

適性 CAI 的個人化文意範例 對國小學生解數學文字題之影響

侯鳳秋¹ 陳龍川²

¹ 國立花蓮師範學院 國民教育研究所

² 國立花蓮師範學院 國小科學教育研究所

(投稿日期: 87 年 7 月 28 日, 接受日期: 88 年 5 月 29 日)

摘要: 本研究旨在探討適性 CAI 中個人化文意範例對國小四年級學生解數學文字題成就的影響, 以及學生對個人化文意範例 CAI 課程的態度。

本研究以花蓮市明廉國小 207 位四年級學生為研究對象, 並由其中抽出低、中、高三個數學解題能力水準各 48 位, 共 144 位學生為研究樣本。依男、女隨機分配至抽象化文意組(控制組)及個人化文意組(實驗組)。兩組學生均須接受「整數四則混合計算 CAI 課程」及「數學解題成就測驗」, 另外, 實驗組學生須再填寫「個人化文意範例 CAI 態度問卷」, 研究者並隨機抽出 12 位實驗組學生進行個別晤談。

資料分析分為兩個部份, 第一部份是以兩組學生在「數學解題成就測驗」的得分, 進行 2 (文意呈現方式) $\times 2$ (性別) $\times 2$ (受試在單、雙步驟文字題之得分) 與 2 (文意呈現方式) $\times 3$ (數學解題能力) $\times 2$ (受試在單、雙步驟文字題之得分) 之雙因子多變項變異數分析。第二部分是將「態度問卷」的資料進行百分比分析, 將「個別晤談」的資料進行原案分析。歸納資料分析結果, 本研究發現:

1. 文意呈現方式與性別之間沒有交互作用存在。女生在「數學解題成就測驗」之總得分上, 顯著優於男生。個人化文意組學生在「雙步驟文字題」的得分上, 顯著優於抽象化文意組學生。

2. 文意呈現方式與數學解題能力兩因素之間有交互作用存在。低數學解題能力學生, 在「雙步驟文字題」的得分上, 個人化文意組顯著優於抽象化文意組。

3. 由「態度問卷」的分析顯示, 學生對個人化文意範例 CAI 課程持有正面的態度; 由「個別訪談」的資料也顯示, 以個人化文意方式呈現文字題, 除了能增加學生學習動機外, 也能讓中、低數學解題能力學生對數學的自我信念有較正面的看法。

研究者並依據上述發現, 對數學解題教學與未來研究方向提出若干建議。

關鍵詞: 抽象化文意範例、個人化文意範例、解數學文字題成就、數學文字題。

壹、緒論

一、研究動機與目的

學校教育的主要目標之一，是希望學生能夠靈活地運用所學，以解決日常生活中遭遇的各種問題。因此，培養學生「問題解決」的能力是教育工作者極需重視的課題。就國小數學教育而言，數學課程的編排，隨著學生年齡的增長，文字題所占比例逐漸增加，其目的便是希望學生能運用已習得的數學知識和計算能力，來解決日常生活中實際應用的問題。但由許多的研究（Tobias, 1978；尹玫君、曾婉淑，1995）卻發現，學生解文字題的表現並不理想，而且解題的活動令他們感到相當困擾，尤其是在問題表徵階段（Lewis & Mayer, 1987）。

Knifong 和 Burton (1985) 與許多數學教師共同觀察學生的解題活動，發現學生在問題表徵階段感到困難的原因是：(1) 閱讀技巧較差 (Marshall, 1984)，(2) 問題中包括了多餘的訊息 (Muth, 1991; Sowder, 1989)，(3) 問題呈現的文意型態或主題與學生生活背景及興趣的相關性很低。Anand 和 Ross (1987a) 針對第三項原因，發展出一套「個人化文意」的數學電腦輔助教學模式，改善學生在問題表徵階段上的困難，亦提供解題研究一個新的方向。

解數學文字題係結合理解文意及計算技巧兩種能力 (Gangé, 1985)。而 Anand 和 Ross (1987a) 發展的個人化文意教學模式則針對文意理解階段，給予學生一個較為熟悉的文意及學生親身經驗過的問題情境，讓學生容易瞭解問題陳述，以建構出足以表徵問題的正确模式，進而增加其解題表現與成功解題的經驗。就 Ausubel (1968) 有意義學習的觀點，這種讓問題情境與學生個別經驗、興趣及現存知識結構相配合的教學模式，在數學解題教育

上，應有其正面的價值。此種教學模式在國外已有相當可觀的研究成果，國內則仍待研究開發，因而引發研究者進行研究的動機。

學生不論學習那個數學領域，都必須藉助四則運算的基本概念進行問題解決。因此，研究者以「整數四則混合計算」為實驗教材，以 Anand 和 Ross (1987a) 的教學模式為基礎，開發一套個人化文意範例的 CAI 課程軟體，藉此瞭解個人化文意範例的應用對國小學生解整數四則文字題的影響。研究中將文字題題型分為單步驟及雙步驟文字題，由於雙步驟文字題的運算程序比單步驟文字題複雜，因此，解雙步驟文字題時需要較多的工作記憶容量。研究者希望瞭解若以個人化文意來描述問題情境，是否可以降低學生表徵雙步驟文字題的困難度，而增進學生的解題表現。此外，本研究將研究對象區分為低、中、高三個數學解題能力水準，除了因為相關實証研究對這個變項著墨甚少外，研究者希望瞭解個人化文意是否能改善低解題能力學生的解題表現，其結果亦可做為教學者進行補救教學的參考。最後，性別的差異一直被認為是影響數學成就的重要因素，但許多數學相關的研究中，此變項的結果並不一致 (Lopez & Sullivan, 1991; Marshall, 1984)，因而性別也成為本研究另一個關注的焦點。

研究者除了對學生解題表現進行量的分析外，也希望透過「態度問卷」和「個別晤談」的方式，蒐集學生學習個人化文意範例時的想​​法與感覺，以瞭解學生對個人化文意範例 CAI 課程的態度。

基於上述研究動機，本研究主要目的如下：

- (一)以「整數四則混合計算」文字題為教材，發展個人化文意範例 CAI 課程軟體，做為實驗研究的工具。
- (二)探討不同文意呈現方式，對不同性別以及不同數學解題能力學生解數學文字題成就的影響。

- (三)瞭解接受個人化文意範例教學的學生，對個人化文意範例 CAI 課程所持有之態度。

二、名詞解釋

- (一)數學文字題 (mathematical word problems)：以語文來描述問題情境的數學問題，本研究所指的文字題包括單步驟及雙步驟兩類型文字題。
- (二)個人化文意範例 (personalized context examples)：將個別學生的生活經驗及背景資料，包括喜好的食物、書籍和好朋友等，併入學生練習的文字題中，此即個人化文意範例。
- (三)抽象化文意範例 (abstract context examples)：是指教科書所採用學生較不熟悉或抽象文意的數學文字題，例如在文字題中出現甲、乙等不真實存在的人物，本研究稱其為抽象化文意範例。
- (四)解數學文字題成就 (achievement of solve mathematical word problems)：此成就是指學生在「數學解題成就測驗」中表徵問題階段的得分，包括整體表現、單步驟文字題表現、雙步驟文字題表現。

貳、文獻探討

文獻探討分為兩部份加以說明，第一部份是數學解題歷程，第二部份是個人化文意教學模式之探討。

一、數學解題歷程

就一般認知學者的觀點，解題活動可區分為「問題表徵」及「問題解決」二大階段 (Nodding, 1985)。Mayer (1987) 進一步將「問題表徵」分為「問題轉譯」、「問題整合」二個次階段；將「問題解決」分為「解題計劃與檢查」、「問題執行」二個次階段。

研究數學解題歷程的理論模式，除了採認

知理論的觀點外，訊息處理模式也是一個重要的影響因素。Gagné (1985) 藉由訊息處理分析將數學學習歷程分為三個階段：1. 輸入階段，2. 精緻化處理階段，3. 輸出階段，歷程中並有自我回饋、執行監控與個體情意的部份。而 Silver (1987) 提出「數學解題訊息流向圖」來說明訊息處理的過程，它包含三個主要的成份：1. 問題工作環境，2. 長期記憶，3. 工作記憶。以下就 Silver (1987) 提出「數學解題訊息流向圖」的三個成份為主，配合 Gagne (1985) 所提的三個訊息處理階段來分析數學解題歷程（如圖 2-1）。

在數學解題歷程中，解題者藉由各種感官接收來自問題工作環境的刺激，並將此刺激送至工作記憶，此即輸入階段。因工作記憶本身未存有任何相關資料，所以必須至長期記憶提取對解題有幫助的事實或資訊。長期記憶本身似一個資料庫，它不僅存有解題者本身所具有的真實世界知識、數學知識以及後設認知知識外，還包括解題者對於數學的信念。當將存於長期記憶的解題相關資訊送至工作記憶後，工作記憶隨即展開三種層次的運作，第一層次是先將問題進行理解（心智表徵）；第二層次則進行計畫、執行與驗算工作（認知層次）；第三層次則是自我監控、調整的工作（後設層次），這種透過對長期記憶資料的提取、運用，並在工作記憶中進行三層次的運作，便是對問題進行精緻化處理的階段。經過上述過程，在工作記憶運作完成後，由此處輸出解答，此時便進入輸出階段。

由圖 2-1 數學解題歷程，我們知道要順利解題除了解題者在輸入階段對來自工作環境的刺激引起注意外，能對長期記憶資料做成功的提取，進而在工作記憶中順利進行三個層次的運作，才是成功解題的關鍵 (Silver, 1987)。

綜合認知理論和訊息處理模式的觀點，發現「問題表徵」即圖 2-1 工作記憶中的「心智表徵」，「問題解決」即圖 2-1 工作記憶中的「認知層次」。因此，解題者的工作記憶是否

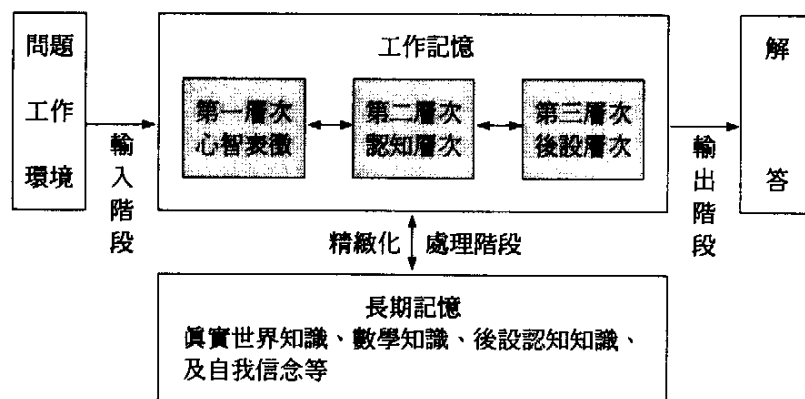


圖 2-1：數學解題歷程
(整理自 Silver, 1987, P.37)

能夠有效運作，會直接影響其解題表現。若由數學解題活動是一個連續性歷程的觀點來看，解題者要能順利進行解題活動，以上問題表徵、問題解決這二個階段缺一不可；而正確表徵問題又是成功解題的第一步，因此，如何改善學生問題表徵的能力，使其較有效地運作工作記憶，才是提升學生解題能力的根本之道。

Schimizzi (1988) 曾針對問題本身的語言、可讀性、語句結構等方面做探討，其目的乃希望降低解題者對問題理解及轉譯上的困難。古明峰 (1997) 則針對數學文字題的語文知識與問題難度之關係，做廣泛性的研究，其中語文知識包涵語意結構、語意陳述及語意經驗三個因素，它們除了與文字題之難度有密切關係外，亦是解題者是否能順利理解題意，形成正確表徵的重要因素。

語意經驗 (semantic experience) 係指問題中所描述的生活事物，例如：名稱、客體與情境等與個人經驗的關係。古明峰 (1997) 認為個人化問題情境具有下列特色：(1) 吸引兒童對於問題的注意，引起較強的學習動機；(2) 對資料的聯結較為有利，易於記憶；(3) 可使問題較有意義，有助於將問題的內容與個

人原有的基模建立外在聯結。從訊息處理論的角度來看，問題陳述的內容若與經驗有關，將有助於訊息的提取，在工作記憶的負荷亦相對減少。就此觀點，Anand 和 Ross (1987a) 提出「個人化文意」教學模式，此模式在教學歷程中以個人化文意的方式，在數學文字題中併入學生個人的生活背景資料，希望透過這些學生熟悉的人、事、物問題情境，減少學生在問題表徵活動的困難，讓他們在解題過程中保留更多工作記憶的位置，讓學生有更多心理資源放在問題解決活動上，應用較佳的策略知識，將問題成功的解決。

二、個人化文意教學模式之探討

以下就認知理論及訊息處理的觀點，說明個人化文意對改善學生解題表現的可行性：

(一)提高解題的興趣

Schoenfeld (1985) 認為教導策略技能固然有助於學生進行解題，但個體本身有關後設認知的「控制」與學習的「信念系統」，更是影響學生解題成就不可忽略的因素，其中「信念系統」則包括態度、興趣及歸因等。個人化文意讓學生覺得新鮮而有趣，較易提高他

們解題的興趣；在學生嚐試解題並且有較多的成功解題經驗後，學生會逐漸形成較正面的數學信念系統，以影響其解題成就。

(二)增加高層次作業的心理資源

Kahneman、Ben-Ishai 和 Lotan (1973) 針對注意力的容量進行研究，認為注意力的容量是非常有限的心理資源，而人類以這有限的心理資源來處理訊息。個人化文意範例的訊息，如人名、事件等都是學生所熟悉的。因此學生在解題過程，對於這些熟悉的訊息，不需耗費太多心理資源去處理問題表徵活動，於是學生便有更多心理資源去處理困難或較高層次的活動，而增進解題表現。

(三)減少工作記憶的負荷量

Case (1985) 認為學生解答某些類型的數學問題表現不佳，是由於在他們的工作記憶中負荷過多的資訊所致，教師在教學時若能減輕學生工作記憶的負荷量，將有助於概念學習。Juhani (1995) 則認為每個人的工作記憶容量，並不會因為數學成就的高低而有不同，但數學成就高的學生，能較有效地運作工作記憶，也就是說，若能改善低數學成就學生運作工作記憶的效率，將對其解題表現有所助益。由於工作記憶的容量相當有限，因此，若問題的敘述或內容為解題者熟悉，甚至是真實經歷過的情境，那他便能順利至長期記憶中將問題相關的資訊提取至工作記憶，改善工作記憶運作的效率，讓解題者順利形成正確的問題表徵，以增進其解題表現。

(四)促進內在聯結與外在聯結的建立

Bransford 和 McCarrell (1974) 對文意的可用性 (context availability) 進行研究，發現理解句子的關鍵程序是能安置文意於句子中。Kieras (1978) 認為具體化的句子有較多熟悉的內容，於是便有更多可用的陳述供閱讀者使用，這些可供運用的陳述則有利於安置文意的程序。「個人化文意範例」的問題情境是一種非常具體化的句子，易於讓解題者對句子進行文意安置，進而理解句子的意義，此時

解題者便對問題順利建立內在聯結，而形成正確的問題表徵。在個人化文意範例所提及的人、事、物，是個體現存知識的一部份，因此解題時很容易讓問題呈現的訊息與現存知識發生關聯，而建立外在聯結。

因為電腦本身具備「個別化教學」的特色，因此，以電腦來產生個別學生的個人化文意教材是快速而經濟的方式。而有關軟體設計的模式，背後都有其理論依據，而且依教學目的、教材內容的不同，也有其適用的模式。目前軟體的設計已經很少單以一種模式來表現，而因為「呈現訊息」與「重覆練習」在教學歷程中係連續的階段，所以結合「教導式」與「練習式」在同一個 CAI 軟體中是相當典型的方式（引自何榮桂，1995，81 頁）。本研究亦擬結合「教導」與「練習」兩模式，來進行 CAI 課程軟體的開發。

參、研究方法

一、研究對象

本實驗以八十六學年度花蓮市明廉國小四年級七個班共 207 位學生為研究對象，並由其中選取 144 位學生為研究樣本。樣本取選過程是依學生在四年級上學期期末時，國語、數學兩科三次月考總分的平均數，將學生均分為低、中、高三個數學解題能力水準，每個水準各有 69 位學生。以立意抽樣的方式，在高數學解題能力水準中抽出男、女生前 24 名共 48 位學生，在中數學解題能力水準中抽出男、女生居中的 24 名共 48 名學生，在低數學解題能力水準中抽出男、女生倒數 24 名共 48 名學生，三個能力水準共選取 144 位學生為研究樣本，並採用亂數表為工具將各解題能力水準中的男、女生分別分派至實驗組及控制組。研究樣本的選取如圖 3-1，研究樣本分配如表 3-1。

表 3-1：研究樣本分配表

解題能力	組別 性別	實驗組（個人化文意範例）		控制組（抽象化文意範例）		合計 (人)
		男	女	男	女	
國語和數學 三次月考成 績總平均	低	11 _*	12	11 _*	11 _*	45
	中	12	12	11 _*	12	47
	高	12	12	12	12	48
合計 (人)		35	36	34	35	140

※：表示研究過程中，因受試者轉學或缺席之故，造成樣本流失。

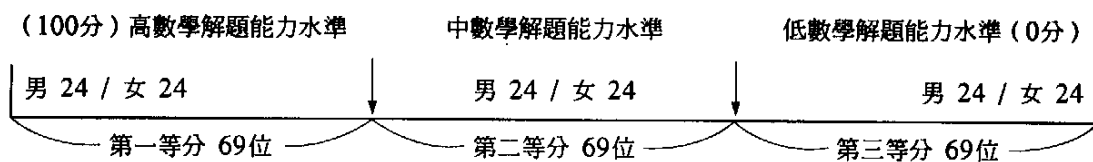


圖 3-1：研究樣本選取示意圖

二、研究假設

為達成上述的研究目的，本研究擬提出下列假設加以考驗，並以 $\alpha = .05$ 為假設檢定的顯著水準：

假設一：

- 1-1、男學生與女學生，在解數學文字題整體表現上，沒有顯著差異。
- 1-2、男學生與女學生，在解單步驟文字題的得分上，沒有顯著差異。
- 1-3、男學生與女學生，在解雙步驟文字題的得分上，沒有顯著差異。

假設二：

- 2-1、個人化文意範例組的學生與抽象化文意範例組的學生，在解數學文字題整體表現上，沒有顯著差異。
- 2-2、個人化文意範例組的學生與抽象化文意範例組的學生，在解單步驟文字題的得分上，沒有顯著差異。

2-3、個人化文意範例組的學生與抽象化文意範例的學生，在解雙步驟文字題的得分上，沒有顯著差異。

假設三、學生解數學文字題成就，在不同文意呈現方式與不同性別之間，沒有顯著的交互作用。

假設四、學生解數學文字題成就，在不同文意呈現方式與不同數學解題能力之間，沒有顯著的交互作用。

本研究除了針對研究目的(二)提出研究假設一至四外，並針對研究目的(三)探討實驗組學生在「個人化文意範例 CAI 態度問卷」的反應情形，以瞭解學生對個人化文意範例 CAI 課程是否具有正面的態度？並透過個別訪談歸納學生具有哪些正面態度。

三、研究工具

(一)學生自傳表：此自傳表為建立學生資料庫的依據，其內容乃參照 Lwo (1992) 所

編問卷再加以修改使適用於本研究之受試。自傳內容主要在瞭解有關學生個人的家庭、交友、興趣及其他生活經驗。

(二) CAI 課程軟體：以 Visual Basic 4.0 撰寫軟體，其內容要點分述如下：

1. 課程內容編寫：以國小數學第八冊第二單元一整數四則混合計算為教材，內容由師院專任國小數學科教學法的教授一位、現任國小四年級教職的教師二位及研究者，參酌國小數學教科書、習作及教學指引共同研議擬出。
2. 課程軟體架構：實驗組與控制組的 CAI 課程軟體架構分為：(1) 課程指導語 (2) 例題說明 (3) 小朋友練習三個主要程序，如圖 3-2 所示。
3. 不同文意範例的產生：在教學實驗中例題與練習題的產生，是以抽象化文意範例為標準，產生一個參照樣版，樣版題

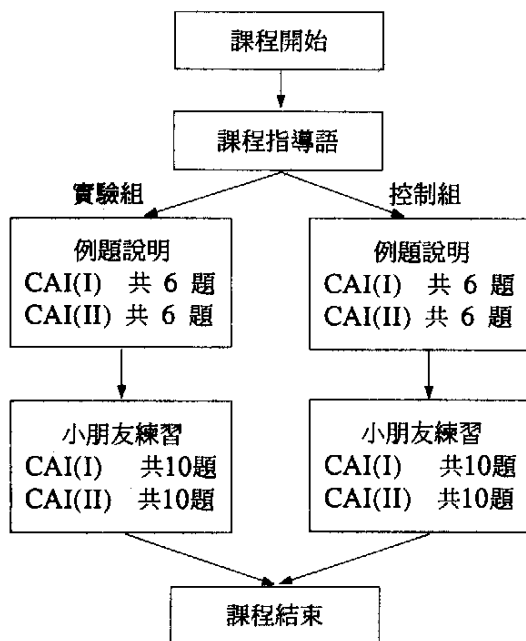


圖 3-2：課程軟體架構圖

目中的人名、物品及事件做為變項。課程進行時，若要產生個人化文意範例，則以學生個人背景資料來取代樣版中的人名、物品及事件等變項，但解題的算式與抽象化文意範例的算式相同。教學題目又分為單、雙步驟文字題，下列以雙步驟文字題為例加以說明：

- 抽象化文意範例：指教科書及習作中較不為學生熟悉的文意與問題情境。
甲預計有 30 個人參加活動，甲準備 5 箱飲料，每箱有 12 瓶，請問平均每個人可以拿幾瓶？ $(12 \times 5 \div 30)$

• 參照樣版：

姓名預計有 30 個人參加活動，姓名準備 5 箱物品，每箱有 12 瓶，請問平均每個人可以拿幾瓶？ $(12 \times 5 \div 30)$

• 個人化文意範例：問題中的人、事、物是由解題者的個人背景資料產生。
謝佳怡的個人資料→生日：75 年 9 月 12 日，最喜歡的飲料：可口可樂，佳怡預計有 30 個人參加她 9 月 12 日的生日會，佳怡準備 5 箱可口可樂，每箱有 12 瓶，請問平均每人可以拿幾瓶？ $(12 \times 5 \div 30)$

4. 課程及軟體之效度分析：請師院專任國小數學科教材教法教授一位，以及國小任教四年以上之現職教師二位共同鑑定課程之內容效度。另外在軟體設計方面之效度，則請師院專任國小數學科教材教法、資訊教學的教授各一位，現任國小四年級的教師二位共同鑑定軟體設計之內容效度。

5. 課程軟體預試：以花蓮市明恥國小五年級 12 位學生為預試對象，隨機分派為兩組進行預試，預試時間是 40 分鐘。預試過程中，研究者觀察預試者使用軟體的反應，以做為修改課程內容及軟體設計的依據。

(三)自編「數學解題成就測驗」：其內容要點分述如下：

1. 試題編製：以國小數學第八冊第二單元——整數四則混合計算為教材，參考國小數學教科書、習作及教學指引編製 12 題測驗題，其中單、雙步驟文字題各 6 題。
2. 信、效度分析：由研究者另製一份複本試題，以考驗試題的信度。效度方面請師院專任國小數學科教學法的教授一位及現任國小四年級的教師二位來鑑定試題的內容效度。
3. 預試：以花蓮市明聰國小五年級共 21 位學生為預試對象。
4. 評分方式：本研究著重在學生是否能理解問題情境，並依據題意將文字述敘轉寫成數學算式。所以成就測驗評分時，若學生能正確列出算式即算答對，不考慮計算結果及最後答案的陳述，答對一題給一分，答錯者不給分。

四個人化文意範例 CAI 態度問卷：問卷內容乃參照 Lwo (1992) 所編問卷加以修改使適用於本研究。問卷分兩部份，第一部分內容共有 8 題，採「非常同意」、「同意」、「不一定」、「不同意」、「非常不同意」五個量級。評分的方式由「非常同意」到「非常不同意」五個量級依次給予 5 分、4 分、3 分、2 分和 1 分，因此當量表總分愈高者，表示作答者愈具有正面的態度。第二部份有 4 題開放式的問題。

四、研究程序

(一)準備階段

蒐集與編製實驗所需研究工具。選取實驗教學與個別晤談之樣本。144 位研究樣本於四年級上學期結束前，須填寫「學生自傳表」，作為建立學生個人資料庫之用。

(二)實驗階段

配合花蓮市明廉國小數學科的教學進度，在四年級教師結束「整數四則混合計算」單元的教室內教學後一週內，實驗組與控制組學生於電腦教室接受「數學 CAI 課程」，每節課 40 分鐘共二節。

(三)後測階段

在第二節數學 CAI 課程結束後隔日，實驗組與控制組學生在教室同時接受「數學解題成就測驗」。另外實驗組學生須再填寫「個人化文意範例 CAI 態度問卷」，最後，由研究者對預先隨機選取的 12 位實驗組學生分別進行 10~15 分鐘個別晤談，晤談內容以態度問卷中的開放式問題為主，希望能引導學生對學習個人化文意範例 CAI 課程的感覺做更詳盡的描述。

五、資料分析

本研究的資料包括兩個部份，一是學生在「數學解題成就測驗」的得分，一是學生在「個人化文意範例 CAI 態度問卷」的反應及個別晤談的資料，以下分別加以說明：

(一)數學解題成就測驗分析

實驗數據以 SPSS FOR WINDOWS 6.0 進行統計分析。並採取下列統計方法：

1. 進行 2 (文意呈現方式) × 2 (性別) × 2 (受試在單、雙步驟文字題之得分) 之雙因子多變項變異數分析，以考驗研究假設一、研究假設二、研究假設三。
2. 進行 2 (文意呈現方式) × 3 (數學解題能力水準) × 2 (受試在單、雙步驟文字題之得分) 之雙因子多變項變異數分析，以考驗研究假設四。

(二)個人化文意範例 CAI 態度問卷及個別晤談資料分析

1. 個人化文意範例 CAI 態度問卷：第一部份是五級態度量表，其結果以百分比

分析解釋學生對該課程的態度。第二部份是開放式問題，學生填寫的資料由研究者閱覽，逐一歸納整理。

2. 個別晤談：針對態度問卷第二部份開放式問題，做更深入的個別晤談，晤談結束後，將訪談錄音全部謄寫成逐字稿，進行原案分析。

肆、結果與討論

一、不同文意呈現方式、不同性別的學生，在「數學解題成就測驗」之結果與討論

(一)文意呈現方式、性別對「數學解題成就測驗」之影響—結果

分析不同文意呈現方式、不同性別的學生在「數學解題成就測驗」所得分數的結果如表 4-1、表 4-2 和圖 4-1。

由表 4-2 及圖 4-1 可知：

1. 學生在「數學解題成就測驗」整體分數的表現上，文意呈現方式與性別之間的交互作用未達統計上的顯著水準 ($\Lambda = 0.99, p > .05$)，亦即接受研究假設三。因文意呈現方式與性別之間沒有交互作用存在，乃逕由單因子多變項變異數分析，以瞭解文意呈現方式及性別這

表 4-1：不同文意呈現方式和不同性別的學生在「數學解題成就測驗」兩項分數之平均數與標準差

文意呈現方式	性 別	N*	單步驟文字題		雙步驟文字題	
			M	SD	M	SD
抽象化文意組	男	34	5.44	1.08	4.71	1.71
	女	35	5.23	1.33	5.00	1.35
個人化文意組	男	35	5.63	0.81	5.23	1.5
	女	36	5.53	0.77	5.53	0.84

*實驗教學過程，因學生轉學或缺席，造成樣本流失4名

表 4-2：不同文意呈現方式和不同性別的學生在「數學解題成就測驗」兩項分數之多變項變異數分析摘要表

變異來源	SSCP	df	Λ	單變量F值	
				單步驟文字題	雙步驟文字題
性 別	0.85				
	-1.62	3.08	1	0.95*	0.82 ^{n.s.}
文意呈現方式	2.09				1.61 ^{n.s.}
	4.49	9.66	1	0.96 ^{n.s.}	2.00 ^{n.s.}
交互作用	0.11				5.05*
	0.01	0.00	1	0.99 ^{n.s.}	0.105 ^{n.s.}
誤 差	141.70				0.0001 ^{n.s.}
	126.36	260.20	136		

* $p < .05$

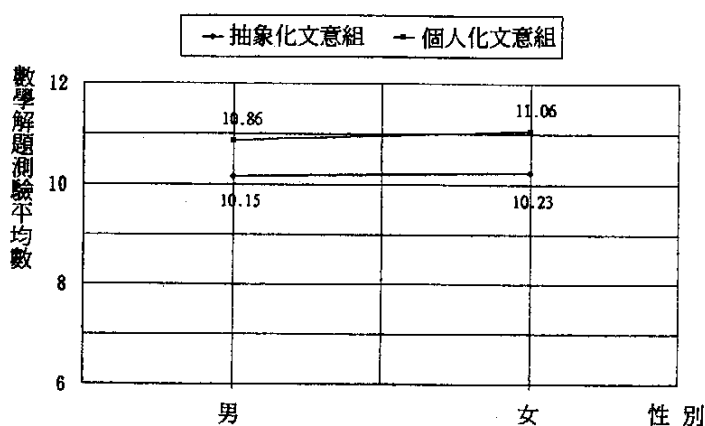


圖 4-1：文意呈現方式與性別之交互作用圖

兩個因子之主要效果。其結果亦於表 4-2 中呈現。

2. 由主要效果考驗發現，不同性別的學生在「數學解題成就測驗」整體分數的表現達統計上的顯著水準 ($\Lambda = 0.95, p < .05$)，因而表 4-3 中，女生 ($M = 10.65$) 在數學解題成就的「整體表現」上顯著優於男生 ($M = 10.51$)；而男女學生不論在「單步驟文字題」或「雙步驟文字題」的得分，皆未達統計上的顯著水準 ($F = 0.82, p > .05$; $F = 1.61, p > .05$)。綜合以上不同性別之主要效果檢定，研究假設 1-1 應予以拒絕，研究假設 1-2 和研究假設 1-3 則予以接受。

3. 由主要效果考驗發現，接受不同文意呈現方式的學生，「數學解題成就測驗」整體分數的表現未達統計上的顯著水準 ($\Lambda = 0.96, p > .05$)，並發現學生在「單步驟文字題」的得分未達統計上的顯著水準 ($F = 2.00, p > .05$)，但在「雙步驟文字題」的得分達統計上的顯著水準 ($F = 5.05, p < .05$)，因而表 4-4 中，個人化文意組學生 (M

表 4-3：不同性別的學生在「數學解題成就測驗」的平均數

性 別	人 數	平均數
男生	69	10.51
女生	71	10.65

表 4-4：接受不同文意呈現方式的學生在「雙步驟文字題」的平均數

文意呈現方式	人 數	平均數
抽象化文意組	69	4.86
個人化文意組	71	5.38

$= 5.38$) 在「雙步驟文字題」的表現上顯著優於抽象化文意組學生 ($M = 4.86$)。綜合以上不同文意呈現方式之主要效果檢定，研究假設 2-1 和研究假設 2-2 應予以接受，研究假設 2-3 則予以拒絕。

(二) 文意呈現方式、性別對「數學解題成就測驗」之影響—討論

以下針對不同文意呈現方式、不同性別的學生在「數學解題成就測驗」之結果分兩

部份加以討論：

1. 不同性別學生解題成就的差異

過去有關不同性別學生解題表現的研究結果並不一致。有的研究 (López & Sullivan, 1992) 指出，男生與女生解文字題的表現沒有顯著差異；有的研究 (Davis-Dorsey, Ross & Morrison, 1991; Follman & Zambo, 1993) 則認為，男生與女生解文字題的表現確實有顯著差異存在。本研究的結果顯示，女生解題整體表現顯著優於男生，但在單、雙步驟文字題這兩個分項上的得分則沒有顯著差異。其可能原因討論如下：

曹宗萍 (1988) 研究指出，兒童語文或閱讀理解能力愈高，他在四則問題解題表現也愈好。蔡銘津 (1995) 研究發現，在閱讀能力中自由回憶測驗的得分，三年級男女生之間沒有顯著差異，但五年級女生的得分顯著優於男生；NAEP (1985) 進行全國性的閱讀成就測驗普查，發現女生在 9、13、17 歲這三個年齡，閱讀成就較男生高，可知學生由具體運思期逐漸進入形式運思期時，男女生在語文記憶上的差異也逐漸顯著 (引自陳幸仁, 1996, 149 頁)。綜合上述研究可知，語文或閱讀理解能力會影響學生的四則解題表現，而在國小四年級階段，女生語文能力的發展已普遍優於男生，由此可以合理解釋本研究結果—女生解題整體顯著優於男生的說法。

Lopez & Sullivan (1992) 研究發現，男、女生解單、雙步驟文字題的表現沒有顯著差異，本研究結果與其發現一致，然單以一篇研究而要對男女生解單、雙步驟文字題的表現做概括性的定論，則略顯不足，因此，若要深入瞭解男、女生解單、雙步驟文字題表現的差

異情形，尚需更多研究的支持。

2. 不同文意呈現方式對學生解題表現的差異

過去有關個人化文意的相關研究 (Anand & Ross, 1987a; Anand & Ross, 1987b; Davis-Dorsey et al., 1991; Lopez & Sullivan, 1992; Ross, 1984) 指出，個人化文意對學生解數學文字題有顯著效果，尤其針對雙步驟或語意結構較複雜的文字題型。本研究的結果顯示，在解題「整體表現」和「單步驟文字題」的得分上，個人化文意組與抽象化文意組沒有顯著差異，但在「雙步驟文字題」的得分上，個人化文意組顯著高於抽象化文意組。

研究者推想兩組學生在「解題成就測驗」的整體表現上沒有明顯的差異，主要原因可能是這項統計分析並未將「學生數學解題能力」與「試題難易度」這兩項因素列入考慮。關於「數學解題能力」這項因素的結果與討論，將在後續詳細說明；至於「試題難易度」這項因素，本研究已將「解題成就測驗」的整體成績分為「單步驟」與「雙步驟」兩項分數，結果發現個人化文意的呈現方式只有對學生解「雙步驟文字題」有明顯助益，對解「單步驟文字題」卻沒有，其可能原因討論如下：

首先針對個人化文意的特色，研究者歸結出下列幾項優點：

(1) 利於建立內、外在聯結：透過文獻探討可知，文字題本身的可讀性會影響問題表徵過程 (Schimizzi, 1988)；而具體化的句子則有更多可用的陳述供解題者表徵問題 (Kieras, 1978)。個人化文意範例的問題情境是解題者所熟悉的，是一種具體、容易瞭解的句子，因此有利於學生對問題陳述進行內在聯結。也因為問題情境是學生

所熟悉的，學生便有較多的線索至長期記憶中提取解題的相關知識，順利形成外在聯結。

- (2)有效運作工作記憶：Fayol、Abdi 和 Gombert (1987) 研究指出，問題表徵與問題解決過程會共同去競爭使用有限的工作記憶容量。以個人化文意的方式呈現問題，因為有助於學生建立內、外在聯結，便能減少問題表徵階段所需的工作記憶容量；相對的，學生會有較多的記憶容量進行問題解決。

個人化文意因具有上述的優點，當學生面對語句陳述較複雜的雙步驟文字題時，以個人化文意來描述文字題，自然能讓學生比較容易瞭解題意，順利建立正確的問題表徵，讓工作記憶有效的運作，進而有較好的解題表現。至於單步驟文字題，其語意陳述較為單純，不易造成學生表徵問題時工作記憶承擔過多認知負荷的情形，所以兩種文意呈現方式對學生解單步驟文字題的效果相當接近。

二、不同文意呈現方式、不同數學解題能力的學生，在「數學解題成就測驗」之結果與討論

(一)文意呈現方式、數學解題能力對「數學解

題成就測驗」之影響—結果

分析不同文意呈現方式、不同數學解題能力的學生在「數學解題成就測驗」所得分數的結果如表 4-5、表 4-6 和圖 4-2。

由表 4-6 及圖 4-2 可知：

學生在「數學解題成就測驗」整體分數的表現上，文意呈現方式與數學解題能力之間的交互作用達統計上的顯著水準 ($\Lambda = 0.89, p < .01$)。進一步分析學生在該測驗兩個分項的成績，發現學生在「雙步驟文字題」的得分上，文意呈現方式與數學解題能力之間的交互作用亦達統計上的顯著水準 ($F = 8.06, p < .001$)。由於文意呈現方式與數學解題能力之間有交互作用存在，為深入瞭解這兩個因素間交互影響的情形，必須再進行單純主要效果考驗，其結果如表 4-7。

由表 4-7 上半部可知，以不同文意方式來呈現數學文字題，對高、中數學解題能力的學生在解題的整體表現上均沒有顯著差異 ($\Lambda = 0.98, p > .05; \Lambda = 0.99, p > .05$)；對低數學解題能力的學生則達統計上的顯著水準 ($\Lambda = 0.81, p < .05$)，並發現該學生在「雙步驟文字題」的表現上亦達到統計上的顯著水準 ($F = 10.10, p < .01$)。

由表 4-7 下半部可知，不論是抽象化文意組或個人化文意組，其不同數學解題能力的學

表 4-5：不同文意呈現方式和不同數學解題能力的學生在「數學解題成就測驗」兩項分數之平均數與標準差

文意呈現方式	數學解題能力	N*	單步驟文字題		雙步驟文字題	
			M	SD	M	SD
抽象化文意組	高	24	5.83	0.48	5.83	0.38
	中	23	5.74	0.45	5.57	0.59
	低	22	4.36	1.68	3.05	1.43
個人化文意組	高	24	5.88	0.34	5.92	0.28
	中	24	5.79	0.41	5.62	0.65
	低	23	5.04	1.11	4.57	1.75

*實驗教學過程，因學生轉學或缺席，造成樣本流失4名

表 4-6：不同文意呈現方式和不同數學解題能力的學生在「數學解題成就測驗」兩項分數之多變項變異數分析摘要表

變異來源	SSCP	df	Λ	單變量 F 值	
				單步驟文字題	雙步驟文字題
文意呈現方式	2.19				
	4.71	10.09	1	0.93**	2.87 ^{n.s.}
數學解題能力	37.09				
	64.86	113.79	2	0.53**	24.27***
交互作用	3.06				
	6.99	16.01	2	0.89**	2.00 ^{n.s.}
誤差	102.40				
	52.67	133.05	134		

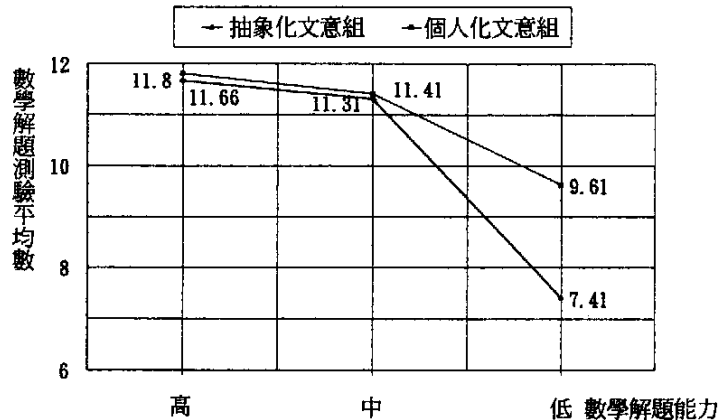
** $p < .01$ *** $p < .001$ 

圖 4-2：文意呈現方式與數學解題能力之交互作用圖

生在解題成就測驗的「整體表現」及「單、雙步驟文字題」兩分項的得分都達到統計上的顯著水準 ($\Lambda = 0.34, p < .001; F = 14.60, p < .001; F = 65.22, p < .001; \Lambda = 0.71, p < .001; F = 9.92, p < .001; F = 10.15, p < .001$)。因為學生的數學解題能力包括低、中、高三個能力水準，因此進一步以 *scheffé* 法進行事後比較，結果如表 4-8、表 4-9。

由表 4-8、表 4-9 可知，針對高、低數

學解題能力水準學生在「單步驟文字題」或「雙步驟文字題」的得分，不論是抽象化文意組或個人化文意組皆達到統計上的顯著水準 ($F = 1.47, p < .01; F = 2.79, p < .01; F = 0.83, p < .01; F = 1.35, p < .01$)；此外，針對中、低數學解題能力水準學生在「單步驟文字題」或「雙步驟文字題」的得分，兩組學生亦達到統計上的顯著水準 ($F = 1.38, p < .01; F = 2.52, p < .01; F = 0.75, p < .01; F = 1.06, p < .01$)。

表 4-7：「數學解題成就測驗」之單純主要效果考驗摘要表

變異來源	SSCP		df	Λ	單變量 F 值	
					單步驟文字題	雙步驟文字題
文意呈現方式						
在高數學解題能力	0.21		1	0.98 ^{n.s.}	0.12 ^{n.s.}	0.74 ^{n.s.}
	0.42	0.83				
在中數學解題能力	0.32		1	0.99 ^{n.s.}	0.17 ^{n.s.}	0.11 ^{n.s.}
	0.37	0.42				
在低數學解題能力	5.20		1	0.81 [*]	2.60 ^{n.s.}	10.10 ^{**}
	11.62	25.97				
數學解題能力						
在抽象化文意組	30.47		2	0.34 ^{***}	14.60 ^{***}	65.22 ^{***}
	56.97	106.61				
在個人化文意組	9.78		2	0.71 ^{***}	9.92 ^{***}	10.15 ^{***}
	15.10	23.62				

*p<.05 **p<.01 ***p<.001

表 4-8：抽象化文意組在「數學解題成就測驗」事後比較摘要表（F 值）

數學解題能力	單步驟文字題			雙步驟文字題		
	高	中	低	高	中	低
高	——	——	——	——	——	——
中	0.09 ^{n.s.}	——	——	0.27 ^{n.s.}	——	——
低	1.47 ^{**}	1.38 ^{**}	——	2.79 ^{**}	2.52 ^{**}	——

**p<.01

表 4-9：個人化文意組在「數學解題成就測驗」事後比較摘要表（F 值）

數學解題能力	單步驟文字題			雙步驟文字題		
	高	中	低	高	中	低
高	——	——	——	——	——	——
中	0.08 ^{n.s.}	——	——	0.29 ^{n.s.}	——	——
低	0.83 ^{**}	0.75 ^{**}	——	1.35 ^{**}	1.06 ^{**}	——

**p<.01

綜合以上統計考驗，研究假設四應予以拒絕。也就是說，不同文意呈現方式與不同數學解題能力之間有交互作用存在。

(二)文意呈現方式、數學解題能力對「數學解題成就測驗」之影響—討論

以下針對不同文意呈現方式、不同數學解題能力的學生，在「數學解題成就測驗」之結果分為兩部份進行討論：

1. 不同文意呈現方式在不同解題能力水準的效果

本研究的結果顯示，個人化文意對低解題能力學生的解題整體表現有影響，尤其對雙步驟文字題的幫助較為顯著。其可能原因如下：

(1)學生解題能力的差異性：

這裡的能力是指「表徵問題」及「運作工作記憶」的能力。Reed (1989) 的研究指出，解題能力較好的學生能利用基模或語意知識將問題加以分類；而解題能力較差的學生則依據問題表面結構處理問題，所以他們常常在閱讀問題時便陷住了。Juhani (1995) 認為每個人的工作記憶容量差異不大，但是數學成就高的學生，能較有效的運作工作記憶。因此，學生是否能有效運作工作記憶會影響其解題表現。

雙步驟文字題在語句的陳述上較為複雜，其解題所需的認知需求和運算程序都比單步驟文字題多，在工作記憶運作上也會占去較多的容量。因此，對低解題能力學生而言，若以個人化文意來呈現雙步驟文字題，確實能減少學生表徵問題的困難，並幫助他們較有效地運作工作記憶，而有較好的解題表現。但對高、中解題能力學生而言，他們有較豐富的學習經驗與先備知識可資運用，所以即使面對語句複雜的雙步驟文字題，他們也能順利地表徵問題，將問題解決。

(2)數學信念的改變：

Schoenfeld (1985) 認為數學信念會隨著解題經驗的不同而改變，進而影響其解題成就。由「態度問卷」及「個別晤談」的資料發

現，低解題能力學生大多表示，他們以往面對數學問題時常感到害怕，但若以個人化文意的方式呈現文字題，能讓他們比較瞭解問題，即使是面對較困難的雙步驟問題也願意嘗試去解答。由於個人化文意對低解題能力學生的數學信念系統有較正向的影響，因此他們的解題成就優於抽象化文意組低解題能力的學生。

2. 不同解題能力學生接受不同文意呈現方式的效果

由表 4-8、表 4-9 的結果，可以輔助說明本研究在區分數學解題能力水準時，高、低解題能力以及中、低解題能力兩組彼此的能力水準的確有顯著不同。至於高、中解題能力學生的解題表現沒有顯著差異，研究者推想可能是後測試題的鑑別度不足以明顯區分出這兩組學生之解題表現。

三、「個人化文意範例 CAI 態度問卷」及「個別晤談」之結果與討論

(一)「個人化文意範例 CAI 態度問卷」及「個別晤談」之結果

1. 實驗組學生對「個人化文意範例 CAI 態度問卷」的反應情形

由表 4-10 可知，第一題到第八題依次有 84%、93%、63%、89%、79%、79%、72%、70% 的學生對「個人化文意範例 CAI 課程」抱持著認同的態度。

針對問卷中開放式問題部份，大多數的學生都認為以個人化文意呈現文字題，讓他覺得新鮮、有趣；因為文字題中會出現自己熟悉的人、事、物，因此覺得這些題目好像是為自己特別設計的，練習時感到很快樂。

2. 部份實驗組學生「個別晤談」的資料分析

以下將晤談資料重新整理，歸結出 5 個晤談主題：

晤談主題 1：這次電腦數學課程帶給你什麼感覺或是它有什麼特別的地方？

表 4-10：實驗組學生對「個人化文意範例 CAI 態度問卷」反應的百分比分析

題號	題目	非常同意		同意		不一定		不同意		非常不同意	
		f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1.	和數學習作的問題比較起來，我覺得這次電腦教學中的數學問題比較容易了解。	45	63	15	21	11	16	0	0	0	0
2.	和數學習作的問題比較起來，我覺得這次電腦教學中的數學問題比較有趣。	56	79	10	14	4	6	1	1	0	0
3.	和數學習作的問題比較起來，我覺得這次電腦教學中的數學問題比較容易記住。	35	49	10	14	24	34	2	3	0	0
4.	和數學習作的問題比較起來，這次的電腦教學中的數學問題讓我覺得做數學比較快樂。	45	63	18	26	5	7	2	3	1	1
5.	和數學習作的問題比較起來，我覺得這次電腦教學中的數學問題比較能幫助我解題。	39	55	17	24	15	21	0	0	0	0
6.	和以往做數學問題比較起來，這次電腦教學中的數學問題讓我比較能集中注意力去解題。	42	59	14	20	14	20	0	0	1	1
7.	如果數學習作裡採用類似電腦教學中的數學問題，我願意花較多的時間做數學練習。	40	56	11	16	12	17	5	7	3	4
8.	當我閱讀電腦教學中的數學問題時，我會想起問題中提到的人物、事情或地方。	35	49	15	21	18	26	1	1	2	3

晤談主題 2：這次數學課程練習時，你是否專心學習且想要繼續練習呢？

晤談主題 3：上完這次數學課程後，你曾經試著在平日練習數學時用這個方法嗎？這個方法對你解數學問題有什麼幫助？

晤談主題 4：當題目提到人名或物品名稱時，你們會想起他們的樣子嗎？

晤談主題 5：你以前對數學的感覺是什麼？現在你對數學的看法呢？

總結訪談的資料發現，在以個人化文意呈現文字題，除了讓學生覺得有趣之外，也讓學生學習到這個方法，加以應用到平常的數學練習中。對於大多數低數學解題能力學生而言，由於在這次數學課程中獲得較多成功的解題經驗，因此對數學的自我信念也轉為較正面、積極。

(二)「個人化文意範例 CAI 態度問卷」及

「個別晤談」之討論

過去相關研究 (Anand & Ross, 1987a; López & Sullivan, 1992; Lwo, 1992) 指出，個人化文意的數學課程，讓學生感到有趣而且較能幫助他們瞭解題意，大多數學生對個人化文意持有正面而肯定的態度。綜合本研究之「態度問卷」及「個別晤談」的資料，顯示與上述研究結果一致。研究者推想個人化文意的數學課程之所以受學生喜愛並且形成正面態度，歸結起來可能因其具有下列優點：

1. 個人化的問題情境提高了學生的學習動機。
2. 文字題以個人化文意方式呈現，有助於學生瞭解題意，因此學生較願意解題，並且試著將這個方法應用於平常練習中。
3. 讓中、低數學解題能力的學生，不再那麼害怕數學，並對數學的看法有較正向

的改變。

伍、結論與建議

一、結論

- (一)在數學解題成就測驗的「整體表現」上，女生優於男生，達到統計上的顯著水準。但在「單、雙步驟文字題」兩分項測驗的得分上，男生與女生都沒有統計上的顯著差異。
- (二)在數學解題成就測驗的「整體表現」和「單步驟文字題」的得分上，個人化文意組學生與抽象化文意組學生，沒有統計上的顯著差異。在「雙步驟文字題」的得分，個人化文意組學生優於抽象化文意組學生，達到統計上的顯著水準。
- (三)文意呈現方式與性別之間的交互作用，沒有達到統計上的顯著水準。
- (四)文意呈現方式與數學解題能力之間的交互作用，達到統計上的顯著水準，其差異主要是源於學生在「雙步驟文字題」的表現。
- (五)不同文意呈現方式對高、中數學解題能力學生，在單、雙步驟文字題的解題表現均未達統計上的顯著差異。對低數學解題能力學生而言，在「單步驟文字題」的得分，個人化文意組學生與抽象化文意組學生，沒有統計上的顯著差異；在「雙步驟文字題」的得分，個人化文意組學生優於抽象化文意組學生，達到統計上的顯著水準。
- (六)在抽象化文意組中，高、中數學解題能力學生，在「單、雙步驟文字題」的得分，都優於低數學解題能力學生，達到統計上的顯著水準。在個人化文意組中，高、中數學解題能力學生，在「單、雙步驟文字題」的得分，都優於低數學解題能力學生，達到統計上的顯著水準。

(七)由實驗組學生在「態度問卷」和「個別晤談」的資料發現，大多數學生除了對個人化文意範例 CAI 課程持有正面的態度外，也認為這樣的文意呈現方式能讓他們比較瞭解問題，對他們解數學文字題的表現有實際的幫助，而且他們也願意投入較多的時間與精神做數學文字題練習。對於中、低數學解題能力的學生而言，透過個人化文意範例 CAI 課程，讓他們對數學的自我信念有較正面的看法。

二、建議

(一)對數學解題教學的建議

- 1.數學的學習深受語文能力的影響，因此教師應讓學生以彈性化語言的方式來描述問題陳述，例如可以讓學生試著用自己的語言重新描述問題，或用自己熟悉的事物來改寫問題等，讓學生對問題陳述有更深層的理解。
- 2.教師應個別瞭解低解題能力學生解題困難的徵結所在，並且建立一份學生基本資料，其中可包括他的生活經驗、興趣及學習記錄等。在進行補救教學時，可以依個別學生的先備經驗為基礎，以學生經驗過的具體事物做例子，再逐漸引入抽象性的例子。
- 3.目前電腦已是學校普遍的教學媒體，教師不妨可以將學生的好朋友、興趣、嗜好等個人基本資料鍵入資料庫中，針對教學單元設計個人化文意的數學 CAI 課程，做為學生課堂的練習。

(二)對未來研究的建議

- 1.研究對象：本研究的實驗對象，只針對花蓮市明廉國小四年級學生，因此研究結果推論上有所限制。未來在研究對象上，可依不同地區或不同年級，進一步探討個人化文意的效果。
- 2.研究變項：本研究以「運算步驟」來分類文字題的類型，依變項中包括「單步

驟」及「雙步驟」兩類文字題型。未來研究可依據不同方式分類文字題，以利於瞭解個人化文意的方式最能協助學生對那一類型文字題進行問題表徵。

3. 研究方法：本研究只涉及實驗的立即效果，並未考慮其持續效果及遷移效果。因此，後續研究可針對個案，以長期觀察、深入訪談或放聲思考等質性方法，探討個人化文意對其長遠性的影響。
4. 研究工具：本研究之數學 CAI 課程軟體，採一人一機的互動模式。而目前國小的電腦教室大多已架設網路系統，因此，未來研究在 CAI 課程軟體的設計上，可利用網路系統以小組共同討論的方式。
5. 後測工具：本研究後測工具—數學解題成就測驗在設計時僅針對信、效度方面進行考量，在試題的鑑別度上研究者並未加以分析。因此未來研究在後測工具的設計上應更周延，以利結果分析的完整性。
6. 個人化文意教材的編輯系統：因顧及國小教師平日教學及輔導工作繁忙，無暇進修軟體設計等相關課程。研究者建議對數學教學有興趣而且有軟體設計經驗的學者，可以自行研發一套個人化文意教材的編輯系統，以利教師們直接建立學生個人基本資料和產生個人化文意數學問題。

「如何改善學生數學解題表現」一直是數學教育研究領域最關切的議題，其研究的重點也由針對解題結果進而轉向對解題歷程的重視。因此，就數學解題是一個連續歷程的觀點，對問題形成正確表徵則是成功解題的首要步驟。本研究以個人化文意來呈現文字題，正可以改善學生在問題表徵階段的表現，而這種研究主題除了是目前國內數學教育研究的首篇研究外，本研究針對「個人化文意對不同數學解題能力學生在單、雙步驟文字題表現的影

響」有較完整的分析，此項結果亦可填補國外相關研究文獻不足之處。

致 謝

本研究進行中，承蒙國立海洋大學學程中心主任羅綸新教授及國立花蓮師範學院數理系潘宏明教授指導斧正，特此致謝。

參考文獻

1. 尹玫君、曾婉淑（1995）：CAI 與導生制在數學科實施補救教學成效之比較研究。《台南師院學報》，28，35-82。
2. 古明峰（1997）：加減法應用題語文知識對問題難度之影響之研究。八十六學年度教育學術研討會。國立花蓮師範學院印。
3. 何榮桂（1995）：練習式 CAI 選題策略之比較研究。《師大學報》，40，77-110。
4. 陳幸仁（1996）：成就與能力在性別差異上的探討。《教育資料文摘》，226，148-155。
5. 曹宗萍（1988）：高屏地區國小兒童四則問題的解題過程表現及其相關因素之研究。《屏東師院學報》，1，51-116。
6. 蔡銘津（1995）：文章結構分析策略教學對增進學童閱讀理解與寫作成效之研究。國立高雄師範大學教育學系博士論文。
7. Anand, P. G. & Ross, S. M. (1987a). Using computer-assisted instruction to personalize arithmetic materials for elementary school children. *Journal of Educational Psychology*, 79(1), 72-78.
8. Anand, P. G. & Ross, S. M. (1987b). A computer-based strategy for personalizing verbal problems in teaching mathematics. *Educational Communications and Technology Journal*, 35(3), 151-162.
9. Ausubel, D. P. (1968). *Educational Psychology: A cognitive approach*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
10. Bransford, J. D. & McCarrell, N. S.

- (1974). *A sketch of a cognitive approach to comprehension: Some thoughts about understanding what it means to comprehend*. In D. Palermo & W. Weimer (Eds.), *Cognition and the symbolic processes*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
11. Case, R. (1985). *A developmentally based approach to the problem of instructional design*. In S. F. Chipman, J. W. Segal & R. Glaser (Eds.), *Thinking and learning skills, Volume 2. Research and open questions*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
 12. Davis-Dorsey, J., Ross, S. M. & Morrison, G. R. (1991). The role of rewording and context personalization in the solving of mathematical word problems. *Journal of Educational Psychology*, 83(1), 61-68.
 13. Fayol, M., Abdi H. & Gombert, J. (1987). Arithmetic problem formulation and working memory load. *Cognition and Instruction*, 3, 187-202.
 14. Follman, J. & Zambo, R. (1993). *Gender-related differences in problem solving at the 6th and 8th levels*. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 359 236)
 15. Gagné, E. D. (1985). *The psychology of school learning*. Boston: Little, Brown and Company.
 16. Juhani, L. (1995). Working memory and school achievement in Ninth Form. *Educational Psychology*, 15(3), 271-281.
 17. Kahneman, D., Ben-Ishai, R., & Lotan, M. (1973). Relation of a test of attention to road accidents. *Journal of Applied Psychology*, 58, 113-115.
 18. Kieras, D. (1978). Beyond pictures and words: Alternative information-processing model for imagery effects in verbal memory. *Psychological Bulletin*, 85(3), 532-554.
 19. Knifong, J. D. & Burton, G. M. (1985). Understanding word problems. *Arithmetic Teacher*, 32, 13-17.
 20. Lewis, A. B. & Mayer, R. E. (1987). Students' miscomprehension of relational statements in arithmetic word problem. *Journal of Educational Psychology*, 79(4), 363-371.
 21. López, C. L. & Sullivan, H. J. (1991). Effects of personalized math instruction for Hispanic students. *Contemporary Educational Psychology*, 16(1), 95-100.
 22. López, C. L. & Sullivan, H. J. (1992). Effect of personalization of instructional context on the achievement and attitudes of Hispanic students. *ETR & D*, 40(4), 5-13.
 23. Lwo, L. S. (1992). *Effects of Individualized Examples and Personalized Contexts in Computer-Based Adaptive Teaching of Algebra Word Problems*. Oregon State University doctoral dissertation.
 24. Marshall, S. P. (1984). Sex differences in children's mathematics achievement: Solving computations and story problems. *Journal of Education Psychology*, 76(2), 194-204.
 25. Mayer, R. E. (1987). *Educational psychology: A cognitive approach*. Boston, MA: Little, Brown.
 26. Muth, K. D. (1991). Effects of cueing on middle-school students' performance on arithmetic word problems containing extraneous information. *Journal of Educational Psychology*, 83(1), 173-174.
 27. Nodding, N. (1985). *Small groups as a setting for research on mathematical problem solving*. In E. A. Silver (ED.), *Teaching and learning mathematical problem solving: Multiple research*

- perspectives (pp.123-138). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
28. Reed, S. K. (1989). Constraints on the abstraction of solutions. *Journal of Educational Psychology*, 81, 532-540.
29. Ross, S. M. (1984). Matching the lesson to the student: Alternative adaptive designs for individualized learning systems. *Journal of Computer- Based Instruction*, 11(2), 42-48.
30. Schimizzi, N. V. (1988). *Mathematics word problem solving: A review of forty-four studies completed between 1980-1988*. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 293 730)
31. Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. NY: Academic Press.
32. Silver, E. A. (1987). *Foundations of cognitive theory and research for mathematics problem-solving*. In A. H. Schoenfeld (ED.), *Cognitive science and mathematics education* (pp.33-60). New Jersey, NJ: Hillsdale.
33. Sowder, L. (1989). Story problems and students' strategies. *Arithmetic Teacher*, 9, 25-26.
34. Tobias, S. (1978). *Math anxiety: what it is and what can be done about it?* Ms., September, 3, 56-59.

Effects of Using Personalized Context Examples in CAI for Elementary Students on Solving Mathematical Word Problems

Feng-Chiou Hour¹ Long-Chuan Chen²

¹Graduate Institute of Compulsory Education

²Graduate Institute of Elementary Science Education National Hualien Teachers College

Abstract

The purpose of this study was to investigate effects of using personalized context examples in CAI for fourth graders when solving mathematical word problems. Students' attitude toward the mathematical CAI was also examined in this study.

There were 144 subjects included in this study. They were purposefully sampled from a total of 207 fourth grade students at Ming-Lian Elementary School located in Hualien city. These 144 fourth graders were then randomly assigned to abstract-context-group and a personalized-context-group by gender. Students of two groups received two periods (i.e., 80 minutes) CAI practices, and an achievement test with abstract context word problems was administered. In addition, a questionnaire for measuring attitude toward personalized context CAI was administered to students in personalized-context-group. Twelve randomly selected students from the personalized-context-group were interviewed. These students were stratified by problem-solving ability.

Data obtained from the achievement test was analyzed by 2 (context type) \times 2 (gender) \times 2 (students' scores in one-step and two-step word problems) and 2 (context type) \times 3 (problem-solving ability level) \times 2 (students' scores in one-step and two-step word problems) multivariate analysis of variance (MANOVA). Data collected from the questionnaire were examined using descriptive statistics. Data from personal interviews were analyzed using qualitative approach.

The main findings of this study were as follows:

1. The interaction between context type and gender was not significantly different with respect to the achievement test. Female students' scores were significantly higher than male students' on overall achievement test problems. Personalized-context-group students' scores were significantly higher than that of abstract-context-group students on two-step problems in achievement test.

2. The interaction between context type and problem-solving ability level was significant with respect to achievement. For students of low problem-solving ability, personalized-context-group students' scores were significantly higher than that of abstract-context-group students on two-step problems.

3. Personalized-context-group students' response to the attitude questionnaire indi-

cated students had favorable attitude toward mathematical CAI. Data from personal interviews indicated that students were motivated by personalized context examples in the CAI sessions. General speaking, students of middle and low problem-solving ability had positive mathematical belief after their exposure in personalized context examples CAI.

Based on the research findings, the researcher can provide several suggestions for improving mathematical instruction for the solving of word problems and for conducting related future research.

Key words: abstract context examples, personalized context examples, achievement of solving mathematical word problems, mathematical word problems.

的改變。

伍、結論與建議

一、結論

- (一)在數學解題成就測驗的「整體表現」上，女生優於男生，達到統計上的顯著水準。但在「單、雙步驟文字題」兩分項測驗的得分上，男生與女生都沒有統計上的顯著差異。
- (二)在數學解題成就測驗的「整體表現」和「單步驟文字題」的得分上，個人化文意組學生與抽象化文意組學生，沒有統計上的顯著差異。在「雙步驟文字題」的得分，個人化文意組學生優於抽象化文意組學生，達到統計上的顯著水準。
- (三)文意呈現方式與性別之間的交互作用，沒有達到統計上的顯著水準。
- (四)文意呈現方式與數學解題能力之間的交互作用，達到統計上的顯著水準，其差異主要是源於學生在「雙步驟文字題」的表現。
- (五)不同文意呈現方式對高、中數學解題能力學生，在單、雙步驟文字題的解題表現均未達統計上的顯著差異。對低數學解題能力學生而言，在「單步驟文字題」的得分，個人化文意組學生與抽象化文意組學生，沒有統計上的顯著差異；在「雙步驟文字題」的得分，個人化文意組學生優於抽象化文意組學生，達到統計上的顯著水準。
- (六)在抽象化文意組中，高、中數學解題能力學生，在「單、雙步驟文字題」的得分，都優於低數學解題能力學生，達到統計上的顯著水準。在個人化文意組中，高、中數學解題能力學生，在「單、雙步驟文字題」的得分，都優於低數學解題能力學生，達到統計上的顯著水準。

(七)由實驗組學生在「態度問卷」和「個別晤談」的資料發現，大多數學生除了對個人化文意範例 CAI 課程持有正面的態度外，也認為這樣的文意呈現方式能讓他們比較瞭解問題，對他們解數學文字題的表現有實際的幫助，而且他們也願意投入較多的時間與精神做數學文字題練習。對於中、低數學解題能力的學生而言，透過個人化文意範例 CAI 課程，讓他們對數學的自我信念有較正面的看法。

二、建議

(一)對數學解題教學的建議

- 1.數學的學習深受語文能力的影響，因此教師應讓學生以彈性化語言的方式來描述問題陳述，例如可以讓學生試著用自己的語言重新描述問題，或用自己熟悉的事物來改寫問題等，讓學生對問題陳述有更深層的理解。
- 2.教師應個別瞭解低解題能力學生解題困難的徵結所在，並且建立一份學生基本資料，其中可包括他的生活經驗、興趣及學習記錄等。在進行補救教學時，可以依個別學生的先備經驗為基礎，以學生經驗過的具體事物做例子，再逐漸引入抽象性的例子。
- 3.目前電腦已是學校普遍的教學媒體，教師不妨可以將學生的好朋友、興趣、嗜好等個人基本資料鍵入資料庫中，針對教學單元設計個人化文意的數學 CAI 課程，做為學生課堂的練習。

(二)對未來研究的建議

- 1.研究對象：本研究的實驗對象，只針對花蓮市明廉國小四年級學生，因此研究結果推論上有所限制。未來在研究對象上，可依不同地區或不同年級，進一步探討個人化文意的效果。
- 2.研究變項：本研究以「運算步驟」來分類文字題的類型，依變項中包括「單步

