

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 (7)

人工智慧個人化癌症疫苗

2026-03-11

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 / W10)
- AI輔助個人化癌症疫苗
- 精準智慧黑色素癌疫苗臨床試驗

健康科學新知

2026 / W10

美國-伊朗武裝衝突定位爭議：「戰雲密布」



bbc.com

美以攻擊伊朗後，伊朗反擊多國與美軍目標
戰事延伸至黎巴嫩並威脅波斯灣航運



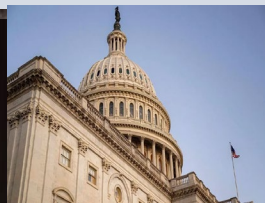
美國駐沙烏地阿拉伯大使館
遭受飛彈攻擊

ksltv.com

美國與以色列空襲伊朗飛彈、防空、艦隊等
軍事與核設施 並擊斃最高層軍事人員



美國國會限制
川普宣戰權
議案遭否決



economist.com

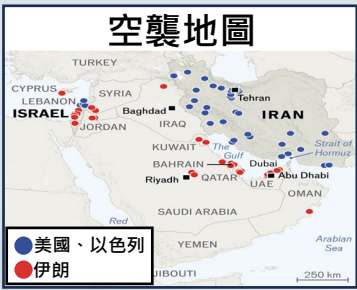
美國稱行動約四至五週，但未排除延長或
擴大軍事介入，戰爭走向仍不確定

川普趁伊朗軍力與政權支持度下降時與以色列發動聯合攻擊削弱對手陣營建立歷史地位

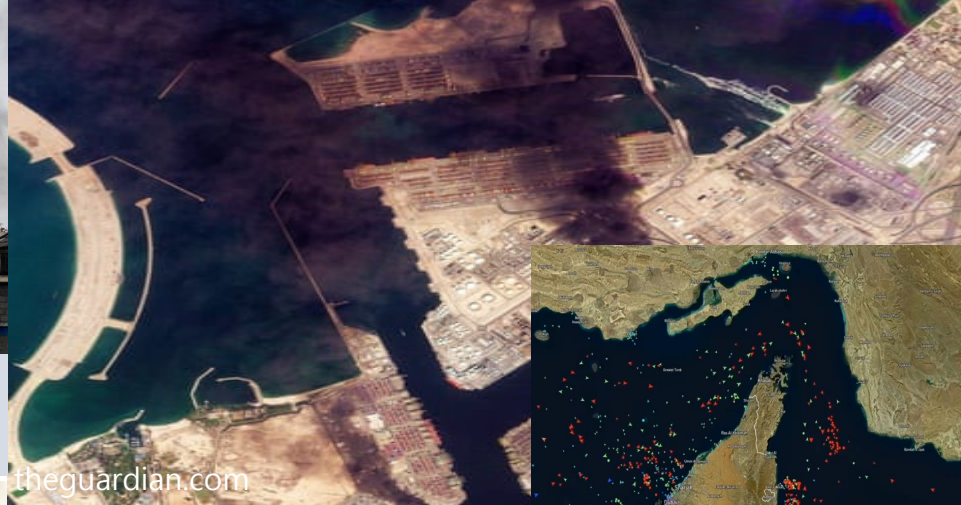


abc.net.au
aljazeera.com

中東地緣危機全球影響：「油震天下」



伊朗攻擊海灣多國能源設施與港口，荷姆茲海峽航運近乎停滯，全球能源供應受阻



伊朗戰事擴大波及全中東國家與土耳其
黎巴嫩與周邊真主黨相關國家情勢快速惡化

油氣供應中斷引發能源市場震盪
戰事持續將推升全球通膨不利經濟成長



加薩邊境封鎖導致糧食供應急速下降，物價上升並引發飢荒憂慮，人道危機再度升高

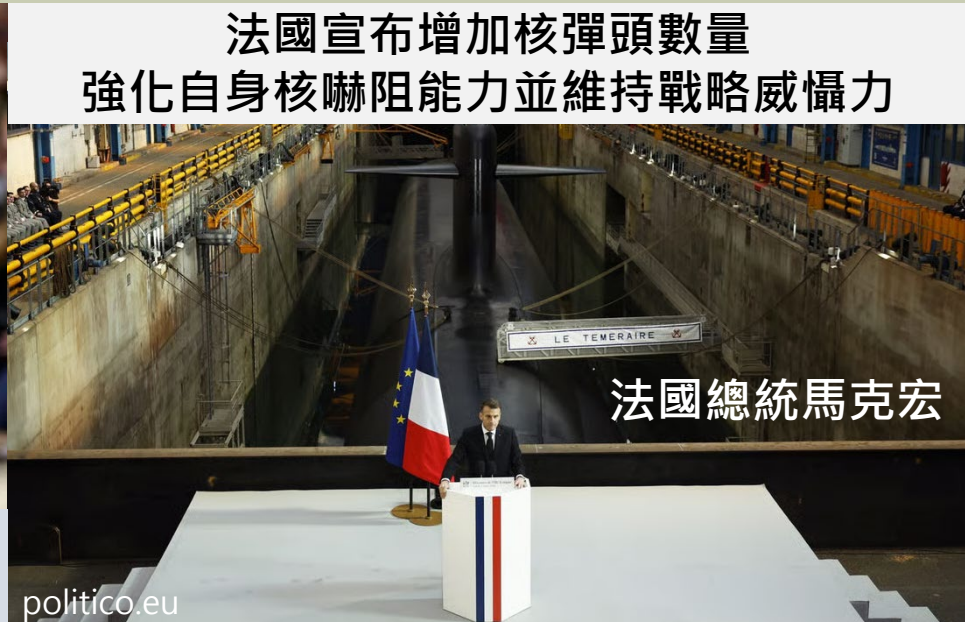
economist.com
atlanticcouncil.org

美英同盟生隙 歐陸儲備核武:「同盟裂痕」



bbc.com
arch-web.com.tw

英國默許美軍進行防禦性打擊伊朗飛彈設施
試圖在盟友合作與法律限制間取得平衡



法國宣布增加核彈頭數量
強化自身核嚇阻能力並維持戰略威懾力

法國總統馬克宏

politico.eu

德國、波蘭、瑞典等國
推動歐洲核嚇阻合作並展開戰略對話



aljazeera.com

伊朗以飛彈與無人機回擊波及英軍基地
英美關係因中東戰略分歧關係緊張

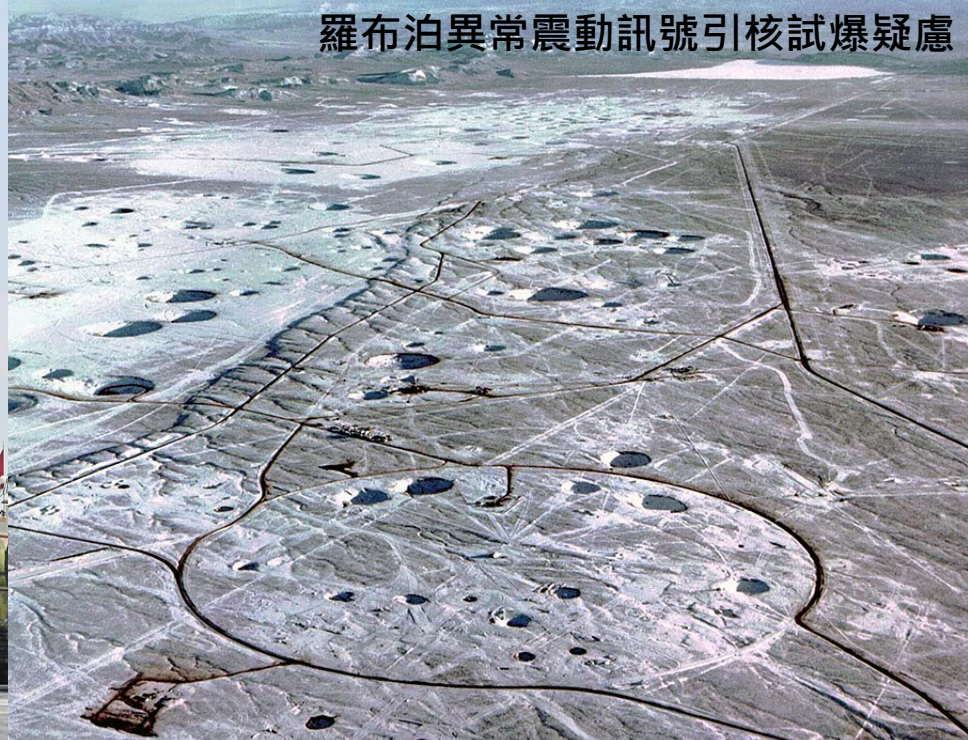


unn.ua
aa.com.tr

國際核武管制挑戰：「核序動搖」

近年國際核武管制體系面臨改變

Science.org
Nature 650, 800 (2026)



- 中國羅布泊附近偵測可疑震動，引起低當量核試疑慮但尚未證實
- 美俄核武軍控條約失效，歐洲宣布提高儲備，全球既有軍備競賽抑制與穩定架構承受各方壓力與挑戰且缺乏主要支持
- 學界警告恢復核試恐引發軍備競賽並增加環境與健康風險

AI軍武轉化壓力:「AI軍臨界」



OpenAI與國防部達成軍事使用協議 但表示AI模型將部會使用於美國國內監控任務



在AI服務商Anthropic拒絕美國國防部要求作為大規模監控與自主武器發展後被列為供應鏈風險機構

數百名科技產業員工包含Google AI簽署公開信要求撤銷供應鏈風險認定以及拒絕AI軍武使用

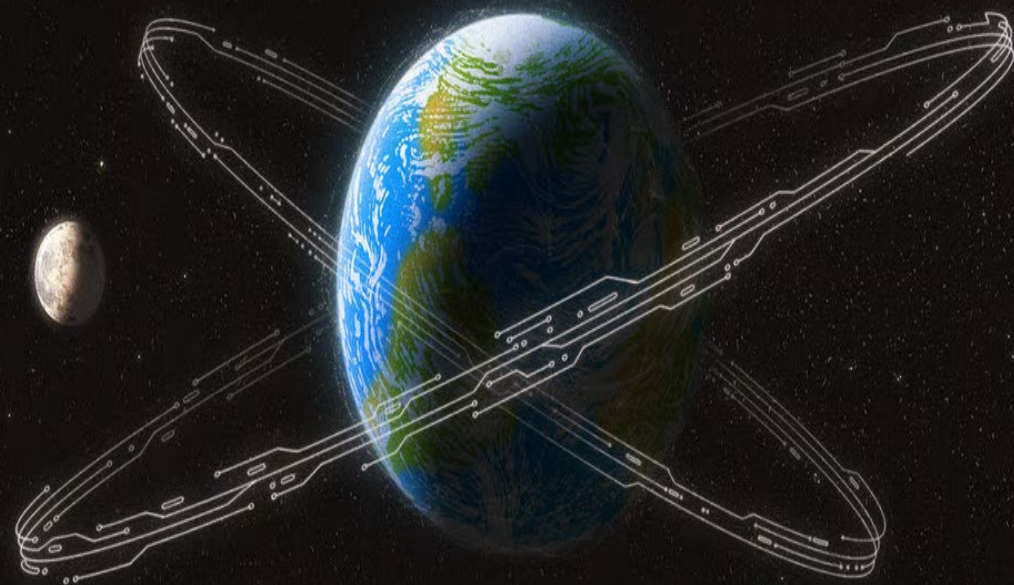


美國武器製造商洛克希德馬丁表示將於6個月內於製程中完全移除Anthropic相關應用



太空資料中心可行性：「算力上天」

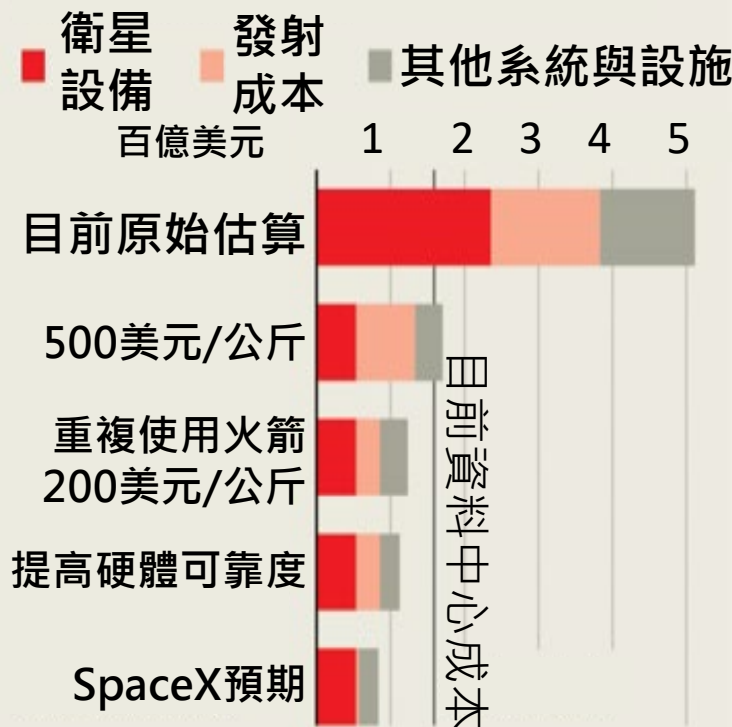
科技業提出在軌道部署運算衛星，透過大量運算衛星在軌道互聯，形成分散式太空資料中心



The Economist

太空資料中心成本結構

1GW太空資料中心成本情境比較



- 地面資料中心受電力與建設限制，促使業界探索太空運算設施
- 成本取決於發射價格、衛星功率密度與設備成本
- 若可重複使用火箭降低發射費用，太空資料中心具經濟可行性

未來生物研究Auto-Lab：「智實共研」

- 西北大學博士生為降低「無細胞蛋白質合成」成本，在 4 個月內完成超過40次實驗測試1,231種條件成功建立新流程使成本降低 6 倍
 - 新的 AI 自動化實驗室系統（OpenAI GPT-5 + Ginkgo 機器人）卻可在 6 個月內測試 30,000+ 實驗條件並進一步降低成本40%
- ➡ AI + 機器人能自動化進行大規模實驗優化

自動化實驗室流程: AI 科學家+ 機器人

1. LLM (GPT-5) 分析實驗結果
2. 設計下一輪實驗
3. 實驗室機器人執行操作 (如液體轉移)
4. 人類研究者提供材料與調整 protocol
5. AI 記錄實驗筆記、提出假設

Ewen Callaway, Nature, 2026

AI 在生物實驗中的優勢

- ① 大量參數搜尋：可快速測試多種實驗條件
- ② 自動化流程：能自動完成重複性工作，提高研究效率



AI 在生物實驗中的劣勢

- ① 機器人動作靈活度有限
- ② 很多研究沒有明確的測量指標難以量化
- ③ 成本與設備問題

未來生物研究可能發展為雲端自動化實驗室由AI 輔助生物科學家進行創新研究

氣候變遷跨物種影響：「生態警鐘」

研究現象

Warren Cornwall, Science, 2026

- 在未受砍伐或開發的完整熱帶森林中，鳥類數量仍持續下降
- 多數物種為全年棲息於森林的留鳥，並非遷徙物種

可能原因

氣候變遷

- 乾季升溫約 $+1^{\circ}\text{C}$ 乾季
- 降雨量下降約 7%

降雨極端化

- 過乾或過濕都會影響

鳥類存活

昆蟲減少

- 鳥類主要食物來源下降
- 例如毛毛蟲數量下降約 10%

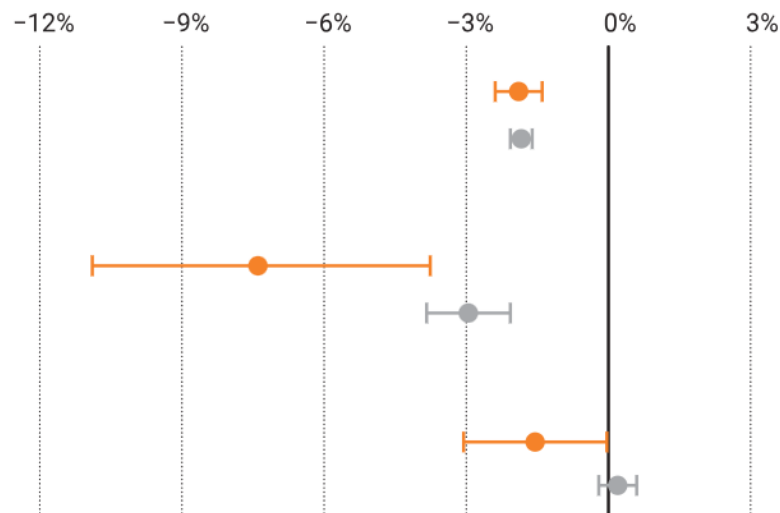
食蟲鳥類

巴拿馬
食蟲鳥數量下降 57%
(1979–2023)

厄瓜多
食蟲鳥數量下降 83%
(2001–2024)

巴西
食蟲鳥數量下降 44%
(1980–2016)

整體鳥類

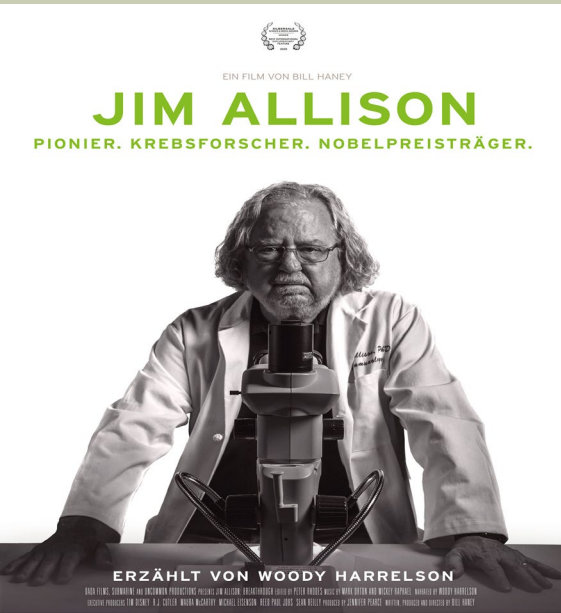


重要警訊

- 鳥類減少可能改變整個雨林生態系
- 即使在未受人類活動破壞的原始森林，氣候變遷仍可能造成大規模生態衝擊

AI輔助個人化癌症疫苗

癌症免疫療法之父 Jim Allison-Breakthrough



- Allison自幼接連經歷母親、舅舅、兄長罹癌離世，自己也曾三度罹癌
- 親眼見到家人接受放射治療與化學治療時承受痛苦畢生投入免疫療法研究
- 即使面對醫界質疑與製藥產業阻力在 T 細胞研究中找到攻擊腫瘤細胞的關鍵為癌症治療帶來重大突破。

治癒癌症信念投身免疫療法研發



代上大學很棒



(T細胞 生病細胞)
但他們不清楚受體的運作方式



(健康細胞)

科學家知道T細胞能藉由表面分子

STUDIES ON BACTERIAL ASPARAGINASES:
I. ISOLATION AND CHARACTERIZATION OF A TUMOR INHIBITORY ASPARAGINASE FROM ALCALIGENES EUTROPHUS
II. INSOLUBILIZATION OF L-ASPARAGINASE BY COVALENT ATTACHMENT TO NYLON TUBING
by
James Patrick Allison
研究天門冬素酶讓詹姆斯相信



索爾

他當時提出利用免疫系統治療癌症

- Allison大學時期投入抗癌藥物 細胞研究在德州大學奧斯汀分校完成微生物與生物科學博士學位
- 在癌症中心T 細胞抗原受體研究與免疫腫瘤學建立重要基礎
- 提出 CTLA-4具有抑制 T 細胞活化作用為免疫反應煞車機制成為免疫療法理論基礎

免疫療法癌症治癒解方

免疫療法與傳統化療作用不同
以傳統評估方法易誤判療效



第一位接受免疫療法病患 Sharon



罹患晚期黑色素瘤

將Sharon納入
創新免疫療法
醫師
Wolchok



(傑德) 他們全家

BMS研發人員
有一年時間, 臨床研究找不到人
Humphrey

- 1980年代干擾素癌症療法失敗使科學界對免疫療法普遍抱持懷疑態度
- 患者莎倫為首位臨床試驗者並成功存活成為免疫療法早期的重要見證者
- 在續推動抗 CTLA-4 藥物開發下最終在生技公司與藥廠合作下逐步推進臨床應用

精準高效抗體設計挑戰

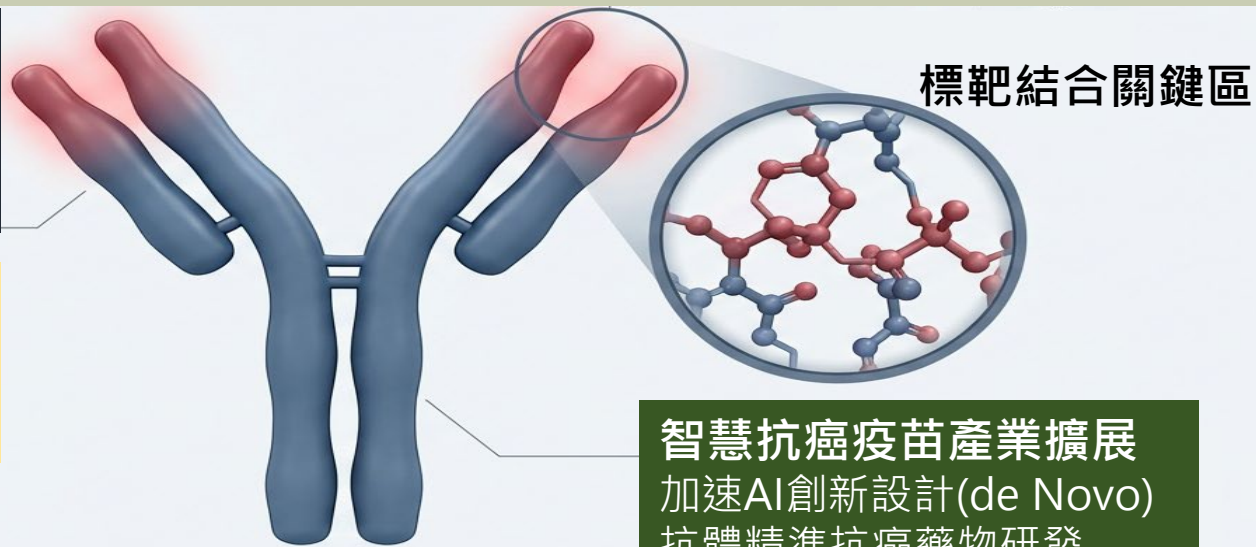
Callaway, et al., 2025

傳統AI設計限制

過往AI難以預測抗體用於辨識抗體高可變性區域形狀

先進AI關鍵解方

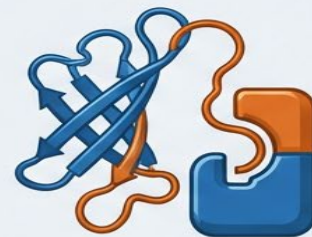
新一代演算法大幅提高對可變區域預測精準度。



高可變
結合區域
(Flexible Loop)



次世代AI模型

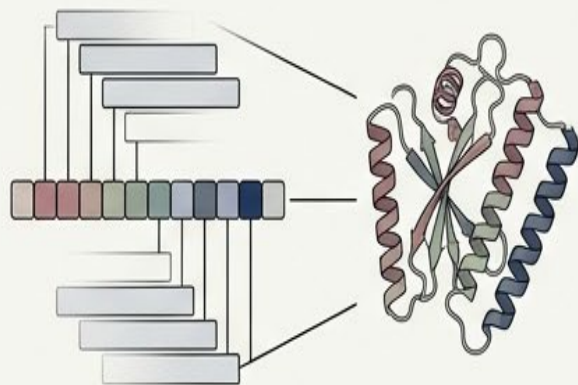


精準結構
標靶抗體

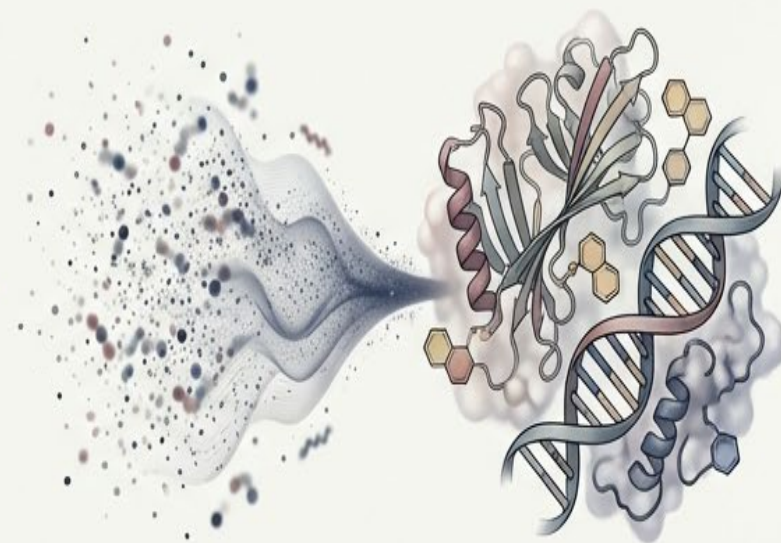
- 次世代AI模型(如 AlphaFold) 智慧精準抗體研發工具成功克服高可變區建模預測難題
- 技術突破使抗體設計工程與相關製藥產業快速擴展

人工智慧抗體設計解方

Callaway, et al., 2025



物理力學
擴散模型



AlphaFold2

多序列比對與
既有蛋白質
鍵結力資料庫
預測生成抗體
立體空間結構

立體結構指標
(pLDDT)
評估預測可信度
(分數 0 至 100)
判斷各區域可靠程度

AlphaFold3

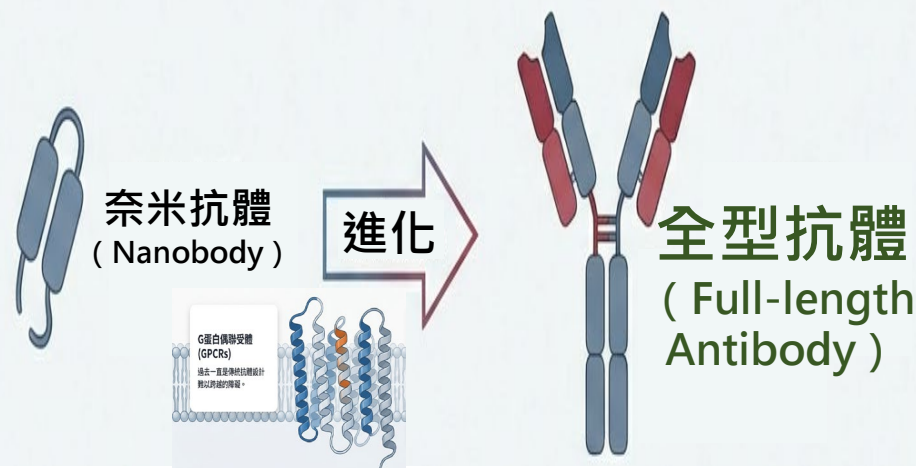
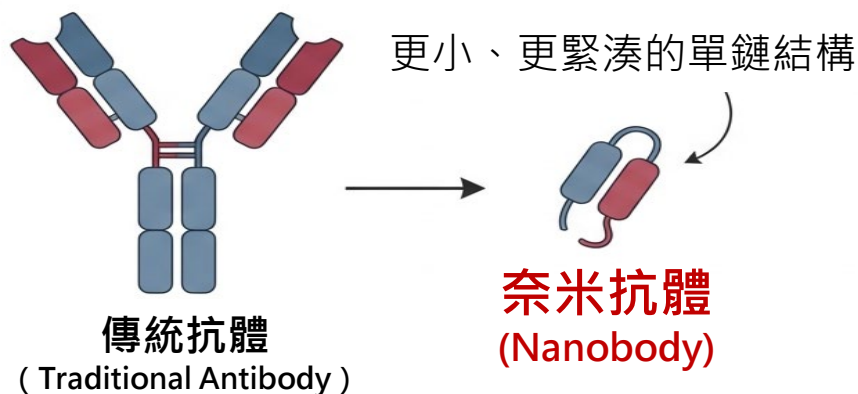
次世代多分子多構
型預測能力，以物
理力學模擬蛋白質
與DNA、RNA、小
分子交互作用

AI 抗體設計: 奈米精準抗體生成

Callaway, et al., 2025

抗體生成 創新技術突破

精準抗體 標靶藥物轉化



麻省理工學院 (MIT)、史丹佛大學與
Arc Institute，以及華盛頓大學由諾貝爾
獎得主 David Baker 領導的研究團隊



Nabla Bio、Chai Discovery，
以及華盛頓大學
David Baker 團隊

- AI 抗體設計常以結構簡單的奈米抗體為起點，先快速篩選高結合能力分子，再進一步工程化為全型抗體，發展為治療性抗體藥物

精準抗癌疫苗研發平台: PIONEER

nature.com/biopharmdeal



腫瘤定序

(Tumor Sequencing)
獲取患者特異性數據

AI 分析

(PIONEER AI Analysis)
準確高效運算

新抗原篩選

(Neoantigen Selection)
鎖定患者專屬位點

T 細胞活化

(T-Cell Activation)
觸發T 細胞免疫反應

靶向清除

(Targeted Destruction)
免疫系統專一攻擊
殺死腫瘤細胞



極速研發：

從基因組到候選藥物，
最快僅需 48 小時



突破限制：

成功識別傳統方法
無法發現的罕見靶點

核心目標

透過人工智慧模擬免疫系統，
創建預測模型，以發掘極具潛
力的新型疫苗與免疫療法靶點

安全

對健康細胞的影響降至最低

智慧抗癌疫苗設計研發平台: Evaxion

nature.com/biopharmdeal



PIONEER
核心 AI 引擎，用於分析免疫相關資料
並支援疫苗與免疫設計

EDEN RAVEN
利用PIONEER 的模型預測與篩選細菌及病毒
對應B細胞及T 細胞表位，輔助疫苗開發

BIFROST
結合貝氏推論方法
維持蛋白質結構穩定情況下優化表位嵌入

預測腫瘤新抗原表位並結合RAVEN與BIFROST加速設計

個人化精準疫苗療法研發進程

nature.com/biopharmdeal

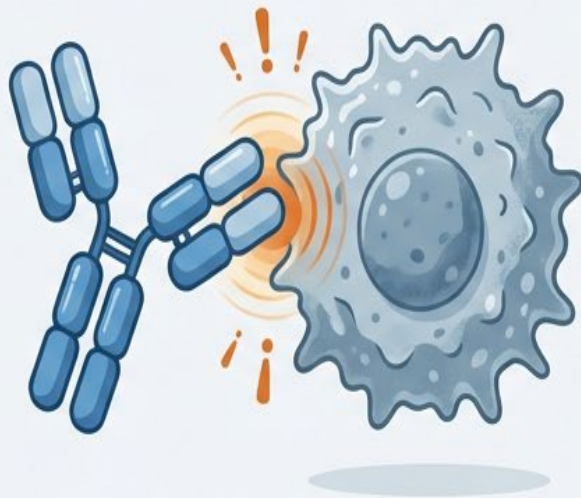
癌症疫苗

細菌、病毒疫苗

AI platform	個人化疫苗	臨床前	第一期	第二期
PIONEER Personalized Cancer Immuno- therapies	EVX-01 (Liposomal/peptide) Metastatic melanoma	EVX-01: 轉移性黑色素癌		
	EVX-02 (DNA) Adjuvant melanoma	EVX-02: 黑色素癌輔助療法		
	EVX-03 (Targeted DNA) NSCLC	EVX-03: 肺癌		
EDEN Vaccine Against Bacterial Diseases	EVX-B1 (Proteins) S. aureus, SSTI	EVX-B1 (金黃色葡萄球菌)		
	EVX-B2 N. gonorrhoeae	EVX-B2 (淋病雙球菌)		
RAVEN Vaccine Against Viral Diseases	EVX-V1 Cytomegalovirus (CMV)	EXPRESION (巨細胞病毒, CMV)		

精準抗癌免疫治療臨床驗證

Callaway, et al., 2025



免疫誘導隱憂

人體免疫系統是否會將這些由 AI 從頭設計 (de novo) 的抗體辨識為外來分子而引發非預期免疫反應，仍需要密切監測評估

模型局限性

AI平台對個人化精準標靶預測表現仍不一致，對於結合強度等關鍵藥物屬性預測仍有侷限。在進入人體試驗之前，需進行嚴格安全性與免疫藥物功能驗證

AI 設計抗體雖能加速藥物研發，但進入臨床試驗前須以臨床試驗評估免疫誘導風險與模型限制，以細胞或動物實驗確認安全性與療效

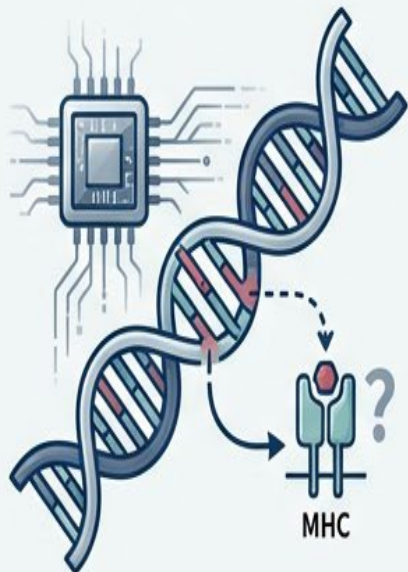
精準智慧黑色素癌疫苗

臨床試驗

精準智慧抗體雙效抗癌療法

Mørk et al., 2024

臨床挑戰



面臨問題

腫瘤突變負荷可作為免疫治療效果的指標，但能否產生具免疫原性MHC呈現新抗原為免疫療法關鍵

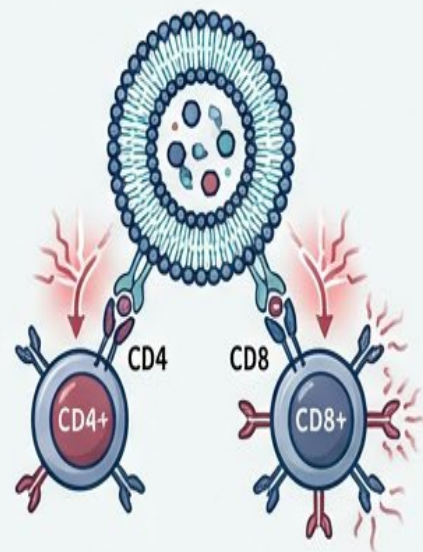
核心技術



PIONEER AI

利用患者腫瘤DNA/RNA與HLA型別，精準預測篩選高品質專一抗原胜肽

製藥輔助



CAF09b 佐劑

結合陽離子脂質體CAF09b佐劑，雙管齊下活化抗腫瘤特異性CD4+與CD8+ T細胞

個人化新抗原疫苗臨床試驗設計

Mørk et al., 2024

試驗設計

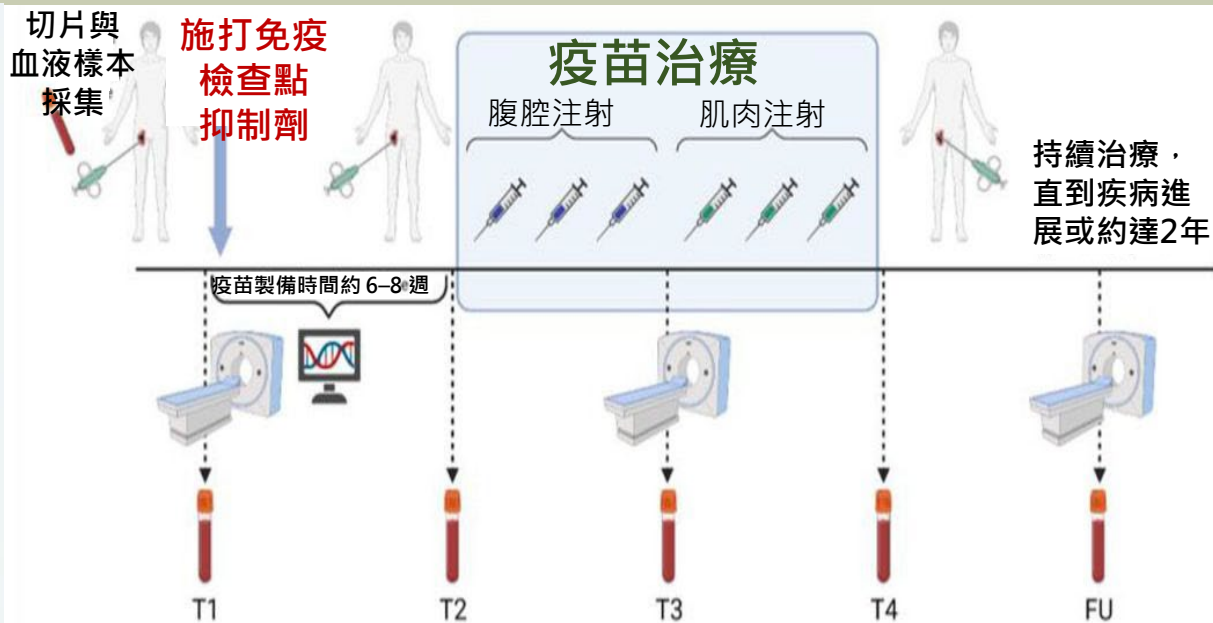
12 位轉移性黑色素瘤患者接受常規 PD-1 抑制治療

劑量

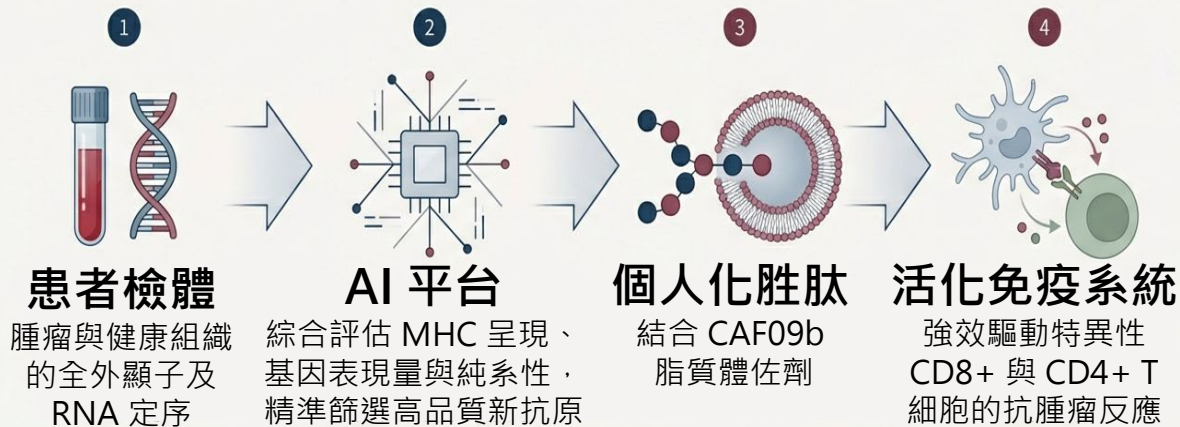
500 μg (n=5)
1000 μg (n=3)
2000 μg (n=4)

給藥時程

每兩週施打一次，共 6 次
前 3 次為腹腔內注射
後 3 次為肌肉內注射
提高 T 細胞反應

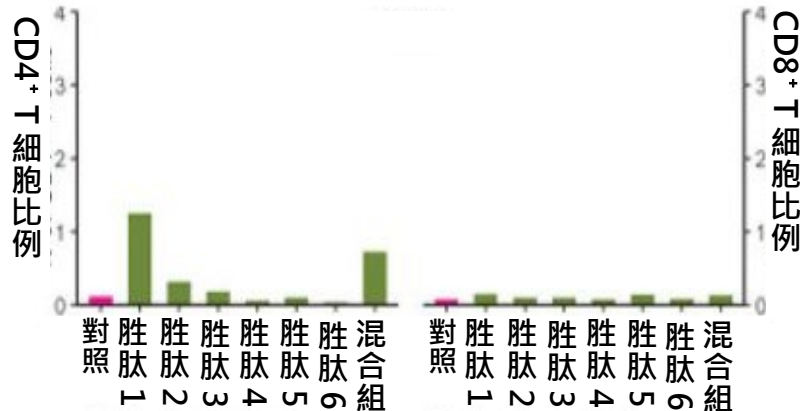
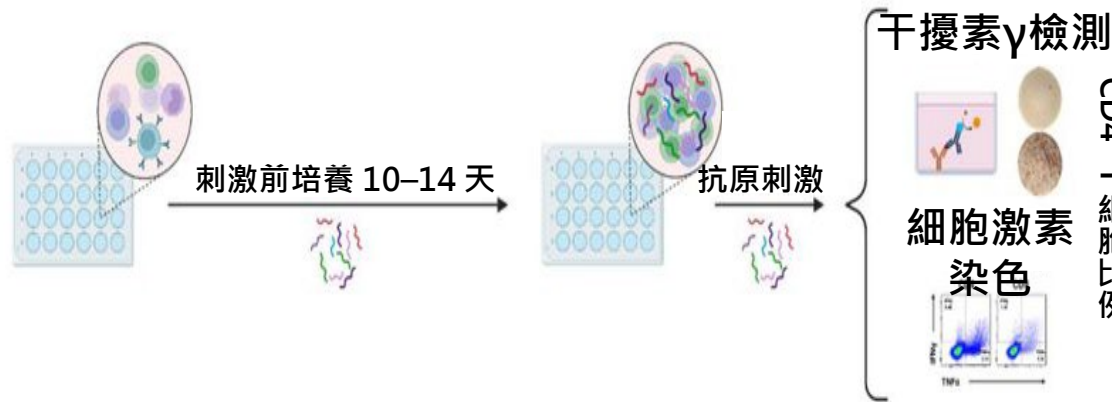
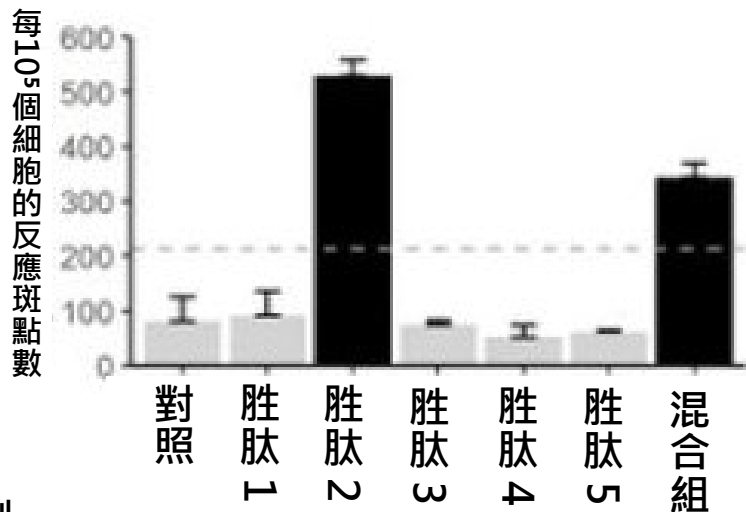
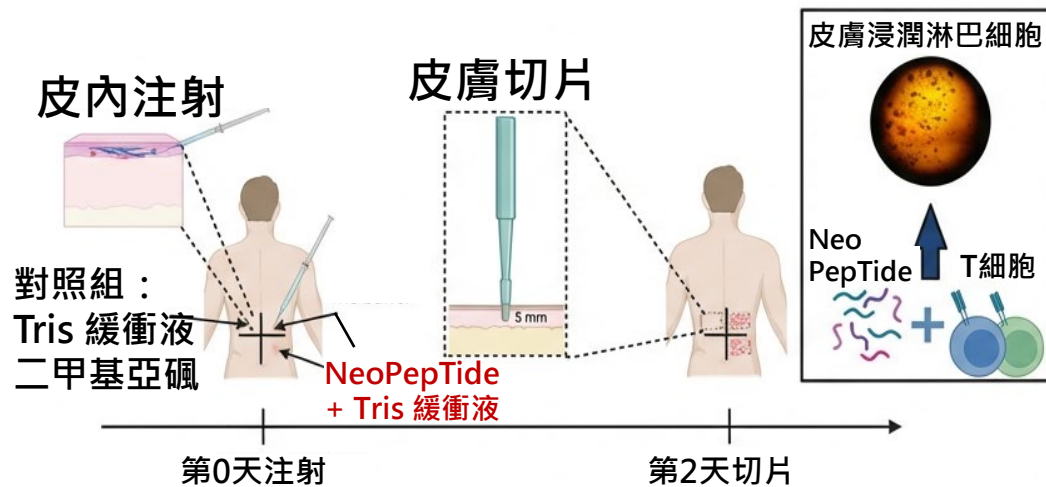


腫瘤定序設計個人化疫苗
合併免疫檢查點治療動員免疫抗癌反應



新抗原疫苗誘導組織免疫反應驗證

Mørk et al., 2024



皮膚測試驗證

在第 6 次疫苗施打後兩週，對患者進行延遲型過敏免疫反應皮膚測試

活化分析

切片透過免疫斑點與細胞內細胞激素染色進行分析

組織專一辨識

成功偵測到對 EVX-01 特異性 CD4⁺ 與 CD8⁺ T 細胞反應

EVX-01 誘導以 CD4 T 細胞為主的新抗原免疫反應



EVX-01 合併免疫治療的療效與劑量觀察

Mørk et al., 2024

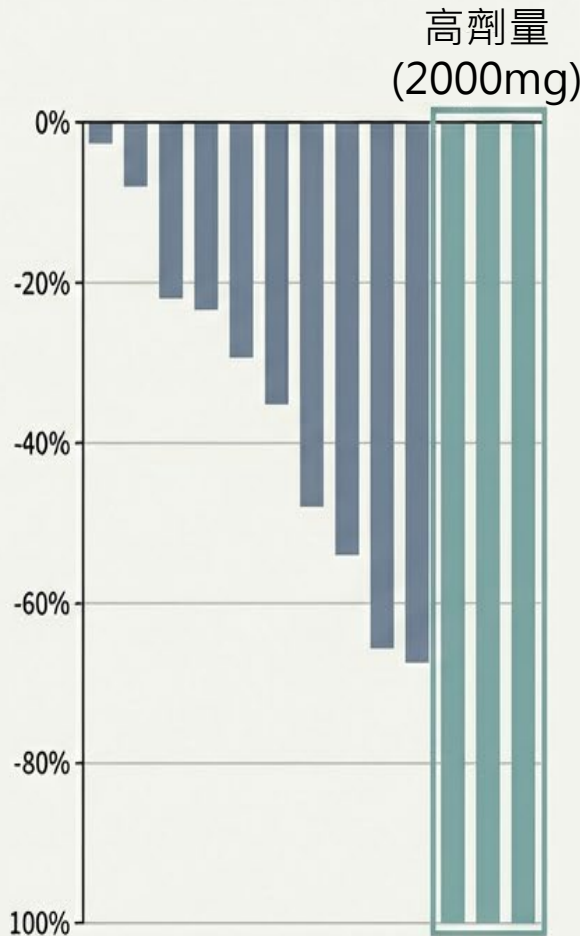
67%

8/12 患者達成緩解

整體療效

2例完全緩解

6例部分緩解



100%

4/4 患者達成緩解

高劑量組

1例 16 個月

完全緩解

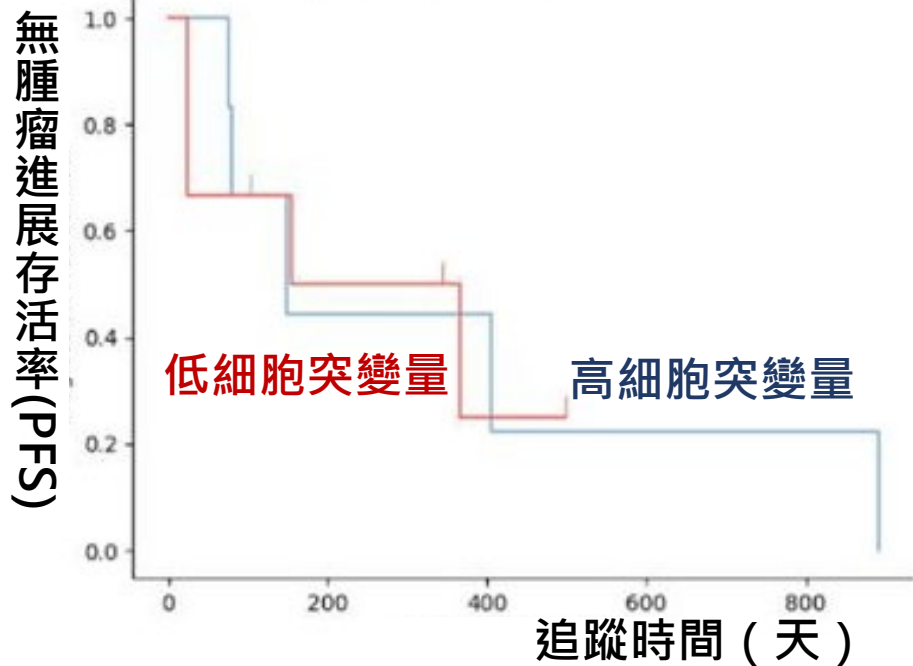
3例部分緩解

- EVX-01 與PD-1抑制免疫治療併用動員免疫系統臨床活性，高劑量顯示較佳腫瘤反應，建議 2000 微克作為第二期臨床試驗劑量

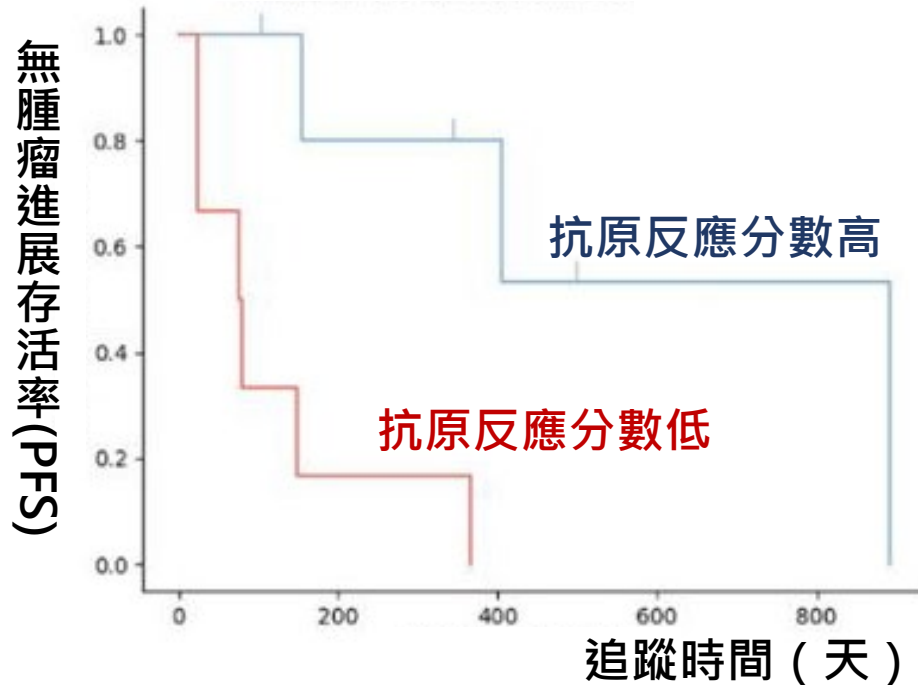
新抗原品質與臨床療效分析

Mørk et al., 2024

EVX-01 患者的腫瘤突變負荷



施打新抗原的PIONEER-4 分數



AI 預測的精準度

品質分數越高的預測新抗原，其誘發的免疫反應越顯著

臨床效益關鍵

將患者依 PIONEER 中位數分數分組，高分組的無疾病惡化存活期顯著長於低分組

超越傳統指標

腫瘤突變負荷的高低並無法在此世代中有效區分差異。證明「新抗原品質」才是臨床獲益核心

PD-1抑制劑+EVX-01 合併治療策略

Mørk et al., 2024

免疫療法誘導
Lead-in

單獨施打
Pembrolizumab
(400 mg IV Q6W)
為期 12 週



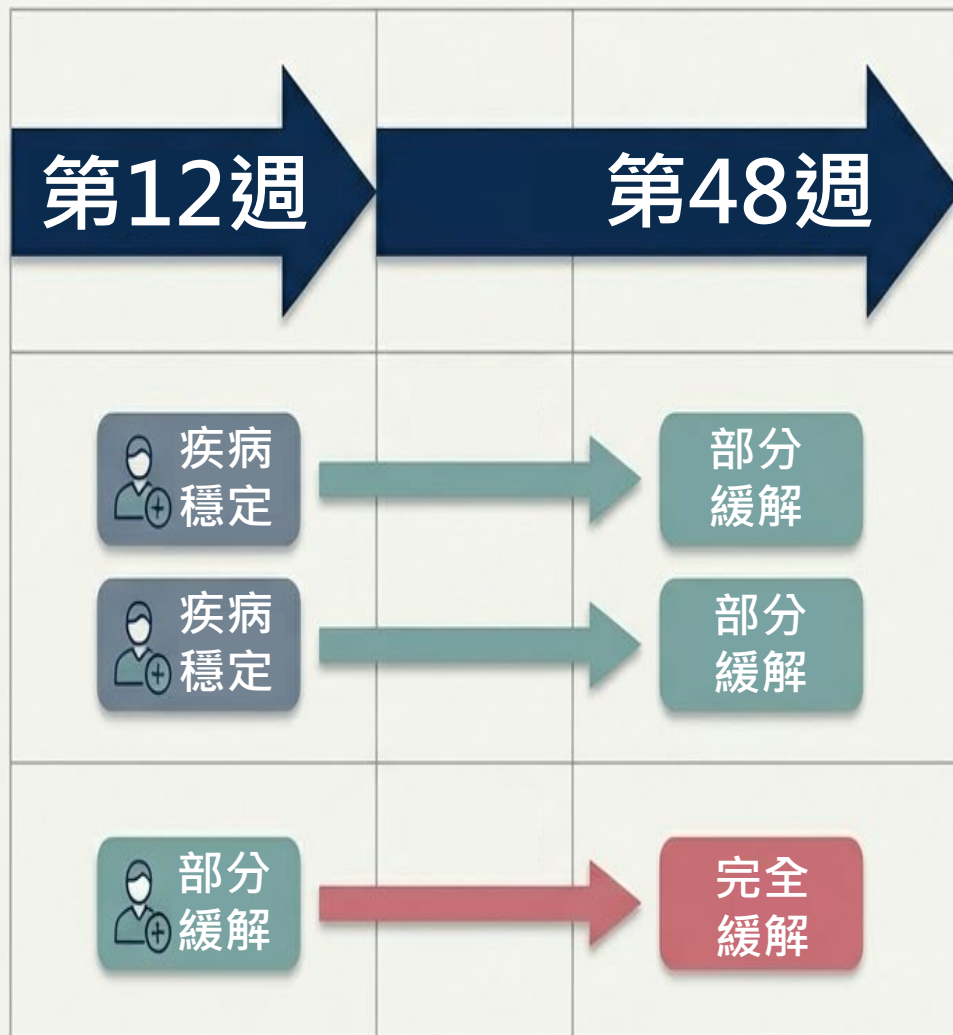
疫苗
合併強化治療

加入 EVX-01
(2 mg IM Q2W)
6劑啟動劑+
4劑加強劑

結合 PD-1 免疫檢查點抑制劑與個人化新抗原疫苗，提升腫瘤特異性 T 細胞反應並強化治療效果，展現精準免疫治療的臨床應用潛力

AI新抗原預測與個人化疫苗臨床潛力

Khattak et al., 2024



存活期數據

中位追蹤時間 12.6 個月
無疾病惡化存活期達 11.3 個月

提高反應緩解疾病

第48週可評估的12位患者中，
25%出現反應改善：2例疾病穩定
轉為部分緩解，1例部分緩解轉為
完全緩解

機制再確認

所有接受誘發劑量的患者均表現出
新抗原特異性 T 細胞反應；展現
極佳安全性，未造成額外毒性負擔

AI平台精準篩選新抗原，EVX-01誘發T細胞免疫並與臨床療效相關

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



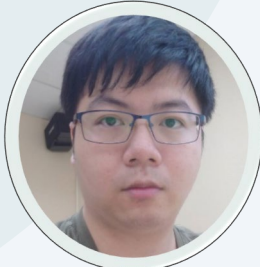
楊心怡 製作人



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