



台灣智慧建築協會

<http://www.tiba.org.tw/>

Taiwan Intelligent Building Association

Taiwan Intelligent Building Association



建築產業新契機-前瞻智慧公宅論壇

迎接物聯網及AI時代的建築產業新契機

溫琇玲

社團法人台灣智慧建築協會
中國文化大學建築及都市設計學系



2017.11.03

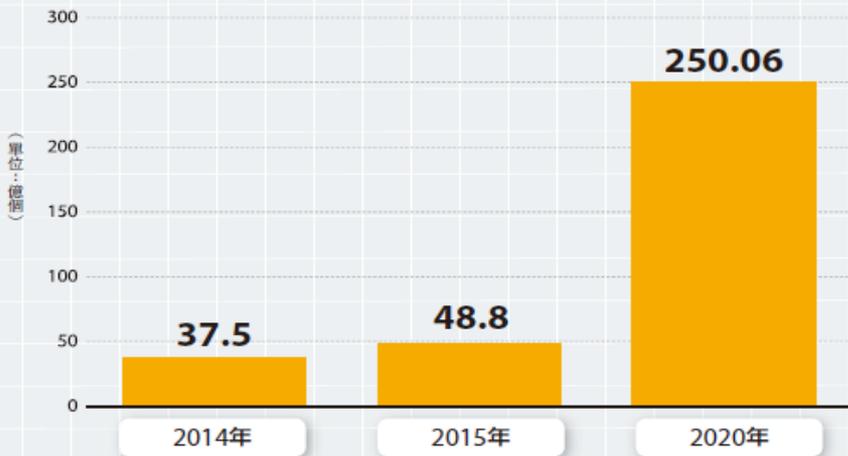
簡報大綱

- 一. IoT(物聯網)、AI(人工智慧)在建築產業的應用
- 二. 歐、美、日建築產業在IoT、AI時代的政策與發展
- 三. IoT、AI時代智慧公宅的樣貌



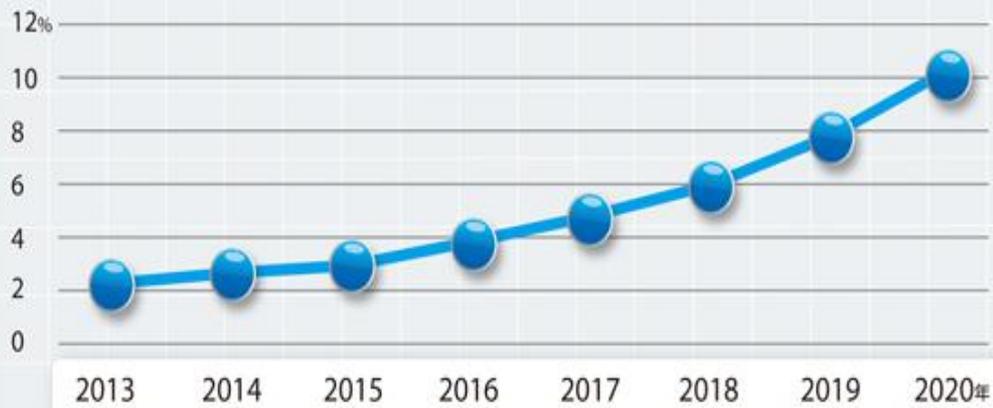
建築將成為物聯網裝置數量成長最迅速的產業

2020年全球物聯網裝置將達250億個



資料來源：Gartner, iThome 2014.12

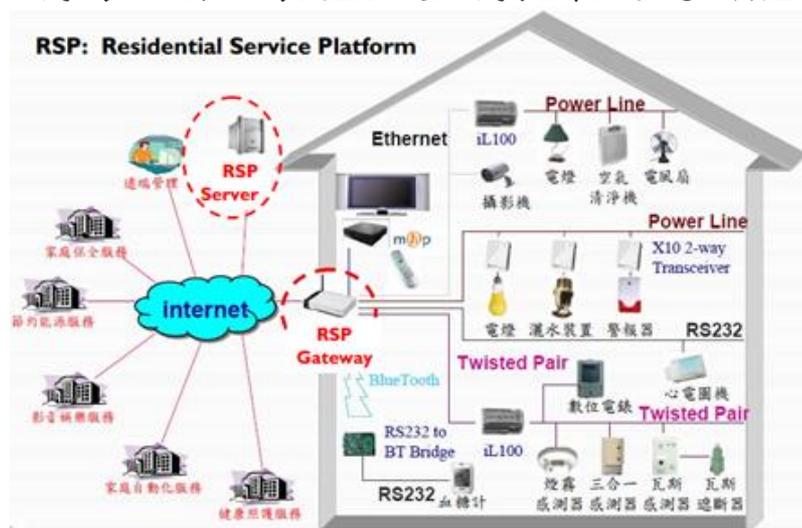
2020年物聯網資料量將占全球資料量10%



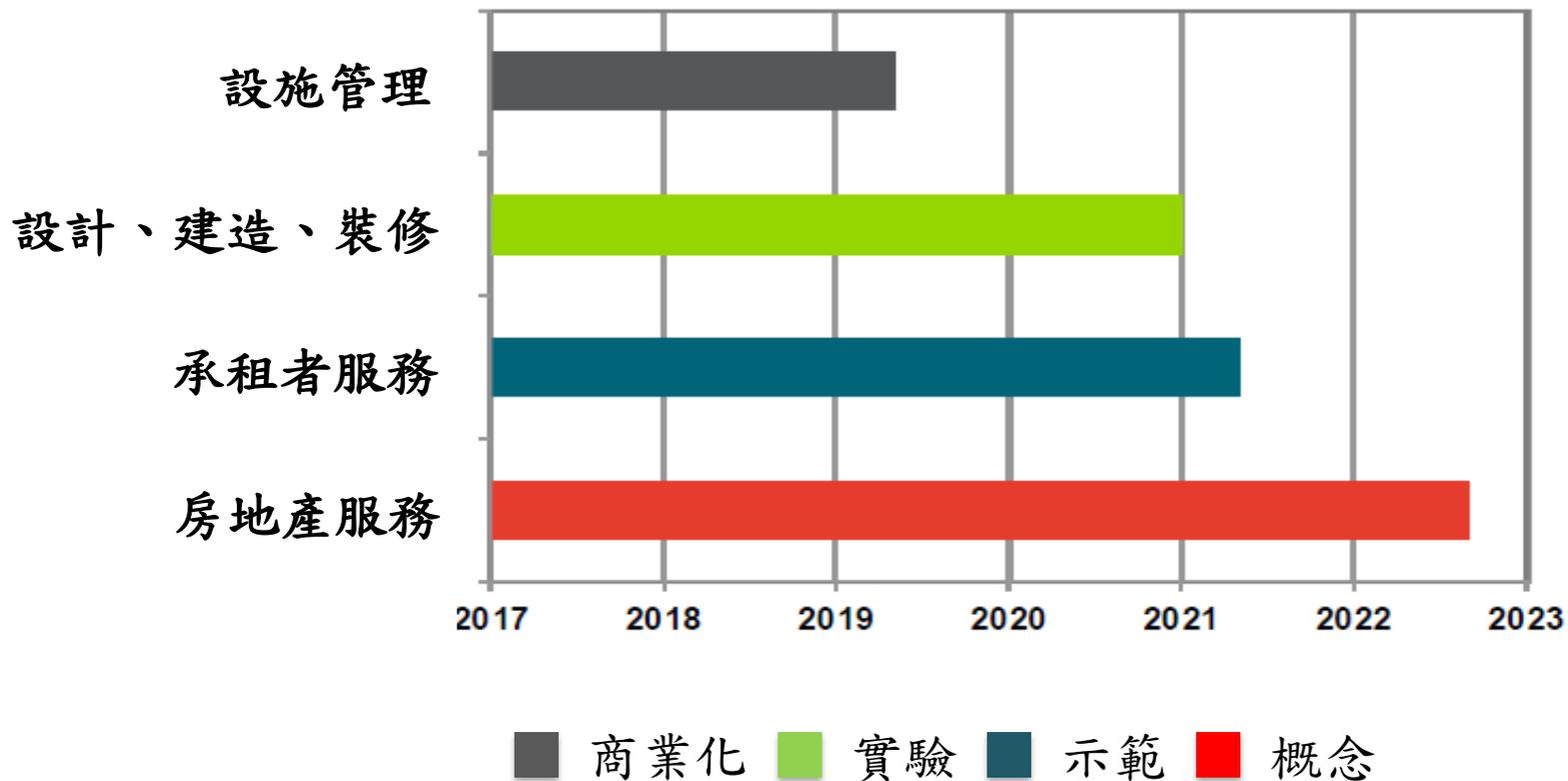
資料來源：Gartner, iThome 2014.05

Gartner物聯網預測報告：消費端的物聯網應用帶動物聯網裝置數量的成長，而**汽車**則是物聯網裝置數量成長迅速的產業之一

隨著智慧生活以及智慧建築的快速發展，**建築**將成為物聯網裝置數量成長最迅速的產業



商業建築價值鏈上市場採用AI的時間表



(Source: Navigant Research)

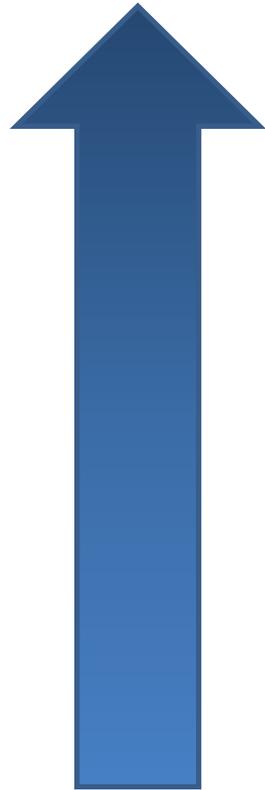
科學家霍金說，未來有三個領域會改變世界：氣候變遷、
生物科技、AI（人工智慧）

智慧建築市場 - 2021年全球預測

2021

247.3億美

複合
年均
增長
率為
34%

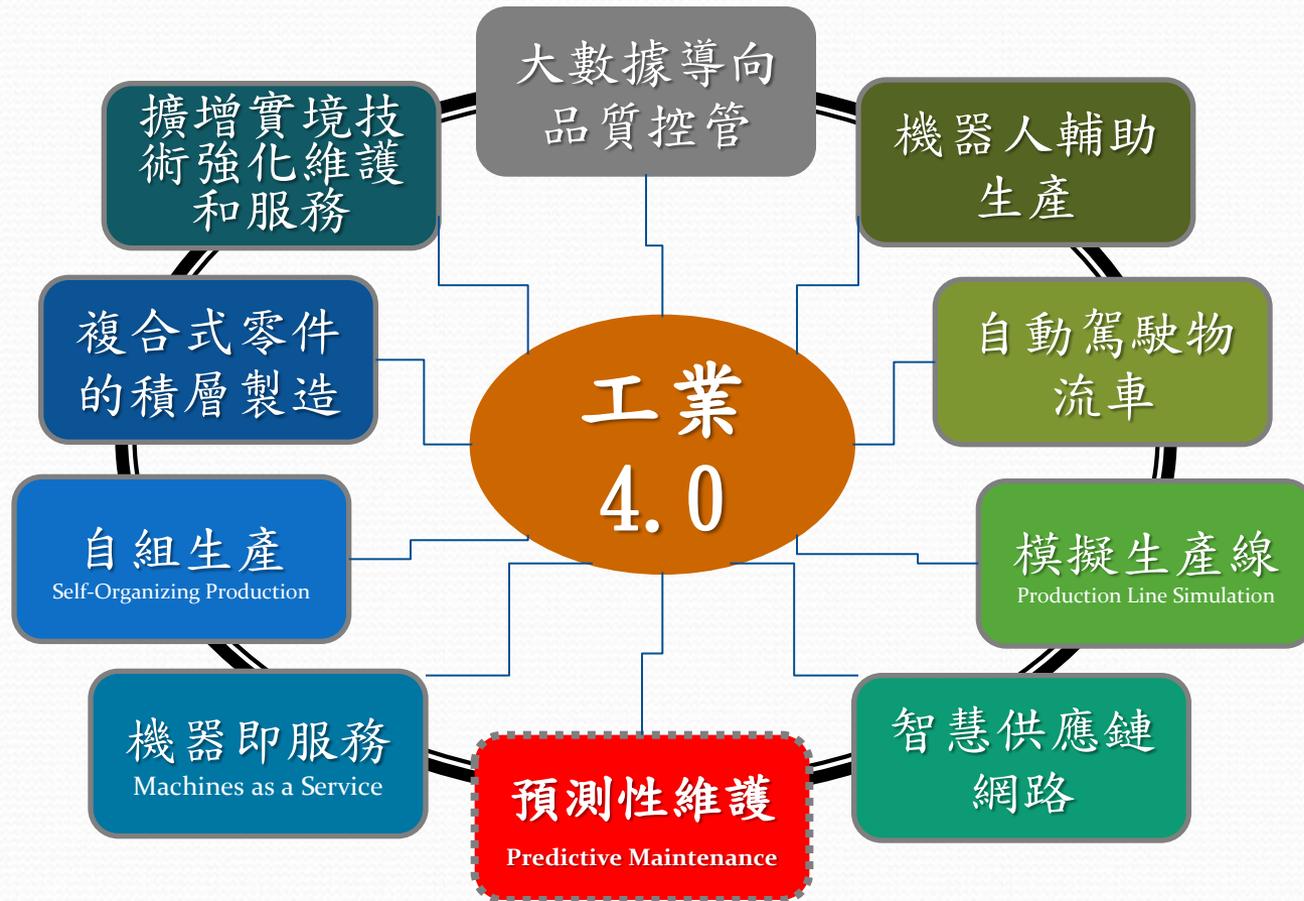


2016

57.3億美元

- 智能安防系統領域將會是成長最快的市場
- 歐洲在2016年主宰市場，歐洲受益於其技術進步和該地區正在進行的大量智慧城市舉措
- 亞太地區預計於2016年至2021年之間引領智慧建築市場。成長可歸因於超城市化和工業化以及政府舉措越來越多。

建築大數據-工業4.0的時代建築如何轉型因應



- 在大數據 (Big Data) 浪潮中以預測性維護的成長最為顯著，預測性維護不僅能優化設備的運作時間和性能，並減少檢查預防性維護的時間和人力成本
- 未來產業極需培養懂得運用數據資料進行輔助維修的建築維護人才

大數據在智慧建築中的應用：溫控/空調

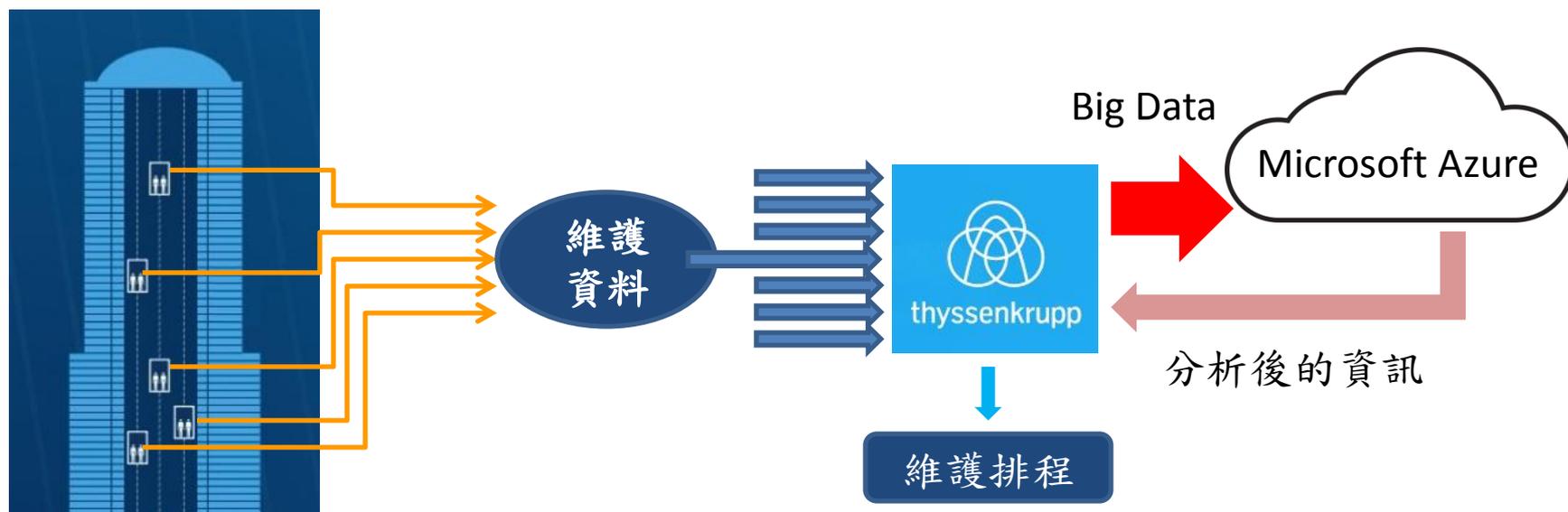
Google Nest生產的溫控計能夠從使用習慣中做機器學習，自動調節溫度。在此過程中可以得到溫控/空調系統狀態與空間使用習慣的大數據。



得到的大數據除了反饋回局部空間的溫控外，還能統合整棟建築物的數據做提供冷暖氣設備的整體運作規劃(效果反應在節能效率上)。

大數據在智慧建築中的應用：設備維護

- 收集各部電梯運作的所有數據(包括哪層樓何時按了鈕、門的開關時間、錯誤代碼等等)，用IoT裝置把這些數據回傳電梯公司。
- 透過Microsoft Azure大數據平台，分析這些回送數據，在故障之前就發現問題，並可根據各部電梯的不同使用情況來做維護計劃排程，而不是傳統的固定時間檢修。整體維護費用更低、效率更好，更重要的是客戶的電梯不會在關鍵時刻停擺，提升了服務品質。



目前的“建設”有什麼問題？

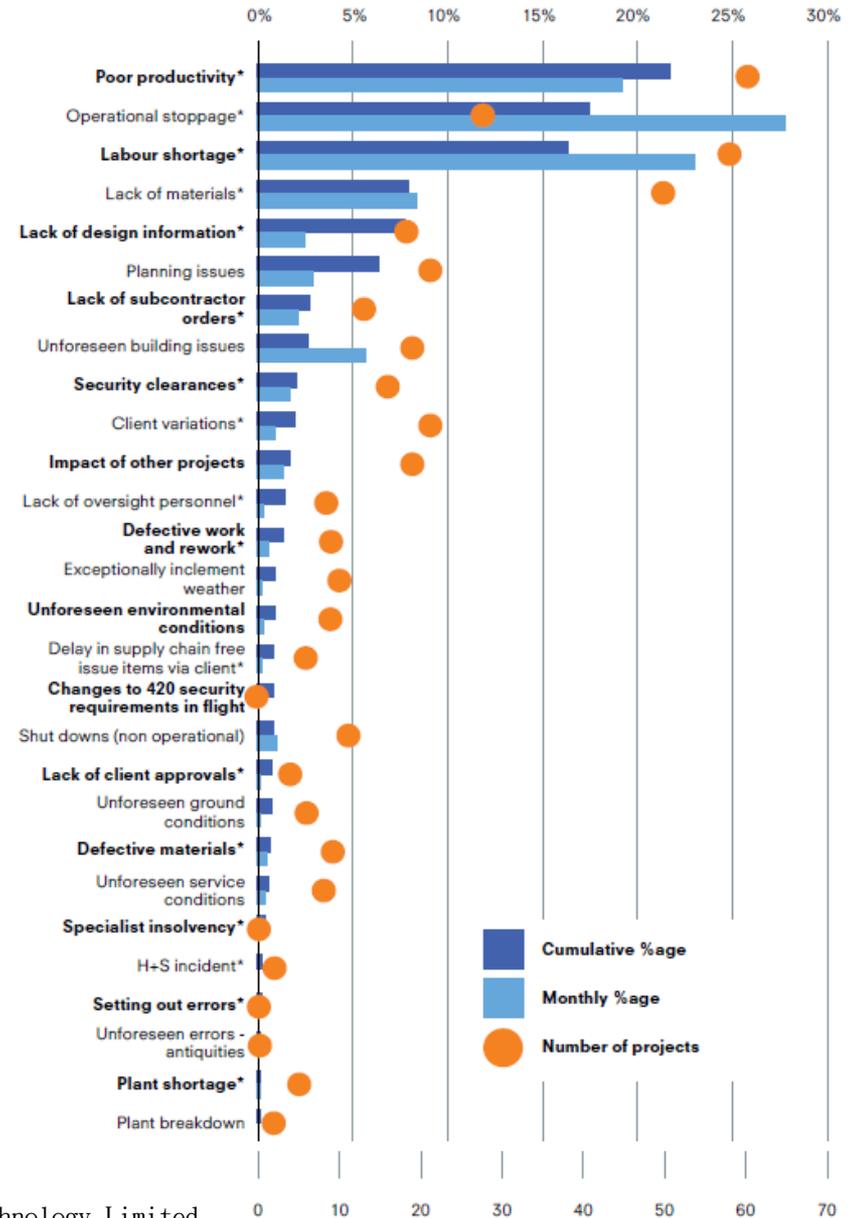
根據英國中央政府對其建設的項目進行分析顯示

■ 傳統的工程總額中，產品最終的剩餘價值只剩約一半左右。其餘部分用於：

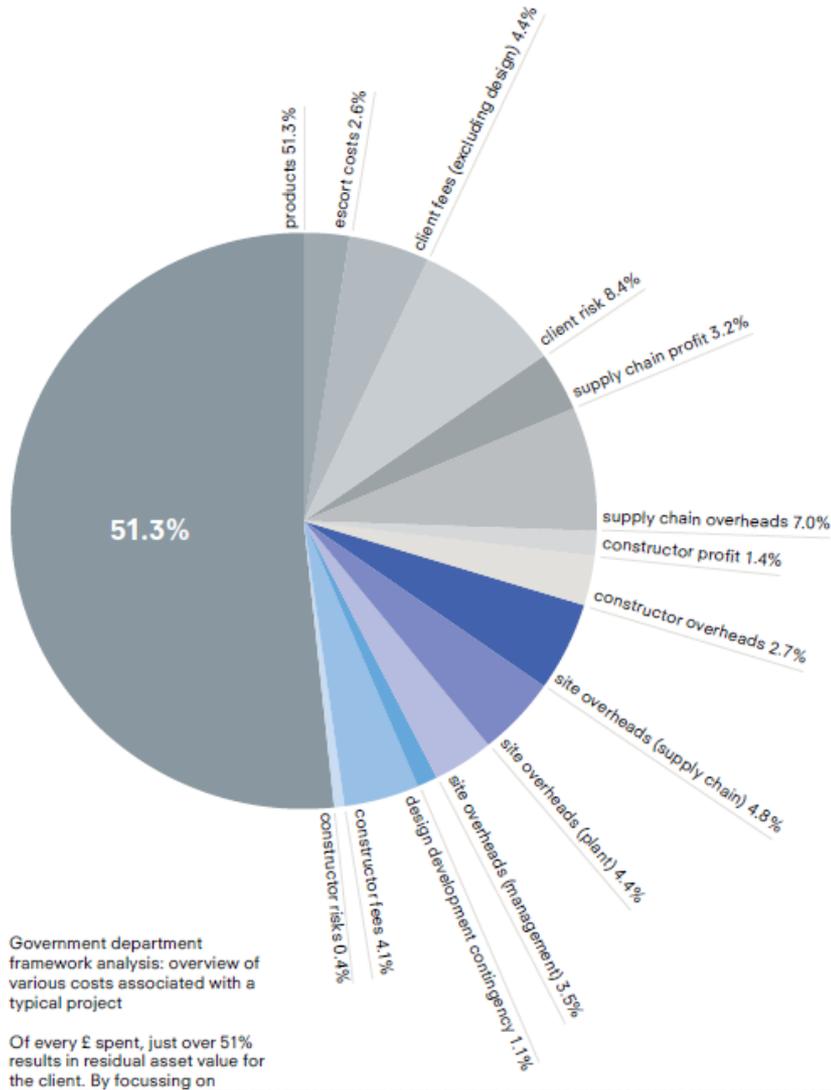
- 設計施工方法固有的風險
- 各種設計師的相關費用
- 各方的利潤及間接費用

■ 項目績效分析發現，延誤和成本增加的最重要原因（佔30%）

- 生產力差
- 操作中斷
- 勞動力短缺
- 材料缺乏
- 設計資訊缺乏



一般建設成本的分佈

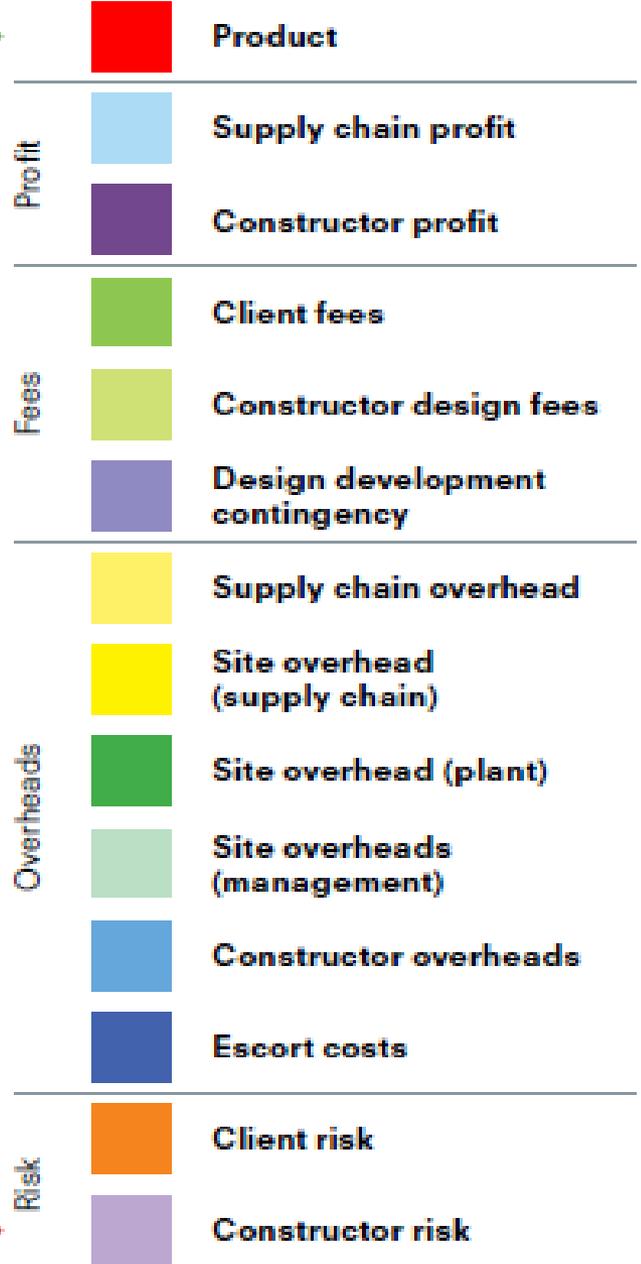


優化

保護

減少

消除



客戶的剩餘資產價值大約僅剩51%

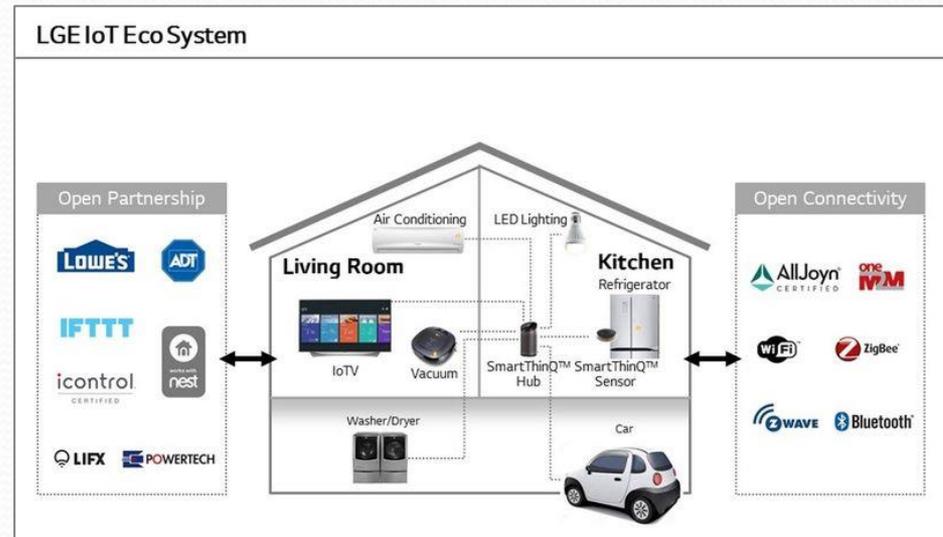
建築產業標準化時代的來臨

- 標準化和引進產業標準已成為汽車，航空，國防和醫療機器部門的關鍵成功因素，大大降低了成本，時間，並提升了品質與競爭力
- **標準化和產業標準**同樣應該成為建築產業的重要議題
- 要實現這個願景，需要有產業認可的變革需求以及改變的期望
- 引入產業標準將有助於組件標準化，促進協作並確保共同的規劃和採購。

【台灣最迫切需要改變的是採購法、會計、審計制度】



<https://logisticsmgpsupv.wordpress.com/2015/03/09/dfma-design-for-manufacture-and-assembly/>



<https://www.trendhunter.com/trends/smart-thinq-hub>

為何需要推動i-construction

- 與建築有關的支出佔世界**GDP**的**13%**但建築行業的年度生產力增長在過去20年只增長了**1%**
- 透過提高生產率可以創造**1.6兆美元**的額外附加價值，滿足世界一半的基礎設施需求
- 轉向**製造型系統**，部分行業的生產率可提升**5-10倍**

以下7個做法可以將部門生產力提高**50-60%**

- 重塑規定
- 重新簽約
- 反思設計
- 改善採購和供應鏈
- 改善現場執行
- 注入技術和創新
- 工人技能再訓練





HM Government

Digital Built Britain

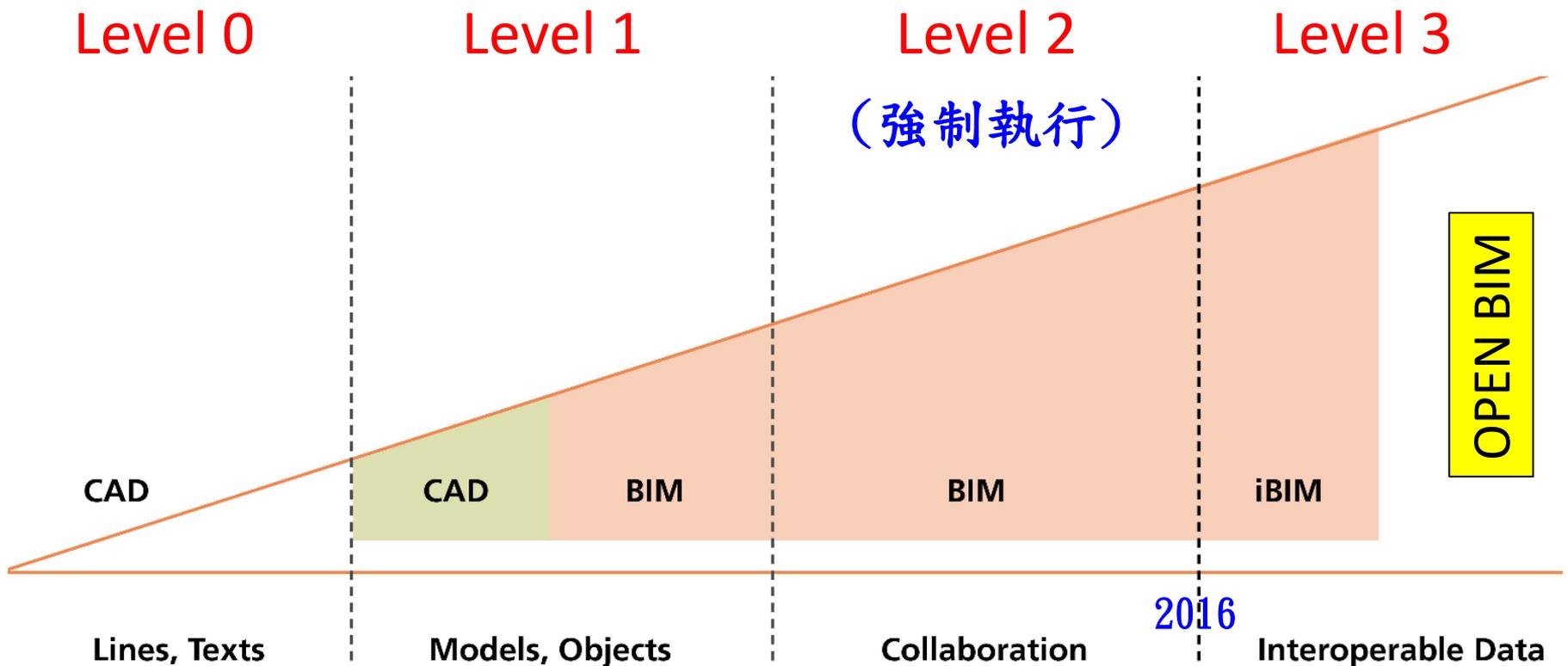
Level 3 Building Information Modelling - Strategic Plan

February 2015



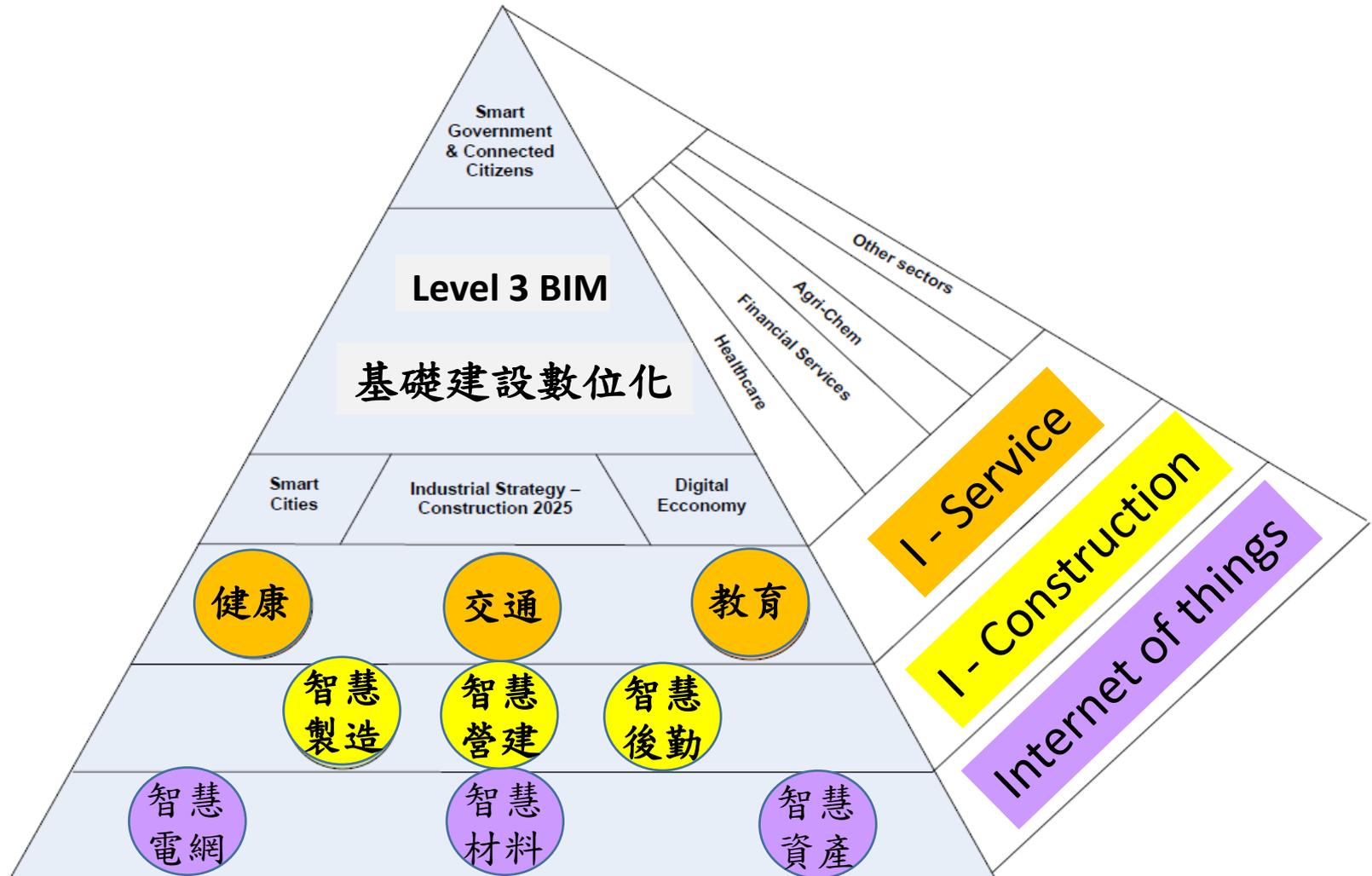
Digital Built Britain

英國推動BIM發展歷程



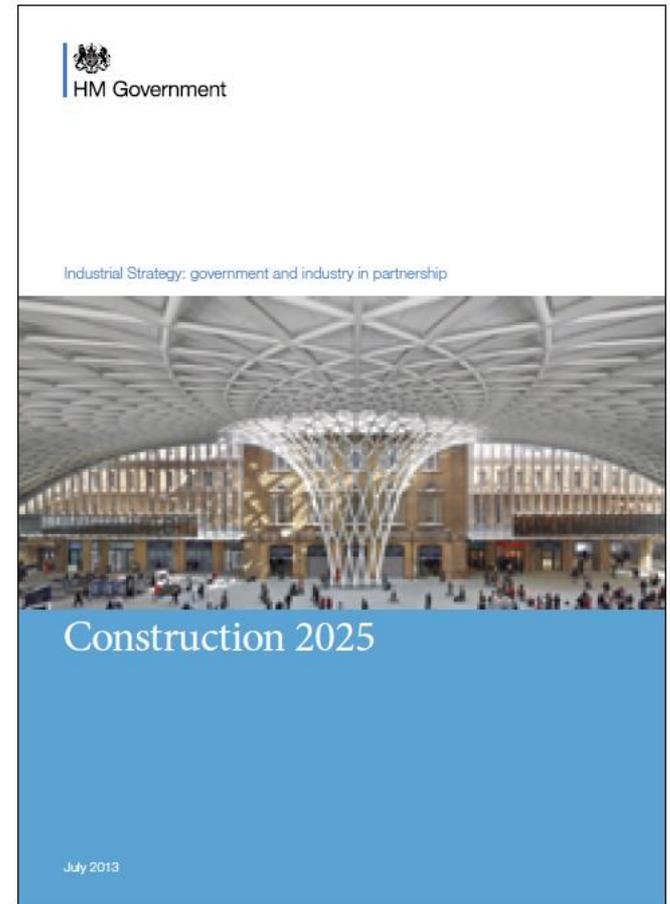
- 所有公共工程必須採用BIM進行設計和施工。
- 建立統一資料格式和用詞。
- 規劃設計、營造和維管，在同一資料庫中，進行資料的收集、儲存和分享。

英國政府之基礎建設數位化構想圖 – Digital Built Britain



英國推動i-consturaction的目標與效益

- 初始建造成本和資產生命週期成本均降低33%
- 新建和翻新資產從開始到完成的總時間減少50%
- 建築環境溫室氣體排放量減少50%
- 總出口與建築產品和材料進口總額之間的貿易差距減少50%



英國推動i-consturaction未來最佳化做法

- 標準化、模塊化和預製部件
- 價值鏈上的數位技術和大數據
- 前期裝備和成本考量的設計和項目規劃
- 戰略人力規劃，智能招聘
- 對產業標準的相互同意
- 價值鏈跨行業合作
- 以可靠資金進行積極管理和分期項目管理

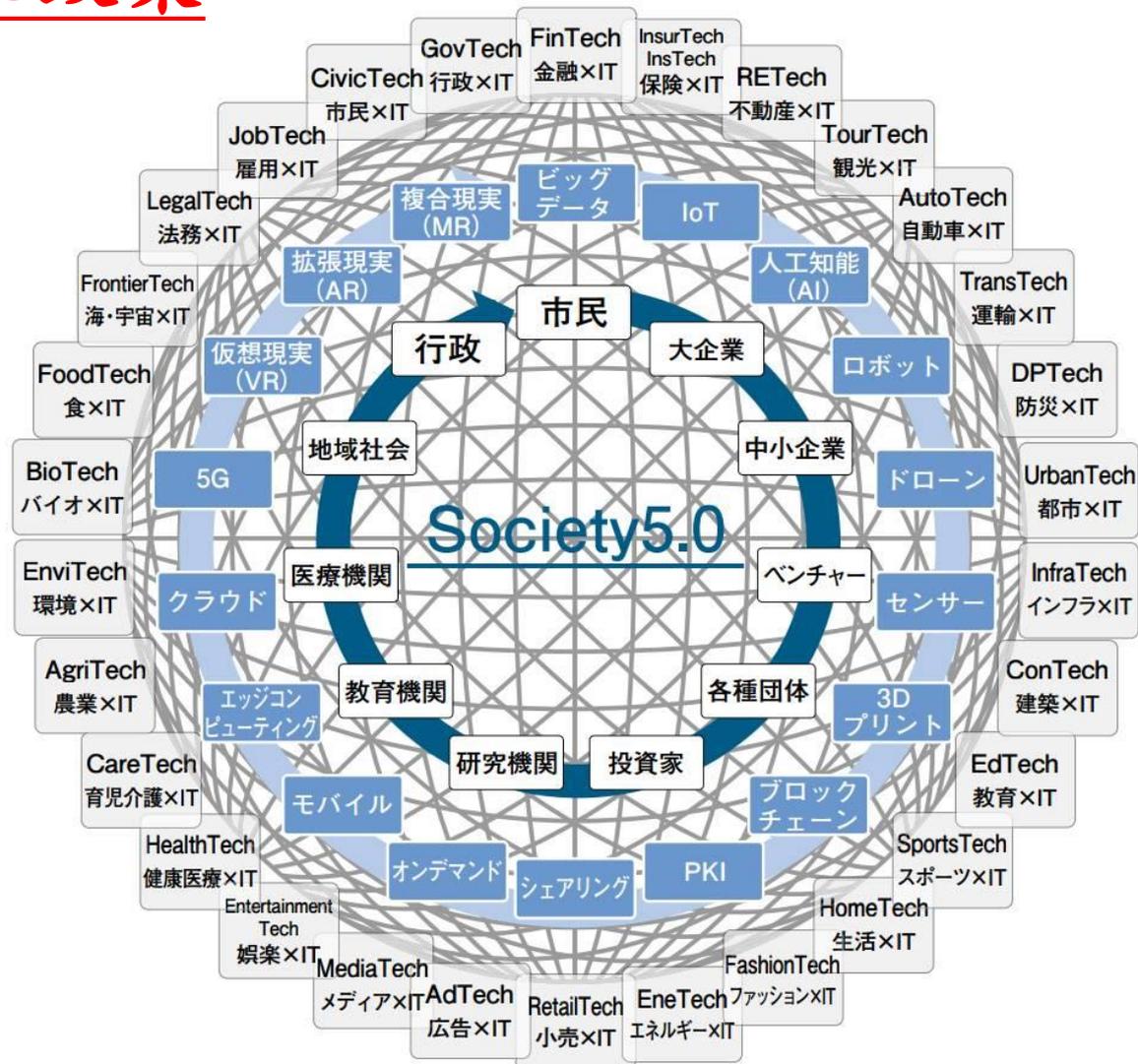


日本 Society 5.0 政策



人類社會的發展歷經「狩獵」、「農耕」、「工業」、「資訊」等階段，20年後未來人類的環境中，無論在生活環境或產業環境都將與智慧化科技緊密結合，因此日本科技計劃的下一步將以打造「超智慧社會」為目標。

日本 Society 5.0 政策



藉由ICT技術，讓不同領域的個別系統可以相互連結並進行協調，形成自律化、自動化，從製造業延伸至整體社會系統，從生產到物流、銷售、交通、健康醫療、金融、公共服務等，衍生新的價值，形成產業的變革及生活型態的變化。

資料來源：日本第5期科學技術基本計劃科技白皮書

因應日本社會逐漸面臨頻繁的自然災害、能源與資源逐漸貧乏、食品安全問題、高齡少子化、傳染病與恐怖攻擊頻傳等現象，因而提出一個新概念的推動方針，統稱為超智慧社會



Society 4.0



Society 5.0

電腦的發明
資訊流通開始

資訊社會

IoT、AI的活用
生物科技的進化

超smart社會

20世紀後期

運用 ICT 達到 (個別最適化)

21世紀初期～

虛擬空間與實體空間的融合
創造社會(全体最適化)

有效率的活用天然資源

新資源(Data)的活用

受到時間空間等各種制約
的世界

從各種限制中解放出來的世界

解決個別課題的摸索
個別產業的效率化

解決日趨複雜化的社會課題
實現社會、國民的富裕生活

超智慧社會平台



Source：日本總合科學技術創新會議；拓璞產業研究院整理，2016/12

日本推動i-construction的視點(1)

建設現場的狀態

建設現場的特性

- 單品訂單生產
 - 根據客戶的要求，在不同的土地上生產一個物品
- 現地戶外生產
 - 在各種地理和地形條件下，必須應對日常變化的天氣條件
- 勞動密集型生產
 - 由包含各種材料，資材，施工方法和專業工程公司所擁有的各種技能的作業員施做出來

在製造業方面已經很普遍的“線性生產方式”，“多元生產方式”，“自動化/機器人化”等，要採用這些生產方法在建設現場是幾乎不可能的

IoT※

推動i-construction的3個視點

□ 將建設現場成為最先端的工廠

- 進年來拜衛星定位技術的進步以及ICT化，即使在戶外施工現場，也能利用機器人和數據進行生產管理

□ 建設現場導入最先端的供應鏈管理

- 透過預製鋼筋等實現與施工現場生產過程相結合的供應鏈管理

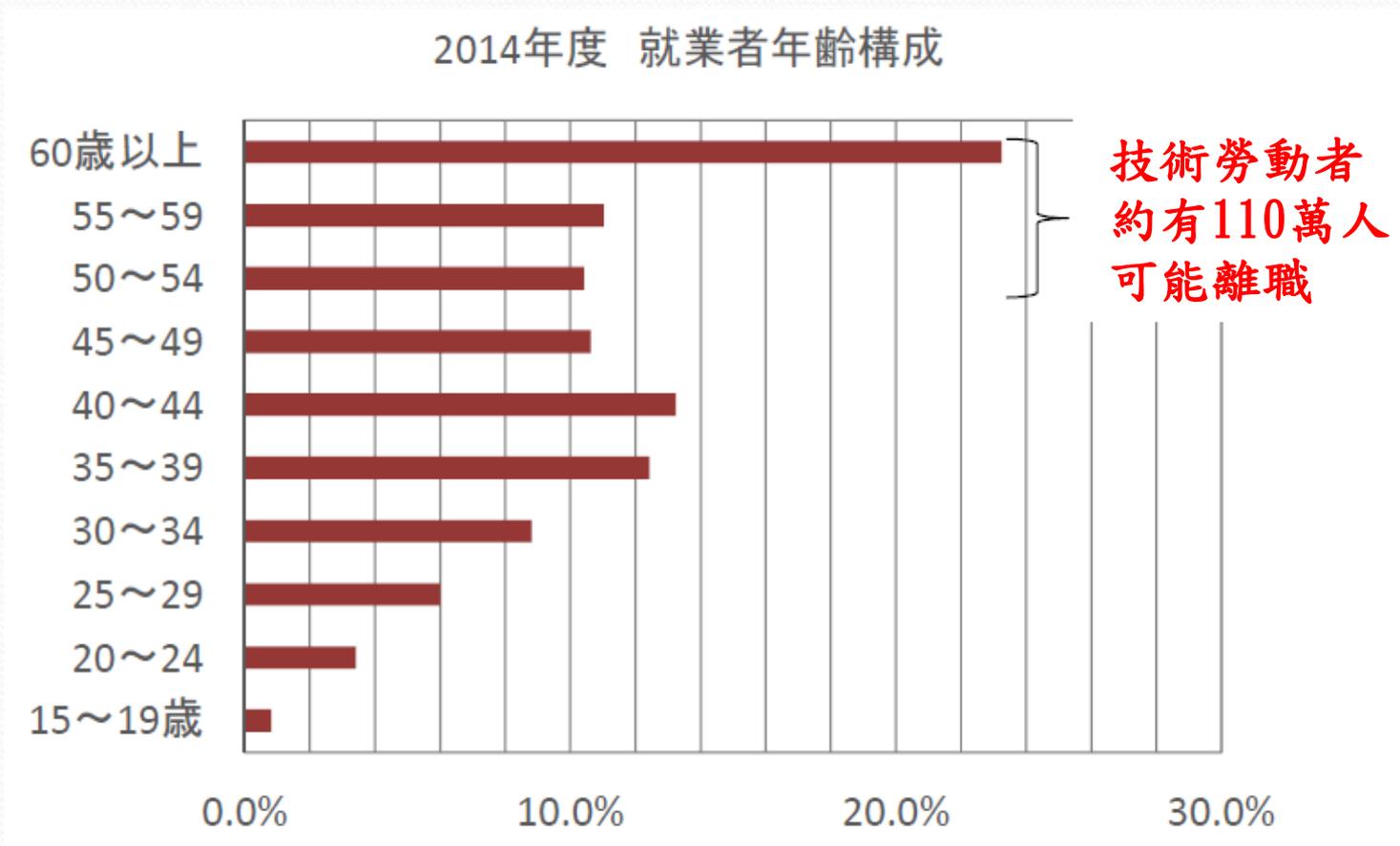
□ 打破建設現場的2個規制並繼續改善

- 阻害創新的文書交付規制，以及在會計年度結束時設定建設期限的「既有思想」應被打破

※IoT物聯網實現「製造業服務業化」「服務提供無邊界化、即時化」「需要與供給的最適化」「從大量生產轉向客製化生產」

日本建設業勞動力不足問題

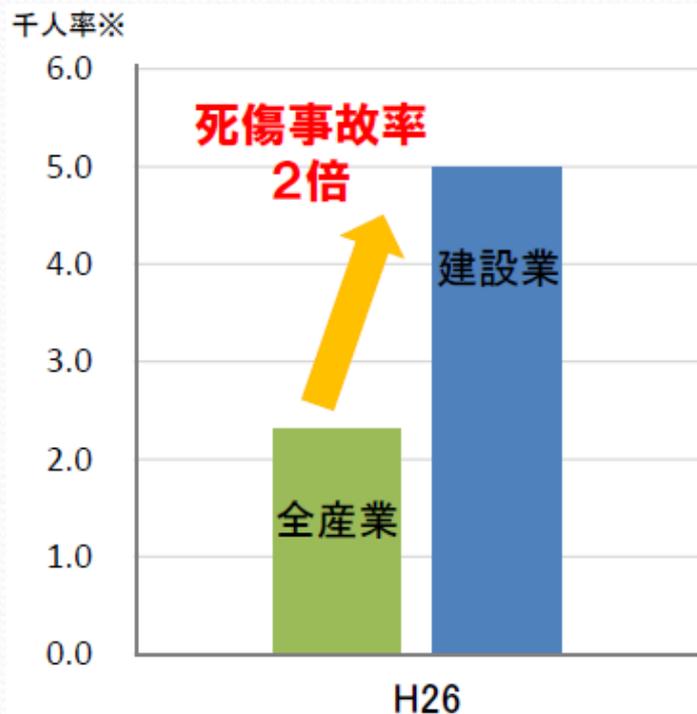
- 目前技術勞動者約340萬人，今後10年內約有110萬人因高齡化而離開職場
- 年輕人願意入職的人少(29歲以下的佔整體約1成)



日本建設業の労働災害は其他産業平均の2倍

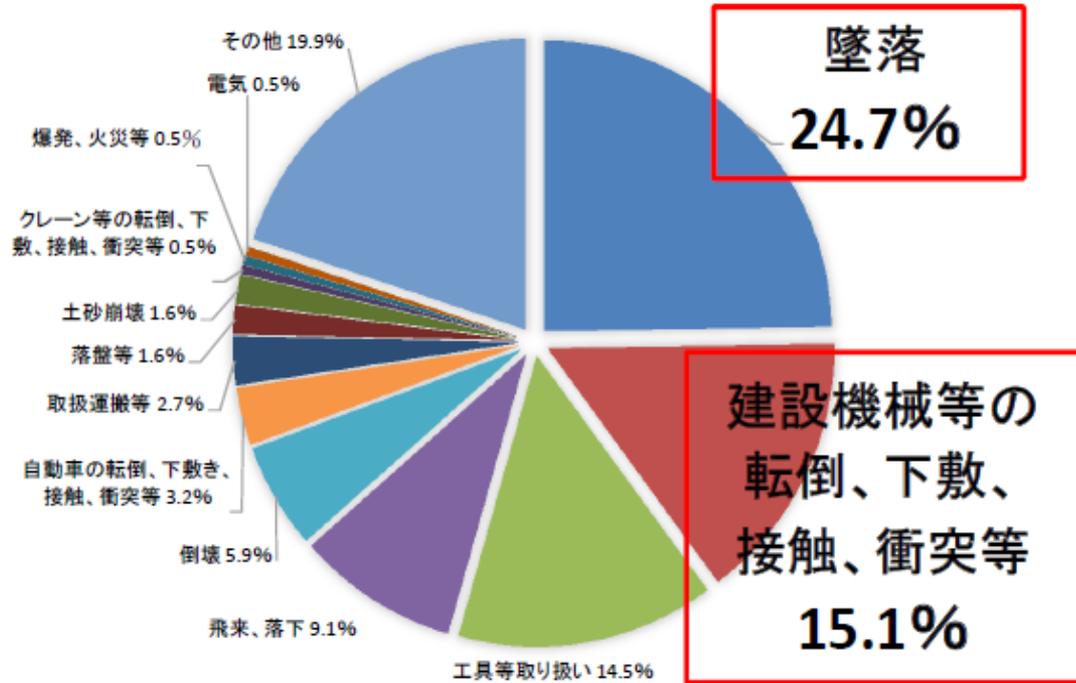
- 建設業與全部産業比較，死傷事故率大約2倍
- 事故原因大多為建設機械的操作導致，墜落事故則佔第二名

死傷事故率的比較



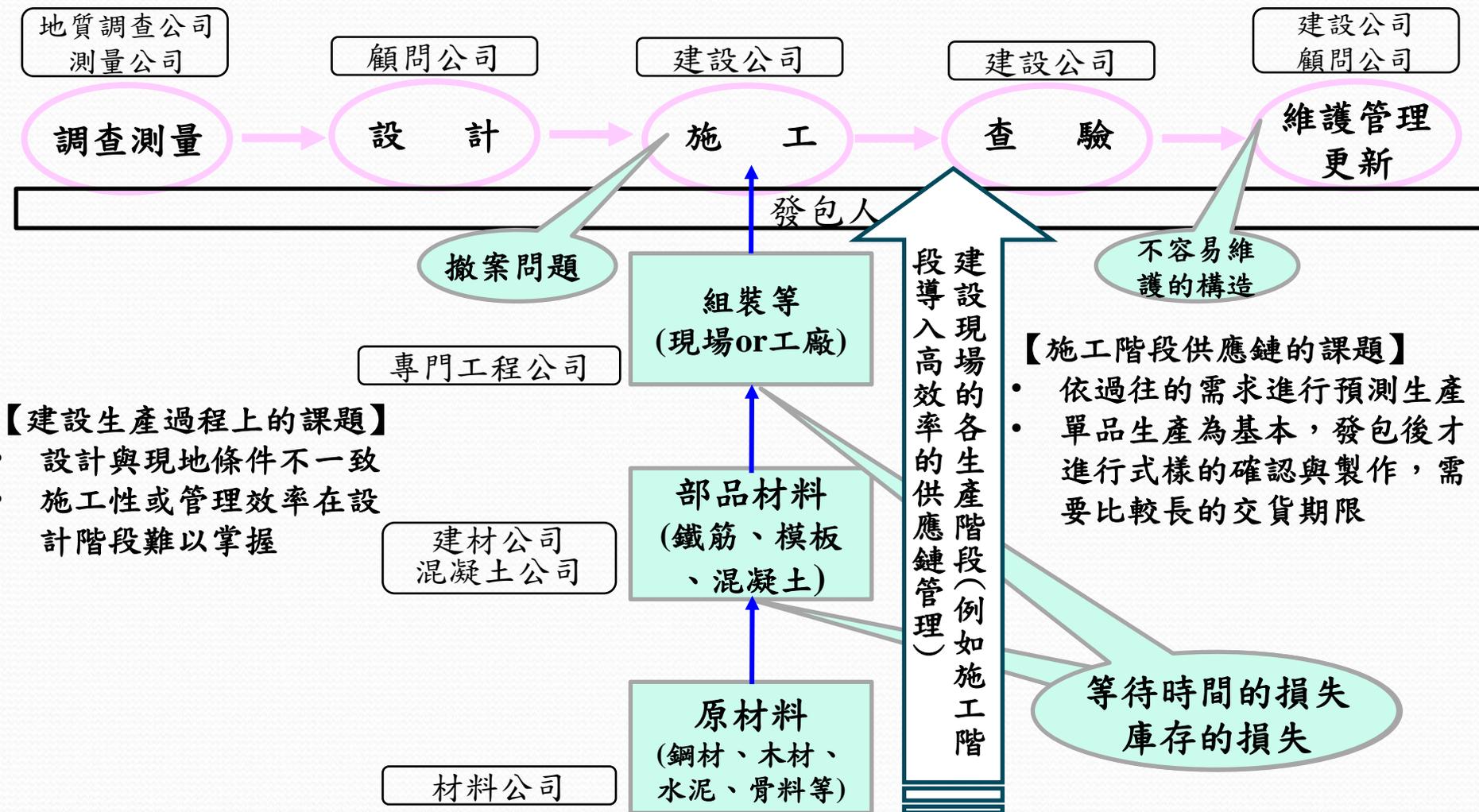
※千人率 = [(年死傷者数 / 年平均労働者数) × 1,000]

建設業の労働災害發生原因



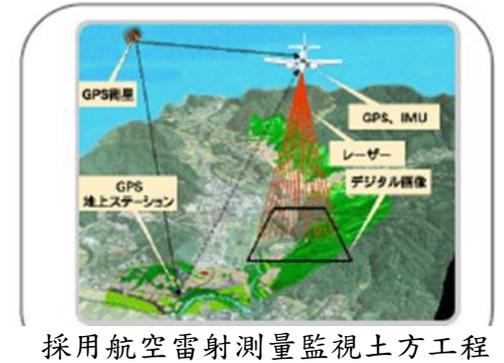
日本推動i-construction的視點(2)

為了改善施工現場的現況，透過衛星定位技術和ICT技術實現整個施工生產過程的無縫銜接，並在施工階段引進高效的供應鏈管理。



將建設現場變成最先端的工廠

從調查測量到設計、施工、查驗、維護管理，各階段的建築生產過程，因為導入3D Data以及俱備ICT技術的建築機具，伴隨將並行工程(Concurrent Engineering)以及前裝(front-loading)概念導入



地質調查公司
測量公司

顧問公司

建設公司

建設公司

建設公司
顧問公司

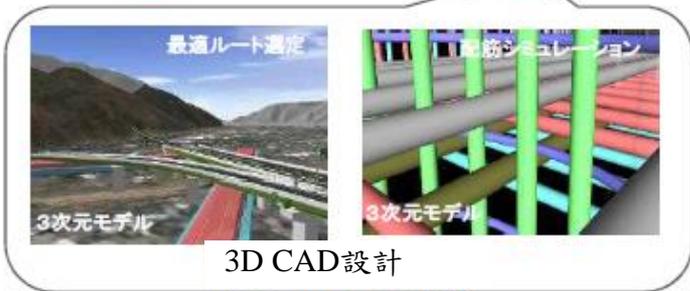
調查測量

設計

施工

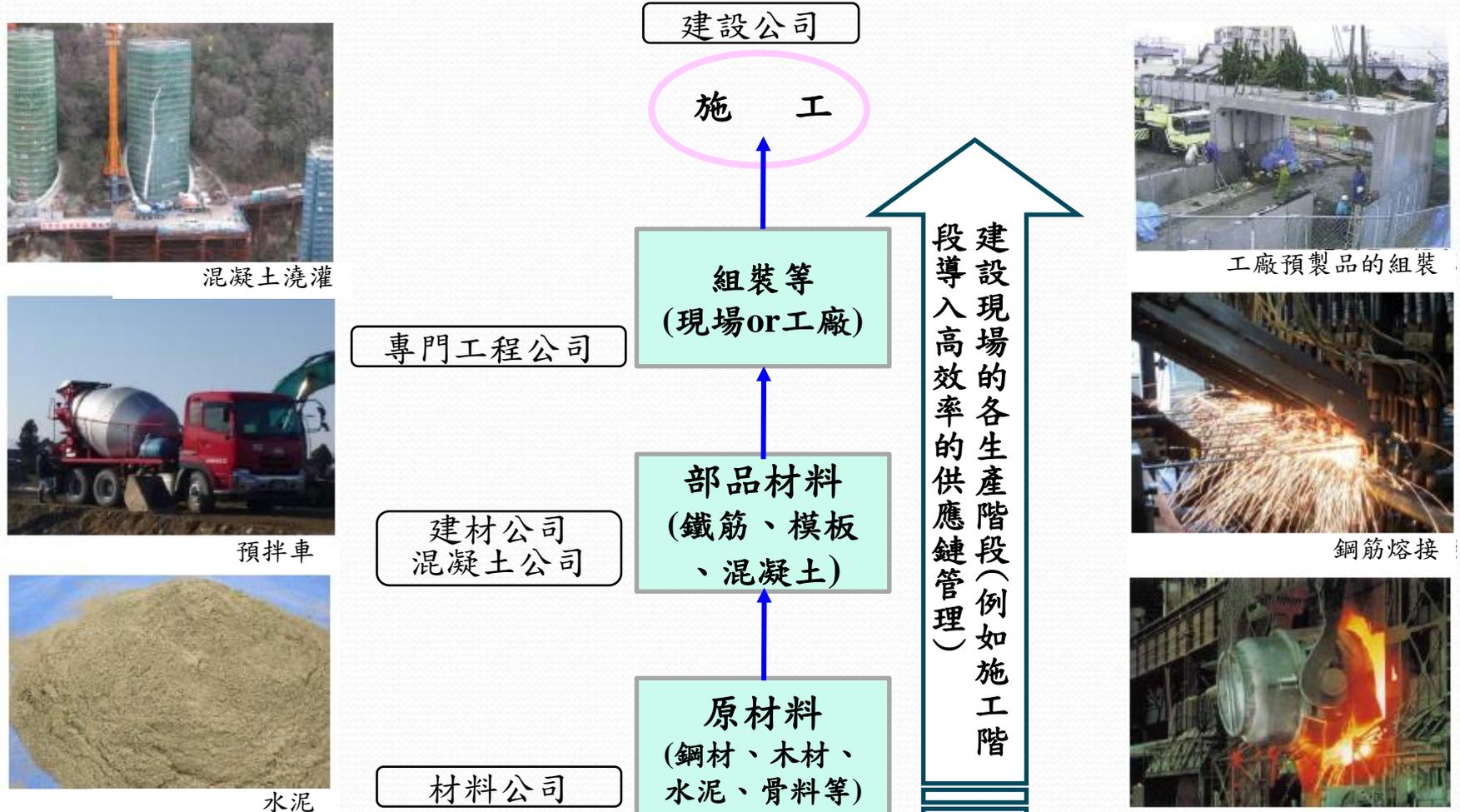
查驗

維護管理
更新



建設現場導入最先進的供應鏈管理

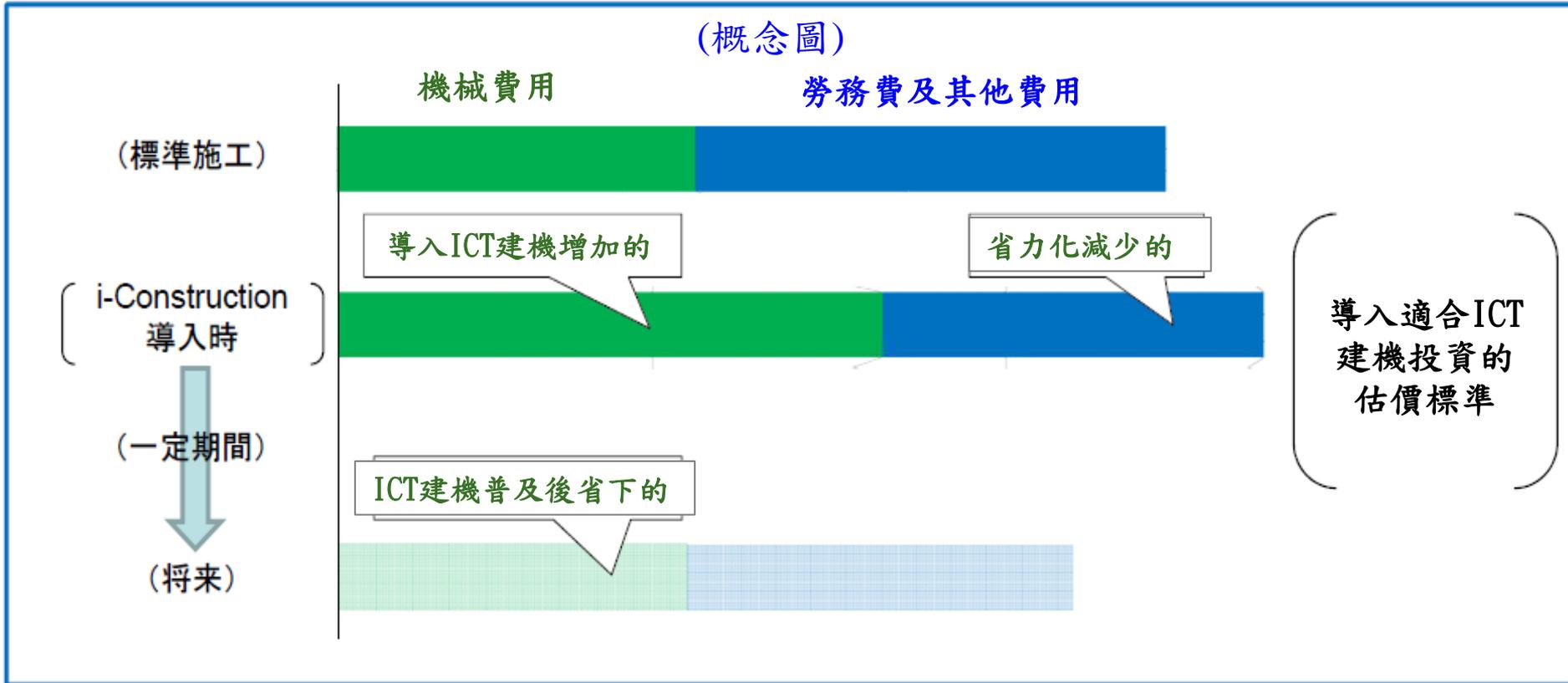
- 原料的調配、各部材的製作、搬運、組立等在工廠或現場採最適化作業，以實現高效率的供應鏈管理。
- 為了實現高效率的供應鏈管理，必須於設計階段導入整體最適設計的想法



日本國土交通省對導入ICT的建設工程提供企業所需設備投資支援

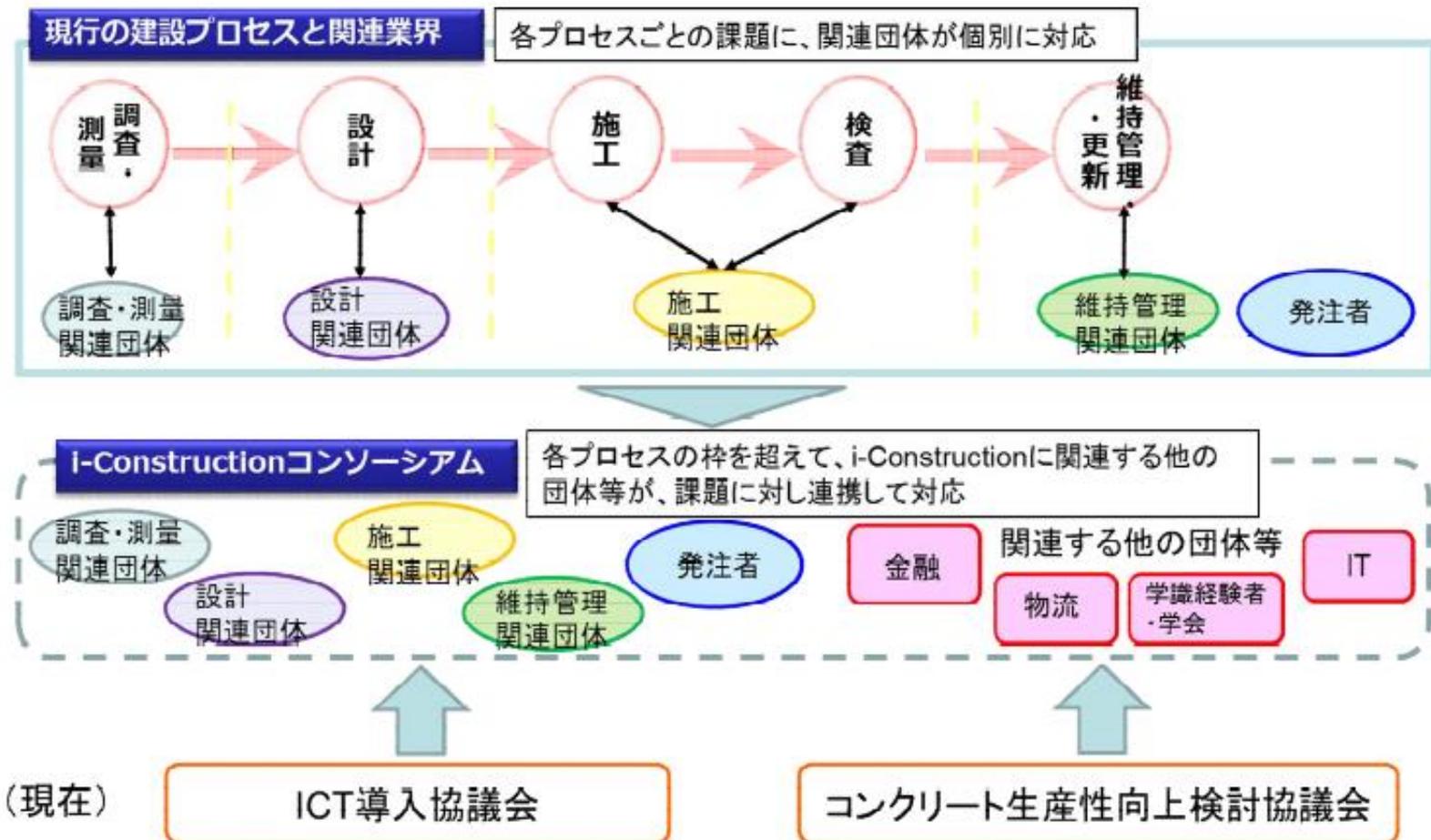
2016年起為了補助導入ICT的建設工程其企業所需的設備投資，於ICT的建設工程中導入新的估價基準，在一定期間內負擔ICT導入的成本。

(於ICT的建設工程中導入新的估價基準)



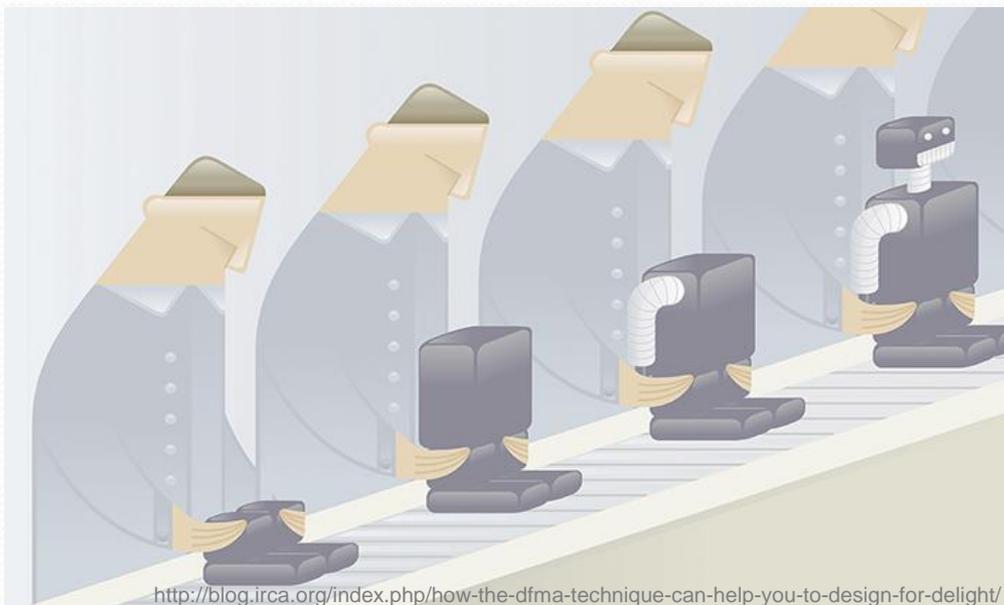
成立促進i-construction的聯盟

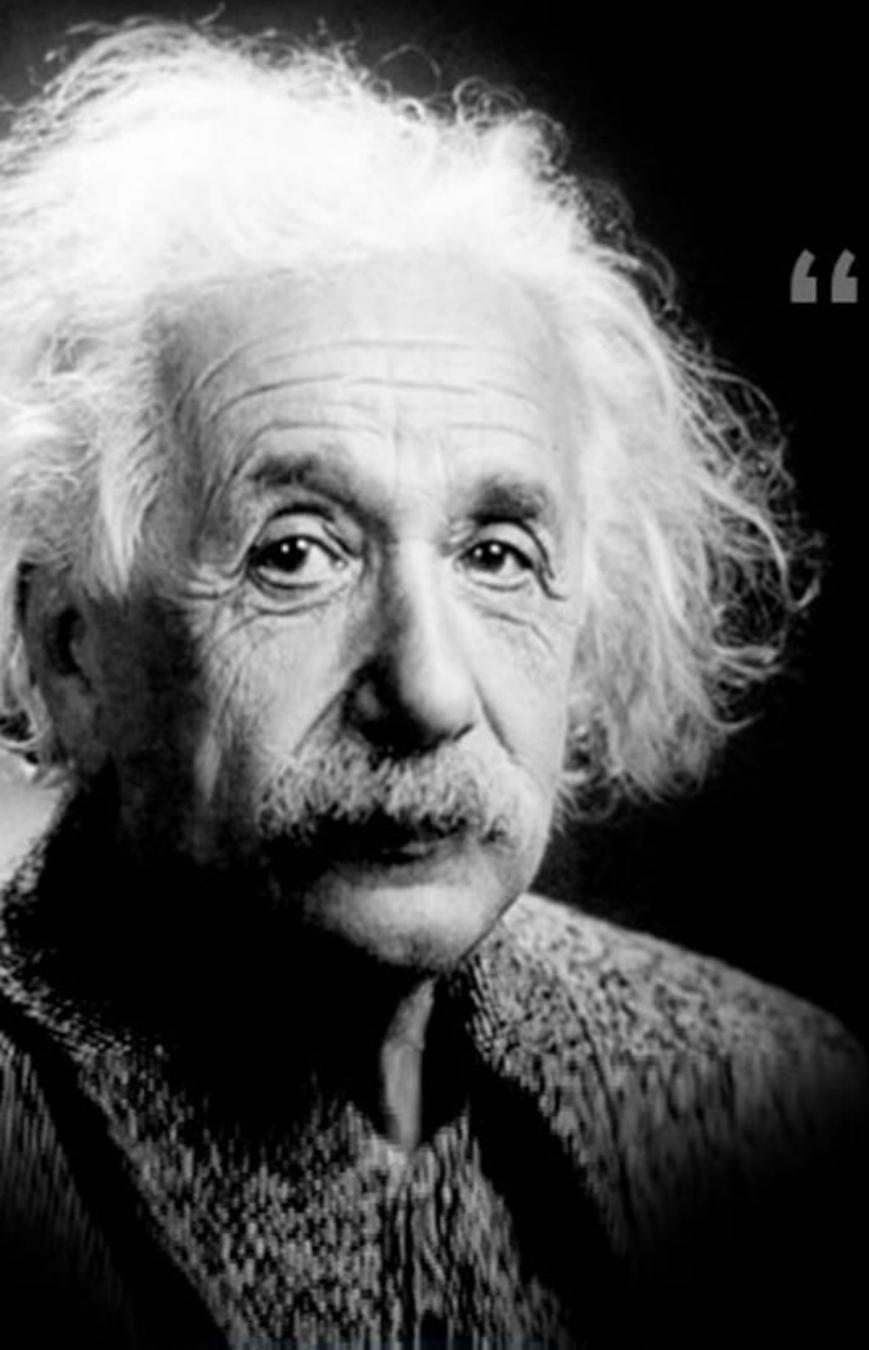
- 為了掌握急速進展的IoT技術動向，並順利導入建設現場，產官學研攜手合作成立i-construction聯盟



設計與成本

- 對一個新產品來講，產品的成本和開發周期是決定這個設計成敗的關鍵因素。
- 國際上有一個著名的影子理論：產品設計支出雖然只占產品總成本的5%，但它卻影響產品整個成本的70%。
- 還有一個著名的“28”原則：產品設計約占整個新產品開發周期的20%，但它卻決定了產品總成本的80%。
- 可以看出僅占產品成本5%的產品設計在很大程度上決定了整個產品的成本及品質。





“ **The best design
is the simplest
one that works.**

Albert Einstein

DFMA

Design
For
Manufacturing
and
Assembly

```
graph LR; DFMA[Design For Manufacturing and Assembly] --> DFM[Design for Manufacturing (DFM)]; DFMA --> DFA[Design for Assembly (DFA)];
```

Design for Manufacturing (DFM)

讓產品零件製造簡單化之設計

Design for Assembly (DFA)

讓產品組裝簡單化之設計

■ 兩者之差異

Design for Assembly (DFA)

主要考量：降低產品組裝成本

- 將組裝動作最少化
- 個別部品可能設計得更複雜

Design for Manufacturing (DFM)

主要考量：降低整體零件生產之成本

- 將製造程序之複雜性最低化
- 採用共通之基準元件

■ 兩者之相似

- **DFA** 和 **DFM** 都是要尋求降低物料、管理、和人力成本的方法
- 兩者都是要縮短產品開發流程
- 兩者均是要以標準化來降低成本



DfMA的執行順序

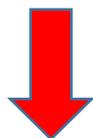
概念設計



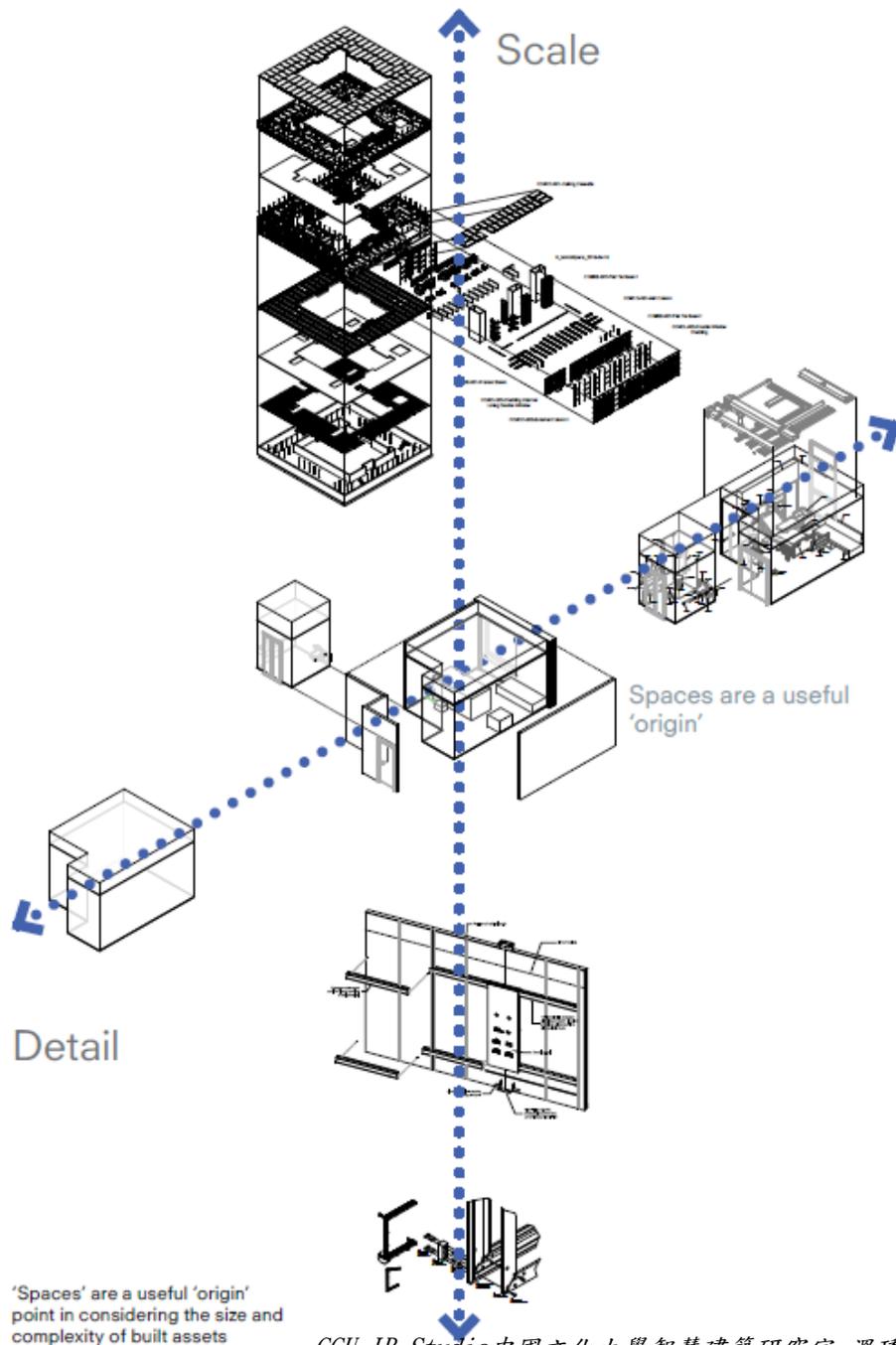
組裝設計



製造設計



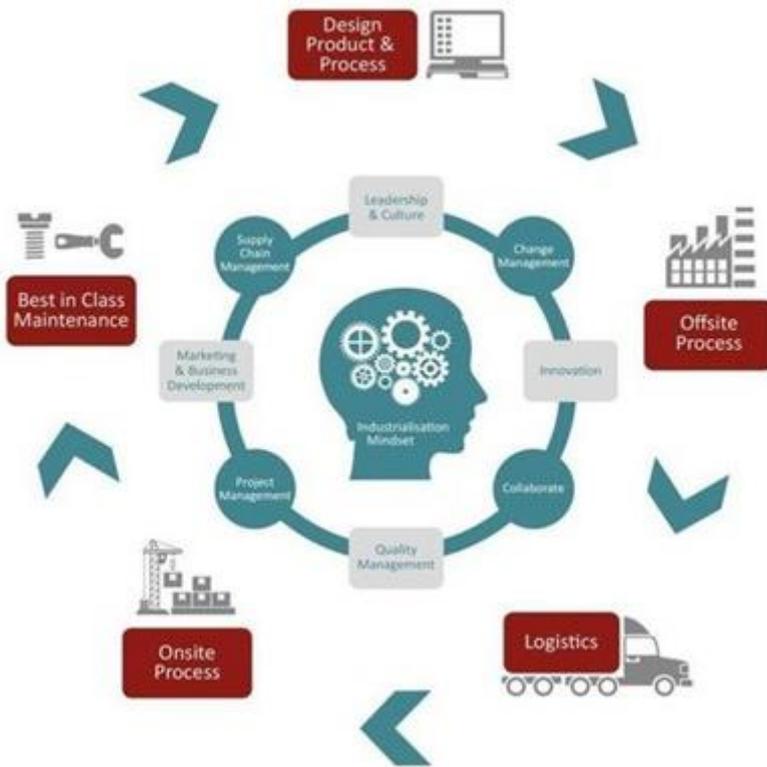
細部設計



營建工程採用DfMA的效益

Design for Manufacture & Assembly (DfMA) 製造及裝配式設計

- 施工方案時間減少20%-60%
- 強大的程序確定
- 降低20%-40%的建築成本
- 減少70%現場勞動力，並改善健康和安全
- 減少現場有經驗勞動者的需求
- 更好的施工品質
- 更好的環境保護，減少浪費
- 減少來自現場的信息要求(RFI)



Example projects – 混和工法 Hybrid solutions



- 預先計劃連接和接口，現場快速安裝
- 需要比預先完成的體積解決方案更多的工作
- 需要在現場進行裝修和整理工作
- 面板解決方案意味著區域的保護比完全體積系統少，因此程序活動不能在同一程度上重疊



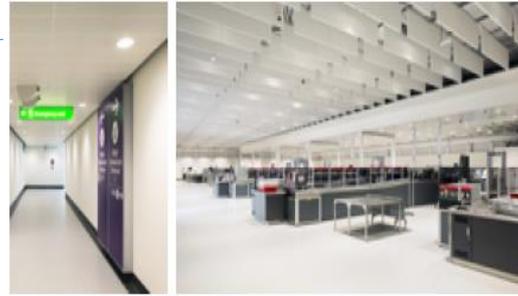
- 與傳統施工方法相比，以較精簡的人力配置
- 快速簡單安裝步驟
- 需要物流空間及流通管理
- 現場安裝作業，例如吊車吊掛預鑄物件
- 可快速上手操作
- 使用單元物件建立完整供應鏈，提供後勤物件資源



- 可透過堆疊與包裝運輸方式，提高物流效率
- 提高資源的利用



- 降低成本相較於傳統工法，大幅提升速度及效率



Circle Hospital, Reading

- 程序減少20%
- 成本降低28%
- 79%的組件被標準化

Heathrow T3 Temporary FCC

- 整體程序減少38%
- 75%作業工廠系統化
- 相較傳統模式降低成本28%

GlaxoSmithKline 'Factory in a Box'

- 程序減少60%
- 減少人力資源75%
- 成本中性 (達到世界級標準在非洲傳統建築的成本)

EcoCanopy Children's Centres

- 90%作業工廠系統化
- 整體程序減少50%
- 相較傳統模式降低成本40%
- 生產廢料3% (相較傳統30%) 其中有90%被回收再利用
- 低排碳

Example projects – 預鑄工法 Modular solutions



- 快速現場組裝
- 減少工法轉換時間
- 需工廠化生產



Heathrow + Gatwick Pier segregation

- 整體程序減少50%
- 成本降低36 %
- 80%作業工廠系統化



- 現場操作人員減少人力
- 可降低簡化現場所需操作技能
- 設計完善，可以簡單的方式來操作施工

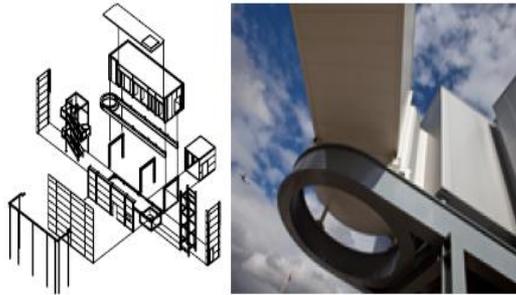


Optimum Switch data centres

- 整體程序減少30%
- 40%作業工廠系統化
- 相較傳統模式降低成本30%



- 採用預力設計可以提供結構上更好輔助，增加方便運輸
- 後勤運輸作業是有困難度，須有效利用大物件剩餘空間放置小物件增加運輸效率
- 提高資源的利用



Heathrow Terminal 5C Nodes

- 整體程序減少87%
- 65%作業工廠系統化
- 相較傳統模式降低成本25%



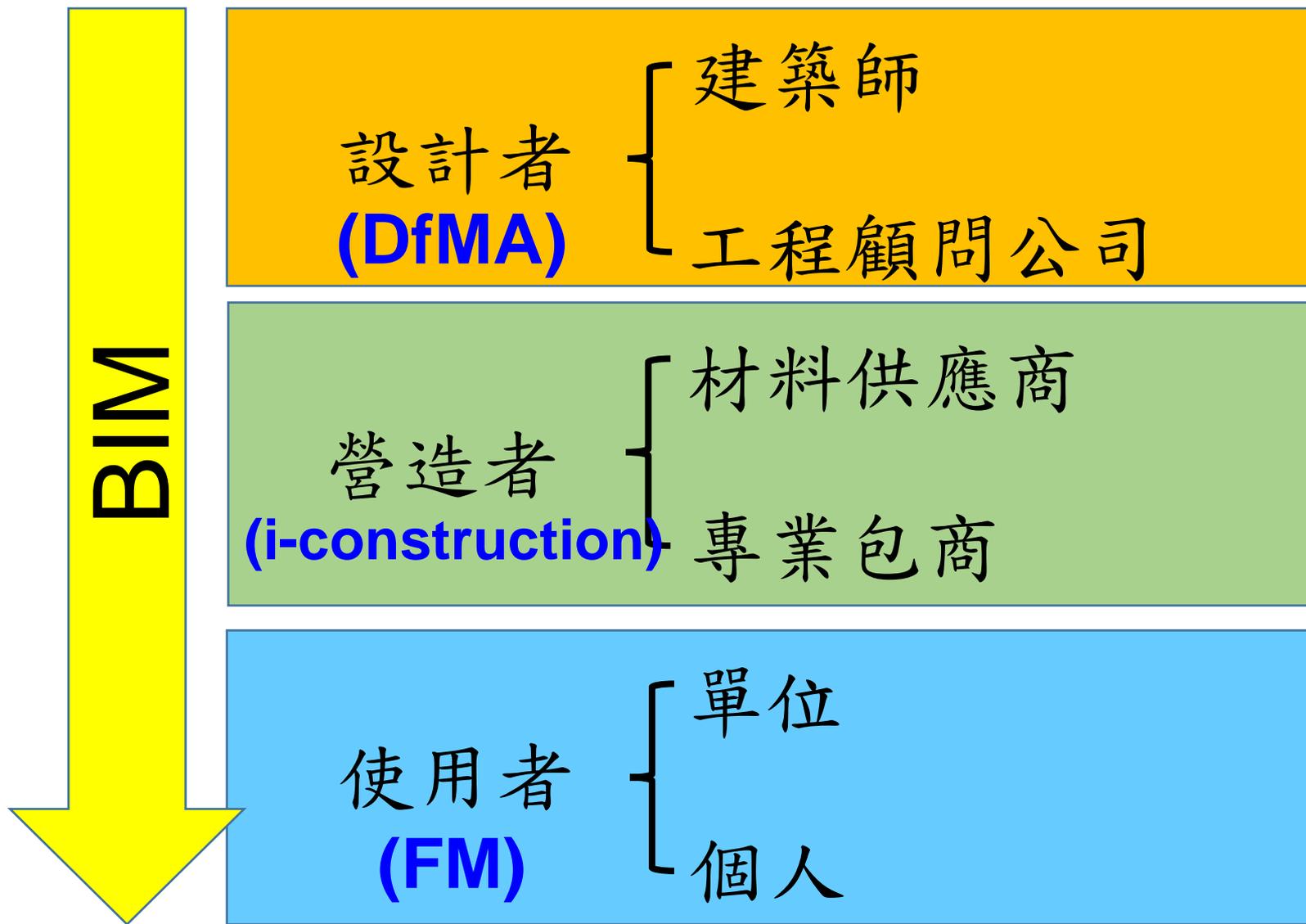
- 比傳統工法成本高
- 需提高效率及減少浪費，增加效益與減少成本資出
- 提高資源的利用



'Yotel' hotel pods, various airports

- 整體程序減少25%
- 60%作業工廠系統化
- 相較傳統模式降低成本40%

透過落實BIM達到建設數位化之目標



台灣應用ICT技術提升建築及營建產業可著力的項目

- 一. 整合**智慧製造**，協助營建業**提升預鑄產能**、降低成本
- 二. 投入**物聯網**在建築中的應用整合研發
- 三. 研發感測元件對既有基礎橋梁、道路及構造物或建築設備進行**預測維護**，提升生活安全性。
- 四. 對各種機具設備導入智慧科技，創造**智慧建材**，外銷全世界
- 五. 政府協助**建築業供應鏈的串聯與發展**，例如預鑄構造、整體衛浴等項目。
- 六. 以**公共住宅為場域**對象，規模較大足以吸引業者投入，且具示範效果，真實造福人民。



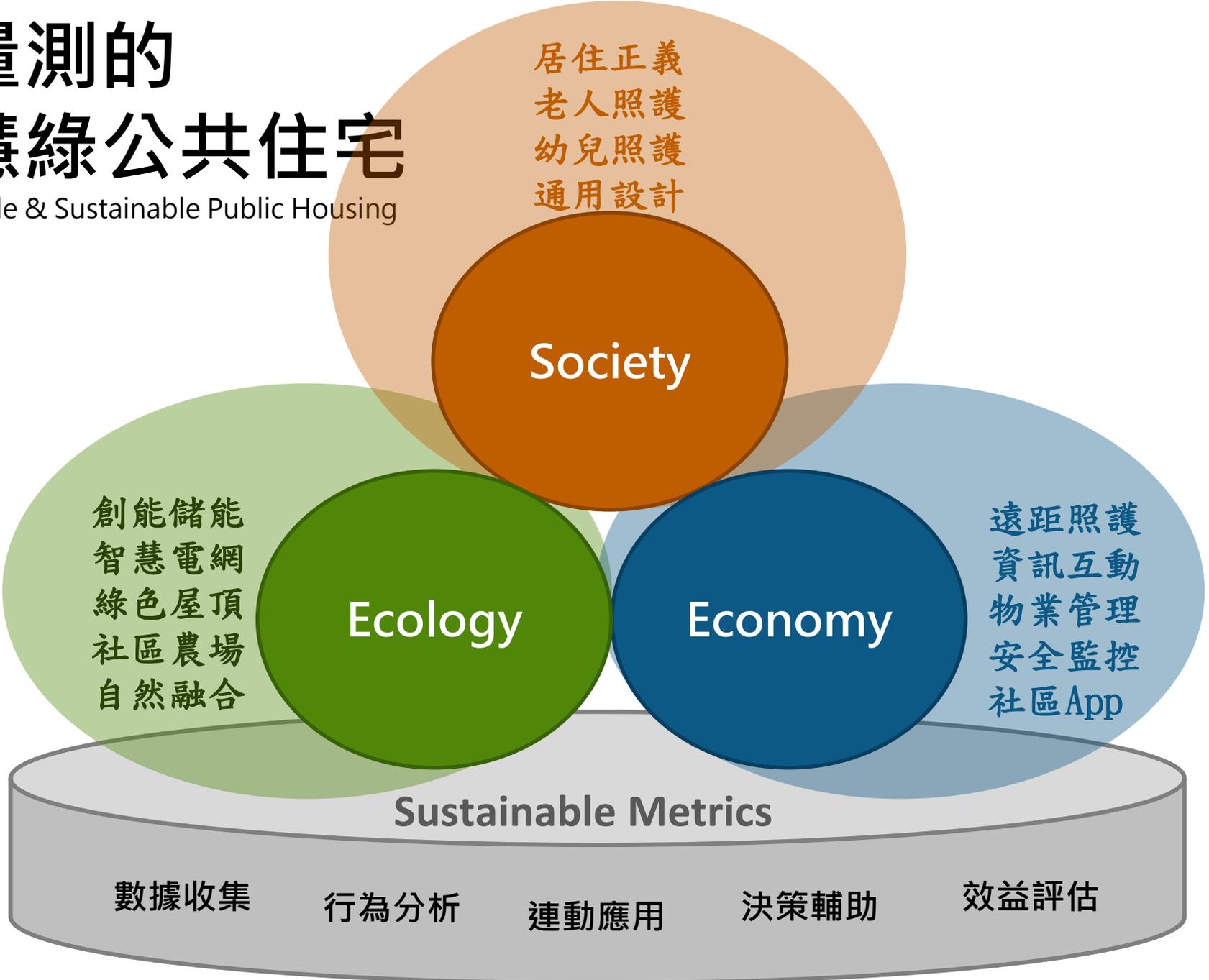
臺北市—4年20,000戶

公營住宅智慧社區

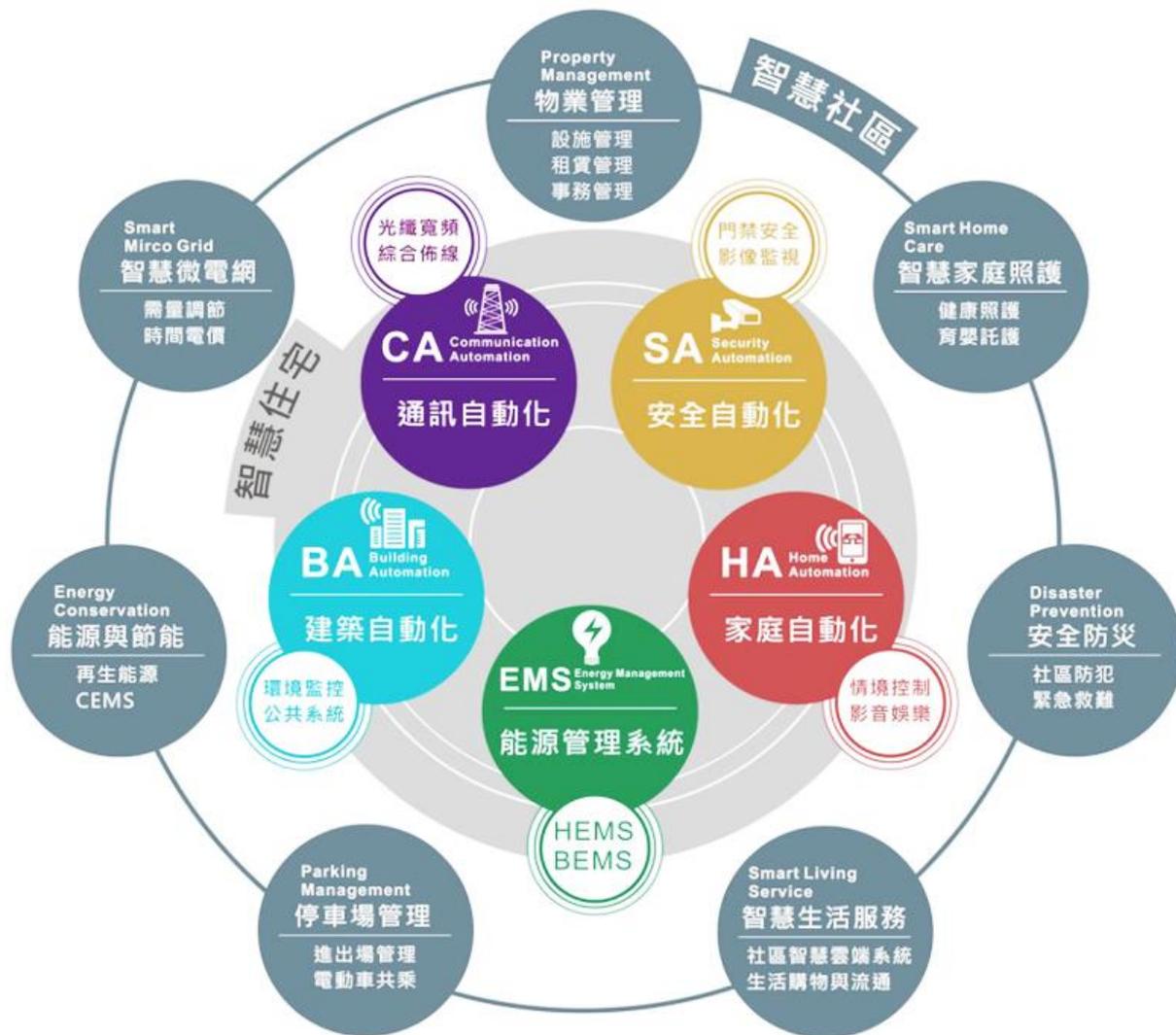
預計將投入**總工程經費的3%~5%**
以建設智慧建築設施

可量測的 智慧綠公共住宅

Measurable & Sustainable Public Housing



臺北市公共住宅智慧社區架構示意圖



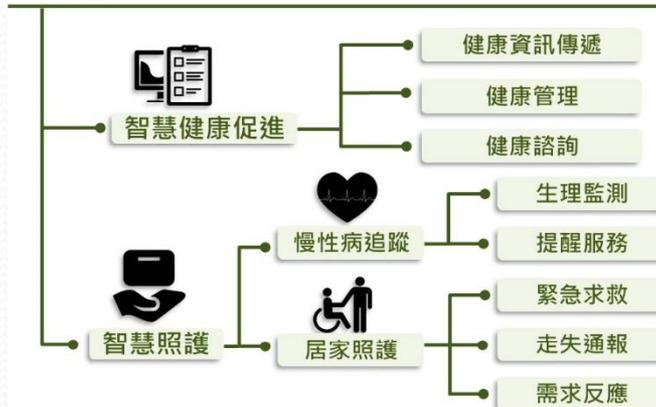
臺北市公共住宅智慧主題之智慧服務架構圖



智慧商業零售



智慧健康照護



資料來源：臺北市公共住宅智慧社區服務系統參考手冊

營建產業升級-建築4.0公共住宅

■ 採用預鑄工法

1. 工廠生產現地組裝
2. 高齡少子技術工斷層
3. ICT技術導入高效生產管理



- 政府領軍、民間投資、
- 政府獎勵智慧技術導入
- 產業技術研發標準制訂
- 產官學共創建築榮景

■ 智慧管理平台建構

1. 預測維護技術升級
2. 大數據分析優化維護管理
3. 物管人才培育，產業升級

■ 導入整體衛浴

1. 工廠生產現地組裝
2. 導入各種感測器創造健康安全衛浴



■ 四機家電的租用

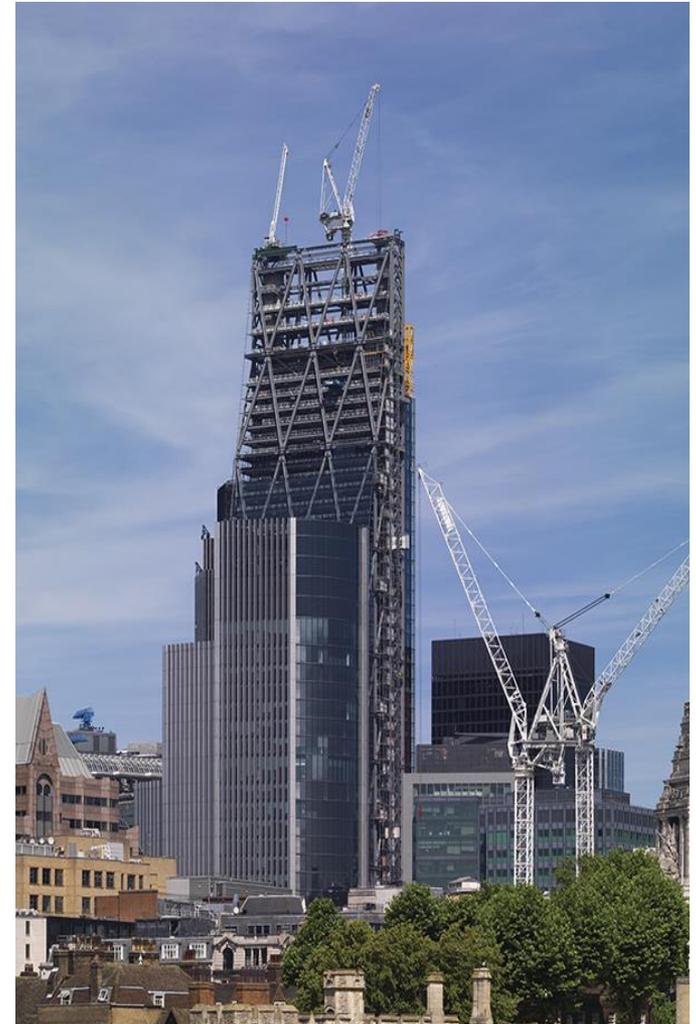
1. 長壽命家電製品生產
2. 預測維護技術升級
3. 大數據分析優化維護管理
4. 智慧家電產業升級



台灣邁向建築4.0面對的問題與困境

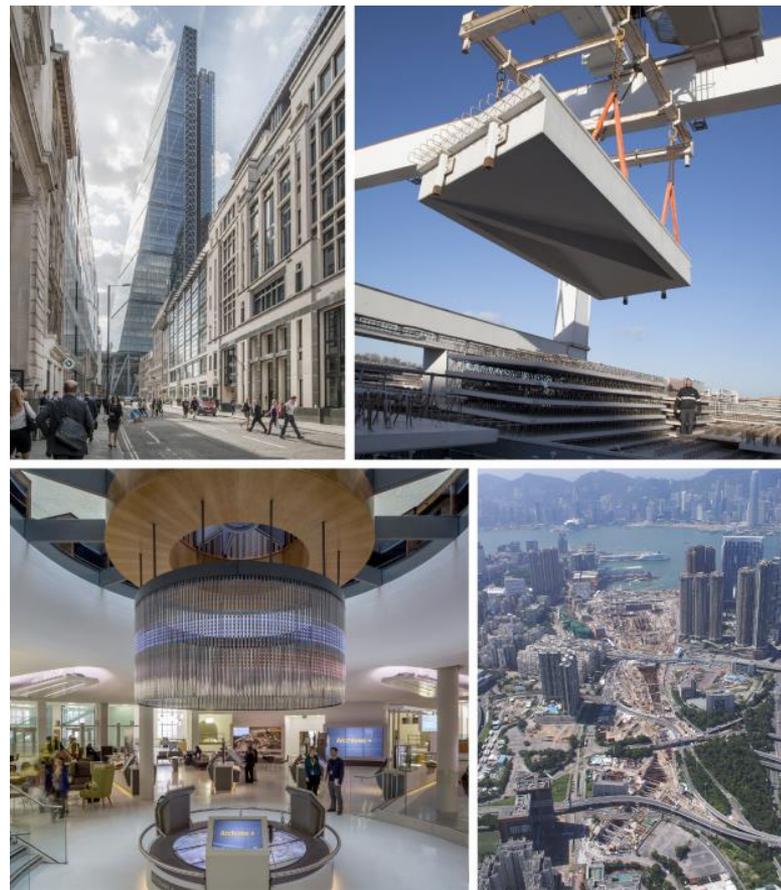
■ 預鑄結構問題

- 一. 預鑄工法價格高，建商普遍不喜歡採用
- 二. 未於主計處共同性費用編列標準表中納入預鑄構造預算，較難為公家機關所採用。
- 三. 預鑄版模製造尚未達完全自動化製造等級，供應規模不足。
- 四. 預鑄版供應廠商不足。目前國內僅潤弘精密工程及亞利、榮工實業預鑄工業公司較具規模。
- 五. 預鑄接合技術與感測元件導入技術，尚有待研發。



應用 ICT 改善預鑄結構問題-以公共住宅為對象

- 一. 協助預鑄結構廠商導入AI智慧製造，增加產能，減少人力，提升我國工業等級，並促成營建產業品質向上。
- 二. 協助預鑄工法編列至主計處共同性費用編列標準表中。
- 三. 埋入地震感測裝置，當地震發生時可以主動傳訊，維護安全
- 四. 預鑄牆版裝置Smart window，作為智慧外層，提供良好室內環境品質。
- 五. 感測元件與預鑄材料接合技術尚有待研發。



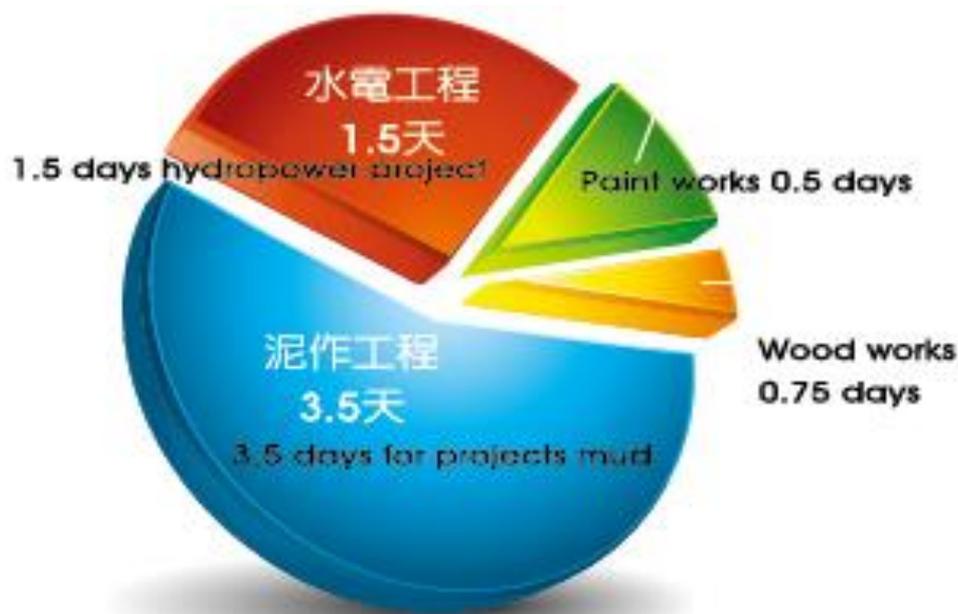
台灣邁向建築4.0面對的問題與困境

■ 整體衛浴供應問題

- 一. 整體衛浴國人接受度較低，日本95%均採整體衛浴。
- 二. 整體衛浴供應商不足，目前較具規模者為卜大實業股份有限公司，以客製化產品為主。
- 三. 因量產不足價格較傳統衛浴高約20~30%，建商接受度低
- 四. 衛浴工程施工工項多且辛苦，施工人員高齡斷層現象。
- 五. 整體衛浴出廠前可裝設之健康照護感測器包括水龍頭感測器、馬桶尿糖檢測、跌倒感知以及觀氣色與嗅氣味的健康魔鏡、出入感知與使用時間感知等裝置，對使用者健康時時提供照護。



整體衛浴的導入可節省工項與工期



↑ 傳統浴室共計7.25天
A total of 7.25 days of traditional bathroom



台灣邁向建築4.0的理念-以公共住宅為對象

■ 智慧家電導入

- 一. 只租不賣的公宅，提供承租者空調、電視、冰箱及洗衣機等家電，導入IOT技術隨時連網提供使用數據，提升我國智慧家電產值。
- 二. 智慧家電目前已有TaiSEIA 101標準即將納入CNS。
- 三. 家電產業+智慧科技創造我國家電業的另一個春天。
- 四. 具有智慧物聯的家電可自動傳訊通知狀態，達到預測維護的功能使設備長壽命化，不浪費資源
- 五. 透過家電使用行為分析，了解公宅家電及能源使用數據，可作為未來能源分配以及優化公宅之參考。



台灣邁向建築4.0的理念-以公共住宅為對象

■ 智慧物管平台的建置

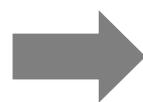
- 一. 智慧物管平台整合BIM模型，建立建築預測維護系統，促進感測及資通訊科技業者朝向建築科技產品進行研發，造福人類居住品質以及延長建築壽命。
- 二. 智慧物管平台將收集建築各種資訊，進行分析後優化建物空間與環境需求，並提供管轄政府可靠數據。
- 三. 讓建築成為物聯網應用的強項，立足國際。



BIM

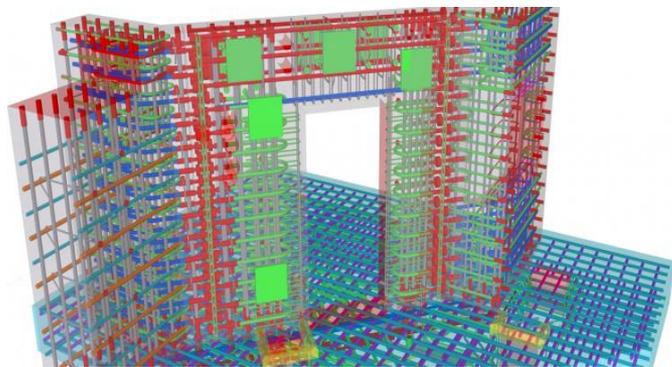


DFMA



i-Construction

- 將 BIM 導入並串聯建築之設計、施工、和營運維護
- 將工業產品 DFMA 的作法，導入營造業，使營造廠作業工廠化
- 將傳統的建築營造工作資訊化 i-Construction



智慧建築的前瞻與策略

- 一. 建築大數據的彙整與蒐集
- 二. 營建4.0供應鏈的強化與流程改善
- 三. 智慧建材的研發與導入
- 四. 建築導入ICT之標準制訂
- 五. 掌握預測維護關鍵技術提升管理效能



智慧台灣 台灣智慧

台灣智慧建築協會
與您共創美好的智慧綠色生活空間