

我國建築工程 BIM 應用分類之 評估選用方法研究

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國 106 年 12 月

我國建築工程 BIM 應用分類之 評估選用方法研究

研究主持人：陳瑞鈴

協同主持人：楊智斌

研究員：王翰翔、李軒豪、謝宗興、白景富

研究助理：劉心慧、范姜逸珊

研究期程：中華民國 106 年 2 月至 106 年 12 月

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國 106 年 12 月

目 錄

表 次.....	III
圖 次.....	V
摘 要.....	VI
第一章 緒 論.....	1
第一節 研究計畫背景與目的.....	1
第二節 研究方法與流程.....	4
第三節 研究報告之內容.....	7
第二章 文獻回顧.....	9
第一節 國內外 BIM 應用相關研究.....	9
第二節 國內外 BIM 應用之分類與選用方式.....	23
第三節 國內外 BIM 應用之效益評估方式.....	36
第四節 小結.....	45
第三章 國內 BIM 應用之評估與選用.....	47
第一節 建築工程 BIM 應用評估架構之建立.....	47
第二節 評估選用 BIM 應用之方法與流程.....	60
第三節 專家問卷與調查.....	85
第四節 案例測試.....	95
第五節 小結.....	100
第四章 BIM 技術應用之效益評估.....	103
第一節 組織層級之效益評估指標.....	103
第二節 專案層級之效益評估指標.....	108
第三節 專家問卷與調查.....	113
第四節 案例測試.....	117
第五節 小結.....	126
第五章 建築工程 BIM 應用評估選用手冊.....	135
第一節 手冊架構及內容介紹.....	135
第二節 「BIM 應用評估選用」簡易程式.....	137
第三節 第一次專家諮詢會議.....	140
第四節 第二次專家諮詢會議.....	142
第五節 研究成果推廣講習會.....	144
第六章 結論與建議.....	147
第一節 結論.....	147
第二節 建議.....	148
參考文獻.....	151
附錄一、期中審查意見回覆對照表.....	155
附錄二、期末審查意見回覆對照表.....	161

附錄二、「國內建築工程 BIM 效益評估」問卷調查	167
附錄三、第一次專家諮詢會議-會議紀錄	178
附錄四、第二次專家諮詢會議-會議紀錄	182
附錄五、建築工程 BIM 應用名詞對照表	186
附錄六、建築工程 BIM 應用分類評估選用手冊	190

表次

表 1-1 內政部建築研究所近年來執行的 BIM 相關研究計畫案	2
表 2-1 「上海 BIM 指南」之 BIM 應用	12
表 2-2 「NATIONAL BIM GUIDE FOR OWNERS」之 BIM 應用	14
表 2-3 「臺灣 BIM 指南」之 BIM 應用	15
表 2-4 「交通部建置 BIM 推動作業原則」之 BIM 應用	17
表 2-5 臺大 BIM 研究中心依據「PENN STATE BIM GUIDE」歸納之 BIM 應用 ...	19
表 2-6 「業主 BIM 實施方針之擬訂指引(2015 版)」之 BIM 應用	19
表 2-7 「機關辦理公共工程導入建築資訊建模(BIM)技術」之 BIM 應用	21
表 2-8 國內外 BIM 應用相關研究	22
表 2-9 「PENN STATE BIM GUIDE」BIM 應用的使用說明(範例).....	24
表 2-10 「PENN STATE BIM SELECTION GUIDE」BIM 應用之目的與目標.....	27
表 2-11 「PENN STATE BIM SELECTION GUIDE」BIM 應用之附加資訊.....	29
表 2-12 「BIM PLANNING GUIDE FOR FACILITY OWNERS」選用 BIM 應用之方法	31
表 2-13 「業主 BIM 實施方針之擬訂指引(2015 版)」選用 BIM 應用之方法	32
表 2-14 「我國 BIM 協同作業指南執行要項研擬」評估選用 BIM 應用之方法	33
表 2-15 國內外評估選用 BIM 應用之相關研究	35
表 2-16 BIM 效益評估流程架構	36
表 2-17 BIM 效益評估中之收益指標	37
表 2-18 BIM 效益評估中之投資指標	37
表 2-19 「組織層級」評估指標.....	43
表 2-20 「專案層級」評估指標.....	44
表 3-1 初擬國內建築工程之 BIM 應用	53
表 3-2 BIM 目標之彙整.....	61
表 3-3 選擇應用生命週期之評估表.....	67
表 3-4 決定 BIM 目標之評估表	68
表 3-5 選擇交付資訊之評估表.....	70
表 3-6 BIM 應用說明與交付資訊	72
表 3-7 軟體/資源需求評估表	75
表 3-8 團隊能力需求評估表.....	82
表 3-9 專家問卷基本資料.....	86
表 3-10 國內建築工程之 BIM 應用(問卷調查後)	87
表 3-11 案例 A-專案基本資訊.....	96
表 3-12 案例 A 評估選用 BIM 應用測試結果	97
表 3-13 案例 B 工程基本資訊.....	98
表 3-14 案例 B 評估選用 BIM 應用測試結果	99
表 4-1 組織層級-投入指標	104

表 4-2 組織層級-產出指標	106
表 4-3 專案層級-投入指標	110
表 4-4 專案層級-產出指標	111
表 4-5 專家基本資料.....	113
表 4-6 組織層級-投入指標	113
表 4-7 組織層級-產出指標	114
表 4-8 專案層級-投入指標	116
表 4-9 專案層級-產出指標	117
表 4-10 案例基本資料.....	117
表 4-11 案例基本資料.....	118
表 4-12 效益評估架構-不適用之刪除項次	119
表 4-13 短期可採用之效益評估指標(公部門).....	120
表 4-14 中長期可採用之效益評估指標(公部門).....	122
表 4-15 短期可採用之效益評估指標(私部門).....	122
表 4-16 中長期可採用之效益評估指標(私部門).....	124
表 4-17 「短期」可執行之效益評估指標.....	128
表 4-18 「中長期」可執行之效益評估指標.....	131
表 5-1 第一次專家諮詢會議.....	140
表 5-2 第二次專家諮詢會議.....	142

圖 次

圖 1-1 研究流程圖.....	6
圖 2-1 「PENN STATE BIM GUIDE」全生命週期之 BIM 應用	10
圖 2-2 「PENN STATE BIM GUIDE」BIM 應用於全生命週期.....	24
圖 2-3 「PENN STATE BIM GUIDE」評估選用 BIM 應用之步驟流程	26
圖 2-4 「PENN STATE BIM SELECTION GUIDE」決定 BIM 應用的程序.....	30
圖 2-5 BIM 效益評估構發展方式.....	36
圖 2-6 MEASURING THE VALUE OF BIM: ACHIEVING STRATEGIC ROI.....	38
圖 2-7 組織層級與專案層級之效益評估架構.....	39
圖 2-8 BIM 效益評估架構.....	40
圖 2-9 MODEL FOR ESTIMATING BIM ROI.....	41
圖 2-10 BIM 以不同專案參與者帶來之效益.....	42
圖 3-1 建築工程 BIM 應用之執行流程	47
圖 3-2 國內 BIM 應用之架構.....	53
圖 3-3 評估選用 BIM 應用之流程	66
圖 4-1 組織層級效益評估架構.....	103
圖 4-2 專案層級效益評估架構.....	109
圖 4-3 永和運動中心效益分析圖.....	126
圖 4-4 效益評估指標整體架構.....	127
圖 4-5 效益評估操作流程.....	128
圖 5-1 建築工程 BIM 應用評估選用手冊.....	135
圖 5-2 BIM 應用評估選用表單.....	137
圖 5-3 選擇生命週期階段.....	138
圖 5-4 決定 BIM 目標.....	138
圖 5-5 選擇所需交附項目.....	138
圖 5-6 BIM 應用評估結果.....	139

摘 要

關鍵詞：建築資訊建模(BIM)、BIM 應用、評估選用、效益評估、建築工程

一、研究緣起

近年來，BIM (Building Information Modeling)技術不斷的發展，如何善用此一技術成為重點議題之一。業主扮演決定是否導入 BIM，以及如何使用 BIM 的關鍵，但大部分的業主都盲目應用 BIM 或要求執行不合適的 BIM 應用，亦無法評估 BIM 所帶來實質上的效益。然而現階段政府在政策上已明確推動公共工程導入 BIM 技術，因此需要有一個適用於國內評估選用 BIM 應用的方法，以輔助業主端能夠參考使用。

二、研究方法及過程

本計畫係透過網路收集國、內外之與本計畫有關的建築工程之 BIM 應用 (BIM Uses)評估選用方法之資料，並進而研提國內組織及專案應用 BIM 技術效益之評估架構及評估指標，做為本研究後續進行之基礎。針對效益評估部分，本計畫主要分析不同國家或組織對於 BIM 評估選用及 BIM 效益評估之作法與成果後，經由學習其他國家 BIM 應用的經驗與最佳實務，提出國內可參考的 BIM 選用及效益評估建議。此外，研究團隊以新北市政府「永和運動中心」之個案，做為本計畫之案例測試，以利各項次未來應用之可行性及可操作性。

三、重要發現

本研究透過國內外文獻彙整出適用於國內建築工程的 BIM 應用，並建立 BIM 應用之架構與流程，依據前述之研究成果，提出「建築工程 BIM 應用評估選用手冊」，以利業主選用 BIM 應用時可以依循。此外，本研究亦透過文獻回顧，收集國內、外導入之 BIM 技術效益評估方式，提出針對公部門與私部門分別在「組織層級」及「專案層級」應用 BIM 技術效益之評估架構、評估指標及效益評估所需紀錄等資訊等。整體而言，本研究建構可供選擇 BIM 應用與評估 BIM 效益的架構與內容，期望此成果可供國內各單位參考使用，提升國內應用 BIM 的成效。

四、主要建議事項

透過本研究之結論，研究團隊提出後續可研究方向之建議，以下分為立即可行建議及中長期性建議加以列舉。

建議一

立即可行建議-推廣「建築工程 BIM 應用評估選用手冊」

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部營建署、各直轄市政府(台北市政府、新北市政府、桃園市政府、台中市政府、台南市政府、高雄市政府)、中華民國全國建築師公會

本計畫所提出之手冊主要係讓業主在規劃時依個案之需求與條件，評估選用適當的 BIM 應用，並可協助個案之設計、施工單位正確應用 BIM，為現階段國內推動應用 BIM 亟需克服之課題。為了能使手冊更具適用性及實務性，未來可徵求應用手冊之單位，分析實用性，檢討國內實際應用案例的招標文件，並適時提出手冊更新版本，希冀提升推動手冊的應用以發揮 BIM 之價值。

建議二

立即可行建議-建築工程導入 BIM 技術時廠商契約權利義務變化之研究

主辦機關：行政院公共工程委員會

協辦機關：內政部建築研究所、各直轄市政府(台北市政府、新北市政府、桃園市政府、台中市政府、台南市政府、高雄市政府)、中華民國全國建築師公會

由於 BIM 技術的導入會牽涉流程的改變，更會造成工作的調整與契約權利義務的改變，如何以公平的精神為基礎，以契約合理風險分配為手段，使 BIM 技術的導入讓契約利害關係人皆能扮演合適的角色，是國內在接受 BIM 技術後必須面對的另一個層次之挑戰。因此如何搭配國內的採購環境與實務，提出更公平的契約參考範本或條文，讓其他公部門於採購執行時能夠順利參考應用，是內政部建築研究所扮演推動 BIM 應用主要推動者，精進研究成果與價值可以扮演的角色之一。

建議三

立即可行建議-國內建築工程 BIM 案例經驗學習彙編之研究

主辦機關：行政院公共工程委員會、內政部建築研究所

協辦機關：內政部營建署、中華民國全國建築師公會、各大學 BIM 中心(臺灣大學 BIM 研究中心、高雄應用科技大學工程資訊整合與模擬研究中心、朝陽科技大學 BIM 實務應用整合研究中心、逢甲大學營建資訊模擬研究中心、中華大學建築資訊模型教學與研究中心)

國內過往曾有研究進行 BIM 技術應用現況的調查與分析，以及部分案例的彙整、分享與效益分析，然而並未有系統的以知識分享角度切入的案例分析與研討，因此過往 BIM 案例成果的呈現並不一致，相關資料彙整的項次與內容仍有很大的改善空間。此外，內政部建築研究所的 BIM 科技計畫亦到達必須要整體審視其成效的關鍵時點，因此透過一計畫亦可協助進行分析過往研究成果的價值與效益。

建議四

中長期建議-國內推動 BIM 技術發展與應用知識盤點之研究

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：中華民國全國建築師公會、台北市建築師公會、新北市建築師公會、台灣省土木技師公會、中華民國電機技師公會、台灣省結構工程技師公會、中華民國工程技術顧問商業同業公會、臺灣區綜合營造業同業公會

國內過往曾有研究進行 BIM 技術應用現況的調查與分析，然而相關研究大多以問卷方式進行預設問題之意見收集，並未進行有系統的 BIM 技術盤點與分析，容易造成政策的推動與實際需求產生落差之問題。若能確立日後國內 BIM 技術盤點的分類準則，依據相關文獻匯整建立的 BIM 技術盤點的分類準則，盤點國內 BIM 技術的優勢與知識缺口，並透過篩選 2011-2016 年每年執行的一個實際導入 BIM 技術案例之深入訪談，檢核技術知識盤點結果之合理性。並依據技術知識盤點結果，提出國內未來 BIM 技術發展與應用之策略地圖，以利國內未來 BIM 技術之發展能夠確實滿足產業 BIM 技術所需。

建議五

中長期建議-定期分析各機關執行 BIM 有關資訊

主辦機關：行政院公共工程委員會

協辦機關：內政部建築研究所、內政部營建署、各直轄市政府(台北市政府、新北市政府、桃園市政府、台中市政府、台南市政府、高雄市政府)

目前工程會已要求各機關於填報決標資訊時能夠填報應用 BIM 有關資訊，亦將嘗試建立更系統化的分析方式，以利日後可以定期分析電子採購系統中所記錄的 BIM 有關資訊。研究團隊初步認為可以分析的資訊可以包含兩類資訊：其一，使用 BIM 技術的標案特性；其二，納入 BIM 應用的契約文件內容與特性。

此外，有關採用 BIM 的政策與成效，亦可嘗試透過該系統或工程會的標案管理系統，以利取得更多的資料。

A framework and procedures for selecting BIM uses for building construction projects in Taiwan

Abstract

Keywords: Building Information Modeling (BIM), BIM Uses, Evaluation and Selection, Benefit Evaluation, Building Construction Projects

Recently, Building Information Modeling (BIM) technology continues its quick development; therefore, how to adopt it effectively becomes an essential issue. The client plays a key role on the decisions about whether to adopt BIM or not, and how to adopt BIM effectively. However, most of the client adopts BIM technology blindly and usually decides to implement unsuitable BIM uses. In Taiwan, the government has obviously started to adopt BIM in public construction projects. It is necessary to have a definite approach for the client to select suitable BIM uses for each building construction project. Although there are a lot of BIM uses for adoption, there is no systematical approach that contains essential evaluation structure and criteria. For solving the problem of selecting suitable BIM uses for adoption, this study determines practicable BIM uses for building construction projects in Taiwan based on certain of BIM guides and a survey on domain experts, analyzes available evaluation approaches and then develops a systematical approach that contains a framework and necessary procedures. For providing an easy-to-use tool, this study also develops an owner's reference guide that contains an Excel Macro program. In addition, this study conducts a literature review of BIM benefit evaluation, and then establishes a BIM benefit evaluation framework that contains evaluation items as well as required data in evaluation for organizational and project levels and for public and private sectors, respectively. In sum, this study has developed a BIM uses selection system and a BIM benefit evaluation system. It is anticipated that the research outcomes can be adopted widely and eventually increases the performance of BIM applications in Taiwan.

第一章 緒論

第一節 研究計畫背景與目的

一、研究計畫背景

國內近年來各公私部門對於 BIM 技術發展與應用的投入相當積極，內政部建築研究所自 2012 年開始進行 BIM 技術導入與推動有關研究計畫，進而提出並有系統地執行「建築資訊整合分享與應用研發推廣計畫」，同時強化基礎與應用面之研究與推廣，而行政院公共工程委員會則與 2014 年透過成立 BIM 推動平台，積極鼓勵各機關實際用 BIM 技術。正當所有公部門積極推動與應用 BIM 技術時，如何讓建築工程之業主在思考應用 BIM 技術時依個案之需求與條件，評估選用適當的 BIM 應用 (BIM Uses)，以使其清楚掌握將來可獲得預期成果外，並可協助個案之設計、施工單位正確應用 BIM 技術，為現階段國內推動應用 BIM 技術亟需克服的課題之一，以避免業主盲目或錯誤應用 BIM 技術。

此外，國內外對於 BIM 技術導入之效益評估亦相當重視，然而過往許多的效益評估研究大多利用問卷調查的方式，以概略初估的方式進行，例如應用 BIM 技術將可獲得成本節省 20%，然而相關的計算或範圍卻相當模糊，如何清楚釐清國內 BIM 技術應用實際可以帶來的效益，對於國內日後推動 BIM 技術亦具有相當的重要性。

國內大學院校在 2007 年起陸續投入 BIM 有關之研究，而初期的研究大多集中於技術性的分析與應用領域的探索，然而私部門(工程顧問公司、建築師、營造廠等)則在大學之後陸續投入可能的應用性研究，並已有相多實務應用與成功的案例，然而私部門對於 BIM 應用的效益大多因商業利益考量而未對外公開。相較於私部門的積極投入，國內公部門則是較為落後，但因為公部門具有輔導產業升級之義務，若能補足 BIM 應用效益的分析，對於國內推動 BIM 技術將能夠樹立另外的里程碑，其中內政部建築研究所扮演積極與關鍵的角色，因為其為國內推動 BIM 技術相當關鍵的單位。

內政部建築研究所鑑於國際上 BIM 技術的積極發展與火熱應用趨勢，在 2011 年即開始進行相關的研究，並於 2012 年在其「開放式建築創新應用科技計畫」中導入 BIM 技術相關的研究子題，並陸續累積並拓展 BIM 相關研究領域(如表 1-1 所示)。

表 1-1 內政部建築研究所近年來執行的 BIM 相關研究計畫案

年度	計畫名稱
2011	建築資訊模型(BIM)於建築物消防安全設備管理之應用
2012	建築資訊模型應用於建築管理初探—施工管理階段
2012	BIM 技術開發與推廣應用規劃研究
2012	建築資訊模型應用於建築物防火管理決策輔助之研究-以大型醫院為例
2012	BIM 技術開發與推廣應用規劃研究
2013	亞洲國家推動建築資訊建模現況分析研究
2013	建築資訊模型物件編碼系統之研究—以高層集合住宅防火安全設施為例
2013	BIM 系統在建築基地外的都市法規運用與限制初探
2013	BIM 應用於建築節能評估之策略與實務
2013	BIM 導入建築管理行政作業法規調查研究
2013	美國建築資訊建模標準 NBIMS-US 研究
2014	BIM 導入台灣綠建築設計案例實作研究
2014	應用 BIM 輔助建築設施管理之國內案例探討
2014	英國推廣 BIM 技術政策研究
2014	日韓建築資訊建模發展及相關法規制度之分析研究
2015	我國 BIM 協同作業指南之研訂—設計與施工階段資訊交換
2015	國內 BIM 元件通用格式與建置規範研究
2015	臺灣 COBie-TW 標準與使用指南規劃與雛型建置
2015	臺灣 Green BIM 綠建築資訊模型應用架構研究
2016	國內外推動 BIM 之策略與成效比較研究
2016	建築資訊建模元件知識庫架構與溝通平台研究
2016	BIM 雲端作業之先導應用與 AEC 產業 4.0 升級策略規劃研究
2016	我國 BIM 協同作業指南執行要項研擬
2016	我國 BIM 全生命週期編碼發展與國際編碼標準銜接之研究
2017	我國建築工程 BIM 應用分類之評估選用方法研究(本計畫)
2017	我國 BIM 協同作業指南應用案例教材與培訓計畫之建立
2017	國內 BIM 人力分級培訓可行方案之研究
2017	建築設計與法規檢測導入 BIM 工程總分類碼之研究
2017	以 BIM 輔助建築防火避難性能驗證之研究

內政部建築研究所於 2015 年起則將以「政策投入輔導產業與培育人才」、「整合 BIM 研究與推動任務團隊」、「延伸深化應用於設施管理」、及「開發本土應用」為方向(何明錦、劉青峰，2014)，進行為期四年的「建築資訊整合分享與應用推

廣計畫」，今(2017)年的計畫仍是延續去年的成果與基礎，持續強化國內應用 BIM 技術之能力。整體而言，內政部建築研究所推動的「建築資訊整合分享與應用研發推廣計畫」主要有以下四項目標(內政部建築研究所，2015)，今(2017)年度的計畫亦在此四項目標下持續進行：

- (一) 普及推廣應用：編撰相關應用指南供業界參考，但指南依對象、用途層級而有多種分類，本計畫將參考國外資料，依本土營建環境條件及需求，進行相關研究，研提國內 BIM 指南撰擬架構。
- (二) 延伸深化應用階段：本計畫擬在設計階段配合智慧建築進行推動，並研析國外應用於建築維管的案例經驗與技術，提供國內相關應用之參考。
- (三) 開發本土應用：本計畫除持續與營建署、各直轄市政府相互聯繫配合，統整導入建管行政相關成果外，亦針對 BIM 模型元件庫架構、建築物使用說明書等課題進行研究，同時配合本所負責推動之綠建築政策，進行 BIM 輔助綠建築設計的相關研究工作。
- (四) 整合研究力量及成果：BIM 是涉及建築物整個生命週期的資訊活動問題，涉及各種專業層級與主管機關，有必要邀集公共工程委員會、本部營建署、地方建築主管機關、建築師公會等專業技術團體以及本所組織一相關推動團隊。

國內公部門應用 BIM 技術之工程案例，以台北市政府捷運局在 2011 年底發出萬大線細部設計標，規定設計單位必須採用 BIM 技術，陸續開啟公部門運用 BIM 技術的大門。此後，新北市政府工務局在各區國民運動中心及市立圖書館的統包案亦規定統包廠商必須採用 BIM 技術，因此國內施工廠商亦逐漸在公部門的誘導下陸續投入 BIM 的應用。而行政院公共工程委員會也在 2014 年 5 月成立「公共工程運用建築資訊建模(BIM)推動平台」，積極推動各部會與單位應用 BIM 技術，而新北市政府於 2016 年 7 月舉行的推動建築資訊模型成果發表暨座談會中，說明其已發出五張以 BIM 模型審核通過的建築執照(新北市政府工務局，2016)，而行政院公共工程委員會亦在 2017 年初透過委託計畫完成「機關辦理公共工程導入建築資訊建模(BIM)技術作業參考手冊」，並經由標竿研習會議推廣研究成果(楊智斌，2017)。整體而言，BIM 技術在台灣已慢慢進入讓產、官、學、研各界積極投入與實際應用的階段了。

然而經由上述的應用 BIM 技術分析與國內實際應用 BIM 的專案不難發現，國內目前執行的 BIM 專案大都處於嘗試應用階段，而且經常發現業主應用 BIM

技術的契約中應用需求不夠明確，甚至專案應用 BIM 技術是否合適，其預期效益為何，亦不明確。此外，內政部建築研究所於 2016 年執行「國內外推動 BIM 之策略與成效比較研究」(陳瑞鈴、楊智斌，2016)，該計畫在其結論中清楚提出以下五個建議，而該五項建議亦為本計畫啟動的主因之一。

- (一) 國內推動 BIM 技術之效益評估架構建立。
- (二) 定期辦理 BIM 標竿學習會議。
- (三) 持續分析國內外 BIM 推動的主要障礙及推動策略。
- (四) 定期分析各機關執行 BIM 有關資訊。
- (五) 國內推動 BIM 技術發展與應用知識盤點之研究。

二、研究目的

對於推廣 BIM 技術而言，目前已經被各界接受的 BIM 應用項次與應用分類已眾多，然而卻也相對造成困擾。本研究主要針對建築工程使用 BIM 技術應用提出評估選用之方法，以利日後有意願使用 BIM 技術之單位可以參考採用，因此，本研究具體之研究目的可以區分如以下四點：

- (一) 提出國內建築工程於選用各項 BIM 應用時之評估項目及內容。
- (二) 提出國內 BIM 應用評估選用表或手冊，協助業主依個案自行評估選用合適的 BIM 應用分類，提升業主應用 BIM 之意願。
- (三) 透過實際案例試評估後，提出國內針對建築工程現階段選用及評估 BIM 應用之輔助工具。
- (四) 透過 1 場次的教育訓練，介紹並推廣研究成果，以利提升與拓展研究成果之價值。

第二節 研究方法與流程

本計畫執行之研究流程與步驟規劃如圖 1-1 所示。研究團隊於第 1 次專家座談會前提出國內建築工程於選用各項 BIM 應用分類時之評估項目及內容，以及 BIM 應用分類評估選用表之初步成果，以利透過會議進行討論，再進行深入的分析。期中報告時將會確立完整的架構與內容，以利於期中後進行實際案例的測試，進而透過回饋修正成果，使最後研究成果推廣研習會議能夠有更具體成果之呈現。本研究主要之研究工作說明如下：

一、文獻回顧/次級資料分析

研究團隊透過網路收集國、內外之與本計畫有關的建築工程之 BIM 應用 (BIM Uses) 評估選用方法之資料，以利研提國內適用的評估選用架構，並進而研提國內組織及專案應用 BIM 技術效益之評估架構及評估指標，做為本研究後續進行之基礎。

二、標竿學習法(Benchmarking)

標竿學習是一持續不斷的學習流程，透過分析其他組織的最佳實務以調整為本身可以使用的資訊，經常在管理領域被使用。本計畫主要分析不同國家或組織對於 BIM 評估選用及 BIM 效益評估之作法與成果後，經由學習其他國家 BIM 應用的經驗與最佳實務，提出國內可參考的 BIM 選用及效益評估建議。

三、測試案例選定

本計畫規劃以實際案例進行效益評估架構及項次之測試，研究團隊以新北市政府「永和運動中心」之個案，做為本計畫之案例測試，以利各項次未來應用之可行性及可操作性。

四、專家學者諮詢座談

研究團隊邀請國內專家學者進行座談會議，以議題討論方式，進行研究內容審視及成果改進，以使研究成果確實符合產業實際應用之需求。

五、研究成果推廣講習會議

由於國內對於 BIM 的應用仍屬於初期，因此許多的觀念與作法仍應積極推廣，本計畫將依照契約規定舉辦一場次的講習會，以利研究成果能夠受用於更多的單位。此外，推廣講習會舉行的地點目前暫訂於大坪林聯合開發大樓 15 樓-國際會議廳。

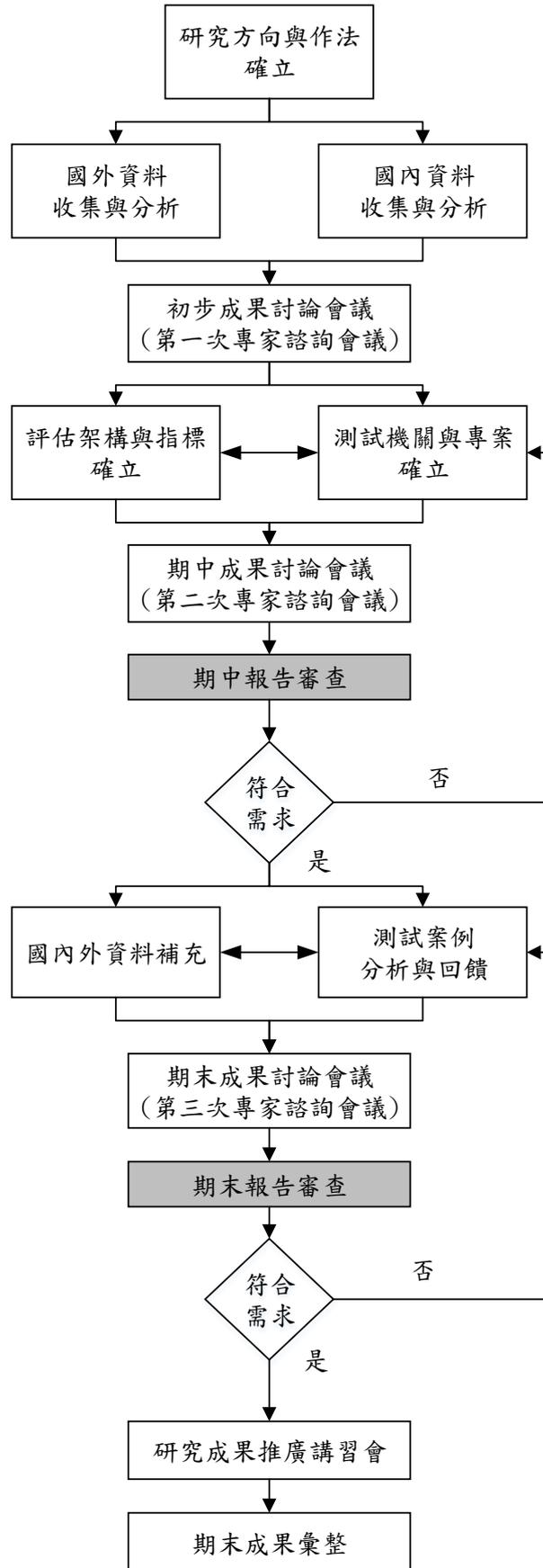


圖 1-1 研究流程圖

第三節 研究報告之內容

本計畫完成之研究成果，依章節順序，分別說明如後。

一、文獻回顧

第二章主要收集國內、外 BIM 應用(BIM Uses)相關研究、BIM 應用選用方式，並針對 BIM 應用效益評估之文獻進行回顧，最後於小結處彙整 BIM 應用、效益評估之項次及方法，以作為後續評估架構研擬之基礎。

二、國內 BIM 應用之評估選用

第三章依序分別將文獻回顧彙整之 BIM 應用分為生命週期六大階段，並提出適用於國內營建工程各階段之 BIM 應用，進而以專家問卷方式進行驗證，所得之結果做為本研究建立評估選用之基本 BIM 應用，並提出 BIM 應用之選擇執行流程，以供業主評估選用 BIM 應用之參考依據。

三、BIM 技術應用之效益評估

第四章主要將文獻回顧所彙整之效益評估項次分為組織層級及專案層級架構，再分別針對各項次內容進行深入分析，並透過專家問卷與調查確認各項次內容之適用性，最後以新北市政府-永和運動中心做為案例測試，以確立效益評估之架構及內容符合實務上可操作性。

四、建築工程 BIM 應用評估選用手冊

第五章主要係編撰「建築工程 BIM 應用評估選用手冊」，該手冊主要目的係協助業主依個案自行評估選用合適的 BIM 應用，並透過實務上案例應用說明，提供各單位有更明確之使用方式，以提升日後業主應用 BIM 之意願。

五、初步結論與建議

第六章主要彙整計畫結論與建議，除將具體研究成果進行歸納外，並提出日後可以延續的研究方向，以提供日後繼續推動相關研究之參考。

第二章 文獻回顧

鑑於研究團隊對於目前實務現況的瞭解，當業主其考慮應用 BIM 技術時，其經常面臨如何選擇合適的 BIM 應用(BIM Uses)，甚至如何評估應用該項次可能帶來的效益，及執行應用後如何評估是否確實具有效益等困擾。有關前述的前端輔助資訊與文件仍缺乏，因此造成推動 BIM 技術有一定的障礙。本研究為補足實務應用現況的不足，乃彙整國內外 BIM 應用之評估選用及效益分析等文獻，以利研究成果能夠在過往的基礎上精進，進而提升國內推動 BIM 技術的實際進程與效益。

第一節 國內外 BIM 應用相關研究

本研究透過國內外文獻彙整的 BIM 應用後發現，雖然有許多各式的 BIM 應用可供選用，但國外主要 BIM 應用較針對明確的專案範圍與需求，或以國家整體產業發展角度擬訂 BIM 應用之項目，因此各國所訂定 BIM 標準與規範體系不易將其 BIM 應用直接套用於國內建築工程使用，但仍有許多值得參考之處。

一、國外 BIM 應用相關研究

(一) BIM Project Execution Planning Guide V2.1

美國賓州州立大學「電腦整合營建」(Computer Integrated Construction, CIC)研究團隊所出版的「BIM Project Execution Planning Guide (簡稱 Penn State BIM Guide)」，是目前國內外最受到重視與參考使用的指南之一。該 BIM 專案執行指南之主要思維為 BIM 需要有一標準及作業流程，目標是在專案的早期階段能夠針對專案範圍與應用目的進行分析與決定，以利正確的使用 BIM，並增加專案團隊的規劃和直接溝通的機會，藉以協助專案關係人有效的使用 BIM 技術及做正確的決策(Penn State University,2011)。

該文件所提出全生命週期各階段之 BIM 應用，其目的是藉其執行專案的 BIM 工作，以掌握且達成專案的預期目標。該文件第二章內容說明制定 BIM 專案執行計劃的步驟，主要係根據專案及團隊的目標辨識適當的 BIM 應用，以及如何辨識專案的 BIM 目標及應用項目，並於專案規劃初期，為提出專案適合的 BIM 應用，團隊需依據專案特性、參與者的目標與能力及所需的風險進行分配，以提供專案選擇適當的 BIM 應用。

透過該文件的分析，本研究認為 BIM 技術於各生命週期階段皆有合適的 BIM 應用(BIM Uses)。此外，當業主定義 BIM 技術之應用目的後，專案團隊應確實分析使用 BIM 技術的目標，並依據專案特性選用適當的 BIM 應用，以達到專案使用 BIM 技術之效益與價值。該文件的 BIM 應用主要係根據美國營建產業的應用狀況，並經過文獻回顧、專家訪談、實際案例研究分析，提出生命週期四階段(規劃、設計、施工、營運維護階段)共 25 項 BIM 應用，以供業主導入 BIM 技術時有所依循，如圖 2-1 所示。

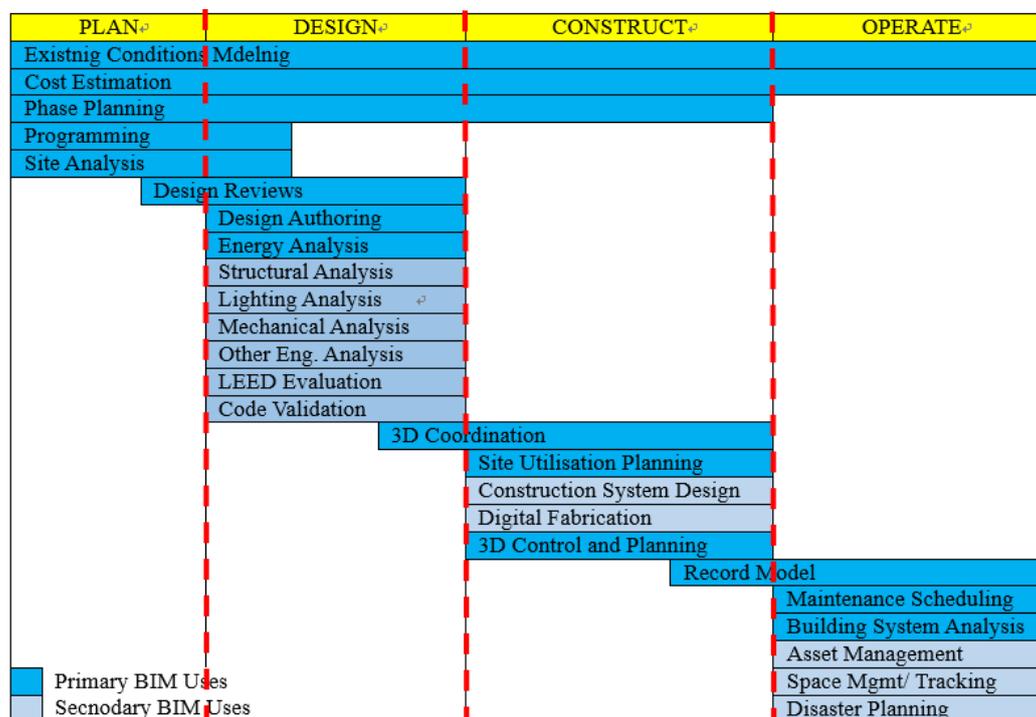


圖 2-1 「Penn State BIM Guide」全生命週期之 BIM 應用

資料來源：(Penn State University,2011)

(二) AEC UK BIM Protocol - BIM Execution Plan V2.0

有關英國 BIM 應用之相關文獻，仍主要以「BIM Execution Plan V2.0」之文件為主。該文件指出，BIM 執行計畫應記錄整個專案的 BIM 目標，並應在所有利益相關人之間進行討論和決定，而這些目標取決於許多因素，亦會根據專案的各個階段而有所改變與發展(UK,2012)，然而，該文件於附錄中共列出 27 項 BIM 應用，但未進一步進行 BIM 應用的分類。本研究認為該文件之 BIM 應用主要係參考美國「Penn State BIM Guide」之應用項目為主，其 27 項 BIM 應用羅列如下。

1. 基地現況建模(Existing Conditions Modelling)
2. 空間規劃(Programming)
3. 成本估算(Cost Estimation)
4. 基地分析(Site Analysis)
5. 歷時規劃(Phase Planning (4D Modelling))
6. 3D 整合協作(3D Coordination)
7. 設計成果審核(Design Reviews)
8. 工程分析(Engineering Analysis)
9. 能源分析(Energy Analysis)
10. 結構分析(Structural Analysis)
11. 照明分析(Lighting Analysis)
12. 機械分析(Mechanical Analysis)
13. 其他工程分析(Other Engineering Analysis)
14. 永續性評估(Sustainability (BREEAM) Evaluation)
15. 設計圖審(Code Validation)
16. 設計表達(Design Authoring)
17. 集成模型匯編(Record Modelling)
18. 數位製造(Digital Fabrication)
19. 3D 控制和規劃(3D Control & Planning (Digital Layouts))
20. 工地利用規劃(Site Utilisation Planning)
21. 施工系統設計(Construction Systems Design (Virtual Mock-up))
22. 可視覺化(Visualisation)
23. 設施/建物維護計畫(Building Maintenance Scheduling)
24. 設施/建物系統分析(Building System Analysis (operational))
25. 資產管理(Asset Management)
26. 空間管理和追蹤(Space Planning & Tracking)
27. 災害應變規劃(Disaster Planning)

(三) A Comparative Review of Building Information Modelling Implementation in Building and Infrastructure Industries

BIM 技術的快速發展提供了新的機會來提高專案執行過程中的效率，將有

助於在建築工程及非建築工程之生命週期中之新興技術使用。該文件主要目的係探討建築工程和基礎設施工程應用 BIM 技術的程度，從該研究結果顯示 BIM 技術在非建築工程方面的初步發展可以參考建築工程的現有 BIM 經驗(Wenchi Shou,2014)，進而提出適用於非建築工程之 BIM 應用。

此外，該研究透過相關研究及案例分析，彙整了建築工程與非建築工程於生命週期各階段之 BIM 應用，由於該文件所彙整的 BIM 應用項目相當多，本研究將可參考的 BIM 應用納入後續整體生命週期階段中進行分析。

(四) 上海市建築資訊模型技術應用指南

上海市為中國大陸發展 BIM 技術較具成效之城市，其城鄉建設和管理委員會發佈「上海市建築資訊模型技術應用指南(簡稱上海 BIM 指南)」，並負責上海市 BIM 技術應用推廣及協調工作。然而為改善 BIM 應用過程中所面臨的問題和及挑戰，包括儲存格式的不一、操作的流程規範，且為加速推廣上海市的 BIM 應用，不斷的提高上海市業主、設計、施工、物業管理等單位的 BIM 技術能力、規範 BIM 技術的應用環境，因此研訂前述應用指南提供各單位採用 BIM 技術之實施基礎與重要參考依據，藉以有效的提升 BIM 技術的價值(上海市城鄉建設和管理委員會，2015)。

該文件提供許多採用 BIM 技術時應具備的內容項目及條件，藉以協助專案參與者能夠正確的使用 BIM，並提升使用 BIM 的意願，該指南主要目的是希望能快速提升上海市的營建工程品質。此外，該文件亦提出生命週期階段中基本的 BIM 應用，並將建築專案的生命週期區分為方案設計、初步設計、施工圖設計、施工準備、施工實施及營運階段，共六個階段 23 項 BIM 應用，其內容如表 2-1 所示，以協助專案參與人員明確的使用 BIM 技術。

表 2-1 「上海 BIM 指南」之 BIM 應用

生命週期	BIM應用
方案設計	1.場地分析 2.建築性能模擬分析 3.設計方案比選
初步設計	1.建築、結構專業模型構建 2.建築結構平面、立面、剖面檢查 3.面積明細表統計

生命週期	BIM應用
施工圖設計	1.各專業模型構建 2.衝突檢測及三維管線綜合 3.豎向淨空優化 4.虛擬仿真漫遊 5.建築專業輔助施工圖設計
施工準備	1.施工深化設計 2.施工方案模擬 3.構件預製加工
施工實施	1.虛擬進度和實際進度比對 2.工程量統計 3.設備與材料管理 4.品質與安全管理 5.竣工模型構建
營運	1.營運系統建立 2.建築設備運行管理 3.空間管理 4.資產管理

資料來源：(上海市城鄉建設和管理委員會，2015)

(五) National BIM Guide for Owners

該文件係由美國建築科學研究所於 2017 年出版的「為業主制定的國家 BIM 指南(National BIM Guide for Owners)」，其目的為指引建築工程之業主如何為內部政策和程序來制定採用 BIM 技術之實施要求，並解釋如何將這些要求制訂於規劃、設計、施工和營運維護階段中。此外，該文件建議業主應根據專案的特性和個別需求為 BIM 應用提出具體的專案要求，並由 BIM 專案團隊遵循業主的的要求，規劃與執行 BIM 應用，以提高專案應用 BIM 技術之價值(Henry L. Green,2017)，以下針對該文件所提供的內容進行分析。

本研究將該文件對於 BIM 應用之定義譯為：「於設施的生命週期中應用建築資訊模型以實現一個或多個特定目標的方法」(A BIM Use is a method of applying Building Information Modeling during a facility's life cycle to achieve one or more specific objectives.)。另該文件將「Penn State BIM Guide」提供的 25 項 BIM 應用縮減成 18 項 BIM 應用，主要將規劃階段刪除空間規劃(Programming)1 項，設計階段將結構分析、照明分析、能源分析、機械分析、其它工程分析簡化成工程分

析，LEED 評估改為永續性分析(6 項縮減成 2 項)，營運維護階段則刪除設施/建物維護計畫(Building (Preventative) Maintenance Scheduling)及設施/建物系統分析(Building System Analysis)共 2 項，因此整體由原 25 項縮減為 18 項 BIM 應用。

此外，為了使該文件 BIM 應用選用上分類更為明確，該文件進一步的將其分為基本 BIM 應用、選擇性 BIM 應用及業主相關 BIM 應用，如表 2-2 所示，以做為使用者於專案評估選用參考之依據。

表 2-2 「National BIM Guide for Owners」之 BIM 應用

BIM應用分類	BIM應用
基本BIM應用	1.基地現況建模(Existing Conditions) 2.設計表達(Design Authoring) 3.設計成果審核(Design Review) 4.3D整合協作(Coordination) 5.集成模型匯編(Record Modeling)
選擇性BIM應用	1.成本估算(Cost Estimating) 2.歷時規劃(Phase and 4D Planning) 3.基地分析(Site Analysis – Development) 4.工地利用(Site Utilization – For Construction) 5.數位製造(Digital Fabrication) 6.3D位置和佈局(3D Location and Layout) 7.工程分析(Engineering Analysis) 8.永續性分析(Sustainability Analysis) 9.法規和標準合理性(Codes and Standards Compliance) 10.施工系統設計(Construction Systems Design)
業主相關BIM應用	1.資產管理(Asset Management) 2.災害應變規劃和管理(Disaster Planning and Management) 3.空間管理(Space Management)

資料來源：(Henry L. Green,2017)

二、國內 BIM 應用相關研究

(一) 內政部建築研究所-「臺灣 BIM 指南」

內政部建築研究所為國內公部門最為積極投入 BIM 相關研究的政府機關，並推動一系列的建築資訊整合分享與應用研發推廣計畫，藉由 BIM 之推廣應用，以提升國內建築環境品質及營建產業能量與競爭力，主要主軸包含「普及推廣應

用」、「延伸深化應用階段」、「開發本土應用」、「整合研究力量及成果」等四大主軸，進行相關推廣與研究工作。

然而，從國內過去幾年使用 BIM 技術的經驗中發現，由於國內 BIM 資訊標準不足且缺乏契約規範，導致業主在 BIM 契約內需求尚不夠明確，其效益為何亦都不明確，因此亟需要有「我國 BIM 協同作業指南之研訂-設計與施工階段資訊交換(簡稱臺灣 BIM 指南)」之研究成果來引導推動(邱垂德、余文德、鄭紹材，2015)，才能跳脫「以 3D 圖像作為主要成果」的迷思，以消除「國外技術與工具程式的成熟度在本地化應用的扞格與落差」(何明錦、劉青峰，2014)，並確實地掌握及達到 BIM 的效益與價值，以下針對「臺灣 BIM 指南」所提供的內容進行分析。

該文件借鏡各國 BIM 指南之經驗，認為新加坡 BIM 指南，相較於其他先進國家的 BIM 資訊及分類較具有架構簡化的優點，又有完整的執行細則，因此以新加坡 BIM 指南為學習標竿對象，並進行分析與擬訂適用於國內之 BIM 指南，將來可提供建築專案之各參與方擬定 BIM 工作執行計畫與契約內容之參考，以改善國內 BIM 執行專案契約責任、交付標準及工作範圍不明確之問題，並有效的降低國內營建產業推動 BIM 發展之阻力。

該文件根據新加坡 BIM 指南所列出的 28 項應用及建議交付項目，經由與業界的專家進行訪談後發現，在基本設計階段原有的「更新結構模型」及「更新機電模型」等 2 項 BIM 應用，在國內的建築設計審核實務中，皆屬於「由建築師複委託」之項目。另外，依照國內設計審核實務中，只有在基本設計階段「申請並取得建造執照」，在細部設計階段則不必再送審，故刪除細部設計階段的「申請並獲得建造許可」1 項，共刪減 3 項。因此，台灣 BIM 指南各階段之 BIM 應用共 25 項，如表 2-3 所示。

表 2-3 「臺灣 BIM 指南」之 BIM 應用

生命週期	BIM 應用
規劃階段	1. BEP 擬定 2. 基地分析 3. 規劃方案比選 4. 規劃定案

生命週期	BIM應用
基本設計階段	<ol style="list-style-type: none"> 1. 基本建築設計 2. 基本工程設計 3. 基本設計估算 4. 取得建築執照 5. 基本設計定案
細部設計階段	<ol style="list-style-type: none"> 1. 細部建築設計 2. 細部結構設計 3. 細部機電設計 4. 細部成本評估 5. 整合細部設計 6. 制定發包預算 7. 細部設計定案
施工階段	<ol style="list-style-type: none"> 1. 施工模型 2. 施工前檢討 3. 施工詳圖 4. 工地變更設計 5. 取得使用執照 6. 施工定案
竣工階段	<ol style="list-style-type: none"> 1. 竣工模型 2. 驗收
設施管理	<ol style="list-style-type: none"> 1. 設施管理模型

資料來源：(邱垂德、余文德、鄭紹材，2015)

(二) 交通部-「交通部所屬各機關(構)工程建置建築資訊模型(BIM)作業推動原則」

國內交通工程過去曾經於臺中高鐵站的施工階段應用 BIM 技術，以解決設計與施工界面整合及衝突檢查的用途，陸續也在高鐵彰化站與苗栗站導入 BIM 技術，都產生了許多具體的成效與極大的迴響。

近年來國內越來越重視 BIM 的應用，因此交通部為提升工程效率及品質，並強化後續營運維護階段的管理效能，將採購或契約內增列應用 BIM 技術項目與條款，以鼓勵各單位導入 BIM 技術，藉以發揮 BIM 於專案之效益與價值。因此制定「交通部所屬各機關(構)工程建置建築資訊模型(BIM)作業推動原則」。

此外，近年來交通部下屬各單位近期積極的推動及使用 BIM 技術，並研訂 BIM 的應用指南、制定相關契約內容及交付項目，以因應將來 BIM 技術的資訊發展。該推動原則主要是給予各單位施行建築資訊模型(BIM)作業的推動原則，

提供其所屬各機關(構)辦理工程相關採購，應視工程個案特性、規模及需求，建置建築資訊模型(交通部，2015)。該作業原則列出五階段 BIM 應用之重點原則，如表 2-4 所示，提供專案生命週期中各階段，包含規劃、設計、施工、營運維護管理等參與者進行資訊分享、工程協調與維護管理。

表 2-4 「交通部建置 BIM 推動作業原則」之 BIM 應用

生命週期	BIM應用
規劃階段	1.空間設計、法規檢討與驗證 2.結構設計方案 3.機電設計方案 4.初步成本估算 5.視覺化模擬 6.方案比較與決策
初步設計階段	1.建築設計模型 2.結構設計模型 3.機電管線設計模型 4.視覺化分析模擬 5.以3D模型進行溝通協調與查驗 6.4D進度規劃模型 7.碰撞檢測 8.設計初期成本估算 9.工程分析與模擬
細部設計階段	1.建築設計模型 2.結構設計模型 3.機電管線設計模型 4.視覺化分析模擬 5.以3D模型進行溝通協調與查驗 6.4D進度規劃模型 7.碰撞檢測 8.成本估算及工料清單 9.工程分析與模擬(如結構分析等)

生命週期	BIM應用
施工階段	1.建築施工模型 2.結構施工模型 3.機電施工模型 4.視覺化施工模擬 5.以3D模型進行溝通協調與查驗 6.4D施工進度模擬模型 7.碰撞檢測 8.成本估算 9.工程分析模擬 10.竣工履歷模型 11.設備性能確認及交付

資料來源：(交通部，2015)

(三) 臺大 BIM 研究中心-「業主 BIM 實施方針之擬訂指引(2015 版)」

臺灣大學土木系工程資訊模擬與管理研究中心(簡稱臺大 BIM 研究中心)為國內推廣及研究 BIM 技術的重要單位，且積極提供各單位採用 BIM 技術之重要參考指南，進而為國內營建產業快速的發展 BIM 技術。伴隨著 BIM 技術在國內越來越被建築工程產業重視和廣泛使用，而許多相關議題也一一的浮現，其中國內缺少 BIM 之相關標準最為受討論的議題，且經常在沒有足夠的認識 BIM 技術之下，許多業主並不願意投入額外的資源與成本，就想實現 BIM 的所有好處(臺大 BIM 研究中心，2015)，以下針對該文件所提供的內容進行分析。

臺大 BIM 研究中心為了減少業主與其他專案參與人之間對於採用 BIM 的想法及溝通上的落差，便提出「業主 BIM 實施方針之擬訂指引」，並將 BIM 應用定義為「是一種於建築物設施的生命週期中，藉由建築資訊建模的方法及策略，以達成前述所訂定之 BIM 目標」(臺大 BIM 研究中心，2015)，以做為國內業主端應用 BIM 技術之作業參考手冊，並協助業主在導入 BIM 技術過程中做出正確的判斷並投入適當的資源。

為了使業主能夠有 BIM 應用做為參考選用的依據，臺大 BIM 研究中心以美國「BIM Project Execution Planning Guide (Penn State BIM Guide)」為依據所歸納的 BIM 應用，將其分為生命週期四階段共 19 個 BIM 應用，如表 2-5 所示。

表 2-5 臺大 BIM 研究中心依據「Penn State BIM Guide」歸納之 BIM 應用

生命週期	BIM應用
規劃階段	1.現地條件模擬 2.造價估算 3.使用空間規劃
設計階段	1.視覺化溝通 2.法規檢討 3.建築性能分析及設計 4.耗能分析及設計 5.結構分析及設計 6.3D協同作業整合 7.準備發包文件
施工階段	1.可施工性檢討 2.4D工項排程 3.碰撞檢測 4.施工模擬 5.材料估算 6.竣工模型管理
營運維護階段	1.設備維護管理 2.資產管理 3.使用空間管理

資料來源：(臺大BIM研究中心，2015)

另外，臺大 BIM 研究中心以建築工程的全生命週期各階段來區分，以發展出五階段共 37 個應用 BIM 應用之重點建議，如表 2-6 所示。

表 2-6 「業主 BIM 實施方針之擬訂指引(2015 版)」之 BIM 應用

生命週期	BIM應用
概念/方案設計階段	1.空間設計、法規檢討與驗證 2.結構設計方案 3.機電設計方案 4.初步成本估算 5.視覺化模擬 6.方案比較與決策

生命週期	BIM應用
初步設計階段	1.建築設計 2.結構設計 3.機電管線設計 4.視覺化分析模擬 5.以3D模型進行溝通協調與查驗 6.4D進度規劃 7.碰撞檢測 8.設計初期成本估算 9.工程分析與模擬(如結構分析、能源模擬等)
細部設計階段	1.建築設計 2.結構設計 3.機電管線設計 4.視覺化分析模擬 5.以3D模型進行溝通協調與查驗 6.4D進度規劃 7.碰撞檢測 8.成本估算及工料清單 9.工程分析與模擬(如結構分析等)
施工階段	1.視覺化施工模擬 2.以3D模型進行溝通協調與查驗 3.4D施工進度模擬 4.碰撞檢測 5.成本估算 6.工程分析模擬 7.竣工履歷模型建立 8.設備性能確認及交付
營運維護階段	1.空間管理 2.能源監控 3.使用者服務 4.清潔保全 5.建築維修預算編列

資料來源：(臺大BIM研究中心，2015)

(四) 行政院公共工程委員會-「機關辦理公共工程導入建築資訊建模(BIM)技術」

由於國內公共工程導入 BIM 技術仍屬於起步與嘗試階段，行政院公共工程委員會(簡稱工程會)不僅扮演著提升公共工程技術的角色，亦是國內積極推動

BIM 技術的重要推手。工程會為因應 BIM 帶來的變革與前瞻性，於 2014 年建構公共工程運用 BIM 推動平台，採因案制宜與循序漸進方式推動，並積極地推動不同類型之公共工程嘗試導入 BIM 技術，使各類公共工程皆可因 BIM 技術的導入與應用，進而提升公共工程執行的效率。

除了透過 BIM 推動平台鼓勵各機關積極應用外，工程會更希望透過各機關實際導入經驗的回饋，而了解實際案例運用 BIM 技術的情形，因此透過委外計畫將國內 BIM 推動平台上運用 BIM 之 10 項試辦案例以及針對運用在不同階段的 5 項實際案例(包括設計階段、統包類型和設施維護階段)，訪談案例的 BIM 目標訂定、BIM 運用範疇、執行模式、執行效益、遭遇困難與解決對策等資訊之成果彙整，進而建議現階段適用各機關導入不同階段的 BIM 應用，如表 2-7 所示。

表 2-7 「機關辦理公共工程導入建築資訊建模(BIM)技術」之 BIM 應用

生命週期	BIM應用
設計階段	1. 規劃方案展示/評審 2. 工址現況分析 3. 協助數量/成本估算 4. 3D 設計建模 5. 3D 溝通與協調 6. 綠能分析與評估 7. 建管法規檢討 8. 建築、結構、機電管線、室內裝修之空間衝突及碰撞檢查 9. 設計圖面產出 10. 3D 視覺化呈現
施工階段	1. 工地空間使用規劃 2. 施工工項規劃 3. 施工圖繪製與產出 4. 3D 溝通與協調 5. 建築、結構、機電管線、室內裝修之空間衝突及碰撞檢查 6. 3D 視覺化呈現 7. 4D 施工模擬
營運維護階段	1. 設施履歷模型建立 2. 設施維護規劃 3. 設施資產管理 4. 設施空間使用管理

三、小結

經由文獻中所彙整的 BIM 應用後發現，國內外有許多 BIM 應用可供選用，但國外的 BIM 應用主要針對專案的範圍與需求，或以國家層級的角度擬訂 BIM 應用之項目，因此各國的 BIM 標準與規範體系將不易直接套用於國內建築工程使用。然而，國內的 BIM 應用大部分皆以過往的文獻為參考範圍及標的，以致於國內目前尚無制式標準的 BIM 應用可供參考，且現階段建築工程及非建築工程的相關研究及參考資訊相當的有限，如表 2-8 所示，對於建築工程而言，亦可能有不適用之情形。因此，國內有必要提出適用於國內建築工程之 BIM 應用，以提供建築工程不同生命週期階段應用之參考。

表 2-8 國內外 BIM 應用相關研究

年份	國家/單位	文獻	應用範圍	BIM 應用之分類
2011	美國	BIM Project Execution Planning Guide V2.1	建築工程	該文件分為4階段共25個BIM應用
2012	英國	AEC UK BIM Protocol - BIM Execution Plan V2.0	建築工程	該文件並未針對生命週期做分類，共列出27個BIM應用
2014	澳洲	A Comparative Review of Building Information Modelling Implementation in Building and Infrastructure Industries	建築與基礎設施	收集及回顧建築工程與非建築工程所使用的BIM應用
2015	中國上海市	上海市建築資訊模型技術應用指南	建築工程	該文件分為6階段共23個BIM應用
2015	內政部建築研究所	我國BIM協同作業指南之研訂—設計與施工階段資訊交換	建築工程	該文件提出台灣BIM指南5階段共25個BIM應用
2015	交通部	交通部所屬各機關(構)工程建置建築資訊模型(BIM)作業推動原則	土木工程	該文件提出5階段共35個BIM應用
2015	臺大BIM研究中心	業主BIM實施方針之擬定指引(以美國BIM Project Execution Planning Guide為依據所歸納)	建築工程	分為3階段19個BIM應用

年份	國家/單位	文獻	應用範圍	BIM應用之分類
		業主BIM實施方針之擬定指引(應用重點建議)		該文件分為5階段 37個BIM應用
2017	美國	National BIM Guide for Owners	建築工程	將BIM應用分類為基本BIM應用、選擇性BIM應用、業主相關BIM應用，共18個BIM應用
2017	行政院公共工程委員會	機關辦理公共工程導入建築資訊建模(BIM)技術	建築工程、 土木工程	該文件經分析各機關實際應用BIM技術之經驗與15個分析案例之成果，建議現階段適用各機關導入不同階段之BIM應用(3階段共21個應用)

第二節 國內外 BIM 應用之分類與選用方式

一、國外 BIM 應用評估選用相關文獻

(一) BIM Project Execution Planning Guide V2.1

在選擇 BIM 應用之前，業主與專案團隊人員應清楚了解導入 BIM 技術所期望達到的預期效益與目標，根據美國賓州州立大學研究團隊所出版的「Penn State BIM Guide」，認為這些目標應當是可測量的且能確實地掌握專案的預期效益，並足以提升及改善專案在生命週期中之規劃、設計、施工和營運維護的過程，且對於 BIM 應用的分析應首先集中於整個專案過程中的預期結果(Penn State University,2011)。

該文件提及業主與專案團隊人員應從營運維護階段開始選擇 BIM 應用，以確認每個 BIM 應用與專案所帶來的具體價值，進而發展每個生命週期階段（施工、設計和規劃階段），如圖 2-2 所示，以確實掌握專案的預期效益與正確的使用 BIM 技術。

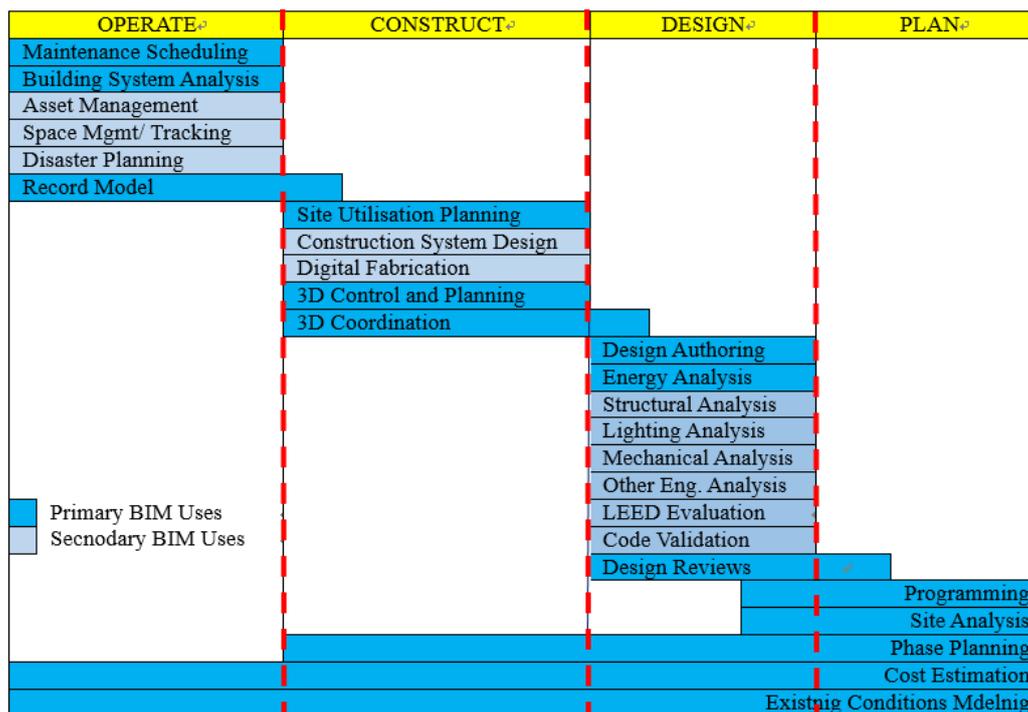


圖 2-2 「Penn State BIM Guide」 BIM 應用於全生命週期

資料來源：(Penn State University,2011)

此外，在選用 BIM 應用時，根據該文件所提供的每個 BIM 應用之使用說明，包括內容描述、可能的效益、需要的資源、團隊需能力等資訊，如表 2-9 所示(僅以資產管理應用為例)，進而評估選用適用於專案的 BIM 應用，然而，這些描述主要係針對不熟悉 BIM 技術的專案團隊所提供的說明，並提供專案團隊在選擇過程中有額外參考的價值，藉以協助業主正確選擇 BIM 應用，提升各單位使用 BIM 的意願。

表 2-9 「Penn State BIM Guide」 BIM 應用的使用說明(範例)

資產管理(Asset Management)
BIM應用之內容描述(Description)
A process in which an organized management system is bi-directionally linked to a record model to efficiently aid in the maintenance and operation of a facility and its assets. These assets, consisting of the physical building, systems, surrounding environment, and equipment, must be maintained, upgraded, and operated at an efficiency which will satisfy both the owner and users in the most cost effective manner. It assists in financial decision-making, short-term and long-term planning, and generating scheduled work orders. Asset Management utilizes the data contained in a record model to populate an asset man-

<p>agement system which is then used to determine cost implications of changing or upgrading building assets, segregate costs of assets for financial tax purposes, and maintain a current comprehensive database that can produce the value of a company's assets. The bi-directional link also allows users to visualize the asset in the model before servicing it potentially reducing service time.</p>
<p>潛在價值(Potential Value)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Store operations, maintenance owner user manuals, and equipment specifications for faster access. ● Perform and analyze facility and equipment condition assessments ● Maintain up-to-date facility and equipment data including but not limited to maintenance schedules, warranties, cost data, upgrades, replacements, damages/deterioration, maintenance records, manufacturer's data, and equipment functionality ● Provide one comprehensive source for tracking the use, performance, and maintenance of a building's assets for the owner, maintenance team, and financial department ● Produce accurate quantity takeoffs of current company assets which aids in financial reporting, bidding, and estimating the future cost implications of upgrades or replacements of a particular asset. ● Allow for future updates of record model to show current building asset information after upgrades, replacements, or maintenance by tracking changes and importing new information into model. ● Aid financial department in efficiently analyzing different types of assets through an increased level of visualization ● Increase the opportunity for measurement and verification of systems during building occupation ● Automatically generate scheduled work orders for maintenance staff.
<p>所需資源(Resources Required)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Asset Management system ● Ability to Bi-directional link facilities record model and Asset Management System.
<p>所需團隊能力(Team Competencies Required)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Ability to manipulate, navigate, and review a 3D Model (preferred but not required) ● Ability to manipulate an asset management system ● Knowledge of tax requirements and related financial software ● Knowledge of construction and the operation of a building (replacements, upgrades, etc.) ● Pre-design knowledge of which assets are worth tracking, whether the building is dynamic vs. static, and the end needs of the building to satisfy the owner
<p>參考資料(Selected Resources)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● CURT. (2010) BIM Implementation: An Owner's Guide to Getting Started

- NIST (2007) General Buildings Information Handover Guide: Principles, Methodology, and Case Studies <<http://www.fire.nist.gov/bfrlpubs/build07/PDF/b07015.pdf>>

資料來源：(Penn State University,2011)

此外，為協助業主評估選用 BIM 應用的合適性，該文件提供如何正確選擇 BIM 應用的流程，首先，專案團隊應考慮每個 BIM 應用潛在的用途，並考慮團隊與專案目標的關係；確認 BIM 應用責任方為何，責任方包括參與專案的任何團隊成員，及可能需要協助執行的潛在外部參與者；確認組織是否具有 BIM 所需的資源，包括 BIM 組織團隊、軟硬體設備、軟體教育訓練課程、BIM 技術專業知識及過去使用 BIM 技術的經驗；確定 BIM 應用相關的額外價值和風險；確定是否使用每個 BIM 應用等，以做為評估選用 BIM 應用之參考依據(Penn State University,2011)。

本研究彙整「Penn State BIM Guide」評估選用之方法及流程，如圖 2-3 所示，除了針對每個 BIM 應用提供使用內容說明及選用的先決條件資訊之外，為確保業主評估選用 BIM 應用之合適性，該文件亦提供正確選擇 BIM 應用的流程，包括潛在的用途、責任方、BIM 資源、額外價值和風險、確認每項 BIM 應用，以提供業主正確的評估選用 BIM 應用之參考依據。



圖 2-3 「Penn State BIM Guide」評估選用 BIM 應用之步驟流程

由於國內導入 BIM 技術尚屬起步階段，儘管國內各機關已逐步開始將 BIM 導入公共工程專案，但在各項技術未成熟及資源缺乏的情況下，導致無法彰顯其效益。儘管「Penn State BIM Guide」所提出的評估選用 BIM 應用之流程較為繁瑣，但研究團隊認為該評估選用方法與流程，具系統性及可操作性，足以做為國內建築工程之評估選用 BIM 應用之方法與架構之基礎。

(二) The Uses of BIM Classifying and Selecting BIM Uses V0.9

美國賓州州立大學「電腦整合營建」(Computer Integrated Construction, CIC) 研究團隊出版的「The Uses of BIM Classifying and Selecting BIM Uses(簡稱 Penn State BIM Selection Guide)」,有別於先前 BIM 專案執行計畫指南中,依生命週期階段來進行 BIM 應用的分類。該文件並未提供業主或 BIM 規劃人員來選用 BIM 應用,而提供一套有系統的 BIM 應用的分類方式,且主要是針對實施 BIM 的目的來進行 BIM 應用的分類,其目的是為 BIM 的用途定義一種通用語言(Common Language),以利團隊可以更清楚的在專案或其組織中來明確的傳達專案執行 BIM 應用的目的和內容,並實現 BIM 應用在整個全生命週期階段中的預期目標(Ralph G. Kreider, 2013)。

本研究將該文件所提出 BIM 應用定義譯為:「在生命週期中的設施維護階段應用建築資訊模型技術來實現一個或多個特定目標的方法」(A method of applying Building Information Modeling during a facility's lifecycle to achieve one or more specific objectives.)。此外,為了在生命週期中維護階段能有效的傳遞語言及實現特定的目標,「Penn State BIM Selection Guide」將 BIM 應用目標區分為五大項:(1)收集(Gather)、(2)產生(Generate)、(3)分析(Analyze)、(4)溝通(Communicate)、(5)實現(Realize),進一步區分為 18 小項(18 個應用 BIM 之目的),如表 2-10 所示。

表 2-10 「Penn State BIM Selection Guide」BIM 應用之目的與目標

BIM 應用目的		BIM 應用目標	同義詞
01	收集(Gather)	to collect or organize facility information	administer, collect, manage, acquire
	01 Capture	to represent or preserve the current status of the facility and facility elements	collect
	02 Quantify	to express or measure the amount of a facility element	quantity takeoff
	03 Monitor	to collect information regarding the performance of facility elements and systems	observe, measure
	04 Qualify	to characterize or identify facility elements' status	follow, track, identify
02	產生(Generate)	to create or author information about the facility	create, author, model
	01 Prescribe	to determine the need for and select specific facility elements	program, specify
	02 Arrange	to determine location and placement of	configure, lay out,

BIM 應用目的		BIM 應用目標	同義詞
		facility elements	locate, place
	03 Size	to determine the magnitude and scale of facility elements	scale, engineer
03	分析(Analyze)	to examine elements of the facility to gain a better understanding of it	examine, evaluate
	01 Coordinate	to ensure the efficiency and harmony of the relationship of facility elements	detect, avoid
	02 Forecast	to predict the future performance of the facility and facility elements	simulate, predict
	03 Validate	to check or prove accuracy of facility information and that is logical and reasonable	check, confirm
04	溝通 (Communicate)	to present information about a facility in a method in which it can be shared or exchanged	exchange
	01 Visualize	to form a realistic representation of a facility or facility elements	review
	02 Transform	to modify information and translate it to be received by another process	translate
	03 Draw	to make a symbolic representation of the facility and facility elements	draft, annotate, detail
	04 Document	to create a record of facility information including the information necessary to precisely specify facility elements	specify, submit, schedule, report.
05	實現(Realize)	to make or control a physical element using facility information	implement, perform, execute,
	01 Fabricate	to use facility information to manufacture the elements of a facility	manufacture
	02 Assemble	to use facility information to bring together the separate elements of a facility	prefabricate
	03 Control	to use facility information to physically manipulate the operation of executing equipment	manipulate
	04 Regulate	to use facility information to inform the operation of a facility element	direct

資料來源：(Ralph G. Kreider, 2013)

評估選用 BIM 應用時，除了有明確的 BIM 目的之外，該文件將其特性用於更精確地定義 BIM 應用額外的目的和目標，因此有必要提供附加的資訊，以清楚了解 BIM 應用的用途，包括設施元素(Facility Element)、設施階段(Facility Phase)、專業(Discipline)和發展程度(Level of Development)，如表 2-11 所示，以更明確的指引業主使用 BIM 應用。

表 2-11 「Penn State BIM Selection Guide」BIM 應用之附加資訊

特性(Characteristic)	描述(Description)
設施元素(Facility Element)	採用BIM應用的設施系統(The system of the facility on which the BIM Use will be implemented.)
設施階段(Facility Phase)	使用BIM應用的生命週期為哪一階段(The point in the facility's lifecycle at which the BIM Use will be implemented.)
專業(Discipline)	BIM應用的對象(The party by whom the BIM Use will be implemented.)
發展程度(Level of Development)	BIM應用模型的細緻程度(The degree of granularity to which the BIM Use will be implemented.)

資料來源：本研究整理自 (Ralph G. Kreider, 2013)

當業主有了明確應用 BIM 技術的目的與目標後，BIM 規劃人員應適當的評估選用 BIM 應用，但初期專案規劃小組所面臨的挑戰，主要係利用專案的特質來確定 BIM 在專案中最合適的用途，為了辨識專案能夠正確地的選用 BIM 應用，該文件提供了決定 BIM 應用的程序，如圖 2-4 所示，意旨在說明需明確的定義每個 BIM 應用的目的以及其附加特性，足以為專案正確的評估選用 BIM 應用，以協助業主正確的應用 BIM 技術，提升專案的整體品質。

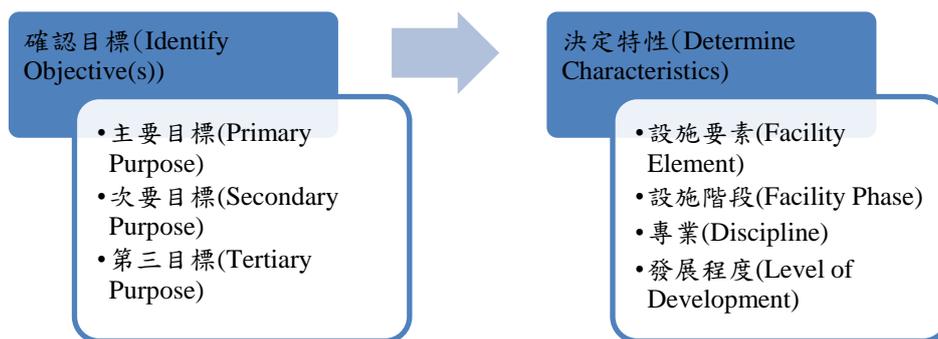


圖 2-4 「Penn State BIM Selection Guide」決定 BIM 應用的程序
資料來源：(Penn State University,2011)

該文件有別「Penn State BIM Guide」先前的研究，主要為協助業主評估選用 BIM 應用，並提供一些方法、流程及策略做選用之依據。本研究認為該文件目前在執行上有程度上的困難，但可以提供國內未來 BIM 發展著墨的方向。此外，該文件所提及在專案執行開始時，須先有 BIM 目標，以明確掌握專案的預期效益，故本研究以該文件所擬定的 BIM 目標做為後續評估流程建立之基礎。

(三) BIM planning guide for facility owners V2.0

美國賓州州立大學「電腦整合營建」(Computer Integrated Construction, CIC) 研究團隊所出版的指引業主應用 BIM 技術指南，乃針對採用 BIM 技術之業主如何實現 BIM 的效益與價值，該文件在規劃策略的所有步驟中，提出使用 BIM 技術必須進行評估六個核心要素，包括定義 BIM 目標與目的、執行 BIM 的方法(BIM Uses)、提出應用 BIM 流程、定義組織資訊需求、確認支援 BIM 技術的基礎設備資源、確立 BIM 過程中參與者的角色與職責，和教育訓練培訓課程(John Messner,2013)，以下針對該文件所提供的內容進行分析。

本研究將該文件所提出 BIM 應用定義譯為：「在生命週期的設施維護階段期間應用建築資訊模型以實現一個或多個特定目標的方法或策略，在規劃過程的階段中，BIM 應用係根據目的和目標來決定的」(A BIM Use is defined as a method or strategy of applying Building Information Modeling during a facility's lifecycle to achieve one or more specific objectives. The BIM Uses at this stage of the planning process are identified based on the goals and objectives.)。該文件主要將部分 BIM 應用給予內容描述，並提供 BIM 目標做為範例，如表 2-12 所示，以供業主依照專

案目標與目的的評估選用來對應 BIM 應用，以作為實現專案預期目標的方法與策略。

表 2-12 「BIM Planning Guide for Facility Owners」選用 BIM 應用之方法

目標	BIM應用
改善施工品質	設計審查、3D設計協調、數位製造
減少變更設計及釋疑單	設計審查、3D協調
減少能源的使用	能源分析、性能監控
在建築物移交後，提供設施管理者改善的設施資料	現有條件建模、集成模型匯編

資料來源：(John Messner,2013)

本研究認為該文件所提出的評估選用 BIM 應用需求及條件資訊不足，該評估選用方法將可能導致業主錯誤的應用 BIM 技術，故本研究僅以其 BIM 目標做為參考的項目，提供本研究後續建立評估選用 BIM 應用方法之基礎。

(四) 上海市-「上海市建築資訊模型技術應用指南」

上海市 BIM 指南主要是為了快速提升上海市整體的營建工程品質，並廣泛的應用 BIM 技術，因此研訂該文件主要係指引專案參與人員採用 BIM 技術參考內容。然而，如何評估選用 BIM 應用之方法，則是提供使用說明，包括目的和意義、數據準備、操作流程、以及成果，僅以設計方案比選為範例，以評估選用適用於專案的 BIM 應用，亦藉以提供專案團隊在選擇過程中有更多參考價值的額外資訊，並有效提升使用 BIM 技術，以下針對該文件所提供的內容進行分析。(上海市城鄉建設和管理委員會，2015)

此外，評估選用 BIM 應用之前，亦必須考量幾項應具備的要求及條件，包括建模發展程度和明確的交付內容項目、採用 BIM 技術階段(全生命週期或其他階段性應用)、使用 BIM 技術之明確組織型態及角色與職責、BIM 軟體選擇(以常用性、適用性，及軟體間資訊交換及共享的能力為主)及明確的分配及共享模型擁有權，藉以有效的達到 BIM 效益與價值，並實現專案的預期目標。

上海 BIM 指南的評估選用 BIM 應用之方法，與「Penn State BIM Guide」的選用流程與方法相似，亦提供每個 BIM 應用的使用說明條件，並提出檢視選用每個 BIM 應用之適當性的條件。因此，本研究參考該文件部分內容做為擬訂評

估選用方法與流程之基礎。

二、國內文獻中有關 BIM 應用之評估選用

(一) 業主 BIM 實施方針之擬訂指引(2015 版)

為了協助臺灣的業主導入 BIM 技術，臺大 BIM 研究中心以國外資料為基礎，研擬「業主 BIM 實施方針之擬訂指引」，並提出組織與專案兩個主要框架(臺大 BIM 研究中心，2015)，組織層面內容包括 BIM 導入策略及目標，為組織擬定 BIM 策略計畫來確認導入 BIM 技術之方向；專案層面則為 BIM 實施規劃與執行環境，具體地協助業主了解其對於專案之需求，進而從中衍生出專案 BIM 之用途，與定義及訂定相關標準，以供業主未來採用 BIM 技術時，依循必要的步驟及程序，進而評估組織現況與需求並加以調整。

透過該文獻之回顧，其所提出之評估選用方法乃針對有 BIM 技術與知識之業主端，且提供業主評估選用 BIM 應用需考量因素之表單(業主之 BIM 現況評估表)，係編譯自美國賓州州立大學所出版之「BIM Planning Guide for Facility Owner」，以評估策略計畫中每項要點的成熟度。首先，釐清每個要點對應組織現況所具備的成熟度來加以評分，此外，評估概況應簡短說明每個成熟度之評分標準，0 級代表組織中不存在、或未使用任何要點，5 級即計畫要點為最佳化狀態。評估的主要項次包括：策略、BIM 應用、流程、資訊、基礎設施、人員配置等 6 大項及 20 個細項，提供業主評估記錄每項的導入狀況。

當業主在選擇專案之 BIM 技術應用前，除了根據該文件的評估表之外，也應事先清楚了解人力資源配置、成本估算、其他相關資源，及專案之需求、預期效益與目標，並進一步的思考如何適當的選用 BIM 應用來達成目標與預期效益。因此業主需根據組織、專案型態，清楚地瞭解其需求及目標為何，而有些方向或目標可明確對應特定的 BIM 應用，如表 2-13 所示(僅為範例資料)，以指引業主如何評估選用 BIM 應用之方法與策略。

表 2-13 「業主 BIM 實施方針之擬訂指引(2015 版)」選用 BIM 應用之方法

BIM 目標	BIM 應用
提升施工品質	設計審查、設計3D整合、數位構件預製
減少RFIs及變更設計	設計審查、設計3D整合
減少能耗	能耗分析、效能監測
提升營運維護的效率及資訊取得	履歷模型資訊管理

的正確性	
------	--

資料來源：(臺大BIM研究中心，2015)

該文件的評估選用 BIM 應用之方法與策略以「BIM Planning Guide for Facility Owner V2.0」的內容為參考依據，提出採用 BIM 技術時必須進行評估六個核心要素，並提供 BIM 目標相對應的 BIM 應用作為範例。本研究認為該文件評估選用 BIM 應用的方法對於初次導入 BIM 技術的單位與專案將有不適用或執行上有困難之情形，且可能導致業主錯誤的使用 BIM 技術，故僅將取其中的 BIM 目標，做為後續研究之參考。

(二) 內政部建築研究所-「我國 BIM 協同作業指南執行要項研擬」

該文件主要係針對臺灣 BIM 指南提供如何評估選用 BIM 應用之方法，並輔助業主或 BIM 規劃人員分析業主的 BIM 目標與應用目的，並在營建專案上正確指引業主使用 BIM 應用，以便能順利地在專案中導入 BIM。此外，該文件將 BIM 應用目的定義為：「業主為了達成 BIM 目標而指定 BIM 服務廠商採取之具體應用方法，進而規範 BIM 專案必須要執行之 BIM 工作，以及所需之 BIM 交付成果」(余文德、鄭紹材、賴朝俊，2016)。

此外，BIM 目標(BIM Goals)係指業主採用 BIM 所希望達成的主要整體性目的，藉此提出具體的 BIM 應用，該文件亦提供了六個 BIM 目標的範例，將其分為必要性與選擇性的目標。由此可見，該文件的評估選用 BIM 應用之方法，亦根據業主的 BIM 目標選用所達成預期目標的 BIM 應用，如表 2-14 所示，以提供業主快速又明確的使用 BIM 應用。

表 2-14 「我國 BIM 協同作業指南執行要項研擬」評估選用 BIM 應用之方法

BIM 目標	必要性分析	BIM 應用組合
增進專案各參與方之溝通	必要性	(1)BEP擬定、(2)基地分析、(3)概念設計比選、(4)概念設計定案、(5)基本建築設計、(6)基本工程設計、(7)基本設計估算、(9)基本設計定案、(10)細部建築設計、(11)細部結構設計、(12)細部機電設計、(13)細部成本評估、(14)整合細部設計、(15)制定發包預算、(16)細部設計定案、(17)施工模型、(18)施工前檢討、(19)施工詳圖、(20)工地變更設計、

BIM目標	必要性分析	BIM應用組合
		(22)施工定案、(23)竣工模型、(24)驗收、(25)設施管理模型
提升專案執行之效率	選擇性	(1)BEP擬定、(3)概念設計比選、(7)基本設計估算、(8)取得建築執照、(13)細部成本評估、(14)整合細部設計、(18)施工前檢討、(20)工地變更設計
降低營運及生命週期的成本	選擇性	(1)BEP擬定、(3)概念設計比選、(14)整合細部設計、(15)制定發包預算、(23)竣工模型、(25)設施管理模型
提升施工品質	必要性	(1)BEP擬定、(17)施工模型、(18)施工前檢討、(19)施工詳圖、(20)工地變更設計、(22)施工定案、(23)竣工模型、(24)驗收
減少釋疑單及變更設計	必要性	(1)BEP擬定、(10)細部建築設計、(11)細部結構設計、(12)細部機電設計、(13)細部成本評估、(14)整合細部設計、(15)制定發包預算、(16)細部設計定案、(17)施工模型、(18)施工前檢討、(19)施工詳圖、(20)工地變更設計、(22)施工定案
降低生命週期能源消耗	選擇性	(1)BEP擬定、(3)概念設計比選、(4)概念設計定案、(5)基本建築設計、(6)基本工程設計、(7)基本設計估算、(9)基本設計定案、額外BIM應用目的：「環境模擬與分析、耗能驗證分析、照明設計模擬驗證」
BIM應用組合		(1)BEP擬定、(2)基地分析、(3)概念設計比選、(4)概念設計定案、(5)基本建築設計、(6)基本工程設計、(7)基本設計估算、(8)取得建築執照、(9)基本設計定案、(10)細部建築設計、(11)細部結構設計、(12)細部機電設計、(13)細部成本評估、(14)整合細部設計、(15)制定發包預算、(16)細部設計定案、(17)施工模型、(18)施工前檢討、(19)施工詳圖、(20)工地變更設計、(22)施工定案、(23)竣工模型、(24)驗收、(25)設施管理模型、額外BIM應用目的：「環境模擬與分析、耗能驗證分析、照明設計模擬驗證」

資料來源：(余文德、鄭紹材、賴朝俊，2016)

三、小結

透過文獻回顧彙整，本研究將目前國內外主要以建築工程的評估選用 BIM

應用之方法為主，如表 2-15 所示。本研究認為應參考國外之經驗為發展適用於國內業主評估選用 BIM 應用之方法，否則將無法有效的提升國內 BIM 技術的整體績效。因此本研究透過文獻蒐集評估選用之方法，做為後續研究參考之基礎，以利提出適用於國內建築工程評估選用 BIM 應用之方法與架構流程。

表 2-15 國內外評估選用 BIM 應用之相關研究

年份	國家/單位	文獻	應用範圍	評估選用BIM應用之方法
2011	美國	BIM Project Execution Planning Guide V2.1	建築工程	該文件提供每個BIM應用的內容描述、潛在價值、需要的資源、團隊需要的能力等，以供作參考及選用
2013	美國	The Uses of BIM Classifying and Selecting BIM Uses V0.9	基礎設施	該文件區分為五大目標並進而細分18個應用目的，且提供了選用BIM應用前須定義主要目的及次要目的，並決定特性，包括設施元素、設施階段、專業、發展程度
2013	美國	BIM planning guide for facility owners V2.0	建築工程	提供BIM目標作為範例，以供業主依照專案目標與目的適當的評估選用對應的BIM應用
2015	中國上海市	上海市建築資訊模型技術應用指南(2015)	建築工程	該文件提供每個BIM應用的說明，包含目標和意義、數據準備、操作流程、成果，以供作參考及選用
2015	臺大BIM研究中心	業主BIM實施方針之擬定指引(2015版)	建築工程	該文件針對有BIM技術與知識之業主端，且提供業主現況評估表，其需評估的主要項次包含策略、BIM用途、流程、資訊、基礎設施、人員配置，以供作參考及選用
2016	內政部建築研究所	我國BIM協同作業指南執行要項研擬	建築工程	該文件提出六個BIM目標面向，並將臺灣BIM Guide的25個BIM應用對應到可能達到的BIM目標，以供做參考及選用

第三節 國內外 BIM 應用之效益評估方式

由於國內建築工程導入 BIM 技術尚屬起步階段，儘管目前各機關已針對建築工程及非建築工程逐步導入 BIM 技術，但其效益為何無從評估。然而國內過去已有少數單位進行 BIM 效益評估，但大多採取質化的分析方式，或針對各案進行概略的量化估算，例如獲得成本節省 20%，但相關的評估項目及計算方式相當模糊。有鑑於此，本節係透過國內外相關文獻，彙整相關研究之 BIM 效益評估方式，並針對組織及專案層級分別提出評估項次，透過專家諮詢會議討論及問卷調查進行確認，以提出具系統性及完整性之評估指標及架構。

一、How to Measure the Benefits of BIM - A Case Study Approach

該文章以個案研究為基礎，發展一套完整的方法來分析 BIM 技術的效益，透過非導入 BIM 技術及有導入 BIM 技術的專案，確立導入 BIM 技術是否具有效益之評估方法，進而建立更全面評估架構以了解 BIM 及其對專案效率的影響。該研究提出的評估流程架構包括：建立指標、指標之案例測試、案例數據評估、數據計算成果及架構驗證，評估流程架構詳圖 2-5 及表 2-16 所示(Barlsh,2012)。

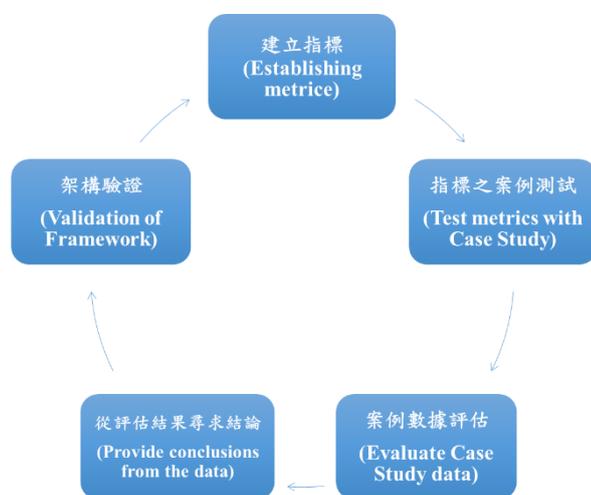


圖 2-5 BIM 效益評估構發展方式

資料來源：(Barlsh,2012)

表 2-16 BIM 效益評估流程架構

項目	內容
建立指標 (Establishing metrics)	建立指標或 KPI 來進行 BIM 成本和效益的量化數據的收集

指標之案例測試 (Test metrics with Case Study)	根據指標進行案例測試，以專案在同一組織中的 Non-BIM 與 BIM 的最小化變量
案例數據評估 (Evaluate Case Study data)	從案例測試中評估結果資訊，採用 BIM 效益及成本相關的量化
從評估結果尋求結論 (Provide conclusions from the data)	從數據中提出結論
架構驗證 (Validation of Framework)	驗證所建立的模型架構，來評估 BIM 所帶來的淨收益或虧損

資料來源：(Barlish,2012)

該研究提出的評估架構係依據圖 2-5 所示之架構發展而來，而該研究用以評估 BIM 應用效益之指標包含表 2-17 與表 2-18 中的收益(報酬)及投入指標，根據各類別之評估指標分別提出其計算方式，以提供使用者針對導入 BIM 效益評估之計算。此外，該研究以案例分析方式，採用數個規模相近的非 BIM 專案及 BIM 專案進行比較，以該研究所提出的收益(報酬)及投入指標進行個別計算，根據該研究分析結果提出使用 BIM 的專案與未使用 BIM 專案有不同程度的改善。

表 2-17 BIM 效益評估中之收益指標

準則	計算公式	單位
疑義澄清(RFIs)	$\frac{\text{Quantity of RFIs}}{\text{assembly or tool quantity}}$	#
變更(Change orders)	$\frac{\text{Cost of change}}{\text{total cost of project}}$	%
工期(Schedule)	$\frac{\text{Actural duration}}{\text{standard duration}}$	%

資料來源：(Barlish,2012)

表 2-18 BIM 效益評估中之投資指標

指標	計算公式	單位
設計成本(Design costs)		
A&E costs	$\frac{\text{BIM cost of A\&E service}}{\text{cost of total design NonBIM scope awarded}}$	\$/\\$=%
3D background model creator costs	$\frac{\text{BIM Cost of 3D background model creation}}{\text{cost of total design NonBIM scope awarded}}$	\$/\\$=%
施工成本(Construction costs)		

Contractor costs	$\frac{BIM\ contractor\ cost}{cost\ of\ total\ design\ NonBIM\ scope\ awarded}$	\$/\\$=\%
設計+施工成本(Design+Construction costs)		
Overall savings with BIM	$\frac{(BIM\ design\ cost + BIM\ constructiob\ cost)}{(cost\ of\ total\ design\ NonBIM\ and\ BIM\ scop\ awarded + cost\ of\ total\ construcion\ NonBIM\ and\ BIM\ scop\ awardea)}$	\$/\\$=\%

資料來源：(Barlish,2012)

二、Measuring the Value of BIM: Achieving Strategic ROI

為了釐清 BIM 可以帶來的策略性的投資報酬率(ROI)，Autodesk 於 2014 年在其資深的產業計畫專家 Hoffer 的協助下，發表一份量測 BIM 價值的電子書「Measuring the value of BIM: Achieving Strategic ROI」(圖 2-6 所示)，除了討論 BIM 在設計、施工及專案全生命週期管理的價值外，亦分析量測 ROI 必須考慮的投資(Investments)與效益(Benefits)因子、公司 BIM 投資報酬率之面向、應用 BIM 帶來的流程改變之衝擊量測方式，以提供不同公司評估 BIM 效益參考。



圖 2-6 Measuring the value of BIM: Achieving Strategic ROI

資料來源：(Hoffer,2014)

該文獻提出投資(Investments)因子包含：起始投資成本(Startup Investment)、專案成本(Project-specific costs)、策略性支出(Strategic outlays)等三個類別；而效益(Benefits)因子，就組織面向(Organization Dimension)可劃分為公司層級(Firm

Level)效益以及專案層級(Project Level)效益。本研究將文獻中所提及不同類別之投資(Investments)與效益(Benefits)因子依其特性，以組織層級及專案層級進行初步分類，彙整如圖 2-7 所示。

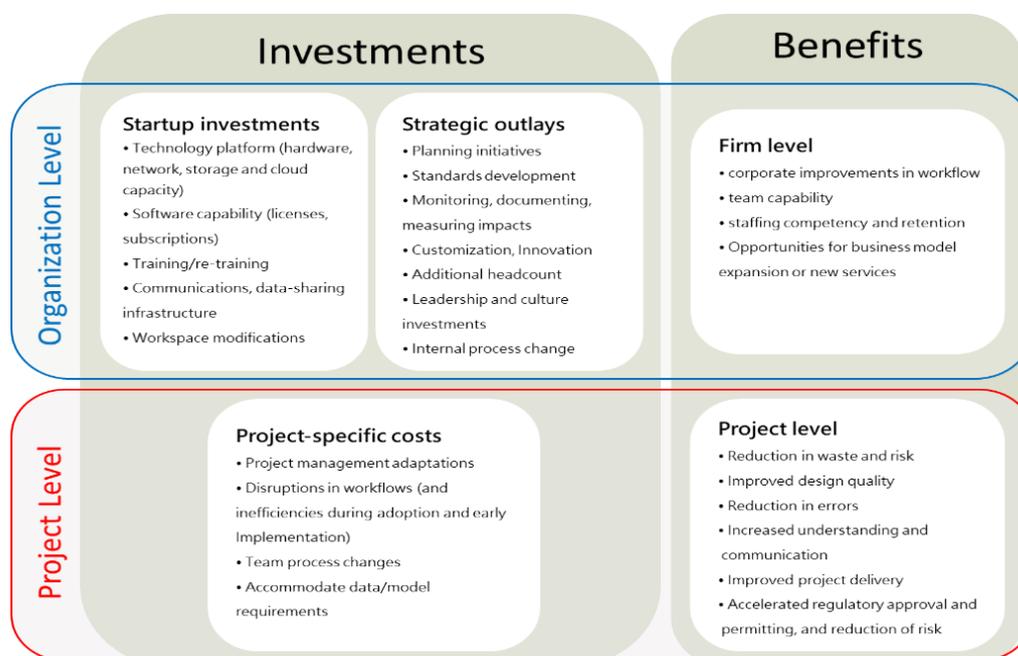


圖 2-7 組織層級與專案層級之效益評估架構

資料來源：(Hoffer,2014)

三、From Justification to Evaluation: Building Information Modeling for Asset Owners

隨著 BIM 的應用越來越廣泛，諸多研究也開始對於 BIM 效益評估提出不同方式，多數研究透過 ROI 的計算來了解 BIM 應用所帶來的效益，但並無標準的計算方式，常以易獲得的量化資訊來進行非 BIM 專案與 BIM 專案的比較，如：RFIs 疑義澄清數量、變更設計等，而其它不易量化的無形效益也因此被忽略。

該文獻主要係探討 BIM 應用的無形效益及間接成本，而不限於量化的 return on investment (ROI)評估。該文獻認為 ROI 的計算對於應用 BIM 的業主無法完整反映真實的成本與效益，因此提出 BIM 效益評估架構，詳如圖 2-8 所示(Peter E.D. Love,2013)。

為了更有效提升 BIM 帶給後端營運維護者有更顯著的效益，該效益評估架構考量數個不同面向的定性量測項次，輸入(Inputs)部分包含直接成本與間接成本，其中間接成本又可分為組織面與人力面；而輸出(Outputs)部分包含營運、管

理、基礎設施、組織、策略等五個類別。根據圖 2-8 顯示的 Y 軸顯示各項次量測的難易程度，愈往上代表愈不易量測，由圖可知直接成本及營運面的產出多可進行量化；反之，間接成本及其他四個面向的產出較不易進行量化，而輸出會隨 X 軸愈往右，所需的效益實現時間愈長。

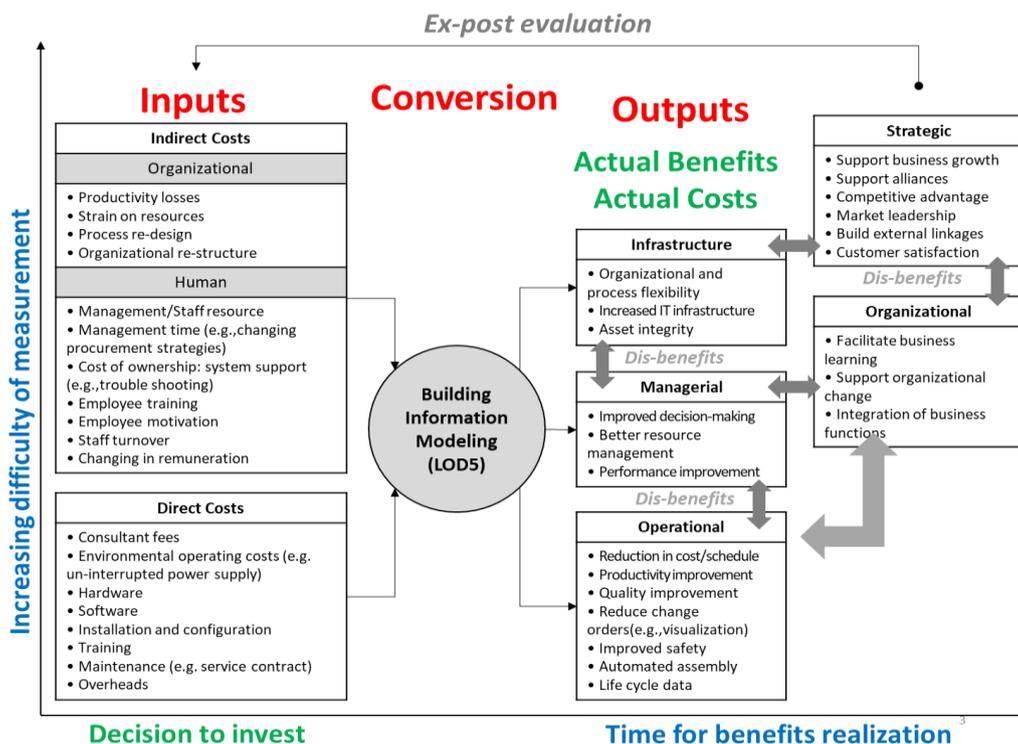


圖 2-8 BIM 效益評估架構

資料來源：(Peter E.D. Love,2013)

四、Return on Investment Analysis of Using BuildingInformation Modeling in Construction

由於 BIM 興起至今，應用該技術初期的高成本卻讓公私部門望之卻步，為了促進應用 BIM 技術的決策過程，該文獻以量化的方式評估應用 BIM 技術為專案降低了成本，並透過案例研究的方式比較未使用 BIM 技術的專案與有使用 BIM 技術的專案間的差異。

該研究以 ROI 的計算將 BIM 服務視為額外的投資，而效益部分則以減少的工期、減少的疑義澄清數量、減少的變更設計最為量測的標的。文獻中提供一系統化的 ROI 計算方式，BIM 的 ROI 估算架構如圖 2-9 所示。以未應用 BIM 技術

的專案而言，站在業主的角度來評估應用 BIM 技術為可避免的成本，包含直接成本與間接成本，其中直接成本由應用 BIM 技術可避免的變更設計為主；而間接成本由專案的延遲天數最終以 BIM 技術來避免延遲所增加的成本，包含契約中基本條款所列之承包商間接成本、開發單位的管理費用、設計監造的管理費用以及業主借貸所生之利息支出等。

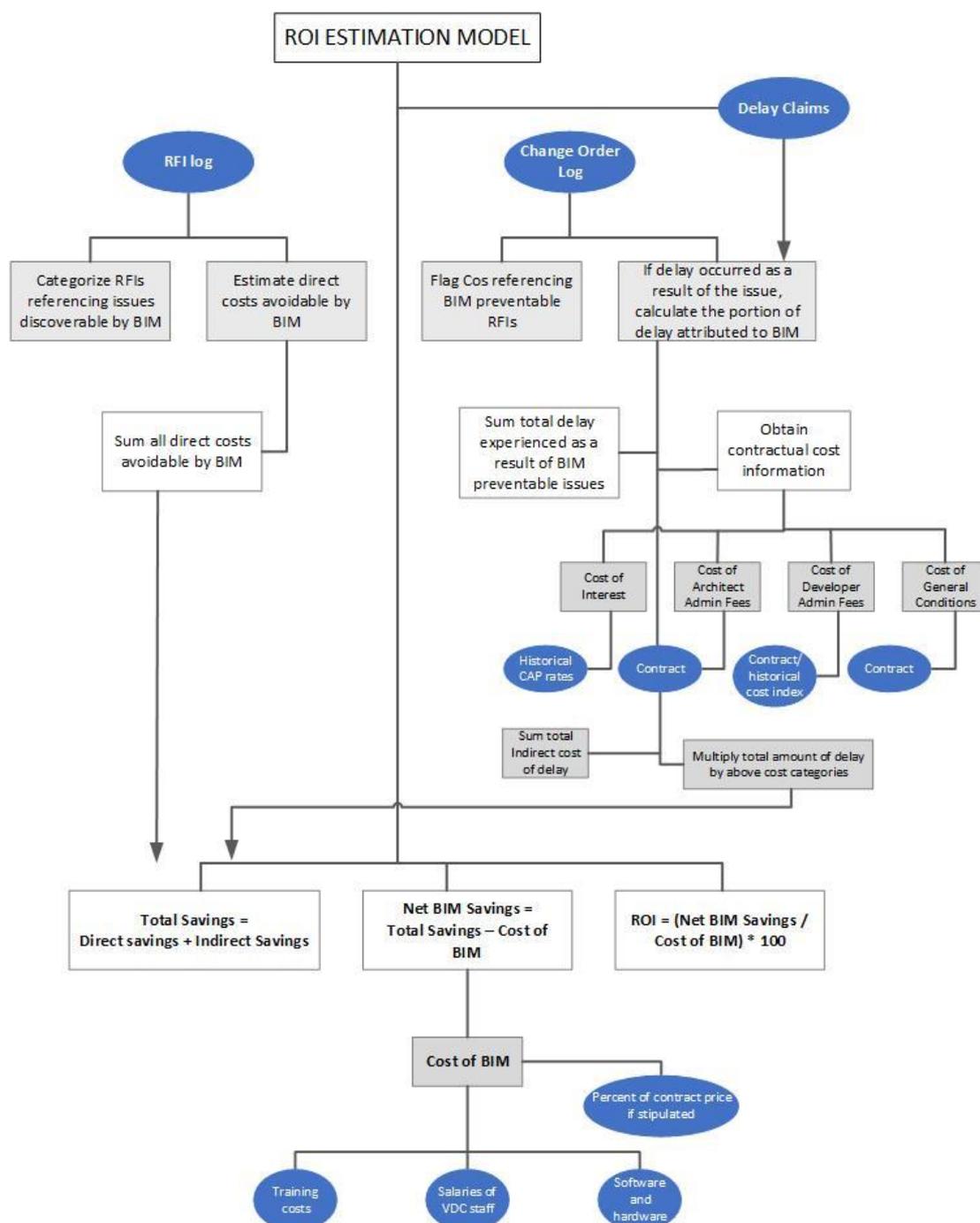


圖 2-9 Model for estimating BIM ROI

資料來源：(Issa,2009)

五、Delivery Value with BIM

在 2016 年出版的「Delivery Value with BIM」一書的「Benefits Dictionary」一節中，Sanchez and Joske 兩位作者彙整超過 150 篇的文獻後，歸納 BIM 可以為不同的專案參與者(包括客戶端/業主(Client/owner)、設計者(Designer)、施工廠商(Contractor)、分包商(Subcontractor)、加工廠/製造商(Fabricator/manufacturer)、估算師(Surveyor)、資產管理(Asset management)、供應商(Supplier)、終端使用者(End-user))帶來不同的效益，例如：更好的變更管理(Better change management)、更少的錯誤(Fewer errors)、降低風險(Reduced risk)等。詳細該書中兩位作者歸納的效益如圖 2-10 所示之內容(Adriana X. Sanchez,2016)。圖 2-10 中灰色底部份表示該參與者可以經由應用 BIM 技術獲得該項次的效益。

效益項次	客戶端/業主 (Client/owner)	設計者 (Designer)	施工廠商 (Contractor)	分包商 (Subcontractor)	加工廠/製造商 (Fabricator/manufacturer)	估算師 (Surveyor)	資產管理 (Asset management)
management	●		●				●
labour utilisation savings	●		●				●
management	●		●				●
information capturing	●	●	●		●		●
initial performance	●	●	●		●		●
information scheduling	●	●	●		●		●
scenario and alternatives analysis	●	●	●		●		●
management	●	●	●		●		●
of supply chain knowledge	●	●	●		●		●
stage gain	●	●	●		●		●
regulation and requirement compliance	●	●	●		●		●
er satisfaction	●	●	●		●		●
automation	●	●	●		●		●
ns)	●	●	●		●		●
ita and Information Management)	●	●	●		●		●
documentation Quality and Processes)	●	●	●		●		●
in exchange)	●	●	●		●		●
curve	●	●	●		●		●
ality)	●	●	●		●		●
)	●	●	●		●		●
quantity take-off)	●	●	●		●		●
ctive emergency management)	●	●	●		●		●
onstruction sequence)	●	●	●		●		●
d execution time and lead times)	●	●	●		●		●

圖 2-10 BIM 以不同專案參與者帶來之效益

資料來源：(Adriana X. Sanchez,2016)

六、小結

本研究彙整數個文獻所提出 BIM 成本與效益的相關評估指標，並以組織層級與專案層級進行區分，將各項次評估內容匯整如表 2-19~表 2-20 所示。組織層級的部分，投入面包含起始投資成本及必要性支出，產出面包含基礎設施效益、

策略效益、管理效益、組織效益、營運效益。專案層級的部分，投入面包含直接成本及間接成本，產出面包含專案效益。

表 2-19 「組織層級」評估指標

指標	原文
組織-投入指標	
技術平台(硬體等)	Technology platform (hardware, network, storage and cloud capacity)
通訊、資料分享的基礎設施	Communications, data-sharing infrastructure
軟體	Software (licenses, subscriptions)
教育訓練	Training/re-training
工作空間調整	Workspace modifications
衝擊成本	Monitoring, documenting, measuring impacts
客製化與創新成本	Customization, Innovation
新增人力成本	Additional headcount and/or new roles (e.g., BIM manager, IT support)
	Management/Staff resource
	Management time (e.g.,changing procurement strategies)
	Employee motivation
	Staff turnover
標準發展	Changing in remuneration
標準發展	Standards development
工作流程的中斷	Disruptions in workflows (and inefficiencies during adoption and early Implementation)
程序的改變與重新設計	Process change
	Process re-design
領導和文化投資	Leadership and culture investments
組織的重新建構	Organizational re-structure
顧問費用	Consultant fees
管理費用	Overheads
組織-產出指標	
組織和程序的靈活性	Organizational and process flexibility
基礎設施的增加	Increased IT infrastructure
資產完整性的提升	Asset integrity
市場競爭與領導地位	Competitive advantage
	Market leadership
客戶滿意	Customer satisfaction
業務成長	Support business growth
	Opportunities for business model expansion or new services
決策品質的改善	Improved decision-making
資源管理的提升	Better resource management
成效的改善	Performance improvement
促進企業學習	Facilitate business learning
支持組織變革	Support organizational change
業務功能的整合	Integration of business functions

企業工作流程的改善	Corporate improvements in workflow
團隊能力的提升	Team capability
人員的能力	staffing competency
生產力的提升	Productivity improvement
利害關係人間的理解與溝通	Increased understanding and communication
生命週期數據	Life cycle data

表 2-20 「專案層級」評估指標

指標	原文
專案-投入指標	
技術平台(硬體等)	Technology platform (hardware, network, storage and cloud capacity)
通訊、資料分享的基礎設施	Communications, data-sharing infrastructure
軟體	Software capability (licenses, subscriptions)
安裝和配置	Installation and configuration
教育訓練	Training/re-training
新增人力成本	Additional headcount and/or new roles (e.g., BIM manager, IT support)
	Management/Staff resource
	Management time (e.g.,changing procurement strategies)
	Employee motivation
	Staff turnover
適應專案管理	Project management adaptations
符合數據/模型要求	Accommodate data/model requirements
客製化與創新成本	Customization, Innovation
工作流程的中斷	Disruptions in workflows (and inefficiencies during adoption and early Implementation)
程序的改變與重新設計	Process change
	Process re-design
顧問費用	Consultant fees
衝擊成本	Monitoring, documenting, measuring impacts
管理費用	Overheads
專案-產出指標	
降低浪費與風險	Reduction in waste and risk
加快核准、降低風險	Accelerated regulatory approval and permitting
減少錯誤	Reduction in errors
變更設計的減少	Reduction of change order (e.g.,visualization)
生產力的提升	Productivity improvement
成本/工期的減少	Reduction in cost/schedule
安全的提升	Safety improved
品質的提升	Quality improvement
成效的改善	Performance improvement
利害關係人間的理解與溝通	Increased understanding and communication
客戶滿意	Customer satisfaction

專案執行方式獲得改善	Project delivery through efficient use of resources, improved safety, and accurate timelines
------------	--

第四節 小結

本節係透過國內外相關文獻回顧，綜整以下二大重點：

一、參考「Penn State BIM Guide」做為本研究之基礎

本研究透過相關文獻回顧彙整後發現，各國家針對專案的範圍與需求皆不盡相同，對於建築工程 BIM 應用而言，無法完全的適用於國內的 BIM 現況，亦可能有不適用之情形，若未發展適用於國內業主評估選用 BIM 應用之方法，將無法有效提升國內 BIM 整體之效能。由於美國賓州州立大學所出版的「Penn State BIM Guide」提供了每個 BIM 應用的應用概要說明，且該文件目前最為國內外廣泛參考使用的指南，因此，本研究係參考該文件之 25 項 BIM 應用，並做為本研究擬訂評估選用架構及流程之基礎，希冀提供國內在 BIM 應用及評估選用上有一系統性及整體性的思維，讓使用單位了解生命週期不同階段可使用的 BIM 應用項目，藉以提升國內建築工程 BIM 之管理效能。

二、建立適用我國之 BIM 效益評估架構

根據 BIM 效益評估的文獻彙整得知，國外執行 BIM 技術的時程較早，各項技術及資訊發展較完善，因此，在評估各項效益時皆有完整的紀錄資訊；然而國內目前導入 BIM 技術尚屬起步階段，若要採用國外相關研究之效益評估方法，以國內現況而言，將可能缺乏執行 BIM 過程之相關資訊，無法完整的評估。有鑑於此，本研究將以國外所提出之效益評估方式為基礎，分別歸納「組織」及「專案」層級之面向，並透過產官學界專家學者進行檢視，提出適用我國之 BIM 效益評估架構及項次。然而國內近年來已開始逐步將 BIM 技術導入建築工程中，若採用本研究所提出之效益分析項次內容，逐步要求機關或廠商在執行的過程中盡可能紀錄各項資訊，未來將以系統性的方式評估國內導入 BIM 之效益，將可提出更實際的效益資訊供未來將導入 BIM 單位之參考。

第三章 國內 BIM 應用之評估與選用

本研究透過第二章文獻回顧結果，將目前所彙整的 BIM 應用分為生命週期六大階段，並提出適用於我國建築工程之 BIM 應用，及其附加的應用說明內容，包括 BIM 功能、BIM 模型可能的用途，依據彙整的 BIM 應用建立國內建築工程 BIM 應用之架構，並以問卷調查方式進行驗證及修正，爾後即提出適用於國內建築工程之 BIM 應用。本研究提出我國建築工程 BIM 應用之執行流程，如圖 3-1 所示。



圖 3-1 建築工程 BIM 應用之執行流程

第一節 建築工程 BIM 應用評估架構之建立

一、以生命週期進行 BIM 應用分類

透過國內外相關文獻之歸納，BIM 應用主要以生命週期的各階段做為分類標的，且各分類階段亦不盡相同，如：規劃設計階段、設計施工階段等模糊的應用階段，導致無法直接判斷 BIM 應用所屬的應用範圍。因此，本研究為建立 BIM 應用在各階段的一致性，以目前較廣泛使用的行政院公共工程委員會公布之「機關委託技術服務廠商評選及計費辦法(簡稱技術服務辦法)」中的生命週期階段做為主要分類主軸。

(一) 可行性評估階段

一般而言，可行性評估相較於其他生命週期階段鮮少會導入 BIM 應用，且諸多文獻在此階段亦無提出相關 BIM 應用，本研究為了使 BIM 技術在專案執行過程中能夠完全落實於生命週期中，根據技術服務辦法所辦理的內容中，方案研擬及比較評估、計畫成本之初估及經濟效益評估、現況調查的分析模擬，以確保 BIM 應用符合文獻中的內容。本研究透過文獻回顧(Penn State,2011；UK,2012；臺大 BIM 研究中心，2015)，將可行性評估階段的 BIM 應用整理如下。

- 方案比較與決策
- 初步成本估算

- 基地現況建模(現地條件模擬)

(二) 規劃階段

規劃階段的 BIM 應用除了依據文獻進行分類之外，若有無法判斷或涵蓋設計的規劃階段(如規劃設計階段)，則以技術服務辦法的服務項目內容做為分類標準，並透過問卷調查方式得知該 BIM 應用於實務上之可行性。本研究透過文獻回顧(Penn State,2011；UK,2012；Shou, Wang et al. 2014；交通部，2015；邱垂德、余文德、鄭紹材，2015；臺大 BIM 研究中心，2015；上海市城鄉建設和管理委員會，2015；楊智斌，2017)，將規劃階段初步整理的 BIM 應用項目如下。

- 基地現況建模 (現地條件模擬)
- 初步成本估算 (成本估算、造價估算)
- 空間規劃(使用空間規劃)
- 基地分析(場地分析、工址現況分析)
- 設計成果審核
- 歷時規劃(階段分析)
- 設計方案比選(方案比較與決策、規劃方案展示/評審、概念設計比選)
- 設計方案(結構設計方案、機電設計方案)
- 設計評估
- 概念設計定案
- 建築性能模擬分析(建築性能分析及設計)
- 視覺化模擬(可視覺化、3D視覺化呈現)
- 量體模型
- 空間設計、設計圖審與驗證(建管設計圖審)
- 土地利用和交通規劃(交通影響模擬)

(三) 基本設計階段

一般而言，相關文獻資料並未將設計階段再細分為基本設計階段與細部設計階段，但基於實務應用的需求，本研究將設計階段區分為基本設計及細部設計兩階段。該階段的 BIM 應用除了依據文獻所分類之外，亦以技術服務辦法的服務項目內容做為分類標準，並透過問卷驗證的方式得確認 BIM 應用於實務上的可行性。本研究係透過文獻回顧(Penn State,2011；UK,2012；Shou, Wang et al. 2014；交通部，2015；邱垂德、余

文德、鄭紹材，2015；臺大 BIM 研究中心，2015；上海市城鄉建設和管理委員會，2015；楊智斌，2017)，將基本設計階段初步整理 BIM 應用如下。

- 基本設計(如建築設計、結構設計、機電管線設計、工程設計、3D 設計建模、幾何建模、土木現地設計、各專業模型構建)
- 視覺化分析模擬(可視覺化、虛擬仿真漫遊、3D 視覺化呈現)
- 以3D模型進行溝通協調與查驗(視覺化溝通、3D 協調、3D 溝通與協調)
- 4D 進度規劃
- 建築、結構、機電管線、室內裝修之空間衝突及碰撞檢查(碰撞檢測、衝突檢測、干涉檢測、設計衝突分析)
- 設計初期成本估算(基本設計估算、面積明細表統計)
- 工程分析與模擬(如結構分析、能源模擬、綠能分析與評估、機械分析、負載力分析、應力分析、幾何分析、活荷載分析、結構系統和參數分析、耗能分析及設計、活載和靜載結構分析、照明分析等)
- 基本設計定案
- 可持續發展 (EWH) 評估
- 設計圖審與驗證
- 申請並取得建造執照

(四) 細部設計階段

細部設計階段的 BIM 應用除了依據文獻所分類之外，亦以技術服務辦法的服務項目內容做為分類標準，並透過問卷驗證的方式確認 BIM 應用於實務上的可行性。本研究係透過文獻回顧(Penn State,2011；UK,2012；Shou, Wang et al. 2014；交通部，2015；邱垂德、余文德、鄭紹材，2015；臺大 BIM 研究中心，2015；上海市城鄉建設和管理委員會，2015；楊智斌，2017)，將細部設計階段初步整理的 BIM 應用如下。

- 細部設計(如建築設計、結構設計、機電管線設計、3D 設計建模、幾何建模、土木現地設計、各專業模型構建)
- 視覺化分析模擬(可視覺化、虛擬仿真漫遊、3D 視覺化呈現)
- 以3D模型進行溝通協調與查驗(視覺化溝通、3D 協調、3D 溝通與協調)
- 4D 進度規劃
- 建築、結構、機電管線、室內裝修之空間衝突及碰撞檢查(碰撞檢測、衝突檢測、干涉檢測、設計衝突分析)

- 成本估算及工料清單(細部成本評估、協助數量/成本估算、提取數量)
- 工程分析與模擬(如結構分析、能源模擬、綠能分析與評估、機械分析、負載力分析、應力分析、幾何分析、活荷載分析、結構系統和參數分析、耗能分析及設計、活載和靜載結構分析、照明分析等)
- 設計圖面產出
- 3D 協同作業整合(整合細部設計)
- 制定發包預算
- 準備發包文件
- 細部設計定案
- 設計檢查
- 品質控制、品質保證

(五) 施工階段

施工階段的 BIM 應用除了依據文獻所分類之外，並透過問卷驗證的方式確認 BIM 應用於實務上之可行性。本研究係透過文獻回顧(Penn State,2011；UK,2012；Shou, Wang et al. 2014；交通部，2015；邱垂德、余文德、鄭紹材，2015；臺大 BIM 研究中心，2015；上海市城鄉建設和管理委員會，2015；楊智斌，2017)，將施工階段初步整理的 BIM 應用如下。

- 可施工性檢討(施工前檢討)
- 4D工項排程(施工工項規劃、虛擬工作規劃、4D規劃)
- 建築、結構、機電管線、室內裝修之空間衝突及碰撞檢查(碰撞檢測、干涉檢測)
- 施工模擬(3D控制和規劃、4D施工進度模擬、虛擬進度和實際進度比對、4D規劃模擬)
- 材料估算(成本估算、虛擬成本報告、5D成本分析、可量化工程項目之材料明細、面積及數量)
- 3D視覺化呈現(視覺化施工模擬、視覺進展報告、4D施工進度可視化)
- 以3D模型進行溝通協調與查驗
- 工程分析模擬
- 設備性能確認及交付(驗收)
- 施工模型

- 施工詳圖(施工圖繪製與產出)
- 工地變更設計(現場設計變更)
- 取得使用執照
- 竣工定案
- 竣工模型(竣工履歷模型建立、竣工模型管理)
- 設施管理模型
- 集成模型匯編
- 現場利用規劃(工地空間使用規劃、工作區安全規劃、施工安全分析)
- 施工系統設計
- 數據化製造(構件預製加工)
- 工程量統計
- 設備與材料管理(設備管理)
- 品質與安全管理(品質控制)
- 地理空間問題追蹤(追蹤現場施工進度)
- 產品檢驗和試驗 (材料測試和分析)

(六) 營運維護階段

營運維護階段的 BIM 應用除了依據文獻分類之外，本研究亦透過問卷驗證的方式確認 BIM 應用於實務上的可行性。本研究係透過文獻回顧(Penn State,2011；UK,2012；Shou, Wang et al. 2014；交通部，2015；臺大 BIM 研究中心，2015；上海市城鄉建設和管理委員會，2015；楊智斌，2017)，將營運維護階段初步整理的 BIM 應用如下。

- 資產管理(設施資產管理、GIS 資產追蹤、收費和設施管理、道路管理)
- 空間管理(使用空間管理、設施空間使用管理、空間管理及追蹤)
- 能源監控
- 使用者服務
- 清潔保全
- 設施/建物維修預算
- 設施履歷模型建立
- 設施/建物維護計畫(設備維護管理、設施維護規劃、維護和維修資訊、水減緩和規劃、設施/建物設備運行管理)
- 設施/建物系統分析

- 災害應變規劃(應急響應和修理)
- 營運系統建立
- 運輸管理系統(運輸管理)

二、建築工程 BIM 應用架構之建立

為建立適用於國內建築工程 BIM 應用架構，本研究係透過文獻回顧彙整生命週期與 BIM 應用的資訊，並依據技術服務辦法區分為六階段，以提供業主使用 BIM 應用時有更多的資訊有所依循。但本研究認為在資訊不足的情況下，將導致業主錯誤使用 BIM 應用與降低使用 BIM 技術的意願。此外，本研究所蒐集的文獻中有許多同義詞的現象，因此，國內有必要發展統一 BIM 應用之說法，以供使用者可正確選用。

本研究主要參考「Penn State BIM Guide」之 25 項 BIM 應用，為目前廣泛被使用與參考的文件，亦認為機械分析現階段較少會做使用，因此將其歸類到其他工程分析，故將 24 個 BIM 應用做為主要之 BIM 應用，並參考該文件所提供的每項 BIM 應用之說明，將文獻回顧彙整之 BIM 應用歸類於其中，且視為該 BIM 應用為其功能，以供業主有更多的資訊可參考與利用，建立國內可使用 BIM 應用之架構，如圖 3-2 所示。

為統一 BIM 應用之文字描述，本研究係將相似的同義詞歸納為較適用說法，如規劃階段的成本估算(原文字為：成本估算、造價估算)以成本估算作為主要的 BIM 功能；視覺化分析模擬(原文字為：可視覺化、虛擬仿真漫遊、3D 視覺化呈現)以視覺化分析模擬作為 BIM 功能等。此外，另有一些應用有不同的 BIM 功能或涵義存在，故本研究將其列為該 BIM 應用之功能，如營運維護階段的維護計畫(設備維護管理、設施維護規劃、維護和維修資訊、水減緩和規劃、設施/建物設備運行管理)，並描述使用 BIM 模型時能輔助或協助於專案的可能用途，以供業主有更多的參考資訊可做使用，如表 3-1 所示。



圖 3-2 國內 BIM 應用之架構

表 3-1 初擬國內建築工程之 BIM 應用

生命週期	BIM 應用	應用說明 (BIM 功能及模型可能用途)
可行性評估階段	基地現況建模 (Existing Conditions Modeling)	現地條件模擬(建置基地現況、現有設施、或者是現有設施內特定區域的現況，以提供可行性評估作業所需現地資訊)
規劃階段	基地現況建模 (Existing Conditions Modeling)	現地條件模擬(建置基地現況、現有設施、或者是現有設施內特定區域的現況，以提供規劃作業所需現地資訊)
	設計表達 (Design Authoring)	量體模型建立(利用 3D 建置概念設計各方案的量體模型，以供業主利用 3D 模型進行方案比較及比選) 設計(執行設施/建物的概念設計，包括建築、結構、使用空間規劃、其他專業設計等，並使用 3D 軟體建置該設施/建物的 BIM 模型，以提供相關系統的設計分析與滿足業主空間上需求)

生命週期	BIM 應用	應用說明 (BIM 功能及模型可能用途)
	成本估算 (Cost Estimation)	初步成本估算(由 BIM 模型輸出工程經費概算，以利提供成本資訊給業主做決策及決定經費預算)
	基地分析 (Site Analysis)	工址現況分析(運用 BIM/GIS 工具評估特定區域內的空間性質及環境現況分析，以確定專案的最佳基地位置)
		土地利用和交通規劃(運用 BIM 工具來評估特定區域內空間的利用及運輸規劃，以利選擇最佳方案)
		交通影響模擬(運用 BIM 工具來評估特定區域內交通的運輸規及影響模擬，以利決定方案的研擬及評估)
	設計成果審核 (Design Reviews)	設計成果審核(利用 3D 模型向利害關係人展示符合原規劃要件的評估成果，包括建築設計、結構設計、機電設計、使用空間規劃，藉以視需要即時解決設計的問題)
		設計評估(利用 3D 模型進行概念設計階段的方案設計與評估，以選擇最佳的設計方案)
		設計圖審與驗證(利用法規檢核軟體檢查模型中的參數是否符合工程專案指定的法規且符合相關法令規範，以達到減少錯誤、節省反覆檢核的時間)
歷時規劃 (Phase Planning)	視覺化模擬(利用 4D 模型有效地在整建、整修、或增建專案中，規劃施工順序和空間要求的階段性變化，以利於基本設計前提出解決方案)	
空間規劃 (Programming)	方案比較與決策(利用 3D 模型研擬空間規劃的方案並進行比較評估與比選，以選擇最佳的空間方案)	
基本設計階段	基地現況建模 (Existing Conditions Modeling)	基地現況建模(建置基地現況、現有設施、或者是現有設施內特定區域的現況，以提供基本設計作業所需現地資訊)
	基地分析 (Site Analysis)	基地分析(運用 BIM/GIS 工具來評估特定區域內的空間性質，以及環境現況模型建置與分析，以確定專案的最佳基地位置)
	設計表達 (Design Authoring)	設計(執行設施/建物的基本設計，包括建築、結構、機電管線、其他專業設計等，並使用 3D 軟體建置該設施/建物的 BIM 模型，以提供相關系統的設計分析，並縮短設計週期與降低設計的錯誤率)
	3D 整合協作 (3D Coordination)	3D 視覺化模擬(利用 3D 模型的虛擬空間中，能以視覺化模擬的效果，檢討設施/建物在空間上的需求及系統的分析)
		3D 溝通與協調(利用 3D 模型的虛擬空間中，透過 3D 視覺化的呈現，檢討設施/建物在空間上的需求及系統的分析，並達到專案成員之間的溝通協調、整合協作的效能)

生命週期	BIM 應用	應用說明 (BIM 功能及模型可能用途)
		碰撞檢測與衝突分析(在 3D 視覺化模擬的空間中，能事先透過檢核軟體進行衝突檢測，以減少變更設計的產生)
	歷時規劃 (Phase Planning)	4D 進度規劃 (運用 4D 模型有效地在整建、整修、或增建專案中，規劃施工順序的階段性變化，以利於細部設計前提出解決方案)
	空間規劃 (Programming)	方案比較與決策(利用 3D 模型研擬空間規劃的方案並進行比較評估與比選，以選擇最佳的空間方案)
		規劃方案展示/評審(利用 3D 模型研擬空間規劃的方案並進行展示與比選，以選擇最佳的空間方案)
	成本估算(含數量估算) (Cost Estimation)	設計初期成本估算(由 BIM 模型輸出數量概估成果，以利估算設計成本並確保設計成本在原定預算範圍內)
	結構分析 (Structural Analysis)	結構分析(利用 BIM 結構軟體進行營建專案的結構分析及模擬(包括結構系統和參數、應力幾何、活載重和靜載重結構、其他土木結構等分析)，以提高設施/建物的性能及安全性)
	照明分析 (Lighting Analysis)	照明分析(利用 BIM 能源分析軟體進行營建專案的照明分析，以滿足設施/建物的照明需求)
	能源分析 (Energy Analysis)	能源分析(利用 BIM 能源分析軟體進行營建專案的能源分析(包括氣流、能源、建築性能、耗能等各項分析)，以提高設施/建物的性能，及有效的降低能源消耗)
		綠能分析與評估(利用 BIM 能源分析軟體進行營建專案的綠能分析，以提高設施/建物的永續性，及有效的降低能源消耗)
	其他工程分析 (Other Engineering Analysis)	機械分析(利用 BIM 軟體分析設施/建物的機械分析模擬，以提高設施/建物的性能及安全性)
	永續性分析 (EEWH Evaluation)	永續性分析(進行永續性評估(如 LEED 認證)，依照 LEED 等級或其它永續性準則來評定專案的永續性發展，以提高設施/建物滿足永續性的標準)
	設計圖審 (Code Validation)	設計圖審及驗證(運用法規檢核軟體檢查模型中的參數是否符合工程專案指定的法規且符合相關法令規範，以達到減少錯誤、節省反覆檢核的時間)
	設計成果審核 (Design Reviews)	設計成果審核(以 3D 模型向利害關係人展示符合原規劃要件的規劃成果，包括建築設計、結構設計、機電設計、使用空間規劃，藉以滿足此階段的設計需求)
		設計評估(利用 3D 模型進行概念設計階段的方案設計與評估，以選擇最佳的設計方案)

生命週期	BIM 應用	應用說明 (BIM 功能及模型可能用途)
細部設計階段	基地現況建模 (Existing Conditions Modeling)	基地現況建模(建置基地現況、現有設施、或者是現有設施內特定區域的現況，以提供細部設計作業所需現地資訊)
	基地分析 (Site Analysis)	基地分析(運用 BIM/GIS 工具來評估特定區域內的空間性質，以及環境現況模型建置與分析，以確定專案的最佳基地位置)
	設計表達 (Design Authoring)	設計(執行設施/建物的細部設計，(包括建築、結構、使用空間規劃、其他專業設計等)，並使用 3D 軟體建置該設施/建物的 BIM 模型，以提供相關系統的設計分析與滿足業主空間上需求)
		設計圖面產出(進入施工階段前，建置各專業之設計圖面與產出做為將來現場施工之查詢與利用)
		制定發包預算(依據細部設計整合後的 BIM 模型產出詳細工項或材料數量之估算及編製，以利發包預算及招標文件之編擬)
		準備發包文件(具齊全的發包預算之相關文件，以備發包、招標的程序)
	3D 整合協作 (3D Coordination)	3D 視覺化分析模擬(利用 3D 模型的虛擬空間中，能以視覺化模擬的效果，檢討設施/建物在空間上的需求及系統的分析)
		3D 溝通與協調(利用 3D 模型的虛擬空間中，透過 3D 視覺化的呈現，檢討設施/建物在空間上的需求及系統的分析，並達到專案成員之間的溝通協調、整合協作的效能)
		碰撞檢測與衝突分析(在 3D 視覺化模擬的空間中，能事先透過檢核軟體進行衝突檢測，以減少變更設計的產生)
	歷時規劃 (Phase Planning)	4D 進度規劃(運用 4D 模型有效地在整建、整修、或增建專案中，規劃施工順序的階段性變化，以利於施工前提出解決方案)
	成本估算(含數量計算) (Cost Estimation)	成本估算及數量計算(由 BIM 模型輸出數量估算成果，以利精準的估算材料數量並且可以視需要快速輸出更改設計後的數量)
	結構分析 (Structural Analysis)	結構分析(利用 BIM 結構軟體進行營建專案的結構分析及模擬(包括結構系統和參數、應力幾何、活載重和靜載重結構、其他土木結構等分析)，以提高設施/建物的性能及安全性)
	照明分析 (Lighting Analysis)	照明分析(利用 BIM 能源分析軟體進行營建專案的照明分析，以滿足設施/建物的照明需求)

生命週期	BIM 應用	應用說明 (BIM 功能及模型可能用途)
	能源分析 (Energy Analysis)	能源分析(利用 BIM 能源分析軟體進行營建專案的能源分析(包括氣流、能源、建築性能、耗能等各項分析)，以提高設施/建物的性能，及有效的降低能源消耗)
		綠能分析與評估(利用 BIM 能源分析軟體進行營建專案的綠能分析，以提高設施/建物的永續性，及有效的降低能源消耗)
	其他工程分析 (Other Engineering Analysis)	機械分析(利用 BIM 軟體分析設施/建物的機械分析模擬，以提高設施/建物的性能及安全性)
	永續性分析 (EEWH Evaluation)	永續性分析(進行永續性評估(如 EEWH 認證)，依照 EEWH 等級或其它永續性準則來評定專案的永續性發展，以提高設施/建物滿足永續性的標準)
	設計成果審核 (Design Reviews)	設計成果審核(利用 3D 模型向利害關係人展示符合原規劃要件的基本設計成果，包括建築設計、結構設計、機電設計、使用空間規劃，藉以滿足此階段的設計需求)
		設計評估(利用 3D 模型進行概念設計階段的方案設計與評估，以選擇最佳的設計方案)
設計圖審 (Code Validation)	設計圖審及驗證(運用法規檢核軟體檢查模型中的參數是否符合工程專案指定的法規且符合相關法令規範，以達到減少錯誤、節省反覆檢核的時間)	
施工階段	基地現況建模 (Existing Conditions Modeling)	基地現況建模(建置基地現況、現有設施、或者是現有設施內特定區域的現況，以提供施工規劃作業所需現地資訊)
	成本估算(含數量計算) (Cost Estimation)	成本估算(含數量計算) (由 BIM 模型輸出數量估算報告，以精準的估算材料數量並且可以視需要快速輸出施工預組件的數量估算，達到施工的成本效益)
	設計表達 (Design Authoring)	施工模型(如建築、結構、機電等)(由定案細部設計的 BIM 模型按施工單位所需之假設工程及預定施工進度表產出施工進度模擬動畫，以供施工管理者決策參考所用)
		施工圖繪製與產出(按施工進度，建置各專業之施工詳圖，做為現場施工與計價之查詢與利用)
工地變更設計(當要求工地變更設計時，應提供核定的工地變更設計模型、集成模型匯編與圖面，進行審核的程序)		
歷時規劃 (Phase Planning)	4D 進度規劃與控制(運用 4D 模型有效地在整建、整修、或增建專案中，規劃施工順序的階段性變化，以利於控制專案的施工進度並免除工程延遲及重工的機會)	

生命週期	BIM 應用	應用說明 (BIM 功能及模型可能用途)
	3D 控制與規劃 (3D Control and Planning)	可施工性檢討(利用 BIM 模型模擬工地現場的可施工性評估, 如吊裝作業、潛在的風險, 以避免工地發生災害的機會)
		施工模擬(依據原先規劃的施工順序, 利用 4D 施工模擬評估施工的可行性, 以降低將來工程延遲及重工的機會)
		3D 控制與規劃(利用 3D 模型進行設施/建物組件的現場放樣模擬, 供工地現場在施工吊裝時做使用, 或者利用 3D 模型掌握現場的施工狀況)
		安全管理(利用 3D 模型比對現場施作與設備的正確性, 以及監督現場工地安全配置的符合性, 以提升專案執行的安全性)
		品質控制(利用 3D 模型控制現場施作與設備的正確性, 藉以提升專案的整體品質)
		設備確認及交付(經由 3D 竣工模型審查與現場施作的符合性, 並盤點設備及數量的正確性, 以利交付 BIM 竣工模型並做為將來營運維護管理所用)
		驗收(經由 3D 竣工模型審查與現場施作的符合性, 以利完成專案之需求並做為將來營運維護管理所用)
	3D 整合協作 (3D Coordination)	3D 視覺化分析模擬(利用 3D 模型的虛擬空間中, 能以視覺化模擬的效果, 檢討設施/建物在空間上的需求及系統的分析)
		以 3D 模型進行溝通協調與查驗(利用 3D 模型的虛擬空間中, 透過 3D 視覺化的呈現, 檢討設施/建物在空間上的需求及系統的分析, 並達到專案成員之間的溝通協調、整合協作的效能)
		碰撞檢測與衝突分析(在 3D 視覺化模擬的空間中, 能事先透過檢核軟體進行衝突檢測, 以減少變更設計的產生)
	集成模型匯編 (Record Modeling)	製作集成模型匯編(在專案的執行過程中, 利用 BIM 技術建置所有的設備物件資訊, 以提供未來營運維護使用所需的文件資料)
		製作竣工模型(施工定案模型, 將所有的設備建立附加資訊及履歷, 並且經審查後做成竣工 BIM 模型, 以利將來營運維護管理所用)
	工地利用規劃 (Site Utilization Planning)	工地空間使用規劃(利用 3D 模型模擬工地現場的空間規劃, 及施工安全的分析, 以提前辨識潛在的空間衝突, 並決定可行的施工方案)
	施工系統設計	施工系統設計(使用 3D 系統設計軟體來設計和分析較複

生命週期	BIM 應用	應用說明 (BIM 功能及模型可能用途)
	(Construction System Design)	雜的設施/建物系統的構造(例如模板支撐、帷幕牆等), 以提高複雜之設施/建物系統的可施工性)
	數位製造 (Digital Fabrication)	構建預製加工(使用數位化資訊科技直接依據3D模型預製建築材料或物件的製造, 以降低機器製造的誤差值並提高生產率)
營運維護階段	基地現況建模 (Existing Conditions Modeling)	基地現況建模(建置基地現況、現有設施、或者是現有設施內特定區域的現況, 以提供營運維護規劃作業所需現地資訊)
	集成模型匯編 (Record Modeling)	集成模型匯編(在專案的執行過程中, 利用 BIM 技術建置所有的設備物件資訊, 以提供未來使用所需的文件資料)
		設施履歷模型建立(將先前設備資訊不足的資料, 額外增加附加的資訊, 以提升將來營運維護資訊的完整性)
	資產管理 (Asset Management)	資產管理(將包含設施/建物物件資訊的記錄模型連結資產管理系統進行系統化的管理, 以利將來進行盤點及維護的查詢與利用)
	空間管理/追蹤 (Space Management/Tracking)	使用空間管理(利用 3D 模型的空間模擬, 隨時掌握及追蹤設施/建物的空間使用, 以確保空間資源能獲得最佳化的應用)
	設施/建物維護計畫 (Maintenance Scheduling)	設施/建物維護計畫(將設施/建物的物件資訊存取於電腦系統, 以利將來設備的維修與保養等維護管理之查詢與利用)
		設施維護規劃(將設施/建物的物件資訊及修繕計畫等其他資訊存取於電腦系統, 以利將來有效的保持設施/建物在使用壽命內的設備功能, 進而提高設施/建物的性能, 減少維修, 降低總體維護成本。)
		維護和維修資訊(將設施/建物的物件資訊及修繕計畫存取於電腦系統, 以利將來方便取得完整地維護和維修資訊, 並達到運行的功用)
		設施/建物維修預算(將設施/建物的物件資訊存取於電腦系統, 包括廠商、物件價格等, 以利將來編列維修預算的重要查詢與利用之來源)
		能源監控(利用設施資訊模型來操控、監控運行中的設備, 以利減少不必要的耗能及檢視設備的正常運轉)
設施/建物系統分析 (Building System Analysis)	設施/建物系統分析(衡量設施/建物性能與原先特定設計相比較, 包括機械系統的運行方式及設施/建物使用的能量, 以確保設施/建物能有效地降低能源的消耗)	

生命週期	BIM 應用	應用說明 (BIM 功能及模型可能用途)
	災害應變規劃 (Disaster Planning)	災害應變規劃(利用 BIM 模型及資訊系統的形式提供救災團隊設施/建物的關鍵資訊,以便提升救災效率並最大限度地減少安全風險)

第二節 評估選用 BIM 應用之方法與流程

採用 BIM 技術前,必須事先評估許多因素,包括組織及專案的成本、人力、軟硬體設備等資源,進而正確的評估選用 BIM 應用。目前國內主要以各國家相關文獻為參考標的,並未發展適用於國內建築工程 BIM 評估選用的方法,且各國家所導入 BIM 應用有諸多使用上的限制,故本研究以文獻回顧所彙整的內容加以歸納整理,以建立有系統的評估選用 BIM 應用之方法與流程步驟。

一、提出評估選用 BIM 應用之方法

本研究透過文獻收集及回顧的方式,了解國內外如何評估選用 BIM 應用的方法與流程,其中,美國賓州州立大學所出版的「Penn State BIM Guide」提供了每個 BIM 應用的應用概要說明,且該文件目前最為國內外廣泛參考使用的指南,因此,本研究認為該指南具有一定的參考價值,進而以該文獻為基礎加以歸納整理,並提出評估選用 BIM 應用之方法。

(一) 應用生命週期

本研究認為選擇生命週期是評估選用 BIM 應用的重要指標,除了提供業主能瞭解每個階段可以使用哪些 BIM 應用之外,並依照專案或自身的需求選擇具有效益的生命週期來使用 BIM 應用。本研究以行政院公共工程委員會公布之技術服務辦法,將 BIM 應用之生命週期分為六階段,以供業主正確選擇應用之生命週期,如下所示。

- 可行性評估階段
- 規劃階段
- 基本設計階段
- 細部設計階段
- 施工階段
- 營運維護階段

(二) BIM 目標

根據文獻所提出 BIM 應用評估選用方法的概念上,希望在實際導入 BIM 應用前,

能確立專案的目標或目的，以讓業主能確實掌握專案的預期效益。本研究認為 BIM 目標對於評估專案而言，是重要的指標之一，除了能夠依專案的目標來選用 BIM 應用之外，亦能夠在專案執行中確實地掌握專案的預期效益，故有必要將 BIM 目標列為評估選用的流程中。本研究根據文獻回顧所提出應用 BIM 技術時可能的專案目標/目的項次，彙整如表 3-2 所示。

表 3-2 BIM 目標之彙整

專案目標/目的	參考文獻
改善施工品質	BIM Planning Guide for Facility Owners-version 2.0
減少變更設計及釋疑單	
在建築物移交後，提供設施管理者改善的設施資料	
增進專案各參與方之溝通與協作	我國 BIM 協同作業指南執行要項研擬
提升專案執行之效率與整體品質	
降低營運及生命週期的成本	
提升施工過程中的整體品質	
減少釋疑單及變更設計	
降低能源消耗及分析	
提升營運維護效率及資訊取得的正確性	
提升與設計、施工團隊之溝通協調	
整合傳統與 BIM 作業之協作平台	
提升施工品質	
減少 RFIs 及設計變更	
能源分析及降低能耗	機關辦理公共工程導入建築資訊建模(BIM)技術
提高專案整體品質	
更好的成本控制與預測性	
縮短業主的審核時間	
減少施工過程中的衝突	
改善對設計目的了解	
減少施工期間的變更	
減少疑義澄清的數量(Reduced number of RFIs)	

資料來源：本研究整理

根據表 3-2 之文獻及「我國 BIM 協同作業指南執行要項研擬」所提之內容，本研究共歸納整理出六項 BIM 目標，以供業主做參考選擇，並達成專案的預期目標。本研究所彙整提出之 BIM 目標如下所示。

- 增進專案各參與方之溝通與協作
- 降低營運及生命週期的成本
- 減少釋疑單及變更設計
- 降低能源消耗及分析
- 提升施工過程中的整體品質
- 提升營運維護效率及資訊取得的正確性

(三) 交付資訊

本研究認為除了選用適用的 BIM 應用之外，業主亦必須明確了解每個 BIM 應用所產出的資訊與功用，以確認使用之 BIM 應用所能達成的效能與目標。因此，本研究透過文獻彙整(Penn State, 2011；邱垂德、余文德、鄭紹材，2015)，歸納以下可能需要交付的資訊內容，以供業主能依據所需產出的資訊進而評估選用 BIM 應用。

- BIM 資訊模型
- 成本概估及材料估算的表單
- 施工模擬報告與 4D 模擬動畫
- 設計檢討報告
- 空間面積表與容積表
- 基地現況圖、環境相關分析報表
- 設計整合報告及碰撞檢查報表
- 工程分析報表
- 法規審核及檢討的分析報告
- 工地現場使用空間配置與檢討
- 設備/系統之物件資訊與履歷
- 設施/建物系統的設計構造報表
- 預製設施/建物材料或物件的資訊報表
- 設施/建物相關的維護資訊內容計畫
- 設施/建物的使用空間與資源之位置
- 災害應變規劃報告

(四) 資源需求與團隊能力需求

透過文獻回顧瞭解選用 BIM 應用前，應事先評估組織內部的資源與團隊能力之現

況，包括軟硬體設備、可操控的 3D 模型及能力、相關知識的認知能力等，以確實了解組織現況是否足以應用 BIM 技術的效能。為考量導入 BIM 應用之資源需求與團隊能力需求，本研究主要參考美國賓州州立大學出版的「Penn State BIM Guide」之資源需求與團隊能力需求，並加以分析與歸納提出資源需求與團隊能力需求。本研究所彙整相關資源與團隊能力需求如下。

(1) 資源需求：

- 設計建模軟體
- 雷射掃描點雲操作軟體
- 3D雷射掃描
- 以模型為基礎的估算軟體
- 成本資料
- 4D施工模擬排程軟體
- GIS軟體
- 設計成果審核軟體
- 硬體設備
- 可互動的審核空間
- 模型檢視應用
- 工程分析工具及軟體
- 模型檢核軟體
- 可操控的3D模型工具
- 當地設施/建物法規
- 詳細的現地狀況規劃
- 具有資產和設備的數據庫
- 3D系統設計軟體
- 製造機器
- 製造方法
- 設施/建物自動化系統
- 設施/建物系統分析軟體
- 資訊化維護管理系統
- 資產管理系統
- 有能力進行設施集成模型匯編與資產管理系統雙向資訊做連結

- 雙向3D模型操作；軟體記錄模型整合
- 空間定位與管理資訊應用

(2) 團隊能力需求：

- BIM模型的操控、瀏覽、檢閱、與更新設施的知識及能力
- 有能力有效的整合集成模型匯編與設施管理的應用
- 具有操縱3D雷射掃瞄工具的知識及能力
- 定義特定設計建模步驟的能力，以便能在指定的建模程序中輸出正確的數量
- 有能力針對合適的估算層次預先所需的數量
- 具3D模型操控與4D模擬軟體的應用，以評估施工進度排程之能力，及具備一般施工法與排程的知識能力
- 對GIS、資料庫資訊的知識及瞭解當地相關權責系統
- 真實地模擬照片的能力，包括紋理、色彩、飾面，且能以不同軟體或外掛瀏覽
- 了解設施/建物系統的設備操作流程和維護實踐，及設施管理應用的知識能力，以確保輸入資訊的正確性
- 能夠在設計，施工和設施管理團隊之間進行有效的溝通、協調整合的能力
- 施工程序/機具及方法的知識
- 具備設施/建物組件於設計或施工的實務知識和經驗
- 以工程分析工具來評估模型的能力
- 具LEED認證及現行版本的得分項目相關知識
- 具有以BIM建模軟體為設計建模，及以模型檢核工具進行設計成果審核的能力
- 具法規檢核軟體的應用能力，且有建築法規的知識和檢核法規的經驗
- 應用3D系統設計軟體做適當的施工決策的能力
- 使用數位資訊製造設施/建物物件的能力
- 瞭解一般製造模型及方法的能力
- 瞭解及判讀吊裝圖面的能力
- 使用記錄模型來操縱Computerized Maintenance Management System (CMMS)和構建控制系統的能力
- 資產管理系統的操控能力
- 了解稅務及相關財務系統軟體的知識
- 設施/建物施工及營運維護(修繕、設備維護保養、設備升級等)的知識
- 評估目前空間及資產，並且依未來需求適當管理的能力

- 經由Building Automation System(BAS)瞭解動態設施/建物資訊的能力
- 在緊急救災任務中做適當決策的能力

(五) 確立 BIM 應用

確立 BIM 應用主要目的為業主能自主審查評估現況，以避免業主在沒有足夠的認知情況下，錯誤的使用 BIM 技術。本研究為確認業主選用 BIM 應用的正確性，提供每項 BIM 應用所需要的軟體/資源需求與團隊能力需求，將有利於業主能依據自身的現況，補足組織或專案所需的資源與能力需求，以確保評估選用的 BIM 應用之目的及合適性。

二、建立評估選用 BIM 應用之步驟流程

根據文獻的彙整及分析，選用 BIM 應用時得經過項目與步驟流程的評估，其中，交付資訊內容對於業主而言是非常重要的評估依據，將影響未來檢視交付成果的預期資訊。本研究認為業主第一步驟應選擇專案的應用生命週期，第二步驟則應決定適用的 BIM 目標，第三步驟選擇所需產出的預期交付資訊，第四步驟則需依自身的現況確立選用每個 BIM 應用的符合性及正確性，其先後順序之步驟流程，如圖 3-3 所示，以供業主按照其步驟流程正確的選用 BIM 應用，並確保每個 BIM 應用的使用價值。

(一) 步驟一：選擇應用生命週期

當業主確定採用 BIM 技術於專案時，必須明確的選擇專案在執行過程中要採用 BIM 技術的生命週期，進而選用該階段的 BIM 應用，如表 3-3 所示，該評估表則是透過專家驗證後所彙整出每個階段可使用的 BIM 應用，以利業主快速又明確的選用 BIM 應用。業主根據步驟一於下列表格勾選專案所需採用的生命週期，進而選用各階段所能採用的 BIM 應用，並逐一列出 BIM 應用所屬的編號，以利後續步驟的評估結果。

選擇生命週期的方法取決於業主的決定，若業主有把握且具有充足的資源及能力，可嘗試以全生命週期來導入 BIM 應用，但業主也必須確實衡量自身的能力狀況，否則將失去評估選用 BIM 應用的價值。此外，業主若對於自身的 BIM 應用現況並無足夠的認知，可以根據過去專案執行的經驗，再來評估是否選擇其階段來導入 BIM 應用。再者，業主也可以透過外專家的協助，以利正確的決定 BIM 應用的最佳階段。然而依據過往的經驗，在生命週期的愈早階段開始使用 BIM 技術，對於專案的整體效益愈明顯。

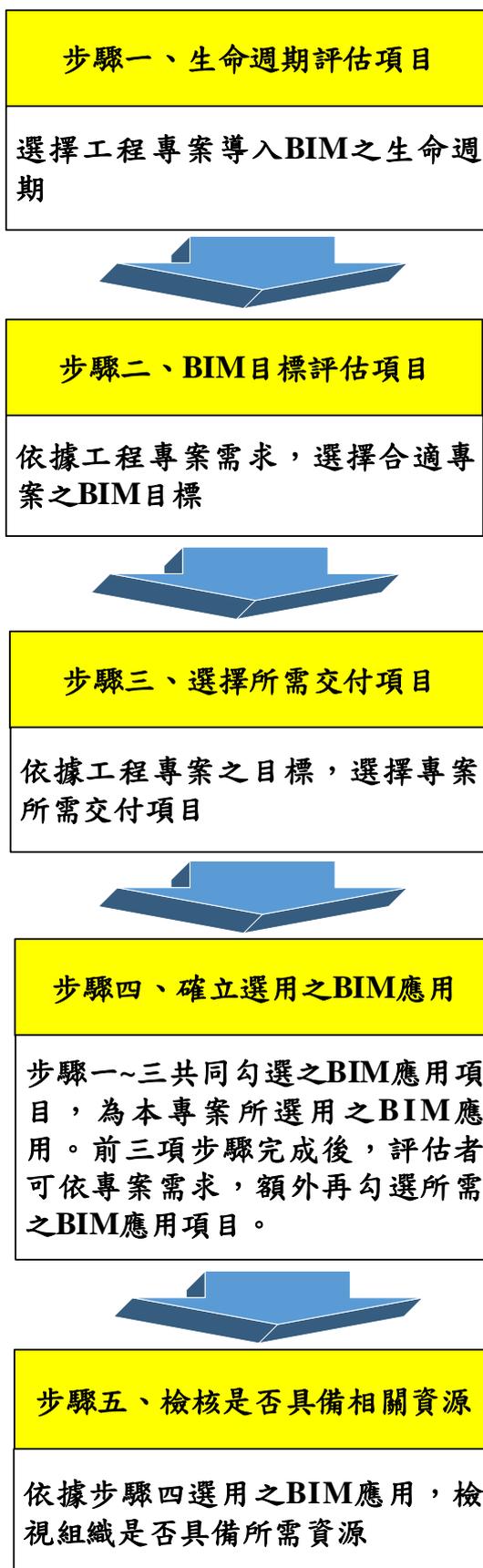


圖 3-3 評估選用 BIM 應用之流程

表 3-3 選擇應用生命週期之評估表

BIM 應用	建築物全生命週期階段					
	可行性評估階段	規劃階段	基本設計階段	細部設計階段	施工階段	營運維護階段
1.基地現況建模	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2.成本估算		✓	✓	✓	✓	
3.歷時規劃		✓	✓	✓	✓	
4.設計表達		✓	✓	✓	✓	
5.空間規劃		✓	✓			
6.基地分析		✓	✓			
7.設計成果審核		✓	✓	✓		
8.3D整合協作			✓	✓	✓	
9.永續性評估			✓	✓		
10.設計圖審			✓	✓		
11.結構分析			✓	✓		
12.照明分析			✓	✓		
13.能源分析			✓	✓		
14.其他工程分析	✓	✓	✓	✓		
15.工地利用規劃				✓	✓	
16.施工系統設計					✓	
17.數位製造					✓	
18. 3D控制和規劃					✓	
19.集成模型匯編				✓	✓	✓
20.設施/建物維護計畫				✓		✓
21.設施/建物系統分析						✓
22.資產管理						✓
23.空間管理和追蹤						✓
24.災害應變規劃			✓			✓

(二) 步驟二：決定 BIM 目標

本研究為了使業主確實的掌握專案未來的預期目標，進而達到業主應用 BIM 技術的目的，以確認 BIM 應用所能達成的目標評估表(如表 3-4 所示)，提供業主快速又明確的評估選用 BIM 目標，該評估表主要參考「Penn State BIM Guide」提出每個 BIM 應用所產生的潛在價值為主軸，並以該 BIM 應用為可以達成所列之 BIM 目標。然而，業主必須預先確立 BIM 目標且自主審慎評估其適當性，不建議業主未做充足的準備就盲目

的決定 BIM 目標，否則將存在許多風險及無法掌握專案未來的可操作性。此外，業主對於應用 BIM 目標的決定若有疑問，也可以透過外專家的協助，以利正確的決定 BIM 應用的合適目標。

業主依據表 3-4 確認專案所需的 BIM 目標，選用每個目標所能採用的 BIM 應用，並於列出 BIM 應用所屬的編號，以利後續步驟的評估結果。此外，該步驟所產出的 BIM 應用必須保留與前一步驟重覆之項目，若無重覆之 BIM 應用項目，表示該項有不適用於專案之情形。

表 3-4 決定 BIM 目標之評估表

BIM應用	BIM目標					
	增進專案各參與方之溝通與協作	降低營運及生命週期的成本	減少釋疑單及變更設計	降低能源消耗及分析	提升施工過程中的整體品質	提升營運維護效率及資訊取得的正確性
1.基地現況建模	✓			✓		
2.成本估算		✓	✓			
3.歷時規劃		✓			✓	
4.設計表達	✓	✓	✓	✓	✓	
5.空間規劃	✓	✓		✓		
6.基地分析	✓	✓		✓		
7.設計成果審核	✓		✓			
8.3D整合協作	✓	✓	✓		✓	
9.永續性評估	✓			✓		
10.設計圖審			✓			
11.結構分析		✓		✓		
12.照明分析		✓		✓		
13.能源分析		✓		✓		
14.其他工程分析		✓		✓		
15.工地利用規劃					✓	
16.施工系統設計					✓	
17.數位製造					✓	
18. 3D控制和規劃	✓				✓	
19.集成模型匯編	✓	✓				✓
20.設施/建物維護計畫	✓	✓				✓
21.設施/建物系統分析				✓		✓

BIM應用	BIM目標					
	增進專案各參與方之溝通與協作	降低營運及生命週期的成本	減少釋疑單及變更設計	降低能源消耗及分析	提升施工過程中的整體品質	提升營運維護效率及資訊取得的正確性
22.資產管理	✓	✓				✓
23.空間管理和追蹤	✓					✓
24.災害應變規劃	✓	✓				✓

(三) 步驟三：選擇所需交付資訊

為了使業主能清楚的了解每個 BIM 應用的採用功能，以及所應交付的內容項目，本研究將交付資訊列入應評估的流程步驟內，以提供業主明確的掌握採用 BIM 應用時所能產出的預期資訊，如表 3-5 所示。透過文獻彙整，交付資訊所選擇方法完全取決於業主的需求，可從使用 BIM 技術所期望能達成的效益與結果進行選擇，且必須為明確產出的交付成果，藉以有效的將 BIM 應用發揮更顯著的價值。

業主依據表 3-5 勾選專案所需的交付資訊，進而選用每個交付資訊所能採用的 BIM 應用，以利後續步驟的評估結果。此外，該步驟所產出的 BIM 應用必須保留與前一步驟重覆之項目，若無重覆之 BIM 應用項目，表示該項有不適用於專案之情形。另外，該步驟的評估項目亦能提供業主未來在 BIM 契約擬定上能有所參考與利用。

表 3-5 選擇交付資訊之評估表

BIM應用	交付資訊															
	BIM 資訊模型	成本概估及材料估單	施工模擬報告與4D模擬動畫	設計檢討報告	空間面積與容積表	基地現況、環境相關分析表	設計整合報告及碰撞檢查表	工程分析報告表	法規核檢及討論分析報告	工地現場使用空間配置與討論	設備/系統物件資訊履歷	設施/物建系統的計造表	預製設施/物建材料物件的資訊表	設施/物建相關的維護資訊內容	設施/物建的使用空間與資源位置	災害應變計劃報告
1.基地現況建模	✓															
2.成本估算		✓														
3.歷時規劃			✓													
4.設計表達	✓															
5.空間規劃	✓				✓											
6.基地分析	✓					✓										
7.設計成果審核	✓			✓												
8.3D整合協作	✓						✓									
9.永續性評估								✓								
10.設計圖審									✓							
11.結構分析	✓							✓								
12.照明分析	✓							✓								
13.能源分析	✓							✓								
14.其他工程分析	✓							✓								

BIM應用	交付資訊															
	BIM 資訊模型	成本概估及材料估單	施工模擬報告與4D模擬動畫	設計檢討報告	空間面積與容積表	基地現況、環境相關分析報告	設計整合報告及碰撞查報表	工程分析報告表	法規審核及討論分析報告	工地現場使用空間配置與檢討	設備/系統物件資訊與履歷	設施/物建系統的計造表	預製設施/物建材料物件的資訊表	設施/物建相關的維護資訊內容畫	設施/物建的使用空間與源位置	災害應變規劃報告
15. 工地利用規劃	✓									✓						
16. 施工系統設計	✓											✓				
17. 數位製造	✓												✓			
18. 3D控制和規劃	✓															
19. 集成模型匯編	✓										✓					
20. 設施/建物維護計畫											✓		✓	✓	✓	
21. 設施/建物系統分析	✓							✓								
22. 資產管理	✓										✓					
23. 空間管理和追蹤	✓														✓	
24. 災害應變規劃	✓												✓	✓	✓	

為了避免業主對於每個 BIM 應用的功能與用途產生了誤解或不清楚之情形，本研究係根據每項 BIM 應用提出說明及交付資訊，詳如表 3-6 所示，希冀提供業主明確了解每項 BIM 應用的使用說明及所需交付的資訊內容，並提供未來在 BIM 契約的擬訂上能有所參考。

表 3-6 BIM 應用說明與交付資訊

BIM 應用	使用說明	交付資訊
1.基地現況建模	建置基地現況、現有設施、或者是現有設施內特定區域的現況，以提供各生命週期之作業所需現地資訊。	各生命週期的位置現況及現有設施現況的物件資訊模型
2.成本估算	經由 BIM 模型在工程專案的生命週期中輸出成本概估及數量估算，使得專案團隊能精準的估算材料數量，以確保設計成本在原定的預算範圍內，並視需要快速輸出更改設計後及施工預組件的數量。	由 BIM 模型輸出成本概估及材料估算的表單
3.歷時規劃	運用 4D 模型有效地在整建、整修、或增建專案中，規劃施工順序的階段性變化，以利於在下一階段前提出解決方案並免除工程延遲及重工的機會。	工項順序之施工模擬報告，以及 4D 模擬動畫
4.設計表達	執行設施/建物的基本設計，包括建築、結構、機電管線、其他專業設計等，並使用 3D 軟體建置該設施/建物的 BIM 模型，以提供相關系統的設計分析，並縮短設計週期與降低設計的錯誤率。	建築、結構、機電、設施等 BIM 資訊模型、相關送審與發包文件，以及其他做為施工依據之必要詳細設計圖說
5.空間規劃	利用 3D 模型研擬空間設計性能的規劃方案，並分析空間的標準及規範之複雜性，然而，藉以進行比較評估與比選，供客戶分析與選擇最佳的空間方案。	提供的量體模型或其他 3D 資訊模型(包括空間面積表與容積表、外觀透視圖、氣候與能源分析報表)
6.基地分析	運用 BIM/GIS 工具來評估特定區域內的空間性質，以及環境現況模型建置與分析，以確定專案的最佳基地位置。	基地(地形)與鄰近環境的 BIM 模型，及產出相關文件，如基地現況圖、環境相關分析報表
7.設計成果審核	利用 3D 模型向利害關係人展示符合原規劃要件的設計成果，包括建築設計、結構設計、機電設計、使用空間規劃，藉以視需要即時解決該應用階段的問題。	設計成果審核之檢討報告與 BIM 模型

BIM 應用	使用說明	交付資訊
8.3D整合協作	利用 3D 模型的虛擬空間中，能以視覺化模擬的效果，檢討設施/建物在空間上的需求及系統的分析，並達到專案成員之間的溝通協調、整合協作的效能。利用碰撞檢查軟體來檢核各設施/建物系統模型的衝突碰撞，能事先消除主要的系統衝突，以減少變更設計的產生	建築、結構、機電、設施等其他設計整合報告與 BIM 模型，以及輸出碰撞檢查報表
9.永續性評估	利用 BIM 結構軟體進行營建專案的結構分析及模擬(包括結構系統和參數、應力幾何、活載重和靜載重結構、其他土木結構等分析)，以提高設施/建物的性能及安全性。	結構分析報表與 BIM 資訊模型
10.設計圖審	利用 BIM 能源分析軟體進行營建專案的照明分析，以滿足設施/建物的照明需求	照明分析報表與 BIM 資訊模型
11.結構分析	利用 BIM 能源分析軟體進行營建專案的能源或綠能分析(包括氣流、能源、建築性能、耗能等各項分析)，以提高設施/建物的性能，及有效的降低能源消耗。	能源分析報表與 BIM 資訊模型
12.照明分析	利用 BIM 軟體分析設施/建物的其他相關工程分析模擬，以提高設施/建物的性能及安全性。	其他工程分析之報告與 BIM 資訊模型
13.能源分析	進行永續性評估(如 LEED 認證)，依照 LEED 等級或其它永續性準則來評定專案的永續性發展，以提高設施/建物滿足永續性的標準。	LEED 等級及永續性評估分析報告
14.其他工程分析	運用法規檢核軟體檢查模型中的參數是否符合工程專案指定的法規且符合相關法令規範，以達到減少錯誤、節省反覆檢核的時間。	法規審核及檢討的分析報告
15.工地利用規劃	利用 3D 模型模擬工地現場的空間規劃，及施工安全的分析，以提前辨識潛在的空間衝突，並決定可行的施工方案。	工地現場使用空間配置與檢討，以及 BIM 資訊模型
16.施工系統設計	在專案的執行過程中，利用 BIM 技術建置所有的設備物件資訊及履歷，以提供將來營運維護管理所需的文件資料。	專案過程中所有設施/建物的設備/系統之物件資訊與履歷，以及 BIM 模型
17.數位製造	使用 3D 系統設計軟體來設計和分析較複雜	設施/建物系統的設計

BIM 應用	使用說明	交付資訊
	雜的設施/建物系統的構造（例如模板支撐、帷幕牆等），以提高複雜之設施/建物系統的可施工性。	構造報表與 BIM 模型
18. 3D控制和規劃	使用數位化資訊科技直接依據 3D 模型預製設施/建物材料或物件的製造，以降低機器製造的誤差值並提高生產率。	預製設施/建物材料或物件的資訊報表與 BIM 模型
19.集成模型匯編	利用 3D 模型進行設施/建物組件的現場放樣模擬及可施工性評估，如吊裝作業、潛在的風險，供工地現場在施工吊裝時做使用，或者利用 3D 模型掌握現場的施工狀況，以避免工地發生災害的機會。依據原先規劃的施工順序，利用 4D 施工模擬評估施工的可行性，以降低將來工程延遲及重工的機會。利用 3D 模型比對與控制現場施作與設備的正確性，以及監督現場工地安全配置的符合性，以提升專案執行的整體品質與安全性。	按施工進度提交施工前檢討之 BIM 模型，包括材料與設備、尺寸、面積、數量表等，及產出施工前相關送審圖說
20.設施/建物維護計畫	將設施/建物的物件資訊及修繕計畫等其他資訊存取於電腦系統，利於將來有效的保持設施/建物在使用壽命內的設備功能，以及提供維護管理之查詢與利用，進而提高設施/建物的性能，減少維修，降低總體維護成本。	設施/建物相關的維護資訊內容計畫，包括維護人員分配、維修預算、維護設備/系統的空間位置等
21.設施/建物系統分析	衡量設施/建物性能與原先特定設計相比較，包括機械系統的運行方式及設施/建物使用的能量，以確保設施/建物能有效地降低能源的消耗。	模擬能源分析後的報告與實際上設施/建物的能源分析報告，及其 BIM 模型
22.資產管理	將包含設施/建物物件資訊的記錄模型連結資產管理系統進行系統化的管理，以進行建物更新或替換的成本估算、將維護成本中的相關科目列出、並且維持得以替公司創造完整的資料庫，使得有效地保持設施及其資產的使用、維護、操作及更新，以利將來進行盤點及維護的查詢與利用，才能在有限預算內滿足業主與使用人的需求；此流程也用來協助業主進行短、中、長期的營運維護規劃及與資產相關的	配合資產管理系統所需之設備/系統的 BIM 資訊模型，包括設備廠商、規格、價格等相關履歷

BIM 應用	使用說明	交付資訊
	財務決策。	
23.空間管理和追蹤	利用 3D 模型的空間模擬，隨時掌握及追蹤設施/建物的空間使用，以確保空間資源能獲得最佳化的應用。	設施/建物的使用空間與資源之位置，及其 BIM 資訊模型
24.災害應變規劃	利用 BIM 模型及資訊系統的形式提供救災團隊設施/建物的關鍵資訊，以便提升救災效率並最大限度地降低風險。	提供設施/建物的 BIM 模型與災害應變規劃報告與資訊系統

(四) 步驟四：確立 BIM 應用

根據前三步驟的評估結果，組織內部便可開始直接評估選擇之 BIM 應用的軟體/資源與團隊能力之需求，包括軟體/系統的需求、相關的知識能力及其他關於 BIM 應用的相關需求，以確保未來專案執行 BIM 技術的可能性。此步驟主要係提供業主自主審查是否有足夠的資源與能力來使用 BIM 應用，業主必須根據第三步驟的評估結果，將可使用的 BIM 應用逐一確認評估資源與能力是否符合現況，或評估能否補足現況的不足，進而正確的使用 BIM 應用。

此外，本研究為了便於業主有效又明確的勾選項目，本研究亦提供 BIM 應用所需的軟體/資源需求，及其可能的功能與用途清單，如表 3-7 所示，以利業主能夠有所依循，並提升業主未來使用評估選用 BIM 應用之意願。

表 3-7 軟體/資源需求評估表

BIM 應用	軟體/資源需求	軟體/資源需求概要說明	具備/不具備
1.基地現況建模	設計建模軟體	可提供建築、結構和機電設計建模的軟體設備，主要核心建模軟體包括 Revit、ArchiCAD、Bentley、CATIA 等。	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	雷射掃描點雲操作軟體	利用 3D 雷射掃描儀偵測現實狀況中不容易捕捉的 3D 的資料，其自動化 3D 建模軟體有 ContextCapture、aSPECT ^{3D} 等。	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	3D 雷射掃描	可偵測並分析現實世界中設施/建物與環境的現況（幾何構造）與外觀資料（如顏色、表面反照率等性質），蒐集到的資料被用來進行三維重建計算，並在虛擬	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備

BIM 應用	軟體/資源需求	軟體/資源需求概要說明	具備/不具備
		世界中建立實際物體的數位模型，主要的廠商 RIEGL、FARO、Mantis Vision 等。	
2.成本估算	設計建模軟體	可提供建築、結構和機電設計建模的軟體設備，主要核心建模軟體包括 Revit、ArchiCAD、Bentley、CATIA 等。	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	以模型為基礎的估算軟體	成本估算軟體利用 BIM 模型提供的資訊進行營建工程的成本估算與數量估算之分析，主要的成本估算軟體有 Innovaya 和 Solibri，以及廣連達等。	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	成本資料	具有當年度的材料單價，以利軟體輸出正確的成本估算。	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
3.歷時規劃	設計建模軟體	可提供建築、結構和機電設計建模的軟體設備，主要核心建模軟體包括 Revit、ArchiCAD、Bentley、CATIA 等。	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	4D 施工模擬排程軟體	可提供 3D 模型之碰撞檢查、3D 協調、4D 規劃、可視化、動態模擬等，主要軟體為 Autodesk Navisworks，另有 Bentley Projectwise Navigator 和 Solibri Model Checker 等。	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
4.設計表達	設計建模軟體	可提供建築、結構和機電設計建模的軟體設備，主要核心建模軟體包括 Revit、ArchiCAD、Bentley、CATIA 等。	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
5.空間規劃	設計建模軟體	可提供建築、結構和機電設計建模的軟體設備，主要核心建模軟體包括 Revit、ArchiCAD、Bentley、CATIA 等。	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
6.基地分析	設計建模軟體	可提供建築、結構和機電設計建模的軟體設備，主要核心建模軟體包括 Revit、ArchiCAD、Bentley、CATIA 等。	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	GIS 軟體	提供地理資料的處理、蒐集、查	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備

BIM 應用	軟體/資源需求	軟體/資源需求概要說明	具備/不具備
		詢、分析及記錄的數值化資訊系統，主要電腦資訊設備為 AutoCad Map 等。	
7.設計成果審核	設計成果審核軟體	主要為能夠查看集成模型匯編和物件，軟體主要是 Autodesk Design Review 能包含大部分資訊、可標註審核意見，但不能編輯修改。	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	硬體設備	具支援各式軟體設備及大量物件資訊的設備	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	可互動的審核空間	具有可以溝通協調與設計成果審核的互動式空間，以供專案成員能快速的協同整合與檢討專案的符合性之功用。	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
8.3D 整合協作	設計建模軟體	可提供建築、結構和機電設計建模的軟體設備，主要核心建模軟體包括 Revit、ArchiCAD、Bentley、CATIA 等。	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	模型檢視應用	具備協調檢視 3D 模型的碰撞及衝突之資源，以消除主要的系統衝突	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
9.結構分析	設計建模軟體	可提供建築、結構和機電設計建模的軟體設備，主要核心建模軟體包括 Revit、ArchiCAD、Bentley、CATIA 等。	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	工程分析工具及軟體	具結構分析軟體進行結構分析，如 Tekla、STAAD、ETABS 以及 PKPM 等。	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
10.照明分析	設計建模軟體	可提供建築、結構和機電設計建模的軟體設備，主要核心建模軟體包括 Revit、ArchiCAD、Bentley、CATIA 等。	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	工程分析工具及軟體	具照明分析軟體進行日照分析，如 Ecotect、IES、Tas Simulator 以及 PKPM 等。	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
11.能源分析	設計建模軟體	可提供建築、結構和機電設計建模的軟體設備，主要核心建模軟	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備

BIM 應用	軟體/資源需求	軟體/資源需求概要說明	具備/不具備
		體包括 Revit、ArchiCAD、Bentley、CATIA 等。	
	工程分析工具及軟體	可持續(或綠色)分析軟體可使用 BIM 資訊模型,對專案進行日照、風環境、熱能、景觀可視度、噪音等方面的分析和模擬。主要的軟體有 Ecotect、IES、Hevacomp 以及 PKPM 等。	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
12. 其他工程分析	設計建模軟體	可提供建築、結構和機電設計建模的軟體設備,主要核心建模軟體包括 Revit、ArchiCAD、Bentley、CATIA 等。	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	工程分析工具及軟體	具機電分析軟體進行水暖電或電氣分析,如 Designmaster、IES Virtual Environment、Trane Trace 等。	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
13. 永續性評估	設計建模軟體	可提供建築、結構和機電設計建模的軟體設備,主要核心建模軟體包括 Revit、ArchiCAD、Bentley、CATIA 等。	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	永續性分析軟體	可對專案進行整體設施/建物的績效分析,主要的軟體為 Green Building Studio 與其他能源分析軟體等。	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
14. 設計圖審	模型檢核軟體	以供業主檢核或驗收模型之用,如設備商資料是否正確的填入物件屬性中,或是物件的命名是否有根據業主所給定的原則、又或者是樓層的淨高度是否有滿足法規的需求等,主要軟體有 Solibri Model Checker,其下還有 Solibri Model Viewer 以及 Solibri Model Optimizer 兩套免費軟體可以搭配使用。	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	可操控的 3D 模型工具	在專案的執行過程中,能藉以協助全生週期的各項管理與協作,如 Revit、ArchiCAD、Bentley	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備

BIM 應用	軟體/資源需求	軟體/資源需求概要說明	具備/不具備
		等核心建模軟體。	
	當地設施/建物法規	具備當地設施/建物的相關法規資料。	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
15. 工地利用規劃	設計建模軟體	可提供建築、結構和機電設計建模的軟體設備，主要核心建模軟體包括 Revit、ArchiCAD、Bentley、CATIA 等。	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	4D 施工模擬排版軟體	可提供 3D 模型之碰撞檢查、3D 協調、4D 規劃、可視化、動態模擬等，主要軟體為 Autodesk Navisworks，另有 Bentley Projectwise Navigator 和 Solibri Model Checker 等。	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	詳細的現地狀況規劃	針對現場的狀況具有詳細的規劃模擬，給予未來的執行過程中有更完善資料可參考。	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
16. 集成模型匯編	可操控的 3D 模型工具	在專案的執行過程中，能藉以協助全生週期的各項管理與協作，如 Revit、ArchiCAD、Bentley 等核心建模軟體。	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	具有資產和設備的數據庫	專案的執行過程中，3D 模型中的物件必須具有關資產和設備的物件資料庫，以提供未來使用所需的文件資料。	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
17. 施工系統設計	3D 系統設計軟體	主要是能夠設計和分析複雜設施/建物系統的結構(例如表格工作，色彩等)以增加規劃的過程。Xsteel 作為目前最具影響力的基於 BIM 技術的鋼結構深化設計軟體，可使用 BIM 核心建模軟體提交的數據，對鋼結構進行面向加工、安裝的詳細設計，即生成鋼結構施工圖、材料表、加工代碼等。	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
18. 數位製造	設計建模軟體	可提供建築、結構和機電設計建模的軟體設備，主要核心建模軟體包括 Revit、ArchiCAD、	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備

BIM 應用	軟體/資源需求	軟體/資源需求概要說明	具備/不具備
		Bentley、CATIA 等。	
	製造機器	擁有直接依據 3D 模型生產預製物件的機器。	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	製造方法	具備應用機械科技直接依據 3D 模型生產預製物件的流程方法。	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
19.3D 控制和規劃	可操控的 3D 模型工具	在專案的執行過程中，能藉以協助全生週期的各項管理與協作，如 Revit、ArchiCAD、Bentley 等核心建模軟體。	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
20. 設施/建物維護計畫	設計成果審核軟體	主要為能夠查看集成模型匯編和物件，軟體主要是 Autodesk Design Review 能包含大部分資訊、可標註審核意見，但不能編輯修改。	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	設施/建物自動化系統	可以鏈結到集成模型匯編，並自動集中控制設施/建物的暖氣、通風和空調、照明和其他系統。提高設施/建物系統的高效營運，以及降低能耗和營運成本。	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	資訊化維護管理系統	可以鏈結到集成模型匯編，維護有關組織維護操作的資訊計算機數據庫。此資訊能幫助維護人員更有效地完成工作，並做出明智的決策。	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
21. 設施/建物系統分析	設施/建物系統分析軟體	能夠對專案進行日照、風環境、熱能、景觀可視度、噪音等方面的分析和模擬，主要軟體有 Ecotect、IES、Green Building Studio 以及 PKPM 等。	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	資訊化維護管理系統	可以鏈結到集成模型匯編，維護有關組織維護操作的資訊計算機數據庫。此資訊能幫助維護人員更有效地完成工作，並做出明智的決策。	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
22. 資產管理	資產管理系統	將資產設備的基本資料電腦化管理，使管理者能即時且高效率的管控資產設備，合理規劃、配	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備

BIM 應用	軟體/資源需求	軟體/資源需求概要說明	具備/不具備
		置與利用，並隨時追蹤資產設備的狀況。	
	有能力進行設施集成模型匯編與資產管理系統雙向資訊做連結	將設施的集成模型匯編資訊與資產管理系統的資訊互相操作連結做使用。	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
23. 空間管理和追蹤	雙向 3D 模型操作；軟體記錄模型整合	將設施的集成模型匯編與 3D 模型軟體做連結與操作。	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	空間定位與管理資訊應用	將設施/建物的空間位置與資訊模型做結合與應用(如 Mapguide, Maximo)。	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
24. 災害應變規劃	設計成果審核軟體	主要為能夠查看集成模型匯編和物件，軟體主要是 Autodesk Design Review 能包含大部分資訊、可標註審核意見，但不能編輯修改。	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	設施/建物自動化系統	可以鏈結到集成模型匯編，並自動集中控制設施/建物的暖氣、通風和空調、照明和其他系統。提高設施/建物系統的高效營運，以及降低能耗和營運成本。	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	資訊化維護管理系統	可以鏈結到集成模型匯編，維護有關組織維護操作的資訊計算機數據庫。此資訊能幫助維護人員更有效地完成工作，並做出明智的決策。	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備

此外，為提供業主瞭解採用 BIM 技術時應具備哪些知識能力，本研究將每個可能需要的團隊能力彙整成評估表，如表 3-8 所示，以供業主根據組織現況，勾選所符合需求的項目。再者，評估 BIM 應用之軟體/資源需求與團隊能力需求都必須完全符合該 BIM 應用的條件，若有不符合其中的需求條件時，業主必須審慎評估自身的現況及補足軟體/資源與能力的需求，以利後續能更明確的使用 BIM 應用。

表 3-8 團隊能力需求評估表

BIM 應用	團隊能力需求	具備/不具備
1. 基地現況建模	BIM 模型的操控、瀏覽、檢閱、與更新設施的知識及能力	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	有能力有效的整合集成模型匯編與設施管理的應用	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	具有操縱 3D 雷射掃瞄工具的知識及能力	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
2. 成本估算	BIM 模型的操控、瀏覽、檢閱、與更新設施的知識及能力	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	定義特定設計建模步驟的能力，以便能在指定的建模程序中輸出正確的數量	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	有能力針對合適的估算層次預先所需的數量	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
3. 歷時規劃	BIM 模型的操控、瀏覽、檢閱、與更新設施的知識及能力	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	具 3D 模型操控與 4D 模擬軟體的應用，以評估施工進度排程之能力，及具備一般施工法與排程的知識能力	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
4. 設計表達	BIM 模型的操控、瀏覽、檢閱、與更新設施的知識及能力	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	施工程序/機具及方法的知識	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	具備設施/建物組件於設計或施工的實務知識和經驗	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
5. 空間規劃	BIM 模型的操控、瀏覽、檢閱、與更新設施的知識及能力	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
6. 基地分析	BIM 模型的操控、瀏覽、檢閱、與更新設施的知識及能力	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	對 GIS、資料庫資訊的知識及瞭解當地相關權責系統	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
7. 設計成果審核	BIM 模型的操控、瀏覽、檢閱、與更新設施的知識及能力	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	真實地模擬照片的能力，包括紋理、色彩、飾面，且能以不同軟體或外掛瀏覽	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
8. 3D 整合協作	了解設施/建物系統的設備操作流程和維護實踐，及設施管理應用的知識能力，以確保輸入資訊的正確性	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	BIM 模型的操控、瀏覽、檢閱、與更新設施的知識及能力	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備

BIM 應用	團隊能力需求	具備/不具備
	能夠在設計，施工和設施管理團隊之間進行有效的溝通、協調整合的能力	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
9.結構分析	BIM 模型的操控、瀏覽、檢閱、與更新設施的知識及能力	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	以工程分析工具來評估模型的能力	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
10.照明分析	BIM 模型的操控、瀏覽、檢閱、與更新設施的知識及能力	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	以工程分析工具來評估模型的能力	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
11.能源分析	BIM 模型的操控、瀏覽、檢閱、與更新設施的知識及能力	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	以工程分析工具來評估模型的能力	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
12.其他工程分析	BIM 模型的操控、瀏覽、檢閱、與更新設施的知識及能力	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	以工程分析工具來評估模型的能力	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
13.永續性評估	具 LEED 認證及現行版本的得分項目相關知識	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	具有以 BIM 建模軟體為設計建模，及以模型檢核工具進行設計成果審核的能力	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
14.設計圖審	具有以 BIM 建模軟體為設計建模，及以模型檢核工具進行設計成果審核的能力	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	具法規檢核軟體的應用能力，且有建築法規的知識和檢核法規的經驗	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
15.工地利用規劃	BIM 模型的操控、瀏覽、檢閱、與更新設施的知識及能力	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	具 3D 模型操控與 4D 模擬軟體的應用，以評估施工進度排程之能力，及具備一般施工法與排程的知識能力	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	施工程序/機具及方法的知識	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
16.集成模型匯編	了解設施/建物系統的設備操作流程和維護實踐，及設施管理應用的知識能力，以確保輸入資訊的正確性	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	BIM 模型的操控、瀏覽、檢閱、與更新設施的知識及能力	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	能夠在設計，施工和設施管理團隊之間進行有效的溝通、協調整合的能力	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
17.施工系統設計	BIM 模型的操控、瀏覽、檢閱、與更新設施的知識及能力	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	應用 3D 系統設計軟體做適當的施工決策的能力	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備

BIM 應用	團隊能力需求	具備/不具備
	具備設施/建物組件於設計或施工的實務知識和經驗	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
18.數位製造	BIM 模型的操控、瀏覽、檢閱、與更新設施的知識及能力	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	使用數位資訊製造設施/建物物件的能力	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	瞭解一般製造模型及方法的能力	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
19.3D 控制和規劃	BIM 模型的操控、瀏覽、檢閱、與更新設施的知識及能力	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	瞭解及判讀吊裝圖面的能力	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
20.設施/建物維護計畫	使用記錄模型來操縱 Computerized Maintenance Management System (CMMS)和構建控制系統的能力	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	了解設施/建物系統的設備操作流程和維護實踐，及設施管理應用的知識能力，以確保輸入資訊的正確性	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	BIM 模型的操控、瀏覽、檢閱、與更新設施的知識及能力	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
21.設施/建物系統分析	使用記錄模型來操縱 Computerized Maintenance Management System (CMMS)和構建控制系統的能力	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	了解設施/建物系統的設備操作流程和維護實踐，及設施管理應用的知識能力，以確保輸入資訊的正確性	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	BIM 模型的操控、瀏覽、檢閱、與更新設施的知識及能力	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
22.資產管理	BIM 模型的操控、瀏覽、檢閱、與更新設施的知識及能力	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	資產管理系統的操控能力	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	了解稅務及相關財務系統軟體的知識	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	設施/建物施工及營運維護(修繕、設備維護保養、設備升級等)的知識	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
23.空間管理和追蹤	了解設施/建物系統的設備操作流程和維護實踐，及設施管理應用的知識能力，以確保輸入資訊的正確性	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	BIM 模型的操控、瀏覽、檢閱、與更新設施的知識及能力	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	評估目前空間及資產，並且依未來需求適當管理	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備

BIM 應用	團隊能力需求	具備/不具備
	的能力	
	有能力針對合適的估算層次預先所需的數量	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
24. 災害應變 規劃	BIM 模型的操控、瀏覽、檢閱、與更新設施的知識及能力	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	經由 Building Automation System(BAS)瞭解動態設施/建物資訊的能力	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備
	在緊急救災任務中做適當決策的能力	<input type="checkbox"/> 具備 <input type="checkbox"/> 不具備

第三節 專家問卷與調查

為驗證本研究提出 BIM 應用與架構之可行性與適用性，係透過問卷設計方式，以專家的實務經驗提供寶貴的意見與建議，瞭解國內建築工程在各階段使用 BIM 應用的現況及實務上的可行性評估，以使本研究提出更符合國內建築工程在實務上的 BIM 應用，提供未來評估選用之參考。

一、問卷對象與調查方法

本研究透過國內營建產業中的專家對於 BIM 技術的使用現況給予建議，為了廣泛蒐集其他可能會使用 BIM 技術的對象，問卷發放對象主要包含政府機關(業主)、工程顧問公司、建築師事務所、營造公司、BIM 建模公司，並藉由在營建產業對於 BIM 技術有相當使用經驗的特定對象，提供具有相當參考價值的意見與建議，以利本研究提出適用於國內建築工程使用之 BIM 應用。

二、問卷內容說明

由於本研究之問卷調查主要為驗證 BIM 應用於國內建築工程的適用性，因此將問卷分為兩部分，第一部分為填答者的基本資料，第二部分為 BIM 應用於實務上的可行性評估。

(一) 第一部分：填答者基本資料

為了符合本問卷驗證的型態，有必要了解各單位執行/承攬的工程專案類型，以及接觸 BIM 技術的年資，因為本研究主要是以全面性的建築工程為設計標的，且必須參考填答者使用過 BIM 的經驗而提供實務上完善的意見與建議，主要的基本資料包括填答者之服務單位(公司)類型、單位(公司)主要執行/承攬的工程專案類型、服務年資、職務角色、接觸 BIM 技術的年資等。

(二) 第二部分：BIM 應用的可行性評估

依據表 3.1 的 BIM 應用架構來探討每個階段的 BIM 應用，及其 BIM 功能與 BIM 模型可能的用途在國內建築工程實務上的可行性評估，並勾選「可行」、「不可行應刪除」、「不可行應移到其他階段」的三個選項，以利本研究具體的分析及彙整國內可用之 BIM 應用。

三、問卷驗證結果與分析

本問卷施作對象主要分為政府機關(業主)、工程顧問公司、建築師事務所、營造公司、BIM 建模公司五種的專家類型，共回收 15 份問卷，依據回收的問卷可得知專家的平均工作年資約為 10 年以上，接觸 BIM 的經驗平均約為 3 至 5 年以上，填答人的基本資料如表 3-9 所示，因此，專家所提供的建議都能為本研究帶來具有參考的價值。

表 3-9 專家問卷基本資料

類別	任職單位	職稱	工作年資	接觸 BIM 經驗
機關	台北市政府	股長	5 年以上未滿 10 年	5 年以上
	新北市政府	副總工程司	10 年以上未滿 15 年	2 年以上未滿 5 年
	桃園市政府	副總工程司	10 年以上未滿 15 年	2 年以上未滿 5 年
工程顧問公司	台灣世曦工程顧問公司	副理	5 年以上未滿 10 年	5 年以上
	中興工程顧問公司	經理	15 年以上	2 年以內
	亞新工程顧問公司	經理	15 年以上	2 年以上未滿 5 年
建築師	建築師事務所	建築師	15 年以上	5 年以上
	交通部鐵路工程局	建築師	15 年以上	2 年以內
	建築師事務所	建築師	15 年以上	5 年以上
營造公司	瑞助營造	協理	15 年以上	5 年以上
	三星營造	副理	15 年以上	5 年以上
	根基營造	BIM 工程師	5 年以內	2 年以內
BIM 建模廠商	達欣整合科技	經理	10 年以上未滿 15 年	5 年以上
	協勤資訊	經理	5 年以內	2 年以上未滿 5 年
	衛武資訊	副理	5 年以上未滿 10 年	5 年以上

根據問卷調查結果，各專家對於本研究所擬定之項次皆表示認同，惟有部分專家對於各階段之 BIM 應用建議需再增加部分內容。本研究考量文獻所提供每個階段的 BIM 應用皆有其參考的價值，故將每項 BIM 應用予以保留，並增加專家所建議之 BIM 應用與功能，使本研究有更完整的 BIM 應用可供參考。

透過專家所提供的意見及本研究的分析結果，本研究提出適用於國內建築工程可使用的 BIM 應用，如表 3-10 所示，提供業主未來採用 BIM 技術時有所參考，並於專案執行過程中有效的導入 BIM 應用，以掌握專案的預期效益。

表 3-10 國內建築工程之 BIM 應用(問卷調查後)

生命週期	BIM 應用	BIM 功能(BIM 模型可能用途)
可行性評估階段	基地現況建模 (Existing Conditions Modeling)	現地條件模擬(建置基地現況、現有設施、或者是現有設施內特定區域的現況，以提供可行性評估作業所需現地資訊)
	其他工程分析(Other Engineering Analysis) (專家增加 BIM 應用)	現有基地物理環境模擬，如風、太陽日照、輻射熱等
規劃階段	基地現況建模 (Existing Conditions Modeling)	現地條件模擬(建置基地現況、現有設施、或者是現有設施內特定區域的現況，以提供規劃作業所需現地資訊)
	設計表達 (Design Authoring)	量體模型建立(利用 3D 建置概念設計各方案的量體模型，以供業主利用 3D 模型進行方案比較及比選)
		設計(執行設施/建物的概念設計，包括建築、結構、使用空間規劃、其他專業設計等，並使用 3D 軟體建置該設施/建物的 BIM 模型，以提供相關系統的設計分析與滿足業主空間上需求)
	成本估算 (Cost Estimation)	初步成本估算(由 BIM 模型輸出工程經費概算，以利提供成本資訊給業主做決策及決定經費預算)
	基地分析 (Site Analysis)	工址現況分析(運用 BIM/GIS 工具評估特定區域內的空間性質及環境現況分析，以確定專案的最佳基地位置)
		土地利用和交通規劃(運用 BIM 工具來評估特定區域內空間的利用及運輸規劃，以利選擇最佳方案)
交通影響模擬(運用 BIM 工具來評估特定區域		

生命週期	BIM 應用	BIM 功能(BIM 模型可能用途)
		內交通的運輸規及影響模擬，以利決定方案的研擬及評估)
	設計成果審核 (Design Reviews)	設計成果審核(利用 3D 模型向利害關係人展示符合原規劃要件的評估成果，包括建築設計、結構設計、機電設計、使用空間規劃，藉以視需要即時解決設計的問題)
		設計評估(利用 3D 模型進行概念設計階段的方案設計與評估，以選擇最佳的設計方案)
		設計圖審與驗證(利用法規檢核軟體檢查模型中的參數是否符合工程專案指定的法規且符合相關法令規範，以達到減少錯誤、節省反覆檢核的時間)
	歷時規劃 (Phase Planning)	視覺化模擬(利用 4D 模型有效地在整建、整修、或增建專案中，規劃施工順序和空間要求的階段性變化，以利於基本設計前提出解決方案)
	空間規劃 (Programming)	方案比較與決策(利用 3D 模型研擬空間規劃的方案並進行比較評估與比選，以選擇最佳的空間方案)
	其他工程分析(Other Engineering Analysis) (專家增加 BIM 應用)	防災分析(利用 BIM 軟體分析設施/建物的防災分析模擬，以提高設施/建物的性能及安全性)
基本設計階段	基地現況建模 (Existing Conditions Modeling)	基地現況建模(建置基地現況、現有設施、或者是現有設施內特定區域的現況，以提供基本設計作業所需現地資訊)
	基地分析 (Site Analysis)	基地分析(運用 BIM/GIS 工具來評估特定區域內的空間性質，以及環境現況模型建置與分析，以確定專案的最佳基地位置)
	設計表達 (Design Authoring)	設計(執行設施/建物的基本設計，包括建築、結構、機電管線、其他專業設計等，並使用 3D 軟體建置該設施/建物的 BIM 模型，以提供相關系統的設計分析，並縮短設計週期與降低設計的錯誤率)
	3D 整合協作 (3D Coordination)	3D 視覺化模擬(利用 3D 模型的虛擬空間中，能以視覺化模擬的效果，檢討設施/建物在空間上的需求及系統的分析)
3D 溝通與協調(利用 3D 模型的虛擬空間中，透		

生命週期	BIM 應用	BIM 功能(BIM 模型可能用途)
		<p>過 3D 視覺化的呈現，檢討設施/建物在空間上的需求及系統的分析，並達到專案成員之間的溝通協調、整合協作的效能)</p> <p>碰撞檢測與衝突分析(在 3D 視覺化模擬的空間中，能事先透過檢核軟體進行衝突檢測，以減少變更設計的產生)</p>
	歷時規劃 (Phase Planning)	4D 進度規劃 (運用 4D 模型有效地在整建、整修、或增建專案中，規劃施工順序的階段性變化，以利於細部設計前提出解決方案)
	空間規劃 (Programming)	<p>方案比較與決策(利用 3D 模型研擬空間規劃的方案並進行比較評估與比選，以選擇最佳的空間方案)</p> <p>規劃方案展示/評審(利用 3D 模型研擬空間規劃的方案並進行展示與比選，以選擇最佳的空間方案)</p>
	成本估算(含數量估算) (Cost Estimation)	設計初期成本估算(由 BIM 模型輸出數量概估成果，以利估算設計成本並確保設計成本在原定預算範圍內)
	結構分析 (Structural Analysis)	結構分析(利用 BIM 結構軟體進行營建專案的結構分析及模擬(包括結構系統和參數、應力幾何、活載重和靜載重結構、其他土木結構等分析)，以提高設施/建物的性能及安全性)
	照明分析 (Lighting Analysis)	照明分析(利用 BIM 能源分析軟體進行營建專案的照明分析，以滿足設施/建物的照明需求)
	能源分析 (Energy Analysis)	<p>能源分析(利用 BIM 能源分析軟體進行營建專案的能源分析(包括氣流、能源、建築性能、耗能等各項分析)，以提高設施/建物的性能，及有效的降低能源消耗)</p> <p>綠能分析與評估(利用 BIM 能源分析軟體進行營建專案的綠能分析，以提高設施/建物的永續性，及有效的降低能源消耗)</p>
	其他工程分析 (Other Engineering Analysis)	<p>機械分析(利用 BIM 軟體分析設施/建物的機械分析模擬，以提高設施/建物的性能及安全性)</p> <p>防災分析(利用 BIM 軟體分析設施/建物的防災分析模擬，以提高設施/建物的性能及安全性)</p>
	永續性分析 (EEWH Evaluation)	永續性分析(進行永續性評估(如 LEED 認證)，依照 LEED 等級或其它永續性準則來評定專案

生命週期	BIM 應用	BIM 功能(BIM 模型可能用途)
		的永續性發展，以提高設施/建物滿足永續性的標準)
	設計圖審 (Code Validation)	設計圖審及驗證(運用法規檢核軟體檢查模型中的參數是否符合工程專案指定的法規且符合相關法令規範，以達到減少錯誤、節省反覆檢核的時間)
	設計成果審核 (Design Reviews)	設計成果審核(以 3D 模型向利害關係人展示符合原規劃要件的規劃成果，包括建築設計、結構設計、機電設計、使用空間規劃，藉以滿足此階段的設計需求)
		設計評估(利用 3D 模型進行概念設計階段的方案設計與評估，以選擇最佳的設計方案)
	災害應變規劃 (Disaster Planning) (專家增加 BIM 應用)	災害應變規劃(利用 BIM 模型及資訊系統的形式提供救災團隊設施/建物的關鍵資訊，以便提升救災效率並最大限度地減少安全風險)
細部設計階段	基地現況建模 (Existing Conditions Modeling)	基地現況建模(建置基地現況、現有設施、或者是現有設施內特定區域的現況，以提供細部設計作業所需現地資訊)
	基地分析 (Site Analysis)	基地分析(運用 BIM/GIS 工具來評估特定區域內的空間性質，以及環境現況模型建置與分析，以確定專案的最佳基地位置)
	設計表達 (Design Authoring)	設計執行設施/建物的細部設計，(包括建築、結構、使用空間規劃、其他專業設計等)，並使用 3D 軟體建置該設施/建物的 BIM 模型，以提供相關系統的設計分析與滿足業主空間上需求
		設計圖面產出(進入施工階段前，建置各專業之設計圖面與產出做為將來現場施工之查詢與利用)
		制定發包預算(依據細部設計整合後的 BIM 模型產出詳細工項或材料數量之估算及編製，以利發包預算及招標文件之編擬)
		準備發包文件(具齊全的發包預算之相關文件，以備發包、招標的程序)
	3D 整合協作 (3D Coordination)	3D 視覺化分析模擬(利用 3D 模型的虛擬空間中，能以視覺化模擬的效果，檢討設施/建物在空間上的需求及系統的分析)
		3D 溝通與協調(利用 3D 模型的虛擬空間中，透

生命週期	BIM 應用	BIM 功能(BIM 模型可能用途)
		過 3D 視覺化的呈現，檢討設施/建物在空間上的需求及系統的分析，並達到專案成員之間的溝通協調、整合協作的效能)
		碰撞檢測與衝突分析(在 3D 視覺化模擬的空間中，能事先透過檢核軟體進行衝突檢測，以減少變更設計的產生)
	歷時規劃 (Phase Planning)	4D 進度規劃(運用 4D 模型有效地在整建、整修、或增建專案中，規劃施工順序的階段性變化，以利於施工前提出解決方案)
	成本估算(含數量計算) (Cost Estimation)	成本估算及數量計算(由 BIM 模型輸出數量估算成果，以利精準的估算材料數量並且可以視需要快速輸出更改設計後的數量)
	結構分析 (Structural Analysis)	結構分析(利用 BIM 結構軟體進行營建專案的結構分析及模擬(包括結構系統和參數、應力幾何、活載重和靜載重結構、其他土木結構等分析)，以提高設施/建物的性能及安全性)
	照明分析 (Lighting Analysis)	照明分析(利用 BIM 能源分析軟體進行營建專案的照明分析，以滿足設施/建物的照明需求)
	能源分析 (Energy Analysis)	能源分析(利用 BIM 能源分析軟體進行營建專案的能源分析(包括氣流、能源、建築性能、耗能等各項分析)，以提高設施/建物的性能，及有效的降低能源消耗)
		綠能分析與評估(利用 BIM 能源分析軟體進行營建專案的綠能分析，以提高設施/建物的永續性，及有效的降低能源消耗)
	其他工程分析 (Other Engineering Analysis)	機械分析(利用 BIM 軟體分析設施/建物的機械分析模擬，以提高設施/建物的性能及安全性)
		防災分析(利用 BIM 軟體分析設施/建物的防災分析模擬，以提高設施/建物的性能及安全性)
永續性分析 (EEWH Evaluation)	永續性分析(進行永續性評估(如 EEWH 認證)，依照 EEWH 等級或其它永續性準則來評定專案的永續性發展，以提高設施/建物滿足永續性的標準)	
設計成果審核 (Design Reviews)	設計成果審核(利用 3D 模型向利害關係人展示符合原規劃要件的基本設計成果，包括建築設計、結構設計、機電設計、使用空間規劃，藉以滿足此階段的設計需求)	

生命週期	BIM 應用	BIM 功能(BIM 模型可能用途)
	設計圖審 (Code Validation)	設計圖審及驗證(運用法規檢核軟體檢查模型中的參數是否符合工程專案指定的法規且符合相關法令規範，以達到減少錯誤、節省反覆檢核的時間)
	集成模型匯編 (Record Modeling) (專家增加 BIM 應用)	製作竣工模型(施工定案模型，將所有的設備建立附加資訊及履歷，並且經審查後做成竣工 BIM 模型，以利將來營運維護管理所用)
	工地利用規劃 (Site Utilization Planning) (專家增加 BIM 應用)	工地空間使用規劃(利用 3D 模型模擬工地現場的空間規劃，及施工安全的分析，以提前辨識潛在的空間衝突，並決定可行的施工方案)
	設施/建物維護計畫 (Maintenance Scheduling) (專家增加 BIM 應用)	設施維護規劃(將設施/建物的物件資訊及修繕計畫等其他資訊存取於電腦系統，以利將來有效的保持設施/建物在使用壽命內的設備功能，進而提高設施/建物的性能，減少維修，降低總體維護成本。) 設施/建物維修預算(將設施/建物的物件資訊存取於電腦系統，包括廠商、物件價格等，以利將來編列維修預算的重要查詢與利用之來源)
施工階段	基地現況建模 (Existing Conditions Modeling)	基地現況建模(建置基地現況、現有設施、或者是現有設施內特定區域的現況，以提供施工規劃作業所需現地資訊)
	成本估算(含數量計算) (Cost Estimation)	材料數量估算(由 BIM 模型輸出數量估算報告，以精準的估算材料數量並且可以視需要快速輸出施工預組件的數量估算，達到施工的成本效益)
	設計表達 (Design Authoring)	施工模型(如建築、結構、機電等) (由定案細部設計的 BIM 模型按施工單位所需之假設工程及預定施工進度表產出施工進度模擬動畫，以供施工管理者決策參考所用) 施工圖繪製與產出(按施工進度，建置各專業之施工詳圖，做為現場施工與計價之查詢與利用) 工地變更設計(當要求工地變更設計時，應提供核定的工地變更設計模型、集成模型匯編與圖面，進行審核的程序)
	歷時規劃 (Phase Planning)	4D 進度規劃與控制(運用 4D 模型有效地在整建、整修、或增建專案中，規劃施工順序的階

生命週期	BIM 應用	BIM 功能(BIM 模型可能用途)
		段性變化，以利於控制專案的施工進度並免除工程延遲及重工的機會)
	3D 控制與規劃 (3D Control and Planning)	可施工性檢討(利用 BIM 模型模擬工地現場的可施工性評估，如吊裝作業、潛在的風險，以避免工地發生災害的機會)
		施工模擬(依據原先規劃的施工順序，利用 4D 施工模擬評估施工的可行性，以降低將來工程延遲及重工的機會)
		3D 控制與規劃(利用 3D 模型進行設施/建物組件的現場放樣模擬，供工地現場在施工吊裝時做使用，或者利用 3D 模型掌握現場的施工狀況)
		安全管理(利用 3D 模型比對現場施作與設備的正確性，以及監督現場工地安全配置的符合性，以提升專案執行的安全性)
		品質控制(利用 3D 模型控制現場施作與設備的正確性，藉以提升專案的整體品質)
		設備確認及交付(經由 3D 竣工模型審查與現場施作的符合性，並盤點設備及數量的正確性，以利交付 BIM 竣工模型並做為將來營運維護管理所用)
		驗收(經由 3D 竣工模型審查與現場施作的符合性，以利完成專案之需求並做為將來營運維護管理所用)
	3D 整合協作 (3D Coordination)	3D 視覺化分析模擬(利用 3D 模型的虛擬空間中，能以視覺化模擬的效果，檢討設施/建物在空間上的需求及系統的分析)
		以 3D 模型進行溝通協調與查驗(利用 3D 模型的虛擬空間中，透過 3D 視覺化的呈現，檢討設施/建物在空間上的需求及系統的分析，並達到專案成員之間的溝通協調、整合協作的效能)
		碰撞檢測與衝突分析(在 3D 視覺化模擬的空間中，能事先透過檢核軟體進行衝突檢測，以減少變更設計的產生)
	集成模型匯編 (Record Modeling)	製作集成模型匯編(在專案的執行過程中，利用 BIM 技術建置所有的設備物件資訊，以提供未來營運維護使用所需的文件資料)

生命週期	BIM 應用	BIM 功能(BIM 模型可能用途)
		製作竣工模型(施工定案模型，將所有的設備建立附加資訊及履歷，並且經審查後做成竣工 BIM 模型，以利將來營運維護管理所用)
	工地利用規劃 (Site Utilization Planning)	工地空間使用規劃(利用 3D 模型模擬工地現場的空間規劃，及施工安全的分析，以提前辨識潛在的空間衝突，並決定可行的施工方案)
	施工系統設計 (Construction System Design)	施工系統設計(使用 3D 系統設計軟體來設計和分析較複雜的設施/建物系統的構造(例如模板支撐、帷幕牆等)，以提高複雜之設施/建物系統的可施工性)
	數位製造 (Digital Fabrication)	構建預製加工(使用數位化資訊科技直接依據 3D 模型預製建築材料或物件的製造，以降低機器製造的誤差值並提高生產率)
	設施/建物維護計畫 (Maintenance Scheduling) (專家增加 BIM 應用)	設施維護規劃(將設施/建物的物件資訊及修繕計畫等其他資訊存取於電腦系統，以利將來有效的保持設施/建物在使用壽命內的設備功能，進而提高設施/建物的性能，減少維修，降低總體維護成本。)
		設施/建物維修預算(將設施/建物的物件資訊存取於電腦系統，包括廠商、物件價格等，以利將來編列維修預算的重要查詢與利用之來源)
營運維護階段	基地現況建模 (Existing Conditions Modeling)	基地現況建模(建置基地現況、現有設施、或者是現有設施內特定區域的現況，以提供營運維護規劃作業所需現地資訊)
	集成模型匯編 (Record Modeling)	製作集成模型匯編(在專案的執行過程中，利用 BIM 技術建置所有的設備物件資訊，以提供未來使用所需的文件資料)
		設施履歷模型建立(將先前設備資訊不足的資料，額外增加附加的資訊，以提升將來營運維護資訊的完整性)
	資產管理 (Asset Management)	設施資產管理(將包含設施/建物物件資訊的記錄模型連結資產管理系統進行系統化的管理，以利將來進行盤點及維護的查詢與利用)
	空間管理/追蹤(Space Management/Tracking)	使用空間管理(利用 3D 模型的空間模擬，隨時掌握及追蹤設施/建物的空間使用，以確保空間資源能獲得最佳化的應用)
	設施/建物維護計畫	設施/建物設備維護管理(將設施/建物的物件資

生命週期	BIM 應用	BIM 功能(BIM 模型可能用途)
	(Maintenance Scheduling)	訊存取於電腦系統，以利將來設備的維修與保養等維護管理之查詢與利用)
		設施維護規劃(將設施/建物的物件資訊及修繕計畫等其他資訊存取於電腦系統，以利將來有效的保持設施/建物在使用壽命內的設備功能，進而提高設施/建物的性能，減少維修，降低總體維護成本。)
		維護和維修資訊(將設施/建物的物件資訊及修繕計畫存取於電腦系統，以利將來方便取得完整地維護和維修資訊，並達到運行的功用)
		設施/建物維修預算(將設施/建物的物件資訊存取於電腦系統，包括廠商、物件價格等，以利將來編列維修預算的重要查詢與利用之來源)
		能源監控(利用設施資訊模型來操控、監控運行中的設備，以利減少不必要的耗能及檢視設備的正常運轉)
	設施/建物系統分析 (Building System Analysis)	設施/建物系統分析(衡量設施/建物性能與原先特定設計相比較，包括機械系統的運行方式及設施/建物使用的能量，以確保設施/建物能有效地降低能源的消耗)
	災害應變規劃 (Disaster Planning)	災害應變規劃(利用 BIM 模型及資訊系統的形式提供救災團隊設施/建物的關鍵資訊，以便提升救災效率並最大限度地減少安全風險)

第四節 案例測試

本節主要針對評估選用 BIM 應用之架構與流程進行測試，並以曾經導入 BIM 技術之建築工程案例為測試對象，希冀透過已執行之案例進行測試，並依據測試結果，檢視選用 BIM 應用之評估表可執行之程度，並探討國內建築工程之 BIM 應用架構在現今實務上之適用性。

本研究基於各案資料保密性，尊重提供原始資料的單位，將此二件建築工程案例以「案例 A」及「案例 B」表示。

一、案例 A

該案為醫院之新建建築工程，其導入 BIM 主要目的為搭配模型實際檢討醫療專業設施與動線關係協助現場決策最佳設計方案。其主要應用階段為：規劃階

段、基本設計階段、細部設計階段、施工階段及營運維護階段等。專案基本資訊如表 3-11 所示。

表 3-11 案例 A-專案基本資訊

工程名稱	案例 A
執行機關	OOO 單位
工程類型	醫院工程
BIM 應用階段	<input type="checkbox"/> 可行性評估階段 <input checked="" type="checkbox"/> 規劃階段 <input checked="" type="checkbox"/> 基本設計階段 <input checked="" type="checkbox"/> 細部設計階段 <input checked="" type="checkbox"/> 施工階段 <input checked="" type="checkbox"/> 營運維護階段
BIM 應用 (BIM Uses)	<input type="checkbox"/> 基地現況建模 <input checked="" type="checkbox"/> 成本估算 <input type="checkbox"/> 歷時規劃 <input checked="" type="checkbox"/> 設計表達 <input checked="" type="checkbox"/> 空間規劃 <input type="checkbox"/> 基地分析 <input type="checkbox"/> 設計成果審核 <input checked="" type="checkbox"/> 3D 整合協作 <input type="checkbox"/> 永續性評估 <input type="checkbox"/> 設計圖審 <input checked="" type="checkbox"/> 結構分析 <input type="checkbox"/> 照明分析 <input type="checkbox"/> 能源分析 <input type="checkbox"/> 其他工程分析 <input type="checkbox"/> 工地利用規劃 <input type="checkbox"/> 施工系統設計 <input type="checkbox"/> 數位製造 <input type="checkbox"/> 3D 控制和規劃 <input type="checkbox"/> 集成模型匯編 <input checked="" type="checkbox"/> 設施/建物維護計畫 <input type="checkbox"/> 設施/建物系統分析 <input type="checkbox"/> 資產管理 <input type="checkbox"/> 空間管理和追蹤 <input type="checkbox"/> 災害應變規劃
預期目標	<input type="checkbox"/> 增進專案各參與方之溝通與協作 <input type="checkbox"/> 降低營運及生命週期的成本 <input checked="" type="checkbox"/> 減少釋疑單及變更設計 <input type="checkbox"/> 降低能源消耗及分析 <input checked="" type="checkbox"/> 提升施工過程中的整體品質 <input type="checkbox"/> 提升營運維護效率及資訊取得的正確性 <input type="checkbox"/> 提升專案執行之效率與整體品質
已達成目標	<input type="checkbox"/> 增進專案各參與方之溝通與協作 <input type="checkbox"/> 降低營運及生命週期的成本 <input checked="" type="checkbox"/> 減少釋疑單及變更設計 <input type="checkbox"/> 降低能源消耗及分析 <input checked="" type="checkbox"/> 提升施工過程中的整體品質 <input type="checkbox"/> 提升營運維護效率及資訊取得的正確性 <input type="checkbox"/> 提升專案執行之效率與整體品質
BIM 交付資訊	<input checked="" type="checkbox"/> BIM 資訊模型、 <input checked="" type="checkbox"/> 成本概估及材料估算的表單、 <input checked="" type="checkbox"/> 施工模擬報告與 4D 模擬動畫、 <input type="checkbox"/> 設計檢討報告、 <input type="checkbox"/> 空間面積表與容積表、 <input type="checkbox"/> 基地現況圖、環境相關分析報表、 <input checked="" type="checkbox"/> 設計整合報告及碰撞檢查報表、 <input type="checkbox"/> 工程分析報表、 <input type="checkbox"/> 法規審核及檢討的分析報告、 <input type="checkbox"/> 工地現場使用空間配置與檢討、 <input checked="" type="checkbox"/> 設備/系統之物件資訊與履歷、 <input type="checkbox"/> 設施/建物系統的設計構造報表、 <input type="checkbox"/> 預製設施/建物材料或物件的資訊報表、 <input checked="" type="checkbox"/> 設施/建物相關的維護資訊內容計畫、 <input type="checkbox"/> 設施/建物的使用空間與資源之位置、 <input type="checkbox"/> 災害應變規劃報告

資料來源：整理自行政院公共工程委員會「機關辦理公共工程導入 BIM 技術」委託專業服務案

本研究依據前節所建立評估選用 BIM 應用之評估表，將案例 A 的基本資訊套用於評估表進行試操作。此外，本研究所擬定的評估流程中，步驟四主要確認業主是否滿足 BIM 應用所需之各項資源條件，因受限於資料取得關係，本研究暫不操作此步驟，案例 A 測試結果如表 3-12 所示。

表 3-12 案例 A 評估選用 BIM 應用測試結果

步驟一：選擇生命週期	
生命週期	BIM 應用
規劃階段、基本設計階段、細部設計階段、施工階段、營運維護階段	基地現況建模、成本估算、歷時規劃、設計表達、空間規劃、基地分析、設計成果審核、3D 整合協作、永續性評估、設計圖審、結構分析、照明分析、能源分析、其他工程分析、工地利用規劃、施工系統設計、數位製造、3D 控制和規劃、集成模型匯編、設施/建物維護計畫、設施/建物系統分析、資產管理、空間管理和追蹤、災害應變規劃
步驟二：決定 BIM 目標	
BIM 目標	BIM 應用
減少釋疑單及變更設計	成本估算、設計表達、設計成果審核、3D 整合協作、設計圖審
步驟三：選擇所需資訊	
交付資訊	BIM 應用
BIM 資訊模型、成本概估及材料估算的表單、施工模擬報告與 4D 模擬動畫、設計整合報告及碰撞檢查報表、設備/系統之物件資訊與履歷、設施/建物相關的維護資訊內容計畫	成本估算、歷時規劃、設計表達、設計成果審核、3D 整合協作、工地利用規劃、施工系統設計、數位製造、3D 控制和規劃
步驟四：確認 BIM 應用	
此步驟主要為確認業主是否滿足 BIM 應用所需之各項資源條件，但受限於資料取得關係，案例測試暫不操作此步驟	

本研究將第三步驟所產出之 BIM 應用，與該案例所原來選用之 BIM 應用進行比較，可發現已達成目標 BIM 應用為「成本估算」、「設計表達」、「3D 整合協作」，表示原預期規劃與實際相符；另外，「空間規劃」、「結構分析」、「設施/建

物維護計畫」的 BIM 應用未確實地達到預期目標，本研究亦透過訪談探究其原因，主要是在執行 BIM 時沒有足夠的資源或其他條件的因素，導致其 BIM 應用無法有效的發揮效益，此外，業主對於 BIM 應用的已達成目標有認知上的差異，而無法有效的判斷等。

二、案例 B

該案為運動中心之新建建築工程，其導入 BIM 主要為第一件導入 BIM 電腦輔助查核之研究案例，並進行相關節能分析與施工干涉分析等。其主要應用階段為：細部設計階段、施工階段。工程基本資訊如表 3-13 所示。

表 3-13 案例 B 工程基本資訊

工程名稱	案例 B
執行機關	OOO 單位
工程類型	建築工程
BIM 應用階段	<input type="checkbox"/> 可行性評估階段 <input type="checkbox"/> 規劃階段 <input type="checkbox"/> 基本設計階段 <input checked="" type="checkbox"/> 細部設計階段 <input checked="" type="checkbox"/> 施工階段 <input type="checkbox"/> 營運維護階段
BIM 應用 (BIM Uses)	<input type="checkbox"/> 基地現況建模 <input type="checkbox"/> 成本估算 <input checked="" type="checkbox"/> 歷時規劃 <input checked="" type="checkbox"/> 設計表達 <input checked="" type="checkbox"/> 空間規劃 <input type="checkbox"/> 基地分析 <input type="checkbox"/> 設計成果審核 <input checked="" type="checkbox"/> 3D 整合協作 <input checked="" type="checkbox"/> 永續性評估 <input type="checkbox"/> 設計圖審 <input checked="" type="checkbox"/> 結構分析 <input type="checkbox"/> 照明分析 <input type="checkbox"/> 能源分析 <input type="checkbox"/> 其他工程分析 <input type="checkbox"/> 工地利用規劃 <input type="checkbox"/> 施工系統設計 <input type="checkbox"/> 數位製造 <input type="checkbox"/> 3D 控制和規劃 <input type="checkbox"/> 集成模型匯編 <input type="checkbox"/> 設施/建物維護計畫 <input type="checkbox"/> 設施/建物系統分析 <input type="checkbox"/> 資產管理 <input type="checkbox"/> 空間管理和追蹤 <input type="checkbox"/> 災害應變規劃
預期目標	<input type="checkbox"/> 增進專案各參與方之溝通與協作 <input checked="" type="checkbox"/> 降低營運及生命週期的成本 <input checked="" type="checkbox"/> 減少釋疑單及變更設計 <input type="checkbox"/> 降低能源消耗及分析 <input checked="" type="checkbox"/> 提升施工過程中的整體品質 <input type="checkbox"/> 提升營運維護效率及資訊取得的正確性 <input type="checkbox"/> 提升專案執行之效率與整體品質
已達成目標	<input type="checkbox"/> 增進專案各參與方之溝通與協作 <input type="checkbox"/> 降低營運及生命週期的成本 <input checked="" type="checkbox"/> 減少釋疑單及變更設計 <input type="checkbox"/> 降低能源消耗及分析 <input checked="" type="checkbox"/> 提升施工過程中的整體品質 <input type="checkbox"/> 提升營運維護效率及資訊取得的正確性 <input type="checkbox"/> 提升專案執行之效率與整體品質

BIM 交付資訊	<input checked="" type="checkbox"/> BIM 資訊模型、 <input type="checkbox"/> 成本概估及材料估算的表單、 <input checked="" type="checkbox"/> 施工模擬報告與 4D 模擬動畫、 <input type="checkbox"/> 設計檢討報告、 <input type="checkbox"/> 空間面積表與容積表、 <input type="checkbox"/> 基地現況圖、環境相關分析報表、 <input type="checkbox"/> 設計整合報告及碰撞檢查報表、 <input checked="" type="checkbox"/> 工程分析報表、 <input type="checkbox"/> 法規審核及檢討的分析報告、 <input type="checkbox"/> 工地現場使用空間配置與檢討、 <input type="checkbox"/> 設備/系統之物件資訊與履歷、 <input type="checkbox"/> 設施/建物系統的設計構造報表、 <input type="checkbox"/> 預製設施/建物材料或物件的資訊報表、 <input type="checkbox"/> 設施/建物相關的維護資訊內容計畫、 <input type="checkbox"/> 設施/建物的使用空間與資源之位置、 <input type="checkbox"/> 災害應變規劃報告
----------	---

資料來源：整理自行政院公共工程委員會「機關辦理公共工程導入 BIM 技術」委託專業服務案

本研究依據前節所建立評估選用 BIM 應用之評估表，將案例 B 的基本資訊套用於評估表進行試操作。此外，本研究所擬定的評估流程中，步驟四主要確認業主是否滿足 BIM 應用所需之各項資源條件，因受限於資料取得關係，本研究暫不操作此步驟，案例 B 測試結果如表 3-14 所示。

表 3-14 案例 B 評估選用 BIM 應用測試結果

步驟一：選擇生命週期	
生命週期	BIM 應用
細部設計階段、施工階段	基地現況建模、成本估算、歷時規劃、設計表達、設計成果審核、3D 整合協作、永續性評估、設計圖審、結構分析、照明分析、能源分析、其他工程分析、工地利用規劃、施工系統設計、數位製造、3D 控制和規劃、集成模型匯編、建築物維護計畫
步驟二：決定 BIM 目標	
BIM 目標	BIM 應用
降低營運及生命週期的成本、減少釋疑單及變更設計	成本估算、歷時規劃、空間規劃、基地分析、設計表達、設計成果審核、3D 整合協作、設計圖審、結構分析、照明分析、能源分析、其他工程分析、集成模型匯編、建築物維護計畫
步驟三：選擇所需資訊	
交付資訊	BIM 應用
BIM 資訊模型、施工模擬報告與 4D 模擬動畫、工程分析報表	歷時規劃、設計表達、設計成果審核、3D 整合協作、結構分析、照明分析、能源分

	析、其他工程分析、工地利用規劃、施工系統設計、數位製造、3D 控制和規劃、集成模型匯編
步驟四：確認 BIM 應用	
此步驟主要為確認業主是否滿足 BIM 應用所需之各項資源條件，但受限於資料取得關係，案例測試暫不操作此步驟	

本研究將第三步驟所產出之 BIM 應用，與該案例所原來選用之 BIM 應用進行比較，可發現已達成目標 BIM 應用為「歷時規劃」、「設計表達」、「3D 整合協作」、「結構分析」、「照明分析」、「能源分析」，表示原預期規劃與實際相符；另外，「其他工程分析」、「集成模型匯編」的 BIM 應用未確實地達到預期目標，本研究亦透過訪談探究其原因，主要當初在選用 BIM 應用時，對於各項 BIM 應用之認知程度不足，也對其內涵不瞭解，以致於原規劃與預期之項目不相符。

第五節 小結

本研究將 BIM 應用分為生命週期六大階段，並提出適用於我國建築工程之 BIM 應用，及其附加的應用說明內容，包括 BIM 功能、BIM 模型可能的用途，依據彙整的 BIM 應用建立國內建築工程 BIM 應用之架構，並透過已執行過之案例進行案例測試，檢視選用 BIM 應用之評估表可執行之程度，並探討國內建築工程之 BIM 應用架構在現今實務上之適用性。

依據上述驗證結果，本研究為求整體操作流程更具可操作性，係徵詢有曾經導入或即將導入 BIM 技術之業主單位(新北市政府、桃園市政府、國立海洋科技博物館)進行案例預評估，本研究透過業主端挑選三個工程專案，並透過實際個案訪談，瞭解個案目前執行現況，希冀透過導入 BIM 之建築工程專案，以確認整體流程及項目符合實務操作之可行性。本研究所操作案例之預評估結果及心得歸納如後：

一、整體評估流程符合實務操作之可行性

本研究透過三個工程專案之預評估，業主端皆表示 BIM 應用評估選用之操作流程皆符合實務操作之現況，且對於業主端在導入 BIM 起始階段有相當大的助益。惟在各評估步驟的操作上，需有詳細的步驟說明及教育訓練，方能使操作上更為容易及便利。

二、業主端多數不具備軟體/資源之需求

研究團隊檢視各軟體/資源需求的評估結果，多數業主端皆不具備軟體等資源需求，在操作相關軟體上皆仰賴執行廠商協助操作，研究團隊進一步瞭解，未來業主端若在經費允許的情況下，將會購買專案所需之軟體，亦或編列合理的預算要求廠商在專案執行過程中提供所需之軟體等資源。

三、團隊人力需求有待後續教育訓練加強

隨著各工程專案導入 BIM 技術，業主端在團隊能力上有逐步的成長，但由於 BIM 技術的導入非全面性的實施，因此在專業能力上僅落在少數幾位承辦同仁身上，且各承辦同仁也僅有 BIM 基本觀念，對於 BIM 模型的操控、瀏覽、檢閱與更新設施的知識及能力仍有很大的進步空間。因此，業主端表示，若未來能在各項 BIM 應用中有更多的教育訓練，將有助於業主進行 BIM 應用之評估選用，及提升整體團隊的能力。

四、BIM 應用之選用應考量整體工程預算

研究團隊在訪談的過程中，業主端表示在選用 BIM 應用之後，即面臨到預算編列的問題，其選用的 BIM 應用與經費編列的多寡是否為正向關係，仍有討論的空間。研究團隊建議，當業主在選用 BIM 應用之後，可進行市場訪價，依訪價結果編列合理的預算，以利未來廠商在執行 BIM 技術時有足夠的經費，將有助於 BIM 導入工程專案整體之發展。

第四章 BIM 技術應用之效益評估

本研究透過文獻回顧收集國內、外導入之 BIM 技術效益評估方式，提出「組織層級」及「專案層級」應用 BIM 技術效益之評估架構、評估指標及效益評估所需紀錄的資訊等。本研究所提出之評估指標包含投入與產出兩大面向，同時應涵蓋質化與量化之項次，以利評估架構的完整性與操作性。本研究所建立的評價架構與內容亦透過專家座談會及案例測試進行確認，確立實務應用之合適性。

第一節 組織層級之效益評估指標

近年來，各公私部門為提升競爭力，逐步將組織內部導入 BIM 技術，除了增加軟硬體資源外，亦進行相關人員的教育訓練，以提升整體素質。本研究主要彙整組織層級之效益評估架構，並以組織或公司部門導入 BIM 為評估對象，藉由不同面向的投入及產出因子進行效益評估，以瞭解各單位 BIM 的投資報酬率、BIM 應用帶來的流程改變等，提供各組織評估 BIM 效益之參考。本研究所提出組織層級評估架構如圖 4-1 所示，效益評估指標內容詳表 4-1~4-2 所示。

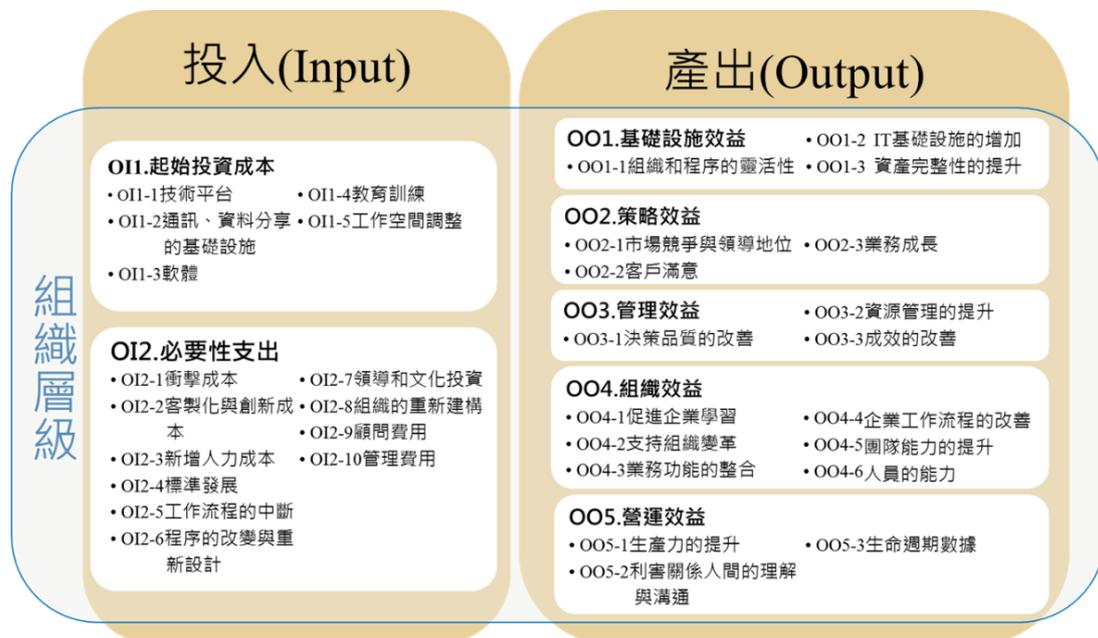


圖 4-1 組織層級效益評估架構

一、組織層級-投入指標

(一) 起始投資成本

起始投資成本為一組織在決定導入 BIM 技術後，其考量內部所需投入的資源及人力等，並計算其所需要的花費成本，如：軟體成本、硬體成本、教育訓練成本及空間使用成本等，可做為各組織評估導入 BIM 考量之依據。

(二) 必要性支出

必要性支出為組織營運過程中所需花費的成本，以維持組織整體的運作，包括額外的人力成本支出或因導入 BIM 所造成額外的時間增加等，如：人事成本、組織改造成本、管理成本及其他必要性支出。

表 4-1 組織層級-投入指標

指標	原文	內容說明	所需紀錄的資訊
OI1.起始投資成本			
OI1-1 技術平台(硬體等)	Technology platform (hardware, network, storage and cloud capacity)	硬體、網路、容量、雲端空間	硬體成本、儲存空間成本
OI1-2 通訊、資料分享的基礎設施	Communications, data-sharing infrastructure	網路硬碟、通訊軟體	基礎設施建置成本
OI1-3 軟體	Software (licenses, subscriptions)	人員證照、軟體授權	證照取得成本、軟體授權成本
OI1-4 教育訓練	Training/re-training	BIM 產品使用及新作業方法的訓練	教育訓練成本
OI1-5 工作空間調整	Workspace modifications	辦公空間重新配置	裝潢成本
OI2.必要性支出			
OI2-1 衝擊成本	Monitoring, documenting, measuring impacts	監控、紀錄、量測 BIM 應用造成的影響、衝擊	監控、記錄、量測所花費的時間成本
OI2-2 客製化與創新成本	Customization, Innovation	依雇主需求客製化、創新性研發	研發成本
OI2-3 新增人力成本	Additional headcount and/or new roles (e.g., BIM manager, IT support)	額外員工和新角色(BIM 經理、IT 支援)	人事成本

指標	原文	內容說明	所需紀錄的資訊
	Management/Staff resource	管理/人力資源成本	管理成本
	Management time (e.g.,changing procurement strategies)	採購策略的改變造成管理時間增加	新策略所花費的時間成本
	Employee motivation	員工激勵	人事成本
	Staff turnover	員工流失	人事成本
	Changing in remuneration	薪酬變化	人事成本
OI2-4 標準發展	Standards development	作業標準的發展、建立	組織標準建立所花費的時間成本
OI2-5 工作流程的中斷	Disruptions in workflows (and inefficiencies during adoption and early Implementation)	等待資訊所造成的中斷 EX.需等待模型建置完成，才能進行後續工作	工作中斷時間成本
OI2-6 程序的改變與重新設計	Process change	EX.如於設計發展階段提前整合資訊以及在施工前便納入模型	改變組織程序所花費的時間成本
	Process re-design	(間接成本-組織)	設計組織程序所花費的時間成本
OI2-7 領導和文化投資	Leadership and culture investments	建立領導與文化有關的投資	設計與適應組織文化花費的時間成本
OI2-8 組織的重新建構	Organizational re-structure	(間接成本-組織)	設計與適應組織結構花費的時間成本
OI2-9 顧問費用	Consultant fees	當無力進行管理，可尋求顧問的協助(如：PCM)	顧問人事成本
OI2-10 管理費用	Overheads	其他間接費用	因應用 BIM 而增加的管理成本

二、組織層級-產出指標

(一) 基礎設施效益

基礎設施效益主要因組織內部導入 BIM 技術後，所建立新的制度、流程、方法等，及所增加的軟硬體設備或 IT 設備的提升所帶來的效益，該評估指

標主要為質化的評估，如：評估標單、資產清單及維護紀錄等。

(二) 策略效益

策略效益主要為導入 BIM 技術後，其可以為組織本身創造額外的新價值、新業務或提升市場的競爭力，該評估指標可提出質化或量化的資訊，如：得獎紀錄、業務量及績效表現等。

(三) 管理效益

管理效益主要在於組織內部導入 BIM 技術的過程中，其能解決組織管理的問題，包括有效的資源運用、設備節約的使用、減少管理過程的浪費等，該評估指標主要提出質化的效益資訊，如資源使用紀錄、滿意度調查等。

(四) 組織效益

組織效益主要在於員工與團隊之間、團隊與團隊之間協作的整合與效率，透過組織效益的評估，可瞭解組織內因導入 BIM 技術後所增加的生產力，如：服務清單、員工生產力量表等。

(五) 營運效益

營運效益主要評估組織在營運過程中因導入 BIM 技術所帶來效益，包括人力評估、工作量評估等，該評估指標可提出質化或量化的資訊，如：單位時間人力的工作量、BIM 管理效益評估。

表 4-2 組織層級-產出指標

指標	原文	內容說明	所需紀錄的資訊
OO1.基礎設施效益			
OO1-1 組織和程序的靈活性	Organizational and process flexibility	新組織程序、結構對組織執行工作的影響	質化評估量表
OO1-2 IT 基礎設施的增加	Increased IT infrastructure	增加的 IT 設備等基礎設施	儲存空間容量、知識系統規模
OO1-3 資產完整性的提升	Asset integrity	組織所能運用的資產、設備的升級	資產清單、維護紀錄

指標	原文	內容說明	所需紀錄的資訊
OO2.策略效益			
OO2-1 市場競爭與領導地位	Competitive advantage	企業於市場的競爭優勢	獎章
	Market leadership	企業新技術於市場的競爭地位	獎章
OO2-2 客戶滿意	Customer satisfaction	顧客對技術、服務的滿意程度	質化評估量表:滿意程度
OO2-3 業務成長	Support business growth	新技術、新服務所帶來的新業務	業務量
	Opportunities for business model expansion or new services	新技術、新服務所帶來的新業務	業務量
OO3.管理效益			
OO3-1 決策品質的改善	Improved decision-making	共同溝通平台的使用對決策的效益	質化評估量表
OO3-2 資源管理的提升	Better resource management	資源運用、設備使用的節省、避免浪費	質化評估量表;資源使用記錄
OO3-3 成效的改善	Performance improvement	成果中效率的提升、浪費錯誤的減少	質化評估量表:滿意程度
OO4.組織效益			
OO4-1 促進企業學習	Facilitate business learning	對技術、業務精進的學習與提升	質化評估量表
OO4-2 支持組織變革	Support organizational change	形成有利組織變革的環境與文化	質化評估量表
OO4-3 業務功能的整合	Integration of business functions	整合業務	服務清單
OO4-4 企業工作流程的改善	Corporate improvements in workflow	流程改善對工作效率的影響	質化評估量表
OO4-5 團隊能力的提升	Team capability	團隊的協作、整合能力	團隊整體生產力(完成相同工作的員工數量變化)
OO4-6 人員的能力	staffing competency	團隊成員的技術、溝通、整合能力	員工個別生產力
OO5.營運效益			

指標	原文	內容說明	所需紀錄的資訊
OO5-1 生產力的提升	Productivity improvement	由於規劃、設計、施工均能有效統合，預期可以大量提高技術工的人力規劃，減少粗工、雜工及重負荷工的需求，而有效提升營造業的整體生產力與滿意度	單位時間人力所能完成的工作量
OO5-2 利害關係人間的理解與溝通	Increased understanding and communication	增加客戶、設計、施工間的溝通(由軟體直接產出的動畫向 400 個工作人員說明工作範疇)	質化評估量表
OO5-3 生命週期數據	Life cycle data	以模型進行全生命週期的管理	生命週期應用的 BIM 的整體效益

第二節 專案層級之效益評估指標

國內目前執行的 BIM 專案大都處於嘗試應用階段，且經常發現業主應用 BIM 專案有關資訊需求不夠明確，以至於無法瞭解其效益為何，亦無法以正確方式導入 BIM 技術。因此，本研究透過 BIM 效益評估的文獻探討，瞭解國外目前進行效益評估面向主要以專案層級為主，並透過個案研究的方式進行分析，評估其採用 BIM 專案及未採用 BIM 專案進行比較，以瞭解不同專案的改善程度與節約資源的效益。本研究所提出組織層級評估架構如圖 4-2 所示，效益評估指標內容詳表 4-3~4-4 所示。

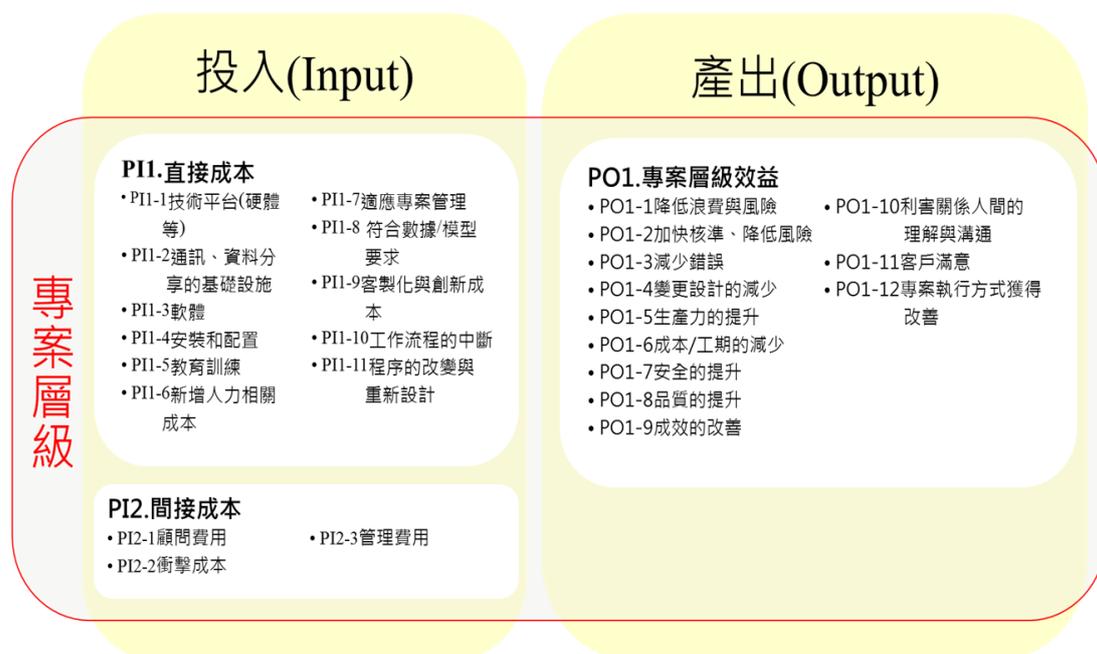


圖 4-2 專案層級效益評估架構

一、專案層級-投入指標

(一) 直接成本

由於建築工程專案相較於其它專案的獨特性及複雜性，其導入 BIM 技術時所需考量較多的投入指標，包括專案導入時所需要的軟體成本、人員教育訓練成本及專案流程改變所需花費的成本，該指標項目主要為投入之成本資訊轉換為專案所需紀錄的資訊，以做為該專案之效益評估。專案之投入指標如表 4-3 所示。

(二) 間接成本

建築工程專案導入 BIM 所產生的間接成本，主要為專案執行過程中所可能產生額外的花費，或應用 BIM 技術所產生的管理費用，如：顧問費用、衝擊成本、管理成本等。

表 4-3 專案層級-投入指標

指標	原文	內容說明	所需紀錄的資訊
PI1.直接成本			
PI1-1 技術平台(硬體等)	Technology platform (hardware, network, storage and cloud capacity)	硬體、網路、容量、雲端空間	硬體成本、儲存空間成本
PI1-2 通訊、資料分享的基礎設施	Communications, data-sharing infrastructure	網路硬碟、通訊軟體	基礎設施建置成本
PI1-3 軟體	Software capability (licenses, subscriptions)	人員證照、軟體授權、訂閱	證照取得成本、軟體授權成本
PI1-4 安裝和配置	Installation and configuration	(直接成本)安裝軟硬體	安裝成本、裝潢成本
PI1-5 教育訓練	Training/re-training	BIM 產品使用及新作業方法的訓練	教育訓練成本
PI1-6 新增人力成本	Additional headcount and/or new roles (e.g., BIM manager, IT support)	額外員工和新角色(BIM 經理、IT 支援)	人事成本
	Management/Staff resource	管理/人力資源成本	管理成本
	Management time (e.g.,changing procurement strategies)	採購策略的改變造成管理時間增加	新策略所花費的時間成本
	Employee motivation	員工激勵	人事成本
	Staff turnover	員工流失	人事成本
	Changing in remuneration	薪酬變化	人事成本
PI1-7 適應專案管理	Project management adaptations	為適應導入 BIM 所造成的變動所衍生的成本	作業時間成本(完成相同工作所需時間的變化)
PI1-8 符合數據/模型要求	Accommodate data/model requirements	為滿足專案的資料/模型需求所投入的成本	額外投入人力成本
PI1-9 客製化與創新成本	Customization, Innovation	依雇主需求客製化、創新性研發	研發成本
PI1-10 工作流程的中斷	Disruptions in workflows (and inefficiencies during adoption and early Im-	等待資訊所造成的中斷 EX 需等待模型建置完成，才能進行後續工作	工作中斷時間成本

指標	原文	內容說明	所需紀錄的資訊
	plementation)		
PI1-11 程序的改變與重新設計	Process change	EX 如於設計發展階段提前整合資訊以及在施工前便納入模型	改變組織與團隊執行程序所花費的時間成本
	Process re-design	(間接成本-組織)	設計程序所花費的時間成本
I2.間接成本			
PI2-1 顧問費用	Consultant fees	當無力進行管理，可尋求顧問的協助(如:PCM)	顧問人事成本
PI2-2 衝擊成本	Monitoring, documenting, measuring impacts	監控、紀錄、量測 BIM 應用造成的影響、衝擊	監控、記錄、量測所花費的時間
PI2-3 管理費用	Overheads	其他間接費用	因應用 BIM 而增加的管理成本

二、專案層級-產出指標

由於建築工程專案的型式相當多元，對於各專案導入 BIM 技術將可能產生不同的結果及發揮不同的效益，因此，專案層級產出的評估指標可提出質化或量化的資訊，量化的評估指標包括：風險評估、減少錯誤、變更設計、生產力計算及品質與成效改善等；質化的評估指標包括：品質提升、成效改善、客戶滿意度等。在指標評估的過程中，專案應於執行過程確實紀錄所需的資訊，以利各個專案產出指標評估及計算。專案之效益產出指標如表 4-4 所示。

表 4-4 專案層級-產出指標

指標	原文	內容說明	所需紀錄的資訊
PO1-1 降低浪費與風險	Reduction in waste and risk	EX.應用 BIM 於鋼筋預製，可帶來極大的節省	資源管理記錄
PO1-2 加快核准、降低風險	Accelerated regulatory approval and permitting	由加速法規程序的核准，共同平台傳送遞交文件，以程式系統(非人工)檢核遞交文件	核可加速所節省的工期
PO1-3 減少錯誤	Reduction in errors	經過 BIM 成熟度的提升(軟體學習曲線、心智學習曲線)，將以整合交付專案形式進行作業，更快更少	衝突檢測的錯誤數量；RFI 的數量

指標	原文	內容說明	所需紀錄的資訊
		錯誤地完成專案。	
PO1-4 變更設計的減少	Reduction of change order (e.g., visualization)	可視化的模型預先解決設計錯誤可能衍生的變更設計	變更要求的數量;變更設計成本
PO1-5 生產力的提升	Productivity improvement	由於規劃、設計、施工均能有效統合,預期可以大量提高技術工的人力規劃,減少粗工、雜工及重負荷工的需求,而有效提升營造業的整體生產力與滿意度。	單位時間人力所能完成的工作量
PO1-6 成本/工期的減少	Reduction in cost/schedule	專案工期及成本的減少	成本:設計成本/施工成本/總成本;工期:預定工期/實際工期
PO1-7 安全的提升	Safety improved	透過 BIM 技術的應用與相關人員做有效的整合與溝通	質化評估量表;自主檢查表
PO1-8 品質的提升	Quality improvement	品質提升	質化評估量表;三級品管記錄
PO1-9 成效的改善	Performance improvement	成果中效率的提升、浪費錯誤的減少	質化評估量表:滿意程度
PO1-10 利害關係人之間的理解與溝通	Increased understanding and communication	增加客戶、設計、施工間的溝通(由軟體直接產出的動畫向所有工作人員說明工作範疇)	質化評估量表
PO1-11 客戶滿意	Customer satisfaction	顧客對技術、服務的滿意程度	質化評估量表:滿意程度
PO1-12 專案執行方式獲得改善	Project delivery through efficient use of resources, improved safety, and accurate timelines	透過資源的有效運用、安全改善、正確的時間軸改善專案的傳遞	質化評估量表

第三節 專家問卷與調查

本研究為提出更完善之 BIM 技術效益評估架構，係透過前二節之「組織」及「專案」兩個層級之效益評估指標彙整，藉助各界專家實務經驗進行問卷調查，使本研究提出符合實務的 BIM 效益分析架構及評估指標，以供各單位進行使用，問卷內容詳附件三所示。

一、問卷對象與調查方法

本研究透過國內建築產業中的專家對於 BIM 技術的使用現況給予建議，問卷發放對象主要包含政府機關(業主)、學界、產業界等，如表 4-5 所示。問卷調查之方法主要透過各專家勾選指標項目適用與否(適用、不適用)，另針對該指標項目勾選建議評估期程(短期、中長期)，除了確認各評估指標之適用性之外，亦提出未來各指標於短期及中長期評估之建議。

表 4-5 專家基本資料

類別	任職單位	職稱	姓名
政府機關(業主)	台灣電力股份有限公司	副處長	陳顯明
學界	臺北科技大學土木與防災研究所	教授	林祐正
產業界	賴朝俊建築師事務所	建築師	賴朝俊
	台灣積體電路製造股份有限公司	部經理	鍾振武

二、問卷調查結果

(一) 組織層級-投入指標

透過問卷統計結果，如表 4-6 所示，各專家對於本研究所提出之「組織層級-投入指標」皆表示認同，對於各指標內容評估期程皆有一致性的看法，惟針對人力成本部分，有專家認為在 BIM 導入初期會有上升的趨勢，但在中長期後可能將恢復正常，因此各評估內容及計算方式可能需要隨時間進行調整。

表 4-6 組織層級-投入指標

指標	適用與否 [填答數]	評估期程 [填答數]	其它建議
OI1.起始投資成本			
OI1-1 技術平台(硬體等)	是[3]、否[0]	短期[4]、中長期[0]	

指標	適用與否 [填答數]	評估期程 [填答數]	其它建議
OI1-2 通訊、資料分享的基礎設施	是[3]、否[0]	短期[0]、中長期[4]	
OI1-3 軟體	是[3]、否[0]	短期[4]、中長期[0]	
OI1-4 教育訓練	是[4]、否[0]	短期[4]、中長期[1]	建議全週期皆需要
OI1-5 工作空間調整	是[2]、否[1]	短期[0]、中長期[4]	預估中長期可能需要調整
OI2.必要性支出			
OI2-1 衝擊成本	是[3]、否[0]	短期[4]、中長期[0]	
OI2-2 客製化與創新成本	是[3]、否[0]	短期[4]、中長期[0]	
OI2-3 新增人力成本	是[2]、否[1]	短期[4]、中長期[0]	
OI2-4 標準發展	是[3]、否[0]	短期[3]、中長期[0]	
OI2-5 工作流程的中斷	是[4]、否[0]	短期[3]、中長期[1]	中長期比較恰當
OI2-6 程序的改變與重新設計	是[3]、否[0]	短期[4]、中長期[0]	程序調整可能需要起始於初期
OI2-7 領導和文化投資	是[2]、否[1]	短期[0]、中長期[4]	既有領導、文化變動機會不大
OI2-8 組織的重新建構	是[2]、否[1]	短期[0]、中長期[4]	
OI2-9 顧問費用	是[3]、否[0]	短期[4]、中長期[0]	
OI2-10 管理費用	是[3]、否[0]	短期[4]、中長期[0]	

(二) 組織層級-產出指標

透過問卷統計結果，如表 4-7 所示，各專家對於本研究所提出之「組織層級-產出指標」皆表示認同，對於各指標內容評估期程皆有一致性的看法，惟在業務量及生產力的部分，有專家提到在導入 BIM 初期，各組織需要有大量人力及經費的投入，不論是公司的業務量或人員技術能力上，在初期可能不會有顯著的成效，在中長期後可望發揮其導入 BIM 之效益。

表 4-7 組織層級-產出指標

指標	適用與否 [填答數]	評估期程 [填答數]	其它建議
OO1.基礎設施效益			
OO1-1 組織和程序的靈活性	是[3]、否[0]	短期[0]、中長期[4]	
OO1-2 IT 基礎設施的增	是[3]、否[0]	短期[4]、中長期[0]	

指標	適用與否 [填答數]	評估期程 [填答數]	其它建議
加			
OO1-3 資產完整性的提升	是[3]、否[0]	短期[0]、中長期[4]	資產變動可能產生於初期
OO2.策略效益			
OO2-1 市場競爭與領導地位	是[3]、否[0]	短期[3]、中長期[1]	企業技術競爭力恐需要中長期始能具備
OO2-2 客戶滿意	是[3]、否[0]	短期[3]、中長期[1]	顧客滿意恐需要中期始能逐漸浮現
OO2-3 業務成長	是[2]、否[1]	短期[0]、中長期[4]	初級不一定有成效，中長期才會有成效。
OO3.管理效益			
OO3-1 決策品質的改善	是[3]、否[0]	短期[4]、中長期[0]	
OO3-2 資源管理的提升	是[3]、否[0]	短期[3]、中長期[1]	
OO3-3 成效的改善	是[3]、否[0]	短期[4]、中長期[0]	
OO4.組織效益			
OO4-1 促進企業學習	是[3]、否[0]	短期[0]、中長期[4]	
OO4-2 支持組織變革	是[3]、否[0]	短期[0]、中長期[4]	
OO4-3 業務功能的整合	是[3]、否[0]	短期[0]、中長期[4]	
OO4-4 企業工作流程的改善	是[3]、否[0]	短期[0]、中長期[4]	預期效率於中期逐漸浮現
OO4-5 團隊能力的提升	是[3]、否[0]	短期[0]、中長期[4]	
OO4-6 人員的能力	是[4]、否[0]	短期[3]、中長期[1]	中長期比較恰當
OO5.營運效益			
OO5-1 生產力的提升	是[3]、否[0]	短期[0]、中長期[4]	規劃設計階段的生產力略下降，施工階段則可以提升生產力
OO5-2 利害關係人間的理解與溝通	是[3]、否[0]	短期[0]、中長期[4]	溝通效率的提升可能於中期後逐漸浮現
OO5-3 生命週期數據	是[4]、否[0]	短期[3]、中長期[1]	中長期比較恰當

(三) 專案層級-投入指標

透過問卷統計結果，如表 4-8 所示，各專家對於本研究所提出之「專案層級-投入指標」皆表示認同，對於各指標內容之「評估期程」亦皆有一致性的看法，其中有專家提出「薪酬變化」及「工作流程中斷」所造成的「時間成本」實務上較不易評估，且資料取得上較不易，因此，在效益計算上應再進一步考量。

表 4-8 專案層級-投入指標

指標	適用與否 [填答數]	評估期程 [填答數]	其它建議
PI1.直接成本			
PI1-1 技術平台(硬體等)	是[3]、否[0]	短期[4]、中長期[0]	
PI1-2 通訊、資料分享的基礎設施	是[3]、否[0]	短期[0]、中長期[3]	
PI1-3 軟體	是[3]、否[0]	短期[4]、中長期[0]	
PI1-4 安裝和配置	是[3]、否[0]	短期[4]、中長期[0]	
PI1-5 教育訓練	是[4]、否[0]	短期[0]、中長期[3]	中長期或全生命週皆需要
PI1-6 新增人力成本	是[2]、否[1]	短期[3]、中長期[0]	
PI1-7 適應專案管理	是[3]、否[0]	短期[0]、中長期[3]	
PI1-8 符合數據/模型要求	是[3]、否[0]	短期[1]、中長期[3]	
PI1-9 客製化與創新成本	是[3]、否[0]	短期[0]、中長期[4]	
PI1-10 工作流程的中斷	是[3]、否[1]	短期[4]、中長期[0]	
PI1-11 程序的改變與重新設計	是[3]、否[0]	短期[0]、中長期[4]	作業標準的改變
I2.間接成本			
PI2-1 顧問費用	是[3]、否[0]	短期[4]、中長期[0]	
PI2-2 衝擊成本	是[3]、否[0]	短期[4]、中長期[0]	
PI2-3 管理費用	是[3]、否[0]	短期[4]、中長期[0]	

(四) 專案層級-產出指標

透過問卷統計結果，如表 4-9 所示，各專家對於本研究所提出之「專案層級

「產出指標」皆表示認同，對於各指標內容評估期程皆有一致性的看法，惟有在幾項指標當中，專家提出在短期內不易評估，且在計算所需資料的取得上較為不易，有待 BIM 導入一段時間後方能顯示其效益，應審慎評估。

表 4-9 專案層級-產出指標

指標	適用與否 [填答數]	評估期程 [填答數]	其它建議
PO1-1 降低浪費與風險	是[2]、否[1]	短期[4]、中長期[0]	
PO1-2 加快核准、降低風險	是[3]、否[0]	短期[4]、中長期[0]	
PO1-3 減少錯誤	是[3]、否[0]	短期[4]、中長期[0]	
PO1-4 變更設計的減少	是[3]、否[0]	短期[4]、中長期[0]	
PO1-5 生產力的提升	是[3]、否[0]	短期[0]、中長期[4]	
PO1-6 成本/工期的減少	是[3]、否[0]	短期[0]、中長期[4]	
PO1-7 安全的提升	是[3]、否[0]	短期[0]、中長期[4]	
PO1-8 品質的提升	是[3]、否[0]	短期[4]、中長期[0]	
PO1-9 成效的改善	是[2]、否[1]	短期[4]、中長期[0]	
PO1-10 利害關係人間的理解與溝通	是[3]、否[0]	短期[4]、中長期[0]	
PO1-11 客戶滿意	是[3]、否[0]	短期[4]、中長期[0]	恐須技術熟練之後的中期或長期此效益始逐漸浮現
PO1-12 專案執行方式獲得改善	是[3]、否[0]	短期[0]、中長期[4]	

第四節 案例測試

本研究在建立 BIM 技術效益評估架構與內容後，係透過實際案例(組織及專案)進行試評估，本研究與新北市政府討論後選定「新北市政府-永和運動中心」，依運用情形再加以修正後，提出國內環境適用的 BIM 技術效益評估架構，提供國內各單位參考使用。案例基本資料詳表 4-10 所示。

表 4-10 案例基本資料

項次	內容
案例名稱	永和運動中心

主辦機關	新北市政府新建工程處、新北市政府體育處
專案管理	喻台生建築師事務所
監造單位	郭恆成建築師事務所
統包團隊	根基營造股份有限公司(代表廠商)、兆弘機電股份有限公司、全都實業有限公司、華興聯合建築師事務所(設計單位)
決標金額	1,719,500,000 元
決標日期	103/03/07
契約工期	103/03/07-105/06/23

一、案例測試方式

研究團隊於 106 年 7 月 27 日至新北市政府新建工程處召開「永和運動中心-效益評估」座談會，將本研究所建立之效益評估架構及指標提供新工處、體育處及各廠商審閱，以問卷調查方式進行效益分析項次進行適用性調查，並請各單位提供效益評估所需計算之資訊，以確認本研究所提出之效益評估架構及指標符合實務之可操作性，並提出修正之建議。本次座談會與會人員詳表 4-11 所示。

表 4-11 案例基本資料

評估角色		單位	填答人數(位)
公部門	主辦機關	新北市政府新建工程處	2
		新北市政府體育處	1
私部門	專案管理	喻台生建築師事務所	1
	監造單位	郭恆成建築師事務所	1
	統包團隊	根基營造股份有限公司(代表廠商)	1
		兆弘機電股份有限公司	1
		全都實業有限公司	1
		華興聯合建築師事務所(設計單位)	1

二、案例測試結果與分析

(一) 案例測試結果

本研究所建立之效益評估架構，以「永和運動中心」做為評估對象，透過問卷調查方式進行試評估，問卷調查結果詳表 4-12~表 4-15 所示。本研究依據評估角色、對象及結果分別架構如下：

- 評估角色：「公部門」、「私部門」
- 評估對象：「組織」、「專案」

● 評估資料與結果：「投入」、「產出」

透過案例試評估，研究團隊將多數受訪者認為無法適用之評估項次予以刪除，並重新彙整整體之評估架構。整體而言，多數評估項次適用於「永和運動中心」之案例，惟國內目前公、私部門尚屬起步階段，並未完整留存效益評估所需資料，故資料無法取得。

(二) 案例測試分析

國內公部門在執行 BIM 技術時，主要皆透過廠商來協助將 BIM 導入工程專案中，故多數公部門在執行面上並無花費相關成本(未考量給付廠商的費用)。各單位針對「永和運動中心」案皆認同其隱藏的效益是大於實際所花費的成本，如：減少人事成本、有效縮短工期等。

研究團隊透過案例試操作，取得私部門部分成本資料，但由於各單位所提供之成本皆以單一個案考量，並未攤提至後續其它案例，故在效益評估計算上較為不易。本研究建議未來公部門在執行 BIM 專案時，可逐步要求廠商依據本研究所提之效益評估項次，紀錄相關質化及量化資訊，以利未來能有更完整之效益評估計算。

(三) 公部門與私部門效益評估架構之比較

透過問卷統計結果顯示，就不適用而予以刪除的項次而言(詳表 4-12)，公部門因其組織特性，薪酬變化及相關顧問費用是不適用的；私部門則認為組織層級中較不易評估之質化項次是不適用的，如：領導和文化投資、支持組織變革等。就個案而言，會有不適用之效益評估項次；但整體而言，本研究仍保留原有彙整之項次，使所有組織及專案可依不同條件內容有所評估。

表 4-12 效益評估架構-不適用之刪除項次

面向		公部門	私部門
組織層級	投入	<ul style="list-style-type: none"> • 新增人力成本-薪酬變化(0:3)* • 顧問費用(0:3) 	<ul style="list-style-type: none"> • 工作空間調整(3:4) • 領導和文化投資(2:5)

	產出	-	<ul style="list-style-type: none"> • 組織和程序的靈活性(1:5) • 業務成長(2:4) • 支持組織變革(2:5) • 生產力的提升(2:4)
專案層級	投入	<ul style="list-style-type: none"> • 新增人力成本-薪酬變化(0:3) • 新增人力成本-員工流失(0:3)顧問費用(0:3) 	-
	產出	-	-

註：*表示問卷統計結果 (適用:不適用)

表 4-13 短期可採用之效益評估指標(公部門)

類型	組織層級		專案層級	
	指標	適用與否 [填答數]	指標	適用與否 [填答數]
投入指標	OI1.起始投資成本		PI1.直接成本	
	OI1-1 技術平台 (硬體等)	是[1]、否[2]	PI1-1 技術平台 (硬體等)	是[1]、否[2]
	OI1-2 軟體	是[1]、否[2]	PI1-2 軟體	是[1]、否[2]
	OI1-3 教育訓練	是[3]、否[0]	PI1-3 安裝和配置	是[1]、否[2]
	OI2.必要性支出		PI1-4 新增人力 成本	是[1]、否[2]
	OI2-1 衝擊成本	是[2]、否[1]	PI1-5 工作流程 的中斷	是[1]、否[2]
	OI2-2 客製化與 創新成本	是[3]、否[0]	PI1-6 教育訓練	是[3]、否[0]
	OI2-3 新增人力 成本	是[1]、否[2]	PI1-7 適應專案 管理	是[1]、否[2]
	OI2-4 標準發展	是[2]、否[1]	PI1-8 客製化與 創新成本	是[3]、否[0]
	OI2-5 工作流程 的中斷	是[2]、否[1]	PI1-9 程序的改 變與重新設計	是[2]、否[1]
	OI2-6 程序的改 變與重新設計	是[3]、否[0]	PI2.間接成本	
	OI2-7 顧問費用	是[0]、否[3]	PI2-1 顧問費用	是[0]、否[3]

類型	組織層級		專案層級	
	指標	適用與否 [填答數]	指標	適用與否 [填答數]
	OI2-8 管理費用	是[1]、否[2]	PI2-2 衝擊成本	是[1]、否[2]
			PI2-3 管理費用	是[2]、否[1]
產出指標	OO1.基礎設施效益		PO1.專案層級效益	
	OO1-1 IT 基礎設施的增加	是[1]、否[2]	PO1-1 降低浪費與風險	是[3]、否[0]
	OO2.策略效益		PO1-2 品質的提升	是[2]、否[1]
	OO2-1 市場競爭與領導地位	是[3]、否[0]	PO1-3 成效的改善	是[3]、否[0]
	OO2-2 客戶滿意	是[2]、否[1]	PO1-4 利害關係人間的 理解與溝通	是[2]、否[1]
	OO3.管理效益		PO1-5 客戶滿意	是[2]、否[1]
	OO3-1 決策品質的改善	是[2]、否[1]	PO1-6 生產力的提升	是[1]、否[2]
	OO3-2 成效的改善	是[2]、否[1]	PO1-7 安全的提升	是[2]、否[1]
	OO3-3 資源管理的提升	是[2]、否[1]	PO1-8 專案執行方式獲得改善	是[3]、否[0]
	OO4.組織效益		PO1-9 加快核准、降低風險	是[2]、否[1]
	OO4-1 促進企業學習	是[3]、否[0]	PO1-10 減少錯誤	是[3]、否[0]
	OO4-2 支持組織變革	是[2]、否[1]	PO1-11 變更設計的減少	是[3]、否[0]
	OO4-3 業務功能的整合	是[2]、否[1]	PO1-12 成本/工期的減少	是[1]、否[2]
	OO4-4 企業工作流程的改善	是[2]、否[1]		
	OO4-5 團隊能力的提升	是[2]、否[1]		
	OO4-6 人員的能力	是[1]、否[2]		
	OO5.營運效益			
	OO5-1 生產力的	是[2]、否[1]		

類型	組織層級		專案層級	
	指標	適用與否 [填答數]	指標	適用與否 [填答數]
	提升			
	OO5-2 生命週期數據	是[2]、否[0]		
	OO5-3 利害關係人間的 理解與溝通	是[2]、否[1]		

表 4-14 中長期可採用之效益評估指標(公部門)

類型	組織層級		專案層級	
	指標	適用與否 [填答數]	指標	適用與否 [填答數]
投入指標	OI1.起始投資成本		PI1.直接成本	
	OI1-1 通訊、資料分享的基礎設施	是[1]、否[2]	PI1-1 通訊、資料分享的基礎設施	是[1]、否[2]
	OI1-2 工作空間調整	是[1]、否[2]	PI1-2 符合數據/模型要求	是[1]、否[2]
	OI2.必要性支出			
	OI2-1 領導和文化投資	是[2]、否[1]		
	OI2-2 組織的重新建構	是[1]、否[2]		
產出指標	OO1.基礎設施效益			
	OO1-1 組織和程序的靈活性	是[1]、否[2]		
	OO1-2 資產完整性的提升	是[1]、否[2]		
	OO2.策略效益			
	OO2-1 業務成長	是[2]、否[1]		

表 4-15 短期可採用之效益評估指標(私部門)

類型	組織層級	專案層級
----	------	------

	指標	適用與否 [填答數]	指標	適用與否 [填答數]	
投入指標	OI1.起始投資成本		PI1.直接成本		
	OI1-1 技術平台 (硬體等)	是[6]、否[1]	PI1-1 技術平台 (硬體等)	是[6]、否[1]	
	OI1-2 軟體	是[7]、否[0]	PI1-2 軟體	是[7]、否[0]	
	OI1-3 教育訓練	是[7]、否[0]	PI1-3 安裝和配 置	是[5]、否[2]	
	OI1-4 通訊、資 料分享的基礎設 施	是[6]、否[1]	PI1-4 新增人力 成本	是[5]、否[2]	
	OI2.必要性支出		PI1-5 工作流程 的中斷	是[5]、否[2]	
	OI2-1 衝擊成本	是[6]、否[1]	PI1-6 教育訓練	是[6]、否[1]	
	OI2-2 客製化與 創新成本	是[4]、否[3]	PI1-7 通訊、資料 分享的基礎設施	是[6]、否[1]	
	OI2-3 新增人力 成本	是[5]、否[2]	PI1-8 適應專案 管理	是[7]、否[0]	
	OI2-4 標準發展	是[6]、否[1]	PI1-9 符合數據/ 模型要求	是[6]、否[1]	
	OI2-5 工作流程 的中斷	是[6]、否[1]	PI1-10 客製化與 創新成本	是[5]、否[2]	
	OI2-6 程序的改 變與重新設計	是[4]、否[3]	PI1-11 程序的改 變與重新設計	是[4]、否[3]	
	OI2-7 顧問費用		是[3]、否[2]	PI2.間接成本	
	OI2-8 管理費用	是[7]、否[0]	PI2-1 顧問費用	是[4]、否[3]	
			PI2-2 衝擊成本	是[7]、否[0]	
			PI2-3 管理費用	是[6]、否[0]	
	產出指標	OO1.基礎設施效益		PO1.專案層級效益	
OO1-1 資產完整 性的提升		是[4]、否[2]	PO1-1 降低浪費 與風險	是[6]、否[1]	
OO1-2 IT基礎設 施的增加		是[5]、否[2]	PO1-2 品質的提 升	是[7]、否[0]	
OO2.策略效益		PO1-3 成效的改 善	是[7]、否[0]		
OO2-1 市場競爭 與領導地位		是[7]、否[0]	PO1-4 利害關係 人間的 Understanding 與溝 通	是[5]、否[2]	

類型	組織層級		專案層級	
	指標	適用與否 [填答數]	指標	適用與否 [填答數]
	OO2-2 客戶滿意	是[7]、否[0]	PO1-5 客戶滿意	是[6]、否[1]
	OO3.管理效益		PO1-6 生產力的提升	是[4]、否[3]
	OO3-1 決策品質的改善	是[7]、否[0]	PO1-7 安全的提升	是[7]、否[0]
	OO3-2 成效的改善	是[7]、否[0]	PO1-8 專案執行方式獲得改善	是[7]、否[0]
	OO3-3 資源管理的提升	是[6]、否[1]	PO1-9 加快核准、降低風險	是[3]、否[4]
	OO4.組織效益		PO1-10 減少錯誤	是[6]、否[1]
	OO4-1 促進企業學習	是[5]、否[2]	PO1-11 變更設計的減少	是[5]、否[2]
	OO4-2 支持組織變革	是[2]、否[5]		
	OO4-3 業務功能的整合	是[4]、否[3]		
	OO4-4 企業工作流程的改善	是[4]、否[3]		
	OO4-5 團隊能力的提升	是[7]、否[0]		
	OO4-6 人員的能力	是[7]、否[0]		
	OO5.營運效益			
	OO5-1 生產力的提升	是[2]、否[4]		
	OO5-2 生命週期數據	是[7]、否[0]		
	OO5-3 利害關係人間的理解與溝通	是[4]、否[2]		

表 4-16 中長期可採用之效益評估指標(私部門)

類型	組織層級	專案層級
----	------	------

	指標	適用與否 [填答數]	指標	適用與否 [填答數]
投入指標	OI1.起始投資成本			
	OI1-1 工作空間調整	是[3]、否[4]		
	OI2.必要性支出			
	OI2-1 領導和文化投資	是[3]、否[4]		
	OI2-2 組織的重新建構	是[4]、否[3]		
產出指標	OO1.基礎設施效益		PO1.專案層級效益	
	OO1-1 組織和程序的靈活性	是[1]、否[5]	PO1-1 成本/工期的減少	是[2]、否[3]
	OO2.策略效益			
	OO2-1 業務成長	是[2]、否[4]		

三、「永和運動中心」效益評估

本計畫嘗試透過案例評估之座談會深入瞭解目前實務執行 BIM 技術之現況，然由於國內公、私部門導入 BIM 技術尚屬起步階段，雖對於本計畫所提出的評估架構與項次大多深表贊同，然礙於執行當時未完整留存效益評估所需資料，故研究團隊取得的部分資料考量完整性後，並無法計算出案例的實際成本效益。

研究團隊除了檢核本計畫提出架構與項次的合適性外，為了掌握案例的整體效益，研究團隊多次與當初團隊成員進行溝通，最後利用圖 4-3 的表達方式，以程度式(高、中、低)的方式顯示「永和運動中心」之公、私部門投入與產出狀況，進而呈現不同專案參與者在該案例的效益。

經分析業主主要透過廠商來協助將 BIM 導入工程專案中，故多數公部門在執行面上並未花費相關成本，但實際上可從廠商端連帶獲得諸多 BIM 技術所帶來的效益。就廠商端而言，各單位皆表示在導入 BIM 起始階段，會花費較大成本，但各單位皆認同其隱藏的效益是大於實際所花費的成本，如減少人事成本、有效縮短工期等。整體而言，因 BIM 技術導入該案所獲得效益屬於正向，且實際產出效益大於投入之成本。針對不同專案參與者，則呈現出「業主：投入成本低、產出效益高；專案管理顧問：投入成本中等、產出效益中等；統包團隊：投入成本高、產出效益高；監造：投入成本中等、產出效益中等」的投入與效益表現。

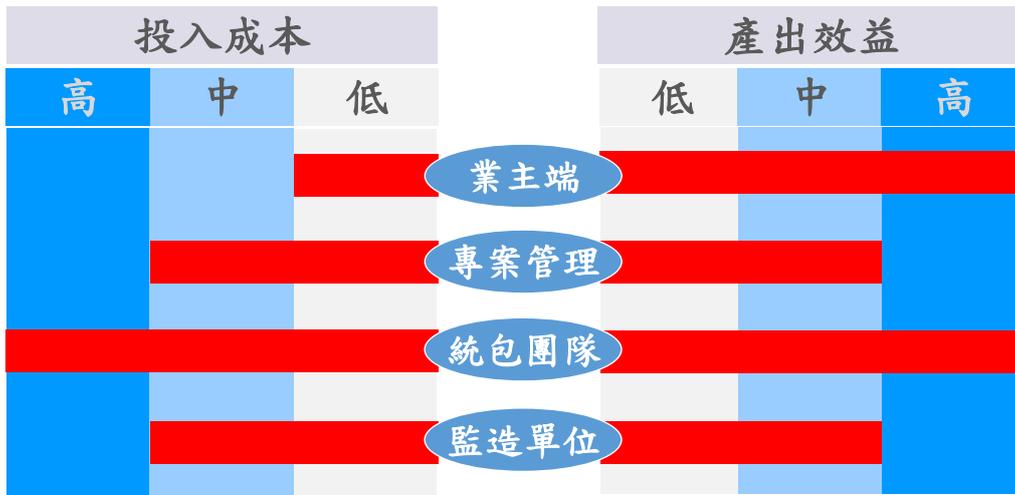


圖 4-3 永和運動中心效益分析圖

第五節 小結

本研究經由專家學者及實際案例操作後，將 BIM 效益評估架構彙整如圖 4-4 所示。主要分為「短期」及「中長期」之評估，「短期」主要視為現階段立即可執行之項目，「中長期」則可隨著 BIM 發展成熟度，將各項次逐步導入工程專案中。公部門及私部門也應在專案起始階段，瞭解效益評估項次及內容，以利工程專案在不同階段得以有效評估，詳表 4-10~表 4-11 所示。

本研究將效益評估分為「組織」及「專案」兩個層面，評估項次有質化與量化之項目，在執行專案的過程中，機關可參考各效益評估項次，詳實留存各項次所需紀錄的資訊，以利未來在評估專案效益時，可以取得相關資訊(投入、產出)供計算，並可提供其它專案評估之參考。

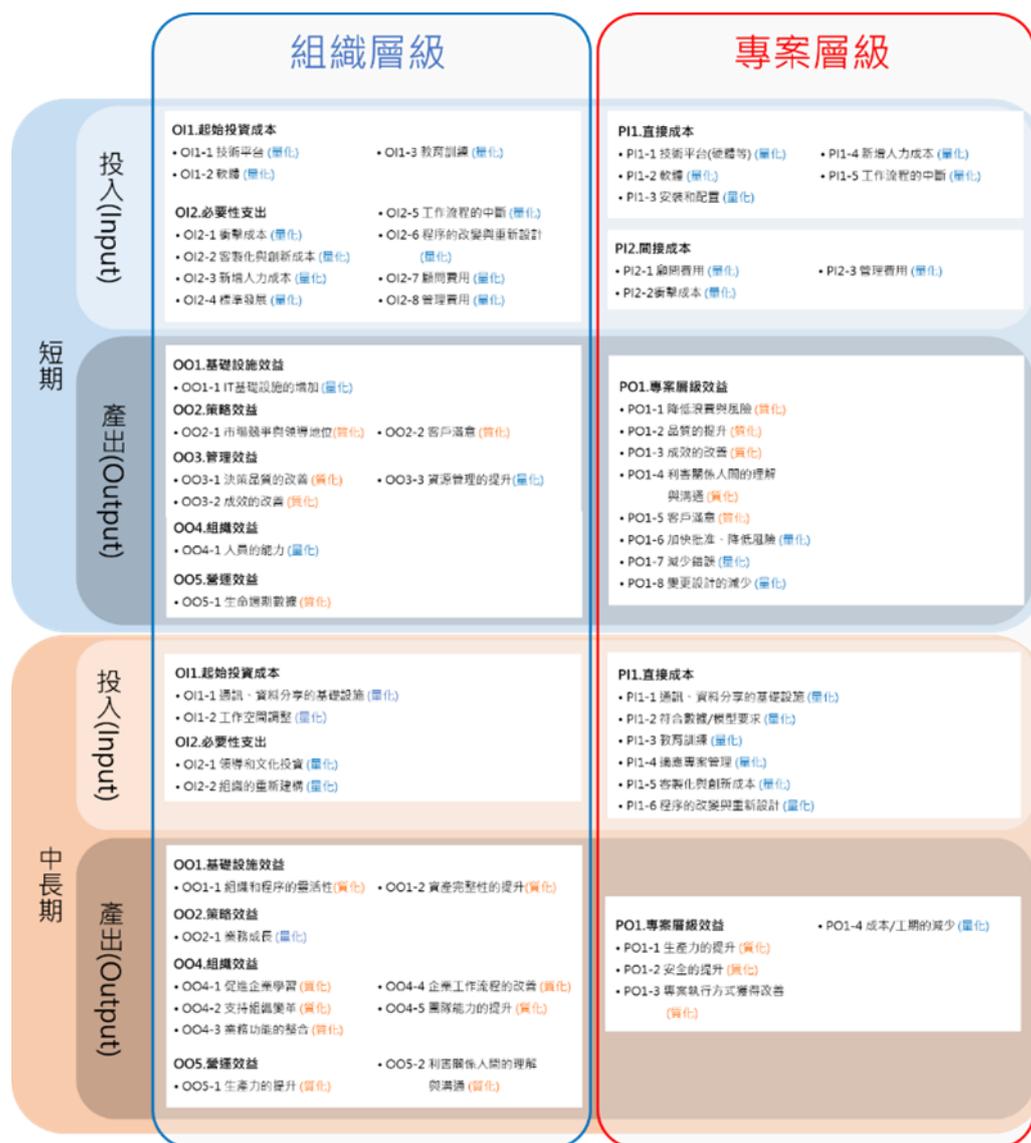


圖 4-4 效益評估指標整體架構

為了使各單位進行效益評估時更為便利，本研究係根據上述效益評估整體架構及內容，擬訂效益評估操作流程，詳圖 4-5 所示。各單位在進行效益評估時，應事先決定評估「組織」或「專案」層級，根據各層級所羅列的指標項目進行確認，若評估單位導入 BIM 技術為起步階段，可參考本研究所建議之「短期」之評估項目；若評估單位希望進行完整的效益評估，建議將「短期」及「中長期」之評估項目皆納入評估。各評估單位決定評估層級及指標內容後，需確認各指標內容所需紀錄之資訊內容，詳表 4-17 所示，並在專案執行過程中詳實紀錄所需資訊，以利效益評估資訊之留存。

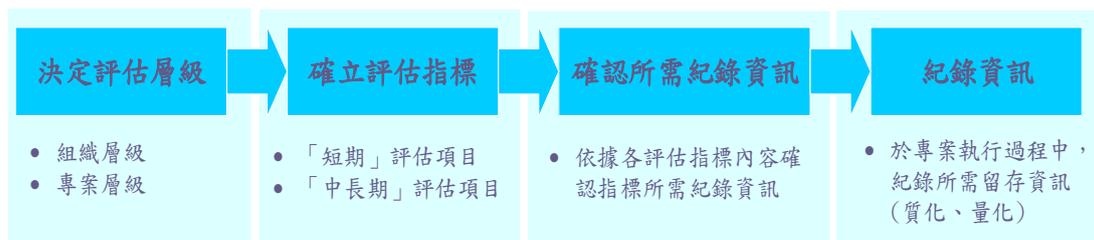


圖 4-5 效益評估操作流程

表 4-17 「短期」可執行之效益評估指標

層級	類型	指標	內容說明	所需紀錄資訊	
組織層級	投入指標	OI1.起始投資成本			
		OI1-1 技術平台 (硬體等)	硬體、網路、容量、雲端空間	硬體成本、儲存空間成本	
		OI1-2 軟體	軟體授權、人員證照	證照取得成本、軟體授權成本	
		OI1-3 教育訓練	BIM 產品使用及新作業方法的訓練	教育訓練成本	
		OI2.必要性支出			
		OI2-1 衝擊成本	監控、紀錄、量測 BIM 應用造成的影響、衝擊	記錄相關改變所衍生之成本(由審查及工作會議取得、需與 PMIS 等合併取得資訊)	
		OI2-2 客製化與創新成本	依雇主需求客製化、創新性研發	研發成本(由 BIM 工作執行計畫書中取得)	
		OI2-3 新增人力成本	額外員工和新角色(BIM 經理、IT 支援)	人事成本、管理成本(由 BIM 審查會議記錄取得)	
			管理/人力資源成本		
			採購策略的改變造成管理時間增加		
			員工激勵		
			員工流失		
OI2-4 標準發展	作業標準的發展、建立	建立組織標準所花費的時間成本			
OI2-5 工作流程的中斷	等待資訊所造成的中斷,如:需等待模型建置完成,才能進	工作中斷時間成本(建築執照審查造成			

			行後續工作	之中斷)
		OI2-6 程序的改變與重新設計	如：於設計發展階段提前整合資訊以及在施工前便納入模型	設計組織程序所花費的時間成本(由 BIM 衝突報告取得)
		OI2-7 顧問費用	當無力進行管理，需要專業建議，可尋求顧問的協助(如：PCM)	顧問成本
		OI2-8 管理費用	其他間接費用	管理成本(1.可取得硬體部分、2.人資無法取得)
	產出 指標	OO1.基礎設施效益		
		OO1-1 IT 基礎設施的增加	增加的 IT 設備等基礎設施	IT 基礎設施建置成本
		OO2.策略效益		
		OO2-1 市場競爭與領導地位	企業新技術於市場的競爭優勢	企業聲望與業務量提升的情形
		OO2-2 客戶滿意	顧客對技術、服務的滿意程度	客戶滿意程度量表、客戶持續合作之情形
		OO3.管理效益		
		OO3-1 決策品質的改善	共同溝通平台的使用對決策的效益	公司內部之評量量表
		OO3-2 成效的改善	效率的提升、浪費的減少、錯誤的減少	作業效率之提升、相關時間成本之節省
		OO3-3 資源管理的提升	資源運用、設備使用的節省、避免浪費	資源使用紀錄、浪費減少所節省之成本
		OO4.組織效益		
		OO4-1 人員的能力	團隊成員的技術、溝通、整合能力	員工個別生產力
		OO5.營運效益		
		OO5-1 生命週期數據	以模型進行全生命週期的管理	模型全生命週期數據
專案 層級	投入 指標	PII.直接成本		
		PII-1 技術平台(硬體等)	硬體、網路、容量、雲端空間	硬體成本、儲存空間成本
		PII-2 軟體	人員證照、軟體授權、訂閱	證照取得成本、軟體授權成本

	PI1-3 安裝和配置	安裝和配置軟硬體設備	安裝成本
	PI1-4 新增人力成本	額外員工和新角色(BIM 經理、IT 支援)	人事成本、管理成本 (由 BIM 審查會議紀錄取得)
		管理/人力資源成本	
		採購策略的改變造成管理時間增加	
		員工激勵	
		員工流失	
	PI1-5 工作流程的中斷	等待資訊所造成的中斷，如：需等待模型建置完成，才能進行後續工作	工作中斷時間成本 (建築執照審查造成之中斷)
	PI2.間接成本		
	PI2-1 顧問費用	當無力進行管理，需要專業建議，可尋求顧問的協助(如：PCM)	顧問成本
	PI2-2 衝擊成本	監控、紀錄、量測 BIM 應用造成的影響、衝擊	記錄相關改變所衍伸之成本(由審查及工作會議取得、需與 PMIS 等合併取得資訊)
	PI2-3 管理費用	其他間接費用	管理成本(1.可取得硬體部分 2.人資無法取得)
產出 指標	PO1.專案層級效益		
	PO1-1 降低浪費與風險	如：應用 BIM 於鋼筋預製，可帶來極大的節省	減少浪費所帶來成本之節省
	PO1-2 品質的提升	品質提升	專案品質之提升情形、客戶對品質之滿意程度、品管之記錄
	PO1-3 成效的改善	成果中效率的提升、浪費錯誤的減少	作業效率之提升、相關時間成本之節省
	PO1-4 利害關係人間的理解與溝通	增加客戶、設計、施工間的溝通 (由軟體直接產出的動畫向所有工作人員說明工作範疇)	利害關係人之評量量表

		PO1-5 客戶滿意	顧客對技術、服務的滿意程度	客戶滿意程度量表、客戶持續合作之情形
		PO1-6 加快核准、降低風險	由加速法規程序的核准，共同平台傳送遞交文件，以程式系統(非人工)檢核遞交文件	相關作業節省之時間成本
		PO1-7 減少錯誤	經過 BIM 成熟度的提升(軟體學習曲線、心智學習曲線)，將以整合交付專案之形式進行作業，更快更少錯誤地完成專案。	RFIs 數量之減少、變更設計數量之減少、相關成本之節省
		PO1-8 變更設計的減少	可視化的模型預先解決設計錯誤可能衍生的變更設計	變更設計數量之減少、相關成本之節省

表 4-18 「中長期」可執行之效益評估指標

層級	類型	指標	內容說明	所需資訊	
組織層級	投入指標	OI1.起始投資成本			
		OI1-1 通訊、資料分享的基礎設施	網路硬碟、通訊軟體	通訊基礎設施建置成本	
		OI1-2 工作空間調整	辦公空間重新配置	裝潢成本	
		OI2.必要性支出			
		OI2-1 領導和文化投資	建立領導與文化有關的投資	對企業領導與文化投資所衍生之成本	
		OI2-2 組織的重新建構	設計與適應組織結構花費的時間成本	設計與適應組織結構花費的時間成本	
		產出指標	OO1.基礎設施效益		
	OO1-1 組織和程序的靈活性		新組織程序、結構對組織執行工作的影響	公司內部之評量量表	
	OO1-2 資產完整性的提升		組織所能運用的資產、設備的升級	資產清單表	
	OO2.策略效益				
	OO2-1 業務成長		新技術、新服務所帶來的新業務	業務量之記錄	
	OO4.組織效益				
	OO4-1 促進企	對技術、業務精進的學習與提	企業成員掌握新技術		

		業學習	升	之情形
		OO4-2 支持組織變革	形成有利組織變革的環境與文化	組織成員之評量量表
		OO4-3 業務功能的整合	整合業務	業務之整合情形
		OO4-4 企業工作流程的改善	流程改善對工作效率的影響	公司內部之評量量表
		OO4-5 團隊能力的提升	團隊的協作、整合能力	團隊整體生產力(完成相同工作的員工數量變化)
		OO5.營運效益		
		OO5-1 生產力的提升	由於規劃、設計、施工均能有效統合，預期可以大量提高技術工的人力規劃，減少粗工、雜工及重負荷工的需求，而有效提升營造業的整體生產力與滿意度	單位時間人力所能完成的工作量變化
		OO5-2 利害關係人間的理解與溝通	增加客戶、設計、施工間的溝通(由軟體直接產出的動畫向 400 個工作人員說明工作範疇)	利害關係人之評量量表
專案層級	投入指標	PI1.直接成本		
		PI1-1 通訊、資料分享的基礎設施	網路硬碟、通訊軟體	通訊基礎設施建置成本
		PI1-2 符合數據/模型要求	為滿足專案的資料/模型需求所投入的成本	研發成本
		PI1-3 教育訓練	BIM 產品使用及新作業方法的訓練	教育訓練成本
		PI1-4 適應專案管理	為適應導入 BIM 所造成的變動所衍生之成本	為適應導入 BIM 所造成的變動所衍生之成本
		PI1-5 客製化與創新成本	依雇主需求客製化、創新性研發	研發成本(由 BIM 工作執行計畫書中取得)
		PI1-6 程序的改變與重新設計	如：於設計發展階段提前整合資訊以及在施工前便納入模	設計組織程序所花費的時間成本(由 BIM 衝

		型	突報告取得)
產出指標	PO1.專案層級效益		
	PO1-1 生產力的提升	由於規劃、設計、施工均能有效統合，預期可以大量提高技術工的人力規劃，減少粗工、雜工及重負荷工的需求，而有效提升營造業的整體生產力與滿意度。	單位時間人力所能完成的工作量變化
	PO1-2 安全的提升	透過 BIM 技術的應用與相關人員做有效的整合與溝通	勞安事故之減少、工地安衛之提升
	PO1-3 專案執行方式獲得改善	透過資源的有效運用、安全改善、正確的時間軸以改善專案的傳遞	專案人員之評量量表
	PO1-4 成本/工期的減少	專案工期及成本的減少	成本之節省、工期之減少

第五章 建築工程 BIM 應用評估選用手冊

第一節 手冊架構及內容介紹

為了使日後使用單位對於 BIM 技術能夠有更完整的參考資料，本研究係建立一套「建築工程 BIM 應用評估選用手冊」，主要目的為提供業主在考慮應用 BIM 技術時，能有一套選擇合適的 BIM 應用(BIM Uses)評估選用之流程與方法，以補足國內目前在使用 BIM 技術之缺口，進而提升國內推動 BIM 技術的實際進程與效益。

本手冊主要使用對象為業主端(公部門)，協助業主選用 BIM 應用時，能有一套評估選用流程與方法；此外，泛業主端(建設公司或工程顧問公司等)，亦可參考本手冊進行 BIM 應用評估選用。本手冊除能減少 BIM 應用導入時之障礙外，更可以大幅提升各機關應用的意願，能夠有一參考手冊便於依循

本手冊主要內容包含 BIM 應用定義、BIM 應用評估選用流程與方法、評估選用範例及可用應用的 BIM 資源等，各機關應用時除應確實了解 BIM 技術外，可參考本手冊提供的範例，並遵循因案而異的原則，在考量各機關與應用專案的特性後，逐步導入應用 BIM 技術，以利獲得應用 BIM 技術之效益。手冊內容詳附錄六，各章節內容說明分述如下：

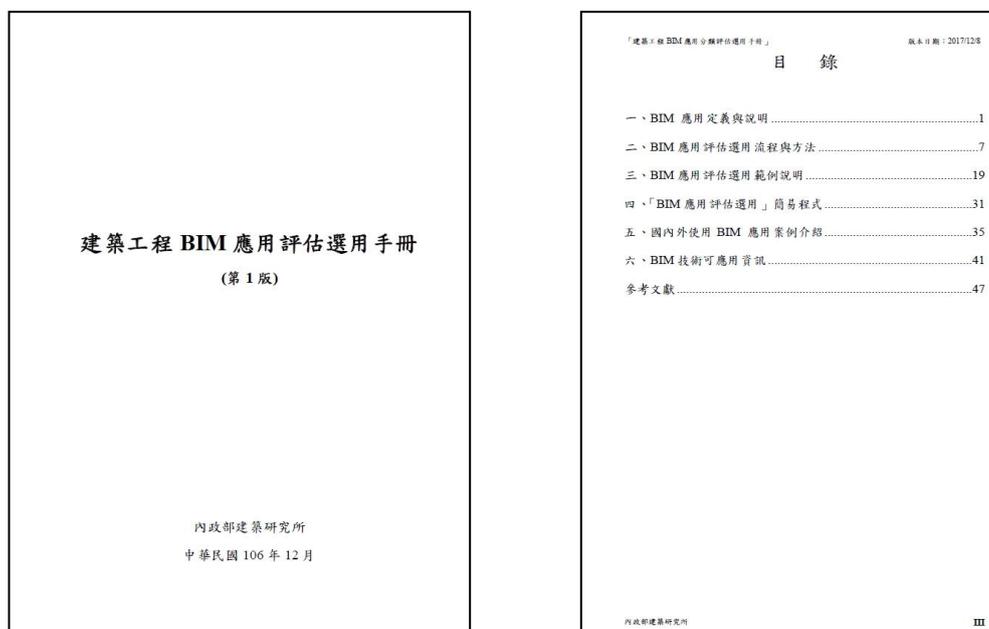


圖 5-1 建築工程 BIM 應用評估選用手冊

一、BIM 應用定義與說明

由於 BIM 應用目前在國內說法不一致，故本研究透過國內外 BIM Uses 之相關文獻彙整，將 BIM Uses 統稱「BIM 應用」(以下統稱 BIM 應用)。根據國內外相關文獻瞭解，BIM 應用主要係指建築物藉由 BIM 技術的輔助或協助應用在專案執行過程中的分析或規劃等功用，以達到某種特定的目標，舉例來說，建築物應用 BIM 技術來輔助或協助應用在結構分析、估算成本或資產管理等 BIM 應用，以降低營運及生命週期的成本。

二、BIM 應用評估選用流程與方法

本手冊主要針對建築工程使用 BIM 應用分類提出評估選用之方法，第一步驟：生命週期評估項目；第二步驟：BIM 目標評估項目；第三步驟：選擇所需交付項目；第四步驟：確立選用之 BIM 應用；第五步驟：檢核是否具備相關資源。

三、BIM 應用評估選用範例說明

本手冊乃是希望提供一實務案例，讓各機關在選用 BIM 應用的過程中，能夠有一參考範例便於依循，本節主要以公共工程實際之個案，詳列個案實際評估的流程及其應特殊狀況。本手冊建議各機關於參考應用時，仍應充分了解本身個案與參考案例存在之差異，避免誤用。

四、BIM 應用評估選用品式表單

為了使 BIM 應用評估選用操作更為容易，本手冊另提供一評估選用品式(Excel)，主要提供沒有應用過 BIM 技術或經驗較少之業主可簡易操作使用，該評估選用品式僅需點選工程專案之生命週期、BIM 應用目標、所需交付項目，即會列出該專案可導入之 BIM 應用，

五、國內外使用 BIM USES 案例介紹

為了使不同工程專案要導入 BIM 技術前，有相似案例可參考，本章主要係蒐集國內外建築工程已導入 BIM 技術之案例，分析個案使用 BIM 狀況，並將研究團隊所歸納的 BIM 應用與個案採用 BIM 應用進行比對，最終彙整不同類型之建築工程案例所採用 BIM 應用，以提供後續使用者有實際案例之參考。

六、BIM 技術可應用資訊

本章主要提供 BIM 技術可應用資訊，包括國內 BIM 相關專業組織、學協會、國內有關 BIM 教育單位、國外 BIM 重要網路資源等，以提供各單位可隨時瞭解國內外目前 BIM 發展趨勢，及國內有關 BIM 教育訓練資訊等，將有助於各單位發展 BIM 技術之參考。

第二節 「BIM 應用評估選用」簡易程式

為了使 BIM 應用評估選用操作更為容易，本手冊另提供一評估選用簡易程式(Excel)，主要提供沒有應用過 BIM 技術或經驗較少之業主單位可簡易操作使用，該評估選用程式僅需點選工程專案之生命週期、BIM 應用目標、所需交付項目，即會列出該專案可導入之 BIM 應用，該程式操作畫面及評估選用流程畫面如圖 5-2~5-6 所示。



圖 5-2 BIM 應用評估選用表單

一、選擇生命週期階段

步驟一、生命週期評估項目	
選擇工程專案導入 BIM 之生命週期	
<input checked="" type="checkbox"/>	可行性評估階段
<input checked="" type="checkbox"/>	規劃階段
<input checked="" type="checkbox"/>	基本設計階段
<input type="checkbox"/>	細部設計階段
<input type="checkbox"/>	施工階段
<input type="checkbox"/>	營運維護階段

圖 5-3 選擇工程專案生命週期項目

二、決定 BIM 目標

步驟二、BIM 目標評估項目	
依據工程專案需求， 選擇合適專案之 BIM 目標	
<input checked="" type="checkbox"/>	增進專案各參與方之溝通與協作
<input type="checkbox"/>	降低營運及生命週期的成本
<input checked="" type="checkbox"/>	減少釋疑單及變更設計
<input type="checkbox"/>	降低能源消耗及分析
<input checked="" type="checkbox"/>	提升施工過程中的整體品質
<input type="checkbox"/>	提升營運維護效率及資訊取得的正確性

圖 5-4 決定 BIM 目標

三、選擇所需交附項目

步驟三、選擇所需交付項目	
依據工程專案之目標， 選擇專案所需交付項目	
<input checked="" type="checkbox"/>	BIM 資訊模型
<input checked="" type="checkbox"/>	成本概估及材料估算的表單
<input type="checkbox"/>	施工模擬報告與 4D 模擬動畫
<input checked="" type="checkbox"/>	設計檢討報告
<input type="checkbox"/>	空間面積表與容積表
<input type="checkbox"/>	基地現況圖、環境相關分析報表
<input checked="" type="checkbox"/>	設計整合報告及碰撞檢查報表
<input type="checkbox"/>	工程分析報表
<input type="checkbox"/>	法規審核及檢討的分析報告
<input type="checkbox"/>	工地現場使用空間配置與檢討
<input type="checkbox"/>	設備/系統之物件資訊與履歷
<input type="checkbox"/>	設施/建物系統的設計構造報表
<input type="checkbox"/>	預製設施/建物材料或物件的資訊報表
<input type="checkbox"/>	設施/建物相關的維護資訊內容計畫
<input type="checkbox"/>	設施/建物的使用空間與資源之位置
<input type="checkbox"/>	防災計畫報告

圖 5-5 選擇所需交附項目

四、BIM 應用評估結果

建議選用之BIM應用	
評估	1.基地現況建模 2.成本估算 4.設計表達 5.空間規劃 6.基地分析 7.設計成果審核 8.3D整合協作 24.災害應變規劃
清除	

圖 5-6 BIM 應用評估結果

前三項步驟完成後，評估者可依專案需求，額外再勾選所需之 BIM 應用項目。

依專案需求額外增加 BIM 應用項目	確認
<input type="checkbox"/> 1.基地現況建模 <input type="checkbox"/> 2.成本估算 <input type="checkbox"/> 3.歷時規劃 <input type="checkbox"/> 4.設計表達 <input type="checkbox"/> 5.空間規劃 <input type="checkbox"/> 6.基地分析 <input type="checkbox"/> 7.設計成果審核 <input type="checkbox"/> 8.3D整合協作 <input type="checkbox"/> 9.永續性分析 <input type="checkbox"/> 10.設計圖審 <input type="checkbox"/> 11.結構分析 <input type="checkbox"/> 12.照明分析 <input type="checkbox"/> 13.能源分析 <input type="checkbox"/> 14.其他工程分析 <input type="checkbox"/> 15.工地利用規劃 <input type="checkbox"/> 16.施工系統設計 <input type="checkbox"/> 17.數位製造 <input type="checkbox"/> 18.3D控制與規劃 <input type="checkbox"/> 19.集成模型匯編 <input type="checkbox"/> 20.設施/建物維護計畫 <input type="checkbox"/> 21.設施/建物系統分析 <input checked="" type="checkbox"/> 22.資產管理 <input checked="" type="checkbox"/> 23.空間管理/追蹤 <input type="checkbox"/> 24.災害應變規劃	清除

圖 5-7 依專案需求額外增加 BIM 應用項目

五、確認是否具備所需資源

業主應自主審查是否具備足夠資源與能力來選用 BIM 應用，需事先瞭解組織內部狀況，考慮其所需具備之團隊能力(參考附表 A~B 之「軟體/資源需求檢核表」及「團隊能力需求檢核表」)，若有不符合其中的需求條件時，必須審慎考慮是否需補足軟硬體資源及團隊人力需求，以利增加後續執行專案之效能。



圖 5-8 確認軟硬體及團隊能力需求

第三節 第一次專家諮詢會議

執行團隊透過既有文獻資料蒐集國內、外之與本計畫有關的建築工程之 BIM 應用分類評估選用方法，提出選用 BIM 應用之分類評估表，並系統性地建立評估選用 BIM 應用方法及流程；此外，本研究亦分析國內外已經提出 BIM 技術應用的效益評估方式，包括評估方式、條件與實際案例評估結果等，提出國內組織及專案應用 BIM 技術效益之評估架構，希望藉由本次會議蒐集與會專家之意見，及討論目前初步成果與呈現方式，做為本案後續執行之依據。詳細議程如表 5-1 所示，會議紀錄詳附錄 3。

表 5-1 第一次專家諮詢會議

時間	106 年 5 月 18 日(四) 10:00~12:00
地點	內政部建築研究所簡報室
主持人	內政部建築研究所 陳瑞鈴 所長 國立中央大學營建管理研究所 楊智斌 教授
出席專家	台灣電力股份有限公司 陳顯明 副處長 臺北科技大學土木與防災研究所 林祐正 教授 賴朝俊建築師事務所 賴朝俊 建築師

	台灣積體電路製造股份有限公司 鍾振武 部經理
與會人員	國立中央大學營建管理研究所 劉心慧 研究助理、廖靜雅 研究助理、周宏宇 專任助理 內政部建築研究所：劉青峰 副研究員、謝宗興 副研究員、李軒豪 研發替代役、白景富 研發替代役
討論議題	1. 國內 BIM 應用分類評估選用表 2. 建構國內建築工程適用之組織及專案應用 BIM 技術效益之評估架構 3. 未來研究執行建議

專家諮詢會議建議重點如下：

一、國內 BIM 應用分類評估選用

- (一) 要選擇 BIM 應用，先決條件是要瞭解 BIM，不然可能無法達成預期的效益。
- (二) 在契約未明確規定 BIM 的應用範疇時，廠商會以其能力所及去選擇 BIM 應用，很可能與業主使用篩選表格所得之 BIM 應用有落差。
- (三) 請研究團隊再確認 BIM 應用與生命週期對應之內容合適性。
- (四) BIM 效益評估建議依據生命週期不同階段調整評估內容。

二、效益評估指標

- (一) 評估角度不同，考量的利益會不同。施工廠商是目前最大的受益者，而設計廠商(建築師)會增加許多成本。
- (二) 效益評估的不同層級如何定義，建議以不同角度來區分。
- (三) 效益評估的中期與長期難以區別，建議分兩階段(短期/長期)。
- (四) 在企業面的考量，多是：人力、時間、成本(錢夠不夠、要花多長時間、有沒有人)。
- (五) BIM 的最大效益者應是業主，但現階段廠商所交付的成果無法達到預期的結果。

三、其它建議

- (一) BIM 軟體費用高，建築師事務所難以負擔。未來國內在政策上的擬定，建議可參考韓國的模式，由政府出資開發國家本身的建模軟體。
- (二) 篩選能否以類神經網路或軟體做操作，其操作的方式及結果更容易讓上級理解。
- (三) 建議可思考以 BIM 結合物業管理(參考 CoBIE Calculator、short/long

form、NBIMs)。

第四節 第二次專家諮詢會議

執行團隊已提出「建築工程 BIM 應用分類評估選用手冊」，包括 BIM USES 定義、BIM 應用評估選用方法與流程及案例應用等，並提供實際操作之表單，以利未來評估單位使用；並透過實際案例操作，提出國內環境適用的 BIM 技術效益評估架構及內容，研究團隊擬諮詢與會專家之看法，希望藉由本次會議蒐集與會專家之意見，做為本案後續執行之依據。詳細議程如表 5-2 所示，會議紀錄詳附錄 4。

表 5-2 第二次專家諮詢會議

時間	106 年 9 月 19 日(二) 9:30~12:00
地點	內政部建築研究所簡報室
主持人	國立中央大學營建管理研究所 楊智斌 教授
出席專家	交通部高速鐵路工程局 何松源 簡派正工程司 臺北科技大學土木與防災研究所 林祐正 教授 國立海洋科技博物館 莊珮敏 研究助理 將捷集團 許勝凱 協理 潤弘精密工程事業股份有限公司 鄭晨新 專案主任
與會人員	國立中央大學營建管理研究所 王翰翔 教授、劉心慧 研究助理、范姜逸珊 研究助理、周宏宇 專任助理 內政部建築研究所：陳建忠 組長、劉青峰 副研究員、謝宗興 副研究員、李軒豪 研發替代役、白景富 研發替代役
討論議題	1. 建築工程 BIM 應用分類評估選用手冊 2. BIM 效益評估案例分析 3. 未來研究執行建議

專家諮詢會議建議重點如下：

一、建築工程 BIM 應用分類評估選用手冊

(一)針對 BIM 應用評估選用表單之項目，建議讓評估者能勾選更多項目(非僅有表單上建議的項目)，以利後續在操作上能更有彈性。

(二)BIM 應用評估選用作業表單填寫過程較為複雜，使用者不容易填寫，建議團隊以考慮修正及改善。

- (三) 評估對象如為業主，團隊能力實務上難以評估，因一般業主並無具備 BIM 能力，故團隊能力對象適用性請再考量。
- (四) 協同作業雲平台，運用於團隊模型交換管理，溝通釋疑，建議列入 BIM USE。
- (五) 軟體/資源評估表，應不只具備/不具備選項是否有軟體名稱，以利評估交互性。
- (六) 對業主而言，決定 BIM USE 及團隊後，最關切是各案 BIM USE 所需花費的成本，雖不在本研究之範圍，再請研究團隊列入往後研究考量。

二、BIM 效益評估案例分析

- (一) 建議在效益評估的項目上能有更明確說明，以利未來評估者在解讀上能夠更為明確。
- (二) 針對效益評估架構之不適用之刪除項次建議宜保留。
- (三) 以海科館經驗，顧問費用是需要保留的（效益評估架構），現今公部門 BIM 技術人員較少，還是由顧問團隊來建議或維護，是必要的，避免該設施設備荒廢。人力來說的話，以公部門而言，較難掌握。
- (四) 效益
 - 1. 公部門：成本減少，較易維護，減少爭議。
 - 2. 私部門：設計整合，施工困難減少，變更設計減少損失。

三、其它執行建議

- (一) 業主、顧問（PCM）、施作端三方整合後產出之模型，對於工程及專案進行整體提升之具體內容，可否有實際數據呈現設計端何時導入 BIM 的時機。
- (二) 模型與實地專案落差如何進行統整，以達到即時與衝突修改、施工圖面交付。
- (三) 建議未來可提出設計端可節省多少成本，以及如何將模型或成果交付持續下去建築師事務所能夠執行的層面。
- (四) BIM 能力是以何種去評估，以軟體執行或是其他方面。

第五節 研究成果推廣講習會

本計畫以於 106 年 11 月 30 日舉辦一場次的講習會，本講習會內容涵蓋建研所 BIM 技術研究及發展趨勢，並詳細介紹 BIM 應用評估選用手冊，及 BIM 應用評估選用之應用案例等，期望藉此協助國內建築工程業主、施工單位自行評估選用合適的 BIM 應用分類與 BIM 技術，以提升業主應用 BIM 之意願。講習會議程詳表 5-3 所示。

表 5-3 研究成果推廣講習會議程

時間	106 年 11 月 30 日(星期四) 8:40~12:10
地點	大坪林聯合開發大樓 15 樓-國際會議廳
時段	議程
8:40~9:10	報到
9:10~10:00	BIM 技術研究及發展趨勢 陳建忠 組長
10:00~10:50	「建築工程 BIM 應用評估選用手冊」介紹 楊智斌 教授
10:50~11:00	中場休息
11:00~11:50	建築工程 BIM 應用評估選用之應用案例 國立海洋科技博物館 莊珮敏 研究助理
11:50~12:10	綜合討論

與會來賓所提之問題如下：

- (一) 研究單位所提出之簡易程式對於各界在評估 BIM 應用時非常有幫助，希望爾後能夠提供該程式給大家參考應用，若能夠開放程式碼讓大家去應用調整，將可以更精進程式的使用。
- (二) 當各單位在決定 BIM 應用後，即是要考慮 BIM 應用所需花費的成本，建議研究單位在未來能夠提出不同 BIM 應用所需要耗費的成本，讓使用單位在經費編列時能有參考的依據。
- (三) 由於市面上的軟體相當昂貴，對於中小型建築師事務所而言買一套軟體幾

乎是不敷成本，似乎應用 BIM 技術的效益只能反映在業主單位，對於執行單位而言未能有實質的效益，希望相關單位在推動時能有所考量。

- (四) 有關 BIM 經費編列方式，原則上同意於工程上獨立編列一項，而經費編列應考慮工程標的規模、需求、及目的而所需建立的 BIM 規模為何，來編列經費。所謂 BIM 費用編列為工程費的 1%，是否包括建築師設計階段的 BIM 費用，再加上施工廠商施工階段 BIM 的費用？設計階段所產出的 BIM 可否讓施工階段繼續深化？



圖 5-7 推廣講習會現場概況

第六章 結論與建議

本計畫「我國建築工程 BIM 應用分類之評估選用方法研究」，主要收集國內外 BIM 應用項目及建立評估選用方法及流程，並提出「建築工程 BIM 應用分類評估選用手冊」；此外，本計畫亦透過文獻回顧，彙整 BIM 效益分析之評估指標，提出 BIM 技術效益評估架構，以實際案例進行試操作，以了解國內之可行性。本計畫後續將舉辦一場次講習會，說明本案成果之導入流程、評估方式、實際案例導入情形，及推廣本研究之成果，提供國內各單位參考使用。本研究具體完成之結論與建議分別說明如後。

第一節 結論

本研究具體完成之結論分述如後：

一、提出國內建築工程 BIM 應用及評估選用架構

本研究透過相關文獻回顧，彙整國內外所提出之 BIM 應用、BIM 應用評估架構及評估選用方法，並瞭解目前 BIM 應用已有相當充足的資訊可供參考。此外，本研究主要參考「Penn State BIM Guide」內所彙整之 BIM 應用，將 BIM 應用分為生命週期六大階段，並提出適用於我國建築工程之 24 項 BIM 應用，及其附加的應用說明內容，進而依據彙整的 BIM 應用建立國內建築工程 BIM 應用之架構，並以問卷調查方式進行驗證及修正，最後提出適用於國內建築工程之 BIM 應用之評估選用流程及方法，以供業主有更多的資訊可參考與利用。

本研究亦針對上述所提出評估選用 BIM 應用之架構與流程進行測試，並以曾經導入 BIM 技術或即將導入之建築工程案例為測試對象，藉由實際的操作進行驗證，並將測試結果回饋至本案 BIM 應用之評估流程與作法，及探討國內建築工程之 BIM 應用評估選用架構在國內實務上之適用性與可行性。

二、提出「建築工程 BIM 應用評估選用手冊」

本研究透過前述之研究成果，提出「建築工程 BIM 應用評估選用手冊」，該手冊主要目的為提供業主在考慮應用 BIM 技術時，能有一套選擇合適的 BIM 應用(BIM Uses)之流程與方法，以補足國內目前在使用 BIM 技術之缺口，進而提升國內推動 BIM 技術的實際進程與效益。該手冊共分為六個章節，包括：

(一) BIM 應用定義與說明

(二) BIM 應用評估選用流程與方法

(三)BIM 應用評估選用範例說明

(四)BIM 應用評估選用品式表單

(五)國內外使用 BIM USES 案例介紹

(六)BIM 技術可應用資訊。

本手冊主要使用對象為業主端(公部門)，其目的是協助業主選用 BIM 應用時，能有一套評估選用流程與方法，避免盲目式的導入與參照他案要求不必要的 BIM 應用；此外，泛業主端(建設公司或專案管理顧問等)，亦可參考本手冊進行 BIM 應用評估選用。

三、提出之 BIM 技術效益評估指標及架構

本研究透過文獻回顧收集國內、外導入之 BIM 技術效益評估方式，提出「組織層級」及「專案層級」應用 BIM 技術效益之評估架構、評估指標及效益評估所需紀錄的資訊等。本研究所提出之評估指標包含投入與產出兩大面向，同時涵蓋質化與量化之項次，以利評估架構的完整性與操作性。

本研究亦透過「永和運動中心」之個案進案例測試，將 BIM 效益評估指標分為「短期」及「中長期」之評估，並依運用情形再加以修正後，提出適用於國內環境的 BIM 技術效益評估分析，並藉由專家諮詢會議及問卷與調查進行評估項次的確認，以提出適用之評估架構於國內各單位參考使用。

四、辦理一場次研究成果推廣講習會

本計畫以於 106 年 11 月 30 日舉辦一場次的講習會，共計 135 人出席參加。本講習會內容涵蓋建研所 BIM 技術研究及發展趨勢，並詳細介紹 BIM 應用評估選用手冊，及 BIM 應用評估選用之應用案例等，期望藉此協助國內建築工程業主、施工單位自行評估選用合適的 BIM 應用分類與 BIM 技術，以提升業主應用 BIM 之意願。

第二節 建議

透過本研究之結論，研究團隊提出後續可研究方向之建議：

建議一

立即可行建議-推廣「建築工程 BIM 應用評估選用手冊」

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部營建署、各直轄市政府(台北市政府、新北市政府、桃園市政府、台中市政府、台南市政府、高雄市政府)、中華民國全國建築師公會

本計畫所提出之手冊主要係讓業主在規劃時依個案之需求與條件，評估選用適當的 BIM 應用，並可協助個案之設計、施工單位正確應用 BIM，為現階段國內推動應用 BIM 亟需克服之課題。為了能使手冊更具適用性及實務性，未來可徵求應用手冊之單位，分析實用性，檢討國內實際應用案例的招標文件，並適時提出手冊更新版本，希冀提升推動手冊的應用以發揮 BIM 之價值。

建議二

立即可行建議-建築工程導入 BIM 技術時廠商契約權利義務變化之研究

主辦機關：行政院公共工程委員會

協辦機關：內政部建築研究所、各直轄市政府(台北市政府、新北市政府、桃園市政府、台中市政府、台南市政府、高雄市政府)、中華民國全國建築師公會

由於 BIM 技術的導入會牽涉流程的改變，更會造成工作的調整與契約權利義務的改變，如何以公平的精神為基礎，以契約合理風險分配為手段，使 BIM 技術的導入讓契約利害關係人皆能扮演合適的角色，是國內在接受 BIM 技術後必須面對的另一個層次之挑戰。因此如何搭配國內的採購環境與實務，提出更公平的契約參考範本或條文，讓其他公部門於採購執行時能夠順利參考應用，是內政部建築研究所扮演推動 BIM 應用主要推動者，精進研究成果與價值可以扮演的角色之一。

建議三

立即可行建議-國內建築工程 BIM 案例經驗學習彙編之研究

主辦機關：行政院公共工程委員會、內政部建築研究所

協辦機關：內政部營建署、中華民國全國建築師公會、各大學 BIM 中心(臺灣大學 BIM 研究中心、高雄應用科技大學工程資訊整合與模擬研究中心、朝陽科技大學 BIM 實務應用整合研究中心、逢甲大學營建資訊模擬研究中心、中華大學建築資訊模型教學與研究中心)

國內過往曾有研究進行 BIM 技術應用現況的調查與分析，以及部分案例的彙整、分享與效益分析，然而並未有系統的以知識分享角度切入的案例分析與研討，因此過往 BIM 案例成果的呈現並不一致，相關資料彙整的項次與內容仍有

很大的改善空間。此外，內政部建築研究所的 BIM 科技計畫亦到達必須要整體審視其成效的關鍵時點，因此透過一計畫亦可協助進行分析過往研究成果的價值與效益。

建議四

中長期建議-國內推動 BIM 技術發展與應用知識盤點之研究

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：中華民國全國建築師公會、台北市建築師公會、新北市建築師公會、台灣省土木技師公會、中華民國電機技師公會、台灣省結構工程技師公會、中華民國工程技術顧問商業同業公會、臺灣區綜合營造業同業公會

國內過往曾有研究進行 BIM 技術應用現況的調查與分析，然而相關研究大多以問卷方式進行預設問題之意見收集，並未進行有系統的 BIM 技術盤點與分析，容易造成政策的推動與實際需求產生落差之問題。若能確立日後國內 BIM 技術盤點的分類準則，依據相關文獻匯整建立的 BIM 技術盤點的分類準則，盤點國內 BIM 技術的優勢與知識缺口，並透過篩選 2011-2016 年每年執行的一個實際導入 BIM 技術案例之深入訪談，檢核技術知識盤點結果之合理性。並依據技術知識盤點結果，提出國內未來 BIM 技術發展與應用之策略地圖，以利國內未來 BIM 技術之發展能夠確實滿足產業 BIM 技術所需。

建議五

中長期建議-定期分析各機關執行 BIM 有關資訊

主辦機關：行政院公共工程委員會

協辦機關：內政部建築研究所、內政部營建署、各直轄市政府(台北市政府、新北市政府、桃園市政府、台中市政府、台南市政府、高雄市政府)

目前工程會已要求各機關於填報決標資訊時能夠填報應用 BIM 有關資訊，亦將嘗試建立更系統化的分析方式，以利日後可以定期分析電子採購系統中所記錄的 BIM 有關資訊。研究團隊初步認為可以分析的資訊可以包含兩類資訊：其一，使用 BIM 技術的標案特性；其二，納入 BIM 應用的契約文件內容與特性。此外，有關採用 BIM 的政策與成效，亦可嘗試透過該系統或工程會的標案管理系統，以利取得更多的資料。

參考文獻

1. 何明錦、劉青峰，2014，「借鏡國際作法、構思台灣BIM策略」，工程，第87卷，第5期，第18-25頁。
2. 內政部建築研究所，2015，建築資訊整合分享與應用研發推廣計畫，http://www.abri.gov.tw/tw/tech_planing/25。
3. 新北市政府，推動建築資訊模型成果發表暨座談會，http://www.publicwork.ntpc.gov.tw/link_data/index.php?mode=detail&id=29041&type_id=2&parent_id=11104，2016。
4. 陳瑞鈴、楊智斌、王翰翔、李軒豪、謝宗興、陳長佑，國內外推動BIM之策略與成效比較研究，內政部建築研究所協同研究計畫，2016。
5. Penn State, (2011), "BIM Project Execution Planning Guide V2.1." The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA.
6. UK, (2012), "AEC (UK) BIM Protocol Project BIM Execution Plan"
7. Shou, W., J. Wang, X. Wang and H. Y. Chong, (2014), "A Comparative Review of Building Information Modelling Implementation in Building and Infrastructure Industries, "Archives of Computational Methods in Engineering, p291-308.
8. 上海市城鄉建設和管理委員會，(2015)，上海市建築資訊模型技術應用指南(2015版)。
9. Henry L. Green, Hon,(2017), "National BIM Guide for Owners", National Institute of Building Sciences.
10. 邱垂德、鄭紹材、余文德，我國BIM協同作業指南之研訂—設計與施工階段資訊交換，內政部建築研究所委託研究計畫，2015。
11. 余文德、鄭紹材、賴朝俊，我國BIM協同作業指南執行要項研擬，內政部建築研究所委託研究計畫，2016。
12. 交通部，(2015)，交通部所屬各機關(構)工程建置建築資訊模型(BIM)作業推動原則。
13. 臺大 BIM 研究中心，(2015)，業主 BIM 實施方針之擬定指引 (2015 版)，臺大土木工程資訊模擬與管理研究中心。
14. 楊智斌，機關辦理公共工程導入建築資訊建模BIM技術，行政院公共工程委員會委託專業服務案，2017。
15. Ralph G. Kreider, John I.Messner, (2013), "The uses of BIM - Classifying and Selecting BIM Uses V0.9," The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA..

16. John Messner, C. A. ,(2013), "BIM planning guide for facility owners V2.0." The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA.
17. Barlish, K. and Sullivan, K., (2012), "How to measure the benefits of BIM- A case study approach", Automation in Construction, Vol. 24, pp. 149-159.
18. Hoffer, E.R., Autodesk, Inc, (2014), "Measuring the Value of BIM: Achieving Strategic ROI", Autodesk, Inc.
19. Peter E.D. Love, Ian Simpson, Andrew Hill, Craig Standing, (2013), "From justification to evaluation: Building information modeling for asset owners", Automation in Construction, Volume 35, November 2013, pp. 208-216.
20. Brittany K. Giel and Raja R. A. Issa, (2009), "Return on Investment Analysis of Using Building Information Modeling in Construction", UNIVERSITY OF FLORIDA.
21. Adriana X. Sanchez, Keith D. Hampson and Simon Vaux, (2016), " Delivery Value with BIM, "Sustainable Built Environment National Research Centre.
22. Chuck Eastman, P. T., R. Sacks, and K. Liston, (2011), "BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors, "Second Edition,Wiley.
23. Deke Smith,(2007),"An Introduction to Building Information Modeling (BIM) , "Journal of Building Information Modeling, p12-15.
24. 丁育群,(2014),內政部營建署於營建工程導入建築資訊模型之推動與應用，中國工程師學會 工程雙月刊，第 87 卷，05 期，第 10-17 頁。
25. 王明德，(2012)，建築資訊模型(BIM)如何運作與導入之效益(上)，公共工程電子報，第 52 期。
26. 王茂興，(2010)，建築物資訊模擬，水利土木科技資訊季刊，第 47 期，第 16-19 頁。
27. 康思敏、葛翊凡，(2016)，BIM 在設施管理上之應用，臺灣建築學會會刊雜誌，第 81 期，第 48-53 頁。
28. 許俊逸、徐景文、林傑、李文欽，(2014)，BIM 帶來的變革與政府的前瞻作為，中國工程師學會 工程雙月刊，第 87 卷，05 期，第 2-9 頁。
29. 郭榮欽、謝尚賢，(2011)，BIM 技術與公共工程，公共工程電子報，第 38

- 期。
30. 謝定亞，(2012)，BIM 作業模式，法律爭議停看聽，營建資訊，第 353 期，第 28-37 頁。
 31. 謝尚賢，(2015)，BIM 發展應用 業主角色關鍵，營建知訊，第 389 期，第 59-62 頁。
 32. 謝尚賢、劉朝翔，(2014)，給業主的 BIM 導入指引，營建知訊，第 372 期，第 59-62 頁。

附錄一、期中審查意見回覆對照表

委員意見	研究團隊回覆
一、江副理志雲	
(一)從國內、香港對 BIM 應用(BIM Uses)的要求,可以了解 BIM 應用的服務對象不同, BIM 使用的強度也不同,建議評估項目可加入「服務對象」。	感謝委員意見,本研究服務對象為建築工程之專案,藉由工程專案導入 BIM 技術應用分類提出評估選用之方法。
(二)部分 BIM 應用項目(如數位製造、施工系統設計)為特殊建築才需要,大部分的市場環境較少使用,請考量是否都納為評估項目?	感謝委員意見,由於不同 BIM 應用有不同之目的及效益,本研究廣泛收集所有 BIM 應用項目,希望提供業主依據個案需求選用合適的 BIM 應用,藉此提升整體 BIM 應用技術之發展。
二、陳技正景德	
(一)有關 BIM 應用的項目,建議考慮符合使用者需求進行研擬,提升未來政策推動之可行性。	感謝委員意見,本研究在執行過程中皆考慮到要使用者「業主端」(即為公部門)之需求進行研擬,希望能提升使用者的可行性及可操作性。
(二)本次 3 案應有相互關連性,建議在研究主軸 BIM 應用項目能整合,以增加未來推動之可行性。	感謝委員意見,本研究已召開三案之工作會議進行整合。
(三)期中報告書第 21 頁評估案例的應用項目,請加強說明如何產出及其效益為何?以利未來業界運用、參考。	感謝委員意見,研究團隊已調整整體內容架構並加強補充說明。
三、陳教授上元	
(一)有關期中報告書之表格、圖片,請增加中英文對照以增閱讀性,建議圖表文字內容應重新製作,不適合直接剪貼。	遵照委員意見修正。
(二)效益評估屬 output 且多屬第三方(Third Party)評估,而本案 BIM 應用分類之評估選用以 input 為主,故建議效益評估方法可另案辦理。	感謝委員意見,有關效益評估方法有待後續研究再行深入探討。
(三)本案除考量建築物生命週期的應用之外(BIM 應用及 LOD),請將國內建築執照之申請流程(如建造執照、使用執照、標章申請等),以及法規層次面等問題導入研究內容之中。	感謝委員意見,本研究將參照「我國 BIM 協同作業指南執行要項研擬」應用目的之項目,提出本案 BIM 應用與國內建築執照流程之對照表,以符合國內實務執行狀況。
(四)請檢視期中報告書中,國家、單位表示方式之妥適性。	遵照委員意見檢視期中報告書中,國家、單位表示方式之妥適性。
(五)有關效益評估部分,建議將執行 BIM	感謝委員意見,有關 BIM 業務應有

委員意見	研究團隊回覆
業務應有的收費標準納入(如 BIM Managers、標章人員等酬勞)	的收費標準非本研究範疇,將納入後續研究參考。
四、賴建築師朝俊	
(一)請確認本案投入項目與效益項目之評估方法,有些項目之效益可能無法評估。	感謝委員意見,研究團隊將重新檢視整體評估方式及流程,盡可能符合實務執行現況。
(二)建議本案 BIM 應用(BIM Uses)以分階段的方式評估,另本案與建研所 104 年度委託研究案「我國 BIM 協同作業指南之研訂—設計與施工階段資訊交換」分類邏輯不同,請補充說明。	感謝委員意見,本研究所建立之 BIM 應用主要評估對象為「業主端」(即為公部門),而 104 年度委託研究案其評估對象為「廠商端」(建築師、營造廠等),因此在分類的邏輯及執行操作面上皆有所不同。
(三)本案之 BIM 應用是否已考慮國內的軟體資源及成本?	感謝委員意見,本研究所研擬之 BIM 應用評估選用係已考量軟硬體資源的評估;成本面向屬於另一項議題,建議將另案討論。
(四)建議本案考量 24 項 BIM 應用(BIM Uses)與目前國內營建業類比資訊交換之對應方式,以利推廣;否則可能僅限於「學術理論」上之探討。	感謝委員意見,有關國內營建業類比資訊交換之對應方式,本研究將納入參考。
五、鍾經理振武	
(一)建議本案建立流程圖(Flow-chart)來幫助業主決策者決定,並分為 Long-Chart 及 Short-chart。	感謝委員意見,本研究將納入參考。
(二)建議本案之評估選用流程,將「確立 BIM 應用」移至「決定 BIM 目標」之前,讓決策者提早審視自我團隊的資源及能力。	感謝委員意見,就國內公部門普遍現況而言,目前多數機關皆無相關的軟硬體設備及人力資源,若將第四步驟(選擇軟硬體及人力資源)移至第一步驟,多數單位在一開始選擇時皆無法勾選,故研究團隊仍維持原有之流程步驟。
(三)建議將相關效益評估之軟體資源(如 BIM ROI、BIM Calculator 及 Calculating BIM's ROI 等)納入報告書中,供使用者(或決策者)參考。	感謝委員意見,本研究將納入參考。
六、新北市工務局 譚技師羽文	
(一)感謝建研所的研究,本案成果對地方政府業主角色相當有幫助。有關期中報告書第 76 頁步驟 4 之確立 BIM 應用所附評估表,依步驟 1 選擇應用生命週期選用者角色不同而不	感謝委員意見,本研究所建立之評估表單使用對象為「業主端」(即為公部門),主要希望業主端在導入 BIM 應用時能清楚了解其所需要的軟硬體資源及人力資源,若業主無專業知

委員意見	研究團隊回覆
同，建議可增加不同角色之必須選用的提示或理由，BIM 應用之角色責任分工表。	識可評估，便應尋求專業人員的協助，避免盲目或錯誤選擇。
(二)期中報告書第 96 頁，建議案例測試結果可針對評估選用的效益提出建議對策。	感謝委員意見，本研究將納入參考。
七、桃園市政府 劉幫工程師碩閱	
(一)期中報告書第 68 頁之表 3-4，建議可依建築物生命週期進行分類。	感謝委員意見，由於表 3-4 為 BIM 目標的評估，由於各目標項目皆可對應生命週期各階段中，故以該表方式呈現。
(二)建議本案將 24 項 BIM 應用資料庫(或圖資)、行政檢測、技術檢測、物業管理及維護管理等進行整合，以利地方政府推動 BIM。	感謝委員意見，本研究將納入後續研究參考。
八、中華民國全國建築師公會 林建築師志瑞、許建築師坤榮	
(一)本案研究內容豐富，將國內外 BIM 應用分類整理得很好。	感謝委員肯定。
(二)由於 BIM 技術仍在發展中，因此 BIM 應用之評估選用不只是業主考量廠商「有沒有能耐」使用 BIM 的問題，還涉及 BIM 技術應用到何種程度效果最好。	感謝委員協助說明。
(三)有關 BIM 應用之評估選用，宜考量與工程專業實務之設計與施工，在實務上能完成何種成果，以及成本、效果是否值得？在 BIM 應用中直接選用是否適合？舉例來說，綠能分析之 BIM 軟體應用，以及 BIM 貫穿於生命週期之應用仍有盲點(如 Autodesk Insight 360，在能耗演算中，對構造類別、能源、使用習慣，建築類型上都有其限制，且不能修改)。	感謝委員意見，本研究將納入參考。
(四)4D-Scheduling 目前只做到動畫，如要在實務工程上完全深入應用，涉及軟體發展、編碼標準及工序檢討，與國內目前契約規範 BIM 的要求，存在很大的落差與解讀空間。	感謝委員意見，本研究將納入參考。
(五)由於目前 BIM 技術尚在發展之中，建議本案深入考量 Minimum BIM 為何？而不是列出周全的 BIM 應用清單。	感謝委員意見，由於不同 BIM 應用有不同之目的及效益，本研究廣泛收集所有 BIM 應用項目，希望提供業主依據個案需求選用合適的 BIM 應

委員意見	研究團隊回覆
	用，藉此提升整體 BIM 應用技術之發展。
九、財團法人臺灣營建研究院(書面意見)	
(一)期中報告書第 47 頁至第 51 頁，以及第 54 頁至第 60 頁為表達 BIM 於全生命週期應用內容說明，實際上應該如何執行全生命週期之應用，機關於導入實際交付內容或驗收上應如何依循，是否有具體案例或產業實際間應用情形？應補充說明之。	感謝委員意見，研究團隊將 BIM 應用評估選用流程與方法，透過實際案例試操作進行檢視，以符合實務操作之可行性及適用性。
(二)期中報告書第 98、100 頁，關於 BIM 應用評估表之核對，引用工程會「機關辦理公共工程導入 BIM 技術」實際案例進行分析，對於 BIM 所產生之預期目標以及達成的內容是否符合、交付內容是否完整，應加強說明。	感謝委員意見，由於受限資料之完整性，本研究僅能透過個案原始承辦單位，確認資料正確性及完整性，以利本案之操作評估。
(三)期中報告書第 121 頁，有關「並且完美地展現出一個規劃階段進入下一個規劃階段的無縫的、幾乎無感的過渡」文字，其具體表述之意義為何？	感謝委員意見，由於該文字屬於應用 BIM 技術之個案說明，研究團隊將再重新檢視文字內容之合適性，並進行修正。
(四)期中報告書 122 頁，對業主而言使用 BIM 最大的效益應是專案全生命週期之概念，選用評估案例建議以全生命週期觀點，並再確認 BIM 應用於建築全生命週期中對應之內容合適性。	感謝委員意見，本研究再確認文字內容之合適性。
十、財團法人台灣建築中心 李經理明濤	
(一)本案採用之 BIM 應用主要參考「Penn State BIM Guide」，應考量如何與所內 BIM 指南訂定之 BIM 應用做結合，且須確認此 BIM 應用為 25 項或修正為 18 項，後續教材也應配合這些研究進行發展。	感謝委員意見，本研究已召開三案之工作會議進行討論整合。
(二)期中報告書第 40、41 頁中有提及 ROI 計算，有些為實際成本效益的計算能很快速的計算出來，而有些則不能快速處理(如:重工與錯誤減少)，但對整體發展是很重要的。	感謝委員協助說明。
(三)期中報告書中提及目前已強調應用	感謝委員協助說明。

委員意見	研究團隊回覆
分類，以及 BIM 目標與建築生命週期作結合，對業主選用與挑選很有幫助，但須考量政府單位及民間單位，負責營管、品管人員非建築土木相關背景。待研究成果完成後，後續可參考國外作法，將 BIM 應用開發成套件，供使用者方便使用。	
(四)多數交付項目在傳統 2D CAD 作業時即須交付，而應該探討 BIM 導入後，配合現行建築產業流程，須進行何種調整，資訊內容如何紀錄與交付，後續應用亦為該謹慎思考的範圍。	感謝委員意見，本研究將納入參考。
(五)期中報告書第 97 至 99 頁，雖已提出評估選用流程，但案例測試表與報告書中流程有出入，請確認。	感謝委員意見，由於受限於個案資料的完整性，本研究已於期中報告後，實際找公部門之個案進行評估。
十一、台灣世曦工程顧問股份有限公司 蘇副理瑞育	
(一)BIM 應用分級制度是值得推行，實務上經常看到契約有要求，卻不知如何執行、驗收。	感謝委員意見，目前國內缺乏 BIM 驗收的機制及標準，但由於個案屬性皆不同，尚無法訂定統一套標準。研究團隊將建議此一議題納入後續研究。
(二)常見到 BIM 應用有疊床架屋、前後衝突，有必要建立一份指引業主規範 BIM 應用。	感謝委員意見。
(三)基礎 BIM 應用為本案主要核心，但應先排除現行制度衝突、重工之問題及障礙。	感謝委員意見。
(四)對於 BIM 之加值應用項，應先確定執行能力及建立使用者付費概念。	感謝委員意見。
十二、李研發替代役軒豪	
(一)本所 105 年度協同研究案「國內外推動 BIM 之策略與成效比較研究」之 BIM 背景分析圖，係用來協助使用者了解 BIM 導入可能產生之問題，請考量此成果納入本案評估選用 BIM 應用之流程或工具的可能性。	感謝委員意見，由於 BIM 背景分析圖係屬於整體產業面向的考量，其納入 BIM 應用流程或工具之合適性，本研究將納入參考。
十三、陳組長建忠	
(一)請將本案各項 BIM 應用確實調查分析，包括使用者、決策者及執行者之需求與意願（如建設公司對建築師的期望，有些僅止於取得建築執照，對 BIM 應用就無需求）。	感謝組長意見，本研究所建立之評估表單使用對象為「業主端」（即為公部門），主要希望業主端在導入 BIM 應用時能清楚了解其所需要的軟硬體資源及人力資源，若業主無專業知

委員意見	研究團隊回覆
	識可評估，便應尋求專業人員的協助，避免盲目或錯誤選擇。
(二)BIM 效益評估各項目及次項目，宜以本土化、在地化名詞或併列，以便了解及運用，如：人力、費用、時間、企業形象，並分直接效益、間接效益、公共利益、質化、量化項目。	感謝組長意見，本研究將盡可能以本土化、在地化名詞或併列，以提供後續評估者更容易操作。
(三)目前國內部分建築師對 BIM 價值難認同，對成本及部分以往是下游端的工作與責任移置其身上，多表不滿；除此之外，請納入技師、營造廠、建築師、使用者、所有權人，目前的看法與困境，以及本研究的 BIM 應用如何對應、有何方案可因應？	感謝組長意見，由於國內導入 BIM 技術尚屬起步階段，在公部門各項政策及配套措施尚未成熟的情況下，對於許多建築師及私部門單位皆對於 BIM 價值難以認同，該如何對於不同角色的對應方式，將有待相關政府單位提出因應對策，本研究建議納入後續研究之議題。
十四、陳所長瑞鈴	
(一)BIM 應用之深入程度，與 BIM 導入階段、使用者需求、目標、可運用資金、人力及時間等有重要關聯。建議本案在評估選用方法中，增加「必要」及「選用」之選擇條件，以提升本案評量、判斷之功效。	感謝所長意見，本研究所研擬之 BIM 評估選用使用對象係針對「業主端」(即為公部門)，各單位可依據工程專案需求，選擇合適之 BIM 應用項目。此外，在初步獲得選擇的結果時，本研究提出的檢核機制(針對業主端先進行資源以及團隊(業主以及日後會陸續加入的設計、施工廠商等)能力的自我檢視，若不具備特定 BIM 應用的資源以及團隊能力的條件，便應在之後將欠缺的資源或團隊能力要求後續加入的團隊成員具備)其主要目的是希望業主能夠清楚了解 BIM 應用於實際應用時將需要的資源以及團隊能力，而不要輕率地選擇不合適的 BIM 應用。

附錄二、期末審查意見回覆對照表

委員意見	研究團隊回覆
一、賴建築師朝俊	
(一)研究成果符合預期。	感謝委員肯定。
(二)建議對「BIM 應用」的預期成果及資源需求明確定義，於將來推動時，方能達成目標與業主所需。	感謝委員意見，由於 BIM 應用所牽涉的內容相當廣泛，本案目前已彙整各個 BIM 應用項目所需的人力及軟硬體資源，以利評估選用時參考。
(三)建議對「BIM 應用」的「基本項次」或「選用項次」訂定「給付標準」，以鼓勵產業界導入 BIM。	感謝委員意見，有關各項 BIM 應用是否可以納入給付標準、成本及效益等資訊，短期內並無法產出完整的資訊可供參考，本案將建議納入後續研究探討。有關基本項次，本研究建議可以參考原台灣 BIM Guide 中的項次。
(四)針對「BIM 應用」的國內案例調查，宜明確說明其「資源」及達成「效益」，方便後人學習，案例說明部分目前似乎不足。	感謝委員意見，研究團隊將重新檢視案例說明內容，進行必要的調整。
(五)「BIM 應用」以外之議題為「PMIS (Project Management Information System)」，PMIS 的導入是一重要課題，建議在推動時能納入參考。	感謝委員意見，研究團隊將納入後續研究參考。
二、鍾經理振武	
(一)有關期末報告書第 66、69 頁流程圖 (flow chart) 之步驟三，希望能探討對未來營運單位 LOD 之交付圖說及清單。	感謝委員意見，本計畫主要討論如何在既有的成果中選擇。有關未來營運單位 LOD 之交付圖說及清單所牽涉的面相較廣，研究團隊將納入後續研究參考。
(二)期末報告書第 49 頁，建議在細部設計初期，就將 GIS 的資訊設定完成。	感謝委員意見，本研究係透過文獻回顧及問卷訪談的方式，進行各生命週期階段內容之檢視，有關委員之建議將納入後續研究參考。
(三)期末報告書第 49 頁，於細部設計階段，建議增列「徵詢營運單位的意見建立編碼原則」。	感謝委員意見，本研究已透過文獻回顧及問卷訪談的方式，進行各生命週期階段內容之檢視，有關委員之建議將納入後續研究參考。
(四)期末報告書第 51 頁，於設定設備與材料管理時，建議納入「與營運單位合作建立細項編碼」。	感謝委員意見，有關編碼之議題非本研究之範疇，研究團隊將納入後續研究參考。
(五) 期末報告書第 137 頁，對於「BIM 應用評估」簡易程式非常認同。	感謝委員肯定。
三、蘇副理瑞育	

委員意見	研究團隊回覆
(一)BIM 應用與既有工程應用兩者之間一定有共同性及差異性，若既有的工項要求沒有改變，新的 BIM 應用一定會與現實脫節，產生重工，效益為提升反而下降。	感謝委員意見，本案所提出之 BIM 應用係針對新建之建築工程，並不能涵蓋既有建築，而 BIM 技術導入既有建築及設施屬於另一個議題與挑戰，本案將建議納入後續研究探討。
(二)BIM 效益評估指標非常重要，但前期推動投入成本高，效益可能無法立即彰顯，故在建築專案導入時，可能要到第二案之後效益才有機會產生，業主很容易就放棄。	感謝委員協助說明。
(三)本案之 BIM 應用評估選用程式相當易用具體，建議有足夠數據案例，未來可把投入成本、節省效益帶入，可更有助於業主確認。	感謝委員意見，研究團隊將納入後續研究之參考。
四、陳處長顯明	
(一)本案整體研究內容、架構及步驟甚為完整、嚴謹，研究成果甚佳，值得各機關參用。	感謝委員肯定。
(二)評估選用手冊之架構嚴謹值得肯定，請進一步說明步驟 4「確立選用 BIM 應用」為何？及說明步驟 1 至 3 之範疇以「交集」方式選出而非「聯集」方式？	感謝委員意見，由於每個步驟所對應出的 BIM 應用選項並非完全對應該專案之需求，故本研究係採用「交集」之方式選出 BIM 應用，若評估者還有其他 BIM 應用需求，仍可以額外再進行選用。
(三)有關第 4 章效益評估部分，本案未能進入量化階段殊為可惜，可能因案件規模性質迥異，難以量化，而採用質化之效益說明亦可接受；建議若時間經費允許，請進一步加入其效益為高、中、低之評估，並加以說明該成本或效益之受者為業主、PCM、設計單位、監造者、承包商或統包商等，將更有助於閱讀者瞭解與應用。	感謝委員意見，有關第四章效益評估期不易以高、中、低進行區分，而各項成本或效益的受益者仍須另訂議題討論，故本研究將納入後續研究之參考。
(四)本案永和運動中心之效益評估中，分業主端、專案管理、統包團隊及監造團隊評估，未能採用之前所建立之「專案層級之效益評估指標」架構成果進行評估，以至對於其成本效益分析中之投入及產出效益情形未能細究，殊為可惜，特別是業主	感謝委員意見，由於國內目前尚未建構一套完整的效益評估方式，且各單位導入 BIM 的狀況皆不相同，以至於各單位皆未能有系統的紀錄執行 BIM 過程相關資訊。因此，本研究所提出之評估指標，將有助於未來公、私部門在執行 BIM 技術時，能

委員意見	研究團隊回覆
端產出效益高之理由值得深入研究，以供機關能了解並作為積極推動之參考。	清楚記錄所需相關資訊，將有助於進行完整的效益評估。
(五)部分用語請注意統一，如「初步設計階段」與「基本設計階段」。	感謝委員意見，研究團隊將重新檢視修正。
五、楊董事長欽富	
(一)本案在業主端、建築師(設計人)、監造人、協力專業顧問、營造商、承包商、維運商等各使用者，及工程規模、人力需求是否有納入評估？	感謝委員意見，原意見並未納入考量。本研究目前係提供各使用者在評估各項 BIM 應用時，應考量是否具備團隊人力需求，希望各單位在執行 BIM 應用時，能滿足組織內部所需要之人力，以利後續能更明確的使用 BIM 應用。
(二)承上各使用者人的經費要求為何，比例如何分配？	感謝委員意見，有關各使用者的經費要求比例分配非本研究之範疇，研究團隊將納入後續研究參考，此部分在工程會的另案計畫中討論。
(三)建議建築標章申請之整合也請融入研究範疇中。	感謝委員意見，本研究目前已將台灣綠建築標章(EEWH)納入 BIM 應用項目之考量。
六、桃園國際機場股份有限公司 黃助理工程師泰翰	
(一)交付項目的效益亦是選用與否的依據，交付項目為業主能夠給予規範及契約的標準，如能再加入成本及量化之效益指標將更有幫助。	感謝委員意見，由於國內目前導入 BIM 之專案，尚無完整的紀錄有關成版之資訊，故有關成本及量化之效益指標資訊，將納入後續研究之參考。
(二)新建與既有等設施評估選用 BIM 應用之流程應稍有不同，或可能尚有其它考量，未來可再細分。	感謝委員意見，本案所提出之 BIM 應用係針對新建之建築工程，並不能涵蓋既有建築，而 BIM 技術導入既有建築及設施屬於另一個議題與挑戰，本案將建議納入後續研究探討。
七、財團法人台灣建築中心 侯副理雅壹	
(一)本案 BIM 應用係以業主需求切入，手冊名稱建議修正為「建築工程業主 BIM 應用評估選用手冊」。	感謝委員意見，本手冊所設定使用對象除公部門之外，另包括泛業主端(建設公司或專案管理顧問等)。為了不侷限於業主端可以使用，本研究仍保留原有之手冊名稱，以廣泛的讓不同使用者皆可參考。
(二)本案提供之簡易評估程式建議：(1)補充說明評估原理及步驟 4 採交集或聯集之原因；(2)建議加入提醒視窗即說明頁；(3)建議於步驟 5 選出 BIM 應用後，能自動跳出軟體需求	感謝委員意見，研究團隊將盡可能調整評估程式之評估架構及內容，以提供後續評估者更容易操作。

委員意見	研究團隊回覆
等視窗頁面；(4)未來累積更多評估個案時，可加入效益、成本評估。	
八、新北市政府工務局 彭技士瑞章	
(一)本案研究上對於 BIM 應用之架構尚不完整，惟評估選項與標的建議簡化，並依既有建築或新建工程進行分類評估，利小型事務所導入。	感謝委員意見，本案所提出之 BIM 應用係針對新建之建築工程，並不能涵蓋既有建築，而 BIM 技術導入既有建築及設施屬於另一個議題與挑戰，本案將建議納入後續研究探討。
(二)有關運用簡易程式，導入產出評估質化結果是本案優勢，未來建議可發展量化指標，及圖示利於瞭解。	感謝委員意見，本案將建議納入後續研究探討。
九、郭建築師英釗	
(一)對於 5 項生命週期與 24 項 BIM 選用評估表單，抱持著正面且實務需求面有所助益。	感謝委員肯定。
(二)對於兩案報告書內有部分原文翻譯問題，需統一並彙整，且在不同生命週期階段內會有不同的意義，需區別清楚。	感謝委員意見，本案所提出 BIM 應用之名詞翻譯，後續將重新檢視「Penn State BIM Guide」以及「NIBS National BIM Guide for Owners」原文各項內容之涵義，並儘量調整或併列國內業界習慣之用語，以減少專案執行者之誤解，同時提升實務之可行性及可操作性。
(三)建議本案 24 項 BIM 選用評估，可分為 12 項必選項目及 12 項加選項目，必選項目為專案必須附屬的 BIM 模型，而加選項目則可依需求來勾選。	感謝委員意見，由於各建築工程之屬性及需求皆不相同，若將 BIM 應用分為必選及加選，可能將其應用受到限制，因此本究建議以開放之方式提供各專案來勾選使用。
(四)公部門分兩類，一種有營繕組，有自己的資產管理單位，另一種則否，無資產管理單位，會無法針對使用單棟 BIM 模型做使用，因此真正要落實 BIM 希望能簡化以減輕業主負擔。	感謝委員協助說明。
十、陳組長建忠	
(一)有關專家諮詢會議如改其他訪談方式辦理，其辦理情況、訪談結果，宜做成簡報與本組人員在本所會議室分享。	感謝組長意見，研究團隊已透過工作會議方式向所內同仁報告訪談結果及各項議題討論。
(二)業主請承辦商(建築師、營造公司)進行效益評估似乎會導向不真實的狀況	感謝組長意見，研究團隊將重新檢視效益評估表單內容，盡可能符合實務

委員意見	研究團隊回覆
態(例如承包商會跟業主說：我賺太多了?)，請檢視第 4 章的表單是否合理。	執行現況。至於是否會填報不實，本案並不能預防。
(三)有關期末報告書初步建議部分，本案所擬之建議多為指示性，請修正為務實可行，如建議一之具體推廣方法，課程內容、時數為何？請補充。	感謝組長意見，研究團隊將檢視報告書初步建議之內容，並與所內同仁討論，盡可能符合實務可行之需求。
(四)導論宜由研究中建立詳細方法管道，目前本案收集及建立的詳細度為何？本案與目前網路上(文獻)導論的差異為何？	感謝組長意見，有關導論及文獻資料，研究團隊已於文字中進行調整。
(五)效益評估之作業機制為何？(如由誰評估及誰可指定評估者)，效益評估除了是 BIM 產業的說帖外，其目的何在？	感謝組長意見，國內目前公私部門在應用 BIM 技術時皆未能了解期效益何在，以至於各單位盲目使用，將不利於整體產業發展。因此本研究所提出之效益評估內容，可針對公部門、私部門、組織層級、專案層級四個標的，而其主要目的為釐清國內 BIM 技術應用實際可以帶來的效益，提供各單位在評估 BIM 效益時有一參考內容，對於國內日後推動 BIM 技術具有相當的重要性。
(六)成果請導向實務與應用性，以免流於空談，或僅留在 BIM 知識傳遞之位階。	感謝組長意見，本研究之成果將盡可能導向實務與應用性，以利公、私部門在專案執行上具可行性及可操作性。
(七)請考量本案評估的位階，可考慮由下而上推動，如參考環評等。	感謝組長意見，本研究將納入參考，目前建議於規劃階段進行評估，但不同生命週期皆可使用本計畫提出的成果。
(八)請提出至少 3 種未來可進行研究與本案獨立分離之提案單，格式洽本案所人員。	感謝組長意見，研究團隊已提出未來可進行研究與本案獨立分離之提案單於所內同仁。

附錄二、「國內建築工程 BIM 效益評估」問卷調查

各位與會專家，您好：

感謝您於百忙之中撥冗填答本問卷，本研究為提出之BIM技術效益評估架構，係透過國內外相關文獻彙出「組織」及「專案」兩個面向之效益評估項次，期望能藉助您的實務經驗提供寶貴的意見與建議，使本研究提出符合實務的BIM效益分析架構以供未來進行使用。本研究所取得之資料主要供學術研究上使用，亦會提供相關政府部門參考。

敬請各位先進惠賜卓見。感謝您的支持與協助!

協同主持人: 楊智斌 博士
專任助理: 周宏宇
E-mail: harrychou@ncu.edu.tw

1-1.組織層級-投入(Input)

子類別	項次	原文	描述	適用與否	評估期程	需要紀錄的資訊
OI1. 起始投資成本	OI1-1 技術平台(硬體等)	Technology platform (hardware, network, storage and cloud capacity)	硬體、網路、容量、雲端空間	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	■短期 <input type="checkbox"/> 中長期	硬體成本、儲存空間成本
	OI1-2 通訊、資料分享的基礎設施	Communications, data-sharing infrastructure	網路硬碟、通訊軟體	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input type="checkbox"/> 短期 ■中長期	基礎設施建置成本
	OI1-3 軟體	Software (licenses, subscriptions)	人員證照、軟體授權	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	■短期 <input type="checkbox"/> 中長期	證照取得成本、軟體授權成本
	OI1-4 教育訓練	Training/re-training	BIM 產品使用及新作業方法的訓練	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	■短期 <input type="checkbox"/> 中長期	教育訓練成本
	OI1-5 工作空間調整	Workspace modifications	辦公空間重新配置	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input type="checkbox"/> 短期 ■中長期	裝潢成本
OI2. 必要性支出	OI2-1 衝擊成本	Monitoring, documenting, measuring impacts	監控、記錄、量測 BIM 應用造成的影響、衝擊	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	■短期 <input type="checkbox"/> 中長期	監控、記錄、量測所花費的時間成本
	OI2-2 客製化與創新成本	Customization, Innovation	依雇主需求客製化、創新性研發	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input type="checkbox"/> 短期 ■中長期	研發成本

子類別	項次	原文	描述	適用與否	評估期程	需要紀錄的資訊
OI2-3 新增人力成本		Additional headcount and/or new roles (e.g., BIM manager, IT support)	額外員工和新角色(BIM經理、IT 支援)	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	■短期 <input type="checkbox"/> 中長期	人事成本
		Management/Staff resource	管理/人力資源成本	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	■短期 <input type="checkbox"/> 中長期	管理成本
		Management time (e.g.,changing procurement strategies)	採購策略的改變造成管理時間增加	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input type="checkbox"/> 短期 ■中長期	新策略所花費的時間成本
		Employee motivation	員工激勵	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input type="checkbox"/> 短期 ■中長期	人事成本
		Staff turnover	員工流失	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input type="checkbox"/> 短期 ■中長期	人事成本
		Changing in remuneration	薪酬變化	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input type="checkbox"/> 短期 ■中長期	人事成本
OI2-4 標準發展		Standards development	作業標準的發展、建立	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input type="checkbox"/> 短期 ■中長期	組織標準建立所花費的時間成本
OI2-5 工作流程的中斷		Disruptions in workflows (and inefficiencies during adoption and early Implementation)	等待資訊所造成的中斷，如：需等待模型建置完成，才能進行後續工作	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	■短期 <input type="checkbox"/> 中長期	工作中斷時間成本

子類別	項次	原文	描述	適用與否	評估期程	需要紀錄的資訊
	OI2-6 程序的改變與重新設計	Process change	如：於設計發展階段提前整合資訊以及在施工前便納入模型	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input type="checkbox"/> 短期 <input checked="" type="checkbox"/> 中長期	改變組織程序所花費的時間成本
		Process re-design	(間接成本-組織)	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input type="checkbox"/> 短期 <input checked="" type="checkbox"/> 中長期	設計組織程序所花費的時間成本
	OI2-7 領導和文化投資	Leadership and culture investments	建立領導與文化有關的投資	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input type="checkbox"/> 短期 <input checked="" type="checkbox"/> 中長期	設計與適應組織文化花費的時間成本
	OI2-8 組織的重新建構	Organizational re-structure	(間接成本-組織)	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input type="checkbox"/> 短期 <input checked="" type="checkbox"/> 中長期	設計與適應組織結構花費的時間成本
	OI2-9 顧問費用	Consultant fees	當無力進行管理，可尋求顧問的協助(如：PCM)	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input checked="" type="checkbox"/> 短期 <input type="checkbox"/> 中長期	顧問人事成本
	OI2-10 管理費用	Overheads	其他間接費用	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input checked="" type="checkbox"/> 短期 <input type="checkbox"/> 中長期	因應用 BIM 而增加的管理成本
其它						

1-2.組織層級-產出(Output)

子類別	項次	原文獻	描述	適用與否	評估期程	需要紀錄的資訊
OO1. 基礎設施效益	OO1-1 組織和程序的靈活性	Organizational and process flexibility	新組織程序、結構對組織執行工作的影響	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input type="checkbox"/> 短期 <input checked="" type="checkbox"/> 中長期	質化評估量表
	OO1-2 IT 基礎設施的增加	Increased IT infrastructure	增加的 IT 設備等基礎設施	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input checked="" type="checkbox"/> 短期 <input type="checkbox"/> 中長期	儲存空間容量、知識系統規模
	OO1-3 資產完整性的提升	Asset integrity	組織所能運用的資產、設備的升級	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input type="checkbox"/> 短期 <input checked="" type="checkbox"/> 中長期	資產清單、維護記錄
OO2. 策略效益	OO2-1 市場競爭與領導地位	Competitive advantage	企業於市場的競爭優勢	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input checked="" type="checkbox"/> 短期 <input type="checkbox"/> 中長期	獎章
		Market leadership	企業新技術於市場的競爭地位	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input checked="" type="checkbox"/> 短期 <input type="checkbox"/> 中長期	獎章
	OO2-2 客戶滿意	Customer satisfaction	顧客對技術、服務的滿意程度	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input checked="" type="checkbox"/> 短期 <input type="checkbox"/> 中長期	質化評估量表；滿意程度
	OO2-3 業務成長	Support business growth	新技術、新服務所帶來的 新業務	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input type="checkbox"/> 短期 <input checked="" type="checkbox"/> 中長期	業務量
Opportunities for business model expansion or new services		新技術、新服務所帶來的 新業務	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input type="checkbox"/> 短期 <input checked="" type="checkbox"/> 中長期	業務量	
OO3. 管理效益	OO3-1 決策品質的改善	Improved decision-making	共同溝通平台的使用對決策的效益	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input checked="" type="checkbox"/> 短期 <input type="checkbox"/> 中長期	質化評估量表
	OO3-2 資源管理的提升	Better resource management	資源運用、設備使用的節省、避免浪費	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input type="checkbox"/> 短期 <input checked="" type="checkbox"/> 中長期	質化評估量表；資源使用記錄

子類別	項次	原文獻	描述	適用與否	評估期程	需要紀錄的資訊
	OO3-3 成效的改善	Performance improvement	成果中效率的提升、浪費錯誤的減少	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input checked="" type="checkbox"/> 短期 <input type="checkbox"/> 中長期	質化評估量表：滿意程度
OO4. 組織效益	OO4-1 促進企業學習	Facilitate business learning	對技術、業務精進的學習與提升	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input type="checkbox"/> 短期 <input checked="" type="checkbox"/> 中長期	質化評估量表
	OO4-2 支持組織變革	Support organizational change	形成有利組織變革的環境與文化	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input type="checkbox"/> 短期 <input checked="" type="checkbox"/> 中長期	質化評估量表
	OO4-3 業務功能的整合	Integration of business functions	整合業務	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input type="checkbox"/> 短期 <input checked="" type="checkbox"/> 中長期	服務清單
	OO4-4 企業工作流程的改善	Corporate improvements in workflow	流程改善對工作效率的影響	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input type="checkbox"/> 短期 <input checked="" type="checkbox"/> 中長期	質化評估量表
	OO4-5 團隊能力的提升	Team capability	團隊的協作、整合能力	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input type="checkbox"/> 短期 <input checked="" type="checkbox"/> 中長期	團隊整體生產力 (完成相同工作的員工數量變化)
	OO4-6 人員的能力	Staffing competency	團隊成員的技術、溝通、整合能力	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input checked="" type="checkbox"/> 短期 <input type="checkbox"/> 中長期	員工個別生產力
OO5. 營運效益	OO5-1 生產力的提升	Productivity improvement	由於規劃、設計、施工均能有效統合，預期可以大量提高技術工的人力規劃，減少粗工、雜工及重負荷工的需求，而有效提升營造業的整體生產力與滿意度。	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input type="checkbox"/> 短期 <input checked="" type="checkbox"/> 中長期	單位時間人力所能完成的工作量

子類別	項次	原文獻	描述	適用與否	評估期程	需要紀錄的資訊
	OO5-2 利害關係人間的 Understanding and communication 理解與溝通		增加客戶、設計、施工間的溝通 (由軟體直接產出的動畫向 400 個工作人員說明工作範疇)	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input type="checkbox"/> 短期 <input checked="" type="checkbox"/> 中長期	質化評估量表
	OO5-3 生命週期數據	Life cycle data	以模型進行全生命週期的管理	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input checked="" type="checkbox"/> 短期 <input type="checkbox"/> 中長期	生命週期應用 BIM 的整體效益
其它						

2-1.專案層級-投入(Input)

子類別	項次	原文獻	描述	適用與否	評估期程	需要紀錄的資訊
PI1.直接成本	PI1-1 技術平台(硬體等)	Technology platform (hardware, network, storage and cloud capacity)	硬體、網路、容量、雲端空間	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input checked="" type="checkbox"/> 短期 <input type="checkbox"/> 中長期	硬體成本、儲存空間成本
	PI1-2 通訊、資料分享的基礎設施	Communications, data-sharing infrastructure	網路硬碟、通訊軟體	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input type="checkbox"/> 短期 <input type="checkbox"/> 中長期	基礎設施建置成本
	PI1-3 軟體	Software capability (licenses, subscriptions)	人員證照、軟體授權、訂閱	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input checked="" type="checkbox"/> 短期 <input type="checkbox"/> 中長期	證照取得成本、軟體授權成本
	PI1-4 安裝和配置	Installation and configuration	(直接成本)安裝軟硬體	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input checked="" type="checkbox"/> 短期 <input type="checkbox"/> 中長期	安裝成本、裝潢成本
	PI1-5 教育訓練	Training/re-training	BIM 產品使用及新作業	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	<input type="checkbox"/> 短期 <input type="checkbox"/> 中長期	教育訓練成本

子類別	項次	原文獻	描述	適用與否	評估期程	需要紀錄的資訊
			方法的訓練	建議修正為_____		
PI1-6 新增人力成本		Additional headcount and/or new roles (e.g., BIM manager, IT support)	額外員工和新角色(BIM經理、IT 支援)	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	■短期 <input type="checkbox"/> 中長期	人事成本
		Management/Staff resource	管理/人力資源成本	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	■短期 <input type="checkbox"/> 中長期	管理成本
		Management time (e.g.,changing procurement strategies)	採購策略的改變造成管理時間增加	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input type="checkbox"/> 短期 <input type="checkbox"/> 中長期	新策略所花費的時間成本
		Employee motivation	員工激勵	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input type="checkbox"/> 短期 ■中長期	人事成本
		Staff turnover	員工流失	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input type="checkbox"/> 短期 ■中長期	人事成本
		Changing in remuneration	薪酬變化	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input type="checkbox"/> 短期 ■中長期	人事成本
PI1-7 適應專案管理	Project management adaptations	為適應導入 BIM 所造成的變動所衍生的成本	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input type="checkbox"/> 短期 <input type="checkbox"/> 中長期	作業時間成本(完成相同工作所需時間的變化)	
PI1-8 符合數據/模型要求	Accommodate data/model requirements	為滿足專案的資料/模型需求所投入的成本	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	■短期 <input type="checkbox"/> 中長期	額外投入人力成本	
PI1-9 客製化與創新成本	Customization, Innovation	依雇主需求客製化、創新性研發	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input type="checkbox"/> 短期 ■中長期	研發成本	

子類別	項次	原文獻	描述	適用與否	評估期程	需要紀錄的資訊
	PI1-10 工作流程的中斷	Disruptions in workflows (and inefficiencies during adoption and early Implementation)	等待資訊所造成的中斷，如：需等待模型建置完成，才能進行後續工作	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input checked="" type="checkbox"/> 短期 <input type="checkbox"/> 中長期	工作中斷時間成本
	PI1-11 程序的改變與重新設計	Process change	如：於設計發展階段提前整合資訊以及在施工前便納入模型	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input type="checkbox"/> 短期 <input checked="" type="checkbox"/> 中長期	改變組織與團隊執行程序所花費的時間成本
		Process re-design	(間接成本-組織)	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input type="checkbox"/> 短期 <input checked="" type="checkbox"/> 中長期	設計程序所花費的時間成本
I2. 間接成本	PI2-1 顧問費用	Consultant fees	當無力進行管理，可尋求顧問的協助(如：PCM)	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input checked="" type="checkbox"/> 短期 <input type="checkbox"/> 中長期	顧問人事成本
	PI2-2 衝擊成本	Monitoring, documenting, measuring impacts	監控、記錄、量測 BIM 應用造成的影響、衝擊	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input checked="" type="checkbox"/> 短期 <input type="checkbox"/> 中長期	監控、記錄、量測所花費的時間
	PI2-3 管理費用	Overheads	其他間接費用	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input checked="" type="checkbox"/> 短期 <input type="checkbox"/> 中長期	因應用 BIM 而增加的管理成本
其它						

2-2.專案層級-產出(Output)

子類別	項次	原文獻	描述	適用與否	評估期程	需要紀錄的資訊
PO1. 專案層級效益	PO1-1 降低浪費與風險	Reduction in waste and risk	如：應用 BIM 於鋼筋預製，可帶來極大的節省	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	■短期 <input type="checkbox"/> 中長期	資源管理記錄
	PO1-2 加快核准、降低風險	Accelerated regulatory approval and permitting	由加速法規程序的核准，共同平台傳送遞交文件，以程式系統(非人工)檢核遞交文件	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	■短期 <input type="checkbox"/> 中長期	核可加速所節省的工期
	PO1-3 減少錯誤	Reduction in errors	經過 BIM 成熟度的提升(軟體學習曲線、心智學習曲線)，將以整合交付專案形式進行作業，更快更少錯誤地完成專案。	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	■短期 <input type="checkbox"/> 中長期	衝突檢測的錯誤數量；RFI 的數量
	PO1-4 變更設計的減少	Reduction of change order (e.g., visualization)	可視化的模型預先解決設計錯誤可能衍生的變更設計	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	■短期 <input type="checkbox"/> 中長期	變更要求的數量；變更設計成本
	PO1-5 生產力的提升	Productivity improvement	由於規劃、設計、施工均能有效統合，預期可以大量提高技術工的人力規劃，減少粗工、雜工及重負荷工的需求，而有效提升營造業的整體生產力與滿意度。	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input type="checkbox"/> 短期 ■中長期	單位時間人力所能完成的工作量
	PO1-6 成本/工期的減少	Reduction in cost/schedule	專案工期及成本的減少	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input type="checkbox"/> 短期 ■中長期	成本：設計成本/施工成本/總成

子類別	項次	原文獻	描述	適用與否	評估期程	需要紀錄的資訊
						本；工期：預定工期/實際工期
	PO1-7 安全的提升	Safety improved	透過 BIM 技術的應用與相關人員做有效的整合與溝通	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input type="checkbox"/> 短期 <input checked="" type="checkbox"/> 中長期	質化評估量表；自主檢查表
	PO1-8 品質的提升	Quality improvement	品質提升	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input checked="" type="checkbox"/> 短期 <input type="checkbox"/> 中長期	質化評估量表；三級品管記錄
	PO1-9 成效的改善	Performance improvement	成果中效率的提升、浪費錯誤的減少	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input type="checkbox"/> 短期 <input checked="" type="checkbox"/> 中長期	質化評估量表：滿意程度
	PO1-10 利害關係人間的理解與溝通	Increased understanding and communication	增加客戶、設計、施工間的溝通（由軟體直接產出的動畫向 400 個工作人員說明工作範疇）	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input checked="" type="checkbox"/> 短期 <input type="checkbox"/> 中長期	質化評估量表
	PO1-11 客戶滿意	Customer satisfaction	顧客對技術、服務的滿意程度	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input checked="" type="checkbox"/> 短期 <input type="checkbox"/> 中長期	質化評估量表：滿意程度
	PO1-12 專案執行方式獲得改善	project delivery through efficient use of resources, improved safety, and accurate timelines	透過資源的有效運用、安全改善、正確的時間軸以改善專案的傳遞	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 建議修正為_____	<input type="checkbox"/> 短期 <input checked="" type="checkbox"/> 中長期	質化評估量表
其它						

附錄三、第一次專家諮詢會議-會議紀錄

「我國建築工程 BIM 應用分類之評估選用方法研究」 第 1 次專家諮詢會議會議紀錄

一、時間：106 年 5 月 18 日(四) 10:00~12:00

二、地點：內政部建築研究所簡報室

三、主席：陳瑞鈴 所長、楊智斌 教授

四、與會專家/研究團隊：

台灣電力股份有限公司 陳顯明 副處長

臺北科技大學土木與防災研究所 林祐正 教授

賴朝俊建築師事務所 賴朝俊 建築師

台灣積體電路製造股份有限公司 鍾振武 部經理

國立中央大學營建管理研究所 劉心慧 研究助理、廖靜雅 研究助理、周宏宇 專任助理

內政部建築研究所：劉青峰 副研究員、謝宗興 副研究員、李軒豪 研發替代役、白景富 研發替代役

五、專家意見：

(一) 台灣電力股份有限公司 陳顯明 副處長

1. 整體的架構及步驟、內容甚為完整、嚴謹，且本研究對各單位做決策極具價值，值得研究。
2. 評估角度不同，考量的利益會不同。施工廠商是目前最大的受益者，而設計廠商(建築師)會增加許多成本。
3. 效益評估的不同層級如何定義，建議以不同角度來區分。
4. 對公有機關來說，能獲取的利益都想要，使篩選步驟失去意義。
5. 簡報 p.16 請與 p.13 整合
 - (1) 成本估算：可行性評估可應用
 - (2) 4D 管理：設計及施工階段意義不同
 - (3) 設計圖審：可行性評估可應用
6. 簡報 p.16 之應用階段是以現階段考量，抑或未來 BIM 環境成熟後為

考量基準。

7. 簡報 p.18 BIM 目標之分類項目，建議再考量周延性及重複性，亦可簡化為基本的人力、時間、成本，再加上環境(能源)、品質。
8. 簡報 P.20-21 交付項目之分類，建議略檢討(如：p.4 VS p.9、p.11 VS p.14)
9. 效益評估案例採用永和運動中心應屬恰當，但其效益如何評估?應有/無 BIM 之結果比較。

(二) 臺北科技大學土木與防災研究所 林祐正 教授

1. 本研究對於國內推廣的 BIM 相當有幫助，值得鼓勵。
2. 表格對業主與廠商在填寫會有所不同。
3. 建議研究團隊可以考慮 BIM 經驗不足的業主如何填寫問卷。
4. 在契約未明確規定 BIM 的應用範疇時，廠商會以其能力所及去選擇 BIM 應用，很可能與業主使用篩選表格所得之 BIM 應用有落差。
5. 請研究團隊再確認 BIM 應用與生命週期對應之內容合適性。
6. BIM 效益評估建議依據生命週期不同階段調整評估內容。
7. 效益評估的中期與長期難以區別，建議分兩階段(短期/長期)。

(三) 賴朝俊建築師事務所 賴朝俊 建築師

1. 要選擇 BIM 應用，先決條件是要懂 BIM，不然可能無法達成預期的效益。
2. 目前國內使用 BIM 已有 3、4 年經驗，建議可找 10 個案例，將每個案例如何導入 BIM? 達成哪些效益? 以實際案例呈現 BIM 應用及其效益。
3. BIM 的最大效益者應是業主，但現階段廠商所交付的成果無法達到預期的結果。
4. BIM 軟體費用高，建築師事務所難以負擔。未來國內在政策上的擬定，建議可參考韓國的模式，由政府出資開發國家本身的建模軟體。

(四) 台灣積體電路製造股份有限公司 鍾振武 部經理

1. 建議可思考以以 BIM 結合物業管理(參考 CoBIE Calculator、short/long form、NBIMs)。
2. 在許多實務面上，若各單位要應用 BIM，大多都是做決策的人不懂

BIM。

3. 在企業面的考量，多是：人力、時間、成本(錢夠不夠、要花多長時間、有沒有人)。
4. 建議將第四步驟移至第一步，先檢視有沒有軟體及能力，再來看後續所要採用的 BIM 應用。
5. 篩選能否以類神經網路或軟體做操作，其操作的方式及結果更容易讓上級理解。

附錄四、第二次專家諮詢會議-會議紀錄

「我國建築工程 BIM 應用分類之評估選用方法研究」

第 2 次專家諮詢會議會議紀錄

一、時間：106 年 9 月 19 日(二) 9:30~12:00

二、地點：內政部建築研究所簡報室

三、主席：楊智斌 教授

四、與會專家/研究團隊：

交通部高速鐵路工程局 何松原 簡派正工程司

臺北科技大學土木與防災研究所 林祐正 教授

國立海洋科技博物館 莊珮敏 研究助理

將捷集團 許勝凱 協理

潤弘精密工程事業股份有限公司 鄭晨新 專案主任

國立中央大學營建管理研究所 王翰翔 教授、劉心慧 研究助理、范姜逸珊
研究助理、周宏宇 專任助理

內政部建築研究所：劉青峰 副研究員、謝宗興 副研究員、李軒豪 研發替
代役、白景富 研發替代役

五、專家意見：

(一) 交通部高速鐵路工程局 何松原 簡派正工程司

1. 針對 BIM 應用評估選用表單之項目，建議讓評估者能勾選更多項目(非僅有表單上建議的項目)，以利後續在操作上能更有彈性。
2. 在各項交付項目的實際內容範疇及定義應有明確的說明，如「設計審核」此項 BIM 應用，其涵概的 output 為何?
3. 建議在效益評估的項目上能有更明確說明，以利未來評估者在解讀上能夠更為明確。

(二) 臺北科技大學土木與防災研究所 林祐正 教授

1. 研究團隊執行成果具體，且符合實務需求值得鼓勵。
2. 軟體/資源需求評估表之概要說明部分內容說明相當類似，較難表達其差異性，建議團隊修正。

3. 團隊能力與需求之需求說明建議可以在具體說明重要需求要點，使更清楚了解需求內容。
4. BIM 應用評估選用作業表單填寫過程較為複雜，使用者不容易填寫，建議團隊以考慮修正及改善。
5. 針對效益評估架構之不適用之刪除項次建議宜保留。

(三) 國立海洋科技博物館 莊珮敏 研究助理

1. 以海科館經驗，顧問費用是需要保留的（效益評估架構），現今公部門 BIM 技術人員較少，還是由顧問團隊來建議或維護，是必要的，避免該設施設備荒廢。人力來說的話，以公部門而言，較難掌握。
2. BIM 應用評估選用作業表單
 - (1) 對象不明，評估對象試用？
 - (2) 使用對象不同，要勾選可能適用對象不同（建議對象、維護管理對象）。
 - (3) 表格放置位置：實務如何取得。
3. 效益
 - (1) 公部門：成本減少，較易維護，減少爭議。
 - (2) 私部門：設計整合，施工困難減少，變更設計減少損失。
4. 公部門均可將 BIM 包含在規劃設計中，目前很難拆出細項。
5. 費用準則。

(四) 將捷集團 許勝凱 協理

1. BIM 各階段應用，建議各案考量需求，預設之應用項目可改為選項，如規劃階段可不執行其他工程分析。
2. 評估對象如為業主，團隊能力實務上難以評估，因一般業主並無具備 BIM 能力，故團隊能力對象適用性請再考量。
3. 協同作業雲平台，運用於團隊模型交換管理，溝通釋疑，建議列入 BIM USE。
4. 軟體/資源評估表，應不只具備/不具備選項是否有軟體名稱，以利評估交互性。
5. 對業主而言，決定 BIM USE 及團隊後，最關切是各案 BIM USE 所需花費的成本，雖不在本研究所範圍，再請研究團隊列入往後研究者

量。

6. 簡報 P.25，私部門建議保留。
7. 團隊能力需求評估表，建議明確定義使用對象，例如：業主端 BIM 能力自檢表或 BIM 技術服務廠商能力自檢表。

(五) 潤弘精密工程事業股份有限公司 鄭晨新 專案主任

1. 業主、顧問 (PCM)、施作端三方整合後產出之模型，對於工程及專案進行整體提升之具體內容，可否有實際數據呈現設計端何時導入 BIM 的時機。
2. 研究案與實際專案進行之差異化，具體呈現量化內容。
3. 模型與實地專案落差如何進行統整，以達到即時與衝突修改、施工圖面交付。
4. 建議未來可考量設計端可節省多少成本，以及如何將模型或成果交付持續下去建築師事務所能夠執行的層面。
5. BIM 能力是以何種去評估，以軟體執行或是其他方面。

附錄五、建築工程 BIM 應用名詞對照表

生命週期	BIM 應用	對應「我國 BIM 協同作業指南執行要項研擬」應用目的之項目	「我國 BIM 協同作業指南執行要項研擬」特有應用目的之項目
--	--	--	1.BEP 擬定
可行性評估階段	現地狀況建模 (Existing Conditions Modeling)	2.基地分析	
	其他工程分析 (Other Engineering Analysis)	3 規劃方案比選	
規劃階段	現地狀況建模 (Existing Conditions Modeling)	2.基地分析	
	設計表達 (Design Authoring)	3.規劃方案比選	
	成本估算 (Cost Estimation)	3.規劃方案比選	
	基地分析 (Site Analysis)	2.基地分析	
	設計審核 (Design Reviews)	3.規劃方案比選、 4.規劃定案	
	歷程規劃 (Phase Planning)	3.規劃方案比選	
	空間規劃 (Programming)	4.規劃定案	
	其他工程分析(Other Engineering Analysis)	3.規劃方案比選	
基本設計階段	--	--	8.取得建築執照
	現地狀況建模 (Existing Conditions Modeling)	2.基地分析	
	基地分析 (Site Analysis)	2.基地分析	
	設計表達 (Design Authoring)	5.基本建築設計、 6.基本工程設計	
	3D 整合協作 (3D Coordination)	5.基本建築設計、 6.基本工程設計	
	歷程規劃 (Phase Planning)	5.基本建築設計	
	空間規劃 (Programming)	5.基本建築設計	
	成本估算(含數量估	7.基本設計估算	

生命週期	BIM 應用	對應「我國 BIM 協同作業指南執行要項研擬」應用目的之項目	「我國 BIM 協同作業指南執行要項研擬」特有應用目的之項目
	算) (Cost Estimation)		
	結構分析(Structural Analysis)	6.基本工程設計	
	照明分析(Lighting Analysis)	6.基本工程設計	
	能源分析(Energy Analysis)	6.基本工程設計	
	其他工程分析(Other Engineering Analysis)	6.基本工程設計	
	永續性分析(LEED Evaluation)	5.基本建築設計、 6.基本工程設計	
	法規檢討 (Code Validation)	8.取得建築執照	
	設計審核 (Design Reviews)	9.基本設計定案	
	防災計畫 (Disaster Planning)	5.基本建築設計、 6.基本工程設計	
細部設計階段	現地狀況建模 (Existing Conditions Modeling)	2.基地分析	
	基地分析(Site Analysis)	2.基地分析	
	設計表達(Design Authoring)	10.細部建築設計、 11.細部結構設計、 12.細部機電設計	
	3D 整合協作(3D Coordination)	14.整合細部設計	
	歷程規劃(Phase Planning)	10.細部建築設計	
	成本估算(含數量計算)(Cost Estimation)	13.細部成本評估、 15.制定發包預算	
	結構分析(Structural Analysis)	11.細部結構設計	
	照明分析 (Lighting Analysis)	10.細部建築設計	
	能源分析(Energy Analysis)	10.細部建築設計	
	其他工程分析(Other Engineering Analysis)	11.細部結構設計、 12.細部機電設計	
永續性分析(LEED	10.細部建築設計		

生命週期	BIM 應用	對應「我國 BIM 協同作業指南執行要項研擬」應用目的之項目	「我國 BIM 協同作業指南執行要項研擬」特有應用目的之項目
	Evaluation)		
	設計審核 (Design Reviews)	16.細部設計定案	
	法規檢討(Code Validation)	16.細部設計定案	
	紀錄模型(Record Modeling)	15.制定發包預算、 16.細部設計定案	
	工地利用規劃(Site Utilization Planning)	18.施工前檢討	
	設施/建物維護計畫 (Maintenance Scheduling)	16.細部設計定案	
施工階段	--	--	21.取得使用執照
	--	--	24.驗收
	現地狀況建模 (Existing Conditions Modeling)	17.施工模型	
	成本估算(含數量計算) (Cost Estimation)	18.施工前檢討	
	設計表達 (Design Authoring)	17.施工模型、 18.施工前檢討、 19.施工詳圖、 20.工地變更設計	
	歷程規劃 (Phase Planning)	17.施工模型	
	3D 控制與規劃 (3D Control and Planning)	18.施工前檢討	
	3D 整合協作 (3D Coordination)	17.施工模型、 18.施工前檢討	
	紀錄模型(Record Modeling)	23.竣工模型	
	工地利用規劃(Site Utilization Planning)	17.施工模型	
	施工系統設計 (Construction System Design)	19.施工詳圖	
	數位化製造 (Digital Fabrication)	19.施工詳圖	

生命週期	BIM 應用	對應「我國 BIM 協同作業指南執行要項研擬」應用目的之項目	「我國 BIM 協同作業指南執行要項研擬」特有應用目的之項目
	設施/建物維護計畫 (Maintenance Scheduling)	25.設施管理模型	
營運維護階段	現地狀況建模 (Existing Conditions Modeling)	2.基地分析	
	紀錄模型 (Record Modeling)	23.竣工模型	
	資產管理 (Asset Management)	25.設施管理模型	
	空間管理/追蹤 (Space Management/Tracking)	25.設施管理模型	
	設施/建物維護計畫 (Maintenance Scheduling)	25.設施管理模型	
	設施/建物系統分析 (Building System Analysis)	25.設施管理模型	
	防災計畫 (Disaster Planning)	25.設施管理模型	

附錄六、建築工程 BIM 應用分類評估選用手冊