

壹、前言

為追求教學與學習品質的改善，教育績效責任的概念於 1980 年代開始扎根。美國在 2001 年公布的《不讓一位孩子落後法案》(No Child Left Behind Act) 即是以績效責任為中心的教育改革運動，然而，該法案以學生學習成就「年度適當進步指標」(adequate yearly process) 作為標準的作法，忽略學生社經背景、身心狀況、文化及環境等因素的影響，引起許多爭議與檢討。本研究以教育效率為探討重點，可避免僅以學習成就高低作為比較標準，更期望利用「國際學生能力評量計畫」(Programme for International Student Assessment, PISA) 資料庫進行跨國或跨地區的教育效率及教育公平性的比較，以作為未來相關政策擬訂的參考依據。

PISA 與「國際數學與科學教育成就趨勢調查」(Trends in International Mathematics and Science Study, TIMSS) 等跨國學科素養評量所建立的資料庫促成了學科素養跨國比較的研究(張立民, 2011; 彭開琮、張佳雯、李瑞生, 2017)。在 PISA 或 TIMSS 的研究中，關於學生學科素養的研究，大多在探討學科素養的影響因素(劉潔玲, 2009; Wu, 2011)。透過學科素養影響因素的跨國比較可瞭解各國學生的學科素養高低差異所在及其原因，然而，由於影響學生學科素養的因素眾多，且學科素養涉及各國的社會、經濟、教育及文化差異，對於不同國家學生學科素養的影響因素往往難以得到一致的結論。故而，在跨國比較中，相關議題的探討仍是方興未艾。本研究針對 PISA 數學素養進行跨國研究，然探討的面向並非數學素養的差異或影響因素，而是數學素養的教育效率；對於個人、學校及地區在教育的時間與資源投入，進行數學素養教育效率的分析。學生數學素養高低會反映在數學素養教育效率上，然而，數學素養高的學生不見得必然會有較高的數學素養教育效率，因為教育投入的多寡也是影響教育效率的重要因素。因此，數學素養教育效率的跨國差異比較可對各國學生數學素養之養成教育提供另一個觀察的視野。

有關數學教育效率的文獻，主要有學校教育效率的跨校比較及國家教育效率的跨國比較兩類。從學校教育效率的角度而言，學科素養教育效率不能完全歸因於學生本身，也和學生所處的學習環境有關。學校所營造的學習環境，每所學校對於教育資源的投入，另外，像是學生在校上課的節數與時數、教師課堂管理、教學方式等，都存在校間的差異，因此，學校的教育效率可能會因各校條件的不同而有差異(陳敏瑜、游錦雲, 2013; 陳嘉成、陳柏霖、洪兆祥、薛人華, 2018)，目前已有諸多文獻使用資料包絡分析法(data envelopment analysis, DEA) 評估學校表現(Bessent, Bessent, Kennington, & Reagan, 1982; Jesson, Mayston, & Smith, 1987; Mayston & Jesson, 1988; Thanassoulis, 1999; Thanassoulis & Dunstan, 1994)。

從國家教育效率的角度而言，每個國家的教育預算與人員投入程度並不相同，各國對於學科素養的重視程度與社會氛圍也存在差異性，這些都可能會影響各國整體的學生學科素養

表現。Afonso 與 St. Aubyn (2006) 運用 PISA 2003 資料進行 25 個國家的學科素養教育效率比較，採用 DEA，以閱讀、數學、解題及科學等成績為產出變項，以生師比、在校學習時數、父母教育程度，以及人均國內生產總值為投入變項，在第二階段使用 Tobit 迴歸進行效率影響因素的分析，結果顯示，無效率值與人均國內生產總值及父母教育程度有很高的相關。Deutsch、Dumas 與 Silber (2013) 以拉丁美洲的巴西、智利、哥倫比亞、墨西哥及烏拉圭五個國家的 PISA 2006 資料進行效率研究。Deutsch 等人發展出一個三階段的效率評估法，效率估計採用學生層級的資料，先使用修正一般最小平方法 (corrected ordinary least squares) 得到初步效率值，隨後依序使用對應分析 (correspondence analysis) 和夏普利分解法 (Shapley decomposition) 分析影響效率的因素。研究將影響因素分成個人、家庭與學校三類，三類因素對這五個國家產生不同程度的影響。Giménez、Prior 與 Thieme (2007) 研究跨國的學科素養教育效率問題，使用 DEA 分析 31 個國家的學科素養教育效率，研究環境變項對於學科素養教育效率的影響，環境變項包含學生的家庭社經背景等因素。該研究指出，環境變項對學科素養教育效率有顯著的影響，其影響甚至高過管理無效率。研究結果同時顯示一些亞洲國家具有很好的教育效率，包含臺灣、南韓與新加坡等國，另外，其他一些地區，像是香港，也有不錯的效率，而這一類的國家或地區的環境變項因素如果能夠改進，則可以得到更好的教育效率。Agasisti (2014) 探究歐洲 20 個國家的學科素養教育效率表現。歐盟政策建議提高國家教育的效率與公平性，然而，歐洲各國政府大多面臨教育預算摺節的問題，因此，各國特別重視教育效率議題。Agasisti 的研究使用 PISA 2006 及 2009 資料進行效率分析，以成就評量結果為產出變項，每位學生的教育支出與生師比為投入變項，第一階段的效率計算採用 DEA，在第二階段將效率值與背景變項進行迴歸分析，其中背景變項包含社會經濟變項，如人均國內生產總值、失業率等。研究顯示，教師薪資和網路使用狀況等教育系統變項對學科素養教育效率有正向的影響，而人均國內生產總值則有負向影響。由各國的研究結果顯示，瑞士、荷蘭與芬蘭有最佳的效率，葡萄牙、希臘與義大利的效率最低，英國、法國與德國則是投入較高的花費，但卻僅有低於平均的效率。

教育公平是教育研究所關注的議題。張良丞、許添明與吳新傑 (2016) 以及 Zhang 與 Sheu (2013) 研究臺灣數學表現的城鄉差距問題，偏遠地區與大城市相比，不僅數學表現較差，且出現各校數學差距相對較大的情況。Thieme、Giménez 與 Prior (2012) 除研究跨國的學科素養教育效率問題，也探討教育公平性。其研究所提及的「教育不公」指的是學生因為社經背景條件的差異而導致彼此之間學科素養的差異，他們採用 PISA 2006 的 54 個國家的資料進行研究，合併學科素養教育效率與教育公平性作為產出變項，並將一些可控制的教育與人力資源變項，以及無法控制的社經與文化變項作為投入變項。研究結果將這些國家依據資源、管理與環境分成七類，其中南韓、澳門與芬蘭歸屬於最佳教育系統效率類別，而臺灣與香港都屬於存在效率問題的類別。關於教育公平性的指標，Thieme 等人認為一個群體如果有高平