

國內國際會議報告（類別：參訪）

## 日本機器人與 AI 未來照護創新學習營

服務機關：臺中榮民總醫院 資訊室

姓名職稱：葉翼睿 契約高級資訊工程師

國家/地區：日本/東京

出國期間：2025 年 12 月 01 日至 2025 年 12 月 05 日

報告日期：2026 年 01 月 05 日

## 摘要

本次由葉翼睿代表臺中榮民總醫院資訊室，參加由工研院主辦之「2025 日本機器人與 AI 未來照護創新學習營」。隨著人工智慧從雲端運算走向實體世界的物理 AI (Physical AI) 時代，本次參訪旨在借鏡日本產、官、學、研的先進經驗，以優化本院機器人戰略與臨床應用。

行程涵蓋早稻田大學 AIREC 研究中心、新富特別養護老人院、社會福祉法人善光會、iREX 2025 國際機器人展、產業技術綜合研究所 (AIST) 及國立障礙者復健中心等標竿機構，考察重點聚焦於三大面向：首先在技術前沿部分，從早稻田大學的「乾濕混合」人形機器人到 AIST 的生成式 AI 輔助診斷，探討次世代人機協作的創新潛能；其次，於場域整合方面，觀摩善光會 SCOP 平台如何運用 IoT 數據應用，實現智慧照護流程自動化並有效減輕護理負擔；最後在商業趨勢層面，透過 iREX 日本機器人展會觀察 Enchanted Tools、川崎重工等廠商的策略轉型，洞悉機器人產業正由工業 B2B 加速邁向醫療服務 B2C 的新興模式。

本次參訪不僅深入了解日本在應對超高齡社會下的科技賦能策略，更對本院 Nurabot 專案的技術自主性、成本控制及未來由「物流搬運」轉向「情感陪伴」的應用路徑，帶來極具價值的啟示。。

關鍵字：物理 AI (Physical AI)、人機共生、智慧照護、醫療機器人、Nurabot

# 目次

一、 目的 .....	1
二、 過程 .....	1
三、 心得 .....	18
四、 建議事項 .....	20
五、 附錄 .....	20

## 一、 目的

隨著人工智慧技術的飛速演進，AI 已由初期的「感知 AI (Perception AI)」與具備決策能力的「代理式 AI (Agentic AI)」，於 2025 年正式跨入強調實體互動與執行能力的「物理 AI (Physical AI)」新紀元。此一演進促使機器人領域產生了根本性的質變，全球各地的機器人發展正從單純的自動化設備，轉型為能與真實世界複雜環境互動的智慧實體。臺中榮民總醫院身為台灣智慧醫療的領航者，在院部長官的前瞻領導下，對於創新科技的導入始終抱持積極投入與勇於嘗試的態度。目前本院正與鴻海科技集團及日本川崎重工 (Kawasaki Heavy Industries) 緊密合作，共同推動「Nurabot 機器人」的研發與場域驗證。本人身為中榮資訊室代表，肩負臨床資訊系統與機器人在臨床情境整合應用的重任，特此參與本次訪日行程。本次參訪旨在透過實地考察日本產、官、學、研的最新發展，為中榮未來的機器人戰略提供具體借鏡。具體目的歸納為以下四點：

### 第一，掌握機器人技術前沿發展趨勢：

深入了解日本在「人機共生」概念下的最新技術突破。重點考察如早稻田大學 AIREC 的「乾濕混合」軟體機器人技術，以及 iREX 展會中人形機器人從工業場景走向服務場景 (B2B2C) 的技術轉折，藉此評估 Nurabot 硬體設計與控制邏輯的優化方向。

### 第二，借鏡醫療照護場域的實務整合與流程創新：

探究日本標竿機構 (如新富特別養護老人院、善光會) 如何將 AI、IoT 感測器與機器人無縫融入照護流程。特別關注善光會 SCOP 平台如何透過數據整合提升照護生產力，以及各類輔具 (如外骨骼、智慧床墊) 在減少照護人員負擔上的實際成效，作為本院臨床資訊系統整合之參考。

### 第三，深化跨國合作與 Nurabot 專案之戰略對接：

透過與合作夥伴川崎重工的深度交流，以及觀摩 iREX 展會中如 Enchanted Tools 等新創公司的商業模式，思考如何將「通用性設計」與「專用型場景」取得平衡，協助中榮與鴻海團隊更精準地定義 Nurabot 在台灣醫療場域的應用定位與落地策略。

### 第四，探索科技賦能與社會共融的政策視野：

考察日本國立障礙者中心及 AIST 產綜研如何利用科技解決社會問題。從「賦能」的角度，學習如何利用遠距操作技術讓障礙者重返職場，以及利用 AI 輔助診斷與評估 (如跌倒風險測試)，為台灣未來超高齡社會下的醫療政策與福祉創新提供宏觀視野。

## 二、 過程

本人此次深感榮幸能代表臺中榮民總醫院資訊室，參與由工研院精心策劃之「2025 日本機器人與 AI 未來照護創新學習營」。在為期數日的緊湊行程中，不僅親炙日本頂尖科技的發展現況，更對未來醫療照護的轉型有了深刻體悟。本次中榮參訪團隊具備高度跨領域特性，成員共計 3 名，除本人外，尚包含護理部陳威霖資訊護理師，以及醫學工程部陳怡君技士。此一組合恰好涵蓋了「資訊系統」、「臨床照護」與「硬體工程」三大關鍵支柱，使我們在考察過程中，能即時針對本院 Nurabot 專案的實際需求，進行多維度的觀點激盪與實務探討。透過這趟「產、官、學、研」面面俱到的深度之旅，團隊成

員皆滿載而歸，並已於日前平安圓滿返抵國門，行程表如下：



#### (一) 早稻田大學 AIREC (AI-driven Robot for Embrace and Care) 研究中心

##### 1. 參訪背景與計畫願景：邁向 2050 年的「人機共生」

為深入瞭解日本在 AI 與機器人輔助照護領域的最新進程，本次特赴早稻田大學參訪 AIREC (AI-driven Robot for Embrace and Care) 研究中心。該中心由早稻田大學菅野重樹教授 (Prof. Shigeki Sugano) 領軍，隸屬於日本政府極具野心的「Moonshot 型研究開發計畫 (目標 3)」。AIREC 的核心願景在於回應日本日益嚴峻的高齡化與照護人力短缺問題。不同於傳統單一功能的自動化設備，AIREC 致力於 2050 年前實現「全方位智能夥伴」。其研發概念鎖定「一人一機、一生相伴」，期望打造出具備自我學習、環境適應及演化智慧的機器人，使其能像家人般融入日常生活，提供從物理協助到情感陪伴的全面支持。



圖 1: 菅野重樹教授介紹日本機器人發展

## 2. 技術核心：打破剛性限制的「乾濕混合」軟體機器人

傳統機器人為追求精度與耐用性，往往採用高剛性、高重量的硬體設計，這在醫療與居家照護場景中，對人體安全構成潛在風險。AIREC 的技術亮點在於從根本上重新定義機器人的「身體」。研究團隊致力於開發「乾濕混合 (Dry-Wet Hybrid)」智慧型機器人，其技術突破包括：

- 本質安全設計 (Passive Compliance)：透過結構材料與關節的「柔軟化」，確保機器人具備被動柔順性，在與人體碰撞時不會造成傷害，同時仍保有支撐人體重量的力道，如圖 2 所示。
- 仿生液體循環系統：機器人體內設計有類似「體液」的循環系統 (油劑、冷卻液、潤滑液)，用於磁性流體致動器的驅動，並具備自我修復與維持功能。
- 多模態感知與柔性介面：結合高精度觸覺感測器與柔軟皮膚 (Soft Skin)，並搭載影像辨識與深度學習技術，使機器人能精細感知環境與人體狀態。

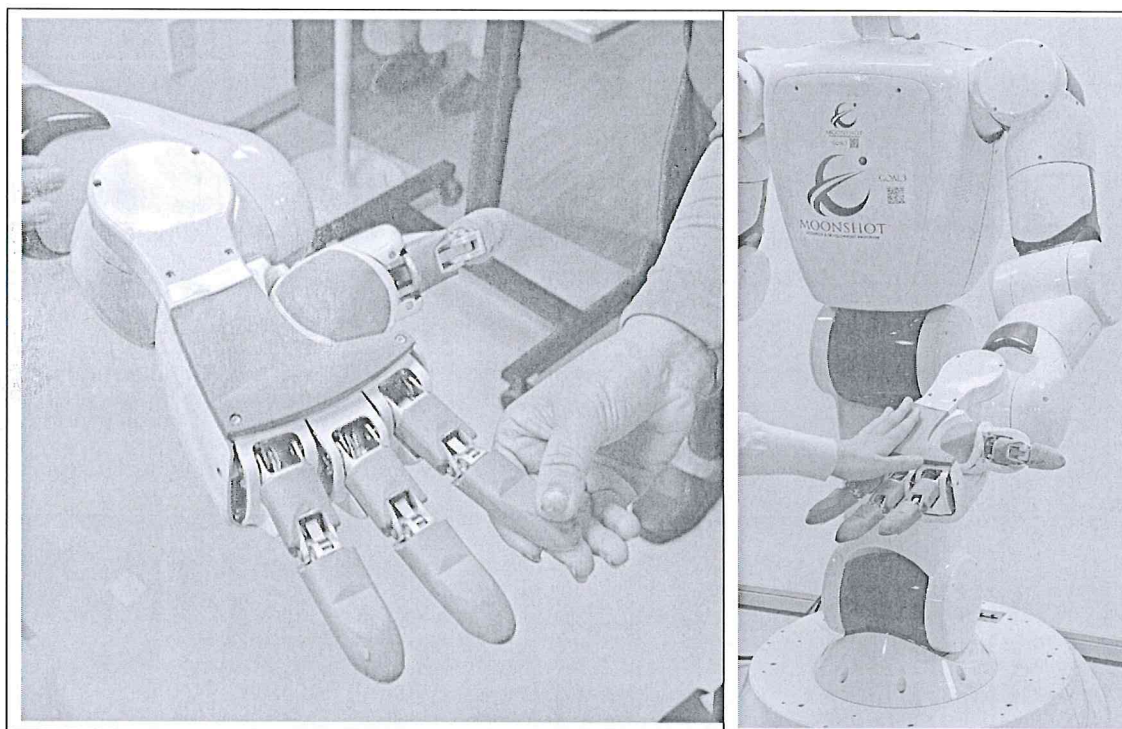


圖 2(左)人形機器人手掌細部構造; 圖 2(右)人形機器人手臂構造

## 3. 實地演示與研發成果亮點

本次參訪中，研究團隊展示了 AIREC 原型機在實際照護場景中的應用能力，以下為三大觀察亮點：

- 革命性的油壓驅動手臂：有別於傳統馬達設計，AIREC 採用油壓機械設計驅動手臂與手部關節，如圖 3 所示。
  - 優勢：油壓系統能產生極大的扭力 (手部可承受 20 公斤)，同時配合阻抗控制技術 (Impedance Control)，實現動作的柔順與安全性。
  - 觀察：這種設計雖然增加了技術難度，但對於需要「大力氣」且需兼顧「輕柔接觸」的照護工作 (如抱起病患) 至關重要。



- 精準擺位：從扶肩頸、環腰部，到移動臀部與膝部，機器人能流暢執行一連串符合人體工學的複合動作。
- 細節與舒適度：系統內建了對於照服員的知識，例如在幫住民翻身時，需要依照照護準則正確完成翻身動作。這顯示 AI 已經將照護標準作業程序轉化為具體的機械控制邏輯。

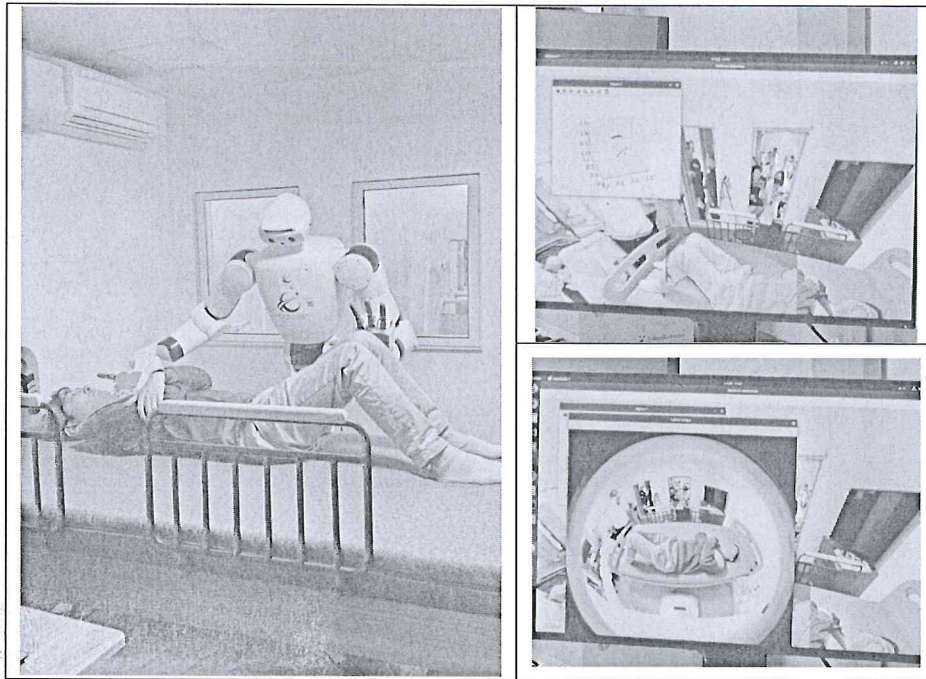


圖 5(左)現場翻身展示;  
(右上)從機器人眼中的即時 AI 辨識畫面;  
(右下)從機器人眼中的即時全景辨識畫面

#### 4. 綜合觀察與個人觀點

##### (1). 市場化門檻與通用性設計的權衡

目前菅野重樹教授透露，該類型輪式人形機器人 (Humanoid Robot) 的單機造價約 3,000 萬日幣 (約 600 萬台幣)。

- 通用性優勢：儘管成本高昂，但其核心價值在於「仿生雙手」的通用性設計。與市面上需切換不同末端工具 (End-effectors) 才能執行不同任務的機器人不同，AIREC 的雙手可無縫切換於料理、摺衣、照護翻身等多種情境，真正模擬了人類的「多工」能力。若未來能量產並降低成本，其應用潛力將遠大於專用型機器人。
- 移動限制：該機器人目前屬於「輪式」人形機器人，這意味著它對運作環境的地面平整度有嚴格要求 (不能有坡度或崎嶇路面)。這一點與台中榮總目前使用的 NuraBot 移動方式相同，顯示在未來的機構導入中，環境的無障礙設施設置將是機器人能否落地的前置條件。

##### (2). 人才結構的國際化與競爭警示

本次參訪的一個顯著觀察是研發團隊的人才構成。主導此高階研發計畫的團隊中，有近半數研究人員為中國籍，且能直接以流利中文進行深度的技術解

說。這不僅反映了早稻田大學作為頂尖研究機構的開放性與國際化程度，更從側面印證了中國在機器人高端技術領域已累積了深厚的人才儲備。

## (二) 日本長照機構-福祉法人 善光會

### 1. 參訪/觀察目標與機構簡介

本次參訪聚焦於日本著名的社會福祉法人善光會 (Zenkoukai)，該機構秉持「將社會活動所得利益回饋社會」的宗旨，致力於老人護理設施的經營管理。善光會的核心願景是透過提升長者獨立生活的能力，創造一個讓他們能舒適過著「自己生活」的護理環境。為了實現此願景並推動產業革新，善光會設立了衍生公司 Zenko Research Institute (ZRI)。ZRI 承載了善光會的卓越營運知識，專注於將知識轉化為軟體開發、產業諮詢和技術支援服務，肩負著提升整個介護產業效率和確保護理服務可持續性的使命。善光會的成就斐然，其管理的機構在積極導入先進科技後，護理生產力已提升至全國平均的 140%，如圖 6 所示。其創新模式與試驗數據，不僅在日本國內領先，更對政府介護保險制度的修訂（特別是活用護理科技方面）產生了重要的影響。

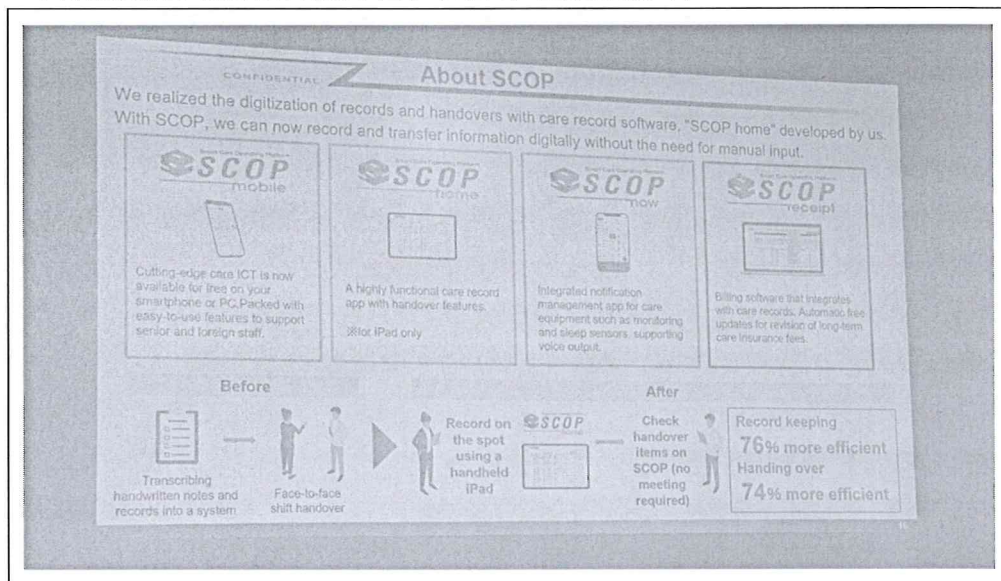


圖 6 資訊化系統後的成果提升說明

### 2. 善光會觀察重點與特色分析

善光會的創新模式可歸納為三大關鍵特色：科技賦能 (SCOP)、產業鏈整合 (Living Lab)、以及人本環境 (Unit Care)。

#### (1). 智慧護理營運平台：SCOP 的流程效率革命

善光會的核心創新是自主開發的 SCOP (Smart Care Operating Platform) 智慧照護營運平台。該平台的目標是透過數位化，實現長照機構流程的自動化與標準化。導入 SCOP 後，該平台大幅提升了照護人員處理間接業務（如：文書記錄、交接）的效率。從簡報中數據顯示，交接效率提升 74%，記錄保存效率提升 76%，成功地將照護人力從繁重的行政工作中釋放出來，確保將時間投入到長者身上，實現更高品質的直接照護。該單位因考量住民個資問題，故不提供拍照，僅能以簡報投影片照片替代。

#### (2). 產業鏈整合與創新實證：Living Lab 的角色

善光會扮演著日本介護科技發展中的關鍵角色，作為厚生勞動省項目的實證現場，提供一個真實的照護環境來測試、驗證和改進製造商開發的介護機器人與輔具。這種機制使 ZRI 有效地扮演了需求方（照護現場）與供給方（科技製造商）的橋樑。這種機制保證了所開發的產品具有高度實用性，加速了介護科技的成熟與普及。

### (3). 人本環境設計：單元照顧模式

在高度科技化的同時，善光會的機構設計堅持以長者為中心，實施單元照顧 (Unit Care) 模式。機構內將長者劃分為約 10 人的小單元，長者擁有單人房，並共享專屬的家庭式客廳和餐廳。此模式旨在營造家庭化、小規模的生活氛圍，最大程度地尊重長者的隱私與既有生活習慣，達成有尊嚴且舒適的自立支援照顧。

## 3. 綜合觀察與個人觀點

憑藉本人於 2022 年至 2024 年負責退輔會長照資訊系統建置案的經驗，將長照資訊系統成功導入退輔會所屬 20 家榮總分院護理之家，對於臺灣長照資訊系統的發展狀況與挑戰深有體會。藉由與日本善光會的實務對比，更能凸顯雙方在不同文化與制度背景下的優勢與課題。

### (1). 日本善光會的卓越之處與科技應用啟示

善光會模式展現出以科技驅動高效率和高品質的顯著優勢，尤其體現在硬體設備、數據監測與人本關懷的整合上：

- 先進且經濟的 IoT 設備配置：透過向善光會照護中心的接待員請益，得知他們在 IoT 設備的應用技術高，且價格相對合理，使普及化具備經濟基礎。
- 智慧監測通報系統：該系統利用影像肢體檢測實現 24 小時全天候監測，無個資爭議。其功能極為實用，一旦監測到跌倒，系統會自動錄影捕捉 10 秒狀況，並透過手機 APP 開啟視訊對話功能，供照護人員即時確認房內狀況並通話，大幅縮短反應時間，如圖 7 所示。
- 高規格智慧床墊：善光會採用與新富特別養護老人院同級的醫療設備，如 Paramount Bed Co., Ltd. 製造的「NIPPO SCAN」體動監測系統。該床墊功能強大，能夠準確檢測並記錄心跳、呼吸頻率、以及睡眠狀態（如躺著未睡、已睡、熟睡中等），並詳實記錄各階段的時間長度。
- 經濟的訂閱模式：這些智慧設備多採訂閱制，例如每個智慧床墊設備租金僅約 \$2,600\$ 日圓/月，資訊監控與管理平台約 \$26,000\$ 日圓/月，此模式有效降低了機構初期的硬體投資壓力。

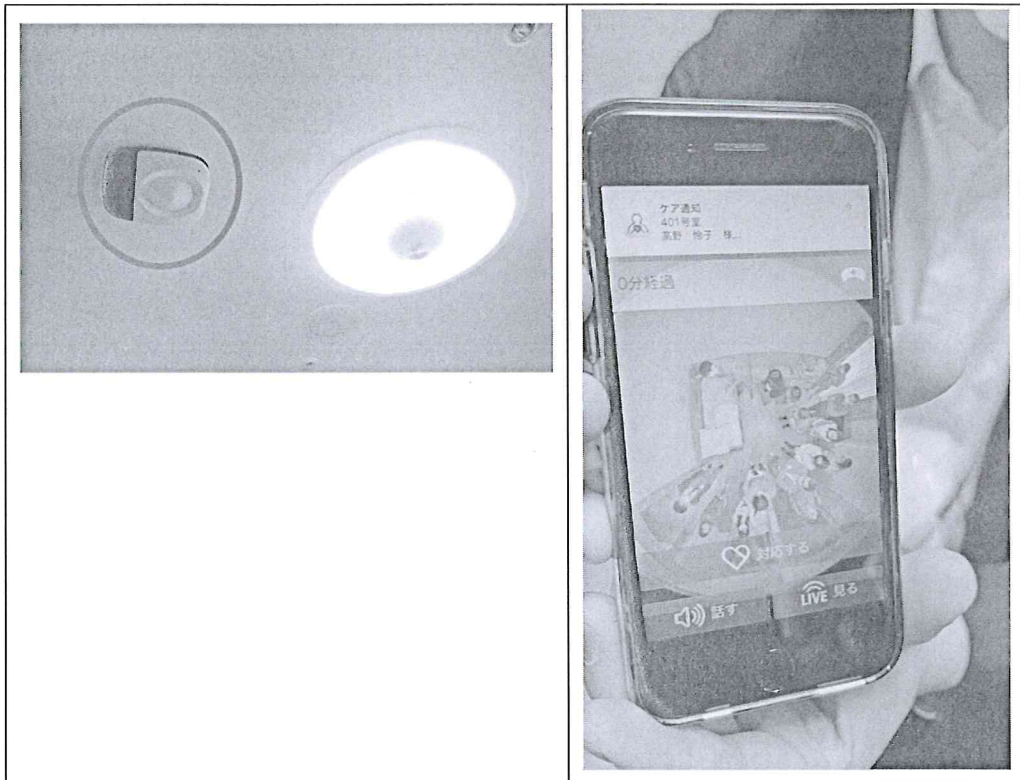


圖 7(左)環境監測設備;

(右)手機 APP 通知後的開啟監測畫面;

## 2. 臺灣退輔會各榮院長照資訊系統的強韌性與文化挑戰

臺灣的退輔會各榮院長照資訊系統在本地化和複雜性管理方面，具備獨特的優勢，但同時面臨文化阻力。

- 系統的強大彈性與適應性：退輔會各榮院長照資訊系統已成功導入 20 家護理之家，展現出強大的系統適應性，並整合了多種 IoT 設備，並且是一個整合式的安養養護管理平台，結合了雲端科技、國際標準 FHIR 的資料交換。相較於善光會平台在供餐部分內容相對固定，臺灣的長照系統能配合住民的個別喜好進行餐點調整。雖然這種彈性使系統設計、作業流程和費用計價的複雜度大幅提高，且需配合 20 家護理之家不同的在地需求及各縣市政府的補助差異而調整，但充分展現了以住民為中心的服務理念與系統的韌性。
- 文化上的資訊化抗拒：從善光會接待員的口中得知，在日本，照護人員對於使用資訊系統完成作業的作法抗拒力極大。這說明了儘管善光會擁有先進的 SCOP 系統，改變使用者習慣仍是推動數位轉型的一大挑戰。相較之下，臺灣在資訊科技的導入使用上，第一線人員的接受度相對較高，這為未來長照科技化發展創造了有利條件。

## 3. 科技導入對生產力與居住成本的影響

價格分析顯示，科技導入對提升生產力、進而影響服務成本的巨大效益。

- 善光會提供單人房給每位住民，全部月費用約 \$16 萬多日圓（約新臺幣 \$4 萬多元）。這價格明顯低於臺灣機構單人房動輒新臺幣 5 萬至 6 萬的價格。
- 考量日本人均所得與薪資中位數皆高於臺灣，善光會能以相對較低的價格提供高品質單人房服務，推估其成功關鍵在於：

- 照護設計的高度一致性（如 SCOP 帶來的流程標準化）。
- 科技輔助照護的成果，確實提升了照護機構人員的生產力，以更少的人力成本創造了更高品質的照護服務。

善光會的經驗證明，成功的長照科技化需要「技術的領先」與「流程的簡化」並進。臺灣系統在彈性與在地化方面表現突出，未來應借鏡善光會在科技的經濟性應用和流程的標準化上的成功，以更有效的科技工具來緩解人力壓力，同時保持臺灣長照服務中珍貴的人性化彈性。

### (三) iREX 2025 (國際機器人展)

#### 1. 參訪/觀察目標與活動簡介

本次參訪 2025 國際機器人展 (iREX 2025) 於日本東京舉行，作為全球最大規模的機器人專業展，本屆展會以「機器人技術助力永續發展」為核心主題，深刻展示了機器人產業如何應對當前社會挑戰。現場匯集了來自全球的頂尖企業，展出內容涵蓋智慧製造、智慧社區機器人技術、AI 視覺檢測系統、自主導航技術以及備受矚目的人形機器人創新應用。透過此次參訪，主要觀察目標在於了解機器人技術如何透過產業升級解決勞動力短缺等社會問題，並親身體驗最新技術在實際場域中的應用潛力。

#### 2. iREX 2025 觀察重點與特色分析

在本次展會中，川崎重工 (Kawasaki Heavy Industries) 與法國新創 Enchanted Tools 的展出內容尤為吸睛，兩者皆體現了機器人從「工具」演進為「夥伴」的趨勢。關於川崎重工的展區，該公司明確提出了透過 AI、自主移動、語音指令與遠端操作等技術，將機器人打造為人類「夥伴」的未來願景。觀察重點包括以下三項：首先是人形機器人 RHP Friends 系列的介紹，川崎重工展示了其在雙足行走與擬人操作上的技術積累，強調機器人在人類生活環境中的適應性。其次是與鴻海及臺中榮總共同打造的輪式人形機器人 Nurabot，這款機器人結合了人形上半身的操作靈活度與輪式底盤的移動效率，特別適用於室內平坦環境的服務與協作場景，展現了實用導向的設計思維。最後是備受矚目的 CORLEO，這款機器人不僅將在大阪關西萬博登場，更在展場引起廣泛討論。CORLEO 結合了川崎重工在摩托車與機器人領域的雙重優勢，造型獨特且具備高度機動性，展現了未來移動載具與機器人技術融合的可能性與未來願景。

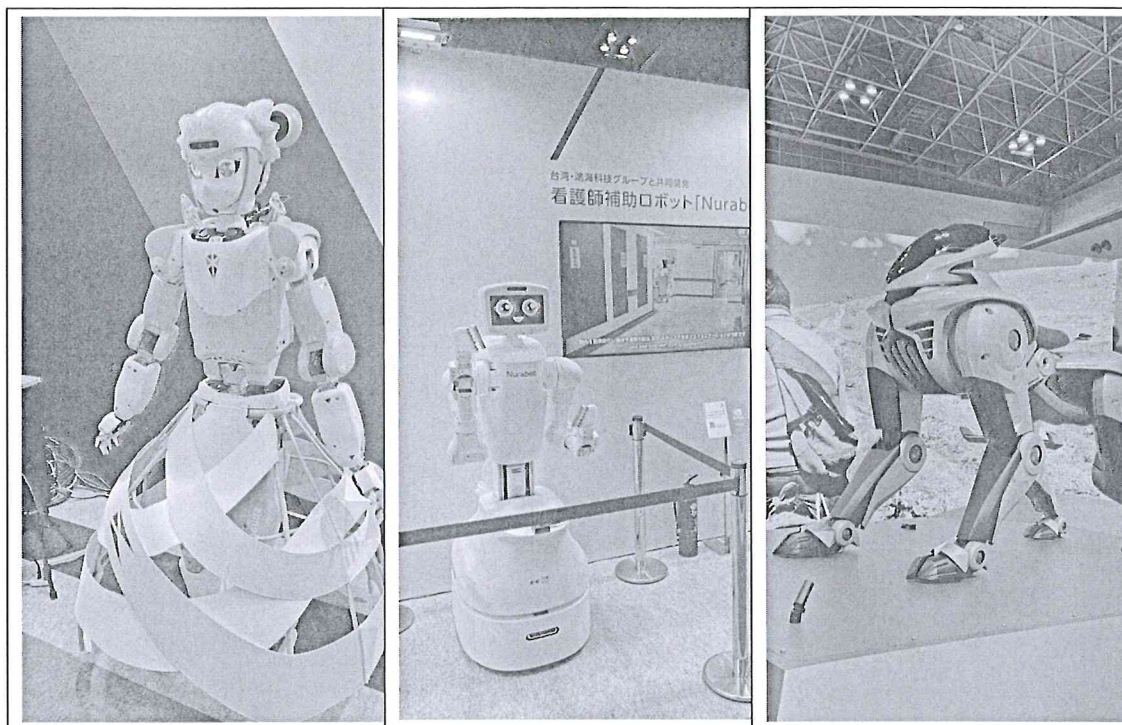


圖 8(左) RHP Friends 系列人形機器人;  
(中)目前應用於本院的 Nurabot 機器人;  
(右) 未來移動載具 CORLEO 展示;

在國際合作亮點方面，如圖 9 所示，法國新創 Enchanted Tools 與日本商社兼松（Kanematsu Corp.）及汽車零組件製造商長倉製作所（Nagakura Mfg.）的合作案成為焦點。Enchanted Tools 展示了名為 Mirokai 的「面向人群（People-facing）」人形機器人。這家由前 Aldebaran Robotics（Nao 與 Pepper 開發者）核心成員創立的公司，致力於解決現實世界的需求。我對此人形機器人十分感興趣，回國後特別收集資料研究一番。Mirokai 的設計獨樹一格，結合了工業設計與角色設計，外觀極具親和力（高 123 公分，重 29 公斤），並採用球形底盤（Ball-bot）移動技術，能以每小時 3.2 公里的速度全向移動。技術規格上，Mirokai 配備了 26 個自由度，擁有具備扭力控制的順從性手臂與精密的抓取手部，能執行端盤子等重複性操作。其頭部整合了 3D 攝影機與麥克風陣列，具備即時語音識別、多語言對話與 SLAM 導航能力，能安全地在人群中穿梭並進行互動。商業模式上，日本長倉製作所宣布投入此機器人事業，並與兼松商社合作，預計於 2026 年底在日本市場開始銷售，目標應用於接待、導覽及物流搬運等場域，售價約為 3 萬美元(約 100 萬台幣)加上月費維護模式。

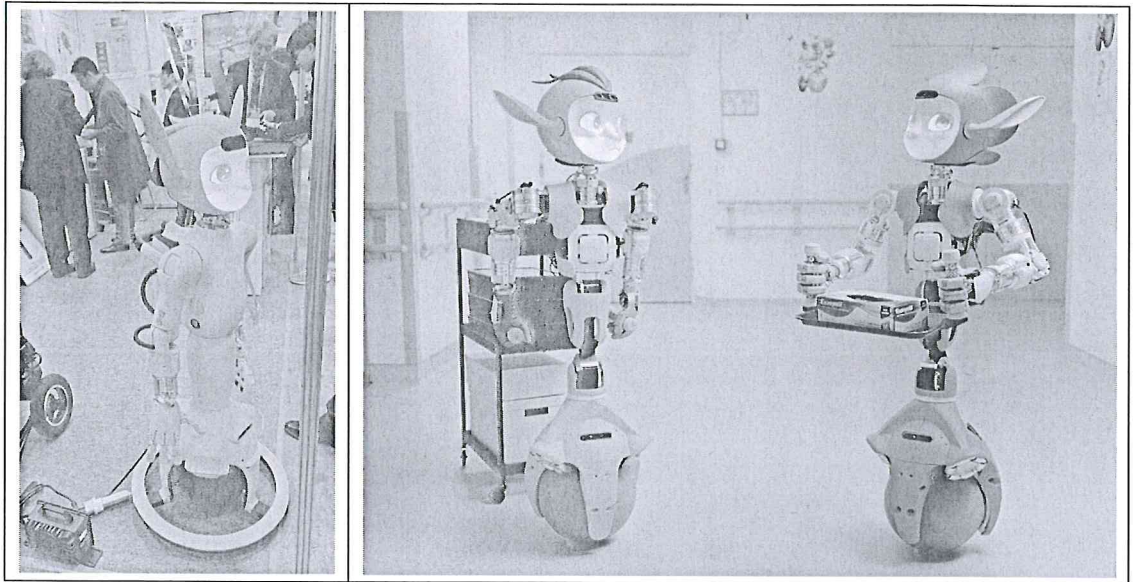


圖 9(左) 法國設計的機器人 Mirokaï;  
(右) 機器人 Mirokaï 於醫療場域使用展示;

### 3. 綜合觀察與個人觀點

綜合本次 iREX 2025 的參訪行程，我觀察到機器人產業正經歷一場典範轉移：市場重心正從封閉式的工廠自動化（B2B），加速轉向開放式的商業與服務場景（B2B2C）。這不僅是技術的競賽，更是對「人機共存」商業模式的極致探索。以下是我對本次展會的幾點個人看法：

#### (1). 傳統巨頭的「場景突圍」：川崎重工的生態系戰略

川崎重工的展出，展現了工業巨頭如何利用技術護城河進行「降維打擊」。他們不再滿足於結構化的生產線，而是積極將機械手臂的精準度與 AI 感知能力，移植到非結構化的社會場域。從 RHP Friends 到與鴻海、臺中榮總合作的 Nurabot，再到跨界載具 CORLEO，川崎重工並非單打獨鬥，而是採取了「技術底座+跨域合作」的生態系打法。這種策略有效降低了單一企業進入醫療或消費市場的研發風險，並透過合作夥伴（如醫院、鴻海）快速驗證市場需求，是傳統重工業轉型的高明之舉。

#### (2). 法式創新的「務實主義」：Enchanted Tools 的設計哲學與商業落地

Enchanted Tools 的 Mirokaï 是本次展會中「產品定位」最為精準的案例。我特別研究了其背後的商業邏輯，發現它極具市場競爭力。避開「雙足陷阱」的成本優勢：Mirokaï 捨棄了昂貴且耗能的雙足行走，改用球形底盤（Ball-bot）。這在商業上是一個極其聰明的決策——它大幅降低了硬體成本（BOM Cost）與維護難度，同時保留了人形上半身的互動優勢，使其 3 萬美元的定價在市場上具有極高的破壞力。法國的軟體與設計創意，結合日本兼松商社的通路與長倉製作所的精密製造，形成了一個完美的互補。這解決了新創公司最頭痛的「量產」與「售後」問題，讓 2026 年的商用計畫極具可信度。

#### (3). 醫療場景的深度驗證：瞄準「銀髮經濟」的剛需

值得注意的是，Mirokaï 並非僅停留在展場演示。根據我蒐集的資料，該公司已與巴黎老年醫療權威 AP-HP Broca 醫院建立深度合作關係。在 Broca 醫院

的實測中，Mirokaï 被定位為護理人員的「物流助手」，負責搬運物品等低價值重複性勞動，而非直接介入醫療行為。這一策略非常務實，它避開了高風險的醫療法規爭議，直接切入緩解護理人力荒的痛點。透過極具親和力的角色設計，Mirokaï 成功降低了高齡患者對機器的心理防禦，這種情感計算（Affective Computing）的應用，將是未來服務型機器人能否普及的關鍵。

#### (四) 產業技術綜合研究所 (AIST)

##### 1. 參訪/觀察目標與活動簡介

本次參訪重點考察了 AIST 的 CUBE (Co-creative innovation Business Ecosystem) 及其與醫療健康產業相關的應用，旨在瞭解國家級研發機構如何透過 AI 與 IoT 技術，應對超高齡化社會中的醫療成本激增與照護安全兩大核心問題。

##### 2. AIST 觀察重點與特色分析

AIST 展現了兩項與長照醫療產業高度相關的創新技術，其共同特色是利用 AI 與數據科學，在確保安全的前提下，大幅提升診斷與評估的效率和準確性。

###### (1). AI 協助醫師診斷：生成式 AI 驅動的內視鏡診斷支援系統

AIST CUBE 展示了其運用以數學模型為基礎的生成式 AI，開發出「AI 內視鏡診斷支援系統」，如圖 10 所示。這項技術的突破性與實用性極高：

- 技術核心：系統針對泌尿科的膀胱鏡檢查 (Cystoscopy) 設計，利用基礎模型 (Foundation Model) 訓練而成，並透過公式生成資料 (Formula-generated data) 來建構模型。
- 數據效率：傳統 AI 訓練需要海量標註影像，但此系統僅使用約 9,000 張影像，便能達到超越 8 名專科醫師平均水準的診斷準確度。
- 應用價值：這種數據高效能 (Data-efficient) 的方法特別適用於罕見疾病的診斷，因為此類疾病難以收集足夠的標註影像。同時，採用公式生成資料，也有效避免了使用線上影像可能產生的版權或隱私爭議。
- 實務功能：系統可輔助醫師識別膀胱鏡影像中的異常區域(如腫瘤或病變)，並以「無 AI」與「有 AI」的對比示範，突出其診斷支援效能。



圖 10 生成式 AI 驅動的內視鏡診斷支援系統展示

###### (2). 坐著就能完成的跌倒風險預測：安全便捷的評估創新

跌倒是高齡者致殘與產生長期照護需求的主因之一，傳統評估如 TUG 測試本身存在跌倒風險。AIST 與 SOMPO 控股公司合作成立的 RDP 合作研究實驗室，成

功開發出「坐著就能完成的跌倒風險測試」，如圖 11 所示。

- 評估方法：參與者只需坐在椅子上，聽從節拍器指示，以每分鐘 60 次的節奏進行 10 秒鐘的坐姿足踏運動 (座位足踏み体操)。
- 運作原理與指標：AI 影像辨識系統透過鏡頭偵測肢體動作，重點測量足踏節奏的「變異性 (CV%)」。研究發現，高跌倒風險群組的節奏變異性 (平均 8.15) 顯著高於低風險群組 (平均 4.83)，能有效反映下肢協調性與平衡能力。
- 安全性與便利性：整個過程保持坐姿，無接觸、無需特殊姿勢或複雜場地，解決了傳統評估的安全性疑慮。
- 驗證與成效：該技術已在超過 10,000 人的介護設施資料庫中進行縱向分析驗證，統計結果具顯著差異。目標是透過定期、安全的評估，及早發現高風險者，減少主觀判斷誤差，並結合其他介護數據來精確分配資源，降低醫療費用並提升長者 QOL。

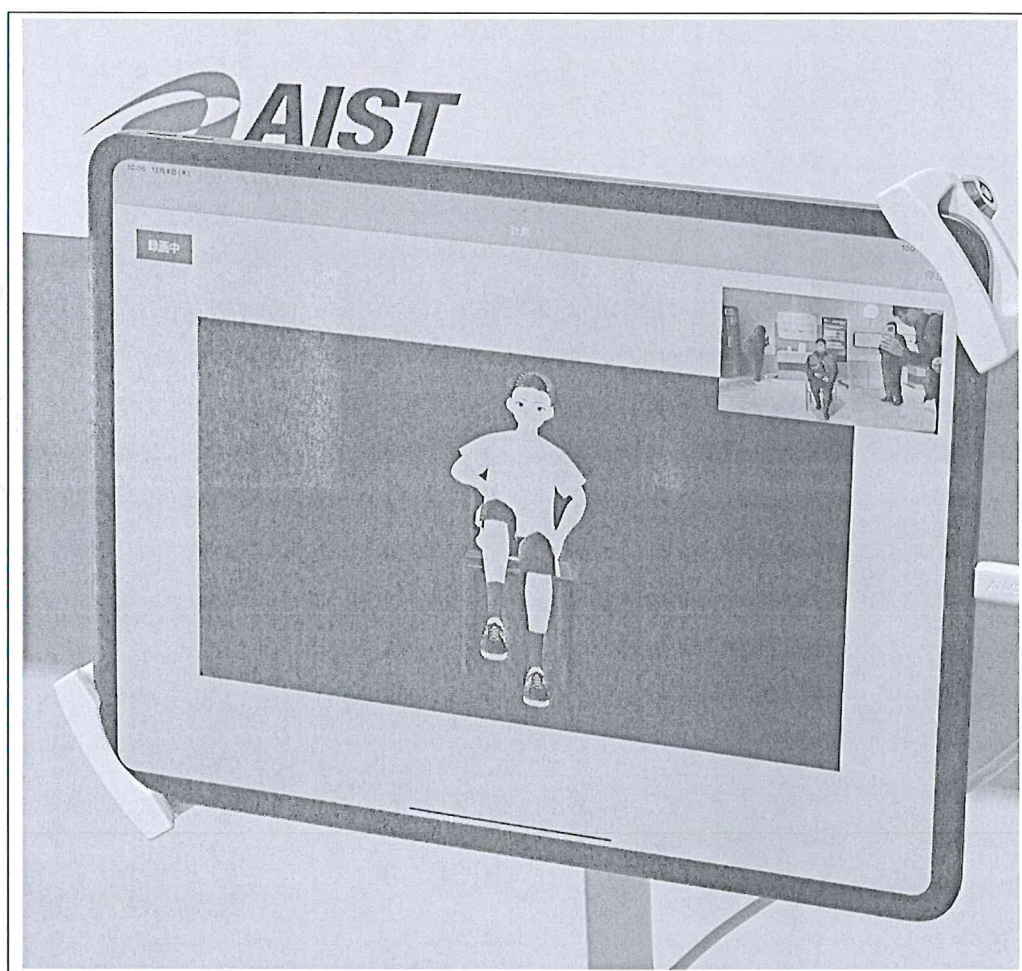


圖 11 現場實際使用的平板畫面

### 3. 海豹機器人 PARO：人工智慧與人性化設計的融合

海豹機器人 PARO (目前已發展至第九代) 是由日本國家先進工業科學技術研究所 (AIST) 所開發的經典治療型機器人。它打破了傳統輔具的冰冷形象，展現了 AI 技術在情感支持和行為管理方面的巨大潛力。能夠模仿真實動物的行為，移動眼睛、頭部和前後鰭，增強陪伴的真實感。PARO 被廣泛應用於醫院、護理院和退休

之家。研究表明，它能有效緩解患者的壓力、促進社交互動，並顯著改善失智症患者的情緒，同時有助於減少焦慮、抑鬱症狀，甚至降低患者的暴力傾向。其應用已超越日本，例如被用於英國的照護機構，以及在烏克蘭戰爭後用於協助兒童進行創傷治療，證明了其跨文化、跨情境的治療效果。PARO 的成功應用展示了未來的照護機器人將不再侷限於單一的物理功能，而是朝著多功能化發展，並融合情感支持。這種趨勢使得照護機器人能夠因應不同情境場景，更好地滿足多樣化的使用者需求，成為真正的「人機共生」夥伴。

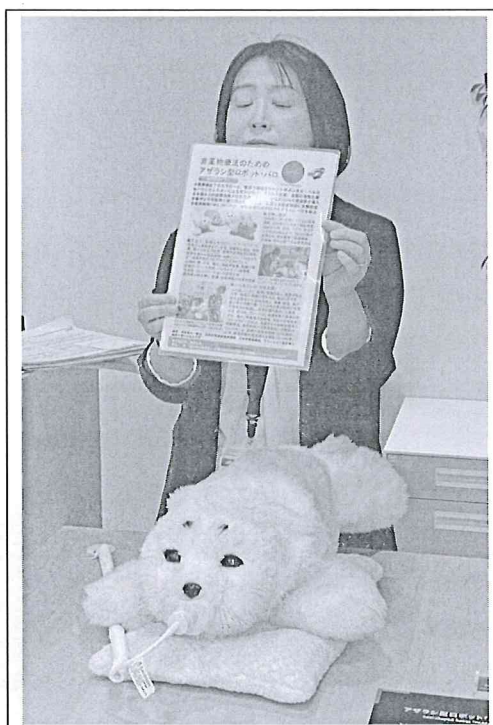


圖 12 海豹機器人介紹與實體畫面

### 3. 綜合觀察與個人觀點

AI 內視鏡診斷支援系統，在僅使用約 9,000 張影像的情況下，即能達到超越八名專科醫師平均診斷準確度，其關鍵並不在於模型規模或算力競賽，而在於對資料本質的重新定義。該系統以病理學與光學機制為基礎，透過數學模型生成資料 (formula-generated data)，讓 AI 學習疾病如何形成與呈現，而非單純模仿既有影像標註，故也大大避免了 Garbage in, garbage out 問題，也減少人力標註的需求問題；再結合具備高度視覺理解能力的 Foundation Model，使有限的臨床影像得以發揮最大校準價值。正如這套系統所體現的核心理念：這套系統不是因為資料少還能學好，而是因為它學的不是照片，而是疾病的生成規律，更是目前 AI 發展得主流。相較於人類醫師需在動態影像、經驗判斷與認知負荷下同時決策，AI 能專注於高度一致且可形式化的視覺特徵判讀，在此類任務上自然具備穩定性與一致性優勢。從我的觀察來看，這樣的發展代表醫療 AI 正從影像模仿走向病理理解，特別適合應用於罕見疾病等資料稀缺場景。

本院曾與工研院合作過護理跌倒評估的研究計畫，先不論彼此實際成效與精確度如何，就單以病人於第二醫療大樓走道上進行步態的肌力評估作為基礎，與日本的坐著就能完成的跌倒風險測試，比較佔空間，且走道上可能遇到轉床

或行人走動的干擾因素，如圖 13 所示。日本的做法確實可以做為參考使用。

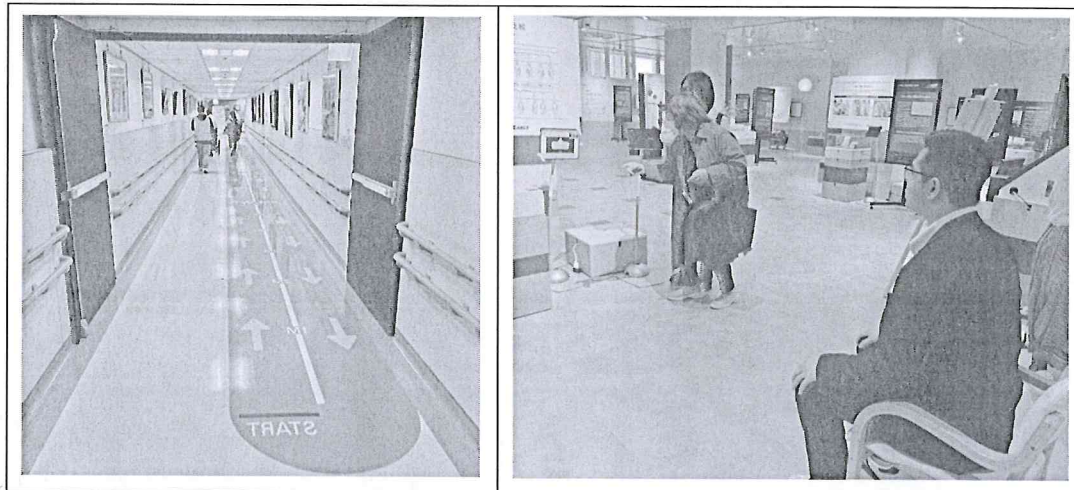


圖 13(左) 本院跌倒預測使用場域; (右) 日本 AIST 現場使用畫面

海豹機器人 PARO 由日本 AIST 開發，透過多重感測與學習機制，能辨識並回應使用者情緒，實證顯示可降低失智症患者焦慮與攻擊行為，促進社交互動。它的成功說明 AI 在照護領域不僅能輔助醫療，更能介入情緒調節與心理支持。醫院在推動智慧照護時，應從「取代工作」轉向「延伸關懷」，以人機共感為核心，建構兼具臨床效益與人性溫度的智慧照護模式。

#### (五) 國立障礙者中心福祉機器開發部

##### 1. 參訪/觀察目標與活動簡介

本次參訪來到隸屬於日本厚生勞動省的「國立障害者リハビリテーションセンター」(National Rehabilitation Center for Persons with Disabilities)，重點探訪其核心研發單位——福祉機器開發部 (Department of Assistive Technology)。該部門由日本政府出資設立，是日本國家級的輔具研發樞紐。其主要任務涵蓋基礎研究與先進輔具技術開發，旨在透過系統性的復健訓練開發，提升國家整體的復健技術水準，並促進身心障礙福利事業的發展。該部門不僅進行內部研發，更扮演著產官學的橋樑，協助廠商進行產品的驗證與設計優化，是日本構建新一代輔具體系的關鍵推動者。

##### 2. 障礙者中心福祉機器開發部觀察重點與特色分析

本次參訪的核心亮點在於一款名為「互助型照護支援機器人」的概念性系統展示。這項技術展現了科技如何跨越身體的限制，將障礙者重新連結至社會運作中，其特色可歸納為以下三點：

(1). 核心概念：遠距操作技術 (Telemobility) 的賦能  
該系統的核心在於「遠距分身 (Avatar)」技術。

- 操作機制：即使是重度肢體障礙者，也能從家中透過電腦或簡易介面，遠端控制位於異地的機器人。
- 視覺輔助技術：針對遠距操作常面臨的視野受限與延遲問題，開發團隊導入了先進的電腦視覺技術。系統能整合多角度影像，讓操作者能直觀地理解現場空間狀況，大幅降低了操作門檻，無需受過專業機器人訓練即可上

手，如圖 14 所示。



圖 14(左) 互助型照護支援機器人實體;(右)實際場域使用時的鏡頭畫面與過程

## (2). 應用場景：從「被照顧」轉向「就業參與」

展示內容呈現了 2020 年至 2023 年的實證研究成果，證明了障礙者能透過機器人介入多種勞動場景：

- 物流與零售：遠端操作機器人在倉庫進行卸貨、搬運包裹，或在商店協助整理商品。
- 生活支援：圖示中展示了坐輪椅的使用者，透過無線訊號指揮機器人將箱子放入購物籃。
- 意義：這不僅是技術展示，更是就業模式的創新。它讓因身體因素無法通勤的障礙者，獲得了實質的「勞動參與權」與成就感。

## (3). 社會價值：互助循環 (Mutual Assistance)

最令人動容的是其「互助」的設計哲學。

- 角色翻轉：傳統觀念中，障礙者往往是社會資源的接收者。但在這個系統中，障礙者可以操作機器人，協助養老院的長者運送餐盤、丟垃圾或拾取掉落物。
- 情感連結：展示海報中「今天也拜託了！」的對話泡泡，象徵著介護現場的人力缺口，正透過這種互惠關係得到緩解。這超越了單純的自動化，體現了科技促進社會包容 (Social Inclusion) 的溫暖力量。

## 3. 綜合觀察與個人觀點

相較於早稻田 AIREC 追求打造全能的 AI 夥伴，國立障礙者中心的切入點更具社會學意義。他們並非要製造一個取代人類的機器人，而是製造一個延伸人類意志的工具。這給予台灣長照與身障就業極大的啟示：科技不應只是用

來照顧障礙者，更應用來釋放障礙者的產能。透過 IoT 與遠距控制技術，一位頸部以下癱瘓的患者可能成為優秀的遠端庫存管理員或長照陪伴者。這將把「社會負擔」轉化為「社會資產」。日本面臨嚴重的勞動力短缺（如物流、長照），同時許多重度障礙者因外出困難而面臨就業缺口。此計畫巧妙地利用資通訊技術 (ICT) 將這兩端的需求對接。這不僅是福祉議題，更是一個分散式勞動力的系統架構問題。若能解決網路延遲與資安問題，這種模式極具商業推廣潛力。在參訪中看到的「互助」概念，讓我反思台灣目前的輔具發展多集中於「復健」或「生活自理」。然而心理的復健來自於被社會需要。國立障礙者中心的案例提醒我們，未來的照護系統設計，應預留接口讓被照護者也能貢獻力量。技術上，台灣擁有強大的半導體與網通優勢，要實現類似的遠距操作平台並非難事，關鍵在於我們是否能像日本一樣，在政策與場域驗證上，提供足夠的「容錯空間」讓這類創新模式落地。

## (六) 新富特別養護老人院

### 1. 參訪/觀察目標與活動簡介

東京都中央新區新富特別養護老人院與政府和企業合作，開始嘗試用機器人來彌補人手的不足，以及改善員工的工作環境，降低工作強度。特別養護老人院是一種提供住宿式照護的高齡者福利機構。本次參訪重點在於了解該養老院如何從人力不足到科技共照，結合 AI 與機器人技術進行照護創新，重視住民尊嚴與自立支援。

### 2. 新富特別養護老人院觀察重點與特色分析

該護理之家的床墊產品是 Paramount Bed Co., Ltd. (パラマウントベッド株式会社) 公司製造的醫療設備。型號「NIPPO SCAN」代表這是一種床墊下壓力感測或體動監測系統，常用於日本醫院或長照機構中，用來監測病患的睡眠姿勢、活動、呼吸或離床狀況。「眠り SCAN」被用於睡眠研究以及醫療護理機構的臨床中。透過將其安裝於床墊或被褥下方，可以遠端即時確認睡眠、清醒、起身、離床、呼吸數及心跳數等資訊，並在睡眠方面，床墊設備功能十分強大，可以知道躺在床上的人是否真的深睡，或是半睡半醒，或是清醒狀態，進而透過相關睡眠時間產生相關分析應用，如圖 15 所示。

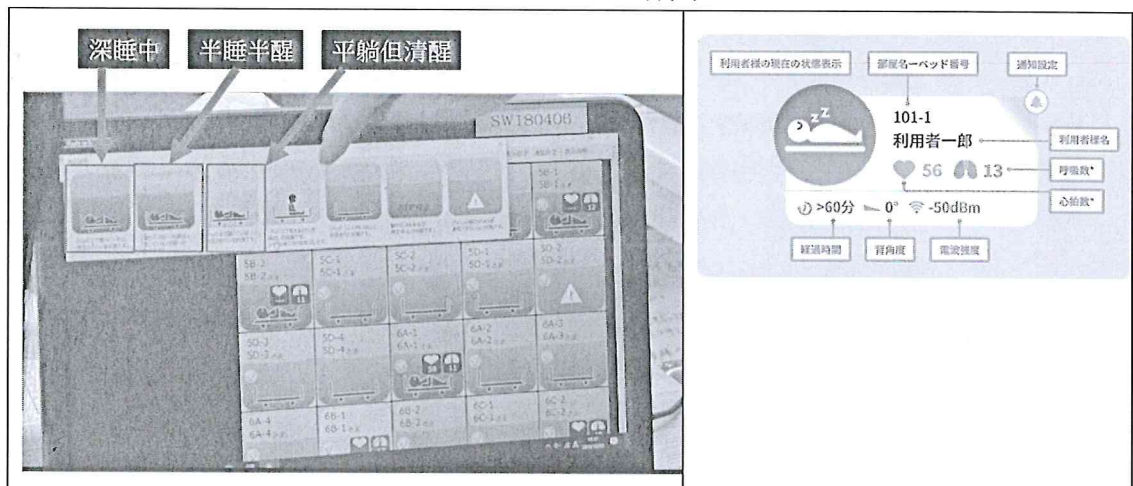


圖 15(左) 床墊系統畫面; (右)目前躺在床上的住民狀態分析介面

### 3. 綜合觀察與個人觀點

本人業務職掌急診與住院護理系統超過十年，目前在 Vital Sign 與相關生理監測的自動化整合臨床資訊系統，大多由本人負責。本院的 W34 護理站的智慧床墊於 2020 年導入完成，故深知不同醫療設備產品之間的細微差異，與本次參訪的「眠り SCAN」產品差異請參閱表。此產品功能非常適合應用於精神病房，因精神病房對於病患的日夜眠的時數對於照護上非常重要，護理師也須要花時間每天記錄，該日廠該系統能自動監測與紀錄使用對象的睡眠狀況與時間，可替醫療機構省下大量照護人力。如表 1 所示。

比較項目	台灣美思 (Maisense)	日本 眠り SCAN (Paramount)
優勢	防止跌倒預警、預防壓傷	睡眠品質分析、心跳呼吸監測
警示	三段式離床警示（坐起／床緣／離床）翻身提醒（計時功能）	睡眠／清醒狀態判斷離床與即時生理數值異常
適用場景	醫療病房（高風險跌倒／壓傷病人）護理人力吃緊的單位	長照機構、精神病房（需長期觀察作息）
硬體形式	智慧床墊（直接躺在感測墊上，感測點多）	床墊下感測器（非接觸式，無異物感）

表 1 本院台廠智慧床墊與日廠功能之比較。

## 三、心得

### 1. 產業觀點：從 AI 元年邁向「實體 AI」的關鍵轉折

若將 2023 年視為生成式 AI 的爆發元年，2025 年無疑是「機器人與實體 AI (Physical AI)」的關鍵時刻。身為機電工程背景出身的資訊人員，本次訪日行程讓我深受震撼，不僅見證了技術的躍進，更深刻體認到台灣在高端機器人產業鏈中的真實定位與挑戰。

### 2. 技術深層反思：核心控制技術的依賴與自主化的困境

在探討台灣醫療機器人發展時，我們必須誠實面對「系統整合」與「核心技术」之間的巨大鴻溝。以目前本院與鴻海科技集團及日本川崎重工 (Kawasaki Heavy Industries) 合作的 Nurabot 為例，雖然在場域驗證上取得了進展，但從機電整合的視角剖析，其底層核心——包含運動控制器 (Motion Controller)、平衡控制演算法、逆運動學 (Inverse Kinematics)、路徑規劃 (Path Planning) 及閉迴路控制 (Closed-loop Control) ——主要仍掌握在川崎重工手中。

台灣廠商目前的角色多偏向於「應用層」的開發與整合（如外殼設計、應用軟體介面），而非底層「控制層」的掌握。這意味著，當臨床端提出一個看似簡單的需求（如：「請機器人舉手打招呼」），若該動作未包含在原廠提供的函式庫 (Library) 或 API 中，我們便面臨技術瓶頸，必須仰賴原廠釋出新的功能呼叫權限才能實現。這種「黑盒式」的技術依賴，不僅限制了功能開發的彈性，

也直接導致了採購與維護成本居高不下。相較於日本國產機器人展現的高度自主性與技術垂直整合能力，台灣在機器人核心控制與感測融合（Sensor Fusion）技術上，仍有相當長的路要走。

### 3. 市場現況與挑戰：從 B2B 物流轉向 B2C 情感交互的必然趨勢

審視國內醫療機器人現況，目前包含中國附醫（長聯科技愛寶）、馬偕醫院（優必達）、台大新竹分院（女媧創造）及本院在內，導入的機器人應用多集中於 B2B（Business-to-Business）層面的「功能性任務」，例如：藥品配送、檢體運送、廢棄物管理等物流工作。這些應用雖然能緩解人力缺口，但尚未真正觸及醫療照護的核心「人」。本次在 iREX 2025 展會中，法國新創 Enchanted Tools 的人形機器人 Mirokaï 給了我極大的啟發。它打破了傳統雙足機器人的高價迷思（售價約 3 萬美元），採用球型底盤（Ball-bot）解決移動效率問題，並結合 NVIDIA 驅動的 3D 臉部動畫與生成式 AI（LLM），實現了高度擬人的社交互動，如圖 16 所示。

這預示了醫療機器人的下一個戰場將是 B2C（Business-to-Consumer）的社交智能（Social Intelligence）。未來的機器人不能只是「運送者」，更必須是「陪伴者」。特別是在兒科治療（安撫注射恐懼）、失智症照護（情緒穩定）以及安寧療護中，具備「情感計算（Affective Computing）」能力的機器人，將能提供心理師或護理師無法全時覆蓋的情緒支持價值。Mirokaï 的成功案例告訴我們，外型設計與安全性是機器人走入病房、直接面對病患的關鍵。

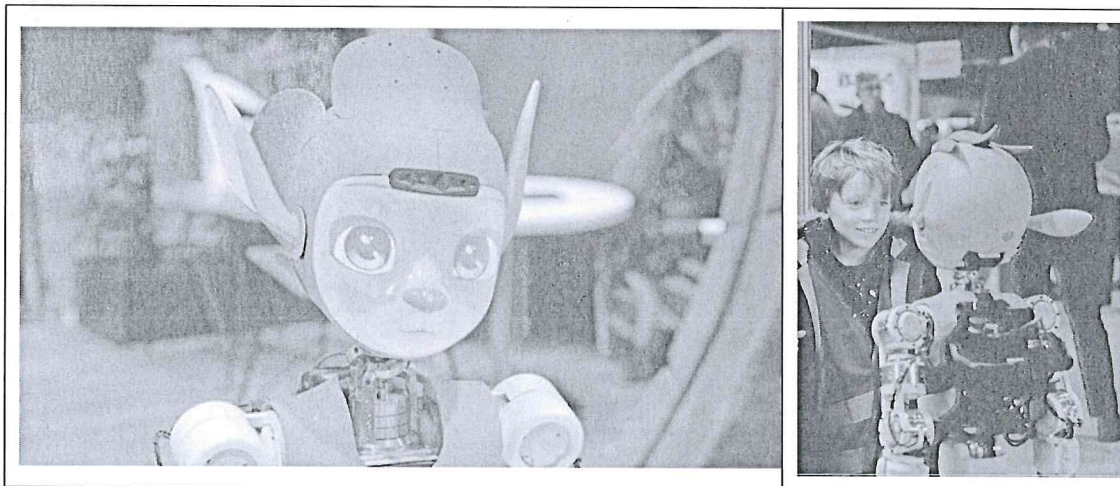


圖 16 Mirokaï 人型機器人情緒支持價值展示

從實驗室的概念驗證（PoC）到醫院場域的標準作業流程（SOP），是一條漫長且充滿挑戰的道路。本次參訪讓我確立了兩個核心思維：一是技術上需認清核心能力的邊界，尋求更具彈性的軟硬整合策略；二是應用上應勇於從單純的自動化搬運，跨足至具備溫度的情感照護。

最後特別感謝 傅雲慶院長與 陳適安榮譽院長的前瞻領導，致力於打造國際級的智慧醫療環境，讓基層人員有機會走出台灣，與世界一流的技術接軌；同時也非常感謝智慧醫療委員會 陳坤輝主任的信任與推薦。本次行程不僅開拓了個人的技術視野，更讓我對中榮未來的資訊系統與機器人整合藍圖有了更清晰的構想。身為資訊室的一員，我將致力於將本次所學的「人機共生」理念與「務實落地」策略融入

日常工作，與團隊共同推動臺中榮總邁向更智慧、更具人文溫度的醫療未來。

#### 四、建議事項

##### (一) 對醫院的建議：

導入化療藥品自動調配機器人於本院使用的可行性相當高。全球多數醫療機構已陸續採用機器手臂執行化學藥品調配作業，藉由結合人工智慧與自動化技術，達成精準、安全且高效率的藥品配製流程。此技術能有效降低人為操作誤差，減輕藥師在處理高毒性藥物時的職業風險，特別在化療藥品調配領域，更可實現全程自動化與可追溯化管理，顯著提升作業效率、減少藥物浪費，並確保醫護人員的工作安全。以國內案例而言，奇美醫院與群創光電合作開發出台灣首台國產智能化療調配機器手臂，成功展示智慧製藥與臨床應用整合的可行模式，為未來本院引進同類技術提供了重要參考方向。

##### (二) 對醫院的建議：

本次參訪中觀察到，日本在機器人研發初期即嚴謹納入 ISO 安全標準與醫療器材相關法規的考量，展現出「法規前置化」的研發思維，這與我國常見的「先開發、後認證」模式形成鮮明對比。此做法不僅縮短了後期審查與修正的時間，也確保產品能自開發階段即符合臨床安全與合規要求。建議本院未來在推動任何前瞻性創新專案時，於需求訪談階段即導入法規與資安風險評估，提前辨識潛在限制與合規風險。唯有如此，方能避免在投入大量人力與資源完成開發後，因未符資安、隱私保護（GDPR／個資法）或醫療器材軟體（SaMD）等相關規範而必須重新調整或重製系統，進而提升專案推行的效率與可持續性。

##### (三) 對資訊室的建議：

隨著醫療物聯網（IoMT）與 Physical AI 的快速發展，資訊室的角色正從傳統的「資訊系統開發與維運」逐步轉型為「營運技術整合」的重要樞紐。未來的醫院資訊系統（HIS）將不僅限於臨床資訊的開發與管理，而需具備對機器人控制與整合的理解能力。雖然我們無須自行製造機器人，但必須能與其有效溝通與協作，這正是資訊部門的新核心競爭力所在。建議資訊室同仁應逐步熟悉 ROS（Robot Operating System）架構與 FHIR 醫療資料交換標準，並強化以 API 或 SDK 對接不同品牌機器人（如 Kawasaki、博鈞、鴻海等）的技術能力。唯有掌握這些通訊與整合標準，才能確保未來醫療場域中「人、機、系統」之間的高效互聯與協作，推動智慧醫療環境的全面升級。

##### (四) 對自己的建議：

未來的人才，不再侷限於單一專業，而需具備跨域整合與系統性思考的能力。唯有將多領域的觀點與技能融會貫通，才能在人工智慧快速發展的時代中，創造出兼具深度與人性的價值。AI 雖能處理重複性與標準化的任務，卻無法取代之人類在動機、意義與情感上的思考與判斷。對我而言，學習的本質是先深耕專業，再向外拓展。身為醫療資訊工程師，我以資料系統與臨床作業流程為基礎，未來期許自己進一步跨入機器人技術領域，透過醫療與自動化的結合，深化人機協作的應用，並持

續朝向能以整合思維解決問題、創造價值的方向前進。

## 五、 附錄