

國立台灣師範大學教育心理與輔導學系
教育心理學報，民82，26期，53~74頁

國中生後設認知、動機信念與數學 解題策略之關係研究

林 清 山 張 景 媛

本文為國科會兩年研究計劃中第一年部分的研究報告。這部分研究的主要目的有三：**1.**編製國中生的後設認知、動機信念與數學解題策略之測量工具。**2.**探討國中生的後設認知、動機信念與數學解題策略間的關係。**3.**分析不同後設認知及不同動機信念的國中生，其數學解題策略上的差異情形。本研究的受試來自臺北縣漳和國中及臺北市天母國中一、二年級的學生，正式施測時的人數為二年級男生30名及女生30名。使用的工具包括：後設認知量表、動機信念量表、數學測驗卷及數學解題策略評量表。資料分析採用積差相關、典型相關及t考驗等統計法。結果發現：**1.**國中生後設認知、動機信念及數學解題策略間有相關存在。**2.**國中生透過後設認知及動機信念可解釋其數學解題策略總變異量的40%。**3.**不同後設認知及不同動機信念的學生，其數學解題策略上的得分有差異存在。

關鍵詞：後設認知、動機信念、數學解題策略。

研究動機與目的

過去的學習心理學著重研究人類學習的行為，但是這種研究對於人類的學習只是概括性的描述而已。若想要進一步瞭解某個學科應該如何學習或是某種問題應該如何學習，顯然的，過去的研究並不能滿足這方面的需求。直至認知心理學的興起，對於人類認知歷程有進一步的研究後，人們才能逐漸瞭解認知策略與學習之間的關係。同樣的，過去的學習心理學對於人類在問題解決方面也只做到一般性的探討，對於人類在解決問題時，究竟是使用何種策略，以及為何會採用此種策略的原因，就無法提供適切的答案。由於認知心理學者對於認知歷程特別關注，因此，近二十年來，有關問題解決的認知策略的運用，已經有一些成果展現出來。

-
1. 本文為國科會專題研究計劃（NSC 82-0301-H-003-006）的第一年研究報告。
 2. 本文的完成得到行政院國家科學發展委員會的補助，謹致謝忱。

例如，許多學者（Hayes, 1985; Larkin, 1979; Larkin et al., 1980; Simon, 1980）比較專家和生手的差異，發現專家傾向於使用順向解法（forward method），把許多已知條件代入一個大的公式去求得答案，而生手則傾向於使用反向解法（backward method），把問題一步步的按序倒向解答出來。這些學者發現專家能很快的看出問題的題型，並選擇適當的公式來解答問題，而生手則缺乏這方面的能力。

關於學校各類學科問題解決的研究，目前做得比較多的是數學科。有可能因數學科是大部分學生感到最困擾的學科，而且數學也是其他理、工科目的基礎學科，因此比較受到學者們的注意。如Laborde（1990）及Lee（1987）發現在數學應用問題的解題時，有的學生可以把題目寫成代數式，但是並不瞭解其意義；有些學生會列出式子，但不會運算；也有些學生一開始就不懂得如何把語言訊息轉換成符號來運算。又如Bachor（1987）研究已知數和未知數之間的關聯性；Mestre（1988）研究數學題目中，各類條件排列的先後次序；Nesher & Teubal（1975）研究數學應用題中一些表達或用字是否具有暗示或明示的線索；Spanos et al.（1988）研究語法及字彙的難易程度對解題的影響。但是上述的研究都比較少涉及學生的後設認知（metacognition）能力。

“後設認知”這個觀念最早是Flavell（1976）所提出，他將後設認知定義為“與個體認知歷程及結果等有關的知識”。Wellman（1983）則認為後設認知是一個人對認知的認知（cognition about cognition），也就是一個人對於認知歷程和狀態（如記憶、注意、知識、推測、想像）等的知識。後設認知與學習之間有密切的關係，如Brown（1983）的研究發現，若對學生施予適當的訓練，將使其增加後設認知的能力，而此能力則有助於其解決學習上的困難。Phye & Andre（1986）也指出後設認知能力較佳的學生，比較懂得準備考試。後設認知和問題解決的能力當然也有密不可分的關係，只不過以前有關數學問題解決的研究較少涉及。因此，本研究認為要瞭解一個學生的問題解決策略，實有必要先瞭解其後設認知能力。

Gagné & White（1978）認為學習者必須先熟悉低層次的技能，然後才能學會高層次的技能。因此，過去有關數學的研究，大多著重在小學數學的研究，對於中學數學學習的研究則較少。國中的數學題目雖然是小學數學的延續，有些教材也有重疊的地方。但基本上，國中的數學題目需要運用較多的抽象符號，對於少數後設認知能力較差的學生而言，確實有學習上的困難。因此本研究想要以國中的代數應用題做為本研究的材料，主要是想要以過去有關小學數學問題解決研究的結果做為基礎，再將其延伸到國中的數學上。

過去認知心理學者所做的問題解決的研究，主要是以瞭解受試的認知策略為主，或是研究某種認知策略的教學是否會提升其問題解決的能力。這種只偏重認知能力而忽略情意的研究，終究還是不能對學生的學習有全然的瞭解。事實上，Flavell（1985）認為後設認知經驗（metacognitive experience）對於一個人的後設認知而言，也是不可偏廢的。所謂後設認知經驗即是指一個人從認知性活動後獲得的理性和感性的綜合感受，此種感受即是情意的部分。Pintrich & DeGroot（1990）更進一步指出動機信念（motivational belief）對於認知策略的運用具有顯著的影響，學生懂得如何運用認知策略是一回事，他是否有動機去使用這些認知策略又是一回事。因此，在研究學生的問題解決策略時，本研究認為動機的部份是不可或缺的要素。

綜合上述研究動機，本文的研究目的可歸納如下：

- 一、編製適當的測量工具，以便瞭解學生的後設認知能力、動機信念及數學解題策略。
- 二、探討學生的後設認知、動機信念和數學解題策略之間的關係。
- 三、分析在不同後設認知能力及不同動機信念上的學生，其數學解題策略的差異情形。

名詞解釋

一、後設認知：

本研究中所謂“後設認知”是指學生學習數學時，對自己學習情形的計劃、監控、評鑑和修正等的能力。本研究將後設認知分為四個變項：目標設定、自我監控、自我評鑑及自我修正。目標設定是在瞭解學生學習數學時，是否會做計劃或設定目標；自我監控是瞭解學生學習數學時，能否掌握進度、瞭解題意及發現問題等；自我評鑑是指學生在學習數學時是否能瞭解自我學習的好或不好，是什麼原因造成學習上的困難情形等；自我修正是指學生學習數學時是否會因學習不佳而改用其他的方法或策略來改善學習情形。因此，在後設認知四個分量表上的得分高者，表示學生的後設認知能力較佳，得分低者表示後設認知能力較差。

二、動機信念

本研究中的動機信念包括：自我效能和測試焦慮兩個變項。自我效能是指學生覺得自己在數學學習方面是有能力的，能學得比他人好。因此，自我效能得分高的學生表示自己是有能力學好的，而自我效能得分低者表示學生自覺不可能學好數學。測試焦慮則是指學生在做數學題時，可能產生的一種緊張狀態。因此，測試焦慮得分高者表示在做數學題時會很緊張，而測試焦慮得分低者表示學生在做數學題時不會有緊張焦慮的情形產生。

三、數學解題策略

所謂“數學解題策略”是指學生在做數學題時的思考方式及運算方式。本研究中的數學解題策略包含兩個變項：解題計劃及解題執行。解題計劃是指學生面對問題時決定採用何種策略來思考問題；解題執行是指學生對於自己所列的式子實際加以運算。本研究中，學生在解題計劃及解題執行上得分高者表示自己的計劃與執行的能力較強，得分低者表示能力較差。

文獻探討

一、後設認知的理論

“後設認知”一詞愈來愈受到注意，然而該詞也因涉及太廣泛的層面而引起一些誤解和爭議。Flavell (1971) 最早提出後設記憶 (metamemory) 一詞，至1975年始有後設認知 (metacognition) 的名詞。一般而言，後設認知指的是對一個人的知識及認知系統的控制。

早在1910年時，Dewey即提倡探索式、批判式的閱讀；而在1917年，Thorndike提倡目標性閱讀，也就是使用選擇、強調、關聯和組織等方式來進行閱讀。這些學習方式都要利用後設認知的技巧來控制及掌握閱讀內容。現代心理學者認為後設認知是一個人所擁有的認知歷程及一切有關認知的知識。Flavell (1979) 認為後設認知是“認知的認知”，如果“認知”包含知覺、理解、記憶等，則“後設認知”就包含認知的思考，如後設知覺、後設理解、後設記憶等技能。Baird & White (1982) 認為後設認知活動是對自己是否瞭解學習活動的自我評鑑及對自己能力的評估。此外，在學習中覺察自己的學習過程、學習本質、學習類型、學習缺點、自我監控及做決定等也都屬於後設認知的活動內容。Gage & Berliner (1984) 認為後設認知包括下列幾項問題：1. 對於某一學習主題，我知道些什麼？2. 學習某一主題，

我要花多少時間？3.解決某一問題，最好的辦法是什麼？4.我如何預測或評價這項工作的結果？5.我能如何改變自己的學習方法？6.當我犯錯時，我如何偵測出來？Lawson（1980）從訊息處理的觀點來說，認為後設認知能力是個體在處理訊息的過程中，逐漸形成的，其形成過程是：訊息→處理→策略→後設認知。Phye & Andre（1986）認為自我知覺的注意與自我控制歷程是後設認知的重要課題。張春興（民76）則指出認知心理學雖然同意後設認知是認知歷程的一部分，惟對於後設認知本身的性質，解釋上尚未一致。

在後設認知裡最重要的部分即是自我調整（self-regulation）。自我調整的觀念雖然早在1977年即為Bandura所提出，但是直到1986年的時候，Bandura才整理出一個行為的自我調整歷程模式，此模式包括有：自我觀察（對自己學習表現的品質、速率、數量以及正確性的瞭解）、判斷歷程（根據自己的標準、常模標準或是同儕比較等來評斷自己的表現）和自我反應（根據對自己表現的評斷而調整學習的步驟及策略）。Brown et al.（1983）認為認知學習活動需要有效的調整，此種調整歷程包括有計劃、監控及評鑑，且這些活動都是後設認知的一部分。此外，Simons & Vermunt（1986）也認為自我調整對於學習是非常必要的，因此他們提出一個自我調整的歷程，此歷程包括有八個階段：定向、計劃、監控、測試、診斷、修正活動、評鑑及反省等。後來，Brown（1987）由後設認知的發展過程加以分析，指出後設認知有四個根源：口語陳述、執行控制、自我調整及他人調整。

綜合上述各個學者的論點，可以發現自我調整確實是後設認知裡相當重要的一部分。Henderson（1986）也指出近十年來，認知心理學家已經逐漸重視自我調整在認知活動中所扮演的角色。因此，在本研究中，即以自我調整做為研究後設認知的重點。此外Bandura（1986）及Simons & Vermunt（1986）對於自我調整的歷程都提出自己的看法，但他們的觀點事實上是大同小異。張景媛（民81）即綜合他們的觀點，將自我調整分為四個階段：設定目標（含計劃）、自我監控（含執行計劃及觀察行動）、自我評鑑（比較、評鑑與診斷）和自我修正（改變行動步驟及策略）。這種分類的方式使自我調整的歷程較清楚易懂，而且可進行實徵性的研究。本研究有關自我調整的研究即採取張景媛（民81）的分類方式，針對國中學生的數學學習，編製出“後設認知量表”以進行研究。

二、動機信念的理論

另外一種會影響學生學習動機的重要因素是自我效能（self-efficacy）。Bandura（1982）認為一個人對自己能力的認知會影響他的成就行動，而自我效能正是一個人面對某個特殊的情境時，對自己能力的判斷。因此，自我效能對於學生的學習會產生下列影響：1.活動的選擇（choice of activities）。高自我效能的人即使碰到難的工作也會想去嘗試看看，而低自我效能的人則會逃避它。2.努力和持久力（effort expenditure and task persistence）。高自我效能的人在遇到困難的工作時，通常會較低自我效能的人做得更努力且持久一些。3.工作動機和技能獲得（task motivation and skill acquisition）。高自我效能的人因為肯嘗試而且願意努力去做，因此，較低自我效能的人會有較高的工作動機，同時也能學到更多的東西。

Collins（1982）指出自我效能對於一個人的工作表現具有顯著的影響力。Bandura（1986）更指出自我效能對於成就動機的影響比認知技能所具有的影響力還大。Schunk（1986）也發現當學生在學習前若知道要學習的是何種材料及必需的先備知識，而且也瞭解自己的能力及監控學習的技巧，此時，覺得自己有能力學生會比較積極投入學習活動中。此外，有些學者（Bandura & Cervone, 1983; Locke et al., 1984）發現假如一個人認為自己能力不行，即使是有獎賞，他也不願努力去爭取。由此可見，自我效能也會影響一個人成就期望或是抱

負水準。自我效能對於一個人的生涯選擇也會產生影響，如Hackett & Betz (1984) 發現對數學能力的知覺比真正的數學能力對於未來工作選擇有較大的決定性影響。Hackett (1985) 也指出對於處理數學的自我效能也會影響到一個人對數學及與數學有關學科的焦慮。至於自我效能對學生數學解題策略的影響，目前則甚少有學者加以研究，但由於自我效能是一項重要的動機因素，本研究推測自我效能可能和學生的數學解題策略有密切關係，因此，將自我效能做為本研究動機信念裡的一個變項。

其次，本研究認為“測試焦慮”也應該是動機信念裡的重要變項之一。測試焦慮是指一個人對某項工作的情緒反應。本研究中，測試焦慮是指受試在面臨數學測驗時所產生的焦慮。Betz (1978) 指出一般學生在學習數學時，多少會有數學焦慮的情形出現。所謂數學焦慮 (mathematics anxiety) 是個人在處理數學或使用數學概念時所產生緊張、不安的情緒狀態 (魏麗敏, 民77)。這種數學焦慮不但會干擾學生對數學的學習，同時，也會影響學生的數學問題解決能力 (Richardson & Suinn, 1972)。此外，學者們 (Betz, 1978; Richardson & Suinn, 1972) 也發現數學焦慮高的人，其測試焦慮也高。

由上述學者的研究發現數學焦慮會影響學生數學的解題能力，而且數學焦慮和測試焦慮又有相關存在。本研究推想測試焦慮可能也會影響學生的數學解題能力。Pintrich & DeGroot (1990) 指出一個有較高測試焦慮的人較無法使用適當的認知策略，而且較會逃避困難的工作。因此，本研究也將測試焦慮做為動機信念的一個變項，以研究其與學生數學解題策略之間的關係。

三、數學解題策略與後設認知和動機信念的關係

(一) 數學解題策略之研究

所謂數學解題策略是指學生在面對數學應用問題時的想法和作法。國中生在作數學問題時，首先，他要閱讀題目、理解題意，然後分析問題、瞭解各項條件之間的關係；最後，用符號表達出來並計算出正確答案。國小學生進入國中時，在數學學習上碰到的難題就是要學會運用符號來表達事情間的關係。Kieran (1990) 等人表示，雖然代數和算術學習有許多相同的符號，如 $+$ 、 $-$ 、 $=$ 等，但是除了共同的解釋外，它們也有不同的解釋。例如，小學生學習等號，通常是表示一個結果，而不是左右相稱和可轉移的關係。因此，國中生對於過去適用的概念，現在則必須加以調整才能應付代數的需求。

代數應用題的另一個困難之處在於語文理解的問題。Laborde (1990) 指出一個題目要解什麼，首先要瞭解問題敘述的意義。在解題方面的研究，許多學者探討題目中語句的表達方式對學生題解的影響，即題目中所用的字彙和句型會影響學生的表達及解題策略。以下列舉一些影響學生瞭解題意的變項：1. 已知數與未知數之間的關聯性會影響學生瞭解題意 (Bachor, 1987; De Corte, Verschaffel, & De Win, 1985)。2. 題目中各項條件排列的先後次序會影響學生的理解程度 (Mestre, 1988)。3. 一些表達與用字是否有暗示或明示的線索會影響學生瞭解題意 (Nesher & Teubal, 1975)。

De Corte et al. (1985) 的研究結果發現，如果在不破壞語句結構的原則下，題目說得愈清楚，學生愈容易解出答案來。相對的，題目的說明若過於簡單，學生不易去尋找線索，也就較難解出答案。De Corte等人說明一個好的解題過程在第一階段所形成問題結構的心理表徵，是一種由上而下 (top-down) 及由下而上 (bottom-up) 交互作用的結果。也就是說，是一種語文輸入和語意問題基模 (semantic problem schemes) 兩者互動形成的心理表徵。無經驗或能力較差的學生，其語意基模發展不佳，所以依賴較多的由下而上的處理來形成問

題表徵。等到學生的能力提升後，他們就逐漸使用較多的由上而下的方式來解題。

在代數應用題上，除了上述的問題外，Reed (1984) 認為形成代數學習困難的原因還有：使用不當的基模、做了錯誤的估計、和未能有效地使用類推將新學習與舊的概念相連結等。因此，學者們提出許多解題策略來教導學生。Polya (1965) 提出問題解決的四步驟則是：1. 瞭解問題（包括已知和未知的）。2. 想出計劃（解決問題的一般程序）。3. 執行計劃（計劃和操作）。4. 回顧（重新檢查剛才的歷程）。但是Schoenfeld (1985, 1987) 認為Polya的方法只是一般問題解決策略，對於特殊的數學解決沒有多大的價值。因此，他提出的五種問題解決策略則是針對數學應用問題來設計：1. 儘可能畫圖。2. 尋找歸納式論證。3. 運用矛盾法、對換法加以論證。4. 考慮變數較少的類似問題。5. 試著建立次目標。這些方法較適用於數學教學中，學生在熟悉這些策略知識後，在解題時，便能運用這些策略。

Schoenfeld (1985, 1987) 所提的數學解題策略只是原則性的說明，對於實際數學問題解決策略的瞭解或研究並不容易進行。而Mayer (1987) 針對數學解題歷程提出四個步驟：1. 問題轉譯（語言知識）。2. 問題整合（事實知識、基模知識）。3. 解題計劃及監控（策略知識）。4. 解題執行（程序性知識）。所謂問題轉譯即是透過語文瞭解題意，問題整合則是指學生應用已具有的數學知識（基模知識）瞭解問題的性質，並且判斷問題中所呈現的資料何者與解決問題有關。解題計劃及監控是將問題分解成幾個小問題，並在解題過程中監控自己，以瞭解自己在進行解題計劃中的哪一個步驟。解題執行是實際執行解題計劃，通常是由較簡單的程序進行到較複雜的程序。Mayer對數學解題歷程有清楚具體的描述，不但易於瞭解，而且非常適用來做實徵性研究。由於本研究只針對數學解題策略進行研究，因此，在本研究中，只採用Mayer有關解題策略的部分，即解題計劃（及監控）和解題執行兩個步驟。

(二) 數學解題策略與後設認知和動機信念的關係

Pokay & Blumenfeld (1990) 研究高中生的動機、學習策略和數學成就的關係。結果發現動機及後設認知策略皆與數學成就有關。Montague & Bos (1990) 研究八年級的學生，發現認知和後設認知的能力與數學問題解決的表現有關。Montague, Bos & Doucette (1991) 更指出數學成績較佳的學生，其情意的表現和認知及後設認知的能力也都比較好。Dover & Shore (1991) 的研究結果指出聰明的學生比中等的學生有較多的後設認知知識，而且在聰明的學生當中，數學解題較快的學生又比慢的學生擁有較多的後設認知知識。Chiu & Henry (1990) 以四年級到八年級的學生為受試，結果顯示數學焦慮、動機因素和學業能力有顯著的相關存在。Hagtvet (1991) 研究15到16歲女孩，結果發現一個人的焦慮和數學作業表現之間是有相關的。Cross & Paris (1988) 研究發現改變學生的後設認知能力會對學生的學習產生較好的影響。Clements & Gullo (1984) 的研究則認為電腦課程可能影響學生的後設認知能力。學生的後設認知能力會影響學生的學習，而學生的學習也會影響其後設認知能力。因此，二者是呈交互影響的關係。張景媛 (民79) 的研究結果也發現後設認知能力不同，其學業表現也不同，後設認知能力高者的學業表現較佳。

綜合上述學者的研究結果，本研究發現：後設認知能力高的學生會自我調整，以致成績表現較佳。因此，本研究預測在同類型題目當中，即使第一題都做錯的情形下，其中後設認知能力強的學生，經由主試的問題中，可能會獲得線索，因而解答出後面的問題；而後設認知能力較差的學生，則認為此種題目原先不會，後面的當然也不會，因此，無法由主試的問題當中獲益。同樣的，動機信念強的學生，他們會勇於嘗試，因此堅持努力思考問題的結果，也可能雖然原先答錯而後卻能理出線索，因而導致成功的作答；而動機信念弱的學生會因原先不會作答，而在同類型題目出現時，產生厭煩的感覺，放棄思考問題，因此無法獲得成功的經驗。

研究假設

綜合上述的文獻探討與本研究的目的，本研究提出下列研究假設：

- 假設一 國中生後設認知（目標設定、自我監控、自我評鑑、自我修正）、動機信念（自我效能、測試焦慮）與數學解題策略（解題計劃、解題執行）間有相關存在。
- 假設二 國中生後設認知、動機信念與數學解題策略兩組分數間有典型相關存在。
- 假設三 後設認知能力高者與能力低者，其數學解題策略評量表上的得分有差異存在。
- 假設四 動機信念不同者，其數學解題策略評量表上的得分有差異存在。

研究方法

一、研究對象

本研究對象為國中二年級學生共60名，男生30名，女生30名。學生為常態分班的學生，但不包含聽障、視障、不識字或智能不足等學生。

二、研究工具

本研究使用的工具包括四類測驗：一是後設認知量表、二是動機信念量表、三是數學測驗卷、四是數學解題策略評量表。以下分別說明之：

(一)後設認知量表：

本研究中使用的後設認知量表乃依據張景媛（民81）所編的自我調整量表加以修訂，使其適合研究國中生數學學習的後設認知，此量表共有四個分量表：設定目標、自我監控、自我評鑑及自我修正。各個分量表均採Likert四點量表的型式。試題是以數學為特定領域的學科來加以命題。題目則經項目分析來予以選題，並求出各分量表的內部一致性係數、折半信度係數及重測信度係數。

表一 後設認知各量表的內部一致性係數、折半信度及重測信度一覽表（N=126）

	內部一致性係數 (Cronbach α)	折半信度 (斯布校正公式)	重測信度 (間隔兩週)
目標設定	.8514	.8697	.7502
自我監控	.8725	.8698	.8049
自我評鑑	.8411	.8719	.7617
自我修正	.8763	.8490	.8027

(二)動機信念量表：

本量表共有二個分量表：自我效能及測試焦慮。自我效能量表係根據張景媛（民81）所編的自我效能量表修訂為符合數學科領域所用的量表，該量表係根據Bandura（1977）的自我效能理論來編製。測試焦慮是依據Hagtver（1991）的數學焦慮理論來編題。分量表均採Likert四點量表的型式。試題均以項目分析結果予以選題，並求內部一致性係數、折半信度及重測信度。

表二 動機信念各量表的內部一致性係數、折半信度及重測信度一覽表（N=126）

	內部一致性係數 (Cronbach α)	折半信度 (斯布校正公式)	重測信度 (間隔兩週)
自我效能	.8538	.8206	.8173
測試焦慮	.8552	.8241	.6518

(三)數學測驗卷：

本研究中的數學解題策略的評量需用一份數學測驗卷。這份數學測驗卷是以應用問題的方式呈現。數學應用題均包含四題年齡問題、以一元一次方程式及二元一次方程式可解出來為原則。另外，還有四題則是遷移題，雖然不是年齡問題，但是可用相同方式解出答案來。本測驗的編製是依研究需要並經由專家加以審定。

(四)數學解題策略評量表：

本研究為了要瞭解國中生的數學解題策略，因此設計問題，以較客觀的方式來瞭解學生的解題策略。本研究者以數學測驗卷上的題目加以設計。每一題均以解題計劃及解題執行兩大項目來瞭解學生的解題策略。解題計劃的測量是針對學生對數學應用題所採用的思考策略來設計五道問題，學生每答對一道問題可得一分。最高五分，最低零分。解題計劃得分與效標分數求相關，本研究的效標為學生上學期的數學學期成績，解題計劃與數學學期成績得到的積差相關是.6432（ $P<.001$ ）。本研究中的解題執行則依下列標準來評分：

- 五分——列出正確的式子，且能計算出正確答案。
- 四分——列出式子不佳，但最後以算術的方式推出正確的答案。
- 三分——列出正確的式子，但計算時稍有疏失。
- 二分——列出不正確的式子，未能解出答案，但有一些簡單計算。
- 一分——未列出式子，未能解出答案，但有少許的簡單計算。
- 零分——試卷上空白。

由於解題執行的計分方法可能有主觀因素存在，故以評分者信度來瞭解分數計算的情形。本研究中，學生的解題執行得分的評分者信度為.8123（ $N=60$ ）。此外，解題執行的得分與效標分數，即與學生上學期的數學學期總成績求相關，得到相關係數為.5405（ $P<.001$ ）。

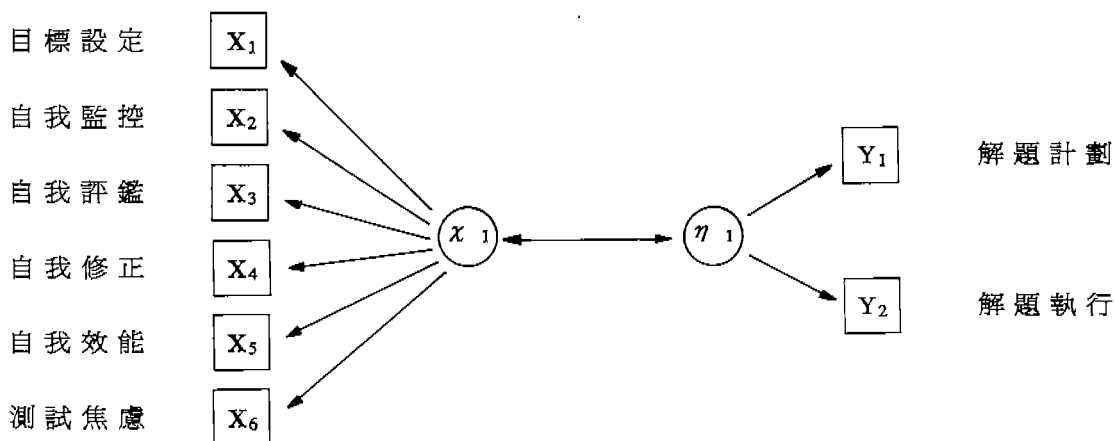
三、研究架構

(一)後設認知、動機信念與數學解題策略之相關分析

本研究利用簡單相關分析，探討國中生後設認知（包含目標設定、自我監控、自我評鑑、自我修正）、動機信念（自我效能、測試焦慮）與數學解題策略（解題計劃、解題執行）等變項間的相關關係。

(二)後設認知、動機信念與數學解題策略之典型相關分析

本研究利用典型相關分析，瞭解國中生的後設認知、動機信念是否能對其數學解題策略分數的總變異做有效的解釋？以及其解釋量有多大？其研究模式如下圖：



圖一 本研究之典型相關模式圖

(三)不同後設認知能力的學生在數學解題策略評量表上得分的比較

本研究以t考驗統計法考驗不同後設認知能力的學生，其在數學解題策略上是否有差異存在。

(四)不同動機信念的學生在數學解題策略評量表上得分的比較

本研究以t考驗統計法考驗不同動機信念的學生，其在數學解題策略上是否有差異存在。

四、實施程序

本研究是整個研究中的第一年計劃，所進行的工作重點是問卷編製及相關研究。首先，研究者搜集有關後設認知及動機信念的文獻資料，決定採用最爲學者們重視的因素來測量學生的後設認知能力及動機信念。接著編製量表，這些後設認知及動機信念量表均針對數學學習上的問題加以編製，並在天母國中進行預試，瞭解學生對量表題目的看法及意見，經修正後，再正式施測。施測後的資料經項目分析及因素分析，選出最適合的題目，每個分量表均爲八道題目。此外，研究者編製的數學測驗卷及數學題解策略評量表都由學者及國中數學教師參與討論，訂定題目。在進行相關研究部分，國中生除了在填寫量表時是全班同時填答外，數學評量的部分則以一對一的方式進行，研究者以事先預備好的題目詢問學生，同時記錄學生的個別反應，做爲第二年研究的參考。最後，研究者以搜集到的資料進行分析。

五、資料分析

本研究以SPSSx套裝軟體分析研究所得資料，使用的統計方法為：

1. 以皮爾遜積差相關 (Pearson product-moment correlation) 統計法驗證假設一。
2. 以典型相關分析 (canonical correlation analysis) 統計法驗證假設二。
3. 以t-test統計法驗證假設三、四。

研究結果

一、後設認知、動機信念與數學解題策略的相關分析

本研究中各變項得分的平均數及標準差列於表三。各變項間的積差相關分析列於表四。

表三 國中生後設認知、動機信念與數學解題策略各變項的平均數及標準差 (男女生各30名)

變項名稱	男 生		女 生	
	M	S D	M	S D
後設認知				
目標設定	18.00	(4.66)	81.23	(5.39)
自我監控	21.80	(4.28)	21.67	(4.43)
自我評鑑	20.50	(4.91)	21.87	(5.13)
自我修正	20.17	(4.63)	20.60	(5.40)
動機信念				
自我效能	19.17	(4.71)	17.80	(5.40)
測試焦慮	21.13	(5.09)	20.67	(5.37)
數學解題歷程				
解題計劃	14.50	(10.42)	19.43	(12.09)
解題執行	11.70	(12.77)	17.53	(14.67)

表四 國中生後設認知、動機信念與數學解題策略各變項間的相關係數矩陣 (N=60)

	目 標 設 定	自 我 監 控	自 我 評 鑑	自 我 修 正	自 我 效 能	測 試 焦 慮	解 題 計 劃	解 題 執 行
目標設定	1.00							
自我監控	.70***	1.00						
自我評鑑	.59***	.68***	1.00					
自我修正	.74***	.57***	.70***	1.00				
自我效能	.58***	.50***	.32*	.47***	1.00			
測試焦慮	.18	.12	.28*	.34**	-.08	1.00		
解題計劃	.24	.35**	.36**	.42***	.47***	-.07	1.00	
解題執行	.20	.36**	.41**	.40**	.40**	-.15	.88***	1.00

*P<.05, **P<.01, ***P<.001

由表四得知，後設認知的四個變項和動機信念中的自我效能均有相關存在，但是，動機信念中的測試焦慮只和後設認知中的自我評鑑及自我修正有相關，與目標設定及自我監控沒有相關。至於數學解題策略的解題計劃與解題執行和後設認知中的自我監控、自我評鑑及自我修正有相關，和目標設定沒有相關，同時，與動機信念中的自我效能有相關，與測試焦慮則沒有相關存在。

二、後設認知、動機信念與數學解題策略的典型相關分析

在典型相關分析中，研究者以國中生的後設認知（目標設定、自我監控、自我評鑑及自我修正）及動機信念（自我效能及測試焦慮）等六個變項為X組變項，以學生的數學解題策略（解題計劃及解題執行）兩個策略為Y組變項，進行兩組變項間的典型相關分析。資料分析結果得到一個典型相關係數達到顯著水準。茲將分析所得的結果列於表五。

表五 國中生後設認知、動機信念與數學解題策略變項間的典型相關分析摘要表 (N=60)

X 變項	典型因素 χ_1	Y 變項	典型因素 η_1
[後設認知]		[數學解題策略]	
目標設定	.338	解題計劃	.942
自我監控	.561	解題執行	.989
自我評鑑	.623		
自我修正	.643	抽出變異數	.933
[動機信念]		百分比	
自我效能	.664	重 疊	.395
測試焦慮	-.194		
抽出變異數	.285	ρ^2	.423
百分比		典型相關	.651
重 疊	.121		P < .01

由表五得知，X變項的典型因素（ χ_1 ）可以解釋Y組變項的典型因素（ η_1 ）的總變異量的42%，亦即 $\rho^2=.423$ 。而Y組變項的典型因素（ η_1 ）又可解釋Y組變項的總變異量的93.3%，所以X組變項透過典型因素（ χ_1 ）可以解釋Y組變項總變異的40%（重疊指標.3950）。

由表五看來，X組變項中，學生後設認知中的自我監控、自我評鑑和自我修正與典型因素（ χ_1 ）的相關較高，其負荷量為.561，.623，及.643。動機信念中的自我效能和典型因素（ χ_1 ）的相關較高，其負荷量為.664。在Y組變項中，學生的解題計劃與解題執行都與典型因素（ η_1 ）的相關很高，負荷量為.942及.989。

三、不同後設認知能力者在數學解題策略上得分的比較

本研究中，不同後設認知能力者的數學解題策略得分之平均數、標準差及t考驗資料列於表六及表七。本研究採用t考驗的目的是希望了解後設認知各階段中（目標設定、自我監控、自我評鑑、自我修正）能力不同的學生在數學解題策略得分上是否有差異存在。

表六 不同後設認知能力者在數學解題策略中的解題計劃得分之平均數、標準差及 t 考驗表

		N	M	S D	t
目標設定	高分組	32	19.53	11.34	1.90 ^{n. s.}
	低分組	28	14.04	11.08	
自我監控	高分組	31	19.77	11.54	2.02*
	低分組	29	13.97	10.77	
自我評鑑	高分組	30	20.00	11.58	2.11*
	低分組	30	13.93	10.68	
自我修正	高分組	31	20.65	10.47	2.70*
	低分組	29	13.03	11.33	

*P<.05

表七 不同後設認知能力者在數學解題策略中的解題執行得分之平均數、標準差及 t 考驗表

		N	M	S D	t
目標設定	高分組	32	17.63	14.27	1.83 ^{n. s.}
	低分組	28	11.18	12.98	
自我監控	高分組	31	17.90	15.07	1.94 ^{n. s.}
	低分組	29	11.10	11.91	
自我評鑑	高分組	30	18.53	13.91	2.25*
	低分組	30	10.70	13.06	
自我修正	高分組	31	19.19	13.78	2.78*
	低分組	29	9.72	12.59	

*P<.05

由表六的結果得知，國中生的後設認知能力中，自我監控、自我評鑑及自我修正得分高的學生，其在數學解題策略中的解題計劃上的分數高於後設認知能力中低分組的學生。由表七的結果得知，國中生的後設認知能力中，自我評鑑及自我修正得分高的學生，其數學解題策略中的解題執行上的分數高於後設認知能力中低分組的學生。

四、不同動機信念者在數學解題策略上得分的比較

本研究中，不同動機信念者的數學解題策略得分之平均數、標準差及t考驗資料列於表八及表九。

表八 不同動機信念者在數學解題策略中的解題計劃得分之平均數、標準差及t考驗表

		N	M	S D	t
自我效能	高分組	26	22.35	11.90	3.35*
	低分組	34	12.85	9.34	
測試焦慮	高分組	36	17.33	10.64	.29 ^{n.s.}
	低分組	24	16.42	12.81	

*P<.05

表九 不同動機信念者在數學解題策略中的解題執行得分之平均數、標準差及t考驗表

		N	M	S D	t
自我效能	高分組	26	21.19	15.35	3.31*
	低分組	34	9.59	10.46	
測試焦慮	高分組	36	13.78	13.00	-.55 ^{n.s.}
	低分組	24	15.88	15.47	

*P<.05

由表八及表九得知，國中生動機信念中自我效能高的學生，其數學解題策略中的解題計劃及解題執行的分數均高於自我效能低的學生。但是，動機信念中的測試焦慮得分高的學生和測試焦慮得分低的學生，其數學解題策略中的解題計劃和解題執行的分數無差異存在。

討 論

一、國中生後設認知、動機信念與數學解題策略的相關分析

本研究的假設一認為國中生的後設認知、動機信念與數學解題策略間有相關存在。依表四的結果發現國中生的後設認知能力（目標設定、自我監控、自我評鑑與自我修正）與動機信念中的自我效能均有相關存在，但是後設認知能力只有自我評鑑與自我修正兩項與動機信念中的測試焦慮有關。動機信念本身的自我效能與測試焦慮亦無相關關係存在。這可從後設認知理論來加以說明，Flavell（1985）曾指出後設認知可分為後設認知知識與後設認知經驗。本研究中的後設認知即為後設認知知識的部分，而動機信念即為後設認知經驗的部分。國中生的後設認知知識會影響其後設認知經驗的產生，所以本研究中的後設認知能力中的四個變項與動機信念中的自我效能均有相關存在。但是，本研究發現動機信念中的測試焦慮只與後設認知能力中的自我評鑑與自我修正有相關，而與目標設定及自我監控無相關存在。Pintrich & DeGroot（1990）的研究指出測試焦慮和自我調整沒有相關。不過Pintrich & DeGroot並不像本研究將自我調整再細分為四個階段，只是籠統的得到一個自我調整的分數而已。本研究進一步分析出測試焦慮與自我調整四個階段的關係，可說延伸了Pintrich & DeGroot的研究。至於測試焦慮和自我效能兩者的關係，理論上應該是有負相關存在，亦即高自我效能的人較少測試焦慮，而低自我效能的人則有較高的測試焦慮，可是本研究卻發現兩者並沒有相關。有可能是一部分高自我效能的人因對自我期望高，使得測試焦慮也跟著增高，而另一部分低自我效能的人因不敢對自己抱太高的期望，測試焦慮也就不會太高，是否因為這些因素的介入，使得測試焦慮和自我效能之間沒有相關，有待以後再進一步研究。

至於數學解題策略（解題計劃和解題執行）與後設認知中的自我監控、自我評鑑和自我修正有關，也和動機信念中的自我效能有關。但是，數學解題策略的兩個變項都和後設認知中的目標設定及動機信念中的測試焦慮無關。由於本研究的目標設定主要是探討學生在做數學作業時，其自我設定目標的情形，而數學解題策略則是針對在解決每一個問題時所用的策略。目標設定是偏向數學作業整體，而解題策略則較重視個別的數學問題，有可能是探討的重點不同，因此未能得到顯著相關。至於測試焦慮和數學解題策略沒有相關，這點和本研究的假設不同，有可能是測試焦慮的特殊現象造成。我們很難從測試焦慮的高低來論定其對學習影響的好壞，有的學生需要高一點的測試焦慮才會努力去解題、作答，有些學生則因焦慮太高而影響解題策略的運用。由此觀點看來，測試焦慮實在很難和數學解題策略存在著某個必然的關係，可能需視學生的個別差異而定。

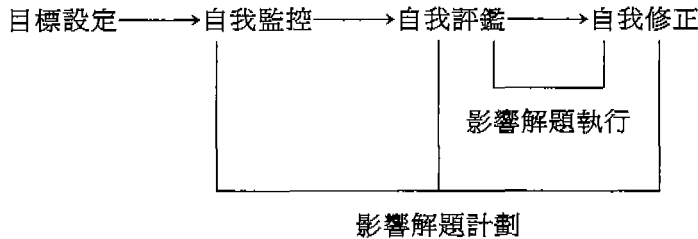
二、國中生後設認知、動機信念與數學解題策略的典型相關分析

本研究二假設國中生的後設認知和動機信念與數學解題策略兩組變項間有典型相關存在。研究結果發現兩組變項間抽出一個典型因素，由標準化典型係數看來，國中生後設認知能力中的自我監控、自我評鑑及自我修正和數學解題策略上的解題計劃及解題執行都有很高的相關，同時，動機信念中的自我效能也和數學解題策略上的解題計劃和解題執行有很高的相關。

整個X變項可解釋Y變項總變異的40%，所以在教導學生數學解題策略時，可同時注意提昇學生的自我效能及後設認知能力。因為光有能力，不足以引起學生的學習動機；而光有動機，亦不足以改善學生的學習效果。只有雙方配合進行，既重能力亦重動機，才能使學生的學習獲得進步。

三、不同後設認知能力者在數學解題策略上得分的比較

本研究是以後設認知各變項中，得分在平均數以上者稱為高分組，得分在平均數以下者稱為低分組。然後，比較高分組和低分組學生在數學解題策略上的差異情形。由表六、表七得知，學生後設認知能力不同，學生在數學解題策略上的解題計劃及解題執行的表現就有所不同。學生在自我監控、自我評鑑及自我修正上的差異可能影響到學生的解題計劃；學生在自我評鑑及自我修正上的差異可能影響學生的解題執行。如從後設認知的四個變項來看，可能是：



但是，目標設定對數學解題策略則未產生影響。由此可見，影響學生數學解題策略的是能直接影響學生數學解題的因素，如監控能力、評鑑能力及修正能力等。換言之，教師宜利用教學的策略、方法和技巧引發學生後設認知歷程，以便對學生的學習結果產生正面的影響。

四、不同動機信念者在數學解題策略上得分比較

本研究假設學生的數學學習動機不同，其數學解題策略上的解題計劃及解題執行會有所差異。本研究也是以動機分數在平均數以上者稱為高分組，動機分數在平均數以下者稱為低分組。研究結果發現自我效能得分高低組之間，學生在解題計劃及解題執行上會有所不同。自我效能高的學生，其解題計劃及解題執行得分顯然優於自我效能低的學生。解題計劃與執行即是學習的表現，因此，自我效能高的學生，其解題計劃及解題執行有較佳的表現是合理的。至於測試焦慮得分高的受試在解題計劃和解題執行上和得分低的受試並沒有差異，可能是因為測試焦慮和數學解題策略沒有相關，所以受試在測試焦慮得分的高低並不會在數學解題策略上造成差異。

結論與建議

一、結 論

綜合上述研究發現，本研究提出下列幾點結論：

- (一)國中生的後設認知、動機信念和數學解題策略間是有相關存在。

- (一) 國中生透過其自我監控、自我評鑑、自我修正及自我效能等因素，可解釋其數學解題策略總變異量的40%。
- (二) 不同後設認知能力者（自我評鑑及自我修正高與低者）的數學解題策略上有差異存在。
- (三) 不同動機信念者（自我效能高與低者）的數學解題策略上有差異存在。

二、建議

本研究得到以上的結果，並提出下列幾點意見，做為未來研究時的參考。

- (一) 本研究發現學生的後設認知能力會影響學生數學解題策略。但是，本研究中的後設認知只有以自我調整一項來進行研究，以後可考慮將其他的部分，如口語陳述、執行控制及他人調整等項也逐一加以研究，以瞭解其對學生數學解題策略的影響。
- (二) 本研究中的動機信念是採用自我效能和測試焦慮來加以分析、研究結果只有自我效能會影響學生的數學解題策略。對於學生動機信念的研究，還有許多值得開發的領域，如學生的內在價值、成就動機、歸因信念及情緒因素等，也都可以在以後的研究中進一步加以探討。
- (三) 欲對學生數學學習有實質的幫助，研究者認為可先從瞭解學生數學學習時的錯誤概念及困難因素著手進行瞭解。本研究雖未對學生進行放聲思考的研究，但是，本研究者在實驗的進行當中發現，有些學生不會使用代數的思考方式及策略。此外，本研究也發現有學生是以專家的方式在思考問題，但是卻無法正確運算式子。因此，將來在研究學生的數學解題策略時，可以考慮用放聲思考的方式，進一步瞭解學生思考及解題的邏輯。

參考書目

- 林清山（民 81）：心理與教育統計學。台北：東華書局。
- 林清山（民 70）：多變項分析統計法。台北：東華書局。
- 郭生玉（民 62）：國中低成就學生心理特質之分析研究。師大教研所集刊，15輯，451-534。
- 張景媛（民 79）：不同後設認知能力的大學生在學業成績與認知適應上之差異。測驗年刊，37輯，143-162。
- 張景媛（民 81）：自我調整、動機信念、選題策略與作業表現關係的研究暨自我調整訓練課程效果之評估。教育心理學報，25期，201-244。
- 魏麗敏（民 77）：國小學生數學焦慮、數學態度與數學成就之關係暨數學學習團體諮商之效果研究。師大教育心理與輔導研究所碩士論文。
- Bachor, D. (1987). Towards a taxonomy of word problems. In J. C. Bergeron, N. Herscovics, & C. Kieran (Eds.), *Proceedings of the 11th International Conference for the Psychology of Mathematics Education* (vol. 2, pp. 163-169). Montreal, Canada: Universite' de Montreal.
- Baird, J. R., & White, R. T. (1984). *Improving learning through enhanced met-acognition: A classroom study*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, New Orleans.
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84, 191-215.

- Bandura, A. (1982). Self-efficacy mechanism in human agency. *American Psychologist*, 37, 122-147.
- Bandura, A. (1986). The explanatory and predictive scope of self-efficacy theory. *Journal of Social and Clinical Psychology*, 4, 359-373.
- Bandura, A., & Cervone, D. (1983). Self-evaluative and self-efficacy mechanisms governing the motivational effects of goal systems. *Journal of Personality and Social Psychology*, 45, 1017-1028.
- Betz, N. E. (1978). Prevalence, distribution, and correlates of math anxiety in college students. *Journal of Counseling Psychology*, 25, 441-448.
- Brown, A. L. (1975). The development of memory: Knowing, knowing about knowing, and knowing how to know. In H. W. Reese (Ed.), *Advances in child development and behavior* (Vol. 10). NY: Academic Press.
- Brown, A. L. (1978). Knowing when, where, and how to remember: A problem of metacognition. In R. Glaser (Ed.), *Advances in instructional psychology* (Vol. 1). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Brown, A. L. (1981). Metacognition: The development of selective attention strategies for learning from texts. In M. L. Kamil (Ed.), *Directions in reading: Research and instruction*. Thirtieth Yearbook of the National Reading Conference. Washington, DC: The National Reading Conference.
- Brown, A. L. (1982). Learning and development: The problem of compatibility, access, and induction. *Human Development*, 25, 89-115.
- Brown, A. L. (1983). Learning, remembering, and understanding. In J. H. Flavell & E. M. Markman (Eds.), *Handbook of child psychology: Cognitive development* (Vol. 3). NY: John Wiley.
- Brown, A. L. (1987). Metacognition, Executive Control, Self-Regulation, and Other More mysterious Mechanisms. In F. E. Weinert & R. H. Kluwe (Eds.), *Metacognition, Motivation, and Understanding*. London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Brown, A. L., Bransford, J. D., Ferrara, R. A., & Campione, J. C. (1983). Learning, Remembering, and understanding. In J. H. Flavell and E. M. Markman (Eds.), *Handbook of child psychology* (4th ed.). Cognitive development (Vol.3, pp.515-529). NY: Wiley.
- Chiu, L. H. & Henry, L. L. (1990). Development and validation of the Mathematics Anxiety Scale for Children. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*, 23(3), 121-127.
- Clements, D. H. & Gullo, D. F. (1984). Effects of computer programming on Young Children's cognition. *Journal of Educational Psychology*, 76(6), 151-158.
- Collins, J. (1982). *Self-efficacy and ability in achievement behavior*. Paper presented at the meeting of the American Educational research Association, New York.

- Cross, D. R. & Paris, S. G. (1988). Developmental and instructional analyses of children's metacognition and reading comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 80(2), 131-142.
- De Corte, E., Verschaffel, L., & De Win, L. (1985). The influence of rewording verbal problems on childrens' representations and solutions. *Journal of Educational Psychology*, 77, 460-470.
- Dover, A., & Shore, B. M. (1991). Giftedness and flexibility on a mathematical set-breaking task. *Gifted Child Quarterly*, 35(2), 99-105.
- Flavell, J. H. (1971). First discussant's comments: What is memory development the development of? *Human Development*, 14, 272-278.
- Flavell, J. H. (1976). Metacognitive aspects of problem solving. In L. B. Resnick (Ed.), *The nature of intelligence*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive -developmental inquiry. *American Psychologist*, 34, 906-911.
- Flavell, J. H. (1985). *Cognitive development*. (2nd ed.), Englewood Clifts, New Jersey: Prentice-Hall.
- Gage, N. L. & Berliner, D. C. (1984). *Educational psychology*. London: Houghton Mifflin Company.
- Gagne, R. M., & White, R. T. (1978). Memory structures and learning outcomes. *Review of Educational Research*, 48(2), 187-222.
- Hackett, G. (1985). The role of mathematics self-efficacy in the choice of math-related majors of college women and men: A path analysis. *Journal of Counseling Psychology*.
- Hackett, G., & Betz, N. E. (1984). *Mathematics performance, mathematics self-efficacy, and the prediction of science-based college majors*. Unpublished manuscript, University of California, Santa Barbra.
- Hagtvet, K. A. (1991). Interaction of anxiety and ability on task performance: A simultaneous consideration of parameters. Special Issue: Test anxiety. *Zeitschrift fur Padagogische Psychologie*, 5(2), 111-119.
- Hayes, J. R. (1985). Three problems in teaching general skills. In S. F. Chipman, J. W. Segal & R. Glaser (Ed.), *Thinking and learning skills: Volume 2, Research and open questions*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Henderson, R. W. (1986). Self-regulated learning: Implications for the design of instructional modules. *Contemporary Educational Psychology*, 11, 405-427.
- Kieran, C. (1990). Cognitive Processes Involved in Learning School Algebra. In P. Neshier, & J. Kilpatrick (Ed.), *Mathematics and Cognition: A Research Synthesis by the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. NY: Cambridge University Press.
- Laborde, C. (1990). Language and Mathematics. In P. Neshier, & J. Kilpatrick (Ed.), *Mathematics and Cognition: A Research Synthesis by the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. NY: Cambridge University Press.

- Larkin, J. H. (1979). Information processing models and science instruction. In J. Lochhead & J. Clement (Ed.), *Cognitive process instruction: Research on teaching thinking skills*. Philadelphia: Franklin Institute Press.
- Larkin, J., McDermott, J., Simon, D. P. & Simon, H. A. (1980). Expert and novice performance in solving physics problems. *Science*, 208, 1335-1342.
- Lawson, M. J. (1980). Metamemory: Making decisions about strategies. In J. R. Kirby & J. B. Briggs (Eds.), *Cognition, development, and instruction*. New York: Academic Press.
- Lee, L. (1987). The status and understanding of generalised algebraic statements by high school students. In J. C. Bergeron, N. Herscovics, & C. Kieran (Eds.), *Proceedings of the 11th International Conference for the Psychology of Mathematics Education* (Vol.1, pp.316-323). Montreal, Canada: Universite de Montreal.
- Locke, E. A., Frederick, E., Lee, C., & Bobko, P. (1984). Effect of self of self-efficacy, goals, and task strategies on task performance. *Journal of Applied Psychology*, 69, 241-249.
- Mayer, R. E. (1987). *Educational Psychology: A cognitive approach*. Boston: Little, Brown and Company.
- Mestre, J. P. (1988). The role of language comprehension in mathematics and problem solving. In R. R. Cocking & J. P. Mestre (Eds.), *Linguistic and Cultural influences on learning mathematics* (pp.201-220). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Montague, M. & Bos, C. S. (1990). Cognitive and metacognitive characteristics of eighth grade students' mathematical problem solving. *Learning and Individual Differences*, 2(3), 371-388.
- Montague, M., Bos, C. S. & Doucette, M. (1991). Affective, cognitive, metacognitive attributes of eighth - grade mathematical problem solvers. *Learning Disabilities Research and Practice*, 6(3), 145-151.
- Nesher, P., & Teubal, E. (1975). Verbal cues as an interfering factor in verbal problem solving. *Educational Studies in Mathematics*, 6, 41-51.
- Pintrich, P. R., & DeGroot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology*, 82, 33-40.
- Phye, G. D. & Andre, T. (1986). *Cognitive classroom learning: Understanding, thinking, and problem solving*. New York: Academic Press. INC.
- Pokay, P., & Blumenfeld, P. C. (1990). Predicting achievement early and late in the semester: The role of motivation and use of learning strategies. Special Section: Motivation and efficacy in education: Research and new directions. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 41-50.
- Polya, G. (1965). *Mathematical discovery*. NY: Wiley.

- Reed, S. K. (1984). Estimating answers to algebra word problems. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and cognition*, 10, 778-790.
- Richardson, F. C., & Suinn, R. M. (1972). The Mathematics Anxiety Rating Scales: psychometric data. *Journal of Counseling Psychology*, 19(6), 551-554.
- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. NY: Academic Press.
- Schoenfeld, A. H. (1987). What's all the fuss about metacognition? In A. H. Schoenfeld (Ed.), *Cognitive science and mathematics education* (pp.189-215). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Schunk, D. H. (1986). Verbalization and children's self-regulated learning. *Contemporary Educational Psychology*, 11, 347-369.
- Simon, H. A. (1980). Problem solving and education. In D. T. Tuma & F. Reif (Eds.), *Problem solving and education: Issues in teaching and research*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Simons, P. R. J. & Vermunt, J. d. M. M. (1986). Self-regulation of knowledge acquisition: A selection of dutch research. In G. Beukhof & P. R. J. simons (Eds.), *German and Dutch research on learning & institution: General topics and self-regulation in knowledge acquisition*. The Hague: S. V. O.
- Spanos, G., Rhodes, N. C., Dale, T. C., & Crandall, J. (1988). Linguistic features of mathematics problem solving: Insights and applications. In R. R. Cocking & J. P. Mestre (Eds.), *Linguistic and cultural influences on learning mathematics* (pp. 221-240). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Wellman, H. M. (1983). Metamemory revisited. In M. Chi(Ed.), *What is memory development the development of? A look after a decade* (pp.31-51). Basel: Karger.

Bulletin of Educational Psychology, 1993, 26, 53~ 74
National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

A STUDY OF THE RELATIONSHIP BETWEEN JUNIOR HIGH SCHOOL STUDENTS' METACOGNITION, MOTIVATIONAL BELIEF, AND MATHEMATICS PROBLEM-SOLVING STRATEGIES

Chen-shan Lin Ching-yuan Chang

ABSTRACT

The purposes of this study were: 1) to develop the measurement instruments of junior high school students' metacognition, motivational belief, and mathematics problem-solving strategies; 2) to investigate the relationship between junior high school students' metacognition, motivational belief, and mathematics problem-solving strategies; and 3) to compare the differences of mathematics problem-solving strategies between junior high school students with different metacognition and motivational belief. There were sixty subjects (male 30, female 30) drawn from two junior high schools (Chang-Ho and Tian-Mu) in Taipei area. All the subjects were administered by Metacognition Inventory, Motivational Belief Inventory, Mathematics Test, and Mathematics Problem-solving Process Inventory. The obtained data were analyzed with Pearson product-moment correlation, canonical correlation, and t-test. The main findings of this study were as follows: 1. There were relationships between junior high school students' metacognition, motivational belief, and mathematics problem-solving strategies. 2. Junior high school students' metacognition and motivational belief could account for 40% of the total variance in their mathematics problem-solving strategies. 3. There were significant differences in mathematics problem-solving strategies between the junior high school students with different metacognition and motivational belief.

Key words: metacognition, motivational belief, mathematics problem-solving strategy.