

研究紀要

補習數學有用嗎？ 一個「反事實」的分析

關秉寅 李敦義

關秉寅 國立政治大學社會學系副教授 (soci1005@nccu.edu.tw)、李敦義 國立政治大學教育研究所博士生 (duenji@yahoo.com.tw)。本論文曾發表於2007年台灣社會學會年會。作者感謝匿名審查人，以及前後兩屆編委會及主編的寶貴意見。如對本文有任何指教，請與第一作者聯絡。

收稿日期：2008/2/15，接受刊登：2008/12/12。

中文摘要

補習是學校教育體制外一種補充性或補救性的學習活動，被視為有利於教育成就取得的一種手段。本文主要研究目的在探討國三學生參與數學科補習是否有效、效用多大，以及什麼類型學生補習的效益最大等三個研究議題，為了回答這些議題，我們也會瞭解誰會去參與補習。

本文分析資料取自台灣教育長期追蹤資料庫（Taiwan Education Panel Survey，簡稱TEPS）第一波和第二波國中樣本資料，經整理後共得11,373個有效樣本數。運用邏輯迴歸，以及「傾向分數配對」（Propensity Score Matching）方法從事「反事實」的分析後發現：（一）除了社經背景因素外，學習環境愈佳和個人先備能力愈高者，愈可能在國三時參與數學補習；（二）數學補習有其正面功效，但對於國三參與補習者而言，其效果值並不大，約為0.125個標準差；（三）國三參加補習者中，如果補習的傾向分數越高、先備能力愈好，或是父母教育程度愈高者，其數學補習的平均效果比較小。

關鍵詞：補習、教育成就、教育階層化、反事實、傾向分數配對

**Effects of Cram Schooling on Math Performance:
A Counterfactual Analysis**

Ping-Yin Kuan

Department of Sociology, National Chengchi University

Duen-Yi Lee

Department of Education, National Chengchi University

Abstract

Private “cram schools” are prevalent throughout Taiwan, with students attending (or working with private tutors) after regular school hours to gain a competitive edge and to prepare for national high school and university entrance examinations. The authors address the issues of whether or not math cramming achieve the desired results, the strength of the average positive effect, and what kinds of students benefit the most and least from math cramming. In addition, we analyze factors influencing student participation in math cramming. Our data are taken from the 2001 and 2003 waves of the Taiwan Education Panel Study. We use propensity score matching to estimate the average treatment effect of math cramming on a sample of Taiwanese ninth grade students. Our findings indicate higher chances of participation in math cramming for students from families with higher socioeconomic status, who enjoy better learning environments, and who have better prior math ability. Overall counterfactual analysis results indicate that for the students in our sample, the average treatment effect of math cramming was positive but small (SD approximately 0.125). Our results also show negative correlations

between effects of math cramming and greater likelihood of attending cram school, higher parental education level and prior math ability.

Keywords: cram schooling, educational achievement, educational stratification, counterfactual, propensity score matching

一、前言

補習是台灣學生在求學過程中或多或少都曾有的經驗，補習興盛與否和升學競爭有緊密的關係，如同Stevenson 和Baker（1992）所指出，因為參與補習被認為有助於提高未來的教育取得、職業或收入，所以補習漸成為升學競賽中的一種常態性、體制化的手段。基於此，本文對於補習效用的基本立場是：雖然補習未必是有助於升學的萬靈丹，但因其已經被公認而且普遍被採用的一種合法性作法，且其可能的正面效益涉及了社會階層化及流動，因此我們應以力求客觀及科學的方式，來瞭解其對於學習成就的效果為何。

既然補習得到台灣大多數家長和學生普遍的認同與採用，那麼補習是否能在實證的基礎上證明有效？若有效，其效用有多大？若參與補習，什麼類型學生獲得的補習效益最大？這些大概是一般人最關心的議題，但回答這些問題並不是如大家想像中的容易。補習是否有效此一問題，涉及到因果推論，而從事因果推論最好的方式是透過嚴謹的實驗設計。換言之，如果我們能夠隨機選取及分派學生參加補習或不參加補習，然後比較其結果，此種實驗設計所得到的補習效果會比較正確。但明顯的是，研究者並無法如此做。也因為如此，如何處理那些會影響補習參與的內外因素，就成為了一個重要的課題。

目前補習效果的研究主要是屬於觀察研究（observational study），而非以實驗研究所得到的資料從事分析。以觀察研究所得的資料進行如迴歸分析等，時常會產生內生性（endogeneity）或自我選擇（self-selection）的問題，造成研究結果不精確的估計及因果推論（Wooldridge 2006）。以補習效果的議題來說，如果觀察到補習對學習成就有任何正面效果，有可能是因為參加補習的學生本來就不補習者

在學習動機或能力上不同，¹ 而不全是補習所帶來的效果。如果研究者無法適當的控制這些重要變項的話，則補習的效果可能會被嚴重高估。爲了克服利用觀察研究資料在因果推論上的困難，以反事實推論分析的架構來進行因果推論（counterfactual account of causality），以及應用依此架構所衍生出之統計方法來進行大規模調查資料分析的作法，已開始受到社會科學研究者的重視（Winship and Morgan 1999; Morgan and Winship 2007）。

二、文獻探討

（一）補習的定義與需求

補習雖然可能對學生的學習有幫助，但有識者認爲補習也會有戕害學生的身心發展、造成欠缺主動探索的學習能力、扭曲學校教育的本質，甚至造成階級再製而形成教育機會不均等的負面效果（Bray 2003）。在實然面上，從補習人數的逐年增加、學生參與補習時間的拉長、補習種類及內容的多元化、補習年齡層的往上往下延伸及補教事業近年來的蓬勃發展的現象來看（劉正 2006），在在說明了補習有其市場需求。雖然輿論對補習持著負面的看法，但爲人父母者還是讓自己的子

¹ 以「台灣教育長期追蹤資料庫」第二波公共使用版的資料爲例（N=13,247），當國中三年級學生被問到「如果可以自由選擇的話，你會主動參加校外的補習或家教嗎？」經加權估計後，回答「會」的人中，約有76%的人國三時有參加校外補習或家教，而回答「不會」者中，則約有38%的人參加補習或家教。因此，參加校外補習或家教的學生，在主動性或動機就比沒參加者高，而這也可能反映了參加補習者認爲補習有用的期待。

女利用課餘去補習，這種矛盾的現象應該與為人父母者，乃至於學生本身，認為補習有助於升學競爭的信念有關。

1. 何謂補習？

所謂「補習」，從學生的角度而言，是指正式學校教育外，依據學生學習需求並針對學科所進行的補充、補救教學，或者是針對升學準備所進行的學習指導。廣義的補習可包括校內放學後的課後輔導和校外的補習班或請家教。本研究中所界定的補習則是專指參與校外的補習班或請家教，未含校內放學後的課後輔導。具體而言，這類補習包含三個主要概念：一為正式學校教育外的延伸學習；其次，是一種需要付費的私人教育投資；第三，其主要目的在針對升學。從這三個概念加以延伸，對於補習者而言，補習象徵著家庭財務資本（孫清山、黃毅志 1996）及社會資本的延伸。此外，Lareau和Weininger（2003: 587）認為如將教育場域中的「文化資本」視為社會優勢階級能夠設定有利於其下一代的教育規範及標準的話，那麼父母以提供補習資源的方式，使他們的小孩在學校或教育場域中得以排除他人，或是高人一等的作法，也可看成是一種文化資本的提供。

2. 為何補習？

其一，中國古有「十年寒窗無人問，一舉成名天下知」明訓，透過科舉考試制度出人頭地的信念早已深植人心（Zeng 1999）。當前台灣教育體系繼續透過競爭性入學考試制度篩選學生或予以分流的作法，延續了科舉文化的價值信念，也構成了補習存在的環境（Stevenson and Baker 1992）。惡性補習的現象，雖為輿論所詬病，但是適時、適當地補習在某種程度上，則為社會大眾所接受。

其二，教育階層化的過程中，如何利用合法性的策略，為下一代厚植競爭優勢、爭取有利的教育位置，一直是教育社會學上關注的焦點。中、上層階級所採用的策略，經常隱而不顯地滲透到教育體制中，如學校的教育目標、課程設計、教育分流及升學考試制度等，這在資本主義的社會中更為明顯（Bowles and Gintis 1976）。高社經地位家庭除了在學校體制內爭取有利的位置及資源外，也會再藉由體制外的手段強化在體制內的優勢。在台灣社會中，補習就是一種體制外的合法性手段。當升學愈來愈競爭、社會愈來愈走向功績主義的社會時，中、上層階級就會愈採取一些體制外的手段以維持其階級優勢，這也會間接促成補習的盛行。

3. 誰會去補習？

要能評估補習的效用，必須先瞭解誰會去補習，以便控制如補習與不補習者在基準線上的差異，或自我選擇等因素所造成的偏誤。誰會去補習此一問題，可從能不能去補習及會不會去補習兩個層面來看。能不能去補習主要考量到能否支付額外的補習費用，這會與基準線差異有關。而會不會去補習則涉及到補習的意願、需求等因素，會與自我選擇有關。基本上，補習此一策略的採用及使用需求，會隨著家庭的經濟能力、所處的環境脈絡及學習者的學習需求而有所不同。若家庭、學校與學生本來就已具備較佳的升學競爭力，卻更進一步進行補習，那麼補習反映的是一種增強策略；反之，若因家庭教育資源較為欠缺、學校或班級的競爭力亦較弱，以及學生個人的升學競爭力也不佳，則補習反映的是一種補救的策略（Stevenson and Baker 1992）。理想上，補習應該是彌補學校正規教育的不足，或者針對弱勢或有學習需求的學生進行補救教學，但長期以來，台灣補習研究的發現是父母教育程度越高或社經地

位社經地位越高者，其子女參與補習的可能性愈高（見如孫清山、黃毅志 1996；江芳盛 2006；林大森、陳憶芬 2006；黃毅志、陳俊瑋 2008 等）。

目前台灣研究誰會去補習者，比較少討論的是在學生個人特性，如學習的動機或學習能力，以及家庭以外的學習環境因素，如學校或班級的競爭狀態等。這些因素可能也會影響學生是否參加補習，且也與基準線的差異，以及個人自我選擇的因素相關。但或許是因過往並未蒐集這方面的資料，故缺乏此方面的討論。

4. 補習何以會有效果？

那麼如何解釋補習可能有的效用呢？在過往教育學及教育社會學的文獻中，與補習效果有關的文獻至少有兩類。一類比較間接關聯的，是討論教學或學習時間與學習效果的文獻。另一類比較有直接關聯的，則為準備考試或教導考試技巧方面的文獻。前者的文獻主要是探討學校教學及學習時間對學習的影響，而對此方面最主要的論述之一是John Carroll於1963所提出的學校學習的模式（Model of School Learning）（Carroll 1963, 1989）。Carroll認為與學生在學校之學習成就有關的時間變項包括學生學習一項事情所需要的時間、提供學習的時間，以及學生學習一項事情所願意花的時間等。Carroll的模式說明時間與學習成就間的關係涉及了學生個人的能力、所獲得的機會以及個人的努力等因素。這三個學習時間的因素與學習成就關係的模式在實驗或是實際的教學環境的研究中得到了支持（如Gettinger 1985, Berliner 1990）。進一步的評估研究也顯示學校所提供學習的時間（allocated time），如學校每天上課的時間或每學年上課的天數等，與學習成就沒有關係或關係最小。學生實際參與學習的時間（engaged time）則與學習成就有些關係，

而學生實際能學習到東西的時間（academic learning time）則與學習成就的關係最大（Aronson, Zimmerman and Carlos 1999）。這些正式學校中學習時間的研究結果，雖與補習的關係較為間接，但如將補習視為學生參與學習及真正學習到東西之時間的延長，則我們可以藉此推論，補習或許會對學習有正面效果。

而與學校學習時間相關的另一類研究是學校放假對學習成就效果的影響，如Entwile、Alexander和Olson（1997）提出的「水龍頭理論」（the faucet theory），也可視為補習對於學習可能會有正面效用的一個最佳註腳。所謂水龍頭理論是：在校上課期間（春、秋季），學校教學就如水龍頭般，會對著每一位學童進行灌溉工作，因此不論社經地位的高低，學童都能雨露均霑，同時享受到各種教育資源，並使不同社經背景學童的學業表現落差維持穩定、不予擴大；但是學校一旦停課（寒暑假期間），則水龍頭（學校教學）便會關閉。低社經背景或是經濟不利的學童在寒暑假期間，會因家庭所能提供之文化、經濟和社會等資源（如參與各類才藝活動或旅遊）的不足，無法在學習上繼續成長。這理論說明了家庭因素在非在校學習期間，會逐漸拉大不同社經背景間學童的學業表現（王麗雲、游錦雲 2005）。雖然補習並非是正式教育的一部分，但補習的效用是在學校教育歇息或停止時，還能對學童的學習持續地進行澆灌，在學習上不致於產生中斷，所以在控制其它干擾因素的情況下，補習有助於學習的假設在學理上是成立的。

國外與補習有比較直接關聯的文獻是探討考試準備（coaching for test）或是教導考試技巧（test-wiseness）的文獻，但這類文獻所探討或研究的考試準備或是在學校中發生的，或是在校外的，且通常是比較短期的考試準備，與台灣所談的補習仍有一些差距。最接近台灣補習情況，應屬在校外準備與申請大學入學有關的標準化測驗，如Scholastic

Aptitude Test (SAT) (見Becker 1990)。Allalouf 和Ben-Shakhar (1998) 在探討參與如SAT測驗準備課程時，指出這類校外準備課程通常有三個部分：(1) 讓參與者熟悉測驗的關鍵要素，如測驗時間及試卷格式等；(2) 讓參與者熟悉測驗所包含的內容；(3) 讓參與者學習這類測驗的應考技巧，如不要花太多的時間在難的題目上等。這三個部分中的第二部分是與一般學校教導的比較接近，而其他兩部分則是與考試或測驗的瞭解及應考技巧的學習比較有關 (Brunner, Artelt, Krauss and Baumert 2007)。那麼在課餘時間準備如SAT這類的測驗有沒有用呢？Becker (1990) 在評估了23個研究報告與研究論文中的48個研究後，指出正式發表的論文顯示補習SAT會增加SAT的分數，但是不多，其中SAT-V (語言) 部分平均增加約0.09標準差的分數，而SAT-M (數學) 部分，則是增加約0.16個標準差的分數。Becker (1990) 也進一步指出，大多數這類研究的設計並不佳，並未考量自我選擇等因素的影響。而Briggs (2001) 以傾向分數的方法分析後，也發現補習對SAT分數影響也不大。

從過往與學習時間或考試準備的經驗研究文獻顯示，台灣學生參與補習是一種學習時間的增加，以及對考試內容及技巧的熟悉，因此我們可假設補習對學習成就能有正面影響。但由於學習成就是學生個人能力、努力、環境及機會等因素交互作用的結果 (Sørensen and Morgan 2000)，我們可以進一步的假設說，補習對於不同的學生會有不同程度的效用。同樣以灌溉的比喻來說，對於某些學生，如果灌溉的太多，或是應以不一樣的方式灌溉 (例如給予更多自我學習或同儕合作學習的時間，而非更多結構化授課的教學時間)，則補習可能就沒有效用，甚至會產生相反的效果 (見江芳盛 2006)。此外，有些學生的先備能力本來就比較好，已經學到該學的，因此多給予灌溉，也可能沒什麼效果。這

種對不同人可能會有不同因果效果的探究，可以進一步用以下反事實因果推論的架構以及相關的分析方法來討論。

（二）反事實推論和傾向分數配對的分析方法

過往國內有關補習效果研究就都是用觀察研究的資料及經常採用迴歸分析（李敦義 2006；林大森、陳憶芬 2006；孫清山、黃毅志 1996；章英華、伊慶春 2005；劉正 2006），這些分析方法往往必須假定研究者已經控制了能解釋參加補習與否的重要因素，並且沒有遺漏重要自變項的問題。但是通常觀察研究所得資料並無法掌握所有重要變項，或是所觀察的對象並非是隨機發生，因而經常會產生內生性或自我選擇的問題，造成研究結果不精確的估計及因果推論（Wooldridge 2006）。反事實分析的架構的優點是能明確的指出過往如迴歸分析無法充分掌握之不同團體在基準線上的差異（baseline difference）或是因果效果的異質性（heterogeneous causal effects），進而設法以如本論文介紹之傾向分數配對的分析法或長期追蹤資料的運用等，來處理自我選擇及未觀察變項的問題。

1. 反事實推論分析與因果推論²

從實驗的角度出發，反事實推論分析認為每一個體都存有兩種反應，一種是接受實驗處理（treatment）後的反應，另一種則是未接受實驗處理的反應，因此反事實推論分析又可稱為潛在結果模式（potential outcome model）。若以數學符號表示反事實推論分析，且只有接受及未

² 以下反事實推論分析之討論及公式主要是依據Winship和Sobel（2004），並參考Winship和Morgan（1999）以及Morgan和Harding（2006）等論文之討論。

接受實驗處理兩種情況時，其符號定義如下：

$D_i = t$ 表示 i 接受某一實驗處理，而 t 代表 **treatment**

$D_i = c$ 表示 i 未接受某一實驗處理，而 c 代表 **control**

Y_i 表示可觀察到 i 的反應結果

由於每個 i 都有兩個可能的結果，即 Y_i^t 及 Y_i^c ，因此估算每個個體真正的實驗處理效果，可用下列公式表示：

$$\delta_i = Y_i^t - Y_i^c \quad (1)$$

研究者實際上只能觀察同一個體接受或未接受實驗處理的反應，而無法同時觀察此兩種反應。凡是無法觀察到的潛在反應，即稱為反事實反應（counterfactual response）。雖然研究者可能關注的焦點是每個 i 接受和未接受實驗處理的效果，但因為只有 Y_i^t 或 Y_i^c 其中之一可被觀察到，針對 i 的實驗效果並無法直接估算出來。³ 在反事實推論分析的架構下，透過SUTVA（Stable Unit Treatment Value Assumption）假定，可將單位效果的概念類推到估算母群體的平均因果效果（average causal effects，簡稱ATE）。所謂SUTVA是指某個體接受實驗處理的效果，並不會受到其它個體接受或不接受實驗處理所影響。以補習為例作為說明的話，是指A學生補習或不補習後的效果，並不會受到其它學生是否補習所影響。

而母群體層次的平均處理效果（ATE）可用公式（2）表示如下：

³ Holland（1986）稱此情況為因果推論的基本問題（the fundamental problem of causal inference）。

$$\begin{aligned}
E[\delta] &= E[Y^t - Y^c] & (2) \\
&= E[Y^t] - E[Y^c] \\
&= \{ \pi E[Y^t|D=t] + (1 - \pi)E[Y^t|D=c] \} - \{ \pi E[Y^c|D=t] + (1 - \pi)E[Y^c|D=c] \} \\
&= \pi \{ E[Y^t|D=t] - E[Y^c|D=t] \} + (1 - \pi) \{ E[Y^t|D=c] - E[Y^c|D=c] \} \\
&= \pi E[\delta |D=t] + (1 - \pi) E[\delta |D=c]
\end{aligned}$$

以上公式顯示，如果我們能觀察到母群中每一個案都接受及未接受實驗處理的反應時，母群體層次的ATE是兩個效果的綜合，其中 $E[\delta |D=t]$ 稱為ATT (Average Treatment Effects on the Treated) (亦即 $E[Y^t|D=t] - E[Y^c|D=t]$ ，是指實驗組真正的平均處理效果)，而 $E[\delta |D=c]$ 則是ATU (Average Treatment Effects on the Untreated) (亦即 $E[Y^t|D=c] - E[Y^c|D=c]$ ，是指控制組真正的平均處理效果) (Rubin 1980；另見 Morgan and Winship 2007: 42-46)。當隨機分派到實驗組或控制組是不可能時，我們假定母群體中有一定比例 π (但研究者並不知道) 的人會選擇接受實驗處理，⁴ 則平均處理效果 $E[\delta]$ 可拆解成兩二部分，一部分是加權的ATT，另一部分則是加權的ATU。

若再透過代數運算重新安排公式 (2) 後，可得公式 (3)：

$$\begin{aligned}
E[Y^t|D=t] - E[Y^c|D=c] &= E[\delta] & (3) \\
&+ \{ E[Y^c|D=t] - E[Y^c|D=c] \} \\
&+ (1 - \pi) \{ E[\delta |D=t] - E[\delta |D=c] \}
\end{aligned}$$

⁴ 當樣本很大時，我們可以假定樣本中參與實驗處理者的比例是會收斂至 π 值。

從公式（3）可得知，在估算平均因果效果時，可能會有兩種偏誤來源：一為未接受實驗處理前實驗組和控制組的基準線差異（即 $E[Y^c|D=t] - E[Y^c|D=c]$ ），另一則為實驗組與控制組在平均處理效果上的差異（即 $E[\delta |D=t] - E[\delta |D=c]$ ），又稱為自我選擇偏誤（self-selection bias）。通常第二種偏誤經常被忽略掉，且許多研究者會假定 $E[\delta |D=t]$ 等於 $E[\delta |D=c]$ 。因為接受實驗處理者的自我選擇，造成其實驗處理效果與控制組不同，因此假定兩組的實驗效果相同並不合理。藉由控制其它共變數，如迴歸分析，或可減少第一種偏誤情形的產生，但卻無法減少第二種偏誤的發生。

當我們以實際資料來估算公式（2）時，資料中每一個個案只能用來估算實驗組的 $E[Y^t]$ （即 $E[Y^t|D=t]$ ），或是在控制組的 $E[Y^c]$ （即 $E[Y^c|D=c]$ ），而不能被用來估算其反事實的結果（即 $E[Y^t|D=c]$ 或 $E[Y^c|D=t]$ ），因為它們是無法觀察得到。若我們假定 $E[Y^t|D=t] = E[Y^t|D=c]$ （也就是假定如果控制組接受實驗處理的話，其效果與實驗組的平均處理效果相等）和 $E[Y^c|D=t] = E[Y^c|D=c]$ （也就是假定實驗組在未接受實驗處理的反應與控制組是相等的），然後再代入公式（2），可得公式（4）：

$$E[\delta] = E[Y^t | D=t] - E[Y^c | D=c] \quad (4)$$

若上述兩個假定成立時，公式（3）就會與一般以觀察研究資料從事分析所得到的平均處理效果相同。但 $E[Y^t|D=t] = E[Y^t|D=c]$ 和 $E[Y^c|D=t] = E[Y^c|D=c]$ 這個假定要能成立的話，其充分條件就是實驗處理要能隨機分派。當個案是否接受實驗處理為隨機時，則此實驗處理的分派方式就與實驗的結果之間互為獨立的。不然，估算公式（4）在估算平均因果

效果時，可能會有不一致或偏誤（bias）的情形發生。

雖然使用反事實推論的因果模式的統計方法，如PSM，可估算出ATE、ATT和ATU三種效果，但實務上進行實驗處理效果或政策分析時，關注的對象是接受實驗處理或政策影響的人，而非全體人員，所以ATT效果往往比ATE效果更受到研究者的關注。以本論文所關注的對象來說，就是參與國三數學補習學生的ATT。

2. 配對法和傾向分數（propensity score）

前述 $E[Y^1|D=t] = E[Y^1|D=c]$ 和 $E[Y^0|D=t] = E[Y^0|D=c]$ 這個兩個假定要能成立的話，其充分條件就是實驗處理要能隨機分派。但是在實際上進入實驗組或控制組不是隨機的情況下，如何使實驗處理的分派方式與實驗結果之間互為獨立呢？目前常用的方法之一是使用傾向分數配對法（propensity score matching）。傾向分數配對方法是建立在分層（stratification）的概念上。以觀察研究資料進行配對時，即使接受實驗處理者及不接受者並不相同，但我們假定其接受或不接受實驗處理的差異，可以被一組觀察到的變項Z完全解釋。在此假定下，我們可將個案在這組變項之性質相等或相近者進行分層配對，並假定在配對變項的條件下，各分層樣本中的個案是否接受實驗處理是隨機的。⁵ 使用配對法雖有優點，但也必須特別注意：（1）必須要使用成功配對的樣本進行

⁵ 將分層配對的變項組以Z代表，則分層配對後，我們可以假定 $E[Y^1|D=t, Z_i] = E[Y^1|D=c, Z_i]$ 和 $E[Y^0|D=t, Z_i] = E[Y^0|D=c, Z_i]$ 。當任一假定無法成立時，則無法得到ATT或ATU的一致性估算。以一般研究者關心的ATT為例，當確知接受實驗處理者有自我選擇的機制，例如參加補習者知道補習對他們有用，亦即 $E[Y^1|D=t, Z_i] = E[Y^1|D=c, Z_i]$ 之假定無效時，則只有ATT有一致性的估算，ATU或ATE則無（Morgan and Harding 2006；另見Morgan 2001）。

運算，無法配對的樣本就會被捨棄；（2）為了使估算出的結果沒有偏誤，其先決條件是實驗處理要能滿足ignorability假定，所謂ignorability是指是否接受實驗處理是可用被觀察到的 Z 來解釋，並在配對後使 Y_i 與 D 相互獨立，如此 Y^t 和 Y^c 會與實驗處理的分派互為獨立（Winship and Sobel 2004）。

與傳統實驗研究中使用的分層配對法不同的是，在樣本數有限時，使用傾向分數進行配對可將所有配對條件數（即可觀察到的用來預測接受實驗處理與否的共變數）化約成爲一個預測每一個案接受實驗處理與否（分派到實驗組）的機率 $P(Z)$ ，此機率爲傾向分數，而這個機率包含了所有配對條件的訊息，再拿這單一機率進行配對分層就相當容易。實際估算 $P(Z)$ 的方式是以是否接受實驗處理作爲依變項，使用可觀察到的共變數作爲自變項進行Logit或Probit分析，其估算出來的值就是 $P(Z)$ 的估算值。以 $P(Z)$ 進行配對就是PSM（Propensity Score Matching）。PSM的好處在於使得實驗組和控制組在所有配對的條件上達到平衡或接近。Morgan 和Harding（2006）以模擬資料比較傾向分數配對的分析方法及一般多元迴歸分析方法所得到的ATE估計值時，也證明了傾向分數配對方法的估計比較接近真正的平均處理效果。如前所述，如條件許可的話，傾向分數配對的分析法尚可有效的分別估計ATT及ATU，這是一般迴歸分析無法做到的。

實際從事PSM配對的運算方式主要有四大類（Morgan and Harding 2006）：（1）精確配對法（Exact Matching）；（2）最近鄰居配對法（Nearest Neighbor Matching）；（3）區間配對法（Interval Matching）；（4）Kernel配對法（Kernel Matching）。至於上述四種配對運算方式，何者配對品質最佳？Smith和Todd（2005）認爲Kernel配對法有較多的優點，因爲此配對法會考量到全部未實驗處理個案與實驗

處理個案的距離，而最近鄰居配對法則有較多缺點。Morgan 和Harding（2006）以模擬資料分析比較各種配對方法的結果也顯示Kernel配對法所得到的估計值偏誤最小（另見Morgan and Winship 2007: 109-114）。若以上述四種配對運算方式進行配對後，配對品質仍不佳時，除了將配對用的共變數進行交互作用外，還可以再結合Mahalanobis metric配對法使用。⁶

PSM分析法雖然在理論模式的發展上，很早就已經拓展到同時分析多種實驗處理（multiple treatments）的情況（如Imbens 1999; Lechner 1999），但是目前公開可供普遍使用且比較成熟的程式，則只能處理一個實驗處理的情況，在多種實驗處理的情況下，則需將不同的實驗處理配對來做分析。這是使用PSM分析法的限制，也是本篇論文的限制之一。

三、研究方法

（一）資料來源與變項處理

本研究資料來源，分別取自TEPS公開釋出之2001年第一波國中學生問卷、家長問卷和學生表現評量問卷資料及2003年第二波的國中學生問卷資料等四種資料，每一種資料來源的樣本數不同。在選取有效樣本上，首先合併第一波和第二波資料，其中第一波有13,978個樣本數，至第二波時流失731個樣本數，流失率為.05%；接著採整列剔除法，刪除

⁶ 各種估算傾向分數方法的方程式，除參考設計PSM程式的文獻外，如Abadie等人（2001）和Becker和Ichino（2002），請參考Morgan和Harding（2006）及Morgan和Winship（2007），此二文獻並依據模擬資料比較各種估算方法的結果。

數學表現、數學校外補習、數學先備能力、國中時是否上資優班和性別五個變項中有不合理值及缺失值者，剩餘的變項中若有不清楚、不合理值或缺失值者，一律以眾數取代，⁷以減少樣本的流失率，增加推論的效度，最後共得12,025個樣本（張荳雲 2004，2006a，2006b）。在進行PSM並設定common support的處理之後，最後可分析樣本數剩下11,373個，佔第一波13,978個樣本數的81.36%。另因資料來源並不相同，在變項處理上造成每一個變項未分析的樣本數不完全等同，分析與未分析樣本在各變項上的差異如表1分析樣本與未分析樣本描述統計摘要表所示。

選取國三樣本作為本研究分析的對象，主要考量國中學生到了國三時期會面臨到第一次教育分流（國中基測），考試壓力自然會倍增，家長對子女未來升學考試結果變得更為關心，此時許多家長及學生會選擇補習作為衝刺基測成績的最後手段。因為TEPS有兩波調查資料，兩波資料蒐集的時間點正好是樣本就讀國一上學期和國三上學期時，第一波資料可以作為樣本配對時的參考依據，第二波資料則包含研究者最為關注的因果變項：一個為是否參與數學科校外補習，另一個則是IRT3-P模式估算的國三數學或數字型分析能力。選取數學科校外補習作為本研究的主題，除了因為TEPS第二波資料提供了與數學補習豐富的資料外，也因為數學學科內容較為艱澀抽象，父母親自指導上較無能為力，數學科校外補習最能充分反應出補習的效果，且相關研究也指出數學能力會因獲得學校教育時間越長而增加（Moore and Smith 1987）。此外，

⁷ 我們曾經嘗試利用listwise deletion處理missing values，分析結果與本文的分析結果並沒有太大差異，且因去掉的樣本比例高達40%，影響到推論的效度，所以改採眾數插補法處理missing values。由於多數分析的變項為等級變項，其眾數也往往是中位數。

表1 分析樣本與未分析樣本描述統計摘要表

變項	TEPS變項名稱	分析樣本 (N=11373)		未分析樣本	
		Mean [#]	Std.Err.	Mean [#] (N ^{##})	Std.Err.
數學表現 (國三數學分析IRT分數, 以NCE分數表示)	w2m3p28c	64.564	29.858	52.335 (1713)	29.204
國三數學補習	w2s1102	.468	.499	.334 (1790)	.471
男生	w1s502	.504	.500	.548 (2586)	.498
花最多時間做功課的科目 (數學)	w1s111	.262	.440	.232 (2605)	.422
從小開始不會讓別的事耽誤功課	w1s535	2.067	.820	2.124 (2605)	.860
從小開始回家會複習功課	w1s536	2.292	.824	2.337 (2605)	.883
從小在學習遇到困難我會設法搞懂	w1s537	1.980	.756	2.038 (2605)	.813
數學問題總是令我頭痛	w1s550	2.163	.974	2.068 (2605)	.952
數學跟不上進度	w1tms1	2.275	.747	2.580 (2061)	.847
數學作業表現	w1tms3	3.489	.726	3.230 (2061)	.878
學科資優班	w1s507	.077	.267	.070 (2605)	.255
補數學是自己的意思	w2s1121	.736	.441	.485 (2605)	.500
補習經驗					
從未補習	w1s4282	.478	.500	.511 (2605)	.500
小五、六補	w1s4283	.101	.301	.113 (2605)	.317
國一補		.334	.472	.307 (2605)	.461
小五至國一有補		.087	.282	.069 (2605)	.253
數學先備能力 (國一數學分析IRT分數)	w1m3p29c	.076	.982	-.340 (2580)	1.000
父母親籍貫					
閩南人	w1faethn	.734	.442	.588 (2452)	.492
客家人	w1moethn	.116	.321	.104 (2452)	.305
大陸各省市		.117	.321	.091 (2452)	.288
原住民		.032	.177	.053 (2452)	.225
父母親教育程度					
國 / 高中畢業	w1faedu	.676	.468	.604 (2605)	.489
專科 / 大學畢業	w1moedu	.289	.453	.374 (2605)	.484
研究所畢業		.035	.184	.021 (2605)	.143
父母親職業					
專業或事務人員	w1faocc	.338	.473	.244 (2605)	.429
買賣或服務人員	w1moocc	.238	.426	.190 (2605)	.392
其它		.425	.494	.566 (2605)	.496

表1 (續) 分析樣本與未分析樣本描述統計摘要表

變項	TEPS變項名稱	分析樣本 (N=11373)		未分析樣本	
		Mean [#]	Std.Err.	Mean [#] (N ^{##})	Std.Err.
家庭每月總收入					
	不到2萬元	.092	.289	.169 (2452)	.375
	2萬元-5萬元 (不含5萬)	.412	.492	.422 (2452)	.494
	5萬元-10萬元 (不含10萬)	.356	.478	.292 (2452)	.455
	10萬元以上	.140	.347	.118 (2452)	.323
與雙親同住	w1s2021-w1s2023	.816	.388	.636 (2605)	.481
手足數目	w1s203-w1s206	1.773	1.285	1.738 (2516)	1.390
父母教育期望					
	國 / 高中畢業	.096	.294	.148 (2452)	.356
	專科 / 大學畢業	.654	.476	.658 (2452)	.475
	研究所畢業	.250	.433	.194 (2452)	.395
上私立學校	w1priv	.119	.323	.109 (2605)	.311
唸過好班或前段班	w2s444a2	.187	.390	.149 (2605)	.356
	w2s444a3				
班上讀書風氣興盛	w1s309	2.171	.834	2.233 (2605)	.882
我們班的成績算是好的	w1s315	2.379	.860	2.341 (2605)	.898
同學常在一起討論功課或唸書	w1s316	2.128	.780	2.170 (2605)	.831
同學間的學業競爭激烈	w1s317	2.840	.843	2.812 (2605)	.882
同學間常常討論升學的事	w1s318	2.680	.829	2.613 (2605)	.866
學校所在的地區別					
	鄉村	.050	.219	.136 (2605)	.343
	城鎮	.371	.483	.377 (2605)	.485
	都市	.579	.494	.486 (2605)	.500

[#] 表示平均數均為未加權的平均數。

^{##} 表示未分析之樣本數，因為合併。來源不同，某些變項的樣本數並不完全相等。

Becker (1990) 的研究也顯示，考試的準備對於數學的影響較大。

此外，雖然TEPS用來測量數學分析能力的測驗，主要是用來瞭解學生生活用數學知識的能力，且盡量避免受到課程的限制，但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，數學分析能力測驗的結果，一方面能反映出學生的學習能力，另一方面也能反映學生學習數學的成效。這類測驗雖然與學生未來升高中學測所接觸到受課程限制較多的測驗不盡相同，但其測驗的目的則是一致，且

因其能反映學生的學習能力及效果，因而十分適合本研究的需要。⁸ 以PSM方法從事分析，也正可面對一般調查無法直接觀察或測量如學習能力這類因素的問題。

（二）變項的定義與測量

本研究變項可分為兩大類，一類為本研究關注的因果變項，亦即國三數學補習（因）和國三數學表現（果）的變項；另一類則是作為配對用的變項，選取這一類的變項時必須符合PSM假定，亦即配對變項必須發生在實驗處理（國三數學補習）之前，且在學理或過去實證研究上發現會影響實驗處理的分派和實驗結果（Caliendo and Kopeinig 2008）。本研究有關配對用變項的選取，都有實證研究的基礎（林大森、陳憶芬 2006；孫清山、黃毅志 1996；章英華、伊慶春 2005；劉正 2006；Baker, Akiba, LeTendre and Wiseman 2001; Briggs 2001; Powers and Rock 1999; Stevenson and Baker 1992）。

1. 數學補習

數學補習是指國三時期是否參加數學科校外補習或請家教，並不包括校內放學後的課後輔導。此變項作為自變項使用時，以 1 為有參與補習和 0 為沒有參與補習等兩種類型的虛擬變項。

2. 數學表現

數學表現是指樣本在國三時利用IRT3-P模式估算的數學或數字型分

⁸ 根據TEPS研究小組的內部分析顯示，第二波TEPS數學IRT分數與追蹤到之基測成績的相關略高於0.8。

析能力，但為了解釋上的方便，再將IRT3-P模式估算出近乎常態分配的數學或數字型分析能力分數轉換為NCE（normal curve equivalent）分數，NCE分數是一種以平均數50，標準差21.06的標準分數，其分數範圍界於1-99之間，在很多方面看起來很像百分等級，也與目前國內學生學科成績計算方式較為接近，易於一般人所明瞭。

3. 配對用的變項

本研究共計選取27個變項作為配對時使用，而這27個變項分別與個人特性及學習特質、家庭環境及班級或學校氣氛與環境有關。其中個人學習特質和班級或學校氣氛這兩大類變項，是過去在探討補習效果研究中較少被使用的變項（參見如劉正 2006；Stevenson and Baker 1992）。當這些變項為類別變項，則以虛擬變項方式進行編碼。各大類包含的變項內容及編碼方式的說明如下。

屬於個人特性及學習特質部分包括：

- (1) 性別：1為男生、0為女生，以類別變項處理。
- (2) 個人學習特質，包含：
 - A. 花最多時間做功課的科目：1為數學科、0為非數學科，以類別變項處理。
 - B. 從小開始不會讓別的事耽誤功課：1為非常符合、2為符合、3為不符合和4為非常不符合，視為連續變項處理。
 - C. 從小開始回家會複習功課：同前題編碼方式。
 - D. 從小在學習遇到困難我會設法搞懂：同前題編碼方式。
 - E. 數學問題總是令我頭痛：同前題編碼方式。
 - F. 數學跟不上進度：進度超前為1、跟不上進度為2、跟不上進度為3和完全跟不上進度為4，視為連續變項處理。

- G. 數學作業表現：總是遲交為1、經常遲交為2、偶爾遲交為3和從未遲交為4，視為連續變項處理。
- H. 國中時是不是上資優班：學科資優班為1、非學科資優班為0，以類別變項處理。
- I. 補習數學的意願：1為補習數學是自己的主意、0為補習數學不是自己的，而是父母等其他人的主意，以類別變項處理。

(3) 補習經驗：根據TEPS第一波詢問國小五、六年級和國一以後補習經驗的兩個問題，建構出小五至國一有補、國一補、小五六補及從未補習等四個類別變項，並以小五至國一有補習為參考類別。

(4) 數學先備能力：指國一時利用IRT3-P模式估算的數學或數字型分析能力，以連續變項處理。

屬於家庭背景方面的變項包括：

(1) 父母親籍貫：根據TEPS第一波中父親及母親籍貫的兩個變項，建構出閩南人、客家人、大陸各省市和原住民等四個類別變項，以閩南人為參考類別。

(2) 家庭社經地位，包含三個主要變項：

- A. 父母親教育程度：根據TEPS第一波中父母教育程度兩個變項中教育程度較高者，建構出國/高中畢業、專科、技術學院或科技大學畢業/一般大學畢業、研究所畢業三個類別變項，以國/高中畢業為參考類別。
- B. 父母親職業：根據TEPS第一波中父母職業類別的兩個變項建構出專業或事務人員（包括學校教師、公務員、律法醫工程會計師、專業技術人員和業務或事務人員等五個類別）、買賣或服務人員和其它等三個類別變項，以其他類為參考類別。
- C. 家庭每月總收入：分成不到2萬元、2萬元至5萬元（不含5

萬)、5萬元至10萬元(不含10萬)和10萬元以上等四個類別變項,以不到2萬為參考類別。

(3) 家庭結構:根據TEPS第一波詢問家中同住的人為誰的變項,建構出1為與雙親同住、0為不與雙親同住等兩個類別變項,以與不與雙親同住者為參考類別。

(4) 手足數目:根據TEPS第一波中兄弟姊妹人數的四個變項,建構出手足數目,並利用是否與兄弟姊妹同住、有幾位18歲或以下的兄弟姊妹數、爸媽是否偏心,以及兄弟姊妹間相處情況等九個變項的答案建構出一個邏輯變項,⁹以檢證若此一變項中不合邏輯者,若不合邏輯者則以眾數取代。

(5) 父母期望子女的教育程度:編碼為國/高中畢業、專科、技術學院或科技大學/一般大學畢業和研究所畢業等三個類別變項,以期待國/高中畢業者為參考類別。

屬於班級及學校氣氛與環境的變項包括:

(1) 班級或學校氣氛與環境,包含下列七個變項:

- A. 學校的公私立別:0為公立、1為私立,以類別變項處理。
- B. 班級屬性:根據TEPS第二波詢問學生是否唸過前段班等三個變項,以國三時有沒有唸過前段班或是好班作為測量依據,建構出1為有、0為沒有兩個類別變項。
- C. 班上讀書風氣興盛:1為非常不同意、2為不同意、3為同意、4為非常同意,視為連續變項處理。
- D. 我們班的成績算是好的:1為非常符合、2為符合、3為不符合和4為非常不符合,視為連續變項處理。

⁹ 此九個變項在第一波TEPS資料的變項名稱為w1s207、w1s2025、w1s244及w1s245至w1s250。

E. 同學常在一起討論功課或唸書：同前題編碼方式。

F. 同學間的學業競爭激烈：同前題編碼方式，視為連續變項處理。

G. 同學間常常討論升學的事：同前題編碼方式，視為連續變項處理。

(2) 學校所在地區別：分為鄉村、城鎮、都市等三個類別變項，以鄉村為參考類別。

(三) 統計分析

1. 統計軟體與程式

本文採用STATA 8.0統計軟體中Leuven和Sianesi (2003) 所研發的PSMATCH28程式進行PSM和反事實分析。另外尚有Abadie等人 (2001) 和Becker和Ichino (2002) 等，也有研發出相關的程式。Morgan和Harding (2006) 比較不同軟體程式和配對運算方式後，發現使用不同的軟體程式及配對運算方式進行反事實分析時，所得結果會略有不同 (另見Morgan and Harding 2006)。

2. 分析方法與流程

首先，將是否參與數學校外補習作為依變項，以27個配對用的變項作為自變項，進行PSM以估算出傾向分數；其次，若配對品質不佳時，將估計出的傾向分數加入共變數中，再進行一次Mahalanobis metric配對，而配對的方法為Kernel配對法，並做common support的限制；第三，進行配對品質的評估；¹⁰ 最後，將估計的傾向分數由小到大分為五

¹⁰ 所有的配對變項再經過一次Mahalanobis metric配對之後，有無參與數學學習補習在

層、父母親教育程度由低到高分為三層及數學先備能力由低到高分為五層，分別估算出ATT，並與傳統的迴歸分析做比較。

四、研究發現

(一) 影響參與數學補習與否的因素¹¹

表2呈現的是各類配對變項如何影響學生國三時是否會參加數學科校外補習。其中Model 1是以一般研究補習時可能考慮到的自變項所組成的（參見劉正 2006）。Model 2至Model 5則是觀察學生個人特質、班級與學校環境特性，以及數學先備能力等過往此類研究比較少有的變項，分別及一起加入邏輯迴歸（logistic regression）分析模式後，以探索其對於國三學生參加補習傾向的影響為何，並藉以控制學生參與數學補習在基準線上的差異。從表2是否參與數學補習之邏輯迴歸分析Model 5得知，在控制其它相關變項的情況下，如學生為女生、與雙親同住、高父母社經地位、高父母教育期望、手足人數少、非原住民、就讀公立學校，以及學校所在地位在都市化程度較高的地區等，都會增加補習的可能性。此外，具有先備能力較佳、花最多時間做功課的科目是數學科、班上讀書風氣不盛、學業競爭激烈程度高、有持續補習經驗、補數學是自己的主意、回家會複習功課、不常與同學討論一起討論功課或作業、數學跟得上進度，或是數學作業表現佳等傾向者，愈可能會參與補習。表2也發現一些比較特別之處，如先前有補習經驗者，其國三補數學的可

各配對變項上的差異都未達 $p \leq .05$ 顯著水準，表示配對品質良好。

¹¹ 限於篇幅，有興趣得知OLS各分析模式的詳細結果者，請向作者索取。

表2 是否參與數學補習之邏輯迴歸分析 (N=11373)

變項	Model 1			Model 2		
	Coefficient (Odds Ratio)	Std.Err.	z	Coefficient (Odds Ratio)	Std.Err.	z
男生	-.054(.947)	.040	-1.35	-.072(.930)	.042	-1.73
花最多時間做功課的科目(數學)	.165(1.179)***	.046	3.62	.159(1.172)***	.045	3.55
從小開始不會讓別的事耽誤功課				-.043(.958)	.029	-1.46
從小開始回家會複習功課				-.095(.901)**	.030	-3.14
從小在學習遇到困難我會設法搞懂				.005(1.005)	.031	0.15
數學問題總是令我頭痛				.068(1.071)***	.021	3.20
數學跟得上進度				-.587(.556)***	.033	-18.01
數學作業表現				.110(1.117)***	.032	3.40
學科資優班				-.035(.966)	.074	-0.47
補數學是自己的意思				-.716(.489)***	.046	-15.67
補習經驗						
從未補習	-.893(.409)***	.076	-11.72	-.951(.386)***	.075	-12.60
小五、六補	-.354(.702)***	.094	-3.74	-.404(.523)***	.093	-4.33
國一補	-.609(.544)***	.078	-7.82	-.649(.077)***	.077	-8.40
父母親籍貫						
客家人	-.013(.987)	.064	-0.21			
大陸各省市	-.047(.954)	.064	-0.74			
原住民	-.763(.466)***	.148	-5.16			
父母親教育程度						
專科 / 大學畢業	.249(1.283)***	.051	4.90			
研究所畢業	-.250(.779)*	.120	-2.09			
父母親職業						
專業或事務人員	.214(1.238)***	.053	4.04			
買賣或服務人員	.113(1.119)*	.052	2.17			
家庭每月總收入						
2萬元-5萬元(不含5萬)	.467(1.595)***	.083	5.64			
5萬元-10萬元(含10萬)	.829(2.292)***	.086	9.59			
10萬元以上	1.018(2.770)***	.101	10.11			
與雙親同住	.362(1.436)***	.055	6.55			
手足數目	-.110(.896)***	.018	-6.22			
父母教育期望						
專科 / 大學畢業	.616(1.851)***	.079	7.77			
研究所畢業	.953(2.593)***	.089	10.75			
上私立學校	-.510(.600)***	.063	-8.08			
唸過好班或前段班						

班上讀書風氣興盛
 我們班的成績算是好的
 同學常在一起討論功課或唸書
 同學間的學業競爭激烈
 同學間常常討論升學的事
 學校所在的地區別

城鎮	.336(1.400)**	.107	3.16
都市	.579(1.785)***	.106	5.45

數學先備能力

常數項	-1.410***	.165	-8.56	2.191***	.202	10.85
Log likelihood	-7155.347		-7288.171			
LR χ^2 (df)	1408.36 (22)		1142.71 (13)			
Pseudo R ²	0.090		0.073			

表2 (續1) 是否參與數學補習之邏輯迴歸分析 (N=11373)

變項	Model 3			Model 4		
	Coefficient (Odds Ratio)	Std.Err.	z	Coefficient (Odds Ratio)	Std. Err.	z
男生	-.086(.918)*	.043	-1.99	-.082(.922)	.044	-1.87
花最多時間做功課的科目(數學)	.108(1.114)*	.046	2.33	.127(1.135)**	.047	2.72
從小開始不會讓別的事耽誤功課	-.058(.944)	.030	-1.89	-.052(.950)	.031	-1.68
從小開始回家會複習功課	-.079(.924)*	.031	-2.53	-.072(.930)*	.032	-2.26
從小在學習遇到困難我會設法搞懂	.039(1.040)	.033	1.21	.038(1.039)	.033	1.15
數學問題總是令我頭痛	.039(1.040)	.022	1.76	.034(1.035)	.022	1.54
數學跟得上進度	-.424(.654)***	.034	-12.32	-.432(.649)***	.035	-12.41
數學作業表現	.119(1.126)	.034	3.54	.114(1.121)***	.034	3.38
學科資優班	-.110(.896)	.076	-1.43	-.047(.955)	.079	-0.59
補數學是自己的意思	-.790(.454)***	.048	-16.62	-.803(.448)***	.048	-16.75
補習經驗						
從未補習	-.819(.441)***	.077	-10.60	-.824(.439)***	.078	-10.56
小五、六補	-.283(.753)**	.096	-2.95	-.305(.737)**	.097	-3.15
國一補	-.556(.574)***	.079	-7.03	-.547(.579)***	.080	-6.87
父母親籍貫						
客家人	-.070(.933)	.064	-1.09	.008(1.007)	.066	0.12
大陸各省市	.035(1.036)	.065	0.53	-.011(.989)	.066	-0.17
原住民	-.857(.424)***	.148	-5.80	-.737(.479)***	.150	-4.91

父母親教育程度							
專科 / 大學畢業	.223(1.250)***	.052	4.31	.210(1.234)***	.052	4.01	
研究所畢業	-.257(.773)*	.121	-2.12	-.318(.727)**	.122	-2.60	
父母親職業							
專業或事務人員	.207(1.23)***	.054	3.83	.186(1.205)***	.054	3.42	
買賣或服務人員	.138(1.148)**	.053	2.61	.100(1.105)	.054	1.86	
家庭每月總收入							
2萬元-5萬元 (不含5萬)	.472(1.603)***	.084	5.59	.466(1.594)***	.085	5.47	
5萬元-10萬元 (含10萬)	.824(2.280)***	.088	9.37	.823(2.277)***	.089	9.25	
10萬元以上	1.008(2.74)***	.102	9.90	1.036(2.82)***	.104	10.00	
與雙親同住	.265(1.303)***	.057	4.68	.268(1.307)***	.057	4.68	
手足數目	-.102(.903)***	.018	-5.62	-.093(.911)***	.018	-5.08	
父母教育期望							
專科 / 大學畢業	.537(1.712)	.082	6.58	.526(1.692)***	.082	6.39	
研究所畢業	.742(2.100)	.092	8.08	.747(2.111)***	.093	8.05	
上私立學校							
唸過好班或前段班				-.549(.578)***	.065	-8.44	
班上讀書風氣興盛				-.105(1.111)***	.025	4.17	
我們班的成績算是好的				-.001(.999)	.026	-0.05	
同學常在一起討論功課或唸書				.064(1.066)*	.031	2.08	
同學間的學業競爭激烈				.106(.900)***	.027	-3.83	
同學間常常討論升學的事				.003(1.003)	.028	0.10	
學校所在的地區別							
城鎮				.399(1.490)***	.110	3.63	
都市				.688(1.990)***	.110	6.27	
數學先備能力							
常數項	.400	.240	1.67	-.274	.279	-0.98	
Log likelihood	-6940.692			-6859.6238			
LR χ^2 (df)	1837.67 (27)			1999.80 (36)			
Pseudo R ²	0.117			0.127			

表2 (續2) 是否參與數學補習之邏輯迴歸分析 (N=11373)

變項	Model 5		
	Coefficient (Odds Ratio)	Std. Err.	z
男生	-.086(.917)*	.043	-1.97
花最多時間做功課的科目(數學)	.123(1.131)**	.047	2.64
從小開始不會讓別的事耽誤功課	-.057(.945)	.031	-1.84
從小開始回家會複習功課	-.083(.920)**	.032	-2.61
從小在學習遇到困難我會設法搞懂	.055(1.057)	.033	1.66
數學問題總是令我頭痛	.011(1.011)	.023	0.48
數學跟得上進度	-.362(.697)***	.037	-9.79
數學作業表現	.101(1.107)**	.034	2.98
學科資優班	-.080(.923)	.079	-1.01
補數學是自己的意思	-.826(.438)***	.048	-17.12
補習經驗			
從未補習	-.804(.448)***	.078	-10.30
小五、六補	-.276(.759)**	.097	-2.84
國一補	-.531(.588)***	.080	-6.66
父母親籍貫			
客家人	.016(1.016)	.066	0.24
大陸各省市	-.011(.989)	.066	-0.17
原住民	-.665(.514)***	.150	-4.41
父母親教育程度			
專科/大學畢業	.187(1.205)***	.053	3.55
研究所畢業	-.357(.699)***	.123	-2.91
父母親職業			
專業或事務人員	.174(1.191)***	.055	3.19
買賣或服務人員	.089(1.093)	.054	1.66
家庭每月總收入			
2萬元-5萬元(不含5萬)	.464(1.590)***	.085	5.44
5萬元-10萬元(含10萬)	.815(2.259)***	.089	9.14
10萬元以上	1.019(2.77)***	.104	9.82
與雙親同住	.243(1.275)***	.058	4.22
手足數目	-.084(.919)***	.018	-4.59
父母教育期望			
專科/大學畢業	.475(1.608)***	.083	5.72
研究所畢業	.659(1.932)***	.094	6.98
上私立學校	-.591(.554)***	.066	-9.03
唸過好班或前段班	-.025(.975)	.054	-0.47

班上讀書風氣興盛		-.103(1.108)***	.025	4.06
我們班的成績算是好的		-.001(.999)	.026	-0.05
同學常在一起討論功課或唸書		.062(1.064)*	.031	2.00
同學間的學業競爭激烈		.095(.909)***	.028	-3.44
同學間常常討論升學的事		-.011(.989)	.028	-0.38
學校所在的地區別				
	城鎮	.368(1.446)***	.110	3.35
	都市	.636(1.889)***	.110	5.77
數學先備能力		.161(1.175)***	.029	5.59
常數項		-.189	.280	-0.68
Log likelihood			-6843.948	
LR χ^2 (df)			2031.15 (37)	
Pseudo R ²			0.129	

*P<.05 **P<.01 ***P<.001 (雙側考驗)

能性較低；父母教育程度為研究所者，其子女參與國三補習的可能性也較低等。這些發現是否意味者國三補數學者的確有較高的比例是被強迫的，或是父母有很高的教育程度時，教養方式比較重視子女的自主發展？這些發現的理由為何，實仍有待進一步的研究。

針對影響參與數學補習與否的因素，表2中Model 1的研究發現與劉正（2006）的研究結果大致吻合，其他分析模式則進一步顯示是否參與補習除了受到家庭社經背景所影響外，與個人特質及環境因素也有正向的關聯。

（二）參加數學補習者的平均處理效果（ATT）

為了瞭解以PSM分析方法與用OLS迴歸分析法對補習效果的估計可能有何不同，表3呈現了包括依次納入不同組解釋變項（也就是配對變項）後，數學補習對數學表現效果估計值的摘要。¹² 由表3可知，若

¹² 附錄1呈現以OLS迴歸分析得到之各模型的國三補習數學平均處理效果。

不控制其它因素的情況下（OLS Model 1），補習者比起未補習者在IRT3-P模式估算的數學或數字型分析能力轉換為NCE分數上多出11.328分，也就是如果一般測驗類似NCE的滿分約為100分時，補習者比沒補習者平均多約十分之一的分數。這個沒有考量其它解釋因素且相當明顯的補習效果，或許就如同社會上一些人所知覺到補習效益，並以爲此一明顯的補習與不補習的差距是完全由補習所造成的。

表3 數學補習平均處理效果在OLS與PSM的差異 (N=11373[#])

變 項	OLS Model 1	PSM Model 1 ^{###}			Difference between OLS and PSM (ATE)
		ATE	ATT	ATU	
Model 1：國三數學補習	11.328*** (.380) ^{##}	---	---	---	---
Model 2：國三數學補習 + 表2 Model 1的自變項	5.795*** (.355)	5.903	5.360	6.379	- 0.108
Model 3：國三數學補習 + 表2 Model 2的自變項	6.571*** (.329)	6.751	5.889	7.509	- 0.180
Model 4：國三數學補習 + 表2 Model 3的自變項	3.720*** (.316)	3.828	2.910	4.645	- 0.108
Model 5：國三數學補習 + 表2 Model 4的自變項	3.757*** (.313)	3.817	3.044	4.504	- 0.060
Model 6：國三數學補習 + 表2 Model 5的自變項	2.784*** (.264)	2.922	2.639	3.176	- 0.138

[#] 為了比較OLS和PSM的不同，本表分析的樣本數以可分析的樣本數（with common support）為準，與最大樣本數的分析結果差異不大。

^{##} 括號內的數字表示估計標準誤。

^{###} 因為缺少配對變項，所以無法進行ATE、ATT及ATU的估算。

表3進一步顯示，除了Model 2和Model 5外，隨著控制變項的增加，無論是OLS或PSM的模式對全部樣本所估計的平均補習效果值（ATE）原則上呈現出遞減現象，且PSM模式所估計的效果值均略高於OLS模式。此外，表3也顯示利用PSM可進一步瞭解補習者若不補習的話

(ATT)，以及不補習者若補習的話(ATU)，其平均補習效果為何。由PSM估計的ATT及ATU間的差異，可看出國三補習數學的效果對於實際上沒有補習者會大過實際上補習者，兩者相差約1到1.7分。此外，不論是PSM所估計的ATE或OLS的估計，均高於PSM所估計的ATT，而低於PSM所估計的ATU。因此，當限定在比較實際參加補習者的補習效果時，也就是以OLS迴歸的分析結果來推論ATT的話，即使OLS迴歸納入所有資料中可觀察到的重要共變項，仍會高估國三補習數學的效果。¹³

此外，本研究採用同一樣本進行補習效果研究為例，再進一步評估遺漏變項對實驗處理效果影響的程度。如將一般研究補習效果所用的控制變項改採PSM進行分析，結果如表3中的Model 2與Model 6做比較後的結果所顯示，後者效果值為前者的一半，兩者相差2.721分，可見遺漏變項會嚴重影響實驗處理效果的估算。若Model 2再與配對變項數少，但是包括了重要學生個人特質變項的Model 3比較，結果發現效果值相差不多。由此可見，除了遺漏變項的多寡會影響實驗處理效果的估算外，遺漏變項的品質也會有重大影響，故如何找出關鍵的配對變項，將會對接受實驗處理者之平均處理效果的估算產生重大影響。

(三) 不同類型的數學補習平均處理效果

爲了瞭解補習對哪類國三時參與補習的學生比較有效，表4至表6呈現的是以PSM方法分析不同類型學生之數學校外補習的平均處理效果。以表4中的PSM Model 1所呈現利用全部配對變項分析的平均處理效果

¹³ 本研究也以最近鄰居配對法(設定neighbor爲5及caliper爲.001)及最近鄰居配對法類似的radius配對法(設定caliper爲.001)來估計表3之Model 6的ATT，結果分別爲2.375及2.322。

(ATT) 來看，參加數學科校外補習者若不給予補習的情況下，補習比不補習者在IRT3-P模式估算的數學或數字型分析能力轉換為NCE分數上僅多出2.636分，約為0.125個標準差。這個結果顯示補習的效果雖是正向的，但效果值並不大，這也與Briggs (2001) 針對美國學生SAT補習效果的發現是一致的。若進一步將補習傾向分數由小到大分為五層，整體而言，傾向分數較小的組別，其數學補習效果會比傾向分數較大的組別佳。換言之，愈可能去參加數學科補習的學生，其補習的效果反而比愈不可能去參加數學科補習的學生來得小。這現象或許與相當願意去補習者，其家境好、學習動機本來就比較強且先備能力也較佳等有關。這些學生補習的結果是學習到已經會的知識，而不是增加其知識。

表4 傾向分數分層之數學補習平均處理效果 (ATT)

Propensity Scores	PSM Model 1 (含全部配對變項)			PSM Model 2 (不含數學先備能力)		
	ATT	配對 樣本數	未配對 樣本數	ATT	配對 樣本數	未配對 樣本數
全部配對樣本	2.636	11,373	15	3.001	11,385	3
第一層 (最低傾向)	3.370	2,260	15	4.945	2,276	1
第二層	4.307	2,248	27	5.436	2,277	0
第三層	2.791	2,244	30	3.982	2,274	3
第四層	1.344	2,239	36	1.732	2,277	0
第五層 (最高傾向)	2.621	2,178	96	3.133	2,263	14
第一至三層	3.343	6,821	3	4.486	6,831	0
第四至五層	1.813	4,496	53	2.503	4,550	4

表4中的PSM Model 2也顯示，如果PSM模式的配對變項不包括數學先備能力時，不論是使用全部配對樣本，或是傾向分數各層樣本的ATT都比Model 1來得高些，但各傾向分數分層補習效果的趨勢與Model 1相同。比較值得注意的是，補習之平均處理效果最小的並不是最可能去補

習的第五層，而是可能性較小的第四層。為何這層學生補習的平均效果最小，則有待進一步的瞭解。

除了將補習傾向分數由小到大分爲五層，進行各別補習平均處理效果的估算外，本研究另外再根據父母親教育程度和數學先備能力進行分層，估算各層的補習平均處理效果，結果如表5不同數學先備能力之數學補習平均處理效果和表6不同父母親教育程度之數學補習平均處理效果所示。以先備能力來說，補習的效果並非是線性遞增或遞減的，而是接近U型形狀。換言之，補習對先備能力最差和次差，以及先備能力最好和次好的學生比較有效。對中等先備能力者，補習的效果比較差。因此，校外補習或家教對於先備能力差者，比較有補救的效果，而對先備能力極好者，則的確能靠補習在領先群中獲得些許的競爭優勢。但對中間能力者言，補習效果比較差，並可能造成極大的壓力。以父母的教育程度來看，父母爲國／高中畢業層級者的數學補習平均處理效果最佳，而父母爲研究所層級者的數學補習平均處理效果反而有害。其原因爲何亦有待進一步的研究，但由這些發現可知，補習數學的平均處理效果會隨分層之不同而異，且父母親教育程度愈高和數學先備能力愈強者，其補習效果並非是最好。

表5 不同數學先備能力之數學補習平均處理效果 (ATT)

數學先備能力	PSM Model 3		
	ATT	配對樣本數	未配對樣本數
全部配對樣本	2.636	11,373	15
第一層 (最低先備)	3.022	2,253	22
第二層	3.424	2,250	25
第三層	2.205	2,254	20
第四層	2.326	2,259	16
第五層 (最高先備)	2.927	2,238	36
第一至三層	2.677	6,815	9
第四至五層	1.957	4,540	9

表6 不同父母親教育程度之數學補習平均處理效果 (ATT)

父母親教育程度	PSM Model 4		
	ATT	配對樣本數	未配對樣本數
全部配對樣本	2.636	11,373	15
國 / 高中畢業	3.347	7,659	32
專科至一般大學畢業	1.789	3,271	25
研究所畢業	-.720	350	51
專科至研究所畢業	1.577	3,671	26

五、結論與討論

(一) 結論

1. 除了社經背景因素外，學習環境和個人能力也會影響國三數學補習的參與

本研究爲了瞭解國三參與校外補習數學的效果，必須先瞭解誰比較可能參加國三數學補習這個議題，以便進行配對。本研究發現影響國三參加數學補習的重要因素，除了過往研究所重視的家庭社經背景，如與雙親同住、高父母社經地位、高父母教育期望等因素外，如班級讀書風氣或競爭激烈等學校或班級的環境因素，以及個人能力等因素也同樣會影響補習的參與。

2. 國三數學補習有其功效，但效果值並不大

國三時補習數學有用嗎？本研究發現國三補習數學對參與補習者雖有正面功效，但其平均效果值並不大。如將TEPS提供之IRT 3-P模式估算的國三數學或數字型分析能力，轉換成滿分爲一百分的學科成績計算方式來看，國三補習者如果沒有補習的話，其數學分數平均相差不到三

分，約為0.125個標準差。這與一般社會大眾對補習效果的預期似乎有明顯的落差，主因是社會大眾所察覺到的大都是某個案在前後補習後的成績差異，但在缺乏對照組比較的情況下，補習所增加的成績有可能是個體自己的特性，甚至測量誤差所造成，不完全是經由補習的結果所產生（Powers 2001; Powers and Rock 1999）。

若延伸水龍頭理論的比喻，則灌溉的越多，其效果可能越好。那麼補習是否同樣也具此種累積效果？一方面，對許多不是持續補習者來說，補習的效果可能無法累積。此外，持續補習者可能就有一些其他非持續補習者的特性，如比較努力或動機較強等，因此不論是否持續補習，其學業表現都可能會比未持續補習者好。是否如此，值得做進一步的研究。¹⁴另從補習與升學考試的關係來看，補習是針對升學考試而來，而升學考試有升學考試的範圍與標準，每一次的補習可能是針對某次特定或某科目的升學考試而來，所以補習的效果可能只反應在某次特定或某科目的考試上，至於累積到其它考試的效果則可能有限。

3. 不同類型的學生，其補習效果也不相同

本研究進一步將參加補習之傾向分數由小到大分為五層，分析國三補習數學對誰最有利時，研究結果發現愈會去參加數學補習者，其補習的效果反而低於愈不會去參加者，這與一般認知的結果相反。

若再進一步將父母親教育程度和數學先備能力進行分層，分別估算數學補習平均處理效果，結果發現父母親教育程度愈高和數學先備能力愈強者，其補習效果並非最好，而是父母教育程度低者，或先備條件較

¹⁴ 研究者將國中時從未補習數學者，分別與國一開始補習至國三，國二開始補習至國三，國三開始補習等三種學生從事PSM配對比較分析後，初步發現國二開始補習數學者的補習效果最好，但也是在3分左右。

差者，其補習效果會較好。綜上所述，補習對於不同的學生會有不同程度的效用，愈會去補習者、父母親教育程度愈高和數學先備能力愈強者，其補習效果反而有限。

學習表現是學生個人能力、努力及環境因素等交互作用的結果（Sørensen and Morgan 2000），若將補習視為影響學習表現的環境因素之一，那麼補習對不同能力與努力程度的學生，自然也有不同的效益，本研究結果也支持此種假設。若用灌溉的比喻來說，我們進一步要思考的問題是在什麼條件下補習會產生最大的功效？換言之，在本研究發現國三補習數學的效益不大的情況下，學習者應思考如何善用此一策略，以產生最佳學習成效。

（二）討論

本研究的因果分析策略在於將研究焦點放在瞭解國三補習數學對於數學表現有何效果。這種分析策略不在於瞭解影響國三數學表現的各種因素為何，而是針對國三補習數學這一個因對於數學表現這一個果有何影響進行分析。這種因果分析的策略是反事實因果推論的架構所強調的（Morgan and Winship 2007）。此種因果分析策略的優點在於讓研究者正視利用觀察資料進行因果分析時所可能產生的基準線差異與自我選擇所可能產生的偏誤，以及因果效果存有異質性的可能。本研究所使用之PSM方法只是反事實因果推論架構下所討論的一種方法。這種分析方法，以及本研究的發現當然也有其限制。以下進一步提出幾點本研究的限制，供未來相關研究參考：

1. 減低缺失值的產生以提高推論的效度

經過變項的處理後，本文最後獲得11,373個的分析樣本，與第一波的原始樣本相比較，共流失約有19%比例的樣本，這可能已影響到推論的效度。從表1 分析樣本與未分析樣本描述統計摘要表得知，分析與未分析樣本在數學先備能力、數學補習及數學表現有明顯的差異，特別是未分析樣本在這三個重要變項上都偏低的情況下，可能會影響補習效果的估計。

2. 找尋更能精確反應出補習效果的資料庫

本文雖然已充分利用TEPS資料庫進行數學補習效果的研究，但是補習的產生通常與升學考試有密切的聯結，而升學考試又與考試的範圍和內容有密切的關係，尤其是國中教育階段，補習更是與考試範圍與內容有密不可分的關係。但是TEPS資料庫中測到的數學或數字型分析能力，與國中補習針對特定考試範圍與內容準備的升學考試還是有別，若進一步考量學生作答TEPS測驗時的態度，學生可能沒有參加升學考試時的那麼謹慎，這就可能影響我們對補習效果的推估。未來如能提供像TEPS這樣豐富解釋變項，以及有實際基測成績的長期追蹤資料庫，便能進一步驗證本文的研究結果。

3. 改採縱貫研究法分析補習的效果

隨著TEPS資料庫追蹤資料的陸續公布，有關補習效果的研究可以改採適合縱貫研究法如fixed effect model來進行研究。如此，即可控制每一個個案背景的資料，並單純比較每一個個案在補習前後成績成長的幅度，這比起採取橫斷式研究更能充分反應出補習的效果。

4. 校內課後輔導與不同的補習環境是否同樣也具有補習的效果

補習的效益是可以預期的，但是這種效益並非每位學生都能雨露均霑，且其效益對不同類型學生有不同的效果，這除涉及到個體的學習需求外，更牽涉到補習是一種額外的私人教育投資。理所當然地，家庭社經地位確實會影響到補習行為的參與和抉擇。但這些低社經地位家庭的孩子，是否會考量到經濟成本，退而求其次改採低成本的校內課後輔導作為補習的替代方式？至於效果及成本效益為何？需要與補習做進一步比較，且課後輔導與補習的關係是互斥還是互補？都值得再做深入探討。

此外，補習的環境也會隨班級大小、時間長短及科目多少等而影響補習的效果。目前本論文僅針對國三補習數學的效果從事研究，有其侷限。因此，未來需要進一步分析不同補習的環境及條件的效果。

5. 經驗證據能否改變國人對補習效果的信念

若單純比較國三補習者與未補習者在數學成績上的差異，兩者差距達11分以上，此一差距分數實受到其它因素所影響，如個人能力、努力及社經地位等。經過配對分析之後，補習者的平均效果實際上不大。但是這種實證研究結果，能否改變國人對補習效果的既有信念，仍值得觀察。一來，本研究的發現是參與國三補習者整體的平均效果。補習畢竟對個別參與者而言，的確能帶來一些學習成就上的正面效果，且此效果在個人層次，會隨個人而有所不同。即便這種學習成就的正面效果相當有限，但對於原來成績普通的學生或其家長言，或許有其更重要的心理效果。而對於原先成績或先備能力本來就比較好的學生言，在與其他同樣優秀的學習者競爭時，這種有限增加的成績是能使其獲得些許的競爭優勢。換言之，對於原來成績普通的學生言，補習所增加的有限分

數，雖然不能打敗太多其他的同儕，但或許能增加其心理的優勢或安慰；而對於本來就處於優勢學生言，補習所得來的微小正面效果，在能進一步擊敗其他優勢的對手的情況下，是有其實質的意義。

很顯然的，補習所帶來的極有限的正面效果，是在一種競爭的教育體制下才有其重大的意義。在不能或不願改變這種體制時，我們可以預期，如我們這類的經驗研究，大概不容易改變社會對於補習效果的信念及期待。

作者簡介

關秉寅，國立政治大學社會學系副教授。研究興趣為社會階層與教育社會學。目前研究重點包括家庭結構、父母教養方式及校外補習等對青少年學習成就的影響，並長期參與「台灣教育長期追蹤資料庫」建置計畫及後續追蹤計畫。

李敦義，國立政治大學教育研究所博士班研究生，研究興趣主要為教育社會學及教育行政兩大領域，目前研究的重點為教育分流、教育階層等相關議題。

附錄1 數學補習平均處理效果的OLS分析 (N=11,373)

變項	Model 1		Model 2	
	B(β)	Std.Err.	B(β)	Std.Err.
國三數學補習	11.328 (.269) ***	.380	5.796 (.138) ***	.355
男生			-.443 (-.011)	.336
花最多時間做功課的科目 (數學)			.965 (.020) *	.382
從小開始不會讓別的事耽誤功課				
從小開始回家會複習功課				
從小在學習遇到困難我會設法搞懂				
數學問題總是令我頭痛				
數學跟得上進度				
數學作業表現				
學科資優班				
補數學是自己的意思				
補習經驗				
從未補習			-4.500 (-.107) ***	.625
小五、六補			-3.454 (-.078) ***	.639
國一補			-3.489 (-.050) ***	.776
父母親籍貫				
客家人			-1.73 (-.027) ***	.533
大陸各省市			-1.232 (-.019) *	.542
原住民			-10.084 (-.085) ***	.986
父母親教育程度				
專科 / 大學畢業			4.538 (.0980) ***	.431
研究所畢業			9.167 (.081) ***	1.018
父母親職業				
專業或事務人員			2.712 (.061) ***	.448
賞賞或服務人員			1.715 (.035) ***	.439
家庭每月總收入				
2萬元-5萬元 (不含5萬)			.374 (.009)	.627
5萬元-10萬元 (含10萬)			2.095 (.048) **	.673
10萬元以上			3.150 (.052) ***	.802
與雙親同住			5.304 (.0980) ***	.450
手足數目			-1.376 (-.084) ***	.135
父母教育期望				
專科 / 大學畢業			9.313 (.211) ***	.598
研究所畢業			18.146 (.375) ***	.692
上私立學校			5.984 (.092) ***	.535
唸過好班或前段班				

班上讀書風氣興盛				
我們班的成績算是好的				
同學常在一起討論功課或唸書				
同學間的學業競爭激烈				
同學間常常討論升學的事				
學校所在的地區別	城鎮		1.907 (.044) *	.809
	都市		2.648 (.062) ***	.815
數學先備能力				
常數項	45.116	.260	32.233	1.244
R^2	0.073		0.283	

附錄1 數學補習平均處理效果的OLS分析 (續1)

變項	Model 3		Model 4		
	B(β)	Std.Err.	B(β)	Std.Err.	
國三數學補習	6.571 (.156) ***	.329	3.720 (.088) ***	.316	
男生	.317 (.008)	.330	.142 (.003)	.307	
花最多時間做功課的科目(數學)	1.329 (.028) ***	.357	.645 (.014)	.333	
從小開始不會讓別的事耽誤功課	.279 (.011)	.232	.088 (.003)	.216	
從小開始回家會複習功課	1.481 (.058) ***	.238	1.700 (.067) ***	.222	
從小在學習遇到困難我會設法搞懂	-2.850 (-.103) ***	.248	-2.386 (-.086) ***	.231	
數學問題總是令我頭痛	3.656 (.170) ***	.168	3.269 (.152) ***	.157	
數學跟得上進度	-11.415 (-.406) ***	.250	-9.228 (-.328) ***	.239	
數學作業表現	1.581 (.055) ***	.250	1.617 (.056)	.233	
學科資優班	4.734 (.060) ***	.590	3.992 (.051)	.550	
補數學是自己的意思	4.691 (.098) ***	.362	3.819 (.080) ***	.338	
補習經驗					
	從未補習	-3.350 (-.080) ***	.586	-2.004 (-.048) ***	.547
	小五、六補	-2.601 (-.058) ***	.599	-1.495 (-.034) **	.559
	國一補	-3.392 (-.049) ***	.726	-2.135 (-.031) **	.677
父母親籍貫					
	客家人		-1.821 (-.028) ***	.459	
	大陸各省市		-.435 (-.007)	.471	
	原住民		-9.410 (-.079) ***	.848	
父母親教育程度					
	專科/大學畢業		3.70 (.080) ***	.375	
	研究所畢業		7.146 (.063) ***	.886	

父母親職業				
專業或事務人員		2.531 (.057) ***		.391
買賣或服務人員		1.911 (.039) ***		.381
家庭每月總收入				
2萬元-5萬元 (不含5萬)		.396 (.009)		.546
5萬元-10萬元 (含10萬)		2.120 (.048)		.583
10萬元以上		3.750 (.062)		.695
與雙親同住		2.901 (.054)		.395
手足數目		-.904 (-.055) ***		.118
父母教育期望				
專科 / 大學畢業		6.207 (.141) ***		.524
研究所畢業		11.87 (.245) ***		.611
上私立學校				
唸過好班或前段班				
班上讀書風氣興盛				
我們班的成績算是好的				
同學常在一起討論功課或唸書				
同學間的學業競爭激烈				
同學間常常討論升學的事				
學校所在的地區別				
	城鎮			
	都市			
數學先備能力				
常數項	60.046	1.589	44.614	1.665
R ²	0.371		0.456	

附錄1 數學補習平均處理效果的OLS分析 (續2)

變項	Model 5		Model 6	
	B(β)	Std.Err.	B(β)	Std.Err.
國三數學補習	3.757 (.089) ***	.313	2.784 (.066) ***	.264
男生	-.037 (-.001)	.305	-.420 (-.010)	.257
花最多時間做功課的科目(數學)	.484 (.010)	.328	.191 (.004)	.276
從小開始不會讓別的事耽誤功課	.098 (.004)	.213	-.241 (-.009)	.180
從小開始回家會複習功課	1.503 (.059) ***	.221	.669 (.026) ***	.187
從小在學習遇到困難我會設法搞懂	-2.379 (-.086) ***	.228	-1.114 (-.040) ***	.193
數學問題總是令我頭痛	3.21 (.149) ***	.155	1.634 (.076) ***	.133
數學跟得上進度	-9.067 (-.323) ***	.236	-4.140 (-.148) ***	.212
數學作業表現	1.627 (.056) ***	.230	.735 (.025) ***	.194

學科資優班	3.175 (.040)	.552	.899 (.011) ***	.466
補數學是自己的意思	3.861 (.081) ***	.332	2.325 (.049) ***	.281
補習經驗				
從未補習	-1.602 (-.038) **	.539	-.221 (-.005)	.455
小五、六補	-1.260 (-.028) *	.550	-.200 (-.005)	.464
國一補	-1.488 (-.021) *	.667	.469 (.007)	.563
父母親籍貫				
客家人	-1.059 (-.016) *	.458	-.534 (-.008)	.386
大陸各省市	-.466 (-.007)	.465	-.386 (-.006)	.392
原住民	-7.749 (-.065) ***	.848	-3.191 (-.027) ***	.718
父母親教育程度				
專科 / 大學畢業	3.300 (.071) ***	.370	1.635 (.035) ***	.313
研究所畢業	7.118 (.062) ***	.874	4.397 (.039) ***	.737
父母親職業				
專業或事務人員	2.134 (.048) ***	.385	1.338 (.030) ***	.325
買賣或服務人員	1.577 (.032) ***	.377	.885 (.018) **	.318
家庭每月總收入				
2萬元-5萬元 (不含5萬)	.077 (.002)	.538	-.092 (-.002)	.454
5萬元-10萬元 (含10萬)	1.300 (.030) *	.577	.712 (.016)	.487
10萬元以上	2.452 (.041) ***	.689	1.169 (.019) *	.581
與雙親同住	2.684 (.050) ***	.389	.847 (.016) **	.329
手足數目	-.787 (-.048) ***	.116	-.208 (-.013) *	.098
父母教育期望				
專科 / 大學畢業	5.616 (.127) ***	.516	1.862 (.042) ***	.439
研究所畢業	10.674 (.220) ***	.605	4.239 (.088) ***	.519
上私立學校	5.525 (.085) ***	.464	2.437 (.038) ***	.393
唸過好班或前段班	2.638 (.049) ***	.377	1.377 (.026) ***	.318
班上讀書風氣興盛	.382 (.015) *	.175	.204 (.008)	.148
我們班的成績算是好的	-.199 (-.008)	.181	-.214 (-.009)	.152
同學常在一起討論功課或唸書	.555 (.021) **	.215	.398 (.015) *	.181
同學間的學業競爭激烈	-1.302 (-.052) ***	.192	-.584 (-.023) ***	.162
同學間常常討論升學的事	1.550 (.061) ***	.195	.637 (.025) ***	.165
學校所在的地區別				
城鎮	2.239 (.052) ***	.695	.378 (.009)	.586
都市	4.098 (.096) ***	.701	.615 (.014)	.593
數學先備能力			1.461 (.536) ***	.168
常數項	38.521	1.878	44.794	1.585
R ²	0.473		0.626	

*p<.05 **p<.01 ***p<.001

參考書目

- 王麗雲、游錦雲，2005，〈學童社經背景與暑期經驗對暑期學習成就進展影響之研究〉。《教育研究集刊》51(4): 1-41。
- 江芳盛，2006，〈國中學生課業補習效果之探討〉。《台北市立教育大學學報——教育類》37(1): 131-148。
- 李敦義，2006，〈補習有助於升學嗎？——分析補習、多元入學與教育取得間的關係〉。《教育與心理研究》29(3): 489-516。
- 林大森、陳憶芬，2006，〈台灣高中生參加補習之效益分析〉。《教育研究集刊》52(4): 35-70。
- 孫清山、黃毅志，1996，〈補習教育、文化資本與教育取得〉。《臺灣社會學刊》19: 95-139。
- 章英華、伊慶春，2005，“Cram Schooling and Academic Achievement: A Remedial Strategy, a Proactive Strategy or Just a Mimic Behavior.” 論文發表於「台灣青少年成長歷程研究 第一次學術研討會」，台北：中央研究院社會學研究所主辦，2005年6月23日至24日。
- 張荳雲，2004，《台灣教育長期追蹤資料庫：第一波（2001）國中家長問卷【公共使用版電子檔】、國中學生表現評量問卷【公共使用版電子檔】》。台北：中央研究院調查研究專題中心【管理、釋出單位】。
- 張荳雲，2006a，《台灣教育長期追蹤資料庫：第一波（2003）國中學生問卷【公共使用版電子檔】、國中家長問卷【公共使用版電子檔】》。台北：中央研究院調查研究專題中心【管理、釋出單位】。
- 張荳雲，2006b，《台灣教育長期追蹤資料庫：第二波（2003）國中學

生問卷【公共使用版電子檔】》。台北：中央研究院調查研究專題中心【管理、釋出單位】。

黃毅志、陳俊璋，2008，〈學科補習、成績表現與升學結果——以學測成績與上公立大學為例〉。《教育研究集刊》54(1): 117-149。

楊孟麗、譚康榮、黃敏雄，2003，〈台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。擷取自<http://www.teps.sinica.edu.tw/description/TestingReport2004-2-10.pdf>，取用日期：2007年10月9日。

劉正，2006，〈補習在台灣的變遷、效能與階層化〉。《教育研究集刊》52(4): 1-33。

Abadie, Alberto, David Drukker, Jane L. Herr and Guido W. Imbens, 2001, “Implementing Matching Estimators for Average Treatment Effects in Stata.” *The Stata Journal* 1: 1-18.

Allalouf, Avi and Gershon Ben-Shakhar, 1998, “The Effect of Coaching on the Predictive Validity of Scholastic Aptitude Tests.” *Journal of Educational Measurement* 35: 31-47.

Aronson, Julie, Joy Zimmerman and Lisa Carlos, 1999, “Improving Student Achievement by Extending School: Is It Just a Matter of Time?” San Francisco: WestEd. http://eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2sql/content_storage_01/0000019b/80/15/ea/c4.pdf (Date visited: June 15, 2008).

Baker, David P., Motoko Akiba, Gerald K. LeTendre and Alexander W. Wiseman, 2001, “Worldwide Shadow Education: Outside-school Learning, Institutional Quality of Schooling, and Cross-national Mathematics Achievement.” *Educational Evaluation and Policy Analysis*

23: 1-17.

Becker, Betsy Jane, 1990, "Coaching for the Scholastic Aptitude Test: Further Synthesis and Appraisal." *Review of Educational Research* 60: 373-417.

Becker, Sascha O. and Andrea Ichino, 2002, "Estimation of Average Treatment Effects Based on Propensity Scores." *The Stata Journal* 2(4): 358-377.

Berliner, David C., 1990, *What's All the Fuss About Instructional Time? The Nature of Time in Schools: Theoretical Concepts, Practitioner Perceptions*. New York: Teacher College Press.

Bowles, Samuel, and Herbert Gintis, 1976, *Schooling in Capitalist America*. New York: Basic.

Bray, Mark, 2003, *Adverse Effects of Private Supplementary Tutoring: Dimensions, Implications and Governmental Responses*. Paris: International Institute for Educational Planning. http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001330/1330_39e.pdf (Date visited: November 10, 2007).

Briggs, Derek C., 2001, "The Effect of Admissions Test Preparation: Evidence from NELS: 88." *Chance* 14(1): 10-18.

Brunner, Martin, Cordula Artelt, Stefan Krauss and Jürgen Baumert, 2007, "Coaching for the PISA Test." *Learning and Instruction* 17: 111-122.

Caliendo, Marco and Sabine Kopeinig, 2008, "Some Practical Guidance for the Implementation of Propensity Score Matching." *Journal of Economic Surveys* 22: 31-72.

Carroll, John B., 1963, "A Model of School Learning." *Teachers College Record* 64: 723-733.

- Carroll, John B., 1989, "The Carroll Model: A 25-Year Retrospective and Prospective View." *Educational Research* 31: 26-31.
- Entwisle, Doris R., Karl L. Alexander and Linda Steffel Olson, 1997, *Children, Schools and Inequality*. Boulder, Colorado: Westview Press.
- Gettinger, Maribeth, 1985, "Time Allocated and Time Spent Relative to Time Needed for Learning as Determinants of Achievement." *Journal of Educational Psychology* 77: 3-11.
- Holland, Paul W., 1986, "Statistics and Causal Inference." *Journal of the American Statistical Association* 18: 945-960.
- Imbens, Guido W., 1999, "The Role of Propensity Score in Estimating Dose-Response Functions." *NBER Technical Working Paper 237*. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.
- Lareau, Annette and Elliot B. Weininger, 2003, "Cultural Capital in Educational Research: A Critical Assessment." *Theory and Society* 32: 567-606.
- Lechner, Michael, 1999, "Identification and Estimation of Causal Effects of Multiple Treatments Under the Conditional Independence Assumption." *IZA Discussion Papers No. 97*. Bonn, Germany: Institute for the Study of Labor.
- Leuven, Edwin and Barbara Sianesi, 2003, "Psmatch2: Stata Module to perform full Mahalanobis and Propensity Score Matching, Common Support Graphing, and Covariate Imbalance Testing." <http://ideas.repec.org/c/boc/bocode/s432001.html>, version 3.0.0. (Date visited: October 17, 2007).
- Moore, Elsie G. T. and A. Wade Smith, 1987, "Sex and Ethnic Group

Difference in Mathematics Achievement: Results from the National Longitudinal Study.” *Journal for Research in Mathematics Education* 18(1): 25-36.

Morgan, Stephen L., 2001, “Counterfactuals, Causal Effect Heterogeneity, and the Catholic School Effect on Learning.” *Sociology of Education* 74(October): 341-374.

Morgan, Stephen L. and David J. Harding, 2006, “Matching Estimators of Causal Effects Prospects and Pitfalls in Theory and Practice.” *Sociological Methods and Research* 35(1): 3-60.

Morgan, Stephen L. and Christopher Winship, 2007, *Counterfactuals and Causal Analysis: Methods and Principles for Social Research*. Cambridge: Harvard University Press.

Powers, Donald E., 2001, “Comment: Using National Educational Longitudinal Study (NELS) Data to Evaluate the Effects of Commercial Test Preparation.” *Chance* 14(1): 19-21.

Powers, Donald E. and Donald A. Rock, 1999, “Effects of Coaching on SAT I: Reasoning Test Scores.” *Journal of Educational Measurement* 36(2): 93-118.

Rubin, Donald B., 1980, “Comment on ‘Randomization Analysis of Experimental Data: The Fisher Randomization Test,’ by D. Basu.” *Journal of the American Statistical Association* 75: 591-593.

Smith, Jeffery A. and Petra Todd, 2005, “Does Matching Overcome LaLonde’s Critique of Nonexperimental Estimators?” *Journal of Econometrics* 125: 305-353.

Sørensen, Aage B. and Stephen L. Morgan, 2000, “School Effects: Theoretical

and Methodological Issues.” Pp.137-160 in *Handbook of the Sociology of Education*, edited by Maureen T. Hallinan. New York: Kluwer.

Stevenson, David L. and David P. Baker, 1992, “Shadow Education and Allocation in Formal Schooling: Transition to University in Japan.” *American Journal of Sociology* 97(6): 1639-1657.

Winship, Christopher and Stephen L. Morgan, 1999, “The Estimation of Causal Effects from Observational Data.” *Annual Review of Sociology* 25: 659-707.

Winship, Christopher and Michael Sobel, 2004, “Causal Inference in Sociological Studies.” Pp. 481-503 in *The Handbook of Data Analysis*, edited by M. Hardy, Thousand Oaks, CA: Sage.

Wooldridge, Jeffrey M., 2006, *Introductory Econometrics: A Modern Approach*. Mason, OH: Thomson South-Western.

Zeng, Kanming, 1999, *Dragon Gate: Competitive Examinations and Their Consequences*. London: Cassell.