



◎ 賴啓銘、江逸章

智慧與綠建築 的結合

在建築物規劃之初，
導入綠建築設計與智慧型高科技產品及技術，
使建築物在建築完成後能提供更安全健康、
便利舒適與節能的生活空間。



大數據、AI、robot、演算法、deep learning、IoT、sensor……這些名詞無論熟悉與否，似乎在生活中周邊每天或多或少都有所耳聞。現實中，「智慧」一詞早已經充斥在你我的生活中，其中手機就是最顯著的例子。從最初的接、聽功能，到現今的拍照、播放影音、上網，甚至視訊對講，手機幾乎包含了電腦、相機及隨身聽的功能。或許我們無法完全了解手機所提供的功能或其所衍生的服務技術如何堆疊成形，但這些「智慧」的確已經影響了我們的生活。

經濟發展的動力

根據發展經濟學理論，公共投資有助於整體經濟的成長。國際發展趨勢至國內公共投資建設都顯示，透過公共投資的挹注能帶動相關產業投資或消費，同時引導產業的發展，成為支持國家經濟持續成長的動力。此外，根據世界經濟論壇（World Economic Forum）「2016～2017年全球競爭力報告（The Global Competitiveness Report 2016～2017）」，台灣在「基礎建設」項目的分數（5.8分）比新加坡（6.5分）、香港（6.69分）、南韓（5.96分）低，因此針對「基礎建設」一項須擴大政府投資。

再者，根據國內研究，公共投資對於產業發展具有正向的影響。這也驗證 Paul Rosenstein-Rodan 提出的大力推動理論，政府必須在產業的發展投資固定資本，促使產業達到提升產值的經濟效益。此外，比較經濟性公共資本與社會性公共資本的影響，社會性公共資本對於產業的挹注效果比較大。

台灣近年公共投資（包含政府投資及公營事業投資）呈負成長，需擴大公共投資以帶動民間投資與創新，因此政府著手推動「前瞻基礎建設計畫」，積極規劃擴大全面性基礎建設投資，

目標在於打造未來 30 年國家發展需要的基礎建設。就經濟成長面而言，則希望透過凱因斯等經濟學家所論述的「乘數效果（經濟效果、所得效果及就業效果）」帶動的經濟表現，達到 GDP 正成長。

依據主計總處 2017 年的資料，4 年投入 4,200 億元，實質 GDP 可增加 4,705 億元，名目 GDP 可增加 5,065 億元，實質 GDP 貢獻平均每年增加 0.1 個百分點。細看各項國家層級透過公共投資挹注經濟成長的措施，都是由土木建築開始。以「前瞻基礎建設計畫」為例，包含食安建設、軌道建設、數位建設、因應少子化建設、城鄉建設、人才培育建設、水環境建設及綠能建設 8 大建設方向，再由各大建設方向的細部執行內容，不難看出實體建設經費的龐大。

智慧+綠建築

全球暖化議題發酵，氣候變遷帶來的自然災害讓人們對環境保護議題更加重視，節能減碳已成為一股潮流。全世界評估建築產業是最具減碳潛能的產業之一，我國建築主管部門為順應時代推出不同階段的政策推動方案。以「綠建築標章」及「智慧建築標章」為例，一開始以政策性推動、輔導同步進行，逐步發展到強制規範，期望藉由智慧建築與綠建築的推動，達成降低總體建築碳排放的目標。

2010 年行政院開始推動「智慧綠建築推動方案」，希望在建築物加入綠建築設計以及智慧型的科技應用，建造出安全、健康、舒適、便利、節能減碳的智慧綠建築。2012 年修正方案內容如下：「公有新建建築物之總工程建造經費達新台幣 5 千萬元以上者，自 2012 年

我國建築主管部門為順應時代推出不同階段的政策推動方案，期望藉由智慧建築與綠建築的推動，達成降低總體建築碳排放的目標。

在建築物加入綠建築設計以及智慧型的科技應用，
建造出安全、健康、舒適、便利、節能減碳的智慧綠建築。

1月1日起，建築工程於申報一樓樓板勘驗時，應同時檢附合格級以上候選綠建築證書，於工程驗收合格並取得合格級以上綠建築標章後，始得發給結算驗收證明書。」

智慧建築標章制度在2004年建立，建立之初採自願鼓勵性質。依據智慧綠建築推動方案，2013年開始強制規定，參照行政院公共工程委員會工程技字第10200069460號函轉請各中央機關及地方政府的規定內容如下：「公有新建建築物之總工程建造經費達新臺幣2億元以上，自2013年7月1日起，建築工程於申報一樓樓板勘驗時，應同時檢附合格級以上候選智慧建築證書，於工程驗收合格並取得合格級以上智慧建築標章後，始得發給結算驗收證明書。」至此，智慧綠建築成為國內建築產業發展的一部分。

為什麼稱作「智慧綠建築」

建築是經由材料透過技術勞動，有意圖的加工所建構完成的一種實體，是為提供人類生活場所，具有居注意識的構造物。可以把建築比喻成一門「實證」的應用科學，在工程還沒有完成之前，沒辦法證明其存在的價值，唯有工程竣工時才能呈現出其價值所在。這一個論點呼應了再完美的設計也需要工程的實踐來證明其存在的意義。

而智慧綠建築，可以引用前內政部建築研究所所長何明錦教授接受採訪時的說法：「為什麼要稱作『智慧綠建築』，而不直接稱作『智慧建築』呢？因為綠建築推動的時間比較早，推動的成果也相當不錯，因此，行政院希望在綠建築的發展基礎上，能將資訊與通訊科技一起加值進來，也因為這樣，能源被視為這些智慧科技發揮運用的重點，除了一般智慧生活的安全、健康、舒適、便利之外，更重視環境永續經營。由於過去已有『綠建築標章』和『智慧建築標章』此二標章，為了不造成混亂，

政府採用了兩標章併行認證的方式，期望循序促成智慧綠建築的發展，並進一步帶動資通訊、建築、建材產業的同步轉型與升級。」

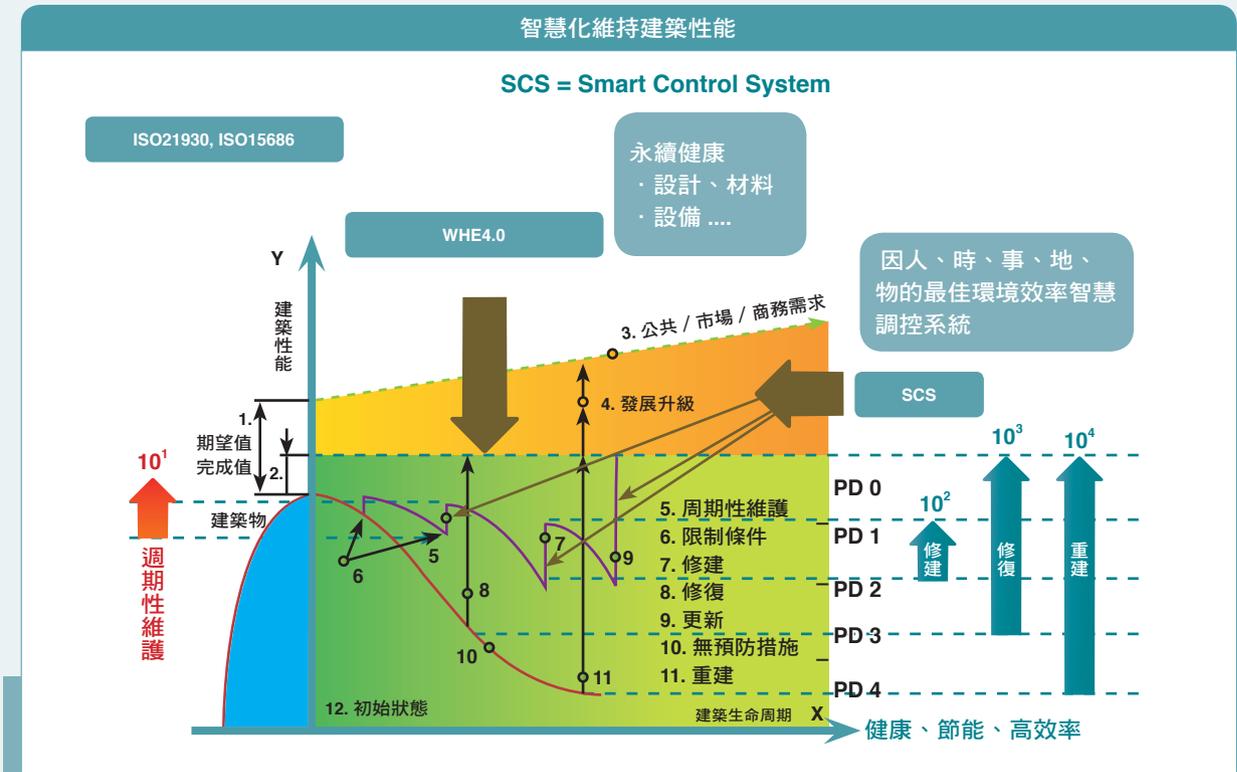
智慧綠建築，簡單地說就是在建築物規劃之初，導入綠建築設計與智慧型高科技產品及技術，使建築物在建築完成後能提供更安全健康、便利舒適與節能的生活空間。透過政府推動的方案實施，資訊與通信科技（information and communication technology, ICT）產業已逐漸融入建築與我們的生活中。

智慧建築的定義

智慧建築（Intelligent Building, IB）是建築空間與機能的相互搭配，從人員、環境、設備角度整合，把建築物內的防災、電氣、給排水、空調、通訊、輸送等設備系統與空間使用的運轉、維護管理加以自動化，使建築物的功能及品質提升，以達到建築安全、健康、節能、便利、舒適等目的。功能上強調建築設備與其他相關智慧型工程技術的結合，包括建築自動化系統與技術、建築使用空間、運轉管理制度，以及如何導入高性能建築控制機能，使空調、照明、防災等設備達到安全、省能及環保效果，且能維持良好室內環境。

Clements-Croome 教授對於智慧建築則賦予更深層的定義：「Intelligent Building 並非全然是高科技建築，它應該是可以隨著使用者的需求而改變的『智慧型』建築，必須是高度永續性的，必須可以提供居室者互動性空間性能，以提升生活效能。」

自1992年起，內政部建築研究所便針對「智慧建築標章」著手推動相關系列研究計畫作為準備，由1992年的「全台灣地區智慧型建築之調查研究」起，直至2010年共歷十四階段，其中2003年完成進行「智慧建築標章」評估指標的研訂、制定「智慧建築標章」解說與評估手冊、設立「智慧建築標章」審查委員



資料來源：江哲銘教授演講稿

會正式接受各界「智慧建築標章」的申請。至此，我國智慧建築標章已經成型。

隨著技術不斷翻新，於 2009 年起著手修訂新版智慧建築標章解說與評估手冊，並分別於 2011、2016 年完成不同階段的改版。取得智慧標章的建築物通常具備一定的感知、分析及回應功能，除了可以提升建築物營運管理效率，減少安全防災或能源管理等費用的產生外，也可以因預先設置基礎資訊線路，避免破壞室內裝修所造成的損失等。

智慧建築成為潮流

傳統土木建築產業對綠建築應較為熟悉，暫且不論綠建築標章各指標評估項目的好壞，評估內容中的話語都是以「工程語彙」進行對話，對於土木建築及其相關從業人員較容易理解。但就「智慧建築」的技術語言，如：通訊協定、RS-485、Modbus、BACnet 等，這些名詞與建築土木慣用的語彙不同。因此對於土木

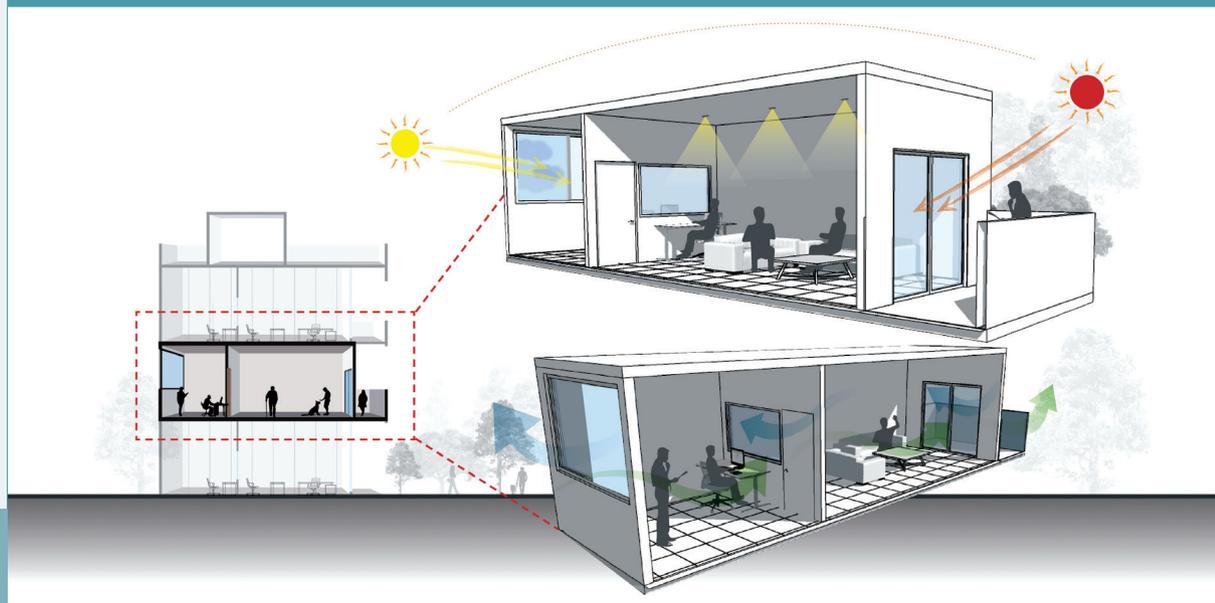
建築人來說，就像是另一個世界的火星文一般艱澀拗口難以溝通。

從工程面來說，由於工程介面的複雜，包含了設計端的概念、工程面的整合、使用端的需求等，加上工程面可分成土木工程、機電動力工程、弱電系統工程、空調工程，照明工程等，其中弱電系統工程又可再細分成資訊弱電、通信弱電、消防弱電、監視弱電等，使得成熟的資訊技術（information technology, IT）應用至建築中有許多與工程介面整合協調的問題，進而導致 IT 在建築產業的應用往往落後市場至少 10 年以上的時間。

就市場面來看，各產業朝向 IT 化已是無法阻擋的趨勢，從我們的生活與智慧型手機形影不離的那一刻起，建築土木也必須逐步向 IT、ICT 產業靠攏。在某些情形下，IT、ICT 早已成為建築產業的「標準配備」，如家用網路。

相較於綠建築，智慧建築較容易讓使用者「有感」，無論是便利性、舒適性、安全性，乃至於節能等，智慧建築比較容易取得終端

自然光路徑示意圖



使用者的共鳴。綠建築照顧的是「基盤」，智慧建築則著重在使用端。若嘗試用建築生命週期來解釋，綠建築照顧到的是規劃設計—施工、以及拆除階段，智慧建築則強調在使用管理維護階段的性能。

就現實層面來說，智慧建築、綠建築已受法令強制推動，即公有建築只要工程規模、造價達一定程度以上，就必須通過綠建築及智慧建築標章評定。這部分僅是中央的要求，以筆者所在的台南市為例，台南市低碳自治條例第二十一條更加規範：「本市公有或經本府公告指定地區之新建建築物於申請建造執照時，應符合下列規定：一、非供公眾使用之建築物須為合格級以上之綠建築，公有及供公眾使用之建築物須為銀級以上之綠建築。但經本府指定之低碳示範社區公有建築物須為鑽石級綠建築。二、設置太陽能熱水系統或綠能發電系統。三、採用雨水貯留回收系統。前項之新建建築物，應於開工前取得綠建築候選證書，並於取得使用執照後一年內取得綠建築標章。」

除了取得等級提升外，因地方自治的推動，更擴大適用對象。至此，智慧建築已成為除了潮流趨勢外，產業需要正視及面對的功課。

智慧建築具象的表現是「系統」，主要內容在於系統間的整合。簡單地說，就是不同的系統間要能夠「溝通」，如消防系統作動、連動門禁與空調系統關閉等。諸如這類跨系統間連動，代表的就是智慧化程度的高低。當然若用標章等級來區隔，越高等級的智慧，溝通的能力應該越強，更深一層智慧的功能則是如何應用智慧化（數位化）後所產生的資料、數據來協助、調整建物的營運。

或許有人會立即反映出 big data、deep learning、AI 等時下正夯的詞彙，但以過往經驗來看，智慧綠建築要達到如此高科技的境界，仍需一段時日的努力。建築從自動化走向智慧化，花了將近 20 年的時間才慢慢讓市場能夠接受。當然，未來以更高科技、高智慧，甚至人工智慧的導入，是不可避免的趨勢，但還需假以時日，更需透過工程界一步一腳印踏實的努力，才能夠真正站穩「智慧」。

賴啟銘

成功大學土木工程學系

江逸章

成功大學能源科技與策略研究中心