

第三章

高齡者住宅設計與智慧科技應用

為了推動智慧高齡照護住宅，本文提出規劃設計的八大原則：動線、自主、尊重、安心、提示、互動、掌握、彈性，並進一步彙編成「智慧高齡照護住宅參考指引」手冊，幫助建築相關從業人員規劃符合高齡者及照護者需求的智慧化居住環境，科技設備及服務提供商開發符合市場需求的新產品及服務，一般民眾亦可參考進行自宅優化。未來物聯網與人工智慧將進入住宅，成為互動直覺、跨越空間且能防範未然的智慧高齡照護住宅，減輕居家照護員的負擔，在與社區及醫療系統串連整合之下，更能提供完整的在地老化照護資源。新型態的居住空間及服務設計需要經過持續的驗證及檢討，以淬煉出在地化的智慧高齡照護住宅理想模式。

陳俊杉 國立臺灣大學土木工程學系暨研究所專任教授
國立臺灣大學智慧生活科技整合與創新研究中心副主任
陳嘉懿 陳嘉懿建築師事務所建築師
陳佳君 國立臺灣大學智慧生活科技整合與創新研究中心專任研究員
吳健群 國立臺灣大學智慧生活科技整合與創新研究中心專任研究員

壹、前言

面對人口老化與少子化的社會現況，我國已將「在地老化」作為應對策略，期許能讓高齡者在原本熟悉的環境裡自主自在地度過晚年生活。長照2.0政策提供了更具體的做法，讓照顧服務能夠輸送到家及社區，拉長高齡者能夠在自宅老化的時間。其中對於高齡者的居住環境，中長期的規劃是「結合照顧與住宅，研議多元化的居住服務」，這代表年紀大了並非一定要被送進安養院，可以有更多元的選擇，例如日照中心、老人公寓等，其中在自宅安養天年也是其中一種選擇。居家環境本身如何支持人們的老年生活、減輕被照顧者及照顧者的壓力，將是越趨重要的議題。

貳、空間與科技如何因應高齡者居住需求

從1980年實施殘障福利法開始，建築領域以「無障礙設計」的概念來談高齡者的居住空間設計，接著導入Ronald L. Mace的「通用設計(universal design, UD)」概念，到近期更演進為「友善環境」設計概念，可以看出建築設計領域日漸重視高齡者的深層需求（陳政雄，2017）。而從高齡科技的面向，在1988年美國聯邦政府通過殘障科技法案後，各式輔具設備相繼推出，企圖解決高齡者的機能退化議題（身心障礙者服務資訊網：<http://disable.yam.org.tw/archives/1905>），接著更隨著智慧化的發展，有許多智慧科技為了解決高齡者的需求而進入家中，這些智慧科技有機會解決一般輔具無法解決的問題，例如為了維持舒適的居家環境，暖風機、電動窗簾等輔具可以隨時調整室溫及光線，當這些設備搭載智慧化系統，甚至能夠在住戶尚未感覺到不適之前就自動調整設定。

雖然現在高齡相關的空間設計與科技都已經發展了一段時間，但卻尚未在市面上遍地開花，其中一可能因素是兩者各自為政，沒有加乘效應，以致於無法展現價值。以下將透過「住宅空間設計」與「福祉科技導入」兩個面向，來說明各界在解決高齡者居住需求的努力、發展歷程，並說明「空間與科技結合」的趨勢。

一、從無障礙設計到老年住宅設計

如前所述，過往提供給高齡者的居住空間設計多從無障礙角度出發，主要考量的是高齡者行動上的不便，常見的設計方向為：(1)消除室內高低差以防止跌倒，例如消除出入口門檻、設置坡道等；(2)強化浴廁使用的安全性，例如加裝扶手、鋪設防滑地磚等；(3)增加室內設施設備之便利性與舒適性，例如走廊寬度需方便輪椅迴轉、插座及櫥櫃的高度位置、廚房水槽及檯面的間接照明等（黃耀榮，2012；李正庸，2012）。

在1990年左右開始出現通用設計的概念，以無障礙環境為基礎，期許讓社會上每一份子都能安全、便利、舒適地使用居家空間，通用設計的七項概念為：公平性(equitable use)、適應性(flexibility in use)、簡易性(simple and intuitive use)、資訊度(perceptible information)、容許度(tolerance for error)、負擔度(low physical effort)、規模度(size and space for approach and use)，通用設計的概念讓高齡者居住空間從「可用」走向「好用」（陳政雄，2017）。

2007年世界衛生組織提出「友善環境」的概念，在這個世代不只是考慮無障礙和通用設計，最重要的是需要同理心，以彈性、軟性的態度考量不同人的角度，達到可及、公平、包容的核心指標（陳政雄，2017）。在高齡友善城市中，住宅發展指標包括：(World Health Organization, 2007)

- (1) 提供可負擔及充足的住宅於安全的地區且鄰近社區服務處；
- (2) 居家修繕及支援服務是足夠且可負擔的；
- (3) 提供不受天氣干擾的安全舒適住宅；
- (4) 內部空間設計要讓高齡者在房間或通道都能行動自如；
- (5) 建造者必須清楚高齡者之需求；
- (6) 公共住宅和商業型出租住宅必須整潔、維護良好且安全；
- (7) 地區必須提供可負擔且充足的住宅服務給身體孱弱及殘疾之高齡者。

配合上述這些概念，國內外針對適合高齡者的居住空間規劃已有不少參考建議及規範（營建署，2003；林文祺，2010；周燕珉，2011；廖慧燕，2012；漂亮家居編輯部，2014；陳柏宗，2017；NSW Ministry of Health, 2013；Ontario Ministry of Health and Long-Term Care, 2015）。以周燕珉等人(2011)出版的「老年住宅」一書為例，從高齡者的生理、心理、生活習慣及人體工學來探討居住環境需求，每一空間單元亦給予細部設計建議。整體而言，目前老年住宅設計一方面考量輪椅使用者的特

性，強調居住安全及實用，另一方面考量到健康及自主能力快速下滑，居家應給予更多保健效果，並且維持空間規劃的彈性。

二、從輔具到老人福祉科技計

在居家環境中，考量高齡者隨著年紀增長而逐漸有身體功能衰退的狀況，最直接的做法是採用生活輔具。根據衛福部社會及家庭署的CNS15390國家輔具分類標準，輔具可分為個人醫療輔具、技能訓練輔具、矯具與義具、個人照顧與保護輔具、個人行動輔具、居家輔具、住家與其他場所之傢俱與改造組件、溝通與資訊輔具、物品與裝置處理輔具、環境改善工具與機器之輔具與設備、休閒輔具等11項（衛福部社會及家庭署，認識CNS15390：https://repat.sfaa.gov.tw/cns/inside_01.asp），從1988年美國聯邦政府通過的殘障科技法案開始，科技輔具備受重視，這些輔具目的在於提升、維持或增強身心障礙者功能，有效提升其生活品質。

隨著高齡化趨勢，高齡者的需求逐漸被重視，不再將之視為一種身心障礙者。國際老人福祉科技學會(International Society for Gerontechnology, ISG)自1997年於荷蘭成立，定義「老人福祉科技」為「設計科技與環境，使高齡者能夠健康、舒適、安全地獨立生活並參與社會」（國際老人福祉科技學會：<http://gerontechnology.info/about.html>）。智慧高齡照顧科技發展又能區分為以下七個方向：(1)遠距居家照護系統(home telehealth system)、(2)智慧型居家復健系統(intelligent home rehabilitation system)、(3)環境輔助生活(ambient assisted living)、(4)高齡者通訊平台及社群網路(senior-friendly communication devices and online social network)、(5)智慧型行動輔助系統(intelligent mobility assistive devices)、(6)高齡者陪伴型機器人(companion robot for older adults)、(7)高齡者互動娛樂科技(interactive fun technology for older adults)（徐業良，2014）。這些科技有助於達成以高齡照護為目的的智慧住宅，可以協助

高齡者自立生活，以及協助服務提供者進行居家照護服務。

三、空間與科技結合的必要性

從老年住宅設計與老人福祉科技發展的背景來看，兩者可以說是平行線，在目前住宅規劃的實務做法上也是如此，建築師會先完成空間設計，才交由設備廠商或電子電機技師來規劃附加設備，而其中的智慧科技更是少之又少，大多是為了滿足政府要求的智慧建築標章標準，或是業主有特別要求才會附加（陳俊杉等人，2017）。

當我們要推動智慧住宅的發展，空間設計與智慧科技的結合是非常重要的方向。科技設備必須要在合適的環境中使用才能達成最佳的效果，如果科技與居家生活格格不入，就不會被人們接受，尤其是高齡者通常有長期習慣的生活模式，難以適應新的事物，科技必須無縫融入高齡者原有的生活，才能真正被使用，進而成功發揮效果。而空間設計若要支持高齡者生活，除了讓生活無礙，更要能夠提供更進一步的支持能力，這就需要經過改裝，並且加裝相關輔助設施與智慧設備，始能達成。若空間規劃者及設備廠商可以一起站在「使用者」的角度出發思考與合作，將更容易達成共識，同心協力滿足使用者的需求、解決使用者的痛點，如此智慧高齡照護住宅將更有可能實現，建築設計及高齡科技產業都能獲得加值，而未來每一個變老的人都是受惠者。為了達成這樣的目的，如何讓環境空間規劃者以及科技設備提供者彼此合作發展創新解決方案，將是重要的議題。

參、智慧高齡照護住宅八大設計原則

空間設計及智慧科技的共通點是「人」，無論空間設計或是智慧科技，都是為了滿足高齡者的需求而有其價值，提供能協助高齡者日常生活功能及居家照護的解決方案。陳俊杉等人(2017)從高齡者需求的角度，提出智慧化的居住環境規劃設計有八個關鍵：動線、自主、尊重、安心、提示、互動、掌握、彈性（圖1）。

一、動線：提供明顯且順暢的動線

應提供簡單明瞭的動線規劃、屏除地面的障礙物、確保行走動線有足夠的寬度，讓關節及肌力退化的長輩不再需要辛苦地繞路或來回移動，無論要到任何地方都可以暢行無阻，如果長輩需要坐輪椅，更要考慮全面的無障礙環境設計（如圖2）。

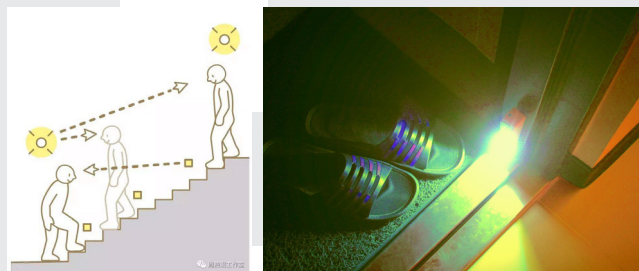
動線議題主要還是用空間設計來解決，不過如果搭配智慧照明，更能夠讓長輩在宅內行動時有更良好的體驗。這些設備帶有光感測及運動感測器，裝設在行走路線的牆面、地板及樓梯旁，尤其在夜間或是長輩剛回到家的時候，偵測到人體移動時提供需要的照明，可以大幅減少因看不清楚而導致意外跌倒碰撞的情況發生，尤須注意的是安裝在動線兩





圖片來源：演拓設計 <https://www.searchhome.net/article.aspx?id=22268>

圖 2. 無障礙開放式空間設計



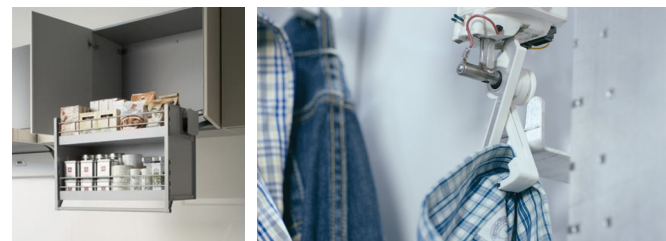
圖片來源：周燕珉工作室 <http://a-rinks.net/blog/1084/>；鉅豐光電人體感應燈 <http://www.gencom.com.tw/?15,pb3>

圖 3. 引導式照明設計（左）、智慧照明設備（右）

側可避免影子遮擋路線，且應採用間接或漸亮照明以避免眩光（如圖 3）。臺灣就有許多智慧照明設備廠商可以選擇，未來動線照明的智慧化更可能預測長輩的行走路線，預先提供照明。

二、自主：從旁支援長輩自立生活

即使長輩反應變慢、行動遲緩，仍應儘可能讓長輩發揮自己的功能，給予長輩生活的主導權，輔助設備只是從旁提供支援，而非為了取



圖片來源：日本 Cleanup <https://www.searchhome.net/product.aspx?id=ca0800054>；美國 ThreadRobe <https://www.threadrobe.com>

圖 4. 升降櫥櫃（左）與智慧衣櫃（右）

代長輩本身，例如提供下拉式櫥櫃讓長輩可以自己拿取高處的物品（如圖 4 左），如此更可以延長自立能力，避免加速退化。

相關的輔具設備選擇性很多，包括門把、扶手、可升降的座椅、可升降櫥櫃等等十分齊全，空間設計上必須考慮長輩的人體工學、體能及生活習慣，適性規劃個人化的生活環境，有良好的設計將可以引發長輩更有意願進行活動，至於智慧科技目前有一些感應式設備，例如感應式水龍頭、感應式沖水馬桶等。當長輩已經無法完成一些家務的時候，可以選用法務代勞的解決方案，例如掃地機器人、可以自動折疊衣物的智慧衣櫃（如圖 4 右），甚至已有研發可協助開門、取物及攙扶行走的機器人。

三、尊重：規劃專屬空間給每個人

應規劃給照護者和被照護者各自的空間，長期的照護活動令人心情緊繃，在自己專屬的空間可以好好獨處放鬆，這讓雙方更有尊嚴，也讓照護的品質更好。同時，長輩也有合適的空間發展自我潛能，跳脫「被照顧者」的身份，獲得旁人更多的尊重。

專屬空間並非只是隔出空間就夠了，空間裡的氣氛營造同等重要，而科技在這方面可以提供協助，例如休憩空間可以提供良好的隔音及遮光、運動空間就需要有活力的感覺。此外，透過個人化的環境設定更能令人感覺到自己被重視，例如透過智慧溫控器或智慧窗簾設定自己偏好



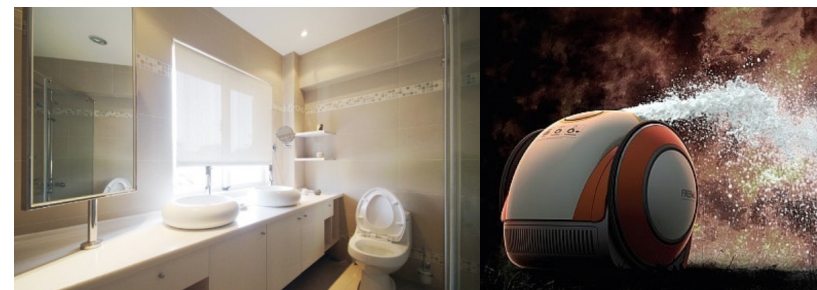
圖片來源：開放授權圖庫

圖 5. 長輩攤開過去照片懷舊（左）、個人臥房營造私密感及個人化（右）

的濕溫度及光照，讓系統自動調節；另一方面，長輩往往需要緬懷過去的時光來重新省思自己的人生，有助於他們找到新的人生方向，適當的懷舊情境營造也可以透過科技達成，利用照片、音樂、影片等媒材可以幫助長輩回顧過去的經驗及想法，重新檢視人生並給予新的詮釋（如圖5），臨床研究顯示懷舊療法在護理上有顯著成效，可以減輕躁動、舒緩情緒並增進社交能力（吳帆等人，2016）。

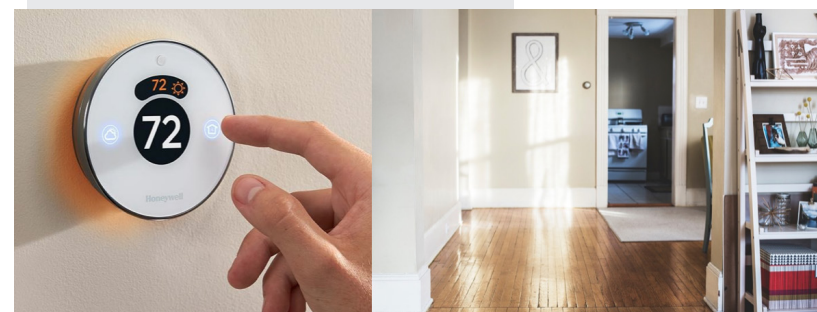
四、安心：營造出安心的居家氛圍

看到家中佈滿安全設備會讓長輩過度緊張，家最重要的就是有可以完全放鬆身心的安心感，透過設計讓家中的安全措施跟室內裝潢融為一體，就可以讓長輩不經意地降低意外風險，例如採用軟性的地板、採用圓潤邊緣的傢俱、不刺眼的間接照明、適當的臥床高度、乾濕分離或鋪設防滑地磚的浴廁等；很多高齡住宅都會強調要裝設扶手，但如果可以在行走動線上提供可撐扶的設計，其實不一定要全面裝設扶手（如圖6左），真有需要也應考慮家中整體設計風格來選擇合適的扶手。至於科技的解決方案正趨向自動幫助長輩解決問題的發展方向，不再是被動等待長輩自行按壓緊急按鈕後才會有人來解決，目前相關設備有爐火自動閉鎖裝置、溢水偵測警示器等，以及正在發展中的自動滅火機器人（如圖6右）。



圖片來源：觀林設計 <https://www.searchome.net/article.aspx?id=9704>；南韓 Fireball：<http://www.ugainian.com/news/n-1171.html>

圖 6. 行走動線有可撐扶平台的廁所設計（左）、滅火機器人設計概念（右）



圖片來源：美國 Honeywell <https://yourhome.honeywell.com/en/products/thermostat/lyric-thermostat>；開放授權圖庫

圖 7. 智慧溫控器（左）、色調柔和且陽光充足的居家環境示意（右）

除了安全層面以外，更進一步地營造舒服、放鬆的氛圍，可以讓長輩的心靈也能獲得舒展，空間設計應採用溫暖柔和的整體色調，並且將自然的陽光與空氣帶入家中。如智慧溫控系統可以協助讓家中維持舒適的恆溫、恆濕環境（如圖7左），也有智慧窗簾可以依據室內照度調節陽光進光量，甚至偵測室內空氣品質自動啟動空氣循環。這些自動化的智慧系統若能整合完善並具有良好的易用性，將能夠提供長輩一個真正舒適、安全又安心的居住環境（如圖7右）。

五、提示：突顯環境中重要的訊息

應儘可能降低環境中的雜訊，並增強重要的訊息，讓視覺功能弱化的長輩在家中可以更輕易地辨識出需要注意的資訊。居家空間設計大多採取視覺強化的手法來突顯重要的區域或部件，例如放大開關按鈕、運用標誌或圖案來標示訊息、用對比色來表示危險的高低差等等，這些設計提供了基本必要的訊息提示（如圖8上）。科技設備則大多採取聽覺的手法，感測環境訊息並在發現異常的時刻發出警示音，例如冰箱門沒有關、地上有積水、地上有障礙物等等，這樣的解決方案能彈性因應日常生活的變化，彌補空間設計做不到的部分。

另一方面，若長輩有重聽的問題，日常溝通困難也延伸出與他人的情感連結喪失的問題，失去聽力就像是失去與外界的連結，就連與家人一起看電視也有困難。目前丹麥及日本推出隨身的智慧助聽器或輔聽器可以降低環境雜訊、放大重點聲音，大大解決了長輩聽不清楚的問題，讓長輩可以重新與家人互動（如圖8下）。



圖片來源：de Fiddes, D., Preecer, T., 2017；美津生醫 <http://store.merryhealthcare.com/item/201602AM050000262>

圖 8. 突顯訊息的空間設計（上）、智慧輔聽器讓長輩享受家人時光（下）

六、互動：提供與外界交流的媒介

應提供長輩和親友當面交流的空間，或是影音聯繫的設備，例如交誼室、視訊設備，讓長輩維持與外界互動，好心情也是保持身體健康的關鍵（如圖9左）。國內外已有許多日常社交相關的科技解決方案，最基本的是透過電話或電視的視訊功能，讓長輩快速上手，美國也推出遠端臨場機器人，讓家人由遠端操控，好像陪在長輩身邊一樣（如圖9右）。

另一方面在健康照護的目的上，透過遠距照護科技可以方便與醫療單位聯繫，醫護人員可以與家中長輩進行居家衛教或提供照護方面的諮詢，可以參考長輩日常生活及生理數據紀錄，也有結合體感科技的復健遊戲及復健運動，可以將復健成果傳送給復健師診斷（如圖10）。此外，即使有照護員在居家協助照護，也不可能24小時隨侍在側，因此也有許多科技設備是為了將長輩的需求即時傳遞給照護員而設計的，包括離床感知系統、雙向呼叫鈴、尿布提醒裝置等等，已有許多國內廠商提供這些解決方案，此外也有學術研究開始關心高齡者心理健康，進行情緒需求分析方面的研發（苑守慈等人，2008）。



圖片來源：gwaar <https://www.flickr.com/photos/paulsynnott/4057826113/>；Double Robotics <https://www.doublerobotics.com/double2.html>

圖 9. 與親友子女相處有助高齡者保持健康活力（左）、遠端臨場機器人（右）



圖片來源：股感知識庫 <https://www.stockfeel.com.tw/> 遠距健康照護 /

圖 10. 健康醫療雲端平台概念

七、掌握：暗中記錄日常生活數據

未來將有越來越多設備會記錄長輩的生理數據及日常活動，作為偵測異常狀況並預測意外之用，但沒有人會希望自己的一舉一動都被監控，因此這些設備平時應該要低調融入住宅空間或家具，如此也能避免長輩抗拒科技。此外，應在偵測到異常的時候再主動告知，才不會讓長輩時時刻刻擔心自己身體狀況。

在生理數據收集上，傳統的血壓計、血糖計這類設備可以精準量測生理數據，只需要與雲端整合就可以收集長期的數據進行運算，目前也開始有一些與居家環境結合的概念產生，例如將體重及體脂計整合於地磚，讓長輩在洗手台前刷牙時被暗中量測記錄。睡眠感測是目前發展迅速的生理量測項目之一，大致分成三種裝置：一種是穿戴式裝置，例如小米手環；一種是可以放置在枕頭或床上的小型感測器，例如：匯嘉的睡眠輔助系統；一種是結合在床墊中的體動感知裝置，例如世大化成公

司的智慧床墊，當然第三種是最融入居家空間的選擇。未來可能會有更多伴隨在日常生活中的生理數據收集，例如iNAX正在研發可以分析排泄物的智慧馬桶。

在日常行為監測上，現階段往往是安裝監控攝影系統，但是普遍不被長輩接受，目前法國Tarkett (<https://www.tarkett.com>)及臺灣世大化成（徐業良，2013）已推出感應地板或地墊可以進行居家定位，而美國Alarm21也推出生活監測系統，透過多個感測器來記錄居家行為資料，這些行為資料可以用來分析活動模式，作為判斷病症、偵測意外等用途（如圖11）。

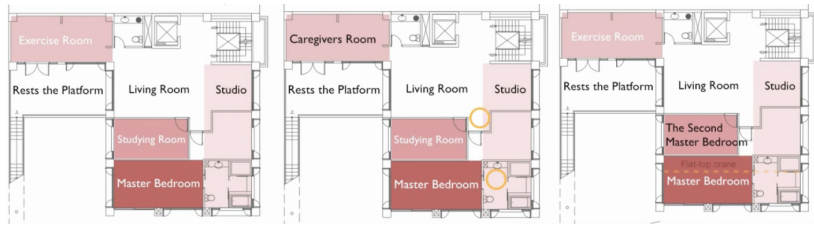
八、彈性：隨時可變動的空間規劃

規劃設計時預先考量長輩未來的情況，將部分空間預留為彈性使用，通常要考慮的就是長輩臥室未來是否有足夠空間進行照護工作、是否有足夠的插座可以使用科技設備、旁邊是否就有浴廁、居家照護員的休息室要安置在哪裡等（如圖12）。再者，若是透天厝也一定要考慮到



圖片來源：Alarm <https://www.idealista.com/news/inmobiliario/vivienda/2015/03/05/735217-smart-home-vs-residencia-de-ancianos-cuando-el-hogar-se-vuelve-inteligente-para>

圖 11. 隱藏在居家環境中的生活監測系統



圖片來源：蘭潭靜園 The Intelligent green building under the Tropic of Cancer in Chiayi, Taiwan

圖 12. 依據不同年老階段預作規畫，健康期（左）、障礙期（中）、臥床期（右）

垂直移動的問題，解決方法大致有兩種，其一是讓長輩住在一樓，其二是安裝升降設備，無論哪一種，都需要預留空間以因應未來的需求。

預留的空間可以做現階段的規畫，例如未來照護空間現在先擺放茶几，有需要再釋出，也可以參考開放式建築(open buildings)的手法讓住宅更具彈性（林麗珠，2017）。另一方面考慮到後續需要設備維護，以及可能需要隨時增添新設備，管線的規畫設計也很重要，可行的做法有：讓水電管線走明管、提供夠大的維修孔、預留管線並妥善管理。

肆、智慧高齡照護住宅參考指引

八大設計原則揭示了高齡者的需求脈絡，以此為基礎彙編的「智慧高齡照護住宅參考指引」手冊（陳俊杉等人，2017），更提供實務操作時可以搭配使用的工具（如圖13、圖14），幫助建築師、室內裝修設計師等從業人員在規畫設計初期即能同理高齡者及照護者的處境，發想並規劃合適他們居住的環境。此參考指引包含八大設計原則、住戶狀況檢核表、空間現況檢核表、空間及科技的設計參考解法、空間單元的科技設備索引、情境模擬示範案例以及未來趨勢分析等內容（「智慧住宅高齡照護服務差異化之規畫設計參考指引研訂計畫」業務委託案：www.abri.gov.tw/research/list）（內政部建築研究所，2017）。

空間狀況檢核表

項目	說明	頁碼	案名	日期
1. 提供明確且順暢的動線	<ul style="list-style-type: none"> 主要行走動線不會蜿蜒曲折 (APS-01) p15 行走動線有40-50公分寬 (BS-05) p17 行走動線上沒有障礙物 (BS-01/BS-09/JS-04) p17/p25 容易透視整個屋內的環境 (APS-02/HHS-02) p15/p20 長輩常行經的路線上燈光充足 (VS-01/VS-05) p37 從臥室走到廁所大約在六步以內 (UES-01) p36 			
2. 凸顯環境中重要的訊息	<ul style="list-style-type: none"> 屋內的標誌及按鈕清晰可辨 (VS-02) p37 地面高低差等危險處有明顯的警示 (VS-03/H5-02/JT-03) p37/p20/p26 提供日常生活提醒的設備 (MeT-01/MeT-03/MeT-07) p28/p29 提供緊急狀況警示的設備 (BT-01) p17 放大環境中的重要資訊並降低雜音 (HS-01/HT-01/HT-02) p11/p20 廚房料理台有增強的輔助照明 (VS-01) p37 夜間針對行走路線提供輔助照明 (VT-01/UES-02) p37/p36 			
3. 提供與外界交流的媒介	<ul style="list-style-type: none"> 有安排與親友互動的活動空間 (SS5-01/SS5-02/SS5-03) p34 有可以與他人一起玩樂的娛樂設備 (IT-01) p24 有可以與外界聯絡的裝置，例如視訊裝置 (SST-01/SST-03/SST-04) p34 協助長輩與外界交流時聽清楚交談的聲音 (HMS-03) p20 有與照護者互動並傳達需求的管道 (APT-04/CT-01/EMT-01/UET-01) p16/p18/p19/p36 有可以與醫療單位遠距進行照護活動的設備 (HMT-03/MuT-01/MuT-02) p22/p31 			
4. 規劃專屬空間給每個人	<ul style="list-style-type: none"> 有專屬於長輩的私人空間 (IS-02) p24 有專屬於照顧者的私人空間 (CS-01) p18 長輩擁有一張自己睡的床舖 (SS-01) p32 長輩的私人空間有良好的隔音效果 (SS-03) p32 長輩的私人空間有良好的遮光效果 (SS-02/ST-03) p32 有能讓長輩懷舊的空間或設備 (IS-01/IT-02) p24 有能讓長輩進行休閒活動的空間 (IS-03/MuT-01) p24 			
5. 營造出安心的居家氛圍	<ul style="list-style-type: none"> 浴廁及廚房等易濕滑處不會讓長輩滑倒 (BS-02/BS-03/BT-01) p17 行走空間有設置大小及高度適中的扶手 (BS-04) p17 長輩臥床的高度為45-50公分高 (MuS-07) p30 地板是軟木等具緩衝性質的材質 (BS-06) p17 			
6. 家中記錄日常生活資訊	<ul style="list-style-type: none"> 傢俱邊緣不會尖銳傷人 (BS-08) p17 照明燈光不會直射眼睛 (VS-04/VS-06/VT-02) p37 家中整體色調溫暖柔和 (EMS-01) p19 將大自然帶進家中，例如：陽光、植物 (EMS-02/EMS-03/EMS-04) p19 維持室內空氣清新 (EMS-05/EMS-06/HMT-05) p19/p21 維持室內溫度適中舒適 (HMS-02/HMS-03/HMS-04/HMS-05) p21 裝設自動滅火設備 (APT-05) p16 裝設可自動控制瓦斯及電器開關之系統設備 (MeT-02/MeT-04/APS-03) p28/p15 在長輩常活動空間裝設緊急按鈕 (APT-01) p16 在長輩常活動空間準備緊急逃離設備 (APS-04) p15 			
7. 從旁支援長輩自主生活	<ul style="list-style-type: none"> 選用長柄式等容易施力推拉的門把 (MuS-04) p30 玄關處有可以坐著穿鞋的地方 (JS-01) p25 沙發高度適宜、硬度適中，長輩可以順利起身 (MuS-01) p30 櫃檯高度適中，或讓長輩輕鬆取物的設備 (JS-02/JS-03/JS-05/JT-02/MuT-03) p25/p26/p31 浴廁有可以讓長輩撐扶起身的設計 (MuS-02/MuS-05/UES-03) p30/p36 浴廁有可以讓長輩坐坐的設計 (BS-07/MuS-09) p17/p30 浴廁內，上厕所所需物品放在雙手可及之處 (JS-06) p25 選用感應式的馬桶與水龍頭 (MeT-05/MeT-06) p28 裝設讓長輩可以自主移動的設備 (CS-05/JT-02) p18/p26 樓梯高度及深度適中，且有緩衝平台 (MuS-03/MuS-08) p30 收納規劃符合長輩日常行為與習慣 (MeS-01/MeT-02/MeS-03) p27 對於長輩做不到的家務提供可代勞的設備 (JT-01/JT-02) p26 			
8. 適時可變動的空間規劃	<ul style="list-style-type: none"> 客廳及臥室有足夠的插座及收納空間 (HMS-01) p21 長輩臥室附近有未來可作為牙物處理的使用空間 (CS-02/UES-01) p18/p36 長輩臥床旁擁有未來足夠進行照護工作的空間 (CS-04) p18 浴廁有未來足夠進行照護工作的空間 (CS-03) p18 流理台高度可以隨需求調整 (JS-07) p25 家中有未來供照顧者使用的空間 (CS-01) p18 家中有未來裝置升降設備的空間 (MuS-06) p30 			

圖 13. 空間現況檢核表

開創新猷 智慧科技於高齡者照護之前瞻發展與應用

住戶狀況檢核表

1. 視覺功能退化常見狀況 // 請參考視覺功能篇 (第37頁)	
<input type="checkbox"/> 看不清比較小的文字、物體或按鈕 (VS-02)	
<input type="checkbox"/> 難以區辨相似的顏色 (VS-03)	
<input type="checkbox"/> 需要開更多燈或到日光下才能看清 (VS-01/VT-01/VT-02)	
<input type="checkbox"/> 眼睛需要花較長時間才能適應黑暗 (VS-05)	
<input type="checkbox"/> 燈光照射後會畏光或眼花 (VS-04/VS-06/VT-02)	
2. 聽覺功能退化常見狀況 // 請參考視覺功能篇 (第20頁)	
<input type="checkbox"/> 容易聽不清楚別人說什麼 (HS-01/HS-03/HT-01/HT-02)	
<input type="checkbox"/> 容易忽略低音量的提醒及警示 (HS-02)	
3. 平衡功能退化常見狀況 // 請參考視覺功能篇 (第17頁)	
<input type="checkbox"/> 容易跌倒 (BS-01/BS-02/BS-03/BS-06/BS-09/BT-01/BT-02)	
<input type="checkbox"/> 容易碰撞到傢俱 (BS-05/BS-08)	
<input type="checkbox"/> 在轉換姿勢時容易失去平衡 (BS-04/BS-07)	
4. 記憶功能退化常見狀況 // 請參考視覺功能篇 (第27頁)	
<input type="checkbox"/> 容易忘記東西放在什麼位置 (MeS-01/MeS-02/MeS-03)	
<input type="checkbox"/> 容易忘記在固定時間吃藥 (MeT-03)	
<input type="checkbox"/> 容易忘記約好的行程，例如：回診日期等 (MeT-07)	
<input type="checkbox"/> 容易忘記關閉家中電器 (MeT-01/MeT-04/MeT-05/MeT-06/MeT-08)	
<input type="checkbox"/> 容易忘記關爐火 (MeT-02)	
5. 睡眠功能退化常見狀況 // 請參考視覺功能篇 (第32/33頁)	
<input type="checkbox"/> 容易被噪音影響睡眠品質 (SS-03,ST-02)	
<input type="checkbox"/> 容易被燈光影響睡眠品質 (SS-02,ST-02,ST-03)	
<input type="checkbox"/> 容易被同床者影響睡眠品質 (SS-01)	
<input type="checkbox"/> 因為個人因素而睡不好，例如：呼吸道疾病、壓力 (ST-01)	
6. 泌尿及排泄功能退化常見狀況 // 請參考視覺功能篇 (第36頁)	
<input type="checkbox"/> 會頻尿 (UES-01/UES-02)	
<input type="checkbox"/> 無法控制大小便 (UET-01)	
<input type="checkbox"/> 排尿困難 (UES-03)	
7. 關節功能退化常見狀況 // 請參考視覺功能篇 (第25/26頁)	
<input type="checkbox"/> 蹲或跪姿容易造成關節不舒適 (JS-01)	
<input type="checkbox"/> 不容易跨越浴缸 (JS-04)	
<input type="checkbox"/> 彎腰困難，例如：取物或穿鞋 (JS-01/JS-03/JT-02)	
<input type="checkbox"/> 不容易舉手拿取高處物品 (JS-02/JS-05/JT-01/JT-02)	
<input type="checkbox"/> 無法行走而需要坐輪椅 (JT-03)	

圖 14. 住戶狀況檢核表

一、建商及建築師如何在新建案使用此參考指引

此參考指引的使用可以貫穿一新建案的完整流程。對建商來說，與建築師溝通建案的規劃設計目標及需求時，可以挑選或是排序八大原則，讓建築師能很快地根據幾個最高指導原則來進行初步規劃。對建築師來說，在反覆調整並深化細節設計的過程中，可以透過空間現況檢核表找出目前設計方案中沒有考慮到的問題，接著查找相對應的空間設計或智慧科技解法，進而不斷地優化設計。以一般預售的集合住宅為例，通常建案規劃時並不清楚未來入住者會是什麼樣貌，但若建商本來就是以高齡照護住宅為目標，透過這樣的手法設計出來的智慧住宅，可以確

案名： _____ 日期： _____

8. 肌肉功能退化常見狀況 // 請參考視覺功能篇 (第30/31頁)	
<input type="checkbox"/> 不容易轉動門把 (MuS-04)	
<input type="checkbox"/> 久坐後起身困難，雙腳無力感 (MuS-01/MuS-02/MuS-07/MuS-09/MuT-01/MuT-02)	
<input type="checkbox"/> 在家中移動時需要撐扶傢俱或牆壁 (MuS-05)	
<input type="checkbox"/> 開櫃子或冰箱找尋物品時感到費力 (MuT-02)	
<input type="checkbox"/> 上下樓梯費力 (MuS-03/MuS-06/MuS-08/MuT-01/MuT-02)	
9. 社會支持需求常見狀況 // 請參考視覺功能篇 (第34/35頁)	
<input type="checkbox"/> 平時覺得孤單 (SST-02)	
<input type="checkbox"/> 喜歡家裡熱鬧有人氣的感覺 (SSS-01/SSS-02/SSS-03)	
<input type="checkbox"/> 想要跟家人聊天談心 (SST-01/SST-03/SST-04)	
10. 自我認同需求常見狀況 // 請參考視覺功能篇 (第24頁)	
<input type="checkbox"/> 退休後重新思考自己的人生意義 (IS-01/IS-02/IS-04/IT-02)	
<input type="checkbox"/> 會做些新嘗試，或是過去曾經想做的事情 (IS-03/IT-01)	
11. 情緒管理常見狀況 // 請參考視覺功能篇 (第19頁)	
<input type="checkbox"/> 時常感覺心情浮躁或憂鬱 (EMS-01/EMS-02/EMS-03/EMS-04/EMS-05/EMS-06)	
<input type="checkbox"/> 難以控制情緒而讓周遭的人感到壓力 (EMT-01)	
12. 健康管理常見狀況 // 請參考視覺功能篇 (第21/22/23頁)	
<input type="checkbox"/> 容易因為室內溫度變化而感到不適 (HMS-02/HMS-03/HMS-04/HMT-05)	
<input type="checkbox"/> 呼吸系統敏感而必須控制空氣品質 (HMT-06)	
<input type="checkbox"/> 有關測生理數值的習慣或必要性，例如：血壓 (HMS-01/HMT-01/HMT-07/HMT-08/HMT-09)	
<input type="checkbox"/> 有紀錄行為活動數值的習慣或必要性，例如：行走距離 (HMT-02/HMT-04)	
<input type="checkbox"/> 有定期回診或復健等與照護人員保持聯繫的需要 (HMT-03)	
13. 照顧者需求常見狀況 // 請參考視覺功能篇 (第18頁)	
<input type="checkbox"/> 需長時間照顧長輩 (一次值班超過四小時) (CS-01)	
<input type="checkbox"/> 需要幫長輩清潔身體及更衣 (CS-02/CS-03/CS-04)	
<input type="checkbox"/> 移動長輩時沒有足夠的力量，容易導致身體痠痛 (CS-05/CT-02)	
<input type="checkbox"/> 當長輩離床時需要立即知道 (CT-01)	
14. 緊急意外預防常見狀況 // 請參考視覺功能篇 (第15/16頁)	
<input type="checkbox"/> 反應較慢而無法應對緊急狀況，例如火災 (APS-01/APS-02/APS-03/APS-04/APT-05)	
<input type="checkbox"/> 意外時沒辦法即時向家人及醫療單位提出求救 (APT-01/APT-02/APT-03/APT-04)	

保有顧及到基本的高齡照護需求，同時也能妥善運用目前市面上的設備資源，整合在建築設計之中。

二、民眾及室內設計師如何在住宅改造時使用此參考指引

一般民眾有兩個常見的情況會產生搬新家或是改造舊家的念頭，一種是家中長輩發生緊急狀況而身體健康狀況急速下滑，例如中風、跌倒造成必須坐輪椅，或是失去部分生活能力；另一種則是在50~60歲的時候，已有充裕的存款，也開始思考退休後的生活，這時候購屋或改造住家想的就是要可以住到終老，因此購屋就會考量高齡居住需求，若要改造住家也通常會一次改到好。無論哪一種民眾，都可以利用此參考指引的住戶狀況檢核表或空間現況檢核表，找出個人的照護需求及痛點，並進一步用於與室內設計師溝通想要的解法，或是自行DIY解決問題。反之，對室內設計師來說，也可以利用此參考指引的兩種檢核表，協助住戶判別自己的需求議題後，再參考設計解法提供相對應的客製化解決方案，將更容易達成雙方的共識。

三、設備及服務提供商如何使用此參考指引

在智慧高齡照護住宅中，科技設備與服務是讓住宅變得智慧的關鍵，也會隨著科技發展不斷地迭代進化。對設備及服務提供商來說，透過此參考指引的空間及科技的設計參考解法，可以從高齡者需求的角度思考產品或服務的定位，再加上未來趨勢分析所指出的未來十年發展方向，讓設備及服務提供商可以站在市面上既有產品的發展基礎上，朝著正確的方向運用新ICT技術進行創新開發，推出更符合市場需要的產品及服務模式。

伍、智慧高齡照護住宅未來走向

隨著物聯網及人工智慧的技術逐漸成熟，可連網設備急遽增加，連帶著資訊傳輸量大增，透過雲端運算技術可以帶來更多服務創新的可能性，也代表新價值的產生。第四次工業革命已在這樣的背景下悄然開始，促使各個產業開始轉型，以因應科技對於未來人類生活的影響。而當物聯網與人工智慧進入住宅，有更多家電設備甚至是傢俱，走向連網化、智慧化，讓居家形成一個完整的設備互聯生態系統，搭載具備理解力、判斷力的人工智慧，將對於高齡居家照護將造成巨大的影響。

這意味著在未來，空間將不再只是被動地支持著人的生活，而是主動參與，成為能夠自主進化、學習的系統，並整合在建築環境之中。當越多家電設備及傢俱能夠感測及連網，住宅中央系統就可以分析使用者回饋的資料，做出決策去控制家中的設備，適應居住者的習慣和偏好，更聰明地提供符合需求的家庭生活環境。例如加州新創公司Brain of Things與當地房地產開發公司合作推出的「機器人家園」，即成功打造一間學習力極佳的住宅，能隨時提供住戶需要的環境。

在高齡照護的應用上，綜合2017年產業、設計與科技趨勢研究及報導（IEK 2017十大ICT產業關鍵議題、2017銀享全球影響力報告等），未來智慧高齡照護住宅有下述三大特色：

(1) 互動直覺：語音將成為與家庭設備互動的主要方式，因為相較於操作觸控面板，說話溝通是最自然的行為方式，日本已開始發展在住宅內設置聲音辨識的設備，或是讓溝通機器人(communication robot)作為介面基礎，而近期的智慧家庭產品Google Home及Amazon Echo的推出更是展現了居家場域下語音控制的趨勢，中文的自然語言也在中國阿里巴巴的帶動下積極發展中；

(2) 跨越空間：高齡相關服務將可以破除空間與身體體能的限制，有賴於虛擬實境技術的發展，高齡者可以「走出家門」到虛擬世界踏青

郊遊、觀看表演或運動復健，甚至異地的家人也能與之相伴，另一方面，醫護資源也可以透過遠距視訊、醫療傳感、擴增實境等技術進入家中。臺灣已預計2018年修改醫師法，讓慢性病患、長照機構病患、國際病患等可以接受遠距醫療，許多高齡者將能減少往返門診舟車勞頓之苦；

(3) 防範未然：住宅將疾病及意外的防範融入生活之中，相較於現在的服務大多是偵測異常狀況以便及時補救，未來將可以整合串連就醫診療資料以及日常生活中所有可能記錄的資料，包括影像、溫度、聲音、活動範圍，成為建構個人健康模型、行為模型的依據，讓住宅能夠更精準、更即時地預測健康惡化、跌倒事故的機率，協助高齡者及其照顧者事先預防，真正達到預防重於治療的目標。

然而要達到在地老化的目標，居家智慧系統還必須與社福、醫療的系統串連整合，才能提供高齡者更完整資源，包括交通接送、日間照護、醫療服務等等。如何讓資訊和服務可以跨系統交流互通是目前需要突破的重要議題，牽涉到資料的標準化格式、異業合作模式、隱私權政策擬定。日本提出未來建商可能成為在地整合的角色，提供住宅的同時，將整合設備及服務提供給居民，更因為可以掌握數據而得以展開新的商業模式（日本經濟產業省，2016）。

整體而言，為了解決高齡化的問題，有越來越多創新概念正在醞釀，例如以長照服務為主體的飯店式社會住宅、設備租賃的新商業模式，但是這些概念都還需要經過驗證，始能確切解決高齡議題。政府推動的「五大社會安定計畫」中，為達成8年內興辦20萬戶社會住宅的政策目標，目前各縣市政府都在積極興辦社會住宅，正好讓社會住宅成為實踐與實驗智慧高齡照護住宅的合適場域，讓住戶實際試住或試用，來驗證新型態的居住空間及服務設計。由政府推動並提供資源將能夠加速這段驗證及檢討的過程，有望提早淬煉出在地化的智慧高齡照護住宅理想模式。

陸、結語與建議

本文提出智慧高齡照護住宅規劃設計的八大原則：動線、自主、尊重、安心、提示、互動、掌握、彈性。在進行規劃設計時，必須提供明顯且順暢的動線、突顯環境中重要的訊息、提供與外界交流的媒介、規劃專屬空間給每個人、營造出安心的居家氛圍、暗中記錄日常生活數據、從旁支援長輩自主生活、隨時可變動的空間規劃等八個設計原則。建商、建築師及室內裝修設計師等建築實務工作者可以從高齡者的需求及痛點著手，規劃設計空間的同時也結合智慧設備及照護服務導入，提供高齡者更具價值的理想在地老化生活方案。科技設備供應商或服務業者除了要掌握高齡者需求進行產品開發或服務設計，也應瞭解建築實務的現況及限制，如此才能發展出居住場域中適合採用且具市場性的解決方案。只有當環境空間規劃者以及科技設備提供者能夠以使用者為中心達成跨領域合作，讓科技無縫地融入高齡者原有的生活，智慧高齡照護住宅才是真正發展成熟，共同走向互動直覺、跨越空間且能防範未然的居住理想，與社區及醫療系統一起協助高齡者在地老化。此刻正值地方政府配合政策興辦社會住宅，若能把握現有機會，在真實場域中驗證新型態的居住空間、科技產品及服務模式，必能在迭代優化的過程中，找出在地老化的理想服務解決方案。

參考文獻

- NSW Ministry of Health. (2013). The Environmental Audit Tool Handbook.
- Office of the Deputy Assistant Secretary of the Army (Research & Technology) (2016). Emerging Science and Technology Trends: 2016-2045
- Ontario Ministry of Health and Long-Term Care. (2015). Long-Term Care Home Design Manual.
- World Health Organization. (2007). Global Age-Friendly Cities: A Guide.
- 內政部建築研究所 (2017)。赴日、韓考察「智慧化居住空間發展策略」考察報告書。
- 吳帆、安寧、吳雅惠 (2016)。老人社區協同照護智慧系統開發與實現。福祉科技與服務管理學刊，4(1)，29-42。
- 周燕珉等 (2011)。老年住宅。北京：中國建築工業出版社。
- 廖慧燕 (2012)。終生住宅的理論與實務 - 高齡社會居家環境探討。輔具之友，(31)，1-18 期。
- 徐業良 (2013)。適用於居家環境之活動感測地墊開發與應用。2013 福祉科技與服務管理國際研討會暨大師級講座。
- 徐業良 (2014)。老人福祉科技產業的機會和挑戰。福祉科技與服務管理學刊，2(1)，83-90。
- 日本經濟產業省 (2016)。住生活ビッグデータを活用した省エネ等サービス事業創出に向けた課題検討に関する調査。
- 李正庸 (2012)。高齡者居住型態與住宅規劃之研究。內政部建築研究所。
- 林文祺 (2010)。「終身住宅設計」課程改進教學計畫成果報告。南亞技術學院。
- 林麗珠 (2017)。開放建築的關鍵技術及應用。臺灣建築學會會刊雜誌，85，27-32。
- 漂亮家居編輯部 (2014)。老前住宅設計解剖書：安心 X 便利 X 舒適，不只為父母也為自己，從體貼生活到關照心理，全方位居家重整，讓你活得開心、住得優雅！麥浩斯出版。
- 苑守慈、王詩翔、張璋倫 (2008)。智慧型老人居家照護 - 以替換調適模式之案例式推理為基礎。資訊管理學報，15(2)，1-25。
- 陳俊杉、陳嘉懿、李劍鋒 (2017)。智慧住宅高齡照護服務差異化之規劃設計參考指引研訂計畫。內政部建築研究所。
- 陳政雄 (2017)。臺灣社會高齡化趨勢與未來的居住環境。建築與長期照顧講習會。
- 陳柏宗 (2017)。高齡者居家的建築規劃設計。建築與長期照顧講習會。
- 黃耀榮 (2012)。不同世代對於「在地老化」之住宅需求差異探討。內政部建築研究所。

| 撰稿人簡歷資料 |

陳俊杉

現職：國立臺灣大學土木工程學系暨研究所專任教授、國立臺灣大學智慧生活科技整合與創新研究中心副主任

學歷：美國康乃爾大學土木與環境工程博士、美國康乃爾大學土木與環境工程碩士、國立臺灣大學土木工程學士

經歷：國立臺灣大學土木工程學系暨研究所專任副教授、國立臺灣大學土木工程學系暨研究所專任助理教授、康乃爾大學高速電腦中心計算材料組研究員、康乃爾大學土木與環境工程博士後研究

陳嘉懿

現職：陳嘉懿建築師事務所建築師

學歷：國立成功大學博士、美國洛杉磯加州大學碩士、國立成功大學學士

經歷：南亞技術學院建築系、室內設計系專任副教授、南亞技術學院建築系專任講師

陳佳君

現職：國立臺灣大學智慧生活科技整合與創新研究中心專任研究員

學歷：國立政治大學心理學研究所碩士、國立中正大學心理學系學士

經歷：科技部結合大數據分析與使用者參與之智慧建築能源管理服務創新計畫使用者研究員、科技部以能源使用經驗設計準則與實證場域建立家庭能源資訊服務計畫使用者研究員、永齡基金會使用者經驗與醫院設計創新研究案計畫使用者研究員、科技部節能產品與服務之使用者經驗準則計畫使用者研究員、科技部超大寬頻的使用者經驗與創新服務計畫使用者研究員

吳健群

現職：國立臺灣大學智慧生活科技整合與創新研究中心專任研究員

學歷：國立臺灣大學經濟學系學士

經歷：科技部在地老化的居家照護服務創新計畫使用者研究員