

從「玩轉」到「前瞻實驗室」： 一門高中跨校選修的三度迭代

曾慶良

臺北市立永春高級中學數學教師、臺北市 3A 教學基地中心主任

開場：50 個學生，5 個鏡頭

114 學年第一學期開學第二週，週五下午第 3 節，我打開電腦，準備上「前瞻實驗室：Gen AI 與量子電腦的 XR 創作設計」的第一堂課。Google Meet 視窗裡陸續出現 50 個學生的名字，他們來自臺北市八所不同的高中。

我點開鏡頭，喊了一聲「同學早！」回應我的是滿屏黑頭像，只有五個學生開了鏡頭。

那個瞬間我有點懷疑人生。從 106 學年在永春高中開設第一門結合 AI 的多元選修至今，已經是第八個年頭（圖 1）。實體班、跨班、跨校共學營都帶過，卻從沒遇過這麼安靜的開場。我心裡冒出一個念頭：學生對這門課真的有興趣嗎？還是只是被「Gen AI」「量子電腦」這幾個關鍵字騙進來，下課就要退選了？

冷靜下來想，這也合理：一門全新的線上跨校課，學生彼此不認識、跟我也是第一次見面。鏡頭黑掉不是冷漠，是陌生。

於是我臨時改劇本。把備課用的 Google Flow 拉出來，現場輸入「a futuristic classroom with holographic displays」，三秒鐘生成一張未來感教室概念圖丟到聊天室，請大家猜這張圖裡藏了我剛剛講過的幾個關鍵字。三分鐘後聊天室刷了 47 則訊息，鏡頭也陸續開到 30 個。

我才放下心，這門課暫時還死不了。

圖 1

課程三度演進時間軸：從 106 學年原型到 114 學年「前瞻實驗室」



一門課的前世

「前瞻實驗室」不是憑空冒出來的課。它的前身叫「玩轉 AI、量子電腦與動畫設計」，從 106 學年開始在永春高中內部試行，到 111 學年才整理成跨校協同的完整版本：高一上下學期、每週兩節、共 2 學分。

那個版本的課程分四大模組：(1) AI 人工智慧（第 1-7 週）從歷史開講，帶 Python 環境，教監督式學習（最短距離分類器、KNN、決策樹）、非監督式學習（K-means、階層式分群）、增強式學習（Q-Learning、CNN）；(2) 量子電腦（第 8-12 週）從量子物理、量子糾纏態談起，介紹量子邏輯閘以及 Deutsch's、Grover's、Shor's 三大演算法；(3) 動畫設計（第 13-17 週）用 Storyboardthat 畫分鏡，搭配 Google Toontastic 3D、GeoGebra、Animaker 製作 2D/3D 動畫；(4) 最後三週做學習歷程 APP 上架與成果展示。

這個架構陪我走過三屆學生，反應一直不錯。但我每年心裡都有一點不安：AI 模組的內容跟產業界的距離越拉越遠。我教 KNN 跟 K-means 的時候，外面工程師已經在談 Transformer、Attention、RAG 了。

113 學年下學期，這個不安變成具體的衝擊。

ChatGPT 把我的教案打回原形

113 學年下學期某一堂課，我請學生用 K-means 寫一個簡單的客戶分群程式。一名學生五分鐘就交了，比我預期快了三倍。我走過去看他的螢幕，他開了 ChatGPT，把我的題目原封不動丟進去，複製貼上程式碼，跑出結果。

我問他懂不懂程式裡每一行在做什麼，他誠實地搖頭：「不懂，但它跑出來了。」

我沒生氣，只是有點挫敗。問題不在學生是否作弊（其實也不能算作弊，因為我沒有禁止他用 ChatGPT），而是我突然意識到：我花了七週教學生「寫一個 KNN 分類器」，ChatGPT 五秒鐘就能寫出來，而且比我教的範例還精簡。如果這門課的學習目標停留在「會寫機器學習程式」，那這門課已經沒有存在的必要。

那個暑假我做了一個決定：把整門課拆掉重做。

新版的核心理念重新設定：與其教「機器學習的演算法細節」，不如教「人類如何在 Gen AI 時代繼續成為有價值的決策者」。所以課程的提問從「你會不會寫一個分類器？」變成「你會不會選對 AI 工具、設計對 prompt、判斷 AI 結果可不可信、把 AI 產出的素材整合成一個完整作品？」

我還做了兩個改動。第一，動畫設計模組整個翻新：GeoGebra、Toontastic 在 AI 影片生成出現後實在沒競爭力，學生用 Google Flow 30 秒可以做出比 Toontastic 三節課還精緻的成果。所以我把這個模組升級為 XR 創作設計，學生改成做沉浸式體驗，這是 Gen AI 暫時還不能完全取代的領域。第二，量子電腦模組不僅保留，反而加重—原因後面再說。

114 學年 8 月，這門課改名上架：「前瞻實驗室：Gen AI 與量子電腦的 XR 創作設計」，掛在臺北酷課雲跨校網路選修平台，每週五第 3、4 節，2 學分，開放全市 50 個名額。

新版的三模組與背後的 SDT

新版 18 週的課，重新規劃成三模組三週一輪（圖 2-4）：(1) Gen AI 創作（第 1-3 週）培養圖像生成、影片生成、文案與專案管理能力，主工具是 Google Flow、ChatGPT、Gemini、Claude、Canva AI；(2) 量子電腦（第 4-6 週）教疊加態、糾纏態、量子電路模擬，主平台是 IBM Quantum Composer / Lab 和 Quirk；(3) XR

創作（第 7-9 週）做 AR / VR 互動設計、360 度全景、3D 模型整合，平台選 Makar XR。第 10 週開始進入專案整合，三大模組變成學生最終專題的工具箱。

圖 2

「前瞻實驗室」三模組架構與專案整合



圖 3

18 週課程地圖：三模組三週一輪 + 專案整合



圖 4

PBL 專案導向學習四階段循環



但這次最大的改變其實不在課表，而在課表背後的设计哲學。

我引入了 Ryan 與 Deci (2000) 的自我決定理論 (self-determination theory, SDT)，把三項心理需求當成課程設計的隱形支柱：自主感、勝任感、歸屬感 (圖 5)。

自主感的落實是：每個模組最後一週開放學生自選專題方向。我不再規定全班做同樣的作業，改成「在這個範圍內，你想做什麼」。勝任感是：每個任務都做基礎、進階、挑戰三種版本，由 AI 出題工具依學生程度生成對應難度，讓沒底子的人不會被嚇跑，有底子的人也不會無聊。歸屬感最難搞，因為跨校學生互不認識。我的做法是強制混校分組，第一堂課就告訴大家：「你旁邊那個你不認識的人，就是這學期跟你一起完成跨領域作品的夥伴。」

圖 5

自我決定理論 (SDT) 驅動課程設計：三項心理需求作為教學支柱



這些聽起來蠻抽象的，但落實到每堂課的節奏上其實很具體。每堂兩節 100 分鐘的課，我固定切成三段：前 30 分鐘講解、中間 50 分鐘實作、最後 20 分鐘分享討論。講解絕對不超過 30 分鐘—這是我給自己畫的紅線。只要超過 30 分鐘的單向講授，線上課堂的鏡頭就會一個一個關掉。我試過幾次，每次都一樣。

Gen AI 模組：從教 KNN 改成教 prompt 的那一刻

第 1 週是 AI 概念導論。我不再從感知器、神經網路那套講起，改從學生用過的 ChatGPT 切入：「你們昨天有用 AI 嗎？做了什麼？」幾乎全班都舉手，但用途很有限，大多是查作業答案、聊天或生成圖片。

我設計了一個簡單的對比練習：同一個問題「請告訴我量子糾纏的應用」，用三種方式問。第一種直接丟一句話；第二種加身分設定：「你是高中物理老師，請用 15 歲學生能懂的方式說明」；第三種加產出格式：「請用三個生活類比，每個類比附一個圖像化描述」。把三組答案放在一起比較後，學生第一次具體看見 prompt 的設計如何影響結果。那節課的學習單只有一個任務：選一個自己感興趣的主題，寫出三個層次的 prompt，再比較結果（圖 6）。

圖 6

Gen AI 模組工具地圖：能力 × 工具對照

能力 × 工具	圖像 / 視覺生成	文案 / 對話	設計 / 視覺整合
第 1 週 AI 概念與 Prompt 設計	Google Flow 每日 50 點額度 概念圖生成 主力	ChatGPT 三層次 prompt 比較練習 入門	Canva AI 版型化整合 視覺整合 輔助
第 2 週 AI 圖像生成 實作	Google Flow 2030 教室 概念圖生成 主力	Gemini 多模態整合 資訊聚合 參考	Canva AI 作品集 版面設計 輔助
第 3 週 AI 專案管理 與文案	ChatGPT 博覽會諮詢 時程規劃 主力	Claude 宣傳文案 撰寫 主力	Canva AI 海報設計 輸出 主力

💡 「選工具」比「用工具」更重要

ChatGPT
偏理性、結構化，適合任務拆解與流程規劃

Claude
偏文學、感染力強，適合長文寫作與品牌文案

Gemini
偏整合、資訊聚合，多模態與跨資料源意見發表

第 2 週進入 AI 圖像生成。主工具是 Google Flow，每天 50 點免費額度足夠課堂使用。我給的題目是：「為你心目中 2030 年的高中教室生成一張概念圖。」課堂結束前作品傳到共用相簿。有一組做了「漂浮在大氣層的玻璃溫室教室」，視覺很震撼；另一組做了「沉到海底、可以即時觀察珊瑚的潛艇教室」，配色細膩到讓人懷疑是不是專業設計師代工。那節課最後我沒講評，就讓他們互相看互相讚嘆——有時候教學就是這樣，老師閉嘴比較好。

第 3 週進到 AI 專案管理與文案。我安排一個團隊任務：用 ChatGPT 規劃「校園科技博覽會」的兩週籌備時程，用 Claude 寫對外宣傳文案，用 Canva AI 設計海報。

學生很快發現各家 AI 有各自的脾氣—同一份文案，ChatGPT 偏理性結構化，Claude 文學味重，Gemini 比較會做資訊聚合。學會「該用哪一個」比學會「會用」更重要。

三週課程結束後，學生仍不會寫一行機器學習程式碼，但已開始能判斷哪些任務適合使用 AI、如何驗證 AI 答案的可信度，以及哪些部分不能由 AI 取代。這比我以前教 KNN 難得多。

加重量子電腦教學的比例

有幾位老師私下問過我：「Gen AI 都這麼強了，高中還需要教量子電腦嗎？是不是應該砍掉，換成 AI Agent？」

我的回答是：正因為 Gen AI 這麼強，才更應該教。

理由有兩個。第一個是時間軸：Gen AI 是現在式，量子電腦是「進行式中的未來式」。未來十年最大的算力突破，幾乎所有產業預測都指向量子。學生現在 16 歲，他們進入職場時，量子電腦會像今天的 GPU 一樣常見。第二個理由更重要：Gen AI 教學生「使用黑箱」，量子電腦逼學生「面對機制」。一個只會用 AI 卻完全不懂底層原理的世代，是危險的。

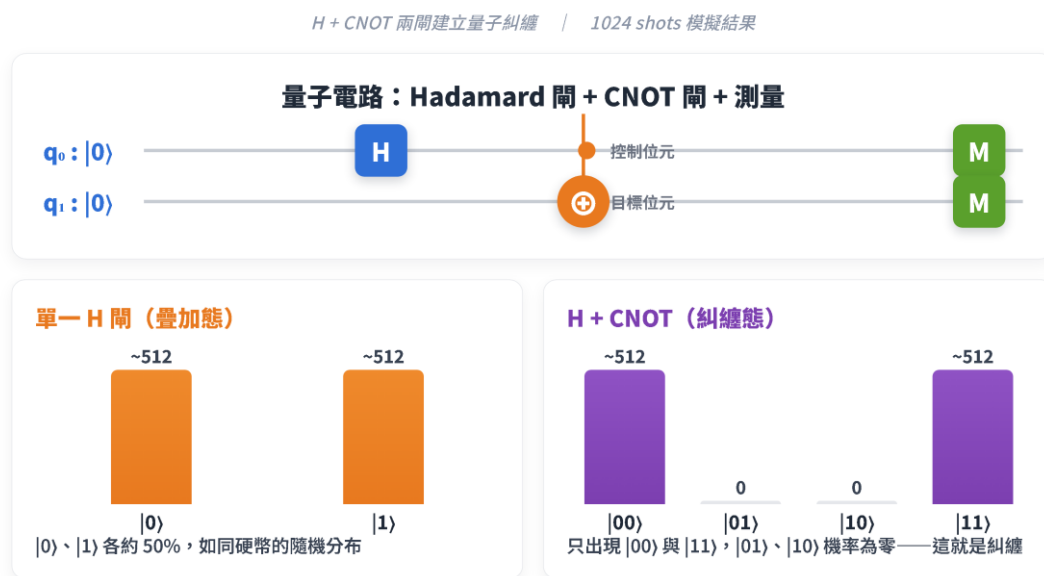
所以新版量子電腦模組濃縮在三週，主工具改成 IBM Quantum 雲端平台 (quantum.cloud.ibm.com)。免費註冊就能用 100 個量子位元的處理器，這在五年前根本不可能。

第 4 週講概念。我用了一個比較土的比喻開場：古典電腦像「翻書」，你得一頁一頁找答案；量子電腦像「把整本書攤開，每一頁同時看」。這個比喻不完全精確，但夠用—量子物理本來就很難用生活語言講清楚。學生眼睛一亮，問題就跑出來了。

第 5 週進實作。我帶學生上 IBM Quantum Composer，這是圖形化拖放介面，不寫程式碼。我們做一個極簡的疊加態：把 H 閘 (Hadamard) 拖到 q_0 ，加上測量閘，跑 1024 次，看到 $|0\rangle$ 跟 $|1\rangle$ 各約 512 次，跟硬幣一樣 50/50 (圖 7)。學生第一次看到這結果都會問同一句話：「老師，這不是隨機亂猜嗎？」我說：「對，但你下週會發現，這個『隨機』不是亂猜，是真的同時存在兩種狀態。」

圖 7

IBM Quantum 貝爾態 (Bell State) 電路示意與 1024 shots 模擬結果



第 6 週做貝爾態 (Bell State)。H 閘加上 CNOT 閘串起來，創造兩個量子位元的糾纏。跑出來只會出現 $|00\rangle$ 跟 $|11\rangle$ ， $|01\rangle$ 跟 $|10\rangle$ 機率為零——這就是糾纏的證據。學生看著結果直方圖，第一次感受到什麼叫「物理直覺崩塌」。有一個學生事後在學習日誌裡寫：「我覺得我的世界觀有點裂縫了。」這種反饋我教書這麼多年，第一次看見。

114 學年寒假，我還帶選修課裡選出來的六位學生去中原大學參訪量子電腦實驗室，從教室裡的雲端模擬，走到真實的低溫量子硬體前面。那一趟是整學期學生印象最深的事，回來後好幾個學生主動問我寒假能不能繼續做量子的延伸專題。這種主動，是課表逼不出來的。

XR 模組：學生教我的事

第 7-9 週是 XR 創作模組，平台選 Makar XR。這是臺灣自主開發的 XR 編輯器，免費教育版帳號，最大優點是「不寫程式」就能做 AR、VR、MR 內容 (圖 8)。

第 7 週的入門任務是 AR：學生上傳一張自己的照片當辨識圖，匯入一個 3D 模型，設定點擊互動。下課前，每個學生都做出「用手機鏡頭對著自己照片就會跳出 3D 角色」的小作品。讓學生立刻看到成果，有助於維持他們的學習動機。

第 8 週做 AR 互動設計，第 9 週做 VR 場景。學生在 VR 模組裡的作品比我預期的有意思很多。有一組做「臺北捷運博愛座 VR 體驗」，讓使用者戴上 VR 進入捷運車廂，

模擬不同身體狀況的人對博愛座的需求；另一組做「永春高中 VR 校園導覽」，把學校五棟建築物 360 度拍下來，加上熱點介紹，讓新生入學前能先「走」一遍校園。

圖 8

學生 XR 創作代表作品案例（結合議題意識的沉浸式創作）



老實說，技術不難，Makar XR 已經把門檻降得很低。我欣賞這些作品，主要是因為學生把自己的觀察和議題意識帶進了創作。他們運用 AR/VR 回應自己在乎的真實問題，而不是只拿來炫技。

這是 XR 模組教給我的一件事。幾年帶課下來，我反而從學生身上學到很多。當技術門檻夠低、創意空間夠大時，學生常會帶來老師意想不到的作品。

學期結束時，這些作品會送去跨校 XR 創作競賽。過去幾年陸續拿到特優與佳作，作品也成為學生學習歷程檔案裡很有分量的一頁。

那些上課當下才發現的坑

寫到這裡很美好。但這門課第一個學期，其實踩了不少坑。

第一個坑也是最大的：程度光譜大到爆炸。同一堂課裡，有學生已經會用 Python 寫小爬蟲，也有學生連 Google 帳號都還沒申請。一開始我硬要全班步調一致，結果是「快的人無聊、慢的人崩潰」。後來我學會用 ChatGPT 當「分流出題工具」，同一個概念生出基礎版、進階版、挑戰版三種任務，學生自選等級。這招很簡單，但花了我大概一個月才想到—很多時候老師卡關，不是因為問題複雜，是因為自己沒先把工具用熟。

第二個坑是鏡頭黑幕，前面已經講過了，這裡不重複。

第三個坑是「軟體安裝地獄」。有些學校的電腦不能裝軟體，學生只能用手機上課；有些用家裡的舊筆電，跑 Python 環境光等就要 15 分鐘。後來我把整門課全面雲端化，Google Colab、IBM Quantum、Makar 線上版，只要有瀏覽器就能跑。代價是有些進階操作做不了，但對線上跨校這個取捨值得。

第四個是跨校組隊。學生互不認識，前三週幾乎沒互動，分組討論變成五個人對著螢幕沉默。我祭出強制混校分組加破冰任務表，第四週起明顯改善。不過坦白說這還是我目前最頭痛的部分，每屆新生來都要重新摸索一次。

還有一些小坑就不一一細說了，比如截稿日撞期、線上會議錄影檔太大丟不上 OnO、家長以為我們是補習班來抗議的—這些都是線上跨校課的特殊「副作用」，不放在本文的篇幅裡。

114-1 學期結束時的滿意度問卷顯示，「非常滿意」占 84%、「滿意」占 12%，合計 96% 的正向回饋。其餘為「普通」3%、「待改善」1%（圖 9）。我反而更重視這 4% 的意見；學生寫下「老師可以再多一點實作時間」「希望期末發表能改成展覽形式」等建議，都是下一輪調整課程的重要依據。

圖 9

學生課程滿意度問卷統計：正向回饋 96%



寫在最後

開了八年的 AI 多元選修後，我最大的轉變，是重新理解教師這個角色。

最早幾年我比較像個傳統老師—我會、學生不會，我教、學生學。中間幾年比較像教練—學生練習我看著、出錯我糾正、有疑問我解答。

到了「前瞻實驗室」這個階段，我自己也說不太上來是什麼角色了。比較像一個跟學生一起做實驗的人（圖 10）。Gen AI 怎麼用最有效？量子電腦的應用場景在哪？XR 創作的商業模式長什麼樣？這些問題其實我也沒有標準答案。我和學生的差別，只是多一些背景知識與教學經驗，也較能判斷該選哪一種工具。

圖 10

教師角色轉變



但這樣也挺好的。當老師不再非得是「答案的擁有者」，課堂的能量反而完全不一樣。學生不再只是等答案，會跟著我一起問問題、一起試錯。有時候答案是學生先找到的—這幾年我已經習慣了。

「讓每位高中生，都能親手觸碰未來科技的力量。」這是我寫在課程首頁的一句話。當初只是想拿來當 slogan，沒有想太多。但開了一年下來，我發現它也能成為一項檢驗標準。每堂課結束時，我會問自己：今天 50 個學生裡，有沒有人因為這堂課，第一次摸到了一點點未來？

有就好。沒有也別氣餒，下週再試。

參考文獻

Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55 (1), 68–78.

