方式檢測，經營多年累積許多珍貴數據，若能與專家學者合作，將資料系統化研究分析，產生有效能、有價值的平台，更能促使產業發展。

五、其他討論事項：

(一) 每年承攬業務都需要提供執行計畫書，提供整年度保養維護的排程，已經提供海科館之行計畫書供參考。

(二) 東京都物流管理屬於保全體系維管，中興電工最近接手原屬東京都承攬的微風南山，不同物管公司有不同承接領域，承接微風南山後，透過業主可以間接取得東京都維護管理資料，承攬後還是以中興電工方式執行，東京都維護管理資料成為歷史資料。

伍、會議照片：



陸、散會

附錄五 專家訪談紀錄二

「智慧建築雲端平台應用推廣計畫」

拜訪國霖機電訪談紀錄

壹、開會時間：109 年 5 月 19 日(星期二)下午 2 時

貳、開會地點：台北市大安區忠孝東路四段 112 號 10 樓之 8

參、出席人員：徐春福總經理、李國維協同主持人、溫琇玲專家諮詢、鍾喻丞研究

肆、會議內容：

一、國霖機電公司服務介紹

(一) 國霖機電公司簡介

自 1989 年創業至今，全省員工約 400 人，服務固定簽約大樓約 4000 棟，資本額 1032 萬，經營大樓水電、消防、發電機、弱電、智慧化社區解決方案等機電檢測(保養)管理服務，跨足了工程與機電維護工種，自 84 年由經營者參加經管顧問師的培訓工作起，不斷的導入各式經營手法，從行銷、財務、工業工程工法、JIT、豐田式管理、ISO 管理系統等，為全國第一家通過 ISO 9001 且持續每年續評的機電管理服務公司，創造出全國規模第一，同時也是傳統產業導入經營管理手法的成功企業。

(二) 國霖電機的歷史與榮耀

1. 國霖獲工研院【集合住宅公共區域用電使用與負載特性個案研究案】採購案執行。
2. 執行長獲邀參與工研院【永續智慧社區創新實證示範計畫成果發表會】。
3. 執行長參與東京都物管【台灣物業設施管理產業的回顧與展望】論壇活動。

4. 獲元利建設、寶鉉開發、將捷建設、景棠建設、裕盛樸森林社區、國泰 Twin Park 社區邀請分享建築物機電前期規畫與智慧化管理議題。

二、服務內容細節討論：

(一) 維護管理模式

1. 維護管理國霖機電採取巡檢機電管理，定時巡視檢查設備的運行狀況，定期抄表模式，維護全廠設備整體的安全管理。抄表顧名思義就是去機房，將設備本身的運轉狀況，由許多不同的壓力表、溫度表，所顯示出來的數值抄到專門紀錄的表格上，以利隨時掌握設備的運轉狀況。
2. 設備巡檢員主要負責設備巡檢，是利用人體五官或簡單工具，對設備進行日常巡檢，在巡檢過程中對照標準、生產實際情況發現設備的異常現象和隱患，掌握設備故障的初期信息，為點檢人員提供要檢查設備的故障點、部位和內容，使點檢員有目的有方向的進行設備點檢。
3. 國霖機電管理公司結合機電設備、數位監控錄影系統及保全系統，精心研發出一套智慧型社區無人化管理系統，透過此一系統，若社區公共設施給排水、消防、發電機、電梯、門禁及安全等，任何突發狀況，均由 24 小時之管制中心派人為您服務，全天候 24 小時為社區安全把關。

(二) 數位錄影監控系統：

1. 數位錄影監控系統針對：大門外側、車道口、門廳進出口及電梯內，各安裝紅外線攝影機。室外則採用夜間紅外線攝影機，監控社區進出口的安全，另在對講機位置安裝攝影裝備，住戶可由電視隨時觀看來往的訪客。若攝影機監控範圍內發生異常狀況(違規進入禁區)，電腦螢幕會將該地點特別標示出並自動發報，管控中心發現後馬上做緊急處理。數位錄影監控系統採用社區一部主

機，管制中心一部主機，均有 24 小時雙向監控錄影及防火牆功能另附不斷電系統(UPS)及機櫃，以確保保障社區資料及機組安全。

2. 機電設備異常自動偵測通報系統：
3. 針對大樓設備含：污水系統、廢水系統、揚水系統、消防系統及發電機等相關設備安裝自動異常回報系統，若設備發生異常現象，即會將信號傳至管制中心，管制中心將派特定人員至社區緊急搶修。

(三) 門禁自動偵測通報系統：

- (1) 門禁管理以 24 小時錄影、全天候語音提示，並配合刷卡全部電腦記錄。當大門無法自動關閉時，15 秒後自動發報給管制中心，管制中心監看社區進出狀況，並電話聯絡緊急聯絡人做處理。

(四) 電梯異常通報系統：

- (1) 社區電梯內裝設「人性化緊急呼叫系統」，在電梯內發生緊急狀況時如：停電或火警，人受困電梯內，呼叫外界或按緊急按鈕無效時，此時電梯內紅外線人體偵測器，在設定 1 分鐘內，可自動偵測電梯內是否有人，如有人時「人性化緊急呼叫系統」自動發報到管制中心，管制中心立即派特定人員處理。

(五) 緊急通報求救系統：

- (1) 社區狀況都在管制中心 24 小時監控中，社區事件畫面也會傳送到管制中心電腦，住戶可利用緊急按鈕對講機與管制中心連線，馬上通報求救。為了方便處理社區突發狀況，在門廳出入口和電梯內安裝緊急按鈕，如遇狀況緊急按鈕啟動，管制中心開始發報，管制中心數位監控系統立即察覺並在第一時間依狀況派員處理。

(六) 空調系統維護：

- (1) 壓縮機是一種將低壓氣體提升為高壓氣體的從動的流體機械，是製冷系統的心臟。它從吸氣管吸入低溫低壓的製冷劑氣體，

通過電機運轉帶動活塞對其進行壓縮後，向排氣管排出高溫高壓的製冷劑氣體，為製冷循環提供動力。

(七) 空調系統維護

1. 壓縮機是一種將低壓氣體提升為高壓氣體的從動的流體機械，是製冷系統的心臟。它從吸氣管吸入低溫低壓的製冷劑氣體，通過電機運轉帶動活塞對其進行壓縮後，向排氣管排出高溫高壓的製冷劑氣體，為製冷循環提供動力。
2. 壓縮機壓縮氣態冷媒，促使冷媒在系統內部循環，使低壓低溫氣態冷媒經壓縮後變成高壓高溫氣態。壓縮機將冷媒壓縮成高壓的主要原因：促使冷媒循環與高壓下散熱液化。當體積一定時，溫度上升，壓力也會上升。壓縮冷媒後，使密度增加(單位面積的分子量增加)。高溫高壓變會使氣流往低溫低壓處自然移動，當壓縮機異常，轉速會下降，排氣量會變小，冷凍能力必然下降。
3. 空調+資訊系統+網路，冷媒經壓縮後變成高壓高溫氣態，其高壓值可以回報系統。目前以複合壓力表測量高壓，高壓至一定程度保護開關會跳脫。因此，需放置兩個 sensor，1 個是回報裝置，1 個是保護開關裝置。目前保護裝置有接點可以連結通訊系統，可於住戶得知前通知機電維護廠商。
4. 一般來說，當社區大樓遇上停電、跳電，應有緊急發電系統可供應，許多社區緊急供電能力的不足，老舊大樓發電機平常疏於維護保養已不堪使用，以致緊急狀況發生卻無法發揮作用維護原有生活品質，若遇上特殊情況則可能發生意外危害安全，不可不慎。管理維護應落實定期保養。社區緊急發電機每月至少要進行一次測試，確認無停擺及設備短缺，以確保運作正常，每年也必須要有一次大保養，應定期落實設備及時更新。

(八) 給排水系統維護

1. 給排水系統設備故障時，在高架水槽有加裝低水位警報裝置情況下，而水位過低時，顯示揚水馬達故障導致未能補水，低水位警報裝置會啟動通報，在住戶察覺前維護完成。

2. 排水系統應該包含三個部份-雨水、污水和民生廢水，雨水指天空所降下來的雨水，正常來講雨水算是乾淨的水，只是不能飲用。通常屋頂、陽台、露台的雨水是都直接排放，排到公共排水溝裡面。通常地下室都會設置集水坑，將雨水和滲入的地下水收集，再用泵浦排到公共水溝。生活污水指居民日常生活中排泄的糞便污水，生活廢水指居民日常生活中排出的洗滌水。
3. 會進入筏基層的水有三個途徑:1.清洗水塔的廢水 2.在地下室的水龍頭流出-正常都會做好排水管才設水龍頭 3.地下水滲入-有時地下水位會比較高，就有可能滲入室內，所以地下室的外牆都會做防水處理，並且一些大樓都會雙重牆，分內外二道牆，外牆常會有水滲入在牆的下面做排水溝，而內牆只是美觀用的，主要是要讓你看不到滲水的地方。若是地下室常出現積水的問題，有可能是1.排水泵浦壞掉 2.集水坑水路堵塞 3.地下水大量滲入來不及排出。
4. 社區大樓馬達雙機交替運轉的重要性如下:
 - (1) 大部分大樓揚水馬達採雙機設計，即裝設二組馬達交互運轉，其中一組故障，只要在控制盤切換到另外一組做單機運轉，就可以繼續使用。正常使用下，馬達壽命為5年，二組馬達交互運轉可至5-10年。
 - (2) 大多管委會可能為減少停水不便性，會等到洗水塔時再一起更換，倘若運氣不好，第二組馬達又壞掉，就會造成意料之外的停水，這種狀況若碰到社區隔離甚至封城，就會變成一個難以想像的大麻煩。
 - (3) 建議社區大樓管理委員會，趕快檢查地下室清水池的馬達是否正常，若使用多年，也可考慮做預防性的更新。
 - (4) 無論揚水泵浦、污廢水泵浦，我們都主張雙機交互運轉，倘遇其中一組故障時，物管從業人員應立即估價呈報。若不慎延誤或怠職，以致發生問題，是需要承擔應注意而未注意之責任的。

- (5) 有些馬達使用年限高，容易發生絕緣不良，或是電流負載過高造成跳電現象，故建議都應報請更換，以維持各項設備正常運作。
- (6) 從聲音、溫度可以預測馬達是否故障，馬達價位從 1 萬到 3 萬之間不等，壽命在 5 年至 10 年。維修費用為馬達價位的一半，因此，社區大樓大多採取故障後才修繕方式處理。

(九) 照明系統維護項目

1. 照明系統維護方面，國霖機電無特殊預測維護方式，唯一保養方式就是擦拭。照明器具使用後，照度會有不同成程度衰減，故需清潔維護。缺乏保養維護工作，積塵會降低燈具效率並加速燈具光衰。

(十) 消防系統維護項目

1. 消防安全設備就如同建築物的保險，平時備而不用，但危急時應能確實發揮作用，保護人員與建物安全。因此，為確保消防設備的可用性，《消防法》第九條明令規定「消防安全設備檢修申報制度」，要求各類場所應定期檢修申報消防安全設備。
2. 住宅及辦公大樓應一年進行一次消防安全設備檢修。(住宅於 9 月；辦公大樓於 5 月)，依照原始規劃的消防圖面檢查，若無消防圖則依現有消防設備做檢查。
3. 若消防安全設備檢修結果未通過，應委託合格人員或機構儘速修復改善缺失項目，並於檢修完成後十五日內辦理申報。此外，應加填消防安全設備改善計畫書，合併消防安全設備檢修申報表及消防安全設備檢修報告書向當地消防機關申報。
4. 消防安全設備改善計畫書應詳細說明設備不符規定之項目及內容、採行之改善措施，及預定修復完成日期等。

伍、散會

陸、會議照片：



附錄六 第三次工作會議會議紀錄

壹、開會時間：109 年 05 月 27 日(星期三)下午 3 時 30 分

貳、開會地點：內政部建築研究所 13F 討論室(一)

參、(新北市新店區北新路三段 200 號 13 樓)

肆、主席：彭繼傳計畫主持人 紀錄：林柏亨

伍、出席人員：李國維協同主持人、林柏亨研究人員、溫琇玲專家
諮詢、探識科技黃立德經理

陸、列席人員：羅時麒組長、林谷陶副研究員、游伯堅助理研究
員、劉俊伸經理

柒、會議內容：

一、計畫案緒論

二、根據 108 年度的「智慧建築空間性能數據蒐集暨雲端平台應用推廣計畫案」所提出的雲端平台標準通訊界面和架構結論。再服務推廣的誘因下，引導使用者根據此方式批次上傳建築物空間資訊，雲端平台可進行資料分析和儲存，將朝打破數據孤島，達到數據自由流通為主，確保智慧建築數據共通管理，能提供使用者需求，並具備良性的營運機制。

三、本計畫案目標為(1) 空調、照明和給排水三個弱電系統進行數據蒐集方式之調查、數據交換格式之規劃設計 (2) 空調、照明和給排水三個弱電系統預測維護服務應用功能與模組之建立(3) 預測維護服務應用功能進行驗證。

四、計畫內容說明

五、本計劃案根據 2019 年 6 月 20 日 IoT Analytics 發布
「Predictive Maintenance(預測性維護/PdM) Report 2019-

2024」的市場報告中前國外五大預測維護公司，進行蒐相關預測維護應用服務資料及案例，分別為 IBM、SAP、SIEMENS 等。

六、同時研究團隊特別拜訪機電維護廠商中興電工機械股份有限公司和國霖機電管理服務股份有限公司，將透過業界專家訪談搭配目前數據交換格式標準進行整理，以求本研究案所定義的資料格式能夠符合業界需求。其機電廠商訪談摘要如下

七、照明系統：中興電工採取被動式檢修方式，接收通知燈具損壞後更換。國霖機電並無特殊預測維護方式，唯一保養方式就是擦拭。

八、空調系統：中興電工針對空調，容易損壞的項目如皮帶、馬達、濾網、聯軸器(馬達轉動設備)。目前維護管理以人力抄表判斷數據，判斷維護修繕方式、頻率。國霖機電透過冷媒壓力(高壓、低壓(漏冷媒))以及電流問題來判斷空調壓縮機設備是否故障。

九、給排水系統：中興電工定時維護給排水系統的項目:水泵浦、水池、傳呼水裝置、水位計，定期去擦拭、測試這些項目。測試馬達(揚水泵)的效能，客觀基礎為水壓。國霖機電於給排水系統設備在高架水槽加裝低水位警報裝置，當水位過低時，顯示揚水馬達故障導致未能補水，警報裝置會啟動通報，提前維護。

捌、會議結論：

- 一、羅組長說明到目前只找了兩家機電維護廠商進行諮詢，建議再多詢問幾家。維護廠商不見得三種系統都精通。目前裏面好像也沒有空調廠商。建議多問幾家以免例如國際有西門子，國內的空調可以問彭理事長，照明可以問周鼎金老師。
- 二、羅組長說明到綜合組今年加的通案，軟體開發，最重要是第5條交付。計劃案執行單位要注意交付和驗收這塊。
- 三、羅組長說明本計劃案方向無誤，於合約規定的三大系統下需要找出測維護的需求。
- 四、本計畫案須考慮未來商業行為的方式，並於期中報告提出。有關預測維護的模組建議採用技術轉移的商業行為，並在報告中建議，產出會有什麼潛在的使用者，技轉或授權的模式是什麼。

玖、下次會議時間：

- 一、暫定 109 年 6 月 29 日舉辦第四次工作會議。
- 二、第四次工作會議須完成數據交換格式之規劃設計初稿、預測維護服務模組，擇一開發和完成期中報告 1，2 章節撰寫。

壹拾、散會

壹拾壹、會議照片



壹拾貳、會議簽到表



社團法人台灣智慧建築協會
Taiwan Intelligent Building Association

「智慧建築雲端平台應用推廣計畫」
第三次工作會議簽到表

會議時間：2020/05/27 (二) 15:30~17:00

會議地點：內政部建築研究所 13 樓討論室(一)

(新北市新店區北新路三段 200 號 13 樓)

會議主席：彭繼傳計畫主持人

出席人員：

序號	本計畫職稱	姓名	簽到處
1	計畫主持人	彭繼傳	彭繼傳
2	協同主持人	李國維	李國維
3	研究人員	林柏亨	林柏亨
4	專家諮詢	溫琇玲	溫琇玲
5.	探諾史閣 科技有限公司	黃立德	黃立德



社團法人台灣智慧建築協會
Taiwan Intelligent Building Association

「智慧建築雲端平台應用推廣計畫」

第三次工作會議簽到表

會議時間：2020/05/27 (二) 15:30~17:00

會議地點：內政部建築研究所 13 樓討論室(一)

(新北市新店區北新路三段 200 號 13 樓)

會議主席：彭繼傳計畫主持人

內政部建築研究所出席人員：

序號	職稱	姓名	簽到處
1	組長	羅時麒	羅時麒
2	副研究員	林谷陶	林谷陶
3	計畫經理	劉俊伸	
4	助理研究員	游伯堅	游伯堅

附錄七 第四次工作會議會議紀錄

壹、開會時間：109 年 06 月 29 日(星期一)下午 2 時

貳、開會地點：社團法人台灣智慧建築協會會議室

參、(台北市大安區忠孝東路四段 112 號 10 樓之 8)

肆、主席：彭繼傳計畫主持人

紀錄：盧映全

伍、出席人員：李國維協同主持人、溫琇玲專家諮詢、探識科技黃立德經理、盧映全。

陸、會議內容：

一、計畫案緒論

二、針對期中報告的內容進行說明，摘要根據建研所合約之內容與本計畫案之研究進行撰寫，緒論分為(1)計畫案之緣起與背景，針對預測維護的內容撰寫(2)研究方法與進度，用到的研究方法為針對空調、照明和給排水三個的預測維護方面的國內外有名的廠商進行訪談與文獻探討(3)(4)章節需探識科技協力進行處理，等待資料齊全再進行補充說明；預計進度表進行調整，期中審查會議由八月改為七月，在七月以前完成在空調、照明和給排水三個找一個預測維護的開發與模組(針對架構內容說明)；期中到期末為實際完成驗測，資料來源仍有問題需要眾人協力補上，驗測的場域與提供探識科技進行模擬之資料。

三、計畫內容說明

四、第二章節為蒐集國內外雲端平台預測維護服務的相關資料與案例分析，之前在與內政部建研所進行簡報找了國外五個與國內三個。

五、第三章節空調、照明和給排水三個預測維護資料蒐集的需求分為三個章節(1)討論預測維護為何，由文獻探討與參考資訊標準，有關空調、照明和給排水三大項目的細節進行列舉，目的為最後產生預測維護的標準資料格式(2)照明設備的預測維護資料，由文獻探討與訪談結果來產生標準資料格式(3)空調由文獻與中興電工提供的維護保養表內容進行整理，在維護保養所需的資料，最後結合文獻與資料提出交換格式標準。

六、第二章一般來講是相關文獻的蒐集，不然第三章需要有調查分析訪談可呈現報告製作的過程，第二章改為文獻資料的蒐集，第六章訪談改為第三章第一節國內維護機構專家訪談。

七、目前對預測維護的做法，過往的經驗空調為比較多參數可做紀錄、給排水與照明案例較少，本案未來發展所需有誰可提供排水與照明的相關資料，以利進行相關實驗與預測。

八、緒論說明採用的方法，再來探討預測維護的流程分為前置作業與模型的運行，預測維護的方法進行比較之後進行綜合比較，目前在預測維護採用的做法比較偏向機械學習的方法，會簡單的條列，對空調的情境維護，困難點在沒有維修的紀錄點，只能根據目前蒐集的資料分析出異常點。

柒、會議結論：

一、空調、照明和給排水預測維護，從網路擷取或是參考的文章一定要寫明出處。

二、彙整形成完整報告的架構，從過程中告訴眾人如果要做給預測維護會遇到哪一些困難，並從我們的研究當中如何可以讓

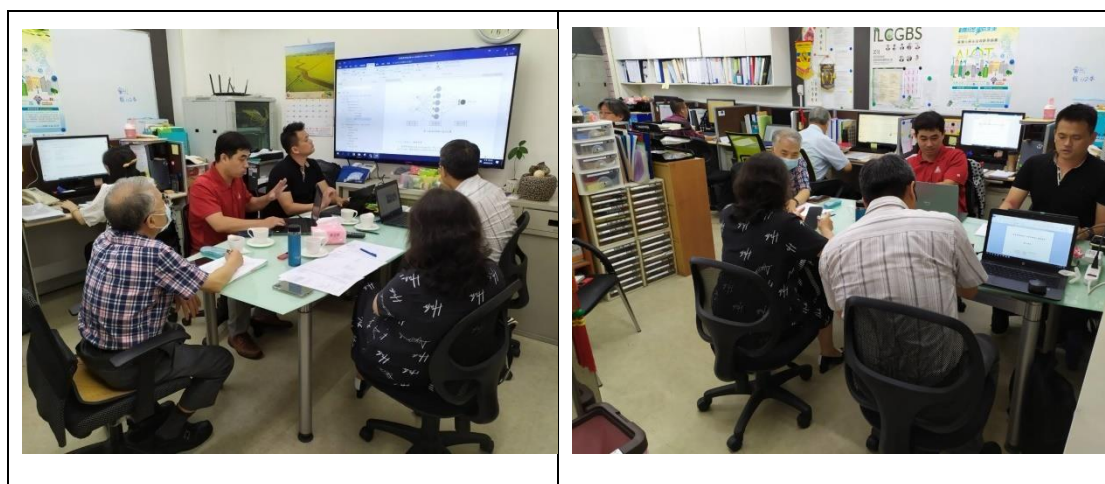
資料的蒐集更為順利，如更換設備何種設備或是需要哪些可以蒐集的資料。

三、要開始限縮範圍清楚，提供完整的資料告訴眾人我們為什麼要做預測維護。

四、期中報告進度 7/13 需繳交紙本資料，在 7/9 號完成報告進行確認校稿和影印，在 7/29 需要進行期中簡報，簡報重點放在後續的預測模型與資料格式。

捌、散會

玖、會議照片



壹拾、會議簽到表

序號	本計畫職稱	姓名	簽到處
1	計畫主持人	彭繼傳	彭繼傳
2	協同主持人	李國維	李國維
3	專家諮詢	溫琇玲	溫琇玲
4	研究人員	盧映全	盧映全
5	研究人員	黃立德	黃立德

研究人員: 蔡明才

附錄八 期中審查意見回應表

109 年度協同研究「建築空調系統整合物聯網與智慧型運轉模式之研究」、「應用人工智慧科技提升建築物維運管理效益之研究」及業務委託「智慧建築雲端平台應用推廣計畫」等 3 案期中審查會議紀錄

一、時間：109 年 7 月 29 日(星期三)下午 2 時 30 分

二、地點：本所簡報室

三、主席：王副所長安強

紀錄：徐富國、李雨澤、游伯堅

四、出席人員：詳簽到簿

五、主席致詞：(略)

六、計畫簡報：(略)

七、綜合討論：

「智慧建築雲端平台應用推廣計畫」案

何教授明錦：

1. 請釐清建置智慧建築雲端平台應用功能的目的，以確認其預測維護模組是否應著重於管線、設備位置且重要營運情況包括設備運作效率或維修預警與記錄產品壽命預測型及運作毀損情況，而非取代個不同空調、照明或給排水系統所有維修保養功能，避免雲端平台功能過於複雜，以提升操作與維護之功能。
2. 請補充說明本研究成果改善智慧建築之營運效益。
3. 建議可考量與第一案研究內容，結合空調運轉效率進行探討。

陳教授俊杉(鄭組長維中代)：

1. 報告書第 67 頁，有關預測維護服務的資訊架構，建議可再多補充具體描述，例如系統設計或軟硬體元件等。
2. 報告書第 70 頁，有關冰水流量預測的訓練成果，建議可補充說明訓練資料集、驗證資料集、演算法等資訊。

黃教授彥男：

1. 請補充預測維護的蒐集所得之資料可用性與驗證方式，例如排水管可能有長達 30 年資料，如何收集及分析，且泵浦種類眾多如何蒐集。
2. 每棟建築不同，請說明開發之預測模組是否可適用於不同棟建築，或是

應蒐集那些資料，才可應用於其他建築。

3. 請補充說明預測模組的正確性驗證方式。
4. 請補充說明預測模組的資通訊安全保障與管理方式。

廖建築師慧燕：

1. 本計畫之目標為建立雲端平台資料收集格式，並針對空調、照明、給排水進行資料收集以作為預測維護之依據，均未涉及安全防災等項目，考量照明及排水預測維護之效益似乎不高，建議再釐清確認。
2. 請說明如不同廠商之空調設備是否可運用同樣的預測模組。
3. 請補充說明資料蒐集應用是否涉及個資問題。

黎院長淑婷(趙主任又蟬代)：

1. 報告書內文中由外文翻譯而來的部分，應具備通順即可閱讀性，請再修正。
2. 國內外案例蒐集後，建議進一步彙整資料資訊及進行比較。
3. 請補充說明預測維護模組開發的目的(耗材更換、設備維修有無性能檢測或性能提升)。
4. 有關照明部分目前市面上也開始有照明契約服務，建議可了解其燈具系統的智慧管理模式做為預測維護功能開發之參考。

練協理文旭：

1. 報告書第二章所列之全球五大雲平台預防性維護內容相當完善，唯較少涉及空調、照明、給排水等三個研究主題，建議針對全球案例做空調、照明、給排水做主題式整理。
2. 請補充說明目前期中研究空調、照明、給排水之預測性需求及可行性之初步結論。
3. 有關給排水、照明項目建議以故障即時通報取代預測性維護。
4. 空調預測性維護收集資料項目繁多，考量資料取得方式、成本與預測關聯度，請補充說明優化對策。

鍾經理振武：

1. 請確認本研究之進度是否與原規劃相符，相關研究之揭端成果應繕寫於報告書中，以佐證研究進度
2. 報告書第 68 頁，有關數據特徵篩選前建議除剔除不正確之數據外，不應有太多人工干擾，因往往看似不重要之參數其實有可能為主要因子。
3. 報告書第 69 頁圖 17，請補充說明重要特徵可能因不同建築形態而改變的影響。

4. 報告書第 62 頁，考量四季氣候變化，建議資料蒐集期間應以一年為佳。
5. 建議設備編碼內容包含樓層、位子、區域、座向等資訊。
6. 考量本案進度，建議執行單位再檢討釐清相關進度、研究範圍與推廣內容。

中華民國全國建築師公會：

1. 有關雲端平台預測維護模組開發，建議未來可納入消防設備。
2. 有關報告書中所附之工作會議紀錄，請檢附完整，並確認相關執行單位成員的職稱是否正確。

中華民國電機技師公會(劉總經理火炎)：

1. 因涉及大數據分析，請補充說明各設備應蒐集哪些內容才可應用本研究之預測維護模組。
2. 建議相關數據可與 COBie，做為未來 BIM 等工具之預防性維護功能之用。

財團法人資訊工業策進會(書面意見)：

1. 設備預測維護需要先蒐集大量數據去蕪存菁後再運用 AI 演算法建立預測模型，可能短時間內無法產出明顯效益，建議是否設定一短期目標讓使用者對應用服務有感以利於應用推廣。

財團法人台灣建築中心(廖工程師偉廷)：

1. 報告書第 31 頁指出給水系統設備多為機械式，無法回傳數據，請補充說明未來如給水系統要導入智慧建築雲端平台之因應方案。
2. 有關空調系統建議可增加訪談測試調整平衡專業廠商，該類廠商主要執行空調系統現場運轉狀況量測，依據量測數據進行系統運轉狀態診斷分析，因此考透過訪談了解空調系統預測維護的關鍵參數診斷方法。
3. 空調系統為一個連續熱傳的行為，為動態狀態且空調系統設備眾多，而報告書第 68 頁表 13 中預測維護模型之建議納入之參數共 16 項，請補充說明其預測維護模型所參考的設備種類。
4. 報告書第 70 頁圖 18 顯示預測模組有發現冰水量過大，請說明是否有診斷成為何。
5. 有關報告書格式與文字誤植之部分，如下：
 - 第 3 頁，「標準進行進行比較分析」應為「標準進行比較分析」。
 - 第 15 頁，「雲的開放」應為「雲端開放」。
 - 第 22 頁，「一個空間單源」應為「一個空間單元」。
 - 第 23 頁，「COBie 事由」應為「COBie 是由」。

第 29 頁，「結能管理服務」應為「節能管理服務」。

第 29 至 36 頁，文字間距不一，請整體檢視修改。

報告書中關於「錶」之文字皆誤植為「表」，請檢視修正。

報告書中關於「泵」浦之文字皆誤植為「幫」浦，請檢視修正。

第 32 頁，請確認「業者通常採用機電技師的設定質」是否應為「業者通常採用冷凍空調技師的設定值」。

第 40 頁，請確認新風流量是否是新鮮外氣量，冷凍水閥門門是否是冷媒閥門。

第 42 頁，「供水質量流量」應為「供水質量流率」。

本所一

羅組長時麒

1. 報告書應增加本案與前案之敘述，方可使第三人了解本案開發照明、空調與給排水設備預測維護模組之緣由。
2. 本案開發預測維護模組維 SaaS 端的應用功能，建議執行單位應可與資策會所開發之 PaaS 系統合作。
3. 有關本案的文獻引用，請確實依相關規定標示。

主席(王副所長安強)：

1. 本計畫研究成果涉及建築能源耗用標示試算軟體開發，後續請依契約「資料使用及軟體交付協議書」及本所規定，於期末時完成軟體開發原始碼等相關文件交付，俾利辦理結案驗收。
2. 請補充說明空調預測維護模組的功能。

執行單位回應(彭計畫主持人繼傳)：

1. 本案所執行的預測維護功能需考慮目前實際場域中央監控的可能性點位內容和預測維護模組驗證時能有充分的異常紀錄。雖然困難但執行單位會努力達成，並於期末報告時進行預測維護的說明和展示。
2. 感謝本次委員們提供寶貴的建議，報告中任何錯字和遺漏之處將會於期末報告進行改善。

八、會議結論：

- (一) 本次會議 3 案期中報告，經徵詢在場審查委員與機關團體代表意見，審查結果原則通過。請業務單位將與會審查委員及出席代表意見暨部分委員所提之書面意見詳實記錄，以供執行單位或執行團隊參採，並於期末報告針對期中審查意見逐一回應，如期如質完成計畫。
- (二) 第 3 案「智慧建築雲端平台應用推廣計畫」辦理期末驗收時，將依本所

「辦理軟體開發案廠商結案應交付項目之驗收規範」，檢視及驗證本案所交付之資料。

九、散會（下午 5 時 20 分）

內政部建築研究所

109 年度協同研究「建築空調系統整合物聯網與智慧型運轉模式之研究」、「應用人工智慧科技提升建築物維運管理效益之研究」及業務委託「智慧建築雲端平台應用推廣計畫」等 3 案期中審查會議簽到簿

時 間：109 年 7 月 29 日(星期三)下午 2 時 30 分

地 點：本所簡報室（新北市新店區北新路 3 段 200 號 13 樓）

主 席：王副所長安強 王安強 紀 錄：徐育明 李雨暉 李伯賢

出席人員	簽到處	代 理 人	
		職 稱	簽 到 處
何教授明錦	何明錦		
陳主任育毅	請假		
陳教授俊杉		組長	鄭維中
黃教授彥男	黃彥男		
鄭教授泰昇	請假		
廖建築師慧燕	廖慧燕		
黎院長淑婷		系主任	趙如寧
練協理文旭	練文旭		
鍾經理振武	鍾振武		
內政部營建署			
中華民國全國建築師公會	江榮弘		
中華民國電機技師公會	劉光榮		

[部開 1080850822S]

中華民國冷凍空調技師公會全國聯合會			
財團法人工業技術研究院			
財團法人資訊工業策進會	書面意見		
財團法人台灣建築中心	鄭偉廷		
臺灣資通產業標準協會			
社團法人台灣智慧建築協會	彭健博	李國明	
楊協同主持人冠雄	楊冠雄		
沈協同主持人揚庭	沈揚庭	廖士豪	
彭計畫主持人繼傳	彭繼傳		
羅組長時麒	羅時麒		
呂簡任研究員文弘	呂文弘		
林副研究員谷陶	林谷陶		
張助理研究員怡文	張怡文		
游助理研究員伯堅	游伯堅		
徐專案助理富國	徐富國		
李專案助理雨澤	李雨澤		
相關人員			

[部開 1080850822S]

附錄九 期中審查會議委員意見回覆

審查委員	審查意見	意見回覆
何明錦教授	1. 請釐清建置智慧建築雲端平台應用功能的目的，以確認其預測維護模組是否應著重於管線、設備位置且重要營運情況包括設備運作效率或維修預警與記錄產品壽命預測型及運作毀損情況，而非取代個不同空調、照明或給排水系統所有維修保養功能，避免雲端平台功能過於複雜，以提升操作與維護之功能。 2. 請補充說明本研究成果改善智慧建築之營運效益。 3. 建議可考量與第一案研究內容，結合空調運轉效率進行探討。	1. 感謝委員指導。目前就手邊的歷史資料，較缺乏相關管線、設備位置之預警與產品壽命記錄，較難進行預測維護模型。根據契約精神，本案先已空調、照明或給排水系統預測維護功能進行開發。 2. 本研究成果透過預測維護的可用性，將對有效提升管理效能和降低管理成本。 3. 感謝委員指導。
陳俊杉教授 (鄭維中組長代)	1. 報告書第 67 頁，有關預測維護服務的資訊架構，建議可再多補充具體描述，例如系統設計或軟硬體元件等。 2. 報告書第 70 頁，有關冰水流量預測的訓練成果，建議可補充說明訓練資料集、驗證資料集、演算法等資訊。	1. 感謝委員指導，將再增加並補充。 2. 感謝委員指導，將再增加並補充。

審查委員	審查意見	意見回覆
黃彥男教授	1. 請補充預測維護的蒐集所得之資料可用性與驗證方式，例如排水管可能有長達 30 年資料，如何收集及分析，且泵浦種類眾多如何蒐集。 2. 每棟建築不同，請說明開發之預測模組是否可適用於不同棟建築，或是應蒐集那些資料，才可應用於其他建築。 3. 請補充說明預測模組的正確性驗證方式。 4. 請補充說明預測模組的資通訊安全保障與管理方式。	1. 感謝委員指導，將再增加並補充。 2. 本案所實作的預測維護模組是針對系統中的設備運轉架構，若該設備組成是相同的，透過前期模型建立後，則可運用於不同的建築物。 3. 目前預測模組的正確性驗證是根據坊間實際案例所提供的設備運轉和異常紀錄進行驗證。 4. 感謝委員指導，目前以三大設備進行預測模組開發，之後再提升資通訊安全和管理方式。
廖慧燕建築師	1. 本計畫之目標為建立雲端平台資料收集格式，並針對空調、照明、給排水進行資料收集以作為預測維護之依據，均未涉及安全防災等項目，考量照明及排水預測維護之效益似乎不高，建議再釐清確認。 2. 請說明如不同廠商之空調設備是否可運用同樣的預測模組。	1. 感謝委員指導，根據契約精神，本案先已空調、照明或給排水系統預測維護功能進行開發。 2. 本案所實作的預測維護模組是針對系統中的設備運轉架構，若該設備組成是相同的，透過前期模型建立後，則可運用於不同的廠牌的設備。

	3. 請補充說明資料蒐集應用是否涉及個資問題。	3. 三大系統的資料蒐集會以公共區域為主，未來應用上也建議直接進行系統。
黎淑婷院長 (趙又蟬主任代)	1. 報告書內文中由外文翻譯而來的部分，應具備通順即可閱讀性，請再修正。 2. 國內外案例蒐集後，建議進一步彙整資料資訊及進行比較。 3. 請補充說明預測維護模組開發的目的(耗材更換、設備維修有無性能檢測或性能提升)。 4. 有關照明部分目前市面上也開始有照明契約服務，建議可了解其燈具系統的智慧管理模式做為預測維護功能開發之參考。	1. 感謝委員指導，將進行修正。 2. 感謝委員指導，將再增加並補充。 3. 預測維護模組開發的目的是用來提供雲端平台推廣上的效益。希望藉由預測維護的功能進而帶動雲端平台的使用量。 4. 感謝委員指導，團隊將進行了解。
練文旭協理	1. 報告書第二章所列之全球五大雲平台預防性維護內容相當完善，唯較少涉及空調、照明、給排水等三個研究主題，建議針對全球案例做空調、照明、給排水做主題式整理。 2. 請補充說明目前期中研究空調、照明、給排水之預測性需求及可行性之初步結論。 3. 有關給排水、照明項目建議以故障即時通報取代預測性維護。	1. 目前針對全球做空調、照明、給排水的預防性維護的案例均為設備製造商，此內容為廠商機密資料較難取得。 2. 感謝委員指導，將再增加並補充。 3. 故障即時通報功能為市面上標準功能，為有效進行雲端平台的推廣，研究團隊還是先朝預測維護功能進行研究。

	4. 空調預測性維護收集資料項目繁多，考量資料取得方式、成本與預測關聯度，請補充說明優化對策。	4. 感謝委員指導，將再增加並補充。
鍾振武經理	1. 請確認本研究之進度是否與原規劃相符，相關研究之揭端成果應繕寫於報告書中，以佐證研究進度。 2. 報告書第 68 頁，有關數據特徵篩選前建議剔除不正確之數據外，不應有太多人工干擾，因往往看似不重要之參數其實有可能為主要因子。 3. 報告書第 69 頁圖 17，請補充說明重要特徵可能因不同建築形態而改變的影響。 4. 報告書第 62 頁，考量四季氣候變化，建議資料蒐集期間應以一年為佳。 5. 建議設備編碼內容包含樓層、位子、區域、座向等資訊。 6. 考量本案進度，建議執行單位再檢討釐清相關進度、研究範圍與推廣內容。	1. 感謝委員指導，將確認研究進度並補充。 2. 感謝委員指導，將納入研究。 3. 感謝委員指導，將再增加並補充。 4. 感謝委員指導，目前就研究過程中，資料蒐集的取的存在一定的困難度，團隊將持續努力取的長期資料。 5. 感謝委員指導，將再增加並補充。 6. 感謝委員指導。
中華民國全國建築師公會	1. 有關雲端平台預測維護模組開發，建議未來可納入消防設備。 2. 有關報告書中所附之工作會議紀錄，請檢附完整，並確認相關執行單位成員的職稱是否正確。	1. 感謝委員指導。 2. 感謝委員指導，將再增加並補充。
中華民國電機技師公會	1. 因涉及大數據分析，請補充說明各設備應蒐集哪些內容才可應用本研究之預測維護模組。	1. 本研究案針對三大系統設備透過業界訪談、實際場域資訊和國內標準相互參照

(劉總經理 火炎)	2. 建議相關數據可與 COBie，做為未來 BIM 等工具之預防性維護功能之用。	下，將定義出個設備應該蒐集的標準內容。 2. 感謝委員指導，將於標準格式定義中納入 COBie 資料欄位。
財團法人資訊工業策進會 (書面意見)	1. 設備預測維護需要先蒐集大量數據去蕪存菁後再運用 AI 演算法建立預測模型，可能短時間內無法產出明顯效益，建議是否設定一短期目標讓使用者對應用服務有感以利於應用推廣。	1. 感謝委員指導。
財團法人台灣建築中心 (廖工程師偉廷)	1. 報告書第 31 頁指出給水系統設備多為機械式，無法回傳數據，請補充說明未來如給水系統要導入智慧建築雲端平台之因應方案。 2. 有關空調系統建議可增加訪談測試調整平衡專業廠商，該類廠商主要執行空調系統現場運轉狀況量測，依據量測數據進行系統運轉狀態診斷分析，因此考透過訪談了解空調系統預測維護的關鍵參數診斷方法。 3. 空調系統為一個連續熱傳的行為，為動態狀態且空調系統設備眾多，而報告書第 68 頁表 13 中預測維護模型之建議納入之參數共 16 項，請補充說明其預測維護模型所參考的設備種類。 4. 報告書第 70 頁圖 18 顯示預測模組有發現冰水量過大，請說明是否有診斷成因為何。	1. 研究團隊希望藉由預測維護的功能有效性，進而改變智慧建築在給排水系統設計。 2. 感謝委員指導。團隊將訪談國內空調專業廠商。 3. 感謝委員指導，將再增加並補充。 4. 該診斷成因為透過模型建立，進行冰水量預測的結果。

	5. 有關報告書格式與文字誤植之部分，如下： 第 3 頁，「標準進行進行比較分析」應為「標準進行比較分析」。 第 15 頁，「雲的開放」應為「雲端開放」。 第 22 頁，「一個空間單源」應為「一個空間單元」。 第 23 頁，「COBie 事由」應為「COBie 是由」。 第 29 頁，「結能管理服務」應為「節能管理服務」。 第 29 至 36 頁，文字間距不一，請整體檢視修改。 報告書中關於「表」之文字皆誤植為「表」，請檢視修正。 報告書中關於「泵」浦之文字皆誤植為「幫」浦，請檢視修正。 第 32 頁，請確認「業者通常採用機電技師的設定質」是否應為「業者通常採用冷凍空調技師的設定值」。 第 40 頁，請確認新風流量是否是新鮮外氣量，冷凍水閥門門是否是冷媒閥門。 第 42 頁，「供水質量流量」應為「供水質量流率」。	5. 感謝委員指導，將再進行修正。
羅時麒組長	1. 報告書應增加本案與前案之敘述，方可使第三人 了解本案開發照明、空調與給排水設備預測維護模組之緣由。	1. 感謝組長指導，將再增加並補充。

	2. 本案開發預測維護模組維 SaaS 端的應用功能，建議執行單位應可與資策會所開發之 PaaS 系統合作。 3. 有關本案的文獻引用，請確實依相關規定標示。	2. 感謝組長指導，團隊將去拜訪資策會。 3. 感謝組長指導，有關本案的文獻引用，將依相關規定標示。
主席 (王安強副所長)	1. 本計畫研究成果涉及建築能源耗用標示試算軟體開發，後續請依契約「資料使用及軟體交付協議書」及本所規定，於期末時完成軟體開發原始碼等相關文件交付，俾利辦理結案驗收。 2. 請補充說明空調預測維護模組的功能。	1. 感謝主席指導，將依契約「資料使用及軟體交付協議書」及建研所規定，於期末時完成軟體開發原始碼等相關文件交付。 2. 感謝主席指導，將再增加並補充。

附錄十 第五次工作會議會議紀錄

壹、開會時間：109 年 08 月 26 日(星期三)下午 2 時

貳、開會地點：社團法人台灣智慧建築協會

參、(台北市大安區忠孝東路四段 112 號 10 樓之 8)

肆、主席：彭繼傳計畫主持人

紀錄：邱國棟

伍、出席人員：李國維協同主持人、探識科技黃立德經理

陸、會議內容：

一、針對本案三大議題討論

(一) 冰水主機

1. 預約訪談時間 9/4 上午 10 點，拜訪美商 Trane
2. Taiwan_詮宏空調系統服務股份有限公司。
3. 預約訪談時間 9/8 下午 3 點，拜訪東磊工程股份有限公司
4. 針對冰水主機保養經驗討論，透過經驗及保養紀錄，
5. 作為預測平台的預測基準。

(二) 給排水:

大多數的資料都以季、年作為定期巡檢資料，使得可參考的數據非常少，建議透過給定條件的方式，如：水壓壓力，作為預測研究資料，在於報告書中，將研究結果供未來智慧建築的設計參考。

(三) 照明：

將以智慧路燈的數據做為研究依據，並詢問廠商(台達、億光、神通)是否能提供參考數據，經討論後，決議先與協會會員台達電子做洽詢。

二、9/11 日以前提供資料作數據運算

三、期末報告相關事宜:

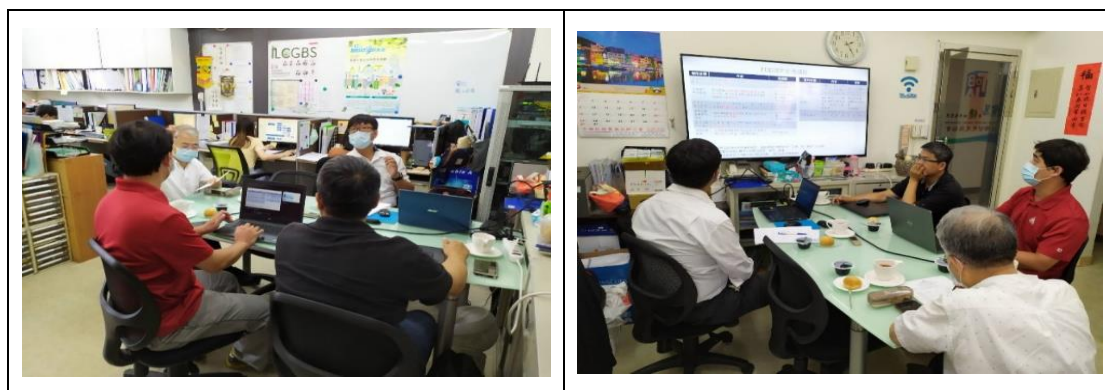
(一) 向建研所確認期末報告時間。安排專家座談會，預計將於 10 月底舉行，先行詢問建研所是否有推薦的座談人選，並邀請建研所長官一同參加，並於建研所會議室舉行。

(二) 預定於 10/21-10/23 擇一日舉行，期末報告產出於 10/29 至 11 月初，提交給建研所

四、第六次工作會議於 9 月中在決議

柒、散會

捌、會議照片



玖、會議簽到表

 社團法人台灣智慧建築協會 Taiwan Intelligent Building Association			
「智慧建築雲端平台應用推廣計畫」 第五次工作會議簽到表			
會議時間：2020/8/26 (三)14:00~16:00			
會議地點：社團法人台灣智慧建築協會辦公室 (台北市忠孝東路四段 112 號 10 樓之 8)			
參加人員：			
序號	本計畫職稱	姓名	簽到處
1	計畫主持人	彭繼傳	
2	協同主持人	李國維	
3	專家諮詢	溫琇玲	
4	專案經理	邱國棟	
5	研究人員	黃立德	

附錄十一 專家訪談紀錄三

「智慧建築雲端平台應用推廣計畫案」

拜訪詮宏空調訪談紀錄

壹、開會時間：109 年 9 月 4 日(星期五)下午 3 時

貳、開會地點：美商 Trane Taiwan_詮宏空調系統股份有限公司

參、(台北市士林區文林路 338 號 6 樓之 1)

肆、出席人員：詳如簽到表

伍、訪談內容：

為提升國內各大樓及產業用之中央空調系統進口離心式冰水主機設備，保持正常有效率的運轉及達到節能最佳化之系統維護使用，建請業界資深專業經理人提供維護保養之項目及相關故障統計之數據、案例，及解決問題排除障礙方法，並且進行報告研究，以增強國內各大樓及產業競爭能力。

陸、訪談問題：

一、進口離心式冰水主機操作及維護保養前須注意哪些項目？

答：

(一) 確認進口離心式冰水主機之型式規格、電壓、冷媒種類，及冰水主機上沿之銘牌性能內容，及詳閱原廠之按裝操作、維護手冊指南。

(二) 參閱中央空調系統工程之相關附屬設備(冷卻水塔、泵浦、空調箱、送風機補給水箱)及配管閥類(開閥、逆止閥、Y 型過濾器、溫度表、壓力表)、配電、自動控制(NFB、MS、TM、RY 及水流開關、電動控制閥、中央監控主機輸入點輸出點及數據、顯示警報等等…)以上之圖面及配置位置。

- (三) 比較歷年各月份，此機組(離心式冰水主機)之「運轉紀錄」及停(當)機之「歷史紀錄」，予以判讀主機運轉時發生之狀況，並作適當之維護保養項目。

二、請問貴公司是否方便提供在中央空調離心式冰水主機系統必要之維護項目？

答：

主機保養，會依據設計的方式不同，而有不同的維護方式，並也會根據業主的可承受的風險預算提供不同的維護方式。

三、請問貴公司在中央空調系統維護過程中會影響到離心式冰水主機停(當)機，哪些項目是最常見的故障項目？

答：

- (一) 聲音異常、電流電壓。
- (二) 馬達葉扇磨損程度、軸承油是否乾涸，或依據中央系統觀察數計提交可能有問題的元件，提交至維修部門查驗。

四、請問貴公司執行維護保養之案例中?能否提供維護保養項目與歷年保養相關數據以利進行相關統計及研究。

答：

將會在訪談結束後提供。

五、請問貴公司在離心式冰水主機運轉時，如何加強主機停(當)機前預測故障方式及施作預防性之維護作業項目？

答：

目前並無預測維護方式，主要依據例行性查修，或依據過去查修的內容做主要的維護方式。

柒、散會

捌、照片記錄：



玖、會議簽到表



社團法人台灣智慧建築協會
Taiwan Intelligent Building Association

「國內中央空調系統進口離心式冰水主機設備」 運轉時常態性因素致使停(當)機影響探討研究

訪談會議簽到表

會議時間：2020/9/4 (二) 15:00~17:00

會議地點：美商Trane Taiwan_詮宏空調系統服務股份有限公司
(台北市士林區文林路338號6樓之1)

參加人員：

序號	本計畫職稱	姓名	簽到處
1	受訪者	林世偉 董事長	林世偉 謝銀浪 李宜芳
2	計畫主持人	彭繼傳	彭繼傳
3	研究人員	李國維	李國維
4	研究人員	黃立德	黃立德
5	研究助理	邱國棟	邱國棟

附錄十二 專家訪談記錄四

「智慧建築雲端平台應用推廣計畫」案

東磊工程訪談紀錄

壹、開會時間：109 年 9 月 7 日(星期一)下午 15 時

貳、開會地點：東磊工程股份有限公司

參、(台北市大安區復興南路 1 段 103 號 11 樓之 4)

肆、出席人員：詳如簽到表

伍、訪談內容：

為提升國內各大樓及產業用之中央空調系統進口離心式冰水主機設備，保持正常有效率的運轉及達到節能最佳化之系統維護使用，建請業界資深專業經理人提供維護保養之項目及相關故障統計之數據、案例，及解決問題排除障礙方法，並且進行報告研究，以增強國內各大樓及產業競爭能力。

陸、訪談問題：

一、請問貴公司是否方便提供在中央空調離心式冰水主機系統必要之維護項目？

答：

- (一) 冷却水塔、Y 型過濾器定時清洗(每月)。
- (二) 冷凝器、冰水器(滿液式)清洗及疏通管路(每年)。
- (三) 壓縮機冷凍油及油濾網更新(每年)。
- (四) 冷媒乾燥過濾器濾網清潔或更換(每年)。
- (五) 冷媒管路洩漏檢查(每年)。
- (六) 主電路電磁開關接點檢查及控制電路及保護開關設定檢查(每年)。

(七) 壓縮機線圈相關及對地阻抗絕緣值之量測。

二、請問貴公司在中央空調系統維護過程中會影響到離心式冰水主機停(當)機，哪些項目是最常見的故障項目？

答：

- (一) 冷却水塔及 Y 型過濾器未按時清洗導致水量不足、高壓異常跳機或流量開關動作停機。
- (二) 熱交換器未清洗導致水垢藏於熱交換器內影響熱交換效果，導致主機耗電增加且高壓壓力升高最終跳機。
- (三) 冷凍油未更換導致油質劣化或油濾網堵塞，致油壓不足跳機或油泵故障。
- (四) 冷卻水塔風扇馬達故障或皮帶斷裂導致水溫過高、主機高壓保護開關動作停機。
- (五) 主機電路板或傳感 SENSOR 故障主機誤判錯誤資訊停機。
- (六) 主機機房的空氣品質監測，或有不良氣體致使主機機板鏽蝕短路燒毀而停(當)機。
- (七) 夏季期間，須注意颱風風壓損壞冷却水塔導致主機停機。
- (八) 瞬間停電(斷電)，致使主機停機。
- (九) 低電壓，三相電壓不平均。

三、請問貴公司執行維護保養之案例中?能否提供維護保養項目與歷年保養相關數據以利進行相關統計及研究。

答：

將會在訪談結束後提供。

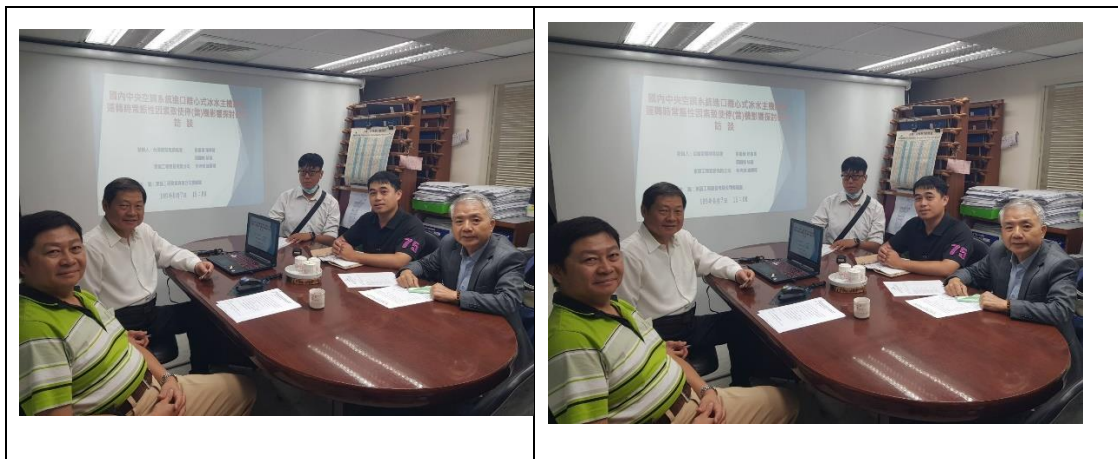
四、請問貴公司在離心式冰水主機運轉時，如何加強主機停(當)機前預測故障方式及施作預防性之維護作業項目？

- (一) 冷却水塔、Y 型過濾器定時清洗(每月)。

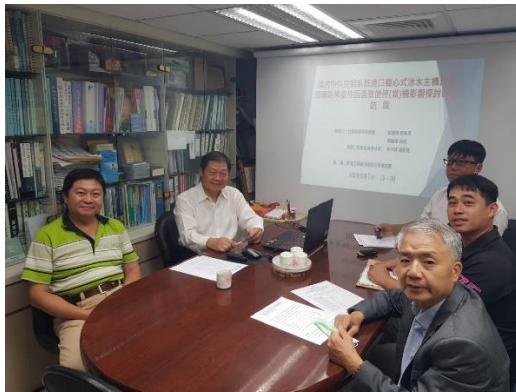
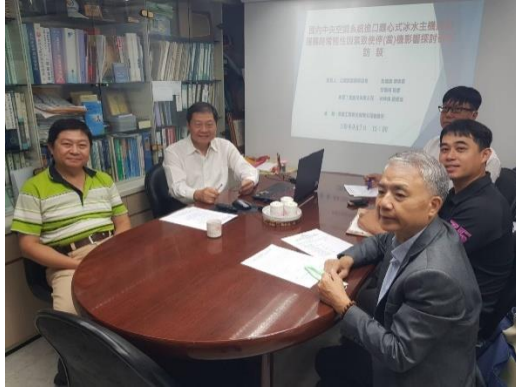
- (二) 冷凝器、冰水器(滿液式)清洗及疏通管路(每年)。
- (三) 壓縮機冷凍油及油濾網更新(每年)。
- (四) 冷媒乾燥過濾器濾網清潔或更換(每年)。
- (五) 冷媒管路洩漏檢查(每年)。
- (六) 主電路電磁開關接點檢查及控制電路及保護開關設定檢查(每年)。
- (七) 壓縮機線圈相關及對地阻絕緣值之量測。
- (八) 夏季颱風期間，必須注意屋外之冷却水塔加強巡視防護措施。
- (九) 冷凍油油溫加熱器檢查，及油溫電源迴路檢查，油溫感測器檢查，油冷却系統檢查。
- (十) 油壓系統檢查，油泵浦功能是否正常。
- (十一) 主機機房的空氣品質監測，須對機房內之強酸、鹼性氣體、或是油煙、污廢水之沼氣，予以排除換氣達到清潔之空間，以防止主機機板因為鏽蝕，致使控制線或元組件短路燒毀機板而停(當)機。

柒、散會

捌、會議照片紀錄



智慧建築雲端平台應用推廣計畫



玖、會議簽到表



社團法人台灣智慧建築協會
Taiwan Intelligent Building Association

「國內中央空調系統進口離心式冰水主機設備」
運轉時常態性因素致使停(當)機影響探討研究

訪談會議簽到表

會議時間：2020/9/7 (一) 15:00~17:00

會議地點：東磊工程股份有限公司

(臺北市大安區復興南路1段103號11樓之4)

參加人員：

序號	本計畫職稱	姓名	簽到處
1	受訪者	林坤燦 總經理	林坤燦, 林耀
2	計畫主持人	彭繼傳	彭繼傳
3	研究人員	李國維	
4	研究人員	黃立德	黃立德
5	研究助理	邱國棟	邱國棟

附錄十三 第六次工作會議會議紀錄

壹、開會時間：109 年 09 月 29 日(星期二)上午 9 時 30 分

貳、開會地點：內政部建築研究所

(新北市新店區北新路三段 200 號 13 樓)

參、主席：彭繼傳計畫主持人

紀錄：邱國棟

肆、出席人員：建築研究所林谷陶副研究員、游伯堅研究助理、

溫琇玲專家諮詢、李國維協同主持人、探識科技黃立德經理

伍、會議內容：

一、計畫案工作進度說明：

(一) 目前已完成冰水主機、給排水的系統預測模擬；透過即時或歷史訊息作為資料來源，導入預測維護模組所產生的結果，再經由回饋機制使結果達到收斂資料的判斷依據。

(二) 經訪查，關於照明系統的維運方式，主要是透過人力方式做照明燈泡更換，現行二線式照明系統的數據，也不足以作為預測的來源。

二、建研所意見：

(一) 請執行單位於撰寫報告時應確實依邀標書內容分項呈現，以利期末審查委員了解本計畫全貌。

(二) 請執行單位依據空調、給排水、照明等設備現行維運方式作為研究探討，若現行機制對於預測維護有不足的地方，請研擬相關建議事項，以利後續推動。

三、計畫協同主持人：

(一) 將依據建研所意見做修正。

(二) 座談會將於 10/16 下午 2 點，於建研所舉行。

陸、散會

柒、會議照片



捌、會議簽到表



Taiwan Intelligent Building Association

「智慧建築雲端平台應用推廣計畫」

第六次工作會議簽到表

會議時間：2020/9/29 (二) 9:30~12:00

會議地點：內政部建築研究所

(新北市新店區北新路三段 200 號 13F)

編號	姓名	職稱	簽名處	備註
1	羅時麒	組長	林谷陶	
2	林谷陶	副組長	林谷陶	
3	張怡文			
4	游伯堅		游伯堅	
5	彭繼博	計畫主持人	彭繼博	
6	李國維	研究人員	李國維	
7	黃立德	研究人員	黃立德	
8	邱國棟	研究助理	邱國棟	
9			溫介宏	
10				

附錄十四 期末審查意見回應表

109 年度協同研究「建築空調系統整合物聯網與智慧型運轉模式之研究」、「應用人工智慧科技提升建築物維運管理效益之研究」及業務委託「智慧建築雲端平台應用推廣計畫」等 3 案期末審查會議紀錄

一、時間：109 年 11 月 6 日(星期五)上午 9 時 30 分

二、地點：本所簡報室

三、主席：王所長榮進

紀錄：徐富國、李雨澤、游伯堅

四、出席人員：詳簽到簿

五、主席致詞：(略)

六、計畫簡報：(略)

七、綜合討論：

(一)「建築空調系統整合物聯網與智慧型運轉模式之研究」案

何教授明錦：

1. 本研究國內外文獻蒐集豐富，具有極高之應用價值，尤其建研所 ABRIDR 平台運作，聯合空調卸載量高達 300kW 值得肯定，並具有展示與推廣效益。
2. 利用 IoT 智慧互聯網對節能有助益，但對室內環境品質與舒適度是否同時能維持水準，評估方式及是否使用自動監控，請補充說明。
3. DR 未來推廣，請補充說明對使用者意願是否具有強制性。此外，如何使公有建築願意與本系統連線並受控制，尚待研擬可行之策略。為鼓勵各界主動參與 DR 管控，應考量提供誘因以提高實現性，另應考量是否可於一定規模下變成內建控制組件，及提高設備之能耗效率。

陳教授振誠(周教授碩彥代理)：

1. 報告書未能清楚說明研究貢獻，亦未對台灣現有已進行相關研究及成效有完整的陳述。例如：台電已進行 ADR 之測試於空調設備卸載，與本案之差異處建議研究團隊可列入考量，請予補充。
2. 本研究於大型場域測試，實屬不易，但未呈現對場域整體的影響，僅就單點變化陳述，節能需量和舒適度調節的規則並未提出，僅以案列說明可以調節，後續研究應可再精進。
3. 本研究為驗證資通技術能否協助資訊掌握與回應，資訊標準和通訊協定的結合度為核心議題，兩者之關聯性請再說明。

黃教授彥男：

1. 本研究值得肯定，利用新科技來提升建築空調效率計畫確有其重要性。
2. 本研究成果已運用在一些實際的場域。
3. 空調及人體的舒適程度的關聯應列入考量，舒適度也和冷氣口的位置有關，可以考量如何調整冷風口來降低耗電量。
4. 報告內關於 Contributions(貢獻、績效)之部分，請再加強說明。

練協理文旭：

1. 兼顧環境舒適度之運轉模式(含 DR)兼具參考性及效益。
2. 針對小型空調系統 Mode A-E 五組系統，請補充說明節能效益與環境舒適度之關聯性，以及最佳選擇策略。
3. 建議針對運轉策略(IoT 調控)與傳統 BEMES 在導入建置成本方面之差異、節能及 DR 效益回收年限等補充說明。

黎院長淑婷(林教授衍良代理)：

1. 為何 ADRES Chiller Controller 為唯一解決方法，請補充說明。
2. 報告書第 13-16 與 22-24 頁部分，請補充說明。
3. 關於設定新標準有效溫度，報告書第 40 頁有誤，溫度、濕度、二氧化碳濃度的舒適性等方面，請補充說明。
4. 本研究以岡山醫院為範例，在案例上是否具代表性與在推廣上的可行性，請補充說明。
5. 請補充說明本研究所提之建議事項，有關智慧建築評估手冊增修訂之依據來源與研究內容關聯性。
6. 附錄一、二、三所得建議需予整理，參考書目及附錄三內容及圖表皆未註明出處來源，請補充說明。

鍾經理振武(書面意見)：

1. 本研究值得肯定，整體報告書達成計畫成果非常完整。
2. 建築空調系統結合 IoT 之設計應用方式，考慮大型建築空調系統與小型建築空調系統之設計架構，細部設備裝置亦考慮周全。
3. 節能與熱舒適環境之運轉分析，亦完成實證結果，相當難得。

中華民國全國建築師公會(黃建築師錫洲)：

1. 用電尖峰時間進行卸載後舒適度如何確保，請補充說明。
2. 如報告書研究案列分析中，都在標準以內，但未提出何種情況下舒適度不佳，請補充說明。

中華民國電機技師公會(黃技師維智)：

如以遠端遙控電力卸載未來成為政策，需了解透過網路進行遠端控制的

可靠性、可行性及人員安全性。

中華民國冷凍空調技師公會全國聯合會(王技師偉棟)：

建築物如導入空調系統整合物聯網與智慧型運轉模式，建議需考量與建築物本身的功能有所配合，以不偏離建物用途與使用者規畫。

財團法人資訊工業策進會(劉協理培權)：

本研究已完成建築空調之智慧化運轉策略，建議可再補充以下內容：

- (1) 建築空調 AI 導入策略與建議。
- (2) 空調系統結和 IoT 設計之 ROI 效益分析與推廣策略。

財團法人台灣建築中心(廖工程師偉廷)：

1. 報告書第 14 頁，指出 108 年 7 月 7 日至 9 日進行雲端平台控制卸載，其中於 7 日最高卸載量達到 300kW，請補充說明該次卸載空調系統之主機數量與冷凍噸數、卸載策略，與室內舒適度，俾利參閱比較。
2. 報告書第 31-34 頁，指出空調 DR 卸載雲端平台中，具有 WABEMS(A) 與 WABEMS(B)空調卸載控制頁面，這兩者網頁功能有何差異性，請說明。
3. 報告書第 42 頁，建議室內空氣品質的管控未來可搭配導入。
4. 報告書第四章，請補充岡山分院常設型溫度感測器精度規格與多大範圍設置一個感測器、位置與數量；以利未來提供實證案場設計規劃與施工之依據。
5. 報告書格式與文字誤植部分列舉如下，請參考修正：
 - (1)內頁封面多一頁。
 - (2)報告書第 3 頁，結約運轉，應為節約運轉。
 - (3)電表請修正為電錶，例如報告書第 23 頁之單位”KW“，請修正”kW”
例如報告書第 29 頁。
 - (4)報告書第 41 頁為已完成工作項目，請將預定去除。
 - (5)報告書第 46 頁中 25 度，應為誤植。

本所－

羅組長時麒：

1. 報告書應參照本所規定格式撰寫，例如摘要、結論、建議等項目，請研究團隊修正。
2. 針對智慧化運轉策略，建議依通案方式予以敘明，俾利後續推廣應用。
3. 有關所提智慧建築評估手冊建議修正(草案)內容，將提供本所精進計畫參酌修正。

執行單位回應(楊協同主持人冠雄)：

1. 本研究之主要貢獻，在於針對大型中央空調主機進行卸載，與台電公司已進行之 ADR 測試較為不同。其主要原因，為我國之大型主機製造廠，於進行需量控制時，其反應並無法如所預期。而呈現大幅度的 ON/OFF 及追逐現象；乃選取大型中央空調系統作為需量反應計畫之對象並加以改善。如國立中山大學 F 棟電機大樓之國產 KL 主機與國外 MQ 主機對同一需量控制，反應卻大不相同，於期末報告中已有詳細敘述。室內熱舒適之規範，乃採取美國冷凍空調學會 ASHRAE Standard 55-2017 Thermal Comfort 之相關規定，該規範已發展為 ANSI 規範，並於全世界廣為應用。經過 BEMS 自動監控系統來達成目的。未來 DR 發展除了強制性以外，應該可以增強誘因。目前台電公司之需量競價策略就是利用競標的方式來進行，未來或許可以進一步提高競價之價格，並考慮新建電廠的迴避成本，其應用層面將可大幅提升。
2. ADRES Chiller Controller 為美國目前唯一開發成功之，適用於各種不同類型與廠牌大型中央空調主機的控制器，所以稱之為唯一之解決方案。方案於 2020 年才開始在市場上流通。報告書第 13-16 頁主要在說明，本研究實際開發空調系統結合 IoT 物聯網資通訊之系統架構，包含三種主機控制模式，目前在我國國產主機製造廠進行實際廠測，印證為可行。而第 40 頁標準有效溫度已更正。醫院由於是 24 小時空調，所以具備較完整之空調主機卸載量。岡山醫院做為範例試驗成功後，事實上可大量推廣至一般類似之醫院，皆具有可行性。增修之依據，乃沿習現有之智慧建築評估手冊的架構，以便與現行法規無縫接軌；而本研究之內容，空調主機之節約能源 EE 與需量反應 DR，與之習習相關。
3. 小型空調系統之 5 個運作模式中，由於本省氣候較為濕熱，所以停止空調運轉 8 分鐘或者 8 分鐘改為送風模式，皆有小部分之室內環境較為悶熱之感覺，此亦為本研究實驗後之收穫與貢獻；網路進行遠端監控之可靠性，端賴於系統規劃之妥適，以及現場運轉人員的專業性及資通安全性之確保。
4. 空調卸載，主要為屏東科技大學及屏東大學之磁浮式主機為主。在 WABEMS A 及 WABEMS B 控制頁面，主要為不同 BEMS 廠商之案例加以分別，使網路點選上較為方便而已。事實上，未來會歸入於 TABC 之中。岡山醫院之常設型溫度感測器，精確度為 0.1°C 。其設置之數量乃端視該空間是否一個或數個溫度感測器才能區分出不同之溫度分佈情況

而定，因此必須進行場地勘查規劃。

5. 感謝委員對本研究之肯定，對於報告書格式方面的修正與補充，會於最終版本報告中遵照辦理。

(二)「應用人工智慧科技提升建築物維運管理效益之研究」案

何教授明錦：

1. 報告書圖表多係直接剪貼，建議重新繪製並翻譯為中文。
2. 報告中所列七項人工智慧導入之項目，有關用字與功能請再釐清，建議修正如下：
 - (1) 能源監測量測和驗證：大數據建立模型 OR 參考之標準值。
 - (2) 安全保障：主動感知、控制與使用排程有何關聯。
 - (3) 設備最佳化：是否為設備運作營運最佳化。
 - (4) 預防性維護：此項對設施設備而言可行且重要。
 - (5) 生活管理：針對生活較常提到服務，如何管理?即使進行總量管制，也不代表群集密度，宜再釐清。
 - (6) 空間規劃：內容何為公共空間之使用管理。
 - (7) 需求管理：本項內容不夠明確。
3. 請釐清並補充說明本研究目標係為減緩人工不足或是推廣智慧維運。
4. 建議針對監控工具、運算管理方式及平台架構等相關資通訊議題進行資料蒐集與評估，使研究內容更為完善。

陳教授振誠(周教授碩彥代理)：

1. 研究結論指出的維運管理問題缺乏時間性閱讀資料，建議可考慮下列議題：無空間關係、無 Semantic 資料無法有效處理複雜系統事件，亦指資料關聯未能有效被記錄。
2. 預防性維護是否為 Preventive Maintenance，應改為預測性維護。
3. 電子圍籬 Motion Detection 與 Heatmap 等靜態功能已相當成熟，應可考慮降低隱私性考量的感測技術，並以感測器融合的方式來進行，此外更進一步的資訊可嘗試用影片的動分析來強化。
4. 施工時候的人身安全保障應有許多功能可嘗試，亦符合以人為中心的目的。

黃教授彥男：

1. 針對空調、照明相關系統，來做預測性維護，本研究確有其重要性。
2. 預防性維護的正確性，應做分析。建築的預測性維護應和環境有關，如

溫度、濕度、設備的位置等。預測性如使用 AI 深度學習技術，訓練資料如何取得，請補充說明。

3. 建議增加國外文獻蒐集的數量。

練協理文旭：

1. 針對報告書第 5、60 頁，彙整出七大可行項目，除標示深化程度 AI 可行方式外，如果能增加需求性及 AI 可行性高低補充內容，更能看得出哪些領域可以優先導入 AI。
2. 針對這七大類可行項目，目前影像分析相對成熟，在資料收集，資料取得性及互通性，均會影響其整體可行性，請補充說明。
3. 可行性建議部分：建立官方「智慧維運管理平台」建議斟酌「維運」二字。(維運偏向日常運作管理，中央不宜介入)或以「雲端平台」較為中性，並避免介入日常運營作業，此外官方是指中央或是地方政府，請釐清。
4. 空間規劃建議文字，請修正為空間管理。

黎院長淑婷(林教授衍良代理)：

1. 建築物維運管理量化質化效益部分不明確，請再作補充。
2. 報告書第 7、95 頁關於情境狀態、事件或行為、分布狀態等，請再作補充。
3. 報告書第 64 頁關於劇本調適、語境適應等，請補充說明。
4. 如何判斷人力訓練成本與職能門檻下降？請說明。
5. 請補充說明以視覺找出絕對位置與 AI 建築維運管理可行性驗證之方式。
6. 研究主題是效益，請提出效益相關的分析 and 結論建議。

鍾經理振武(書面意見)：

1. 報告書中提到已有許多 BIM 應用於設施管理的案例，例如 MathWorks 公司 2005 年在麻州的園區擴建計畫，或可用以說明其應用的具體效益。
2. 報告書中未見人工智慧與 BIM 結合應用案例及關聯性之敘述，請補充說明是否有相關研究。
3. 文獻回顧雖點出許多產業目前面臨的問題，例如 BIM 在跨階段及跨領域的資訊交付不完整導致設施維護管理的困難及成本增加，請補充上述問題解決方案與本研究之關係。
4. 報告書章節 4-3-2，請補充說明涵構察覺導向之定義。
5. 報告書章節 4-3，請補充說明影像辨識處理結果如何轉換至 BIM 結合，並與本案開發之演算法與人工智慧(AI)結合應用方式。
6. 從研究目標與研究成果看不出對應關係，BIM 在此研究的角色定位模

糊，影像辨識處理加上建物 3D Model 定位是否一定需要用到 BIM，且未有具體效益說明，建議於成果報告補充說明。

中華民國全國建築師公會(黃建築師錫洲)：

1. 人工智慧應用於空間規劃，空間大小，高度或動線設計，是否能提供相關參考數據，請補充說明。
2. 人工智慧應用有無機會配合建築人體工學設計之空間設計數位化，或是建築規模預估，請再評估。

財團法人資訊工業策進會(劉協理培權)：

本計畫提出應用 AI 技術輔助建築維運管理的方向，建議後續可補充投資報酬效益分析和推廣方向。

財團法人台灣建築中心(廖工程師偉廷)：

1. 報告書第 30 頁，表 3-1 有以下疑問：
 - (1) 數字單位是否為美金，請補充標註。
 - (2) 部分欄位有成本增加之金額，但無每平方英尺的成本增加金額。例如營運與維護階段，是否是因為該階段無法以面積評估成本增加金額。
 - (3) 於本表倒數第三列顯示，以營運與維護階段時成本增加金額最多但每平方英尺的成本增加金額最少，請釐清。
2. 關於報告書格式之建議，如下：
 - (1) 目錄，圖目錄，表目錄頁數有誤，請修正。
 - (2) 表目錄請於新一分頁開始，請修正。
 - (3) 書眉標示有誤，奇數頁書眉應為章節名稱且靠右；偶數頁書眉應為本研究案名稱且靠左，請修正。
 - (4) 尚有部分頁面無頁碼，請全部檢視並修正。
 - (5) 報告書第 8、62 頁圖未有圖號，請全部檢視並修正。
 - (6) 全文文字字體大小及行距，請統一修正。
 - (7) 內文圖表參照找不到來源，請補充說明，如報告書第 59 頁，並請全部檢視並修正。

本所一

羅組長時麒：

1. 報告書請參照本所規定格式撰寫，例如摘要、結論、建議等項目，格式不符，請研究團隊修正。
2. 本案涉及演算法開發，後續請依契約「資料使用及軟體交付協議書」及本所規定，於期末時完成軟體開發原始碼等相關文件交付，俾利辦理結

案驗收。

3. 有關結論與建議部分，請根據研究成果具體描述說明，並列出主協辦單位。

執行單位回應(沈協同主持人揚庭)：

1. 感謝委員建議。針對表 3-1 如何判讀與報告書內文、表格與格式疏漏與用詞準確性等情形，感謝委員細心指正，未來報告會做最終校稿以確保品質。
2. 本案從維運管理規範中，盤點維運管理需求、分類與可量化分析項目，並結合人工智慧技術可發展七大項目，並針對智慧化進程中提出現況因資訊落差之四大痛點，整理現行維運管理介入的可行優先次序，後續將針對七大項目「定義與目的」與「AI 介入之可行方式」更明確定義說明。
3. 本案量化效益因需導入真實事件發生才可進行評估，後續將從管理案例當中整理量化數據，以案例研究做為本案量化效益參考。
4. 本案與影像辨識處理結合使用之 BIM 平台為研究團隊既有/租用軟體，其用途為整合建築、環境、人資訊，以利於本案人工智慧開發演算法的資訊收集與分析應用。既有案例較少之原因為人工智慧電腦視覺技術雖發展逐漸成熟，但大多為技術面向之探討，較少以三維空間管理模式介入到建築維運當中，人工智慧介入自動化需收集其大量資料進行分析預測，本案預計以可行的生活管理做為主要的典範演示，取代長時間的人力監視管理模式。

(三)「智慧建築雲端平台應用推廣計畫」案

何教授明錦：

1. 報告書摘要過於簡略，無法顯示本期工作內容與成果概要，簡報內容較具系統化，可作為結案報告之參考。
2. 報告書請補充期中審查意見回應表。
3. 報告書圖表多係直接剪貼，建議重新繪製並翻譯為中文。
4. 智慧建築維運平台應首重資料(數據)之蒐集與分析，進而加值應用，甚至故障感知或預測。
5. 所提之給排水數據格式表，似為目前實務常用之格式，請補充說明如何做智慧加值應用。
6. 請補充說明開發之空調、照明與給排水設備預測維護服務模組是否經過驗證且具可行性。

7. 智慧建築雲端平台需具整合性功能，目前個別應用並不欠缺。另環境因素決定照明開關或亮度，非單純 0 與 1 的數值，亦非機率，應屬數值化之需求，建議執行單位再予以考量。

陳教授振誠(周教授碩彥代理)：

1. 雲端平台的價值在於蒐集資料，考量資料的重要性，請補充說明有關資料的擁有權、隱私權、存取安全性及儲存方式。
2. 目前開發之預測維護服務模組，類似為即時異常偵測的功能，請補充說明其應用方式。
3. 除類神經網路外，深度學習亦是機器學習的一種，傳統的專家系統、簡易類神經網路與模糊理論則為傳統人工智慧，建議可供報告書撰寫參考。
4. 為解決設備維護的手寫資料不易轉換為電子化之問題，建議可研擬運用雲端平台協助轉換，或數位填報的可行性。
5. 本計畫建議服務模組的預測結果可以機率的方式呈現，是一個適當的方式，建議後續可朝強化對個別事件推估正確率之方向進行規劃。

黃教授彥男：

1. 本計畫運用人工智慧的分析及預測能力，協助建築維運管理，為一個新的嘗試，值得鼓勵。
2. 請補充說明本計畫中建築環境與設備數據的蒐集方式及預測維護模組的驗證方式。
3. 建議本計畫可加強實作與試算，另除了影像辨識的應用外，建議補充其他技術國內外用於預防性維護之案例。

練協理文旭：

1. 報告書中列有專家訪談之結果，其中空調容易損壞的項目包含有皮帶、馬達及聯軸器等，其中聯軸器發生異常者，可使用分貝計測試，以判斷是否需進行維修；此外馬達則可使用震動感知偵測，進行預測維護。請補充說明如何運用報告書第 73 與 74 頁之預測模型得否用於上述設備之預測維護。
2. 報告書第 91 頁推估運用預測維護，每年可節省 44.6% 的維護開銷，請補充說明其計算方式與參考依據。
3. 請補充說明透過水質異常預測馬達異常之方式，是否具有預測維護的效果，或僅為異常反應的監控。

黎院長淑婷(林教授衍良代理)：

1. 報告書第 89 頁圖 38 之內容文字過小且模糊，請修正，並請補充說明閥

值之訂定方式及範例。

2. 報告書第 102 頁結論未明確照明系統相關內容，請補充。
3. 請確認報告書第 9、101 頁所列之國外案例數量是否一致。
4. 請補充說明預測維護模組開發的目的(耗材更換、設備維修有無性能檢測或性能提升)。
5. 有關照明部分目前市面上也開始有照明契約服務，建議可了解其燈具系統的智慧管理模式，做為預測維護功能開發之參考。

鍾經理振武(書面意見)：

1. 報告書第 31 頁，於專家訪談中指出對於不同案場都會重新規劃設備維護管理表單，請說明如何定義本計畫的預測維護數據格式，以及如何與外界資料交換時統一標準。
2. 請補充說明本計畫用於資料蒐集所花費之時間、應蒐集多久的資料才足以用於預測維護，及如資料不足時的因應策略。
3. 本計畫在空調、照明及給排水設備蒐集之資料密度並不統一，請說明其原因。
4. 本計畫方向及目標明確，並藉由訪談多數專家汲取實務經驗，對此進行設備異常偵測與診斷具一定可信度，但是否有針對預測結果提出具體驗證機制或計畫，請補充說明。

中華民國全國建築師公會(黃建築師錫洲)：

報告書第 101 頁結論列舉有舉辦 1 場專家座談會，此為契約要求項目，應補充專家座談會之發現。

財團法人資訊工業策進會(劉協理培權)：

1. 建議可補充後續之推廣策略與相關之工作規劃。
2. 建議可補充智慧建築雲端平台之營運策略、規劃與效益分析。

財團法人台灣建築中心(廖工程師偉廷)：

1. 建議未來後續年度可訪談空調系統測試調整平衡專業廠商，該類廠商主要執行空調系統現場運轉狀況量測，依據量測數據進行系統運轉狀態診斷分析。因此建議進行訪談，以了解空調系統預測維護的關鍵參數、診斷方法。
2. 建議後續年度可請冰水主機設備廠商提供原廠冰水主機操作維護使用手冊，該手冊內容有敘述冰水主機月、季、年度保養項目與主機判斷故障之關鍵運轉參數，可做為預測維護應用項目之規劃設計參考。
3. 報告書第 46 頁說明 VRV 變冷媒系統選擇 9 個變數來建立系統模型，分

值之訂定方式及範例。

2. 報告書第 102 頁結論未明確照明系統相關內容，請補充。
3. 請確認報告書第 9、101 頁所列之國外案例數量是否一致。
4. 請補充說明預測維護模組開發的目的(耗材更換、設備維修有無性能檢測或性能提升)。
5. 有關照明部分目前市面上也開始有照明契約服務，建議可了解其燈具系統的智慧管理模式，做為預測維護功能開發之參考。

鍾經理振武(書面意見)：

1. 報告書第 31 頁，於專家訪談中指出對於不同案場都會重新規劃設備維護管理表單，請說明如何定義本計畫的預測維護數據格式，以及如何與外界資料交換時統一標準。
2. 請補充說明本計畫用於資料蒐集所花費之時間、應蒐集多久的資料才足以用於預測維護，及如資料不足時的因應策略。
3. 本計畫在空調、照明及給排水設備蒐集之資料密度並不統一，請說明其原因。
4. 本計畫方向及目標明確，並藉由訪談多數專家汲取實務經驗，對此進行設備異常偵測與診斷具一定可信度，但是否有針對預測結果提出具體驗證機制或計畫，請補充說明。

中華民國全國建築師公會(黃建築師錫洲)：

報告書第 101 頁結論列舉有舉辦 1 場專家座談會，此為契約要求項目，應補充專家座談會之發現。

財團法人資訊工業策進會(劉協理培權)：

1. 建議可補充後續之推廣策略與相關之工作規劃。
2. 建議可補充智慧建築雲端平台之營運策略、規劃與效益分析。

財團法人台灣建築中心(廖工程師偉廷)：

1. 建議未來後續年度可訪談空調系統測試調整平衡專業廠商，該類廠商主要執行空調系統現場運轉狀況量測，依據量測數據進行系統運轉狀態診斷分析。因此建議進行訪談，以了解空調系統預測維護的關鍵參數、診斷方法。
2. 建議後續年度可請冰水主機設備廠商提供原廠冰水主機操作維護使用手冊，該手冊內容有敘述冰水主機月、季、年度保養項目與主機判斷故障之關鍵運轉參數，可做為預測維護應用項目之規劃設計參考。
3. 報告書第 46 頁說明 VRV 變冷媒系統選擇 9 個變數來建立系統模型，分

開發案廠商結案應交付項目之驗收規範」，檢視及驗證本案所交付之資料。

(三) 協同研究案經費請按期核銷，業務委託案請盡速依規定辦理請領第 3 期款，並請業務單位依規定時程管控研究進度。

九、散會（下午 12 時 20 分）

附錄十五 期末審查會議委員意見回覆

審查委員	審查意見	意見回覆
何明錦教授	1. 報告書摘要過於簡略無法顯示本期工作內容與成果概要，簡報內容較具系統化可作為結案報告之參考。 2. 報告書請附上對期中審查意見之回應表。 3. 報告書圖表多係直接剪貼，建議重新繪製並翻譯為中文。 4. 智慧建築維運平台應首重資料(數據)之蒐集與分析，進而加值應用，甚至故障感知或預測。 5. 所提之給排水數據格式表，似為目前實務常用之格式，請補充說明如何做智慧加值應用。 6. 請補充說明開發之空調、照明與給排水設備預測維護服務模組是否經過驗證且具可行性。 7. 智慧建築雲端平台需具整合性功能，目前個別應用並不欠缺，另環境因素決定照明開關或亮度，非單純0與1的數值，亦非機率，應屬數值化之需求，建議執行單位再予以考量。	1. 感謝委員指導，將其意見增於結案報告。 2. 感謝委員指導，將再增加並補充。 3. 感謝委員指導，將再翻譯修正。 4. 感謝委員指導，此意見內容和本次計畫結論相符。 5. 根據報告所提出的給排水數據格式表，分為靜態與動態格式；這些格式表有助於建築維運時的資料參考，透過預測模組的分析，可幫助維運人員在事件發生前提前檢修，並且還可依據靜態資料準備對應之備品。 6. 研究團隊根據契約內容，將開發完成的預測維護模組利用實際案場的歷史紀錄進行驗證。 7. 感謝委員指導。本案第五章第一節，也是考量到非單純的0與1數值，故將預測維護結果導為嚴重度，在目前階段可供管理人員參考。
陳教授振誠 (周教授碩彥代)	3. 雲端平台的價值在於蒐集資料，考量資料的重要性，請補充說明有關資料的擁有權、隱私權、存取安全性及儲存方式。	1. 本案主要是進行三大系統的預測維護功能探討和開發，並希望藉由由此模組來提升雲端

	4. 目前開發之預測維護服務模組，看似較接近即時異常偵測，請補充說明其應用方式。 5. 除類神經網路，深度學習亦是機器學習的一種，傳統的專家系統、簡易類神經網路與模糊理論則為傳統人工智慧，建議可供報告書撰寫參考。 6. 為解決設備維護的手寫資料不易轉換為電子化之問題，建議可研擬運用雲端平台協助轉換，或數位填報的可行性。 7. 本研究建議服務模組的預測結果可以機率的方式呈現，是一個適當的方式，建議後續可朝強化對個別事件推估正確率之方向研究。	平台的應用性。相關資料擁有權、隱私權、存取安全性及儲存方式非本案內容。 2. 本案所開發的服務模組，是用來進行預測設備異常。委員為認為接近即時異常偵測是因為團隊用歷史資料進行服務模組驗證。團隊會於加強說明，並呈現於成果報告。 3. 感謝委員指導。 4. 感謝委員指導， 5. 感謝委員指導。本案第五章第一節，也是考量到非單純的 0 與 1 數值，故將預測維護結果導為嚴重度，在目前階段可供管理人員參考。
--	--	---

審查委員	審查意見	意見回覆
黃彥男教授	1. 本研究運用人工智慧的分析及預測能力，協助建築維運管理，為一個新個嘗試，值得鼓勵。 2. 請補充說明數據的蒐集方式與正確性之驗證方式。 3. 建議本研究可加強實作與試算，另除了影像辨識的應用外，建議補充其他技術國內外用於預防性維護之案例。	1. 感謝委員的鼓勵。 2. 目前預測模組的正確性驗證是根據坊間實際案例所提供的設備運轉和異常紀錄進行驗證。 3. 感謝委員指導，根據契約精神，目前只針對空調、給排水以及照明部分做分析，若未來有進一步的分析研究會再增加”預防性維護”的參考案例。
練協理文旭	4. 報告書中列有專家訪談之結果，其中空調容易損壞的項目包含有皮帶、馬達及聯軸器等，其中聯軸器發生異常者，可使用分貝計測試，以判斷是否需進行維修；此外馬達則可使用震動感知偵測，進行預測維護。請補充說明如何運用報告書 p.73 與 p.74 之預測模型得否用於上述設備之預測維護。 5. 報告書 P.91 推估運用預測維護，每年可節省 44.6% 的維護開銷，請補充說明其計算方式與參考依據。 6. 請補充說明透過水位異常預測馬達異常之方式，是否具有預測維護的效果，或僅為異常反應的監控。	1. 感謝委員指導，本案於計畫研究中有發現此項內容，有鑑於目前業界並無規劃相關感測器，導致不易進行預測維護，故於本案結論中有特別提到未來建議可增加之感測項目。 2. 感謝委員指導，將再增加並補充。 3. 本案將預測維護結果用嚴重度呈現，應用於給排水系統中，可透過水位數值的變化來進行預測馬達異常。並非馬達異常後進行反應。

黎院長淑婷 (林教授衍良代)	1. 報告書 p.89 圖 38 之內容文字過小且模糊，請修正，並請補充說明閾值之訂定方式及範例。 2. 報告書 p.102 結論未明確照明系統相關內容，請補充。 3. 請確認報告書 p.9 與 p.101 所列之國外案例數量是否一致。 4. 請補充說明預測維護模組開發的目的(耗材更換、設備維修有無性能檢測或性能提升)。 5. 有關照明部分目前市面上也開始有照明契約服務，建議可了解其燈具系統的智慧管理模式做為預測維護功能開發之參考。	1. 感謝委員指導，將會修正。 2. 感謝委員指導，將再增加並補充。 3. 感謝委員指導，將會修正。 4. 本案希望藉由預測維護功能模組來提升雲端平台的應用性。 5. 感謝委員指導。
---------------------------	--	---

審查委員	審查意見	意見回覆
鍾經理振武 (書面意見)	1. 報告書 p.31，於專家訪談中指出對於不同案場都會重新規劃設備維護管理表單，請說明如何定義本研究的預測維護數據格式，以及如何與外界資料交換時統一標準。 2. 請補充說明本研究用於資料蒐集所花費之時間、應蒐集多久的資料才足以用於預測維護與資料不足時的因應策略。 3. 本研究在空調、照明及給排水設備蒐集之資料密度並不統一，請說明其原因。 4. 本研究方向及目標明確，並藉由訪談多數專家汲取實務經驗，對此進行設備異常偵測與診斷具一定可信度，但是否有針對預測結果提出具體驗證機制或計畫，請補充說明。	1. 本案預測維護數據格式定是經過機電廠商訪談，實際案場維修資料整理和參考台灣目前資通訊標準進行定義。並於專家座談會時有進行交流討論，是可與目前外界資料進行交換。 2. 感謝委員的意見，資料蒐集一直是研究案遇到的大問題，這也是雲端平台的重要性。本案所開發的預測維護模組，包含預測模型訓練跟動態線上預測功能。根據合約內容將交付完整的 Source Code。未來可藉由後續的實域驗證進行因應策略的探討。 3. 本案所蒐集的資料來源無不同案場，故會有不同資料密度。 4. 感謝委員指導，本案所開發的服務模組是歷史資料進行驗證。團隊會於加強說明，並呈現於成果報告。

中華民國全國建築師公會(黃建築師錫洲)	1. 報告書 p.101 結論列舉有舉辦 1 場專家座談會，此為契約要求項目，應補充專家座談會之發現。	1. 感謝委員指導，將再增加並補充。
財團法人資訊工業策進會 (劉協理培權)	2. 建議可補充後續之推廣策略與相關之工作規劃。 3. 建議可補充智慧建築雲端平台之營運策略、規劃與效益分析。	1. 感謝委員指導，根據契約精神，本案先已空調、照明或給排水系統預測維護功能進行開發。 2. 感謝委員指導，根據契約精神，本案先已空調、照明或給排水系統預測維護功能進行開發。

審查委員	審查意見	意見回覆
財團法人台灣建築中心 (廖工程師偉廷)	- 建議未來後續年度可訪談空調系統測試調整平衡專業廠商，該類廠商主要執行空調系統現場運轉狀況量測，依據量測數據進行系統運轉狀態診斷分析。因此建議進行訪談，以了解空調系統預測維護的關鍵參數、診斷方法。 - 建議後續年度可請冰水主機設備廠商提供原廠冰水主機操作維護使用手冊，該手冊內容有敘述冰水主機月、季、年度保養項目與主機判斷故障之關鍵運轉參數，可做為預測維護應用項目之規劃設計等。 - 報告書 p.46 說明 VRV 變冷媒系統選擇 9 個變數來建立系統模型，分別為新風流量與溫濕度、送風流量與溫濕度、回風流量與溫濕度、冷凍水閥門，請說明為何變冷媒系統皆由送風側參數做模型建立。 - 報告書 p.50 至 p.57 提出各空調設備預測維護模型所需參數，建議後續年度可針對這些參數的感測器精度與規格制定規範，探討是否能夠提升空調預測維護模型之準確度。 - 關於報告書格式與文字誤植之部分，如下： - p.3，標準「進行」進行比較分析應為標準進行比較分析。 - p.22，一個空間單「源」應為一個空間單元。 - p.23，COBie「事」由應為 COBie 是由。	- 感謝委員指導。 - 感謝委員指導。 - 本案報告書 P.46 內容是根據 2008 年建築科學 (Building science) 所發表的 "基於主成分分析法的空調系統感測器自動故障診斷." 論文內容進行整理。 - 感謝委員指導。 - 感謝委員指導，將會修正。

	IV. p.32，業者通常採用「機電技師」的設定「質」，請釐清是否應為業者通常採用冷凍空調技師的設定值。 V. p.46，請釐清新風流量是否為新鮮外氣量、冷凍水閥門是否為冷媒閥門。 VI. p.42，供水質量流量應為供水質量流率。	
羅組長時麒	1. 請執行單位確實依本所規定格式撰寫成果報告。 2. 研究成果涉及照明、空調與給排水設備預測維護模組開發，後續請依契約「資料使用及軟體交付協議書」及本所規定，於期末時完成軟體開發原始碼等相關文件交付，俾利辦理結案驗收。	1. 感謝羅組長指導，會將其修改。 2. 感謝羅組長指導，將依契約「資料使用及軟體交付協議書」及建研所規定，於期末時完成軟體開發原始碼等相關文件交付。

附錄十六 程式交付資料

109 年度內政部建築研究所
研究案涉及資訊系統之廠商應交付資料
開發（或擴充）案用

壹、基本資料

項目	內容
系統名稱	預測維護服務模組
研究案名稱	智慧建築雲端平台應用推廣計畫
研究案執行期程	109 年 3 月 06 日至 109 年 12 月 31 日
系統委辦組室/承辦人	環境控制組/游伯堅
廠商名稱	社團法人台灣智慧建築協會
廠商管理人員姓名	邱國棟
廠商管理人員聯絡電話	02-2752-8072
廠商管理人員 E-mail	ivan.chiu.tiba@gmail.com

貳、系統資訊

項目	內容
作業系統	Windows 7、8、8.1、10
程式開發平台	☐ ASP.NET_____ ☐ PHP_____ ☐ Java_____ ☒ 其他：python3.7
使用套裝產品開發之軟體 (須提出套裝產品購買證明 文件或使用授權)	本軟體為開源免費軟體，光碟提供安裝 檔，亦可從 python 官方網頁 https://www.python.org/ 進行下載
執行檔之數量清單，包含鍵 值定義及操作步驟（無則免 填）	

參、系統資源需求

項目	需求最小值
CPU	4 核心
記憶體	8GB
硬碟容量	500GB
是否提供對外服務	☐ 是 ☒ 否

肆、系統之用途說明

- 一、運行空調、給排水系統之預測維護服務功能。透過 python 程式介面呈現現行之資料下，透過演算法建議預測點位之維護。

伍、目錄結構

目錄	說明
C:\Users\user	
├─空調系統	空調系統預測維護模式腳本
├─給排水系統	給排水系統預測維護模式腳本
└─python 安裝與套件要求	Python 安裝檔與環境建置需要套件

陸、程式清冊

程式位置	程式檔案名稱	程式描述
python 安裝與套件要求	python-3.7.7-amd64.exe	Python 程式語言安裝檔案(64 位元)

柒、附加軟體(本服務無附加軟體)

捌、安裝步驟及安裝之注意事項

1. 雙擊 python-3.7.7-amd64.exe 安裝 python 檔案
2. 勾選 add python to path
3. 點選 install now
4. 安裝軟體至預設位置
5. 將 requirement.txt 移至”安裝預設位置/”
6. 打開命令提示字元，輸入”安裝預設位置/Scripts/activate”
7. 輸入 pip install -r “路徑/requirements.txt”
8. Cmd 輸入”安裝預設位置/python.exe”
9. 執行空調系統以及給排水系統資料夾內 py 程式

玖、系統運轉測試方法（如何測試系統正常運轉）

執行 cmd 命令會跳出 python 視窗，並可回傳腳本內變數名稱觀看預測維護結果

壹拾、目錄安全性設定

(本服務無目錄安全性設定)

壹拾壹、工作排程

(本服務為後端執行即可輸出結果，無排程)

壹拾貳、服務

(本服務由後端執行呈現結果)

壹拾參、資料庫

連結現有資料庫名稱:predicted_5F.db、real.db、water_supply.db

壹拾肆、系統設定檔位置

Python 預設安裝路徑

壹拾伍、網路連線

(本服務無網路內外連線)

壹拾陸、備分管理

(本服務無修改資料庫)

壹拾柒、暫存檔位置及管理

(本服務無暫存檔案)

壹拾捌、log 檔位置及管理

(本服務無 log 檔儲存功能)

壹拾玖、日常監視項目(無)

貳拾、問題與處理

(經常引發系統運轉中斷之問題，及其解決方法)，如發生記憶體不足或是運行過程卡死，則重啟 python 運行即可。

貳拾壹、版本更新說明

(本服務無版本更新需求)

貳拾貳、資料之存放媒體

- 光碟片，數量__1__
- 外接式硬碟，數量_____
- USB 隨身碟，數量_____

貳拾參、其他注意事項(無)

業務委辦組室承辦人：

業務委辦組室主管：

參考書目

- [1] FEDERAL ENERGY MANAGEMENT PROGRAM , Operations & Maintenance Best Practices A Guide to Achieving Operational Efficiency , August 2010.
(https://energy.gov/sites/prod/files/2013/10/f3/omguide_complete.pdf)
- [2] IoT Analytics , Predictive Maintenance Report 2019-2024. (<https://iot-analytics.com/numbers-of-predictive-maintenance-vendors-surges/>)
- [3] IoT Analytics , Predictive Maintenance Market Report 2017-22 . (<https://iot-analytics.com/product/predictive-maintenance-market-report-2017-2022/>)
- [4] IoT Analytics , The Top 20 Companies Enabling Predictive Maintenance. April 6 , 2017. (<https://iot-analytics.com/top-20-companies-enabling-predictive-maintenance/>)
- [5] IBM Predictive Maintenance and Quality V 2.6.3 documentation.
(https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/SSTNNL_2.5.2/com.ibm.swg.ba.cognos.pmq_solution_guide.2.5.2.doc/c_admin_pmq_intro.html)
- [6] How KONE is using Watson IoT to make its elevators smarter
(<https://www.ibm.com/blogs/watson/2019/01/how-kone-incorporated-ibm-watson-to-make-its-elevators-smarter/>)
- [7] Pratt & Whitney taps IBM to capture value of Big Data
(<https://www.aerospacemanufacturinganddesign.com/article/pratt-whitney-ibm-big-data-072914/>)
- [8] SAP Introduces Jump-Start Enablement Program for SAP Leonardo IoT Portfolio.
(<https://news.sap.com/2017/01/jump-start-enablement-program-sap-leonardo-iot-portfolio/>)
- [9] How Has the Internet of Things Helped Provide a Better Service for Compressed-Air Customers at a Lower Price? SAP Business Transformation Study.
(https://d.dam.sap.com/m/jGw9SAu/59847_BTS_55072_enUS.pdf)
- [10] Siemens , MidSphere Whitepaper.
(https://www.plm.automation.siemens.com/media/global/en/Siemens-MindSphere-Whitepaper-69993_tcm27-29087.pdf)
- [11] NASA-SIEMENS (https://slidelegend.com/nasa-siemens_59c007771723dd5142fc65ac.html)
- [12] Deutsche Bahn and Siemens launch pilot project for predictive maintenance
(<https://press.siemens.com/global/en/pressrelease/deutsche-bahn-and-siemens-launch-pilot-project-predictive-maintenance>)
- [13] thyssenkrupp lays the foundation for intelligent buildings with digital twin technology. (<https://customers.microsoft.com/en-us/story/thyssenkrupp-manufacturing-azure-iot>)

- [14] GE Oil & Gas launches new Digital Solutions Business , Pilot Program with BP and Partnership with Paradigm. (<https://www.genewsroom.com/press-releases/ge-oil-gas-launches-new-digital-solutions-business-pilot-program-bp-and-partnership>)
- [15] 謝旻軒. "發展應用於工具機產業之先進製造雲." 成功大學製造資訊與系統研究所學位論文 (2013) : 1-73.
- [16] 遠東機械推全台首個智慧製造雲(<http://www.femco.com.tw/events-show/%E9%81%A0%E6%9D%B1%E6%A9%9F%E6%A2%B0%E6%8E%A8-%E5%85%A8%E5%8F%B0%E9%A6%96%E5%80%8B%E6%99%BA%E6%85%A7%E8%A3%BD%E9%80%A0%E9%9B%B2/>)
- [17] 智慧機械特輯，智慧製造方向的努力成果 --高聖精密機電，2018.12.01.
- [18] buildingSMART , Industry Foundation Classes (IFC) - An Introduction. (<https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/>)
- [19] The IfcBuildingStorey as part of the spatial structure. It also serves as the spatial container for building and other elements. (<https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC2x3/TC1/HTML/ifcproductextension/lexical/ifcbuildingstorey.htm>)
- [20] BSI Standards Publication , "Collaborative production of information(2014)".
- [21]Pärn , Erika A. , David J. Edwards , and Michael CP Sing. "The building information modelling trajectory in facilities management : A review review." Automation in Construction 75 (2017) : 45-55.
- [22] 章建濤. "面向城市照明系統的智慧故障診斷與預測方法研究." 電子科技大學 (2017) : 1-z.
- [23] Xiao , F. , et al. "基於主成分分析法的空調系統感測器自動故障診斷." 建築科學 (Building science) (2008).
- [24] Verbert , Kim , R. Babuška , and Bart De Schutter. "Combining knowledge and historical data for system-level fault diagnosis of HVAC systems." Engineering Applications of Artificial Intelligence 59 (2017) : 260-273.
- [25] Shia , James. Continuous Commissioning of Buildings : HVAC Fault Detection and Diagnosis. Diss. UC Berkeley , 2018.
- [26] Dibowski , Henrik , et al. "Automatic setup of fault detection algorithms in building and home automation." 2016 IEEE 21st International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA). IEEE , 2016.
- [27] 空調系統能源查核與節約能源案例手冊
https://www.ga.ntnu.edu.tw/eshs/Energy_Management/%E7%A9%BA%E8%AA%BF%E7%B3%BB%E7%B5%B1%E8%83%BD%E6%BA%90%E6%9F%A5%E6%A0%B8%E8%88%87%E7%AF%80%E7%B4%84%E8%83%BD%E6%BA%90%E6%A1%88%E4%BE%8B%E6%89%8B%E5%86%8A.pdf

- [28] Wong , L. T. , et al. "Pump efficiency of water supply systems in buildings of Hong Kong." Energy procedia 61.2 (2014) : 335-338.
- [29]Afanasyev , G. A. , and K. A. Shreiber. "Scheduling prophylactic maintenance of engineering systems of residential buildings." Journal of Physics : Conference Series. Vol. 1425. No. 1. IOP Publishing , 2019.
- [30] Marino , F. , et al. "Indoor lighting fault detection and diagnosis using a data fusion approach." Energy Production and Management in the 21st Century : The Quest for Sustainable Energy 190 (2014) : 183.