

星球永續健康線上直播

星球健康週新知 &

專題: AI 藥物研發產業 (8)

人工智慧個人化精準流感疫苗

2026-03-18

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、羅崧璋、林家妤、陳虹彤



資訊連結:

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

星球永續健康線上直播



<https://www.realscience.top/4>

Youtube影片連結: <https://reurl.cc/gWjyOp>

漢聲廣播星球永續健康:

https://audio.voh.com.tw/TW/Playback/ugC_Playback.aspx?PID=323&D=20240615

新聞稿連結: <https://reurl.cc/no93dn>

本週大綱

- 健康科學新知 (2026 / W11)
- 智慧精準流感疫苗設計
- VaxSeer精準流感疫苗

健康科學新知

2026 / W11

中東能源設施空襲人道危機加劇：「烽火外溢」



中東國家貯油與煉油設施鄰近人口密集區域

德黑蘭煉油廠與沙赫蘭油庫遭轟炸



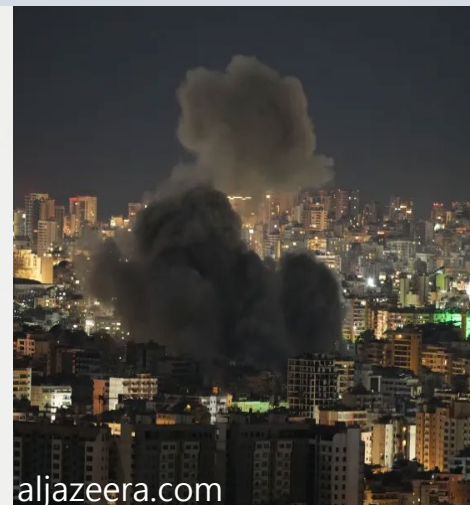
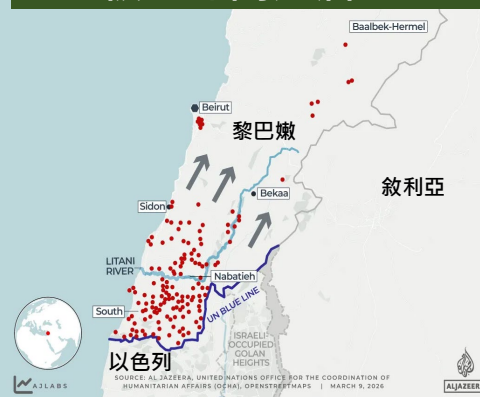
Smoke plumes

bbc.com

油庫與煉油廠燃燒釋放大量污染物
對附近居民呼吸系統與長期健康造成風險

以色列擴大空襲黎巴嫩並攻擊貝魯特市區
衝突一週已造成數百人死亡

至少有約51.7萬人
被迫離開原居地



aljazeera.com

穆吉塔巴·哈米尼接任伊朗最高領袖
權力轉向革命衛隊，戰爭加重伊朗國內壓力



economist.com

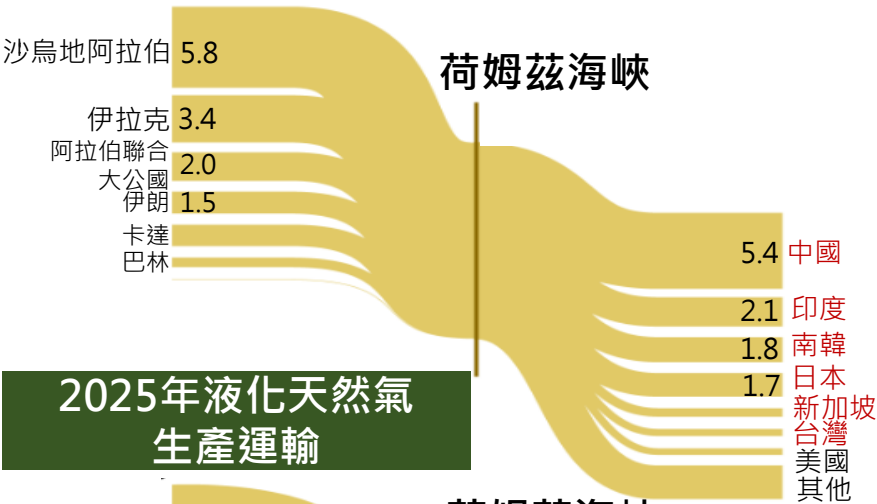


adn.com

中東衝突全球能源供應緊縮：「油海驚濤」

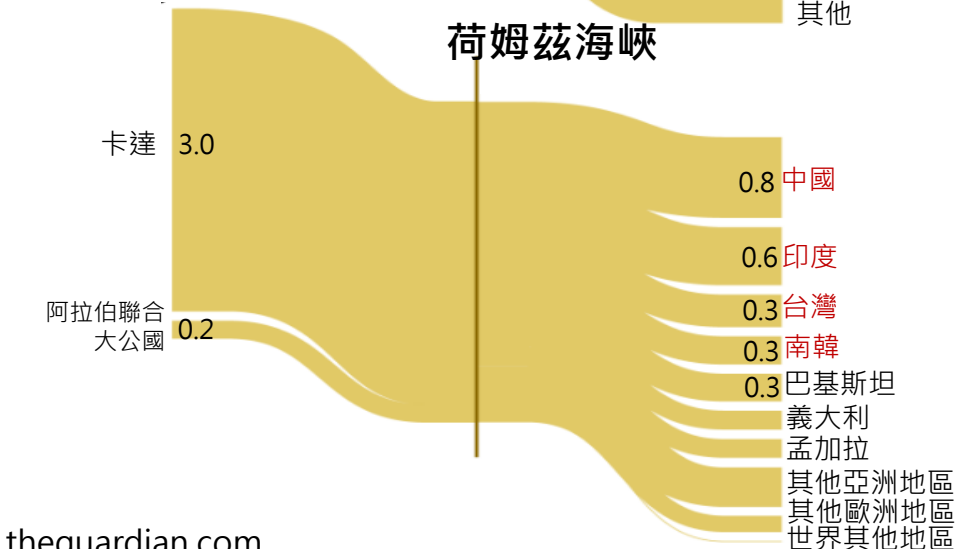
2025年原油生產運輸

單位：每日百萬桶



2025年液化天然氣生產運輸

荷姆茲海峽



七大工業國表示必要時將採取措施穩定能源供應，包括可能動用戰略石油儲備



美國暫時放寬對俄制裁，允許印度短期購買滯留海上俄油，以維持全球能源供應穩定



亞洲高度依賴中東能源，戰事衝擊航運推升油價，恐加劇通膨並影響經濟成長

bbc.com

theguardian.com

bbc.com

川普訪中牽動亞洲經貿安全佈局：「大國控局」



koreatimes.co.kr

美國總統川普預計於3/31-4/2訪問中國
因行程緊湊及安全考量，此行僅停留北京



asahi.com

此次訪問預期以維持中美關係穩定為主
聚焦農產品、波音客機與稀土等經貿議題

美韓舉行「Freedom Shield」軍演
北韓金與正警告美韓軍演恐破壞區域安全



asahi.com
aljazeera.com

北韓持續強化核武嚇阻，估擁約50枚核彈
可能成為與美國談判的重要籌碼

北韓總書記金正恩視察視察驅逐艦進行
海對地戰略巡航飛彈試射



theguardian.com

AI轉化現代戰爭型態：「算戰融合」

Nature, 2025, March

現代戰爭 AI作戰應用

- AI決策支援系統整合衛星、通訊與資料，加速目標辨識
- 可模擬武器效果並評估損害，提升攻擊規劃與打擊效率
- 人類負責最終決策，作戰越來越依賴軟體分析

AI結合地理參照技術提升 目標定位與大規模精準攻擊能力



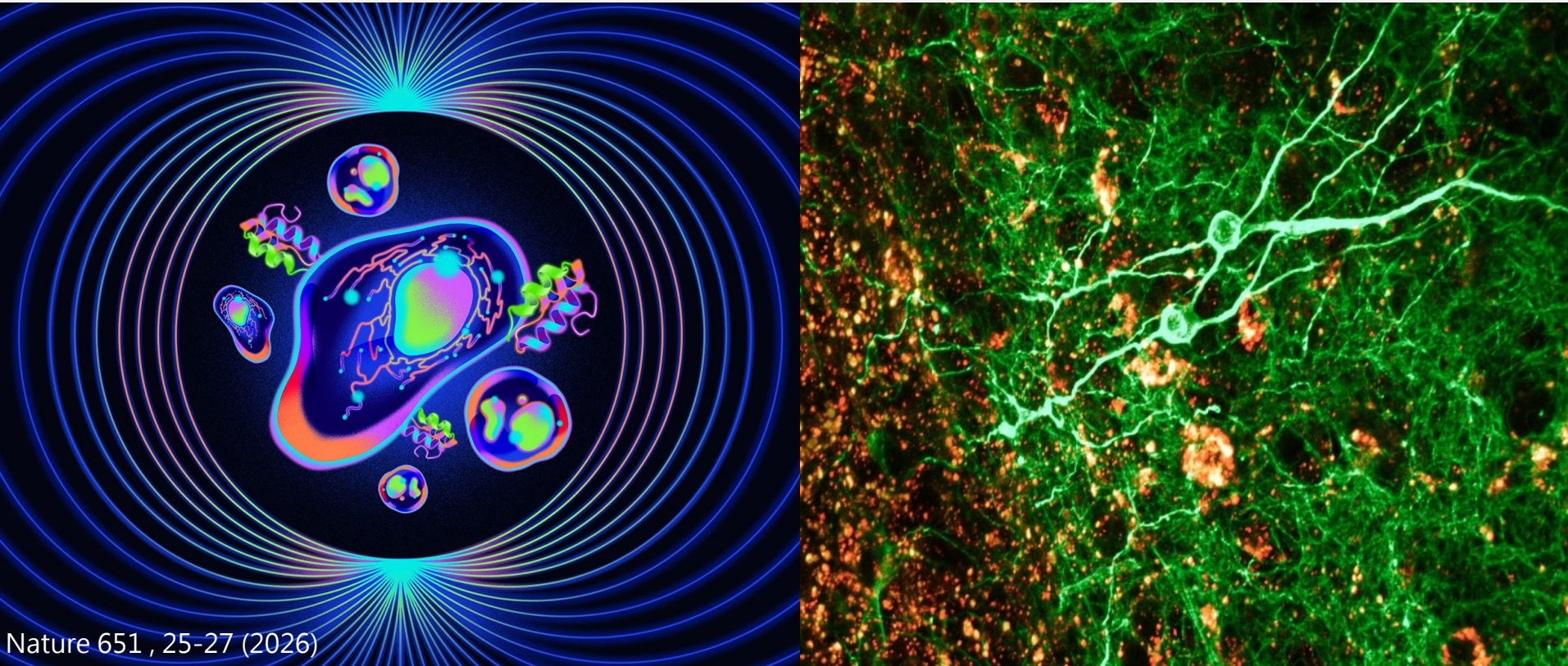
軍事化 AI治理與倫理挑戰

- AI在軍事領域的應用快速擴展，相關治理與監管機制仍難跟上技術發展速度
- 現有技術仍難區分軍事與平民目標，平民傷亡未必下降
- 完全自主致命武器引發倫理與法律爭議

AI工具快速整合戰場資訊辨識打擊目標大幅提升攻擊節奏與戰爭型態
自動化軍事技術擴散可能加劇衝突風險 人類決策監督為治理關鍵

螢光蛋白量子感測創新工具:「量子生醫」

近期研究顯示常見螢光蛋白可形成量子態



- 螢光蛋白可利用三重態自旋形成量子疊加，成為量子感測元件
- 相較鑽石量子感測器，蛋白可透過基因工程精確定位細胞內
- 有機會量測極微弱生物訊號，提升影像與疾病研究能力

AlphaFold 4即將發布:「算力製藥」

AlphaFold 2 (2021) 發展

輸入：蛋白質 amino acid sequence

輸出：蛋白質 3D structure

可預測蛋白質結構 獲得2024諾貝爾化學獎

AlphaFold 3 突破：蛋白質 + 藥物分子互動

進一步預測：

- protein-protein interaction
- protein-DNA
- protein-RNA
- protein-ligand (藥物)

新模型 **IsoDDE**：超越AlphaFold3

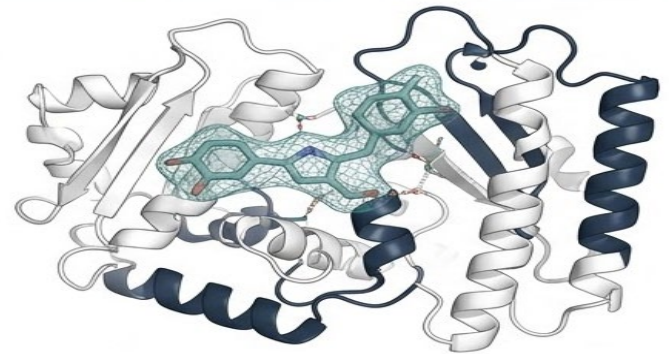
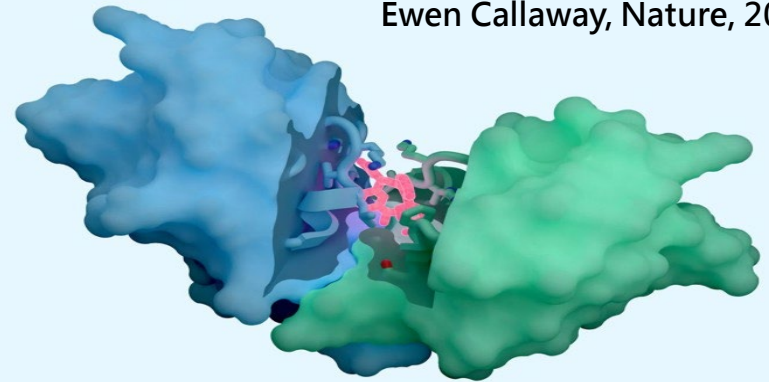
① 可以預測結構

蛋白質 + 藥物如何結合

② 結合強度

如果強度太低藥物就沒有療效

Ewen Callaway, Nature, 2026



- AlphaFold是開源模型，全球研究者都可以使用。
- 但製藥成本很高多數製藥公司採取封閉模型策略
- IsoDDE 的出現有望大幅縮短傳統藥物研發週期並降低臨床失敗率。

智慧精準流感疫苗設計

流感來襲: Pandemic



- 1918 年西班牙流感音世界大戰人口移動快速蔓延大流行造成全球生命威脅與持續經濟衝擊
- 疫情專家CDC顧問卡洛爾博士指出流感再現是時間問題，全球大流行屬於可預期未來風險對經濟與人類活動將造成嚴重影響

人類生活-動物棲地交雜新興傳染病威脅提高



能夠對抗所有的流感病毒



會是前所未見的全新病毒



對我們人類造成威脅



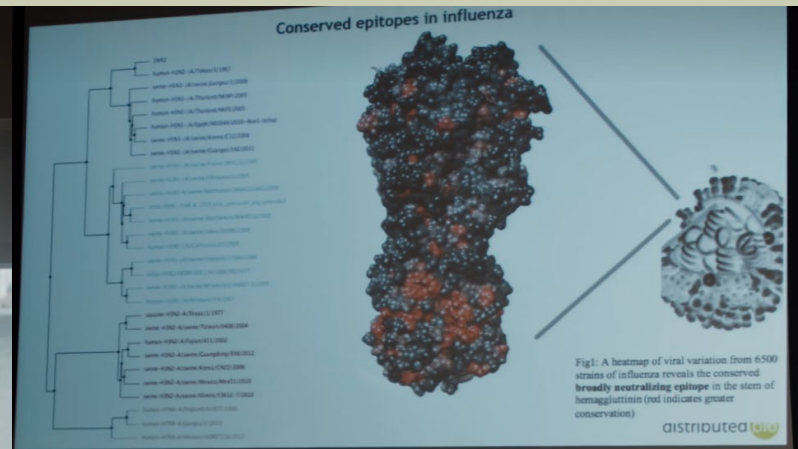
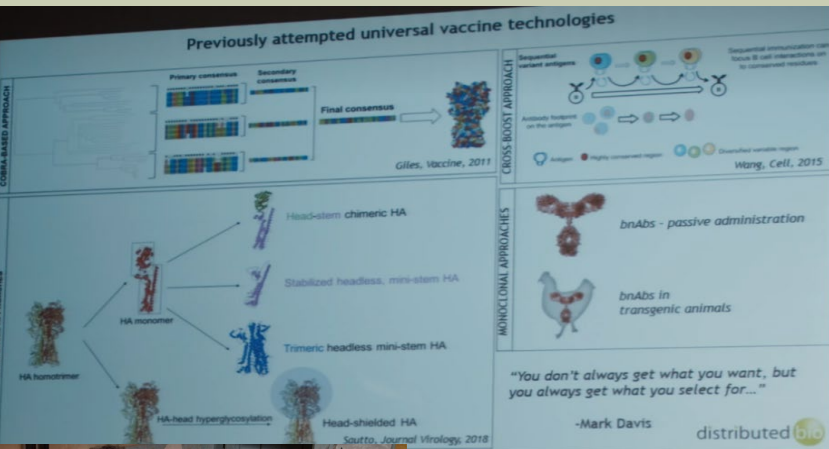
正密切注意一株新型禽流感病毒
稱為H7N9

CHINA, 2013
A new strain of Bird Flu emerges: H7N9

病毒就在鳥類體內

- 中國與越南邊境活禽市場為流感病毒產生與突變重要環境，高密度養殖與動物交易提高病毒跨物種傳播風險
- 疫情監測應在牲畜中提前數週發現病毒跡象，以避免在人類社會爆發後才察覺
- 全球航班與城市高密度人口使新型病毒容易迅速擴散，對醫療體系與社會造成壓力

高效流感疫苗疫情控制解方



基本上我們採取不同作法

問題是病毒突變得很快

能夠抵抗所有或許多流感菌株



- 舊金山的疫苗新創公司 Distributed Bio在資金有限的情況下研發通用流感疫苗，期望能同時對抗現有與未來可能出現的流感病毒株
- 執行長格蘭維爾強調疫苗應能被全球人口取得，包括無力負擔者，團隊最終獲得比爾及梅琳達·蓋茲基金會 200 萬美元資助

流感疫苗株預測與製造挑戰

Shi, et al., 2025

6-9 個月的實體生產週期 (滅活流感疫苗)

病毒抗原漂移(Antigenic Drift)與快速突變

季節疫苗生產遲滯

活流感疫苗需要 6-9 個月的生產週期

整體保護力不足

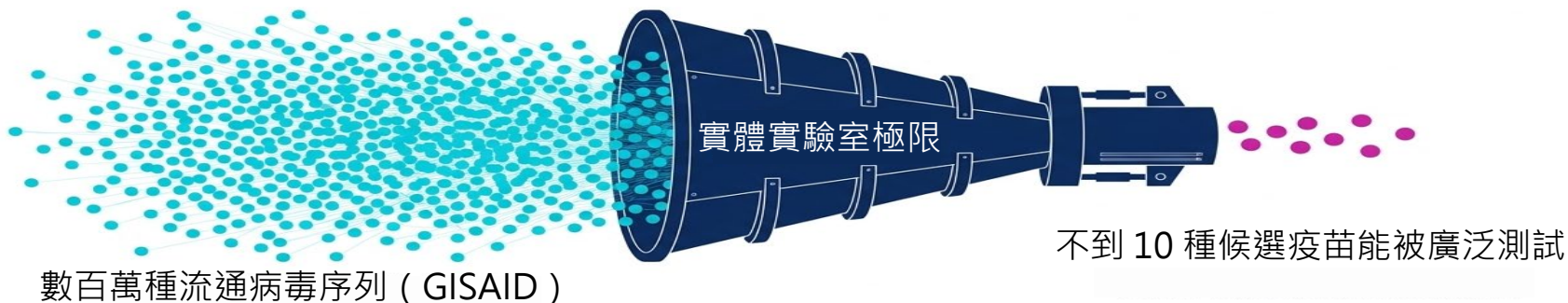
根據美國估計，在 2012-2021 年的流感季中，有 5 年的整體疫苗保護力低於 40%

極端案例

2014-2015 流感季，疫苗保護力僅 19%

核心挑戰：當疫苗投入使用時，預先選擇的病毒株往往已與實際傳播變異株不同

傳統血球凝集抑制試驗 (HI) 的擴展性瓶頸



現狀 (In vitro)

WHO 合作中心依賴雪貂抗血清進行實體 HI 試驗。受限於資源與實驗室負載，通常只能針對不到 10 種候選疫苗進行廣泛測試

挑戰

無法將每一種候選疫苗與未來可能流行的「所有」新興病毒株進行交叉比對

典範轉移：從「實驗室抽樣」走向「全數據預測」

	傳統 WHO 專家小組 (被動反應)	VaxSeer AI 模型 (主動精準)
維度一： 數據廣度	僅能透過體外試驗 (in vitro) 測試極少數候株 (通常小於 10 株)。	電腦模擬 (in silico) 篩選龐大基因庫，突破實驗室量能與物理限制。
維度二： 時間動態	高度依賴靜態的歷史實驗數據與被動監測。	運用蛋白質語言模型與常微分方程 (ODEs) 動態預測未來優勢度變化。
維度三： 決策基礎	高度仰賴專家小組共識，難以標準化放大量能。	輸出單一量化的「預測覆蓋分數 (Coverage Score)」，提供客觀決策基準。

流感疫苗保護預測雙軌模型

Shi, et al., 2025



未來病毒優勢度

×



疫苗-抗原匹配度

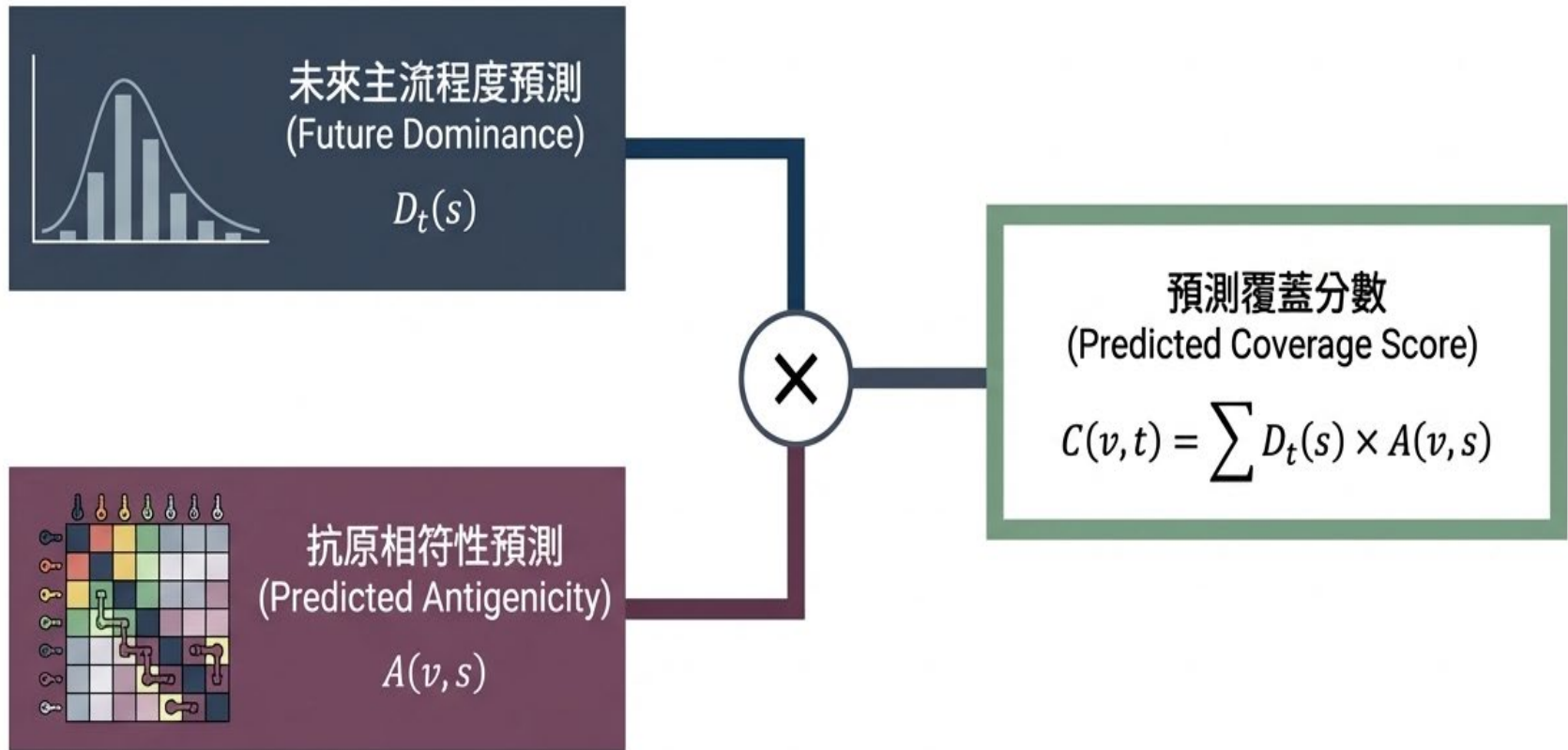
=



預測保護分數

疫苗臨床防護力取決於
特定病毒在流感季出現可能與疫苗中和該病毒能力

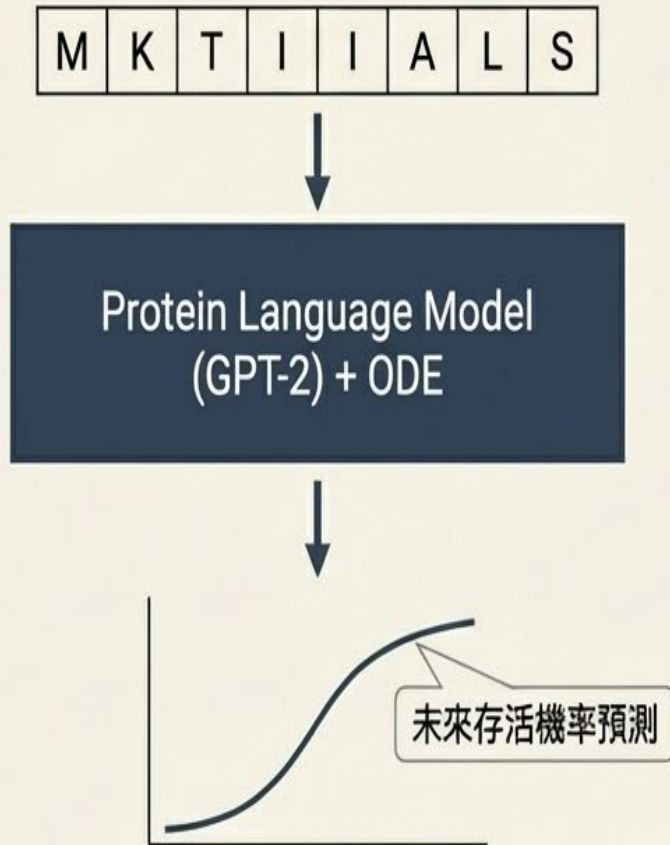
核心創新：整合演化與免疫的「預測覆蓋分數」



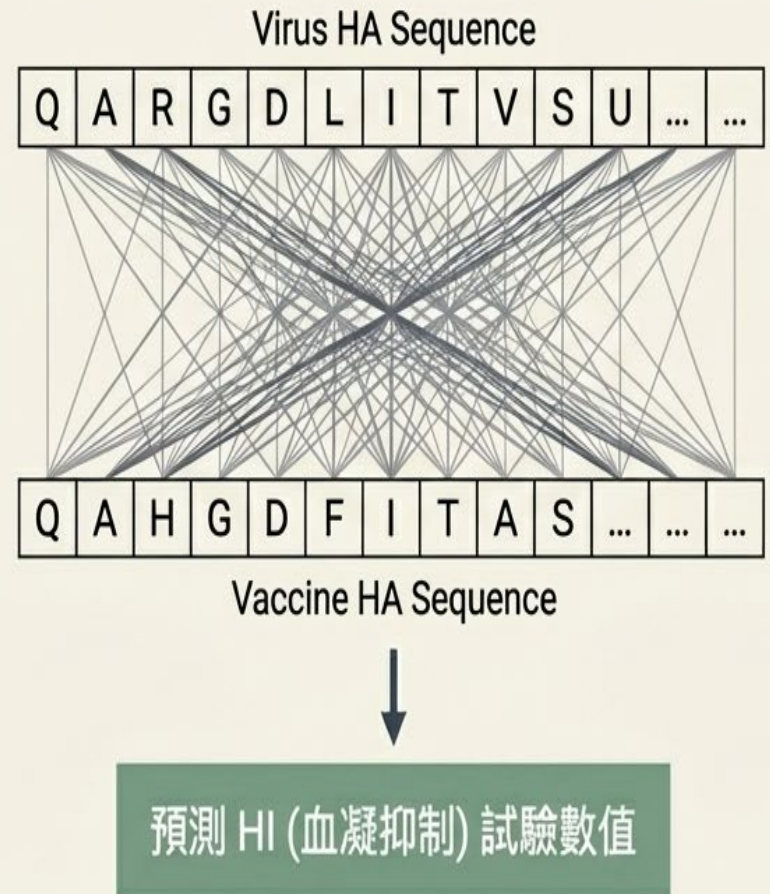
最佳的個人化/精準疫苗不僅要「殺傷力強（高抗原性）」，更要「打得準（高主流匹配）」。

雙引擎解剖：運用自然語言處理 (NLP) 解析病毒基因

引擎 A：未來預測 (Dominance Predictor)



引擎 B：抗原匹配 (Antigenicity Predictor)



流感疫苗人工智慧生產製造輔助

Shi, et al., 2025



「VaxSeer數位虛擬實驗室」



數位演算

(In silico)

免除物理實驗空間與時間限制，在數位環境中
並行測試數百萬種
候選疫苗抗原組合



精準預測

(Prospective)

由分析過去優勢株
轉向
主動預測未來演化支



雙軌並行

(Dual-Track)

同時評估病毒
「流行優勢度」
與
「抗原匹配度」

透過數位演算突破傳統實驗室瓶頸，精準預測病毒
演化與抗原匹配度

VaxSeer精準流感疫苗

數位(Insilico)試驗高效疫苗研發

Shi, et al., 2025



傳統動物試驗與濕實驗室驗證

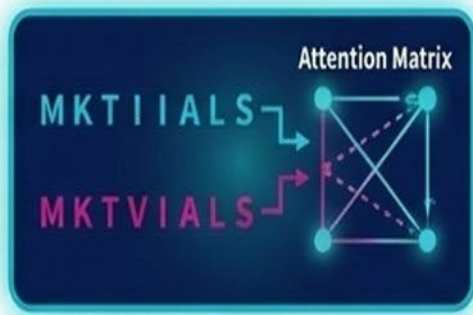
輸入 (Input)

MKTIIALS
MKTVIALS

成對序列比對

候選疫苗與流通病毒的
HA 序列配對

引擎 (Engine)



多重序列比對
轉換器

從歷史HI試驗數據中學習
捕捉蛋白質的複雜交互作用

輸出 (Output)

HI: -6

預測 HI 檢測結果
(抗體抑制能力)

流感病毒演化智慧模動態預測

Shi, et al., 2025

輸入 (Input)

流感病毒HA序列片段

MKTIIALS



流感 HA 蛋白質
序列與採集時間

引擎 (Engine)

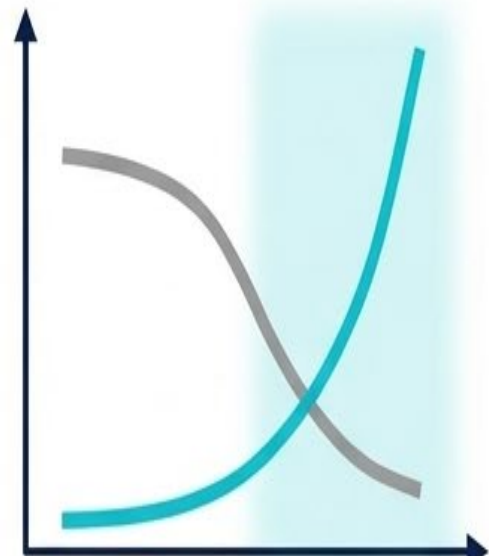
大型語言
模型



常微分
方程式

結合語言模型與
可變方程模組
學習完整胺基酸序
列動態轉變

輸出 (Output)

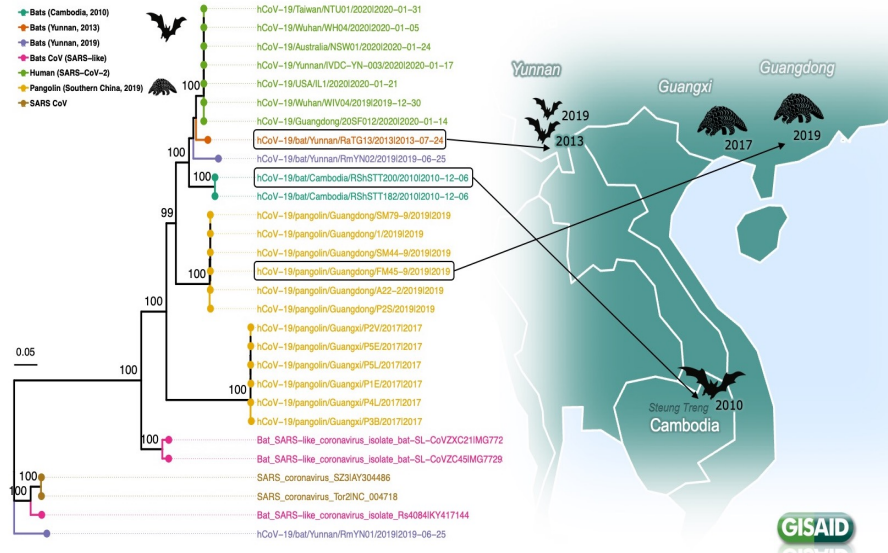


生成動態演化曲線

流感流行病毒監測RWD

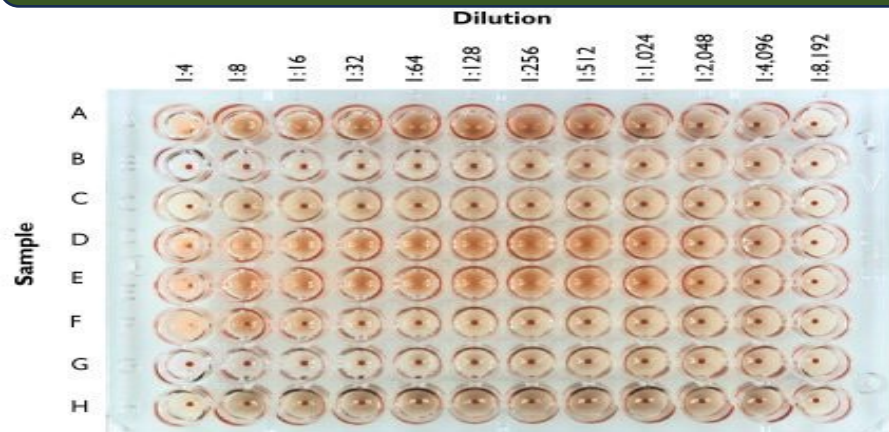
Shi, et al., 2025

流感流行病毒株監測資料



2003-2023
 394090 提交HA 序列
 北美洲、歐洲、亞洲
 H3N2: 2,856
 H1N1: 23,736
 歷史序列訓練
 預測未來流行病毒株

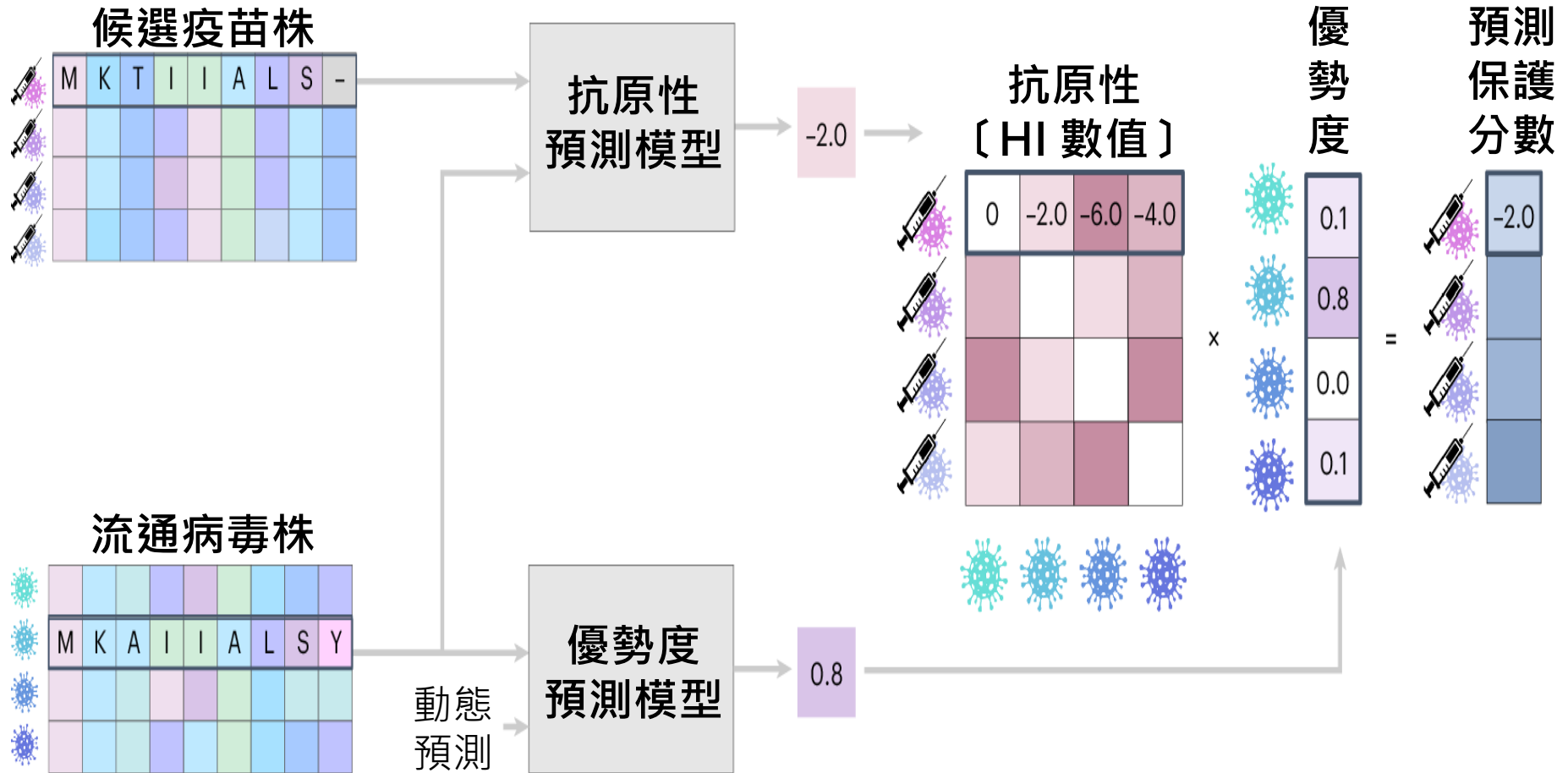
流感病毒-疫苗凝血酶元中和力實證資料



2003-2023 WHO 試驗資料
 病毒株-疫苗株匹配
 HI抑制抗體稀釋度
 對應GISAID流行病毒株
 H3N2: 2731病毒-255疫苗對
 H1N1: 3068病毒-109疫苗對

AI 預測疫苗株保護效益的計算流程

Shi, et al., 2025



預測病毒未來
流行優勢度

比對序列預測
抗原匹配度

加權計算疫苗
整體保護力

AI流感疫苗株精準預測

Shi et al, Nature Med 2025

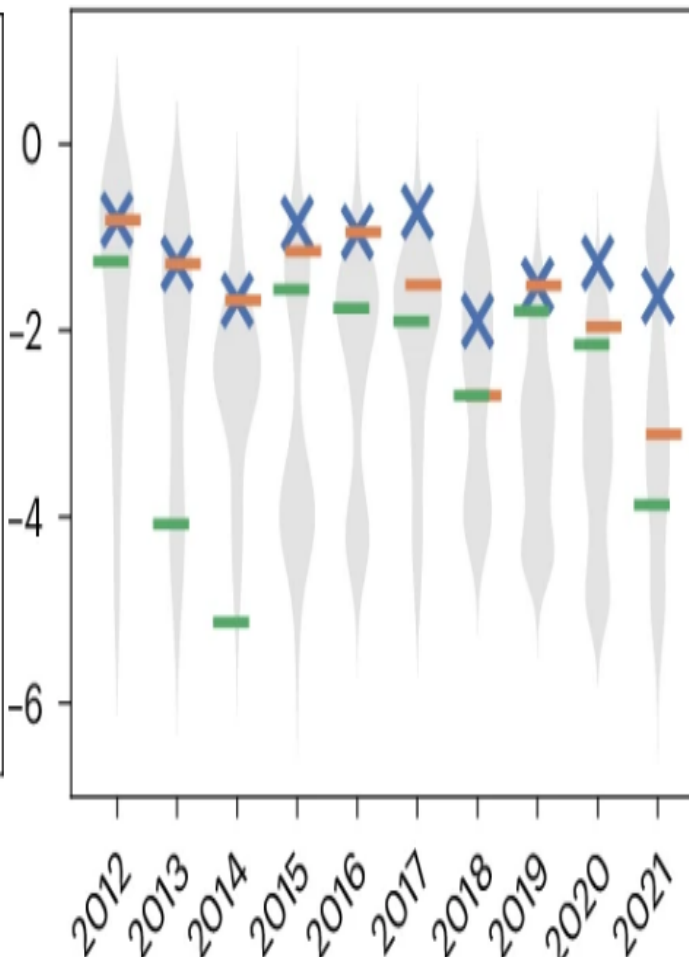
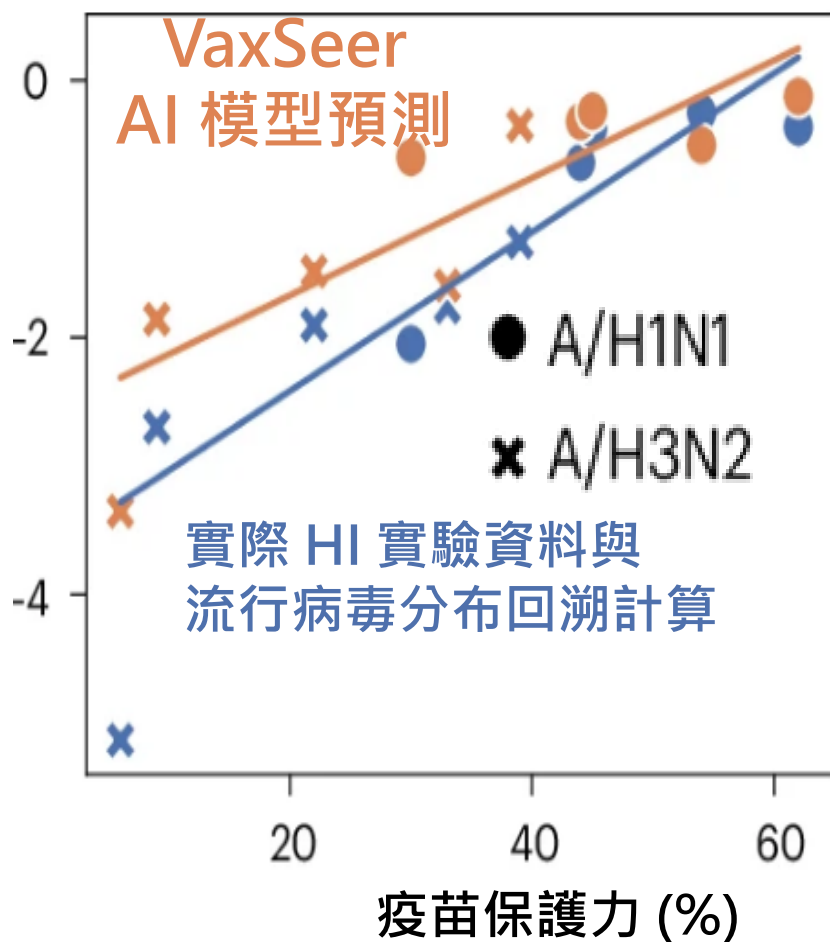
疫苗覆蓋指數

疫苗株對未來流行病毒
抗原相符性



該病毒未來流感季
主流程度

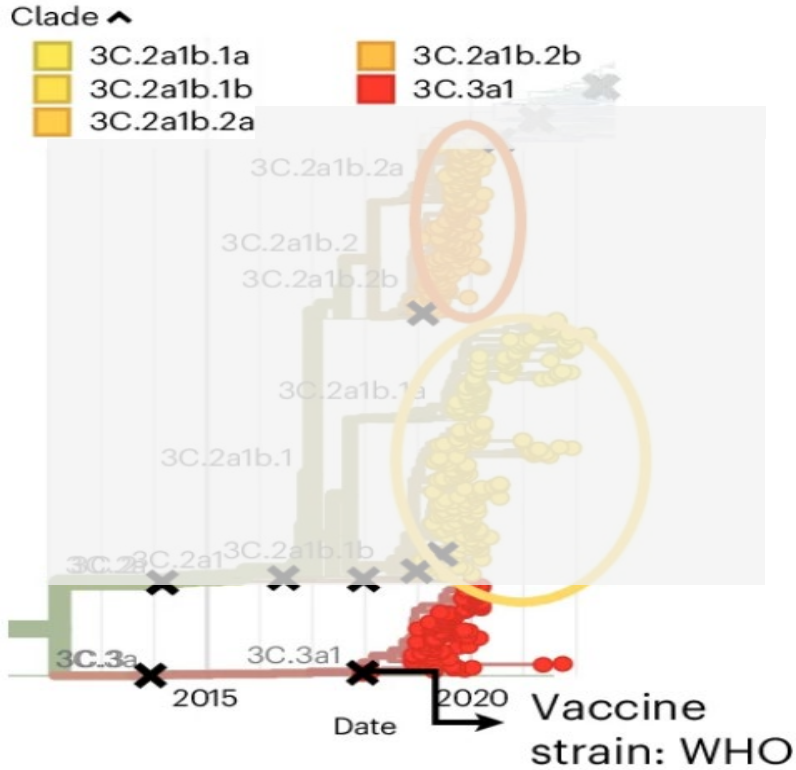
疫苗保護指數



疫苗株選擇策略 單一支 vs 演化主幹

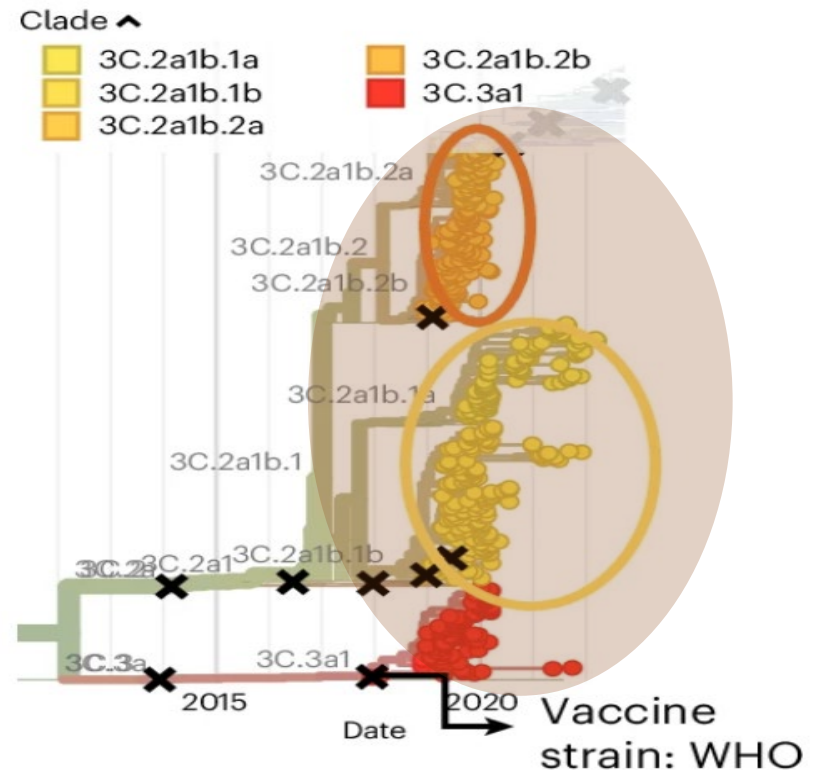
Shi, et al., 2025

WHO 策略覆蓋



WHO 選擇的疫苗株預測 3C.3a1 演化支，涵蓋範圍狹窄錯失相關流行變異株

VaxSeer 策略覆蓋



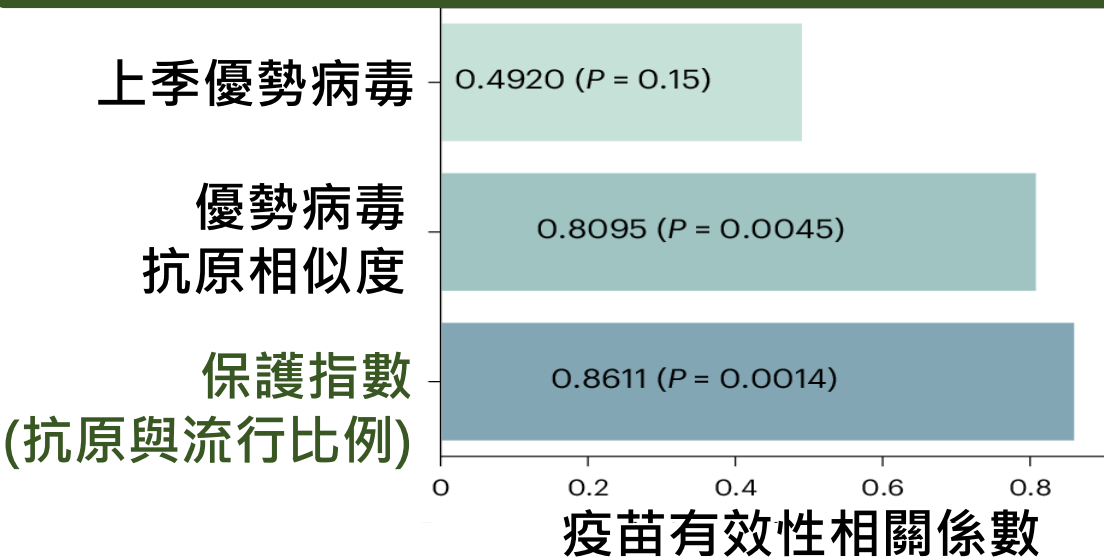
VaxSeer 選擇的疫苗株涵蓋多數變異株，涵蓋未來持續擴張其他分支

VaxSeer 能敏銳捕捉正在擴張的演化主幹

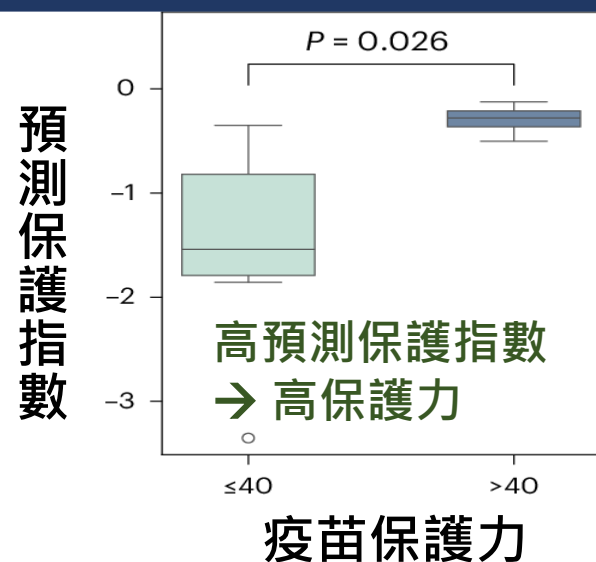
VaxSeer 預測分數與疫苗保護力的實證

Shi, et al., 2025

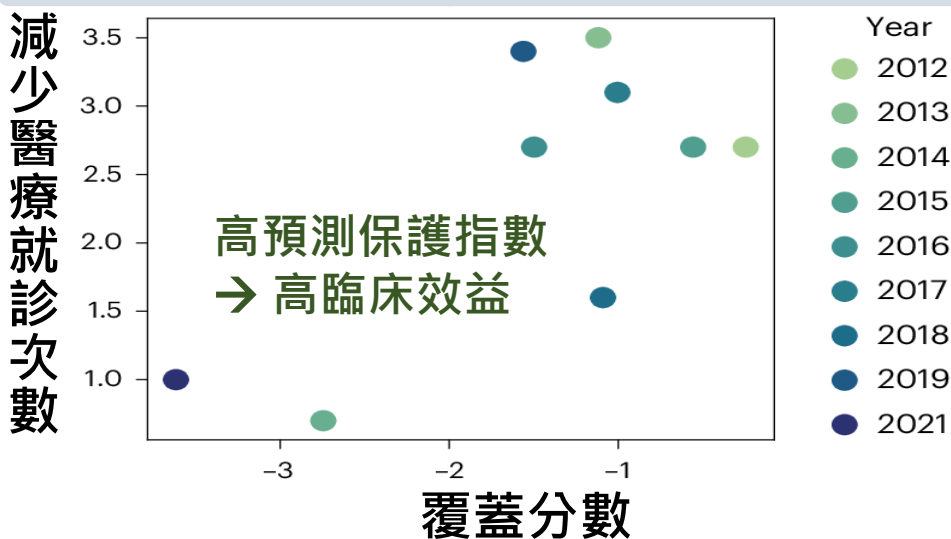
疫苗抗原預測方法與有效性評估



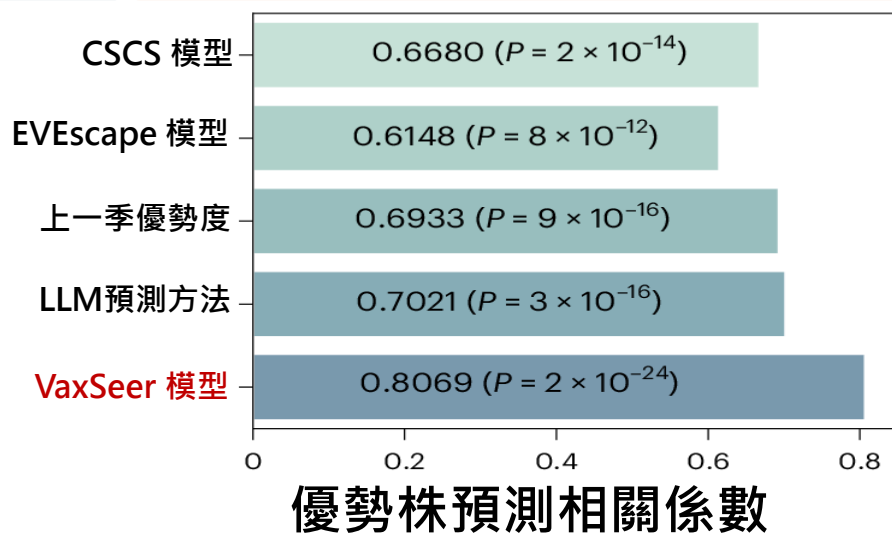
覆蓋指數與疫苗保護力



預測保護指數與臨床保護力



與既有預測模型比較



提升疫苗匹配度臨床與社會效益

Shi, et al., 2025

減少醫療就診次數



VaxSeer 分數越高的疫苗，能顯著幫助美國減少數百萬次的流感相關醫療就診(正相關性 $r = 0.6993$)

減少症狀感染



更高的預測保護分數，使全球有症狀感染病例下降，有效降低整體社會的疾病負擔

抗原匹配度提升+流行病毒株精準預測
→ 減少數以萬計醫療利用、急診壅塞、重症病例

星球永續健康 線上直播



林庭瑀
博士



陳秀熙
教授



國立台灣大學



林家妤



許辰陽
醫師



梅少文 主持人



侯信恩 主持人



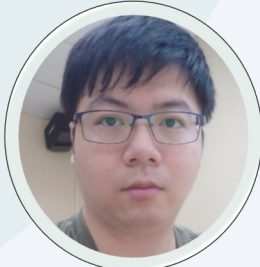
楊心怡 製作人



陳虹彦



劉秋燕



羅崧璋



嚴明芳
教授



陳立昇
教授



不只是科技



台北醫學大學