從英國 GSL 制度探討
我國 BIM 推動策略

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 105 年 11 月

PG10505-0050

從英國 GSL 制度探討
我國 BIM 推動策略

研究主持人：劉青峰

研究期程：中華民國 105 年 2 月至 105 年 11 月

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 105 年 11 月

MINISTRY OF THE INTERIOR

RESEARCH PROJECT REPORT

A STUDY OF TAIWAN BIM PROMOTE STRATEGY - REFERRING TO GSL OF U.K.

BY

LIOU CHING FENG

NOVEMBER 16, 2016

目次

表次 III

圖次 V

摘要 VII

第一章　緒論 1

第一節　研究緣起與背景 1
第二節　研究內容與範圍 2
第三節　研究方法與步驟 3
第四節　預期成果 5

第二章　國際推動政策動態回顧 7

第一節　美國 8
第二節　中國大陸 17
第三節　新加坡 23
第四節　日本 27
第五節　小結 30

第三章　英國 BIM+GSL=DBB 33

第一節　DIGITAL BUILT BRITAIN 35
第二節　GSL 47
第三節　GSL 早期採用案例 52
第四節　小結 57

第四章　藉由 DBB、GSL 檢視國內推動策略 59

第一節　公共工程全生命週期管理之發展 61
第二節　物聯網與智慧城市 76
第三節　小結 84

第五章　結論與建議 89

第一節　結論 89
第二節　建議 96
附錄一 103
附錄二 105
參考書目 111

表次

表 1：研究業務協調會議紀錄及回應 103
表 2：期中審查會議紀錄及回應 105

圖次

圖 1：SEPS2BIM 示意圖.....11
圖 2：NBIMS-US 的核心架構.....13
圖 3：中國院 CBIM 架構圖.....22
圖 4：新加坡第一次 BIM 發展路徑圖.....24
圖 5：新加坡第二次 BIM 發展路徑圖.....25
圖 6：日本官廳施設情報管理系統構架圖.....29
圖 7：DIGITAL BUILT BRITAIN 營運模型.....41
圖 8：DIGITAL BUILT BRITAIN 執行架構.....43
圖 9：DIGITAL BUILT BRITAIN 跨領域合作模型.....46
圖 10：永續公共工程—節能減碳整體推動策略.....66
圖 11：永續公共工程理念推動近年相關成果.....67
圖 12：物聯網架構層級圖.....79
圖 13：物聯網各層級技術發展架構圖.....80
圖 14：智慧城市三大核心與重要應用面向.....81
圖 15：我國智慧化相關政策與永續智慧城市整合推動方案關聯圖.82

摘要

關鍵詞：建築資訊建模、物聯網、智慧城市、BIM、DBB、GSL、IOT

一、研究緣起

依據內政部民國 106 年至 109 年（2017~2020 年）中程施政計畫目標「建構永續智慧生活環境，精進建築科技技術研發」，推廣建築資訊建模技術 BIM，以提升營建產業技術與國際競爭力，強化建全生命週期品質效能管理，進而建構數位化智慧居住環境等目標。以英國為推動其國內公共工程能更有效應用 BIM 而提出的「政府軟著陸計畫（Government Soft Landing）」為鏡，回顧國內相關公共工程政策，研提國內推廣 BIM 策略建議。

英國這幾年在推動 BIM 政策上同時關注技術與社會學兩個層面，作出了目前國際間 BIM 推動政策上，最完整的詮釋。而且英國也不吝於把成果與國內外分享，除了已將相關技術標準公開之外，更難能可貴的是，英國也自 2013 年起將其如何引導英國政府公部門業主進行組織化文變革，以及提升公共建設服務品質所提出的「政府軟著陸計畫」逐步公開在網路上，供國內外推動 BIM 之參考，也讓其它國家更了解到，要全盤推動 BIM 不能只進行較引人注目的新技術引進，還同時要有社會學上的變革才行。而 GSL 政策即是以英國政府公部門公共建設開發自身文化變革為基礎所提出的解決方案，企圖以公部門的改變來引領其它參與者。英國 GSL 內容已完整考量全生命週期資訊管理與效能提升所需的作業實務，相當有價值，尤其是 GSL Champion 的任務。建議可繼續研究如何將其導入國內建築公共工程，將有助於國內 BIM 的應用與推廣。

二、研究方法及過程

本研究蒐集分析國際及英國推動 BIM 相關文獻，並回顧國內相關公共工程政策，配合目前國內的實際執行情形與需求，彙整提出建議供後續國內整體推動政策或方

案擬訂，以及本所應用建築資訊整合分享技術中程個案計畫執行之參考。

- 收集國際間推動 BIM 近期動態。
- 研究英國 GSL 指導文件及應用實例，以及國內相關規定。
- 回顧國內營建產業相關政策，例如國發會之政府重大工程公共建設計畫全生命週期績效管理手冊等，並就英國 GSL 流程與國內異同進行比較分析。

三、重要發現

藉由應用 BIM 的機會，營建產業(甚或是居住環境)將有顯著改進效能的潛力，但這個改變有著社會學變革的性質，內容涉及文化與商業模式的改變。英國企圖開創一個新天地，讓業主、所有者、使用者可以結合建材設備廠商，減少建商、建築師、營造廠在時間、資源上的重複浪費。除了在技術層面上，英國不斷研究開發出屬於其國內且放眼全球的 BIM 相關標準、流程之外。英國推動 BIM 技術以及營建產業變革時，是要為其營建產業進行建立新的 Game-Changing Business Models。

營建產業的改變升級，是在已有的技術基礎上，改變作業模式、文化，在短期間內的變化與成果或許不亮眼，但其改變同樣將有助於其它產業經濟成長，以提升居住環境品質效能。對於我國近年為了持續振興經濟，亟欲推動傳統或科技等產業之升級或創新而言，營建產業的升級可說是固本培元的投資。為此，國內若能參考英國重新檢視並推估營建產業的未來市場、產值等數據，檢視 BIM 技術服外銷以及為整個營建產業供應鏈所帶來的附加藍海商機，應可說服政府民間是最具性價比的投資。

回顧國內相關公共工程政策，已在多年前即了解並強調營建產業未來需朝向考量全生命週期的概念來計畫與執行，但在缺乏適當工具、技術與環境下，在如何建立起可行的整體協作模式上，以及實際推動進展上，均相當緩慢。既然國內推動方向、重點均符合國際趨勢，參考英國依循這個趨勢並結合 BIM 所提出的 GSL，應可作為國內實現建築設施全生命週期解決方案的第一步。

本研究認為，除了持續執行國內已宣布公共工程政策中關於建構生命週期管理構架的相關指示事項外，參考英國 GSL 所提供的執行細節，透過公共工程試辦案例，快速推廣實施，在增加公部門業主對公共工程應用 BIM 應有的認識的同時，不只能推廣 BIM，也能逐步建立起國內建築設施全生命週期管理的架構，可謂一舉數得。而試辦案例的重點之一，在於對英國 GSL 中最具特色的三個創新作法如何依照國內條件調適執行，並將成果適當結合到相關規定中加入，或是另外加擬一個指南，在適當的時機埋下 BIM、GSL 的種子，期待其發芽。

- GSL Champion 人員訓練—以集體工作營來教導其所應負的工作內容與責任，同時相互交流提升維護管理經驗，形成共識。
- POE 的執行—重點在如何能有效收集且補足維護管理資訊，將課題解決經驗回饋至規劃設計階段。
- 完工交付後延長三年的技術服務—將設計施工單位的工作期程向後延伸到維護管理階段，加強生命週期各階段的連結深度。

展望未來，新的資訊技術—物聯網將再一次闖進營建產業。屆時，建築設施全生命週期各階段都必需與資訊科技打交道。物聯網結合機電設備系統所產生的新服務專業將愈顯重要，並帶進新採購管道、新資訊平台，使公私部門業主可能與設備與系統整合面對面，而改變傳統工程專案規劃決策模式。營建產業不能只是接受資訊技術，而是要擁抱資訊技術、緊緊地擁抱。營建產業的產出，不再只是實體的建築設施，同時也包含了數位建築設施，在未來與其它基礎設施同時構築虛實相互充實的居住環境，為生活在其中的人們提供品質更高的服務。

四、主要建議事項

建議一

從全生命週期及數位居住環境的角度重新檢視營建產業的貢獻與未來商業模式：立即可行建議

主辦機關：行政院國家發展委員會、經濟部

協辦機關：行政院科技會報辦公室、行政院公共工程委員會、交通部、內政部營建署、建築研究所

英國對全球營建產業市場成長的預估旨在展現營建產業的影響力與重要性，建議可參考進行國內自己的推估調查，重新建立營建產業的重要性。其次，就英國 DBB 所提出的新商業模式，考量是否希望能成為地區技術平台、技術輸出者。此外，在推動 BIM 時，即應視為在推動營建產業社會學變革，並為此設置單位進行變革管理（Change Management）。

建議二

建置國內政府建築資產維護管理集中機制：立即可行建議

主辦機關：行政院公共工程委員會、內政部營建署

協辦機關：內政部建築研究所、各級地方政府

國內可朝向集中央政府建築資產資訊集中儲存與管理的方向發展，例如日本的 BIMMS-N。以有效管理調度、容易取得並有效利用大數據、人才價值提升，對新建修繕工程提出權威有效的參與意見。在政府重視的影響下，維護管理人員的角色將被提升。

建議三

研究建築設施維護管理階段能源使用效能衡量機制：立即可行建議

主辦機關：內政部營建署、建築研究所、經濟部能源局

協辦機關：行政院公共工程委員會、臺灣綠建築發展協會、社團法人台灣智慧建築協會、財團法人台灣建築中心、財團法人台灣綠色生產力基金會、能源技術服務商業同業公會、中華民國電機技師公會

以國內建築資產維護管理資料集中為基礎，參考公共工程提高能源效率推廣方案經驗，開始研究應收集那些資料及如何評估可以從效能使業主或使用者了解價值並非只有建置經費，並儘速從中了解我國在此階段的優勢。後續再以研究以總支出（Totex）為考量的政府採購方式。

建議四

持續進行國內營建資訊編碼、BIM 元件庫相關標準、應用開發與推廣工作：立

即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：行政院公共工程委員會、內政部營建署、財團法人台灣建築中心

BIM 元件是設計溝通、業主與供應鏈間、以及新商業模式的流通單位。除了持續進行國內 BIM 元件庫相關標準、應用開發與推廣工作，透過元件平台，輔導整合建材設備廠商，自行發展整合式套組模件，提供解決方案。

建議五

英國 GSL 指南本土化，供國內公部門業主建立公共工程生命週期管理架構之參考：立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所、行政院公共工程委員會

協辦機關：內政部營建署

英國 GSL 的目的即在於指導公部門業主在生命週期各階段中需要執行事項與工作流程，使公部門業主依照指南從實際作業中體認全生命週期管理的實質內容，是目前本研究所知國際間唯一提出之國家策略，我國可參考其內容，透過早期採行案例進行本土化。

建議六

研擬 GSL Champion 人才訓練與能力認證：立即可行建議

主辦機關：內政部營建署、建築研究所、行政院公共工程委員會、勞動部勞動力發展署

協辦機關：財團法人台灣建築中心、臺灣綠建築發展協會、社團法人台灣智慧建築協會、財團法人台灣綠色生產力基金會、能源技術服務商業同業公會

建議尋找各建築設施使用管理理單位中資深的人員來担任，並經過集體工作營來教導其所應負的工作內容與責任，同時相互交流提升維護管理經驗，形成共識。並在執行及訓練的過程中，同時強調行政檢查與建築設施實際效能的重要性。

建議七

參考節能保證專案，研擬完工後三年技術支援服務採購制度：立即可行建議

主辦機關：行政院公共工程委員會

協辦機關：內政部營建署、建築研究所、中華民國全國建築師公會、臺灣區綜合營造業同業公會、中華民國工程技術顧問商業同業公會

為了有效串聯起個案與不同案子之間生命週期資訊經驗的流通，將設計施工單位的工作期程向後延伸到維護管理階段，加強生命週期各階段的連結深度。可參考英國 BIM Taskgroup 官方網站上已提供實驗性質的採購文件及國內節能績效保證專案的執行經驗，研提可行的作業模式。

Abstract

Keyword : GSL, BIM, Promote strategy

Recalling domestic public works policy, that is already understood many years ago and stressed the need to build towards the future of the industry to consider the concept of life cycle to plan and execute, but in the absence of appropriate tools, technology and environment, on how to establish a workable overall actual progress to promote collaborative model rather slow. Reference Britain follow this trend combined with GSL BIM proposed, as a first step should be to achieve domestic buildings and facilities lifecycle solutions.

In addition to the continued implementation of the country has announced that construction lifecycle management architecture instructions matters, the details of implementation with reference to the British GSL provided through public works pilot case, the owners of the public sector to increase public engineering BIM should recognize and establish domestic architecture building facilities life cycle management. Pilot case focuses on three innovative practices most characteristic British GSL.

- GSL Champion personnel training
- POE execution
- 3 years post-occupied of technical services

Looking to the future, the various stages of the building life cycle facilities are required to deal with information technology. Construction industry can not just accept information technology, but to embrace information technology, hugging tightily. Output of construction industry, is no longer just building facilities entities, but also includes digital building facilities and other infrastructure in the future at the same time constructing the actual situation of the mutual enrichment of the built environment for the

people built in them to provide higher quality service .

This project comes to the immediate strategies.

- From full life-cycle and digital re-examine the perspective of the built environment and the construction industry's contribution to the future business model;
- Build domestic government building asset maintenance management mechanism;
- Research buildings and facilities maintenance and management mechanisms for measuring the effectiveness of FM phase;
- Ongoing construction of domestic information coding, BIM libraries standards, application development and promotion;
- Localization of British GSL guide for owners of domestic public sector to create a reference for public works of infrastructure lifecycle management;
- Elaboration GSL Champion personnel training and certification capability;
- Elaboration of three years after the completion of Technical Support Services Procurement System.

第一章　緒論

第一節　研究緣起與背景

"BIM is about 10 percent technology and 90 percent sociology." [1]

這是美國推動 BIM 技術最主要的政府機關—美國聯邦總務署（General Services Administration，下稱「GSA」）—的工程專案執行辦公室主任對於 BIM 所下的定義。這段話清楚的點出了 BIM 的實質內容與實施的重點，提醒有意推動應用 BIM 的組織或領導人，BIM 並不只是技術工具的變革，同時，更要的是社會學層次的變革。所謂社會學層次，泛指參與建築資產全生命週期各階段的不同規模性質的組織，可以是國內常談到的業主、建築師事務所、營造廠、顧問公司等各單位間以及內部的傳統合作工作模式。這些傳統的合作工作模式，需要搭配新的資訊技術一同變革，才是完整的 BIM。而特別以 90%來強調組織文化變革，可以推測其欲顯示在採用實施 BIM 時，與營建產業目前採用新技術時僅為工具變革經驗完全不同，必需重視社會學層次的改變，才能發揮出 BIM 的全部潛在利益。

國際間已在推動 BIM 的國家，均體認到前面提到有關社會學層次變革的重要性，積極擬定協同作業指南等指導文件，協助各主要參與者儘速改用因應新的 BIM 技術而生的新合作模式。但就社會學層次而言，並不僅止於參與組織間的合作模式，同時也包含了參與者組織，自身內部的工作文化，在這方面，雖有相關的導入指南可供參考，因為各參與者工作項目不同、目標不同而不易相互參考，且在互相競爭的情形下，實際導入的效益與經驗也成了各家的 Know How，更不易開放分享。同樣的，對於政府如何以政策引導國內營建產業相關參與者進行內部組織文化的變革，對於國家而言，也可視為提升際競爭力的重要 Know How 之一。一般而言，為了突顯產業優勢，類此經驗應屬不公開資訊，但英國不愧為已開發國家表率之一，將其政策工具均公開在網際網路上，供全球參考。

[1] Charles Hardy, director of the General Services Administration's Office of Project Delivery.

英國這幾年在推動 BIM 政策上同時關注技術與社會學兩個層面，為本節一開頭即引用的那段話，作出了目前國際間 BIM 推動政策上，最完整的詮釋。而且英國也不吝於把成果與國內外分享，除了已將相關技術標準公開之外，更難能可貴的是，英國也自 2013 年起將其如何引導英國政府公部門業主進行組織化文變革，以及提升公共建設服務品質所提出的「政府軟著陸計畫 (Government Soft Landing)」逐步公開在網路上，供國內外推動 BIM 之參考，也讓其它國家更了解到，要全盤推動 BIM 不能只進行較引人注目的新技術引進，還同時要有社會學上的變革才行。而 GSL 政策即是以英國政府公部門公共建設開發自身文化變革為基礎所提出的解決方案，企圖以公部門的改變來引領其它參與者。

在國內，經由營建產業相關機關團體及本所的共同努力下，近年國內在推動應用 BIM，在技術應用層面上，已有長足進展，這一方面，更是得到美國 BIM 資深學者 Charles Eastman 教授的認同。但從另一方面觀察，雖有前述具有深度的發展成果，但國內營建工程、營建產業應用 BIM 仍稱不上廣泛。而其主要原因，不外乎技術本土化、軟硬體投資、人力、工程採購模式等，這其中，除了技術本土化，其它三項都與政府政策較有關，尤其是工程採購模式的變動，應可間接帶動投資意願與人力價值。而採購模式的改變，源自於公部門業主在需求、品質等要求上的改變，而需求、品質上的改變則可能源自於公部門業主重新了解公共建設如何提高效能為民眾提供更新、更好的服務。而這個「重新了解」即是組織文化改變的開始，是實施 BIM 所需社會學的變革，也正是英國 GSL 的主要內容與目的。

BIM 推動所需要的技術與社會學變革，就好比武俠小說中修練功夫所需要的招式與心法般，缺一不可，而現在的英國在推動 BIM 上也就好比武林大師，在所有人面前將其苦心鑽研的功夫一招招比劃並解說，本研究亦趁此這難得的機會，探討其內容，並為國內推動 BIM 方向，提供建議，讓國內 BIM 推動的功力能更上一層樓。

第二節　研究內容與範圍

英國這兩年公布相當豐富的資訊，但限於自行研究案的人力與經費，本研究僅

以英國 GSL 政策所公布的政府文件為主要對象，收集公開可取得的資料，對比國內現況，以了解、確認國內在這方面的需求及可應用面向，嘗試為國內建築營造業導入建築資訊整合分享技術時，政府所應扮演的角色及任務提出目的、策略及階段性目標。對於英國在建築設施使用營運的實務，以及 GSL 政策實施實際狀況與所遇到的困難等資料的取得上，了解英國目前 BIM 推廣情形，本研究也將藉此機會，委請其代為了解 GSL 政策目前推動的實情，提供權充做為本案的參考資料。

- 收集整理英國近期 GSL 指導文件，並分析其與原有之資產維護管理[2]制度間的聯結整合。
- 英國試辦案例操作模式與實績，並分析了解其實際應用情形。
- 收集國內公共工程全生命週期品質績效管理研究建議與相關規定。
- 比較英國建築公共工程維護管理作業模式與國內差異，提出導入 GSL 的建議。

第三節　研究方法與步驟

本研究擬採用文獻回顧法，蒐集分析英國相關文獻，並回顧國內相關公共工程政策，以了解目前國內的實際執行情形與需求，提供後續國內整體推動政策或方案擬訂，以及本所應用建築資訊整合分享技術中程個案計畫執行之參考。

- 收集研究英國 GSL 指導文件及應用實例，以及國內相關規定。
- 參照國發會之政府重大工程公共建設計畫全生命週期績效管理手冊或其它規範，就英國 GSL 流程與國內異同與導入進行回顧。
- 了解英國 GSL Champion 導入實際案例的可行性與調整方向。

[2] 為符合國內目前常見說法，本研究暫以工程會「永續公共工程—節能減碳政策白皮書」之用詞，結合國家發展委員會「政府重大公共建設計畫全生命週期績效管理手冊（法規篇）」之說明，將工程完工或啟用後，包括工程驗收、移交接管、營運（含維運）管理等重要工作統稱為「維護管理」。

第四節　預期成果

依據內政部 (下稱「本部」) 民國 106 年至 109 年 (2017~2020 年) 中程施政計畫目標「建構永續智慧生活環境，精進建築科技技術研發」，為推廣建築資訊建模技術 BIM，以達成提升營建產業技術與國際競爭力，強化建全生命週期品質效能管理，進而建構數位化智慧居住環境等目標。特研究英國為推動其國內公共工程能更有效應用 BIM 而提出的「政府軟著陸計畫 (Government Soft Landing)」，並回顧國內相關公共工程政策，研提國內推廣 BIM 策略建議。

104 年對英國應用 BIM 與建築公共工程所配合擬訂的 GSL 政策發現，其為了提升公部門應用 BIM 能力，以提高建築使用維護管理階的品質與效能，配合 BIM 技術提出加化資訊收集、管理與傳承的工作流程內容詳盡務實，並提倡應為工程專案設立 GSL Champion 新工作角色，以協助 GSL 順利推行。

去年期末審查委員認為英國 GSL 內容已完整考量全生命週期資訊管理與效能提升所需的作業實務，相當有價值，尤其是 GSL Champion 的任務。建議可繼續研究如何將其導入國內建築公共工程，將有助於國內 BIM 的應用與推廣。

本所為形成國內 BIM 應用之主要推力，已進行相關指南、資訊格式研訂及補助設立人力培訓課程等計畫。國內公部門業主一直未能實質掌握實施 BIM 之技巧，致無法了解其效益，進而未能形成有拉力，本研究期能協助公部門業主自行習得前述技巧以便配合技術本土化的推力，加速推廣 BIM。

第二章　國際推動政策動態回顧

本章以掌握國內外推動 BIM 現況與課題，尤其是綜整國內與英國的情形，作為本研究開展的基礎。國內 BIM 推廣在近兩、三年愈來愈熱絡，尤其是今年（2016）3 月在國內各界與本所的合作下，有幸自美國請到了在國際間享有盛名的 BIM 資深學者 Charles Eastman 教授來臺進行交流，更是達到了前所未有的高峰。而從 Charles Eastman 教授豐富的國際經驗來看，他認為與其它地區比起來，國內 BIM 應用技術的發展相當快速，成果也十分亮眼，絲毫不輸給亞洲鄰近地區[3]。Charles Eastman 教授對國內 BIM 應用的肯定，固然值得欣慰，但是否也可從另一個角度看待這個情形，即其它地區的發展實際上是否漸趨遲緩？其下一步的推廣方向為何？可否作為國內提前因應的參考？其中尤其重要的是觀察其它國家或地區在推廣 BIM 相關的社會學變革上，是否有相對應的策略或工具？本研究擬藉著回顧近年國內、英國以及其它地區的推動發展情形，從上述的角度試著推敲、歸納出共通、普遍的現象，作為後續探討的基礎。

回顧的目的是要對國際間的活動進行全景圖式的觀察，試著了解各地發展的步調與主要趨勢，尤其是關於社會學變革的動態，並非以國際間推動 BIM 詳細情形為要務，亦非是市場調查。因此，僅就幾個領導性、指標性，具明顯動態、或對國內發展影響較大的地區、國家等進行簡要的回顧，並以政府單位為主，其次再以半官方組織為對象，了解其的動態或現象，了解其發展方向與改變的可能原因。國際間除了本章所採討的幾個地區之外，在英國的影響下，歐盟、德國、法國都在這一兩年內相繼推出政府、半官方的合作推廣平台，在語言與資料較少的限制下，無法從網路上獲得較新的動態，以便深入探討。主要以回顧近年本所進行委託進行的國內外推廣調查研究，從中檢視是否有涉及社會學變革的策略與工具？若有，其內容對象為何？若無，則可能的原因為何？

[3] 經國立成功大學建築系鄭主任泰昇口頭轉述 Charles Eastman 非公開場合發言。

第一節　美國

美國在推廣 BIM 上，具有政府官方色彩的機關，實務上是以主管建築資產建設與維護管理的機關為主要推動力量，例如，GSA 與美國退伍軍人事務部（Department of Veterans Affairs，下稱「VA」)。GSA 為了管理美國聯邦政府在國內外的所有建築資產，而 VA 則是需要建造及管理照顧退伍軍人醫療設施，兩個機關都是為了有效建置與管理建築資產而推廣應用 BIM。另外，為了能結合民間資源，美國國家建築研究所(National Institute of Building Science，下稱「NIBS」)，也成立 buildingSmart alliance（下稱「bSa」)，研訂美國國家 BIM 標準(National BIM Standard，下稱「NBIMS」)。

一、美國聯邦總務署（General Services Administration）

National-3D-4D-BIM Program

依據本所 105 年度進行中的「國內外推動 BIM 之策略與成效比較研究」計畫目前所收集到的資料。GSA 在美國負責運營與管理超過 9,600 棟的建築物資產，以及 471 棟歷史資產，尚不包含正在開發中的工程專案，總資產金額超過 500 億美金。為了有效管理龐大的資產與投資計畫，GSA 必需以逐步採用 3D、4D 與 BIM 技術，因此 GSA 於 2003 年開始 3D-4D-BIM 計畫（National-3D-4D-BIM Program)，並要求自 2007 年起部分新興工程專案需開始應用 BIM。GSA 的全國 3D-4D-BIM 計劃重點包括：

- 建立分階段將 3D、4D 與 BIM 導入到主要專案之政策
- 為進行中的資本專案指導 3D、4D 與 BIM 科技的示範應用
- 為進行中的資本專案提供專家協助與評估如何導入 3D、4D 與 BIM 科技。
- 評估產業意願和科技的成熟度。
- 建立專屬 GSA 的推動 3D-4D-BIM 誘因。
- 為推動 3D-4D-BIM 服務建立所需的招標和合約文字

- 與 BIM 供應商、專業協會、開放式標準組織和學術研究機構建立夥伴關係

GSA 推動應用 BIM 所欲達成的最終成果仍為提升資本專案執行過程中的專案品質、降低成本、強化執行效率。其推廣前期階段擬先達成以下各項子目標：

- 提供具相互操作性的建築資訊模型，進行專案的設計概念審查。
- 增加政府專案全建築生命週期的執行效率。
- 提供集中的 BIM 技術應用服務與協助。

GSA 執行 BIM 發展、推廣與應用工作所採行之實施策略包括以下五點，前兩點重心在 GSA 內部作為，後三點則鎖定與 GSA 外部組織合作的措施。

- 推動示範計畫：透過 10 個專案分別測試 BIM 在專案中預期發揮之功能，藉此提高全面推動 BIM 的說服力。
- 強制要求：要求所有在財政年度 2006 的專案接要使用 BIM，以改善設計品質與施工過程。
- 與產、官、學界合作：GSA 的 BIM Guide 產出係仰賴與 BIM 軟體開發商的共同合作，而這些 BIM Guide 協助設計人員建立 GSA 的 PBS 所需的最終概念設計成果並滿足 GSA 的空間計畫要求。此外，在全國 3D-4D-BIM 執行過程中，GSA 持續保持與產業界顧問、標準委員會、學術研究機構、與其它政府部門的密切合作。並發行一系列的 BIM Guide。
  - BIM Guide 01 - Overview
  - BIM Guide 02 - Spatial Program Validation
  - BIM Guide 03 - 3D Laser Scanning
  - BIM Guide 04 - 4D Phasing
  - BIM Guide 05 - Energy Performance
  - BIM Guide 06 - Circulation and Security
  - BIM Guide 07 - Building Elements
  - BIM Guide 08 - Facility Management
- 與國際不動產組織伙伴合作：GSA 與三個國際不動產組織共同簽訂了一份協議，該協議支持 BIM 軟體與系統的開放式標準。共同合作以促進來自不同軟體開發商數位資料的相互操作性與準確無縫的交換。

GSA 首先在 2007-2015 年間推廣應用於設計工作實行階段，要求工程專案繳

交 BIM 之空間計畫，以輔助審核。接下來將推廣應用於全生命週期，即維護管理階段。GSA 是從業主甚至是營運者的角度來思考如何有效應用 BIM，從其發行的指南可以看出，包含了生命周期各階段重要的目標。近來並無太大更動。其中已發行的 01 為 BIM 概論、02-06 主要以 GSA 所要達成的 BIM USES，作為設計與施工廠商製作與執行計畫之參考；07 內容主要為元件規範，目的在於如何建置符合 03-06、08 等各項 BIM USES 資訊需求的 BIM 元件，惟正在發展中。GSA 所推動的全國 3D-4D-BIM 計畫成功地改善了資本專案的交付過程，該計畫不僅成功地減少成本、改善專案品質，更提高了專案執行的準確性與效率[22]。獲得的獎項與榮譽加以肯定。多次獲得了美國建築師協會舉辦之建築實務科技，以及其它建築創新獎項。而 08 內容是在發展 GSA 的全部建築資產管理平台，而這另一個想要應用 BIM 的遠大目標之一，就如同想建立一個數位城市般，GSA 正在規劃一個容納從既建到新建、從 2D 到 3D-4D-BIM 不同資訊豐富程度的資產管理平台。

二、美國退伍軍人事務部（Department of Veterans Affairs）

VA-SPEPS

美國政府有在推廣 BIM 應用的單位中，除了經常出現在文獻中的 GSA 以及美國工兵署[4]之外， VA 也是重要角色之一。其所負責的業務當中，包含為照顧退伍軍人健康而建造與營運醫療設施，為了能有效在醫院工程專案規劃階段提出精確的空問與設備需求規劃，以便從專案一開始即能精確掌控經費預算並保證在醫院完工後能發揮預期的效能與服務品質，VA 底下的「建造與設備管理辦公室」於 2007 年正式開始應用其所開發的「空間與設備規劃系統（VA-Space and Equipment Planning System，下稱「VA-SPEPS」)」來協助規管理醫院工程專案規劃階段中最主要也是最重要的需求報告。VA-SPEPS 是由美國國防部與 VA 共同開發，用於所

[4] U.S. Army Corps of Engineers（USACE)於 2015 年起全面要求應用 Construction-Operations Building information exchange （COBie)，
https://enewsletters.constructionexec.com/techtrends/2014/01/usace-requires-cobie-for-military-construction/

用VA醫療設施的電腦化的空間與設備規劃工具。其可依據所輸入的資訊需求答案，快速地為工程專案建立出一個基本的空間計畫、基於 VA 空間規劃規範的設計計畫（Program for Design）以及設備需求經費預估計畫等三分料，系統背後使用了一系列的數學與邏輯公式，而公式則是基於 VA 的空間規劃規範與設備指南等文件所編寫。系統從 2007 年開始以來，便不斷更新其內容，以便提供所有 VA 工程專案的參與人員更新、更豐富的資訊。

SEPS2BIM

原本的 VA-SEPS 所產出的資料是以文字與表格方式呈現，雖然可供人員檢視，或可作為工程專案下一階段資料輸入使用，但文字表格雖可單純且精確的表達數字上的需求，但尚有許多問題都需等到進行設計圖之後才會發現。為了加強規劃階段設計人員與實際醫療人員的交流，提早發現問題，加強所提出空間與設備需求報告的可行性，VA 結合已應用 BIM 工程專案的經驗，將 VA-SEPS 與 BIM 結合，提出 SEPS2BIM 計畫。SEPS2BIM 的主要功能是將原本 VA-SEPS 所產出的表格資訊，搭配上包含空間與設備的模組化 BIM 元件，方便設計人員快速依照建築量體配置主要醫療空間形成設計 3D 化草圖後，利用數位行動裝置與醫療人員進行更有效的互動溝通，引導實際使用人員提早依其經驗，將問題發掘出來。同時也因為 BIM 空間模組中已包含了必需設備，於是方便設計人員在與使用人員討論調整後，能馬上透過電腦軟體計算出修改後的數量與經費是否與原先規劃相同(如圖 1)。而且因為在規劃階段就開始應用 BIM，所以，經過討論並符合原需求與經費的規畫內容，也更容易傳遞到生命週期中各個階段作為參考。

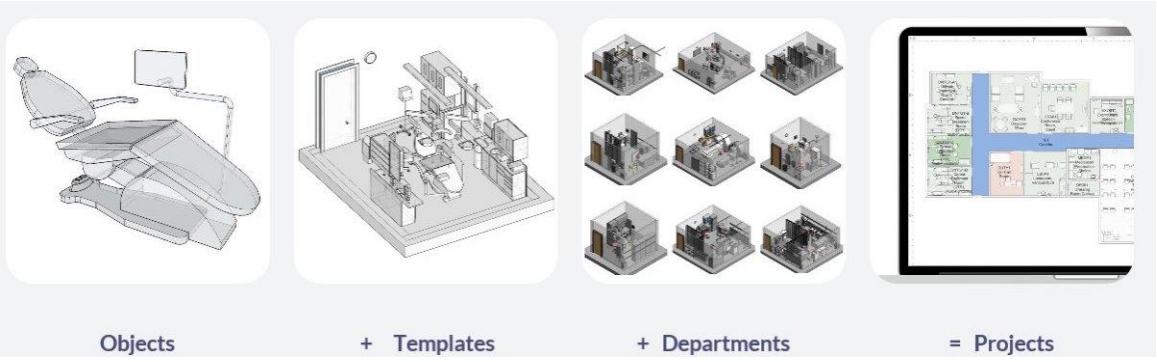

圖 1：SEPS2BIM 示意圖

（資料來源：http://www.sepstobim.org/）

VA 在推廣 BIM 時，為使營造廠商能更快速了解與上手，同時也了解 VA 的專案工程在應用 BIM 時的重點，其主要策略與 GSA 相似，除了推出 VA 的 BIM Guide，此外，也因為對於醫療設備經費掌控與後續的維護管理，也有提出 BIM 元件資訊標準供廠商參考。而 SEPS2BIM 計畫，則是基於業主本身對於所掌理的建築資產，以及必需藉由建築資產面才能提供的公共服務等成本精算與品質提昇的課題上，面向內部作業的效率的改進計畫，在提供更方便的資訊交換工具後，必然會改變 VA 在規劃階段的作業流程，透過 SEPS-BIM 流程相關資訊將轉為 3D 與資料之後，可用於新建工程設計階段的創作與管理作業。

三、buildingSmart alliance

NBIMS

GSA、VA 與工兵署等單位在推動 BIM 上，將重點在於如何協助更有效率、更高品質地達成機關應負的職責，因而相關策略或工具的對象以其內部人員與參與其工程專案的各專業廠商為主，並非以全部營建產業為推廣目標。為了將 BIM 推廣到全美國甚至是全球，在合作研究與推動上，則是由 NIBS 下的 bSa 來負責，其最主要的貢獻即是發布了 NBIMS。本節回顧的重點即在於了解 NBIMS 與 BIM 所需要的社會學變革之間的關係。

參考本所 104 年「國內 BM 技術應用及國際推動情形分析」、105 年「國內外推動 BIM 之策略與成效比較研究」、以及本人 102 年自辦研究「美國建築資訊建標準 NBIMS-US 研究」等報告所收集資料，NBIMS 的發展沿革重點略為自 2007 年發布 NBIMS v1 p1 正式開始，中間經過 2011 年發布 NBIMS-US v2，2015 年發布最新版的 NBIMS-US v3，迄今已有八年，依照其 NBIMS-US 2021 遠景專案小組的規劃，未來預計至少發展升級七個版次。其中第一次發布的 v1 p1 版次之內容僅有標準之訂立精神、流程、預期成果等內容，屬於白皮書性質的文件，並不包含實際標準，從 v2 版次開始才為正式的標準，目前的 v3 版次與前一版架構相同，僅更

新其內容。從 NIBS 內的 bSa 官網所揭櫫關於 NBIMS-US 的核心架構來看，NBIMS 的範圍包含 3 個主要部分（如圖 2），分別為：

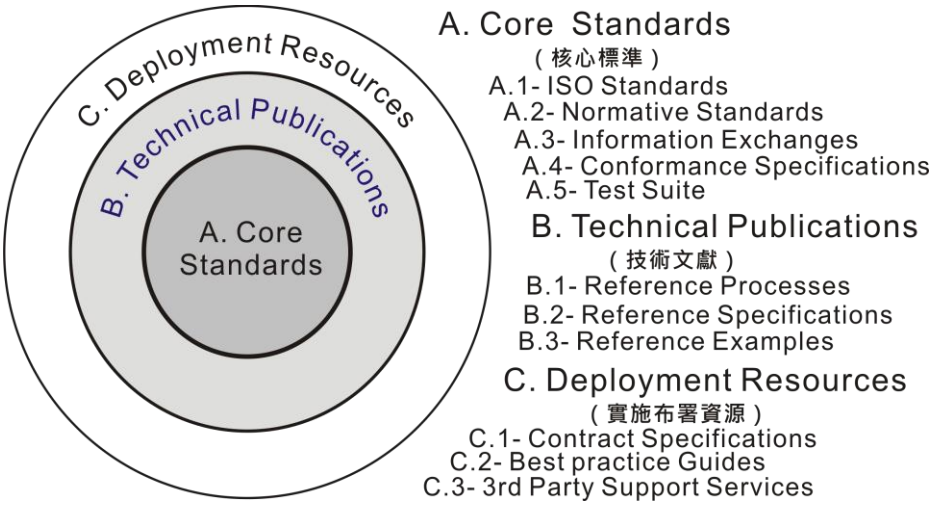

圖 2：NBIMS-US 的核心架構

（資料來源：借鏡國際做法、構思臺灣 BIM 策略、中國工程師學會 10 月號工程月刊）

- 核心標準（Core Standards），如 ISO 標準、資訊交換標準等；
- 技術文獻（Technical Publications），如參考流程、範例等；
- 資源實施布署（Deployment Resources），如契約範本、最佳實務指南等。

從這個標準架構來看，NBIMS 的內容較目前其它有明確對象的 BIM 相關指南、標準都較為複雜，它包含了不同性質、不同對象所需要的文件，換句話說，是綜合性的資訊標準與技術導入指導文件。本研究認為，以上三個層次分別針對三個不同的隱藏對象。核心標準是針對軟體廠商或程式開發人員的標準宣告文件。技術文獻的內容是針對不同的應用目的，也就是 BIM Use[5]，建立資訊交換需求與流程文件，主要對象是使工程團隊中不同專業技師於營建過程中，在正確時刻建立足夠詳細程度之 BIM 模型，以便在不同專業軟體間直接分享與利用，在全球網際網絡的基礎上，形成遠端、跨界合作模式，對工程專案設計及營造作業進行除錯與最優化（optimization），以便達成工程專案需求或目的。而資源實施布署，則是針對業主、專案管理者提供實務文件，它綜合了不同型式的資源，提供專業者用以規劃其執業

[5] 參考美國賓州州立大學所建議，共有 25 種 BIM Use。http://bim.psu.edu/Uses/default.aspx

內容，或是讓業主可以用 BIM 來描述與定義工程專案全生命週期的預期成果。適用於工程專案概念階段（conceptual level）的所有團隊成員，透過這些文件，成員可以建立共識以減少傳統方式常發生的專業間工作衝突。目前在 NBIMS-US v3 版中所含文件及簡介如下：

- Minimum BIM, 2nd Edition （incorporating Minimum BIM – Revised May 2012）—提供適合各種目的且全面性的檢視工具，用以檢視不同成熟度的 BIM 模型，同時也提供業主評估 BIM 有關的模型建置作業與組織內部工作流程。
- BIM Project Execution Planning Guide – Version 2.1—提供結構化的流程，用以創建與實施 BIM 模型建置計畫(Building Information Modeling （BIM） project execution plan，以下簡章 BEP)。此計畫將確使所有工作成員能了解其工作流程結合 BIM 之後所帶來的機會與責任。
- BIM project Execution Plan Content – Version 2.1—規訂 BEP 應有的內容。BEP 需定義工程應用 BIM 的目的，並依其目的細詳設計全生命週期內 BIM 相關作業的執行流程。
- Mechanical, Electrical, Plumbing, and Fire Protection Systems（MEP）Spatial Coordination Requirements for Construction Installation Models and Deliverables – Revised May 2011—提供參與 3D MEP 系統與構件的空間協調作業的營造廠、個別人員參考，以利配合製造與安裝。
- Planning, Executing and Managing Information Handover-2007 – Revised June 2011—提供決策者參考的非技術簡明指導文件，用以發展組織上的資訊應用策略，基於策略的資訊需求定義，能提供符合需求的資訊交付計畫，以及交付計畫的實施方式。
- BIM Planning Guide for Facility Owners—提供結構化的方法，讓組織（特別是設施擁有者）能有計畫地將 BIM 導入其內部作業流程。
- Practical BIM Contract Requirements—其目的在增加 BIM 標準化交付方式，透過仔細定義的一套合約需求、規範與全面性的執行計畫，並搭配有效持續的評核與品質管理程序。

- The Uses of BIM—提供以一般語言定義說明的 BIM 應用目的。以基礎術語與有組織的結構說明建築全生命週期中 BIM 可以應用的用途。如此，團隊成員便可更清楚明確地討論如何將 BIM 應用於其專案中。

在上述 8 項文件中，BIM Planning Guide for Facility Owners 特別以業主（設施擁有者）為主要對象，與本研究的主題 GSL 的主要對象公部門業主較為相近，值得再進一步了解其內容。依其所揭示主要目的為輔導完成以下三項計畫，這看似單純且原則性的三步驟，卻也清楚勾勒出本研究想了解有關實施 BIM 所需社會學變革的輪廓，其內容也為其它國家發展各別指南所參考。英國在發展其推動 BIM 策略時，與美國有關單位如 GSA 等有著合作關係，本研究後續將藉由這個架構，檢視了解英國策略發展背後的精神。

- Strategic planning—評估組織現行條件與能力，提出可行的 BIM 目標、應用目的，以及模型成熟度，同時發展實施 BIM 的過渡計畫。
- Implementation planning—配合組織內部運作發展更詳細的實施計畫。
- Procurement planning—於擬訂 BIM 採購合約需求內容時，應找出並加以考量的關鍵課題。.

NBIMS-US 2021 遠景專案小組

負責擬訂 NBIMS 專案委員會從第一、二版的發展過程中所得經驗認為，如果沒有一個長期的戰略和明確定義的目標和目的，NBIMS 每一個版本的籌備都會陷入組織、計劃和內容變動的危機中，且相當不符合採用該標準使用者之最佳利益。為了避免或限制相關的變動，便組成遠景專案小組負責發展 NBIMS 長遠的目標任務。這個專案小組自 2013 年開始將目標訂在提出 NBIMS-US 2021 （第七版預計在 2021 年） 之 Road Map 與策略等重要事項。換句話說，在營建產內部性質多元複雜，且國家未直接介入推動 BIM 的美國，在單以標準作為工具的情形下，遇到了瓶頸。因此，小組於 2014 年所提出報告中[6]，總結出以下四項必要行動，其中，又再度看到了文化的改變的需求：

[6] Building Industry Vision 2021 A View into the Future:　A case study of the building industry in 2021

- 我們需要一個危機或是命令來啟動改變。許多人宣稱危機已然出現，而我們只需要其它人認清營建產業實際上有多沒效能，以及能產生某些改變的命令—來自上層的命令。政府的命令應已足夠，但命令可以考量用許多不同型式下達。同時，業主需要開始為不斷螺旋向上的營建成本承担部分的責任。
- 我們需要投資相關技術以支持開放格式與開放平台—例如：IFC 及其它格式。
- 我們需要改變我們的文化，從合約協議內容開始，到工程專案團隊組成的方式，其中更要包含 2-3 年的營運支援工作，以便確保建築資產可以發揮其預期應有的效能。
- 我們需要為大量的教育工作儲備基金，即準備一個全新的教育平台，以便：
  - 開啟文化改變。
  - 支持新的技術與新的工作方式。
  - 促使領先者與創新者分享經驗。
  - 支持精實教育（lean education）—原則、方法與行動計畫。

2014 年的這分報告中所建議的一連串行動，將推動 BIM 所需要的社會學變革的層級與範圍明確的提升到了政府，同時也說明了即便是美國也需要像國際間以政府來領導推動 BIM 的模式，以政府命令的力量，不只是讓營建產業有信心，更要促使業主負起應負的責任，教育界協助培育出新一代的 BIM 人才。其中，有關「更要包含 2-3 年的營運支援工作，以便確保建築資產可以發揮其預期應有的效能。」的建議，恰與英國推動 BIM 的目標一致，而英國更以公部門業主、公共工程為主要對象擬訂細詳的行動計畫，即是 GSL—本研究的主題之一。

第二節　中國大陸

中國大陸近來在推動 BIM 上，雖說是由中央政府帶領，但各主要城市如北京、上海[7]等也均有各自的推廣計畫，推動的情形各有千秋。因本研究目的主要針對中央政府層級的推動政策，本段將對目前中國大陸中央政府從 2011 年將推動 BIM 納入第十二個五年計畫（十二五規劃）開始到近期的十三五計畫（2016-2020）之間政策與推動內容的動態，從一開始在不改變現有中國大陸營建管理特質的精神下積極擬訂 BIM 標準，到住房城鄉建設部於 2015 年 6 月 16 日提出「推薦建築資訊模型的指導意見」中提到要解決推進建築業發展和改革，針對當前工程建設管理中存在的問題，可明顯觀察到中國大陸在推動 BIM 上態度的轉變。

一、建築工程資訊模型應用統一標準

2011 年起將推動 BIM 納入第十二個五年計畫（十二五規劃）後，中國大陸即依照「建築工程資訊模型應用統一標準」所訂下的架構，大動作的展開一系列國家 BIM 標準的擬訂工作，而標準擬訂的背後，就代表當時政府對推動 BIM 的態度。

中國建築科學研究院—P-BIM

2011 年起將推動 BIM 納入第十二個五年計畫（十二五規劃）後，次年即由中國建築科學研究院聯合有關單位發起成立 BIM 發展聯盟，積極發展、建置中國大陸 BIM 技術與標準、軟體開發創新平臺。依聯盟在 2013 年北京 APEC 中所發表的簡介，其發展的過程主要參考美國 NBIMS 精神，提出 Professional BIM 的概念，簡稱（P-BIM），即利用 BIM 技術改造並提升現有營建專業技術和維護管理之相關軟體，而目前刻正進行建築模型資訊交付標準擬訂工作。BIM 發展聯盟於中國大陸「建築工程資訊模型應用統一標準」計畫項下，動員許多人力資源，依其所研訂的中國 BIM 標準體系，啟動了 21 部 P-BIM 系列標準的編制工作。中國 BIM 標準體系的精

[7] 上海市城鄉建設和管理委員會、「上海市建築資訊模型技術應用指南（2015 版）」對於上海的 BIM 政策有具體指導措施，以及重點專案的測試、BIM 技術在企業層面的廣泛推廣和普及應用。

神在於建築產業的資訊化特別需要在不同段階、不同專業間的資訊傳遞標準，意即需要建立一個所有專業的標準語義與資訊交換標準，否則將無法完全實現 BIM 的優勢與價值。此外、BIM 標準對於建築產業的資訊化具有積極的促進作用，特別是涉及企業組織內部的業務資產與資料管理軟體系統，均依賴標準化的基礎資料、模型，始能將建築資產管理作業精緻化。

在作法上，聯盟認為中國大陸建築工程特有行政管理與技術管理色，若要模倣先進國家的 BIM 標準必然難以適應國情，所以，許多人認為可用的 BIM 標準應該在今後十年甚至更長時間。更多人認為國家應開放數據與變改技術管理辦法，才能有效推廣 BIM，但聯盟認為前述想法只能是一場緩慢改變，且難以改變局面。而基於專業應用軟體與 BIM 技術結合產生的 P-BIM 可以完全符合中國大陸工程管理特色，具有廣泛實用基礎，其推廣應用無需政府（過多的）變革現行管理辦法。

本研究認為，簡而言之，聯盟的推動構想是由結合標準與軟體兩者，聯盟從管理行政、實務中彙整各種應用目的，各階段所需的資訊需求，作為配合國情的依據。並將前述資訊需求，依照 BIM 模型不同細緻度的分級方式，分別彙整後編成標準，供軟體開發商參考。另一方面，不同軟體開發商再依照資訊需求標準，開發可以建置出可相互交換應用模式的建模或運算模擬軟體，以便設計、施作出符合國家規定的建築物，同時可產出政府行政管理所需圖文資料。以聯盟目前已經發布的標準草案的徵求意見稿來看，本研究認為其內容多以模型內容要求為主，並依照政府法令規範將所需求的資訊加以分級分類彙編成參考表格，例如在「綠色建築設計評價 P-BIM 軟件技術與信息交換標準」中，即是要求模型應包含規劃、建築、景觀、結構暖通、電氣、給排水等 7 個專業任務子模型，其中建築設計模型還可再分為外殼、內部構造、建築物理模型等，並接著要求物理模型應包含自然採光質量、自然通風質量、室內噪音質量等必需數據。此外，同時規定軟體需滿足中國大陸現行「綠色建築評價標準」、「綠色建築設計標準」要求，同時能夠符合標準要求的數據讀入、智能信息檢查、交付文件等要求[8]（詳附錄）。

[8] 中國 BIM 發展聯盟自 2015 年 6 月起迄今已在其官方網頁上公布了 20 多部 P-BIM 標準徵求意見稿。www.bimunion.org。

中國建築設計院有限公司—建築工程設計資訊模型交付標準

除了上述的 P-BIM 軟體資訊交換標準，即資訊與功能要求之外，中國大陸的建築工程資訊模型應用統一標準中有關建築資訊模型分類編碼以及交付標準等部分，則是交由中國建築設計院有限公司（下稱「中國院」）旗下的 BIM 設計研究中心來執行。BIM 設計研究中心成立於 2012 年，完成的專案類型包括辦公建築、研發中心、酒店建築、綜合體、博覽建築、學校、資料中心、辦公研發生產園區、海外項目等，為實踐、研發與推廣的重要推動力與交流視窗，也是中國大陸 BIM 設計領域集生產、技術服務與研發的領先設計團隊之一。

中國院應用 BIM 發展過程，始於 2004 年的國家體育場（鳥巢）工程，之後便 2009 年起在多個不同工程中試著應用 BIM 整合各個專業、各設計階段過程（方案深化設計、初步設計、施工圖設計）。2012 年則更進一步嘗試了在規劃與設計、招標採購、施工各階段深入應用 BIM 與研究。在累積了相當的應用 BIM 設計規劃實務經驗，中國院認為，隨著 BIM 技術在設計、施工等階段的深入應用，逐步取代目前的傳統 CAD 二維工作模式，將成為工程建築行業的必然趨勢。而這樣的「模型=圖紙」的設計模型向施工階段傳遞，會逐漸影響專案的施工招標、施工管理，逐步實現專案的智慧管理、智慧施工、智慧運營。中國院逐漸從一個 BIM 的使用者轉變成了使用者兼開發者，在參與國家 BIM 設計標準的編寫工作時，即是分享實踐的部分經驗和部分組織內部標準，推動 BIM 技術的發展。[9]

就如同上面所提到，中國院具有是 BIM 應用設計實務經驗的單位，因此由其所發展的標準，相較於 P-BIM 的對象為包含了軟體開發商與一部分的建築專業人員外，則，建築工程設計資訊模型交付標準則明顯的是針對參與應用 BIM 工程專案的主要參者。其目的是說明模型所需具備基本規格，協助各專業者以此為溝通基礎，依照專案的需求，擬訂出更詳細的要求，以便協同工作，主要內容有：

- 術語和符號—解釋與說明，作為人員溝通的基礎。
- 命名規則—模型內參數的命名、模型檔命名等規則，方便統一管理。
- 建築工程資訊模型要求—總體要求、模型精細度（LOD）、信息細微性、

[9] 節錄自其中國建設科技網頁，www.build.cn/item/8496.aspx

建模精度。

- 建築經濟對設計資訊模型的交付要求—對於支援施工圖預算、工程量清單與招標控制價等模型要求之特別說明。
- 建築工程設計專業協同流程和資料傳遞—建築資訊模型策略書、碰撞檢測、資料狀態標識、資料傳遞。
- 建築工程資訊模型交付物—對於完工後應滿足使用需求且應充分表達專業交付資訊集合的要求說明。

二、住房城鄉建設部—推進建築業發展和改革

住房城鄉建設部關於推進建築業發展和改革的若干意見

2014 年 7 月 1 日發布的「住房城鄉建設部關於推進建築業發展和改革的若干意見」在建築業管理的改變的態度上，與 2011 年聯盟剛開始擬訂 P-BIM 標準時對於建築業改變緩慢，需時 10 年以上的保守看法，有著更為積極的想法。尤其是文件中提到「為解決推進建築業發展和改革，保障工程品質安全，提升工程建設水準，針對當前建築市場和工程建設管理中存在的問題」，在中國大陸目前的統治制度下，更是可視為與推動 BIM 所需的社會學變革之間的相互呼應，相關的具體之作法有：

- 促進建築業發展方式轉變—推動建築產業現代化、構建有利於形成建築產業工人隊伍的長效機制、提升建築設計水準、加大工程總承包推行力度、提升建築業技術能力。
- 加強建築業發展和改革工作的組織和實施—加強組織領導、積極開展試點、加強協會能力建設和行業自律。

推薦建築資訊模型的指導意見

在前述政策的宣告下，住房城鄉建設部 (下稱「住建部」) 更進一步在 2015 年 6 月 16 日提出「推薦建築資訊模型的指導意見」為中國大陸各級單位推動 BIM 工作下達了更為詳細的工作內容。首先，各級住房城鄉建設主管部門是 BIM 推動的主管單位，重點在制定 BIM 應用配套激勵政策和措施，扶持和推進相關單位開展 BIM

的研發和整合應用，研究適合 BIM 應用的品質監管和檔案管理模式。其次是進行投資，要求有關單位和企業，即建築資產建設、勘察、設計、運營維護單位與施工、總承包的企業，要根據實際需求制定 BIM 應用發展規劃、分階段目標和實施方案，合理配置 BIM 應用所需的軟硬體，換句話說，政府對推動 BIM 的態度從僅擬訂標準即可的態度，轉變成更為全面、更開放投資，以便朝向改進傳統專案管理方法，建立適合 BIM 應用的工程管理模式。而所謂適合 BIM 的工程管理模式，先要構建企業級各專業族庫（即元件庫），再逐步建立覆蓋 BIM 創建、修改、交換、應用和交付全過程（即全生命週期）的企業 BIM 應用標準流程。

從前面所宣示的元件、流程標準等可以觀察到，已經與 2011 年時所規劃的標準擬訂構想範圍不同，特別是強調建立 BIM 全過程的想法。除了強調需要新增的軟硬體投資外，人才的部分也提出了多樣且彈性的手段，通過科研合作、技術培訓、人才引進等方式，推動相關人員掌握 BIM 應用技能，目的也在於快速、全面地提升 BIM 應用能力。指導意見中，雖也針對各相關單位及企業個別設定了應有的工作重點，但本文件性質屬「推薦指導意見」，因此所謂的工作重點僅就目前國際間可行且預計應達成的 BIM 應用目的作一整理，並無如何達成的詳細建議。例如，本研究所關心的公部門業主（即建設單位與運營維護單位），其工作重點簡而言之就是全生命週期的全面應用。對於中國大陸的領導方式而言，在中央政府已然指出目標的情形下，各下級單位均會在現有條件、資源下提出相對應的成果，就如同 2011 年所提出的建築工程資訊模型應用統一標準，目前也依規劃完作了二十多項的標準徵求意見稿。更何況這篇指導意見，配合建築產業發展與改革，應用的範圍更廣、權限彈性更大，應可期待會對中國大陸推動 BIM 所需的社會學改變帶來可見的成果與深遠的影響。接下來要簡介的中國建築設計院有限公司—CBIM 整體解決方案便是一個實例。

中國建築設計院有限公司—CBIM 整體解決方案

上一段提到住建部已對建築產業宣示推動應用 BIM，其中對於設計單位所設定的重要工作為研究建立基於 BIM 的協同設計工作模式，根據工程項目的實際需求和應用條件確定不同階段的工作內容。開展 BIM 示範應用，積累和構建各專業族庫，制定相關企業標準。而中國院於 2015 年所提出的 CBIM 整體解決方案即是呼應述

重要工作的成果之一（如圖 3）。

圖 3：中國院 CBIM 架構圖

（資料來源：http://www.cbim.com.cn/main/solution）

中國院藉由完成的 BIM 設計項目的經驗，包含居住建築、辦公建築、酒店建築、商業建築、體育建築、觀演建築、交通建築、醫療建築、資料中心等多類型等。從 BIM1.0 關注技術的可實施性，到 BIM2.0 關注技術實施的方法，2015 年中國院提出他們的 BIM3.0-中國本土化 BIM 整體解決方案，分享中國院這套經過多項目測試、實踐、總結的整體解決方案 CBIM。CBIM 整體解決方案為 BIM 技術導入包套服務，主要功能有四大部分，分別為設計工具、設計協同平台、企業雲、培訓服務等。其中 BIM 元件庫（構件族庫）是屬於其設計協同平台的「工具」功能之一，其目的在於提供組織內部放置各類設計生產過程中需要用到的插件工具、構件族庫、文檔模版等，以方便組織內部跨專案共享資源。另外，協同作業平台的若要能為從未應用 BIM 的組織快速發揮功能，可行的方法之一，即是預先植內一套已經運行過的流程。而在 CBIM 中，即是植入了中國大陸的國家標準、中國院的實踐經驗、流程控制經驗、成果交付經驗。若中國院為了應用 BIM 而對於內部組織作業流程進行了改變，那麼植入了中國院經驗的 CBIM，則會將誘發改變的種子植入每一個使用 CBIM 的設計單位。惟目前正在初期宣導試點應用中，尚無法了解實際導入時，該院是否會一併提供常用元件，或僅是提供空間機制由申請導入者自行運用，而種子是否會順利發芽，實有待後續觀察。

第三節　新加坡

一、主要推動單位

Building & Construction Authority（下稱「BCA」）為新加坡負責推動 BIM 的單位。BCA 的主要任務為「型塑一個安全、高品質、永續以及友善的居住環境」，同時「為新加坡帶來一個面向未來的居住環境。」，以所用「型塑（shape）」一詞，也指出其業務性質並非直接辦理工程專案，而是類似我國行政院公共工程委員會（下稱「工程會」）與建管單位的複合體，透過指南、規範、標章等監管方式來間接型塑居住環境。其中較熟悉的即是新加坡的綠建築標章—BCA Green Mark，而根據其 2014/15 年報 BIM 是屬於提升營建生產力的成果之一。

新加坡土地及人力資源較少，需要吸引良好國際企業投資、依據經濟部全球台商服務網的資料，新加坡目前並無成套投資法規，採行企業自由與門戶開放政策，以鼓勵外人投資。外國人在境內設立公司，雇用外籍員工須先經批准，但其外勞政策非常寬鬆，且將盈餘和資本匯回都不加限制，且對於技術創新設有投資獎勵措施。跨國公司所帶來的科技和國際市場行銷網路對新加坡經濟成長貢獻很大。目前有超過 26,000 家外國公司，其中許多係來自美、歐、日的跨國公司（MNCs：Multinational Corporations），在新加坡設立產銷據點或分支機構，從事商品製造銷售或提供技術服務，以就近供應亞太市場。對於推動 BIM，新加坡也是採取類似的態度，以命令、補助、輔導等軟硬兼施的方式，使其境內的營建產業快速、且大量採用 BIM，營建 BIM 發展環境，同時也預期能如同其它產業般，使新加坡成為 BIM 技術集中地，並對亞太市場提供技術服務。

二、BIM 的發展路徑圖

自新加坡政府推動 BIM 發展迄今，在 2010 年 11 月與 2015 年 7 月分別發布了皆為 5 年期的 BIM 發展路徑圖，清楚呈現了新加坡政府的 BIM 政策發展方向。第一版發展路徑圖（2010-2015）先列出全體營建產業對推動 BIM 需要面對的挑戰，

例如需求、技術人力、軟硬體資源等，提出政府初步克服挑戰的策略（如圖 4）。在推動 BIM 建照電子申請上，提出許多獎勵支援措施，例如對於建築師事務所或顧問公司的 BIM 軟硬體採購費、BIM 教育費、及 BIM 系統導入等所需人事費等，給予最高半額補助。並於 2014 年 7 月起要求樓地版面積在二萬平方以上的工程案開始應用 BIM，透過大量應用了解政策上需加強或修改的地方；第二版發展路徑圖（2016-2020）則從前一階段所反應的經驗，配合專案全生命週期觀點探討使用 BIM 時的重點工作及發展策略（如圖 5）。

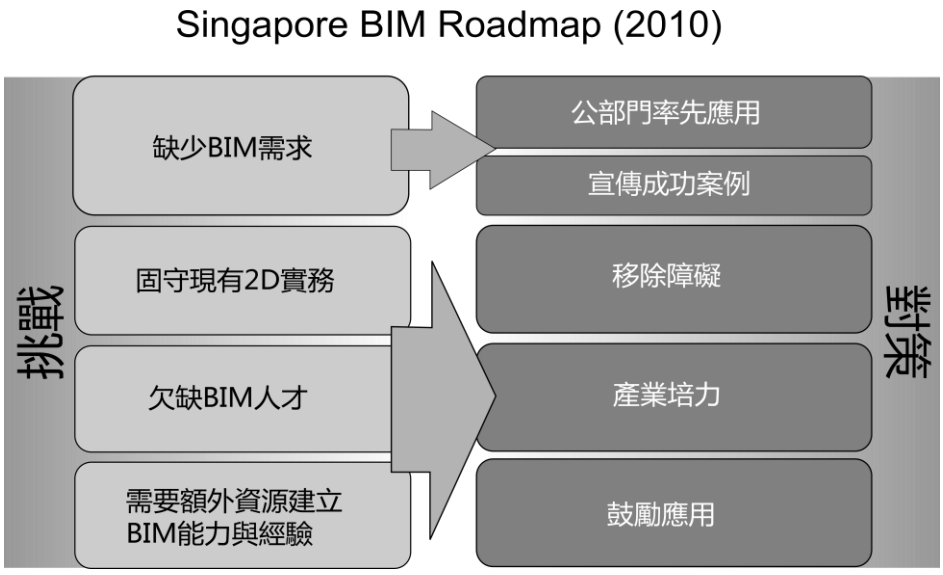

圖 4：新加坡第一次 BIM 發展路徑圖

（資料來源：借鏡國際做法、構思臺灣 BIM 策略、中國工程師學會 10 月號工程月刊）

圖 5：新加坡第二次 BIM 發展路徑圖

（資料來源：國內外推動 BIM 之策略與成效比較研究）

在第二版發展路徑圖中可以發現對象側重在業主(開發商)、顧問、主要承包商、各專業承包商以及維護管理業者等，包括了以下之實施策略，分別探討如下：

- 將以 BIM 為基礎的合作貫穿虛擬設計與營建：重點在於發展以 BIM 為基礎的採購方法與合約條件，目的在於達到 BIM 資訊模型無礙、有效傳遞，換句話說，也就是現行的採購方法是推動 BIM 的障礙之一。其次是持續推動應用 BIM 進行工程計畫繳交與審查，以便改善 BCA 自身建築開發管理作業。最後有關專案合作的資金挹注比例由 50%提高到 70%，可能是對特定應用目的或專案加大力道以尋求突破。
- BIM for Design for Manufacturing and Assembly（下稱「DfMA」）：執行 BIM 在製造與組裝設計研究，發展 DfMA 所需的 BIM 指引。利用 BIM 的優點，逐漸以工廠作業代替現場作業，可以提高工程效率品質，同時減低對周遭的干擾，是應用 BIM 未來的主要趨勢之一，英國也將 DfMA 納為應用之一。
- 在各種層級發展新的訓練計畫：第一階段訓練原規劃只有三種層級，即模型管理者、協調者、建置者。第二階段的再加強對領導階層，雖然在現行的新加坡 BIM 指南中已有協助企業組織導入 BIM 的文件，但 BIM 除了軟硬體投資之外，尚有社會學變革的部分，故在補助經費外，仍須協助領導人認識 BIM 的優點才能完全啟動 BIM 的導入。而對中階管理人則強調專案團隊與合作的訓練，應也是加強實務經驗傳承，對技術階層（technical level）人

員則協助除了能操作建模軟體之後，更能理解施工之前的元件及作業協調工作。

- BIM 輔助設施管理及智慧城市：就如同其它先進地區應用 BIM 的趨勢般，將來預期將會與智慧城市相聯結。除了原有的管理人員外，新加坡特別強週還要將建築物所有人與使用人納入 BIM 輔助設施與資產管理的成員中，使其了解 BIM 對建築設施維護管理的貢獻，同時也將擬訂設施管理使用 BIM Essential Guide。
- 研究與發展工作：透過新加坡國立大學及南洋理工大學新設之卓越中心（Center of Excellence）持續研究，服務業界的需求與協助，例如 GPEs 單位（government procuring entities，也就是公部門業主）採用 BIM 技術。

從第二階段的推動業務要點看來，雖然較具體重點在仍於設計施工階段的應用，，並將未來放在智慧城市上，但深究其實際工作內容，新加坡也在朝向造成 BIM 社會學變革的進行。首先是認為現行的採購方法是推動 BIM 的障礙之一，改變需從此開始，其次是除了再度強調 BIM 應用於建築資產營運使用階段的重要性之外，更加強企業領導者、建築資產所有者（包含公部門業主）、使用者等角色的參與程度，期望營建產業在加入新角色、新期待之下能開啟變革。本研究認為，將擬訂設施管理使用 BIM Essential Guide，其內容應是以 Construction-Operations Building information exchange （下稱 COBie）資訊交付格式標準為主，但未來需要注意觀察的還有是否會將目前已有的綠建築標章的 Facility Management （下稱 FM）人員認證與 BIM 結合，其角色的重要性是否將會成為設計、施工階段的參與者之一，就如同本研究的研究重點之一，英國 GSL Champion。

第四節　日本

在 BIM 的推動方面，在之前已有推動 CALS/EC[10]的經驗，在新 IT 政策下可為 BIM 推動之重要參考。日本的超級綜合營造業者因多以統包方式承包工程，在 BIM 的應用上容易累積經驗，但也型成各自有其系統的現象，就如同國內的大型工程顧問公司及營造廠一樣，對於國家推動整體營建業在 BIM 的應用落實上扮演重要角色，同時，他們也慣於與學校合作密切，更容易自主發展。此外，日本建築家協會(JIA)於 2012 年出的「BIM Guideline」(BIM 指南)。國立研究開發法人建築研究所於同年「建築物符合技術基準與否之合法性審查所需電子申請等技術之研究」、2015 年開始目前正在進行中的「以 IFC 表達建築法規審查所需資訊方法之研究 (建築確認審査で参照する情報の IFC 表現方法に関する調査研究) (武藤正樹等),針對設計、施工、竣工及使用等各階段的電子申請案件的建築物之適法審查，進行利用 BIM 技術之研究開發，同時探討 BIM 資料的標準規格。相較起來官方的推動力道就比較沉穩、謹慎。

一、官廳營繕工程開始導入 BIM 之計畫

日本在「國土交通省 CALS/EC 行動計畫 2008」下，於 2010 年開始嘗試著於官廳營繕工程的基本設計階段採用 BIM，2010 年 3 月發佈「官廳營繕工程開始導入 BIM 之計畫」，目的是藉由從設計施工到維護管理的整個過程中一貫使用 BIM，俾助於設施整備保全有關行政成本的降低、官廳設施品質的確保、及使用官廳設施之顧客滿意度的提昇。導入計畫預期能透過應用 BIM 對自身營繕業務帶來三樣改善，即設計內容可視化、建築資訊輸入與整合可行性確認、各建築資產資訊統一化。設計內容可視化可提高設計的透明性與說明性，可供各參與者溝通決策參考；資訊輸入與整合可提高設計效率、效能，提出符合官廳施設必要性能的設計內容；資訊統一化可透過設計、施工階段建置 BIM 模型，靈活應用於設施管理者進行個別設施運營管理，或是整體官廳設施的 Facility Management。

[10] 日本之「公共工程支援統合資訊系統」

為推動 BIM 並實際了解其效能，同時作為擬定指南的依據，日本國土交通省目前在其官網上分享了三個案例應用 BIM 於設計、施工階段的經驗與成果，分別為。

- 新宿勞動綜合廳舍（新宿労働総合庁舎）
- 靜岡地方法務局藤枝分處（静岡地方法務局藤枝出張所）
- 前橋地方聯合廳（前橋地方合同庁舎）

各案均分為以下四個階段，分別試用 BIM 常見的用途，

- 基本設計方針策定階段—以外部量體、日照陰影、風環境、內部使用區劃的可視化。
- 基本設計階段—以自然採光、室內陰影、室內熱環境、通風模擬。
- 實施設計階段—室內色彩計畫可視化、施工圖檢討，以及模型共享。
- 施工階段—設備管線設計與衝突檢討、建物使用說明書，工地安全、施工場所調度、施工 4D 模擬。

二、官廳營繕事業 BIM 模型建置與運用相關指南

官庁営繕事業における BIM モデルの作成及び利用に関するガイドライン

官廳營繕部在 2014 年擬訂 BIM 指南，並建議自該年起的營繕工程（設計、施工）均可應用。而其它工程若經承包商自己判斷，或根據技術方案進行技術審查等需應用 BIM 時，也可適用。未來將持續累積應用 BIM 指南實例，並向其它公部門業主廣為宣傳。並繼續穩定努力，期待建築產業相關 BIM 的普及與發展。2015 年正式發布指南，其要點為列出 BIM 模型建置與其後運用有關的基本思考方式、注意事項以及預期效果。

- 澄清 BIM 應用目的、「技術檢核」的範例，如模擬、內外觀彩現、衝突檢討等。
- BIM 模型建置時內含元件的細詳程度，如柱、樑、樓版等。
- 了解 BIM 可應用目的及使用方法，以便確實獲得所希望得的效果。
- 提出 BIM 模型內各元件及詳細度範例，提高承包商 BIM 模型建置效率。

官庁施設情報管理システム（BIMMS–N）

根據之前的研究方向追綜，目前在日本政府公共工程應用 BIM 的發展上（特別是建築資產），近年內最主要的動態之一，應是前述有關官廳營繕的導入計畫，但卻限於設計施工階段，探究其原因，應是在綜理官廳建設事務的國土交通省大臣官房官廳營繕部已於 2015 年另進行一個有關運營管理的電子系統—官庁施設情報管理システム（BIMMS–N）計畫（如圖 6），用以收集中央政府各省各廳建築資產運營資料，功能包含集中所有建築資產資訊方便保存、更新與統計調查，保存各項安檢、維護檢修紀錄，能源消費傾向分析等，而這些資訊也可視為廣義的 BIM 之一，未來是否會與目前應用 BIM 的經驗結合，相當值得注意。

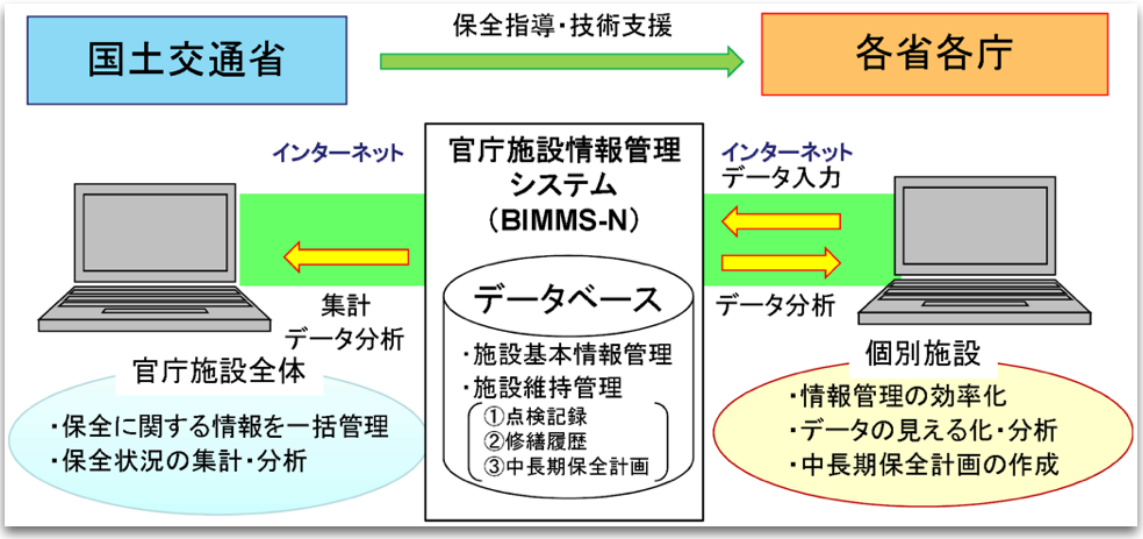

圖 6：日本官廳施設情報管理系統構架圖

（資料來源：官庁施設情報管理システムを活用した個別施設計画策定・運用マニュアル）

第五節　小結

以為資本自由的美國開始希望政府來命令，以為僵固的中國開始宣告改革、以為將會沉寂的新加坡開始進行第二階段、以為沉默許久的日本突然建立官廳營運資訊平台，雖然各自的起點不同，但都朝著同一個方向行動，因為他們都發覺了 BIM 所需的社會學變革，也被這個變革所推動。

美國公私部門在合作推動下，發現 BIM 之所以能增進永續建築效能的理由在於貫穿全生命週期的資訊流，因而要擬訂各種主要建築資訊模型用途，建置資訊交換標準，供業主、建築師、專業技師以及承包商有共同的行為準則，同時讓 BIM 軟體商開發出符合需求功能的軟體程式等目標才是剛開始，接下來，如何藉由政府介入改變現有的營建文化，使正確且適當的資訊能在恰當的時間交到需要的人手上，真正實現最具效率與效益的資訊傳遞，才是真正的課題。

中國大陸從一開始參考美國技術，在保有其建設管理特質條作下，所提出 P-BIM 概念並進行相關軟體資訊交換標準，以白話方式（Plain Language）彙整來自於各項建設法令規範，詳細列出所需求項目，以軟體輔助進行檢討。政府目前也提出了「為解決推進建築業發展和改革，保障工程品質安全，提升工程建設水準，針對當前建築市場和工程建設管理中存在的問題」的建議。

新加坡更是加大輔助資金挹注比例由 50%提高到 70%，可能是對特定應用目的或專案加大力道以尋求突，發展以 BIM 為基礎的採購方法與合約條件。也再度強調 BIM 輔助設施管理的重要及與智慧城市的連結，將建築物所有人與使用人納入 BIM 輔助設施與資產管理的成員中，使其了解 BIM 對建築設施維護管理的貢獻，同時也將擬訂設施管理使用 BIM Essential Guide。

日本官廳營繕的導入計畫，雖限於設計施工階段，但卻在 2015 年另起爐灶，進行一個有關運營管理的電子系統—官庁施設情報管理システム（BIMMS–N）計畫，用以收集中央政府各省各廳建築資產運營資料，未來是否會與目前應用 BIM 的經驗結合，相當值得注意。

營建產業的變革速度較慢，不是今天才有的事，但技術發展與應用到某一程度，

才會了解、衝撞出社會學變革的需求與重要性。而「某一程度」，指的是應用項目的需求愈來愈多，朝向全生命週期邁進；另一方面則指使用技巧愈來愈成熟，迸發出的新型態應用。而新增與新生的應用與現有模式間發生衝撞，就如同 Uber 對國內計程車行業的衝擊一般，政府只有拒絕一途嗎？

隨著 BIM 全球發展的趨勢，國內中央及地方政府也大力推動 BIM 的應用，在推動初期也與其它國家地區相似，相對於建築全生命週期多以點狀發展為主，或者可說更為分散，例如臺北市政府於 2010 年開始進行 BIM 技術導入建築管理、新北市政府於 2012 年將 BIM 技術應用在運動中心的新建工程、同年本所開始進行相關研究、內政部營建署於 2014 年開始執行數個代辦建築工程案中應用 BIM、工程會於 2015 年成立「公共工程運用建築資訊建模（BIM）推動平台」等，顯示出中央政府單位動作相對較慢，且實務上較偏重設計、施工階段應用，反觀地方政府動作雖較快，卻未能先以應用到全生命週期的需求為主，而先朝向輔助建築開發管理的方向發展。國內一直欠缺一個整體行動的感覺，參考前面回顧各國動態的，原因之一，可能在於目前的重點仍在技術上，而尚未涉及工作文化的變革推動。一般而言，工作文化指的最主要是營建工程採購模式，以及受到採購模式所影響的建造流程等兩大部分，工程完成後的功能與品質會反映出不同工作文化的特質。不過，不論是前述幾個重要推動機關，或是其它學術單位、民間團體，近來都開始了解到 BIM 應用的下一階段，應是朝向維護管理階段，才能完全獲得 BIM 所能帶有的好處。於此同時，也會帶更廣的社會學變革。

從前面幾個國家地區對於推動 BIM 的動態，可以發現維護管理、業主、所有者、使用者等幾個重複浮現，並被強調的用詞，對於 BIM 所帶來的衝擊，其因應的方法之一，或可參考美國 NBIMS-US 2021 遠景專案小組所提出來的建議：「我們需要改變我們的文化，從合約協議內容開始，到工程專案團隊組成的方式，其中更要包含 2-3 年的營運支援工作，以便確保建築資產可以發揮其預期應有的效能。」美國 GSA 的終極維護管理平台、美國 VA 的 SEPS2BIM、中國大陸的 CBIM 等都是相近的解決方案，但是，這只是目標與成果，我們需要瞭解實際上要如何進行，目前看來，英國 GSL 似乎是最詳細的解答之一。

第三章　英國 BIM+GSL=DBB

從上一章關於國內外推動的動態回顧已經約略得知，關於推動 BIM 所需要的社會學變革部分，會因為推動者的身分、角色，推動目的、進程等不同因素，呈現在推動策略中的面貌與方式都不儘相同。多數而言，其必需參與的角色與功能尚不明顯，作業內容亦較簡略且屬原則性說明。不明顯的原因可能在於社會學變革潛藏於推動者內部的活動，不必然對外展示；另一方面，若以營建業整體為推廣對象，則因為業主及工程專案的性質範圍廣泛，過於詳細的指導文件並不可行、也不經濟。但這並不代表社會學變革不重要，因為它不只是成為主要推動者組織內部的活動，更是推動團體的未來主要工作之一。所以相反的，更突顯出推動 BIM 有關的社會學變革需要進一步探討研究的價值。

目前國內在 BIM 的推動上，仍需要倚賴政府的領導，除了本所刻正進行相關研發推廣外，工程會、營建署、部分直轄市政府也企圖透過公共工程來推動，技術應用發展之成果有目共睹，也獲得美國資采學者的認同。在此同時，是時機考慮下一步要如何進行，從前一章的回顧可以很明顯的看出來，接下來需要從 BIM 所需的社會學變革下手。本所已在去年開始參考新加坡文獻進行 BIM 協同作業指南擬訂研究，其中便包含了業主導入 BIM 指導的文件[11]。惟因其對象較為廣泛，若以作為政府推動政策的有效工具之一來看，需要將對象限縮在能起到代表性效用的團體，同時也要將內容依其組織需要達到目標再充實，以增強政策的可行性。前面有提到，對國內而言，但公共工程的應用應可成為推動 BIM 的重要角色，並可成為未來整體的推動政策的主要手段之一。因此，若要尋找合適的角色，還是非公共工程之公部門業主莫屬，而這時候，英國政府所發布的「政府軟著陸計畫(Government Soft Landing，GSL)，正好是英國政府以提升公共工程（尤其是建築資產方面）的營運效能與服務品質為目的，協助其公部門業主進行應用 BIM 所需的社會學變革，而提出的計畫，計畫的重點在於提供了詳細的指導說明，包含應有的新增的人員角色、工作流程等，

[11] 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報告，2015。另外，臺大土木工程資訊模擬與管理研中心也發布業主 BIM 實施方針之指引（2015），http://bim.caece.net/pbl_detail.php?id=16&frompage=1。

可說是目前為止，公開在政府網站中相當詳細的指導文件之一，恰為我國推動 BIM 下一步的參考。

社會學變革在組織的層面上會與人員角色、工作流程等的變動有關，而其變動的動力來源即是組織目標的重新定義與衡量，如此，方得師出有名。同理，英國 GSL，也從重新定義公共工程的價值與範圍出發，而對公部門業主應用 BIM 所需進行的社會學變革—組織文化—工程專案的規劃設計階段的人員角色、活動流程指導。因此，若要完整探討英國 GSL，以便能真正對國內推動策略有實質的影響，便要自英國如何重新定義公共工程價值開始，才不會陷入見樹不見林的困境。接下來，本章將自英國如何參考美國推動過程，將之轉化為以中央政府主導的政策，開始思考應用 BIM、擬訂 GSL，到 BIM level 3 結合其它政策形成對居住環境（Built Environment）數位化的新政策脈絡。了解英國如何重新看待公共工程建築資產應有的價值，GSL 以那些手法來支持公部門業主在投資建築資產可以產生所需的價值，最後再從其試辦案例的成果來檢視與討論實際執行上的成效與課題。以便下一章就國內推動 BIM 的過程進行比較，以便從更高的角度了解，提供國內推動藍圖參考。

第一節　Digital Built Britain

英國推動 BIM 技術以及營建產業變革時，除了用推與拉的手段之外，更重要的是英國想要為其營建產業進行建立新的 Game-Changing Business Models，在這個新的模式之下，將市場的範圍擴及歐洲、甚至中國大陸。何謂 Game-Changing Business Models，以大家可能相當熟悉的音樂市場為例，以往音樂創作者必須透過唱片公司賣歌曲，而消費者也只能以專輯的方式購買歌曲。但在音樂的載體從 CD 變成 mp3 之後，藉由資訊科技 Apple iTunes Store 打破了唱片公司與專輯的限制，創作者可以透過網路平台直接與消費者接觸，消費者也可只購買想要的歌曲。但改變不只如此，之後的 Spotify 更進一步改變，提供消費者更大的選擇，可以租歌曲，而且只要固定費用，即可租到平台內提供的所有歌曲。數位革命的下一個階段已經開始，其已經開始轉化零售、出版、旅遊和金融服務，如今數位技術正在改變我們規劃、建設、維護和使用我們社會和經濟基礎設施的方式。BIM 將會為營建產業帶來類似的變革，而英國正在為這個變革預作準備，同時也在催化這個變革。

英國是目前將 BIM 視為徹底改造其營建產業，提升其效能，為人民提供更好的居住環境的契機與工具之一。英國認為「從過去 1964 年的 Banwell 報告，多次檢視營建業的表現，顯示英國以交易性的、戰術性的方法來設計和建造基礎設施是次優的。在成長期間經歷持續的成本上漲和市場波動，與其他資本交付產業相比，顯示出營建業的效率仍然是低的。」也就是說，英國早已認為其國內現有營建模式並不是最好的且需要變改，但當時尚無出現可改變現有模式的技術或工具。

直到 BIM 的出現，以及其所帶來的嶄新的資訊儲存、交付能量與能力，讓資訊可以更精確、更方便的流通，同時也為營建產業傳統模式帶來改變的契機。英國政府緊握住這個機會，這個近一甲子來逐漸展露的機會，除了為國內提升居住環境公共服務品質外，並企圖將累積的經驗實務轉化為技術服務、甚至相關建材設備輔出到國外，擴大市場、創造更高產值。正所謂「一兼二顧，摸蛤仔兼洗褲，有吃摳有掠。」英國於 2011 年的政府建設策略（Government Construction Strategy）規定了到 2016 年，所有公共部門要使用 BIM Level 2。這一大膽的決定引導了政府和營建業合作，以發展該產業的技能和降低基礎設施的成本。促使英國認為 BIM 正在

改變其營建業，勞工總數超過三百萬人，2010 年貢獻 1,070 億英鎊(£107billion) 給英國經濟，是一個至關重要的領域。且在未來十年，將會與物聯網[12]結合（提供感應器和其他訊息），利用先進的數據分析和數位經濟，能有效地規劃新的基礎設施，以更低的成本建立並運作，更有效地維護它。首先，它使公民能夠更好地利用已有的基礎設施。這就是數位打造英國（DBB）。

一、主要內容

Digital Built Britain 的策略是要將整合相關技術，著手創建技術市場發展一個開放安全的環境，並鼓勵使用高性能電腦運算（HPC）、複雜分析、和物聯網，以自動感應器和促動器的形式，來驅動自動化流程。使營建全面電腦化成為典範，確保這些技術的利益廣及整個英國，並對於出口這些技術或相關服務給予支持，銷售專業知識和尖端技術到世界各地；到 2025 年全球營建市場預估有 15 兆美元（$15trillion）的市場，應儘可能把握住其中一份。新一輪投資將應用於一系列重大措施，包括：

- 一套新的、國際性的「開放數據」，將使得整個市場輕鬆共享數據變得更容易。
- 對於已採購 BIM 的專案，建立一個新的合約性平台，以確保一致性，避免混亂，同時鼓勵開放協同合作的工作模式。
- 建立一個文化環境，互相合作，追尋學習和分享。
- 培訓公共部門客戶使用 BIM 技術，例如數據需求、操作方法和合約相關流程。
- 激發國內和國際在技術與營建方面的成長與就業機會。

可以發現，在推動 BIM 的投資行動方面，與美國、新加坡的建議、政策方向相當接近，時間上應是美國 bSa 較早提出來，如今再有英國與新加坡的參考採用，除了已然成為國際潮流之外，其詳細項目，在不同國家條件下都相當接近。

[12] Internet of Things，又稱 IoT、物聯網。

二、面臨挑戰

面對國際間各開發中或已開發國家普遍都有的課題，即如何達到可持續的經濟增長、對資源的壓力和「數位經濟」的出現，英國政府對於 21 世紀的基礎設施，呈現出以下將面臨的關鍵挑戰：

- 以較少資本提供較多服務—必須找到方法如何以較少的資本投資，使得經濟和社會基礎設施能提供更多的產出和更好的公共服務。意即使用現代科技從現有的基礎設施獲取更大產出。
- 可用性最大化—必須找到讓公眾使用設施和網絡的可服務時間最大化的方法。意即使用現代科技，不斷監測基礎設施的狀況和運作，並在問題出現之前介入，制定未來更好的解決方案。
- 降低成本和碳排放（整個生命週期）—英國政府指出對新的商業模式和整合的供應鏈之需求，以更有效地提供工程和建設服務；但這需要新的組織、新技能和新系統的開發，以支持新的工作方式。

也就是說英國政府認為以其目前的方法來設計和採購基礎設施與資產，不僅顯著增加了交易和交付成本，而且因為產生重覆性作業，而造成關鍵服務、資源和組件等有人為短缺的現象，即因為技術不足所形成的浪費。如在專案設計階段，已經稀少的專業服務經常被用來做詳細設計工作，而詳細設計工作往往是可由建材設備供應商直接執行。因此，若供應商在第一時間進行詳細設計工作，是更適當的。而這些稀少專業服務技能，可更善加利用於國外營建市場的早期設計階段。

另外，在採購時將專案區分成以可交易的規格分包的常用劃分法，也使許多公司雖具有供應元件投標能力，但不具備定義於特定規格中的其他技能而遭排除，同時造成了短缺。善加利用以標準元件庫為基礎的設計及製造，規定元件規格需內嵌性能、成本和碳排放數據等，將有助於解決供應鏈上的這種限制。即如同在本節一開始所提前的音樂市場的例子，如何解除唱片公司與專輯的束縛。

更關鍵的是，傳統的方法也遵循一直線的流程，即與客戶確定需求、制定一個簡短的簡報（brief）、接著設計、採購、交付和運營；沒有回饋以優化效能或評估使用的變化。也就是沒有如 Apple iTunes Store 平台般，可以統計、調查、分析音

樂市場、消費者的波動，回饋給平台身及創作者。如今，隨著「物聯網」的潛力，獲取使用中的效能數據，預期這些流程將會改變。進行中的服務的效能數據將改變建築資產管理與交付的方式。

Digital Built Britain 的遠景是以下述方式提供機會，如同新的數位音樂交易平台般，藉以瓦解目前設計和採購基礎設施專案的模式：

- 提供一個平台，使得廣泛的供應商（包括中小企業）以及其他利益相關者可以致力於尋找資訊最完整的生命週期解決方案，以解決基礎設施問題，並在其中投標提供解決方案；
- 透過挑戰現有的顧問、承包商和供應商角色，來提昇技術解決方案，並降低成本；
- 從如何更廣泛運用服務效能數據，思考為基礎設施與資產設計、交付、營運和調整等流程，發展新的商業模式；
- 保護國家安全；必須確保在提高數據的可用性的同時，並建置任何 BIM 專案設計及其日常管理、安全措施和協議，從而將可能威嚇及偵測到威脅，或將遭受攻擊後果的最小化。

DBB 設計的目的，是使英國政府和各相關行業能因應這些挑戰，與並創造市場與交易方式。經由建立新流程、關係、以及對於資產營運於整個生命週期效能的深度了解與體認。不僅提供高品質的公部門服務，而且能讓民間營建產業提供價值與能力到全世界。以重新檢視營運階段為起點，擬訂策略啟用資訊交換，將資產細節從 BIM 與資產管理兩方面的作業流程、資訊供需等自下而上對齊，並強調在與高性能運算、物聯網等相關且更廣泛資訊經濟發展中，為營建與資產管理產業改革，提供一個堅實的平台，並發展智慧城市與開展未來智慧聯結市民的遠景。

資訊科技型成的透明度與回饋機制為營建產業帶來了強制的變革力，經由 BIM Level 2 計劃所展示出的變革機會，英國首次為從事基礎設施和資產的交付的供應鏈，以及負責營運與維護該資產的工作人員前述兩者之間，在同一個舞台上進行配套整合—首次建立了整合資產的創建與操作模型。特別是如何衡量「進行中的服務（in service）」效能，以及將其衡量結果成為採購模式基礎之一的能力，將讓使用者能夠專注於實際測量的效能與暗示雙方的業務、網絡和個人資產的表現。這裡所強調

的回饋機制與服務效能，是 DBB 的主要精神之一，且是由 GSL 所擬訂的作業內容所支持，本研究將在下一章作進一步的探討。

三、願景

英國政府以居住環境為出發點，因其對所有的生活產生重大影響。人們皆依賴人們自己創造的實體世界而生活、工作與遊樂。快速的城市化是新興地區中，因為收納不斷成長的中產階級，正需要更清潔、永續、更健康、以及穩定的能源、餘裕的城市環境。我國和世界各地的城市領導者正朝向發展整合且聰明的智慧系統，並連結大數據概念，以提供重要的公共服務，包括：

- 醫療保健和輔助生活、監控病情、數位記錄和管理
- 智慧能源網絡、需求管理與可再生能源的整合
- 運輸、交通與擁塞管理、公路收費、緊急反應、公共資訊、管理高速公路與智慧停車場
- 水資源管理、消費計量、污水處理
- 廢物管理、收集和處理包括碳排放的各類廢棄物

這些機會是英國政府，也是國際間智慧城市策略的核心。而要如何將設計、規劃、施工、運營、資金、技術和風險管理的專長匯集，使政府能夠滿足上基本需求向市民，甚至是世界各地提供可行的基礎設施及服務。為了因應未來的挑戰，人們需要重新審視如何定義、交付與運營我們的居住環境，尤其是城市中的社會挑戰最為緊迫。

Digital Built Britain 啟用新商業模式

在許多產業中已證明應用新技術可以提供企業轉型的潛力，尤其是資訊技術；然而居住環境遲未採用這些技術，而且一直以來都是採用新工作方式速度緩慢的主要產業之一。

但英國藉由 BIM Level 2 計劃公開向全世界表明，英國能夠領導挑戰性的營建產業體總工程變更計劃，而且隨著更多新技術變得讓人更負擔得起，提供低成本、低碳服務的挑戰變得更加激烈，必須把握利用這些技術所產生的機會。換句話說，

英國認為新技術整合後，能讓政府蒐集更多以前蒐集不到，或是要投入相當資源才能得到的資訊，現在可以更容易、大量的取得：

- 衡量資產「進行中的服務，in service」效能的能力，並將其與「簡報所提及，as briefed」以及「交付時，as delivered」效能相比較的能力—提供改善成本與碳排放效能的單一最大機會。
- 藉由開放的數據標準整合並匯集設計、建設和運營、跨越多個市場領域的能力—提供了分析和建立學習與回饋機制的能力，此乃因為產業需要以便能長期持續地改善資產效能。

圖 7 是英國所期待在 BIM Level 3 逐漸形成的流程與其形成的方法。圖中藍色金字塔表示三種主導資料集，它們掌握了投資組合、計劃或專案在運營、交付與效能管理階段的相關數據。金字塔愈往上發展的數據，它的使用性愈具策略性；從微小資產全部細節的應用、機構投資組合的使用，到投資者或英國政府財政部用以規劃智慧城市及策略計劃。Digital Built Britain 將立基於 BIM Level 2「數據交換」的流程，但利用更廣泛的數據定義與程序來增強；這包括於關鍵階段可交互運作分享資訊的模型檢視圖。這也將在多個市場領域中延伸擴大，以啟動智慧城市或智慧網絡的跨資產檢視圖。在這個圖形中，下方金字塔為資產交付，是目前營建產業商業模式運作範圍，即設計、施工、試俥等階段，也是我國或其它推動國家正在努力的部分，對於 DBB 而言，這部分資訊收集是以價格、數量、空間定位以及預期效能、交付效能等資訊為主。左上方金字塔為營運活動，即實際運作時所呈現的效能，推測應包含使用階段的使用變更資訊，與下方金字塔相互比較，可以初步瞭解如何修正調整預期效能。右下方金字塔為效能管理，即在使用過程中，隨著時間持續優化而統計分析的相關效能資訊，可供分別給其它兩階段參考。當然，組成居住環境的不只有建築，其它還有交通、水、能源等基礎設施都可以參考建築應用 BIM 的經驗來建置與累積數位資訊。事實上，許多應用 BIM 的先進國家都已將類似 BIM 的技術與經驗延伸應用到土木工程上，或進行相關的研究。例如在日本國土交通省國土技術總合研究所近年也改以 CIM (Construction Information Modeling) 的名稱

進行相關應用研究[13]。

依照 Digital Built Britain 的願景，透過交付、營運與效能發展出的數據，會儲存於數據庫，並會經篩選以安全的途徑發行，當成開放數據供未來市場利用。預期今後將更容易取得與人和社會議題有關的更多數據。這些概念將構成著重於社會成果與福利之 BIM Level 4 的基礎。

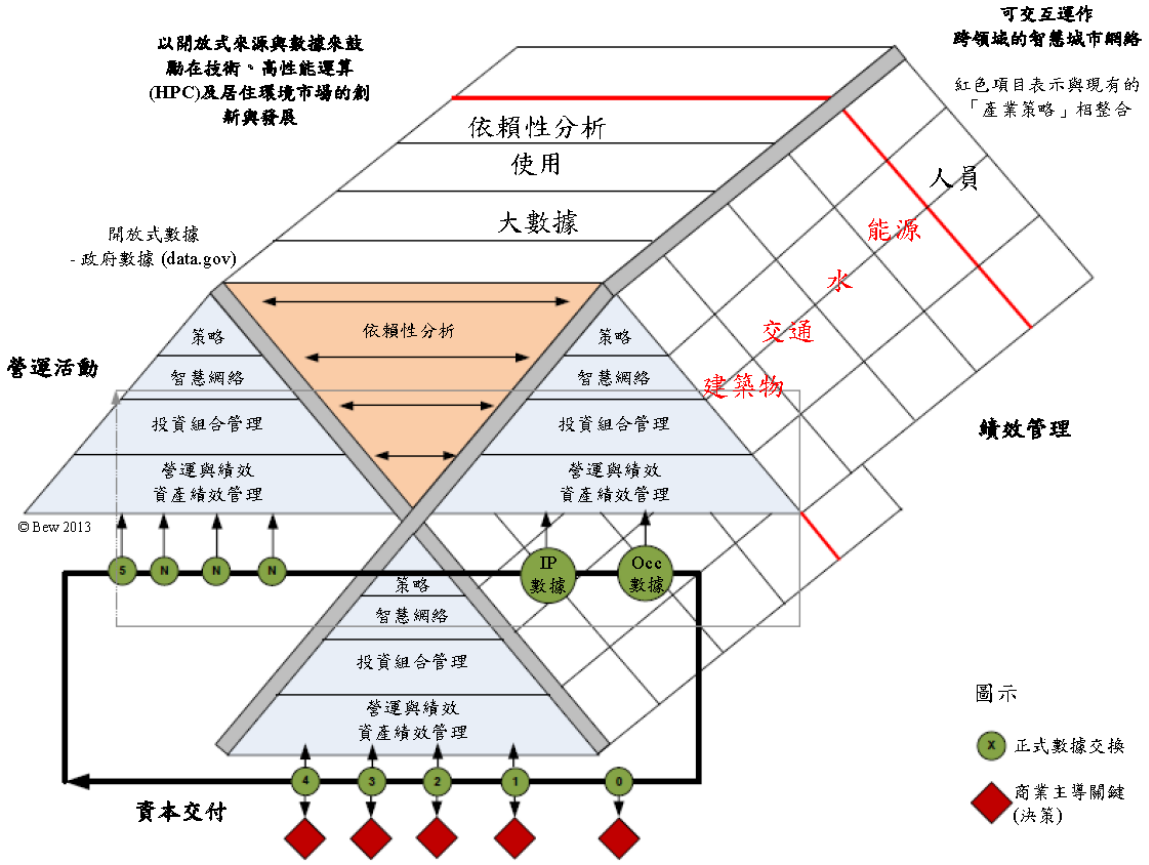

圖 7：Digital Built Britain 營運模型

（資料來源：Digital Built Britain）

在這一策略下，Digital Built Britain 將幫助資產業主使用技術和技巧，建立出與其供應商透明的合作關係，來共同合作開發問題的解決方案，並在重大資本支出決定之前進行製作數位化原型。以數位化進行協同的工作模式，提供了一個發展新業務領域的平台，並在以完整的資產生命週期為機會基礎的新技術周圍來發展—提供解決方案的實施經驗給在建設其他基礎設施建參考應用。這些解決方案和新興業

[13] JACIC 研究開發部，www.cals.jacic.or.jp

務的潛力範圍是廣闊的，目前已知的將包括：

- 在設計、施工與營運資產上，利用數據導向的協同工作模式，能使供應鏈發揮最佳的產能利用，提供價值給客戶，而非只是帳目上的。
- 使用數據記錄資產營運與狀況，以了解資產效能、更好地定義專案簡報（brief），並形成新的效能合約模式的基礎。
- 遠端監控、遙測與控制系統的應用，以即時操作資產與網絡。
- 將基礎設施與控制系統整合，例如使汽車或火車維持在固定車道與車距，因而降低碰撞的風險，並增加網絡的負載量。
- 利用 3D 列印與其他地方的製造技術，提供元件給基礎設施專案、智慧工廠自動化與製造和裝配導向的設計（DfMA）。
- 促使服務(及建設)的網際網路與相關價值鏈的實現，以促進跨領域協作。
- 使用嵌入式感應器和物聯網等功能，以監控基礎設施的狀態，並預測維修需求，建立一個回饋機制返回檢視資產簡報（asset brief），以引發有效能的合約與報告之機會。
- 提供效能數據的取得來源，以引發充滿活力與不斷成長的數位分析與服務。

四、主要行動

計畫執行機制

英國政府在提出前述的理想場景的同時，也理解到基礎設施與營建在利用開發與採用 Digital Built Britain 所擘劃的市場機會規模與可以獲得的利益是非常難以量化的，但卻對證明 Digital Built Britain 計劃的投資價值顯得非常重要。另一方面，若不採用 Digital Built Britain，則極有可能造成這些重要產業的變革延遲，並大幅落後於國際競爭者的後果。對英國而言，改革是必需的但要循序漸進，因為從 Digital Built Britain 策略包括資產營運與資產效能的廣度來看，所有預計會興起的市場機會，不會在同一時間全部出現。因此，Digital Built Britain 將使用現有的商業模式作為 BIM Level 2 的延伸，此建設將鼓勵更多的協同合作，並在資產管理/設施管理

上，以更多的應用實例促使顯著的經費節省與開放知識的洞察力。英國政府將策略分為四個階段，分別規劃應採取的行動。

- 3A 階段 在第二階段模型上改進
- 3B 階段 啟用新的技術與系統
- 3C 階段 促使新商業模式的發展
- 3D 階段 善用世界領先地位

這些階段的關鍵技術與商業活動於圖 8 中表示。

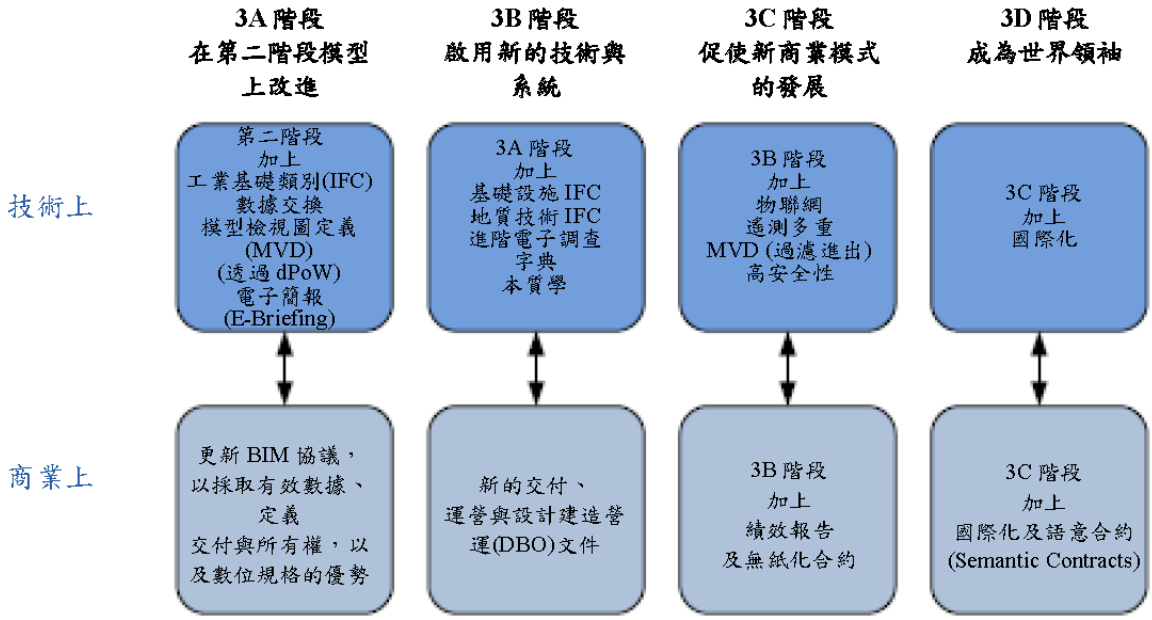

圖 8：Digital Built Britain 執行架構

（資料來源：Digital Built Britain）

英國將建立一個管理辦公室以主持並執行計劃，執行的重點遵循著 BIM Level 2 發展出的成功模式，其中核心小組在指揮團隊的管理下，將協調計劃執行的工作，並著重於以下項目：

- 部門（公共客戶端）參與與早期採用者計劃

藉由參與由政府營建委員會、電子基礎設施領導理事會與資助機構所管理的 BIM 與 GSL 管理團隊，持續發展現有 BIM Level 2 的架構。

- 流程、標準和配套服務

與英國標準局（British Standards Institute）、Building Smart 與英國地型測

量局（Ordinance Survey），互相協調合作，透過工作包的採購與管理，進行相關技術、商業、流程的文件和標準之專案管理。

- 市場的參與

持續發展現有第二階段交流與 BIM4Hubs 計劃，並且更注重與中小企業和地區企業更廣泛地接觸。

專案管理辦公室來管理，與主要夥伴合作，提供能力支持計劃。這些組織包括機構團體、英國標準局、Building Smart International 與英國地型測量局。

商業樣式上

需改變現有的商業模式，以便提供 Digital Built Britain 策略中已確認可改善效能的機會：

- 連接資產效能和其創建與調整之間的循環。合約將著重在效能智慧、專案回饋的獲得，以及以數據為基礎的簡報（briefing）流程建置
- 營建、設施及資產管理產業的合作，結合經濟的其他元素，包括大數據與遙測的發展。商業模式將討論結構性限制因素，例如建立目前限制這些產業有效協作的數據資產之激勵措施
- 將營建供應鏈的利益相結合。工作的合作模式，透過數據來促使與較低層級的供應商有更大程度的參與。新的商業模式將著重於解決造成次優效能的原因；
  - 定義最佳化的專案未來角色與期望的行為，以及較低層級供應商的貢獻與定位。
  - 整個營建供應鏈的獎勵、支付與現金流。
  - 消除各種形式的浪費，包括交易成本。
- 增加現有資產的使用與管理的成熟度。未來 25 年裡要使用的建築資產，其中超過 90%都已經存在。需要以「Totex[14]交付」為基礎的商業模式。由技術引導以提升現有資產之範疇、狀態與利用的相關知識，這將加速邁向

[14] Total Expenditure 即全生命週期總支出。

更廣泛地採納「Totex」方式應用於經費支出管理層面。

- 於產業內引進與能力與競爭有關的新來源。主要承包商扮演整合資源與風險轉移管道的角色，並著重在新資產的建立。隨著更多的關注放在現有資產的營運上，應當發展商業模式，以吸引新的能力，例如：
  - 受到效能合作模式引發的機會所吸引的國際承包商。
  - 受到透過數據與協同合作帶來價值的機會所吸引的技術企業。
- 確保交易透明度的好處。營建與資產管理以低程度的商業透明度為其特徵，包括在供應鏈的層級內難以獲得價格與支付的資訊。由新的商業模式促使提高透明度可能是破壞性變革的重大來源—引發在客戶與供應鏈之間、以及供應鏈本身內的商業利益，要大幅地重新取得平衡。透過技術與標準支持的數據出處保證，來支持透明度—使各方能夠信賴來自其他團體的數據。
- 導入以效能分析為基礎的交易。使用從網路衍生的「大數據」為基礎的商業應用，將要求新形式的合約，以建立「語意」交易及其相關利益、義務和責任的商業模式。出處解決方案（Provenance solutions）也會支持這些語意交易。
- 在競爭日益增加的營建交付上，建立進入障礙。在數據資產的建立上，以完全整合供應鏈與增值能力，來鞏固差異化，增加進入障礙。此項目強調英國營建產業的競爭力並不是在建立獨特的標準或語言而排它，正確的說，應該是思考在共通平台上，如何提出比別人優秀的解決方案。
- 了解監管機制，特別是規劃、建物控管以及健康與安全這些需要數位化的重要過程。

五、政策整合

彙聚產業策略—建設 2025、資訊經濟與智慧城市

數位經濟的單一變革效應是數據和資訊活躍地流動方式，因為它可以突破人類組織與團體周圍所設立的人工架構和界線。這個可能會有破壞性影響（因此被命名為「破壞式科技」現象），但它也同時展現許多機會去和根本不可能想到的人或組織

分享與溝通。為了創造 Digital Built Britain 策略，即是去認同和利用這個機會的話而非忽略這些機會。建設、營運、智慧城市以及數位經濟組織是廣泛的，但所管理日常數據資料，不會僅在這三個領域之間分享。更可以提供服務給所有的領域，如健康、教育、社交、教育和交通等，且在交易時僅提供重要的數據給其他領域。

圖 9 的模型顯示互相依賴的服務與領域之功能，如何能在提供給客戶與公民更好的服務重點上營運。

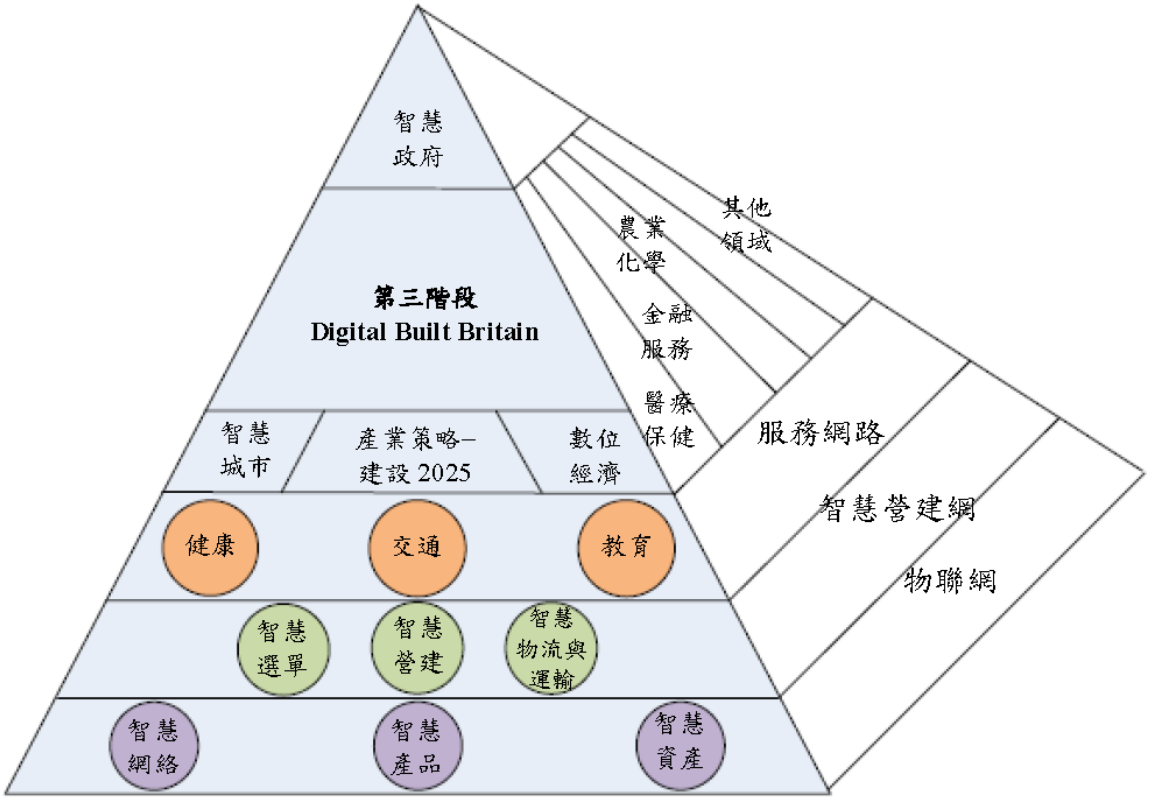

圖 9：Digital Built Britain 跨領域合作模型

（資料來源：Digital Built Britain）

第二節　GSL

一、依據與摘要

英國 GSL 政策是把代表將公共建築設施應達成之使用需求目標的 The Golden Thread（金縷線），從設計施工階段貫穿至交付營運階段的關鍵政策。也就是設計施工者需及早與終端使用者、專案團隊的 GSL Champion（GSL 特設執行人員）接觸討論，以及對交付後售後服務（aftercare）的承諾。

在 2011 年 5 月的英國政府營建白皮書中已經確認，政府必需提升其公共建設的價值。而 GSL 策略正是提升公共建築性能的主要方法之一，即是將使用者的權益提高至與設計、施工者的同樣重要。英國白皮書中相關的內容如下：

8（I）將設計者、施工者及使用者的利益均要相樣重視

特別行動：試行完工後三到五年的保固服務。並利用 BIM 技術的潛力將設計、施工階段的資訊連接至維護管理階段。

預期效益：工程專案的設計與交付均符合所要求的營運標準，而使建築設施得以依照所要求的標準營運全生命週期。

而 The Golden Thread—內含的關鍵事務是指：

- 及早接觸最終使用者，以及工程專案設計、施工與交付使用各階段對應之 GSL Champion。
- 為以下預期效益設定清楚的目標及量測方式：
  - 社會：功能與效能—滿足生產、使用者及業務需求。
  - 經濟：及早確定建築設施資產成本及營運成本—以促成有效降低施工與營運成本。
  - 環境：提出能滿足碳排放及永續目標的建築性能，包含能源、碳排放、水及減少浪費。
- 專注於與使用者及操作者建立夥伴關係，共同進行設備試俥（Commissioning）、訓練、移交等工作，以促成有效率的操作維護及提早優化建築設施性能。

- 至少在啓用後三年內利用進駐後評估作業(Post-Occupancy Evaluation，下稱 POE) 評估實際效能，以了解實際達成之效益以及所得經驗教訓。

而應用 BIM 技術於 GSL 政策的契機為：

- 所採用的方法是能真正著重於預期效益的需求，以及如何交付及評估所得效益。
- 在設計施工階段即可面對營運資源投入與挑戰課題，可同時預先維持往後營運成本，並有效評估工程變更的衝擊。
- 應用 BIM 的視覺模擬能力來測試使用者及操作者的感受，並協助後續的計畫調整與對全生命週期成本的衝擊。
- 可在進行設備試車、訓練及移交工作的過程中優化建築設備操作性能。
- BIM 可提供一個完整的建築設施資訊，以便匯入電腦輔助設施管理系統（CAFM，Computer Assist Facility Management) 中，因此可以節省取得與彙整建築設施資訊的時間。
- 可更快速的優化建築運轉性能，減少測試調整時間，同時可以藉由過往的經驗以確立可行的預期效益。
- 促成設備供應鏈、營造廠、設計單位與設施管理單位在全生命週期間的協同合作。

二、主要內容

GSL 的基本概念就是協同作業，對象包含生命週期中各階段的營建供應鏈及主要參與者，這個理念與 BIM 相同。維持業務利益、維護管理的成本均遠大於原始的採購與建造成本。優化使用階段性能是必需的，並且需要從設計階段及早與操作者、終端使用者接洽，以及學習以前的經驗。建築營運成本及影響可以借由與操作者、終端使用者的合作，讓設計施工者了解考量，並減少全生命成本、協助提昇營運性能。反過來，欲快速優化營運性能則需透過設計者與操作者間的對話。而 GSL Champion 則是促成前述觀念形成共識的關鍵。透過將 GSL 流程的關鍵決定時機與業主的關鍵決策點、BIM 資訊交換點等時間的對齊來管理協同合作。而終端使用者

的參與則是透過 GSL Champion 的代理，將其需求、經驗等嵌入工程專案中。

英國政府將 GSL 視為是協助協同作業的工具，目的在於讓所有參與者都實現建築設施應有的最優性能。相關的人員職責與工作事項均值得我國參考。而 GSL 的主要內容大致可以區分為以下三大部分：

- 一種新角色：GSL Lead 與 GSL Champion

  GSL Lead 與 GSL Champion 負責將 GSL 應用於所有中央政府公共工程專案中，確保專案在籌備設計時已將業務要求、終端使用者與操作者之需求事項納入考量，讓建築設施可營運得更有效能與效率。而英國 GSL 指南提供了相關知識，協助將前述需求應被轉譯成專案目標，並用以作為專案設計施工以及使用階段之工作要求。其中，GSL Champions 更需對建築設施完工後持續的營運與使用階段抱著特別的興趣。
- 三個主要目的
  - 功能效益—確保政府部門能提供具備舒適、可控管與可維護之建築環境，同時當有利於進駐者之生產力。
  - 總成本—由工程專案經理與營造小組合作蒐集資本成本資訊，而操作使用成本資訊將由 FM 供應者與客戶地產/FM/資產經理提供。GSL Champion 將確保操作使用成本的資訊蒐集內容應已包現存地產/資產之基準，以便設定操作使用預算並將數據回饋至設計與營造小組。
  - 永續環境—工程專案應建立能測量與紀錄實際能量消耗、二氧化碳排放、水源使用與廢棄物製造之性能指標。同時也需考量配合部門業務目標與目的、操作使用預算與關鍵工程專案目標。且將於工程專案進行時持續檢視與評估。交接與試俥微調時也應考量建立評估前述項目成長的工具。要求由諮詢報告呈現年度用水量測量與廢棄物處理測量，以顯示進步成效。
- 三個重點工作
  - 設備管理—依英國國家標準的規定[15]，設備管理為組織內的程序整合，以維持並發展協議之服務，其將支持並促進主要活動之效益。所有的

[15] BS EN 15221-1:2006 設備管理—第 1 部分

支持服務，包含設計、管理與交付，都需要為進駐者維持設備（資產）與維護其正確工作環境（便利設備與操作使用支持）。設計內容應結合終端使用者輸入資訊與維護需求，藉由 GSL Champion 融入資產設計成果中。其應具備明確策略，用以持續支持居住者與設備服務，其中亦應將功能性與效益性需要成為納為設計的一部分。預期操作使用成本應由客戶與設計團隊於設計階段中建立，依據英國相關行業標準並以使用中建築物之營運數據為基準，並且藉由實際操作使用進行紀錄，做未來工程設計評估參考。

- 試俥移交—工程專案於完成後有效完成交接，如此管理人員才能了解設備/資產運作情形，以及該採取哪些必須措施，讓工作環境利於發揮良好效能。設備與資產/設備管理小組與使用者間，需要具備良好的設備試俥、培訓與交接計畫。它需是一個結構化的程序，主要是管理它來符合居住階段的需求。有架構地轉移工程專案資料及包容廣泛的資產管理資訊均應包含於此程序中。
- 售後服務—售後服務一辭是在形容如何支持建築資產達到其最佳效能，並且支持終端操作使用者與使用者，提供其能發揮工作效能的環境。售後服務應用期程為自最終營建階段開始至達到全時進駐的狀態，所需的策略與指南應於工程專案最初及建立，並且當隨著細節設計的關鍵部分而改良進化。且售後服務的要求與任何支持之計畫都必須依個別工程專案而定。

三、與 DBB 的關係

在 GSL Champion 的協助下使設計人員與營造人員能投注更多時間於解決問題，而非發現重複的問題，或是花再多時間也可能找不到的問題，更不會製造無謂的問題。而 champion 一詞，在 2012 年賓大出版的 BIM 指南中（之後也被納入 NBIMS-US v3）已經出現，英國人看出這是他們推動的重點之一，將之強化。為了使 GSL Champion 能問對問題，英國提供口語化問卷（Plain Language Questions，

下稱 PLQs）供他們參考，並且用研討會、工作坊 Workshop 來引導，以有效收集意見。這可比產業界的 Know How、關鍵在於，如何找出能有效累積經驗與優化技巧的維護人員，並在設計、施工與性能測適階段參與作業提供意見。POE 的執行、交付後延長三年的技術服務、以及如何能找出有效的效能指標作為建築資產交付的基礎，進而改變採購模式—同時重視性能表現的交付驗收模式，意即不是被動保固，東西壞了、出問題了，還要使用者自己想辦法找廠商。而是設計施工單位的服務時間不再只到完工為止，除了基本的保固之外，還要有三年的技術支援，協助業者與維護管理人員將建築資產營運的效能優化。

對於而言 DBB，GSL 是整個改變的第一步，利用公共工程為推動 BIM 與 GSL 的主體，教導公部門透過代表使用維護觀點的 GSL Champion 來一步步了解、改以效能與 Totex 做為工程專案規劃的考量，同時也是交付的標準。公共工程提出明確、穩定、可達成的需時，參與的營建供應鏈就會提技術，並有誘因自行整合提出相對應的解決方案，若公共工程成功，其所形成的工作模式、參與團隊就會是其它私部門工程倣效的對象。英國需要從公共工程應用的過程中了解實施後實際上所發生的課題與機會，並隨之修正調整其步調。

第三節　GSL 早期採用案例

為了能更清楚、快速地宣傳 GSL 策略的內容、效益。主導推動的英國 BIM Task Group 在其網頁上提供了幾個約在 2013 年前即開始的早期採用案例來輔助說明。本研究為探討 GSL 在英國試行的情形，亦將其中三個較單純的案例翻譯彙整如下，並在本節最後進行與現在 DBB 的連結關係。

一、司法部—利物浦（Liverpool）地方監獄

執行用後評估來提升標準廚房設計

英國司法部以檢驗其監獄廚房設計標為試行案例，並由技術標準部門對一個 18 個月前完工的廚房翻新工程採用了 POE 來進行檢核。這項檢核行動是為了將來在設計和規格上，達成資本和營運上的顯著改善。參與本次 GSL 採用作業的有使用者、維護者、設計者、承包商、BIM 的 3D 功能也包含在內。得到的經驗將會運用在更新設計標準，所有廚房設計的檢核項目將成為未來英國司法部廚房設計標準重大改變的依據，例如在一些地方使用更合適的原料，以及改進用餐設備的規格使其更適合它的使用者。同時將促使廚房需求的空間有顯著的節約；譬如在糕點準備區節約 4.3%~31%的空間。

廚房工程價值 9 百萬英磅，位於短期滯留的監獄內，提供 1600 人用餐。在工程結束後的 18 個月，由英國司法部的技術標準官員主導執行 POE。而完工開始使用後 18 個月是為了讓建物營運相關事宜或課題有足夠的時間辨識或發酵。執行 POE 的重點在這個工程專案預期的利益，和已批准且已發生的使用變更。這個方法可以讓英國司法部評估建物實際完成後的功能和期許值到底相差多少。為了取得回饋，首先讓營運、房地產和技術標準團隊中的關鍵人員回覆了結構化的問題後，再進行實地考察提供了一個機會來說明在使用該設施時做了什麼改變，以及實地案例後續有什麼改變，要了解其是否肇因於實地特性，亦或是標準本身的缺失。執行 POE 提供起始點來檢核廚房設計組件（library），以及構成廚房的組合和元件，例如乾貨、

準備區和冷凍儲藏室等。利用 BIM 的數據和以往的經驗，設計是要從區域的效率來檢核的。

幾個達成改善和成本節約的說明如下：

- 環境表現分析的結論，建議冰櫃儲藏室和冰箱重新組合擺放。
- 讓使用者辨識的平面圖，來支持有效的營運和工作流程。
- 改良地板裝修設計和規格，以減少餐飲工作的停擺。
- 改良電源插座的設計和規格，以保持有效的營運能力。
- 烤箱和急速冷凍機的尺寸標準化，減少食物被重覆處理

有了這些資訊，再利用 GSL 和 BIM，檢核廚房配置讓它有更好的運作表現，例如改善視線和節省空間。一些空間節省列舉如下：

- 準備室減少 4.3~31%
- 供 2000 人用餐的廚房減少 5.4%
- 供 1000 人用餐的廚房減少 6.6%
- 供 6000 人用餐的廚房減少 40.3%

英國司法部設計標準現在對於廚房設計有不同的元件，每個元件都可以個別組合起來以因應各種不同的場域配置。每個元件都有對應數量的設備，而空間就是圍繞著這些設備而設計。使用設計元件即等於符合設計標準。前述作法可立即節約資本和建造成本、同樣地，也促使節省了建設營運和維護成本，同時又提升了效能。

二、英國國家衡量辦公室—進階計量實驗室

使用者參與價值之最大化

這個專案的目的在於提供一個真正世界一流的的科學研究環境，以便能吸引世界級計量學領域的科學家。因此需要嚴格的環境規範，使營運中斷極小化，而且能夠成功地符合未來至少十年的科學研究發展需求。在這個專案中，GSL 已從一開始就是在計畫核心之內，它的方法已經被用在建立關鍵需求和成果。這也促進了整個維護者、科學家、設計師和客戶組織緊密的合作關係。這也導致了來自所有學科的工作團體的組成，彼此緊密地合作參與研討會，以提供來自跨學科整合需求的堅固設計。

一旦確立了專案的需求後，即設立工作團隊。這些工作團隊包含：

- 營運商/設施管理
- 科學家
- 客戶試營運專案
- 設計師

使用者和運營商確定了工廠操作和七個關鍵科學標準的標準。FM 團隊一直被視為不可或缺的過程，而不是只是支持服務的性質。該方法中一個非常重要的組成部分是定期舉行面對面的會議，參與者有運營商、科學家和客戶，這將讓預想概念能傳播，並清楚地了解。也確保所有利益相關者能達成共識。這包括了檢核建築物管理系統 （BMS，Building Management System），使各參與者能更理解營運效率和科學的標準。這些使用者團隊對一個專案指揮團隊報告；這個專案指揮團隊會提供建議給設計團隊、科學專案委員會及營運商。在此流程當中，工作團隊參觀了類似的設施，也參考了之前的經驗教訓。經驗教訓也從現有的國家物理實驗室收集完成；包含了之前 FM 團隊已完成的升級，依流程亦執行了用後評估。

彈性的實驗室設計符合科學和營運的重要標準。發展讓實驗室建置在地面以下的策略，以降低任何外在環境的影響 （如震動），並促使能源效率的極大化。這是世界領先的設施，目的在吸引和留住最優秀科學家。重點是建立協同工作典範與發展建築設計，並讓空間的營運優勢最大化。透過智慧設計和各界緊密的合作，預計「使用實驗室的時間」可以增加 10%。因維護和整修實驗室而損失的時間也會降低至 25%。體認 BMS 的重要性，特別是在確保建築的交付與維護；同時維持了讓科學能成功運作所需的嚴格環境控制參數之許多面向。

三、英國環保局—夏克斯米爾（Shonks Mill）蓄洪區

使用者的早期參與，以提高專案完成度，並降低營運成本

英國環保局正在發展一種新的降低洪水衝擊計劃，以減少羅丁河(River Roding ）集水區內土地財產所遭受的洪水風險；依專案的本質，環保局諮詢了一些利益相關者。在初期階段大部分的利益相關者已開始參與，因此可以明確了解他們對一些關

鍵問題的看法，並互相理解對方的期望。這是已採用 GSL 措施，並在實地考察時進行檢討。這項諮商已節省專案預測、運營成本，也提昇風險管理與維護作業。因專案仍在早期階段，不可能預測所有節省下的經費，但是確信的是此筆費用是可觀的。

專案經理和專案贊助者 GSL 提倡者，採用環保局淺白易懂 PLQs 為基礎，與廣大的專案團隊共同參與。此份 GSL PLQs 將做為提示用於檢視環保局如何在專案團隊中與利益相關者交涉；將利益相關者於專案開始 / 建築業協調會之概念階段即帶到環保局。過程是透過利益相關者研討會來進行；研討會時程為半天，邀請利益相關者 20 名參加，並加以分組；

- 營運需求和限制 / 維護。
- 環境機會議題、資源、地景。
- 資金、捐款、規劃、建制模組和溝通。

從 PLQs 發展出引言與問題，給予各組來回答，以檢視專案的需求。研討會側重於要求各組澄清他們的需求目標和限制。這種方法有助於提前參與一些可能被留到專案後來才面對的問題，例如：

- 設計限制，例如進出、洩洪道型式、功率型式與供應、自動化要求。
- 維護目標、電力、成本等。
- 使用者所需的數據及最終格式。
- 法律和土地的策略。
- 經驗教訓。

眾多利益相關者的這種接觸，幫助他們了解所需要的訊息內容。利益相關者參與研討會的成果檢討，於實地考察時進行。並在訪查重申了一些在研討會中強調的議題，例如，與外部利益相關者的溝通，更加理解了設計的限制。

舉辦研討會至少為專案管理團隊節省 7 天時程，以及許多潛在的反覆設計流程。研討會中利益相關者所提出的議題，會發展確認成關鍵因素，改良了專案規劃與發展，例如：

- 藉由購買足跡機制（footprint purchase）更容易地進出與走遍場區；所以
  - 場區營運將更容易；
  - 溝通策略與土地談判較容易發展；
  - 提昇預算補貼的精確度。

- 被動式的結構設計帶來成本節省利益；
  - 運行和維護成本；
  - 電源提供給本場區的成本；因為不再需要機械廠；
  - 提高整個壽命成本的準確性。
- 了解最終使用者所需的資訊及其格式。

內部利益相關者之間可能於專案後期出現的衝突，可以早點提出討論。已完工案例訪查幫助提昇於夏克斯米爾（Shonks Mill）場區調查所需的利益及範疇，創新於控制結構、模組化及溝通，以避免衝突。最終使用者與利益相關者的早期參與，對於理解專案的風險與限制，有重大的幫助。當預算超出原本的規劃，即需要專案變更的授權。專案變更一般需時兩個月至六個月。經檢討認為，相關人員早期參與的過程，能大幅減少發生專案變更的風險。

四、案例探討

三個案例均在強調如何將使用維護者的角色從原來無法參與工程專案的地位帶入規劃設計階段，而帶入的方式自然隨著實施 GSL 的預期目標、對象而在流程與工具使用上有所不同。例如在 GSL 的實施指南中雖有建議 POE 的運用時機點，但實際上如何依照預期目的設計 PLQs 內容，就如同問卷設計般需要仔細考量，另外，也可搭配其它案例參觀、舉辦研討會等均需要彈性的組合運用。在第一、二個案例中，使用維護者較最後一個案例組成上來得單純，且目的與成效的偏向技術應用，因此所需進行意見溝通流程也就比涉及權利義務協週的第三案要來得短。若以國內目的對民主過程與理性的認知而言，要進行類似第三案因案而異且又細緻的溝通，尚需要相當經驗累積。

更重要的是，第一案的實施目的與成果恰與美國 VA 目的進行的 SEPS2BIM 計畫有著異曲同工之妙，同時也是英國 DBB 預期的營建產業新商業模式與其開創方法的縮影。從使用階段收集效能資訊，做為廚房設計需求法規修改的基礎，並利用 BIM 元件模組來輔助設計，可以視同與 VA 的空間需求規劃系統相似，而這個 BIM 元件模組，可以進一步是由供應鏈來發展提供，而這就是 DBB 想要的藍海商機。

第四節　小結

本研究在回顧國際推動態時曾經提到，BIM Planning Guide for Facility Owners 以業主(設施擁有者)為主要對象，所建議的單純且原則性的導入三步驟，清楚勾勒出實施 BIM 所需社會學變革的輪廓。而英國在發展其推動 BIM 策略時，則是以這三步驟為基礎，超越企業建築資產管理的層次，從政府如何構築未來居住環境來思考如何應用 BIM，並連結資訊經濟、大數據、物聯網等技術打造了 DBB。不只如此，英國政府更在 DBB 中預告了將會有 BIM Level 4。在此，還是先藉由以下由 BIM Planning Guide for Facility Owners 所提出的三步驟，從另一個角度檢視英國推動 BIM、GSL 以及 DBB 的進程。

- Strategic planning—評估組織現行條件與能力，提出可行的 BIM 目標、應用目的，以及模型成熟度，同時發展實施 BIM 的過渡計畫。依據此建議，英國提出了 BIM 三階段成熟度發展路徑圖，並期許能成為藉由 BIM 引領營建產業文化、商業模式進化的先鋒。
- Implementation planning—配合組織內部運作發展更詳細的實施計畫。英國依照前述的路徑圖陸續研訂相關 BIM 指南、標準，進行人力培訓，以公共工程作為推動主體，以收集維護管理資訊為由，在 BIM Level 2 先要求提交 COBie 資料，並在 BIM Level 3 實施 GSL 等，一步步先改變國內營建產業。
- Procurement planning—於擬訂 BIM 採購合約需求內容時，應找出並加以考量的關鍵課題。在 DBB 中已經計畫配合 GSL 的推展，研究著重於維護管理與 Totex 的衡量方法、標準，以及基於此的採購模式。

英國深知 BIM 是技術與文化變革的總合，對於英國整體營建產業推動大策略而言，若 BIM 是資訊交付技術的中心，那麼 GSL 就是目前營建產業文化改變的中心。

本研究也嘗試從不同的角度來整理解釋英國在 GSL、DBB，BIM 用於 FM（BIM4FM）的應用概念。首先是在應用層級金字塔上，其目的與益處，由下而上是：

- 個別建築資產使用單位—減少完成接手到完全了解與熟練管理之間的人力與

時間。不用重新依照傳統 2D 圖說，人工尋找 FM 有用資訊，填入單位使用中的管理系統，節省人力、時間與錯誤。提早了解將接手之建築資產，查視 FM 所需資訊的完整度、並協助進行設備功能性能測適，於設計單位、施工單位尚未完全離場前，調整到符合接收要求。3D 視覺化設備與空間定位，增加作業溝通效率。

- 企業管理—透過 BIM 將 FM 所收集資訊、優化經驗回饋到新工程案。有效掌握所有建築資產資訊與運作狀態，作為企業投資組合的參考。
- 國家層級—結合資訊經濟、大數據、物聯網打造智慧城市，為人民建造品質更高的居住環境。

其次，也可更進一步，從時間、空間等不同軸來檢視在國家層級上，運用 BIM4FM 將智慧城市詮釋更加豐富。若智慧可以更廣義包含在不同的使用條件下，做出符合當前條件且永續的回應功能，尤其是能對使用的變動快速回應等目前較為人所知的定義之外：

- 在空間軸上—本研究亦稱為模向連結的智慧，即與時間軸上同一點上存在的其它空間資訊的連結交換，其中包含其它建築資產的 BIM，當然也包含地理資訊、交通系統、以及基礎設施等組成城市的必要系統間的連結。空間軸上的連結，相似與 BIM 模型應用於建築工專案的設計施工階段，各專業間相互交換模型資料，關鍵之在於資訊的建置、需求說明、以及交換格式。首先要行資訊技術互換性的研究，惟 BIM 在應用於建築資產生命週期的互換性格式，到目前仍在持續發展中，需長期投入。
- 在時間軸上—主要是以新舊個案間向前參照建築資產維護管理優化與經驗的累積而螺旋向上提升的智慧。目前營建產業，尤其是建築，相當缺乏相關的回饋機制。也就是英國所提出的 GSL 想要達到的目的。

第四章　藉由 DBB、GSL 檢視國內推動策略

根據上一章對英國 GSL 計畫的討論得知，英國民間或業界本身長年對營建產業品質、效能不彰所進行的省思、以及政府就這些省思與建議所提出的相關策略，如營建產業白皮書、營建 2025（BIM level 3.0、DBB）計畫等，其中心目標之一即是協助整個營建產業界提高效能與品質。尤其是在 BIM 出現之後，能使業主或所有者重新權衡建築資產全生命週期所能獲得的價值，將維護管理階段擺到與其它階段同等的地位，同時改變營建產業商業模式。從政府的角度出發，也可藉由 BIM 將其與其它階段緊密結合，同時把資訊應用串接到智慧城市、資訊產業等計畫，深化共存機制，並建構英國數位居住環境。

為了瞭解與協助國內將 BIM 導入使用維護管理階段，本所自 103 年起即開始進行相關研究調查，初期的重點在於 COBie 本土化，並在 2015 年參考英國國家標準提出我國本土化的 COBie-TW 草稿。在研究過程中也發現到國內業界對 BIM 應用於使用管理階段的期望多為如何利用 BIM 模型中豐富的 3D 與設備資訊使目前的作業能有效率，除了日常巡檢、定期保養、故障報修，甚至可以包含消防、公安檢查等都可以在協助範圍內。當然，國內已經開始將 BIM 應用到設計階段的工程顧問公司、營造廠、建築師事務所等，甚至是業主本身，都開始以在設計施工階的經驗為基礎，嘗試延續將 BIM 導入使用管理階段，如新北市政府將已經應用 BIM 於設計施工階段的運動休閒中心工程再延續到使用管理階段，台灣高鐵車站工程也嘗試將施工階段所累積的 BIM 資訊與其原有維護管理作業系統作結合。雖無政策領導，仍提出相關的開發成果包含製作內含 BIM 模型的維護說明光碟、開發以 BIM 模型資訊為主的維護管理系統、或者是將 BIM 模型及其內含的元件與原有的管理系統作整合等。

從前一章對英國 DBB、GSL 的探討得知，英國將使用管理階段的應用視為其扭轉營建產業商業模式的基礎，並與政府需提供更好的居住環境的任務結合之後，若要能順利、安穩地朝著想要的方向轉變，政府自然得擬訂政策加以引領，而非由業界自行隨意發展。且在發展內容或預期成果上，前述有關輔助維護管理作業或公安檢查等項目雖然有其必要性、必然性，但更關鍵的是如何使業主、使用者能同時了

解與重視建築資產的建置經費與使用效能，且在供應鏈的協助下，懂得也能夠兼以使用效能來規劃工程專案。

因此，本研究認為國內在推動 BIM 的策略上，若能參考英國的構想，與智慧城市、資訊經濟結合的方向，應可為國內統一各界推動力量的目標。而且，接續著近年先將重點放在計設施工階段，應開始思考推動下一步如何藉由公共工程來傳達包含營運效能才是建築資產整體價值的精神，且可以透過 BIM 來達成。

為了將 GSL 的觀念導入到國內公共工程，尤其是建築資產業的工程專案之中，同時達成本部民國 106 年至 109 年（2017~2020 年）中程施政計畫目標「建構永續智慧生活環境，精進建築科技技術研發」，本研究將以 GSL 所強調的全生命週期品質效能管理、回饋機制等要素來尋找國內公共工程的規劃設計過程，以及完工使用之後相關維護管理等實際作業中，有無相關或相近的作業，以便作為導入結合點與推動下一步開始的參考點。

第一節　公共工程全生命週期管理之發展

在國際永續減碳趨勢下，我國政府自十多年前即開始重視相關可行策略。不管是公共設施老舊或置閒的問題，都顯示出我國公共設施維修管理作業之規劃與推動仍待提升與強化。筆者在 104 年的自行研究案[16]中，曾對工程會於 2008 年委外進行「公共設施效能提升及維修法之立法研究計畫蒐集並整理立法依據與架構委託研究案」進行回顧與討論。發現與英國 GSL 的主要不同在於公共設施維修立法研究案側重於預判需求變化以制定使用年限，再加以配置維護資源，以避免公共設施迫於提早除役或超限使用。但 GSL 則側重於如何規劃適當社會、環境、經濟目標，並如何將達到目標所需的工作嵌入生命週期中各階段的工作中，企圖從平時的營運作業上就開始要提高效能並減少支出，而對甚少著墨於使用年限一事。也因此，雖然在報告中的檢討分析中有提出在設計階段通常較少考量維護管理作業的便利性及經濟性，但卻囿於草擬法令的目的而未能討論如何解決的手段。故今年本研究擬跳脫只觀注維護管理階段的框架，嘗試以全生命週期為主軸再檢視近年國內公共工程相關政策，作為國內推動 BIM 策略建議之參考與基礎。

一、永續公共工程

為了落節能減碳政策，減少能源與資材價格大幅升漲對公共建設的衝擊，國內公共工程主管機關的工程會於民國 97 年（2008 年）10 月 17 日宣布「永續公共工程—節能減碳政策白皮書」(下稱「永續白皮書」)，推動永續公共工程的理念，更全面的兼顧「環境保育」、「經濟發展」與「社會公義」融入到工程全生命週期的每一個階段當中。推動策略上，將結合政府各工程機關成立推動機制，在工程全生命週期各階段予以落實，從可行性研究階段即納入節能減碳的評估，減少破壞自然環境或是沒有效益的公共設施；規劃設計階段，考量最小營建，並透過採購相關法規的修正，鼓勵採用高效能、自然或再生營建材料，及高效率、節能之機電設備；施工

[16] 劉青峰（2014），英國政府運用 BIM 於公有建築使用階段之策略，內政部建築研究所自行研究報告。

階段，妥善規劃施工機械與施工動線，重視節能減碳與高效能、高品質作為的實踐；營運及維護階段，則加強公共設施功能的維護，延長使用壽命，並考量設施除役及廢棄物再利用的作法，讓資源重複使用。盼由落實永續公共工程的理念，提升營造廠、顧問機構等營建產業之國際競爭力，並帶動相關延伸企業投入節能減碳的研發行列，共同努力達成國家節能減碳的整體目標。

永續公共工程或許不是國內公共工程論及全生命週期，甚至維護管理階段的濫觴，卻也是宣示其重要性的重大政策之一，尤其是在永續白皮書中明確指出「公共工程常『重新建，輕維護營運』」的現況，正與本研究所欲強調及改變的主軸相同。對此，永續白皮書更進一步說明略以：「使用維護階段不受業主重視，致分配經費不高。另因檢測維護工作繁瑣且常涉施工品質糾紛，工程顧問公司介入意願不高，常未善加維護，甚至遺失相關維護資料。另設計單位未考量維修及營運之後續作法，致使用中之公共設施維護管理不良，嚴重影響使用工程壽命，或是營運不良造成閒置公共設施。」簡而言之，即是經費、技術、人力、機制都缺乏，但最關鍵的還是不受業主的重視。

白皮書也針對上述課題中各階段應配合辦理事項，列舉出未來發展的重點與方向，其中與維護管理或性能有關內容及分析略如下：

可行性階段

永續公共工程更強調完工後的維護管理，透過適當的組織與合理的經費，能有效運作公共設施，達到預期之服務功能與年限，而這些都必須在可行性評估時詳實提出，同時應將維護管理階段的盤點機制及延壽方案回饋至可行性評估。除了必要的經費與資源之外，白皮書所提出的對策，與英國 GSL 所提山的金縷線的概念可說是相當接近，一開頭即點出引入全生命週期的重點之一就是有效回饋經驗與資料，讓資訊的流動傳遞不只是在單一建築設施的生命週期之內，更要能跨越不同、新舊建築設施之間。

規劃設計階段

- 採用性能為導向之相關規範，提昇規設品質

蒐集並研析國際性能規範之相關資料，檢討其對國內現行技術規範之衝擊，據以建置符合本國之上位性能（成效）規範準則，規範公共工程對節能減碳之需求，由上而下垂直整合國內現行技術規範之相關事宜。依據國際標準組織（ISO）品質管理架構，與國內外相關全生命週期之品質管理之相關規定及實務資訊，訂定公共工程規劃、設計需依照之標準作業程序，規劃、設計手冊，擬定相關從業人員之基本資格，建置品質管理制度及辦理推廣說明會等。前述永續白皮書所提出的性能導向，也出現在英國 DBB 欲發展以性能為導向的新型態營建採購模式的論述之中，顯示出其重要性。永續白皮書在 20 年前提出性能導向時，或因資訊技術的發展趕不上營建產業的需求而無法順利推展，如今在 BIM 的協助下，英國認為不僅可以實現，在結合物聯網與大數據之後，所有與性能相關的數據經過分析，都能有助於更切於實際的性能指標。

- 機電設備節能與效率提昇

公共設施的正常營運必須依賴龐大的機電設備順利運作，因此若能在規劃設計階段即選擇高效率之機電設備，並針對性能需求規劃適當的規模與數量，將能在長久的營運階段節省相當可觀的能源支出。

維護管理階段

- 建置維護及營運管理機制

目前除少數重要公共設施建置有相關管理資訊系統，仍有許多設施欠缺相關資料、資料內容未盡完善或資訊未能公開透明，故首要工作應整合檢討現有各類工程維護管理資料庫，建立既有公共設施盤點制度，並透過三級品管查核各機關填報及維護情形，並將系統維護經費納入年度經常性支出。本研究在回顧國際間與 BIM 所需社會學變革相關的主要行動時即有提到，美國 GSA 採用 BIM 技術的最大目的即是建置一個大型建築設施維護管理平台，其背後的精神相同，為如何有效收集建築設施維護管理資訊，並整理分析，供新建個案參考，或是下面將會提到有關延壽評估作業之利用。

- 減少閒置公共設施及提昇利用率

依「行政院活化閒置公共設施推動方案」積極推動設施再利用，並就相同性質之公共設施整體檢討評估未來需求。而在法制面部分，則積極落實採購法第 111 條

關於使用情形及其效益分析規定，並利用資訊平台公開相關資訊，相關成果亦應回饋至計畫可行性評估階段，避免不必要的建設及資源浪費。本研究認為此活化方案屬亡羊補牢，或可激發創意，但重要的仍在於如何將非政治因素而使之閒置的原因回饋給到資訊公開平台。

- 建立公共設施延壽評估與推動機制

當設施壽命將屆，或服務效能降低時，實需要完整且詳實的評估機制，研擬拆除或延壽執行方案。目前國際間相近的想法有上面提到美國 GSA 正在開發大型建築設施維護管理資料庫，其功能之一也可以提供擬訂延壽計畫之參考外，日本國土交通省正在建置的 BIMMS–N 平台，即是為了少子化、高齡化社會，導致人口減少、財政嚴竣，企圖透過延長現有建築設施的壽命，降低不必要浪費與新建的經費而進行的政策。

永續白皮書中除上述有關維護管理階段的推動策略之外，同時也依照建築設施生命週期，繪製一整體架構圖，將所提出的策略化為評估要項，配置在不同的階段中，其中與本研究所關心的維護管理階段的評估要項為：

- 工程相關資料納入資料庫
- 建立維護組織與標準作業流程
- 減少設施閒置，提昇利用率
- 經常性性能檢核評估
- 延壽方案評估
- 合理編列經費

在同一張架構圖中也清楚的標示出維護管理的資訊應回饋給新建工程的可行性評估階段，而這也就是 GSL 所強調的回饋金縷線（如圖 10，及由本研究所增加的虛線部分）。簡而言之，永續白皮書所列的策略已與目前國際間推動 BIM 並以應用於維護管理階段為重點所提出的策略大致上相近，不同的地方在於英國 GSL 認為維護管理階段所得的資訊與經驗，不僅是可以回饋給可行性評估階段，更可以同時回饋給規劃設計以及施工階段，而且可以透過 BIM 進行與業主間的資訊交付。

永續白皮書自 2008 年宣布、2011 年修正迄今約 5 年左右，可謂國內與營建產

業相關且具全面性的重大政策之一。且從前面與英國 GSL，甚或是 DBB 的比較分析可知，在恢復維護管理階段應有地位以達到重視全生命週期資訊各階段間連通循環的精神上，可謂相同，而且這個精神也正是英國 DBB 發數位居住環境的基礎之一。因此，國內若以公共工程作為推動 BIM 的要角，則永續白皮書所強調的維護管理階段應是最好的著力點之一。換言之，只要參考英國 GSL，採用 BIM 充實永續白皮書維護管理階段所提出的各項對策與評估要項即可，不需再重新擬訂推動政策，避免國內營建政策出現疊床架屋、多頭馬車的情形，導致資源重複投入浪費而事倍功半。

延續前一段的想法，為了要了解永續白皮書目前執行現況，以便提出切合實際情形的建議，接下來則需再進一步檢視近年與依據永續白皮書或是與其相關而被納入的行動方案或策略中，與維護管理有關的有那些。依照工程會網站所提供的永續公共工程輔導計畫教材「推動永續公共工程之政策與理念」[17]簡報內容所整理的近年相關成果圖中（如圖 11），與維護管理階段直接相關的有「公共工程提高能源效率推廣策略」以及「行政院活化閒置公共設施推動方案」等兩項。而「智慧綠建築推動方案」雖在圖中被列為規劃設計階段，但其內容及後續的推展也漸漸增加維護管理相關工作。「智慧綠建築推動方案」以及後續之智慧社區、城市的發展將會與物聯網、BIM 等資訊應用技術緊密的結合，需要較詳細的討論，本研究將在下一節進行，下面先就「行政院活化閒置公共設施推動方案」以及「公共工程提高能源效率推廣方案」兩項可以說是在永續白皮書宣布之前即已存在且執行中的方案，進行簡介與討論。

[17] 本文件係透過網路搜尋引擎 Google，以關鍵字「永續公共工程」搜尋所得結果之一。依其文件下載鏈結之網址、年份及檔案名稱，推測應為工程會所管網頁，並為 2012 年輔導計畫教材之一。詳細網址如下：
http://recovery.pcc.gov.tw/Common/UploadedFiles/2012/New1205011629256120000/%E8%BC%94%E5%B0%8E%E8%A8%88%E7%95%AB-%E6%95%99%E6%9D%90-%E6%B0%B8%E7%BA%8C%E5%85%AC%E5%85%B1%E5%B7%A5%E7%A8%8B%E7%90%86%E5%BF%B5.pdf

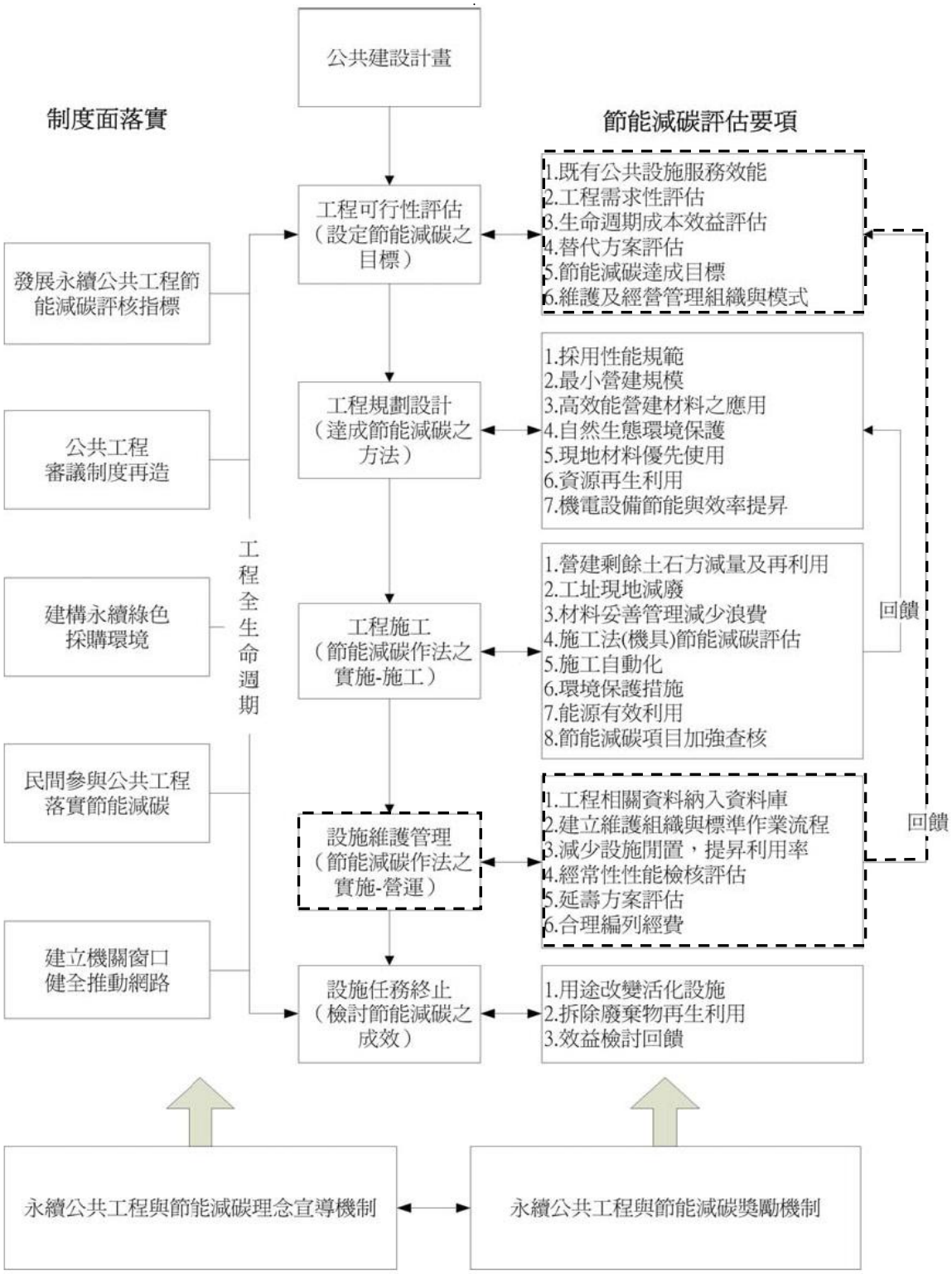

圖 10：永續公共工程—節能減碳整體推動策略

（資料來源：永續公共工程—節能減碳政策白皮書）

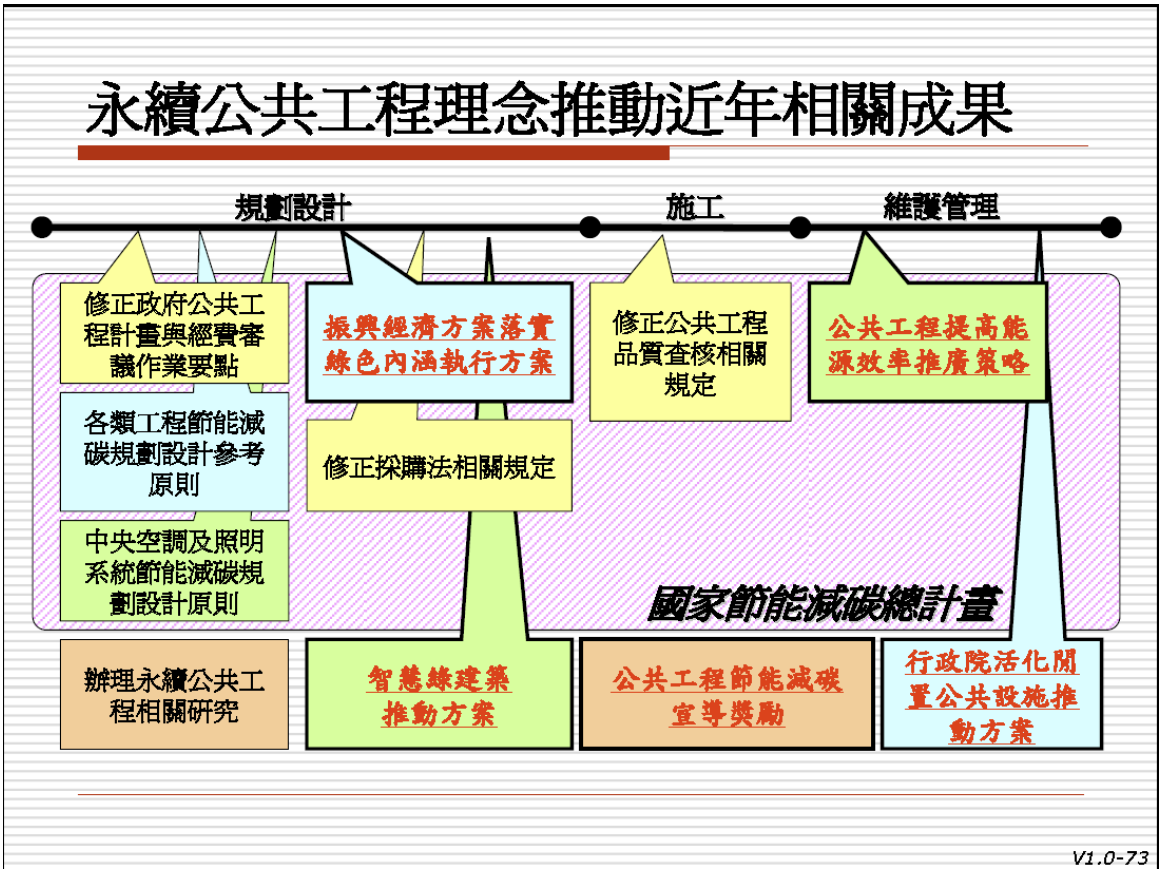

圖 11：永續公共工程理念推動近年相關成果

（資料來源：永續公共工程輔導計畫教材「推動永續公共工程之政策與理念」）

行政院活化閒置公共設施推動方案

民國 94 年（2005 年）8 月 17 日行政院第 2953 次院會，院長指示工程會會同相關機關，組成專案小組，逐案檢討閒置之公共設施，並研究以委外方式辦理，以減少浪費閒置情況。辦理訂定公共設施閒置之量化標準、各項閒置公共設施之清查作業以及檢討及改善活化措施等。其中進行改善及活化措施，包括原設施功能之強化、委外經營、轉型再利用或拆除等最終處理。依照台北藝術大學暨台灣師範大學姚瑞中教授 2010 年開始實地調查完成「海市蜃樓-台灣閒置公共設施抽樣踏查」一書，列舉閒置公共設施，包含交通建設、工商園區、文教設施、體育場館、社福設施、辦公廳舍及市場等許多種類，共 584 個案例[18]。對於執行進度緩慢，工程會表

[18] 吳垠慧 / 台北報導（2016 年 05 月 17 日），踏查台灣蚊子館 姚瑞中：《海市蜃樓》再出 5 本都沒問題，中國時報。姚瑞中和學生組成的「失落社會檔案室」採集台灣各地閒置蚊子館，自 2010 年第 1 本《海市蜃樓：台灣閒置公共設施抽樣踏查》出版後，每年發行 1 本，5 年來除了姚瑞中，另有

示，閒置公共設施「要朝多元有效利用方向予以活化或轉型，確實無法活化、轉型者，則應變更用途，有效利用。蚊子館乃歷年累積之弊，有些依法變更作業中，有的還在訴訟中，非短暫時間可以立即全部解決」[19]。可見課題關鍵除了數量之外，缺乏活化創意、合法轉型程序耗時等都是問題，可見若未能在可行評估階段確認公共建設的社會必要性，在完工之後再圖改變，就會事倍功半。本研究所關心的除了社會必要性之外，更包含如何從設計、施工、試俥、移交各階段中確保公共工程的機能與性能均維持並符合當初所預期的社會必要性。

公共工程提高能源效率推廣方案

工程會配合永續白皮書內容，為強化既有建築物的節能效益，延續並擴大經濟部能源局績效保證專案之範疇，以提高既有公有建築物能源效率為重點，於 99 年 8 月 10 日通過此方案並成立節能減碳專案小組，進行既有公有建築物能源效率之宣導資料，成立輔導團隊提供各級政府更換高效率中央空調及照明設備相關執行作業之諮詢與輔導。並持續追蹤後續之推動情形，研定具體改善措施。簡言之，即是透過既有公有建築（也屬於公共工程範籌）推動經濟部自民國 95 年（2006 年）起開辦的節能績效保證專案，並結合民間相關公、協會，積極主動宣傳、協助與輔導，鼓勵機關應用能源局提供之績效保證專案，加速老舊耗能設備之汰換。

節能績效保證專案主要是經濟部「為推動節約能源工作，辦理雲端節能先期診斷及節能績效保證計畫，帶動能源技術服務業發展」[20]而訂。而所謂能源技術服務業（下稱「ESCO」）[21]，依照經濟部商業司的定義，其業務範圍包含從事新淨潔能源、節約能源、提升能源使用效率或抑制移轉尖峰用電負載之設備、系統及工程之

230 位學生參與，5 本專書收錄 584 個案例，共 3400 頁、50 萬字，姚瑞中語出驚人說，「數量很多，再出個 5 本都沒問題」。http://www.chinatimes.com/newspapers/20160517000419-260115

[19]蚊子館目前還有多少閒置？如何活化？，熱門話題一頁書，公共工程電子報第 28 期，2010 年 9 月 14 日，https://www.pcc.gov.tw/epaper/9911/qapaper.htm

[20] 節能績效保證專案示範推廣補助要點第 1 點，經濟部能源局中華民國 104 年 07 月 31 日經能字第 10404603240 號令修正。

[21] 行業代碼 IG03010。

規劃、可行性研究、設計、製造、安裝、施工、維護、檢測、代操作、相關軟硬體構建及其相關技術服務。依照補助要點推廣手冊所載，其商業模式係由「ESCO 提供綜合性工程技術服務，對能源用戶保證節能效益之承諾，並採用適當的量測與驗證程序計算節能效益，再從節省之能源費用來回收節能技術服務與設備等費用支出，也可以在兩造協商合意下，由能源用戶編列部分預算支付專案費用，以縮短回收年限。」簡言之，是由業主與廠商共享節約能源所得之利益。

也就因為節能績效保證專案係以節能績效保證收益為允收條件，方案中也提到幾個當時，同時也是目前利用公共工程推動 BIM，尤其是強調維護管理階段的性能效能時，所遇到的課題。首先，方案提到專案執行期程多長達 7 至 10 年，在廠商考量保固費用、貸款利息等情況下，標案金額多會大幅高於直接汰換設備。其次，經濟部能源局建議以統包方案辦理，如要以公有建築為推動目標，首先需擬訂相關的採購契約及投標須知範本供參。最後也是影響最大的課題，因節能產生之效益在政府預算中屬經常門，其減少往往不受重視，甚至可能影響次年度經常門預算的編列，以上各項均影響到機關的使用意願。

綜看方案所列出的推動課題中，直接汰換設備的說法需視欲改善效能之設備其系統複雜程度而言，如照明與空調，考量其汰換作業與汰換後即能達到預期的效能，即不能一概而論，因此影響影業主改善願意的程度較無法評估。至於統包採購契約及投標須知範本，工程會在 101 年發布「節能績效保證專案統包工程採購契約範本」[22]供各級政府機關參考。而有關維護管理階段所需求經費並不像設計建造經費，有著類似專款專用的性質，而是併入使用單位一般開銷中混同看待，實無助益。這也是目前國內推動 BIM 所要面臨的重大課題。

從方案中同時也得知另一個永續白皮書執行上的變化，即維護管理階段的工作重心暫時先放在既有公有建築的設備能源使用效率的改善上，且在建立永續公共工程整體構架的長期工作之前，要先集中資源在短期可以獲得節能減碳績效的工作上。依此方案所述，為配合國家政策，聚焦於綠色能源相關應用之推動，且結合產業界之實務能量，擬另成立節能減碳專案小組，由工程會、經濟部能源局、工業技術研究院，並邀請中華民國能源技術服務商業同業公會、台灣能源技術服務產業發展協

[22] 中華民國 101 年 5 月 28 日行政院公共工程委員會工程企字第 10100194580 號函發布。

會、財團法人台灣綠色生產力基金會、光電科技工業協進會共同參與。且為免疊床架屋、模糊焦點及考量工程會有限人力，原「永續公共工程推動小組」暫停止運作。

以本研究的角度來看永續白皮書的執行歷程，這樣的發展既是困境，亦是轉機。所謂困境，是指永續白皮書所擘劃出的全生命週期發展架構，恢復維護管理階段地位，並於其它階段串接在一起的理想，恰與目前英國 GSL、DBB 要應用 BIM 所達成的構架相似，若能從當初即持續發展，所國內營建產業各界，尤其是公部門業主，能了解全生命週期的內涵與重要性，實能成為當前國內推動 BIM 的堅實基礎，如今先以既有公有建築的設備能源使用效率的改善為短期目標，雖能達到節能減碳績效，對如何促進全生命週期架構，助益較少。使當前推動 BIM 應用於全生命週期的構想，難以激起共鳴。

而轉機則也是指集中於既有公有建築的設備能源使用效率的改善的這一發展上。公共工程提高能源效率推廣方案在這幾年的推展下，有兩個與 BIM 相關的發展方向，首先是節能效率的計算評估方法，以及節能收益的分配模式。由於 BIM 的主要長期效益之一即是全生命週期的時間與資本減少，正可作為 BIM 推動之參考。其次，則是雲端節能概念的發展，依照「節能績效保證專案示範推廣補助要點」規定，受補助單位應提交雲端節能先期診斷計畫[23]，目前所知的發展，類似的雲端系統多由 ESCO 個別開發，或架在廠商端，為業主提供解決方案，但對於國家或企業而言，類似的資料若要以大數據技術增加其價值，未來除了需由業主自主管理外，更要以一統一的方式測量，累積資料，以便研訂效益指標。應用上於大尺度時可以給國家、企業決策參考，小尺度時給個人挑選擇建築系統整合參考。這些概念都與國際推動的方向相似，國內 BIM 的推動應要結合這一股力量與趨勢，從維護管理階段建立起推向全生命週期應用的灘頭堡。

[23] 指受補助對象委託能源技術服務業針對建築物之能源管理、照明、空調、動力及其他耗能設備與系統進行節能潛力評估及改善建議，並透過計量儀表結合網路上傳功能，建立空調主機動態性能監測與管理之服務計畫。

二、國內公共工程全生命週期品質管理整體架構

在推動永續公共工程的同時，工程會亦於 2009 年委託社團法人中華鋪面工程學會進行「公共工程全生命週期品質管理整體架構之研訂」計畫[24]。目的為全面提升公共工程品質，依 ISO 9000 以過程導向為基礎之品質管理，以目前執行已趨成熟的公共工程施工階段的品質管理，往上推展至規劃、設計階段，並往下延伸至維護管理階段，以往工程品質管理僅著重於施工階段，但實際上工程完成使用維護前，任一步驟皆直接影響後續工作之品質，故以全生命週期考量工程整體品質為較周全之作法。研擬從可行性研究、規劃、設計、施工及維護管理各階段之全面品質管理機制(包含各階段品質管理架構及前、後階段輸入與產出等資料之審查標準與機制、相關檢核程序與資料銜接之比對等內容)，並檢視相關法規及配套措施，確實督導各機關落實執行以及從公共工程計畫審議與同步檢視計畫執行階段之稽核、查核制度，並據以調整與修訂計畫內容，以落實計畫品質管理。

公共工程之整體品質有許多問題係由規劃、設計不當或錯誤所產生，故為提升目前工程品質惟有從可行性、規劃或設計著手，甚至延伸至維護階段方能對工程之整體品質有所提升。在公共工程生命週期各階段仍以三級品質管理為主要組織架構，日常業務執行由主管機管理廠商執行公共工程興建過程的品質管理 (包含可行性研究、規劃、設計、施工及使用維護，中央或地方工程主管機關執行查核工作，工程會則以抽查或輔導方式進行主管機關查核工作落實度抽查。

依照國立中央大學品管班、工地主任班訓練中心網站中所下載[25]，「公共工程全生命週期概念及其未來推動方向」教材簡報資料，工程會擬將工程品質從設計、施工開始推向營運、維護階段，與可行性研究及規劃作業共同形成一個回圈，代表生命週期。簡報中主要以 ISO 9001 品質管理機制作為主要策略，朝向建立生命週期中各階段的專責品質管理執行單位、品質管理標準作業程序、以及三級品質管理制度為目標，同時也建議工程會應研擬「維護管理品質管理作業辦法大綱」，展現對於

[24] 計畫主持人：黃金田、共同主持人：林志棟、協同主持人：周南山

[25] 中央大學土木系林志棟教授，
http://140.115.61.115/cspave/adm/attachments_PDF/B0001/98122602.pdf

維護管理階段的重視。為回應相關需求，工程會亦於 2009 年「公共工程全生命週期品質管理整體架構之研訂」計畫中，提出更詳細的建議事項。

維護管理階段品質管理建議

計畫書中所提出有關維護管理階段的工作重點建議，與英國 GSL 的精神或目標相近，顯示國內已在近年開始關注相關課題，而解決的方向也是朝向將使用者、供應鏈的角色加重並提前參與與出場。例如：

- 提前讓使用或營運單位應自工程規劃設計階段及參予審查討論，以便使維護管理階段之工作項目順利進行。
- 提前在工程施工後期即應請廠商提送設備或設施之維護手冊並對日後接手維護人員辦理教育訓練。
- 為追求服務效能最大化與折舊率最小化，要求維護單位在驗收移交後，並且將使用管理所紀錄之表單進行分析，且並依其使用情形完成其效益分析報告。
- 依各個財產建立之各式紀錄及維護管理紀錄。維護管理階段之輸入項目，包括其在可行性研究、規劃、設計、施計等階段所產出之所有相關資料皆需要進行移轉，並建立其構造體、設備檢查等維修紀錄，輸出為其移交之紀錄及財產清冊。
- 建議完成「工程全生命週期品質管理資訊系統」，集中所有效抑或維護記錄，供日後類似工程進行可行性研究、規劃、設計、維護之參考。

在執行的機制、人員角色與工作內容，則與 GSL 有較大的不同，例如前面提到使用或營運單位參與設計，並無提到要以何種方式與人選進行參與，參與時的重點為何都未提及。另外，也未要求設計施工單位應在此階段提供三年期的售後技術支援。其所提出的三級品管，愈基層以品質、愈高層以公安的考量方式來安排，各層工作內容略為：

- 廠商之品質管理系統—可再經由廠商評鑑來建立其合格廠商，訂定維護管理品質管理系統，進行不同小單元維護管理階段之品質管理。並整理異常發生原、最佳之修繕及更新之計畫，再回饋至維護管理計畫之中。

- 主辦機關—使用或維護機關，依廠商所提出之維護管理計畫進行查核，並且實際查驗該項目是否能繼續進行服務。
- 主管機關—主辦單位需視其工程及相關設備之特性，分別向不同之主管機關提出申報，方可繼續進行營運。

最後，該計畫也為維護管理階段設定了服務成效評定。建議應依工程特性與單位需求就以下幾點訂定服務評定方式。

- 增加資產之使用壽命。
- 保證使用者之舒適感。
- 緊急情形時能保持運作。
- 確保每一個人使用設施時之安全性。
- 確定能在最佳之可用狀態下，及獲得最大可能之投資效益。

評定結果可為編列其維護管理費用、擬訂重建計畫。同時也再度強調應記載分析資料、損壞原因、紀錄修復狀況，以利後續使用維護之參考依據。此項建議與英國 GSL 中有關如何設定建築資產應有的功能效益並如何在實際完成後使用時能達到預期功能效的精神相近。不同之處在於，英國 GSL 認為只是細詳紀錄、分析維護管理階段各項活動的資訊後，將其完整的保存供其它新案參考的作法過於消極，而且也未能進一步追踪了解這些紀錄是否被參考利用、內容是否足够、以及效果如何。因此，GSL 建議必需再加上進行 POE 以補足設備維修紀錄等所缺乏的使用者體驗，以及利用 GSL Champion 來主自將紀錄與經驗積極融入維護管理之前的各個階段之中。

三、政府重大公共建設計畫全生命週期績效管理手冊（法規篇）

我國中央政府層級，另一個以建築設施全生命週期為範圍，以提升政府重大公共建設計畫績效管理的計畫，則是國家發展委員會（下稱「國發會」）於 104 年 8 月推動之中長程個案計畫「全生命週期績效管理機制」，目的在於鏈結自計畫立案、規劃、執行、屆期至事後營運各階段之績效評估。此計畫屬於國發會主要業務之一「績效管考」的「建設管制」項下，而所謂績效課題係指審計部調查重大公共建設計畫執行績效時，發現計畫編擬、預算編列、執行及管制考核等各作業階段，應遵

循之法令規定繁多，且散見於各主管機關，常因計畫主辦人員更迭頻繁，實務經驗甚難確實交接傳承，導致相同缺失重複發生。於是國發會第一階段便是展開公共建設計畫「全生命週期績效管理機制」之法規盤點工作，彙編手冊（法規篇）作為各機關人員業務執行之參考，期能減少程序疏漏或錯誤，有效提升公共建設計畫執行績效。從前面的說明及目前所發布的內容推測，此計畫目前的重點應在於協助公部門提升在計畫擬定執行的行政作業績效，並希望從行政作業的績效間接引導出公共建設工程案在各階段的品質與效能。

此計畫所編製的手冊對本研究更為重要的是再一次從中央政府的角度定義並說明了何謂「重大公共建設計畫全生命週期」，即包含了 4 個主要階段，分別為編審作業階段、前置作業階段、工程執行階段、屆期/營運階段，並將各作業階段界定說明如下：

- 編審作業階段：係指中長程個案計畫報奉行政院核定前，重要工作包括環評、編擬可行性研究、綜合規劃報告等。
- 前置作業階段：係指公共建設類中長程個案計畫報奉行政院核定後至計畫所屬工程動工前，重要工作包括辦理工程設計、工程招標等。
- 工程執行階段：係指計畫所屬工程動工前至工程完工或啟用前，重要工作包括工程執行、履約管理等。
- 屆期/營運階段：係指工程完工或啟用後，重要工作包括工程驗收、移交接管、營運（含維運）管理等。

其中有關「屆期/營運階段」所應包含的工作內容，又比前面提到的永續白皮書、全生命週期品質管理等所提出的維護管理階段，在維護保養作業之外，更加入了驗收、移交接管的作業。政府重大公共建設包含相當多種類的工程，例如捷運設施，其驗收標準執行與移交接管的作業均相當專業與複雜，故需要強調其重要性並納入「屆期/營運階段」。考量建築施設工程之功能與設備日益複雜，英國 GSL 也提出應用 BIM 並參照其建議流程來輔助執行設備試俥、移交接管的作業，將能使管理團隊及後續進駐使用者能更了解其在建築設施的功能，同時發揮建築設施應有的效能。朝向智慧建築、智慧城市的方向發展，在結合物聯網的情形下，意味著建築設施完工後使用過程中將需要更多不同的專業介入，因此需要開發更資訊互相操作性高的

平台、更友善的管理介面，以及移交接管流程之外，也要由設計、施工、設備與使用單位共同試俥調校使建築設施能發揮預期的效能。

第二節　物聯網與智慧城市

一、物聯網

推動沿革

物聯網概念源於 1999 年[26]，參考維基百科資料，是指網際網路、傳統電信網等資訊承載體，讓所有能行使括獨立功能的普通物體實作互聯互通的網路。在近年快速發展起來，國際間的應用範圍十分廣泛，物聯網拉近分散的資訊，統整物與物的數位資訊，物聯網的應用領域主要包含以下方面：運輸和物流領域、健康醫療領域範圍、智慧環境（家庭、辦公、工廠）領域、個人和社會領域等。

國內雖未正式宣布完整的推動策略，但 2011 年行政院所召開「智慧聯網產業推動策略會議」[27]以擘劃發展物聯網領域，且會中所提供的發展計畫，可說是另一種型式的政策宣布。且經濟部表示物聯網也是我國目前生產力 4.0 產業與技術發展策略的重要一環，善用大數據與雲端運算的威力，以物物相連、智慧雲端的物聯網概念作為產業發展主軸，因應國內產業需要，促進產業結構的調整，向上提升產業價值鏈。[28]

經濟部同時說明，國內在行政院科技會報及經濟部支持下，工研院及資策會等國內法人機構，整合多元環境感知與無線感測網路技術，研究具產業發展潛力的智慧生活應用情境；像是建立「智慧巴士標準制定」，協助交通相關部會及業者建置相

---

[26] 比爾蓋茲在 1995 年出版的「未來之路」一書中提及物互聯。1998 年麻省理工學院提出了當時被稱作 EPC 系統的物聯網構想。1999 年，在物品編碼（RFID）技術上 Auto-ID 公司提出了物聯網的概念。2005 年 11 月 17 日，訊息世界峰會上，國際電信聯盟發布了「ITU 網際網路報告 2005：物聯網」，其中指出「物聯網」時代的來臨。劉雲浩編. 物聯網導論. 北京: 科學出版社. 2010-12: 4. ISBN 9787030292537 。

[27] 近年來，我國相關政策內容，如行政院所屬各機關中程施政計畫（106 至 109 年度），漸以「物聯網」代替「智慧聯網」，故本研究除需配合重大會議名稱或其它重要文件外，在討論時均以「物聯網」為主。

[28] 迎向智慧聯網 打造不一樣的明天，杜紫軍。創新。樂活電子報，第 32 期，民國 104 年 9 月號，經濟部發行。

關車載機與周邊設備之應用，像是到站顯示、智慧站牌與公車動態資訊查詢 APP，讓公共運輸取代個人的運具，進而達到節能減碳效益。這些系統民眾看不到，但卻能感受物聯網所帶來之便利。[29]

另外，在產官合作上，104 年 (2015 年) 由經濟部及微軟共同簽署物聯網產業發展中心合作備忘錄，以推動物聯網產業鏈的垂直整合，結合微軟雲端服務平台與大數據分析，帶動國內廠商硬體裝置創新，讓國內產業從提供單次的硬體銷售，轉型為提供永續加值的服務。該中心在發展上有三大目標，智能化 (Intelligent)、產品服務化 (Integration)、國際化 (Internationalization)。鎖定的五大產業應用包括智慧製造、智慧零售、智慧醫療、公共服務、智慧家庭及個人[30]。

國內優勢與課題

依照「智慧聯網產業推動策略會議」的資料[31]，物聯網的技術架構可分為 3 階層：感知層、通信層、應用層 (如圖 12)，預估未來有物聯網產業超過 7 成產值都落在應用服務層上，但目前國內的強項仍在於感知與通信層，在於掌握半導體生產、晶片設計與終端產品研發 3 大強項。放眼物物相聯的未來，物聯網若要有更強勁的發展，勢必要強化在應用層上的投入，透過感測、傳輸、應用的相互結合，提升往下游軟體應用平台布局的力度；換句話說，除了硬體開發，還得進一步與平台系統、軟體開發商聚焦臺灣物聯網應用層整合，一同打造軟硬結合的終端產品，如移動商務、智能終端、感知設備、雲計算、大數據、社群網路等，再透過服務供應商與電信營運商在市場上推動，構成全面性的物聯網產業鏈，才有利於臺灣創造在全球物聯網產業中的地位。

在物聯網具備高度跨領域整合特性，涵蓋產業與應用領域極為廣泛，是我國資通信相關產業，以及應用層所觸及的各項服務相關產業另新一波發展契機，也是邁入智慧生活不可或缺之重要基礎建設，也可說是智慧城市的重要基礎建設 (如圖

[29] 同上。

[30] 蘇文彬 (2015 年 10 月 21 日)，經濟部與微軟聯手 30 多家業者成立「物聯網產業發展中心」，iThome 電腦報。

[31] 黃彥男副執行祕書 (行政院科技顧問組，2011 年)、智慧聯網發展機會與策略，智慧聯網產業推動策略會議。

12)。就營建產業而言，其中感知層、通信層的軟硬體發展較無關係，有直接關係的應屬應用層的智慧建築，在結合設備感知資訊與建築空間資訊以提供更精準、更有效率的解決方案上，更是與 BIM 的推動息息相關。同時也是具優勢之產業與民生關鍵應用，建構物聯網產業鏈，發展系統整合之整體解決方案，進而帶動整體解決方案之輸出。目前看來，還是偏向硬體，應用層少，這正是 BIM 進一步聯結發揮的關鍵。

與 BIM 結合應用點

要討論 BIM 結合應用點，可以先從前面提到的「智慧巴士標準制定」，或是 Google Map 所提供的交通擁塞情報服務等的物聯網應用模式看起 (如圖 13)。對 Google 而言，個人手上的運行 Android 行動裝置，同時代表著感測層與應用層兩個角色，行動裝置內的衛星定位晶片接收衛星資料與電信基地台資料，將其定位資訊透過電信網路即時回傳到 Google，而 Google 在收集到大量的定位資料之後，配合自己建置的各地區地圖進行套疊篩選，即可區分那些裝置目前的位置是在道路上，並從其移動速度推測是否正位於移動的汽車中，同時也可得知那些路段上有著較多汽車，代表該路段正處於擁塞情形。最後，再將這些情境分析結果，展示於 Google Map App 中，提供用路人參考。智慧巴士的應用模式，與 Google 的大致相似，不同是在於感知層不是行動裝置，應用層則是將分析結果展示在智慧站牌上。

就如同公路單位僅需提供正確的道路層級、位置資料，而不需理會行動裝置如何收集、傳送定位資料一般，營建產業在應用 BIM 結合物聯網以形成智慧建築，甚至是智慧城市時，不需了解感知設備如何收集、傳送資料，而是要提供所收集到資訊的正確空間定位、屬性、面積、方位、活動性質等。如此，在應用層進行各項分析、推論、處理時，便有更豐富的資料，同時也可將提供尺度更小的解決方案。這只是結合的第一步，未來會有更多的建築設備加入物聯網，感知層所能回傳的資訊，隨著硬體技術的發展，不再會只是溫溼度等資訊，建築空間的使用情形也有可能成為被感知的資訊，這些建築物內部的資訊，都可以視為廣義的 BIM 之一，再結合上前一節提到的雲端智慧節能，將會使分析優化的功能更為強大，更廣泛。

前面有關於建築設施在使用過程與維護管理階段應用 BIM 以結合物聯網為業

主或使用者在使用或管理建築設備時提供資訊充份、透明的智慧解決方案等構想，其重點在於由誰來製作詳細正確的空間資料。Google 為了增加其獨家資訊服務功能，吸引更多瀏覽人數，以便賺取更多的廣告收益，運用汽車定位與相機即可快速建立大量的地圖街景。但若以智慧城市政策為遠景，則 BIM 資訊則無法期待或交由任一單獨機構團體建置，如同 GSA 想要建立的大型維護管理資料庫般，需要由城市治理相關的機關來主導並投資建置。即便如此，BIM 建築資訊的尺度較小，且封閉複雜，無法像 Google 般大方的收集資訊，而需要分別收集累積，且不只是個別建築設施收集，更要分階段、分專業有計畫、長期的收集。也正是因為需要透過長期的累積，且要做為智慧城市的基礎建設，所以推動 BIM 需要先建立詳細的建置作業程序，以及共通開放的儲存格式，讓所有營建產業相關專業能有效率地建置正確的 BIM 模型，而這個工作正是我國推動 BIM 所需要的第一步，也是本所目前正在努力的工作。

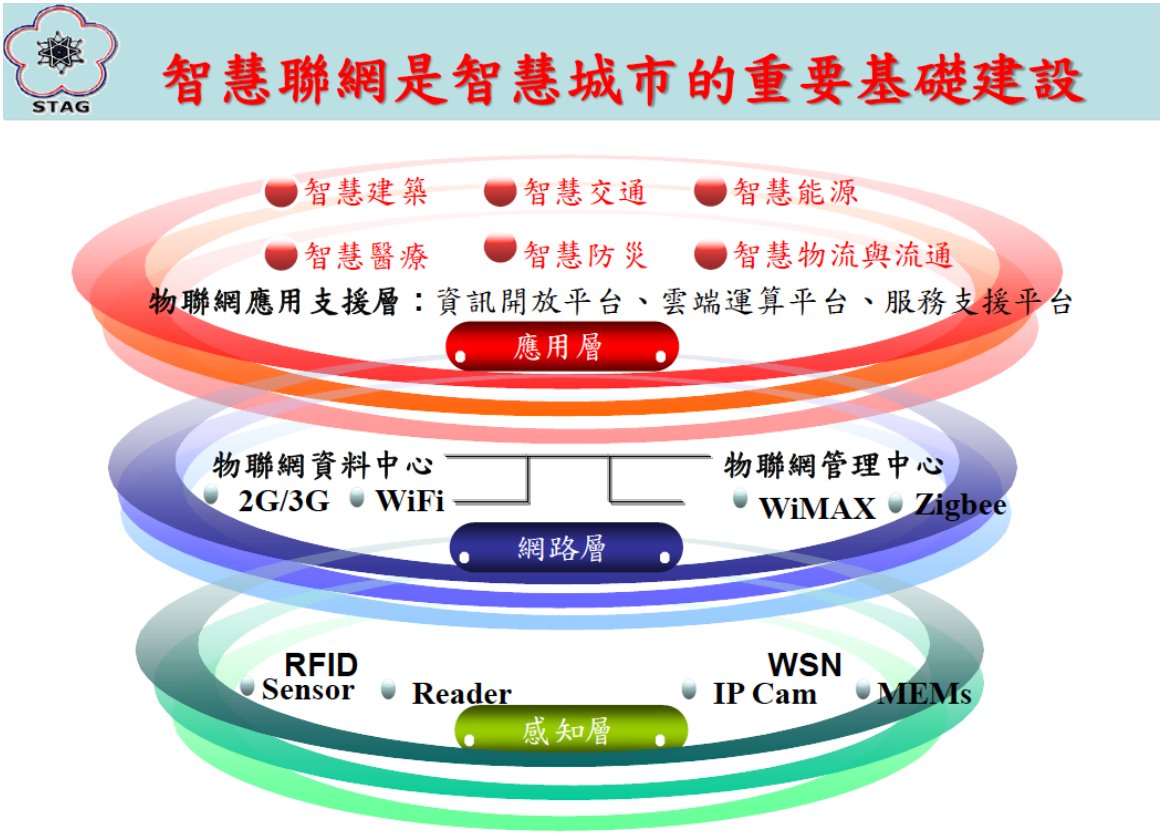

圖 12：物聯網架構層級圖

（資料來源：智慧聯網發展機會與策略，智慧聯網產業推動策略會議）

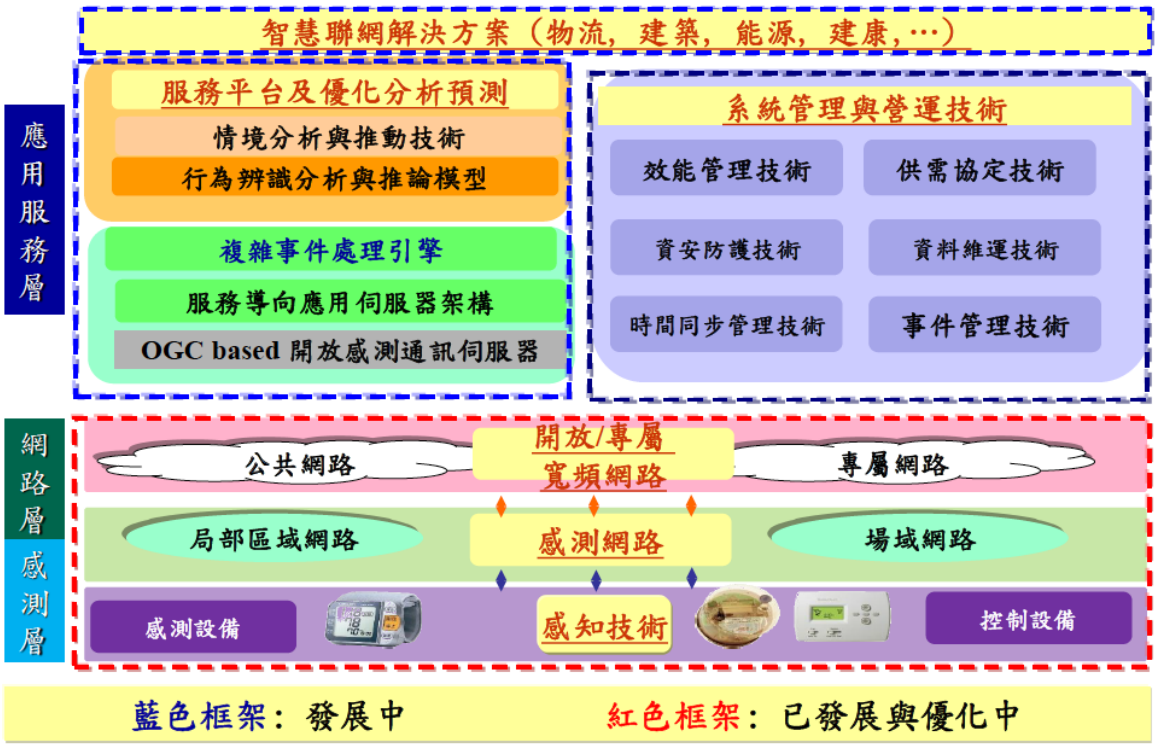

圖 13：物聯網各層級技術發展架構圖

（資料來源：智慧聯網產業技術發展佈局，智慧聯網產業推動策略會議）

二、智慧建築與智慧城市

國內推動沿革

行政院於 90 年（2011 年）核定實施「綠建築推動方案」，其後於 97 年擴大實施「生態城市綠建築推動方案」，更於 99 年 12 月核定實施「智慧綠建築推動方案」，並由內政部與經濟部共同推動。另外「國家節能減碳總計畫」及「黃金十年國家願景」等，均將推動智慧綠建築列為綠能減碳施政主軸之標竿型計畫，顯示推動智慧綠建築不僅為建築發展同時亦為國家整體發展之重要工作。

105 年的「永續智慧城市-智慧綠建築與社區推動方案」，則延續前述方案推動成果，同時配合「網路智慧新台灣政策白皮書」5 大構面中的「智慧國土」構面進行與智慧化相關之城市創新實證示範計畫，除延續發展智慧綠建築外，並考慮我國整體環境發展及遵循行政院當前智慧城市之重點政策，創造資通科技(ICT)產業新出路，以『智慧生活創造者』作為臺灣國際市場的新品牌；另運用智慧創新技術，建

立對城市治理及其他智慧應用領域，從主動即時偵測覺知變異、進而進行資訊分析反應，而後能整合做出調適之療回應能力，提供更符合民眾需求之公共服務（如圖 14）。綜整推動方案的說明，一般智慧城市希望能達到以下三項目標：

- 建立社會公共服務及城市治理等良好基礎建設發展之基礎、
- 有效提升民眾生活品質、
- 提供完善社區、社群與城市相關智慧創新應用服務。

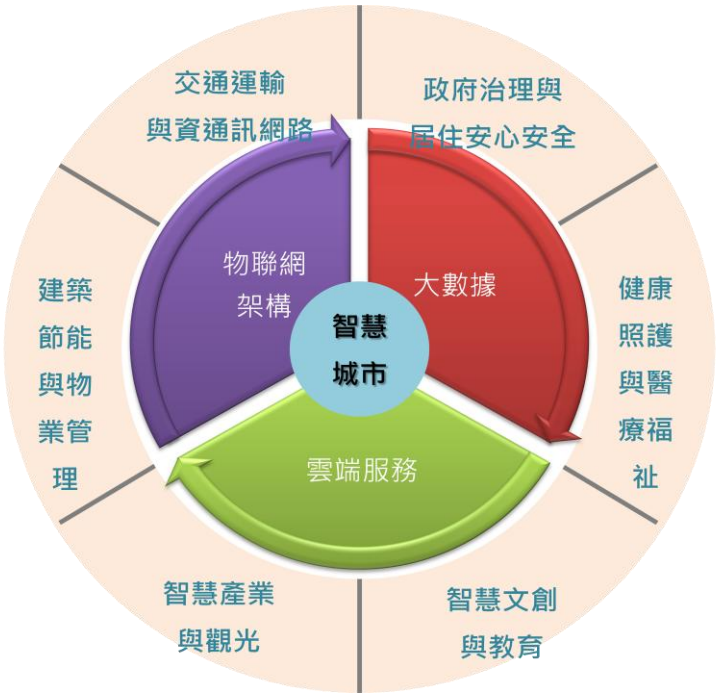

圖 14：智慧城市三大核心與重要應用面向

（資料來源：行政院國家發展委員會）

主要工作

推動建設永續智慧城市將從空間進行統籌，建立包含目前已發展之智慧應用領域的整體智慧能力架構，主動進行即時偵測城市之各項動態變，並進行資訊分析，執行整合後之調適療癒智慧回應與決定。為了解實際整合的過程與效能。本計畫不但延續加強推動智慧綠建築，並擴大範圍進行實證計畫，遴選永續智慧社區創新實證示範場域，並依場域性質選擇可運用之整合智慧化應用內容，作為政府智慧化各種成果經驗及技術應用之共同實驗場域，連結各政府機關相關之智慧與低碳單項計畫進行複合實證，以期發揮乘數群聚效果。

實施之後，將可結合國內相關單位及地方縣市政府與民間業界，在不同使用類型與特色之實證場域中，配合使用者需求提供整體性智慧生活應用服務，不但可於單一區域中集中聚焦展現亮點效果，讓民眾更易體會幸福有感生活，同時也可帶動國內 ICT 產業升級，促進產業整廠輸出，達到三贏效果（如圖 15）。

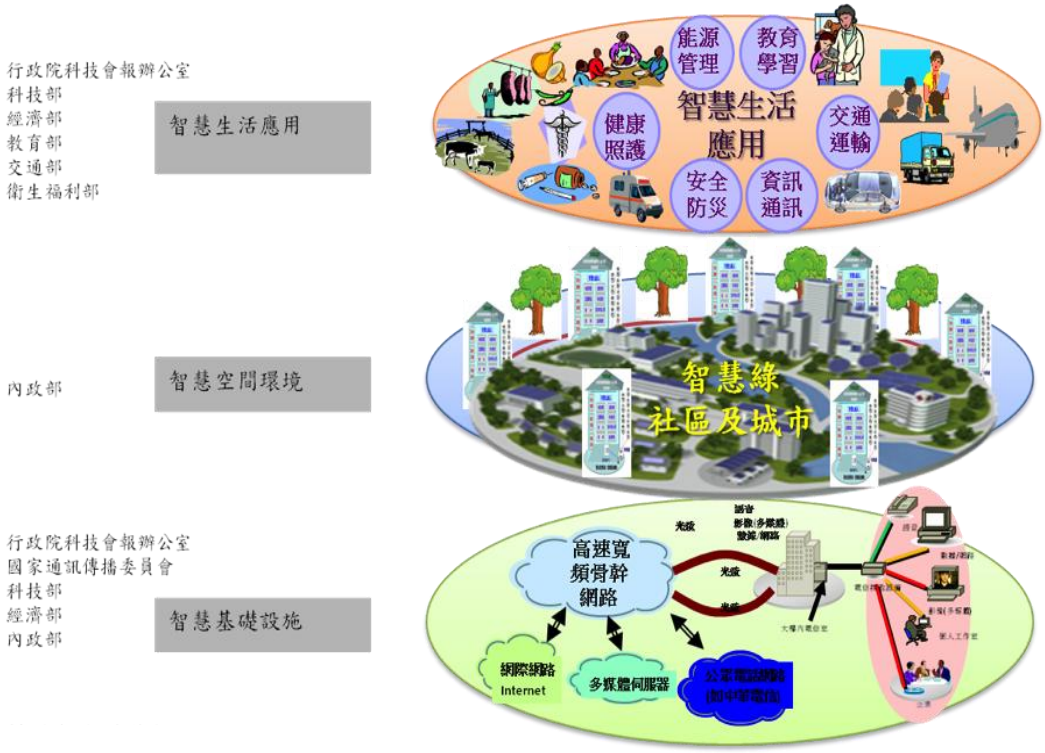

圖 15：我國智慧化相關政策與永續智慧城市整合推動方案關聯圖

（資料來源：永續智慧城市整合推動方案）

BIM 與智慧城市

筆者在 104 年的自行研究案中，曾對 BIM 與智慧城市的關係進行過討論分析。如今，結合對於國內物聯網產業發展策略的了解後，更加確認當初所提出的觀點。因此也再次重申以下事項。

在推動 BIM 的願景上，國際間主要國家都不約而同地選擇以智慧城市 Smart City 為最終目標，將空間資訊如 BIM、GIS、物聯網、及生活服務資訊 Big Data、Open Data 等資訊技術整合在一起，做為智慧城市的資訊基礎。例如，歐盟以節約能源為轉接點，提出從 BIM 提升到「能源效率 BIM（En. Eff. Building），再與城市

能源系統整合以形成 Smart City。新加坡提出以 BIM 輔助設計智慧建築 Smart Building、智慧營建 Smart Construction 後，再邁向 Smart City （2030）。而英國政府則是提出「動態 BIM （Dynamic BIM）」作為銜接點，意指隨著使用過程變更而不斷記錄演變的 BIM，並將這些活動的 BIM、GIS、以及其它資訊集結成為一個「城市資訊模型（City Information Model）」，最後成為智慧城市最重要的資訊來源。

從以上各國的願景推敲，BIM 對於實現智慧城市而言已經是不可或缺的一部分。智慧城市需要整合各個建築施使用階段的建築資訊作為其資訊庫，其中比較主要的是空間定位、空間用途、設備性能等資訊。簡單說，先以一個運用物聯網來結合各項設施的單幢智慧建築為例，設置於建築設施內部各處的感測器要能將所接收到的數據及位置回傳到控制中心，控制中心才能有完整正確的資訊研判環境現況是否仍在許可範圍內，如需進行調整者，中心也需要針對有關的設備傳達指令，使其動作。而在以上的一連串動作中，不論是以人工或系統自動執行，所需要的資訊中最關鍵的應為對象、位置。而這些資訊，在目前一般建築設施在完工交付後，常因傳統圖說的解讀及存放不便，且使用頻率不高，較易被忽視導致未能即時更新，甚至有遺失的情形發生。因此，若要以智慧城市為願景，建置城市的資訊庫，關於空間資訊首先要解決的即是如何有效收集建置各別建築設施的資訊模型。

以英國目前的推動政策為例，在要求公共工程應用 BIM 技術時，不但注重建立工程專案全生命週期的重要分段工作要項、協同合作責任分工架構、以及資訊交換標準等，為營建產業界提出可行的遊戲規則，更進一步將提昇公共建設服務品質作為應用 BIM 技術的首要目的，提出 GSL 政策。當政府公共建設開始全面應用 BIM 技術建立營運所需資訊時，便可以形成一股趨勢與群聚效應，誘使民間一起建立相關資訊模型，並以此為基底逐漸與 big data、open data 等資訊技術接軌，融合出關於智慧城市的新型態服務。如此，才能銜接上英國發展智慧城市的願景，簡言之，英國從應用 BIM 到達到智慧城市的三個重要階段為：

- 建立營運資訊需求，以 BIM 輔助維護管理，提升建築品質效能
- 結合 BIM 模型及其它資訊技術，面向智慧城市，開發新服務功能
- 以智慧城市未來可能功能，配合改進 BIM 資訊需求

第三節　小結

從本章對國內公共工程生命週期概念發展脈絡以及智慧資訊技術的回顧，並與英國 GSL 的比對可知，英國甚至國際間對於推動 BIM 以恢復維護管理階段應有地位，串聯建築設施全生命週期各階段，並以個別建築資訊為基礎，逐步建立智慧數位居住環境等構想，都曾在國內相關政策中出現過。

永續白皮書所列的策略已與目前國際間推動 BIM 並以應用於維護管理階段為重點所提出的策略大致上相近，與英國 GSL 所提山的金縷線的概念可說是相當接近，一開頭即點出引入全生命週期的重點之一就是有效回饋經驗與資料，美國 GSA 採用 BIM 技術的最大目的即是建置一個大型建築設施維護管理平台，其背後的精神相同，為如何有效收集建築設施維護管理資訊，並整理分析，供新建個案參考。英國 GSL 認為維護管理階段所得的資訊與經驗，不僅是可以回饋給可行性評估階段，更可以同時回饋給規劃設計以及施工階段，而且可以透過 BIM 進行與業主間的資訊交付，讓資訊的流動傳遞不只是在單一建築設施的生命週期之內，更要能跨越不同、新舊建築設施之間。

永續白皮書在 20 年前提出性能導向時，或因資訊技術的發展趕不上營建產業的需求而無法順利推展，如今在 BIM 的協助下，英國認為不僅可以實現，在結合物聯網與大數據之後，所有與性能相關的數據經過分析，都能有助於更切於實際的性能指標。且當設施壽命將屆，或服務效能降低時，實需要完整且詳實的評估機制，研擬拆除或延壽執行方案。上面提到美國 GSA 正在開發大型建築設施維護管理資料庫，其功能之一也可以提供擬訂延壽計畫之參考外，日本國土交通省正在建置的 BIMMS–N 平台，即是為了少子化、高齡化社會，導致人口減少、財政嚴竣，企圖透過延長現有建築設施的壽命，降低不必要浪費與新建的經費而進行的政策。

公共工程提高能源效率推廣方案在這幾年的推展下，有兩個與 BIM 相關的發展方向，首先是節能效率的計算評估方法，以及節能收益的分配模式。由於 BIM 的主要長期效益之一即是全生命週期的時間與資本減少，正可作為 BIM 推動之參考。其次，則是雲端節能概念的發展，依照「節能績效保證專案示範推廣補助要點」規定，

受補助單位應提交雲端節能先期診斷計畫，也促進維護管理階段與資訊技術的結合應用。

工程會透過委託研究也確認維護管理階品質管理機制不足的事實。國內公共工程之全生命週期實際上可視為包含從最初之可行性評估、規劃、設計、施工及最後之維護管理階段，且在不同階段皆有不同之管理機制，但在品質管理上多建立於施工階段，反觀在維護管理階段則相對較少訂定有相關品質之法令，因此在實際執行上，也將維護管理階段視為一小段生命週期階段。而在施工階段便可由各機關所成立之「工程施工查核小組」來進行品質管理，公共工程全生命週期之其他階段尚無法以此方式來進行品質管理。研究報告所提出相關建議，如需加強維護管理階段相關作業等，在精神與主要內容上，都與國際間已知對策相似。

另一方面，行政院自 2011 年起核定實施「綠建築推動方案」，陸續推出「生態城市綠建築推動方案」、「智慧綠建築推動方案」等，並由內政部與經濟部共同推動。同時在「國家節能減碳總計畫」及「黃金十年國家願景」中，均將推動智慧綠建築列為綠能減碳施政主軸之標竿型計畫，顯示推動智慧綠建築不僅為建築發展同時亦為國家整體發展之重要工作。而 105 年的「永續智慧城市-智慧綠建築與社區推動方案」，除延續發展智慧綠建築外，並考慮我國整體環境發展及遵循行政院當前智慧城市之重點政策，創造資通科技產業新出路，以「智慧生活創造者」作為臺灣國際市場的新品牌；運用智慧創新技術，建立對城市治理及其他智慧應用領域，從主動即時偵測覺知變異、進而進行資訊分析反應，而後能整合做出調適之療回應能力，提供更符合民眾需求之公共服務。

營建產業在應用 BIM 結合物聯網以形成智慧建築，甚至是智慧城市的基礎時，不需了解感知設備如何收集、傳送資料，而是要提供所收集到資訊的正確空間定位、屬性、面積、方位、活動性質等。如此，在物聯網應用層進行各項分析、推論、處理時，便有更豐富的資料，同時也可將提供尺度更小的解決方案。這只是結合的第一步，未來會有更多的建築設備加入物聯網，感知層所能回傳的資訊，隨著硬體技術的發展，不再會只是溫溼度等資訊，建築空間的使用情形也有可能成為被感知的資訊，這些建築物內部的資訊，都可以視為廣義的 BIM 之一，再結合上前一節提到的雲端智慧節能，將會使分析優化的功能更為強大，更廣泛。

從本章的討論可知，在本研究所收集國內之前宣布永續白皮書，到目前的永續

智慧城市方案等相關政策中，均已提出與英國 GSL 強調的公部門應用 BIM 應有的全生命週期資訊迴圈與累積的觀念相近的內容，只是在執行的過程中，即便與維護管理階段相關的工作，其重心僅暫時先放在既有公有建築的設備能源使用效率的改善上。即在建立永續公共工程生命週期整體應用構架的長期工作之前，選擇先集中資源在短期可以獲得節能減碳績效的工作上。

本研究認為，這樣的發展脈絡對國內推動 BIM 時面臨如浮萍無根，尚無政策支持的情境而言，既是困境，亦是轉機。所謂困境，是指永續白皮書所擘劃出的全生命週期發展架構，恢復維護管理階段地位，並於其它階段串接在一起的理想，恰與目前英國 GSL、DBB 要應用 BIM 所達成的構架相似，若能從當初即持續發展，所國內營建產業各界，尤其是公部門業主，能了解全生命週期的內涵與重要性，實能成為當前國內推動 BIM 的堅實基礎，如今先以既有公有建築的設備能源使用效率的改善，為短期目標，雖能達到節能減碳績效，對如何促進全生命週期架構方面，助益較少。另外，在推動永續智慧城市方案中，各項物聯網應用層的開發研究，若有涉及建築構造、空間及附屬設備，需要提供資訊部分，似尚未與公共工程提高能源效率推廣方案相聯結，以便藉由 ESCO 建置雲端節能系統的開發應用經驗，由營建產業相關主管機關與經濟部等機關共同發想其它可行應用服務。簡言之，永續白皮書所揭櫫的建築設施生命週期，在後續執行時尤其關於維護管理階段的工作較為片斷，使得生命週期預期優點尚未彰顯，連帶使得當前推動 BIM 應用於全生命週期的構想，難以激起共鳴。

而轉機則是，將目光再次放回維護管理階段，尋回這個失落的環節，以還原整個建築設施生命週期，是一件在國內已經被認可的工作，因此無需再重新擬訂推動政策，避免國內營建政策出現疊床架屋、多頭馬車的情形，導致資源重複投入浪費而事倍功半。接下來可以參考英國 GSL，採用 BIM 充實永續白皮書維護管理階段所提出的各項對策與評估要項即可。以英國目前的推動政策為例，在要求公共工程應用 BIM 技術時，不但注重建立工程專案全生命週期的重要分段工作要項、協同合作責任分工架構、以及資訊交換標準等，為營建產業界提出可行的遊戲規則，更進一步將提昇公共建設服務品質作為應用 BIM 技術的首要目的，提出 GSL 政策。當政府公共建設開始全面應用 BIM 技術建立營運所需資訊時，便可以形成一股趨勢與群

聚效應，誘使民間一起建立相關資訊模型。

另外，公共工程提高能源效率推廣方案在集中於既有公有建築的設備能源使用效率的改善，在這幾年的推展下，有兩個與 BIM 相關的發展方向，首先是節能效率的計算評估方法，以及節能收益的分配模式。由於 BIM 的主要長期效益之一即是全生命週期的時間與資本減少，正可作為 BIM 推動之參考。

其次，依照「節能績效保證專案示範推廣補助要點」規定，而促成的雲端節能概念，也開啟維護管理階段與資訊技術的結合應用。未來在結合物聯網後，以一個運用物聯網來結合各項設施的單幢智慧建築為例，設置於建築設施內部各處的感測器要能將所接收到的數據及位置回傳到控制中心，控制中心才能有完整正確的資訊研判環境現況是否仍在許可範圍內，如需進行調整者，中心也需要針對有關的設備傳達指令，使其動作。而在以上的一連串動作中，不論是以人工或系統自動執行，所需要的資訊中最關鍵的應為對象、位置。而這些資訊，在目前一般建築設施在完工交付後，常因傳統圖說的解讀及存放不便，且使用頻率不高，較易被忽視導致未能即時更新，甚至有遺失的情形發生。因此，若要以智慧城市為願景，建置城市的資訊庫，關於空間資訊首先要解決的即是如何有效收集建置各別建築設施的資訊模型。而這正好由前面提到的由公共工程所帶起的資訊建模效應來大量的補足。

對於國家或企業而言，類似的資料若要以大數據技術進行分析增加其價值後，能為各項重要決策提供更有力的參考資料。因此，未來國家更需要以一統一的方式測量，累積資料，以便研訂效益指標，同時可在小尺度上協助業主自主管理外時給個人挑選擇建築系統整合參考。這些概念都與國際推動的方向相似，國內 BIM 的推動應要結合這一股力量與趨勢，從維護管理階段建立起推向全生命週期應用的灘頭堡。

第五章　結論與建議

第一節　結論

人類發明文字與紙，建立資訊表示格式與儲存媒體，大大的增加社會知識溝通的範圍與累積的數量。從而成為文化進步的基礎之一。近期的資訊革命更是再度因為改變了知識的傳遞與累積方式，進而改變了工作樣態與生活習慣。而居住環境向來可視為某地區的社會體系、文化、技術的縮影，在其中，建築設施不僅是構成居住環境的基礎之一，支持社會活動，配合自然條件、依社會文化特質，呈現不同的樣貌、品質，同時也持續影響後續在其中活動的人們。但我們在建造建築設施、構築居住環境的方式卻還沒完全能跟上資訊科技的腳步，更隨著資訊上數位時代的洪流，再次加大與其它產業或區域之間的建築產業競爭力差距。英國推動 BIM 技術以及營建產業變革時，除了要消弭前述的差距之外，更是要為其營建產業進行建立新的 Game-Changing Business Models。

從經濟的角度，與居住環境直接相關的建築設施之設計、施工、維護管理等產業分別代表一國國內生產總值（GDP）中一個顯著比重。以完工交付為分隔點，設計施工以及維護管理兩個領域相互合作下，負責居住環境中一大部分資產的建立與利用，這亦反過來驅動更廣泛的經濟。依照英國 DBB 所提出的統計資料及說明，英國營建業於 2013 年產出總額 1,217 億英鎊，隨著營建活動恢復成長，預計每年成長 4.3%。而對於營建產業供應鏈於英國國內業務成本的分析，可以歸因於費用、管理費用和利潤的比重，是從 17%到 20%，這方面就有提高獲利或減少成本 100 億英鎊的機會。另外也提到，全球營建市場目前價值 8.7 兆美金，預計到 2025 年將增長到 15 兆美金，其中大部分成長於亞洲、歐洲、中東與非洲。更進一步指出，高度投資於營建業，預期對建置資產財富指數（Built Asset Wealth）的股價增值有重大的貢獻，2012 年全球最大的 30 個經濟體系中，有股票總額為 193 兆美金彙集於建置資產，並以實質增長率 35%的速度成長，預測到 2022 年總額達 261 兆美金。同時英國國內生產總值的 30-40%，可以歸因於是透過建置資產財富所支持的活動

產生。英國認為未來的成長將對資產利用與維護管理成本的最佳化創造新的挑戰—也開創注重資產優化商業模式的巨大商機。對於英國而言，營建產業結合應用資訊技術這一方向，無論在社會上或經濟上都是必需且必然的。

藉由應用 BIM 的機會，營建產業（或是說居住環境）已知其有顯著改進效能的潛力，但這個改變有著社會學變革的性質，內容涉及文化與商業模式的改變。英國企圖開創一個新天地，讓業主、所有者、使用者可以結合建材設備廠商，減少建商、建築師、營造廠在時間、資源上的重複浪費。英國除了在技術層面上，不斷研究開發出屬於英國且放眼全球的 BIM 相關標準、流程之外，更結合 BIM、全生命週期概學變革的領導者。但羅馬不是一天造成的，改變需要長期投入，按照 DBB 的建議，即使全英國的營建產業都動起來了，少說也打算用 10 年引領這個變革。

我國為了持續振興經濟，近年來亟欲推動其它傳統或科技等產業之升級或創新，但因國內內需市場有限，國際市場又多受國際及中國大陸需求發展影響，起伏甚大，再加上關鍵技術主導控制權低，常有投資龐大卻回收低微的情形。相比之下，營建產業在創新與升級的程度與活力上，就顯得較為沉靜。營建產業的改變，不會有類創新中心園區的投資活動，但從國外的推動經驗，也不會過度排擠其它產業資源，而是在已有的技術基礎上，改變作業模式、文化，短期間的變化與成果或許不亮眼，但其改變同樣將有助於其它產業經濟成長，以提升居住環境品質效能而言，可說是固本培元的投資。再者，國內若能參考英國重新檢視並推估營建產業的未來市場、產值等數據，檢視 BIM 技術服外銷以及為整個營建產業供應鏈所帶來的附加藍海商機，應可說服政府民間是最具性價比的投資。

本研究從英國為推動其國內公共工程能更有效應用 BIM 而提出的「政府軟著陸計畫（Government Soft Landing）」出發，同時回顧國內相關公共工程政策之後認為，無論國內外均在多年前即了解並強調營建產業未來需朝向考量全生命週期的概念來計畫與執行，但在缺乏適當工具、技術與環境下，在如何建立起可行的整體協作模式的實際推動進展相當緩慢。近年來我國主管單位曾進行公共工程全生命週期品質管理機制相關研究並獲得與國外推動策略相近之建議，但在執行上，特別是維護管理階段上的相關推動方案，為配合其它政策，內容多著眼於如何先解決其它政策急迫需要的課題，似無餘力推動如何透過設計、施工階段來解決維護管理階段所

面臨課題，以建立起國內建築設施全生命週期解決方案的架構。換言之，國內營建業相關政策中，並不是沒有提出相對應的應用架構與工作重點，而是一直沒有機會執行，以及缺乏執行細節。既然推動方向、重點均符合國際趨勢，那麼，參考英國依循這個趨勢並結合 BIM 所提出的 GSL，應可作為國內實現建築設施全生命週期解決方案的第一步。

本研究也認為，國內接下來若能參考英國 GSL 所提供的執行細節，透過試辦案例，快速推廣實施，在增加公部門業主對公共工程應用 BIM 應有的認識的同時，不只能推廣 BIM，也能逐步建立起國內建築設施全生命週期管理的架構，可謂一舉數得。而試辦案例的重點之一，在於對英國 GSL 中最具特色的三個創新作法如何依照國內條件調適執行，並將成果適當結合到相關規定中加入，或是另外加擬一個指南，在適當的時機埋下 BIM、GSL 的種子，期待其發芽。本研究囿於人力與時間，並未能進行訪談，或者規劃並執行試辦案例，了解其本土化可行的方法為何，僅能在此提出可能需要注意的事項。

- GSL Champion 人員如何尋找與訓練—英國 GSL 建議尋找各建築設施使用管理理單位中資深的人員來担任，並經過集體工作營來教導其所應負的工作內容與責任，同時相互交流提升維護管理經驗，形成共識。本研究認為，國內長期未有對維護管理階段建築設施效能監看的情形下，實務上維護管理人員均可能以完成公安消防檢查等類似行政檢查為工作重點，應用 BIM 輔助行政檢查固為可行成效之一，若過份著重於此，則可能專注於取得績效，而忽略更根本的效能課題，陷入過去永續白皮書維護管理階段相關方案執行片斷化的困境。因此，需於在執行及訓練的過程中，同時強調行政檢查與建築設施實際效能的重要性。
- POE 的執行—重點在如何能有效收集且補足維護管理資訊，將課題解決經驗回饋至規劃設計階段，類似的如內政部之前曾執行過的「內政部建築工程維護管理品質查訪實施計畫」，其經驗即可作為後續試行之參考。另外，受訪查人員上可分為專業者與一般使用者，尤其是對於使用者，需依照預期目的來設計 PLQs 內容，就如同問卷設計般需要仔細考量。
- 完工交付後延長三年的技術服務—為了有效串聯起個案與不同案子之間生命週期資訊經驗的流通，英國設計出 GSL Champion。此外，更提出了這

個交付後技術服務的機制，將設計施工單位的工作期程向後延伸到維護管理階段，加強生命週期各階段的連結深度。透過這個機制，設計施工單位可以更直接其所完成的建築設施在實際使用時是否能發揮其預期效能，所引發的問題，在尋找個別工程解決方案的同時，也累積後續辦理其它工程設計施工時的經驗。英國所提出的這個機制，執行深度與廣度均遠超過國內工程現有的保固機制，英國政府在其推動 BIM 主要工作小組，BIM Taskgroup 官方網站上已提供實驗性質的採購文件給有需要的單位參考，國內在研擬相關機制時，亦可持續觀察其發展，作為參考。

展望未來，新的資訊技術物聯網將再一次闖進營建產業，只不過這一次不是從設計、施工端進來，而是結合設備、機電從使用、維護管理端登堂入室。屆時，建築設施全生命週期各階段都必需與資訊科技打交道。當物聯網結合機電設備系統所產生的新服務專業因需結合社會中、居住環境中不斷資訊化、智慧化的其它服務而愈顯重要時，它是否將會設計、施工等傳統營建專業平起平坐？甚或因物聯網帶進新管道、新資訊平台，使公私部門業主可能與設備與系統整合面對面，而改變了傳統工程專案規劃決策模式？營建產業是否一再誤以為如同 20 年前開始使用 CAD 軟體般，現在學會 BIM 建模軟體就是結合資訊技術？針對以上情境，本研究認為，營建產業不能只是接受資訊技術，而是要擁抱資訊技術、緊緊地擁抱。營建產業的產出，不再只是實體的建築設施，同時也包含了數位建築設施，在未來與其它基礎設施同時構築虛實相互充實的居住環境，為生活在其中的人們提供品質更高的服務。

本研究的主要發現如下：

- 以為資本自由的美國開始希望政府來命令，以為僵固的中國開始宣告改革、以為將會沉寂的新加坡開始進行第二階段、以為沉默許久的日本突然建立官廳營運資訊平台，雖然各自的起點不同，但都朝著同一個方向行動，因為他們都發覺了營建業與 BIM 所需的社會學變革，也被這個變革所推動。
- 英國推動 BIM 技術以及營建產業變革時，除了用推與拉的手段之外，更重要的是英國想要為其營建產業進行建立新的 Game-Changing Business Models。以音樂市場為例，在音樂的載體從 CD 變成 mp3 之後，藉由資訊科技，Apple iTunes Store 打破了唱片公司與專輯的限制，消費者也可

只購買想要的歌曲。之後的 Spotify 更進一步改變，提供消費者更大的選擇，可以租歌曲，而且只要固定費用，即可租到平台內提供的所有歌曲。BIM 將會為營建產業帶來類似的變革，而英國正在為這個變革預作準備，同時也在催化這個變革。

- 英國 Digital Built Britain 的策略是要將整合相關技術，著手創建技術市場發展一個開放安全的環境，並鼓勵使用高性能電腦運算(HPC)、複雜分析、和物聯網，以自動感應器和促動器的形式，來驅動自動化流程。使營建全面電腦化成為典範，確保這些技術的利益廣及整個英國，將提供一個堅實的平台，並發展智慧城市與開展未來智慧聯結市民的遠景。並對於出口這些技術或相關服務給予支持，銷售專業知識和尖端技術到世界各地。
- 對於而言 DBB，GSL 是整個改變的第一步，利用公共工程為推動 BIM 與 GSL 的主體，教導公部門透過代表使用維護觀點的 GSL Champion 來一步步了解、改以效能與 Totex 做為工程專案規劃的考量，同時也是交付的標準。公共工程提出明確、穩定、可達成的需求時，參與的營建供應鏈就會提出相對應的技術，並有誘因自行整合提出相對應的解決方案，若公共工程成功，其所形成的工作模式、參與團隊就會是其它私部門工程倣效的對象。
- 以 BIM Planning Guide for Facility Owners 所提出的三步驟來檢視英國在發展其推動 BIM 策略時，可發現其已超越企業建築資產管理的層次，從政府如何構築未來居住環境來思考如何應用 BIM，並連結資訊經濟、大數據、物聯網等技術打造了 DBB。不只如此，英國政府更在 DBB 中預告了將會有 BIM Level 4。
    - Strategic planning—英國提出了 BIM 三階段成熟度發展路徑圖，並期許能成為藉由 BIM 引領營建產業文化、商業模式進化的先鋒。
    - Implementation planning—英國依照前述的路徑圖陸續研訂相關 BIM 指南、標準，進行人力培訓，以公共工程作為推動主體，以收集維護管理資訊為由，在 BIM Level 2 先要求提交 COBie 資料，並在 BIM Level 3 實施 GSL 等。
    - Procurement planning—配合 GSL 的推展，研究著重於維護管理與

Totex 的衡量方法、標準，以及基於此的採購模式。

- GSL 早期採用案例均在強調如何將使用維護者的角色從原來無法參與工程專案的地位帶入規劃設計階段，而帶入的方式自然隨著實施 GSL 的預期目標、對象而在流程與工具使用上有所不同。例如在 GSL 的實施指南中雖有建議 POE 的運用時機點，如何依照預期目的設計口語化問卷 PLQs 內容。另外，也可搭配其它案例參觀、舉辦研討會等均需要彈性的組合運用。並利用 BIM 元件模組來輔助設計，可以進一步是由供應鏈來發展提供，而這就是 DBB 想要的藍海商機。
- 從對國內公共工程生命週期概念發展脈絡以及智慧資訊技術的回顧，並與英國 GSL 的比對可知，英國甚至國際間對於推動 BIM 以恢復維護管理階段應有地位，串聯建築設施全生命週期各階段，並以個別建築資訊為基礎，逐步建立智慧數位居住環境等構想，都曾在國內相關政策中出現過。
- 永續白皮書所列的策略已與目前國際間推動 BIM 並以應用於維護管理階段為重點所提出的策略大致上相近，與英國 GSL 所提山的金縷線的概念可說是相當接近，讓資訊的流動傳遞不只是在單一建築設施的生命週期之內，更要能跨越不同、新舊建築設施之間。
- 公共工程提高能源效率推廣方案與 BIM 相關的發展方向，首先是節能效率的計算評估方法，以及節能收益的分配模式。由於 BIM 的主要長期效益之一即是減少全生命週期的時間與資本，正可作為 BIM 推動之參考。其次，則是雲端節能概念的發展，依照「節能績效保證專案示範推廣補助要點」規定，受補助單位應提交雲端節能先期診斷計畫，也促進維護管理階段與資訊技術的結合應用。
- 永續白皮書執行的過程中，即便與維護管理階段相關的工作，其重心僅暫時先放在既有公有建築的設備能源使用效率的改善上。即在建立永續公共工程生命週期整體應用構架的長期工作之前，選擇先集中資源在短期可以獲得節能減碳績效的工作上。關於維護管理階段的工作較為片斷，使得生命週期預期優點尚未能被彰顯，連帶使得當前推動 BIM 應用於全生命週期的構想，難以激起共鳴。而轉機則是，尋回這個失落的環節，以還原整個

建築設施生命週期，已被認可，因此無需再重新擬訂推動政策，可以參考英國 GSL，採用 BIM 充實永續白皮書維護管理階段所提出的各項對策與評估。

- 國內公共工程之全生命週期實際上可視包含從最初之可行性評估、規劃、設計、施工及最後之維護管理，但在品質管理上多建立於施工階段，反觀在維護管理階段則相對較少訂定有相關品質之法令。但從目前收集到的資料可知，國內公共工程主管機關已經注意到需加強維護管理階段相關作業的完善。且在精神上，主要內容上都與國際同步，若能參考英國 GSL 所提供的執行細節，應有機會透過試辦案例，快速推廣實施，在適當的時機埋下 BIM、GSL 的種子，期待其發芽。

第二節　建議

依據本部民國 106 年至 109 年（2017~2020 年）中程施政計畫目標「建構永續智慧生活環境，精進建築科技技術研發」，為推廣建築資訊建模技術 BIM，以達成提升營建產業技術與國際競爭力，強化建全生命週期品質效能管理，進而建構數位化智慧居住環境等目標。

本所為國內建築技術最高公立研究機構，肩負提升建築技術之重責大任，對於相關研究領域除了需為社會目前所關注的課題能即時進行研究並提出可行解方案外，同時也不忘時時觀察並因應國內外政經發展趨勢，擘劃建築技術發展藍圖。而 BIM，在國際間已不只將其視為軟體的應用與開發，更將其視為是改變營建協作模式，並真正實現全生命週期解決方案的進化活動之一。雖說國內研究推廣應用 BIM 尚在起步階段，且各級政府相繼於公共工程或建築管理上開始應用 BIM 之故，專業人才或是最明顯、最急迫的需求課題。但若要使 BIM 發揮其真正潛力，依照先進國家推動經驗，相關資訊標準、協作流程指引文件的搭配必不能少，否則恐徒增困擾，事倍功半。因此，本研究認為在研究推廣 BIM 上，本所必將不滿足於僅辦理培訓，補充國內近期人力缺口，未來定將持續進行資訊標準與協作流程相關研究，以作為人力培訓的共同基礎，並與相關機關團體合作共同實現國內建築設施全生命週期計畫管理的特有樣貌。

建議一

從全生命週期及數位居住環境的角度重新檢視營建產業的貢獻與未來商業模式：立即可行建議

主辦機關：行政院國家發展委員會、經濟部

協辦機關：行政院科技會報辦公室、行政院公共工程委員會、交通部、內政部營建署、建築研究所

英國對全球營建產業市場成長的預估相當有吸引力，首先建議可參考進行國內自己的推估調查，並可與我國新興五大產業各個市場預估的比較，重新建立營建產

業的重要性。其次，就英國 DBB 所提出的新商業模式，考量是否希望能成為地區平台、技術輸出者，若無法成為平台，也可將目標設計為成為某項目專精者，因此應先檢視優勢何在。最後，在搭配推動 BIM 時，應視為即是推動營建產業社會學變革，營建產業的升級的要點，而社會學變革是長期活動，需要為此設置單位進行變革管理（Change Management）。

建議二

建置國內政府建築資產維護管理集中機制：立即可行建議

主辦機關：行政院公共工程委員會、內政部營建署

協辦機關：內政部建築研究所、各級地方政府

國內可朝向集中央政府建築資產資訊集中儲存與管理的方向發展，例如日本的 BIMMS-N。有效管理調度、容易取得並有效利用大數據、人才價值提升，對新建修繕工程提出權威有效的參與意見。在政府重視的影響下，維護管理人員的角色將被提升。

國內目前維護管理受重視的程度較設計施工來得低，相關作業多數分散落在各級政府使用單位或財產管理單位，各別管理的品質可能因為組織大小、資產功能複雜度、實際作業各自隔離等因素，極可能發生良莠不齊的情形，整體而言，並不利於改善維護管理、建築能源效能。BIM 可以標準化資訊建置、儲存，但還需要業主、所有人等與會受到維護管理效能所影響的各利益關係者，了解 BIM 對於維護管理的幫助後，更進一步收集 BIM 模型。就如同美國 GSA 的終極資料庫、日本國土交通省官廳營繕的 BIMMS-N，都是中央主管建築資產機關企圖透過資訊科技掌握以前掌握不到、管理不了的資訊。透過新資訊管理分析工具，可以管理大量的資訊，同時也必需要大量資訊才能發揮應有的優勢。國內若能在中央層級建立營建管理資料庫，正好一併面對了 BIM 未來應用方向、集中資訊資源等課題，同時也宣示了政府對提升建築資產維護管理效能。

過去行政院工程會曾計畫擬建置「公共工程全生命週期品質管理資訊系統」，應可持續進行，可供儲存及記錄工程全生命週期各階段過程所產生之文件、圖說及遭遇問題，以利工程進入使用維護階段時可經由該系統搜尋適當資料進行維護對策擬定，以形成回饋機制，如此即可使日後工程達到精益求精之目標。

建議三

研究建築設施維護管理階段能源使用效能衡量機制：立即可行建議

主辦機關：內政部營建署、建築研究所、經濟部能源局

協辦機關：行政院公共工程委員會、臺灣綠建築發展協會、社團法人台灣智慧建築協會、財團法人台灣建築中心、財團法人台灣綠色生產力基金會、能源技術服務商業同業公會、中華民國電機技師公會

以國內建築資產維護管理資料集中為基礎，開始研究應收集那些資料及如何評估可以從效能的角度使業主或使用者了解工程價值並非只有建置經費，並儘速從中了解我國在此階段的優勢。後續再以研究以總支出(Totex)為考量的政府採購方式。如果要用性能效能來檢視建築資產的完成度，應有那些指標要建立數據，可以作為比較的開始，但同樣的冷氣裝在不同的建築中，效能還是會有差異，也可應用 GSL 來加以補足。

公共工程提高能源效率推廣方案在這幾年的推展下，有兩個與 BIM 相關的發展方向，首先是節能效率的計算評估方法，以及節能收益的分配模式。由於 BIM 的主要長期效益之一即是全生命週期的時間與資本減少，正可作為 BIM 推動之參考。其次，則是雲端節能概念的發展，依照「節能績效保證專案示範推廣補助要點」規定，受補助單位應提交雲端節能先期診斷計畫，目前所知的發展，類似的雲端系統多由 ESCO 個別開發，或架在廠商端，為業主提供解決方案，但對於國家或企業而言，類似的資料若要以大數據技術增加其價值，未來除了需由業主自主管理外，更要以一統一的方式測量，累積資料，以便研訂效益衡量指標。

建議四

持續進行國內營建資訊編碼、BIM 元件庫相關標準、應用開發與推廣工作：立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：行政院公共工程委員會、內政部營建署、財團法人台灣建築中心

從美國 VA 的 SEPS2BIM、英國 GSL 早期採用案例以及 DBB 關於商業模式改變

的應用中可知，BIM 元件是設計溝通、業主與供應鏈間、以及新商業模式的流通單位。除了持續進行國內 BIM 元件庫相關標準、應用開發與推廣工作，透過元件平台，輔導整合建材設備廠商，自行發展整合式套組模件，提供解決方案。我國在永續白皮書中雖然強調全生命週期的重要性，但卻一直是以片斷化的方式執行，至今仍無與支持全生命週期概念相關的基礎工具或方案。在 BIM 元件的幫助下，可以從設計、施工階段即開始累積維護管理所需的資訊，成為各階段無縫銜接的基礎工具之一。

建議五

英國 GSL 指南本土化，供國內公部門業主建立公共工程生命週期管理架構之參考：立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所、行政院公共工程委員會

協辦機關：內政部營建署

英國 GSL 的目的即在於指導公部門業主在生命週期各階段中需要執行事項與工作流程，使公部門業主依照指南從實際作業中體認全生命週期管理的實質內容，是目前本研究所知國際間已提出的唯一國家策略，我國可參考其內容，透過早期採行案例進行本土化。從國內公共工程的實務而言，可能需配合應用的重點可從競圖採購文件（Request for Proposal）的擬訂開始，引導調整公部門業主對工程採購的看法與應負責任，了解要使公共工程的完工後能發揮預期效能，除了透過採購建築設施本體之外，如何提出全生命週期管理應有的資訊需求，以及何時、如何繳交，以引導業界採用 BIM 依照合約規定，提交相關資料。最後需建立能將執行中工程所得經驗適時發揮回饋預期效益的流程。另外，也應再進一步了解英國實際執行時，是否在不大幅變更目前工作流程的條件下，如何嵌入回饋作業？對照國內目前的流程及能力，如何將英國 GSL 所提出應進行的回饋作業，從其流程中收集彙整，再重新依國內流程打散後再行嵌入？

建議六

研擬 GSL Champion 人才訓練與能力認證：立即可行建議

主辦機關：內政部營建署、建築研究所、行政院公共工程委員會、勞動部勞動力發展署

協辦機關：財團法人台灣建築中心、臺灣綠建築發展協會、社團法人台灣智慧建築協會、財團法人台灣綠色生產力基金會、能源技術服務商業同業公會

英國 GSL 建議尋找各建築設施使用管理單位中資深的人員來担任，並經過集體工作營來教導其所應負的工作內容與責任，同時相互交流提升維護管理經驗，形成共識。本研究認為，國內長期未有對維護管理階段建築設施效能監看的情形下，實務上維護管理人員均可能以完成公安消防檢查等類似行政檢查為工作重點，應用 BIM 輔助行政檢查固為可行成效之一，若過份著重於此，則可能專注於取得績效，而忽略更根本的效能課題，陷入過去永續白皮書維護管理階段相關方案執行片斷化的困境。因此，需於在執行及訓練的過程中，同時強調行政檢查與建築設施實際效能的重要性。

建議七

參考節能保證專案，研擬完工後三年技術支援服務採購制度：立即可行建議

主辦機關：行政院公共工程委員會

協辦機關：內政部營建署、建築研究所、中華民國全國建築師公會、臺灣區綜合營造業同業公會、中華民國工程技術顧問商業同業公會

為了有效串聯起個案與不同案子之間生命週期資訊經驗的流通，英國設計出 GSL Champion。此外，更提出了這個交付後技術服務的機制，將設計施工單位的工作期程向後延伸到維護管理階段，加強生命週期各階段的連結深度。透過這個機制，設計施工單位可以更直接其所完成的建築設施在實際使用時是否能發揮其預期效能，所引發的問題，在尋找個別工程解決方案的同時，也累積後續辦理其它工程設計施工時的經驗。英國所提出的這個機制，執行深度與廣度均遠超過國內工程現有的保固機制，英國政府在其推動 BIM 主要工作小組，BIM Taskgroup 官方網站上已提供實驗性質的採購文件給有需要的單位參考，國內在研擬相關機制時，亦可持續觀察其發展，作為參考。

國內在研擬相關技術支援服務採購指導文件時，可再進一步了解英國是否認為三年優化技術服務是新增工作項目、還是屬於原有合約應盡義務的一部分，如何認定將影響是否需額外付費？再參考國內節能績效保證專案的執行經驗，提供可行的

作業模式。

附錄一

研究業務協調會議紀錄及回應

表 1：研究業務協調會議紀錄及回應

日 期/時 間	105 年 3 月 14 日（星期一）下午 2 時
主持人	何所長明錦
地點	內政部建築研究所簡報室

綜合討論與建議事項	本研究回應與處理
1. 英國雖已將 BIM 及 GSL 的遠景與物聯網、智慧城市等相互結合，但實際聯結應用關係與內容尚不明顯，建議研究重心應放在如何借鏡英國在全生命週形成國內推動策略。例如，GSL Champion 的選任方式等，並考量將題目調整為「從英國 GSL 制度探討我國 BIM 推動策略」，以利提出具體研究成果。	業將英國 DBB 計畫中有關 BIM 與物聯網、SmartCity 結合，以及 GSL Champion 的選任方式等說明於第三章。另題目名稱亦依建議修改完成。
2. 在以英國 BIM 與 GSL 實施經驗，作為國內推動參考時，應就適合我國國情、公部門體制架構與營建模式的部分採納，另應再詳細探討英國推動 GSL 背後的關鍵機制，以及是否在國內找到或培訓出 GSL Champion 等問題，如此才能提出有價值且可行的結論建議。	依建議於第四章內進行探討。

3. 建議可多收集英國近年 BIM 政策推動的工程案例、整體實績或相關統計資料，除可作為相關策略成效佐証，也可使國內各界更容易體認推動 BIM 的好處。	已收集目前英國 GSL 試辦案例研究於第三章。

附錄二

期中審查會議紀錄及回應

表 2：期中審查會議紀錄及回應

日 期/時 間	105 年 8 月 10 日（星期三）上午 9 時 30 分
主持人	陳組長建忠
地點	內政部建築研究所簡報室
綜合討論與建議事項	本研究回應與處理
林經理淑滿	
1. BIM 推廣就技術學習不難，通常在實務上推動時，人的行為與認同問題最大，因此 GSL 說是社會學變革是很讓人認同的。	感謝委員肯定。
2. DBB 計畫擬提供平台、提升顧問、承包商、供應商角色之技術、業務是很有意義的計畫，對業界能有很大的貢獻。	感謝委員肯定。
3. 目前元件庫都自建無法保護，其實在與廠商合作時是很大的困擾。	未來可加強宣導 BIM 元件所需資訊並不需要廠商 Know how，以移除合作障礙。
黃股長毓舜	
4. DBB 這個概念是對的，也是英國推動 BIM 的精髓。	感謝委員肯定。
5. 研究報告第 37、42 頁兩張架構圖是英國 BIM 推動最重要的圖說，研究者找對重點了。	感謝委員肯定。

6. 這二張架構圖其實強調「智慧城市」的概念(第 42 頁圖最上端)，雖然在報告第 41 頁略有撰述，建議可以強化說明如何與目前政府推動物聯網的政策相結合，以利 BIM 政策的推動 (建議可於第 4 章第 2 節加入討論)。	已依委員建議於第 4 章補充相關討論。
周教授彥碩	
7. 智慧城市發展的需要，若無法在建築設施上電子化，其它交通、商業、能源等不同智慧服務將會有所影響，這部分的影響在建築完成後才會發揮，其影響的時間和程度更廣泛。	已依委員建議於第 4 章補充相關討論。
8. 工業 4.0 的發展刺激了不同數位智慧的發展，可參考所謂 digital thread 的概念，了解數位技術加上網路技術如何可以提升建築生命週期的效益，可用許多虛擬模擬分析加強各階段活動效益。	已依委員建議於第 4 章補充相關討論。
9. 經驗傳承和知識傳佈需依賴電子化資訊。	感謝委員肯定。
10. 建議參考德國相關工作。	德國由其聯邦交通暨數位基礎設施部負責推動 BIM 業務，目前重點先放在 2017 年前完成公共工程開始應用 BIM 所需的技術準備作業。尚未提及維護管理與全生命週期詳細的作法。

郭董事長永宗	
11. 建議可再增加國內可供推動之案件加強策略的可行性。	本案囿於人力時間，無法規劃早期採用案例。僅能在建議事項中提出規劃相關案例應注意的重點。
黃建築師郅堯	
12. 我覺得這個題目很好，GSL 似乎是臺灣發展 BIM 上最缺乏的一環。在國際政策動態上新加坡的經驗是否可以多提一些，建研所今年 7 月有帶團前往考察，帶回的是第一手的現勘資料，對於政府扶植環境、各民間機關的方式，可否多提一些作為我國的參考。	本案囿於人力時間，已將與研究主軸相的資料納入檢視。至考察詳細內容，將由負責參訪人員另行撰擬出國報告，供外界參考。
13. 所謂軟著陸計畫 GSL 應該是對個大環境的幫肋，而不是獨厚於某一方，如政府、業主（出資者）、設計方、營造方、製造方、物業管理方、整體產業經濟面，是否都能獲得配套措施、幫助？目的與效益是什麼？執行因難？不能符合預期的部分？希望這些部分能增加研究分析。	已依委員建議於第 4 章補充相關討論。

中華民國電機技師公會　劉技師火炎	
14. 國外 BIM 之推動經驗可供臺灣政府參考，但各個階段 (基本設計、細部設計、施工階段、營運階段) 該如何執行，應可從這些先進國家經驗獲得一些啓發，將 BIM 在各階段所要建置之模型精細及應有資訊作一明確之交待，讓各專業領域能適所發揮。	感謝委員肯定。
15. 物聯網如智慧電表、智慧插座等需要有大量資訊才能形成大數據，也才能達到工業 4.0。	已依委員建議於第 4 章補充相關討論。
16. DBB 建立元件庫應與本次會議第 3 個計畫有銜接。	感謝委員建議，已納為本研究建議事項中。
17. 利用既有 BIM 給未來設計 BIM 參考，立意甚佳。	感謝委員肯定。
中華民國全國建築師公會　許建築師坤榮	
18. 如果 GSL 與 BIM 社會學變革密切相關，我國 BIM 推動的團隊 (公部門加上私部門)，有社會科學基礎的參與者是否足够，因而對我國 BIM 推動的方向有誤導的可能？	感謝委員建議，已納為本研究建議事項中。

19. 如果 BIM 的未來變革與跨部門有關，那現有的顧問、設計、承包商和供應商，營運管理者、業主間的結構性變革。那麼，如何從現在的專業社會結構轉換到未來的方向？應該不是由政府某些特定單位強制要求，而須有更清晰的 BIM 產業社會發展的策略與 Roadmapping。	已依委員建議於第 4、5 章補充相關討論。
20. 建議本研究與 BIM 產業發展策略、BIM Roadmapping 結合在一起，共同勾勒我國 BIM 未來變革的方向與架構。	已依委員建議於第 4、5 章補充相關討論。
財團法人臺灣營建研究院　黃組長正翰	
21. 英文專有名稱的縮寫與定義應在該名詞首次出現時給予。	已依委員建議修改。
22. 英國 GSL 政策推動之角色、目標與流程若將部分套用至國內，其對應之單位（人員）與其工作內容及目的應為何？	本案囿於人力時間，無法規劃早期採用案例。僅能在建議事項中提出規劃相關案例應注意的重點。
23. GSL Champion 之選用機制與其範疇為何？	本案囿於人力時間，無法規劃早期採用案例。僅能在建議事項中提出規劃相關案例應注意的重點。
24. 報告中及營建產與高性能運算及物聯網結合，在英國的 GSL 政策中有無實際的案例？	就本研究目前所收集資料，尚無類似類案例。後續將持續觀察了解。

營建署 王技正鵬智	
25. 所提初步結論與建議應如反映在研究主軸，我國的推動策略。	已依委員建議於第 4、5 章補充相關討論。
26. 各級單位的角色為何？	已依委員建議於第 4、5 章補充相關討論。
陳組長建忠	
27. GSL 是英國政府主導，對應而言應是國內何機關宜予明列。	已依委員建議於第 4、5 章補充相關討論。
28. 由英國監獄廚房案例建置 BIM 供往後應用來看，本所前有施宣光、吳翌禎等人進行的研究案已有類似作業，如以 BIM 作業在公營住宅等案件之成果，以及今年余文德主持之桃園中路二段公營住宅案的平行作業均屬之，其對未來可用之資源宜予明示。	本案囿於人力時間，無法規劃早期採用案例。目前已進行中的早期採用案例，可依照第 4、5 章中所提出 POE 執行建議，進行後續調查，以提取可回饋之執行經驗。
29. 從 iTunes 開始，計畫中所敍應是資訊時代的來臨，從而共享經濟，而 BIM 是要提供何種共享。	BIM 所提供的是改變工程採購模式。共享經濟為採購模式改變後的效果之一，目前尚未收集到營建產業相關討論。
30. 本計畫完成後，鼓勵提出臺灣發展策略，參加行政院金斧獎等比賽。	感謝委員肯定。

參考書目

網站部分

1. http://buildingsmart.com/，buildingSMART International。
2. http://www.nibs.org/index.php，The National Institute of Building Sciences。
3. GSA　3D-4D Building Information Modeling http://www.gsa.gov/portal/content/105075?utm_source=PBS&utm_medium=print-radio&utm_term=bim&utm_campaign=shortcuts
4. BRE, http://www.bre.co.uk
5. The Royal Institute of British Architects, http://www.architecture.com/Explore/Home.aspx
6. Construction Industry Council, http://www.cic.org.uk
7. Building Research Establishment, http://www.bre.co.uk/index.jsp
8. The British Standards Institution, http://www.bsigroup.com/
9. National Building Specification, part of RIBA Enterprises Ltd, http://www.thenbs.com/index.asp
10. 英國政府 BIM 推動工作小組 http://www.bimtaskgroup.org
11. http://www.buildingsmartalliance.org/，Building Smart Alliance，2012。
12. http://aec-uk.org/，AEC （UK） CAD & BIM Standards Site，2012。
13. 美國退伍軍人事務部，http://www.va.gov/
14. https://enewsletters.constructionexec.com/techtrends/2014/01/usace-requires-cobie-for-military-construction/
15. http://www.sepstobim.org/
16. 中國 BIM 發展聯盟，http://www.bimunion.org/html/gywm/index.html
17. 中國院 CBIM，http://www.cbim.com.cn/main/solution
18. 日本國土交通省，http://www.mlit.go.jp/

19. 英國 Digital Built Britain，http://digital-built-britain.com/

中文部分

20. 借鏡國際做法、構思臺灣 BIM 策略、中國工程師學會 10 月號工程月刊
21. 上海市建築資訊模型技術應用指南（2015 版）
22. 中國大陸「住房城鄉建設部關於推進建築業發展和改革的若干意見」、「推薦建築資訊模型的指導意見」
23. 國內外推動 BIM 之策略與成效比較研究，內政部建研所協同研究，2016
24. 亞洲國家推動建築資訊建模現況分析研究，內政部建研所自行研究，2014
25. 永續公共工程—節能減碳政策白皮書，行政院公共工程委員會，2008
26. 永續公共工程輔導計畫教材「推動永續公共工程之政策與理念」，行政院公共工程委員會
27. 公共工程提高能源效率推廣方案，行政院公共工程委員會，2010
28. 公共工程全生命週期品質管理整體架構，社團法人中華鋪面工程學會，行政院公共工程委員會委託研究，2009
29. 政府重大公共建設計畫全生命週期績效管理手冊(法規篇)，行政院國家發展委員會，2015
30. 英國政府運用 BIM 於公有建築使用階段之策略，內政部建研所自行研究，2015
31. 永續智慧城市-智慧綠建築與社區推動方案，內政部建築研究所，2016

外文部分

1. AEC （UK）, AEC （UK） BIM Standard, 2009.
2. U.K. Cabinet Office, Government Construction Strategy, 2011. Government Construction Strategy, 英國內閣辦公室
3. Industrial strategy government and industry in partnership Building Information Modelling, HM Government
4. Building Information Modelling （BIM） Working Party Strategy

Paper, Department of Business, Innovation and Skills, U.K., 2011.

5. BS 1192:2007 Collaborative production of architectural, engineering and construction information. Code of practice
6. PAS 1192-2:2013 Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling
7. Building Industry Vision 2021 A View into the Future:　A case study of the building industry in 2021