我國建築資訊建模(BIM)於推動規劃設計發展的關鍵指標研究

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國109年12月

我國建築資訊建模(BIM)於推動規劃設計發展的關鍵指標研究

研究主持人 ： 謝宗興

研 究 期 程 ： 中華民國109年2月至109年12月

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國109年12月

目次

表次・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・Ⅲ
圖次・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・Ⅳ
摘要・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・Ⅴ
第一章 緒論・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・1
第一節 研究緣起與背景・・・・・・・・・・・1
第二節 研究流程與方法・・・・・・・・・・・4
第二章 文獻回顧・・・・・・・・・・・・・・・・・・5
第一節 國際 BIM 發展程度探討・・・・・・・5
第二節 BIM USES 的探討・・・・・・・・・7
第三節 發展指標與應用・・・・・・・・・・12
第四節 BIM 在規劃設計及營造產業的影響・・19
第三章 衡量指標的系統・・・・・・・・・・・・・・23
第一節 各項發展系統・・・・・・・・・・・23
第二節 BIM 應用的全生命週期・・・・・・・31
第三節 指標的選取與應用・・・・・・・・・39
第四章 結論與建議・・・・・・・・・・・・・・・・・40
第一節 結論・・・・・・・・・・・・・・・・40
第二節 建議・・・・・・・・・・・・・・・・41
參考書目・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・42

表次

表 2-1 BIM USE 的時間表（TIME FRAMES）・・・・・・8
表 2-2 我國著眼的全球區域經濟整合・・・・・・・14
表 2-3 美國 CAD 繪圖標準學門代號・・・・・・・16
表 2-4 BIM 應用的組織階層在國內的詮釋與理解・・16
表 2-5 新加坡建立的 BIM 基本指南項目及其涉及行業 17
表 3-1 BIM 工作執行流程與資源需求分析・・・・・34
表 3-2 建築資訊建模（BIM）全生命週期應用發展方向 38
表 3-3 建築資訊建模（BIM）各應用層級、主要意涵及關鍵指標・・・・・・・・・・・・・・・・・・39

圖次

圖 1-1 英國版的 BIM 的各個成熟階段・・・・・・・・・1
圖 1-2 BIM 整體發展策略與相關產業・・・・・・・・・2
圖 1-3 BIM 的基礎需求必須納入考量作為發展前提・・3
圖 2-1 歐盟各國參與手冊內容編輯的組織數量分布・・6
圖 2-2 簡易描述 BIM 應用的發展程度・・・・・・・・9
圖 2-3 BIM 按項目階段使用・・・・・・・・・・・・・9
圖 2-4 BIM 使用的分類・・・・・・・・・・・・・・・10
圖 2-5 各國在全生命週期各階段應用 BIM 的分布・・・10
圖 2-6 BIM 在通用資料環境（CDE）中使用的狀況・・11
圖 2-7 BIM 的成熟度理論圖・・・・・・・・・・・・・12
圖 2-8 BIM 應用的組織階層分級・・・・・・・・・・・13
圖 2-9 BIM 在國際標準（ISO）、歐洲標準（CEN）、德國際標準（DIN）和德國工程師協會標準（VDI）之間的關係・・・・・・・・・・・・・・・・・19
圖 2-10 支持 VDI 3805 的 VDI 製造商・・・・・・・・20
圖 2-11 支持 VDI 3805 的 VDI 軟體供應商・・・・・・21
圖 3-1 歐洲智能合格認證標章（Smart CE Marking）與相關標準關係圖・・・・・・・・・・・・・・・24
圖 3-2 歐盟技術報告說明 BIM 在工程和建築價值鏈中的應用・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・24
圖 3-3 歐盟推廣智能標章網頁中說明 Smart CE 與 BIM 的應用關係・・・・・・・・・・・・・・・・・・25
圖 3-4 BIM 的成熟度矩陣・・・・・・・・・・・・・・25
圖 3-5 英國 BIM Level 3・・・・・・・・・・・・・・26
圖 3-6 英國 BIM Level 2 推動網頁・・・・・・・・・26

圖 3-7　新加坡 BIM Level 4 發展朝向數位永續性・・26
圖 3-8　歐盟技術報告說明 BIM 的成熟階段 ・・・・・27
圖 3-9　後案將類似型態功能的前案維管運作概念於規劃設計階段引入・・・・・・・・・・・・・・・・37

摘　要

關鍵詞：建築資訊建模（BIM）、規劃設計、指標

一、研究緣起

綜觀近期的建築資訊建模（BIM）發展，BIM 發展程度的分析架構必須取決於各國發展的方針、在地 AEC 產業特徵以及發展策略目標，尋求充實 BIM 應用利基，彰顯本國優勢，增進國際競爭力。

本案運用比較研究，參酌國際發展的整體策略以及我國目前推動方向，亦考量國內由下而上的產業需求，研擬我國在評估 BIM 於 AEC 產業為主的各期發展關鍵指標及其評估方法。

二、研究方法及過程

蒐集各國發展策略、目標的擬定及選取的關鍵指標，進行比較分析與研究。參照我國現有研擬中的發展定位與策略，比對可參考的發展策略與關鍵指標，並由本土產業需求思考由下而上的關鍵指標。提出可符合我國 BIM 發展參考使用的關鍵指標及應用架構。

三、重要發現

原以為 BIM 已經跳說 CAD 的環境，比 CAD 更高階，但今年深入探討各項 BIM 發展需求與供給的時候，卻在美國哈佛大學提供給校園規劃的原則裡，以及德國 2020 年初建立的 BIM 德國（BIM Deutschland），發覺了原來以 CAD 為基礎的條理化作業指南，是構成 BIM 發展的基礎。國內在 CAD 階段常忽略一致性的行業標準，即使有各種圖例的制訂，在數位化的世界裡仍然是各行其是的環境，以致於需要進入一個有條理、需要按部就班的 BIM 數位化環境中，容易產生壓力與統合上的迫切需求。

依據不同層級或尺度，BIM 的關鍵指標有所差異，但集中在幾個不同層面上，如國家層級的發展願景等，以及本研究著重的規劃設計層級。其中規劃設計層級關鍵內容，核心關鍵指標在於「資訊交流溝通」的難易度，資訊標準是否整合完成，國內外規範與相關運作規則是否嫻熟，規劃設計者本身是否有足夠的建築產業專業知識，以及豐富的 BIM 學習經驗與能力。

四、主要建議事項

根據研究發現，本研究針對規劃設計層級核心關鍵指標，提出下列具體建議。以下分別從立即可行的建議、及長期性建議加以列舉。

建議一：加強國內建築資訊建模（BIM）技術人才訓練-立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：財團法人台灣建築中心

國內對於加強 BIM 人員訓練一直存在疑慮，BIM 主要應用場域較為複雜的建築物，軟硬體設備等進入門檻較高，較難在其中獲得較高利潤等問題。但 BIM 是一項綜合實力的表現，讓一定比例的營建產業人力能夠運用 BIM 是一項合理的指標，目前包含公私部門在內，能夠嫻熟運用 BIM 的人力還是缺乏的狀況。而 BIM 衍生的「預先處理、現場省工」的生產模式，卻是未來面臨高齡少子化工地缺工現象的解決方法之一。

因此，即刻大量的訓練國內相關人才是有其必要，就目前情勢看來，藉由政府機關持續不斷的推動仍然是不可或缺的一環。

建議二：建立建築資訊建模（BIM）交流與資訊靈通的環境-長期性建議

主辦機關：國家發展委員會

協辦機關：內政部建築研究所

建築資訊建模不是單獨存在的技術，是實踐建築設計成果的工具，同時也是進入數位雙生(Digital Twins)城市治理，以及智慧城市(Smart City)的基礎工具之一。

因此在這個「資訊即戰力」的時代裡，如何在國內建立一個建築資訊建模（BIM）交流與資訊靈通的環境，需要國家發展委員會的關注，在各項科技發展層面中都能夠帶上一筆，使國內的人才能夠有效的交流各個不同領域的專業，才能揉合所長，協助國內建立一個安全、穩固、可靠、創新的數位環境發展基礎。

ABSTRACT

Keywords: Building Information Modeling（BIM）, Plan and Design, Indicator

When thinking about that BIM had skipped the CAD environment, which was higher than CAD. However, when we discussed the development needs and supply of BIM this year, it was based on the principles provided by Harvard University in the United States for campus planning, and the BIM Germany established in early 2020 in Germany (BIM Deutschland), discovered that the original CAD-based organized work guide is the basis for the development of BIM. Domestically, consistent industry standards are often neglected in the CAD stage. Even with the formulation of various legends, in the digital world, it is still an environment where they do their own things, so that it is necessary to enter a structured and step-by-step BIM digital environment, which is easy to produce The urgent need for pressure and integration.

When discussing the key indicators of the development of BIM in the planning and design phase later in this study, it will focus on the "digital basis of the planning and design environment", "the cognition and communication ability of the owner and planner in the construction plan", and the "foundation of the digital environment" The concepts of “construction” and “development vision and direction of overall start-up” were discussed.

According to different levels or scales, the key indicators of BIM are different, but they are concentrated on several different levels, such as the development vision at the national level, and the planning and design levels that this research focuses on. Among the key contents of the planning and design level, the core key indicators are the difficulty of "information communication", whether the information standards are integrated, whether domestic and foreign standards and related operating rules are proficient, whether the planner himself has sufficient professional knowledge of the construction industry, and Rich BIM learning experience and ability.

第一章　緒　論

第一節　研究緣起與背景

綜觀近期的建築資訊建模（BIM）發展，BIM 發展程度的分析架構必須取決於各國發展的方針、在地 AEC 產業特徵以及發展策略目標，尋求充實 BIM 應用利基，彰顯本國優勢，增進國際競爭力。

本案運用比較研究，參酌國際發展的整體策略以及我國目前推動方向，亦考量國內由下而上的產業需求，研擬我國在評估 BIM 於 AEC 產業為主的各期發展關鍵指標及其評估方法。

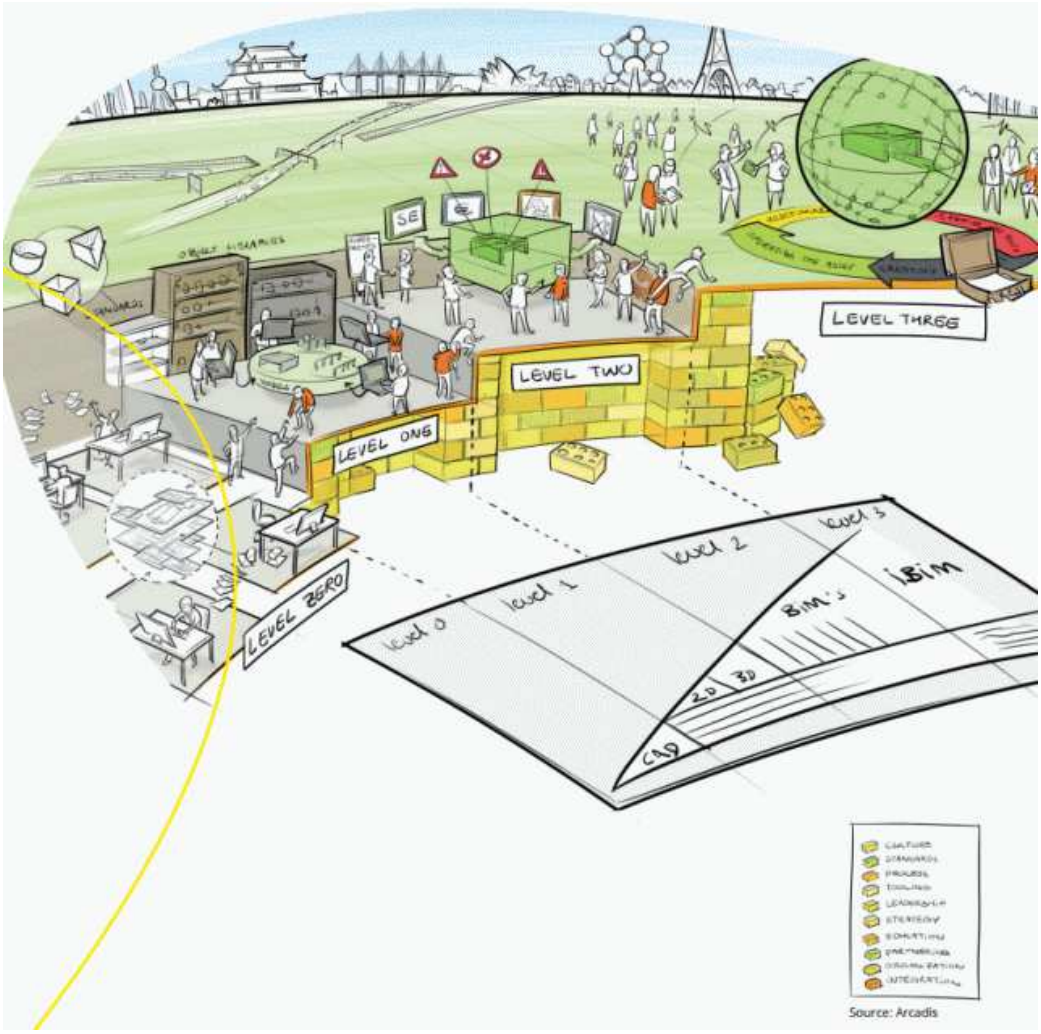

圖 1-1　英國版的 BIM 的各個成熟階段

資料來源：http://constructioncode.blogspot.com/2014/09/bim-levels-of-maturity.html

本案延續筆者在 108 年執行的「建築資訊建模(BIM)發展程度衡量指標研究」，運用研究成果之 BIM 整體發展策略與相關產業關連，如下圖，解析目前面臨的議題與應注意事項，進而凝聚 BIM 於規劃設計發展中的關鍵指標。並於其中發展串連與互動的影響模式，使各關鍵指標得以提供評估發展狀況使用。

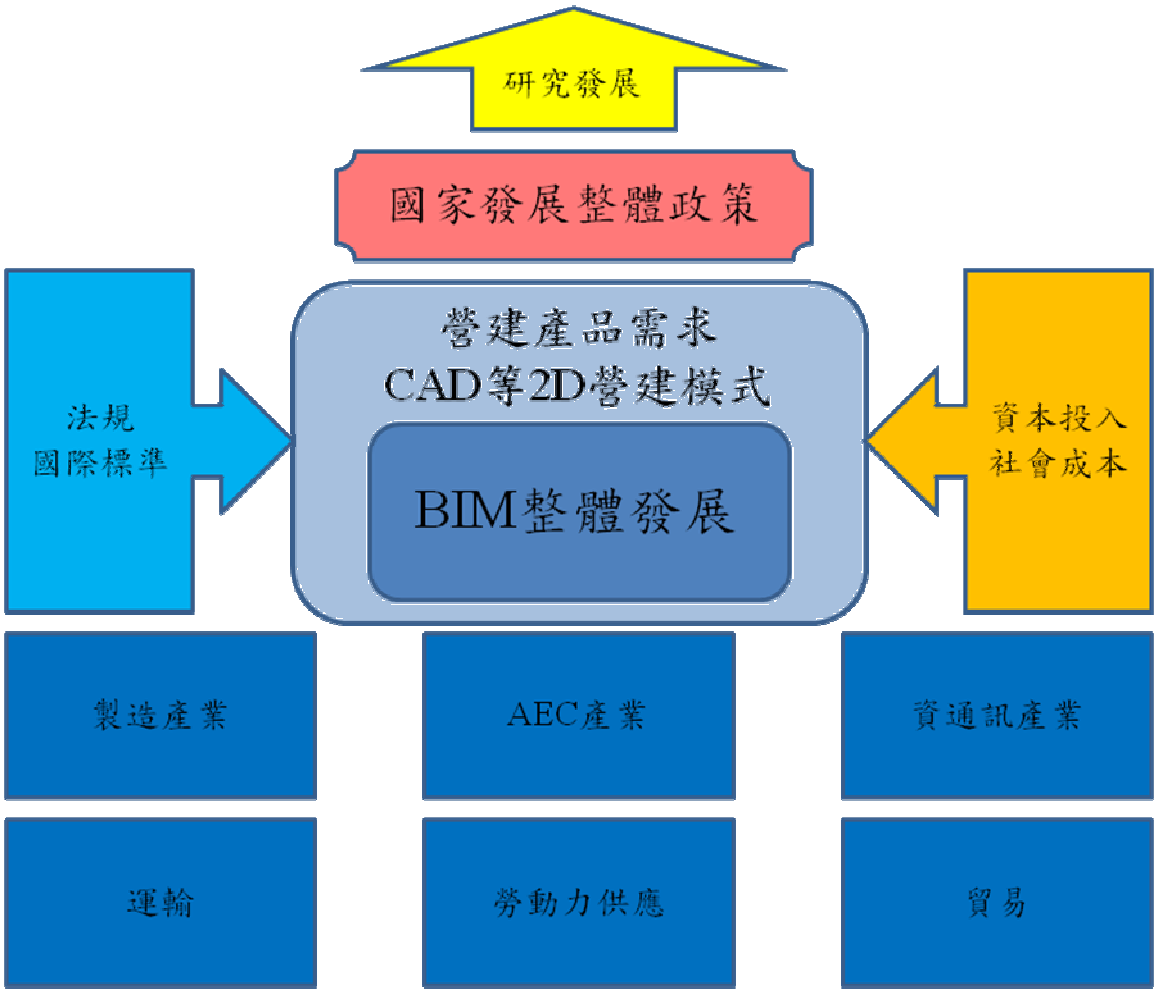

圖 1-2　BIM 整體發展策略與相關產業

資料來源：本所 108 年「建築資訊建模(BIM)發展程度衡量指標研究」

由於建築資訊建模(BIM)發展是以完整的資通訊基礎建設及充足的能源供應為基礎，如下圖，所以在發展的過程中，確認基本需求的滿足是一項必備的要件。本案分析中將逐一帶入討論。

圖 1-3　BIM 的基礎需求必須納入考量作為發展前提

資料來源：
https://image.slidesharecdn.com/20160310thefutureofbim-160314113159/95/the-future-of-bim-33-638.jpg?cb=1457955163

第二節　研究流程與方法

本案分析 2 大部分，其 1 延續筆者 108 年「建築資訊建模(BIM)發展程度衡量指標研究」研究的發展程度衡量指標，其 2 討論各國 BIM 發展現況與困境，並參考指標理論，就我國現況，提出發展可行性的關鍵指標，掌握 BIM 未來發展方向。

- 文獻回顧法：蒐集各國發展策略、目標的擬定及選取的關鍵指標，進行比較分析與研究。
- 演繹法：參照我國現有研擬中的發展定位與策略，比對可參考的發展策略與關鍵指標，並由本土產業需求思考由下而上的關鍵指標。提出可符合我國 BIM 發展參考使用的關鍵指標及應用架構。

第二章　文獻回顧

第一節 國際BIM發展程度探討

根據本所105年「國內外推動 BIM 之策略與成效比較研究」結論中表示：在國外具體政策分析上，本研究發現多數國家公部門皆扮演主導者的角色，以鼓勵及推動產業採用 BIM，而各國或各組織作法不同更突顯 BIM 應用的廣泛及探討的必要性。研究彙整的成果中，各國家不同實施期程有不同作法，可提供國內未來在制定 BIM 整體規劃之參考。國外 BIM 案例政策與成效分析，在整體規劃上取得共識訂定執行目標、成立相關組織(或委員會)、透過公、私部 門舉辦 BIM 相關活動、逐年制訂 BIM 標準等。

依據周敬淳、謝尚賢(2017)「歐盟 BIM 起飛，從公部門導入開始」：這波全球的營建產業 BIM（Building Information Modeling）技術應用發展，可說是從芬蘭埋下的種子開始發芽，在本世紀初由美國政府加以灌溉而逐漸成長茁壯，接著由英國政府推動的五年計畫（2011-2016），逐漸在全世界開花結果。因其中許多新興國家都在亞洲的東協，再加上人口眾多，各種公共建設與建築營造方興未艾，BIM 的應用也持續快速成長。但東協的各國政府還未能完全掌握此新技術應用的發展，以及明瞭政府應扮演的角色，因此尚未有明確的導入策略，也未制訂相對應的政策。

歐洲的 EU BIM Task Group 於 2016 年 7 月發布歐盟公部門 BIM 導入手冊（Handbook for the introduction of Building Information Modelling by the European Public Sector），供大家下載使用（http://www.eubim.eu/handbook/），目標為提供政府與公部門（public construction clients）足夠的專業知識，以領導營建產業供應鏈的發展，進而提升整體競爭力，促進經濟成長。

EU BIM handbook 手冊由 35 個組織貢獻時間與專業知識編撰而成，包括歐洲議會 (European Parliament)、基礎建設總署（General-Directorate of Infrastructure）、歐盟委員會，以及來自 21 個國家的 32 個政府部門或學術單位。歐盟委員會成長總署（The European Commission Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs, DG-GROW）與英國商業、能源及產業策略部（Department for Business, Energy and Industrial Strategy, BEIS）則提供支持與贊助。下圖顯示各國參與編輯手冊內容的組織數量，由此可觀察到英國、德國、法國、荷蘭、義大利等主要國家皆有兩個以上的組織參與，推測這些國家

對 BIM 導入公共工程的積極程度相對較高。

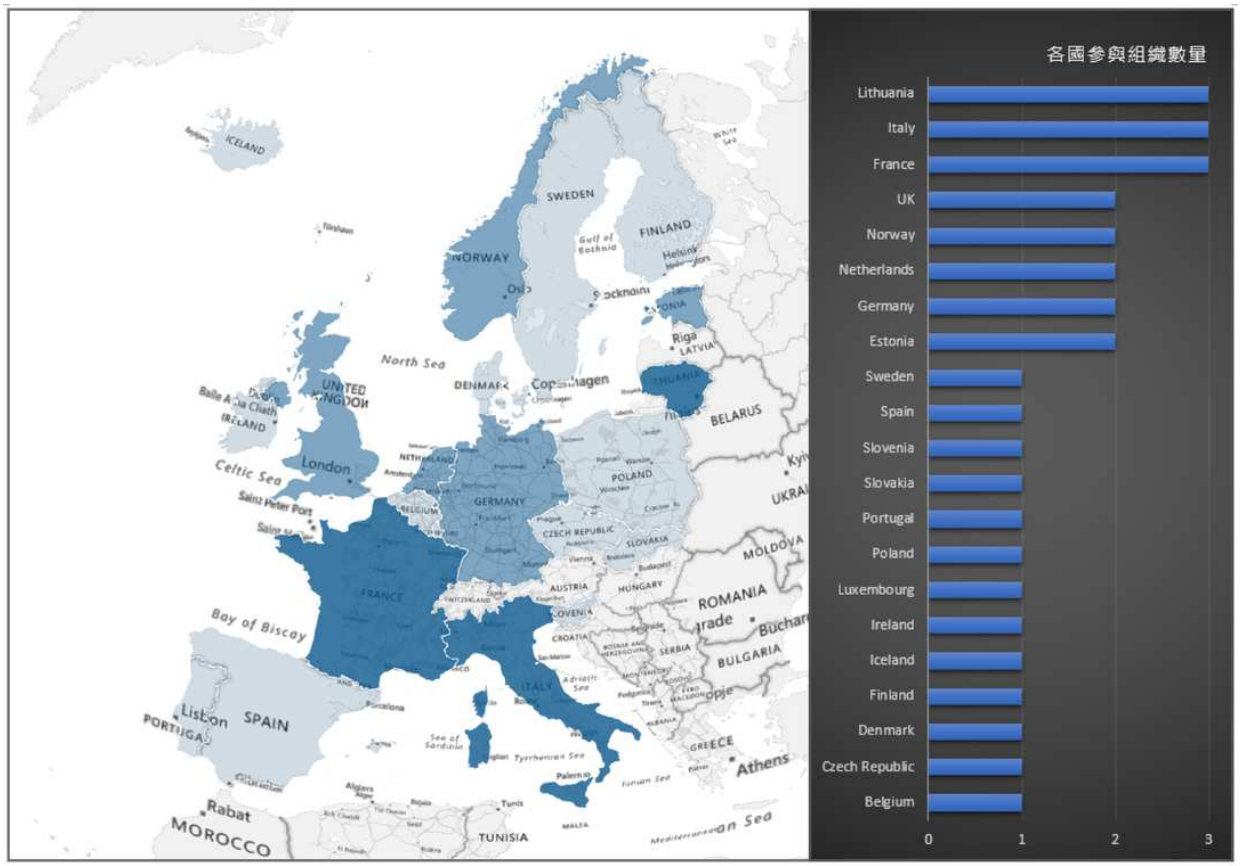

圖 2-1　歐盟各國參與手冊內容編輯的組織數量分布

資料來源：https://www.ntubim.net/bim2356027396/bim-201712

當所有的作業進入 BIM 階段後，發展 BIM 的分析就必須要配合其他協同作業的內容，在不同角度上進行分析比較，這時候的衡量指標就必須要分出不同涉及層面進行比較。當所有協同作業廠商皆進入 BIM 應用時，這時候面臨描述 BIM level 3 甚至發展未來 BIM level 4 的應用層面，因此在不同的發展狀態 BIM 的描述與衡量必須應用不同的指標。

區分「發展階段」、「全球利基」、「操作運用」、「制度研修」等項目、進行分期分產業區塊的發展模式，能夠各自擬定目標，就是一個合適的整體發展策略，如同美國建築師協會（AIA）發表關於 LOD 繪製標準的處理方式，將每一個元件需要繪製的等級分類，某些只需要到 LOD350，某些卻需要由 LOD 200 開始畫，不同的需求需要不同的衡量方式，這樣詳細衡量評估的技術，需要完整瞭解每一個細節才有可能做到。因此，分期併進的發展方式有其需要。

第二節　BIM USES 的探討

根據美國麻州哈佛大學的 大學建設管理委員會 （University Construction Management Council ,UCMC），其中的 BIM 小組委員會制定了一套資源支持哈佛大學裡學習和使用 BIM 的模組。初學者可能會從 BIM 簡介開始，再依次閱讀 BIM 使用指南會有所幫助。模組中包含 5 項內容：BIM 簡介、BIM 使用、決策矩陣、採購指南 以及 BIM 流程規劃（或是稱為 BIM 執行計劃，BEP）。

BIM 簡介：《建築資訊建模簡介》回答了有關建築資訊建模的一些最常見問題。這是《哈佛建築資訊建模入門》系列中的第一個資源。

BIM 使用：《BIM 使用指南》定義了 BIM 在項目中的使用方式。

決策矩陣：將 BIM 決策矩陣可以幫助確定 BIM USE 所選擇的項目是否應該在計畫中進行。

採購指南：將BIM 採購指南 地址的問題和有關集成到 BIM 採購的擔憂。

BIM 流程規劃： BIM 執行計劃（BEP）是實踐協同作業的最佳要件，建立標準和協議用以實施 BIM 的架構。通過該流程得以改善整個項目團隊之間的溝通和協作，使 BIM 的利益最大化。

表 2-1　BIM USE 的時間表（TIMEFRAMES）

	Design	Preconstruction	Construction	Operations
Existing Conditions	•	•	•	
Program & Space Validation	•			
Design Authoring	•			
Digital Mock-Up	•	•	•	
Design Options	•			
Design Communication	•			
Design Documents	•			
Design Analysis	•			
Engineering Analysis	•			
Design Coordination	•			
Construction Coordination		•	•	
Scheduling		•	•	
Quantity Extraction		•	•	
Logistics Planning		•	•	
Safety		•	•	
Construction Layout			•	
Shop Drawings & Submittals			•	
Field Supplements			•	
Turnover/Record BIM			•	
Facilities Management Implementation				•

資料來源：哈佛大學規劃辦公室

https://home.planningoffice.harvard.edu/files/hppm/files/harvardbep_bim_uses.pdf

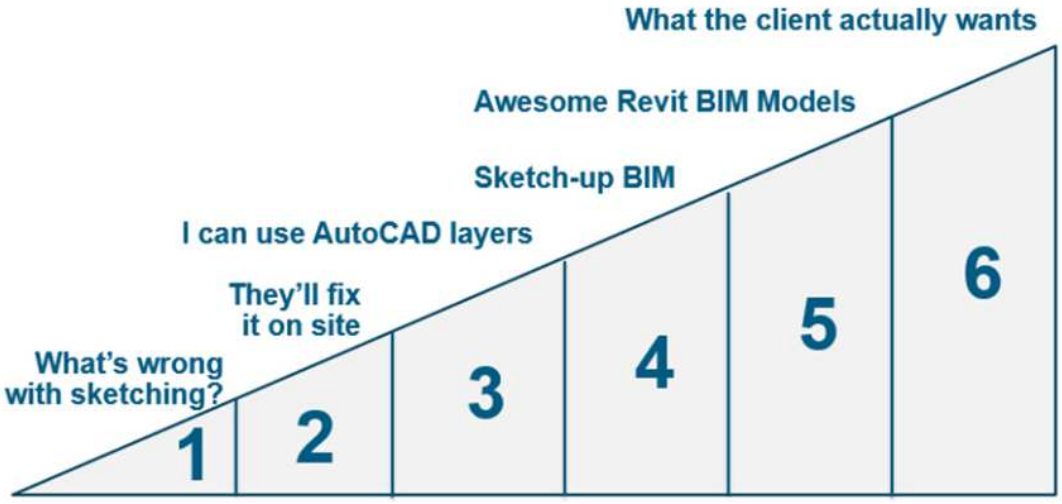

圖 2-2　簡易描述 BIM 應用的發展程度

資料來源：http://www.bimplus.co.uk/people/its-ti8me-for5get-bi4m-level-2/

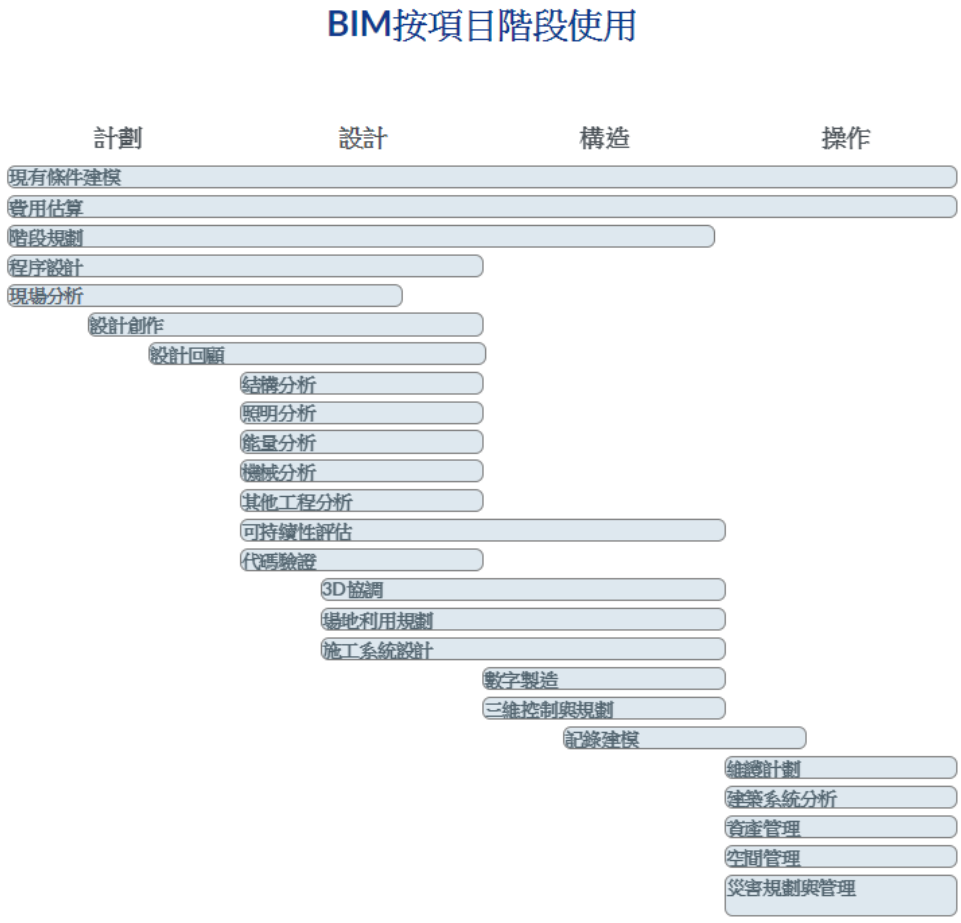

圖 2-3　BIM 按項目階段使用　　資料來源：https://www.bim.psu.edu/bim_uses/

在為 BIM 項目執行計劃指南開發了 BIM 使用的原始定義之後，又採取了一項措施來開發更一致的方法來定義 BIM 的許多潛在運用。BIM 使用分類法是在“BIM 使用”文檔中開發和定義的，該文檔主要通過它們在項目上實現的目的定義 BIM 使用，以及每個 BIM 使用的附加屬性，例如，包括的工作範圍，生命週期內的階段，模型的開發水平以及執行建模的規則。這些模型使用定義提供了在 BIM 項目執行計劃指南中根據原始 25 個 BIM 用途定義模型使用的替代方法，並且它們也已用於研究和開發活動，包括創建“在建築中使用模型：規劃指南”。新方法中的核心要素包含在下圖 2-4 中。

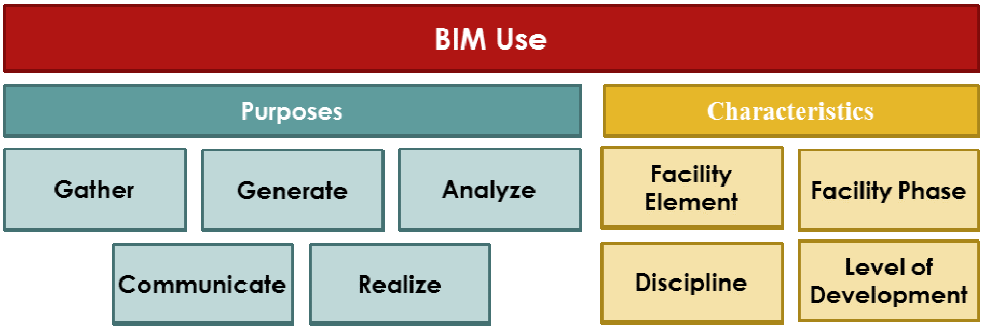

圖 2-4　BIM 使用的分類　　資料來源：https://www.bim.psu.edu/bim_uses/

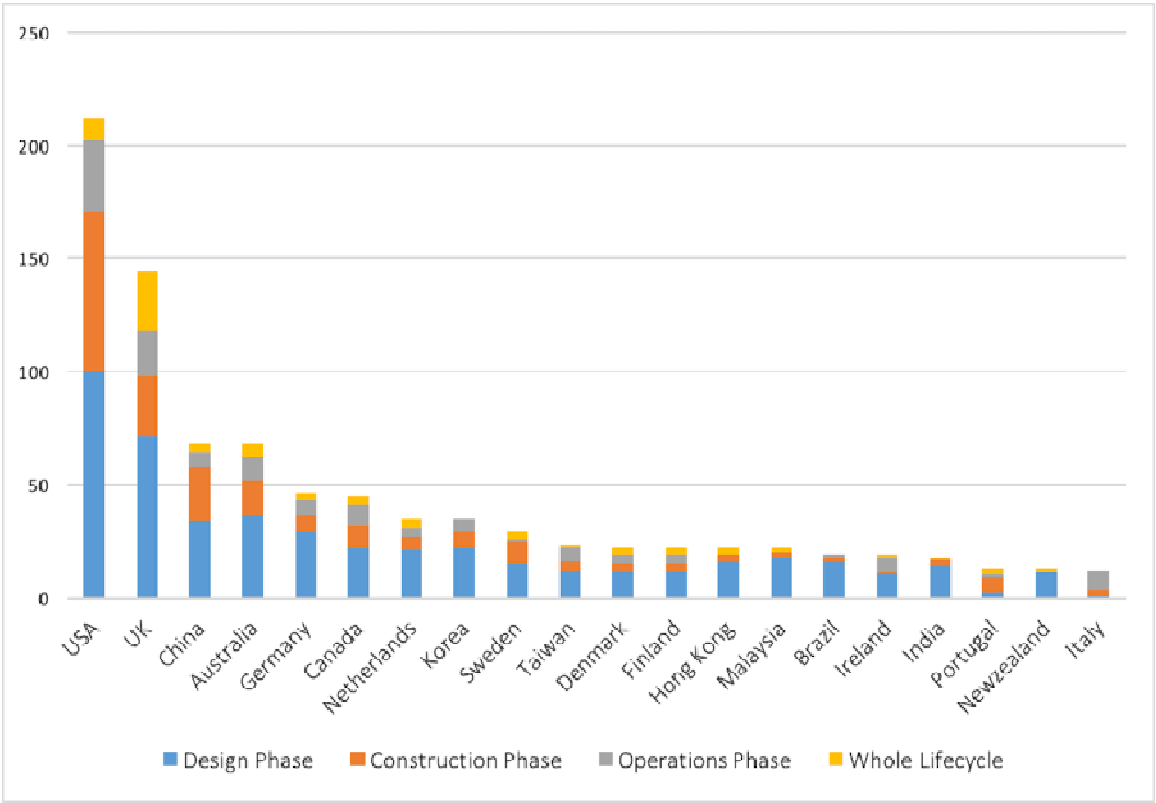

圖 2-5　各國在全生命週期各階段應用 BIM 的分布

資料來源：Amarnath CB 2016 https://www.bimthinkspace.com/
https://changeagents.blogs.com/.a/6a00d8343326e253ef01bb093aa1dd970d-popup

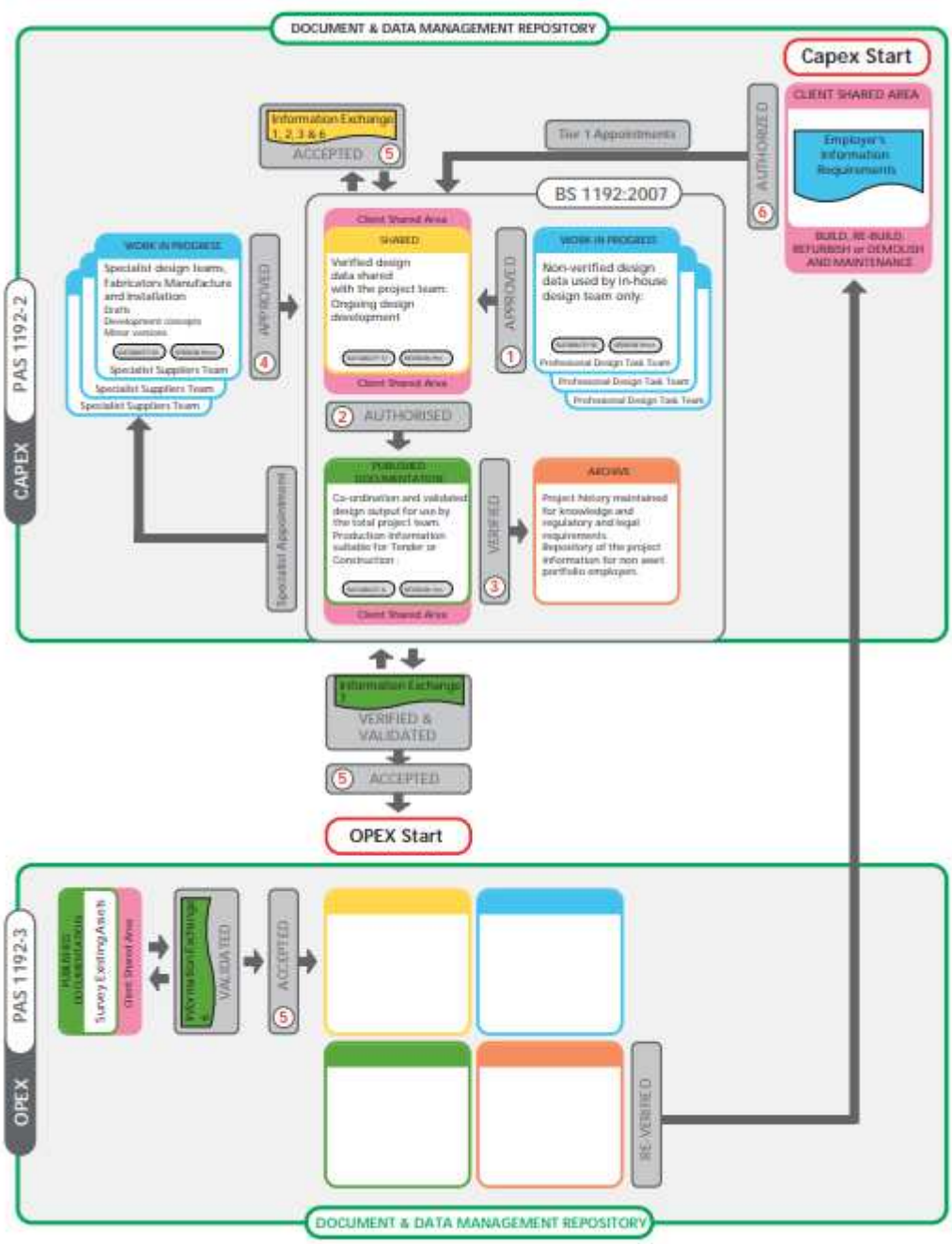

圖 2-6 BIM 在通用資料環境（CDE）中使用的狀況

資料來源：
https://bimportal.scottishfuturestrust.org.uk/level2/stage/1/task/22/overview-of-the-common-data-environment-cde

第三節　發展指標與應用

根據 BIM Think Space，EPISODE 21: THE EIGHT COMPONENTS OF MARKET MATURITY 一文中表示：宏觀成熟度組件模型確定為國家 BIM 推廣政策的必要成分。該模型可用於：（a）評估一個國家當前的 BIM 推廣政策，（b）比較不同國家的 BIM 成熟度，以及（c）協助決策者制定全面的 BIM 國家倡議或推廣政策。本次使用的 BIM 成熟度概念不應與英國的 BIM 成熟度水平相混淆。

宏觀成熟度模型確定了八個輔助組件，用於建立和衡量各國和其他宏觀組織規模的 BIM 成熟度。

第 1 項：目標，階段和里程碑（Objectives, stages and milestones）
第 2 項：優勝者和推手（Champions and drivers）
第 3 項：行政管理架構（Regulatory framework）
第 4 項：值得注意的出版物（Noteworthy publications）
第 5 項：學習和教育（Learning and education）
第 6 項：衡量和標竿（Measurements and benchmarks）
第 7 項：標準化元件和可交付成果（Standardised parts and deliverables）
第 8 項：技術基礎設施（Technology infrastructure）

這些組件可以獨立測量或使用各種指標相互比較。對於低度細節或自我管理的評估，宏觀成熟度模型依賴 BIM 成熟度指數（BIMMI）及其五個成熟度水平：[a]臨時或低成熟度；[b] 成熟或中低成熟度；[C]管理或中期成熟度；[d]綜合或中高成熟度；和[e]優化或高成熟度。

圖 2-7　BIM 的成熟度理論圖

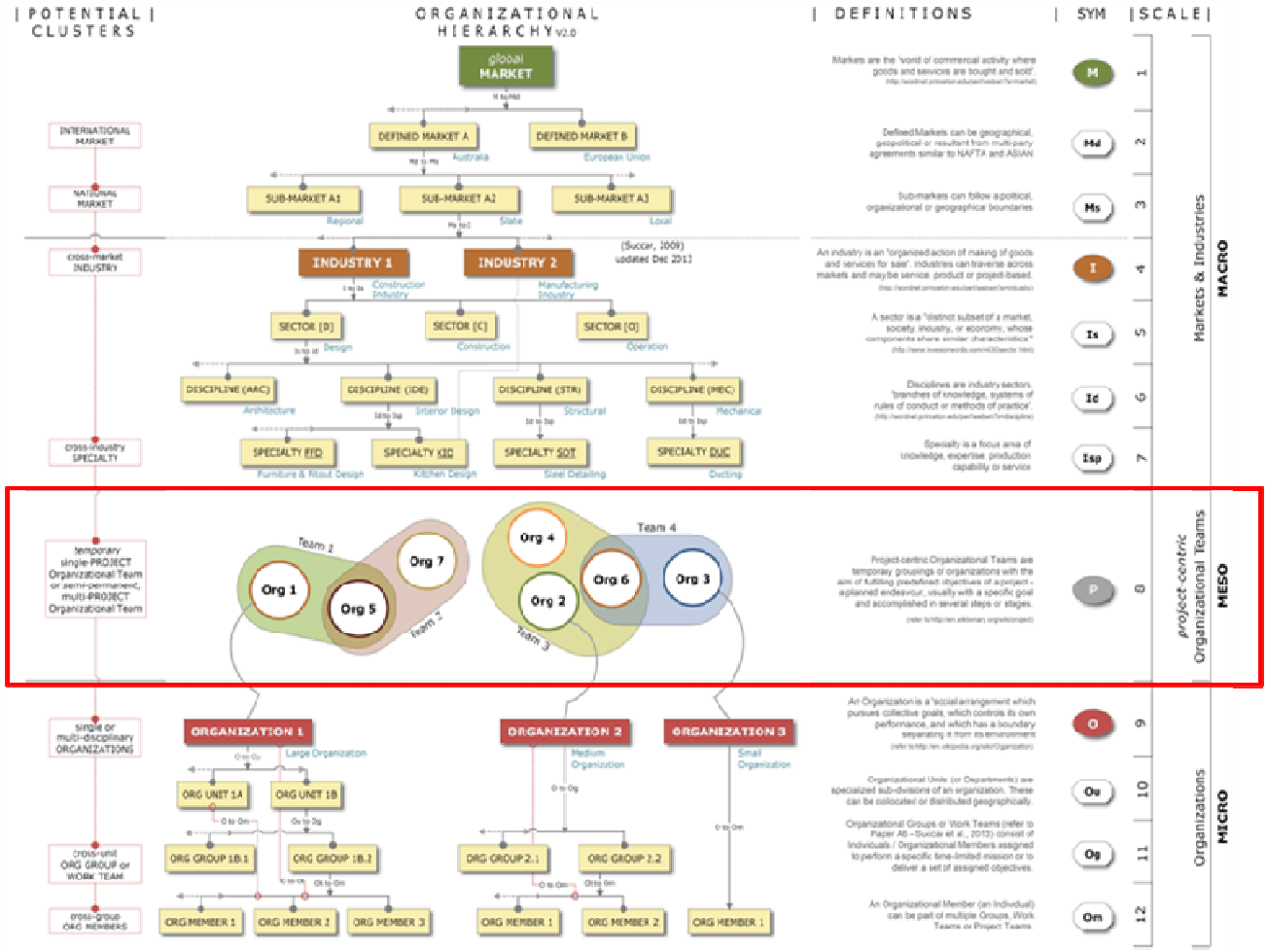

圖 2-8　　BIM 應用的組織階層分級

https://www.bimframework.info/2013/12/organizational-hierarchy.html

組織階層是基於組織尺度分類的概念模型確定了 12 個組織範圍，從市場（組織尺度 1，最大）到個人（組織尺度 12，最小）分屬三個集群：

- 宏觀（Macro 1-7）
  1 、全球市場 Global Market
  2 、特定市場 Defined Market（例如：歐盟或個別國家）
  3 、次級市場 SubMarket（例如：地區、州或地方市場）
  4 、工業 Industry（例如：營造業）
  5 、部門 Sector（例如：設計或營造部門）
  6 、學門 Discipline（例如：結構或機械）
  7 、專業 Specialty（例如：鋼結構細節或廚房設計專業）

◘ 中觀（Meso 8）

8 、組織團隊 Organizational Team（例如：兩個或更多組織成員在同一個專案一起工作）

◘ 微觀（Micro 9-12）。

9 、組織 Organization（例如：工程或建築公司）

10 、組織單位 Organizational Unit（例如：分部門，分支機構或業務流）

11 、組織小組 Organizational Group（例如：一組個人或一支工作小組）

12 、組織成員 Organizational Member（例如：個人）

這個組織階層分類可以分隔 BIM 運作不同尺度，聚焦 BIM 實施與評估方法

嚐試的轉化為國內的狀況，由於全球市場的英語化或是外語化的門檻較高，國內有能力及全球市場的廠商有限，除了出國學習與任職，國內公司開設國外分公司或是進軍國際市場的營造業者有限，過去 70's、80's 年代的榮工處以及近年從印度撤退的大陸工程是比較有名的例子，嚐試不見得有機會，但不嚐試永遠都沒有機會。出國競爭不是找死，面對全球化的腳步，「扎根國內、挑戰區域、放眼全球」才是比較可能的穩健角度。

表 2-2　我國著眼的全球區域經濟整合

	項目	概述
1	跨太平洋夥伴全面進度協定(CPTPP)	跨太平洋夥伴全面進步協定（英語：Comprehensive and Progressive Agreement for Trans-Pacific Partnership，縮寫：CPTPP），原稱跨太平洋夥伴關係協定（英語：The Trans-Pacific Partnership，縮寫：TPP），最初是由亞太經濟合作會議成員發起，從 2002 年開始醞釀的一組多邊關係的自由貿易協定，旨在促進亞太區的貿易自由化。跨太平洋夥伴關係協定第一條一款三項（Article 1.1.3）規定：「本組織支持亞太經濟合作會議，促進自由化進程，達成自由開放貿易之目的。」
2	區域全面經濟夥伴關係協定(RCEP)	區域全面經濟夥伴關係協定（英語：Regional Comprehensive Economic Partnership，簡稱：RCEP），是由東南亞國家協會十國發起，由中國、日本、韓國、澳洲、紐西蘭、等與東協有自由貿易協定的五國共同參

		加，共計 15 個國家所構成的高級自由貿易協定。
3	太平洋聯盟(PA)	太平洋聯盟是一個拉丁美洲的貿易集團，現有四名正式成員：智利、哥倫比亞、墨西哥和秘魯。其宗旨為：「加強拉美太平洋沿岸國家貿易政策協調，促進聯盟內貨物、服務、資本和人員自由流通，致力於將聯盟打造成為對亞洲最具吸引力的拉美次區域組織和亞洲進入拉美市場最便利的入口。」。
4	北美自由貿易協定/美墨加協定	《美國－墨西哥－加拿大協議》（簡稱《美墨加協議》）是加拿大、墨西哥和美國之間的一項自由貿易協定。
5	南方共同市場(MERCOSUR)	南方共同市場（Mercosur or Mercosul，西班牙語：Mercado Común del Sur、葡萄牙語：Mercado Comum do Sul、瓜拉尼語：Ñemby Ñemuha；下簡稱共同市場）是巴西、阿根廷、烏拉圭、委內瑞拉（2017 年被終止成員國資格）和巴拉圭五個南美洲國家的區域性貿易協定（Regional Trade Agreement,RTA），1991 年巴西、阿根廷、烏拉圭及巴拉圭四國簽訂《亞松森協定》，並於 1994 年增修《黑金市議定書》，確立共同市場組織架構。成立宗旨為促進自由貿易及資本、勞動、商品的自由流通。
6	歐洲聯盟	歐洲聯盟（英語：European Union；西班牙語：Unión Europea; 法語：Union européenne；德語：Europäische Union），簡稱歐盟（英語：EU；西班牙語：UE；法語：UE；德語：EU），是歐洲多國共同建立的政治及經濟聯盟，現擁有 27 個成員國，正式官方語言有24 種。規範歐盟的條約經修訂，目前歐盟的運作方式依照《里斯本條約》。政治上所有成員國均為議會民主國家（2008 年《經濟學人》民主狀態調查）；經濟上為世界上第二大經濟實體，德國、法國為歐盟兩大核心成員國

資料來源：經濟部國貿局網頁 https://www.trade.gov.tw/Pages/List.aspx?nodeID=1351；概

述取自維基百科，本研究整理

在美國哈佛大學規劃辦公室裡，參考美國 CAD 繪圖標準（The United States National CAD Standard (NCS)）、及美國建築師公會 CAD 圖層指南(AIA CAD Layer Guidelines)，提供一套電腦輔助繪圖（CAD）的製作標準。這份「營建文件中的電腦輔助繪圖及影像製作標準（CAD and Image Standards for Construction Documentation）」中對於各圖層命名就是以「學門 Discipline」的方式進行分類。

表 2-3 美國 CAD 繪圖標準學門代號

學門代號 Discipline Designator			
A	Architectural 建築	**O**	Operations
B	Geotechnical 大地工程	**P**	Plumbing
C	Civil 土木工程	**Q**	Equipment
D	Process 加工	**R**	Resource
E	Electrical 電氣工程	**S**	Structural
F	Fire Protection	**T**	Telecommunications
G	General	**U**	University (HU defined)
H	Hazardous Materials	**V**	Survey/Mapping
I	Interiors	**X**	Other Disciplines
L	Landscape	**Z**	Contractor / Shop Drawings
M	Mechanical		

資料來源：美國哈佛大學規劃辦公室 Standards and Guidelines

https://home.planningoffice.harvard.edu/pages/standards-and-guidelines

表 2-4 BIM 應用的組織階層在國內的詮釋與理解

		範例	國內角度詮釋與理解
宏觀	1 、全球市場 Global Market	WTO	全球貿易協定及區域經濟整合
	2 、特定市場 Defined Market	歐盟或個別國家	跨太平洋夥伴全面進步協定（CPTPP)、區域全面經濟夥伴關係協定（RCEP)、太平洋聯盟(PA)、《美國－墨西哥－加拿大協議》(簡稱《美墨加協議》)、南方共同市場

	3、次級市場 SubMarket	地區、州或地方市場	加州、北印度、西馬（馬來西亞）
	4、工業 Industry	營造業	營造業、製造業
	5、部門 Sector	設計或營造部門	設計或營造部門、製造部門、財會部門
	6、學門 Discipline	結構或機械	常略過
	7、專業 Specialty	鋼結構細節或廚房設計專業	專業證照、業主（主事者）專業程度
中觀	8、組織團隊 Organizational Team	兩個或更多組織成員在同一個專案一起工作	建築設計團隊、土木工程設計團隊、製造業設計團隊
微觀	9、組織 Organization	工程或建築公司	各公司行號
	10、組織單元 Organizational Unit	分部門，分支機構或業務流	機電、結構、公司內部分組
	11、組織小組 Organizational Group	一組個人或一支工作小組	BIM 小組（包含 BIM 管理者、BIM 建模者等）
	12、組織成員 Organizational Member	個人	設計師、建築師、BIM 建模者、BIM 管理者

資料來源：本研究繪製

在新加坡 corenet 網站裡對於 BIM 基本指南的推廣進行了不同使用者的分類，《BIM 基本指南》系列的目的在於以圖解，易於閱讀的格式提供了有關 BIM 良好實踐的參考，並且針對新加坡的 BIM 新用戶。包括行業協會和商會（TAC）的 BIM 實施文件。但觀察分類的使用者，可以理解 BIM 使用者涵蓋的專業面向。

表 2-5　新加坡建立的 BIM 基本指南項目及其涉及行業

基本指南項目	涉及行業
BIM 組織採用的基本指南	出資方、辦理方，業主或其代理人
BIM C&S 顧問基本指南	結構
BIM 執行計劃基本指南	BEP，BIM 執行計劃，運用到 BIM 的各行業
MEP(機械、電氣和配管工程)顧問的 BIM 基本指南	機械、電氣和配管工程

BIM 建築顧問基本指南	建築業
BIM 承包商基本指南	營造業
BIM 協同虛擬設計和構建的基本指南	建築業、營造業
BIM 建築性能分析基本指南	建築業
BIM for DfMA（設計、製造和裝配）基本指南	製造業及其相關產業
BIM 土地測量師基本指南	測量
BIM 資產資訊傳遞指南	物業管理
新加坡 3D 地形測量(製圖)的標準和規範	測量、管理國家地形圖資的公部門
行業領導者 IDD(整合數位交付)快速入門指南	整個生命週期內廣泛的整合數位傳送，運用到 BIM 的各行業
SISV QS BAR(數量測量 BIM 屬性要求)	其他

資料來源：新加坡 corenet 網站

第四節　BIM在規劃設計及營造產業的影響

根據德國供熱工業聯合會(BDH ,Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie) 2017年8月10日發表於整體規劃(Integrale Planung)網站「符合VDI 3805 / ISO 16757的數位化BIM產品數據」一文中表示：

數位化在社會中無處不在。術語"工業 4.0"是指用於智能和物聯網生產過程的數據鏈接。物聯網使優化整個價值鏈成為可能。產品生命週期的所有階段-開發，生產，使用，維護，回收-都包括在內。在這種情況下，建築資訊模型(BIM)是數位化的關鍵組成部分。

在技術建築設備(TGA)領域，借助於VDI準則3805"TGA中的電子產品數據交換"，產品數據的數位化已使用了數年。對於VDI 3805，使用了用於工廠規劃，設計和運營的技術和幾何產品屬性數據搜集的標準。這些符合VDI 3805的數位產品數據構成了TGA中用於集成到BIM構建整體模型的基礎。借助此數位數據，可以在BIM模型中協調參與的行業，可以提高計劃的可靠性，並可以更快地檢查關鍵點。此外，BIM模型可以擴展到設施管理，從而最大程度地減少人工和成本。

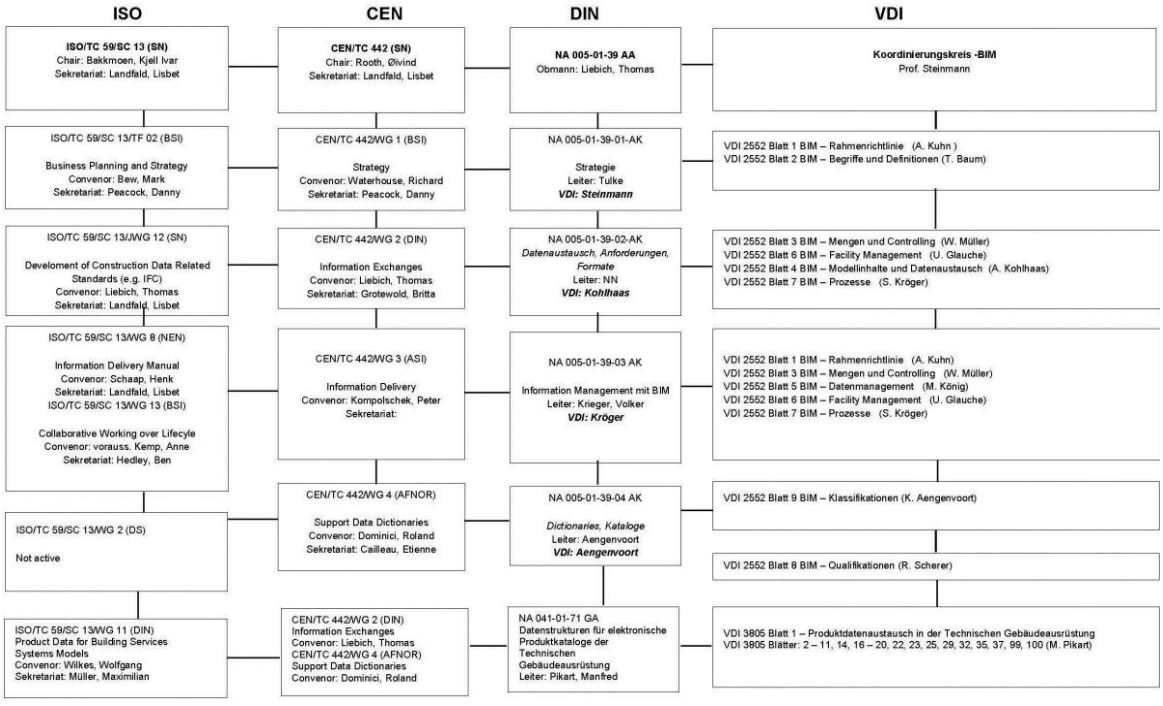

圖 2-9　BIM在國際標準(ISO)、歐洲標準(CEN)、德國際標準(DIN)和德國工程師協會標準(VDI)之間的關係

資料來源：
https://www.integrale-planung.net/digitale-bim-produktdaten-nach-vdi-3805iso-16757_12133

為了在市場上通過 VDI 3805 更加廣泛地使用數位產品數據，BDH 與德國機械設備製造業聯合會（VDMA, Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau）共同開發了一份立場文件。BDH 和 VDMA 坐下與德國引進 BIM 的，以確保在TGA VDI 3805 / ISO 16757 被用作用於製造商的數據交換的標準。許多工業公司以及軟體製造商都支持這種方法。

圖 2-10　支持 VDI 3805 的 VDI 製造商

資料來源：
https://www.integrale-planung.net/digitale-bim-produktdaten-nach-vdi-3805iso-16757_12133

圖 2-11　支持 VDI 3805 的 VDI 軟體供應商

資料來源：
https://www.integrale-planung.net/digitale-bim-produktdaten-nach-vdi-3805iso-16757_12133

對於製造商而言，標準化接口（中性，統一，開放和標準化數據格式）的優點是僅需保留一種數據格式，大大減少了工作量。由於格式允許製造商注意，因此還可以確保較高的數據品質並保證製造商的數據主權。因此，即使描述了複雜的產品，製造商的各個應用程序仍然易於編寫製造程式。由於數據量相對較小，因此也簡化了數據交換的困難度。最終，產品的所有技術和幾何數據都可以使用 VDI 3805 / ISO 16757 進行傳輸。VDI 3805 中的商品編號提供了指向商業和招標數據的鏈接。這也包括 ErP 指令或標籤中的歐洲要求。因為在 VDI 3805 / ISO 16757 的幫助下也可以傳遞產品標籤。

整體而言，VDI 3805 規範了製造商與設計商或出口公司之間，在技術建築設備（TGA）中交換技術數據和幾何數據的產品數據。這樣可以確保產品的技術和幾何數據可以在製造商和軟體之間標準化傳輸。通過創建這種統一的數據格式，可以在設計，仿真，CAD 和能量計算程序中對相應的界面進行編程，以根據 VDI 3805 讀取和處理產品數據。促進將數位產品數據輕鬆安全地傳輸到軟體控制的項目流程中。

對於製造商而言，優勢在於僅需以一種數據格式維護產品數據。這些好處很快將通過 ISO 16757 在國際上適用。由於與 BIM 的附加鏈接，產品數據也可以用於設施管理。在這種背景下，VDMA 和 BDH 贊成使用 VDI 3805 格式的數據記錄來實現TGA領域中的 BIM 模型。可以在製造商以 VDI 3805 格式增加數據維護的背

景下看到此變化的成果，實現了針對製造商和用戶的所描述的優點。

對於製造商 VDI 3805 和 ISO 16757，可用於所有計算和 CAD 程序的中性，統一，開放和標準化的數據格式是不言而喻的。由於無冗餘，因此數據管理可確保較高的數據安全性和質量。製造商數據可以輕鬆傳輸到任何計算軟體中，並且可以開發特定的計算軟體。借助簡單和壓縮的數據格式，複雜而廣泛的數據仍可管理。其中，功能有助於描述複雜的產品，亦可以得到產品管理的完整附件。

用戶（計劃者，承包商，建築師）也將從 VDI 3805 中受益。從 Web 應用程序中，可以獲取TGA 的許多產品領域的數位製造商數據，從而可以進行更準確，更快和更詳細的投產。用戶可以看到所有數據，包括產品附件，並且通過Datanorm 的鏈接也可以獲取商業數據。因此，可以得出結論，帶有 VDI 3805 的技術建築設備已經提供了支持 BIM 的數據，因此可以使用 BIM。

第三章　衡量指標的系統

第一節　各項發展系統

在歐洲的發展現況裡，BIM 被用作智能建設的基礎技術，這時就必須注意歐洲智能合格認證標章的相關規範，CEN 442 WG4 規範了整個相關領域，參照圖 2-9，但是目前 ISO 還沒有相對應的內容。可見得這是走在比較前端的標章產物，觀察其應用狀況，在亞洲尋找相對應的使用國家時，本研究以新加坡作為一個對照參考，目前其影響新加坡的部分，以 SGS 新加坡分公司的營建產業分析，其收錄在「SERVICES FOR THE CONSTRUCTION INDUSTRY」文件中，以能源認證（ENERGY CERTIFICATION）為例，包含下列項目；

- 建築物的類型學因素（位置和方向）
- 該地點的氣候參數
- 建築外牆的能量平衡（絕緣，軸承結構，填充隔熱材，門和窗戶，熱橋和使用單一材料）
- 現有條件，照明和水系統及其效益
- 被動太陽能系統和太陽能保護措施、自然通風
- 使用可再生能源

同時在歐盟推廣智能標章的推廣網頁（Construction Products Europe）裡，「統一數字通信的好處」節譯如下；「在於公部門將更有利於開發工具來支持國家政策的實施並支持相關的利益相關者（例如，消費者，中小企業.....）。市場監督機構將從可確認性的數據中受益，從而可以更輕鬆地檢查產品的合格狀況。建築公司對資訊技術（IT）的『智能』使用是歐洲工業成功與成長的關鍵因素。工業和專業用戶，包括承包商，工程師和建築師，將以用戶友好和可利用的格式提供所有可靠的數據，使他們能夠將數據應用到相關的建築開發工具（例如，建築資訊模型-BIM）中。將為所有包括中小型企業的製造公司提供收益，增加它們公平進入新市場和全球供應鏈的機會。它也將滿足製造商的願望，即一次就能完成測試和確認報價。消費者組織和非政府組織將有機會開發自己的工具，以便利於獲取資訊以滿足公民的需求。資訊將能留給『未來』使用，例如建築物的翻新和拆除，廢棄物的收集和管理等。」

同時歐洲在圖 3-2 的操作應用（Operations）的階段裡，是目前最不明朗的階段，同時在建築生命週期裡佔據的時間一般最為長久。

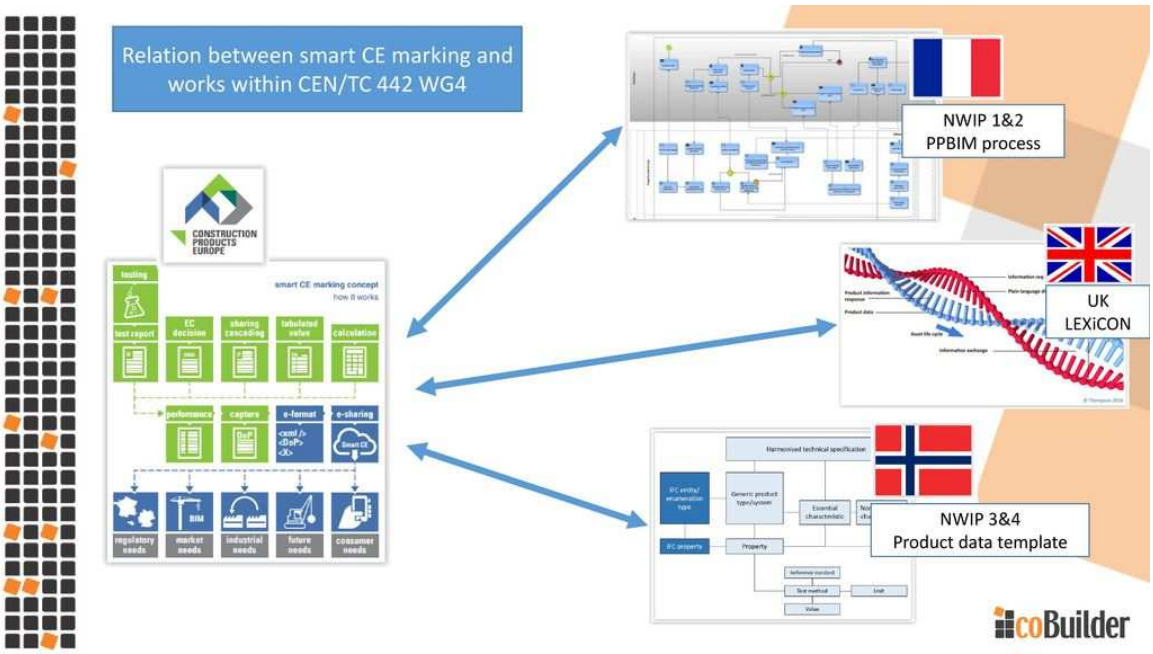

圖 3-1 歐洲智能合格認證標章（Smart CE Marking）與相關標準關係圖
https://slideplayer.com/slide/12166071/

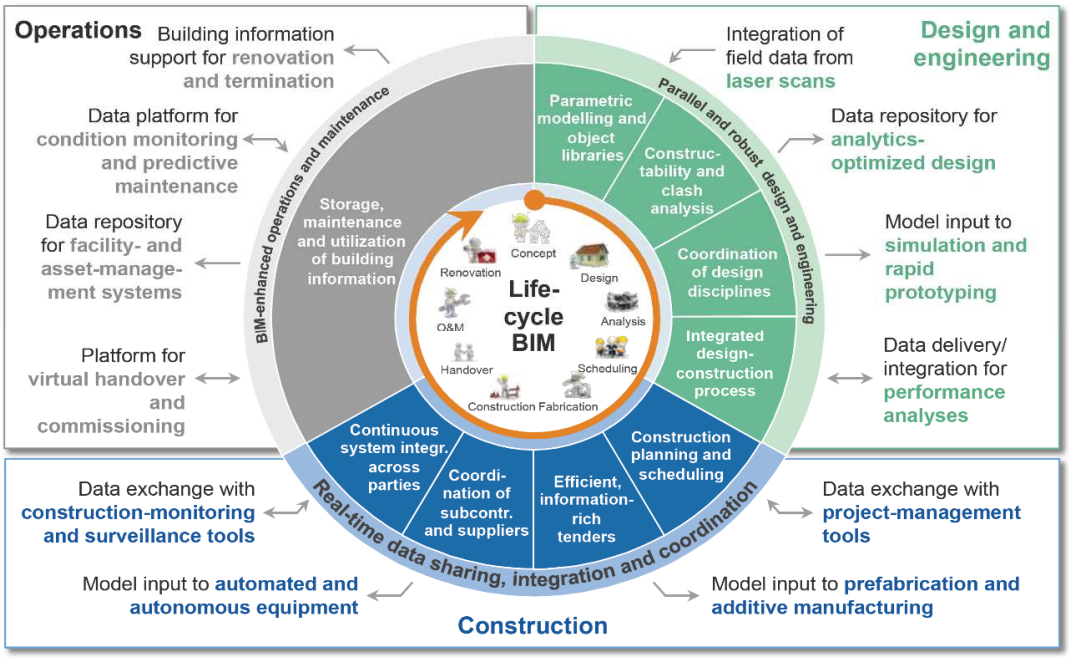

圖 3-2 歐盟技術報告說明 BIM 在工程和建築價值鏈中的應用
http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC109656/jrc109656_bim.standardization.pdf

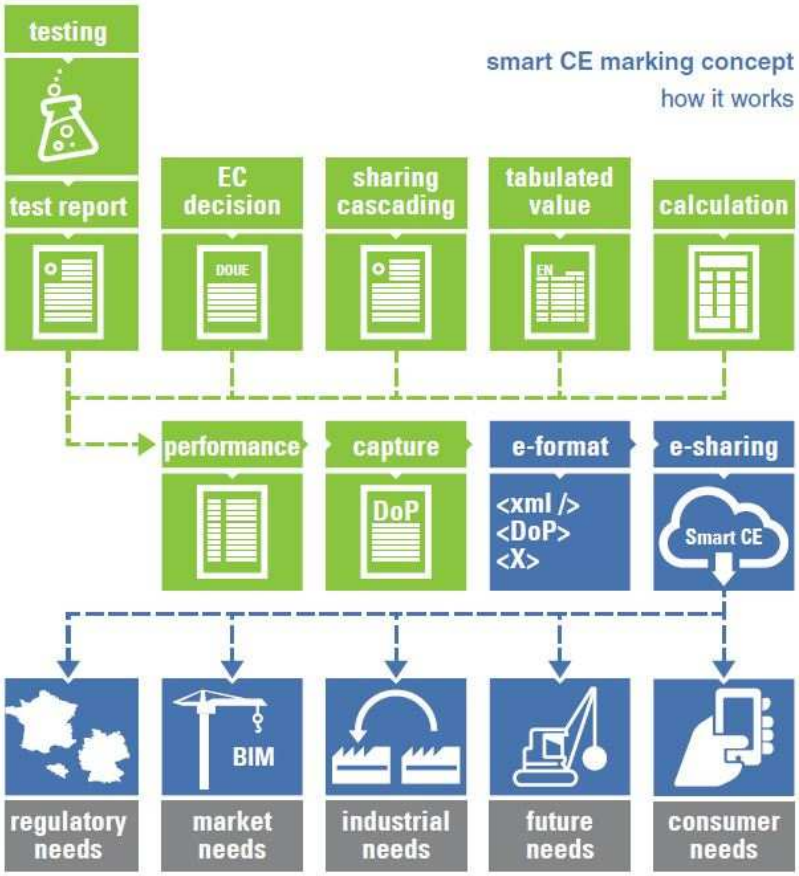

圖 3-3　歐盟推廣智能標章網頁中說明 Smart CE 與 BIM 的應用關係

https://www.construction-products.eu/publications/publications/smart-ce-marking-concept

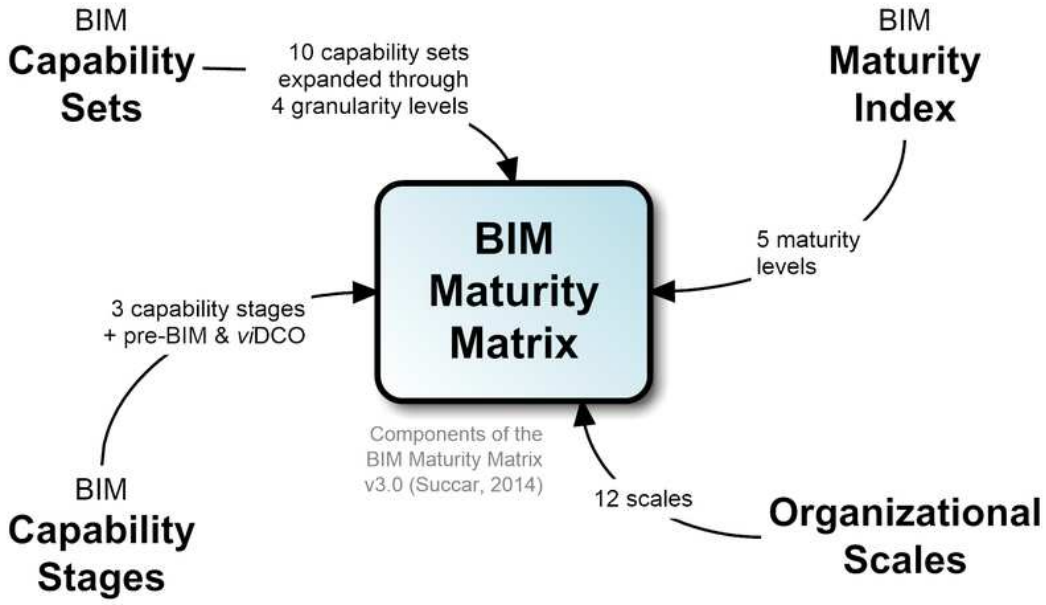

圖 3-4　　BIM 的成熟度矩陣

https://www.bimframework.info/2014/01/maturity-matrix-components.html

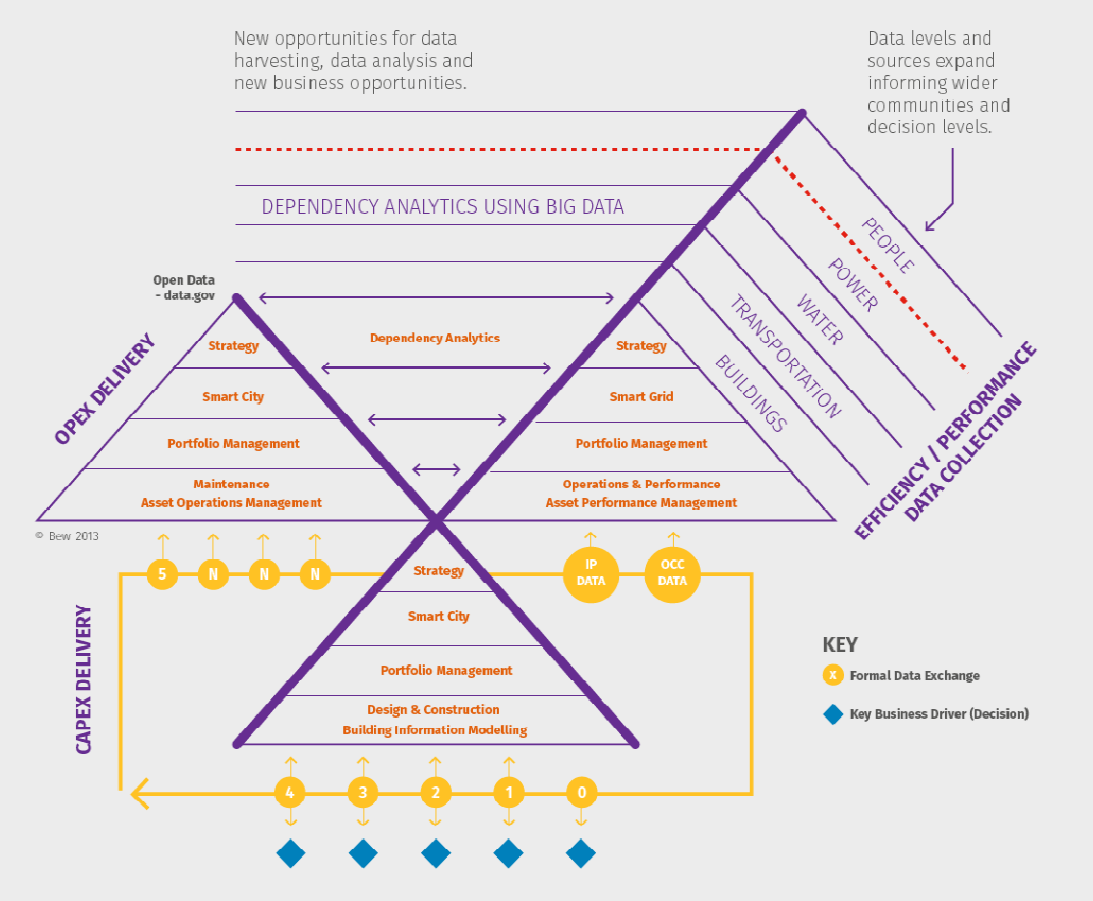

圖 3-5　英國 BIM Level 3

https://www.fgould.com/uk-europe/articles/bim-level-3-digital-built-britain/

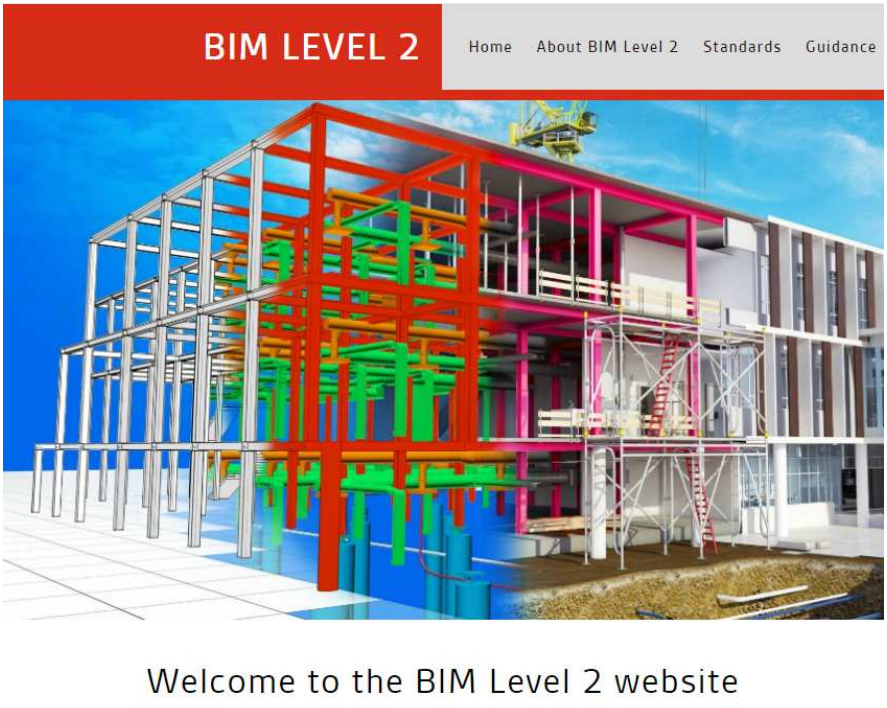

圖 3-6　英國 BIM Level 2 推動網頁　資料來源：https://bim-level2.org/en/

新加坡淡馬錫控股集團旗下 盛裕控股集團認為 BIM Level 4 是在 2025 年達成數位永續性，這個方向與新加坡的國家總體發展政策相同，新加坡的國家具體發展目標為建立智慧國家（Smart Nation），內部發展的基礎技術有六大倡議（Initiatives）方向，如下所示：

- 國家戰略方案（Strategic National Projects）
- 城市生活（Urban Living）
- 運輸（Transport）
- 健康（Health）
- 數位化政府（Digital Government Services）
- 新創產業（Startups And Businesses）

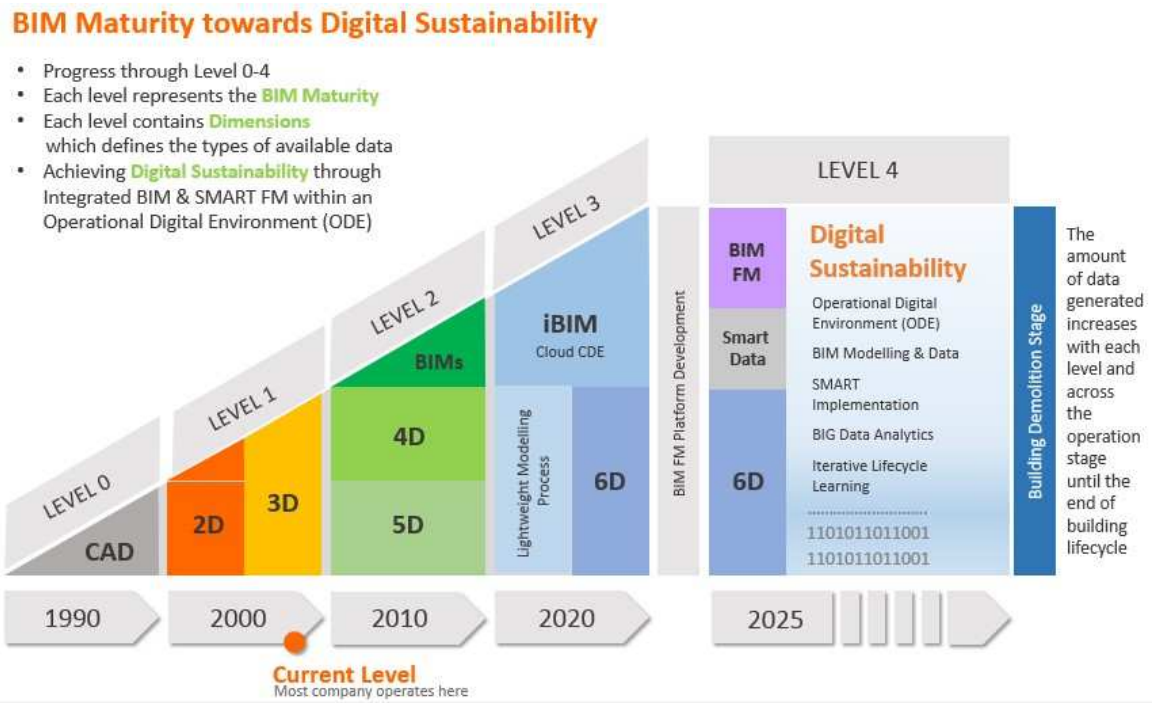

圖 3-7　新加坡 BIM Level 4 發展朝向數位永續性
https://surbanajurong.com/perspective/bim-for-facilities-management-towards-digital-sustainability/

BIM 成熟度與以下事實有關：不可能從傳統建模方法直接成為開放式的 BIM 方法。改變必須是逐步產生。BIM 成熟度通常表示為“楔形”。與英國楔形鞋相比，有些級別已細分（級別 0 和級別 3），並添加了新級別（級別 4）。為了評估達到哪個楔形水平，引入了指標。這些指標衡量四個方面：內容，數位化，互操作性和合作。評估有四個方面（內容，數位化，互操作性和協作）用於項目階

段和資產管理。下圖定義項目所在位置的度量標準，假設達到的級別為每個方面都不同。

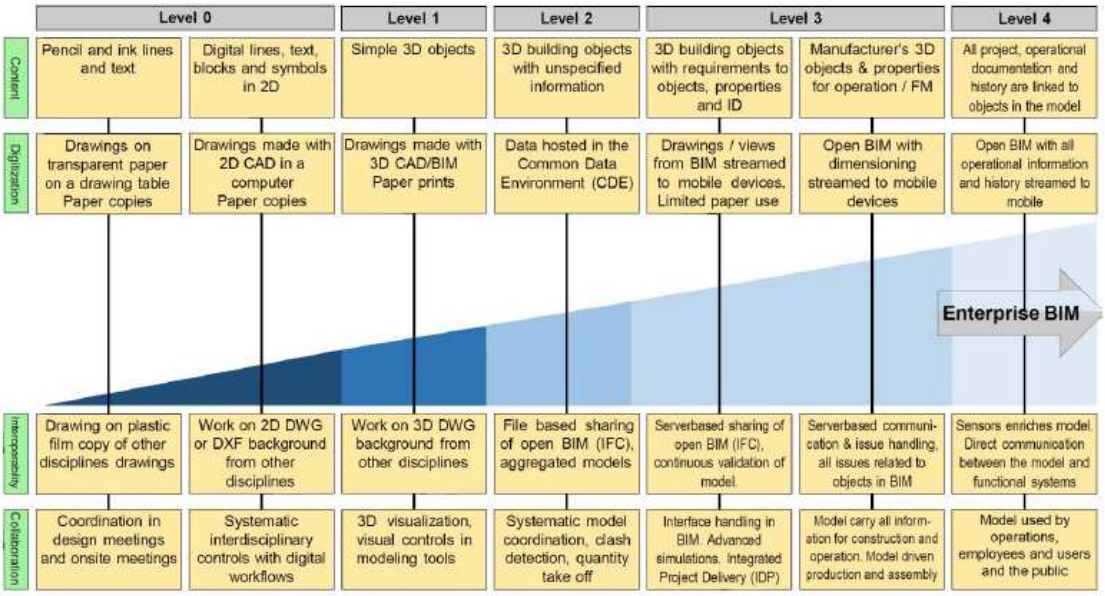

圖 3-8　歐盟技術報告說明 BIM 的成熟階段
http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC109656/jrc109656_bim.standardization.pdf

美國國家建築科學研究院（NIBS）是唯一聚集了一群獨特的建築行業專業人士的地方，除了政府，非營利組織，私營部門和學術界，還為解決建築環境中面臨的挑戰制定了解決方案。成員通過 NIBS 的理事會，委員會和計劃之間的合作來開發和實施技術和程序改進。

募集的會員包含下列分類

該研究所將成員分為以下十二類之一，以確保在 NIBS 項目委員會的組成中適當代表建築社區的各種利益。以下是根據會員的主要貿易，職業或業務從屬關係列出的這些類別的列表。

- 消費者和公益機構：消費者，用戶，學術界，媒體和公共利益團體。
- 建築師：私人執業的建築師和相關專業人員。
- 工程師：私人執業的工程師和相關專業人員。
- 聯邦政府：聯邦政府機構的官員和代表。
- 州和地方政府：州和地方政府的官員及其代表，包括編制內的官員。
- 房屋建築：房屋建築承包商，分包商和公用事業。
- 勞工組織：建立工會。
- 住房：建築商，開發商和住房生產商。

- 建築材料和產品：建築過程中使用的材料和產品的生產商，製造商和分銷商。
- 標準：制定或製定組織的標準。
- 房地產，金融或保險：房地產經紀人，所有者，金融和保險組織。

以目標導向提供各分類的會員需要的BIM知識與發展方向，分門別類的提供相關的發展訊息是推動BIM的一個重要的方針。

在德國，，於2020年1月29日在柏林設立了BIM德國-建築數位化中心(BIM Deutschland-Zentrum für die Digitalisierung des Bauwesens)，BIM德國是建築數位化的國家中心。是與建築資訊模型（BIM）有關的資訊和活動的中央聯邦聯絡點。產品，開放標準和概念可用於公共建築和整個建築價值鏈。

該中心由聯邦運輸和數位基礎設施部（BMVI，Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur）和聯邦內政及建築房屋部（BMI，Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat）共同運營。目標是在基礎設施和建築施工中採用統一且協調的方法。為此， BIM 德國在國家和國際層面匯集了使用BIM的活動，知識和經驗。它與建築各個領域的專家合作。他們進一步發展了這一知識，並將其提供給BIM用戶。利益相關者和區域BIM集群的知識尤其參與此過程。BIM德國通過開放BIM方法促進基於開放數據標準的數據交換。通過諮詢，活動，進一步和培訓概念以及BIM門戶在全國范圍內傳授獲得的專業知識。BIM門戶是一個平台，可為公共和私人建築中的所有用戶提供示例，規格和工具。

- BIM德國特別通過以下方式為聯邦政府提供支持：
  1. BIM活動的諮詢，品質保證和協調，
  2. 需求開發
  3. 制定在運營階段和2020年之後的後續步驟中使用BIM的策略
- 核心任務包含：
  - 匯集知識
  1. BIM 德國負責協調活動，標準化現有準則，提供建議並向建築價值鏈中的所有參與者提供資訊。
  - 資訊，數據和應用程序的準備和標準化
  1. 將來，資訊，數據和應用程序將通過BIM門戶提供。這將幫助構建者詳細定義其數據要求，並能夠檢查交付的模型數據。
  2. 該中心為分類，特徵，對象和客戶資訊需求（AEOI）開發數據庫。

目的是提供統一的準則和模型。

3. BIM 德國通過開放 BIM 方法促進基於開放數據標準的數據交換。這將使相關人員將來可以使用該軟體，並將其集成到最適合其流程的項目中。
4. BIM 德國與標準化委員會合作制定了 BIM 標準化策略，尤其是使開放數據格式的項目得以實施並確保其長期安全。

- 資訊活動

1. BIM 德國提供活動，以提供建議和資訊。
2. 此外，定期與 BIM 用戶和利益相關者舉行對話論壇。

- 發展培訓和教育理念

1. BIM 德國為運輸基礎設施建設和聯邦建築建設開發培訓和繼續教育概念。
2. 該中心通知培訓人員和進修人員以及規劃人員和建築承包商以進行適當的培訓。

■ 各部門委辦的 BIM 研究項目

聯邦運輸和數位基礎設施部(BMVI)和聯邦內政及建築房屋部(BMI)正在道路，水，鐵路和聯邦建築建設領域中進行 BIM 試點項目。試點項目是獲得實踐經驗的重要一步，該經驗將不斷融入德國 BIM 的工作中。

第二節　BIM 應用的全生命週期

回到 BIM 應用的各個生命週期來看現在需要的關鍵指標，一般來說國內各個流程大致依照前圖 2-3 的內容一步步的執行下去，在這個過程中出現了幾個問題，其中就是物業管理的引入要在很後面才能確認其相關事項，一般國內執行的流程是到「操作」的時候才引入最終的物業管理者，再加上設計模型與施工模型之間的落差，配合上竣工模型與物管需求的落差。本研究參考文獻回顧及相關分析後，對於現況及未來發展提出發展可行路徑。

表 3-1 BIM 工作執行流程與資源需求分析

BIM 工作執行流程 / 資源需求角色	1.可行性評估階段			2.規劃階段					3.基本設計階段					4.細部設計階段					5.施工階段					6.維護管理階段				
	業主 BIM 需求與應用策略分析	專案組織之 BIM 能力評估	專案人員 BIM 教育訓練	BIM 團隊基組	BIM 專業顧問必要性評估	BIM 應用範圍與目的評估	BIM 服務費用編列	規劃 BIM 工作項目與規定規範	BIM 招標文件擬定	投標廠商備標工作	BIM 工作執行計畫書審查	執行 BIM 工作	BIM 交付成果審查	BIM 招標文件擬定	投標廠商備標工作	BIM 工作執行計畫書審查	執行 BIM 工作	BIM 交付成果審查	BIM 招標文件擬定	投標廠商備標工作	BIM 工作執行計畫書審查	執行 BIM 工作	BIM 交付成果審查	BIM 招標文件擬定	投標廠商備標工作	執行 BIM 工作	BIM 交付成果審查	BIM 維護管理系統應用
業主	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■		■	■		■		■	■		■		■	■			■	
可行性評估廠商/規劃廠商	■	■	■	■	■	■	■	■																				
專案管理廠商			■			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
設計廠商			■							■		■			■		■											
監造廠商			■							■		■			■		■			■		■						
統包廠商			■							■		■			■		■			■		■						
施工廠商			■																	■		■						
專業分包商			■							■		■			■		■			■		■			■	■		
材料設備製造供應商			■							■		■			■		■			■		■			■	■		
營運維護管理單位			■																					■	■	■	■	■
BIM 專業廠商			■							■		■			■		■			■		■			■	■		

資料來源：本所 109 年「建築工程應用 BIM 所需資源共享平台規劃研究」研究報告

參考上述表 3-1 的全生命週期發展，一般會以單案操作模式思考，在規劃設計階段如何引入最終物業管理的運用與佈局，目前的答案是除非業主不變動，而且很清楚明白物業要如何管理，同時業主亦是維護管理階段使用者，綜合以上的狀況才有可能在最初的規劃或設計階段，就能引入適切可行的物業管理佈局並引入相關管線或設備等，足以讓未來的維護管理可依照規劃方式執行。

然而，國內長期以來委託工程機關代辦、或由營造廠統包、建築物出資者與使用者常常無關連，使用上的修正也無法回饋，所以許多寶貴的用後經驗無法累積，以精進國內物業管理的技術。更無法透過一套有效的推廣教育模式，使國內一般民眾具備最新的建築物使用維護概念。但是國內建商通常會互相參考或內部建立相關制度、近期成立的國家住宅及都市更新中心，以及各直轄市政府等地方政府成立社宅興建專責單位，都如同過去國民住宅操作模式，近期內一批又一批的陸續興建大量的社會住宅，並朝向運用科技管理，早期不太合理的物管維護要求，經過資料數據研究與運用機制研發，就有可能形成對於未來同類型的社宅足堪引用的經典範例，如下圖 3-9 所表現的狀況。

因為在維護管理階段也不是一開始設想的內容就夠達到穩定應用的狀況，參考管理學中「P＞D＞C＞A」，引用維基百科對於該概念的解釋，節錄如下：

PDCA(Plan-Do-Check-Act 的簡稱)循環式品質管理，針對品質工作按規劃、執行、查核與行動來進行活動，以確保可靠度目標之達成，並進而促使品質持續改善。由美國學者愛德華茲·戴明提出，透過規劃（Plan）、執行（Do）、查核（Check）、行動（Act）四階段，確保每次的目標都能達成。

1. *規劃（Plan）：產品可靠度目標預測與訂定、可靠度計畫研擬與確定、可靠度組織與分工。建立一個明確的目標，並制定相關的計劃和確定必要的程序。通過這樣的方式可以在今後的過程中更好的衡量實現的結果和目標的差距以便更好的進一步修正。*
2. *執行（Do）：可靠度作業激勵、命令與實施。執行上一步所指定的計畫和程序，收集必要的資訊來為下一步進行修正和改善提供依據。*
3. *查核（Check）：產品可靠度評定與評估、可靠度作業管制與稽核。研究上一步收集到的信息，和預期設計進行比較（於計劃階段的目標進行對比）。並提出修改方案，包括執行後的改善和計劃的完善使得計劃的可執行性提高。用列表和數據圖可以很好的顯示出來執行結果和預計結果的差距，這些差別是下一步行動中的必要數據。*
4. *行動(Act)：各種可靠度工作之作業單位間協調、可靠度改善對策訂定、*

改善行動執行與跟催。這一步是尋找相當的方法來縮減計劃目標和執行的過程中的結果的差距。並且使得下一次計劃變得更加完美。一般是通過對問題的根本原因的研究，但是相當的問題找到根本原因的時間會很長，這往往會使得項目沒有任何進展。所以一般會暫時採取短期符合目標要求的修改，與此同時創立新的項目來改進執行過程。其中很多時候會提出更詳細的計劃要求，使得下一個重新執行時的計劃步驟更容易執行、更詳細。其實 Act 於英文涵義上另有修正案的意思，所以有的時候很多人更加趨向於使用修正（Adjust）來解釋 PDCA 的 A。這樣的話更能體現出 A 的改善的含義。

一般國內執行的流程是到「操作」的時候才引入最終的物業管理者，再加上設計模型與施工模型之間的落差，配合上竣工模型與物管需求的落差，針對現況及未來發展提出下列發展方向表 3-2。

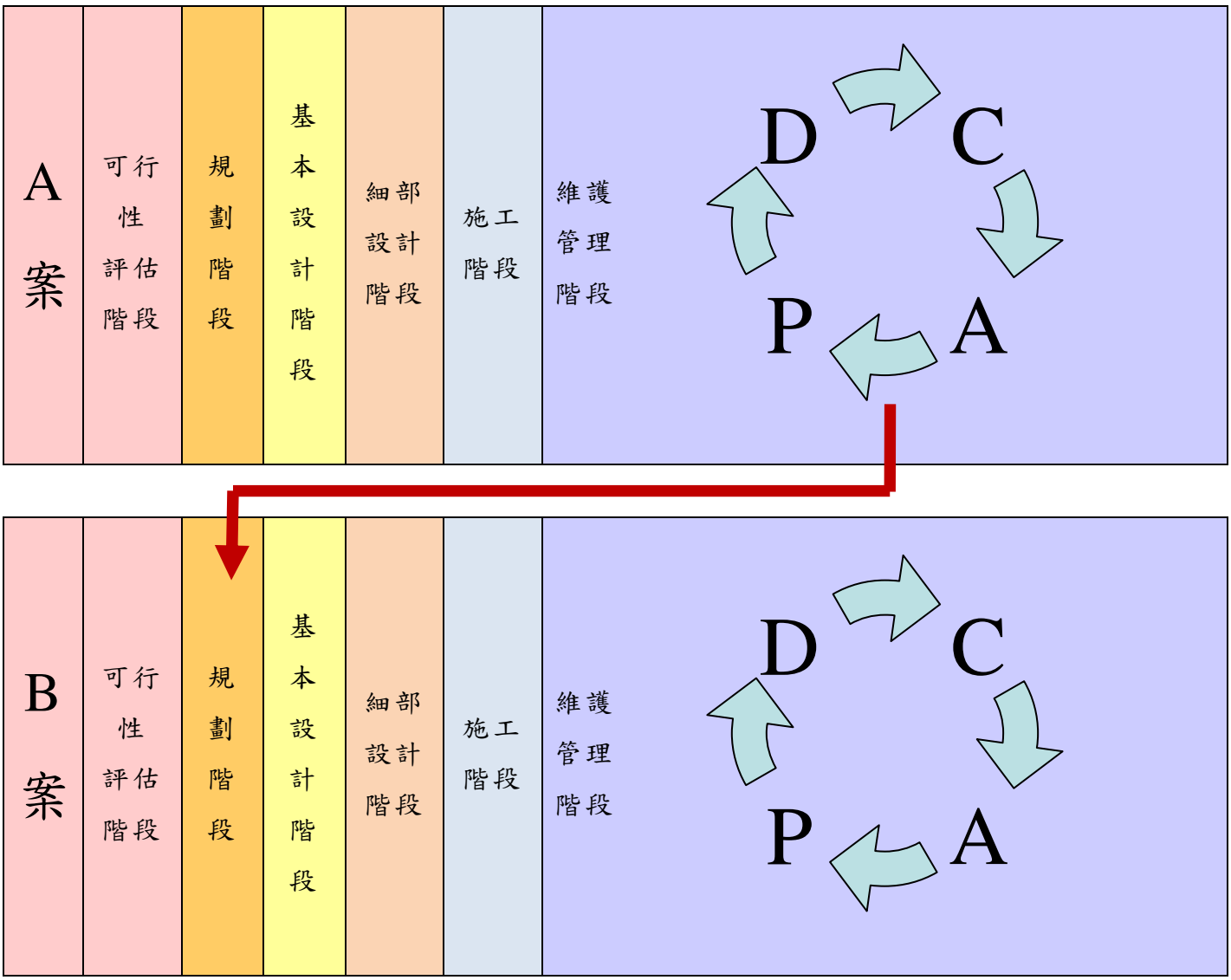

圖 3-9 後案將類似型態功能的前案維管運作概念於規劃設計階段引入

資料來源：本研究繪製

表 3-2　建築資訊建模（BIM）全生命週期應用發展方向

<table>
<tr><td>現況</td><td>可行性評估階段</td><td>規劃階段</td><td colspan="2">基本設計階段</td><td>細部設計階段</td><td colspan="2">施工階段</td><td colspan="3">維護管理階段</td></tr>
<tr><td rowspan="3">未來發展方向</td><td rowspan="3">可行性評估階段</td><td rowspan="3">規劃階段＼建築計畫／設定維管概念</td><td rowspan="3">基本設計階段</td><td>引入維管經驗</td><td rowspan="3">細部設計階段</td><td>虛擬施工（BIM）</td><td rowspan="3">施工階段</td><td rowspan="2">資產管理</td><td>空間管理</td><td rowspan="3">維護管理階段</td></tr>
<tr><td>套用類型模式</td><td>施工推演（計畫）</td><td>設備管理</td></tr>
<tr><td>業主設定</td><td>其他</td><td colspan="2">建立維護管理計畫</td></tr>
</table>

資料來源：本研究繪製

第三節　指標的選取與應用

將對於「本土發展 BIM 全生命週期應用的需求與演變」、「規劃設計環境的數位化基礎」、「業主與規劃者於建築計畫的認知與溝通能力」、「數位化環境的基礎建設」、「整體啟動的發展願景與方向」等概念進行探討。參考表 2-4 的層級劃分，及本研究的一些討論，繪製出下表 3-3，就一些不同層面的指標作彙整。

表 3-3 建築資訊建模（BIM）各應用層級、主要意涵及關鍵指標

規模	尺度/層次		主要意涵	關鍵指標
宏觀指標	全球區域		整體發展願景與方向	全球發展的理解
	東南亞		區域交流與聯合	利基及優、劣勢
	營造產業		瞭解各處規範及運作機制	BIM 的成熟度
	組織團隊	公部門	營造數位環境及其規範	數位基礎建設
		規劃設計	計畫與實踐的挑戰	資訊交流溝通
		營造施工	在地技術深耕發展	虛擬與實務的結合
		維護管理	統合塑造新機制	與使用者結合程度
微觀指標	組織成員		對於 BIM 的深化認知	學習與運用的機會

資料來源：本研究繪製

依據不同層級或尺度,BIM的關鍵指標有所差異,但集中在幾個不同層面上，如國家層級的發展願景等，以及本研究著重的規劃設計層級。其中規劃設計層級關鍵內容，核心關鍵指標在於「資訊交流溝通」的難易度，資訊標準是否整合完成，國內外規範與相關運作規則是否嫻熟，規劃設計者本身是否有足夠的建築產業專業知識，以及豐富的 BIM 學習經驗與能力。

第五章　結論與建議

第一節 結論

原以為 BIM 已經跳說 CAD 的環境，比 CAD 更高階，但今年深入探討各項 BIM 發展需求與供給的時候，卻在美國哈佛大學提供給校園規劃的原則裡，以及德國 2020 年初建立的 BIM 德國（BIM Deutschland），發覺了原來以 CAD 為基礎的條理化作業指南，是構成 BIM 發展的基礎。國內在 CAD 階段常忽略一致性的行業標準，即使有各種圖例的制訂，在數位化的世界裡仍然是各行其是的環境，以致於需要進入一個有條理、需要按部就班的 BIM 數位化環境中，容易產生壓力與統合上的迫切需求。

本研究於討論 BIM 在規劃設計階段發展的關鍵指標時，對於「本土發展 BIM 全生命週期應用的需求與演變」、「規劃設計環境的數位化基礎」、「業主與規劃者於建築計畫的認知與溝通能力」、「數位化環境的基礎建設」、「整體啟動的發展願景與方向」等概念進行探討。

依據不同層級或尺度,BIM的關鍵指標有所差異,但集中在幾個不同層面上，如國家層級的發展願景等，以及本研究著重的規劃設計層級。其中規劃設計層級關鍵內容，核心關鍵指標在於「資訊交流溝通」的難易度，資訊標準是否整合完成，國內外規範與相關運作規則是否嫻熟，規劃設計者本身是否有足夠的建築產業專業知識，以及豐富的 BIM 學習經驗與能力。

第二節 建議

根據研究發現,本研究針對規劃設計層級核心關鍵指標,提出下列具體建議。以下分別從立即可行的建議、及長期性建議加以列舉。

建議一：加強國內建築資訊建模（BIM）技術人才訓練-立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：財團法人台灣建築中心

國內對於加強 BIM 人員訓練一直存在疑慮，BIM 主要應用場域較為複雜的建築物，軟硬體設備等進入門檻較高，較難在其中獲得較高利潤等問題。但 BIM 是一項綜合實力的表現,讓一定比例的營建產業人力能夠運用 BIM 是一項合理的指標，目前包含公私部門在內，能夠嫻熟運用 BIM 的人力還是缺乏的狀況。而 BIM 衍生的「預先處理、現場省工」的生產模式，卻是未來面臨高齡少子化工地缺工現象的解決方法之一。

因此，即刻大量的訓練國內相關人才是有其必要，就目前情勢看來，藉由政府機關持續不斷的推動仍然是不可或缺的一環。

建議二：建立建築資訊建模（BIM）交流與資訊靈通的環境-長期性建議

主辦機關：國家發展委員會

協辦機關：內政部建築研究所

建築資訊建模不是單獨存在的技術，是實踐建築設計成果的工具，同時也是進入數位雙生（Digital Twins）城市治理，以及智慧城市（Smart City）的基礎工具之一。

因此在這個「資訊即戰力」的時代裡,如何在國內建立一個建築資訊建模(BIM)交流與資訊靈通的環境，需要國家發展委員會的關注，在各項科技發展層面中都能夠帶上一筆，使國內的人才能夠有效的交流各個不同領域的專業，才能揉合所長，協助國內建立一個安全、穩固、可靠、創新的數位環境發展基礎。

參考書目

1. http://constructioncode.blogspot.com/2014/09/bim-levels-of-maturity.html
2. https://image.slidesharecdn.com/20160310thefutureofbim-160314113159/95/the-future-of-bim-33-638.jpg?cb=1457955163
3. https://twitter.com/Johnad25/status/775283172951134208
4. Autodesk and the UK BIM Level 2 Mandate。2011 年 5 月
5. BIM task group UK
6. https://thebimhub.com/events/2019/03/bim-101-introduction-bim-level-2-digital-2/#.XdOD91czaUm
7. https://www.bim.psu.edu/bim_uses/
8. https://www.geospatialworld.net/article/bim-adoption-around-the-world-how-good-are-we/
9. https://www.stroma.com/news/global-bim
10. Amarnath CB 2016 https://www.bimthinkspace.com/
11. http://www.bimplus.co.uk/people/its-ti8me-for5get-bi4m-level-2/
12. https://bimportal.scottishfuturestrust.org.uk/level2/stage/1/task/22/overview-of-the-common-data-environment-cde
13. ISO19650 國際中文版
14. https://www.bimframework.info/2013/12/organizational-hierarchy.html
15. https://image.slidesharecdn.com/20160310thefutureofbim-160314113159/95/the-future-of-bim-48-638.jpg?cb=1457955163
16. http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC109656/jrc109656_bim.standardization.pdf
17. 德國供熱工業聯合會(BDH ,Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie) 2017 年 8 月 10 日發表於整體規劃（Integrale Planung）網站 https://www.integrale-planung.net/digitale-bim-produktdaten-nach-vdi-3805iso-16757_12133
18. https://www.bim4hvac.com/it-it/BIM-for-HVAC/VDI-3805-ISO-16757
19. https://www.bimframework.info/2014/01/maturity-matrix-components.html

20. https://bim-level2.org/en/
21. https://surbanajurong.com/perspective/bim-for-facilities-management-towards-digital-sustainability/
22. https://www.bimframework.info/2013/12/bim-maturity-index.html
23. https://www.bimframework.info/2014/01/maturity-matrix-components.html
24. BIM Think Space，EPISODE 21: THE EIGHT COMPONENTS OF MARKET MATURITY
25. https://www.bimthinkspace.com/2015/01/the-eight-components-of-market-maturity.html
26. https://home.planningoffice.harvard.edu/files/hppm/files/harvardbep_bim_uses.pdf
27. https://home.planningoffice.harvard.edu/pages/standards-and-guidelines
28. http://constructioncode.blogspot.com/2014/09/bim-levels-of-maturity.html
29. https://image.slidesharecdn.com/20160310thefutureofbim-160314113159/95/the-future-of-bim-33-638.jpg?cb=1457955163
30. https://www.ntubim.net/bim2356027396/bim-201712
31. http://www.bimplus.co.uk/people/its-ti8me-for5get-bi4m-level-2/
32. Amarnath CB 2016 https://www.bimthinkspace.com/
33. https://bimportal.scottishfuturestrust.org.uk/level2/stage/1/task/22/overview-of-the-common-data-environment-cde
34. https://www.integrale-planung.net/digitale-bim-produktdaten-nach-vdi-3805iso-16757_12133
35. https://slideplayer.com/slide/12166071/
36. http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC109656/jrc109656_bim.standardization.pdf
37. https://www.construction-products.eu/publications/publications/smart-ce-marking-concept
38. 經濟部國貿局網頁 https://www.trade.gov.tw/Pages/List.aspx?nodeID=1351
39. SGS 新加坡分公司「SERVICES FOR THE CONSTRUCTION INDUSTRY」

40. https://www.fgould.com/uk-europe/articles/bim-level-3-digital-built-britain/
41. 周敬淳、謝尚賢(2017)「歐盟 BIM 起飛，從公部門導入開始」
42. 美國麻州哈佛大學的大學建設管理委員會（University Construction Management Council ,UCMC）https://home.planningoffice.harvard.edu/building-information-modeling-bim
43. 美國麻州哈佛大學規劃辦公室 https://home.planningoffice.harvard.edu/files/hppm/files/harvardbep_bim_uses.pdf
44. CPTPP 跨太平洋夥伴全面進度協定 https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%B7%A8%E5%A4%AA%E5%B9%B3%E6%B4%8B%E5%A4%A5%E4%BC%B4%E5%85%A8%E9%9D%A2%E9%80%B2%E5%B1%95%E5%8D%94%E5%AE%9A
45. RCEP 區域全面經濟夥伴關係協定 https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%8C%BA%E5%9F%9F%E5%85%A8%E9%9D%A2%E7%BB%8F%E6%B5%8E%E4%BC%99%E4%BC%B4%E5%85%B3%E7%B3%BB%E5%8D%8F%E5%AE%9A
46. 太平洋聯盟(PA) https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%A4%AA%E5%B9%B3%E6%B4%8B%E8%81%94%E7%9B%9F_(%E6%8B%89%E7%BE%8E)
47. 北美自由貿易協定/美墨加協定 https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%BE%8E%E5%9C%8B%EF%BC%8D%E5%A2%A8%E8%A5%BF%E5%93%A5%EF%BC%8D%E5%8A%A0%E6%8B%BF%E5%A4%A7%E5%8D%94%E8%AD%B0
48. 南方共同市場(MERCOSUR) https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%8D%97%E6%96%B9%E5%85%B1%E5%90%8C%E5%B8%82%E5%A0%B4
49. 歐洲聯盟（EU） https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%AC%A7%E6%B4%B2%E8%81%94%E7%9

B%9F

50. 新加坡 corenet
https://www.corenet.gov.sg/general/bim-guides/bim-essential-guides.aspx
51. 美國國家建築科學研究院 (The National Institute of Building Sciences)
https://www.nibs.org/page/membership
52. 內政部建築研究所，105 年「國內外推動 BIM 之策略與成效比較研究」
53. 內政部建築研究所，108 年「建築資訊建模(BIM)發展程度衡量指標研究」
54. 內政部建築研究所，109 年「建築工程應用 BIM 所需資源共享平台規劃研究」