不同性別學生在科學學習歷程管理模式之測量恆等性研究

何仕仁*、黃台珠**、吳裕益***
台中縣立龍津國中*、國立高雄師範大學科學教育研究所**
國立高雄師範大學特殊教育研究所***
hsz@ms94.url.com.tw

摘　要

本研究主要目的在運用結構方程之測量恆等性對科學學習歷程管理模式的觀察資料，作不同性別多樣本的驗證式因素分析，因為一個理想的理論模式應該在不同群體所得之觀察資料關係結構上應該相同。本研究以中部地區之公立國中八年級學生為研究母群體，採分層隨機抽樣法，按學校地區及學校規模的比例做抽樣，有效問卷數為 520 份。測量工具包涵科學問題解決測驗（甲、乙式）、科學學習環境知覺量表、科學自我效能量表、科學行動控制覺察量表、科學行動控制量表、科學學習策略覺察量表、科學學習策略量表等。研究結果表示科學學習歷程管理模式適用於解釋不同性別群體的觀察資料。

關鍵詞：科學學習歷程管理模式、測量恆等性

一、緒論

近年來，學習歷程相關研究的影響因素中，多數研究學者（Pintrich, 2000a, 2003；Wolters, 2003；Zimmerman,2000）都認為學習歷程是一自我建構、管理的過程，學習者會在特定的階段性工作任務完成後，透過學習環境中的情境知覺反應出自我效能，並依此效能信念設定工作目標，以意志（volition）進行監督、控制與管理自己認知行動，而此過程最後仍需使用多元學習策略來完成學習成就之表現。所以學習環境知覺（learning environment perception）、自我效能（self-efficacy）、行動控制（action control）、學習策略（learning strategies）應是目前學習歷程非常重要的四個因素。在學習歷程中，學習環境知覺會反應出學習者的自我效能，據此設立工作目標，選擇合適的控制與學習策略以達成就表現。

本研究以 Bandura（1986）的「交互決定論」探討個人在學習歷程中的學習環境知覺及自我效能信念在學習行為上的表現，並以 Kuhl（1984）的「行動控制理論」探討學習歷程中的行動控制與學習策略對學習目標表現的重要性，最後透過 Nonaka and Takeuchi（1995）的「知識創造理論」進行模式各變項間之知識轉換的有效界定與管理。

知識創造的研究，根據何仕仁和黃台珠（2005a, 2005b）的研究顯示，知識管理乃透過個人知識間的轉換，建立效能信念、行動策略與學習策略，進而影響其後的成就表現，可見知識層面的管理意涵乃深植歷程表現的優劣，也可藉由知識層面的管理角度協助學習歷程的成長，建立學習上更多層次的見解與方向，建構科學學習歷程管理模式。

所以，本研究綜合交互決定論、行動控制論、知識創造論等各家學習暨管理理論，提出一個包含科學學習環境知覺、科學自我效能、科學行動控制、科學學習策略與學習成就等五個成份的科學學習歷程管理模式，模式運作如下：

科學學習環境知覺會影響科學學習策略與學習成就，科學學習策略也會影響學習成就表現。但若依交互決定論的觀點，科學學習環境知覺會影響學習者的科學自我效能，而科學自我效能的目標確立可透過科學學習策略的運用而影響學習成就表現，所以科學自我效能的目標確立將直接影響科學學習策略的使用與學習成就。根據行動控制論，科學自我效能的目標確立後之科學學習歷程調整者可使用科學行動控制以保護效能目標的達成，因此科學自我效能會影響科學行動控制的使用，所以科學行動控制將直接影響科學學習策略，學習成就也將會更好。知識創造論則認為科學學習歷程中各影響變項是以知識轉換的方式進行內隱、外顯知識的管理與儲存。

所以本研究所建構的科學學習歷程管理模式假定為：受到學習者先前學習結果影響的科學學習環境知覺反應會直接影響學習者遭遇類似的科學學習任務時的科學自我效能、科學學習策略及學習成就；科學自我效能的目標確立將直接影響科學行動控制、科學學習策略與學習成就；科學行動控制會直接影響科學學習策略的使用和學習成就表現；最後，科學學習策略的使用則直接影響學習成就表現，這些影響都是透過學習者知識轉換的過程進行自我管理。

根據模式建構（modeling）的原理，一個有推論力的理論模式應該可以用來解釋不同群體的觀察資料。本研究所稱的不同群體為男、女學生。

根據李卓夫（2000）的研究顯示，目前學生在學校的學習歷程充滿著對性別角色之刻板印象，其印象概念可分為三個層面，第一包含了與生俱來的性別差異。第二根據不同性別所發展出的認知及行為模式，第三為與傳統文化互動而形成的一種不易改變的態度。這些層面容易造成性別在不同學習領域的知覺、效能與表現上的影響差異。

國內研究性別與學習信念的研究者江啟昱（1995）發現，國小四年級與六年級學童對於自然科學領域的學習態度與信念有性別的差異，男生對於自然科學領域的課程、教學、自我概念等層面的整體感受知覺較女生為積極。國外學者（Badolato, 1998；Ochse, 1991, Pohlman, 1996）針對性別與自然科學方面的學習歷程研究中，則發現男性被期望呈現獨立、勇於冒險、積極主動、活潑好動、從事智性成長的探究活動等，而女性則必須依賴、重視人際關係、柔弱、消極被動、無才便是德等之合作性活動。目前性別在課業學習上的差異尚有江文吉（2000）、張瓊友（2001）、伍賢龍（2002）、Lubinski 和

Benbow（1992）的研究，他們都認為國小及國中學生皆存在著數理與語文學習上的差異，這些差異受到學習歷程上的環境知覺、效能信念與學習表現之影響。

當然也有學者持另外一種看法，Sansanwal 和 Sharma（1993）以9年級中學生為對象所作的研究發現，男生與女生的學習歷程表現並無明顯差異；而Oakes 和 Rand（1990）的研究亦指出，國小階段的男女學童之自然科學成就表現並無顯著差異。

所以在學習歷程中，性別究竟有無影響歷程模式的建立，是本研究值得探討的問題，因此本研究企圖採取一種更加嚴謹的方法學來探究國中男女學生在科學學習歷程管理模式上的差異，期能挖掘出這種差異之所在。

本研究考量要將不同群體視為是單一群體來共同適用於某模式的觀察變項，就必須證明該模式的觀察變項具有測量恆等性（Measurement Invariance），代表著對不同群體而言，測量的觀察變項意味著不同意義，那麼對於研究發現的解釋就會出現相當大的問題，研究者將無法知曉這種差異是來自於真實現象差異或觀察變項的不同心向反映（Cheung & Rensvold, 2002）。

一個理想的理論模式應該可以用來解釋不同群體的觀察資料，即不同群體所得之觀察資料在理論模式的關係結構上應該相同。因此，本研究將考驗科學解題方面，不同性別的科學學習歷程管理者之兩組樣本在科學學習歷程管理模式各變項關係結構上相同的假設。

二、研究方法

（一）研究假設

根據科學學習歷程管理模式之建構原理，一個理想的模式應該可以用來解釋不同群體的觀察資料，即不同群體所得之觀察資料在理論模式的關係結構上應該相同，本研究運用測量恆等性對科學學習歷程管理模式的觀察資料，作不同性別多樣本的驗證式因素分析。但是當進行多樣本恆等性分析時，必須採用一個可適用於不同樣本的基底模式（baseline model）（黃芳銘，2004；Chen, Sousa &West, 2005），本研究採用科學學習歷程管理模式之測量模式為基底模式。

本研究檢定以下八個假設：

假設1：不同性別的受試者在科學學習歷程管理模式上具有相同潛在變項，每一潛在變項連結相同數目的觀察變項。

假設2：不同性別的受試者在科學學習歷程管理模式上，潛在自變項對潛在依變項的影響相同。

假設3：不同性別的受試者在科學學習歷程管理模式上，潛在依變項對潛在依變項的影響相同。

假設4：不同性別的受試者在科學學習歷程管理模式上之因素組型是相等。

假設5：不同性別的受試者在科學學習歷程管理模式上之截距是相等。
假設6：不同性別的受試者在科學學習歷程管理模式上之殘差變異是相等。
假設7：不同性別的受試者在科學學習歷程管理模式上之因素變異是相等。
假設8：不同性別的受試者在科學學習歷程管理模式上之因素共變是相等。

（二）研究對象

本研究以中部地區（台中縣、台中市、彰化縣、南投縣）之公立國中八年級學生為研究母群體，採分層隨機抽樣法，按學校地區及學校規模的比例做抽樣，共抽取 600 名樣本，回收問卷 543 份，經剔除無效問卷後，有效問卷數為 520 份，其中男生 252 人，女生 268 人，有效問卷回收率為 87%。

（三）研究工具

本研究之研究工具為科學問題解決測驗（甲、乙式）、科學學習環境知覺量表、科學自我效能量表、科學行動控制覺察量表、科學行動控制量表、科學學習策略覺察量表、科學學習策略量表等。

（四）統計分析

本研究之統計分析乃採結構方程分析方法，以 AMOS 5 的統計程式處理之。

整個統計分析有三個階段：首先檢定基底模式的適配性，包括全體樣本、男、女生樣本；再來檢定先前八個假設；最後對有差異的假設作細部的檢定。對於整體適配度評鑑，本研究採取絕對適配指標中的GFI、Chi-Square、AGFI、SRMR、RMSEA。相對適配指標中的NNFI、NFI、CFI、IFI、RFI。簡效適配指標中的PNFI、PGFI、CN、Chi-Square。對於恆等性適配度評鑑，本研究採用卡方式配統計（χ^2）、CFI、GFI。各指標採取後一個模式值減去前一個模式值，獲得△χ^2、△CFI、△GFI。△χ^2 在△df 之下，達到顯著水準，即表示恆等性的假設不成立。△CFI、△GFI 之絕對值分別大於0.01 及0.02 表示恆等性的假設不成立。

三、研究結果

（一）各樣本的整體適配評鑑

本研究針對全體與不同性別之科學學習歷程管理模式進行整體適配評鑑，以確認此一測量模式能夠適配這些樣本。從表一中發現，無論是絕對適配指標、相對適配指標或簡效適配指標皆顯示測量模式受到整體樣本、男生樣本與女生樣本的支持。此結果代表科學學習歷程管理模式可以作為測量恆等性檢定性別差異的模式依據。

表一、全體與不同性別之科學學習歷程管理模式整體適配評鑑

整體適配指標	整體樣本（520）	男生樣本（252）	女生樣本（268）
絕對適配指標			
Likelihood-ratio Chi-Square	173.46	95.18	145.21
Degrees of Freedom	64	64	64
Goodness of Fit Index （GFI）	0.96	0.93	0.95
Adjusted Goodness of Fit Index（AGFI）	0.94	0.94	0.91
Standardized Root Mean Square Residual（SRMR）	0.04	0.02	0.03
Root Mean Square Error of Approximation （RMSEA）	0.06	0.04	0.05
相對適配指標			
Non-Normed Fit Index （NNFI）	0.95	0.94	0.94
Normed Fit Index （NFI）	0.96	0.95	0.93
Comparative Fit Index （CFI）	0.98	0.97	0.96
Incremental Fit Index （IFI）	0.99	0.98	0.97
Relative Fit Index （RFI）	0.97	0.97	0.96
簡效適配指標			
Parsimony Normed Fit Index （PNFI）	0.71	0.68	0.69
Parsimony Goodness of Fit Index（PGFI）	0.62	0.60	0.60
Normed chi-square	4.67	2.45	3.19
Critical N（CN）	376.24	287.08	312.60

（二）測量恆等性之檢定

從表二中可以發現△χ^2在八項模式比較上皆未達顯著差異，而△CFI 以及△GFI 並未達到推薦效果的原因在於△CFI 以及△GFI 乃是Cheung and Rensvold（2002）近期發表檢定測量恆等性之指標，其絕對值若分別大於0.01 以及0.02 表示恆等性的假設不成立。但目前對此二指標並未被大量的採用，此二指標的行為屬性依然在觀察當中。因此，本研究仍以△χ^2為主要判斷依據。研究呈現因素負荷量、截距、測量誤、因素變異數及因素共變數的恒等性檢定，皆顯示這些要素皆具有恆等性。

表二、測量恆等性假設檢定統計摘要表

模式比較	χ^2	△χ^2	GFI	△GFI	CFI	△CFI
基底模式因素數目恆等	238.52**	-----	0.9586	-----	0.9742	-----
潛在變項間的係數矩陣相同（Γ 矩陣）	303.46**	4.25	0.9587	-0.0019	0.9677	-0.0024
潛在變項間的係數矩陣相同（B 矩陣）	327.90**	5.88	0.9785	-0.0038	0.9711	-0.0042
因素數目、負荷量恆等	296.14**	7.24	0.9638	-0.0032	0.9710	-0.0047
因素數目、負荷量與截距恆等	347.06**	3.57	0.9672	-0.0025	0.9735	-0.0037
因素數目、負荷量、截距與測量誤恆等	362.73**	8.37	0.9756	-0.0009	0.9816	-0.0005
因素數目、負荷量、截距、測量誤與變異數恆等	385.91**	2.58	0.9628	-0.0042	0.9759	-0.0058
因素數目、負荷量、截距、測量誤、變異數與共變數恆等	398.20**	6.82	0.9781	-0.0029	0.9872	-0.0073

續表二

**p＜.01

四、討論

本研究企圖探究國中八年級男女學生在科學學習歷程管理模式上的測量恆等性。整個量表的基底模式是一個含有五個潛在變項因素的驗證式模式，五個潛在變項分別由二十三個觀察變項所建構。此一基底模式獲得整體樣本的肯定，也分別獲得男生樣本與女生樣本的肯定，研究表示科學學習歷程管理模式適用於不同的性別。

另外，在八個恆等性的假設中，本研究發現以下意涵：首先，觀察變項所反應的潛在因素對男女學生而言是對等的，兩群體有相同的潛在變項，每一潛在變項連結相同數目的觀察變項。假設二顯示男女兩群體在科學學習歷程管理模式上，科學學習環境知覺對科學自我效能、科學行動控制、科學學習策略、科學學習成就的影響一樣大。假設三顯示男女兩群體在科學學習歷程管理模式上，科學自我效能對科學行動控制、科學學習策略、科學學習成就的影響；科學行動控制對科學學習策略、科學學習成就的影響；科學學習策略對科學學習成就的影響也一樣大。其次，因素負荷量也具有男女學生的對等性，也就是科學學習歷程管理模式中的得分對男女學生而言具有相同效度，整體上，觀察變項與潛在變項間的關係具有跨群體的相同，也就是因素組型相同，當然在平均數上有具有跨群體相同。再者對男女學生而言，科學學習歷程管理模式皆具有相同的內部一致性，也就是觀察變項對潛在變項的測量具有相同品質。最後，男女學生共同潛在變項間的變異數矩陣及共變數矩陣皆相同，意謂著這些因素構面關係對男女學生而言是一樣的。

參考文獻

江文吉（2000）。**屏東縣原住民學童多元智能與自我概念關係之研究。**國立中山大學教育研究所碩士論文，未出版，高雄市。

江啟昱（ 1995）。國小學生對科學的態度之性別差異。**科學教育研究與發展季刊，1**，94-102 。

伍賢龍（2001）。**國小兒童學習風格與多元智能及相關教學現況之研究。**國立新竹師範學院課程與教學碩士班碩士論文，未出版，新竹市。

何仕仁、黃台珠（2005a）。計畫性教師組織定位與發展研究--透過平衡計分卡制度之建構為例。**教育政策論壇，8**(2)，75-108。

何仕仁、黃台珠（2005b）。不同教學、知識創造管理模式對國中生數學學習成效之影響研究。**科學教育學刊，13** (2)，217-239。

李卓夫（2000）。**大學生性別角色刻板印象與兩性平權態度關係之研究**。國立成功大學教育研究所碩士論文，未出版，台南市。

黃芳銘（2004）。**社會科學統計方法學－結構方程模式**。台北市，五南出版社。

張瓊友 (2002)。 **國小高年級學生多元智能與學習策略之研究**。國立新竹師範學院課程與教學研究所碩士論文，未出版，新竹市。

Badolato, L. A. (1998). Recognizing and meeting the special needs of gifted female.*Gifted*

Child Today Magazine, 21(6), 32-37.

Bandura, A. (1986) . *Social Foundations of Thought and Action: A Social Cognitive Theory.* Englewood Cliffs, NJ:Prentice- Hall, Inc.

Chen, F. F., Sousa, K. H. & West, S. G.（2005）. Teacher's Corner: Testing Measurement Invariance of Second-Order Factor Models. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal, 12*(3), 471-492.

Cheung, G. W. & Rensvold, R. B. (2002). Evaluating goodness-of-fit indexes for testing measurement invariance. *Structural Equation Modeling, 9*(2), 233-255.

Kuhl, J. (1984). Volitional aspects of achievement motivation and learned helplessness: Toward a comprehensive theory of action control. In B. A. Maher (Eds), *Progress in Experimental Personality Research*（Vol.13, 99-171）. N.Y.: Academic Press.

Lubinski, D., & Benbow, C. P. (1992). Gender differences in abilities and preferencesamong the gifted: Implications for the math-science pipeline. *Current Directionsin Psychological Science, 1*, 61-66.

Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). The Knowledge-Creating Company，Oxford University Press, Inc.

Oakes & Rand (1990). Opportunities, achievement, and choice: Women and minority students in science and mathematics. *Review of Research in Education,16*, 153-222.

Ochse, R. (1991). Why there were relatively few eminent women creators. *Journal of Creative Behavior, 25(4)*, 334-343.

Pintrich, P. R. (2000). Multiple goals, multiple pathways: the role of goal orientation in learning and achievement. *Journal Educational Psychology*, 92, 544-555.

Pintrich, P. R. (2003). A motivational science perspective on the role of student motivation in learning and teaching contexts. *Journal of Educational Psychology, 95*(4), 667-687.

Pohlman, L. (1996). Creativity,gender and the family: A study of creative writers. *Journal of Creative Behavior, 30*(1), 1-24.

Sansanwal, D. N., & Sharma, D. (1993) Scientific creativity as a function of intelligence, sex and standard. *Indian Journal of Psychometry & Education, 24*(1), 37-44.

Wolters, C. A. (2003). Understanding procrastination from a self-regulated learning perspective. *Journal of Educational Psychology, 95*(1), 179-187.

Zimmerman, B. J. (2000). Self-efficacy: an essential motive to learn. *Contemporary Educational Psychology, 25,* 82-91.