

# 影響國小學童自然與生活科技問題解決能力 相關因素之研究

葉乃慈\*、蔡樹旺\*\*

國立嘉義大學科學教育研究所

[candy-ya@yahoo.com.tw](mailto:candy-ya@yahoo.com.tw)\*、[swtsai@mail.ncyu.edu.tw](mailto:swtsai@mail.ncyu.edu.tw)\*\*

## 摘要

本研究經統整問題解決能力之相關理論及文獻後，建構影響國小高年級學童自然與生活科技問題解決能力的模式，再以實際所得資料驗證此模式。本研究以台中地區國小高年級學生為研究母群體，採便利取樣法，有效問卷數為354份。研究工具包括科學問題解決能力量表、科學學習自我效能量表、科學學習動機量表及科學學習策略量表。蒐集之資料以AMOS 16.0統計軟體進行統計分析。研究結果顯示本研究所建構之科學問題解決能力理論模式與觀察資料適配接近，可支持目前研究提出之有關國小高年級學童自然與生活科技問題解決能力之相關研究成果。

關鍵字：問題解決能力、結構方程模式

## 一、研究動機與目的

教育之目標一直是教育最重要的核心，我國教育政策也一直因應時代潮流而修訂，試圖規劃出一個最適合當代教育環境的課程計畫。近年教育目標發展的趨勢，從教師的教學轉移到學生的學習，強調的不再是知識的傳授而是能力的取得。教育部(2003)九年一貫自然與生活科技領域課程綱要就開宗明義的指出，問題解決(problem solving)和推理(reasoning)是當今教育的主流。而大前研一(2007)在《即戰力》中，也將「問題解決力」列為新世代菁英的必備能力之一。黃茂在及陳文典(2004)提到，由於現代資訊傳輸發達、生活情境變遷迅速，使得以往注重「穩實的知識與技能的習得」的教育，增加了「終生學習的能力及習慣」及「問題解決能力」之養成。這些改變都顯示出人們在面對生活環境變遷後的迫切需求。由上可知，現今教育的目標在於培養學生帶得走的能力，其中尤以能在現實情境中解決問題的能力更為重要。

培養學生具備問題解決的能力才是學生受用一生的學習工具，但是，能力的養成並非一蹴可及，且影響問題解決能力的層面眾多，許多學者都嘗試著為培養學生的問題解決能力提出具體有效的途徑與方法。如吳靜吉(2003)認為問題解決能力必須建立在真實生活情境的脈絡中，讓學生在真實生活情境脈絡下與問題互動來建構意義，透過內在對話與思考歷程投入學習，學生會將學習焦點放在解決自己想知道結果的問題上。而Bandura(1977)認為提升學生的自我效能有助於培養學生的問題解決能力，自我效能高的人會呈現高度的自信心及積極的態度，即使失敗，也不輕言放棄，會繼續努力尋找可能成功的策略。因此，若能增強學生的信心，適時給予學生讚美鼓勵，肯定學生的表現，則可提升學生的自我效能，使學生勇於面對問題。

由上可知，許多學者投注心力於提升學生的問題解決能力，其結果亦皆具有寶貴的價值。但分析相關文獻後發現，目前有關問題解決能力之研究皆僅針對兩兩變項之間的相關性做探討，並未能建立起問題解決能力整體理論結構，因而無法一窺問題解決能力相關因素之全貌，殊為可惜。故本研究之目的為建立國小高年級學童自然與生活科技問題解決能力相關因素（如自我效能、學習動機、學習策略）之理論結構，藉以瞭解各相關因素對問題解決能力的影響。據此擬定本研究之待答問題為：  
檢定國小高年級學童自然與生活科技問題解決能力理論模式的適合度情形如何？

## 二、文獻探討

教育部(2003)九年一貫自然與生活科技領域課程綱要指出，教育即是要培養學生獨立思考、解決問題的能力，並養成積極主動學習的習慣，可見問題解決能力在教育的目標中的重要性。而問題解決之意涵其相關理論可分為許多派別，包含完形論(Gestalt Theory)、行為論(Behavioral Theory)以及訊息處理論(Information Processing Theory)。其中，本研究定義之問題解決能力內涵以完形論為依據。

完形論與行為論、訊息論兩派理論最大的不同在於，完形論強調問題解決過程中，個體必須對問題有適當的了解，並經由組織的重整及頓悟的產生，而順利解決問題，進而提升問題解決能力。而與行為學派過於簡化之「刺激—反應」的錯誤嘗試歷程及訊息處理理論偏向作業取向的內涵做比較，完形論更能凸顯個體在問題解決的過程中所展現的主體性及認知性。故本研究採用完形論之理論內涵，將問題解決定義為學生對於問題的發覺、了解及釐清問題、提出可能的解決策略、決定解決策略、按照策略採取行動、評鑑行動的效能等五個因素層面，並做為探討問題解決能力之向度。

綜合分析問題解決能力的相關研究，發現多數學者以性別、年級、教學法、自我效能、學習動機及學習策略為相關因素，進行其與問題解決能力之間的關係研究。周芬美(2002)以輔育院學生為對象，研究發現提升理化科自我效能有助於提升學生的問題解決能力。李淑雅(2003)發現國小男學童在對科學探究活動做推論、批判及解決問題的能力上，以及在應用科學知識及科學探究方法以處理和判斷問題的能力上，比女學童有較高的學習自我效能。許榮富及黃德亮(1986)的研究亦顯示自我效能的確與學生的問題解決能力有顯著的相關，問題解決能力會受到學生自我效能的高低所影響。劉美吟(2006)研究指出藉由專題學習的方式可以使學童表現出高度的自我效能感，願意集中心力去理解發展個人的學習與精熟策略，進而建構出各種解決問題的方法，持續保有學習動機，不斷的去挑戰新問題。而在其他學習動機與問題解決能力的相關研究中，結果皆顯示學習動機和問題解決能力是呈現正相關的，當學生的科學學習動機高時，其問題解決能力也跟著提升(Hartman, 2002；汪榮才，2006；李文惠，2006)。再從學習策略與問題解決能力的相關文獻得知，各個學習階段都有研究指出學習策略的使用與問題解決能力的提升有顯著的相關性(Brown, 1995；張春興，2002；李文惠，2006)。本研究根據前述各學者之研究成果，專注探討自我效能、學習動機和學習策略此三項因素如何與問題解決能力交互影響。

## 三、研究方法

(一) 研究架構

本研究考慮到影響國小高年級學童自然與生活科技問題解決能力之因素涉及多層面特性，所以採結構方程模式(Structural Equation Modeling, SEM)，建構一個包含學生自我效能、學習動機和學習策略等潛在變項，影響學生自然與生活科技問題解決能力之理論模式，藉以瞭解變項間的關係。本研究所提的影響國小學童自然與生活科技問題解決能力模式如圖 1 所示，其中共有四個潛在變項、十五個觀察指標。四個潛在變項中，本研究假定自我效能為潛在自變項(四個觀察指標)；問題解決能力、學習動機與學習策略則為潛在依變項(合計十一個觀察指標)。

(二)研究對象

本研究以台中縣市國小高年級學童為研究母群體，樣本選取採便利取樣，共發出 420 份問卷，經剔除無效問卷後，有效問卷為 354 份，有效問卷回收率為 84.3%。

(三)研究工具

本研究使用之研究工具有四份，包括：科學問題解決能力量表、科學學習自我效能量表、科學學習動機量表及科學學習策略量表，此四份量表之信度  $\alpha$  值分別為：.923、.855、.710 及 .823。

(四)資料分析

本研究之結構方程模式，以AMOS 16.0程式處理之。

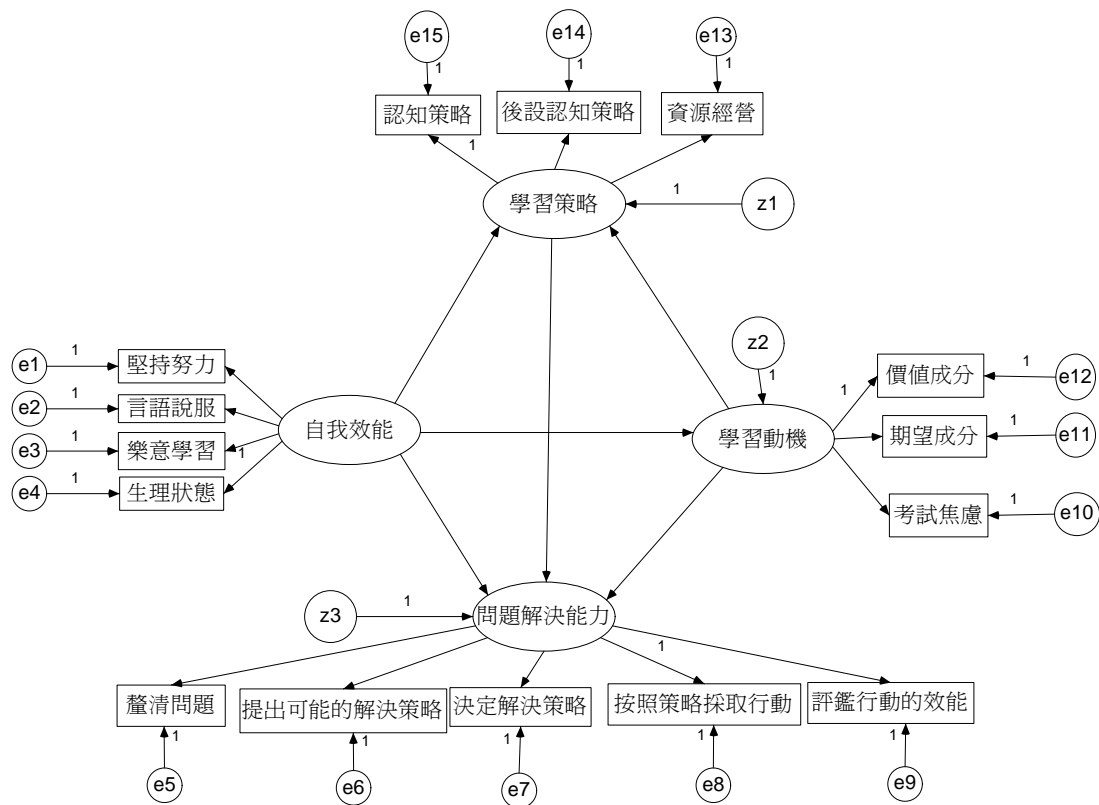


圖 1. 影響國小學童自然與生活科技問題解決能力之理論模式

### 四、研究結果

本研究以原先提出之影響國小學童自然與生活科技問題解決能力之理論模式(圖 1)進行適合度檢驗，並依據各潛在變項間路徑之 *P* 值及修正指標(MI)修正原本之理論模式，尋求一個整體適配度良好之模式。修正後刪除了學習自我效能對科學學習策略及科學學習動機對問題解決能力之路徑，且修正科學學習自我效能對科學學習動機之路徑，再參照修正指標增加了七條觀察指標之間的相關路徑，檢驗後之模式如圖 2。

為深入探討影響國小高年級學童自然與生活科技問題解決能力之理論模式的適配度考驗時，其模式的評估，本研究從基本模式適配度、整體模式適配度及內在結構適配度等三方面加以探討。

#### 1. 基本適配度方面

吳明隆(2007)指出，基本適配指標需沒有負的誤差變異、估計參數之間相關的絕對值不能太接近1，而且沒有很大的標準誤。本研究之資料顯示無負的誤差變異量，估計參數之間相關的絕對值沒有很接近1，表示研究工具具有良好之信度，並且沒有很大的標準誤，代表此模式接近基本模式適合度的評鑑標準。

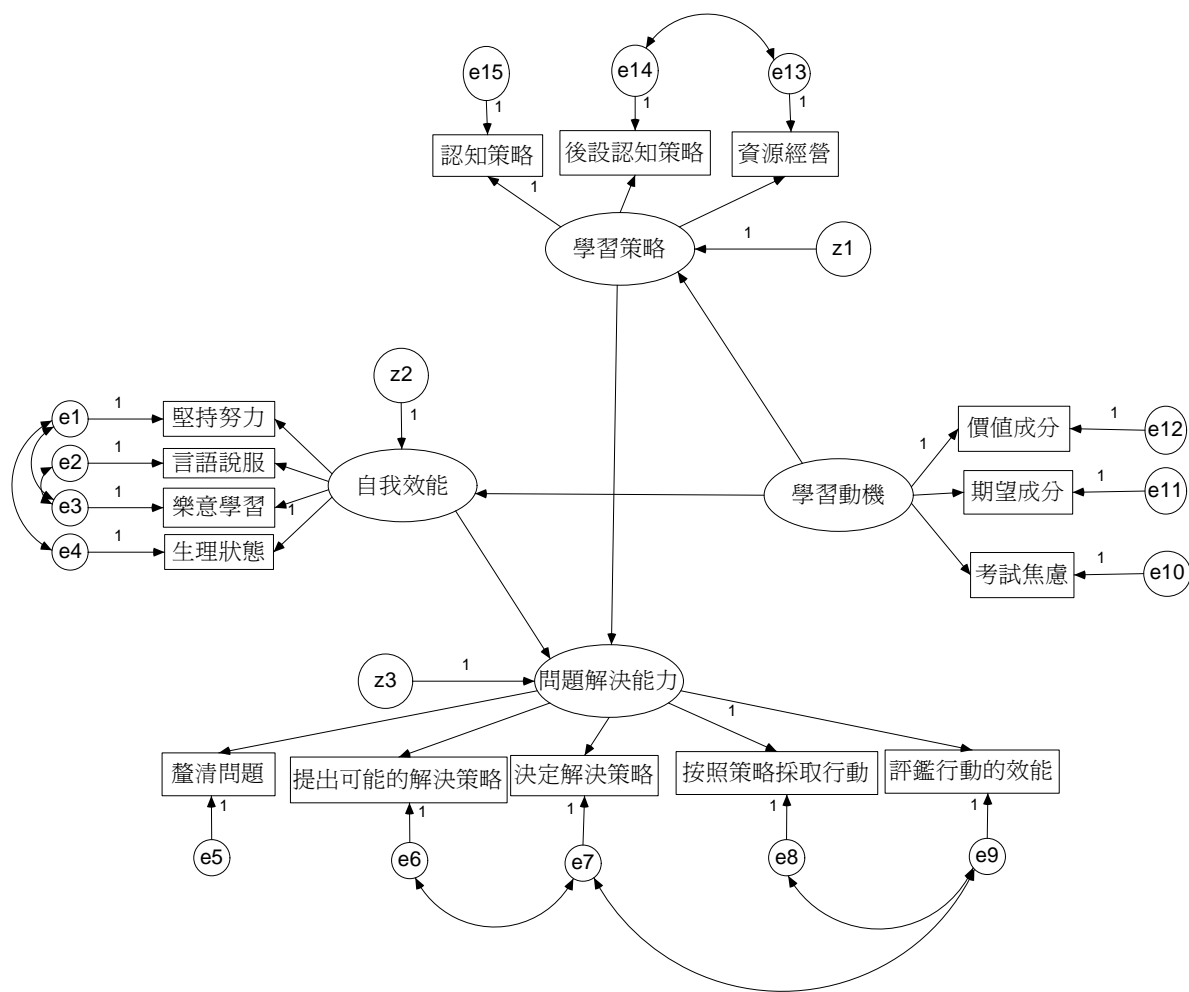


圖 2. 影響國小學童自然與生活科技問題解決能力之檢驗後模式

## 2. 整體適配度方面

本研究從絕對適配指標、增值適配指標及簡約適配指標等三方面評鑑整體模式適合度。此模式之模式適配度的評鑑項目及理想的評鑑結果如下表：

表 1. 影響國小學童自然與生活科技問題解決能力模式之整體適配度檢定摘要表

統計檢定量	檢定結果數據	適配的標準或臨界值	是否達到適配標準
<b>絕對適配度指數</b>			
$\chi^2$ 值	$P=.000$	顯著性機率值 $p > .05$ (未達顯著水準)	否
GFI 值	.896	>.90 以上	接近
AGFI 值	.842	>.90 以上	接近
RMSEA 值	.088	<.08 (適配良好)	接近
統計檢定量	檢定結果數據	適配的標準或臨界值	是否達到適配標準
NCP 值	214.88	愈小愈好	良好
ECVI 值	1.06	理論模式的 ECVI 值小於獨立模式的 ECVI 值，且小於飽和模式的 ECVI 值	接近
<b>增值適配度指數</b>			
NFI 值	.89	>.90 以上	接近
RFI 值	.86	>.90 以上	接近
IFI 值	.92	>.90 以上	良好
TLI 值 (NNFI 值)	.89	>.90 以上	接近
CFI 值	.92	>.90 以上	良好
<b>簡約適配度指數</b>			
PGFI 值	.59	>.50 以上	良好
PNFI 值	.67	>.50 以上	良好
PCFI 值	.69	>.50 以上	良好
AIC	375.84	理論模式小於獨立模式，且小於飽和模式。	接近
CAIC	575.49	理論模式小於獨立模式，且小於飽和模式。	良好

從表 1 的結果可知，在絕對適配度指數中，除了  $\chi^2$  值的  $P$  值已達統計顯著水準；其餘各項指數皆接近評鑑標準。

增值適配度指數方面，IFI 及 CFI 值達到適配標準，其餘各項指數皆接近評鑑標準。而在簡約適配度指數方面，除了 AIC 值接近評鑑標準，其餘各項指數皆接近適配標準。由此可知，本研究所提出之問題解決能力模式之整體適配度大致尚可。

### 3. 內在品質方面

模式內在品質一般可從個別項目信度、潛在變項的組合信度、潛在變項的平均抽取變異量、以及修正指標來加以估計。以個別指標信度而言，觀察變項指標信度需大於.50，本研究之個別項目信度介於.00~.93之間，有六個項目未達.50以上之標準。而潛在變項的組合信度指標需大於.60，本研究之四個潛在變項之組合信度介於.48~.87之間，一個未符合評鑑標準。潛在變項的平均抽取變異量需大於.50，本研究之平均抽取變異量介於.33~.57之間，兩個未符合評鑑標準。修正指標需小於3.84，本研究之修正指標未符合小於3.84之標準。整體而言，本研究的科學問題解決能力模式之內在品質尚可。

## 五、討論

- (一)本研究根據問題解決能力相關理論及文獻提出之科學問題解決能力模式，適配度考驗之結果顯示無法與實際資料適配，因此加以修正，除了科學學習自我效能對科學學習策略，及科學學習動機對科學問題解決能力之路徑係數未達顯著而刪除，且修正科學學習自我效能對科學學習動機之路徑，其餘路徑皆達統計顯著水準。代表學生之學習動機無法直接影響問題解決能力，必須經由自我效能或學習策略間接影響到問題解決能力。而增加了修正指標所建議增加之同一量表中因子的相關路徑，代表這些因子之間的相關性較高，需加以考量。
- (二)在修正後模式之整體適配度考驗中， $\chi^2$ 值的絕對適配度指數未達評鑑標準，吳裕益(2006)指出，研究樣本數愈多，自由度愈大， $\chi^2$ 值本來就會愈大，因此此項指標只供作參考之一，可參照其他指標考量模式是否適配良好。而AGFI值是.842，略低於標準值.90，AGFI值是將GFI值(適配度指數)依自由度的數目加以調整，也會受到估計參數的數目所影響，此項指數略低代表本模式之適配度尚有待加強。
- (三)在模式內在品質中，科學學習動機量表中的考試焦慮因子，科學學習自我效能量表中的生理狀態因子，此兩個因子之個別項目信度均小於標準值，代表本研究所使用之科學學習動機量表及科學學習自我效能量表尚可改進。根據吳明隆(2007)所指出，修正指標大於3.84時，表示模式的參數有必要加以修正，但修正不能違反SEM之基本設定，即測量指標之殘差與潛在因素間無關，因此有些大於3.84修正指標之建議增加路徑可去除。其餘建議路徑皆為測量誤差變項之間的相關，代表兩個測量指標的某些特質可能類同，不過因為增加這些路徑後將使得整個模式的複雜度提高，而難以就原先所設定之變項間關係做探討，因此在本研究中未加以修正。
- (四)修正後問題解決能力模式與原先提出之理論模式大致相符，亦有理想之基本模式適合度及整體模式適合度，各項適配指標能支持本研究所建構之理論模式可用來解釋實際的觀察資料，亦支持部分問題解決能力之相關研究成果。

## 六、參考文獻

- 大前研一(2007)。即戰力—成為世界通用的人才。台北：天下。
- 吳明隆(2007)。結構方程模式：AMOS的操作與應用。台北：五南。

- 吳裕益 (2006)。線性結構模式的理論與應用。台南大學測驗統計研究所線性理論模式上課講義，未出版，台南。
- 黃茂在、陳文典 (2004)。「問題解決」的能力。科學教育月刊，273，21-41。
- Bandura, A(1997). *Self-efficace : The exercise of control*. New York : Freeman .
- Pintrich, P. R. & De Groot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychglogy*, 82(1), 33-40.