

導入智慧科技與韌性調適之健康住居環境設計

陳振誠

摘要：當前面對氣候變遷之衝擊，構成生命之三要素：陽光、空氣與水成為重要環境對應，如何維持可永續生存之健康宜居環境，從聯合國永續發展目標(Sustainable Development Goals, SDGs)擬定，將「健康福祉」與「永續城市」目標設定為可面對氣候變遷「韌性調適」之「健康住居環境」，其達成方式必須透過導入「智慧科技」，例如：人工智能物聯網(artificial intelligence and internet of things, AIoT)、大數據、互聯網、區塊鏈、雲端計算、網格化管理等，獲取調適資訊與預測及連動相關對應之環境設施與設計，並可學習演化計算相關資訊後提供預先調適之機制。透過「智慧社區與城市」之推動模式，串連智慧科技與物聯網改善空氣品質與生活便利，創造可宜居之健康住居環境。本文目的評論氣候變遷對於建築生活環境之衝擊，以綠建築、智慧建築為基礎設施，對於亞熱帶氣候之空氣品質、水資源及建築物綠化作為減緩與調適因子，並導入智慧物聯網大數據分析概念，以「被動韌性調適」與「主動感知預防」，作為韌性調適之健康住居環境設計，對於臺灣正面臨超高齡社會與少子幼兒照護，智慧韌性之全齡環境設計可作為對應氣候變遷衝擊之設計參考。

關鍵詞：氣候變遷、智慧科技、智慧綠建築、韌性調適設計。

前言

臺灣位處於亞熱帶氣候區域，面對地球暖化所引起之氣候變遷，直接衝擊影響人類居住之生活環境，根據聯合國經濟和社會事務部(United Nations-Department of Economic and Social Affairs, 2018)發布《2018年世界城鎮化展望》報告顯示，當今全球有55%人口居住在城市，預估2050年將增加到66%，而且城鎮化之快速開發與消耗能源資源問題，

亦引起生存環境品質之惡化。當前臺灣也同時面臨城市化(urbanization)、高齡社會(aged society)、能源轉型、都市熱島、環境污染、健康風險增加與極端氣候等問題，尤其是臺灣南部氣候條件更接近熱帶氣候，屬於分界邊緣敏感區域，對於氣候變遷引起之極端氣候，更是容易造成危害健康生存居住之問題(行政院經濟建設委員會，2012；行政院環境保護署，2017)。

臺灣南部的高雄市地處於「環熱帶圈」，因地球暖化使其氣候分區為「亞熱帶氣候」與「熱帶氣候」之分界邊緣，此刻正面臨著「都市熱島與環境暖化」、「高碳排放」、「空氣與環境污染」、「能源與水資源缺乏」、「人口高齡社會」等(科技部，2017)，因此本文目的乃評論氣候變遷對於建築生活環境之衝擊，以綠建築、智慧建築為基礎設施，對於亞熱帶氣候之空氣品質、水資源及建築物綠化作為減緩與調適因子，並導入智慧物聯網大數據分析概念，以「被動韌性調適」與「主動感知預防」，作為韌性調適之健康住居環境設計(國家發展委員會，2014)。

以臺灣南部之「高雄市」進行案例論述

一、都市熱島與高碳排放環境問題嚴重

都市化所帶來的衝擊影響，讓高雄面臨嚴重都市熱島效應，在2016年7月是有紀錄以來最熱的1個月，從氣象資料統計資訊結果分析(中央氣象局，2016)，高雄夏季日間溫度上升約2.1℃，夜間平均溫度上升約2.3℃，顯示高雄地區夏季已逐步朝向熱帶化現象，而都市熱島問題伴隨「健康」與「耗能」等問題，高溫除影響「高齡老人」生理健康外，建築物屋頂與外牆的隔熱不良與蓄熱問題，衝擊室內健康環境且增加空調耗能及排碳量，例如：2014年高雄地區「人均碳排放量」為20.38公噸／人年，與全世界平均排放量4.52公噸／人年相比，高雄平均碳排放

接受刊載：108年5月7日

東方設計大學室內設計系助理教授

通訊作者地址：陳振誠 82941 高雄市湖內區東方路110號 電話：(07) 6939053；E-mail：coolhas2000@yahoo.com.tw

[https://doi.org/10.6224/JN.201906_66\(3\).04](https://doi.org/10.6224/JN.201906_66(3).04)

為全世界平均值之4.51倍(高雄市政府環境保護局, 2015), 顯示高碳排放所引起之環境問題嚴重。

二、降雨水資源與綠化不足問題

極端氣候下都市降雨所引起之澇旱交替問題及集中降雨災害問題, 加上都市人工設施與不透水地盤, 引起降雨澇災、缺雨、高溫、旱災等極端變化, 以高雄市為例降雨集中於5月至9月(中央氣象局, 2016), 屬於「澇旱交替」的氣候特性, 降雨過度集中於都市地區, 造成地表逕流與淹水問題, 建築物的大面積人工地盤及金屬屋頂, 造成綠化面積不足無法有效排水與土壤保水, 使得降雨資源無法妥善應用, 建築物綠化無有足夠水資源澆灌, 能夠維持綠化來韌性調適環境, 亦或水患災後產生之健康衛生問題, 皆是重要課題。

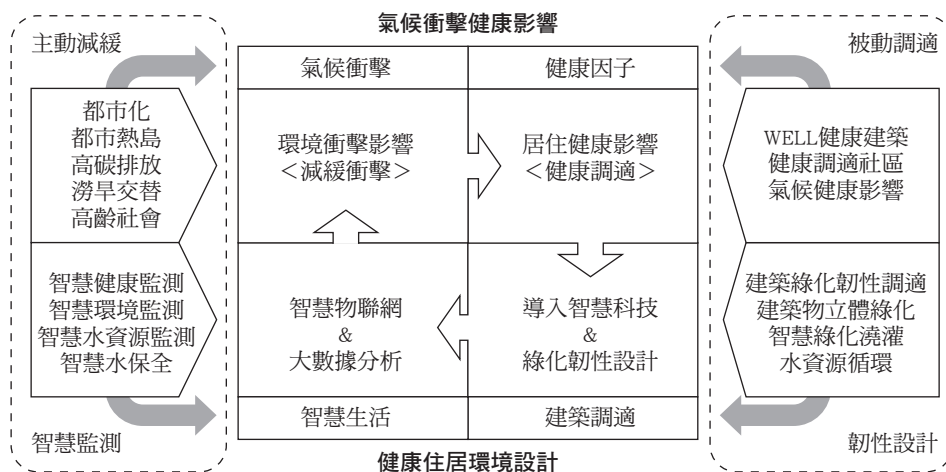
三、高齡社會的快速來臨

臺灣於2018年邁入高齡社會, 例如高雄市人口數為277萬人, 人口結構中65歲以上人口佔14.0%, 已邁入高齡社會, 若以「需照顧族群」(增加兒童、少年及身心障礙者), 其人口佔26.8%(高雄市政府主計處, 2018), 預計2024年高雄邁入20%超高齡社會, 此刻正推動長期照顧設施設置, 以「里」為單位大量建置「長期照顧」與「日間照顧」等據點, 將既有空間改造成福祉照顧空間, 以因應「高齡社會」的問題, 另一方面, 也建構「公共托嬰中心」來改善幼兒照顧的空間不足問題, 高齡與少子化的問題, 顯示出「全齡化通用設計環境」的迫切需要。

全球共同趨勢－健康建築與住居環境

面對氣候衝擊下上述臺灣地區面臨之環境問題, 諸如, 都市熱島與高碳排放環境問題、降雨水資源與綠化不足問題、高齡化社會的快速來臨等, 所應對應之健康建築與住居環境設計, 當前以聯合國永續發展目標(Sustainable Development Goals, SDGs)擬定方針將「健康福祉」與「永續城市」目標設定為可面對氣候變遷「韌性調適」之「健康住居環境」, 本文亦從世界各國發展因應對策中發現(Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014), 例如, 被動住宅(passive house)、淨零耗能建築(net zero energy building, NET ZEB)、永續綠建築(sustainable building)、健康建築(health building)、智慧建築(intelligent building)等, 主要以「被動韌性調適」與「主動感知預防」, 作為韌性調適之健康住居環境設計方針(圖一), 並透過政府法令推動(如臺灣建築技術規則綠建築專章、公共工程採購規範、都市更新等)與標章鼓勵方式(臺灣綠建築標章、智慧建築標章、U.S. Green Building Council LEED [leadership in energy and environmental design] 標章、International WELL Building Institute WELL 標章等)併同推動。

本文列舉當前重要健康建築趨勢, 在全球化(globalization)帶動下, 永續健康之建築環境設計已成為國際化潮流趨勢, 在美國從永續綠建築之LEED標章(建築之節能環保)擴大延伸至健康建築-WELL標章(人之身心靈健康)。



圖一 氣候衝擊下健康住居環境對應模式

目前全球對於健康調適建築環境設計，以國際建築研究院 (International WELL Building Institute) 所提出之「健康建築標準」(WELL Building Standard, 簡稱 WELL 建築標準) 為主，是一種基於性能的國際評估系統，用於衡量建築環境對人類健康的影響，在 WELL 建築標準中所談論的健康建築，不僅包含生理的健康，更延伸至心理的健康，WELL 建築標準 (V1 版本) 包含 7 大類別：空氣 (air)，水 (water)，營養 (nourishment)，光 (light)，健身 (fitness)，舒適度 (comfort)，精神 (mind)，包含了 102 個評估項目 (包含七大類別中 100 個相關評估項目及 2 個創新評估項目，2018 年 V2 版有所變更)，同時在一些評估項目上還考慮到了無障礙設計、個人身體狀況特殊 (如食物過敏) 人士的需求。目前 WELL 建築標準，共分為三種類型：新建與既有建築、新建與既有室內、外殼與核心，另有社區、運動場所、公共場所及醫療機構等四種版本，依照不同的建築類型，打造適合且有益使用者健康的建築環境 (表一；International WELL Building Institute, 2017)。

氣候變遷與健康危害之關連

對於氣候變遷與健康環境之對應，尚須加入「使用者健康資訊」作為重要決策因素，室內環境之健

康品質與基準，除世界衛生組織 (World Health Organization, 2018) 公告之相關基準外，在衛生福利部 (2018) 出版之「因應氣候變遷之健康衝擊政策白皮書」(二版) 亦說明氣候變遷與健康衝擊之影響，包括：熱浪寒流、異常天候等，藉由空氣污染、過敏性生物微粒、傳染性疾病傳染途徑、生物多樣性方式造成人員之健康危害。而且 Costello 等人在 2009 年研究指出，氣候變遷對人體健康危害及其生活之環境遭受衝擊相關，亦即健康危害因子與環境改變，透過水、空氣、溫熱等影響人體健康，在人體健康與氣候變遷之平衡條件下，「水」與「空氣」及「綠化」為可同時控制「環境減緩」與「健康調適」之共伴因子。

導入智慧科技與韌性調適設計營造 健康住居環境

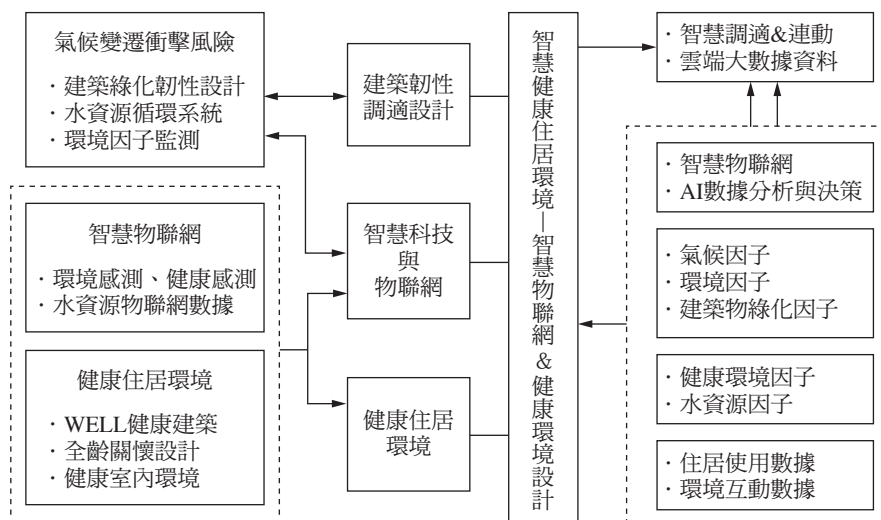
氣候變遷對於建築生活環境之衝擊，對於環境與健康影響，以綠建築、智慧建築為基礎設施，對於亞熱帶氣候之空氣品質、水資源及建築物綠化作為減緩與調適因子，並導入智慧物聯網大數據分析概念，以「被動韌性調適」與「主動感知預防」，作為韌性調適之健康住居環境設計 (圖二)。

表一

健康建築 WELL 標章先決條件指標項目 (V1 版)

指標分類	評估項目 (先決條件)	主要對應人體健康
空氣	29 項指標：空氣品質、禁煙、通風效率、揮發性有機化合物、微生物與霉菌控制、施工污染管理、健康入口、材料安全資料、潮濕管理、殺蟲劑管理、空氣過濾、新風系統、空氣淨化…等	心血管系統、內分泌系統、免疫系統、神經系統、呼吸系統、皮膚等
水	基本水質、無機污染物、有機污染物、農業污染物、公用水添加劑…等	消化系統、內分泌系統、泌尿系統、神經系統、免疫系統等
營養	水果蔬果、加工食品、食物過敏、食品污染、洗手設施、人工添加劑、營養訊息、食品訊息…等	消化系統、神經系統、免疫系統、生殖系統、心血管系統、皮膚、內分泌系統、泌尿系統等
光	視覺照明設計、晝夜照明設計、眩光控制…等	心血管系統、內分泌系統、免疫系統、神經系統、肌肉、骨骼等
健身	室內健身循環、運動激勵計畫…等	心血管系統、神經系統、免疫系統、肌肉、骨骼等
舒適	通用設計、人體工學設計、室外噪音控制、室內噪音控制、熱舒適…等	皮膚、神經系統、心血管系統、內分泌系統、肌肉、骨骼等
精神	健康福祉意識、整合設計、入住後調查、美學設計、親生命設計…等	神經系統、心血管系統、免疫系統、內分泌系統、肌肉等

導入智慧科技與韌性調適之健康住居環境設計
-建築物綠化韌性設計、水資源循環、智慧物聯網監測、WELL 健康建築環境-



圖二 導入智慧科技與韌性調適設計營造健康住居環境

一、建築物綠化韌性調適策略

建築物基地綠化為基本設計條件，並作為韌性調適設計之重要對策，然而在都市化密度高之發展區域，基地腹地不足之狀況僅能透過「建築物屋頂綠化」及「建築物立體綠化」之方式，打造垂直綠化之都市拮抗機制來調適極端氣候衝擊。在高雄此刻正以「綠化韌性調適策略」來解決都市熱島、微氣候改善、水資源調適等問題，高雄率先全國訂定綠建築自治條例中，針對「建築物屋頂與立面陽台」進行「綠化」的創新改革手法，讓建築物屋頂翻轉有效減緩「高雄都市熱島效應」。以「屋頂綠化」與「3m深景觀陽台」打造生態綠化城市、海綿城市與都市垂直森林，高雄市目前建築物屋頂綠化面積已達約25萬平方公尺（相當於39座標準足球場綠化面積），一年可減少約5,000公噸二氧化碳排放量（高雄市政府工務局，2018），大面積的綠化植栽可以減緩都市熱島、雨水保水降溫與增進都市生態多樣化，以綠化行動來打造宜居生活環境。

二、導入智慧綠化澆灌與降溫節水韌性設計

調適「都市熱島」與「澇旱交替」問題，高雄市打造「生態綠化城市」與「海綿城市」，透過「屋頂綠化」與「立體陽台綠化」方式建構「建築物綠化韌性調適策略」，面對大面積的綠化植栽，需要大量「水資源」與「澆灌維護」植物的生長，如何以「物聯網」導入「智慧綠化澆灌系統」至「建築物綠化」為重要行動

策略。透過「智慧澆灌物聯網」與「大數據雲端平台」方式，連結「氣象資料」進行綠化澆灌與控制，達成降溫、節水、植物生長等目標。實際案例以一棟「高雄厝社區（112住戶單元）」之建築物屋頂綠化，導入「智慧綠化澆灌系統」，每棟建築物每年可節省約72噸水資源，亟具節水效益（高雄市政府工務局，2017）。

三、導入智慧水表與水保全關懷系統

臺灣面對「缺水」、「高齡人口」與「獨居老人」居住等複合型問題，針對安置獨居老人居住輔以「智慧物聯網科技—智慧水表與水保全系統」，藉由「每日生活用水量」與「大數據分析」來監測「獨居老人之生活安全」，以「每日用水量、用水頻率、異常警示、用水監控、節水管理等」，透過人工智慧演算是否有生活異常狀況，並紀錄生活用水作息，作為異常警示通報照顧人員，未來可有效以AIoT (artificial intelligence and internet of things) 方式整合雲端大數據，預防與管理獨居老人生活用水，有效協助預測警示通報，成為高齡生活之智慧關懷方式。

結 論

智慧科技導入創新應用，解決都市面臨氣候變遷問題，臺灣可持續積極推動「永續綠建築政策」發展「智慧建築、智慧社區、智慧城市」與「數位物聯網」及「區塊鏈、大數據與人工智慧」等新興技術，導

入至建築生活住居場域來具體實踐與解決「都市熱島與環境暖化」、「高碳排放」、「能源與水資源缺乏」、「人口高齡社會」等問題與需求，本文認為對應「社區健康醫護之環境設計與管理」，以健康建築生活環境為基礎，發展可因地制宜、因時改變、因人調動之智慧科技技術，尤其以「綠化」、「水」與「空氣」及「WELL健康建築」做相關健康調適因子控制，營造具韌性調適之全齡健康住居環境，更能滿足未來各種社會需求與生活模式，高效率為導向減少人員負擔與環境負荷。

參考文獻

- 中央氣象局 (2016) · 105 氣候年報 · 取自 https://www.cwb.gov.tw/V7/service/notice/download/publish_20170922115939.pdf [Central Weather Bureau. (2016). *Climate monitoring: 2016 annual report*. Retrieved from https://www.cwb.gov.tw/V7/service/notice/download/publish_20170922115939.pdf]
- 行政院經濟建設委員會 (2012) · 國家氣候變遷調適政策綱領 · 台北市：作者。[Council for Economic Planning and Development, Executive Yuan, Taiwan, ROC. (2012). *National adaptation strategy to climate change in Taiwan*. Taipei City, Taiwan ROC: Author.]
- 行政院環境保護署 (2017) · 國家因應氣候變遷行動綱領 · 台北市：作者。[Environmental Protection Administration, Executive Yuan, Taiwan, ROC. (2017). *National climate change action guidelines*. Taipei City, Taiwan ROC: Author.]
- 科技部 (2017) · 臺灣氣候變遷科學報告 · 台北市：作者。[Ministry of Science and Technology, Taiwan, ROC. (2017). *Report of climate change in Taiwan*. Taipei City, Taiwan ROC: Author.]
- 高雄市政府工務局 (2017) · 2017 高雄曆推動智慧社區成果專輯 · 高雄市：作者。[Public Works Bureau of Kaohsiung City Government. (2017). *Intelligence community to promote 2017 Kaohsiung LOHAS building label*. Kaohsiung City, Taiwan, ROC: Author.]
- 高雄市政府工務局 (2018) · 建築物設置立體綠化及綠屋頂成果專輯 · 高雄市：作者。[Public Works Bureau of Kaohsiung City Government. (2018). *The skyrise and roof greenery installation of building project achievement monograph*. Kaohsiung City, Taiwan, ROC: Author.]
- 高雄市政府主計處 (2018) · 高雄市人口統計 · 取自高雄
- 市統計資訊服務網 <https://kcgdg.kcg.gov.tw/KCGSTAT/Page/TopicPage.aspx?uid=26> [Department of Budget, Accounting and Statistics, Kaohsiung City Government. (2018). *Demographic statistics, Kaohsiung City*. Retrieved from Statistical Information Network of Kaohsiung City website: <https://kcgdg.kcg.gov.tw/KCGSTAT/Page/TopicPage.aspx?uid=26>]
- 高雄市政府環境保護局 (2015) · 高雄市低碳環境與溫室氣體排放情形 · 取自高雄統計資訊服務網 <https://kcgdg.kcg.gov.tw/KCGSTAT/page/kcg08.aspx> [Environmental Protection Bureau Kaohsiung City Government. (2015). *Low carbon environment and greenhouse gas emissions in Kaohsiung City*. Retrieved from Statistical Information Network of Kaohsiung City website: <https://kcgdg.kcg.gov.tw/KCGSTAT/page/kcg08.aspx>]
- 國家發展委員會 (2014) · 國家氣候變遷調適行動計畫-健康領域行動方案 · 台北市：作者。[National Development Council. (2014). *National adaptive action project to climate change in Taiwan*. Taipei City, Taiwan, ROC: Author.]
- 衛生福利部 (2018) · 因應氣候變遷之健康衝擊政策白皮書 (二版) · 台北市：作者。[Ministry of Health and Welfare, Taiwan, ROC. (2018). *White paper on policy responses to the health impacts to climate change* (2nd ed.). Taipei City, Taiwan ROC: Author.]
- Costello, A., Abbas, M., Allen, A., Ball, S., Bell, S., Bellamy, R., ... Patterson, C. (2009). Managing the health effects of climate change. *The Lancet*, 373(9676), 1693–1733. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)60935-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)60935-1)
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2014). *Climate change 2014: Impact, adaptation and vulnerability. Part A: Global and sectoral aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. New York, NY: Cambridge University.
- International WELL Building Institute. (2017). *WELL building standard (V1)*. New York, NY: Author.
- United Nations-Department of Economic and Social Affairs. (2018). *World urbanization prospects: The 2018 revision*. New York, NY: United Nations.
- World Health Organization. (2018). *Climate change and health*. Retrieved from <http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>

Incorporating Smart Technologies and Resilience Into Healthy Living Environment Designs

Cheng-Chen CHEN

ABSTRACT: In dealing with the impacts of our changing climate, the sun, air, and water are the three main factors that will affect our ability to maintain a healthy and livable living environment. The two United Nations' Sustainable Development Goals (SDGs) of "health welfare" and "sustainable city" relate closely to how societies face climate change. Applying smart technologies such as the Artificial Intelligence of Things (AIoT), big data, blockchains, and the Internet of Things (IoT), cloud calculation, and network management allows designers to access information on relational and adaptive environmental designs. Moreover, these technologies help us learn evolutionary computation information in order to provide advanced mechanisms. Models that help promote the implementation of smart neighborhoods and cities integrate smart technologies and IoT in order to improve air quality and living convenience and achieve living environments that are livable and healthy. This article primarily addresses the impacts of climate change on our living environment and how we may use green and smart buildings to ameliorate the effects of this change on daily life, promote the efficient use of water resources, and make living spaces significantly more environmentally friendly. In addition, we hope to apply the idea of smart IoT and big data analysis to design "passive toughness adaptation" and "automatic sensing prevention" into healthy living environments, which may facilitate our ability to handle the problems of super-ageing societies and to adapt to the diminishing birthrate. An intelligent and resilient environment that is appropriate for all age groups may provide a valuable path forward for preparing effectively for the impacts of climate change.

Key Words: climate change, smart technology, smart green building, resilient design.

Accepted for publication: May 7, 2019

PhD, Assistant Professor, Department of Interior Design, TungFang Design University.

Address correspondence to: Cheng-Chen CHEN, No. 110, Dongfang Rd., Hunei District, Kaohsiung City 82941, Taiwan, ROC.

Tel: +886 (7) 693-9053; E-mail: coolhas2000@yahoo.com.tw

引用格式 陳振誠(2019)·導入智慧科技與韌性調適之健康住居環境設計·護理雜誌, 66(3), 23-28。[Chen, C. C. (2019).

Incorporating smart technologies and resilience into healthy living environment designs. *The Journal of Nursing*, 66(3), 23-28.]

[https://doi.org/10.6224/JN.201906_66\(3\).04](https://doi.org/10.6224/JN.201906_66(3).04)