



機器要取代我們的老師了嗎？

科技不斷加速的時代還如何談百年樹人

科技創新所帶來的變革滲透到各個領域，數學教育自也難例外。在教材和教法上引入種種改變，似乎是必然的趨勢。但創新不見得必定帶來正面結果，在此舉出一個值得警惕的故事。

為什麼 Teach to One 會失敗

美國加州矽谷山景市的一個學區（Mountain View-Whisman School District）在 2016-17 學年引入了一套稱為 Teach To One: Math 的數學線上課程，這套課程出自 New Classroom，贊助者包括微軟比爾蓋茲、臉書祖克伯、戴爾電腦等科技巨頭。他們選擇兩個學校裡 500 多位的六年級學生，實驗性的使用這套課程進行教學。

Teach To One 打破了現有的全班共同學習、進度一致的教學形態，強調的是個人化的線上學習，課程內容配合學生的程度隨時調整。教學混合了三種模式——教師講授、小組活動和個人作業——每天課後就當天學習內容做測驗，通過的人可領得「出場券」，進入下一個學習主題。

雖然立意良善，但產品的成熟度不明，實施又太過匆忙，使用上問題頻出，也很快就遭到家長的連署抗議。再加上從測驗結果上，看不出學生成績有改善，山景市學區在今年一月，實施 Teach To One 課程僅僅一個學期即宣告放棄，改回原有的課程及教法。

事後檢討，Teach To One 最大的特色「個人化學習」反而是造成計畫失敗的主因。家長抱怨，課程沒有一貫的清楚脈絡，又不提供課本，難以得知孩子的學習

進展。判斷學生能力的演算機制也有問題，學生常在太難和太簡單的主題間跳躍，無法熟悉核心概念。

當地新聞《山景之聲》（Mountain View Voice）的深入調查挖掘出不少荒謬的例子，例如有位學生因為一開始表現太好，不到三個月的時間，很快速的從六年級被升級到完全沒準備的高中課程。據家長說：「她想要故意考不好，不想拿『出場券』，才能把該學的技能學扎實，很不幸她亂選答案的最後三題猜對了。」

再有的問題像是考試的時間長度完全由程式控制，連老師也不能介入調整，以致身心障礙學生無法延長作答時間，大多寫不完題目。由此可見 Teach To One 的系統還不夠成熟，不足以因應教學現場的種種狀況。

山景市的失敗經驗是一個深刻的教訓，但並不能因此就整個否定線上教學或個人化學習的理念。

線上學習的成效分析

關於線上學習的成效，美國教育部在 2007 年時即委託智庫機構 SRI 執行一項後設分析，由教育學家閔斯（Barbara Means）主持。該計畫蒐集了一千多份經驗研究的論文，予以彙整分析。得到的結論是，使用線上科技的學習成效稍優於傳統式學習。如果將線上學習再區分成純線上，以及混合式學習（blended learning，泛指結合線上和傳統模式）兩種形態，再與傳統式比較，其結果則是：

- 混合式學習的成效明顯優於傳統式教學
- 純線上學習的成效與傳統式相較，在統計上無差別

閔斯等人又針對線上學習實施方式的不同，使用 12 項變數來做檢驗，結果只在指導方式上找到差別——有老師指導或合作式指導，成效優於學生獨自學習



——其餘變數都不影響成效。

不過報告也加上但書：因為不能分離出環境因素，他們無法斷定混合式學習成效較佳的原因，或許表現較好只是因為投入程度更高、更專注。（亦即，只要更認真專注，用傳統式教法也許一樣會進步。）

其後的種種研究，大致也支持閔斯的發現。這些研究讓我們更清楚線上學習該怎麼用才恰當：

- 線上學習應該與傳統式學習相輔相成，它不能取代傳統課堂
- 線上學習同樣也不能取代老師、同學；即使用線上工具，小組學習也比獨自學習效果好
- 低成就學生使用線上學習的進步幅度最大；學生程度愈好，效果愈不顯著

例如 SRI 對教學輔助系統 Assistments 所做的研究，顧問公司 FSG 對愛達荷州使用可汗學院（Khan Academy）的結案報告，或是臺大經濟系林明仁針對宜蘭縣使用均一教育平台的成效評估報告，也都可以得到印證。

從這些研究結論來看，山景市的 Teach To One 經驗，在政策和實施方式上也有很多問題，最終導致失敗也就不令人意外了。首先，從決定採用到正式實施不到半年，評估不足，學生和老師毫無準備，也沒有經過一般的教材審核程序。再者，程式凌駕在人之上，正如很多人抱怨：老師的角色從教書淪為系統操作員。此外，山景市位於矽谷，屬於成績較高的學區，可能原本就沒有線上學習可著力之處。

X 倍速時代的百年樹人大計？

紐約城市大學教育學家畢奇亞諾（Anthony Picciano）將線上課程的發展，從 1990 年代全球資訊

網普及迄今，分為四期（參見 BOX）。從 1990 年代的撥接網路，到現在無所不在的沛然之勢，讓人不得不驚歎短短二十多年間的巨大變化。而且仔細觀察，我們會發現這四波變革來得愈來愈快，恐怕下一波流行已在蘊釀之中。

常言有謂「十年樹木，百年樹人」，表示教育的不易，也必須要有長遠之計。但是長遠、緩慢、慎重、周詳這些字眼在高科技的加速步調中顯得愈來愈「政治不正確」，在未來而且很快就來的世代，我們要如何才能看清目標，不致迷失方向，真是困難的課題。

線上課程的發展分期

第一波：1990 年代

此時最常見的科技是撥接網路，因此課程多半以文字為主，且是非同步的。推動學校主要是已有遠距教育課程（電視、廣播、函授）者。

第二波：2000 年代早期

此時已有高頻寬網路連線，線上內容多媒體化，社群媒體如部落格、維基百科、YouTube 已出現。線上學習已開始進入教育主流，用來輔助傳統教育方式，例如用線上討論取代導師時間。

第三波：2008 ~ 2013

MOOC（Massive Open Online Course，大規模開放線上課程，簡稱開放課程、磨課師）一詞在 2008 年被提出，迅速蔚為風潮並引起媒體關注，許多名校如哈佛大學、史丹福大學、麻省理工學院皆參與提供。2013 年末，媒體的 MOOC 熱開始退燒。

第四波：2014 之後

混合式學習的科技更成熟，課程內容也更完善，教師可以自由運用。課程載具（如平板電腦、手機）更為普及多樣，並可結合更先進的技術（如 AI、資料探勘）。

出處：Anthony Picciano, "A critical reflection of the current research in online and blended learning", ELM (European Lifelong Learning Magazine), 2014 (4).



數學明星踏入政治圈

法國政治的左右方程真的有解嗎？

披著及肩中分長髮、身穿別著大蜘蛛胸針三件套的西裝、扣著懷錶、脖子上繫著絲質領巾。2011年7月在臺灣見到剛獲頒2010年費爾茲獎的法國數學家維拉尼（Cédric Villani），像個活脫脫從電影或劇場走出來的19世紀佳公子，大眼睛專注又有戲，也像個有精靈氣質的魔術師。

由於維拉尼造型大異於一般刻板印象中嚴肅而穿著土氣的數學家（好吧，怪，這點還是有的），在他獲獎之後，馬上成為國際媒體的寵兒。英國《衛報》以詩人「休短假的拜倫勳爵」或「回到地球的波特萊爾」來形容他。美國《紐約客》雜誌更直接稱呼他「法國數學家中的女神卡卡」。

維拉尼造型奇特，卻不只是嘩眾取寵。他從2009年擔任龐卡赫研究所所長後，努力為同仁爭取研究經費，排除外務干擾，幾年之間更為法國和國際數學聯盟（IMU）募到2400多萬美元的捐款。近年更常到法語非洲國家，協助成立研究中心，給專業演講、短期課程，並為當地學童上啟蒙算術課程。

維拉尼善用費爾茲獎光環，努力喚起世人重視數學，儼然成了數學的媒體代言人。得獎之後，他當過英國BBC和法國國家廣播公司節目專訪貴賓；上過兩次法國高收視率 *Le Grand Journal* 現場訪談節目；在2012年出版了一本半自傳體的

暢銷書 *Théorème vivant*（一個定理的誕生），出版社將這本書歸類為小說，在法國就銷售近十萬本，更被譯成十餘國語言（簡體版2016年由人民郵電出版社出版）；2013年，他協助拍攝紀錄片《數學罔很大》（*Comment J'ai Détesté les Maths*，我就這麼討厭數學），並親自上陣解說；2015年與知名漫畫家鮑都安（E. Baudoin）合作漫畫 *Les Rêveurs lunaires*（月亮夢想家），觸及科學與戰爭。另外，他曾多次參加TED系列的數普演講，其中最知名的就是 *What's so sexy about Math*。說他是當代「數學大使」絕非過譽。

2016年1月，他應臺灣數學會之邀再訪臺灣，擔任「許振榮講座」主講嘉賓時，已經滿臉鬍子，看起來更成熟穩重。誰也沒想到再過一年，他竟然踏入政壇，高票當選法國國民會議議員！

今年5月7日，承諾帶給法國一次革命的馬克洪（E. Macron）壓倒式的當選法國總統，暫阻極端政黨的氣焰。6月18日，馬克洪的共和前進黨更在國民議會大選奪下半數席次，擴大女性、年輕人、專業人士的素人參與政治，其中最大亮點無疑就是維拉尼。他在巴黎南方的埃松省第五選區參選，在第二輪投票中以七成獲票率勝出，進入國會殿堂。

這位法國數學家將監督他的好友馬克洪承諾的科學政見：將科學研究經費由2.2%GDP提高到3%；授予大學及研究機構的更多自主



2015年維拉尼攝於研究室。（Marie-Lan Nguyen攝，維基）



權；投注 3000 萬歐元經費到「讓地球再度偉大」人才招募網，吸引全球科技人才，讓法國成為世界氣候與環境科學研究的領導者。

當然，要說維拉尼會不會踵武前賢數學家班勒維（P. Painlevé）擔任總理，現在為時尚早。他也坦言自己本來對政治並無興趣，參與政治是出於法國只剩五年清明時刻的危機感。

選後《科學》記者詢問維拉尼，這是否是他數學職涯的終結。他坦率回答：「當我 2009 年接任龐卡赫中心主任，研究基本上就中止了，開始捲入更多的媒體事務。如今我將卸下所長職。通常，如果你想在生命中獲得新體驗，就得把一些東西擺到一旁。但是，當今的法國政治是這麼獨特而反常，所以更值得放手一搏。」（編輯室）

2017 年數學大獎

2017 年阿貝爾獎頒給法國沙克雷（原卡尚）高等師範學院的梅耶爾（Yves Meyer），得獎理由是基於「他在小波〔wavelet〕數學理論中的樞紐角色」，跨越了數學、計算科學和資訊科技領域。

小波分析類似傅立葉分析，但是擁有更大的應用潛力，例如目前最先進的數位攝影設備都有小波的應用（如偵測到重力波的 LIGO）。不過梅耶爾號稱智識游牧民族，小波理論只是他的貢獻之一，他的研究領域還涉及數論、算子論、調和分析等。

梅耶爾雖然出身法國菁英的高等師範學院，但他出生於突尼斯，從小住在北非，還當過高中老師，這讓他的思想視野很不同於主流。他對於因力抗貴族階級而發展的法國高教系統，如今成為新一代貴族有很多反省，讀者可參看《數理人文》第五期的訪談〈學生的成就是我數學生涯的真正意義〉。

數學大獎沃爾夫獎 2017 年的兩位得主分別是加州大學爾灣分校的孫理察（Richard Schoen）與普林斯頓大學的費夫曼。

孫理察是因為在幾何分析上的貢獻得獎。幾何分析

是連結偏微分方程與微分幾何的領域，丘成桐和孫理察都是幾何分析領域的先驅者與領導人，孫理察是丘成桐的大弟子（他的中文名就是丘的學生取的），如今師徒先後獲得沃爾夫獎，也是數學界一段佳話。今年得獎名單在去年 12 月公布時，孫理察正在臺灣大學訪問，邀請單位臺灣國家理論科學中心數學組隨即為他舉辦慶祝活動。

費夫曼是因為在多複變、偏微分方程、次橢圓方程的諸多成就而得獎。得獎理由說：「他在調和分析引入新基本手法，並廣為應用到流體力學、譜幾何與數學分析學，解決偏微分方程解細微結構的重大問題。」費夫曼是早慧的天才，11 歲進大學，20 歲在普林斯頓拿到博士，22 歲任芝加哥大學正教授。24 歲回普林斯頓任職至今，29 歲即因偏微分方程的突破貢獻獲得 1978 年的費爾茲獎。

2017 年突破數學獎得主是普林斯頓高等研究院的布甘（Jean Bourgain），他的研究領域很廣，得獎理由是「因為他在分析、組合學、偏微分方程、高維幾何、數論上，多次轉化性的貢獻」。事實上在這之前，布甘已經屢獲大獎，包括 1994 年的費爾茲獎、2010 年邵逸夫獎、2012 年克拉福德獎。（編輯室）