

建築資訊建模（BIM）開源及自由 軟體本土化評估及發展路徑規劃

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國 110 年 12 月

建築資訊建模（BIM）開源及自由 軟體本土化評估及發展路徑規劃

研究主持人：鄭元良
協同主持人：賴朝俊
研究員：黃昱翔、謝宗興、劉青峰、李博明
研究助理：許勝凱、李明濤
研究期程：中華民國 110 年 3 月至 110 年 12 月

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國 110 年 12 月

目次

表次.....	III
圖次.....	IV
摘要.....	VI
第一章 緒論.....	1
第一節 研究緣起與背景.....	1
第二節 名詞釋義.....	5
第三節 計畫流程.....	7
第二章 文獻回顧.....	11
第一節 國內資料蒐集.....	11
第二節 國外資料蒐集.....	17
第三章 BIM 開源自由軟體種類調查與概述.....	28
第一節 基本設計.....	30
第二節 CAD/BIM 設計發展.....	34
第三節 專案管理.....	36
第四節 圖像影像編輯.....	38
第五節 地理訊息系統.....	40
第六節 掃描與處理.....	41
第七節 OPENBIM 管理.....	48
第八節 能源環境分析.....	51
第九節 設施管理.....	55
第四章 BIM 開源自由軟體本土化可行性評估.....	57
第一節 臺灣軟體商自行開發 BIM 軟體可行性.....	57
第二節 BIM 開源自由軟體發展模組(ADDON/APP)/元件 (OBJECT)的本地化可行性.....	58
第五章 BIM 開源自由軟體本土化契機或可扶植之產業	61
第六章 BIM 開源自由軟體本土化驗證.....	63

目次

第一節	FREECAD 用於 BIM 應用驗證	63
第二節	FREECAD 操作介面語系本土化驗證	68
第三節	FREECAD 使用手冊	70
第七章	BIM 開源自由軟體與專有軟體差異性分析	71
第一節	建模差異性	71
第二節	2D 建照圖產出差異性	84
第三節	3D 透視圖產出差異性	94
第四節	5D 數量計算差異性	99
第五節	IFC 導入導出差異性	103
第八章	BIM 開源自由軟體發展路徑規劃	109
第一節	A1.BIM FOSS 本土中文化	111
第二節	A2.提供學習管道及成立社群	111
第三節	B1.BIM FOSS 元件庫/模組本土化	113
第四節	B2.營建各階段作業流程驗證	115
第五節	B3.中性格式的交流驗證	116
第六節	C.成立台灣 BIM FOSS 維護組織	117
第九章	結論與建議	119
第一節	結論	119
第二節	建議	124
參考書目	131
附錄一、	期初審查意見回覆對照表	136
附錄二、	期中審查意見回覆對照表	140
附錄三、	專家座談會意見表	151
附錄四、	期末審查意見回覆對照表	161

表 次

表 2-2-1 國外 BIM 開源自由軟體相關文獻.....	24
表 3-1-1 ACE FOSS 軟體種類統整	248
表 6-1-1 FreeCAD 應用	64
表 9-2-1 RoadMap 列表	129

圖 次

圖 1-3-1 研究流程圖	9
圖 3-1-1 Blender 載入建築模型之範例	30
圖 3-1-2 Blender 載入松山機場週圍地形之範例	311
圖 3-1-3 FreeCAD 進行機械建模	32
圖 3-1-4 以 FreeCAD 所建立之模型	33
圖 3-1-5 SweetHome 3D 內建範例.....	33
圖 3-2-1 Blender BIM 網頁截圖	34
圖 3-2-2 LibreCAD 畫圖範例.....	35
圖 3-3-1 ProjectLibre 網狀圖	36
圖 3-3-2 ProjectLibre 甘特圖	36
圖 3-3-3 ProjectLibre 資源分解圖	37
圖 3-4-1 點陣圖及其放大之圖片(左)，向量圖及其放大之 圖片(右)	38
圖 3-4-2 gimp 執行截圖	39
圖 3-4-3 Inkscape 執行截圖.....	39
圖 3-5-1 QGIS 執行畫面	40
圖 3-5-2 使用瀏覽器觀看 OSM 圖資之截圖.....	41
圖 3-6-1 Blender 3D 視圖.....	43
圖 3-6-2 圖 MeshLab 示意圖.....	47
圖 3-7-1 BIMserver 示意圖	48

圖 3-7-2 BIMData.IO 示意圖	49
圖 3-7-3 BIMData Viewer.....	50
圖 3-7-4 IFC++示意圖.....	51
圖 3-8-1 Radinace	54
圖 3-9-1 openMAINT	56
圖 4-2-1 使用 FreeCAD 自行製作本地化之門窗元件	59
圖 6-2-1 BIM_zh-TW.ts 的設定檔片段	68
圖 8-1-1 BIM FOSS RoadMap.....	110
圖 8-2-1 開源自由軟體的 4 個自由	113
圖 9-2-1 BIM 使用人數比例	124
圖 9-2-2 BIM FOSS 後續計畫發展路徑.....	126

摘 要

關鍵詞：建築資訊建模、開源自由軟體、種類調查、本土化評估、發展路徑規劃

一、研究緣起

建築資訊建模，BIM (Building Information Modeling) 技術與應用發展，近十年日漸受到國內外營建產業之重視，國內對於 BIM 專有軟體已有相當多發展與實務上的應用，但以往針對 BIM 開源及自由軟體(Free Open Source Software, 以後簡稱 FOSS)的應用與研究極少，但專有軟體(Proprietary Software)”價格購入與持有日趨昂貴。

所幸開源及自由軟體的發展已今非昔比蓬勃發展，不止在營建產業的 FOSS 發展，在多方領域應用，FOSS 軟體功能發展已幾乎可以取代專有軟體(Proprietary Software)。因此在中小企業居多的營建產業，帶來了數位轉型的機會另一扇門。政府也順應國際上開源及自由軟體的發展趨勢，起動了政府部門 FOSS 的使用，邁向的數位平權發展，如政府文書編輯軟體採用 LibreOffice FOSS，替代了長期使用的 Microsoft Office 專有軟體，接續我們的營建產業是否也應探討 FOSS 的未來路徑呢？

二、研究方法及過程

本研究計畫將經由網路蒐集國際上開源自由軟體相關 BIM 領域上的發展與實務專業上的應用案例，分析後擬定研各種 FOSS 與具體建議可專業上使用的，對既有的 BIM FOSS(至少包含 FreeCAD (BIM)、OpenProject 、IFC++、Blender (BIM)、QCAD、Gimp、Inkscape、QGIS and SweetHome3D) 等軟體，研究其特性與可應用方向，建議

一種最為推薦可發展本土化之既有 BIM FOSS 是否有可能替代目前主流的專有軟體，並提實例驗證，撰寫該 BIM FOSS 平台基本建模手冊。對目前營建產業數位化轉型的 BIM 技術層面上、在 BIM 專有軟體(Proprietary Software)主導的市場上，找出一可行的替代 BIM FOSS、必可擴大 BIM 使用者上、本土化上提供助力。

三、重要發現

藉由臺灣資通信優勢，建議可扶植之 BIM 相關軟硬體產業，例如智慧建築設計與施工、智慧城市治理等相關數位轉型領域。投入 BIM FOSS 研究同時，提出既有成熟或開始發展中的 BIM FOSS 上述相關產業上數位轉型應用，供相關單位參考。

最後研擬國內 BIM FOSS 本土化的發展路徑規劃與策略上建議。期望本研究計畫的成果，除能提供選用評估各種 BIM FOSS 的參考外，更可做為日後相關 BIM FOSS 技術研究之基礎。

四、主要建議事項

根據研究發現，本研究藉由 BIM FOSS 的發展協助我國政府在 BIM 的推廣上能更為順利，提供我國建築產業一個使軟體不受成本影響與資料不受控制的方案，提出下列具體建議。從立即可行的建議及長期性的建議，分別說明如下：

立即可行之建議—BIM FOSS 選擇的軟體建議與其推廣用的使用手冊。

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：財團法人台灣建築中心

本研究發現 FreeCAD 是獲得 BuildingSMART International 國際組織 IFC4.0 的認證，並能與其他 BIM FOSS 或專有 BIM 軟體交換

建築資訊建模 (BIM) 開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃

檔案資訊，完成多元化 BIM 的應用，最常與 Blender 搭配使用渲染、動畫及特殊元件建模等 FreeCAD 較困難做到的應用功能，而這個組合能完成 BIM 設計與施工階段大部分的 BIM 應用需求。

另外本研究成果中，提出 FreeCAD 的 BIM 平台基本建模手冊，內容有包括開源建築軟體之發展、FreeCAD 安裝簡介、BIM 工作台操作說明，以利後續計畫的研究人員快速了解軟體架構，未來可持續擴充概要手冊並推廣。

長期性建議—BIM FOSS 本土化契機及可扶植之產業

主辦機關：公共工程委員會、內政部營建署、內政部建築研究所

協辦機關：財團法人台灣建築中心、資策會

由於目前建築產業主要以使用 BIM 專有軟體為主，國內的產業市場在開源自由軟體這塊有非常大的成長空間，因其開程式碼的特性使得開發的自由度高，能讓許多本土與國際上開發者協同使用者共同參予進行開發，一旦國內開始推動 BIM 開源自由軟體的使用，除可扶植之新興產業如教育訓練、技術顧問、特殊功能、客制化模組開發等。另藉由 FOSS BIM 的特性，可跨領域結合其他相關產業，如機械、電子等製造業，發揮台灣優勢的資通產業，創造因建築數位轉型的創新產業機會，不會被專有軟體的限制性，阻礙了發展的可能性。

長期性建議—BIM FOSS 發展路徑規劃

主辦機關：公共工程委員會、內政部營建署、內政部建築研究所

協辦機關：財團法人台灣建築中心、大學建築與資訊相關研究所

本研究後續計畫將 BIM FOSS 發展路徑規劃為研究與推廣兩個面向，經由以上結論可得出在研究方面，還需加強設計、施工、維運階段的流程驗證，並藉由各階段流程驗證提出後續本土化需開發模組項目的建議，以及元件庫的蒐集與建置工作及語系本土化作業也須從盡快開始動作。

摘要

在推廣方面將從國內推廣自由軟體在建築產業與政府部門的優勢與劣勢、建立自由軟體可以流通的環境政府及產業需要投入的資源或是建立的規範。

ABSTRACT

Summary

Keywords: building information modeling, open source and free software, type survey, localization evaluation, development path planning

1. The origin of research

Building information modeling, BIM (Building Information Modeling) technology and application development, in the past ten years, have been increasingly valued by domestic and foreign construction industries. There have been many developments and practical applications of BIM proprietary software in China, but in the past, BIM was open sourced. And free software (Free Open-Source Software, hereafter referred to as FOSS) applications and research are very few, but the price of "Proprietary Software" is becoming more expensive to buy and hold.

Fortunately, the development of open source and free software has not been vigorously developed today. It is not only in the development of FOSS in the construction industry, but also in various fields. The development of FOSS software functions can almost replace proprietary software (Proprietary Software). Therefore, the construction industry, which is mostly small and medium-sized enterprises, brings another opportunity for digital transformation. The government has also followed the development trend of open source and free software in the world, and has initiated the use of FOSS in government departments and is moving towards digital equal rights development. For example, the government document editing software

adopts LibreOffice FOSS, which replaces the long-term use of Microsoft Office proprietary software, and continues us. Should the construction industry in China also explore the future path of FOSS?

2. Research method and process

This research project will collect international open-source free software related BIM field development and practical professional application cases through the Internet. After analysis, develop various FOSS and specific suggestions that can be used professionally. It is for the existing BIM FOSS (At least include FreeCAD (BIM), OpenProject, IFC++, Blender (BIM), QCAD, Gimp, Inkscape, QGIS and SweetHome3D) and other software, study its characteristics and applicable directions, and recommend an existing BIM FOSS that can be developed for localization. Is it possible to replace the current mainstream proprietary software, provide examples for verification, and write the BIM FOSS user manual. On the BIM technology level of the current digital transformation of the construction industry, in the market dominated by BIM proprietary software (Proprietary Software), find a feasible alternative to BIM FOSS, which will surely expand BIM users and provide assistance in localization.

3. Important findings

With the advantages of Taiwanese information and communications, it is recommended that BIM-related software and hardware industries can be fostered, such as smart building design and construction, smart city governance and other related digital transformation fields. Investing in BIM FOSS research at the same time, proposed the existing mature or beginning to develop BIM FOSS digital

transformation application in the above-mentioned related industries, for the reference of relevant units.

Finally, the development path planning and strategic recommendations of the domestic BIM FOSS localization are studied. It is hoped that the results of this research project can not only provide a reference for the selection and evaluation of various BIM FOSS, but also serve as the basis for future related BIM FOSS technology research.

4. Main suggestions

According to research findings, this research assists the Chinese government in promoting BIM more smoothly through the development of BIM FOSS, and provides a solution for my country's construction industry to protect software from cost and data control. The following specific recommendations are made. From the immediate feasible recommendations and the long-term recommendations, the following are respectively explained:

Suggestions that are immediately feasible—BIM FOSS's software recommendations and their promotion manuals.

Organizer: Institute of Architecture, Ministry of Interior

Co-organizer: Taiwan Architecture Center

This study found that FreeCAD is certified by BuildingSMART International Organization IFC4.0, and can exchange file information with other BIM FOSS or proprietary BIM software to complete diversified BIM applications. It is most often used with Blender for rendering, animation and special components. Modeling and other application functions that FreeCAD is more difficult to achieve, and this combination can complete most of the BIM application

requirements in the BIM design and construction phase.

In addition, in the results of this research, a basic user manual on the FreeCAD BIM platform is proposed. The content includes the development of open-source construction software, FreeCAD installation introduction, BIM workbench operation instructions, and architectural model examples-#1 Maison Dom-ino Domino House. Researchers in subsequent projects can quickly understand the software architecture and techniques.

Long-term recommendations-BIM FOSS localization opportunities and industries that can be fostered

Organizers: Public Works Committee, Construction Agency of the Ministry of the Interior, Institute of Architecture of the Ministry of the Interior

Co-organizers: Taiwan Construction Center, Financial Planning Association

Since the current construction industry mainly uses BIM proprietary software, the domestic industry market has a lot of room for growth in open source and free software. Its open code features allow for a high degree of freedom in development, allowing many local and International developers cooperate with users to participate in the development. Once the country starts to promote the use of BIM open-source free software, in addition to fostering emerging industries such as education and training, technical consultants, special functions, and customized module development. In addition, with the characteristics of FOSS BIM, it can combine other related industries,

建築資訊建模 (BIM) 開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃

such as machinery, electronics and other manufacturing industries, to give full play to Taiwan's advantages in the information technology industry, and create innovative industry opportunities due to digital transformation of buildings, without being restricted by proprietary software. Sex hinders the possibility of development.

Long-term recommendations—BIM FOSS development path planning

Organizers: Public Works Committee, Construction Agency of the Ministry of the Interior, Institute of Architecture of the Ministry of the Interior

Co-organizers: Taiwan Architecture Center, University Institute of Architecture and Information

The follow-up plan of this research plans the development path of BIM FOSS into two aspects of research and promotion. From the above conclusions, it can be concluded that in terms of research, it is necessary to strengthen the process verification in the design, construction, and maintenance phases, and verify by the process of each phase. Suggestions for the development of module projects for follow-up localization, as well as the collection and construction of component libraries and the localization of language families must also start as soon as possible.

In terms of promotion, we will promote the advantages and disadvantages of free software in the construction industry and government departments in the country, and establish an environment where free software can circulate. The government and industry need to invest resources or establish norms. recommendations for the

摘要

localization of domestic BIM open-source free software are drawn up. It is hoped that the results of this research project will not only provide a reference for the selection and evaluation of various BIM software, but also serve as a basis for future related research.

第一章 緒 論

第一節 研究緣起與背景

一、研究緣起

隨著世界發展數位經濟的趨勢，我國政府已啟動國家級數位轉型戰略，臺灣營建產業為落實數位國家之政策，必須透過建築資訊建模（Building Information Modeling）技術走向數位化。

『內政部 108/08/21 舉辦「2019 建築資訊建模(BIM)新加坡經驗交流國際研討會」圓桌會議，內政部

次長邱昌嶽與會時表示，我國的優勢在於資通訊科技處於領先位置，但整體資源有限，需要引導營建業界等資源共同投入，...，近年來國際間競相發展 BIM 技術，透過國際會議交流，一起來構思擬定整體發展策略，投入資源擴大動能，培育 BIM 的相關人才，以善加利用 BIM 技術，創造國內營建產業數位化升級的契機。』（營建署網站 108/08/21 新聞稿）[1]。

營建產業推動 BIM 技術革新已十餘年，從營建產業生命的週期的前端設計與施工端 BIM 技術應用技術應用上，自民國 100 年政府開始推動 BIM 技術革新，台灣營建產業雖然已累積了相當豐富的產官學的 BIM 經驗，但也遭遇到 BIM 深化時的一些困境，簡述所發現的重點節錄如下：

建築資訊建模 BIM 技術是一個在電腦虛擬空間中模擬真實工程的作為，被視為協助建築生命週期規劃、設計、施工、營運與維護工作中之各項管理與工程作業之新技術、新方法、新概念。BIM 技術的發展還存在許多問題，主要是因為建築工程個案的獨特性、參與者眾多複雜與生命週期長等特質，造成設計與施工間產生了許多不符預期的成果，對營運維護階段影響鉅大。建築產業在實務應用上仍保持許多傳統作法，BIM 技術的發展緩慢，進一步從建築全生命週期規劃、設計、施工到維護階段，在 BIM 實務應用上之問題可以歸納為

建築資訊建模 (BIM) 開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃

法規、管理、技術、訓練等問題。本中心以扮演推廣 BIM 應用為計畫執行核心主軸，期望有效協助建築產業中全生命週期各階段的應用，以符合台灣在地化需求作出發，將各階段 BIM 應用逐步整合、導入建築生命週期作業流程，完成產業升級之目標。(內政部建築研究所周光宙(民 109)。BIM 應用推廣及宣導計畫書。)[2]。

近年國內積極導入 BIM 技術，成果累積漸豐。臺灣業界應用層面已從早期的設計施工，進步到現在營運資訊的管理，真正做到建築生命週期的全盤考量。盤點目前臺灣 BIM 推廣上的困境，包括設計、施工至營運端對其所需 BIM 訊息的需求不明，國內亦欠缺 BIM 規模化推進之本土化策略和未來發展之遠見，應用軟體間檔案移轉受到限制』，以及資料建置尚無統一標準格式，導致重複建置資料的資源浪費(內政部建築研究所。108 年度 BIM 推廣宣導講習會北部場活動報導。)[3]。

應用軟體間檔案移轉受到限制在眾多的 BIM 應用軟體由於資料庫格式不同需有一中介格式 IFC 轉換資料，因此如果不同廠商的 BIM 專有軟體，如 AutoDesk Revit、Graphisoft ArchiCAD、Bentley AECOsim、Tremble Tekla... 等，目前台灣 BIM 使用者以前兩者居多，因此常有需檔案交換的問題，但是以 IFC 交換問題仍多，在台灣學術單位已有多篇論文指出其缺失與不足(中央大學土木工程系陳俊嘉、周建成(民 103)。BIM 軟體之 IFC 相容性研究：以設施管理應用為例；台北科技大學土木與防災研究所 陳振宏、林祐正(民 102)。整合 IFC 於 BIM 資料擷取與檢核之研究；台北科技大學土木與防災研究所 陳春逢、林祐正(民 103)。建置 IFC-based BIM 資訊管理系統之研究)。因此 IFC 作為不同 BIM 軟體轉換中介仍有缺失是不爭的事實，因此大大降低了工作效率流程。

營建產業間的 BIM 環境的發展上面臨了挑戰，根據內政部建築研究所歷次的論文(內政部建築研究所 鄭元良(民 100)。建築資訊模型 (BIM)於建築物消防安全管理之應用。)[4]與(內政部建築研究所 施宣

光(民 107)。IFC 規劃分析結案報告書。)[5] BIM 推動困境歸納如下：
1.『參與者眾多複雜與生命週期長等特質，造成設計與施工間產生了許多不符預期的成果』，2.『在 BIM 實務應用上之問題可以歸納為法規、管理、技術、訓練等問題』3.『擴大使用者參與』、4.『在地化』、5.『應用軟體間檔案移轉受到限制』的問題，本研究試著以 FOSS 的特性，探尋其中若干項問題的可能解決方向，作為期許目標。

在國家數位轉型同時，建築與城市發展將與資訊產業產生大量的結合，台灣有強大厚實的資通產業，建築與城市的數位化發展應有其優勢的基礎。然而台灣卻因市場規模太小，只能引入國外 BIM 的專有軟體，無法帶動本土營建 BIM 軟體產業的發展。目前建築物生命週期前端設計與施工端企業，專有軟體以每年五千套估計，也其支出將近十億元，接近政府以往在文書專有軟體每年的支出，政府也因此於近年推動文書開源自由軟體-LibreOffice，終結了國外專有軟體與台灣代理商多年的綁架政府文書軟體巨額利益。如導入 FOSS 也可順勢解決以上問題。

營建產業佔比國內每年的 GDP 產值約 2.5%(不含不動產開發業，資料來源:OECD 網頁、行政院主計總處。)，遠低於歐美日等先進開發國家的 5% 以上，同時營建業又以中小企業為主，巨大的軟體成本，與專有軟體檔案格式的綁架，令中小企業對於 BIM 技術漸漸望而卻步，也阻礙了國家數位轉型的推動，希望我們的營建產業以文書專有軟體前車之鑑，儘早引 FOSS。

所幸 FOSS 的發展已今非昔比蓬勃發展在多方領域應用，FOSS 軟體功能發展已幾乎可以取代專有軟體。因此在中小企業居多的營建產業，帶來了數位轉型的機會另一扇門。政府也順應國際上開源及自由 FOSS 的發展趨勢，起動了政府部門 FOSS 的使用，邁向的數位平權發展，如政府文書編輯軟體採用 LibreOffice FOSS，替代了長期使用的 Microsoft Office 專有軟體。或許只要本研究結果獲得營建產業認同，大家一起努力，以 BIM FOSS 作為專有 BIM 軟體的另一替代軟

建築資訊建模 (BIM) 開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃

體，也促使專有軟體與 FOSS 共存將指日可待。

二、研究背景

我國營建產業數位化勢在必行，透過建築資訊建模 (Building Information Modeling, 以下簡稱 BIM) 將建築圖說從 2D 的平、立、剖面圖轉為資訊量完整的 3D 資料模型，可帶給建築工程全生命週期各種不同的效益，如在設計施工階段快速回應設計變更、進行建築性能模擬分析、進度管理與衝突檢討，或是維運管理階段整合 IOT、AI、GIS 進行雲端智慧管理，並延續到將來實現智慧營造、數位雙生 (Digital Twin) 和智慧城市時不可或缺的技术與工具，是帶領營建技術走向下個世代的重要關鍵技術之一。

因此各機關及企業陸續將在國外發展成熟的 BIM 軟體引進國內產業使用，目前國內主流的 Revit、ArchiCAD 皆為國際軟體大廠開發的 BIM 軟體，雖然專有軟體相對成熟好用，但軟體卻十分昂貴，一套軟體動輒耗費數十萬元的開銷，而近來 Revit 軟體商更將授權方式變更為訂閱(subscription)制，與以往賣斷即可永久使用之授權方式不同改採每年租賃制度且費用逐年調漲，ArchiCAD 雖保留買斷制，但每年新版本的更新費用也是逐年提高，這令國內許多中小企業考量到企業成本只好放棄導入新技術，這不僅成為國內推動 BIM 沉重的負擔，也阻礙 BIM 推動的普及化，導入免費的 BIM FOSS 將有可改善營建產業更多成員的參與國家數位轉型。

長遠看來 BIM 技術要能深耕營建產業，尤其國內以中小企業為主的發展型態，必須解決營建產業軟體導入成本的問題與檔案限制問題，而臺灣身為資通訊產業領頭羊，具備高端資訊技術資源，倘能藉由國內軟體商開發 BIM 軟體或發展 BIM 開源自由軟體本土化，提供國內營建產業免費使用，將有效降低 BIM 技術之導入門檻。在國家資源有限的狀況下，讓所有營建產業成員都能進入 BIM 環境下的各種技術中，加速發展各自專長與領域應用，也解決專有軟體的綁架，也

解決本土化不易與檔案限制的困境，進而提升國內營建產業整體的數位化轉型，達成政府推動的國家整體數位的升級，才能提升國家競爭力。

第二節 名詞釋義

一、開源自由軟體 (Free Open Source Software，簡稱 FOSS)

開源自由軟體乃開源軟體與自由軟體的合稱，開源軟體與自由軟體的定義類似，開源軟體又稱作開放原始碼軟體，只要符合開源軟體定義的軟體就能被稱為開源軟體。而自由軟體有比開源軟體更嚴格的概念，因此所有自由軟體都是開放原始碼的，但不是所有的開源軟體都能被稱為「自由」。但一般來說絕大多數開源軟體也都符合自由軟體的定義。自由軟體的重點則不在於免費使用，而是指使用者可以自由使用、複製、研究、修改、發布。

(1)開源軟體(open source software)又稱開放原始碼軟體，是一種原始碼可以任意取用的電腦軟體，這種軟體的著作權持有人在軟體協定的規定之下保留一部分權利並允許使用者學習、修改以及以任何目的向任何人分發該軟體。開源協定通常符合開放原始碼的定義的要求。一些開源軟體被釋出到公有領域。開源軟體常被公開和合作地開發。開源軟體是開放原始碼開發的最常見的例子，也經常與使用者創作內容做比較。開源軟體的英文「open-source software」一詞出自自由軟體的行銷活動中。

(2)自由軟體 (free software)，是根據理查·斯托曼 (Richard M. Stallman) 和自由軟體基金會對其的定義，是一類可以不受限制地自由使用、複製、研究、修改和發布的，尊重使用者自由的軟體。這方面的不受限制正是自由軟體最重要的本質，與自由軟體相對的是專有軟體 (proprietary software，一些人也會將其翻譯為私有軟體、封閉軟體)，後者的定義與是否收取費用無關，事實上，自

建築資訊建模 (BIM) 開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃

由軟體不一定是免費軟體，同時自由軟體本身也並不抵制商業化。自由軟體受到選定的「自由軟體授權協定」保護而發布（或是放置在公有領域），其發布以原始碼為主，自由軟體賦予使用者四種自由：

- I. 有使用該軟體的自由。
- II. 有研究該軟體如何運作的自由，並且得以修改該軟體來符合使用者自身的需求。
- III. 有重新散布該軟體的自由。
- IV. 有改善再利用該軟體的自由。並且可以發表修訂後的版本供公眾使用。取得該軟體之原始碼(Source Software)為達成此目的之前提。

(維基百科 wikiwand 定義) [6]

二、專有軟體 (Proprietary software)

專有軟體 (Proprietary software)，又稱**非自由軟體** (non-free software, nonfree software)、**專屬軟體**、**私有軟體**、**封閉性軟體**等，是指在使用、修改上有限制的軟體。此外，有些軟體也有複製和分發的限制，它也屬於專有軟體的範疇。通常，與專有軟體對應的是自由軟體。這些限制是由軟體的所有者制定的。

這些限制是通過法律或者技術上的手段實現的，有時這兩種手段被同時採用。最常見的技術限制方式是保留能夠被大家讀懂的原始碼，而只發布只有電腦才能讀懂的程式（如二進位格式）。法律上的限制包括使用著作權（附帶軟體許可證）和專利。這些程式的原始碼往往被其持有者視為商業機密。如果第三方要檢視原始碼時，往往需要簽署保密協定。

- **與商業化的關係**，專有軟體並不同於商業軟體。專有軟體和自由軟體都可以免費或者收費分發。它們之間的區別在於：專有軟體的所有者可以決定是否可以分發該軟體，以及費用的數額；而

自由軟體可以被任何持有者隨意分發，相關的複製以及服務費用也可自行決定。

- **字面和法律含義**從字面上講，「所有權」在法律上指軟體的所有者可以規定使用者可以對軟體做哪些事情。專有軟體的所有者並不需要自己「專有」該軟體，只要不公布原始碼，通過發布編譯過的程式，大眾軟體和在許可證保護下的軟體都能夠成為專有軟體。
- **流行度**：常見的專有軟體套件括 iOS、Windows、Microsoft Office、RealPlayer、iTunes、Photoshop、Mac OS X、WinZip 等。
- **支持意見**：微軟公司是商業專有軟體的支持者，它認為使用者為軟體支付的費用可以增加軟體的研發資金。它聲稱，軟體的每個拷貝收取的費用使得軟體開發的收益最大化。據稱專有軟體比自由軟體帶動了更多的商業活動，當有市場收入時更是如此。
- **反對意見**：對軟體未來的版本和軟體的升級的依賴使得軟體使用者不能離開軟體所有者，這將導致壟斷的局面。如果在軟體中發現問題時，軟體所有者已經消失，或者他們決定停止或減少軟體的生產或支援，都能夠讓使用者陷入不利和無助的境地。由於業務問題，軟體所有者可能無法改進或支援軟體。軟體的老版本的支援已經到期，卻沒有其它的軟體供應商提供支援。

(維基百科 wikiwand 定義) [7]

第三節 計畫流程

本研究計畫旨在調查國內外有關 BIM FOSS，並進行本土化評估與規劃發展路徑之研究，計畫執行的研究流程如圖 1-3-1 所示，採用之研究方法，說明如後。

一、文獻回顧/資料調查蒐集

研究團隊除按本計畫目標需求 BIM FOSS 專案內容外，另收集國內外 BIM FOSS 相關文獻資料，完成本研究計畫所需進行的「臺灣軟

建築資訊建模 (BIM) 開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃

體商自行開發 BIM 可行性評估、BIM 開源自由軟體種類調查與本土化可行性評估、BIM 開源自由軟體本土化契機及可扶植之產業、BIM 開源自由軟體發展本地化模組可行性評估」等項次的研究。

二、舉辦專家諮詢會

本研究計畫計畫將在接近期中報告完成階段時，通過舉辦專家諮詢會的邀請產官學各界對於 BIM FOSS 有研究之先進，並與 BIM FOSS 實務界專家交換意見。藉由專家的經驗針對本研究計畫提出的 BIM FOSS 建議提意見，讓本研究計畫案有更多元的思考方向，尤其在 BIM FOSS 推動經驗上，使本研究計畫的內容更加完整豐富，才能真正達到符合營建產業各界需求的研究成果，但考量我國 BIM FOSS 使用者極為有限，因此在邀請專家方面，除 BIM FOSS 有經驗的建築師外，並邀請 FOSS 的專家，提供在推廣 FOSS 實務上的經驗。

三、BIM FOSS 平台基本建模手冊編輯

本研究計畫計畫於期末報告完成時，一併編輯交付乙份選定的“BIM FOSS 平台基本建模手冊”，內容為選定 BIM FOSS 的軟體說明、安裝與更新，基本建模技巧、一個實際建模案例等，提供各單位將來推廣 BIM FOSS 時的教學資源。

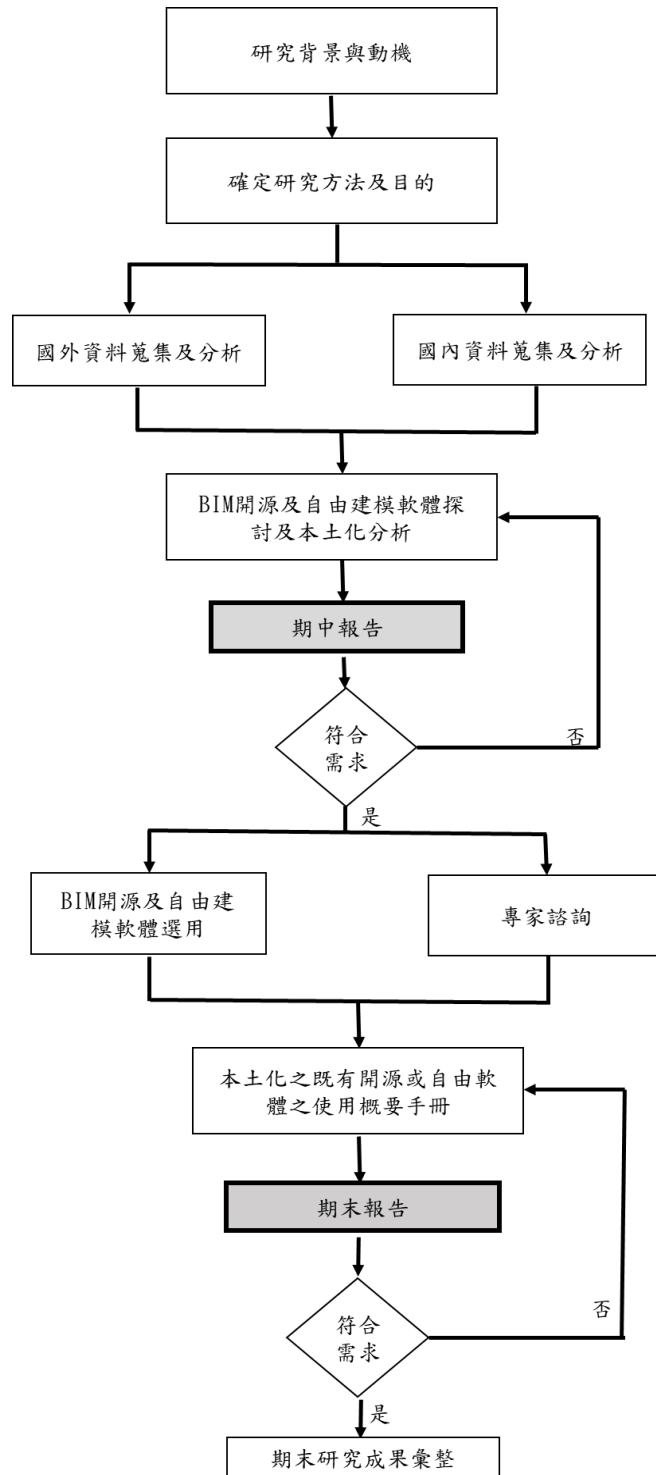


圖 1-3-1 研究流程圖

建築資訊建模 (BIM) 開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃

第二章 文獻回顧

第一節 國內資料蒐集

一、國內開源自由軟體趨勢

行政院國家發展委員會推出“數位機會-自由軟體推廣應用”：為擴增各機關應用軟體發展彈性，多元發展建立電子 / 網路化政府服務，並使政府的資訊經費能更有效利用，本會自 91 年度起即推廣各級機關，運用自由軟體開放原始碼等特性，鼓勵政府部門跨系統作業採開放性架構，同時並建立各種資料交換標準。93 年至 96 年間更積極以自由軟體開發公文系統電子交換前置軟體提供各機關使用，並利用協助基層公所汰換電腦設備之際，試辦建置自由軟體應用環境，藉由經驗分享，建立使用社群。97-101 年辦理自由軟體網路學習應用及推廣計畫。

(一)政府機關導入使用：

短期辦理自由軟體網路學習應用及推廣網路線上學習提昇公務人員應用自由軟體能力，長期以推動地方及中央機關示範導入為目標。本會分攤基層建置個人電腦，已全面要求安裝雙作業系統及安裝 OpenOffice。

(二)推動使用自由軟體共通需求規範。

(三)推廣 ODF 文件標準應用：

已將 ODF 納為公文交換可接受之附檔格式，並要求各機關單位收發安裝 OpenOffice 軟體。

(四)推廣 W3C 網頁標準。

國發會開發線上網路學習課程於行政院人事行政總處公務人力發展中心所屬數位學習平台，FOSS 課程內容包含文書編輯、網頁程式開發、繪圖軟體、伺服器架設、安全管理、多媒體及資料庫軟體等應用。

(民國 110/06/26 國家發展委員會官方網站) [8]

建築資訊建模 (BIM) 開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃

行政院研考會資訊管理處(民 100)，政府機關自由軟體推動情形，政府機關資訊通報 290 期，行政院研考會辦理自由軟體網路學習應用及推廣課程彙整表，如表 2-1-1。[9]

表 2-1-1 行政院研考會辦理自由軟體網路學習應用及推廣課程彙整表

類別	課程(時數)	類別	課程(時數)
資料庫	MySQL(11)	文書軟體	Openoffice(13) Feng Office(6)
桌面設定	Ubuntu(3) Linux Desktop(7) Debian(3) Fedora(4)	伺服器安全應用	DNS 安全防護(4) Web 安全防護(3) Email 安全防護(4)
圖形編輯軟體	Gimp(7) DIA(1) INKSCAPE(4)	網站元件及程式開發	政府網站元件模組及開發元件使用(8) PHP(8) Zend Framework 1.8.X(9)
資訊安全	GnuPG(7)	專案管理	dotProject(6)
架站軟體	XOOP(4) Open SUSE 11.x(3) Joomla(4) LifeType 1.2.x(3)	桌面應用	政府應用自由軟體共同需求規範-桌面應用 (1)
教育訓練	Moodle 1.8.x(3) 用 Openoffice 出考卷及管理學生成績(5)	網頁瀏覽及郵件管理軟體	Firefox3.x、ThunderBird 2.x(1.5) Thunderbird(2)
統計軟體	PSPP (1.5)	網站典藏	HTTrack(1.5)

其他常用 軟體	1.FileZilla Client 3.2.4	影音軟體	Kdenlive 0.7.x(1.5) Audacity(1)
	7-Zip 4.65 Vlc-0.9.9 ClamWin Free Antivirus 0.95.1(2) 2.FreeMind 0.8.1(1) 3.KnowledgeTree 2.0.x(3)	無碟 Windows/Linu x 整合環境	DRBL+WinRoll(6)

(資料來源：政府機關自由軟體推動情形。政府機關資訊通報 290 期)

(中央社記者陳俊華台北 5 日電) 民主進步黨籍立法委員黃偉哲今天表示，各國政府已陸續推動開放文檔格式 (ODF) 取代私有專利檔案格式。據國發會報告若選擇自由軟體，每年可節省經費約新台幣 21 億 1300 萬。行政院各級機關電腦安裝可編輯文書軟體執行率平均為 58.45%；國發會 2014 年研析報告也指出，若選擇自由軟體或合適的文書軟體，每年將可節省經費約新台幣 21 億 1300 萬元。

國發會資訊管理處高級分析師王誠明說，推動 ODF 為標準格式的實施計畫，行政院各級機關安裝可編輯 ODF 文書軟體執行率達 58%，將持續推動。經濟部工業局電子資訊組副組長謝戎峰表示，工業局網站已把 ODF 相關軟體上架，並進行初階、進階文書簡報製作課程，統計去年已有 370 多萬人受訓。(中央社／綠委(2017.01.05))[10]

此外國內外幾乎可以想像的到的領域都會使用到開源及自由軟體，如安卓手機所使用的作業系統就是開源及自由軟體[11]，或是我國國發會強力推動的開放文件格式 ODF [12]使用的工具 Libreoffice

建築資訊建模 (BIM) 開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃

也是，亦或是 OpenStreetMap 也是一個開源及自由的 GoogleMap 地圖，開源及自由軟體的種類包山包海，小到文書處理，大到 NASA 放在火星上的直昇機都是使用開源及自由軟體。

根據開放原始碼軟體商業模式及相關法律問題之探討[13]，台灣為了面對全球開源軟體的風潮，政府為掌理產業發展之規劃、推動與評估事項，於行政院國家資訊通信發展推動小組(NICI)下設立「自由軟體指導小組」，由工業局主導結合研考會、主計處、教育部等單位，於 2003 年 7 月起執行「自由軟體產業發展推動方案」。該方案五年為一期程，項目有環境建置與法規、人才教育與培訓、研究發展與應用、社群發展與交流、市場推廣與策進等五項，藉由計畫執行讓台灣成為全球高質化的開放原始碼軟體應用典範，預計透過推動讓自由軟體產業產值可達新台幣 100 億元，投入開發廠商達 50 家，新的應用軟體開發達 100 件，並在政府單位及企業用戶的網路伺服器中，自由軟體作業平台比率達 30%，個人電腦使用自由軟體平台比率達 5%。

開源及自由軟體其生態之豐富，發展力又強，因此國內有許多開源人群體組成，包括開源人年會(COSCUP)[14]、G0v 零時政府(g0v)15]、Mozilla 臺灣社群(MozTW)[16]、行動科技應用開發者年會(MOPCON)[17]、臺灣資料科學年會（原臺灣資料科學愛好者年會）[18]、台北開放原始碼使用者社群（TOSSUG）[19]、開放街圖臺灣社群 [20]等皆為活躍中的群體，這些群體藉由各種聚會、小型研討會、大型研討會推動國內開源及自由軟體發展。

另外 109 教育部也針對開源及自由軟體建立線上學習頻道[21]，提倡在校園使用開源及自由軟體，從教育部建立的線上學習頻道可得知，其他領域包括語文、數學、理化、自然、天文地理、資訊、社會、藝術等等都有開源及自由軟體可使用，而在國內建築領域上，雖然 2D 製圖上有 QCAD 此開源及自由軟體可以取代 AutoCAD，但未見有建築領域的群體在推廣開源及自由軟體。

綜上所述，目前開源軟體的發展已成為現今軟體界的主流，但國內營建產業相較其他產業傳統守舊，根據麥肯錫 2017 年台灣數位資訊化程度報告中，指出台灣在營建產業數位資訊化的程度也是最低的產業。開源及自由軟體上台灣也沒有任何相關的研究成果或學術論文，因此內政部建築研究所是非常適合作為國內建築產業領域 FOSS 第一個推手，將 FOSS 帶入營建產業。

二、國內建築產業相關開源自由軟體

Graphisoft ArchiCAD 為首先引進台灣 BIM 專有軟體，迄今超過 20 年，AutoDesk Revit 也引進快 10 年，歷經 BIM 多年發展，其功能漸感停滯，但是更新費用日趨高漲，每套更新費用由以往 2 年一次，變成每年更新一次，更新費用還漲了兩倍，109 年 8 月 10 日歐洲扎哈事務所、羅傑斯事務所一共 25 家抗議 Autodesk 無法滿足當前行業要求。全體的質疑主要集中在 4 個方面：1. 成本提升過快，2. 軟體核心老舊，3. 跨平台可操作性不足，4. 軟體服務商與客戶關係不佳。

因此國內有些建築師就停止更新，延用舊版，依然可以順利執行任何 BIM 的案件（從 2D 到 7D 的 BIM 應用），顯示專有 BIM 軟體功能已達極致。但是擔心建築物生命週期的長久年限，從導入 BIM FM 經驗，BIM 專有軟體的綁定費用，版本的每年更新，與註冊限制等，專有軟體的綁架特性，產生智慧財產權的流失，對將來建築物全生命週期的以 BIM FM 維護營運是一可預知的嚴重問題。

為此台灣一些建築師開始探討解決上述問題，並嘗試尋求 BIM FOSS 方案。109 年 FOSS 先驅者南台科技大學電子系教授李博明先生與三家建築師事務所，一起探討導入建築 BIM 的可行性，歷經 3 個月的實務驗證，所得結論 2D 到 7D 應用上，已可局部取代專有 BIM 軟體，除了團隊工作（Teamwork 遠距工作）尚未找到對應功能的 BIM FOSS，其他 BIM 專有軟體有的功能都可以達成。109 年 4 月 12 日建築師團體正式成立臉書社群社團『Open Source FreeCAD/BIM Taiwan』

建築資訊建模 (BIM) 開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃

推廣 FreeCAD 在 BIM 上的應用，並提供群組人員在 Youtube 頻道各種 BIM FOSS 上學習，至今已有超過 30 個以上頻道，群組人員至今有 576 位。管理者：李博明老師，賴朝俊建築師。建築師 LINE 群組上，也開設 FreeBIM 群組，提供 BIM FOSS 交流與學習園區，目前已有超過 500 位加入，如果政府能採納 BIM FOSS，相信會有更多建築師，與產業專業人士投入這領域。

109 年 10 月 5 日高苑科技大學林傳賢教授舉辦了一系列的工作坊『BIM FOSS 在建築營建業的新紀元』有資策會系統所李博士、台電南區施工處張處長、聯鋼營造高總經理、賴朝俊建築師、陳清楠建築師、南台科大李博明教授、校內建築、土木、機械、數位經管資料系教師及研究生與校外來賓共 50 位參加研討會。會後舉辦了四天的工作坊課程：基礎案例及實務 FreeCAD Toward BIM (6hrs)、進階案例及實務(6hrs) FreeCAD Toward BIM、邁向數位專案管理(Digital PM)。主要以 FreeCAD BIM 為學習課程。學員包括學校老師，研究生與台電、聯鋼營造 BIM 工程師等約 16 位。主講者：李博明教授。

109 年 10 月 22 日新北市建築師公會資訊委員會張國章建築師於新北市建築師公會舉辦『新北建築師公會_自由開源的 FreeCAD 與 BIM 應用』主講者：賴朝俊。109 年 12 月 12 日「2020 台灣建築獎論壇」『AEC 自由軟體 FreeCAD BIM 應用』主講者：賴朝俊。110 年 3 月 16 日。

目前國內導入 BIM FOSS 未滿兩年時間，尚未有營建業的完整案例，為了日後 BIM FOSS 能在本土發展，本研究計畫就先將資料搜尋轉移至能與 BIM 建模軟體搭配應用的其他開源自由軟體上。因此將建築設計流程分開來看，不管是傳統的 2D CAD 製圖，或是使用 BIM 進行建置作業，最終都有可能需要去產出建築設計的效果圖，而在國內其他產業如多媒體設計、機械製圖等有需要進行建模、效果圖、動畫等工作時，部分人會使用 Blender BIM 這套功能強大的開源自由軟體，因此也可以用在建築行業裡，且 Blender BIM 在全球有廣大的使

用者，如 ADM、Embark Studios 和 Adidas 等大廠皆為其贊助商，屬於可以穩定使用的開源自由軟體，在國內蒐集的文獻中郭哲偉(2017)，Blender 標記追蹤之探討於臉部表情動畫製作的應用[22]將此軟體作為其低成本 3D 工具用於其研究，Blender 使用方式類似於 3D Max 等渲染軟體，並可運行插件進行參數化建模與其它進階應用，作為成熟的開源自由軟體，建議可將其導入營建產業中使用，結合本次主要研究的 FreeCAD BIM 可完成大部分建築設計施工任務。

第二節 國外資料蒐集

一、國外開源自由軟體調查

國外的營建產業導入開源自由軟體皆為近年來的事，發展時間尚短所以缺乏有力的資料，而開源自由軟體與專有軟體的商業模式不同，因此藉由收集開源自由軟體發展的資料來評估本研究案未來的發展性，本節將提出成功的開源自由軟體的商業模式與開放格式的國家政策發展，說明如下。

(一) 成功的開源自由軟體的商業模式

開源自由軟體在幾十年前剛發展時，最主要的理念是打破專有軟體公司的壟斷，也就是 Microsoft、Apple、IBM...等這些專有軟體公司，期望讓所有人都能無條件使用軟體，但後來隨著時間的演變，開源軟體透過社群協調出透過授權 License 可以進行開源自由軟體的商業化，在開源自由軟體蓬勃發展的現在，可以探討的幾個面向如下：

(1)從軟體公司角度：所有技術的發展都像金字塔一樣樣，底層技術要越寬廣，上層的發展才能越高，將底層技術交由全世界廣大的開發者來協同開發，以省下這方面的資源，轉而專注在上層的應用程式開發，而應用程式是各家藉以營利的核心，同時也是競爭在各家的商業模式策略。

建築資訊建模 (BIM) 開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃

- (2) 從產品角度：開源自由軟體可以讓使用者自行先下載，了解功能不符合需求，靠著社群口碑傳播，能觸及大量使用者，銷售模式絕對比一家一家拜訪快，若使用者需要進階功能就會考慮去買商業化的應用程式，這也就降低了銷售人員的成本，同時這也代表可以取得更多的市場回饋去調整產品，形成一個良性循環。
- (3) 從使用者角度的經營者角色：以一般經營者考慮成本的要素有幾件：使用成本；維護成本、換換成本；使用風險。而原本專有軟體的收費模式是通常會先有一筆高額的授權費再加上每年的維護費，而開源自由軟體的收費模式不需要高額的授權費用，就降低了使用成本，也不需要使用前就先付授權費因此降低了使用風險也不會被一家專有軟體商綁死因此也降低轉換成本，使得開源自由軟體可以幫助經營者降低營運成本。
- (4) 從開發者角度：現在這個時代人才流動越來越頻繁，開發專有軟體因為牽扯到商業機密，開發者的技術能力只有少數證據能佐證，但在開源社群裡的貢獻，所有人都能看到，對於開發者來說這是一輩子的履歷，而在社群裡更是可以有效的建立個人名聲，對雇主來說減低雇用到不及格的人員也是件好事。而在社群裡可以持續交流新資訊也使開發者不易落後於別人，原本除了名聲無法獲得實質收入在近幾年區塊鍊的技術發展成熟，也可以讓參與開源專案的人獲得收入。

(二) 開放格式的國家政策發展

文書編輯軟體的開放格式 ODF 乃國外政府最積極推廣的專案，藉由調查開放格式 ODF 來了解文書編輯類開源自由軟體於國外發展的現況：

- (1) 日本在 2007 年 7 月成為亞太地區第一個採用 ODF 的國家，此外，中國、韓國、馬來西亞、新加坡、越南、印度、巴基斯坦、美國、加拿大、比利時、丹麥、法國、德國、義大利、荷蘭、挪威、波蘭、

西班牙、土耳其、英國、澳洲等國家的部分公務單位或地方政府採用 ODF 格式做為官方標準文件。

(2)英國政府公告全國採用 ODF 官方文件標準，於 2014 年 7 月 22 日提出解決方案將官方文件檔案從 Microsoft Office 轉向開源軟體，並提議選擇開放文件格式(ODF) 如自由軟體 OpenOffice 和 Google Docs 以節約經費。該公告表示 ODF 標準將大幅降低購買軟體的成本，使各企業更容易與政府合作，並有助於節省約 12 億英鎊購買軟體費用。

(3)採認 ODF 為國家標準的國家:

巴西、克羅地亞、丹麥、厄瓜多爾、匈牙利、意大利、馬來西亞、俄羅斯、韓國、南非、瑞典和臺灣。

(4)採認 ODF 為強制標準的國家:

北大西洋公約組織(阿爾巴尼亞、比利時、保加利亞、加拿大、克羅地亞、捷克共和國、丹麥、愛沙尼亞、法國、德國、希臘、匈牙利、冰島、意大利、拉脫維亞、立陶宛、盧森堡、荷蘭、挪威、波蘭、葡萄牙、羅馬尼亞、斯洛伐克、斯洛文尼亞、西班牙、土耳其、英國和美國)。

由上述可知開源自由軟體的發展是世界趨勢，藉由 ODF 開源格式的發展也可以反映其他各種應用軟體的發展趨勢，無庸至疑正是往開源自由軟體方向發展。

二、國外營建產業 BIM 開源自由軟體應用成果

OSArch 國外最有名的營建產業有關的開源自由軟體團體就是 OSArch [23] 『使用自由軟體更高透明度和更合乎道德的方法創建環境，OSArch 適用於建築師、工程師、建商、規劃師、運營商和你。』，

OSArch 的宣言：建築、工程、施工和維運行業的協作能力存在很大的系統性問題。數位生態系統主要由各個孤立的數位體組成，每個工具在設計上都無法與其他工具很好的相容。這些工具的背後是少

建築資訊建模 (BIM) 開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃

數壟斷性軟體的供應商所做的掠奪性商業行為，而產業中還缺乏數位標準的培訓材料和知識共享，迫使使用者的工具**專有不相容、專有過時和專有訂閱**。這些問題已融入產業文化中，造成我們能運用的建築環境資料功能取決於提供現有軟體的供應商允許我們運用的範圍。產業中的資源便浪費在解決這些專有行為的基礎之上，而不是專注於完成重要的事情：共同努力創造更好的建築環境。

OSArch 社群旨在通過尊重產業及其使用者的數位自由基礎上提供軟體社群和生態系統支持來解決上述問題。這種數位自由允許工具與產業的協作發生，並離開學術領域，隨著產業和精通數位的專家加入改善建築環境的旅程，這種自由將越來越重要。

OSArch 支持營建產業的方式：

- (1) 幫助營建產業有知名度的 FOSS，推動一致的品牌及可本土化可共享的自由軟體。
- (2) 提供在線社群小組，通過這社群支援跨專業工具的自由軟體使用上問題討論，包括即時聊天，論壇與電子郵件聯繫與虛擬聚會。
- (3) 提供收集 FOSS 知識包括文檔學術論文視訊教育訓練材料與維基網站。
- (4) 建構 FOSS，由社群人員協助各專業開發工具或編寫程式。
- (5) 與開發者及使用者之間建立聯繫，

OSArch 網站社群已經運行了一年，有 700 位社群成員，100 多位負責 wiki 網站工作，至今已有 100 多篇 wiki 文章。在開源架構社群匯集志同道合的使用者和開發者分享一個共同的目標：即建立環境可設計，建造，運行，並與回收**自由開源軟體**，以更**道德**的方法提高**透明度**。我們正在創造一個地方，讓每個參與建築環境概念和生活的人都能相遇、激發靈感並合作開發賦能的數位工具。此網站還提供了：**參與其中、探索自由軟體、使用開放標準**三大方向目標。

(三) 參與其中：

對 OSArch 計劃感興趣，以及為什麼 OSArch 對建築環境的設計、建造、運營和回收如此重要？請參閱對 OSArch 的全部內容的介紹。我們是一個強大且不斷發展的社群。

- 在我們的社群論壇中發布問題
- 在我們的在線月度聚會上與我們見面
- 捐贈以維持我們支持的一些專案
- 查看並將自己添加到我們的 OSArch 支持者列表中
- 使用自由軟體查看過去的專案並查看特色圖片
- 查看更多為 OSArch 回饋的方式
- 現在，我們正在特別尋找志願者來幫助處理這些事情。如果您願意，請在論壇上發帖並告訴我們！
- 我們需要人們幫助宣傳和管理 Twitter、LinkedIn、Mastodon 帳戶和 Youtube 上的 OSArch 帳戶。
- 我們需要有人來幫助設計課程來教授 AEC 工具和 OpenBIM 概念。
- 我們需要重要的未完成維基頁面的幫助。任何人都可以編輯！

(四) 探索自由軟體

您是否知道有 100 多種自由軟體工具可以幫助您完成工作，而且數量還在不斷增加？與專有軟體不同，自由軟體永遠不會使您的數位作品不相容、過時或強迫您訂閱。請參閱 AECO 自由軟體目錄。開始你的旅程：

- 切換到 QCAD 和 LibreCAD 進行 2D CAD 繪圖，而不是依賴於 AutoCAD
- 使用 BlenderBIM 插件學習 OpenBIM 創作
- 使用 FreeCAD 學習實體 3D 建模和 BIM 模型創建
- 使用 _Code Aster 學習結構分析

建築資訊建模 (BIM) 開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃

- 了解環境分析
- 加入我們的論壇，這樣我們就可以一起開始這些頁面：
- 使用 Krita 和 GIMP 而不是 Photoshop 學習 2D 建築可視化
- 使用 Blender 學習自由形式的 3D 建模和可視化
- 使用 Radiance 學習照明模擬
- 使用 QGIS 學習地理空間分析
- 使用 OpenProject 管理專案
- 開始使用 OpenStreetMaps 獲取開放式 GIS 資料
- 您想深入了解 AEC 技術嗎？
- 使用 Sverchok 學習基於視覺節點的參數化設計
- 使用 IfcOpenShell 學習 OpenBIM 和 IFC 編程

(五) 使用開放標準編輯

開放技術和標準有助於我們的數位工具互操作並保護您免受資料過期的影響。查看開放資料標準目錄中提供的內容。

- 了解 OpenBIM
- 獲取開放資料的示例文件
- 了解相關標準組織
- 閱讀學術論文和外部文章
- 了解產業基礎類 (IFC) 資料概念：
- IFC 簡介
- 什麼是 IFC 類
- IFC 中如何描述概念
- IFC 專案是如何定義的
- IFC 如何存儲屬性和屬性
- IFC 中的空間是如何分解的
- 材料在 IFC 中的存儲方式
- 地理配準資料如何存儲在 IFC 中
- 如何在 IFC 中對子對象進行分組

- IFC 如何與分類系統集成
- 為設施管理提供 OpenBIM ?
- 了解 COBie 的工作原理
- 閱讀可維護資產的 COBie 定義
- 了解如何使用 MVD 和 MicroMVD (所有文章) 指定資料要求。
- 被專有軟體困住了? 了解最佳實踐和變通方法以生成符合產業標準的資料。
- 如何為 OpenBIM 設置 Revit
- 如何從 Revit 導出正確的 IFC 類
- 如何優化 Revit 的 IFC 幾何輸出
- 如何從 Revit 導出分類資料
- 如何從 Revit 對模型進行地理定位
- 如何在 Revit 中定義 OpenBIM 專案
- 如何在 Revit 中組織 IFC 空間
- 如何在 Revit 中定義 IFC 構造類型
- 已知的無效 IFC 做法清單

在 OSArch 網站的營建產業與 FOSS 有關的研究如下：

在多納托，阿比塔低成本 4D BIM 建模：FreeCAD 與商業軟體之間的比較 (D.Di-Donato, Abita Low-Cost 4D BIM Modelling: A comparison between FreeCAD and commercial software) [24]就說明以 FreeCAD 作為 BIM 開源及自由建模軟體與 Tekla 比較，其結果說道雖然 FreeCAD 有關 4D 工作進度的功能較 Tekla 薄弱，無法自動制訂各階段資源分配，但儘管不能自動化所有過程，FreeCAD 依然是個有效的解決方案。

開發模組本地化時可參考索蒂里奧斯·洛格提提斯；埃萊尼·卡拉查利烏用於自由和開源 BIM 的空間 DBMS 體系結構 (Sotirios Logothetis, Eleni Karachaliou Development of an Open Source Spatial

建築資訊建模 (BIM) 開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃

DBMS for a BIM FOSS)[25]解釋的 FreeCAD 開源程式碼符合特定的基準，例如程式 API、可介入、修改與擴增原始碼的可能性、作業系統以及使用者的偏好，同時檢查 BIM 資料可以利用瑪杜米塔·森蒂維爾；雅各布·比茲驗證鏈接的建築資料的視覺化程式方法 (Madhumitha Senthilvel, Jakob Beetz A Visual Programming Approach for Validating Linked Building Data)[26]裡說明的 SHACL 視覺化編程，能自動化驗證 FreeCAD 模型，也幫助資料公開透明。從以上國外文獻可發現 BIM FOSS 應用層面正在逐漸被填滿，未來 BIM FOSS 將可以成為專有軟體以外的另一種方案。

表 2-2-1 國外 BIM 開源自由軟體相關文獻

文獻名稱	作者	說明
低成本 4D BIM 建模：FreeCAD 與商業軟體之間的比較	多納托；阿比塔 (M.Abita)	對 FreeCAD 和自由軟體在 4D BIM 建模中的潛力進行了調查，並與商業工具進行了比較。
使用 Gherkin 語言和持續集成對構建模型進行合規性檢查	克里寧·迪翁·莫爾特 (TF Krijnen Dion Moulte)	單元測試和持續集成可作為 mvdXML 的替代方法用於自動執行模型檢查。
針對 BIM 的基於開源雲的技術	索蒂里奧斯·洛格提提斯 (Sotirios Logothetis)；埃萊尼·卡拉查利烏 (Eleni Karachaliou)；埃琳娜·瓦拉里 (Elena Valari)；斯蒂利亞尼迪斯 Efstratios Stylianidis	本文提出了一種基於雲的開源系統，用於存儲和處理來自 3D 調查方法的資料。
用於自由和開源 BIM 的空間 DBMS 體系結構	羅哥特薩 (S. Logothetisa)；維拉莉亞 (E. Valaria)；卡拉恰利瓦 (E. Karacha)	提出了開發空間資料庫管理系統 (DBMS) 的第一種方法，該系統可以存儲，組織和管理單個應用程序中的全部信息。

	lioua)；斯蒂利亞尼薩(E. Stylianidis a)	
開發用於 BIM FOSS 的開源空間資料庫管理系統	索蒂里奧斯·洛格提提斯(Sotirios Logothetis)；埃萊尼·卡拉查利烏(Eleni Karachaliou)；埃琳娜·瓦拉里(Elena Valari)；斯蒂利亞尼迪斯 Efstratios Stylianidis	本研究計畫旨在使用 FOSS 計算機輔助設計 (CAD) 環境，以開發 BIM 插件生態系統，該生態系統將通過 FOSS 解決方案促進全面而集成的 BIM 模型分析。
通過 Nurbs 建模通過開源 HBIM 解決方案構建考古記錄和分析	菲利波·迪亞拉 (Filippo Diara)；富爾維奧·里納多 (Fulvio Rinaudo)	探索使用 BIM FOSS 在文化遺產中使用 FreeCAD 進行地層分析和查詢元素
IFC 對 FOSS HBIM 的分類：文化遺產資產的未解決問題和方案建議	菲利波·迪亞拉 (Filippo Diara)；富爾維奧·里納多 (Fulvio Rinaudo)	探索將 BIM FOSS 用於文化遺產，並建議在 IFC 遺產 BIM (HBIM) 模式中添加其他內容
驗證鏈接的建築資料的視覺化程式方法	瑪杜米塔·森蒂維爾(Madhumitha Senithilvel)；雅各布·比茲(Jakob Beetz)	本文提出了一個可視化的編程界面，用於創建 SHACL 形狀，以提高針對非語義 Web 專家的約束創建和編輯的便利性，其重點是支持 AEC 本體和用例。

(資料來源：OSArch)

三、Yorik van Havre 建築師與 FOSS 大師

2008 年以來，是 FreeCAD 的核心開發人員之一。FreeCAD Archi 與 BIM workbench 的開發者，他說過一句名言：作為建築師，對幾種專有軟體解決方案感到困擾，因此得出的結論是，如果您所需的東西不存在，那麼最好的方法就是自做。FreeCAD 似乎並且被證明是一個

建築資訊建模 (BIM) 開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃

令人難以置信的平台，用於開發建築的工具，這是我自那時以來，我所做的工作。

FreeCAD 論壇的主持者，每天投入建築師與程式開發者，發表過有關 FreeCAD 文章 141 篇，Blender 文章 100 篇。Linux 54 篇。有 Youtube FreeCAD BIM 完整教學影片，FreeCAD 維基百科編撰者。

四、選用 BIM 開源及自由建模軟體

多納托，阿比塔低成本 4D BIM 建模：FreeCAD 與商業軟體之間的比較(D.Di-Donato, Abita Low-Cost 4D BIM Modelling: A comparison between FreeCAD and commercial software)[24]提到，目前已知有關的 BIM FOSS 如 B-Processor 在 2015 年起中止開發，或是 xBIM 是 2007 年由史蒂夫·洛克利(Steve Lockley)教授開發，在 2009 年受到英國諾森比亞大學的支援，現已成為一種 BIM 查看器，另一個是 IfcOpenShell，他是基於自由開源程式碼的 IFC 顯示引擎。IfcOpenShell 已經是如今眾多電腦繪圖軟體（包含商業與開源）不可缺少的函式庫。而在這些軟體當中，FreeCAD 是在近年出現少數可以替代 BIM 專有軟體的自由軟體，2008 年時比利時建築師約里克·範·哈弗(Yorick van Havre)加入 FreeCAD 開發團隊，他最開始是開發草圖模組用以繪製 2D 圖形，在過去十年內他不斷的擴充了 FreeCAD 的功能，讓其應用領域不斷擴張，證明了 FreeCAD 能跨領域應用的特性，在最近幾年更是開發了專門用於 BIM 工作台。

約里克·範·哈弗(Yorick van Havre)本身經營的 Youtube 頻道[27]與部落格[28]皆有展示 FreeCAD 在 BIM Use 的成果，Youtube 上還提供了模型建置到出圖的教程，驗證了 FreeCAD 在建築設計的可行性。透過國外文獻分析發現大多數國外研究中 FreeCAD 扮演 BIM FOSS 關鍵的建模角色，並判斷 FreeCAD 是現今開源自由軟體中最為成熟的 BIM 開源自由建模軟體，所以本研究計畫建議選擇此軟體作為主

第二章 文獻回顧

要研究標的，並針對作業流程、差異性、本土化及發展路徑進行深入研究。







第三章 BIM 開源自由軟體種類調查與概述

BIM 軟體分為相當多種類，OSArch 網站上針對 AEC(Architecture, Engineering, Construction)的開源自由軟體清單，可以提供給建築相關產業使用，其內容包括底下主要 BIM 應用：








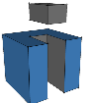




- (1) Schematic design：基本設計
- (2) CAD/BIM Design Development：CAD/BIM 設計發展
- (3) Project Management：專案管理
- (4) Visualization and Documentation：圖像影像編輯
- (5) GIS：地理資訊系統
- (6) Geometry scanning and processing：掃瞄與處理
- (7) OpenBIM Management：Open BIM 管理工具
- (8) Energy Analysis：能源分析
- (9) Facility Management：設施管理

進行主要可行 BIM 應用分析與操作，認為以 FreeCAD BIM 最為適合的 BIM 建置 FOSS。下列其它 FOSS 可作為 FreeCAD BIM 應用時的輔助 FOSS。各軟體種類統整如下：

表 3-1-2 ACE FOSS 軟體種類統整

Schematic design 基本設計	 FreeCAD	 Blender
	 SweetHome 3D	
CAD/BIM Design Development CAD/BIM 設計發 展	 BlenderBIM Add-On	 IfcBlender
	 LibreCAD	

第三章 BIM 開源自由軟體種類調查與概述

Project Management 專案管理	 ProjectLibre
Visualization and Documentation 圖像影像編輯	 GIMP  Inkscape
GIS 地理資訊系統	 QGIS  OpenStreetMap
Geometry scanning and processing 掃描與處理	Blender-Photogrammetry-Importer  MeshLab  Regard3D
OpenBIM Management OpenBIM 管理工具	 BIMserver.org  BIMData IFC++
Energy Analysis 能源分析	 Energy Plus  OpenStudio Radinace
Facility Management 設施管理	 openMAINT

第一節 基本設計

一、Blender：

Blender 是一套 3D 建模及動畫繪製軟體，其功能相當強大，對於多媒體方面之 3D 建模例如硬表面建模、人物建模等都有相當完整的功能，而且內建物理及著色引擎，可以輸出著色完之動畫。由於 Blender 的功能非常完整，因此近幾年已經有專案使用 Blender 來進行動畫電影的繪製。Blender 由於其先天設計的哲學，因此較不適用於進行 CAD 建模，因為 CAD 建模講究精準尺寸與精準定位，這些功能要使用 Blender 來進行會非常麻煩。但是 Blender 非常適合用來將建築模型匯入並且進行著色與動畫，如圖 3-1-1 就是一個 Blender 載入建築模型的例子。

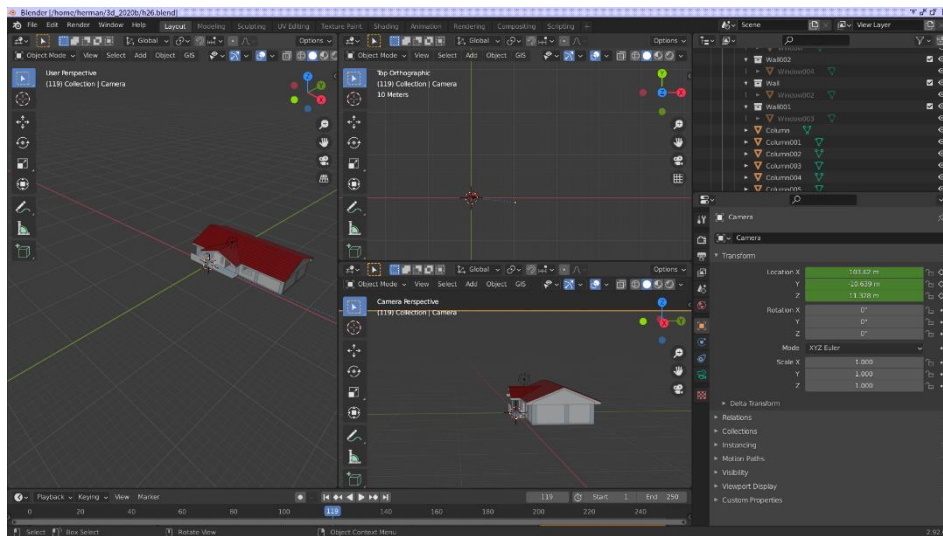


圖 3-1-1 Blender 載入建築模型之範例

除了載入建築模型外，Blender 亦可以使用外掛程式載入 GIS 圖資，以載入地形地貌，舉例來說圖 3-1-2 是使用 Blender 載入松山機場週遭之 3D 地形，可以與建築模型整合在一起以便觀看。

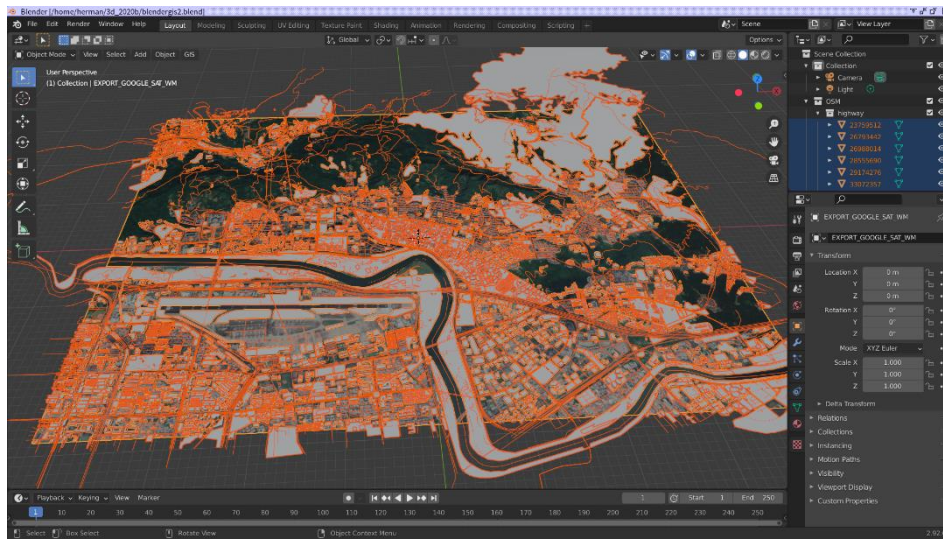


圖 3-1-2 Blender 載入松山機場週圍地形之範例

以建築產業來說，Blender 的功能是非常顯而易見的，其主要功能在於進行建築 CAD 模型匯入、進行 3D 場景著色、動畫，甚至是可以拿來拍廣告影片。因此 Blender 應該列入 BIM 開源設計流程中，以利相關產業應用。

二、FreeCAD：

FreeCAD[29]是一套可參數 3D 建模軟體，在 2001 年一月開始發展。開發者 Jürgen Riegel[30]是一位德國人，目前就職於戴姆勒克萊斯勒汽車公司，他於 2001 年一月開始發展 Open Cascade 計畫，並於 2003 年以此為基礎開發 FreeCAD。截至目前為止，FreeCAD 的穩定版是 0.19，目前的開發版本是 0.20 版，詳細的版本歷史可以參考其歷史網頁 FreeCAD 歷史網頁：[31]

另一位 FreeCAD 的重要開發人員為 Yorik van Havre[32]他於 2008 年加入 FreeCAD 並開始開發 Draft 以及 Arch(現為 BIM)工作平台，這也是建築相關產業最需要使用到之工作平台。FreeCAD 具有模組化的設計，其設計哲學是基於工作平台所組合之多功能軟體，而 FreeCAD 擁有多樣功能的工作台(Work Bench)，這些工作平台可以完成不同的工作。

建築資訊建模 (BIM) 開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃

舉例來說：如果使用 Part、Part Design 等工作台可以建立 3D 實體模型，通常是用來進行機械建模設計，例如圖 3-1-3 所示。

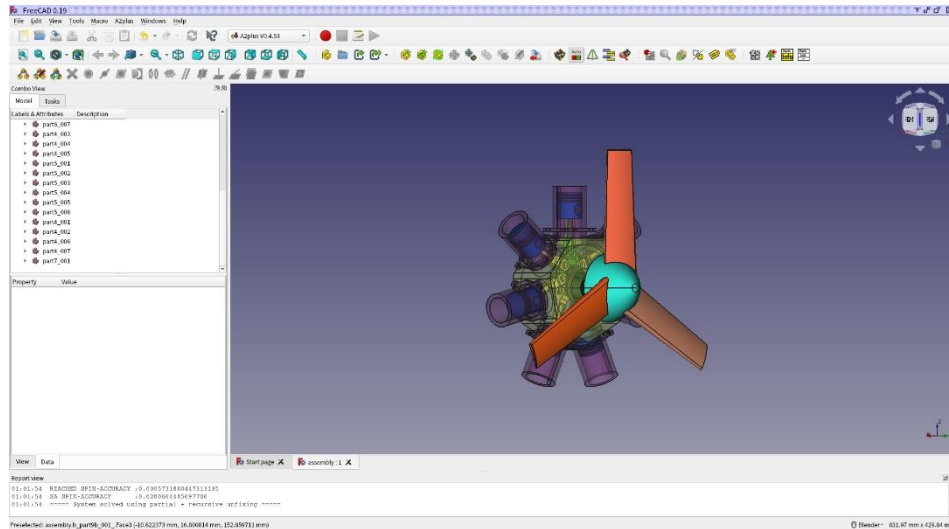


圖 3-1-3 FreeCAD 進行機械建模

除了常見的機械建模之外，FreeCAD 可以藉由 BIM 工作台來進行 3D 建築模型的建立，圖 3-1-4 是以 FreeCAD 所建立之房子模型。由於 FreeCAD 主要訴求在於 CAD 建模，因此在精準模型建構及元件精準定位上都可以達到非常令人滿意的成果，而其本身具有各式各樣的工作台，可以針對不同任務需求來進行支援。舉例來說 Reinforcement 工作台可以用來建立鋼筋模型，而 Curves 工作台可以用來建立曲面。如果這些工作台的功能還不足以滿足我們的需求的話，也可以自行開發新的工作台來完成新功能，並且可以在 FreeCAD 個大框架底下來進行整合。這對台灣這個環境而言是非常適合投入心力來進行發展的一項工具，眾所週知台灣因為市場規模不大，因此許多商用軟體均以此為理由拒絕為台灣市場開發專屬的功能，即便一般事務所想自行開發也因為專有軟體的原始碼沒有公開而無從下手。相較於這種情況，開源的 FreeCAD 就是一個非常適合拿來進行客制化的平台，可以針對台灣的需求來進行本地化功能的開發。

第三章 BIM 開源自由軟體種類調查與概述

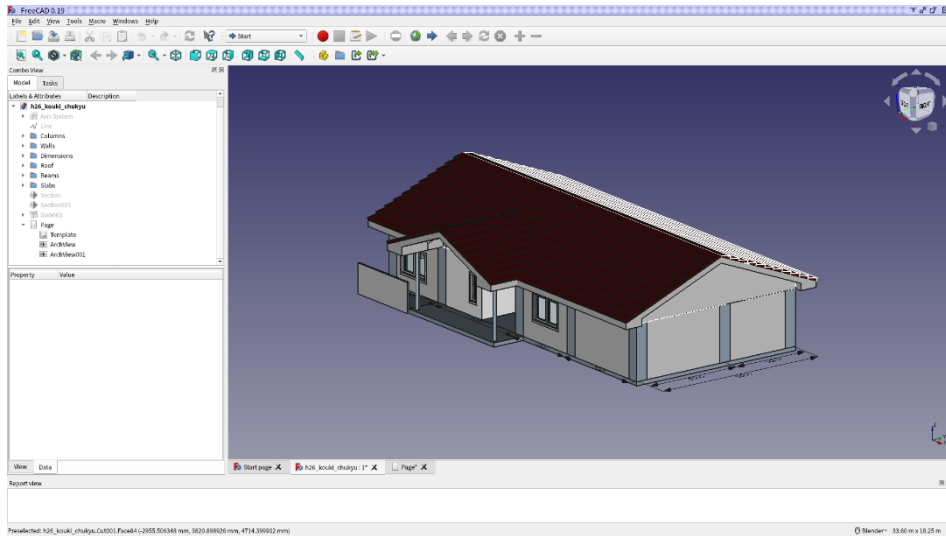


圖 3-1-4 以 FreeCAD 所建立之模型

三、SweetHome 3D：

SweetHome 3D 的主要功能是用來進行家具的擺設，因此跟室內設計有非常大的關係，對於一般使用者而言 SweetHome 3D 可以讓我們預先進行家具的選擇及擺放，並挑選最滿意的規劃，據此來完成房子內部的裝設。舉例來說圖 3-1-5 就是 SweetHome 3D 內建的其中一個範例。

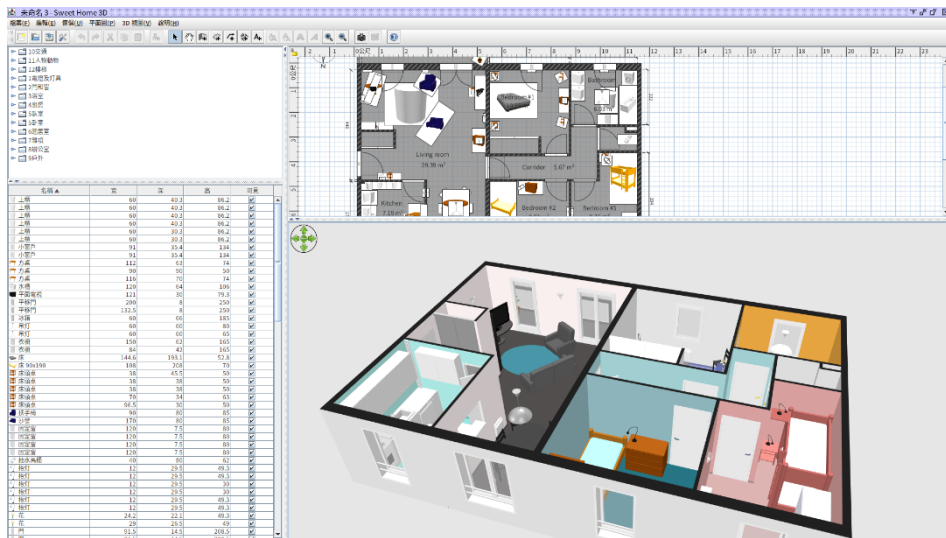


圖 3-1-5 SweetHome 3D 內建範例

第二節 CAD/BIM 設計發展

一、Blender Add-on：

Blender 主要的功能以多媒體 3D 建模/動畫為主，但是在 BIM 的支援方面也有相當不錯的進展，主要是有底下外掛程式：Blender BIM-Blender BIM [33] 是一個功能相當完整的 OpenBIM 外掛，支援 Windows、MacOS 以及 Linux 三大作業系統平台。可針對 BIM 所需之應用進行建模、切片(Section)之操作，目前 Blender BIM 的版本為 v0.0.210404，仍屬於早期開發階段，後續發展仍有待觀察，圖 3-2-1 是 Blender BIM 的網頁截圖。

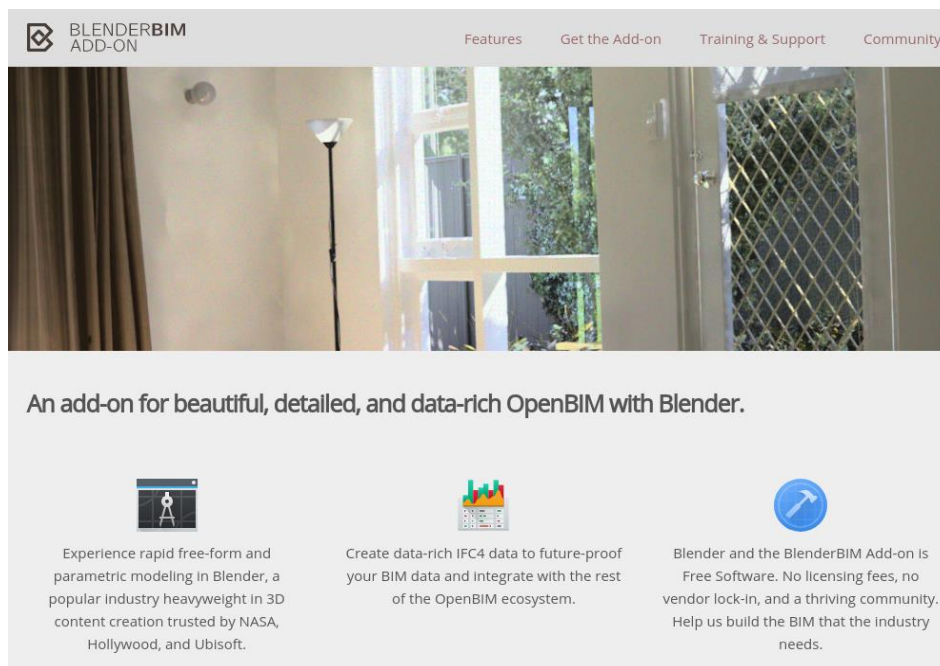


圖 3-2-1 Blender BIM 網頁截圖

IfcBlender [34] 是一個匯入建築模型 ifc 檔的外掛，可以接受其他 3D CAD 工具所匯出之 ifc 檔案，並匯入 Blender 的操作環境中，藉此進行後製多媒體動畫以及著色等流程。IfcBlender 目前的版本為 0.60，在功能上較為成熟，能將 FreeCAD 所匯出之 ifc 格式檔案匯入

第三章 BIM 開源自由軟體種類調查與概述

Blender 中，而且沒有掉件的情況。先前的圖 3-1-1 即是以 IfcBlender 來將房屋模型匯入之成果。

二、FreeCAD：

FreeCAD 是本研究計畫之重點，也是用來建立 BIM 流程之主要工具，之前已經有針對 FreeCAD 進行說明，在此不再贅述。

三、LibreCAD/QCAD：

LibreCAD[35]是一個 2D 的 CAD 製圖軟體，其功能類似以前的 AutoCAD，LibreCAD 之前身為 QCAD[36]，是以 QCAD 社群版(Community Edition)分支(Fork)所開發出來的軟體。LibreCAD 的預設存檔格式為.dxf 檔，因此可以目前市面上許多 CAD 軟體相容，LibreCAD 可以建立圖層，設定單位，設定格線軸向等，功能非常強大而且實用，圖 3-2-2 為 LibreCAD 畫圖之範例。

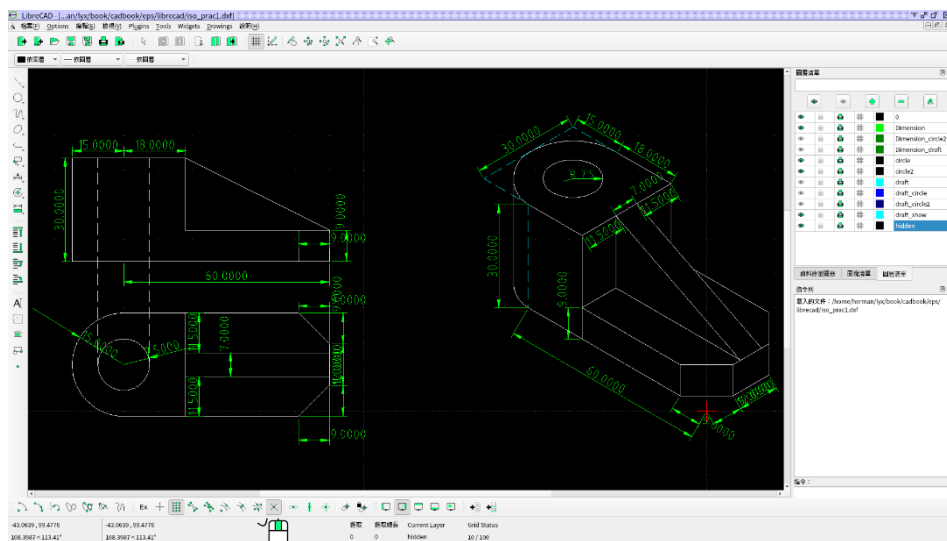


圖 3-2-2 LibreCAD 畫圖範例

第三節 專案管理

一、ProjectLibre：

ProjectLibre 是一款相當強大且可靠的開源專案管理軟體，可以達到大部分專案管理的需求，ProjectLibre 的前身為 OpenProject，2008 年後 OpenProject 停止更新，直至 2012 年由新團隊接手後更名為 ProjectLibre，ProjectLibre 包含了許多功能：甘特圖、網狀圖、工作分解圖(WBS)、資源分解圖、資源設定及指派、行事曆設定、進度追蹤報告、資源質方圖、S 曲線圖，容易上手且操作簡單讓 ProjectLibre 在專案管理軟體上佔有一席之地。

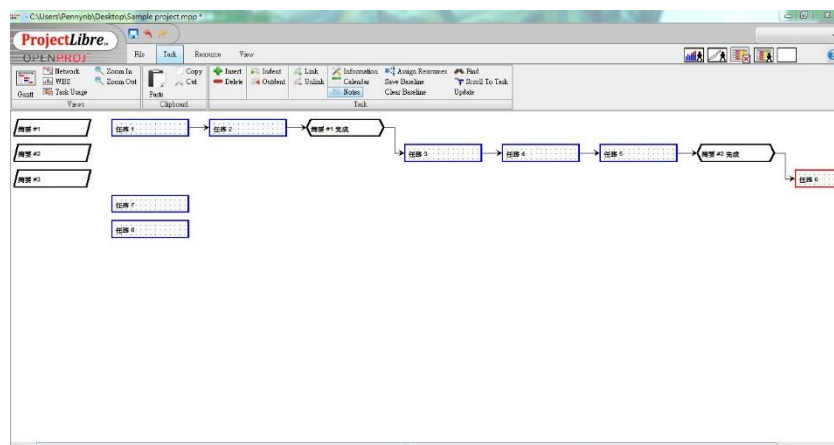


圖 3-3-1 ProjectLibre 網狀圖

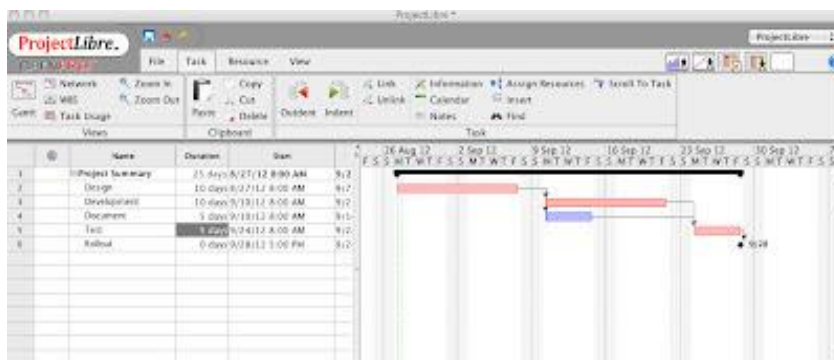


圖 3-3-2 ProjectLibre 甘特圖

第三章 BIM 開源自由軟體種類調查與概述

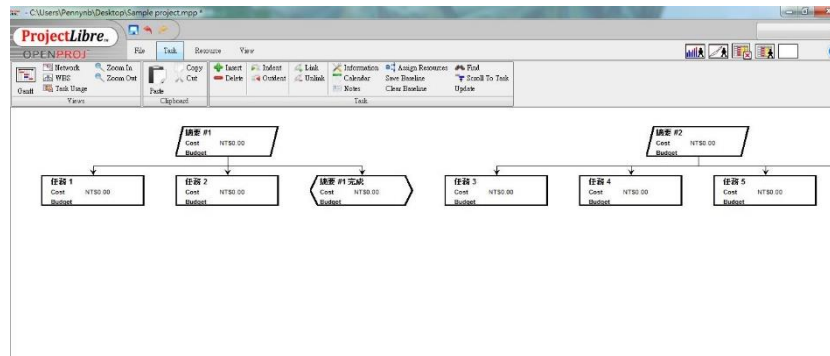


圖 3-3-3 ProjectLibre 資源分解圖

- (1) 與 Microsoft Project 檔案格式相容
- (2) 製作甘特圖、網路圖、工作分解圖 WBS、任務完成度
- (3) 定義行事曆，標準、24 小時制及夜班制工時分配
- (4) 資源分配表可細分為工作及材料並指定給任務，並不能自動做資源撫平的動作；具有資源使用量表
- (5) 產出視覺化圖表
- (6) 設置基準比較
- (7) 輸出 PDF 報表

與傳統專案管理專有軟體不同的是 ProjectLibre 以網路圖方式連結每一項任務，產生每一個任務的相依性，WBS 編碼也使用圖表方式拖拉分類，產生每一項任務的 WBS 編碼，清楚可以看出任務間彼此的關係。制定每一個任務里程碑的方式與傳統專案管理專有軟體相同，還提供了像是 RBS、工作完成度、資源使用率、行事曆管理等功能及圖表。

ProjectLibre 可以支援 BSD、Linux、MacOS X 和 Windows 等作業系統，安裝方式不難，ProjectLibre 有提供各種格式的安装檔，Windows 可以直接下載 MSI 檔案來安裝，Mac OS X 則是 DMG 檔案，而 Ubuntu 則是下載 DEB 檔案來用下列指令安裝，也可以下載 ZIP 或 TAG.GZ 檔案來解壓縮使用。

第四節 圖像影像編輯

所謂圖像分為兩種：點陣圖(Bitmap)或是向量圖(Vector Diagram)，點陣圖的主要構成單位是像素(pixel)，一個像素就是一個點，而很多像素組合在一起就可以構成一張圖，點陣圖最大的缺點就是放大會失真，也就是以前我們常常看到圖片放大會出現一格一格的樣子，通常照片或是影片等是以點陣圖的方式來表示。而向量圖跟點陣圖最大的不同則是圖片內容以向量方式儲存，因此可以無段縮放不失真。圖 3-4-1 是以點陣及向量方式來繪製圓形之例子，主要展示點陣圖放大後會失真的情況。

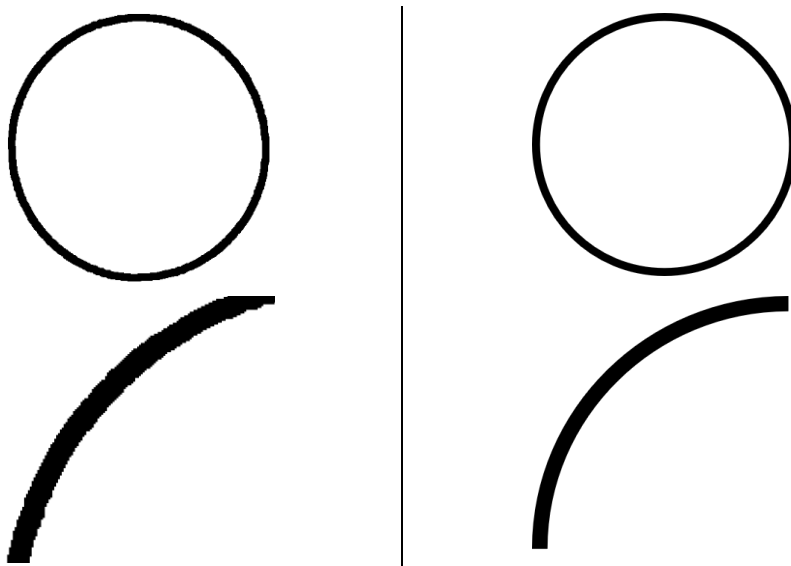


圖 3-4-1 點陣圖及其放大之圖片(左)，向量圖及其放大之圖片(右)

一、GIMP：

GIMP[37]是一套跨平台的點陣圖編輯軟體，其主要功能非常多樣，包括載入圖片、裁切、旋轉、變形等操作，以及各式各樣的濾鏡功能，號稱是 Linux 上的 photo shop。GIMP 的執行畫面如圖 3-4-2 所示。

第三章 BIM 開源自由軟體種類調查與概述

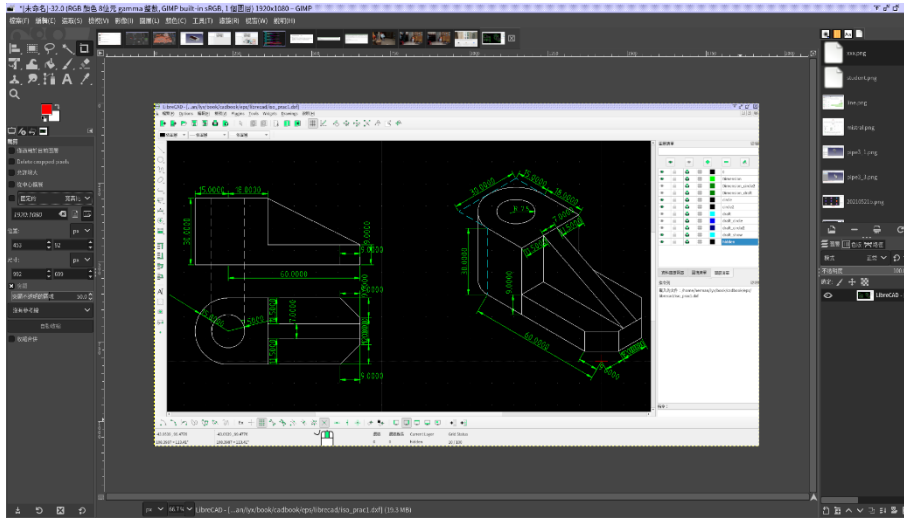


圖 3-4-2 gimp 執行截圖

二、Inkscape：

Inkscape[38]是一套著重於向量圖繪製的繪圖軟體，最主要的功能是利用畫線、畫矩形、著色、透明度等功能來進行向量圖之繪製，一旦完成圖片後可將其儲存為.svg 檔案格式，此格式為開源格式，因此可以讓其它工具匯入使用。圖 3-4-3 是 Inkscape 之執行截圖。

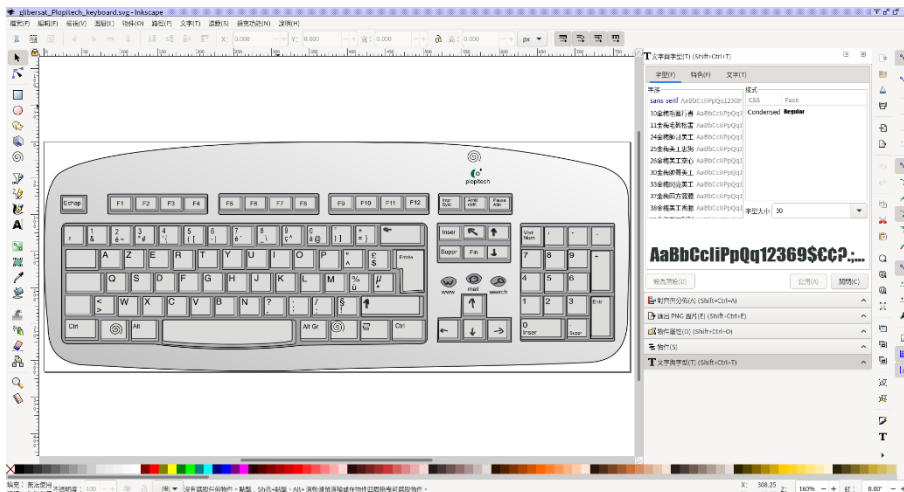


圖 3-4-3 Inkscape 執行截圖

第五節 地理訊息系統

對於 BIM 應該來說，地理訊息系統是非常重要的一環，在 OSArch 上面有整理相關的工具，分別是 QGIS 以及 OpenStreetMap，說明如下：

一、QGIS：

QGIS[39]可以查詢全世界任何地點的地圖以及 GPS 座標，包括 WGS84 以及 EPSG:3857 兩個格式，圖 3-5-1 是其執行畫面，我們可以自其中看到 QGIS 所查詢到之 GPS 座標值。這裡要說明的是：QGIS 雖然功能很強大，但是如果沒有背後的圖資可以使用的話，那 QGIS 本身是無法查詢到全世界的 GPS 座標以及觀看全世界的地圖的。而 QGIS 最常使用的圖資就是 OpenStreetMAP，說明如下。

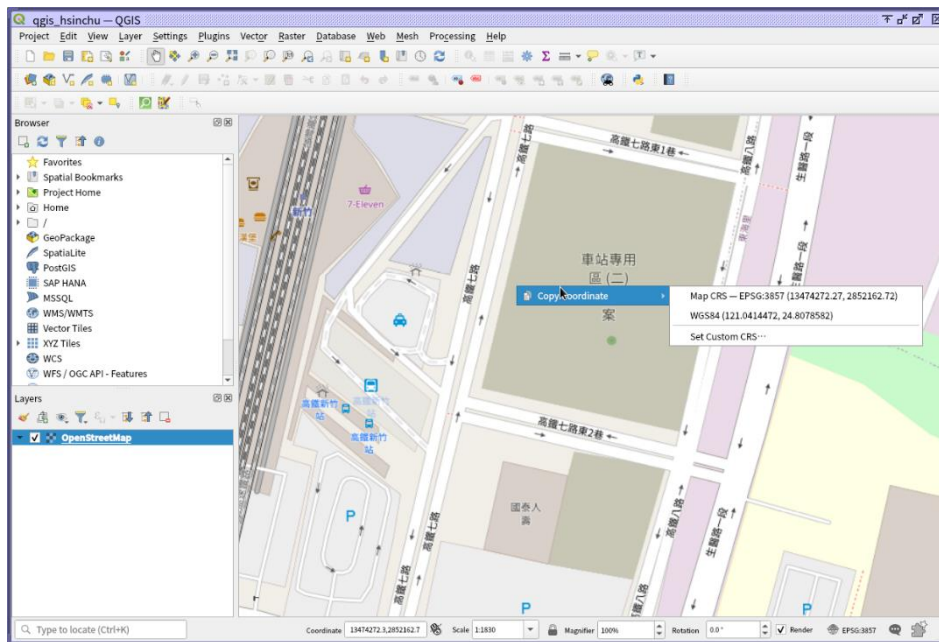


圖 3-5-1 QGIS 執行畫面

二、OpenStreetMap：

OpenStreetMap[40]的簡稱為 OSM，是一個開放的地圖圖資系統，內含全世界所有的地圖圖資，OSM 與 Google MAP 最大的不同處是 OSM 是由自願者上網更新圖資內容例如道路、河川等，而 Google MAP 則是由 Google 一手創立的。因此在圖資的使用上面 OSM 是免費可以自由使用的，但是 Google MAP 在商業應用上則有可能收費。OSM 不但可以自由使用，其圖資也可以自由下載以便離線使用，這在某些偏遠地區，沒有網路訊號的地方特別有用，因此以開源 BIM 的角度而言：OSM 是非常重要的資源，值得參考使用。圖 3-5-2 是使用瀏覽器線上觀看 OSM 的圖資。

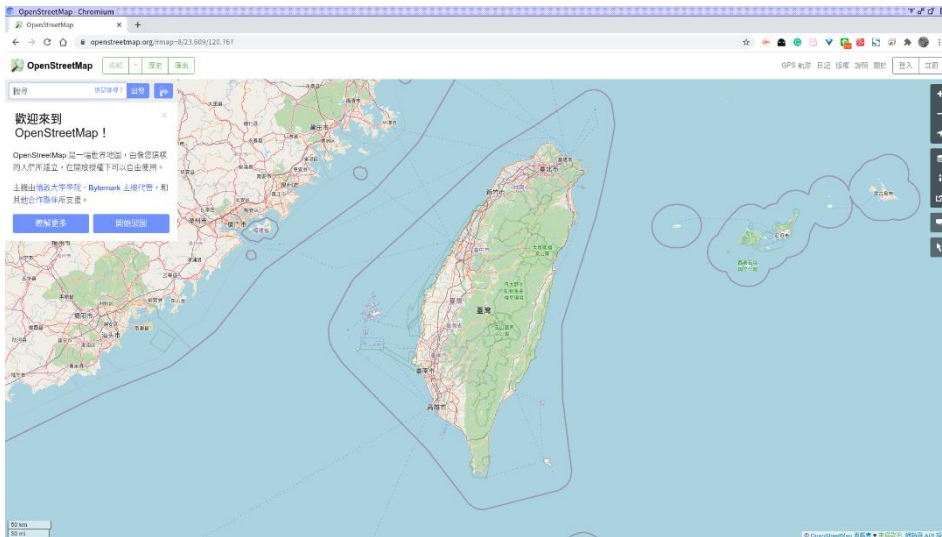


圖 3-5-2 使用瀏覽器觀看 OSM 圖資之截圖

第六節 掃描與處理

一、Blender-Photogrammetry-Importer：

Blender 外掛允許將基於圖像結構的 3D 重構，從 Motion (SfM) 和多視圖立體聲 (MVS) 庫導入 Blender 中。SfM 允許從純

建築資訊建模 (BIM) 開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃

色圖像確定相機校準和相機運動，而無需手動定義特徵軌跡。MVS 使用 SfM 步驟的重建結果來自動計算密集點雲和網格，支持的資料格式：

Agisoft Metashape (VisualSfM NVM)¹、Colmap (模型文件夾 (BIN 和 TXT)，密集工作區、NVM、PLY)、網格 (MG、JSON、SfM、PLY)、MVE (工作區)¹、Open3D (JSON、LOG、PLY)¹、OpenSfM (JSON)、OpenMVG (JSON、NVM、PLY)²、Regard3D (OpenMVG JSON)、VisualSfM (NVM)¹

此外，該外掛還支持一些常見的點雲資料格式：

多邊形檔案 (PLY)³、點雲庫文件 (PCD)³、激光文件 (LAS)^{3,4}、LASzip 文件 (LAZ)^{3,4,5}、簡單 ASCII 點文件 (ASC、PTS、CSV)³

- (1) 需要 Pillow(Python 影像處理套件)，才能從磁盤讀取圖像大小
- (2) 需要 Pillow 進行點顏色計算
- (3) 需要 Pyntcloud 進行解析
- (4) 需要 Pylas 進行解析
- (5) 需要 Lazrs 進行解析

該存儲庫包含一個示例 Colmap 模型。圖 3-6-1 顯示了 Blender 3D 視圖中導入的相機姿態，圖像平面和點雲。

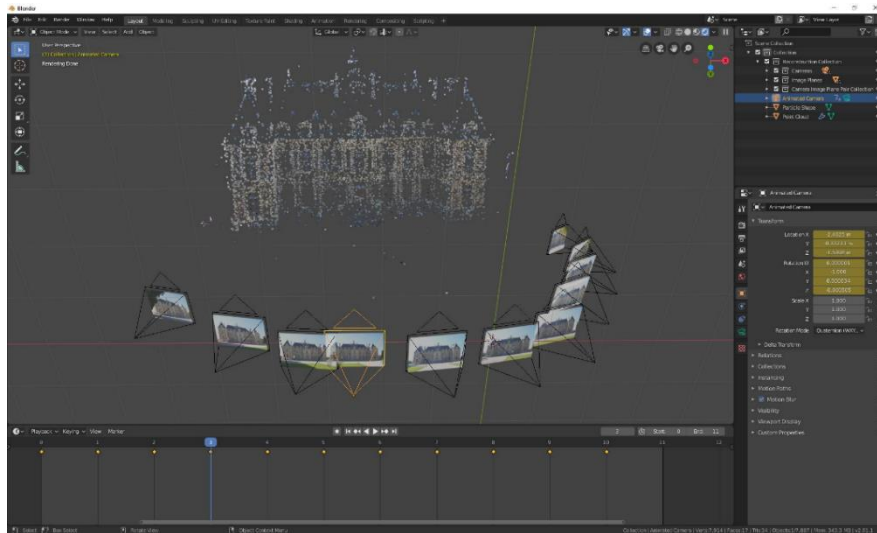


圖 3-6-1 Blender 3D 視圖

外掛從重構的相機姿勢中計算具有相應背景圖像的動畫相機。還有一個導入選項，允許對重構的相機姿勢進行插值。此外，該外掛還允許導入特定庫的工作區中包含的網格、手動導入的網格也可以按照此處的說明與相應的重建對齊。另外，該插件還可以將深度圖（用 Colmap 或 MVE 重建）可視化為點雲。該外掛提供了使用 OpenGL 繪製大點雲的選項，以減少計算需求也提供了一個面板，用於導出這些 OpenGL 點雲渲染。[41]

二、Regard3D：

Regard3D[42]是個動態結構程式，可以從不同角度對該對象拍攝的一系列照片，根據對象創建 3D 模型。透過所有設置和參數獲得所需的結果。該程式包括用於生成 3D 網格前編輯點雲的綜合工具，要生成 3D 模型，須執行以下步驟：

- (1) Regard3D 使用 A-KAZE，對於每個圖像，都會檢測到特徵。特徵是在同一對象的不同圖像（例如角、邊等）中很有可能在對象中找到的點。

- (2) Regard3D 使用 LIOP，對於每個特徵，計算數學描述，該描述具有以下特徵：在不同圖像中（從不同視點看到的）對象中同一點的描述是相似的。
- (3) 來自不同圖像的描述進行匹配並進行幾何過濾，此功能的結果是每個圖像對之間的匹配項的整合。
- (4) 現在計算出“軌道”，對於圖像對中匹配項的每個特徵，也會在其他圖像中進行搜索。如果這些特徵滿足某些條件，則從特徵生成軌道，例如：在至少 3 張圖像中看到一條軌道。
- (5) 下一步是三角測量階段，所有圖像對的所有匹配項都用於計算：
- (6) “相機”的 3D 位置和特徵，拍攝每個圖像的位置和相機的視覺特徵，計算每個“軌道”的 3D 位置
- (7) 三角剖分階段的結果是稀疏點雲。為了獲得更密集的点雲緻密化，可以使用幾種算法。
- (8) 最後一步稱為表面生成。點雲用於生成具有彩色頂點或紋理的表面。

為了獲得良好的效果，以下是有關圖片的一些說明：

- (1) 圖片越多越好
- (2) 所有圖片應從與其他圖片不同的角度拍攝
- (3) 分辨率更高的圖片將產生更細緻的模型
- (4) 應該盡可能從所有的角度對元件拍照，以免在最終的模型中出現漏洞
- (5) 像機型號應存儲在 JPEG 中，並且像機型號應在資料庫中

三、MeshLab：

MeshLab[43]用於處理和編 3D 三角形網格的開源自由軟體，提供了一組用於編輯、清理、修復、檢查、渲染、紋理化和轉換網格的工具，具有處理 3D 數位化工具、設備生成的原始資料以及準備 3D 列印模型的功能，功能包括：

(一) 3D 採集：對齊

3D 資料對齊階段是處理 3D 掃描資料的管道中的基本步驟。

MeshLab 提供了一個強大的工具，可以將不同的網格移動到一個通用的參考系統中，從而可以管理大量的範圍圖。MeshLab 實施了經過微調的 ICP 一對一對齊步驟，然後執行了全局束調整誤差分佈步驟。

(二) 3D 採集：重建

可以使用不同的算法來完成將獨立採集或點雲轉換為單面三角網格的過程。MeshLab 提供了多種解決方案來重建對象的形狀，範圍從立方體到隱式表面。

(三) 3D 採集：顏色映射和紋理

顏色訊息可能與幾何圖形一樣重要，但是幾種採集技術無法提供準確的外觀資料。MeshLab 包含用於將顏色訊息對齊和投影到 3D 模型上的管道，提供了幾種自動的和輔助的方法，可以通過每個頂點或紋理映射獲得高質量的顏色編碼。

(四) 清理 3D 模型

MeshLab 提供了一系列自動，半手動和交互式過濾器，以消除大多數軟體和算法通常認為“錯誤”的那些幾何元素。可以消除拓撲錯誤，重複和未引用的頂點，小的組件，退化或相交的面以及更多的幾何和拓撲奇點，亦可以使用不同的自動和交互式選擇方法來隔離和刪除網格和點雲的不需要的區域。

(五) 縮放、定位和定向

3D 模型是來自勘測和掃描，通常需要重新定向或放置在特定的參考系統中；另外，如果它們是從 3D 的照片生成的，則通常需要縮放以成為度量標準。MeshLab 提供了多種功能來操縱 3D 模型的比例、位置和方向，包括基本的轉換操作，例如平移、縮放、旋轉、自動重新定心和與軸對齊，與參考點進行地理參考，用於旋轉的交互式操縱器、translation、scaling 等。

(六) 簡化、完善和重新劃分網格

處理 3D 模型時，通常需要降低其幾何複雜度，創建具有相同形狀但具有較少三角形的幾何形狀。MeshLab 提供了多種方法來簡化三角化表面，保留幾何細節和紋理貼圖，或有選擇地減少點雲中的點數。在其他情況下，使用者可能希望增加三角形的數量，MeshLab 還提供了不同的細分方案，重新網格化和重採樣濾鏡以增加 3D 模型的幾何複雜度或優化點分佈和三角剖分質量。

(七) 測量與分析

在 MeshLab 中，交互式 3D 模型的點對點測量非常容易。此外，自動過濾器將返回有關 3D 模型的各種幾何和拓撲信息，而“剖分”工具可以將網格的剖切部分導出為折線。可以使用自動過濾器在網格和 3D 模型上計算不同的幾何訊息。

(八) 可視化和演示

MeshLab 的可視化功能可以幫助以圖形方式呈現 3D 模型的特殊特徵。可以控制相機的透視、正射影像參數，並使用預定義的規範視圖。MeshLab 還提供了高分辨率的屏幕截圖功能，在創建調查的圖形文檔時非常有用。

(九) 色彩處理

MeshLab 可以使用一系列類似 Photoshop 的濾鏡來操縱頂點和面的顏色。自動過濾器可用於計算環境光遮擋和體積遮擋，並將其映射到頂點或面部顏色。還可以顯式編寫顏色函數，以突出顯示 3D 模型的特定特徵。MeshLab 還提供了用於頂點顏色的繪畫界面。標量值也可以映射到頂點、面色上，以具有該值的可視表示形式。

(十) 3D 模擬：膠印，鏤空，關閉

除了能夠導出到 STL 之外，MeshLab 還可以用於創建 3D 模型以進行模擬，方法是創建內殼，重新採樣/重新網格化 3D 模型以使

切片更容易，閉合小孔以獲得防水網眼，並平整底部區域以具有更好的平台附著力。

(十一) 模型比較

使用 Hausdorff 距離測量兩個 3D 模型之間的幾何差異是網格處理中的一種常用方法。MeshLab 現在提供了用於比較兩個網格的更高級的功能，還可以計算符號距離並可以在點雲上工作。

(十二) 3D 模型轉換和互換

MeshLab 可以導入和導出多種不同的 3D 資料格式，以及導出到 SketchFab 等在線服務。使用者可以與其他工具（包括 Blender、Photoscan、VisualSfM、Cloud Compare、Autodesk 工具）交換資料，這些工具可以在許多不同上下文和應用程式中的複雜 3D 處理管道的上下文中工作。

(十三) 柵格圖層：與圖像整合

柵格圖層已在 MeshLab 中引入，可以超越標準 3D 模型。MeshLab 使用者還可以在專案中導入圖像和其他 2D 實體。這些柵格圖層不僅可以用於在 3D 模型上投影顏色訊息，還可以生成特殊的視點，或者通過還包括用於生成最終結果的圖像來存儲整個 3D 圖像獲取過程。

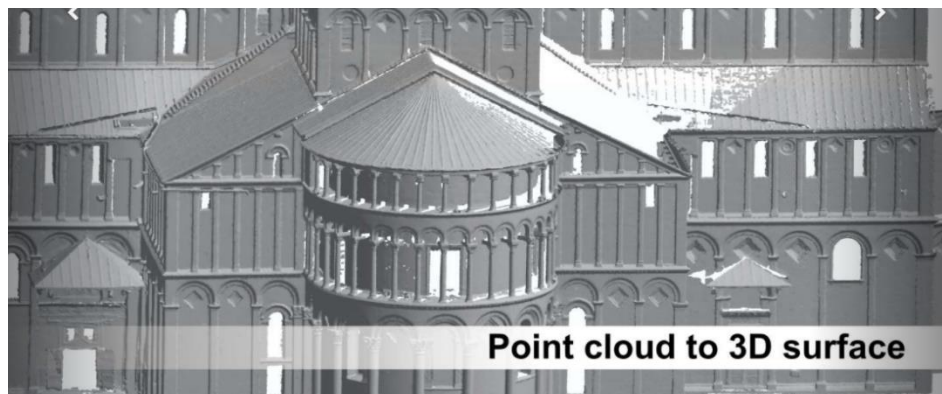


圖 3-6-2 圖 MeshLab 示意圖

第七節 OPENBIM 管理

一、BIMserver :

BIMserver.org[44]是一個開源自由軟體，並且在 openBIM 世界中一直處於領先地位。開源 BIM 社群共同創造了一個最佳的 BIM 環境，其中包括荷蘭應用科學研究組織 TNO，該組織多年來一直在開發該軟體方面處於最前沿。

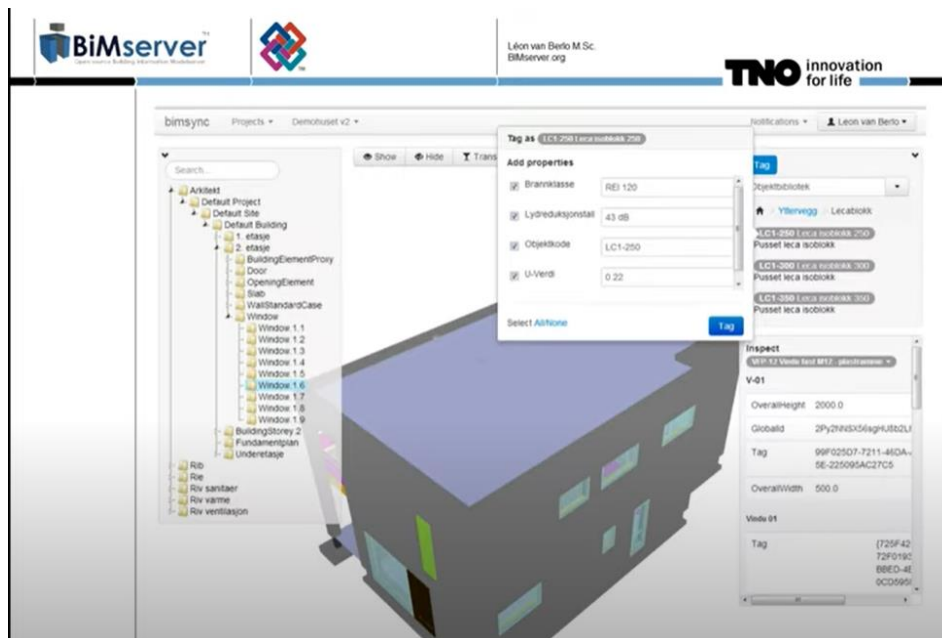


圖 3-7-1 BIMserver 示意圖

BIMserver 可以儲存和管理建築（或其他與建築物相關的）專案的訊息。資料儲存在開放資料標準 IFC 中。BIMserver 不是文件服務器，但它使用一種模型驅動的體系結構方法，這意味著將 IFC 資料存儲為對象，BIMserver 可視為 IFC 資料庫，並具有模型檢查、版本控制、專案結構、合併等特殊功能。查詢、合併和過濾 BIM 模型並即時生成 IFC 輸出（即文件）的能力。得益於其多使用者支持，多

個人可以在資料集的自己部分上工作，而完整的資料集則可以隨時更新，當模型更新時，其他使用者可以收到通知。

二、BIMData：

BIMData[45]是一個處理 IFC 和 BCF 的簡單線上工具；具有電子文件管理、問題管理、可視化、檢查和共享數位模型，能夠加載成千上萬個對象的整合檢視器。該平台是一個通訊工具，可交換資料以及輕鬆與專案中的所有參與者進行協同作業。也可以開發自己的外掛程式，借助 BIMData 的 API，使使用者的工具適應 BIM 的解決方案。

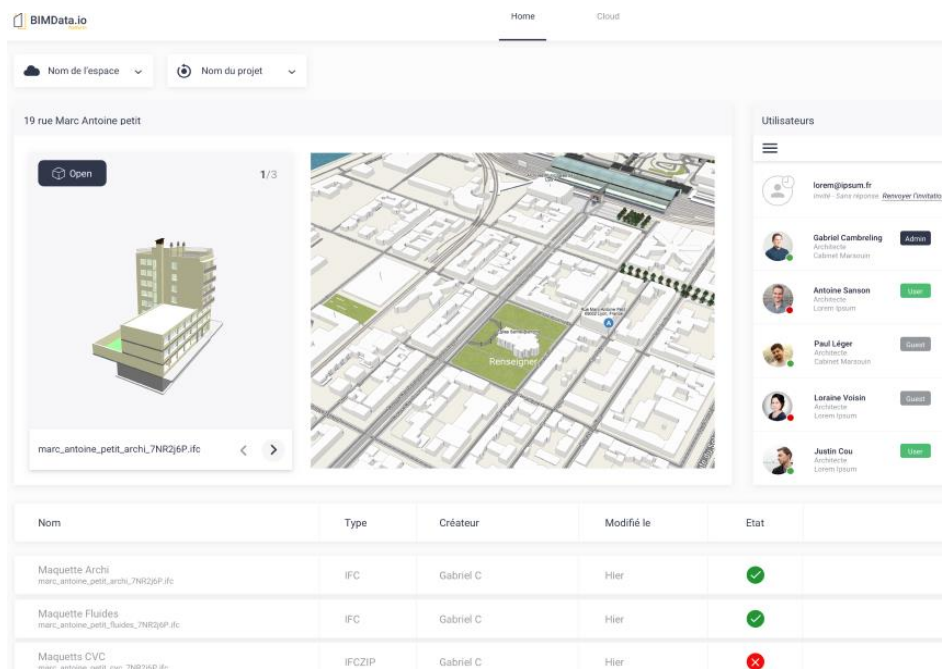


圖 3-7-2 BIMData.IO 示意圖

BIMData Platform 是管理所有 BIM 專案的理想自由增值開源工具。該平台使您可以管理以及共享文檔、模型和其他可交付成果。符合人體工程學的界面可以快速入門，還為 IFC 格式整合 GED 和 BIM 檢視器、與所有軟體軟體的 BIM 檢視器。

建築資訊建模 (BIM) 開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃

BIMData Viewer 能夠以直接的方式查看、驗證、修改和共享模型，主要特點:可視化 IFC 模型 (2x3 和 4)、查看對象屬、模型註釋 (OpenBIM .bcf 格式)、多種型號、分割/合併/編輯，亦可以同時加載多個模型。

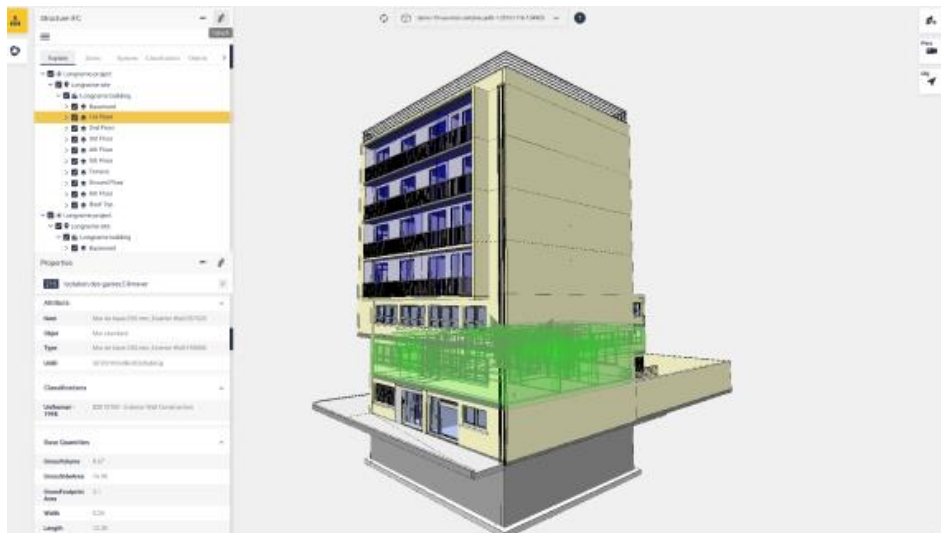


圖 3-7-3 BIMData Viewer

BIMData API 提供了上傳下載 IFC 文件、管理和檢視模型資料的必要工具。BIMData API 可讓您以 2D 或 3D 形式可視化模型，使用 BCF API 管理任何問題並存取所有 BIM 資料。

三、IFC++：

IFC++是一個 C++開源 (MIT 許可證) 庫從 IfcQuery 專案閱讀，寫作和查看 IFC 文件，並且是 STEP 格式的 IFC 文件的讀寫器。功能包括：

- (1) 使用智能指針輕鬆高效的進行內存管理、
- (2) 並行讀取器，可在多核心處理器上進行非常快速的解析、
- (3) 從 IFC 模型中檢索所有資料，包括屬性集、材料資訊等
- (4) 簡單的 IFC 檢視器應用程式，使用 Qt 和 OpenSceneGraph
- (5) 可以用作開放式建築模型標準 IFC 周圍各種應用程式的起點。

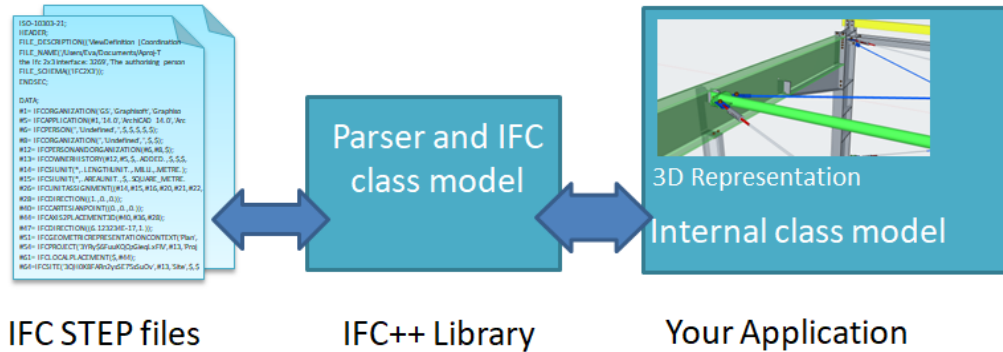


圖 3-7-4 IFC++ 示意圖

IFC++庫可用於一般用途，它還包括一個 IFC 可視化應用程式。該檢視器基於 Qt 5 和 OpenSceneGraph (OSG)，可以非常快速的加載大型 IFC 文件，因此可以用來比較其他自由的 IFC 檢視器的性能，例如 Blender 和 FreeCAD，它們在內部使用 IfcOpenShell 庫。

第八節 能源環境分析

一、Energy Plus：

EnergyPlus™[46]是一個完整的建築能耗模擬程式，工程師、建築師和研究人員可使用該程式對能耗以及建築物中的用水進行建模。EnergyPlus 的一些顯著特點和功能包括：

(一) 熱區條件和 HVAC 系統響應的整合

同步解決方案，但不能假定 HVAC 系統可以滿足區域負載，並且可以模擬無條件和條件不足的空間。

(二) 熱平衡的輻射和對流效應解決方案

可產生表面溫度，熱舒適性和冷凝水計算結果。

(三) 可自定義的每小時時間長短

用於熱區與環境之間的交互；具有自動更改的時間步長，以實現熱區和 HVAC 系統之間的交互。這些功能使 EnergyPlus 可以對具

建築資訊建模 (BIM) 開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃

有快速動態特性的系統進行建模，同時還可以在模擬速度與精度之間進行權衡。

(四) 傳熱和傳質相結合模型

說明了區域之間的空氣流動。

(五) 先進的開窗模型

包括可控百葉窗、電致變色玻璃和逐層熱平衡，可計算窗玻璃吸收的太陽能。

(六) 照度和眩光計算

用於報告視覺舒適度和駕駛照明控制

(七) 組件的 HVAC

支持標準和新穎的系統配置。

(八) 大量內置的 HVAC 和照明控制策略

可擴展的運行時腳本系統，用於使用者定義的控制。

(九) 功能性樣機接口導入和導出

以便與其他引擎進行協同模擬

(十) 標準的摘要和詳細的輸出報告

使用者定義的報告，這些報告具有從年度到次小時的可選時間分辨率，所有這些都帶有能源倍增器。

EnergyPlus 是一個基於控制台的軟體，該軟體讀取輸入並將輸出寫入文本文件。它附帶了許多實用軟體，包括 IDF-Editor，用於使用簡單的類似於電子表格的界面創建輸入文件；EP-Launch 用於管理輸入和輸出文件並執行批處理模擬；EP-Compare，用於以圖形方式比較兩個或多個結果及模擬。還提供了幾個用於 EnergyPlus 的全面圖形界面。DOE 使用 OpenStudio 軟體開發套件和應用程式套件來與 EnergyPlus 進行大部分合作。

EnergyPlus 是自由、開放源使碼和跨平台的，可在 Windows，Mac OS X 和 Linux 操作系統上運行。與 OpenStudio 一起，EnergyPlus 是 BTO 建築能耗建模計劃產品組合的一部分。

二、OpenStudio：

OpenStudio[®] [47]是一個跨平台的軟體工具可在 Windows、Mac 和 Linux 操作系統上運行，可支援使用 EnergyPlus 進行整個建築能耗建模以及使用 Radiance 進行高級日光分析。OpenStudio 是一個開源自由軟體，目的在於促進社群發展，擴展和私有部門的採用。OpenStudio 包含圖形界面以及軟體開發工具包（SDK）。

圖形應用程式包括 OpenStudio SketchUp 外掛，OpenStudio 應用程式，ResultsViewer 和參數分析工具。OpenStudio SketchUp 外掛是 Trimble 流行的 SketchUp 3D 建模工具的擴展，該工具允許使用者快速創建 EnergyPlus 所需的幾何圖形。此外，OpenStudio 支持導入 gbXML 和 IFC 以創建幾何。OpenStudio 應用程式是 OpenStudio 模型的功能齊全的圖形界面，包括信封、載荷、時間表和 HVAC。ResultsViewer 可以瀏覽、繪製和比較模擬輸出資料，尤其是時間序列。通過參數分析工具，可以研究將多個 OpenStudio 度量組合應用於基本模型的影響以及導出分析結果以提交 EDAPT 的影響。

除圖形界面外，OpenStudio 還使建築研究人員和軟體開發人員可以快速入門其多個入口級別，包括通過 C++，Ruby 和 C# 進行訪問。使用者可以利用 Ruby 界面來創建可以輕鬆共享並應用於 OpenStudio 模型的 OpenStudio 度量。

三、Radiance：

Radiance[48]是一套用於分析和可視化設計中的照明的工具。輸入文件指定場景的幾何形狀、材質、燈具、時間、日期和天空條件（用於日光計算）。計算值包括光譜輻射度、輻照度和眩光指數。模擬結果可以顯示為彩色圖像，數值和等高線圖。



圖 3-8-1 Radinace

與更簡單的照明計算和渲染工具相比，Radiance 的主要優勢在於，對可以模擬的幾何形狀或材質的限制很少。建築師和工程師使用 Radiance 來預測照明，視覺質量和創新設計空間的外觀，研究人員使用 Radiance 來評估新的照明和採光技術。

Radiance 目的在於通過在建築之前預測空間的光照水平和外觀來幫助照明設計師和建築師。該軟體包括用於建模和轉換場景幾何，燈具資料和材質屬性的程式，所有這些程式都需要作為模擬的輸入。照明模擬本身使用光線跟踪技術來計算輻射值，通常將其設置為形成照相質量的圖像。可以在軟體中分析、顯示和處理生成的圖像，並將其轉換為其他流行的圖像文件格式，以導出到其他軟體中，從而簡化了硬拷貝輸出的生成。

Radiance 的主要部分是照明模擬引擎，該引擎可以計算光照水平並渲染圖像。此模擬所需的輸入是對場景中 3D 表面幾何形狀、材料和光源的描述。渲染圖像需要有關視點，方向和所需角度的其他規範。除了描述的基本模擬方法之外，還可以對窗戶、天窗和其他

照明點執行輔助光源計算，這樣的源的分佈是在預處理中計算的，大大提高了最終渲染的效率和準確性。

第九節 設施管理

一、openMAINT：

openMAINT[49]是用於管理房地產資產、工廠、技術設備及家具等以及相關的後勤、經濟和維護活動、計劃和細分活動的應用工具。然而該應用程式可以幫助使用者了解、組織和持續更新有關與物業的資料，從而支持管理機構的決策和經營活動。也是一種 CMMS 產品（計算機維護管理系統），遵循相應的規則和最佳實踐，來自該領域的特定和廣泛的經驗，openMAINT 使用功能範圍：

(五)空間和資產清單

房地產資產，工廠和相關組件的清單，以全面了解其狀態和技術功能特徵，受管實體 openMAINT 允許通過資料卡和特定的工作流程以及主要實體清單進行管理

(六)設施管理

站點上以及系統內註冊資產的預防性維護和糾正性維護的管理過程。預防性的維護:openMAINT 以維護手冊為基礎，以自定義方式管理對象和組織的每種類型；修復性維修:糾正性維護模塊的結構目的在通過提供通知功能來管理工作流程問題和故障發生。

(七)物流管理

倉庫和倉庫專案的資料庫，處理維護活動中使用的物料，openMAINT 允許管理和記錄維護活動中使用的消耗性材料的移動，操作員可以從倉庫中挑選的消耗品和備件，並自動更新庫存狀況。

(八)成本管理

預算管理，維護成本，商品和服務購買的供應商和合同，採購訂單和相關成本的登記，房地產管理中的管理方面的管理。

(九)能源與環境

建築資訊建模 (BIM) 開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃

記錄和分析建築物的能源訊息，以突出顯示能源消耗和儀表讀數，對於能源與環境控制，openMAINT 一些有用的功能，專門用於監視和管理建築能耗；對於物聯網解決方案可以透過 openMAINT 整合，來管理複雜的 IOT，對於監控和概述 openMAINT 包含一個能源管理摘要儀表板，以提供一種快速且使用者友好的能源管理監視工具亦可以通過不同的圖表一目了然地分析相關資料。

(十)GIS 和 BIM 支持

資產地理參考，並在區域地圖，2D GIS 矢量佈局（從 DWG 圖紙資料導入）和 3D BIM 模型（可通過 IFC 標準文件設計工具同步）上進行地理顯示。

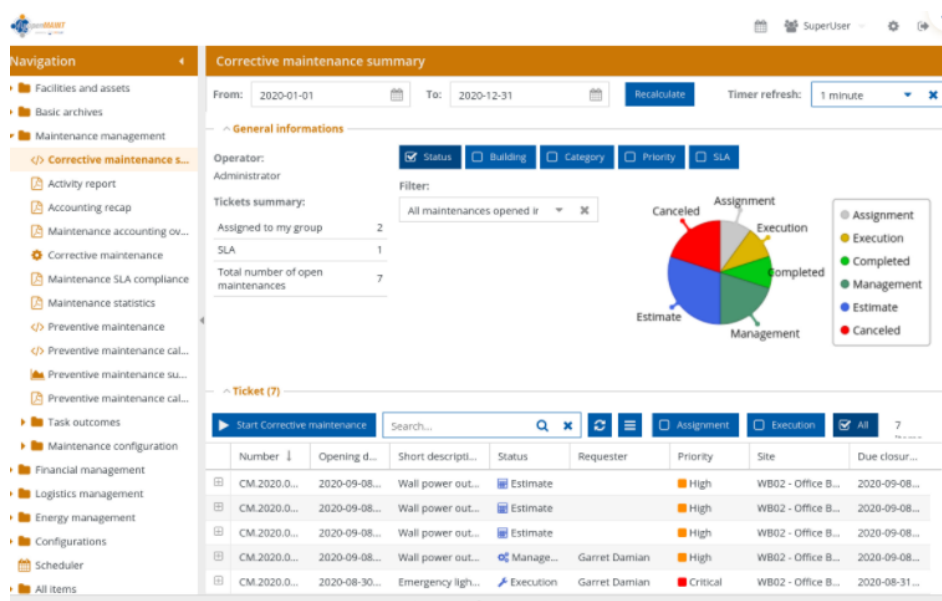


圖 3-9-1 openMAINT

第四章 BIM 開源自由軟體本土化可行性評估

第一節 臺灣軟體商自行開發 BIM 軟體可行性

BIM 軟體的發展時程已經相當長一段時間了，自 1970 年開始國外即開始進行 BIM 概念的推廣以及軟體的發展，截至目前為止已經歷經數十年的光陰。如果要擺脫國外專有軟體公司的宰制，重新以台灣的軟體商來自行開發 BIM 軟體是一件非常不切實際的事情，首先依目前國內的資訊產業而言，台灣幾乎沒有所謂的軟體廠商有能力自無至有來重新開發 BIM 軟體，就算有辦法開發 BIM 相關功能軟體，其花費時程必定相當的冗長，國外累積幾十年的時間所開發出來的工具，台灣的軟體廠商想要彎道超車在短短幾年內開發出來是一件不可能的任務。

金田隆史；古坂修造；鄧尼斯日本 BIM 實施概況及問題(KANETA Takashi, FURUSAKA Shuzo, DENG Nisi. Overview and problems of BIM implementation in Japan)文中所述，目前 BIM 的發展如新加坡與中國，為解決設計與施工的銜接問題，會編列 BIM 的建置費用，而日本則是無編列 BIM 的建置費用，因日本的施工單位往往承受了設計資訊不足的問題解決，並非得靠 BIM 方案，因此日本仍以使用國外 BIM 專有軟體為主，沒有自行開發的 BIM 軟體。但是 BIM 的專有軟體費用高昂，台灣的業主會給額外的 BIM 費用的，除了少數公共工程外，都要設計或施工單位自付 BIM 軟體費用，所以推動不易。[50]

即便軟體開發出來要如何說服台灣的建築相關產業採用自己開發的 BIM 軟體又是另一個問題。建築相關產業是一個相當保守的產業，對於新工具或是新軟體的採用會抱持比較保留的態度，通常要等這個軟體通過其它公司或國外的驗證後才會考慮採用。至於要說服國內建築相關產業採用國人自行開發的 BIM 軟體，那又是另一個議題。

建築資訊建模 (BIM) 開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃

綜合上述討論，如果要在現在的環境下由台灣軟體商自行開發 BIM 軟體，其可行性非常的低，使用國際上已經流行的 BIM 自由軟體是解決台灣方法之一，發展自己的 BIM 軟體是不可行的。

第二節 BIM 開源自由軟體發展模組 (addon/app)/元件 (object) 的本地化可行性

BIM FOSS 如前面所述，可以選擇目前已經有相當規模之 FreeCAD 以及 Blender 來搭配使用，如此一來可以進行 3D 建築模型以及動畫設計的工作部份。但是就本地化模組而言，目前需要規劃及進行的部份主要有二：一是人機介面的本地化，二是模組 (addon/app)/元件 (object) 的本地化，茲說明如下：

一、人機介面的本地化

由於 FreeCAD 主要介面是英文，目前的中文化還不完整，這邊所講的中文化並非直接拿大陸的簡體中文翻譯文檔拿來改成正體中文直接使用，而是以台灣這邊的習慣用法來進行專有名詞的翻譯，因此在整個翻譯過程中需要業界人士協助語句的正確性，否則翻譯出來之品質將會慘不忍睹。至於如何進行本地化在技術上已經沒有問題，前面有提到 FreeCAD 採用 i18n 的方式來進行設計，因此可以配合各地區所使用之語言來進行翻譯，不必修改到原始程式。其語系設定檔也已經確認，可以直接修改，一旦完成正體中文的翻譯後，我們可以往上遊 FreeCAD 官網遞交此翻譯檔，以便整合到下一版的 FreeCAD 中，如此一來即可以融入官方套件內容。

二、模組/元件的本地化

另一個值得進行本地化的是模組/元件的開發，許多建築事務所想使用台灣本地之門、窗元件，或是特殊風格門窗都會遇到一個問題：專有軟體並不提供這方面的元件，而且由於原始碼沒有開放的緣故也無法自己建模來使用。這對國內建築相關產業的整合是一項非常大的障礙，因為我們無法帶入國內特有的元件給建築師事務所

第四章 BIM 開源自由軟體本土化可行性評估

來使用，要進行產業上、中、下遊的整合也就成為一件不可能的任務。假設今天採用 FreeCAD 作為 CAD，最主要的好處就是 FreeCAD 可以非常方便的建立自有元件，舉例來說圖 4-2-1 是我們使用 FreeCAD 所自行建立的中式窗戶、中式拱門等模型，均可以直接融入建築物的牆上來使用。

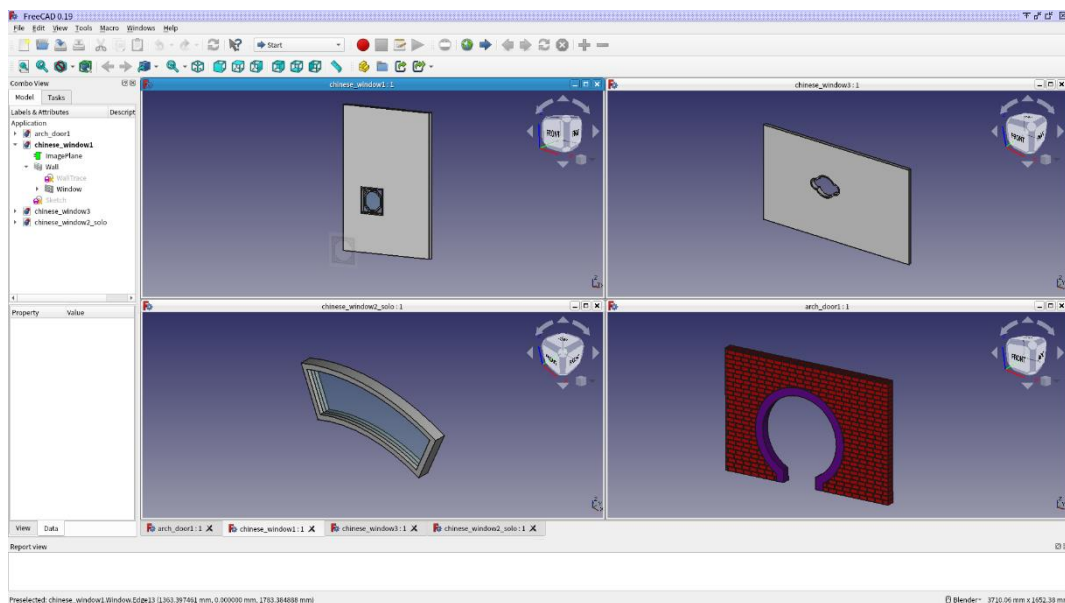


圖 4-2-1 使用 FreeCAD 自行製作本地化之門窗元件

我們已經完成基本門窗元件的本地化測試流程，證明在技術上是可行的，接下來就是擴大使用者來進行本地化，例如建立產業聯盟等組織，讓本地廠商能加入此工作流程，將其產品建立成元件，以提供給建築師事務所來使用，而事務所這邊建立好模型後，又能依據此模型之內容向本地廠商進行採購其本地化元件，如此一來可以達到雙贏的效果，促進整個產業鏈的整合。

建築資訊建模 (BIM) 開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃

第五章 BIM 開源自由軟體本土化契機或可扶植之產業

由於目前建築產業主要以使用商用軟體為主，自由軟體在這塊有非常大的成長空間，一旦國內開始推動 BIM FOSS 的使用，那在國內的產業市場可以扶植之新興產業可列舉如下：

一、教育訓練

首先是教育訓練這塊，由於各家廠商對於 FreeCAD 或是 Blender 沒有接觸過，一旦要導入 FreeCAD 或是 Blender 時最迫切需要的就是教育訓練，協助公司內部人員學習 FreeCAD/Blender 的操作方式，特別是目前疫情嚴重，許多課程都改為線上授課，因此教育訓練除了傳統電腦教室上課的教學方式外，採用線上授課，線上問答的方式也會成為另一種學習方式，甚至有可能變成未來上課的主流。

一旦有教育訓練的需求，那整個產業鏈就會開始動起來，北中南東都會有教育訓練的需求，各家廠商會評估是否要導入開源自由軟體進行 BIM 流程。當使用開源自由軟體的人數大到一定數量後就會有另一個需求：技術支援。

二、技術支援

台灣目前商用軟體的技術支援主要是由國內代理商或是原廠來進行，但是自由軟體的技術支援比較少見。所以當國內廠商開始導入開源自由軟體之後，對於技術支援方面的需求就會慢慢跑出來，小至單一軟體操作方面的問題需要解決，大至公司整個內部軟體架構都改採開源自由軟體，甚至是最近這幾年非常熱門的資安問題等不一而足都需要廠商進行技術支援，如此一來可以培養非常多資通訊領域人才跨入這塊，成為國內的新興產業。

三、代工 3D 建模

另一個可能興起的行業是代工 3D 建模，這邊的建模主要不是指建築物 3D 模型，而是指建築物所需 3D 元件建模，例如先前所提到的本地化風格之門窗，浴廁用具、或者是消防器材 .. 等。這些廠商可能沒有足夠的人力來建立 3D 模型以供上遊的建築師事務所使用，但是受限於產業類別或是屬性，他們也沒有意願聘請專職的 3D 建模人員。這個時間就可以用代工的方式來協助廠商建立 3D 模型，我們只要跟廠商拿元件的尺寸圖就可以建立 3D 模型以供使用，這樣可以解決原廠的 3D 元件建模需求，也可以創造新的就業機會。

四、特殊功能模組開發

假設國內的建築師事務所使用 FreeCAD 到一定的程度，那麼一定會有自己的需求，例如計算牆、樑的容積以便估算鋼筋、水泥所會用到的數量。而這個需求在原本的 FreeCAD 環境是沒有提供支援的。此時可以開發自有功能模組，以便滿足自己的需求。但是建築師事務所或是其它產業並非資訊專門行業，對於開發程式有困難，那可以透過外包的方式請本土軟體廠商協助進行特殊功能模組開發，以滿足自己的額外需求。這種客制化的服務也可以提供國內軟體產業新的服務型式：代客開發，對於推動產業本地化會有相當的助益。

第六章 BIM 開源自由軟體本土化驗證

BIM FOSS 本土化驗證是一個非常大的題目，類別包羅萬象，有鑑於計畫時程的關係，我們只針對底下幾個專案來進行說明，未來如果有新的計畫則可以針對某些重點領域作更深入的研究與探討。

第一節 FreeCAD 用於 BIM 應用驗證

一、何謂 BIM？

B.I.M.為 Building Information Modeling 的英文縮寫，國內較為一致的中文翻譯為：『建築資訊建模』。是一種應用於工程設計、建造管理的資料化工具，通過參數模型整合各種專案的相關資訊，在專案策劃、運行和維護的全生命週期過程中進行共用和傳遞，使工程技術人員對各種建築資訊作出正確理解和高效應對，為設計團隊以及包括建築運營單位在內的各方建設主體提供協同工作的基礎，在提高生產效率、節約成本和縮短工期方面發揮重要作用。由於國內《建築資訊模型應用統一標準》還在編制階段，這裡暫時引用美國國家 BIM 標準 (NBIMS)對 BIM 的定義，定義由三部分組成：

- (一) 建設專案之物理和功能特性的數位表達。
- (二) 為建築生命週期中的所有決策提供可靠依據。
- (三) 在專案的不同階段，與不同專業(結構、設備)的協同作業。

二、BIM 的特點

(5)視覺化：對於建築產業來說，視覺化的真正運用在建築業的作用是非常大的，例如經常拿到的施工圖紙。然而各個構件的資訊在圖紙上僅用線條繪製表達，無法真正的想像出立體的構造形式。近幾年建築業的建築形式各異，複雜造型在不斷的推出，依靠人腦去想像過於勉強。所以 BIM 提供了視覺化的思路，讓人們將以往的線條式的構件形成一種三維的立體實物圖形展示在人們的面前；需要繪製渲染圖時往往需要另外建置完整的 3D 模型，然而 BIM 提到

建築資訊建模 (BIM) 開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃

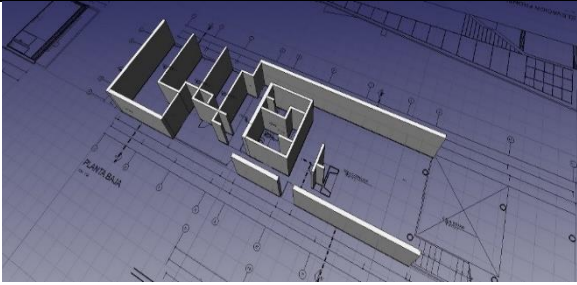

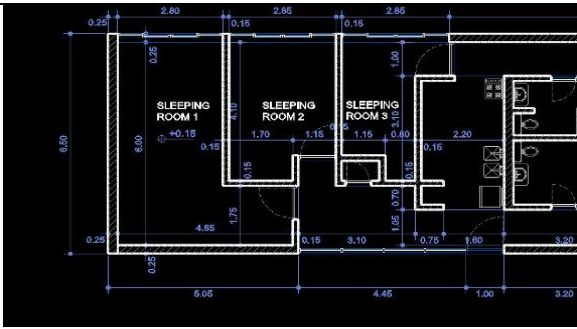

的視覺化是一種能夠同構件之間形成互動性和回饋性的可視，在 BIM 建築資訊模型中，由於整個過程都是視覺化的，視覺化的結果不僅可以用來效果圖的展示及報表的生成，更重要的是，專案設計、建造、運營過程中的溝通、討論、決策都在視覺化的狀態下進行。

- (6) 可出圖性：BIM 並不是為了出大家日常多見的建築設計院所出的建築設計圖紙，及一些構件加工的圖紙。而是通過對建築物進行了視覺化展示、協調、模擬以後，可以幫助業主出各種圖說。
- (7) 協調性：這個方面是建築業中的重點內容，不管是施工單位還是業主及設計單位，無不在做著協調及相配合的工作。一旦專案的實施過程中遇到了問題，就要將各有關人士組織起來開協調會，找各施工問題發生的原因，及解決辦法，然後出變更，做相應補救措施等進行問題的解決。BIM 建築資訊模型可在建築物建造前期對各專業的碰撞問題進行協調。例如：電梯井位置與其他設計配置及淨高要求之協調，防火分區劃與其他設計佈置之協調，各種管道與結構設計之協調等。
- (8) 模擬性：類比性並不是只能類比設計出的建築物模型，還可以類比不能夠在真實世界中進行操作的事物。在設計階段，BIM 可以對設計上需要進行類比的一些東西進行模擬實驗，例如：節能模擬、日照模擬、熱能傳導模擬等；在招投標和施工階段可以進行 4D 類比（施工過程模擬），也就是根據施工的組織設計類比實際施工，從而來確定合理的施工方案來指導施工。同時還可以進行 5D 類比（基於 3D 模型的造價控制），從而來實現成本控制。

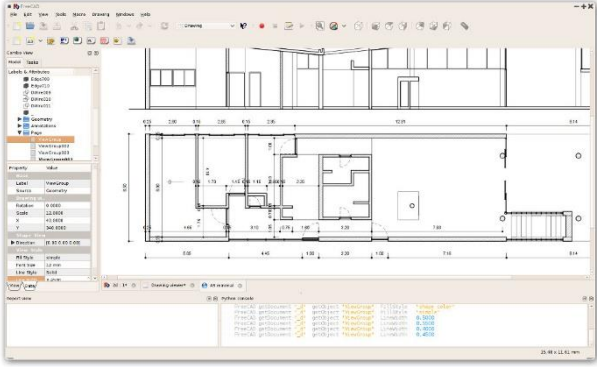
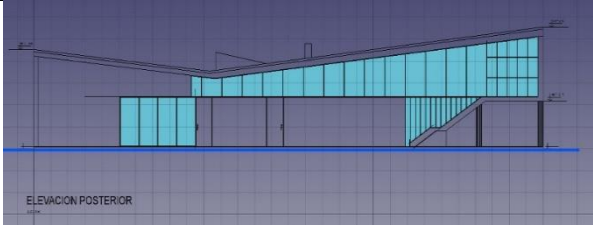
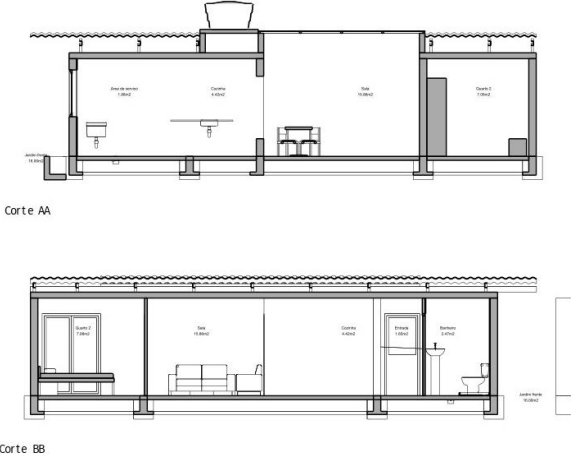

三、FREECAD 的特點：

FreeCAD 原應用在工業設計零件的精準繪圖，然而其可適用各種單位、生成並導出實體可編輯輸入資訊之模型，藉由模型產出 2D 工程圖和視圖、並執行分析或導出模型資料。

表 6-1-1 FreeCAD 應用

標題	應用類型	說明文字
視 覺 化	 <p data-bbox="587 667 815 705">3D 造型視覺化</p>	<p data-bbox="1050 389 1311 510">藉由匯入 2D 圖紙(DXF)建造 3D 模型。</p>
	 <p data-bbox="612 1003 790 1041">材質視覺化</p>	<p data-bbox="1050 712 1311 788">設定不同鋪面材質。</p>
	 <p data-bbox="632 1368 770 1406">可標註性</p>	<p data-bbox="1050 1048 1311 1211">可標註視圖尺寸以達到建築 CAD 需求的精準繪圖。</p>
	 <p data-bbox="612 1688 790 1727">渲染效果圖</p>	<p data-bbox="1050 1413 1279 1534">匯出後於 Blander 進行渲染效果表現。</p>

建築資訊建模 (BIM) 開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃

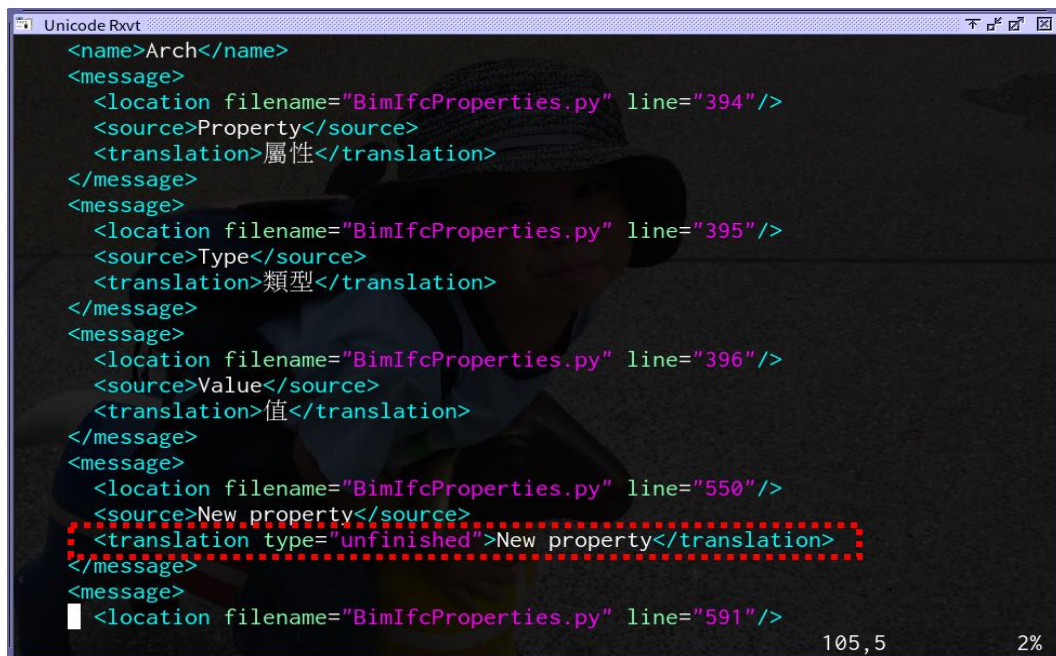
可 出 圖 性		擷取模型資訊放置於佈圖輸出。
		於模型空間產出2D立面圖。
		擷取剖面之後放置於圖紙輸出。
		模型環境中模擬的透視圖。

第六章 BIM 開源自由軟體本土化驗證

	 <p>參數資料設定</p>	<p>可輸入單一元件之大小、位置、屬性資訊，精準掌握模型中的資訊。</p>
<p>協調性</p>	 <p>IFC 檔案輸出</p>	<p>輸出 IFC 與其他軟體互通使用。</p>
	 <p>IFC 檔案匯入</p>	<p>匯入其他軟體輸出 IFC 與其他軟體互通使用。</p>
<p>模擬性</p>	 <p>數量計算</p>	<p>透過 spreadsheet 工具進行元件的數量計算、資訊擷取。</p>

第二節 FreeCAD 操作介面語系本土化驗證

FreeCAD 的操作介面非常容易進行本土化，由於 FreeCAD 是以所謂的 i18n (Internationalization) 為基礎來進行設計，為什麼 internationalization 為稱為 i18n 有一個典故，由於 internationalization 太長，不好讀寫，因此將其稱為 i18n，意思是 i-n 中間有 18 個字母。i18n 的設計方式可以在不修改程式原始碼的情況下來進行語系的修改，以繁體中文為例，目前我們所使用的語系為 zh_TW.UTF8，因此可以將原本英文介面的指令來轉換為其相對應的中文名詞，舉例來說建築領域所使用的工作台為 BIM 工作台，其原始設定 (英文語系) 檔名為 BIM.ts，而繁體中文的設定檔名為 BIM_zh-TW.ts，我們只要將繁體中文語系裡面相對應的字詞填入中文名詞，如此一來即可完成中文化的作業。舉例來說，底下是 BIM_zh-TW.ts 的設定檔片段：



```
Unicode Rxvt
<name>Arch</name>
<message>
  <location filename="BimIfcProperties.py" line="394"/>
  <source>Property</source>
  <translation>屬性</translation>
</message>
<message>
  <location filename="BimIfcProperties.py" line="395"/>
  <source>Type</source>
  <translation>類型</translation>
</message>
<message>
  <location filename="BimIfcProperties.py" line="396"/>
  <source>Value</source>
  <translation>值</translation>
</message>
<message>
  <location filename="BimIfcProperties.py" line="550"/>
  <source>New property</source>
  <translation type="unfinished">New property</translation>
</message>
<message>
  <location filename="BimIfcProperties.py" line="591"/>
```

圖 6-2-1 BIM_zh-TW.ts 的設定檔片段

我們可以看到 Type 被翻譯成「類型」，Value 被翻譯成「值」，但是 New property 則還沒有被翻譯到，因此在操作 FreeCAD 時這個部份會是維持原本的英文訊息。簡單說在技術上要進行 FreeCAD 操作界面的中文化是完全沒有問題的，但是在實際上則還沒有完成，最主要的原因是中文化這件事必須針對相關的專業語彙來作翻譯，這需要國內相關廠商的協助，以確保翻譯出來之名詞能符合國內相關領域的要求，不可能隨便亂翻。另一個原因就是中文化這件事是靠志工的幫忙，如果沒有人有興趣幫忙翻譯的話，其名詞就只能看得到英文。因此我們在使用 FreeCAD 時經常會看到很多界面的選單還是維持原本的英文模式，其主因就是該名詞尚未有人翻譯。

第三節 FreeCAD 使用手冊

本案將在報告書的附件五提供本研究團隊南臺科技大學李博明教授撰寫的 FreeCAD BIM 平台基本建模手冊，本次 FreeCAD BIM 平台基本建模手冊範圍限制在規劃設計階段內建模功能的說明，包括開源建築軟體之發展、FreeCAD 安裝簡介、BIM 工作台操作說明、以及建築模型實例#1 Maison Domino 多米諾屋，以上內容可幫助後續研究人員快速了解軟體架構，以後做為推廣 BIM 開源自由軟體的教材。

在 BIM FOSS 的後續研究中，會針對各階段 BIM FOSS 流程進行研究，可藉由研究成果在未來另外委託研究單位，將本土化之流程製作成操作手冊，提供給的想導入 BIM FOSS 的使用者參考，並也做為建築產業導入 BIM FOSS 的培訓教材，以此推動建築產業加速數位轉型。

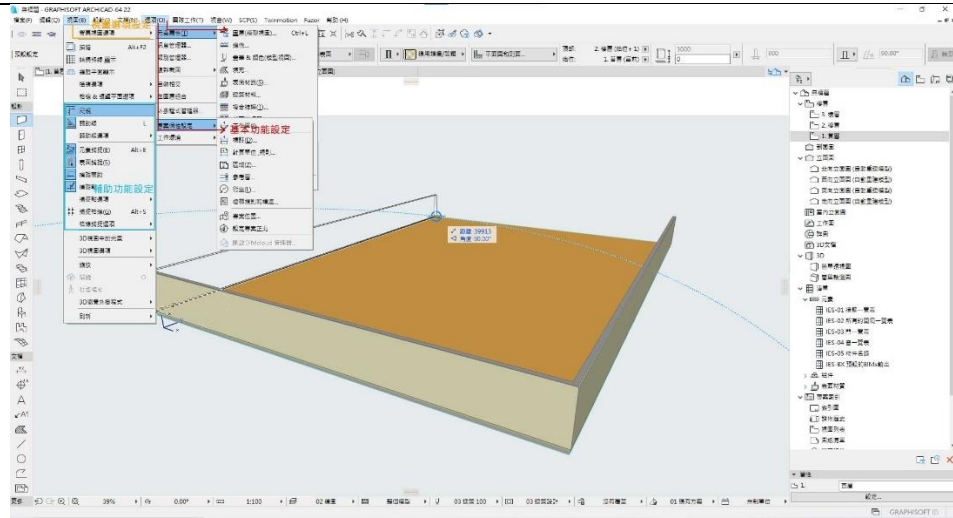
第七章 BIM 開源自由軟體與專有軟體差異性分析

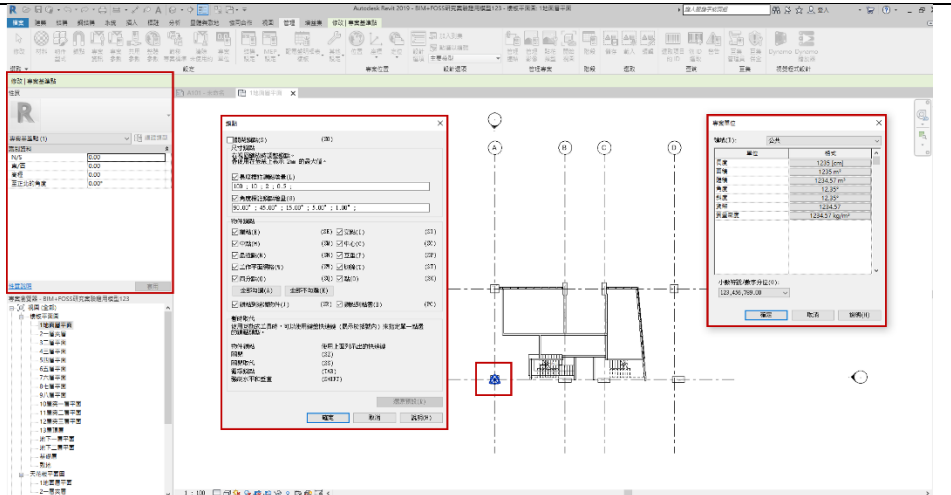
本章節使用 BIM 開源自由軟體與 BIM 專有軟體分析彼此執行同個 BIM 應用時的差異性，此驗證將執行範圍限制在設計階段之 BIM 應用，其餘階段驗證則由後續計畫進行。

在前述章節說明 FreeCAD 作為 BIM 開源自由軟體的建模軟體，因此本章節將主要評估 FreeCAD 相較其他專有軟體的差異性。而專有軟體則採用目前本土建築產業市占率最高的 Autodesk Revit 與 Graphisoft ArchiCAD 作為比較的對象，本章節驗證內容包括建模、2D 建照圖產出、3D 透視圖產出、5D 數量計算、IFC 導入導出等，並以結論說明 FreeCAD 之優勢與限制，以提供後續章節 BIM 開源自由軟體未來發展之建議。

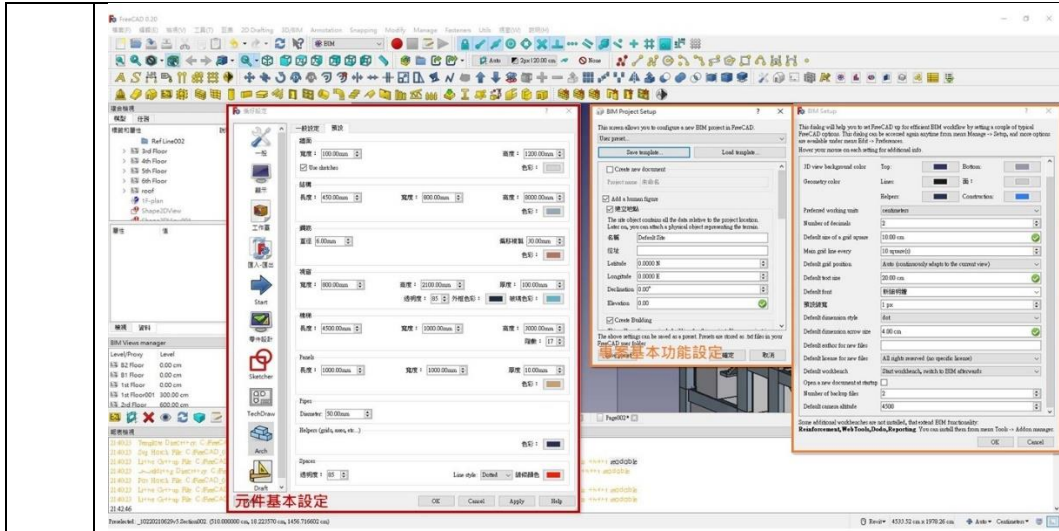
第一節 建模差異性

一、建模環境差異性

ArchiCAD	建模環境
	
	1.從基本單位、專案位置、專案原點等皆可以在設定中依照專案需求作設定。

	<ol style="list-style-type: none"> 2. 畫筆及線粗皆可設定，若是因為建模需求也可以視圖選項快速調整圖面表現法方便建模。 3. 物件鎖點、快速性質、性質抓取、點線追蹤等功能一應俱全。 4. 建模基本採用 2 維平面分層建置，可透過描圖參照快速對照參考圖說或是其他樓層圖面以利建模，也可以 3D 視圖中建置模型。
Revit	<p>建模環境</p>  <p>產出步驟：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 從專案位置、專案單位、專案基準點等皆可以在設定中依照專案需求作設定。 2. 物件的線粗皆可設定，也可以依視圖選項快速調整圖面表現法方便建模。調整物件顯示、表現法(物件可視性及色彩、模型顯示) 3. 物件鎖點、循環鎖點、強制水平和垂直等功能一應俱全。 4. 建模基本採用二維平面分層建置，可透過原有圖說匯入軟體快速對照圖說建模，或是以已完成樓層複製建模，也可以直接於 3D 視圖中建置模型。
Et	<p>建模環境</p>

第七章 BIM 開源自由軟體與專有軟體差異性分析



1. 從基本單位、專案位置、專案原點等皆可以在設定中依照專案需求作設定。
2. 畫筆及線粗皆可設定，畫筆可以透過預設調整單一物件種類畫筆顏色，但是無法透過預設設定物線線粗，但可以透過物件檢視工具調整物件線粗。
3. 物件鎖點、性質、皆可以透過選項調整
4. 建置為模型導向，使用者直接在 3 維模型空間中建置所有物件。

差異性分析

1. 專案資訊：

基本的專案資訊皆各個軟體都可以自行設定。
2. 基本設定：

ArchiCAD 在基本設定中，包和單位、材質等，在材質部分可以設置較多種的材料選項。

Revit 在基本設定中，包和單位、材質、內建建模素材等，在材質部分有軟體內建的材料選項。

FreeCAD 在材質上的設定較其他軟體偏弱，整體來說材質在表現法主要在預設狀態還是以單一色彩作為呈現。
3. 建模環境：

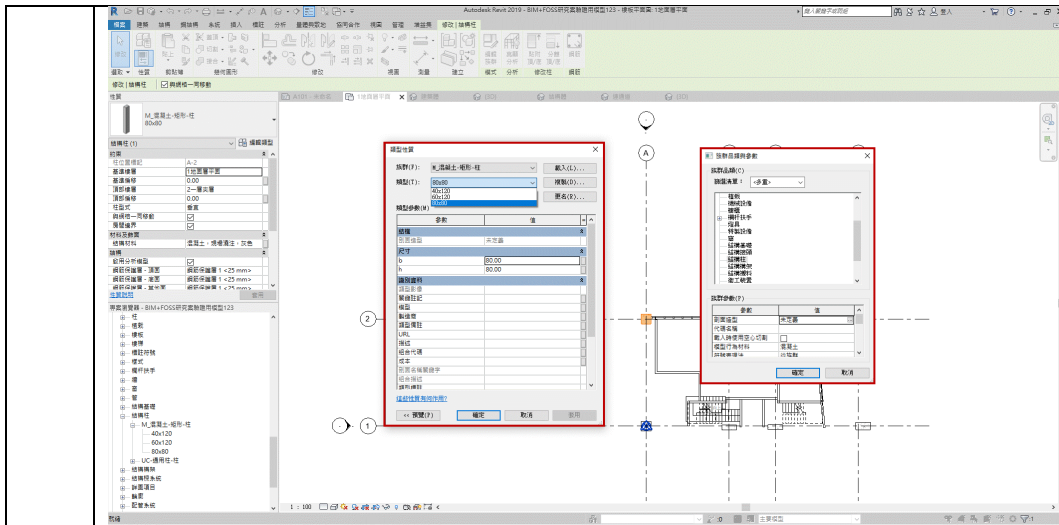
建築資訊建模 (BIM) 開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃

	<p>ArchiCAD 在建模環境上較貼近傳統建築土木人的視覺效果，採用 2D 表現，但同時也是在建置 3D 建築元件。</p> <p>Revit 在建模環境上，可使用 2D 或 3D 的方式建模，但都是在建置 3D 建築元件。</p> <p>FreeCAD 採完全 3D 建模，平、立面採用六向定位方式呈現，建模參考平面採用選取參考面來處理，並不會因為是全 3D 呈現而出現難以定位的狀況。</p>
--	--

二、建模元件差異性

ArchiCAD	<p>建模元件</p> 
	<ol style="list-style-type: none"> 1. 預設樑、柱、牆、板等各項元件皆可視為單一類別元件。 2. 元件可以透過設定多種常用規格以供快速建模，也可以單一調整數值。 3. 模型中設備元件預設皆是以”元件”作為一種分類，可以在透過內建分類模式加以分類成各個系統元件。
R	<p>建模元件</p>

第七章 BIM 開源自由軟體與專有軟體差異性分析

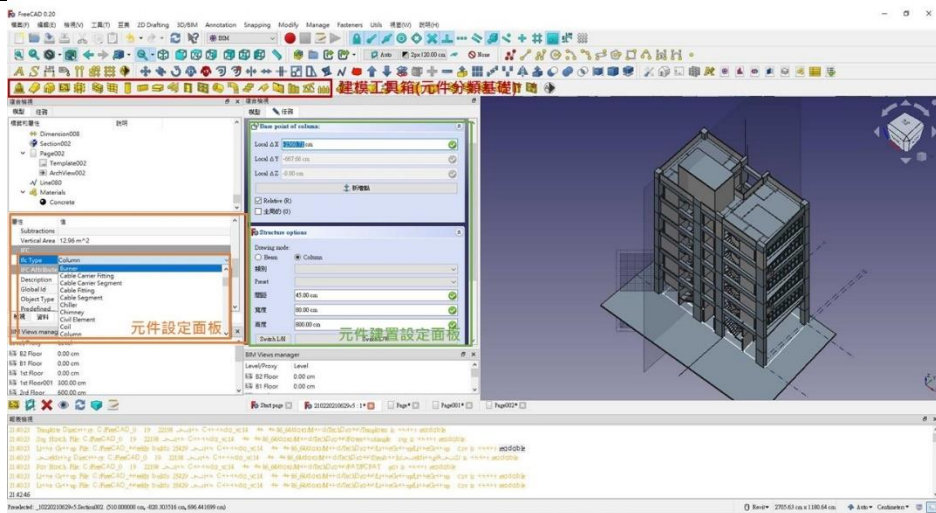


產出步驟：

1. 預設柱、樑、牆、板等各項元件皆可視為單一種類元件。
2. 元件可以設定多種規格以利快速建模。
3. 模型中設備元件預設皆是以族群作為一種分類，可以透過內建族群分類加以分成各系統元件，亦或是自行建置元件並導入模型中。

建模元件

FreeCAD



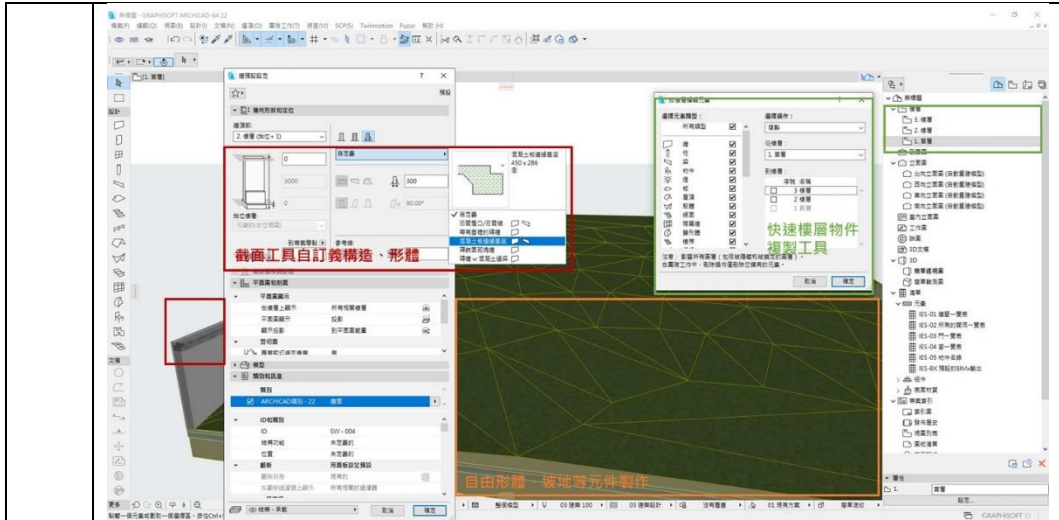
1. 預設樑、柱、板、牆等在屬性上可視為單一種類元件，但可以透過物件種類互相轉換。

	<p>2. 元件預設為單一常用規格，但建模時可以快速更改想要的成數值。</p> <p>3. 設備元件可以自行建置，也可以透過插件快速導入現有模型。</p>
<p>差異性分析</p>	<p>1. 元件分類：</p> <p>Archicad 在元件分類上主要是以元件自身的類型下去分類的，但也可以透過內建的其他分類方式進行進一步分類。</p> <p>Revit 在元件分類上主要是以透過內建的群族類型下去分類的，而元件本身可以透過改變群族來改變元件本身的分類屬性。</p> <p>FreeCAD 在分類上各個種類的元件是各屬於一種分類，但是元件本身可以透過改變種類來改變元件本身的分類屬性。</p> <p>2. 元件樣板(元件預設)：</p> <p>ArchiCAD 元件是可以透過設定預設狀態讓元件處於單一標準狀態，也可以透過設定設定集，來快速選取數個預設狀態的其中一個來建模。</p> <p>Revit 元件可透過設定，快速選取預設的其中一個來建模，亦可進入編輯族群中，設定元件的統一標準型式。</p> <p>FreeCAD 在元件預設狀態僅能進行單一設定，若要更改為其他尺寸，需要在檢視面板中自行更改。</p>

三、元件可編輯差異性

<p>△r</p>	<p>建模元件</p>
-----------	-------------

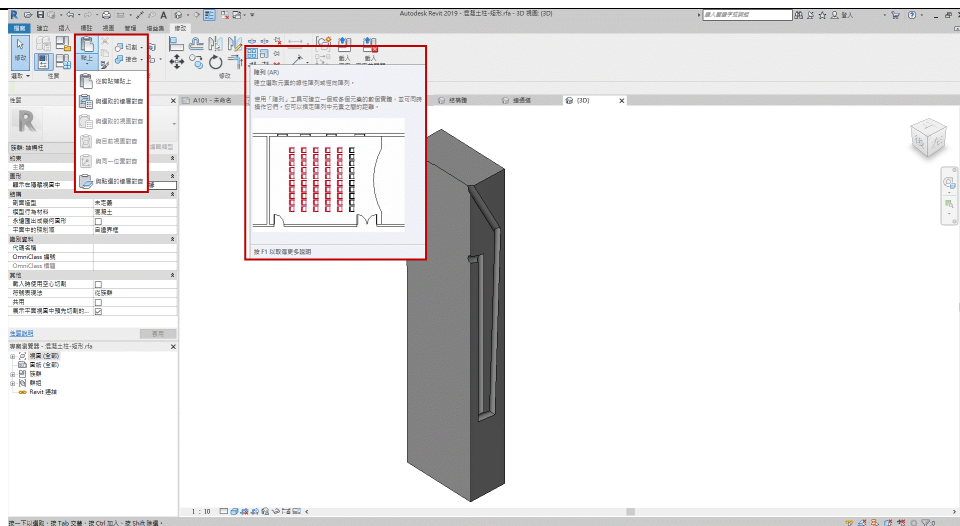
第七章 BIM 開源自由軟體與專有軟體差異性分析



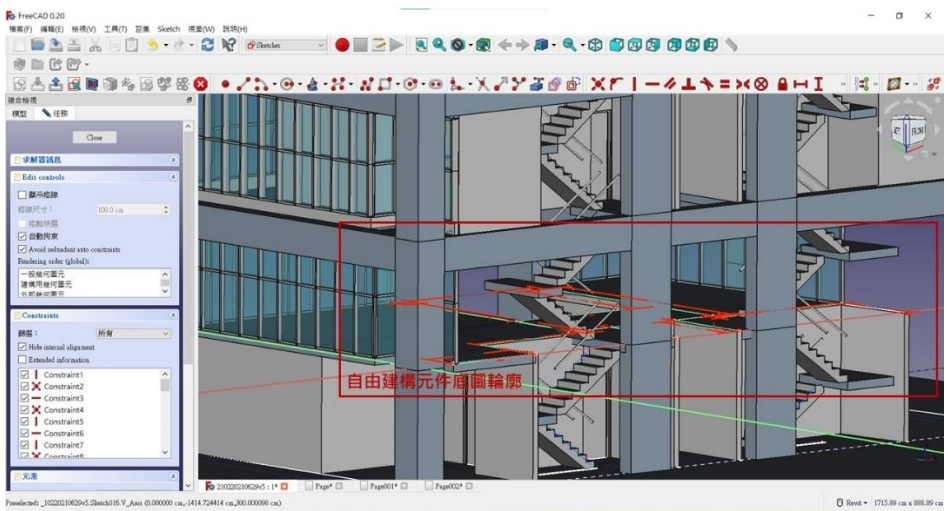
1. 各項元件基本可以快速在各種圖面複製，也可以依據樓層整層複製或針對單一種類元件進行複製。
2. 預設樑、柱、牆、板元件種類皆可以透過複雜截面、複合結構建構多層材料種類元件或是變形構造。
3. 若為特殊結構或具高低差之建築基地亦可以透過其他件模方式處理。

建模元件

Revit



產出步驟：

	<ol style="list-style-type: none"> 1. 各項元件可以快速在各種圖面複製，也可以依據樓層整層複製或針對單一種類元件進行複製。 2. 預設柱、樑、元件種類皆可以透過編輯族群，進行複雜截面或變形構造的处理，牆、板元件可直接在專案進行複雜的截面編輯。 3. 若為特殊結構或具高低差之建築基地亦可以透過其他建模方式處理。
FreeCAD	<p>建模元件</p> 
	<ol style="list-style-type: none"> 1. 單一個體元件可以快速在模型中進行複製，也可以做到全體模型複製。 2. 單一材質元件其幾何構造皆可透過草圖功能建置出來。 3. 需要大量不規則向量邊線所構成的圖形建議採用 blender 快速建模後匯入。
差異性分析	<ol style="list-style-type: none"> 1.快速編輯、模矩或陣列： Archicad 在這方面已經有成熟的矩陣系統，不論是 3 維的 X,Y,Z 軸向陣列，或是依據特殊線性組合排列皆可以快速達到要求。

第七章 BIM 開源自由軟體與專有軟體差異性分析

Revit 本身有快速編輯以及陣列功能，模矩部分，除元件線性間格以外，大部分需使用 Dynamo 執行。

FreeCAD 本身也有複製功能以及陣列功能，但是陣列功能尚待加強，目前陣列功能複製的物件無法針對陣列後的元件單獨進行更改。

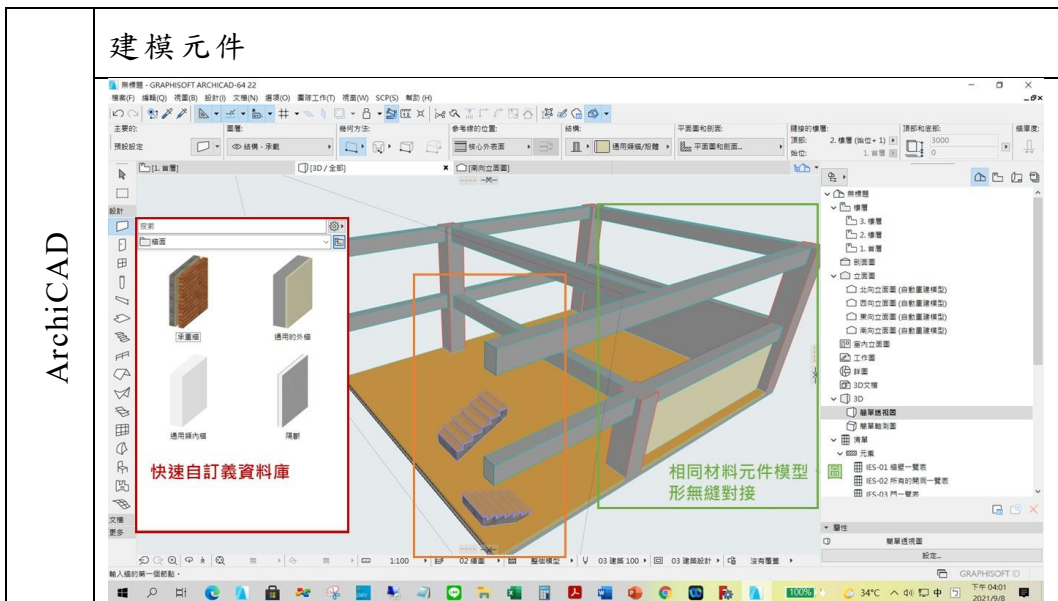
2. 構築元件自由度及能力：

ArchiCAD 在元件自由度上有一定的強度，唯一的缺點唯建構元件自由度極高的模型或是透過其他種類元件建構想要的元件種類時，會需要將模型轉變成特定類型且無法在進入原始的種類分類。

Revit 元件建置上雖軟體本身有些內建的建置限制，但然後有蠻大的自由度，模型分類可以透過群族進行分類。

FreeCAD 在建模自由度上也有其強度，由於本身模型分類可以透過從模型種類來進行分類，在建構完後進行分類是不會有預設分類的問題。

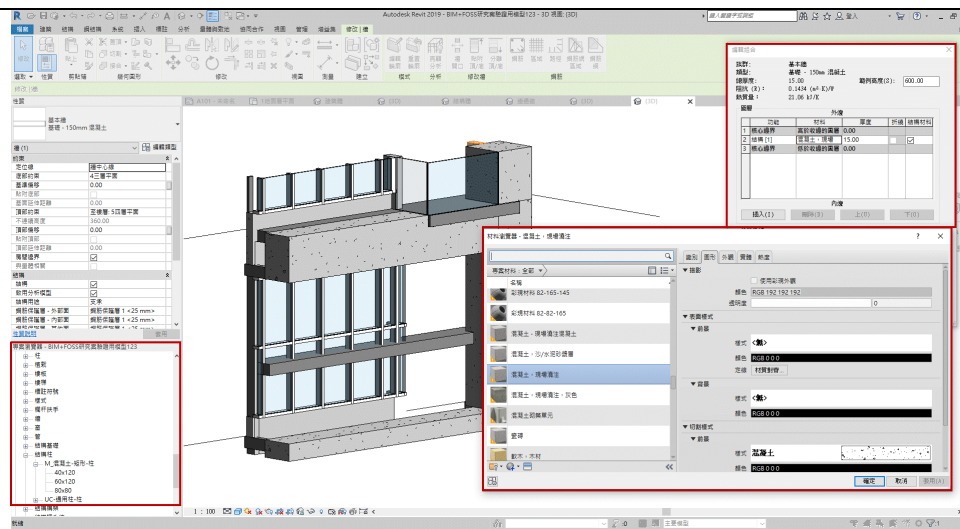
四、元件表現法差異性



1. 元件本身可以透過設定好的材料設定好各項材質的表現法，也可以透過覆蓋形式設定各項元件單獨的表現方式不受到材料的限制，也可以透過內建機能快速調整整體模型的表現法，並透過設定參數快速選取，不必再重複調整。
2. 可調整範圍包含 2 維圖像、標示、填充等依照需求或模型比例設定顯示等級不同而有不同的顯示方式。
3. 3 維模型可以快速產生模型剪切面，製作剖透方便溝通。
4. 模型相同才量將會自動對接，在表現上不會出現不同元件之間的區隔線。
5. 可以透過製作視圖快速切換各種圖面表現法的需求。

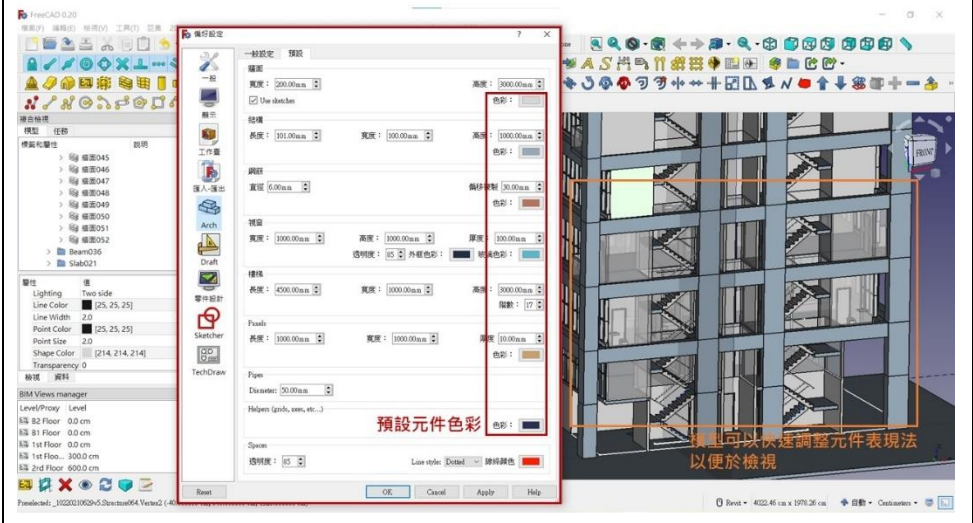
建模元件

Revit



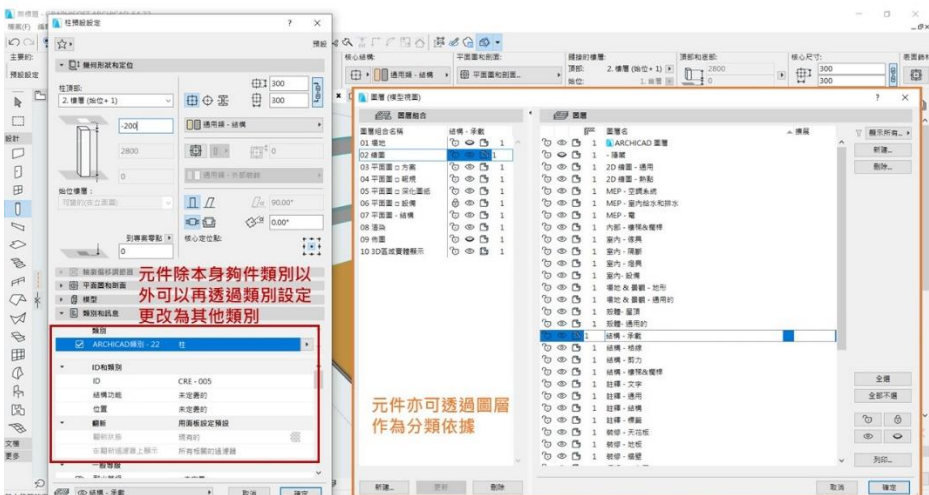
產出步驟：

1. 元件本身可以透過設定好的材料，設定各項材質的表現法，也可透過覆蓋形式設定各項元件單獨的表現方式不受到材料的限制，亦可以透過內建機能快速調整整體模型的表現法，並透過設定參數快速選取，不必再重複調整。

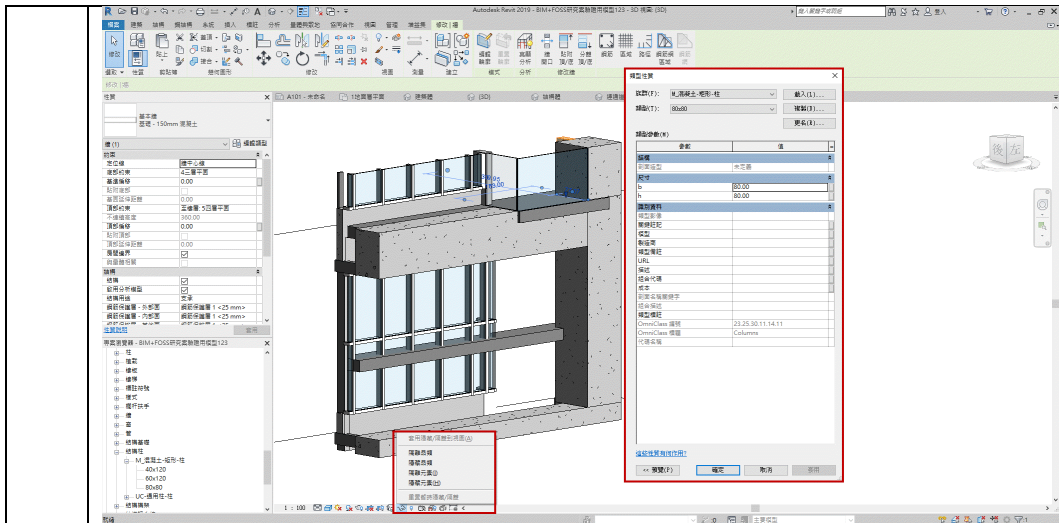
	<ol style="list-style-type: none"> 2. 可調整範圍包含二維圖像、標示、填充等依照需求或模型比例設定顯示等級不同而有不同的顯示方式。 3. 三維模型可快速產生模型剪切面，製作剖透方便溝通。 4. 軟體本身會將對準建置的元件自動對接，在表現上不會出現不同元件之間的區隔線。 5. 可以透過製作視圖快速切換各種圖面表現法的需求。
<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">FreeCAD</p>	<p>建模元件</p>  <ol style="list-style-type: none"> 1. 單一元件預設表現法僅唯一種單一色，可以透過模型資料單獨修改模型表現方式。 2. 模型可以單獨修改透明度，但若作為表現法的一環，元件可以選取想要的範圍編輯透明度。
<p>差異性分析</p>	<p>模型表現法差異</p> <p>Archicad 在模型表現法上較貼近事務所提送各種類型圖說所需要的狀態，無論是在標註、剪切面、上視下視等，皆能做快速設定並保存設定方便下次觀看。在 3D 表現法上也有可以讓使用者快速檢視模型內部狀態的方法。</p> <p>Revit 在模型表現法上較貼近事務所提送各種類型圖說所需要的狀態，無論是在標註、剪切面、上視下視等，皆能做快</p>

FreeCAD 本身屬於全 3 維建模軟體平、立、剖面圖是依照使用者自行框選需求範圍及剪切位置來決定，在使用上較為自由，但平面表現法上，模型剪切面於內件功能狀態下，僅能做單色表現，無法有效應付執業需求，在 3D 表現法上，無法快速檢視模型內部狀態。

五、元件分類差異性

ArchiCAD	<p>建模元件</p>  <p>1. 分類上元件有各自的主要種類屬性。</p> <p>2. 元件皆有預設圖層位置，也可以透過自製圖層分類各種元件，快速開啟或關閉。</p> <p>3. 亦可以透過元件屬性進一步分類。</p>
	<p>R 建模元件</p>

第七章 BIM 開源自由軟體與專有軟體差異性分析

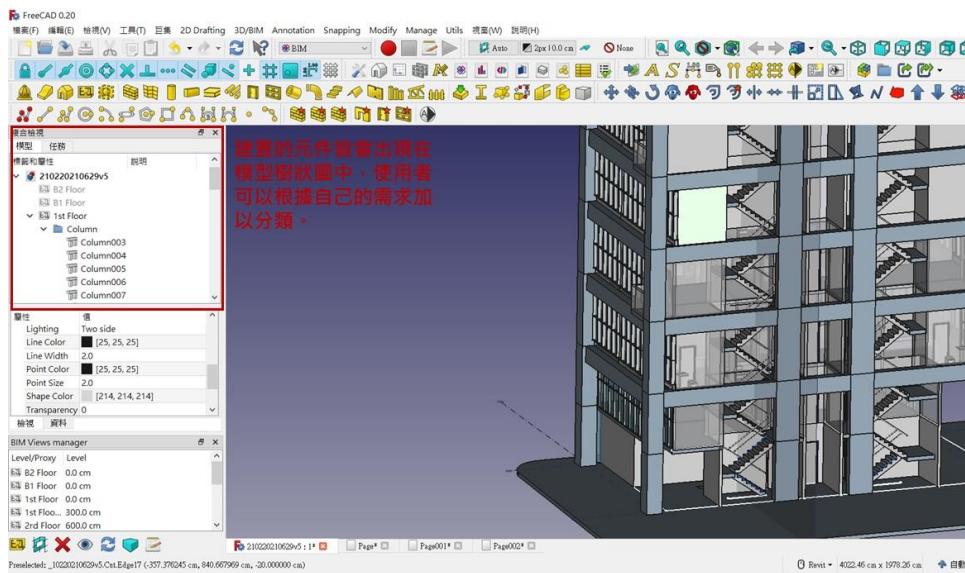


產出步驟：

1. 分類上元件有各自的主要族群類別。
2. 同一種族群，可選取單一元件，在視窗隱藏同一品類之類型元件。
3. 可以透過元件類型進一步分類。

建模元件

FreeCAD



1. 所有元件皆會出現在模型檢視欄中，元件種類與分類皆可自行依據需求，自行創建。

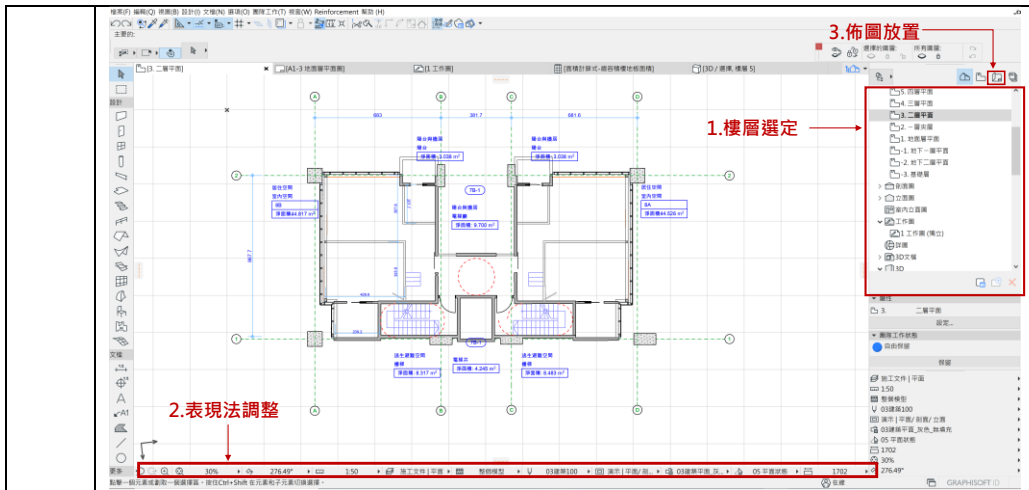
	<p>2. 內建 BIM 模型管理會快速的輔助使用者建立基地>建築>樓層的分類順序。元件的分類方式則可以照模型種類不同自行創建分類手法。</p>
<p>差異性分析</p>	<p>模型表現法差異</p> <p>ArchiCAD 在模型分類上可以按照元件實際狀態加以設定類別加以分類，在模型管理上也可以再透過圖層加以分類，選擇開關模型或圖形的內容用以改變圖面表現，在使用上較貼近以往我們在使用 CAD 管理的方式。</p> <p>Revit 在模型分類上皆按照族群分類，同一族群之元件可透過專案瀏覽器之族群，管理整個專案的元件，亦可隱藏當前視窗的元件。</p> <p>FreeCAD 建模在 BIM 管理介面的架構下，我們是以樓層的方式進行元件分類，更進一步的分類可以再根據使用者的需求做調整，但建置的元件在建置的過程中都是獨立在管理架構下，需要自行調整到分類中。</p>

第二節 2D 建照圖產出差異性

一、產出視圖差異性

<p>△</p>	<p>產出視圖介面</p>
----------	---------------

第七章 BIM 開源自由軟體與專有軟體差異性分析

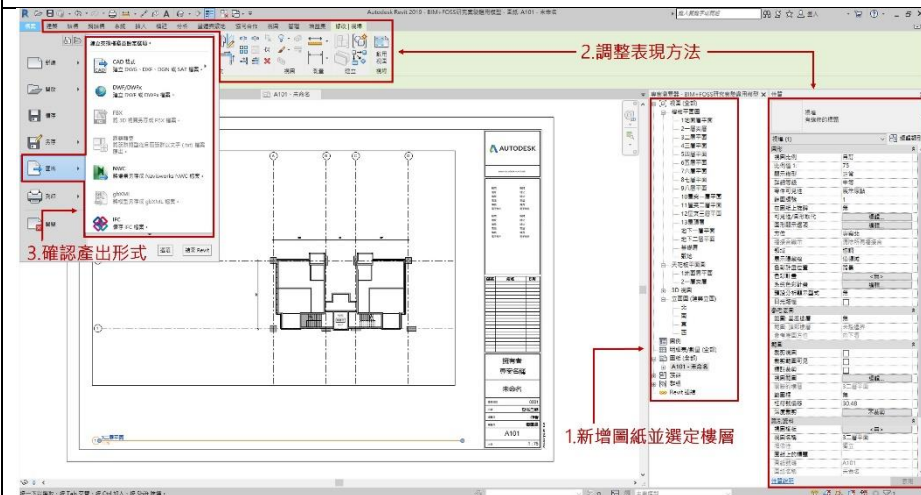


產出步驟：

1. 選擇樓層(平面)、切面(立面剖面)
2. 調整物件顯示、表現法(視圖設置、覆蓋選項、筆寬)
3. 放入佈圖

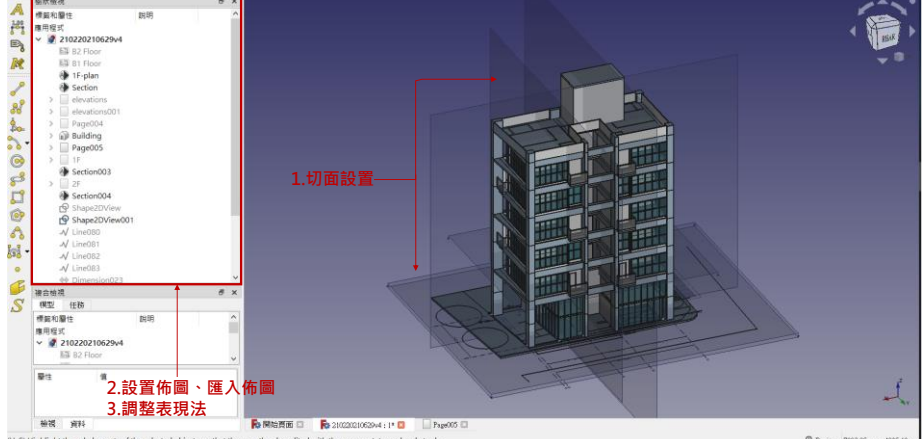
產出視圖介面

Revit



產出步驟：

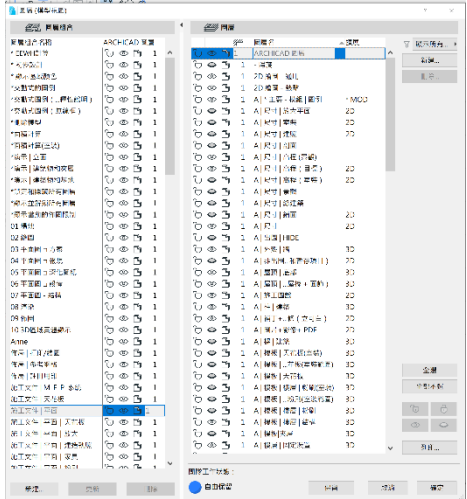

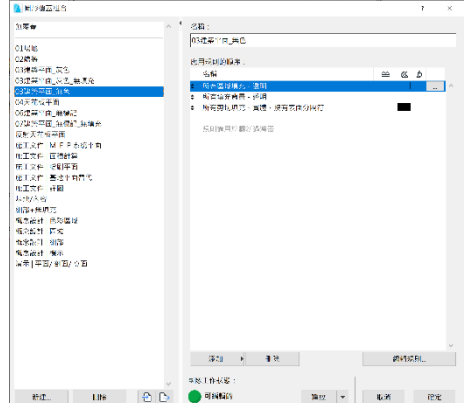

4. 新增圖紙並選擇樓層(平面)、切面(立面剖面)拖移至圖紙上。
5. 調整物件顯示、表現法(物件可視性及色彩、模型顯示)
6. 確認出圖形式。

FreeCAD	<p style="text-align: center;">產出視圖介面</p> 
	<p>產出步驟：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 選取剖切的物件、建立切面(section)，平面取 XY 面、立面剖面則取 XZ 或 YZ 方向。 2. 切換 TechDraw 工作面板，匯入佈圖空間。 3. 在佈圖調整比例、線寬、顏色顯示。
差異性分析	<ol style="list-style-type: none"> 1.繪圖空間： <p>FreeCAD 編輯 2D 圖面是在 3D 環境中進行，操作時必須時刻注意繪製的物件是否在同一樓層、高程。生成視圖必須手動設定視圖的切面(section)。</p> 2.表現法設置： <p>ArchiCAD 在表現法的設置有多種選擇，從常用的圖層組合、比例尺、筆寬、視圖設置...等。</p> <p>Revit...。</p> <p>FreeCAD 只能靠開關樹狀目錄的物件調整顯示，線寬調整最多兩個層次、並且多為工業設計取向的線條選項。</p> 3.產出程序：

第七章 BIM 開源自由軟體與專有軟體差異性分析

程序同為產出視圖、放入佈圖、最後輸出檔案或是列印圖說。

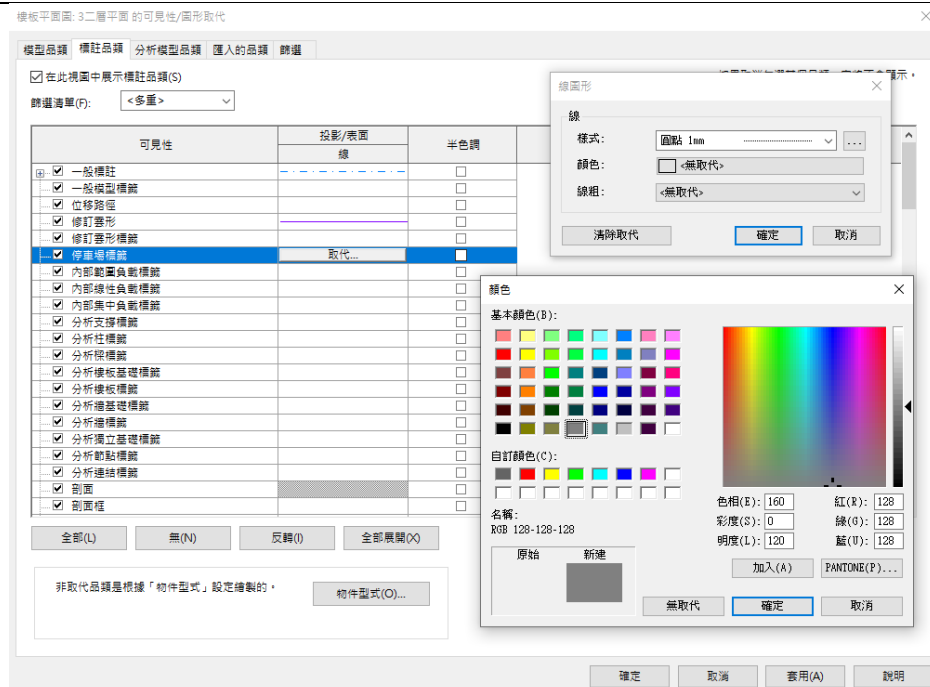
二、編輯視圖差異性

AchiCAD	<p>圖層管理</p>	<p>筆寬</p>
		
	<p>視圖設置(覆蓋填充)</p>	<p>比例縮放</p>
		
R	<p>視圖設置(元件顯示、線寬及形式顏色、比例、填充線設置)</p>	

建築資訊建模 (BIM) 開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃



視圖設置(標註可見性、線寬及形式、顏色)



Er 線寬調整

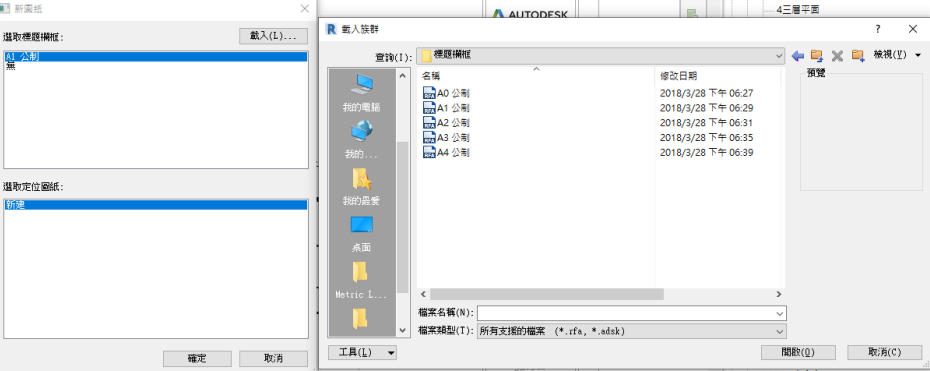
第七章 BIM 開源自由軟體與專有軟體差異性分析

<p>結論</p>	<p>FreeCAD 僅能調整基本的比例、線寬、簡單的外觀效果，其他調整表現法的功能待後續開發。</p>

三、產出圖紙樣版差異性

<p>ArchiCAD</p>	<p style="text-align: center;">圖紙樣版設置</p>
-----------------	---

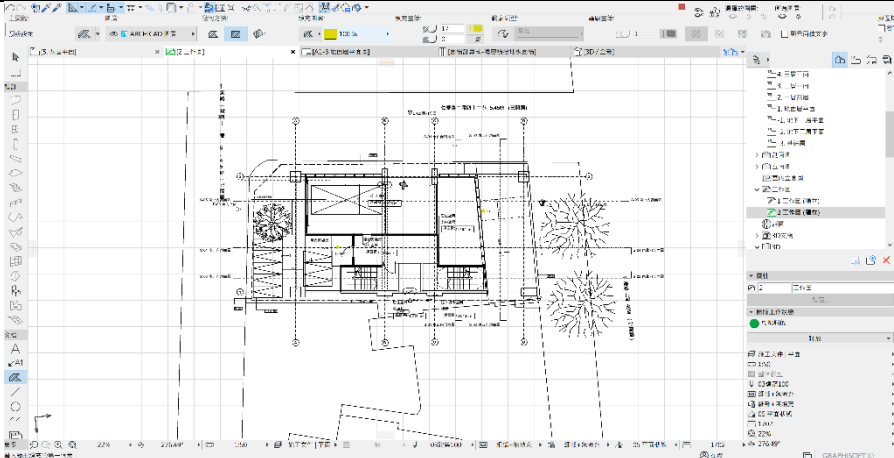
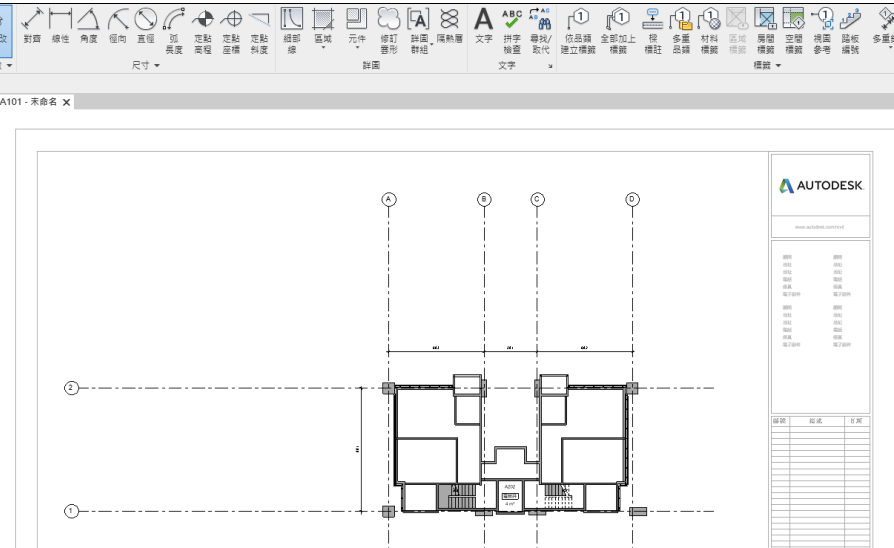
建築資訊建模 (BIM) 開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃

Revit	<p>圖紙樣版設置</p> 
FreeCAD	<p>圖紙樣版設置</p> 
結論	<p>FreeCAD 符合建築繪圖需求產出各種尺寸、請照圖框的圖紙樣板。</p>

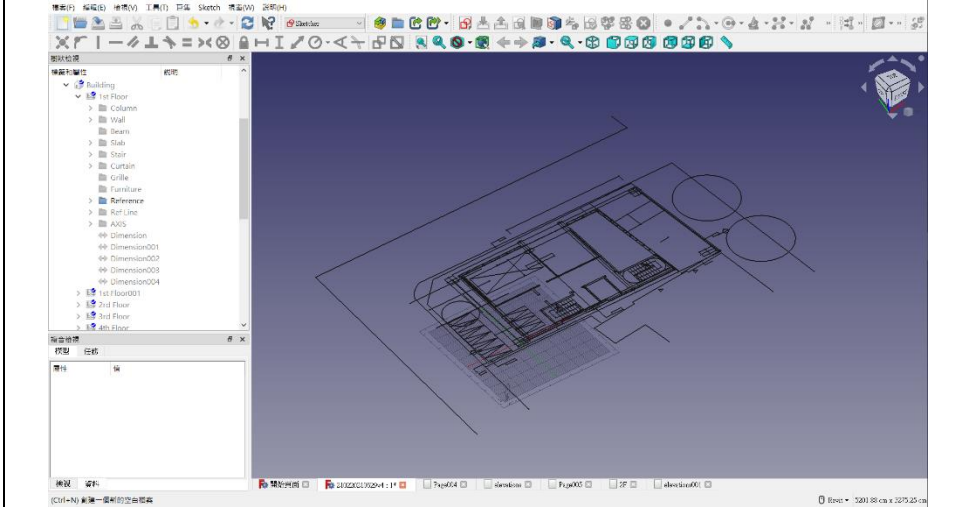
四、編輯匯入圖紙差異性

Ar	圖紙匯入
----	------

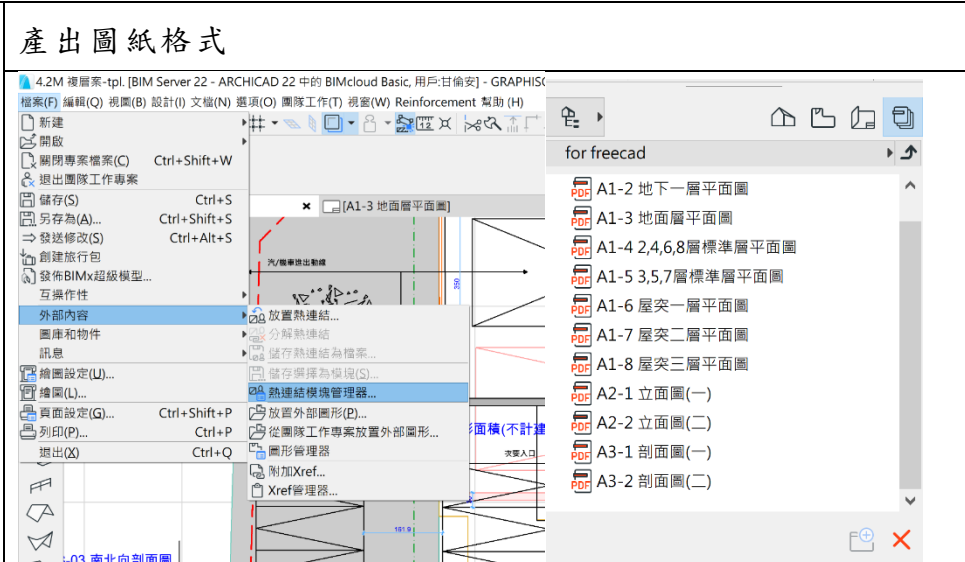
第七章 BIM 開源自由軟體與專有軟體差異性分析

	
	<p>可兼容 PDF、DWG、DWF 等常用繪圖檔案。 DWG、DWF 可與原始檔案同步更新、亦可透過 Explode 指令轉為 2D 線條、填充，於 ArchiCAD 的工作圖編輯。</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">Revit</p>	<p>圖紙匯入</p>  <p>可兼容 PDF、DWG、DWF 等常用繪圖檔案。 可透過 Revit 編輯指令於圖紙增加 2D 線條、填充線、長度尺寸及相關編號。</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">Fr</p>	<p>圖紙匯入</p>

建築資訊建模 (BIM) 開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃

	
	<p>可匯入 DXF 檔，但無法於軟體中編輯。 且匯入的 DXF 檔沒有圖塊、填充等較複雜的 2D 物件。</p>
<p>結 論</p>	<p>目前 FreeCAD 可匯入 DWG、DXF 等格式，但較支持中性格式 的 DXF 檔，DWG 匯入需等 FreeCAD 版本更新後改善較不 會出錯。</p>

五、檔案交換差異性

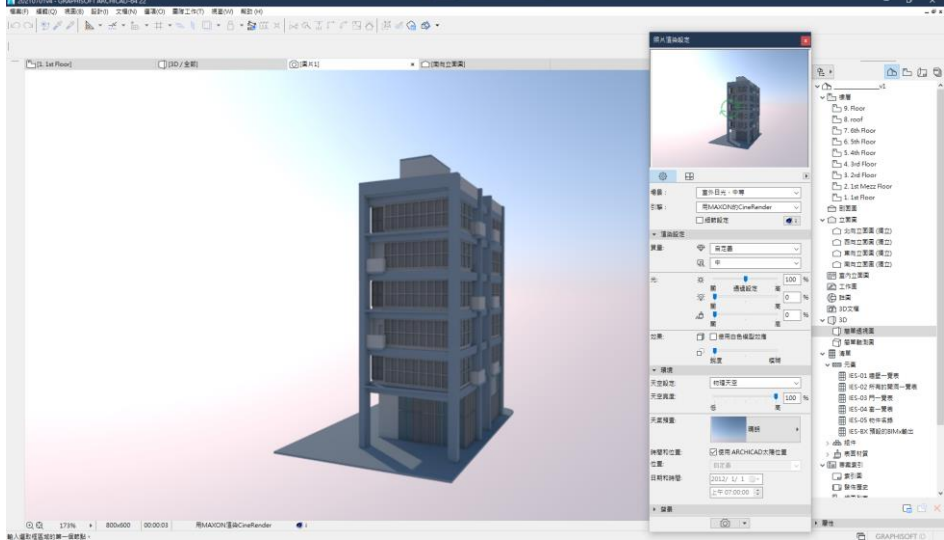

<p>ArchicAD</p>	<p>產出圖紙格式</p> 
	<p>可產出 PDF、DWG、DXF... 等常用 2D 繪圖檔案。</p>
<p>R</p>	<p>產出圖紙格式</p>

第七章 BIM 開源自由軟體與專有軟體差異性分析

	
	<p>可產出 PDF、DWG、DXF...等常用 2D 繪圖檔案。</p>
<p>FreeCAD</p>	
	<p>可匯出 DXF、PDF 檔案。</p>
<p>結論</p>	<p>FreeCAD 可匯出 DXF、PDF 檔，於產業間檔案交換沒有問題。</p>

第三節 3D 透視圖產出差異性

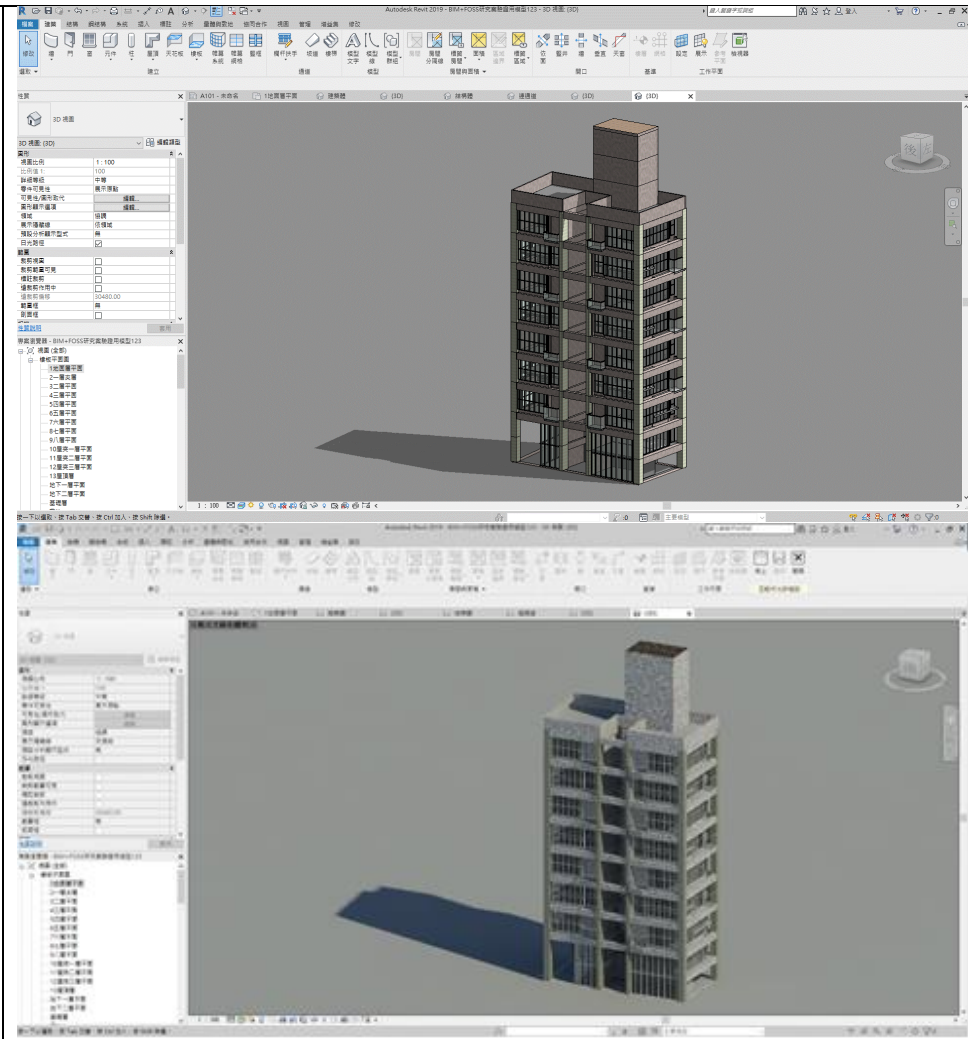
一、渲染引擎差異性

ArchiCAD	<p>ArchiCAD 渲染引擎</p>  
	<p>可進行簡單的渲染工作，能調整場景、細緻度、光影、輪廓、環境設定與產出效果圖尺寸，但渲染效果一般。</p>
Ar	Twinmotion 渲染引擎

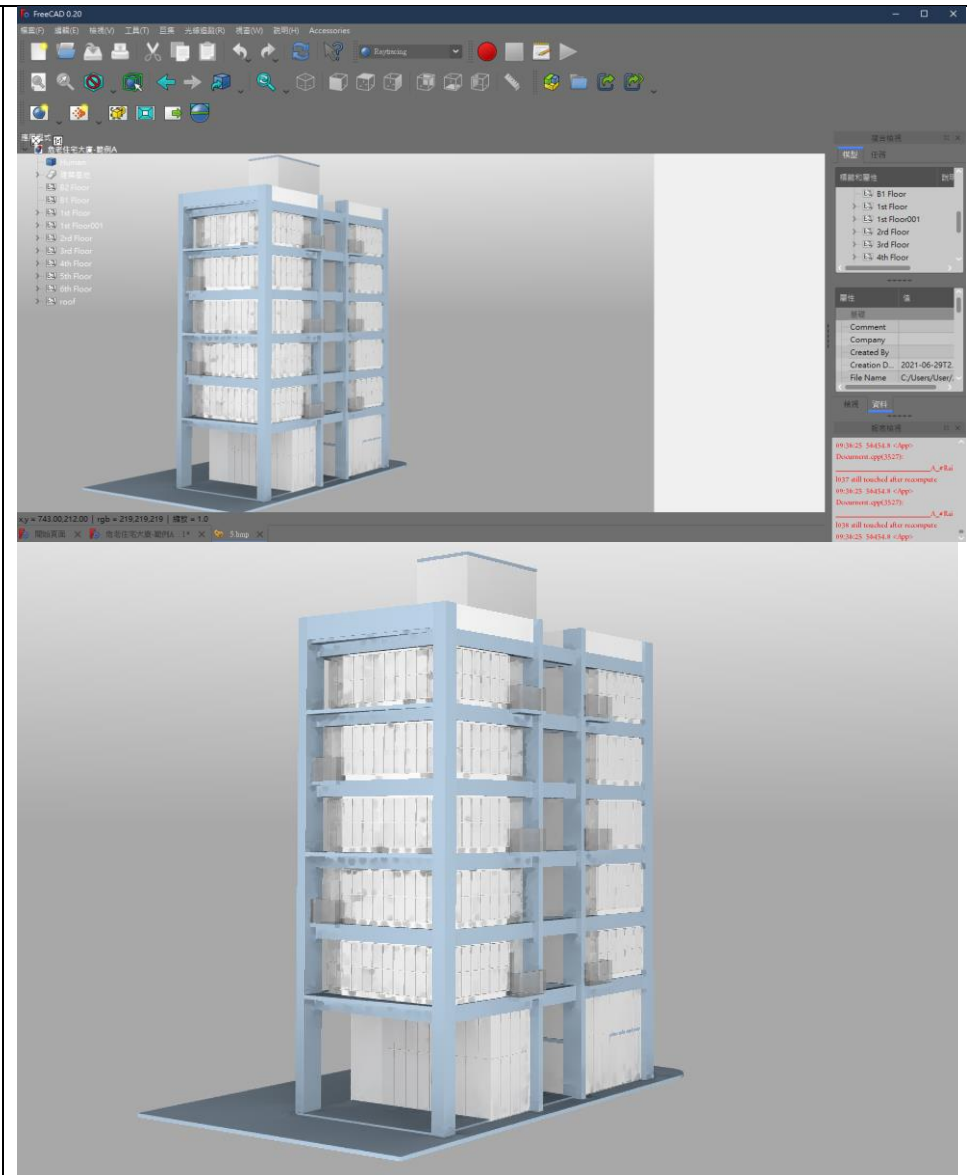
第七章 BIM 開源自由軟體與專有軟體差異性分析

	 <p>模型匯進 Twinmotion 進行細緻渲染作業，可以針對材質、光影、環境、物件進行設定，軟體本身也有提供街道家具或植物等物件使用，可產出精緻的效果圖或製作動畫。</p>
R	Revit 渲染引擎


建築資訊建模 (BIM) 開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃

	
	<p>可進行簡單的渲染工作，能調整場景、細緻度、光影、輪廓、環境設定與輸出效果圖，但渲染效果不優，但可安裝 Enscape，直接於 revit 按執行 Enscape，即可執行細緻渲染作業。</p>
<p>正</p>	<p>FreeCAD 渲染引擎</p>

第七章 BIM 開源自由軟體與專有軟體差異性分析

	 <p>0.20 版 FreeCAD 已包含 Raytracing 工作台，可進行簡易渲染作業，能調整效果圖尺寸，但不能調整場景、光影、輪廓、環境或細緻度等。</p>
Er	Blender 渲染引擎

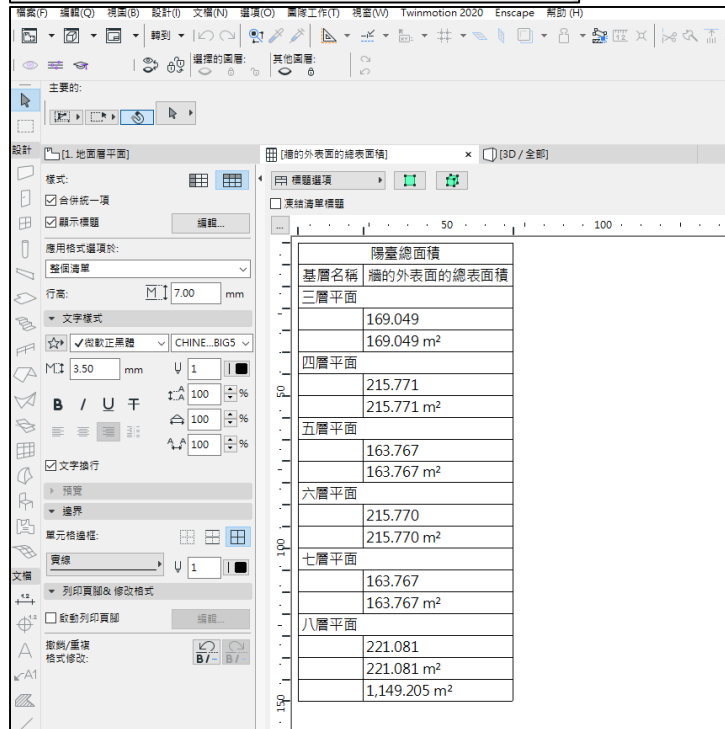
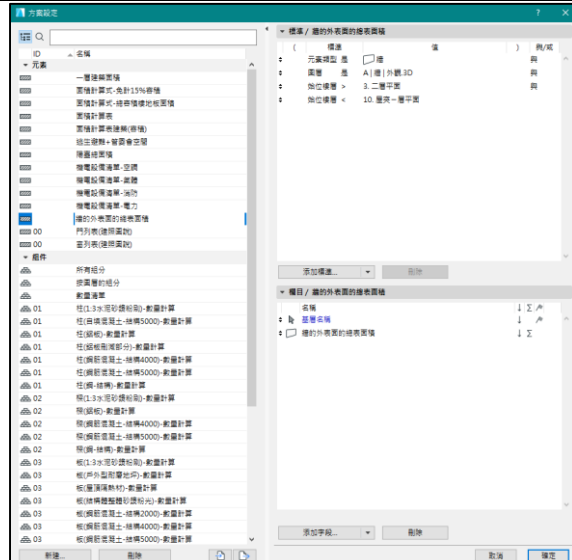
建築資訊建模 (BIM) 開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃

	
	<p>FreeCAD 模型匯入 Blender 進行細緻渲染作業，Blender 有許多參數可以進行調整，相較專有軟體設定上會比較複雜，但可以產出的逼真的效果圖，也可以使用此軟體製作動畫。</p>
結論	<p>FreeCAD 同專有軟體本身可進行簡易渲染作業，但 FreeCAD 進行渲染不能調整參數，Blender 的渲染引擎不比專有軟體差，但 Blender 對於 IFC 物件的材質設定參數功能較少，須以其他檔案格式做交換。</p>

第四節 5D 數量計算差異性

一、清單與列表產出差異性

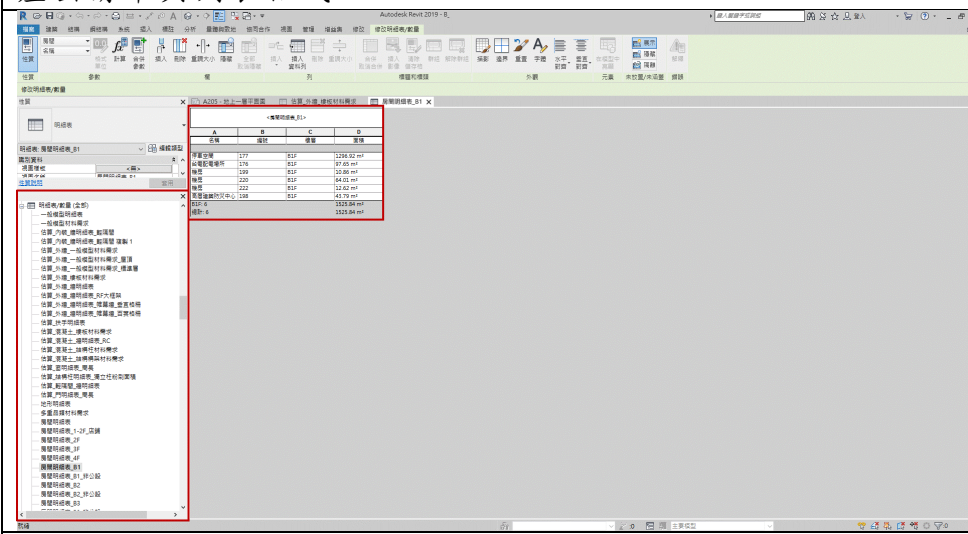
產出清單與列表格式



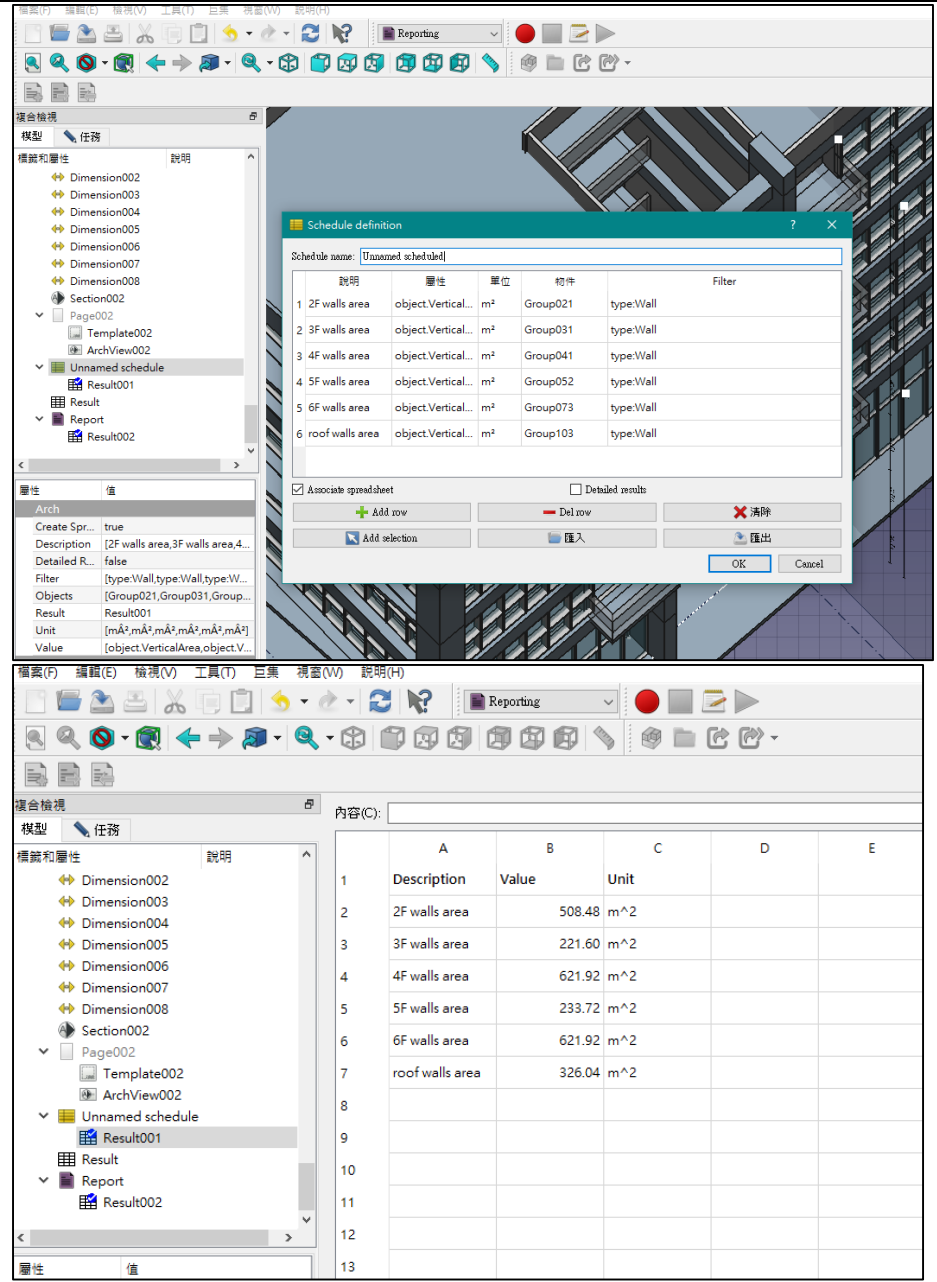
可以選取各項目標之數量、面積等，依樓層選取設定依序顯示個從面積總和等。

ArchiCAD

建築資訊建模 (BIM) 開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃

Revit	<p style="text-align: center;">產出清單與列表格式</p>  <p>可以選取各項目標之數量、面積等，依樓層選取設定依序顯示各層面積總和等。</p>
	<p>F 產出清單與列表格式</p>

第七章 BIM 開源自由軟體與專有軟體差異性分析



The screenshot displays the FreeCAD interface with a 3D model of a building structure. A 'Schedule definition' dialog box is open, showing a table of items to be included in the schedule. The table has columns for '說明' (Description), '屬性' (Property), '單位' (Unit), '物件' (Object), and 'Filter'. The items listed are:

說明	屬性	單位	物件	Filter
1 2F walls area	object.Vertical...	m ²	Group021	type:Wall
2 3F walls area	object.Vertical...	m ²	Group031	type:Wall
3 4F walls area	object.Vertical...	m ²	Group041	type:Wall
4 5F walls area	object.Vertical...	m ²	Group052	type:Wall
5 6F walls area	object.Vertical...	m ²	Group073	type:Wall
6 roof walls area	object.Vertical...	m ²	Group103	type:Wall

Below the dialog box, the 'Arch' properties panel is visible, showing settings for the schedule, such as 'Create Spr...' (true), 'Description' (2F walls area, 3F walls area, 4...), 'Detailed R...' (false), 'Filter' (type:Wall type:Wall type:W...), 'Objects' (Group021, Group031, Group...), 'Result' (Result001), 'Unit' (m², m², m², m², m²), and 'Value' (object.VerticalArea, object.V...).

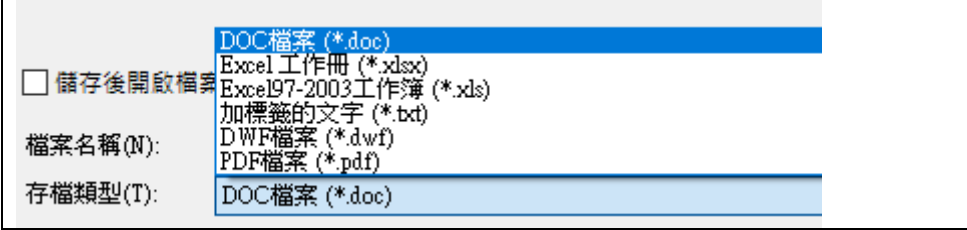
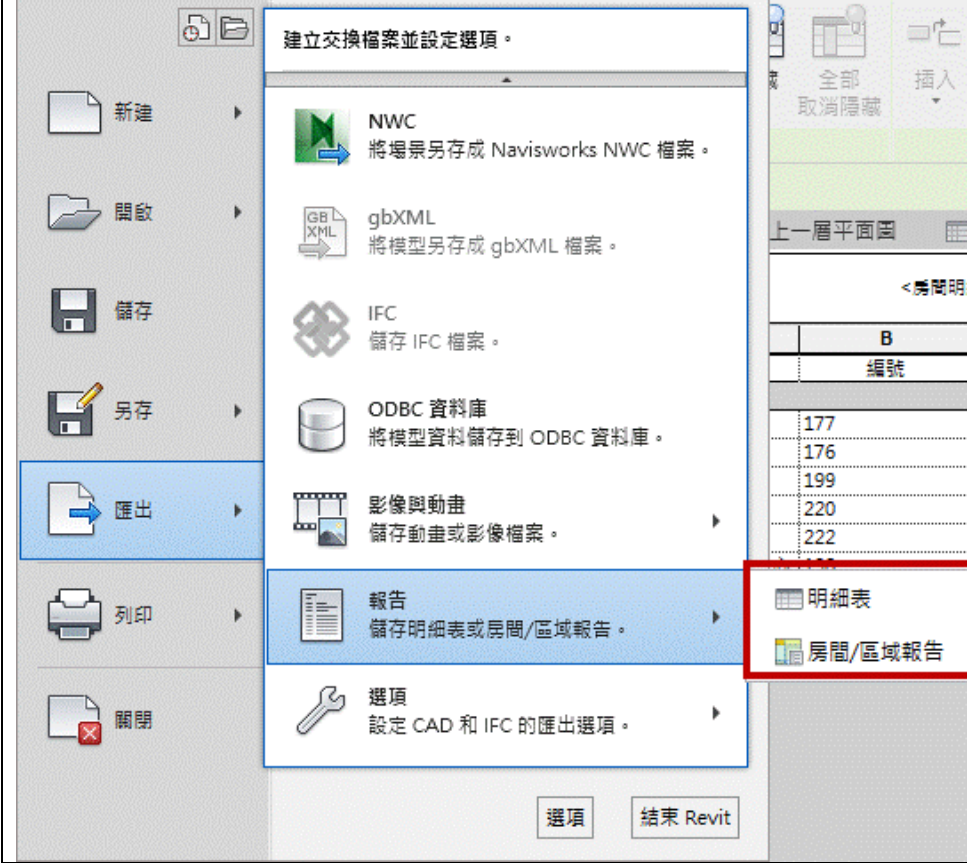
The bottom part of the screenshot shows the 'Content' area with a spreadsheet table:

	A	B	C	D	E
1	Description	Value	Unit		
2	2F walls area	508.48	m ²		
3	3F walls area	221.60	m ²		
4	4F walls area	621.92	m ²		
5	5F walls area	233.72	m ²		
6	6F walls area	621.92	m ²		
7	roof walls area	326.04	m ²		
8					
9					
10					
11					
12					
13					

可擷取物件項目目標之屬性及單位量加總，但須自行編寫個屬性及單位和目標物件，且單位量擷取自目標模型，因此目標模型屬性需正確。各樓層等分列需分別設定，加總計算需繪出表格用另外計算。

結論 FreeCAD 可產出單位量表格，但對於表格內的計算需繪出於表格檔案另外計算。

二、檔案交換差異性

<p>ArchiCAD</p>	<p>產出檔案格式</p>  <p>可產出 PDF、DOC、XLSX、XLS、DWF、TXT...等常用檔案。</p>
<p>Revit</p>	<p>產出檔案格式</p>  <p>可產出 TXT，直接產出 excel 表需安裝外部工具。</p>
<p>F</p>	<p>產出檔案格式</p>

第七章 BIM 開源自由軟體與專有軟體差異性分析

	<p>存檔類型(T): Comma-separated values (*.csv) 隱藏資料夾 Comma-separated values (*.csv) TAB-separated values (*.tsv) Markdown (*.md)</p>
	<p>可產出 CSV、TSV、MD... 等檔案。</p>
<p>結論</p>	<p>FreeCAD 可匯出 CSV、TSV 檔，於 Excel、LibreOffice 開啟沒有問題。</p>

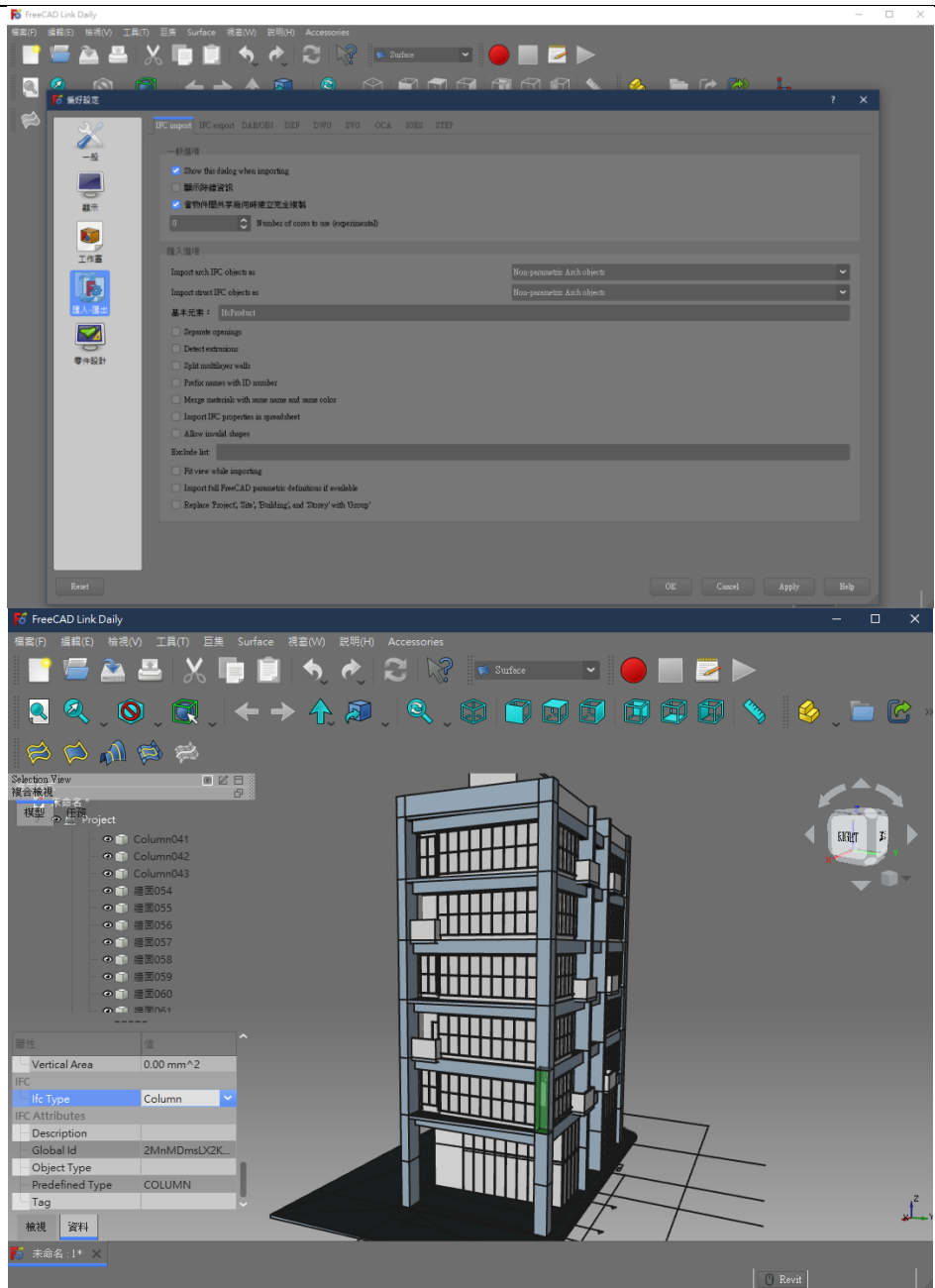
第五節 IFC 導入導出差異性

一、IFC 導入差異性



FreeCAD IFC 導入設定介面

FreeCAD



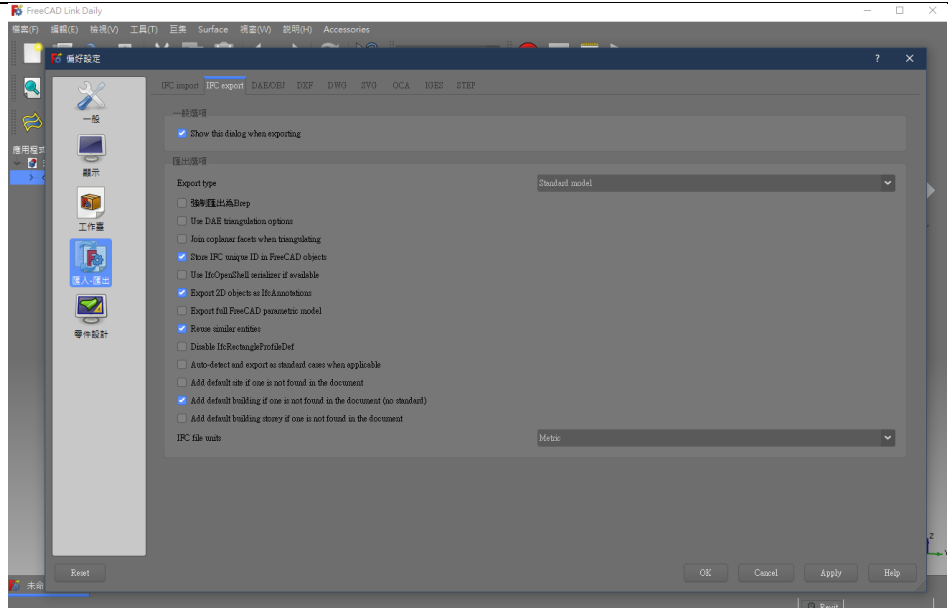
導入時幾何資訊、非幾何資訊皆可正確導入，IFC 包含圖層則可一併導入。

建築資訊建模 (BIM) 開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃

結 論	FreeCAD 元件本身就使用 IFC 來分類，沒有 Revit 的族群或 ArchiCAD 的分類概念，因此導入後不會有 IFC 分類錯誤的問題。
--------	--

二、IFC 導出差異性

ArchiCAD	<p>ArchiCAD IFC 導出設定介面</p>
	<p>導出前須先確認 ArchiCAD 分類是否有正確對應 IFC 分類，以免導出時 IFC 類型錯誤，若分類沒有問題則幾何資訊、非幾何資訊皆可正確導出，IFC 包含圖層則可一併導出。</p>
Revit	<p>Revit IFC 導出設定介面</p>

	<p>導出前須先確認版本及相關輸出設定，若沒有問題則幾何資訊、非幾何資訊皆可正確導出，IFC 包含圖層則連圖層皆可導出。</p>
<p>FreeCAD</p>	<p>FreeCAD IFC 導出設定介面</p> 
	<p>FreeCAD 的元件使用 IFC 分類，因此導出 IFC 分類不會有問題，但導出幾何資訊時物件基準點會跑掉，需分系統導出才可解決問題，而非幾何資訊的欄位內容可正確導出。</p>
<p>結論</p>	<p>FreeCAD 元件本身就使用 IFC 來分類，不像 Revit 與 ArchiCAD 有自己的族群與分類，因此導出 IFC 分類上較專有軟體不易出錯，但 FreeCAD 元件導出時基準點錯誤的問題，需等軟體更新後完善，目前可靠分系統導出解決此問題。</p>

建築資訊建模（BIM）開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃

第八章 BIM 開源自由軟體發展路徑規劃

營建產業間的 BIM 環境的發展上面臨了挑戰，根據內政部建築研究所歷次的論文(內政部建築研究所 鄭元良(民 100)。建築資訊模型(BIM)於建築物消防安全管理之應用。)[4]與(內政部建築研究所 施宣光(民 107)。IFC 規劃分析結案報告書。)[5] BIM 推動困境歸納如下：

1. 『參與者眾多複雜與生命週期長等特質，造成設計與施工間產生了許多不符預期的成果』，
2. 『在 BIM 實務應用上之問題可以歸納為法規、管理、技術、訓練等問題』，
3. 『擴大使用者參與』，
4. 『在地化』，
5. 『應用軟體間檔案移轉受到限制』，其中 3、4、5 所指的困境又與專有軟體及軟體商策略有關，有關專有軟體的問題又可細分為以下幾項：

1. 價格昂貴與商業模式不定
2. 版本限制也不符合建築生命週期使用的穩定性
3. 不開放程式碼，軟體限制大，彈性小，消費者客製化困難
4. 軟體檔案格式不同交換不易且正確建置與轉換 IFC 需要專業上的學習
5. 彼此競爭流通性差，建築產業是團隊工作，嚴重影響生產力的效率

以上問題都可以從 BIM FOSS 中獲得解決，如 BIM FOSS 軟體本身的價格是免費的，也藉此抑制軟體商肆意調整軟體價格，且開源軟體為開放程式碼，能根據需求進行功能的客製化，同時解決軟體在地化的問題，再者 BIM FOSS 本身是沒有版本限制，能隨時更新至最新版本，終端使用者不會因為軟體限制而造成不方便，這樣也符合建築生命週期的穩定性。而從 OSArch 上可得知開源軟體社群是支持 OPENBIM 的理念，雖然檔案交換上仍需要專業上的學習，但 BIM FOSS 的發展會更符合團隊工作的模式。

建築資訊建模（BIM）開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃

BIM FOSS 在國外的發展上是屬於早期階段，國內則是才剛開始接觸，從資料蒐集與研究團隊的驗證中分析國內 BIM FOSS 發展上會面臨的挑戰歸納如下：

1. 建立 BIM FOSS 專業知識的學習曲線陡峭
2. 缺乏 BIM FOSS 的實務應用經驗
3. 缺乏 BIM FOSS 軟體的維護團隊

針對上述問題本研究團隊召開了專家座談會，並彙整專家與研究團隊的建議，共提出 6 項策略建議：

1. BIM FOSS 本土中文化
2. 提供學習管道及詢問的平台
3. BIM FOSS 元件庫/模組本土化
4. 營建各階段作業流程驗證
5. 與中性格式的交換驗證
6. 成立台灣 BIM FOSS 維護組織

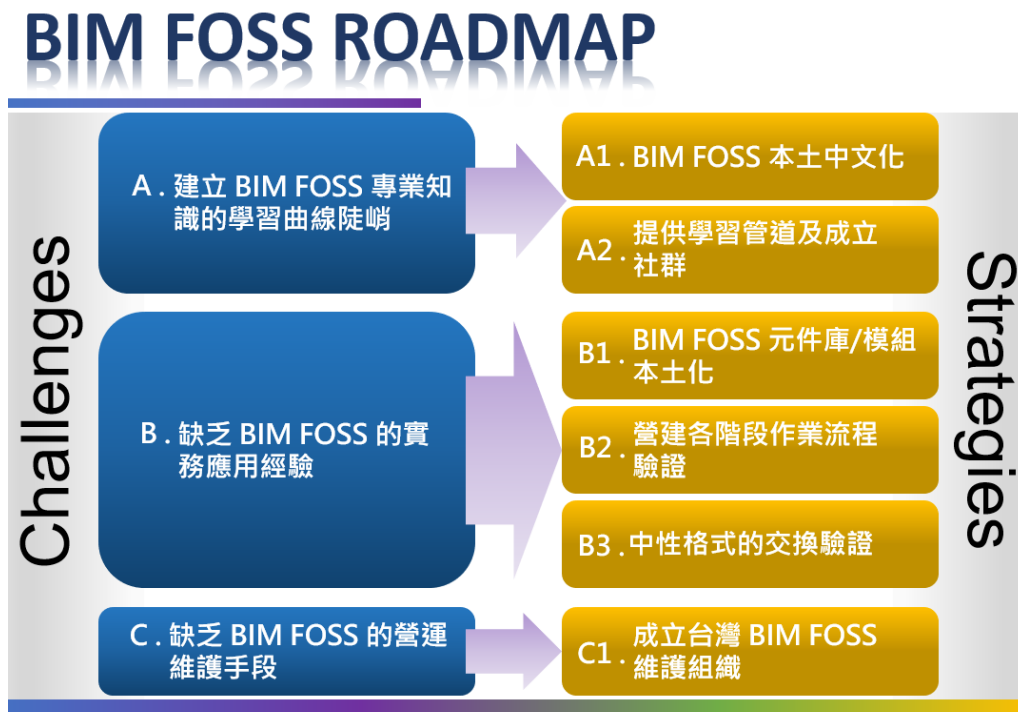


圖 8-1-1 BIM FOSS RoadMap

第一節 A1.BIM FOSS 本土中文化

從 6-2 章節可知目前 FreeCAD 的中文化皆由志工翻譯，所以系統中文化並不完全，且專業用詞的翻譯都使用非本土化的專有名詞，如此對於新手學習上會造成很大的阻礙，因此再評估軟體本土中文化可行性後，期望未來的後續計畫中能盡快進行軟體介面、操作手冊、網站功能介紹、維基百科等的中文本土化工作，消除長期以來使用非本土翻譯的中文，使中文化導入能跟國內法令、合約、習慣用詞一致，使未來學習與作業上更為順利。

第二節 A2.提供學習管道及成立社群

雖然 BIM 已經是建築產業的趨勢，但建築產業保守而傳統，產業資訊化是所有產業中最低的產業，這與人文社會的制度是息息相關，大部分的建築師還是維持傳統的 2D 繪圖方式，難以花人力與時間導入 BIM，因此需要建築相關的專家規劃完整的課程，以提供學習管道幫助入門，使它人能有個可依循的作業流程，其次則要成立社群提供討論與交流的平台，維持 BIM FOSS 的學習熱度，協助排除疑難雜症，並持續發展本土的 BIM FOSS 領域。

一、學習管道

在疫情的影響下，許多課程皆變為線上授課的方式，此方式逐漸成為趨勢，優點是不分地區皆能報名參加，因此可以藉由線上開課來進行跨區教學，使偏鄉地區也能學習軟體，且偏鄉地區更難承擔專有 BIM 的費用，BIM FOSS 則為成為其導入的誘因，彌補城鄉地區的程度落差。

而今年本研究團隊人員已在建築中心開辦的 BIM FOSS 應用課程教課，課程報名人數踴躍顯示產業界有此需求，應將持續的推廣 BIM FOSS 課程，並藉由後續的研究計畫補充更多的實際案例於教

建築資訊建模 (BIM) 開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃

學中，長期推廣下來也培養更多師資進入產業界中，讓更多人參與其中。

另外除了產業界有開班授課外，教育界也必須推廣 BIM FOSS 的應用課程，從學生開始訓練未來 BIM FOSS 的人才，也屏除長期以來專有軟體惟覺學內容的弊病，讓學校有一個新的 BIM FOSS 軟體應用出路。

且在進入數位時代的現在，能編寫程式語言的學生越來越多，開源自由軟體可自由客製化的特點更適合教學，因此由學校帶領學生學習 BIM FOSS，有了開放資訊也有了開源軟體，才能到達數位平權的時代。

二、成立社群

自由軟體的精神在於互助，由所有人來共同解決問題，所以 BIM FOSS 本土化就需要成立社群供討論與交流，並隨著建築人士與精通數位的專家加入以後，藉由參與者的努力共同來改善建築產業的數位環境，而社群就如同自由軟體的精神支持四種自由，使用的自由、學習的自由、共享的自由、改善的自由，如圖 8-2-1，在遵守 4 種自由的原則下，社群可以提供產業以下 5 種服務：

1. 協助推廣建築產業的自由開源軟體。以及提供一個共享的網路平台。
2. 提供線上社群服務，建立渠道幫助建築產業中各領域的專家與其他人討論自由開源軟體的問題。其中包括即時聊天、線上論壇、電子郵件聯繫和線上研討會等。
3. 提供、蒐集和彙整並共享有關建築產業中自由開源軟體。包括國際資訊、相關 BIM FOSS 實務案例、學術文章、視頻教程、培訓素材。
4. 構建自由開源軟體。為回應產業需求由社群成員或委託其他單位開發本土化模組與元件。

5. 在開發者和使用者之間建立聯繫，並支持開發者和使用者互相幫助，例如讓使用者測試新的技術，幫助開發者取得回饋，或是社群會關注使用或開發需要資源的地方。

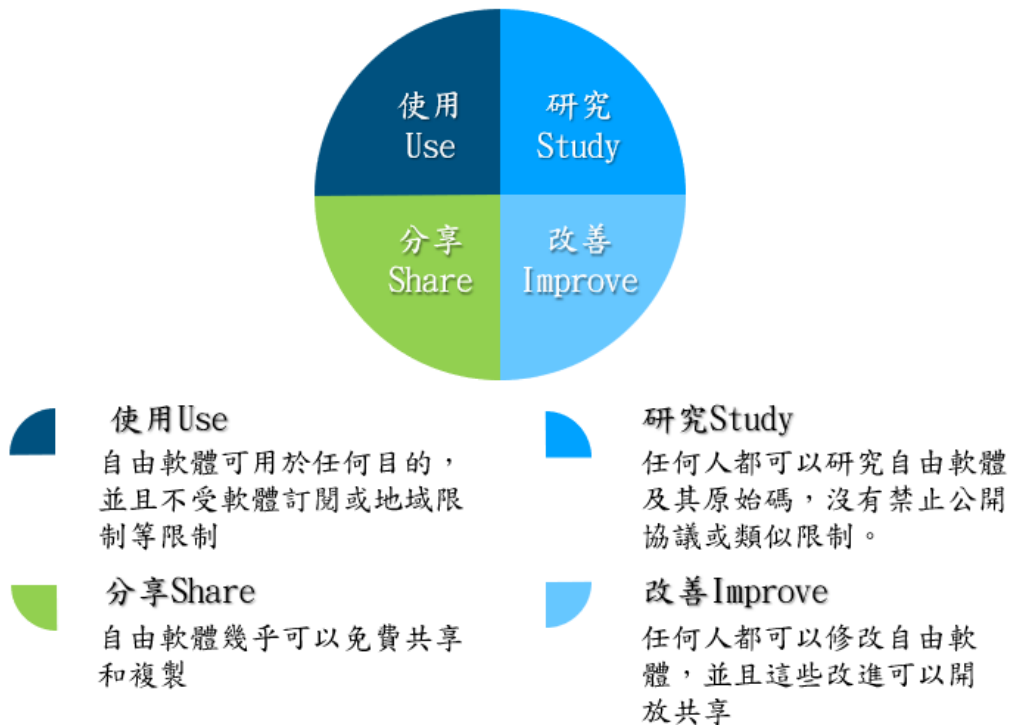


圖 8-2-1 開源自由軟體的 4 個自由

第三節 B1.BIM FOSS 元件庫/模組本土化

本研究以 FreeCAD 作為 BIM FOSS 主要的建模軟體，然而在 FreeCAD 建模過程中，會感受到軟體缺少本土化的元件，為了使建模作業符合本地化，需要在後續計畫中擴增本土化元件庫，以符合本土化建模的基本需求，另外隨著使用人數增加，會產生各種專門的需求，為了使本土化功能更加全面，也需要針對本土化進行模組開發，從章節 4-2 已確認元件庫/模組本土化的可行性，能在後續計畫對 BIM FOSS 持續加值，使本土化作業流程更加順利。

一、元件庫本土化

FreeCAD 軟體本身就已經具備元件庫，但其元件庫多元多類種，但是建築相關種類能仍不足，所以若要發展 BIM FOSS 則必須增加基本的元件庫種類與數量，因此建議於後續計畫的早期開始作業，然而元件的建模作業必需根據政府元件製作規範製作，因此建議先從設計階段申請建築執照所需的元件的虛擬元件開始建置，充實設計階段元件庫。

另外可透過政府工程，收集設計與施工單位完成的 LOD300/400 的設備供應商的元件庫，聚集可形成政府各類工程的的 LOD300/400 元件庫資料，並可做為運維管理使用與開放供公眾使用，也可邀請建築產業材料設備廠商相關公會等建置產品的本土元件庫，透過網路讓有需求者下載，並隨時按生產週期更新元件庫。

而在元件建置時須使用共同標準，建議元件庫的規範除了本土外，也應該與國際規範接軌，如歐盟與美國等主要國家標準的元件庫的元件規格，利於國內產品外銷國際市場。

二、模組本土化

從第七章可得知目前專有軟體能完成的 BIM 應用在 BIM 開源自由軟體皆能完成，但開源自由軟體相較專有軟體的作業流程可能較為複雜，但國際上建築產業的自由開源發展日益蓬勃，除在網路上收集國外成果外，應可委託國內外成熟發展的 FOSS BIM 社群開發並分享模組。

另外開源自由軟體的雲端團隊工作會是一個必要的功能，還有配合本土化的法規檢討與施工可行性檢討，建議能在後續計畫中進行相關的模組開發，以利 BIM FOSS 進行本土化作業。

第四節 B2.營建各階段作業流程驗證

本研究已在第七章評估設計階段的 BIM 應用，在後續計畫應以實例探討 BIM FOSS 的作業流程，分別驗證設計階段、施工階段與維運階段的作業流程，並在作業流程中碰到問題時提供解決辦法或建議，並能在完成後有實際案例可以作為教學的參考資料或是學術研究的依據。

一、設計階段作業流程驗證

BIM FOSS 在建築產業設計階段主要的使用者為建築師事務所，建築師事務所做為 BIM FOSS 主要的推廣族群多為中小企業，對於導入 BIM 專有軟體相較企業來說較有困難，本研究在七章已經針對設計階段的差異性進行初步驗證，而在後續計畫中則應先以實例驗證 BIM FOSS 在設計階段的作業流程，作業流程的驗證項目裡應包括建模、2D 建照圖產出、3D 透視圖產出、5D 數量計算、6D 耗能計算等，在驗證過程中如有軟體可本土優化的部分，可建議在未來進行相關模組的功能開發。

二、施工階段作業流程驗證

接續設計階段後再驗證施工階段 BIM FOSS 的作業流程，為了符合建築全生命週期的 BIM 應用，在施工階段應使用設計階段的模型進行模型的深化作業，驗證則應包刮 LOD 400 的建模、2D 施工圖產出，3D 施工性檢討、4D 施工模擬動畫、5D 材料數量計算，在作業流程的驗證過程中如有缺少的功能，可建議在未來進行相關模組的功能開發。

三、維運階段作業流程驗證

維運階段的 BIM FOSS 作業流程驗證將在施工階段之後，為了符合建築全生命週期的 BIM 應用，應使用施工階段的模型進行後續應用驗證，驗證的項目應包刮 6D 能源模擬、7D 維運資料產出、8D

建築資訊建模 (BIM) 開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃

物流管理的驗證，另外也建議測試導入 ACE FOSS 的 FM 平台，而在作業流程的驗證過程中有需要本土化客製的功能，可建議在未來進行相關模組的功能開發。

第五節 B3. 中性格式的交換驗證

中性格式是否能用於開源與專有軟體之間的交換，在後續計畫中主要將解決 3D 模型資訊與 2D 圖形資訊於不同軟體間交換的問題。

一、BIM 資訊交換驗證

建築產業中主流的 BIM 專有軟體為 Autodesk Revit 與 Graphisoft ArchiCAD，而目前僅最新版 ArchiCAD 25 能讀取 Revit 檔案，因此產業間還是多以 ifc 交換為主，而作為 OPENBIM 的開放格式 ifc 其理念則受到國外 BIM FOSS 社群的支持，開源自由軟體與專有軟體之間是可以用 ifc 做為共同的交換格式。

市面上 Revit 與 ArchiCAD 還是佔大宗，因此後續計畫的研究可先探討專有軟體 BIM 銜接開源自由軟體的交換流程，將 ArchiCAD 與 Revit 正確導出 ifc 資訊並可導入開源自由軟體，且配合政府研究計畫至少要能滿足建築研究所所移轉營建署建置 5 年建築管理開放收存 ifc 格式及法規標準並加以驗證。

二、CAD 圖形資訊交換驗證

目前建築產業最常使用的 CAD 圖資交換格式為 pdf、dwg、dxf 檔，pdf 作為交付格式在交付後則無法進行編輯，而後續需進行再編輯的檔案則由 dwg、dxf 交付，dwg 是 Autodesk AutoCAD 的檔案格式，在與開源自由軟體交換要加工才有辦法讀取，因此不建議做為研究中的交換格式，而 dxf 則是目前大部分的 CAD 繪圖軟體皆能產出的檔案格式，且開源自由軟體也都支持中性格式的 dxf 檔，因此在後續研究中將驗證 dxf 用在各階段作業流程的檔案交換。

第六節 C.成立台灣 BIM FOSS 維護組織

BIM FOSS 的後續維護是所有使用者所擔心的問題，因此在將來維護就須成立一個台灣官方的 BIM FOSS 的維護組織，將本土化作業流程中應用到的 FOSS 軟體規劃進行維護，而為了提供營運團隊所需費用的收入，開源自由軟體軟體也能進行相關商業行為，如低成本的本土化 BIM FOSS 模組、相關顧問服務、雲端團隊工作的伺服器租借等等，都是以後維護組織可以提供的服務，另外盈餘的部分則可以贊助給軟體開發者，協助優先開發本土產業需應用的元件庫或模組功能，目前很多 FOSS 皆在發展階段，如有組織贊助支持則可加速軟體其發展，使軟體更加成熟也更將符合本土產業需求。

建築資訊建模（BIM）開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃

第九章 結論與建議

本研究計畫「BIM 開源自由軟體本土化評估及發展路徑規劃」彙整國內外有關 BIM FOSS 之文獻，包括調查 BIM FOSS 種類與國內外 BIM FOSS 發展現況並提出適合本土化之 BIM 軟體，再評估 BIM FOSS 元件/模組本地化可行性與提出 BIM FOSS 差異性分析驗證，最終彙整出國內的 BIM FOSS 本土化發展策略。藉由 BIM FOSS 的發展協助我國政府在 BIM 的推廣上能更為順利，提供我國建築產業一個使軟體不受成本影響與資料不受控制的方案，並且本研究能作為後續 BIM 相關研究的依據，讓 BIM 軟體發展有一條新的研究方向。本研究計畫之具體結論與建議如後。

第一節 結論

本研究計畫依據需求書內容需提出台灣軟體商自行開發 BIM 軟體可行性、BIM FOSS 軟體種類調查與本土化可行性、BIM FOSS 選擇的建議與其基本建模手冊、BIM FOSS 本地化元件/模組可行性、BIM FOSS 本土化契機及可扶植之產業、BIM FOSS 差異性分析與 BIM FOSS 發展路徑規劃等成果，本研究計畫結論分述如後。

一、台灣軟體商自行開發 BIM 軟體可行性

依目前國內的資訊產業而言，台灣幾乎沒有軟體廠商有能力自無至有來重新開發 BIM 軟體，國外累積幾十年的時間所開發出來的工具，台灣的軟體廠商想要在短短幾年內開發出 BIM 軟體是一件困難且缺乏效益的事情。而台灣的建築環境較偏向自行吸收 BIM 費用，不合理的狀態導致 BIM 周邊開發的可行性降低，要在現在環境的條件下由台灣軟體商自行開發 BIM 軟體，其可行性非常的低，而研究國際上已有的 BIM 開源自由軟體並將其本地化能取得

建築資訊建模 (BIM) 開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃

更好的收益，能打破台灣建築產業 BIM 發展現狀瓶頸的方法之一，因此不建議國內軟體商在另外開發 BIM 軟體。

二、BIM FOSS 軟體種類調查與本土化可行性

根據需求內容種類調查軟體至少包含 FreeCAD、OpenProject BIM、IFC++、Blender、QCAD、Gimp、Inkscape、QGIS and SweetHome3D 等軟體，另外國外還有針對 AEC 產業開發出不同種類的 FOSS，研究團隊蒐集了國外 OSArch 網站中彙整的 AEC 相關軟體資料，也將以下推薦的軟體加入本研究的種類調查中，如可外掛 BIM 功能的 BlenderAdd-on 插件、台灣開源社群推薦使用的 OpenStreetMap、能載入點雲掃描資訊的 Regard3D 與 MeshLab、用於瀏覽 IFC 檔的 BIMServer 與 BIMData、作為耗能分析軟體的 EnergyPlus 與套裝的 OpenStudio、照明模擬引擎的 Radiance 及低成本建築物維運系統的 openMAINT。

除了 FreeCAD 與 Blender 作為主要建模軟體在本研究進行驗證外，以上其他軟體在資料蒐集與評估後認為可用於本土不同階段流程中，在後續其他研究或案例中建議可加入以上軟體進行驗證，擴大台灣本土 BIM FOSS 的應用層面，完善各階段與專業 FOSS 的應用模式。

三、BIM FOSS 選擇的建議與其平台基本建模手冊

本研究團隊根據國外網站與文獻蒐集，建議本研究與後續應用驗證使用 FreeCAD 作為主要的 BIM 建模軟體，未來本土 BIM FOSS 推廣上也建議以 FreeCAD 為主。

FreeCAD 是獲得 BuildingSMART Ifc4.0 的認證，並能與其他 FOSS 結合使用完成多元化的 BIM 應用，最常與 Blender 搭配使用渲染、動畫及特殊元件建模等 FreeCAD 較難做到的作業，而這個組合能完成 BIM 設計與施工階段大部分的需求。

另外本研究成果也提出 FreeCAD 的 BIM 平台基本建模手冊，內容有包括開源建築軟體之發展、FreeCAD 安裝簡介、BIM 工作台

操作說明、建築模型實力#1 Maison Dom-ino 多米諾屋，以利後續計畫的研究人員快速了解軟體架構。

四、BIM FOSS 本地化元件/模組可行性

本研究優先評估作為主要研究軟體的 FreeCAD 元件/模組本地化的可行性，本研究已經完成基本門窗等基本元件的件模測試流程，證明在本地化設計階段元件庫建置的可行性，在後續推動下配合蒐集政府與本地材料商、設備廠商等提供的元件，製作本土化的施工階段元件庫，元件庫建置作業能達到多贏的局面。

另外模組開發需配合成熟的程式開發廠商來完成，FreeCAD 的開放程式碼在模組開發上不像專有軟體只能在軟體商限制的範圍內進行開發，能根據本土化需求進行客製化，所以若未來計畫有資源可根據研究計畫內容之建議進行相關的開發工作。

而本研究另外也針對 FreeCAD 中文化進行可行性評估，主要因其介面語系為英文，中文的完整性不足，而其中許多用詞使用非本土詞彙，經過本研究計畫驗證語系本地化在技術上是沒有問題的，其語系設定檔可以直接修改，一旦完成正體中文的翻譯後，可以往上遊 FreeCAD 官網遞交此翻譯檔，以便整合到下一版的 FreeCAD 中。

五、BIM FOSS 本土化契機及可扶植之產業

由於目前建築產業主要以使用專有軟體為主，國內的產業市場在開源自由軟體這塊有非常大的成長空間，因其開放程式碼的特性使得開發的自由度高，能讓許多開發者參予進行開發，一旦國內開始推動 BIM 開源自由軟體的使用，可扶植之新興產業如教育訓練、技術支援、代工 3D 建模、特殊功能模組開發等。

六、BIM FOSS 差異性分析

本研究計畫將驗證限制在設計階段的實際案例，以 FreeCAD 的功能去比較專有軟體 Autodesk Revit 與 Graphisoft ArchiCAD 的差異性，根據驗證結果 FreeCAD 基本上能滿足設計階段的 BIM 應

建築資訊建模 (BIM) 開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃

用功能，對於設計階段的建築師事務所應用項目已足夠使用，而後續研究計畫可持續優化 FreeCAD 介面與功能，並循序漸進研究施工階段與維運階段。

七、BIM FOSS 發展路徑規劃

本研究後續計畫將 BIM FOSS 發展路徑規劃為研究與推廣兩個面向，經由以上結論可得出在研究方面，還需加強設計、施工、維運階段的流程驗證，並藉由各階段流程驗證提出後續本土化需開發模組項目的建議，以及元件庫的蒐集與建置工作及語系本土化作業也須從盡快開始動作。

在推廣方面將從國內推廣自由軟體在建築產業與政府部門的優勢與劣勢、建立自由軟體可以流通的環境政府及產業需要投入的資源或是建立的規矩、目前實際可用得部份以及制度尚欠缺需要補充三個部分去做說明。

(一) 在國內推廣自由軟體在建築產業與政府部門的優勢與劣勢如下：

1. 在產業推動上自由軟體可以自由下載，使用成本遠低於商業軟體，對於產業界推動具有一定吸引力。
2. 在國際上自由軟體是世界各國政府之主要趨勢，採用自由軟體可以與世界接軌，並讓政府、產業之智財不會因為使用商用軟體專屬格式儲存，導致智財(建築設計圖、3D 模型 .. 等)被商軟綁架。

除此之外，政府部門可以透過政策引導學界、業界開始導入、採用自由軟體，最主要的作法可以從要求產業使用開源格式檔案例如 ifc 格式，進而要求產業使用開源軟體。目前國內推動最為成功的案例為國發會推動 libreoffice，要求政府單位只能使用開源 ODF 格式來存放文件，進而推廣到各級學校及業界使用。

3. 產業推動的劣勢因國內營建產業對自由軟體普遍較為陌生，因此對於採用自由軟體來進行專案會有疑慮，在這種情況下我們應該針對自由軟體進行課程推廣，讓營建產業能多加了

解自由軟體的功能，並提供實際案例展示，讓營建產業能了解自由軟體可以達到的功能有哪些，以利企業經營者作出決策轉移至自由軟體上面。

4. 政府部門推動的劣勢由於自由軟體在營建產業目前知名度尚低，而且國內尚無實際案例可供參考，因此對於政府推動方面會有「信心不足」的問題，導致廠商不願導入相關軟體，這在推動自由軟體上面是相當大的劣勢。建議政府可以與國內建築相關產業合作，以先期導入的方式來進行案例驗證，一旦有成功案例後可以進行案例分享，提供成功經驗，以提高國內廠商採用自由軟體的意願，進而實際導入自由軟體來進行計畫開發。

(二) 建立自由軟體可以流通的環境政府及產業需要投入的資源或是建立的規矩如下：

1. 提供訓練課程(自費/免費)，協助廠商了解相關自由軟體操作，自由軟體的操作方式跟商業軟體相同都需要學習才能上手甚至是精通，因此如果有訓練課程的話可以減少新手上路的撞牆期，及早學會相關軟體的操作。
2. 提供技術開發經費，由於 FreeCAD 並非為台灣語言/環境所專門開發，因此政府可以提供技術開發經費，以利 FreeCAD 進行中文化及基本物件建立流程之技術開發，並將開發成果以開源方式回饋給使用者自由使用。
3. 制訂政策，要求建築相關產業使用開源軟體/開源檔案格式，以提高廠商導入誘因，並可以避免未來智財陷入被商軟廠商「數位綁架」的窘境。
4. 推廣至學界，政府可以提供誘因協助學界相關科系儘早教授自由軟體，以免陷入商軟養->套->殺的無限循環。

(三) 目前實際可用得部份以及制度尚欠缺需要補充的部分如下：

1. 目前已具備軟體操作的基本知識，網路社團亦有六百多位相關產業人士加入，而本年度所開設的二個課程推廣課程也獲

得不錯的迴響。未來需要補充的部份是持續深耕，將開源自由軟體繼續推動到業界，以利業界學習並採用自由軟體。

本案將於第二節建議中提出具體 BIM FOSS 發展路徑規劃供國內未來相關研究計畫參考，期望後續計畫能持續充實營建產業的 FOSS 領域，為國內 BIM 的推動添加助力，最後邁向國家產業數位化轉型的目標。

第二節 建議

BIM 在台灣約導入 15 年之久，建築產業從原本的 2D 繪圖逐漸轉變為 3D 建築資訊建模，而 BIM FOSS 處於剛開始的階段，目前台灣市面上的 BIM 軟體皆為專有軟體，因此沒有 BIM FOSS 實際案例，本研究參考 BIM 的發展歷程，將每 3 年 BIM FOSS 的發展分為一個里程碑，隨著計畫持續推進將會有更多的案例被驗證，且模組與元件的本土開發也會更加完善，期望後續計畫再經過三個里程碑後 BIM FOSS 使用者比例能達到市場的 20% 左右，並與專有軟體維持此使用人數比例，若未來開發後能成為成熟的軟體則可成為公部門指定的交付格式，比例因此也會往上成長至 50% 左右，如下圖。

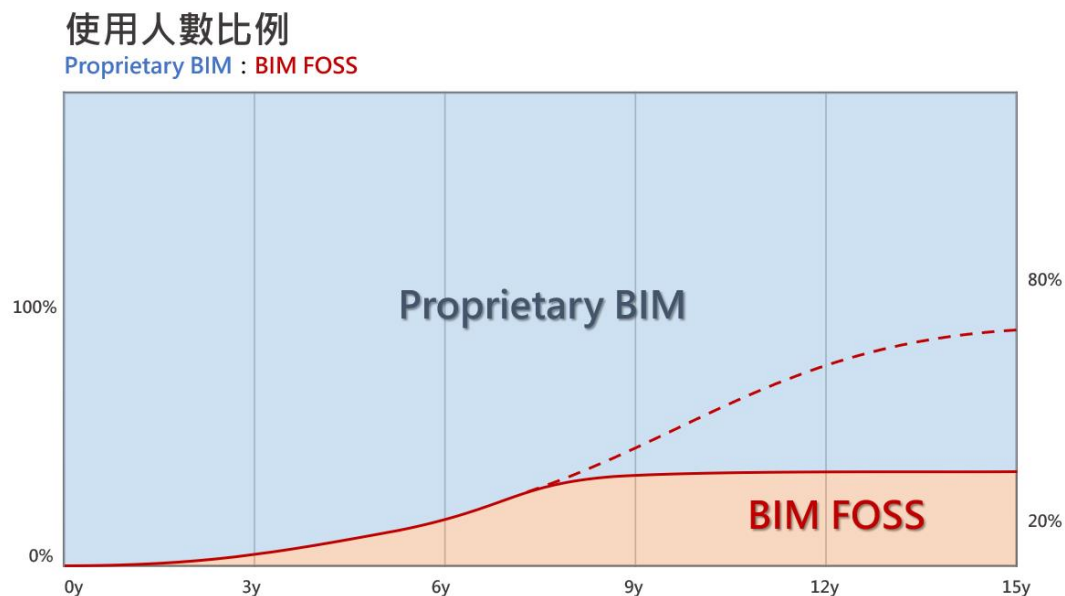
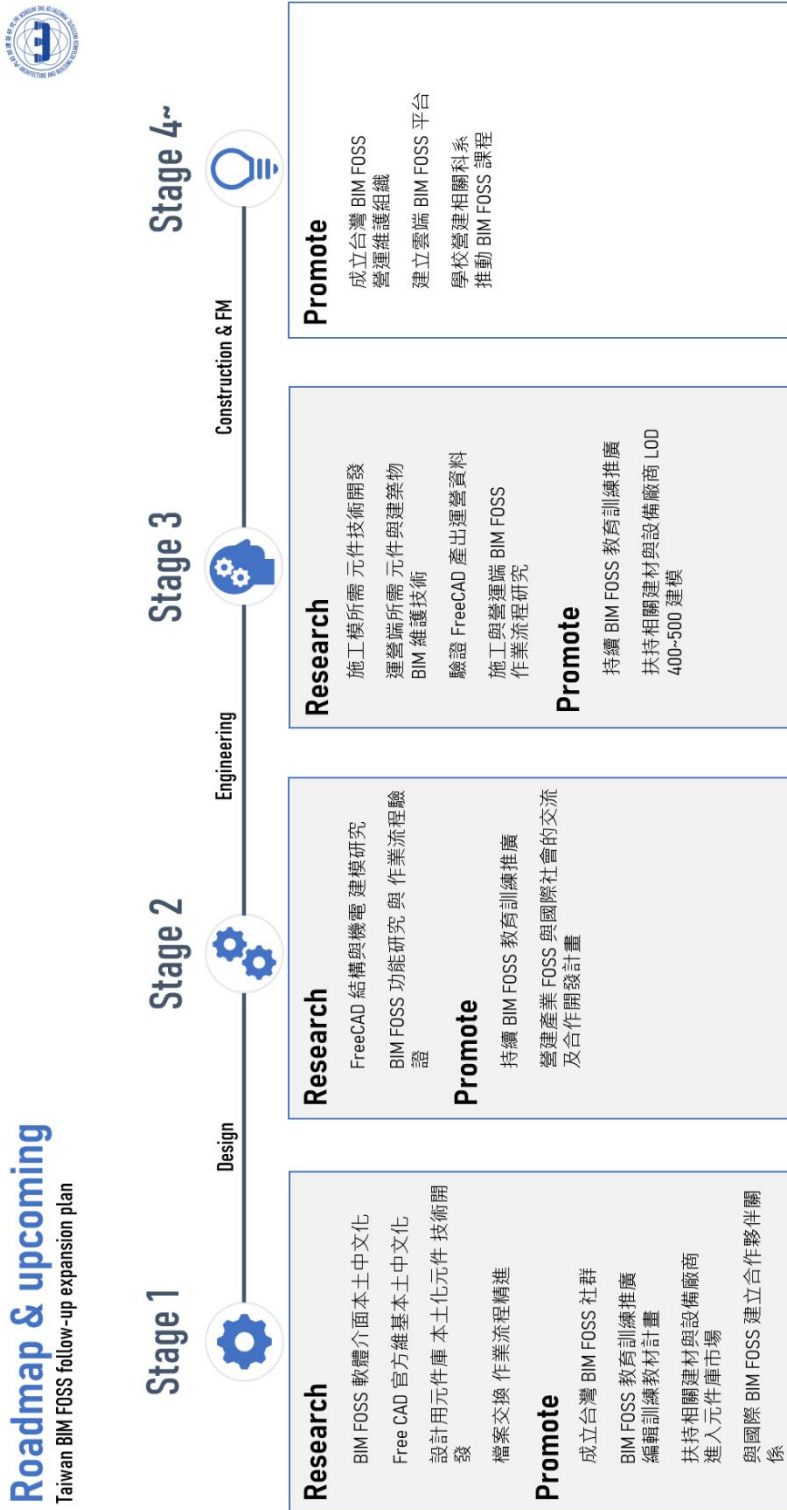


圖 9-2-1 BIM 使用人數比例

第九章 結論與建議

彙整第八章 BIM FOSS 發展路徑規劃的建議內容，後續計畫建議分為四個階段，每個階段的計畫時長可參考圖 9-2-1 的每個里程碑，再根據研究成果後進行滾動式調整，四個階段如圖 9-2-2 內容分別如下：

建築資訊建模 (BIM) 開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃



一、第一階段：BIM FOSS 建築設計端研究

台灣建築產業的建築師事務所或設計公司是 BIM FOSS 優先推廣的族群，多屬較難以負擔專有 BIM 成本的中小型企業，因此後續 BIM FOSS 研究計畫建議從設計階段開始，研究項目彙整本案第八章內容，建議可從以下內容開始研究：

- 1、 BIM FOSS 軟體介面本土中文化
- 2、 FreeCAD 官方維基本土中文化
- 3、 設計階段用元件庫本土化元件開發
- 4、 檔案交換作業流程的精進

國內建築產業對開源自由軟體普遍較為陌生，因此對於採用開源自由軟體來進行專案會有疑慮，在這種情況下我們應該針對自由軟體進行課程與社群的推廣，讓建築產業能多加了解自由軟體的功能，以利企業經營者作出決策轉移至自由軟體上面，彙整第八章內容，建議可以從以下內容開始推廣：

- 1、 成立與營運 BIM FOSS 社群
- 2、 BIM FOSS 教育訓練推廣
- 3、 編輯 BIM FOSS 訓練教材
- 4、 扶持相關建材與設備廠商進入元件庫市場
- 5、 與國際 BIM FOSS 建立合作夥伴關係

第一階段研究時間共 3 年，計畫相關費用經過專家訪談與本研究團隊粗估，BIM FOSS 軟體介面本土中文化與 FreeCAD 官方維基本土中文化研究費用一年各為 30 萬元，設計階段用元件庫本土化元件開發費用一年為 100 萬元，檔案交換作業流程的精進相關研究費用一年為 90 萬元，推廣相關費用包刮社群營運、教育訓練、編寫最新教材、扶持產業進入市場、與國際交流等費用一年為為 250 萬元，因此第一階段費用粗估一年金額為 500 萬元，三年總金額為 1,500 萬元。

二、第二階段：BIM FOSS 機電設計端研究

加入 BIM FOSS 機電設計方面的研究，並延伸第一階段的研究成果且提供實際案例展示，讓建築產業了解 BIM FOSS 可以達到的功能有哪些，建議可從以下內容開始研究：

- 1、FreeCAD 結構與機電建模
- 2、BIM FOSS 功能與設計作業流程驗證

第二階段研究時間也共 3 年，將持續上一階段的推廣工作，並建議政府可以與國內建築相關產業合作，以先期導入的方式來進行案例驗證，一旦有成功案例後可以進行案例分享，提供成功經驗，以提高國內廠商採用開源自由軟體的意願，進而實際導入自由軟體來進行計畫開發，研究計畫內容與第一階段類似，但以建築工程與機電為主，因此計畫相關費用參考第一階段內容一年為 500 萬元，三年總金額為 1,500 萬元。

三、第三階段：BIM FOSS 施工、維運端研究

前面研究已完成 BIM FOSS 本土化的大部分內容，之後則進行施工階段與維運階段的驗證工作，深化 BIM FOSS 的本土化的應用能力，建議可從以下內容開始研究：

- 1、施工模所需的元件技術開發
- 2、運營端所需元件與建築物 BIM 維護技術
- 3、驗證 Free CAD 產出運營資料
- 4、施工與營運端 BIM FOSS 作業流程研究

第三階段研究時間也共 3 年，且扶持相關建材與設備廠商 LOD 400~500 的建模，研究計畫內容與前階段類似，但以施工階段與維運階段為主，因此計畫相關費用參考之前階段內容一年為 500 萬元，三年總金額為 1,500 萬元，後續也將設立長期目標，如成立台灣的 BIM FOSS 維護組織，由組織建立雲端 BIM FOSS 平台提供更全面的服務，另外也推廣至學界，帶動建築相關科系推動 BIM FOSS 課程。

表 9-2-2 RoadMap 列表

	年期	時間	經費	人力數	專長程度
第一階段	民國 111 年 ~ 民國 113 年	3 年	1500 萬元	15~20 人	建築與資訊相關 BIM 年資五年以上。
第二階段	民國 114 年 ~ 民國 116 年	3 年	1500 萬元	15~20 人	建築工程與資訊相關 BIM 年資五年以上。
第三階段	民國 117 年 ~ 民國 119 年	3 年	1500 萬元	15~20 人	施工及維運與資訊相關 BIM 年資五年以上。

建議一

立即可行之建議—BIM FOSS 選擇的建議與其使用手冊

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：財團法人台灣建築中心

本研究發現 FreeCAD 是獲得 BuildingSMART IFC4.0 的認證，並能與其他 FOSS 結合使用完成多元化的 BIM 應用，最常與 Blender 搭配使用渲染、動畫及特殊元件建模等 FreeCAD 較難做到的作業，而這個組合能完成 BIM 設計與施工階段大部分的需求。

另外本研究也提出 FreeCAD 的 BIM 平台基本建模手冊，內容有包括開源建築軟體之發展、FreeCAD 安裝簡介、BIM 工作台操作說明、建築模型實力 #1 Maison Dom-ino 多米諾屋，以利後續計畫的研究人員快速了解軟體架構。

建議二

長期性建議—BIM FOSS 本土化契機及可扶植之產業

主辦機關：公共工程委員會、內政部營建署、內政部建築研究所

協辦機關：財團法人台灣建築中心、資策會

由於目前建築產業主要以使用專有軟體為主，國內的產業市場在

建築資訊建模 (BIM) 開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃

開源自由軟體這塊有非常大的成長空間，因其開程式碼的特性使得開發的自由度高，能讓許多開發者參予進行開發，一旦國內開始推動 BIM 開源自由軟體的使用，可扶植之新興產業如教育訓練、技術支援、代工 3D 建模、特殊功能模組開發等。

建議三

長期性建議—BIM FOSS 發展路徑規劃

主辦機關：公共工程委員會、內政部營建署、內政部建築研究所

協辦機關：財團法人台灣建築中心、大學建築與資訊相關研究所

本研究後續計畫將 BIM FOSS 發展路徑規劃為研究與推廣兩個面向，經由以上結論可得出在研究方面，還需加強設計、施工、維運階段的流程驗證，並藉由各階段流程驗證提出後續本土化需開發模組項目的建議，以及元件庫的蒐集與建置工作及語系本土化作業也須從盡快開始動作。

在推廣方面將從國內推廣自由軟體在建築產業與政府部門的優勢與劣勢、建立自由軟體可以流通的環境政府及產業需要投入的資源或是建立的規範。

參考書目

1. 內政部建築研究所新聞稿，擷取國際經驗 邱昌嶽：引領業界投入 BIM 發展(民 108 年 8 月 21 日)。檢自
https://www.abri.gov.tw/News_Content.aspx?n=752&s=160842(June.29,2021)
2. 周光宙(民 109)。BIM 應用推廣及宣導計畫書。內政部建築研究所委託之研究成果報告。
3. 內政部建築研究所活動報導，108 年度 BIM 推廣宣導講習會北部場(民 108 年 7 月 11 日)。檢自
https://www.abri.gov.tw/News_Content.aspx?n=747&s=160819
(June.29,2021)
4. 鄭元良(民 100)。建築資訊模型(BIM)於建築物消防安全管理之應用。內政部建築研究所委託之研究成果報告。
5. 施宣光(民 107)。IFC 規劃分析結案報告書。內政部建築研究所委託之研究成果報告。
6. 維基百科。自由及開放原始碼軟體。檢自
https://en.wikipedia.org/wiki/Free_and_open-source_software
(June.29,2021)
7. 維基百科。專有軟體。檢自
https://en.wikipedia.org/wiki/Proprietary_software (June.29,2021)
8. 國家發展委員會。數位機會-自由軟體推廣應用。檢自
<https://www.ndc.gov.tw/cp.aspx?n=8E6BDF56ED5908BC&s=FC5EC1411C00C0C7> (June.29,2021)
9. 行政院研考會資訊管理處(民 100)。政府機關自由軟體推動情形。政府機關資訊通報 290 期。4-5。

參考文獻

10. 中央社報導，綠委：政府推自由軟體 可年省 21 億經費(民 107 年 1 月 5 日)。檢自
<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20170105003045-260407?chdtv> (June.29,2021)
11. 維基百科。Android。檢自 <https://zh.wikipedia.org/wiki/Android>
(June.29,2021)
12. 國家發展委員會。支援 ODF 文件格式軟體工具。檢自
<https://www.ndc.gov.tw/cp.aspx?n=32A75A78342B669D>
(June.29,2021)
13. 張憶嬋(2006)。開放原始碼軟體商業模式及相關法律問題之探討，國立政治大學。
14. 開源人年會。關於 COSCUP。檢自 <https://coscup.org/2021/zh-TW/> (June.29,2021)
15. G0v 零時政府。零時政府是什麼?。檢自 <https://g0v.tw/>
(June.29,2021)
16. Mozilla 臺灣社群。關於本站。檢自 <https://moztw.org/about/>
(June.29,2021)
17. MOPCON。關於 MOPCON。檢自 <https://mopcon.org/2020/>
(June.29,2021)
18. 台灣資料科學年會臉書首頁。關於。檢自
<https://www.facebook.com/twdsconf/> (June.29,2021)
19. Taipei Open Source Software User Group。首頁。檢自
<https://tossug.net/> (June.29,2021)
20. OpenStreetMap 台灣。什麼是開放街圖。檢自 <https://osm.tw/>
(June.29,2021)
21. 教育部校園自由軟體數位資源服務計畫。首頁。檢自
<https://ossacc.moe.edu.tw/freesoftware.php> (June.29,2021)

22. 郭哲偉(2017)。Blender 標記追蹤之探討於臉部表情動畫製作的應用，國立宜蘭大學。
23. OSArch。AEC Free Software directory。檢自 https://wiki.osarch.org/index.php?title=AEC_Free_Software_directory (June.16,2021)
24. D.Di Donato, M.Abita(2019).Low-Cost 4D BIM Modelling: A comparison between FreeCAD and commercial software.
25. Sotiris Logothetis, Elena Valari, Eleni Karachaliou and Efstratios Stylianidis(2018). Development of an Open-Source Spatial DBMS for a BIM FOSS.
26. Senthilvel, Madhumitha; Beetz, Jakob(2017). A Visual Programming Approach for Validating Linked Building Data.
27. Youtube。Yorik van Havre。檢自 <https://www.youtube.com/channel/UCGIYVS7fDKCN00maqs5esVw> (June.16,2021)
28. Yorik's blog。檢自 <http://yorik.uncreated.net/> (June.16,2021)
29. FreeCAD。Home。檢自 <https://www.freecadweb.org> (June.16,2021)
30. FreeCAD Wiki。User：Jriegel。檢自 <https://wiki.freecadweb.org/User:Jriegel> (June.16,2021)
31. FreeCAD Wiki。History。檢自 <https://wiki.freecadweb.org/History> (June.16,2021)
32. FreeCAD Wiki。User:Yorik。檢自 <https://wiki.freecadweb.org/User:Yorik> (June.16,2021)
33. Blender。Blender BIM ADD-ON。檢自 <https://blenderbim.org/> (June 16,2021)

参考文献

34. Blender。ifc pen Shell。檢自 <http://ifcopenshell.org/ifcblender> (June.16,2021)
35. LibreCAD。Home page。檢自 <https://librecad.org/> (June.16,2021)
36. QCAD。Home page。檢自 <https://www.qcad.org/en/> (June.16,2021)
37. GIMP。Main page。檢自 <https://www.gimp.org/> (June.16,2021)
38. INKSCAPE。Main page。檢自 <https://inkscape.org/> (June.16,2021)
39. QGIS。Main page。檢自 <https://www.qgis.org/> (June.16,2021)
40. OpenStreetMap。Main page。檢自 <https://www.openstreetmap.org/> (June.16,2021)
41. Blender-Photogrammetry-Importer。GitHub。檢自 <https://github.com/SBCV/Blender-Addon-Photogrammetry-Importer> (June.16,2021)
42. Regard3D。Home page。檢自 <http://www.regard3d.org/> (June.16,2021)
43. MeshLab。Home page。檢自 <https://www.meshlab.net/> (June.16,2021)
44. BIMserver.org。GitHub。檢自 <https://github.com/opensourceBIM/BIMserver>, (June.16,2021)
45. BIMData.io。Main page。檢自 <https://bimdata.io/> (June.16,2021)
46. EnergyPlus。Main page。檢自 <https://energyplus.net/> (June.16,2021)
47. OpenStudio。Main page。檢自 <http://nrel.github.io/OpenStudio-user-documentation/> (June.16,2021)
48. Radiance。about。檢自 <https://www.radiance-online.org/about/detailed-description.html#section-1> (June.16,2021)

49. openMAINT。 Main page。 檢自 <https://www.openmaint.org/en> (June.16,2021)
50. KANETA Takashi, FURUSAKA Shuzo, DENG Nisi(2017). Overview and problems of BIM implementation in Japan, Kyoto University.

附錄一、期初審查意見回覆對照表

(三) 第3案：建築資訊建模 (BIM) 開源自由軟體本土化評估及發展路徑規劃

(第1家廠商：賴朝俊)

委員	委員評選意見	廠商回應
一	BIM 自由軟體的開發，國內已經太慢了，而本土化至為重要，因此除參酌國外資料外，對於國內本土資料及案例應深入並廣為蒐集，能為國內業界所用。	目前相關的資料正在蒐集中，也正在規畫未來的 road map，希望能整合國內上中下游廠商以聯盟的型式來進行資料本土化的作業，以便進行資訊交換與整合。
二	1.先研擬未來不普遍化的可能原因，並先行避免。 2.廣泛利用各使用者之經驗，共同腦力激盪。增加相關公會、協會等交流與討論。	1.目前已經在協同主持人主持的建築師事務所承接案件中導入 FreeCAD。推廣的最主要問題在於軟體「陌生」，形成的內心障礙。一旦克服障礙，親自嘗試自由軟體，那在推動上面就不會有太大困難。 2.未來會規畫成立聯盟或學會等組織來整合大家的意思與想法，並進行 FreeCAD 等開源自由軟體之技術推廣。
三	1.自由軟體之流暢性是否為研究重	1.自由軟體目前的操作已經非常流暢，在實際使用上尚未遇到問

	<p>點，以吸引使用者使用。</p> <p>2.自由軟體之第三方軟體是否在本研究計畫範圍內？</p>	<p>題，計畫通過後我們可以再進行功能展示，示範其流暢程度。</p> <p>2.本研究計畫重點在於 FreeCAD 以及 Blender 可用性研究，因此目前暫時以此兩套軟體為主，未來若對於其它自由軟體有興趣可以再進行其它第三方軟體研究。</p>
四	<p>若 FreeCAD 還可以有「轉換軟體」就更好，如同 PDF 轉為 CAD，例：可將傳統的 CAD 直接轉成 FreeCAD。</p>	<p>FreeCAD 目前已經具有相當的檔案轉換能力，可以匯入格式有 *.3ds、*.FCScript、*.bmp、*.csv、*.dae、*.dat*.dwg*.zip 等超過 72 種格式。匯出支援格式包含 DXF、SVG 及 IFC 等 10 種。特別說明的是，傳統 CAD 如 Revit 或是 ArchiCAD 的檔案格式沒有開放轉檔，但 FreeCAD 可用 IFC 進行轉檔操作。</p>
五	<p>1.請補充說明是否已有其他國家成功推動應用 BIM FOSS 的經驗？</p> <p>2.請補充說明 BIM FOSS 的技術支援維護、中文化功能開發等；參與方式</p>	<p>1.根據維基資料，用 BIM FOSS 成功的建築師事務所分佈在歐洲，澳洲，南美洲與非洲等地區，每年在歐洲舉辦集會，成功經驗詳見各社群媒體。國外知名的有比利時建築師 Yorik van Haver、澳大利亞建築師 DionMoult 等。今年 FOSDEM2021 大會年度主題：面</p>

	<p>及人力資源需求可行的來源。</p>	<p>向 AEC 行業的 FOSS 開發，展現 FOSS 的發展趨勢。</p> <p>2.BIM FOSS 的技術支援維護會由社群協助處理，與傳統商軟非常不同。FreeCAD 中文化採用所謂的 i18n 機制來進行語系設定，幫 FreeCAD 中文化不需要動到原始程式，在實作上會相對簡單。未來如果要開發 FreeCAD 的新功能或是增加 Add-On，可以考慮透過採購程序外包給國內廠商或大學。</p>
<p>六</p>	<p>1.請不吝於任何時間提供分享開源自由軟體資料、資訊、知識。</p> <p>2.什麼是開源？什麼是自由？什麼是付費。請加以說明。</p> <p>3.國內多少人在參與或使用，如何組織交流(具體作法)</p> <p>4.先取得一個軟體裝在本所電腦，試用一下。</p>	<p>1.本團隊研究員李博明教授可於週一、二預約經驗分享，線上學習參見李教授的 Youtube 教學頻道「Linux 好好玩實驗室」。</p> <p>2.所謂的開源是指軟體的原始碼也提供給使用者，使用者可以在沒有原始廠商的情況下對其軟體進行修正補丁，或加強原有功能。開源自由軟體主要強調使用的自由，而廠商可以獲利的部份在於技術支援及新功能開發，以 Blender 為例，目前已經有 Google、nVIDIA 等大型公司贊助經費。國內亦可思考開設技術支援公司協助各事務所導入，並進</p>

		<p>行故障排除及教學等服務。如此才可能永續經營，不必仰賴政府補助。而藉由使用者付費可扶植本土廠商，不再受到漲價壓力。使用自由軟體可以無限制下載、使用，沒有授權費用的問題。</p> <p>3.國內自由軟體的相關社團很多，例如 SLAT 中華民國軟體自由協會、COSCUP 開源人年會及各地自發性形成的小型社團、FreeCAD BIM 臉書社群等。未來可成立「建築產業自由軟體協會/產業聯盟」整合國內產、官、學界共同投入這塊的發展。推動免費線上或線下教學，創造學習與知識分享學習環境，讓高昂資訊軟體費用不會造成政府在 BIM 導入，推動建築產業數位畫轉型的一大障礙。</p> <p>4.要安裝 FreeCAD 或是 Blender 至建築所的電腦非常容易，只要準備一台具有 3D 加速卡的電腦即可，隨時可以過去安裝並進行功能展示。</p>
--	--	--

附錄二、期中審查意見回覆對照表

編號	委員	審查意見	意見回覆
1.	全國建築師公會理事長 劉國隆	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建議將 BricsCAD 加入其研究範圍。 2. 說明 FreeCAD 元件的建構及後續發展如何？ 3. 如何克服連結 IFC 轉檔？ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. BricsCAD 屬於專有軟體，非本研究範圍。 2. FreeCAD 的元件庫已經存在，也陸續被增加中，如果 FreeCAD 在台灣能夠發展，致 FreeCAD 使用者增加，將會透過必要機制，如台灣建築材料或設備商，增加 FreeCAD 本土化元件，也因元件，沒有費用與專有限制，會有更多廠商與使用者願意投入，元件庫會更完整。 3. FreeCAD 是支援 IFC4 格式，並獲得制定 IFC 格式國際組織 BuildingSmart International 認證，可透過該格式與目前台灣市場主流專有軟體交換檔案。
2.	全國建築師公會資訊委員 何欽欽	<ol style="list-style-type: none"> 1. Free CAD 在 BIM 建築、機電建模之整合上，功效是否可說明。 2. 建議以實際案例操作，比較相關作業及操作之優缺點，應綜合評估執行專案之效能。 3. 本研究立意雖好，仍請考量整體產業之國際競爭力，數位化、雲端平台等發展 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 整合上與專有軟體一樣，不同應用程式，透過 IFC 交換整合，功效與專有軟體相同。 2. 本研究案，期末報告會有一實例做為該軟體之優缺點綜合評估其執行專案之效能。 3. 主流專有軟體除高價外，還有版本限制，訂閱限制，專有限制等，已造成台灣營建產業 BIM 的推動一不可忽視的阻力，另外歷次建研所研究案多所提及 BIM 檔案的交換限

		<p>已消除地域限制，主流軟體仍是台灣競爭力之關鍵，國內設計費受軟體漲價衝擊，員工薪資、BIM 人員亦成長迅速，建議調高設計費提升產業競爭力。</p>	<p>制。對建築產業之領頭羊-建築師事務所，多為五人以下規模的小型事務所，資金並不充裕，難以投入高價的 BIM 軟體成本，也造成建築產業的數位轉型困難。建築師行業是地區性服務業，國際主流軟體也不易為小規模的台灣市場而本土化，如果能推動 BIM FOSS，將可將多為小型的建築師事務所產業導入 BIM 技術，增加生產力，自然可為員工加薪，不必然會增加額外支出就可以提升產業競爭力。</p>
<p>3.</p>	<p>電機技師公會常務理事 劉火炎</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 開放原始碼的 BIM 軟體需能夠支援土建與機電的需求，並儘可能對這些 BIM 軟體作適當的比較，例如可以以 Revit 為基礎，探討這些軟體在繪圖操作性、資訊的建端導出、元件的銜接、可提供的元件庫、外加的計算能力與其他現有 BIM 軟體的相容性等加以比較統計分析。 2. 現有 BIM 元件庫可以轉移到 Free CAD ？ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 開放原始碼的 BIM 軟體透過 IFC 與其它專有軟體一樣可以交換檔案。 2. 可透過 IFC 轉入。

附錄二

<p>4.</p>	<p>資訊工業策進會 張群芳</p>	<p>1. 建議 BIM 開源軟體可針對其他系統介接或其他功能的預留，如 BIM 與物業管理、IoT 及其他設備等，若未來能成功介接，在 BIM 開源軟體上有擴充的設計，將會帶來實務上的需求。</p> <p>2. BIM 開源軟體在未來提供使用的話，其發展及維護皆需要費用，可否說明 BIM 開源軟體預計發展及推廣的營運模式為何？</p>	<p>1. 開源軟體之檔案格式與程式碼都是公開的，因此要與其他系統進行介接基本上不是太大的問題。唯一的問題出在專屬商用軟體不開放介接介面，因此只要大家都同步推動開放格式的話，在實務上絕對可行。</p> <p>2. 關推廣方面，目前已經規畫在今年開設第一期課程，以推廣為目的，因此上課不收費用，明年將繼續推動課程，屆時將會收費。至於營運方式，目前正在討論當中，預計明年會有初步的動作。</p>
<p>5.</p>	<p>台灣物業管理學會 林世俊</p>	<p>1. 採用 Free CAD 資料庫與 open MAINT 資料庫互通性。以利日後再結合 IoT 及 ICT 資料庫自動互通性。達成營建管理費用最合理化。</p>	<p>1. 未來可以將委員建議列入計畫內容以便進行研究及流程測試。</p>

<p>6.</p>	<p>社團法人 新北市建築師公會 會長 林大目</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 開源自由軟體中文化、專有名詞本土化整合，列入後續研究計畫。 2. 開源自由軟體與商業軟體，不同專業圖檔交換，與現有政府部門實施建築許可無紙化的因應措施，列入後續研究計畫。 3. 將 FOSS 擴充到施工專案管理、運營可行性，列入後續研究計畫。 	<p>謝謝委員指教</p>
<p>7.</p>	<p>陳上元教授 審查委員</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 自由軟體的存在與發展是迫使主流軟體在價格及商業模式改善的良好手段，但是卻不是 BIM 使用的目的。 2. 在如上條件下，可再引申自由軟體存在和發展的獲利模式研究，唯有持續獲利才可能使自由軟體維持及更新及使用的價值。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 這就是我們要推開源/自由軟體的目的，很多商軟都收取過高的授權費用，對於台灣建築相關行業(大部份是中小企業)造傷害。因此我們推動自由軟體，是希望給這些企業有另一個選擇，而這個選擇的穩定性及全面性可以接受，而且正在不斷進步當中。對於政府及建築相關產業來說，不被專有軟體綁架是很重要的一件事，因此採用 FOSS 對大家都利。國外已經有建築相關社群使用 FOSS 來進行設計，我們評估 FOSS 不僅是手段，也是目的。 2. 獲利可分為兩個部份來討論：一是節省自己的使用成本，二是利用 FOSS

			來賺錢。這兩個部份使用本計畫的目標都可以達成。
8.	黃 鄧 堯 建 築 師 審 查 委 員	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建議本文應著重於評估 FOSS 的評估跟發展路徑計畫，並再強化說明分析比較開源軟體與自由軟體。基本上開源軟體與自由軟體只是個概略統稱的說法，建議可用成功案例型態，例如(Linux 的 Redhat、Unreal engine、Bleader...)深入談一下別個軟體的維護組織、授權範圍，因為這連帶會引響後面的商業應用可行性的評估。 2. 第六頁--自由軟體賦予使用者四種自由(摘自維基百科定義)其實是比较粗略的描述請補充，目前很多軟體的授權模式更為多元，並非只是單純使用類似 Linux 上的 GPL(GNU)授權模式，主要是 GPL(GNU) 授權 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究案是以 BIM FOSS 為研究為範圍，如報告書所敘述範圍，有關其他例如(Linux 的 Redhat、Unreal engine、Bleader...)非屬於此次研究範圍。 2. 謝謝委員建議，在此要特別說明的是開源軟體並不反商，而且事實上目前已經多個商業公司採用開源模式來進行盈利。有關軟體的授權主要有 GPL、BSD、MIT、Apache .. 等模式，但是這些模型基本上都不反對使用開源軟體來進行商業化，唯一的要求是軟體程式碼必須要公開，有關軟體授權的問題，我們於 2021/07/22 日的工作會議中請教萬國法律林律師來進行釋疑，未來希望能在符合開源授權條款的情況下來進行商業發展。 3. Linux 的確是一個不可忽視的市場，近年來許多廠商包括微軟都希望能搶食這塊大餅，微軟甚至推出自己的 Linux 作業系統(微軟打破傳統，推出自有 Linux 系統 CBL-Mariner - https://www.kocpc.com.tw/archives/394510)，可見這

		<p>執行商業”再”開發時，必須面臨需要公布原始碼及 Know how 的問題，這間接限制部分商業發展可能性。</p> <p>3. 事實上一個成功的 FOSS 應用就如簡報所提，重點不在是不是免費購置軟體，而是他的商業行為與傳統的套裝軟體不同而已。但因為開源的模式與傳統套裝不同，以 Linux 為例，他幾乎吃下所有大型伺服器、雲端 server、資料中心、各等級的 router、firewall 的天下，其商業利益比微軟還大。雖然這類軟體的確不貼近一般使用者，比較適合專業者使用。有關這類的比較說明是否可以補充，謝謝。</p>	<p>個市場有多大，在建築產業方面未來也可以考慮逐步採用 Linux 作業系統，其最大的好處不僅僅是免費而已，而是可以對全部的 Windows 病毒免疫，穩定性及安全性相當的高，並可以作為桌面環境來進行操作。本計畫團隊李博明教授具有 25 年以上之 Linux 使用/教學經驗，並取得紅帽國際證照，未來在這方面可以提供協助以利建築相關產業跨入 Linux 的使用。</p>
<p>9.</p>	<p>蘇育瑞副理 審查委員</p>	<p>1. 目前商用 BIM 軟體持續漲價，開源 BIM 軟體對大型顧問公司來講是非常重要的課題，本研究是非</p>	<p>1. 此為本研究之目的地之一。 2. 各企業評估軟體使用有其標準，目前專有 BIM 軟體也是有其生產力，但是以中小企業的建築產業要全面導入 BIM 是有困</p>

	<p>常有研究價值的。</p> <p>2. 企業對於商用 BIM 軟體的評估標準最主要就是具有生產力，可橫向設計整合，可自行調整客製化需求。開源軟體似乎是免費，但實則需要許多人力補充開發，投入成本是否超過商業軟體，未來維護持續研發成本，包含軟體是否通業主認證，等等都是需要考量的。</p> <p>3. 台灣大部分企業都屬於中小企業，要自行研究重新開發是不切實際，故本計畫主軸推薦以 FreeCAD 開源軟體未來發展，並建議企業用戶投入，以擴大使用者立意良好。建議研究團隊多補充對於軟體評估開源軟體的生產力、API 擴充能力及檔案效率與極限，或是還有哪些不足，吸引更多用戶快速評估，及早投入，</p>	<p>難，除了少數的國家級的工程顧問公司可以負擔外，因此推動免費的 BIM FOSS 是一讓建築產業能全面導入 BIM 的一可行方法。政府對 BIM FOSS 的研發與主導是不可缺，將 BIM FOSS 研發成果無償供建築產業使用，並與國際產業標準間接，也避免讓數位資訊被某些軟體科技巨鱷所綁架，對建築產業進入一較為不被控制的 BIM 的環境，對產業數位轉型有很大的助力。</p> <p>3. 謝謝指教與建議，本研究案除對 BIM FOSS 的各軟體評估外，也會針對 BIM 環境所需功能模組與發展路徑，加以評估做為後續研究。</p> <p>4. 謝謝指導與建議。</p> <p>5. 本研究案會在後續期末報告中做補充說明，說明 BIM FOSS 與專有軟體的功能差異性比較。</p>
--	---	--

		<p>擴增用戶。所以研究團隊的對接工作越充分，如，越能吸引小事務所使用。</p> <p>4. 開源軟體與商業軟體最大差距在於後續的維護，商業軟體有大量開發人力解決專業問題、整合許多專業知識；開源軟體對於專業設計者等於從零開始，用戶都須自己解決問題，門檻較高。如何降低門檻是推動開源軟體的挑戰，目前看起來還需要很多本土化的工作需要投入資訊，是否建議公部門的資源投入更具效率。</p> <p>5. 研究團隊說明90%可取代商業軟體，目前初步看起來產製圖說仍相較陽春，是否為標示功能、圖例、樣板能力不足，或是軟體熟悉程度所影響，是否可再補充說明。</p>	
--	--	--	--

附錄二

10.	李孟崇 總經理 審查委員	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建議依報告書第80頁，計畫主持人意見針對本研究案題目、內容、範圍儘早確認。 2. 訪談今後目標採建設公司不具代表性，對於研究計畫無益，建議後期重做。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 謝謝委員指導。 2. 危老案做為案例研究，是做為中小型事務所一 BIM FOSS 範例，希望從基層事務所從規模小的案件導入 BIM FOSS，熟悉其使用界面，降低 BIM 學習門檻，危老案性質上大部份是原住戶為主要將來住戶，透過危老重件計畫，導入 BIM 執行也有助於開發者與原住戶之溝通。
11.	李東明 教授 審查委員	<ol style="list-style-type: none"> 1. 目前電腦輔助軟體的種類繁多，軟體規格日新月異，在學校教育也疲於應付新軟體，非常贊成基礎開放軟體的產生。 2. 本土開源或自由軟體可協助更多人可以任由使用軟體，提升產業競爭力。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 謝謝委員指導。 2. 謝謝委員指導。
12.	邱教授 晨瑋 審查委員	<ol style="list-style-type: none"> 1. FreeCAD 本土化進程似乎落後於其他先進國家，建議請研究團隊就 BIM FOSS 各國已運用方向及進程做一詳細介紹，並規劃國內本土化發展進程及運用藍圖，分為短中長程規劃。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 謝謝委員指導。期末報告將會說明。

<p>13.</p>	<p>建築研究 黃昱翔 所</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本案報告書內容未說明 BIM FOSS 的推動步驟，建議將 BIM FOSS 的推動策略以及其必要具備的要素在報告書內容彙整提出。 2. 本案研究內容請依審查意見修正並收斂調整，聚焦在本案題目預期成果。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 針對 FOSS 的推動步驟會在期末報告書裡說明，並將 BIM FOSS 的推動策略以及其必要具備的要素納入報告書。 2. 針對今天委員的意見來進行匯整與修正並收斂調整。
<p>14.</p>	<p>建築研究所 陳組長 工程技術組</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 營建署已在本所協助下取得 1.8 億經費，並採取本所以 IFC 發展格式，以收取建築執照 BIM 基本資料，建議是本案 BIM 模建置，宜取得該案修訂之格式加以本所在建築法規、建築技術規則之格式發展，可供建築師或營造廠之啟發。 2. 請回應本人在諮詢會議發言，如 Free BIM 才開始發展，我們有機會在 Free BIM 發展下社團社群發展情形如何？如何發動加入？應建立使用 FAQ 以免失去試用者。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 是否可以將此建議，列入後續研究題目。 2. 目前本研究團對已於去年 4 月，就積極推動臉書群組國外 BIM FOSS 資訊與軟體教學網站等消息，並於建築師 line 群組成立 BIM FOSS 群組與相關軟體學習群組，並於 9 月中舉辦 BIM FOSS 第二次分享會，以知識分享與 Q&A 為主。目前各群組會員人數接近千人，人數也日趨增加，發展狀況良好。目地也是介紹建築產業界人士有一另外免費管道進入 BIM 的機會，有助整體產業數位轉型。有關 IFC 與 COBie 的資訊交換研究建議於後續研究。 3. 已於期末報告書補充 Road map。 4. flash 並非開源軟體，而是 Adobe 的一個產品，

附錄二

		<p>目前在 IFC、COBie 等轉模，相互交換效率等呈現及評估分析完成目前公開元件所需花費時間、人力。</p> <p>3. 請發展出有關 Free BIM 發展 Road map。</p> <p>4. 要注意開源軟體部分項目抽腿之補救措施，如 flash 下架造成機場資訊中斷即為先例。</p> <p>5. flash 不是開源的，那是商軟。開源軟體會不會有退場機制？未來有沒有支援？</p>	<p>早期雖然一度稱霸整個瀏覽器之多媒體應用，但是如今亦從市場退出，如同 IE 一樣，這正好說明商用軟體常常會因為公司利益的緣故說不支援就不支援。反觀開源軟體如果有被商軟把持的疑慮的話，社群可以再 fork (分支) 出新的專案來繼續發展，最有名的例子應該是 openoffice 母公司昇陽 (SUN) 被商用軟體公司 oracle (甲骨文) 併購後，社群擔心未來 openoffice 的發展遭受限制，因此另外分支出 libreoffice 這個專案，目前 libreoffice 也是最成功的開源辦公室套件專案，更獲得國發會推廣使用。由此可知開源軟體只要有使用者存在就不會有所謂的退場機制，它會繼續演進，跳過背後控制的黑手。</p>
<p>15.</p>	<p>王安強副所長 建築研究所</p>	<p>1. 本案樂見開源及自由軟體之本土化發展對國內中小企業助益甚大，後續教學推廣是重點課題。</p>	<p>1. 確實，謝謝副所長指教。</p>

附錄三、專家座談會意見表

會議名稱		
建築資訊建模 (BIM) 開源自由軟體本土化評估及發展路徑規劃第一次專家座談會		
討論內容		會議時間
<ol style="list-style-type: none"> 1. 建築產業的自由軟體推廣與教育。 2. 自由軟體的本土化的開發與維護。 3. 自由軟體元件(ADDON/APP)/模組本土化(OBJECT)。 		110/07/06(二) 14:30
編號	委員	專家意見
1.	李長脩	<ol style="list-style-type: none"> 1. 支持以運用國際上採用開源自由軟體發展之相關 BIM 領域的解決方案，結合本土化的維護與開發，將可降低目前以主流專有軟體決定價格的市場壓力，同時可協助國內營建產業數位轉型的機會。 2. 對於未來的推廣方式，個人建議可建立”建築業開源自由軟體之雲服務平台”，在此基礎上，建構完整的生態體系，這其中包括 a. BIM FOSS 的應用解決方案商; b. 平台系統整合商:其提供資料儲存、串流與相關工具的服務環境; c. 雲服務的供應商:其提供相關技術服務、教育訓練、3D 代工建模與元件資料庫之建立，以及特殊功能的開發。 3. 在上述生態體系中，a 與 b 部分國內已有足夠量能，唯 c.雲服務的供應商，需要有明確的商業模式方能吸引廠商的投入，然在現有不明確的商模環境下，建議可透過社群與公協會之力，尋求政府資源的協助，一旦確認服務模式後，未來將可自主營運。 4. 建構完整生態體系後，配合政府政策鼓勵建築業者使用 BIM 開源自由軟體的應用程式，將有助於政府、建築業者、營建業者、及雲服務商共贏的局面

附錄三

<p>2.</p>	<p>洪朝貴</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 政府可以從要求檔案格式著手。過去微軟壟斷辦公軟體市場，靠的就是競爭對手無法完美開啟的專屬檔案格式；後來各國政府試圖擺脫微軟掌控的方式，也是以推動開放檔案格式來解除枷鎖。 2. 可以考慮與 PMPC (Public Money, Public Code) 運動結合，主張「政府出錢的專案，產出物應以開放授權、開放檔案格式釋出」。採用自由軟體/開放原始碼軟體所生產的圖片或模型，並沒有必須以開放授權釋出的規定；但是若每個專案有一小部分「低商業價值、高使用價值」的產出檔案以開放檔案格式釋出，可能有助於 FOSS 的能見度與擴散。可以朝向 openclipart 性質的小作品思考。 3. 建議資策會或其他機構舉辦 BIM 軟體研習。
<p>3.</p>	<p>陳清楠</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 1. 回顧 10 多年前國內軟體廠商剛推行 Revit 時提供的教育資源很有限，且欠缺在地化技術轉換的技術能量。當初在國內幾間工程顧問公司、營造廠及 Revit 技術同好的努力下，逐步克服軟體先天不足的技術障礙及導入實務專案測試應用。在累積幾個成功案例之後慢慢的巷營建產業展開面向的技術拓展。借鏡過去的經驗建議可以成立技術社群，並且定期舉辦技術分享會。此外在沒有經銷商的支持情況下，希望可以爭取建研所或建築中心的支援。透過研究案及研討會的形式讓更多人認識開源軟體的好處。 2. 2. 開源軟體中有很多軟體功能已經很完整(如 Blender)只要好好的推廣即可。Freecad 個人實際測試的心得是功能上不如商用軟體來的自動化。但是由於開源軟體開放使用者進程式開發。建議先增加 Freecad 實測案例，並且進行開發需求分析。接著可以邀集業界熱血的程式開發好手，或是由建築師公會募資進行在地化程式開發。相信功能改善及使用效率提升後可以吸引更多用戶加入。 3. 3. Freecad 本身是針對機械製圖開發的軟體，因此在元件建模的功能非常完善。目前由於用戶少，無法像主流軟體可以營造出元件產品平台供大家分享使用。但由於本身支援 IFC 檔案格式所以對於非參變元件，應該有機會匯入 IFC 元件進行編輯利用。參變元件(如參變門、窗)等元件可以透過

		技術社群的網路平台進行分享已逐步拓大可用的元件庫。
4.	黃國豐	<ol style="list-style-type: none"> 1. 目前絕大多數的事務所均為小型事務所，工作範圍也是以小型工程如透天住宅、工廠、農舍等，對商業軟體的使用也是僅為 2D 軟體，除非是需辦理都市設計審議案件時，才會用到 3D 軟體。一個已習慣的軟體，要事務所變更使用其他軟體，似乎有點難以推廣。但是對新進、年輕的事務所，或已受商軟箝制的事務所，一個免費又可更新的 3D 軟體，則是一個不錯的選擇。商軟往往不隨著更新，則數代後也難以再開啟。本報告書提及的 FreeCAD 軟體，其開放的程式碼似乎可以解決上述問題。 2. 一個免費的 BIM 軟體要能普遍使用，政府需帶頭推廣，協助業界導入 BIM 的應用本土化，建立本土化的各種元件，則能增加各事務所有使用的動機。 3. 商業軟體已在市面上應用許久，對事務所也已習慣，但是如果考慮到設置的成本及未來更新費用。有免費的 FreeCAD 軟體使用，將是未來事務所可選擇的方向。但是其推廣，建議應該從學校或者是職訓中心方面著手，讓這些未來進入業界新手，熟悉該軟體的使用，也可以進入職場時就駕輕就熟。

附錄三

內政部建築研究所
 「建築資訊建模 (BIM) 開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃」
 專家座談會簽到表

名稱：「建築資訊建模 (BIM) 開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃」專家座談會

時間：民國 110 年 7 月 06 日 (星期二) 下午 14 時 30 分

地點：Teams (<https://tinyurl.com/4rjuhdt>)

主持人：賴建築師朝俊

序號	單位名稱	簽到
1	內政部建築研究所 陳組長建忠	陳建忠
2	國家發展委員會	國發會
3	高雄市政府資訊中心 劉主任俊傑	李俊在 劉俊傑
4	新北市政府資訊中心 陳主任富添	陳富添
5	財團法人資訊工業策進會 李博士長脩	李長脩
6	陳清楠建築師事務所 陳建築師清楠	陳清楠
7	黃國豐建築師事務所 黃建築師國豐	黃國豐
8	朝陽科技大學資管系 洪教授朝貴	洪朝貴
9	協同主持人 賴朝俊	李俊在 賴朝俊
10	研究員李博明	李博明

序號	單位名稱	簽到
11	研究助理 許勝凱	許勝凱
12	研究助理 李明鴻	李明鴻
13	研究助理 盧鼎鈞	盧鼎鈞
14	研發替代役 黃昱翔	黃昱翔
15	內政部建築研究所	內政部建築研究所

附錄三

會議名稱		
建築資訊建模 (BIM) 開源自由軟體本土化評估及發展路徑規劃第二次專家座談會		
討論內容		會議時間
1. BIM 開源自由軟體發展本土化路徑規劃。 2. BIM 開源自由軟體應用與商業模式探討。 3. BIM 開源自由軟體的營運與維護。 4. FreeCAD 實例規劃與開發需求分析。 5. FreeCAD 元件庫建置與元件標準。		110/11/09(二) 10:00
編號	委員	專家意見
1.	皇甫欣筠	1. 盤點整合現有可投入資源：目前已建立的「台灣建築產業自由開源 BIM 軟體 AEC FOSS BIM Taiwan」為不公開的私密社團，可以既有私密社團及本案公私部門團隊為主，盤點可投入之金錢、人力資源及需求目標，亦可串連多間事務所共同整合資源與需求以減少重複投入。 2. 建立可引入需求與資源的公開社群：開源或自由軟體需要開發者、使用者和推廣者共同參與，在目前私密社團資訊無法流通的前提下，不易與外部開發者或推廣者交流，亦難以引入資源。在第一步整合完內部資源及需求後，應朝向建立公開社群的路線，對外傳達團隊既有成果並同時納入新資源。 3. FreeCAD 本土化翻譯：本土化首重語言和技術在地，FreeCAD 做為自由軟體亦開放翻譯貢獻，翻譯進度可參考此網頁： https://crowdin.com/project/freecad 開源軟體之商業模式種類常見有三種：「支援與服務 (Support and Service)」、「軟體即服務 (Software as a Service, 簡稱 SaaS)」及「核心開源 (open core)」，本會營運之媒體平台 OCF Lab 曾專文介紹核心開源 open core 模式，供參考： https://lab.ocf.tw/2020/04/29/open-core/ 4. 建議將本案相關會議之資料開放供更多人瞭解，往後召開會議前亦需提供參與專家更多相關背景脈絡資料，以避免會議期間的資訊落差。

<p>2.</p>	<p>楊智斌</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建議應積極爭取公部門的支持，以利獲得資源，讓開源軟體可以解決部分 BIM 應用面的問題。至於私部門，只有他們覺得有效益或利益，自然會主動投入或參與。 2. 目前資料的開放與公開並不積極，此作法無法與開源軟體的目標一致，建議在沒有計畫執行的顧慮下，積極主動提供給有興趣的人。如此方能吸引更多有興趣的人主動參與。 3. 日後系統的更新與維護需要有固定人力，建議可以積極與有 BIM 中心的大學合作。 4. 建議確認轉出 IFC 資料的完整性與正確性，以避免如同部分商用軟體再轉出 IFC 會漏資料的問題，且確認可以支援最新的版次。此外，如何讓開源軟體與商用軟體之間能夠隨商用軟體版次的更新，也需要顧慮。 5. 建議應該積極思考日後如何在財務可以自主下，讓開源軟體能夠永續。發展合適的商業模式，建議儘早進行。
<p>3.</p>	<p>黃郵堯</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 應讓提前讓未來參與自由開源軟體人員瞭解這不只是免費這樣單純，自由軟體會有相當多方便的授權方式，其實後續商業授權才會是主流，主要是後續應用。 2. 開源可以自行下載改並利用，但是若修改為商業方式需要公開，會有後續大型應用上的問題，如 Blender 應用，會有於原核心修改上會有疑慮。 3. 若讓開源軟體正向方式，不要拿弱點去比較商業軟體的優點，如送審圖面上會有些問題，應該將其製造上多年發展得優點加以利用。 4.
<p>4.</p>	<p>莊庭瑞</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 內政部建築研究所可以持續投入計畫，不是單年度計畫，中央研究院曾經有得到行政院支持，雖然過程很艱辛，但是有將相關自由開源軟體觀念推廣出去，當初進行將近 10 年，需要有較高層級單位關心及落實。 2. BIM 相關自由軟體，能夠中文化很重要，例如 LibreOffice 目前做的相當不錯可以參考，中文化有個要點，不是單純學校或事務所可用就好，應該要推廣持續更新可以持續使用，而非新版本就沒中文化。

附錄三

	<p>3. 開源軟體推動有一重要部分，必須要在本土案例上操作過，而非停留於研究或是探討，應該要有一份公共建設從頭到尾都是經由開源軟體操作，能有完整紀錄成為示範案例。</p>
--	--

內政部建築研究所
「建築資訊建模 (BIM) 開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃」
專家座談會簽到表

名稱：「建築資訊建模 (BIM) 開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃」專家座談會

時間：民國 110 年 11 月 09 日(星期二)上午 10 時 00 分

地點：Teams (<https://reurl.cc/KrDaje>)

主持人：賴建築師朝俊

序號	單位名稱	簽到
1	內政部建築研究所 陳組長建忠	陳建忠
2	中央研究院資訊科學研究所 莊副研究員庭瑞	莊庭瑞
3	台灣世曦工程顧問股份有限公司 蘇副理瑞育	蘇瑞育
4	林煒郁·黃邗堯建築師事務所 黃建築師邗堯	黃邗堯
5	新北市新建工程處 李總工程司仲昀	李仲昀
6	財團法人開放文化基金會 皇甫專員欣筠	皇甫欣筠
7	國立中央大學 楊教授智斌	楊智斌
8	協同主持人 賴朝俊	賴朝俊
9	研究員 李博明	李博明
10	研究助理 許勝凱	許勝凱

附錄四

序號	單位名稱	簽到
11	研究助理 李明濤	
12	研究助理 盧鼎鈞	
13	助理研究員 謝宗興	謝宗興
14	內政部建築研究所	內政部建築研究所

附錄四、期末審查意見回覆對照表

編號	委員	審查意見	意見回覆
1.	中華民國全國建築師公會 施建築師正之	<p>1. P3 建築資訊建模 (BIM) 開源及自由軟體本土化宣示，對於國內 90% 小型建築建築師事務所具正面鼓舞意義，唯無足需因應市場需求考驗。</p> <p>2. P4 導入免費 BIM FOSS 關鍵在「資訊管理作業流程衝突」。</p> <p>3. 軟體操作 3 流程輸入/演算/輸出。關鍵在演算效率 P83 國內 BIM FOSS 尚需有元件.App 之研發支援問題。RHINO 軟件 Grasshopper 具公開編程碼行之有年，尚無法免費導入。對小型建築建築師事務所 BIM FOSS 有其演算效率與時間成本障礙。</p> <p>4. 免費 BIM FOSS 面對業務時間壓力或技術穩定性下無可避免如需</p>	可為後續研究討論。

附錄四

		投入真實演算成本，尚需待市場考驗。	
2.	中華民國全國建築師公會 何欽欽	<ol style="list-style-type: none"> 1. P101 清單明細為各層總量，是否可產出單層不同的詳細表？ 2. 開源軟體差異分析詳細，可作為選擇參考。 3. FreeCAD 功能架構似齊全，但詳細差異分析各項看似略有不足，是否因此可能造成人力支出，省軟體費用卻增加人力成本之問題。 4. 全案整合協調上，FOSS 仍須努力，但本研究評估值得參考。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 可以。 2. 謝謝指教。 3. 建議可為後續研究。 4. 謝謝指教。
3.	中華民國電機技師公會	<ol style="list-style-type: none"> 1. 提供 BIM 很好的另一條路，開啟自由開源軟體可以減輕事務所許多負擔。 2. 建議未來能規劃完整資訊轉換，透過 IFC 若能取得資訊當然也可行，後期也希望針對機電部分多做著墨。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 謝謝指教。 2. 建議可為後續研究。

<p>4.</p>	<p>林組長大目 社團法人新北市建築師公會</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建議先由建築方面著手，期待本案 BIM FOSS 盡快有所成果。 2. 各國逐漸發現商軟綁架及資源開放的議題，國發會也於自由開源軟體有所著墨，希望未來可以增取政府單位補助，先從為建築開始訂定標準，並能有使用手冊。 3. 希望建研所相關研究案，未來能開放學界教育並讓業界推廣使用，就像 BIM FOSS，未來若本案開放資料，新北市建築師公會也願意支援。 4. 希望建研所未來繼續跟建築中心合作 BIM FOSS 課程，並於建築師公會持續推廣，目前雖有開課兩期，但似乎因現況經費不足尚未有後續課程，未來希望可以持續爭取。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 目前已有之成果主要有入門操作手冊一本，並且累積 3D 建模及元件建立之技術開發，可以推廣給相關產業，未來可以繼續進行更深一層之研究。 2. 謝謝指教。 3. 後續持續研究。 4. 謝謝指教。
-----------	-------------------------------	--	---

附錄四

<p>5.</p>	<p>江經理志雲 審查委員</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本期末報告非常詳細，具後續研究的參考資料，對研究團隊給予高度肯定。 2. 後續若有研究建議： <ol style="list-style-type: none"> a. 雲端資料交換的相容格式，(包括壓縮格式的效率) b. 從本研究“借力使力”的思維，如何與主流資料相容，有助於業界的發展。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 謝謝指教。 2. 建議可為後續研究。
<p>6.</p>	<p>李教授東明 審查委員</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. BIM FOSS 做為未來本土開源格式的自由軟體的條件為何？目前運用情形如何？未來期待得朝向政府建立 Libre office Foss 做為官方正式文書編輯軟體 (ODP) 其可能性 (期程) 是否有評估？ 2. 軟體不在乎「普及性」、「方便性」、「相容性」、「資料庫強大與否」是否有實際針對業界需求進行研究或詳談。 3. 以 3D 建模軟體為例，業界大多使用 3D Max，但近年來 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究是朝 BIM FOSS 方向研究，經本研究評估也建議多種適合不同 BIM 應用方向的 BIM FOSS 的軟體。 2. BIM FOSS 在國際上發展，是從機械製造 3D 軟體開始，雖然已有十數年之久，但對 BIM 建築資訊建模的發展也是近幾年的事，從建築 3D 開始到 BIM 約 5 年的時間，但已經漸漸為營建產業的設計端開始眾多人參與研究，實務案例也漸漸開始運用到建築師事務所 (維基網站上有所介紹)，但在台灣也僅有對 BIM 有實務經驗的三位建築師於去年開始導入，尚無實際完成案例，但是本研究發現 BIM FOSS 是一非常有潛力發展成另一 BIM 商軟

		<p>sketchup 異軍突起，用簡單的使用界面，直覺繪圖邏輯逐漸擴大市場，目前研議的軟體是否也具有這樣的優勢，應審慎評估。</p>	<p>外的另一可與 BIM 商軟接規的 BIM FOSS 平台。</p> <p>3. BIM 比 3D 檔案更具數位資訊，但是 BIM FOSS 中的 Blender 使用已漸漸取代 3D Max，Maya，Cinema4D 等傳統熱門 3D 商軟。至於建築領域方面目前國外已經開始採用 FreeCAD 來進行建模，也是本計畫今年之重點，當其使用之社群慢慢成長即具備市場佔有率之優勢。</p>
<p>7.</p>	<p>詹股長世偉 審查委員</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Free BIM 普及性、功能與商業軟體差異請再補充說明，如渲染、日光分析、綠建築等。 2. 是否能導入 API 應用。 3. 完成建模需經其他軟體，是否有轉檔上的問題。 4. 業界及學界是否普及應用。 5. 除中文化外，是否能用中英對照，以利國際接軌。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. FreeBIM 主要優點是軟體可免費取得，而且檔案格式公開，沒有被綁架的問題，其功能方面相較商業軟體而言並不遜色，以本年度所主要研究之 FreeCAD、Blender 軟體而言，其功能都非常強大，尤其 FreeCAD 在精準建模以及特殊造型建模方面之功能均較商業更為優秀。至於 Blender 是目前多媒體動畫設計功能最為強大的自由軟體，也擁有 google、微軟，nVIDIA .. 等大廠加入支援，最近的消息是蘋果也加入 Blender 的會員陣列，其後台可謂非常雄厚。至於渲染、日光分析、綠建築等功能 2. 可以 3. BIM FOSS 有建模軟體 FreeCAD 與 Blender，其原生檔案格式均為開源，

附錄四

			<p>沒有轉檔問題。至於商軟採用私有檔案格式，未對外公開，在轉檔方案則非常困難。</p> <p>4. 目前尚無，僅有極微少數機械電子系學校或機械電子業界始用，因為早期 FOSS 被科技巨頭污名化。近年來由於資訊安全及開源軟體活動的興起，不管是業界及學界均大量使用，以台灣而言最有名的是國發會要求政府部份使用 ODF 格式，因此對於整個教育部，以及未來要接政府標案的廠商都起出示範的作用，所有人都要使用 ODF 格式文件，不然無法承接政府標案。我們希望開源檔案格式亦可成為未來建築產業的標準，以協助整體產業推動及轉型，不再受商軟專有格式綁架。</p> <p>5. BIM FOSS 都有中英版本，但是由於中文化還需本土化。這也是未來工作重點，建議可為後續研究</p>
8.	蘇副理 瑞育 審查委員	<p>1. 開源軟體對於企業影響極大，商軟綁架是很嚴重議題，工作效率很看重，對於效益也很重視，本研究難度很高，給予高肯定。</p> <p>2. 本案第一章很重要，將自由開源軟體及商業軟體</p>	<p>謝謝委員肯定。</p>

		<p>的比較，未來可以對於如何克服自由開源軟體及商業軟體的差距、成本等，建議評估面向可以更廣泛。</p>	
<p>9.</p>	<p>內政部 工程技術組 建築研究所</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 請陳述研析自由軟體，其規劃設計、施工、營運，各不可或缺的細節、深化項目功能，及國內本土滿足點。 2. 請整理開源及自由軟體的 BIM 雷區。 3. 各建築師公會如有需求宜緊密和本所合作，另有需求供給不平衡與長期有用之資訊發展，如年度論壇亦無促進本所計畫與成果之機會。 4. 目前由長期班之班次暫無收費，以教學成本比一般說明會及論壇成本高出借數辦理，建築師公會如預開班，才有可能會拓展，數名之建築師長期訓練與應用。 5. Road MAP 請列見年期、時間、經費、人力數 	<ol style="list-style-type: none"> 1. BIM 在目前國內本土滿足點，從 BIM 的導入到 BIM 營運維護，也就是 BIM2D 到 7D，本研究所建議的 BIM FOSS 都已涵蓋，也推薦了。 2. 本案 BIM FOSS 雷區在第七章差異性分析有包含相關說明。 3. 如果建築師公會能支持推廣，將有利 BIM 的推動，也有利於政府開放政府政策的推動！也有利於建築師導入 BIM 的應用。 4. 如果建築師公會能支持推廣，將有利 BIM 的推動，也有利於政府開放政府政策的推動！也有利於建築師導入 BIM 的應用。 5. 於成果報告書補充。 6. 建議可為後續研究。 7. 建議可為後續研究。 8. 遵照辦理。 9. 參考第四章第一節說明。 10. 遵照辦理。 11. 元件庫本土化及模組本土化的資料庫大小主要看其容納的物件多寡，以 FreeCAD 目前的 parts_library 外掛元件庫

	<p>(程度、專長)。</p> <p>6. 中文化時，可將本所編 Ominiclass 編碼，Cobie...等，資訊或樣板及元件導入。</p> <p>7. Free BIM 至少要能滿足本所移轉營建署建置 5 年建築管理開放收存 IFC 之格式及法規標準。</p> <p>8. 建議將第 3 章成果做一個統整的表格，納入各項主要應用種類及其相關軟體。</p> <p>9. 部分國內營建專業人士仍期望本土開發自有軟體，建議將各軟體開發所需的人力、物力、經費、時間、技能、預期市場與資本回收的可能等條件，彙整後納入分析中，增加量化分析，了解其限制，擴充現有的質化分析成果。</p> <p>10. 附件 4 第 48 頁部分的内容排版偏誤，請再調整。</p> <p>11. 本案提及的 BIM 元件庫本土化、模組本土化，能</p>	<p>而言，目前之容量高達 2X GB 而且還再繼續成長中。如果國內廠商可以加入本土化元件的開發，可以預其未來的資料庫大小將會非常可觀。屆時對於國內相關產業的推動將會有非常大的幫助，因為每間建築事務所都有很多現有國內本土元件可以使用。</p> <p>12. 遵照辦理。</p>
--	---	--

		<p>否預估會用到多大的資料庫，以及描述該資料庫應具備的條件或功能。</p> <p>12. 本案結案時所需繳交的資料蒐集分析報告、本所規定稿件格式等內容應依本所規定格式撰寫，未符合規定者，請立即修改。</p>	
--	--	--	--

附錄四

建築資訊建模（BIM）開源及自由軟體本土化評估及發展路徑規劃

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：鄭元良、賴朝俊、黃昱翔、謝宗興、劉青峰、李博明、
許勝凱、李明濤

出版年月：110年12月

版次：第1版

ISBN：978-986-5456-72-6