科學教育學刊
2008, 第十六卷第五期, 459-475

Chinese Journal of Science Education
2008, 16(5), 459-475

探討班級及課程評鑑因素對資優生在科學高層思考能力影響之研究

廖榮啟
國立高雄師範大學　科學教育中心

（投稿日期：民國 97 年 3 月 16 日，修訂日期：97 年 7 月 20 日，接受日期：97 年 8 月 20 日）

摘要：本研究旨在評鑑國小資優生科學充實課程的成效，應用教師執行科學充實課程評鑑問卷及國小科學高層思考能力測驗等工具，主要以階層線性模式（hierarchical linear models）探討資優班安置方式及課程評鑑性對資優生科學高層思考能力之影響。本研究以國小資優班 60 位教師及 638 名資優生，為研究對象。研究主要結果：資優班類型的不同，會影響國小資優生科學高層思考能力整體層面上的表現；獨立研究課程次數多寡，也會影響資優生科學高層思考能力整體層面表現；教師在執行充實課程上，能夠針對課程計畫、課程實施、課程評量、及自我專業成長上提升，對於資優生在科學高層思考能力整體上的表現，都有很大的助益。根據研究結果，本研究分別對科學充實課程的評鑑、教師自我專業成長及未來研究三方面提出建議。

關鍵詞：階層線性模式、科學充實課程、科學高層思考能力

壹、前　言

長久以來，考試領導教學，忽略高層思考能力之培養；教材教法缺乏創造思考空間；問題解決能力，未從生活經驗中開始；家長過度保護、鼓勵太少，以致於學生缺乏高層次的思考及問題解決能力(邱連煌, 2000l; 劉曜源, 1999)。比較日本、美國及台灣在數理學科的表現，台灣國小學童在整體運算上優於另外兩國，但是在解應用問題之理解及推理上卻比較遜色，所以有必要強調高層思考能力的教學，結合科學等領域，以加強、加深問題的廣度與挑戰性（楊榮祥, 2004; 端木蓉, 1997）。近年來，國內外在課程改革中，普遍強調培養學生探究及培養獨立思考、問題解決能力（教育部, 2001; American Association for the Advancement of Science, 1993; Higgins, 1997）。澳洲教育協會更加指出培養孩子自己設計題目，然後嘗試自己去解決問題，這是一個重要課題（Stovanova & Ellerton, 1996）。

先進國家已發展問題解決評量方案，以鑑定、甄選資優生，例如，美國北加州公立學校於1994年已發展問題解決評量方案，來鑑定甄選資優生（林亦宏, 2001）。William 及

Mary 在科學課程單元使用中，明確指出課程在學生學習後的重要性及實質性，並應與國際科學標準相對比較。而且，學生與教師雙方對於課程單元充滿動機與樂以接受挑戰。再者，經由單元的使用，學生的整合性科學過程技能，可以獲得改善（Van Tassel-Baska, Bass, Ries, Poland, & Avery, 1998）。

資優教育之目的在於激發資賦優異學生的潛能，培養資賦優異的特質，故提供適切的充實課程即顯得格外重要。所謂充實制課程，係指提供適合於學習者的特質與能力，且與過去和未來的學習有關的教育經驗（王文科, 1989）。因此，資賦優異學生課程之安排，應重視試探、啟發及多樣性，透過多樣性的加廣課程，啟發其從事高層次學習及研究的興趣，進而鼓勵其完成需經長期努力始克完成的研究計劃，發揮其創造力、努力及毅力（蔡典謨和鍾蔚起, 1996）。

資優教育在我國實施三十餘年，其間曾於民國六十八年及民國七十二年（吳武典, 1983; 孫沛德, 1983）完成兩次的成果評鑑，結果指出教學問題、策略及課程等，有待更進一步深入分析研究，以作為規劃及檢討改進資優教育的參考（王振德, 1991）。如欲期資優兒童得以充分發揮潛能與才華，則當配合其身心特質，施予適當的課程，合宜的教材與良好的教學方案，始克有成（林幸台、陳聰文、陳明終、潘素卿、林本喬、鄭英耀、王木榮和許進生, 1983）。

就歷史及東西方而言，皆強調資優教育的的重要性，學者也指出資優教育之目的在於激發資賦優異學生的潛能，培養資賦優異的特質。因此，提供適切的充實課程即顯得格外重要，其中尤以高層思考能力的培養為首。再者，資優教育實施近半世紀，不僅評鑑少，就算偶有評鑑，也發現在課程上的許多問題。過往的縱貫研究，歸納了許多報告，的確提供了小學至中學資優生許多正向發展的積極機會。有關效益的研究，國際科學課程計畫發展研究者，指出經費有足夠的應用在計畫並獲成效，但缺乏對資優課程的評鑑研究（Van Tassel-Baska et al., 1998）。有鑑於此，本研究的主要目的：以階層線性模式（hierarchical linear models）來分析不同班級與課程評鑑因素對資優生科學高層思考能力成就表現之影響。

貳、文獻探討

「課程評鑑」一詞首次出現，是在教育部公佈之九年一貫課程暫行綱要中，評鑑範圍包括課程教材、教學計畫、實施成果等（鄒小蘭, 2005）。理想的課程安排、教材內容及準備，如果缺乏合適的評量工具，就無法培養學生所應該發展的特質與能力（高慧蓮、蘇明洲和黃子瑜, 2005）。

一、課程意涵

所謂課程，是指由教師或其他人員編制給學生使用的材料（黃政傑, 2005）。而依據教育部公布之九年一貫課程暫行綱要實施要點，學校負責課程與教學的實施，並進行課程評鑑，包括課程計畫、教師教學、學生學習、教材與教科書選編，藉由校內老師與校外專家學者的專業來檢驗老師們設計的課程，在執行當中是否達到預定的教學目標，並從中做檢討，作為改進課程、編選教學計畫、提升學習成效，以及進行評鑑後的檢討（高慧蓮、蘇明洲和黃子瑜, 2005; 鄒小蘭, 2005）。

評鑑工作有助於孩子的發展及提供資訊給班級教師、行政人員及家長。而課程評鑑，有下列工作內容（Conner, 1991; Goh, 2004; Taba, 1962）：確定目標：找出學科領域具代表的成就行為；發展及應用評鑑工具，獲得

學生成長證據；描述從量或質所獲得的評鑑資料；知識、概念及技能的獲得；有能力面對新的情況；以評鑑資料，作為課程改革、教學和輔導的依據。

二、課程評鑑功能與目的

Eisner（1979）認為評鑑在課程上具有下列許多功能：診斷；修正課程；比較；預測較予的需求；確定目標達成的程度，評鑑可以用來診斷課程、教學和學生的學習。診斷旨在尋找問題或困難所在，以便施予適當處置。評鑑可以用來修正課程，使其益加完美而具有教育效能。美國課程發展方案，持續地進行著，而這些方案都能透過評鑑，促使方案趨於完美，評鑑基本是在確定課程與教學方案實際達成教育目標的程度（黃政傑, 2005）。

Maker 和 Nielson 指出課程評鑑目的可分別從從課程教學發展、學習歷程、全面性發展（Maker, 1986）：從課程教學發展而言：為了鑑定課程教學發展；明瞭學生的特質與教學歷程；學習經驗的引導；說明學習活動的模式與需求；為了學生發展的研究與效益評鑑。從學習歷程而言：活動設計應該包括運用聚斂推理歷程去發現關連模式、想法，以及明瞭原則；在學中提升興趣；運用好奇的天性、慾念去探究事情的原委；藉由事物的探究，提升自我信心及獨立學習。從全面性發展而言：情境適當性；全面性的課程發展架構；具彈性與適切性；實用性；有效性。

簡而言之，課程評鑑目的是在提供正確程序，讓個體能夠獨立，從一堆混沌中，達到創造、革新及有效的解決並加強學生的創造行為。

三、課程評鑑問題與決策型態

在發展課程及規劃教學時，應該先回答以下四個課程評鑑問題（Tyler, 1961, 1984）：學生要達成哪些教育目標？哪些學習經驗可以使學生達成教育目標？學習經驗應如何組織以增進課程的效果？如何評鑑方案的成效？

評鑑作決策的三個型態（引自詹惠雪譯, 2005）：課程改進：第一，決定哪些教材或方法是令人滿意的，什麼地方需要改變；第二，個人的決策：認清學生的需要以便安排適性的教學計畫、判斷學生特質作為篩選和分組依據，並使學生知道自己的進步和缺點；第三，行政上的管制：判斷學校系統的好壞，以及個別教師的優劣。

四、課程評鑑現況

資優教育課程目前所存在的問題，主要為教學與輔導的品質參差不齊，在高層技能與實質內容研究報告中發現，高層技能練習與領域內容偏離，並且真實世界研究技能運用有限。績效的檢驗機制並未建立，其現況問題及因應之道，詳細整理如表1（彰化師大, 2005; Perkins & Saloman, 1989, Tyler, 1961, 1984）：

表 1：資優教育課程評鑑現況內容摘要表

現況問題
(一)教學與輔導的品質參差不齊，績效的檢驗機制並未建立
(二)評量與教學不分
(三)重視過程引導，忽略結果的呈現
(四)學生所要達到的教育目標不明確
(五)有趣的題目，而非有意義的評量
(六)完成後，才思考評分標準
(七)給兒童題目後，才決定要評什麼
(八)評鑑後，沒有深入的問題探討，讓兒童繼續學習
(九)過度依賴主觀的觀察，缺乏客觀的事件記錄

資料來源：整理自彰化師大（2005）；Perkins 和 Saloman（1989）；Tyler,（1961, 1984）。

五、評鑑模式

Maker（1986）指出綜合評鑑模式，內容有抽象化、複雜度、多樣性、學習評鑑、人物研讀、方法探究；過程之高層思考、開放性、探究性、推理論證、選擇自主、小組互動、多樣性；成果之真實問題的結果、向觀眾解說、轉換、多樣性、自訂格式、適當評量；學習環境之學習者為中心、鼓勵獨立自主、開放性、接受性、複雜度、多群組、具彈性、高機動性等方面進行評鑑。

Stufflebeam（1985）的 CIPP 決定模式著重：背景評鑑（計畫）、輸入評鑑（目標的描述、課程目標與學校目標一致性、教學策略等）、過程評鑑（計畫執行、過程）、成果評鑑（針對成果目標的測量、解釋及判斷課程方案或計畫的成效）；Scriven（1983）的消費者導向的評鑑取向著重：形成性與總結性評鑑；Rimm（1977）的資優評鑑與監控模式著重：輸入、過程、結果，例如：教材、設備、器材、方法、教師進修、教學方法、充實活動、學生認知、技能及學習成就；Carter 和 Hamilton（1995）的資優教育方案形成性評鑑模式著重：哲學基礎、過程（強調目標具體明確、標準客觀化、內容分析）及結果導向評鑑（成就表現）；Silky 和 Readling（1992）提出以質性的方法在自然的情境中進行觀察、探究等分析；Clifford, Runions 和 Smyth 的充實學習模式（The learning enrichment service, LES）是一種多重服務模式。

而資優課程方案評鑑應包括課程計畫、執行、教學方法、安置方式、獨立研究、學生成就評量、教師成長及教材、設備、社區資源支持等。課程計畫是對學校教育的培養目標、課程指導思想、課程設置與結構、課程管理方式的規定，學校遵照執行的文件（陳玉琨, 2004; Dover, 1983; Stufflebeam & Shinkfield, 1985）。蓋伊（Gay, L. R.）總結課程評鑑被評主要變項為學業成就、態度、成本，主要決策問題為教學方法、策略或教材、目標有效性、相對效益及成本效益（陳玉琨, 2004）。

本研究整合以上理論要點，以科學高層思考作為依變項，包含科學批判思考能力，統整、歸納、研判及推斷；科學創意思考能力與科學問題解決能力，包含問題發現及問題解決。班級及課程評估結構因素作為自變項，進行班級內及班級間二個階層的分析，以瞭解資優生安置方式、獨立研究、教學方法、教育程度、課程計畫、課程實施、教學環境、課程評量、專業成長及支持系統等面向，哪些班級及課程評估結構因素會影響分散式及集中式資優生科學高層思考能力的表現。

參、研究方法

一、國小資優生科學高層思考能力測驗之編製

本研究之調查工具「教師執行科學充實課程評鑑問卷」主要評鑑重點包括：課程計畫、課程實施、教學環境、課程評量、專業成長、支持系統；「科學高層思考能力測驗」包括：批判思考、創意思考及問題解決能力等內容。編制之研究工具均經專家學者評判後，研究及進行修正、統計分析，刪除部分不合適題目，並進行信度與效度考驗，確定各研究工具內容，完成編訂工作。

本研究之施測量表部分依抽樣對象，由各校分別主持施測事宜。量表回收正式施測的問卷後，將全部的有效問卷資料以 SPSS 12.0版、AMOS 5.0及 Parscale 4.1等統計套裝軟體進行分析處理。分別以 IRT 進行各題目

特徵曲線與訊息量分析；以結構方程模式進行驗證性因素分析，檢驗因素結構模式的適合度。

二、研究對象

本研究教師部分以台南縣、市及高雄市十一所設立資優班的國小資優班教師，合計60位教師，為研究對象；學生部份以台南縣、市及高雄市十九所有設立資優班的國小資優班，其中五年級資優生321名（集中式60名、分散式261名）、六年級資優生317名（集中式60名、分散式257名），合計638名學生（集中式120名、分散式518名）為研究對象。

三、評鑑指標

科學教育評量目標架構（Atkin & Black, 2003）：有1.紀錄並重新呈現資料（例如圖示、表格）、2.測量-工具的使用、3.觀察、4.概念應用-關於生物、化學及物理三領域5.計畫探究、6.執行探究。以下針對科學素養能力指標、科學問題解決能力指標、科學創意教學成效評鑑指標及自然科學實驗能力指標，說明如下：

「科學高層思考能力測驗」的發展，是本研究為了解學生在進行科學充實課程後對於科學高層思考能力之情況所設計的。此工具除了參考相關文獻分析所彙整的理論內容及研究外，整合科學科學高層思考能力內容（行政院衛生署, 2006; 林佑齡譯, 2006; 胡守仁譯, 2005; 姚孟嘉, 1993; 教育部, 2003a, 2003b; 許晃雄, 2001; 經濟部能源局工業技術研究院能源與環境研究所, 2007）與參閱多種相關量表（陳振明, 2004; 葉玉珠, 2003; 詹秀美和吳武典, 1991）等，選擇符合國小高年級學生程度為科學素養能力指標，設計題目與分配題數，測驗的內容具有代表性後所發展的，並且請小學資優班教師、學生、測驗專家、科學教育專長教授，進行題目內容與提議的審查與修改後定稿。

四、階層線性模式

以 HLM5.0階層分析，進行階層線性模式（Hierarchical Linear Models, 簡稱 HLM）的橫斷資料分析方式，來了解不同班級科學充實課程實施成效對資優生科學高層思考能力成就表現的影響。在本研究中，研究者以科學高層思考作為依變項，班級及課程評估結構因素作為自變項，進行班級內及班級間二個階層的分析，以瞭解哪些班級及課程評估結構因素會影響分散式及集中式資優生科學高層思考發揮情形。

本研究的資料結構分為兩個階層，第一階層屬於班級內部的資料，資料來源是所有受試資優生在科學高層思考測驗中三個分測驗的得分，研究者透過縱貫資料分析的處理方式，將同一班級內，同一位受試者在科學高層思考測驗的「批判思考、創意思考及問題解決」得分，排在同一直行，總計第一階層的資料包括分散式及集中式資優生在科學高層思考測驗結果。至於第二階層是屬於班級及課程評鑑影響的資料，本階層中的預測變項包含資優班類型、教育程度、獨立研究、教學方法及課程評估等，研究者希望藉此瞭解其對階層一方程式各係數的影響。

研究中共計使用了二種階層線性模式的次模式（submodel）來進行資料分析，各次模式的內涵以及研究者希望透過該模式分析所獲致的目的，則具體說明如下：

(一)隨機效果單因子變異數分析模式

隨機效果單因子變異數分析模式（one-way ANOVA with random effects），可視為單因子變異數分析之一般線性模式，由於組間效果（u_{0j}）為隨機效果，故稱之為「隨機效果單因子變異數分析」。相較於完整模式，

本模式沒有預測變項（侯雅齡, 2003; 陳正昌和劉子鍵, 2003; Bryk & Raudenbush, 1992）。

本研究希望透過此模式瞭解班級內分散式及集中式資優生在科學高層思考測驗及科學批判思考、創意思考及問題解決三種分測驗是否有顯著差異？以及班級間變異對整體變異的影響有多大。

本模式中的兩個階層的方程式如下：

階層一：$Y_{ij} = \beta_{0j} + r_{ij}$

階層二：$\beta_{0j} = r_{00} + u_{0j}$

(二)各組平均數作為結果變項之回歸模式

各組平均數作為結果變項之回歸模式（means-as-outcomes regression），是將階層一方程式中代表各組（班級內）平均數的 β_{0j} 作為階層二方程式的結果變項，而各組（班級間）的結構因素作為階層二方程式的預測變項。本研究將使用下列模式來瞭解：

第一，假如不同班級間分散式及集中式資優生在科學高層思考的平均數有顯著差異，那這些差異有多少可以由資優班類型、教育程度、獨立研究、教學方法及課程評估結構等因素，做預測變項來解釋。

第二，本模式所提出之各種預測變項，可以解釋階層二中的變異量有多少？

第三，假如排除本模式所提之預測變項所造成之變異後，班級間分散式及集中式資優生在科學高層思考是否仍有顯著差異？

本模式中的兩個階層的方程式如下：

階層一：科學高層思考能力測驗

（Y_{ij}）$= \beta_{0j} + r_{ij}$

階層二：

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}(\text{資優班類型}) + \gamma_{02}(\text{教育程度}) + \gamma_{03}(\text{獨立研究}) + \gamma_{04}(\text{教學方法}) + u_{0j}$$

肆、研究發現與討論

為瞭解課程評鑑結構因素如何影響資優生科學高層思考發揮情形，研究者共計使用了階層線性模式的二種次模式（隨機效果單因子變異數分析模式、各組平均數作為結果變項之回歸模式）來進行統計考驗。以下分別由課程評鑑因素兩部分：班級及課程評鑑因素，針對科學高層思考能力測驗主要的次系統來對結果加以說明。

一、班級結構因素

以下分別從隨機效果單因子變異數分析模式及各組平均數作為結果變項之回歸模式，說明如下：

在針對科學高層思考能力測驗次系統進行階層線性模式分析之前，研究者首先將科學高層思考能力測驗在階層線性模式分析下之基本統計摘要表，呈現於表2：

(一)隨機效果單因子變異數分析模式

在科學高層思考能力測驗中，研究者首

表 2：科學高層思考能力測驗在階層線性模式分析下之基本統計摘要表

變項名稱	樣本數	平均數	標準差	最小值	最大值
科學高層思考能力	638	38.29	7.89	11.00	51.00
資優班類型	19	0.16	0.37	0.00	1.00
教師教育程度	19	2.26	0.93	1.00	4.00
獨立研究	19	3.11	1.82	1.00	8.00
教學方法	19	5.89	2.33	2.00	8.00

先以科學高層思考能力作為被預測變項，在不放入任何預測變項下進行無條件模式的估計，亦即以隨機效果單因子變異數分析之次模式來回答下列兩個問題：

(1)級間科學高層思考能力是否有顯著差異？

(2)變異量中有多少百分比是班級間的變異所造成的？

其模式中的兩個階層方程式如下：

階層一：科學高層思考能力測驗

$$(Y_{ij}) = \beta_{0j} + r_{ij}$$

階層二：

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}$$

從表3研究結果顯示：班級內之變異數為32.927，班級間之變異數為9.215，班級間科學高層思考能力之變異佔總變異數（32.927 + 9.215 = 42.142）的21.867%。另外，班級間之變異數的 χ^2檢定達.001顯著水準，表示各班之科學高層思考能力平均水準確實有差異，可進一步尋找能預測班級間之差異的學校層次變項，如資優班類型、教育程度、獨立研究及教學方法等。接下來的第二個模式，就是在找出哪些學校階層之變項能有效預測班級間科學高層思考能力之差異。

(二)各組平均數作為結果變項之回歸模式

此模式主要目的是在找出哪些階層二之變項能有效預測階層一之係數。並計算加入階層二之預測變項後，階層二之變異數減少之比率。最後也針對加入階層二之預測變項後之殘差變異數進行統計檢定。如果殘差仍然相當可觀，代表仍有重要之階層二之預測變項未在模式之內。

由表4中可以看在「資優班類型、教育程度、獨立研究及教學方法」班級結構因素預測 β_{0j}所得到之參數，資優班類型（$t = 639$, $p < .001$）及獨立研究（$t = 6.805$, $p < .001$），二個預測變項對於學生科學高層思考能力有顯著影響。再由迴歸係數來看：資優班類型的迴歸係數為正，表示集中式資優生科學高層思考能力表現上較分散式資優生為佳；獨立研究的迴歸係數為正，表示進行獨立研究課程次數較多的班級，學生科學高層思考能力表現也較佳。

至於本模式所提出之各種預測變項，可以解釋第二階層中的變異百分比為62.691%，計算方式為（9.215–3.438）/9.215。當排除本模式所提之預測變項所造成之變異後，學生的科學高層思考能力仍達顯著差異（$\chi^2 = 48.177$，$p < .001$），表示在本階層中除了本模式所提出之班級結構變項外，尚有其他的影響變項。

二、課程評鑑因素

本研究的課程評鑑因素有課程計畫、課程實施、教學環境、課程評量、專業成長、支持系統及課程評鑑整體層面說明如下：

表 3：學高層思考能力之隨機效果單因子變異數分析模式摘要表

固定效果		無條件模式		
		係數	估計標準誤	*t* 值
科學高層思考能力之平均數		38.023	0.950	40.009***
隨機效果	標準差	變異數	自由度	χ^2
階層二隨機效果	3.036	9.215	18	130.559***
階層一隨機效果	5.738	32.927		

***$p < .001$

表 4：優班類型、教育程度、獨立研究及教學方法之平均數作為結果變項之回歸模式摘要表

固定效果		係數	估計標準誤	*t* 值
科學高層思考能力		21.894	1.007	21.732***
資優班類型		7.958	1.411	5.639***
教師教育程度		0.621	0.480	1.293
獨立研究		2.215	0.325	6.805***
教學方法		0.004	0.191	0.023
隨機效果	標準差	變異數	自由度	χ^2
階層二隨機效果	1.854	3.438	14	48.177***
階層一隨機效果	5.737	32.910		
未加入預測變項之階層二隨機效果	3.036	9.215	18	130.559***

***$p < .001$

在針對科學高層思考能力測驗次系統進行階層線性模式的二種次模式分析之前，研究者首先將科學高層思考能力測驗在階層線性模式分析下之基本統計摘要表，呈現於表5：

(一)隨機效果單因子變異數分析模式

在科學高層思考能力測驗中，研究者首先以科學高層思考能力作為被預測變項，在不放入任何預測變項下進行無條件模式的估計如表5-27，亦即以隨機效果單因子變異數分析之次模式來回答下列兩個問題：

1.班級課程評鑑間科學高層思考能力測驗分析是否有顯著差異？

2.總變異量中有多少百分比是班級課程評鑑間的變異所造成的？

其模式中的兩個階層方程式如下：

階層一：科學高層思考能力測驗

$$(Y_{ij}) = \beta_{0j} + r_{ij}$$

階層二：

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}$$

從表6研究結果顯示：班級課程評鑑內之變異數為32.928，班級課程評鑑間之變異數為9.214，班級課程評鑑間科學高層思考能力之變異佔總變異數（32.928 + 9.214 = 42.142）的21.864%。另外，班級課程評鑑間之變異數的 χ^2檢定達.001顯著水準，表示各校之科學高層思考能力平均水準確實有差異，可進一步尋找能預測班級間之差異的班級課程評鑑層次變項，如課程計畫、課程實施、教學

表 5：科學高層思考能力測驗在階層線性模式分析下之基本統計摘要表

變項名稱	樣本數	平均數	標準差	最小值	最大值
科學高層思考能力	637	38.29	7.89	11.00	51.00
課程計畫	19	64.53	14.42	36.00	78.00
課程實施	19	68.11	16.33	34.00	86.00
教學環境	19	16.74	3.28	9.00	20.00
課程評量	19	50.32	12.00	28.00	63.00
專業成長	19	16.53	3.34	9.00	20.00
支持系統	19	41.16	9.66	22.00	51.00
課程評鑑整體	19	257.37	57.44	142.00	318.00

表 6：科學高層思考能力之隨機效果單因子變異數分析模式摘要表

固定效果		無條件模式		
		係數	估計標準誤	t 值
科學高層思考能力之平均數		38.023	0.950	40.009***
隨機效果	標準差	變異數	自由度	χ^2
階層二隨機效果	3.035	9.214	18	130.554***
階層一隨機效果	5.738	32.928		

***$p < .001$

環境、課程評量、專業成長、支持系統及課程評鑑整體等。接下來的第二個模式，就是在找出哪些班級課程評鑑階層之變項能有效預測班級間科學高層思考能力之差異。

(二)各組平均數作為結果變項之回歸模式

此模式主要目的是在找出哪些階層二之變項能有效預測階層一之係數。並計算加入階層二之預測變項後，階層二之變異數減少之比率。最後也針對加入階層二之預測變項後之殘差變異數進行統計檢定。如果殘差仍然相當可觀，那代表仍有重要之階層二之預測變項未在模式之內。

為瞭解不同班級課程評鑑間各種結構性變項對科學高層思考能力的影響，研究者在階層二中，因班級數量受限，在考量到模式自由度下，分別以課程計畫、課程實施、教學環境、課程評量、專業成長、支持系統及課程評鑑整體結構，逐一作為預測變項，進行階層一方程式中代表各組（班級課程評鑑內）平均數的 β_{0j}，作為階層二方程式的結果變項的回歸模式來加以分析：

1.課程計畫

在「課程計畫」之課程評鑑因素預測 β_{0j} 所得到之參數，課程計畫（$t = 3.193, p < .05$）的預測變項對於學生科學高層思考能力有顯著影響。再由迴歸係數來看：課程計畫的迴歸係數為正，表示課程計畫愈佳的課程評鑑，學生在科學高層思考能力表現也較佳。

至於本模式所提出之各種預測變項，可以解釋第二階層中的變異百分比為26.449%，計算方式為（9.214–6.777）/9.214。當排除本模式所提之預測變項所造成之變異後，學生的科學高層思考能力仍達顯著差異（$\chi^2 = 98.1626$，$p < .001$），表示在本階層中除了本模式所提出之課程評鑑變項外，尚有其他的影響變項。

2.課程實施

在「課程實施」之課程評鑑因素預測 β_{0j} 所得到之參數，課程實施（$t = 2.530, p < .05$）的預測變項對於學生科學高層思考能力有顯著影響。再由迴歸係數來看：課程實施的迴歸係數為正，表示課程實施愈佳的課程評鑑，學生在科學高層思考能力表現也較佳。

至於本模式所提出之各種預測變項，可以解釋第二階層中的變異百分比為22.498%，計算方式為（9.214–7.141）/9.214。當排除本模式所提之預測變項所造成之變異後，學生的科學高層思考能力仍達顯著差異（$\chi^2 = 98.987$，$p < .001$），表示在本階層中除了本模式所提出之課程評鑑變項外，尚有其他的影響變項。

3.教學環境

在「教學環境」之課程評鑑因素預測 β_{0j} 所得到之參數，教學環境（$t = 1.828, p > .05$）的預測變項對於學生科學高層思考能力沒有顯著影響。

4.課程評量

在「課程評量」之課程評鑑因素預測 β_{0j}

所得到之參數，課程評量（$t = 2.869, p < .05$）的預測變項對於學生科學高層思考能力有顯著影響。再由迴歸係數來看：課程評量的迴歸係數為正，表示課程評量愈佳的課程評鑑，學生在科學高層思考能力表現也較佳。

至於本模式所提出之各種預測變項，可以解釋第二階層中的變異百分比為40.601%，計算方式為（9.214–5.473）/9.214。當排除本模式所提之預測變項所造成之變異後，學生的科學高層思考能力仍達顯著差異（$\chi^2 = 84.7096$，$p < .001$），表示在本階層中除了本模式所提出之課程評鑑變項外，尚有其他的影響變項。

5.專業成長

在「專業成長」之課程評鑑因素預測 β_{0j} 所得到之參數，專業成長（$t = 3.634, p < .05$）的預測變項對於學生科學高層思考能力有顯著影響。再由迴歸係數來看：專業成長的迴歸係數為正，表示教師專業成長愈佳，學生在科學高層思考能力表現也較佳。

至於本模式所提出之各種預測變項，可以解釋第二階層中的變異百分比為2.126%，計算方式為（9.214–6.991）/9.214。當排除本模式所提之預測變項所造成之變異後，學生的科學高層思考能力仍達顯著差異（$\chi^2 = 100.368$，$p < .001$），表示在本階層中除了本模式所提出之課程評鑑變項外，尚有其他的影響變項。

6.支持系統

在「支持系統」之課程評鑑因素預測 β_{0j} 所得到之參數，支持系統（$t = 1.113, p > .05$）的預測變項對於學生科學高層思考能力沒有顯著影響。

7.課程評鑑整體層面

在「課程計畫」整體層面之課程評鑑因素預測 β_{0j} 所得到之參數，課程計畫（$t = 4.091, p < .001$）的預測變項對於學生科學高層思考能力有顯著影響。再由迴歸係數來看：課程評鑑的整體層面迴歸係數為正，表示課程評鑑整體層面愈佳的課程評鑑，學生在科學高層思考能力表現也較佳。

至於本模式所提出之各種預測變項，可以解釋第二階層中的變異百分比為38.680%，計算方式為（9.214–5.650）/9.214。當排除本模式所提之預測變項所造成之變異後，學生的科學高層思考能力仍達顯著差異（$\chi^2 = 83.14986$，$p < .001$），表示在本階層中除了本模式所提出之課程評鑑變項外，尚有其他的影響變項。

三、綜合結果與討論

關於綜合結果與討論，分別由班級及課程評鑑因素綜合論述，說明如下：

(一)綜合結果

1.班級結構部分

在隨機效果單因子變異數分析模式下，不同班級間在科學高層思考能力整體層面上有顯著差異，且變異佔總變異數的21.867%，研究者進一步以階層一方程式各組平均數作為階層二方程式之結果變項的回歸模式，以瞭解哪些班級間結構性的因素會影響學生的科學高層思考能力，結果發現「資優班類型及獨立研究」顯著的影響學生在科學高層思考能力整體層面的表現，至於本模式所提出之各種預測變項，可以解釋第二階層中的變異百分比為62.691%，所獲致具體結果如下：

(1)集中式資優生科學高層思考能力上較分散式資優生為佳。

(2)進行獨立研究課程次數較多的班級，學生科學高層思考能力較佳。

2.班級課程評鑑部分

在隨機效果單因子變異數分析模式下，不同班級間在科學高層思考能力整體及分層面上有顯著差異，研究者進一步以階層一方

程式各組平均數作為階層二方程式之結果變項的回歸模式，以瞭解哪些班級間結構性的因素會影響學生的科學高層思考整體及分層面上的能力，結果發現「課程計畫、課程實施、課程評量、專業成長及課程評鑑整體層面」顯著的影響學生在科學高層思考能力整體及分層面上的表現，所獲致具體結果如下：

(1)教師在課程計畫上得分越高者，學生在科學高層思考能力整體及科學批判思考、科學問題解決能力表現上較佳。

(2)教師在課程實施上得分越高者，學生在科學高層思考能力整體及科學問題解決能力表現上較佳。

(3)教師在教學環境上得分越高者，學生在科學批判思考能力表現上較佳。

(4)教師在課程評量上得分越高者，學生在科學高層思考能力整體及科學批判思考、科學問題解決能力表現上較佳。

(5)教師在專業成長上得分越高者，學生在科學高層思考能力整體及科學批判思考、科學問題解決能力表現上較佳。

(6)教師在支持系統上得分越高者，學生在科學批判思考能力表現上較佳。

(7)教師在課程評鑑整體層面上得分越高者，學生在科學高層思考能力整體及科學批判思考、科學問題解決能力表現上較佳。

綜合上述在科學高層思考能力整體層面及科學批判思考能力、科學創意思考能力、科學問題解決能力等分層面及班級課程評鑑分析結果，可做如下的綜合討論：

(二)綜合討論

綜合討論部分，分別從資優班類型、獨立研究課程以及教師在執行充實課程方面，說明如下：

1.資優班類型的不同，會影響科學高層思考整體層面能力及科學批判思考、科學問題解決分層面的能力，集中式資優生較分散式資優生為佳。劉文琦（1997）指出資優生集中的優點在於有更多互相合作激發想法。因此資優班的類型在科學高層思考整體層面能力及科學批判思考、科學問題解決分層面能力的差異，可能與同儕（能力接近者）互動有關。

2.獨立研究課程次數多寡，會影響學生科學高層思考整體層面能力及科學批判思考、科學問題解決分層面的能力。進行獨立研究課程次數較多的班級，無論在整體層面能力及科學批判思考、科學問題解決分層面的能力上都較佳。本研究結果與林志忠（1999）研究發現：獨立研究中學習策略教學活動設計對於學生在科學問題解決有幫助相符合。郭靜姿（1993）也指出獨立研究方案，可達到培養研究的興趣與精神、提供實際的研究經驗、加強研究方法的訓練、培養獨立與自學的能力、提高問題解決能力、發展高層次思考能力。

因此，獨立研究課程次數多寡在科學高層思考整體層面能力及科學批判思考、科學問題解決分層面能力的差異，可能與研究的興趣與精神、實際面能力及科學批判思考、科學問題解決分層面的能力差異，除獨立研的研究經驗、研究方法的訓練、獨立與自學的能力有關，若要進一步瞭解集中式資優生與分散式資優生在科學高層思考整體層究課程次數多寡的影響因素外，可再納入研究的興趣與精神、實際的研究經驗、研究方法的訓練、獨立與自學的能力做為參照。

3.教師在執行充實課程上，能夠針對課程計畫、課程實施、教學環境、課程評量、支持系統及自我專業成長上提升，對於資優生在科學高層思考能力整體及分層面上，都有很大助益。此結果符合 Maker（1986）所指出資優教育課程所需元素：發展批判及相關高層思考的觀點；再以課程設計原則：發展有效、複雜、抽象及高層思考技能，提升學生批判思考，獲得更多挑戰自我及展現的機會，以及建立學生創造性問題解決模式（Renzulli, 1986），也與本研究結果相符。再比較在 1960 年代大量科學課程計畫的研究：例如科學過程取向（SAPA）；國小科學研究（ESS）;科學課程提升研究（SCIS）；生物科學課程研究（BSCS）等研究也都大致相同（Bredderman, 1983; Hedges, Shymanski, & Woodward, 1990; Shymanski, Kyle, & Alport, 1983）。

伍、結論與建議

關於班級及課程評鑑因素對資優生在科學高層思考能力影響之研究結論與建議說明如下：

(一)結論

在文獻探討中研究者從統計方法的角度切入探討，結果發現階層線性模式中對於橫斷資料的處理方式，可以表現其在個人層次變項和群體層次變項之層級關係，正適於分析班級的整合性特徵。因此，在本研究以 HLM 來分析影響學生科學高層思考能力之班級及課程評鑑因素。以下乃分別就研究結果作說明：

1.資優班類型的不同，會影響科學高層思考整體層面能力及科學批判思考、科學創意思考能力、科學問題解決分層面的能力。集中式資優生，除了在科學創意思考能力沒有明顯差異外，在科學思考能力整體層面及科學批判思考、科學問題解決分層面的能力表現上，都較分散式資優生為佳。

2.獨立研究課程次數多寡，會影響學生科學高層思考能力整體層面及科學批判思考、科學問題解決能力分層面的表現。進行獨立研究課程次數較多的班級，無論在整體層面或科學批判思考、科學問題解決分層面的表現也都較佳。

3.教師在執行充實課程上，能夠針對課程計畫、課程實施、課程評量、及自我專業成長上提升，對於資優生在科學高層思考能力整體及分層面科學批判思考、問題解決能力上的表現，都有很大助益。

(二)建議

根據研究的發現與結論，本研究提出下列數項建議，做為資優教育科學充實課程規劃及提升科學高層思考能力與未來研究的參考。關於課程評鑑因素對科學高層思考能力影響之建議，分別由重視課程的評鑑、教師自我專業成長、不同學校成員的觀點，以及探究其他可能影響科學高層思考能力的結構因素等，說明如下：

1.重視課程的評鑑及教師自我專業成長

本研究中在課程評鑑因素對科學高層思考能力測驗整體層面及科學批判思考、科學問題解決能力分層面的影響因素之自變項「獨立研究」、及「課程計畫」、「課程實施」、「課程評量」及教師「專業成長」，從以各組平均數作為結果變項之回歸模式來看，在模式二加入課程評鑑階層之預測變項之後，的確是影響班級間科學高層思考能力之差異的重要變項。

因此，學校及資優班教師應重視課程的評鑑，其中包含完善的課程計畫、課程實施、課程評量及教師的專業成長。

2.不同學校成員的觀點都應予以重視

以往在對學生高層思考能力的研究，研究者往往習於以學生的測驗或觀點來研究分析，研究者或許著眼於學生成果的產出（out put），而忽略了影響成果產出的投入（in put）因素。在本研究中的結果顯示，班級及課程評鑑因素中，教師部分影響甚大，再者，第三者往往也提供了豐富的訊息，也可能是重要的參考指標，所以除了學生、教師外，其他學校成員的觀點都應予以重視。

3.提升資優生的科學創意思考能力

目前不同學生類別國小普通班資優生與集中式、分散式資優生在科學批判思考、問題解決能力上之差異，皆達顯著水準，顯示有接受資優教育的學生，無論是集中式或分散式資優生在科學批判思考、問題解決能力上，皆明顯優於普通班資優生，唯在科學創意思考能力方面上之差異，未達顯著水準，顯示資優生在進行科學充實課程教學時，有必要加強科學創意思考能力。

4.探究其他可能影響科學高層思考能力的結構因素

在本研究中，研究者提出了許多學校結構方面的因素對資優生科學高層思考能力的預測，雖然部分的預測變項之參數有達到顯著水準，不過整體而言，不管在科學批判思考能力、創意思考能力及問題解決能力的考驗結果，可得知在影響資優生科學高層思考能力方面，除了班級及課程評鑑因素外，尚待尋找其他影響科學高層思考能力的因素。

參考文獻

1. 王文科（1989）：**有效的資優課程規劃方案**。台北市：心理出版社。
2. 王振德（1991）：我國資優教育相關問題及教學狀況調查研究。**特殊教育研究學刊**, **8**, 249-264。
3. 行政院衛生署（2006）：禽流感國際疫情。**新型流感疫情防治週報**, **26**, 1-6。
4. 呂金燮（2001）：資優兒童的學習評量。**資優教育季刊**, **79**, 4-12。
5. 呂金燮（2000）：資優兒童問題解決能力實作評量之建構研究。**特殊教育研究學刊**, **19**, 279-308。
6. 吳裕益（2004）：**線性結構模式的理論與應用**。國立高雄師範大學特殊教育研究所線性結構模式上課講義（未出版）。
7. 吳裕益（2005）：**社會科學方法論**。國立高雄師範大學特殊教育研究所社會科學方法論上課講義（未出版）。
8. 吳裕益（1981）：**我國兒童及青少年認知的發展及其影響因素之研究**。高雄市：國立高雄師範學院教育研究所碩士論文（未出版）。
9. 吳武典（1983）：我國國中資優教育之評鑑。**資優教育季刊**, **13**, 16-19。
10. 吳武典（1991）：**特殊教育的理念與做法**。台北市：心理出版社。
11. 林幸台、陳聰文、陳明終、潘素卿、林本喬、鄭英耀、王木榮和許進生（1983）：資賦優異兒童心理特質發展之研究。**特殊教育學院學報**, **8**, 27-48。
12. 林奕宏（2001）：未來教學之趨勢：結合多元智能理論與問題解決教學。**教育資料與研究**, **42**, 76-82。
13. 林佑齡譯（2006）：**創意思考是教出來**。台北市：久周。
14. 林志忠（1999）：**資優兒童從「學習策略」到獨立研究歷程之探討**。載於教育部 87 學年度獎助特殊教育研究著作入選作品，81-130。
15. 邱連煌（2000）：認知行為改變：問題解決訓練。**國教天地**, **140**, 49-59。
16. 洪振方（2003）：**科學創造力之探討**。載

於科學課程論述, 315-325。台北市：台灣師大。
17. 胡守仁譯（2005）：**連結-混沌、複雜之後，最具開創性的「小世界」理論**。台北市：天下文化。
18. 姚孟嘉（1993）：**昆蟲**。台北市：英文漢聲出版有限公司。
19. 高慧蓮、蘇明洲、黃子瑜（2005）：**九年一貫「自然與生活科技」領域科學探究能力之培養研究－子計畫三**。載於亞洲科學教育學術研討會暨國科會科教處成果討論會（教學組）I, 369。
20. 孫沛德（1983）：國小資優兒童實驗班實施成果報告摘要。**資優教育季刊**, **10**, 10-11。
21. 許晃雄（2001）：淺談氣候變化的科學。**科學發展月刊**, **29**(12), 867-877。
22. 陳玉琨（2004）：**教育評鑑學**。台北市：五南。
23. 陳振明（2004）：**影響高一學生科學創造力的因素之研究**。高雄市：國立高雄師範大學特殊教育學系博士論文（未出版）。
24. 教育部（2001）：**國民中小學九年一貫課程暫行綱要**。台北市：教育部。
25. 教育部（2003a）：**自然與生活科技學習領域研習手冊**, 224。台北市：教育部。
26. 教育部（2003b）：**自然與生活科技學習領域教學示例**。台北市：教育部。
27. 教育部（2006）：**95 學年度特殊教育學校暨中小學特教班名冊**。台北市：教育部。
28. 國立彰化師範大學（2005）：**全國特殊教育座談會手冊**。彰化市：國立彰化師範大學。
29. 郭靜姿（1993）：如何指導資優生進行獨立研究。**資優教育季刊**, **48**, 5-15。
30. 黃政傑（2005）：**課程評鑑**。台北市：師大書苑。
31. 黃政傑（1991）：**課程設計**。台北市：東華書局。
32. 葉玉珠（2003）：**批判思考測驗**。台北市：心理出版社。
33. 詹秀美、吳武典（1991）：**問題解決測驗**。台北市：心理出版社。
34. 詹惠雪譯（2005）：**以評鑑改進課程**。載於評鑑模式, 282。台北市：高等教育。
35. 鄒小蘭（2005）：**資優生三 Q 統整課程之建構與應用~EQ、CQ、LQ 的聯集與交集**。載於教育部獎勵特殊教育研究著作, 121。
36. 經濟部能源局工業技術研究院能源與環境研究所（2007）：再生能源網。取自 2007 年 5 月 30 日 http://re.org.tw/
37. 楊榮祥（2004）：**從 1960 年代世界科學課程改革說起**。載於台灣師大科教中心三十週年慶專輯, 10-24。
38. 楊文金（1991）：**形成假設技能試題之結構分析研究**。台北市：國立台灣師範大學科學教育研究所博士論文（未出版）。
39. 廖榮啟（2005）：**國小資優生科學素養與問題解決之研究**。載於教育部獎勵特殊教育研究著作, 94。台北市：教育部。
40. 廖榮啟（2002）：**從課程修改的基本原則探討資優教育課程的實施**。載於國教輔導, **41**(3),41-45。
41. 廖榮啟（2001）：**Renzulli 資優三環理論基本概念與應用**。載於國小親職教育專輯, 133-138。
42. 端木蓉（1997）。問題解決-應用認知原則的數學教學。**國教輔導**, **37**(1), 39-43。
43. 蔡典謨、鍾蔚起（1996）：**充實模式之設計與實驗研究（一）**。台北市：行政院國科會專題研究計畫，NSC 85-2511-S-017-010。
44. 鄭勇涇（1988）：**適合資優學生的科學課程和教學活動設計初探**。載於資優教育課程與教學, 238-247。台北市：心理出版社。
45. 劉曉陵、曾守錘譯（2003）：**創造能力教與學**。中國：華東師大。

46. 劉曜源（1999）：國小學生問題解決能力之探討。**國教天地**, **136**, 25-26。
47. Aikenhead, G. S. (2006). *Science education for every life*. New York: Columbia University.
48. American Association for the Advancement of Science (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.
49. Atkin, J. M., & Black, P. (2003). *Inside science reform*. New York: Columbia University.
50. Avery, L. D., Van Tassel-Baska, J., & O'Neill, B. (1997). Making evaluation work: One school district's experience. *Gifted Child Quarterly, 41*(4), 25-53.
51. Bredderman, T. (1983). Effects of activity-based elementary science on student outcomes: A quantitative synthesis. *Review of Educational Research*, *53*(4), 499-518.
52. Conner, C. (1991). *Assessment and testing in the primary school*. PA: The Falmer Press.
53. Dover, A. C. (1983). *Metacognition and problem solving in gifted children*. Unpublished master's thesis, McGill University, Montreal.
54. Eisner, E. W. (1994). *The educational imagination*. *(3rd ed.)*. New York: Macmillan.
55. Eisner, E. W. (1979). *The educational imaginations: On the design and evaluation of school programs*. New York: Macmillan.
56. Goh, D. S. (2004). Assessment accommodations for diverse learners. Boston, Mass: Pearson Education.
57. Hamilton, L. S., Nussbaum, E. M., Kupermintz, H., Kerhoven, J. I. M., & Snow, R. M. (1995). Enhancing the validity and usefulness of large-scale educational assessment: II. NELS: 88 science achievement. *American Educational Research Journal*, *32*(3), 555-581.
58. Higgins, K. M. (1997). The effect of year-long instruction in mathematical problem solving on middle-school students' attitudes, beliefs, and abilities. *The Journal of Experimental Education*, *66*(1), 5-28.
59. Maker, C. J. (1986). Developing scope and sequence in curriculum. *Gifted Child Quarterly*, *30*(4), 151-158.
60. Perkins, D. N. (1988). Creativity and quest for mechanism. In Sternberg, R. J. & Smith, E. E. (Eds). *The psychology of human thought* (pp. 309-336). New York: Cambridge University Press.
61. Perkins, D., & Saloman, G. (1989). Are cognitive skills context bound? *Educational Research*, *18*(1), 16-25.
62. Provus, M. M. (1971). Discrepancy evaluation program for educational improvement and assessment. Berkeley, California: McCutchan.
63. Renzulli, J. S. (1986).Three-ring conception of giftedness. In Sternberg , R. J. (Ed.), *Conceptions of giftedness* (pp. 53-92). New York: Cambridge University Press.
64. Rimm, S. B. (1977). A comprehensive work for total educational education. Forward, Madison, Wisconsin: *Journal of the Wisconsin Association for Supervision and Curriculum*, *17*(2), 17-26.
65. Scriven, M. (1983). Evaluation ideologies. In Madaus, G. F. (Ed.) *Evaluation model* (pp. 229-260). Boston, Mass: Kluwer Nirhoff.
66. Seeley, K. R., & Hultgren, H. (1982). *Training teachers of the gifted*. Denver, CO: University of Denver.
67. Shymanski, J. A., Kyle, W. C., & Alport, J. M. (1983). The effects of new science curricula on student performance. *Journal of Research in Science Teaching*, *20*(3), 387-404.

68. Shymanski, J. A., Hedges, L. V., & Woodward, G. (1990). A reassessment of the effects of inquiry-based science curricula of the student performance. *Journal of Research in Science Teaching*, *27*(2), 127-144.
69. Silky, W., & Readling, J. (1992). REDSIL: A fourth generation Evaluation model for gifted education programs. *Roeper Review*, *15*(2), 67-69.
70. Stake, R. E. (1967). Toward a technology for the evaluation programs. In Tyler, R. W. (Ed.) *Perspectives of curriculum evaluation* (pp. 1-2). Chicago, IL: University of Chicago.
71. Stoyanova, E., & Ellerton, N. F. (1996). A framework for research into student's problem posing in school mathematics. In *R. B. Corwin, (Ed.), Talking mathematics: Supporting children's voices*. Portsmouth, NH.
72. Stufflebean, D. L., & Shinkfield, A. J. (1985). *Systematic evaluation*. Boston, Mass: Kluwer-Nijhoff.
73. Stufflebean, D. L., Foley, W. J., Gephart, W. J., Guba, E. G., Hammand, R. L., Meriman, H. O., & Provas, M. M. (1971). *Educational evaluation and decision making*. Itasca, IL: F. E. Peacock Publisher.
74. Taba, H. (1962). *Curriculum development*. New York: Harcourt.
75. Taba, H. (1964). *Thinking in elementary school children*. San Francisco: San Francisco State College.
76. Taylor, C. W. (1986). The growing importance of creativity and leadership is spreading gifted and talented programsworld-wide. *Roeper Review*, *8*, 256-263.
77. Toynbee, A. (1962). Has America neglected its creative minority? *California Monthly*, 1-5.
78. Tyler, R. W. (1961). *The principles of curriculum and instruction*. Chicago, IL: University of Chicago.
79. VanTassel-Baska, J., Bass, G., Ries, R., Poland, D., & Avery, L. D. (1998). A national study of science curriculum effectiveness with high ability student.. *Gifted Child Quarterly*, *42*(4), 200-211.
80. VanTassel-Baska, J. (2006). *Comprehensive curriculum for gifted learners (3rd Ed)*. Boston: Allyn & Bacon.

Study of the Effects of Class and Curriculum Structure on Gifted Elementary School Students' Scientific and Higher-Order Thinking

Jung-Chi Liao

Science Education Center, National Kaohsiung Normal University

Abstract

The purposes of this study were to investigate the current situation regarding the scientific higher-order thinking ability of elementary school gifted students, and to investigate the factors that influenced their scientific and higher-order thinking ability. Subjects of the study were 60 gifted-class teachers and 638 gifted elementary students. Results of the study were as follows: The factors of class and curriculum structure strongly predicted the improvement of scientific and higher-order thinking ability. Suggestions for evaluation of the sci-entific enrichment curriculum, teacher professional development and future researches are discussed.

Key words: Hierarchical Linear Models, Scientific Enrichment Curriculum, Scientific Higher-order Thinking Ability