

(科技部 GRB 編號)

PG10301-0417

# BIM 導入台灣綠建築設計 案例實作研究

受委託者：財團法人成大研究發展基金會

研究主持人：鄭泰昇

研究助理：潘晨安、吳典育

呂啟銘、江逸章

## 內政部建築研究所委託研究成果報告

中華民國103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)



## 目次

目次.....	I
表次.....	V
圖次.....	VII
摘要.....	XIII
ABSTRACT.....	XVI
第一章 緒論.....	1
第一節 計畫緣起.....	1
第二節 台灣發展 BIM 所面臨的挑戰.....	4
第三節 研究目標.....	4
第四節 研究步驟、架構與流程.....	6
第五節 進度說明.....	7
第二章 相關文獻與發展現況.....	9
第一節 建築資訊模型(BIM)的世界發展趨勢.....	9
第二節 台灣 BIM 發展現況.....	11
第三節 台灣 BIM 階段性挑戰.....	12
第三章 台灣綠建築 Green BIM.....	15
第一節 Green BIM 概述.....	15
第二節 Green BIM 發展議題.....	16

第三節 Green BIM 操作內容 .....	18
第四節 國內 Green BIM 流程 .....	24
第四章 台灣綠建築設計實際案例調查案例 .....	29
第一節 內政部建研所先期研究重點摘錄 .....	29
第二節 綠建築設計案例執行分類說明 .....	31
第三節 建築資訊模型 BIM 案例研究 .....	32
第五章 操作實例 .....	53
第一節 現況流程分析 .....	53
第二節 設計概念發展流程 .....	55
第三節 探討 BIM 在建築（節能分析）的應用與操作 .....	63
第六章 IDM 資訊交付手冊 .....	67
第一節 資訊交付手冊與節能步驟 .....	67
第二節 資訊交付內容說明與概述 .....	68
第三節 探討 API 於 IDM 資訊交付手冊之影響 .....	72
第七章 國內綠建築指標的 BIM 應用 .....	75
第一節 國內綠建築指標 EEWB 概述 .....	75
第二節 EEWB 指標之可資訊化分析 .....	79
第三節 開發軟體 API 程式之系統架構 .....	83
第四節 AWSG 法規輔助軟體之系統架構 .....	95

第八章 結論與建議.....	109
第一節 結論.....	109
第二節 建議.....	109
附錄一 第一場專家學者座談會.....	112
附錄二 第二場專家學者座談會-BIM 年輕世代論壇.....	116
附錄三 第三場專家學者座談會-BIM 年輕世代論壇.....	154
附錄四 專家學者訪談紀錄(一).....	156
附錄五 專家學者訪談紀錄(二).....	158
附錄六 專家學者訪談紀錄(三).....	160
附錄七 專家學者訪談紀錄(四).....	162
附錄八 專家學者訪談紀錄(六).....	164
附錄九 專家學者訪談紀錄(七).....	166
附錄十 專家學者訪談紀錄(八).....	172
附錄十一 專家學者訪談紀錄(九).....	174
附錄十二 期中審查意見與回覆.....	178
附錄十三 期末審查意見與回覆.....	182
參考書目.....	188



## 表次

表 1-1：預定進度表 .....	7
表 6-1：業主交付給設計師之交換需求 .....	69
表 6-2：設計單位交付給節能單位之交換需求 .....	69
表 6-3：設計單位交付給節能單位之交換需求 .....	71
表 6-4：設計師交付給業主之交換需求 .....	71
表 7-1：EEWH 九大指標各分類項目之自動評估可行性分析表 ..	80
表 7-2：以族群為基礎的 Revit 圖形元素，有以上幾個分層 ..	83
表 7-3：API 篩選元素程式碼片段.....	85
表 7-4：API 篩選元素程式碼片段.....	86
表 7-5：API 參數檢索程式碼片段.....	87
表 7-6：檢索某物件的單一項參數程式碼片段 .....	90
表 7-7：把內建窗戶元件，新增自動檢測所必要之例證欄位 ..	91
表 7-8：ReferenceIntersector Class 共有四種建構方式 ..	103
表 7-9：ReferenceIntersector Class 二種射線投射方法 ..	103



## 圖次

圖 1-1：BIM 設計程序的效能與價值 .....	3
圖 1-2：BIM 整合設計與評估的軟體 .....	5
圖 1-3：研究步驟、架構與流程圖 .....	6
圖 2-1：BIM 發展架構圖.....	10
圖 2-2：台灣 BIM 階段性流程 .....	13
圖 3-1：SOM 聯合建築師事務所使用 BIM 運作過程.....	15
圖 3-2：GreenBIM 發展方向說明圖.....	16
圖 3-3：電腦模擬立面，用預鑄的方式製作每一個立面單元 ..	17
圖 3-4：說明考量性能標準、建模與模擬、設計決策之間的關係	18
圖 3-5：工作流程與 BIM 的銜接 .....	18
圖 3-6：Green BIM 流程.....	23
圖 3-7：台灣 BIM 在線建築應用的三種類型 .....	24
圖 3-8：台灣 Green BIM 工作流程圖 .....	25
圖 4-1：建築計畫階段團隊作業流程 .....	30
圖 4-2：基本設計階段的團隊作業流程 .....	30
圖 4-3：BIM 於節能減碳設計上之應用範例.....	31
圖 4-4：萬華段集合住宅透視模擬圖 .....	32
圖 4-5：基地條件考量 .....	34

圖 4-6：室外風場分析 .....	34
圖 4-7：內部氣流評估 .....	35
圖 4-8：單元走道開窗、無走道開窗比較 .....	35
圖 4-9：雙層牆遮陽形式分析模擬 .....	37
圖 4-10：表面輻射分析 .....	37
圖 4-11：室內採光及照度模擬 .....	38
圖 4-12：內部中庭俯視圖 .....	39
圖 4-13：主入口與內部中庭 .....	39
圖 4-14：Vasari 方案選擇.....	40
圖 4-15：Ecotect 夏季太陽輻射熱分析.....	40
圖 4-16：台江國家公園行政中心透視模擬圖 .....	42
圖 4-17：日照角度分析圖 .....	44
圖 4-18：表面輻射分析 .....	45
圖 4-19：台江國家公園行政中心透視模擬圖 .....	45
圖 4-20：衛武營國家藝術文化中心模擬透視圖 .....	47
圖 4-21：衛武營國家藝術文化中心 BIM 模型.....	47
圖 4-22：工研院透視模擬圖 .....	48
圖 4-23：烏來立體停車塔 .....	51
圖 4-24：烏來立體停車塔 .....	51

圖 5-1：競圖得標後初階段變更設計過程 .....	53
圖 5-2：BIM 模型設計修改過程組圖 .....	53
圖 5-3：目前台灣公共工程競圖 IDM 流程圖 .....	54
圖 5-4：綠建築審查流程 .....	54
圖 5-5：專案操作步驟流程圖 .....	55
圖 5-6：量體階段導入 BIM 流程 IDM .....	55
圖 5-7：基地位置與氣象資料確認 .....	56
圖 5-8：基地環境都市量體建置 .....	56
圖 5-9：風向與風速測試 .....	57
圖 5-10：風速與風壓操作面版-2D 介面 .....	57
圖 5-11：風流動線測試操作面版-3D 介面 .....	58
圖 5-12：風流動線測試操作面版-3D 介面 .....	58
圖 5-13：風流動線測試與調整 .....	59
圖 5-14：在操作面版中以實際時間模擬光線與熱輻射的區域位置 .....	59
圖 5-15：光線與熱輻射立面調整 .....	60
圖 5-16：建築量體測試調整 .....	60
圖 5-17：建築量體根據能源分析調整相關設計 .....	60
圖 5-18：高層設定與圖檔匯入 .....	61
圖 5-19：模型建置過程 .....	62

圖 5-20：材料性質與族群設定 .....	62
圖 5-21：模型建置變更設計階段性過程 .....	63
圖 5-22：建築耗能分析過程 .....	63
圖 5-23：BIM 在建築（節能分析）的應用與操作 IDM 流程....	64
圖 5-24：自動計算建築面積資訊 .....	65
圖 5-25：建築外殼資訊提交過程 .....	65
圖 5-26：階段性建模過程 .....	66
圖 5-27：階段性建模過程 雲端彩現成果 .....	66
圖 6-1：以成大游泳池為例 IDM 圖說 .....	67
圖 6-2：基本設計階段-節能導向 IDM.....	68
圖 6-3：細部設計階段-節能導向 IDM.....	70
圖 6-4：基本設計階段(API)-節能導向 IDM.....	72
圖 6-5：細部設計階段(API)-節能導向 IDM.....	73
圖 7-1：紅框部分為本計畫擬實作之 API.....	76
圖 7-6：藉由 RevitLookup 工具所顯示的物件內建參數 .....	89
圖 7-7：Revit API 整合介.....	93
圖 7-8：介面操作步驟 .....	93
圖 7-9：物件選取功能 .....	94
圖 7-10：API 射線法操作步驟.....	94

圖 7-11：物件屬性變更 .....	94
圖 7-12：本系統之工作流程與系統架構 .....	96
圖 7-13：AWSG 開窗族群之參數關聯性.....	98
圖 7-14：本計畫對 AWSG 公式參數之分類。 .....	98
圖 7-15：AWSG 之幾何參數-開口面積.....	99
圖 7-16：遮陽深度比與外遮陽係數( $K_i$ 值)為關聯參數.....	99
圖 7-17:AWSG 外遮陽深度比的計算.....	100
圖 7-18：三種 AWSG 的基本典型遮陽元件 .....	101
圖 7-19:射線偵測法為主要功能的 Revit API 應用範例 .....	104
圖 7-20:以射線法計算立面開窗遮陽深度比的原理 .....	105
圖 7-21：於簡化的模型物件上進行外遮陽角度偵測 .....	105
圖 7-22:以成大游泳池立面進程式測試。 .....	106
圖 7-23: 立面開口之深度比計算測試-測試點 A.....	106
圖 7-24: 立面開口之深度比計算測試-測試點 B.....	107



## 摘要

關鍵詞：建築資訊模型、綠建築、建築設計

### 一、研究緣起

建築資訊模型(Building Information Modeling, BIM)近十年來已是全世界各國 AEC(Architecture, Engineering, Construction)產業最關注的議題，運用 BIM 的技術與管理，形成策略發展優勢，更是各國政府努力發展的方向。為了提昇政府「黃金十年—國家願景」的智慧綠建築產業，有必要開發 BIM 的本土應用，以開放標準為基礎，利用 3D 自動化整合綠建築生命週期需要的程序與管理技術，增加 BIM 在 AEC 產業所帶來的競爭力。BIM 的綠建築本土應用，首要項目乃是將 BIM 導入台灣綠建築的設計流程與標章，特別是針對建築節能評估的實務與策略，針對國內一般的建築設計流程及專業人員，以及不同用途需求、不同設計團隊組合的特化，包括最基本的國內綠建築專章或標章等更為本土的應用分別進行研究。

### 二、研究方法及過程

本研究擬以 102 年「BIM 應用於建築節能評估的實務與策略」研究案為基礎，針對某一類型之建築案例，實際進行建模作業，探討綠建築規定應用 BIM 時，建模軟體內建元件所附帶的資訊，是否足夠供作國內綠建築計算，要探討之相關議題如：應與 BIM 整合的綠建築本土資料庫有那些？業務流程應如何調整？現行條文可否適用 BIM 技術來模擬？如何進行計算的分類篩選？本研究針對中小型建築師事務所，以一個綠建築實際案例，從五個層級示範 BIM 如何導入台灣綠建築設計：

- BIM 綠建築設計專案需求、
- BIM 綠建築建模需求、
- BIM 綠建築設計作業流程、
- BIM 綠建築實際案例實作、
- BIM 綠建築設計檢核。

### 三、重要發現

期末現階段成果包括：

1. 辦理第一場專家學者座談會，實地訪查 4 家建築師事務所之相關設計流程及 2 家 BIM 工程顧問公司，深入瞭解 BIM 於台灣目前之運行狀況。
2. 舉辦 BIM Young Generation Forum 論壇，邀集 17 位年輕世代 BIM 專業人員進行演講，深耕台灣 BIM 的本土教育
3. 蒐集台灣綠建築 BIM 設計實例，並以資訊交付手冊(IDM)的格式，分別對建築物的基本設計階段與細部設計階段，研擬資訊交付流程。
4. 研發 Revit 平台中之 API 工作架構，針對綠建築節能指標裡的單一指標項目進行資訊化的可行性分析並建議相關軟體技術。

### 四、主要建議事項

#### 建議一

**建立一套適用於國內綠建築規範之公用模型元件庫：立即可行建議**

**主辦機關：內政部建築研究所、營建署**

**協辦單位：中華民國全國建築師公會、財團法人台灣建築中心、台灣綠建材產業發展協會、台灣綠建築發展協會**

國內綠建築 EEWB 規範中有多個指標項目，是以計算特定物件數量之方式，或是以萃取特定物件屬性之方式來進行統計評分，如果在 BIM 建築模型中使用了正確的模型元件，就能針對這些指標來進行自動法規效能評估。

#### 建議二

**開發可適用於綠建築指標審查之 BIM 模型樣版：立即可行建議**

**主辦機關：內政部建築研究所、營建署**

**協辦機關：財團法人台灣建築中心、台灣綠建築發展協會、中華民國公共工程資訊協會、財團法人成大研究發展基金會**

建管條文的 BIM 建模樣版開發，依照推行難易度可分為以下三個層次，本建議針對第一項。

送審表格樣版：以明細表或圖紙設定表單格式，協助設計單位建立標章審查所需要的表格。

法規基本計量：以明細表連結模型參數，搭配簡易的元件參數及公式，協助設計單位進行計量型標章項目計算。

法規進階分析：以模型樣版配合進階的 API 程式，協助設計單位進行較複雜的標章項目審查。

### **建議三**

**研發 BIM 建模平台上-綠建築指標之效能評估輔助程式：中長期建議**

**主辦機關：內政部建築研究所、營建署**

**協辦機關：中華民國全國建築師公會、財團法人台灣建築中心、台灣綠建築發展協會**

建議於 BIM 建模軟體下，研發綠建築指標之效能評估輔助程式，依照本研究為 EEWH 各標章項目所進行的資訊化可行性評估(第七章)，並對 Revit 程式進行技術調查，歸類出幾種國內綠建築法規所需要的相關程式技術。

### **建議四**

**建置雲端化之土管資料庫，使 BIM 建模平台能直接取得外部資料：中長期建議**

**主辦機關：內政部營建署、臺北市政府都市發展局、新北市政府工務局、臺中市政府都市發展局**

**協辦機關：內政部建築研究所**

國內綠建築標章，有許多指標項目之標準值或查表值，都必須配合建築物所在基地之區位屬性而有不同標準。EEWH 標章項目所需要之外部資料，例如：基地生態區位屬性、土地使用類型、基地降雨集水狀況等。如果政府單位能在雲端網路平台，為建管條例建置相關線上資料庫，如：氣候資料庫、土管資料庫、法令資料庫，就能使 BIM 模型直接連結這些資料庫。當設計單位在建模時，僅需要在 BIM 平台上之專案資訊選單上輸入正確的申請案號、基地地號，就能以 API 程式來連結外部資料庫，取得法規計算所需要的土管數據。如此不僅能強化提升綠建築標章內部自動審查的效率，對於國內土地圖資的雲端化也有相當助益。

## ABSTRACT

Keyword: Building Information Modeling (BIM), Green Building, Architecture Design

### I. Background

BIM (Building Information Modeling) is becoming a popular topic for AEC (Architecture, Engineering, and Construction) industry around the world in recent ten years. Most governments have attempted to develop strategies and policies of BIM technology to transform AEC industry. For Taiwan government's vision called "Golden Decade National Vision", it is necessary to develop local applications of BIM based on open standards and 3D visualization techniques to manage building life cycle process for green buildings. The purpose is to use BIM technology to enhance the global competitiveness of AEC industry in Taiwan. The major BIM-based green building development is to intergrade BIM with Taiwan green building design workflow and regulations. One of the challenges is to conduct research on integration of a set of BIM tools such as energy-saving simulations and development of BIM strategies for local AEC practice.

### II. Research Methods

The objective of this research is to develop the applications of BIM technology in green building design, in particular, for use in Taiwan's green building assessment. Our work is based on the previous research work conducted by Architecture and Building Research Institute, Ministry of the Interior. We focus on the real-world architectural practice of green building design, and explore the applications of built-in BIM components. We explore how to adapt BIM into green building design process. A set of research issues quickly arise are: What are the local green building databases that should be integrated with BIM? How to adjust BIM-based design workflow? Is simulation via BIM techniques suitable for current green building labels assessment? How to classify and integrate the computation results? In this research, we aim at small and medium-sized architect offices, take an actual green building design example, and demonstrate how to adapt BIM into the green building design process. There are five different research topics to be explored:

- i. BIM-based green building design project management requirements,
- ii. BIM-based green building modeling requirements,
- iii. BIM-based green building design workflows,

- iv. BIM-based green building case studies and implementation, and
- v. BIM-based green building labels assessment.

### III. Key findings

The results and key findings of this research work include:

1. Conducted an AEC expert forum, field studies of four architecture firms for inquiring information of design workflows, and interviewed two BIM construction consultancy for deeper understanding of the current status of BIM applications in Taiwan.
2. Conducted two BIM Young Generation Forums, invited 17 young generation BIM professionals to present their experiences on BIM, and cultivate BIM design talents in Taiwan.
3. Collected information of Taiwan green building BIM design cases, and used IDM formats to map out information deliver process in real practice, including preliminary design stage and detailed design stage conducted in architectural firms.
4. Developed a framework for Revit API applications, conducted feasibility analysis of a green building label, e.g. green building energy saving indicator, and suggested automated checking of green building labels in Taiwan.

### IV. Suggestions

**Suggestion one (Feasible Immediately):** Establish a national BIM object library that is suitable for green building regulations in Taiwan.

Organizer: Architecture and Building Research Institute, Ministry of the Interior, National Architects Association, Architectural Institute of Taiwan

The Taiwan green building EEWH regulation has multiple indicator labels, which statistically grading via calculate quantity of specific objects, or extract properties from specific objects. If a proper model component used in BIM architecture model correctly, the system can perform automate regulation performance evaluation to the indicators.

To use the model components for calculate or stat the grading among indicators in BIM models, the components been used have to has correct object name, structure composition, data structure. Most of the BIM modeling software is capable of loading pre-built components into architecture models. For now, there are also lots of company provide modeling component library. However, by considering the regulation of Government Public Construction Procurement Act, it is not allowed to

assign particular company's product to design models. Hence, it is necessary to have a public trust unit or institute to construct a public library for the material, equipment, or construction blueprint that related to green building mark. In this sense, designers can access component models directly during modeling. The component models that collect in public component library are limited to common, universal model information, and the data content and structure that suitable for indicator items.

**Suggestion two (Feasible Immediately):** Develop BIM modeling template that can be used for local green building indicator assessment.

Organizers: Architecture and building research institute, Ministry of the interior

Co-organizer: Chinese Public Works Engineering Information Association,

Department of Architecture, National Chung Kung University

According to the development of BIM model template from the regulation in Architecture Management Bureau, it can be categorized with difficulties as three levels as following: (The suggestion is focus on the first one)

- Table Templates for Approval: assist design units to establish the required table forms for mark examination via detailed list or blueprint setting table format.
- Basic calculation for Regulation: assist design units to calculate quantified mark items via detailed list that connected with parameters in models, and cooperate with simple components parameters and formula.
- Advanced Law Analysis: assist design units to perform complex mark item examination via model templates and advanced API programs.

For the EEWB green building mark approval process in Taiwan, multiple rating forms and supporting design diagrams are included. During the application production process, design units need human powers to fill related information into table forms, and perform statistics calculation. If the BIM platform has been used in design process, the information can be extracted from 3D model via BIM software, and generate table forms automatically. Hence, if a BIM modeling template that compatible on green building regulation examination can be established, the human power and mistakes can be minimized during the preparation of approval application process. For now, some related cases in both domestic and overseas could be referenced for developing the template that compatible with government regulation. Singapore and New Taipei City are the two of the good examples to take as reference to develop automate construction permit review system.

**Suggestion three (in mid-long term):** Develop an automated evaluation system for green building labels assessment on a BIM modeling platform.

Organizers: Architecture and building research institute, Ministry of the interior

Co-organizer: National Architects Association, Architectural institute of Taiwan

We suggest a performance evaluation aided program of green building indicator in BIM modeling software can be developed. According to the information feasibility evaluation result for EEW mark items from this research (chapter 7), and the techniques research on Revit programs, we categorized several programming techniques that needed by green building regulation in Taiwan.

The programs are list as below according to difficulty for development, from simple to complex:

The more simple and applicable program techniques includes:

- Numerical formula calculation
- Object quantity statistics
- Object attribute data extraction

The more complex geometry processing program techniques includes:

- Geometry Crash Handling (the building façade energy-saving item in daily energy-saving indicator)
- Building Shape Determination ( the Plan and facade of carbon dioxide reduction indicators)
- Ventilation Path Evaluation (Ventilation Potential and Natural Lighting performance to indoor environment index)

**Suggestion four (in mid-long term):** Develop a cloud BIM database for building and land management, and a BIM-enabled modeling platform in support of data interoperability.

Organizers: Construction and Planning Agency Ministry of the Interior, Local Governments

Co-organizer: Architecture and building research institute, Ministry of the interior

There are many standard value and table value of indicators item have different

standard need to coordinate with the site location property for green building regulation. The EEWH regulation item demands the external information such as the property of ecological location in site, land-used type, the status of raining catchment and other condition. If government can establishes an online database for construction and management regulations in I-cloud platform as climate database, land management database, and regulation database, BIM model can connects with database. When a design unite create a model, they can enter correct application case number, site lot number into the project information menu in BIM platform, and then though API connect with external database and calculate the data from land management regulation connect with external database. It will be a benefit for improve the efficiency of automatic checking system in green building regulation, and strengthen to create cloud-based of land figure database.

## 第一章 緒論

### 第一節 計畫緣起

過去幾年來，BIM 建築資訊模型在全球各地已經蔚成一股不可忽視的趨勢，BIM 具有連結 3D 建築模型到各種分析工具的能力，可以提高精確度、降低錯誤、同步化設計、提高能源效率、促進永續發展，已經逐步在全世界被廣泛的應用在 AEC(Architecture, Engineering, Construction)產業、以及建築生命週期的專案設計工程整合(buildingSMART)。

BIM 不僅是一項技術變革，同時也是程序上的變革，美國 AIA 建築協會定義 BIM 為一種建模技術，並連結到建築資料庫，整合建築生命週期的資訊流程(“A model-based technology linked with a database of project information”)，BIM 在設計方法上可被視為一個劃時代的變革，不僅是以參數式設計控制設計的發展、自動維護設計圖面的一致性、進行空間衝突檢查，更重要的是為設計、分析、模擬等不同發展階段提供整合的平台，提供 3D 視覺化的基礎。

如何運用 BIM 技術於台灣本土的產業，提昇台灣產業的全球競爭力，是當前最大的挑戰，為了提昇政府「黃金十年—國家願景」的智慧綠建築產業，有必要開發 BIM 的本土應用，以開放標準為基礎，利用 3D 自動化整合綠建築生命週期需要的程序與管理技術，增加 BIM 在 AEC 產業所帶來的競爭力。

可以預期的是 BIM 導入綠建築設計，將使未來的設計流程面臨極大的轉變，導入 BIM 於綠建築中，不僅需要採用創新的設計方法與技術，整合永續、節能、綠色、資訊科技，更重要的是，需要有建築生命週期資訊整合的技術與平台，建立相關的標準與供應鏈體系，以實現未來智慧綠建築的永續發展，因應這樣迫切的需求，以 BIM 為綠建築整合平台，已經成為一個無可避免的趨勢。

國際上也愈來愈多的智慧綠建築設計，在建築設計初期階段，結合 BIM 建模工具，以環境模擬分析為導向，以物件參數式設計來改良規劃、設計、施工和維護的建築生命週期資訊流程，特別是建築外殼節能的設計需求，以 BIM 連結綠建築設計模型至能源分析工具，在設計初期就評估能源與環境因子，已經成為綠建築設計無法避免的趨勢 (Krygiel and Nies, 2008)(Group, Reed, and Fedrizzi, 2009)(Levy, 2011) (Sanguinetti et.al, 2012) (Aksamija,

2013)。

BIM 可被視為一種共通的平台 (Platform)、工具(Tools)、環境 (Environments) (Eastman, Teicholz, Sacks, and Liston, 2011)，本研究提供三個觀點探討 BIM 對於綠建築設計的影響：

- BIM 技術平台：  
BIM 支持新的資訊作業流程，提供新的 3D 建模技術，將設計概念、工程技術與能源分析工具密切結合，導致設計概念的產生、細化與評估方式徹底的改變。
- BIM 軟體工具：  
BIM 支持綠建築在設計概念階段，以性能導向的軟體工具，提供建築節能外殼的設計概念，促成更多建築性能評估軟體研發，輕易的以參數化設計製作複雜的綠建築外殼，並深入檢討建築性能評估，並提早執行能源分析、CFD 等室內外環境模擬軟體，確保綠建築的設計品質。
- BIM 整合環境：  
BIM 提供協作的平台，透過設計/建造、整合專案交付方式，將設計、營造、工程團隊整合起來，整合環境支援高品質的專案設計，在設計初期就評估能源使用，連結建築模型到能源分析工具，可提高能源效率與永續發展。

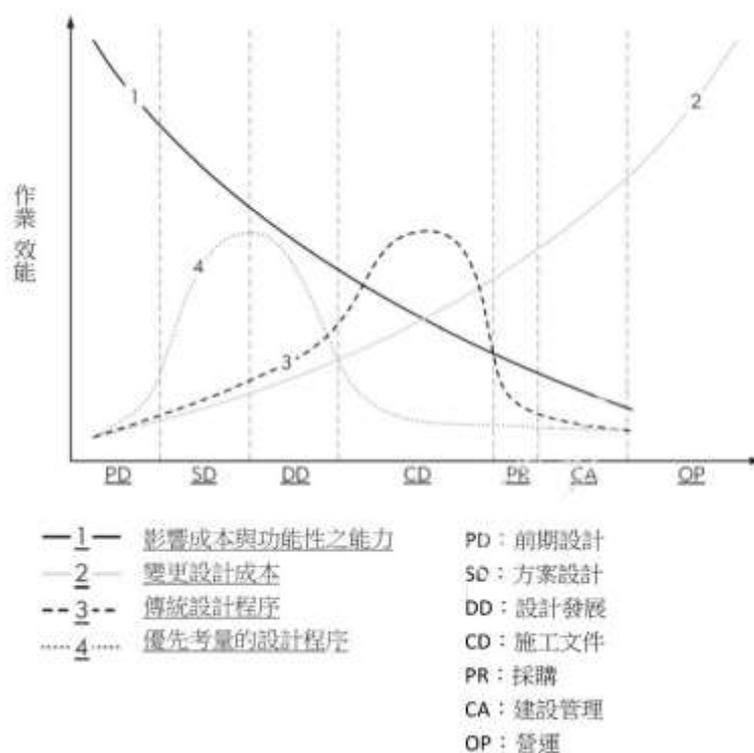


圖 1-1：BIM 設計程序的效能與價值（圖片來源：BIM Handbook)(Eastman et. al., 2011)

圖 1-1 顯示 BIM 設計程序的效能與價值，一般來說建築生命流程可以大致分為七個階段：前期設計、方案設計、設計發展、施工文件、採購、建設管理、營運，傳統的設計程序(線 3)在設計發展、施工階段因為協調作業增多，增加許多的建築成本；BIM 設計程序(線 4)重新分配傳統的設計程序，雖然在前期設計、方案設計與設計發展階段，增加工作成本，但是因為自動產生標準詳圖能力，減少了大量的時間與成本在施工文件的製作上，這樣的調整，讓整個建築作業的效能與價值，更貼近最佳化的成本效益(線 1)。

## 第二節 台灣發展 BIM 所面臨的挑戰

以綠建築的設計方法來說，BIM 技術可做為連結建築模型到能源分析之工具，能夠在設計初期就評估能源耗損並作為設計參考。目前在台灣的使用者多為中小型事務所，對於建築師來說，雖然 BIM 提供新的競爭優勢，但是在考慮到以下無法避免的額外成本後，皆有所退卻，如：購買新的軟體、重新適應 3D 建模方式、培育 BIM 設計工程師、制定新的 BIM 作業程序等。

若能在設計概念發展階段，將分析軟體與模擬工具，有效地應用在綠建築設計上，提升永續能源效率，透過 BIM 整合設計，進行價值提升，新的服務商機會開始出現，建築師將有機會提供新服務，並提高收費標準。因此，研究 BIM 如何導入台灣綠建築設計，也必須以建築師的角度來衡量 BIM 的效能與價值。

目前台灣發展 BIM 所面臨的挑戰，包括：

1. BIM 應用層面狹窄、建築產業鏈整合困難，無法發揮效能，需要研究如何實際推展達到建築全生命週期應用？
2. BIM 工具缺乏本土化技術開發，現有工具不符合 BIM 本土化作業流程，如何能夠落實 BIM 本土的應用？

## 第三節 研究目標

為了推動 BIM 建模生產技術的效能與價值，連結建築模型在台灣綠建築設計產業的應用，必須更深入的檢討現有綠建築的設計流程，如何在現有的綠建築設計方法中，導入 BIM 技術，使設計軟體、模擬與分析工具作更密切的結合。

本研究的目的，主要是探討 BIM 如何導入台灣綠建築設計案例，透過實作案例的分析，探討與國內綠建築設計流程、法規、標章、資料庫整合的可能性。

### 1. BIM 導入台灣綠建築設計之軟體整合程序探討

本研究針對中小型建築師事務所，以一個綠建築實際案例，從五個層級示範 BIM 如何導入台灣綠建築設計流程：(1) BIM 綠建築設計專案需求、(2) BIM 綠建築建模需求、(3) BIM 綠建築設計作業流程、(4) BIM 綠建築實際案例實作、

## (5) BIM 綠建築設計檢核。

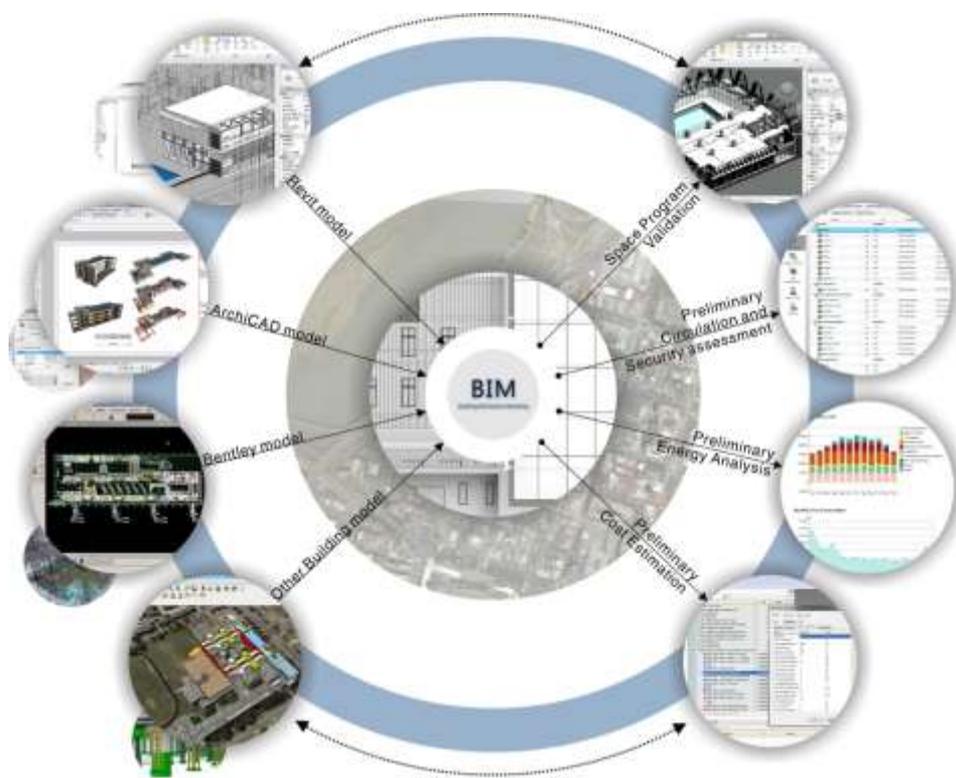


圖 1-2：BIM 整合設計與評估的軟體（圖片來源：本計畫繪製）

## 2. 建立 BIM 導入台灣綠建築設計之案例範本

目前市面上有太多的環境模擬分析軟體應用程式，台灣的建築師事務所多屬於中小型企業，有必要研究一個 BIM 導入台灣綠建築設計案例實作，分析 BIM 導入的時間與流程，建立一個範本，設法降低操作的複雜度，讓中小型事務所都能上手使用，增加工作的流暢度，設計方案與環境模擬分析軟體之間的資訊交換是一個重要的關鍵。

## 3. BIM 導入台灣綠建築設計流程、法規、標章、資料庫整合的可行性分析

本研究擬以 102 年「BIM 應用於建築節能評估的實務與策略」研究為基礎，針對某一類型之建築案例，實際進行建模作業，探討綠建築規定應用 BIM 時，建模軟體內建元件所附帶的資訊，是否足夠供作國內綠建築計算，例如，如何在模型中辨別外周區及內外牆，又牆物件的熱透係數是否與國內規定相符，以及其可用軟體有那些、應與 BIM 整合的綠建築本土資料庫有那些、流程應如何調整、現行條文可否適用 BIM 技術來模擬、計算的分類篩選等內容。

#### 第四節 研究步驟、架構與流程

本計畫將致力於建立一個完整實案，以達到足以做為建築事務所參考範例價值之流程，本研究將以兩大方向同時進行研究，包含業界諮詢與流程手冊建立與實作案例建置，期間除以專家座談會做為回饋討論與修正，也同時進行資料檢索與實例調整，並廣納國內外相關資料進行軟體調校與實驗，整體研究架構與步驟如下圖所示。

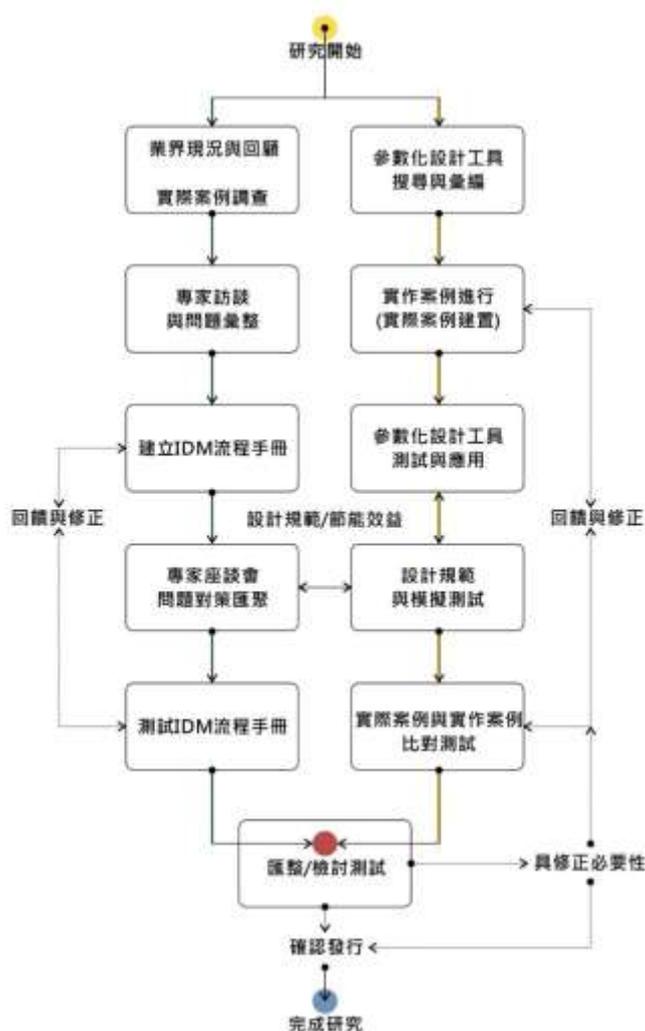


圖 1-3：研究步驟、架構與流程圖(圖片來源：本計畫繪製)

本計畫所採取的研究方法，包括：

- (1) 調查台灣綠建築設計實作案例
- (2) 整合設計與能源分析模擬的步驟
- (3) 研擬綠建築設計整合流程 IDM
- (4) BIM 之 API 與綠建築法規使用流程

## 第五節 進度說明

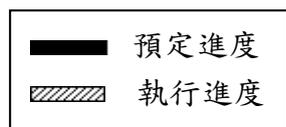


表 1-1：預定進度表

月次	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
工作項目											
準備階段	■ ▨										
文獻收集、 研擬調查方 針		■ ▨									
BIM 實際案例 調查：公共 型			■ ▨	■ ▨	■ ▨	■ ▨	■ ▨				
BIM 實際案例 調查：私人 型			■ ▨	■ ▨	■ ▨	■ ▨	■ ▨				
期中報告 資料彙整與 辦理審查				■ ▨	■ ▨	■ ▨					
辦理第一場 專家座談會					■ ▨	■ ▨					
辦理第二場 專家座談會							■ ▨		■ ▨		
BIM 案例整合 及實作					■ ▨	■ ▨	■ ▨	■ ▨	■ ▨		
期末報告 資料彙整與 辦理審查							■ ▨	■ ▨	■ ▨		
研擬 IDM 圖 表與手冊									■ ▨	■ ▨	
成果報告 資料編纂與 辦理驗收											■ ▨
預定進度 (累積數)	4%	8%	16%	28%	44%	60%	72%	80%	88%	92%	100%



## 第二章 相關文獻與發展現況

### 第一節 建築資訊模型(BIM)的世界發展趨勢

BIM 建築資料模型從 1990 年代開始逐步導入建築設計、施工、營造、設施管理等建築生命週期所有的層面，一開始是從基礎的軟體整合 IFC 標準格式設立，國際間成立 buildingSMART，積極推動 BIM 到 AEC 產業應用，所有設計公司逐漸由 CAD 轉到 BIM，BIM 不僅是一項技術變革，也是程序上的變革。

BIM 的研究首推世界權威 Chuck Eastman 教授，從 1970 年代起便在這個領域鑽研，出版大量的論文與書籍，1999 年出版 Building Product Models 一書，廣泛的匯集各種建築、工程、施工等運算模型，定義建築產品模型的概念、技術與標準，2008 年首次出版 BIM Handbook 一書，針對建築開發商、業主、建築師、技師、承包商與製造商所寫的一本綜合參考書，2011 年再版增加了許多的建築實務案例。

近幾年，BIM 的相關研究涵蓋 BIM 參數化建模(Lee, Sacks, and Eastman, 2006)、BIM 資料交換標準格式(Eastman, Jeong, Sacks, and Kaner, 2009)、BIM 空間資料庫應用(Lee, Lee, Jeong, Sheward, Sanguinetti, Abdelmohsen, and Eastman, 2012)、BIM 設計與分析流程架構(Sanguinetti, Abdelmohsen, Lee, Lee, Sheward, and Eastman, 2012)、資訊交換手冊(Berard and Karlshoej, 2012)、BIM 供應鏈平台(Aram, Eastman, and Sacks, 2013)、BIM 設施管理(IFMA, 2013)。

建築資訊模型的兩大要素：

#### 1. 建築生命週期資訊透明化

Building Life Cycle 包括規劃-設計-營造-營運-損壞，資訊在整體過程中並不透明，建築物的生命週期的使用過程中包括營運與損壞，因此也需要使用者端的維護與保養作業，但是目前的建築物皆沒有使用手冊，也無法讓使用者瞭解什麼時候應該保養建築外部裝飾層或結構體，如果建築物轉換使用者後，新的使用者更加無法從建築物的表面狀態瞭解過去的使用過程（包括裝修與改建）。

在專案管理(Project management)的努力開發中，能將施工工地中發生的重要事件紀錄下來，特別是施作地下基礎時的進程與狀況，變更設計的相互對應過程，整體重點就是希望能以使用者導向出發並將資訊透明化，當代的資訊發展已將衣食住行皆有所目標的履歷透明化，關於建築生命週期，應該以 BIM 提供充分的建築資訊，以推廣居住的品質與空間安全性。

## 2. AEC 知識整合平台

建築知識如同積木的組構般，各擁有特殊的專門技術，專屬的法規與環境控制要求。在 BIM 未成為平台之前，建築知識大多存放在人的腦海或書面資料中，在 BIM 平台的組織下，模組(module)可能會是一個軟體或是程式(APP)，運用平台的組構便能將需要的專案細節下載並組合成一個嶄新的專案或樣式。例如新北市以 BIM 做為平台，運用法規與軟體的相互組構，研發一個以 BIM 模型提交建築圖說的審查機制。

### 台灣發展BIM的挑戰

- BIM 資訊管理
  - 管理導向、流程驅動
  - 建築生產履歷
- BIM 知識整合平台
  - 技術導向、軟體驅動
  - A/E/C 設計整合平台
- BIM 綠建築設計
  - 性能導向、資料驅動
  - 新工具與新流程

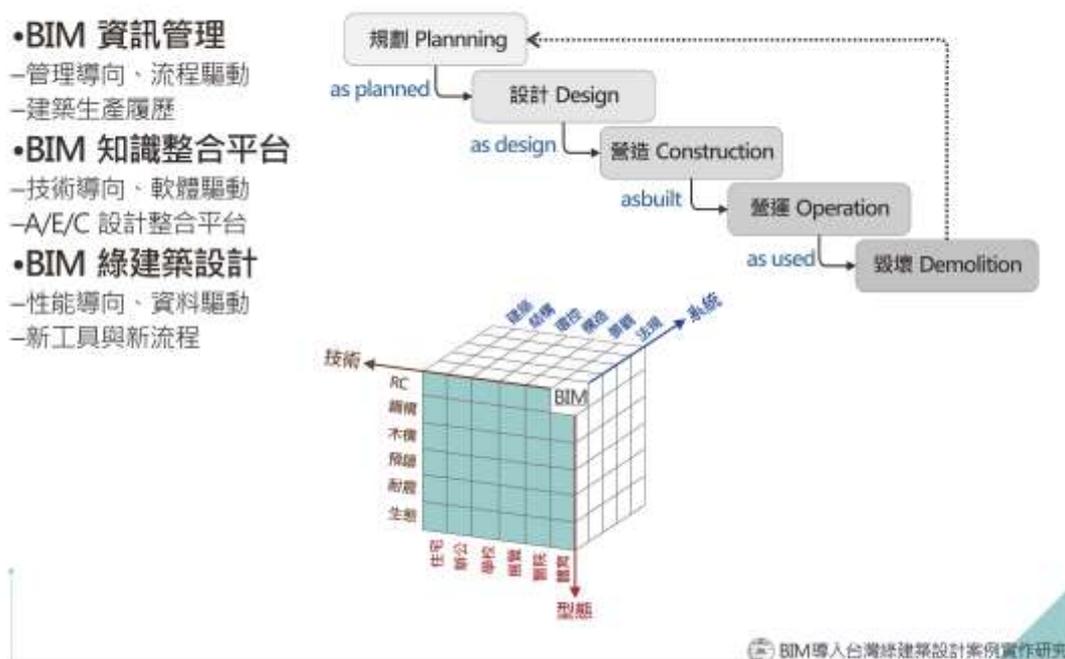


圖 2-1：BIM 發展架構圖（圖片來源：本計畫繪製）

## 第二節 台灣 BIM 發展現況

在綠建築設計流程整合方面，愈來愈多的建築實務，在建築設計初期階段，採取參數化設計連結 BIM 建築資訊模型至能源分析工具，成為一種創新務實的永續設計方法 (Levy, 2011)(Aksamija, 2013)(Rudder, 2013)(Lin and Gerber, 2014)、永續 BIM 流程與策略(Deutsch, 2011)(Krygiel and Nies, 2013)(Pignataro, Lobaccaro, and Zani, 2014)，未來提升能源效率與永續發展，目前最需要的是整合一個 BIM 的流程介面，藉以採用創新的設計方法與技術。

國內由內政部建研所辦理之許多項 BIM 相關計畫，已取得許多成果，於 100 年之「建築資訊模型(BIM)於建築物」、101 年之「BIM 技術開發與推廣應用規劃研究」、「建築資訊模型應用於建築管理初探-施工管理階段」、102 年之「BIM 應用於建築節能評估的實務與策略」研究案，範圍涵蓋國內各種建築類型與法規標章，參考先進國家作法及國際標準，逐步推動建立國內本土資訊交換流程可行樣式。

### 第三節 台灣 BIM 階段性挑戰

台灣近年的建築政策開始邁向 BIM 技術導向，目前以中大型公共工程為主要發展軸線，台灣的 BIM 發展從過去的單純建置模型到現今的模型資訊對應實際建造，整體雖然已達成階段性里程碑，但是由於台灣公共工程採購法有關設計部份通常分兩階段進行，量體規劃階段與變更設計階段，因此 BIM 的貫徹較無法從初始階段即進行，而目前的競圖階段多由規劃建築師提出構想與嘗試手法，專業的 BIM 專案經理較無法由初期即開始進行整體規劃，導致初期的規劃需求偏屬於概念式想法，無法非常融洽的與後期的變更設計與施工端進行溝通。

當競圖階段的建築團隊得標後，需與業主端進行設計確認，並經歷多次複雜的變更設計，待設計確認後，才得以由業主端發起公開的施工標，由各方的施工廠商以價格標來投標進行工程施作。在最後也屬重要階段的施工端的營造廠商目前多數不能理解 BIM 的使用方式與邏輯，而軟體轉換的格式也經常不符需求，導致施工廠商一方面要滿足政府需求的建置模型，另一方面又需要依循舊有格式繪製施工圖說以達成建造目標，此種現況與 BIM 的宗旨背道而馳。

本段內容旨在說明台灣 BIM 的現況，依照 BIM 導入的時程可概略分為兩種：

#### 1. 量體規劃階段導入：

##### (1-1) 初期階段專案設計者已提前與 BIM 規劃者進行設計

根據業主的需求從專案初期即組織一組 BIM 專案小組，並且從基地分析，能源分析與造型測試等方面著手進行設計與規劃，設計者可依需求從基本規劃適合業主的建築量體與方位，能提高節能效率與空間利用並與 BIM 專案小組開發適合專案使用的設計考量。(此初始階段即進行 BIM 並參與設計過程，若能延伸至施工階段，可提高建築設計效率與施工細節細膩度)。

##### (1-2) 初期階段已確認專案設計者與 BIM 規劃者

業主根據需求從專案初期即確認建築設計團隊，並組織一組 BIM 專案小組，依據 BIM 擬定流程討論與進行相關的設計發展，此方式在台灣的 AEC 業務模式中可稱為統包 IPD(integrate project delivery)。

## 2. 變更設計階段：初期階段未確認專案設計者與 BIM 規劃者

初期階段設計者根據業主需求提出設計與概念方案，再由業主辦理競圖以遴選適合的方案與建築師進行細節討論與確認，設計者在初期階段可選擇是否以 BIM 導入以輔助專案設計的初期量體規劃，但由於競圖的評審與專案基地等種種原因可能促使建築設計團隊以多種軟體整合成果並強調圖面效果以提高競圖得獎機會，因而減少 BIM 對於專案設計的資訊導入，並且較沒有機會運用 BIM 的專案系統以導入未來與施工端整合的圖面與資訊系統。

此階段導入 BIM 在台灣的現況是非常頻繁的作法，主要是因為競圖完成後要因應法規與能源計算等各種問題，以及空間使用實際狀態等需求調整，變更設計的狀況經常導致建築設計與原有建築作品相異，因此在此階段導入 BIM 會更加不易與 BIM 專案小組溝通並進行後期設計規劃，導致施工廠商得標後才開始重新建置 BIM 模型，但卻將 BIM 資訊端的重要性忽略，讓 BIM 的使用淪為單一用途的建模工具。(此中繼階段進行 BIM 容易與施工端切割，降低設計者與施工端的溝通效率，並增加人力與時間成本)。

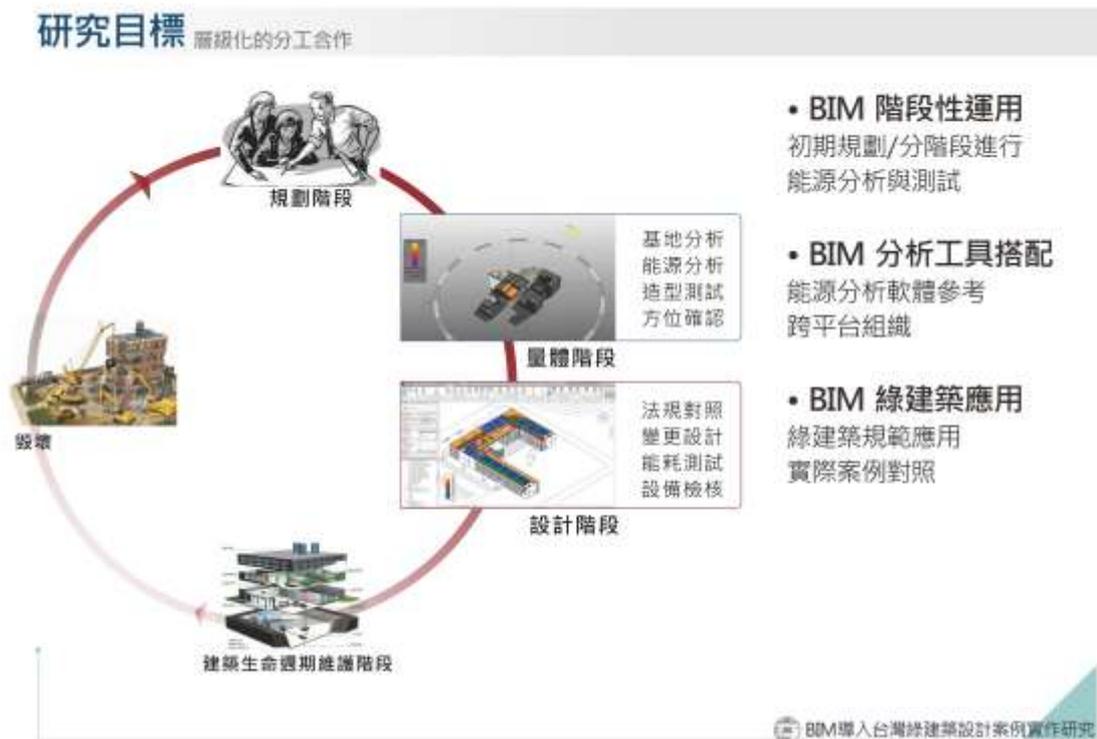


圖 2-2：台灣 BIM 階段性流程（圖片來源：本計畫繪製）



## 第三章 台灣綠建築 Green BIM

### 第一節 Green BIM 概述

由於永續建築與綠建築的成熟化，世界各地皆已運用綠建築的相關技術進行建築與環境設計，環境分析的軟體也應運而生。因此 Green architecture 的風潮已經深入人心，而近年來建築資訊模型(BIM)輔助建築設計與工程施作的優勢也已證明能提高模擬與實際工程的效率，並且提供建築設計者根據分析的結果與模型操作的過程來加以驗證實際建築的節能與高效率。

Green BIM 在世界已蔚為一股不可忽視的潮流，如圖 3-1 的國際知名建築師事務所 SOM，早在 2007 年就已將完整的項目與運作流程製作成表。目前台灣所推動的建築工程也已大幅度導入 BIM 與綠建築的搭配，形成建築界的全新工作模式，並成為新的大型建築工程必備條件之一。

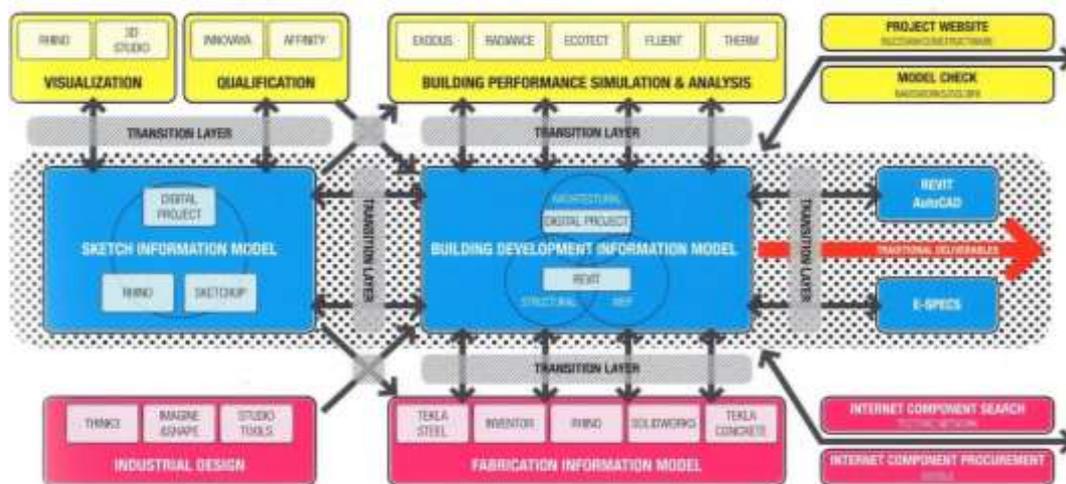


圖 3-1：SOM 聯合建築師事務所使用 BIM 運作過程

(圖片來源：Paul Seletsky, BIM DESIGN, 2014)

## 第二節 Green BIM 發展議題

在討論工作模式與流程之前，需提前瞭解 Green BIM 包括哪些相異的項目，並且探討未來發展的相關可能性，以便在後續討論流程時理解目前業界使用 Green BIM 的發展與限制，以下分出幾個討論主題:能源、碳、材料、水。

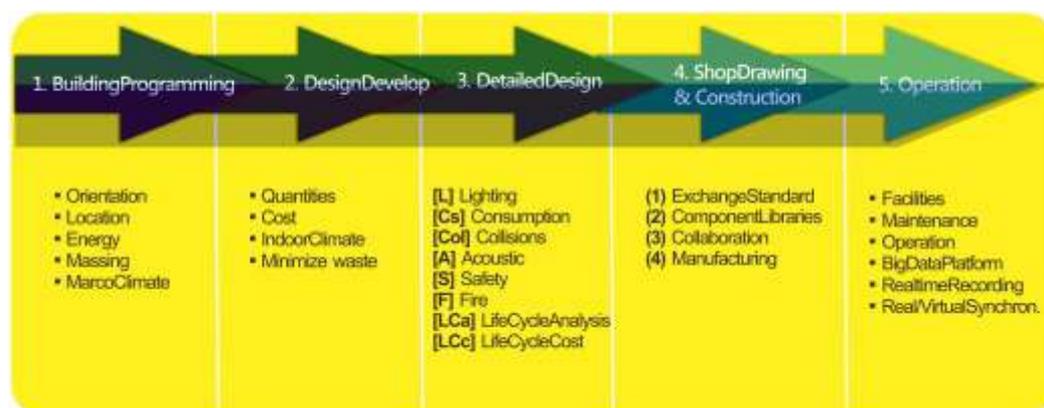


圖 3-2：GreenBIM 發展方向說明圖（圖片來源：參考 SKANSKA 自行繪製）

### 一、能源

使用 BIM 建模能幫助我們在設計階段評估使用能源的效率，配合專業的能源模擬軟體，從 MEP 管線到室內氣候控制都能準確模擬，並且提供不同的設計選擇及建議，以增強建築的性能及效率。

為了適應不同的氣候變化，大量的設備用來維持室內氣候，如何透過被動式設計或是智慧化裝置讓建築維持氣候的變化適應性也是永續設計要特別注意的關鍵。

### 二、碳

BIM 讓我們能在概念設計的時候就估算碳足跡，這也為未來低碳城市提供一種實際解答，也能讓我們確認低碳設計的可行性，以及找出施工階段或是方案執行時的減碳潛力。

除了具體化碳排放數量(Embodied carbon)之外，如何進一步控制碳排放(Operational carbon)才是我們更應該關心的議題，更要不斷的進行減碳行動直到碳中合(Carbon Neutrality)達成永續發展的設計。

### 三、材料

透過 BIM 軟體精準的統計材料需求，不僅明顯減少材料的浪費，也能讓業主或設計者能在初期就能考量成本，精簡材料供應鏈或是選擇其他材料。對於大型且複雜的專案，減少施工的浪費是非常重要的課題，減少材料浪費也相對減少對整體環境的影響。

在選擇材料的時候，也可以選擇永續材料或是綠建材，甚至是回收再生的材料，用這種方式不但能確保設計的永續性，也能增加對於社會環境的貢獻。

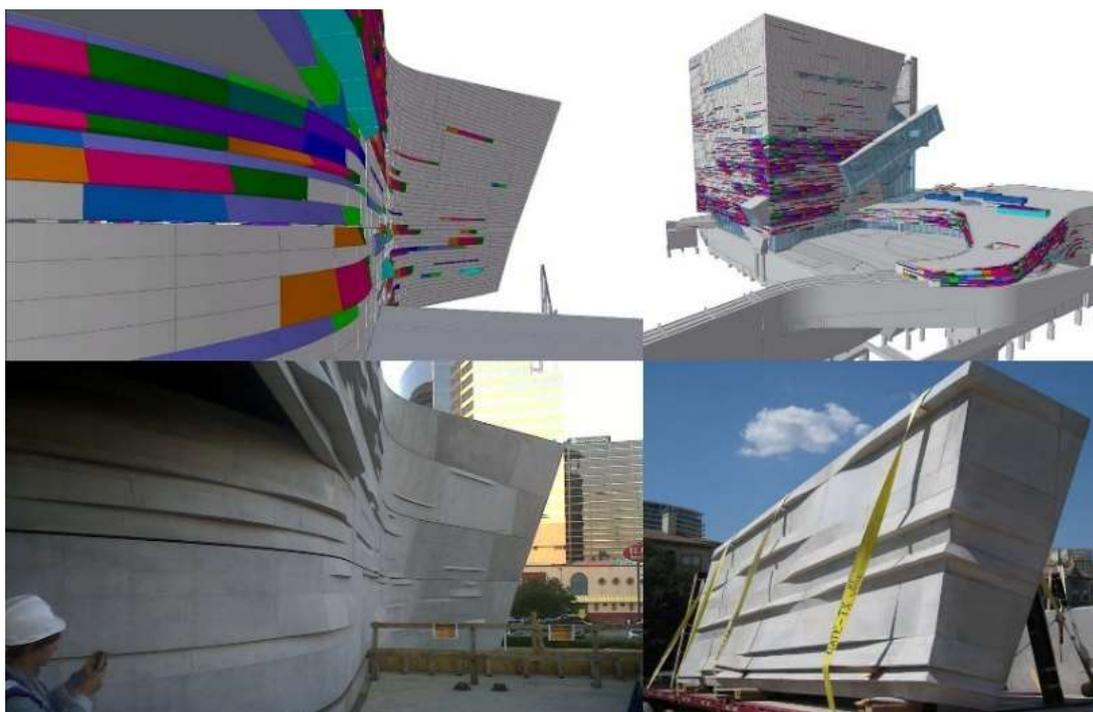


圖 3-3：電腦模擬立面，用預鑄的方式製作每一個立面單元

(圖片來源:Perot Museum of Nature and Science-AIA 2014 BIM Award)

### 四、水

過去的工作模式很難讓我們去計算水的使用，只能靠建築師或技師的個人經驗估算。而現在透過軟體模擬及裝置配合，考量省水方法、裝置使用水總量以及中水再利用系統，設計者便能在設計階段計算出用水總量，減少水資源浪費，也能根據不同基地、建築規模選擇不同的集水方式。

### 第三節 Green BIM 操作內容

#### 一、BIM 應用

BIM 的出現已經改造了整個建築產業，而且重塑我們交付專案的方式。使用 BIM 於永續設計與施工技術上，可以簡稱為 Green BIM。Green BIM 流程的導入也協助專案的利益相關者能在設計初期做決定，並且也能影響施工的效率與品質。

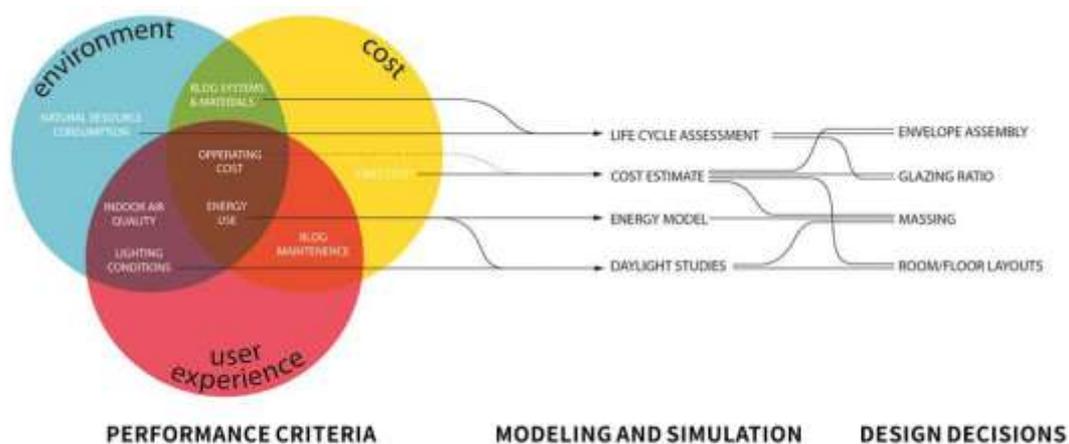


圖 3-4：說明考量性能標準、建模與模擬、設計決策之間的關係  
(圖片來源:Tally Revit Application-AIA 2014 BIM Award)

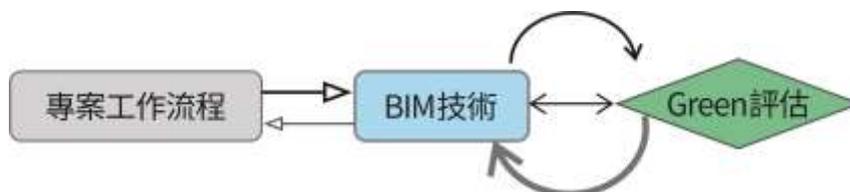


圖 3-5：工作流程與 BIM 的銜接 (圖片來源：本計劃繪製)

根據前期「BIM 應用於建築節能評估之策略與實務」研究第四章[案例調查]，在不同階段的設計過程中，每個工作迴圈結束之後，都會輸出建議準則給下一個階段。由於 LOD 明確定義各階段模型發展程度，一方面能夠與他人溝通，另一方面也能區隔不同階段，於是模擬軟體也能在各個不同的階段中，根據 LOD 的差別進行不同程度的模擬分析。

透過協同作業以及樣版、元件庫配合，新的工作模式顛覆過去傳統工作模式，每個單位之間的溝通再也不是一對一的方式，而是轉換成多對一的方式，所有單位都能藉由協同模型與其他單位即時溝通。

## 二、Green BIM 的操作內容:

### 1. 了解氣候和基地

- 基地  
建築師拿到專案時，確定專案基地位置為第一要務，因為基地之地理位置、地形都將影響後續設計發展。
- 陽光  
適度陽光是生存之必要條件，於不同地區、地形都存在不同條件，如何利用這些條件設計適合居住環境，為設計初期就該考量問題。
- 溫度和露點  
室內溫度是人類居住舒適程度之重要考量因素，而露點溫度或是濕度則是人類居住建康之影響因子，若能於設計初期就避免這類問題，後續設計便能減少對於設備之依賴。
- 雨量  
雨量考量會影響設計屋頂形式、走道安排，也可能配合雨水回收系統，甚至排水規劃、排水設施裝設等考量。最大降雨量或是颱風都是不可省略之考量因素。
- 空氣線圖  
透過了解該地區之空氣線圖，能了解空氣濕熱程度，為了達到適合生活之舒適度，可以利用空氣線圖評估，以選擇被動式設計策略。

- 風  
室內通風與室外風場將會影響整體建築空氣品質，以及建築物表面溫度，除了空氣品質與建築物溫度之外，自然通風也會影響人體舒適度，適當的空氣流動有助於增加汗液蒸發量，達到環境舒適感。
- 植物  
保留基地原有綠帶對於生態而言，是非常有意義的，不僅能維持生態環境，也能為居住環境隔絕噪音、汙染空氣。

以上部分項目在過去僅能依靠建築師之經驗，或是相關文獻紀錄之設計手法，以達成環境舒適，而現在透過 BIM 分析軟體，設計師可以在取得基地條件之後，同時也擬定相關策略。

## 2. 了解建築類型

除了從基地條件判斷設計準則之外，分析周遭建築形式也是一種重要的方法，從鄰房的屋頂樣式可以約略判斷降雨影響程度，從地基狀況可以約略判斷排水狀況或是當地適應氣候之方式。

## 3. 減少資源消耗

- 空間需求  
空間需求無疑是影響整體建築之重要因素，從配置安排到成本計算，所有項目幾乎都與空間需求相關，因此設計師應該要仔細處理業主之需求，避免過度設計。
- 材料選擇  
材料選擇於環境健康與永續生態方面佔有很大之比重，不同材料具有不同之生命週期，適當之材料配合能確保建物維護時之材料更換便利性，而健康方面則是建議避免選擇具揮發性之材料，台灣也有相關綠建材研究。未來材料之選擇也會影響整體碳足跡計算以及成本估算。
- 減少能源浪費  
減少能源浪費是建築物使用之長期目標，但是該如何減少能源浪費，怎麼樣程度的使用算是浪費？其實應該要在設計時概略推算後續能源使用程度，透過軟體模擬各種天氣狀況之能源使用，設定能源使用基準，在重複調整設計之後，找到最經濟且符合機能使用之方案。

- 省水  
水資源對於環境而言也是不可忽略之因素，利用排水設備之選擇，以及集水方式之配合，整體建築物水資源則能永續發展。

#### 4. 使用自然系統

為了減少能源浪費，從大自然取得能源是最經濟之做法，只需要有相對應之系統來收集這些能源，設計師就能建立系統。

- 風力發電
- 雨水回收
- 太陽能

#### 5. 選擇高效能設備

設備與自然系統之間應該互相配合，幾乎不可能完全透過自然系統來調節，於是與設備之配合是目前設計師應該仔細考量之問題，選擇高效能設備也能減少能源之消耗，增進設備效率。

- 機械系統
- 管道
- 電氣照明

### 三、執行項目與流程

#### 1. 永續發展之 BIM：建築形式

- **建築坐向**
  - 了解氣候影響
  - 減少資源需求
  - 設定專案目標
  - 使用 BIM 設定建築坐向：尋找南向陽光
  
- **建築量體**
  - 了解氣候，文化和基地的影響
  - 減少資源需求
  - 使用 BIM 建置建築量體
  - 分析建築形式
  - 最佳化建築外殼
  
- **日照**
  - 了解氣候，文化和基地的影響
  - 設定專案目標
  - 使用 BIM 分析日照

#### 2. 永續發展的 BIM：建築系統

- **水資源分析**
  - 了解氣候的影響
  - 減少水資源需求
  - 設定基準，並設定目標
  - 使用 BIM 分析用水情形
  
- **能源建模**
  - 了解氣候的影響
  - 減少能源需求
  - 能源使用基準，並設定目標
  - 使用 BIM 分析能源

- **可再生能源**
  - 了解氣候和基地的影響
  - 減少能源需求
  - 使用 BIM 設計可再生能源
- **材料**
  - 了解氣候，文化和基地的影響
  - 減少材料使用
  - 設定基準值
  - 使用永續材料

以上操作項目及流程是針對不同目標，使用不同軟體而逐項完成，但是有些原則相同，針對不同項目進行分析之第一步驟皆為了解氣候及基地之影響，第二步驟則為減少需求，第三步為設定基準值、專案目標，第四則使用 BIM 軟體，按照這些步驟進行設定及目標，後續才能選對軟體並且有目標之分析。

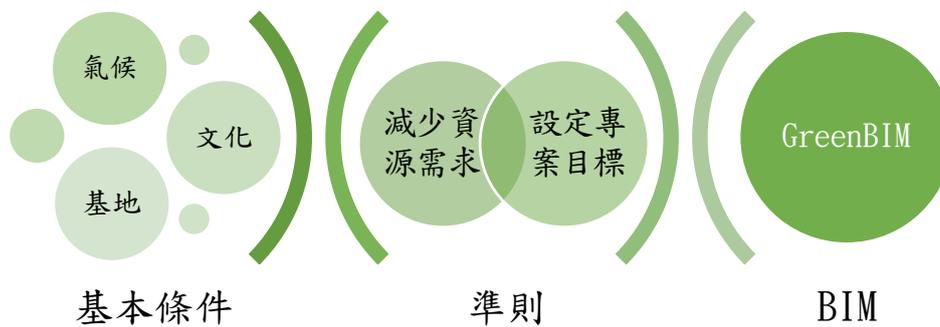


圖 3-6：Green BIM 流程（圖片來源：本計劃繪製）

## 第四節 國內 Green BIM 流程

本章節實地訪查九典建築師等幾家建築師事務所的 BIM 工作流程，特別針對台灣綠建築的設計流程，提出 BIM 交互使用的案例分析作為說明，並且提供九典建築師事務所的工作流程作為建築設計者的參考範例。

操作 Green BIM 流程目的在於永續設計、考量成本以及即時做出設計決策，但是在做出決策之前，必須要確定考量的性能與模擬方式是否正確，如果模擬的時候缺少某個必要考量條件，設計決策將可能導致錯誤。因此專案開始之前，設計師應該要先擬定專案流程，確認未來將會考量之事項，以及相關配合單位、使用哪些軟體模擬等重要細節。

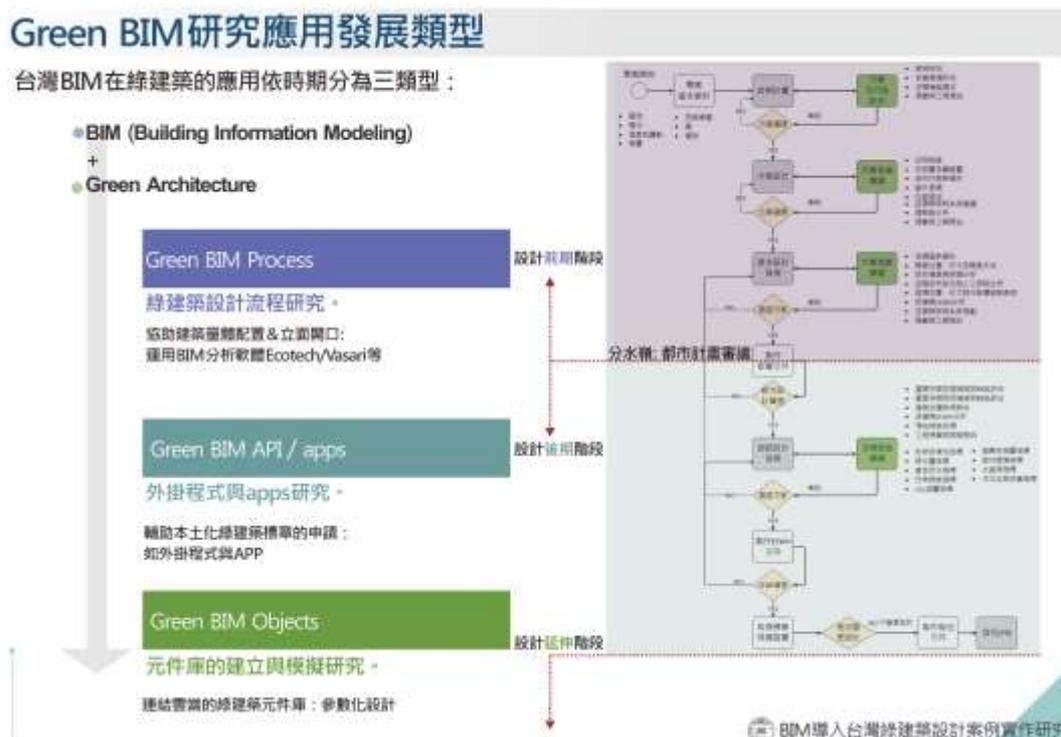


圖 3-7：台灣 BIM 在綠建築應用的三種類型（圖片來源：本計劃繪製）

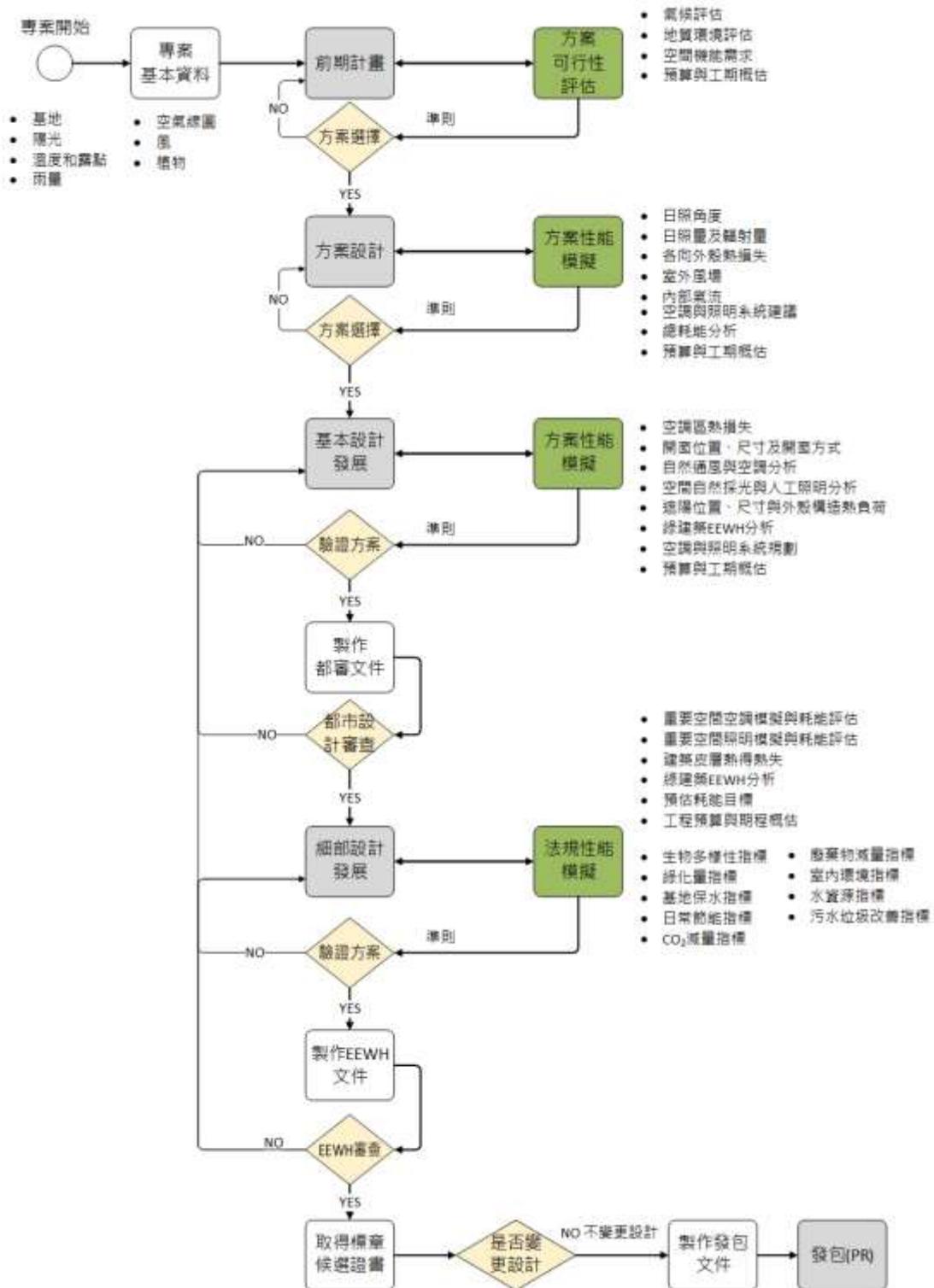


圖 3-8：台灣 Green BIM 工作流程圖（圖片來源：本計劃繪製）

### 一、各階段的回饋評估：在方案-模擬-準則之間的回饋往復

九典事務所不會局限使用任何軟體進行操作，評估的結果是否能回饋到設計的決策上、是否能協助研擬設計準則才是重點。由於目前屬於軟體系統整合的過度期，必須透過不同軟體之間的互通轉換，未來的理想狀況則希望能朝向以一套整合的軟體系統為主要評估軟體，再搭配其他次要軟體為輔助。透過分析模擬步驟來回饋設計，其實是需要相關知識背景，才能建立正確準則。設計發展過程中，當設計方案開始被進行分析模擬，理想狀況是分析結果等同一開始預定的效果，但是當分析結果不符合預定效果，而必須回饋修改，這個往復修改的動作所需要的專業經驗，不是一套固定的軟體系統或是一套既定流程，所能輕易解決的。

### 二、前期設計：建立 BIM 塑模的專案管理規範

BIM 模型的資訊建置方式及資訊建置標準相當重要。如果缺乏專案管理的標準，將由於各個建模人員的建模邏輯不同，會造成模型檔案之間缺乏共同標準、無法配合，也無法往後推進下一個設計階段。如果模型不包含正確的資訊，也就無法提供給各個單位進行協作，也限制了模型的後續發展使用。

### 三、設計發展期：協同作業與資訊交換性

MEP 與結構技師在流程初期就會開始提供圖面及建議。建築物之整體 MEP 系統會在都審前大致確定，每一層樓要如何分拉管線，電力、水、汗水等生衛圖說架構都會完成，垂直管道、設備空間、設備規格也會確定；都審通過之後才會開始細分工作，發展水平佈線、電信、電力、消防、機電相關圖說等。由於目前國內大部分的技師還以 2D 圖面為主，3D 圖面可以讓資訊溝通更加準確，但相關技師是否能在 3D 平台下協作，也是另一個要考慮的問題。外部技師所生產的圖面目前上不適合與原模型連結，因為其他領域的專業模型可能會造成檔案過大，導致專案團隊因此不能正常使用。而標章及法規圖面部分則會聯結主要模型，因為模型改動才能即時回饋給申請標章或審核法規工作。

### 四、以都市設計審議階段為分界

九典事務所在公共工程案通常會把分界點定在都市設計審議，因為都審之後，案子方向不會做大幅度更改，通過都審之後才會繼續深化模型，而且盡量將中期會遇到問題在初期就解決或避免。如此一來，才能節省人力以及進行更進一步細節設計，到了後期會碰到之問題不是建模或設計問題，而是法規層面或是標章申請問題。

## 五、細部設計期

在設計末期會相對需要開發相關的 API 來協助法規檢核或處理細部詳圖，尤其是在產生大量圖面或是複雜計算、法規檢查問題。在 API 的功能需求上，必須考慮綠建築審查需要哪些圖面、產出分析報告應該能在設計操作與分析結果之間進行雙向溝通，才能更有效的協助設計修正以及法規備審文件的工作效率。

## 六、變更設計

另一件事情是必須考慮變更設計的可能性，私人案有機會因為業主因素而發生變更設計，例如：因為經費因素不得以要減少建築數量，導致設計要回到初期重新配置，或是公共工程案因為發包困難而必須進行減項更改等等。

## 七、Green BIM 與分析軟體

1. IES<VE>
2. Ecotect
3. Green Building Studio
4. eQUEST
5. EnergyPlus
6. Daysim
7. Radiance
8. Climate Consultant
9. WUFI-ORNL/IBP
10. Autodesk Vasari

每種軟體都不是唯一選項，也無法透過單一軟體完成所有流程，必須適當搭配不同軟體來完成每個步驟，例如 Daysim 與 Radiance 都能計算室內照明程度，選任一種都行，但是兩者之間的產出結果或是使用方式都不同，重點在於該步驟要產出什麼結果提供給下一步驟做為設計依據。

## 八、Green BIM 與巨量資訊

BIM 有機會導向巨量資料工作平台，透過統計資料去分析、管理才能讓 BIM 發揮效用。如果能由政府單位建立一個國土氣象站系統，能將日常累計之氣候資料回送給一個整合的氣象資料平台，這些國土氣象的巨量資料，一方面可以檢討專案本身設計，另一方面也能將蒐集到之資料提供給各個事務所使用，事務所也能運用這些精準之氣候資料庫來為建築專案進行物理環境模擬。

## 九、Green BIM 與碳足跡

BIM 未來亦有可能與碳足跡計算相關，透過建材統計、構造計算以及元件資訊配合，應該就可以計算出碳足跡，但是目前還沒開始進行相關操作。碳足跡計算其實不是只有停留在建材問題，有時候是設計造型問題，除了建造階段產生碳足跡之外，其實消耗更多部分是後續使用階段之碳足跡，要透過開口大小、造型、通風等條件去評估後續使用建築物時會產出的碳足跡消耗。



## 第四章 台灣綠建築設計實際案例調查案例

### 第一節 內政部建研所先期研究重點摘錄

內政部建研所 102 年度研究成果-BIM 應用於建築節能評估之策略與實務

根據內政部建研所 102 年度研究成果所述，在整合 BIM 的過程中，資訊交付手冊(Information Delivery Manual, IDM)是 BIM 技術與節能資訊能否有效應用的關鍵，也是目前建築產業必須進行的作業。在 IDM 的發展上，節能資訊交付手冊必需與事務所的作業流程相符，使用 BIM 工具才可以解決建築業務的問題，其工具產出的文件可以支持建築師在行政作業、標章申請或審查作業。為了落實以 BIM 為基礎的建築設計流程，建築專案的進行可以參考 IPD 流程，將專業顧問的意見與知識提前採納，讓他們能在概念設計階段反映實務問題，透過有效的資訊處理與傳遞，即時提供給建築師以輔佐設計方案的進行。

在成果建議的其中一項重點，節能資訊交付手冊需要與台灣的建築法規(如綠建築標章與建築技術規則)與業務流程結合才能發揮功能。BIM 應用於建築節能評估之策略與實務有許多關鍵要素，這些都需要產官學三方合作支持，透過節能資訊交付手冊明確申請作業的步驟與流程，引導作業方向並提升申請效率。然而現階段台灣的建築產業使用 BIM 仍是在舊有的工作流程、內容、方式與審查基礎上，其工作內容與業務範圍仍不變。BIM 能快速且有效地提供建築資訊，改變了跨領域整合的時間、組織結構扁平化、降低溝通成本與資訊交換內容。

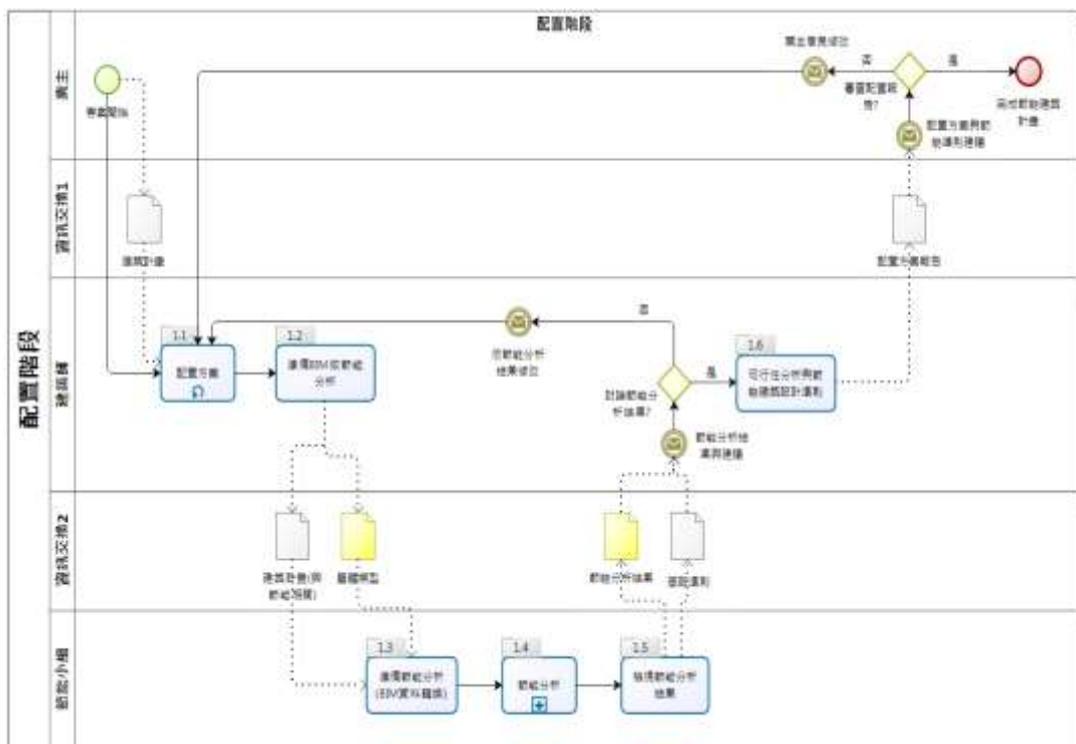


圖 4-1：建築計畫階段團隊作業流程(圖片來源:內政部建研所)

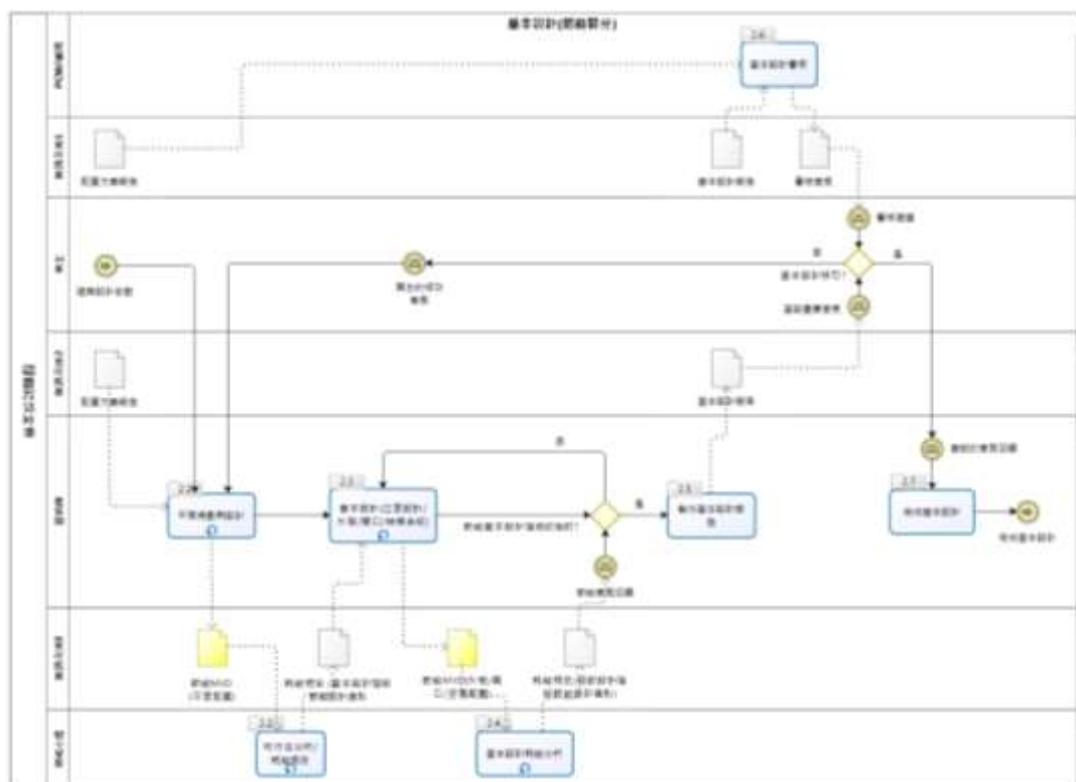


圖 4-2：基本設計階段的團隊作業流程(圖片來源:內政部建研所)

## 第二節 綠建築設計案例執行分類說明

由於台灣的現況可分為兩種階段以導入 BIM 的執行，因此在不同階段導入 BIM 所呈現的工作模式與遭遇的設計流程皆有所不同，因此，我們尋找實例研究與採訪其發展過程，力求更加貼近實務界的工作流程。

本研究根據台灣現有的 AEC 業務模式，分別以兩大類型做為案例研究：

一. [量體規劃階段]：設計初期導入 BIM

二. [競圖模式-變更設計階段]：設計、招標、建造(Design-Bid-Build)  
選定二個具代表性的綠建築案例，透過採訪、分析、執行建築事務所之案例，說明 BIM 執行時機的階段性方法，以下為兩類型的 BIM 導入階段：

- A. 量體規劃階段即執行 BIM 案例
- B. 變更設計階段後執行 BIM 案例

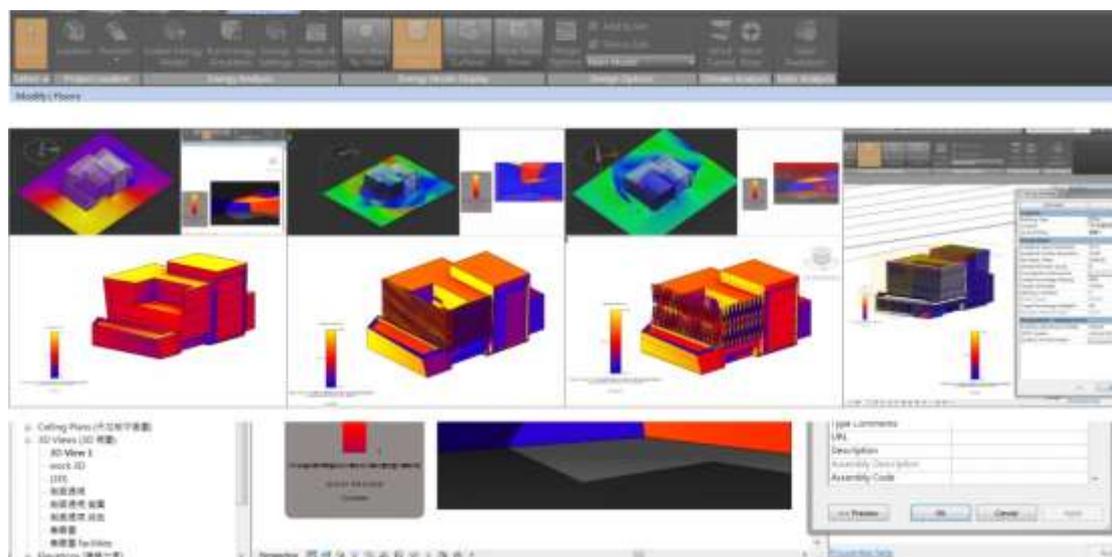


圖 4-3：BIM 於節能減碳設計上之應用範例(圖片來源：本計畫繪製)

### 第三節 建築資訊模型 BIM 案例研究

#### 一、 案例類型 A 量體規劃階段即執行 BIM

##### 案例 A-1

案例名稱：萬華段集合住宅

設計單位：九典聯合建築師事務所

案例說明：

議題：BIM + 公營出租住宅 + 青年住宅



圖 4-4：萬華段集合住宅透視模擬圖(圖片來源：九典聯合建築師事務所)

#### 專案目標：

臺北市政府為落實居住協助、減輕市民居住負擔，積極推動本市多元增加公營住宅計畫。其中本案萬華公營出租住宅，由九典聯合建築師事務所負責本案之規劃設計及監造事宜。

#### ● 擬定前期計畫之準則：

1. 空調耗能
2. 照明耗能
3. 綠化量
4. 基地保水

### 一. 前期計畫→方案可行性評估

氣象資料對於建築設計而言相當重要的，透過氣象資料可以了解風、風向、溫度、濕度等數據做為設計者的設計依據。例如可從 vasari 軟體中可以得知基地附近的氣象站資料，接著建置一個簡單的量體模擬基地風向及受日照的狀態，從而客觀地決定建築物的配置方式及形狀樣式。

- **空間需求：**本興建計畫基地位於萬華區青年段 2 小段 18-12 等 5 筆地號土地，面積為 4075 平方公尺，使用分區為第三種、第三之一種及第三之二種住宅區，容積率為 225%、300% 及 400%，建蔽率均為 45%，興建完成後預計可提供公營出租住宅約 270 戶。
- **基地微氣候：**冬至時，東北方有東北季風，夏至時，西南方有西南季風，東西向日照強烈，南北向日照較緩和。
- **預算與工期報告**

- 擬定方案設計之準則：

#### 建築部分

1. 建築量體配置
2. 建築構造形式
3. 建築使用類型
4. 建築開口朝向
5. 建築開口比例

#### 敷地部分

1. 外部綠地比例
2. 外部鋪面形式
3. 外部地形保留

### 二. 方案設計→方案性能模擬

該案為了尋求建築與環境的融合與尊重周邊環境紋理，將量體側邊降低以增加住宅本身視野，也考量鄰棟視野減少日照與視野遮蔽，也因建築量體的敞開始得通風良好。該案子在初期量體配置有三個方案的想法，第一個為 L 型，完全擋住後面住宅的視線，第二個即是把建築物拆開留視線給後面的建築物，第三則是蓋一整棟完全不管其他因素的配置的方式。

- **日照角度：**萬華公營出租住宅的設計希望能充分展現以呼應地理環境特質為本的設計思想：所以量體設計上以日照、採光需求定位建築朝向。透過 Vasari 軟體對常規日照輻射進行分析，所以當在設計建築基本量體時可透過 BIM 軟體技術的協助，以這些客觀的依據來做為初步的設計構想。

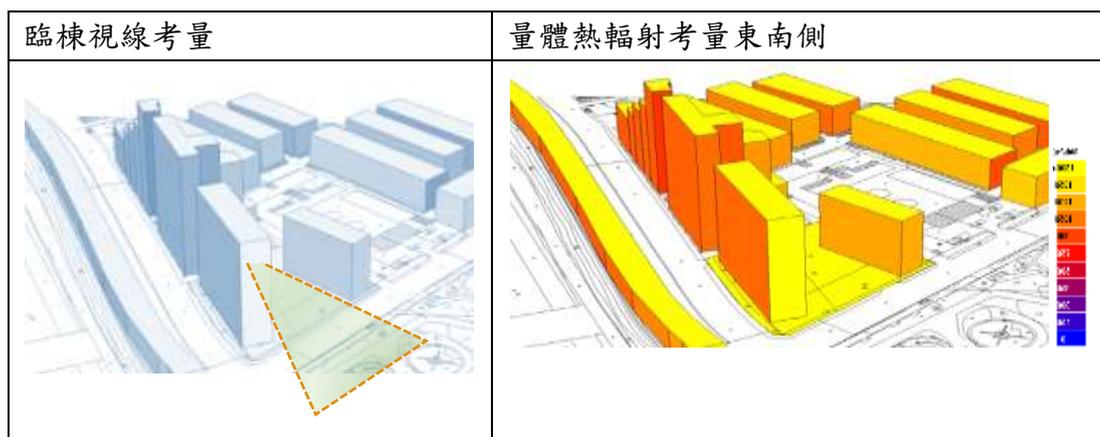


圖 4-5：基地條件考量(圖片來源：九典聯合建築師事務所)

- 室外風場：**量體設計上以通風需求定位建築朝向。透過 Vasari 軟體對常規風場進行分析，從而客觀地決定建築物的配置方式及形狀樣式。並藉此創造出一個內部中庭，中庭可以有風的流動，使得居住著能在中庭裡吹拂到涼爽的西南季風。

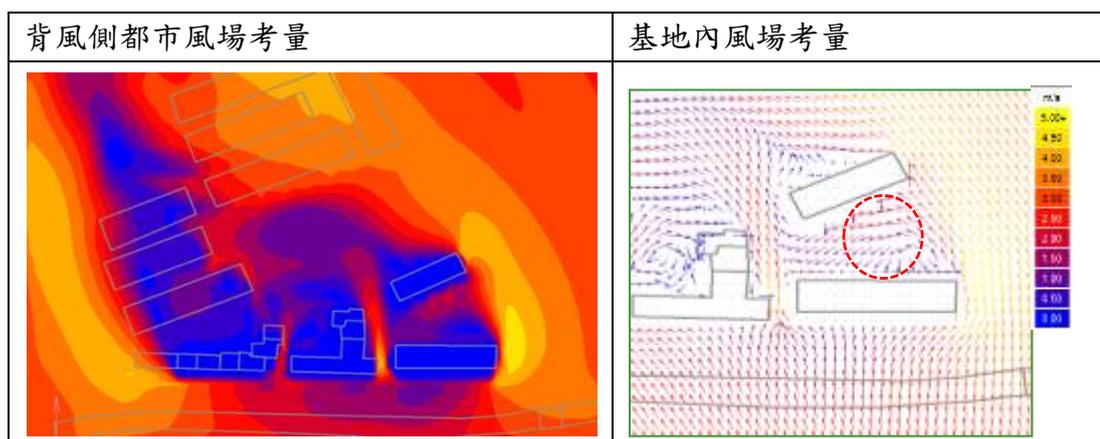


圖 4-6：室外風場分析(圖片來源：九典聯合建築師事務所)

- 內部氣流：**利用開放空間及走道、綠地等把氣流再度導引下降至人行空間，形成內部氣流的再加速，從而滿足都市氣流分布的需求。
- 外殼熱損失：**建築物使用的隔熱材，外牆構造熱容量及厚度的選擇
- 擬定基本設計之準則：**
  1. 各向外殼隔熱材之導熱係數  $k$  值
  2. 開口比例
  3. 空調與照明系統建議
  4. 預估耗能目標

## 二. 基本設計→方案性能模擬

建築的外殼隔熱、遮陽、日射取得量以及室內環境指標的光環境、音環境、溫熱環境、自然通風換氣環境等都是需透過理性客觀的分析才能夠得知，在此就必須透借助 BIM 的應用，力求建築與物理環境的完美融合，並藉這些依據決定出最佳之建築配置方式與型態。以下以五項說明：

- **內部氣流：**利用 Vasari 軟體亦可分析室內空氣的調節。該案在建築物兩邊是住宅單元的走道中間留設一個風道使風得以穿透，使走道達到自然通風換氣效果，這是由於考量到住戶從電梯裡出來所聞到味道會不會影響到居住者的身心健康，間接影響到居住者的居住意願。藉此可知透過模擬的方式可以理解風力換氣所帶來的效果，從而決定建築的室內布局和配置方式。

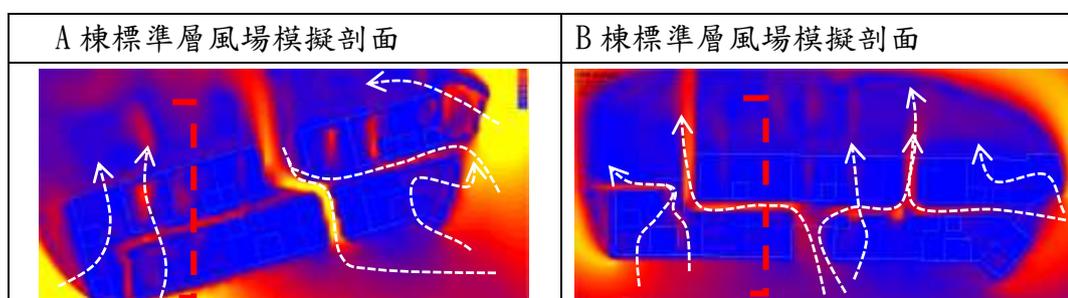


圖 4-7：內部氣流評估(圖片來源：九典聯合建築師事務所)

- **開窗位置及尺寸、開窗方式：**決定開口位置和建築配置方式後，接著就是需了解窗開口大小對室內通風的影響，本案透過進階軟體亦可分析及模擬風的流動情形以及對室內溫度的影響進而準確決定開口的尺寸。

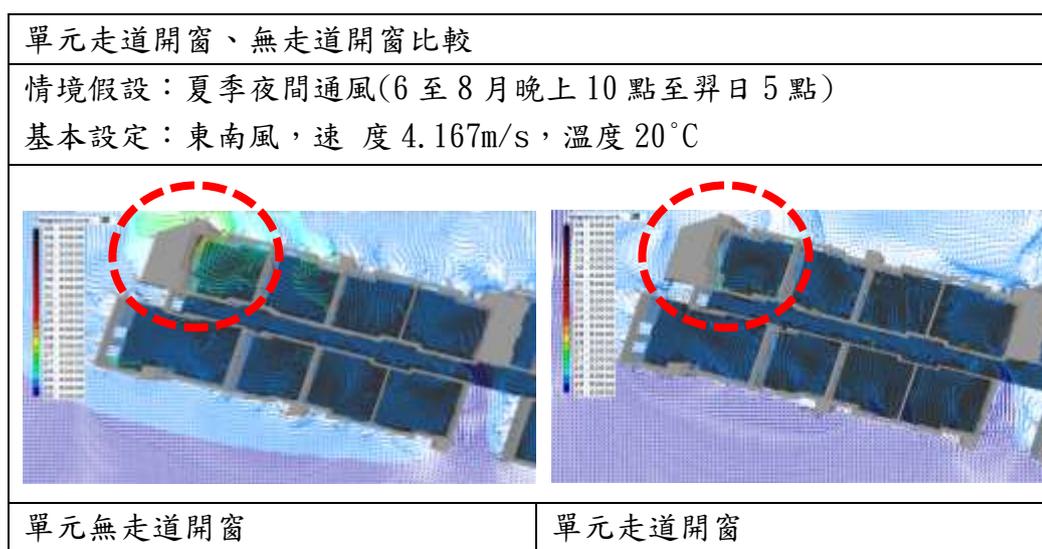


圖 4-8：單元走道開窗、無走道開窗比較(圖片來源：九典聯合建築師事務所)

• **遮陽位置、方式分析：**

在建築立面遮陽設計上，九典也有別出心裁的設計創意，即針對熱輻射外牆的模擬分析，希望透過這些依據將外遮陽設計成蜂巢狀的造型去阻擋立面熱輻射，此陽台空間包含曬衣服、洗衣服等行為，從這便可知如何依照建築物理環境的特色透過誘導性設計去降低熱輻射以減少室內空調使用。針對不同日照率搭配不同遮蔽高度的設計因此有了不同的遮陽效果，不僅提高不同方位的居住空間照度的彈性，也使建築立面產生趣味的效果。

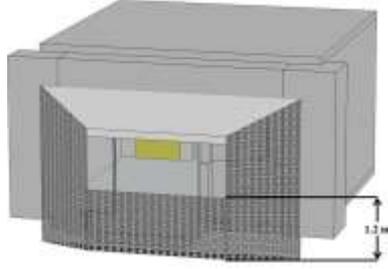
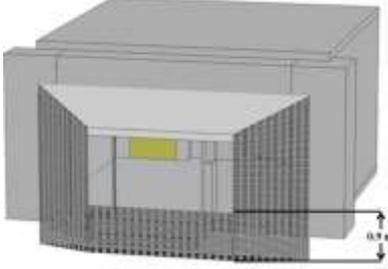
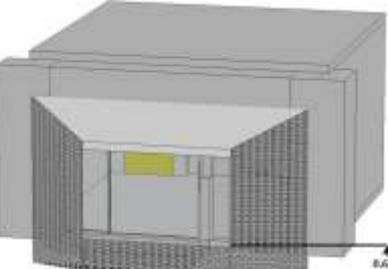
雙層牆遮陽形式分析模擬-陽台版高度與室內照度分析	
<p>夏至日(6月21日)正午 12點時</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 陽台遮蔽高度為1.2公尺，室內照度為300Lux以上</li> <li>2. 當陽台遮蔽高度為0.9公尺時，室內照度為300Lux以上</li> <li>3. 當陽台遮蔽高度為0.6公尺時，室內照度為300Lux以上</li> </ol>	<p>案例一：遮擋高度1.2公尺</p>  <p>案例二：遮擋高度0.9公尺</p> 
<p>冬至日(12月21日)正午 12點時</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 陽台遮蔽高度為1.2公尺時，室內照度為150lx以下</li> <li>2. 陽台遮蔽高度為0.9公尺時，室內照度為150lx以下</li> <li>3. 陽台遮蔽高度為0.6公尺時，室內照度為150lx以下</li> </ol>	<p>案例三：遮擋高度0.6公尺</p> 



圖 4-9：雙層牆遮陽形式分析模擬(圖片來源：九典聯合建築師事務所)

● **量體輻射受熱：**

經過一連串內外的條件分析後，在瞭解了室內受熱及照度影響後，最後一個即是解決建築表面熱輻射問題，透過 Vasari 軟體分析可知在原本沒有立面遮陽時，瓦數高達 1200W(如圖 4-10)，在透過立面蜂巢狀的設計和雙層牆做為外牆隔熱之後，經過軟體分析後得知外牆單元之外周區域可減少輻射受熱 50-70%，而開口面部分可降低受熱 30%-50%。

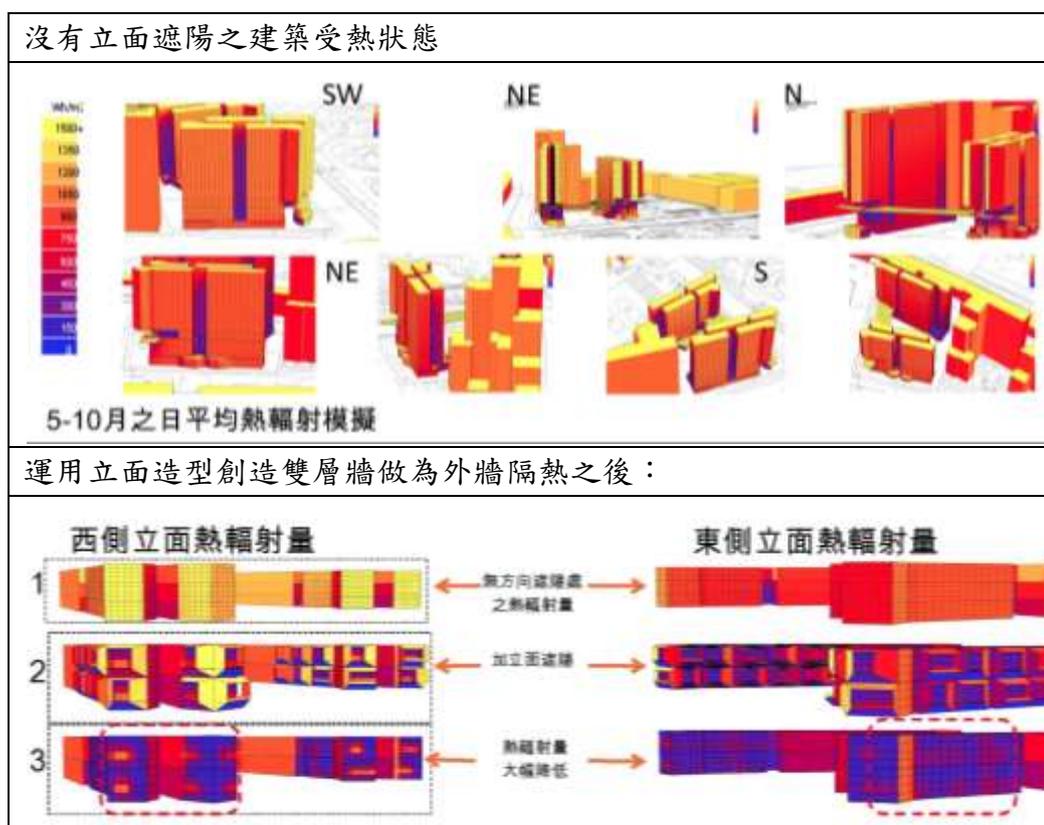


圖 4-10：表面輻射分析(圖片來源：九典聯合建築師事務所)

• 室內採光及照度模擬：

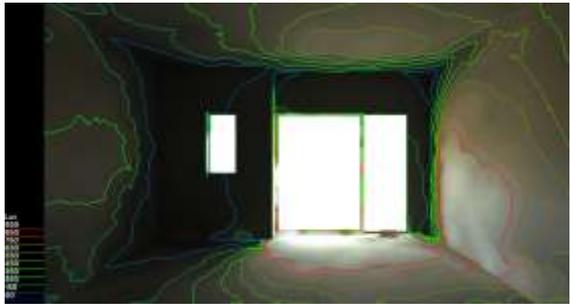
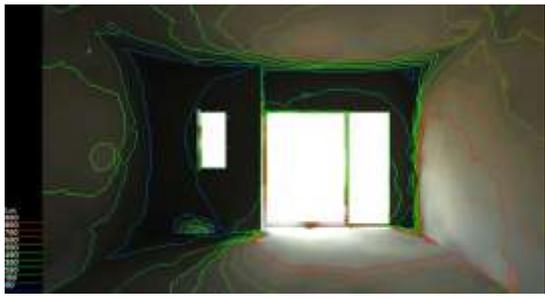
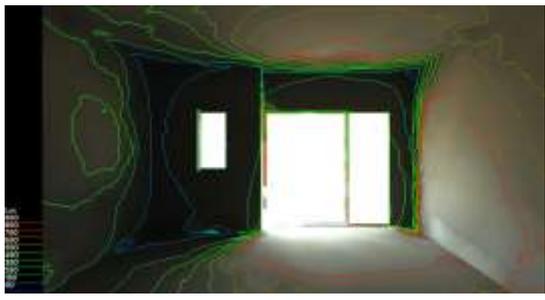
夏至日(6月21日)正午12點	冬至日(12月21日)正午12點
案例一：遮擋高度1.2公尺	案例一：遮擋高度1.2公尺
照度300 lux以上	照度150 lux以下
	
案例二：遮擋高度0.9公尺	案例二：遮擋高度0.9公尺
照度300 lux以上	照度150 lux以下
	
案例三：遮擋高度0.6公尺	案例三：遮擋高度0.6公尺
照度300 lux以上	照度150 lux以下
	

圖 4-11：室內採光及照度模擬(圖片來源：九典聯合建築師事務所)



圖 4-12：內部中庭俯視圖(圖片來源：九典聯合建築師事務所)



圖 4-13：主入口與內部中庭(圖片來源：九典聯合建築師事務所)

## 案例 A-2

案例名稱：中興工程大樓

設計單位：中興工程顧問公司

案例說明：

中興工程大樓從一開始的方案設計就導入 BIM 建模流程，透過不同平台軟體的配合，逐步進行分析模擬及細部設計。

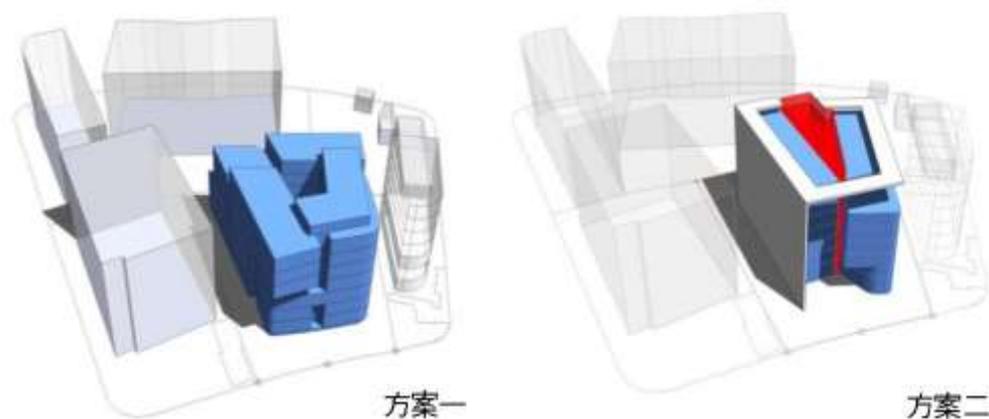


圖 4-14：Vasari 方案選擇（圖片來源：中興工程顧問公司）

上圖說明透過 Vasari 可以產出各種方案，接著將模型量體導入 Ecotect 模擬分析，下圖為 Ecotect 夏季太陽輻射熱分析圖。

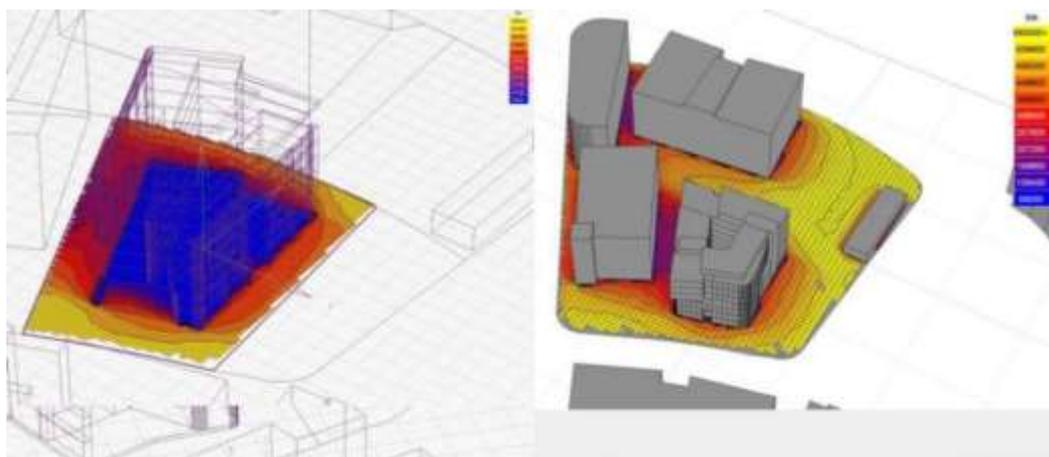


圖 4-15：Ecotect 夏季太陽輻射熱分析（圖片來源：中興工程顧問公司）

Ecotect 也用來分析各樓層晝光使用程度，也分析不同季節之環境日軌。將量體方案或是 MEP 方案匯入 Green Building Studio，進行空調方案分析，或是耗能分析、成本估算等等，量體進入 Revit 之後，設計單位則進一步完成細部設計，最後也透過此細部模型產出施工圖，在設計單位進行細部設計及 MEP 系統規劃的同時，結構團隊也透過 SAP2000 進行結構分析，再利用 IFC 格式與 TEKLA 平台協同作業，使 TEKLA 生成之結構與 SAP2000 結構分析同步作業。

最後將完成之結構模型及 MEP 模型導入 Navisworks 進行檢察，各系統間的構通與規劃也再次確認調整，透過碰撞衝突檢察及施工實程規劃管理建築建造作業。

### 案例 A-3

案例名稱：台江國家公園行政中心

設計單位：九典聯合建築師事務所

案例說明：

概念：BIM + 創造「煙波之上、水草之間」意象



圖 4-16：台江國家公園行政中心透視模擬圖(圖片來源：九典聯合建築師事務所)

**專案目標：**台江國家公園管理處於 98 年 12 月 28 日正式掛牌，成為第 8 座且是第一座由下而上發起成立的第二代國家公園。

台江學園佔總地 6.6 公頃，有輪值宿舍、行政辦公室、行多功能使用教室、提供包括遊客中心及相關服務設施等，委由九典聯合建築師事務所郭英釗建築師操刀做整體規劃設計。

整體建築理念及特色包括：

1. 為了保留既有魚塢特色，儘量維持原有地景地貌，以白色的建築外殼形體，來形塑當地的特色，鹽山及候鳥群聚意象。
2. 為了展現謙卑及對大自然退讓之尊敬態度將建築量體減低需求，使建築物整體融入自然環境。
3. 在廣闊的魚塢之中，為水鳥成群棲息所在，透過「高腳架」的建築構造形式，將建築量體漂浮於魚塢之上，讓建築像是一群候鳥融入自然環境中。
4. 以「埕」為概念所圍塑出來的公共空間，創造交流、表演、聚會、休憩的活動廣場。

利用漂流木披覆在屋頂增加隔熱功能和利用蚵殼來鋪設建築外牆遮蔽熱輻

射等自然生態手法達到建築隔熱性能，藉此讓建築物型態上融入自然。

● 擬定前期計畫之準則：

1. 空調耗能
2. 照明耗能
3. 綠化量
4. 基地保水

一. 前期計畫→方案可行性評估

- **空間機能**：台江學園總佔地 6.6 公頃，提供包括遊客中心、多功能使用教室、行政辦公室、輪值宿舍及相關服務設施等
- **基地地質條件**：基地大部分為魚塭，為維持生態平衡以儘量維持原有地景地貌，保留既有魚塭特色，因此建築採「高腳屋」的構造形式表示輕觸大地。
- **基地微氣候**：本案位於日照量極高的台南地區，建築量體配置需配合日照分析選出最節能之配置方式。

● 擬定方案設計之準則：

建築部分

1. 建築量體配置
2. 建築構造形式
3. 建築使用類型
4. 建築開口朝向
5. 建築開口比例

敷地部分

1. 外部綠地比例
2. 外部鋪面形式
3. 外部地形保留

## 二. 方案設計→方案性能模擬

- **日照角度：**首先本案位於台南日照率極高的地區，所以建築物的隔熱及遮陽性能尤為重要，因此便運用了BIM的技術，透過分析軟體模擬出建築受日照的結果，藉此可知建築物的最佳配置方式，而本案發現可使用多棟建築物去造成互相的遮蔽效果以減少立面的熱負荷，從這張圖可以看出塑造出的巷弄空間有很好的遮蔽直射陽光效果。透過一個簡單的量體和太陽輻射的圖面可以很清楚的顯示陰影的位置

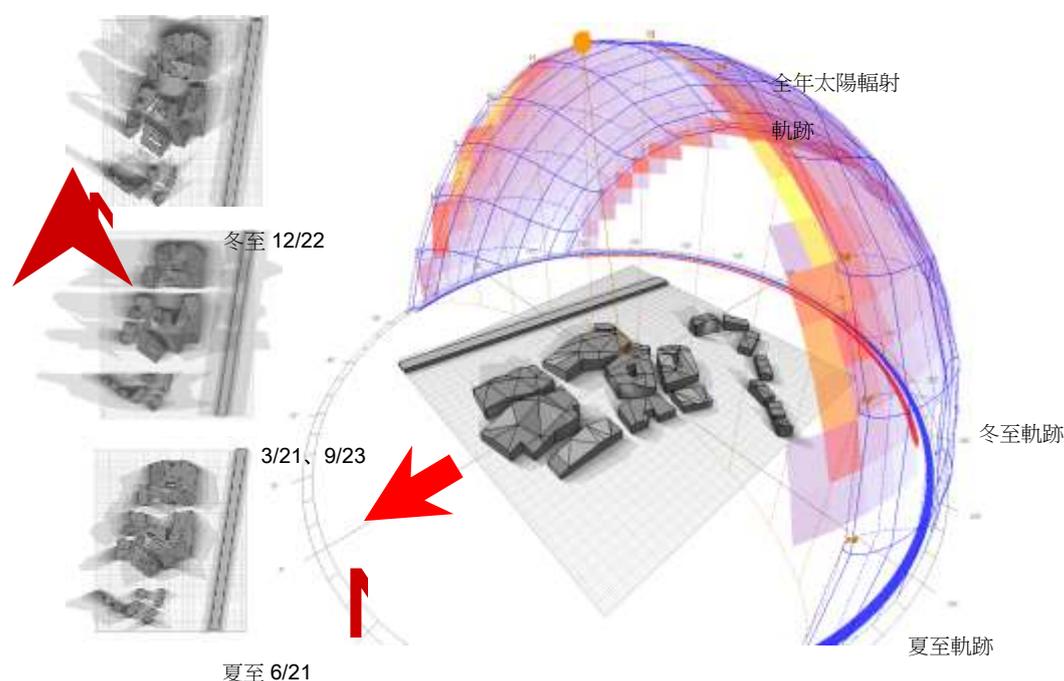


圖 4-17：日照角度分析圖(圖片來源：九典聯合建築師事務所)

- **日照量及輻射量：**從這張圖可以清楚的看到熱得最強的位置在屋頂，高達4800瓦，因此屋頂隔熱的手法應該用何種方法來處理成為重要的設計思考，本案用當地的漂流木來做部分的隔熱遮擋以減少熱輻射影響室內溫度，同時也可以讓水鳥來屋頂的漂流木座休憩的功能，兼做基地復育的手法，不見得都需要用到工程的手法來解決，也可以用軟性的手法來解決，這樣的方法使得建築物有獨特的地方樣式和型態，搭配環境形成不同的建築樣貌。

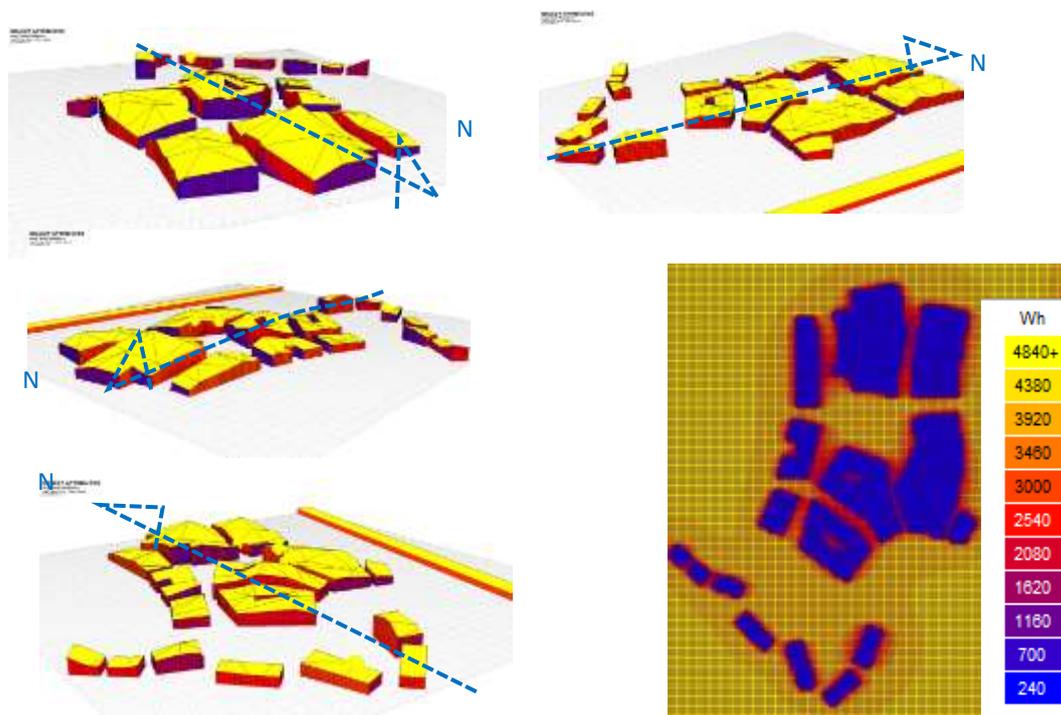


圖 4-18：表面輻射分析(圖片來源：九典聯合建築師事務所)

- **開窗位置、尺寸及開窗方式**：圖上所示是小窗戶即是反映了當地高輻射熱的影響而設計的開窗大小，藉由小的開窗來降低室內受熱得的影響。



圖 4-19：台江國家公園行政中心透視模擬圖(圖片來源：九典聯合建築師事務所)

- **內部氣流**：利用 18 棟建築各自所圍塑出的開放空間及走道、綠地等把氣流再度導引下降至人行空間，形成內部氣流的再加速，從而滿足都市氣流分布的需求。
- **外殼熱損失**：建築物使用的隔熱材，外牆構造熱容量及厚度的選擇

不論是美輪美奐的設計外形，還是與環境的和諧共榮，建築都無法脫離其最基本的使用功能。而這些都須透過 BIM 分析軟體客觀分析而產生的量體配置，根據分析出的最佳量體配置，經由建築師的巧思及細部設計手法讓建築產生更多更合理設計理念和建築計畫。

## 二、 案例類型 B 變更設計階段後執行 BIM

### 案例 B-1

案例名稱：衛武營國家藝術文化中心

設計單位：荷蘭建築師事務所 mecanoo Architects

案例說明：

位於台灣高雄市的衛武營國家藝術文化中心，係文建會在高雄興建「南部兩廳院」的重要計劃，為南台灣國家級表演藝術場館，面對 21 世紀文化創意產業發展的國際趨勢，極具指標意義，此案由於工程繁複，政府單位要求施工需搭配 BIM 技術導入，並且需以 BIM 搭配 MEP 與 Structural Analysis 以完成相關的碰撞測試與施工細部說明，並精準的落實預算控制與工程時間控管，然本案由荷蘭建築師事務所 mecanoo Architects 得標前的主要工作軟體為 Rhinoceros 參數化建模軟體，待建築師得標經過細部設計與變更設計階段完成後，再由建國工程顧問有限公司標得營建標，進而進行 BIM 作業。



圖 4-20：衛武營國家藝術文化中心模擬透視圖(圖片來源：Mecanoo Architects)

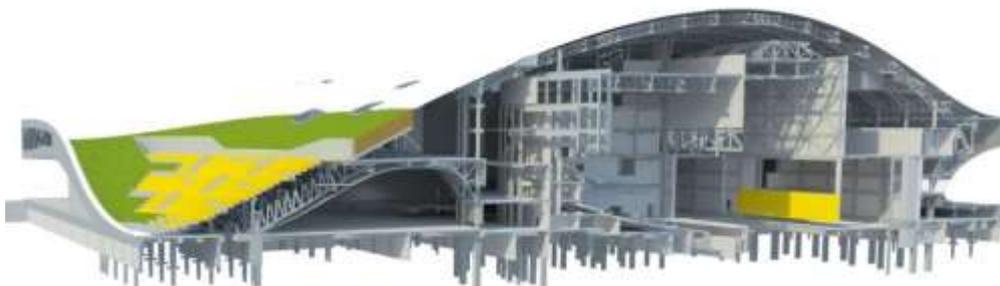


圖 4-21：衛武營國家藝術文化中心 BIM 模型(圖片來源：建國工程顧問公司)

## 案例 B-2

案例名稱：經濟部中台灣創新園區

設計單位：九典聯合建築師事務所

案例說明：

議題：BIM + 綠建築 + 智慧建築



圖 4-22：工研院透視模擬圖(圖片來源：九典聯合建築師事務所)

專案目標：

工研院中分院位於南投縣中興新村，這區域特殊的地形給建築設計帶來了新的挑戰，建築設計既要兼顧地形紋理前低後高需求，又要融合當地的自然環境，將綠色低碳觀念融入使得地面（大地）與建築（人）緊密結合。

建築特色：

建築以低碳、環保、節能、永續的生態綠建築為目標，成為鑽石級綠建築及鑽石級智慧建築，讓建築. 創意出交流及彈性開放研發空間。

擬定前期計畫之準則：

1. 空調耗能
2. 照明耗能
3. 綠化量
4. 基地保水

## 一. 前期計畫→方案可行性評估

- **基地地質條件：**地勢起伏大，建築高度配合地勢採前低後高之設計方式。
- **基地微氣候：**冬至時，東北方有東北季風，夏至時，西南方有西南季風，東西向日照強烈，南北向日照較緩和。
- **預算與工期報告**
- **擬定方案設計之準則：**
  - 建築部分
    2. 建築量體配置
    3. 建築構造形式
    4. 建築使用類型
    5. 建築開口朝向
    6. 建築開口比例
  - 敷地部分
    1. 外部綠地比例
    2. 外部鋪面形式
    3. 外部地形保留

## 二. 方案設計→方案性能模擬

九典充分借助 BIM 的應用，力求實現建築與環境的完美融合，即是運用地形的特質，將建築物以前低後高的方式配置，減少基地的開挖以維持土方的平衡，保留基地原本的老樹和黑板樹和歷史記憶，使環境、建築、人三者緊密結合，同時藉由“切”與“拉”創造更多層次的空間，並且以遮陽板呼應環境及遮陽，呼應地形紋理；

- **日照角度：**建築南北朝向，減少建築的東西曬
- **日照量及輻射量：**建築屋頂大部採用覆土草坪設計，以減少熱輻射影響室內溫度
- **室外風場：**利用建築前低後高的設計將風速減弱以減少高樓所造成的大樓風。
- **內部氣流：**利用開放空間及走道、綠地等把氣流再度導引下降至人行空間，形成內部氣流的再加速，從而滿足都市氣流分布的需求。
- **空調與照明系統建議：**設計上為符合綠建築標章，盡可能採誘導性方式改善室內空氣品質及照度，減少空調設備及人工照明的使用。
- **外殼熱損失：**建築物使用的隔熱材，外牆構造熱容量及厚度的選擇

擬定基本設計之準則：

1. 各向外殼隔熱材之導熱係數 k 值
2. 開口比例
3. 空調與照明系統建議
4. 預估耗能目標

## 二. 基本設計→方案性能模擬

而這些因設計創造出來的複雜構造及形體都是根據 BIM 軟體分析結果所設計出來的型態，包含遮陽板位置、中庭的形狀設計、天橋的設計、圖書館的設計，皆是由極為多元且複雜的構造體所組合起來，並且結合了智慧綠建築標章。顯示出 Revit 不只是一個建模以及圖紙生成的工具，也是一個可以輔助設計者在初期設計時作為建築物型態判斷的工具之一，其它分析軟體包含：vasari、ecotect、Grasshopper 等。因此，九典在這個案子裡充分借助 BIM 的應用，力求實現建築與環境的完美融合。

- **開窗位置及尺寸、開窗方式：**本案大面開窗以南北朝向為主，尤其不採用天窗
- **自然通風及空調分析：**室內換氣以自然通風為原則，而本案餐廳導入最佳化自然通風
- **自然採光分析：**複雜的中庭和天橋的結構設計藉以 BIM 技術算出每一元件、廠商、價格、厚度、鋁料生產和玻璃的遮陽係數等，在達到自然採光同時也能兼顧節約能源。
- **遮陽位置、方式分析：**本案遮陽方式皆以 BIM 軟體分析過，選擇最適切的遮陽構造並兼具視覺美觀性。
- **外殼構造熱負荷：**屋頂採用大量覆土草坪設計以減少屋頂熱負荷
- **空調與照明系統規劃：**在設備上為了取得鑽石級綠建築標章與智慧建築標章員工餐廳導空調方式採區域空調結合分區能源管理、高效率智慧照明、建物能耗模擬等技術，完成後預計可節省 52% 電量，每年約省 21,969 度電，改善後所需用電量 20,006 度電／年，可以 18.21kWp 的 PV 太陽能發電裝置容量提供，達到淨零耗能餐廳的目標。

### 案例 B-3

案例名稱：烏來立體停車場增建案

設計單位：Q-LAB 曾永信建築師事務所

案例說明：

此案例是停車場改建案例，設計單位構想如何讓停車塔融入大自然環境，透過參數化軟體 Grasshopper、Rhino、Sketchup 等等設計工具以及 BIM 管理等方式，即時運算所有建材尺寸、造型及用料，從量體階段到細部設計、施工圖說製作徹底執行參數化設計、數位製造等流程。



圖 4-23：烏來立體停車塔(圖片來源：Q-LAB 曾永信建築師事務所)



圖 4-24：烏來立體停車塔(圖片來源：Q-LAB 曾永信建築師事務所)



## 第五章 操作實例

依據前章說明，本章節將以成大新建游泳池做為實例操作，闡述專案現況與流程經過，並以目前階段性成果做為實例演示，本實例是以 Autodesk Revit 做為 BIM 建置主要工具，搭配 Autodesk Vasari 做為能源模擬分析工具，以模型建置的過程中說明實際操作方式。

### 第一節 現況流程分析

本案屬於 5000 萬以上供公眾使用之大型建築案，依法採用公開招標進行遴選建築師，依照目前政府的遴選方式進行競圖(Design-Bid-Build)，並由第一順位建築師取得設計權，在得標後依業主端的意見回饋與需求調整而做變更設計之後續發展。依據台灣現有的法規訂定的原則下，BIM 的導入時間與使用方式各有所不同，但是台灣的 BIM 導入時間通常為競圖得標後的變更設計階段，本研究案例也相同於常態狀況，在競圖得標之後，經過初階段的意見回饋與設計方向調整後，才進行 BIM 的導入（如圖 5-1）。



圖 5-1：競圖得標後初階段變更設計過程(圖片來源：石昭永建築師事務所)



圖 5-2：BIM 模型設計修改過程組圖(圖片來源：石昭永建築師事務所)

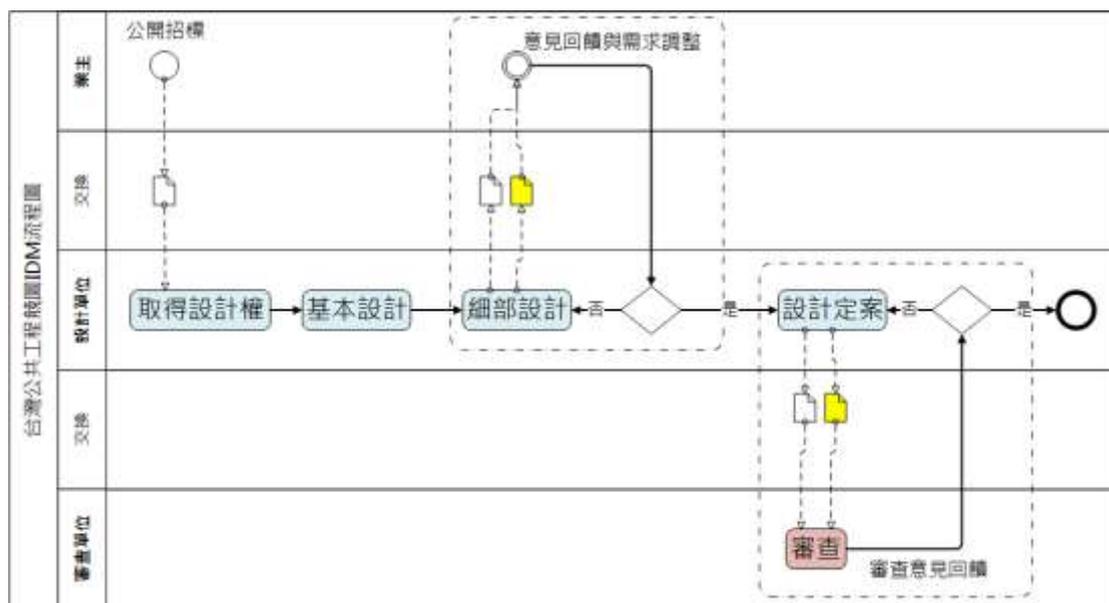


圖 5-3：目前台灣公共工程競圖 IDM 流程圖(圖片來源：本計畫繪製)

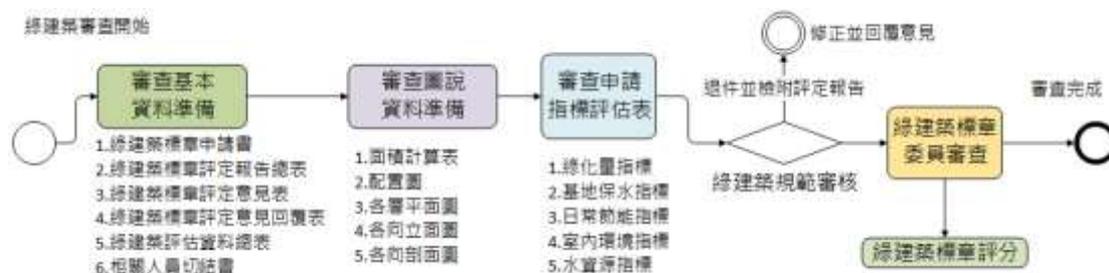


圖 5-4：綠建築審查流程(圖片來源：本計畫繪製)

## 第二節 設計概念發展流程

根據訪問數家事務所的操作方式後，綜合不同階段可能進行的操作步驟，從基地位置開始進行，包括地理位置與週圍環境量體的建置，再到量體測試階段，從量體開始，先以基本的量體與高度考量環境對應，以能源分析軟體協助進行設計與規劃，再將量體做前期確認。



圖 5-5：專案操作步驟流程圖(圖片來源：本計畫繪製)

在平立面規劃階段因應不同操作方式將導致不同的 BIM 模型發展，由於 BIM 導入的時機不同，因此平立面規劃皆有可能因為業主端的變更設計而重新設計，而在變更設計階段與廠商的溝通檔案轉換也列為考量項目(但根據台灣目前的公開招標方式，施工廠商通常於變更設計完成後才進入專案中)。

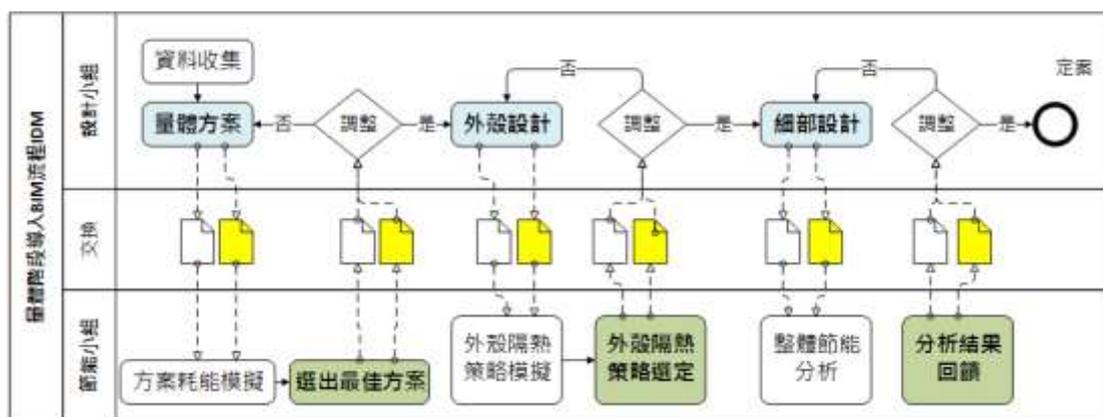


圖 5-6：量體階段導入 BIM 流程 IDM(圖片來源：本計畫繪製)

在專案開始進行後，基地週圍環境的確認是必須的，而最初始的量體階段設計需要搭配日光，風，雨水等自然環境的考量來輔助設計，我們以 Autodesk Vasari 來做為量體階段的測試與參考。

### 一. 基地與地形建置

1. 首先需要確認地理位置，將基地地址輸入以獲得當地氣象資料。

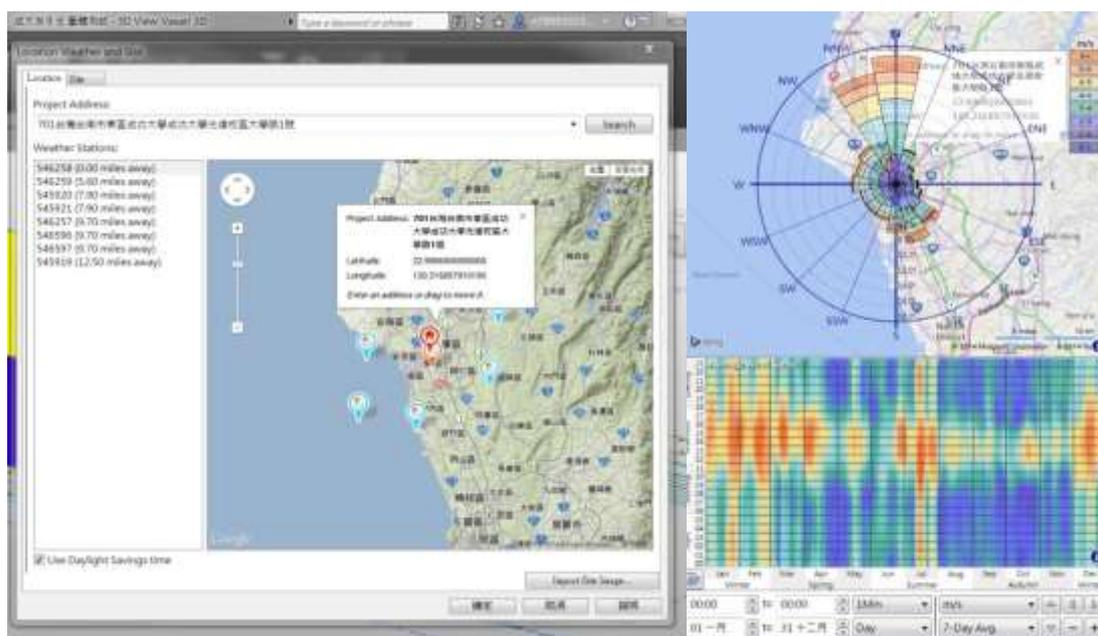


圖 5-7：基地位置與氣象資料確認(圖片來源：本計畫繪製)

2. 將基地週圍環境較為重要的量體繪製，以確認光線與通風的相對關係。

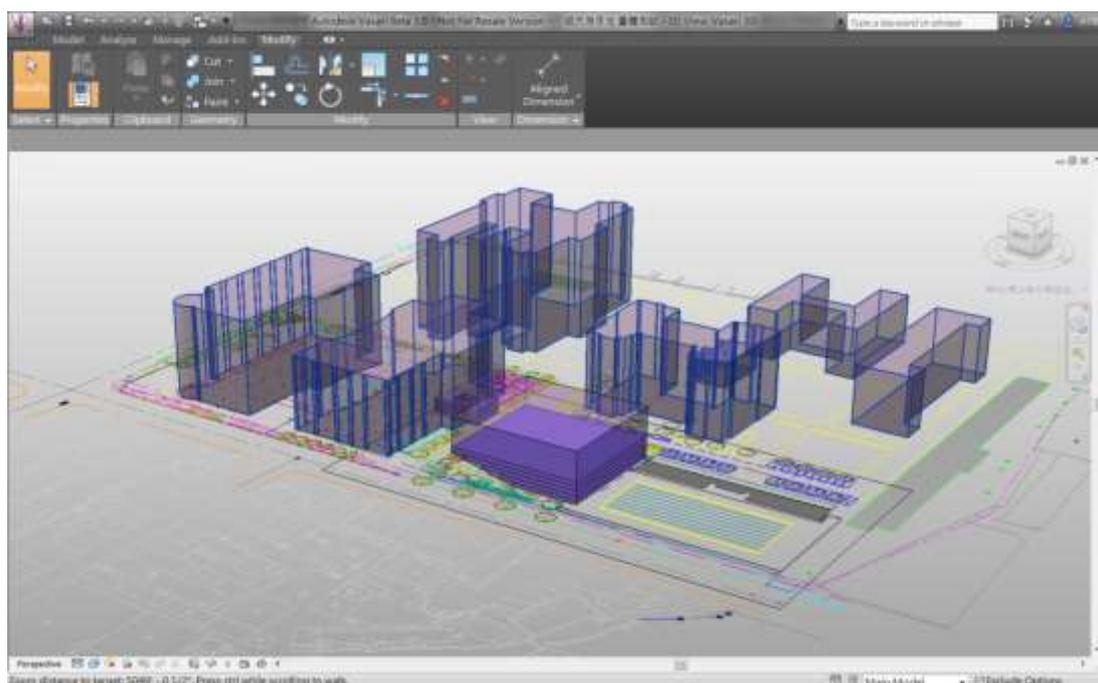


圖 5-8：基地環境都市量體建置(圖片來源：本計畫繪製)

3. 測試通風與光線的交互關係，進行量體的修改與變化。

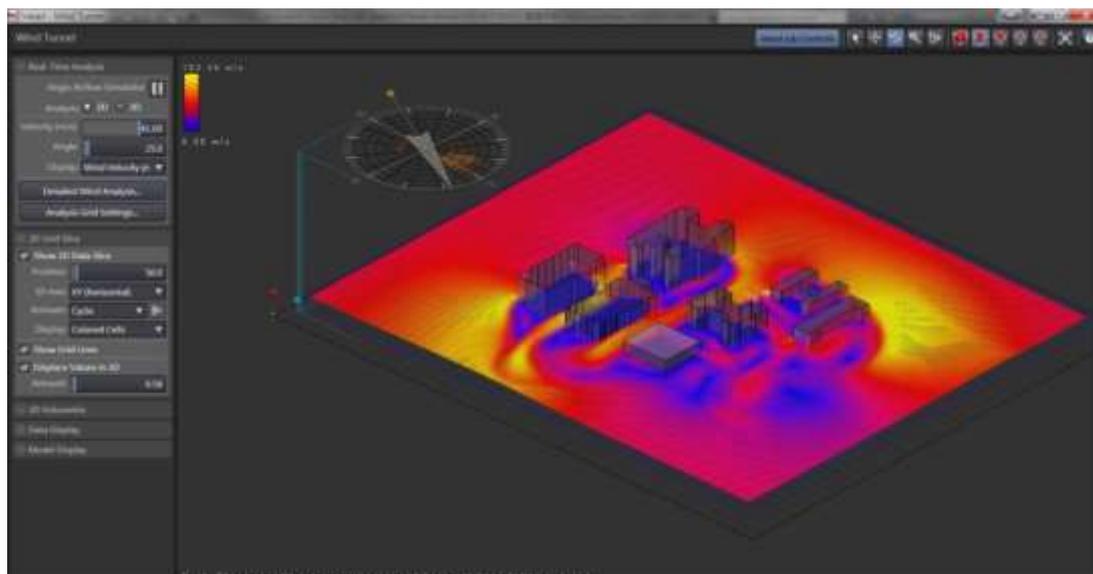


圖 5-9：風向與風速測試(圖片來源：本計畫繪製)

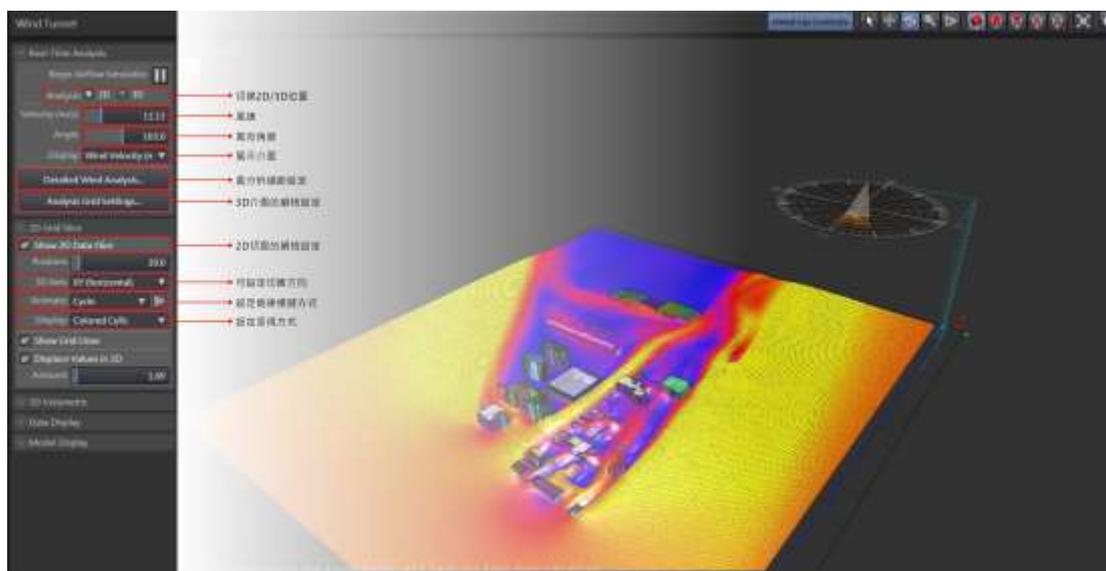


圖 5-10：風速與風壓操作面版-2D 介面(圖片來源：本計畫繪製)

在 2D 與 3D 的介面轉換中，可根據需求來加以設定所需觀察的介面，2D 環境可自由選擇切面觀察風影響的立面導流板的效果，而 3D 介面可深入至開窗內部的風流走向等模擬參考圖面。

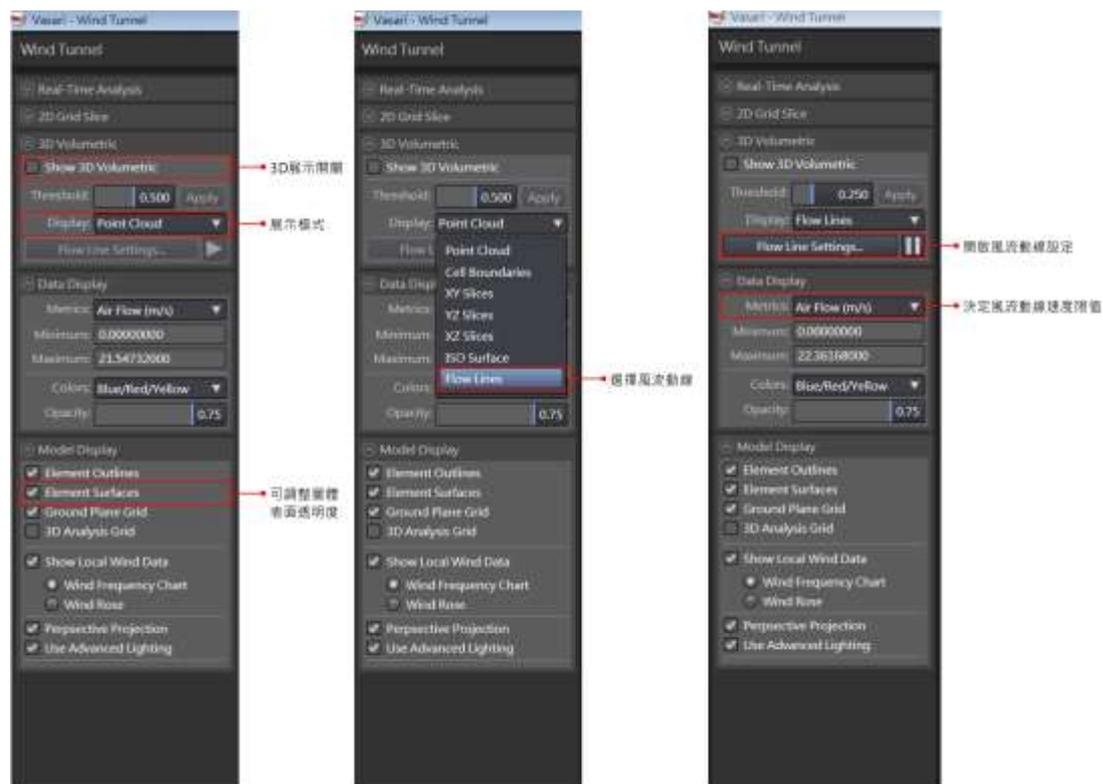


圖 5-11：風流動線測試操作面版-3D 介面(圖片來源：本計畫繪製)

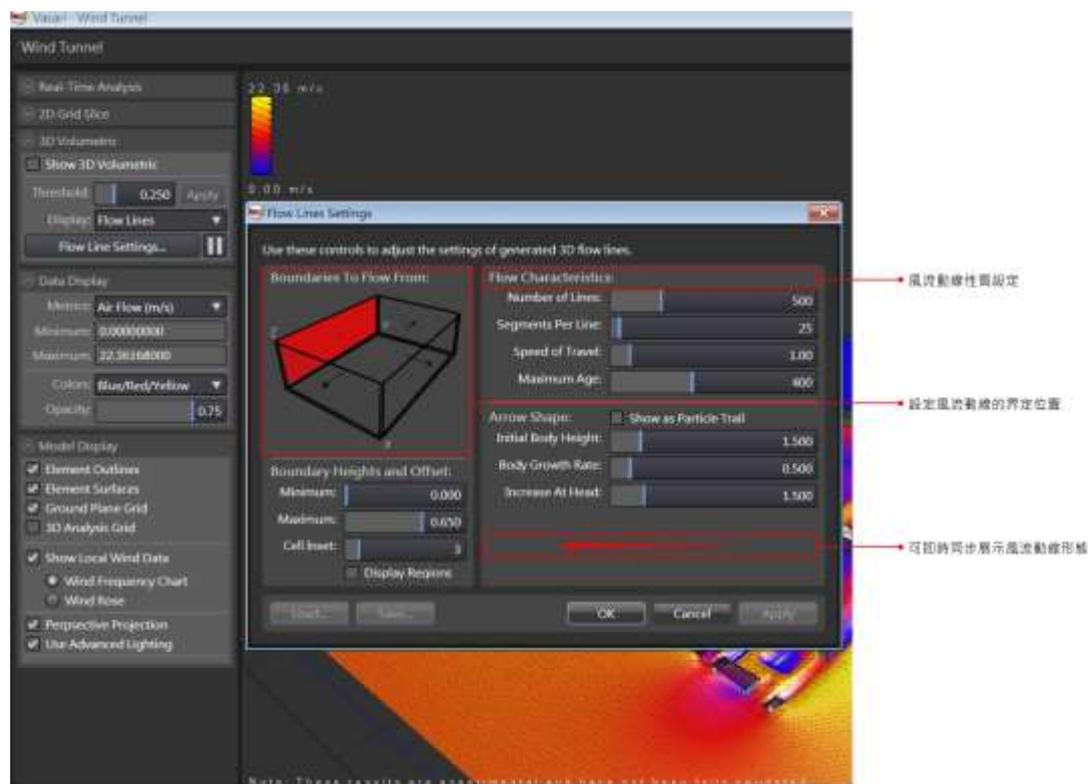


圖 5-12：風流動線測試操作面版-3D 介面(圖片來源：本計畫繪製)

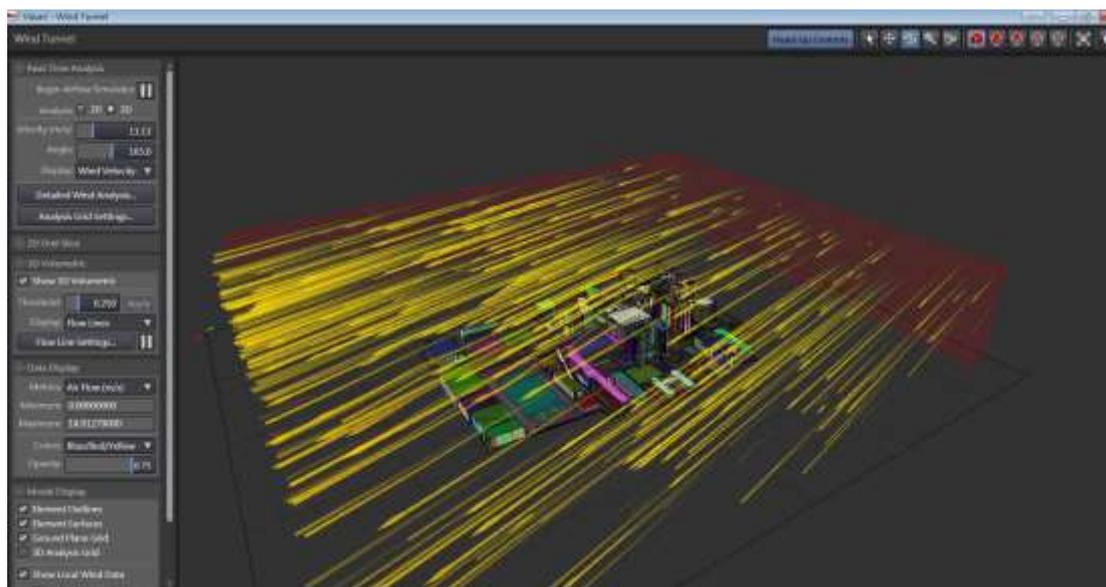


圖 5-13：風流動線測試與調整（圖片來源：本計畫繪製）

在光線與熱輻射的測試面版中，搭配實際時間點的陽光輻射模擬，以判斷各個立面所受到的輻射熱，並且根據熱輻射的結果調整立面的開口區域與開窗尺寸。

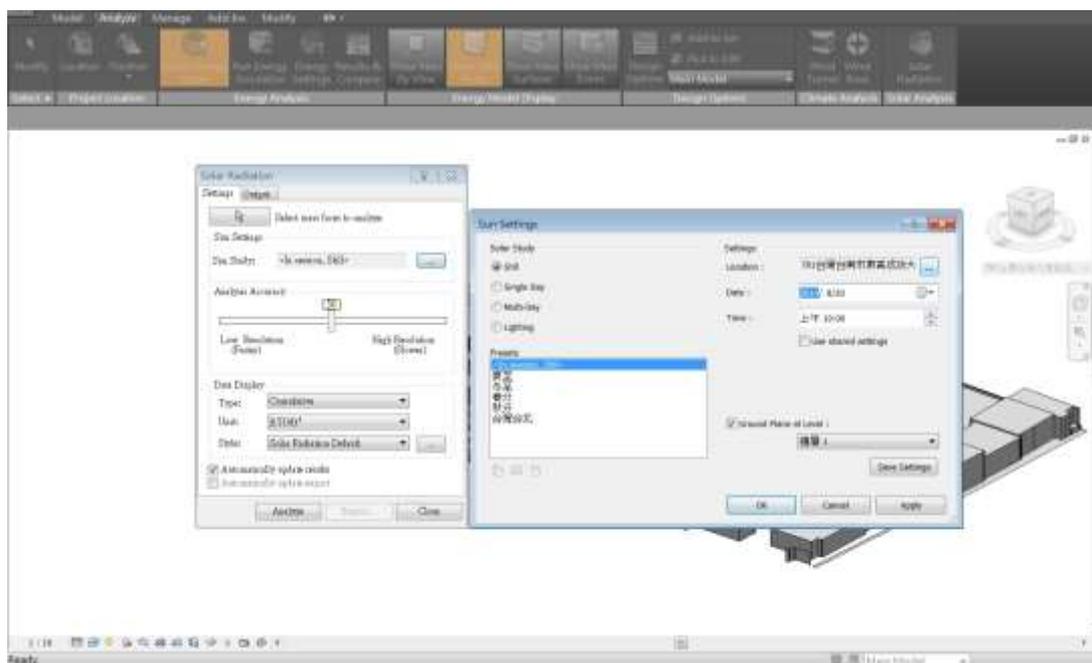


圖 5-14：在操作面版中以實際時間模擬光線與熱輻射的區域位置(圖片來源：本計畫繪製)

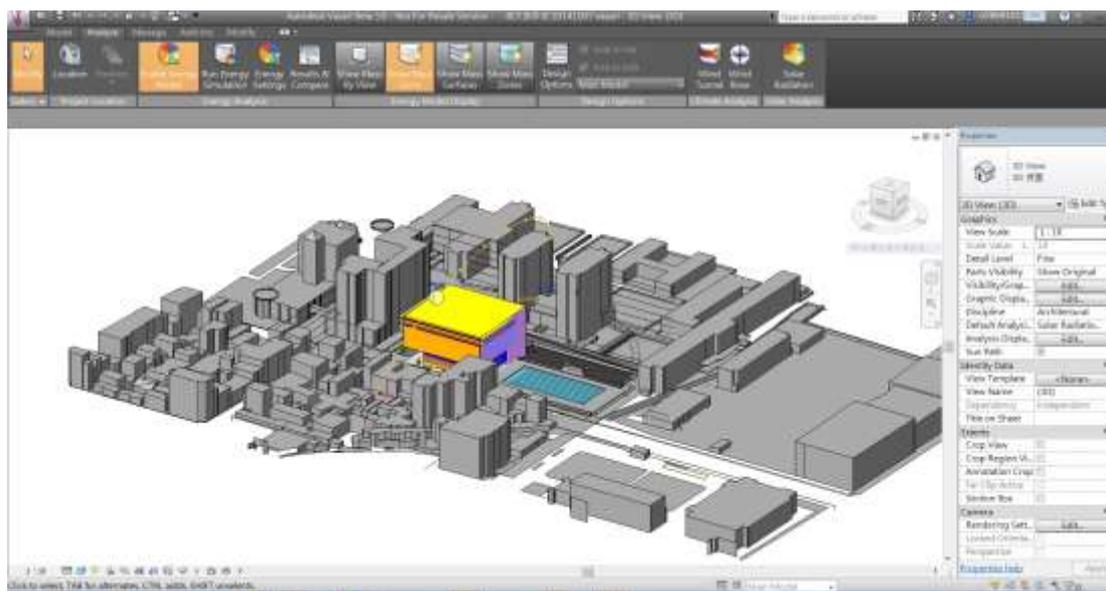


圖 5-15：光線與熱輻射立面調整(圖片來源：本計畫繪製)

#### 4. 依據現況環境分析進行討論與量體修正

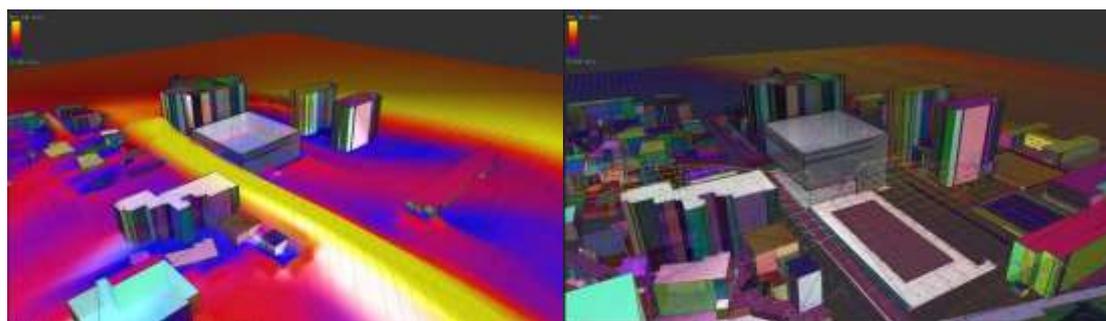


圖 5-16：建築量體測試調整(圖片來源：本計畫繪製)

#### 5. 根據 Vasari 的模擬結果，調整建築量體高度與開口位置

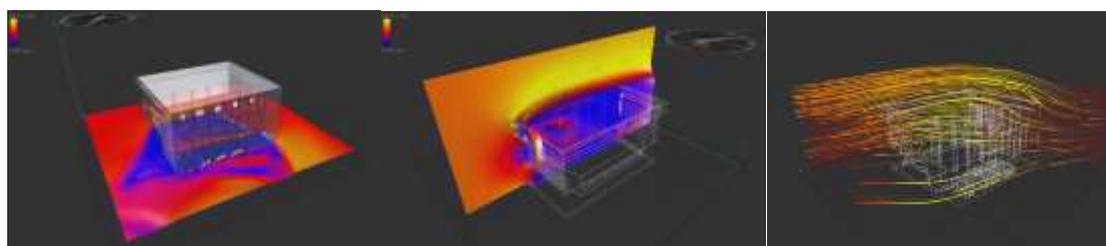


圖 5-17：建築量體根據能源分析調整相關設計(圖片來源：本計畫繪製)

## 二. 模型建置

在進入到模型建置的階段之前，運用分析軟體操作的方式可能有許多種，而進入到 BIM 模型建置軟體的階段中可分為兩類型，分別為初期階段已確立 BIM 專案小組及設計團隊與初期階段為競圖選案的類型，但是不論哪一種類型的模型建置都可以運用設計團隊足夠的建築經驗來預估建築設計中的資訊輸入等可能性，從建築設計常用的設計方式決定各種發展，本操作係以平立面規劃做為初始階段進行建模，再進而與節能分析軟體交互分析確認發展。

1. 根據量體分析軟體的測試，設定基地位置與方位，確定概略高層高度，設定作業環境與單位等格式，並將設計草圖（平面圖 CAD 檔或平面圖 Sketch）依樓層高度匯入至軟體中，進行平面圖對接與高層鎖定。

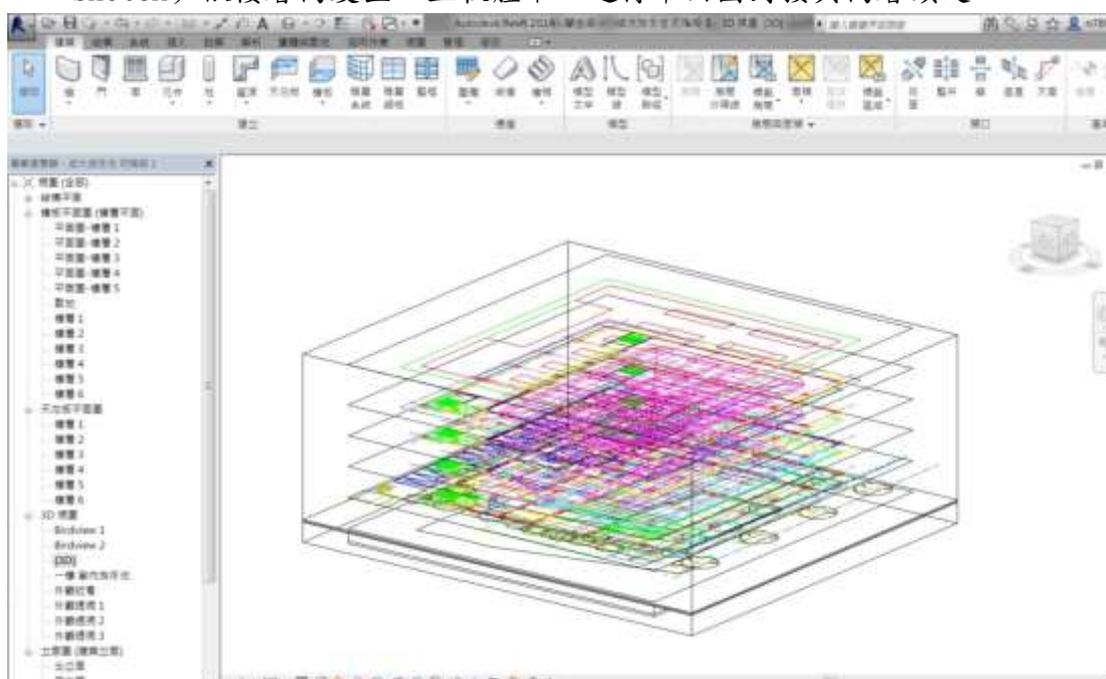


圖 5-18：高層設定與圖檔匯入(圖片來源：本計畫繪製)

2. 在工作環境設定完成後，依照草圖的圖面開始進行圖面繪製，進行平面立面的模型建立，並在過程中選擇適當的族群與材質對應。在工作的狀態下可能有以下兩種情況：
  - (1) 依設計團隊的設計習慣或手法暫時決定材料與可能施工手法進行建模，
  - (2) 先以預設族群建立模型，最後再改變材料與細節(此舉容易使 BIM 淪為建模工具，雖然表面上省略了步驟，但反而會讓之後的建模工作與資訊轉換提高複雜度)。



圖 5-19：模型建置過程(圖片來源：本計畫繪製)



圖 5-20：材料性質與族群設定(圖片來源：本計畫繪製)

在變更設計的階段中，本操作過程將有可能重複數次，並且依據量體與能源分析等修改而有所變化。不過此操作過程所累積的族群與材質資訊可不斷重複使用，並成為事務所專屬的資料庫，有助於未來建築設計事務所進行更加詳細的資訊保留與轉換功能。

### 第三節 探討 BIM 在建築（節能分析）的應用與操作

台灣因屬於亞熱帶氣候，隔熱優先的外遮陽裝置為設計的主軸，而台灣的法規依據建築物的類型以因應外殼節能措施，因此外部遮陽與建築節能的關係密切，本操作案例為游泳池，屬於學校與大型空間類型，因此主要節能分析重點為 AWSG(平均日射取得量)，在能源分析的過程中，搭配原有量體與概念設計的反覆確認，以達到設計與節能的平衡點，並能依據節能分析軟體以加強建築設計團隊的工作效率。

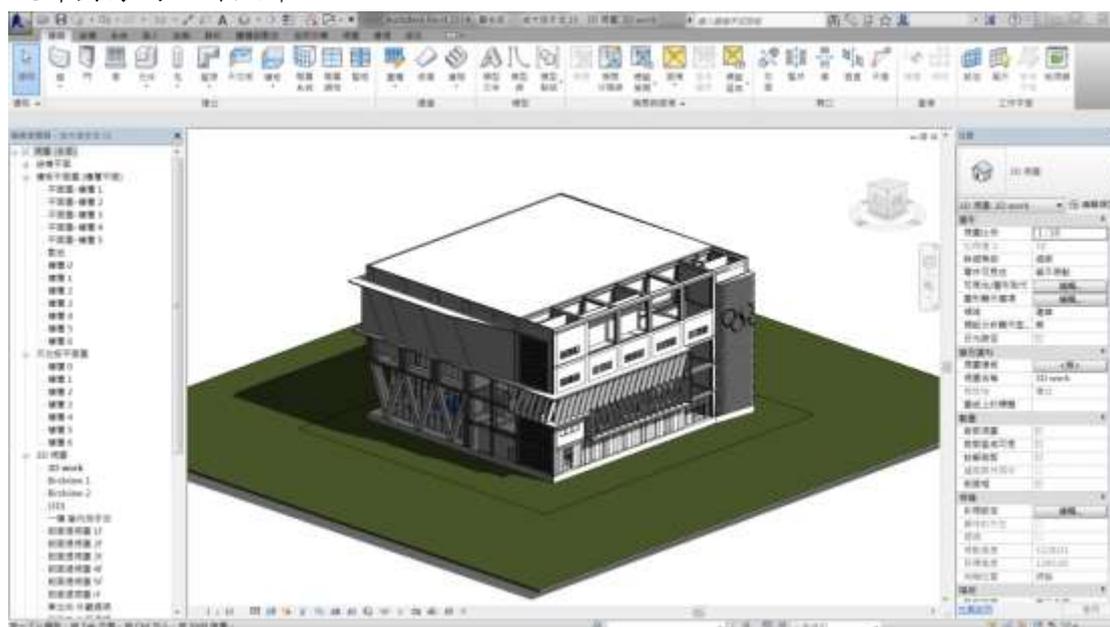


圖 5-21：模型建置變更設計階段性過程(圖片來源：本計畫繪製)

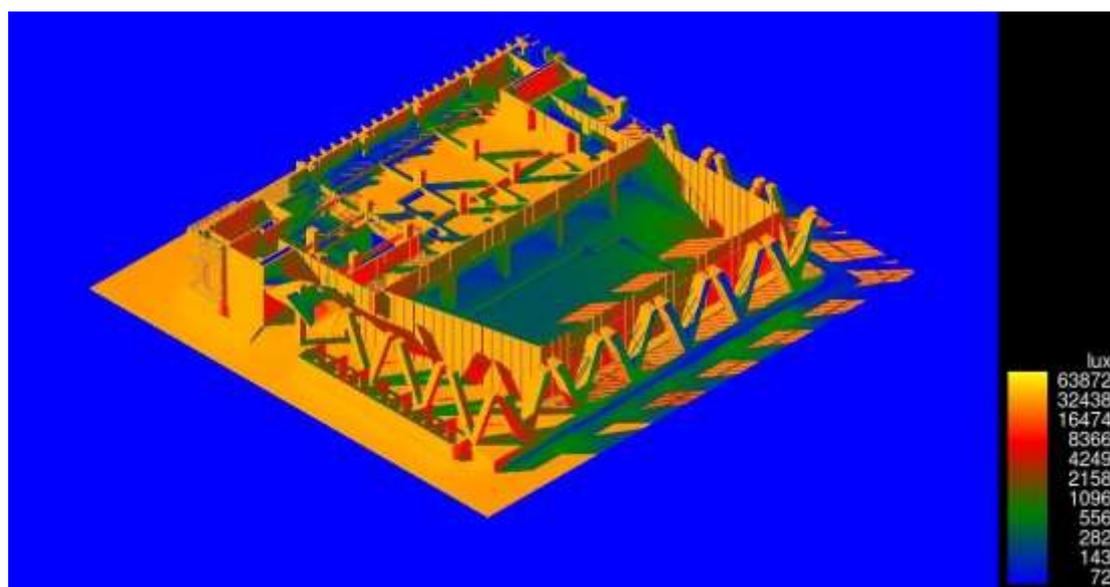


圖 5-22：建築耗能分析過程(圖片來源：本計畫繪製)



<樓板明細表>							
A	B	C	D	E	F	G	H
樓層	面積	體積	預估週齡體積	類型	數量	傳熱係數(U)	功能
樓層 1	3034.51 m <sup>2</sup>	6069.02 m <sup>3</sup>		樓板 - 200cm	1		室內
樓層 3	2270.03 m <sup>2</sup>	567.51 m <sup>3</sup>		樓板 - 25cm	1		室內
樓層 5	2100.95 m <sup>2</sup>	525.24 m <sup>3</sup>		樓板 - 25cm	1		室內
樓層 1	412.81 m <sup>2</sup>	825.62 m <sup>3</sup>		水池 - 200cm	1		室內
樓層 1	3825.16 m <sup>2</sup>	956.29 m <sup>3</sup>		樓板 - 25cm	1		室內
樓層 4	2539.95 m <sup>2</sup>	634.99 m <sup>3</sup>		樓板 - 25cm	1		室內
樓層 6	1720.53 m <sup>2</sup>	430.13 m <sup>3</sup>		樓板 - 25cm	1		室內
樓層 1	272029.58 m <sup>2</sup>	108811.83 m <sup>3</sup>		樓板 - 40cm	1		室內
樓層 2	997.22 m <sup>2</sup>	249.30 m <sup>3</sup>		樓板 - 25cm	1		室內
樓層 6	349.22 m <sup>2</sup>	87.30 m <sup>3</sup>		樓板 - 25cm	1		室內
樓層 6	205.99 m <sup>2</sup>	51.50 m <sup>3</sup>		樓板 - 25cm	1		室內

圖 5-24：自動計算建築面積資訊(圖片來源：本計畫繪製)

本計劃運用外掛程式置入軟體中，並且導入綠建築規範計算式，將參數輸入於軟體當中，以族群性質取得判斷數值，輔助建築設計團隊進行設計參考資料，並運用表單資料提供直覺式調整與修改。


The screenshot shows a spreadsheet titled "<AWSG (窗面之日射取得量) = Σ (Ki x Ai x IHKi x w". The columns are labeled A through G. The rows list different window types and their corresponding values for area, solar radiation coefficient, and other parameters.

A	B	C	D	E	F	G
窗面?	AWSG = Σ AWSGi / Σ Ai	AWSGi (各開口日得率)	開口類型	Ki (玻璃係數比)	Ai (開口面積)	IHKi (中央日射)
落地	7.083333	85	A05_AWSG窗_垂直	0.85	12	200
落地	7.083333	85	A05_AWSG窗_垂直	0.85	12	200
落地	7.083333	85	A05_AWSG窗_垂直	0.85	12	200
落地	7.083333	85	A05_AWSG窗_垂直	0.85	12	200
落地	7.083333	85	A05_AWSG窗_垂直	0.85	12	200
落地	7.083333	85	A05_AWSG窗_垂直	0.85	12	200
落地	1.487179	87	A05_AWSG窗_垂直	0.87	58.5	200
落地	0.850982	87	A05_AWSG窗_垂直	0.87	133.644	200
落地	66	100.92	A04_AWSG窗_格子	0.33	1.62	200
落地	66	100.92	A04_AWSG窗_格子	0.33	1.62	200
落地	66	100.92	A04_AWSG窗_格子	0.33	1.62	200
落地	66	100.92	A04_AWSG窗_格子	0.33	1.62	200
落地	66	100.92	A04_AWSG窗_格子	0.33	1.62	200
落地	124	334.8	A03_AWSG窗_水平	0.62	2.7	200

圖 5-25：建築外殼資訊提交過程(圖片來源：本計畫繪製)

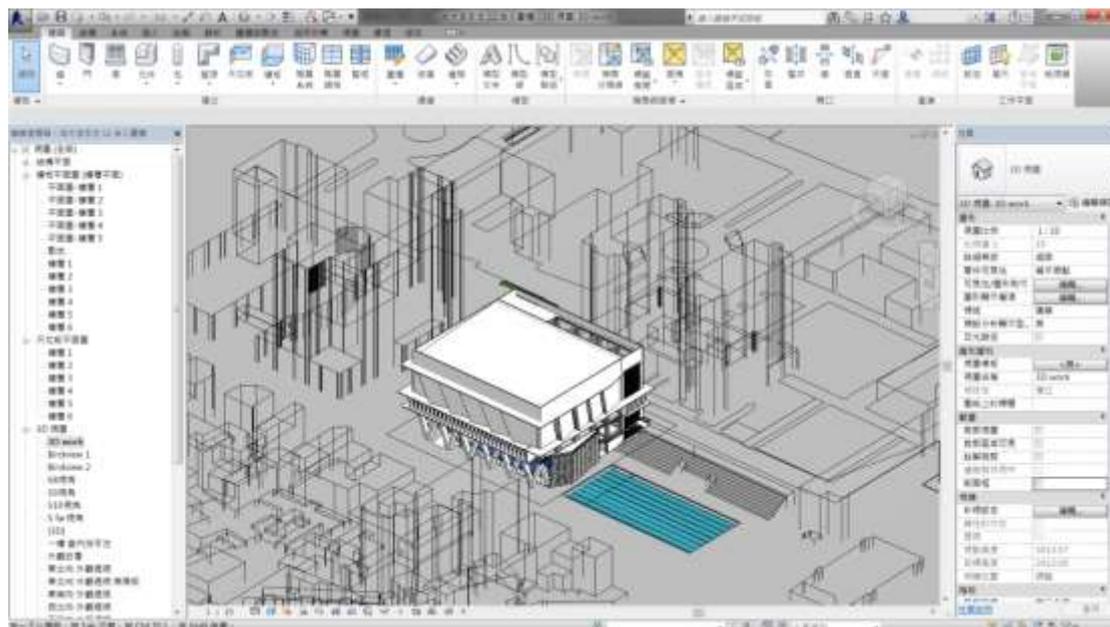


圖 5-26：階段性建模過程(圖片來源：本計畫繪製)

在設計過程中，對於模型的光線模擬以及空間感輔助過程中，藉由 Autodesk 所開發的 Cloud360 可提高設計者判斷空間外部光環境與內部空間實際光線入光度與燈具光通量等狀況，並且大幅度提高建築設計者於過往彩現圖說所耗費的時間（Cloud360 可雲端彩現，並可減低電腦硬體高規格的耗損及運作時間。），同時可詳列表格以表示雲端分析的節能分析成果，以確認是否達到專案的原訂目標。

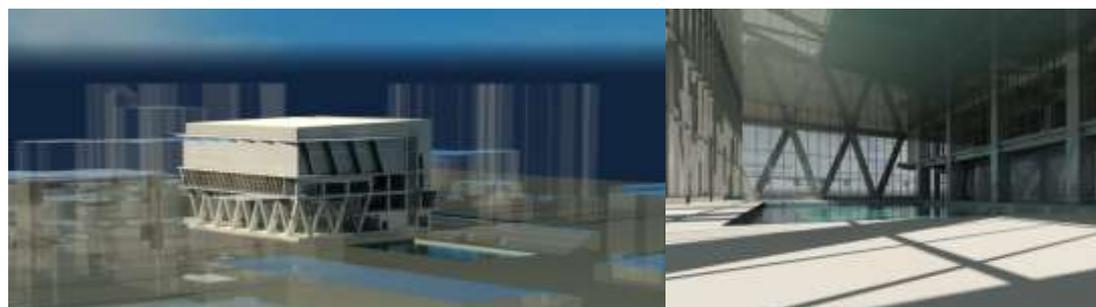


圖 5-27：階段性建模過程 雲端彩現成果(圖片來源：本計畫繪製)

在經過多次的變更設計與修改，待業主確認設計後，即可進一步繪製成施工圖說，將模型資訊與族群解析，在軟體中直接萃取資訊列入施工圖說，整理裝訂後繳交給業主進行公開招標與廠商比價。BIM 模型在業主確定得標施工廠商，設計團隊再與施工團隊進行模型資訊交換，進行施工討論與管線和結構碰撞測試，以掌握建築施工進度與經費控管。

## 第六章 IDM 資訊交付手冊

### 第一節 資訊交付手冊與節能步驟

IDM(Information Delivery Manual)資訊交付手冊，其用途是在 BIM 整合流程中扮演腳本的角色，明確定義各單位在階段發展的過程中所需要交換的資訊及文件，提高溝通效率，避免不必要的成本消耗。

IDM 包含四個部分，過程圖(Process Map)、功能構件(Functional Parts)、交換需求(Exchange Requirement)、概念單元(Concepts)(buildingSMART, 2012)，過程圖透過 BPMN(Business Process Modeling Notation)的流程建模語言建立，可以詳細描述單位間的行為及資訊的流動(Eastman, 2010)，而交換需求可分為模型交換(Exchange Models)及非模型的物件交換(Exchange Objects)。

本研究針對不同用途需求、不同設計團隊組合的特化，以及最基本的國內綠建築專章或標章等更為本土的綠建築設計程序，發展不同類型的 IDM 流程，提供建築事務所參考相關軟體轉換所需資訊，並且研究如何從不同軟體格式中萃取所需資料，有效保存與避免遺失相關資料。

本研究實際操作案例之成大游泳池 IDM 如下圖所示：

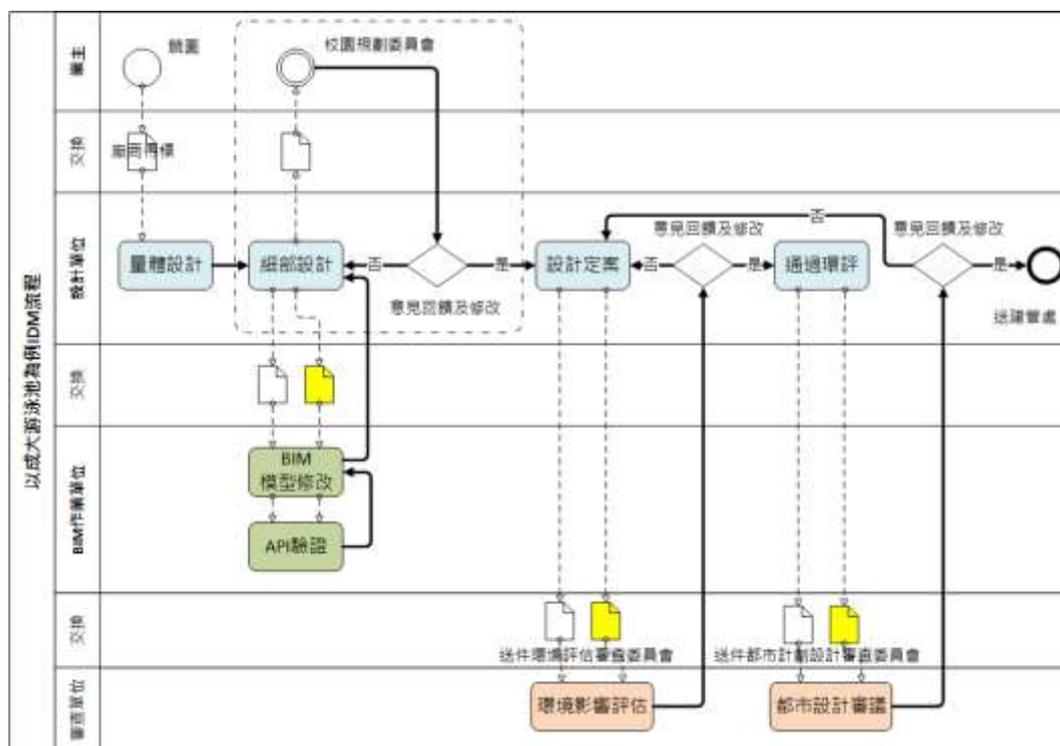


圖 6-1：以成大游泳池為例 IDM 圖說(圖片來源：本計畫繪製)

## 第二節 資訊交付內容說明與概述

### 一、基本設計階段

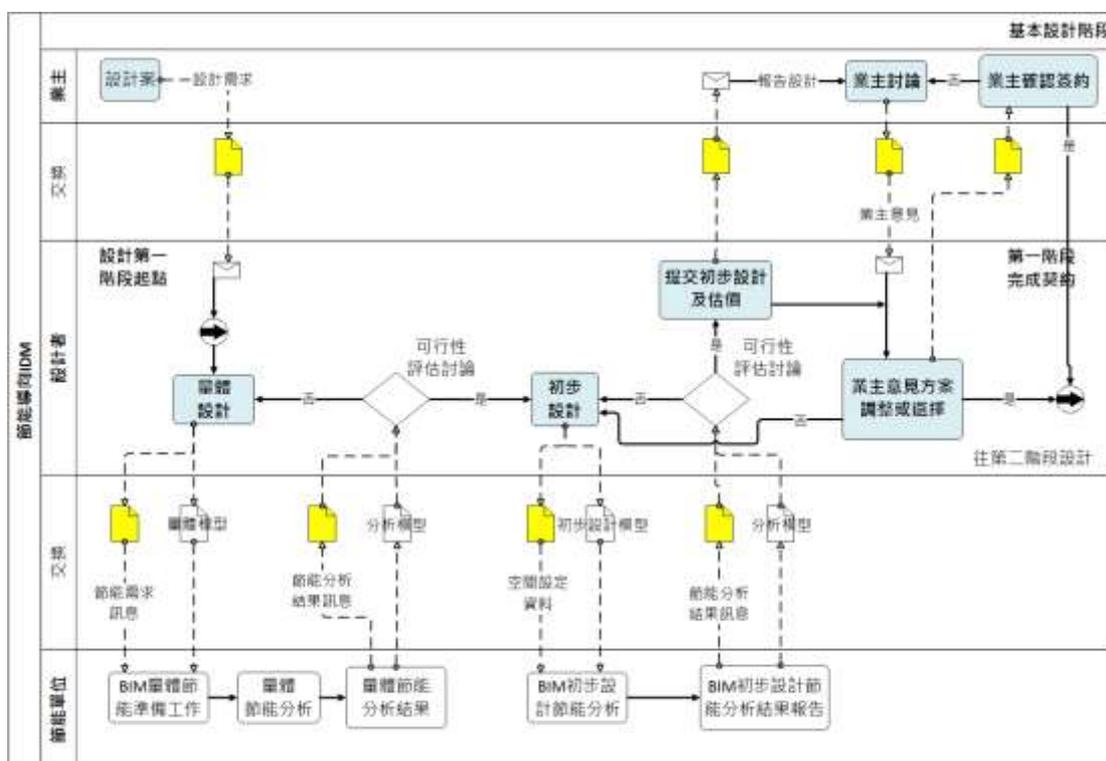


圖 6-2：基本設計階段-節能導向 IDM(圖片來源：本計畫繪製)

如上圖 IDM 所示，其目的在於節能導向，因此在基本設計階段，各工作單位區分為業主、設計單位、節能單位：

1. 首先由業主提出構想，設計單位接收資訊之後將構想轉換成設計需求，接著進行量體設計及方案選擇。
2. 選定某個方案之後，提供資訊及模型給節能單位，而節能單位則從設計需求中找出影響節能考量的因素，透過耗能模擬軟體或 API 外掛程式進行分析。
3. 設計單位召開可行性評估討論會議，從節能單位所提供的建議與模型中選出採納的項目或是需要修改的部分。
4. 第一次評估通過之後，設計單位進行初步設計，再交由節能單位分析，重複此步驟直到定案之後，由設計單位向業主報告。
5. 與業主討論之後，設計單位整理業主意見，再將意見導回設計模型裡，進行以上的循環，再交由業主確認之後，定案簽約，量體階段以前的決定就不再更動，接著就可以延續此階段的結果，交付往進階設計發展。

## 於基本設計階段之交換需求描述：

表 6-1：業主交付給設計師之交換需求(本研究製表)

基本設計階段，業主交付給設計師之交換需求				
訊息種類	資訊需求	必要需求	可選擇	交換格式
專案	設計構想	◎		文字
	預算成本	◎		文字
	節能需求		◎	文字
基地	基地位置	◎		文字
	基地地形		◎	照片
	周遭植栽		◎	照片
建築	建築形式		◎	圖像
	空間機能	◎		文字

表 6-2：設計單位交付給節能單位之交換需求(本研究製表)

基本設計階段，設計單位交付給節能單位之交換需求				
訊息種類	資訊需求	必要需求	可選擇	交換格式
專案	設計規模	◎		文字
	預算成本		◎	文字
	節能需求	◎		文字
	其他需求		◎	其他
基地	基地位置	◎		圖像
	基地地形	◎		BIM Model/IFC/Dwg
	周遭植栽	◎		圖像
	周圍建築情形	◎		BIM Model/IFC/Dwg
	氣候條件	◎		圖像/文字
建築	基本 BIM 模型	◎		BIM Model/IFC/gbXML
	建築外殼	◎		BIM Model/IFC/gbXML

## 二、細部設計階段

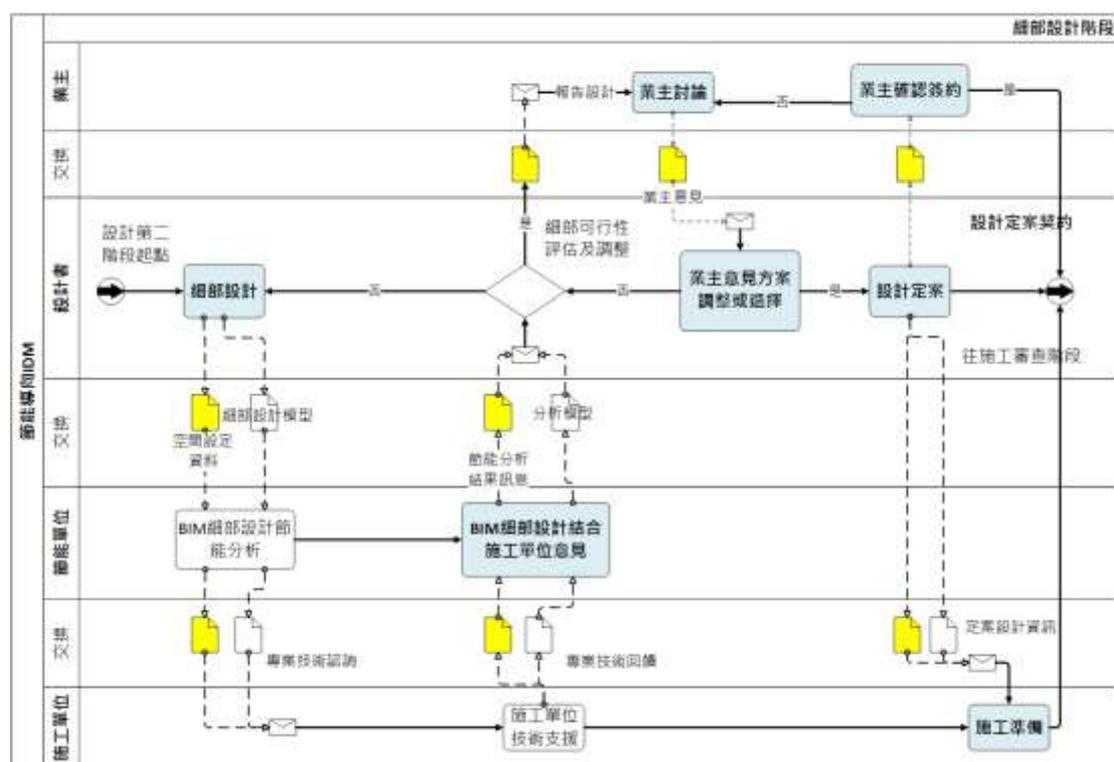


圖 6-3：細部設計階段-節能導向 IDM(圖片來源：本計畫繪製)

確認進入細部設計階段之後，施工單位也加入 IDM 流程裡參與意見交換，因此此階段的單位有業主、設計單位、節能單位、施工單位：

1. 由設計單位開始進行細部設計，完成之後將空間設定資料及細部設計模型交由節能單位，而節能單位則向施工單位諮詢細部資訊。
2. 施工單位根據設計單位或是節能單位提供的空間設定資料及細部設計模型安排 MEP 系統，再將 MEP 資訊回傳給節能單位，由節能單位整理之後回傳結果給設計單位。
3. 設計單位根據節能單位的結果召開細部可行性評估與調整會議，其內容應該要符合一開始業主所設定需求，通過之後再向業主報告設計。
4. 設計單位再根據業主意見作方案調整或確定，確定之後再與業主簽定設計定案契約，同時也讓施工單位開始準備施工事前準備。
5. 完成設計定案契約及施工準備的同時，也準備進入審查施工階段。

## 於細部設計階段之交換需求描述：

表 6-3：設計單位交付給節能單位之交換需求(本研究製表)

細部設計階段，設計單位交付給節能單位之交換需求				
訊息種類	資訊需求	必要需求	可選擇	交換格式
專案	設計規模	◎		文字
	預算成本		◎	文字
	節能需求	◎		文字
基地	空間機能設定	◎		圖像
	基地位置	◎		圖像
	基地地形	◎		BIM Model/IFC/gbXML
	周遭植栽	◎		圖像
	周圍建築情形	◎		BIM Model/IFC/gbXML
	氣候條件	◎		圖像/文字
	建築	細部 BIM 模型	◎	
	建築外殼形式	◎		BIM Model/IFC/gbXML
	MEP 系統設計	◎		BIM Model/IFC/gbXML

表 6-4：設計師交付給業主之交換需求(本研究製表)

細部設計階段，設計師交付給業主之交換需求				
訊息種類	資訊需求	必要需求	可選擇	交換格式
專案	設計發展	◎		圖像
	成本估算	◎		文字
	節能計算結果	◎		文字
基地	基地處理方式	◎		圖像
	基地地形		◎	照片
	周遭植栽		◎	照片
建築	建築形式	◎		圖像
	空間機能確認	◎		文字
	MEP 系統之討論	◎		圖像

### 第三節 探討 API 於 IDM 資訊交付手冊之影響

#### 一、基本設計階段

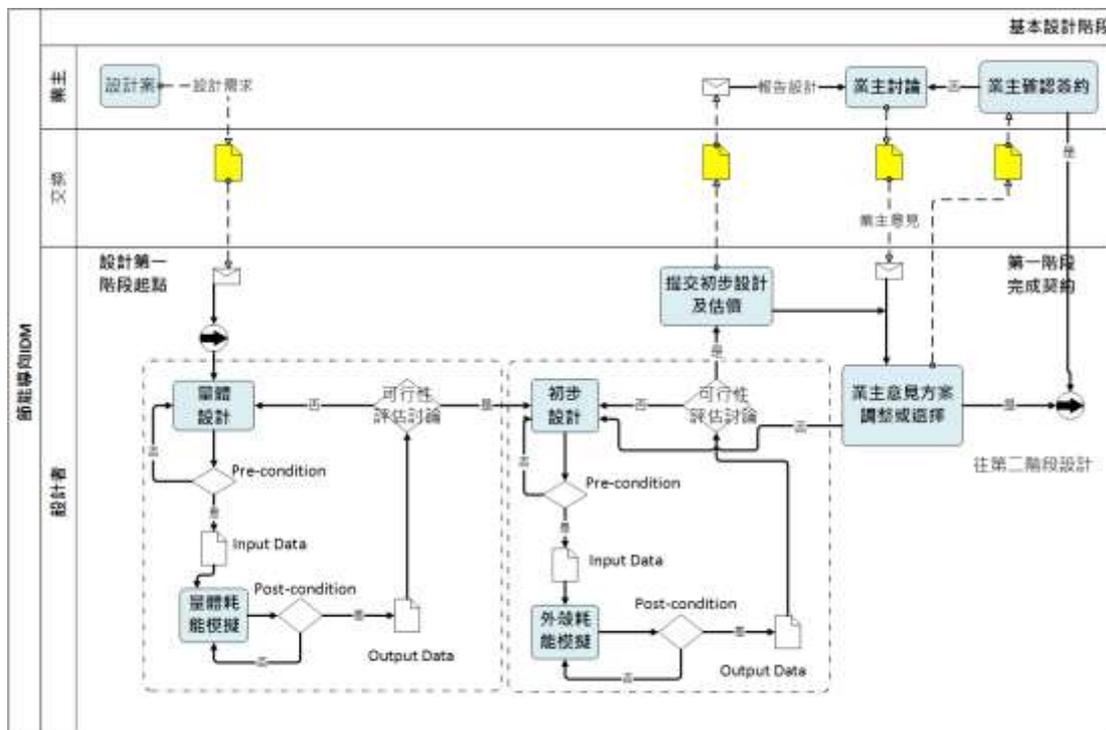


圖 6-4：基本設計階段(API)-節能導向 IDM(圖片來源：本計畫繪製)

上圖為 API 於基本設計階段內之 IDM 流程，其單位僅有業主及設計單位：

1. 業主提出構想之後，交由設計單位轉換成需要的資訊。
2. 設計單位根據設計需求設計量體方案，事先設定好需要的規格及資料(Pre-condition)，確認項目正確之後，透過 API 外掛程式來即時運算量體耗能。
3. API 即時運算之後將相關資訊(Post-condition)回傳給設計單位，可行性評估通過之後接著進行初步設計，且延續先前設定好的規格及資料，再進入第二次的 API 外殼耗能評估。
4. 初步設計的 API 評估通過之後將方案資訊交付給業主，與業主討論之後進行方案調整或更改。
5. 方案確認之後再與業主簽訂合約，準備進入進階設計階段。

## 二、細部設計階段

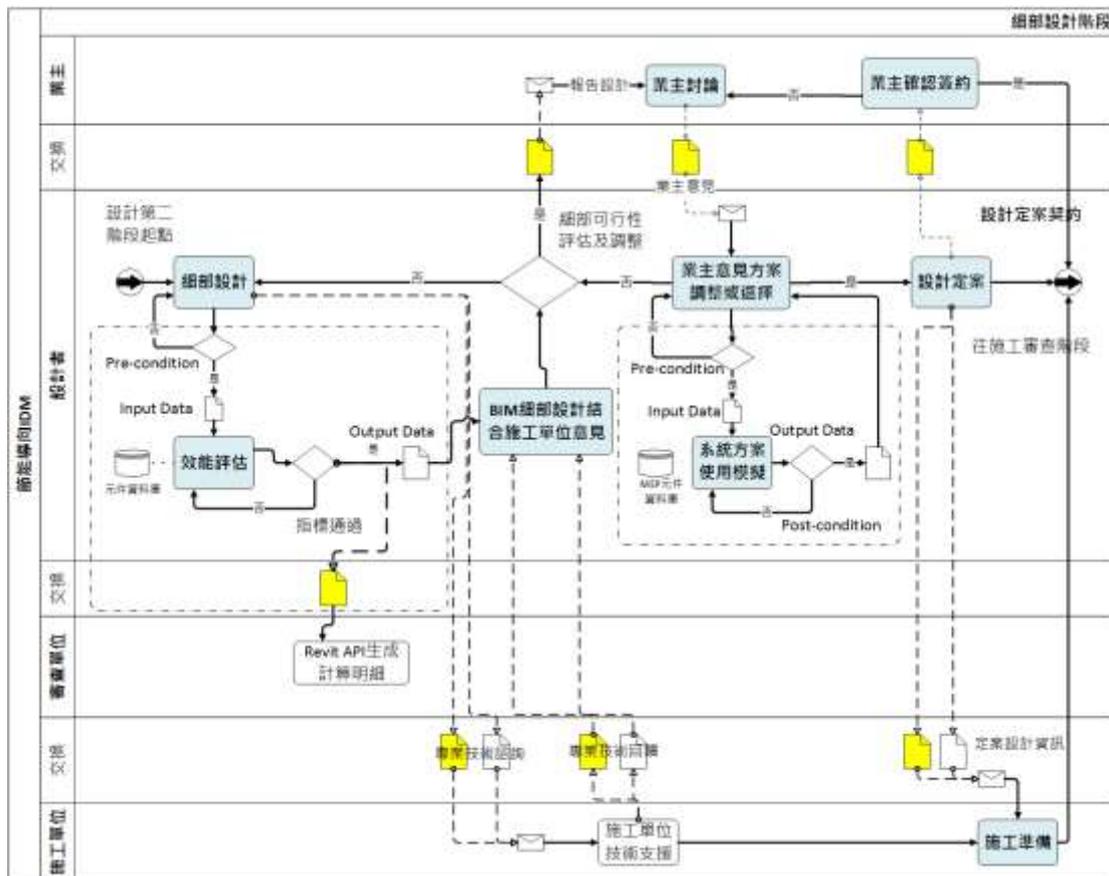


圖 6-5：細部設計階段(API)-節能導向 IDM(圖片來源：本計畫繪製)

進入細部設計階段之後，施工單位也需要加入 IDM 流程裡參與意見交換，此階段的單位有業主、設計單位、施工單位：

1. 由設計單位開始進行細部設計，同時延續先前的設定，將空間設定資料及細部設計模型，進行效能模擬，同時向施工單位諮詢細部資訊。
2. 施工單位根據設計單位提供的空間設定資料及細部設計模型安排 MEP 系統，再將 MEP 資訊回傳給設計單位。
3. 設計單位根據結果召開細部可行性評估與調整會議，其內容應該要符合一開始業主所設定需求，通過之後再向業主報告設計。
4. 設計單位再根據業主意見作方案調整或確定，調整的時候透過 API 連結設計單位的 MEP 資料庫，即時獲得成本更改資訊及 API 系統方案使用模擬評估內容，確定之後再與業主簽定設計定案契約，同時也讓施工單位開始準備施工事前準備。
5. 完成設計定案契約及施工準備的同時也準備進入審查施工階段。



## 第七章 國內綠建築指標的 BIM 應用

### 第一節 國內綠建築指標 EEWB 概述

#### 一、 EEWB 概述

國內的「綠建築評估系統」(EEWB)包含「生態」、「節能」、「減廢」、「健康」等四個部分，其下再細分的九項指標中，「日常節能」及「水資源」為二項必要指標。「日常節能指標」的評估重點包含建築外殼節能、通風狀況、空調效率及照明效率等。

以 BIM 來輔助綠建築設計或效能評估，可用於二種階段的設計工作：(1)於基本設計階段，針對建築量體或建築草模進行效能評估；(2)於細部設計階段的法規備審作業，依照法條公式進行合法性檢討。本計畫所研擬的 API 功能，適用於細部設計階段(圖 7-1)，針對已經確定量體形式及牆面開口的建築設計方案，依照法規公式進行合法性評估、修改設計細部，最後能自動製作標章備審文件。

本計畫所開發的 API (Application Programming Interface, 應用程式介面) 是運行於 Autodesk Revit Architecture 建模軟體上。Autodesk 公司的 Revit 平台為目前國內外的營建產業最廣泛使用的 BIM 平台，能整合許多套裝軟體，有許多來自原廠提供或由開發者社群建置的元件模型庫(Family library)及軟體開發套件(Software development kit)。

業界在 Revit 平台下藉由開發 API 來延伸軟體功能，有以下目的：取得 BIM 模型中的圖形物件資料、取得 BIM 模型中的模型物件資料、創建或編輯模型元素、建置自動化程式來完成重複性工作、整合外部應用程式或資料庫、運行各種效能分析、自動化建立專案文件。本計畫以 C# 程式語言來編寫 Revit API，發展一個能輔助綠建築審查的 Revit 外掛程式。

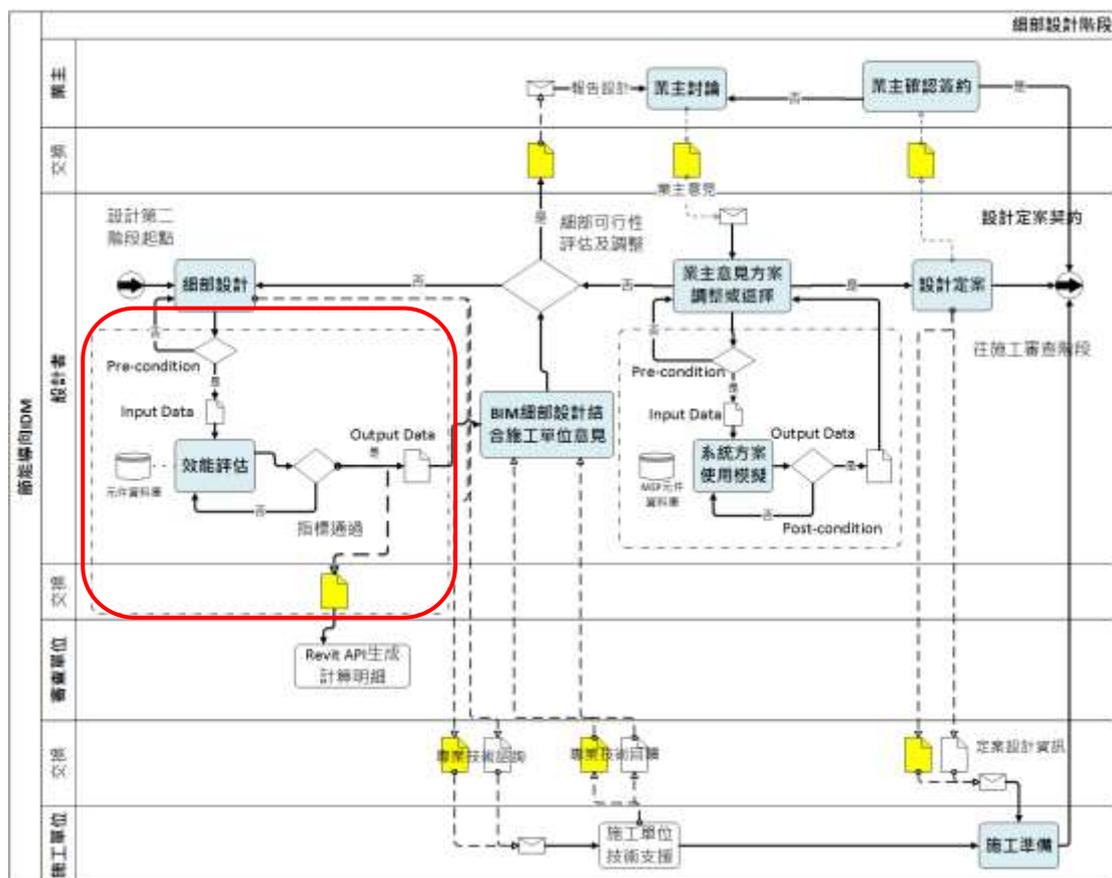


圖 7-1：紅框部分為本計畫擬實作之 API，在專案資訊交換過程中所據有的環節(圖片來源：本計畫繪製)

## 二、 綠建築標章輔助軟體

政府或學界已有開發過幾種綠建築應用程式，供建築產業使用，希望能提升綠建築標章送審流程、準備文件、公式計算、預先評估之效率。如：內政部營建署所開發之綠建築電子化評估系統、中華民國全國建築師公會執行的綠建築評估系統軟體開發研究計畫、成大林憲德教授所研發的建築能源評估程式 BEEP 系統。建築能源評估程式 BEEP 系統(Building Energy Evaluation Program)，可以用來輔助建築師快速計算外殼耗能量，協助建築師準備評審資料，程式內部之公式計算依據為建築技術規則設計施工篇-綠建築基準，程式內部包含幾種常用建築建材的資訊(材質構成、構造類型、材質係數、熱傳導係數)設計單位可藉由程式界面的分頁引導，把建築專案資訊(位置、方位等)、材料資訊、開口資訊，逐步填入相關欄位，再由程式自動統計，最後生成相關報表，以協助標章文件之送審工作。

現有的法規輔助軟體，大多未與設計階段所用之繪圖軟體結合，必須透過手動輸入尺寸、方位、材料、面積劃分等相關數值。以設計軟體所繪製的設計圖面，仍需藉由人員在圖面上進行尺寸量測，重新以手動輸入法規計算軟體中，軟體無法自動從圖面上擷取幾何資訊，各種面積劃分、構建尺寸、開窗尺寸，都必須經由使用者自行量測再手動輸入。這些軟體較少探討資訊視覺化的介面設計，無法運用較佳的視覺化界面來呈現統計結果，各項統計資訊均成為表格上的統計數字，與建築設計者的圖像化思考有不同，如果能直接從圖面上看到改變，將數值視覺化，應該更能協助建築師作為設計考量的依據。

### 三、 軟體 API 系統功能發展方向

本計畫依照訪談專家的建議、既有輔助軟體的不足、建築設計業務的特性，本計畫 API 之系統功能規劃，有以下要點：

- **能自動從模型中擷取幾何數據**

國內現有的綠建築法規輔助軟體，大多無法自行擷取模型上的幾何數據，必須先由人員手動輸入建築構件的尺寸數據，如開窗尺寸，才能由程式依這些尺寸進行統計。許多幾何數據之間有連動關係，例如：開窗之高度與寬度，會影響開窗面積的數值，當設計變更導致幾何數值改變，這些必須同時更新的數據與公式計算就會造成人力負擔。本 API 擬自動在建築模型中取得構件的幾何屬性，進行自動計算。當模型的元件有所變更，這些數據也會同時改變。

- **與原生建模軟體結合**

在一個原生的設計建模軟體中增設一個輔助介面，能省除轉檔步驟，直接將設計階段所建置的建築專案模型檔案，用於效能分析或法規分析，可以免除跨平台或不同軟體之間的檔案格式轉換步驟。在同一個建模平台下發展 API，能使建築物在設計階段就能看見結果，即時進行修正。

- **效能資訊視覺化**

現有的 API 外掛的功能，可以將構造元件的屬性，轉換為視覺化的圖像，不同數值透過不同顏色顯示，如果我們能讓 AWSG 分析數據視覺化，即時在不同的開口處看到差異，如此一來，設計師便能在第一時間調整設計，避免繁複的文件往來過程，也增進了工作的效率。

## 第二節 EEWH 指標之可資訊化分析

### 一、EEWH 各項指標之資訊化可行性

本研究用以下幾個分類項目，來探討 EEWH 各項指標是否在 BIM 軟體中進行自動化評估。

1. 難以直接量化：

指標評定項目所需要的內容，無法直接從模型取得，必須仰賴人為判斷或專家審查。

2. 與面積計算相關：

許多指標與面積計算有關係，如：總綠地面積比、自然護岸等。

3. 萃取基本元件屬性：

指標評定項目所需要的內容，可以從 BIM 模型中的物件，擷取長度、材質、類型等屬性。許多指標評定項目所需要的內容，可以直接使用 Revit 中的基本物件來定義，不需另行定義特殊物件。可以透過在基本物件的註解欄位中進行註記，再由 Revit API 來擷取資料或配合 Revit 明細表來連結元件資訊。

4. 配合公定元件庫：

某些與綠建築評估相關的設備，有特定規格，或元件內部需要特定的屬性資料，設備本身具有特定規格。

5. 需要用 API 來進行幾何處理：

有幾個指標項目需要運用較複雜的電腦程式，來對建築模型的幾何形狀進行處理：

- 日常節能指標中，建築外殼節能評估分類，之窗面平均日射取得量 (AWSG) 的計算。
- 二氧化碳減項指標中，平立面形狀之判斷。
- 室內環境指標中，光環境分類之自然採光性能 (NL) 之計算，及通風換氣環境分類中自然通風潛力 (VP)。

6. 於專案資訊中，輸入外部資料：部分指標內容需要的資訊，屬於建築層級的資訊，如：建築類型、建築總面積，這些資訊可以在 BIM 或 Revit 軟體中的專案設定選項中進行設定。

表 7-1：EEWH 九大指標各分類項目之自動評估可行性分析表(本研究製表)

表格為本研究製作，指標項目參照：綠建築評估手冊-基本型 (EEWH-BC) 2015 年版

指標名稱	大分類	小分類	難以直接量化	面積計算相關	萃取元件屬性	配合公定元件	幾何處理程式	配合專案資料
	專案資訊	建築名稱、基地地號						●
		基地用地屬性、法定建蔽率						●
		建築使用類型						●
		構造類型			●			
		地上樓層數、地下樓層數			●			
		基地面積、建築面積、建蔽率		●				
		總樓地板面積、容積率		●				
生物多樣化指標 RS1	指標基準值 BDC	基地區位屬性 Ax		●				
	生態綠網	總綠地面積比 Ga		●				
		立體綠網		●				
		生物廊道		●				
	小生物棲地	水域生物棲地	自然護岸		●			
			生態小島		●			
		綠塊生物棲地	混合密林		●			
			雜生灌木草原		●			
		多孔隙生物棲地	生態邊坡圍牆		●			
			濃縮自然		●			
	植物多樣性	喬木歧異度 SDIt				●		
		原生或誘鳥誘蟲植物採用比例 ra				●		
		複層綠化採用比例				●		
	土壤生態	表土保護		●				
		有機園藝、自然農法		●				
		廚餘堆肥		●				
		落葉堆肥		●				
	照明光害	路燈炫光			●			
		鄰地投光、閃光			●			
		建築物頂層投光(天空輝光防制)			●			
	生物移動障礙	廣場或停車障礙			●			
		道路沿線障礙		●				
		橫越道路障礙		●				
綠化量指標 RS2	植物 CO <sub>2</sub> 固定量 Gi					●		
	植物栽種面積 Ai	栽種間距、樹冠投影、栽種面積		●		●		
	生態綠化優待係數 α	原生或誘鳥植物採用比例 ra				●		
	綠化設計值 TCO <sub>2</sub>			●				
	綠化基準值 TCO <sub>2</sub> c			●			●	
基地保水指標 RS3	原土地保水量			●			●	
	常用基地保水	綠地、被覆地、草溝保水量		●				
		透水鋪面設計保水量		●				
		花園土壤雨水截流設計保水量		●				

	特殊保水設計	儲集滲透空地或景觀儲集滲透水池設計保水量		●				
		地下礫石滲透儲集保水量		●				
		滲透排水管設計保水量			●			
		滲透陰井保水量				●		
		滲透側溝保水量			●	●		
	基地保水基準值						●	
日常節能 指標 RS4	建築外殼節能	水平透光開窗日射遮蔽			●		●	●
		玻璃可見光反射率			●			
		屋頂平均傳透率			●		●	
		外殼節能效率			●		●	●
	空調系統	中央空調		●		●		●
		個別空調		●		●		
	照明系統	燈具效率係數 IER				●		
		主要作業空間照明功率係數 IDR		●		●	●	
相關節能作法		●						
CO <sub>2</sub> 減量指 標 RS5	舊結構再利用率		●					
	形狀係數	平面形狀	平面規則性				●	
			平面長寬比				●	
			樓板挑空率				●	
		立面形狀	立面退縮				●	
			立面出挑				●	
			層高均等性				●	
	輕量化係數	載重項目	主結構體			●		
			隔間牆			●		
			外牆			●		
衛浴						●		
RC、SRC 構造混凝土減量					●			
非金屬建材使用率				●				
耐久化係數		●						
廢棄物減 量指標 RS6	工程不平衡土方比				●			
	施工廢棄物比例				●			
	拆除廢棄物比例	●			●			
	施工空氣汙染比例	●						
室內環境 指標 RS7	音環境	外牆、分界			●			
		窗			●			
		樓板			●			
	光環境	自然採光	玻璃透光性			●		
			自然採光性能 NL	●		●	●	
	通風換氣環境	人工照明	防眩光設施面積			●	●	
			自然通風潛力 VP	●		●	●	
	室內建材裝修	全年空調型	整體室內裝修率	●				
綠建材使用率			●					
生態建材使用優惠			●					
水資源指 標 RS8	基地水資源資料						●	
	水資源指標計算式				●			

BIM 導入台灣綠建築設計案例實作研究

	自來水替代率評估項目	自來水替代水量		●				
		建築類別總用水量		●				●
		自來水替代率		●				●
		雨水貯集槽				●		
汗水垃圾改善指標RS9	汗水指標查核		●					
	垃圾指標查核		●					

### 第三節 開發軟體 API 程式之系統架構

#### 一、Autodesk Revit 平台之物件資料結構

建築物的 BIM 模型是一種以物件導向技術為基礎的建築模型資料庫，資料庫內容包含：三度空間資訊、材料資訊、法規資訊、交換標準、元件分類資訊等。一個建築物的 BIM 模型，可以視為許多小型建築構件模型的集合，這些小型建築元件模型的資料建構方式，影響了整體建築模型的資料品質。用於 BIM 專案中的元件模型，內部資料結構必須以標準化方式建構，使元件資訊能在設計、施工、營運等各階段被正確轉換。本研究擬針對國內綠建築標章的規範內容，建立可用於法規評估之標準元件庫。

在 Revit 平台中，圖形元素(Element)分為：模型元素、草圖元素、視圖元素、群組元素、標註元素、與專案資訊元素等六種。這些圖形元素都源自於族群物件(Family)，一個族群物件可再向下細分為多種族群類型(Family Symbol)。不論族群物件或族群類型，都只是抽象的物件分類或幾何組態，這些族群類型都必須以族群例證(Family Instance)的方式置入模型中，才能使該種族群成為一個模型中的實體元素。以族群為基礎的 Revit 圖形元素其分層關係如表 7-2 所示。

表 7-2：以族群為基礎的 Revit 圖形元素，有以上幾個分層(本研究製表)

構件品類 (Category)	建築構造的主要分類
族群物件 (Family)	預先以族群設計樣板設定好的族群物件組態
族群類型 (Family Symbol)	一族群物件可依照不同屬性，再向下細分成多個類型
族群例證 (Family Instance)	例證為族群之實體物件，不同實體物件可以歸屬自同一種族群

模型元素(Model Element)指的建築專案模型中的實體構造物件。模型元素的族群分為二大類:

- **系統族群 (System Family):**

由 Revit 所預定的系統族群所產生的例證物件。模型的主要元素(Host Element)，可以被其他模型所依附，例如:Wall、Roof、Ceiling、Floor 等。

- **一般元件族群 (Component Family):**

一般元件族群所產生的例證物件，可由使用者自行在 Revit 平台下的族群編輯器中，預先為該種物件設定幾何組態及相關參數，再載入 Revit Architecture 專案模型中。Revit 平台中，一般元件族群的檔案可隨建築專案模型的.RVT 檔一併儲存，也可以另行保存為.RFA 格式的檔案。

族群物件是由一系列參數所定義，族群參數紀錄了該物件的各種資訊，如幾何尺寸、材料屬性、插入位置、模型面向、辨識碼、分類屬性等，這些參數資訊是為建築資訊模型技術的基礎。族群參數可在族群編輯器中進行設置，參數與參數之間可以具有連動關係，依照前提操作條件自動更新相關參數。族群參數可以與外部的資料庫進行連結，依照給定條件自動檢索相關數值，也能夠藉由外部 API 程式進行資料擷取及資料整合。

## 二、 Revit 平台之 API 基本程式模塊

### 1. 篩選元素(Element Filtering)

Revit Api 中的 FilteredElementCollector 的類物件，可用篩選與迭代 (Filtering and Iteration) 的演算方式，依序搜索模型的每一個元素，若元素符合標準則加入選取集中，可建立一套元素套篩選集合。

表 7-3：API 篩選元素程式碼片段(本研究製表)

功能與目的	
以物件類型來篩選物件，選出模型中類型為"內建窗(OST_Windows)"的物件	
外部應用指令-根據品類篩選物件	
01	<code>using Autodesk.Revit.ApplicationServices;</code>
02	<code>using Autodesk.Revit.Attributes;</code>
03	<code>using Autodesk.Revit.DB;</code>
04	<code>using Autodesk.Revit.UI;</code>
05	<code>using Autodesk.Revit.UI.Selection;</code>
06	<code>using System.Collections.Generic;</code>
07	<code>using System.Linq;</code>
08	
09	<code>namespace RevitApi.Awsg</code>
10	<code>{</code>
11	<code>    [Transaction(TransactionMode.Manual)]</code>
12	<code>    public class FilterElementByCategory : IExternalCommand</code>
13	<code>    {</code>
14	<code>        public Result Execute(ExternalCommandData commandData, ref string message, ElementSet elements)</code>
15	<code>        {</code>
16	<code>            UIApplication uiApp = commandData.Application;</code>
17	<code>            UIDocument uiDoc = uiApp.ActiveUIDocument;</code>
18	<code>            Application _app = uiApp.Application;</code>
19	<code>            Document _doc = uiDoc.Document;</code>
20	<code>            // 預先宣告一個選取集合，設定用於本文件中</code>
21	<code>            Selection selection = uiDoc.Selection;</code>
22	<code>            // 建立一個收集器，作用於本文件中</code>
23	<code>            FilteredElementCollector collector = new FilteredElementCollector(_doc);</code>
24	
25	<code>            // 設定此收集器，以例證層級進行物件篩選</code>
26	<code>            collector = collector.OfClass(typeof(FamilyInstance));</code>
27	<code>            collector = collector.OfCategory(BuiltInCategory.OST_Windows);</code>
28	<code>            IList&lt;Element&gt; WindowsList = collector.ToList&lt;Element&gt;();</code>
29	
30	<code>            // 在模型中執行選取，把表列中的元件以亮顯方式呈現在模型中</code>
31	<code>            foreach (Element elem in WindowsList) { selection.Elements.Add(elem); }</code>
32	
33	<code>            return Result.Succeeded;</code>
34	<code>        }</code>
35	<code>    }</code>
36	<code>}</code>

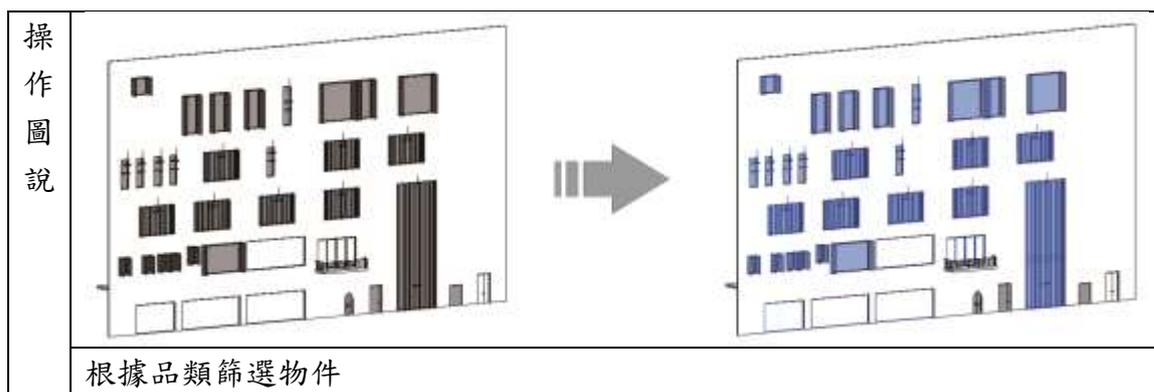
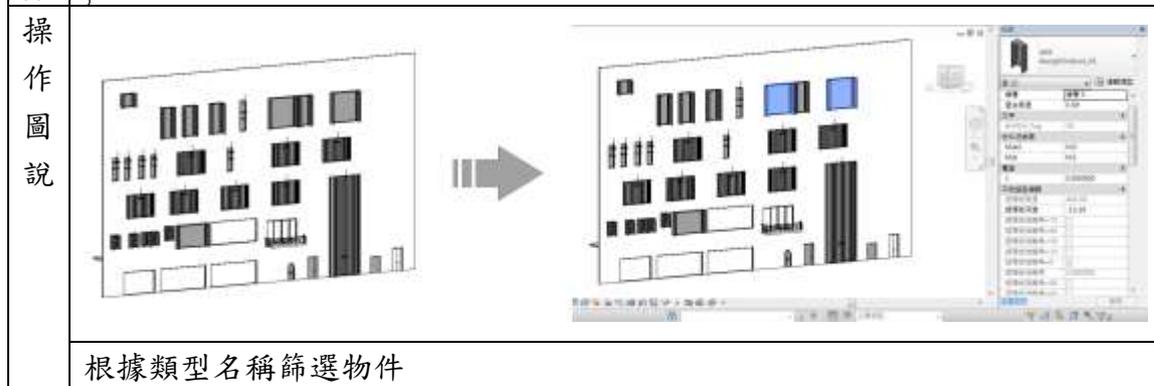


表 7-4：API 篩選元素程式碼片段(本研究製表)

功能與目的	
以物件類型來篩選物件，選出物件的子類型名稱符合"特定名稱"者	
外部應用指令-根據類型名稱篩選物件	
<pre> 01 using Autodesk.Revit.ApplicationServices; 02 using Autodesk.Revit.Attributes; 03 using Autodesk.Revit.DB; 04 using Autodesk.Revit.UI; 05 using Autodesk.Revit.UI.Selection; 06 using System.Collections.Generic; 07 using System.Linq; 08 09 namespace RevitApi.Awsg 10 { 11     [Transaction(TransactionMode.Manual)] 12     public class FilterElementByTypeName : IExternalCommand 13     { 14         public Result Execute(ExternalCommandData commandData, ref string message, ElementSet elements) 15         { 16             UIApplication uiApp = commandData.Application; 17             UIDocument uiDoc = uiApp.ActiveUIDocument; 18             Application _app = uiApp.Application; 19             Document _doc = uiDoc.Document; 20             // 預先宣告一個選取集合，設定用於本文件中 21             Selection selection = uiDoc.Selection; 22 23             // 建立一個收集器，作用於本文件中 24             FilteredElementCollector collector = new FilteredElementCollector(_doc); 25             // 設定此收集器，以例證層級進行物件篩選 26             collector = collector.OfClass(typeof(FamilyInstance)); 27             // 以Linq語法查詢收集器中的元件，找出物件的子類型名稱符合"特定名稱"者 28             var query = from element in collector where element.Name == "AwsGWindow_01" select element; 29             IList&lt;Element&gt; WindowsList = query.ToList&lt;Element&gt;(); 30             // 在模型中執行選取，把表列中的元件以亮顯方式呈現在模型中 31             foreach (Element elem in WindowsList) { selection.Elements.Add(elem); } 32 33             return Result.Succeeded; 34         } 35     } 36 }                 </pre>	



## 2. 參數檢索(Retrieval Parameter)

在 Revit API 中，有二種方式可以檢索一物件的參數：

- 使用 Element.Parameters 方法 - 用以取得某物件的整套參數。
- 使用 Element.Paramater 方法 - 用以取得某物件的單一參數，必須以特定方式宣告。

### • 使用 Element.Parameters 方法

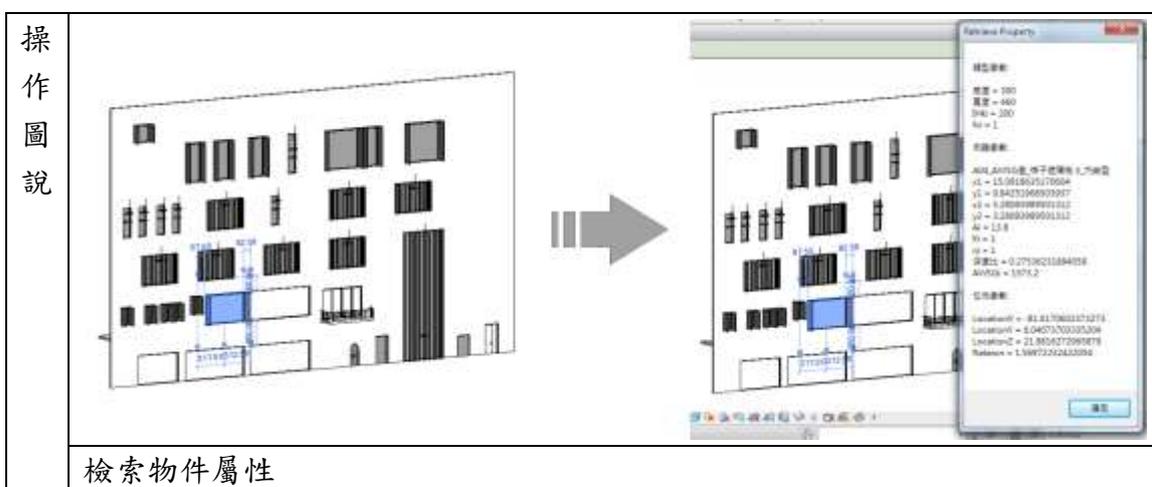
以 Parameters()方法檢索某物件的整套參數，由於一物件的各項參數可能具有不同的資料格式(StorageType)，這些資料格式可能為整數(Integer)、雙精確度之浮點數(Double)、字串(String) 或 元素識別碼(ElementId)。因此擷取整套物件參數時，必須先對原始的參數資料進行資料格式的分析。

表 7-5：API 參數檢索程式碼片段(本研究製表)

功能與目的	
檢索物件屬性，分別找出物件的類型參數、例證參數、位向參數	
外部應用指令-檢索物件屬性	
01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41	<pre> using Autodesk.Revit.ApplicationServices; using Autodesk.Revit.Attributes; using Autodesk.Revit.DB; using Autodesk.Revit.UI; using Autodesk.Revit.UI.Selection; using System.Text;  namespace RevitApi.Awsg {     [Transaction(TransactionMode.Manual)]     public class RetrieveProperty : IExternalCommand     {         public Result Execute(ExternalCommandData commandData, ref string message, ElementSet elements)         {             UIApplication uiApp = commandData.Application;             UIDocument uiDoc = uiApp.ActiveUIDocument;             Application app = uiApp.Application;             Document _doc = uiDoc.Document;             StringBuilder pStr = new StringBuilder();              // 宣告一個物件集合，傳入模型中已經被預先選取的物件             SelElementSet SelElementSet = uiDoc.Selection.Elements;             Element singleElement = null;              // 從選取集中選出一個物件進行檢索             foreach (Element element in SelElementSet) { singleElement = element; break; }              // ■以下檢索物件的類型參數             ElementId elemTypeId = singleElement.GetTypeId();             ElementType elemType = (ElementType)_doc.GetElement(elemTypeId);             string height = "null";             string width = "null";             string IHki = "null";             string fvi = "null";             foreach (Parameter param in elemType.Parameters)             {                 string name = param.Definition.Name;                 if (name.Equals("高度")    name.Equals("Height"))                     height = FeetToCentimeters(param.AsDouble()).ToString();                 else if (name.Equals("寬度")    name.Equals("Width"))                     width = FeetToCentimeters(param.AsDouble()).ToString();                 else if (name.Equals("IHki"))             </pre>

```

42         IHki = param.AsDouble().ToString();
43     else if (name.Equals("fvi"))
44         fvi = param.AsDouble().ToString();}
45     pStr.Append(
46         "類型參數:" + "\n" + "\n"
47         + "高度 = " + height + "\n"
48         + "寬度 = " + width + "\n"
49         + "IHki = " + IHki + "\n"
50         + "fvi = " + fvi + "\n"
51         + "\n");
52
53     // ■以下檢索物件的例證參數
54     var symbolFamilyName = singleElement.Name.ToString();
55     var x1 = singleElement.get_Parameter("X1").AsDouble().ToString();
56     var x2 = singleElement.get_Parameter("X2").AsDouble().ToString();
57     var y1 = singleElement.get_Parameter("Y1").AsDouble().ToString();
58     var y2 = singleElement.get_Parameter("Y2").AsDouble().ToString();
59     var Ai = singleElement.get_Parameter("Ai").AsDouble().ToString();
60     var Ki = singleElement.get_Parameter("η i").AsDouble().ToString();
61     var η i = singleElement.get_Parameter("η i").AsDouble().ToString();
62     var depthRatio = singleElement.get_Parameter("DepthRatio").AsDouble().ToString();
63     var AWSGi = singleElement.get_Parameter("AWSGi").AsDouble().ToString();
64     pStr.Append(
65         "例證參數:" + "\n" + "\n"
66         + symbolFamilyName + "\n"
67         + "x1 = " + x1 + "\n"
68         + "y1 = " + y1 + "\n"
69         + "x2 = " + x2 + "\n"
70         + "y2 = " + y2 + "\n"
71         + "Ai = " + Ai + "\n"
72         + "Ki = " + Ki + "\n"
73         + "η i = " + η i + "\n"
74         + "深度比 = " + depthRatio + "\n"
75         + "AWSGi = " + AWSGi + "\n"
76         + "\n");
77
78     // ■以下檢索物件的位向參數
79     LocationPoint elemLocation = singleElement.Location as LocationPoint; //取得位置及旋轉角
80     var LocationX = elemLocation.Point.X.ToString();
81     var LocationY = elemLocation.Point.Y.ToString();
82     var LocationZ = elemLocation.Point.Z.ToString();
83     var Rataion = elemLocation.Rotation.ToString();
84     pStr.Append(
85         "位向參數:" + "\n" + "\n"
86         + "LocationX = " + LocationX + "\n"
87         + "LocationY = " + LocationY + "\n"
88         + "LocationZ = " + LocationZ + "\n"
89         + "Rataion = " + Rataion + "\n"
90         + "\n");
91
92     System.Windows.Forms.MessageBox.Show(pStr.ToString(), "Retrieve Property");
93     return Result.Succeeded;
94 }
95 public static double? FeetToCentimeters(double? Feet) { return Feet * 30.48; }
96 }
    
```



- 使用 Element.Paramater 方法

以 Parameter()方法來取得物件的特定一項參數，有以下四種方式來指定參數：

- Parameter(BuiltInParameter) - 以內建參數的識別碼
- Parameter(String) - 以參數的名稱字串
- Parameter(Definition) - 以參數的定義
- Parameter(GUID) - 以共享參數的全局識別碼來取得共享參數

Revit 平台下所涵蓋的參數範圍高達數百項，但一個模型物件僅用到數十種，而其中與單次 API 功能相關的參數也僅有少數幾項，因此如何在眾多參數中辨別最重要的關鍵參數，是開發過程的重要工作。在 Revit API 的軟體開發套件(SDK)中，提供一個 RevitLookup 的外掛程式可以協助開發者，來檢視建築元件的參數名稱，找出與目前開發功能相關的參數。

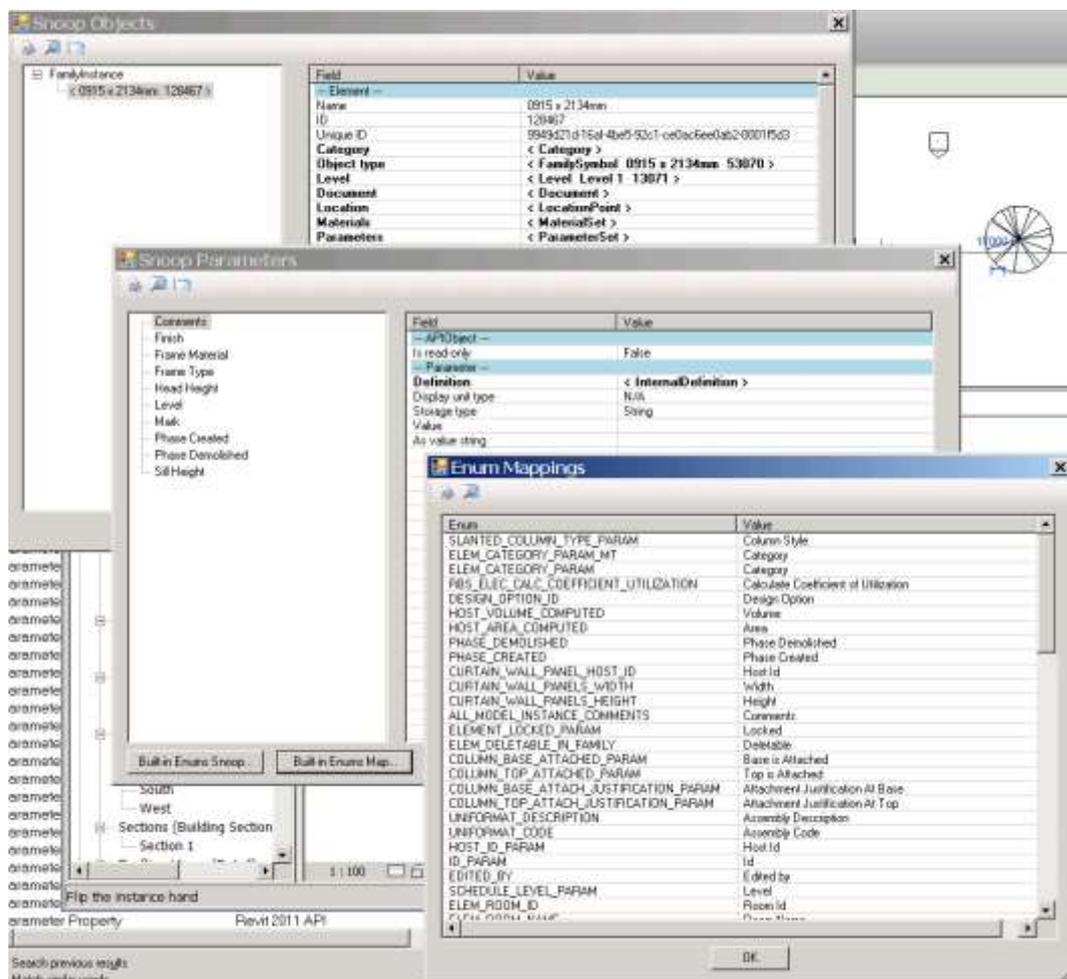


圖 7-2：藉由 RevitLookup 工具所顯示的物件內建參數(BuiltInParameter)

(圖片來源 The Revit API training material from the Revit Developer Center.

<http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/index?id=2484975&siteID=123112>)

以下程式碼，以 Element.get\_Parameter()的方法，可以直接以參數名稱字串或內建參數的識別名稱，來指定某一項所欲檢索的參數。

表 7-6：檢索某物件的單一參數程式碼片段(本研究製表)

功能與目的	
檢索某物件的單一參數	
程式碼片段	
01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36	<pre> &lt;C#&gt; public void RetrieveParameter(Element elem, string header) {     string s = string.Empty;      //宣告一個Parameter物件     Parameter param ;      //以參數的名稱字串來檢索     //檢索一個常見的物件參數-物件標記(Mark)     //若欄位非空白，則以將參數資料轉換為字串格式     param = elem.get_Parameter("Mark");     if (param != null)     {         s += "Mark (by Name) = " + ParameterToString(param) + "\n";     }      //以內建參數的識別名稱來檢索     //檢索參數: SYMBOL_FAMILY_AND_TYPE_NAMES_PARAM (物件類型)     //若欄位非空白，則以將參數資料轉換為字串格式     param = elem.get_Parameter(         BuiltInParameter.SYMBOL_FAMILY_AND_TYPE_NAMES_PARAM);     if (param != null)     {         s += "SYMBOL_FAMILY_AND_TYPE_NAMES_PARAM (only by BuiltInParameter) = " +             ParameterToString(param) + "\n";     }      // 在視窗中以字串顯示參數資料.     TaskDialog.Show(header, s); } } &lt;/C#&gt;  //This code snippets reference and modified from //The Revit API training material from the Revit Developer Center. //http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/index?id=2484975&amp;siteID=123112                 </pre>

## 3. 在元件新增自訂欄位

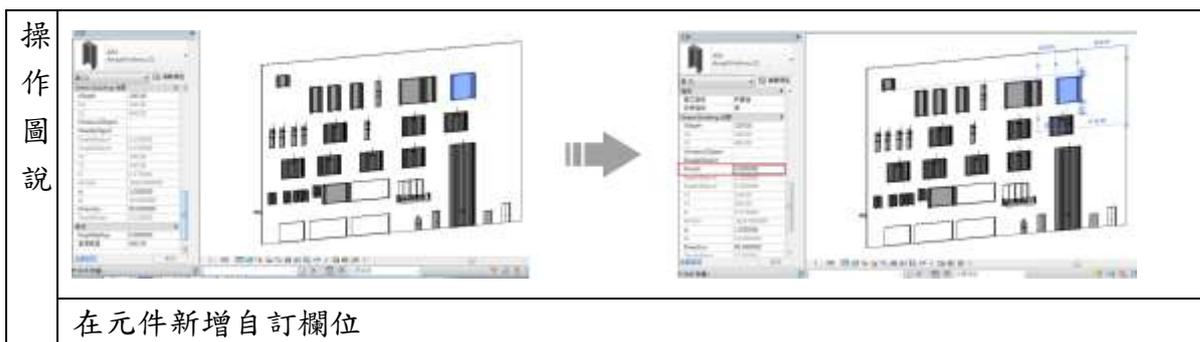
表 7-7：把內建窗戶元件，新增自動檢測所必要之例證欄位(本研究製表)

功能與目的	
把內建窗戶元件，新增自動檢測所必要之例證欄位	
外部應用指令	
01	<code>using Autodesk.Revit.ApplicationServices;</code>
02	<code>using Autodesk.Revit.Attributes;</code>
03	<code>using Autodesk.Revit.DB;</code>
04	<code>using Autodesk.Revit.UI;</code>
05	<code>using Autodesk.Revit.UI.Events;</code>
06	<code>using Autodesk.Revit.UI.Selection;</code>
07	<code>using System;</code>
08	<code>using System.Collections.Generic;</code>
09	<code>using System.IO;</code>
10	<code>using System.Linq;</code>
11	<code>using System.Reflection;</code>
12	<code>using System.Windows.Media.Imaging;</code>
13	
14	<code>namespace RevitApi.Awsg</code>
15	<code>{</code>
16	<code>    [Transaction(TransactionMode.Manual)]</code>
17	<code>    public class ExtendingFields : IExternalCommand</code>
18	<code>    {</code>
19	<code>        // 取得目前dll檔的完整路徑+檔名</code>
20	<code>        string AssemblyFullName { get { return Assembly.GetExecutingAssembly().Location; } }</code>
21	<code>        // 取得目前dll檔所在資料夾路徑</code>
22	<code>        string AssemblyPath { get { return Path.GetDirectoryName(AssemblyFullName); } }</code>
23	<code>        public Result Execute(ExternalCommandData commandData, ref string message, ElementSet elements)</code>
24	<code>        {</code>
25	<code>            UIApplication uiApp = commandData.Application;</code>
26	<code>            UIDocument uiDoc = uiApp.ActiveUIDocument;</code>
27	<code>            Application _app = uiApp.Application;</code>
28	<code>            Document _doc = uiDoc.Document;</code>
29	
30	<code>            // 宣告一個物件集合，傳入模型中已經被預先選取的物件</code>
31	<code>            SelElementSet SelElementSet = uiDoc.Selection.Elements;</code>
32	<code>            Element singleElement = null;</code>
33	
34	<code>            // 從選取集中選出一個物件進行檢索</code>
35	<code>            foreach (Element element in SelElementSet) { singleElement = element; break; }</code>
36	
37	<code>            // 自動新增一個共用參數文字檔，要設定路徑與檔名</code>
38	<code>            System.IO.FileStream extendingParamFileStream = System.IO.File.Create(AssemblyPath +</code>
39	<code>            "\extendingParamFile.txt");</code>
40	<code>            extendingParamFileStream.Close();</code>
41	<code>            // 設定共用參數文字檔的檔案路徑，並開啟共用參數文字檔</code>
42	<code>            _doc.Application.SharedParametersFilename = AssemblyPath + @"\extendingParamFile.txt";</code>
43	<code>            DefinitionFile sharedParameterFile = _doc.Application.OpenSharedParameterFile();</code>
44	
45	<code>            Transaction ts = new Transaction(_doc);</code>
46	<code>            ts.Start("ExtendingFields");</code>
47	
48	<code>            // ■執行加入新欄位的動作</code>
49	<code>            // 先檢查該物件中是否已有該欄位，如果沒有則執行加入動作</code>
50	<code>            List&lt;string&gt; newFieldSet = new List&lt;string&gt;() { "PointX"};</code>
51	<code>            foreach (string newField in newFieldSet)</code>
52	<code>            {</code>
53	<code>                if (singleElement.get_Parameter(newField) == null)</code>
54	<code>                    addingCustomField(newField, sharedParameterFile, uiDoc.Application);</code>
55	<code>            }</code>
56	<code>            ts.Commit();</code>
57	<code>            return Result.Succeeded;</code>
58	<code>        }</code>
59	
60	<code>        // 方法定義：為某類型元件加入一個新例證參數</code>
61	<code>        private void addingCustomField(string newField, DefinitionFile sharedParameterFile,</code>
62	<code>        UIApplication app)</code>
63	<code>        {</code>
64	<code>            // 在共享文件中新增一個參數群組("群組名稱")</code>
65	<code>            DefinitionGroup newGroup = sharedParameterFile.Groups.Create("AWSG Group");</code>
66	
67	<code>            // 在共享文件中新增一個參數("參數名稱", 指定參數類型)</code>
68	<code>            Definition newDefinition = newGroup.Definitions.Create(newField, ParameterType.Length);</code>
69	
68	<code>            // 創建一個新的品類群組，並把加入窗品類</code>

```

69 CategorySet newCategorieSet = app.Application.Create.NewCategorySet();
70 Category newCategory =
71 app.ActiveUIDocument.Document.Settings.Categories.get_Item(BuiltInCategory.OST_Windows);
72 newCategorieSet.Insert(newCategory);
73
74 // 使用例證綁定方式，把參數加入到每個窗品類物件的例證欄位
75 InstanceBinding instanceBinding =
76 app.Application.Create.NewInstanceBinding(newCategorieSet);
77
78 // 將客製化的參數定義加入到文件中
79 BindingMap bindingMap = app.ActiveUIDocument.Document.ParameterBindings;
80 bool instanceBindngIsDone = bindingMap.Insert(newDefinition, instanceBinding,
81 BuiltInParameterGroup.PG_GREEN_BUILDING);
82
83     }
84 }
85 }
86

```



### 三、 RevitAPI 整合介面

本研究以 Revit API External Application 製作一個整合物件篩選、參數檢測、參數更新的 Revit 外掛程式介面。



圖 7-3：Revit API 整合介，面一個整合篩選器與參數檢索的物件管理介面(本研究製作)



圖 7-4：介面操作步驟，①點選篩選條件②左側欄顯示符合篩選條件之物件③勾選欲檢索之物件④點選按鈕，把勾選物件顯示於右側⑤右側欄位列示被勾選物件之各項屬性(本研究製作)

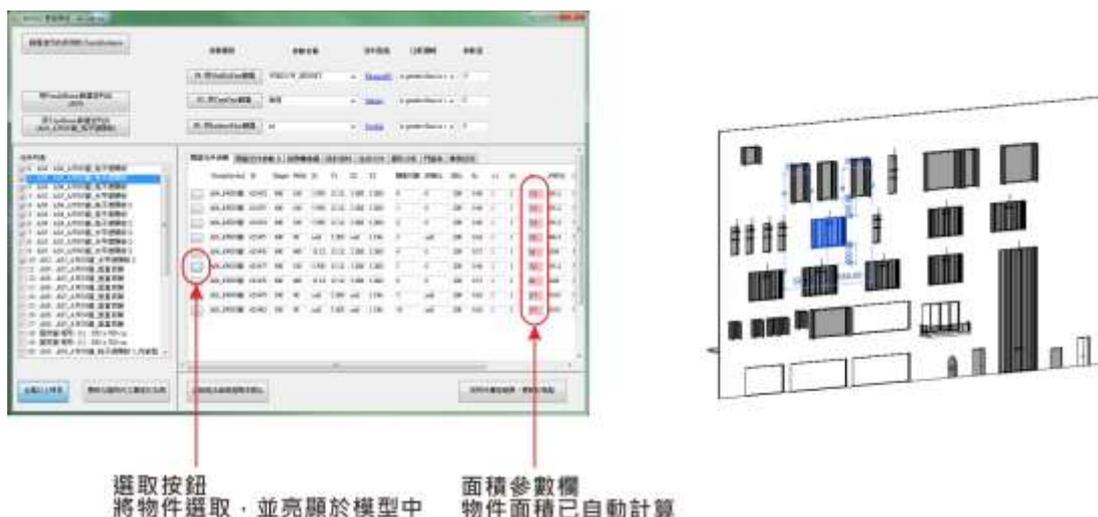


圖 7-5：物件選取功能(本研究製作)



圖 7-6：API 射線法操作步驟(本研究製作)



圖 7-7：物件屬性變更(本研究製作)

#### 第四節 AWSG 法規輔助軟體之系統架構

本章節所開發之 AWSG 法規輔助系統之資料處理流程與系統架構如圖 7-3 所示。

流程圖的最上方為資料輸入端，銜接”細部設計階段”的模型資訊。流程圖的中間段之粗線區塊，包含 Revit 族群元件庫及 Revit API 程式區塊，為本計畫主要開發的部分。流程圖的最下方為資料輸出端，產生”AWSG 法規備審文件”為整個系統的最終輸出資料。

- Revit 族群元件庫：本計畫依照 AWSG 法規文件中之示範圖例及其相關參數，以 Revit 之族群設計樣板(Revit Family Template)，建立了三種基本開窗形式。
- Revit API 程式區塊：在系統架構圖中，擬採用的 API 功能程式模組包含：篩選物件、檢索物件參數、視覺化、文件建立。本計畫在期中階段，已調查既有技術資料，對 Revit 平台下之物件資料結構以及幾個關鍵程式的運算結構進行了解，包含：
  - (1) Revit 平台之物件定義與分類方式，
  - (2) 篩選物件(Element Filtering)程式片段，
  - (3) 檢索物件參數(Retrieval Parameter)程式片段。
  - (4) 射線碰撞檢測(Reference Intersector)

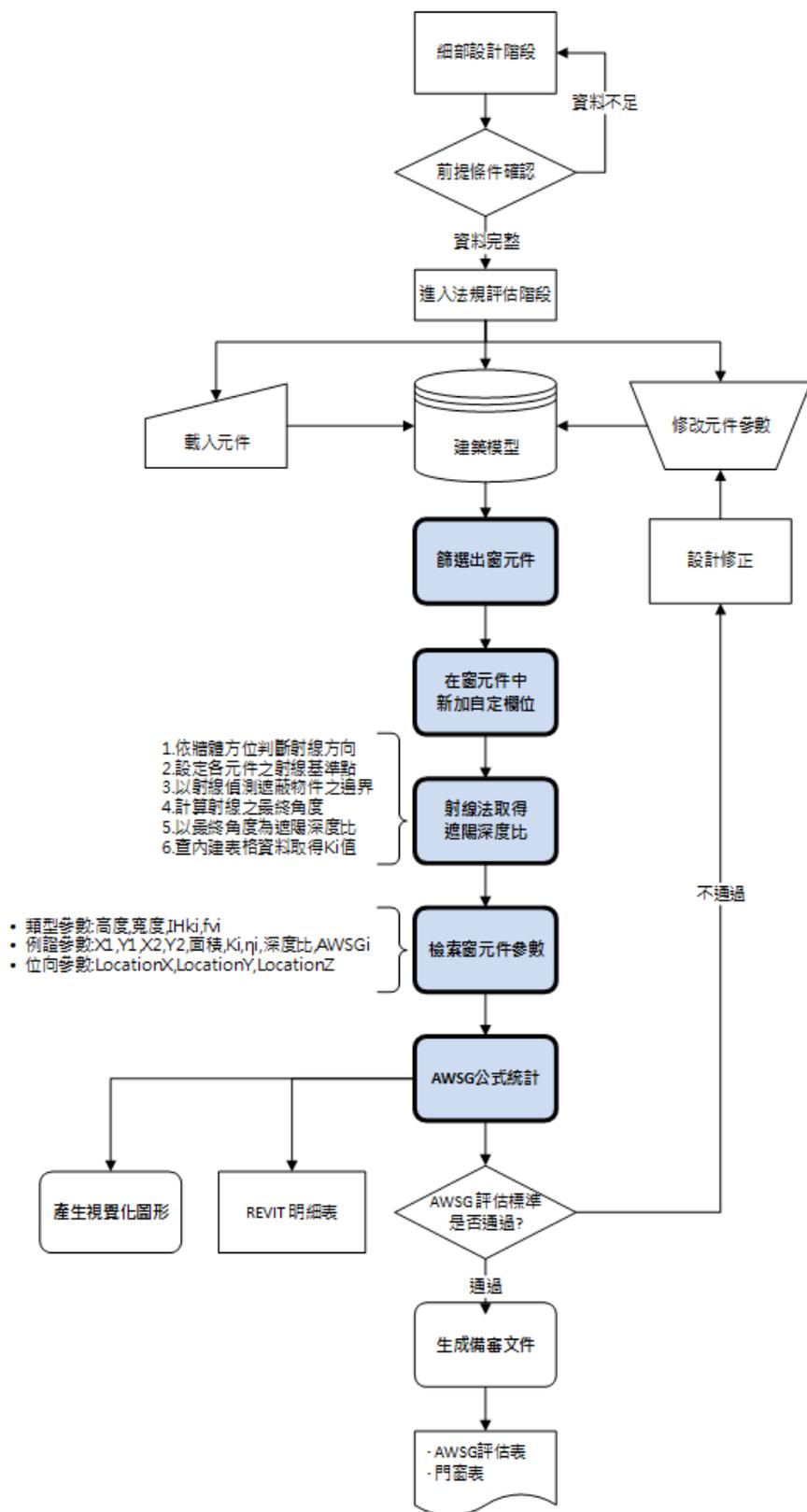


圖 7-8：本系統之工作流程與系統架構(圖片來源：本計畫繪製)

圖中的粗線區塊為族群元件庫及 API 程式區塊，為本計畫主要開發的部分。

## 一、 國內綠建築日常節能指標

本計畫研究對象「成大游泳池」之適用法令，乃依照建築技術規則建築設計施工編第三百十五條第二項之「學校類、大型空間類及其他類建築物節約能源技術規範」，此類建築物之外殼節能設計必須以下列指標進行評估：

- 屋頂溫度差熱傳：以所有屋頂部位之平均熱傳透率  $U_{ar}$  (Average Thermal Transmittance) 為評估指標。
- 屋頂透光天窗：以透光天窗部分之平均日射透過率  $H_{ws}$  (solar heat gain rate) 為評估指標。
- 外殼玻璃：以所有外殼玻璃之可見光反射率  $G_{ri}$  (reflection rate of visible light) 為評估指標。
- 立面開窗部位：以立面透光窗面之平均日射取得量  $AWSG$  (Average Window solar Gain) 為評估指標。

其中「窗面平均日射取得量」( $AWSG$ , Average Window solar Gain) [ $kWh/(m^2 \cdot a)$ ]，是指屋頂部位以外之建築物所有透光部位開窗表面之平均日射取得量，其指標是依開窗率來規定遮陽性能之功能。 $AWSG$  計算公式如下：

$$AWSG = \frac{\sum I_{Hki} \times K_i \times \eta_i \times f_{vi} \times A_i}{\sum A_i} \leq AWSG_s (kWh/(m^2 \cdot a))$$

$f_{vi}$ ：學校類建築物開窗部位之通風修正係數。

$\eta_i$ ：各部位玻璃日射透過率，無單位。

$I_{Hki}$ ：各窗面部位在  $k$  方位外殼之冷房日射時  $I_{Hk}$  ( $Wh/(m^2 \cdot a)$ )。

$AWSG_s$ ：窗面日射取得量基準值 ( $kWh/(m^2 \cdot a)$ )。

$A_i$ ：各窗面部位之面積 ( $m^2$ )。

$k_i$ ：各部位玻璃之外遮陽係數，無單位，無外遮陽時為 1.0。

## 二、AWSG 法規之公式參數

本研究以國內綠建築日常節能指標中的 AWSG 項目作為操作對象，由於這項指標涉及繁瑣的公式計算，有必要開發相關的輔助程式來節省設計單位於標章備審作業的業務負擔。透過程式來自動計算 AWSG 數值，能使設計人員更易於掌握目前建築方案之合法性並進行修正。AWSG 開窗族群之參數關聯性如圖 7-4 所示。這些參數又可分為「查表參數」與「幾何參數」，如圖 7-5。

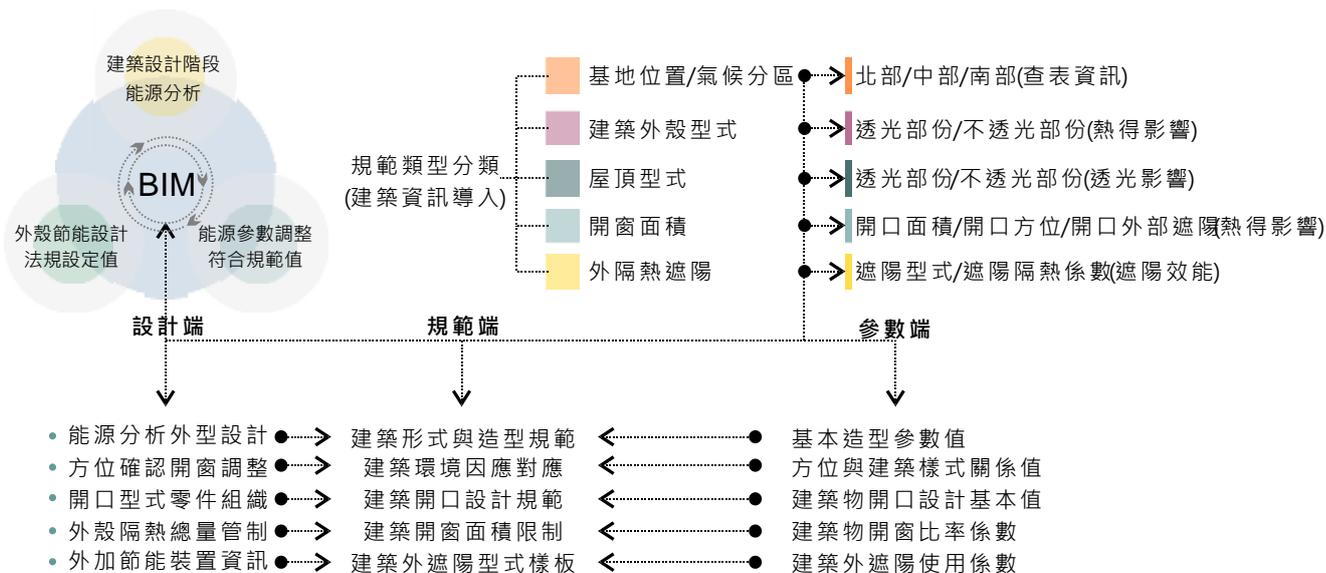


圖 7-9：AWSG 開窗族群之參數關聯性(圖片來源：本計畫繪製)

$$\text{AWSG} = \frac{\sum A_i \times K_i \times f_{vi} \times \eta_i \times I_{Hki}}{\sum A_i} \leq \text{AWSGs}$$

窗面日射取得量
本牆面總開窗面積
窗面日射取得量基準值

圖 7-10：本計畫對 AWSG 公式參數之分類。黃色、藍色為查表類參數，紅色為幾何類參數(圖片來源：本計畫繪製)

「查表參數」為必須透過先決條件來查表而得到的數值，AWSG 的查表參數包含：

- fvi：學校類建築物開窗部位之通風修正係數。
- $\eta_i$ ：各部位玻璃日射透過率。
- IHki：外殼之冷房日射時 IHk (Wh/(m<sup>2</sup>.a))。
- AWSGs：窗面日射取得量基準值 (kWh/(m<sup>2</sup>.a))。
- ki：各部位玻璃之外遮陽係數，無單位，無外遮陽時為 1.0。

「幾何參數」包含開口的長寬高等幾何性質。AWSG 公式中，與模型物件的幾何屬性相關的有窗口面積(Ai)以及外遮陽係數(Ki)。目前設計單位大多以人力來量測設計圖面上開窗物件的幾何屬性，尚缺乏一套能自動從模型中擷取屬性的自動化程式，來簡化人力之消耗。

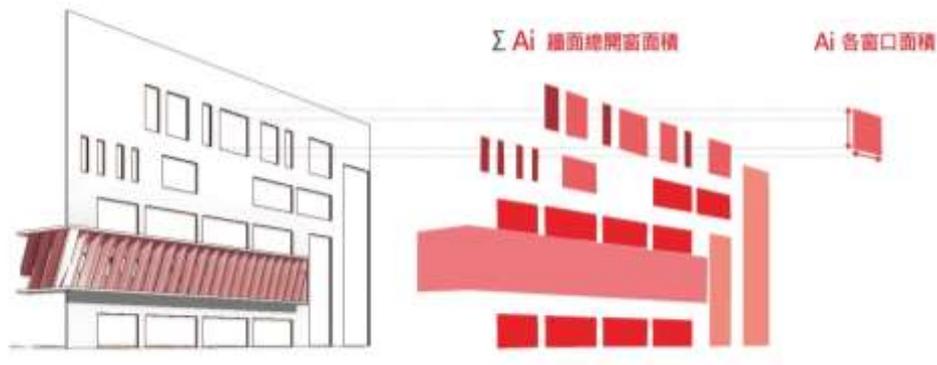


圖 7-11：AWSG 之幾何參數-開口面積，擬由 API 程式自動從模型中擷取 (圖片來源：本計畫繪製)

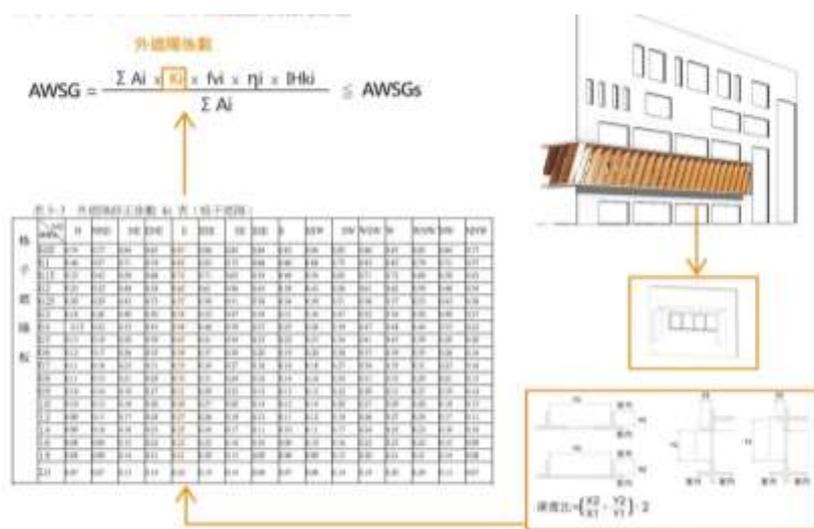


圖 7-12：AWSG 法規條文中之遮陽深度比與外遮陽係數(Ki 值)為關聯參數 (圖片來源：本計畫繪製)

若欲以自動化程式及法規規範來檢核模型，Ai 值可以藉由萃取元件屬性的方式從模型中萃取窗戶物件的面積屬性；但 Ki 值牽涉層面較為複雜，不能單純以萃取單一元件幾何屬性的方式來處理。

### 三、以「元件庫」輔助外遮陽係數值(Ki)的計算

在 AWSG 公式中，某一個開口部位的外遮陽係數值(Ki)其計算過程包含查表參數與幾何參數。Ki 的數值是依據開口部位的遮陽板深度比，來進行查表而取得。遮陽板的深度比計算方式為遮陽板的"深度/高度"或"深度/寬度"的比值(圖 7-8)。在目前的備審作業中，必須以人力從設計圖面上對開窗部位的遮陽板尺寸進行量測，再填入相關的計算表格中。

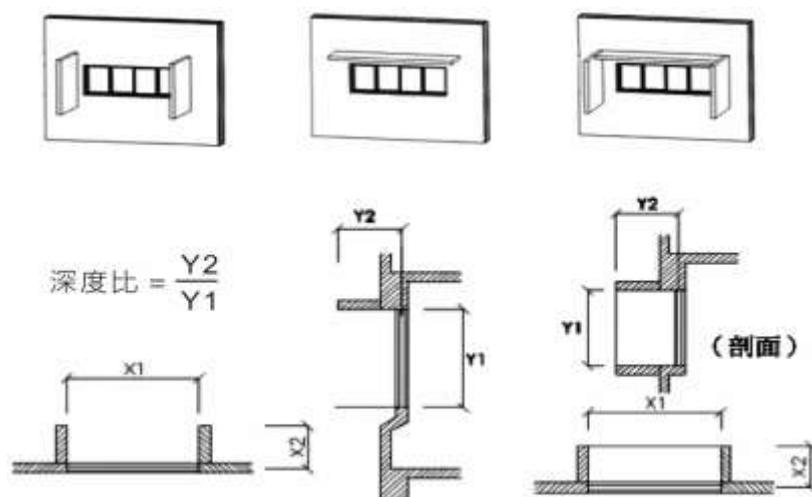


圖 7-13:AWSG 外遮陽深度比的計算(圖片來源：本計畫繪製)

當計算某開口部位的遮陽深度比時，如果僅考慮單一開窗物件本身的遮陽板性質，就可以採用預先定義元件，再以擷取元件性質的方式來計算。藉由預先定義好窗戶元件，定義元件內部的屬性資料包含遮陽板的高度、深度、長寬尺寸等欄位，再以程式來統一擷取所有窗元件中的遮陽板數據，就可以計算整個立面的遮陽深度比。

本計畫在期中階段建置了三種典型的遮陽族群—水平遮陽、垂直遮陽、格子遮陽(圖 7-9)，而這些族群裡面已經事先置入 K 值查表資料，在改變開口長度、寬度及遮陽深度的同時，能自動對應找出正確的 K 值，而擷取幾何參數的方式則是透過建置好的 BIM 模型，直接從模型中導出幾何資訊，透過以上兩種方式，我們建立的族群便能在設計調整的過程中提供 AWSG 計算需要的數值。



圖 7-14：本計畫在期中階段所建置的三種 AWSG 的基本典型遮陽元件(圖片來源：本計畫繪製)

然而經過實作測試，以預先建立元件庫的方式來處理遮陽深度比，並不是一個通用性的處理方式，因為使用既定元件庫，用一套預先定義的典型元件，難以處理下狀況：

1. 非典型的窗口遮蔽狀況：

依照AWSG技術規範，某一開口的遮陽深度，不能僅考慮窗戶的遮陽板，也必須考慮窗戶開口被周邊建築造型遮蔽後所影響的遮陽效果。例如：窗開口的位置位於內凹量體之後、窗開口前方有構造物遮蔽、開窗或遮陽板屬於特殊造型。

2. 法規上列舉的特殊修正計算條件：AWSG技術規範列舉出多項與外遮陽相關的特殊條件，需要進行修正計算，既有元件庫難以因應這些例外條件，例如：多孔隙或格子窗戶之孔隙比例計算、遮陽板對窗口之永久遮蔽區域、遮陽板對窗口之部分遮蔽區域、曲面外殼之簡化處理方式。

3. 難以用既定元件庫來概括特殊造型：遮陽板及窗戶開口可能屬於特殊造型，無法用少數典型的元件庫來預先定義。

4. 窗戶元件與遮陽板非單一元件：在建模的時候，窗戶與遮陽板不一定適合以單一元件來建模。

#### 四、以「射線法」輔助外遮陽係數值(Ki)的計算

##### 1. 程式功能需求

相對於以元件庫來輔助遮陽深度比的計算，本研究探討以 Revit API 幾何處理功能，來輔助計算之可行性，與外遮陽深度比計算工作相關的程式功能需求如下：

- 必須能偵測在開口元件周邊的相關形體
- 必須能定義窗戶開口的表面基準點
- 必須能偵測與碰撞物的距離

本研究欲以 Revit API 中的射線碰撞功能( ReferenceIntersector Class) 為主要程式技術。以下對射線碰撞偵測法之主要 API 物件進行基本介紹。

##### 2. ReferenceIntersector Class 基本介紹

ReferenceIntersector Class 是 Revit Architecture 2013 版以後加入的 API 物件。這個程式類別運用在 Revit 的 3D 視圖上，可以協助應用外掛程式用射線方式去偵測模型中的物件或幾何體。ReferenceIntersector 是藉由一條從特定起點發射、朝向特定方向的射線，來偵測被射線碰到的物體。

ReferenceIntersector Class 共有四種建構方式，使偵測對象可以客製化，能指定僅偵測特定物件、或指定所要偵測的物件類型(表 7-6)。以 ReferenceIntersector 在模型中進行碰撞偵測，所得到的輸出結果，可以再配合物件類型篩選器，對輸出的偵測結果進行一步的類型篩選。

因此當我們使用射線法的時候，可選擇性的避開射線路徑上必須要被偵測的物件類型，例如：避開細小的次要五金構件、避開透明材質的物體、避免窗口物件本身被偵測到，或是避免某一個遮陽板物件被重複偵測。FindReferenceTarget 是一種列舉資料(enumeration)，可以使 ReferenceIntersector 選擇性的去篩選要進行碰撞偵測的特定幾何類型，FindReferenceTarget 中所列舉的幾何類型可以是：整個元件物體、物體網面、物體邊緣、曲線物件、物體表面、或不拘選任何幾何形式。

表 7-8 : ReferenceIntersector Class 共有四種建構方式(本研究製表)

	Constructors	Description
1	ReferenceIntersector(View3D)	Constructs a ReferenceIntersector which is set to return intersections from all elements and representing all reference target types.
2	ReferenceIntersector(ElementFilter, FindReferenceTarget, View3D)	Constructs a ReferenceIntersector which is set to return intersections from any element which passes the filter.
3	ReferenceIntersector(ElementId, FindReferenceTarget, View3D)	Constructs a ReferenceIntersector which is set to return intersections from a single target element only.
4	ReferenceIntersector(ICollection(ElementId), FindReferenceTarget, View3D)	Constructs a ReferenceIntersector which is set to return intersections from any of a set of target elements.

ReferenceIntersector Class 有二種主要的射線投射方法：

ReferenceIntersector.Find()及 ReferenceIntersector.FindNearest()。這二種函式都必須先定義"射線起點"及"射線方向"，起點與方向分別用二個欄位，以"XYZ 座標資料格式"來進行欄位輸入。這二種主要函式都會把射線偵測得到的結果，用 RefereceWithContext Class 這種物件類別回傳。

表 7-9 : ReferenceIntersector Class 有二種主要的射線投射方法(本研究製表)

	Methods	Description
1	Find(XYZ origin, XYZ direction)	Finds all references intersecting the origin-direction ray given the selection criteria set up in the ReferenceIntersector constructor
2	FindNearest (XYZ origin, XYZ direction)	Finds the reference closest to the origin in the origin-direction ray given the selection criteria set up in the ReferenceIntersector constructor

- 使用 ReferenceIntersector.Find()這個方法：所回傳的 RefereceWithContext 物件，是指在射線路徑上被碰撞到，而且類型符合 ReferenceIntersector 所設定的類型條件的物件。
- 使用 ReferenceIntersector.FindNearest()這個方法：僅會回傳距離起始點最近的被碰物件，以這個函示所回傳的 RefereceWithContext 資料中，包含了鄰近距離參數(proximity paremeter)。Proximity 參數是距離值，代表了射線起始點與物件交會點之間的距離。這種偵測距離的功能可以輔助 API 程式在進行幾何分析時，量測某些特定幾何體的距離，或是避免射

線的偵測了太遠的範圍。

RefereceWithContext 的資料包含了起始點與被碰物體之間的距離，以及起始點與被碰物體之間的相對座標。這些回傳的物件資料當中，所包含的碰撞元件交會點的資料，可以是以物件為參照，或是以幾何為參照。物件參照及幾何參照的差別在於，每個模型物件不一定具有幾何實體，例如：當某一條射線穿過一個牆上的開口，以物件為參照的設定就會同時保留牆物件及開口物件，以幾何為參照的設定就能選擇性的保留確實有在路徑上產生幾何實體碰觸物體資訊。

一個以射線偵測法為主要功能的 Revit API 應用範例，如圖 7-10 所示。由於 ReferenceIntersector.Find() 這個方法所回傳的參照資料中，包含了射線與被碰物體的交會點。交觸面是指該交會點的所在表面，藉由偵測交會點所在的表面、該交觸面的材質屬性，再配合射線方向的資料，就能分析建築表面的折射與反射狀況。

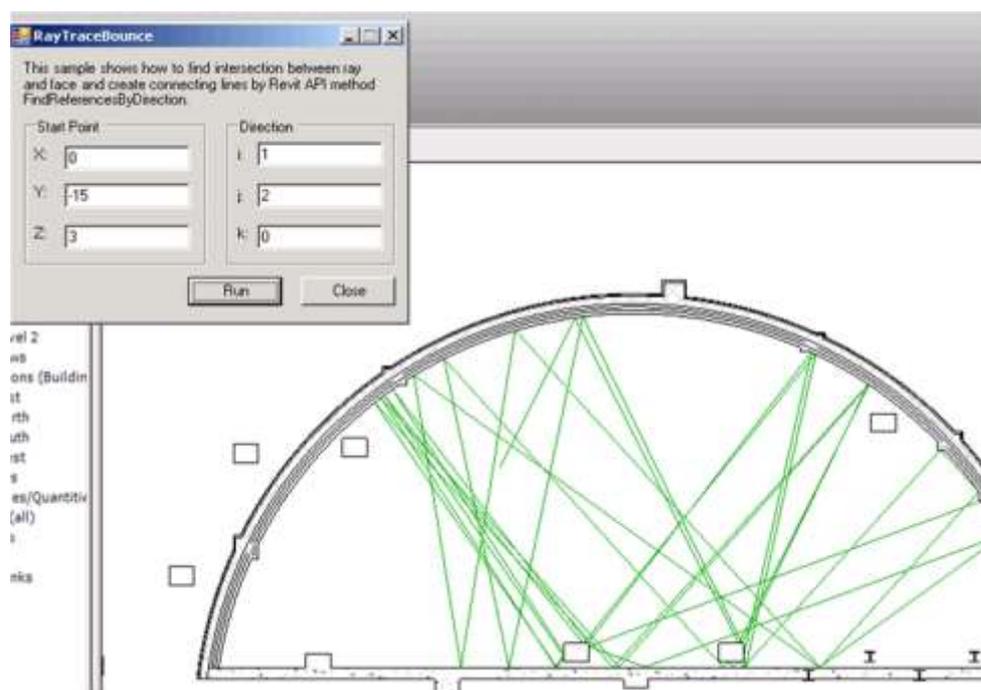


圖 7-15: 一個以射線偵測法為主要功能的 Revit API 應用範例(圖片來源: Revit SDK 範例)

呈現射線在封閉建築外殼中的彈跳狀況，左上角的介面欄位能設定射線的起始點座標與射線的方向向量。(本範例取自 Revit SDK 開發套件中的實例 RayTraceBounce)。

### 3. 以射線法計算立面開窗遮陽深度比的原理

以窗戶底部為基準點，從正上方 90 度開始發出射線進行偵測，並逐次朝外側遞增傾斜角度，朝外側反覆繪製射線。如果射線的繪製過程中，射線的方向碰到物件，則開始起算角度，直至沒有碰到物件，就終止角度計算。藉由起算角度與終止角度的差值，就可以判斷某一扇窗戶周邊被遮蔽狀況(圖 7-11)。

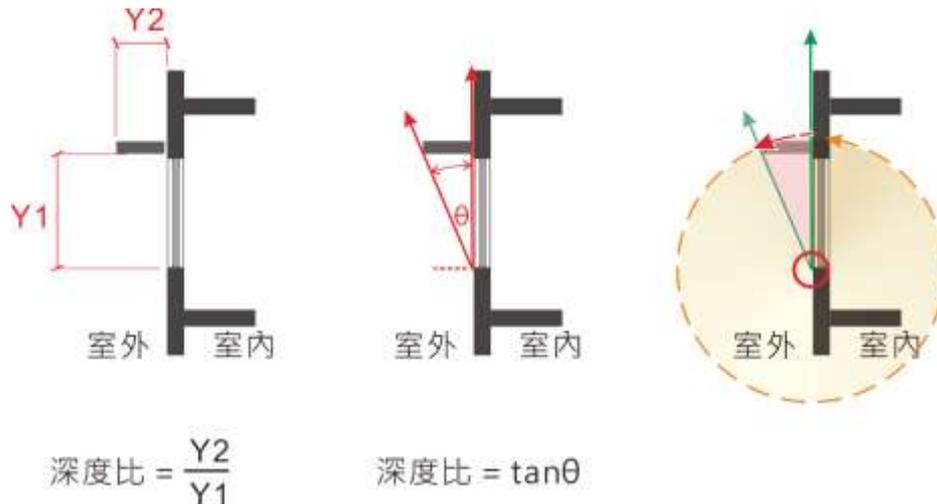


圖 7-16：以射線法計算立面開窗遮陽深度比的原理(圖片來源：本計畫繪製)

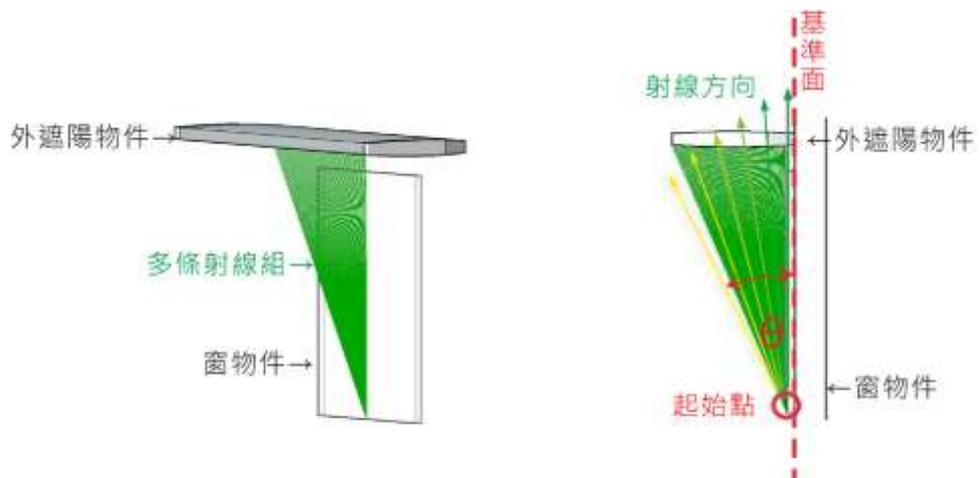


圖 7-17：於簡化的模型物件上進行外遮陽角度偵側(圖片來源：本計畫繪製)

#### 4. 射線法的實際使用測試

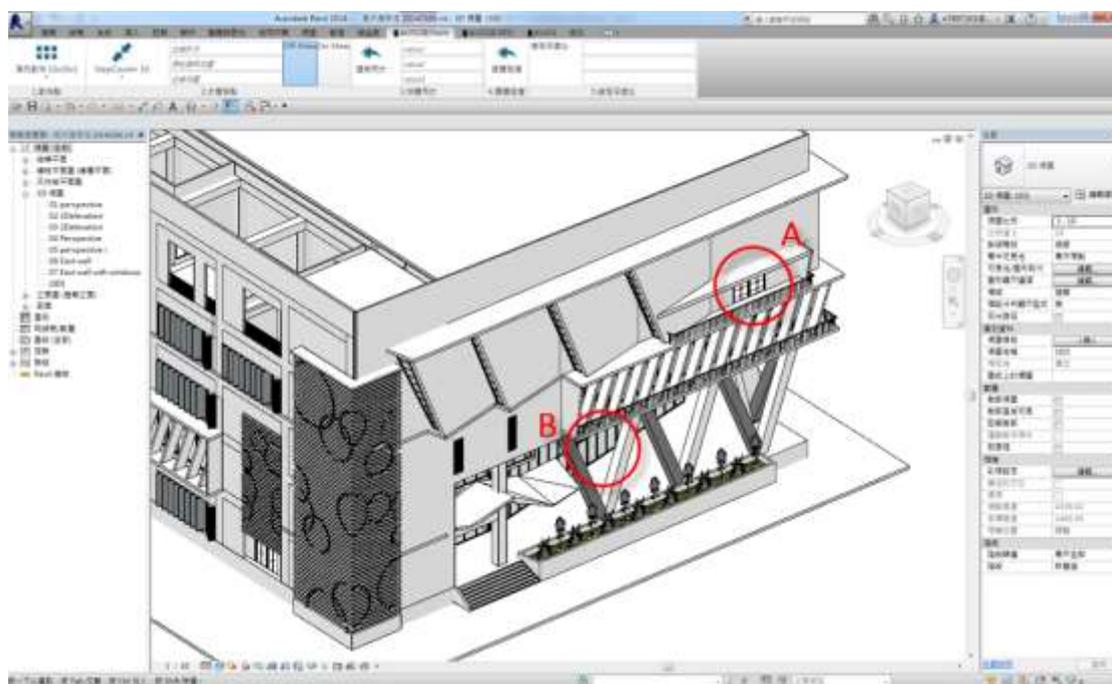


圖 7-18: 以成大游泳池立面進行程式測試。計算 A、B 處之開口外遮陽深度比(圖片來源：本計畫繪製)

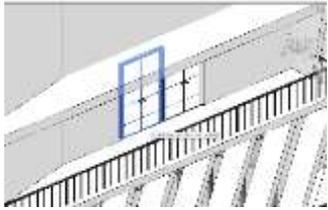
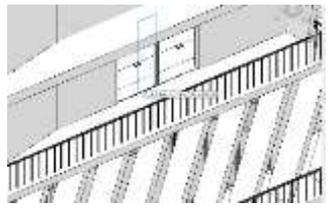
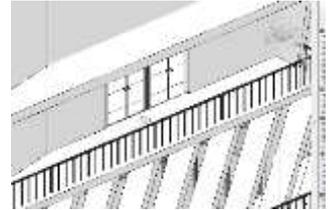
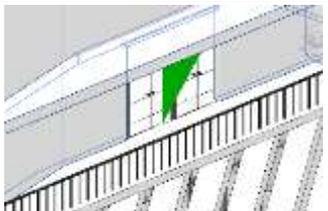
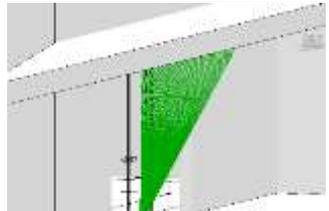
測試點 A: 窗開口上方有遮蔽物，但遮蔽物與窗戶非同一模型物件。		
		
(1) API 介面提示使用者，以滑鼠點選，選定窗物件。	(2) API 介面提示使用者，以滑鼠點選方式，定義基準表面	(3) API 介面提示使用者，以滑鼠點選方式，設定起始點
		
(4) API 程式自動從基準點開始繪製射線。	(5) 從正上方開始繪製射線，本射線偵測到正上方有遮陽板物件後，逐次朝外側遞增角度來繪製射線，直至射線角度到達遮陽板邊緣，則停止繪製。	(6) 以最外側射線角度來計算深度比。計算完成後以訊息視窗顯示來深度比。本次測試值為 0.502。

圖 7-19: 立面開口之深度比計算測試-測試點 A(圖片來源：本計畫繪製)

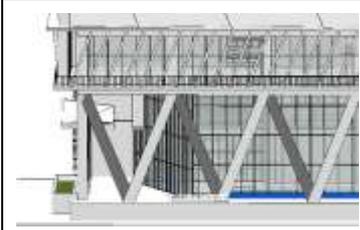
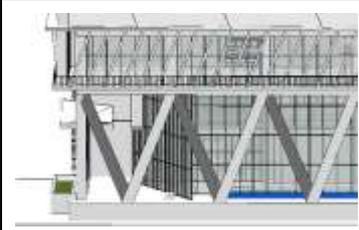
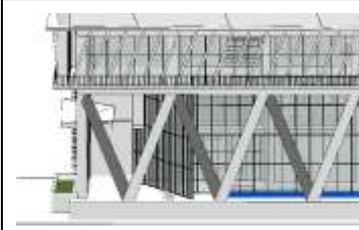
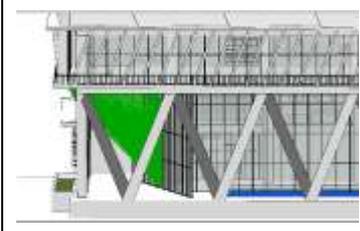
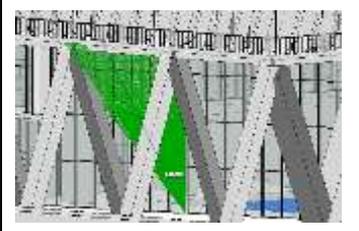
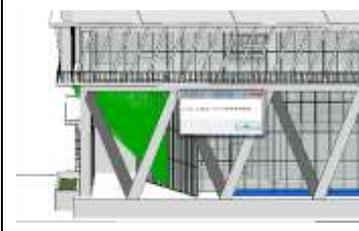
測試點 B: 位於量體深處之開窗部位		
		
(1) API 介面提示使用者，以滑鼠點選，選定窗物件。	(2) 以滑鼠點選方式，定義基準表面	(3) 以滑鼠點選方式，設定起始點
		
(4) API 程式自動從基準點開始繪製射線。	(5) 從正上方開始繪製射線，本射線偵測到正上方有量體物件後，逐次朝外側遞增角度來繪製射線，直至射線角度到達遮陽板邊緣，則停止繪製。	(6) 以最外側射線角度來計算深度比。計算完成後以訊息視窗顯示來深度比。本次測試值為 0.783。

圖 7-20: 立面開口之深度比計算測試-測試點 B(圖片來源: 本計畫繪製)



## 第八章 結論與建議

### 第一節 結論

從節能設計的角度出發，有關輔助建築設計的各项工具在 BIM 的發展下，開始產出了各種延伸並細化的發展，而台灣的綠建築與節能設計與法規和標章習習相關，更是需要更多詳細的考量與精密的計算來普及於建築設計產業。在經過案例收集與專家訪談後，我們發現台灣有許多設計產業或工程界對於 BIM 發展的關切程度甚至遠超過政府機關。因此長期來看，整體上還是樂觀其成的，但是政府與業界的連動效率緩慢，演變成業界是迫於政府政策的改變而去迎接 BIM 的發展，導致兩端經常爭議於 BIM 軟體購買的補助與否以及許多對於 BIM 錯誤的認知，因此，促進設計產業對於 BIM 的認識與瞭解也可視為重要條件之一，並且在節能端與設計端的交互討論中推廣 BIM 在台灣的未來願景與發展。

在本研究的研究成果中，以實際訪談與深入瞭解設計流程的方式進行實務專案操作，並且搭配國內外案例輔助對照台灣目前營運的狀況，將資料統籌後以資訊交付手冊(IDM)的格式，分別對建築物的基本設計階段與細部設計階段，研擬資訊交付流程。在推廣與教育端的方面，舉辦 BIM Young Generation Forum 論壇，邀集 17 位年輕世代 BIM 專業人員進行演講，促進產業與學界的交流。並且跨資訊與程式領域擬定 Autodesk Revit 平台中之 API 工作架構，針對綠建築節能指標裡的專一指標項目進行資訊化的可行性分析並建議相關軟體技術。綜合以上研究成果的內容後，提出第二節的綜合建議：

### 第二節 建議

根據研究之發現，關於提升 BIM 導入台灣綠建築之實務運作，本研究小組提出以下建議：

#### 建議一

**建立一套適用於國內綠建築規範之公用模型元件庫：立即可行建議**

**主辦機關：內政部建築研究所、營建署**

**協辦單位：中華民國全國建築師公會、財團法人台灣建築中心、台灣綠建材產業發展協會、台灣綠建築發展協會**

國內綠建築 EEWB 規範中有多個指標項目，是以計算特定物件數量之方式，或是以萃取特定物件屬性之方式來進行統計評分，如果在 BIM 建築模型中使用了正確的模型元件，就能針對這些指標來進行自動法規效能評估。

## 建議二

**開發可適用於綠建築指標審查之 BIM 模型樣版：立即可行建議**

**主辦機關：內政部建築研究所、營建署**

**協辦機關：財團法人台灣建築中心、台灣綠建築發展協會、中華民國公共工程資訊協會、財團法人成大研究發展基金會**

建管條文的 BIM 建模樣版開發，依照推行難易度可分為以下三個層次，本建議針對第一項。

送審表格樣版：以明細表或圖紙設定表單格式，協助設計單位建立標章審查所需要的表格。

法規基本計量：以明細表連結模型參數，搭配簡易的元件參數及公式，協助設計單位進行計量型標章項目計算。

法規進階分析：以模型樣版配合進階的 API 程式，協助設計單位進行較複雜的標章項目審查。

## 建議三

**研發 BIM 建模平台上-綠建築指標之效能評估輔助程式：中長期建議**

**主辦機關：內政部建築研究所、營建署**

**協辦機關：中華民國全國建築師公會、財團法人台灣建築中心、台灣綠建築發展協會**

建議於 BIM 建模軟體下，研發綠建築指標之效能評估輔助程式，依照本研究為 EEWH 各標章項目所進行的資訊化可行性評估(第七章)，並對 Revit 程式進行技術調查，歸類出幾種國內綠建築法規所需要的相關程式技術。

## 建議四

**建置雲端化之土管資料庫，使 BIM 建模平台能直接取得外部資料：中長期建議**

**主辦機關：內政部營建署、臺北市政府都市發展局、新北市政府工務局、臺中市政府都市發展局**

**協辦機關：內政部建築研究所**

國內綠建築標章，有許多指標項目之標準值或查表值，都必須配合建築物所在基地之區位屬性而有不同標準。EEWH 標章項目所需要之外部資料，例如：基地生態區位屬性、土地使用類型、基地降雨集水狀況等。如果政府單位能在雲端網路平台，為建管條例建置相關線上資料庫，如：氣候資料庫、土管資料庫、法令資料庫，就能使 BIM 模型直接連結這些資料庫。當設計單位在建模時，僅需要在 BIM 平台上之專案資訊選單上輸入正確的申請案號、基地地號，就能以 API 程式來連結外部資料庫，取得法規計算所需要的土管數據。如此不僅能強化提升綠建築標章內部自動審查的效率，對於國內土地圖資的雲端化也

有相當助益。

## 附錄一 第一場專家學者座談會

內政部建築研究所「BIM 導入台灣綠建築設計案例實作研究」專家學者訪談紀錄

開會事由：舉辦第一場專家學者座談會

開會時間：中華民國 103 年 5 月 7 日(星期三)下午 1 時 30 分

開會地點：內政部建築研究所簡報室

與會人員：

內政部建築研究所 陳建忠 組長

賴朝俊建築師事務所 賴朝俊 建築師

九典聯合建築師事務所 陳志淵 建築師

台灣科技大學建築系 施宣光 教授

成功大學建築系 鄭泰昇 教授

成功大學建築系 潘晨安 研究助理

成功大學建築系 吳典育 研究助理

成功大學建築系 呂啟銘 研究助理



專家意見如下：

- **賴朝俊建築師：**
  1. BIM 的概念應該在設計一開始就進入，量體初期就應該把要求的項目建入模型裡，例如外殼、窗系數... 等等要求，因為作設計的時候一定是從量體開始，確認方位、外殼、量體比例及空間使用時間，實際考慮這幾個會影響整體建築耗能的項目，而主要影響因素還是開口面積、遮陽形式以及基地環境座向，透過 BIM 考量這些因素才會真正影響節能減碳。
  2. 不應該一開始就作太細部的耗能計算，因為遮陽形式的影響沒有比方位及開口面積的影響大，應該在量體初期做耗能模擬，這種方式對整體節能減碳的效益比較高，而細部的耗能計算也許可以用在輔助後期元件選擇。
  3. 舉 ArchiCAD 為例，在模型繪製中必須要定義電的來源(例如：柴油、天然氣、太陽能)，建製通風系統(機械式、自然通風)，只要確定建築初期的大

架構及使用屬性，軟體就可以算出一年耗電量，因為此軟體有官方資料庫支援，其模擬結果非常接近實際狀況。

4. 建議官方可以利用法規驗證軟體，確認以後用這些軟體的產物可以被官方接受，如果協助業界完成這件事情其效益應該更大。

• **陳志淵建築師：**

1. 在設計初期不需要太精細的分析，把 K 值做進元件的效益對事務所來說可能不是決定成敗的關鍵，而且事務所也沒有足夠的人力應付這樣的需求。
2. 如果未來 BIM 有很龐大的資料庫參考的話，如何與事務所聯結也會是一個關鍵的因素。
3. 建議一個操作模式，在 Revit 專案瀏覽器裡面，訂定要審查的內容及圖面（例如：立面圖、剖面圖、明細表、名稱設定），透過 Revit 篩選功能，將立面、開口等需要的圖規畫好，安排好需要審查的圖面，讓審查中心可以快速閱讀，如此一來也能節省一般事務所在這個行政流程所浪費掉的時間。
4. 開發 API 計算功能，是否可以開發出讓事務所可以簡單銜接的方法，因為事務所不太可能自己去開發這些元件。
5. 依九典事務所來說，進 BIM 模型最好的時機在於都審過後，因為大部分的意見都已經確定了，之後只是設計上的調整
6. 也有一開始就進入 BIM 模型的做法，但是方向不同，因為需要了解氣候的影響，透過 Revit 量體模擬的方式去確認設計的影響，由工作經驗豐富的同事銜接之後可以節省很多時間。

• **施宣光教授：**

1. 很多案子做的分析沒有對設計決策有直接的貢獻，至於分析要如何對設計產生貢獻，BPMN 很重要，在 IDM 裡，分析的結果應該在什麼時候回饋給設計師，在不同階段各單位之間所需要的資訊或模型都應該詳細規畫，在適當的時候給設計單位影響設計決策。
2. 在目前這個計畫的 BPMN 裡面沒有討論節能的流程，而僅是一般的設計流程，建議跟建築師單位討論節能的規畫，分析一個節能的流程，這邊先假設事務所自己有綠建築設計的能力，有兩種可能 1. 設計單位有能力自己做節能 2. 設計單位委託給其他節能團隊，此時就有明確的設計團隊跟節能團隊。
3. 在 BPMN 裡面應該把設計團隊跟節能團隊分開來，在量體階段，設計團隊跟節能團隊應該交換什麼資訊，設計團隊提供給節能團隊什麼東西，而節能團隊又作了什麼分析，最後給設計單位什麼樣的回饋，而設計團隊根據這個結果作了什麼改變，此時會有一個初步的里程碑向業主報告，業主就可以決定。
4. 如果有清楚的 IDM 流程，就知道 API 是要給誰用（設計小組或節能小組）、

用在哪個階段，可以更清楚知道建築師或節能單位需要什麼功能，才能確實回饋給設計單位，因此建議要與建築師討論清楚整個 IDM 流程。

5. 以下建議兩件可以作的事情：
  - A. 建築師在申請綠建築標章時需要什麼文件其實是很明確的，這些文件中有哪些是可以透過 BIM 模型自動輸出，如果貴單位可以完成這個流程，對於業界來說的幫助會很大，例如建模時該注意什麼、切哪些圖面等等，簡化所有行政程序，進而說服業主作 BIM 會有很大的好處。
  - B. 以此案例來說，如果要針對節能的話，之前做的決定怎麼透過與顧問溝通，實際去模擬後續的耗能，例如把空調顧問建議的系統設計放到模型裡，去看看是不是真的省能，再將這個結果回饋給建築師。
6. 實際上，我們做的分析往往都太晚，因為建築師下決策不僅節能這一項，資料來往之間，可能就過了可以改變決定的時機，因此需要一個好的作業流程，在適當的時間交資料給節能單位，在適當的時間可以收到節能單位的建議，進而影響設計決策，另一個應該注意的就是預算的控制。
7. 台灣建築產業，在流程控管方面比較隨意，如果大家都能遵守流程，一定可以解決很多困擾，但是台灣目前的生態無法達成。
8. 針對每個案子，因為基地不一樣、決策流程不一樣，考量重點不一樣，決策流程也應該要改變，所以一開始建築師需要提出做業流程，業主、節能、設計各單位確認哪一些階段、哪一些決策需要提出什麼樣子的文件或資訊，而業主確認後之後不能再改，如此才能改善建築產業的效率與困擾。

• **鄭泰昇教授：**

1. BIM 資訊透明化（主要目標）

對於使用者來說，汽車有保養手冊、食品也有生產履歷，昂貴的建築應該也要有履歷，透過 BIM 讓整體建築生產過程能夠被記錄下來，從建材到設備維護，甚至是使用者曾經整修建築都應該詳細記錄。

2. BIM 知識整合平台

未來有 BIM 做為平台之後，整體 BIM 就像一塊積木，每一個模組代表不同的知識背景，透過不同模組的組合便可以產生不同的 BIM 整合平台。

3. BIM 綠建築設計

綠建築是台灣長期推行的方向，但是過去申請標章、計算耗能等等事項讓一般事務所感到困擾，透過 BIM 平台或許能協助綠建築的後續繁雜事項。

4. 根據幾位專家的意見，我們之後作出相對應的調整：

A. 修正部分：IDM 於各單位的修正，由其是針對節能部分

B. 再次拜訪九典、賴建築師，讓我們的 API 外掛也可以涵蓋初期設計

• **陳建忠組長：**

1. 對電腦而言，不同人輸入一樣的資料，結果應該要一樣，在外部輸入時就不一樣，結果當然會不一樣，關鍵是設計跟驗證的問題，法規是用來驗證，設計要可以通過法規的驗證，而不應該直接用驗證的工具來作設計。
2. 林老師的法規本來可以作更複雜的公式，可是會造成業界更大困難，於是簡化成可以被接受的公式，如此一來便能方便的產出可被驗證的結果，但是其公式的原意是要設計者知道推薦值，而不是用來約束設計的發展，在未來BIM平台應該通過某種認證，使用經過認證的軟體，如果驗證通過，其法規方面也應該要通過。

## 附錄二 第二場專家學者座談會-BIM 年輕世代論壇

BIM 技術的應用與發展，在 A/E/C 產業已蔚成一股不可忽視的趨勢，臥虎藏龍的台灣建築界擁有許多專業人才正如火如荼的進行 BIM 的研究與專案，為了增進 BIM 產業界與學術界之交流，成大建築系特別舉辦「BIM 年輕世代論壇」，邀請了 17 位具有 BIM 研究與實務經驗者參與台灣 BIM 年輕世代進行論壇，歡迎多方先進蒞臨指教。

主辦單位：成功大學建築系

指導單位：內政部建築研究所

活動時間：2014/10/18(六) 下午 1:30~5:00

活動地點：成大建築系 B1 階梯教室(成功大學光復校區建築系館 B1F)

講者	服務機構及職稱	主題
陳上元	逢甲大學建築系 副教授	Green BIM
藍儒鴻	台中技術學院室內設計系 副教授	BIM Standardization
郭瀚嶸	國立臺灣大學土木工程研究所 電腦輔助工程組 博士候選人	BIM and Blue Green Dream
蔡宗璋	許正傑建築師事務所 設計師	Why isn't GreenBIM working?
戴健閔	國立高雄應用科技大學土木工程與防災科技研究所 碩士	視覺化的 等價開窗率(Req)計算工具
杜京霞	中華民國公共工程資訊學會 研究員	BIM 應用與發展- 建造執照電腦輔助審查
沈揚庭	逢甲大學建築系 助理教授	BIM 與參數化造型衍生
潘晨安	國立成功大學建築系 博士候選人	iBIM-互動建築資訊模型
陳一鳳	國立成功大學建築系 碩士生	可調適性居住空間模組之 BIM 元件建置研究
孫培鈞	築宇建築師事務所 主持建築師	BIM 沒有那麼困難
張益豐	國立台灣科技大學建築系 博士候選人	BIM 儀表板- 整合設計與工程知識的方法
何雅婷	國立成功大學土木工程研究所 博士生	應用 BIM 於工程管理之執行架構
傅淑貞	聯興管理顧問有限公司 BIM 專案經理	BIM 公共工程專案執行分享
林昇均	國立高雄應用科技大學土木工程與防災科技研究所 碩士	BIM 模型物件衝突影響評估系統
李冠鉉	大塚資訊 AEC 營建部 BIM 資深工程師	BIM 是團隊合作出來的結果
廖桎謙	捷雋數位工程 BIM 專案設計師	BIM 專案經驗分享
吳典育	國立成功大學建築系 博士候選人	BIM→DESIGN→CONSTRUCTION

**BIM 年輕世代論壇活動照片：**



**BIM 年輕世代論壇活動逐字稿內容：**

**主持人：**

非常感謝大家今天蒞臨今天的 BIM 年輕世代論壇，我們非常榮幸邀請了十七位演講者跟三位老師來參與這次的論壇，能有這次活動的舉辦必需非常感謝成大建築系和協辦單位內政部建築研究所。接下來歡迎成大建築系主任兼互動建築研究室的大家長鄭泰昇主任上台來為我們宣告這次活動的開場，謝謝！

**鄭泰昇主任：**

我稍微更正一下，內政部是指導單位，成大只負責提供場地。當然我實在免不了客套一下，今天其實不是主角，各位年輕世代才是主角，但是呢，…高雄科大吳老師，在座還有很多老師是今天的演講者，我在這裡就不一一介紹，依我們接下來的遊戲規則，是由上一個演講者介紹下一個演講者。今天採取有點像 pecha kucha STYLE，不是 pecha kucha，它是有註冊商標的，所以我說類似。那我稍微介紹一下，為什麼會有這一次的年輕世代論壇，本來我想取名為年輕世代 BIM 辦桌，但辦桌這種名稱報到成大建研所難以爭取到經費，所以名稱上我還是取名為論壇。所以今天最主要是說請這十幾位來，成大提供的是平台，然後讓諸位來互相認識，所以每個人每張 slice 只有 20 秒，其實很快，我也曾經講過，講完一定有一種失落感，就是跟根本沒有講完就要下台了。但這沒有關係，我們中間有提供休息時間，之後還有一些時間。所以今天的目的，不是來 present 我多麼利害，主要是要讓大家知道：你是誰、你做了什麼，然後之後呢，就可以 A 跟 B 相互邀約晚餐，接著談談如何創業準備組一個 BIM 公司，這是我們預想的目的。剛才忘了介紹我們青峰大哥(內政部建築研所)，今天演講者的車馬費和薪水都是他出的。那我是因為建研所的案子我就到了宜蘭台

北，結果發覺一件事情，很多 bim 做得非常棒的都是很年輕的，然後去大的事務所的都是拒絕 bim 的，那我就非常的 shock，為什麼這些年輕人都沒有聲音？所以，我今天就是辦個平台，所以說辦桌，讓年輕人可以過來，看你們做什麼，也讓我們這些頭髮發白的老人學一下。第二個就是說，前一陣子張清華去大陸，回國後非常的驚訝，他在大陸訪問了個年輕人，他三十幾歲，公司有三百個員工，他和張清華說「你們需要我服務嗎？我們可以先做一個免費的服務。」所以我非常 shock 就是說，當然，中國大陸是因為十二個計畫把 bim 放到整個國家的最高的層級，可是相對來講就是說，你可以看到年輕人開始做這件事情其實比中生代甚至老年更為容易，所以我們開玩笑說 bim 某種程度文化大革命的開始，也不是說要革掉老人，而是說希望做一個平台。今天這是一個平台，然後讓年輕人在這邊，然後呢，台灣在最主要的是，我們現在講的年輕人沒有地方可以創業，其實 bim 是可以創業的，所以像我們學生有好幾個都想用 bim 創業，所以等一下大家能利用中間休場或等一下，這個完了之後呢只是個開始，所以我做了一個平台能讓大家互相認識，我希望 bim 不只是 top-down，而也是 buttom-up，其實年輕人有很多的想法，我想等一下我們就可以看到，那我也就不耽誤時間，今天還是就交給學生們來主持，那我只是坐在下面看著，謝謝！

#### 主持人：

其實今天應該是沒有主持人的，我先和大家介紹一下今天的流程會怎麼跑，演講者如屏幕顯示，在中間三點左右會有個休息時間。那我等一下按下下一張，就會開始 20 秒計時，接著，我們就請第一棒：陳上元老師，來擔任第一位演講者。

#### • 陳上元副教授：Green BIM

1. 謝謝主辦單位和各位在坐的菁英，那也謝謝主辦單位讓我有這個機會來再當一次年輕人，年輕人對我來說其實壓力很大，因為前有菁英後有來著。
2. 今天演講題目是 green bim，green bim 不是綠豆，而是綠色的建築資訊模型，那我是逢甲大學建築系的副教授陳上元。
3. Green bim 要從哪裡開始談起？我們在 1962 年的阿西莫先生在設計的介紹裡提到整個設計的過程，他說設計過程不過就是一個分析、歸納、評估，然後再到設計的一個螺旋形循環的決策過程(decision making circle)
4. 那這個 decision making circle 呢，我們把他簡化成：設計、評估和一個目標。因此他牽涉到三個範圍，第一是建築資訊模型、建築效能分析還有它的目標叫作永續設計，這三個領域決定了我們 green bim 這個研究領域的核心。
5. 這張圖表呢，顯示了 green bim 跟 pda(建築效能分析)的差異，bim 是能夠

串穿整個建築生命週期，那在生命週期的不同階段，我們需要做不同的評估，那今天的焦點著重在設計階段的評估。

6. 那根據這一張心智圖表，在 PD 到 DD 的範圍裡面，設計評估，我們有原方案，不斷做修正，那如果該修正後的方案符合目標，我們就可以讓其作為一個最適性的方案；如果不行的話，我們就再回頭去做設計。
7. 因此，我們訂定了幾個操作的步驟：第一個是設定目標。設定目標的部分主要是跟據 EUI 裡面的耗能密度、或者是碳足跡指標、或者是減碳百分比，那我們待會兒再來介紹什麼是 EUI、什麼是減碳百分比。
8. 這個是 EUI，經濟部能源局根據建築不同的機能，他們統計圖表得到一個每平方米每年所耗掉的平均能量。那如果說我們要做一個綠色建築，起碼要能夠符合這個基本的指標。
9. 那第二個要介紹的是氣象資料。最近因為一個虛擬氣象站的觀念被突破，所以我們可以 anytime、anywhere 得到我們所要指定點的氣象資料。以前我們受限於實質氣象站的有限資料，那現在他們可以均佈的運算，因此得到虛擬氣象站的資料。
10. 那因此，我們就以一個實務的案例來解說這個實務的操作過程。這個實務案例位於嘉義，它是一個嘉義的旅館設計，那我們有一個原方案，再根據原方案所設定的節能目標來進行修正。
11. 那這個修正目標呢，是根據原方案的 7% 以上的節能效益來做它的設計目標。那這個建築生命週期設定在三十年左右，那這是一個嘉義的旅館設計。
12. 那氣象資料的分析，由於地理氣象站的突破，使原來在台灣嘉義市沒辦法做氣象資料的獲取，那現在可以了，在有了氣象資料之後呢，我們就可以來做物理環境的模擬。
13. 那這個風速啊、日照啊，都是可以得到的。因此我們可以有這些節能計算模組上得到能源假設、量子建置、樓層設定等等的操作步驟，一步步的把建築物在物理環境、虛擬環境裡建造起來。
14. 那因此我們可以得到這樣的一個分析圖表。那我們可以看得到南向受熱非常的嚴重，在空調消耗的比例非常高。這是將能源上的計算和物理環境做一個可適化的分析。
15. 那根據可適化的分析，我們下一步可以推估用電會特別的兇。那另外這個是開窗這個項目對於耗能是一個非常嚴重的損傷，其所佔比例是非常高的。因此我們要針對夏日開窗與南向這件事情來做節能改善。
16. 那改善之後呢，上面左邊是原來的方案，右邊是根據開窗率從 30 減到 50%，遮簷的部分在南向與西向部分增加挑簷，然後也改變了他們的外牆材質，因此能夠減掉大概 8% 的耗能量。
17. 我們現在已能夠做節能指標的計算，在未來呢，我們可以去討論減碳。減碳其實比較複雜，因為它涉及到整個建築生命週期及後規劃設計，包括建

材的運輸等等。

18. 那這個是從設計一直到營建、到營運，我們所涉及各種不同的軟體及各種我們可能會遇到的評估。
19. 那我們目前是做到 PD 到 DD 的設計階段。這張圖顯示的是從 PD 一直到 OP 我們所有要做的評估的項目，包括：在施工圖階段要做碰撞測試、或者是在營運階段要做施工管理。那目前我們只是做到這一塊：包括太陽位置、月光、遮陽等分析、然後 green building、遮陽優化，這一塊是我目前能夠涉及的範圍，右邊呢，是我們將來能夠循序漸進去探討未來的方向。
20. Ok，綠豆，大家記得綠豆(green bim)。

• 藍儒鴻副教授：BIM Standardization

1. 我在台中科技大學室內設計系擔任老師，今天很高興，這個論壇讓我感覺到年輕了。那我的講題是分享一下有關室內設計在bim的一些小研究，基本上講挑戰太大可能講不完，所以我就將其縮小成一個小的部分。
2. 那我們在室內設計專案的流程其實和建築設計專案很類似，一樣是仰賴二維的圖紙。在設計和施工上的認知差距常有不少的簡化、遺漏與衝突的現象。
3. 所以像在建築上也有所謂的圖面資訊的遺漏、衝突資料不一致性的問題。尤其是每逢設計變更、修改、圖面相關資訊不論是二維或三維在傳表達上的不一致性的圖說，這方面就是我們研究動機的目的、動機的開始。
4. 那透過研究目的的概念和技術來針對室內設計還有施工階段，有關實務方面的一個需求，開發具有設計溝通效能的智慧化室內設計裝修元件，來解決圖說資訊不一致與有效性的設計溝通。那這邊因為時間因素，我就專注在有關木作裝修牆的部分。
5. 那bim是什麼呢？bim可能是一個資料庫，像產品資訊模型的概念；那bim也提供專案生命週期管理上維持一致性的工具。
6. 那當然是一個可以重複使用的一個資訊，可以改善規設計，建構操作和維護的整個流程，並提升各個設計階段上的溝通效益，那這是整個專案流程裡bim帶給設計專案的好處。
7. 那整體來講，bim就是在專案工程設計週期，透過bim我們可以做資訊的交換、可以跨不同專業的整合、以跨階段協做，來達到一致性的圖形資訊，那它也可以在整個專案裡達到溝通、協調、管理維護的有效機制。
8. 那接下來針對我們的研究部分，找幾個非常有經驗的設計師，和實務上非常有經驗的木作師傅，來做一些訪談。
9. 設計類型依所依附施作牆寬可分為等於牆寬、小於牆寬、單面牆、雙面牆等概念。
10. 針對立面的部分有透過高度、或是寬度或高度，在實務方面，一般裝修木做牆常見的一種立面的形式，上面這邊主要是有關高競勝分割，下面是關於寬度與高度的等分與分割。
11. 有關施工實務的部分，我們就訪談了一些有二三十年的師傅，針對他們常用的材料與規格我們做了一些探討，那包括角材有單面牆與雙面隔間牆的不同尺寸。
12. 接下來有關角材的陣列，我們進行所謂的智慧元件的開發，約分為3\*6尺與4\*8尺的格式，那基本上3\*6的角材寬度是36公分，4\*8則為40公分。
13. 那我們接下來去開發它的共通模組，利用一些公式的探討( $H=mn=h$ )，那我

們把它分成 3 尺寬與 4 尺寬的方式探討一般木做牆大概可以得到一個什麼樣的公式，以開發智慧化的元件。

14. 這邊是有關 3 尺\*6 尺的單面牆，那它把長寬等於版(L=W)、長寬小於等於兩倍的版寬、長度介於兩到三倍的版寬之間或是長度大於三倍版寬等來做相關的尺寸的探討，這邊主要是我們在做有關元件開發的元件分析，這其實都反應在有關估價的需求面上。
15. 在進入系統分析的部分，我們是用 RVT 這個工具來進行族群元件的開發，這裡面探討是有關模組化的課題，我們是用巢狀族群的方式，把像上述的木做裝修牆，大概進行一個巢狀分析。
16. 接下來我們進行系統開發，我們基本上將之建立成四層級的架構族群元件，裡面有七大類型的族群。那其中四層層的部分就包括角材、飾版、框架、底版與木做牆。
17. 那其中角材和版材即所謂的材料族群、所謂的飾版即分割與等分族群還有基本框架構造族群、版寬框架組構族群和單面牆、雙面牆還有飾牆族群。
18. 那接下來為剛才提到的七大類族群。
19. 最後結論部分是，我們是由數個模組化子層族群所組合成父層巢狀族群，所建構型體構造複雜與多重關係的智慧元件。(角材→框架→飾版→木做牆→族群元件)
20. 我們基本上是利用一些數位化的參數控制及剛才提到的公式分析，透過這種智慧動態關聯我們可以控制木作牆材質、尺寸、條件限制與訊息提示，一旦參數經過修改，所關聯的 2D、3D 圖說資訊也會一致地同時更新。

• 郭瀚灝博士候選人：BIM and Blue Green Dream

1. 大家好，我是台大土木工程所博士生郭瀚灝，曾在台大、英國帝國理工學院主持過BIM讀書會，自己經營一個粉絲團，那最重要的是I love BIM.
2. 那今天的主題是基本上是從去年開始說起，那去年時候我的指導老師謝教授，他帶著我和在大陸工程服務的黃建勳先生一起到英國帝國理工學院進行一個交流合作。
3. 在這個行進我們思考說一個未開發的土地可能有森林有草地有水，與都市化之後的狀況，是非常不一樣的。
4. 在這樣的考量下我們會思考說我們該怎樣去改善我們的城市。更進一步的思考來說，我們會直接想到說，我們把這個能源使用更improve，讓能源效率的來使用，可是它的環境可能還是很熱，在未來思考希望讓綠與水是充斥在整個建築裡面與整個都市的環境裡面，因此這裡面有兩個考量
5. 如果讓都市更好有green city這個想法，但其實這是兩派的，一派人專門做水設計，一派人做綠植栽設計，而這兩派人平常不溝通，那所以說，在思考說如何讓這兩種專的人可以進一步去思考說用更直覺的手法去改善城市的設計。
6. 所以說這個歐盟計畫就這樣生出來了，他們希望藉由這樣一個自然手法、藍與綠的專業人士透過很直覺的手法來解決多個層面的都市尺度的問題。
7. 所以在這個方面，它要去解決氣候變遷與熱島效應的影響，因此你可能會問說那到底跟綠建築有什麼差別？它其實是在它的目的和不同層次上會有重疊的部分，也會有特別聚焦的部分。所後這是我們在前面幾個綠建築的部分會有很大的相關性。
8. 因此，如果說只有建築物的這個尺度，我們怎麼讓這些元素是互動的？那你可以同時看跟建築物互動、跟樹互動，而這背後其實是有水系統在支撐。
9. 在研究的部分，我們會希望是說配合他們設計一套關於bim的方法論，來搭配他們去實現夢想。那在這裡面就會有實際的場域來為它設計分析的軟體，就是一套給建築師使用的流程。
10. 那在帝國理工大學，他們已經在他們的宿舍上建置綠屋頂的設置。那我們在台灣大學的部分，我們也預期今年年底，我們也希望可以建置一個綠屋頂設置，讓兩邊的資料可以互通有無。
11. 在這個部分來說，那他們在他們這個宿舍裡面，我們為他們設計bim模型。就當時來說，最好用的方式就是視覺化。因為你要將東西放上去，你必需和他們的樓管做到充分的溝通，那當天我們只花了三十分鐘就讓他們完全搞清楚我們要做的是什麼。
12. 這其實非常有效率，他們後來花了一整年才把綠屋頂架上去。那在這個部分，我們就必需很認真的把相關的元件模型很認真的討論出來，比如說綠

屋頂、綠牆、中水回收等這些室內的這個部分，還有外面的這些透水相關設計。這些都是我們要去考慮我們要去考慮它有關元件的這個部分。

13. 那在這個元件的部分，除了你只是把它抓來好像有關係，當然你也要考慮就是說，它裡面更詳細的部分你必需要去探討，例如一個綠屋頂，它可能會有植物層、會有土壤層、會有防水層、會有很多的不同設計，那每一部分你要下相對應的一些資訊，你才能有機會在後端抓它。
14. 因此就是說，我們會希望開發到這些程式，然後去測試這些綠的手法，它所背後所造成對建築物對綠的這些影響。我們要去評估它，因此我們就要去抓前面這些模型所帶出來的資訊來做後面的使用。
15. 那這個部分來說，我們就是做 bim 的配套，他們那邊則負責演算法的開發。所以基本上來說，我們會希望把這些成果從研究室帶到市場上來使用。
16. 那進一步就是說，我們會談到能源跟水相關的議題，我們會去討論如何去把這個界面化弄出來，所以說，當 IFC 跑出來之後，我們會為他們做 model building definition。
17. 那再過來就是說，要和既要有有的 rvt model 做一個結合。
18. 那在最後這個部分，除了我們這些 building 為單位的尺度，我們當然也要探討更大的尺度(中尺度、城鎮尺度)的模型，那其實這裡面其實會需要資訊交換。
19. 就像有些 bridge 會探討一些微氣候的模型。除了這幾個工作之外，我們當然要測既有的分析軟體，去了解說到底既有軟體的能耐會達到什麼樣的地步？像這個案子就很直覺的分析哪邊適合種植物。
20. 最後，這張投影片 show 的是我所帶領的我們的研究團隊，那大部分是由大學生、研究生所組成的，裡面大概七成是大學生、二至三成是研究生。那我們這邊的同學對 bim 都很 fresh 也對 bim 都很有興趣學習。希望大學給我們一些意見。

• 蔡宗瑋設計師：Why isn't GreenBIM working?

1. 各位午安，很高興剛才聽到這麼棒的 green bim 的共享，因為我在事務所工作，我想從事務所經驗來和大家說，綠建築和 bim 好像沒有完全的結合在一起
2. 故事也是這樣說起，在兩年前的時候 bim 突然爆紅了起來，那我也順應了這個潮流，也寫了一個電腦跟人腦合作的設計流程。
3. 在這樣子的設計流程裡面，主要是透過人腦去決定不同的配置，再由電腦去幫我們算出哪一個配置比較好，最後再加入一個最佳化的運算器，算出最好的設計方案。
4. 那我們很幸運的那時候剛好很多軟體都開發出來，就可以很容易的去使用這些性能評估的使用軟體，在過去都要花很多錢執現，而現在卻可以很快的用電腦去評估這些。像風場模擬、以及日照模模擬的部分。
5. 那在這樣子的一個日照模模擬的部分，我們可以看到屋頂最熱，西南北向等，可是你不覺得很奇怪嗎？這不是廢話嗎？我們一般人其實就已經知道屋頂本來就是最熱的啊
6. 那一樣另一個很有趣的部分是，我們很容易被外國人的這些很漂的圖表以及數據等等迷惑住，但實務上做綠建築並不是這麼一回事。
7. 因為我們正真實務上是真的需要用到內政部綠建築電子化評估系統，再加一些 word、excel 拼拼湊湊做成厚厚一疊的綠建築的報告書。
8. 這樣一本報告書應該都超過一百頁以上，那如果建築師發這本報告書給我我都會說「啊，綠建築地獄啊」，那有時候做一做隔天要交天卻亮了。
9. 那訝門就這種眼神迷矇的狀態下看著外面的日出，好像還滿愜意的。這時你再拍照打卡上傳，就可以說這是生活中的小確幸。
10. 那其實事實上呢，bim 如果要跟台灣的綠建築做結合的話，不只是風場模擬吹一吹、日照模擬看一看這麼簡單的事情。其實在綠建築九大指標裡可以看到拉哩拉雜一大堆，有很多數據、元件的數值被歸類出來。
11. 那如果具的要歸類到 bim 裡頭去的話，我幫大家整理了四種不同顏色。那第一個呢，我先講的是類型性質，比如說是綠化量指標裡面的數木種類、基地保水裡的木壤種類、空調節能裡的空調元件，這些元件性質是可以一開始被定議的。
12. 像這一樁窗，你可以先很快的先定義好水平遮陽、橫拉窗、8mm 的輕玻璃等等，它可以被室內環境指標來做使用。
13. 接著第二個部分是數量明細的部分，像是綠化量指標的草地面積、空調面積、綠建材的計算等必需用面積、數量去統計出來的部分。
14. 那我就先拿了一個實際的操作案例。我們在做綠化量指標的計算的時候，像大喬木小喬木，或是原生種、外來種等等把它設定好，在 bim 裡頭它可以很快的幫你計算出來。但是在傳統上我們還是會用 cad 一個一個去描。

15. 第三個就是空間量體的部分。空間量體的部分就是像綠化量裡的覆層綠化、室內環境裡面的採光深度、通風深度、建築物量體裡的高矮胖瘦，這些都可以應用到空間量體的概念。
16. 這個概念就是我們從一個平面，可能透過外掛軟體、或自己去拉出一個空間量體，接著我們可以把這個空間量體的長寬高深度都可以把它很輕易的找出來，然後我們再透過參數的設計將通風深度比、採光深度比等等算出來。
17. 最後一個叫作另外處理。其實 bim 它不是只為綠建築而產生的，可以說是綠建築是依附在它上面，而很多是 bim 現在做不到，但台灣綠建築卻需要的項目。
18. 那我就拿我們事務所的一個垃圾環境指標，像圖上畫一條路徑，在 bim 可能現在是很難做到的事情，那就需要其他的軟體一起來配合。
19. 那其實像 bim 這種國際化的軟體、流程，它要落實應用在台灣綠建築標章，其實還有很長很的一段路要走，不不是像風場模擬、日照模擬等等按一下就結束了。
20. 所以 bim 它的範圍很廣，那我覺得在坐位手上都有一片很重要的拼圖，那我們年輕世代就是將這些拼圖拼一拼就可以組成我們自己的天空，謝謝！

• **戴健閔碩士：視覺化的等價開窗率(Req)計算工具**

1. 各位老師、建築師、設計師，各位博碩士生以及在坐的與談人大家好，非常榮幸參與本次的論壇，我是來自高雄應用科技大學土木工程與防災研究所的研究生戴健閔，很高興在這裡切磋關於 bim 的東西。
2. 今天我要講的是 REQ，傳統的 REQ 在計算的時候很費時，且很容易發生人為的錯誤，那若透過使用者透過 3D 建出 3D 的 bim 模型，還有將傳統相關因素的因子加入自動代人計算，然後把計算結果用視覺化的方式呈現。
3. 那一般住宅一般使用 REQ 作為節能的評估指標，所謂的 REQ 就是建築物每個方位外殼透光部分的開窗面積，經過標準化的日照、遮陽及通風修正它所計算出來的面積。
4. 這是一個台灣 REQ 指標的標準，北部的標準值是小於等資 13%、中部 15%、至於南部則為 18%。
5. 這是 REQ 的計算公式，它是  $AEQ/AEN$  (外殼的總開窗面積/外殼總面積)，AEQ 是外牆開窗的開窗部分總合屋頂的開窗部分；AEN 是為立面的外殼面積、屋頂面積和修正係數的總合。
6. 傳統 REQ 計算要將建物分為透光與不透光部分，再決定建物所在區域及外牆座落的方向，再判斷它有沒有遮陽設計，在這當中需要複雜的查表及修正係數的部分，這很可能浪費時間及人工錯誤。
7. 那麼利用 bim 模型進行 REQ 計算話，是將各個模型的屬性資訊加到資料庫當中，再根據牆、窗、屋頂去計算它的透光部分及不透光部分的面積，最後計算 REQ。
8. 這是一個系統架構，本研究作為 bentley architecture 作為開發平台，然後主要有分析、計算、建模及設計四個模組，bentley architecture 主要處理幾何圖形方面的資料，其餘非幾何方面的資料的話則儲存在 access 提供系統存取使用。
9. 這是一個模型的案例，它是坐落於屏東縣三層的 RC 結構物，方位是座北朝南，屋頂是平屋頂形式，它沒有遮的設計，窗戶的形式是推拉及鉸鍊式，大門是雙開外推式。
10. 這是一個操作 REQ 的計算工具，首先我們點選資料夾圖示去創見一個新的工程專案，在這個專案當中我們去新增建物的所在區域、工程名稱、業主、監造者等等資訊。
11. 輸入完上述資訊後我們進行柱的繪製，依照圖面上柱的擺放位置進行繪製，這是一個單純繪製柱為主要的功能，所以它並沒有其他參數的加入，也不會影響 REQ 的計算結果。

12. 再來是進行牆的繪製，在進行繪製前，我們必需牆的一些資訊比如其寬度、高度、厚度匯入到資料庫當中，因為牆是建築物外殼的主要構造，所以我們要把這些資訊儲在資料庫當中，以便使用者閱覽，還有進行 REQ 計算。
13. 接著是進行窗戶放置的部分，窗戶的形式會影響 REQ 的計算結果，所以我們將窗戶的屬性欄位進行編號，可是為了避免讀取牆資料的錯誤，因此
14. 在屬性欄位又新增了一項牆的名稱，去區分它的差別，再來把門放置在牆面上，又因為門窗都是附屬在牆面上的設施，其二項屬性其實差異性不大。
15. 台灣的屋頂形式主要為平屋頂、斜屋頂兩種形式，它的方向都是朝上，在屬性欄位上它的方向是沒有問題，計算上比較單純。
16. 那這個操作 REQ 計算工作的控制選項是透過\_\_\_\_\_BASIC 所撰寫，同時用 Bentley Architecture 去建立建物的各個構件，然後加入它的參數及屬性，最後進行 REQ 的計算。
17. 和傳統 REQ 相比，利用 BIM 及 REQ 的計算，可以簡化手動計算的複雜性，也可以相對降低人工作業可能發生的錯誤，提高 REQ 的正確性。
18. 經過我們模型的實際案例分析之後，只要具備開發過後的軟體架構，及建築物各個參數的資訊，我們就可以用這個軟體對自己的住宅做節能分析，作為建築節能改善的依據。
19. 讓設計人員能夠知道其設計的節能盲點在哪裡，因為我們是以視覺化的方式，特別是建築物開口、位置、大小的部分，讓模型做視化，哪些開口位置是否需要做修正，達到建築節能的最佳化。

• 杜京霞研究員：BIM 應用與發展-建造執照電腦輔助審查

1. 大家好我是杜京霞，這是我 Facebook 的截圖，這個小圖其實有點搞笑，像是在嘶吼，其實不是，我是想表達，我是想表達希望在不管任何困難或何舒適的環的環境之下我都能像照片一樣怡然自得享受的人。
2. 我來自中華民國公共工程資訊學會，名字非常的長，簡稱資訊學會，我們公司在做的案子主要都是在做一些工務部門的資訊案，所以我和大家可能有一點很不一樣的地方是我是一個很純正的資訊人。
3. 其實我覺得我們公司滿利害的，如果大家台北業的話，可能會用到幾個系統，比如說資訊一點通、建築審查，地下污水管線、都市開發審議平台都是由我們建置的。
4. 今天我要講的主題是建照執照電腦輔助查核系統。新北市及台北市都是由我們公司開發的，所使用上是相當類似的。
5. 由於我們是資訊人，我們在研究法規的時候其實花了相當長的時間，我們考慮該是用 API 開發還是用其他的，而因為政府部分規定不能綁定任何一個軟體，所以我們決定用每一個 BIM 軟體都能使用的 IFC 來做我們的基準。
6. 其實在業界要做 BIM 軟體的開發、樣版的開發，在建築師事務所使用 BIM 軟體還是非常的少，所以「簡單、好用、不加任何負擔」就變成我們最重要的主軸。
7. 我們在 BIM 樣版上面加入了參數、元件，而標籤的部分在 IFC 是無法做轉出的，但為什麼要加呢？我們的考量是我們還是要保留給建築師一個二維的彈性，他們還要出圖，所以我們還是加在裡面。
8. 這個圖大家可能會比較熟悉，裡面是明細表、關鍵字。這個不是給使用者介入的，而是我們在樣版開發時就建置在裡面的，比如計不計入容積、計不計入面積等等。
9. BIM 軟體最利害的就是面積的計算，使用者怎麼做呢？他只要下拉選單，都市計畫使用分組，把它放在它要的空間裡面，那其他名稱、編號、材料等等，都不是 BIM 的，都是算使用者的彈性使用。
10. 所以使用者他在面積的計算它就可以直接產生在明細表上面，那我們也會做一些簡單的色彩計畫，好讓使用者放完以後可以一目了然。除了面積計算之外，另一個 BIM 軟體利害的地方就是數量的計算。
11. 所以我們在各個法規的設備形式我們也做了下拉選單，放完物件以後然後它去選擇，自動就可以產生數量。在後端我們要做的呢，就是用程式將它的法定值與實設來比較，來判斷是不是能夠通過。
12. 比較特別的地方是，我們除了 BIM 軟體之外，我們還在背後建置了背後的一個圖形引擎。比如說避雷針，它放了一個避雷針之後，我們後端會去看它的避雷針型式，一個避雷針會產上一個六十度角，那如果是放電式的避

- 針就會是一個圓柱體，那我們後端就去模擬、碰撞，看是否能夠通過。
13. 樓梯也是一樣，樓梯除了法規上面會去檢討它的梯寬、級高、級深之外，它也會有個一米九的碰撞，那我們後端也會去產生一個一米九的長柱，一個一個地去看碰撞，有問題的話就產生疑義給使用者知道。
  14. 另一個就是元件。在元件開發上，我們目前只做了停車位，因為它是有一個固的大小，一個好的元件我們認為是要給使用者有彈性的，比如是他可以自己選擇它的大小、參數的開關，那 ppt 展示的就是我們元件的製作。
  15. 剛介紹的是新北市、台北市比較技術檢核的部分，那這裡介紹是台北市比較不一樣地方，因為它的 GIS 系統是非常完善的，所以我們可以利用這樣的土管資料來做更不一樣的檢測。
  16. 比如說它的前院後院、深度比高度比，有點像量體的感覺，接著去和 BIM 模型做碰撞的檢測，那如果有問題就產生疑義。除了後端的檢測之外，我們其實也可以放在前端，它就像一個量體，他就可以知道它的設計應該是怎麼樣。
  17. 在 BIM 軟體上面還可以加入座標，那我們在後端就可以和 GOOGLE EARTH 做套疊。那可以看到首都核心區的飛航管制，我們在和 GOOGLE EARTH 套疊的時候，就可以很自然而然地看到它是不是在它的範圍裡面，我們可以以此做偵測。
  18. 再來，這其實是 GOOGLE 的一項服務。它在網站上放了很多世界各地的美術館，那我們在家就可以用它的地圖、全景圖去看世界各地的美術館這樣。那我們會玩什麼呢？我們會用這樣的技術來做 FM 的管理、設置管理、維運管理。
  19. 我們可以在任何的機電排水等設施上面然後去放一些資料，接著我們就可以對建築物做後端的維運、後端的設施管理。
  20. 最後，我們對於做 BIM 或者是做任何工作，如果我們把它玩的更深更深入的話，跳脫舒適圈就可以找到不一樣的世界、不一樣的美好，我的簡報到這邊，謝謝大家！

• 沈揚庭助理教授：BIM 與參數化造型衍生

1. 我今天要演講的主題是 synchronous BIM。synchronous BIM 是什麼意思呢？等一下會逐一介紹，那我先介紹一下這個 LOGO。這 LOGO 事實上是把 BIM 三個字融入在裡面，再結合一個無限記號(synchronous)把它融合起來，希望可以陳述 synchronous BIM 的精神。
2. 在一開始我們回到初衷，為什麼我們要做 BIM？就是我們要把我們的初衷定義好，我們希望說是可以去 shift the future，那究竟該怎麼樣用 bim 去 shift the future 呢？那我這邊提出來的是，要同步化整個世界。
3. 現在我們做 bim 其實面臨到了兩難，是要用在設計施工端？還是最後的營運管理端？而這個營運管理端和生命週期到底有什麼不同？所以我們會導入一個更深的問題，就是 bim 能不能和生命週期做出融合？
4. 所以 synchronous BIM 就是分成主動式的控制與被動式的控制兩個部分。我先講被動式的控制，它事實上是用參數、模型以及評估，這與傳統設計設計非常的類似。
5. 接著當你達到一個主動式的控制的時候，它事實上是會跟環境開始產生互動，那和環境產生互動，一樣也是進入 bim 的平台以後透過參數模型以達成一個主動式的一個控制。
6. 我們先來到被動式的控制。被動式的控制事實上它是可以想像，他就像傳統上我們在做建築設計一樣，只是我們利用 bim 裡內建的一些功能，它可以做參數式設計也可以做到後端的評估來形塑一個基本的整體造形。
7. 所以說你在建築設計階段時你可能會需要和環境做一個回應、也有可能面臨結構上的問題、或甚至想用一個元件來做一個整體的造形模擬評估所以說你就可以利用 adaptive component 的功能，它事實上是模擬出非常多不同的造形。
8. 有了造形之後，你甚至可以利用環境評估的軟體，像這邊的話我們就是用風場分析，來判斷哪一個造形最為適當；或是說像右下角，你可以切個別的剖面去了解風在建築裡面發生的關係。
9. 你甚可以用五分析，如果你的建築物外觀罩上一層外皮之後，到底哪邊是熱輻射的最高點？哪邊必需要出現適當的開口等等這些被動式原本就要定義好，最終你可能要去執行的建築外形。
10. 當你在這個過程中你也可以去導入數位製造的觀念，去做一些實際上的一些檢測。比如說左下角，把一個單一元件做出來再檢測，也有可能把整體的模型做出來去看一下說它對整體的環境實際上長什麼樣子。
11. 接著來到我們的主動控制的主題，它最重要的概念就是你如何把與環境互動的機制帶進來，讓你的建築變成可以適應環境，eco friendly 的概念。
12. 所以說，我們認為 bim 在這個階段它就可以轉成一個平台。那它其實是一個 synchronizing 與實質的世界，透過整個平台帶起的一個即時的同步的

運作，將整個世界同步化。

13. 如果我們要設計一個適性皮層的時候，我們可以簡單把它控制到光線與形變之間的關係，提及光線可能有強弱，皮層要出現相對應的形變，才能產生和環境互動的一個建築物。
14. 那這其中只是光線因子嗎？事實上，各位可以看到左邊，這會有一個宏觀的角度，比如說季節性這種事情是不能即時發生的，或是有些人為意念的因素；右邊是為一些環境即時發生的資料，左右兩者的資料是要去交互比對同步的。
15. 所以它出現了一個系統架構，各位可以注意到左邊是一個 input、process、output 的過程，input 我們可以應用一些感應器去收集一些環境的資料，進入到中間的 synbim 的平台，這是將 bim 從軟體的階段到平台的階段最後再輸出。
16. 我們接下來用一個簡單的例子來做解說，這是一個在建築物外層附加的可以張縮的皮層，利用這個皮層來控制進光量。
17. 控制的方法可能是外掛一個馬達去趨動，原本馬達是旋轉力，我們則利用一些機制將其轉成一個水平垂直的推力，它就可以去壓縮或伸張這個皮層。
18. 最後我們做出一套一組四個的模型，大家可以看到就是說，右上角那張圖，將手遮住感應器的話，右上角那張圖就會去收縮，因為光線不夠，所以看來光線是要進去多一點。
19. 而它後端其實也是跟著 BIM 平台裡的一些參數對做一些連動。那整個概念是希望在直實世界所發生的一些事情及虛擬世界所發生的一些條件，兩者之間可以彼此串連，進一步形成一個整體控制情形。
20. 所以我們想要運動 synbim 去達到一個改變世界的理想。

• 潘晨安博士候選人：iBIM-互動建築資訊模型

1. 讓我再更進一步對機器建築表層這個主題進行深入討論。
2. 各位好，我是潘晨安，目前是成大互動建築建築研究室的博士生，我個人過去幾年所參與的研究計畫，都與建築外殼、模組化建材、機器建築、以及建築資訊有所相關。
3. 我所提出的動態建築表層，是一個由許多可分散、可群聚的小型機器元件所組成的分散式動態建築表層。這些機器表層單元，可以移動、可翻轉變形，能感知並且回應環境狀態，個體單元是半自主的行動，許多個群體單元的協作之下可以調節空間的採光、通風、照明等。當機器人技術越來越普及，普及到機器元件可以成為一種建材時，我們建築產業所慣用的資訊平台或技術，是否足夠能因應這種下一代的智能建材？在這個動態表層的剖面圖中，呈現了我們所定義了一種中介構造，這個中介構造是一種特製的軌道框架。藉由中介構造，可以讓這些機器表層在軌道上移動，藉此遍佈在建築空間中。配合在建築物中的不同空間位置及不同建築構造，軌道框架與建築構造的整合方式共有四種 TYPE。但是，一個機器系統當要引入一個建築構造，不是僅有實體構造方面，要考慮靜態結構與動態機構的整合而已，除了實體構造的整合以外，還有機電系統的整合問題。
4. 由於小型機器單元是一種一體多用的智慧構材、以模組化的機電架構為基礎，具備環境感測與自主運作的功能，這不僅要考慮動態構造的整合，還必須考慮有感測器、控制器和致動器等機電設備。圖中呈現我們所發展的其中三代原型系統。這每一代機器表層原型的演進，都是在調整機電設施的感測器數值、馬達控制、定位系統、通訊架構等問題。
5. 左側照片是第一代機器表層原型，當時建材的機電整合尚未周全，尚有許多電線與設備露在外面。右上角的分析圖，是機器表層的行為劇本圖，呈現我們所規劃的動態表層的行動方式。我們考慮：當感測器偵測到多少光線與人體動態的時，何時動態表層應該移動到室外、何時要移動到室內，何時要翻轉外殼上蓋以追蹤光源。右下角為實際照片，在實際測試中，當我們移動人工光源時，表層能夠開啟上蓋來追蹤光源的位置。
6. 表層單元的行為設定與群體表層配置，最終還是要以他們對空間的影響效果作為主要評估與取捨。圖中的空間採光分析圖，是我們在數位環境中模擬動態表層對空間所造成的光環境效果及採光數值。
7. 這是第二代原型，是將動態表層運用在一個互動展示牆，這座牆體上有 15 個白色的可動單元，隨著展覽主題與使用者所下的指令不同，這些表層單元可以把展覽物品移動到不同的位置，產生不同的配置。每個表層單元，都各自具有避免碰撞的能力、以及偵測所在位置的能力。
8. 左圖是牆體背面的狀況，在這個展示牆原型中，我們得面對智慧表層建材的整合問題，也就是要如何把許多機電設備如感測器、致動器、控制器、

電源等裝置，全部整合在一片薄薄的 20X20 公分的建材表層中。右圖是另一代表層單元內部的線路狀況，我們在製作表層原型時，遇到最複雜的不是牆體背面，而是每個單元的內部線路，在一個手掌大小的電路版中，內部的訊號線路跟一個都市的街道網路一樣複雜。在未來要在 BIM 平台上，進行這樣的智能建材的整合或模擬的時候，這些表層單元的 BIM 源建的資料結構，要如何因應這些電路資訊？

9. 這一座互動展示牆，能夠用 iPad 等行動裝置來控制，並預期能夠與人的肢體產生互動。在畫面中我們希望使用者用手一揮，來下達指令後，這些白色的可動單元就能自動向兩邊移動。這裡所引伸出一個問題是：中央控制與區域控制之，可能發生衝突。例如：由於這些機器人都有自我防撞的功能，當人手一揮所下達的指令，去命令全部單元都要向兩旁移動，但是這樣的移動，卻會造成某二個表層之間發生碰撞。在這種情形下，表層單元應該聽任人手所下達的指令，或是自己本身的防撞指令呢？又如：當某一位參觀者所下的指令，與展覽主題差別很大，產生了衝突，這之間的控制權則應該如何協調？
10. 在這個最新一代的動態表層單元中，表層的主要結構是一個口字型框架，在這個中空框架上，表層面板分成四片，這四片可以旋轉，藉著改變表層的開闔狀態，可以用來追蹤陽光位置或調整室內通風。圖中右下角，是動態表層的 RFID 讀取器，藉由 RFID 讀取器，表層能讀取中介軌道上，所定點配置的 RFID 標籤，藉此可用來判斷動態表層目前在空間中的位置。
11. 面對這種新型態的機器人、模組化智能建材，機器建築表層的 BIM 元件的發展議題，除了要處理更加精細的機構元件，機器建築的 BIM 元件的資料結構，還必須能因應機電元件的效能數值。我們不僅要定義感測器尺寸，也要有相關的屬性欄位以容納感測器數值，以及控制器的數值也是如此。
12. 未來的機器化的智能建材產品，應該會有一定程度的把感測器與控制器一併整合在實體的建材產品中。圖中是一片整合在口字型表層底部的電路板，是機器表層的主要控制裝置，我們在這塊電路板上佈置五個 MCU 控制器，分別屬於由高到低的不同的行為控制層級。在系統整合工作中，有些控制架構方面的問題，我們必須思考，例如：有哪些控制需求，是屬於最基礎必備的功能？是可以通用化的，要與建築產品一起交付給使用者的？又有哪些控制需求，是屬於高等控制，是必須隨建築專案而客製化的，要如何讓空間規劃者或者中央控制系，能夠進行內容的設定或運作管理？
13. 為了探討這種新型態的機器建築表層的行為，我們調查了分散式機器人領域所用以規畫機器人控制架構的方法與圖示。在這套圖示中，呈現了我們預先定義的許多控制機器人行為的程式模組。這些程式模組中，包含了：由高到低各種不同的控制層級、設計權衡中央與區域控制衝突的決策區塊。
14. 在畫面中，左邊是數位模型，右邊是現場基地。如果我們要用左邊的虛擬

模型，來連結右邊的實際環境，進行實虛同動，會牽涉到二種問題：第一是通訊架構的問題，要如何以無線通訊及黑板系統，來管理許多個半自主運作的機器人？第二是設施管理方面，要面對控制權限的問題，中央控制與機器人的區域控制之間有可能發生衝突，這其中對行為控制的權限要如何協調？

15. 圖中所呈現了我們正在建置的實虛整合的系統架構。左下角是虛擬模型中的 BIM 元件，這個元件必須具備適當的資料結構，以變能定義機構元件、及機電設備的控制數值。右下角是現場環境中的實體表層單元，單元上面整合了 Wifi 無線通訊器。中下方的圖，是資訊管理平台，我們是以 Parse 作為雲端資料交換平台。
16. 這是位於前一張架構圖的中間的中央控制面板，為了在 BIM 模型中重現動態表層的互動行為，我們以 Revit Api 所開發了這個中央控制面板。但這個主控面不僅是擔任"設施管理平台"的角色，還必須具有"輔助互動設計"的角色。作為一個模擬互動設計的平台，這個平台能讓空間設計者在構想整個互動空間劇本後，能去模擬動態表層的互動行為、以變修正動態表層的行為參數。
17. 中央控制與區域控制之間的控制權責如何協調？這種智能建材的 BIM 元件要如何納入那些複雜的行為控制參數？除了截至目前我們所提出、所遇到的問題以外，還有許多複雜的技術議題尚待探索，短期很難找到最適用的解決方法，因此目前我們正在建立一個互動設計的模擬平台，以便提供一個測試及模擬的架構，讓開發者能將系統的內容發展的更加完備。
18. 我們目前正致力於把動態表層元件放在 Revit 平台中進行運作模擬，因為在 Revit 平台中，可以重現整個建築環境，也有可以進行物理環境的分析。在每個實際的動態表層單元都應該要有 IR 距離感測器，來進行碰撞偵測，在 Revit 平台中，我們運用 Revit Api 中常被拿來進行管線碰撞測試的射線偵測功能，來模擬動態表層的距離偵測能力。圖中的綠色射線，代表動態表層單元偵測到鄰近的障礙物的測試狀況，在進行射線碰撞偵測後，Revit Api 可以把偵測到結果寫入物件的例證參數欄位中。藉由 Revit Api 模擬在實際環境下的位向感測器的偵測方式，再把數值寫進例證欄位，就如同真實的表層模組，把感測器數值寫入控制器當中儲存一樣。
19. 如果已經具備了位向偵測的功能，也具備了規劃動態行為的規畫平台，在未來我們還考慮納入"人類元件"，也就是能夠封裝人類行為與人體狀態資料的 BIM 元件，以便使一個互動空間的模擬平台更加完備。
20. 因此我們提出的 "iBIM"，是指在現有 BIM 領域中已經成熟的 3D 與 4D 向度上，再加入一個稱為 i 的互動向度。若能更深入更廣泛的，去探討智能建材的 BIM 元件的行為特性，在 BIM 元件的資料結構中考慮機電裝置的運算資料與控制特性，就有機會將現有的 BIM 平台提升成一個具備人本互動特性的互動建築平台。

• 陳一鳳碩士生：可調適性居住空間模組之 BIM 元件建置研究

1. 我的研究議是以出租公寓住宅為例，我就去思考說如何運用 bim 導入這個公寓住宅案的設計。
2. 我的目標是希望能夠協助設計者在設計的過程當中，可以縮短時間和增加效率，同時能協助使用者介入設計的過程，並且是以視覺模擬化的方式進行。
3. 我的研究策略是運用 revit 的內建參數在有限的空間內置入家具，並且要符合國民住宅裡最具經濟性及實用性的家具配置，同時我也想將自然採光的部分納入考量。
4. 我的研究策略大概有四個方向在進行。我希望有個連動的功能，該連動的功能能同時檢驗這四個部分，比如說第一是不同面積需要配合多少的家具？而這家具背後需要多的數量及總價？同時把導光版這四個不同的因素加入，做一個採光的分析。
5. 首先在進入 rvt 之前呢，為了讓參數能夠更順利的進行，我將模組化的概念套入，即我將住宅單元都以 30\*30 作為模組的設定。
6. 誠如這張圖所示，右邊的圖代表是平面的模矩，我將其分成六、八、十坪，家具的部分其活動的範圍我也用模組化的方式來做一些設定。
7. 接著，我將這些模矩用 rvt 裡的工具全數建置好，且這些家具我都用陣列的參數去設定，同時該空間也具備了連動與陣列的參數。
8. 就如這張圖示，這是匯入後的透視模擬。這是現在國民出租住宅大約一至兩人的空間。
9. 為了更進一步說明我剛才的做法，這張圖，大家可以更明顯的看到，當我的坪數從八坪變到十坪的時候，我的家具可以跟我的地板一起增加，除了地板的坪數增加了，床也從三個變成四個，而衣櫃也是同步的增加。
10. 加上國民住宅裡頭所住的是經濟上沒有這麼寬裕的人，所以我希望明細表能夠同步的增加，即總價、單價及數量都可以一起顯示出來。
11. 由於我的論文裡還有一個背包客旅舍的考量，就是說他們可以一起共用像這樣的國民住宅的空間。因此後面的這個參數也具備有連動的功能，當我拉動藍制點時，其地板、床等家具都能同時的增加。
12. 那這是我整個平面的規劃構想，內部的配置其實是很單純的，而增加趣味的方式是由裡面的走廊往外延伸，讓立面呈現不同的效果。
13. 剛才的拉伸效果會產生一個問題，即室內的進深過深的問題。可能原本是五米，但由於過於拉伸變成了八米，而為了配合這個構想，我進一步將導光板、遮陽板的方式納入進去。
14. 我的想法是，導光板的不只能夠導光，它還會有遮陽的功能，於此同時它還能增加室內照明的驚奇度。
15. 所以這個部分以陽台這個空間來做設計。我將陽台分成了三種類型，第一

個是一百八，接著是兩百及兩百二十公分的。而旁邊的顯示為其參數。

16. 不同的高度配合不同的室內進深，當室內愈深時，需配合不同的導光版以導以更多不同的陽光進入室內；進深比較短就配合較高的導光板。
17. 如這張爆炸圖所示，一個是內部的空間、陽台及百頁窗。
18. 這都是我接下來還要去研究的階段。現在是能夠透過個晚的參數連動，接下來是要努力將這三者一起連動，既希望當我的坪數更動時，上述提到的三者也可以一起做變動。
19. 這是這個案子的平面構面及立面效果。
20. 這是這個研究案的設計流程，此部分主要分為針對設計者及針對使用者兩個部分。

• **孫培均建築師：BIM 沒有那麼困難**

1. 我給他們一個工具而他們一魚好幾吃，我也覺得我團隊真的很利害。這個是國家地震中心在南部第二實驗室的斷面，他們短時間之內拿到很多資料，在 revit 裡面就把它建置出來。
2. 它包括基礎、上面的結構系統以及內部的空間關係，他們將它匯到 sketchup 裡面做後製，這一切都是從 revit 開始的。經過這次的試驗我也覺得十分意外，他們把它用到這麼多地方。
3. 現在是我事務所的第四年，前三年我們一直在測試這個軟體可以做到什麼事情。過去，有試過參數設計，比如說做它的窗戶、開窗的比例、立面的研究以及等價開窗率的關係。
4. 這個是做住宅的時候，拿它來算窗戶、門算混凝土還有算很多很多的工料。當然假如大家對這個軟體很熟悉的話，其實大家可以知道它的數量表可以用到什麼程度。事實上它其實跟我們要的 bcc、s 殼還要需要多很多的技術上的支援。
5. 這一個是拿來出細部設計的圖。事實上你只要出一個斷面，你只需要做一點點的加工，你就可以做到你給客戶的一些細設。
6. 這一個是我和林煒郁建築師買一個 api。我剛才其實有提到，我們很需要 api 方面的支援，因為其實 rvt 的功能對於我們要交付給業主的東西來說，還是不太夠用的。
7. 所以我們和林煒郁事務所買了一個 api 來做法規檢討，主要如果是在建築師事務所上班的朋友，對這個就特別有感覺，因為它只要電腦幫你把面積抓出來，它就可以幫你出容積、建蔽等等很多的圖表，你就可以很順利的拿去送照。
8. 這個是它透過 api 的介面，只要去定義它，它就可以將建照手序出出來。
9. 這是我們幫一個科技廠做的一個採光罩，這也是從 revit 開始，把檔案抓出來，再丟給鋼構廠。傳統的說法就是去拆圖。拆圖就是他把它細部構件、它的重量、一些力學的一些關係，所以他就出了這些東西，接著就可以在工廠的產線裡把所需要的鋼構構件畫出來。
10. 這個是我們在第一科技大學的案子，我們在 revit 裡面把它初步的平面畫出來。用習慣 cad 的人，可能會對 revit 裡的一些標註、hatch 不太習慣，所以我我們的設計師都還是把它轉到 cad 做加工。
11. 加工坦白說會有一個缺點，就是檔案就無法從 cad 轉回 revit 了。因此你要做這件事情的時候，你就必需知道，現在是要到 cad 了，就是要在外面做了，那也要很確定業主不會再跟你變更方案等等的要求。
12. 過去三年我們做了以上提及的事情。那 2015 年，我們要做一些 bim 沒有這麼簡單的事。我把我們事務所明年定訂三個目標，我們希望把 bim 的作業規範、品質管理流程及檔案管理做出來。

13. Bim protocol 我在這裡分享給大家，這東西是英文版，那我知道郭老師跟吳老師過去有翻譯過這個。這個是在講說，你事務所要執行 bim 的時候，其實它不是只是一個工具的替換，它需要你在管理模式、檔案管理還有資訊的交換系統都必需要有 bim 的觀念才行。
14. 這個是你們跟結構技師、電機師在檔案管理的交換架構觀念。
15. 這個是以 bim 為概念，在 protocol 裡面建立的檔案架構，事實上我也希望可以在明年在事務所的檔案架構調整一下。其實他的思考邏輯和檔案歸類有很大的不一樣。
16. 最後我要和大家分享一個觀念，bim 不是繪圖工具的改變，它可能是包括設計的生產過程，還有管理模式，甚至是當你是一個 pm，或是你是一個事務所的主事者的時候，你就要知道說，這東西和以往的作業方式是非常不相像的。我們 2015 年的目標就是希望就是要去把這個東西落實，那你才能去談 bim 的建模以及後續許多延伸的事情。

• 張益豐博士候選人：BIM 儀表板

1. 大家好我是張益豐，謝謝主任及各位老師同學的參與。我今天要和大家講的是建築的資訊交換，我的專長主要是 bim 資訊交換還有 grasshopper 的東西。
2. 今天要討論的其實是一個小小小小的題目，在這裡特別指的是設計階段，到底建築師給的資料能不給顧問去應用。
3. 剛開始我在接觸這些 bim 的東西的時候其實也是和大家一樣，就是有一個共公工程的案子，我們就根據各個階段的需求，到在不同 LOD 階段到底該用什麼樣子的東西。
4. 剛開始的時候我們也很天真的以為有了 revit 就能夠去整合這些顧問工作的內容，然後再有個平台，大家就可以很快樂的討論對該設計案到底有什麼樣的意見。
5. 這是最後的成果，你可以看得到，這是非常的豐富，把每一個機械系統、結構系統都實際的把它做出來。透過這個案子我們才發現到說，其實中間的整合，好像還是有一些問題，好像不是像我們想的一樣，有了這些軟體、有了這些通用的格式，這樣的資訊交換就沒有所謂的錯誤的問題。
6. 這是 bim smart 提出來，這其實已經有了，但其實我對這個使用我還是那麼一點點的困惑。
7. 那根據這個，我們認為所謂的資訊交換的東西應該是要在設計的初期的時候就讓這些顧問是意見就能提前被採納進來。這個是我們想要 follow up IPD 流程所謂跟領域知識的整合，因此在初期的階段就能夠發揮 BIM 的效益。
8. 所以你會知道說，你會知道說有 IDM 資訊交換傳遞的手冊。那透過事先約束好說彼此交予對方怎樣的資料及工作內容，我們認為這樣子的資訊整合才能夠順暢的完成。
9. 當然你去了解 IDM 的內容，在剛開始還是最關鍵的在應用程序的探討上。那在這裡面我們所要知道的事情是，透過這樣的檢討，你要找出到底設計者要操作的關鍵要素是什麼？
10. 所以我們把它對應到台灣的業務流程來說，尤其是在建築師的這個部分，我們將它做了一個切割。在它每一個階段，我們去設置它的一個里程碑，來確保每一個階段所做出的決定都能被下一個階段的人所遵循。
11. 所以等一下我會以配置階段為例，來去講這個過程的圖說。
12. 從這張 PPT 你可以看到說有哪一些是參與的角色，而每個參與的角色是做什麼樣的事情，這些事情給另外一個角色給予什麼樣的資料內容，那這個東西在它的設計決策到底有沒有影響力。
13. 來得太快或來得太晚都不是很洽當。所以我們認為的關鍵是用參數式建模來做為 BIM 的整合作為核心，這特是指虛線框起來的地方。

14. 現在建築師及專業顧問他們各自其實都有常在用的軟體，這一來一回我覺得比較是消耗時間及成本的。
15. 所以我們認為，未來在 BIM 的技術支援之下，建築師可以得到的意見回饋可能不再是透過人，它會從這些軟體得到一些及時的回饋，接著再去做修正，這當然也會包含和專業顧問間實際的溝通。
16. 所以我們認為以參數式建模這種參數式設計的工作迴圈，它大概分為幾個主要的動作：設計、建模、分析，在設計跟建模之間是一個比較密集的一個往來。
17. 而建築和分析的軟體是需要透過一些比較通用的格式，當然它不限定是 IFC 的格式來做交換；那設計跟分析比較偏向是建築師跟業主他們之間的關係是要透過比較簡易的方法來去討論。
18. 這裡我們舉一個簡單的例子。也就是說設計者操作的這些透過參數式建模它所要產出能夠符合 IBM 設計的要求，不論是體積、面積等這些重要資料。
19. 所以我們認為這樣的結構我們大概可以分為幾個主要面向：建築的、結構的跟能源的，這些我覺得都是必需透過業務流程來找出它關鍵的需求。
20. 最後，像我說的這些東西，我們用一個比譬來說，它就像是一個儀表板，它能夠快速且及時的回饋建築師說，現在的狀況是如何？建築師該做一個怎樣的設計的決策。

• **何雅婷博士生：應用 BIM 於工程管理之執行架構**

1. 各位老師各位先進大家好，我這邊要和大家分享的主題是應用 BIM 於工程管理之執行架構。我是講者何雅婷，是國立成功大學土木工程系工程管理組的博士候選人，我的指導教授是馮重偉博士。
2. 首先，要提出的是專案參與者所面臨的資訊衝突，也就是說工程專案它是需要大量的人力時間來完成的。因此容易造成普遍的專案資訊遺失、缺漏等問題，那特別會從工程的施工階段來發生。
3. 再來我們會從 BIM 的模型、元件還有工項的連結來看。那這三者之間其實有著最多的關係，但現有的建模軟體只能從模型與元件的連結來產生出它的應用，無法處理模型、元件與工項的資訊整合應用。
4. 然而，BIM 模型其實在資訊整合應用上是特別適合來協助現場工程作業發包的需求，BIM 模型可以由元件資訊的應用來整合施工區域與工項的功能。
5. 因此我們這邊從工程管理的角度出發，BIM 我們要達成的應用目標主要有五項：第一，是多更多的關聯性、第二是資訊的整合而非連結、第三是資訊變更的一致性、第四是現場的實際反映、第五是運用知識的能力。
6. 在時間管理當中，傳統的專案排程規劃和應用 BIM 資訊的管理連繫來進行工作區域、空間和時間並且整合施工的工率還有績效管理來作為專案品質的依循。
7. 另外一方面，在專案成本的應用上，施工工程項目上它的相關性來和模型元件的整合，則可以工項的數量基準來連結 BIM 的元件，從元件的數量需求來產生相關的工程資訊。
8. 這邊是我們研究團隊提出的運用 BIM 與工程管理的執行架構，總共可以分為四個階段：第一是確立專案目的還有分析，再來是模型整合資料庫，專案模型元件的整合還有模型相關的應用。
9. 這邊特別說明是，第一階段的重點會在於確立專案的目的還有分析專案資訊的需求。這也是對整點架構訂定它的執行基準。第二個階段的重點在於建構專案資料庫，是強化專案資料庫在整合方面應用的效益。
10. 現在開始提到是整合資料庫的內容。首先是建物元件的屬性表，它是用於不同的工程項目相關元件編碼的關聯性，這邊的編碼主要包含 UNIFORMAT2 的元件編碼還有 PCCES 的工項編碼。
11. 再來是建物元件資料庫的示意圖，這邊是對專案元件的需求來提供元件分類的架構，利用建模軟體內建的元件屬性編碼，也就是 UNIFORMAT2 還有它的 KEY KNOW 來定義它的分類架構。
12. 接來是建物工項分類資料庫的畫面展示，主要是以 UNIFORMAT2 為基礎來進行 PCCES 編碼還有工項的連結。
13. 那看到專案元件工項表，裡面是連結元件編碼還有標單的工項整合，這裡

- 是建立具有階層的專案資訊內容，然後才能建立後續成本管理中的依據。
14. 這邊我要開始介紹本執行架構的成果。首先是將專案的執行目的分為 A、B 兩項原則，原則 A 是專案管理在公司面的應用；原則 B 是 BIM 應用於工程管理的資料需求。可以看到有專案圖檔與成本進度等管控資料。
  15. 接下來是案例的流程解析。在應用 BIM 與工程管理時可以分為六個大流程，我這邊特介紹在第一個流程中它要依照三種不同相關性，也就是說直接、間接與無相關的類別來整合專案工項與 BIM 的元件。
  16. 這邊展示的，是專案工項與 BIM 元件的整合架構，主要是以 BIM 元件為基礎，接著再將其對應到施工項目，以及將其對應到工項數量，以及將對應到專案工項成本架構。
  17. 再來，這邊看到的是時程控制的方面。藉由以元件為基礎的排程項目，在施工區域與施工時間上的設定，就可以取得對應的量體資訊來滿足它在特定工程區域所需要的專案數量需求。
  18. 這個是施工作業的線性排程圖。這邊展示的是以元件跟 BIM 有直接相關的工程項目中重覆與連續施工作業，對於專案執行在橫軸為時間縱軸為樓層空間上的排程結果。
  19. 這邊是對於工程施工進度的積效評估，這個執行架構同時也有一些預警的效用，比如說設定 SPI 值在 0.8 的時候，作為一個進度落後的門檻就可以提早檢討落後原因，或是擬定趕工計畫。
  20. 最後很榮幸可以在這邊和大家分享 BIM 在工程管理在應用上的目標，也獲得各位先進在建築資訊上的成果。未來我們可能會進行的是 BIM 在請付款上的整合，以及 BRI 系統的應用。

• **傅淑貞經理：BIM 公共工程專案執行分享**

1. 各位先進各位老師們大家好，我姓傅名淑貞，是聯興管理顧問公司的專案經理。那我也在逢甲大學建築系擔任講師，以及在台南應用科技大學室內設計系擔任講師。
2. 我這次要介紹的是在公共工程方面運用 BIM 的案子，那我會針對 MEP 的部分作介紹。顯示的圖是我們執行案子的畫面。
3. 在開始之前我和大家分享一個小故事。你們有看到左邊這張圖和右邊這張圖。左這張圖是承包廠商面對我們這樣的 BIM 專案執行的時候，他們會說「HEY，我們不需要你們，你們就做你們的就好，我們就做我們的。」但業主看到我們覺得我們是超人，就是什麼事都能夠畫出來幫他解決。所以在這樣的情況下我們開始了這個案子。
4. 主要我們針對的部分是做干涉檢查，在公共工程方面，真正執行的是工程面。以前我們都是使用 CSD 跟 SEM 去檢查哪些地方是有衝突的。CSD 圖指的就是電機的整合界面圖。
5. 這是過去的使用方式，它是二維式的，因此它是沒有高層的，它就是平面式的，有厚度。那一般廠商在畫的時候都是單線，然後到了 CSD 圖就變成雙線，有厚度，它沒有高層，所以它是會有很多問題產生。
6. 然後到了我們進行 BIM 導入的時候，它就變成三維的，它有厚度、有寬度，你也可以彼此檢查得出來他們可能有些地方碰撞了，或是有些地方有些問題，那再透過這樣子的整合型的界面再去解決這些衝突的問題。
7. 那我常常跟朋友形容說，做設備方面的檢查，很像是耳機的電線一樣，全部都打結在一起，那你要想辦法一個一個把他解開。那當你在解開的過程你可能動到 A，然後就會牽扯到 B，所以它是連動關係的。
8. 這個是干涉的檢查，我這裡會比較細的和大家解說一下，這個是冷凍水管的高層，那你們看到這邊是穿過去的狀態，現在是打結在一起的，另外一側是解開之後。後面有些圖說都會是這個樣子，這個要請大家習慣一下。
9. 那我們也會遇到設計本身就有一些問題了。比如說這個弱電的桿線跟動力的桿線打結在一起，那這兩個東西如果碰觸在一起會有一個狀況，它的訊息會互相干擾，所以你必需要想辦法把它排開，那像這樣子的東西你就需要有一些專業的知識。
10. 這個是排煙管、空調跟冷凍水管之間的衝突。通常，最常發生的就是在這個排煙管的位置，因為排煙管是很厚的，那我們這個案子是完全沒有要做穿樑的動作，就是要在既有空間下把這些東西都排上去。
11. 那也會遇到像這樣的問題，這也是在排煙管的部分。它的排水管、空氣管還有動力的纜架全部都打結在一起。那在這種情況下我們就必需把它排開。那你可以看到下面有張圖，藍色的線就是它排開之後的位置，紅色的線是原始的位置。

12. 當你做完前面的檢查之後，下一步要做的就是 SEM 的部分。這個部份是你的設備跟你的土鑑之間是不是有衝突的問題。像這個就是它是排煙出口跟土建的位置不太一樣，所以我們就針對這個地方再去做了一些調整。
13. 當然同時，我們也會去也會去執行結構的部分。這個部分我們主要會去排它的鋼筋，這通常會在接合點會有些問題，是不是太厚？或是它的空間到底夠不夠？那包括它的一些數量都要被計算出來。
14. 我們把它的 3D 模擬過後，再來做一比一的模型。這可以省下一些人力和成本。
15. 那當你執行完這些東西的時候呢，我們也會提供一些平板，我們可以到現場去直接去和師傅們直接做協調的工作。那我覺得這些工具滿好利用的，就是在這個地方。
16. 最後呢，我們會產生出像這樣子的圖面，它就是在 MEP 的部分。它會有很多的顏色，我們會用很多顏色去區分不同的系統，那它整合出的圖面就像你現在看到的很複雜的圖面。
17. 我們在施工時會將其分成不同的層次，像這個是天花板的空調圖，也會分不同的高層，那大家就會知道誰走什麼高層等等。
18. 所以導入 BIM 之後，最方便的地方就在這裡。我們把圖都產出，但就是先講好，圖都在這裡了，你就照圖施工這樣。然後你也可以看到這邊也有一些明細表，包括它的設備，都會是一清二楚的。
19. 做這個案子最大的問題，是我們很怕過去會遇到的這種穿樑問題。那我們就得先行把它預留下來。因為這個案子是不穿樑的，所以我們會穿很多的牆面。
20. 那通常這個牆面，負責要出圖的人不是我們而是廠商，那你們知道光一個公共工程會有多少個剖面要剖嗎？可能是幾秒鐘、幾分鐘就解決的事情，因為是運用了資訊軟體的關係，所以它的速度跟廠商是完全不一樣的。
21. 所以我們的廠會從右邊這個貓很惡劣的表情變成左邊這張拜託的表情。因為我們剖只要幾秒鐘，而他們做可能需要兩三個星期。那這個案子在中山大學，國際研究中心。

- **林羿均碩士：BIM 模型物件衝突影響評估系統**

1. 各位先進前輩和各位老師同學大家好。我是來自高雄應用科技大學土木工程與防災科技研究所的林羿均。那我的指導教授是吳翌禎老師，那目前跟吳老師學習跟 BIM 相關的研究知識，那也很榮幸能參與這次的 BIM 年輕世代論壇。
2. 那我今天的講題是 BIM 模型物件衝突影響評估系統。我們在做 BIM 模型衝突影響評估檢測的時候，系統產生的列表沒有規則可循。那我們如何找到衝突的問題點並搭配施工數據解決它是我的研究關鍵。
3. 首先我要跟大家介紹的是傳統在繪製二維施工圖的時候，在 CSD 和 SEM 套圖檢測的時候，我們可以看到圖面上非常的紊亂，也非常多的訊息，因此我們就沒辦法知道哪些是已經做過高層檢討，哪些是存在的衝突問題點。
4. 那後來大家開始使用 BIM 來興建模型，因為 BIM 能有效的套圖整合明確性和審查效率。但衝突還是會發生。那如果系統產生了大量的衝突，那我們就很難定義哪些是重要且迫切需要解決的衝突。
5. 那以往我們在做物件衝突檢測的時候，系統總是會一次列出所有衝突，沒有歸類排序。如果我們一個一個去解決這些衝突的時候，可能會處理了上百個衝突，卻處理不到真正迫切需要解決的衝突。這可能會減低工程的進度。
6. 那我希望能解決這個問題，讓系統不僅能偵測衝突，還做列表做衝突的分類。所以我保留了目前衝突的現況，然後考慮了施工性跟修改效率來做慮因素以重新定義衝突規則來加入 BIM 模型中。
7. 那我訪問了施工現場的工程師，去了解在施工的時候會遇到哪些衝突的狀況、哪些是需要密切去解決的衝突問題，引用施工順序跟衝突項目來做分類。
8. 接著定義出這五種衝突的規則。第一類是建築結構的衝突、第二類的是給水電跟管線間的衝突、第三類是大型設備設備和建築發生的衝突、第四及五類是基水電跟建築結構間的衝突。
9. 依不同的嚴重程度，我以不同的顏色來標示不同程度的嚴重性。這裡以建築結構為範例，紅色是為最嚴重的設計衝突。
10. 除了以列表來顯示嚴重性以外，我在模型上也用顏色來展示嚴重程度，最嚴重顯示為紅色，次要為橘色；時間與空間上的規畫衝突顯示為紫色，那管線穿牆需要套筒則顯示為黃色。
11. 這是我的系統架構。我將模型分為建築以及基水電模型。那透過 BENTLEY AECosim 為平台來套圖整合，來進行衝突的檢測，再加入我的衝突規則來做衝突影響評估，最後以顏色來做衝突評估後的結果。
12. 我的衝突系統分為設計衝突及時間與空間上的規畫衝突，經過衝突分析後會產生衝突列表，那加入我的衝突規則後，這個列表會以此規則重新排

- 列。
13. 那這是我的系統介面。左邊是我的衝突規則，右上角的部分是使用者可以選擇種類、規則等等，那系統會幫你分類，下面是衝突的列表及屬性的展示。
  14. 首先這是高應大燕巢校區的宿舍為模型，也為了方便展示，就以地下一樓為範例。那我先將建築結構及基水電的模型套圖整合以方便後續檢測衝突檢討的問題。
  15. 接著就是我的系統。我是以幾何模型的部分來抓取這些衝突，接著進行衝突列表。那系統會依照原本的屬性參數來進行分類，變換一次衝突的測色。
  16. 接著，可以使用種類跟規則，然後系統就會依照所選取的重新去排序衝突列表。再以種類去進行第二次的變色，且是變成透明。那如果你想要解決某項衝突的話，你就可以點選該項衝突列表，這都會是依照屬性的參數去點選，系統就會自己展示出來。
  17. 最後我來做統整。一般市面上的軟體可以檢測衝突，但它沒辦法分辨出衝突的嚴重性，那我是以幾何模型的方式來檢測各種衝突，以之進行衝突列表，那依照屬性來變換顏色。我是以施工性來定義我的衝突規則，使用者可以依照迫切性去列出需要修改的衝突物件，然後去解決亟需解決的衝突問題。那在修改過後可以重新檢測，並一直這樣循環。
  18. 那我的研究目的是希望系統能夠更方便去解決衝突問題，假設我們檢測測出衝突後，系統就會跳出建議的選項，接著你就可以去點選，那系統就會自動幫你做修正，這樣就可以減少很多我們解決衝突的時間，並提高設計的效率。

• **李冠鉉資深工程師：BIM 是團隊合作出來的結果**

1. 我先介紹一下我要演講的題目是 bim 是團隊合作出來的結果。像我們是資訊工程，我們常常出去外面和人家介紹說什麼是 bim，那每個人對 bim 的觀感其實都不太一樣。
2. 像有人說 bim 是一個建模技術、也有人說它是一個建模流程。我先介紹一下，我是李冠鉉，我是成功大學土木工程研究所工程管理組畢業的，我的指導是馮重偉教授。那我一邊唸書時就有邊工作，所以我往過業主單位，也有待過機電的公司做套圖整合。
3. 首先一開始，很多人會說 bim 是讓業主預見未來的水晶球，或是 bim 是一個數位表達的流程，也是一個塑模技術，對於這些描述，其實每個人定義都不太一樣。
4. 我在開始工作，我在每個案子都嘗試以 bim 去做執行，可能是用 bim 去算鋼構的數量，或鋼筋模板混凝土，或是粉刷防水之類的。
5. 所以說，只要有機會我就會去嘗試用軟體去做測試。這是我們在台南都會公園的一個博物館。
6. 執行完這些案件之後，對我而言，bim 是一個數量計算的工具，或是一個繪圖的工具，或是說一個檢討圖面的工具，甚至於說是我一個畢業的研究工具。
7. 因為南部沒什麼 bim 的案子，結果就跑到台北，然後就接觸到新北市板橋國民運動中心。那它是地下三層地上五層的建築。那你會發現台北，它所有的案件都是需要用 bim。
8. 那板運 bim 的運作模式是脫離不了 2D，因為很多建築師目前無法用 3D 執行送審的圖面，所以說像我們這邊的建築師、結構技師等他們全部都是 2D，那就會多出來像我們這種建模公司去做建模的工作。
9. 在專案初期的時候，其實我很希望能夠它是一個很完整的 BIM 團隊架構，那初期只有我一個，那後來就慢慢去輔導比如說空調包商、機電包商、甚至於說營造廠，慢慢每次開工務會議的時候，就慢慢把這些人拉出來。
10. 那這些 BIM 的窗口，你會發現他們其實都很忙，那為什麼我們還要叫他做 BIM？那我一個人做很久了，我希望是團隊一起做，每個人參與在那個環境裡頭時，你可以把你的需求提出來。
11. 如果說這個辦公室的人都在這個平台上，那這間辦公室的資訊你都可以知道，但隔壁間的你可能就不知道。那我們會希望輔導廠商真正能夠去使用 3D。
12. 所以說我們在執行板運的時候，希望可以把目標限縮，我們要提高軟體的熟練度，因為工期縮短，我們必需訓練他們去使用。
13. 像是在新北市統包的合約裡面，我們被要求要做很多。從一開始的綠能分析，2D 出圖，或是彩現的 3D 透視、動畫、數量計算全部都要做。

14. 所以說，我們用這個模型去做的成果，可以用於外觀彩現、室內模擬。
15. 透過模型給一些視覺化的輔助，讓他們對專案比較了解。那像我比較自豪的是，我去輔導這些廠商，看他們實際去建這些模型的時候，像你看到這裡頭的基板大部分都不是我們建的，合約裡也沒有提到，但他們會自發性的去建置這模，就代表說它有一定的好處。
16. 在檢討過程中，我們去會發現這些靜態的衝突，在 2D 其實都是有可能發現。
17. 那我們會給予這些數量的計算，像是地坪、天花牆等。
18. 像我們會去檢討一些衝突，像這個樑、跟鐵捲門是有撞到的，經過修改，轉向 90 度之後，你會發現一個衝突會影響的層面很廣，它可能會包含四週的配筋，那當中有很多數量就變了，那如果影響到結構，那可能會影響到你的工期。
19. 那這個案例的話，這是我們 B1 的 CSD 套圖，圖都畫好了，但現場執行還是會有問題。
20. 例如說我們這邊，模型下方沒有樑，但現場卻組出這樣子的模板，或像這邊，模型沒有柱，現場卻做出兩支柱。
21. 那其實是說，模型不是施工的依據，送審也不是送模型。所以我們會認為說 BIM 不是一個軟體，它是很多個，很多個就代表很多人，它也不是一個人的事，它是團隊合作的結果，而它也不是萬能的，你買不起一個趨於完美的東西。那對我而言，因為我是唸管理的，我是認為它不是一個繪圖工具，它是一個管理、溝通的平台，以是我的介紹。

• 廖桎謙資深設計師：BIM 專案經驗分享

1. 大家好，我來這邊說明一下，目前在業界當中，很多人對 BIM 的觀念是它只是一個建模工具，而忽略了建築的整體生命週期上，將資訊在每一個階段正確地走下去，以達到回應計畫、空間的需求。
2. 那這個重點剛才三位簡報者都有提到了，那我們公司主要是扮演 PCM 角色的工程顧問公司，我們的客戶來自需要 BIM 正確的估算數量，然後降低人為在施工上錯誤的成本效益。
3. 那我要說明 BIM 技術的出現呢，在現場的溝通方式是可以做改變，但是我要先說明，你要對整體的施工構造、還有現場施工的知識帶入，才能將 BIM 的功能發揮，而不只是帶 IPAD 去晃一晃而已。
4. 那業主在意的是每一個工程上每一個成本的控制，從時間的控制，跟成本的控制等等。那我們會將資料上傳到雲端去，讓業主有一個立即性的掌握。
5. 那衝突檢查，說穿了是 BIM 最好的優勢跟最好的利器，可是我們發現了一個問題，假如到現場之後卻沒有規範去管理工程施做方面。意思就是師傅不想聽你的。
6. 這個案子的挑戰呢，是鋼構、鋼筋跟結構體，那我們在設計階段方面我們去提出了一個最佳化的成本，它可以隨時的反映出結構或設計的變動。
7. 那其實土建有三寶，模板、鋼筋跟混凝土，是建築估算佔最大數量的部分。剛開始我們一步一步的去解決鋼筋跟混凝土的數量，那我們花最多時間是在於模板上面，因為模板要正確得回歸到營造廠，是營造廠最注意的事情。
8. 其實依據建築師法第十七條規定，你要將設計的內容能夠在營造廠做正確的估算，照施工的規而有正確的數量。
9. 那 BIM 在這個方面有兩個優勢是，建築結構體跟室內裝修的部分。那 BIM 細部的定訂，我們當初參考 LOD 模型的發展，但是我們遇到一個狀況，我們遇到建築師事務所提出的建築成本的估算，跟施工圖的需求。
10. 那很尷尬的它介於 LOD 的 300 到 400 之間。那我們把 BIM 的數量跟鋪算公式的數量提取一個不一樣的比對的方式，目標是想要讓 BIM 的數量降低到 3-5%。
11. 不過最大的方式是對方會提出說，REVIT 會不會有計算式的產生。這個在設計階段，我們在每一個室內設計的方案，我們提出了五個的設計方案，它可以隨業主做有效率的家具跟建材的轉變。
12. 那 BIM 我們目前想要嘗試的是整個到其他的數位工具當中，在轉入的時候像圖面上所示的是，我們把 BIM 轉變到 MOVIE 的運用上，使 BIM 得可以擴大。
13. 這個案例呢，通常我們會和業主討論到通風塔，通常業主對通風塔會有疑

慮，那我們就會使用 BIM 來解說建築性能的部分。這部分其實在實務上是很容易輔助我們做一個風向的解釋。

14. 其實我們對建模的流程我們已發展到一個 SOP 的流程。那也是要確保每個專案當中它的成本估算，還有它的誤差值不會超過 3-5%。這是我們的目標。
15. 那特殊造形對現在來說已經很普遍了，不算是一個太困難的問題，但進一步的挑戰是在 BIM 裡可以產出可以施做的圖面及成本的估算，讓特殊的造形可以普及在目前的業界上。
16. 所我們在中期和長期的目標上，希望可以跟學界或是跟 BIM 這些先進們一起合作，然後讓這些有趣的造形可以呈現出來。
17. 我們公司其實比較傾向於運用 BIM 後端的運用，那目前圖面上看到的是，我們要確保如何讓業主他拿到的 2D 施做圖跟 BIM 的模型，去當場做一個細緻的調整及有效率的溝通。
18. 其實我們在和業主提報告可能會有三至五個，但可能會來不及做模型。那我們就用實境的方式去和業主解釋。
19. 我們要朝向 BIM 後續的運用呢，其實一路上是跌跌撞撞的，然後剛整藉由這個論壇的機會，能夠分享我的經驗，能夠將 BIM 向政策或是獎勵的推動。
20. 最後，我這邊要提的小小的建議，希望大家對於 BIM 可以組織有公會或是公司，因為其實在業界，我們的推動很難有一些公信力，所以會造成我們在溝通上會有一些落差。

• 吳典育博士候選人：BIM→DESIGN→CONSTRUCTION

1. 各位好，我剛好很榮幸能成為最後一位，等一下我要分享一下這一次的題目。基本上我今天要談的是下一個世代 BIM 的設計師。各位可以發現從我們過去的 DRAWING 到 CAD，再從 CAD 到 3D，其實 3D 應該是很多現在人對於 BIM 的一些想像，不過我們覺得 BIM 不單只是 3D，它應該要談是我們可以從中帶入什麼資訊，可以用它做出什麼事情。
2. 那各位可以發現，其實現在，其實我們只要把我們的 IPAD 加上手機跟繪圖軟體，結合 CLOUD BIM，這資訊量可能可以大於一個約 12 公斤重的重皮箱，因為它整個資訊量整個是涵蓋了非常豐富的資訊。
3. 而且我們可以很單純的拿著一個皮包和大家講事情。那現在我們在談我們在過去的雲端的事情，只要隨時隨地下載到我們的平板上，我們可以在上面直接畫，然後就可以傳輸到整個大銀幕上。當然有些地方沒有，所以我們可以藉由一些簡單的線路跟機器來和業主做一個雙向的溝通。
4. 那位其實可以看到在 DESIGN COORDINATION 的這件事情，很多時候我們是要帶一大堆紙，可是現在不用，你只要帶著你的平板，在這邊畫一畫之後，你可以直接和我們的事務所做一個同步。一同步完之後，整個事務所就可以看到你現在在幹什麼。這個狀態你可以隨時同步進行。
5. 那當然透過 AUTODESK360，它其實不單單只是對於事務所內部，它對於你的機電設備師、結構技師，它是個是同步的事情。最重要的是情是它的 RENDERING 可以幫你的事務所的設備量降到一個非常簡單的狀態。你只要能夠畫圖，你就可以 RENDER，RENDER 之後你還可以馬上檢視。
6. 當然在 BIM 在施工的時候是可以對整個施工方面有很大輔助的。那當然這些圖還有很多程式上的一些幫忙。
7. 那所以我們認為其實整個過程當中，我個人在過去其實在一個人的狀況之下，以 CLOUD BIM 做了不少有的沒有的案子，那大概串佈在整個台灣，它有一些不同的網絡，那當然也累積了一些事務所，一些人脈。
8. 那這些人脈對我來說很重要的部分是在這五年內，我大概完成了將近 100 個案子，是以 BIM 的方式來去產生一些事情。那當然不完全是拿 BIM 的案子來談，不過，基本上運用這個技術，解決了很多一個人能做的事情。當然一個人不是很重要啦，當然我也很想找人，期待各位多介紹一下。
9. 那這邊我談三個面向，第一個面向從我們巨型狀態。巨型大概是指基體建築公共建築，比較中型的大概是單體建築或整個比較單純的一個建築物，接著還有一個微形的，大概就是室內裝修，或家具設計。那我從這三個面向我來分享一下，大概我們做了哪些事情。
10. 那比較大型的是我們現在在進行的是內政部的案子，這也是石昭永建築師和我們這邊來做整個的研究，那其實在過程當中，它屬於比較後 BIM 的狀況，整個建設的過程當中我們導入一件事情就是，我們在畫圖的時候就把

它當作建造模式來畫，就會很不一樣。

11. 那當然像這樣一個比較公共建築的是在高雄的一個 RC HUB，這算是我們有幸接到一個比較大形的一個改造案。那這改造案比較特別，它其實是一個大講堂裡面做一個內外的改造，那等一下下一張可以看到其實說我們談的是從圖到真正的模型整個的落成。
12. 圖上從圖到竣工圖的相符度是很高的，我們一直在堅持這件事情，因為一旦它能夠相符，那我們就可以用它來做真正解決設計的問題。包括其中許多的施工的狀況。
13. 那比較中型的建築物像是過去我們在劉舜仁老師帶的課程做的一個鐵皮屋的改造，可以看到其實他表面的 CNC 切割，它在 BIM 之下，它可以做很多來來回回的修改，可以比對到很多設計、施工上很多的同步交流。
14. 那當然我們在做很多住宅的案子的時候，最麻煩是一般的小住宅案業主最愛改你的圖，最愛改你的設計，你只要一開始把施工的角度帶進去，那就不怕它改圖，你只要跟他討論好可以改幾次，這樣就可以了。
15. 那當然從建築體到室內設計的角度來講，其實我們利用它來做一些水電配圖、立面圖或是 3D 圖，不斷對施工者來講或對業主來講，都是很棒的，因為業主看得懂這種圖，所以他可以幫忙你監工，你不用自己監工。
16. 那當然我們對於室內設計的部分也是可以談，比如做一些店面、咖啡廳、飲料站等，它其實可以做很快的出圖，其實店面施工其實是很短的，但它整個的呈現的效果不會差。因為我們利用這個控管來講，因為從成本到後面的輸出，它都可以做一個連貫性的控管。
17. 那最後跟大家講一下，它也可以做一些比較家具式的事情，我們可以在軟體上做一些很清楚的呈現。且它還可以配合 3DMAX 做一些動畫的動作，所以整體來說，它的轉譯的動作是很棒的。
18. 以上是我 ROUND 的一個整個過程。這是我個人的一個工作流程，這我主要和各位講的是，在建模的時候它可以節省很多時間，到 DISPLAY 的時候，最重要的是，我們其實很多時候做案子是要跟客戶溝通，你不能拿一個他看不懂的圖去跟他溝通。所以這個時候也省了很多的時間。
19. 那當然到最後在施工的時候，也是很重要的，所以從我們現在原來大家比較相近的這件事，加了 BIM PLUS，就是我們的雲端控管，到整合設計到整個圖面的雙向修正。這是很重要的，因為寫它其實是可以幫助我們去解決一些設計上的問題。讓我們可以去產一些不同的回饋。
20. 基本上我還是強調一件事情，就是說，建置模型的觀念，就要如同見到真實模型。一互你切入到這件事情的時候，你在做任何其他事情就不會 LOSS 掉。這邊謝謝大家，謝謝。

### 附錄三 第三場專家學者座談會-BIM 年輕世代論壇

BIM 技術的應用與發展，在 A/E/C 產業已蔚成一股不可忽視的趨勢，臥虎藏龍的台灣建築界擁有許多專業人才，正如火如荼的進行 BIM 的研究與專案。

有鑑於 10 月舉辦的「BIM 年輕世代論壇」反應熱烈，為了更加促進 BIM 產業界與學術界之交流，成大建築系、台大 BIM 中心、台科大建築系擬共同於 12/27 舉辦—BIM 新世代論壇。

主辦單位：成功大學建築系、台大 BIM 中心、台科大建築系

指導單位：內政部建築研究所

活動時間：2014/12/27(六) 下午 2:20~5:00

活動地點：台大應用力學館 R100 國際會議廳（台北市羅斯福路四段一號）

講者	服務機構及職稱	主題
王紹宏	達欣整合科技 經理	BIM 對建築的挑戰
蘇瑞育	台灣世曦工程顧問公司 副理	BIM 在台灣發展困境觀察
陳宜民	中興工程顧問公司 BIM Center 工程師	Bimpossible is Nothing
張美智	台灣科技大學建築系 博士候選人	從衍生式系統的 BIM 觀點談工程與設計的整合
蔡承諺	台賓科技公司 BIM 工程師	BIM 程式開發經驗分享
陳以文	台大 BIM 中心 工程師	雲端 BIM 協同作業平台之實作與應用
潘晨安	成功大學建築系 博士候選人	iBIM-互動建築資訊模型
黃德倫	黃德倫建築師事務所 主持建築師	工作結合社群，突破你的想像 - Bimbook
蘇郁智	衛武資訊公司 襄理	BIM 在整合與協同溝通之經驗分享
傅淑貞	聯興管理顧問公司 BIM 專案經理	BIM 公共工程專案執行分享
黃建勳	大陸工程公司 資深工程師	MIB & BIM：如何極大化 BIM 在施工階段的執行效益
陳志淵	九典建築師事務所 建築師	BIM 於建築實務流程應用
汪孟欣	SGS 營建管理部 主任	應用 BIM 模型於建築物理環境及能源模擬分析
陳清楠	陳清楠建築師事務所 主持建築師	Green BIM 在智慧綠建築之應用
郭瀚嶸	台灣大學土木系 博士候選人	BIM and Blue Green Dream



## 附錄四 專家學者訪談紀錄(一)

內政部建築研究所「BIM 導入台灣綠建築設計案例實作研究」專家學者訪談紀錄

開會事由:訪問 BIM 於業界實作情形

開會時間:中華民國 103 年 3 月 24 日(星期一)上午 9 時

開會地點:中興工程顧問公司 BIM 中心

與會人員:

中興工程顧問公司 杜俊 副總經理

中興工程顧問公司 陳志文 主任

中興工程顧問公司 陳清楠 建築師

中興工程顧問公司 林柏宏 工程師

成功大學建築系 鄭泰昇 教授

成功大學建築系 潘晨安 研究助理

成功大學建築系 吳典育 研究助理

成功大學建築系 呂啟銘 研究助理

專家意見如下:

• **杜俊副總經理:**

3. 推動 BIM 建模的最大問題在於:價值還沒有實際的反應在使用者身上。
4. 鄰近國家都已經有相關規範,例如新加坡、中國、韓國等等,反觀我們目前還沒有明確的規範,BIM 推行更顯落後。

• **鄭泰昇教授:**

1. 多數的事務所不確定 BIM 對於他們本身有沒有好處,光是種類繁多的標章就讓他們很困擾,尤其是變更設計之後,標章又要重算,工作繁雜會導致事務所疲勞反感。
2. 建議成立一個涵括產官學的 BIM 聯盟,讓大家可以知道 BIM 的好處也能產生一些合作的機會,也能加快 BIM 於國內之發展,提升產業競爭力。

• **陳志文主任:**

1. 預算的分配是主要癥結,部分業主認為 BIM 只是畫 3D 模型而已,應該另外編列預算,況且 BIM 的價值還沒有辦法在短時間之內被反應出來。
2. 其實執行 BIM 建模不會令整體建築費用減少,只不過是讓費用往前移轉而已,在設計初期就導入 BIM 流程可以提升整體品質,也會使後續工作進行更加順暢,各單位之間得以減少錯誤及衝突,避免施工錯誤消耗成本。

• **陳清楠建築師：**

1. 現在台灣的綠建築標章都是在設計定案之後才計算，如果透過BIM建模，能在設計階段就知道建案應該發展的趨勢，在早期就先檢查，避免最後為了更改到符合標章要求而困擾。
2. 建議可以諮詢林煒郁.黃德倫.黃郅堯建築師事務所，該事務所所有自行研發法規檢察外掛，並且是實際透過BIM流程工作的事務所。

• **林柏宏工程師：**

1. 軟體計算之效能與結果是否具公信力或是被評審許可，這是需要確定的問題，否則軟體種類繁多，甚至有人自行開發外掛，各種效能模擬結果都有機會產出，如果沒有一套認證方法證明軟體或外掛的公信力，將會造成更多衝突或是時間、成本的浪費。
2. 關於資料庫的部分，許多的材料種類都沒有格式的要求，大家各做得的，分析軟體也沒有正確的資訊可以選用，甚至審查單位也沒有方法可以審查，在沒有認證規範之前，所有資料庫該如何建立也會是一個很大的問題。

## 附錄五 專家學者訪談紀錄(二)

內政部建築研究所「BIM 導入台灣綠建築設計案例實作研究」專家學者訪談紀錄

開會事由:訪問 BIM 於業界實作情形

開會時間:中華民國 103 年 3 月 24 日(星期一)上午 11 時

開會地點:九典聯合建築師事務所

與會人員:

九典聯合建築師事務所 張清華 建築師

九典聯合建築師事務所 藍百圻 設計師

九典聯合建築師事務所 譚之琳 設計師

成功大學建築系 鄭泰昇 教授

成功大學建築系 潘晨安 研究助理

成功大學建築系 吳典育 研究助理

成功大學建築系 呂啟銘 研究助理

專家意見如下:

• **張清華建築師:**

1. 事務所目前是規劃一個 BIM 小組專門執行 BIM 所有事項，但是實際執行 BIM 建模之後卻因為營造單位需要的還是 2D 圖面，而浪費很多時間、經費。
2. 目前機電、結構也沒有相關的配合方法，大多數的廠商仍然使用故有的操作方式，實際透過 BIM 方法工作的廠商也沒有幾家，因此即使事務所想要有完整的 BIM 工作流程也可能因為找不到配合廠商而回歸到原本的方式。

• **藍百圻設計師:**

1. 九典事務所通常是在都審階段通過之後才開始將 2D 的平面圖繪製成 BIM 模型，一方面是設計不會再有大规模變更，另一方面是可以增進後續輸出各式圖面的效率。
2. 除了機電、結構的整合之外，透過模型資訊進行法規檢討是一個可以前進的方向，而不是最後又回到輸出各種 2D 圖面，資訊往返會造成更多困擾。

• **譚之琳設計師:**

1. 如果在 BIM 建模階段就要能源解析，某種程度來說會讓建模的人感到困擾，而且增加會很多工作時間。
2. 綠建築標章在事務所的做法是會先做預評，如果通過再繼續細部發展，而不是將模型進行到一定程度才解析，像是 Revit 內建的能源解析也需要事先設定好標準才能計算。



## 附錄六 專家學者訪談紀錄(三)

內政部建築研究所「BIM 導入台灣綠建築設計案例實作研究」專家學者訪談紀錄

開會事由:訪問 BIM 於業界實作情形

開會時間:中華民國 103 年 3 月 24 日(星期一)下午 2 時

開會地點:台北國際聯合事務所

與會人員:

台北國際聯合事務所 張國章 建築師

台北國際聯合事務所 閻家銘 BIM 經理

學志正建築師事務所 學志正 建築師

林煒郁.黃德倫.黃邕堯建築師事務所 黃邕堯 建築師

成功大學建築系 鄭泰昇 教授

成功大學建築系 潘晨安 研究助理

成功大學建築系 吳典育 研究助理

成功大學建築系 呂啟銘 研究助理



專家意見如下:

- **張國章建築師:**
  1. 事務所應該要知道做 BIM 的意義，做 BIM 對於業主的價值是否能顯現，而政府推 BIM 的好處也應該要有清楚的方向，各方面的好處如果能確實反映出來，BIM 於國內的發展就會自然而然的加快。
  2. 政府推 BIM 建模目的是讓建築品質提高，或是整體國家耗損能源減少，或是其它政策的目標，而不應該是只是因為鄰國推動而一味仿效而已。

- **閻家銘經理:**

1. 目前很多事務所的設計者跟建模者是分開的，建模者不完全理解設計者想要傳達的資訊，因此有時候模型可能與設計者的想法不同，溝通往返的過程往往會浪費許多時間。
2. 建築完工之後，也許可以透過某些公證機構來評比 BIM Model 是否實際改善整體流程，藉由比較的方式讓多數事務所了解透過 BIM 流程確實能提升效率、節省成本。

- **學志正建築師:**

1. 業界反對 BIM 不僅僅是成本問題，而是因為必須承擔的責任越來越多，畢竟國外的責任歸屬與台灣不同，BIM 模型的責任該屬於誰也應該釐清。
2. 方案到 BIM 後期才作外遮陽其實是不得已手段，應該在量體階段、草模階段就要有設計方向，先確定方位、外加遮陽，最後才是元件、材料的選用。
3. BIM Guide 早期的重要任務應該是技術推廣、技術教育，培養業界的工作默契，否則配合團隊如果沒有想對應思維與工作流程，事務所也無法獨自承擔所有 BIM 工作項目。

- **黃郅堯建築師:**

1. 原生軟體是正確的研究方向，讓使用者可以確實享受「電腦輔助設計」的過程，而不是繞了一大圈才真正幫助設計，建議政府可以進行軟體的結構認證，讓事務所各自開發軟體而不是限定某些軟體，而且認證只需要確認資訊可以被抽離，能夠獲得有效資訊才是真正重點。
2. 對於建研所針對美國 BIM 的報告建議評估應該增加比較，美國在執行 BIM 之前與之後到底差別在哪裡？而且美國建築師與台灣建築師之權責不同，台灣 BIM 更應該注意的部分也應該確認。

## 附錄七 專家學者訪談紀錄(四)

內政部建築研究所「BIM 導入台灣綠建築設計案例實作研究」專家學者訪談紀錄

開會事由:徵詢綠建築學者及審查委員對於 BIM 導入台灣綠建築之看法

開會時間:中華民國 103 年 4 月 15 日(星期二)下午 2 時

開會地點:成功大學建築系會議室

與會人員:

成功大學建築系 林子平 教授

成功大學建築系 蔡耀賢 副教授

成功大學建築系 鄭泰昇 教授

成功大學建築系 潘晨安 研究助理

成功大學建築系 吳典育 研究助理

成功大學建築系 呂啟銘 研究助理



專家意見如下:

- **林子平教授:**

1. BIM API 的發展可能會影響部分產業 (例如:綠建築審查顧問公司等)。
2. 元件匯出資料會碰到的大問題是法令會經常修改,所以需要一個認證方式確認這些元件能反映法令的修改。
3. 部分法規可能可以彈性調整,但是像技術規則之類的就比較不容易改變,所以 API 的撰寫可能會受到影響。
4. 如果要更加完善整個 API 的發展及使用流程應該參考完整的綠建築審查辦法,知道哪些單位需要哪些資料,如此一來才能落實。
5. 規定好繳交範本及使用的計算式,繳交需要資訊之後就可以快速計算。
6. 相較於簡單的建築外殼耗能計算,廠商可能會更在意大型空調的計算。
7. 因為 BIM 可以詳細記錄每一個單元的資料,或許未來也可以計算碳足跡。

8. 建築空間使用的密度及人員密度問題也會影響空調使用量。
9. 尋找適合的對象(例如:自己計算綠建築標章的小型事務所)，提供本案之 API，後續或許可以得到更多實際經驗回饋。
10. 綠化量指標也許也可以透過 BIM 進行大量運算，標記原有樹木並且建立資訊，整體指標的計算就能更加精準。

- **蔡耀賢副教授:**

1. 目前台灣的綠建築審查是粗算的做法，透過簡單的 Excel 或計算工具就能估算，主要目的在於法規上的方便執行。
2. BIM 對於許多事務所是增加負擔，雖然可以在初期模擬耗能，也可以產出各種符合要求的方案，但是對於綠建築標章的審查結果影響不大。
3. 透過 BIM 可以精算一整年的耗能量，而 ENVLOAD 則是簡算法，如果為了應對法規而捨棄更精確的算法，BIM 的使用就有點本末倒置。
4. 未來也可以使用 BIM 計算綠建材，不需要回到估算的方式也能掌握確實數目，有詳細數目及各別資訊之後，綠建材計算也能更準確容易。
5. 如果規定各個耗能計算軟體應該輸入的條件，使其計算結果可以更加準確，而且法規也能接受這個結果的話，應該就能吸引更多使用者。

- **鄭泰昇教授:**

1. 因為需要消耗更高成本、時間，現有的標章制度讓多數事務所感到困擾，利潤可能也不多，因此事務所使用 BIM 建模的意願不高。
2. BIM 的發展勢必會衝擊現有的建築審查制度。
3. 許多事務所已經有熟練的流程，BIM 的發展將造成組織的再造與法令修改。
4. 大型事務所不太可能停下所有手邊工作，進行人員訓練，因為 BIM 建模要完整可用，可能需要學習更多的軟體，因此大型事務所不太願意改變，反而是小型的事務所比較容易轉型。
5. 初始目的是希望透過 BIM 與指標結合，可以在初期就避免錯誤。
6. BIM 發展的大方向
  - A. BIM 認證聯盟:透過產官學合作的方式建立 BIM 認證聯盟
  - B. BIM Guide:參考國內外案例建立 BIM Guide 標準
  - C. 以新北市為例建立法規電子送審機制:自動送審機制調查
  - D. BIM 本土化，與綠建築標章及智慧建築標章結合:本計畫 API 研究方向
  - E. 雲端模型控管及實體環境管理:未來可以透過雲端模型管理實際環境

## 附錄八 專家學者訪談紀錄(六)

內政部建築研究所「BIM 導入台灣綠建築設計案例實作研究」專家學者訪談紀錄

開會事由：訪問綠建築學者

開會時間：中華民國 103 年 5 月 27 日(星期二)下午 1 時 30 分

開會地點：成功大學建築系會議室

與會人員：

成功大學建築系 林憲德 教授

成功大學建築系 鄭泰昇 教授

成功大學建築系 潘晨安 研究助理

成功大學建築系 吳典育 研究助理

成功大學建築系 呂啟銘 研究助理



專家意見如下：

- **林憲德教授**

1. 題目如果是綠建築會牽涉到生態問題，但是如果僅是節能就可以操作，因為建築節能目前有法條可以計算，而生態則需要考量綠化及保水等因素。
2. 全國建築師公會也有作軟體算節能(ENVLOAD、Req、AWSG)，但是他們沒有結合圖形，但是建立圖形聯動是很辛苦的事情，因為設計太多種類，沒有辦法包含太多種構件，碰到特殊設計就無法計算了，因此 API 外掛在制式的設計還可以用，但是特殊設計可能就不能用。
3. 製作構件及系統的方向絕對沒錯，但是前提是軟體要好用，要確認這些東西可以被市場化，不然如果沒有人使用就沒有意義。

4. 建議可以做辦公大樓，計算 ENVLOAD，以及確定建管、財務管理需要哪些功能可以考慮先做，而未來也可以考慮利用 BIM 平台計算碳足跡。

- **鄭泰昇教授**

1. 不同事務所可以建立自己的構件資料庫，本土化資料庫未來也許也可以販賣，而資料庫如果經過認證，也能節省更多審查的時間。
2. 未來如果每個事務所有自己的資料庫，如何確認該資料庫可行？

## 附錄九 專家學者訪談紀錄(七)

開會事由：訪問台灣世曦工程顧問公司對於 BIM 導入工程專案之經驗

開會時間：中華民國 103 年 8 月 20 日(星期三)上午 10 時

開會地點：台灣世曦工程顧問公司會議室

與會人員：

台灣世曦工程顧問公司 BIM 整合中心 李萬利 協理

台灣世曦工程顧問公司 BIM 整合中心 蔣定棟 經理

台灣世曦工程顧問公司 BIM 整合中心 蘇瑞育 副理

成功大學建築系 鄭泰昇 教授

桃園創新技術學院室內設計系 陳嘉懿 副教授

成功大學建築系 潘晨安 研究助理

成功大學建築系 吳典育 研究助理

成功大學建築系 呂啟銘 研究助理



專家意見如下：

- **【議題一：以 3D 模型為主體的資料平台】**

- **李萬利協理：**

目前大部分的營建產業仍是以 2D 為主，用 2D 圖面作為主要溝通工具。目前營建產業所說的 3D，其實是先製作 2D 圖面，再以 2D 圖面來建構 3D 模型，而這 3D 模型也僅運用於圖面內容顯示。2D 與 3D 的不同在於，在 2D 模式下，是

把一個工程專案的主要內容，都存放在一個 Database 上，再把 Database 中的項目連結到 3D 模型上。而在 3D 模式下，則是完全以模型來發動，相較之下可以帶來更多的自由度，以 3D 模型為平台，可以使工程管理模型化，藉由 3D 模型來彙集工作過程的資訊。

• **鄭泰昇教授提問：**

世曦公司有發展一個設施管理軟體，並在未來欲把這套設施軟體的運作機制，推行到前端的設計，但後端設施管理所處理的是既定建築硬體，而前端設計階段所處理的是設計程序中逐漸成型的方案形體，此二者的邏輯並不同，想請問貴公司的這套機制如何處理跨階段的不同問題？

• **李萬利協理：**

這個機制是指，以視覺化的 3D 介面來建立一個結構化的資料平台。這個平台能以結構化的方式來彙集資料，讓各種角色的人員，不論在添加資料、取用資料，都能在同一個共通的視覺化介面，及結構化的資料框架上進行。在過去，設計過程中所產生的二次資料通常必須另外存放，這些另外存放的二次資料通常會與主要資料失去連結。而在這個資料平台上，3D 模型本身就是一種可視化的資料結構，各階段所主要資料及衍生資料，都能存放在同一個平台上，並且易於維護。

• **【議題二：元件庫之建置】**

• **鄭泰昇教授：**

1. 智慧化的元件，是一種把營建產業的現有思維方式，轉向製造業的思維方式，使建築物從抽象的柱樑系統，轉換為一種元件組裝的過程，就像製造飛機一樣，例如：智慧化的柱子元件，可以計算自身所承受的壓力，來調整自身形貌或配筋量。
2. 不能預先建立模型庫的原因有二，一來是為了防弊不能直接指定規格，二來是若使用模型庫，業主可能會質疑現場的實體元件與模型的元件有差異。因此如何釐清招標階段與驗收階段，模型與現場的差異，這之間要如何定義規格、釐清責任，這牽涉到工作流程的改變，及法令的修正。
3. BIM 智能元件的資料建模，牽涉了製造業的專業知識及專業授權，不可能僅由 AEC 產業繪圖人員來建置，例如：一個門元件，需要能依照地震發生的受力，來計算門框尺寸。但製造業必須要先有足夠的利基，才會進行線上模型庫的建置。而亞熱帶地區所需要的元件，應該也會與其他地區不同，傳統的建材型錄，若能轉換成雲端模型庫，而模型庫上的模型皆由是

公會所認證過。

• **李萬利協理:**

1. 在 3D 模式下工作，"元件"的建置是很重要的，若專案模型中使用大量的元件，也可以提升專案的"可維護性"。因此既有元件在專案模型中所佔有的比例，可以用來評估該設計團隊的成熟度，當專案模型中的元件佔有很高的比例，就代表設計團隊在元件規劃時，就已經考慮的很清楚，並且把知識的結晶都已經納入元件當中，
2. 元件可以藉由程式的設計，來擴展元件的彈性與使用範圍，元件是否能被廣泛適用，則必須在事前如軟體開發一樣，需要進行詳盡的需求分析。良善規劃下所建置的元件，就能減少每個專案重新建立元件的次數，理想狀況上，只要把一些既有的元件庫組裝，即可完成一個專案的模型。
3. 當元件的資料結構能在規劃與製作時，就具備較長遠的眼光以著眼於後續的應用，就能使這個元件不僅用於設計或建造階段的圖面呈現，更能進行後續的分析、計量等。例如：一個水箱元件，可以結合自動化的容量計算；又例如一個結構體設計，可以結合鋼筋量的計算。
4. 營建業使用元件，可以使營建業與製造業作連結。例如：智慧環境在規劃時，有一個平台讓設計者先上傳一個虛擬的建築模型，而 ICT 產業製造商則預先把智慧裝置或節能裝置的模型庫放上網，讓使用者可以在網路上直接把節能裝置的模型置入到這個虛擬的建築模型上，並能進行效能計算及配置規劃，甚至能協助進行物聯網的系統整合。

• **蔣定棟 經理**

模型元件在不同階段有不同的需求，目前很難建構同一套 BIM 模型，就能用於整個建築生命週期而不需要重新建模。由於設計階段與營建階段有不同的考量，施工階段與設計階段所用的元件考慮的面向不同，施工階段所考慮的採購、組裝等面向，乃至於後續維修所需要的元件資訊，都是設計階段所用的元件所難以涵蓋的。

**【議題三：軟體資料交換性之標準規範】**

• **鄭泰昇教授:**

1. BIM 產業所使用的軟體，主要還是少數幾家軟體大廠所販售的軟體，少有開發自己的軟體，這代表台灣的軟體工業並沒有跟進，但 BIM 是一個讓產業升級的機會。
2. BIM 軟體分為高端的授權軟體與特定的應用軟體，目前世界上主流的 BIM 授權軟體皆是由 smartBuilding 認證過的，而國內是否也能建立一套軟體

認證的機制，來針對特殊應用軟體進行認證，意即只要設計單位使用了認證過的軟體來進行分析或設計建模，則這些設計或分析的結果則可以受到認可，營建主管單位若能建立一套軟體認證機制，或許能解套設計單位不能指定專門軟體廠商的情況。

• **李萬利協理**

1. BIM的本質是溝通與資料交換性，因此若要推行與BIM相關的軟體產業，資料標準是必須先建立的。由於各大軟體所建置的模型，模型檔案的核心資料結構各有不相同，各家軟體為了堅守自身特色並強調自身功能優勢，每個軟體都有特殊機能會產生特殊資料，縱使是同樣的物件若透過不同軟體來建構，模型檔案難以統一。為了提升BIM平台的資料可交換性，因而發展了一些共通介面及資料標準，目前比較主流的資料標準是IFC標準。由於IFC可以自行擴充類別，國內或許能沿用IFC來作為國內的資料標準，若有遇到本國營建特性是既有的IFC所未足涵蓋，則再由建管單位來主導類型的擴充。
2. 要規範軟體的交換性，僅規範IFC是不夠的，應該還要考慮：
  - 應該規範軟體的檔案資料，是否能轉出成IFC，再轉回原生軟體而不產生資料遺失。
  - 軟體的檔案資料，應該能轉換到另一個軟體上，而不產生資料遺失。
  - 軟體的模型檔案，是否能在各個領域之間轉換，如設計單位所繪製的柱子，轉換成鋼構領域的柱子。
  - 軟體的檔案資料群集(Dat set)、資料與資料之間的關聯性，是否能維持不變。

• **蔣定棟 經理**

1. 要處理資料與資料之間的關聯性，是轉檔過程很重要的問題。軟體的檔案資料群集(Dat set)就是處理資料結構的問題，例如一個門組，每個軟體都有各自的資料結構，而不同軟體去讀取IFC的時候，讀取程序也不同，會造成取用資料的遺失，很多時後表面上資料是出來了，但是實上背後漏失了一些資料。再舉例來說，一個時鐘物件本來應該附掛在一面牆上，在經過轉檔之後，牆物件與時鐘物件都出現了，但是相對位置卻跑掉了，資料關聯性的遺失導致時鐘已經不在牆上。又或者本來時鐘上的指針在轉檔前是可以被獨立參數化操作改變的，而轉檔後指針卻失去了操作性，以上這些情形就是資料關聯性沒有正確被轉換。
2. 軟體特色在於二方面，一為運算能力，一為資料結構，此二者為各種軟體之特色及差異所在。軟體的功能要強，不能只有運算能力好，還必須有好的資料結構來配合，而不同軟體所產生的資料結構若要互通，就牽涉到資

料標準的問題。目前的資料標準如 IFC，所訂的是一種最小化的標準，每個軟體的資料格式若要轉換到這種要求比較低的共通格式，通常是沒有問題的，但如果低要求的標準格式，要回頭轉換回軟體本身，就會出問題，產生很多細節資料的遺失。所以各家軟體要符合 IFC 標準，僅規範軟體匯出一個 IFC 檔就符合標準，那是很容易的各軟體都可以輕易轉換，真正麻煩的是 IFC 如何轉回去原生軟體中，而不出現資料遺失，這才是比較困難的。

#### 【議題四：產業推廣方式與相關瓶頸】

##### • 蔣定棟經理

1. 若欲以元件庫來推行 BIM，產業生態、法令環境、工作流程，這三件事是必須結合在一起同時配合的。許多設備商不願意見到自己花費成本所建置的元件，最後卻被其他廠商所用。其實機電設備的模型庫，應該由製造產業來建置自家產品的模型庫，事實上多年前就已經有電梯的檔案了，可供設計單位直接置入模型中。此外也有法令考量，依照目前的採購法，為了防弊，設計單位不能預先置入特定規格的模型。以上情況的其中一種解決方法，也許能由公會來出版一套通用的模型庫，讓設計單位可以運用。
2. 若欲以元件庫來推行 BIM，不應該把元件本身當作產品，工程才是真正的產品。元件庫所代表的是一個平台服務，能使工程進行得更有效率，如果把元件本身當作產品來看，一昧的追求元件模型刻劃的很仔細，或是在完工驗收時去要求現場構造必須與設計模型完全一致是沒有意義的。

##### • 李萬利協理

政府應該用一種鼓勵方式來鼓勵產業投入 BIM 技術，對初次使用 BIM 的廠商給予補助，讓產業界了解 BIM 能帶來多少效益，例如新加坡就提撥 46 億美元作為相關政策的推廣基金，這種鼓勵方式在國內比較適合來推動的單位是經濟部。



## 附錄十 專家學者訪談紀錄(八)

開會事由：訪問黃德倫建築師事務所有關 BIM 建築專案經驗分享

開會時間：中華民國 103 年 8 月 19 日(星期二)下午 13 時

開會地點：黃德倫建築師事務所辦公室

與會人員：

黃德倫建築師事務所 黃德倫建築師

成功大學建築系 鄭泰昇 教授

桃園創新技術學院室內設計系 陳嘉懿 副教授

成功大學建築系 潘晨安 研究助理

成功大學建築系 吳典育 研究助理

成功大學建築系 呂啟銘 研究助理



專家意見如下：

- **【議題一：電腦輔助建築設計的角色變更】**

- **黃德倫建築師：**

1. 電腦的角色由繪圖工具轉變為管理工具：SKETCH→CAD 是工具的轉變，而從 CAD→BIM =管理視圖的轉變，BIM 的圖說與設計模型如同本尊→分身。
2. 事務所認為 BIM 是一個概念，為一個聰穎的管理概念，以管理角度來看待建築設計而致力於申請 ISO 認證，並透過 BIM 的管理制度來實施 ISO，BIM+ISO=(Management with system)有系統的管理建築設計與工程，並且有助於每個階段的查核與確認：圖層、高程、門窗編號、磁磚分割計畫→產生粉刷表、日照分析、熱分析。

3. 透過雲端伺服器，可將建築師事務所的辦公室跨區跨領域的結合，並且使任何工作都可以透過電腦個人化桌面完成
4. 程式開發：由於資訊廠商對於法規及事務所流程不熟，REVIT 與建管系統(面積、法規、文件)仍未能整合，因此自行開發面積計算程式、BIMbook 等工具，目前 REVIT 算面積功能在明細表中直接得到的面積加總，因小數點誤差會產生錯誤，因此重新開發 BIMWaston 在地化面積計算程式(REVIT 外掛、獨立運作)，以符合建築技術規則第 162 條中:陽台<1/10、梯廳+陽台<15%免計容積之規定 (<http://laws.mywoo.com/4/17/1016/48.html>)，並自動排版完成送照圖。

• **【議題二：法規查核與 BIM 的可能性】**

1. 法規是經過人的判斷而解釋才可決定，因此在法規查核的自動化尚需多方努力才可達成目標，但是查核項目應該審查的是有與無，並非審查內容。
2. 建築設計模型的簽證可能性低，因為模型與現場施工的誤差率高，且用模型簽證所負擔的責任釐清不易。
3. 以 BIM 做為事件紀錄的過程管理軟體，可搭配生產履歷做為未來建築生命週期管理的相互輔助工具。

• **【議題三：BIM 模型的可相信程度】**

1. 有關 LOD100~300 的看法，在事務所自製的表格中所展示的是在不同階段所繪製模型的可相信度，並非由建築師對模型負責的詳細程度。
2. 從建築設計的角度切入，PM(project manager)與 BIMM(bim manager)其實是相同的，僅有正開發 BIM 的公司才需要設一位專門的 BIM Manager，但其實 BIM 是個管理系統，需要的是一套有效率的管理方式。

## 附錄十一 專家學者訪談紀錄(九)

開會事由：訪問九典聯合建築師事務所陳志淵建築師、陳怡凡設計師

開會時間：中華民國 103 年 10 月 03 日(星期五)下午 18 時

開會地點：成功大學建築系

與會人員：

九典聯合建築師事務所 陳志淵 建築師

九典聯合建築師事務所 陳怡凡 設計師

成功大學建築系 潘晨安 研究助理

成功大學建築系 吳典育 研究助理

成功大學建築系 呂啟銘 研究助理

專家意見如下：

- **【議題一：專案流程或是 BIM 軟體認證】**

- **吳典育研究助理提問：**

九典聯合建築師事務所是國內執行 BIM 具指標性之事務所，不論是工作分配或是流程安排都已經有一定經驗。但是國內中小型事務所很少有機會接觸大型專案，也不知道如何進行 BIM，例如：碰到綠建築審查、法規審查、施工詳圖問題，如何在 BIM 中進行？中小型事務所沒有相關經驗或是相關方法可以依循，因此本計畫試著從流程、軟體、API 著手討論。

1. 以專案流程而言，是否事先擬定一連串步驟，每個步驟都是執行 BIM 之關鍵程序，只要事務所按照這個流程，並且完成所有步驟，是否就代表完成 BIM？

2. 以 BIM 軟體而言，有事務所或顧問公司認為，政府應該協助認證 BIM 軟體，如果事務所作業過程中使用這些政府認證軟體，就應該被認證為 BIM，而且相關標章或執照也應該被認證。

- **陳志淵建築師：**

目前業界認為 BIM 只是一個工項，而營建業之想法是業界需要更多建模人才，很少討論 BIM 未來發展或是如何透過 BIM 輔助設計。

即使增加了更多建模人員，如果模型不包含任何資訊，就無法提供給其他單位後續發展使用。

就建模邏輯而言，每個單位建模邏輯都不一樣，即使流程一樣，模型無法對圖則會導致無法順利進入下一個步驟，而且透過分析模擬這個步驟來回饋設計，

其實是需要相關知識背景，才能做出正確判斷。

例如：一個專案有進行到日照、風場模擬就可以算是完成第一步驟，接著繼續深化模型，依循這些步驟發展就應該能說明事務所執行 BIM 能力。

九典事務所不侷限使用軟體，因為是否能回饋到設計上才是重點，但是因為過度期關係，目前還能接受透過不同軟體之間互通轉換，未來則希望能以一套軟體為主，其他軟體為輔。

另一個問題是在設計過程中，為了分析模擬，設定好某些數值之後，理想狀況是模擬結果應該要與當初設想一樣，但是如果結果不一樣又該如何處理，這也不是單純流程與軟體配合就能解決。

- **【議題二：九典聯合建築師事務所流程】**

- **呂啟銘研究助理提問：**

為了後續能夠與其他事務所之流程比較，以下以設計階段流程詢問：

1. 取得業主需求及基地基本資料
2. 根據基地氣候條件及需求開始發展解決方案
3. 透過 3D 建模軟體建置量體模型
4. 利用分析模擬軟體評估不同方案優缺點
5. 選定方案之後才繼續往後進行細部設計
6. 最後進行出圖及圖面加工

都審之後細分工作也會聯結回原模型嗎？而申請標章或法規檢查工作又是如何在 BIM 中完成？

- **陳志淵建築師：**

九典事務所在公共工程案通常會把分界點定在都市設計審議，因為都審之後，專案方向不會產生大幅度更改，通過都審才會繼續深化模型，而且會將中期預期遇到之問題在初期就解決或避免。

後期會碰到之問題不是建模或設計問題，而是法規層面或是標章申請問題。

另一件事情是變更設計之可能性，私人案有機會因為業主因素而發生變更設計，例如：因為經費因素不得以要減少建築數量，導致設計要回初期重新配置，或是公共工程案因為發包困難而必須進行減項更改。

都審定案之後，MEP 與結構也相對程度定案，整體建築 MEP 系統會在都審前大致確定，例如：每一層樓要如何分拉管線，電力、水、汗水等生衛圖說，架構都會完成，垂直管道、設備空間、設備規格也會確定，都審通過之後才會開始細分工作，發展水平佈線、電信、電力、消防、機電相關圖說等。

- **吳典育研究助理:**

哪個階段會開始加入 MEP 或是結構技師圖面或建議?

如果事先畫好 3D MEP 圖面或結構圖面，是否能在往後施工階段時，區分出責任，避免產生施工糾紛?

- **陳怡凡設計師:**

MEP 與結構技師在流程初期就會提供圖面及建議，但是目前國內大部分技師還只能提供 2D 圖面，可以透過 3D 圖面避免紛爭，但是配合技師不一定能有相對應軟體及配合方式。

技師圖面不與原模型連結，這樣會造成檔案過大，其他單位會因此不能正常使用，而標章及法規圖面部分則會聯結主要模型，因為模型改動才能即時回饋給申請標章或審核法規工作。

- **【議題三:BIM 未來發展】**

- **陳志淵建築師:**

BIM 應該導向巨量資料工作平台，透過統計資料去分析、管理才能讓 BIM 發揮效用。建議綠建築中心跟智慧建築中心整合平台，規定公共工程智慧綠建築案加入氣候測站，將累計之巨量氣候資料回送給整合平台，一方面可以檢討專案本身設計，另一方面也能將蒐集資料提供給各個事務所，事務所也因此能使用精準之氣候資料庫。另外一個 BIM 發展是關於碳足跡計算，透過建材統計、構造計算以及元件資訊配合，應該就能計算出碳足跡，但是目前還沒開始進行相關操作。

- **潘晨安研究助理:**

碳足跡計算其實不只是建材問題，有部分是設計造型問題，除了建造階段產生碳足跡之外，其實消耗更多部分是後續使用階段之碳足跡，必須透過開口大小、造型、通風等條件去評估後續使用建築物之碳足跡消耗。

- **【議題四:API 介入可能性】**

- **陳志淵建築師:**

設計末期會需要 API 協助，尤其是在產生大量圖面或是複雜計算、法規檢查問題。例如:綠建築審查需要哪些圖面，產出報告如果可以透過 API 雙向溝通，就能更加增進效率與便利性。



## 附錄十二 期中審查意見與回覆

內政部建築研究所委託研究案 期中審查建議回覆表		
計畫名稱	BIM 導入台灣綠建築設計例實作研究	
執行期間	103 年 1 月 31 日至 103 年 12 月 31 日	
期中報告	103 年 7 月 4 日	
計畫主持人	成大建築系 鄭泰昇 教授兼系主任	
預期成果	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 分析一個 BIM 導入台灣綠建築設計案例實作。</li> <li>2. 示範 BIM 設計工具與參數式建模，搜尋或開發 API 做為往後開發獨立軟體的雛形。</li> <li>3. 檢討目前建模軟體內建元件及屬性，是否足夠供國內綠建築專章或標章檢討用。</li> <li>4. 針對目前國內綠建築專章或標章內之規定，示範那些可以先結合 BIM 及結合的方式。</li> <li>5. 評估 BIM 導入台灣綠建築設計的優缺點，例如為設計者提升工作效率、省下多少時間、審查者省下多少時間、專業軟體及 BIM 專業教育的銜接等。</li> </ol>	
審查委員	審查委員意見	廠商回應
鄭元良	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 國內案例太少</li> <li>2. 參考 LEED 與 BIM 結合方式</li> </ol>	後續將增加國內綠建築 BIM 案例研究，並參考 LEED 與 BIM 結合方式
陳建忠	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 請評估現有綠建築評估哪些項目，運用 BIM 是有可能性有效益者，何者沒有，有者往後之發展方向要求，宜予表達</li> <li>2. BIM 應可利用其各項材質，尺寸等各項屬性，建置與綠建築專章有關的對應項目，以便在評估或修正時，能很快地擷取到所有的資料</li> <li>3. 許多的專家學者與會代表所提意見如非本案現階段工作事項，可考量進一步做成研究案提案單，做本所規劃往</li> </ol>	後續研究除了完成外殼節能評估 BIM API 程式設計之外，將評估其餘綠建築指標是否適用於 BIM 應用？評估結果，作為後續計畫參考

	後 BIM 科技計畫參考	
邱垂德	<p>本案依原規劃主軸很負責認真地執行，期中報告內容豐富，技術方向也應該很正確，符合預期成果需求。由本案看出的制度及管理面問題值得注意。例如節能分析應該先在哪一個階段主導?由哪一方專業負責?美國 NBIMS 對”階段”似有明確的重新定義，英國的 RIBA 甚至在 2013 年重新定義 Plan of work，本案在節能分析的 IDM Process Map 中也多列出”節能單位”這個新角色。訪談內容中專家們也指出，「美國建築師與台灣建築師之權責不同」。故，未來開發出來的系統建議在建築生命週期的哪個階段?由哪一方專業負責執行?或許應該儘早規劃。</p>	<p>感謝委員的肯定，針對邱教授提及之制度及管理面問題，以及未來開發出來的系統建議在建築生命週期的哪個階段執行?階段的定義、節能顧問的角色、以及所提出的參考資料，將於後續研究將列入規劃考量</p>
黃毓舜	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 綠建築的分析評估，對於各部門在競圖階段的評估非常重要，是否可以對於規劃或量體設計階段，有效的分析項目再加以檢討</li> <li>2. API 的開發與元件的編定，是否可以再整合，成為一個完整的評估程式</li> <li>3. 在傳統發包流程與統包團隊的操作過程下，初期綠建築分析的模式是否會有所不同?差異?</li> <li>4. 元件的編定原則可否再補充，應與地方政府法規檢測元件結合</li> </ol> <p>以上，僅供參考</p>	<p>感謝委員建議，期末階段或許可以與新北市政府開發之法規檢測元件結合，討論元件深化表之生成規範或編定原則</p>
陳志文	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. IDM 應包含四個部份： <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Process Map，</li> </ol> </li> </ol>	<p>感謝委員指正，後續研究將會針對交換的資訊內容項目</p>

	<p>b. Exchange Requirement , c. Function Parts , d. Concepts 。而直接與 End User 有關的是 Process Map 及 Exchange Requirement , 在第五章節的 IDM 資訊交付手冊已不同階段的 Process Map 繪出 , 但所需要交換的資訊內容項目 (Exchange Requirement) 作明確的交待</p> <p>2. P. 12 頁中提到統包與 IPD , 但國外的 IDP 並非我們常說的統包 (Turnkey)</p> <p>3. P. 14 頁中的設計單位是 " 中興工程顧問公司 "</p>	<p>(Exchange Requirement) 作更明確的交待 , 以及修改文章內容之錯誤</p>
<p>謝吳嘉</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 對於 BIM 知識模組開發 , 建議可多參考智慧建築應用範圍 , 以強化知識 , 提升豐富度。</li> <li>2. 建議說明 IDM , 設計初期導入 BIM 的優勢 , 並以末期導入差異說明輔助。</li> <li>3. 在 BIM 導入綠建築設計 , 在能源分析部分可否後期應用於能源管理系統 (EMS) 等相關項目 , 設計及應用。</li> <li>4. 以 API 自動截取幾何參數 , 是否可應用所有元件 , 若無請教後續如何操作及應用。</li> </ol>	<p>設計前後期導入 BIM 之差異性評估 , 將於後續研究評估辦理 , 應用於能源管理系統之建議也會列入往後計畫調整之考量 , 而 API 元件研發過程 , 將在期末階段與新北市政府法規檢測元件整合相關經驗</p>
<p>鄭孟昌</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本報告內專家學者訪談建議 BIM 相關應用軟體結構進行認證 , 可否透過本次研究來建立認證方式及標準建議 , 再透過產官學合作方式建立 BIM 導入應用認證聯盟 , 以利推動</li> </ol>	<p>BIM 相關應用軟體認證 , 是業界迫切的需求 , 但是因為軟體認證牽涉到綠建築標章的審查結果 , 並不在本研究的範疇 , 但未來將透過專家訪談與綠建築審查委員討論軟體認證的可行性。</p>

	<p>2. 實際案例調查部分，分為兩類型導入階段，可否針對各類型(IPD 或 Design-Bid-Build)建立概算及精算模擬方式，對業界應用將會有很大助益，以上僅供參考</p>	
楊謙柔	<p>研究內容豐富，符合預期成果，以下想法提供參考：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 綠建築侷限於 AWSG，可延伸至 Req、ENVLOAD，擴大適用範圍之討論</li> <li>2. 若 EEWH 九大指標繁雜，可先行檢討建築技術規則中的綠建築基準評估的項目即可</li> <li>3. 本土化工具輸入的界面開發，可考慮美國能源部 DOE 或 e-ques+的模型建構思維</li> <li>4. 若 BIM 導入綠建材評估計算，可收事半功倍之效</li> </ol>	<p>感謝委員肯定，因為綠建築指標內容繁雜，無法在短期內由本案納入所有的評估指標，因此本案試圖以 AWSG 作為切入點，撰寫 API 程式發展軟體模組，後續研究將依照技術規則綠建築設計的規範，探討綠建築指標導入 BIM 之可能性與優缺點，以便完成更加完整之研究報告</p>
曾雅愉	<p>鄭老師：綠建築</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 由於市面已開發部分綠建築 API，本計畫研究選用 AWSG 為主，建議補充清單，表列以目前 BIM 軟體資源可執行與不可執行之項目</li> <li>2. P. 39 頁請補充說明 AWSG 計算結果之顏色是如何區分，以及各代表之意義為何</li> </ol>	<p>後續階段將搜尋相關 API 軟體資訊，提供補充清單，並針對建議 AWSG 計算說明</p>

### 附錄十三 期末審查意見與回覆

內政部建築研究所委託研究案 期末審查建議	
計畫名稱	BIM 導入台灣綠建築設計例實作研究
執行期間	103 年 1 月 31 日至 103 年 12 月 31 日
期末報告	103 年 11 月 3 日
計畫主持人	成大建築系 鄭泰昇 教授兼系主任
預期成果	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 分析一個 BIM 導入台灣綠建築設計案例實作。</li> <li>2. 示範 BIM 設計工具與參數式建模，搜尋或開發 API 做為往後開發獨立軟體的雛形。</li> <li>3. 檢討目前建模軟體內建元件及屬性，是否足夠供國內綠建築專章或標章檢討用。</li> <li>4. 針對目前國內綠建築專章或標章內之規定，示範那些可以先結合 BIM 及結合的方式。</li> <li>5. 評估 BIM 導入台灣綠建築設計的優缺點，例如為設計者提升工作效率、省下多少時間、審查者省下多少時間、專業軟體及 BIM 專業教育的銜接等。</li> </ol>
審查委員	審查委員意見
鄭元良	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 報告中部分附圖內容模糊，請將再調整清晰，以利閱讀。</li> <li>2. 本案以成大游泳池案例所開發之 API 是否可以直接套用於其它性質相近之工程案，以利以後智慧化 BIM 技術之發展。</li> </ol>
陳建忠	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Green BIM 除 AWSG 外尚有哪些的指標能開發實作?請協助具體提出提案</li> <li>2. 成果部分，請再審視及加強，以便將成果相關供之於後者使用</li> <li>3. 將建築在各種 BIM 國際資料考量的專用，對等合法規之計算策略外，尚有依國際常用公式運算，以有所不一致，其後續如何處理?是否參考性能設計方式，如 zcc，排除不一致認知</li> </ol>
邱垂德	此報告內容方法架構完整，文字簡潔流暢，成果中的導入實例，分析我國 EEWH 九大指標可資訊化狀況(即表 7-1)，並以 Revit SDK 開發 AWSG 指標自動提取的 API，成果豐碩且具很高

	<p>的參考價值，所提出的四點建議也很具體，應該已符合預期成果需求。僅提出以下三點建議供參考：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 期末報告中對台灣 BIM 發展現況的整理略嫌簡略，與一般營建管理觀點的“全生命週期”階段”有差異，整理的 IDM 也最好能指出與全生命週期流程的接口</li> <li>2. BIM 來自美國，似乎應分析我國 EEWB 與美國 LEED 之差異，才能更適切地指出由 BIM 模型自動化檢核這些不同指標的可能差異與成效</li> <li>3. 應嘗試提出建築師可能提供的新服務項目，並對照我國建築師法或採購法下「技服法」的服務項目增加建議</li> </ol>
<p>康思敏</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本研究對 Green-BIM 在建築物生命週期流程之應用有非常詳實完整的研究，對業界而言，是一份極具參考價值得研究文獻</li> <li>2. 建議國內相關單位能有系統的進行台灣地區各地方氣候檔的蒐集與資料維護工作，並提供平台讓業界有系統的使用</li> <li>3. 現階段綠建築設計和綠建築標章是分開來處理，但是否能通過 BIM 技術將這兩個流程更緊密的連結起來，甚至可探討不同標章等級的建築物在設計性能的量化差異，可作為後續的研究參考。</li> </ol>
<p>賴朝俊</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 詳細而完整</li> <li>2. 建議將來能往 IFC 物件發展，而非特定軟體之物件。更能促進 BIM 的構築可變換性。</li> <li>3. 是否能補充驗證方法，建模方法與參數種類與本土綠建築法令之比較。</li> <li>4. 是否分析目前主流軟體的節能運算結果與本土綠建築法令分析結果作一分析比較。</li> </ol>
<p>何沛軒</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 探討 BIM 在建築節能分析上的應用，它可提供建築設計與節能規劃的評估與決策，建議未來可強化此部分進行案例研究。</li> <li>2. 本案係以台灣綠建築設計案例作為研究範疇，建議未來研究可否納入智慧建築設計，以智慧綠建築之設計作為案例研究之目標。</li> </ol>
<p>鄭孟昌</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. p. 5 研究目標提及 BIM 導入台灣建築設計流程、法規、標章、資料庫整合的可行性分析，可否於第八章提出綜合性建議</li> <li>2. p. 12~13 BIM 導入時程階段建議以建造執照取得前後來定</li> </ol>

	<p>義各時程點，以免混淆。</p> <p>3. p.137 末欄委員名稱誤植請修正</p>
黃毓舜	<p>1. 本研究針對綠建築的設計流程，給予許多的 BPMN 的檢討，值得納入後續綠建築設計流程的參考</p> <p>2. BIM 的推動最重要的兩個步驟：流程與標準，本次在此二議題均有深入研究</p> <p>3. 本研究雖名為綠建築設計案，實際的熱行為節能分析，建議可將綠建築的研究列為序列研究，依各項指標要求進行更深入的探討</p>
許坤榮	<p>1. 本案例第三、四章關於台灣綠建築設計實際案例調查所呈現之內容多採國外 schematic design 階段能源分析工具為主。宜延伸至細設及 commissioning 營運階段。使整合設計可貫穿全生命週期</p> <p>2. 在細設階段國際已發展之能源分析(專業軟體)作法，可整合從初設之後的生命週期達到 performance-based 之分析目的。(可參考 GT 之 BIM Specification)</p> <p>3. 國際上(building-smart)目前對於 BIM 在能源分析之 Model View Definition 及(或)能源資料交換(Building Energy Data Exchange), eg. VSDOE 之成果。台灣在往後之發展宜與國際接軌。不應閉門造車，限定在 EEWB 之能源分析架構</p> <p>4. 第七章國內綠建築指標的 BIM 應用，侷限於 AWSG，尚不能貫穿設計生命週期，從概念設計、初步設計、細部設計，結合主動式設備進行 performance-based 之分析，更無法銜續至營運階段之監管。</p>
杜國良	<p>1. BIM 的重要功能之一為在設計階段，即能將可能之各機電管線彼此間及與建築梁柱間之碰撞加以排除，本研究若能加強機電系統在綠建築之角色將更佳 建議：</p> <p>2. 第二節設計概念發展流程中”整體節能分析”應該移到”整體方案”下，而非在”細部設計”下</p> <p>3. 本研究所提出之建議一至三，協辦機關應加入中華民國電機技師公會、中華民國冷凍空調技師公會、全國聯合會等專業技師公會。</p>
黃柏銘	<p>1. 本研究分析台灣建築案例如何使用 BIM 技術導入節能設</p>

	<p>計，並針對建築基本設計及細部設計階段，以資訊交付手冊(IDM)形式，說明 BIM 技術(含 API 應用)可協助之處。最後再以成大游泳池興建案為例，使用 API 協助計算「窗面平均日射取得量(AWSG)」，驗證其可行性。成果對於業界導入輔助綠建築檢討之運算應用，具有良好的示範價值。</p> <p>2. 有關「射線法(p. 99)」計算遮陽深度時，如果遇到造型開口時，系統將如何因應？</p>
<p>曾雅愉</p>	<p>1. 建議相關研究釐清 Revit 在計畫 EEWL 的限制</p> <p>2. p. 24:所提出的 Green BIM 軟體（節能分析軟體）大部份為歐美國家所發展出之節能分析軟體，其軟體介面很多並不適合台灣的建築使用，除此之外，在使用這些軟體時最需要的就是氣候檔，如果台灣要發展適合本地營建業使用的 Green BIM 軟體（節能分析軟體），也該同時需要有專職單位進行台灣各地氣候檔的維護，並建立公開的單一平台提供適合模擬軟體適用格式的氣候檔</p> <p>3. 目前內政部研究所所發表之相關 BIM 綠建築研究報告所使用的案例，皆侷限在少部分建築師事務所的案例，其中甚至有不少的重復案例。建議增加國內案例種類。</p> <p>4. knowledge management:在閱讀本報告書的專家學者訪談記錄後，發現許多專家學者認為綠建築標章申請與綠建築設計是兩碼子事，然而將 BIM 導入綠建築標章申請流程最大的好處是 BIM 技術可以將每個專案申請綠建築標章之資訊有效的保存下來，成為其他仍在設計階段且亦需申請標章之專案最即時的參考資訊庫，為了讓還在進行設計建築在未來更容易取得標章，建築設計可能因這些參考的資料進行更多節能設計之優化。</p> <p>BIM 間接的將節能法規與節能設計接合。</p>

**【BIM 導入台灣綠建築設計案例實作研究】廠商綜合回覆：**

感謝期末審查委員們的肯定，本研究案最大的挑戰，乃是如何清楚界定 Green BIM 研究範圍(Research Scope)，因為綠建築涵蓋的範圍甚廣，本案首先定義 Green BIM 的三個主要應用研究發展方向，包括 Green BIM 建築設計流程、輔助綠建築標章外掛 API 程式撰寫、Green BIM 參數化元件，分析本土化綠建築設計流程後，以一個實際案例操作做實際的驗證，針對審查委員的意見，綜合回覆如下：

主祕&陳建忠組長：

- 本案報告中部分附圖內容模糊，將再調整清晰，以利閱讀。
- Green BIM 之未來開發實作提案，將具體提出於結論與未來建議。
- 本案以成大游泳池案例所開發之 API 程式，將建立程式模組樣本，以利延伸於以後 Green BIM 技術之發展。

委員一(邱垂德)：

- 委員建議本案擴大到以營建管理觀點的建築全生命週期，因本案主要聚焦於 BIM 導入台灣綠建築設計案例實作，採樣現階段事務所的實際案例流程，因此營建管理觀點暫不在本案範圍，但是將來可以延伸以智慧型建築元件的方式，在建築設計早期導入營造施工的技術。
- 綠建築 LEED 的範圍牽涉甚廣，本案聚焦於本土化應用(台灣綠建築標章)，因此 LEED 並不在本案的研究範圍。
- 未來 BIM 建築師的創新服務範圍，將在報告書中補充列舉。

委員二(康思敏)：

- 台灣各地方微氣候的蒐集與資料維護工作，已超出本案研究範圍。
- 現階段綠建築設計與綠建築標章是分開來處理，是一項業界不爭的事實，也造成業界許多的困擾，審查委員建議應將這二個流程緊密結合起來，本案深表贊同，惟整合涉及 BIM 與綠建築二大知識領域，現階段要由雙方共同協同完成，是有一些困難度，未來需要由內政部建研所做跨組的整合。

委員三(賴朝俊)：

- 委員建議以 IFC 物件發展，而非操作特定軟體物件，以促進檔案可交換性，本案因為時程的關係，主要先選擇幾個重要的台灣綠建築設計案例實作調查，包括使用事務所使用的軟體，下一階段的案例或許可以針對不同事務所使用不同的軟體的進行調查。
- 委員建議補充驗證方法、建模方法與參數種類，與本土綠建築法令之比較，是一項很好的建議，本案將嘗試加入補充資料。
- 委員建議分析 BIM 主流軟體的節能運算結果與本土綠建築法規分析結果，是一項很好的提案，因其牽涉到不同軟體的操作、以及許多綠建築標章的內涵，並不在此案的範圍，建議建研所於下一階段整合研究案提出。

委員四（何沛軒）：

- 同意委員提議，未來研究可納入智慧建築研究，以智慧建築為案例研究目標。

委員五（鄭孟昌）：

- p. 5 研究目標提及 BIM 導入台灣建築設計流程、法規、標章、資料庫整合的可行性分析，將於第八章提出綜合性建議。
- p. 12-13 局部修正，以建造執照取得前後來定義各時程點。
- p. 137 委員名稱誤植，將修正之。

委員六（黃裕舜）：

- 感謝委員肯定與提議，本案雖名為綠建築設計研究，實際因執行時程短暫，只執行綠建築外殼節能分析一項，未來可列為綠建築系列研究，做更深入之探討。

委員七（許坤榮）：

- 感謝委員提議將本案現有 schematic design 延伸至建築維護營運階段，使整合設計貫穿全建築生命週期，將補充至結案報告之結論與未來建議。
- 感謝委員建議，將參考國際發展例如 Georgia Institute of Technology 之 BIM Specification，以達到 Performance-Based Design 的目標。
- 委員提議”參考國際上目前對於 BIM 在能源分析之 Model View Definition，以及能源資料交換 Building Energy Data Exchange (e.g. US DOE)之成果，台灣在往後之發展，宜與國際接軌，不應閉門造車，限制在 EEWH 之能源分析架構”，本案十分贊同，將列入結案報告之結論與未來建議。惟本案所賦予之任務，乃在探索本土化應用，因此遵循本土化綠建築標章，如何突破現有之本土化限制與國際接軌，是一項未來挑戰。
- 如何涵蓋主動式建築設備，進行 Performance-Based Design 的設計分析，使 BIM 應用貫穿建築生命週期的應用，從概念設計、初步設計、細部設計至營運管理，本案將於建築元件章節補充討論。

委員七（杜國良）：

- 第二節設計概念發展流程，將依照委員建議修正整體節能分析內容，加強機電系統在綠建築之角色。

委員八（黃柏銘）：

- 感謝委員肯定，將於 p. 99 補充說明射線法計算遮陽深度，遇到造型開口，系統的因應措施。

## 參考書目

- Building and Construction Authority, *Singapore BIM Guide\_V2*. (2013).
- AIA. (2007). *Integrated Project Delivery: A Guide*, The American Institute of Architects.
- Aksamija, A. (2013). *Sustainable Facades: Design Methods for High-performance Building Envelopes*: Wiley.
- Aram, S., Eastman, C., & Sacks, R. (2013). Requirements for BIM platforms in the concrete reinforcement supply chain. *Automation in Construction*, 35, pp.1-17.
- Autodesk. (2013). *Autodesk Revit 2013 族達人速成*: 同濟大學出版社.
- Berard, O., & Karlshoej, J. (2012). Information delivery manuals to integrate building product information into design (Vol. 17, pp. 63-74): ITcon.
- Clements-Croome, D., & Johnstone, A. (2013). Intelligent buildings management systems. *Intelligent Buildings: An Introduction*, 59.
- Deutsch, R. (2011). *BIM and integrated design: Strategies for architectural practice*: Wiley.
- Eastman, C., Lee, J.-m., Jeong, Y.-s., & Lee, J.-k. (2009). Automatic rule-based checking of building designs. *Automation in Construction*, 18(8), pp.1011-1033.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2009). *BIM handbook. A guide to*.
- Eastman, C. M. (1999). *Building product models: computer environments, supporting design and construction*: CRC press.
- Jabi, W. (2013). Parametric Design for Architecture. *International Journal of Architectural Computing*, 11(4), pp.465-468.
- Kim, S. H. (2014). Automating building energy system modeling and analysis: An approach based on SysML and model transformations. *Automation in Construction*, 41, pp.119-138.
- Krygiel, E., & Nies, B. (2008). *Green BIM: successful sustainable design with building information modeling*: Wiley.
- Kuniavsky, M. (2010). *Smart Things: Ubiquitous Computing User Experience Design: Ubiquitous Computing User Experience Design*: Elsevier.
- Lee, J.-K., Lee, J., Jeong, Y.-s., Sheward, H., Sanguinetti, P., Abdelmohsen, S., & Eastman, C. M. (2012). Development of space database for automated building design review systems. *Automation in Construction*, 24, pp.203-212.
- Lee, S., Liu, Y., Chunduri, S., Solnosky, R. L., Messner, J. I., Leicht, R. M., & Anumba, C. J. (2012). *Development of a Process Model to Support Integrated Design for Energy Efficient Buildings*. Paper presented at the Computing in Civil Engineering: Proceedings of the 2012 ASCE International Conference on Computing in Civil Engineering, June pp.17-20, 2012, Clearwater Beach, Florida.
- Lévy, F. (2011). *BIM in small-scale sustainable design*: Wiley.
- Lin, S.-H. E., & Gerber, D. J. (2014). Designing-in performance: A framework for evolutionary energy performance feedback in early stage design. *Automation in Construction*, 38, pp.59-73.

- McEwen, A., & Cassimally, H. (2013). *Designing the Internet of Things*: Wiley.
- Meredith, M., & Sasaki, M. (2008). *From control to design: parametric/algorithmic architecture*: Actar-D.
- Pan, C.-A., & Jeng, T. (2012). Cellular robotic architecture. *International Journal of Architectural Computing*, 10(3), pp.319-340.
- Perumal, T., Sulaiman, M. N., & Leong, C. Y. (2013). ECA-based interoperability framework for intelligent building. *Automation in Construction*, 31, pp.274-280.
- Peters, B., & Peters, T. (2013). *Inside Smartgeometry: expanding the architectural possibilities of computational design*: Wiley.
- Pignataro, M. A., Lobaccaro, G., & Zani, G. (2014). Digital and physical models for the validation of sustainable design strategies. *Automation in Construction*, 39, pp.1-14.
- Reed, B. (2009). *The integrative design guide to green building: Redefining the practice of sustainability* (Vol. 43): Wiley.
- Rudder, D. (2013). *Instant Autodesk Revit 2013 Customization with. NET How-to*: Packt Publishing Ltd.
- Sanguinetti, P., Abdelmohsen, S., Lee, J., Lee, J., Sheward, H., & Eastman, C. (2012). General system architecture for BIM: An integrated approach for design and analysis. *Advanced Engineering Informatics*, 26(2), pp.317-333.
- Sinopoli, J. M. (2009). *Smart buildings systems for architects, owners and builders*: Butterworth-Heinemann.
- Stine, D. J. (2013). *Design Integration Using Autodesk Revit 2014*: SDC Publications.
- Tan, X., Hammad, A., & Fazio, P. (2010). Automated Code Compliance Checking for Building Envelope Design. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 24(2), pp.203-211.
- Teicholz, P. (2013). *BIM for facility managers*: Wiley.
- Weygant, R. S. (2011). *BIM content development: standards, strategies, and best practices*: Wiley.
- Woodbury, R. (2010). Elements of parametric design.
- Yan, W., Culp, C., & Graf, R. (2011). Integrating BIM and gaming for real-time interactive architectural visualization. *Automation in Construction*, 20(4), pp.446-458.
- 林建廷. (2012). 電腦輔助綠建築審核機制研究-以IFC資料萃取為例 國立宜蘭大學綠色科技學程碩士論文
- 林憲德、林子平、蔡耀賢. (2014). 綠建築評估手冊-基本型[2015年版/二版]: 內政部建築研究所.
- 郭榮欽. (2000). 建築物生命週期資訊共享之研究. 國立臺灣大學土木工程學研究所博士論文
- 郭榮欽. (2012). Revit 2012 API中文化可親性高. 營建知訊, 350, pp.60-65.
- 郭榮欽、謝尚賢. (2013). 「BIM導入建築管理行政作業法規調查研究」. 內政部建研所.
- 施宣光、陳建忠. (2013). 「BIM應用於建築節能評估之策略與實務」. 內政部建研所
- 廖小烽、王君峰. (2013). *Revit2013/2014建築設計火星課堂*: 人民郵電出版社.
- 劉青峰. (2013). 美國建築資訊建模標準 NBIMS-US研究. 內政部建研所.
- 鄭泰昇. (2012). 智慧建築. 台灣建築學會會刊, 67.
- 鄭泰昇. (2013). 互動設計的方法與教學實踐. 教育研究月刊, 235, pp.005-018.
- 鄭泰昇. (2011). 互動建築: 空間即媒體、介面、與機器人: 田園出版社.
- 陳嘉懿、鄭泰昇. (2012). 智慧建築創新研究方向與課題規劃. 內政部建研所.

## BIM 導入台灣綠建築設計案例實作研究

潘晨安、鄭泰昇.(2014). 智慧機器建築的動態表層研究. 建築學報.

蔡宗瑋 (2013). 性能導向之參數式設計於BIM整合評估流程. 國立成功大學建築研究所碩士論文

陳以文.(2013). 應用 BIM 模型之法則式綠建築設計輔助系統之研發. 國立台灣大學土木工程學研究所碩士論文

Arup Associates. 查詢日期:2014/10/13

from <http://www.arupassociates.com/>

Autodesk Developer Network. 查詢日期:2014/06/21

from <http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/index?id=2484975&siteID=123112>

Autodesk. Revit 2014 API Training. 查詢日期:2014/06/21

from <http://usa.autodesk.com/>

Autodesk. Revit API Developers Guide. 查詢日期:2014/06/21

from <http://help.autodesk.com/view/RVT/2015/ENU/?guid=GUID-F0A122E0-E556-4D0D-9D0F-7E72A9315A42>

buildingSMART. 查詢日期:2014/02/01

from <http://www.nibs.org/>

Green BIM - Sustainability - Skanska. (2014). 查詢日期:2014/10/13

from <http://www.group.skanska.com/en/sustainability/our-journey-to-deep-green/green-bim/>

Gelder, J. (2013). The green BIM conference. 查詢日期:2014/10/13

from <http://www.thenbs.com/topics/bim/articles/greenBIMconference.asp>

The Building Coder 查詢日期:2014/10/15

from <http://thebuildingcoder.typepad.com/>

內政部建築研究所標章制度介紹.

from <http://www.abri.gov.tw/>

內政部營建署-學校類大型空間類及其他類建築物節約能源設計技術規範.

from <http://www.cpami.gov.tw/>

低碳建築聯盟網站. 查詢日期:2014/06/01

from <http://www.lcba.org.tw>

財團法人台灣建築中心. 查詢日期:2014/06/01

from <http://www.tabc.org.tw/tw/>

葉雄進. Revit應用與二次開發專欄. 查詢日期:2014/03/01

from <http://blog.csdn.net/joexiongjin>

中華民國台江國家公園. 查詢日期:2014/10/14

from <http://www.tjnp.gov.tw/>

經濟部技術處簡報 查詢日期:2014/10/14

from <http://www.slideshare.net/OpenMic1/ss-37745039>

綠色能源產業資訊網 查詢日期:2014/10/14

from <http://www.taiwangreenenergy.org.tw/News/news-more.aspx?id=2F7623680F1FC68B>

木之奧義·尋訪台灣木建築》向大樹學建築，九典聯合建築師事務所的綠色實踐 查詢日期:2014/10/14

from <http://www.searchouse.net/op/daren?lid=135>

BIM 導入台灣綠建築設計案例實作研究

出版機關：內政部建築研究所

電話：(02) 89127890

地址：新北市新店區北新路3段200號13樓

網址：<http://www.abri.gov.tw>

編者：鄭泰昇等編

出版年月：103年12月

版次：第1版

ISBN：978-986-04-3562-7（平裝）