

韓國科學資優教育樹立方案簡介

于素麗

國立臺灣師範大學科學教育中心

在這知識爆炸，科學發展一日千里的當今之世，人類的智慧不單支配著高度科技的發展，更關鍵著國家未來的興衰和存亡。

爲進一步的配合國家建設需要，應儘速策畫周詳嚴謹的教育方針，以突破現有的教育瓶頸，實施創造性的革新教學，以早日發掘國家最珍貴的財富，增進人民傑出的創造能力，並發揮其先天的稟賦和潛力。「韓國科學資優教育樹立方案」爲該國針對科學資優教育所策立的方案，茲特摘譯提供國內教育先進參考。

「韓國科學資優教育樹立方案」

壹、設立科學高中面面觀

韓國目前在藝、體能方面，已有專門學校的設立，唯對科學資優教育，尙未有制度的樹立和法律上的依據，因此，科學高中的設立，堪稱爲一項革新教育，爲達成其革新的目標，必需經過多方面的摸索和挑戰階段，欲期使此一計畫早日作好往下紮根的工作，早見其茁壯繁茂的成長，就必需要有萬全的準備和周詳地完善計畫。針對此一問題，僅在此提出以下設立科學高中基本體制的規劃和應考慮事項的有關問題。以茲參考：

一、實驗效果

當前韓國，有關科學資優教育方面的經驗和研究，可說是廖廖無幾，諸如資優生的選拔方法、教具、教學方法、以及教材等研究更是極度欠缺，至於對樹立科學高中應具

之認識和問題、學生的管理輔導等多方面的困擾更是比比皆是，在此重重疑難未得解決的狀況下，亟須仰賴實驗一途，方可化不解為解，化問題為答案。

實驗應以小規模學校起始，累積經驗，隨時吸取新知，加以改進創新，探討資優者的學習速度和興趣，資優者的發掘途徑，制度的規劃和實驗的歷程，教師的職責和使命，學校的條件和經費預算，以及學生未來就業和升學問題的解決和輔導等。深入了解，多方探討，藉此在設立學校的組織上，體制上得到更多的啓示和經驗。推而廣之擴大實驗，再比較大、小規模，學制的得失優劣，或考慮在一般學校設立特殊教育的構想，與其利弊，當可一目瞭然。

小規模的計畫實驗，不論是在制度上的執行或財政上的投資，都可將實驗過程中的冒險性和危險性減至最低限度，然後由點及面，其效果是深而廣之的。在實驗方法上，時時加以創新，在教材上再時時加以創意性的資料和啓發性的輔導，不但可做異日其他學校的楷模，更可加速推廣科學高中的設立。換言之，科學高中的設立，首先應以小規模制為基礎，然後再擴充大規模制遍及全國。

目前韓國為藝、體能專科所設立的特殊學校，所以遭受多方人士的指責和詬病，尋根究底，乃因其在教材內容及教師施教方法上，都與普通一般學校鮮有差別之故。此類學校設立的遭遇詬病原因，即是由於沒有經過萬全準備，即投下大筆經費，而設立特殊教育的一種實例。在此種毫無經驗的狀況下，即設立大規模的學校，不但所費不貲，對國家所造成的損失和對資優者之影響至鉅。此種缺失，當可藉小規模科學資優學校的實驗有所改進和彌補。

二、普及教育制度

教育普及化，重視的是普及教育。其中對藝、體能特殊教育的設立乃屬特例，相對的自然科資質優異者的教育，大有被疏忽之虞。然科學資優者又有異於藝、體能資優者。前者是智力超卓，傾向於心智和心理的早熟，所以在測試或選才方面與體育特優者都迥然有別。其選拔對象，應取決於具有科學頭腦，智力超卓，以及具有好學不倦的研究精神者為主。

因過分強調智力優越，又極易被世人所誤解，認係屬特殊分子羣，或贏得一流學府等不切實之美名，不但極易造成學生自滿驕傲的心態，且與教育普及化制度有所衝突。為免除世人的誤解和詬病，及避免資優者自傲心態的形成，科學高中的設立，尚有待熱心教育人士嚴密的規劃，細心探討，研擬一套更為具體的方案以解決之。

其實，美國及其他實施教育普及化國家，為培育專才，不但有特殊學校的設立，且更能將資優教育，適切而又運用自如地配合在普通高中教育上，如此相輔相成，截長補短的方法，堪稱教育政策上的一大成功，此乃韓國教育普及化制度所不及之處。

啓發學生先天稟賦，依其特殊資質，因材施教，方為培育高級人才的上上之策。僅翻閱一下偉大科學家的生活史實，即可知設立高中資優教育的重要性和必行性。在科學史上領導近廿年的科學偉人：像 Newton, Paul Dirac (量子力學理論發揚光大者)，Fermi (原子爐創始者)，Watson (DNA 發現者) 等人，幾乎都是在二十歲左右即奠定了其不朽的科學成就，在人類的知識領域中，可以說是早熟者 (precocious youth)。

韓國亦必有很多如此早熟的優秀人才，如何去發掘、培育，採用何種政策和方針，當為培育高級科技人才的當務之急。

三、聯考制度

科學高中的設立，其建全與否，聯考制度的配合與其息息相關。

啓發資優生的資質，發掘其特有的先天稟賦，令其在完善合理的制度下，得以發揮其內在的潛力，以期報效社會國家，乃為設立科學高中的最重要目的。為達成此一目的，其先決條件，即要早日建立一套周詳的教育制度和兼具必要的條件，以促使其針對個人所長，隨心所欲地充分發揮其所長。

而今高中生，在聯考制度的壓力下，惟有拋却個人的興趣和時間，置理想於不顧，造成了心理上莫大的負擔和損失，Einstein 入大學的軼事，衆人皆知，他的數學成績固然不錯，但古典物理成績却很差。所幸由於數學成績優越而終被錄取。在美國，因數學成績優異，而被保送入大學二年級就讀的例子比比皆是。

為解決大專聯考所造成學生心理上及精神上的障礙和損失，有必要研究設立一完備的教育方案。考慮直升大學 (部分以口試為準)，或者是以學校成績為準，或者是以物理、數學任一科成績為準，以達成高級科技人才培育計畫的目標。

四、課程安排

韓國高中教育，是以通才教育為目的，在教材及課程的安排上，欠缺多元性和變通性。以物理科為例：教科書的內容遠比課外應習得的知識為貧乏。故在課程安排上，應考慮它的多元性和變通性，視教材的需要，自由安排教授時間，乃為科學高中課程安排

上的最大關鍵。

以美國科學高中（Bronx High School of Science）為例，高中生可選修大學課程，併計入大學成績中。

五、升學制度

科學高中的設立，對學生未來的升學、就業問題亦應兼顧。資優者其學習速度多半快速，在基礎科學科目方面尤為顯著。像「代數 I」（350 頁，1500 題），一般高中生須以一年的時間學習，但對資優生而言，只需半年甚至於更短的時間即可完成。換言之，三年的高中教育在短短的兩年之內即可結束，如此，再要求他們拖延一年的複習過程，當可視做不必要、不合理的要求。所以，儘速提供高水準的教材內容，或保送直升大學等，當為此一教育制度上的因應之策。

對資優者，可考慮保送直升指定的幾所大學內就讀，促使資優者毫無阻礙與顧忌地去發揮其所好，創建其所長。如此，不但可以縮短其讀書年限，節省不必要的金錢浪費，更可早日發掘國家最珍貴的寶藏。

期使早日發掘國家精英、培育優秀的下一代，越級或直升大學制，當為考慮項目之一。

貳、科學資優生的選拔方法

可採用多種途徑選拔之，包括測試法，其方法有：

一、普通測試法

以智商（IQ）指數為標準，韓國雖然也有此一套測試方法，但苦其資料不足。例如外國的標準，對高分羣都有更進一步的分門別類的處理方式，如何參酌外國資料，再視國情需要而活用在本國資優教育上，方為明智之舉。

二、學校生活觀察法

性向測驗，固然可以測試出學生的興趣和關心程度，猶不如採納老師的觀察、和學生家長的意見來得直接和可信性。為確定它的可信度，更應擴及到教授學生的所有教師層面（包括數學、生物、物理、化學）、以及教官、校長等，綜合性的意見，客觀性的

觀察，乃爲此一方法的主要骨幹。

三、特殊檢查法

1. 採用特殊檢查工具——「變音調節實驗」、「平衡實驗」等，以直接面談方式測試之。此一方法在資優生的選拔上雖有助益，惟其測試過程較爲耗時，乃爲缺失之一。

2. 是測定論理思考能力的工具——美國生物學會（Biological Science Curriculum Study：BSCS）創製的「論理調查」；威斯康辛大學所製作的「批判的思考能力調查」。後者雖偏重於高程度的理解力，但對資優生的選拔甚有助益。BSCS 著重於論理檢查，對資優生的基礎科學能力的鑑定頗有貢獻，此乃客觀性極高的測試方法。韓國已有四百多名以上的學生採用此一方法，對資優生的選拔幫助匪淺。

參、施教方案

科學高中的課程，應注重其變通性和選修的自由性。現就教材內容、課程時間、及科目分類等詳述於後：

一、教材內容

科學高中的設立，雖著重於自然科人才的培育，但更不得疏忽的是倫理和人文方面的教導。包括藝術、體能方面的薰陶和訓練，基礎科學知識的增進，以及特別活動項目的加強。爲配合此一教學措施，特設計了一套範圍較廣的教材內容：

1. 人文社會科學方面：公民與道德、國語、外國語（英語、法語、德語、日語）、本國史、外國史、政治、經濟、社會、文化、地理。
2. 藝、體能方面：音樂、美術、體育（包括教練）。
3. 自然科學方面：數學、物理、化學、生物、地球科學（天文學、地質學、海洋學、氣象學）、科學史、科學哲學史、論理學。
4. 特別活動方面：體能訓練班（以國際Olympiad爲範例）。研究計畫班，各種技術實作班（包括電腦、無線班、工藝班、太陽能班、攝影班、生物採集班、地質考察班）等。

二、時間分配

課程時間表

科目	時間	備註
公民道德	6	
國語	10-16	
本國史	6	} 選1~2
世界史	6	
地理	6	
政治經濟	6	
社會學	6	
體育	8-10	
音樂	6	} 選1
美術	6	
英語	10-20	} 選1
法語	8-12	
德語	8-12	
日語	8-12	
數學	16-24	
物理學	12-20	
化學	12-20	
生物	12-20	
地球科學	12-20	天文學、海洋學、地質學、氣象學中選1
科學史	6-10	} 選1~2
科學哲學	6-10	
論理學	6-10	
特別活動	10-20	自由選擇

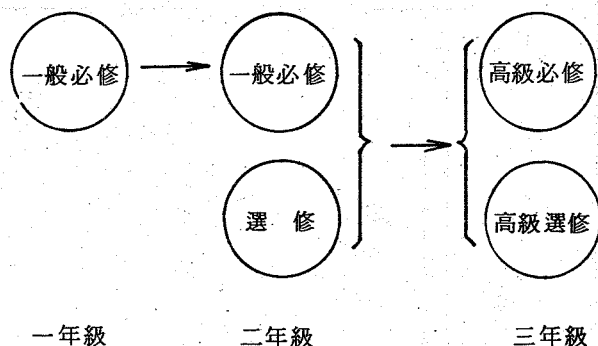
三、科目分類

基礎科學科目，亦依其深淺程度分類之，例如

1. 普通課程 (General Courses) : 以一般高中程度為標準。
2. 高級課程 (Advanced Courses) : 以大學一、二年級課程內容 (參考Bronk High School of Science) 為標準，加以分門別類之，不但具有選修的優點，更可增加學生學習速度和效果。

肆、課程編排

科學高中，強調的是學習速度，與傳統的學年制大有所別。故在課程編排上可採用多類型制，在此僅以二個流程圖表示如下：



上圖，第一年是一般必修課程，第二年視情況而附加選修一項，第三年進入高級必修和選修階段。下面以表表之：

表 I 課程內容

	第一學年		第二學年		第三學年	
	I	II	I	II	I	II
數學 I	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅ (M ₇ , M ₈ , M ₉)	M ₆ (M ₁₀ , M ₁₁ , M ₁₂)
物理	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄ (P ₇ , P ₈)	P ₅ (P ₉ , P ₁₀ , P ₁₁)	P ₆ (P ₁₂ , P ₁₃ , P ₁₄)
化學	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄ (C ₇ , C ₈)	C ₅ (C ₉ , C ₁₀ , C ₁₁)	C ₆ (C ₁₂ , C ₁₃ , C ₁₄)
生物	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄ (B ₇ , B ₈)	B ₅ (B ₉ , B ₁₀ , B ₁₁)	B ₆ (B ₁₂ , B ₁₃ , B ₁₄)
地球科學			E ₁	E ₂	(E ₃ , E ₄ , E ₅)	(E ₆ , E ₇ , E ₈)

註：① P₁, P₂ ……指物理科；M₁, M₂ ……指數學科；C₁, C₂ ……指化學科而言；B₁, B₂ ……指生物科而言；E₁, E₂ ……指地球科學而言。

②科目名稱尚未擬定，故以數字表示之。

③括弧中的科目，是指選修而言。以物理科為例：

P₁, P₂, P₃, P₄ ————— 一般必修

P₅, P₆ ————— 高級必修

P₇, P₈ ————— 一般選修

P₉, P₁₀, … P₁₄ ————— 高級選修

其中以數字表示之科目之間，可彼此連貫亦可加以合併，而並非必各自獨立。以物理科為例：

P_1 ：有關物理科之相關科系（探求方法，教具製作等）。

P_2, P_3, P_4 ：PSSC 課程。

P_5, P_6 ：PSSC 高級課程。

P_7, P_8 ：電子工學，機械工學。

$P_9 \dots P_{14}$ ：Berkeley 課程（在相關科系中選修一科）。

流程圖一，其優點有三：①每一學年之修習科目一致。②有自由選擇的餘地。③自高級選修科目中，不但可以增加更廣泛的學習興趣和效果，更可拓寬新的知識領域。

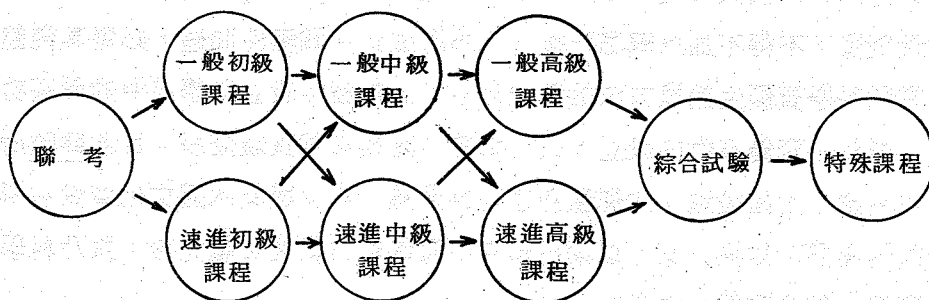
此一流程圖，較傾向於學年制的保守設計，而下面第二個流程圖，則屬完全突破此一範圍，強調的是無學年制，分三個層次設計之：一般課程；速進課程（Accelerated Courses）；和特殊課程（Advanced or Honored Courses）三個階段。層次不同，教授內容亦有所不同。茲分述於下：

一般課程：以普通學生為標準，以充裕地時間來講解科目上的疑難。

速進課程：以資優生為標準。

特殊課程：以大學一、二年級課程為標準，再加以分門別類之。

繪圖表示如下：



以學生入學考試成績為基準，再依其學習速度細分為一般學習班和速進學習班。兩者之間，可隨時調度之，以期達成因材施教的主要目的。

課程的設計要求的是多元性及活用性的，故對學生的選拔或考核，有下列幾項可藉以參考。

1. 速進初級課程：入學考試成績優秀者。
2. 速進中級（高級）課程：順利修畢速進初級課程者；或成績優越，經教師推薦者。

3. 中級（高級）正規課程：修畢初級正規課程者；在初級速進課程中，成績較差而經教師輔導指正者。

4. 特殊課程：分別選自高級速進班，及在一般課程中成績極為卓越者，經過綜合實驗選拔成績優異者。

在第二流程圖中，有以下幾處優點：

1. 無學年制。
2. 依學習能力，適度調配班級。
3. 資優者可在短時間內結束基層課程，迅速地進入特殊課程修習階段。
4. 能力較差者也可把握機會，踏實地穩健地去修習基層科目。
5. 各類課程班級中，學生程度大致相同。

以上兩類流型，皆有所長。在實驗實習過程中，當可體驗出更具體、更切實的方案。

伍、科學高中應具之功能和規模

一、學校功能

1. 科學高中的設立，顧名思義即知為發掘頭腦靈敏度超越常人的教育，然而資質優異並非僅指科學一項而言，舉凡法、商科、政治學科、藝、體能學科等都兼具之，其興趣所好與自然科即大異其趣，因此，如何防止法、商、藝、體能資優者步入科學資優學校的枯澀環境，不得不加以慎思計畫之。為因應此一關鍵性問題，必需具備健全而又無缺失的有關科學資優生選拔方法的萬全之策，方能發揮設立科學高中的最高功能。

2. 自然科資優高中的設立，此一構想，應屬嘗試實驗階段。目前韓國所採用的方法，多以外國（尤指美國）的經驗和學理為準繩，多少與其本國文化背景有所差異，如何配合國情需要，另擬方案，以期科學高中資優教育制度更趨完善，實乃科學高中實驗過程中應負之使命和重大的考驗。

3. 科學高中，強調的是科目的變通性、創造性、啟發性，其功能應兼具多方面的，有如相關科系學分的承認問題，皆應有具體的規劃和完整的體制。例如美國的 Bronx High School of Science 的學生，在二、三年級時即可修市立大學數學科一年級的課程，其所得學分可為直升市立大學併計之。

二、學校規模

以小規模為設立實驗高中的初步構想，其學生數和班級數詳列如下：

1. 學生數和班級數

學 年	班 級	學 生 數 (一 班)	總 數
第 一 年	10	20 ~ 25	200 ~ 250
第 二 年	10	20 ~ 25	200 ~ 250
第 三 年	10	20 ~ 25	200 ~ 250
總 數	30	—	600 ~ 750

2. 教師人數和設備

以 600 ~ 750 名學生為準，即最少應聘 68 ~ 69 名教師，其中包括校長、教官、舍監（有宿舍）各一名。66 名教師除了包括普通教師 27 名，科學科教師 35 名，醫療及輔導教師四名之外，還有助理人員（實驗助理、工人、行政人員）等。

其設施應有普通教室（16 ~ 20 坪左右），教學實驗室（20 ~ 30 坪），演講廳，視聽室，語文室，實驗器材保管室等。

三、應注意事項

1. 科學高中的課程和制度，與普通高中有異，難免會造成學生自傲和優越感，故極易形成一種特惠意識和特權意識。為免流入此一心態的形成，有必要研擬一套解決之策：像責任意識的增強、服務精神的注重、互助精神的培養等，另外亦可擴及到特殊團體活動：像露營、登山、服務社會等活動。以互助團結的方式，進而發揮團隊精神，藉以排除自滿的心理和自以為超越常人的優越感。

2. 競爭心理是促使進步的主要原動力，若過分強調，反會造成不良的反效果。學校制度，應以助長學生互助心理為架構，以團體共同學習精神為指標。

3. 以個別指導方式，來啓導部分性格特殊學生，協助他們，幫助他們得以健全發展，以期早日發掘他們先天的稟賦，集天下精英以教之，培育更優秀的下一代，此乃科學高中應負之責任和使命。

（摘譯自“韓國資優綜合遂行方案”中「自然科資優教育樹立方案」）