

星球永續健康線上直播

星球健康週新知 &

專題: 量子健康科學 (3)

模擬量子運算健康應用

2026-08-12

CHE團隊：

陳秀熙教授、許辰陽醫師、陳立昇教授、嚴明芳教授、林庭瑀博士、
劉秋燕、林家妤、陳虹玟、邱士紘、甘芳瑜、陳芷萱



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_xliA?si=IDlj9qln3bZWmtNG

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 / W32)
- 量子模擬與影像偵測辨識
- 量子模擬肺癌影像預測輔助應用

健康科學新知

2026 / W32

荷姆茲海峽可望重啟 中東衝突暫歇：「劍拔弩張」



川普表示美伊談判即將重啟暫緩對伊朗軍事行動，但伊朗否認與美國直接談判，僅稱正透過阿曼協商恢復荷莫茲海峽航運



中東衝突推升油價，帶動能源企業獲利大幅成長。沙烏地阿美(Aramco)第二季淨利年增44%，石油企業BP、Shell第二季亦創下亮眼獲利



卡達、阿曼與巴基斯坦持續協調美伊談判，伊朗表示，與阿曼就荷莫茲海峽航運協議已接近完成，美國財政部長貝森特則宣布，荷莫茲海峽可望重新恢復自由航行，帶動全球能源市場情緒回穩

川普多次表示只要伊朗迅速達成協議美國將取消空襲計畫

加薩和平進程挑戰：「破冰之始」

哈瑪斯上週首度同意在巴勒斯坦新政府與國際部隊監督下分階段解除武裝，但以色列仍高度懷疑並堅持徹底去武裝前絕不撤軍

和平協議關鍵為哈瑪斯逐步交出武器，換取以色列撤出目前佔領70% 加薩土地，但極度缺乏互信、兩國政治選舉算計以及西岸日益惡化的衝突，仍讓該計畫面臨重重險阻



美方要求哈瑪斯先解除武裝，以軍才撤離，但雙方持續衝突，和平前景仍不明朗

數位生路 (Digital Lifeline)：加薩失業率約 80%，遠端接案與網路工作成為維持生計扶養家庭重要收入來源，但電力、網路、跨境支付及設備，使數位生路充滿挑戰



西班牙休達移民事件凸顯歐盟共識危機：「真假難辨」

上週因假訊息在社群媒體宣稱西班牙開放入境，誤導大量年輕移民冒險渡海

西班牙
北非飛地休達(Ceuta)



移民游泳越過邊境圍籬
其中141人溺斃



逾七萬名摩洛哥非法移民湧入休達引發人道與安全危機，歐盟22國聯名要求西班牙加強邊境管制並召開緊急會議協調應對



西班牙首相桑切斯反駁相關指控，批評部分歐盟成員國以偏見與假訊息進行政治操作，並強調政府已在48小時內控制局勢，反映歐盟在邊境安全與移民政策上的分歧



西班牙首相桑切斯

全球暖化氣候變遷複合挑戰:「旱熱交迫」

匈牙利多瑙河低水位

2025年7月14日



2026年7月25日



歐洲哥白尼微星影像比較2025年與2026年多瑙河水位變化 長期乾旱與高溫使河道大片河床裸露影響航運觀光及河川管理

匈牙利布達佩斯市中心居民行走於多瑙河乾涸河床



羅馬尼亞爆破岩石引冷卻水至核電廠以免高溫停止運作

匈牙利因多瑙河水位持續下降，導致提供全國約40%電力的帕克斯核電廠因冷卻水不足而全面停機，44年來首見



南韓持續出現逾 40°C 極端高溫，造成熱傷害與死亡增加 乾旱導致水庫水位下降、農作物受損及大量牲畜與魚類死亡

能源開發與生態責任平衡：「深海逐利」

閱皺脗暨舳趾匹

Yuxin Zhao, *Nature*, 2026

- 受中東供應中斷影響，全球經濟高度依賴油氣能源，**天然氣成轉型期核心**
- 2026年深海油氣開發**投資逾兩千億美元**，未來十年預計投入**2.5兆**
- 全球新發現儲量**七成源自深海**，資產規模對國家能源安全具戰略意義

核心技術與成就

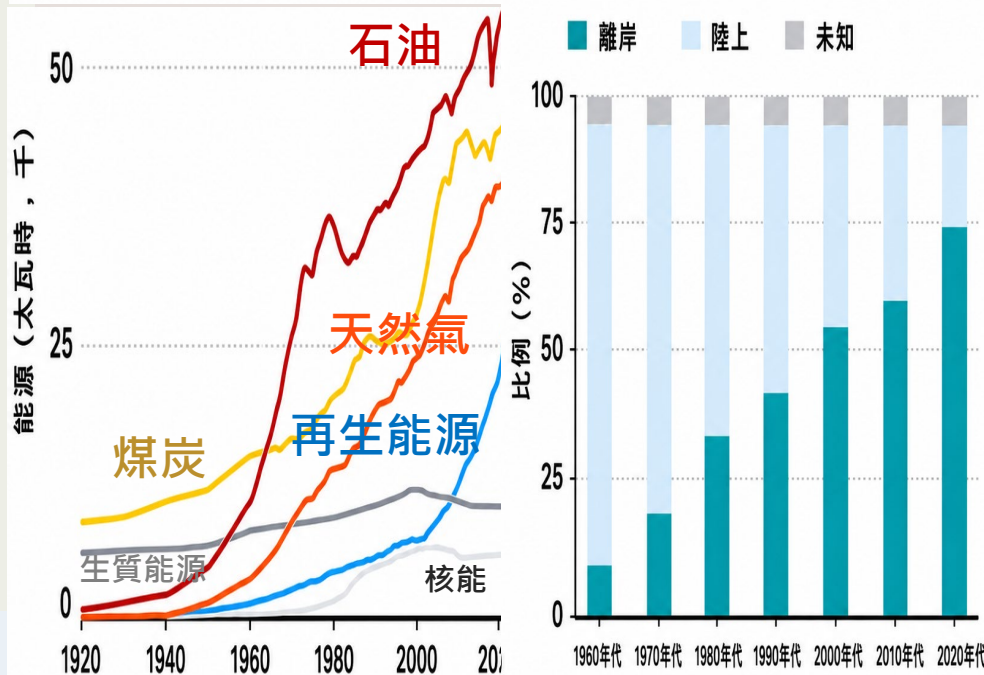
- 極限開採能力：鑽探技術深入數千公尺深淵帶，成功回收**超淺層天然氣**
- 數位管理：結合**數位雙胞胎**與自動化機器人巡檢，實現**全天候監控與洩漏預警**
- 經濟效益優勢：深海採油成本與頁岩油相當，標準化模組**縮短五成**施工周期

舳舻舳舻舳舻

- 甲烷洩漏屬**強效溫室氣體**，實測排放量經衛星驗證**高於官方數據五成**
- 深海生態脆弱且復原緩慢，漏油事故具備**長期破壞力**且**法律責任難斷**
- 倡議推動「海底護照」與獨立審計制度，建立**全球統一開採責任標準**

石油與天然氣提供全球能源供應的大部分

目前約四分之三的油氣都在近海被發現





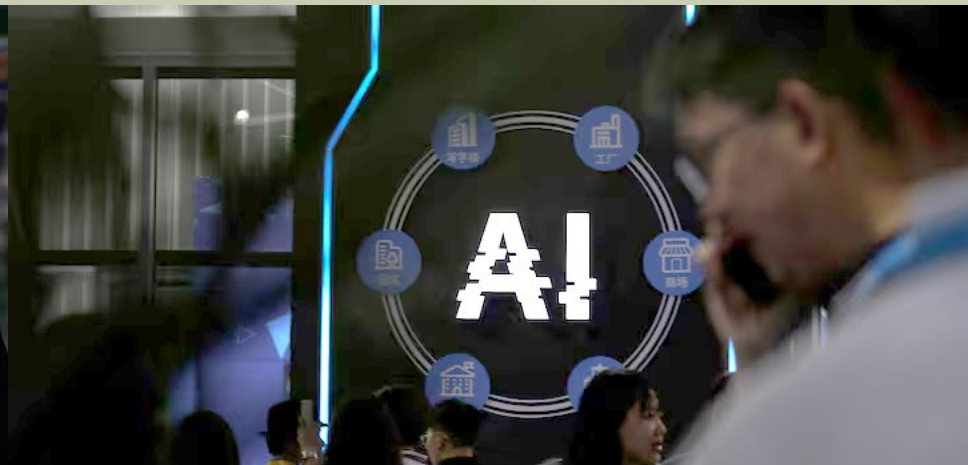
川習會將至 中美競合錯綜：「競合並進」



川普上週表示川習會將如預定於 9 月 24 日在美國舉行，預計會談將聚焦經濟、地緣、科技戰略談判關鍵主軸



美國近期宣布加徵多晶矽產品15%關稅，顯示美中半導體與 AI 供應鏈競爭持續升溫



美中預計 9 月啟動官方 AI 對話，顯示雙方在持續科技競爭之餘，開始尋求建立先進 AI 的風險管控與基本規則。



美國指責中國人工智慧竊取智慧財產權，違反出口管制條例並對中國 AI 開發商提出制裁

馬雅文化智力成就：「古智新見」

鉅琨胛舐塼堡

Chris Simms, *Nature*, 2026

盆 瓜地馬拉蘇頓遺址發現千年數學公式，揭露古代天文學家真實身份

∴ 八世紀密室曾為抄寫員工作空間，牆面繪有精緻人像與曆法計算

≡ 縮寫符號展現獨特計算技巧，反映馬雅文明對數學智慧狂熱追求

稀乍鉅琨

- 十一項聖書體符號僅十公分高，展現精確代數邏輯與規律美學
- 連結二千九百二十日循環週期，整合金星軌道、太陽曆法與火星年歲
- 末尾署名「薩克坦瓦克斯」，證實馬雅社會高度尊崇學者

0	1	2	3	4
5	6	7	8	9
10	11	12	13	14
15	16	17	18	19
20	21	22	30	33



容衿愼翌舐峽材

- ⌚ 掌握進位制、代數關係與負數運算，成就足以與阿基米德等巨匠並肩
- 🧬 缺乏幾何模型導致預測限制，揭示美洲文明長期孤立演化特殊路徑
- 💡 研究證實馬雅人具備極高創造力，常為純粹興趣進行複雜智力挑戰

矽晶片技術重構推動量子電腦應用發展：「量子成器」

兩大工程突破

- 移動量子位元：
可在晶片上移動並連接遠距量子位元，突破只能與鄰近量子位元互動的限制
- 低溫控制電子系統：
將控制器移至接近量子晶片的 4 K 環境，減少大量室溫佈線與熱干擾

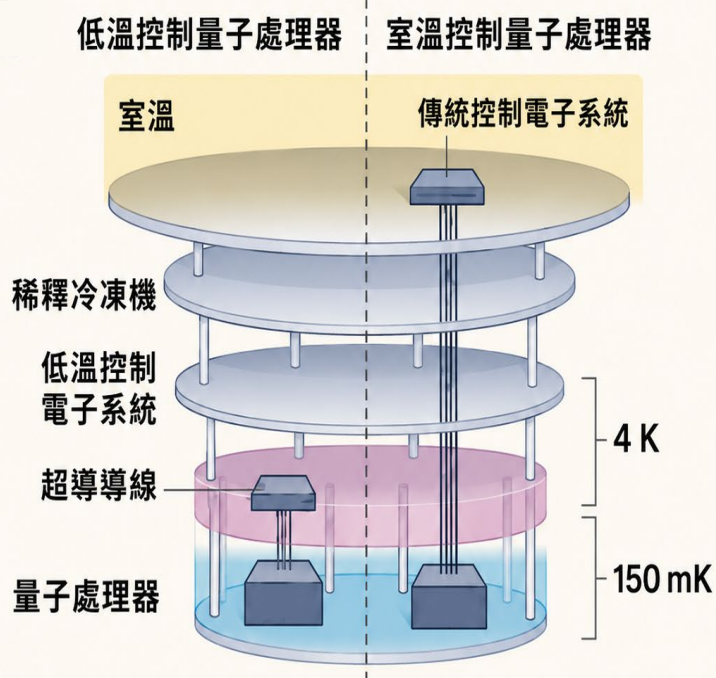
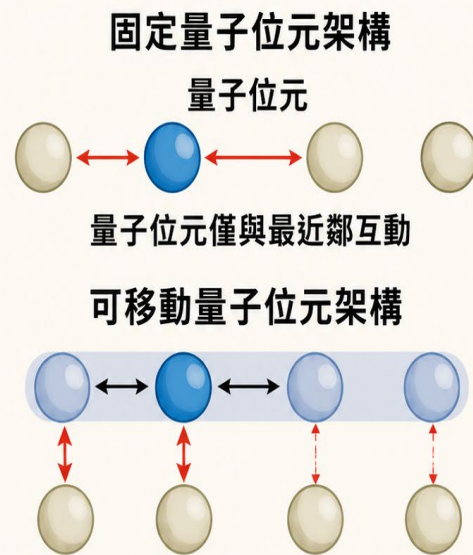
研究成果

- 移動量子位元可在 5 個量子位元間建立彈性連結與糾纏
- 低溫控制架構可支援最多 18 個量子位元，並進行重複錯誤偵測
- 模組化設計有助未來擴展至更大型量子處理器

核心意義

大型量子電腦的瓶頸由「能不能做出量子位元」轉向「能不能有效連接、控制與擴展」，朝向應用發展

Natalia Ares, *Nature*, 2026



量子模擬與 影像偵測辨識

邊緣危機(Fringe) 費城銀行的完美竊案



- 影集〈Safe〉中，奧莉薇、華特與彼得調查物質穿透技術竊取銀行保險箱案件
- 三名匪徒利用網格裝置暫時軟化牆面，但作用僅能維持1分41秒

銀行保險箱穿牆竊案疑雲



拉我過去



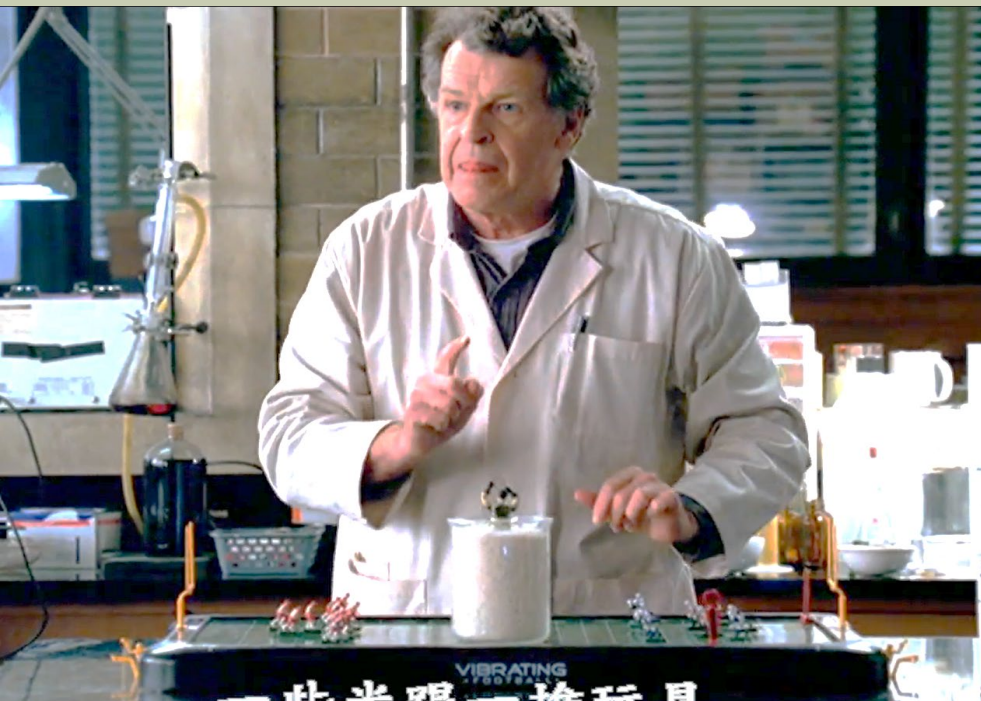
- 搶匪利用網格穿越實心牆面進入金庫，並在限時內撤離
- 撤退過程因設備故障延誤，隊員羅夫未能及時穿出，牆面恢復實心後被嵌在其中

保險箱連續竊案主謀



- 遭竊保險箱編號形成費氏數列，華特23年前為拯救幼年彼得而製造的時空裝置零件
- 竊案幕後主使瓊斯企圖利用裝置逃離德國監獄

米粒實驗證明分子鏈結鬆動理論



然而，加入震動後



- 華特以米粒高頻震動示範穿牆原理
- 震動使原本緊密的結構鬆動，讓另一物體得以穿入，看似實心的物質在微觀分子層次靠量子力鏈結形成實體



高頻率的震動
會干擾原子的結構
使得另一塊實心物質穿透它

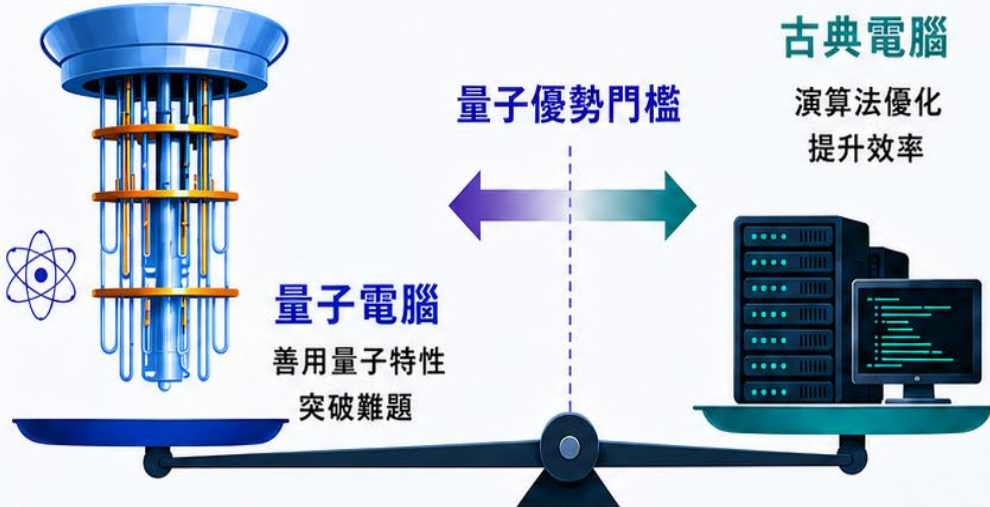
古典-量子交互促進應用推展

Rudolph et al., 2023; Shirber, 2024



量子躍進

量子電腦正推動古典方法的重大突破，
開啟更強大的運算時代。



推動古典方法的進步與改變



關鍵背景與發展演進

2019



Google 的量子優勢主張

Google 發表 53 量子位元 Sycamore，
宣稱在特定任務超越古典超級電腦。

其後



古典機持續改進

演算法創新、記憶體優化、並行化等，
使古典運算力大幅提升。

今天



新觀點：先善用 Utility， 再談 Advantage

先解決實用問題 (Utility)，
再逐步追求量子優勢 (Advantage)，
創造更多具體價值。



量子優勢不是終點，
而是不斷前進的目標。



古典方法持續進步，
推高量子優勢門檻。



量子與古典並肩前進，
相互促進、共同成長。



1. 陣列：一張可能性的清單

1 個 qubit 的量子態，可以用古典電腦的一個振幅陣列表示

A

基本可能性

1 個 qubit 有兩個基本可能：

$|0\rangle$, $|1\rangle$



$|0\rangle$



$|1\rangle$

B

古典模擬
的陣列

古典電腦會準備兩個位置：

α

β

● 第一格代表 $|0\rangle$

● 第二格代表 $|1\rangle$

C

量子態表示

所以量子態可寫成：

$$|\psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$$

★ $[\alpha, \beta]$
就是一個振幅陣列



重點： 陣列中的每一格，代表一種量子基底狀態的振幅。

2.

振幅不是機率

量測機率來自振幅的平方

A

範例量子態

例如：

$$|\psi\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}|0\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}}|1\rangle$$

$$\frac{\text{green sphere}}{|0\rangle} + \frac{\text{blue sphere}}{|1\rangle}$$

兩個基底態振幅相同

B

振幅陣列

對應陣列：

$$\begin{bmatrix} 0.707 & 0.707 \end{bmatrix}$$



0.707 本身
不是 50%

C

平方後才
得到機率

真正的量測機率要平方：

量到 $|0\rangle$
的機率 = 50%

0.707



$$|0.707|^2$$



0.5

量到 $|1\rangle$
的機率 = 50%

D

核心流程

振幅



平方

2



機率



振幅描述可能性的強度；平方後才是量測機率。



重點： 振幅不是機率，機率要由振幅的模平方得到。

3. 為什麼要用複數？

量子振幅除了大小，還要記錄相位

A

量子振幅通常寫成：

$$a + bi$$

$$i = \sqrt{-1}$$

複數形式

B

例如：

$$0.5 + 0.5i$$

具體例子

實數部分 = 0.5

虛數部分 = $0.5i$

C

複數不只記錄大小，
也記錄相位 (phase)



就像波浪不只有多高，
還有目前在波峰、波谷或中間的位置。

相位的概念

D

為什麼重要

★ 複數讓量子電腦
同時保存：

大小 + 相位

相位是產生量子干涉的關鍵。



重點： 複數振幅提供大小與相位，這是量子干涉成立的基礎。

4. 海浪比喻：干涉

相位不同，可能互相加強，也可能互相抵消

A

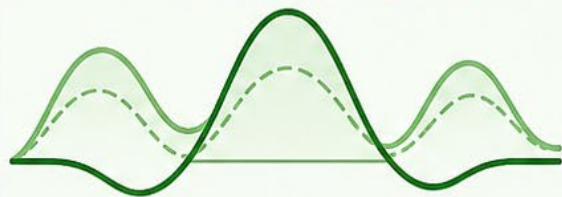
建設性干涉

constructive interference

↑ + ↑



→ 更大的浪



兩個波峰碰在一起，
振幅加強。

B

破壞性干涉

destructive interference

↑ + ↓



→ 互相抵消



波峰遇到波谷，
振幅變小甚至消失。

C

量子中的意義

★ 量子電腦必須知道
不同可能性的相位



因為它們相加時，
可能加強，也可能抵消。



相位



干涉



計算結果



重點：相位決定不同可能性相加後，是增強還是抵消。

5. 兩個 qubits：四格陣列

2 個 qubits 共有 4 個基底狀態

A

兩個 qubits 的基本可能：

四個
基底狀態



$|00\rangle$



$|01\rangle$



$|10\rangle$



$|11\rangle$

B

古典電腦可用四格陣列模擬：

古典模擬
四格陣列

α

β

γ

δ

依序對應 $|00\rangle$ 、 $|01\rangle$ 、 $|10\rangle$ 、 $|11\rangle$

C

例如：

0.707

0

0

0.707

Bell state
範例

$$|\psi\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} |00\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}} |11\rangle$$

★ 這是典型 Bell state

D

量測
機率

1 00 : 50%

2 11 : 50%

3 01 : 0%

4 10 : 0%

這種關聯性與量子糾纏直接相關。



重點：qubit 增加後，狀態數會快速增加，兩個 qubits 就需要四個振幅。

6. 為什麼量子模擬會爆掉？

每增加 1 個 qubit，振幅數量就加倍

A

指數
成長表

1 qubit	→	2 個複數振幅	
2 qubits	→	4 個	
3 qubits	→	8 個	
10 qubits	→	1,024 個	
20 qubits	→	約 100 萬個	
30 qubits	→	約 10 億個	
50 qubits	→	約 10^{15} 個	

B

核心
公式

完整狀態向量模擬
的核心問題：

$$2^n$$

所有複數振幅都要存下來。

C

模擬方法
對比

State vector :

把所有振幅完整列成
巨大陣列



VS.

Tensor Network :

利用結構與糾纏關係，
把資訊拆成較小張量

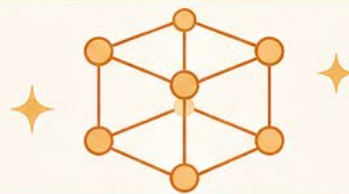


D

為什麼重要

這就是張量網路的重要性

不是把所有振幅都攤開，而是利用結構來壓縮計算。



重點： qubit 數量一多，完整模擬需要儲存 2^n 個複數振幅，因此成本會急速爆增。

理解「張量網路」

張量網路 Tensor Network

不要把整個巨大的量子世界一次全部記下來，而是把它拆成很多小塊，只記住小塊之間最重要的關係。

張量網路收縮 Contraction

把這些小塊按照彼此的關係，一塊一塊合併計算，最後得到我們真正想知道的答案。

這條主線，正好接續量子力學的四個核心步驟：

量子疊加



量子糾纏



量子干涉



量測

為什麼需要張量網路？

每增加一個量子位元，模擬量子疊加所需的複數陣列長度就加倍。

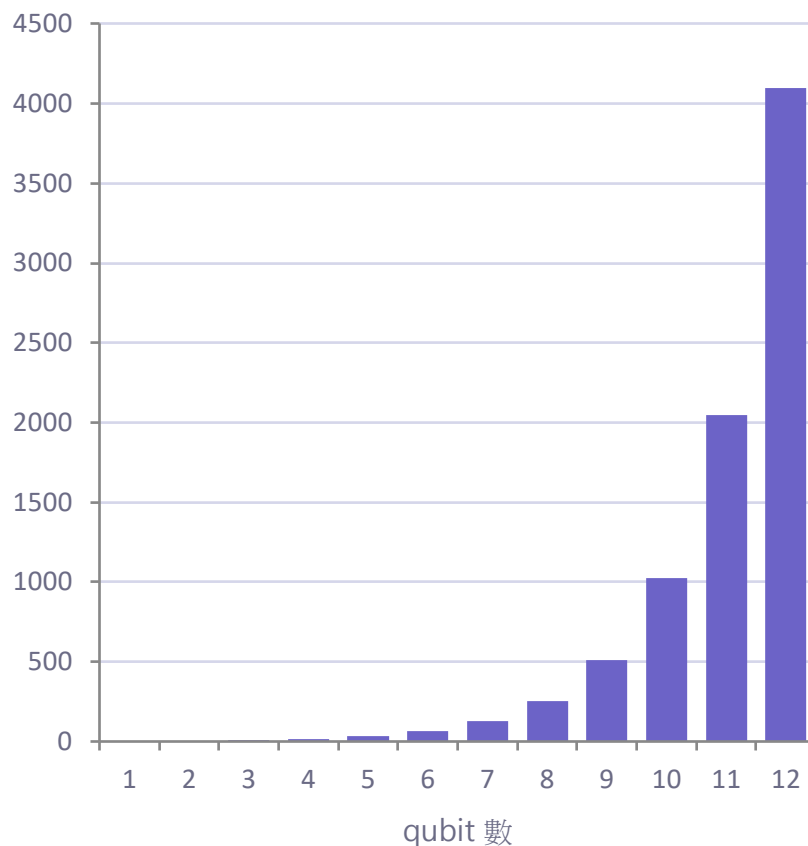
≈ 1,126 兆

50 個 qubits 所對應的振幅數量 (2^{50})

我們真的需要把這 1,126 兆個數字全部存下來嗎？

很多時候答案是：不需要。

振幅數量隨 qubit 數指數成長



用「100 個人的社交網路」來理解

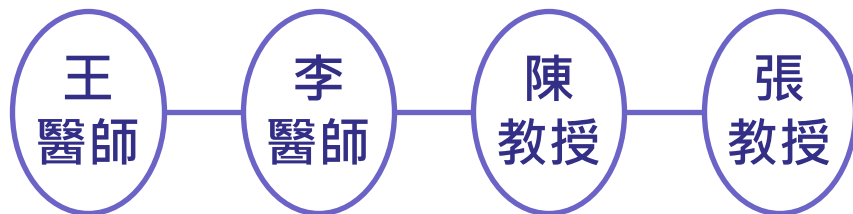
最笨的方法

把 100 個人所有可能的互動組合全部列出來 —— 資料會非常龐大。

實際上只需要

每個人的狀態 + 最重要的連結。

王醫師主要跟李醫師互動，李醫師又跟陳教授互動，陳教授跟張教授互動。



Tensor (張量) = 小型資訊包
Network (網路) = 資訊包彼此的關係

什麼是「張量」？

0D

純量 Scalar

5

一個數字

1D

向量 Vector

[2, 5, 8]

一排數字

2D

矩陣 Matrix

行 × 列

一張 Excel 表

3D+

張量 Tensor

病人 × 基因
× 時間

多個方向同時
存在

Tensor 就是一個可以同時裝很多維度資訊的數學盒子

Tensor Network 與「量子糾纏」的關係

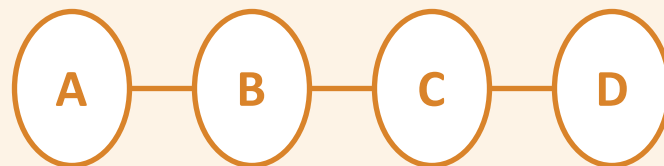
完全沒有糾纏

$A \times B \times C \times D$ 可以分開描述，很容易。



彼此糾纏

不建立 ABCD 巨型表格，而是保留連結。



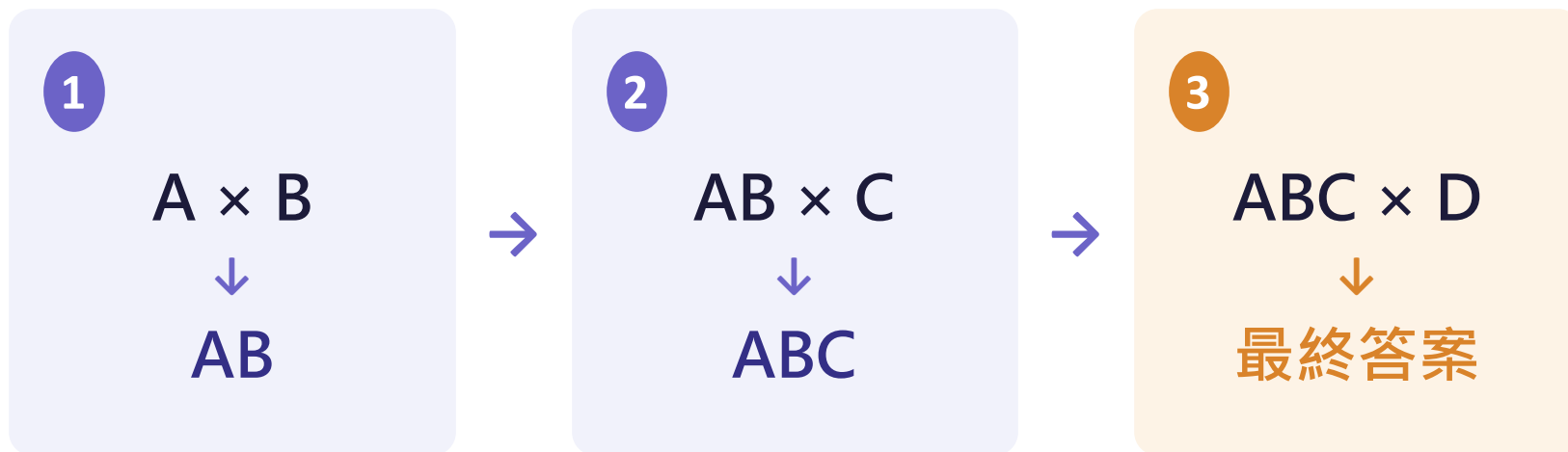
每一條線 = 這兩個量子系統之間，需要保留多少共同資訊

量子糾纏是物理現象

Tensor Network 是有效描述這些糾纏關係的一種數學工具

什麼叫做 Tensor Network 「收縮」？

想知道「量測 D 得到 1 的機率」，沒有必要把整個巨大系統全部展開。



「收縮」不是把東西物理上壓小，而是把兩個共享資訊的 tensor 做乘積與加總，消掉共同索引，形成一個新的 tensor。

用拼圖來理解張量收縮思維

暴力方法

一次考慮 10,000 片拼圖的所有可能排列 —— 幾乎不可能。

Tensor Network 的思維

先拼左上角 10 片，再拼右上角 10 片，然後把兩小塊接起來。

10 片



100 片



1,000 片



完整圖像

Tensor contraction 就是
「逐塊拼接」動作

如何與「量子疊加」連接？

Superposition

量子疊加

一個量子系統可以同時存在許多狀態。qubits 越多，完整的振幅表格就呈指數成長。

→ 產生巨大的可能性空間



Tensor Network

張量網路

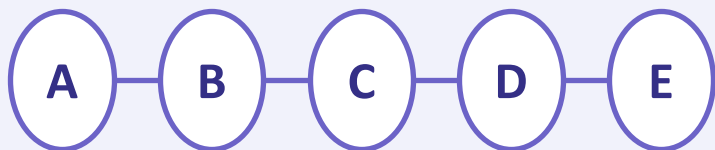
不一定直接儲存所有振幅，而是嘗試把整個量子態分解成許多較小的 tensor。

→ 用較精簡的結構描述這個空間

巨大的可能性空間，不代表一定要用巨大的儲存空間來描述。

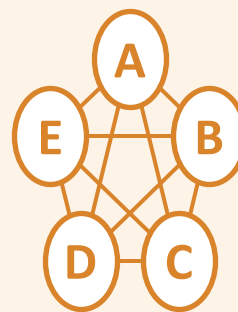
Tensor Network 並不是魔法

局部糾纏 —— 通常很好處理



網路結構單純，需要保留的資訊有限。

全域糾纏 —— 迅速失控



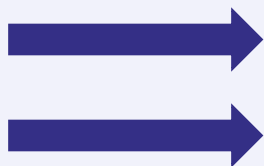
中間維度急遽膨脹，古典電腦仍然算不動。

量子模擬困難的核心，不只是 qubit 多，
是 qubits 之間的糾纏有多複雜。

與「量子干涉」的關係

每一條量子路徑都帶有複數振幅（complex amplitude）。不同路徑最後碰在一起時：

同方向 → 相加
Constructive
interference



訊號變強



振幅相加的結果

相反方向 → 抵消
Destructive
interference



訊號消失



振幅相加的結果

Tensor contraction 會依照量子電路的結構，把不同路徑的複數振幅逐步相乘、加總 —— 因此它是古典電腦計算量子疊加、糾纏與干涉結果的一種高效率表示與運算方法

張量-量子運算概念整合

1

量子疊加

Superposition

同時保留很多可能性

2

量子糾纏

Entanglement

可能性之間產生不可簡單拆開的關係

3

張量網路

Tensor Network

用網路結構精簡表示這些複雜關係

4

張量網路收縮

Contraction

沿著網路一步一步計算

5

量子干涉

Interference

不同路徑的振幅相加或抵消

6

量測

Measurement

得到我們能觀察到的結果

這對「量子模擬」為什麼重要？

Tensor Network 不一定需要真正的量子電腦。

1 CPU / GPU 就能運算

我們可以用傳統電腦 + Tensor Network，去模擬某些量子電腦。

2 可以先問結果

「如果我真的有這個量子電路，它最後大概會產生什麼結果？」而不必真的擁有同規模的量子硬體。

3 避免攤開整個狀態向量

以古典記憶體的複數陣列映射量子特徵，只是起點；Tensor Network 更進一步避免全部展開。

用「精準醫療」做一個概念類比

一位乳癌病人的資料

- Mammography
- MRI
- BRCA
- HER2
- ER / PR
- ctDNA
- 治療 + 時間

若建立完整的巨大 joint probability table
，組合數會非常龐大。

張量網路的思維：每個節點是一個 tensor
，每條線代表彼此共享的資訊。



再透過 contraction 逐步計算：哪一種疾病狀態或治療結果最值得關注？

注意：這只是 tensor network 思維在精準醫療的類比與潛在建模方向，不代表病人的基因與腫瘤真的發生量子糾纏。

張量收縮應用於高效量子運算

「量子世界的資訊量非常龐大，張量網路就像把一張無法一次攤開的巨大地圖，拆成很多彼此相連的小地圖；張量網路收縮，就是沿著這些小地圖逐步拼接與計算，最後找到我們真正想知道的答案。」

量子疊加

創造「許多可能性」

量子糾纏

建立「可能性之間的關係」

量子干涉

決定「哪些被強化或抵消」

張量網路

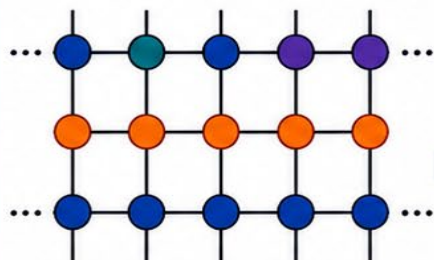
讓古典電腦有效率地算出來

張量網路與量子計算

張量網路壓縮提高量子態模擬效率

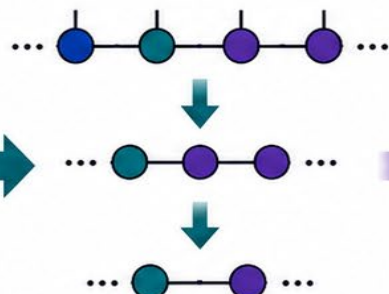
Rudolph et al., 2023; Shirber, 2024

收縮前



張量網路
(波函數表示)

逐步合併



收縮後

單一數值
(近似波函數值)
 $\langle O \rangle$

張量網路映射量子態



收縮是沿共同指標加總，合併張量。



最終可得到特定位元串振幅或可觀測量期望值。



真正節省的是記憶體與中間資料量。



可行性取決於糾纏是否足夠稀疏。



張量網路像波函數的「zip 檔」
利用有限糾纏結構壓縮資訊。

完整表示

127 量子位元波函數：
 $2^{127} \approx 10^{38}$ 個數值

張量網路方法

在適當假設下，
可把所需資訊大幅壓縮。



1. 省記憶體

避免處理指數級資料量，
大幅降低記憶體需求。



2. 保留重要結構

聚焦在具物理意義的資訊，
保留關鍵的糾纏與相關性。

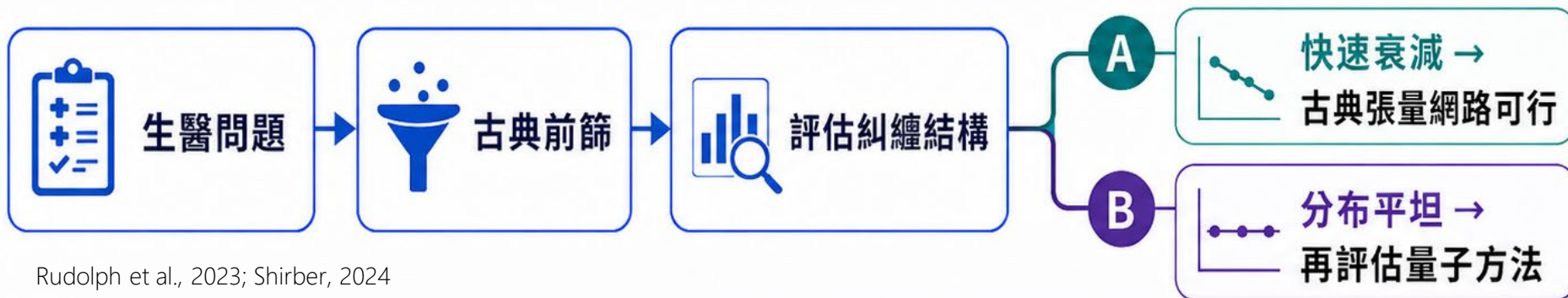


3. 利於大規模模擬

讓經典電腦在合理資源下，
模擬更大系統與更長時間尺度。

以較少資訊模擬連續型態波函數特徵

量子運算精準生物醫學應用發展



古典-量子整合運算思維

- ✓ 多數生醫量子機器學習問題仍信低維。
- ✓ 常見特徵糾纏，不一定需要量子硬體。
- ✓ 先做古典評估，可避免過早量子化。

可能應用場景

1 分子模擬



加速藥物與性質預測。

2 個人化醫療



預測治療反應與風險。

3 臨床決策支援



整合資料提供建議。

4 生醫資料建模



建立可解釋預測模型。

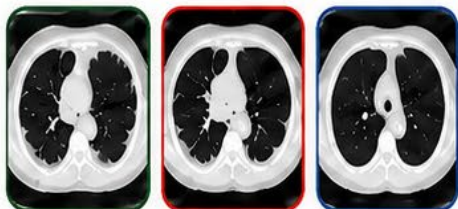
QViT肺癌病灶量子判讀強化

臨床背景

肺癌為**高死亡率**癌症

CT 影像三分類

良性 惡性 正常



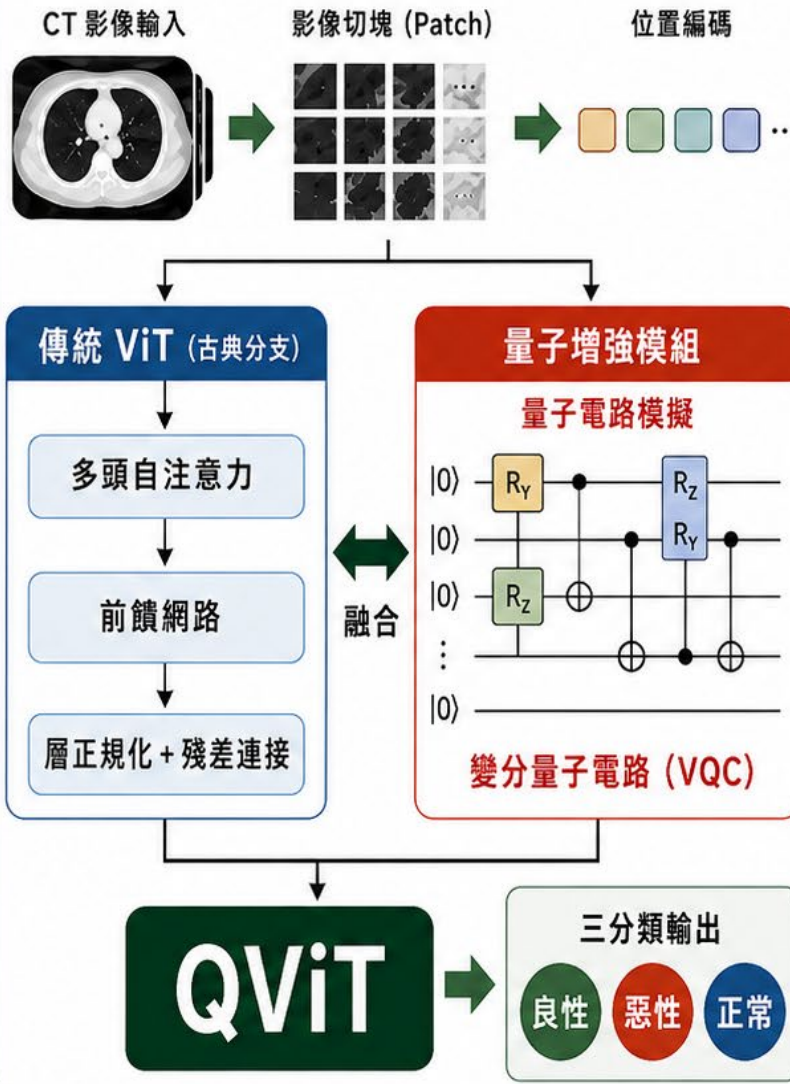
智慧判讀挑戰

資料不平衡

細微形態差異

需整合長距空間關聯

QViT 整體架構：量子－古典融合



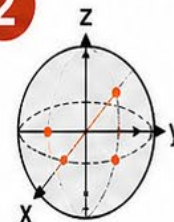
古典－模擬量子融合

1



將變分量子電路
嵌入注意力與
前饋層
提升特徵表達能力

2



以量子狀態斷層
分析量子特性
觀察狀態分佈與相干性

3



在 NISQ 條件下
測試模型穩定性
驗證模擬環境下的可行性

量子模擬

肺癌影像預測輔助應用

肺癌病灶偵測應用示例

Mustofa et al., 2026



 編號／性別／年齡	SIM-C-0891／男／67歲
 吸菸史	1.5 包/日 × 35 年 (52.5 pack-years)
 家族史	兄長 59 歲頭頸癌
 職業暴露	石化廠 18 年
 篩檢動機	首次高風險 LDCT 篩檢
 臨床症狀	持續咳嗽；近3月體重減4公斤；無咳血
 過往影像	無先前胸部CT

臨床流程



門診評估



LDCT 掃描



放射科
醫師初判



QViT-QAOA-D1
第二讀片



不一致時
第三方複閱



重點

重度吸菸、職業暴露與症狀並存，
屬高風險受檢者。



模擬量子運算應用



QViT-QAOA-D1 作為第二讀片者，
輔助判讀流程，非病理診斷。

肺部電腦斷層影像訓練前處理

Mustofa et al., 2026

原始資料集

正常
416 張



良性
467 張



惡性
1050 張



總計 1,933 張 CT 影像

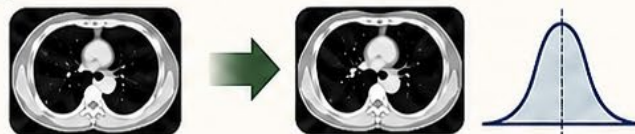
① 資料來源：肺部 CT 三分類影像資料集

前處理流程

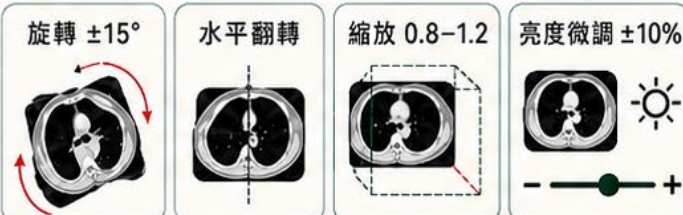
1 影像縮放 224×224



2 強度正規化



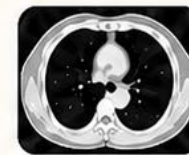
3 資料增強



★ 隨機增強以提升泛化能力

平衡後資料集

良性
1046 張



惡性
1050 張



正常
1054 張



總計 3,150 張 CT 影像

原始分布：
467 1050 416

平衡後：
1046 1050 1054



訓練集
70%
2,205 張



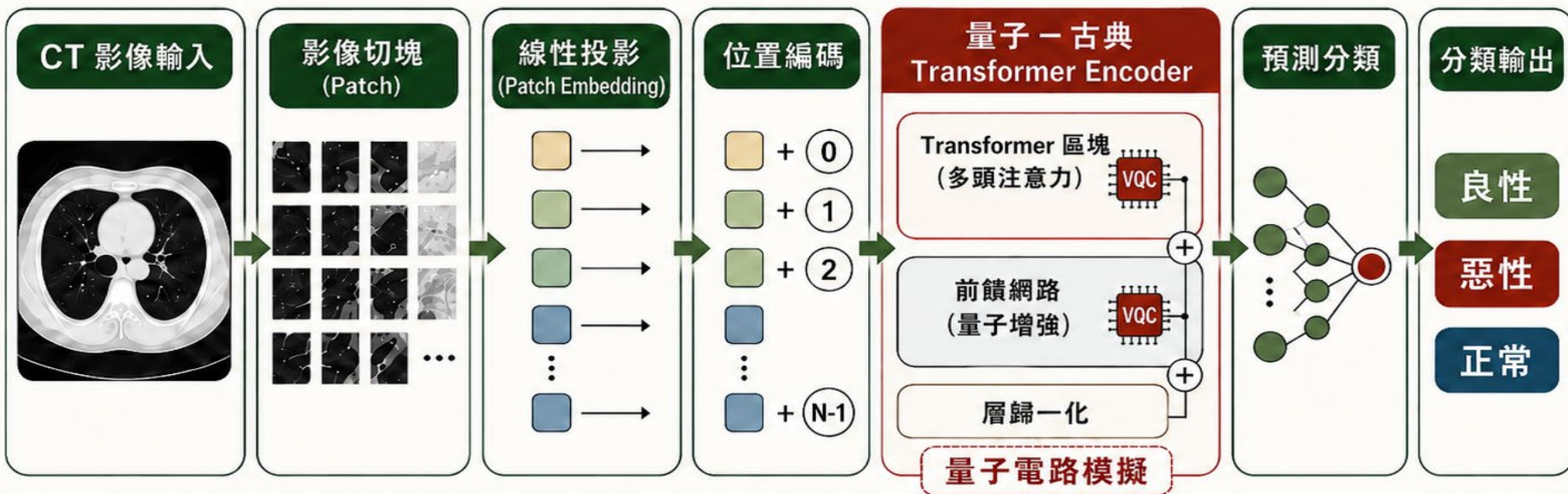
驗證集
15%
473 張



測試集
15%
472 張

QViT古典-量子混合肺癌病灶偵測架構

Mustofa et al., 2026



1 外層：古典 ViT 骨幹

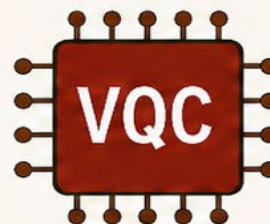


- 影像切塊
- 位置編碼
- 分類頭
- 最佳化流程



維持模型穩定與可解釋性

2 內層：量子增強模組



- 注意力與前饋層
- 量子電路模擬
- 提升表達能力



量子電路模擬



設計單一 Transformer Block，並導入量子電路模擬以兼顧模型簡潔性與量子增強效果。

LDCT肺病灶影像偵測判讀輔助

Mustofa et al., 2026



掃描條件：低劑量胸部 CT



原始序列：305 張切片



代表切片：最大徑切片與上下各一層



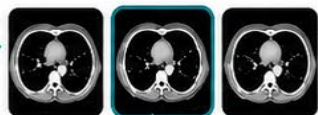
送入模型：共 3 張切片

1 原始序列



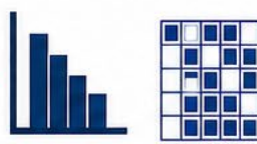
305 張切片

2 代表切片



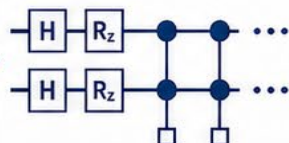
上1層 / 最大徑 / 下1層

3 經典前處理



標準化 · 去噪 · 裁切

4 模擬量子編碼

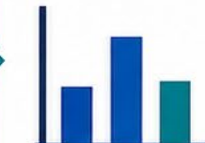


特徵轉換

5 QAOA-D1 分類器



6 輸出



良性 / 惡性



模擬量子運算應用

以少量代表切片進行第二讀片輔助分析。



由 305 張切片中擷取
最具代表性的 3 張送入模型

量子運算輔助影像預測評估

Mustofa et al., 2026

切片位置	Normal	Benign	Malignant
代表切片 (最大徑)	0.0018	0.0209	0.9773
上 1 層	0.0026	0.0318	0.9656
下 1 層	0.0021	0.0247	0.9732
平均	0.0022	0.0258	0.9720



輸出結論：
Malignant



平均機率 | **0.9720**



高信心



三張切片結論一致

模擬量子推論流程



3 張切片



特徵擷取



量子
特徵映射



QAOA-D1
(模擬)

(非實體量子硬體)



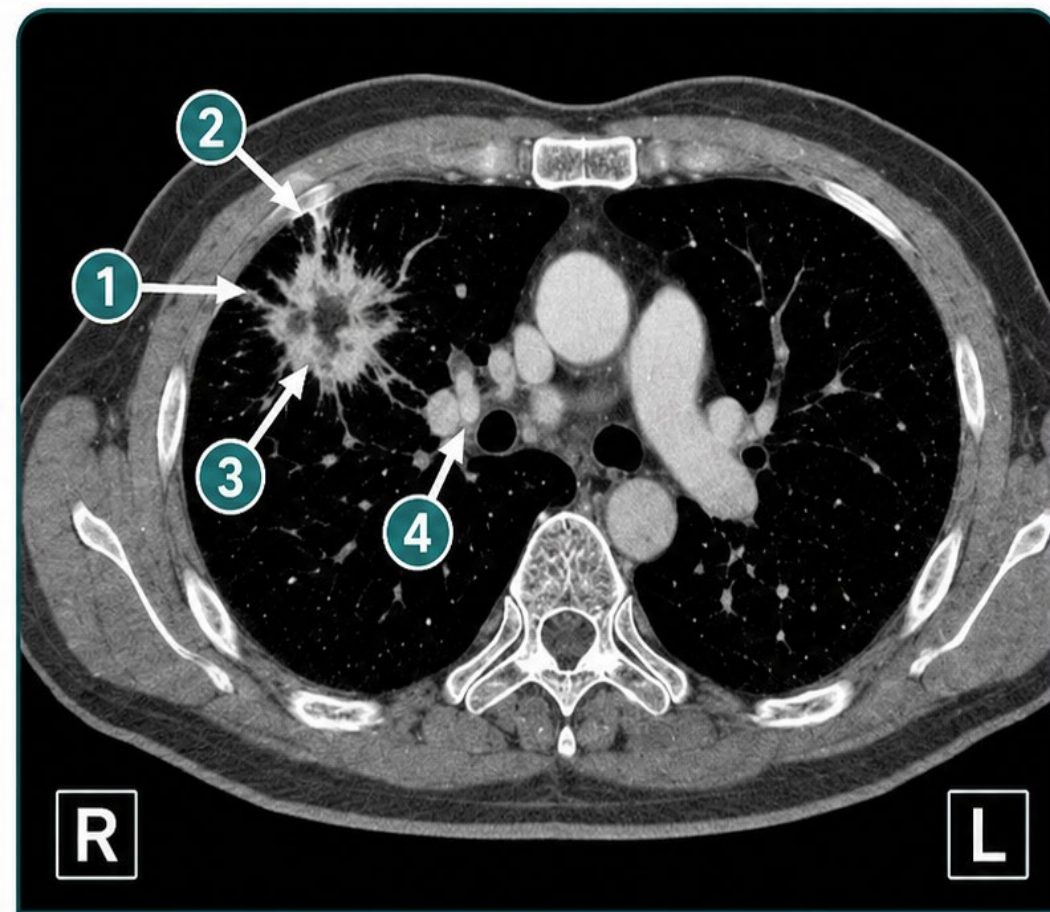
softmax



AI 在此扮演
確認性角色，
與醫師的
Lung-RADS 4B
初判方向完全一致。

肺部電腦斷層影像病灶輔助偵測

Mustofa et al., 2026



軸狀切面（肺窗）
層厚 1.0 mm

右上葉尖後段
(Apicoposterior Segment)

- 1 右上葉尖後段見 21 mm 實質性腫塊，邊緣分葉並有毛刺。
- 2 病灶鄰近胸膜，可見胸膜牽引徵象。
- 3 病灶密度不均，未見良性鈣化。
- 4 右肺門見 12 mm 短軸淋巴結，較對側明顯。
- 5 無肋膜積液；
上腹部可見範圍內，
肝臟未見明顯病灶。



影像判讀

混合量子影像特徵提供臨床輔助，
由放射科醫師綜合判斷。

高效量子運算輔助影項決策潛力

Mustofa et al., 2026

整合影像與臨床，完成分期、取樣與分子檢測

影像醫學部
Department of Radiology

醫師判讀

- ✓ 高度懷疑原發性肺癌
- ✓ 疑右肺門淋巴結轉移
- ✓ 初判：Lung-RADS 4B

Lung-RADS
4B

高度懷疑惡性

惡性機率 > 15%

建議：PET/CT、組織採樣



AI 第
二讀片定位

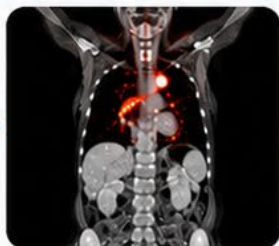
- 醫師綜合評判
- 作為臨床輔助
- 不取代醫師判斷

1 轉介胸腔外科



- 評估肺功能與共病
- 討論檢查與治療

2 PET-CT 分期



- 評估代謝活性
- 檢查全身轉移

3 腦部 MRI



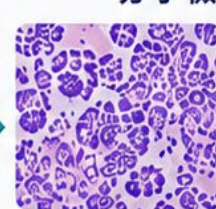
- 排除腦轉移

4 支氣管鏡或 CT 導引切片



- 依病灶位置取樣

5 組織學與 分子檢測



- 病理分型
- EGFR、ALK、
ROS1、PD-L1



林庭瑀
博士



陳秀熙
教授



星球永續健康 線上直播



國立台灣大學



林家妤



陳虹玘



許辰陽
醫師



梅少文 主持人



侯信恩 主持人



楊心怡 製作人



陳芷萱



甘芳瑜



邱士紘



嚴明芳
教授



陳立昇
教授



劉秋燕



台北醫學大學