

我國永續綠建築科技發展與策略規劃之研究

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 110 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

我國永續綠建築科技發展與策略規劃之研究

計畫主持人：王家瑩

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 110 年 12 月

MINISTRY OF THE INTERIOR
RESEARCH PROJECT REPORT

**Research on the Technology Development and Strategic Planning of
Sustainable Green Buildings in Taiwan**

BY

Chia-Ying Wang

Dec. 2021

目次

表目錄	.....	III
圖目錄	.....	V
摘要	.....	VII
第一章 緒論	.....	1
第一節 研究緣起及背景	.....	1
第二節 研究方法及步驟	.....	4
第二章 氣候變遷與我國綠建築發展	.....	7
第一節 氣候變遷與我國建築環境發展歷程	.....	7
第二節 我國綠建築發展與推動	.....	9
第三節 創新循環綠建築環境科技發展	.....	17
第三章 聯合國永續發展目標	.....	31
第一節 聯合國永續發展目標 SDGs	.....	31
第二節 我國綠建築之永續發展	.....	33
第三節 內政部永續發展目標施政佈局規劃	.....	38
第四章 建築物健康防疫趨勢	.....	43
第一節 健康建築理論	.....	43
第二節 美國 WELL 健康建築標準	.....	44
第三節 其他國際間的健康建築	.....	48
第四節 建築物防疫措施	.....	55
第五章 我國綠建築永續發展策略研析	.....	63
第一節 我國綠建築評估系統(EEWH)與 SDGs 之關聯	.....	63
第二節 綠建築永續發展策略	.....	77
第六章 我國永續綠建築科技發展與策略方向	.....	83
第一節 SWOT 分析	.....	83

第二節	我國永續綠建築發展方向歸納·····	92
第三節	未來研究課題重點彙整·····	97
第七章	結論與建議·····	109
第一節	結論·····	109
第二節	建議·····	111
附錄一	·····	113
參考文獻	·····	119

表目錄

表 1	各國綠建築評估指標內容.....	10
表 2	臺灣綠建築評估系統 EEWH.....	14
表 3	健康建築評估項目.....	44
表 4	WELL 健康建築標準認證等級.....	48
表 5	CASBEE-健康(住宅版)自行評核表(9 類 50 題)	49
表 6	LEED BD+C 八大指標表及其 26 個評估項目.....	51
表 7	BREEAM 認證評估等級.....	54
表 8	SDG15 陸地生態發展細項目標.....	62
表 9	SDG7 可負擔能源發展細項目標.....	64
表 10	SDG13 氣候行動發展細項目標.....	66
表 11	SDG3 健康與福祉發展細項目標.....	68
表 12	SDG6 淨水與衛生發展細項目標.....	70

圖目錄

圖 1	研究流程圖.....	6
圖 2	國際綠建築發展歷程.....	10
圖 3	綠建築數目民間業界參與逐年增加.....	11
圖 4	我國綠建築標章自 2007 年開始推行分級評估制度...	12
圖 5	我國綠建築評估系統於 106 年發展為六大類家族體系	14
圖 6	創新循環綠建築環境科技計畫(108-111)發展架構圖...	16
圖 7	聯合國永續發展目標(SDGs)所涵蓋之 17 項目標.....	33
圖 8	綠建築在永續發展目標中之實踐.....	34
圖 9	綠色家園設計有助於實現可持續發展目標之項目.....	35
圖 10	綠色辦公室設計有助於實現可持續發展目標之項目...	37
圖 11	內政部 111 年度部會中程施政與科技施政佈局規劃...	38
圖 12	WELL 建築標準之 11 項人體系統與 7 大指標.....	46
圖 13	WELL 建築標準之七大指標體系評估項目分布.....	47
圖 14	主觀感受得分與居住者健康之關係.....	50
圖 15	英國 BREEAM 評估 10 大指標.....	53
圖 16	COVID-19(深藍色)及其他流感病毒(淺藍色)之傳播途徑.....	55
圖 17	使用防止室內病毒回流的外氣進氣空調系統可避免病毒傳播.....	56
圖 18	阻絕氣膠傳播之 4 大方法.....	57
圖 19	主軸 A：永續綠建築節能減廢技術研發.....	93
圖 20	主軸 B：健康綠建築室內環境科技發展.....	94
圖 21	主軸 C：健康綠建築室內環境科技發展.....	95

圖 22	主軸 D：永續綠建築法規與教育推廣.....	96
圖 23	永續健康綠建築發展主軸圖.....	97
圖 24	永續綠建築環境科技計畫科技關聯圖.....	108

摘 要

關鍵字：綠建築、永續發展目標、健康建築

一、研究緣起

全球暖化問題日益嚴重，為減緩氣候變化，地球環境保護之相關政策已成為全球重要的議題。1992 年聯合國召開地球高峰會，正式建立永續概念，並於 2000 年舉行的千禧年大會中，與 189 個國家共同簽署了「千禧年宣言」，並在 2016 年 1 月 1 日與各國領導人共同簽署 2030 年永續發展目標議程，提出 2030 年永續發展方針，提出 17 個核心的永續發展目標(Sustainable Development Goals, SDGs)，其中涵蓋了永續發展的「經濟」、「社會」及「環境」3 大面向，期能藉此守護環境自然資源永續發展。

為因應氣候、社會環境變遷與國際間的永續發展趨勢，本所長期推動「生態」、「節能」、「減廢」、「健康」之綠建築，並依據總統政見(五+二)循環經濟創造節能、減廢與減排之循環經濟體系，促進環境資源永續利用，提升生活環境品質；並與內政部「建構永續宜居環境」之施政目標整合，以「建築節能與室內環境科技」、「循環建築工法與材料技術研發」、「永續城市環境科技」、「綠建築宣導推廣」為研發主軸，辦理「創新循環綠建築環境科技計畫(108-111)」，發展符合臺灣亞熱帶及熱帶高溫高濕氣

候條件與生態環境之綠建築科技與技術。

然而，前述計畫將於 111 年屆滿，為了持續擴大計畫成效，今年度須進一步滾動檢討相關政策措施，參酌國際永續綠建築發展趨勢，提出更前瞻之發展方向，以開創臺灣永續、循環、節能、減碳的建築科技新契機，以達成「循環多樣的自然生態」、「節能再生的低碳家園」、「潔淨健康的生活環境」與「國土建設永續發展」的整體政策目標。

二、研究方法與過程

本研究主要蒐集國內外永續發展目標與綠建築發展相關之資訊與發展趨勢，彙整全球氣候變遷與國際永續相關議題及方向，同時檢視「創新循環綠建築環境科技計畫」成果，滾動檢討既有計畫成果配合政策推動之成效與對社會環境之影響，針對我國推行永續發展目標與綠建築發展執行措施與挑戰進行研析，並歸納適用於我國永續建築環境之可行策略，據以規劃下一期科技計畫課題與發展主軸，提出未來政策滾動調整方向，以提升我國永續綠建築創新科技研發能力，帶動永續綠建築與國際接軌。

本研究以前期綠建築科研成果為基礎，嘗試探討下一階段永續綠建築科技發展之架構與策略，研究方法包括以下項目：

(一) 文獻回顧：蒐集並比較國內外永續發展目標與綠建築發展之

最新資訊，了解國內外發展現況與趨勢。

(二) 資料彙整：分析國際間永續綠建築發展趨勢，並彙整聯合國永續發展目標之策略內容，掌握有助於我國政策發展之策略及相關關鍵課題。

(三) 歸納整理：提出 SDGs 與我國 EEWB 之關聯性分析，同時提出前期科技計畫研究成果之影響效益。

(四) 預期成果：

1. 完成國內外永續發展目標與綠建築發展相關文獻蒐集、分析發展趨勢，提出全球氣候變遷與國際永續相關議題及方向。
2. 滾動檢討「創新循環綠建築環境科技計畫(108-111)」之研究成果，提出政策推動成效與對社會環境之影響。
3. 提出我國推行永續發展目標與綠建築發展執行策略，提升我國永續綠建築創新科技研發能力。
4. 提出下一期科技計畫之課題發展規劃架構。

三、重要發現

為了因應全球暖化帶來的問題，本所應持續引領民間企業參與建造永續健康之綠建築，擴大生態、節能、減廢與健康的概念，並藉由科技計畫課題研究與法制化的政策推動來落實，因此，本

研究整合永續(Sustainable)、健康(Health)與我國綠建築評估系統(EEWH)，將前述各項永續綠建築推動目標進行彙整歸納與分類，提出「永續綠建築節能減廢技術研發」、「健康綠建築室內環境科技發展」、「永續環境與生態城市發展」及「永續綠建築法規與教育推廣」等 SHE 策略之四大主軸，同時考量 COVID-19 新冠肺炎疫情影響對建築物產生之防疫需求，提出各軸向研究重點包括：建築節能減碳技術研發與應用、建築部門溫室氣體減量措施、營建廢棄物減量對策、近零能源建築技術、健康舒適室內環境設計策略、再生綠建材與綠色工法研發應用與推廣、可逆式建築設計應用、城市熱島效應解決對策、永續水資源利用與技術研發、氣候變遷減緩與調適及國土永續發展策略等，可作為未來發展基礎，以完善永續健康綠建築之整體政策。

四、建議事項

依據上述研究成果，本研究提出具體建議如下：

建議一

持續追蹤國際間永續綠建築發展趨勢我國政策需求，滾動檢討科技計畫研究成果，研提未來科技計畫草案：立即可行之建議

主辦機關：內政部建築研究所

為使未來科技計畫之規劃符合國際發展趨勢與我國政策需

求，除持續廣泛蒐集最新文獻資訊外，亦將邀請相關領域之學者專家惠賜建議，以使下期科技計畫草案及時程規劃能更臻完善。

建議二

參與永續綠建築相關國際活動與會議，掌握國際永續發展主流趨勢：中長期性建議

主辦機關：內政部建築研究所

持續關注全球各國最新永續綠建築節能減碳政策、健康防疫等建築案例及研究議題，掌握最新國際永續綠建築技術發展趨勢，以利做為未來科技計畫研究課題之參考。

ABSTRACT

Keywords: Green buildings, Sustainable development goals, Healthy buildings

The problem of global warming is becoming more serious. In order to mitigate climate change, policies related to global environmental protection have become an important global issue.

In response to changes in climate, social environment, and international sustainable development trends, ABRI has been promoting green buildings with "ecology", "energy saving", "waste reduction", and "healthy" for a long time, and in accordance with the presidential political opinion (5+2) circular economy system for energy saving, waste reduction and emission reduction, and implements the "Innovative Circular Green Building Environmental Technology Plan (2019-2022)" to promote the sustainable use of environmental resources, improve the quality of living environment, and develop in line with Taiwan's subtropical and tropical high temperatures Green building technology and technology for high-humidity climatic conditions and ecological environment.

However, the aforementioned plan will expire in 2022. In order to continue to expand the effectiveness of the plan, it is necessary to further review relevant policies and measures this year, take into account the international sustainable green building development trend, and plan the next phase of the science and technology plan topics, to study the

direction of future policy rolling adjustment.

There are several findings in this research that are described as follows :

1. In order to cope with the problems caused by global warming, the firm should continue to lead private enterprises to participate in the construction of sustainable and healthy green buildings, expand the concepts of ecology, energy saving, waste reduction and health, and use scientific and technological project research and legal system to promote the policies of sustainable, healthy, and green building.
2. This research integrates sustainable, health and EEWH, summarizes and classifies the aforementioned sustainable green building promotion goals, and proposes "Research and development of sustainable green building energy-saving and waste-reduction technology", "Healthy Green Building Indoor Environmental Technology Development", "Sustainable Environment and Eco-City Development" and "Sustainable Green Building Regulations and Education Promotion" are the four main axes of the SHE strategy.
3. Considering the impact of the COVID-19 on the epidemic prevention needs of buildings, the researches focuses on application of building energy-saving and carbon-reduction technologies, greenhouse gas reduction, construction waste reduction, near-zero energy buildings Technology, healthy and comfortable indoor environment design strategy, application and promotion of renewable green building materials, green construction methods, reversible architectural design

and application, urban heat island effect solutions, sustainable water resources utilization and technology research and development, climate change mitigation and adjustment, land sustainability Development strategies, etc., can be used as the basis for future development to improve the overall policy of sustainable and healthy green buildings.

第一章 緒論

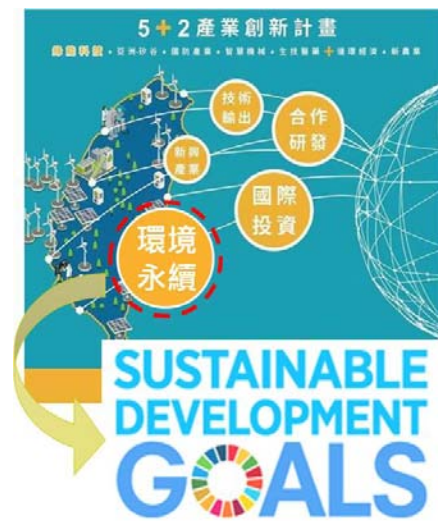
第一節 研究緣起及目的

一、研究緣起

全球暖化問題日益嚴重，為減緩氣候變化，地球環境保護之相關政策已成為全球重要的議題。1992 年聯合國召開地球高峰會(Agenda 21)，正式建立永續(Sustainability)概念，並於 2000 年舉行的千禧年大會中，與 189 個國家共同簽署了「千禧年宣言」(United Nations Millennium Declaration)，承諾 2015 年前所要達成的 8 項「千禧年發展目標」(Millennium Development Goals, 簡稱 MDGs)，並在 2016 年 1 月 1 日與各國領導人共同簽署 2030 年永續發展目標議程 (Agenda 30)，其中最受矚目的便是聯合國所訂定的 17 項永續發展目標 (Sustainable Development Goals, SDGs)。同時我國亦依據聯合國氣候變化綱要公約 (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) 精神，於 104 年 7 月 1 日由總統令公布施行溫室氣體減量及管理法，善盡共同保護地球環境之責任，落實環境正義，確保國家永續發展。

為因應氣候、社會環境變遷與國際間的永續發展趨勢，本

所長期推動「生態」、「節能」、「減廢」、「健康」之綠建築，並依據總統政見(五+二)循環經濟創造節能、減廢與減排之循環經濟體系，促進環境資源永續利用，提升生活環境品質；並與內政部「建構永續宜居環境」之施政目標整合，以「建築節能與室內環境科技」、「循環建築工法與材料技術研發」、「永續城市環境科技」、「綠建築宣導推廣」為研發主軸，辦理「創新循環綠建築環境科技計畫(108-111)」，發展符合臺灣亞熱帶及熱帶高溫高濕氣候條件與生態環境之綠建築科技與技術。



然而，前述計畫將於 111 年屆滿，為了持續擴大計畫成效，今年度須進一步滾動檢討相關政策措施，參酌國際永續綠建築發展趨勢，提出更前瞻之發展方向，以開創臺灣永續、循環、節能、減碳的建築科技新契機，以達成「循環多樣的自然生態」、「節能再生的低碳家園」、「潔淨健康的生活環境」與「國土建設永續發展」的整體政策目標。

二、 研究目的

為因應氣候與社會環境變遷、減緩地球暖化，本所「創新循環綠建築環境科技計畫」(108 至 111 年)整合內政部「建構永續宜居環境」之施政目標，本於「生態、節能、減廢、健康」的綠建築基本概念，積極研發適用於臺灣亞熱帶及熱帶氣候條件與生態環境之綠建築科技與技術，以科技創新打造永續宜居環境，提升生活環境與居住品質。



為進一步推動我國綠建築永續發展，本研究參酌 110 年科技部審查委員針對各計畫規劃與科技施政目標之審查意見，表示本部各計畫應加強與聯合國永續發展目標 SDGs 願景發展之間的關聯性規劃，為滾動調整對應，本研究將進一步廣泛蒐集永續發展目標(SDGs)及國內外最新綠建築發展趨勢等相關資料，與我國綠建築評估系統(EEWH)進行關聯性分析，彙整相關課題作為規劃未來科技計畫(112-115)發展方向之參考。

第二節 研究方法及步驟

一、研究方法

本研究主要蒐集國內外永續發展目標與綠建築發展相關之資訊與發展趨勢，彙整全球氣候變遷與國際永續相關議題及方向，同時檢視「創新循環綠建築環境科技計畫」成果，滾動檢討既有計畫成果配合政策推動之成效與對社會環境之影響，針對我國推行永續發展目標與綠建築發展執行措施與挑戰進行研析，並歸納適用於我國永續建築環境之可行策略，據以規劃下一期科技計畫課題與發展主軸，提出未來政策滾動調整方向，以提升我國永續綠建築創新科技研發能力，帶動永續綠建築與國際接軌。

本研究以前期綠建築科研成果為基礎，嘗試探討下一階段永續綠建築科技發展之架構與策略，研究方法包括以下項目：

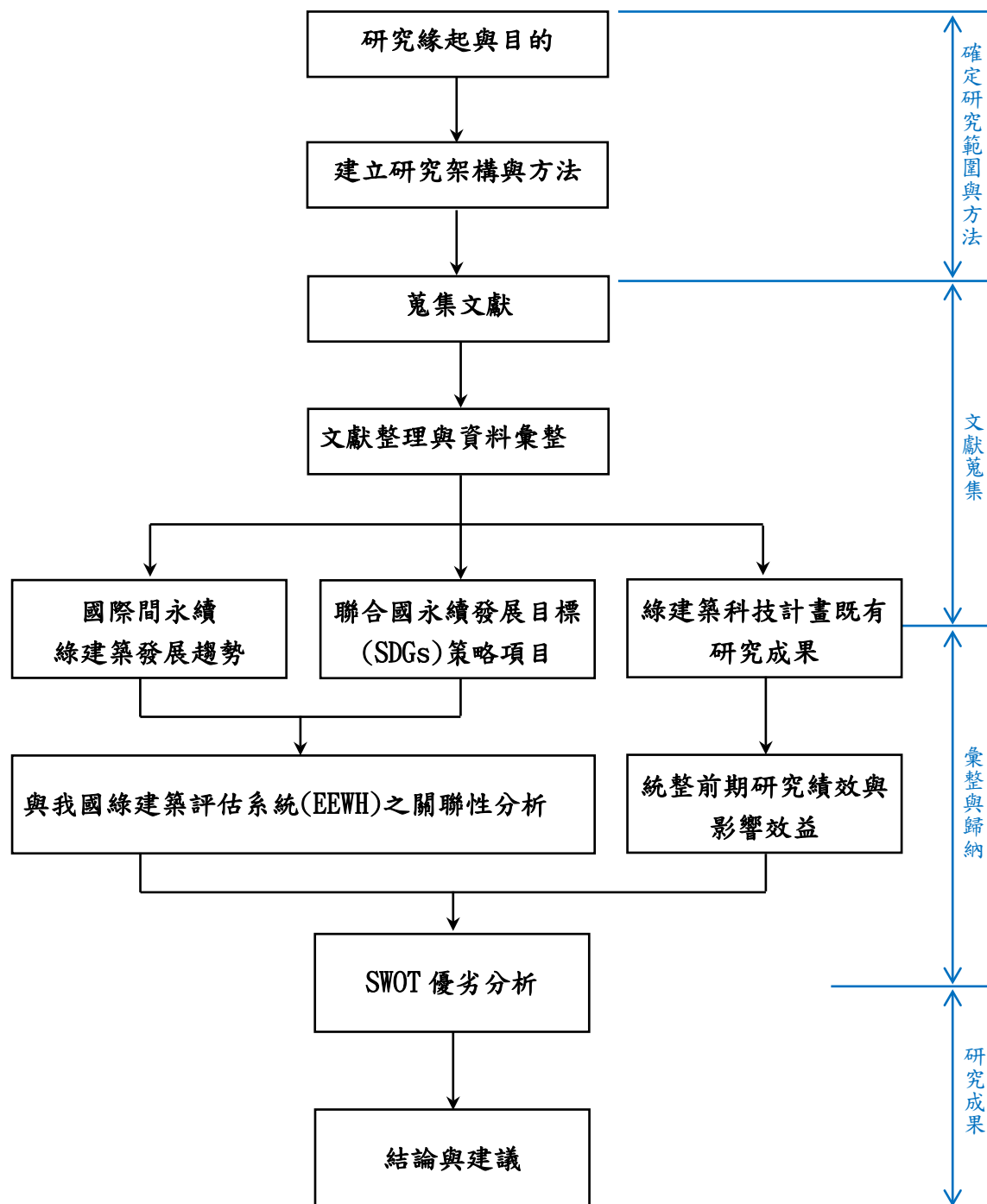
- (一) 文獻回顧：蒐集並比較國內外永續發展目標與綠建築發展之最新資訊，了解國內外發展現況與趨勢。
- (二) 資料彙整：分析國際間永續綠建築發展趨勢，並彙整聯合國永續發展目標之策略內容，掌握有助於我國政策發展之策略及相關關鍵課題。
- (三) 歸納整理：提出 SDGs 與我國 EEWI 之關聯性分析，同時提出前期科技計畫研究成果之影響效益。

(四) 預期成果：

1. 完成國內外永續發展目標與綠建築發展相關文獻蒐集、分析發展趨勢，提出全球氣候變遷與國際永續相關議題及方向。
2. 滾動檢討「創新循環綠建築環境科技計畫(108-111)」之研究成果，提出政策推動成效與對社會環境之影響。
3. 提出我國推行永續發展目標與綠建築發展執行策略，提升我國永續綠建築創新科技研發能力。
4. 提出下一期科技計畫之課題發展規劃架構。

二、 研究步驟

本研究的流程與架構如下(圖 1)：



第二章 氣候變遷與我國綠建築發展

第一節 氣候變遷與我國建築環境發展歷程

人類的過度開發、資源浪費、超限使用等，導致地球氣候變遷、臭氧層破壞、溫室效應、酸雨等破壞，影響了人類的生存。工業化發展更使得地球二氧化碳濃度不斷上升，地表溫度在過去百年間(1906-2005)約上升0.74°C【C1】，導致冰山溶解、海平面上升、陸地減少，對人類的的生活造成相當大的威脅。國際間為檢討並提出相關對策，聯合國1992年於巴西里約召開地球高峰會(聯合國環境與發展會議)，通過「里約環境與發展宣言」、「二十一世紀議程」等重要文件，並簽署「氣候變遷綱要公約(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)」及「生物多樣性公約」，其中「二十一世紀議程」呼籲各國制訂並實施永續發展策略，包括40項獨立的環境關懷領域和120項行動計畫，例如:如何減少浪費性消費、消除貧窮、保護大氣層、海洋和生物多樣性以及促進可持續農業等詳細建議。

到了 1997 年，聯合國在日本京都召開第三次締約國大會(COP3)，通過簽署「京都議定書(Kyoto Protocol)」，規範各國未來溫室氣體之排放目標，希望藉此減少溫室效應對全球環境所造成的破壞，但由於國際間對於後續溫室氣體排放減量之責任、目標及期程無法達

成共識，於 2015 年於法國巴黎召開聯合國氣候變遷綱要公約第二十一次締約方會議(The 21st session of the Conference of the Parties, COP21)中，各國再次集結努力達成減少溫室氣體排放，在 195 個國家代表共識下通過「巴黎協定」，將地球升溫目標訂於工業革命前的 2°C，且致力往 1.5°C 以下邁進，期能有效改善全球氣候變遷問題，帶領全球走向低碳永續的發案目標。我國雖非聯合國成員，仍配合國際趨勢，於 1996 年由行政院成立「永續發展委員會」，積極推動我國永續發展，共同善盡保護地球環境的責任。

在人為造成的溫室氣體中，二氧化碳就佔了約 55%，根據經濟部能源局 2019 年 8 月的統計資料顯示【C2】，臺灣的各部門二氧化碳量分別為：能源 70.89%、工業 12.31%、運輸 13.32%、農業 0.43%、服務 1.36%、住宅 1.68%；而地球氣溫不段升高的原因除了過多的溫室氣體排放，人口集中與大樓群聚所產生的都市熱島效應也是原因之一，且運輸及住商部門溫室氣體排放量合計，約占我國總排放量的四成，而臺灣地區高山多、平地少，地小人稠的條件使都市密集化的程度更高，綠地不足使得熱島效應更加明顯，因此從建築設計著手加強 落實溫室氣體減量規劃，必能達到減緩暖化的生態環境效益。

基於前述原因，1995 年內政部營建署在建築技術規則中，正式訂定建築節約能源設計之法令與規範。本所亦在 1999 年正式制訂出

「綠建築解說與評估手冊」作為評審之基準，同時也推出「綠建築標章」來提升節能、減廢、健康及環保的綠建築設計，為的就是降低溫室氣體排放、減緩氣候暖化、維持地球環境永續發展，創造宜居環境。

第二節 我國綠建築發展與推動

一、發展背景

我國的綠建築係以臺灣亞熱帶高溫高濕氣候特性，掌握國內建築物對生態(Ecology)、節能(Energy Saving)、減廢(Waste Reduction)、健康(Health)之需求，訂定我國的綠建築評估系統(簡稱EEWH)及標章制度，並自1999年開始實施(圖2)，臺灣為僅次於英國、美國及加拿大之後，第四個實施具科學量化的綠建築評估系統，同時也是目前唯一獨立發展且適於熱帶及亞熱帶的評估系統。政府建立「綠建築標章制度」以來，綠建築政策已經成為我國永續發展政策中最重要的一環。

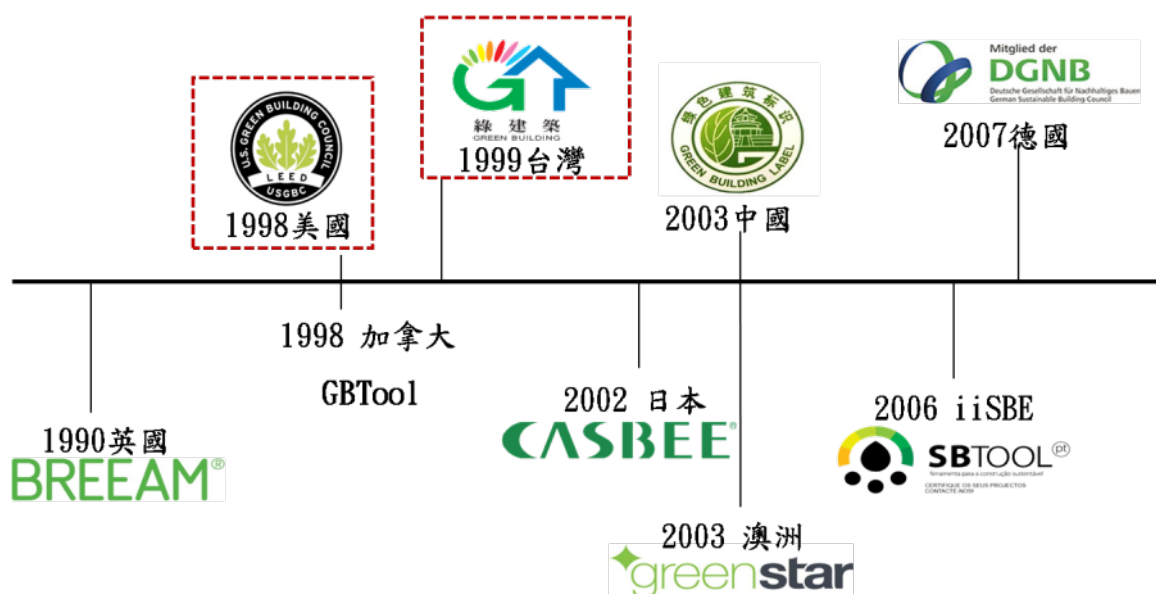


圖 2 國際綠建築發展歷程

二、 國際間綠建築發展

其他國家常見的綠建築評估系統包括美國LEED、英國BREEAM、日本CASBEE及新加坡的GREEN MARK等等，綜觀各國的評估項目來看，皆是著重於永續、低碳排、低環境衝擊、循環利用、能源、水資源及室內環境健康等項目，如下表1所示：

表1 各國綠建築評估指標內容【E1】【E2】【E3】

美國 LEED 評估指 標	英國 BREEAM 評估 指標	日本 CASBEE 評估指 標	新加坡 Green Mark 評估指標
			
1. 永續性建址 2. 用水效率	1. 能源 2. 管理	1. Q(質量):內部 環境質量評估	1. 能源效率 2. 水效率

3. 能源和大氣	3. 健康和福利	「改善居住舒適性的建築用戶」。(Q1~3)	3. 環境保護
4. 材料和資源	4. 交通運輸		4. 室內環境品質
5. 室內環境品質	5. 水的消耗和效率	2. L(負載): 建築環境負荷「外部空間(公共財產)的環境影響的負面影響」。(L1~3)	5. 其他綠色特點與創新
6. 革新和設計過程	6. 材料		
7. 區域優先性	7. 廢棄物		
	8. 污染		
	9. 土地利用		
	10. 生態		

三、我國綠建築評估系統 EEWB

2001 年行政院核定實施「綠建築推動方案」，要求總工程經費五千萬元以上的公有新建建築物必須取得「候選綠建築證書」始可發包施工，亦即由政府帶頭做起，引導民間業界跟進，更令我國綠建築發展突飛猛進(圖3)，成效卓著，成為世界綠建築政策最有成效的國家之一。

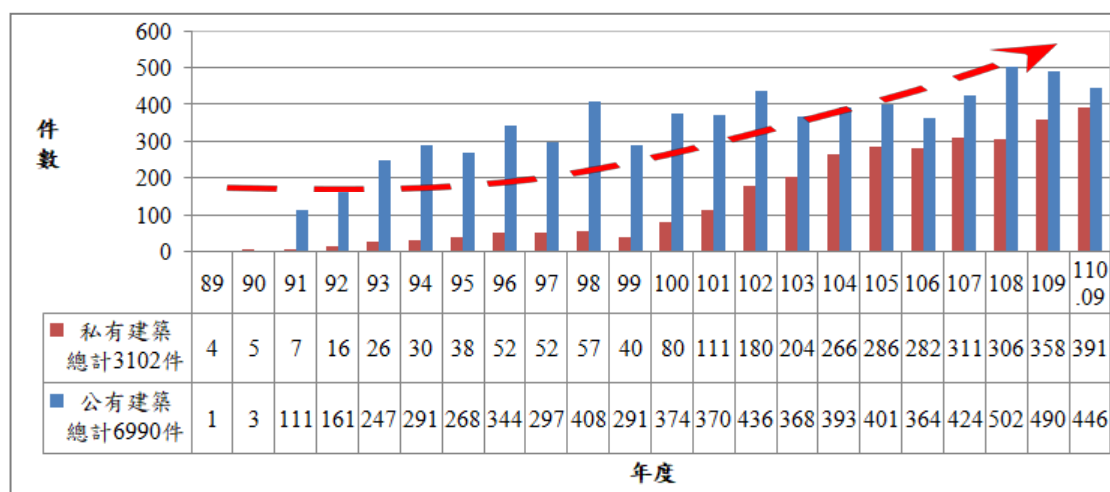


圖 3 綠建築數目民間業界參與逐年增加

我國綠建築評估系統於2003年，由原來的七項指標，加入「生物

多樣性」及「室內環境」兩項指標，發展成為以生態(E)、節能(E)、減廢(W)、健康(H)為主軸的九大評估指標系統，包括：「生物多樣性」、「綠化量」、「基地保水」、「日常節能」、「二氧化碳減量」、「廢棄物減量」、「室內環境」、「水資源」及「污水垃圾改善」。隨著我國綠建築設計能力與品質日漸提升，自2007年開始推行「綠建築分級評估制度」，等級由合格至最優等依序為合格級、銅級、銀級、黃金級、鑽石級等五級(圖4)，除與國際趨勢同步，也是提升綠建築水準的有效策略。

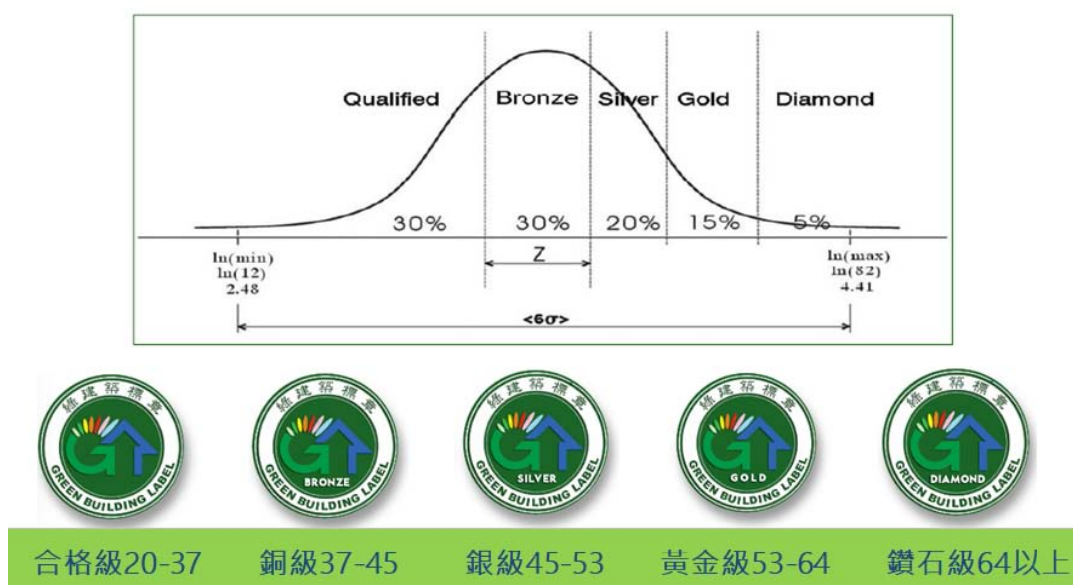


圖4 我國綠建築標章自2007年開始推行分級評估制度

2008 年行政院推出「生態城市綠建築推動方案」，使我國的綠建築更進一步邁入永續都市政策的階段，2010 年更推出「智慧綠建築推動方案」，並於2016年賡續推動「永續智慧城市-智慧綠建築與社區推動方案」，決定擴大綠建築成為永續國土綠色產業之政策。在

前述各項推動方案中，綠建築仍是最核心的關鍵，內政部建築研究所為擴大臺灣EEWH評估範疇，並帶動國內綠建築技術及產業發展，於2012年完成綠建築分類評估體系，將我國原有一體適用的綠建築評估通用版本，發展為綠建築評估家族，包括基本型（EEWH-BC）、住宿類（EEWH-RS）、社區類（EEWH-EC）、舊建築改善類（EEWH-RN）及廠房類（EEWH-GF）等五類，從此我國正式邁入綠建築分類評估的時代，並於2015及2019年全面更新手冊，使其評估功能更加完備，有效落實節能減碳目標。

為因應國際化需求，企業或廠商為增加國際市場的競爭力及商機，於境外設立工廠或基地建築開發時，主動表達希望能取得臺灣綠建築標章認證，以提升企業環保永續形象，為減緩地球暖化善盡一己之力。有鑑於此，內政部建築研究所於2017年以EEWH-BC版為基礎，導入在地氣候條件、相關法令、設計慣例修正之「當地基準評估法」，完成「境外綠建築標章申請審核認可及使用作業要點」及出版「綠建築評估手冊-境外版(EEWH-OS)」，境外綠建築標章認證，自2017年7月1日起開始正式受理申請，我國綠建築評估系統正式成為六大家族體系（圖5）。



圖 5 我國綠建築評估系統於 106 年發展為六大類家族體系

四、我國綠建築評估架構

臺灣綠建築評估系統EEWH分為4大指標群與9項指標內容(表2)，為因應我國缺水缺電的危機，其中日常節能指標與水資源指標為必要的門檻指標，亦即沒通過該二門檻指標，就無法取得綠建築標章；而除了四大範疇與九大指標的架構，也包含了創新設計的優惠升級辦法，為良好的綠建築技術與創意，預留一些彈性空間，以彌補現行系統對於無法量化計算部分之不足。

表 2 臺灣綠建築評估系統 EEWH 【C3】

四大範疇 與配分	指 標 內 容	
	九大指標名稱 與配分上限	評估要項
生態 (27 分)	1. 生物多樣性指標 (9 分)	生態綠網、小生物棲地、植物多樣化、土壤生態
	2. 綠化量指標 (9 分)	綠化量、CO ₂ 固定量
	3. 基地保水指標 (9 分)	保水、儲留滲透、軟性防洪

節能 (32 分)	4.日常節能指標（必要） 外殼節能 EEV 14 分 空調節能 EAC 12 分 照明節能 EL6 分	外殼、空調、照明節能
減廢 (16 分)	5. CO ₂ 減量指標 (8 分)	建材CO ₂ 排放量
	6. 廢棄物減量指標 (8 分)	土方平衡、廢棄物減量
健康 (25 分)	7. 室內環境指標 (12 分)	隔音、採光、通風、建材
	8. 水資源指標（必要） (8 分)	節水器具、雨水、中水再利用
	9. 污水垃圾改善指標 (5 分)	雨水污水分流、垃圾分類、堆肥
綠建築 創新設計	採優惠升級之認定制度	與綠建築相關之技術或創意，經綠建築升級評估認定委員會評定給予。

五、國際間綠建築發展

國際間，全球暖化與氣候變遷的議題持續受到全球關注，聯合國氣候變化綱要公約（UNFCCC）的歷次會議均確認全球必須努力把溫度上升控制在1.5~2°C的範圍以內，各國也透過相關協議與自願性的減碳承諾，共同推動溫室氣體減量，在此背景下，各國對於永續與智慧建築所能發揮的減碳效益，均予高度重視，催化了永續與智慧建築的快速發展。

而在國際研討會的學術發表主題及研究方向部分，目前搜尋到歐洲冷凍空調聯盟大會、全球永續建築環境研討會及國際建築物理環境研討會等，發表的研究方向，也依循著剛剛所提到的綠建築評估指標的這些方向進行，且特別著重於永續發展、

建築能源、室內環境等部分，分別說明如下：

(一) 歐洲冷凍空調聯盟大會 CLIMA 2019【E4】

歐洲冷凍空調聯盟大會為歐盟地區冷凍空調專業技術與學術團體年度盛事，2019年會中發表零耗能建築、永續發展目標、室內空氣品質改善、室內空間熱舒適性、熱島效應預防策略等相關領域研發成果。

(二) 全球永續建築環境國際研討會 WSBE20 BEYOND 2020【E5】

建築永續發展為國際間重要議題，永續建築環境促進會(SBE)為持續推動聯合國2030永續發展目標，由於瑞典哥德堡主辦本國際研討會，會中發表永續發展目標、綠建築、建築節能、建築能效與室內空氣品質等相關領域研發成果。

(三) 國際建築物理環境研討會 IBPC 2021【E6】

建築永續發展為國際間重要議題，為持續推動聯合國2030永續發展目標，將於2021年8月25日於丹麥哥本哈根舉行，由丹麥技術大學主辦，研討會中將針對永續建築、能源效率、建築物循環、耐久性及室內物理環境等相關領域研發成果進行發表。

第三節 創新循環綠建築環境科技發展

一、創新循環綠建築環境科技計畫(108-111)

本科技計畫是依據總統政見(五+二)循環經濟，並與內政部「安居環境-國土永續、居住正義」之中程施政目標整合，創造節能、減廢與減排之循環經濟體系，促進環境資源永續利用，提升生活環境品質；同時依據經濟部105年第10次全國科技會議發展住商建築節能減碳之關鍵技術，以實現低碳永續社會。

「創新循環綠建築環境科技計畫(108-111)」【C4】之總目標本於「生態、節能、減廢、健康」的概念，積極研發適用於台灣亞熱帶及熱帶氣候條件與生態環境之綠建築科技與技術，同時整合永續發展與循環經濟理念，帶動綠建築創新循環產業模式與技術發展(圖6)。

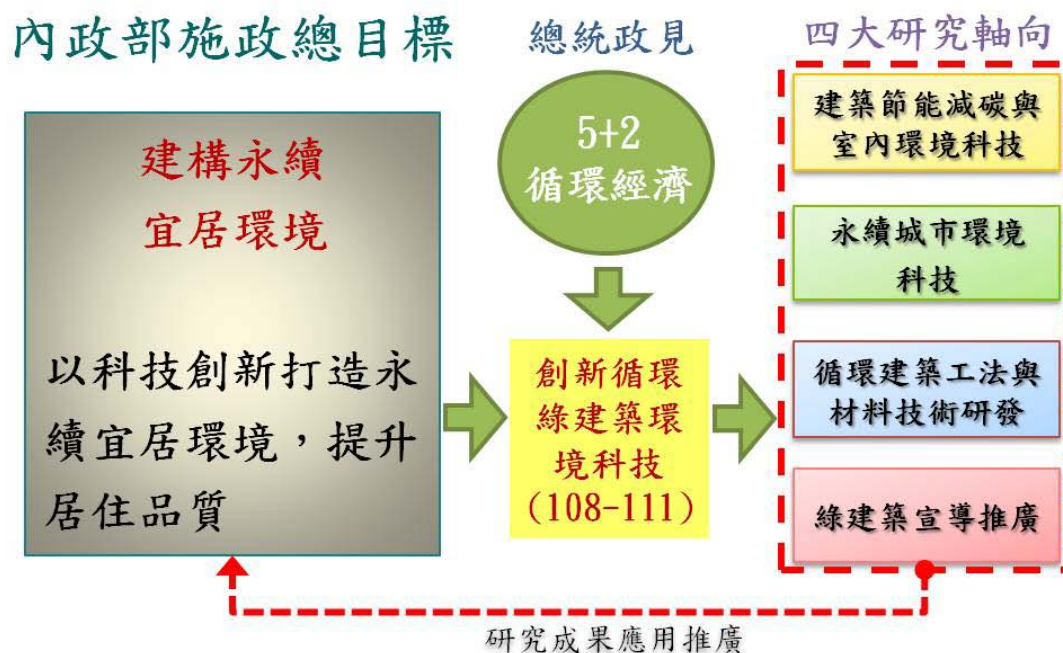


圖6 「創新循環綠建築環境科技計畫(108-111)」發展架構圖

在全球永續健康與循環經濟的創新整合趨勢下，永續建築與健康建築成為國際間重要的發展目標，而近期全球為因應新型冠狀病毒之防治，國際間對於室內環境健康之意識全面提升，本計畫111年度將著重於健康建築議題，加強建築物室內環境健康策略之發展，確保居住者之健康與福祉，期能透過法令、標準、政策與產業發展等策略建議，打造安全、安心的永續宜居環境，提升居住品質，引領我國建築發展朝健康、循環、永續等目標邁進。次目標分述如下：

- (一) 建構綠建築節能減碳技術服務環境基礎，研發創新「生態、節能、減廢、健康」之綠建築環境科技，與減緩二氧化碳排放量之建築節能科技。
- (二) 以本土化氣候條件與生態體系，建立以綠建築為基礎的永續都市，發展邁向生態城市之都市綠資源資料庫，以研擬未來氣候與都市環境變遷之調適措施。
- (三) 持續深化建築產業創新技術，導入循環經濟之理念，健全我國綠建築技術發展，整合建築專業實驗研究設施，進行創新循環建築材料與技術之研發，以達到建築永續發展與循環利用之目標。
- (四) 擴大創新循環綠建築節能科技與二氧化碳減量技術之研發，將相關研究成果法制化，加強宣導並應用於實務，以

提升綠建築產業發展，建立優良之永續環境品質。

二、近三年重要效益成果說明

(一) 主要成就及成果價值與貢獻度

本計畫主要績效及成果，包括：綠建築環境效益、建造成本、管理維護、基地保水與工法研發、建築能源計算基準、碳足跡、綠建築設施設備維護成本、既有綠建築能源耗用評估、溫室氣體減量、綠建材循環經濟產業鏈結、既有建築建材石綿含量檢測、建築基地地表逕流貯集利用及建築樓板衝擊音等相關法規檢討等領域，以綠建築既有技術與評估系統為基礎，加強節能法規提升與施行策略，配合實驗驗證與檢測服務進行創新營建材料技術開發等項。

茲分別從民生社會發展、科技基礎研究與整合創新、環境永續及經濟效益等 4 個面向綜合說明前期計畫執行績效如下：

1. 民生社會發展之施政效益—形成綠建築政策與相關法規，帶動市場機制，普及教育宣導

綠建築相關科技計畫之研究產出成功落實為國家政策係本計畫最顯著的績效之一，政策與法規實施之實質效益全面、廣泛、且影響深遠，依據本計畫相關研究成果建立起全國一

體適用之綠建築與綠建材評估體系、率先實施公有建築物綠建築設計管制、綠建築法制化等，均有效建立起市場機制並可逐步帶動產業轉型，促進國家整體環境與經濟效益。

(1) 健全綠建築政策相關法規

有關落實研究成果於法規部分，本計畫前階段研究成果已轉換成為建築設計相關法令規範，包括：(1)建築技術規則節能法規、(2)住宅隔音性能基準、(3)住宅浮式地板聲學測定法、(4)建築基地保水設計規範修正案、(5)完成建築雨水利用節水效益評估法、(6)建築能源管理系統(BEMS)規範、(7)建築用電分項計量指導原則、(8) 出版境外版綠建築評估手冊(EEWH-OS)、(9)出版建築防音法規解說指引、(10)完成聲學-建築構件隔音實驗室量測法等 5 項國家標準草案、(11)完成建材塑化劑逸散量評估方法(草案)、(12)建築玻璃隔熱膜光學性能衰減試驗方法(草案)、(13)出版綠建築雨水貯集利用系統模組設計手冊、(14)既有建築綠建築評估手冊(草案)、(15)第十屆優良綠建築作品專輯(草案)、(16)出版綠建築評估手冊-基本型、綠建築評估手冊-住宿類、綠建築評估手冊-廠房類、綠建築評估手冊-社區類、綠建築評估手冊-舊建築改善類

及綠建築評估手冊-境外版等共 6 冊、(17)再生綠建材應用推廣指引(草案)、(18)建築能效評估手冊(草案)、(19)綠建築雨水貯集利用模組設計手冊-地表逕流貯集利用規劃設計(草案)、(20)建築防音法規解說指引修正草案、(21)建築物氣密性能現場檢測手冊(草案)及(22)住宅類及非住宅類建築物能源計算基準與標示手冊(草案)等，研究成果應用成效良好，且係目前全面推動綠建築及教育宣導之重要基礎。

(2) 賡續推動公有建築物綠建築設計管制，擴大綠建築標章實施範圍

為有效引導都市開發及建築生產業者投入綠建築設計與技術研發，擴大標章實施成效，賡續推動公有建築物率先採用綠建築設計，凡中央機關或其補助達二分之一以上，且工程總造價在新台幣 5,000 萬元以上公有新建建築物，應先取得候選綠建築證書，始得核發建照，九二一重建區及直轄市、縣（市）政府公有建築亦比照訂定方式實施辦理。截至 109 年 12 月底止，已有 9,255 件公私有建築物獲得綠建築標章或候選綠建築證書，已帶動國內綠建築之發展風潮，配合鼓勵民間企業跟進，自然

形成或協助建立綠建築市場機制與環境。

(3) 建立並推廣綠建材標章制度，強化與循環經濟產業之鏈結

本計畫彙集國內外綠建材認定要項之標準檢驗法，研提我國綠建材之測試方法與各認定要項基準之定量化評估，研擬建議各項檢測因子之評定指標，並建立我國綠建材標章認證機制之作業流程規範，於 93 年正式實施綠建材標章制度，並出版「綠建材解說與評估手冊」，提出綠建材標章認定項目、規範、基準值、檢測審查流程及諮詢，建材須符合健康、生態、再生、高性能等性能要求，提供建材業者及設計專業者參考應用。截至 109 年 12 月底止，累計已核發 2,668 件綠建材標章，產品涵蓋種類超過 19,298 餘種，綠建材標章制度針對建材的基本性能及特殊性質（例如健康性、生態性等）進行把關，不但可作為消費者在選擇建材時的重要參考，也有效抵制劣質進口產品。未來將持續推動循環綠建材，加強再生綠建材之應用，協助爭取國際綠建材商機，促進本土建材產業的轉型與活絡，以達資源永續循環之效益。

(4) 推動既有建築物綠建築改造工程

持續推動綠色廳舍改善、既有建築節能改善工程、建築外遮陽節能、屋頂隔熱改善、室內環境品質改善等工程，共計完成改善案例 789 件以上。並推動舉辦優良綠建築設計評選，實施以來累計共有 106 件獲獎綠建築作品，藉由表揚獎勵優良綠建築設計建築師之方式，以激發更多創新綠建築設計，提升建築產業競爭力。

(5) 普及綠建築概念，提升居住環境品質

透過教育宣導推廣綠建築概念亦為推廣本計畫研究成果重要工作之一，包括製作綠建築數位教材、辦理教育訓練、綠建築繪畫徵圖比賽、綠建築攝影比賽、優良綠建築評選等計畫，綠建築、綠建材相關網站觸及與實際參加活動之人次數達 478 萬以上，積極推動綠建築向下扎根教育，使綠建築生態、節能、減廢、健康的基本概念普及全民，促進綠建築全面性發展。

2. 科技基礎研究與整合創新效益—厚植本土綠建築學術研究

能力，促進國際接軌

提升國內建築實驗研究能力，培養建築研究人才，並積極進行國際交流合作與接軌。

(1) 學術成就

近三年前共發表研究報告超過 36 冊(每年完成符合臺灣亞熱帶及熱帶高溫高濕氣候條件與生態環境之綠建築科技與技術研發相關研究 12 案以上)，專書及技術手冊 33 冊，再生建材研發與製程專利 3 件，國內外研討會論文及期刊發表 47 篇以上。

(2)實驗研究與創新技術發展

技術創新部分，近三年研究已辦理：(1)住宅部門溫室氣體減量調適措施與衝擊評估之研究、(3)綠建築與近零能源制度之調合研究、(3)建築材料碳足跡資料系統建置之研究、(4)住宅部門溫室氣體減量及獎勵措施之研究、(5)綠建築營運使用評估方式及簡化之研究、(6)都市更新案例申請綠建築標章指標項目與成本之分析、(7)綠建築雨水貯集利用設計與管理維護之研究、(8)建築物重量衝擊源樓板衝擊音量測及評估方法之研究、(9)綠建材產業發展現況及產值調查之研究、(10)塑化劑污染物檢測標準驗證研究-以板材類為主、(11)國際健康建築與綠建築、綠建材制度之調合研究、(12)建築空調節能基準法制化可行性研究、(13)既有建築綠建築評估手冊之研究、(14)非住宅類綠建築能源計算基準與標示之研究、(15)建築產業碳足跡服務平台之建置與發

展研究、(16)既有建築物含石綿建材診斷評估之研究、(17)集合住宅同層排水法制化與技術規範修訂之研究、(18)住宅類綠建築能源計算基準與標示之研究、(19)既有建築物室內環境氣密性能之調查研究、(20)建築溫室氣體排放預測及減量措施之分析、(21)建築基地地表逕流貯集利用規劃設計之研究、(22)綠建築相關設施設備建置與維護成本之研究、(23)降低建築樓板衝擊音設計之研究、(24)既有建築綠建築能源耗用案例試評之研究、(25)綠建築與建築能效標示之調合研究、(26)建築環境健康及防疫措施之可行性研究、(27)住商部門溫室氣體減量策略成本效益之研究、(28)綠建築標章與都市更新容積獎勵減碳量之關聯性研究、(29)綠建築基地保水設施之規劃設計指引之研究、(30)建築規劃設計導入循環經濟發展理念之研究、(31)室內環境氣密性能現場檢測技術與方法之研究、(32)綠建築與建材碳揭露之可行性研究、(33)建築物同層排水系統設計及技術應用之研究、(34)住宅樓板衝擊音隔音技術應用之研究、(35)綠建材循環經濟產業鏈結推廣計畫、(36)綠建築扎根教育等。

(3) 國際合作交流效益

綠建築國際接軌工作包括完成綠建築綜合分級評估制度之研究成果轉換，並納入我國綠建築標章評定作業中試行，另積極參與世界綠建築國際組織之活動，除了辦理 2018 環亞熱帶創新低碳綠建築國際研討會(2018 Conference on Innovative Low-Carbon and Green Buildings in Subtropical Area)，將我國綠建築與綠建材研究成果推展至國際外，使國際間廣泛瞭解臺灣綠建築評估系統以及綠建築及綠建材推動現況，更參與了 International Conference On Building Energy & Environment、Asian Conference on Refrigeration and Air-conditioning、33rd International Conference on Passive and Low Energy Architecture、Conference On Building Energy Environment, COBEE2018、ICSBEA 2019、CLIMA 2019、INDOOR AIR 2020、2020 IEEE Eurasia Conference on IOT, Communication and Engineering 及 2nd IEEE International Conference on Architecture, Construction, Environment and Hydraulicx 2020 等並發表論文，有效促進國內外綠建築推動經驗交流，提升臺灣於綠建築領域之國際影響力。

3. 環境永續效益—打造節水節電環保健康之綠建築，邁向永續發展

綠建築相關科技計畫衍生之環境效益主要為節水、節電、以及二氧化碳減量，透過量化數據之統計分析，可清楚呈現環境永續效益。

(1) 綠建築標章

累計至 110 年 9 月底止，已有 10,092 件公私有建築物取得標章或候選綠建築證書之評定，從本階段計畫開始前（91 年底）每年省電效益之 3,476 萬度大幅提升至 109 年每年估計可省電 22.84 億度（亦即 65.7 倍數成長），相當於每年減少 129 萬噸之二氧化碳排放量，若以每公頃人造林的二氧化碳固定效果換算，自綠建築推動實施以來，所減少之二氧化碳排放量，約等於在台灣增加 8.66 萬公頃人造林（相當於 3.19 個台北市）面積所吸收的二氧化碳量，對減緩暖化扮演重要角色。

(2) 綠色廳舍改善計畫

針對耗能耗水嚴重、不符生態環保需求之既有中央及地方辦公廳舍或國立院校，為使其符合節能、節水、生態與環保之綠建築概念，並帶動風氣產生等比擴散效應，達到推

廣既有建築物綠色改造之目的，截至民國 109 年底止，完成綠廳舍改善 286 案，改善成果普遍理想，受補助單位滿意度佳，且吸引眾多機關院校前往觀摩學習。

(3) 建築節能改善計畫

本計畫主要目的，係針對中央空調及熱水系統超量設計或主機效率老化、耗電及嚴重浪費能源等問題，進行技術輔導及改善，以達節約能源目的。截至民國 109 年底止，於全國各縣市共改善 503 案例，每案約可節省 10%~20% 以上之用電量，本年度約可節省用電量 533 萬度、降低二氧化碳排放量約 2,713 公噸，執行之節能效益顯著。

4. 經濟效益－發揮綠建築經濟效益，轉型綠色科技發展

經數年來綠建築政策推動，就截至 110 年 9 月底已有 10,092 件綠建築而言，無論是在節電、節水或降低CO₂排放等方面，均獲得相當良好的成效。整體而言，這些綠建築完工啟用，在未來長達 40 年的生命週期中，預估每年可省電 22.84 億度，節省用水約 11,153 萬噸，相當於 20.39 座寶山水庫，減少CO₂排放量約 129.0 萬噸，約等於 8.66 萬公頃的人造林（相當於 3.19 個台北市）面積所吸收的CO₂量，合計節省經費約 91.11 億元。而政府單就綠建築（含綠建材）標

章證書製作，該項工作之補助平均每年需 160 萬元，連同研究、推廣等工作，每年預算編列約僅 1,000 萬元，換算其經濟效益甚為可觀，並促成綠建築設計與營建、綠建材等產業之發展。

三、我國綠建築科技發展未來展望

「創新循環綠建建築境科技計畫(108-111)」係依總統政見(五+二)循環經濟，並與內政部「建構永續宜居環境」之施政目標整合，以創造節能、減廢與減排之循環經濟體系，促進環境資源永續利用，提升生活環境品質；同時依據經濟部105年第10次全國科技會議發展住商建築節能減碳之關鍵技術，強化綠建築產業技術發展，開創臺灣循環節能的營建科技新契機，以達成「循環多樣的自然生態」、「節能再生的低碳家園」、「潔淨健康的生活環境」與「國土建設永續發展」的整體政策目標等詳予規劃，賡續加強「建築節能與室內環境科技」、「循環建築工法與材料技術研發」、「永續城市環境科技」、「綠建築宣導推廣」等四大主軸之研究規劃，同時整合永續發展與循環經濟理念，帶動綠建築創新循環產業模式與技術發展。

然而，聯合國政府間氣候變遷專門委員會(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)於2021年8月公布氣候變

遷第6次評估報告(IPCC AR6)【C5】，報告中針對未來氣候提出持續的全球暖化，將強化全球水循環，其中包含了水、旱災事件將有加劇的情況，臺灣地區未來推估之年總降雨量亦有增加之趨勢，因此，為打造安全韌性的永續城市，除了單一建築基地本身應進行水資源之貯集管理，一應著重在社區及都市規模的整體水資源利用，以提升建築基地之氣候調適能力。

未來我國綠建築科技發展將持續研發適用於臺灣環亞熱帶氣候條件與生態環境之綠建築科技與技術，並納入全球節能減碳趨勢與聯合國永續發展目標，進一步加強永續綠建築環境策略，同時因應國際間對健康建築及新型冠狀病毒防治的重視，加強規劃建築物規劃設計導入防疫措施、室內環境品質與健康策略，追求良好生活環境之共同目標，與內政部「安居環境-國土永續、居住正義」之中程施政目標切合，創造生態、節能、減廢、健康之永續綠建築環境，將永續綠建築科技研究成果落實於法規執行面，俾利全面推動，期能以科技創新打造永續宜居環境，提升居住品質，全面朝向維護國土永續環境目標邁進。

第三章 聯合國永續發展目標

第一節 聯合國永續發展目標 SDGs

聯合國於1992年召開地球高峰會(Agenda 21)，正式建立地球永續的概念，並2000年千禧年大會與189個國家共同簽署「千禧年宣言」(United Nations Millennium Declaration)，承諾在2015年前所要達成的8項「千禧年發展目標」(Millennium Development Goals, 簡稱MDGs)；續於2012年在巴西里約召開的地球高峰會(Rio+20)中，決議全球將以SDGs作為未來十五年(2016~2030年)的發展議題主軸。永續發展目標包含 17 項目標 (Goals) (圖7)及 169 項細項目標 (Targets)。涵蓋永續發展的三大面向經濟、社會、環境，目標如下

【C6】：

目標一、消除貧窮-消除各地一切形式的貧窮。

目標二、消除飢餓-消除飢餓，達成糧食安全，改善營養及促進永續農業。

目標三、健康與福祉-確保健康及促進各年齡層的福祉。

目標四、教育品質-確保有教無類、公平以及高品質的教育，及提倡終身學習。

目標五、性別平等-實現性別平等，並賦予婦女權力。

目標六、淨水與衛生-確保所有人都能享有水及衛生及其永續管理。

目標七、可負擔能源-確保所有的人都可取得負擔得起、可靠的、永續的，及現代的能源。

目標八、就業與經濟成長-促進包容且永續的經濟成長，達到全面且有生產力的就業，讓每一個人都有一份好工作。

目標九、永續產業、加速創新及具有韌性的基礎建設-建立具有韌性的基礎建設，促進包容且永續的工業，並加速創新。

目標十、減少不平等-減少國內及國家間不平等。

目標十一、永續城市-促使城市與人類居住具包容、安全、韌性及永續性。

目標十二、責任消費與生產-確保永續消費及生產模式。

目標十三、氣候行動-採取緊急措施以因應氣候變遷及其影響。

目標十四、海洋生態-保育及永續利用海洋與海洋資源，以確保永續發展。

目標十五、陸地生態-保護、維護及促進領地生態系統的可永續使用，永續的管理 森林，對抗沙漠化，終止及逆轉土地劣化，並遏止生物多樣性的喪失。

目標十六、和平與正義制度-促進和平且包容的社會，以落實永續發展；提供司法管道 給所有人；在所有階層建立有效的、負責的且包

容的制度。

目標十七、全球夥伴-強化永續發展執行方法及活化永續發展全球夥伴關係。



圖7 聯合國永續發展目標(SDGs)所涵蓋之17項目標

第二節 我國綠建築之永續發展

綠建築創新技術與科技研發未來應配合永續發展目標(SDGs)之趨勢，(World Green Building Council, WGBC)於2016年即提出綠建築對於實踐永續發展目標具有助益(如圖8)，包括SDG3 健康與福祉(維護人體健康)、SDG7 可負擔能源(提升能源效率)、SDG13 氣候行動(促進循環減廢)，以及涉及綠建築永續發展的SDG8 就業與經濟成長、SDG9 永續產業、加速創新及具有韌性的基礎建設(建築產業永續經營與管理)、SDG11 永續城市(人類居住公平、安全與永續)、SDG12 責任消費與生產(促進資源利用)、SDG15 陸地生態(結合自然生態資源)

及SDG17 全球夥伴(永續綠建築國際合作)等各項【E7】(資料來源：

世界綠建築委員會 <https://www.worldgbc.org>)。



圖8 綠建築在永續發展目標中之實踐

WGBC 同時針對綠建築可實踐永續發展目標概念之部分，提出綠色辦公室與綠色家園的構想說明，分述如下：

一、綠色家園

綠色家園設計有助於實現永續發展目標之項目(圖9)，主要包括下列各項：

- (一) SDG3 健康與福祉：綠色家園採用適當的照明與空調設計，除避免不必要的能源浪費，亦可改善人體健康與福祉。
- (二) SDG7 可負擔能源：使用再生能源，有助於降低營運成本。

- (三) SDG8 就業與經濟成長：興建綠色家園可帶動綠建築產業發展，增加就業機會。
- (四) SDG9 永續產業、加速創新具韌性之基礎建設：綠色家園設計可以刺激創新並為氣候適應性基礎設施做出貢獻，使建築產業永續經營與管理。
- (五) SDG11 永續城市：綠色家園是永續社區及城市的基礎。
- (六) SDG12 責任消費與生產：綠色家園依循循環原則，有效使用可再生之建築材料，促進資源利用不被浪費，亦可減生產過程之碳排放量。
- (七) SDG13 氣候行動：綠色家園可降低碳排放量，對於氣候變遷之減緩有所助益。
- (八) SDG15 陸地生態：綠色家園設計能促進生物多樣性、節省水資源，有助於保護自然生態環境。
- (九) SDG17 全球夥伴：透過永續綠建築設計與國際合作，強化全球夥伴關係。



圖9 綠色家園設計有助於實現可持續發展目標之項目

二、綠色辦公室

綠色辦公室設計有助於實現永續發展目標之項目(圖10)，主要包括下列各項：

- (一) SDG3 健康與福祉：綠色辦公室設計可提升室內空氣品質，減少不必要汙染對人體健康產生之危害，提高員工的健康和生產力。
- (二) SDG7 可負擔能源：綠色辦公室多加運用可再生能源或綠能設計，除了降低營運成本與碳排放量，更能有效提升能源效率。
- (三) SDG8 就業與經濟成長：興建綠色辦公室可帶動綠建築產業發展，增加就業機會。
- (四) SDG9 永續產業、加速創新具韌性之基礎建設：為推動永續發展，提升企業辦公室之環境品質與綠色競爭力(永續經營與社會責任)，有助於可以促進創新並抵禦氣候變化風險。
- (五) SDG11 永續城市：綠色辦公室是永續社區及永續城市的組成要件。

(六) SDG12 責任消費與生產：綠色辦公室設計可促進資源利

用與能源效率，有效使用可再生之建築材料，確保資源不

被浪費，亦可減生產過程之碳排放量。

(七) SDG13 氣候行動：綠色辦公室設計能透過能效率提升措

施，可降低碳排放量，對於氣候變遷之減緩有所助益。

(八) SDG15 陸地生態：綠色辦公室設計能提高綠建材使用率，

降低建築用水量，並透過適當的景觀綠美化，增加生物多

樣性、節省水資源，有助於保護生態環境。

(九) SDG17 全球夥伴：綠建築產業能透過永續開發之國際交

流與合作，達到強化全球夥伴關係之效益。



圖10 綠色辦公室設計有助於實現可持續發展目標之項目

第三節 內政部永續發展目標施政佈局規劃

內政部 111 年度之科技施政總體規劃，係從應用科技提升部會施政量能切入，訂定科技施政目標，科技施政佈局皆能落實國家科學技術發展計畫目標、科技發展策略藍圖及院層級重大政策之規劃，同時引領政府朝向聯合國永續發展目標的願景發展，亦加強與聯合國永續發展目標 SDGs 願景發展之間的關聯性規劃(圖 11)。

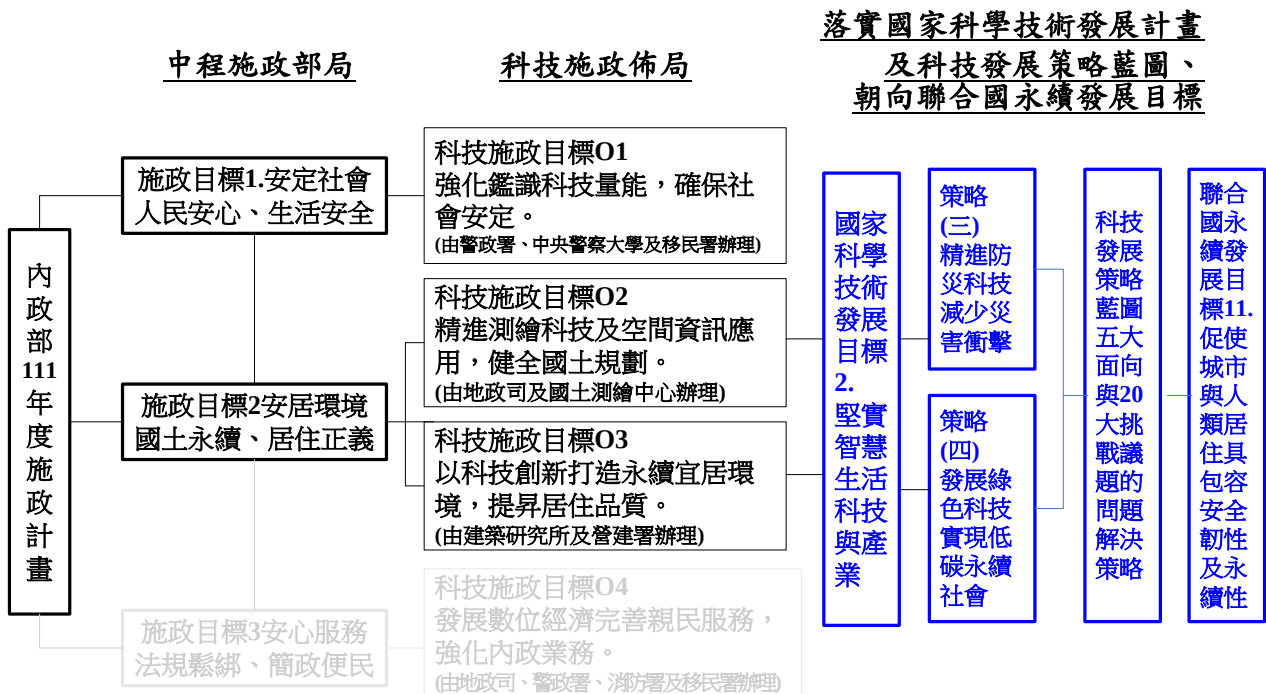


圖 11 內政部 111 年度部會中程施政與科技施政佈局規劃

本所永續綠建築科技計畫部分係屬內政部 111 年度中程施政目標 2「安居環境-國土永續、居住正義」之科技施政目標 O3：以科技創新打造永續宜居環境，提昇居住品質，同時各項科技施政目標之規劃已與國家科學技術發展之目標二「堅實智慧生活科技與產業」之策略四「發展綠色科技、實現低碳永續社會」扣合，並於科技發展問題解決

策略中，強化聯合國永續發展目標 SDG11「永續城市-促使城市與人類居住具包容安全韌性及永續性」，其細項目標詳列如下：

- 一、 SDGs 11.1：在西元 2030 年前，確保所有的人都可取得適當的、安全的，以及負擔得起的住宅與基本服務，並改善貧民窟。



- 二、 SDGs 11.2：在西元 2030 年以前，為所有的人提供安全的、負擔得起、可使用的，以及可永續發展的交通運輸系統，改善道路安全，尤其是擴大公共運輸，特別注意弱勢族群、婦女、兒童、身心障礙者以及老年人的需求。



- 三、 SDGs 11.3：在西元 2030 年以前，提高融合的、包容的以及可永續發展的都市化與容積，以讓所有的國家落實參與性、一體性以及可永續發展的人類定居規劃與管理。



- 四、 SDGs 11.4：在全球的文化與自然遺產的保護上，進一步努力。



- 五、 SDGs 11.5：在西元 2030 年以前，大幅減少災害的死亡數以及受影響的人數，並將災害所造成的 GDP 經濟損失減少 y%，包括跟水有關的傷害，



並將焦點放在保護弱勢族群與貧窮者。

- 六、 SDGs 11.6：西元 2030 年以前，減少都市對環境的有害影響，其中包括特別注意空氣品質、都市管理與廢棄物管理。



- 七、 SDGs 11.7：在西元 2030 年以前，為所有的人提供安全的、包容的、可使用的綠色公共空間，尤其是婦女、孩童、老年人以及身心障礙者。



- 八、 SDGs 11a：強化國家與區域的發展規劃，促進都市、郊區與城鄉之間的社經與環境的正面連結。



- 九、 SDGs 11b：在西元 2020 年以前，致使在包容、融合、資源效率、移民、氣候變遷適應、災後復原能力上落實一體政策與計畫的都市與地點數目增加 x%，依照日本兵庫縣架構管理所有階層的災害風險。



- 十、 SDGs 11c：支援開發度最低的國家，以妥善使用當地的建材，營建具有災後復原能力且可永續的建築，作法包括財務與技術上的協助。【E8】



而建築物為社區與城市的構成基礎，由於世界人口將近有 60% 在城市生活，要維護人體健康與居住的公平、安全與永續，綠建築的

持續推動與永續發展至關重要，因此，本研究主要研析永續發展目標、國際綠建築發展趨，以及我國綠建築評估系統(EEWH)間之關聯性，期能藉由綠建築達到永續發展目標之理念，可並持續研擬推動綠建築的必要策略。

第四章 建築物健康防疫趨勢

第一節 健康建築理論

現代人於室內活動的時間可達90%以上，氣候暖化與空氣污染的問題，最快速的解決方式為建築物的空調化處理。因此，室內空間包括裝潢材料逸散、設備使用排放廢氣等，皆影響使用者的健康，室內環境品質也成為近年來大眾所關注的焦點議題。「健康建築」主要係針對建築室內環境的物理、心理等各項因子，物理因子如：溫濕度、通風換氣、音、光、空氣品質等；心理因子如：佈局、環境色、照明、空間、使用材料等；另外還包括像是工作滿意度、舒適性、人際關係等要項，而一棟健康建築必須包含以上所有的要素(Healthy Buildings 2000 Conference, Finland)。

而Levin在1995提出，健康建築的概念應包含建築物對整個環境的影響；也就是說，健康的建築物，不應該對居住者與環境產生不良影響，因為環境的惡化最終還是會限制建築物室內環境的健康【E9】。因此，環境惡化問題使各國開始重視綠建築的實踐，以盡量減少建築物本體對當地、地區、國家，甚至全球環境所產生的影響。

但要如何確立一棟建築物的健康性呢? Levin也提出了健康建築物應制定和使用的評估要項【E10】，如下表2-1。

表 3 健康建築評估項目

環境焦點	標準重點
室內環境質量	熱環境品質
	室內空氣品質
	照明
	聲學
	功能支持
	安全
	隱私
	指標系統(way-finding)
一般環境質量 礦物資源消耗	能源消耗
	自然資源消耗
	棲息地破壞，生物多樣性喪失
	土地使用
	大氣污染
	水污染
	土壤污染

第二節 美國 WELL 健康建築標準

一、發展背景

WELL 健康建築標準 (WELL Building Standard) 為美國 International WELL Building Institute (IWBI) 在2014年發佈，是一套與 LEED系統相似的健康建築準則，除了以LEED作為設計參考之外，同樣由Green Business Certification Inc. (GBCI) 提供標章認證。IWBI為一公益性質的公司，以透過建築環境改善人類健康與保健為宗旨，並結合醫生、科學家及專業人士共同合作，整合科學與醫學有關環境健

康、行為因素、健康結果與人口統計風險等相關研究成果，同時參考美國LEED認證體系，歷經七年的研究，於2014年10月完成制定並發布WELL健康建築認證v1.0，是一以醫學角度進行的建築空間健康評估，目的在於打造一個可改善使用者營養、健康、情緒、睡眠、舒適性及效率的室內環境，並鼓勵健康積極的生活方式，減少使用者與有害物質或污染物的接觸【E11】。

WELL適用於新建與既有建築(New and Existing Buildings)、全新和既有室內設計(New and Existing Interiors)，以及核心與外殼驗證(Core and Shell developments)之部分，另外還有社區、運動場所、公共場所及醫療機構等四種先行版本，依據不同建築類型的特點，訂定合理且有益使用者健康的評估系統。



新建與既有建築



全新和既有室內設計



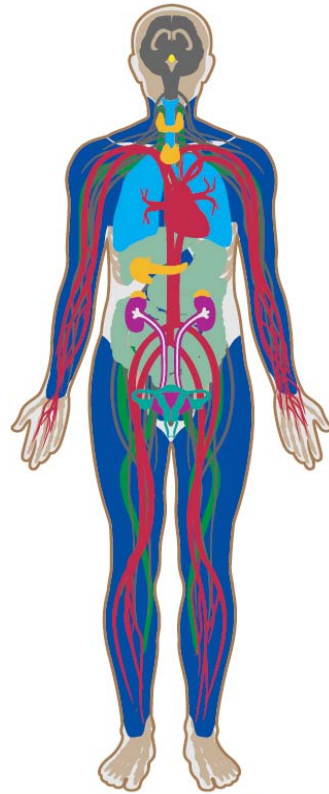
核心與外殼驗證

二、 評估架構

健康是一項涉及物理環境、建築空間、人體健康與生活保健等的複雜問題，傳統醫療服務僅專注在人體患病後的問題解決，而隨著癌症、心血管疾病等慢性病的增加，人們更注重日常生活的預防性措施，

而WELL就是將建築標準建立在跨科學的認知上。IWBI將11項人體系統對應健康建築各項指標，從醫學的角度來表達健康環境對人體系統的哪一項將產生影響，並以簡化成具體可量化的評估系統。

- 心血管/Cardiovascular
- 消化系統/Digestive
- 內分泌系統/Endocrine
- 免疫系統/Immune
- 皮膚組織/Integumentary
- 肌肉/Muscular
- 神經系統/Nervous
- 生殖系統/Reproductive
- 呼吸道/Respiratory
- 骨骼/Skeletal
- 泌尿系統/Urinary



 AIR	 WATER	 NOURISHMENT	 LIGHT	 FITNESS	 COMFORT	 MIND
空氣	水	營養	光	健身	舒適	精神

圖 12 WELL 建築標準之 11 項人體系統與 7 大指標【E12】

WELL評估系統對於空氣(Air)、水(Water)、營養(Nourishment)、光(Light)、健身(Fitness)、舒適(Comfort)、精神(Mind)等有更多的健康認證評估，並將健康兩字擴大為「身心的健康」，共分為7大類102項指標(圖12)。

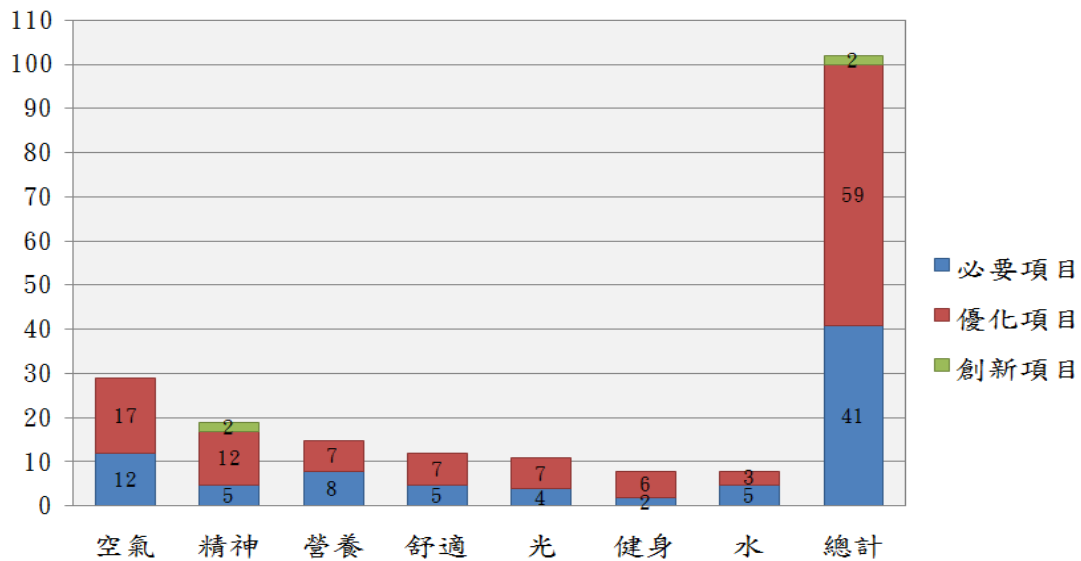


圖 13 WELL 建築標準之七大指標體系評估項目分布

WELL必要項目佔總項目36%，必要項目全部符合即可取得WELL健康建築銀級認證，以確保建築物能維持最基本的性能與品質，而WELL認證七大指標102項評估中，有50%左右的比例是專注於精神、營養、健身與用水上，顯示WELL嘗試透過環境營造來提升人類心理與生理的健康，對於人性化的關懷有更全面的規劃。WELL認證評估主要分為「必要項目」與「優化項目」(如圖13)，「必要項目」為所有申請案件皆需符合，以空氣指標為例，「必要項目」包括空氣品質標準、禁菸、通風性能、揮發性有機化合物含量的減少……等基本必須達成的先決條件，符合所有先決條件即取得銀級認證，同時也代表建築物已符合一些基本的防疫條件，若搭配「優化項目」規劃設計，輔以進階的機械輔助通風、濕度控制、洩漏量管理、害蟲防治、表面抗菌……等部分，達到40%以上優化項目及取得黃金級認證，達到80%

以上優化項目及取得白金級認證，將得到更好的防疫效果，如表4：

表 4 WELL 健康建築標準認證等級

WELL 認證等級	取得條件
 銀級	符合 100%的必要項目。
 金級	符合 100%的必要項目及 40%以上的優化項目。
 白金級	符合 100%的必要項目及 80%以上的優化項目。

第三節 其他國際間的健康建築

一、日本 CASBEE-健康

日本 CASBEE(Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency)依據「建築環境性能效率 (BEE)」對建築進行評估，評估結果依據比值高低可分為：S (Excellent)、A (Verygood)、B+ (Good)、B- (Fairly Poor)、C (Poor) 五個等級。而 CASBEE-健康分為住宅版與社區版，與其他 CASBEE 家

族尺度相互接軌，評估採自行檢核的方式進行，住宅版分 9 類 50

題、社區版分 8 類 36 題，以住宅版為例，評估細項如下表 5【E1】：

表5 CASBEE-健康(住宅版)自行評核表(9類50題)

空間(配分)	評估題數	健康要素
1.客廳(21)	7	冷熱、安靜、明亮、清潔、安全
2.寢室(21)	7	冷熱、安靜、明亮
3.廚房(15)	5	清潔、安全
4.衛浴(21)	7	冷熱、清潔、安全
5.廁所(9)	3	冷熱、清潔、安全
6.玄關(9)	3	明亮、安全
7.走廊、樓梯與收納(21)	7	冷熱、明亮、清潔、安全
8.居家周邊(15)	5	安全、安心
9.照護對應(針對高齡者住宅使用)	6	-

資料來源：CASBEE 健康評估概述手冊，2011，JSBC(<http://www.ibec.or.jp/>)

主觀感受的健康對應關係分冷熱(36 分)、安靜(6 分)、明亮(12 分)、清潔(27 分)、安全(45 分)及安心(6 分)等 6 項，評估出的分數與實際反應使用者的健康狀況(如圖 14)，得分愈高，居住者的患病率愈低，而該統計資料係依據 6 千戶住宅問卷而得。

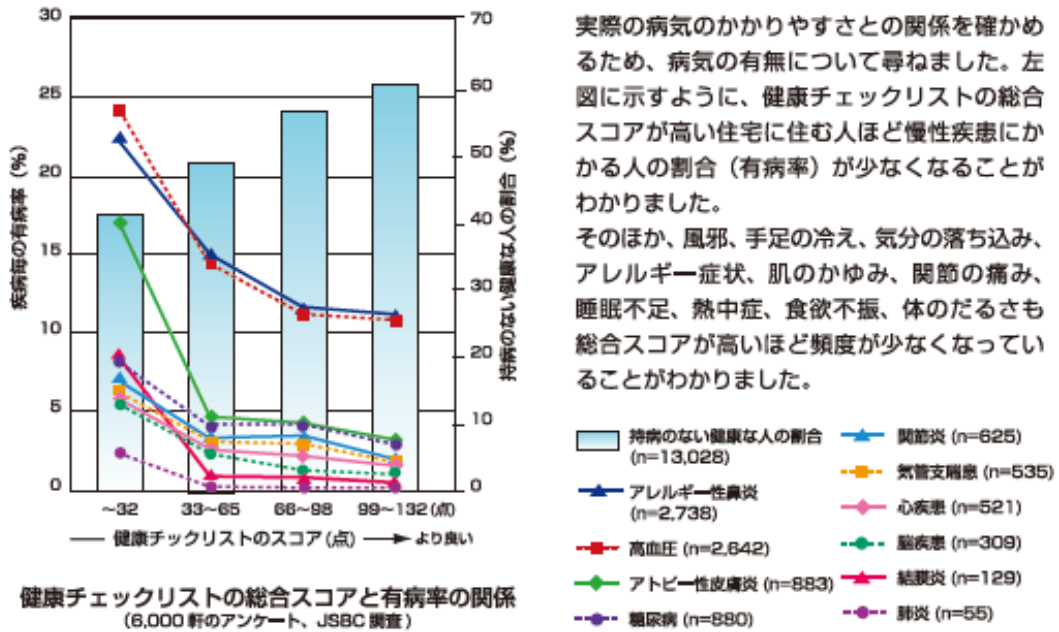


圖 14 主觀感受得分與居住者健康之關係

二、美國 LEED

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)，是由美國綠建築協會(U.S. Green Building Council，USGBC) 於 1998 年提出的綠建築評估系統，其評估系統體制分成建築設計與結構(Building Design and Construction，BD+C)、室內設計與結構(Interior Design and Construction，ID+C)、建築營運與維護(Building Operations + Maintenance，O+M)、社區發展(Neighborhood Development，ND)和住宅(Homes)等 5 類。最高總得分為 110 分，依總得分共分成四個等級，40-49 分為認可等級，50-59 分為銀級認證，60-79 為金級認證，而 80 分以上可得到白金級認證。

以 LEED BD+C 為例，評估項目包括八個評估指標群(62 個評估項目)，包括「位置與交通 Location and Transportation (LT)」、「永續基地 Sustainable Sites (SS)」、「用水效率 Water Efficiency (WE)」、「能源與大氣 Energy and Atmosphere (EA)」、「材料與資源 Materials and Resources (MR)」、「室內環境品質 Indoor Environmental Quality (EQ)」、「創新 Innovation」有兩個評估項目、「區域優先得分項目 Regional Priority」有一個評估項目。

而上述八大指標群中，「室內環境品質 Indoor Environmental Quality (EQ)」為主要會涉及「健康」的指標，其評估項目中，最低室內空氣品質表現、環境煙控、最低聲環境表現為必要項目【E13】。26 個評估項目詳表 6。

表 6 LEED BD+C 八大指標表及其 26 個評估項目

指標群	評估項目
位置與交通 Location and Transportation (LT)	社區開發選址、敏感型土地保護、高優先場址、周邊密度和土地多樣化使用、優良公共交通可達、自行車設施、停車面積減量、綠色車輛
永續基地 Sustainable Sites (SS)	施工污染防治、場址環境評估、場址評估、場址開發—保護和恢復棲息地、開放空間、雨水管理、降低熱島效應、降低光污染、場址總圖、租戶設計與建造導則、身心舒緩場所、戶外空間直接可達、設施共用
用水效率 Water Efficiency (WE)	室外用水減量、室內用水減量、建築整體用水計量、冷卻塔用水、用水計量

能源與大氣 Energy and Atmosphere (EA)	基本調試和校驗、最低能源表現、建築整體能源計量、基礎冷媒管理、增強調試、能源效率優化、高階能源計量、需求回應、可再生能源生產、增強冷媒管理、綠色電力和碳補償
材料與資源 Materials and Resources (MR)	可回收物存儲和收集、營建和拆建廢棄物管理計畫、PBT 來源減量—汞、降低建築生命週期中的影響、建築產品的分析公示和優化 - 產品環境、要素聲明、建築產品分析公開與優化 - 原材料的來源和採購、建築產品分析公開與優化 - 材料成分、PBT 來源減量—鉛、鎘和銅、傢俱和醫療設備、靈活性設計
室內環境品質 Indoor Environmental Quality (EQ)	最低室內空氣品質表現(必要) 環境菸控(必要) 最低聲環境表現(必要) 增強室內空氣品質策略、低逸散材料、施工期室內空氣品質管制計畫、室內空氣品質評估、熱舒適、室內照明、自然採光、優良視野、聲環境表現
創新 Innovation	創新、LEED AP
區域優先得分項目 Regional Priority	地域優先

資料來源：LEEDv4 BD+C，2014

三、BREEAM

英國 BREEAM 建築研究機構環境評估法 (Building Research Establishment Environmental Assessment Method)，於 1990 由英國建築研究機構(BRE)提出，是一套由第三方認證的永續環境評估系統，為全球第一個建築永續評估系統，並可針對不同國家進行調整，擁有高度的評估彈性，目前全球已有超過 70 個國家使用

這套評估系統，逾 56 萬棟建築取得認證，超過 2 百萬件註冊評估。

BREEAM 評估體系的適用對象為社區規劃(Communities)、基礎設施(Infrastructure)、新建建築(New Construction)、既有建築(In-Use)、建築翻修(Refurbishment and Fit-Out)等 5 類，而評估指標從能源到生態，包括低影響設計、減少碳排放減緩、設計耐久性和彈性、氣候適應性、生態價值和生物多樣性保護等，並歸類為能源、健康福祉、創新、土地使用、材料、管理、污染、交通、廢棄物及水資源等 10 大指標【E3】，如圖 15：



圖 15 英國 BREEAM 評估 10 大指標

BREEAM 認證總分 100%，各項指標之權重分別為管理(12%)、健康福祉(15%)、能源(19%)、交通(8%)、水資源(6%)、材料(12.5%)、

廢棄物(7.5%)、土地使用(10%)、污染(10%)，共計 100%，額外還包括創新指標(+10%)，認證等級如下表 7：

表 7 BREEAM 認證評估等級

BREEAM 等級	評分%
卓越	> 85%
優秀	> 70%
非常好	> 55%
良好	> 45%
通過	> 30%
未取得	< 30%

以新建建築物為例，BREEAM 認證之標章期限為 5 年，可在 5 年內提出申請辦理續用，若超過 5 年才提出申請，會加收一筆額外的申請費用，而既有建築則無標章使用期限之規定。通過認證的必要指標項目包括責任營造實行、視覺舒適度、室內空氣品質、水質與建材來源認證，這些認證基本項目與「健康」有密切的關聯，視覺舒適度包含基本日照及眩光控制與避免；室內空氣品質包含施工時室內空氣品質計畫、基本通風換氣量及室內污染物排放標準；水質包括基本供水系統設計及新鮮飲用水來源；建材來源則是透過可信來源的採購，避免建築物使用不合標準之建材造成額外的逸散污染。

第四節 建築物防疫措施

為因應 2019 年嚴重特殊傳染性肺炎(Coronavirus disease 2019,COVID-19)疫情衝擊與後疫情生活模式之改變，持續加強「人」的「健康與舒適」，建立優良的室內環境品質，未來健康建築與建築物防疫措施將成為規劃設計之必要施行策略，加上內政部以打造健康宜居之生活環境為科技施政目標，應持續深化並導入健康之建築設計理念，整合建築防疫措施，健全我國綠建築室內環境相關技術發展，進行室內舒適環境之改善策略與技術研發，以提升居住品質。

而 COVID-19 之傳播，主要是藉由親密接觸、飛沫傳染、傳染媒介與接觸受汙染的表面(圖 16)【E14】。

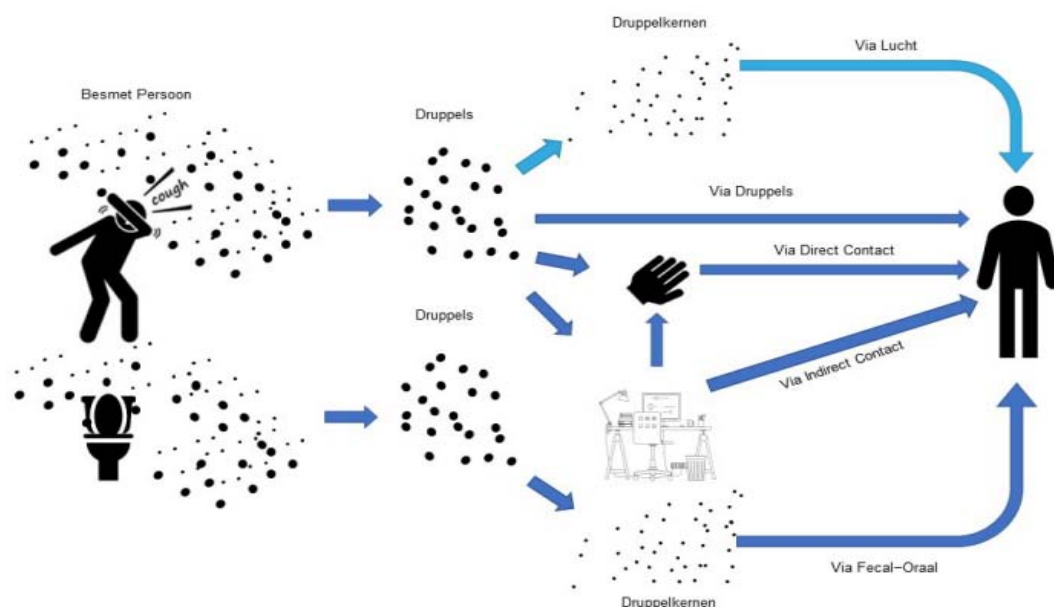


圖 16 COVID-19(深藍色)及其他流感病毒(淺藍色)之傳播途徑

而建築物室內大部分是以空氣為傳播途徑，以及空調系統的不良使用，因此國際間為防堵疫情的快速擴散，皆針對防疫措施進行

進一步的研究，並都著重於室外空氣比例及通風的重要性【C10】，包括室內二氧化碳濃度控制、防止室內病毒回流的外氣進氣系統、空氣清淨與過濾系統(MERV-13 及 HEPA 濾網)、排氣系統負壓設計、室內溫、溼度控制、密封性良好的給排水管道設計及廢水處理等。而圖 17【E15】左側圖說即可顯示，使用防止室內病毒回流的外氣進氣空調系統後，可稀釋室內病毒量(紅點)，避免病毒傳播。

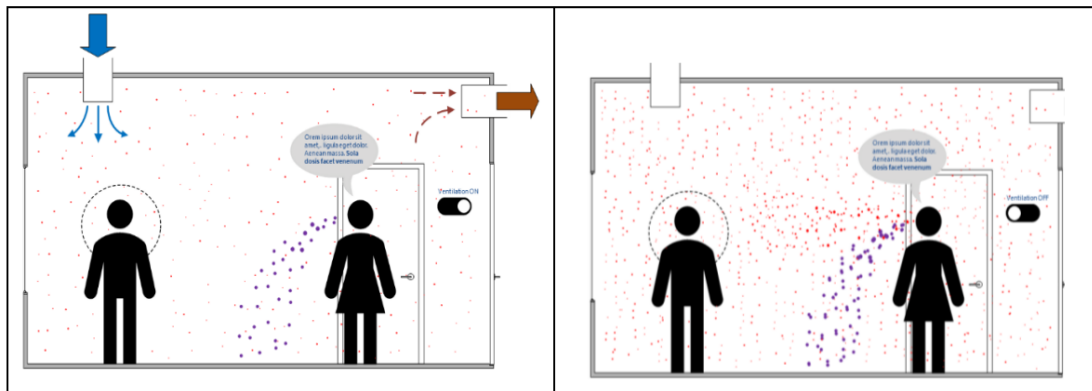


圖 17 使用防止室內病毒回流的外氣進氣空調系統可避免病毒傳播(左:有使用空調；右：無使用空調)

依據中山大學氣膠科學研究中心王家蓁主任發表於 Science 期刊之文獻指出，氣膠傳播為 COVID-19 感染之主要途徑，應進一步加強「空氣的清潔與消毒」以及「氣流流動方向」，並提出多項能有效防止氣膠傳播的措施，包括避免群聚、戴口罩及保持社交距離，另改善室內通風、避免室內髒空氣重覆循環等，皆可有效降低室內病毒氣膠傳播【C11】。



圖 18 阻絕氣膠傳播之 4 大方法【C11】

世界綠建築協會 WGBC 防疫建築規範提出建築環境防疫之緊急應變機制，WGBC 同時也指出，通風與室內空氣質量為影響 COVID-19 疫情擴散最主要之控制因子，然而，通風和新鮮空氣需求增加的同時，也意味著將造成更多能源的消耗，因此，WGBC 提出下列幾點後疫情時代建築物將關注的重點：

一、 節能外殼設計與熱舒適維持

透過建築物整體形狀、方向、窗戶的數量和大小、外殼表面之隔熱與反射熱量的能力等進行設計規劃，可以控制日射熱量進入建築物室內，以減少冬季的熱量損失和夏季的傳導熱量增益。而在空調設定方面，可以在夏季將提高設定溫度，或在冬季將氣溫設置為更低，進而減少空調運轉調節溫度產生的耗能，同時能維持一定的熱舒適度。

二、 氣流控制

良好的通風設計（機械和自然通風）與合適的建築材料，可增加建築物室內新鮮空氣的供應，同時減少室內污染物；同時建議辦公空間能加裝具隔音效果的透明隔板，可防止COVID-19生物氣溶膠的擴散，同時能提供採光、視野和連通性，隔離部分噪音，也能阻擋病毒，藉以減少對通風的需求。

三、 室內音量降低

良好的室內音環境可阻擋有害噪音，強化我們需要聽到的聲音。因此，建築物室內若有良好的吸音能力，使室內保持安靜，將使人們說話更輕柔，進而減少口沫飛散(生物氣溶膠)，也可達到降低通風需求的目的。

而中國綠色建築評價國家標準(Assessment Standard for Green Building, ASGB)亦針對綠建築防疫措施提出五大策略【E4】，說明如下：

一、 建立建築物COVID-19疫情防控基本功能

建立建築物居住者以及管理上的防疫基礎，包括：

(一)居住者部分，加強環境自然通風、室內消毒和清潔等，並避免人員的聚集；

(二)在物業管理方面，則包括廢棄物管理、信息的宣傳管理、空氣品質、水質監測、建築設備的穩定運行與疫情發生時之應變能力。

二、提供便利的防疫設施

為建築物疫情防控建立便利的設施，是防疫成功的基本要件，包括：

- (一)建築物居住者和相關使用者能夠方便取得相關醫療防護或快速到達醫療場所；
- (二)疫情發生時能有效配合人流與車輛管制，同時增加警示標誌提醒；
- (三)必要時空間功能能機動改變為醫務室、隔離觀察室、物資儲藏室...等。

三、降低病毒擴散與交叉感染風險

建築物除提供防疫基本功能和便利條件外，還必須盡可能的「隔離」病毒，降低病毒散播之傳染風險。包括：

- (一)控制廚房和浴室的廢氣回流；
- (二)設置有效的水封以減少病毒通過排水管道和糞便傳播的風險；控制室內顆粒物濃度；

(三)優化建築空間和平面佈局，提高自然通風效果及分區域

控制空調系統，以協助病毒和有害氣體的消散。

四、促進和保護居住者的健康

目前還沒有針對新型冠狀病毒的特異性抗病毒藥物，只能夠透過施打疫苗降低感染者重症之發生機率，而提高人體的免疫力亦為對抗病毒之不二法門。因此，ASGB對建築物之用水水質、空氣質量和抗菌功能建築材料進行調節，以促進居住者的健康，以增強整體建築環境抵抗病毒的能力。這方面的要求包括：

(一)控制建築物室內之氨、甲醛、苯、揮發性有機物總量、

氨、PM2.5、PM10等空氣污染物濃度，並禁止吸煙；

(二)控制濕度，室內各表面不得出現結露，以免滋生黴菌等

病原菌；

(三)確保用水安全；

(四)設置運動和健身場所，引導居住者維持良好運動習慣；

採用具有抗菌功能的綠色建材。

五、穩定防疫期間的工作生活環境

疫情期間仍應穩定居住者情緒，並保持工作與生活的運作與平衡，因此在工作生活環境方面的要求包括：

(一)從用水品質保證住戶的健康；

(二)提供便利的公共服務設施(超市、菜市場、醫院...等)。

通風與室內空氣質量為影響COVID-19疫情擴散最主要之控制因子，而透過國際間建築物防疫措施可見，目前建築環境的防疫設計規劃，主要還是透過通風系統的設計進行改良，安裝空氣淨化的過濾或消毒系統，來消滅空氣中的病毒，同時輔以密閉的給排水設備，來防止公寓大樓之病毒傳播，而前一節所介紹的WELL健康建築評估，若取得銀級認證，即代表建築物已符合空氣品質標準與通風性能等基本的防疫性能，建議未來可針對相關設計手法與執行案例進一步深入研究，並提出規劃設計策略供設計者參考，以建立永續健康之宜居生活環境。

第五章 我國綠建築永續發展策略研析

第一節 我國綠建築評估系統(EEWH)與 SDGs 之關聯

本研究第三章提及世界綠建築委員會(WGBC)已提出綠建築對於實踐永續發展目標具有助益，包括SDG3 健康與福祉、SDG6 淨水與衛生、SDG7 可負擔能源、SDG8 就業與經濟成長、SDG9 永續產業、加速創新及具有韌性的基礎建設、SDG11 永續城市、SDG12 責任消費與生產、SDG13 氣候行動、SDG15 陸地生態及SDG17 全球夥伴等十項，本節將針對我國綠建築評估系統生態(E)、節能 (E)、減廢 (W)、健康(H)四大主軸與九大指標，與前述十項永續發展目標進行關聯性分析，以了解目前我國綠建築評估系統是否切合永續發展目標，並進一步強化綠建築科技發展，以優化我國綠建築永續發展體系。

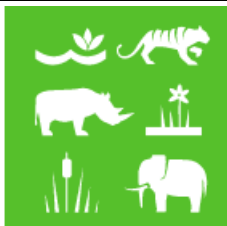
一、生態(E)/SDG15 陸地生態

為了使建築物能與自然環境結合，在與環境相容的同時確保自然生態能健全運作，並適合人類居住，我國綠建築評估系統之生態範疇包括生物多樣性、綠化量及基地保水等指標。生物多樣性指標主要針對建築基地之生態綠網、小生物棲地、植物多樣性、土壤生態及照明光害等 5 領域進行環境生態品質的評估；綠化量指標為評估綠地環境之指標，旨在確保綠化量基本功能，也就是

以植物二氧化碳固定量(固碳當量)做為綠化效益的換算標準，並同時兼具美化環境景觀之功效；而基地保水則是確保建築基地涵養水分的能力，保水性能愈佳，對於土壤微生物生存與植物的滋養就愈好，因此基地保水對人類居住之生態環境是不可或缺的元素之一。我國綠建築生態指標群同時也呼應聯合國永續發展目標SDG15 陸地生態，旨在保育及永續利用陸域生態系、確保生物多樣性並防止土地劣化的發展理念，對陸地資源的永續管理，主要是在確保陸地生態系統的永續利用(表 8)，包括停止森林砍伐，復育受損的森林，同時提倡各種森林資源的永續經營管理，以使資源適度使用，避免過度的資源開採對陸地生態造成威脅，其所產生的廢棄物亦會造成環境的污染【C8】。

表 8 SDG15 陸地生態發展細項目標【E8】

			
目標 15.1	目標 15.2	目標 15.3	目標 15.4
恢復陸地與淡水生態系統 確保陸地與內陸淡水生態系統及其服務的保護、恢復及永續使用，尤其是森林、濕地、山脈	結束森林砍伐並恢復退化的森林 推動落實各種森林的永續管理，禁止森林砍伐，恢復遭到破壞的森林，大幅增加	結束沙漠化和恢復惡化的土地 對抗沙漠化、恢復惡化土地與土壤，包括受到沙漠化、乾旱及洪水影響的地區，	確保山區生態系統的保護 確保山區生態系統的保護，包括其生物多樣性，以提高其容受力，提供攸關永續發展的效益。

與旱地。	全球的造林與再造林。	致力實現沒有土地破壞的世界。	
			
目標 15.5	目標 15.6	目標 15.7	目標 15.8
保護生物多樣性和自然棲息地 減少自然棲地的退化，保護生物多樣性，防止受威脅物種的滅絕。	促進遺傳資源的獲取和利益的公平分享 促進公平公正地分享遺傳資源，並促進對此類資源的適當獲取，正如國際商定的那樣。	終止受保護動植物物種遭到盜獵與販賣 禁止偷獵和販運受保護的動植物，並解決非法野生動物產品的供需問題。	防止陸地和水生生態系統中的外來入侵物種 避免外來侵入物種對陸地與水域生態系統造成的影響。
			
目標 15.9	目標 15.A	目標 15.B	目標 15.C
在政府規劃中將生態系統和生物多樣性之整合納入政策 將生態系統和生物多樣性納入國家和地方政策規劃中。	增加經費以保護永續生態系統和生物多樣性 增加各地財政資源，以保護及永續利用生物多樣性與生態系統。	資助和激勵森林永續管理 提供財政支援，並提供適當的獎勵誘因給發展中國家改善永續森林管理，包括保護及造林。	打擊全球偷獵和販運 支持打擊盜獵及販賣受保護物種，包括提高地方社區容受力，以追求永續發展的謀生機會。

二、 節能(E)/ SDG7 可負擔能源

綠建築係指在建築生命週期中消耗最少地球資源，使用最少能源及製造最少廢棄物的建築物，為了實踐節約能源之目標，我國綠建築評估系統之節能範疇項下為日常節能指標，成為綠建築

標章必要通過的門檻指標，未通過此門檻指標則無法取得綠建築標章之認證。日常節能指標是由我國節能設計法規發展而來，以建築外殼、空調系統及照明系統等 3 項進行節能評估，任一建築物必須同時通過這三項評估才算合格，對於建築外殼節能要求，比現行建築技術規則中的節能基準強化 20%；空調設備系統設計勵行防止冰水主機超量設計的機制，平均可節約 20% 以上的空調設備容量；照明設計則強制要求使用高效率燈具設備，平均大約節約 20% 的照明用電。而聯合國永續發展目標 SDG7 旨在確保所有的人都可取得負擔得起、可靠、永續及現代的能源(表 9)，除了提升再生能源使用率、要求能源效率能雙倍提升，亦積極促進可再生能源、能源效率等潔淨能源研究和技術的獲取，以使民眾人人都可獲取負擔得起的能源。

表 9 SDG7 可負擔能源發展細項目標【E8】

 目標 7.1	 目標 7.2	 目標 7.3
普遍獲得現代能源 到 2030 年，確保所有的人都可取得負擔得起、可靠的，以及現代化的能源服務。	增加可再生能源的全球百分比 到 2030 年，大幅提高全球可再生能源的份額。	能效提高一倍 到 2030 年，將全球能源效率的改善度提高一倍。

 目標 7.A	 目標 7.B	
促進獲得潔淨能源的研究、技術和投資 加強國際合作，促進可再生能源、能源效率等潔淨能源研究和技術的獲取，並促進對能源基礎設施和潔淨能源技術的投資。	為開發中國家擴大和升級能源服務 持續擴大能源基礎設施和升級技術，提供開發中國家現代和永續能源之服務。	

三、 減廢(W)/ SDG13 氣候行動

我國綠建築評估系統之減廢範疇包括二氧化碳減量指標及廢棄物減量二指標，其中二氧化碳減量指標是為了解決溫室氣體造成地球暖化的問題，而地球暖化最主要的因素在於大氣的溫室氣體增加(主要為二氧化碳、甲烷、氧化亞氮等3種)，其中以二氧化碳對地球氣候高溫化影響最大，因此我國綠建築將建築物軀體構造的建材在生產過程中所使用的能源換算為二氧化碳排放量，並藉由建築物之規劃設計及構造進行改善，包括建築物形狀係數、輕量化設計、耐久化設計與使用再生建材等規劃原則，來減少二氧化碳的排放量，以達到減緩地球暖化之目的。而廢棄物減量指標主要是為了減緩建築開發對環境的衝擊，並降低廢棄物對民眾健康造成的影響，因此針對建築施工及日後拆除過程所產生的工程不平衡土方、棄土、廢棄建材、逸

散揚塵等足以破壞周遭環境衛生及人體健康者，進行減量策略，並著眼於工程平衡土方、施工廢棄物、拆除廢棄物之固體廢棄物以及施工空氣污染等四大營建污染源，減少或改善廢棄物的策略大致包含：減少開挖土方、土方平衡、採用木構造、鋼構造或預鑄構造、採用再生建材及施工空污防制等，以保有更乾淨、更環保的營建施工環境，同時也避免大量廢棄物對環境造成負擔。

SDG13 氣候行動主要是在完備各國家對氣候減緩之調適行動，以因應氣候變遷及其影響(表 10)，而 EEWB 減廢範疇與 SDG13 各細項內容中，在對於減緩氣候變遷的概念目標是相呼應的，WGBC 也曾提出，建築物佔全球溫室氣體排放量的對於氣候 30%以上，因此建築產業對於氣候變遷應提出更有效的減緩策略，貫徹綠建築、實踐減碳效益、提升能源效率是最有效的方法之一。

表 10 SDG13 氣候行動發展細項目標【E8】

 目標 13.1	 目標 13.2	 目標 13.3
加強氣候變遷相關災害的復原和適應能力 加強各國因應氣候變遷災害和自然災害的復原和適應能力。	將氣候變遷措施納入政策和規劃 將氣候變遷措施落實於國家政策執行。	培養因應氣候變遷的知識和能力 強化有關氣候變遷之減緩、適應、改善以及預警等教育，提升應變能力。

 目標 13.A	 目標 13.B	
實施聯合國氣候變遷綱要公約 履行《聯合國氣候變遷綱要公約》中有關已開發國家共同籌集 1,000 億美元作為適應和減緩之用，並協助開發中國家進行減緩與調適。	促進機制以提高規劃和管理能力 促進未開發與開發中國家對於氣候變遷減緩與調適之能力和機制。	

四、健康(H)/SDG3 健康與福祉、SDG6 淨水與衛生

我國綠建築評估系統之健康範疇包括室內環境、水資源及污水垃圾改善等三項指標，其中室內環境指標主要以音環境、光環境、通風換氣與室內建材裝修等四部份為主要評估對象，針對室內環境中的隔音、採光、通風換氣、室內裝修、室內空氣品質...等影響居住健康與舒適之環境因素進行評估，尤其是室內裝修的部分，鼓勵儘量減少裝修量，並採用低污染、低逸散性的健康綠建材，同時也要求可循環利用之建材設計，以減低空氣中有害污染物質之逸散，避免對人體健康造成傷害，進一步提升生活品質。

水資源指標與日常節能指標同為綠建築標章必要通過的門檻指標，未通過此兩項門檻指標則無法取得綠建築標章之認證。水資源指標式目的是為改善建築物用水設計不當或使用者用水習慣

不良所造成的用水量偏高，除了利用雨水與生活雜用水之循環再利用的方法(開源)外，亦針對建築物衛生設備積極採用省水器具(節流)的設計，來達到節約水資源的目的。污水垃圾改善指標則是著重於建築空間設施及使用管理相關的具體評估項目，針對生活雜排水配管系統介入檢驗評估，以確認生活雜排水導入污水系統。此外，本指標也希望要求建築設計正式重視垃圾處理空間的衛生與景觀美化設計，用以提昇生活環境品質。

而我國綠建築健康指標群與聯合國永續發展目標之關聯性，則表現在 SDG3 健康與福祉及 SDG6 淨水與衛生兩目標上。SDG3 健康與福祉主要在確保及促進各年齡層健康生活(表 11)，在對抗傳染病、支持疫苗與醫藥研發及強化國家和全球健康風險的早期預警、風險降低及提升管理能力等細項目標，都能確保所有的人都可取得安全有效且負擔得起的基本藥物與疫苗，促進人民的健康並有效降低死亡率。

表 11 SDG3 健康與福祉發展細項目標【E8】

			
目標 3.1	目標 3.2	目標 3.3	目標 3.4
降低孕產婦死亡率	降低新生兒和 5 歲以下兒童	對抗傳染病 到 2030 年，終	降低非傳染性 疾病的死亡率

到 2030 年全球孕產婦每 10 萬例活產的死亡率降至 70 人以下。	的死亡率 到 2030 年，將新生兒死亡率降至每 1000 活產少於 12 例，5 歲以下死亡率至少降低至千分之二十五。	結愛滋病、結核病、瘧疾和被忽視的熱帶流行病，並防治肝炎、水傳播疾病和其他傳染病。	並促進心理健康 透過預防、治療及促進身心健康，將非傳染性疾病導致的過早死亡減少三分之一，並促進心理健康和福祉。
 目標 3.5	 目標 3.6	 目標 3.7	 目標 3.8
預防和治療藥物濫用 強化藥物濫用的預防和治療，包括麻醉藥物濫用和有害性的酒精使用。	降低道路交通事故傷害死亡率 到 2020 年，將全球道路交通事故造成的死傷人數減半。	確保全球都有管道可取得性與生殖醫療保健服務 到 2030 年，確保全球都有管道可取得性與生殖醫療保健服務，包括家庭計畫、資訊與教育，並將生殖醫療保健納入國家策略與計畫之中。	實現全民醫療服務涵蓋率 實現全民醫療保險，取得高品質基本醫療保健服務的管道，以及所有的人都可取得安全有效負擔得起的基本藥物與疫苗。
 目標 3.9	 目標 3.A	 目標 3.B	 目標 3.C
減少危險化學品和污染造成的疾病和死亡 到 2030 年，大幅減少危險化學	實施世界衛生組織煙草管制綱要公約 強化世界衛生組織煙草管制綱要	支持疫苗與醫藥研發 對傳染以及非傳染性疾病，支援疫苗以及醫藥的	增加衛生籌資並支持開發中國家的醫療人力 增加開發中國家

品以及空氣、水和土壤污染，及其他污染造成的死亡和疾病人數。	公約在所有國家的實施與落實	研發，提供負擔得起的基本藥物與疫苗。	之醫療保健的財源，及醫療從業人員的招募、培訓以及留任。
 目標 3.D			
改進全球健康風險的早期預警系統 強化所有國家對全球健康風險的早期預警、風險降低及管理的能力。			

SDG6 淨水與衛生主要在確保所有人都能享有水、衛生及其永續管理(表 12)，將水資源品質作為永續發展之手段之一，同時涵蓋了保護和恢復與水相關的生態系統的概念；我國綠建築在水資源指標部分，也包含水資源管理及污水處理改善等項目，對於我國永續發展亦提供了部分貢獻。

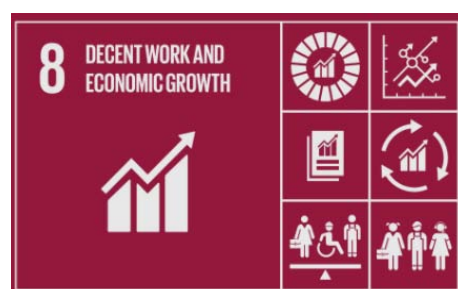
表 12 SDG6 淨水與衛生發展細項目標【E8】

 目標 6.1	 目標 6.2	 目標 6.3	 目標 6.4
安全實惠的飲用水	終結露天排便行為，提供衛	改善水質、廢水處理和安全	提高用水效率並確保淡水供

到 2030 年，讓全球的每一個人都有公平的管道，可以取得安全且負擔的起的飲用水。	生設施 到 2030 年，讓每一個人都享有公平及妥善的衛生，終結露天大小便行為，特別注意婦女及女童及弱勢族群的需求。	再利用 到 2030 年，透過減少污染、消除垃圾傾倒、減少危險化學物質與材料的釋出等方式來改善水質，將未經處理的廢水比例減少一半，並提高全球回收利用與安全再利用率。	應 到 2030 年，強化各個產業的用水效率，確保永續的淡水供應與回收，以解決水資源短缺問題，並大幅減少面臨缺水問題的人數。
			
目標 6.5	目標 6.6	目標 6.A	目標 6.B
實施水資源綜合管理 到 2030 年，全面實施綜合水資源管理，包括跨界合作。	保護和恢復與水相關的生態系統 到 2030 年，保護及恢復跟水有關的生態系統，包括山脈、森林、濕地、河流、含水層和湖泊。	擴大對發展中國家的水和衛生支持 到 2030 年，針對發展中國家的水與衛生有關活動與計畫，擴大國際合作與能力培養支援，包括採水、海水淡化、廢水處理、回收再利用技術。	支持當地參與水和衛生管理 支援及強化地方社區的參與，以改善水與衛生的管理。

五、SDG8 就業與經濟成長

聯合國永續目標 8 旨在促進包容且永續的經濟成長，支援生產活動、創造就業機會，讓每個人都有一份



好工作；綠建築產業的擴展推動，對於綠建築產業之就業市場有所助益，綠建築從設計、建造完工、使用，一直到經營與修繕整體生命週期，皆需要具有綠建築設計概念與相關專業技術能力的人員來執行規劃。

六、SDG9 永續產業、加速創新及具有韌性的基礎建設

聯合國永續目標9旨在發展高品質的、可靠的、永續的、韌性的基礎設施，同時加強科學研究，提高所有國家的工業技術能力，加速創新



並促進包容且永續的工業。而綠建築設計即是從環境共生的角度出发，必須確保在面對不斷變化的全球氣候時，具有調適的彈性與韌性。而永續產業發展目標策略包括：提高綠建築產業在就業和國內生產總值中的比例、改進綠建築產業以提升其永續性、加強永續綠建築科學研究、提供有利的政策環境並提升各企業之綠建築技術能力等。為達成前述有關永續產業的目標，提昇企業之環境品質及綠色競爭力，我國各企業已發起「建築企業永續發展」概念：提出「企業社會責任」報告（CSR），詳實揭露公司在「永續經營」及「社會責任」之目標、成果、承諾及規劃，提供建築產業永續經營資訊及交流平臺。

七、SDG11 永續城市

聯合國永續目標 11 旨在建構具包容、安全、韌性及永續特質的城市與鄉村，讓所有的國家落實綜合及永續的人類集居地的規劃與管理，提供



安全的、包容的、可及的綠色公共空間，同時強化國家與區域的發展規劃，促進城市、郊區與城鄉之間的社經與環境的正面連結。

而綠建築可說是永續城市的組成基礎，為了建構綠色社區，維護人體健康以及居住公平、安全，積極的推動綠建築點、線、面的朝永續城市擴大發展是必要的趨勢。

八、SDG12 責任消費與生產

聯合國永續目標 12 旨在促進綠色經濟，確保永續消費及生產模式，落實綠色工廠制度，推廣搖籃到搖



籃(Cradle to Cradle, C2C)設計理念，鼓勵企業生產綠色低碳產品，建立產品與清潔生產的綠色標準，經由綠色生產減少廢棄物產生，提升廢棄物再利用處理技術能力，同時推動跨產業合作鏈結模式，整合能資源進行有效循環利用，鼓勵企業採取永續發展措施與揭露永續發展資訊，以推動我國循環經濟發展。另外本目標也提倡

積極推動永續觀光發展，引導觀光產業朝低碳、綠色、及符合在地人文等旅遊模式，打造永續觀光環境與提升產業價值。

九、SDG17 全球夥伴

聯合國永續目標 17 旨在建立多元夥伴關係，協力促進各個國家的永續願景，透過辦理友善環境科技移



轉、普及與散佈以提升能源效率減少污染與增進廢棄物回收再利用。對開發中國家，持續以我國優勢協助其發展，運用雙邊及多邊環保合作計畫，以技術協助能量建構或公私部門及民間團體共同協力，提升開發中國家的環境管理與污染防治工作。同時應促進國際師資培訓合作，與開發中國家合作菁英培訓人數。

而在國際交流與夥伴關係部分，我國過去在氣候變化會議上缺乏多邊國際合作的機會，並且重視程度也不高，直至本所發展出全球第一套符合亞熱帶氣候特色之台灣綠建築評估系統(EEWH)，同時建立「綠建築」與「綠建材」標章制度及評定基準後，率先發展出境外版綠建築評估系統(EEWH-OS)，在國際間普受肯定，中國、香港、新加坡、泰國及越南等國亦予援用，足以成為環亞熱帶圈國家發展綠建築之重要學習對象，而達成永續綠建築環境的障礙不是技術，而是如何有效合作，確保集體努力真正一致，

以獲得更大的影響。值得特別注意的是全球夥伴關係已從早期的「援助效果」轉換到「開發效果」，國際不約而同採取停止慈善援助的侷限性方式，改採用永續開發與共創價值的作法，以達符合善用自然資源的加乘經濟發展效應。

第二節 綠建築永續發展策略

本研究針對我國綠建築評估系統與聯合國永續發展目標進行關聯性分析，可藉由分析結果了解到我國目前之綠建築評估系統，與WGBC所提出之10項永續發展目標SDGs，有5項是目前囊括的部分，為進一步強化綠建築科技發展，優化我國綠建築永續發展體系，以下針對目前EEWH已涵蓋的5項永續發展目標，初步提出我國綠建築優化策略方向：

一、生態(E)/SDG15 陸地生態

建築材料的獲取與自然生態資源息息相關，為了實現陸地資源的適度開發及永續利用，減少因資源開採以及廢棄物對陸地生物的威脅，建議可參照國際在再生綠建材的使用趨勢，進行我國再生綠建築的開發與使用。

二、節能(E)/SDG7 可負擔能源

為發展永續可靠的現代能源，將綠建築結合可再生能源(風力能、太陽能、水力能、生質能及地熱能) 為目前國際間的趨勢，因此，未來可針對再生能源使用率及能源效率之提升進一步研提執行策略，加強潔淨能源之研究與技術，同時針對我國綠建築結合碳排評估之可行性進行研析，以進一步降低碳排放量，使我國綠建築切合聯合國可負擔能源之永續發展目標，確保每位民眾都能獲得可靠且負擔得起的能源。

三、減廢(W)/ SDG13 氣候行動

為使建築產業對於氣候變遷提出更有效的減緩策略，貫徹綠建築減碳效益，建議綠建築科技發展可擴大範圍，將環境保護、資源開發納入，並加強有關氣候變遷之減緩、適應、改善以及預警等教育，全面提升民眾對綠建築減緩氣候變遷之認知，並逐漸將相關減緩措施落實於國家政策執行。

四、健康(H)/SDG3 健康與福祉

綠建築健康指標群中，室內環境指標的改善對於人體健康有良好的效益，例如：降低室內污染物質、空調照明改善及景觀綠美化等，都能提升空氣品質促進環保，而 SDG3 在對抗傳染病、健康風險的早期預警、風險降低及提升管理能力等細項目標，對於近期肆虐全球的嚴重特殊傳染性肺炎(Covid-19)之疾病防治有極大

意義，因此建築物與室內環境之健康防疫策略，將成為未來綠建築不可或缺的重要發展項目。

五、健康(H)/SDG6 淨水與衛生

隨著全球氣候異常的狀況增加，無雨成旱現象時有所聞，因此在節約水資源及水資源再利用的部分，未來仍需持續加強相關策略與技術研發，除了建築物給水設備節水規劃、雨中水再利用及生活雜排水淨化再利用，應進一步擴大社區或城市規模的水資源整體利用，落實於法令規範，以強化開源節流的永續水資源效益。

而另外 5 項永續發展目標，是 WGBC 認為綠建築應涵蓋並將對永續發展有助益的項目，以下針對這些項目初步提出我國綠建築未來科技研究發展方向：

一、SDG8 就業與經濟成長

綠建築永續發展除了持續考量創新技術的研發，同時也應持續針對綠建築設計、設備、工法、營運、維護等相關專業知識與技術，進行相關從業人員之教育培訓，使人才能符合綠建築市場需求，以確保相關產業的正式化與成長。

二、SDG9 永續產業、加速創新及具有韌性的基礎建設

為了推動建築產業永續發展，應持續進行綠建築創新技術與科學研發，如：建築物淨零排放、建材生產環保技術及製程管理、污

染預防、提升能資源使用效率及減少廢棄物等，提供永續發展策略供相關產業參考應用，以提昇企業之環境品質及綠色競爭力。

三、SDG11 永續城市

為了持續推動綠建築逐步邁向生態社區朝永續城市發展，在既有綠建築基礎上，建立充實基礎資料庫，檢討驗證既有問題與解決方案，加強研發未來永續綠建築之可行技術，並以生態綠化、建築節能、設備節能、再生能源、綠色運輸、資源循環及低碳生活等減碳面向為未來科技研究發展重點，使整體都市規劃設計符合永續性，以建構永續節能社會。

四、SDG12 責任消費與生產

我國 EEWB 若要實現生命週期 C2C 的循環設計理念，除了優化建築碳足跡之評估與資料庫的運用外，建議進一步針對「可逆式建築設計」(Reversible Building Design)對於我國建築營造的相關執行策略，並評估我國建立建材銀行機制的可行性，以提高建材的循環使用率，並減少營建廢棄物，達到健康永續之環境營造，同時可透過永續綠建材的再生循環技術及工法進行創新研發，進一步降低資源消耗及環境衝擊，同時也可減少廢棄物，逐步向友善環境、保護生態的目標前進。

五、SDG17 全球夥伴

為因應全球暖化、氣候變遷、能源危機與 WTO 碳排放交易協定等議題，應持續建立符合台灣地域性氣候條件之評估技術與方法，作為國際間技術與經驗交流之寶貴資料；同時提升台灣於國際間組織參與率，爭取國際合作研究機會，並提升建築研究水準及國際地位，藉由交流使台灣的建築科技邁向更健康、更環保之方向。

第六章 我國永續綠建築科技發展與策略方向

第一節 SWOT 分析

本研究為達成綠建築永續發展及建構宜居環境之總體目標，需分析主觀之內在條件，配合客觀性之外在環境條件，因此利用SWOT分析法，分析本研究內在條件之優勢與劣勢，配合外在環境條件之機會與威脅，提出各項因應策略，以彙整下一期科技計畫課題方向，使科技計畫整體目標能順利達成與落實。

SWOT分析為企業管理理論中相當有名的策略性規劃，主要針對企業內部優勢與劣勢，以及外部環境的機會與威脅來進行分析，可作為擬定企業經營策略的重要參考，以簡單明確的架構，來處理非常複雜的事務，協助決策者快速釐清狀況的輔助工具。所謂SWOT分析，分成企業內部條件的優勢（strength）與劣勢（weakness），包括設備、人力、制度、儀器與預算等，以及代表企業所面對外部條件的機會（opportunity）與威脅（threat），包括國際關係、國際情勢、政府政策、經濟、法律文化、社會大眾與風土民情等。

茲將優勢、劣勢、機會與威脅逐項說明如下：

一、優勢 (Strength)

- (一) 本所為我國政府公部門辦理建築研究之主管機關，亦為建築相關研究之最高公部門機構，具有主導國內建築相關研究方

向及規劃運用政府研究資源的任務。

- (二) 本所歷年研究方向大多以配合國家重大政策為目標，具體之研究成果，可透過政府部門立法程序，成為建築法規、建築技術規則與技術規範等法令，對民間政府形成強制力，加速政策推行，為政府部門與學術研究部門最重要的交流平台之一。
- (三) 本所歷年透過綠建築創新環境科技之研發，落實研究成果及技術研發至行政措施整合與執行，已促成臺灣綠色經濟之推動，健全建築產業市場機制、協助產業轉型、尋求與科技技術升級之契機與科技技術發展的重要里程碑，並累積豐富的研究成果與技術，在產官學界逐漸形成一股持續擴大的影響力。
- (四) 本所除發展出全球第一套符合亞熱帶氣候特色之臺灣綠建築評估系統(EEWH)外，同時建立「綠建築」與「綠建材」標章制度及評定基準，並率先發展出境外板綠建築評估系統(EEWH-OS)，在國際間普受肯定，成為環亞熱帶圈國家發展綠建築之重要學習對象。

二、 劣勢 (Weakness)

- (一) 本所肩負國家建築重大發展政策之研究課題，執掌任務與研究預算規模難以對應，在研究預算緊縮的條件下，對於機關人員及研究執行團隊在工作時間以及經費運用上較不利於研究發展。
- (二) 本所極力推動建築材料品質認證制度，惟因建築研究所人力不足，部分國內設備或建材項目之試驗項目無法支援，因應營建業界對創新科技材料工法研發的急迫需求，短時間尚難

以對應。

- (三) 本所雖為國內層級最高建築研究機關，但在節能減碳等議題的領域，其層級未如行政院國家發展委員會、環境保護署及科技部、經濟部等機關，導致許多重要研究成果與法令草案無法適時納入施政及時應用，導致研究執行績效難以彰顯。
- (四) 本所成立時適逢政府機關推行組織人力精簡政策，囿於機關人力凍結規定，長期以來研究人力受限，對應持續拓展的科技研發計畫及國家建築實驗中心的龐大設施儀器運轉維護，研發人力明顯不足，工作負擔壓力太大，影響研究效率品質提昇及長期發展之延續性。

三、機會 (Opportunity)

- (一) 我國依聯合國發表之「二十一世紀議程」做為推動永續發展的藍本，由行政院國家永續發展委員會發布「永續發展政策綱領」，分為永續的環境、永續的社會、永續的經濟、執行的機制等四項「政策層面」，每個政策層面包含五至六個面向，涵蓋環境、生態、生物多樣性、人口與健康、社會福利、交通發展、永續能源、資源再利用、教育、科技發展、公開參與及國際合作等二十二面向，可與本所之永續健康綠建築環境科技計畫之研究資源共享連結。
- (二) 我國政府部門主導綠建築科技研發之政策與績效，已成為國際綠建築政策發展之先驅，同時將綠建築創新科技研發成果落實於政策法令，亦為領先國際之創舉，為全面擴大推動綠建築環境科技永續發展，建立良好的研發基礎。
- (三) 行政院第 11 次全國科學技術會議「國家科學技術發展計畫(110-113 年)」，對焦「創新、包容、永續」的臺灣 2030

願景，推動兼顧「循環多樣的自然生態」、「節能再生的低碳家園」、「潔淨健康的生活環境」與「國土建設永續發展」的科技發展策略，落實國家科學技術發展計畫及科技發展策略藍圖，同時朝向聯合國永續發展目標邁進，以實現共生共榮的永續健康社會。

- (四) 聯合國 IPCC 氣候變遷第六次評估報告(IPCC AR6)，為控制未來全球暖化程度，應持續抑制累積之二氧化碳排放量，以及永續發展目標(SDGs)11. 促使城市與人類居住具包容、安全、韌性及永續性」之理念，世界各國致力於溫室氣體減量以及廢棄物零排放等工作，其中建築相較其餘工業產品，其生命週期長達五、六十年之久，也因此國際間對於建築環境與永續議題極為關注，本所長期推動綠建築研究與政策的發展主軸，已在國際永續建築研究領域佔有一席之地。
- (五) 2019 年嚴重特殊傳染性肺炎(Coronavirus disease 2019, COVID-19)衝擊全球，「防疫」成為國際間重要的需求議題，為了因應疫情對生活模式的影響，聯合國、歐盟、世界衛生組織及世界企業永續發展協會等相關國際組織，經針對「健康防疫」提出緊急因應措施，並將建築與社區做為因應疫情衝擊與後疫情環境改變之政策與措施目標；而本所主要辦理建築研究重測落實，當配合研發以建築物健康防疫相關措施與推動，以提升建築物之防疫能力，確保居住環境品質。
- (六) 由行政院全國科技會議之決議，研擬未來研究方向，其中本所之生態綠建築的工作，依據第 6 階段「創新循環綠建築環境計畫」(民國 108~111 年)，與建研所發展多年之綠建築政策及科技技術研發結合，內容包含「建築節能與室內環境

科技」、「永續城市環境科技」、「循環建築工法與材料技術研發」、「綠建築宣導推廣」等項目。

- (七) 全球氣候變遷與地球暖化之環境議題，使溫室氣體減量已成為國際關注的焦點，而建研所研究發展多年的永續綠建築相關政策，應持續發展相關產業技術升級，以成為我國綠建築、綠建材相關產業迎向國際市場需求之新契機。

四、威脅 (Threat)

- (一) 臺灣地區天然資源缺乏，99%以上之能源需仰賴進口，而世界各國目前均面臨原物料缺乏以及石油短缺等能源危機，全球能源價格節節上揚，且建材原物料來源逐漸匱乏取得不易，國際間能源供應劇烈變動，國家經濟、產業發展與生活機能面臨嚴苛考驗有待全面發展省能設計、高效率設備、能源管理技術或採用其他替代性能源，以減國內對進口能源之依賴度。
- (二) 溫室氣體已成為國際性的環境議題，目前許多企業將此議題視為能否永續發展的關鍵因素。許多產業與全球暖化、溫室氣體減量議題息息相關，因此相關企業間接受到衝擊。國際間綠色環境產業快速發展，歐盟及美日等先進國家強力推銷綠建築技術與評估工具，以及相關的綠建築高科技產品，加上WTO與區域環境標章認證制度等限制產生國際貿易障礙，對國內綠建築、綠建材發展很可能造成重大威脅。
- (三) 隨著環保意識的抬頭，許多國際間買主皆注重產品是否為綠色廠房、綠色製程所生產出的產品，碳足跡也被廣泛標示於日常生活可見之各項產品中，許多國家運用綠色經濟制裁將非環保性商品課以重稅或停止販售，對國內生產之建材外銷

構成實質限制及障礙。

- (四) 綠色經濟興起，全球的社會經濟環境正面臨轉變，朝向以減少溫室氣體及污染之排放，同時能提升能資源使用效率的低生態足跡發展的趨勢邁進。以建築產業來說，光是降低建築產業的節能減碳是不夠的，尚涵蓋資源管理、資源循環、環境保護、生態保育及天然災害預防等多方面的環境議題，因此若缺少跨部會的整合與推動，將對建築產業綠色經濟發展造成限制。
- (五) 臺灣現行建築法規，多參考早期日本、歐美各國法規訂立，不一定符合我國氣候條件或順應國際最新發展趨勢，需因應全球氣候變遷及產業形態轉變做適當修改，配合國內發展條件與風土民情，待公部門以研究成果為基礎，修正相關法令規章。
- (六) 先進各國對於建材之健康性、環保性及安全性之要求逐漸提高，相關的技術規範逐漸形成技術性貿易障礙，而國際間循環經濟理念興起，以回收再利用取代傳統之建材使用，在民眾使用意願上形成挑戰，對我國再生建材之發展與推廣造成實質限制。

五、SWOT 交叉分析

本研究以 SWOT 交叉分析，將內部之優勢和劣勢與外部之機會及威脅等相互配對，利用最大之優勢和機會及最小之劣勢與威脅，研擬出適當的因應策略，配對後的策略型態分為以下四種：SO 策略，依優勢最大化與機會最大化(Max-Max)之原則，強化優勢與利用機會；ST 策略，依優勢最大化與威脅最小化(Max-Min)原則，強化優勢與避免威脅；WO 策略，依劣勢最小化與機會最

大化(Min-Max)原則，減少劣勢與利用機會；WT 策略，依威脅最小化與劣勢最小化(Min-Min)原則，低威脅與減少劣勢。

(一) 我國發展節能減碳之永續健康綠建築環境科技 SO 策略：

1. 依行政院「國家永續發展委員會」與「公有智慧綠建築實施方針」等重大政策，持續強化建研所在國內建築環境控制相關研究領域之主導地位。並由建築研究所全體同仁努力提升生活環境品質維護整體環境之永續發展。
2. 本所研究結合綠色經濟議題，與各部會合作積極扮演國際接軌與技術合作，將計畫納入生活各層面，如碳足跡考量、維護成本降低、在地化建材等議題，以利推動綠色產業之發展。
3. 配合行政院全國科技會議之決議，發展住商、工業、運輸等節能關鍵技術與整合型系統及服務，同時促進綠色創新，加強資源循環與綠色技術之發展與應用。本所未來研究方向朝生態綠建築發展，研究永續健康建築相關課題，並於研究彙整後依國情廣泛的推動到各個層面上。
4. 持續建立符合臺灣地域性氣候條件之評估技術與方法，作為國際間技術與經驗交流之寶貴資料；同時提升臺灣於國際間組織參與率，爭取國際合作研究機會，並提升建築研究水準及國際地位，藉由交流使臺灣的建築科技邁向更健康、更環保之方向。

(二) 我國發展節能減碳之永續健康綠建築環境科技的 ST 策略：

1. 藉由本所研究創新能力，針對我國天然資源缺乏，產業

發展相關研究課題等，提出綠建築節能減廢或永續城市之規劃，或更進一步達成近零能源建築及低碳城市之目標。

2. 為因應全球暖化、氣候變遷、能源危機與聯合國減碳目標等議題，本所以學術研究實力發展推廣臺灣，強化國際間組織參與，提升建築研究水準及國際地位，積極拓展與國際接軌以及技術合作的可能性。
3. 綠色經濟制裁將非環保性商品課以重稅或停止販售，對國內生產之建材外銷構成實質限制及障礙，藉此一機會為傳統產業尋找轉型契機，投入科技研發使用本地材料製造之綠色建材。
4. 建立符合臺灣氣候條件之評估技術與方法，配合國土民情發展，並運用國際間技術與經驗交流之寶貴資料，修改並建立臺灣特有之建築法規系統。

(三) 我國發展節能減碳之永續健康綠建築環境科技的 WO 策略：

1. 國際間對於建築環境與永續議題極為關注，也因此本所在永續綠建築研究領域之地位日趨重要，且本所身為公部門最高建築研究機構，應極積極爭取擴編建研所研究人員，定期提升研究人員素質和與國際接軌能力，以和「永續發展指標系統」做連結，並拓展國際交流與合作的機會。
2. 因應聯合國 IPCC 氣候變遷第六次評估報告(IPCC AR6) 持續抑制累積之二氧化碳排放量，及國家科學技術發展計畫(110-113 年)，對焦「創新、包容、永續」的臺灣 2030 願景，持續研發建築物節能減廢、再生循環及國

土永續的科技發展策略，同時落實於政策執行，持續強化臺灣綠建築評估系統與相關研究在環亞熱帶氣候區的領先地位。

3. 因應「綠色經濟」中，其結合替代能源、綠色交通、綠色建築和綠色農業等四種產業涉及層面廣範，在此一課題下將針對各環境議題之相關機構進行做整合分析，以於有限預算下發揮最大執行效益，提升國家整體競爭力。
4. 新型冠狀肺炎（COVID-19）目前將帶領全球走向防疫與生活共存的後疫情時代，除了確保建築物符合節能減碳條件，引領綠建築永續發展外，亦應提供使用者享有健康舒適的生活空間，加強建築物對傳染疾病的防疫措施與預防規劃，以建立兼具健康、防疫及舒適之永續建築環境。

（四）我國發展節能減碳之永續健康綠建築環境科技的 WT 策略：

1. 本所在研究經費預算及人力的限制下，應鼓勵全體同仁積極參與國際技術交流與研討會議，推動研發成果，和產業間成立技術移轉計畫，充實自身籌備經費的能力，並突破國際政治上之限制與挑戰，翻轉臺灣國際發展的劣勢。
2. 爭取主辦重要國際會議與交流觀摩活動，展現政策推廣執行成果與研發能量，讓國人瞭解有感，也讓國際社會認同肯定。
3. 建立跨部會研究與合作平台，以整合公部門人力與研究資源，積極擴展國際合作與技術交流的可能性。

4. 研議國內產官學研合作機制與人員交流培訓計畫，各環境議題相關機構應建立交流平台並擴大基礎研發人力之培育與儲備。

第二節 我國永續綠建築發展方向歸納

一、歸納與收斂

政府為因應地球暖化與二氧化碳減量的全球性議題，行政院於106年核定「能源發展綱領」，包括能源安全、綠色經濟、環境永續、社會公平等四大綱要方針，其中「環境永續」面向包括維護空氣品質、規劃適當區位、溫室氣體減量、達成非核家園以及建構低碳環境，其中推動建構低碳環境，包括低碳循環型社會與推動全民節能減碳生活運動，而「節能減碳」為政府首要的施政重點，國際間也針對節能減碳效率提升、再生能源使用及其他潔淨能源的獲取，以及對於氣候變遷的減緩策略方面，訂定了2030年預計達成的目標；因此，承續過去「建築節能科技」以及「建築減廢科技」中與「減碳」相關的研究基礎予以整合，並盤點國際間永續發展趨勢，針對將「**永續綠建築節能減廢技術研發**」之相關研究，列為本計畫首要的研究主軸(主軸A，如圖19)，以貫徹綠建築減碳效益、減少廢棄物，並提升能源效率。

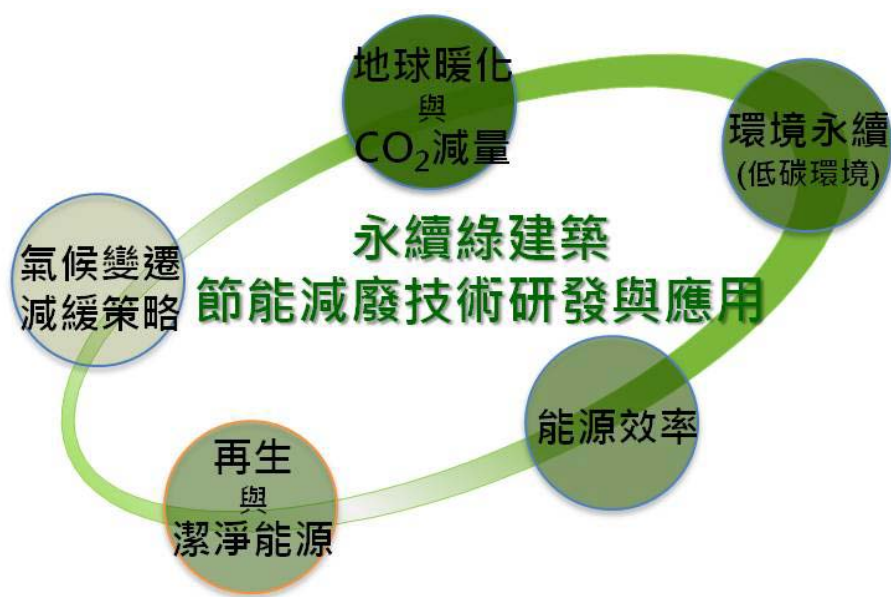


圖19 主軸A：永續綠建築節能減廢技術研發

其次，除了在追求「環境」節能與減碳的目標之外，也同時考量「人」的「健康舒適」，而「建築環境」正是提供「生活與健康」的空間場所，畢竟「人的健康」才是生存的真正核心，且2019年全球受到嚴重特殊傳染性肺炎（COVID-19）肆虐，各國經濟與生活都受到顯著的衝擊影響，且目前從全球國際政策與策略顯示，未來將與疾病共存，因此為因應疫情衝擊與後疫情環境改變，建築物、社區或整體都市發展都將因應健康與防疫需要而有所改變。為達成健康化、生態化與永續化的目標，除了基本的室內環境品質，健康建築與建築物防疫措施亦逐漸成為國際間必要施行策略，以解決氣候變遷、環境暖化及流行性疾病跨國擴散等問題。因此，本研究將「健康綠建築室內環

境科技發展」相關課題列為未來永續綠建築科技發展主軸之一(主軸B，如圖20)。



圖20 主軸B：健康綠建築室內環境科技發展

另外，為了持續推動綠建築逐步邁向生態社區朝永續城市發展，我國綠建築政策經內政部依前期綠建築相關推動方案與科技計畫之推動執行，已有相當進展與成果，綠建築實施範圍也擴大至社區或城市，為我國推動國土永續、生態城市與綠建築打下穩固基礎。為使整體都市規劃設計符合永續性，未來尚可加強生態綠化、再生能源、綠色運輸、資源循環及低碳生活等減碳面向為，使綠建築由點而面逐步擴大至社區，因此，本研究賡續將「永續環境與生態城市發展」主軸之相關課題列為擴大綠建築朝向永續城市發展之重要研究議題(主軸C，如圖

21)。



圖21 主軸C：健康綠建築室內環境科技發展

而為擴大永續綠建築節能科技與二氧化碳減量技術之研發，協助我國建築物永續健康發展，應將前述各項相關研究成果法制化並應用於實務，進一步加強教育宣導，因此將「**永續綠建築法規與教育推廣**」主軸列為辦理重點(主軸D，如圖22)，持續擴大符合台灣地域性氣候條件之評估技術與方法之教育推廣，對外除了可增進國際間技術與經驗交流，對內也可由上而下，透過法令、標準、政策與產業發展策略建議，引領我國綠建築發展朝永續健康方向精進。



圖22 主軸D：永續綠建築法規與教育推廣

二、永續健康綠建築發展策略

為了因應全球暖化帶來的問題，本所應持續引領民間企業參與建造永續健康之綠建築，擴大生態、節能、減廢與健康的概念，並藉由科技計畫課題研究與法制化的政策推動來落實，因此，本研究整合永續(Sustainable)、健康(Health)與我國綠建築評估系統(EEWH)，將前述各項永續綠建築推動目標進行彙整歸納與分類，提出「永續綠建築節能減廢技術研發」、「健康綠建築室內環境科技發展」、「永續環境與生態城市發展」及「永續綠建築法規與教育推廣」等SHE策略之四大主軸，以完善永續健康綠建築之整體政策，如圖23所示：

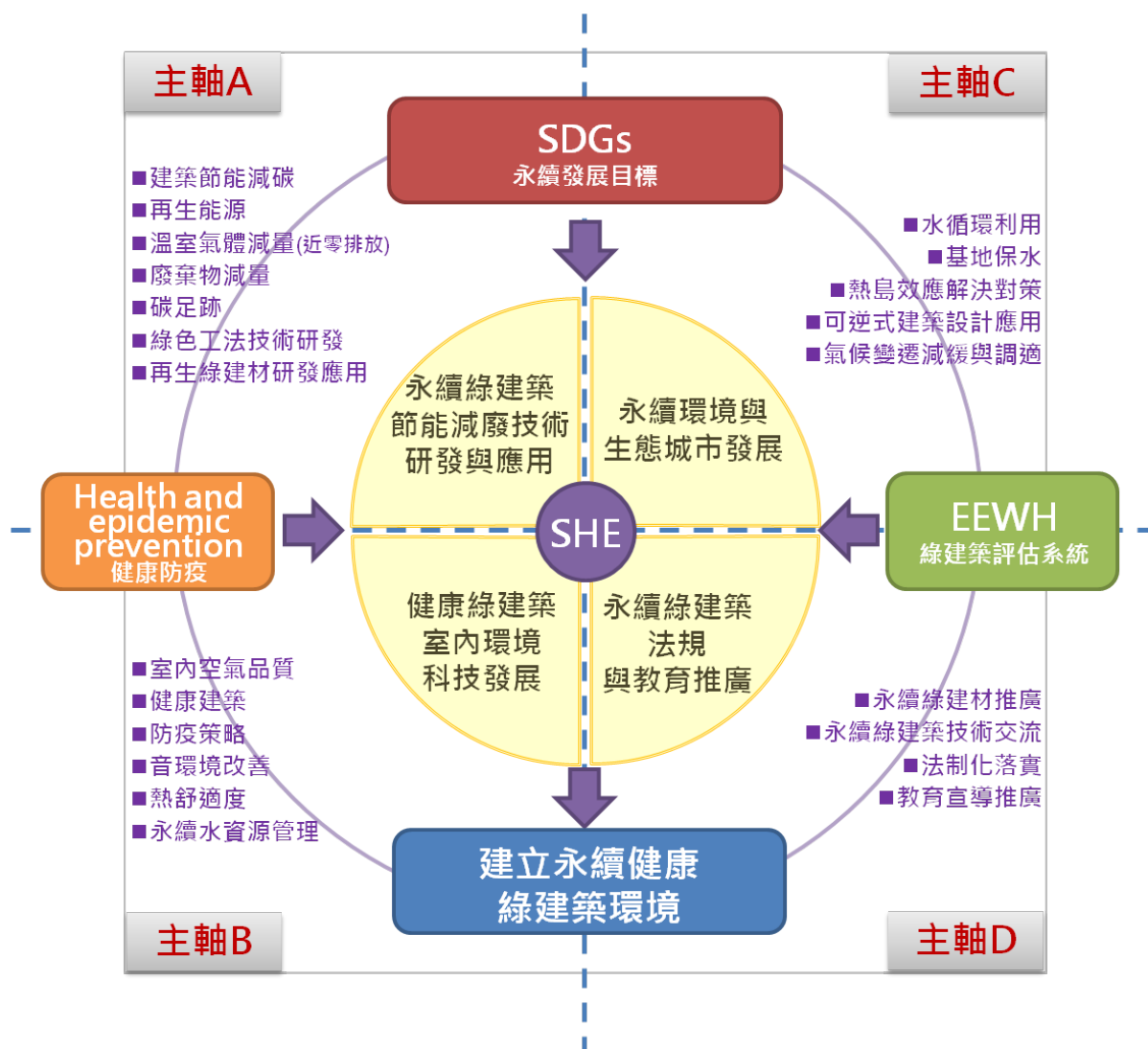


圖23 永續健康綠建築發展主軸圖

第三節 未來研究課題重點彙整

除了全球暖化問題日益嚴重，都市熱島效應加上沙塵暴、PM2.5及霾害等空氣污染問題開始影響人體健康，因此改善室內環境及空氣品質成為國際間被重視的議題。有鑑於此，國際間各國像是英國BREEAM、美國LEED及WELL、日本CASBEE等，皆逐步將健康建築列為面對氣候變遷之健康調適的政策基礎；加上2019年COVID-19

肆虐全球，傳染性疾病也使國際間一股新的趨勢正在形成，政府部門應持續帶領民間企業參與建造永續健康的綠色建築，推行生態、節能、減廢與健康的居住環境，同時納入再生與防疫之理念，藉由課題研究與政策推動達成承先啓後的功能，本所過去執行綠建築永續環境科技計畫成績斐然，帶動國內之永續綠建築規劃設計、建築工法材料之課題研究發展，提升國內建築技術與國人生活品質。為持續強化節能減碳與健康防疫之相關政策發展，建議可持續延續前期108-111年「創新循環綠建築環境科技計畫」，以綠建築生態、節能、減廢、健康四大主軸及綠建築評估家族系統為基礎，整合聯合國永續發展目標、國際間綠建築與防疫等趨勢，將研究領域大致分作「建築節能與室內環境科技」、「永續城市環境科技」、「循環建築工法與材料技術研發」、「綠建築宣導推廣」等四大軸向，彙整各軸項研究重點說明如下：

一. 建築節能減碳技術研發與應用

現今國際營建趨勢不斷推陳出新，其目的皆為追求良好的生活環境與減碳的目標，也同時考量人類生活的「健康舒適」。一個好的「建築生活環境」必須提供「不僅節能、減碳，更還要能居住得健康」的空間場所。臺灣位處於亞熱帶高溫高濕氣候的地區，既有建築約佔整體建築97%的比例，大多建築在規劃初期並無仔細考量建築能源消耗原因，為協助建築物提升能源效率，歐

盟推動「建築能源效率證書」制度，要求建築物在建造、出售或出租時提出能效證書，以有效並正確的統計與檢驗建築物之節能成效，進一步了解建築物能源消耗之原因，透過耗能改善逐步實踐零耗能與碳中和，建構低碳節能之永續建築。因此若延續我國綠建築日常節能設計評估之技術成果與節能減碳政策目標之要求，優先辦理低碳節能之綠建築營建科技、新建低碳綠建築納入碳盤查制度研議及建築碳足跡評估與驗證技術研究等，將有助於低碳綠建築、建築碳足跡評估與驗證認證之發展，提升總體建築耗能管理與效率，並有效正確地統計與檢驗建築節能政策之施行成效。

另一方面，本所目前已建置完成建築音響實驗室、再生綠建材實驗室、熱環境實驗室、建材逸散檢測實驗室、人工光及自然光實驗室、及衛生管路設備檢測實驗室等等，為國內最具規模與重要性之建築環境與材料性能研發實驗中心，對於提升國家建築環境與建築材料性能檢驗的水準功不可沒。因此，本研究將建築節能減廢技術及性能檢驗相關研究列為重點，提升我國綠建築節能減碳效益之同時，亦帶動性能實驗中心之研發能量。

二. 建築部門溫室氣體減量措施

現今全球約有26套綠建築評估系統，臺灣EEWH為僅次於英

國、美國及加拿大之後，第四個實施具科學量化的綠建築評估系統，同時也是目前唯一獨立發展且適於熱帶及亞熱帶的評估系統，協助建築師進行綠建築設計計算作業，簡化作業程序與時間，也可協助執行住宅耗能認證、住宅耐久性診斷、風環境評估標準以及頒發建築能源效能證書等，並有效正確地統計與檢驗綠建築之施行成效。根據International Panel on Climate Change(IPCC)統計，建築相關產業排放約36%的二氧化碳。為因應全球氣候變遷及能源日漸匱乏的趨勢，降低二氧化碳排放為全球共同責任與義務，各國皆訂定有長期之減碳目標，建議持續依循2050年淨零排碳(Net Zero)目標，針對住商部門進行溫室氣體減量潛力與策略之相關研究，以協助減緩地球氣候升溫之速度，避免極端氣候對人類生存環境造成威脅。

三. 營建廢棄物減量對策

我國綠建築標章之廢棄物減量指標，主要是針對工程平衡土方、施工廢棄物、拆除廢棄物之固體廢棄物以及施工空氣污染等四大營建污染源，進行減量評估，目標在減緩建築開發對環境的衝擊，並降低民眾對建築開發的阻力，進而增進生活環境品質。建築物在建造施工的過程，若能早一步針對建築材料對於整個建築物生命週期的使用、回收、再利用的途徑進行規劃，即可減少

建築資源浪費，達到廢棄物減量的效益，而建築物營造施工最佳化的相關技術，例如：預鑄或模塊化工法(Pre-fabricated and Pre-finished Volumetric Construction, PPVC)、易於拆解與組裝的高靈活度構造等，不但可以提高工作效率、減少人力資源，更能減少廢棄物、施工灰塵及噪音等污染的產生，提升施工安全性及建材使用效率，進一步降低開發對環境造成的衝擊。

四. 近零能源建築技術

現今全球約有26套綠建築評估系統，臺灣EEWH為僅次於英國、美國及加拿大之後，第四個實施具科學量化的綠建築評估系統，同時也是目前唯一獨立發展且適於熱帶及亞熱帶的評估系統，根據International Panel on Climate Change(IPCC)統計，建築相關產業消耗全球40%的能源，其中住宅類建築佔去能源消耗比例的1/3。

臺灣90%以上能源仰賴進口，目前大多建築在規劃初期並無仔細考量建築能源消耗原因，尤其建築產業為耗能產業，近年來世界各國亦積極發展近零能源建築，推動節能減碳及綠色環保技術，歐盟、美國及部分亞洲國家已經將建築零耗能納入國家減碳目標期程，顯示我國應延續國內綠建築政策及推廣成果，加強研發綠建築近零耗能之設計與技術，以提高總體建築耗能管理與效

率，跟上國際潮流。

五. 健康舒適室內環境設計策略

近年來面對氣候變遷、環境暖化及流行性疾病跨國擴散等問題的考驗，為達成生態化與永續化的目標，需藉由各種相關領域跨領域整合，從健康生活出發，以「人本健康、地球永續」的概念來執行。依據聯合國永續發展目標(Sustainable Development Goals, SDGs)，為確保建築設計能達成「健全生活品質」和「永續城鄉」兩項子目標，近年世界各國在建築方面的研究主題，已逐漸偏重於如何提升良好的室內空氣品質，並避免空氣中PM2.5嚴重影響並妨礙民眾日常生活，甚至在特定時期對特定區域造成致災之災難性影響。為能持續保有我國綠建築標章制度在國際間的推動成果，其綠建築評定標準似乎需因應全球環境改變而予以修正，也就是未來我國綠建築案例為阻絕PM2.5進入室內環境，在設計上加裝空氣過濾設備恐將成為普遍現象，因此如何在綠建築設計中充分反映此空氣品質之現況，改善綠建築通風設計技術與水準，提升居住環境健康，實為刻不容緩的重要課題。

而在順應國際對健康建築之重視與發展趨勢的部分，許多國家之健康建築認證，是將相關指標與綠建築相關評估指標整併，我國推動新建建築物採綠建築設計多年，加上人民對於居住健康

的意識與品質要求不斷提高，為改善環境並增加使用者的健康福祉，應持續針對健康建築評估架構加強相關執行策略之擬訂，以落實人本健康之理念。另一方面，新型冠狀肺炎（COVID-19）2019年開始肆虐全球，對全球經濟、生活皆造成重大的影響與改變，而人類一天中大部分的時間皆待在建築物室內，我們要達成的目標除了透過建築物室內空間之音、光、熱、氣、水、綠、電磁波等環境因子的規劃設計，來確保使用者之舒適外，強化建築物對傳染疾病的防疫措施，亦已成為國際關注之新興課題焦點，更將成為未來永續健康住宅的主流價值，因此，建立兼具健康、防疫及舒適之室內環境，亦為一重要研究議題。

六. 再生綠建材與綠色工法研發應用與推廣

為減緩氣候變遷對環境造成之影響，內政部建築研究所多年來積極推動綠建築與綠建材，以提升建築物節能減碳與永續環保之效益。而在過去「大量生產、大量消費、大量廢棄」的產業及社會活動模式，雖為人類帶來豐富便利的生活，同時也造成了嚴重的資源耗用及環境污染。為避免有限的資源被無限耗用，導致我國自然生態環境受到嚴重衝擊，未來必須詳加考量自然環境資源的永續發展，建立與環境共生的資源循環體系。為達到減少地球資源消耗、降低建築營造廢棄物等成效，提升「資材再生利用」

是建立資源永續循環的重要關鍵，對於帶動傳統建材產業的轉型與升級亦十分重要，可將有限資源創造最高價值，確保資源能以再生、循環、永續的方式被使用，因此再生綠建材與綠色工法之研發對於永續健康綠建築發展基礎之奠定實為重要，同時亦可藉由再生綠建材的推廣與應用，減少原物料用量、降低廢棄物處理成本，同時減少能耗與碳排，以建構資源再生體系，帶動國內相關產業循環發展。

七. 可逆式建築設計應用

根據聯合國估計，建築及營造業的資源消耗量約佔全歐洲的50%，廢棄物製造量則佔60%。如果一棟老舊房子，經過拆除後，所有的物料資源都能重新被使用，勢必將大幅減少對地球資源的消耗，並消除大量廢棄物。因此歐盟於2015年推出「建材銀行計畫(Building as a material bank, BAMB)」，包含兩大輔助架構，分別是「建材護照(Material Passport)」、「可逆式建築設計(Reversible Building Design)」等創新系統的建立，成功翻轉人們對於建築的想像，建立歐洲地區永續循環發展的基礎。「可逆式建築設計」讓建材能夠被完整地拆卸與重覆使用，「材料護照」追蹤每一份建材的履歷與狀態，提供單一材質之組合、可再利用及拆除評估資訊；建築物轉變成為建材的暫時存放處，在其生命週期結束或

用途改變時，將這些建築廢資材進行完整規劃再利用的途徑，即可達到減少建築資源浪費，同時也能減少施工所造成的環境負擔（例如降低能耗、二氧化碳排放、廢棄物等）。因此為了降低整體自然環境之資源使用及處理廢棄物所消耗的能源，可逆式建築設計概念將成為永續健康綠建築之有效施行策略之一。

八. 城市熱島效應解決對策

在全球暖化、氣候變遷、建築物量體集中及人類活動等的綜合影響下，打亂自然環境系統的循環，城市高溫化的問題亦日益嚴重，政府部門及相關規劃單位已開始重視熱島效應等自然面向對都市溫熱環境的衝擊，目前大部分研究是針對都市設計層面進行探討，較少從自然環境面向討論都市溫熱環境的改善，改善都市熱島效應的方法包括增加都市戶外通風、提升都市土地水分涵養、加強都市環境綠化、降低都市溫室氣體排放等，皆是藉由都市環境的微氣候改善達到降溫的目的，因此本計畫將持續在既有的綠建築基礎上，強化戶外通風、生態綠化、綠色運輸、透水鋪面、保水效益等對於都市熱島的改善對策效益評估，及未來永續綠建築朝城市發展之可行技術研發等課題，同時建立都市微氣候資料庫與監測系統，進行都市環境之微氣候監控，針對高溫、低溫區域進行分析，有利於降溫策略之研提，對於未來永續城市環

境規劃整合有極大幫助。

九. 永續水資源利用與技術研發

近期氣候異常導致水、旱災頻傳，為了因應氣候變遷所引發的水旱災風險，確保供水的穩定性，除了河水與水庫蓄水，應進一步尋求多樣化的水來源(地下水、雨水及再生水等)，增加旱災時可運用的用水量；同時透過水資源循環利用(節水設備與技術)降低用水量，以使水的供給能符合聯合國永續發展目標SDG6淨水與衛生，確保所有人都能享有水、衛生及其永續管理，將水資源品質作為永續發展之手段之一，同時涵蓋了保護和恢復與水相關的生態系統的概念；我國為建立舒適、健康之永續宜居環境，長期推動興建生態、節能、減碳、健康的綠建築，其中水資源指標為必需通過的門檻項目，指標中除採取節水器材之外，亦鼓勵收集使用雨水作為替代水源，因此將雨水貯集作為的重要評估項目之一，以減少對水資源開發的壓力，而在國內水資源不足的情況下，雨水即為最佳的替代性水源，若能有效利用雨水資源，不但能減緩缺水問題，亦可降低暴雨時的都市洪峰，降低水災的發生機率，以提高水旱災之容受力及城市調適能力。為打造安全韌性的永續城市，除了單一建築基地本身應進行水資源之貯集管理，在社區及都市規模的整體水資源利用，包括區域的防洪、滯洪、

貯集再利用等整合規劃之水資源技術研發及相關法令規範之探討，亦將是未來重要之發展課題。

十. 氣候變遷減緩與調適

近年來，由於全球經濟蓬勃發展，帶動能源與自然資源大量消耗，嚴重打亂自然環境系統的碳循環，導致全球暖化與氣候變遷現象。然而，氣候變遷意謂著全球氣候系統的改變，造成世界各國環境衝擊，聯合國政府氣候變遷委員會(IPCC)於2021年提出氣候變遷第六次評估報告(AR6)，報告指出，人為氣候變遷已影響世界各地許多極端天氣與氣候事件，自2013年以來，極端事件(熱浪、豪雨、乾旱、熱帶氣旋)等觀測均已強化。因此，在氣候變遷具有高度的不確定性特性下，因應氣候變遷的調適措施應儘早展開，以建構具包容、安全、韌性及永續特質的城市與鄉村。而因應氣候變遷之調適策略如何對應我國的環境與氣候特徵，需透過科技計畫將研發成果落實於政策推動，因此，建築物屋頂綠化、基地保水、微氣候改善等達成綠建築永續發展及自然系統的穩定平衡之課題發展，乃是當前必須積極強化的研究發展方向之一。

十一. 國土永續發展策略

由於氣候變遷已干擾了地球整體的自然生態體系，導致全球

的油價與物價高漲，異常氣候使各區域之水資源分布不均，也使乾旱或洪災的發生機率大幅增加。一個城市要走向真正永續發展的方向，除了以單點的「綠建築」為基礎外，擴大至「生態社區設計」或「永續城市規劃」的觀念應運而生，而在我國既有綠建築標章及社區評估指標與認證實務基礎上，整體都市規劃設計應持續朝永續性發展，因此將未來綠建築朝生態社區、永續城市擴大之可行策略及技術研發，歸為未來之研究重點之一，以作為國土永續發展之基礎。

相關課題繪製之科技計畫關聯圖如圖24：

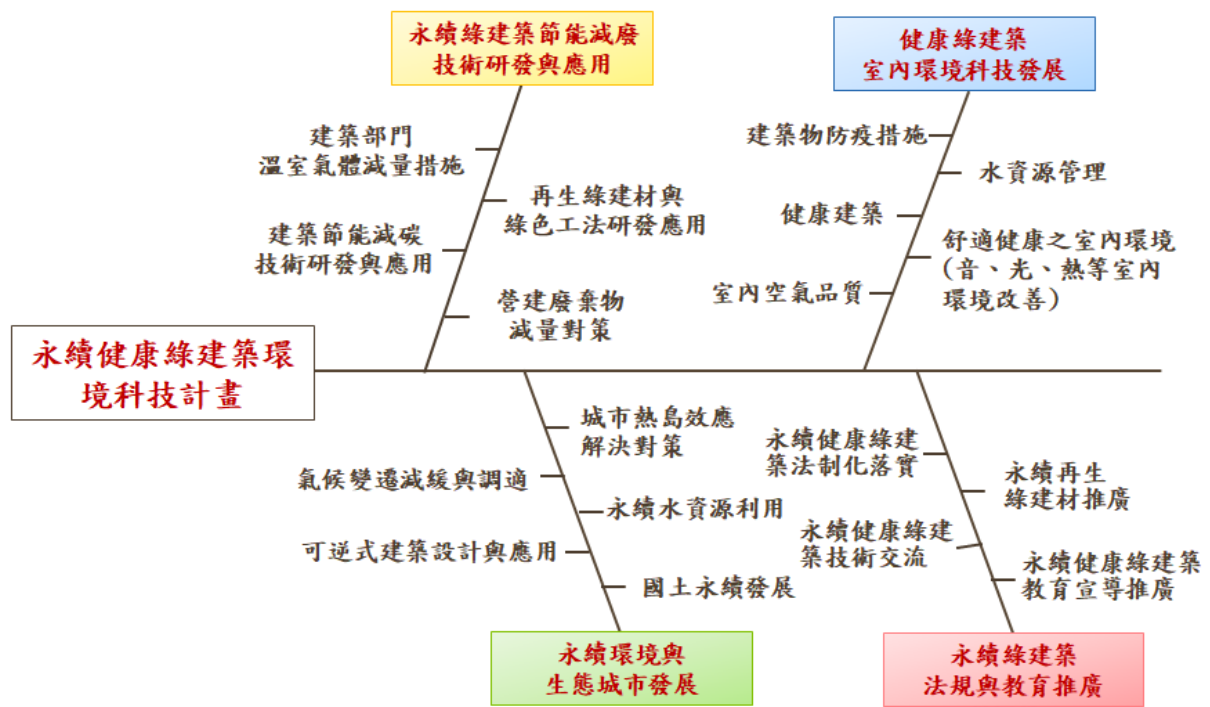


圖 24 永續綠建築環境科技計畫科技關聯圖

第七章 結論與建議

第一節 結論

本研究藉由蒐集國內外永續發展目標與綠建築發展相關之資訊與發展趨勢，彙整全球氣候變遷與國際永續相關議題及方向，同時檢視「創新循環綠建築環境科技計畫」成果，滾動檢討既有計畫成果配合政策推動之成效與對社會環境之影響，針對我國推行永續發展目標與綠建築發展執行措施與挑戰進行研析，並歸納適用於我國永續建築環境之可行策略，據以規劃下一期科技計畫課題與發展主軸，歸納說明如下：

一、完成國內外永續發展目標與綠建築發展相關文獻整理

為了因應氣候變遷，除了各國碳排放減量措施外，如何扣緊聯合國SDGs的目標，並以永續發展為前提，是臺灣不可避免的國際責任。故任何策略與政策的擬定，當與國際公約或當前國際潮流做接軌，以達到提升人民生活品質與福祉之最大效益。因此本研究透過近年來的文獻與國際發展趨勢回顧，包含聯合國永續發展目標、國際間綠建築發展、健康物建築與防疫措施等多面向的議題，有助於了解當前各國、各城市面對不同議題的困境、挑戰及做法，以供未來本計畫在下一階段研擬目標及實施方案的策略參

考。

二、完成「創新循環綠建築環境科技計畫(108-111)」之研究成果彙整

為了掌握國際永續課題發展最新之動態與訊息，本計畫蒐集了相關文獻，彙整國際間綠建築落實永續發展之作法，以美國LEED、英國BREEAM、日本CASBEE及新加坡的GREEN MARK等評估項目來看，皆是著重於低碳排、低環境衝擊、循環利用、能源、水資源及室內環境健康等項目，同時也蒐集了有關健康建築及建築防疫措施的文獻，發現建築物健康防疫主要著重於通風與室內空氣質量，而過去科技計畫在室內環境品質有相關研究成果與政策落實，在健康建築的議題上亦有初步的調查研究，惟未來COVID-19病毒不會消失，甚至會出現更多未知的病毒，我們將面對與病毒共存的後疫情時代，如何加強建築物防疫規劃，提供民眾安居的生活環境，可做為未來下一階段策略發想的參考依據。

三、提出我國推行永續發展目標與綠建築發展執行策略

本研究針對世界綠建築委員會(WGBC)提出綠建築對於實踐永續發展目標具有助益的目標項目，包括SDG3 健康與福祉、SDG6 淨水與衛生、SDG7 可負擔能源、SDG8 就業與經濟成長、SDG9 永續產業、加速創新及具有韌性的基礎建設、SDG11 永續城市、

SDG12 責任消費與生產、SDG13 氣候行動、SDG15 陸地生態及SDG17 全球夥伴等10項，與我國綠建築評估系統生態(E)、節能(E)、減廢(W)、健康(H)四大主軸與九大指標進行關聯性分析，初步彙整永續再生、漸少資源耗用與廢棄物、降低碳排、減緩氣候變遷與調適策略、健康防疫、永續水資源、永續城市等相關議題，可供下一期科技計畫發展方向之參考。

四、提出下期科技計畫發展策略與未來研究課題重點

本研究使用SWOT分析法，提出本所在執行永續綠建築科技發展策略之內在條件優勢與劣勢，配合外在環境條件之機會與威脅，提出各項因應策略，並運用交叉分析將內部之優、劣勢，與外部之機會及威脅等相互對照，整合永續(Sustainable)、健康(Health)與我國綠建築評估系統(EEWH)，提出「永續綠建築節能減廢技術研發」、「健康綠建築室內環境科技發展」、「永續環境與生態城市發展」及「永續綠建築法規與教育推廣」等SHE策略之四大主軸，作為未來執行永續綠建築環境科技發展策略與研究課題規劃之參考。

第二節 建議

本研究依據本部「建構永續宜居環境」之施政目標與前期「創新

循環綠建築環境科技計畫（108~111年）基礎上，完成「我國永續綠建築科技發展與策略規劃之研究」，提供下一期科技計畫研究課題參考。針對本研究成果，提出建議如下：

建議一

持續追蹤國際間永續綠建築發展趨勢我國政策需求，滾動檢討科技計畫研究成果，研提未來科技計畫草案：立即可行之建議

主辦機關：內政部建築研究所

為使未來科技計畫之規劃符合國際發展趨勢與我國政策需求，除持續廣泛蒐集最新文獻資訊外，亦將邀請相關領域之學者專家惠賜建議，以使下期科技計畫草案及時程規劃能更臻完善。

建議二

參與永續綠建築相關國際活動與會議，掌握國際永續發展主流趨勢：
中長期性建議

主辦機關：內政部建築研究所

持續關注全球各國最新永續綠建築節能減碳政策、健康防疫等建築案例及研究議題，掌握最新國際永續綠建築技術發展趨勢，以利做為未來科技計畫研究課題之參考。

附錄一 審查會議紀錄與回應

一、110年3月2日 業務協調會

建議事項	辦理情形
1. 本研究是針對下一期科技計畫有關聯合國永續發展目標的部分進行資料蒐集與分析，同時配合今年度各委託、協同研究計畫分頭進行各課題發展趨勢之相關資料蒐集，建議針對我國綠建築評估系統(EEWH)永續性較弱的部分進行環境面與建築面的盤點，以強化我國綠建築永續發展。	感謝委員建議，本研究針對聯合國永續發展目標與我國綠建築評估系統(EEWH)進行比較分析，並進一步提出永續發展策略，以強化我國綠建築永續發展。
2. 科技部針對本部整體計畫提出應加強與聯合國永續發展目標之聯結，其範圍及所涉及的部會層面非常廣，建議限縮研究範圍，並以表格對照方式，將我國綠建築9大指標之性能項目，與WGBC提出的9大相關目標進行比較分析，以清楚呈現二者之關聯性。	感謝委員建議，本研究將針對我國綠建築9大指標及WGBC提出的9大相關目標進行關聯性分析，並提出未來發展趨勢。

3. 我國綠建築評估系統(EEWH)僅為科技計畫中的一部分，建議參考 WGBBC 提出之 Green Offices 及 Green Homes 的理念，針對 EEWH 已涵蓋、尚未納入，或未來科技計畫應強化的部分進行探討，因此，建議釐清研究範圍，並酌予修正研究題目。	感謝委員建議，本研究題目調整為「我國永續綠建築科技發展與策略規劃之研究」。
---	--

二、110 年 8 月 5 日 期中審查會議

建議事項	辦理情形
1. 為因應氣候變遷，國際間多國已相繼提出2050年之減碳目標，而住商部門之碳排放量約佔全球碳排放量之19.67%，建議未來研究可加強近零建築的著墨，並可針對建築物使用階段之近零碳排放進行相關研究。	感謝委員建議，本研究已將近零能源建築技術納入研究重點項目之一。(P.95)
2. 本研究結論提出「永續」、「健康」及「EEWH」之關聯成果，惟報告書前階段的資料較著重在「永續」與「EEWH」的論述，建請後續可加強補充「健康」之相關資料。	感謝委員建議，已補充建築物之健康與防疫相關文獻(P.41)。

3. 為因應近期COVID-19疫情肆虐全球，在防疫策略導入建築設計之議題部份，建議可加強探討。	感謝委員建議，已將相關議題納入課題規劃方向參考(P.102)。
4. 為配合科技部於今年8月提出下階段之科技計畫，建議儘速針對研究主軸、分年計畫等提出初步架構內容，俾利後續討論研商。	感謝委員建議，本研究提出下期科技計畫發展主軸 (P.91)。
5. 建議加強後續研究課題的統整與論述，以利下階段科技計畫參考。	感謝委員建議，本研究已完成未來研究課題彙整與說明 (P.91)。
6. 防疫為未來重要的施政重點，建議加強相關課題研究，並建議針對主軸A、B進行SWOT分析，以利提出未來相關課題發展之優先順序，強化永續發展。	感謝委員建議，本研究運用SWOT分析提出相關策略已完成未來研究課題彙整與說明 (P.91)。
7. 綠建築水資源指標為必要之門檻指標，近期因氣候異常導致水災頻繁，建議本研究能針對綠建築水資源在災害調適部分進行相關策略的蒐集。	感謝委員建議，有關綠建築水資源在災害調適部分，業已納入研究重點項目之一。(P.100)

8. 本研究主要針對下期科技計畫進行相關資料蒐集，建議先提出魚骨關聯圖、議題方向等相關資料，以利後續聚焦及參考。	感謝委員建議，有關下期科技計畫之魚骨關聯圖，請詳P.102。
--	--------------------------------

三、 110 年 11 月 19 日 期末審查會議

建議事項	辦理情形
1. 有關第七章結論與建議，建議未來可針對已完成建築防疫規劃之研究案進行研析，以提出具體設計策略供設計者參考。	感謝委員建議。
2. 由聯合國發展 17 項指標 SDGs，逐項檢討並提出建研所各項研究計畫之對應指標，分析詳盡十分肯定。	感謝委員肯定。
3. 相對於 SDGs，循環經濟是國家目前推動的重要政策，因此建議可以循環經濟為主軸進行規劃，再評估 SDGs 的配合性。	感謝委員建議。
4. 不論是綠建築或綠建材相關計畫，建議能將帶動產業發展列為重點目標，才能真正將循環經濟落實，因此未來之計畫應兼顧研發與推廣應用。	感謝委員建議，將於下一期科技計畫中加強帶動產業發展之相關研究課題。

5. 第六章第一節 SWOT 分析中之威脅部分，提出天然資源匱乏、能源仰賴進口、溫室氣體影響等，雖是臺灣面臨國際競爭的威脅，但卻是發展綠建築、綠建材的機會，要利用推動綠建築及推廣綠建材來加強節能，創造資源永續循環。	感謝委員建議，已補充於報告書 P.87。
6. 近年來 ESG(Environment, Social, Governance)已成為評估綠色企業之主流，建議未來的計畫也能符合 ESG 之方向。	感謝委員建議。
7. 永續綠建築推動與國際趨勢一致，本計畫納入 SDGs、WELL 健康建築及防疫等議題進行勾稽，並提出永續健康綠建築發展主軸，及科技技術發展關聯，對後續研究提出一個明確的框架及方向，應有助於未來科技計畫提案的參考。	感謝委員肯定。
8. 有關本研究淨零排放部分，歐盟有提出城市推動淨零排放之相關配套措施，建議進一步補充相關資料。	感謝委員建議。
9. 本研究有關健康防疫部分，似在室內設備的部分較少著墨，建議可加強相關文獻蒐集與說明。	感謝委員建議。

10. 本研究係為下一階段之科技計畫提供參考，在 SDGs 與我國綠建築發展之相關內容似有點發散，且簡報部份內容未呈現於報告書中，建議進一步歸納收斂，並將簡報內容補充於報告書中。	感謝委員建議，簡報內容業補充於報告書PP.92-96。
11. 隨國際間健康防疫的觀念興起，在各國綠建築評估中，似乎僅有美國有單獨提出健康建築標準(WELL)，建議可進一步釐清美國 LEED 與 WELL 之關聯性，以作為未來政策規劃與推動之參考。	感謝委員建議，簡報內容業補充於報告書P.44。
12. 節約能源與循環經濟為目前國家政策發展兩大重點，建議增加沙崙綠能循環住宅之案例資料，並加強有助於產業發展之相關課題方向。	感謝委員建議，將於下一期科技計畫中加強提升產業發展之相關研究課題。

參考文獻

- C1. 周佳、劉紹臣，全球氣候變遷觀測，中央研究院環境變遷研究中心，2012。
- C2. 經濟部能源局。
(<https://www.moeaboe.gov.tw/>)
- C3. 內政部建築研究所，綠建築評估手冊-基本型，2019 年。
- C4. 內政部建築研究所，創新循環綠建築環境科技計畫，2021。
- C5. 科技部、中央研究院環境變遷研究中心、交通部中央氣象局、臺灣師範大學地球科學系、國家災害防救科技中心，IPCC 氣候變遷第六次評估報告之科學重點摘錄與臺灣氣候變遷評析更新報告，2021。
- C6. 鄭政利，永續智慧城市與綠建築發展策略規劃，內政部建築研究所委託研究報告，2017。
- C7. 蔣本基，循環永續綠建築創新環境科技發展策略研究，內政部建築研究所協同研究報告，2017。
- C8. 未來城市 Future City。
(<https://futurecity.cw.com.tw/>)
- C9. 從整體生命週期看建築的循環。
(<https://www.cw.com.tw/article/5094177>)
- C10. 張榮偉，建築環境健康及防疫措施之可行性研究，內政部建築研究所協同研究報告，2021
- C11. 中山大學氣膠科學研究中心。
(<https://aerosol.nsysu.edu.tw>)
- E1. Institute for Building Environment and Energy Conservation, CASBEE.
(<http://www.ibec.or.jp/>)

- E2. LEED Reference Guide For Building Design and Construction.
USGBC ; 2014.
- E3. Building Research Establishment, BREEAM.
(<https://www.breeam.com/>)
- E4. 歐洲冷凍空調聯盟大會 CLIMA 2019 網站。
(<https://www.rehva.eu/events/details/clima-2019>)
- E5. 全球永續建築環境國際研討會 WSBE20 BEYOND 2020 網站。
(<https://beyond2020.se/>)
- E6. 國際建築物理環境研討會 IBPC 2021 網站。
(<https://www.ibpc2021.org/>)
- E7. World Green Building Council.
(<https://www.worldgbc.org>)
- E8. The Global Goals for Sustainable Development.
(<https://www.globalgoals.org/>)
- E9. Levin, H., Design and Construction of Healthy and Sustainable Buildings.
- E10. The WELL Building Standard, International Well Building Institute; 2016.
- E11. Levin, H., “Building ecology: an architect’s perspective on healthy buildings” in Maroni, et al, (eds) Proceedings of Healthy Buildings ‘95, Proceedings of the Fourth International Conference on Healthy Buildings, Milan, Italy, September, 1995.
- E12. International Well Building Institute, WELL.
- E13. LEED Reference Guide For Building Design and Construction.
USGBC ; 2014.
- E14. The Federation of European Heating, Ventilation and Air

Conditioning associations.

(<https://www.rehva.eu/>)

E15. REHVA COVID-19 guidance document, 2020.