

## 大數據在學校教育改革上的可行應用

教育制度及政策研究中心助理研究員 阮孝齊

大數據或巨量資料 (Big Data) 的應用，除了「大量、高速、多變」(high volume, high velocity, and/or high variety) 等相較於傳統資訊科技的特性之外，許多學者更提出了對於資料真實性 (Veracity) 的質疑 (Beyer & Laney, 2012; Barwick, 2012)。因此，大數據的特性成為資料量龐「大」(Volume)、變化飛「快」(Velocity)，種類繁「雜」(Variety)，以及真偽存「疑」(Veracity) 等「4V」，對於所有接觸相關領域的學者，皆形成研究與實務上的挑戰。

在教育上，大數據來自蒐集大量有關學生、家長、教師和職員的數位化活動數據、之後轉化為資訊、再據以研擬學校改進的建議計畫。過去幾十年，在高等教育機構內，大數據主要用於研究。現在，它被視為是一種具前瞻性、以科技為本的策略方法，可能有助於改善整個教育生態系統 (駐美國代表處教育組，2018)。

在教育上，就教育訊息分析的內容，可以發現，在學校教育的具體作為上，以美國為首的各國，都進行了種種改革作為。這些作為不僅在高等教育領域，也同時落實在中小學課程當中。以下整理為六個可行的主要方向，作為我國推動相關資訊教育以及校務發展之參考建議。

### 壹、發展教學輔助工具

透過大數據分析的資料，能夠對於教學過程進行詳細的分析，發現學生學習的難點，並且節省大量紙本作業的時間，對於下一個循環的教學工作做出更加精準得改善。

大數據將能回答一些以往難以回答的問題，它將能夠清清楚楚的告訴我們那些作法有效、那些是徒勞。例如校外教學成效如何？如果兩個老師在同一天突然隨堂小考會有什麼影響？教學方式是否真能幫助學生得到較好的工作？等等。

美國 K-12 學校中採用 Edutrends 和 Knewton 等服務 (指一種線上系統，能蒐集分析學生學習資料)，能夠在匿名的情況下將學生的數據轉化成可利用的資訊，讓家長、老師、學校董事會參考。大數據的功能尚不僅如此，例如學生無法讀懂數學問題，但其實數學能力優良。在過去的舊系統中，這樣的學生或許需加強練習，但有了大數據，老師能夠知道學生需要的其實是科學閱讀能力的家教。大數據讓師生能夠隨時靈活調整課程 (駐舊金山辦事處教育組，2015)。

進一步而言，透過大數據發展的人工智慧演算工具，能夠成為教學革新的重要輔助。從幼稚園到研究所，人工智能在教育界的影響關鍵就是客製化的學習。這在許多學習障礙調整方案、遊戲、以及軟體上，早已經開始運用。人工智能可以幫助

教育的基本運作自動化，比如改考卷評分。

老師對於自己教學及教材容易有盲點，人工智能可以解決這個棘手問題。人工智能線上課程 Coursera，是一個開放的線上課程供應商，目前已經開放使用。當系統發現大量的學生犯相同錯誤時，會主動提醒老師，同時也會針對這個部分對學生給予提示。學生不需要等待教師的回覆，就可以得到即時修正，幫助釐清概念（駐洛杉磯辦事處教育組，2018）。

2015 年春天，喬治亞理工學院電腦系 Goel 教授以人工智慧開了一個玩笑。在一門線上課程中，他有 9 名助教處理 300 名學生的問題，其中有一個助教名叫 Jill Watson。學期結束前，Goel 教授先生向學生透露，Jill 是 IBM Watson 的科技產品。這一路上，有幾個學生對 Jill 起疑，有人甚至認為 Goel 教授也可能是一臺電腦。卡內基大學 Vincent Aleven 副教授也發展出類似的軟體，提供給 2 千 5 百多所初、高中學校使用，讓老師可以實地追蹤學生學習，並給予提示，幫助他們得到正確的答案。他相信人工智慧將使遠距教學更有效率，一方面可搜集分析數千名學生的大筆數據，另一方面把通過測試和有困難的學生連結起來，給他們互動學習的機會。他說，教室裡有助教及家教機器人，只是時間問題罷了（駐波士頓辦事處教育組，2016）。

數位化不僅能幫助孩子們學習，某些科技性教材的採用也讓學習變得更有效率。自 2002 年以來幾乎愛沙尼亞全國的孩子都使用一個名為「ekool」的數位化「班級通訊簿」，教師們在此填寫他們剛上過的課程內容、作業、缺席人名，家長們因此可以看到與自己孩子相關的資料並且傳送訊息給教師，或者為孩子的缺席道歉。物理與數學老師 Markus Reischl 確認數位通訊簿確實「減輕很多問題」。當他於 1999 年剛到校任教時，必須用手寫下兩頁的學生姓名，費時甚多，「利用 ekool 之後，我只需要每週花一個小時就能完成通訊簿裏所有必要資料的填入，」而且所需的紙張量也大幅減少。位於塔林的 Saksa Gümnaasium 中小學校長 Kaarel Rundu 說明：「每間教室都備有數位投影機和擴音器，有些教室也設有 SMART Board，此外不管是哪一個科目，在進行一般性授課時都會定期在電腦室進行。」學校裏還提供程式設計與機器人學作為選修科目，同時也對此提供足夠兩班人數使用的平板電腦和手提電腦設備（駐德國代表處教育組，2018）。

## 貳、建構個別化回饋與學習評量系統

以往學校中的評量往往僅僅針對學習的單一科目或面向，同時也僅僅作為分數評定的依據，對於學習回饋的成效有限。在大數據的概念下，學校學習系統可以針對個別學習經驗提供反饋。在大數據系統中，學習評量主要將是以學生的社會聯繫與互動情形得來，或者是其於電腦教學輔助設備上的學習行為記錄追蹤而得，而不是個別的或傳統課堂的經驗，這些學生的社會聯繫與互動情形是在持續追蹤的基礎

下獲得的大量資訊，並建立成檔案，所以支持教育「大數據」者，特別重視數據可以隨著學生到任何年級、課堂、學校之運用性（駐紐約辦事處教育組，2014）。

DiCerbo 及 Behrens 二位作者在《數位之海對教育的影響》報告書中指出，「我們身邊的科技工具及數位環境將設計作為紀錄及蒐集、儲藏我們的行動與經驗，以創造一個逐漸成長的數位資訊之海（ocean of digital data）」、「我們相信，這種搜集每日正式與非正式學習活動資訊的能力將徹底改變我們對於教育的看法」。他們認為雖然過去以來，資訊蒐集、儲藏是昂貴、有限、個別孤立的、無法專攜帶的、分享、無法快速分析，但是，隨著數位科技之進步，這些現象都改變了。在科技協助下，包括一個鍵盤觸動的行為、滑鼠滑動、學生的舉動都可以成為數位海洋的一部份，加上植入電腦科際設備的感應裝置及軟體，都可以記錄在學生運用電腦時的反映與路徑，行為模式等，與電腦科際設備感應到的還境形成一個脈絡的資訊數據串流（stream of contextual information），提供作為分析學生行為的依據。舉例而言，當學生閱讀電子書時，這個電腦科際設備的感應裝置及軟體就可以不僅僅記錄學生閱讀的頁數，更能追蹤學生閱讀的時間、那些字彙學生曾查過字典、那些部份被劃重點、那些段落有讀出聲、與那些同學討論過等等（DiCerbo & Behrens, 2014; Herold, 2014; 駐紐約辦事處教育組，2014）。

AltSchool 是美國矽谷一間新的創業公司，由 AltSchool 創辦人並兼 CEO，其經營策略是將大數據應用在 K-12。Ventilla 表示，AltSchool 科技主要在資料的蒐集，這些有關學生的資料量以指數速度成長，可以幫助以手動、任務為主的學習模型。Ventilla 將這些資料比喻為水流，從課堂流向雲端，而 AltSchool 的工程師在雲端設計好系統，將不同的小河匯集成一條資訊的大河。矽谷的頂尖開發者和數據科學家設計了 AltSchool 的軟體和演算法，用以尋找水中的規律——每位學生的投入程度、情緒、教室資源的使用情形、社交習慣、語言和單字使用、注意廣度、學業表現等等。尚在實驗階段的 AltSchool 數位學習平臺或手機 APP，除了蒐集學生各項數據，並加以分析，分析的結果可能會是：六年級的學生做完運動後數學表現較佳、女孩們在某堂自然課感到無聊——因為男孩們較常使用實驗室儀器，又或者是強尼跟朋友談話時使用了新的單字。這些資訊將提供給老師、家長及學生，同時會附加一些建議：如時間表的安排、客製化的建議活動清單。而這些建議如何被採用、是否有效，也都會被記錄下來，藉此創造一個永不止息的回饋循環，以調整程式（駐美國代表處教育組，2016）。

在愛沙尼亞的經驗中，Kallas 校長認為孩子們學習新興技術是件好事：「數位化勢在必行，這漸漸已經變成愛沙尼亞的典型心態了，否則這人就不是愛沙尼亞人」校內走廊上有不少學生正坐在名為「學習艙」的藍色沙發上，沙發有著彎彎的椅背，這個設計是為了擋去部分來自校園的噪音而特別設計；在沙發扶手位置旁設有幾個

電源插座以提供學生們為他們的智慧型手機充電。校長 Rundu 先生說明：「曾經有段時間內，每逢休息時間我們的無線網域就會超過載。」但是沒有人會想要把孩子的手機拿走，Rundu 校長解釋：「與其去禁止，不如教導孩子們，學習應該如何面對問題。」愛沙尼亞校園裏的數位化有時候會被外界誤解，校長繼續說著：「重點不在把所有東西都數位化處理，而是我們希望教會孩子們如何用對最好的方式去妥善地使用科技。」當然，這裏的學校也不乏大堂課教學、筆記本與書籍（駐德國代表處教育組，2018）。

未來，在政策上的應用包含跨校系統的建構，以提供更加全面的資源。學者提倡，為了讓人工智慧廣泛應用，高等學府的精確模型以及計算方法，不應被鎖在象牙塔中。反而應該接受挑戰，保持高度透明，開放同儕檢視，讓同為大學教授的決策者，可以調整未來教學方向（駐波士頓臺北經濟文化辦事處文化組，2012）。

### 參、發展適性入學系統

在大數據的影響下，美國的大學申請逐漸受到影響，人工智能運算體系中的智能數據收集，已經改變大學與學生，及申請入學學生的互動方式。從招生到選課，每一個步驟都會更加貼近學生的需求跟目標。這部分將會進一步改變高等教育，它甚至可以幫助高中畢業生過渡到大學課程（駐洛杉磯辦事處教育組，2018）。

例如芝加哥大學在周四宣布不再要求入學申請者繳交大學入學資格考試及學術能力測驗成績，該校將成為全美國採選擇性繳交成績政策大學中學術聲望最高的學校。好幾位學院院長及顧問預測該校入學政策改變，將會促使其他同類型學校放棄強制繳交成績的政策。至少，大學入學資格考試成績需不需的議題已在全國帶來了改變（駐芝加哥辦事處教育組，2018）。

2015 年申請紐約伊薩卡學院（Ithaca College）的學生不須送交自己的標準測驗成績，如果他們送了成績，那麼成績將會被納入參考。但令人驚訝的是，朋友圈和社交網站上的照片也會被納入參考。改變其他產業的大數據科技也慢慢滲入大專院校錄取學生的決策，幫助預測學生在校是否能成功並畢業。IBM 副總裁暨負責與公共部門交涉的首席技術官，也是伊薩卡學院的資料分析程式的費臘絲（Fraser）表示，重點是，如何讓錄取進來的學生能成功發展？學生一旦中輟，會引發大家的混亂，學生負債，班級也少了一位學生。伊薩卡學院從 2007 年開始悄悄蒐集學生資料，它為申請者開辦一個跟臉書相像的網站，名為 IC PEERS。這網站提供申請者一個機會與學校的教職員和其他申請者交流。採用 IBM 的統計分析軟體，自稱是「內部統計學家」（in-house statistician）的伊薩卡學院入學策劃主任穆魯格塔（Mulugetta）表示：他研讀從 IC PEERS 蒐集的資料，觀察從事那些行為的學生有較高機率入學並留下，例如：他們上傳多少張照片、交了多少 IC PEERS 朋友。這種採用大數據

方法也遭受不少批評。現就讀伊薩卡學院二年級的米翰 (Meehan) 表示,我當初沒想到學校會怎麼使用這些資訊,但我想我申請過程中已經提供了足夠的資訊給學校。他擔心採用 IC PEERS 的數據會不利於不常上網或不常上社群網站的學生 (駐美國代表處教育組, 2015)。

學校可以檢視現有與海外學校的合作協議及課程,搜尋現行合作名單以外的國家,並查看是否該國已有國際合作的前例,循此,可發掘潛在合作國家,建立新市場。儘管 MOOCs (Massive Open Online Courses) 等開放式線上課程的價值迄今未有定論,但線上註冊卻是未來趨勢,尤受印度及非洲學生的青睞。各校策略聯盟,結合彼此強項,設計學位課程並授予學位,也是未來趨勢。大數據的運用,建立證據導向的招生策略,更可使學校在有限的人力、資源下,有效的進行國際招生 (駐美國代表處教育組, 2017)。

#### 肆、協助高教機構生職涯輔導

對高等教育機構而言,面對劇烈變動的產業結構,如何對學生進行職涯以及生涯輔導,成為充滿挑戰的工作。美國許多高等教育機構應用大數據,進行相關分析以及作為,可以有效改善學生的發展。

大學職涯服務未來十大趨勢 (10 Future Trends in College Career Services) 共同作者之一 Christine Y. Cruzvergara 今年 Wellesley College 聘她為該校職涯中心主任,以實現她書中倡導的職涯服務新理念,不同前人作風,直接向校長辦公室團隊報告,不同於往昔的邊緣化角色,因為學生畢業找工作成效影響學校的招生與留校率。新制度作法不是等待學生前來找諮詢求支援,而是大學職涯導師 (college career mentor) 分配至每位新鮮人,目的在於幫助這些新鮮人找到生涯是奠基在自己的價值、優勢與興趣上; Wellesley College 採用新的服務系統稱為 Campus' Tap, 讓學生更易與導師連上,隨時保持個人諮詢,該大學也採用 Handshake, 至今該校大約 60% 學生至少使用過一次。Cruzvergara 主任表示大學職涯服務典範已轉變,因為對大學期待已改變,如 1920 年代戰後嬰兒潮主要提供畢業教師職業指南,近年來所謂 dot-com 潮,在 20 世紀更多公司與大學校園合作招聘人才 (駐洛杉磯辦事處教育組, 2016)。

在學習輔導上,大數據亦有用途。維吉尼亞聯邦大學 (Virginia Commonwealth University, 簡稱 VCU) 像很多美國大學一樣,一直努力保持大一與大二生的數量。有研究表明,大一生輟學的機率最大,而新生保有率則是影響大學排名的因素之一。雖然 VCU 已成功地讓新生在第二年時回到學校,但學校也努力的讓他們能從學校畢業。現在學校利用大數據,以找出哪些學生最有可能輟學。被稱為「不穩定的學生 (murky middle)」通常是那些即將升大二或大三的學生,平均成績 (grade-point averages, GPA) 介於 2.0 與 3.0 之間,且很有可能無法如期畢業。這類的學生人數

比例會影響學校排名並可能阻礙他們自身未來發展(駐休士頓辦事處教育組, 2016)。

## 伍、邁向未來適應能力

面對未來的相關趨勢，大數據以及人工智慧的出現，促使政府思考未來的社會以及產業所需人才，並具以轉化為學校教育改革的方向。美國相當重視人工智慧的興起，並希望與中小學未來教育接軌。Etzioni、Schoenick 以及 Herold 指出，隨著人工智慧的演進，幾乎無所不在滲透到我們生活的各方面，新的問題和政策辯論以及道德困境正在出現。學校正面臨著如何教導學生嚴肅的思考這些科技帶來的生活衝擊與改變，以及如何以智慧、道德的方式使用這些技術。中小學教育不但是為將來工作做準備的教育，而且是要確保他們能夠判斷是非，以造福社會。因此，我們需要科學家和工程師敏銳地認識到，人工智慧系統必須和它所使用的數據一致。為了避免危險的偏見或不正確的行為，我們需要培養正確的輸入系統，涵蓋所有可能的觀點和變數。這些規則是一個強有力的實際起點，但要成功駕馭人工智慧在未來幾十年所帶來的新世界，除了加強學習所需的技能，並以正確的方式進行控制，學生可能需要開發一種新的溝通技巧，及有效地與智慧機器交流及控制的能力。一些經濟學家說，這些技能可能是未來在工作場域成敗的關鍵(駐美國代表處教育組, 2018)。

上述美國 K-12 系統中大數據工具的建構者 Ventilla，畢業於耶魯畢業，曾任 Google 個人化部門主管，他表示公司的目標不是要改變現行學校，而是要打造 30 年後學校。而這些並不是空談。過去 10 年來，大數據分析逐漸被應用在教育界。美國 2016 年國家教育科技計畫 (National Education Technology Plan) 就包含了類似 AltSchool 的概念：用非侵入性、及時、隱含在日常活動的方式蒐集學生學習資料。大數據已改變了金融、健康、消費科技、零售商和專業運動等等，跟隨其他行業的腳步，觀察者希望大數據也為教育界帶來系統性的改變 (駐美國代表處教育組, 2016)。

## 陸、妥善處理資安疑慮

在隱憂上，大數據始終與資訊安全議題密切相關。德國學界強調數位學習之大數據 (Big Data) 安全的重要性，由 SAP 企業於波茲坦大學內開設的軟體系統研究所 Hasso-Plattner-Institut für Softwaresystemtechnik (HPI) 擔任院長的 Meinel 教授對此說明：「首先所有資料將被個人化，所有這位使用者用過的資料有可能透過他的個人資料被辨識出來。因此每個人都需小心處理自己的網路資料。」Armin Weinberger 教授於薩爾布呂肯市 (Saarbrücken) 專門研究教學科技，他也表示資料

保護在網路教學的時代裏是個很敏感的主題。「善用大數據來學習：教育的未來（Lernen mit Big Data: Die Zukunft der Bildung）」一書的作者 Viktor Meyer-Schönberger 與 Kenneth Cukier 在他們的書裏描繪這個願景，書中並提到，如果上述的巨量資訊研發與利用繼續不斷發展，將可能帶來一個充滿「高度個人化學習內容的新時代」。書中也提到大數據的危機來自所有資料都會被記錄下來的特質，而被記錄下的資料在多年後通常都能在稍加處理後還再喚出利用，即使學生已經離開學校，個人資料的隱私權在此面臨極大的挑戰。任教於薩爾布呂肯大學的 Weinberger 教授呼籲將此危機透明化作為發展方針，「學生或家長應該自己衡量決定輸入哪些私人資料，而學生則應學會自己如何分析數據」（駐德國代表處教育組，2015）。

在日本，關於隱私問題特別受到重視，於 2015 年 9 月修正個人情報保護法。只要將企業所持有之個人資料加工至無法鎖定某個個人且無法復原的程度，即可不經本人同意對外提供資料。但在國會審議過程中受到可能侵害隱私的批判。關於要加工到何種程度之標準，接下來將由第三機關之「個人情報保護委員會」制定（臺北駐大阪經濟文化辦事處派駐人員，2015）。

麻省理工學院建立了控管龐大數據的「Big Data」研究中心，相關研究也希望解決由龐大的數據所帶來的隱私權問題（駐波士頓臺北經濟文化辦事處文化組，2012）。此外，前述 AltSchool 公司也表示 AltSchool 科技主要在資料的蒐集，這些有關學生的資料量以指數速度成長，可以幫助以手動、任務為主的學習模型。當然，可以想見，隱私權爭議在所難免，還有對小孩做實驗的潛在道德問題（駐美國代表處教育組，2016）。《數位之海對教育的影響》報告書而言，DiCerbo 及 Behrens 二位作者也承認，目前來自各界有許多對於隱私權及資料擁有權的爭議，此外，他們也不諱言指出，資訊安全可能是這股趨勢發展最大的挑戰（駐紐約辦事處教育組，2014）。

在愛沙尼亞學生數位化方案中，位於塔林的 Saksa Gümnaasium 中小學校長 Kaarel Rundu 說明：「若真有人存心要進到資料庫，那是什麼也擋不了他的」，但是 ekool 所能帶來的效益遠勝過對這類疑慮所帶來的困擾（駐德國代表處教育組，2018）。

## 參考文獻

- 林亭汝、蔡孟倫（2017）。巨量資料分析應用於電子商務企業經營模式之研究。《價值管理》，27，13。
- 臺北駐大阪經濟文化辦事處派駐人員（2015）。活用巨量資料。《國家教育研究院國際教育訊息電子報》，88。取自

[http://fepaper.naer.edu.tw/paper\\_view.php?edm\\_no=88&content\\_no=4888](http://fepaper.naer.edu.tw/paper_view.php?edm_no=88&content_no=4888)

駐休士頓辦事處教育組 (2016)。大學使用大數據降低輟學率與提升註冊率。國家教育研究院國際教育訊息電子報，95。取自

[http://fepaper.naer.edu.tw/paper\\_view.php?edm\\_no=95&content\\_no=5137](http://fepaper.naer.edu.tw/paper_view.php?edm_no=95&content_no=5137)

駐波士頓臺北經濟文化辦事處文化組 (2012)。麻省理工學院建立了控管龐大數據的「Big Data」研究中心。國家教育研究院國際教育訊息電子報，9。取自

[http://fepaper.naer.edu.tw/paper\\_view.php?edm\\_no=9&content\\_no=520](http://fepaper.naer.edu.tw/paper_view.php?edm_no=9&content_no=520)

駐波士頓辦事處教育組 (2016)。我的助教是個機器人？國家教育研究院國際教育訊息電子報，113。取自

[http://fepaper.naer.edu.tw/paper\\_view.php?edm\\_no=113&content\\_no=5891](http://fepaper.naer.edu.tw/paper_view.php?edm_no=113&content_no=5891)

駐芝加哥辦事處教育組 (2018)。一所嚴格篩選入學資格的大學，取消對入學考試成績的要求。國家教育研究院國際教育訊息電子報，152。取自

[http://fepaper.naer.edu.tw/paper\\_view.php?edm\\_no=152&content\\_no=7147](http://fepaper.naer.edu.tw/paper_view.php?edm_no=152&content_no=7147)

駐洛杉磯辦事處教育組 (2016)。美國重造大學校園職涯中心。國家教育研究院國際教育訊息電子報，113。取自

[http://fepaper.naer.edu.tw/paper\\_view.php?edm\\_no=113&content\\_no=5893](http://fepaper.naer.edu.tw/paper_view.php?edm_no=113&content_no=5893)

駐洛杉磯辦事處教育組 (2018)。人工智慧可以達成的 10 種教育任務。國家教育研究院國際教育訊息電子報，142。取自

[http://fepaper.naer.edu.tw/paper\\_view.php?edm\\_no=142&content\\_no=6872](http://fepaper.naer.edu.tw/paper_view.php?edm_no=142&content_no=6872)

駐美國代表處教育組 (2015)。大數據將影響大學錄取決策。國家教育研究院國際教育訊息電子報，88。取自

[http://fepaper.naer.edu.tw/paper\\_view.php?edm\\_no=88&content\\_no=4862](http://fepaper.naer.edu.tw/paper_view.php?edm_no=88&content_no=4862)

駐美國代表處教育組 (2016)。大數據分析的未來:K。取自

[http://fepaper.naer.edu.tw/paper\\_view.php?edm\\_no=12](http://fepaper.naer.edu.tw/paper_view.php?edm_no=12) 教育。國家教育研究院國際教育訊息電子報，96。取自

[http://fepaper.naer.edu.tw/paper\\_view.php?edm\\_no=96&content\\_no=5184](http://fepaper.naer.edu.tw/paper_view.php?edm_no=96&content_no=5184)

駐美國代表處教育組 (2017)。10 萬外籍生時代，校園裡韓國學生與外國學生的矛盾。國家教育研究院國際教育訊息電子報，119。取自

[http://fepaper.naer.edu.tw/paper\\_view.php?edm\\_no=119&content\\_no=6087](http://fepaper.naer.edu.tw/paper_view.php?edm_no=119&content_no=6087)

駐美國代表處教育組 (2018)。美國重視人工智慧的興起，並與中小學未來教育接軌。國家教育研究院國際教育訊息電子報，143。取自

[http://fepaper.naer.edu.tw/paper\\_view.php?edm\\_no=143&content\\_no=6908](http://fepaper.naer.edu.tw/paper_view.php?edm_no=143&content_no=6908)

駐紐約辦事處教育組 (2014)。「大數據」(Big Data) 趨勢對中小學教育的影響。



國家教育研究院國際教育訊息電子報，52。取自

[http://fepaper.naer.edu.tw/paper\\_view.php?edm\\_no=52&content\\_no=2787](http://fepaper.naer.edu.tw/paper_view.php?edm_no=52&content_no=2787)

駐德國代表處教育組（2015）。德國學界強調數位學習之巨量資料（Big Data）安全的重要性。國家教育研究院國際教育訊息電子報，78。取自

[http://fepaper.naer.edu.tw/paper\\_view.php?edm\\_no=78&content\\_no=4396](http://fepaper.naer.edu.tw/paper_view.php?edm_no=78&content_no=4396)

駐德國代表處教育組（2018）。愛沙尼亞學生數位化能力勝過德國的原因。國家教育研究院國際教育訊息電子報，142。取自

[http://fepaper.naer.edu.tw/paper\\_view.php?edm\\_no=142&content\\_no=6873](http://fepaper.naer.edu.tw/paper_view.php?edm_no=142&content_no=6873)

駐德國代表處教育組（2018）。愛沙尼亞學生數位化能力勝過德國的原因。國家教育研究院國際教育訊息電子報，142。取自

[http://fepaper.naer.edu.tw/paper\\_view.php?edm\\_no=142&content\\_no=6873](http://fepaper.naer.edu.tw/paper_view.php?edm_no=142&content_no=6873)

駐舊金山辦事處教育組（2015）。十大科技潮流，引領教育新型態。國家教育研究院國際教育訊息電子報，88。取自

[http://fepaper.naer.edu.tw/paper\\_view.php?edm\\_no=88&content\\_no=4889](http://fepaper.naer.edu.tw/paper_view.php?edm_no=88&content_no=4889)

Beyer, M. A., & Laney, D. (2012). The importance of 'big data': a definition. Stamford, CT: Gartner, 2014-2018.

Barwick, H. (2012). The "four Vs" of Big Data. Implementing information infrastructure symposium. 2012-10-02]. [http://www.computerworld.com.au/article/396198/iiis\\_four\\_vs\\_big\\_data](http://www.computerworld.com.au/article/396198/iiis_four_vs_big_data).