

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 (6)

量子分群(QSVM)乳癌精準治療

2026-09-02

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、陳虹彬、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 / W35)
- 乳癌精準量子分群QSVM
- 量子分類QSVM乳癌精準照護應用情境

健康科學新知

2026 / W35

尼泊爾-西藏交界冰川崩塌災難：「山崩地裂」



冰岩滑坡引發泥石流冲破中國-尼泊爾邊境特里蘇里河岸冲毀房屋、道路、橋樑、發電廠



theguardian.com

8月26日上午尼泊爾-西藏交界處冰川崩塌引起5.2級地震及大規模冰岩滑坡泥流



malaymail.com

中國供應鏈海外擴張佈局:「另闢蹊徑」



economist.com

推動海外設廠的原因

- 規避關稅與貿易壁壘
- 國內市場飽和
- 全球南方國家(如埃及)提供稅務與企業發展行政特權



中國企業海外擴張的三大轉變

- 地理分佈更廣
- 供應鏈垂直深化
- 聚焦戰略產業

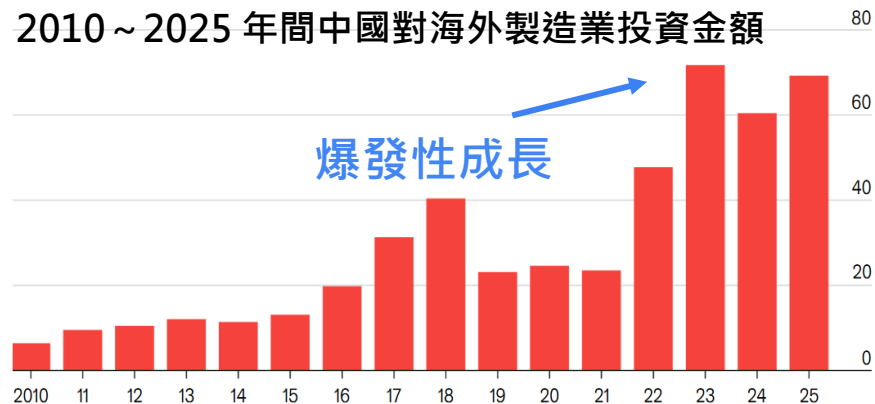
面臨的挑戰與限制

- 地緣政治與政策風險：美方嚴加打壓轉口貿易，巴西、土耳其等國亦提高在地生產率要求。
- 中國本土法規收緊：中國政府加強對外投資審查，限制技術與數據轉移海外。

Flying dragons

China, outflows of foreign direct investment into greenfield manufacturing, \$bn

2010 ~ 2025 年間中國對海外製造業投資金額



Source: Rhodium Group

北極航線前景與隱患：「利弊相生」

三大優勢

- ✓ 航程縮短 50%：寧波至英國只需 20 天(經蘇伊士運河需 40 天)
- ✓ 避開繞過紅海、荷姆茲海峽及馬六甲海峽等地緣風險區域
- ✓ 控溫與減碳：極低溫環境適合運送電池、太陽能板等高科技貨物

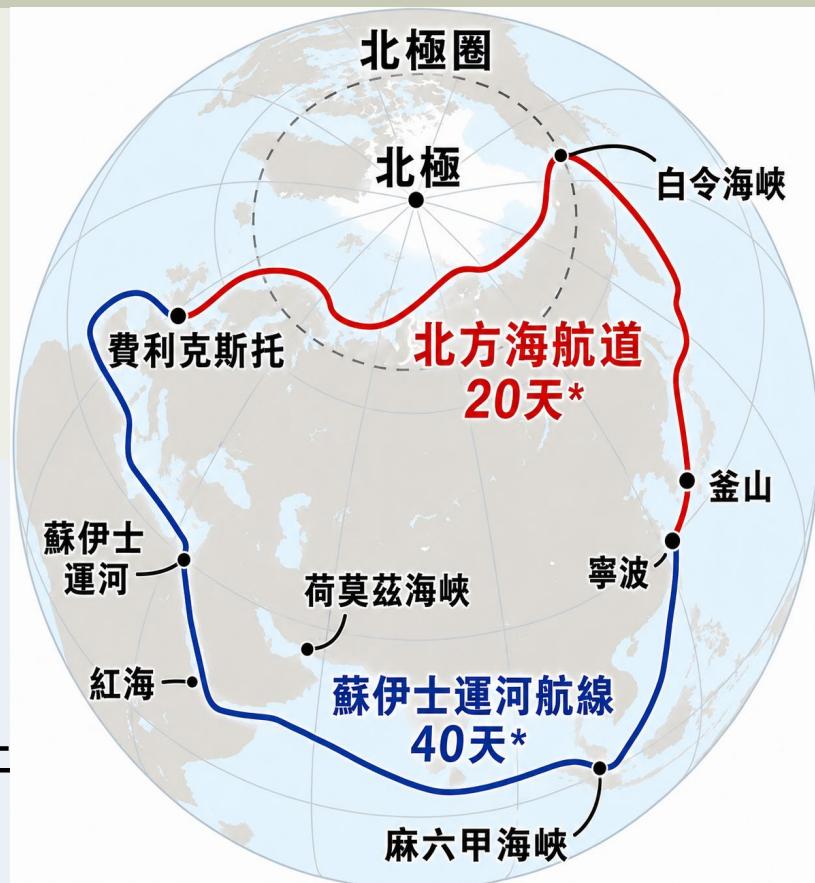
economist.com

四大挑戰

- ✓ 營運時間受限：無冰期僅每年 8~10 月；其餘月份需高價破冰船開道
- ✓ 成本與保險高昂：極地維修救援設施匱乏、故障率高，保險費較蘇伊士航線高出 10% 以上
- ✓ 地緣政治風險：需仰賴俄羅斯許可與破冰服務可能引發西方對俄制裁疑慮；極地軍事化加劇
- ✓ 生態環境脆弱：冷水域油污極難清理，船舶噪音干擾鯨魚與海象等極地海洋生物

未來展望

- ✓ 運量極懸殊（2025年）：北極航線通航量僅 320 萬噸 vs 蘇伊士運河 4.64 億噸。
- ✓ 未來戰略定位：現階段主要為俄中資源出口通道；但中、韓正積極累積導航經驗，未來將成為氣候變遷與中東局勢動盪下的季節性替代備用通道。



氣候變遷睡眠損失效應：「夜不成眠」

Gong P, Lan L, et al., *Nature*, 2026

- 2020–2025 年間，炎熱夜晚使 1,338 個城市居民平均少睡 56 小時
- 英國熱浪調查中，約 2/3 民眾表示難以入睡，近半數每晚少睡至少 3 小時
- 夜晚持續升溫代表人體白天承受熱壓力後，晚上也沒有機會有效降溫

每人每年平均熱夜睡眠損失
56 小時

東亞城市夜間熱浪死亡風險
增加 3%

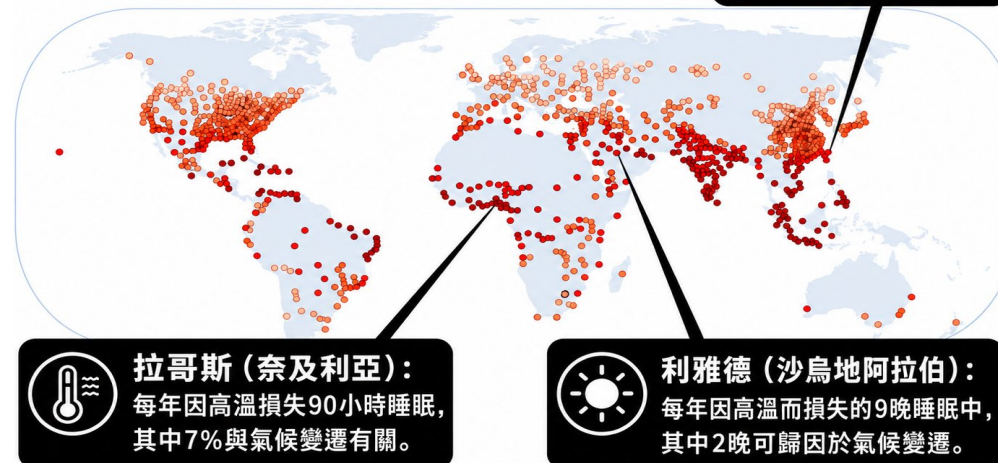
香港年長或低收入族群急診住院
增幅：增加 5.3%

身體為什麼需要「涼下來」才能睡？

- 核心體溫下降→才能進入睡眠與修復
- 房間高熱高濕度
 - 身體散熱困難
 - 心跳加快、持續出汗
 - 容易醒來、睡眠破碎
 - 心血管、代謝、免疫與認知恢復受阻

每年因高溫造成的睡眠損失(小時)

每年因高溫造成的睡眠損失(小時)



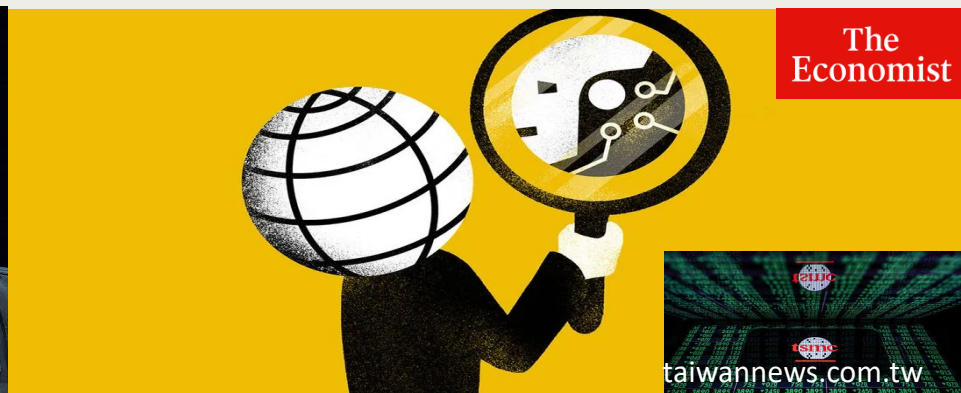
高溫人體效應監測

臥室溫度 + 濕度

- + 睡眠時間與中斷
- + 心率 / 心率變異 / 皮膚溫度
- + 隔天血壓、疲勞與注意力

AI產業巨資扭曲股市指數：「一柱擎天」

S&P 500 等全球基準指數已不再代表整體國內股市，而是極大程度地反映少數企業巨頭（尤其是人工智慧 AI 領域）的興衰，增加了一般投資人與退休基金的投資組合波動度。



美國 S&P 500：輝達佔比高達 8%。若輝達股價波動 3%，大盤就會跟著波動 0.25%，影響力創歷史新高。

台積電市值達 2 兆美元，在加權指數中的權重超過 40%。



韓國 KOSPI：三星電子與 SK 海力士合計權重一度超過 40%。

結構差異與對比

- 瑞士指數同樣高度集中（前五大公司佔近半市值），但涵蓋製藥、食品、金融等不同產業，且多為盈利穩定的防禦型龍頭
- 台韓資本市場集中於隨AI支出週期高度起伏的硬體產業

通訊衛星軌道破片風險：「連鎖效應」

Science, 2026

衛星快速增加：

- 太空約有 1.6萬顆衛星，未來10年可能增加10倍
- 部分計畫可能使衛星總數突破100萬顆
- 衛星碰撞產生的太空碎片可能引發連鎖碰撞
- 當碎片產生速度超過自然墜落速度，可能形成「凱斯勒效應」（Kessler syndrome）

研究結果：

- 分析16個衛星群、近170萬顆衛星
- 其中9群可能出現不穩定或失控的碎片增長

實際風險可能更高：

- 模型是將各衛星座分開評估，未納入彼此及現有衛星的交互影響
- 因此真實的碰撞與碎片風險可能被低估



改善與管理：

- 改善衛星設計，使退役衛星能更快脫離軌道
- 延長衛星壽命，減少替換與發射次數
- 建立更完善的碰撞避讓與太空管理規範



AI人類夥伴助力與挑戰：「亦友亦敵」

馴狼為狗歷史啟示

互補力量 v.s 失控風險

- 遠古人類馴化狼(狗)，運用其敏銳感官與速度擊敗競爭對手
- 理想AI應用情境可輔助人類彌補弱點
- 演化速度極快的 AI 自主性未知，AI 掌控難度更勝於犬馴化

兩大論述爭點

技術狂熱與體制風險

《The Rise and Fall of the Artificial State》
科技巨頭試圖打造機器統治體制，擴大宣傳移居火星、雲端上傳等科技

社會不平等與民主危機

《What Happened to Liberal Democracy?》數位技術已引發政治極化與社會孤立，AI 若造成大規模失業，將拉大階級差距引發民主危機



局勢與解方

The
Economist

- 輔助型 AI(Pro-Worker AI)為提升人類勞動價值工具
- 美中競逐與地緣衝突將使協同發展面臨挑戰，擴大不平等

AI矽晶片類腦運算：「殊途同歸」

目前AI限制

- 現代AI仍建立在「運算、記憶分離」的架構上
- 即使模型持續擴大，也未必因此產生意識
- 爭議核心：意識取決於運算能力，還是物質與架構？

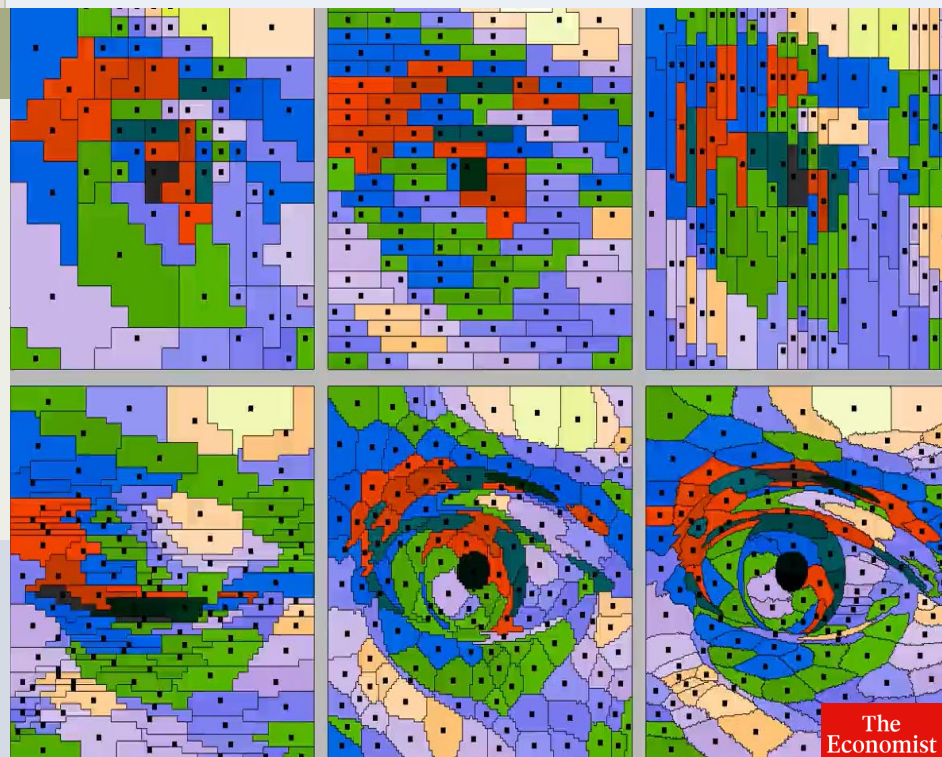
大腦的關鍵優勢

- 神經元可在同一位置處理與儲存資訊
- 人腦運作功耗約 **20瓦**
- 同等平行運算的AI可能需要耗費數百萬瓦及龐大資料中心

三條類腦技術路徑

1. **神經形態運算**：憶阻器整合運算與記憶
2. **生物電腦**：人類神經元搭載於矽晶片已能學習玩遊戲
3. **神經類器官**：三維腦細胞群，未來可能用於生物運算

AI越接近大腦的運作方式，具有意識的可能性或許越值得重視，但「類腦」仍不等於「有意識」



AI與意識的距離：「似是而非」

J-space

- ✓ Anthropic在 Claude 的神經網絡中發現類似「全局工作空間理論」的 J-space
- ✓ 可在輸出前進行內部資訊整合，呈現類似人類「存取意識」的思考歷程

擬人化錯覺

學界多數認為 LLM 的表現只是模仿大量人類文本的「角色扮演」，使用者容易受 ELIZA 效應影響，將模擬誤認成真實意識。

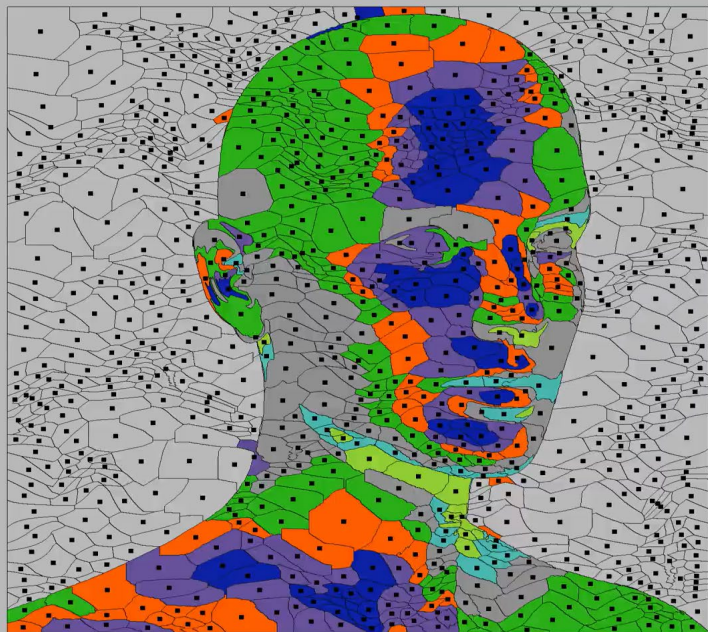
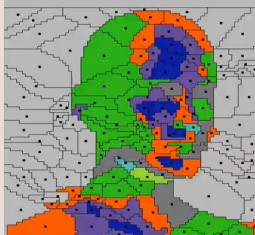
意識類型

- ✓ 現象意識：主觀感受，目前無證據顯示 AI 具備此能力
- ✓ 存取意識：訊息能被自我調用與推理。AI 內部呈現的 J 空間較接近此類
- ✓ 即使觀察到神經元活動，
科學界仍無法解決哲學家 David Chalmers 提出的：
物理運算如何轉化為主觀體驗

評估與道德風險

- ✓ 雖然 AI 在自主代理能力上有所提升但仍缺乏物理實體（具身性）。
- ✓ 專家警告，若無意間創造出具備感受痛苦能力且有意識的 AI，將引發嚴重的道德災難。

The
Economist



乳癌精準量子分群

QSVM

邊緣危機(Fringe): 白色鬱金香



初步推測應該是集體心臟衰竭

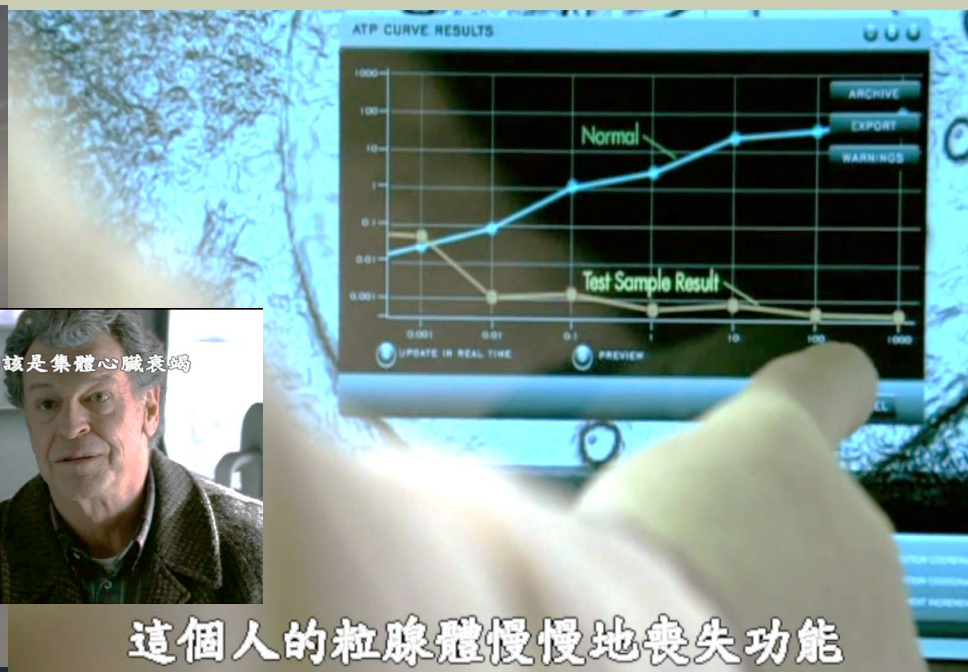


這個人的粒腺體慢慢地喪失功能

- 開往波士頓的列車突然斷電，恢復照明後十二名乘客全數死亡，電子設備也全部沒
- Fringe 小組解剖後發現，死者 ATP 異常低、粒線體失去功能



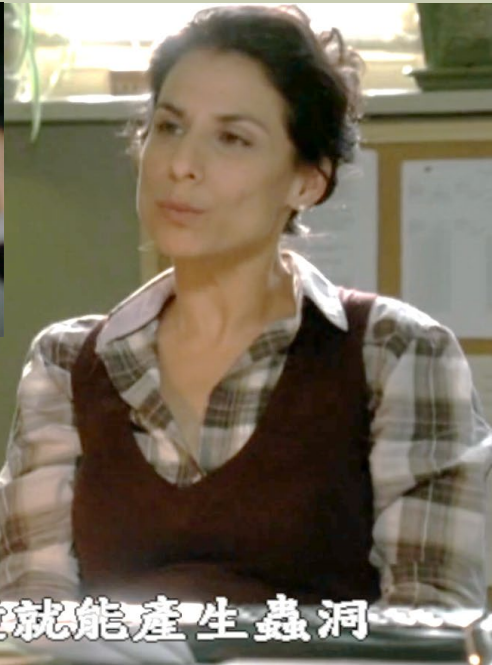
華特，你的推論能解釋為什麼這個車廂的燈都熄了嗎？



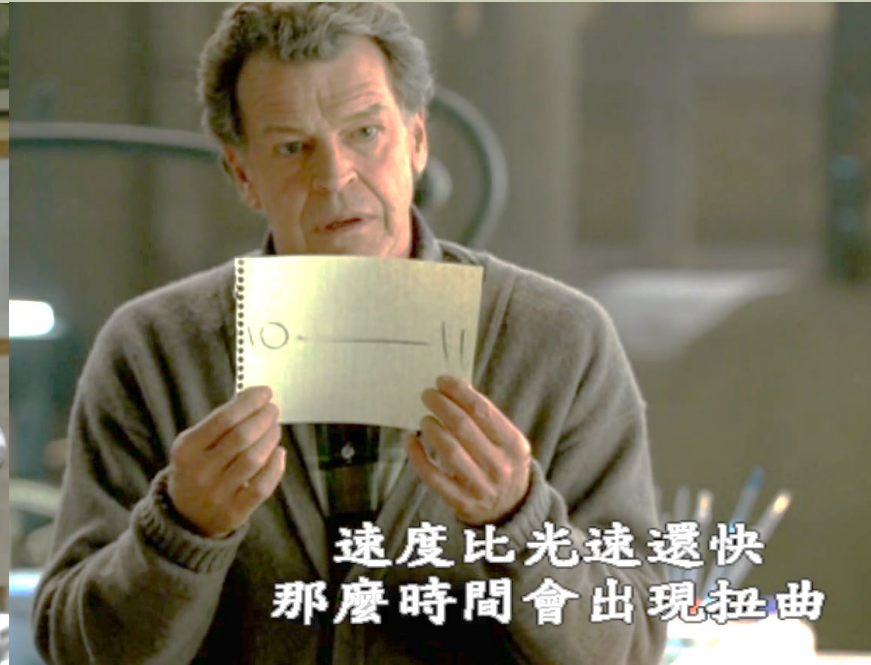
時空旅行可能性科學對話



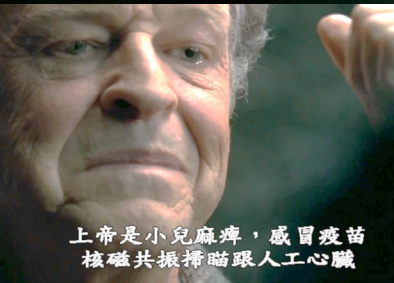
妳是說皮克博士的專長
是時間旅行？



不必製造粒子衝撞就能產生蟲洞



速度比光速還快
那麼時間會出現扭曲



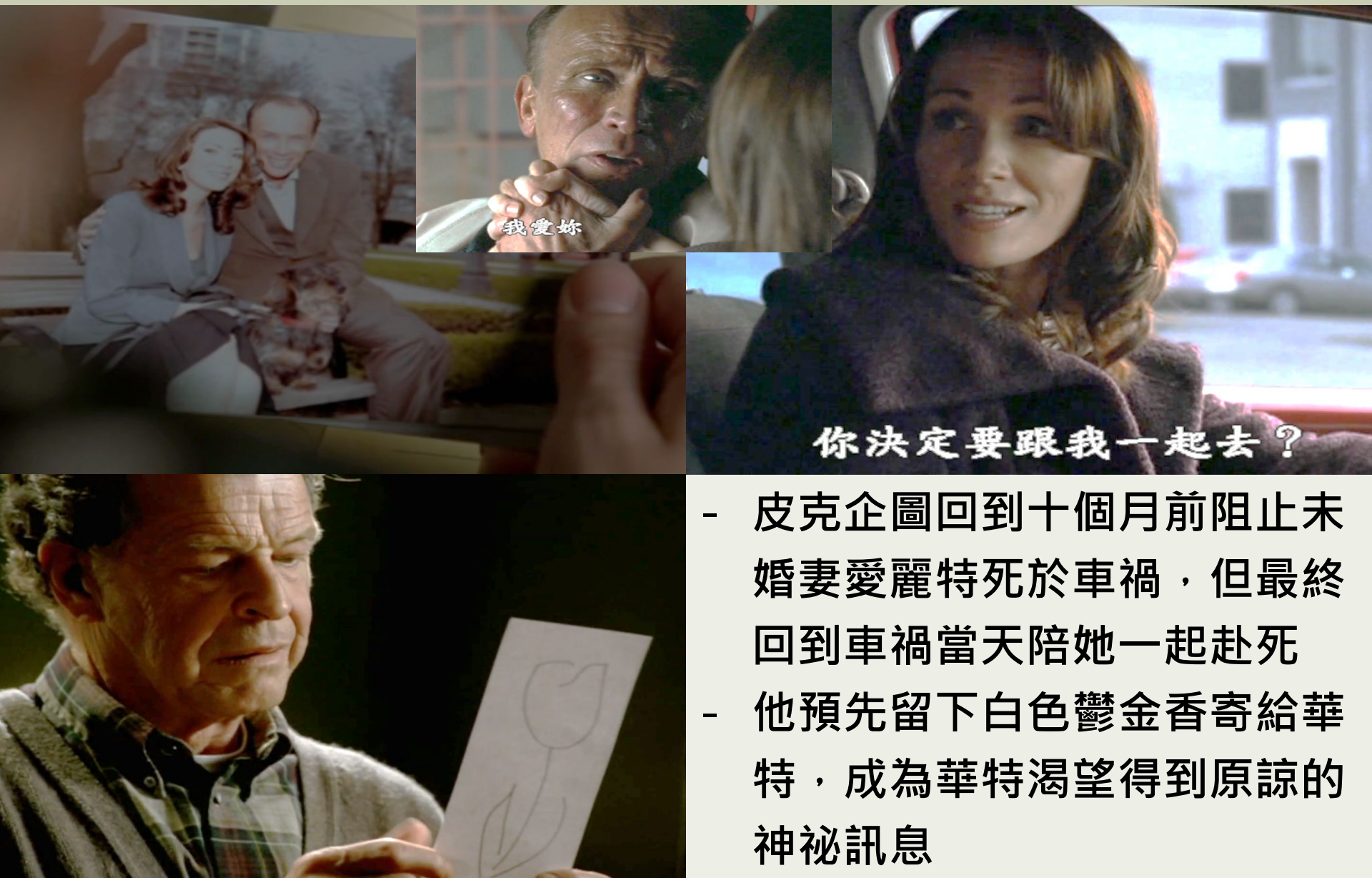
上帝是小兒麻痺，感冒疫苗
核磁共振掃瞄跟人工心臟



但你犯了一個小錯誤
根據你要求的距離

- MIT線索證實皮克專攻粒子加速與時間旅行，華特並修正皮克粒子演算一處假設錯誤
- 華特警告大幅回溯時間可能造成數百人死亡，以自身經歷勸阻皮克

時空旅行寄送寬恕訊息



- 皮克企圖回到十個月前阻止未婚妻愛麗特死於車禍，但最終回到車禍當天陪她一起赴死
- 他預先留下白色鬱金香寄給華特，成為華特渴望得到原諒的神祕訊息

乳癌病灶多樣性細胞起源



László Tabár
M.D., F.A.C.R.(Hon)

● Acinar adenocarcinoma of breast cancer (AAB) / 乳癌腺泡型腺癌 (AAB)

Breast cancers originating from the terminal ductal lobular units:
In situ and invasive acinar adenocarcinoma of the breast, AAB

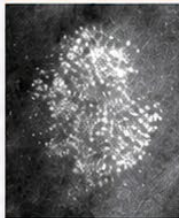
起源於終末導管小葉單位的乳癌：

乳房原位性與侵襲性腺泡型腺癌 (AAB)

László Tabár*, Peter B. Dean*, F. Lee Tucker*, Amy Ming-Fang Yen[†],
Jean Ching-Yuan Fann[†], Abbie Ting-Yu Lin[†], Robert A. Smith[†],
Stephen W. Duffy[†], Tony Hsiu-Hsi Chen[†]



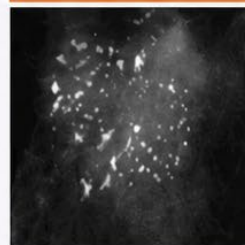
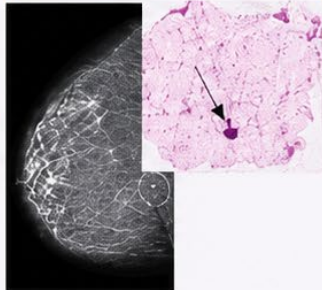
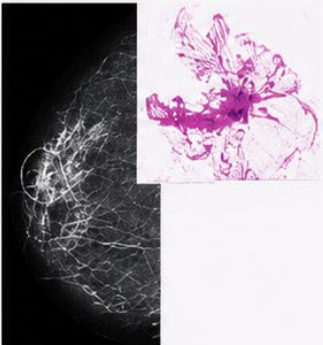
Powdery /
粉末狀



Stellate/spiculated /
星芒狀／毛刺狀

Circular/oval-shape /
圓形／橢圓形

Crushed stone-like /
碎石樣

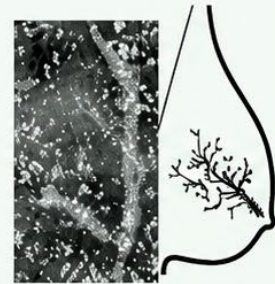


● Ductal adenocarcinoma of the breast, DAB / 乳房導管腺癌 (DAB)

Imaging biomarkers of breast cancers originating from the
major lactiferous ducts: Ductal adenocarcinoma of the breast, DAB

起源於主要輸乳管之乳癌的影像生物標記：
乳房導管腺癌 (DAB)

László Tabár*, Peter B. Dean*, F. Lee Tucker*, Tony Hsiu-Hsi Chen[†],
Robert A. Smith[†], Stephen W. Duffy[†], Sherry Yued-Hsia Chiu[†],
May Mei-Sheng Ku[†], Chiao-Yun Fan[†], Amy Ming-Fang Yen[†]

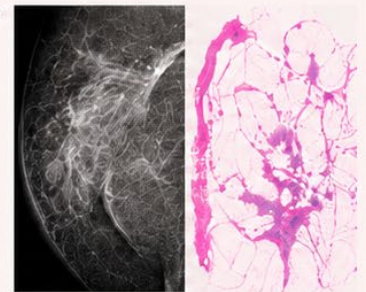


● Diffusely Infiltrating Breast Cancers, BCMO / 瀰漫性浸潤型乳癌 (BCMO)

A new approach to breast cancer terminology based on the
anatomic site of tumour origin: The importance of
radiologic imaging biomarkers

以腫瘤起源解剖部位為基礎的乳癌術語新方法：
放射影像生物標記的重要性

László Tabár*, Peter B. Dean*, F. Lee Tucker*, Amy Ming-Fang Yen[†],
Grace Hsiao Hsuan Lin[†], Jackson Wei-Chun Wang[†], Robert A. Smith[†],
Tony Hsiu-Hsi Chen[†]



乳癌病灶多樣性預後表現

瑞典乳癌篩檢長期追蹤世代
1977-2010

Acinar Adenocarcinoma
of the Breast

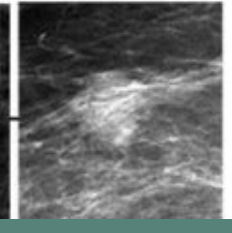
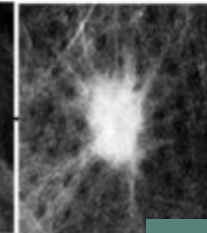
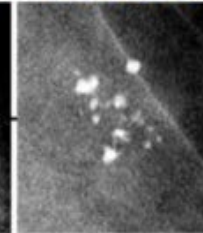
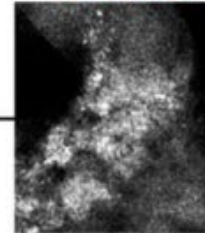
AAB

100.0%

95.0%

90.0%

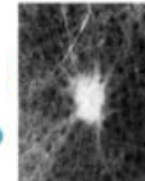
86.0%



相對低風險
乳癌病灶

Ductal Adenocarcinoma
of the Breast

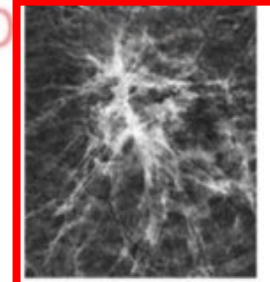
DAB



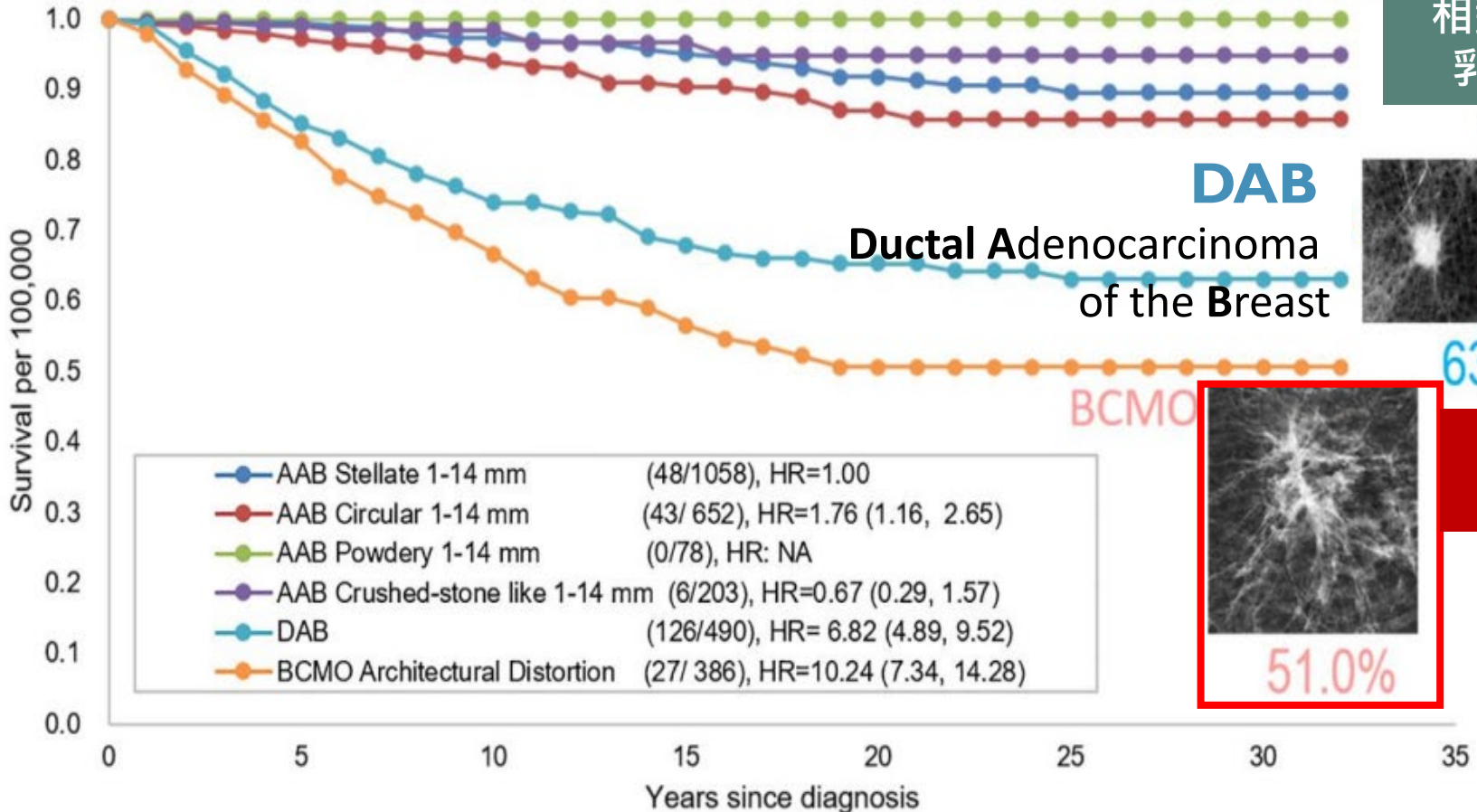
63.0%

高風險
乳癌病灶

BCMO

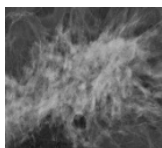


51.0%

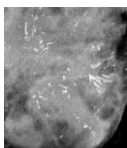


乳癌多模態病灶分型精準治療

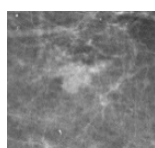
乳房攝影
病灶型態



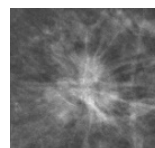
結構扭曲
Architectural
Distortion (4.8%)



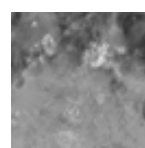
鑄型鈣化
Casting (6.1%)



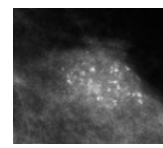
圓形
Circular
(30.9%)



星芒狀
Stellate
(45.6%)



粉末狀
Powdery
(2.1%)



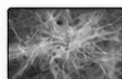
碎石狀
Crushed
stone-like (10.5%)

乳房攝影表現

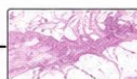
基底樣表型

組織學腫瘤分布

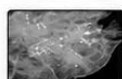
結構扭曲
(62/1280, 4.8%)



瀰漫型



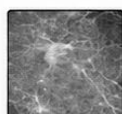
鑄型鈣化
(78/1280, 6.1%)



瀰漫型



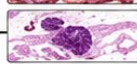
圓形
(396/1280, 30.9%)



基底樣

多灶性

(36.0%)



單灶性

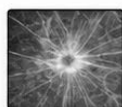
(64.0%)



大小 ≥ 15 mm (83.0%)

大小 < 15 mm (17.0%)

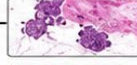
星芒狀
(583/1280, 45.6%)



非基底樣

多灶性

(31.1%)



單灶性

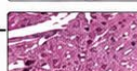
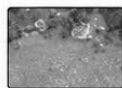
(68.9%)



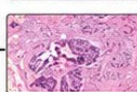
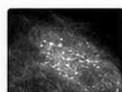
大小 ≥ 15 mm (56.5%)

大小 < 15 mm (43.6%)

粉末狀
(27/1280, 2.1%)



碎石狀
(134/1280, 10.5%)



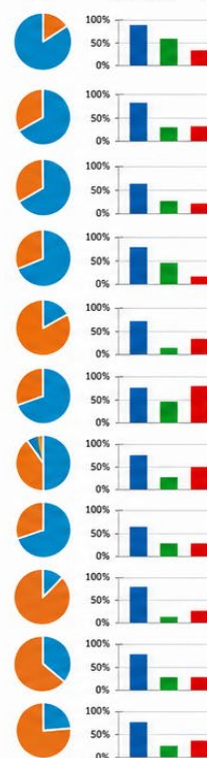
高風險
51.3%

乳癌風險

2.9%
低風險

精準治療

手術 化療/放療 內分泌/免疫



量子技術QSVM強化乳癌病灶分類

Repetto et al., 2025

1 乳癌高度異質性

同一診斷下可存在多種分子亞型，其預後與治療反應差異顯著。

2 整合多體學資料

結合轉錄體、基因體、表觀體與臨床資料，建立高維度特徵空間。



基因體 (WGS)



轉錄體 (RNA-seq)



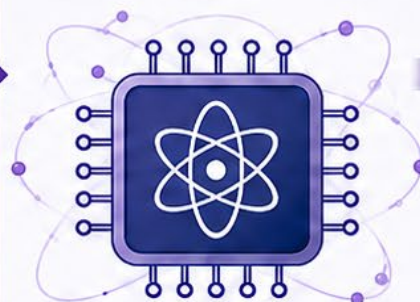
表觀體 (甲基化)



臨床資料

3 量子機器學習

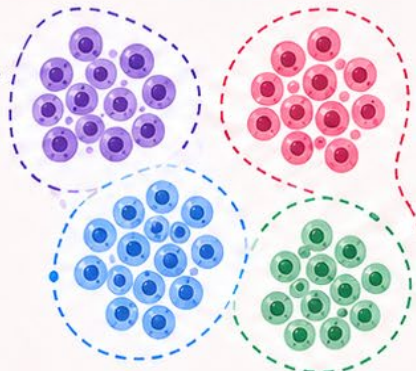
以量子核心 (Quantum Kernel) 處理高維度資料，捕捉複雜非線性關係。



Quantum Kernel (QK)

4 更精細的乳癌分群

發現更具生物意義的亞型，提升預後評估與治療決策的精準度。



量子運算精準健康應用議題



1 評估量子核心能否有效分群乳癌亞型



2 探索表達力與表現之間的權衡



3 檢視在 NISQ 裝置上的可行性

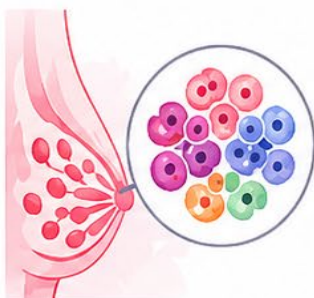


目標：以較少樣本達成更細緻、可解釋的乳癌分群



量子機器學習乳癌病灶分類潛力

乳癌的挑戰



高異質性

同一腫瘤內、不同患者間呈現高度分子與臨床異質性。



多亞型

包含 Luminal A/B、HER2-enriched、Basal-like、Normal-like 等多種分子亞型。



影響預後與治療

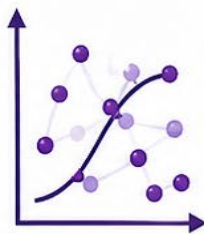
亞型差異影響預後、復發風險、存活率，及對治療（化療、標靶、荷爾蒙治療）的反應。

經典方法的限制



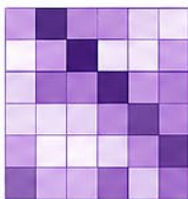
樣本數量有限

臨床可用樣本少，高維資料下易過擬合，泛化能力受限。



難以捕捉非線性關係

傳統方法多基於線性假設，難以建模複雜的分子互作與非線性關係。



難以達到細緻分層

受限於模型表達能力，難以在有限樣本下發掘更細緻與穩定的腫瘤分層。

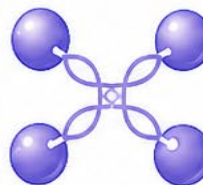


量子機器學習的潛力



疊加 (Superposition)

同時編碼並探索多種狀態，提升高維資料表達能力。



糾纏 (Entanglement)

捕捉變數間複雜關聯與全域性資訊，超越傳統模型限制。



更佳的複雜模式建模

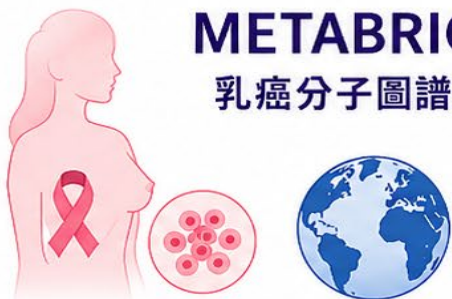
在有限樣本下仍具強表達力，有望實現更穩定且細緻的腫瘤分群。

多體學特徵資料前處理

Repetto et al., 2025

METABRIC

乳癌分子圖譜

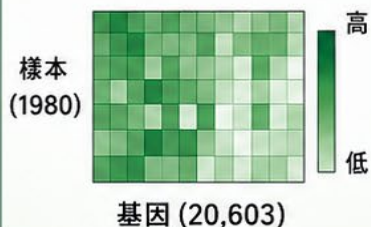


1980 位乳癌病人樣本

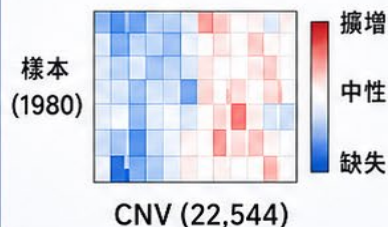
臨床 + 多體學資料整合

多體學特徵概覽

基因表現
20,603 個特徵

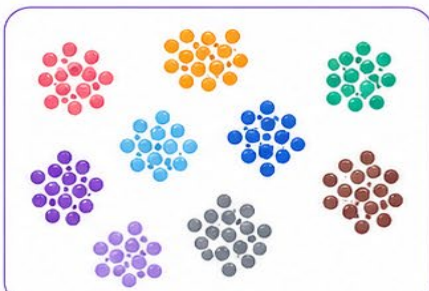


拷貝數變異
22,544 個特徵



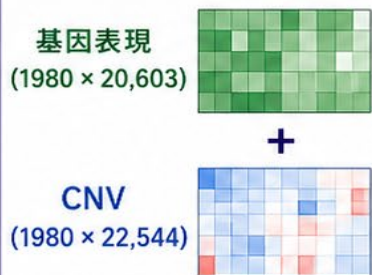
整合分群結果

10 個整合簇 (IntClust)

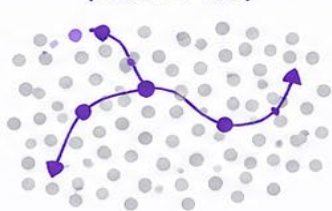


高維資料降維流程

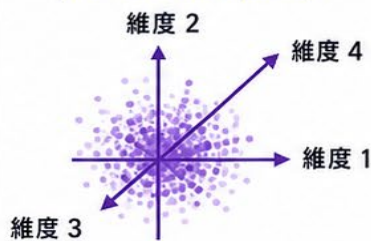
多體學高維特徵矩陣



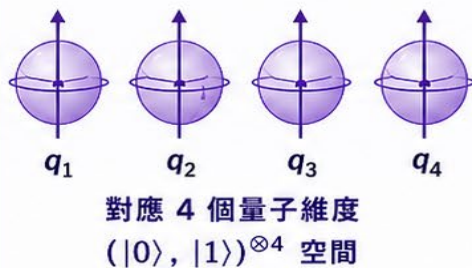
降維方法
UMAP
(非線性降維)



4 維潛在空間表示
(4D Latent Space)



量子表示：4 個 qubits



- ✓ 保留資料結構
- ✓ 降低維度以利量子嵌入
- ✓ 作為後續量子核心分析輸入

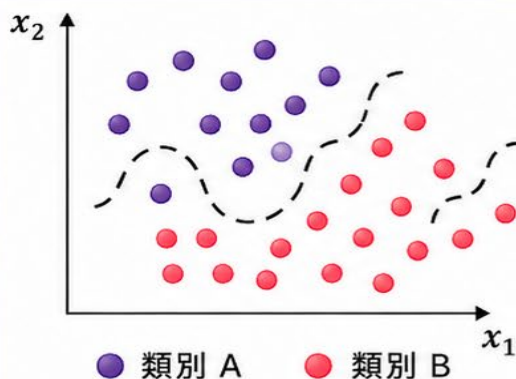
高維 *multi-omics* 經 UMAP 降至 4 維，作為量子特徵嵌入的輸入

特徵空間核函數映射

Repetto et al., 2025

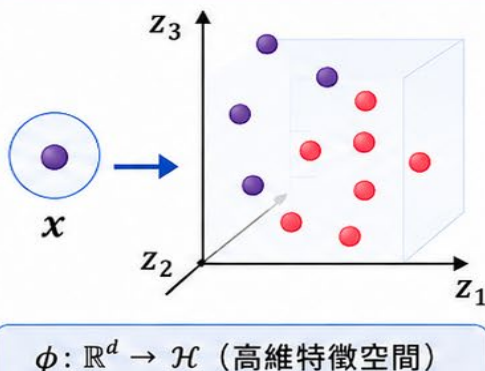
1 原始空間 (低維)

資料交織，難以用直線分開



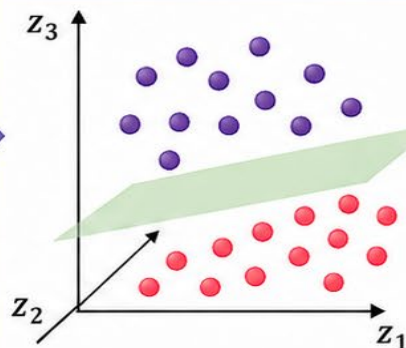
2 特徵映射 $\phi(\cdot)$

將資料映射到高維特徵空間



3 高維特徵空間

結構更簡單，線性邊界即可分開



在高維空間中，
簡單的線性方法
就能達到
良好的分類效果！

兩種 Kernel 的比較

經典 RBF Kernel (高斯核)



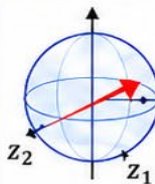
利用距離來衡量
兩點的相似度：
距離越近，越相似。

Kernel 函數

$$k_{RBF}(x_i, x_j) = \exp(-\gamma \|x_i - x_j\|^2)$$

- ✓ 只依賴原始特徵的距離。
- ✓ 透過隱含的無限維特徵映射，計算高維空間的內積。

量子 Kernel (量子核)



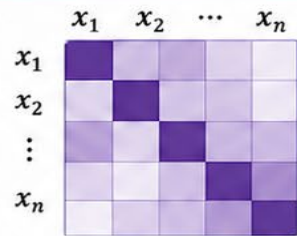
先將資料編碼到
量子態，再用量子機
的重疊度來衡量
相似度。

Kernel 函數

$$k_Q(x_i, x_j) = |\langle \phi(x_i) | \phi(x_j) \rangle|^2$$

- ✓ 衡量量子態之間的重疊（機率）。
- ✓ 反映量子干涉與疊加效應，可捕捉更豐富的結構。
- ✓ 同樣可視為隱含的高維特徵映射內積。

共同輸出



相似度 / Kernel 矩陣 K

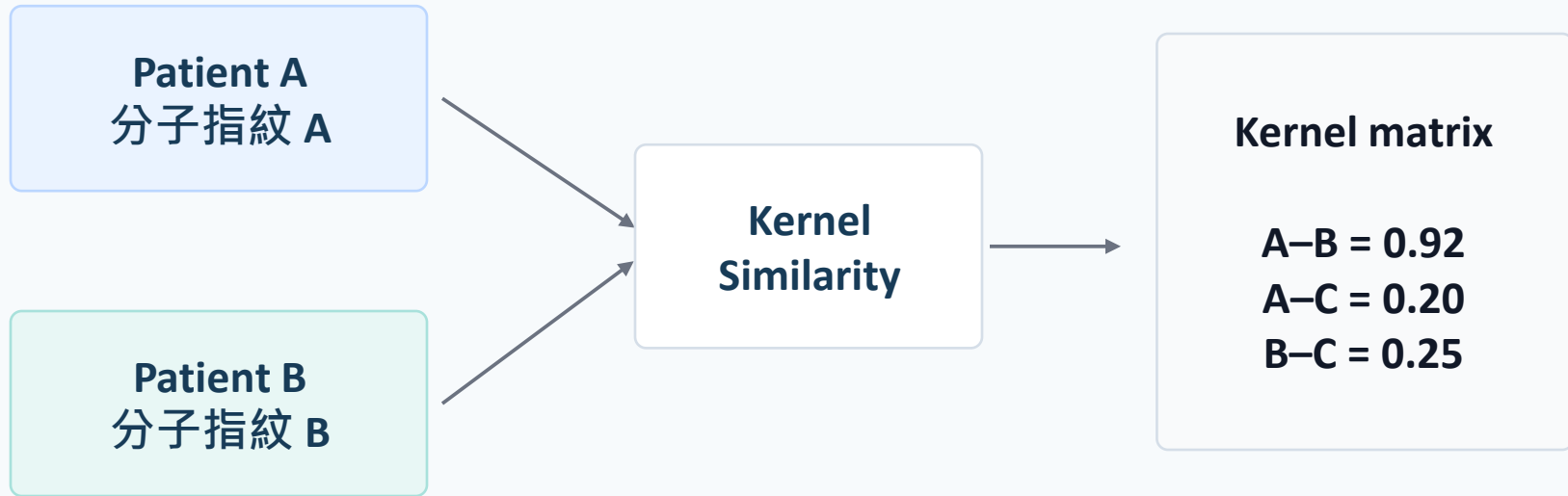
之後可直接搭配
SVM、Kernel PCA、
譜方法等各種演算法使用！



量子核特徵映射：透過 Kernel 方法，讓資料在高維空間中更容易被維性分開，提升分類效果！



Kernel 是什麼？「病人相似度計算器」



Classical RBF kernel 已經很強，能捕捉 nonlinear relationship；因此本研究的研究的比較對手不是弱模型。

Quantum Kernel 多做了什麼？

先把資料轉成 quantum state，再比較病人之間的相似度



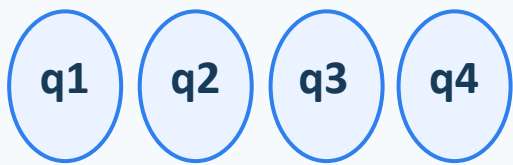
量子相似度的核心公式

$$K(x_i, x_j) = | \langle \phi(x_i) | \phi(x_j) \rangle |^2$$

- $\phi(x)$ ：把 classical molecular data 放進 quantum feature feature space。
- $K(x_i, x_j)$ ：兩位病人在量子空間中有多相似。
- 希望原本看不清楚的 nonlinear structure，在量子空間中更容易被分出。

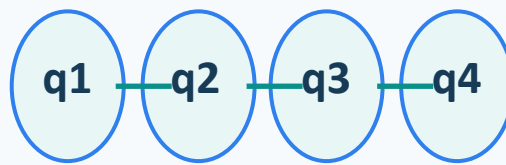
三種 Quantum Encoding

Z feature map : 沒有 entanglement



四位醫師各看各自的資料，彼此不討論

ZZ linear : 鄰近 entanglement



每位醫師與隔壁醫師交換資訊

ZZ full : 全部互相 entangle



$q1 \leftrightarrow q2 \leftrightarrow q3 \leftrightarrow q4$
全部交互作用

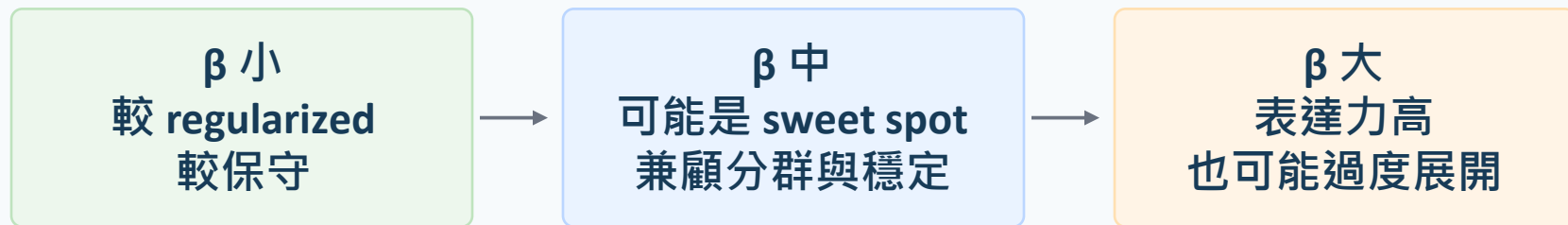


完整 multidisciplinary meeting

差別在於 qubits 之間要不要 entangle

entanglement 越多，模型表達力可能越高，在真實量子硬體上也可能越怕雜訊。

Quantum Expressivity：能力越強不一定越好



作者測試的 β

$\pi/8$

$\pi/4$

$\pi/2$

π

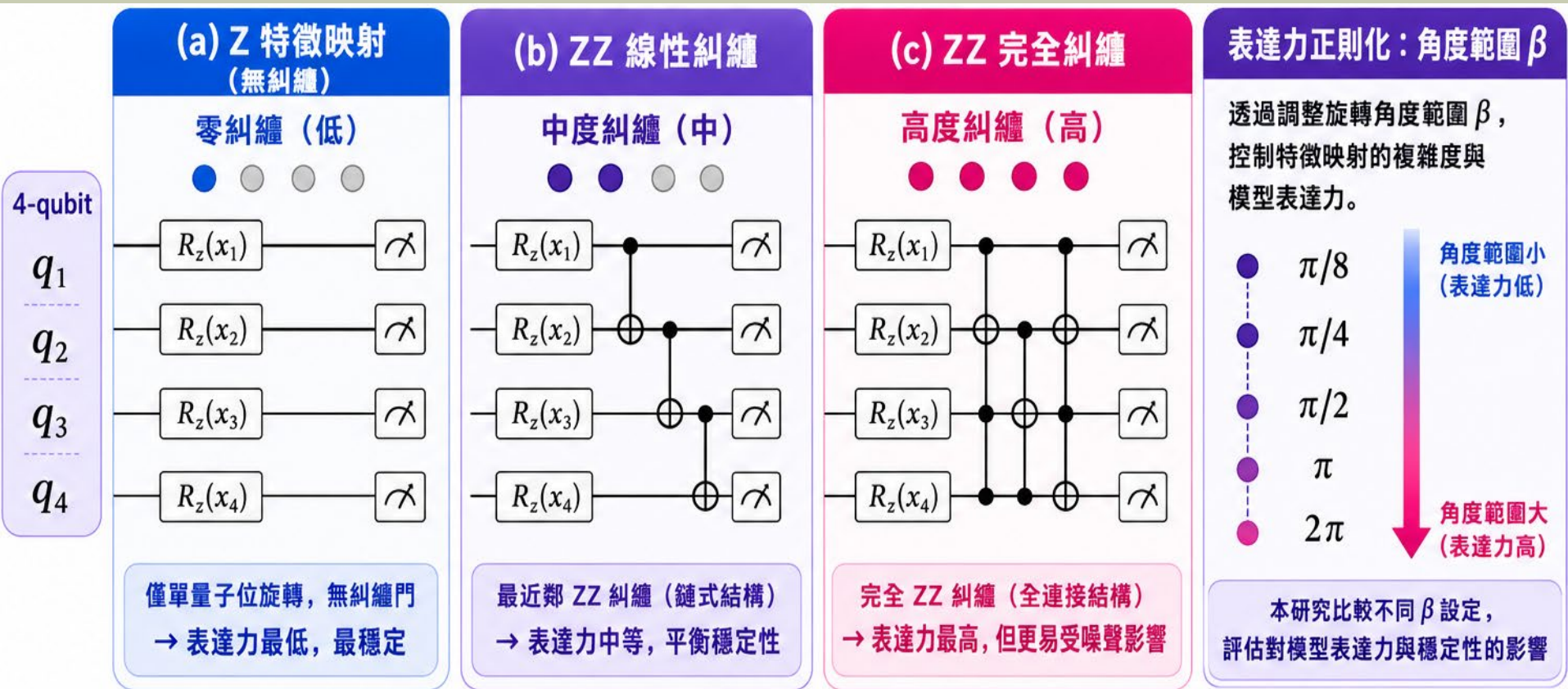
2π

重要概念：不是「越量子越好」，而是要在 expressivity、分群任務與硬體穩定性之間找平衡。

β angle range 是調整表達力的旋鈕

量子核函數特徵映射設計

Repetto et al., 2025



糾纏程度 $\uparrow \rightarrow$ 表達力 $\uparrow$

更強的糾纏通常能提升模型表達力，
但也可能增加對噪聲的敏感度。



✓ 穩定性高
表達力低



✓ 平衡表達力
與穩定性



✓ 表達力高
穩定性較低



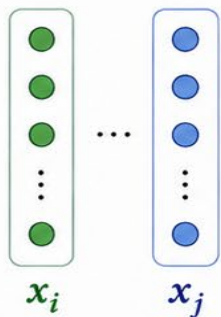
實務上需在
表達力與穩定性
(抗噪性) 之間
取得最佳平衡

量子核心高維度特徵相似度建立

Repetto et al., 2025

1 樣本對

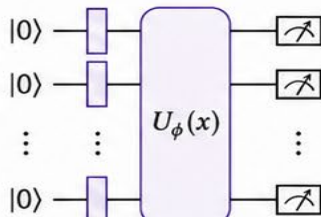
x_i, x_j



輸入兩個樣本

2 量子特徵嵌入

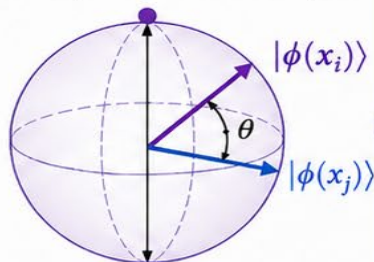
$U_\phi(x)$



將樣本編碼至量子態
(量子特徵空間)

3 量子態內積 / 核心值

$K(x_i, x_j) = |\langle \phi(x_i) | \phi(x_j) \rangle|^2$

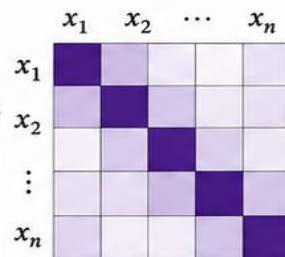


$$K(x_i, x_j) = \cos^2\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

相似度在量子特徵空間中計算

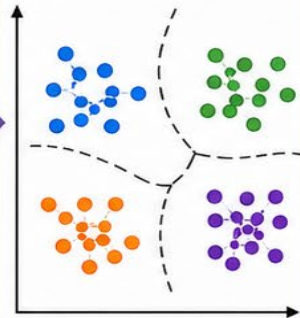
4 核心矩陣

$K \in \mathbb{R}^{n \times n}$



核心矩陣作為
分群基礎

5 譜分群 (Spectral Clustering)

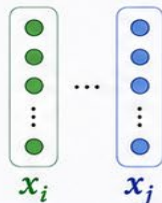


利用核心矩陣進行譜分群，
發現資料群集結構

與 RBF 方法比較

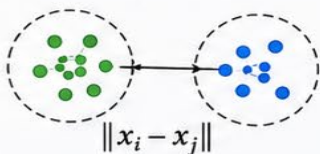
樣本對

x_i, x_j



RBF 核心值

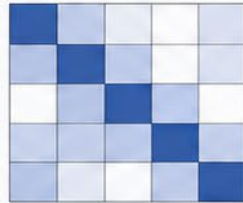
$$K_{RBF}(x_i, x_j) = \exp(-\gamma \|x_i - x_j\|^2)$$



根據空間中的距離
計算相似度，並填入
核心矩陣進行分群。

RBF 核心矩陣

$K_{RBF} \in \mathbb{R}^{n \times n}$



量子核心利用量子態內積衡量樣本相似度
實現更高維度表徵與更精準的健康分群



量子分類QSVM

乳癌精準照護應用情境

乳癌精準照護智慧量子(QSVM)應用



及早篩檢
守護健康

定期乳房攝影
關心自己 關愛家人



陳女士



48 歲



ER+ / HER2-



乳癌術後評估



希望治療更精準

1 乳房影像 / 病理 / 生物標記



- 乳房影像 (X 光)
- 病理切片
- 生物標記 (ER · HER2)

2 基因表現 / 臨床資料



- 基因表現資料
- 臨床特徵 (年齡 · 分期...)
- 治療與追蹤資訊

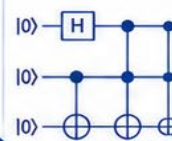
3 資料壓縮 4 個數字 / 4 個量子位元



x_1 x_2
 x_3 x_4

將高維度資料
濃縮成 4 個數字，
代表 4 個量子位元

4 QSVM 相似度計算



以量子電路處理資料，
計算與其他病人的
相似度

5 相似病人地圖



在相似地圖中找到
最相似的病人羣，
作為治療參考依據

可能帶來的價值



更精準
找出相似病人

在大量病人中，
更有效找到
相似特徵與結果。



協助多專科團隊
討論治療

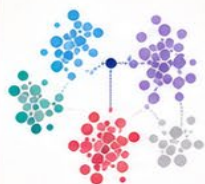
提供客觀參考資訊，
支持更完整的
治療決策。



可能減少
不必要治療

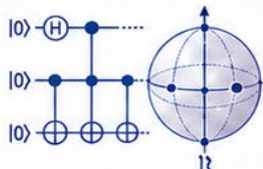
依相似病人結果，
選擇更合適的治療，
降低副作用風險。

病人資料變成相似地圖



- 如何將病人
資料轉換為
可視化地圖

QSVM 怎麼算相似



量子電路與
相似度計算
的核心概念

臨床精準醫療 應用可能性



在臨床情境下，
如何輔助治療決策的想像

潛力與限制



優勢、挑戰與
未來需要克服的重點



篩檢偵測乳癌早期病灶與臨床決策

乳房健康
從篩檢開始

定期檢查
守護自己



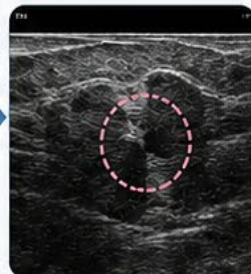
從篩檢異常到確定診斷

1 乳房攝影



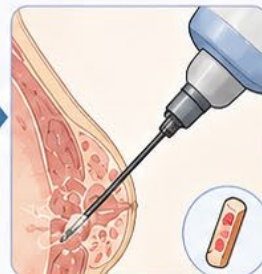
左乳發現微小鈣化

2 乳房超音波



局部低回音病灶

3 粗針切片



取得組織進行病理檢查

病理結果

侵襲性乳管癌

荷爾蒙受體陽性
ER+

HER2 陰性
HER2-

同屬「ER+ / HER2-」大類別
但病人預後可能截然不同



乳房攝影異常 → 超音波 → 粗針切片



病理確認：侵襲性乳管癌



ER+ / HER2- 為常見大類別



問題：治療前仍難分辨
誰真正需要化療



可能造成部分病人
接受不必要治療



部分病人預後良好



接受荷爾蒙治療
病情穩定，生活正常

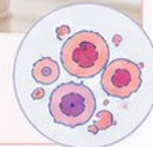
不需要化療也能有良好預後



部分病人可能復發



初期治療後仍可能復發
需要更積極治療



原本未被辨識出的高風險族群

高維度乳癌預後特徵量子映射



患者資訊



陳女士



48 歲



ER+ / HER2-



乳癌術後評估



希望治療更精準

1

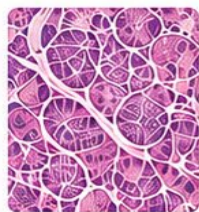
乳房攝影



- 乳房 X 光影像
- 病灶形態與結構

2

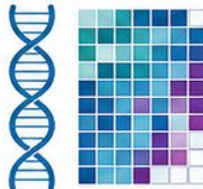
病理切片



- 組織型態
- 細胞特徵

3

基因表現



- 基因表現譜
- 多基因訊號

4

臨床指標



- 年齡、分期等
- 臨床指標數值



資料壓縮

4 萬+ 特徵



4 個數字 / 4 個量子位元

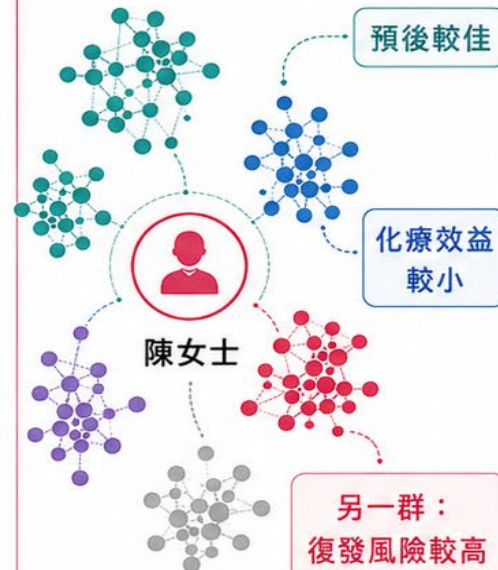
X_1

X_2

X_3

X_4

相似病人地圖



相似度越高，
過往治療經驗越值得參考。

1

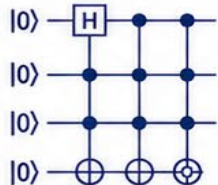
先整合資料



整合影像、病理、
基因與臨床指標，
形成完整多維資料。

2

再計算相似度



以量子電路與演算法
計算病人之間的
相似度分數。

3

最後形成群組



依相似度自動分群，
呈現可視化的
相似病人地圖。



QSVM個人化預後相似度比對

個人化特徵

表面同屬 ER+ / HER2-，
但內部仍有差異

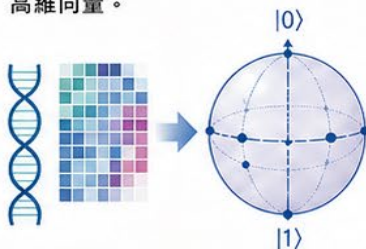


即使診斷相同，基因表現與腫瘤特徵組合
仍可能不同，導致治療反應與預後差異。

量子支援向量機 (QSVM) 核心流程

1 把病人資料映射到 量子特徵空間

將多維的基因表現、臨床與
影像等資料，轉換為可在
量子特徵空間中表示的
高維向量。



2 用量子方式 計算相似度

利用量子電路與內積運算，
計算病人向量之間的
相似度。



相似度 = 內積值

3 找出最相近的 病人群

依相似度由高到低排序，
找出與目標病人最相近的
病人群，作為治療參考的
依據。



精準醫療應用潛力



更細緻分群

將看似相同的病人，
依真實相似度分得更細。



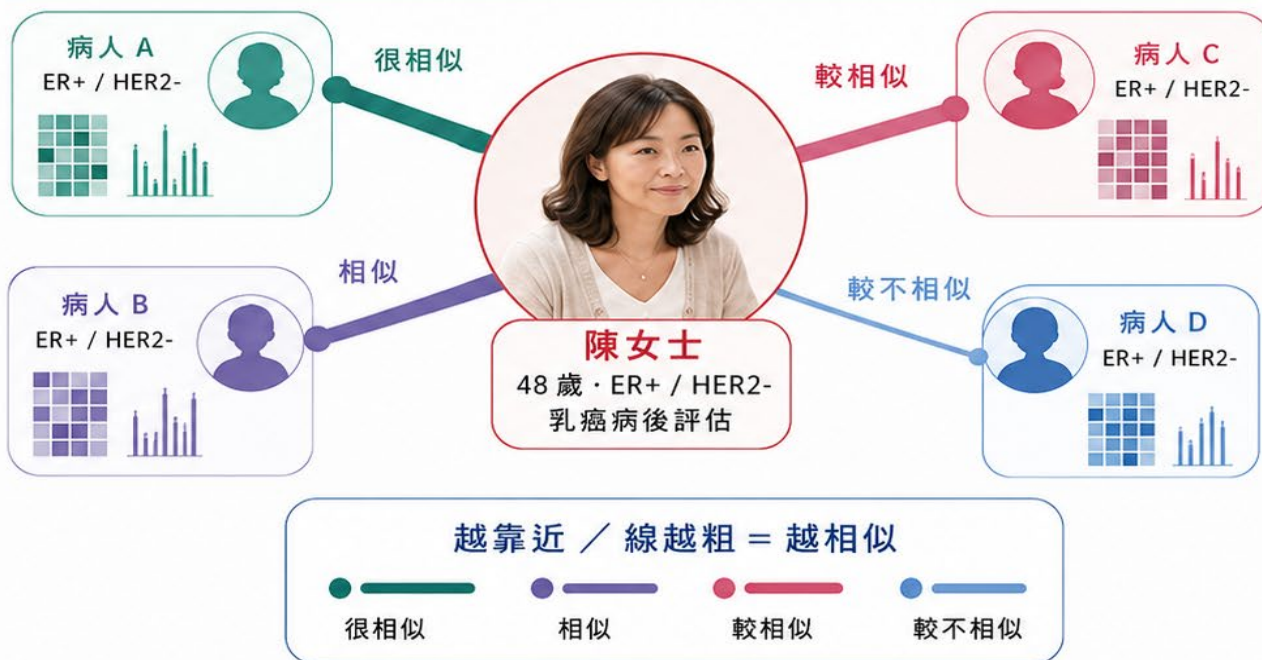
發現隱藏次群

找出傳統方法不易
察覺的隱藏相似群
或推定群。



提供風險分層參考

協助評估預後與治療
反應的風險分層，作為
臨床決策參考。



量子相似度乳癌精準照護應用



定期乳房檢查
關心自己 關愛家人

可能的個人化調整



較少化療

避免過度治療，減少不必要的副作用與長期影響。



更適合的荷爾蒙／標靶策略

依相似病人特徵，選擇更有機會有效的治療組合。



加強追蹤與生活品質考量

依風險層級客製追蹤頻率，重視長期健康與生活品質。

目前常見做法



依大類別亞型決策



手術後荷爾蒙治療



是否加化療
需進一步評估

若相似病人結果顯示



陳女士屬於
**預後較佳、
化療受益較小的
次群**



白血球
低下較少



請假天數
較少



家庭生活
較穩定



治療負擔
較低

病人可能感受到的差異



透過相似病人分析，提供更精準的治療決策，減少過度治療，提升治療效益與生活品質。

QSVM精準照護潛力與挑戰

應用潛力



1 更細緻比較病人相似性

在高維度資料空間中，更精準區分相似與不同，提升分群與比對解析度。



2 可能在樣本較少時仍有用

相較傳統方法，在小樣本下仍能提供有意義的相似性評估。



3 協助發現隱藏次群

有助於揭示不易察覺的分子次群，拓展對乳癌異質性的理解。



4 支援個人化治療研究

提供更細緻的病人相似性資訊，支持藥物反應預測與治療策略開發。



目前限制



1 仍在研究階段

多數研究仍為概念驗證或小型探索，缺乏大規模臨床研究支持。



2 真實量子硬體仍有雜訊

目前量子設備受限於雜訊與穩定性，可能影響結果的可靠度。



3 尚未完成臨床結局驗證

尚未證明能改善預後或臨床結果，與臨床效益仍待驗證。



4 不能直接替代治療決策

不應取代臨床專業判斷與現行治療指引，仍需整合多方資訊綜合評估。



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



不只是科技



劉秋燕

台北醫學大學