

國小五年級學生整數四則運算能力之自我效能感與自我效能

葉金蓉

新北市集美國民小學教師

李源順、王美娟

臺北市立教育大學數學系教授、副教授

【摘要】

本研究在探討國小五年級學生在整數四則運算單元之自我效能感與自我效能的表現情形與相關性，以及影響此單元之自我效能感來源。本研究採問卷調查法和訪談法，研究對象為臺北縣國小五年級學生，共 266 人。本研究發現，國小五年級學生在此單元之自我效能感表現高於自我效能，且具有顯著正相關。而學生主要受題目的數字大小及運算符號等實作成就訊息來源而影響自我效能感的高低。

關鍵詞：自我效能、自我效能感、數學能力、整數四則運算

壹、緒言

由學習者的角度來看，學生普遍認為數學科是最難學習的主科（邱上真、詹士宜、王惠川、吳建志，1995），而自我效能感即與之息息相關。自我效能感（perceived self-efficacy）的相關概念是由美國心理學家 Bandura（1982）所提出的。他認為個體自我效能感對人性潛能的發揮具有關鍵性的決定作用。研究者在蒐集有關自我效能感的相關文獻中，發現許多國內、外學者（張春興，2006；Hsieh, Sullivan, Guerra, 2007）

將自我效能及自我效能感二詞視為同一個意義，只有少數學者（高申春，2001；陳書凱，2004）區分此二詞之意義。就中文語意而言，自我效能與自我效能感應有所不同。自我效能是能力的概念，是一種自我能力的外顯表現，應屬能力範疇。而自我效能感從字面上來看，是對自我能力的判斷或是一種內在信念，應屬情意範疇。教師自我效能感意指教師對教學能力的一種知覺或信念，它是一種認知機制，並不涉及行為的部分（吳清山，1992）。因此，研究者以 Bandura 所

發表的相關文獻中對自我效能感與自我效能之定義為依據，藉以釐清兩者之差別。

在我國九年一貫課程數學領域中，三年級到六年級一再出現四則運算的能力指標，學生的四則運算能力是所有計算能力的基礎，學生若未能具備熟練的運算能力，將會在未來數學學習上產生無比的挫折(林碧珍, 1988)。因此本研究的目的為瞭解國小五年級學生整數四則混合運算之自我效能感與自我效能的表現情形與相關性，以及影響國小五年級學生整數四則混合運算之自我效能感的來源。

貳、自我效能感與自我效能的意義

研究者根據 Bandura (1982, 1986, 1997, 1999) 的文獻，釐清兩者之區別。Bandura (1982, 1986, 1997, 1999) 對自我效能感的解釋，本研究歸納自我效能感的意義為個體對自己能達成特定成就所需整合、執行能力的一種「判斷 (judgments)」、「信念 (beliefs)」。Bandura (1986, 1997) 對效能 (efficacy) 做解釋為自我效能為個體的生成「能力 (capability)」，其能夠整合認知的、社會的、情緒的以及行為的技能，以能有效達到特定目標。

由於自我效能判斷屬於自我效能感，意即自我效能感可以預測行為，而自我效能則會因為其他因素而改變。因此，「自我效能」不同於「自我效能感」。而學生自我效能的能力展現有很多種面向，例如：學業成就與能力、實作評量、檔案評量……等，因此學生對於自我學業成就與能力等等表現的判

斷即是學業自我效能感。本研究主要採用數學能力的展現來評量學生的數學學習自我效能。

參、自我效能感與自我效能的相關理論

Bandura 在 1986 年創立自我效能理論 (self-efficacy theory)，闡述社會認知論 (social cognitive theory) 最重要的理論基礎是三元交互決定論 (triadic reciprocal determinism)。三元交互決定論主張個體的主體性因素、個體的外顯行為及外在環境三因素是相互獨立、同時又相互作用。三元交互決定論中的三個因素則會影響自我效能和自我效能感，而自我效能理論主要關注的是三元交互決定論中的主體性因素。

Bandura (1977, 1986, 1999) 指出自我效能感的四個來源，分別是實作成就 (enactive attainment)，替代經驗 (vicarious experience)，言語說服 (verbal persuasion) 和生理與情緒狀態 (physiological and emotional states)。根據 Bandura (1977, 1982, 1986, 1997) 的觀點，自我效能感是多向度的，主要環繞等級 (level or magnitude)、強度 (strength) 和一般化 (generality) 這三個向度而變化，等級是指個人所能克服任務與情境的難易和複雜程度之信心等級；強度是指個人對達成特定任務所持的信心高低程度；一般化是指個人經驗能延伸到其他類似的行為或情境中。

本研究所自編的自我效能感量表，即是根據自我效能感三向度中的「強度」，來測

量學生在整數四則混合運算單元的自我效能感，讓學生逐題判斷自己能正確解決數學問題之信心程度。

美國的 NAEP 是目前世界上大規模教育評量之一，國內、外許多大型數學測驗均採用 NAEP 評量架構，如我國大學入學考試中心（林福來，1994）在進行學生試題分析時，亦採用此一數學能力作為分析的向度；在 2005 年基本學力測驗數學科試題分析中，亦將數學能力分為概念理解能力、程序執行能力及解題與思考能力等三大類。由於其能評量出學生的數學能力，所以本研究採用 NAEP 2003 評量架構之概念性理解、程序性知識及解題等三種數學能力作為分類依據，來評量學生的數學能力。

Bandura（郭本禹、姜飛月，2008）將自我效能感區分為具體任務（Task-specific）自我效能感、具體領域（Domain-specific）自我效能感以及一般（Generalized）自我效能感。其中，具體任務自我效能感是最為廣泛、研究得最多的一種自我效能感，國內外研究較偏向具體領域方面。本研究針對國小五年級學生在整數四則運算單元之具體任務來測量其自我效能感。

肆、研究方法

根據研究目的，本研究採問卷調查法和訪談法，進行量化資料及質性資料的蒐集。使用的研究工具包含自編的「整數四則運算自我效能量表」、「整數四則運算自我效能感量表」和「整數四則運算自我效能感來源訪談題綱」三部分。

自我效能量表根據九年一貫課程綱要之整數四則運算能力指標、四則運算三大規則，以及美國 NAEP 2003 數學評量架構中的三種數學能力編製而成，共 15 題。題型包含計算題、文字題、文字或畫圖題。在計分方面，依受試者答題情形分別給予 2、1、0 分。分數愈高者，則表示受試者在該部分之自我效能愈高；反之，則愈低。初稿經過兩位數學教育專家學者和四位高年級教師修正後，經過五個班的二次預試，整體平均難易度指數為.67，平均鑑別度指數為.48，整份試題信度為.791。

本研究自我效能感量表以 Bandura（1977, 1982, 1986, 1997）所提出的自我效能感向度中之強度為主要依據，並參酌 Bandura 與 Schunk（1981）及陳玉玲（1995）之自我效能感量表編製而成。量表內容採逐題判斷信心程度的方式，讓學生針對每一道試題，從 0~100 以每 10 個單位為間隔之量表圈選出最能代表自己正確答題信心程度的數字。從 0（完全沒有信心），經過肯定性的中等程度即 50（有一半信心），到完全肯定即 100（完全有信心）。在計分方面，受試者在該部分圈選的數字總和÷該部分的題數，即代表該部分自我效能感的強度。分數愈高者，則表示受試者在該部分之自我效能感愈高；反之，則愈低。初稿經過兩位數學教育專家學者和四位高年級教師修正後，預試全量表信度為.926。

本研究針對部分研究對象進行一對一半結構式訪談，以進行質性資料分析與整理，訪談內容主要根據 Bandura（1977, 1986,

1999)所提出的四種自我效能感訊息來源編製而成，分別為實作成就、生理與情緒狀態、言語說服以及替代經驗。訪談資料的信度與效度採三角校正法，對於訪談資料之轉錄，請第三者確認原意、無誤解或扭曲實際情形，以作為資料的原意、編碼與整理上的三角校正。資料分析上，亦和兩位數學教育專家學者及第三者間多方討論來進行三角校正，將受訪者的回答內容做正確的自我效能感來源歸類，以期得到較高的信、效度。

本研究採便利取樣，以臺北縣五所學校十個班級的五年級學生為研究對象，排除有數學學習困難學生，有效樣本共計 266 份。再依據施測結果，選取九位自我效能感與自我效能兩者表現一致及不一致的學生作為訪談樣本。

在施測順序上，先發下自我效能感量表，讓學生分別對三種數學能力的每一道試題進行正確答題之信心判斷。為了避免學生對試題進行計算而影響直覺信心判斷，研究者利用 powerpoint 軟體呈現每一道試題內容，並依照各部分題型設定每道試題的閱讀時間，時間一到，該道試題內容頁面會自動消失。最後，發下自我效能量表，讓學生對三種數學能力的試題進行答題，待全班寫完後統一收卷。兩份研究工具的總施測時間為連續的兩節課（80 分鐘）。

伍、結果與討論

一、自我效能感與自我效能之表現情形

兩種量表的整體能力及三種數學能力

之自我效能感與自我效能結果，如表 1。研究發現，整體能力之自我效能感平均數高於自我效能，變異係數低於自我效能。意即學生對於此單元之自我效能感高於自我效能，表示學生有高估自己能力的表現。同時自我效能之離散情形較自我效能感高，表示自我效能的表現情形呈現較不一致的現象。

表 1 整體能力及三種數學能力之自我效能感與自我效能表現情形

數學能力	自我效能感			自我效能		
	平均數 (<i>M</i>)	標準差 (<i>SD</i>)	變異係數 % (<i>CV</i>)	平均數 (<i>M</i>)	標準差 (<i>SD</i>)	變異係數 % (<i>CV</i>)
整 體	89.41	12.39	13.86	75.23	17.86	23.74
概念性理解	86.65	17.57	20.28	71.52	32.21	45.31
程序性知識	89.45	13.54	15.14	77.50	17.61	22.72
解 題	90.28	12.93	14.32	73.81	24.24	32.84

$N = 266$

由表 2 得知，概念性理解能力之自我效能感平均數高於自我效能，變異係數低於自我效能。其中一題「請設計一道題目，它的算法是 $(15+20) \times 5$ 這個式子。」，此題包含括號的加乘擬題問題。由於教科書中較不常出現，但數字較小且較常出現在程序性試題中，因此學生對於此題型的自我效能感頗高，為 89.74。從試卷發現學生大多以離散量的情境布題，情境內容以買糖果、文具用品為主，大部分的學生能以兩種物品各買五份來擬題，但部分學生有單位使用不一的情形，及中文語意交代不清的現象，也缺乏乘法倍數及結合律的基模知識，對於四則運算的性質概念亦仍不清，導致無法正確擬題，因此此題之自我效能為 67.29，兩者表現差距頗大。

訪談發現，學生除了依據數字大小及運算符號來判斷外，部分學生表示，雖未做過類似題型，但經判斷後，由於認為題目難度不高，因而自我效能感與其他兩種能力的題目類型相差不多，甚至有部分學生表示在坊

間補習班曾做過類似題型，因此認為能提高對此類試題的自我效能感。至於自我效能的表現低於自我效能感的原因，研究者從學生的答題過程中，發現學生缺乏利用圖形、文字等不同表徵來表達數學概念的能力，在擬題能力上亦較弱，無法清楚的以文字正確表達題意，顯示學生在紙筆溝通能力上較弱，以上原因可能導致概念性理解能力之自我效能感與自我效能表現有落差情形。

由表 2 得知，程序性知識能力之自我效能感平均數高於自我效能，變異係數低於自我效能。其中一題的題目為「 $7416 \div 12 \div 6$ 」，此題為兩步驟之由左到右運算題型，學生對於自己能正確答題的信心程度為 86.32，高於實際能力的表現 73.68。從學生的答題，發現部分學生先進行後項 $12 \div 6 = 2$ ，再以 7416 除之，表示學生對於由左到右依序運算之程序性知識未達精熟，易受題目的誘答性影響，亦有部分學生在除法求商的過程中，位值概念錯誤，導致無法正確解題，因此，自我效能感與自我效能表現有落

差情形。

訪談發現，學生首要直覺是根據題目的數字大小來判斷自己能正確答題的信心高低，若題目中的數字較大，易感覺題目難度較高，而擔心計算錯誤，導致正確解題的信心較低；若題目中的數字較小，則反之。此外，亦受題目之運算符號影響，若是加、減、乘法題，則覺得較簡單，因而提高正確答題信心；若是除法題，則會擔心是否能除盡，因而降低正確答題信心，由自我效能感的平均數顯示學生在程序性知識試題的信心程度頗高，可能受到數字不大及運算符號影響。至於自我效能的表現低於自我效能感的原因，研究者從學生的答題情形中，發現學生在計算過程時，未必能正確操作數與符號的運算，及選擇正確且適當的程序來解題，對於整數四則運算的性質及規則不夠精熟，有些題目數字雖小，但具誘答性，學生在答題中易落入誘答陷阱中，亦有些學生雖然具備正確的四則運算規則，但在答題過程中易產生計算錯誤。

由表 2 得知，解題能力之自我效能感平均數高於自我效能，變異係數低於自我效能。其中一題的題目為「體育場裡走了 150 人後，又來了 550 人，還剩下 1900 人，請問體育場裡原有幾個人？」，此題為離散量情境、起始量未知的兩步驟加減改變型問題。學生的自我效能感為 91.09，自我效能為 54.89。由於此題的數字設計為 5 或 10 的倍數，因此可能導致自我效能感頗高。研究者從學生的答題過程中，發現學生會受題目之中文字面上的意義而影響，將「走」字

解讀為「減少」，而用減法計算；將「來」字解讀為「增加」，而用加法計算，意即未釐清題意，在加減的運用及逆運算方面產生迷思概念。

訪談發現，學生主要亦是根據數字的大小來判斷其信心高低，由於此部分重在培養學生從文字題所提供的資料中運用相關知識，採取適合的策略並使用併式來表示，最後能正確解題，因此，研究者在此部分試題之數字設計上多為 5 或 10 的倍數，對學生而言可能認為較為簡單，因此學生在解題能力試題的自我效能感頗高。研究者從學生的答題情形中，亦發現學生會受語意結構、中文字面上的意義及關鍵字而影響其使用運算符號的正確性。此外，大多數的學生能解出多步驟文字題，能瞭解運算的先後順序，但在運用併式來表徵題意時，經常忽略括號的使用，意即無法以併式完整表達題意；在計算過程中，學生亦會出現如同程序性知識般計算錯誤的情形。以上原因可能導致解題能力之自我效能感與自我效能表現有落差情形。

綜上所述，學生之自我效能感的高低主要受試題的數字大小、運算符號等實作經驗影響，且忽略了試題的誘答性，加上實際答題過程中，學生對於此單元之概念尚未穩固，程序性知識尚未精熟，解題時未能掌握題意及使用適合的策略，易落入題目的誘答陷阱中。以上原因，可能導致國小五年級學生整數四則運算之自我效能感高於自我效能，自我效能感之個別差異情形小於自我效能。

二、自我效能感與自我效能之相關性

本研究以 Pearson 積差相關分析整體能力及三種數學能力之自我效能感與自我效能的相關結果，如表 2 所示。概念性理解能力、程序性知識能力、解題能力以及整體能力之自我效能感與自我效能之 $P < .01$ ，達顯著水準，表示此三種數學能力及整體能力之自我效能感與自我效能兩者間具有顯著正相關，也就是三種數學能力及整體能力之

自我效能感愈高，其自我效能亦愈高；反之亦同。唯概念性理解及程序性知識之相關程度屬低相關，解題性知識及整體能力表現屬中相關，此現象值得進一步探討。

綜合前述其他學者的研究，雖然研究的對象不同，研究結果均發現學生的自我效能感與自我效能具有顯著正相關，而本研究的結果雖然與國內、外學者的研究結果相符。

表 2 整體能力及三種數學能力之自我效能感與自我效能 Pearson 積差相關係數

		自我效能感			
		概念性理解	程序性知識	解題	整體
自我效能	整體	—	—	—	.462**
	概念性理解	.295**	—	—	—
	程序性知識	—	.289**	—	—
	解題	—	—	.445**	—

** $P < .01$

三、自我效能感之來源

本研究依據自編的整數四則運算自我效能感來源訪談題綱進行半結構式訪談。研究者針對受訪學生在這四種自我效能感訊息來源的回答加以彙整並分析，分述如下。

當研究者提問學生「你是從哪些方面來判斷自己能正確答題的信心？為什麼？」時，受訪學生所回答的內容均屬於實作成就範疇，以下為部份學生的回答：

S1：根據题目的數字大小，覺得沒有太難，因為位數不大，沒有超過萬位，

而且我有學過心算。

S2：看題目，覺得整數的計算很簡單，但是如果數字大就不容易判斷。

S3：看數字的大小和公式，題目比較長看起來就比較難，還有看規則來判斷。

S4：看數字大小，數字比較大會覺得比較難、比較沒有信心，還有會擔心不知道能不能除得盡，因為我對數字比較不敏感。

S5：數字比較大信心就比較低，數字比

較小信心就比較高，看到加、減、乘法就覺得比較簡單，看到除法就比較沒信心，因為容易計算錯誤。

S6：看數字的大小。

S7：除法的題目，如果確定能除得盡，信心就比較大，加、減、乘法的題目，如果數字比較大或看起來很複雜，會覺得很難計算，覺得容易計算錯誤。

S8：有些數字看起來很簡單、很好算，信心就會比較高，還有看除法是不是能除得盡。

S9：看題目的數字大小，還有我這個單元本來就學得比較差，所以信心會打低一點。

根據受訪者的回答，學生的自我效能感，首要直覺是根據題目的數字大小來判斷自己能正確答題的信心程度，題目的數字若較大，易感覺題目難度較高，而擔心計算錯誤，導致正確解題的信心較低；題目的數字若較小，則反之。意即題目的數字大小成為影響國小五年級學生在整數四則運算單元的主要自我效能感來源。

此外，有學生表示若題目較短、數字看起來很簡單，會較好計算，信心會因此提高；亦有學生認為整數四則運算的四大規則會影響其信心高低判斷；亦有部分學生認為加、減、乘法比除法題目更為簡單，因為除法計算較繁複，易計算錯誤，因此信心高低會受此影響，但若加、減、乘法題目的數字較大，仍有計算錯誤之慮。除了上述原因，學生亦會受到本身學過心算，或認為自己數

感不好，以及認為自己以前在此單元表現不佳而影響其信心判斷。顯示學生較不受此單元之概念理解影響，而是受到程序性知識之運算問題而影響其自我效能感的高低。

除了實作成就外，從訪談分析中能發現生理與情緒狀態之自我效能感訊息來源是影響學生判斷此份試題的次要來源，學生會因為精熟整數四則運算的規則，以及因為之前在此單元得到成就感，而在學習中產生輕鬆、愉快的生理與情緒反應，進而影響此份試題的信心高低判斷。

此外，言語說服的自我效能感訊息來源對學生判斷此份試題的影響程度次於生理與情緒狀態。學生會因為受到師長的鼓勵或責備話語而影響信心高低，而這些話語內容和學生是否精熟此單元的程序性知識息息相關，意即師長大多根據學生在此單元的計算能力對學生表達回饋的話語，進而影響學生對此份試題的信心高低判斷。

從訪談分析中，研究者發現替代經驗的自我效能感訊息來源影響此份試題信心高低的程度最弱，主要原因有二，一為學生缺乏替代經驗的參照對象，二為學生認為此參照對象不會影響此份試題信心高低判斷。

綜合訪談分析的結果，發現影響學生判斷這份試題之四種自我效能感的訊息來源中，以實作成就對所有受訪學生的影響最為深遠，與 Bandura (1986) 認為實作成就是最有影響力的自我效能感訊息來源理念相符，其次為生理與情緒狀態，接著為言語說服，而替代經驗的影響則最弱。

陸、結論與建議

一、結論

國小五年級學生整數四則運算之整體能力的自我效能感表現高於自我效能，差距為 14.18，其中，解題能力之自我效能感與自我效能差距較大；程序性知識能力之差距較小。學生的自我效能感主要受試題的數字大小及運算符號影響，但卻忽略了試題的誘答性，導致信心程度較高。

國小五年級學生整數四則運算之整體能力及三種數學能力的自我效能感與自我效能間具有顯著正相關，相關程度屬中、低相關，顯示學生在此單元之自我效能感愈高，其自我效能亦愈高；反之亦同。

影響國小五年級學生在整數四則運算單元之自我效能感來源中，實作成就之影響力最為深遠，學生主要以題目之數字大小及運算符號等程序性知識之運算問題做為主要判斷依據，此乃受過去的實作經驗影響；其次為生理與情緒狀態，接著為言語說服，而替代經驗的影響則最弱，且自我效能感與自我效能因實作成就因素而具有交互影響的因果關係。

二、建議

（一）對教學實務之建議

研究發現，學生在概念性理解能力之自我效能感和自我效能皆較其他兩種能力表現低，建議教師平時宜多營造溝通討論的學習環境，增加概念性理解題型的練習機會，訓練學生擬題能力，讓學生藉由口語、文字

符號、圖形表徵來表達數學概念，也需更進一步深入瞭解其學習困難何在，協助其解決問題，以增加學生成功的經驗，進而提升學生概念性理解能力之自我效能感及自我效能。

訪談得知學生主要以題目的數字大小及運算符號作為判斷信心程度的主要來源，卻忽略了題目的誘答性，導致自我效能感有高估的情形，因此教師在進行整數四則運算三大計算規則之教學時，除了應讓學生理解四則運算規則，提高學生對程序性知識之精熟度，亦需讓學生瞭解題目中有誘答性的可能存在，多舉具誘答性的例子供學生練習，進而提升學生程序性知識能力。

從學生在解題性知識的答題過程中，發現學生解題時未能掌握題意及使用適合的策略，易落入題目的誘答陷阱中，因此教師在佈文字題時，除了提供例行性的題目外，也能提供非例行性的題目，並留意文字題的情境結構、語意結構及運算結構，以豐富題型的多樣性，且破除學生以中文字面上的意義及關鍵字來列式的迷思概念，並結合圖像表徵，提升學生以併式完整表達題意的能力，進而促使學生採取合適的策略來提升解題能力。

（二）對未來研究之建議

本研究係針對整數四則運算單元之具體任務自我效能感及自我效能進行研究，發現兩者屬中、低相關，尤其是概念性理解和程序性知識能力方面，建議未來可朝不同單元進行研究，探究其相關程度。

展現學生數學能力之自我效能面向有

很多，本研究僅以紙筆評量作為其中一個面向，建議可朝實作評量等不同面向進行自我效能感與自我效能之探討。

藉由提升學生自我效能的教學來探究自我效能感和自我效能兩者表現是否更為一致，或是否皆能提升等情形，亦是未來研究能深入探討之方向。

參考文獻

- 吳清山 (1992)。學校效能研究。臺北市：五南。
- 林碧珍 (1988)。國小學生數學解題的表現及其相關的因素。未出版之碩士論文，國立臺灣師範大學，臺北市。
- 林福來 (1994)。八十三年度基礎科目數學科試題研發工作計畫。臺北市：大學入學考試中心。
- 邱上真、詹士宜、王惠川、吳建志 (1995)。解題歷程導向教學對國小四年級數學科低成就學生解題表現之成效研究。特殊教育與復健學報，4，75-108。
- 高申春 (2001)。人性輝煌之路：班度拉的社會學習理論。臺北市：貓頭鷹。
- 張春興 (2006)。張氏心理學辭典。臺北市：東華。
- 郭本禹、姜飛月 (2008)。自我效能理論及其應用。上海：上海教育出版社。
- 陳玉玲 (1995)。目標設定、目標投入與自我效能對國小學生數學作業表現的影響。國立高雄師範大學教育學系碩士論文，未出版，高雄市。
- 陳書凱 (2004)。一次讀完 15 位心理學大師經典講義。臺北市：靈活文化事業有限公司。
- Bandura, A., & Schunk D. H. (1981). Cultivating competence, self-efficacy, and intrinsic interest through proximal self-motivation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 41(3), 586-598.
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy : Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 19-215.
- Bandura, A. (1982). Self-efficacy mechanism in human agency. *American Psychologist*, 37, 122-147.
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: Freeman.
- Bandura, A. (Ed.). (1999). *Self-efficacy in changing societies*. New York: Cambridge University Press.
- Hsieh, P., Sullivan, J. R., Guerra, N.S. (2007). A closer look at college students: Self-efficacy and goal orientation *Journal of Advanced Academics*, 18(3), 454-479.