

星球永續健康線上直播

星球健康週新知 &

專題: 可解釋AI (XAI) 醫療應用

乳癌篩檢XAI風險決策治理

2026-01-07

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、羅崧瑋、林家妤、陳虹玟



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

- 星球健康新知 (2025 / W51)
- 影像輔助XAI臨床應用治理
- 乳房攝影XAI影像輔助臨床實例

星球健康新知

2026 / W1

俄烏談判膠著點: 領土、安全、核電廠 「進退維谷」

bbc.com



澤倫斯基在與美國會談後表示美國將向烏克蘭提供15年邊境安全保障

bbc.com



普丁意圖掌控烏東工業心臟地帶與資源
美國非軍事區與自由經濟區構想受阻

theguardian.com



俄軍攻擊黑海港口與小麥船隻

歐洲最大核電廠，札波羅熱核電廠已受
俄國控制，戰後管理權為談判關鍵點

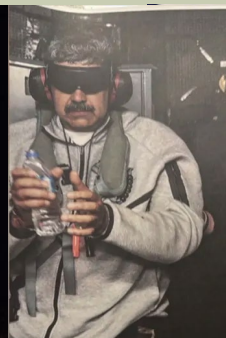


Wiki

美國逮捕委內瑞拉總統引國際議論 「劍指天下」

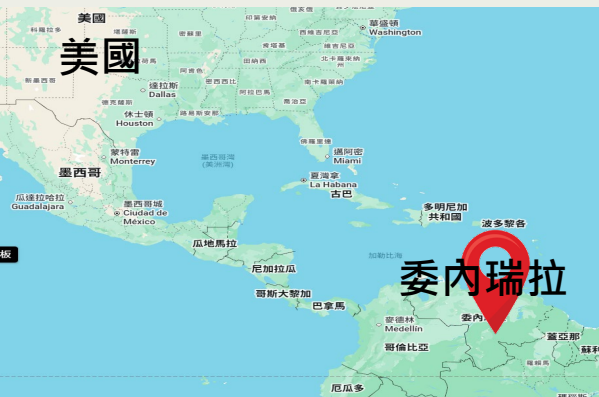


馬杜羅被捕後
川普發布了他在
硫磺島號航空母艦照片



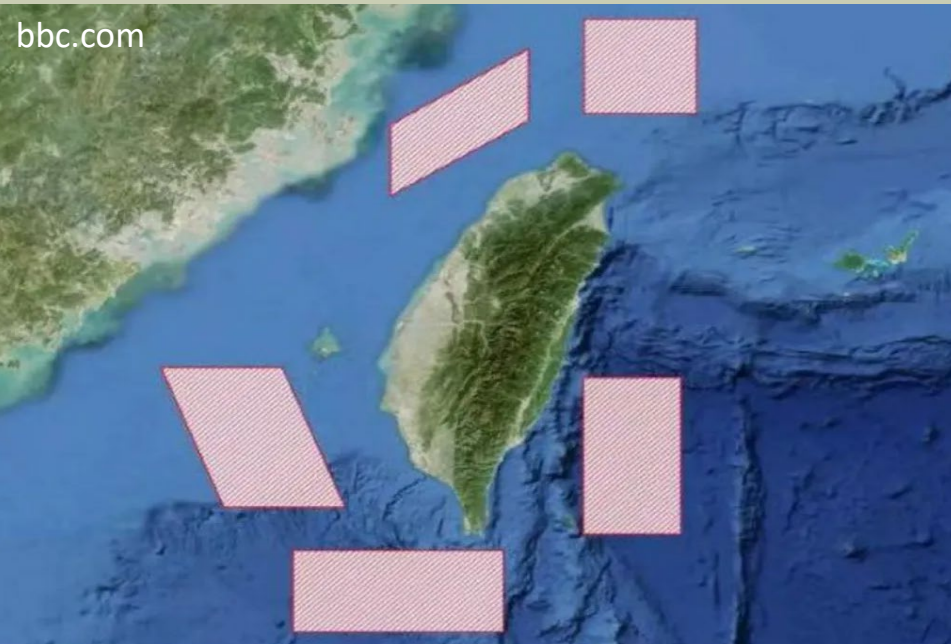
委內瑞拉最大的軍事基地之一
加拉加斯富爾特蒂烏納遭到攻擊

委內瑞拉總統尼古拉斯馬杜羅及
第一夫人西莉亞弗洛雷斯已被俘虜



- 美國上週突襲拘捕委內瑞拉總統馬杜羅 並將其押送至美國起訴
- 委國副總統接掌臨時政權，美方表態將介入過渡安排與能源事務
- 此舉引發多國譴責，並加劇主權、合法性與國際法層面的爭議

台海軍事演習牽動東亞穩定：「劍拔弩張」



中國於台灣週邊舉行大規模聯合演習



中國實彈軍演升高台海與東亞區域壓力
引起國際關注

日本防衛預算創新高
長程打擊與多重防空布局為發展重點



北韓領導人金正恩推動增飛彈產量
以增強朝鮮及東北亞區域威懾力



2026年經濟韌性復甦展望：「震盪前行」



美國關稅政策引發2025經濟市場劇烈震盪
對物價與貨幣延伸效應可能於2026出現

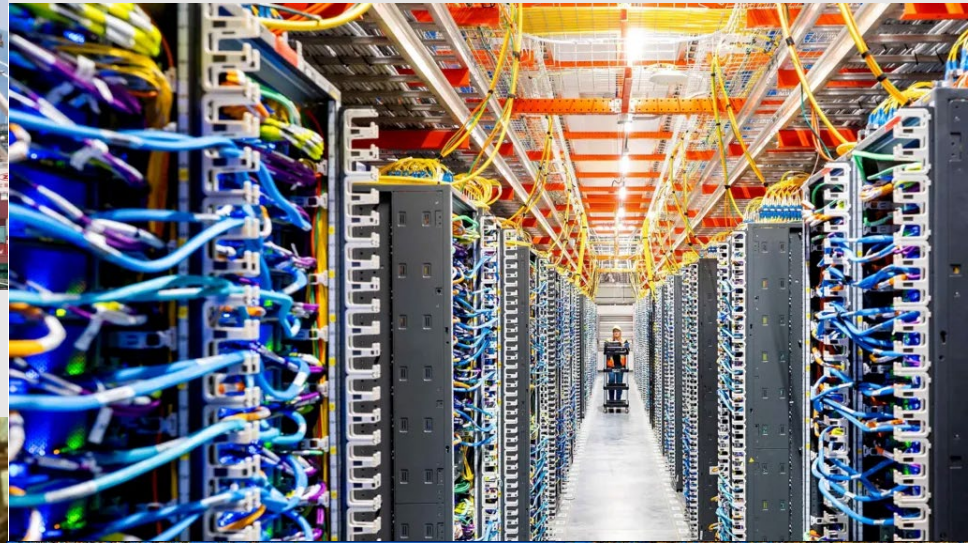
BBC.com



全球經濟市場展現韌性

AI產業帶動股市反彈於2025年末創下新高

AI投資熱潮與準聯準會主席人選變數交織
美國未來市場走勢充滿不確定性



川普將於一月公布
聯準會主席

bbc.com

人工智慧AI產業發展關鍵時刻：「盛極而變」

OpenAI累計募資金額(每十億美元)

ChatGPT推出後
迅速吸納巨額資金



資金持續消耗與模型競爭持續升溫
的背景下，OpenAI經營如履薄冰

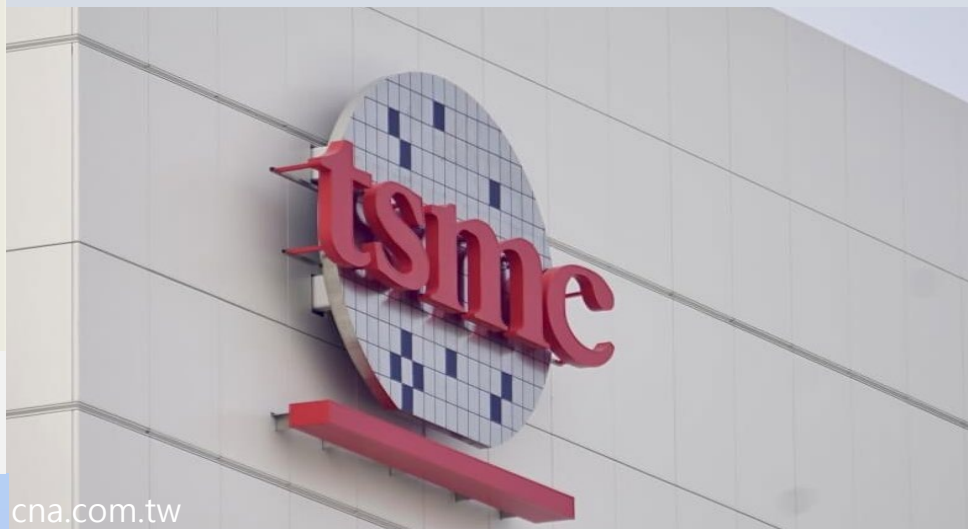
The
Economist



economist.com

OpenAI正面臨高速擴張、財務壓力與
長期獲利能力之間重新調整步調的關鍵時刻

人工智慧模型帶動算力需求 台積電2奈米製
程正式量產 支撐全球次世代AI產業基礎



AI熱潮推升科技公司市值與創辦人資產
帶動日本股市2025以歷史新高收市



japantoday.com

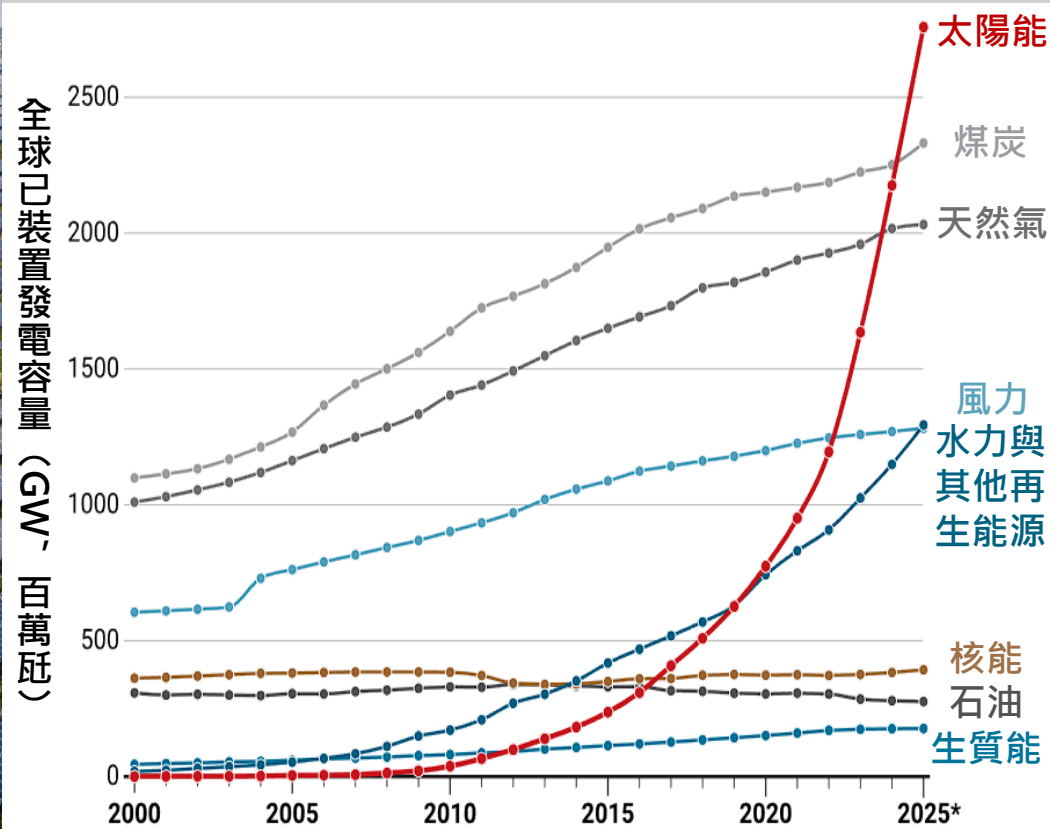


ftchinese.com

全球再生能源躍進 減碳行動機遇：「轉折在即」



太陽能、水力等再生能源裝置容量快速提升



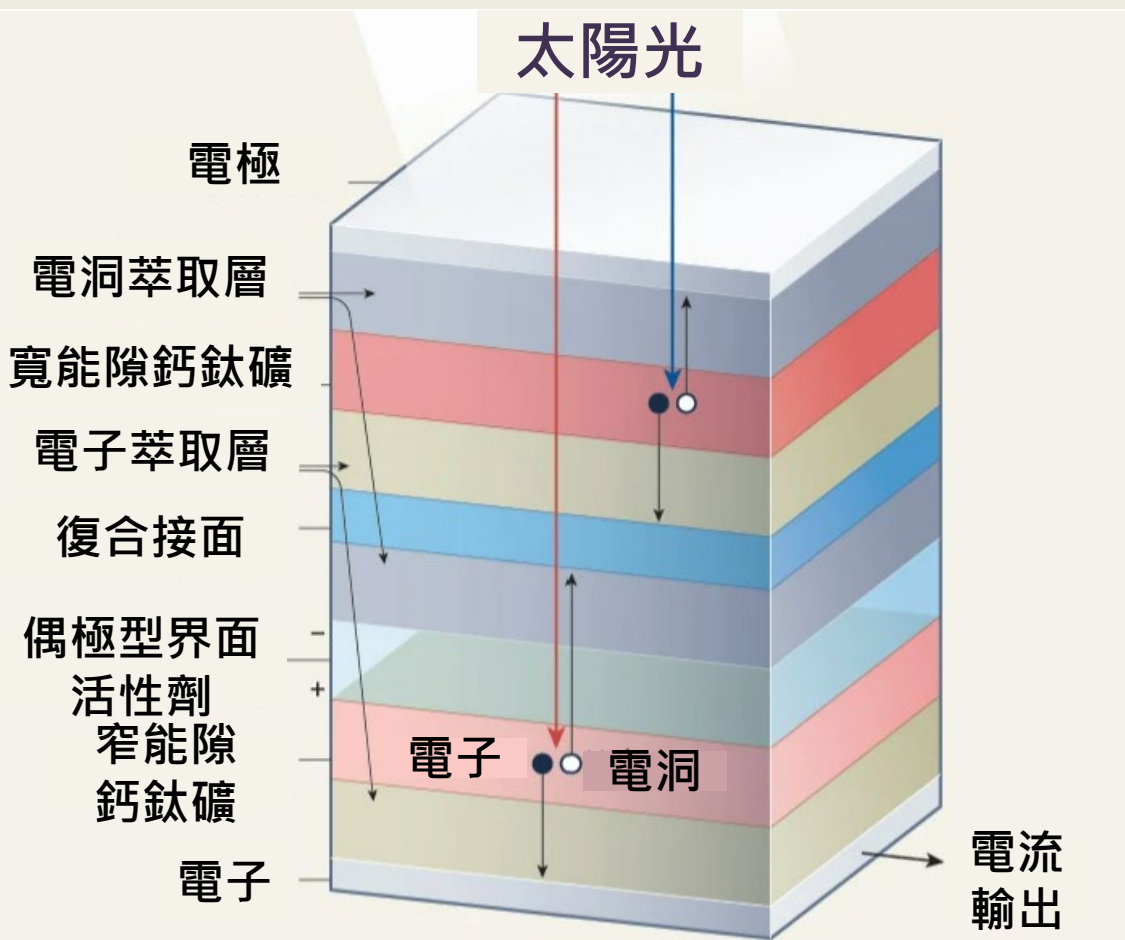
- 中國大規模生產帶動成本下降，加速全球能源轉型
- 但供應鏈高度集中於單一國家，地緣政治影響逐漸浮現風險
- 即便存在多重不確定性，2025 年仍是能源轉型的關鍵轉折點

高效能多層鈣鈦礦太陽能電池關鍵介面:「臨界已過」

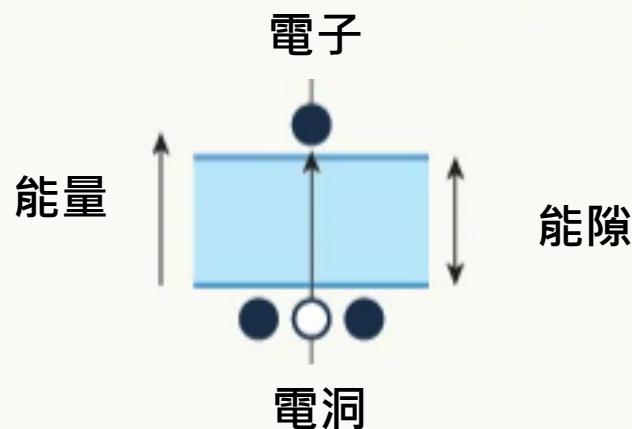
研究團隊透過在多層（串聯）鈣鈦礦太陽能電池的關鍵界面引入偶極分子表面活性劑，大幅降低能量損失，使全鈣鈦礦串聯太陽能電池效率首次穩定突破 30%

（達 30.6%），超越矽太陽能電池的理論極限。

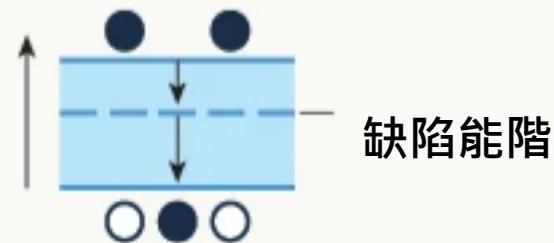
Shuaifeng Hu & Henry J. Snaith, Nature, 2025



電子 - 電洞對的形成



非輻射復合



鐵電創新材料提升記憶晶片效能:「轉軸初現」

Robert F. Service(2025)



鐵電隨機存取記憶體

鐵電(Ferroelectrics) 隨機存取記憶體

記憶體材料技術
利用鐵電材料電場作用下極性翻轉
可長期維持極化方向儲存數位資料
中 0 與 1 編碼訊息

優點

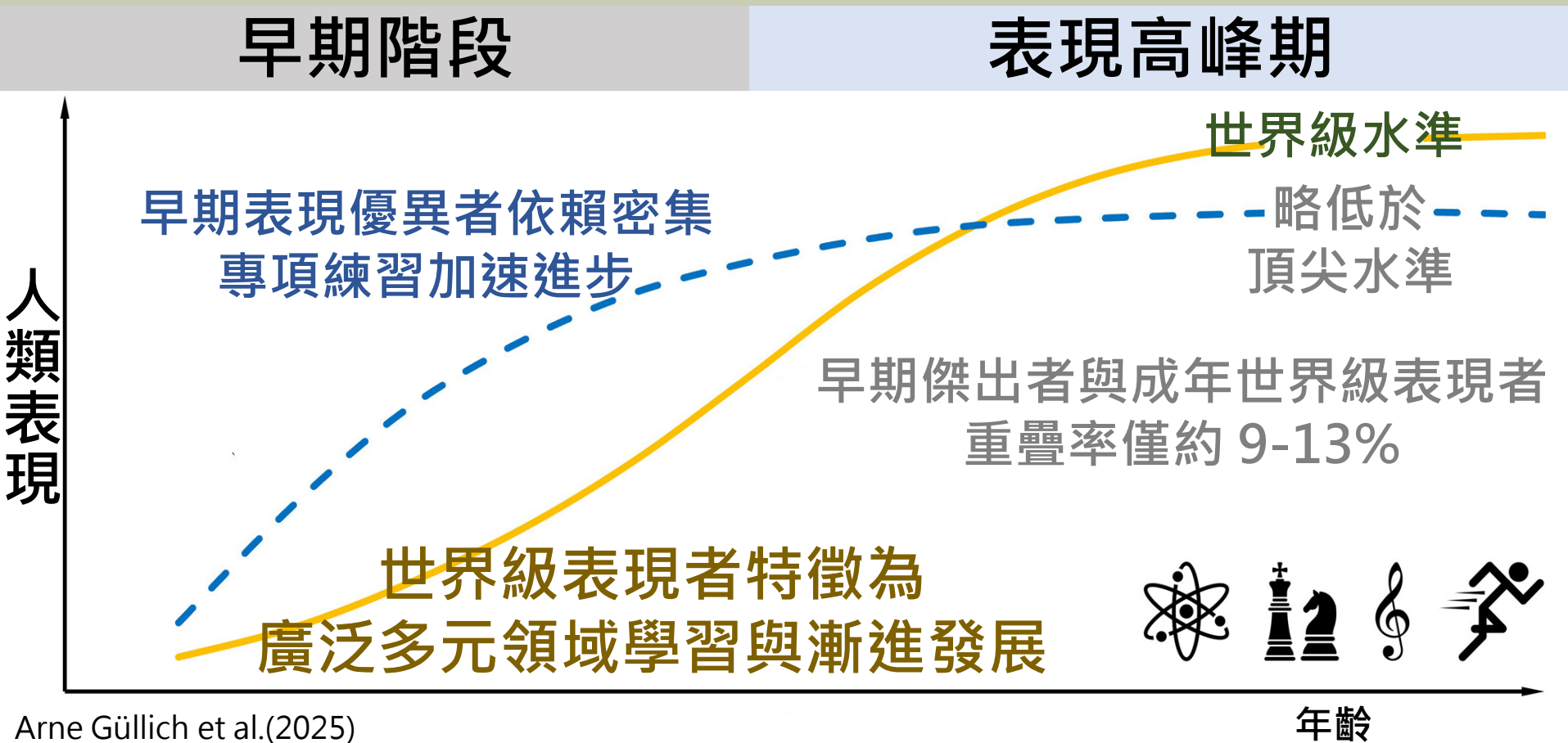
- 高穩定性
- 讀寫速度快
- 低功耗
- 耐寫性高

缺點

- 儲存容量小
- 成本較高
- 製程複雜

- 目前主流快閃記憶體面臨快閃微縮與功耗限制瓶頸問題
- 三星等廠商將鐵電記憶體耗電量降低96%，提高製成效率與穩定性，使數位裝置可儲存更多資料提升AI和機器人效能

優異表現源於長期累積:「大器晚成」



- 以短期表現為導向之選材與培育未必有利於造就巔峰成就人才
- 此發展模式在科學、藝術、運動等多元職業長期趨勢皆一致
- 成年達到世界級水準成就更仰賴時間與多元跨域學習路徑累積

AI進入校園重構學習評量模式：「因勢利導」

自從 ChatGPT 問世後，學生使用 AI 已成為常態

- 2025 年英國調查顯示：92% 大學生使用 AI、88% 仰賴生成式 AI 協助課業
- AI 在閱讀理解、寫作、程式設計等任務上，已能穩定超越多數學生

結論：傳統論文、作業、考試不再代表學生的真實理解，因學生只是產出答案

1. 結構化詰問對話刺激思考(蘇格拉底式提問)：評斷標準應為推理過程，非僅止於文字成品。

2. 動態學習歷程評估(建立學生學習日記工具)：應多次檢測，而非只單看一次檢測結果。

3. 設計學習導向AI：ChatGPT、Gemini、Copilot 不是為教育評量設計



在需要公平比較的升學情境中，考試仍不可或缺，但其角色應從「排序學生」轉為「促進學習」。

影像輔助XAI

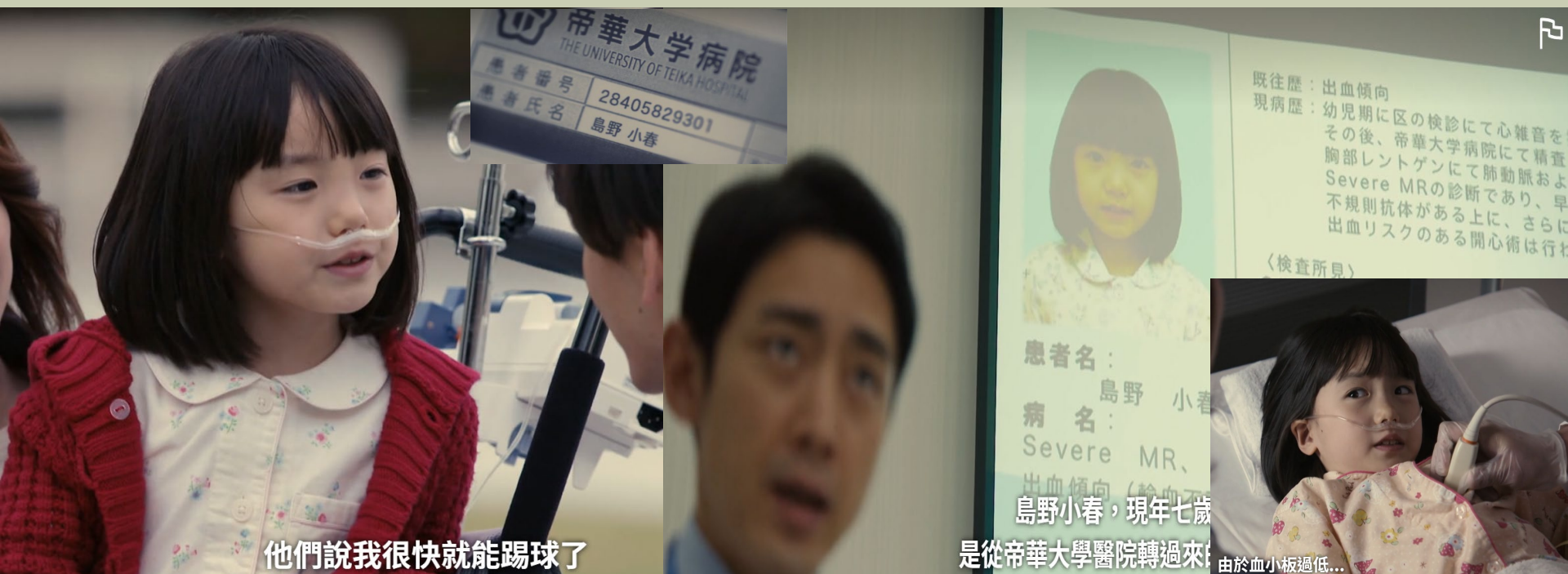
臨床應用治理

創新工具最佳臨床應用: 黑色止血鉗



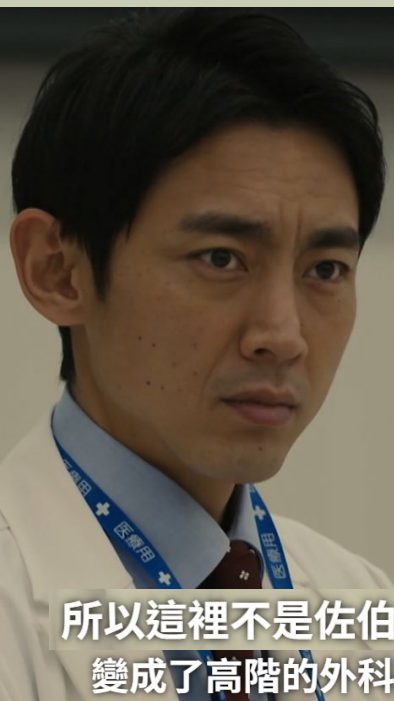
- 由高階醫師引進之微創手術工具SNIPE在東城大學完成兩例困難個案二尖瓣置換術，使醫師可快速完成以往難以達成之療法
- 東城大學決定推廣SNIPE療法，引進工具並訓練臨床照護人員熟悉操作方式
- 過往以高度技術完成困難個案之傳統動搖

挑戰性困難個案啟發臨床新療法



- 帝華大學醫院病患7歲女童島野小春因二尖瓣閉鎖不全合併凝血功能障礙為手術高風險病患
- 新技術SNIPE可採微創方式完成二尖瓣置換，經評估傳統開胸手術風險過高，轉院至東城大學醫院改以SNIPE系統治療

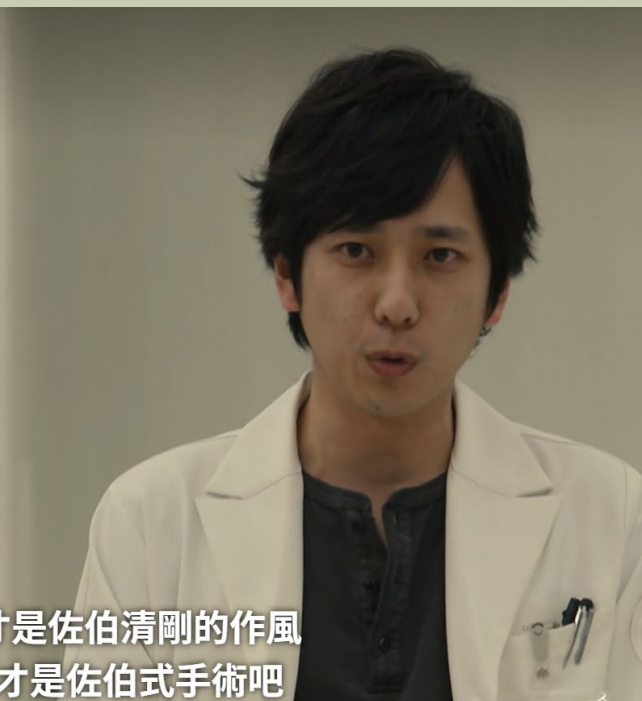
科技輔助療法 vs 傳統精湛手術衝突



在我所認識的佐伯外科裡
所有二尖瓣手術
進行困難的手術
而且一次又一次克服挑戰



-那就等於認輸了



那才是佐伯清剛的作風
那才是佐伯式手術吧



大肆嘲弄我和黑色止血鉗

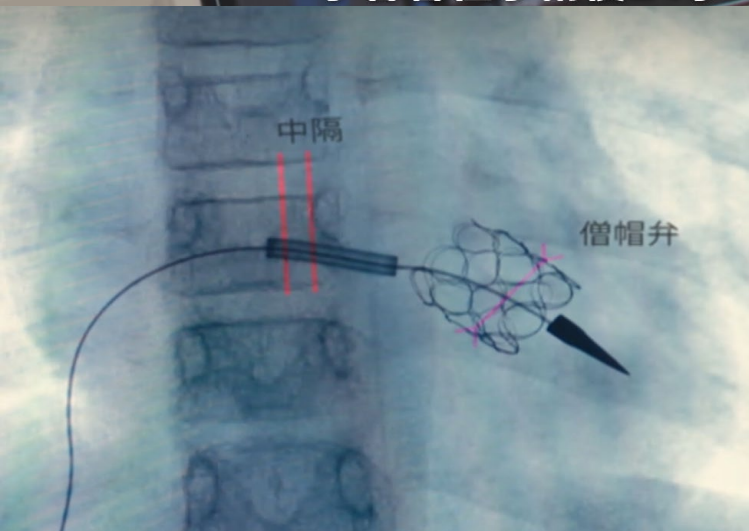
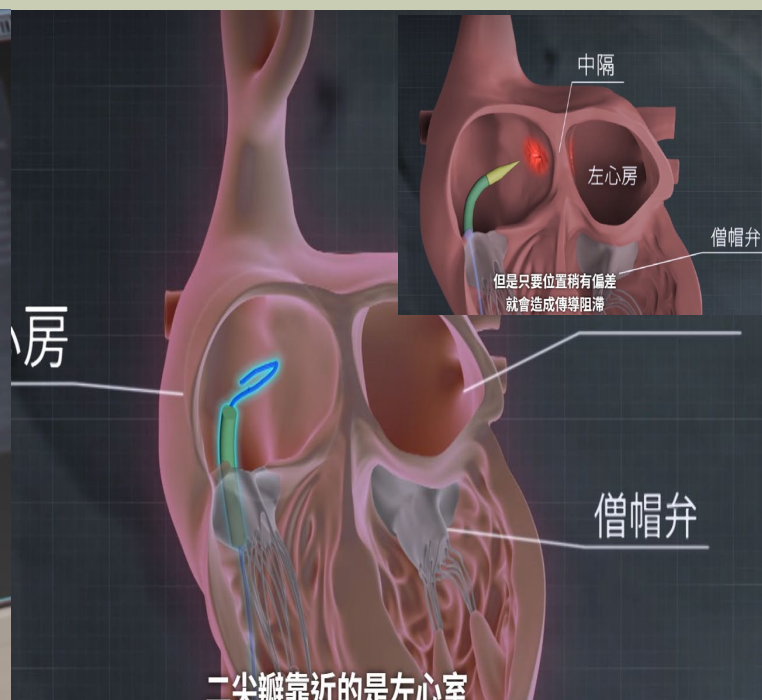
- 全院會議中佐伯教授指派渡海以SNIPE療法為小春治療，遭到渡海拒絕
- 渡海質疑若傳統手術方法無法完成而SNIPE可成功治療，則形同過往醫療價值失敗

科技輔助精湛技術成功治療困難個案



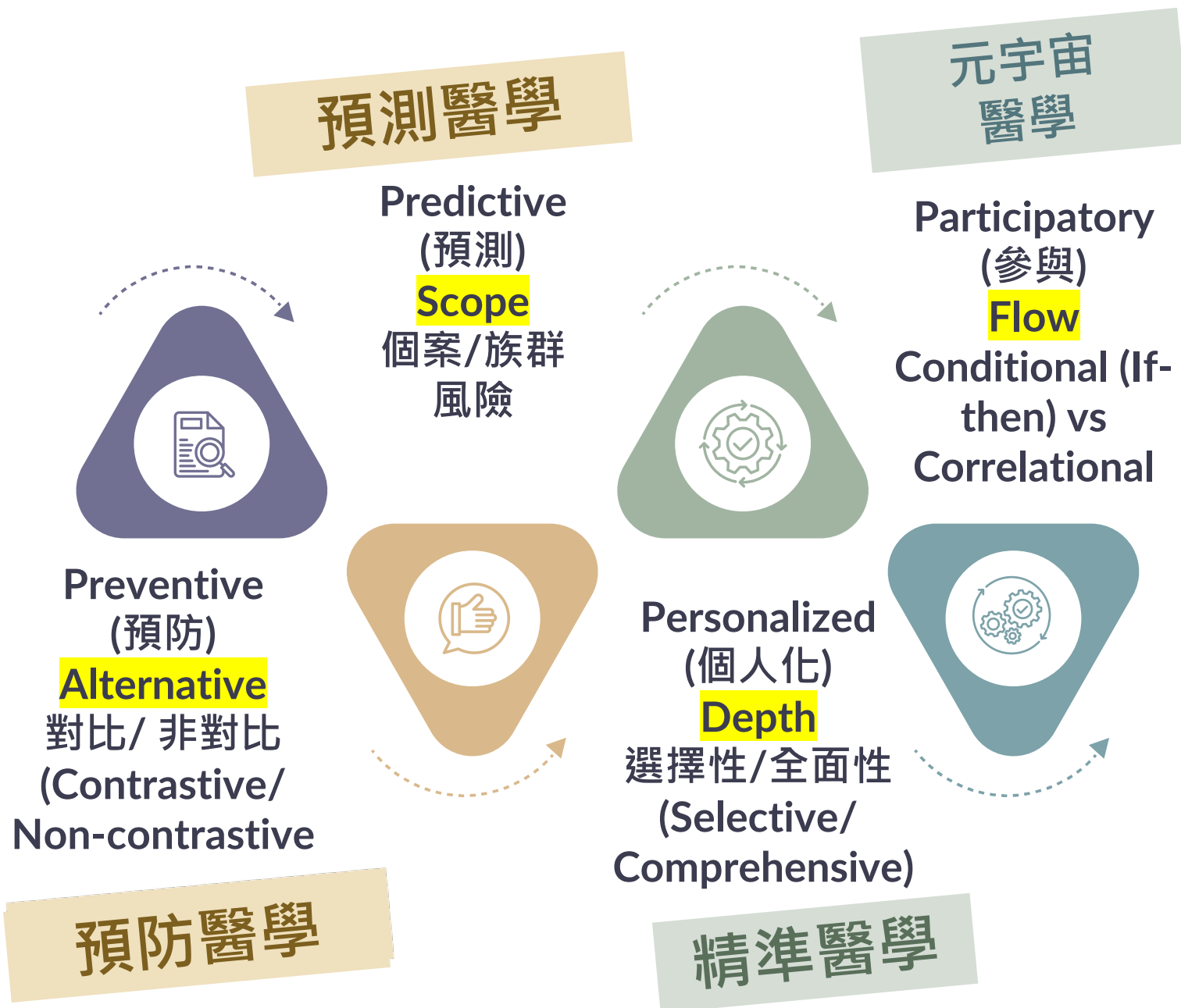
高階醫生做了無數次模擬手術

小春會在手術後24小時失血而死



- 經過波折後高階醫師出面協調使渡海參加小春醫療團隊
- 渡海將SNIPE瓣膜置換模組與心導管工具橋接，利用靜脈管路由右側循環穿過小春先天性心房中膈缺損路徑到達左心完成二尖瓣置換

4P健康照護治理:從技術AI 走到 Legal XAI



BRCA 基因突變個案醫療決策



安潔莉娜裘莉帶有 *BRCA1* 基因突變，為不讓孩子經歷失去母親遺憾，於2013年毅然接受**預防性雙側乳房切除手術**，歷經複雜重建過程成功將未來乳癌風險從**87%**降至**<5%**。2015年並接受**雙側卵巢切除手術**。



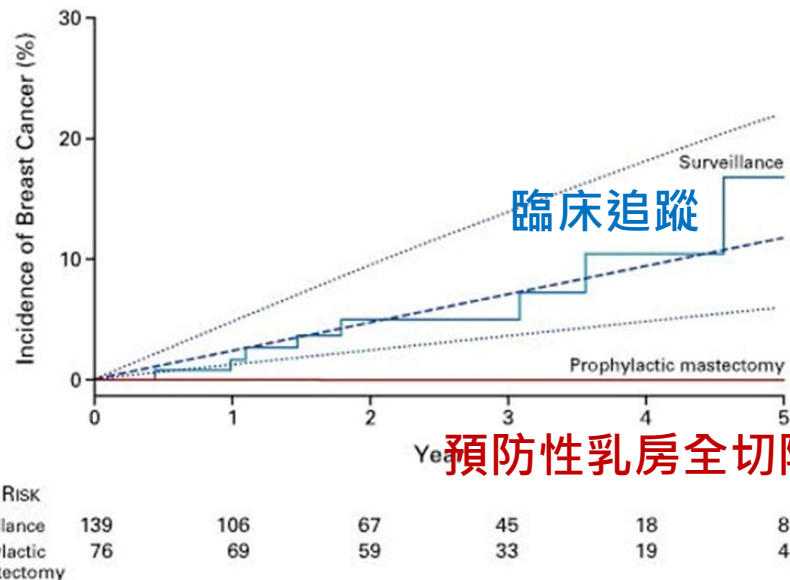
The NEW ENGLAND
JOURNAL of MEDICINE

ORIGINAL ARTICLE

Breast Cancer after Prophylactic Bilateral Mastectomy in Women with a BRCA1 or BRCA2

Mutation Published July 19, 2001 | N Engl J Med 2001;345:159-164
DOI: 10.1056/NEJM200107193450301

荷蘭鹿特丹癌症研究中新邀請**139名**帶有BRCA1或BRCA2突變之婦女參與隨機分派試驗，
一組採用**雙側乳房預防性切除**，
一組採用**一般臨床追蹤**



乳癌風險預測—1980年代起一系列乳癌風險分數演化

乳癌風險算算看

做個風險預測吧!

題項	選項內容	分數
BMI > 23	<input type="checkbox"/> 否 (BMI ≤ 23)	0
	<input type="checkbox"/> 是 (BMI > 23)	1
生育史	<input type="checkbox"/> 未曾生產	1
	<input type="checkbox"/> 第一胎 ≤ 28 歲	0
	<input type="checkbox"/> 第一胎 > 28 歲	1
乳房 X 光攝影(乳房密度)	<input type="checkbox"/> 脂肪型 (<25%)	0
	<input type="checkbox"/> 散佈纖維腺體型 (25~50%)	1
	<input type="checkbox"/> 非均質型 (51~75%)	2
	<input type="checkbox"/> 緻密型 (>75%)	4
	<input type="checkbox"/> 未檢測	2
BRCA1 基因突變*	<input type="checkbox"/> 否	0
	<input type="checkbox"/> 是	4
	<input type="checkbox"/> 未檢測	0
BRCA2 基因突變*	<input type="checkbox"/> 否	0
	<input type="checkbox"/> 是	2
	<input type="checkbox"/> 未檢測	0
總分		

9

依據個人與家族病史推估
BRCA1/BRCA2 突變機率

二等親內 親屬於 50歲之前 罹患乳癌	二等親內 親屬罹患 卵巢癌	個案本身 為雙側乳 癌或卵巢 癌	個案本身 為乳癌個 案	BRCA1/B RCA2 突 變機率
•				25%
•			•	40%
		•		51%
•		•	•	76%
	•			35%
	•		•	35%
	•	•		71%
	•	•	•	71%
•	•			35%
•	•		•	59%
•	•	•		71%
•	•	•	•	89%



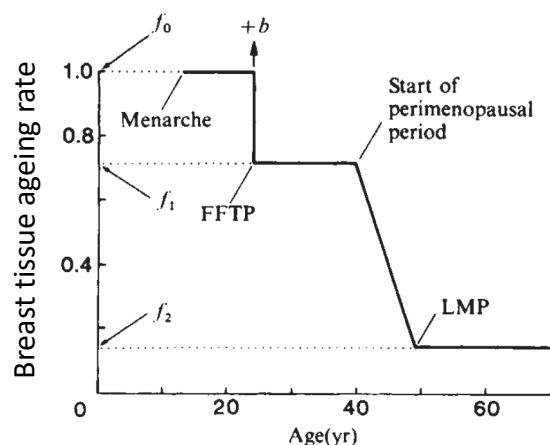
風險總分	0	1	2	3	4	5	6
十年乳癌風險	0.30%	0.70%	1.40%	2.80%	5.50%	7.50%	13%

風險總分	7	8	9	10	11	12
十年乳癌風險	18%	33%	42%	60%	62%	90%

* BRCA1/2 若未檢測，亦可透過家族病史BRCA1/2諮詢表(見下頁)
得到可能變異機率，該機率乘以4分後列為BRCA1/2合併得分
例如: BRCA突變機率 40% --> 0.4x4=1.6

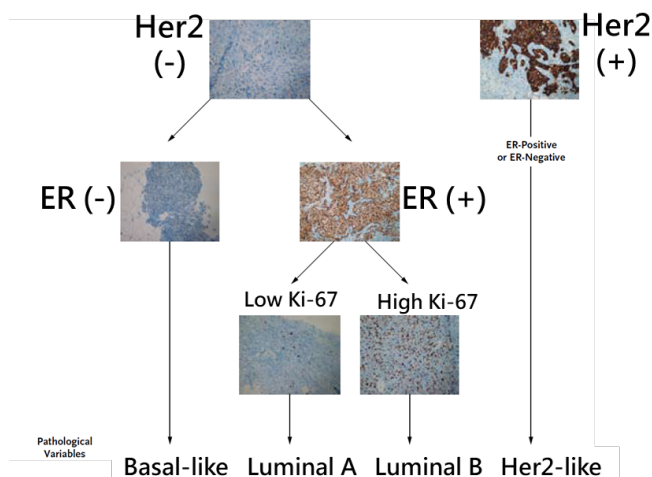
乳癌風險生物特徵生物標記

生育因子 荷爾蒙因子



Pike et al, *Nature* 1983; 303, 767 - 770

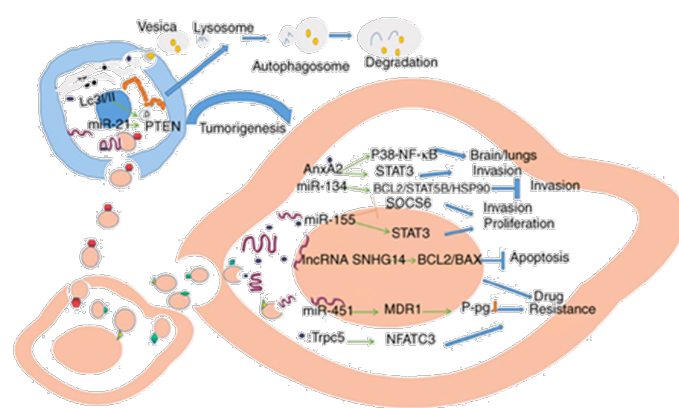
腫瘤特性



Sotiriou C, and Puzstai L,

N ENGL J MED 360;8 NEJM.ORG FEBRUARY 19, 2009

外泌體 Exome



Female
reproductive
factors

ER, PR

Her2

Triple
Neg.

FISH

CTC

Exosome

乳房攝影影像生物標記: Imaging Biomarkers

1) 最常見於終末小葉導管單位 (Terminal ductal lobular units, TDLUs) (AAB): 75%

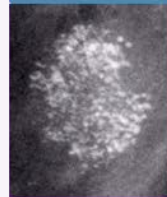
● Acinar adenocarcinoma of breast cancer (AAB)

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

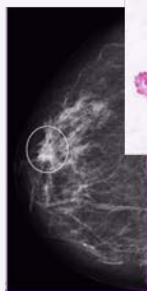
László Tabár^{a,*}, Peter B. Dean^b, F. Lee Tucker^c, Amy Ming-Fang Yen^d, Jean Ching-Yuan Fann^e, Abbie Ting-Yu Lin^f, Robert A. Smith^g, Stephen W. Duffy^h, Tony Hsiu-Hsi Chenⁱ



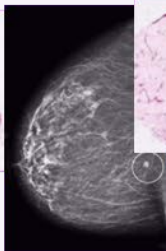
Powdery



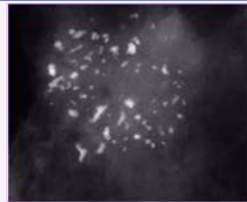
Stellate/spiculated



Circular/oval-shape



Crushed stone-like

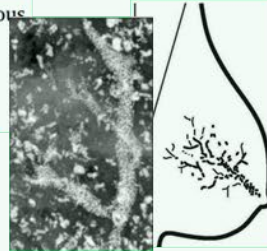


2) 乳腺管內 (Lactiferous ducts, DAB): 20%

● Ductal adenocarcinoma of the breast, DAB

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

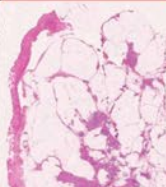
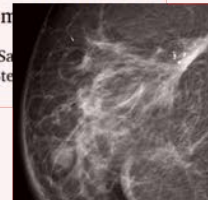
László Tabár^{a,*}, Peter B. Dean^b, F. Lee Tucker^c, Tony Hsiu-Hsi Chen^d, Robert A. Smith^e, Stephen W. Duffy^f, Sherry Yueh-Hsia Chiu^g, May Mei-Sheng Ku^d, Chiao-Yun Fan^d, Amy Ming-Fang Yen^h



● Diffusely Infiltrating Breast Cancers, BCMO

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

László Tabár^{a,*}, Peter B. Dean^b, F. Lee Tucker^c, Amy Ming-Fang Yen^d, Sa Grace Hsiao Hsuan Jen^e, Jackson Wei-Chun Wang^e, Robert A. Smith^f, Stephen W. Duffy^g, Tony Hsiu-Hsi Chen^h



3) 間質幹細胞 (Mesenchymal stem cells): 5%

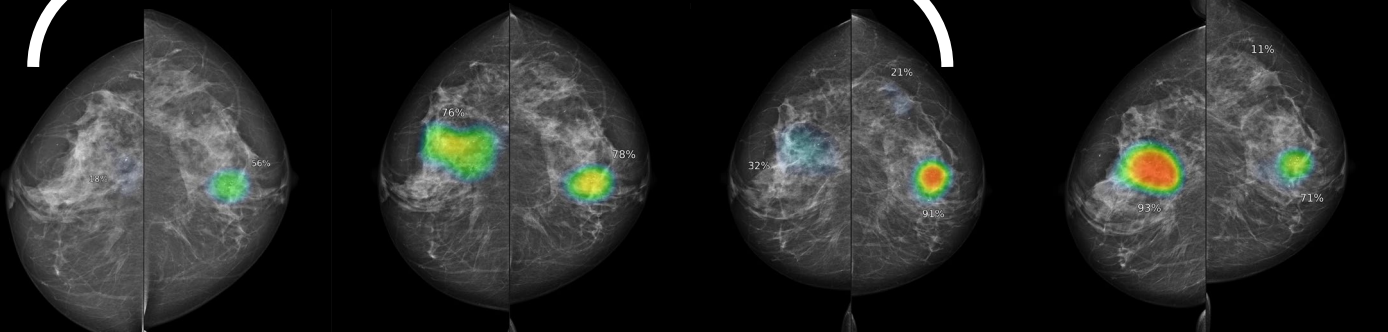
臨床判讀陰性、AI可偵測乳癌病灶



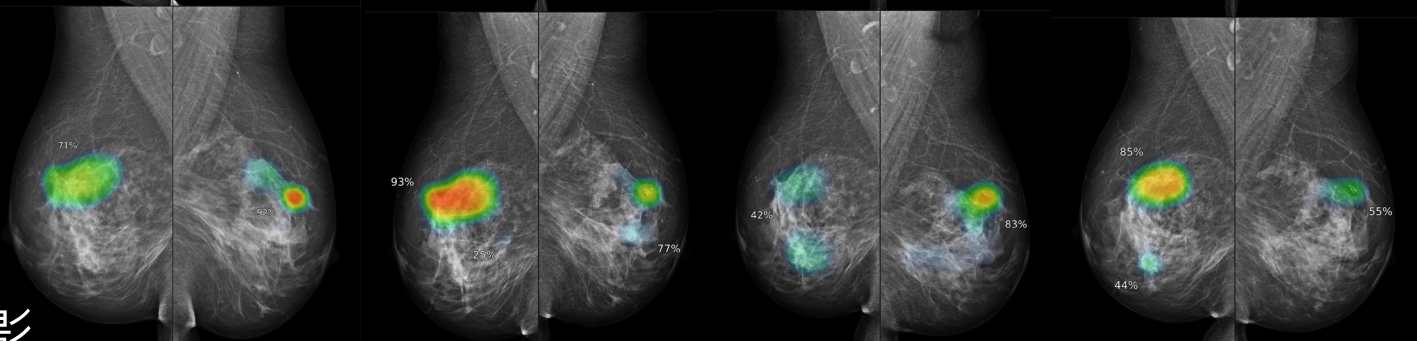
醫師偵測 乳癌病灶



正位投影



側斜投影



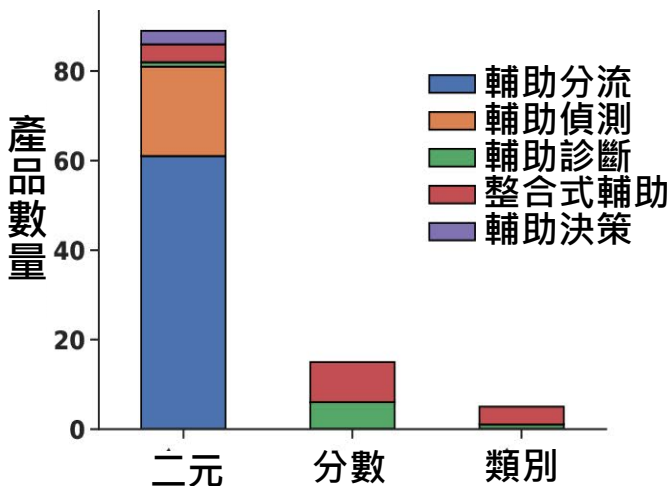
間隔四年



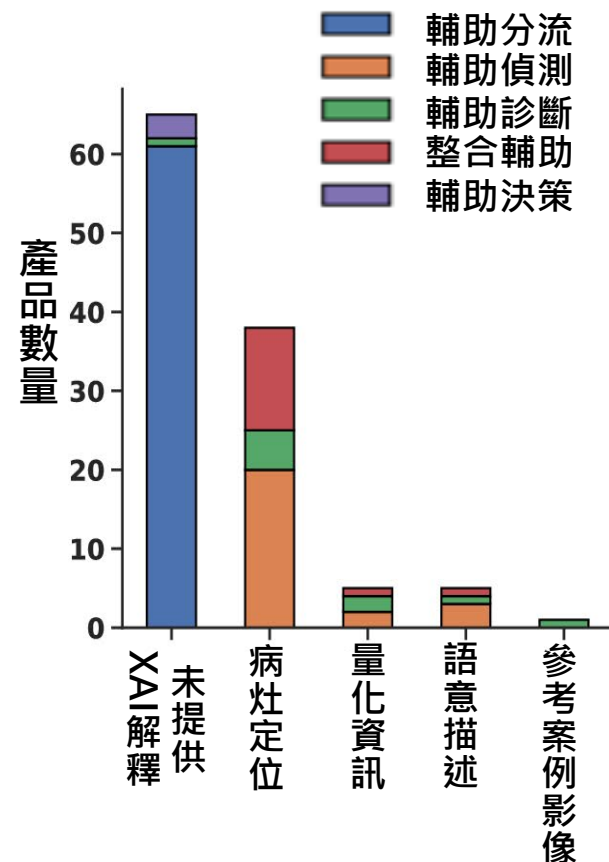
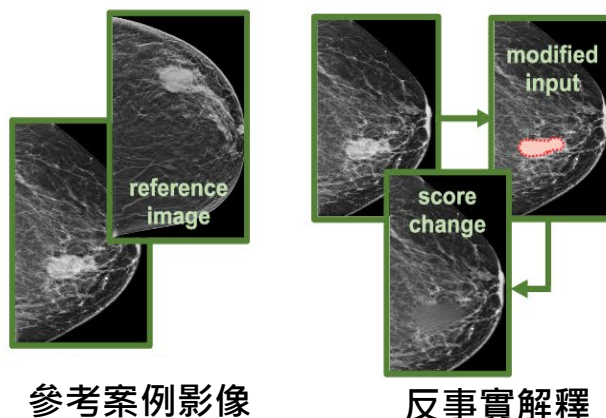
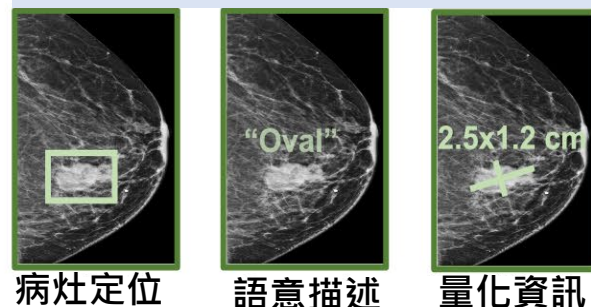
醫學影像XAI應用現況

McNamara et al., 2024

AI 預測類型



XAI 解釋類別



醫學影像AI以二元輸出
為主 集中於分流與偵測工具

多數產品未提供可解釋性輸出
現行設計仍以直覺且低風險的
嵌入式形式為主

當前醫學影像 XAI 設計進展

McNamara et al., 2024

AI預測輸出型態

- 以二元輸出為主，集中於 CADt 與 CADe
- 著重分流與偵測，而非診斷裁決
- 輸出資訊密度低，但流程影響力高

可解釋輸出型態

- 多數產品未有可解釋輸出
- 有解釋者以病灶定位最常見
- 僅少數模型是語意、量化與高階 XAI
- 反事實解釋模型尚未有產品進入臨床

- 多數產品僅提供結果，未附帶解釋資訊，但解釋應取決於用途
- 例如分流工具無解釋屬合理設計，而診斷輔助則需更多解釋資訊

XAI：可解釋AI乳癌應用

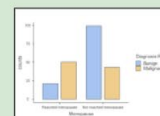
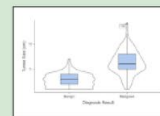
Tharunya Arravalli et al, 2025 *Scientific Reports*



受檢婦女

1 Data collection
影像收集

2 Data preprocessing
影像處理



3 Feature selection
特徵萃取

4 Data balancing
類別平衡

邊界式
SMOTE

5 Model Training
模式訓練

6 Model Testing
模式測試

分類與損失
評估指標

7 XAI
可解釋AI



乳癌診斷

Stacking

Bagging

Boosting

SHAP

QLattice

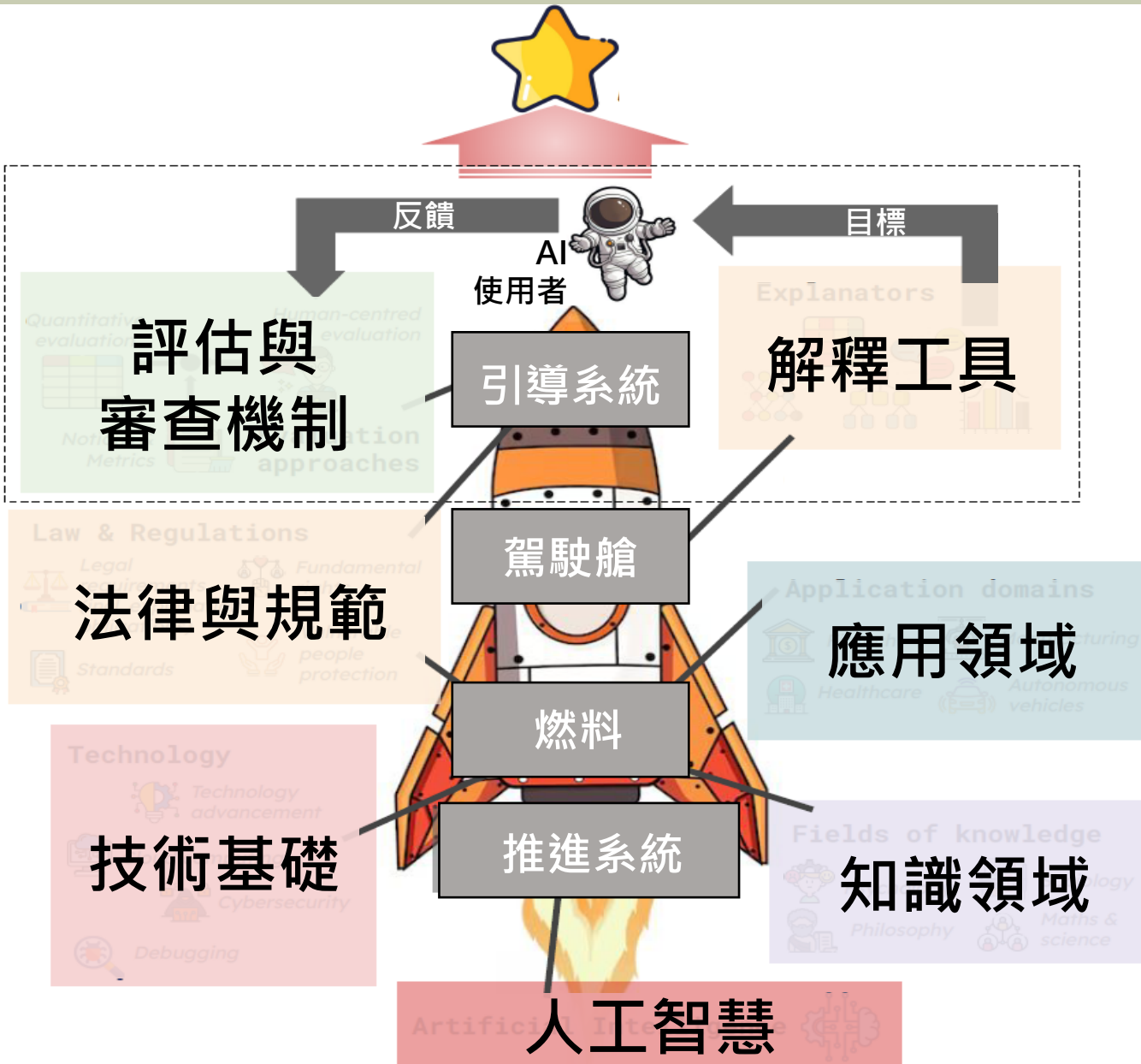
Eli5

LIME

Anchor

XAI健康應用治理導航

Sovrano et al., 2025



- 合規需跨領域合作與持續評估，將法規要件納入 AI 設計、導入與使用安全流程
- XAI 管理與監管輔助工具，協調技術、法律與人類理解，確保可解釋性與責任歸屬

台灣 XAI 治理

D1 法規與倫理符合性

- ❑ 符合醫療法、病人自主權利法、個資法
- ❑ 不以黑箱模型作為免除說明責任理由

D5 公共衛生政策介入

- ❑ 與衛生政策與醫療量能協同
- ❑ 具備滾動式調整與回饋機制

D2 解釋責任分層

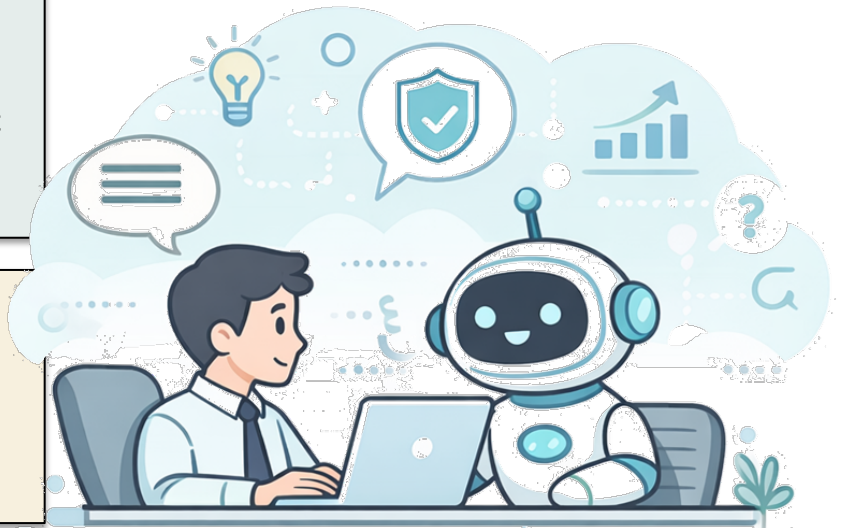
- ❑ 病人端：個案化、對比式、可行動解釋
- ❑ 制度端：系統層級稽核與公平性說明

D3 行為偏誤防範

- ❑ 防止定錨效應與過度簡化
- ❑ 清楚標示解釋適用範圍

D4 行為實證評估

- ❑ 評估理解度、接受度與醫囑遵從率
- ❑ 比較不同 XAI 解釋型態效果



D1



D2



D3



D4



D5

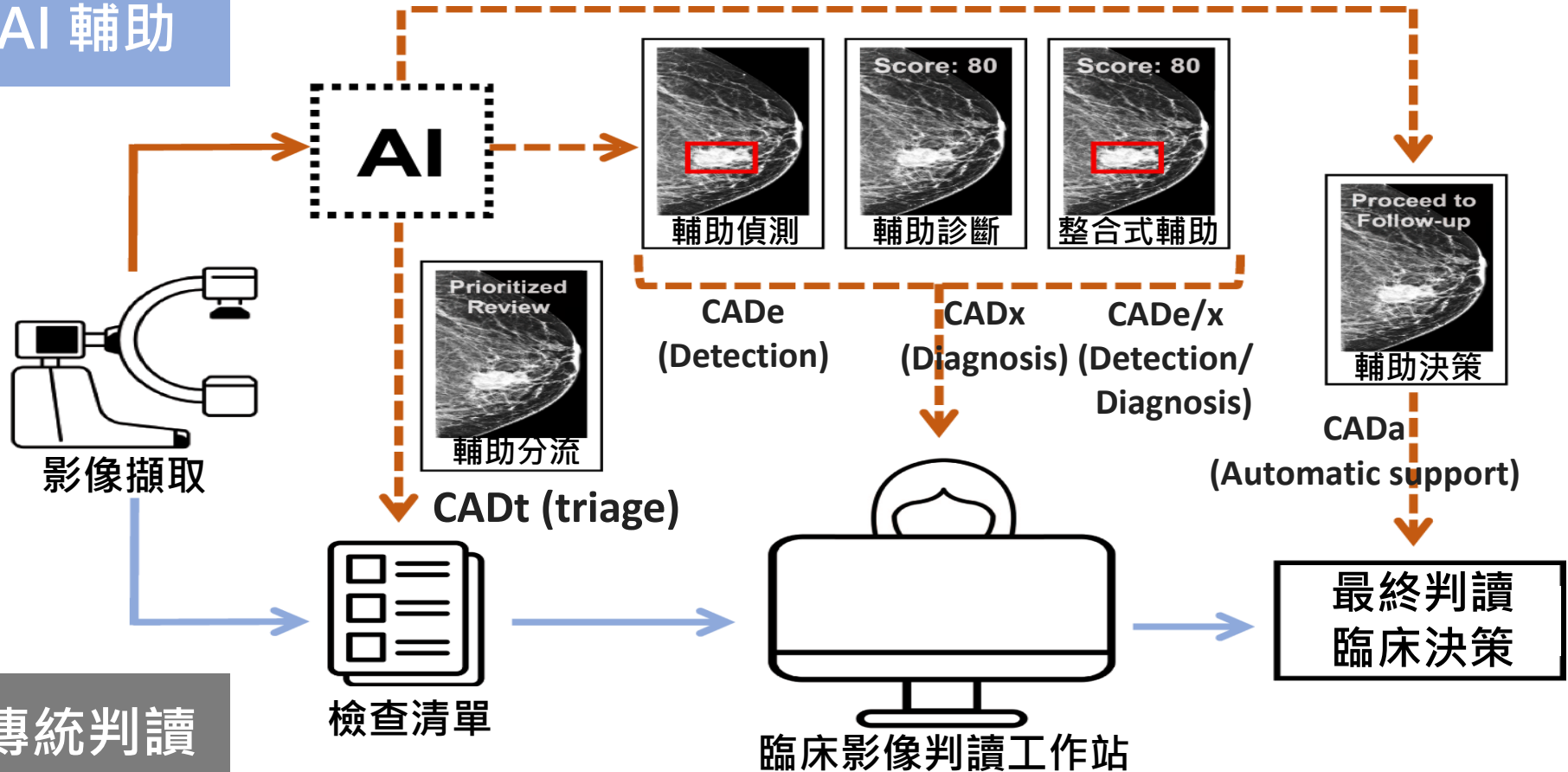
乳房攝影XAI影像輔助 臨床實例

AI 輔助醫學影像判讀流程架構

McNamara et al., 2024

AI 醫療輔助工具應用流程 協助排序、影像呈現、判斷

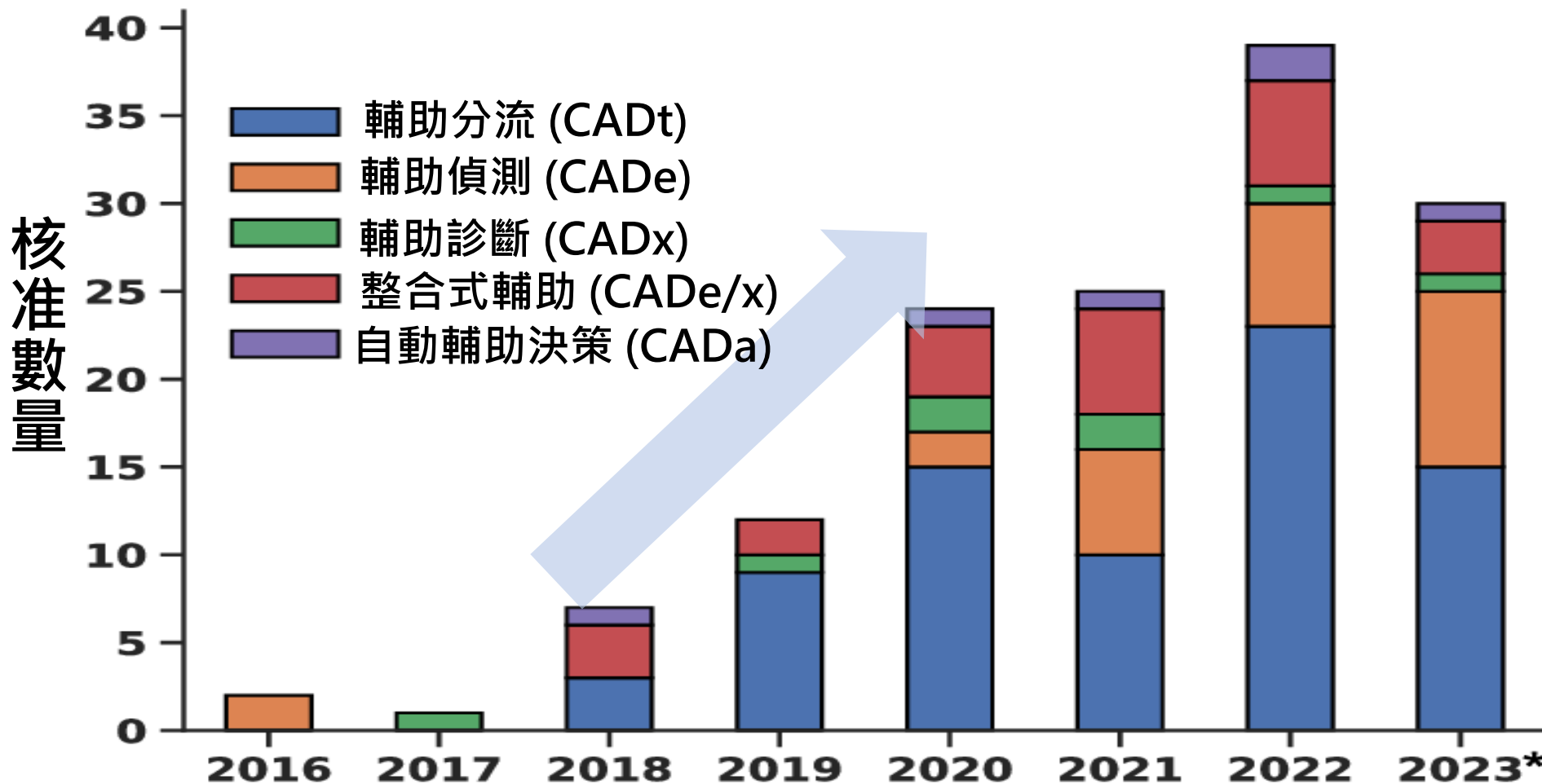
AI 輔助



傳統影像判讀流程 由醫師點選影像判讀 輸入結果

FDA醫學影像AI輔助工具導入趨勢

McNamara et al., 2024

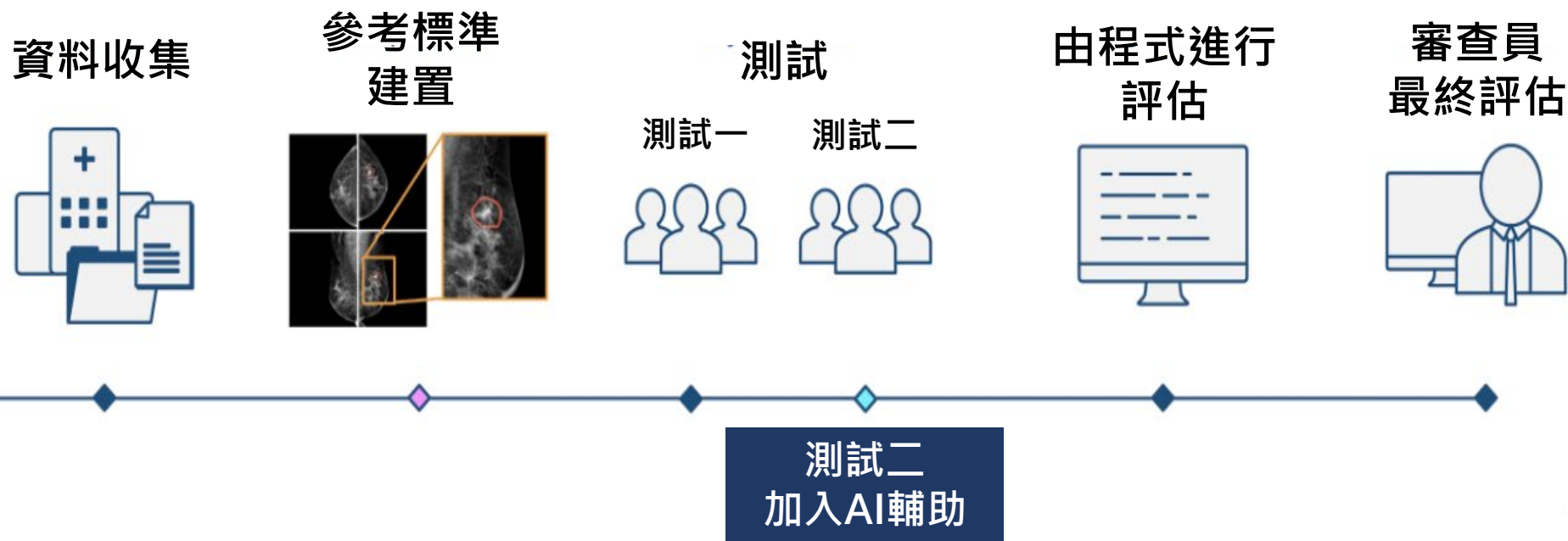


- 成長主要集中於風險界定相對明確的分流型產品
- 診斷與自主判讀類型增幅有限，應用定位相對審慎，與預期用途界定及臨床責任歸屬密切相關

乳房攝影人工智慧輔助讀片研究設計

Kim et al., 2020

評估深度學習乳房攝影人工智慧模型在臨床讀片中
對放射科醫師診斷表現與召回指標的影響



- 採多中心回溯性設計，先蒐集多來源乳房攝影影像建立參考標準，以二次讀片試驗，比較醫師在有無人工智慧輔助下之判讀差異，並評估整體效能

乳房攝影資料來源與建置原則

Kim et al., 2020

資料來源

- 納入南韓、美國與英國機構影像資料
- 資料蒐集期間橫跨 2000 至 2018 年
- 受檢者平均年齡約 50 歲

影像設備

- 影像來自多家主流設備廠牌包含 GE、Hologic 與 Siemens
- 降低設備偏差，提升模型泛化能力

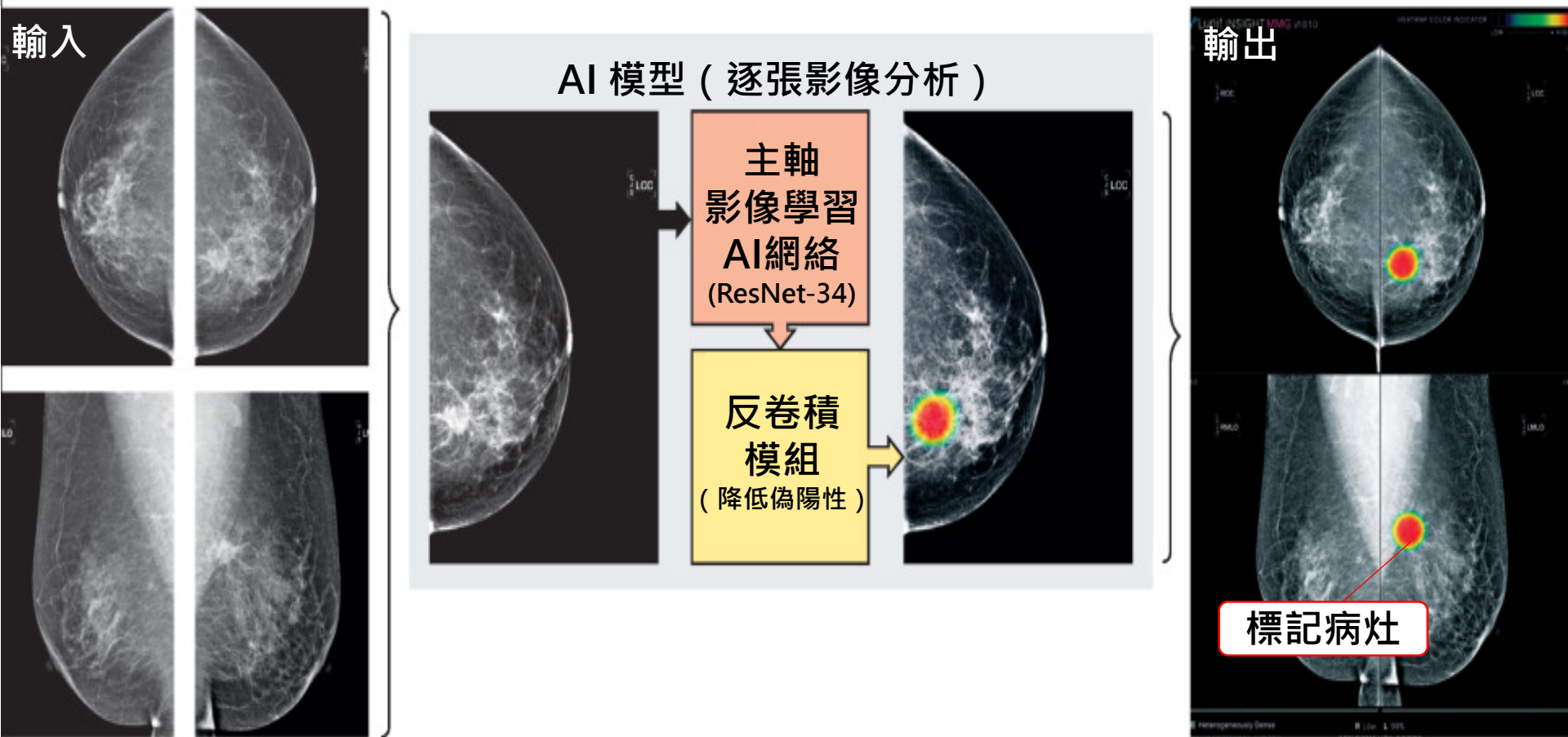
參考標準

- 同時納入篩檢型與診斷型乳房攝影
- 癌症個案皆經病理切片確認
- 良性與正常個案以切片或追蹤確認

- 單一時間點一位個案僅納入一組影像檢測資料
- 允許同一位女性於不同時間點納入多筆檢查，但每次檢查視為獨立影像，反映真實臨床追蹤情境

乳房攝影 AI 判讀流程示意

Kim et al. 2020

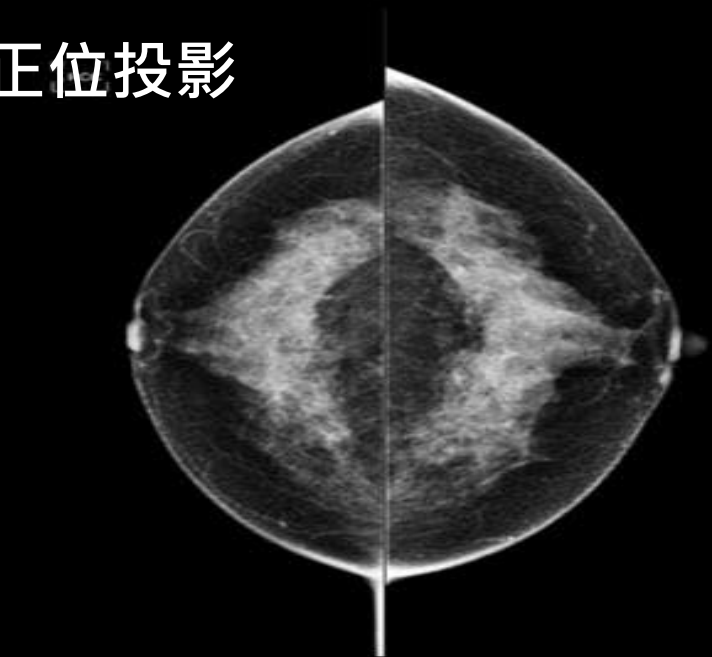


四視角乳房攝影
逐張影像獨立分析

兩階段特徵學習
兼顧局部與整體結構

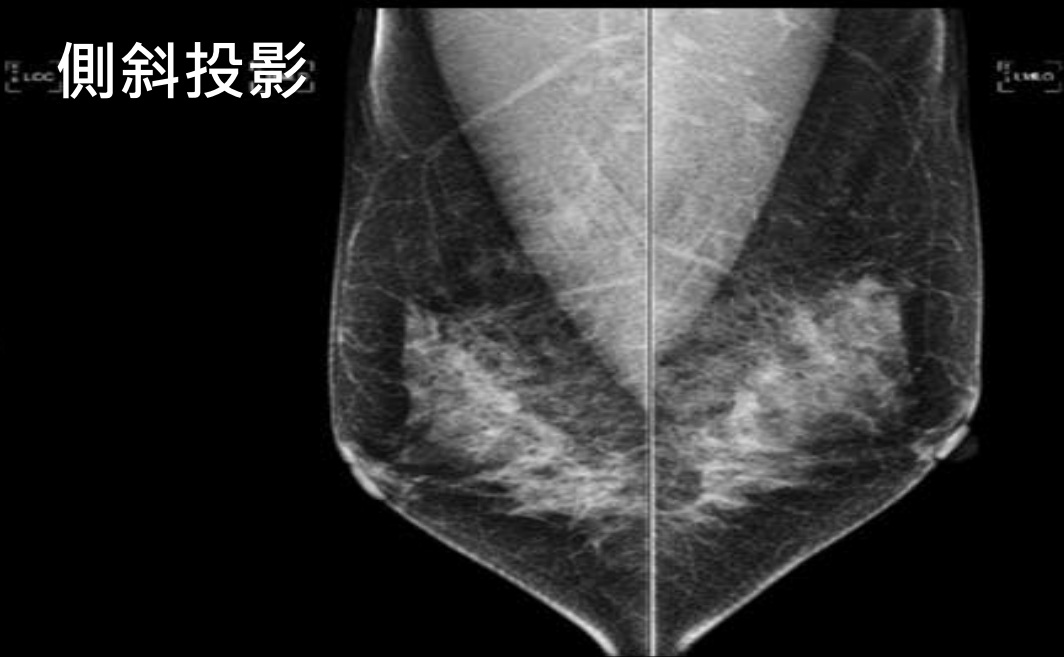
熱圖與分數輸出
輔助臨床判讀

正位投影

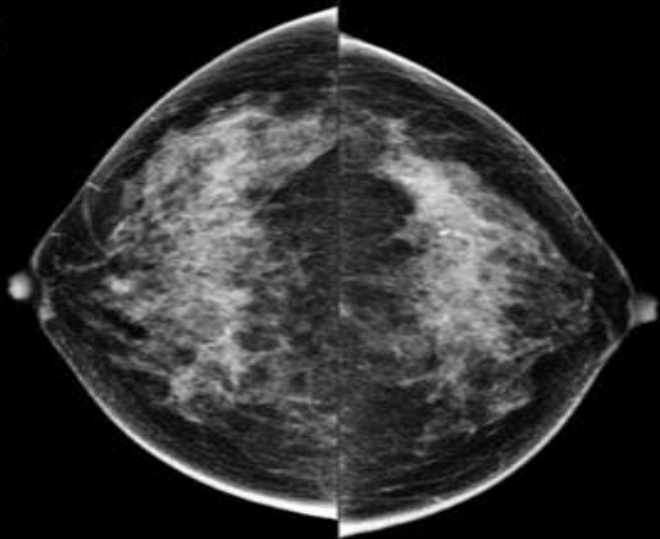


[R]
[CC]

側斜投影

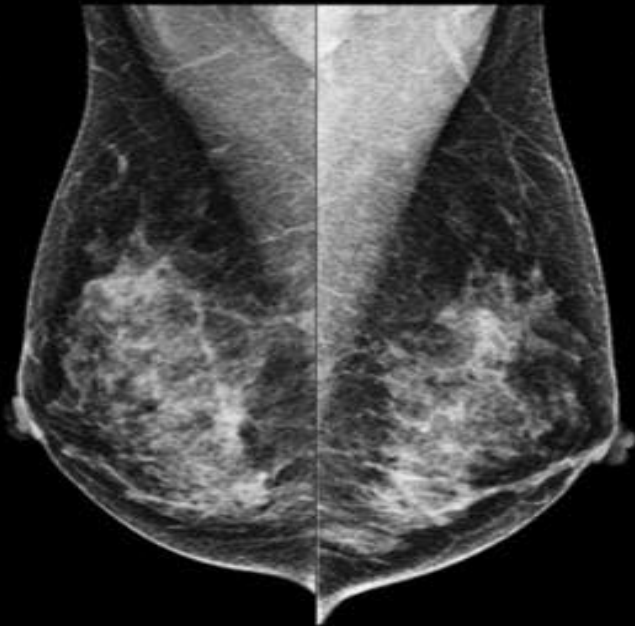


[L]
[MLO]



[R]
[CC]

[L]
[MLO]



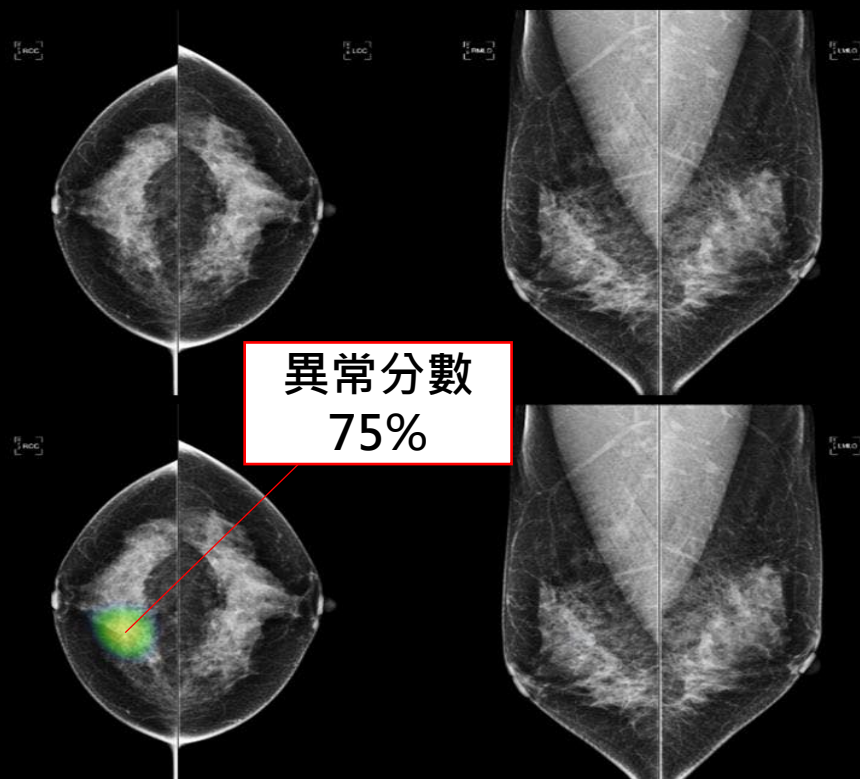
[L]
[MLO]

乳房攝影中 AI 病灶定位熱圖

Kim et al., 2020

51歲個案的初始判讀

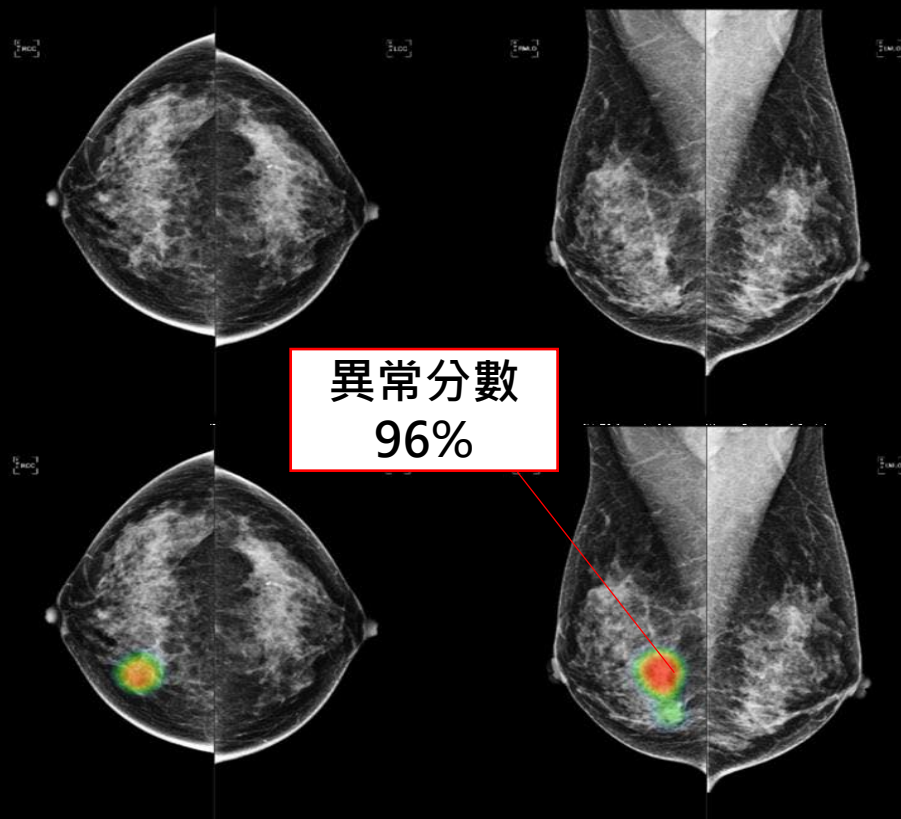
14 位放射科醫師中 4 位建議召回



在 AI 輔助介入下
13位醫師召回此病例

49歲個案初始判讀

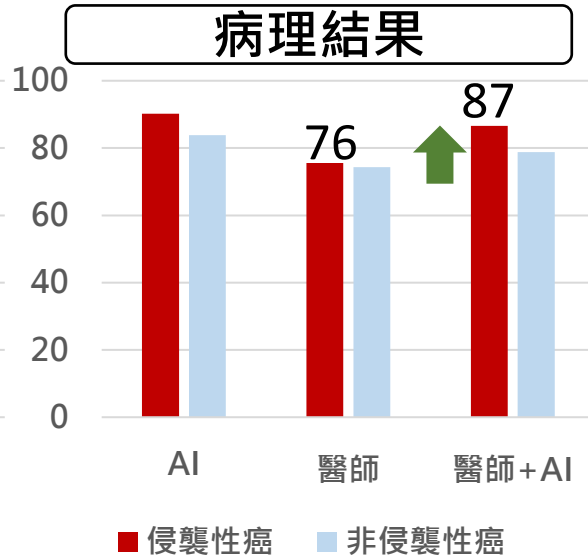
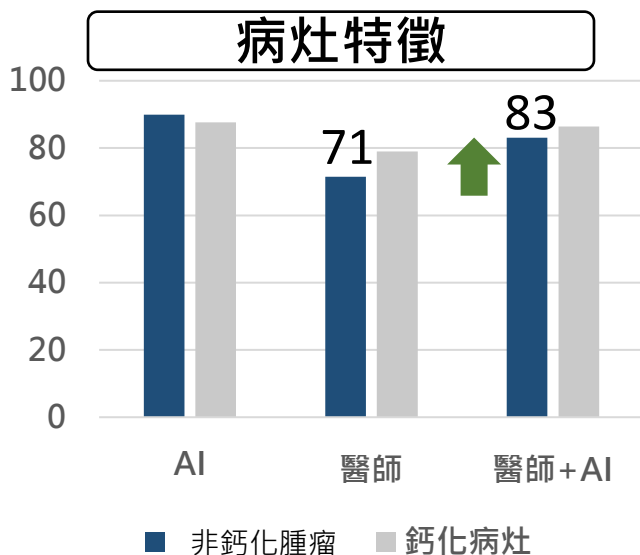
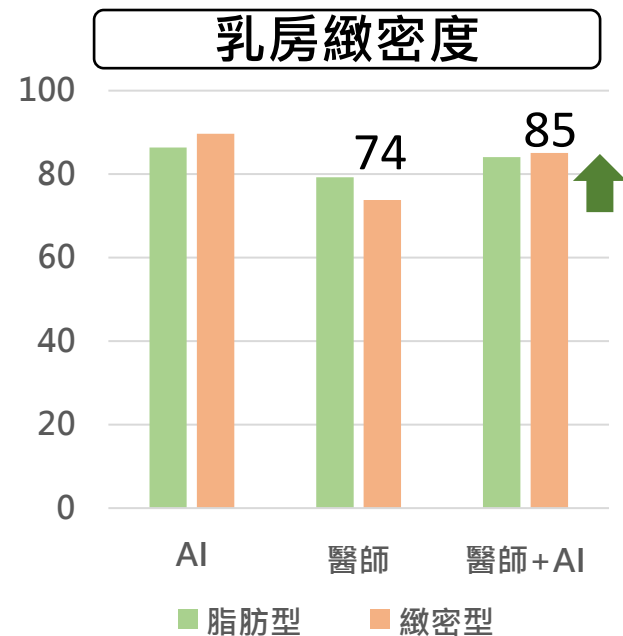
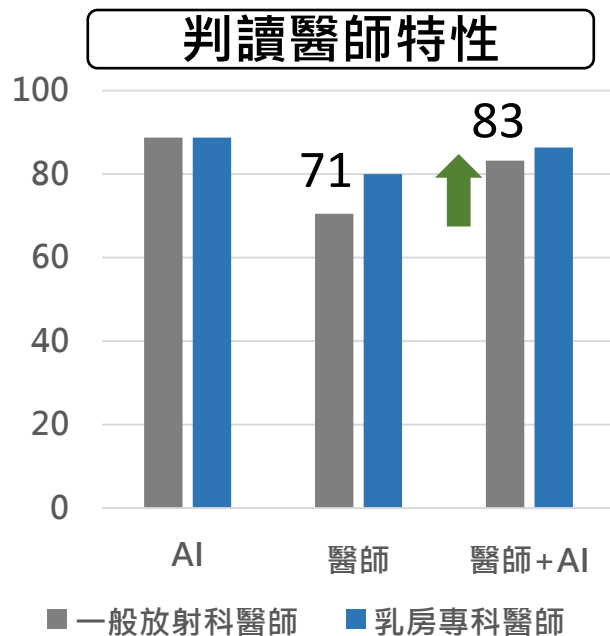
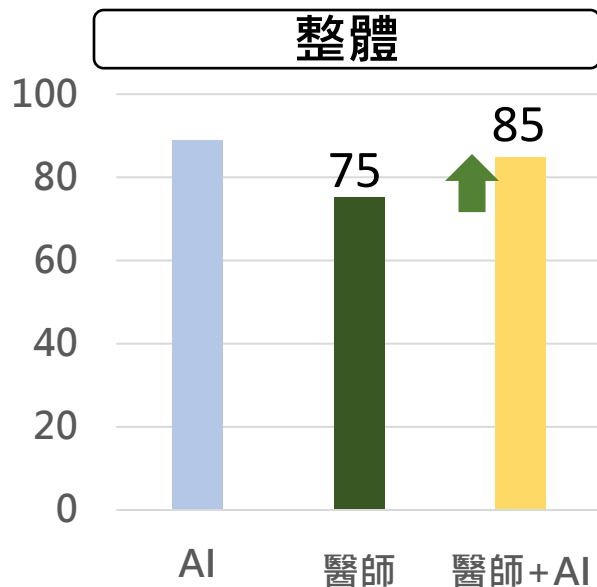
14 位放射科醫師中有7 位建議召回



在 AI 輔助介入下
14 位醫師召回此病例

AI 輔助提升乳房攝影判讀敏感度

Kim et al., 2020

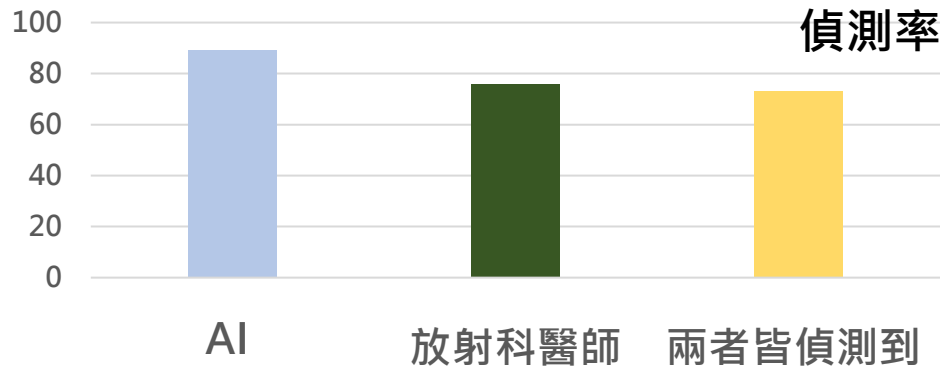


- AI 輔助可提升判讀敏感度約 8–15%
- 提高乳房攝影異常偵測準確率，未增加召回率

乳癌病灶特性與AI偵測率

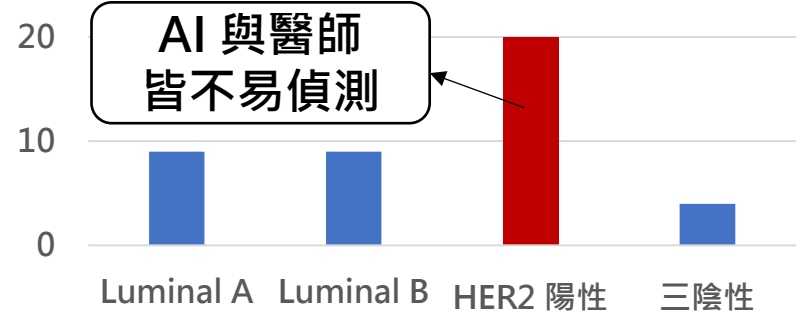
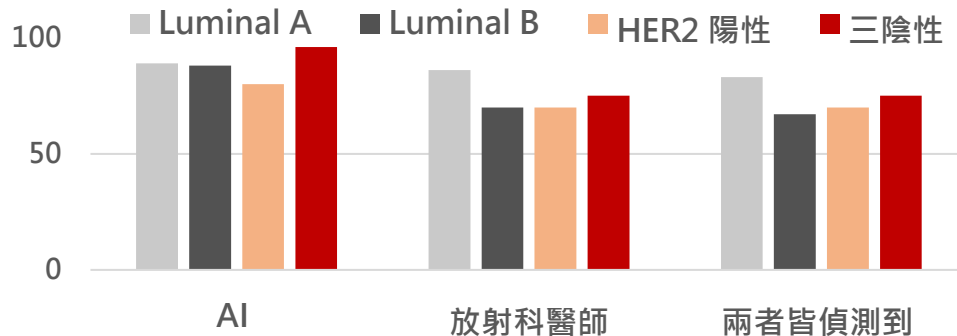
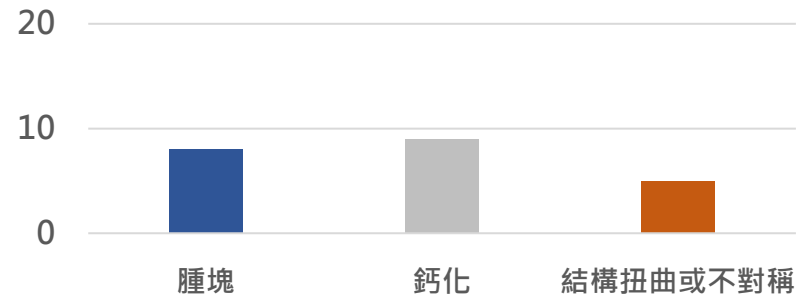
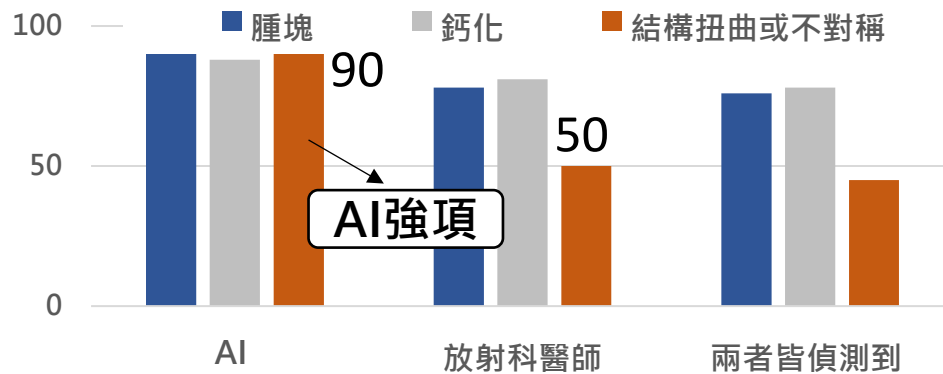
Kim et al., 2020

乳癌各項特徵偵測表現



8% 乳癌病灶

AI與醫師皆未能偵測





林庭瑀
博士



陳秀熙
教授



國立台灣大學



林家好



許辰陽
醫師



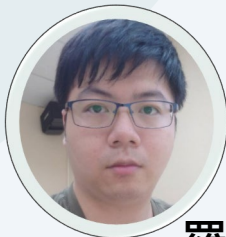
陳虹彦



曾暉哲



劉秋燕



羅崧璋



嚴明芳
教授



陳立昇
教授

星球永續健康 線上直播



梅少文 主持人



侯信恩 主持人



楊心怡 製作人



台北醫學大學