科學教育學刊
2010, 第十八卷第六期, 547-562

Chinese Journal of Science Education
2010, 18(6), 547-562

由家庭經濟資源及文化資源探討我國學生在PISA科學、數學素養的表現

楊淑萍[1]　**林煥祥**[2]

[1]國立中山大學　教育研究所
[2]國立中山大學　通識教育中心

(投稿日期：民國99年7月12日，修訂日期：民國99年11月20日，接受日期：民國99年11月24日)

摘要：本研究之目的係分析8,815位我國年滿15歲學生，參與2006年「學生能力國際評量計劃」(PISA)之科學、數學素養，與其家庭資源等相關分析。將所得的資料進行二因子變異數分析、*t*考驗等分析，結果如下：擁有完整經濟資源或文化資源家庭的學生，在PISA評量中的科學素養、數學素養、及對學習科學的興趣、參與程度、快樂指數、評鑑價值等，均顯著優於其他的同儕。這樣的結果用以提醒教育政策制訂者和教育人員注意這個現象，並且多提供經濟及文化資源給弱勢的家庭與學校。

關鍵詞：文化資源、科學素養、經濟資源、數學素養、學生能力國際評量計劃(PISA)

壹、前言

經濟合作暨發展組織(Organisation for Economic Cooperation and Development [OECD])自2000年起開始對15歲學生的科學、數學、及閱讀進行定期的國際性比較研究。每隔三年，OECD舉辦一次「學生能力國際評量計劃」(Programme for International Student Assessment, PISA)，臺灣地區在2006年首度參加評比，臺灣學生在參與的57個國家或地區中，表現極爲出色。該測驗內容包含數學、科學、閱讀等三方面的評量，每屆評量會選擇一個重點施測，2000年施測重點爲閱讀，2003年施測重點爲數學，2006年施測重點爲科學評量，往後的施測重點將依這個順序循環著。

OECD (2009a)認爲教育體系不僅可以反應，同時能雕塑出一個國家的社會、文化及經濟狀況，OECD關注個人與國家階段性的成長，期望能反擊貧窮和被社會邊緣化。這個跨國性研究，施測對象爲各國已完成或接近完成國民義務教育階段的學生，參與的國家透過這個取樣合理的途徑，了解自己國家的學生在國際上的表現，對國家的基礎教育發展，提供參考與改進的價值，所以各國逐漸重視學生在PISA的表現與國際排名。

OECD (2009a)舉辦的PISA國際性的標準化評量重點不是學生對學校課程的精熟度，而是受完學校教育之後，學生所擁有的知識和技能會令學生做出何種表現與決定，素養表現越優異的國家，代表其國家的人力水準越高。所以評量試題的特色是提供著重生活情境的文章與圖表，以檢驗出學生是否能應用所學知識與認知技能，表達個人看法、進行推測並找出解決問題的方法，這類型的評量方式與學校的學習成就評量大不相同。

各個參與國在進行素養測驗之後，進行學生問卷，本文將研究重點放在了解學生問卷中所填答的家庭財務資源，包含學生直接觸及、可協助學習、具體性的文化資源與經濟資源，了解擁有財產對學生的科學、數學素養表現以及對自然科學的觀點產生的影響，過去此依主題的研究甚少，本研究即有助於奠定往後家庭資本與學科素養相關研究之基礎。以下為研究問題：

一、了解不同地區的學生家庭持有文化資源、經濟資源的現況。

二、學生在PISA測驗的表現、對科學的看法是否因前述的家庭資本之不同而有不同表現？

貳、文獻探討

一、科學、數學素養的定義

OECD所制訂的素養指標隨著時代、環境變遷而做出立即的調整，身為一個有素質的現代公民，處在大量資訊氾濫的生活中，面對各項議題的挑戰時，該如何判斷與收取適當的資訊，做出理性的反思與判斷，掌握參與社會的基本知識和能力。素養的評量方式活潑，評量時所用的問題皆有一些共同的特色，例如題目情境與生活息息相關，評量的文體不只由文句組成的章、書等連續文本，也包含由圖形、表格、廣告單、地圖所構成的非連續文本；題型涵蓋單選題、開放及封閉式問答題，與一般在學校的學業成就評量有不同的評量意義，學校教育經常透過審視學生的學業成就，來代表學習成效的觀點，但這種學業成就的評量方式無法保證能培養面對真實社會的能力，也就無法真實培養出有素養的國民。

(一)科學素養的定義

自1980年代起，世界各國紛紛將科學教育的發展目標轉為提升全民的科學素養，在美國就推出了幾個對未來影響力深遠的科學教育方案，例如美國科學促進學會(American Association for the Advancement of Science [AAAS])於1989年2月出版Project 2061第一本闡述科學教育改革的理念——《全美國人的科學》(“Science for All Americans”)，在此書中提到學校教育應培養出具有科學素養的公民，將「具有科學素養的人」定義為：能夠察覺到科學數學與科技的長處與其限制，以及認識這些領域與人類的相互依賴關係，並同時能了解科學的關鍵概念與法則，熟悉其所處的自然世界並意識到自然世界的獨特性與其多樣性。最後，他能夠運用科學知識與科學思考方式來滿足個人與社會的需求(AAAS, 1989)。之後在1993年更明確指出科學素養是心智習慣和科學知識，加強個人內在感官與反思，是個人在作決定和採取行動時的一個基準。

另一個主流是Harms與Yager (1981)的Project Synthesis研究報告中指出，科學教育不只是培育學生的科學學科能力，還要注重個人如何應用知識處理社會問題，提議以科學－技術－社會(Science-Technology-Society, STS)為課程理念的計畫目標教學，不僅協助學生獲得更多的科學概念，還能增進過程技

能的使用和了解、創造性思考技能的使用、發展更多正面的態度、較有能力應用與連結主意與技能到其他情境中，以及對科學的本質和歷史能有較深層的認識等方面的素養。依照PISA 2006所定義，一個具有科學素養的人能做到以下(OECD, 2006)：

1. 有知識並使用知識確認問題、形成新知識、解釋科學現象，做出有證據支持的結論。
2. 能了解科學是一種透過人類探究活動而得來的知識。
3. 能了解科學和科技是如何形塑我們身邊物質的、知識性的，以及文化的環境。
4. 身為一個有反思能力的公民，有意願參與科學相關的議題與科學想法。

因此PISA 2006的評量強調學生在以下三個向度上的潛能：形成科學議題、解釋科學現象、科學舉證的能力(林煥祥，2008)。

(二)數學素養的定義

周秀玉(2006)指出，透過荷蘭數學教育學者Freudental的主張——「學生不是學習『應用數學』，而是學習如何應用『數學』」，早已點出數學素養的概念。我國的九年一貫新課程(教育部，2008)及美國數學教師協會(National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 1989)皆將數學教育目標定為培養一個具有數學素養的國民。我國的九年一貫數學課程的目標期望學生能達成：認識重要的數學概念及提升厚實數學能力、將數學運用在日常生活中解決問題，學習欣賞數學，從而發展探究數學以及與數學相關學科的興趣、學會用數學的方式進行推論、擁有數學溝通能力。

OECD視數學為一種工具、素養，為成為一個積極的、關懷的，以及具有反思能力的現代國民(OECD, 2006)，將數學素養定義為：個體有能力辨認和了解數學在世界上所扮演的角色，進行有根據的評論，並且針對個體、學校生活、社會與社區等各種不同情境，運用適當的數學活動，解釋自己的判斷，在不熟悉的問題情境中，建立複雜的模式，掌握多程序、多層次的解題策略與技能，以提出解決公共事物的方法。

二、家庭資本與學習的相關研究

在Coleman (1968)發表的《教育機會均等》(“Equality of Educational Opportunity”)一書中，聚焦於教育機會均等的社會規範，其中提到家長態度與家庭社經條件是影響學生學習成就的最重要因素。Coleman (1988)認為家庭可以提供子女三種不同的資本：財務資本、人力資本、社會資本。這三項資本的定義如下：財務資本可作為提供物質資源幫助子女提高教育成就，例如固定的讀書場所、幫助學習的教材；人力資本指在家庭中，父母提供一個認知環境幫助兒童學習，故父母的教育程度可以代表家庭的人力資本；家庭裡的社會資本是父母和兒童的關係，如果家庭關係不佳，子女就無法由父母的人力資本得到利益。社會資本為存在社會網絡的有利資源，可促成個人的目標實現的無形資本，其著重在「關係」層面，家庭內的社會資本包含父母與子女的關係，家庭外的社會資本包含父母與其它可影響子女發展的個人和機構的關係，例如親師關係。

在國內外學者對家庭資本的研究中，經常綜合了上述三項資本的內容，提出「家庭社經地位」一詞，用來研究與子女學業成就是否有顯著相關(何美瑤，2001；陳正昌，1994；Crane, 1996)。學者們為反應社會快速的變化現象，所採用的社經地位指標越來越多元化，例如吳宜貞(2002)以五年級學生為研究對象，探討家庭環境因素對兒童閱讀

能力之影響時，使用學前教育年齡、家長的教育程度、家長對子女的期望要求等，當作家庭社經背景時的調節變項。

在我國有聯考制度，大部分15歲的青少年也還在就學，依照國內高中職及五專的入學辦法，青少年必須出具考試成績才能升學，所以父母的社經地位並不能直接影響子女就學的機會與公平性。另一方面PISA這樣的跨國性研究，有考量到不管是在哪個國家，即使經濟與文化形式、升學方式不同，但家庭理應扮演協助子女學習的角色。

於是PISA同時調查學生可以利用的家庭財產項目，本研究聚焦在對學生學習直接有利的家庭財產，將其分爲兩類；第一類是將家庭中與學習相關的書籍、藝術品列爲文化資源，另一類爲可幫助學習的硬體設備列爲經濟資源，例如書桌或安靜的讀書空間。過去此一主題的研究甚少，也沒有做這樣細部的分類，但不論學生來自何種社經地位的家庭，透過檢視這些輔助學生學習的物品，才能明確地提供訊息給家長或教育單位執行協助。

三、城鄉教育資源的差異與學習的相關性

教育資源所涵蓋的層面相當廣泛，包含用於教育活動之人力、財政、物理及資訊等資源(孫志麟，1998)，皆是影響教育活動品質的要素。特別是在人力與資訊資源上，某些因爲地理位置偏遠或人口分布稀疏的地區，專業師資不足，教學品質無法改善；郊區又因爲人口數稀少，較缺乏具有教育意義的展示活動(例如科教館、博物館)，造成學生接受的資訊刺激較少。使得義務教育的資源在量與質的要求下，存在相當不均衡的現象，最終難以達成教育機會均等的狀況。

教育資源的分布不僅是縣市之間有差異，同一縣市內部亦有相當大的差異，所以在進行教育資源的比較時，尚需從鄉鎮市區的層級加以比較(林佳瑩、蔡毓智，2006)。楊瑩(1994)的研究發現，居住在院(省)轄市等都會地區的家庭，較居住在縣市(鄉村)者，有較佳的家庭背景趨勢，也較能提供較豐富的教育資源。PISA 2006以學校所在地的人口數，將學校分成座落於鄉村、小鎮、鎮、市、大城市等五個區域，進一步觀察五個區域裡學生的表現，從中發現人口越多的區域，素養的表現也較佳(OECD, 2009a)。

綜合上述文獻可以了解，實證研究經常討論在學校中，研究師生同儕互動相關議題，提供學生提升科學與數學成就的教學策略，但對於學校外的家庭爲學生提供了何種具體的輔助設備(特別是由父母親所規劃的學習環境)著墨甚少；過去受限於全國資料不易取得，素養評量的設計難以取得足夠的信度與效度之下，鮮少透過實證研究驗證家庭經濟資源、文化資源與學生素養之關係。

透過PISA 2006素養的調查結果，教育研究者除了考慮在教室裡該使用何種教學策略與班級經營，也應該對教室外的家庭資源予以協助，本文期望藉此吸引教師與家長關心家庭環境與學生素養表現之間的關係，爲學習營造有利的條件，別讓「學習資源不足」造成素養低落，作爲提升學生素養時的參考。期望以長遠的眼光來看，並提供各市區鄉鎮的教育人員對教室外的教育資源做出省思，減少城鄉間義務教育資源的差距。

參、研究方法與設計

PISA的測驗內容乃由參與國家所組成的國際學科專家協會共同協作制訂，在臺灣，2006年此項計畫由國立花蓮教育大學科學教育中心統籌，其中亦包含閱讀、數學、科學三個學科專家委員會，分別負責審核閱

讀、數學及科學的評量內容，以確保評估的信效度與適切性。

影響調查研究的主要兩項因素是取樣和測量誤差，因爲真正施測時，學生並不是來自簡單的隨機取樣，層級取樣的變數眾多，進行取樣時必須注意的學校數、學校規模、學生人數等細節，當選擇在某一校進行施測時又有班級的變數影響，在正式施測前，已經將2003年的經驗帶入2006年，例如素養題本上的文字適切性，及學生問卷上的少數家庭財產項目，也因國情不同做出修正，施測人員也遵照規定執行，都是盡力減少誤差的努力。OECD (2009b)在PISA 2006 Technical Report技術報告中有將各國三大素養的標準誤列表統計，以供參考；從2000年到2006年標準誤逐年下降。OECD也公布各國三大素養的測驗信度，我國的數學、閱讀、科學三項素養分別是0.90、0.87、0.92。

本研究利用此研究團隊完成的測驗材料，從中比較與分析，了解各地區學生家庭擁有財產的現況；另一方面，也透過學生家庭不同數量的財產，檢視科學與數學素養的差異。本研究屬於二次分析，只是研究者針對2006年的施測重新分析資料庫，了解想探究的問題，且所選取的樣本亦是所有的參與人數，遺失值相當地少，況且沒有擷取「少量參與人數」的題目做分析，這些都是爲了減少二次分析的誤差，尤其我國的15歲學生就學率非常高，更有利於將研究結果推論至我國的母群。有關研究對象取樣、施測過程與試題範例，可參見林煥祥(2008)。

一、研究變項

(一)自變項

本文將學生在家庭中可觸及、協助學習的書籍與用品，稱之爲「學生家庭文化資源與經濟資源」，第一類是將家庭中與學習相關的書籍、藝術品列爲文化資源，例如古典文學讀物(如：紅樓夢)、詩詞集、藝術作品、可協助完成學校功課的叢書、字典(辭典)、樂器等六項，依學生是否完全具有這六項文化資源，而將學生分爲擁有完整文化資源家庭的學生和其他同儕兩群。家庭經濟財指的是可幫助學習的硬體設備，例如書桌、安靜的讀書空間、做學校功課使用的電腦、網際網路、自己的計算機、DVD或VCD放映機等六項，依學生是否完全具有這六項經濟財，而將學生分爲擁有完整經濟資源家庭的學生和其他同儕兩群。

而爲了解這些家庭資源是否均勻地分布於各地，依照PISA劃分城鄉的方式，先要求各受試學校回答學校所在地的人口數，將學校分爲五群，第一群學校所在地爲鄉村(village)，學校所在地的人口數爲3,000人以下，共抽取2所，計52人；第二群學校所在地爲小鎮(small town)，學校所在地的人口數爲3,000人至15,000人，共抽取15所學校，計504人； 第三群學校所在地爲鎮(town)，學校所在地的人口數爲15,000至100,000人，抽取65所學校，計2,423人；第四群學校所在地爲市(city)，學校所在地的人口數爲100,000至1,000,000人，抽取99所學校，計3,763人；第五群學校所在地爲大城市(large city)，學校所在地的人口數爲1,000,000人以上，抽取55所學校，計2,073人。進一步比較不同都市化程度的地區，家庭資源的掌握情形。必須注意的是，參與研究的8,815位我國年滿15歲學生，並非完全皆接受三項素養評量。

(二)依變項

本研究的第一個依變項爲我國年滿15歲學生在PISA 2006的科學與數學素養分數，

由於本研究著重在國內學生的素養分析，並不與其他國家進行比較，且每位受測學生皆接受相同難度的題本評量。所以將學生在素養的常態化Z分數，經過公式500 + 100 Z轉換後，成爲新的科學、數學素養分數，這個分數會與PISA 2006公布的分數有些許差異，這是因爲OECD會依據各國家取樣而作加權值的運算調整，各國再一起比較，但本研究只對國內學生進行比較，無需考量加權值；另一個依變項是學生「對自然科學議題的看法」中的問卷分數，各國提供500人進行預試，調查學生對自然科學議題的看法，本研究選取四項指標進行討論，以下是四項指標及其Cronbach's α值。指標1：學習科學的快樂指數(0.91)；指標2：個人對科學的價值與評鑑(分爲對科學的一般價值0.97及個人對科學的價值0.82)；指標3：下課後參加和科學相關活動的程度(0.84)；指標4：學習科學課題的興趣程度(0.87)等，詢問學生對於自然科學相關議題的觀點(將此視爲依變項)。該問卷爲一句敘述之後(例如：學習自然科學時我通常是開心的)，讓學生圈選(1表示非常同意，2表示同意，3表示不同意，4表示非常不同意)，經統計換算後，將分數變更計算(1表示非常不同意，2表示不同意，3表示同意，4表示非常同意)，每位學生作答之後都會有一個總分，若得分越高者，表示學生對科學的看法比較正向，這29題的題目如附錄。

肆、研究結果

一、不同地區的學生家庭持有經濟資源、文化資源的現況

由於鄉村的實際受試學生人數只有52人，與其他區域的人數懸殊太大(例：鎮2,423人；市3,763人；大城市2,073人)，故僅統計各項財產的持有率。由表1可以看出

表1：不同地區的學生在經濟資源與文化資源的持有率

	鄉村[c]	小鎮	鎮	市	大城市
E1[a]	96.2%	94.0%	95.2%	95.5%	96.7%
E2	67.3%	79.2%	80.0%	78.6%	80.6%
E3	80.8%	84.3%	88.9%	90.9%	93.3%
E4	80.8%	86.9%	91.5%	93.5%	94.9%
E5	61.5%	69.2%	71.0%	74.6%	76.3%
E6	84.6%	86.7%	88.0%	92.3%	92.6%
C1[b]	46.2%	55.0%	60.7%	65.6%	71.9%
C2	53.8%	54.7%	60.3%	66.2%	70.8%
C3	51.9%	52.7%	58.7%	63.8%	68.4%
C4	59.6%	66.6%	73.2%	76.6%	80.0%
C5	100.0%	96.4%	97.9%	98.2%	98.2%
C6	63.5%	64.2%	66.1%	70.3%	74.9%

註：[a] 經濟資源包含E1書桌、E2安靜的讀書空間、E3做學校功課使用的電腦、E4網際網路、E5自己的計算機、E6 DVD或VCD放映機。

[b] 文化資源包含C1古典文學讀物、C2詩詞集、C3藝術作品、C4可協助完成學校功課的叢書、C5字典(辭典)、C6樂器。

[c] 實際受測學生人數：鄉村52人；小鎮504人；鎮2,423人；市3,763人；大城市2,073人。

五個地區中的各項資源，皆以大城市的學生持有率最高，持有率隨著人口數減少而有降低的趨勢。若不分地區來看，在經濟資源持有率中，擁有書桌的比例最高，擁有自己的計算機比例最低；在文化資源持有率中，擁有字典的比例最高，擁有藝術作品的比例最低。五個地區相較之下，位在鄉村的學生，在數項財產的持有率遠低於城市，例如在鄉村的學生想取得一個安靜的讀書空間、做學校功課使用的電腦、網際網路，都比在大城市中的學生還困難，鄉村的學生也較缺乏可協助完成學校功課的叢書。這樣的結果可以使我們清楚，在鄉村或小鎮的家庭若不能充分提供像書桌、字典等對學習有幫助的資源，也可以透過學校或社會福利團體的協助，讓學生取得這些輔助學習的資源。

二、擁有完整經濟、文化資源家庭的學生，其PISA的科學素養表現優於其他的同儕

本研究選擇六項重要的文化資源指標，由學生勾選是否擁有每一項文化資源，而將學生分成兩群：擁有完整文化資源家庭的第一群學生、其他的同儕(第二群學生)。另外，本研究再依據是否完全擁有前述六項經濟資源，而將學生分成兩群，擁有完整經濟資源家庭的第一群學生、其他的同儕(第二群學生)。

由表2二因子變異數分析(two-way ANOVA)摘要表中可以得知，學生經濟資源與文化資源在科學素養成就交互作用之值未達顯著($F = 2.580$, $p = .108 > .05$)，但在個別因子之主要效果均達顯著，經濟資源因子之主要效果值等於21.097 ($p < .001$)，文化資源因子之主要效果值等於573.126 ($p < .001$)。

由二因子變異數分析中的邊際平均數(表3)可知，在文化資源變項的差異方面，擁有完整文化資源家庭的第一群學生($M = 537.19$)，科學素養顯著的優於其他的同儕(第二群學生，$M = 480.90$)；在經濟資源變項的差異方面，擁有完整經濟資源家庭的第一群學生($M = 511.38$)，科學素養顯著的優

表2：經濟資源、文化資源在學生科學素養之二因子變異數分析摘要表

變異來源	*SS*	*df*	*MS*	*F*
經濟資源分組	195309.8610	1	195309.8610	21.097***
文化資源分組	5305924.6430	1	5305924.6430	573.126***
交互作用	23888.3493	1	23888.3493	2.580 *n.s.*
誤差	81571021.5470	8811	9357.8620	
全體	88140000.0000	8814		

***$p < .001$, *n.s.*不顯著

表3：經濟資源、文化資源在學生科學素養之細格平均數

經濟資源	文化資源		
	文化資源分組1 (2,990)	文化資源分組2 (5,825)	平均數
經濟資源分組1 (4,493)	539.43 (1,998)	488.93 (2,495)	511.38
經濟資源分組2 (4,322)	532.68 (992)	474.91 (3,330)	488.16
平均數	537.19	480.90	

註：文化資源分組1代表擁有完整文化資源家庭的學生；文化資源分組2代表其他同儕；經濟資源分組1代表擁有完整經濟資源家庭的學生；經濟資源分組2代表其他同儕；括號內爲人數。

於其他的同儕(第二群學生，$M = 488.16$)。

值得注意的是，擁有完整文化資源家庭的學生在科學素養上的得分也高於擁有完整經濟資源的學生；但前者人數遠少於後者，顯然家庭優先提供經濟資源項目，意味著文化資源的普及率較低或較不受家庭重視。

三、擁有完整文化資源家庭的學生，其PISA的數學素養表現優於其他的同儕

表4爲經濟資源、文化資源在學生數學素養之二因子變異數分析摘要表，經濟資源和文化資源在數學素養上之交互作用顯著($F = 9.439$, $p = .002 < .05$)，除此之外，經濟資源的主要效果與文化資源的主要效果均達顯著。由表5可以看出文化資源因子在「是否擁有完整經濟資源家庭的學生」兩水準的F值各爲1.542 ($p = .214 > .05$)、46.990 ($p = .000 < .001$)，由此可知在擁有完整文化資源家庭的學生中，不論家庭經濟資源是否完整，兩群學生在數學素養的表現沒有顯著差異。由表5及表6可以看出，當學生來自於文

表4：經濟資源、文化資源在學生數學素養之二因子變異數分析摘要表

變異來源	*SS*	*df*	*MS*	*F*
經濟資源分組	229396.031	1	229396.031	24.539***
文化資源分組	3290129.631	1	3290129.631	351.949***
交互作用	88237.782	1	88237.782	9.439 ($p = .002$)*
誤差	63316054.341	6773	9348.303	
全體	67760000.000	6776		

*$p < .05$, ***$p < .001$

表5：經濟資源、文化資源在學生數學素養之單純主要效果的變異數分析摘要表

變異來源	*SS*	*df*	*MS*	*F*
文化資源分組1	12110.961	1	12110.961	1.542 ($p = .214$)
文化資源分組2	474970.303	1	474970.303	46.990***
經濟資源分組1	1395767.129	1	1395767.129	165.241***
經濟資源分組2	1894855.151	1	1894855.151	184.651***
誤差	63316054.341	6773	9348.303	

註：文化資源分組1代表完全具備文化資源；文化資源分組2代表不完全具備文化資源；經濟資源分組1代表完全具備經濟資源；經濟資源分組2代表不完全具備經濟資源。

***$p < .001$

表6：經濟資源、文化資源在學生數學素養之細格平均數

經濟資源	文化資源		
	文化資源分組1 (2,283)	文化資源分組2 (4,494)	邊緣平均數
經濟資源分組1 (3,411)	535.53 (1,519)	494.83 (1,892)	512.95
經濟資源分組2 (3,366)	530.65 (764)	474.01 (2,602)	486.86
邊緣平均數	533.90	482.77	

註：文化資源分組1代表擁有完整文化資源家庭的學生；文化資源分組2代表其他同儕；經濟資源分組1代表擁有完整經濟資源家庭的學生；經濟資源分組2代表其他同儕；括號內爲人數。

化資源不完整家庭時，若能擁有完整經濟資源的學生(M = 494.83)，在數學素養的表現也顯著優於其他同儕(M = 474.01)。

從表5亦可以看出，經濟資源因子在「是否擁有完整文化資源」兩水準的F值各爲165.241 (p = .000 < .05)、184.651 (p = .000 < .05)，綜合表5及表6可以看出，在擁有完整經濟資源的學生中，若同時擁有完整文化資源的學生(M = 535.53)，數學素養的表現將顯著優於其他同儕(M = 494.83)；在不擁有完整經濟資源的學生中，若能擁有完整文化資源的學生(M = 530.65)，在數學素養的表現也顯著優於其他同儕(M = 474.01)。

四、擁有完整文化資源、經濟資源家庭的學生中，其對學習科學的興趣、參與程度、快樂指數、評鑑價值等表現優於其他同儕

由表7顯示，擁有完整文化資源家庭的第一群學生，在此四大指標的平均分數依序爲14.42、33.75、11.79、21.72；其他的同儕(第二群學生)此四大指標的平均分數依序爲13.42、32.39、10.39、19.93，經t考驗分析比較後發現，第一群學生的分數顯著高於第二群學生(p < .001)。

同時也可以看出，表8中擁有完整經濟資源家庭的第一群學生，在此四大指標的平均分數爲14.08、33.42、11.27、21.00；其他

表7：是否擁有完整文化資源之兩群學生在自然科學議題的之t考驗結果

依變項	擁有完整文化資源	個數	平均分數	標準差	t值	
指標1：學習科學的快樂指數	是	2,981	14.42	3.30	13.52	***
	否	5,801	13.32	3.24		
指標2：對科學的價值與評鑑	是	2,965	33.75	4.19	13.82	***
	否	5,768	32.39	4.43		
指標3：下課後參加科學活動	是	2,974	11.79	3.29	19.62	***
	否	5,787	10.39	2.95		
指標4：學習科學的興趣程度	是	2,971	21.72	4.96	15.71	***
	否	5,774	19.93	5.18		

***p < .001

表8：是否擁有完整經濟資源之兩群學生在自然科學議題的之t考驗結果

依變項	擁有完整經濟資源	個數	平均數	標準差	t值	
指標1：學習科學的快樂指數	是	4,481	14.08	3.24	9.32	***
	否	4,301	13.43	3.33		
指標2：對科學的價值與評鑑	是	4,458	33.42	4.25	12.52	***
	否	4,275	32.25	4.46		
指標3：下課後參加科學活動	是	4,461	11.27	3.19	12.45	***
	否	4,300	10.44	3.03		
指標4：學習科學的興趣程度	是	4,459	21.00	5.09	8.56	***
	否	4,286	20.06	5.21		

***p < .001

的同儕(第二群學生)在此四大指標的平均分數爲13.43、32.25、10.44、20.06，同樣地發現，第一群學生的分數顯著高於第二群學生($p < .001$)。

總體而言，當學生家庭完全擁有這六項文化資源或經濟資源時，相對於不充足的家庭之下，學生對自然科學議題的看法出現差異，完全擁有的學生看法比較正向。但是當我們仔細觀察學生在指標2：個人對科學的價值與評鑑中，平均分數在3分之上，這表示多數的學生能認同科學對人類生活的影響性。但是在問到指標1：學習科學時是否能感受樂趣時，學生的快樂指數的平均得分卻不到3分，表示學生無法從學習中享受學習過程中追求知識的樂趣，同時也發現指標3：學生在下課後參加和科學相關活動的程度很低，甚至在指標4：對學習科學課題的興趣，平均分數也只介於低度興趣到中度興趣之間。

伍、討論

OECD藉由所舉辦的PISA測驗，推測各國年滿15歲人口的素養，也就是著重國民的教育和訓練程度，是否擁有進入社會所需具備的知識、技術、特質和能力。我們長期將提高公民素養的責任交給學校教育，各地區的學校的教學資源受全面性教育政策影響，不斷的投入學習資源，但卻忽略人類的第一個教育環境——家庭。對於在學校情境之外的家庭、或不同居住地區的家庭所能提供的學習資源研究較少，尤其家庭環境一直是學校和社會難以介入的私領域，Destin與Oyserman (2009)研究指出，對青少年而言家庭若能提供的充足資產，青少年不但願意也認同花較多時間做家庭作業，也能有較佳的學業表現，同時期待長期的願景，例如唸大學的計畫。未來還可以進一步研究各項資產的使用與長期效應，但從心理上的效果看來，爲了使學生心中有實現自我的未來願景，父母應當了解該如何佈置學習環境，提供哪些有利學習的資源，配合學校協助學生學習。

本文所稱不完全具備文化資源表示該學生的學習資源相較之下「尚有不足」。這些學生的低科學或數學素養可能不是因其能力不足所造成，而有可能是「學習資源不足」所造成的。站在教育機會均等的立場而言，在經費及資源的分配方面，都值得教育政策制定者、教育行政人員，以及社會福利或相關之教育基金會加以關懷。尤其在科學素養的調查中，具有充足的經濟資源，是可以有較佳的科學素養。針對本次的分析結果，本研究發現：

一、足夠的家庭經濟資源，可幫助子女達到較佳的素養

本研究選擇學生溫習功課的書桌、安靜的讀書空間、做學校功課使用的電腦、網際網路、自己的計算機、DVD或VCD放映機等六項等，這項物質資源爲家庭經濟資源的代表項目。分析家庭經濟資源的意義在於由此了解父母對於唸書環境佈置的看法，一張書桌及安靜的環境都是鼓勵子女集中精神唸書的象徵；另外，獲取知識的途徑相當多元，只要教導子女正確使用網路，網路資源也能彌補學習環境的不足，讓學習不侷限於學校教室中，學生會在課堂外的時間自行吸收與學習知識，瀏覽對課業學習有幫助的相關網站。

本研究對於家中設置電腦、網路，無法深入探討這些設備的用途，究竟是進行網路遊戲或教育線上學習。無法完全供應的家庭，有可能是父母不重視這些設備對學習的幫助或家庭的經濟能力無法負擔。

二、足夠的家庭文化資源，可幫助子女達到較佳的素養

周秀玉(2006)分析PISA 2006的試題指出，數學素養的測驗題本中，以木匠、骰子或賽車文化作爲命題背景，常使東方學生對此情境背景感到陌生，也指出社經發展、家庭教育價值能否提供充足的文字資料書籍、讓學生接觸統計圖表資訊的機會，皆攸關素養上的表現。透過閱讀有內涵的詩詞書籍，能打下紮實的中文基礎，必要的參考書或字、辭典等工具書，可輔助學生自我學習。

至於家中藝術作品的範圍就十分廣泛，學校美術或工藝課的作品皆屬之，教育部(2008)在我國的九年一貫「藝術與人文」領域課程中指出，藝術與生活不可分割，藝術學習可陶冶生活情趣、啓發藝術潛能等。透過審美與思辨，發展學生藝術批判的思考能力，包括觀察、描述、分析、解說、批判思考等能力，薰陶學生文化氣質的投注與努力，在潛移默化中提升學生的能力和素質，這也是學習科學、數學的重要基礎，對於學生未來在不同領域的發展都有莫大的幫助，家庭教育與學校密不可分，父母多帶領子女接觸各項藝術活動來提升文化品味。本研究的結果與Teachman (1987)的看法十分相似，他提出家庭教育資源理論，依據家庭是否提供以下四項教育教育資源：特別用來讀書的地方、參考書籍、訂閱報紙、字典或百科全書，以這四項作爲家長提供教育資源的指標，該研究結果指出教育資源越豐富的家庭，越能協助子女的學習。

從參與科學或數學素養測驗的分析中一致地發現，擁有完整文化資源的學生表現在素養調查中皆顯著優於同儕。本研究進行數學素養的調查時發現，在擁有完整文化資源家庭的學生中，倘若經濟資源不充足，沒有電腦、網際網路、書桌等資源的學生，仍可藉由文學讀物、叢書、字典得到資訊，其數學素養的表現仍然與經濟資源充足的學生沒有顯著差異。但同時也發現，在文化資源不充足的前提下，若能有充足的經濟資源提供學習機會，彌補學習的材料，別讓學生因資源不足而無法獲得學習機會，學生還是可以有較佳的數學素養。

所以由上述可以發現，具備充足的文化資源爲首要目標，但我們卻發現持有完整文化資源的家庭比例低於擁有完整經濟資源的家庭。本研究提供建議學校和社會多方面的加強文化資源的汲取，讓學生擁有充足的學習資源，特別是彌補家庭經濟資源不足的困境。

三、整體學生對科學的看法有待加強

由本研究結果發現，我國學生可以在全世界的素養成就名列前茅，也頗能認同科學的價值，可惜的是，同一時間內卻無法由學習科學的過程裡感受快樂，在離開學校的時間裡也不想了解與投入科學活動，缺乏探索科學議題的熱情。雖然我國學生的科學素養表現整體而言是世界前茅，但學生對科學的學習興趣與課後科學活動的參與度卻低下，這是一個複雜的問題。國內的科學教育學者一直不遺餘力地透過各式科學競賽、遊戲培養學習科學的興趣，幫助學生在生活中應用科學知識，這些長期的努力，都是希望學生在面對與科學相關的議題時，能獲得較正面的指引。

四、高都市化程度學校的學生有較佳的學習資源

我國的師資穩定素質齊一，又是由中央機關掌管教育政策，理應沒有地域上的差異，但從本研究發現，座落在都市化程

度越高的地區，擁有完整的經濟資源和文化資源家庭的學生，在素養表現優於其他同儕且對科學也持較正面的態度。相似的發現也存在其他國內外研究中，都市化程度越高的地區，其學習成就也有越高的趨勢(吳裕益，1993；張淑美，1994；Parcel & Geschwender, 1995)。座落在「市」的學校，該地區人口數比「鄉、鎮」來的多，學校的學生及班級數較多，再加上人口數多的地區擁有的公共建設與交通比較豐富，例如藏書量大的圖書館、書局以及博物館，不論校內或校外都能提供比較多的學習資源、自學場地與機會。

OECD (2009a)的成果分析報告已經指出就讀於城市的學生，其科學、數學素養皆優於就讀資源不足學校的學生。本研究則針對家庭的文化資源及經濟資源探討，亦獲得相同之結果。雖然我們可以假設就讀都市學校的學生家庭文化資源及經濟資源亦可能較佳，但並非必然，都市中的學生亦有家庭經濟、文化資源欠佳者。本研究的結果與此呼應，更進一步確定文化、經濟等相關學習資源對於學生的科學及數學素養水準扮演重要的角色。

教育部從85年起就推動教育優先區計畫，為均衡城鄉教育發展，縮短地區性教育差距，重視教育機會均等的精神，提升弱勢地區的教育環境條件，逐年評估成效並修正指標。

陸、建議

根據本研究的結果與討論，做出以下兩項建議：

一、教育資源的分配應注重彌平城鄉差距並照顧弱勢族群

本研究發現不管擁有完整經濟資源或文化資源家庭的學生，其科學、數學素養皆顯著優於其他同儕。該差異應持續進行長期縱貫性的追蹤比較，並運用各種可能的教育資源提升弱勢家庭及偏遠地區學童之素養，避免因為資源不均或學習機會不平等而造成學生素養之落後。目前教育部所實施的攜手計畫或是由企業界提供的課輔老師，為學童進行課業輔導，皆有助於縮短學習落差，同時也設計各項科學活動，提升學生對學習科學的熱情，以彰顯國民教育的正義。

二、國民義務教育資源應涵蓋家庭教育與學校教育

但現今的教育政策多為加強學校教育，鮮少提供家長教育子女的資源，本研究發現充足的家庭經濟資源、文化資源、家長教育程度較高之學生，其科學、數學、閱讀素養的表現也相對較佳。或許學生就讀的所在地無法改變，但是建議政府教育相關單位，加強鄉鎮、偏遠地區家庭之文化資源的充足，除了目前可見的行動圖書館，也應該研議是否提高這些地區購買文化資源之補助，也可以辦理二手書贈送、送書到鄉下等活動，或是推動城鄉之間的書籍交換，協助這方面的家庭資源也應視為義務教育的一部分。藉由本次素養表現研究可以提供未來教育政策執行的參考，距離公平的教育機會還有待努力。

參考文獻

1. 何美瑤(2001)。**國中生家庭結構、學業成就與偏差行為之研究**。國立高雄師範大學教育學系碩士論文，未出版，高雄市。
2. 林煥祥(2008)。**臺灣參加PISA2006成果報告**。行政院國家科學委員會計畫(NSC 95-2522-S-026-002)。花蓮市：花蓮教育大學。

3. 吳宜貞(2002)。家庭環境因素對兒童閱讀能力影響之探討。**教育心理學報**，**34**(1)，1-20。
4. 吳裕益(1993)。臺灣地區國民小學學生學業成就調查分析。**臺南師院初等教育學報**，**6**，1-31。
5. 周秀玉(2006)。從PISA看數學素養與中小學數學教育。**科學教育月刊**，**293**，2-21。
6. 林佳瑩、蔡毓智(2006)。臺北地區小學教育資源分佈結構地位之探討——社會網路結構地位分析之應用。**教育與社會研究**，**11**，71-106。
7. 孫志麟(1998)。國民教育資源問題的觀察與省思。**教育資料與研究**，**21**，14-21。
8. 張淑美(1994)。不同地區教育機會差異之探討。**國立高雄師範大學學報**，**5**，87-110。
9. 教育部(2008)。**97年課程綱要**。2008年6月6日，取自http://teach.eje.edu.tw/9CC/context/97-03-3.html
10. 陳正昌(1994)。**從教育機會均等觀點探討家庭學校與國小學生學業成就之關係**。國立政治大學教育學系博士論文，未出版，臺北市。
11. 楊瑩(1994)。臺灣地區不同家境背景之子女受教育機會差異之研究。**教育研究資訊**，**2**(3)，1-22。
12. American Association for the Advancement of Science. (1989). *Science for all Americans: A project 2061 report on literacy goals in science, mathematics and technology*. Washington, DC: Author.
13. Coleman, J. S. (1968). The concept of equality of educational opportunity. *Harvard Educational Review*, *38*(1), 1-22.
14. Coleman, J. S. (1988). Social capital in the creation of human capital. *American Journal of Sociology*, *94*(suppl.), 95-120.
15. Crane, J. (1996). Effects of home environment, SES, and material test scores on mathematics achievement. *The Journal of Educational Research*, *89*(5), 305-314.
16. Destin, M., & Oyserman, D. (2009). From assets to school outcomes: How finances shape children's perceived possibilities and intentions. *Psychological Science*, *20*(4), 414-418.
17. Harms, N. C., & Yager, R. E. (Eds.). (1981). *What research says to the science teacher* (Vol. 3). Washington, DC: National Science Teachers Association.
18. National Council of Teachers of Mathematics. (1989). *Principles and standards for school mathematics*. Retrieved January 30, 2009, from http://standards.nctm.org/document/chapter1/index.htm
19. Organisation for Economic Cooperation and Development. (2006). *Assessing scientific, reading and mathematical literacy: A framework for PISA 2006*. Paris: Author.
20. Organisation for Economic Cooperation and Development. (2009a). *Programme for international student assessment (PISA)*. Retrieved January 31, 2009, from http://pisa2006.acer.edu.au
21. Organisation for Economic Cooperation and Development. (2009b). *Assessing scientific, reading and mathematical literacy: Technical report for PISA 2006*. Paris: Author.
22. Parcel, T. L., & Geschwender, L. E. (1995). Explaining southern disadvantage in verbal facility among young children. *Social Forces*, *73*(3), 841-872.

23. Teachman, J. D. (1987). Family background, educational resources, and educational attainment. *American Sociological Review*, *52*, 548-557.

附錄、對自然科學議題的看法

指標1：學習科學的快樂指數

	非常同意	同意	不同意	非常不同意
(a)學習自然科學時我通常是開心的	□1	□2	□3	□4
(b)我能享受閱讀自然科學的樂趣	□1	□2	□3	□4
(c)解決自然科學難題我覺得是快樂的事	□1	□2	□3	□4
(d)我能享受獲得自然科學新知識的樂趣	□1	□2	□3	□4
(e)我對學習自然科學方面的事物感興趣	□1	□2	□3	□4

指標2：個人對科學的價值與評鑑

	非常同意	同意	不同意	非常不同意
(a)自然科學及科技之進步經常可改善人們的 生活條件	□1	□2	□3	□4
(b)自然科學是重要的因爲它可以幫助我們了解生活週遭之自然界	□1	□2	□3	□4
(c)某些自然科學概念協助我了解我和其他人有何關聯	□1	□2	□3	□4
(d)自然科學及科技之進步經常有助於經濟之改善	□1	□2	□3	□4
(e)長大成人後我會在很多方面用到自然科學知能	□1	□2	□3	□4
(f)自然科學對社會有價值	□1	□2	□3	□4
(g)自然科學和我很有關聯	□1	□2	□3	□4
(h)我發現自然科學有助於我了解我生活週之事物	□1	□2	□3	□4
(i)自然科學及技術之進步經常有助於經濟之改善	□1	□2	□3	□4
(j)我離開學校後會有很多機會使用到自然科學知能	□1	□2	□3	□4

指標3：下課後參加和科學相關活動的程度

	非常頻繁	經常	有時	從未或幾乎從未
(a)觀看電視上的自然科學知識節目	□1	□2	□3	□4
(b)借閱或購買與自然科學發現有關的書籍	□1	□2	□3	□4
(c)上網搜尋與自然科學議題有關的內容	□1	□2	□3	□4
(d)收聽與自然科學進展有關的廣播節目	□1	□2	□3	□4
(e)閱讀自然科學雜誌或報紙上的科學文章	□1	□2	□3	□4
(f)參加科學性社團	□1	□2	□3	□4

指標4：學習科學課題的興趣程度

	高度興趣	中度興趣	低度興趣	沒有興趣
(a)物理學	$\square_1$	$\square_2$	$\square_3$	$\square_4$
(b)化學	$\square_1$	$\square_2$	$\square_3$	$\square_4$
(c)植物學	$\square_1$	$\square_2$	$\square_3$	$\square_4$
(d)人類生物學	$\square_1$	$\square_2$	$\square_3$	$\square_4$
(e)天文學	$\square_1$	$\square_2$	$\square_3$	$\square_4$
(f)地理學	$\square_1$	$\square_2$	$\square_3$	$\square_4$
(g)科學實驗的設計	$\square_1$	$\square_2$	$\square_3$	$\square_4$
(h)科學解釋的知能具備	$\square_1$	$\square_2$	$\square_3$	$\square_4$

科學教育學刊
2010, 第十八卷第六期, 547-562

Chinese Journal of Science Education
2010, 18(6), 547-562

Analyses of Science and Mathematics Literacy of Students with Different Economic Assets and Cultural Assets

Yang-Su Ping[1] and Huann-Shyang Lin[2]

[1]Institute of Education, National Sun Yat-sen University
[2]Center for General Education, National Sun Yat-sen University

Abstract

The purpose of this research is to analyze the science and the mathematics literacy of 8,815 15-year-old students with different family resources. Using the PISA 2006 data set, results of two-way ANOVA and independent *t*-test analyses reveal that students with better family economic assets, cultural assets and those who study at city-area schools outperformed their counterparts in science and mathematics literacy, and tended to have more positive evaluation, more interest, more enjoyment, and more engagement toward science. These results can be used to remind education policy makers and educators that more attention and resources should be paid to those students who are from economically and culturally disadvantaged families and schools.

Key words: Cultural Assets, Science Literacy, Economic Assets, Mathematics Literacy, Programme for International Student Assessment (PISA)