

比較偏遠與一般地區學生數學表現之差異： 傾向分數配對法的分析

廖錦文¹ 鄭博文^{2,*} 江耀宗¹ 俞錚蓉¹ 石宜正¹

¹國立彰化師範大學 工業教育與技術學系

²國立嘉義高級工業職業學校

摘要

本研究以傾向分數配對法(Propensity Score Matching, PSM)估算平均處理效果值(Average Treatment Effect on the Treated, ATT)，進行偏遠與一般地區國中學生數學表現之差異比較。本研究分析資料採用臺灣教育長期追蹤資料庫(Taiwan Education Panel Survey, TEPS) 2001年第一波(七年級)與2003年第二波(九年級)的國中追蹤樣本資料，共計有效樣本數16,643人。研究結果發現：一、未控制個體基準線條件之差異情形時，偏遠地區國中學生數學表現平均數明顯低於一般地區國中生，偏遠地區國中生與一般地區國中生在數學表現有明顯之差異現象。二、以傾向分數配對法控制個體基準線之差異性，就數學表現之整體平均效果值來看，與一般地區國中生比較，偏遠地區國中生數學表現並無太大差異。應用傾向分數配對法控制學生個體條件進行配對分析，方能得到細緻精確之比較結果。文末，根據研究結果進行討論。

關鍵詞：臺灣教育長期追蹤資料庫、偏遠地區、傾向分數配對法、數學表現

壹、緒論

關注偏遠地區學生的學習成就，一直是教育界重要之議題(李佩嫻、黃毅志，2011；許添明、張熒書，2014)。許添明與張熒書指出，十二年國民基本教育揭櫫「成就每一個孩子」的教育願景，教育部也針對偏鄉及弱勢學生推動多項補助方案，然國中小學生學習成就依舊存在城鄉差距。因此，探究偏遠地區與一般地區學生學習表現之差異，更凸顯出其重要性。

數學學習表現可視為學生的學習成就之一，回顧過往國內研究學習成就之數學表現，大多聚焦在影響數學表現之因素與背景變項(林志哲，2007；張芳全，2006；陳敏瑜、游錦雲，2013；楊淑萍、林煥祥，2010；劉玉玲、沈淑芬，2015；劉玉玲、薛岳，2013)的研究相當普及。例如張芳全以「國際數學與科學成就趨勢調查」(Trends in International Mathematics and Science Study, TIMSS)資料分析指出，數學成就高分組在文化資本顯著高於低分組，課外補習較多者

*通訊作者：鄭博文，cyivs1113@gmail.com

(投稿日期：民國105年9月25日，修訂日期：民國105年12月11日，接受日期：民國105年12月15日)

數學成就較高。楊淑萍與林煥祥以「國際學生評量計畫」(Programme for International Student Assessment, PISA)資料進行二因子變異數、*t*考驗等分析結果發現，擁有完整經濟資源或文化資源家庭的學生，在評量中的科學素養、數學素養等有優良之顯著性表現。陳敏瑜與游錦雲研究發現，能力信念、內在與實用價值對學生數學成就有所影響，建立學生對數學學習的能力信念，學生具備學好數學的信心會產生學習熱忱進而提升學習成就。林志哲以結構方程模式研究結果亦指出，個體的期望與能力信念對其數學成就具有正向影響。劉玉玲與薛岳研究指出，數學學業自我概念與學習策略直接正向影響數學學業成就。

儘管上述研究獲得普遍之重視已昭然若揭，但是卻長期忽略了偏遠地區與一般地區學生數學學習表現之差異比較。另外，以學生學科表現來分析城鄉差異的國內研究並不多見(黃敏雄，2015)。歸究可能的原因：第一，由於原生家庭環境因素，並且可能與父母社經背景和家庭經濟以及社會資本有所關連。學生於偏遠地區或是一般地區就讀，非個體意願之行為，在實際生活環境之下，進行隨機化實驗研究有其困難度。因此，若研究設計非以隨機分配實驗，則難以確認其研究結果之有效性；其次是由於研究者往往是利用觀察資料進行分析，對於學生數學學習表現之比較，沒有考慮到學生個體之家庭及教育資源是否在公平性與適足性的條件下進行分析，容易造成學生個體基準線(baseline difference)的差異以及有自我選擇偏誤(self-selection bias)的情況，而影響到數學學習表現的估算及客觀之比較。

有鑑於此，本文在研究方法論擬以一個「反事實」(counterfactual)分析的實驗設計，

亦就是把偏遠地區學生假若是一般地區學生，估算偏遠地區與一般地區學生數學表現之差異。關秉寅(2016)認為，從反事實推論分析的角度來看，實驗設計是透過隨機分派特性相同或相近者後，建立實驗組和控制組，並以群組的平均處理結果來推估前述兩種反應的差異。為了減少樣本選擇偏誤的因素影響到本研究的實驗處理效果，在估算學生數學表現比較時，本文利用觀察資料分析，以傾向分數配對法(propensity score matching)控制基準線差異性來降低選擇偏誤值(譚克平，2010；Guo & Fraser, 2015)。此方法是在兩群體的各種配對條件相等或相近的情況下進行比較，如此可以獲得較為精確的估計(Fan, 2012)。

綜上，本研究擬以一個「反事實」分析之實驗設計於兩個不同地區學生，以及使用傾向分數配對法估算出兩地區學生數學學習表現之差異，為本研究之最大特色。其研究結果可補足國內現存對於數學學習表現之研究缺口，亦提供理論與實務之參考。

基於上述之研究目的，本研究提出兩個研究問題：

第一個研究問題：未處理學生個體基準線時，偏遠地區與一般地區國中生數學學習表現之比較結果如何，是否具有顯著差異性？

第二個研究問題：當控制處理個體基準線之後，偏遠地區與一般地區國中生數學學習表現之比較結果如何？是否具有顯著差異性？

貳、文獻探討

一、偏遠地區學校定義

王麗雲與甄曉蘭(2007)認為，偏遠地區的定義不一，與鄉村的定義也沒有太明顯的

區隔。我國教育部關心的城鄉差距問題，所謂的「鄉」也包括偏遠地區，在文獻上，鄉村與偏遠地區的研究也常合併談論。

根據教育部於教育優先區指標中，界定偏遠交通不便之學校，係指經地方政府核定有案之特偏與偏遠地區學校，符合下列條件之一者：學校所在地區，無公共交通工具到達者；學校距離公共交通工具站牌，達五公里以上者；學校內之社區距離學校五公里以上者，且無公共交通工具可到達學校者；公共交通工具到學校所在地區每天少於四班次者。

二、偏遠地區學生學習概況與教育資源現況

關於偏遠地區與一般地區學生之學習表現，甄曉蘭(2007)使用問卷與實地訪查方法，於全國偏遠地區國中學校之教育現況與課程實施發現，歸因於學校的不利因素，在教育經費、教學設備、學習資源匱乏及師資等問題，偏遠地區學校的學生在教育過程中，享有的教育資源與學習機會更居劣勢。陳麗珠、鍾蔚起、林俊瑩、陳世聰與葉宗文(2005)認為，偏遠地區學校交通通常較不方便、學校讀書風氣不盛，都可能使學生學業表現較差。甄曉蘭指出，偏遠地區學校由於處於文化弱勢地區，對於學生學習將造成不良影響。黃繼仁(2009)認為，資源分配對學校的課程實踐和學生學習的影響，尤其重大，偏遠學校在教育資源的分配通常處於弱勢。

陳淑麗與洪麗瑜(2011)針對花東地區偏遠小校學生識字量的表現指出，偏遠地區學生因環境上的不利，確實較易出現學業落後的現象，許多偏遠地區的學生，其語文能力可能在最基礎的識字能力就出現問題。甄曉蘭(2007)發現，偏遠學校資訊不足，偏遠國中生的閱讀能力普遍低落。研究發現，基礎識

字與語文閱讀能力將直接影響到學習成就。黃繼仁(2009)指出，偏遠學校教師的整體負荷過重，教育觀念和教學方法沿用傳統講述教學，缺乏個別化教學與輔導措施影響學習成就。簡良平(2010)指出，偏遠地區學校教育仍給人落後於一般地區的印象，何以如此？乃學習表現落後因素來自家長社經資源不足，無法提供支持學童學習的環境。

三、影響學習表現之因素

根據成就動機期望之價值理論(Wigfield & Eccles, 2000)，父母的支持行為對於孩童的動機和成就相關發展具有重要效應(Pomerantz, Moorman, & Litwack, 2007)。Dinkelmann與Buff(2016)以結構方程模型分析457位學生與家長發現，家長的積極支持對於學生成就動機與數學表現，能間接影響數學成就能力，對數學成就表現具有預測效應。國內外研究指出，家庭教育資源條件對學生學習成就具有影響性(張芳全，2006；Chin & Phillips, 2004; Ream & Palardy, 2008)。例如：張芳全認為，家庭文化資本對教育期望有正向顯著影響，同時家長社經地位、文化資本與教育期望對學習成就有正向關係。Chin與Phillips認為，個人的家庭背景會影響學習成就。而Ream與Palardy指出，家庭社經背景與學生學習成就具有密切關聯，社經背景愈佳，學生學習成就也愈高。Trusty (2000)指出，有較高的學習抱負，數學表現會愈好，而在教育期望與數學表現具有顯著性相關。研究發現，家庭教育投資有助於子女學習成就。例如：對於學校活動而言，父母的參與對於子女學業將有所助益(林俊瑩、吳裕益，2007；Cheung & Pomerantz, 2011)。

許崇憲(2010)研究發現，學生補習年數越多，數學成績會越好，學生參加補習與從

未參加補習者，在數學成就則有較好之表現。從學科補習的研究指出，家庭社經地位愈高，父母與子女的自我教育期望愈高，進而提高學科補習的參與(陳俊瑋、黃毅志，2011)。林慧敏與黃毅志(2009)以原漢族群、補習教育與學業成績關聯發現，學科補習時間愈多對學業成績有正向顯著影響，學生補習時間多寡與學生家庭經濟能力高低有密切關聯。Ebrahim與Reza (2011)指出，若在文化資本加入課後學習活動，對於學習成就有所助益。另外，經由多數研究發現，補習對於學習成效的增進，大致而言確實有所助益(劉正，2006)。

Y. Zhang (2006)指出，在偏遠地區的學校資源與學習環境，對於學生學習成就的提升扮演重要角色。劉淑蓉(2007)以迴歸分析結果發現，學校所在地和學校層級攸關數學教師之學校環境知覺，學校環境也能影響學生的學習動機與成就。巫有鑑(2007)發現，影響學習成就的因素可分為學校與非學校因素。學校的學習環境、教師工作、教學設備之學校教育資源與學生學習成就有其關連性。學校環境條件愈好，有助於學生的學習表現(Crosnoe, Johnson, & Elder, 2004)。研究發現偏遠地區學生，其教室環境與教學活動對於學生在學習成就具有影響性(Daley et al., 2005)。

四、反事實分析與傾向分數配對法

通常實驗研究之個體存有兩種反應，其一為接受實驗處理(treatment)之後的反應；其二則是未接受實驗處理的反應，但是只有其中一種反應效果是可以被觀察到的。在這樣的概念下，對於反事實分析其研究結果會因為「事實」與「反事實」而被區分成兩個部分。「事實」的部分是由研究者可以測量出

來，相較之下，研究者並不能夠測量到「反事實」結果。這些測量不到的結果，稱之為潛在結果(potential outcome)。對於「事實」以及「反事實」而言，是將「事實」狀況對比於「反事實」狀況之平均差異情形(Morgan & Harding, 2006; Morgan & Winship, 2007)。

「反事實」直言之，即是與事實相反。在研究因果關係時，於實驗設計依隨機分配方式將研究樣本分為實驗組與控制組之後，進行實驗操作並觀察自變項對依變項的變化結果。這樣的研究方式所得到之因果關係可稱為「事實」。反事實分析則是假設實驗組若是控制組，而控制組假若是實驗組的話，其進行實驗操作時會產生何種結果的一種研究模型分析概念。

在反事實推論分析的理論框架之下，對於實驗處理效果可以定義為個體在接受實驗處理和未接受實驗處理之後的反應差異，也就是平均處理效果(關秉寅、李敦義，2010；Morgan & Harding, 2006; Morgan & Winship, 2007)。而傾向分數配對法則是建立在反事實推論因果關係，傾向分數配對法原理是把配對變項相等或接近相等的條件控制於實驗組與控制組，亦即控制會影響因果效應的共變數(Rosenbaum & Rubin, 1983)。傾向分數配對法可以分別估算出實驗組平均處理效果(Average Treatment effects on the Treated, ATT)、控制組平均處理效果(Average Treatment effects on the Untreated, ATU)以及母群體平均處理效果(Average Treatment Effects, ATE)。

以本研究為例，關注對象為接受實驗處理影響之個體，因此，本研究所關注於就讀偏遠或一般地區學校學生之數學表現效應而言，即為探討就讀偏遠地區學生數學表現之平均處理效果ATT。就本研究而言，可以定義就讀偏遠地區學校學生之數學表現 Y_1 ；就

讀一般地區學校學生之數學表現 Y_0 ，而在兩種情況之下的數學表現差異為 $\tau = Y_1 - Y_0$ 。即偏遠地區學生，相對於一般地區學生的數學表現差異如下：

$$\tau|_{T=1} = E(\tau|_{T=1}) = E(Y_1|_{T=1}) - E(Y_0|_{T=1}) \quad (a)$$

式(a)中的 $T = 1$ 偏遠地區學生， $T = 0$ 一般地區學生。

但是以這樣的式子來估算是合理的，因為我們可以估算 $E(Y_1|_{T=1})$ ，但是 $E(Y_0|_{T=1})$ 這一項是無法觀察到的，也就是就讀偏遠地區，而在一般地區的數學表現，通常我們都以 $E(Y_0|_{T=0})$ 這一項來替代。

Rubin (1973)及Rosenbaum與Rubin (1983)提出條件獨立基本假設，即 $Y_1, Y_0 \perp\!\!\!\perp T|X$ ($\perp\!\!\!\perp$ ：代表獨立)，其中 X 為可觀察的變數向量且不受個體就讀學校所影響。這個假設指的是這些特性變項 X ，在實驗組(就讀偏遠地區學生)與控制組(就讀一般地區學生)是同一母群體中取出，即是以隨機方式被指派到實驗組或控制組。換句話說，兩組樣本在特性變數 X 上並沒有明顯地差異而可用來做實驗效果。因此，當這個條件成立時，可以將 $E(Y_0|_{T=0})$ 以 $E(Y_0|_{T=1})$ 替代。假若上述條件不成立時 $E(Y_0|_{T=1})$ 不能替代 $E(Y_0|_{T=0})$ ，所估算出來兩項的差異即為選擇偏誤造成的。

傾向分數配對法是以樣本配對從多維度對應到單一維度，於多個特性變數 X 以機率函數值呈現(Rosenbaum & Rubin, 1983)：

$$P(X) = P(T = 1|X) = E(T = 1|X) \quad (b)$$

式(b)中的 $P(X)$ 為在 X 特性變數之下就讀

偏遠地區學校的機率。而是否讀偏遠與一般地區有相同讀偏遠地區學校之機率(傾向分數一樣)條件獨立假設成立，則兩組樣本可視為同一個母體取出，即 $Y_1, Y_0 \perp\!\!\!\perp T|X$ 可改以 $Y_1, Y_0 \perp\!\!\!\perp T|P(X)$ ，則偏遠、一般地區學生數學表現之差異如下：

$$\tau|_{T=1} = E(\tau|_{T=1}) = E(\tau|_{P(X):T=1}) \quad (c)$$

式(c)表示經由選取相同傾向分數之反事實樣本進行分析，這樣就可以將數學表現差異歸究於就讀偏遠地區與一般地區學校影響之結果。其中配對變項即是接受實驗處理與否的共變數觀察變項，當這些共變數做為配對的時候，各層次中只有接受實驗處理者與未接受者兩種類型，並且異同之處僅有是否接受實驗處理。然後去配對比較接受與未接受實驗處理者的結果差異，將各層次差異及依所占之比例進行加權估算出ATT、ATU及ATE。

傾向分析配對法能精確估算出平均處理效果值，更能以實際的數值，看出變項之間實質效應的關係。傾向分數配對方法是把所要配對變項以機率值呈現，而這個機率值即為傾向分數(propensity score)。此機率值在實務上進行配對比較，相較於使用傳統配對變項將具有方便性與一致性，傾向分數則可經由Logit或Probit模型分析方式計算。

傾向分數配對法的使用優點在於可根據實驗組樣本的某些屬性視之為共變數，然後透過統計方法挑選出屬性與其最相似的個案作為對照組的樣本，藉以降低及減少在研究起步時兩組樣本在相關屬性上的差異，以利後續探究實驗處理與結果之間因果關係時，在估計實驗處理效果方面能夠防止與減

少偏誤(譚克平, 2010; Rosenbaum & Rubin, 1983)。關秉寅與李敦義(2010)指出, 傾向分數配對法相較於一般最小平方法迴歸分析(Ordinary Least Squares regression, OLS)的優點在於能充分掌握不同團體於基準線之差異或是因果效果之異質性。OLS雖可利用控制重要變項的方法來控制不同團體在基準線上之差異, 但OLS分析方法仍無法有效排除那些不同團體中無法予以比較的樣本, 其估計效果產生偏誤(關秉寅、李敦義)。另外, 應用傾向分數配對法可以估計偏遠地區與一般地區學生之數學表現平均效果值, 提供給研究者更貼切深入瞭解偏遠與一般地區學生對數學表現的實質參考價值。

使用傾向分數配對法要注意的是實驗組與對照組的樣本配對問題, 傾向分數配對法只針對有觀察到的屬性(或共變數)做調整, 對於沒有被觀察到或是沒有考慮到的屬性就不能夠做調整。傾向分數配對法所被選出來對照組的樣本, 可能在一些沒有被觀察到的屬性上, 與實驗組樣本並不相配。因此, 對於傾向分數配對法該如何選取共變數以進行配對的問題是相當重要的(譚克平, 2010)。運用傾向分數配對法也其限制條件, 例如若在樣本資料不足的情況下進行配對, 則可能出現有效果不佳的結果, 應用在大型調查資料庫則是一個很好的使用方法。

傾向分數配對法之不同配對方法估計值會有些差異(Morgan & Harding, 2006), 常見的配對法有:(一)最近相鄰配對法(Nearest Neighbor Matching, NNM): 依傾向分數最相近之控制組樣本做配對;(二)半徑配對法(Radius Matching, RM): 可限制傾向分數最大差異值(帶寬, BandWidth, BW), 依特定符合帶寬之樣本配對;(三)分層配對法(Stratification Matching, SM): 依分組樣本取

其平均值, 並設定相同傾向分數範圍進行比較;(四) Kernel配對法(Kernel Matching, KM): 將樣本經過加權平均後, 再進行配對(Becker & Ichino, 2002)。Smith與Todd (2005)認為, 以Kernel配對法相對地有較多的優點, 例如對於未實驗處理及實驗處理樣本之距離估算, Kernel配對法會考量到全部的樣本進行配對估算。另外, 將研究模擬的資料對各種配對法進行分析比較的結果, Kernel配對法之估計值偏誤最小(Morgan & Harding)。李敦義(2010)認為, Kernel配對法除了配對訊息量相對地比其他配對方式來得豐富之外, Kernel配對法特別適用於具有實驗處理前及實驗處理後之兩個觀察時間點的研究資料, 以及可藉由Kernel配對法之雙差分方式, 有效控制未觀察到的變項, 對於選擇實驗處理影響之優點(Guo & Fraser, 2015)。

本研究利用TEPS資料庫進行次級資料分析為觀察性研究, 並不是以實驗研究方式將就讀偏遠與一般地區學生之數學表現的影響進行實驗處理。因此, 本研究方法論擬定一個假想的實驗設計方式, 以反事實推論的實驗設計, 將就讀偏遠地區學校學生假若是就讀一般地區學校, 然後估算兩者學校之間學生的數學表現差異, 運用傾向分數配對法控制基準線的差異性來降低選擇偏誤值(譚克平, 2010; Guo & Fraser, 2015), 做為估算偏遠地區與一般地區國中生, 其兩者之數學學習表現究竟相差多少分。

對於實際應用而言, 傾向分數配對法是最常被用來評估方案或政策實施成效的效果值(李敦義, 2011)。李敦義以TEPS資料分析研究發現, 在學生學習成就表現上, 就整體平均效果來看, 就讀綜合高中學生並不比就讀普通高中或高職學生來得好。關秉寅與李敦義(2010)亦以TEPS資料對於補習數學的效

益進行研究分析指出，數學補習時間愈久，補習與不補習學生之個人特性及家庭背景等因素的差異處就愈多，而從國二開始補習數學的學生其平均效果值最大，而從國一開始連續補習，或者從國三開始補習，其效果值都不明顯。

在數學教育應用方面，例如，國外將訪談收集調查資料進行傾向分數配對法分析結果，做為評估八年級生代數對高中學業成績之因果關係。研究結果指出，在政策和計劃評估研究中應理解課程的重要性，提醒注意學校經常被忽視的分配機制異質性，如能力分組、差異性課程學習和課程強度等因素，說明了對於學科教育之觀察研究特別有所助益(Rickles, 2011)。Carbonaro與Covay (2010)以傾向分數配對法檢驗發現，私立學校學生比公立學校學生在數學上獲得了更大的數學效益，並且發現這些優勢主要是由於具備了優良的數學技能。原因是私立學校學生比公立學校學生學習更多的數學課程，即使是在控制了家庭背景和以前的成績之後，這些差異課程中占了絕大多數的學習成就。

參、研究設計

一、資料來源

「臺灣教育長期追蹤資料庫」(Taiwan Education Panel Survey, TEPS)是一項由中央研究院、教育部、國家教育研究院和科技部共同規劃之全國性長期調查計畫。TEPS規劃自2001年起七年內，建立起臺灣地區教育研究領域具代表性的長期資料庫，為教育基礎研究提供良好可靠的資料(張苙雲，2011b)。TEPS題目已經過謹慎的設計及實證的檢驗，具有良好的信度與效度。所有題項都經過該科目領域專家多次修改或刪減，評量每個題項適合哪一個年級程度，並做最後的鑑定。

(張苙雲，2011a，2011b)。因此，經由大規模進行測量學生的學習能力表現，相當具有研究價值。

本研究量化資料，採用TEPS之學生、家長與老師問卷資料公開版本(張苙雲，2011a)。本研究採用七年級(國一)與九年級(國三)學生樣本資料共計有兩波資料，分別為2001年下半年對七年級學生展開第一波次資料蒐集，共抽取333所學校，實際完訪20,000個學生樣本。到2003年下半年再對屆時已升至九年級同一批學生進行第二波次資料蒐集，剩下18,922個學生樣本(張苙雲，2011b，頁13)，其中偏遠地區國中生樣本972人；一般地區國中生樣本17,950人。依本研究目的，同時也採用第一波次學生家長與老師問卷，其中老師問卷部分係以導師填答。關於TEPS之完整資訊，資料庫之架構內容，以及調查資料收集、調查範圍與對象、抽樣設計、問卷設計，請參閱TEPS資料庫使用手冊，亦可至中央研究院調查研究專題中心的臺灣教育長期追蹤資料庫網站查詢(<http://srda.sinica.edu.tw/teps/>)，不在此詳述。

學生問卷，為學生在教室課堂上自行填寫，其內容包含生活、家庭、學校學習情況及對自我期望、生理與心理健康等評價。家長問卷，係以學生之家長，或是學生之監護人等所填寫，內容包含子女學習狀況、管教方式、學經歷狀況、家庭經濟收入等。老師問卷以任教經歷和評量學生學習資料與生活狀況等。配合本研究目的，首先合併學生問卷、學生家長及老師問卷資料，接著將「教育部94年度核定偏遠地區學校」、「數學分析能力測驗」變項之不合理值及遺漏值採用整列刪除。TEPS公開版本之釋出樣本人數為實際受訪學生隨機抽取70%之樣本資料(張苙雲，2011a)，亦考量完全隨機遺漏(Missing

Completely At Random, MCAR)，即遺漏資料產生的機率與研究之個體具備可觀察與無法觀察的特質無關(鄒慧英、江培銘，2012)，及實務上對資料進行插補為分析過程步驟，以簡易插補法之「多數回答」來進行插補，所求得之正確率並不差，且時間上較為經濟(廖培珊等，2011)。因此，本研究其他使用的相關變項之不合理值及遺漏值則以眾數取代，避免減少樣本數流失，增加推論效度。經由上述資料整理之後，偏遠地區國中生有效樣本共計927人(占第二波972人樣本數的95.37%，樣本流失率4.63%)；一般地區國中生有效樣本共計15,716人(占第二波17,950人樣本數的87.55%，樣本流失率12.45%)。

二、變項測量

本研究實驗處理變項，為TEPS問卷之94年度教育部核定偏遠地區學校與一般地區學校(因)以及「數學分析能力測驗」(果)變項；其二為配對變項，採用的配對變項，為TEPS之學生、家長與老師問卷所提供之資料進行建構。

(一)學校類型

教育部核定偏遠地區學校分為「是」與「否」，填答1「是」為偏遠地區學校；填答0「否」為一般地區學校，本研究將以偏遠地區學生與一般地區學生進行配對統計分析。

(二)數學分析能力測驗

TEPS數學分析能力測驗，主要是用來瞭解學生活用數學知識的能力，且儘量避免受到課程的限制，測驗內容也都是學生在學校接觸過的(楊孟麗、譚康榮、黃敏雄，2003)。因此，TEPS「數學分析能力測驗」可做為反映學生之數學學習成效表現及學習成長情形之衡量。本研究分別以七年級(第一波)、九年

級(第二波)作為偏遠地區學生與一般地區學生的數學表現。TEPS數學分析能力測驗為分項測驗，七年級(第一波)之內容為數學或數字型分析共計29題，其中除了數學測驗20題外，另加了一般分析能力測驗中9題數字型題項(楊孟麗等)；九年級(第二波)之內容為數學或數字型分析共計28題(張芷雲，2011a)。

TEPS數學分析能力測驗試題在內容領域各主題之安排比例，曾秋華、游錦雲與陳麗華(2014)依據數、代數、測量、幾何等主題歸類TEPS試題，在數學所有題目分析中，數的比例最多，其次為幾何與代數。另針對7年級測驗題目中，各主題分布比例由高至低依序為數、代數、幾何。其中數最高，評量分布比例偏高。9年級施測題目中，幾何題目增加到比代數多。可能因為代數於7年級課程，幾何於8年級課程開始接觸。

題項以選擇題方式，每個題項有四個選項。題項包含各種難度，學生幾乎都可以在限定的時間內完成。施行測驗時，訪員則明確表達請學生不要猜題。所有題項計分都是答對該題得一分，答錯得零分，不倒扣分數(楊孟麗等，2003)。本研究以「數學分析能力測驗」做為偏遠與一般地區學生數學表現之結果變項，此變項為項目反應理論(Item Response Theory, IRT)模式下的能力估計值，分別是以單參數(1-item Parameter, 1PL)及三參數(3-item Parameter, 3PL)的模式估計而得(楊孟麗等)。

為了將「數學分析能力測驗」分數轉換成為一般大眾熟悉的量尺，本研究參考李敦義(2011)方法，以第一波與第二波數學分析能力測驗分數分別減去第一波數學分析能力測驗分數平均數，再除上第一波數學分析能力測驗分數標準差之後，再乘上8，最後再加50之平均數，成為一般大眾熟悉之分數，以連續變項分析。

(三)配對變項

本研究選取之配對變項其內容包含學生特質、家庭背景與經濟收入、教師與學校資源相關之變項。關於配對變項的選取，均有前述文獻之實證研究基礎(巫有鑑，2007；林俊瑩、吳裕益，2007；林慧敏、黃毅志，2009；張芳全，2006；許崇憲，2010；陳俊瑋、黃毅志，2011；劉正，2006；劉淑蓉，2007；Chin & Phillips, 2004; Crosnoe et al., 2004; Daley et al., 2005; Dinkelmann & Buff, 2016; Ebrahim & Reza, 2011; Ream & Palardy, 2008; Trusty, 2000; Y. Zhang, 2006)。

以下將本研究配對變項內容說明如次：

1. 性別

1為「男生」、0為「女生」，以類別變項處理。

2. 每星期參加課輔／補習／家教時間

第一波學生問卷「目前你每星期總共花多少時間參加校內外課業輔導、補習或家教？」題項，分別為「都沒有參加」、「不到4小時」、「4到8小時(不含8小時)」、「8到12小時(不含12小時)」、「12小時以上」共計五個類別，以「都沒有參加」為參考類別變項處理。

3. 家長參與學校活動／擔任家長委員／義工(以父或母親經常參與者)

第一波學生問卷「家長會不會參加你學校的活動，擔任家長會委員或義工？」題項，以「經常會」、「有時會」、「偶爾會」、「從來沒有」共計四個類別，以「經常會」為參考類別處理。

4. 自己教育期望

第一波學生問卷「你期望自己唸到何種程度？」題項，分別以「國中畢業」、「高

中、職畢業」、「專科、技術學院或科技大學畢業」、「一般大學畢業」、「研究所畢業」以及「沒想過或不知道」等共六項。共計六個類別，以「國中畢業」為參考類別處理。

5. 家庭每月總收入

以第一波家長問卷「您家裡每個月的總收入是多少？」題項，分別以「不到2萬元」、「2萬元～5萬元以下」、「5萬元～10萬元以下」、「10萬元～15萬元以下」、「15萬元～20萬元以下」與「20萬元以上」共計六個類別，以「不到2萬元」為參考類別處理。

6. 父母親教育程度(以父或母親教育程度最高者)

以第一波家長問卷「父母親(含繼父母、養父母)：教育程度」題項，分別以「國中或以下」、「高中職」、「專科、技術學院或科技大學」、「一般大學」、「研究所」共計五個類別，以「國中或以下」參考類別處理。

7. 補習花費

第一波家長問卷「請問他這學期的學業課外補習(包括請家教)，平均每個月花多少錢？」題項，分別以「沒有補習」、「1,000元以下」、「1,001～2,000元」、「2,001～3,000元」、「3,001～4,000元」與「4,001元以上」共計六個類別，以「沒有補習」為參考類別處理。

8. 一週批改作業與或考卷時間

第一波老師問卷「您通常一週花多少時間改作業或考卷？」題項，分別為「不到1小時」、「1到3小時(不含3小時)」、「3到5小時(不含5小時)」、「5到7小時(不含7小時)」、「7到9小時(不含9小時)」、「9小時

以上」共計六個類別，以「不到1小時」為參考類別變項處理。

9. 學校教學硬體設備

第一波老師問卷「學校與教學相關的硬體設備對您教學的影響」題項，分別以「都很有幫助」、「大部分有幫助」、「少部分有幫助」、「幾乎沒有幫助」共計四個類別，以「都很有幫助」為參考類別處理。

10. 一週上課後輔導課時間

第一波老師問卷「一週花多少時間幫學生上課後輔導課？」題項，分別為「沒有上課後輔導課」、「不到1小時」、「1到2小時(不含2小時)」、「2到3小時(不含3小時)」、「3到4小時(不含4小時)」、「4小時以上」共計六個類別，以「沒有上課後輔導課」為參考類別變項處理。

三、資料分析方法原理及步驟

若要能夠真實有效地估算就讀偏遠地區與一般地區學校數學表現之差異，最理想的方法是以隨機方式將學生分配至偏遠與一般地區學校進行實驗設計。如前述所言，在實際生活環境條件之下，將學生進行隨機化實驗研究有其困難度。因此，若以觀察性資料進行分析，就讀偏遠與一般地區學生個體會具有基準線之差異，以及有未觀察到的重要變項受到干擾影響，造成估算推論之偏誤。

傾向分數配對法原理是把配對變項相等或接近相等的條件控制於實驗組與控制組，亦即控制會影響因果效應的共變數(Rosenbaum & Rubin, 1983)，以進行比較兩組之平均效果的差異值。傾向分數配對法之優點，在於只需要一個傾向分數進行配對比較，比與眾多的配對數量之配對具有簡潔與方便性(Guo & Fraser, 2015)。

以本研究而言，假若將偏遠地區與一般地區學生依實驗設計方式分派來看，偏遠地區學生當成實驗組，一般地區學生為對照組，偏遠地區與一般地區則為實驗處理的場域，最後，兩個不同地區學生之數學分析能力測驗(數學表現)則為實驗處理的效應。本研究是在假設實驗處理下，將偏遠地區學生假若是一般地區學生，意思就是說，應用傾向分數配對法控制偏遠地區與一般地區國中生個體基準線之共變數相等或接近相等，以做為降低個體基準線差異性，避免樣本的選擇誤差。在此條件下，當偏遠地區學生假若是一般地區學生的時候，與一般地區學生學習成就是一樣的。因此，對於本研究目的之對象而言，就是偏遠地區學生假若是一般地區學生的數學表現ATT。

本研究資料分析步驟：首先以Logistic模型分析方式計算出傾向分數之後，以Kernel配對法對偏遠地區與一般地區國中生樣本進行配對。接著以t-test檢驗傾向分數配對法之後的樣本品質檢定，之後將配對完成樣本之第二波與第一波的數學分析能力測驗之差異分數，以Kernel配對法之區間線性迴歸配對法計算平均處理效果值ATT，最後，再以敏感度進行分析。敏感度分析主要是在確認平均處理效果值ATT估算的強韌度，以及選擇偏誤干擾的程度(李敦義，2011)。本研究使用的統計軟體STATA 12.0版本，在統計顯著性以.05做為檢定標準。

肆、研究結果與討論

一、偏遠與一般地區國中生數學分析能力測驗

表1為偏遠與一般地區國中生數學分析能力測驗分數統計結果，在還沒有進行控制學生個體基準線差異之條件下，七年級生(國一)

表1：偏遠地區與一般地區國中數學分析能力測驗平均數分析

	全部樣本 (N = 16,643)		偏遠地區 (N = 927)		一般地區 (N = 15,716)		平均數 差異	p值
	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差		
七年級數學分析能力測驗	49.998	8.000	44.751	7.223	50.308	7.937	5.557	< .001
九年級數學分析能力測驗	54.794	10.441	49.177	9.190	55.126	10.416	5.949	< .001

資料來源：本研究分析結果。

數學分析能力測驗平均數在偏遠地區與一般地區國中分別為44.751分與50.308分，平均數差異為5.557分，達顯著水準。而在九年級生(國三)數學分析能力測驗平均數，偏遠地區與一般地區國中學生分別為49.177分與55.126分，平均數差異為5.949分，亦達顯著水準。

僅就從平均數結果來看，在還沒有去控制學生個體基準線差異之條件，也就是未進行控制家庭社經及學校教育資源條件之下，偏遠地區國中數學分析能力測驗平均數明顯低於一般地區國中生。

二、偏遠地區與一般地區國中生樣本特性分析

表2為偏遠地區與一般地區國中生樣本特性描述統計分析結果。從表2得知，除了性別與家長參與學校活動／擔任家長委員／義工變項之外，其餘變項都有顯著性差異。大致而言，從樣本百分比來看，每星期參加課輔／補習／家教時間變項方面：都沒有參加，偏遠地區百分比高於一般地區；4到8小時(不含8小時)、8到12小時(不含12小時)與12小時以上，則是一般地區百分比高於偏遠地區。自己教育期望變項方面：高中／職與專科、技術學院或科技大學畢業，偏遠地區百分比高於一般地區；一般大學、研究所畢業則是一般地區百分比高於偏遠地區。家庭每月總收入變項方面：2萬元～5萬元以下，偏遠地

區百分比高於一般地區；5萬元～10萬元以下，一般地區百分比高於偏遠地區。

另外，父母親教育程度變項方面：國中或以下，偏遠地區百分比高於一般地區；專科、技術學院或科技大學、一般大學與研究所畢業，一般地區百分比高於偏遠地區。補習花費變項方面：沒有補習、1,001～2,000元，偏遠地區百分比高於一般地區；3,001～4,000元與4,001元以上，一般地區百分比高於偏遠地區。一週批改作業與或考卷時間變項方面：1到3小時(不含3小時)與3到5小時(不含5小時)，偏遠地區百分比高於一般地區；5到7小時(不含7小時)與9小時以上，一般地區百分比高於偏遠地區。學校教學硬體設備變項方面：都很有幫助，偏遠地區百分比高於一般地區；少部分有幫助與幾乎沒有幫助，一般地區百分比高於偏遠地區。一週上課後輔導課時間變項方面：1到2小時(不含2小時)與3到4小時(不含4小時)，偏遠地區百分比高於一般地區；沒有上課後輔導與2到3小時(不含3小時)，一般地區百分比高於偏遠地區。

從上述偏遠地區與一般地區國中生之樣本特質，發現有助於觀察找出導致解釋變異量選擇性偏誤。因此，若要估算就讀偏遠地區與一般地區是否會影響數學表現，則需控制這些基準線之差異性，避免影響評估數學表現之學習效應。

表2：研究樣本描述性統計摘要表

配對變項	全部樣本 (<i>N</i> = 16,643)		偏遠地區 (<i>N</i> = 927)		一般地區 (<i>N</i> = 15,716)		<i>p</i> 值
	<i>N</i>	(%)	<i>N</i>	(%)	<i>N</i>	(%)	
性別							.487
男生	8,523	51.2	485	52.3	8,038	51.1	
女生	8,120	48.8	442	47.7	7,678	48.9	
每星期參加課輔／補習／家教時間							< .001
都沒有參加	4,436	26.7	383	41.3	4,053	25.8	
不到4小時(不含4小時)	4,295	25.8	252	27.2	4,043	25.7	
4到8小時(不含8小時)	4,322	26.0	181	19.5	4,141	26.3	
8到12小時(不含12小時)	2,204	13.2	73	7.9	2,131	13.6	
12小時以上	1,386	8.3	38	4.1	1,348	8.6	
家長參與學校活動／擔任家長委員／義工							.473
經常會	1,240	7.5	74	8.0	1,166	7.4	
有時會	2,484	14.9	140	15.1	2,344	14.9	
偶爾會	4,341	26.1	244	26.3	4,097	26.1	
從來沒有	8,578	51.5	469	50.6	8,109	51.6	
自己教育期望							< .001
國中畢業	591	3.6	56	6.0	535	3.4	
高中／職畢業	1,903	11.4	166	17.9	1,737	11.1	
專科、技術學院或科技大學畢業	3,220	19.3	213	23.0	3,007	19.1	
一般大學畢業	3,664	22.0	165	17.8	3,499	22.3	
研究所畢業	4,160	25.0	142	15.3	4,018	25.6	
沒想過／不知道	3,105	18.7	185	20.0	2,920	18.6	
家庭每月總收入							< .001
不到2萬元	1,442	8.7	193	8.7	1,249	7.9	
2萬元～5萬元以下	6,918	41.6	534	41.6	6,384	40.6	
5萬元～10萬元以下	5,959	35.8	174	35.8	5,785	36.8	
10萬元～15萬元以下	1,515	9.1	18	9.1	1,497	9.5	
15萬元～20萬元以下	473	2.8	7	2.8	466	3.0	
20萬元以上	336	2.0	1	2.0	335	2.1	
父母親教育程度							< .001
國中或以下	5,542	33.3	492	53.1	5,050	32.1	
高中職	6,713	40.3	375	40.5	6,338	40.3	
專科、技術學院或科技大學	2,474	14.9	47	5.1	2,427	15.4	
一般大學	1,402	8.4	10	1.1	1,392	8.9	
研究所	512	3.1	3	0.3	509	3.2	
補習花費							< .001

表2：研究樣本描述性統計摘要表(續)

配對變項	全部樣本 (<i>N</i> = 16,643)		偏遠地區 (<i>N</i> = 927)		一般地區 (<i>N</i> = 15,716)		<i>p</i> 值
	<i>N</i>	(%)	<i>N</i>	(%)	<i>N</i>	(%)	
沒有補習	6,042	36.3	483	52.1	5,559	35.4	
1,000元以下	402	2.4	27	2.9	375	2.4	
1,001 ~ 2,000元	2,137	12.8	156	16.8	1,981	12.5	
2,001 ~ 3,000元	2,990	18.0	135	14.6	2,855	18.2	
3,001 ~ 4,000元	2,503	15.0	71	7.7	2,432	15.5	
4,001元以上	2,569	15.4	55	5.9	2,514	16.0	
一週批改作業與或考卷時間							< .001
不到1小時	178	1.1	14	1.5	164	1.0	
1到3小時(不含3小時)	2,062	12.4	245	26.4	1,817	11.6	
3到5小時(不含5小時)	3,702	22.2	248	26.8	3,454	22.0	
5到7小時(不含7小時)	3,883	23.3	55	5.9	3,828	24.4	
7到9小時(不含9小時)	2,841	17.1	178	19.2	2,663	16.9	
9小時以上	3,977	23.9	187	20.2	3,790	24.1	
學校教學硬體設備							< .001
都很有幫助	2,113	12.7	271	29.2	1,842	11.7	
大部分有幫助	6,734	40.5	400	43.1	6,334	40.3	
少部分有幫助	7,135	42.9	242	26.1	6,893	43.9	
幾乎沒有幫助	661	4.0	14	1.5	647	4.1	
一週上課後輔導課時間							< .001
沒有上課後輔導	3,441	20.7	150	16.2	3,291	20.9	
不到1小時	1,095	6.6	39	4.2	1,056	6.7	
1到2小時(不含2小時)	2,630	15.8	179	19.3	2,451	15.6	
2到3小時(不含3小時)	3,214	19.3	126	13.6	3,088	19.6	
3到4小時(不含4小時)	3,261	19.6	251	27.1	3,010	19.2	
4小時以上	3,002	18.0	182	19.6	2,820	17.9	

資料來源：本研究分析結果。

註：卡方檢定。

三、就讀偏遠地區與一般地區學生之影響因素分析

表3為就讀偏遠與一般地區國中生影響因素之邏輯斯迴歸分析結果。綜而言之，發現偏遠地區與一般地區學生有不同之差異點。在相關變項條件控制之下，與就讀偏遠地區國中生比較，一般地區國中生在個體特質大致傾向以父母親教育程度高、家庭每月總收入高、參加課輔／補習／家教時間多、較多的補習費用以及教師批改作業或考卷時間較多等。就整體分析結果來看，一般地區學生有較好的學習資源與家庭社經背景。

四、樣本配對前後品質檢定

本研究之樣本配對前後品質檢定結果如表4所示。在配對之前，一般地區國中生有效樣本數共計15,716筆，傾向分數平均值為.052；偏遠地區國中生有效樣本數共計927筆，傾向分數平均值為.119。偏遠地區與一般地區國中生樣本在配對前之標準偏誤為92.5%；此標準偏誤為評估變項於邊界分布距離的合適指標，為實驗組與完成配對前後的控制組樣本，於兩組變異數做平均平方根之百分比。另經由 t 檢定檢驗兩群樣本傾向分數平均數相差.067 ($t = 33.98, p < .05$)，達到顯著差異。此顯著差異，表示在配對之前，一般地區國中生與偏遠地區國中生之兩組樣本在個體基準線具有明顯性差異。

完成配對之後，一般地區國中生有效樣本數共計15,716筆，傾向分數平均值為.119；偏遠地區國中生有效樣本數共計927筆，傾向分數平均值為.119，配對成功率為100%，並且偏遠地區與一般地區國中生樣本在配對後的標準偏誤為0.0%，與配對之前的標準偏誤比較降低了100%。以 t 檢定檢驗兩群樣本傾向分數平均數相差.000 ($t = 0.00, p > .05$)，並無

顯著差異，顯示在配對之後，一般地區國中生與偏遠地區國中生樣本在個體基準線無顯著性差異。

另外，圖1為偏遠地區與一般地區國中生樣本在共同重疊區的傾向分數，值得注意的是兩個樣本的傾向分數分布情形具有明顯之不同差異，表示兩組之間具有不同之共變數分布(Rosenbaum & Rubin, 1983)，假若使用最小平方迴歸分析則忽略了未觀察資料的異質性，可能使結果產生偏誤(Anderson, 2013)。因此，本研究採用傾向分數配對法估算學生數學表現差異影響因素的原因，挑選出屬性一樣與最相似的個體條件作為對照組樣本，藉以減少在兩組樣本相關屬性的差異，避免選擇誤差與基準線的異質性(李敦義, 2011；譚克平, 2010)。

五、平均處理效果與敏感度分析

本研究運用傾向分數配對法以控制家庭及學校教育資源條件，分析偏遠地區與一般地區學生的數學表現差異比較。本研究應用Kernel配對法之局部線性迴歸分析，估算偏遠地區學生假若是一般地區學生的數學表現平均處理效果值ATT為何？若估算出來的ATT為正數時，表示偏遠地區學生假若是一般地區學生時，相較之下其數學表現將會變得比較好。

表5為數學分析能力測驗表現之平均處理效果與敏感度分析結果，估算數學表現平均處理效果值ATT為.545分，並且未達到差異顯著水準。表示偏遠地區國中生假若是一般地區國中生的話，若以成績100分為滿分，整體平均數學表現將增加.545分。

在敏感度分析檢驗方面，使用修整以及區間方式進行分析，修整的比例值依序設定為2%、5%與10%估算之後，ATT值分別

表3：就讀偏遠地區與一般地區學生影響因素邏輯斯迴歸分析結果

配對變項	偏遠地區 (N = 927) vs. 一般地區 (N = 15,716)				
	Coef.	Std.Err	Z	P > Z	[95% Conf. interval]
性別					
女生(參考)					
男生	0.025	.073	0.34	.730	[-.118, .168]
每星期參加課輔／補習／家教時間					
都沒有參加(參考)					
不到4小時(不含4小時)	-0.274	.097	-2.83	.005	[-.464, -.084]
4到8小時(不含8小時)	-0.374	.110	-3.38	.001	[-.591, -.157]
8到12小時(不含12小時)	-0.518	.148	-3.50	< .001	[-.809, -.228]
12小時以上	-0.748	.187	-3.98	< .001	[-1.116, -.379]
父母參與學校活動／擔任家長委員／義工					
經常會(參考)					
有時會	-0.233	.159	-1.46	.143	[-.546, .079]
偶爾會	-0.268	.147	-1.82	.068	[-.558, .020]
從來沒有	-0.522	.140	-3.73	< .001	[-.797, -.248]
自己教育期望					
國中畢業(參考)					
高中／職畢業	-0.026	.173	-0.15	.879	[-.367, .314]
專科、技術學院或科技大學畢業	-0.014	.172	-0.08	.933	[-.351, .322]
一般大學畢業	-0.219	.176	-1.25	.213	[-.564, .125]
研究所畢業	-0.187	.182	-1.03	.303	[-.544, .169]
沒想過／不知道	-0.113	.172	-0.66	.510	[-.451, .224]
家庭每月總收入					
不到2萬元(參考)					
2萬元～5萬元以下	-0.359	.098	-3.65	< .001	[-.552, -.166]
5萬元～10萬元以下	-0.956	.123	-7.77	< .001	[-1.197, -.715]
10萬元～15萬元以下	-1.430	.265	-5.40	< .001	[-1.949, -.910]
15萬元～20萬元以下	-1.205	.403	-2.99	.003	[-1.996, -.414]
20萬元以上	-2.673	1.012	-2.64	.008	[-4.657, -.689]
父母親教育程度					
國中或以下(參考)					
高中職	-0.172	.078	-2.21	.027	[-.326, -.019]
專科、技術學院或科技大學	-0.971	.165	-5.87	< .001	[-1.296, -.647]
一般大學	-1.611	.332	-4.85	< .001	[-2.263, -.959]
研究所	-1.578	.597	-2.64	.008	[-2.749, -.407]
補習花費					

表3：就讀偏遠地區與一般地區學生影響因素邏輯斯迴歸分析結果(續)

配對變項	偏遠地區 (N = 927) vs. 一般地區 (N = 15,716)				
	Coef.	Std.Err	Z	P > Z	[95% Conf. interval]
沒有補習(參考)					
1,000元以下	0.008	.219	0.04	.969	[-.421, .438]
1,001 ~ 2,000元	0.183	.110	1.65	.098	[-.034, .400]
2,001 ~ 3,000元	-0.160	.115	-1.38	.167	[-.386, .066]
3,001 ~ 4,000元	-0.507	.143	-3.53	< .001	[-.788, -.225]
4,001元以上	-0.591	.158	-3.74	< .001	[-.901, -.281]
一週批改作業與或考卷時間					
不到1小時(參考)					
1到3小時(不含3小時)	0.199	.298	0.67	.505	[-.386, .784]
3到5小時(不含5小時)	-0.363	.297	-0.122	.222	[-.946, .219]
5到7小時(不含7小時)	-1.969	.320	-6.15	< .001	[-2.598, -1.341]
7到9小時(不含9小時)	-0.535	.301	-1.78	.075	[-1.125, .054]
9小時以上	-0.602	.300	-2.01	.045	[-1.191, -.013]
學校教學硬體設備					
都很有幫助(參考)					
大部分有幫助	-0.830	.089	-9.25	< .001	[-1.006, -.654]
少部分有幫助	-1.350	.098	-13.67	< .001	[-1.543, -1.156]
幾乎沒有幫助	-1.987	.283	-7.00	< .001	[-2.543, -1.431]
一週上課後輔導課時間					
沒有上課後輔導(參考)					
不到1小時	-0.099	.190	-0.52	.603	[-.473, .275]
1到2小時(不含2小時)	0.411	.121	3.38	.001	[.172, .649]
2到3小時(不含3小時)	-0.070	.129	-0.54	.589	[-.323, .183]
3到4小時(不含4小時)	0.691	.113	6.09	< .001	[.469, .913]
4小時以上	0.439	.120	3.64	< .001	[.202, .675]
常數	0.134	.368	0.37	.714	[-.586, .856]
Log likelihood	-2,962.713				
LR χ^2 (40)	1,229.92				
Prob > chi2	< .001				
Pseudo R ²	.171				

資料來源：本研究分析結果。

表4：樣本配對前後品質檢定摘要表

		平均值		標準偏誤(%)	降低標準偏誤(%)	t-test	
		偏遠地區	一般地區			t值	P > t
傾向分數	配對前(unmatched)	.119	.052	92.5		33.98	< .001
	配對後(matched)	.119	.119	0.0	100.0	0.00	1.00

資料來源：本研究分析結果。

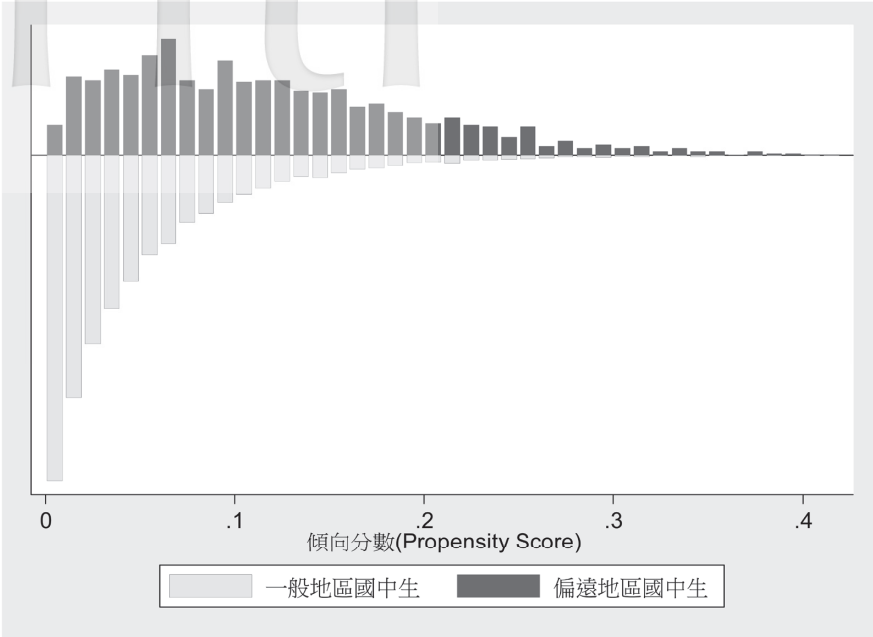


圖1：偏遠地區與一般地區國中生傾向分數分布圖

資料來源：本研究分析結果。

表5：數學分析能力測驗平均處理效果(ATT)與敏感度分析摘要表

	共同疊帶區樣本數(N)		學習成就差異
	偏遠地區	一般地區	
校正後平均數處理效果(ATT)			
(局部線性迴歸分析, llr BW = 0.06)	927	15,716	.545
敏感度分析			
各種不同修整(various trimming)			
2% (剔除18個樣本)	909	15,716	.528
5% (剔除46個樣本)	881	15,716	.501
10% (剔除92個樣本)	835	15,716	.438
各種帶寬(bandwidth specifications)			
(bandwidth) BW = 0.01	927	15,716	.538
(bandwidth) BW = 0.05	927	15,716	.549
(bandwidth) BW = 0.80	927	15,716	.555

資料來源：本研究分析結果。

註：偏遠地區為實驗組，一般地區為對照組。

為.528分、.501分以及.438分；設定區間寬度大小分為0.01、0.05與0.8三個區間估算之後，ATT值分別為.538分、.549分以及.555分。以數學成績100分為滿分，則ATT效果值介於.501分～.555分之間。經由修整以及區間方式的敏感度分析結果，所有的平均處理效果ATT值均未達到顯著水準，與運用傾向分數配對之Kernel配對法局部線性迴歸分析估算的ATT值(.545)並無太大差異性。因此，以Kernel配對法局部線性迴歸分析的ATT值，在統計估算分析的結果具有強韌度。

研究結果顯示，偏遠地區國中生，假若就讀一般地區，其數學分析能力測驗之數學表現整體平均數增加了.545分，且未達顯著差異。也就是說，本研究運用傾向分數配對法，控制了個體屬性共變數之後，就讀偏遠地區國中生在數學分析能力測驗之數學表現，並不會比一般地區的國中生來的低。

伍、結論與建議

通常在進行隨機化實驗處理，必須要排除組別間之樣本選擇偏誤(譚克平，2010)。本研究在反事實推論分析理論框架之下，係以觀察性資料進行分析評估偏遠地區與一般地區學生數學表現之差異比較。應用傾向分數配對法，擬定以一個假想實驗研究的設計，將偏遠地區國中生假若為一般地區國中生，利用控制學生個體基準線之差異性及自我選擇偏誤以求得精確之估算。

從前述研究結果與討論，歸納出以下結論：

首先，本研究進行描述性統計結果來看，當還未控制偏遠地區與一般地區學生之基準線差異時，例如文化資本、家庭經濟及教育資源變項。整體而言，就讀一般地區

國中生數學表現之平均數顯著高於就讀偏遠地區學生。本研究結果與過往許多研究指出，家庭經濟、社經地位及學校教育資源等因素，影響學習表現的結論一致(黃繼仁，2009；甄曉蘭，2007；簡良平，2010)。本研究結果亦符合大眾認為偏遠地區學生數學表現普遍不如一般地區學生來得好之既有印象與觀念。因此，就以偏遠地區整體資源來看，建議政府應該注意公平性與適足性經費與教育資源，同時關注正視偏遠地區家庭教育問題。例如L. C. Zhang與Sheu (2013)研究發現，偏鄉學校資源對數學成績的影響占31%，同時並指出，偏鄉家庭教育投資對數學成績的影響為29%。

另外，從過往國際大型調查研究之結果顯示，我國學生表現成績亮眼。然而，許添明與張熒書(2014)進一步分析發現，我國城鄉差距雙峰現象極為明顯，以2011年TIMSS之四年級與八年級數學與科學表現之城鄉差距均高於全球平均，四年級數學表現之差距為1.4倍(36.8分 vs. 26.8分)；八年級科學表現之差距為1.8倍(65.0分 vs. 36.3分)。而2011年之四組成績中，不論是數學或者科學表現評量結果，四年級或八年級位居於15,000人以下地區之偏遠學校與都會區的表現差距大(Martin, Mullis, Foy, & Stanco, 2012; Mullis, Martin, Foy, & Arora, 2012)，其研究結果與本研究描述性統計之結論一致。而對於未來的研究建議，則可嘗試以本研究之傾向分數配對法應用在國際大型評量調查資料，期能獲得更細緻之分析結果。

本研究應用傾向分數配對法降低標準偏誤與選擇偏誤之後，也就是控制了影響學生個體數學表現之條件，其整體平均處理效果值ATT為正數。顯示偏遠地區學生在數學表現能力與一般地區學生並無明顯之差異。對於以傾向分數配對法分析結果的發現，與過往

研究結果有不同之處，但是仍符合相關理論觀點支持以及合理的解釋，同時也是本研究在此議題所要嘗試回應之重點。以傾向分數配對法之研究結果來看，由於本研究以TEPS數學分析能力測驗分數進行分析，並不是例如以基本學力測驗分數，故僅能說明在相同條件情況之下，偏遠地區國中生在數學學習成長情形與活用數學知識能力表現並不低於一般地區國中生。因此，建議對於偏遠地區國中生應給予鼓勵及更正面的期待與關愛。

綜上結論，本研究提出以下學術及實務之貢獻：

本研究在探討偏遠地區與一般地區國中生之數學表現時考量其影響因素，以反事實分析運用傾向分數配對法進行個體基準線差異條件之控制，將個體條件控制在一樣及近

似相同條件下，估算學生在數學表現之差異情形。此與過往研究分析學生學習成就表現時，可能忽略考量教育資源的公平性與適足性以及家庭教育資源等因素，影響評估之精確性。

本研究以一個假想實驗研究的設計，對於難以施行實驗研究設計，提供了一個評估學習表現之實徵性研究，可做為未來研究以觀察性資料進行分析之參考方法。

最後，本研究雖力求嚴謹，仍有以下研究限制：

本研究以傾向分數配對法進行因果推論，其外在效度僅於配對成功的樣本。此外，本研究僅就TEPS資料庫之題項做分析，對於題項設定則難以涵蓋完整變項意義，無法推論於全體樣本，實為本研究之限制。

參考文獻

1. 王麗雲、甄曉蘭(2007)。臺灣偏遠地區教育機會均等政策模式之分析與反省。**教育資料集刊**，**36**，25-46
2. 巫有鎰(2007)。學校與非學校因素對臺東縣原、漢國小學生學業成就的影響。**臺灣教育社會學研究**，**7**(1)，29-67。
3. 李佩嫻、黃毅志(2011)。原漢族群、家庭背景與高中職入學考試基測成績、教育分流：以臺東縣為例。**教育科學研究期刊**，**56**(1)，193-226。
4. 李敦義(2010)。綜合高中分流政策對學生學習成就的影響。未出版之博士論文，國立政治大學教育研究所，臺北市。
5. 李敦義(2011)。綜合高中分流政策對學生學習成就的影響：以TEPS資料分析為例。**教育科學研究期刊**，**56**(2)，107-135。
6. 林志哲(2007)。以結構方程模式驗證期望、價值與數學成就的關係。**教育學刊**，**29**，103-127。
7. 林俊瑩、吳裕益(2007)。家庭因素、學校因素對學生學業成就的影響——階層線性模式的分析。**教育研究集刊**，**53**(4)，107-144。
8. 林慧敏、黃毅志(2009)。原漢族群、補習教育與學業成績關聯之研究——以臺東地區國中二年級生為例。**當代教育研究季刊**，**17**(3)，41-81。

9. 張芳全(2006)。影響數學成就因素探討——以臺灣在TIMSS 2003年的樣本為例。課程與教學季刊，9(3)，151-179。
10. 張苙雲(2011a)。臺灣教育長期追蹤資料庫：第一波(2001)、第二波(2003)、第三波(2005)、第四波(2007)資料使用手冊【公共使用版電子檔】。中央研究院調查研究專題中心學術調查研究資料庫【管理、釋出單位】。查詢日期：2016年7月11日，檢自<https://srda.sinica.edu.tw/group/scipgfdwn/11>
11. 張苙雲(2011b)。臺灣教育長期追蹤資料庫：資料使用手冊【2011.12.01版】、第一波(2001)國中學生問卷。中央研究院調查研究專題中心學術調查研究資料庫【管理、釋出單位】。查詢日期：2016年7月11日，檢自<https://srda.sinica.edu.tw/group/scipgfdwn/11>
12. 許崇憲(2010)。高中學生參加補習的情境決定因素及對學業成績的影響。教育與心理研究，33(3)，77-105。
13. 許添明、張熒書(2014)。十二年國民基本教育財務規劃的虛與實。教育科學研究期刊，59(1)，69-100。
14. 陳俊瑋、黃毅志(2011)。重探學科補習的階層化與效益：Wisconsin模型的延伸。教育研究集刊，57(1)，101-135。
15. 陳敏瑜、游錦雲(2013)。以TIMSS資料檢視能力信念與任務價值對臺灣八年級學生數學成就之影響。教育科學研究期刊，58(3)，153-186。
16. 陳淑麗、洪儷瑜(2011)。花東地區學生識字量的特性：偏遠小校——弱勢中的弱勢。教育心理學報，43(S)，205-225。
17. 陳麗珠、鍾蔚起、林俊瑩、陳世聰、葉宗文(2005)。國民小學教師合理授課節數與員額編制之研究。教育學刊，25，25-50。
18. 曾秋華、游錦雲、陳麗華(2014)。從內容與認知領域探究TEPS數學試題及學生表現。國教新知，61(1)，9-20。
19. 黃敏雄(2015)。學生數學表現的城鄉差異。教育研究集刊，61(4)，33-61。
20. 黃繼仁(2009)。教育機會均等議題與偏遠學校教育資源分配之探究——以一所國中特色課程的發展為例。課程與教學季刊，12(4)，31-62。
21. 楊孟麗、譚康榮、黃敏雄(2003)。臺灣教育長期追蹤資料庫：心理計量報告：TEPS 2001分析能力測驗(第一版)。中央研究院調查研究專題中心學術調查研究資料庫【管理、釋出單位】。查詢日期：2016年7月19日，檢自<https://srda.sinica.edu.tw/group/scipgfdwn/11>
22. 楊淑萍、林煥祥(2010)。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。科學教育學刊，18(6)，547-562。
23. 鄒慧英、江培銘(2012)。插補法在檢測試題差異功能的效果。測驗學刊，59(1)，1-32。
24. 廖培珊、江振東、林定香、李隆安、翁宏明、左宗光(2011)。葛特曼量表之拒答處理：簡易、多重與最鄰近插補法的比較。臺灣社會學刊，47，143-178。

25. 甄曉蘭(2007)。偏遠國中教育機會不均等問題與相關教育政策初探。教育研究集刊，53(3)，1-35。
26. 劉正(2006)。補習在臺灣的變遷、效能與階層化。教育研究集刊，52(4)，1-33。
27. 劉玉玲、沈淑芬(2015)。數學自我概念、數學學習策略、數學學業情緒與數學學業成就之研究——自我提升模式觀點。教育心理學報，46(4)，491-516。
28. 劉玉玲、薛岳(2013)。國中生數學學業自我概念及數學學習策略與數學學業成就之研究——自我提升模式觀點。課程與教學季刊，16(1)，179-208。
29. 劉淑蓉(2007)。中學科學與數學教師對學校環境知覺之比較研究。科學教育學刊，15(1)，53-72。
30. 簡良平(2010)。偏遠地區小學教師對弱勢社區環境之覺知及其教學回應。教育實踐與研究，23(2)，37-64。
31. 譚克平(2010)。隨機化試驗在教育研究中的應用。教育科學研究期刊，55(4)，69-95。
32. 關秉寅(2016)。國中讀前段班有差嗎？能力分班對學習成就影響的反事實分析。教育研究集刊，62(1)，1-33。
33. 關秉寅、李敦義(2010)。國中生數學補得愈久，數學成就愈好嗎？傾向分數配對法的分析。教育研究集刊，56(2)，105-139。
34. Anderson, D. M. (2013). The impact of HIV education on behavior among youths: A propensity score matching approach. *Contemporary Economic Policy*, 31(3), 503-527.
35. Becker, S. O., & Ichino, A. (2002). Estimation of average treatment effects based on propensity scores. *The Stata Journal*, 2(4), 358-377.
36. Carbonaro, W., & Covay, E. (2010). School sector and student achievement in the era of standards based reforms. *Sociology of Education*, 83(2), 160-182.
37. Cheung, C. S. S., & Pomerantz, E. M. (2011). Parents' involvement in children's learning in the United States and China: Implications for children's academic and emotional adjustment. *Child Development*, 82(3), 932-950.
38. Chin, T., & Phillips, M. (2004). Social reproduction and child-rearing practices: Social class, children's agency, and the summer activity gap. *Sociology of Education*, 77(3), 185-210.
39. Crosnoe, R., Johnson, M. K., & Elder, G. H. (2004). Intergenerational bonding in school: The behavioral and contextual correlates of student-teacher relationships. *Sociology of Education*, 77(1), 60-81.
40. Daley, T. C., Whaley, S. E., Sigman, M. D., Guthrie, D., Neumann, C. G., & Bwibo, N. (2005). Background and classroom correlates of child achievement, cognitive, and behavioural outcomes in rural kenyan schoolchildren. *International Journal of Behavioral Development*, 29(5), 399-408.
41. Dinkelmann, I., & Buff, A. (2016). Children's and parents' perceptions of parental support and

their effects on children's achievement motivation and achievement in mathematics. A longitudinal predictive mediation model. *Learning and Individual Differences*, 50, 122-132.

42. Ebrahim, K., & Reza, Z. (2011). Social and cultural capital: Underlying factors and their relationship with the school achievement of Iranian University students. *International Education Studies*, 4(2), 63-71.
43. Fan, W. (2012). Estimating the return to college in Britain using regression and propensity score matching. *Labour*, 26(1), 31-45.
44. Guo, S., & Fraser, M. W. (2015). *Propensity score analysis: Statistical methods and applications* (2nd ed.). Los Angeles, CA: Sage.
45. Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Foy, P., & Stanco, G. M. (2012). *TIMSS 2011 international results in science*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center.
46. Morgan, S. L., & Harding, D. J. (2006). Matching estimators of causal effects: Prospects and pitfalls in theory and practice. *Sociological Methods & Research*, 35(1), 3-60.
47. Morgan, S. L., & Winship, C. (2007). *Counterfactuals and causal inference: Methods and principles for social research*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
48. Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., & Arora, A. (2012). *TIMSS 2011: International results in mathematics*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center.
49. Pomerantz, E. M., Moorman, E. A., & Litwack, S. D. (2007). The how, whom, and why of parents' involvement in children's academic lives: More is not always better. *Review of Educational Research*, 77(3), 373-410.
50. Ream, R. K., & Palardy, G. J. (2008). Reexamining social class differences in the availability and the educational utility of parental social capital. *American Educational Research Journal*, 45(2), 238-273.
51. Rickles, J. H. (2011). Using interviews to understand the assignment mechanism in a nonexperimental study: The case of eighth grade Algebra. *Evaluation Review*, 35(5), 490-522.
52. Rosenbaum, P. R., & Rubin, D. B. (1983). The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. *Biometrika*, 70(1), 41-55.
53. Rubin, D. B. (1973). Matching to remove bias in observational studies. *Biometrics*, 29(1), 159-183.
54. Smith, J. A., & Todd, P. E. (2005). Does matching overcome LaLonde's critique of nonexperimental estimators? *Journal of Econometrics*, 125(1-2), 305-353.
55. Trusty, J. (2000). High educational expectations and low achievement: Stability of educational goals across adolescence. *The Journal of Educational Research*, 93(6), 356-365.
56. Wigfield, A., & Eccles, J. S. (2000). Expectancy-value theory of achievement motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 68-81.

57. Zhang, L. C., & Sheu, T. M. (2013). Effective investment strategies on mathematics performance in rural areas. *Quality & Quantity*, 47(5), 2999-3017.
58. Zhang, Y. (2006). Urban-rural literacy gaps in Sub-Saharan Africa: The roles of socioeconomic status and school quality. *Comparative Education Review*, 50(4), 581-602.

A Comparison of Differences between Mathematics Performance of Students in Remote and General Areas: A Propensity Score Matching Analysis

Chin-Wen Liao¹, Po-Wen Cheng^{2,*}, Yao-Tsung Chiang¹, Cheng-Jung Yu¹ and Yi-Cheng Shih¹

¹Department of Industrial Education and Technology, National Changhua University of Education

²National Chia-Yi Industrial Vocational High School

Abstract

In this study, propensity score matching were used to estimate the average treatment effects of studying in junior high schools, on mathematics performance. Specifically, this study compared the differences between of junior high school students in remote areas and general areas. We used data from 16,643 junior high school students from the first wave of 2001 (7th grade) and the second wave of 2003 (9th grade) from the Taiwan Education Panel Survey Data set. The results revealed the following significant findings: 1. When the differences between individual baselines was not controlled, the mathematics performance of students in remote areas is lower than that of students in general areas. This indicates that of the mathematics performance of junior high school students in remote and general areas differ. 2. When the differences between individual baselines were controlled, the mathematics performance of students in remote areas does not differ from that of students in general areas. Propensity score matching was used, the differences between individual baselines were controlled, detailed and accurate results can be obtained. Based on the findings, the implications for research and practice are discussed.

Key words: Taiwan Education Panel Survey, Remote Areas, Propensity Score Matching, Mathematics Performance

* Corresponding author: Po-Wen Cheng, cyivs1113@gmail.com