

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 (6)

人工智慧攝護腺癌抗癌藥物研發

2026-03-04

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 / W9)
- 精準PROTAC蛋白質降解療法設計
- PROTAC攝護腺療法臨床試驗評估

健康科學新知

2026 / W9

美國-以色列對伊朗發動聯合攻擊：「烽火連天」



首都德黑蘭受到密集攻擊，伊朗最高領袖哈梅內伊住所於空襲中遭破壞

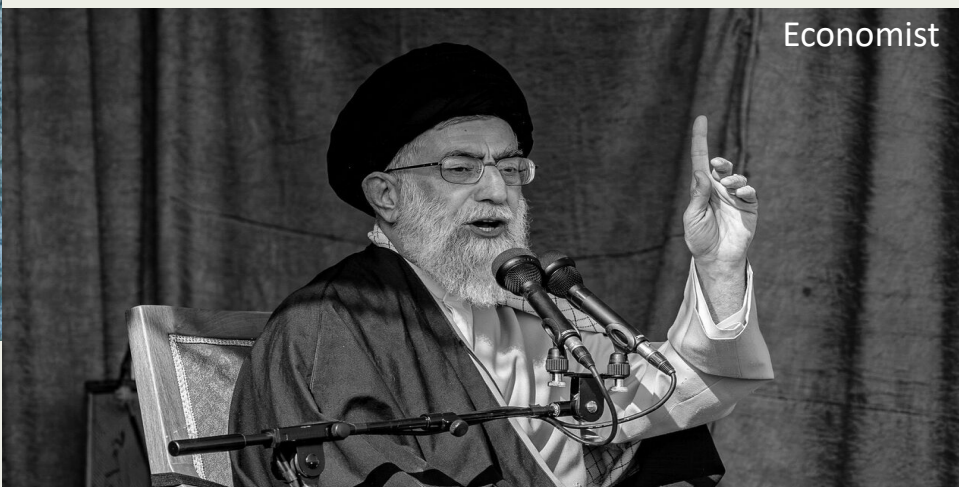


德黑蘭和伊朗城市於2月28遭到美國-以色列聯合空襲 隨即對中東美軍地還擊 烽火連天

伊朗最高領袖哈梅內伊據報於攻擊行動中喪生 伊朗政權轉移程序引起關注



聯合國秘書長譴責美國與以色列對伊朗發動攻擊 破壞國際安全與和平



全球核武協議變局：「軍備再起」

2010年美俄雙方於布拉格所簽署之新削減戰略武器條約(New START)即將到期



前美國總統
歐巴馬

前俄羅斯總統
梅德韋傑夫



New SART到期後美俄之間不再有核武部署限制 當前緊張地緣局勢引發軍備競賽憂慮

美國上週開始於日內瓦展開多邊核武會談 推動新核武軍備限制，但中國暫未參與

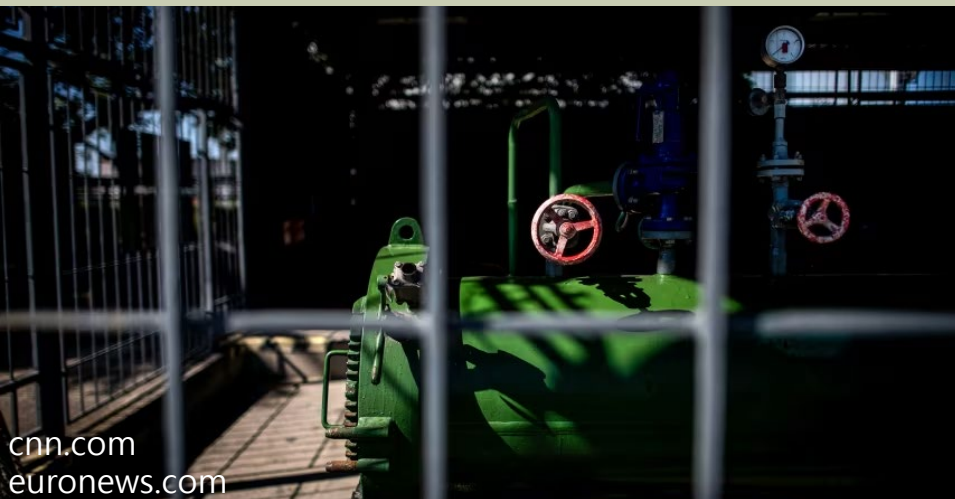


中國代表
沈健



美國指控中國快速擴張核武並疑似進行試驗 但北京否認並批評相關說法缺乏依據

俄烏戰爭僵持挑戰歐盟團結：「同盟生隙」



cnn.com
euronews.com

俄烏戰爭雙方交火導致俄歐友誼輸油管受損
匈牙利與斯洛伐克要求烏克蘭恢復輸油

匈牙利反對新一輪對俄制裁導致歐盟對俄相關決議延滯 歐盟代表發言表示出乎意外



adn.com

匈牙利總理
歐爾班



歐盟首席外交官
卡拉斯

歐洲多國領導人於戰爭四週年到訪基輔
表達對烏克蘭持續支持



斯洛伐克總理
菲喬

aljazeera.com

兩國以電力與政治手段施壓
歐盟緊急協調區域能源供應

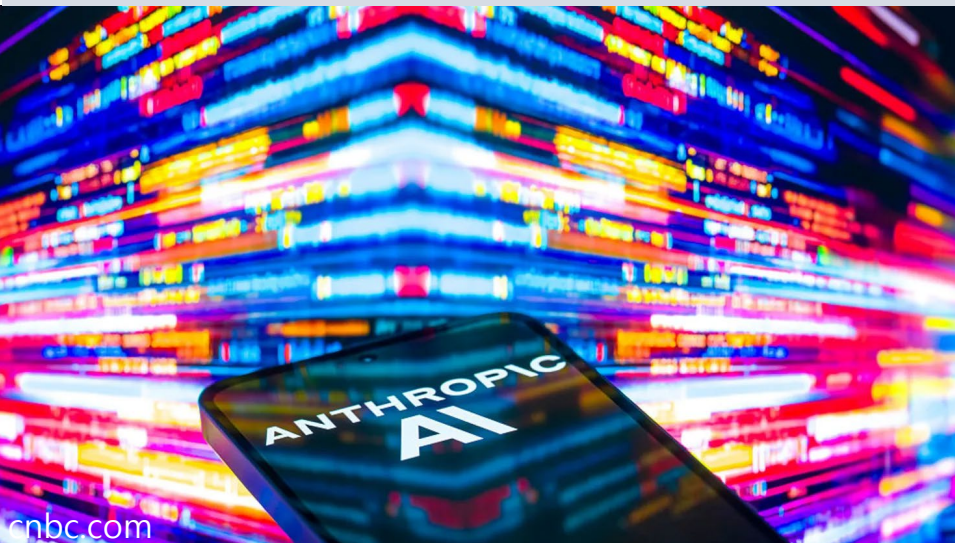


歐盟主席馮德萊恩
抵基輔車站

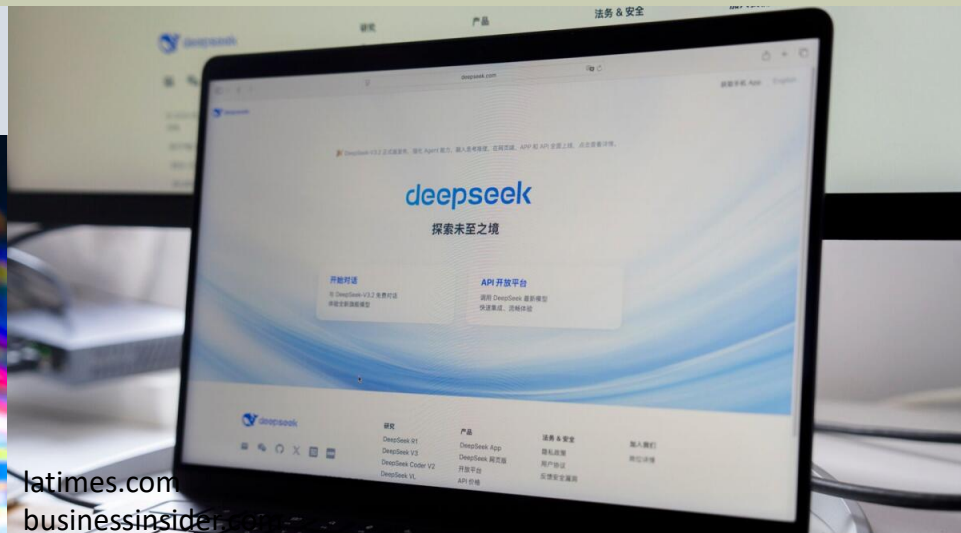
pravda.com.ua

地緣科技經濟競爭升溫：「算力爭鋒」

新型AI代理可執行多種專業工作流程
市場憂心削弱傳統軟體價值



投資人擔心傳統軟體程式產業受影響
科技與軟體類股近期明顯下跌



多家美國 AI 公司指出
中國實驗室疑以蒸餾方式訓練模型



Anthropic 執行長
拒絕國防部要求部署
AI 模型於廣泛軍事用途

anthropic.com



若缺乏安全機制，不當取得之AI能力可能被用於高風險用途，業界正加強監測與防範

AI代理風潮開啟智慧體協作時代：「群智湧現」

開源 AI 代理爆紅

- 開源 AI 代理工具 OpenClaw 上線創下單週進 200萬使用者湧入官網紀錄
- 專屬 AI 社群平台 Moltbook，湧入160萬機器人帳號註冊使用與超過750萬 AI 生成貼文
- AI彼此討論宗教、意識、甚至發表論文於專屬平台clawXiv

科學研究價值

- 大量代理互動形成 難以預測動態系統
- 觀察湧現行為 (emergent behaviours) 與模型偏見
- 揭示人類如何想像、塑造與扭曲 AI 行為

核心風險

- 自主智慧體容易擬人化 (anthropomorphize) → 產生依賴、洩露隱私
- 安全威脅：prompt injection 攻擊 → 可能竊取金鑰、刪除檔案、關機
- clawXiv：AI 生成大量假論文，汙染學術資訊生態



精準AI部署風險評估：「權衡利害」

Carlos Mougan1, Science, 2026

European Union Artificial Intelligence Act(EU AI Act)特別針對 GPAI(通用人工智慧模型)提出服務供應商於部署AI模型前負有風險評估義務，並應採系統性安全風險驗證方法

AI快速發展部屬情境多變，評估成本高漲

監管AI的困難點：

太嚴格 → 抑制創新
太鬆 → 風險外溢

比例原則：

適當、必要、平衡

➤ 轉化為科學評估可操作架構

1.適當性：

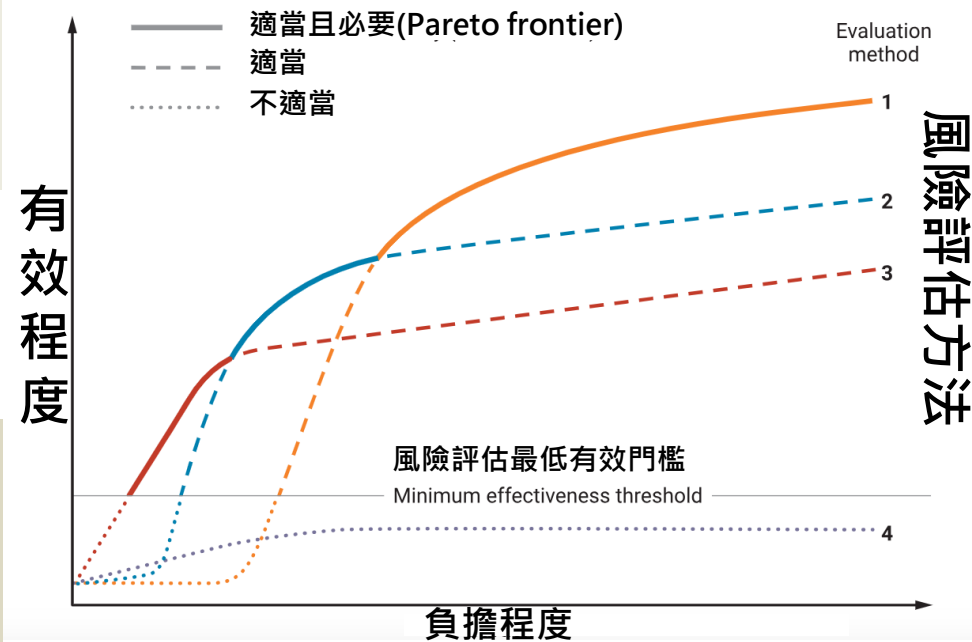
評估至少達到最低有效性門檻，能真正提供有意義的風險資訊

2.必要性：

在同樣有效的前提下，沒有負擔更低的替代評估方法

3.平衡性：

該評估帶來的負擔沒有明顯超過它所增加的風險資訊價值

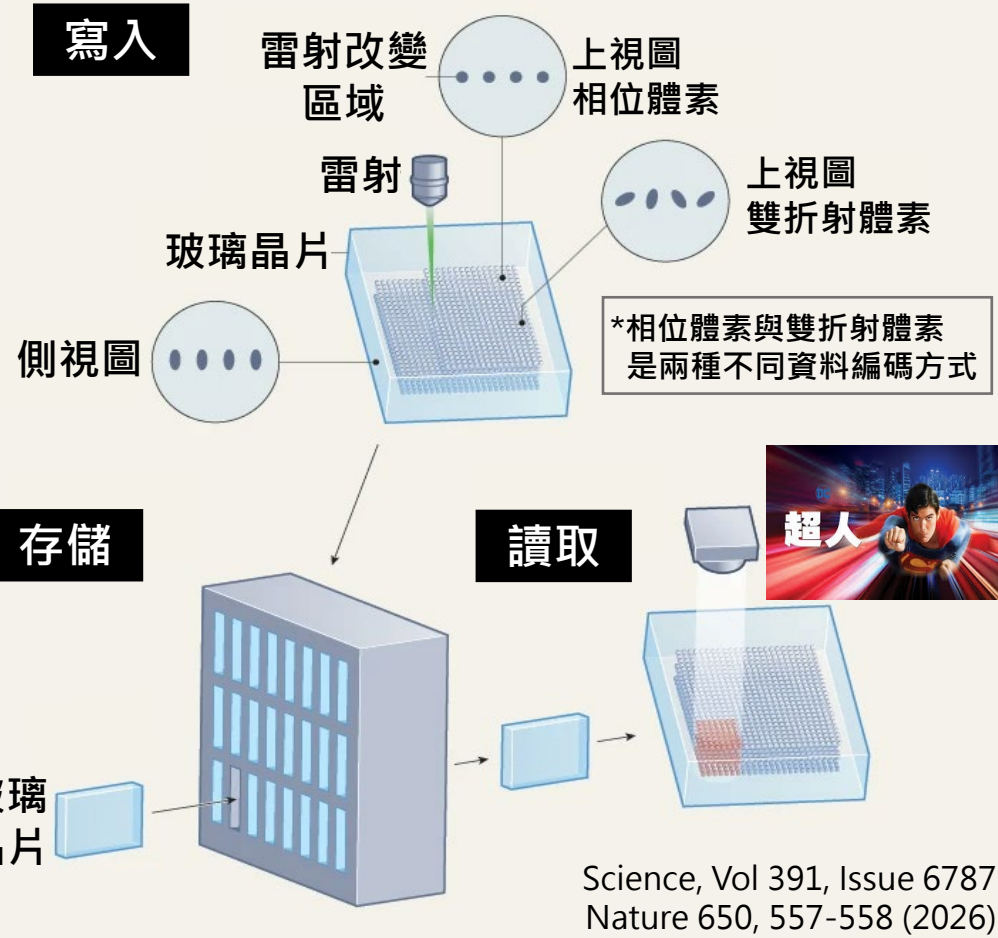
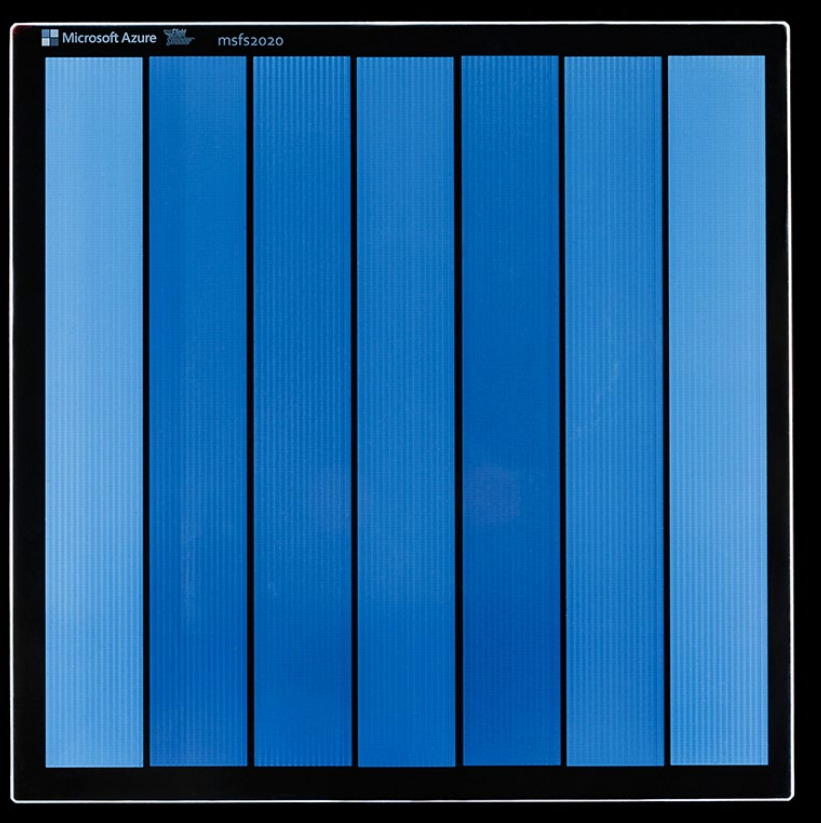


方法	成本	現實度	嚴謹性
HonestCyberEval	低	低	中
BountyBench	中	高	中高
CyberGym	高	高	高

AI管控風險須權衡適當性、必要性
與流程複雜程度並考慮應用情境之特定風
險發展精準安全策略

Project Silica大數據儲存方案：「千秋存證」

微軟研究團隊以飛秒雷射
在玻璃內蝕刻寫入資料結構



- 在玻璃內寫入數百層資料，形成高密度三維資料儲存
- 研究顯示單片約12公分玻璃晶片可儲存約4.8TB資料
- 玻璃材料穩定耐熱且不易劣化，適合長期保存重要冷資料與檔案

經驗與判斷力推進生產力智慧轉型：「強者愈強」

AI 對生產力影響存在兩種對立觀點：

1. 民主化觀點

若將生產力定義為「產出更多內容」，則AI降低產出成本，應該對新手幫助較大

2. 集中化觀點

若將生產力定義為創造市場價值、維持就業能力，則AI可能放大資深工作者的優勢，因為他們具備將AI產出轉化為有效成果的能力

未達專業門檻人員

人機生產力門檻模型 (Threshold Model)

- AI產出需要大量閱讀、修正、維護
 - 可能產生技術債與錯誤，工作時間反而被吸收
- 專業門檻以上(資深人員)
- 能有效過濾脆弱輸出
 - 快速整合進系統，AI成為加速器

專業經驗評估 (Evaluation)

智慧生產關鍵能力

- 新手傾向「能跑就好」
- 資深者能預測失敗模式與架構風險

精準智慧委派 (Delegation)

- 資深開發者擅長決定該委派什麼任務

AI 讓執行變便宜 判斷為智慧產出關鍵

勞動市場影響

1. 資深職缺需求上升
2. 初階職缺成長放緩
3. 經驗價值提高
4. 進入門檻變高

精準PROTAC

蛋白質降解療法設計

老年健康議題：同妻俱樂部



- Grace & Frankie 影集以詼諧方式描述老年生活相關議題，Funky Walnut 以年長健康相關議題為主軸
- Grace因膝蓋退化僵硬與疼痛被困在馬桶上無法自行起身，好友Frankie提出實用性升降馬桶座墊構想，但Grace由於身體形象拒絕接受

攝護腺癌風險決策解釋



你只有一顆
檢查結果不是我們所樂見的



索爾有癌症



幸好及早發現，是潛在性的
(攝護腺癌)



就是緩慢發展，這是好事

- 索爾接受攝護腺癌篩檢時PSA指數異常，就診時醫師說明攝護腺癌在年長者為常見情形
- 且索爾於篩檢中發現，屬於潛在性 (Indolent) 之機率高
- 索爾已75歲在手術風險考慮下可選擇密切觀察

與精準診斷預後治療挑戰



- 醫師與索爾及羅伯溝通攝護腺癌手術後可能之併發症包含術後感染與影響性功能
- 羅伯因強烈焦慮難以接受僅追蹤在聽到年輕患者多半會選擇手術後，要求索爾接受手術
- 索爾面臨癌症發展為侵襲癌以及手術可能早成生活改變與身體功能喪失之兩難決策

攝護腺癌荷爾蒙治療抗藥危機

Zhang et al., 2024



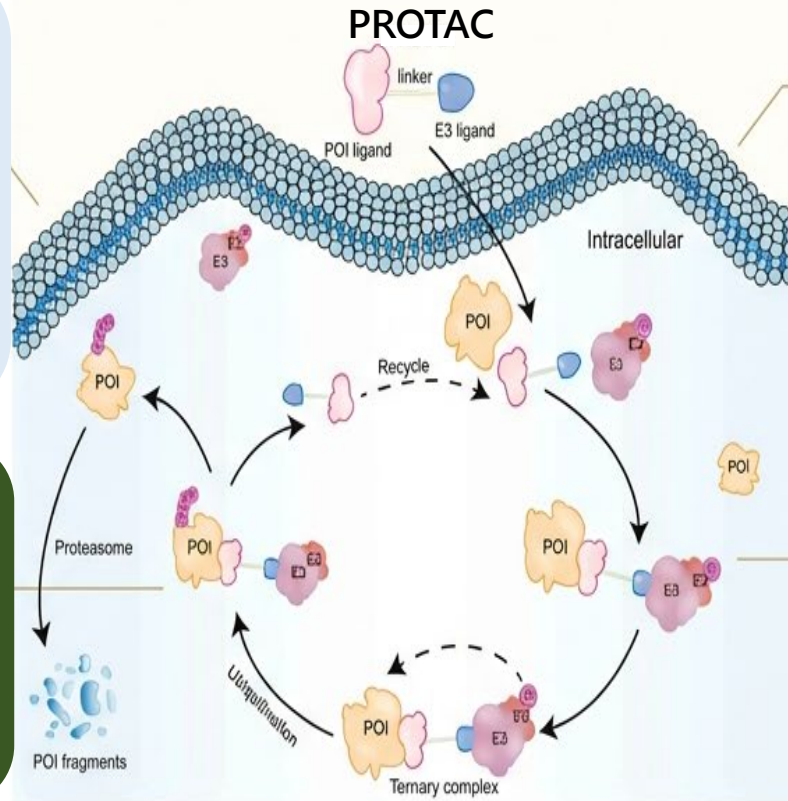
- 前列腺癌在接受雄激素荷爾蒙拮抗治療後，常因雄激素受體相關分子改變而產生抗藥性造成疾病惡化
- 主要機制包括 AR 基因擴增、受體點突變與缺乏 LBD 的剪接變異體降低現有治療的效果。

PROTAC 荷爾蒙療法抗藥解方

Zhang et al., 2024

4. Catalytic Recycling (催化式再利用) PROTAC 分子從複合體中釋放並再次結合新的目標蛋白與 E3 酶具持續目標攻擊效果。

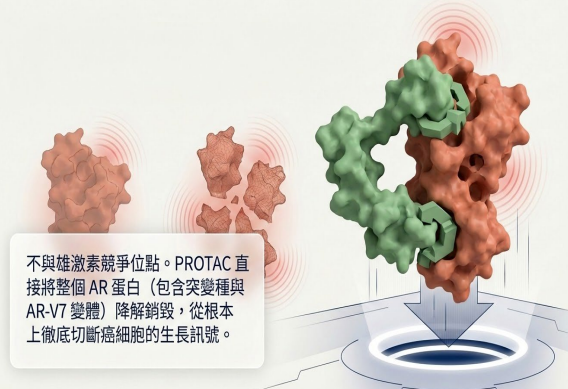
3. Proteasome Degradation (蛋白酶體降解) 被標記目標蛋白送入蛋白酶體，被拆解成胜肽片段破壞。



1. 形成目標-PROTAC-E3三元複合體
PROTAC 分子結合目標蛋白與 E3-泛素連接酶形成三元複合體啟動蛋白降解過程

2. Ubiquitination (泛素化) E3 泛素連接酶標記聯結泛素分子到目標蛋白發出降解訊號

- PROTAC 結合 E3-泛素連接酶，使目標蛋白被蛋白酶體破壞，且 PROTAC 可重複使用
- 此療法能直接移除雄激素受體及其變異型，降低雄激素訊號蛋白抑制癌細胞生長



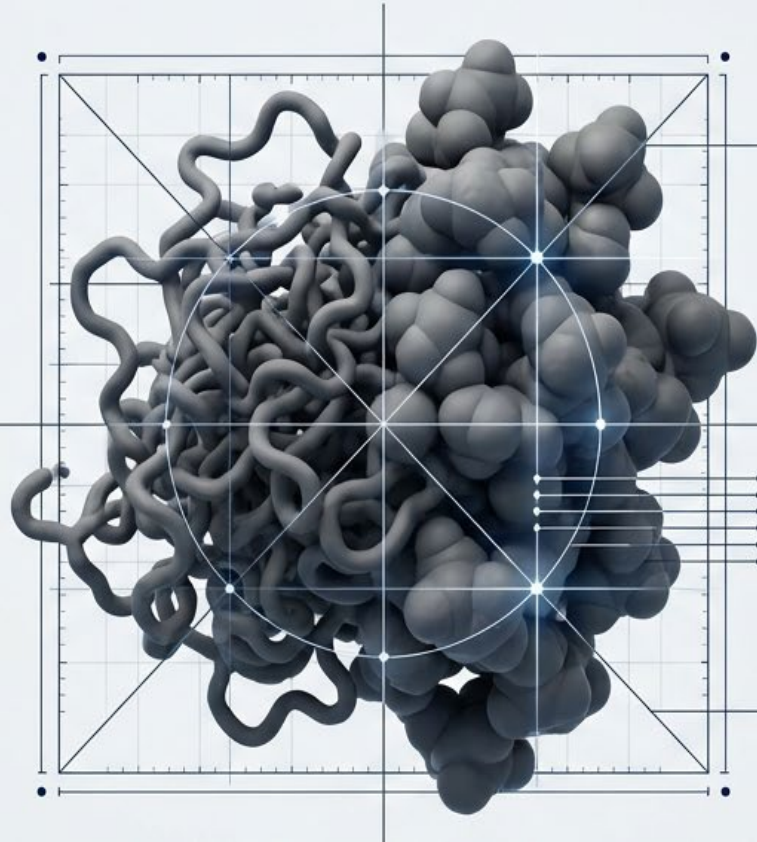
不與雄激素競爭位點。PROTAC 直接將整個 AR 蛋白 (包含突變種與 AR-V7 變體) 降解銷毀，從根本上徹底切斷癌細胞的生長訊號。

PROTAC精準抗癌標靶開發挑戰

Zhang et al., 2024

1. 分子量龐大

PROTAC 分子極重，違反傳統成藥原則，極難維持口服吸收率。



2. 連接子 (Linker) 優化極限

長度與柔性的微小偏差，都會導致三元複合物無法成型。

3. 脫靶毒性風險

誤傷正常細胞蛋白質將引發嚴重非預期副作用。

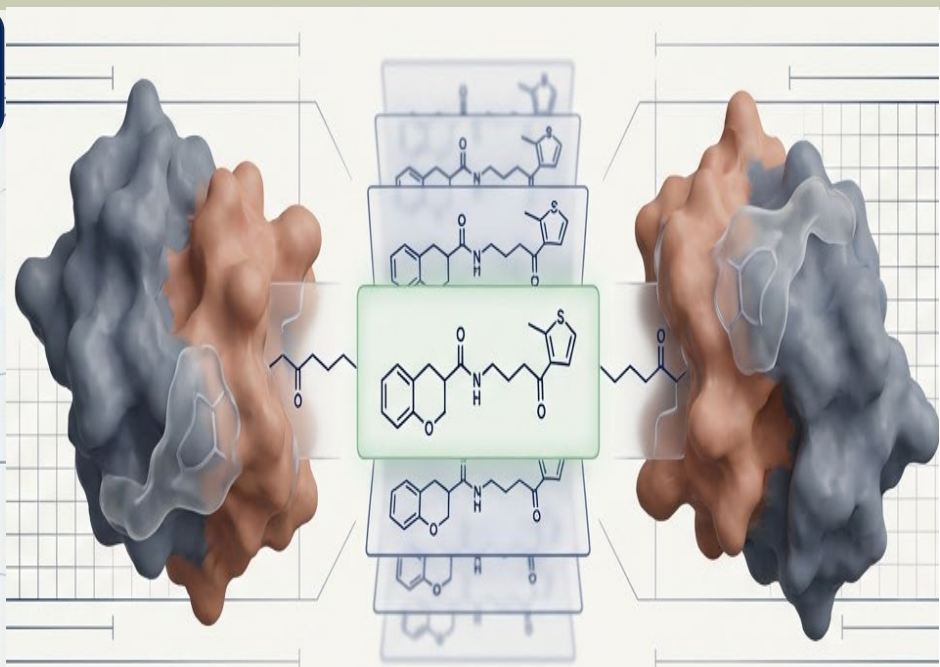
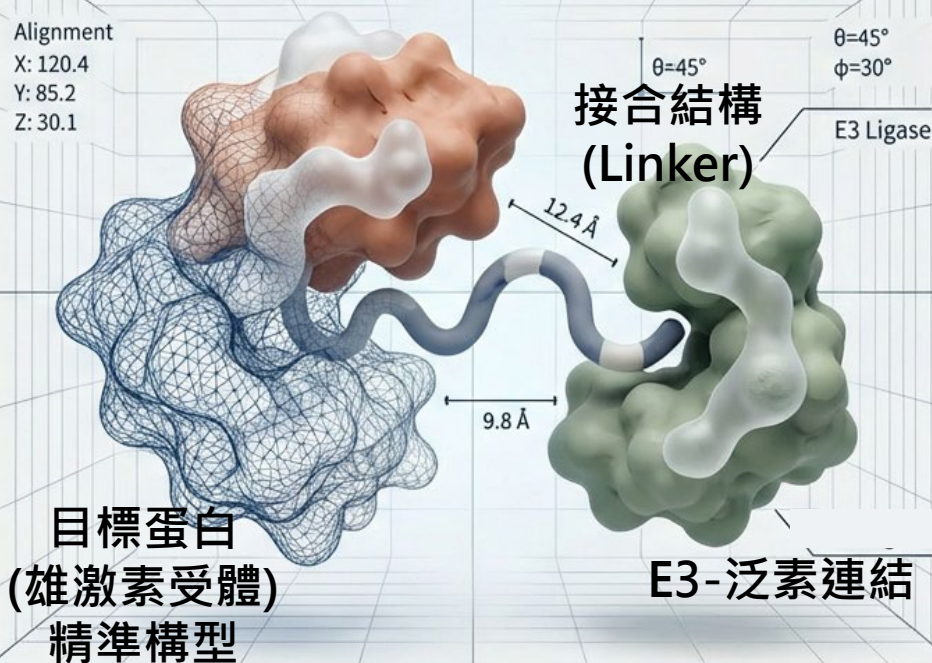
- PROTAC 透過雙功能結構將目標蛋白與E3-泛素連接酶連結啟動細胞內蛋白酶降解移除致病蛋白。
- 然而其臨床應用受到到大分子量結構、雙勾連結設計與危險脫靶效應限制，需要結合新技術與藥物設計策略精準研發

精準攝護腺癌治療標靶

Zhang et al., 2024

目標蛋白-接合結構-E3泛素立體結構穩定性
為PROTAC精準療效關鍵

Alignment
X: 120.4
Y: 85.2
Z: 30.1



- 人工智慧藥物分子數位平台產生大量候選分子結構
- 精準預測三元複合體空間排列穩定性與結合專一性
- 生成式AI與強化學習尋找最佳linker組合縮短藥物開發週期，強化抗藥性突變適應力，提高 PROTAC 設計研發效率

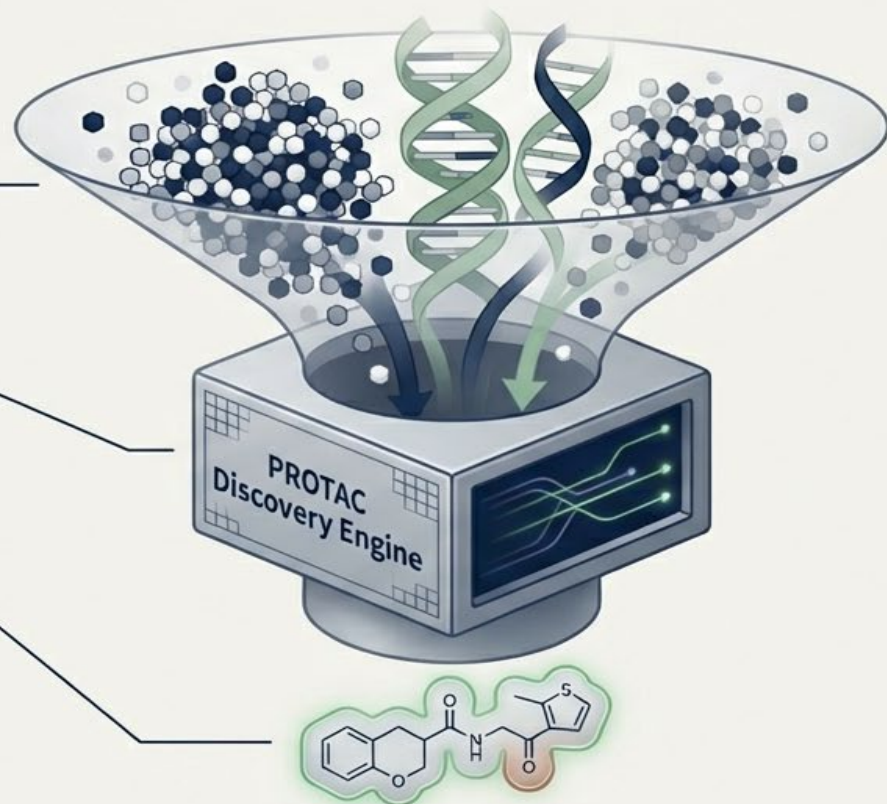
智慧平台PROTAC精準研發

Zhang et al., 2024

基因體學、蛋白體學、代謝體學、
分子結合特徵多元大數據

PROTAC Discovery Engine
智慧研發平台由已知資料學習
蛋白分子構型與目標結合力

AI 識別具研發潛力分子片段預測
ADMET、親和力、空間穩定性
為不同變異標靶精準開發Ligand



- 機器學習與大數據分析使大型 PROTAC分子口服成藥性與結構三元結構最佳化變得可行
- 整合虛擬篩選與 DNA 編碼化合物庫加速精準配體與新靶點結合設計辨識，提升新藥研發效率

PROTAC攝護腺療法

臨床試驗評估

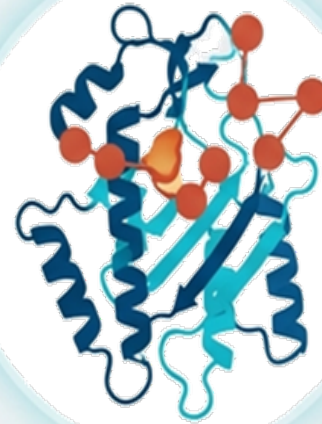
攝護腺癌治療抗藥性臨床困境

Petrylak, et al., 2023; Petrylak, et al., 2024



臨床困境

- 抗荷爾蒙療法為晚期攝護腺主要治療策略
- 抗藥性隨持續治療發生



抗藥性機轉
雄性荷爾蒙受體
結合區域圖變

最常見的致病突變位點

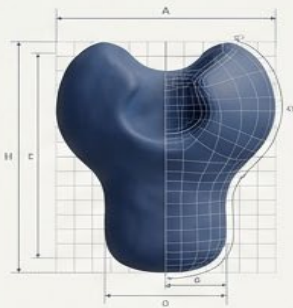
- L702H
- H875Y
- T878A

- 荷爾蒙療法雖能暫時控制前列腺癌，但多數患者最終仍會出現抗藥性並導致疾病進展
- 荷爾蒙基因結合結構域突變，是治療反應下降主要分子機制
- 針對突變或直接降低受體活性治療策略為晚期攝護腺癌療法重要方向

ARV-766 PROTAC精準治療抗癌藥物

Wang et al., 2025

攝護腺癌抗荷爾蒙療法失效機轉



雄激素受體 (AR)

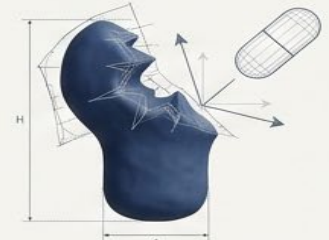
1. AR 基因擴增

受體數量暴增，藥物抓不完



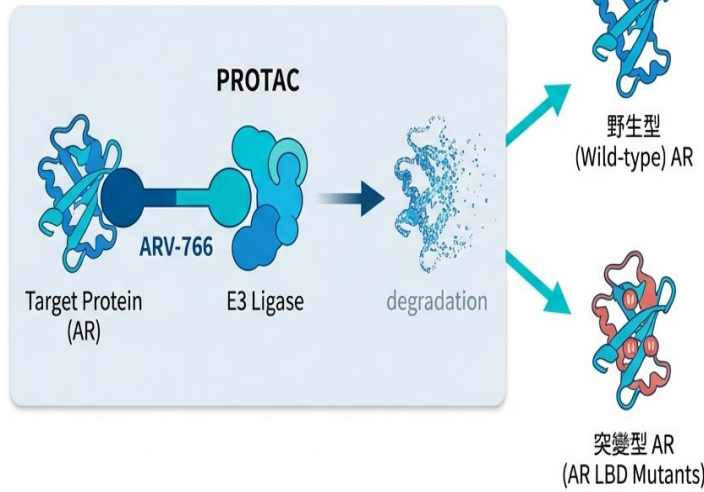
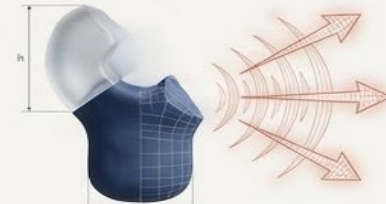
2. AR 突變

受體形狀改變，藥物無法鎖定



3. 變體產生 (AR-V7)

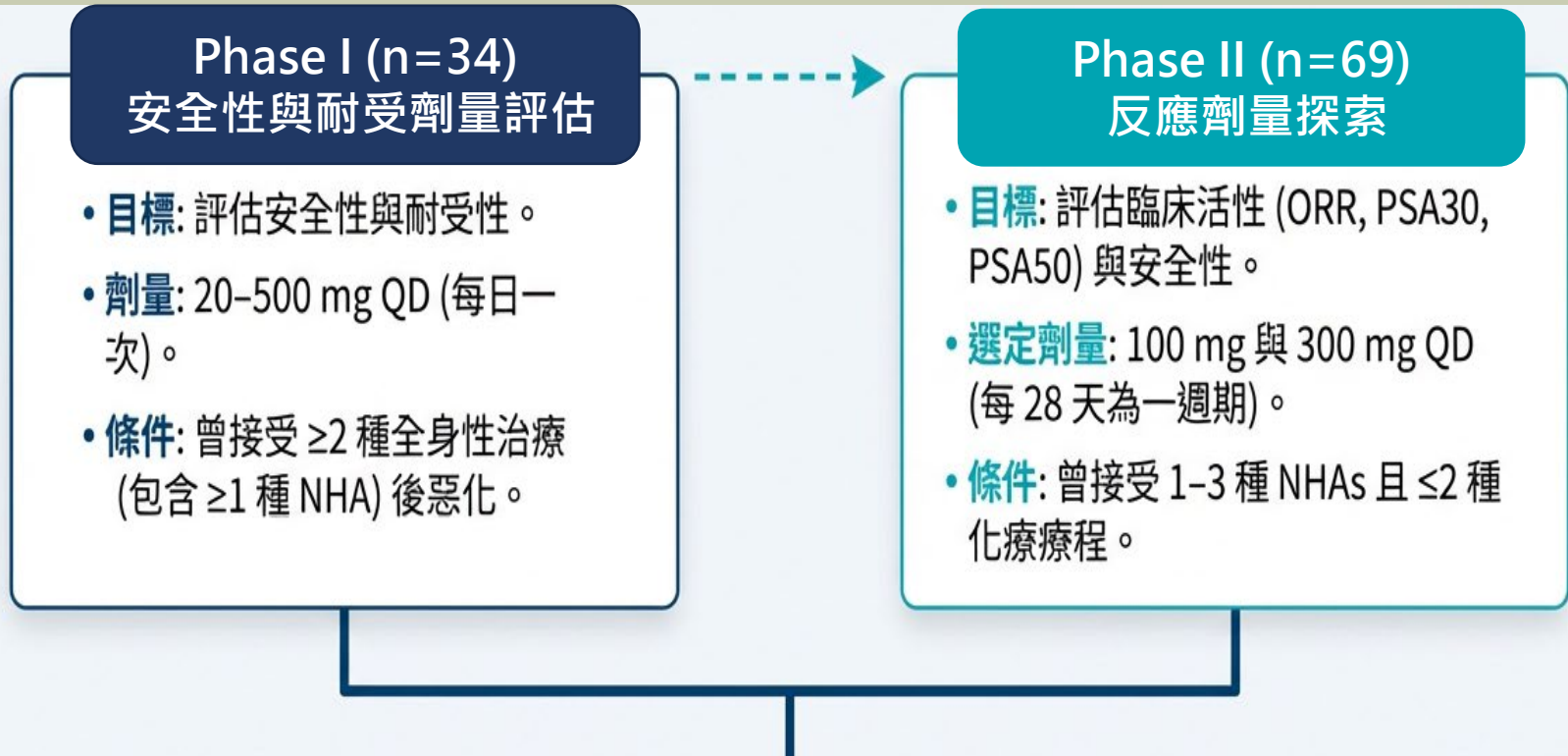
受體結構殘缺，無須激素即持續發出生長訊號



- ARV-766以PROTAC技術降解目標蛋白，可作用於野生型與突變型受體擴大治療覆蓋範圍
- 降低 AR 蛋白量對抗荷爾蒙治療後抗藥性

ARV-766 攝護腺癌治療臨床試驗設計

Wang et al., 2025



收案標準

18歲以上確診晚期攝護腺癌，且持續接受抗雄性激素療法

研究納入患者多為持續接受抗雄性激素療法後仍疾病進展晚期攝護腺癌個案。評估ARV-766的安全性與臨床活性，評估是否推展至第三期臨床實驗驗證療效

精準PROTAC療法安全性評估結果

Wang et al., 2025

0

劑量限制性毒性
(No DLTs)

0

四級治療相關不良反應
(No Grade 4 TRAEs)

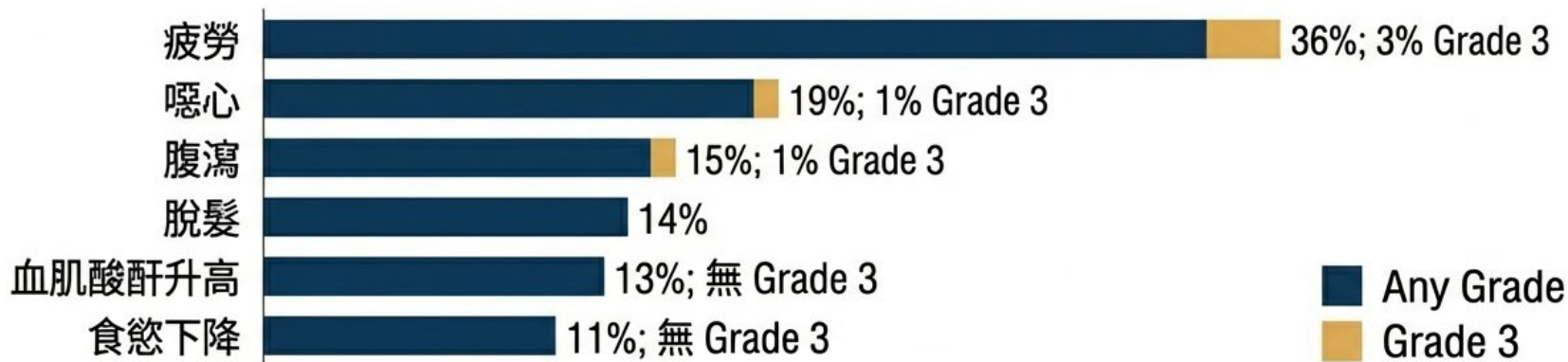
10%

因不良反應導致
停藥率

7%

因不良反應導致
劑量降低率

常見治療相關不良反應 (TRAEs $\geq 10\%$)



- ARV-766 具有良好的安全性與耐受性，多數不良反應可耐受
- 藥物代謝動力學具劑量關係與穩定特性，提供後續臨床研究劑量設定的重要依據



PROTAC精準蛋白降解療法進入療效驗證

Wang et al., 2025



50.0%

- 半數已接受多線抗雄性激素治療且產生結合區域突變的晚期攝護腺癌患者中，ARV-766 仍可觀察到顯著 PSA 下降反應。
- 對晚期攝護腺癌具有臨床治療價值，諾華製藥已進行第三期臨床試驗驗證療效

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



曾暉哲



劉秋燕



羅崧璋



嚴明芳
教授



陳立昇
教授



台北醫學大學