



## 輔助科技在高齡者照護應用—日本觀點與現況

飯島勝矢

東京大學 高齡社會綜合研究機構

本文為徐元智先生紀念基金會出版的遠東《開創新猷》系列白皮書之六《智慧科技於高齡者照護之前瞻發展與應用》第四章，已取得基金會同意刊登於本學刊。

### 摘要

「在地老化(aging in place)」是日本顯著高齡化情形的重要解決方案。在輔助科技中，照護機器人的各種機能備受期待，其中已被具體化的機器包括：(1)移位輔助機器（穿戴型與非穿戴型）；(2)移動支援機器（室內型與戶外型）；(3)生活支援機器（排泄支援與入浴支援）；(4)看顧支援機器（照護機構型與居家照護型）。人工智慧和 IoT 可於高階醫療現場、疾病發病的預測、遊走的預防及措施、治療決策等醫療照護領域提供更全面的連結；以照護為目的的虛擬實境也在行走訓練的復健、休閒、專業職務研習、溝通等領域備受期待。照護機器人的一項重大課題，是工程師與照護現場的溝通不足，這是將智慧科技實際導入居家照護或照護機構的一大障礙。日本目前正面臨巨大的轉換期，能否妥善利用科技促使熟悉的社區均衡發展，是未來實現在地老化的重要課題。

### 1. 超高齡及人口減少社會的到來

日本在全球被視為邁向「少子高齡化」國家的先鋒，社會發展現況備受全球關注。如圖 1 所示，日本在 2005 年進入 65 歲以上老年人口占 20% 以上的超高齡社會之後，2030 年的老年人口比例據推估將達約 31%，2055 年的老年人口比例則為約 40%（內閣府，2013）。其中後期高齡者（75 歲以上）人數更會急速增加，2012 年其比例占總人口數的 12%，2055 年便會達到 26% 的規模。因此，從戰後嬰兒潮世代超過 75 歲的 2025 年起，直至戰後嬰兒潮世代來到約 90 歲的 2040 年，日本高齡者人數將達到歷史高峰，這段約 15 年的期間說是日本超高齡化的關鍵時期亦不為過。

此外，這股趨勢也包含著「多死時代」的到來。日本人口轉為負成長已久，到了 2040 年左右，（包含目前人口增長中的約 10 個都府縣）所有都道府縣的人口都將轉為負成長，預計年減少率將從約 2% 來到足足 8%。日本年齡別死亡數的歷史演變（如圖 2），目前受到急速高齡化的影響，明顯已進入多死時代。據推估，日本的年死亡人數將於 2039 年攀升至 165 萬人並達到高峰期，之後

的死亡人數則轉為減少。而且此高峰期中，85歲以上超高齡者的死亡，推估將占據約60%出頭的比例。

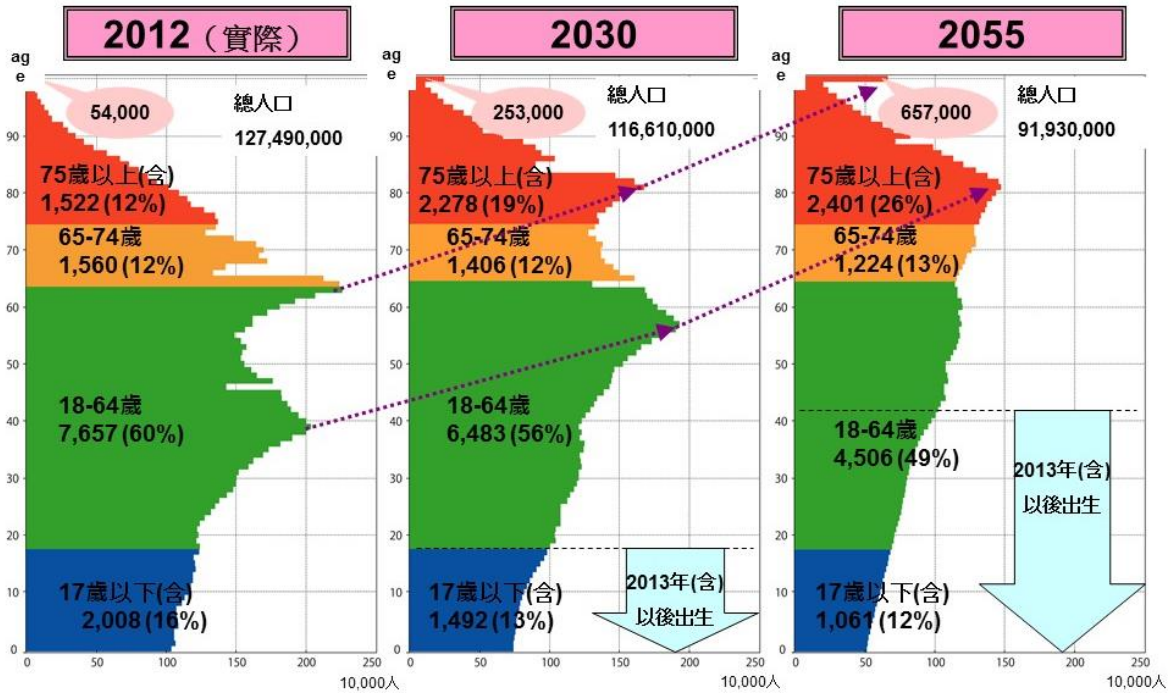
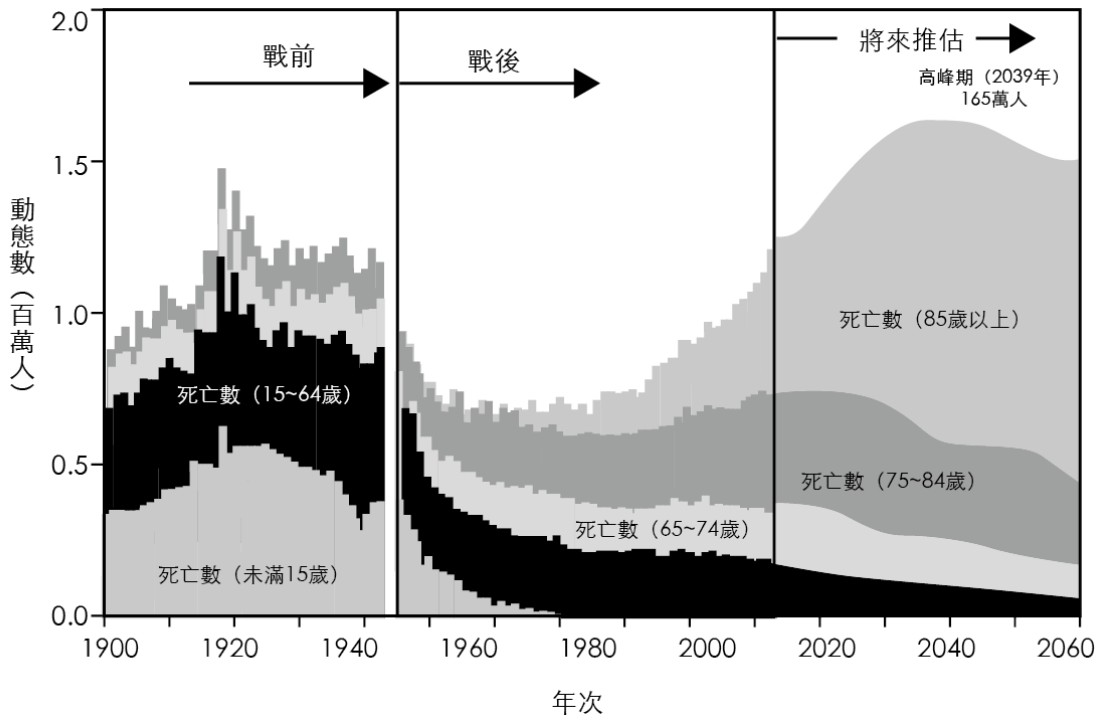


圖 1. 日本人口金字塔的演變



國立社會保障、人口問題研究所 社會保障研究所「人口高齡化的諸現象與需要醫護服務的人們」金子隆一，2016年

圖 2. 各年齡層死亡數的歷史演變：從治癒疾病的醫療，轉為「治療、扶助的醫療」

基於這些推估結果，我們有必要特別致力於以下 4 項要素：

- (1) 進一步強化居家醫療和醫療照護合作，且必須健全地區綜合醫護體系之基礎，以確保讓人安心的居家療養。換言之就是要在「在地老化(aging in place)」的概念下，進行「從治癒疾病的醫療」轉為「治療、扶助的醫療」這種不可或缺的思維切換；
- (2) 過去的預防性照護策略並未收到十足的成效，有鑑於此，當務之急應為著手推行預防虛弱(frailty prevention)的全新預防策略；
- (3) 當下應重新檢討高度急性期醫療—即高額醫療對後期高齡者的適應性與適當性；
- (4) 雖說有證據指出高齡人士的身體機能與以往相較之下較為年輕，但有鑑於自主性低落的高齡者亦急速增加之現實，醫療照護服務領域之科技亦需要飛躍式的革新。

日本顯著的高齡化情形，已引發社會保障成本和醫療費用增加等問題。社會保障給付費用占國民所得的比例，就已從 1970 年度的 5.8% 上升至 2009 年度的 29.4%，達歷年最高水準（內閣府，2013）。為了削減醫療費用，有必要致力投入預防，同時採取降低治療費的對策。其中一項對策，便是由各地區（地方政府）積極推動促進高齡者健康之活動與預防照護事業；另一方面，為避免突發事故等情形，也積極開發看顧高齡者的系統等。然而不可否認，這些活動高度仰賴高齡者個人的自主意識，同時受周遭人士的協助所侷限。由此可知，效率良好的集團協助架構目前尚未成熟。

## 2. 科技如何在地區社會有所貢獻

如上所述，20 年後的未來正逐漸發生超乎想像的變化，但人們仍得持續在社區中生活。「應該建立何種形式的社區」這方面的課題已堆積如山。在此種背景下，該如何衡量各地區情形來實現「在地老化」的概念乃是重大課題。具體而言，我們可歸納出下列課題：

- (1) 如何以有效形式實踐「促進健康—預防虛弱」？
- (2) 如何透過多職種合作實現自立支援型醫護服務？
- (3) 在非常虛弱的情況下，是否也能安心續留在欲居住的社區，直到終老？

如圖 3 所示，基於以上 3 種觀點，建構符合各地情形的地區整合照護體系甚為重要。雖說希望能在活用人力資源之下，同時建構地方政府內部的體制，但在此同時，科技與地區的關係也將變得極為重要。





圖 3. 日本「地區整合照護體系」概念圖

### 3. 作為福祉工學的輔助科技(Assistive Technology)

「福祉工學」是以機械輔助、代替喪失或衰退的感覺、腦部機能、四肢運動的工程學領域。福祉工學在英文中稱為「輔助科技(Assistive Technology, AT)」，是與醫療工學相對的領域。換言之，醫療工學以「改造人類」為中心，是以維持生命為主軸的醫療技術，包含人工器官、透過生物科技研究開發新藥、再生醫療等。相對地，福祉工學是以「不改造人類」為主的領域，接納障礙者的障礙，以維持、提升、改善生活機能為目的，立志改造當事人的週遭環境。具體而言，福祉工學的對象包括支援居住地區（社區）及其住宅中的生活機能（生活環境），也支援眼睛、耳朵、腦部、四肢等身體機能。當然，福祉工學的對象包羅萬象，廣義上還涵蓋支援移動的輪椅等裝置，以及人工感覺器官、義肢、以眨眼為開關開啟空調的環境控制裝置等生活支援機器，可謂連結醫療與福祉的技術。

### 4. 照護與復健的支援：機器人活用與照護機器人市場

針對運動機能的治療與支援，透過骨科、復健、生物力學、控制工程、機器人學等一連串的流程，結合醫療與工程學，以醫工合作為基礎的技術開發急速發展，尤其是「手部與足部力學」正穩健進展中。此外，對於會表達情感的溝通型機器人，可從人類如何反應的角度，窺探人類認知、行動的新面向。透過將這些成果反映於臨床現場和地方上，可逐漸活用於「領會身心痛苦，不施予痛苦的照護」。換言之，回顧過往歷程可知「腦科學」和「機器人學」各有顯著發展，透過融合這兩個領域，即可產生跨學科的研究領域。

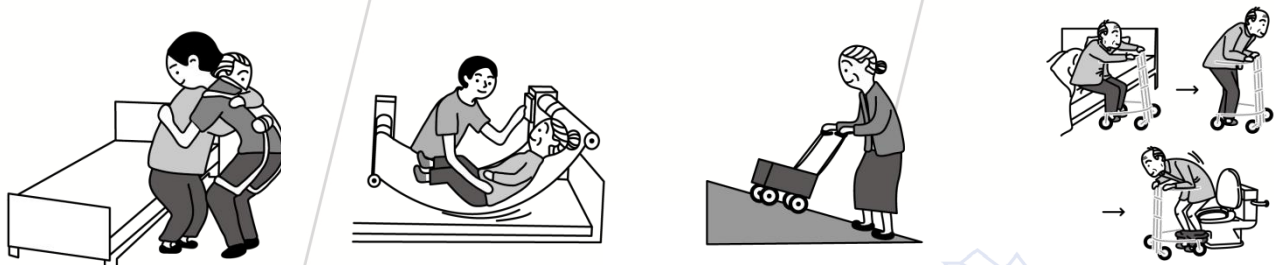
根據某經濟研究所的資料，日本照護機器人在 2015 年度的市場規模為 23 億日圓，預估在 2020 年的 5 年期間內，成長至 350 億日圓的規模，即於 5 年之內擴大 15 倍以上。對於照護機器人市場的擴大，政府也採取正面積極的態度，認為照護機器人市場—即所謂的「機器人革命」，能打破照護領域的嚴峻現狀。經濟產業省 2015 年發表的照護機器人新策略中，就針對至 2020 年為止的目標，發表以下 3 項內容：(1)至 2020 年，要將照護機器人的市場擴大至 500 億日圓；(2)力圖推動對於照護機器人的意識改革；(3)目標為將照護者的腰痛等受傷風險降至 0 等諸事項。

### 5. 各種照護機器人和支援機器

照護機器人的各種機能備受期待。事實上，其不僅止於照護支援，如圖 4 所示，還包含生活支援（移動手段和握力輔助等）、自立支援（步行、移位）、預防失智症、遠端操控、家事代理等（日本機器人協會，2016）。

如果要特別對其中已被具體化的機器進行大略分類，大致可分為以下 4 種類型：

- (1) 移位輔助機器（穿戴型與非穿戴型）；
- (2) 移動支援機器（室內型與戶外型）；
- (3) 生活支援機器（排泄支援與入浴支援）
- (4) 看顧支援機器（照護機構型與居家照護型）。



移位輔助機器（穿戴型）    移位輔助機器（非穿戴型）    移動支援機器（戶外型）    移動支援機器（室內型）



生活支援機器（排泄支援）    生活支援機器（入浴支援）    看顧支援機器（照護機構型）    看顧支援機器（居家照護型）

圖 4. 各種照護機器人支援機器

## 5.1 移位輔助機器

### 穿戴型



為了減輕輔助者的負擔，運用機器人技術進行動力輔助的穿戴型機器。以下特徵是穿戴型移位輔助機器開發重點：

- (1) 可由使用者穿戴，減輕移位輔助時的腰部負擔；
- (2) 可由使用者獨立穿脫；
- (3) 可用於床、輪椅、如廁便器之間的移位。

### 非穿戴型



雖非直接穿戴於使用者身上，但會針對照護者抱起患者的動作，運用機器人技術進行動力輔助。以下特徵是非穿戴型移位輔助機器開發重點：

- (1) 從移位開始到結束，可由使用者獨立使用；
- (2) 可用於床和輪椅之間的移位（注意在床和輪椅之間移位時的使用便利性）；
- (3) 移動被照護者時，會以動力輔助提供全部或部分的力量；
- (4) 安裝機器時，不需於住宅等處進行設置底座工程等安裝工程；
- (5) 懸吊式移位機除外。

## 5.2 移動支援機器

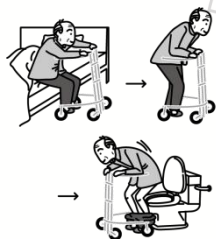
### 戶外型



運用能安全搬運重物等物的機器人技術，協助高齡者等外出。以下特徵是戶外型移動支援機器開發重點：

- (1) 可由使用者獨立使用的手推車型（助行車、銀髮族散步車等）機器；
- (2) 可支援高齡者等使用自身雙腳步行，乘坐物則不在此範圍內；
- (3) 可裝載物品移動；
- (4) 藉由馬達等輔助移動（具有上坡時推進、下坡時煞車的驅動力功能）；
- (5) 具備4個以上的車輪；
- (6) 車輪直徑足以在不平坦的地面上穩定移動（注意在砂石路、人行道的高低落差處通行時的穩定度）；
- (7) 在正常狀態或折疊的情況下，其大小可裝載至普通小型車的車內或後車廂；
- (8) 配備手煞車；
- (9) 具防水措施，雨天置於戶外亦不損害其機能；
- (10) 輔助者能提起的重量（30kg 以下）。

### 室內型



運用機器人技術的步行支援機器，尤其著重支援往來洗手間和在洗手間內維持姿勢，主要可協助高齡者等於室內移動和起立坐下等動作：

- (1) 可獨立使用，或可在一位輔助者的支援下使用；
- (2) 可支援使用者使用自身雙腳步行，乘坐物則不在此範圍內；



- (3) 主要設想為在餐廳和起居室等處，從椅子上或床上起身的狀況，可支援使用者坐在椅子和床邊時的起身動作；
- (4) 亦可與原有的步行輔助器具等併用；
- (5) 在一般家庭的洗手間內，不需特別操作即可使用。為了防止在洗手間內進行一連串動作（朝便器起身坐下、穿脫褲子、擦拭、在洗手間內轉身）之際跌倒，如能維持姿勢的穩定，可獲得加分。

### 5.3 生活支援機器

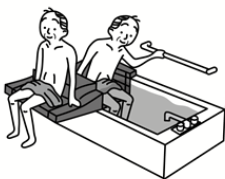
#### 排泄支援



針對排泄物的處理，運用機器人技術，可調整設置位置的排泄支援機器：

- (1) 為避免排泄物的味道在室內擴散，可將排泄物移至室外，或密封在容器或袋子內加以隔離；
- (2) 可調整位於室內的設置位置。

#### 入浴支援



運用機器人技術，支援進出浴缸的一連串動作：

- (1) 被照護者可獨立使用，或可在一位輔助者的支援下使用；
- (2) 可支援被照護者從浴室到浴缸的進出動作，以及從跨過浴缸到泡澡的一連串動作；
- (3) 在使用機器的狀態下，至少可浸泡至胸部；
- (4) 為避免妨礙被照護者的家人入浴，可由輔助者獨立取下或收納、整理；
- (5) 不需特別施工即可設置。



## 5.4 看顧支援機器

### 照護機構型



運用機器人技術，具備感應器和對外通訊機能的看顧支援機器，主要用於老人醫院和照護機構等：

- (1) 可同時看顧數名被照護者；
- (2) 設施內各處的數名照護員可同時共享資訊；
- (3) 不分日夜均可使用；
- (4) 不單純倚靠被照護者自發性的求助行動（按鈴、出聲等）來獲取資訊；
- (5) 能偵測被照護者欲離床或已離開的狀態，並通報照護員；
- (6) 可作為失智症患者的看顧平台來擴充機能，或連結其他機器和軟體。

### 居家照護型



用於居家照護，運用機器人技術，具備跌倒偵測感應器和對外通訊機能的機器平台：

- (1) 可同時看顧數個房間；
- (2) 可看顧浴室；
- (3) 亦可於暗處使用；
- (4) 不單純倚靠被照護者自發性的求助行動（按鈴、出聲等）來獲取資訊；
- (5) 被照護者不需配戴或攜帶裝置行走；
- (6) 能偵測被照護者跌倒，並通報照護員；
- (7) 開發人員至少能設定、偵測一項有關被照護者生活和身體狀況變化的指標，且可與照護員共享資訊；
- (8) 可作為失智症患者的看顧平台來擴充機能，或連結其他機器和軟體。

## 6. 醫療、照護領域的大數據、人工智慧、物聯網

資訊技術以驚人態勢迅速發展，於現今時代已成為生活中的一部分。善用雲端運算、大數據、人工智慧(Artificial Intelligence, AI)及物聯網(Internet of Things, IoT)，可在短時間內處理龐大數據，精準度更甚醫療專業人員，並能在進一步改善效率的同時對其進行處理。尤其於醫療領域，尚有以下 3 方面的課題需待科技來解決：

- (1) 因急速高齡化，隨著壽命延長，有醫療需求的期間也必然變長，導致各種資源不足；
- (2) 管理慢性病的成本增加，在結果上造成社會負擔；
- (3) 各國及日本國內各地區之間的醫療資源差距仍非常大。

IoT 為 Internet of Things 的簡稱，是藉由網路連結各式各樣的物品，透過資訊交換來相互控制的架構。因 AI 和 IoT 的發展，具體而言，不僅在高階醫療的現場，於疾病發病的預測、照護時的醫護計畫擬定、遊走的預防及措施、看顧支援、患者教育、治療選項的提供及決策支援等場合，亦可能深入產生關聯。

2025 年的醫療領域，IoT 相關機器、系統，以及 AI 相關產品各自於日本國內的市場，與 2016 年相較之下，推測可能各自成長至 2.2 倍的 1685 億日圓和 4.1 倍的 150 億日圓(日經 BP 社, 2017)。而今後時代的主要研究課題之一，即為醫療服務的高度化。關鍵在於利用 IoT 整頓平台，以及機器人、AI 等如何為醫療照護領域帶來創新。所謂的「超智慧社會」簡單來說，就是能在必要時刻接受必要物品和服務的社會。透過 IoT、機器人、AI 等科技的結合，無論各地區的差距和性別差異，皆可望讓民眾享受到維持並提升生活品質(Quality of Life, QOL)的益處。

因少子高齡化社會到來，導致疾病結構的變化，慢性循環系統疾病、骨科方面疾病，所謂的運動障礙症候群、失智症患者急速增加等和醫療費用增加，已成為更甚以往的重大課題。過去的患者基本上能在任何醫院接受相同的醫療服務，但今後要以負責急性期疾病的醫院為中心，加上慢性期、復健、居家醫療，來面對長久以來的課題：真正的「醫療分化」。

想實現地區綜合醫護體系，關鍵在於利害關係人的合作。例如串聯龐大的醫療保險數據和照護保險數據，透過數據共享改變地方醫療的現狀。此外還包括進一步加強數據可視化、保險醫療相關數據的串聯架構等。當然，除了涵蓋居家看護的醫療服務，在照護領域也有高度的資訊共享需求。建構此方面的共通平台將是不可或缺的措施，同時也可帶來更進一步的醫療改革。

具體來說，我們很容易就能設想到以下狀況：將智慧型手機應用程式與自家血壓計(含脈搏)、體重計、體溫計等串聯，從日常生活中收集、追蹤數據。AI 會將這些所謂的生命徵象數據資訊與每天用餐、攝取卡路里的數據相互對照，進行健康狀態的分析及可視化。若判斷結果認為某人的健康狀態已落入警戒區，AI 便會建議其前往醫院就診。置之不理就會惡化的生活習慣病，乃是腦、

心、腎等循環系統疾病的根基，此作法不但可預防循環系統疾病的健康風險，還能進一步管理用藥、就診經歷、家族病史等綜合性的個人健康狀態。

## 7. 環境互動的支援：虛擬實境技術的活用

「虛擬實境(Virtual Reality, VR)」技術日新月異，已逐漸滲透並應用於各式各樣的領域（伊福部達，2016）。然而，欲將其積極活用於福祉機器、復健等領域的研究才剛起步，其中尤以高畫質技術（4K、8K 等）、眼鏡型顯示器、動作捕捉技術等的進步和低價化（削減成本），最能讓 VR 技術越發先進且貼近生活。

在高齡者也能享受（包含娛樂性）的休閒娛樂領域，儘可能導入具臨場感的產品，應是運用 VR 龐大市場時的一項可行方案。將此技能妥善運用於福社工學領域，可望讓需進行各種復健的被照護者和障礙者也能提高動力，在愉悅的心境下回復身體機能，可想見今後應用 VR 技術的福社工學系統將更加普及。

以照護為目的之 VR 活用，在行走訓練的復健、休閒（虛擬旅行體驗）、專業職務研習（高齡者體驗、疾病體驗）、溝通、設施模擬（安全性確認）等領域備受期待。一般認為 VR 應符合以下 3 項條件：

- (1) 三度空間：構成對人類而言自然的三度空間；
- (2) 即時互動：身處其中時，能一邊進行即時互動，一邊自由行動；

自我投射：環境與使用者無縫結合，形成融入環境的狀態。

## 8. 課題在於與現場的溝通

照護機器人業界的科技雖處於急速成長之中，然而也有不少課題，其中一項重大課題，就是工程師（技術人員）與照護現場的溝通不足。身為科技專家的技術人員，一般而言容易製作出技術高超、操作困難的機器人。然而，即使投入高超的技術製作照護機器人，實際帶到現場時，卻時常發生沒有任何照護者能運用自如等事例。這不僅是操作面的問題，在機能面似乎也存在許多不協調。舉例而言，即便技術人員製作出人型機器人，或是在技術上和視覺上都懷有夢想的產品，但現實中，照護現場卻會出現「人型機器人太大、占空間，且在機能面也還不及人類。成本也高，尚欠缺導入的益處」這種意見。

再者，照護者和機器人開發技術人員之間的思維差距亦是一大課題。在照護現場工作的照護者，對於「照護」這項工作抱持著榮譽心和價值感，一般而言，給予高齡者細心又溫暖的醫護服務這件事本身，就具有很大的價值。而在另一方面，機器人開發技術人員容易單純以效率化作業的觀點來看待照護一事，亦是無法否認的事實。也有意見指出，這兩方向的思維差距，造成技術

人員和照護者之間心理上的距離，剝奪了技術交流和意見交換的機會。事實上，在照護機器人相關的研討會上，參加者幾乎都是以商業為考量的企業，幾乎沒有照護業者出席。因此，要實現具備效率化、低價、減輕負擔等特性的照護機器人，照護者和技術人員雙方溝通不足正是最大的阻礙之一，必須一邊解決此課題一邊促進照護機器人的發展。

## 9. 結語

隨著年齡增長，人類的身心機能會逐漸下降，歷經日常生活活動和自主程度的低落，陷入需要被照護的狀態。一般將這種身心機能顯著低下的情形稱為「虛弱(frailty)」，是需要被照護的最大要因。此外在許多要素相互影響之下，還會進一步導致負面連鎖(frailty cycle) (Xue et al., 2008)。日本老年醫學會於 2014 年提倡以「Frailty」一詞來稱呼此種虛弱狀態。

如圖 5 所示，要說明 Frailty 這一概念，以下 3 項要素缺一不可(厚生勞動科學研究費補助金，2015)：

- (1) 處於健康狀態與需照護的狀態之間；
- (2) 可透過適當的介入回復機能(儲備能力、殘存功能)，亦即具有可逆性(reversibility)的時期；
- (3) 不僅有以骨骼肌為主的身體虛弱(physical frailty)，也如圖 5 右上方所示，存在心理／認知上的虛弱(mental/cognitive frailty)和社會上的虛弱(social frailty) (Kuroda et al., 2015)，由此可知 Frailty 具有多重面向。

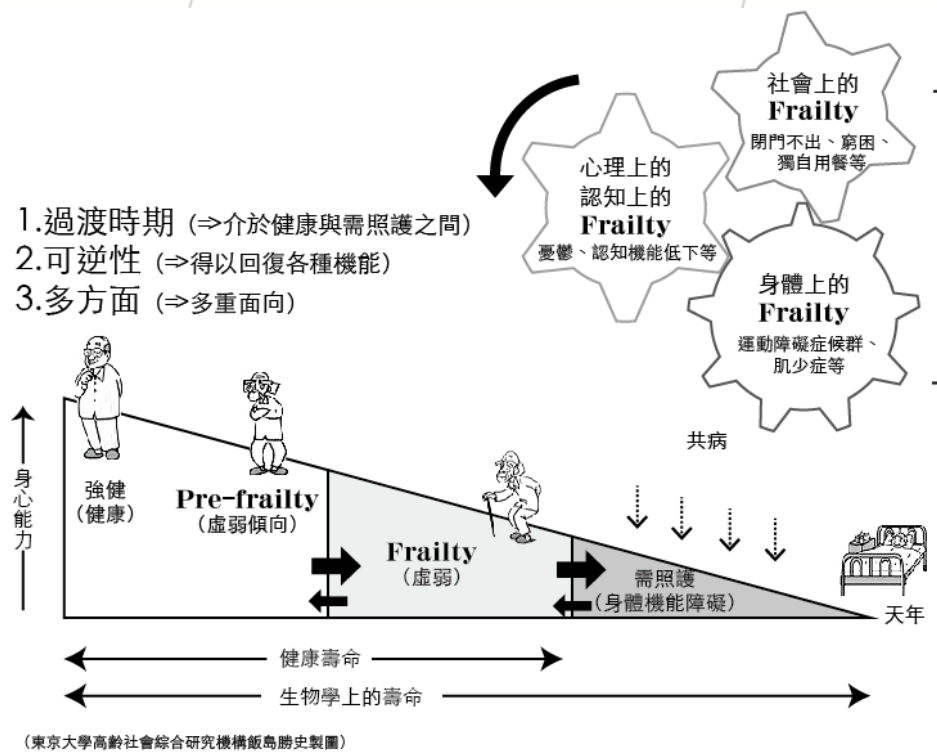


圖 5. 日本對於虛弱(frailty)的概念



基於 Frailty 這一新概念，當前有必要從頭（尤其是從驗證其效果的觀點）重新審視過往促進健康、預防照護的策略，並進一步帶來新氣象，而其中有很大的空間留待科技參與。對於具有身體上 Frailty 的高齡者，亦可期待與有趣又具備娛樂性的科技攜手合作，在促進其身體活動的同時，削弱他們「認為運動很單調」的意識。事實上，現今時代已有 VR 健身器材問世，不僅能提升健康者的體力，對於高齡者和障礙者的適用性想必也會加速發展。

在邁向超高齡社會的路上，有必要追求嶄新的社會體系，藉由延長高齡者的健康壽命，促使其參與經濟活動和地方活動，讓高齡者也能成為「社會的支柱」。同時，對於主要具有身體機能等障礙的高齡者和障礙者，如何以愉悅且具持續性的方式，達到提升身體機能的目標並支援其生活，也是相當重大的課題。這不只是每位當事人的課題，同時也是涵蓋所有居民的社區，需要承擔的重大課題（圖 6）。具體而言，解答必須兼具以下 2 項要素：

- (1) 個人的意識改變、行動改變；
- (2) 實現良好的社會環境以利大力推動個人改變，如改善接受健康支援（保健、醫療、福祉等服務）的方式、建構以地方情感為根基的健康促進場所等。

在此層面上，說明日本正面臨巨大的轉換期亦不為過。然而，今後醫療、照護上的改革，將作為「活用綜合知識的社區營造、地方營造」的一環，肩負起重大職責，並且在預防和醫護兩方面融合產官學民，促使熟悉的社區均衡發展。追求此目標的關鍵在於能否妥善與科技協調配合；只有使其在地方上生根，最終傳承給下一代，才稱得上是有意義的舉措。

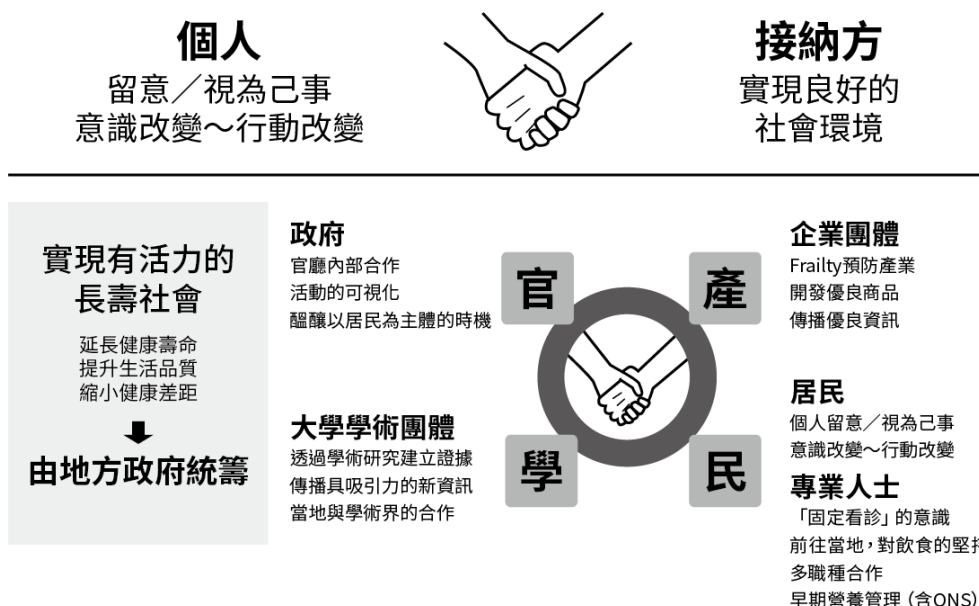


圖 6. 預防 Frailty 之道在於「活用綜合知識的社區營造」

為了實現由熟悉社區支撐的充實老年生活，需以老人學(Gerontology)的學問體系為主軸，推行跨領域的進化發展。如圖 7 所示，在人類各種身心機能衰退的過程中，應該對促進健康、預防虛

弱、最後的居家醫護等一連串流程有所意識，容納科技的同時亦能發揮主要作用的社會基礎建設，以融合一切的形態，力求透過新社會體系創造價值感。

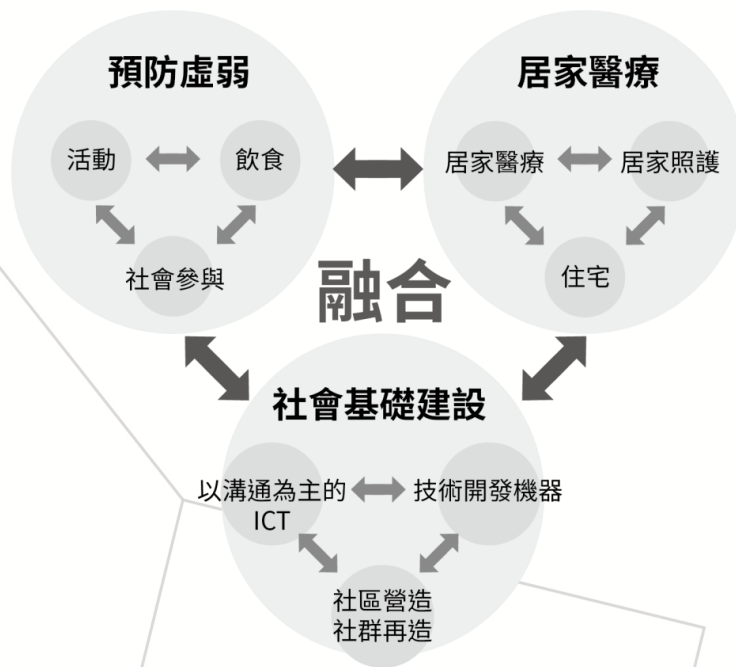


圖 7. 為了實現由熟悉的社區支撐、充實的老年生活：營造讓超高齡社會安心的未來社區

### 參考文獻

1. Kuroda, A., Tanaka, T., Hirano, H., Ohara, Y., Kikutani, T., Furuya, H., ... & Tsuji, T. (2015). Eating alone as social disengagement is strongly associated with depressive symptoms in Japanese community-dwelling older adults. *Journal of the American Medical Directors Association*, 16(7), 578-585.
2. Xue, Q. L., Bandeen-Roche, K., Varadhan, R., Zhou, J., & Fried, L. P. (2008). Initial manifestations of frailty criteria and the development of frailty phenotype in the Women's Health and Aging Study II. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 63(9), 984-990.
3. 內閣府(2013)。平成 25 年版高齡社會白皮書。2017 年 12 月 29 日取自 <http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2013/gaiyou/pdf/1s1s.pdf>
4. 日本機器人協會(2016)。照護機器人入口網站。2017 年 12 月 29 日取自 <http://robotcare.jp/>
5. 日經 BP 社(2017)。日經 Digital Health：醫療領域的 IoT、AI 相關市場於 2025 年之規模...。2017 年 12 月 29 日取自 <http://techon.nikkeibp.co.jp/atcl/news/16/060907916/?ST=health>
6. 伊福部達(2016)。福祉工學的基礎。東京：電子情報通信學會。
7. 厚生勞動科學研究費補助金（長壽科學綜合研究事業）(2015)。「以高齡者飲食生活支援架構和綜合性預防照護計畫的擬定及驗證為目的之調查研究：以虛弱、肌少症樣本為依據」報告書（平成 24~26 年度）。