

我國數理資優教育

魏明通

壹、緒論

「因材施教」是自古以來傳遞於我國的教育方針。使每一個受教育的人，都能充分發展其天賦的才能，是我們教育的主要目的與任務。資賦優異的學生是國家未來的棟樑，尤其科學資賦優異的學生，為我國國家經濟建設的主要原動力。早日發掘這些具有高學習能力及創造能力的資優學生，經常有系統且有效的培育及輔導他們，使其能夠充分發揮天賦的潛能，早日回饋社會與國家，是我們從事教育工作者的願望以及努力耕耘的目標。

台灣光復後，我國的教育在安定中不斷地成長，為國家建設，培育無數人才，以創造輝煌的所謂「台灣經驗」。民國五十七年八月，我國的教育邁入新的里程碑，即實施九年國民教育。該年也就是台灣光復後，我國進行資優教育研究

實驗開端的一年。行政院國家科學委員會聘請國立台灣師範大學賈馥茗教授，自五十七年十一月起在台北市中山國民小學及古亭國民小學進行小學生國語科創造力發展的實驗研究。五十九年三月起在中山國民小學辦理以數學解題能力為主的發展創造力實驗研究。此類研究實驗自六十學年開始推展到國民中學，六十年秋天在台北市金華女子國民中學及大安國民中學進行發展學生創造能力的實驗。經數年實驗研究過程，資優兒童的教育廣受家長、社會及教育界的關心及重視，奠定我國進一步推行資優教育的基礎。

教育部為探究資賦優異學生的特質，發展合適而有效的教育方式，自民國六十二年年度起，在全國選定六所國民小學辦理「國民小學資賦優異兒童教育研究實驗」，對參加實驗的十八班學生實驗資優學生的教育課程與教育方法。經六年實驗後的評鑑結果發現：國民小學的資優教育，有利於學生在國語及數學兩科的學業成就，惟亦發現資優學生在生活

適應方面有：一般焦慮（特質性焦慮）較低、測試焦慮（情境性焦慮）較高，同時自我觀念亦較低的現象。民國六十八年教育部展開第二階段的資優教育實驗計畫，以集中式及分散式的資優教育實驗兩方面進行。實驗對象亦由國民小學延伸至國民中學。當時國民中學資優教育實驗學校有十二所，實驗分三個重點進行：以發展普通智能為重點的六校；語文教育為重點的有兩校；以數理教育為重點的有四校，這四校也就是台灣光復後，我國進行有系統的數理資優教育的開端。

民國七十一年，我國科學資優教育再進入另一个新的里程碑。主辦國際科技展覽的美國科學服務中心，來函邀請我國選派兩名學生參加國際科技展覽會。由於我國參賽的兩名學生成績優異，在國外為國爭光，興起國人對科學資優教育的熱潮。教育部於七十一年十一月十八日公布「中學數學及自然學科資賦特優學生輔導升學要點」，突破現行學制及高中、大學入學考試制度，以躍級報考及甄試保送方式，使數理資優學生能夠升學到理想的學校，在優良的學習環境下發展其潛能，接受卓越的科學教育並可早日回饋社會。同一年行政院國家科學委員會與大學院校亦積極參與培育科學資優學生的行列。七十二年九月，國立台灣大學數學系，在國科會支助下創辦高級中學數學學習成就優異學生的輔導實驗，甄選台北地區各高級中學數學資優學生，利用週末及假期集

中講解及個別輔導的實驗。七十三學年起該計畫擴大到全台灣。七十四學年起，中央研究院辦理生物科，七十三學年國立清華大學、七十四學年起國立成功大學及國立中山大學分別辦理物理及化學科的高級中學資優學生的輔導實驗研究，本實驗研究已進行十多年並獲得優異的成效。七十二年十月教育部指定台北市立建國高級中學、台北第一女子高級中學、省立台中第一高級中學、省立台中女子高級中學、省立台南第一高級中學、省立台南女子高級中學、高雄市立高雄高級中學及高雄女子高級中學等八所高級中學設置數理資優班，辦理科學資賦優異學生的培育實驗研究計畫。到民國八十四年全國設置數理資優班的高級中學已有二十所。

國際科學（物理、數學、化學、生物及資訊）奧林匹亞競賽，為全球最優秀的高級中學科學資優學生參加國際競賽的場地。我國於民國八十年受邀請為數學及化學奧林匹亞競賽的觀察會員，經一年觀察後，我國自八十一年開始正式派學生出國參賽。由於高級中學數理資優班辦理的成功，我國在各屆各科的國際奧林匹亞競賽，都獲得相當優異的成績，使我國科學教育受到各國的肯定。現將我國數理資優教育較詳細報告。

貳、科學資優學生的教育

資優教育或稱為英才教育，往往與菁英教育混在一起，使人們認為是相類似的教育。事實上，資優教育與菁英教育完全不同。早日發掘資賦優異的兒童，使其能夠充分發揮天賦的素質及潛能於期望的方向之教育為資優教育。另一方面菁英教育為對一群預定在社會各領域擔任領袖角色的人才所實施的教育，其本質為應社會或國家的需要所辦的人才養成教育。資優教育以發展個人天賦及性向、優異的能力為目的；菁英教育以發展智、德、體平衡的領導型菁英為目的。

資優教育通常分為兩個主流：一為加速教育（Acceleration），另一為充實教育（Enrichment）。

一、加速教育

加速教育如「加速」的語義，給予資優學生較一般學生快速完成的教育，即排除效率低的反覆學習，使學生能夠在最短期間修得必要課程的教育。大陸的中國科技大學少年班是加速教育最好的範例。科技大學自一九七八年開始，向全大陸招收十一歲到十六歲智力超常的少年，組成大學少年班。這些少年大學生在校採取「自學—討論—精講」教學法、超前學習法、自學免修考試法等，與一般大學生不相同的教

學方法，使少年大學生能夠發揮天賦的智能，早日回饋社會。一提到加速教育，很容易想到如中國科技大學少年班一樣的提早入學（Early Admission），可是尚有跳級（Grade Skipping）、短時間完成學程（Rapid Progress）、及跳級安置（Advanced Placement）等方式的加速教育。

（一）提早入學

如中國科技大學少年班，尚未到法定年齡就可進大學。根據科技大學的統計，歷年進入大學少年班的學生們，大部分在四歲或五歲時就已提前入學於小學。在美國亦有很多提早入學的例子。著名數學家維恩納（Robert Wiener）在十一歲時高級中學畢業，十八歲獲得哈佛大學數學博士；葛樂士得（Michael Gross）十歲入學於密西根州立大學，十七歲獲得數學碩士。提早入學，在學校與較年長的學生相處，可滿足資優學生的好奇心和求知慾望，並可以提前畢業。

（二）跳級

在學生的學習期間，視其智能成長情況，可免一個學年的學習而直接由一年級跳到三年級。跳級在外國常見，例如獲得兩次諾貝爾獎的巴登（John Bardeen）自小學三年級跳到七年級。跳級使資優學生能夠與比他年長的學生一起接受學習的機會。我國特殊教育法第一章第四條明訂：對資賦優異者，得降低入學年齡或縮短修業年限。惟至目前為止，大學方面，只在國立台灣大學及國立清華大學有過縮短修業年

限而提前畢業的學生。在中小學則較少見有跳級的現象。惟跳級在我國有另一個措施，特殊教育法第二章第十三條規定：資賦優異學生經學力鑑定合格者，得以同等學力參加高一級學校入學考試或保送甄試升學。教育部頒佈的中學數學及自然學科資賦優異學生輔導要點，容許國民中學二年級及高級中學二年級的科學資優學生經過學校推薦、心理測驗及甄試等管道，對於遴選合格的學生准予躍級參加高中或大學的入學考試。到目前為止，參加躍級報考的學生，每年高中二年級將近一百名，國中二年級學生約二至三百名，經參加聯考後，多數都能跳級升學到大學或高級中學。

(三) 短時間完成學習

科學資優學生通常具有較強的自學能力，因此如大陸的中國科技大學少年班，採取少年大學生入學後繼續培養其自學能力，使他們能夠在短時間完成學習。在教學過程中使用「自學—討論—精講」教學法、超前學習法、免修考試法等以提高自學能力，鼓勵學生冒險，允許跳級，允許免修課程，允許提前參加科學研究工作等各種辦法，使資優學生能夠充分發展其智力及潛能。

(四) 跳級安置

讓高級中學學生選修大學課程的計畫為跳級安置計畫(Advanced Placement Program)。跳級安置計畫有兩種方式：
1. 科學資優的高中學生在附近的大學，選修大學一年級的

基礎科學課程(微積分、普通物理、普通化學、普通生物學等)，與大一學生同時參加期中或期末考試，考試及格時由大學給與學分證明書。學分證明書為未來該生進入大學時，可抵免該學科之用。教育部於八十三學年度起准許高級中學科學資優學生參加此型的AP計畫。惟因高中上課時間與大學上課時間之較難配合，八十三學年度只有兩名學生參加此計畫。2. 由各地區著名的高級中學，開設大一的基礎科學課程。該課程可請各大學教師或經教育部認可的中學教師擔任教學。學生修完該學科後，定期由國家認定的機構(在美國為大學委員會(College Board))，在我國建議為大學入學考試中心)施行全國性的統一考試，通過的學生可得學分證明書，做為將來入學大學時抵免該科之用。此類的AP計畫，我國尚未實行，惟在美國很盛行，一九九〇年有卅三萬的美國高級中學學生參加此類的跳級安置計畫。

(五) 加速教育在資優教育的優點

1. 加速教育能夠配合資優學生心理及智力的發展，刪去對他們較無意義的反覆學習。
2. 可鼓勵資優學生依自己的速度進行學習，因此在較短時間內可獲得成就。
3. 跳級或提早畢業，可節省學費，在經濟上有利。
4. 早日完成學業，早日貢獻於社會與國家。

(六) 加速教育的缺點

雖然加速教育有很多優點，另一方面資優教育專家學者及教師們，對加速教育仍具有一些掛慮：

1. 跳級及躍級參加入學考試進高一級學校就學之結果，資優學生的體能不如其心理及智力發展的快。
2. 減少主科教材以外（如德育、群育、體育及美術、音樂等）的學習機會。
3. 與年長的同儕在一起，降低資優生固有的領導能力。

所謂早熟果亦早腐爛（Early ripe early rot），跳級不但跳了學年，可能失去德、智、體、群、美五育平衡的教育機會。因此美國著名的布郎士（Bronx）科學高中、史帝貝山（Stuyvesant）科學高中等不願採用跳級的加速教育，而以培育完全人格的科學人才為目標。大陸的北京大學、清華大學、復旦大學雖然辦過大學少年班，惟目前已停辦。因此提早入學、跳級等加速教育尚有繼續研究探討的餘地。大陸的重點高級中學，例如北京大學附屬高中、北京師範大學附屬高中及在北京的清華大學附屬高中等學校，已辦理跳級安置課程的計畫，使高級中學科學資賦優異學生能夠選修大學課程。

二、充實教育

充實教育又稱為加強教育。充實教育並不是要供應比一般學生更多、更長時間或更深的同一類課業給資優學生。充

實教育是要供給資優學生不同的教育經驗，以充實其學習並發展其才能的教育。充實教學也就是供給他們較多能夠發展其智力及技巧的學習活動。充實教育可再分為：

(一) 水平充實 (Horizontal Enrichment)

教學時給予學生較廣的關連性教材的學習。我國各高級中學數理資優班通常採用。水平充實又稱為加廣學習。

(二) 垂直充實 (Vertical Enrichment)

教學時導入較高水準教材的學習。國立台灣大學、國立清華大學等大學院校所辦理的科學資優研習班，通常在週末實施垂直充實的教學。垂直充實又稱為加深學習。

(三) 補充充實 (Supplement Enrichment)

教學時將一般教材的主題及內容加予補充的教學。

(四) 獨立研究 (Independent Research)

中央研究院、國立台灣大學、清華大學等院校，指導科學資優學生進行獨立研究 (Independent Research)。國立台灣師範大學附屬高中、台北市立建國高級中學及台北市立第一女子高級中等學校，鼓勵數理資優班學生從事專題研究等均屬於充實學習的一環。

(五) 充實教育重點在於提高資優學生

1. 統整相關互相獨立的概念之能力。
2. 評鑑與判斷事實和爭論的能力。
3. 創造新的觀念與引導新的思考路線的能力。

4. 使複雜的問題簡化、合理化的能力。
5. 解各項問題的方法。
6. 認識自我價值，培養良好的人際關係。

(六) 充實教育場所

充實教育除在一般課堂進行外，可採用下列方式進行：

1. 下課後或晚上，在學校資源教室、實驗室、科學館、博物館、工廠或大學研究室進行。
2. 週末在科學館、實驗室或大學進行。
3. 在學期中舉辦兩三天的野外參觀、訪問工廠、動物園、植物園的活動方式進行。
4. 寒暑假在大學、科學教育館或野外的長期研習。

(七) 充實教育的優點在於

1. 充實教育可以在普通班級內為資優學生進行，不必增加學校的編制。
2. 充實教育在原班內進行，學生年齡相近，沒有不適應的問題。
3. 可使學生在德智群體美五育均衡發展，養成較完美的人格。
4. 可滿足資優學生強烈的好奇心、旺盛的求知慾，同時可與加速教育並用。

(八) 充實教育的缺點在於

1. 擔任充實教育的教師需要準備因材施教的充實教育教材

、安排參觀訪問等，增加教師的負擔。

2. 各學校往往缺乏學養俱優且有科學資優教育經驗的教師，需要在職教師研習來加強。

3. 缺乏社教機構及工廠等的密切配合。

4. 市面上缺乏可用為充實教育的教材及教學資料。

雖然充實教育有一些缺點，惟美國大力推行。在美國每年約有二百萬學生參與資優教育計畫，其中百分之九十以上屬於充實教育，加速教育只佔極少數。我國高級中學設數理資優班有二十所，仍以充實教育為主。

三、資優教育與菁英教育的比較

資優教育的加速教育、充實教育與菁英教育比較如表一

表一 資優及菁英教育的比較

特色	教學	選拔標準	主體	目的	
<ul style="list-style-type: none"> 跳級或提早入學。 家長壓力較多。 偏在大都市。 較早回饋社會。 	<ul style="list-style-type: none"> 早期提供現行教材，短期內完成修習。 跳級安置課程、暑期學校、大學研習、海外研習等。 	<ul style="list-style-type: none"> 同儕的百分之一以下。 智商150以上（不重視）。 數學為主（含英語）。 早期參加SAT、ACT考試。 	<ul style="list-style-type: none"> 著名大學、私立大學附設之非營利機構。 著名高中、重點中學。 個人、家長、贊助企業。 	<ul style="list-style-type: none"> 發掘高度專門能力人才。 救濟不適應學校一般教育者。 為著名大學確保高素質學生。 	加速教育
<ul style="list-style-type: none"> 無提早入學或跳級。 自主性自學。 綜合性體驗學習。 發展五育均衡人才。 	<ul style="list-style-type: none"> 集中或分散式教學。 在大學的研習。 加廣、加深的綜合課程。 獨特編輯的教材。 	<ul style="list-style-type: none"> 同儕的百分之十至二十。 智商120以上（重要）。 全學科（含藝術）。 教師、家長、同學的推薦。 	<ul style="list-style-type: none"> 州、市、聯邦。 各國、州立大學。 著名高中、重點中學。 磁校。 	<ul style="list-style-type: none"> 全面提高教育水準 救濟不適應學校一般教育者。 減少教育的城鄉差別。 	充實教育
<ul style="list-style-type: none"> 原則上無跳級或提早入學。 參與的機會少，障壁高。 產生階級差別。 	<ul style="list-style-type: none"> 傳統性、集體性生活的完整教育。 重視外國語、古典、傳統的教養課程。 	<ul style="list-style-type: none"> 獨立考試或口試。 有時使用主觀性選拔。 重視家庭背景。 	<ul style="list-style-type: none"> 大學預備學校。 著名學校。 實踐研究院、訓練班。 	<ul style="list-style-type: none"> 養成社會領導人才。 再製上流階級的人類。 維持傳統的上流階級文化。 	菁英教育

叁、教育部中學數學及自然學科資優學生輔導

民國七十一年十一月十八日教育部公布「中學數學及自然學科資賦特優學生輔導升學要點」，以突破現行學制及高中、大學聯考的制度，使科學資優學生能夠以甄試保送及躍級報考方式，升學到其志願的學校。此一要點經多年來的實施經驗，已修訂為「中學數學及自然學科資賦優異學生輔導要點」。實施十多年來，廣受各界的肯定，在我國資優教育史上投入美好的成效。民國八十年起我國科學教育在國際舞台上呈現輝煌的成果，國際數學及科學教育成就評鑑計畫（International Assessment of Educational Progress 簡稱 IAEP）的評鑑總結報告：我國無論是九歲群或十三歲群學生，在國際性科學成就評鑑中皆名列前茅；我國高級中學科學資優學生在國際數學及化學奧林匹亞競賽中，屢次獲得金、銀及銅牌獎；另一面我國學生在美國西屋國際科技展覽競賽中，每年亦獲得很高的獎勵。教育部的科學資優學生輔導要點，已獲得很好的收成。

一、教育部中學數學及自然學科資賦優異學生輔導要點的特色

(一) 授權給各中學辦理初選

為全面發掘科學資優學生，教育部請各公私立中學，經由任課及輔導教師之平時觀察、評量及學生的各項表現，選定具有旺盛創造力，數學及自然學科有優異成就，而專長科學學科成績居於全年級學生百分之三以內的學生，切實查填具體事實，向教育部推薦。

(二) 兼顧到參與科學活動特優表現的學生

參加國際性或政府機關主辦或委辦之全國性數學、物理、化學、生物、地球科學等學科競賽及展覽等活動，表現特別優異的學生；參加政府機構委託大學院校辦理研習活動有特殊表現的學生，均由主辦單位列舉具體事實，向教育部推薦。

(三) 嚴謹而公正的複選

由教育部聘請專家學者約卅名組成鑑定小組，就初選名單及推薦資料審查，研判決定可參加智力及性向測驗的學生名單。定期全國分三區舉行全國性的智力及性向測驗。鑑定小組再由智力及性向測驗成績，決定可躍級報考即以同等學力報考高一級學校的學生，及可參加科學研習營的甄試保送學生。

(四) 師生一體的科學研習營

對於通過複選的高中三年級的科學資優學生，於春假期間集中在國立台灣師範大學科學教育中心。該中心請國立台

灣大學、國立台灣師範大學、國立清華大學、國立交通大學及中央研究院擔任基礎科學的專家學者與學生生活、教學、實驗研究在一起，由專家學者經交談、觀察及評量，決定可保送升大學的學生名單。

(五)突破以往升學的管道

經遴選通過的學生供給與以往不同的升學管道。

1. 二一年級的專長學科及其他各科都有優異表現的學生，按其性向及志願准予縮短修業年限一年，以同等學力參加高一級學校的入學考試。

2. 對專長學科能力表現特優而其他學科成績中等以上的應屆畢業生，經參加科學研習營及鑑定小組遴選合格後，可保送大學的基礎科學（數學、物理、化學、生物及地球科學）系就讀。

(六)鼓勵資優學生學習基礎科學

基礎科學為應用科學之母。教育部為鼓勵資優學生攻讀基礎科學，培養國家所需一流的基礎科學人才，對於甄試保送升入大學基礎科學系的學生，給予適當的獎勵，即免學雜費及頒發獎學金。

(七)建立妥當的追蹤輔導管道

資優學生入學後，教育部請各學校確實辦理有計畫的輔導，尤其加強生活輔導，使甄試保送的學生身心都能正常的發展，發揮其天賦的潛能於專長學科上。

二、科學資優學生升學情況

民國七十一年年度根據教育部「中學數學及自然學科資賦特優學生輔導升學要點」甄試保送及躍級報考學生統計如表二、表三。

表二 民國七十一年年度甄試保送統計

過程	組別	
	高中三年級組	國中三年級組
全國推薦	學校數 二〇	學校數 五〇
參加研習營	學生數 七六	學生數 一九六
參加甄試	學校數 十六	學校數 二五
通過保送升學	學生數 三三	學生數 三八
	學校數 一〇	學校數 二二
	學生數 一一	學生數 三四
升學學校分佈 (學生數)	台大數學系(二)物理系(三)動物系(一) 台師大化學系(一) 交大電子物理系(一) 清大物理系(四)	建中(八)北一女(八) 台中一中(六)台中女中(二) 嘉中(一)台南一中(四) 台南女中(一)高師院附中(一) 高雄女中(二)鹿山中學(一)

表三 民國七十一年度躍級報考統計

過程	全國推薦	准予參加聯考	實際參加聯考	錄取升學	組別			
					高中二年級組		國中二年級組	
					學校數	學生數	學校數	學生數
					一九	五二	四九	二〇七
					一一	二一	三三	五六
					一〇	一七	二三	三八
					八	一五	一八	二二

自特殊教育法頒布以後，國中甄試保送及國中、高中的躍級報考的收件、整理及鑑定工作，改由台灣省教育廳、台北市教育局及高雄市教育局輪流辦理。惟高中三年級科學資優學生的甄試保送，仍由教育部所聘的鑑定小組及國立台灣師範大學科學教育中心密切配合辦理。數年來高三學生甄試保送人數統計如表四。

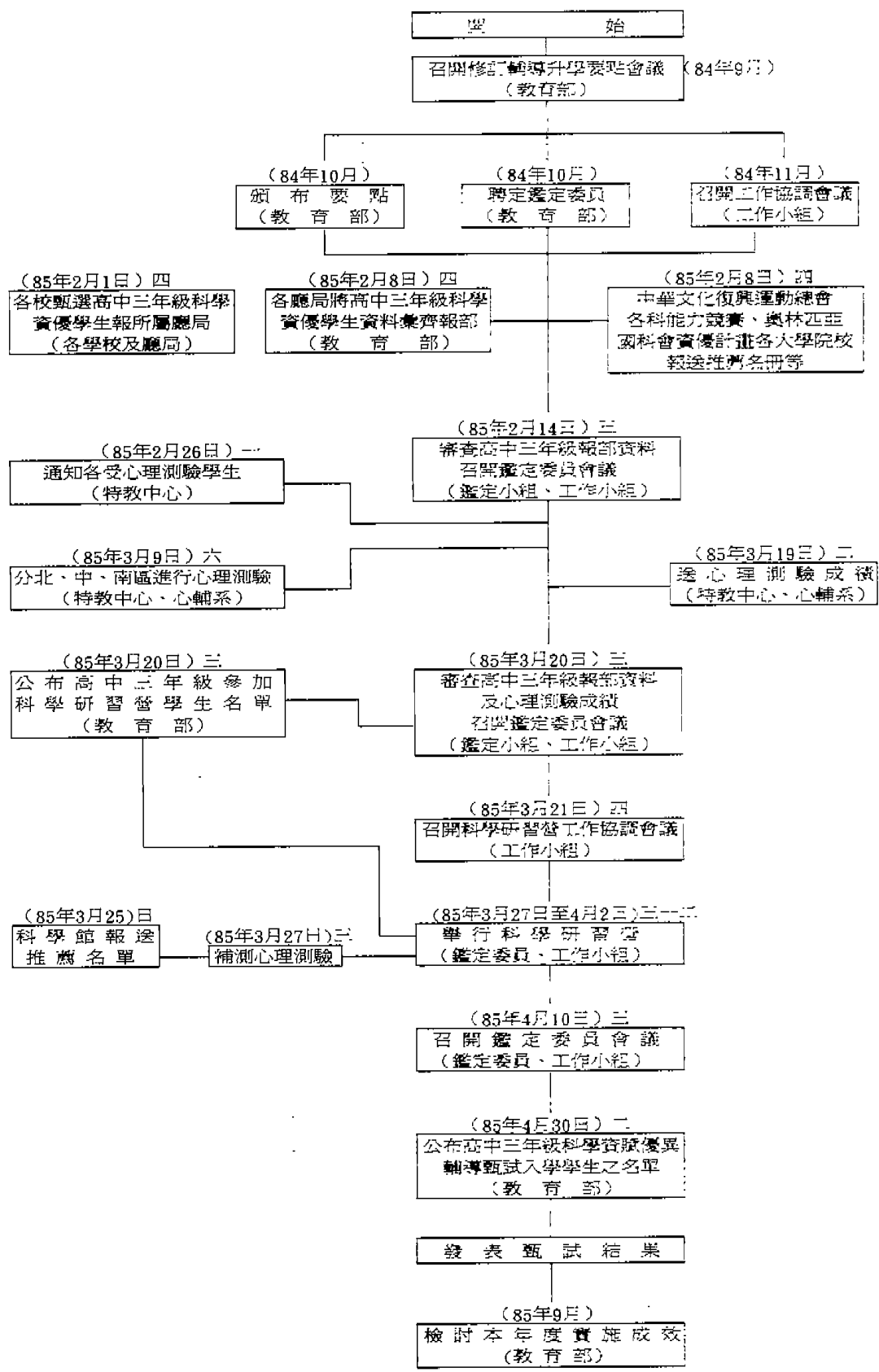
表四 歷年高級中學科學資優學生甄試保送升學人數

學年度	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	合計
全國推薦人數	79	103	107	99	207	176	277	234	314	450	478	495	215	3234
遴選參加心理測驗				82	147	121	138	186	233	307	344	495	174	2227
實際參加心理測驗				78	147	116	136	180	212	293	317	481	168	2128
可參加研習營人數	34	68	50	54	60	93	73	84	108	113	117	124	115	1093
實際參加研習營	34	67	45	49	56	90	70	80	93	102	113	119	110	1028
准予參加甄試	27	38	33	41	48	61	51	61	79	96				535
實際參加甄試	27	34	32	39	42	58	46	56	76	87				497
通過保送人數	12	33	32	38	40	57	46	56	69	87	90	98	97	755
實際保送升學人數	12	33	31	38	40	56	46	56	69	87	88	95	94	745

註一：七十一至七十三學年度沒有辦理全國性心理（智力及性向）測驗。鑑定小組由推薦資料研判可參加研習營學生名單。七十四學年起以全國性心理測驗為選拔的主要基準。

註二：八十學年為止，通過研習營的學生尚需定期參加國立台灣大學辦理的甄試。惟自八十一學年起，甄試工作已合併在研習營進行。

八十四學年度高級中學數學及自然學科資賦優異學生甄試升學的工作流程如圖一所示：



圖一 教育部八十四學年度高級中學數學及自然學科資賦優異學生輔導要點
八十四學年度高級中學數學及自然學科資賦優異學生輔導鑑定工作流程

三、科學資優學生升學後的追蹤輔導

著者爲了解經由教育部中學數學及自然學科資賦優異學生輔導升學要點，進入高中及大學就讀學生之學習適應狀況，於民國七十四年以問卷方式調查學生及導師，探究就學及各校輔導實況。再於民國八十一至八十三年間，以問卷調查及實地訪視舉行座談方式，調查高級中學數理資優班學生進入大學的適應情形，期能做爲部廳局及學校進一步推展數理資優教育的參考。

(一)七十四年問卷調查結果摘要

1. 學習適應方面

(1) 經躍級報考的管道，即由國中二年級躍級考入高級中學及高中二年級躍級考入大學就學的資優學生，在高級中學或大學的學業成績都很優異，且在就讀學校適應良好。

(2) 由國三甄試保送進入志願高中，及由高三甄試保送進入大學基礎科學系就讀的資優學生，在高中或大學的學業成績，呈常態分佈的情形，大多數同學成績中等，少數同學成績特別優異或成績特差的兩極端分佈。多數同學對被貼上「資賦優異」標籤在學習及與同學相處上有很大壓力。

2. 輔導方面

(1) 各校對各類學生以及各個學生，有的根本沒有輔導過，有的只團體輔導。同學們極需要學校有計畫的個別輔導。

(2) 同學們建議希望有一刊物提供科學資優生新的學習或研究資料。其內容尙包括指導他們學習方法，與人相處的態度，並可解答他們的疑難問題。

(二)八十一至八十三年問卷調查及實地訪視座談

著者對全國十七所設數理資優班的高級中學資優學生，於八十一和八十二學年度進入各大學的，廣泛調查其在大學的學習及適應情形。此調查共有四百二十三位學生參加問卷調查，兩年內訪問國立台灣大學、國立清華大學、國立交通大學、國立陽明醫學院、國立中興大學、國立成功大學及私立高雄醫學院等校相關學系十二梯次，與資優學生和輔導教授、系主任舉行座談，收集資料並研討座談的發言。彙整問卷調查及座談結果，可了解我國高級中學數理資優班學生進入大學後的學習態度、學習特性及他們對數理資優教育的意見。

1. 數理資優學生的學習態度

(1) 多數數理資優學生認爲中小學所學過的數學及自然科學知識，對目前的生活有用。

(2) 認爲了解數學及自然科學愈多，對未來就業有利。

(3) 男生與女生的數學及自然科學學習能力一樣強，一樣

可從事科學研究。

(4) 不覺得科學的工作單調而無聊。

(5) 選讀學校時以大學的名聲及學風來選擇。

(6) 以自己的興趣來選擇學系。

(7) 不覺得科學的進展，會破壞世界並使世界更複雜。

(8) 少數進大學的數理資優生言我期許過高，學習上產生焦慮而有沉重壓力。

(9) 不願意被動學習而樂意自動找教授或參考圖書學習。

(10) 數理資優生覺得科學素養外，人文及社會學科的素養亦很重要。

(11) 不喜歡被貼上資優生的標籤，不要同學們以異樣眼光看待他們。

(12) 數理資優學生集中在一起學習，有刺激作用並進步較快。

2. 數理資優學生的學習特性

(1) 多數數理資優學生經常使用個人電腦。

(2) 除了甄試保送的數理資優學生，在大學主修基礎科學系外，躍級報考及自己參加聯考的資優班學生，幾乎都進入應用科學學系。

(3) 喜歡參與大學學系所給的專題討論及專題研究。

(4) 一般教材都能加快學習。喜歡學系為數理資優學生所設計的教材。

(5) 數理基礎好的學生，只需培養興趣與適當指導，便可朝基礎科學方向發展。

(6) 參加聯考考上的資優生入大學後不需要特別輔導。甄試保送進大學的資優學生希望大學學系有計畫輔導及能夠早日參加研究。

(7) 多數數理資優生對大學一年班的課程安排不甚滿意。部份學科教材內容與高中重覆，有的學系設太淺的必修科並缺乏彈性。

(8) 數理資優生希望大學入學前，有詳細介紹就讀學系的機會及做生涯規劃的指導。

(9) 資優學生學習能力強，不必從頭到尾依賴教授講解，可負起相當比例的自學活動。

(10) 部份資優學生認為教師對他們的影響最大，有的甚至受教師影響選擇應用科學學系而放棄基礎科學學系。

3. 對設置數理資優班的高級中學之建議

在大學就學的數理資優學生都是由全國十七所設數理資優班高級中學，經甄試保送或躍級報考及自行參加聯考而進入大學的。他們以過來人的身份，對於過去在高級中學所接受的數理資優教育有很客觀的看法及寶貴的意見，可供各高級中學辦理數理資優教育的參考。

(1) 設置數理資優班，一定要有嚴謹的篩選過程。以高中一年級上學期為觀察期，經教師的觀察、面談、智力

測驗、性向測驗及參考學業成績等，於高中一年級下學期開始設置數理資優班，比高一入學就設置較有成效。

(2) 擔任數理資優班各學科教學的教師，希望以受過該學科特殊教育研習的教師為主體。

(3) 資優班的教學不應該只採取加速教育，希望加速、加廣、加深的教育並行。

(4) 多採取書報討論、專題研究等，以啟發學生的學習能力。

(5) 設置科學資源教室並開闢個別實驗場所，使資優學生隨時可查資料並能夠進行較長期的個別研究實驗。

(6) 經常邀請大學校院的專家學者做專題演講，以充實科學素養並補充人文、社會素養之不足。

(7) 盡量避免使數理資優班成爲大學聯考的超級補習班。

(8) 學校不要以醫學院的升學率做爲評鑑辦理數理資優班成效的依據。興趣在基礎科學的同學，盡量幫助其向基礎科學發展，不要鼓勵他們考醫學院。

(9) 辦理分散式的資優教育時，要有定期的集中研習及討論的活動。

(10) 鼓勵數理資優學生回饋母校。定期邀請畢業而進入大學校院就學的資優生回母校向學弟妹們報告自己的經驗及在大學就學情形，協助學弟妹們解決學習數理學

科的疑難問題。

4. 對大學校院各學系的建議

(1) 入學前做詳細的各學系介紹，輔導填寫志願，並做生涯規劃的指導。

(2) 設法使系上的各研究領域的教授、研究生與入學的學生懇談。一方面可了解學生的性向，並可幫助他們決定適合的領域。

(3) 大學一年級開書報討論，或讓新生能夠參與高年級的書報討論，並使學生能夠自己尋找參考文獻。

(4) 經常指定專題與資優學生討論，訓練其邏輯思考能力。

(5) 提早開始數理資優生的研究生涯，提供資優生早日進入實驗室研究的機會。

(6) 大學一年級除必修課程外，能設一些選修科目，使資優學生依照興趣及能力，有選修課程的空間。

(7) 加強各大學校院的學生輔導中心的功能。

(8) 提供專業教育外的其他資訊。

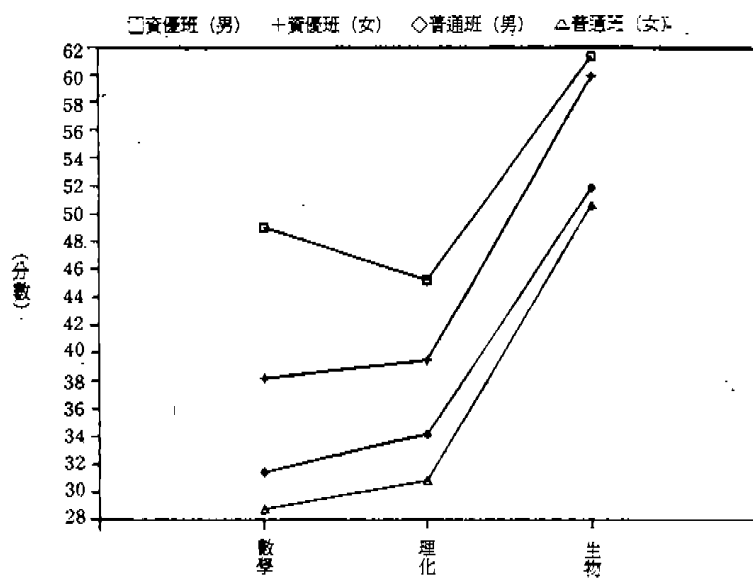
(9) 加強各學科的演習，拉近師生距離及雙向的溝通。

(10) 數理資優生希望與其他同學一樣，不要分資優班出身與否，平等對待。

四、數理資優學生與一般學生的比較

爲了瞭解我國數理資優生的特性，著者曾對全國高中一年級數理資優班學生五九八名，及普通班學生七九五名，共一三九三名學生從事基礎數學、基礎理化、基礎生物等三學科的性向測驗、創造力測驗及學生基本資料的問卷調查。結果報告如後：

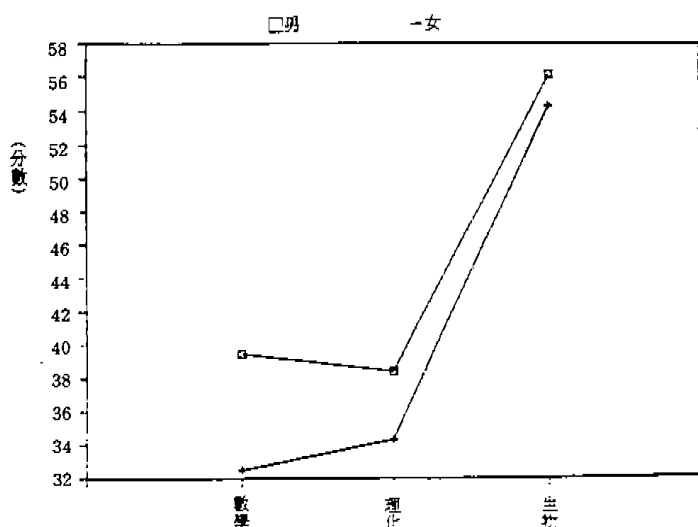
(一) 資優班與普通班男女各科總成績的比較



圖二 資優班與普通班男女總成績之比較

圖二爲資優班與普通班男女總成績比較，無論男生或女生，學科性向測驗的總平均都以：資優班男生 > 資優班女生 > 普通班男生 > 普通班女生的順序排列。各科四類不同學生的總平均成績，以數學科相差最大，其次爲理化，生物科的成績則相差不多。

(二) 男生與女生在各學科性向測驗總平均的比較



圖三 男女總平均成績之比較

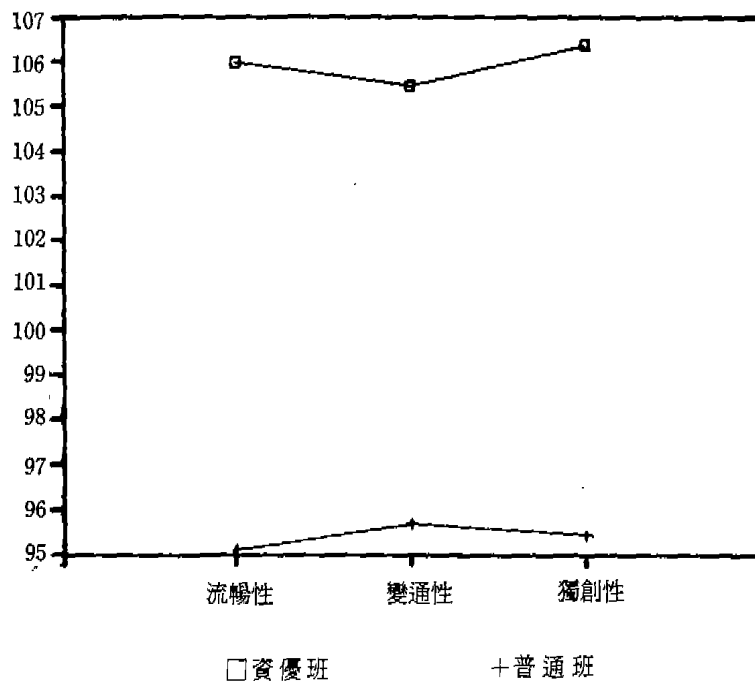
參加測試學生中男生為九〇九人（六五·二%）而女生佔四八四人（卅四·八%）。各學科男女生成績總平均表示於圖三。男生在各科總平均方面都較女生高。其中以數學總平均相差較大，理化其次，生物男女生相差最小，女生對生物方面較感興趣。

(三) 資優班學生及普通班學生創造力的比較

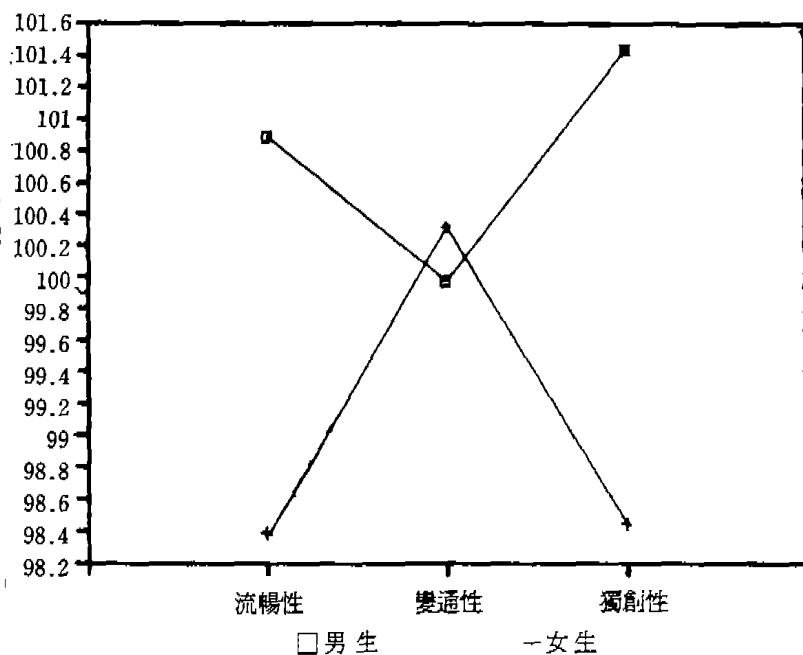
創造力測驗使用國立台灣師範大學心理及輔導學系所修訂的陶氏創造力測驗試題試測。該測驗分為變通性 (flexibility)、獨創性 (originality) 及流暢性 (fluency) 三部分。圖四表示全體資優班學生與普通班學生創造力測驗各部分總平均的比較。從圖四可知，全體資優班學生與普通班學生之間創造力測驗，無論在流暢、變通或獨創性方面的能力都有顯著的差異。資優生在流暢及獨創性能力方面尤其有很優異的表現。

(四) 男生與女生創造力的比較

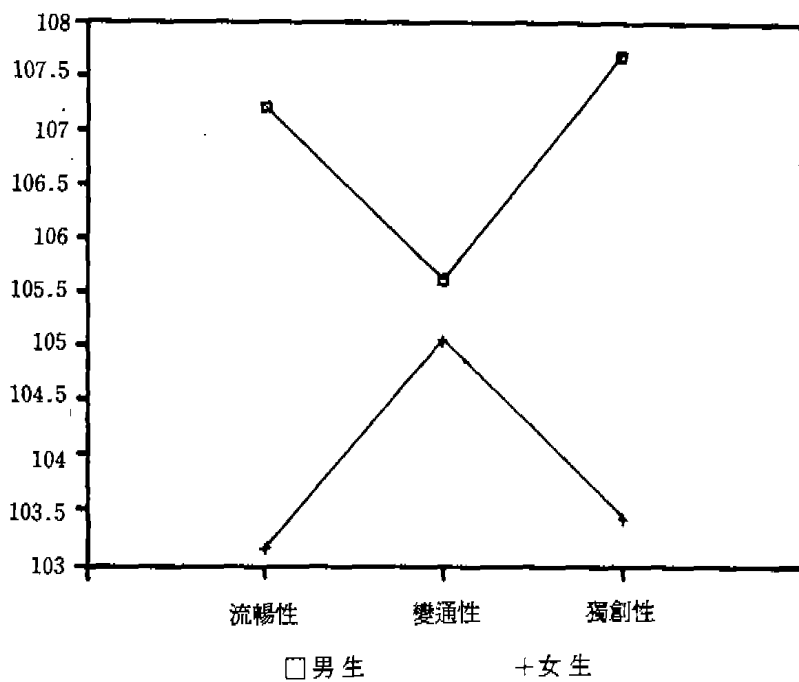
圖五表示在測試中男生與女生在各項創造力的比較。在流暢性及獨創性能力方面男生較女生強，惟在變通性能力方面女生的表現較男生為佳。



圖四 資優班與普通班創造力之比較



圖五 男生與女生創造力之比較



圖六 資優班男生與女生創造力之比較

(五)資優班學生男生與女生創造力的比較

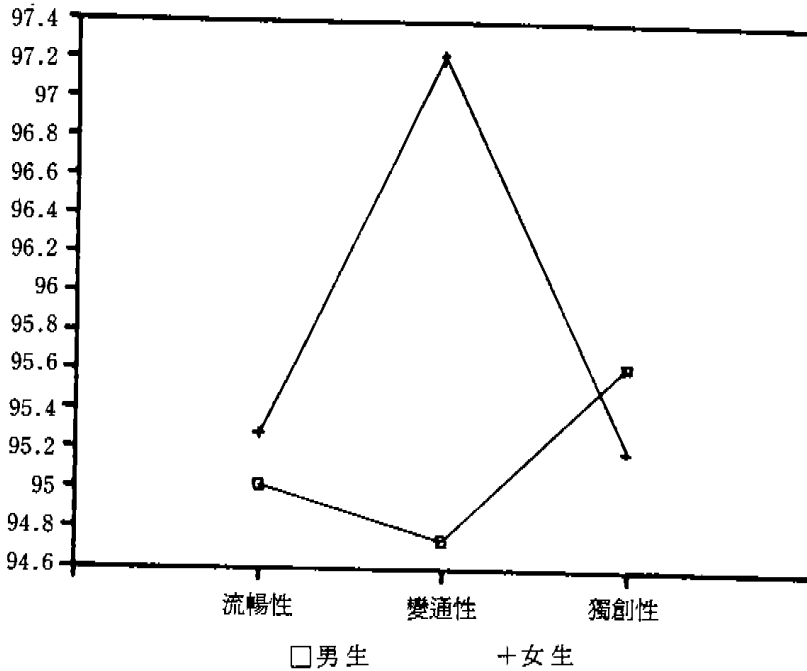
圖六表示資優班的男生與女生在各項創造力的比較。從圖六可知數理資優班的男生，無論在流暢性、變通性及獨創性方面的能力，均較資優班女生的成績為佳。在流暢性及獨創性男女生間差異較大，變通性差異小。

(六) 普通班學生男生與女生創造力的比較

圖七表示普通班男生與女生在各項創造力的比較。女生在流暢性及變通性能力方面較男生有很好的表現，尤其在變通性方面女生高於男生很多。在獨創性方面女生表現略差於男生，惟其差距不大。

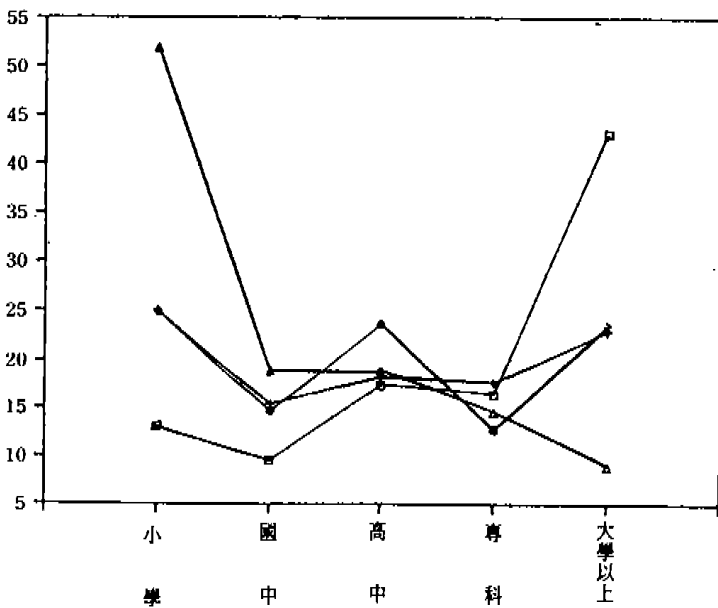
(七) 數理資優班及普通班學生家長教育程度之比較

圖八表示資優班及普通班學生家長教育程度的比較。由

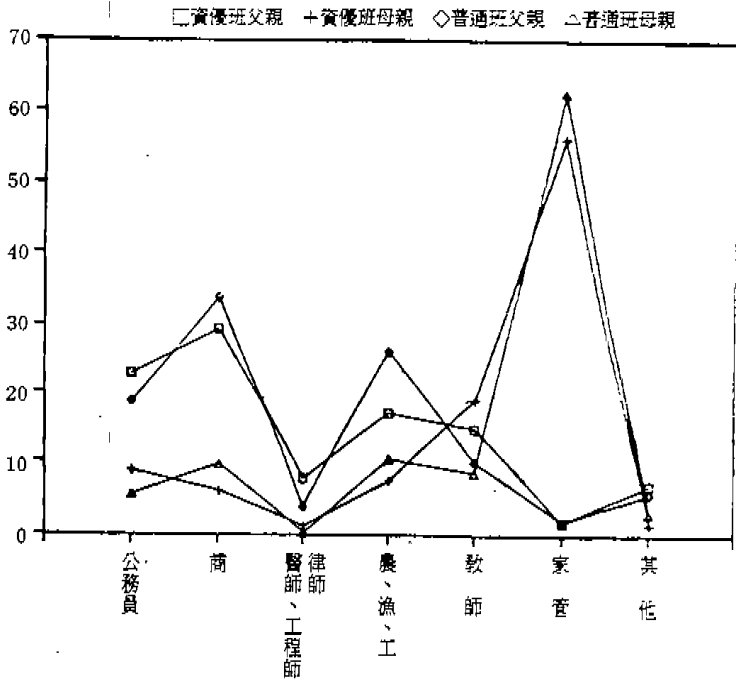


圖七 普通班男生與女生創造力之比較

圖八可知資優班學生的父親約一半(四十三%)受過大學(或以上的)教育。資優班學生的母親與普通班學生的父親學歷為大學的約佔二十三%而很接近，惟普通班學生的母親受過大學教育的不到十%。母親學歷在小學程度的普通班約佔一半以上(五十二%)，資優班只佔十四%。雖然學生的天資似乎與家長教育程度沒有直接相關，惟由本次調查結果顯示高學歷的家長可能刺激及指導子女的教育，使其對科學產生興趣而進入數理資優班。

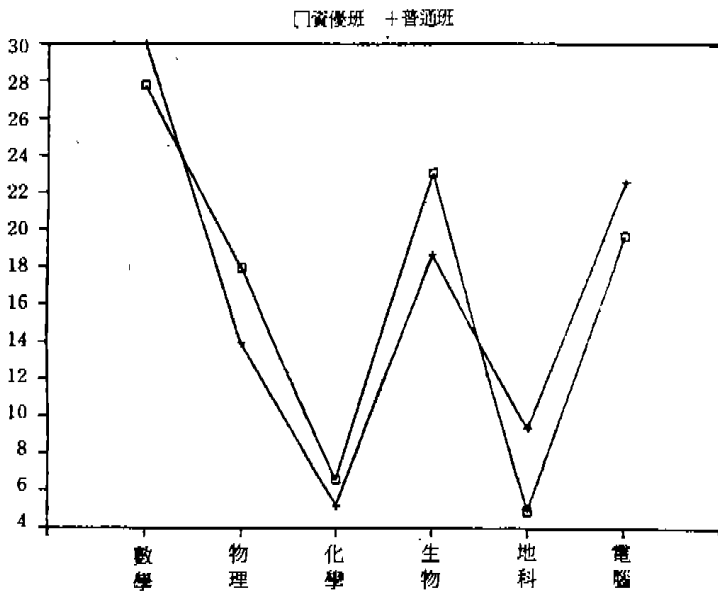


圖八 資優班與普通班學生家長學歷相關圖



圖九 資優班與普通班父母親職業之比較

(八)數理資優班與普通班學生家長職業的比較
 圖九表示數理資優及普通班學生之父母親職業之比較。無論是資優班或普通班學生的父親以從事商業的佔最多，而母親即以家庭主婦為主。資優班學生的母親擔任教師的約佔十九%，與其學歷為專科的十九%互相配合，即師專畢業而從事小學教師。

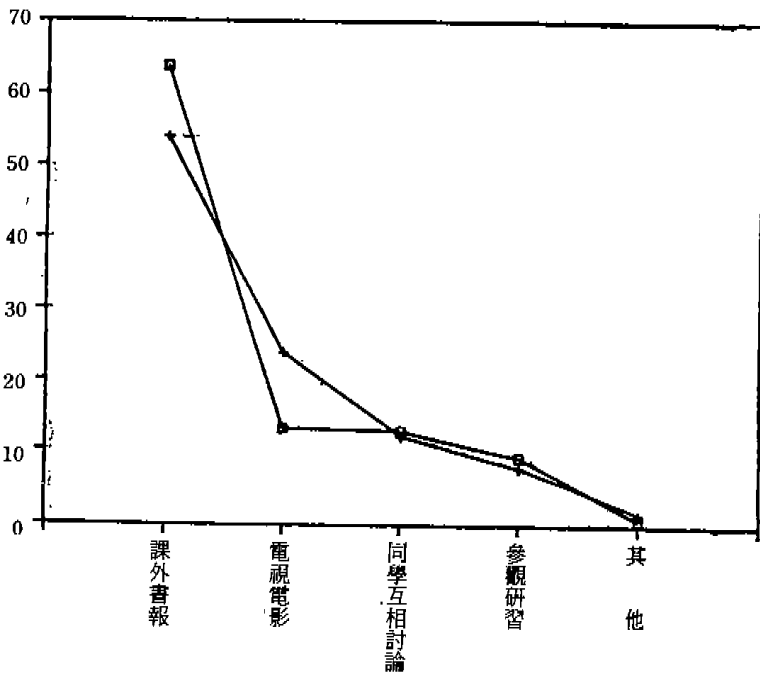


圖十 資優班與普通班最喜歡學科之比較

(九)資優班與普通班學生最喜歡學科之比較
 如圖十所示，無論是資優班學生或普通班學生都對數學表示喜好的趨勢。我國設數理資優班的高級中學都是升學率高、辦校成績優異的學校，因此在這些學校就學的資優班或普通班學生，自然偏好對升學很重要的數學。高一學生愛好生物與電腦而對化學及地球科學喜好程度較低，可能與教材的安排有關。

(+) 資優班與普通班學生科學知識之來源

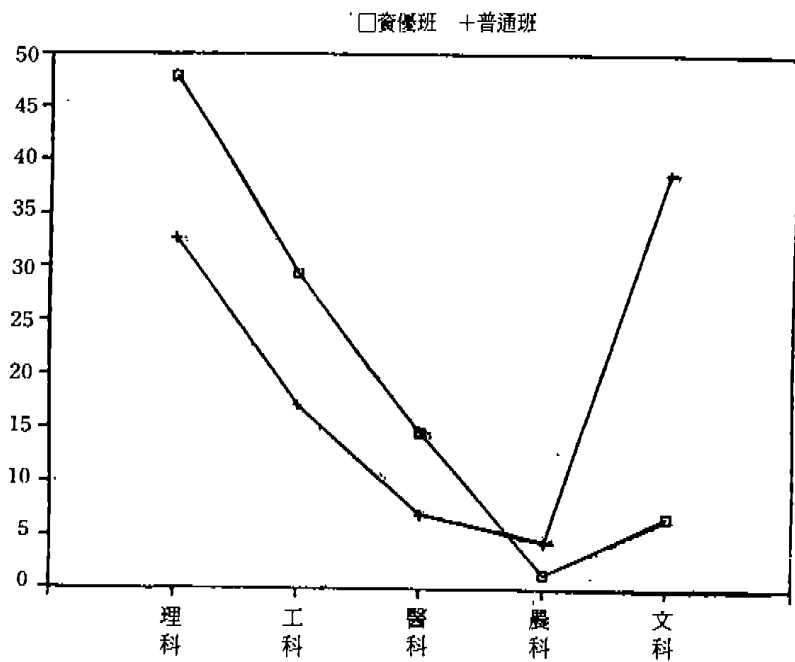
如圖十一所示，無論是資優班或普通班學生，都以課外書報為科學知識的主要來源。資優學生具有不靠別人獨立工作的特性而往往自我封閉，缺乏同學互相討論的意願，為今後輔導重點之一。



圖十一 資優班與普通班科學知識來源之比較

(+) 資優班學生與普通班學生志願之比較

如圖十二所示，數理資優班學生以理、工、醫、農的順序表示其興趣及志願之方向，普通班學生約有四〇%學生志願文科，惟值得留意的是，數理資優班學生經一年的科學教育後約有八%學生表示志願至文科的現象。是否成立數理資

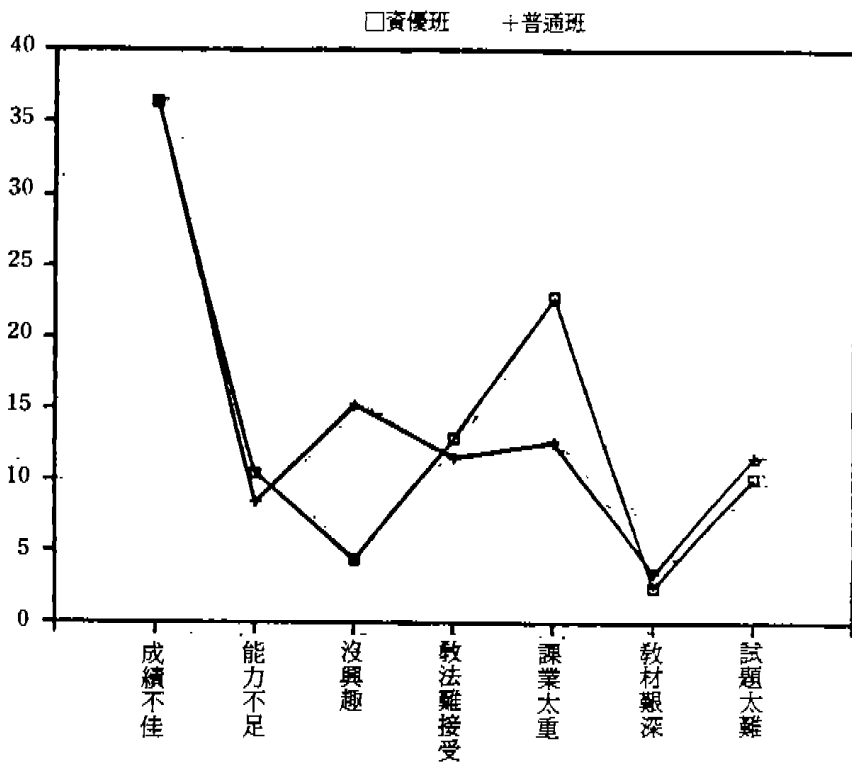


圖十二 資優班與普通班志願傾向之比較

優班時未能嚴謹篩選數理資優生，或數理資優班的教學不能滿足其興趣而要改行，需要探究。我國原以農立國，台灣農產品的豐碩依賴農業專家學者的努力耕耘，惟數理資優班學生志願農科的甚低（不到5%），不是很好的現象。學校最好能鼓勵，使數理資優班學生能夠做為農業方面的傑出人才。

(三) 高中學生挫折感的來源

圖十三表示數理資優班與普通班學生最大挫折感的來源。在升學壓力下，無論是資優班或普通班學生，都認為成績不佳為挫折感的主要來源。他們幾乎都不覺得自己的能力不足為主要產生挫折的原因。在學校考試的成績好壞，對高中學生的壓力很大，因此評量技術及方式需要改進，使學生不致於覺得壓力很大。值得留意的是，無論是資優班或普通班學生，約十五%學生覺得很難接受教師的教法。設數理資優班的高級中學都是全國著名的高級中學，能夠進入這些學校的學生都很優秀，他們多數都具有如前述：很強的創造、歸納及演譯能力，自動學習的意念及行動。教師在以往的演講式教學法外，尚需考慮啟發式或探究式教學法並尋找加廣加深教材以滿足高中學生的興趣，以避免由教師的教學所引起的挫折感。



圖十三 資優班與普通班最大挫折感來源之比較

肆、數理資優學生與國際科學奧林匹亞競賽

一、高級中學自然學科實驗競賽

七十二學年度全國實施高級中學新課程標準後，教育部爲了加強公私立高級中學科學教育，期許課程標準的精神能夠落實於每一位學生，公佈高級中學自然科學實驗競賽計畫。該計畫以各校實施正常教學、充實及正確使用實驗儀器設備、由科學實驗激發學生探究自然科學的興趣、培養創造思考能力、發掘數理資優學生爲宗旨，七十四學年開始，每年實施。競賽分科學實驗操作競賽及科學實驗能力競賽兩類，並分物理、化學、生物及地球科學四科進行。各類競賽分學校級的初賽、聽局級的複賽及全國級的決賽三階段辦理。操作競賽即以臨時抽學生從事教科書的實驗操作爲主體的實驗競賽。能力競賽即由各校選派各自然學科資優學生，經初賽、複賽至決賽的管道，評鑑其對實驗能力的熟悉度、創造能力、解題能力等來決定名次。對操作競賽獲得優秀成績的學校，由教育部頒發獎助金，供學校充實科學實驗設備。能力競賽獲獎的學生即由教育部頒發獎學金。此兩類競賽計畫實施十多年來廣受全國高級中學師生的歡迎，不但使學生手腦

並用的自然學科教學有豐碩的成效，並奠定我國理化資優學生進軍國際奧林匹亞競賽之基礎。

二、國際科學奧林匹亞競賽

民國七十四年八月，著者參加在日本東京舉行的第八屆國際化學教育會議。在會議中聽到美國代表報告：美國高中生參加第十四屆國際化學奧林匹亞競賽的組團、訓練及參賽的經過，引起著者的注意並生起如果與教育部的實驗能力競賽扣在一起時，可使我國高級中學自然學科資優學生進軍國際場合，與各國高中學生在同一條件下競賽，不但能夠提高我們科學教育的成效，而且可了解我國高中科學教育在國際上所佔的地位。因此回國後積極收集有關國際奧林匹亞競賽資料並積極向在法國巴黎的聯合國教育科學文化組織（UNESCO）聯繫，請准我國派隊參加國際奧林匹亞競賽。惟自七十五年至七十九年間，雖每年都申請，每年都得不到可派隊參賽的回函，甚至有一次回函說：因實驗場地受限制無法接受新入會國。

民國八十年是我國進軍國際奧林匹亞競賽轉捩點的一年。八十年四月，著者突然收到第廿三屆國際化學奧林匹亞競賽主席克士勞斯基（Kozlowski）博士代表波蘭國教育部的正式邀請函，請我國派觀察員參加在波蘭羅茲大學舉行的化學奧林匹亞。因爲依照規定要經一年觀察後，第二年就可正

式派隊參加。幾乎同一時期，本校數學系陳昭地教授也接到國際數學奧林匹亞的邀請函，參加在瑞典的數學奧林匹亞競賽的觀察員。教育部很快的批准，從民國八十一年我國可派高中數理資優學生參加國際競賽。

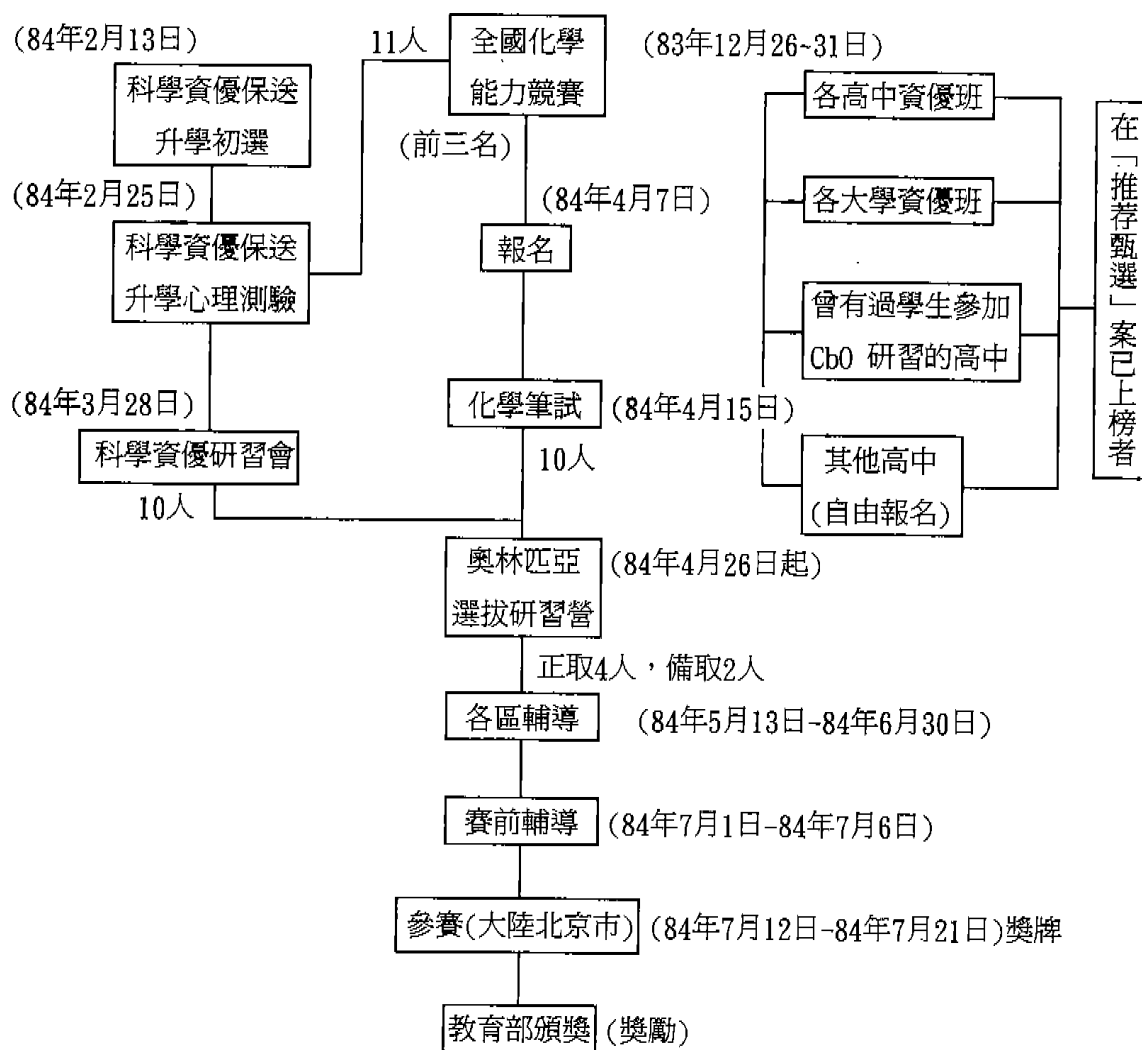
國際科學奧林匹亞競賽為全球最優秀的高級中學科學資優學生一年一度的國際性競賽。自一九五九年的國際數學奧林匹亞 (International Mathematical Olympiad 簡稱 IMO) 開始，有數學、物理、化學、生物及資訊等五科，每科每年由一國家主辦。到民國八十四年，我國參加數學、物理、化學、資訊等四科的奧林匹亞。此四科奧林匹亞的開始年、辦理屆數、我國參與年及全球參與國家數，列於表五。

我國參加國際科學奧林匹亞競賽的數理資優學生，以高級中學能力競賽獲獎的學生外，各科經過嚴謹的全國性甄選，依照各科的要求選派四到六名的國家代表。這些代表經兩星期的密集訓練，每年於七月初赴國外參加比賽。圖十四為我國選拔參加國際化學奧林匹亞國家代表的流程。

民國八十四年，我國派四隊（數學、物理、化學及資訊）高級中學數理資優學生為國家代表，參加在加拿大多倫多市所舉行的國際數學奧林匹亞 (IMO)；在澳洲坎培拉市所舉行的國際物理奧林匹亞 (IPHO)；在大陸北京市所舉行的國際化學奧林匹亞 (IChO) 及在荷蘭所舉行的國際資訊奧林匹亞 (IOI) 等競賽。我國所派出的中華健兒，確實是資優，

表五 我國參與的國際科學奧林匹亞

名 稱	開始年	首屆舉辦國	辦理屆數	目前參與國家	我國第一次參加年及地點
國際數學奧林匹亞	一九五九	羅馬尼亞	卅六	七三	一九九二 莫斯科
國際物理奧林匹亞	一九六七	波 蘭	卅六	五一	一九九四 北京
國際化學奧林匹亞	一九六八	捷 克	廿七	四二	一九九二 匹茲堡
國際資訊奧林匹亞	一九八九	保加利亞	七	五十	一九九四 瑞典



圖十四 我國選拔國際化學奧林匹亞國家代表的流程

在國際場合中屢次為國爭光。表六表示我國歷屆所派的國家代表數及所獲得的獎牌。

表六 我國參加國際科學奧林匹亞競賽成果

年度	數學奧林匹亞	物理奧林匹亞	化學奧林匹亞	資訊奧林匹亞
一九九二	三銀二銅 (六)		一金一銀一 銅(三)	
一九九三	一金四銀一 銅(六)		二金二銀 (四)	
一九九四	四銀一銅一 榮(六)	一銅一榮 (五)	三銀一銅 (四)	一銀二銅 (四)
一九九五	四銀一銅一 榮(六)	一銀一銅三 榮(五)	三銀一銅 (四)	三銀(四)

註：以國際化學奧林匹亞為例，金牌獎授與全參賽者的前百分之十，銀牌獎為全參賽者的前廿%，銅牌獎為前三十%，前四十%可得榮譽獎。其他數學、物理、資訊等競賽，另訂相似之標準。表中()為當年我國所派國家代表學生數。

伍、理化資優學生與國際科學展覽

科學資優學生的特性是具有強烈的自動學習科學的意念

我國數理資優教育

及行動，並有高度的創造能力，於特定主題有特出的表現。教育部為提升我國中小學科學教育的品質，提升學生探究科學的能力，自民國四十九年開始舉辦中小學科學展覽，使科學資賦優異的學生有更廣更深表現其能力的機會。科學展覽由學校的初選開始，國中小部份經縣市的複選，高中職部份經省市的複選，最後由教育部做全國的決選之嚴謹管道，每年有數十萬學生參與，使我國科學教育更為紮實並能開花結果。因為我國辦理科學展覽的成功名聲中外，民國七十一年美國科學服務中心來函國立台灣科學教育館，請我國選派兩名學生參加他們主辦的國際科技展覽會。國立台灣科學教育館從全國科學展覽優勝作品中選兩件經充實後連同作者赴美國參賽，結果兩件均獲得很高的榮譽，他們回國後激起科學資優教育的熱潮，同時開拓教育部對科學資優學生甄試保送的門路。

自民國七十一年至七十七年，我國每年都選派兩名資優學生參加美國主辦的國際科技展覽。由於我國每年參賽的成績都很優異受主辦單位的肯定，從民國七十八年起，大會容許我國每年可選派六名學生參賽。科學教育館將台灣地區分北、中、南三區，每區選兩名科學資優學生參加，惟採取寧缺毋濫的精神，每年選派的資優學生為三到四名。民國八十四年選派三名科學資優學生參加美國主辦的第四十六屆國際科技展覽競賽。表七為此三名學生參展的作品及所獲得的獎

項。

表七 我國科學資優生參加第四十六屆國際科技展覽作品及得獎項目

學生姓名	參展作品名稱	獎項
林悅強	白僵菌對昆蟲致病性的探討	大會獎微生物學科第二名
陳文亮	蒸發量之探討——雲嘉地區	美國微生物學會一等獎 美國園藝學會一等獎 美國氣象學會二等獎
林岳興	自然數的 n 次冪數和	美國數學學會二等獎

國立台灣科學教育館自民國八十年起，選派學生前往加拿大、香港、新加坡、泰國及紐西蘭等國家參加他們的科學展覽，藉著國際科展參賽成果，提升我國科學教育的國際地位。此外，國立台灣科學教育館自民國八十一年起，也以對等回應方式，邀請泛太平洋地區國家組隊（學生兩名、教師一名）來台參加全國中小學科學展覽，以增加科學資優學生觀摩機會，促進國際間的文化交流，並奠定全國中小學科學展覽會國際化的基礎。民國八十四年第三十五屆有美國、加拿大、紐西蘭、日本、新加坡、香港、泰國及菲律賓等八個

國家及地區組隊來台參展。八十五年三月底的全國中小學科學展覽會參加的國家及地區除上述八個國家地區外，尚有澳大利亞、印尼、馬來西亞、汶萊、烏克蘭、越南及印度等七個國家。

陸、結論

資賦優異學生的教育是因材施教、人盡其才的教育。感謝教育部歷年來對數理資優教育的重視。從發掘、培養、輔導升學至國際性活動等，有計畫的安排，使我國數理資優教育在穩定中不斷地成長並進軍到國際的舞台。資優教育不是在培養少數的天才，而是為因材施教而設的，因此對我國的教育革新有很大的幫助，即導致教材教法、課程的彈性化，並使我國的教育更現代化。我國天然資源缺乏，可是資賦優異的學生是我國最好的資源，只要用心發掘及培養，使他們能發揮天賦的才能，相信可維持我國經濟的繼續成長、社會繼續進步。

參考文獻

一、魏明通（八十年二月），高級中學科學資優學生學習特性及輔導研究（第一期報告），國科會 NSC78-0111-003

—03—十冊。

- 二、魏明通（八十年十二月），高級中學科學資優學生學習特性及輔導研究（第二期報告），國科會NSC80-0111-003-25計畫。
- 三、魏明通（八十一年十二月），高級中學科學資優學生學習特性及輔導研究（第三期報告），國科會NSC81-0111-003-18計畫。
- 四、魏明通（八十二年十月），科學資優學生升大學之追蹤調查、學習特性及輔導方式之研究（I），國科會NSC82-0111-S-003-016計畫。
- 五、魏明通（八十三年十月），科學資優學生升大學之追蹤調查、學習特性及輔導方式之研究（II），國科會NSC83-0111-S-003-040計畫。
- 六、魏明通、黃台珠（七十五年八月），中學數學及自然學科資賦優異學生輔導升學學習適應報告，中華民國七十四年科學教育學術研討會論文彙編，頁三二一。
- 七、教育部中等教育司（七十二年九月），教育部七十一學年度中學數學及自然學科資賦特優學生輔導升學總報告，國立台灣師範大學科學教育中心編印。
- 八、教育部中等教育司（八十四年九月），教育部八十三學年度高級中學數學及自然學科資賦優異學生輔導總報告，國立台灣師範大學科學教育中心編印。
- 九、方泰山、魏明通（八十年十月），國際化學奧林匹亞，國立台灣師範大學科學教育中心出版。
- 十、魏明通（七十三年六月），資賦優異學生之科學教育，明日的科學教育專輯，國立台灣師範大學學術研究會學術專題研究第十二輯，頁六〇五。
- 十一、中華民國參加第卅六屆國際數學奧林匹亞競賽代表團（八十四年九月），中華民國參加一九九五第卅六屆數學奧林匹亞競賽紀實，科學教育月刊，一八二期，頁四十六。
- 十二、林明瑞（八十四年九月），我國參加一九九五年第卅六屆國際物理奧林匹亞競賽紀實，科學教育月刊，一八二期，頁五十七。
- 十三、方泰山（八十四年十月），國際化學奧林匹亞競賽——四戰皆捷的中華民國國家代表隊，台灣教育，五三八期，頁廿。
- 十四、何榮桂（八十四年十月），國際資訊奧林匹亞簡介，台灣教育，五三八期，頁六。
- 十五、顏啓麟、馮桂莊（八十四年十月），國立台灣科學教育館的國際教育活動——國際科展，台灣教育，五三八期，頁卅七。
- 十六、魏明通（八十四年七月），大陸科技教育之研究，行政院大陸委員會專案研究報告。

十七· Educational Testing Service (1992. 2), Learning Science, International Assessment of Educational Progress, ETS, New Jersey.

【作者簡介】魏明通先生，台灣省南投縣人，曾任國立台灣師範大學科學教育研究所長、科學教育中心主任，現任國立台灣師範大學化學系教授。