

運用後設分析方法探討智慧校園 導入智慧教學之學習成效

林佳靜

因應數位科技發展與教育市場競爭，全球教育體系遂以建構更智慧的校園作為提升辦學效率之策略，大學校院更是競相導入智慧教學方法與多元模式，並推崇其衍生之學習成效；究竟智慧校園中的智慧教學是否可有效提升學生學習成效，抑或顯著優於傳統課室的教與學，本研究篩選出 17 篇目標文獻，進行後設分析；研究目的有：(1) 分析目標文獻中導入智慧教學的背景與形式；(2) 分析目標文獻導入智慧教學的學習成效效果值；(3) 探討影響智慧教學學習成效效果值的調節變項；研究發現智慧教學在智慧校園中多元發展，實施背景之本質在於學生學習需求，與能夠提升學習興趣之教學創新為主體；學生參與智慧教學可獲得學習成效，除不同性別學習者之學習成效呈現差異外，建議可深化持續探究學習者人口變項對於學習成效之影響，以客觀釐清智慧教學學習成效之淨效果值。

關鍵字：智慧校園、智慧教學、學習成效、後設分析

作者現職：弘光科技大學老人福利與長期照顧事業系（所）副教授

通訊作者：林佳靜，e-mail: cclin@sunrise.hk.edu.tw

壹、背景與動機

隨著數位科技發展，教育體系因應外部環境的變革，我國大學校院於提升教育品質與校園經營效能之歷程不遺餘力（林進山，2016）；回溯 70 年代精進「學校效能」、80 年代推動「卓越學校與教學品質」、90 年代重視「學習本位與開放教育」；之後 2000 年起戮力追求之「學校特色」、2010 年引進「翻轉教育之寧靜革命」、2014 年推動科技同步的「智慧校園新興產業」計畫、至 2015 年同步國際教育之「教育 4.0」前瞻創新等，不難發現大學轉型智慧校園之歷程，深受立基已逾 10 年經驗、強調以學生學習為中心(learning-centered for students)的美國 IBM 公司雲端數位科技「智慧校園 (smarter campus)」、和著重校園框架聯繫與功能導向之美國麻省理工學院智慧組件互聯「智能校園 (intelligent campus)」二者之影響；其中，備受關注的核心議題正是有別於傳統教材教法的智慧教學模式與實際獲得之學習成效，值 2020 年我國智慧校園的雲端運算技術已趨成熟之際，亦可視為驗證智慧教學學習成效之關鍵查核點。

一、全球大學校院建置智慧校園目的在於架構更智慧化的教學與行政環境、落實數位化和網際網路基礎技術，以及運用行動載具和雲端運算來改造傳統校園互動模式

全球智慧校園 (smart campus) 的發展取向源自二類背景脈絡，從「科技脈絡」出發，智慧校園發想途徑來自美國 IBM 公司於 2008 年發表的智慧地球專題報告 (Palmisano, 2008)，該報告內容曾預測資訊科技將對各類專業領域，包括教育環境，產生顯著的變革與影響，之後提出的更智慧的教育 (smarter education) 和更智慧的校園 (smarter campus) (IBM, 2016) 等校園架構，該技術成功協助歐、美國家高等教育體系創新發展，全球「更智慧的校園」(smarter campus) 是以成形；若從「功能脈絡」觀之，校園智能 (intelligence) 的目的在於加深加廣校園整體框架的功能，並重新思索之間的連結與互動之觀念，係導源於美國麻省理工學院曾經和微軟聯盟的智能方案 (MIT-Microsoft alliance program)，該方案促使校園各部門間之各司作業功能，透過整體框架的智慧組件再互連，成為功能俱全的核心主幹，是智能校園 (intelligent campus) 的理論基礎 (EBTIC, 2016)。臺灣則從 2014 年經濟部推動「智慧校園新興產業」，連結教育 4.0 框架，以創新思維和協同創作的跨領域資源互聯，打造智慧社群、智慧保健、智慧學習、智慧行政、智慧管理和智慧綠能等標的，成為我國智慧校園發展雛型，其內涵更著重於校園行政支援能力與資源網絡之升級，目的則在強調智慧辦學成效與特色 (林進山，2016)，相較於科技和功能二項脈絡，張奕華和吳權威 (2014) 曾指出，智慧校園建置的面向主要為智慧管理、智慧環境、和智慧教學等；林光媚 (2017) 認為智慧校園宜著力於智慧環境、智慧教

師、智慧模式、智慧教材，及智慧服務等五大面項，能妥善透過系統化改造學校的教與學傳統型態，即為更理想的智慧校園學習場域。全球大學校院建置智慧校園提升大學競爭力之際，勢必妥善且優先考量更佳智慧化的教學與行政環境，當今智慧校園除了開始探究智慧教學的實際學習成效，為了超越傳統課室教材教法、優化學習管理系統（learning management system, LMS）、升級數位化多媒體教材，更以大數據運算與互聯機制作為校務發展績效之實證依據等，預期可望受到大學校園互動關係人的青睞與關注。

二、智慧教學、智慧教師與智慧教室的關係密不可分，全球智慧化創新教學模式百家齊放，但智慧化不僅強調效率，更應關注學生的學習成效與智慧開啟

智慧教學（smart teaching）與學習成效是校園推動智慧教育之核心，探討該教學模式所衍生之學習成效，須納入智慧教室（smart classroom）和智慧教師（smart teacher）二類變項；探討智慧教學的成效，就是呈現智慧學習的反饋，相關變項須明確界定於更智慧化的校園框架內，亦即，嶄新的智慧學習成效良窳，勢必影響校園領導者對於整合教育理念、校園環境、科技思維和經營內涵，遑論學習成效在大學校園的辦學績效中，向來重要的角色價值和位階。

從網際網路、行動通訊、大數據、人工智慧、電子載具、雲計算，以至物聯網的引領下，國內高等與技職教育之資通訊網絡和校園服務確已逐步深植於智慧校園，探討科技發展帶來的挑戰與契機，首要之務，在於教育工作者審慎檢視智慧教學的效益，以及發展智慧課程之能力；本研究探討重點在於智慧學習成效，其中的教學模式經常被視為創新教學方法之一，然教學創新並非就是智慧化；因此，智慧教學、或者是衍生的創新教學方法，是未來智慧校園中影響教學方法、本位課程、教材研發、和班級經營之關鍵元素，多數國內已著手運用創新教學的方法、策略及作法、致力於教學品質和學生學習成效的提升、透過智慧教師師資培育的養成，在當代校園推動智慧效能、打造未來教學環境、和建構跨領域學習平台，與資源共享系統等硬體建設為基石之背景中，創新教學所能夠激發的無所不在學習環境、風氣，和優質學習成效，將成為繼續深化與投資智慧校園的關鍵決策依據。故研究者認為，以客觀探討智慧教學、智慧教室、智慧教師之智慧模式所產出的學習成效，來論述智慧校園教與學之核心歷程，較具客觀與參考價值，且有助於大學校院執行和管考智慧創新教學。

三、運用後設分析探討智慧教學衍生之學習成效，可系統性地量化分析並驗證學習成效總合效果值，且可釐清影響學習成效之調節變項，對於評鑑校園中智慧教學的價值具客觀意涵

以智慧校園為探討主題的學術論文與研究對象樣本數正逐漸累積中，搜尋

主題文章

近 10 年國內外學術論文資料庫與公開索引資料庫（含臺灣期刊論文索引系統、華藝線上圖書館 Airiti Library-CEPS 期刊，Academic Search Premier, ScienceDirect (SDOL), PubMed, SCOPUS, Taylor & Francis, Emerald, ERIC Online 等），該類論文數目有顯著成長趨勢（檢索有智慧校園相關 68 篇；智慧教學相關 186 篇），進一步檢索近五年論文內容後發現，屬於驗證型之實徵文章，例如：智慧校園的各類成效量化分析、進行實驗設計成效之比較分析、與智慧化之經營效能量化分析等論文數目則不到二成，約有 46 篇；另檢索的文章中介紹智慧教學或方法者不在少數，但運用量化分析進行相關成效驗證者仍少，源於前開研究背景與動機，既使量化研究之數量相對較少，為謹慎且系統性量化智慧教學之學習成效，並探究其真實的效果值，研究者認為需要運用科學、可靠的方法來彙整相關文獻的研究發現與結論，因此運用後設分析（meta-analysis）方法，以蒐集符合研究事前界定之完整資料，逐一篩選出目標文獻（target reference），引用該類文獻中符合智慧教學之學習成效，進行整合分析，形成目標文獻的量化研究（張明玲譯，2013；Cumming, 2012）。

除檢索有智慧校園、智慧教學與學習成效等關鍵字之文獻，亦針對學習成效之篩選，並整理出研究對象之性別、樣本數、研究設計、研究方法、成效測量工具、以及智慧教學模式等變項，以及學習成效之影響；因此，盧瑞珍（2013）指出，後設分析除了可以針對不同文獻所述之學習成效，降低文獻間與個別文獻內變異影響顯著性之差異結果，透過系統性地量化分析方法驗證學習成效效果值與總合效果值，更可以釐清影響效果值的變數，即所謂的調節變項（moderator variable）；有鑑於影響學習成效之因素可能相當廣泛，再依文獻探討後選取可能影響效果值的變數進行調節變數之考驗；王錫雯（2011）認為，為了避免效果值考驗之偏誤，亦為重要的研究程序；有限的實證性研究指出，研究尚包括參與智慧教學的學生學習成效、個別差異值、顯著性或標準差等統計量數資訊，各文獻所選取之統計分析方法與測量工具類別多元、部分採取實驗設計之文獻，因運用不同之研究方法與設計，容易產生歧異甚大的效果，加上研究結論可能呈現了不一致的見解，皆需要透過後設分析程序進行學習成效之加權計量或標準化；在考量文獻之顯著性對於實務顯著之報導出現落差時，運用後設分析提出學習成效之整合效果值，其研究結論自然較具客觀；在現今大學競相建置智慧校園，導入智慧教學模式的百家爭鳴中，不難發現提出正向學習成效值、或智慧教學能衍生顯著成效等文獻，更占多數，且獲多數研究者樂觀正面的支持；然研究者認為，除非該研究結論具客觀統計顯著性，否則僅提出強韌性（powerful）的量化研究結論，仍有待進一步驗證其總合效果值之穩定性，和釐清可能影響成效高低之調節變項（moderator variable）；參酌 Cohen（1988）提出有關行為科學量測之統計檢定力觀點，本研究運用效果值大小（effect size）差異顯著檢定之後設分析方法，進行目標文獻量化分析。

貳、研究目的

有鑑於前述背景與動機，本研究運用後設分析方法探究執行智慧教學後之學習成效效果值，為了降低後設分析目標文獻間之變異來源，僅就近五年之文獻進行檢索篩選，參照智慧教學之學習成效後，探究其總合效果值，臚列研究目的如后：

- 一、分析目標文獻中導入智慧教學的背景與形式。
- 二、分析目標文獻導入智慧教學的學習成效效果值。
- 三、探討影響智慧教學學習成效效果值的調節變項。

參、名詞解釋

一、智慧校園

智慧校園係指以 ICT、雲端運算和多媒體平台建置之校園，包括有智慧教室、智慧教學、智慧學習和教材，與智慧行政管理等；探討智慧校園，係以類似教師教學成效、學生學習成效、校園服務效能、或辦學績效等屬於智慧成效之概念性變項，以呈現「智慧」內涵，而非專指：科技框架、ICT、和雲端運算等技術性變項。

二、智慧教學

本研究中探討之智慧教學泛指運用 ICT 科技之教學場域、教學模式和教材，以及運用智慧管理的創新教學，或融合教學法之翻轉教學（flipped teaching）方法，有別於傳統課室教學者皆屬之。

三、學習成效

本研究中有關學習成效，參酌上述成效類別，係指在智慧校園中參與智慧學習後，所呈現出來符合講授者原先預期量測之工具所獲絕對分數、比率或勝算比（odd ratio）等，後設分析計算出學習成效則以效果值（effect size）表示之。

四、後設分析

本研究採用後設分析法主要在進行完整的量化實證分析，在整合多份研究時將不同的效果值或統計值，加以合併得出結果，如果研究出不同的結果將可

主題文章

能成為有價值的資料來源。

肆、文獻探討

一、智慧校園、智慧教學、和智慧學習的關聯

由資訊與通信科技 (Information and Communication Technology, ICT) (以下簡稱 ICT) 全球基金所贊助成立之阿聯酋資訊與通信科技創新中心 (Emirates ICT Innovation Center, EBTIC) (2016) 指出, 未來智慧校園應奠基於水平式互聯的智能校園活動, 和水平式協同活動上, 點出建置智慧校園 (smart campus) 的發想, 就是讓校園中各部門校務運作 (包括教學與行政事務) 進行互聯, 共享 ICT 系統平台; 校園智能發展需涵蓋: 智能學習 (含教學與學習之 iLearning)、智能行政 (含校務決策與品保之 iGovernance)、智能保健 (含健康促進與公共衛生之 iHealth)、智能綠能 (含環保與再生資源之 iGreen)、智能管理 (含資源管理與決策系統之 iManagement) 和智能社群 (含校園社會責任和社群互聯之 iSocial) 等; 為使教育和智慧學習方案、科學進步共同做出貢獻, 明確歸納出未來智慧校園發展所聚焦的六大領域為: 智慧學習、智慧行政、智慧保健、智慧綠能、智慧管理與智慧社群等六項; 張奕華 (2013) 則建議智慧校園之主幹為智慧管理、智慧環境、智慧化的教與學等三大面向; 我國智慧校園立基於教育部提出之「教育雲端應用及平台服務推動計畫」(教育部, 2012), 和 2014 年全面啟動之「數位學習推動計畫」(教育部, 2014), 雲端應用同步推動數位學習策略, 建置雲端運算之教學系統, 則為智慧校園雛形發展的基礎。

探討智慧校園的演進中, 需涵蓋教育變革與全球共識, 其中, 聯合國教科文組織 (UNESCO) 於 2015 年 5 月在世界教育論壇通過之仁川宣言, 提到至 2030 年為止的 15 年間全球教育發展的期許後, 距離目標尚有 10 年的當今全球教育體系現況與走向, 可參酌洪雯柔 (2017) 提出, 優質教育與終生學習之公共財觀念可能成為教育變革的論調, 以及縮短全民教育方案與永續發展目標之落差勢必影響校園經營模式的看法; 該核心宣言並提到所謂的全面性教育改革, 應包括整體性教育成效與學習成果的檢視、評鑑與反省, 進而作為教育改革依據; Park、Martin 和 Lambert (2019) 指出, 實體與虛擬校園的教學與課程發展, 逐漸受到 ICT 發展脈絡的技術影響, 多數教育體系以永續發展為目標, 智慧化則無法避免; Danaher 和 Schoepp (2020), Deepa、Valarmathi 和 Benita (2019) 等認為智慧校園最初被定義為優化行政的科技校園, 多數大學校園導入雲端服務、大數據運算和人工智慧 (artificial intelligence), 偏向佈建智慧校園的框架與藍圖, 卻可能忽略校園中教與學的主體, 故智慧化校園的要件不應僅聚焦行政效能, 參酌智慧化校園的智慧教學與學習、校務決策與品保、健康

促進與公共衛生、環保與再生資源、資訊與資源管理和決策系統，社會責任和社群互聯等，研究者認為近年探討智慧校園的定義，除了透過科技專業的軟硬體認證外，實可從校園中的水平式互聯的智能（intelligence）活動和水平式協同活動現狀，呈現智慧校園的源起可由智慧教學導入和營造智慧學習關係檢視與驗證做起，故探究智慧校園中的智慧教學，若以教室中融合智慧教學的智慧學習，帶給校園教與學的氣氛和師生關係之轉變、以及學習成效良窳為主軸，更能突顯校園教與學的內涵。

二、多元教學模式衍生的智慧學習成效驗證方法繁雜，透過後設分析方法更具客觀分析價值

智慧教學（smart teaching）係指課程設計與教學者符合智慧教師之內涵，包括有 ICT 基本理念與教學輔具運用、智慧化教學方法、編撰與研發智慧教材、智慧化評量方式、以及運用智慧教室和數位科技等，智慧教學必須藉由授課者運用班級經營、課室中教師和學生、學生同儕間之教材與教法中展現其智慧內涵或形式（Hirsch, Al-Rubaic, & Ng, 2012），有別於數位線上學習和學習管理系統；探討智慧教學，則須包括教學場域和教材形式之探討。檢索近五年有關智慧學習成效之實徵性期刊論文後，探討智慧教學、運用科技方法、多媒體線上系統之創新教學、和行動教具等之量化分析論文數目約有 46 篇，於為數不多的該類文獻中，運用的智慧教學多元，且介入教學活動的形式差異甚大，其中除了運用智慧教室、數位監控和雲端服務等硬體空間和設備，尚包含有：巨量開放線上雲端課程（MOOCs）、ICT 教學監控系統、ICT 教學反饋、雲端知識管理教學社群、互動式教學、智慧多媒體教材、融入智慧教具之翻轉教學、多媒體線上互動教材等，智慧教學內容係出自課程講授者之規劃與執行，除了教學方法多元發展以外，對於測量學習成效的研究工具與量表則五花八門。

學習成效（learning effectiveness）係指學生參與或修讀智慧教學課程後，所量測之學習效果、測驗分數、表達之應用能力或創新能力程度；另相關教學方法衍生之學習成效包括認知成效、技能成效、情意成效、社會化成效、創造力成效、和實驗設計之成效（鄭麗媛，2008；盧瑞珍，2013；Springer, Stanne, & Donovan, 1999）；此外，研究設計更是沒有一致性的趨勢，因此智慧教學中多元教學模式衍生的智慧學習成效，需要運用後設分析方法進行客觀分析與驗證。

Glass（1976）提出分析前人研究結果的後設分析（meta-analysis）方法；亦即針對許多獨立研究之結果再進行量化統計分析，實行再次分析後整合一般性結論的技術，因此又稱為分析的分析（the analysis of analysis）；之後歷經 Hedges 和 Olkin（1985），以及 Rosenthal（1991）之推演，使得後設分析方法更明確且系統化。後設分析的功能可解決主題相同但結果出現歧異的研究、促

主題文章

進理論的發展、深入敘述的功能、再分析的功能等（鄭耀南，2002）。後設分析運用客觀方法，蒐集文獻並以一套標準統整多個獨立性研究的結果進行計量分析，藉由整合不同背景的研究，獲得一致性的結論（齊力譯，1999）。Cumming（2012）表示執行後設分析的第一步，便是將所有的效果值轉換成同一格式以供比較，依照研究設計與格式進行資料輸入後，能協助自動輸出後設分析的相關數據，更能專注於數據的解讀和研究的構思；為了使目標文獻提出的學習效果值在實務推論上具體可測量，並降低文獻間之出版偏差，參酌林豐裕、沈煥庭、廖靜珠、詹琪文（2013）提出之見解，單一研究可以得到研究問題之答案，但有時可能限於研究樣本數不足，成效的估計比起大樣本研究較容易產生偏誤；再者，根據研究測量誤差而言，再次或重複分析可作為改進上述問題之道；透過分析個別研究之取向與發現，據以總合針對相同或近似研究問題做驗證性或再釐清等探討，以及運用後設分析程序將不同研究資料做類化，預期可以對研究問題提陳最佳結論；Glass（1976）認為後設分析係將個別研究結果以統計方式分析，以達到整合研究發現的目的，就智慧教學衍生之學習成效總合成效效果值而言，可將累積的研究發現視為複合的資料，若未經統計分析，這些資料就跟單一研究裡的上百筆資料一樣難以解讀（張明玲譯，2013）。於二十世紀中以前，後設分析與系統性文獻分析被視為二個類似，但不相同概念的方法；系統性評閱（systematic review），本身包含質性與量化，是針對特定主題進行文獻蒐集及評閱步驟，來整合所有相關研究並運用各項策略以減少研究蒐集偏誤，且後設分析並非研究必要；後設分析，則是量化的系統性回顧，主要是利用回顧文獻，運用統計方法將目標文獻個別原始研究結果呈現出更精確的效果值估算，並做出綜合性的結論，提供客觀的最佳證據；不論如何，研究核心概念係強調系統性文獻搜尋、選擇、評論與結果累積等，目的在有效降低研究資訊取得、編碼與分析等流程所造成的誤差，以達到研究結果的概念性推論（謝進昌，2012）；後設分析自 70 年代後逐漸被重視，適合運用於本研究之學習成效驗證，國內教育學門較早之後設分析研究可參酌林邦傑（1987）針對後設分析法作深入探討，發展至 2010 年時期其應用範圍漸廣泛，可見於包含醫學、社會科學、應用科學、自然科學和人文等領域，故運用於教育學領域可顯現其客觀分析之價值。林美君（2001）和林詩穎（2005）等更提到後設分析功能，包括原有研究基礎再深入敘述、促進理論發展、篩選研究異質性影響因素、再分析及解決主題相同但結果不同之研究詮釋等功能，參酌上述文獻後本研究分析功能包括：

（一）就原有研究基礎再深入敘述

克服多數研究沒有條件做大規模隨機試驗的情況，後設分析可從諸多研究中依各研究特性進行整理分類並統合出一般性的結論，從中了解研究結果出現差異之原因，並釐清影響異質性之調節變項。

(二) 促進理論發展

所謂理論架構是建構在諸多變項之間的關係，因此透過後設分析可整合個別研究不同變數之間的關係，計算效果值可驗證更佳客觀的關係強度及方向，促成新理論之發展。

(三) 篩選研究異質性影響因素

執行後設分析前需蒐集並整理許多與主題相關之資料，進而協助後續進行相關問題研究的探索者有所收穫，從中發現進一步研究之嶄新主題，避免重覆一致性偏誤之發表。

(四) 再分析

文獻探討過程中可能出現個別研究結果不同的歧異，或者是變數間關係的不確定性，運用後設分析可將原先探討的文獻進行整合後再據以實證分析，有助更進一步釐清實際的變數關係與真實發現。

(五) 解決主題相同但結果不同之研究詮釋

檢索諸多研究中相同或近似之研究主題，經常出現結果不相同的狀況，以至於在學理探討上缺乏一致性之見解，透過後設分析可將所有的研究進行整合與分析後，則可提供一個較為客觀之詮釋與結論。

伍、研究設計

一、概念性架構

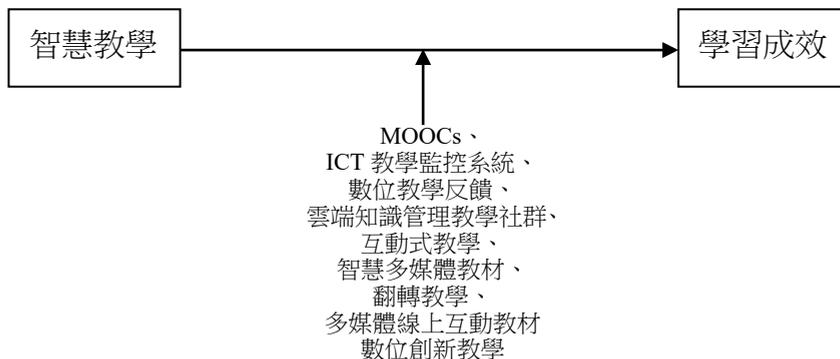


圖 1 概念性架構圖

二、目標文獻和篩選流程

(一) 目標文獻引用來源

本研究旨在透過近 10 年國內外學術論文資料庫與公開索引資料庫，包括臺灣期刊論文索引系統、華藝線上圖書館 Airiti Library-CEPS 期刊，Academic Search Premier、ScienceDirect (SDOL)、PubMed、SCOPUS、Taylor & Francis、Emerald、ERIC Online 等，且公開發表於學術期刊（含紙本與電子期刊）之學術論文作為目標文獻篩選對象，考量智慧教學的類別較易受到科技發展程度之影響，有鑑於近五來雲端服務和互聯網模組受到學術者與校園之青睞與廣泛運用，經研究者縮小時間範圍以進一步檢索近五年論文內容後發現，屬於驗證型進行成效分析、與智慧化之經營效能量化分析等論文數目約有 46 篇。

(二) 篩選流程

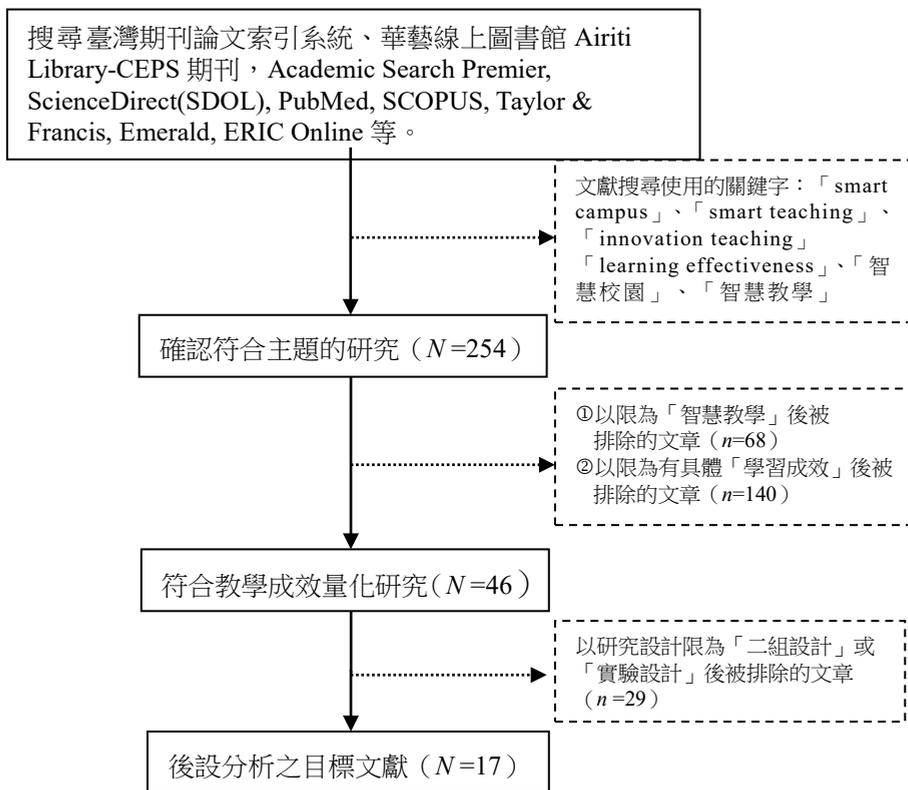


圖 2 目標文獻篩選流程圖

三、後設分析方法

本研究以最終篩選之 17 篇目標文獻進行後設分析，驗證以二組設計或實驗設計之智慧教學學習成效總合效果值。

(一) 後設分析的程序

參酌馬信行 (2007)、張明玲譯 (2013)、莊其穆 (2011)、廖遠光和謝彩鳳 (2014)、謝進昌 (2010)、Cumming (2012)、和 Pace (2011) 等研究，使用後設分析的程序包括以下七項程序：

1. 擬定研究目的和確認待驗證之效果值定義

本研究主題確認後提陳明確的研究目的；依照目標文獻呈現的各類效果值意涵：區分為標準差異、平均數和比率三類，確認效果值係以兩組間差異，該研究設計為實驗組和對照組，或相依樣本的前測與後測。

2. 界定目標文獻之研究主題和檢索使用之關鍵字

蒐集文獻資料階段需事先決定目標文獻之研究主題，後設分析係針對目標文獻的相對主要研究結果 (outcomes of primary studies)，廣泛搜尋是為了儘可能確保分析到所有相關研究，係為減低研究選擇偏差 (selection bias) 的影響，本研究以界定納入與排除準則和搜尋策略，試圖降低異質性 (heterogeneity)，並從前述線上搜尋資料庫中逐篇檢視與主題密切的公開發表論文。

3. 目標文獻品質之確認

為提升整合運算之效度，目標文獻除了式公開發表的期刊論文，且需符合：(1) 近五年期刊論文；(2) 屬於 SSCI 級別或學門領域認同之學術期刊；(3) 業經審查機制認同接受發表的論文等準則。

4. 資料編碼與輸入

參照目標文獻提供之有效訊息，進行資料編碼與輸入；為確保資料收集與輸入之信度，邀請同儕學者一名 (博士級助理教授)，以同步同批次進行目標文獻之變數資料編碼與輸入，再運用交叉驗證方式，進行編碼檢驗與修訂，藉以提升編碼輸入的信度與準確性。

5. 分析與整合研究成果 (即「效果值」)

考量目標文獻就研究設計上之歧異，或有測量使用不同之樣本與工具之情

主題文章

形，運用標準化公式計算效果值；效果值可以進行二組間的差異性，也就是智慧教學之學習成效比較；本研究不採用相關係數表達二組關係，最終在於計算學習成效之總合效果值（aggregate effect size），該數值參酌 Cohen（1977）的判斷標準後分析效果值之高低。此外，上述各目標文獻和總合效果值係以森林圖（forest plot）表示，另本研究乃應用 Comprehensive Meta-Analysis（CMA）2.0 版軟體進行後設分析。

6.後設分析結果同質性、敏感度、出版偏差檢測和總合效果闡釋

本研究使用森林圖闡述分析後的結果，並依據分析資訊進行同質性、敏感度、出版偏差之調校，森林圖中呈現之菱形圖，依固定效果和隨機效果確認二類總合效果值，運用橫線與無效垂線比較，確認學習成效效果值是否受到智慧教學導入而受影響。

7.研究結果解讀與調節變項之驗證

經上述步驟，後設分析結果可能增強各目標文獻效果，或者強化大量樣本影響，透過客觀分析提供之結論，亦可就異質性文獻中加以釐清是否存在調節變項，及介入之變項間關係的真實影響力。

（二）效果值差異檢定量化方法

齊力譯（1999）引用 Rosenthal（1991）提出之後設分析方法，係將所有目標文獻的效果值轉換成標準化數值以茲比較。目標文獻之效果值係指智慧教學後衍生之學習成效，因為攸關學習成效之效果值可能依各文獻定義差異而受到影響，雖然皆被視為研究中所測量到的效果強度，或是平均數差異之程度；謝傳崇和許欉龍（2015）認為概念上所表達之不同程度與形式之效果值可予以標準化，無論是平均數、勝算比、標準誤差或相關係數等，可運用統計方法互相轉換，進行估算其總合效果值。

陸、研究發現與資料分析

一、後設分析目標文獻敘述

（一）目標文獻的智慧教學和效果值類型

後設分析使用之目標文獻，係為業經雙向逆名審查之公開發表學術紙本或電子期刊論文，透過本研究之文獻篩選流程，論文主題必須限縮於探討校園中運用智慧教學後所得到的學習成效，研究者考量近年來大學校園中，教師與智

運用後設分析方法探討智慧校園導入智慧教學之學習成效

慧教學模式受到科技與人工智慧普及影響而早已元發展，故縮小時間範圍進行檢索目標文獻，從原本規劃之 10 年期間調整為近五年發表之論文，計有 46 篇，且發現該類文獻中，有 29 篇非以「二組設計」或「實驗設計」為研究設計，多數以單一組樣本的學習成效分析、影響學習成效之迴歸分析、或者是關聯性分析等，故去除上述文獻後，最終篩選出 17 篇目標文獻進行後設分析，目標文獻之智慧教學、效果值和調節變項說明如表 1。

表 1 目標文獻智慧教學、效果值和調節變項說明

目標文獻作者 (年代)	智慧教學類別	效果值類型/數值	可能之調節變項
Ginda, Richey, Cousino, & Börner (2019)	雲端知識管理教學社群	平均數/二組差異 p 值 (0.85,0.35;0.01)	研究設計方法、樣本數、介入時間
Tang (2019)	互動式教學	平均數/標準差 (505.32±86.9)、 (520.77±97.9)	研究設計方法、樣本數、介入時間
Grover, Garg, & Sood (2020)	ICT 教學反饋、APP 教材	平均數/標準差 (17.78±3.35)、 (22.78±2.99)	研究設計方法、樣本數、介入時間
Neth, Caldarella, Richardson, & Heath (2020)	ICT 教學監控系統	二組差異標準化 (0.4) (等組設計)	性別、研究設計方法、樣本數、介入時間
Deepa, Valarmathi, & Benita (2019)	智慧多媒體教材、多媒體線上互動教材	樣本大小/p 值 (126,120;0.05)	性別、研究設計方法、樣本數、介入時間
Ellis (2019)	互動式教學、多媒體線上互動教材	平均數/標準差 (91.05±9.82)、 (87.88±10.65)	性別、研究設計方法、樣本數、介入時間

主題文章

表 1 目標文獻智慧教學、效果值和調節變項說明（續）

目標文獻作者（年代）	智慧教學類別	效果值類型/ 數值	可能之調節變項
Kim (2020)	ICT 教學反饋	二組差異標準化 (4.64) (不等組設計)	研究設計方法、樣本數、介入時間
Haible, Volk, Demetriou, Höner, Thiel, Trautwein, & Sudeck (2019)	多媒體線上互動教材	二組差異標準化 (0.3) (等組設計)	性別、研究設計方法、樣本數、介入時間
He et al. (2019)	融入智慧教具之翻轉教學	平均數/二組差異 t 值 (3.5,3.38;1.45)	性別、研究設計方法、樣本數、介入時間
de Sena, Fabri cio, da Silva, Bodanese, & Franco (2019)	互動式教學、多媒體線上互動教材	平均數/標準差 (9.67±0.21)、 (8.4±0.21)	性別、研究設計方法、樣本數、介入時間
Cankül (2019)	互動式教學	平均數/標準差 (3.63±1.07)、 (3.55±0.93)	研究設計方法、樣本數、介入時間
Creupelandta, Anthierensb, Habrakenc, Sirdifieldd, Siriwardenad, & Christiaense (2019)	智慧多媒體教材、多媒體線上互動教材	平均數/二組差異 p 值 (0.46,0.57;0.01)	性別、研究設計方法、樣本數、介入時間
Heusler, Molitor, & Spann (2019)	巨量開放線上雲端課程 (MOOCs)	平均數/二組差異 t 值 (25.33,24.26;3.9)	研究設計方法、樣本數、介入時間
Castro, López, Cao, Fernández-Castro, García, Frutos, & Jiménez (2019)	多媒體線上互動教材	平均數/二組差異 p 值 (0.55,0.99;0.25)	研究設計方法、樣本數、介入時間
Bylow, Karlsson, Lepp, Claesson, Lindqvist, & Herlitz (2019)	雲端知識管理教學社群、ICT 教學反饋	平均數/標準差 (59.6±4.8)、 (58.7±4.9)	性別、研究設計方法、樣本數、介入時間

表 1 目標文獻智慧教學、效果值和調節變項說明（續）

目標文獻作者（年代）	智慧教學類別	效果值類型/ 數值	可能之調節變項
Mesquita et al. (2019)	ICT 教學監控系統、雲端知識管理教學社群、APP 教材	平均數/標準差 (0.5±0.08)、 (0.38±0.11)	性別、 研究設計方法、 樣本數、 介入時間
Burrola-Mendez, Bonilla-Escobar, Goldberg, & Pearlman (2019)	智慧多媒體教材	平均數/標準差 (57.8±7.3)、 (59.7±9.4)	性別、 研究設計方法、 樣本數、 介入時間

（二）目標文獻中導入智慧教學的背景與形式

本研究為使文獻資訊儘量符合飽和狀態，另再增加 7 篇亦為探討智慧教學，但不具二組或實驗設計方法之文獻，共同進行系統性文獻分析，發現智慧教學實施背景包括有：(1) 提升學習動機、(2) 增加學習誘因、(3) 培育專業職能、(4) 因應實作課程發展需求、(5) 教學方法多元發展、(6) 改善學習模式（例如學習便利與資源分享）、和 (7) 為了培育專業領域中問題解決之專業能力等；另有關智慧教學的相關實施背景與執行形式整理如表 2 所示。

表 2 智慧教學的背景與形式

目標文獻作者（年代）	智慧教學實施背景	智慧教學執行形式	參與學生人數
Ginda et al. (2019)	探討學生參與雲端服務之學習模式後，學習成效和班級氣氛	雲端知識管理教學社群	1,565 名
Tang (2019)	探討提升問題解決導向能力之學習模式設計和成效評估	互動式教學	9,841 名
Grover et al. (2020)	為提升學生學習成效，導入通訊軟體、ICT 技術之學習輔具	ICT 教學反饋、APP 教材	66 名

主題文章

表 2 智慧教學的背景與形式 (續)

目標文獻作者 (年代)	智慧教學 實施背景	智慧教學 執行形式	參與 學生人數
Neth et al. (2020)	探討有別於傳統課室教學之多元教學形式，導入科技後之方案後之學習成效	ICT 教學監控系統	10 名
Deepa et al. (2019)	因應實作課程之需求，運用科技輔助方式規劃數位教材與教具，提升學習成效	智慧多媒體教材、多媒體線上互動教材	246 名
Ellis (2019)	以非傳統之教學方法，促進學生對於學習之接受度，並提升學習成效	互動式教學、多媒體線上互動教材	135 名
Kim (2020)	以提升學生問題解決導向為目的，導入科技教學方法	ICT 教學反饋	9,733 名
Haible et al. (2019)	以線上互動教材，藉以促進學習成效和職能之關聯性，並導入結合理論和實務的教學程序	多媒體線上互動教材	860 名
He et al. (2019)	提出融入多元智慧教法和教具之翻轉教學，探究學生學習之改變	融入智慧教具之翻轉教學	137 名
de Sena et al. (2019)	以多媒體影音線上課程作為提升學生學習興趣之成效分析	互動式教學、多媒體線上互動教材	45 名
Cankül (2019)	探討以支持性教學活動、方案、資源來設計智慧教學，以及學生之學習助益	互動式教學	400 名
Creupelandta et al. (2019)	以學生學習需求量身設計之線上學習對於學習成效 (認知、情意、自信等) 之影響	智慧多媒體教材、多媒體線上互動教材	244 名

表 2 智慧教學的背景與形式 (續)

目標文獻作者 (年代)	智慧教學 實施背景	智慧教學 執行形式	參與 學生人數
Heusler et al. (2019)	探討在課程發展與提升學習吸引力後之線上雲端課程衍生之學習成效	巨量開放線上雲端課程 (MOOCs)	4,498 名
Castro et al. (2019)	為提升學生學習興趣，以導入遊戲之多媒體線上互動教材後，探究其學習成效與影響	多媒體線上互動教材	116 名
Bylow et al. (2019)	驗證學生參與不同類型網際網路基礎的課程衍生之學習成效	雲端知識管理教學社群、ICT 教學反饋	2,529 名
Mesquita et al. (2019)	驗證學生參與網際網路基礎的課程設計和教學方法衍生之學習成效	ICT 教學監控系統、雲端知識管理教學社群、APP 教材	12 名
Burrola-Mendez et al. (2019)	探討運用多元多媒體與數位課程，智慧教學執行後比較學習成效和滿意度。	智慧多媒體教材	81 名
Murray (2014)	改善傳統護理教育臨床教育的教材教法，並且提升學生興趣與實作之效度	創新教學 (模擬教室)	20 名
Danaher et al. (2020)	提升實務之問題解決能力，並且進行客觀的學習過程觀察與反饋	ICT 教學反饋、ICT 教學監控系統	19 名
Shea & Bidjerano (2010)	驗證學習社群中教學程序和社會互動程序之關聯性	多媒體線上互動教材	3,165 名
Kizilcec, Perez-Sanagustín, & Maldonado (2017)	透過學習策略和多元線上課成探究學習行為之關係，以及學生如何達成教學目標	巨量開放線上雲端課程 (MOOCs)	4,831 名

主題文章

表 2 智慧教學的背景與形式 (續)

目標文獻作者 (年代)	智慧教學 實施背景	智慧教學 執行形式	參與 學生人數
Aydin, Öztürk, Büyükköse, Er, & Sönmez (2019)	探討開放式教育體系之 遠距教學成效，與開設 課成效亦之檢討	互動式教學、多 媒體線上互動 教材	98 名
Park et al. (2019)	探討廣泛開設之多元學 習課程與教材，以及學 生學習成功關鍵因素之 預測	多媒體線上互 動教材	260 名
Pei & Wu (2019)(後 設分析)	探討運用科技之智慧教 學模式，驗證大學醫療 學習學生參與現上與非 線上學習之學習成效	多媒體線上互 動教材和巨量 開放線上雲端 課程 (MOOCs) 之智慧教學(後 設分析目標文 獻中使用之智 慧教學形式)	16 篇 (因屬於 後設分 析，故呈 現目標文 獻之數 量)

二、智慧教學學習成效之後設分析總合效果值

研究主題屬於校園中導入智慧教學後衍生學習成效之目標文獻，計有 17 篇，其異質性檢定分析結果呈現：Q 值檢定呈現顯著差異，表示 17 篇目標文獻成效高度異質性 ($P=.00$) ($I^2>90\%$)，研究者認為目標文獻彼此之間會受到研究設計、智慧教學類型、或可能存在的調節變項等原因影響，存在高度異質性，故後續再運用次群體與後設迴歸分析，提升目標文獻之同質性與異質來源分析，另外，因目標文獻經篩選後數量偏少，且在呈現高度異質性之前提下，以下運用固定效果與隨機效果雙模式進行後設運算，如圖 3 顯示，固定效果模式之學習成效總合效果值達.881，估計值之區間不包括零 (.860, .906)，屬於高效果值；隨機效果模式之學習成效總合效果值雖亦達.660，但估計值之區間包括零 (-.276, 1.596)，學習效果可能不存在，也就是智慧教學之成效未顯著；值得注意的是，因本研究目標文獻數量受限之前提下，後續研究分析中，尤以針對總合效果值更需謹慎與保守。

智慧教學介入後學習成效效果值森林圖

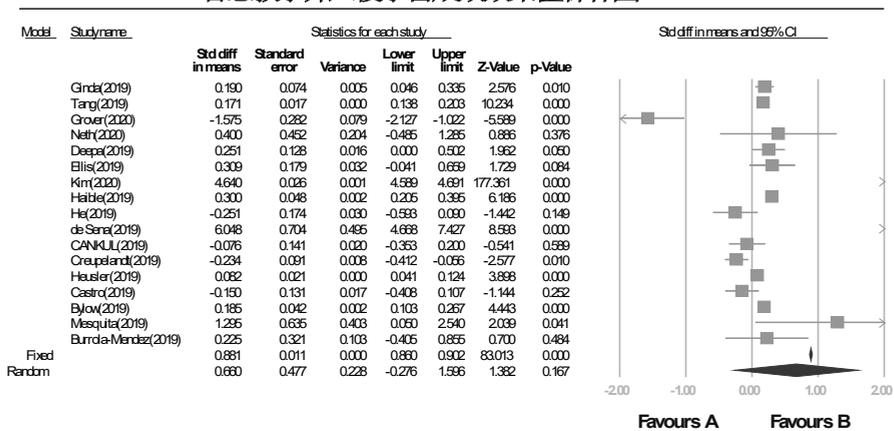


圖 3 智慧教學介入後學習成效效果值森林圖

有鑑於異質性的存在，可能導源於極端值，或者是納入出版品質不佳的文獻，本研究以敏感度分析 (sensitivity analysis) 汰換不合適或品質較差的文獻，經逐篇檢視 17 篇文獻後，仍出現程度不一的高度異質性，研判異質性之來源可能非由文獻品質所引起，更可能的來源可能需透過次群體分析 (subgroup analysis) 進行選擇性文獻篩選後，進行後設分析，此程序的正面效益自然可望提升文獻同質性，但負面影響則來自於目標文獻數量業經再次篩選後，因數量減少而失去總合效果值之穩定，後設分析之價值將嚴重被考驗；然為解決異質性的問題，以利進行後續分析，依據後設分析之程序，研究者重新檢視原 17 篇目標文獻，發現每篇文獻運用的智慧教學不盡相同，在定義上雖然屬於智慧教學之範疇，但是運用 ICT 技術進行互動教學、教學反饋與教學管理之文獻最多，計有 12 篇 (70.59%)；另外，以不同性別學生人數探討學習成效之關聯文獻則有 10 篇 (58.82%)，依「ICT 智慧教學」和「不同性別學生人數」作為次群體變項後進行後設分析發現，以為數 9 篇的目標文獻進行第二次後設分析運算得出之 Q 值，經檢定仍呈現顯著差異，但相較於之前的 17 篇目標文獻分析結果，異質性明顯降低許多 (P=.00) (I²=.78)，如圖 4 所示，若採用固定效果模式，其總合效果值為.182，估計值之區間不包括零 (.127, .237)，表示效果值存在且為低效果值；隨機效果模式之總合效果值則因為估計值區間包括零，效果值不存在；因此，降低異質性影響，算出總合效果值為正值，顯示智慧教學運用特定 ICT 技術、以及納入不同性別參與人數後，可產生學習效果；說明探討校園中導入智慧教學後衍生之學習成效，除了需要聚焦智慧化之科技與模式，過於繁瑣的課程發展和教學方法，可再依據參與者的人口變項作為次群體

主題文章

分析，智慧校園導入科技目的在於挹注教學資源，宜根基於人性考量之上，也就是智慧化的過程中，須不斷確認學子的學習需求是否「有效」。

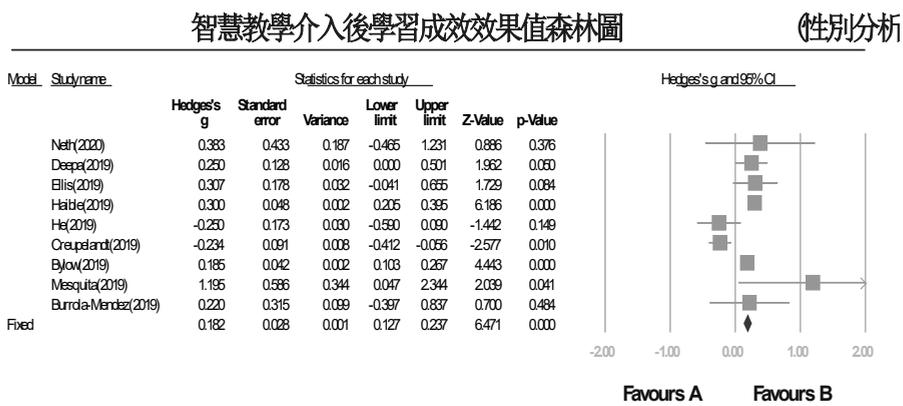


圖 4 以 ICT 智慧教學和性別進行次群體分析後之學習成效效果值森林圖

為了提升後設分析結果之信心，研究者持續重複前述次群體分析方法，將文獻中提到可能變項進行多次後設分析，並比較異質性和統合效果值穩定性；其中，於系統性文獻分析過程發現，原 17 篇文獻中，尚存在研究設計的個別差異，符合研究設計要件之二組設計文獻，計有 15 篇（88.24%），另部分文獻在探討學習效果之本質亦出現歧異，再次篩選以學習成效設定為智慧教學後唯一主要驗證變項之文獻，則有 11 篇（64.71%），故研究者試圖再以「研究設計」和「學習效果導向」進行次群體分析後，共 11 篇文獻進入第三次後設分析，發現其分析結果與總合效果值之穩定性，皆優於前二次分析結果，Q 值檢定仍呈現顯著性，雖然表示 11 篇目標文獻效果值分析異質性（ $P=.00$ ）（ P 大於 50%），但顯著低於 17 篇時的狀況，且不論是固定效果模式，抑或隨機效果模式，智慧教學皆能衍生正向但低度之總合效果值，分別為.141（.118，.164）和.107（.031，.182），如圖 5 所示，故衡酌目標文獻的研究設計和成效導向類型之研究取向後，智慧教學可衍生顯著之低度效果值。

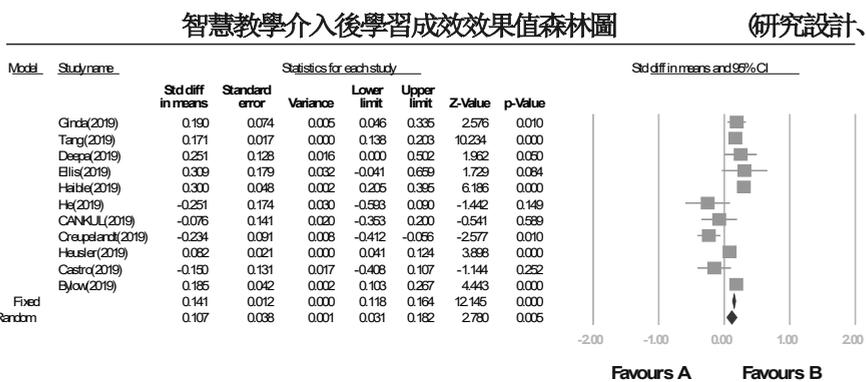


圖 5 以研究設計和成效導向進行次群體分析後之學習成效效果值森林圖

如前所述，為使研究結論之提陳更趨謹慎與保守，以 11 篇目標文獻之後設分析為例，進行出版性偏差 (publication bias) 的診斷後，運用漏斗圖之視覺化效果呈現正向效果及負向效果的文獻，是否形成漏斗般對稱；從 11 篇目標文獻所繪出之漏斗圖 (如圖 6 和圖 7)，發現其相對略可呈現對稱性，顯示相對較無出版偏差，推斷不影響後設分析結果。

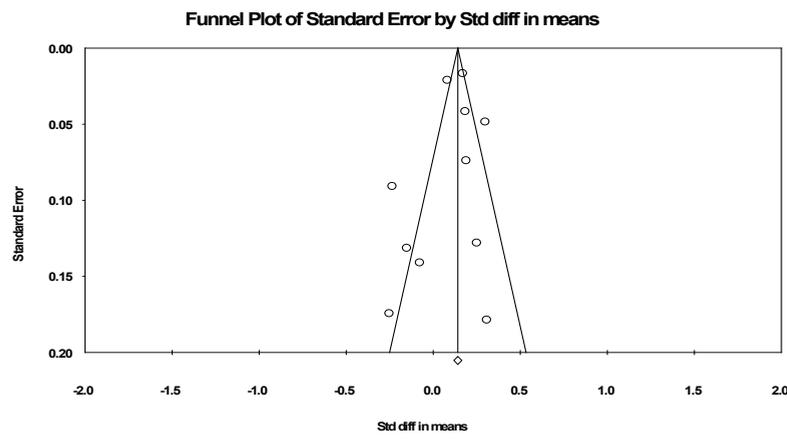


圖 6 以 11 篇目標文獻劃出之漏斗圖 (固定效果模式)

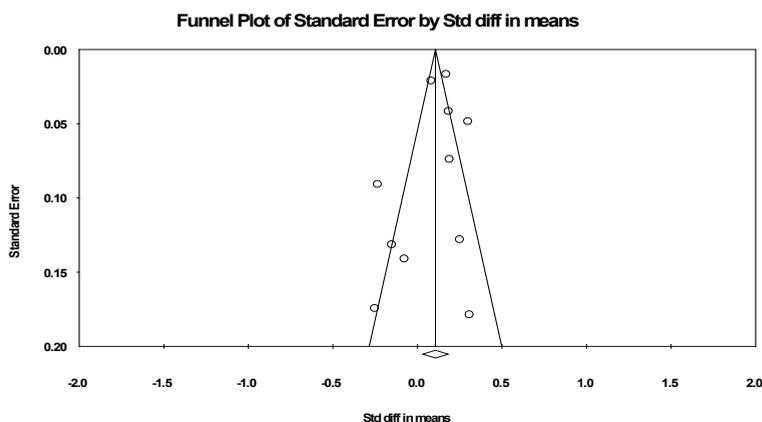


圖 7 以 11 篇目標文獻劃出之漏斗圖（隨機效果模式）

三、智慧教學學習成效效果值的調節變項

歷經數次運用異質性、敏感度分析，和出版偏差之檢測，以最終一次後設分析之學習成效效果值，說明智慧校園中導入智慧教學，對學生之學習成效具低度效果值；前述分析中曾納入不同性別學習者之參與人數作為文獻篩檢指標，另發現後設分析之固定效果模式中，接受智慧教學之不同性別學生人數作為次群體變項時，確實可有效降低目標文獻效果值之異質程度；此外，因目標文獻數量之受限，可能亦導致在隨機效果模式中進行修正時未能呈現顯著之正向效果值，因而僅在固定效果模式中呈現低度效果值，保守評估之，顯示不同性別學生可能為影響學習效果之調節變項；故研究者運用固定效果模式，於符合後設迴歸分析在目標文獻數量之限制條件下，研究者嘗試剔除影響同質性之文獻，結果如圖 8 所示，所得出迴歸估計式之直線圖，呈現學習成效效果值和女性樣本數呈現負斜率之迴歸線（斜率估計值= -0.748 ， $p\text{-value}<.1$ ），雖未達顯著性小於.05的顯著水準，對於有關智慧教學成效之探索性研究宜盡可能發掘可能調節變項的初衷，研究者認為，假設在固定效果模式中，女學生相對於男學生之學習成效偏低，此結果是否歸因於課程設計、學科領域、或者是不同性別學生對於運用科技的智慧教學接受程度差異等（Deepa et al, 2019; Ellis, 2019; Neth et al., 2020），皆為後續可持續探究之相關議題，故本研究建議在後續研究中，討論焦點可在於學生人口變項間對於學習成效之影響，更宜探究智慧教學之性別議題，尤其是學習需求之差異性。

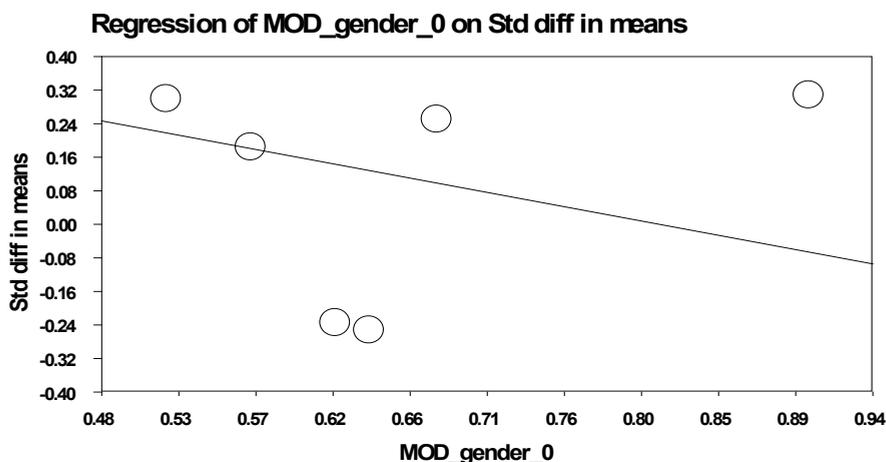


圖 8 學習效果和女性參與者樣本數之後設迴歸估計線（固定效果模式）

柒、結論與建議

一、智慧教學在智慧校園中多元發展，實施背景之本質係以滿足學生學習需求、提升學習興趣之教學創新為主體

近年來國內高等教育體系善用如：教學卓越計畫和高教深耕計畫之補助，積極提升教學環境各構面之充實，其中，更多以課程翻轉與教學實務化、創新式為導向，其目的在提升學習成效，更藉由此機會與資源促成智慧校園之基礎架構；經過系統化文獻分析，智慧校園中，導入智慧教學之實施背景包括有：(1) 提升學習動機、(2) 增加學習誘因、(3) 培育專業職能、(4) 因應實作課程發展需求、(5) 教學方法多元發展、(6) 改善學習模式、和 (7) 培育問題解決之專業能力等；所運用各類智慧教學之形式，則包括有 MOOCs、ICT 教學監控系統、數位教學反饋、雲端知識管理教學社群、互動式教學、智慧多媒體教材、融入 ICT 科技教學之翻轉教學、多媒體線上互動教材和運用智慧化教具與雲端服務之創新教學等。

二、學生參與智慧教學可獲得學習成效，但後設分析中發現，智慧教學類別與執行內容產生異質性，且容易因為目標文獻數量和文獻樣本數，影響總合效果值之穩定性

在目標文獻數量受限之前提下，研究者對於呈現總合效果值之態度益加謹慎與保守，故選擇固定效果與隨機效果雙模式進行比較分析後提陳研究結果，

主題文章

為了提升後設分析結果之信心，反覆以次群體分析試圖降低目標文獻異質性和提升統合效果值穩定性；最終以「研究設計」和「學習效果導向」進行之後設分析，作為學生接受智慧教學後，其學習成效總合效果值之主要依據，故在固定效果模式，抑或隨機效果模式中，智慧教學皆能衍生正向低度總合效果值，運用漏斗圖之視覺比對法，顯示出版性偏差之問題不顯著，上述後設分析結果相對穩定，亦即學生接受智慧教學後，其學習成效呈現低效果值。

三、不同性別學習者之學習成效呈現差異，可能為調節變項；建議持續探究學習者個人之其他人口變項，可能影響學習成效之程度，以客觀釐清智慧教學學習成效之淨效果值

為了符合後設迴歸分析考驗之前提，本研究為同步提升目標文獻之同質性，在目標文獻數量有限之條件下，透過後設迴歸分析方法，發現參與智慧教學後，學生學習成效之效果值，和參與者之性別可能具關聯性，後設分析之結果指出，女性學生樣本數和學習成效呈現負相關，研究者基於智慧教學成效之探索內涵，提陳在固定效果模式中，女學生相對於男學生之學習成效可能偏低；另本研究建議在後續研究中，討論焦點可偏重於學生人口變項、智慧教學類型和學習成效之關聯性，另有關不同性別之智慧學習型態、學習需求之差異等亦為可深究之研究議題。

參考文獻

(*為後設分析目標文獻)

王錫雯 (2011)。我國社區研究議題設定與政策發展之後設分析—以 1995 年至 2009 年博碩士論文為例 (未出版之碩士論文)。國立臺北大學公共行政暨政策學系研究所，臺北市。

林光媚 (2017)。臺北市國民小學智慧校園指標建構之研究 (國立政治大學學校行政碩士論文)。取自 http://thesis.lib.nccu.edu.tw/cgi-bin/gs32/gsweb.cgi/ccd=20A70e/fulltextstdcdr?dbid=rJS%255DF_XEOWW&dbpathf=/opt/fb32/db/stdcdrf/&fuid=01&dbna=。

林邦傑 (1987)。整合分析的理論及其在國內的應用。《教育與心理研究》，10，1-38。

林美君 (2001)。臺北縣縣長選舉之 LOGIT 分析與 META 分析 (未出版之碩士論文)。淡江大學管理科學研究所，臺北市。

- 林進山 (2016)。建構智慧校園永續發展的實務探究。**智慧校園暨教育創新國際研討會特刊**，1 (3)。取自 <https://ticc.wordpress.com/2016/12/27/1/>
- 林詩穎 (2005)。組織公民行為之後設分析 (未出版之碩士論文)。銘傳大學管理研究所，臺北市。
- 林豐裕、沈煥庭、廖靜珠、詹琪文 (2013)。實證的統合分析。**長期照護雜誌**，17，81-88。
- 洪雯柔 (2017)。教育 2030：未來教育想像之國際趨勢。**教育研究月刊**，281，99-109。
- 馬信行 (2007)。後設分析之方法論問題之探討。**量化研究學刊**，1，175-399。
- 張明玲譯 (2013)。研究統合與後設分析 (Harris Cooper 原著，2010 年出版)。新北市：揚智文化。
- 張奕華 (2013)。SMART 教育與「思考力」智慧學校。臺北市：臺北市立教育大學附設實驗國民小學。
- 張奕華、吳權威 (2014)。智慧教育：理念與實踐。臺北市：網奕資訊科技。
- 教育部 (2012)。教育雲端應用及平台服務推動計畫-執行策略。取自 https://depart.moe.edu.tw/ED2700/News_Content.aspx?n=54B7C12FC7AF091B&sms=DBA50090D2A0F5E4&s=5E3EC9279E630592
- 教育部 (2014)。「數位學習推動計畫」103 年起全面啟動。取自 https://depart.moe.edu.tw/ED2700/News_Content.aspx?n=727087A8A1328DEE&sms=49589CE1E2730CC8&s=170E4E91A8C5E5A2
- 莊其穆 (2011)。臨床醫師如何閱讀統合分析的論文。**台灣醫界**，54 (2)，74-82。
- 廖遠光、謝彩鳳 (2014)。數位化補救教學對學業成就影響之後設分析。**教育科技與學習**，2，101-128。
- 齊力譯 (1999)。社會研究的後設分析程序 (Robert Rosenthal 原著，1991 年出版)。臺北市：弘智文化。
- 鄭麗媛 (2008)。合作學習與訊息策略運用對韻律體操動作技能學習成效之影響。**體育學報**，41 (3)，69-79。
- 鄭耀南 (2002)。國中小教師個人與組織適配知覺之探討。**公教資訊季刊**，4，

主題文章

21-340。

盧瑞珍 (2013)。合作學習對學生學習成效影響之後設分析 (國立臺灣師範大學教育學系碩士論文)。取自 <http://rportal.lib.ntnu.edu.tw/bitstream/20.500.12235/89995/1/n059900221901.pdf>

謝進昌 (2010)。國內教育學門系統性文獻評閱策略及後設分析發展現況與建議。教育研究學報，2，1-24。

謝進昌 (2012)。概念構圖策略後設分析資料庫建置之初探研究。測驗學刊，59，513-546。

謝傳崇、許懺龍 (2015)。國民中小學校長領導研究之後設分析－以博士論文為例。教育研究學報，49 (2)，41-64。

Aydin, S., Öztürk, A., Büyükköse, G. T., Er, F., & Sönmez, H. (2019). An investigation of drop-out in open and distance education. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 19(2), 40-57. doi:10.12738/estp.2019.2.003

*Burrola-Mendez, Y., Bonilla-Escobar, F. J., Goldberg, M., & Pearlman, J. (2019). Comparing the effectiveness of a hybrid and in-person courses of wheelchair service provision knowledge: A controlled quasi-experimental study in India and Mexico. *PLoS ONE*, 14(5), e0217872. doi:10.1371/journal.pone.0217872

*Bylow, H., Karlsson, T., Lepp, M., Claesson, A., Lindqvist, J., & Herlitz, J. (2019). Effectiveness of web-based education in addition to basic life support learning activities: A cluster randomised controlled trial. *PLoS ONE*, 14(7), e0219341. doi:10.1371/journal.pone.0219341

*Cankül, D. (2019). Assessing the quality of gastronomy education: Turkey case, *Electronic Journal of Social Sciences*, 18, 986-1001. doi:10.17755/esosder.491083

*Castro, M. J., López, M., Cao, M. J., Fernández-Castro, M., García, S., Frutos, M., & Jiménez, J-M. (2019). Impact of educational games on academic outcomes of students in the degree in nursing. *PLoS ONE*, 14(7), e0220388. doi:org/10.1371/journal.pone.0220388

Cohen, J. (1977). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). New York, NY: Academic Press.

Cohen, S. (1988). *Statistical power analysis for the behavior sciences*. Hillsdale, NJ:

Erlbaum.

- *Creupelandta, H., Anthierensb, S., Habrakenc, H., Sirdifieldd, C., Siriwardenad, A. N., & Christiaense, T. (2019). A tailored e-learning gives long-term changes in determinants of GPs' benzodiazepines prescribing: a pretest-posttest study with self-report assessments. *Scandinavian Journal of Primary Health Care*, 37(4), 418-425. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/02813432.2019.1663591>
- Cumming, G. (2012). *Understanding the new statistics: Effect sizes, confidence intervals, and meta-analysis*. New York, NY: Routledge.
- Danaher, M., & Schoepp, K. (2020). Effective assessment of workplace problem-solving in higher education. *Journal of Information Technology Education: Research*, 19, 1-16.
- *de Sena, D. P., Fabri cio, D. D., da Silva, V. D., Bodanese, L. C., & Franco, A. R. (2019). Comparative evaluation of video-based on-line course versus serious game for training medical students in cardiopulmonary resuscitation: A randomized trial. *PLoS ONE*, 14(4), e0214722. doi:10.1371/journal.pone.0214722
- *Deepa, B. M. S., Valarmathi, A., & Benita, S. (2019). Assessment of stereo acuity levels using random dot stereo acuity chart in college students. *Journal of Family Medicine and Primary Care*, 8(12), 3850-3853.
- Emirates ICT Innovation Center. [EBTIC] (2016). *The intelligent campus*. Retrieved from <https://www.ebtic.org/pages/the-intelligent-campus>
- *Ellis, H. (2019). Pursuing the conundrum of nontraditional student attrition and persistence: A follow-up study. *College Student Journal*, 53(4), 439-449.
- *Ginda, M., Richey, M. C., Cousino, M., & Börner, K. (2019). Visualizing learner engagement, performance, and trajectories to evaluate and optimize online course design. *PLoS ONE*, 14(5), e0215964. doi:10.1371/journal.pone.0215964
- Glass, G. V. (1976). Primary, secondary and meta-analysis of research. *Educational researcher*, 5, 3-8.
- *Grover, S., Garg, B., & Sood, N. (2020). Introduction of case-based learning aided by Whatsapp messenger in pathology teaching for medical students. *Journal of Postgraduate Medicine*, 66(1), 17-22.

主題文章

- *Haible, S., Volk, C., Demetriou, Y., Höner, O., Thiel, A., Trautwein, U., & Sudeck, G. (2019). Promotion of physical activity-related health competence in physical education: study protocol for the GEKOS cluster randomized controlled trial, *BMC Public Health*, *19*, 396 (2019). doi:10.1186/s12889-019-6686-4
- *He, Y., Lu, J., Huang, H., He, S., Ma, N., Sha, Z.,...,Li, X. (2019). The effects of flipped classrooms on undergraduate pharmaceutical marketing learning: A clustered randomized controlled study. *PLoS ONE*, *14*(4), e0214624. doi:10.1371/journal.pone.0214624
- Hedges, L. V., & Olkin, I. (1985). *Statistical methods for meta-analysis*. San Diego, CA: Academic Press.
- *Heusler, A., Molitor, D., & Spann, M. (2019). How knowledge stock exchanges can increase student success in Massive Open Online Courses. *PLoS ONE*, *14*(9), e0223064. doi:10.1371/journal.pone.0223064
- Hirsch, B., Al-Rubaie, A., & Ng, J. W. P. (2012). Education beyond the cloud: A platform for 21st century education. *International Journal for Infonomics*, *5*(1/2), 566-574.
- IBM (2016). *Building a smarter campus: How analytics is changing the academic landscape*. Retrieved from ftp://ftp.software.ibm.com/la/documents/gb/mx/Building_a_Smarter_Campus.pdf
- *Kim, S. (2020). A quasi-experimental analysis of the adult learning effect on problem-solving skills. *Adult Education Quarterly*, *70*(1), 6-25. doi:10.1177/0741713619861073
- *Kizilcec, R. F., Perez-Sanagustín, M., & Maldonado, J. J. (2017). Self-regulated learning strategies predict learner behavior and goal attainment in Massive Open Online Courses. *Computers & Education*, *104*, 18-33. doi:10.1016/j.compedu.2016.10.001
- *Mesquita, J., Maniar, N., Baykaner, T., Rogers, A. J., Swerdlow, M., Alhousseini, M. I., ...Narayan, S. M. (2019). Online webinar training to analyze complex a trial fibrillation maps: A randomized trial. *PLoS ONE*, *14*(7), e0217988. doi:10.1371/journal.pone.0217988
- Murray, B. A. (2014). The use of high-fidelity simulation in psychiatric and mental

health nursing clinical education. *International Journal of Health Sciences Education*, 2(1), 1-12.

- *Neth, E. L., Caldarella, P., Richardson, M. J., & Heath, M. A. (2020). Social-emotional learning in the middle grades: A mixed-methods evaluation of the strong kids program. *RMLE online*, 43(1), 1-13.
- Pace, N. L. (2011). Research methods for meta-analyses. *Best Practice and Research in Clinical Anaesthesiology*, 25(4), 523-533.
- Palmisano, S. J. (2008). *A smarter planet: The next leadership agenda*. Retrieved from https://www.ibm.com/ibm/cioleadershipexchange/us/en/pdfs/SJP_Smarter_Planet.pdf
- Park, E., Martin, F., & Lambert, R. (2019). Examining predictive factors for student success in a hybrid learning course. *The Quarterly Review of Distance Education*, 20(2), 11-20.
- *Pei, L., & Wu, H. (2019). Does online learning work better than offline learning in undergraduate medical education? A systematic review and meta-analysis, *Taylor & Francis*, 24(1). doi:10.1080/10872981.2019.1666538
- Rosenthal, R. (1991). *Meta-analytic procedures for social research. Applied Social Research Methods Series 6*. Newbury Park, CA: Sage Publications.
- Shea, P., & Bidjerano, T. (2010). Learning presence: Towards a theory of self-efficacy, self-regulation, and the development of a communities of inquiry in online and blended learning environments. *Computers & Education*, 55(4), 1721-1731. doi:10.1016/j.compedu.2010.07.017
- Springer, L., Stanne, M. E., & Donovan, S. S. (1999). Effects of cooperative learning on undergraduates in science, mathematics, engineering, and technology: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 69(1), 21-52.
- *Tang, S. (2019). An exploratory study of the cultural impact on middle school students' collaborative problem-solving learning. *Educational Research Quarterly*, 42(4), 41-59.

The Meta-Analysis of the Learning Effectiveness of Smart Teaching in Smart Campus

Chia-Ching Lin

In response to the development of digital technology and the competition in the education market and to improve the administrative effectiveness of the global education system, the campuses have adopted a smarter campus as strategies to improve their efficiency. Among them, colleges and universities are racing to introduce smart teaching methods and multiple models. The literature on the learning effectiveness of related smart teaching is widely verified and published in different research orientations and researcher perspectives. This study investigated whether the smart teaching in the smart campus can effectively improve the learning effectiveness of students, or significantly superior to traditional teaching and learning in classes. This study used 17 target references and validates them with meta-analysis methods. The research objectives are: (1) to analyze the background and form of smart teaching introduced in the target references; (2) to analyze the target references of introducing the learning effect of smart teaching; (3) to explore the moderate variables that affect the learning effect of smart teaching. The study found that smart teaching has diversified developments in the smart campus, and the essence of the implementation background lies in student learning needs and the ability to improve learning. In addition to the differences in the learning effectiveness of learners in different genders, it is still possible to deepen the exploration of the impact of individual demographic changes on the learning effectiveness of the learners in order to objectively clarify the net effect value of the learning effectiveness in smart teaching.

Keywords: smart campus, smart teaching, learning effectiveness, meta-analysis

Chia-Ching Lin, Associate Professor, Department of Senior Citizen Welfare and Long-term Care Business & Master Program

Corresponding Author: Chia-Ching Lin, e-mail: cclin@sunrise.hk.edu.tw