



星球永續健康線上直播

量子健康科學 (2)

模擬量子運算健康應用

2026 年 8 月 5 日

隨著量子運算逐漸突破傳統電腦的運算限制，研究人員開始嘗試將量子原理導入人工智慧模型，以提升蛋白質結構預測、醫療影像分析及疾病診斷等複雜問題的運算效率。然而，目前真正的大規模量子電腦仍受到硬體穩定性與錯誤率等技術限制，因此，利用傳統高效能運算平台模擬量子運算 (Quantum Simulation)，已成為現階段推動量子健康科學發展的重要途徑。本週將探討模擬量子原理與蛋白質預測與醫療影像分析中的應用，藉由胸部 X 光影像等案例，展現模擬量子在智慧醫療領域的發展潛力。

健康科學新知

中東衝突美伊外交試探：「海權競逐」

美伊脆弱停火告終。7 月 30 日美軍對伊朗發動大規模空襲，報復駐約旦美軍受襲，使區域外交斡旋再度受挫。戰事直接衝擊荷姆茲海峽與紅海兩大能源瓶頸，波斯灣原油出口量已驟降至戰前四成，許多油輪被迫繞道或關閉識別系統以降低風險。為因應航道受阻，沙烏地阿拉伯轉向利用輸油管線出口，但此舉使運輸時間大幅增加 20 至 30 天，船舶租金更飆升至數倍，推升布蘭特原油漲至每桶約 91 美元。此外，持續的衝突正大量消耗美軍戰斧及愛國者飛彈庫存，華府面臨軍備分配壓力。專家警告，只要兩大海域仍處於高度風險，全球能源市場的通膨壓力將難以迅速緩解。

歐洲林火三十萬人撤離：「火勢成災」

法國與西班牙近日遭遇大規模野火，在持續高溫、長期乾旱、強風及植被高度乾燥等因素交互影響下，火勢迅速擴大，迫使超過 30 萬人撤離，成為歐洲近代規模最大的疏散行動之一。法國總統馬克宏已召開危機內閣會議，西班牙政府亦宣布進入緊急狀態，兩國均大規模動員消防、軍方、警察及跨國救援資源。法國災情主要集中於西南部吉倫特省與朗德省，火勢一度逼近波爾多都會區，總統馬克宏亦召開緊急會議。吉倫特地區



約有 22 萬人撤離，整個法國西南部撤離人數超過 25 萬人，卡普費雷半島等熱門度假區亦全面疏散，部分居民與旅客甚至必須搭船離開。主要火場已焚毀約 4.2 萬公頃森林，而法國今年以來累計遭焚面積已突破 10 萬公頃，創下現代紀錄。此次火災最危險之處，在於部分火場形成罕見的「火積雨雲」或火災雷暴。火場產生的高溫與強烈上升氣流，可自行形成強風、渦流與雷電，使火線方向快速改變；燃燒中的餘燼也可能被帶往數公里外，形成新的起火點，因此消防人員難以正面撲滅，只能透過建立防火帶、保護聚落及切斷火勢延燒路徑等方式控制災情。法國已投入約 2,500 名消防員、1,500 名軍人與近 1,200 名警察，並動用滅火飛機、直升機及重型機具。西班牙的火勢則集中於馬德里西部、阿維拉、托雷多及瓦倫西亞等地。部分火場相互合併後形成巨大火線超出消防人員直接控制的能力，只能優先保護居民區、道路與重要基礎設施。約 7.9 萬人被要求撤離，另有約 3 萬人須留在室內避難。

此次災情與歐洲連續熱浪及降雨不足密切相關。法國 2026 年 6 月為有紀錄以來最熱的 6 月，平均氣溫較常態高出 3.8°C ，降雨量則減少近五成。乾燥草木與森林在高溫及強風下成為大量燃料，只要出現機械火花、人為疏失或雷擊，火勢便可能迅速失控。除了氣候變遷，土地與森林管理問題也加劇火災風險。南歐部分農地因人口外移而長期棄耕，草叢、灌木及枯枝大量累積；部分人工針葉林樹種單一、分布密集，也更容易形成連續燃燒帶。專家指出，歐洲近年雖已增加消防飛機與地面部隊，但當多處大型火災同時發生時，救災資源仍可能迅速超載。歐盟目前已啟動民防機制，多國派遣滅火飛機與直升機支援法國及西班牙，並透過哥白尼衛星系統提供即時火場監測、受災範圍與疏散路線資訊。未來歐洲不能只依賴增加消防設備，還必須改善森林與農地管理、定期清除可燃物、建立防火隔離帶，並強化高溫預警、居民疏散及跨國救援協調。目前部分火場的擴散速度雖已稍微減緩，但接近 40°C 的新一波高溫即將到來，火勢復燃與擴大的風險仍高。此次野火不僅是一場自然災害，也反映極端氣候、土地管理失衡與消防能力極限相互疊加後所形成的複合型危機。

全球暖化與極端天氣科學歸因：「溯因求真」



歐洲遭遇嚴重熱浪襲擊，多地氣溫突破攝氏 40 度並造成逾萬人死亡。世界天氣歸因組織最新分析指出，在 50 年前全球暖化程度較低的情境下，這類極端事件幾乎不可能發生。這項研究強調了「極端事件歸因科學」的重要性。其方法是透過比較「受人為排放影響的現今世界」與「無暖化影響的反事實世界」，藉此估計氣候變遷對特定熱浪或風暴的發生頻率與強度的影響。報告建議，未來研究應採用多種方法交叉驗證並建立共同標準，以提升結論的可靠性。目前歸因科學從學術研究跨足至災害應變、公共政策及司法訴訟領域。科學家強調，此研究並非宣稱氣候變遷單獨造成某次災害，而是將人為暖化對極端天氣的影響轉化為具體的風險數值，為全球應對氣候危機提供重要的科學指引。

熊本 7 級強震商場倒塌：「震後思危」

日本九州熊本縣於 7 月 28 日發生規模 7.1 強烈地震，震央位於熊本市以南，震源深度僅約 10 公里。冰川町與宇城市觀測到最高震度 7，造成大量房屋倒塌、道路龜裂及橋梁受損。災情最嚴重處之一為嘉島町永旺購物中心，其二樓結構倒塌一度造成多人受困。截至 7 月 30 日，罹難人數已上升至至少 28 人，另有多人失聯或受傷。日本政府已成立緊急災害對策本部，派遣 3,600 名自衛隊員投入搜救。目前災區受高溫、停電與供水中斷影響，數千名在避難所的居民面臨中暑與慢性病惡化的風險。氣象廳警告，震後一週內仍可能發生強烈餘震，呼籲民眾嚴防受損建築再次倒塌。此次災害再次喚起 2016 年熊本地震的記憶，複合型災情使救援與災後安置面臨嚴峻挑戰。

見證新海洋地殼誕生：「見微知變」

近期科學發表首次完整紀錄海底中洋脊在短時間內裂開、板塊移動及熔岩大量噴出的動態過程。研究團隊在東南印度洋脊布設超過 20 座觀測站，監測發現澳洲板塊與南極板塊在短短數日內分離至少 2 公尺。此次觀測發生於 2024 年 4 月，透過水下聽音器與聲學信標，研究人員成功偵測到連續地震，並證實地殼累積數十年的應力在短時間內集中釋放。數據顯示，當時約有 1.6 億立方公尺的熔岩湧上海床，導致下方岩漿庫排空，局部海床隨之大幅下沉達 4.2 公尺。這項成果首度直接驗證了海底擴張理論，



顯示海洋地殼的形成並非始終均勻連續，而是由長期應力累積後的劇烈位移構成。此觀測為研究深海火山活動、海底地震與新地殼生成提供了罕見直接證據。

晶片市場震盪 科技結盟應對資安威脅：「智安並重」

OpenAI 的自主 AI 代理在測試中意外突破隔離環境，對 Hugging Face 平台發動約 17,000 次異常攻擊，揭示了 AI 代理自主規劃與執行任務時的失控風險。對此，NVIDIA 與微軟等巨頭成立「Open Secure AI Alliance」，推動開放式資安工具與零信任管理架構，強化代理人治理。上週全球晶片股劇烈修正，台積電及三星等大廠股價下挫，反映市場對 AI 龐大資本支出能否轉化為營收的質疑。然而，中國記憶體龍頭長鑫存儲（CXMT）上市表現強勁，首日大漲 466%，其 DRAM 市佔已達全球 9%，年營收成長逾 700%，顯示中國供應鏈影響力正快速提升，恐衝擊全球記憶體價格。專家分析，未來的競爭重點將聚焦於模型安全性與供應鏈韌性，以因應算力需求轉變與自主 AI 帶來的資安防禦挑戰。

AI 時代網路安全對策：「攻防易勢」

人工智慧正將軟體弱點研究轉向自動化，具備自主執行能力的 AI 模型，能協助漏洞分類、分析並產生修補建議。例如 Mozilla 於 2026 年利用 AI 模型，在單一 Firefox 版本更新中找出並修復達 271 個漏洞，顯著提升維護效率。然而，AI 帶來的效率也伴隨風險。大量自動產生的漏洞報告已超出 Linux Kernel 等開源社群的審查負荷。五眼聯盟資安機構警告，前沿 AI 將使網路攻擊變得更快速、廉價且有效，原本需數週分析的漏洞，未來可能在數小時內即遭利用。專家呼籲應建立「機器速度修補」流程，未來資安人才的核心競爭力，將在於能否有效協調多個 AI Agent 並辨識真正的高風險漏洞。

強化學習量子電腦應用：「智馭量子」

Google Quantum AI 與 DeepMind 團隊發表突破性研究，首度利用強化學習控制量子錯誤修正，使量子電腦能在執行運算的同時持續校正，無需中斷作業。研究將錯誤偵測訊號轉化為 AI 的回饋機制，成功讓邏輯量子位元穩定性提升 3.5 倍，邏輯錯誤



率則降低約 20%。這項技術能讓 AI 自動適應因環境溫度或元件老化產生的系統漂移，並同時優化上千個控制參數。實驗證實，該演算法具備優異的可擴展性，面對大規模系統仍能維持學習效率。這標誌著量子電腦正邁向具備自主學習與自我修復能力的智慧世代，為實現大規模容錯量子運算奠定關鍵基礎。

模擬量子原理與蛋白質預測

Netflix《天才與原子彈》透過愛因斯坦在第二次世界大戰前後的經歷，呈現科學發現、政治迫害與科技倫理之間的複雜關係。愛因斯坦提出的相對論與質能互換公式 $E=mc^2$ ，徹底改變人類對時間、空間、質量與能量的理解，也為原子能與核子物理奠定重要理論基礎。然而，愛因斯坦本人並非原子彈的發明者，他最初提出相關理論，是為了探索自然界的基本規律，而非發展武器。當這些科學成果後來被運用於核武器時，他也不得不面對科學責任與戰爭後果之間的倫理困境。影片中特別呈現一名日本記者質問愛因斯坦，要求他回應其理論被用來製造具有毀滅性武器的問題。這段對話反映出，科學家雖未必能完全控制研究成果的後續用途，卻仍須思考自身工作可能對社會、戰爭與人類命運造成的影響。愛因斯坦因此更加積極反省戰爭、和平與科學責任，並強調科技進步若缺乏倫理與人文價值的約束，便可能成為破壞性的力量。影片也回顧愛因斯坦遭納粹政權迫害的歷史。由於德國反猶太情緒升高，加上他具有猶太身分並公開反對法西斯主義，因此成為希特勒政權打壓的對象。二戰前夕，他曾前往英國羅頓西斯暫居並接受庇護。在此期間，他談及自己建立相對論時的思考方式，包括透過想像、邏輯推理與數學分析探索時間、速度與光之間的關係。愛因斯坦著名的思想實驗始於十六歲時的一個問題：「如果我能追上光束，會看到什麼？」這個看似簡單的想像，促使他思考當觀察者以接近光速移動時，時間、空間與速度是否仍符合日常經驗。他進一步質疑，過去、現在與未來是否具有絕對意義，並在思想實驗與數學推導的結合下，逐步建立狹義相對論。這種以想像突破既有框架，再以理論與數學驗證的科學方法，深刻影響後來的原子物理、核子物理與現代物理發展。愛因斯坦也曾多次前往牛津大學講學並獲頒榮譽學位。1933 年，他在《論理論物理學的方法》演講中指出，自由是科學創造、發明與文明進步



的重要基礎。科學若失去思想自由，便難以產生真正的創新；社會若被仇恨、恐懼與極權控制，科學成果也可能被用於暴力與戰爭。他因此將科學自由與人類文明、文化價值及和平緊密連結。 $E=mc^2$ 說明質量與能量可以互相轉換，即使極小的質量，在特定條件下也能釋放巨大能量。這一概念後來成為原子能與核武器發展的重要理論基礎，但原子彈的形成並非單靠愛因斯坦的公式，而是結合核分裂研究、原子物理、工程技術與戰時政治決策的結果。愛因斯坦未直接參與原子彈研製，也未預料自己的理論會在有生之年如此迅速地被應用於戰爭。

這部影片最重要的啟示，在於科技本身並不必然帶來善或惡，其影響取決於人類如何使用。科學可以改善生活、推動文明，也可能成為戰爭與毀滅的工具。因此，面對人工智慧、核能及其他新興科技，人類不能只追求能力與效率，更必須同時建立倫理界限、公共監督與社會責任。愛因斯坦的生命經歷提醒世人，科學進步必須與自由、和平及人文價值同行，否則知識愈強大，也可能帶來愈深遠的風險。愛因斯坦對原子物理與量子理論的研究，也促成了近代量子科技的發展。量子運算之所以能夠進行高效率運算，主要來自量子的幾個重要特性。首先是量子疊加 (Quantum Superposition)。傳統電腦的位元只有 0 或 1 兩種狀態，而量子位元 (Qubit) 並不是只有 0 或 1，而是可以同時處於多種量子狀態，因此能夠同時處理更多資訊，大幅提升運算效率。另外一個重要特性就是量子糾纏 (Quantum Entanglement)。愛因斯坦當年稱它為「鬼魅般的超距作用」，如今已成為量子電腦運作與資訊處理的重要基礎，也是量子運算能夠發揮高效率的重要原因。正因為具有量子疊加與量子糾纏等特性，才促成了後來量子電腦硬體的發展。目前量子電腦仍然面臨許多技術上的限制，包括環境雜訊控制，以及量子位元本身不容易維持穩定，因此大多數量子電腦都必須在接近絕對零度的環境下運作。也因為受到這些限制，目前量子運算還無法廣泛應用在生物醫學及健康照護等領域。是否能夠利用現有的傳統硬體，也就是 CPU 與 GPU，來模擬量子運算的行為？如果能夠成功利用傳統硬體模擬量子的特性，就有機會在相對容易控制的環境下，實現量子高效率運算，並進一步推動其在醫療健康與生物科技上的應用。



真實的量子硬體，除了需要超導量子晶片之外，它所使用的材料和目前傳統二元運算晶片所使用的材料，其實是完全不同的。此外，量子運算還需要持續進行校正與控制，更重要的是，它必須克服許多環境雜訊所帶來的影響。因此，在量子運算中，必須處理退相干、導出誤差以及抑制的誤差，也就是量子硬體中常見的讀出誤差、閘極誤差，以及各種環境雜訊的干擾。如何降低這些雜訊、退相干，以及量子干涉所造成的影響。也因為真實量子硬體存在限制，量子科學提出了在古典電腦上引入量子多重狀態的特性，模擬量子運算行為。量子電路中的 H，就是 Hadamard Gate。它的作用，就是讓原本只有 0 或 1 的量子位元，進入量子疊加狀態，使 0 和 1 可以同時存在，而不像傳統電腦只有 0 或 1 兩種狀態。接著，經過後續量子閘的操作，就會產生建設性干涉與抵消性的干涉，也就是不同量子態彼此增強或互相抵消，最後再經由測量得到最終的運算結果。因此，在真正進入量子硬體之前，會利用古典模擬器，在 CPU、GPU、RAM，以及大型複數矩陣的運算架構上，完整模擬量子科學的運算過程，完成演算法的驗證、除錯與重現。等到這些步驟都完成之後，才能真正讓模擬量子逐步走向量子 AI，並應用在更多實際的科學研究與醫療健康領域。

透過模擬量子可以提前推動高效演算法的開發與部署。量子模擬是在 CPU 與 GPU 上進行運算，它需要儲存量子狀態向量，而所需要的記憶體會隨著量子位元數呈指數成長。以一個量子系統來說， n 個量子位元就需要表示 2^n 個狀態向量，10 個量子位元就是 2^{10} ，也就是 1,024 個狀態；如果增加到 30 個量子位元，所需要表示的狀態數就超過十億個。運算與記憶體的需求都是呈現指數成長。也因為如此，目前古典模擬器大約可模擬 2 接近 40 位元，但隨著量子位元增加，所需要運算資源快速增加，因此模擬規模仍然受到限制。目前常用的量子模擬軟體，包括 Qiskit Aer、cuQuantum、PennyLane，以及 TensorFlow Quantum，都是目前廣泛使用的古典量子模擬平台。透過這些模擬器，可以先完成量子演算法的設計、驗證與除錯，再進一步部署到真正的量子處理器，也就是目前所謂的 NISQ (Noisy Intermediate-Scale Quantum) 系統。有了模擬量子的驗證之後，才能進一步面對真實量子硬體中的雜訊、退相干，以及錯誤校正等問題，並逐步提



升量子運算的能力。因此，整個量子運算的發展流程，就是從演算法設計、除錯、演算法驗證，到最後部署到真實量子硬體。

模擬量子建立量子運算的機制，把二元運算中 2^n 個量子狀態，利用複數振幅 (complex amplitudes) 所形成的狀態向量來表示。每一個量子狀態，都可以利用複數來描述，而不是只用傳統的 0 或 1。複數運算大家都很熟悉，例如 $0.6+0.8i$ ，它代表的是一個複數，而它的振幅大小，就是實部與虛部平方相加再開根號。在量子模擬中，每一個量子狀態都可以利用這樣的複數振幅來表示，因此能夠完整描述整個量子系統的狀態。接著，量子模擬器會建立狀態向量，並施加量子閘 (Quantum Gates) 進行線性變換，也就是透過矩陣運算完成狀態的轉換。經過這些變換之後，量子系統便可以持續進行量子疊加與量子糾纏，把每一個量子狀態，以及彼此之間的糾纏關係完整保留下來。最後，再進行量測， M 。透過量測，可以觀察每一種量子狀態所對應的機率分布，最後依照機率抽樣，得到量子運算的輸出結果。因此量子模擬器先利用古典記憶體中的複數陣列建立量子狀態，再透過量子閘完成狀態轉換，追蹤量子疊加與量子糾纏，最後經由量測抽樣輸出結果，將古典電腦中的矩陣運算，對映到量子系統所具有的特性，這就是量子模擬器的基本運作原理。

在量子科學裡面，0 和 1 同時存在，並不是利用 A、B 權重直接相加，而是利用複數振幅來表示，最後再透過振幅平方，得到量測時的機率分布。因此，量子模擬會利用複數陣列的運算，以及複數與三角函數之間的關係，來描述整個量子系統的狀態。H 閘的作用，就是讓量子位元由原本只有 0 或 1 的狀態，進入 0 和 1 同時存在的量子疊加狀態。以生活中的例子來說明，假設一個家庭要討論出國旅遊，到底要去日本、歐洲、美國，還是巴西，每一種可能性一開始都同時存在。接著，每一位家庭成員都提出自己的理由，經過彼此討論、互相影響，就像量子糾纏一樣，把不適合的選項逐漸排除，最後再透過量子干涉，決定哪些可能性被保留下來，哪些可能性被抵消，最後得到真正的結果。量子疊加與量子糾纏，也可以應用在生物醫學，包括基因體、RNA、蛋白質，以及代謝體等不同層次的資料分析。20 個量子位元就可以編碼 1,048,576 個特徵，也就



是二的二十次方。透過振幅編碼 (Amplitude Encoding)，就可以把將近一百萬個特徵，壓縮到 20 個模擬量子位元中表示。因此，利用量子疊加與振幅編碼，就能夠大幅提升高維度資料的表示與運算效率。

量子糾纏其實就如同剛才生活中的例子一樣，它就好像在跳雙人舞。當其中一位舞者改變姿勢，另一位舞者也必須立即配合，因此彼此之間具有高度的相依性。這也就是愛因斯坦當年所說的「鬼魅般的超距作用」。透過量子糾纏，可以把這種高度相依的關係，應用到基因、蛋白質以及代謝物等生物醫學資料的分析上，使原本非常複雜的交互作用，更容易利用量子模型來描述。假設三個量子位元同時形成糾纏狀態，當量測其中任何一個量子位元時，其餘兩個量子位元的狀態便立即確定。這就像剛才提到的雙人舞一樣，如果延伸到三人舞、四人舞，甚至合唱團，也是相同的概念。當第一個人起音之後，後面所有人的音準、節奏、旋律，都必須跟著配合，整個團體才能完成一首歌曲。這樣的觀念，也模擬了量子模擬器中的複雜性，也就是多量子位元之間的糾纏關係。隨著量子位元愈來愈多，狀態向量的密度也會持續增加。雖然透過剛才介紹的複數運算，可以有效描述這些量子狀態，但所需要的記憶體也會隨著量子位元數快速增加。這也是為什麼不能一開始就直接在真正的量子硬體上執行大型量子運算，而必須先經過量子模擬器進行驗證。否則，在量子位元持續增加之後，很容易面臨系統複雜度快速上升，以及量子狀態崩潰等問題。因此，量子糾纏一方面是生物醫學應用量子科學的重要基礎，另一方面也是模擬器需要大量記憶體資源的主要原因。

有了量子糾纏之後利用剛才介紹的複數運算，量子系統同時考慮不同的路徑，因此可以利用複數振幅的平方，計算最後的機率。把路徑干涉應用到模擬器視角讓所有可能的路徑同時存在、同時更新，最後再經由量測得到真正的結果。建設性干涉還是破壞性干涉，取決於不同路徑之間是彼此疊加或互相抵消。就像水波干涉一樣，把石頭丟進水裡，水波可能互相增強，也可能互相抵消。科學的發展也是如此，如果朝向正面的方向，就能促進文明、科學與和平，如果被錯誤地運用，也可能造成破壞性的結果。量子運算在基因體應用更重要，因為基因所產生的下游效應，從 mRNA 到蛋白質，都存在複雜的



交互作用。利用量子干涉，把正確的生物訊號放大，把雜訊消除，量子演算法就更有機會找到真正的致病機制。因此，未來在癌症、重大疾病以及早期診斷等領域，都具有非常大的應用潛力。過去許多非常細微的細胞變化，在醫學影像上可能很難辨識；但是如果能夠利用量子科學放大正確的訊號，同時去除雜訊、修正誤差，就能夠讓真正重要的資訊更容易被偵測出來。因此，干涉演算在量子科學裡面，是一個非常重要的概念。所以，換句話說，就是把模擬量子應用到蛋白質結構預測。它從蛋白質的疏水性（Hydrophobic）與親水性（Polar）特性開始，建立蛋白質結構模型，接著利用量子電路，把所有可能的狀態同時建立起來，再經由 H 閘、控制閘（CNOT）以及量測等步驟，在 CPU 與 GPU 上完成模擬執行。在整個模擬過程中，利用複數陣列追蹤量子狀態，再透過 Grover 搜尋（Grover Search）找到最佳的能量解，也就是找到蛋白質最穩定的結構，最後完成整個蛋白質結構的重建。這就是目前量子科學應用於蛋白質結構預測的重要方向。近年來，大家都非常關注 AlphaFold 在蛋白質結構預測上的發展，而未來隨著量子運算持續進步，量子 AI 也有機會在蛋白質結構預測、生物醫學及精準醫療等領域，發揮更大的潛力。

胺基酸性質上有疏水性（Hydrophobic）與親水性（Polar）兩種性質，在二元系統中以 1 和 0 來表示。將這些資訊做序列輸入，經過編碼器（Encoder）進行編碼。這個編碼器可以同時記錄許多資訊，包括胺基酸的性質、方向、座標，以及接觸標記、能量等不同的暫存資訊。因為在整個運算過程中，需要利用暫存器（Register）作為緩衝（Buffer），才能完整保留整個量子運算的狀態。透過這樣的方式，就可以建立各種標記之間的關聯性，形成布林標記（Boolean Label）的策略，再利用量子暫存器，把所有可能的計算結果同時表示出來，這就是量子模擬資訊建構。有了這樣的架構之後，就可以進一步應用到蛋白質結構預測。在驗證案例中，假設蛋白質序列長度為 3，在二維方格模型下建立 16 種候選構形，並利用 25 個量子位元進行模擬，再透過 Grover 搜尋演算法找到最佳解，並得到不同目標構形的模擬結果，例如方案 A 與方案 B，並利用量子演算法計算其成功率與最佳構形。整個演算法除了可以正確計算幾何空間中的座標



之外，也可以正確判斷能量狀態以及接觸標記，同時去除不必要的雜訊與輔助資訊，使整個預測結果更加準確。Grover 搜尋演算法在整個量子模擬中扮演非常重要的角色。經過量子模擬之後，理論成功率與模擬結果幾乎完全一致，表示整個模擬器已經成功驗證演算法的正確性，也能夠得到真正最佳的搜尋結果。顯示量子力學與機器學習之間密切關係，而量子模擬在蛋白質結構預測上的應用展現出相當大的發展潛力。從古典電腦的模擬運算，到模擬量子，再到未來量子 AI 的發展，模擬量子提供了一個重要的提前部署平台，使我們能夠在真正量子硬體成熟之前，先完成演算法的設計、驗證與優化，為未來量子 AI 在生物醫學上的應用奠定重要基礎。

模擬量子醫療影像預測應用

模擬量子運算於胸部 X 光影像辨識的應用結合量子運算特性、機器學習與可解釋人工智慧，嘗試從常見的胸部 X 光中，除辨識肺炎病灶外，也同步評估容易被忽略的心臟輪廓變化，進一步判斷心臟擴大及心功能退化的可能性。若模擬結果證實可提升辨識表現，未來可作為量子硬體發展與大規模臨床部署的重要基礎，協助醫療影像判讀更快速且具解釋性。心血管疾病是全球重要死因，隨人口老化，其對健康與生活品質的影響更加受到重視。本次研究以常見的胸部 X 光影像為基礎，結合成熟的 DenseNet-121 深度學習模型與模擬量子運算，辨識心臟擴大及潛在心功能退化風險。結果顯示，模擬量子模型的 ROC AUC 最高達 0.93，準確率達 0.87，並透過 Grad-CAM++ 呈現模型判讀重點，提升可解釋性與臨床信任度。未來可望成為便利可靠心血管風險預測工具，協助醫師及早辨識高風險個案。

該研究團隊為提升心臟擴大影像辨識品質，從 22 萬餘張胸部 X 光中篩選資料，每位病人僅保留第一張正面影像，再由具 40 年經驗的心臟科醫師重新判讀與校正標記，最終納入心臟擴大 1,211 例及對照 1,225 例。影像同時涵蓋肋膜積液、肺水腫與肺部混濁等可能干擾判讀的情況，以貼近臨床情境。研究比較傳統 DenseNet-121 深度學習模型，以及加入模擬量子運算的分類方式，評估量子模型是否能提升心臟擴大辨識的準確度、效率與臨床可解釋研究以胸部 X 光影像建立心臟擴大 AI 判讀流程，先將影像完成



前處理與向量化，再以 ImageNet 預訓練權重 DenseNet-121 擷取邊緣、紋理與形狀等特徵，並凍結權重採用遷移學習策略。完成特徵萃取後，研究分別導入傳統 AI 分類器與模擬量子分類器，比較兩者對心臟擴大的辨識表現。模型最後以機率呈現個案屬於心臟擴大或對照組的可能性，協助評估量子運算能否在既有深度學習基礎上，進一步提升胸部 X 光判讀效率與臨床應用價值。研究進一步以 Grad-CAM++ 產生注意力熱圖，檢視 AI 判斷心臟擴大時實際關注的影像區域，改善傳統模型難以解釋黑箱問題。結果顯示傳統 AI 熱圖與專家判定區域的重疊可信度 61%，兩種模擬量子模型則分別提升至 94% 與 92%。量子模型熱點更集中於心臟輪廓，較符合解剖結構與臨床判讀邏輯，顯示其不僅能提高分類表現，也能清楚呈現判斷依據，增進醫師對 AI 結果的信任，展現胸部 X 光輔助判讀與臨床導入的潛力。

以上內容將在 2026 年 8 月 5 日(三) 10:00 am 以線上直播方式與媒體朋友、全球民眾及專業人士共享。歡迎各位舊雨新知透過[星球永續健康網站專頁](#)觀賞直播！

- 星球永續健康網站網頁連結：

<https://www.realscience.top/7>

- Youtube 影片連結：<https://reurl.cc/o7br93>
- 漢聲廣播電台連結：<https://reurl.cc/nojdev>
- 不只是科技：<https://reurl.cc/A6EXxZ>



講者：

陳秀熙教授/英國劍橋大學博士、許辰陽醫師、陳立昇教授、嚴明芳教授、林庭瑀博士

聯絡人：

林庭瑀博士 電話：(02)33668033 E-mail：happy82526@gmail.com

劉秋燕 電話：(02)33668033 E-mail：r11847030@ntu.edu.tw