

遠距教育的機會與挑戰

遠距教育（distance education）指的是一種對可能並不總是到校學生進行的教育模式。有別於傳統需要到校園安坐於課堂上的教學模式，它突破了空間的限制。然而，使用這種教學模式的學生，通常不是全職學生。由於不需要到特定地點上課，因此可以隨時隨地上課。學生亦可以透過電視廣播、網際網路、輔導專線、研習社團、面授（函授）等多種不同管道互助學習。遠距學程可以是完全遠距學習，也可以是遠距學習和傳統課堂教學的混合。

與大多數教學方法一樣，遠距教育也有其優、缺點。解碼和理解遠距教育的正、負面，將有助於設計更有效的授課策略，確保學生的學習歷程不受干擾。

由於網際網路及無線通訊的發展，隨時隨地接收、查詢資訊已成爲生活常態，遠距學習也就成爲趨勢。麻省理工學院在 2002 年首次以學校的力量有規劃開始把大學課程的內容公布在網路上供大家免費參考及使用，並把它稱爲開放式課（OpenCourseWare, OCW）。陽明交通大學（NYCU）爲緊抓世界教育資源開放的脈動、與國際著名大學接軌，2006 年於交大校區的理學院開始推動開放式課程，並於 2007 年 4 月份加入全球開放教育組織（Open Education Global, OEG），爲臺灣第一所建立開放式課程並加入聯盟的頂尖學府。2007 年 6 月 5 日交通大學開放式課程（今改名爲陽明交通大學開放式課程 ocw.nycu.edu.tw）正式發佈，無償的開放分享課程資源。隨後邀請超過 25 所大學共同成立了臺灣開放式課程聯盟。迄今這個聯盟的各校總計提供了超過 1,500 門開放式課程的資源，平均每個月吸引超過 50 萬訪問人次。

OCW 課程雖然很受歡迎，但由於只是靜態展示課程內容，並不提供任何師生互動的機會，因此並不是一門真正完整的遠距學習課程。但網路環境

爲原本受教育機會有限的人們提供了前所未有的機會，也爲教育工作者提供了一種新範式，可以開發最高質量的動態課程。

大規模開放線上課程（Massive Open Online Course, 縮寫爲 MOOC, 也稱爲〔磨課師〕）通過全球資訊網（World Wide Web）或其他網路技術提供大規模互動參與和開放存取，是遠距教育的最新教育模式，例如：美國的 Udacity、Coursera、edX，以及臺灣的如 eWant、OpenEdu、ShareCourse、TaiwanLife 等等的平台。課程內容則以小單元的教材影片進行段落規劃，並於段落間搭配線上討論、回饋、作業、評量等，讓學習更爲深入有效。如此一來，社會大眾到頂尖大學上課或聽名師講授就不再只是夢想。

現今常見磨課師的課程實施型式是學習者註冊（付費或免費課程）後，登入平台依開課單位建議的順序或活動學習，例如觀看教師或開課單位事先錄製好的簡短影片學習，參與線上或實體測驗、作業或討論活動。若通過結業標準，可以取得結業證書。開課單位及教師可以透過平台的後端管理功能掌握學習者的成效。

但是這些課程居然大多只有少於 10% 令人沮喪的完成率。而且，線上課程和學位的認證在世界各地，除了一些資訊 IT、工商管理、財務金融和公共衛生相關課程外，與大學文憑的價值尚有差距。又國外的線上課程多以英文爲主要使用語言，不能滿足以中文爲母語的學習者的需求，以中文授課的線上高階專業課程選擇也不多，臺灣的各大學對於線上課程認證，也多僅限一些「先修課程」（advanced placement, 微積分、普通物理等等大一課程）作爲免修的憑證，和採計部分通識與選修課程，而且設有總學分數的上限。

2019年新型冠狀病毒的高傳染力，讓各國政府紛紛採取延後開學或停課措施，以減少校園內群聚造成的疫情。學生在停課期間若真的中斷學習，對於後續的課程進度安排並非好事，教育不能因此停擺。在此情況下，各自在家中利用網路遠距教學，似乎成為最好的方式。當新冠肺炎疫情在臺灣今年5月中旬升溫時，各校級單位也隨著政府的「停課不停學」政策轉換為線上授課。

在世界各地，教育機構都在尋求線上學習平台來繼續教育學生的過程。今天的新常態是以線上學習為核心的教育理念轉變。線上學習已成為全世界學生和學校的必要資源。對於很多教育機構來說，這是他們不得不採用的一種全新的教育方式。線上學習現在已經不僅僅適用於學習學術性課程，而且還擴展到學生的課外活動學習。近幾個月來，對線上學習的需求顯著上升，並且未來還將繼續增長。

各校因應疫情必須在極短時間內提供線上課程，雖然看似對線上學習的發展有幫助，以往不願嘗試線上教學的師生在此期間都會開始接觸，然而也因為時間倉促，沒有時間請教學設計師來重新設計課程，可能會造成不佳的體驗，反而造成大眾對於線上學習的反感。而且學生和教師都必須具備足夠水準的電腦知識才能在網路環境中成功運作。例如，他們必須能夠使用各種搜索引擎並能在網際網路上輕鬆導航，以及熟悉新聞群組、FTP（檔案傳輸協定）和電子郵件。如果他們不具備這些技術工具，他們將無法在線上課程中取得成功；無法在系統上運行的學生或教職員工將拖累整個過程。方便使用和可靠的技術對於成功的線上課程至關重要。然而，即使是最先進的技術也不是100%可靠的。不幸的是，線上課程中使用的平台是否會失敗不是問題，而是何時。當一切順利運行時，科技的目的在

低調並用作學習過程中的工具。然而，故障可能發生在系統的任何一點。例如，伺服器可能會崩潰並切斷所有參與者的課程；連線的載具可能有許多問題，也會限制學生的參與；最後，網路連接可能會失敗，或者託管該連接的機構可能會因用戶而陷入困境，要麼速度變慢，要麼完全失敗。在這種情況下，該技術既不無縫也不可靠，並且會影響學習體驗。

還有，測驗與評量一直是教學過程中不可或缺的一環。它們可以反應出學生了解學習內容的程度，以供教師掌握學生的學習狀況。然而許多現行網路學習網站提供了琳瑯滿目的功能，卻忽略了學習中很重要的項目——評量，實在是很大的缺失。學習與評量本是學習活動的一體兩面，若無學習活動，評量將無所依據；若無評量機制，學習將為膚淺的學習——學習成效與學習影響無由得知，且學習策略及學習活動的安排等亦無從改善。

由於持續的疫情，高等教育機構迅速進入遠程學習，學術誠信問題已成為教育工作者關注的焦點。線上課程的爆炸式增長會導致學生作弊激增嗎？美加線上課程集體作弊頻傳，爆「可樂娜文憑」（Corona Diploma）爭議，在課堂上作弊並不是什麼新鮮事。無論是在網上還是面對面，杜絕作弊將永遠是一個問題。對於無法在教室裡四處走動的教師來說，防止學生作弊似乎是一項艱鉅的任務，美國出版商威立（John Wiley）於2020年7月份進行了一項關於學術誠信的調查，有789名大學教師做出回應，有高達93%的人認為學生在線上學習環境中更有可能作弊。

如果說一個國家的教育是未來的資產，那麼這疫情無疑的衝擊了已經傷痕累累的教育體系，也剝奪了無計其數莘莘學子們的學習機會，該如何彌補這一大塊空白，會是必須面對且正視的問題。（編輯部）

數學與資訊科學的鏈結

2021 阿貝爾獎

挪威科學與文學院於 2021 年 3 月 17 日宣布本年度的阿貝爾獎得主是匈牙利數學家洛瓦茲 (László Lovász) 和以色列資訊科學家威格德森 (Avi Wigderson)，以表彰他們在「理論資訊科學和離散數學的傑出貢獻，以及在他們將這二者形塑成爲現代數學核心領域的引領角色。」他們將平分 750 萬挪威克朗 (約新台幣 2,500 百萬) 的獎金。

曾經，理論資訊科學和純數學是幾乎完全沒有交集的領域。如今，這兩個領域是如此接近，以至於很難分辨出它們之間的界限。而洛瓦茲和威格德森正是在這最前線開疆闢土的人。威格德森在理論資訊科學有卓越成果，而洛瓦茲的貢獻則是在數學方面，他們的研究相關且互補，對理解計算中的隨機性和探索高效計算的邊界做出了巨大貢獻。

自古希臘時代起，演算法 (algorithm)，它也包含了小學算數的四則運算，一直都是數學研究的核心。但自 20 世紀電腦問世後，研究的重點已經由「能否找到解決問題的特定演算法？」轉變成「一個電腦上的演算法能不能，至少在原則上，以合理的時間內解決這個問題？」探索演算法的本質，以及計算的局限問題。計算複雜性理論 (computational complexity theory) 經由引進數學計算模型計算各個演算法的資源使用情形，例如時間 (透過幾個步驟產出結果)、空間 (需要佔用多少記憶體)，再進一步進行複雜性分類，然後再將這些類別聯繫起來。洛瓦茲和威格德森無疑是拓展和深化這領域的最重要的兩位領航人。

威格德森 1956 年出生於以色列的海法，父母是納粹大屠殺的倖存者。他曾在以色列和美國求學並在各學術單位任職，1999 年轉到普林斯頓高等研究院後，此後就一直待在那裡工作。在 2009 年獲得哥德爾獎 (Gödel Prize)，獲獎原因是他與萊恩

戈德 (Omer Reingold) 和瓦德汗 (Salil Vadhan) 合作的工作，並在 1994 年獲得了內萬林納獎 (Nevanlinna Prize)。威格德森最著名的成就之一就是闡明了隨機性在計算中的作用。威格德森的主要研究就是將複雜性類別一一歸位，將多項式時間演算法完全去隨機化，更快速的得到結果，並把隨機演算法和複雜性理論結合，提出 P=BPP (bounded-error probabilistic polynomial time)，回答了多年來對 P/NP 問題的疑問，大大拓寬了資訊界的未來視野。

洛瓦茲 1948 年出生於布達佩斯，自幼年起就展現了很高的數學天份，於 1964 年、1965 年及 1966 年國際數學奧林匹亞競賽金牌。22 歲，洛瓦茲便於布達佩斯羅蘭大學 (Eötvös Loránd University) 獲得資訊科學博士學位。洛瓦茲榮獲過多個獎項，包括 1999 年沃爾夫獎 (Wolf Prize)、2001 年哥德爾獎和 2010 年京都獎 (Kyoto Prize)。2007 年至 2010 年，洛瓦茲擔任國際數學聯盟主席。洛瓦茲研究的主要影響之一是確立了離散數學能夠解決資訊科學基本理論問題的方法。他最有影響的結果之一是以及荷蘭數學家阿爾揚·倫斯特拉 (Arjen Lenstra) 和亨德里克·倫斯特拉 (Hendrik Lenstra) 的名字命名的 LLL 演算法 (LLL lattice)。這種稱爲 LLL 的算法將由整數組成的大向量分解爲各種類型的最短向量的總和，也就是可以計算出空間中的點集與原點的距離。最初的 LLL 演算法被應用將多項式時間 (Polynomial time, P) 以有理係數多項式表示，來找出他的實數近似值來解決固定維數的整數線性規劃問題。LLL 演算法在數論、密碼學和通訊計算等領域也都具有顯著的應用，更是現今可以抵禦量子計算機攻擊的加密系統之一。(編輯部)

戰勝疫情，數學沒缺席

新型冠狀病毒肺炎（COVID-19）自 2019 年末起造成全球爆發的流行疫情，各國採取各式防疫措施試圖減緩傳染的速度，但病毒快速的變異產生出多種變型讓疫情時好時壞，隨著多款疫苗的問世似乎為全球帶來了曙光。

除了業界投入研發生產疫苗與防疫裝備，在學界如：公共衛生學、生物學、醫學、傳染病學等，在制定防疫的方法與控制疫情的策略上扮演重要的角色；社會科學、法學、經濟學、運輸管理學、心理學等，在維持社會穩定安撫民心也是不可或缺的。

其他領域也都做出了貢獻，但是其中似乎沒有看見被稱為基礎科學領域之一的數學，能想像的理由或許是如印象中數學與現實生活間有距離。其實，數學早已從各種面向協助共同防疫。

群測（group/pool testing）

群測（或稱為合併檢測）是涉及統計學、組合數學與編碼學的問題，對於大量檢體可達到快速篩檢並且降低成本。英美中等人口數大的國家早已使用群測進行 COVID-19 的大量篩檢，西班牙、菲律賓、新加坡也核准採用；越南胡志明市利用群測一晚可檢驗五萬位居民，美國多家的商業檢測公司持續向 FDA 申請使用群測法以增加五倍的檢測數，印度學者也建議政府採取群測來因應呈現指數成長的染疫人數。

整數規劃（integral programming）

優化問題中的整數規劃可用來幫助醫療中心管理人物力資源，為工作人員制定班表，為手術室與病房規劃時間表，更有效率的使用藥物與設備。在史丹佛大學的博士生與校內的盧西爾·帕卡德（Lucile Packard）兒童醫院合作，實行利用數據進

進行規畫來整合病床安排手術時間，讓更多病患能獲得服務。

卷積（convolution）

卷積是控制工程、通訊原理與訊號系統中一個常用的演算工具。有位臺大的教授針對 2020 年初發布的新型冠狀病毒感染的流行曲線進行卷積運算，與他的博士生建立數學模型的推估出基本傳染數，並評估不同防護力的口罩在不同配戴率的效果。臺灣快速增加外科口罩的供應和提高配戴率有效避免大流行的發生，成功實踐他們的數學模型。

滲流理論（percolation theory）

滲流理論是數學與統計物理學用以研究隨機圖的理論，描述流體通過材料的過濾情形，或是小分子聚合的過程，也用來模擬其他的傳播現象。科學家利用滲透理論了解網絡的結構形狀如何影響疾病的傳播。醫院的員工時間表、學校系統、火車和公車路線都形成了網絡，不同的網絡需要採取相對應的策略來防堵疫情流行的進程。

建模（modeling）

世界衛生組織（WHO）持續更新全球 COVID-19 的染疫與死亡人數的統計數據，而這些數據不僅僅只是一個紀錄。許多統計數學研究人員發表數學建模的論文，建立各式理論類型的流行病模型，透過比對統計數據來推算哪個模型最符合現狀，藉此推算出基本傳染數、預估死亡數、判斷社交距離與戴口罩的執行率、以及接種疫苗對控制疫情與達到群體免疫的速度。

或許數學還在很多地方扮演著小螺絲釘的角色，相信這些終將有助於人們戰勝疫情。（編輯部）