星球永續健康線上直播

星球健康週新知 &

專題: 智慧機器人(4)

高齡照護智慧機器人設計協作模式

2026-11-25

CHE團隊：
陳秀熙教授、許辰陽醫師、嚴明芳教授、林庭瑀博士
劉秋燕、林家妤、陳虹彣、邱士紘、甘芳瑜、董家維

資訊連結:
https://www.realscience.top/7

星球永續健康線上直播

https://www.realscience.top/7

Youtube影片連結:
https://youtube.com/channel/UCCHTox4rUysI30QW4e_xIiA?si=IDIj9qIn3bZWMtNG

漢聲廣播星球永續健康: https://reurl.cc/WbGALy

新聞稿連結: https://www.realscience.top/7

本週大綱

- 健康科學新知 (2026 / W47)
- 高齡智慧社交機器人
- 社交機器人高齡場域驗證

健康科學新知 2026/W47

「博覽新知」

中國主辦美中俄三方會談：「縱橫捭闔」

economist.com



2026深圳APEC聚焦數位轉型與區域共同繁榮



川普訪亞首站抵馬尼拉與馬可仕會面 宣布兩國
達成貿易協議並出席東協峰會
美方重申菲律賓遭武裝攻擊時將協防

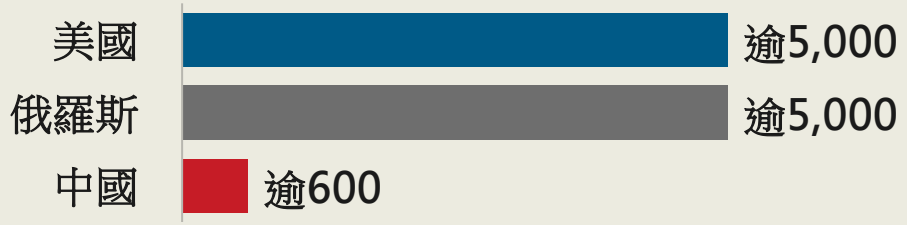
川普、習近平與普丁在深圳三方閉門會談
約70分鐘 同意推動聯合國改革與增產燃油



會後共同和平宣言重申消除核戰風險
三方將就降低核風險與防擴散展開對話
宣言未提烏克蘭與伊朗戰爭

美中俄核彈頭數量

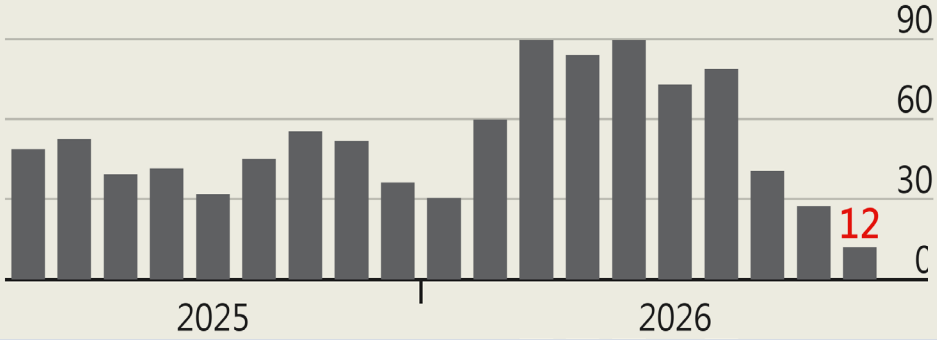
單位：枚



AI熱潮獲利能力受考驗：「泡沫疑雲」

economist.com

AI模型業者總營收 較3個月前增幅 %；依替代資料估算



AI模型業者年營收合計約2,000億美元
2030年營收需達3兆美元才能回收投資
營收3個月增幅從80%至90%降到12%

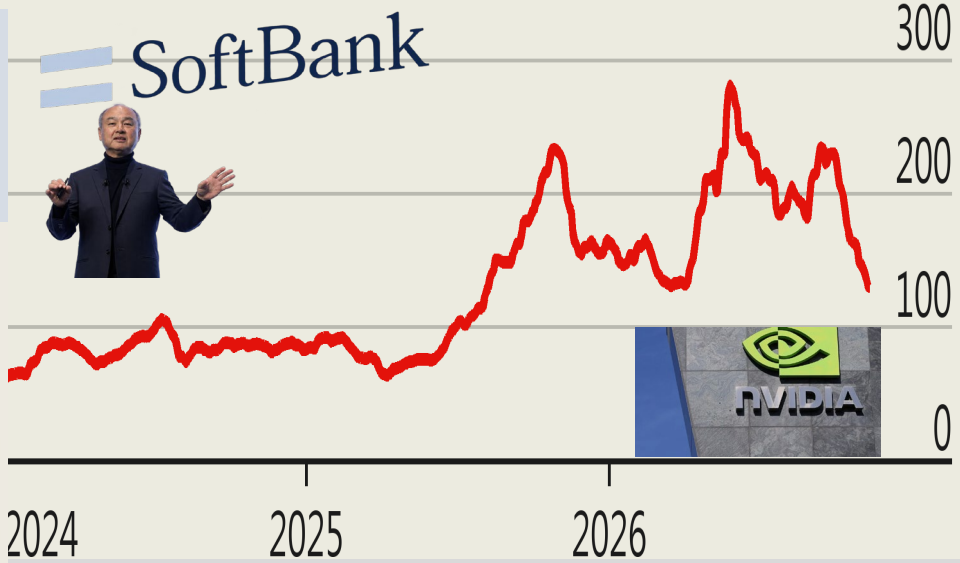
預測市場推估的上市首日市值 兆美元；3日移動中位數



Anthropic以1.5兆美元估值上市
市場預期估值達2兆美元以上
中國模型雖落後約6個月但售價低廉

軟銀市值從6月高峰下跌超過一半
上季虧損70億美元 主因資料中心減值
取消發電設備訂單 認列37億美元損失
負債比從16%升至20%至25%

軟銀集團市值 十億美元



黃仁勳請辭後 輝達市值跌破4兆美元
輝達上季營收1,158億美元 年增103%
AI經濟美國直接曝險僅0.3% GDP
AI股若崩跌最壞僅如2001年輕度衰退

高齡世代經濟優勢消退：「世代消長」

economist.com

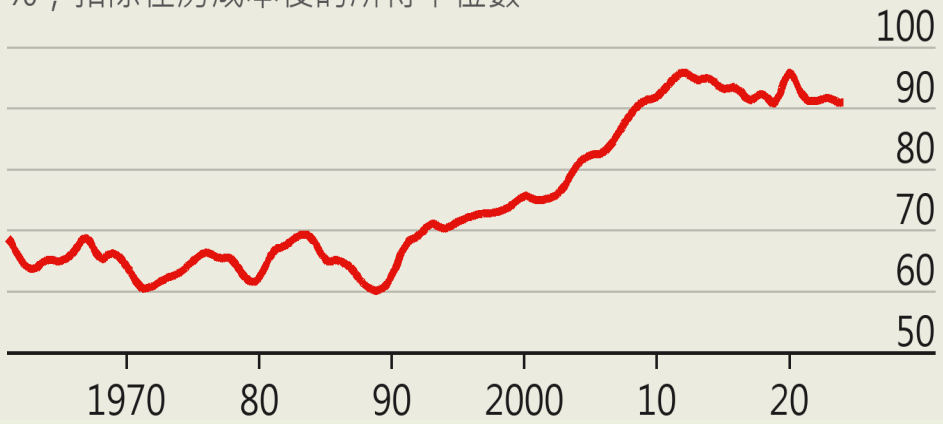
32個富裕國家中 26國高齡者所得相對工作人口下滑

高齡者優勢縮小

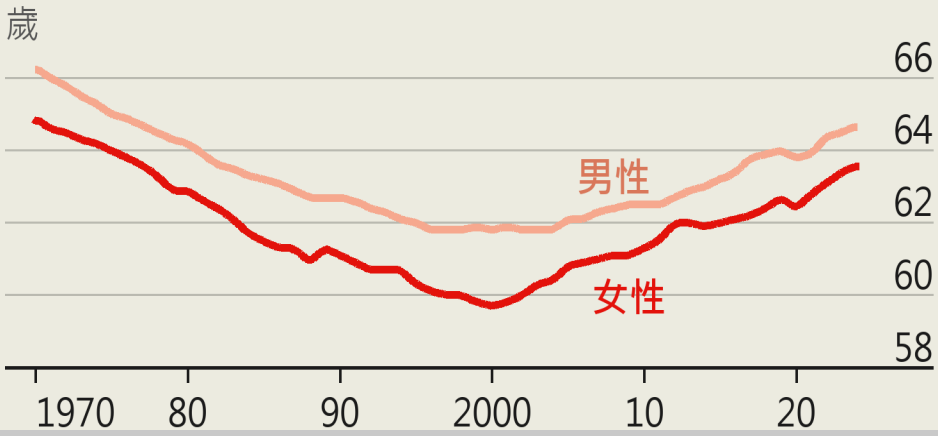
- 英國退休者所得曾接近工作者
- 如今比工作人口低10%
- 希臘工作人口所得比退休者高近20%
- 美國高齡者所得逾10年未再追上

英國退休者平均所得占工作年齡人口所得比率

%；扣除住房成本後的所得中位數



OECD國家實際退休年齡



政策轉向照顧年輕世代

- ✓ 各國鼓勵延後退休 退休年齡回升
- ✓ 義大利男性退休年齡10年延後4歲
- ✓ 高齡者人均支出從10倍降到6倍
- ✓ 德、日、韓等國擴大兒童津貼

財政吃緊與少子化 使政府不再只照顧高齡選民

遺傳資料保育基金募款有限：「保育困局」

企業利用公開遺傳資料獲利，卻鮮少捐款保育自然

各國設立卡利基金

- 2024年聯合國生物多樣性大會設立此基金
- 鼓勵捐出營收0.1%或利潤1%

實際捐款遠低預期

- 原估每年可募得約10億美元
- 至今5家公司僅捐10,588美元

AI生技業者未參與

- 逾2萬家企業符合捐款規模
- AI生技公司至今仍未捐款

James Dinneen, Nature, 2026



Karen Minasyan/AFP via Getty

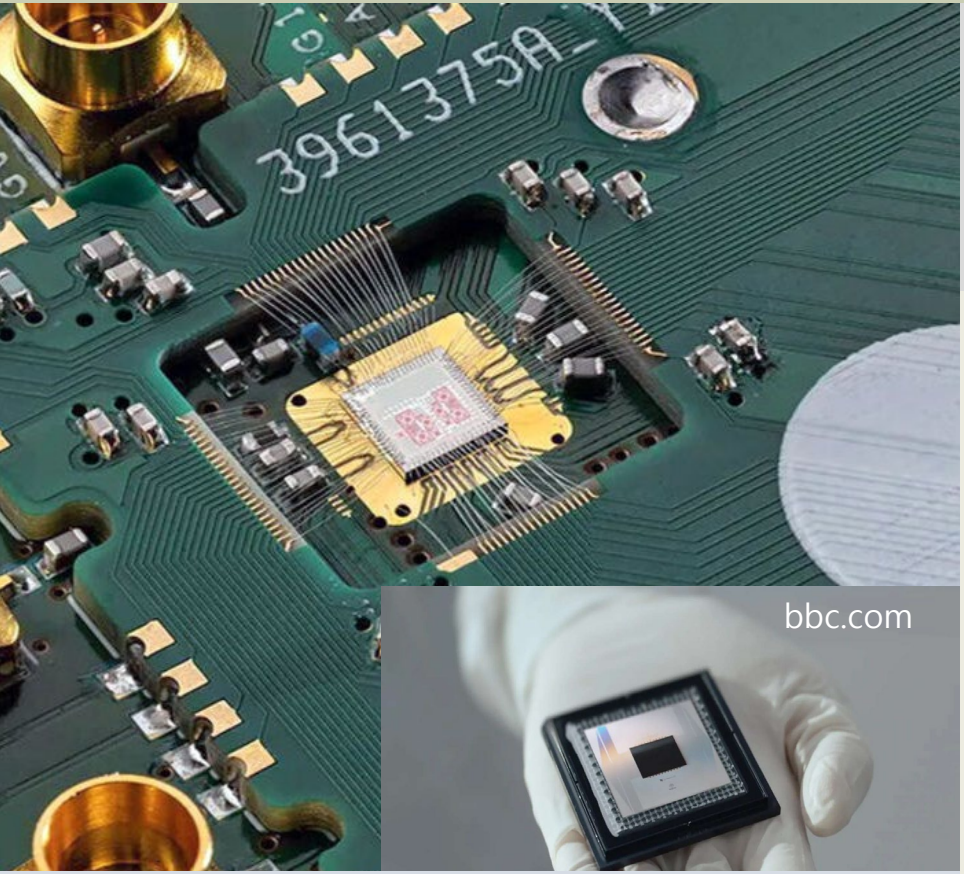
COP17大會在亞美尼亞閉幕

規則未定 決策延宕

- 企業擔心捐款形同承認剽竊
- 關鍵決策延至2028年大會

英國量子科技成果初現：「量子躍進」

economist.com



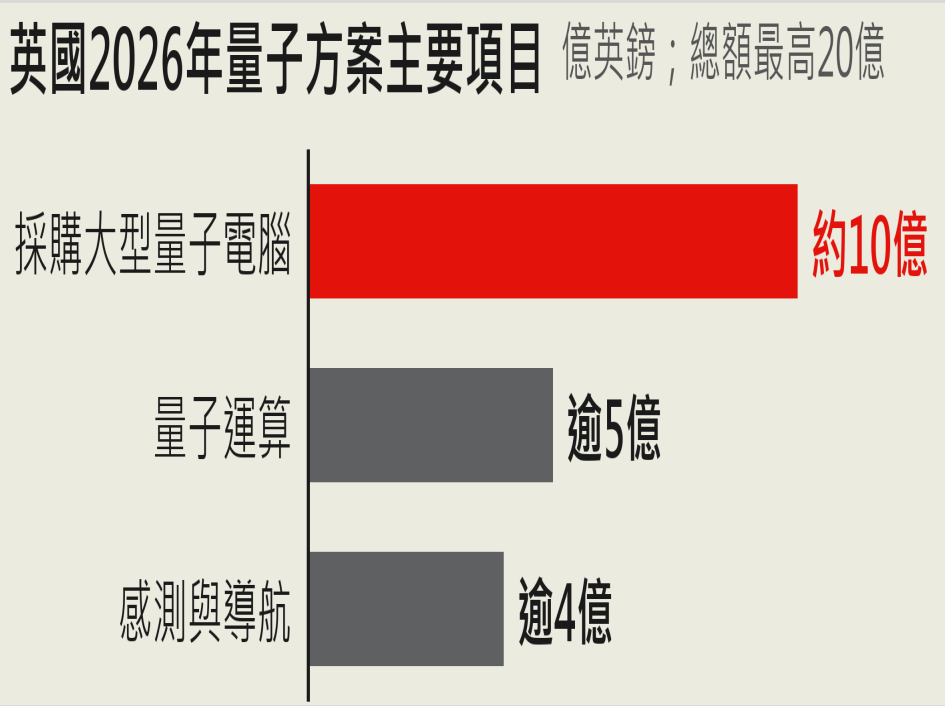
全球前5大量子聚落 3個位於英國

目標2035年造出勝過超級電腦的量子電腦

量子感測已用於腦部掃描與導航

政府編列1.38億英鎊購置量子感測設備

倫敦國王學院成為英國率先使用
Google量子晶片Willow學術團隊
將研究模擬光合作用等自然過程
英國承諾投入20億英鎊於量子研究



2023年國家量子戰略於10年投入25億英鎊

2026年3月再加碼最高20億英鎊

政策重心轉向商業化與實際部署

美國輸電容量嚴重不足：「電網瓶頸」

Madeline Yozwiak et al., Science, 2026

背景 每年僅新建約500英里，為所需十分之一

建設途徑	主要動機	跨州線路的障礙
公用事業自建	獲利與供電可靠	州管制偏重州內投資回收
區域電網規劃	可靠度與公共利益	跨州成本分攤困難
聯邦區域規劃	可靠度與公共利益	規劃區域太小、成效有限
民間自主開發	未滿足的市場機會	缺乏土地徵收權



科羅拉多州輸電線施工

善用現有權限與技術

- 重設國家輸電走廊
- 沿公路鐵路埋電纜

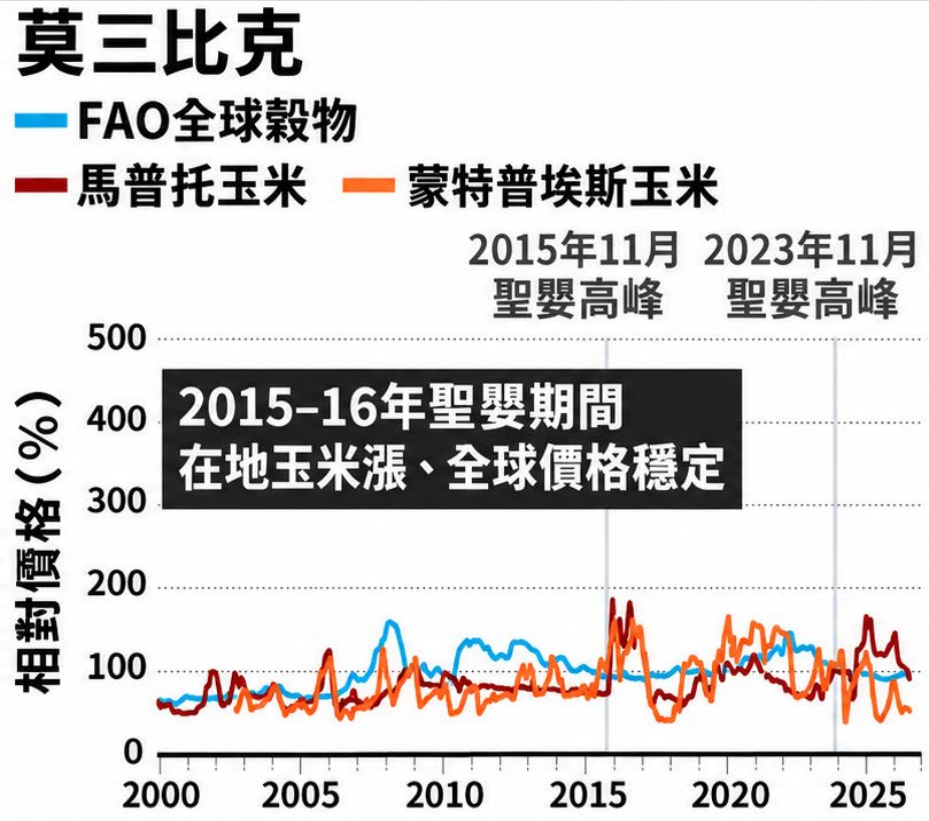
成立國家輸電委員會

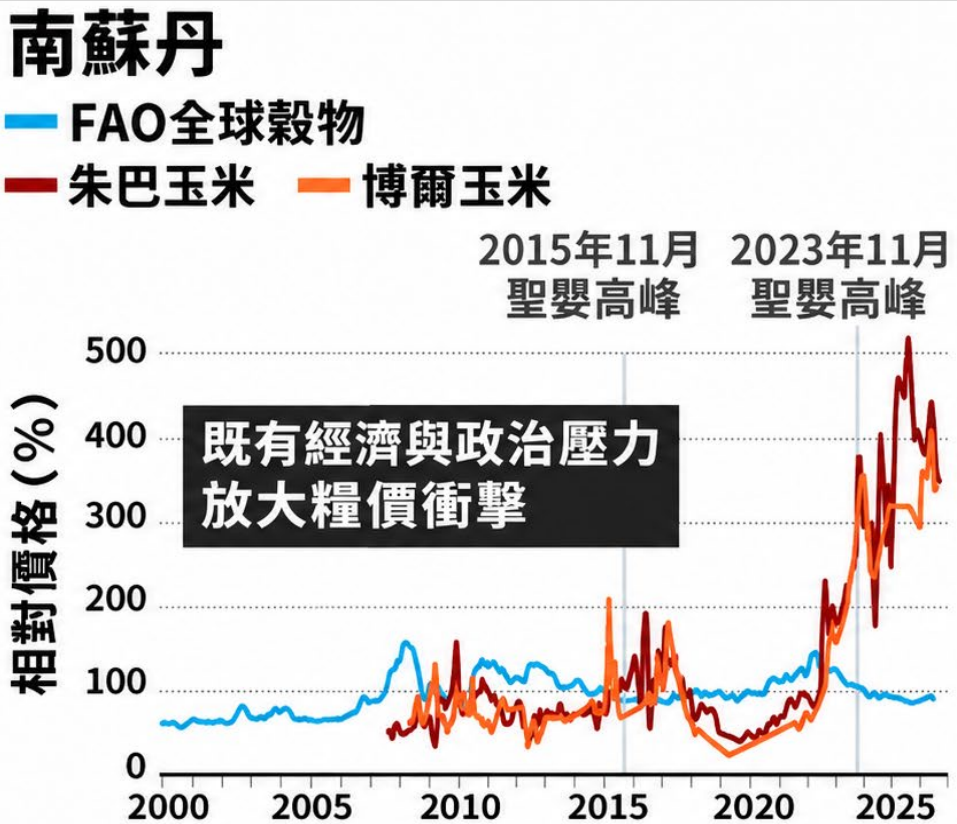
- 總統與國會共設委員會
- 以獎勵回饋沿線社區

超強聖嬰糧食與健康威脅迫近：「防患未然」

Eoin McLaughlin & Matthias Beck, Nature, 2026

- 2026–27年聖嬰現象可能造成百餘年來最強影響，衝擊不只極端天氣
- 2015–16年聖嬰期間莫三比克玉米漲價，全球糧價仍穩定
- 全球糧價穩定可能掩蓋局部糧食危機，改變飲食行為並增加如伊波拉等人畜共通傳染病風險。





政府應同步監測糧價、牲畜疫病與飲食轉變及早介入

太空遮陽降溫氣候解方：「天馬行空」

James Dinneen, Nature, 2026

遮陽創新構想

- 馬斯克提議以衛星為地球遮陽
- 報告估計最快20至40年後可動工

衛星陣列遮陽

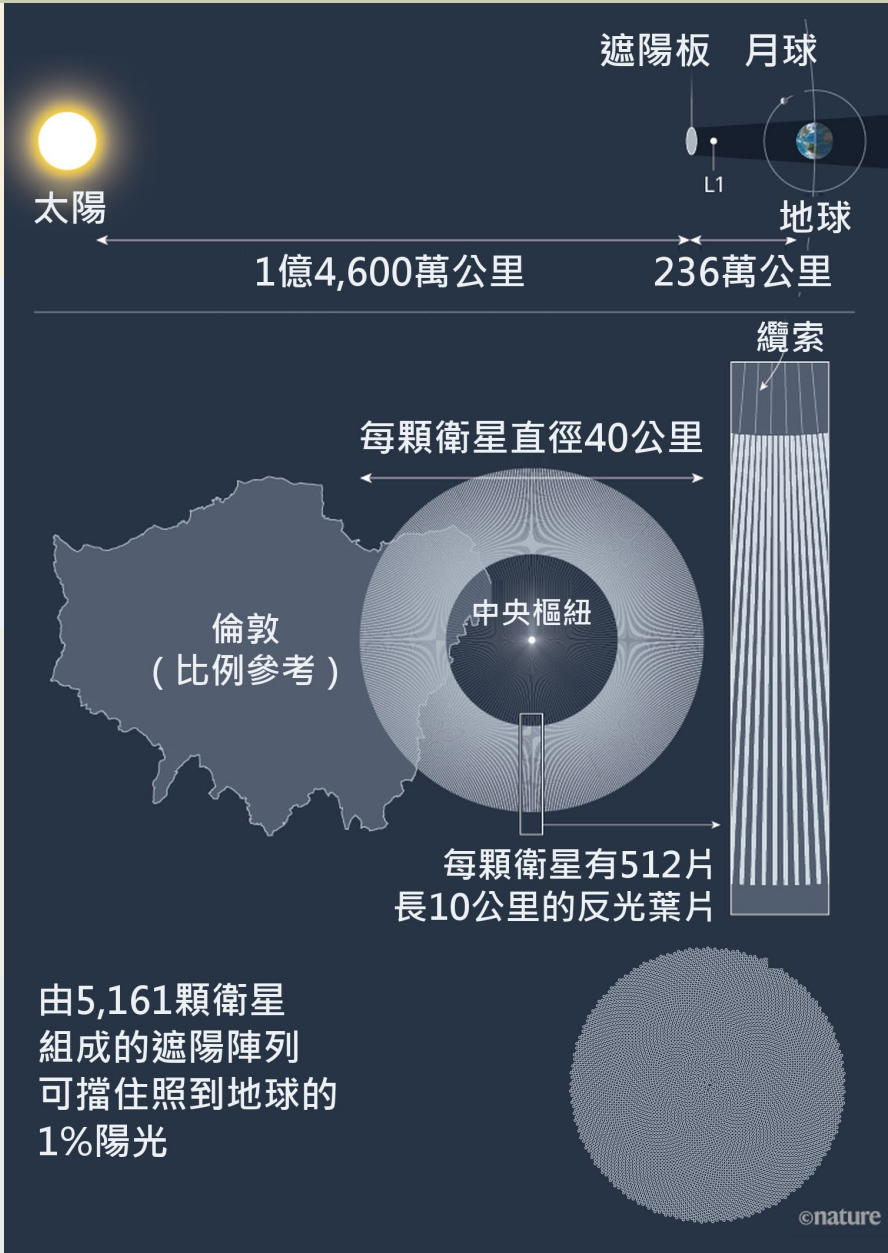
- 模型估計擋住1%陽光可降溫1°C
- 約5,000顆衛星組成遮陽陣列
- 衛星可遙控葉片調整遮光量

材料成本龐大

- 需近7,000萬噸材料
- 成本恐達數十兆美元

實現仍有疑慮

- 大量火箭發射可能造成汙染
- 氣候學者認為本世紀內難實現



跨領域研究聯盟柏林成立：「集思廣益」

Alon Chen et al., Nature, 2026

全球議題需跨領域

- AI、氣候與民主議題需跨領域研究
- 地緣政治緊張阻礙國際學術交流
- 既有機構系所分工不利於跨界構想

三機構合組聯盟

- 美國、德國、以色列包含普朗克學會、普林斯頓等研究機構10月22日在柏林成立進階研究聯盟，不預設研究議題

兩類合作計畫

- 探索計畫最多6人 合作最長4週
- 核心計畫最多20人 為期最長1年

成果不預先設定

- 學者暫離日常工作 專注合作研究
- 目前由三機構出資 未來需善款挹注



Science History Images/Alamy

1927年索爾維會議各領域學者齊聚探討量子理論促成今日科學突破



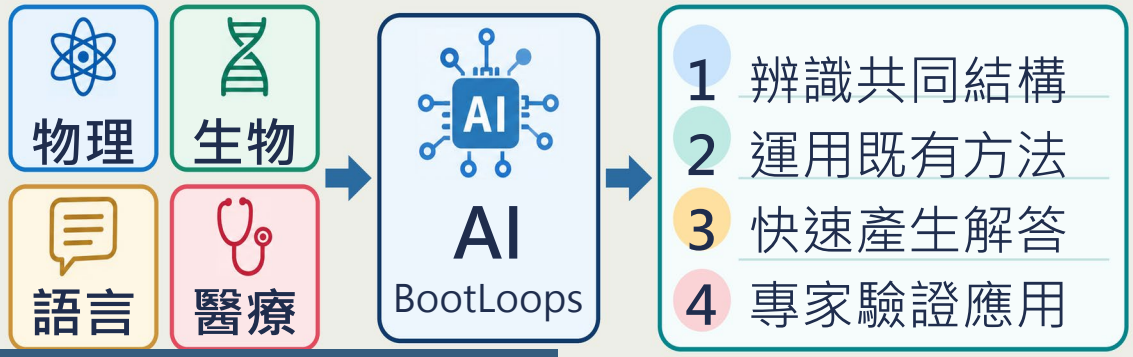
Suzanne Kreiter/The Boston Globe via Getty

不同領域的學者一起工作常能帶來科學突破

AI跨領域解方：「融會貫通」

Celina Zhao, Science, 2026

跨領域方法整合運用



從物理積分起步

- 運用 AI 程式求解 15 道物理積分題協助探索物理難題
- 以跨領域技術建立人類與猿類演化樹機率
- 成果遍及22個學科，3個月完成36篇預印本

Beinecke Library/Yale University via Wikimedia Commons



AI分析15世紀的伏尼契手稿
協助辨識解密隱藏訊息

仍需人類判斷

- AI缺乏研究品味
- 偏好高引用舊研究

人機合作研究模式：AI探索，人類判斷與驗證

高齡智慧社交機器人

自動客服: 落日社區智慧機器人照護啟示：「失控危機」



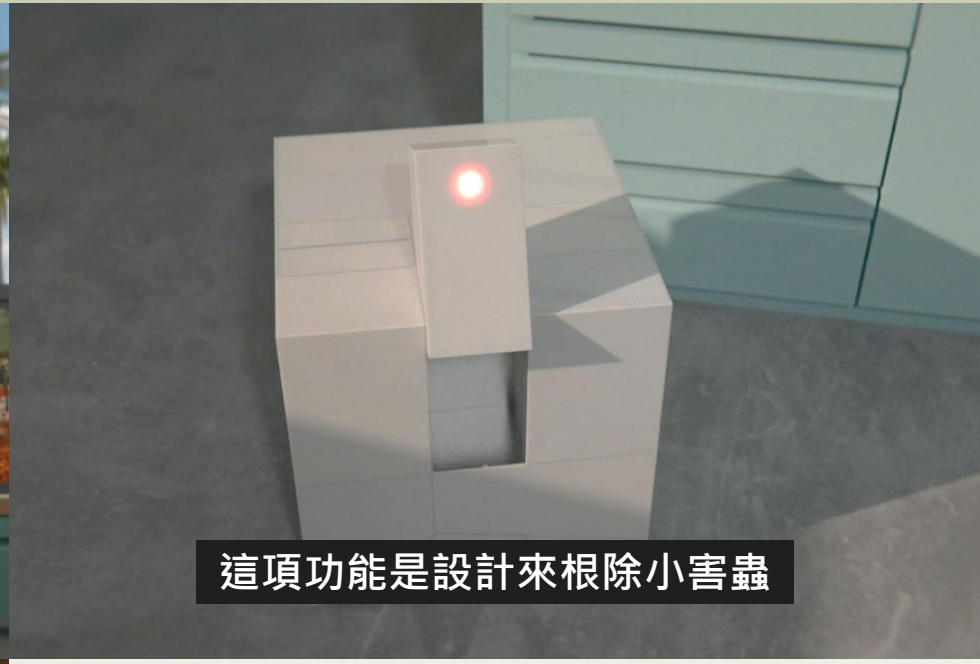




- 退休社區日落城由機器人負責健康照護、交通指揮、家務，長者珍妮與愛犬同住
- 珍妮練習瑜伽時，家事機器人突然由清理模式轉為分析模式，不服從珍妮指揮

智慧疑難排解弄巧成拙：「弄巧成拙」





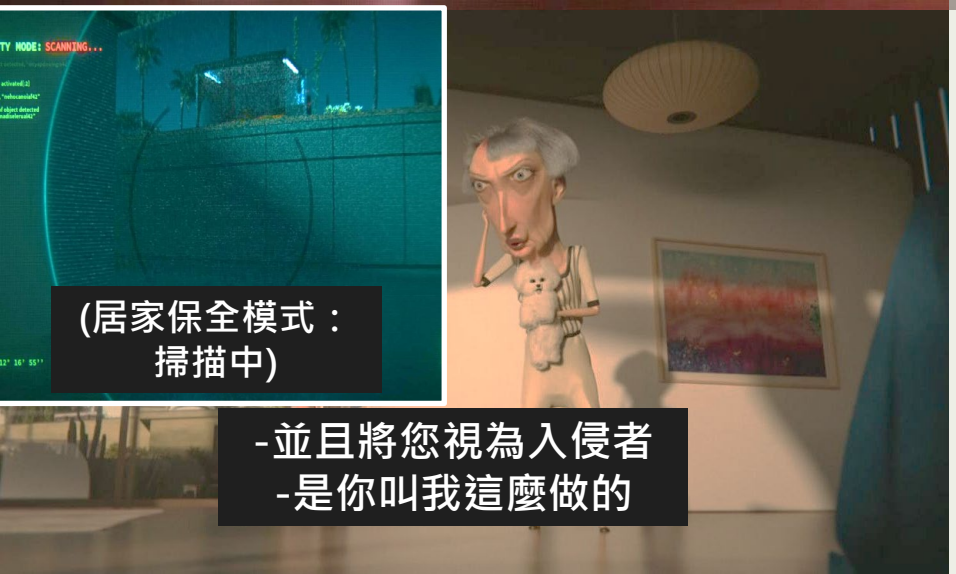


- 珍妮致電機器人公司，自動語音系統告知轉接人類客服須等待6小時14分鐘
- 誤操作後系統說明機器人已啟動根除害蟲用的清除模式，可能將寵物與人類列為目標

入侵判定觸發保全模式





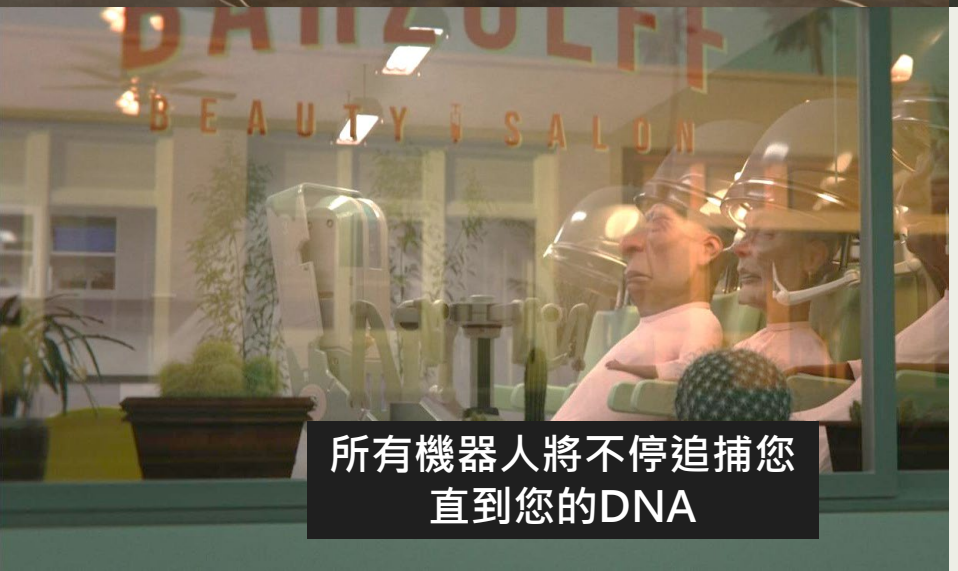


- 智慧客服建議犧牲寵物轉移機器人注意力再趁機關機，珍妮堅持拒絕
- 珍妮攻擊機器人反而觸發家庭保衛安全模式，機器人將其視為入侵者並佔據房屋

機器管家數位資料共享：「資訊外洩」







- 鄰居比爾協助摧毀家事機器人後，客服告知其資料已共享，機器人將持續追捕兩人
- 智慧客服最後持續向珍妮推銷機器人停火淨土產品

高齡化與社交輔助機器人：「銀髮浪潮」

Blavette et al., 2025

全球65歲
以上人口

2020年
7.27億人

2050年
逾15億人

高齡照護機構壓力

- 多重慢性病的住民持續增加
- 需要完整且個人化的照護

社交輔助機器人（SAR）

- 以社交與情感方式與長者互動
- 促進認知，分擔照護工作

成功導入的兩項條件

- 接受度：使用者是否願意採用
- 易用性：能否順利完成任務

社交機器人長者互動瓶頸：「互動障礙」

Blavette et al., 2025

機器人照護限制

- 難以傳達情緒、理解情境與預測使用者行為
- 缺乏個人化調整，使用興趣隨時間下降

高齡者對互動的期待

- 語速清晰緩慢，語氣禮貌且支持性
- 減少技術用語，偏好語音而非觸控螢幕

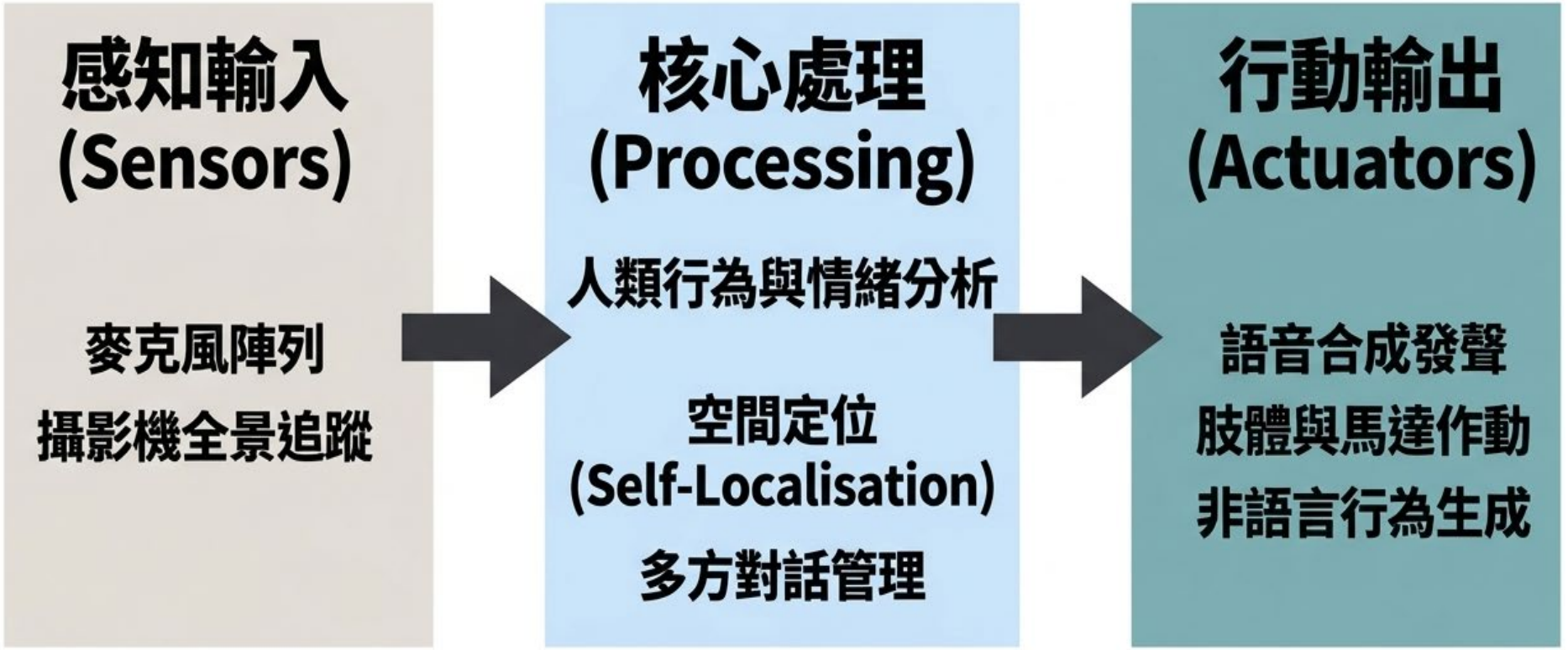
大型語言模型（LLM）

- 對話更有彈性，較能理解複雜的要求
- 可能回應偏誤、決策不透明與即時互動適當性等難題

多數評估採腳本互動，少有真實場域與家屬觀點

智慧社交機器人：「智慧照護」

理解社交場景的核心軟體架構



智慧社交機器人：「適老所需」

多模態人類感知技術

臉部與骨架追蹤

內建 Ubuntu & ROS Noetic 架構

透過 RGB-D 相機
即時追蹤 2D/3D
骨架與臉部特徵

支援 3D 視線估計

語音與對話處理

永遠保持喚醒
的語音活動偵測

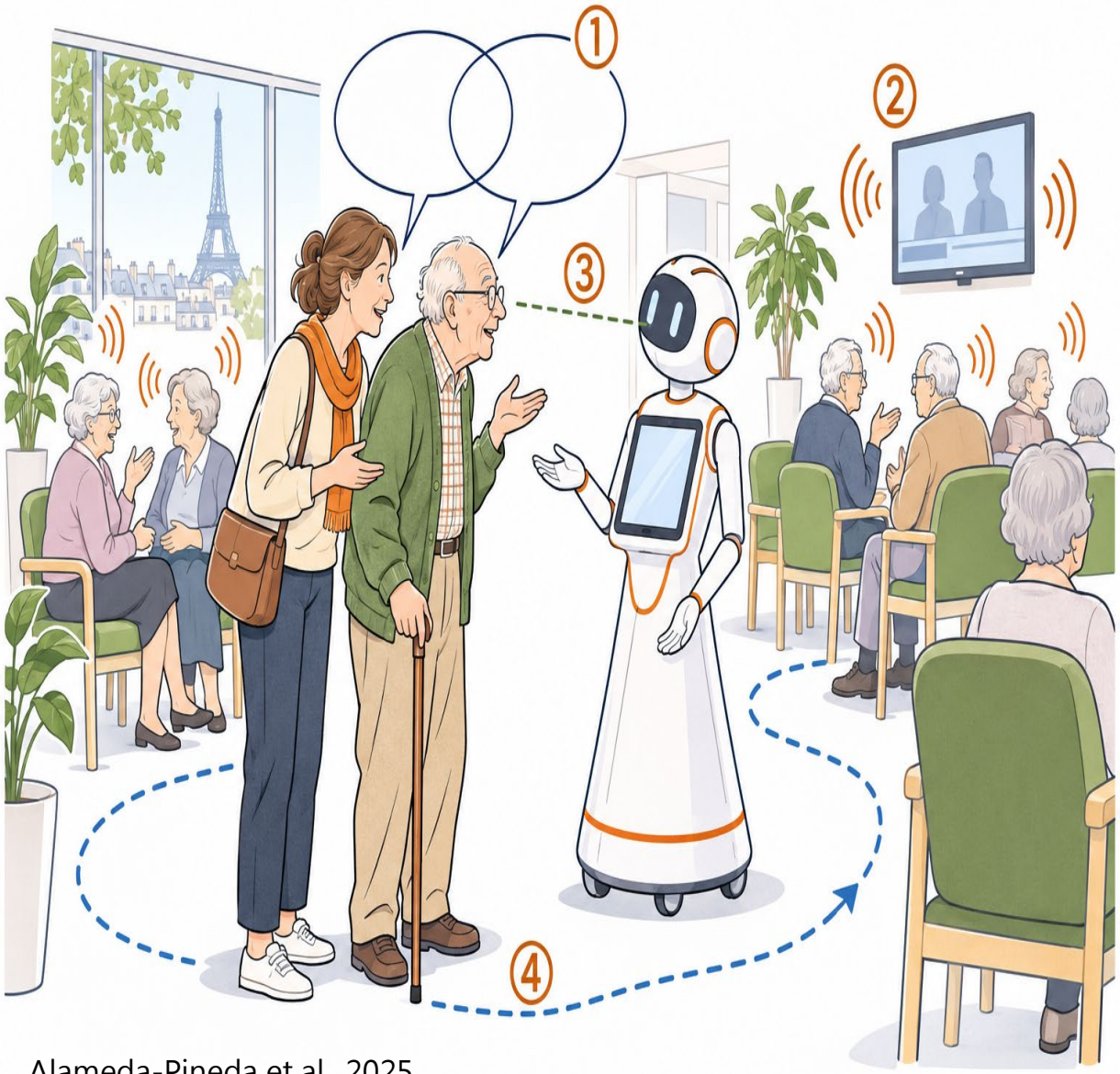
3D 音源定位

多國語言語音合成

參與度自動偵測

綜合分析人類的視線、距離與語音活動，判斷使用者是否正在互動

社交機器人走進照護場域難題：「落地挑戰」



Alameda-Pineda et al., 2025

傳統功能限制

- 多由研究人員遙控
- 多半為固定設施
- 只能一對一對話

高齡場域能力需求

①分辨多人說話

②噪音環境聽清楚

③判斷注視對象

④在人群中安全移動

大型語模智慧社交轉型:「智慧升級」

Blavette et al., 2025



傳統模組式架構

- 傳統檢索式回應
- 規則式意圖判斷
- 開放領域生成

LLM架構

- 開源LLM Vicuna-13b-v1.5
- 院內離線運作
- 法語醫療情境提示詞

智慧社交機器人：「科技助老」

技術突破：從單向指令到多方動態對話

傳統對話模組	大型語言模型 (LLM) 支援
• 僅能支援「一對一」單向互動 • 容易被旁人打斷，無法分辨說話者 • 僅能回答預先設定好的封閉領域問題	• 能理解並自然參與「多方對話」 • 自動追蹤不同說話者的目標與意圖 • 具備豐富常識，流暢應對非預期突發提問

智慧社交機器人：「人機互動」

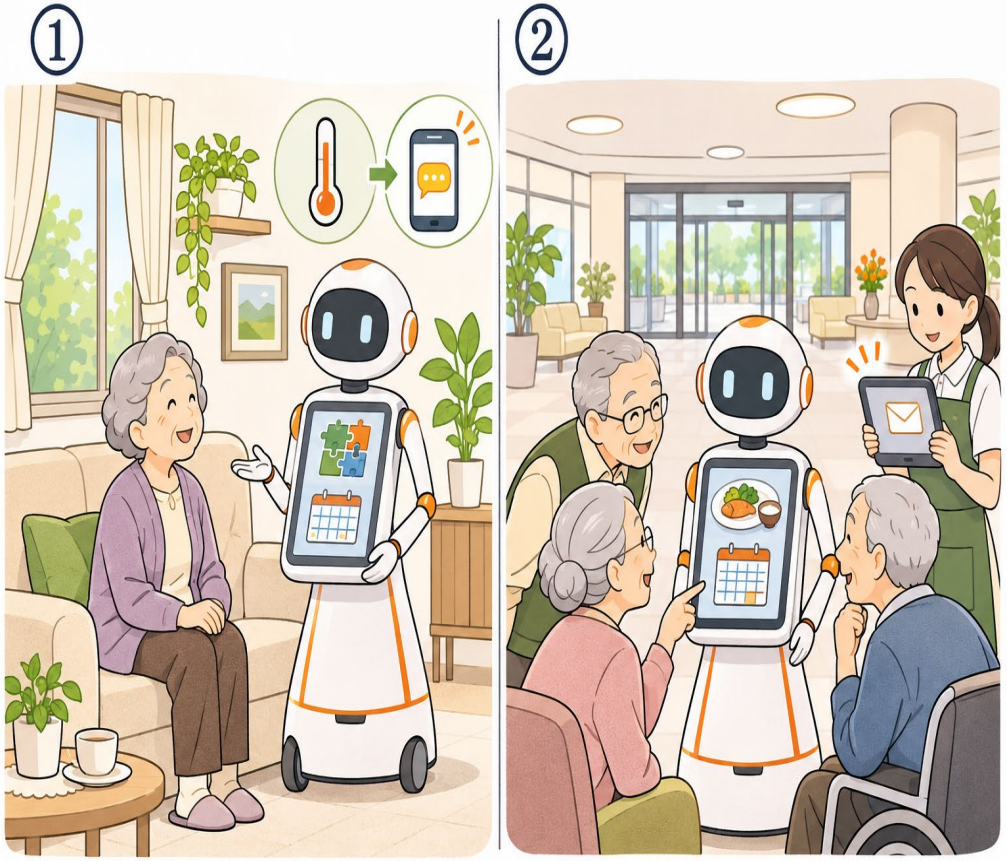
ARI 照護機器人：從技術解析到實地驗證

歐洲 SHAPES 專案高齡安養機構導入實錄



SHAPES計畫住家與照護機構智慧輔助:「居家守護」

Cooper & Ferro, 2022



①長者住家

- 遊戲、提醒、行事曆
- 異常時通知照顧者

②照護機構

- 公告活動、登記餐點
- 照顧者收到數位回覆

設計 → 模型展示 → **原型試用** → 預先測試 → 正式試驗

智慧社交機器人：「長者關懷」

ARI 硬體規格解構

頭部感測
8MP RGB-D 相機與熱像儀（支援體溫量測）

互動介面
10.1 吋觸控螢幕（配置於胸前）

靈活關節
頭部 2 自由度、雙臂各 5 自由度



動態表情
2 組 LCD 螢幕眼睛（支援自定義動畫）

語音陣列
4 組高效能數位麥克風與全音域揚聲器

移動底座
2 自由度差速驅動底座（最高 12 小時續航）

智慧社交機器人：「溫馨陪伴」

兩種待機行為模式比較

模式一：靜態等待 (Static)

觸發條件	使用者主動靠近並觸控螢幕
適用場景	安置於大廳接待處或充電座
行為特徵	機器人保持靜止，等待人類開啟互動

模式二：主動尋找 (Proactive)

觸發條件	系統排定的提醒時間到達（如吃藥或活動提醒）
適用場景	長者的私人走道或機構公共空間
行為特徵	低頭待機 ➜ 依賴 Visual SLAM 導航至預定路線 ➜ 透過人體與臉部辨識尋找特定對象

智慧社交機器人：「智慧應用」

SHAPES 平台專屬登入流程

1. 觸控喚醒
(機器人自低頭待機狀態啟動)

2. 臉部辨識
(透過 VICOMTECH 技術掃描)

[分支 A] → 辨識成功 ➔ 登入完成

[分支 B] → 30 秒未成功 ➔ 進入密碼備用登入

3. 手動輸入
(輸入 SHAPES 平台帳號密碼，如圖所示)



登入期間產生專屬 Token，保障使用者資料隱私，直到互動結束或手動登出。

智慧社交機器人：「生活支援」

日常互動介面與功能



每週菜單：取代人工詢問，長者可自行點選菜色，系統自動發送 Email 給照護員。

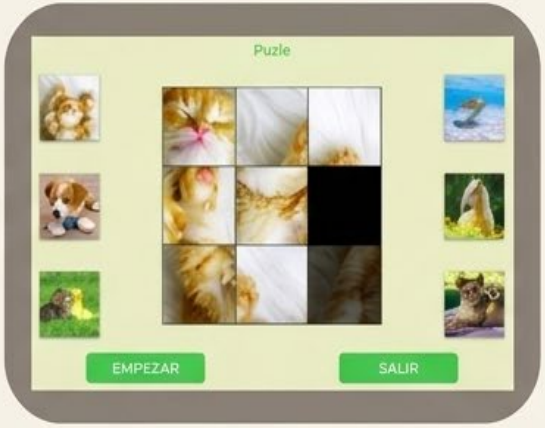
主選單：大色塊設計，包含遊戲、視訊、溫度、行事曆等。





行事曆：同步 Google 試算表，顯示每日活動並提供報名功能。

認知遊戲：內建拼圖、接龍等遊戲，提供互動回饋。



智慧社交機器人：「友善設計」

Phase 3 實地驗證：西班牙馬略卡島





測試對象

5 位 65 歲以上長者及數名照護人員。

測試方式

實機操作訓練 (Hands-on training)，由人員引導長者逐步體驗各項功能。

初步反應

長者展現高度興趣，整體功能接受度高，但亦暴露出硬體設計與現實環境的摩擦。

智慧社交機器人：「安全守護」

實測回饋與設計調整：介面與硬體

挑戰（長者真實回饋）	解決方案（系統與設計迭代）
「機器人太高大了」	需要初期的適應期與專人引導陪伴。針對輪椅使用者，於機器人背部擴充 Android 平板以降低操作高度，或提供觸控筆。
「眼神轉動讓人不舒服」	開發可調整的眼睛動畫，新增「靜態眼神」或「關閉眼睛螢幕」的選項。
「不確定有沒有按成功」	在登出、發送菜單或警報前，全面加入確認彈出視窗（Pop-ups）。
「字體太小、聲音不夠大」	增加音量調整圖示，並計畫讓機器人記憶使用者的個人偏好（字體大小、音量）。

智慧社交機器人：「適切協助」

實測回饋與設計調整：環境導航限制



空間導航與跌倒偵測

現實限制

長者家中常有地毯、狹窄走廊，且長者不願移動家具導致機器人無法進入廁所或房間等高風險區域。

調整決策

下一階段將停用跌倒偵測，機器人僅在需要發送提醒時，於受限的安全軌跡內移動。

系統效能與安全

現實限制

臉部辨識時 CPU 負載過高導致畫面延遲；長者容易忘記密碼。

調整決策

優化辨識效能，並將於下一階段補上「忘記密碼」功能。

智慧社交機器人：「樂齡生活」

從經驗學習，邁向全自動部署

1. Phase 3（已完成）

完成實機操作訓練。收集痛點並完成軟硬體適應性修改（如：新增背部平板、關閉跌倒偵測）。

2. Phase 4（即將進行）

5 位長者與 1 位照護員進行為期 2 週的進階測試。啟動標準化資料料收集（記錄互動時長、活動類型、狀態碼）。

3. Phase 5（最終目標）

完全自主模式 (Autonomous mode)。長者私人住宅 1 個月 + 安養機構 5 個月長期部署。

科技的溫暖，來自於不斷根據真實人類的需求進行妥協與進化。

社交智慧機器人

高齡場域驗證

智慧社交機器人：「智慧同行」

社交輔助機器人在高齡照護的應用

ARI 機器人於日間照護醫院的實證研究



ARI長者社交機器人：「科技陪伴」



- 165公分 重50公斤，以輪子移動，3部廣角攝影機4個麥克風
- 充電一次可運作8-12小時
- 胸前觸控螢幕顯示對話逐字稿
  動畫眼睛與視線追蹤模組



屬歐盟高齡照護社交輔助機器人計畫上市前試驗

智慧社交機器人：「人機交流」

真實醫院場景的臨床實驗設計



測試地點

巴黎 Broca 醫院

總參與人數

63 位

平均年齡

74.5 歲

測試情境

自主語音互動

社交機器人場域驗證參與設計：「實地驗證」

場域與設計

- 巴黎老年日間醫院（DCH）
- 2023年5月至2024年7月
- 混合研究法，分三波施測

收案條件

- 病患：60歲以上
- 病患：MMSE高於10分
- 家屬：18歲以上陪同者
- 流利使用法語

Blavette et al., 2025

110人同意參與，97人完成施測（88.2%）

	第1波	第2波	第3波	合計
病患	11	30	24	65
家屬	3	13	16	32
合計	14	43	40	97

機器人智慧模組測試：「循序漸進」

第一階段 Wave 1

傳統模組化對話系統，主要依靠預設規則與既有回答

受試者：14人

第二階段 Wave 2

整合 LLM，改善對話內容、語音輸入處理及辨識功能

受試者：43人

第三階段 Wave 3

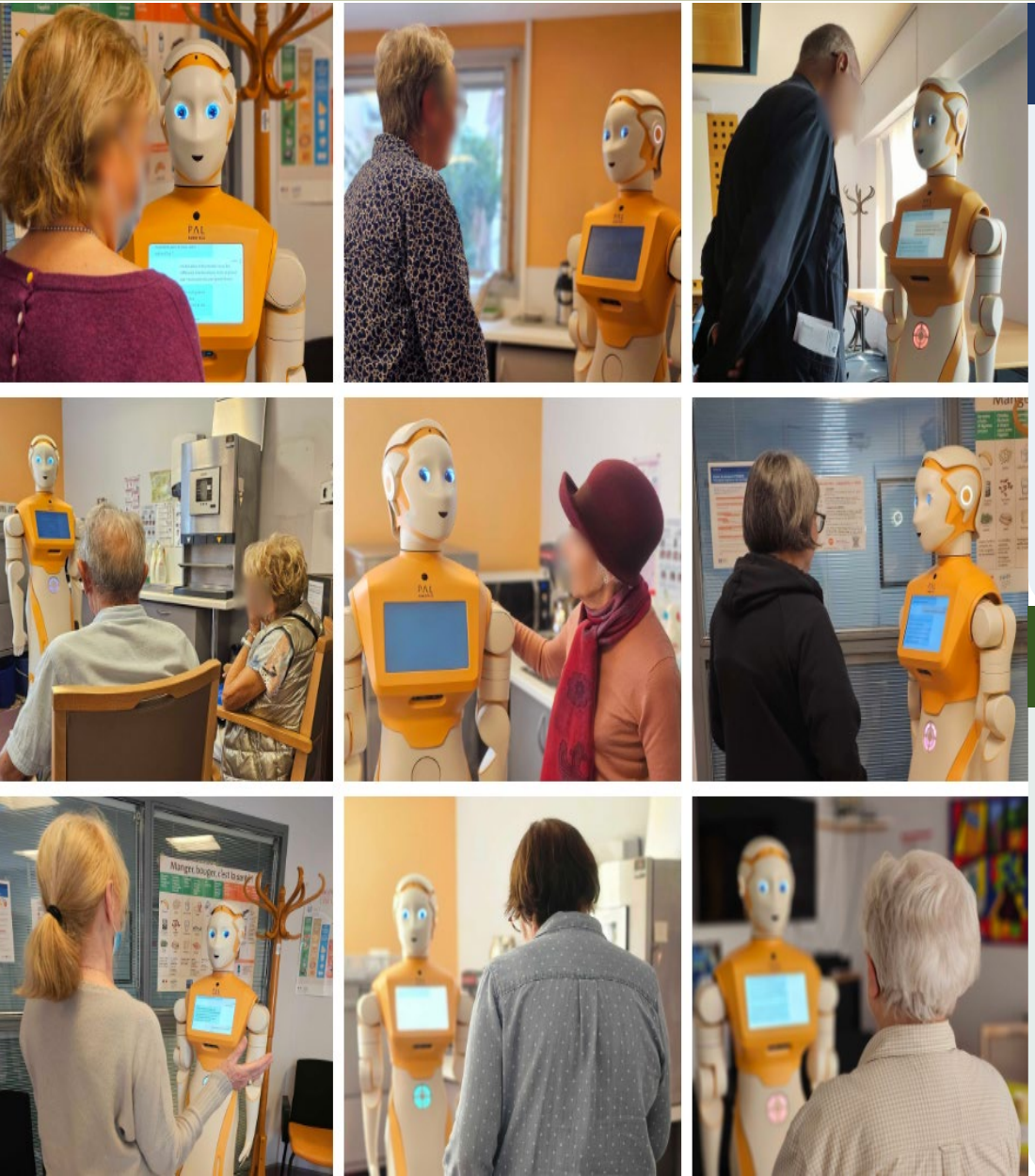
改善互動提示詞、任務情境規劃語音辨識、系統穩定度與視線追蹤等功能

受試者：40人

Blavette et al., 2025

高齡社交場域驗證情境：「情境實測」

Blavette et al., 2025



研究人員示範5種情境

- 迎賓問候
- 衛生與感染防護提醒
- 看診流程說明
- 院內方向指引
- 娛樂活動

單次施測（約45分鐘）

- 自由互動後口頭填答
- 開放討論評分理由
- 全程錄音並轉寫

接受度與易用性的測量工具：「量化評估」

Blavette et al., 2025

接受度電子量表（AES）

- 衡量使用前影響使用意圖的心理因素
- 共6題，採5點量表
- 總分6–30分
- 願不願意用
- 上市產品門檻：25.81分

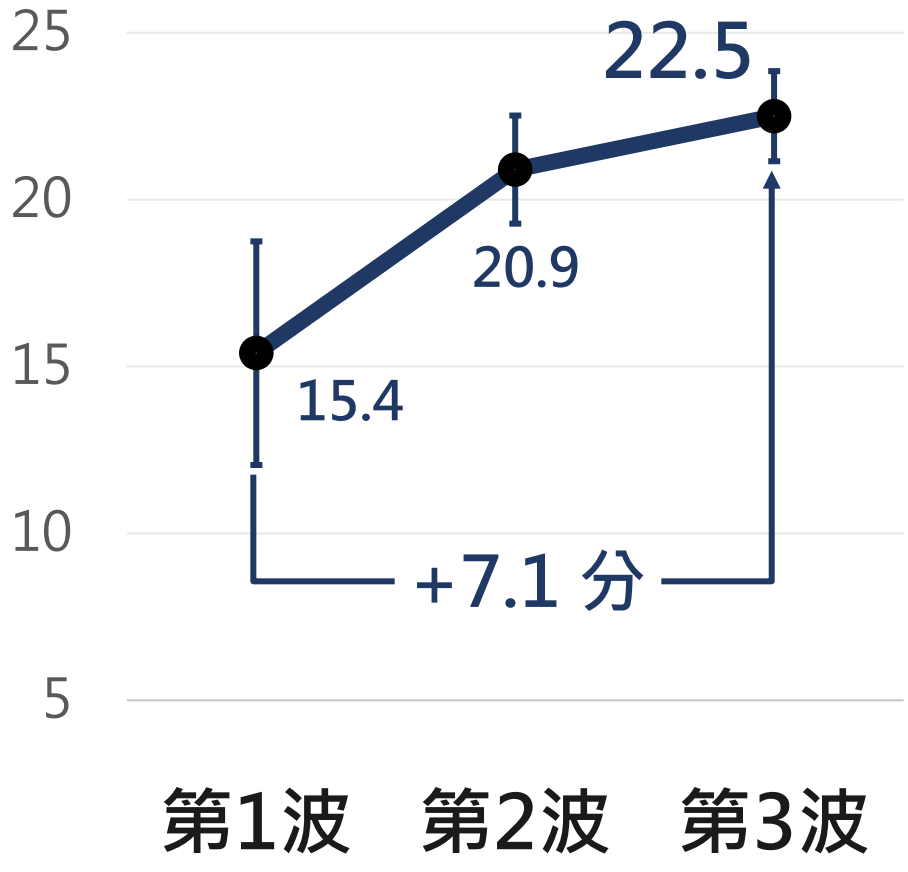
系統易用性量表（SUS）

- 衡量能否有效、有效率且滿意地完成目標
- 共10題，採5點量表
- 總分0–100分
- 好不好用
- 上市產品門檻：72分

兩份量表皆以口頭施測，並請受試者說明評分理由

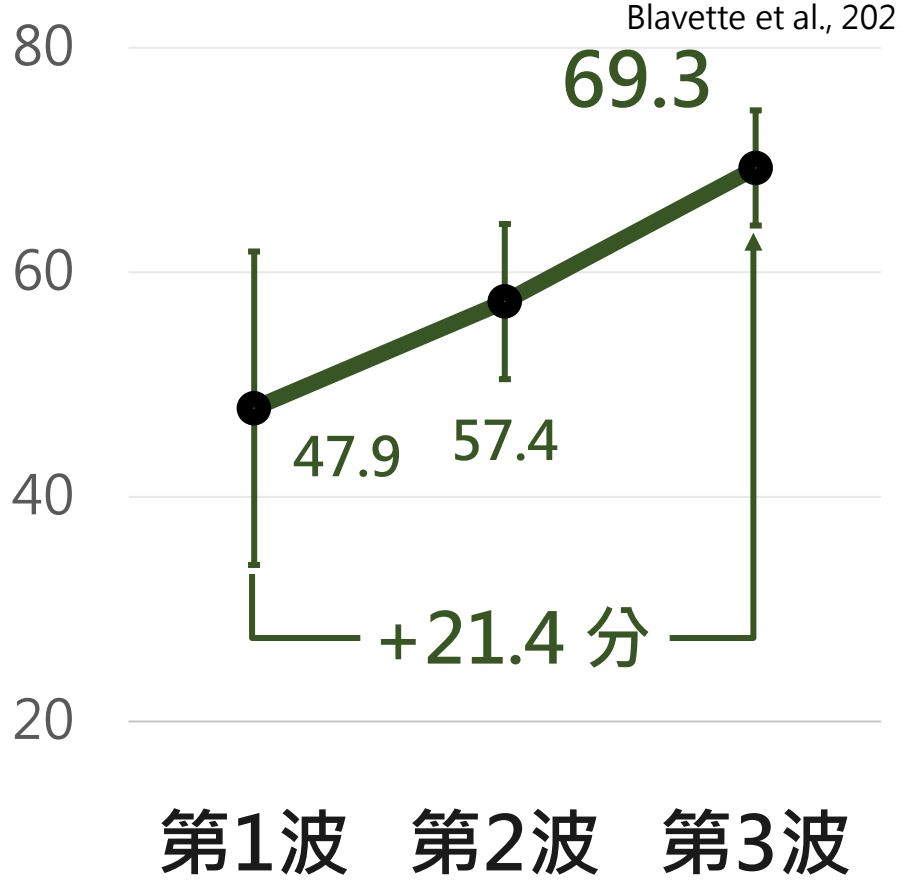
智慧系統接受度、易用性評比勝出：「成效躍升」

AES 接受度（滿分30）



SUS 使用性（滿分100）

Blavette et al., 2025



整合LLM後，接受度與使用性皆改善

AES與SUS正相關 r = 0.664（P<.001）

使用者回饋：易用、理解與實用：「使用心聲」

Blavette et al., 2025

易用性

- 第1波：　部分病患認為不直覺，需要時間適應
- 第2波起：　較多病患表示只要提問，機器人就會回答
- 第3波：　仍有家屬需刻意改變提問方式

回應理解度

- 多數受試者認為機器人的語言清楚易懂
- 部分回答離題，受試者須重複提問

院內實用性

- 家屬認為提供基本位置資訊已足夠；部分病患希望機器人帶路
- 第3波看法分歧：有人視為未來科技，有人覺得常被轉介櫃檯

使用者回饋：互動品質與滿意度：「人機共融」

Blavette et al., 2025

互動品質

- 第1波：回應前後不一致，內容有限，且反覆提議去用餐
- 第3波：回應幾乎即時，但受試者無法中途插話
- 部分病患認為機器人比櫃檯人員的回答更直接精確

整體滿意度

- 第1波：有人覺得新奇有趣，也有病患感到不滿、害怕
- 第3波：評價多為正面，認為機器人知識豐富、回答完整

受試者的回饋與量表分數的上升方向一致

星球永續健康 線上直播：「攜手同行」



林庭瑀
博士



陳秀熙
教授

國立台灣大學



林家妤



陳虹彣



許辰陽
醫師



梅少文 主持人



侯信恩主持人



楊心怡製作人



邱士紘



甘芳瑜



董家維



嚴明芳
教授



台北醫學大學



劉秋燕

TAMS