

國立臺灣師範大學

化學系

再談

資賦優異學生的科學教育

魏明通

一、前言

本年（六十九年）一月十八日至十九日，關心我國資賦優異學生教育的行政人員、校長、學者及教師們約一百二十名聚集於師範大學綜合大樓，舉行國民中小學資賦優異學生教育研究實驗輔導會議。在會議上不但聽取學者的研究心得報告，積極探討今後在我國實驗的方針。在討論中有關資優學生的科學教育成為很熱門的話題。寒假裡，北、中及南區各舉行資優學生的科學研習營，著者有機會參與北區在台北市立師範專科學校所舉行的研習營，與國小五年級的資優兒童共渡一星期，發現我國資優兒童學習能力很強，惟稍為缺少科學方法及科學態度的素養，將來加強這兩方面的教學活動，可增強他們的天賦才能。三月十五日，著者在行政院國家科學教育出國進修考察人員座談會報告「美國科學資賦優異兒童之教學」，本文以那時的講稿為藍本，加上著者的研究心得，提供給我國關心資優學生科學教育的先進及教師們，並請惠予指正。

二、一九五八年至一九七五年美國資優教育

一九五七年蘇俄第一顆人造衛星的發射，不但導引美國各級學校科學課程革新的潮流，而且使教育學者更熱心於資賦優異學生的科學教育，期能挽回美國在國際科技方面的領導地位。他們所採取的措施為：資賦優異學生的定義；鑑別及發掘資賦優異學生以集中式或半集中式的指導；科學課程的改進以啟發創造能力及訓練解決問題的技巧等。

三、一九七五年後美國資優教育

一九七五年美國國會通過回歸主流（Mainstreaming）法律，將資賦優異班學生及心身障

礙學生均歸於正規班級而不再集中教育⁽¹⁾。雖然回歸主流法律使廣大種類的學生混合組成班級以求教育的平等，惟近幾年來，科學教育學者發現資賦優異的學生，在科學課程中有趨向於消極的現象。他們在成就測驗的成績都偏低而趨向於平凡。經探討的結果，造成此一趨勢的原因可能是：

1 學校的科學課程不過是一種基礎的學問，其結果，這些資優學生很少獲得他們喜歡並刺激他們的學習機會。

2 學校的教材趨向於獲得片斷的知識、消屑的能力及獨立的事實。這一點對一般學生較合適，但對於科學資優學生不適合，他們喜歡構想較大的觀念，追求研究計畫，喜歡發問並追究答案

3 科學資優學生，在麥亞 - 布立克型指標（Myers-Briggs Type Indicator）中大部份屬於內向——思考型。這表示他們是一種邏輯思考家而不會主動去尋求別人，趨向於孤獨。

由以上的發現，對於資賦優異學生的科學教育，急需加予研討改進。

四、資優學生的教育

資優學生的教育通常分為加速學習（Acceleration）及加強學習（Enrichment）兩方面

1 加速學習：一提到加速學習，很容易想到提早入學、跳級及縮短年限（提前畢業）等措施。事實上，美國很久以來就有這樣的實例：有名的數學家維恩納（Robert Wiener）在十一歲時高中畢業並在十八歲時獲得哈佛大學的數學博士；葛樂士（Michael Grost）在十歲入學於密西根州立大學，十七歲獲得數學碩士；獲得兩次諾貝爾獎金的巴登（John Barden）則由小學3年級跳到7年級。下面是加拉哈（Gallagher）所擬一典型的加速學習的範例⁽²⁾：

年 級	加 速 學 習 的 形 態
初 小（1～3年級）	1 提早入學 2 不分年級（ungraded primary）
高 小（4～6年級）	1 不分年級 2 跳級（grade skipping）
初 中（7～9年級）	1 三年縮短為兩年 2 參與高中課程取得學分
高 中（10～12年級）	1 提早畢業 2 參與大學課程取得學分
大 學（13～16年級）	1 提早入學 2 榮譽計畫（Honors programs）

容許資優兒童在未滿六歲進入小學，把初小階段不分年級，以一位教師負責指導一群資優學生，在不到三年期間修完初小的教育目標即可進到高小。在初中階段可將三年縮短為兩年或鼓勵學生選修高中課程。大學的榮譽計畫可讓學生不必上課而通過考試即可得該課程學分。如此加速學習措施有(1)適合資賦優異學生心理及智力發展；(2)鼓勵他們在較短時間可得成就及(3)跳級或提早畢業可省教育費用並早日貢獻於社會等的優點。另一面有(1)減少教材以外（如德育、體育及群育等）的學習機會；(2)體能不如心理及智力發展的快；(3)與年長的同一班降低他們領導能力等缺點。

點。

對於科學資賦優異的學生來講加速學習的重點不在於跳級或提早畢業等而在於供給資優學生比一般學生較早的學習機會。阿貝烈（Abeles）所提中學階段的科學課程加速學習措施⁽³⁾如下：

年 級	一般學生	被加速的學生
初一	生命科學	生命與（或）物理科學
初二	物理科學	地球科學
初三	地球科學	生 物
高一	生 物	化 學
高二	化 學	物 理
高三	物 理	高級課程（如天文學、地理學及人類生理學）

這些科學教材通常以個別化教學方式編寫，使學生能夠以自己步調（Self-pacing）在實驗室或課堂自己探討。有的課程以模式單元（module）方式出現，例如科際化學課程（Interdisciplinary approaches to chemistry 簡稱 IAC）⁽⁴⁾ 則由七種模式單元所成。學生完成「反應與理由」的基礎單元後，可依照自己的興趣及能力選修其他六個單元，每一單元時間不限，完全照學生自己步調學習，每一單元均準備以知識為中心及以技能為中心而編的兩套測驗，學生通過此兩測驗到一定程度後，再修其他單元。

2 加強學習：加強學習又叫做充實學習，即供給資優學生比一般學生不同的教育經驗，也就是供給他們較多能夠發展智力及技巧的學習活動。加強學習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，而通常以供應較多活動的方式出現。這些活動應能夠提高資賦優異的學生：

- (1) 統整相關概念的能力。
- (2) 評量及判斷事實與爭論的能力。
- (3) 創造新觀念與引導新思考路線的能力。
- (4) 使複雜的問題合理化的能力。
- (5) 瞭解其他情況、時間、人物、以能不受特別環境影響的能力。

加速學習活動通常不在正常班級而在下列四種方式進行：

- (1) 下課後或晚上在學校實驗室、科學館、博物館、工廠或大學進行。
- (2) 週末在科學館、實驗室或大學。
- (3) 在學期中間利用野外露營或訪問科學中心的兩三天活動計畫。
- (4) 暑假在大學、工廠、科學館或野外的長期研習。

下面介紹在美國進行的科學資優學生加強學習例。

加強學習範例 1：塔爾克特山（Talcott Mountain）科學中心計畫^{(5)、(6)}

塔爾克特山科學中心在美國康乃狄格（Connecticut）州，過去為國防部的奈克（NIKE）火箭基地，從 1968 年起撥為科學中心供給州內幼稚園至研究所學生科學研習之用。此中心設有週末及暑期研習的計畫。計畫目標為通過科學研習：

- (1) 訓練思考技巧（Thinking skills）
- (2) 解問題的方法（Problem solving technique）
- (3) 認識自我價值（Self-worth）
- (4) 培養人際關係（Interpersonal relationship）

參與研習的科學資賦優異學生通常為州內各級學校正常班級的上 2～5 % 的學生而以下列三項為選擇的依據

- (1) 認知能力測驗
- (2) 學業成績

(3) 教師推薦。這一項後來取消，因為他們發現教師認為資賦優異的學生之一半通常並不是資賦優異而陶氏（Torrance）創造力測驗中分數很高（即富創造力的）的學生之 70 % 沒有被教師推薦為資賦優異的學生。中心所有的研習計畫細節均由參與研習的學生自己擬定，他們強調“從事我們自己的事情之自由（Freedom to do our own thing）”。例如在研習活動時，有一 18 歲的科學資優兒童經探討後決定最大的望遠鏡的設立位置。一群學生探究法明頓（Farmington）河谷中的結晶狀堆積物之成粒特性，他們所得的結果比州地圖所登的位置更準確。另有一群學生以施放及追蹤氣球來研討地面風氣候學（Surface wind climatology），他們所得的結果廣為地方人士樂用。有一群學生聽到州運輸部決定水庫邊建立高速公路後，經過他們詳細探討及分析

，發現公路使水庫污染的危險度較州政府原估計的大，因此計畫被取消。像這樣的例，在塔爾克特山科學中心訓練的學生，不但達到預期研習目標，而且可貢獻於地方建設。

加強學習範例 2：聖瑪莉（St. Mary）中心暑期計畫⁽⁷⁾

聖瑪莉中心設於美國馬利蘭（Maryland）州的聖瑪莉學院，受馬利蘭州政府教育部資助，每年暑期供給六、七、八年級資優學生加強學習的機會。研習的目標為：

- (1)訓練較高層次的思考及行動能力。
- (2)能統整各方面（科）學理的能力。
- (3)探討某特定題材。
- (4)培養資優學生間的人際關係。

聖瑪莉中心的研習內容與塔爾克特科學中心的方式不同而並不是由學生自由設定的。由中心供應四大範圍的研習主題，每一主題研習一星期，在一期（兩星期）的研習活動中，每一學生均可任選兩主題的活動。四主題各為：

(1)藝術及創造性表現。例如，創造性寫作、戲劇、笑劇、照相、繪畫、雕刻、編織及染布等活動。

(2)解問題的技巧。例如，訓練解問題的過程，以不同的戰略解不同形式問題的技巧等。

(3)歷史及文化的探討。例如，把本州或本地方的歷史、地理、經濟、政治及社會等以過去、現在及將來的觀點來探討。

(4)研究環境科學。例如，河口水分析、河口環境的調查等通過個人的研究計畫，學生探討存在於鄉土環境的複雜問題。

對於科學資優學生來講，第四主題最感興趣。1978 年夏天約有 60 學生參與此一週三十小時的環境科學研習。第一天在課堂聽講地方環境資料、取樣技巧及記錄數值方法外，旅行到地方上的沼澤，實地熟悉於他們所使用的野外器材。第

二天，學生選擇探討的題目，形成研究的假設，並設計實驗的方法。第三天以後學生在大學教授們共同存在下到野外實際探討工作。這樣的加強學習對科學資優的學生有下列優點：

- (1)獲得科學探討的方法及過程。
- (2)探究有興趣並有挑戰性的主題。
- (3)學生自己設計的發現教學。
- (4)學生能共同享受所獲得的知識。
- (5)有機會觀察科學家的工作並與科學家一起工作。

五、結論

國家科學委員會科學教育組黃季仁組長說過“資賦優異學生的教育就是因材施教、人盡人才的教育”，確實如此。在我國邁進於開發國家的今天，怎樣好好地發掘每一個學生的才能，使他們固有的才能能夠發揚光大，貢獻於國家建設，是我們從事科學教育者的責任。我們可把外國的優點吸收消化後，融合我國國情及教育環境，創造適合於我國的科學資賦優異學生的教育措施而全面推廣時，我國的科技將能夠與世界先進國家並進。在此實驗期間以著者的淺見，下列措施似乎可進行：

1 充實小學自然科學教材並徹底施行

我國新小學自然科學課程自民國六十七學年度在全國逐年使用，該教材仍以兒童的科學活動為中心而設計，期能在學習過程中訓練科學方法、發展科學概念及培養科學概念。相信此教材對科學資優兒童很適合，教師們如果能按照學生個人的需要加廣、加深的供應教學資料，對科學資優兒童的幫助很大，將來國中的科學課程亦能以學生的探討活動為中心來展開。

2 加強辦理週末及假期的研習活動

科學資優實驗學校能夠與國立科學教育館所辦理的週末科學研習配合，讓資優學生使用科學

教育館的設備，從事較長期性的研習活動。利用寒暑假在各師專、師院、教育學院及師大辦理科學資優學生的研習，讓他們有機會能夠與科學家一起研究、一起工作。

3. 追蹤並輔導科展優勝的學生

設法追蹤科展優勝學生，輔導他們科學研究，供應研究題目或資料，替他們解決問題，或寒暑假集中他們短期研習。

4. 資賦優異班教師的儲訓及輔導

擔任資賦優異班的老師必須是資賦優異而自願奉獻於資優教學的，對於這些教師們，經常供應資料、輔導教學並鼓勵進修，可使資優教育更有效。

5. 設立科學資優教育教師中心

在師範院校成立科學資優教育教師中心，放置各種資優教育資料及教具，供教師們參考使用。中心經常與外國科學資優教育機構連繫、交換資料，並把各輔導區實驗學校的實驗教學資料歸檔，隨時備用。

參考文獻

(1) Mary Budd Rowe; Teaching Science as

Continuous Inquiry: A Basic, p415 ~ 419, McGraw-Hill Book Co, New York. (1978).

(2) James J. Gallagher; Teaching the Gifted Child, 2nd Edition, p286 ~ 287, Allyn & Bacon Inc., Boston (1975).

(3) Sig Abeles: Science Education for the Gifted and Talented, The Gifted Child Quarterly, Vol. XXI, No. 1, p75 ~ 80 (1977).

(4) Marjorie Gardner; Interdisciplinary Approaches to Chemistry, Harper & Row, Pub., New York (1978).

(5) George C. Atamian and Eric W. Danielson, Programs for the Gifted at Talcott Mountain Science Center, The Gifted Child Quarterly, XXI(1), p69 ~ 75 (1977).

(6) Donald P. La Salle, On Talcott Mountain, Science and Children, p27 ~ 29, March (1979).

(7) Jay McTighe, The Summer Program at St. Mary's Center, Science and Children, p24 ~ 26, March (1979).

本刊各地區聯絡教師通訊錄

姓 名	住 址	電 話
劉 時 通	板橋市文化路一段 25 號	9625611 (宅)
劉 培 槐	基隆市暖暖區水源路 2 巷 62 ~ 2 號	(032) 245768 (宅)
林 峯 敏	嘉義市中正路 669 號	(052) 222955 (宅)
陳 秋 鏗	省立台中一中	(045) 2328155 (宅)
黃 祖 龍	省立彰化高中	
郭 伯 嘉	台南市大興街 233 巷 40 弄 16 號	(064) 264936 (宅)
李 春 亭	高雄市苓雅區河南路 70 號	(07) 7917717 (宅)
黃 主 享	台東市更生路 50 巷 12 弄 13 號	(089) 325952 (宅)
陳 清 德	新竹市中正路 285 巷 8 弄 7 號	(035) 240485 (宅)
張 湘 洲	台南市四維街 21 巷 23 號	(062) 361215 (宅)