

國立臺灣師範大學特殊教育學系

特殊教育研究學刊，民 92，25 期，199—220 頁

國小聽覺障礙學生 數學文字題解題歷程之研究

陳明媚

北縣福營國中教師

張蓓莉

臺灣師大特教系教授

本研究以 Mayer (1992) 提出的解題階段探討國小聽覺障礙學生在一步驟及二步驟文字題的解題歷程，並分析受試間在不同題型的錯誤型態。以自編的「數學測驗」為研究工具。研究對象為五位臺北縣市三年級啓聰資源班、智力正常、聽力損失在重度以上的聽覺障礙學生。利用問題思考法取得受試在文字題的解題資料，再以原案法分析。研究結果發現：(一)五位受試在解題歷程錯誤有：1.問題轉譯方面：轉譯不完整、以新學的概念來解釋已學的概念、依照題目數字呈現的順序來計算、部分語意理解困難及關係句的理解困難。2.問題整合方面：加減法概念不清。3.解題計畫及監控方面：監控能力差，關鍵字是受試常用的策略。4.解題執行方面：包括對位錯誤，數錯，忘了將借位後的數值放置答案處。綜合受試的表現，其主要困難發生在問題轉譯階段。(二)1.只有一位受試有加減法概念不清的情形；策略運用的情形和一般兒童沒有差異；計算錯誤並不是受試主要的錯誤類型。2.以題目類型來看，五位受試在含有比較類的題目表現最差，而在改變類二步驟題表現最好。

關鍵詞：聽覺障礙、數學文字題、問題解決歷程

緒論

一、研究動機與目的

增進聽障生語文與溝通能力一直是啓聰教育努力的目標，啓聰教育相關研究也以這方面的主題佔較大的比例（臺灣省政府教育廳，民 88；蘇芳柳、張蓓莉，民 86）；相較之下數學方面所受到的重視似乎較少。不過數學知識與方法卻是學生必須具備的基本能力之一；根據

教育部八十九年公佈九年一貫數學領域內涵中，強調推理、解題思考過程及數學溝通的能力，由此可知問題解決能力的培養在現今數學教育的重要性。大多數問題解決的研究係根據認知心理學訊息處理模式進行（Reed, 1999）；也就是藉由對解題心理歷程的瞭解來促進解題能力。Mayer (1992) 將解題分為四個階段：問題轉譯、問題整合、解題計畫及監控、解題執行；因此要能成功解題的第一步驟需要對題

日文意正確的轉譯，形成適當的心理表徵。

聽障生的數學能力有明顯的差異：他們的計算能力明顯優於應用能力（張蓓莉，民 90；盧台華，民 84）；在文字題的表現上，亦可從過去研究中發現明顯較一般學生低落（Mousley & Kelly, 1998, 1999, 2001）。聽障生因感官上的缺陷，語言學習有其特定困難，因此常會根據其了解的字詞去類推文意，而造成斷章取義的情形（林寶貴、李真賢，民 76，張蓓莉，民 76；Hayes, & Arnold, 1992; Miller, 2000）。是否就是因為這樣的語言特質使其在文字題解題能力較差，換句話說，他們的解題錯誤都出在問題轉譯階段嗎？其他階段都和一般兒童沒有差異嗎？針對聽障生文字題方面的研究國內僅有兩篇，且是以文字題為主的教學研究（洪美蓮，民 84；施青豐，民 88）。因此研究者認為在思考如何提升聽障者數學學習過程中，必須瞭解聽障學生數學文字題的解題歷程到底為何。

為了解解題者在文字題上思考的歷程，題目的設計就十分重要。研究中發現兒童對於一步驟的文字題較於熟悉，因此可能將解題過程視為選擇適當的運算符號而已（Quintero, 1984）；而對於多步驟文字題，受試必須將問題成功整合或是理解題意，才能解題成功（蔣治邦，民 82），因此題目設計以二步驟為主；但為了排除解題者一步驟解題表現對二步驟題目的影響，另外設計了以一步驟為主的前測題。而在題目內容的陳述方面，則盡量將解題者熟悉的事物運用在題目之中（Davis-Dorsey, Ross & Morrison, 1991），並以生活情境相關的題材來出題。基於上述動機，本研究的目的如下：

（一）受試在數學二步驟題的解題歷程中不同階段的解題表現為何？

（二）受試在解題歷程中不同階段的錯誤類型為何？

二、名詞釋義

（一）國小三年級聽覺障礙學生

係指智力正常未伴隨其他障礙，優耳聽力損失在 90 分貝以上之重度聽覺障礙者，國民小學三年級數學成就測驗在百分等級 50 以下者，在研究者自編之前測題答對題數四題以上者，排除無法與研究者溝通者，並經家長同意之臺北縣市國小三年級聽障生。

（二）解題歷程

指受試自知覺問題至獲致答案，所表現的行為或運作（劉錫麒，民 78）；本研究係採 Mayer（1992）提出的解題四步驟：

1. 問題轉譯：所指為受試能說出所列式子中各數值的意義。
2. 問題整合：指的是受試能說出或畫出為何使用加法、減法。
3. 解題計劃與監控：指受試能以算式來解題及說出該題次目標。
4. 解題執行：指的是受試能正確地將答案算出。

文獻探討

一、數學文字題解題相關研究

（一）數學解題相關研究

問題解決能力的培養為目前數學教育的重點（教育部，民 82，民 89；NCTM, 2000）。所謂問題解決就是指利用各種方法或策略，使個人能夠從「呈現狀態」達到「目的狀態」的過程（鄭昭明，民 82）。Polya（1957，閻育蘇譯，民 82）是首位有系統地提出解題歷程的學者，他認為解題包括四階段：弄清問題、擬定計劃、實現計劃及回顧。Schoenfeld（1985，引自邱上真、王惠川、朱婉艷、沈明錦，民 81）將解題歷程分為六部分：閱讀（reading）、分析（analysis）、探索（exploration）、計劃（planning）、執行（implement）

及驗證 (verify)。Mayer (1992) 根據其多年的研究，從認知心理學的觀點出發來探究解題歷程。他以地磚問題為例將數學解題分為兩大層次四個階段五種知識：(1)問題表徵，包含問題轉譯階段：是指將每一個陳述句轉化為某些內在表徵，如重述句子或畫出圖表，這時需要的是語言知識及語意知識；及問題整合階段：是指將問題中的訊息放在一起使形成連貫一致

的表徵，這時需要的是基模知識。(2)問題解決，包含解題計劃及監控階段：想出和評估如何解題的策略，這時需要的是策略性知識；及解題執行階段：要應用算數的法則來解題，這是根據程序性知識；除外 Mayer 亦提及解題所需要的策略，茲加以綜合整理成一表（林清山，民 82；Mayer, 1992）。

表一 Mayer 解題階段及所屬知識類型

題目：地磚是以每邊 30 公分的正方形出售。假如每塊地磚的價錢是 0.72 元，那麼一個長 7.2 公尺寬 5.4 公尺的矩形房間鋪滿地磚一共要花多少錢？

層次	階段	知識類型	例子：地磚問題	解題技巧
問題表徵	問題轉譯	語言知識	長 7.2 公尺、寬 5.4 公尺的矩形房間	1. 重述問題的已知條件 2. 重述問題解題目標
		語意知識	1 公尺等於 100 公分	3. 認識有關及無關的資料 4. 決定解答所需要的資料
問題解決	問題整合	基模知識	面積=長×寬	5. 認識問題的類型 6. 用圖示或是圖畫來表示問題
		策略知識	用 7.2 公尺×5.4 公尺來計算房間的面積。然後用 0.3 公尺×0.3 公尺來算每塊地磚的面積。然後用房間的面積除以每個地磚的面來找出所需要的地磚數，然後將個數乘以 0.72 美元來求出所需要的總價格。	7. 以「數字」語句或「方程式」或「必需的運算列單」來表示問題 8. 建立次目標 9. 下結論
	解題執行	程序性知識	$7.2 \times 5.4 = 38.88$ $0.3 \times 0.3 = 0.09$ $38.88 \div 0.09 = 432$ $432 \times 0.72 = \$311.04$	10. 進行單純的計算 11. 進行連續的運算

整理自 Mayer (1992), Thinking, problem solving, cognition, p.459；及林清山譯（民 82）教育心理學—認知取向，p.391-394。

國內以 Mayer 的解題模式來探討學生的解題能力的研究不少，如蔡宗玫（民 84）、陳立倫（民 89）、王瑋樺（民 90）。本研究以 Mayer 所提的解題階段為依據，綜合參考蔡宗玫與王瑋樺對各階段的定義及 Mayer 所提之解

題技巧，將問題轉譯階段訂為能說出所列出式中各數值的意義；問題整合為能說出或畫出為何使用加法、減法；解題計劃與監控為能以算式來解題及說出該題次目標；解題執行訂為能正確地將答案算出。

(二) 影響文字題解題的因素

綜合 Riley 等人 (1983)、Donahue (1982)、Reed (1999)、Geary (1994) 及相關文獻的結果，茲將影響文字題解題因素分為語文、概念發展、策略、認知及專家與生手等，說明如下：

1. 語文因素方面：

語文對學生解文字題的影響是許多研究者關心的議題（古明峰，民 86；翁嘉英，民 77，陳立倫，民 89；Cummins, 1991；Fan, Muller, & Marini, 1994；Hegarty, Mayer, & Monk, 1995；Lucangeli, Tressoldi, & Cendron 1998；Mousley et al., 1999；2001；Mwangi, & Sweller, 1998；Pau, 1995；Riley, Greeno, & Heller 1983）；若以題目的結構來看，兒童最先發展的題型為合併類之總數未知及改變類之結果量未知（蔣治邦、鍾思嘉，民 80；Riley, & Greeno, 1988；Riley et al., 1983）；兒童最感到困難的題型則為比較題型（古明峰，民 86；呂玉琴，民 86；翁嘉英，民 77；葉雪梅，民 79；蔣治邦、鍾思嘉，民 80；Cummins, 1991；Fan et al., 1994；Lewis et al., 1987；Riley et al., 1983）及合併類的子集合未知題型（蔣治邦、鍾思嘉，民 80；Riley et al., 1983）；多步驟的題目對兒童亦較為困難（蔣治邦，民 82；Hegarty, Mayer, & Green, 1992；Quintero, 1984；Verschaffel, De Corte, & Pauwels, 1992）。若以題目內容陳述方式來看，兒童在理解關係句有困難，他們會將關係句直譯為陳述句，也就是說將「甲比乙多 5 顆蘋果」解釋為「甲有 5 顆蘋果」；另外，兒童在理解「甲和乙共有 5 顆蘋果」這樣的句子有會產生困難，他們會將這句的意思解釋為「甲和乙各有 5 顆蘋果」（Cummins, 1991）。題目陳述中若是含有多餘訊息或是不一致語言，也會影響學生的解題表現（古明峰，民 86；陳立倫，民 89；蔣治邦，民 82；Muth, 1984）。

2. 概念發展因素：

Nesher, Greeno 與 Riley (1982, 引自翁嘉

英，民 77) 針對兒童解比較類文字題提出四個概念發展層次：(1) 兒童必須透過實物的協助，以具體可見的外在表徵來了解題目中數量之間的關係；此階段的孩童可以解改變類結果量未知的題型，但其缺乏比較概念之「問題基模」，所以無法解答所有比較類的問題。(2) 能形成內在表徵來了解問題中各數量間的關係；此階段的孩童可以解比較類差異量未知的題型。(3) 兒童已具備「部分—整體」的基模，可以表徵各數量間的關係，但在表徵中，兩數的相對關係是不對稱的，也就是說甲多於乙並不等於乙少於甲；此階段的兒童可以解比較類被比較量未知的題型。(4) 兒童能將相對的關係逆轉推論，即甲多於乙等於乙少於甲；在此階段的兒童才能解決比較類之參照量未知的題型。因此 Riley 等人以兒童未發展「部分—整體」的概念來解釋為何有些學童無法解比較類型的題目（Riley et al, 1983；Riley et al., 1988）。蔣治邦（民 90）針對小二至小四的學生，以文字題及圖形表徵轉譯的辨識來探討中年級學生「部分—整體」概念的發展；結果發現，概念隨年級而持續發展；若兒童是利用「部分—整體」概念解題，則可提高圖形選擇的正確率，但兒童在文字題的表現優於圖形選擇表現，顯示或許有些兒童成功地將各類問題解決，並不是依靠該項概念，而是將問題類型與解法的配對記憶，非概念的提昇；且他們在選擇圖形表徵的困難，在於各數量間關係的轉譯，而與各數量本身無關。

3. 策略因素：

Hegarty, Mayer 與 Monk (1995) 針對成功解題者與失敗解題者其解題模式進行比較；他們認為成功解題者使用的是問題模式策略（problem-model strategy），建構問題的情境並依此來解題；而失敗的解題者則是利用直接轉譯策略（direct-translation strategy），直接從題目中選擇數字及關鍵字。Sowder (1988, 引

自 Reed, 1999) 訪問國小中年級學生，發現學童他們在文字題較常使用的策略如下：使用最擅長或是最近才教的運算法、由數字大小來決定運算符號、將所有運算都試過再選出最適當的答案、利用關鍵字、先猜測答案是大(用乘或加)或小(用減或除)、了解題目後再選擇運算法。國內翁嘉英(民 77)發現國小二、三年級學童在解文字題較常使用的策略下列六種：差異量視為未知量、固定對應策略(語意中隱含增加的意義就對應到加法)、固定使用減法或加法、胡亂拼湊數字、空白、其他。

另外，研究亦發現認知能力如基模的精緻度及連結度(李俐麗，民 88)、後設認知等對解題也有相當的影響(林清山、張景媛，民 82；葉雪梅，民 79)。而專家和生手在解題表現上也是有差異的(Jitendra, & Kameenui, 1996)。

二、聽障學生數學能力分析

由過去的研究結果可知，聽障學生的數學能力約落後普通學生五個年級，而且年級愈高差距愈大(林寶貴、李如鵬，民 79；林寶貴、錡寶香，民 80)；且表現出計算能力優於應用能力的內在差異(盧台華，民 84；張蓓莉，民 90)。

造成聽障生和普通學生數學成就上落差的原因包括：(一)語文因素(林寶貴等人，民 79，民 80；翁素珍，民 78a，民 78b；張蓓莉，民 90)；(二)智力因素(張蓓莉，民 90；林寶貴等人，民 79、民 80)；(三)其他：如父母親的聽力狀況、社經地位及教育安置都會影響聽障生的數學表現(林寶貴等人，民 79、民 80)。而聽損程度則和數學能力間並無相關(林寶貴等人，民 79、民 80；張蓓莉，民 90)。另外亦有從聽障生策略使用是否不同的角度來探討聽障生數學能力落後的原因(Chien, 1993, 引自 Frostad, 1999)，結果發現聽障兒童和一般兒童有相似的策略發展，但聽障者使用

較多不成熟策略，如大多倚賴具體物的協助。

盧台華(民 84)探討國小聽障、學障、智障及國中智障學生在數學表現差異情形；結果發現，國小聽障生數學能力的內在差異非常大，其計算能力優於概念能力優於應用能力；且其計算與概念能力和國中智障學生相當，但應用能力則與國小智障學生相當。張蓓莉(民 90)研究中發現，國小聽障生在概念、閱讀圖表等表現不佳，對於數學題目中特定的語詞理解困難，及缺乏適當的解題策略，但其在計算方面的表現是沒有困難的。

而翁素珍(民 78a)利用問卷調查的方式發現聽障生在文字題的表現，因學生詞彙太少，語文能力低落，不明白字義，或瞭解其意義但不知如何運算；與生活情境無關的題目，學生很難理解；題目中有比較的句型時，學生很難正確理解；一次只能應用單一的運算。另外她也發現，聽障生的語文能力會影響其在文字題的表現，這結果亦和國外研究一致：Pau (1995)與 Mousley 等人(1998, 1999, 2001)皆發現聽障生的閱讀能力的高低會影響其在文字題的表現。

Pau (1995)進一步探究聽障生語文能力對文字題表現的影響；他發現聽障生會傾向忽略題目中比較類型的句子並將其解讀為較簡單的意思，如「甲比乙多 5 顆蘋果」解釋為「甲有 5 顆蘋果」。這項結果並未出現在施青豐(民 88)的研究中，但她卻發現同樣在關係句中，聽障生會將最接近「多」或「少」的主詞視為比較多或是比較少，如「甲比乙多 5 顆蘋果」解釋為「乙多 5 顆蘋果」。另外，施青豐(民 88)亦發現聽障生利用關鍵字解題，如「比」為減、「多」為加的情形也相當普遍。

錯誤類型方面，綜合洪美連(民 83)、施青豐(民 88)、黃麗珠等人(民 90)及張蓓莉(民 90)等人的研究結果，可分為下列幾類：(一)理解：題意理解有困難、數學概念不清、

無法處理多餘訊息、不了解單位意義、語意關係對應的錯誤、數量值概念不清；(二)策略：關鍵字解題的錯誤、部份—整體關係的錯誤、問題基模相互干擾的錯誤、用乘法替代加減法；(三)執行：計算錯誤與逆運算錯誤、書寫單位監控的錯誤、加減法概念不清；(四)其他：粗心、缺乏耐心、胡亂作答、缺乏自我監控的能力等。

三、聽障學生語文能力分析

聽覺障礙學生因為感官的缺陷使其在語言的發展上也較普通學生為慢（林寶貴、李真賢，民 76，張蓓莉，民 83；Loeterman, Paul, & Donahue, 2002; Paul, 1993, 1998）。以 Myklebust (1966, 引自張蓓莉，民 78) 提出的語言發展順序來看，語言可包括：聽覺的接受性語言（聽）、聽覺的表達性語言（說）、視覺的接受性語言（讀）、視覺的表達性語言（寫）等四個部分。對聽障兒童而言，由於缺乏聽覺管道回饋，使其無法經由聽覺接收而練習、模仿語言，所以其語言發展就必須仰賴殘存聽力和視覺管道。而如此的學習管道和一般人相比並不完整，因此聽障者語文能力較為低落的情形應是可以理解的。

Quigly (1978, 引自林寶貴、李真賢，民 76) 指出聽障兒童較容易瞭解直述型的單句，對於被動語態、關係子句、名詞片語等複雜的句型，較難理解。張蓓莉 (民 83) 針對臺灣地區聽障生句型理解能力進行研究，發現其語文困難並沒有特定在簡句、繁句或是複句。聽障生因為缺乏語彙、句型等基本語文能力，因此會以所認識的字詞去類推文意，容易發生斷章取義的情形（林寶貴、李真賢，民 76，張蓓莉，民 76；Hayes, & Arnold, 1992; Miller, 2000）；舉例來說，Miller (2000) 發現聽障生的閱讀理解取決於內容字 (content words) 的了解，而不是文章的文法結構。也就是說聽障者會利用文章中的內容字及先前的知識、經驗

來理解文章的意義；舉例來說，「輾過行人的卡車司機受傷了 (The truck driver who ran over the pedestrian was wound)」，聽障生在關係子句的理解上有困難，因此當聽障生回答「誰受傷了」的問題時，會做出「行人受傷」的反應，就是依照自己的經驗及忽略句中關係子句的文法結構之後的結果。

Quigley 等人 (1977) 發現聽障生對被動語態及關係子句理解困難的原因，在於他們傾向於將「主詞—動詞—受詞」的基本句型套在任意的句子中；而這種傾向也連帶使得聽障生將最接近的名詞片語和動詞片語連結在一起：例如，這個句子「打女孩的男孩跑掉了」(The boy who hit the girl ran away) 會被聽障生解釋為「女孩跑掉了」(The girl ran away.)。由這樣的發現，Quigley 等人認為聽障者是以線性 (linear)，而非階層性 (hierarchical) 的結構來理解英文；也就是只注意句子的表層意義 (surface meaning)，而非深層意義 (deep meaning)。

不同安置下的聽障學生其語文能力有不同的表現：啓聰學校學生國中、高中部的學生分別落後普通耳聰兒童 7.5 學年及 9.8 學年；普通國小啓聰班及國中啓聰班的聽障生分別落後耳聰兒童 3.7 學年及 5.1 學年（林寶貴、李真賢，民 76）。

研究方法

一、研究對象

研究者以電話向臺北縣市設有啓聰資源班的學校聯絡，煩請校內資源教師協助提供三年級學生名單，初步得到 13 位有意願參加並經家長同意之學生；接著以學校為單位，進行托尼非語文智力測驗乙式、國民小學數學成就測驗及自編之前測題。原本個案選取條件中，需以前測題完全通過者的學生為篩選標準，目的在

於排除受試一步驟解題表現對二步驟題目的影響；但經初篩後發現，學生皆無法完全通過前測題，因此以前測題中答對題數四題以上的學

生為優先考量，選擇五位學生，為本研究的受試。五位受試之基本資料如下表二：

表二 受試基本資料

名字*	學校*	性別	聽損程度	托尼非語文 智力測驗	成就測驗	前測題
小安	藍天國小	男	重度	105	PR28	答對四題，能解被比較量未知題型
小齊	白雲國小	男	重度	114	PR31	答對四題，關係句在前的題目皆錯
小宇	大海國小	男	重度	119	PR21	答對四題，所有題目皆用減法運算
阿愷	大海國小	男	重度	92	PR11	答對四題，無固定錯誤
小婷	白雲國小	女	重度	108	PR10	答對四題，並無固定的錯誤類型

*為維護受試隱私，受試名字與學校名稱以匿名方式呈現。

二、研究工具

(一)托尼非語文智力測驗乙式

聽障生因為語文能力的受限，使得若選擇語文方面的智力測驗恐會有低估其智力情形發生；因此選用 TONI-2 非語文智力測驗以避免低估聽障生的智力水準。

(二)國民小學數學成就測驗（三年級）

此為周台傑於民國八十六年重新編製完成的，依據的是教育部六十四年的國民小學數學

課程標準、及八十二年的三年級數學教學指引；內容分為概念、計算、應用三分測驗，共 40 題。

(三)前測題

前測題為研究者自編之一步驟比較類的題目，因二步驟題目包含比較類題目及因比較類題目為兒童較難完成的題型等因素，所以選擇比較類的題型作為前測題，題型如下表：

表三 前測題題型

	參照量未知		被比較量未知	
	多	少	多	少
關係句在前	2	4	6	8
關係句在後	1	3	5	7

註：格內數字表示題號

如「哥哥有 10 元，哥哥比弟弟多 3 元，請問弟弟有幾元？」而言，它屬於參照量未知、比多、且關係句在後的題型。前測題經過指導教授及二位口試委員審閱，經過修改後即進行施測工作。

(四)數學測驗

1.數學測驗是由六題一步驟及八題二步驟

題目所組合而成的；一步驟題目的題型包括合併類、改變類、比較類等，二步驟題目的題型則由上述一步驟題型組成，包括「合併類+合併類」、「合併類+改變類」、「改變類+改變類」、及「比較類+合併類」共五類。各題結構如表四所示，題目請見附錄。

表四 數學測驗題目結構

題號	結構	運算方法	備註
第一題	合併	+	※
第二題	改變	-	※
第三題（找錢題）	合併+改變	(+、-) 或 (-、-)	
第四題	改變	+	※
第五題	改變	-	※
第六題（錢幣題）	改變+改變	(+、-)	
第七題（蘋果題）	比較	+	※
第八題（樹木題）	比較+合併	(+、+)	
第九題（金錢題）	比較	-	※
第十題（書本題）	比較+合併	(-、+)	
第十一題（公車題）	改變+改變	(-、-)	
第十二題（摸彩箱題）	合併+合併	(-、-) 或 (+、-)	
第十三題（樹葉題）	比較+合併	(-、+)	
第十四題（女生題）	比較+合併	(+、+)	

※該題是在前測題施測後，研究者再依組成二步驟題目的題型，補上之一步驟題

2. 數學測驗設計之初原為八題的二步驟題，係參考國小三年級數學課本，輔以相關文獻中所編製而成（蔣治邦，民 82；Quintero, 1984; Shalin, & Bee, 1985）；先經過三位專家審閱，修改後再請啟聰班兩位老師針對題目可讀性給予建議，並請一位二年級聽障生預試，針對其不懂的地方再行修正。

3. 因前測題內容僅含比較類的題型，且沒有一位受試在前測題中完全答對，因此再依據組成二步驟題目的題型，設計六題一步驟題，包括加入原二步驟題中，並請指導教授針對題目的可讀性給予建議，修改後重新安排題目的順序，即印製成最後施測的數學測驗版本。

4. 題目呈現有以下幾項原則：以注音呈現、題目中出現的人名因受試不同而有所差別。而為了資料撰寫的方便，將各題分別以簡單的名稱加以代表；如「甲買了一枝鉛筆 7 元和一塊橡皮擦 5 元，甲給老闆 50 元，請問老闆

要找給甲多少元？」就稱之為「找錢題」，詳細的題目及名稱對照請參考附錄。根據施測結果，五位受試在第一題、第二題、第四題及第五題等四題皆解題成功，因此在最後資料並不分析，也未給予任何的代名詞。

三、資料處理與分析

本研究以原案分析（protocol analysis）的方式來進行資料的處理，研究者依據 Mayer（1992）所提的解題四階段事先設計好問題，利用問答方式獲得受試解題的原案，將受試的解題情形錄影，由研究者將影帶中受試的解題行為轉錄為書面資料，之後根據受試在數學測驗的表現依事先設計的標準，將解題行為分類：問題轉譯、問題整合、解題計劃及監控、解題執行；分別比較受試在不同題型的表現差異，及不同受試在同一題型的表現差異，進而了解受試在數學測驗中的解題歷程及其中的錯誤類型。

結果與討論

一、五位受試的解題歷程

首先針對五位受試在不同題型的表現做一整理，如表五至表十。表五說明五位受試在各題的答題表現；表六至表十，則為各個受試在不同結構題目中各階段的表現，為方便對照類似結構題目的表現是否有所差異，因此將含有比較類和不含比較類題目分開來分析—先分析

二步驟不含比較類的題型（找錢題、摸彩箱題、錢幣題及公車題），再看比較類一步驟題（蘋果題及金錢題），最後則是分析含比較類的二步驟題型（樹木題、女生題、書本題及樹葉題），而非以題號順序加以說明。而表中次目標代表受試在二步驟題目中所列第一個式子的答案；列式指受試所列的式子；而總表現指的是受試最終解題成功或是失敗。

表五 受試數學測驗解題表現

題 號	小安	小齊	小宇	阿愷	小婷
第一題	○	○	○	○	○
第二題	○	○	○	○	○
第三題（找錢題）	○	○	○	×	○
第四題	○	○	○	○	○
第五題	○	○	○	○	○
第六題（錢幣題）	○	○	○	○	×
第七題（蘋果題）	×	×	×	○	×
第八題（樹木題）	×	×	×	×	×
第九題（金錢題）	○	×	×	○	×
第十題（書本題）	×	×	×	×	×
第十一題（公車題）	○	○	○	○	×
第十二題（摸彩箱題）	○	×	×	×	×
第十三題（樹葉題）	×	×	×	×	×
第十四題（女生題）	×	×	×	×	×

註：○代表答對，×則代表答錯

表六 小安在不同結構題目中各階段的表現

題目	階段 問題轉譯	問題整合	計劃與監控		解題執行	總表現
			次目標	列式		
找錢題	○	○	○	○	○	○
摸彩箱題	○	○	○	○	○	○
錢幣題	×	○	○	○	○	○
公車題	◎	○	○	○	○	○
蘋果題	×	○		○	○	×
金錢題	×	○		○	○	○

表六 小安在不同結構題目中各階段的表現 (續)

題目	階段 問題轉譯	問題整合	計劃與監控		解題執行	總表現
			次目標	列式		
樹木題	×	○	×	○	○	×
女生題	×	○	×	○	○	×
書本題	×	○	×	○	○	×
樹葉題	×	○	×	○	○	×

註：○代表完全答對，×則代表部分或全部答錯，◎表示部分數值解釋不清，\表示該題為一步驟題型，未合次目標

表七 小齊在不同結構題目中各階段的表現

題目	階段 問題轉譯	問題整合	計劃與監控		解題執行	總表現
			次目標	列式		
找錢題	○	○	○	○	○	○
摸彩箱題	×	○	×	○	○	×
錢幣題	◎	○	○	○	○	○
公車題	◎	○	○	○	○	○
蘋果題	×	○	\	○	○	×
金錢題	○	○	\	○	○	○
樹木題	×	○	×	○	○	×
女生題	×	○	×	○	×	×
書本題	×	○	×	○	○	×
樹葉題	×	○	×	○	○	×

註：各符號意義同表六

表八 小宇在不同結構題目中各階段的表現

題目	階段 問題轉譯	問題整合	計劃與監控		解題執行	總表現
			次目標	列式		
找錢題	◎	○	○	○	○	○
摸彩箱題	○	○	○	○	×	×
錢幣題	◎	○	○	○	○	○
公車題	◎	○	○	○	○	○
蘋果題	○	×	\	○	○	×
金錢題	○	○	\	○	○	○
樹木題	×	○	×	○	○	×
女生題	×	○	×	○	○	×
書本題	×	○	×	○	○	×
樹葉題	×	○	×	○	○	×

註：各符號意義同表六

表九 阿愷在不同結構題目中各階段的表現

題目	階段 問題轉譯	問題整合	計劃與監控		解題執行	總表現
			次目標	列式		
找錢題	×	○	○	○	○	×
摸彩箱題	×	○	○	○	○	×
錢幣題	◎	○	○	○	○	○
公車題	◎	○	○	○	○	○
蘋果題	×	○	\	○	○	○
金錢題	×	○	\	○	○	○
樹木題	×	○	×	○	○	×
女生題	×	○	×	○	○	×
書本題	×	○	×	○	○	×
樹葉題	×	○	×	○	○	×

註：各符號意義同表六

表十 小婷在不同結構題目中各階段的表現

題目	階段 問題轉譯	問題整合	計劃與監控		解題執行	總表現
			次目標	列式		
找錢題	×	○	?	○	○	○
摸彩箱題	×	?	○	○	○	×
錢幣題	×	×	×	○	○	×
公車題	×	×	×	○	○	×
蘋果題	○	×	\	○	○	×
金錢題	○	×	\	○	○	×
樹木題	×	○	×	○	×	×
女生題	×	○	×	○	○	×
書本題	×	○	×	○	○	×
樹葉題	×	○	×	○	○	×

註：各符號意義同表六，另，?代表兩層意義：一是錯誤回答，一是可能因語文表達能力受限而無法判定正確與否

綜合上述六表格，茲以題目結構之分類將結果分述於後：

1. 本研究主要的目的是在了解國小三年級聽障生在二步驟題的解題歷程，因此在題目中加入一步驟題以排除受試一步驟題表現對二步

驟題的影響；從表五可以得知，五位受試在第一、第二、第四及第五題的一步驟題皆解題正確。從題目類型來看，五位受試在合併類之總數未知及改變類之結果量未知表現最好，這和普通兒童的發展是相似的（蔣治邦、鍾思嘉，

民 80；Riley et al., 1988; Riley et al., 1983)。

2. 表六至表十中，『◎』代表受試對數值的解釋不清，但不表示其回答錯誤，例如以表六中小安表現，他對第一次計算後的數值 9 解釋為「9 是公車上有 12 個人，有 3 個人下車」，他並未直接說明 9 是 3 個人下車後車上剩下的人數，但他卻知道 9 是 12 個人，3 個人下車的結果，而非 5 個人下車的結果，由此可見小安並非不了解題意。『？』符號則代表兩層意義，只有小婷出現這種情形，如小婷在找錢題的表現；她未說出次目標的意義，只是將數字重複一次，因此無法確定她是錯誤理解或是因語文能力受限而無法回答。

3. 五位受試在第八、第十、第十三及第十四題表現最差，皆答錯，此四題的題目結構屬於「比較類+合併類」之兩步驟題。由表六至表十中可以發現，受試們在解題的第一關卡：「問題轉譯」就出現了困難，導致「計劃與監控」階段對次目標的設定也出現了錯誤。探究他們在問題轉譯發生的表現，可以發現他們對關係句的了解有困難，這符合聽障生對於比較句型較難理解的語言特質（翁素珍，民 78a；Mousley et al., 2001）；他們的錯誤類型包括三類：(1) 將差異量視為未知量，這和 Cummins (1991)、Mayer (1987)、Pau (1995)、周台傑與詹士宜 (民 82) 等人的發現一致；(2) 將最接近「多」的主詞視為比較多，施青豐 (民 88) 研究中的受試也有相同的表現；(3) 忽略關係句中的比較概念，也就是張蓓莉 (民 90) 所發現「不了解參照量為何」的情形。而他們在次目標錯誤型態有二類：一為關係句解釋正確，但仍以一步驟加以計算，忽略了其中隱含的次目標；二為將關係句中的差異量視為未知量，而使題目改寫為無次目標的問題。簡言之，從這四題题目的解題表現看來，五位受試解題失敗的原因來自於轉譯上的困難。

4. 由上述可知受試在「比較類+合併類」

的兩步驟題表現最差，但從受試在一步驟題的表現中得知，他們在合併類一步驟題解題是沒有困難的，如此是否表示受試在該組合的二步驟表現困難是源自於比較類一步驟呢？表六至表十中可以得知，受試們在第七題（蘋果題）和第九題（金錢題）的問題轉譯階段的表現有差異：小宇和小婷兩題皆正確，其餘三位則有一個或以上的錯誤。然而，卻可發現另一個有趣的現象：在其他階段表現皆正確的條件下，五位受試在轉譯的正確與否和解題成功之間的關聯性似乎不大；十個式子中，轉譯正確解題成功或是轉譯錯誤解題失敗各有兩個式子，而轉譯錯誤解題成功或是轉譯正確解題失敗則各有三個式子。從 Mayer (1992) 的解題觀點來看，解題成功的第一要件就是要轉譯正確，換言之，轉譯錯誤是會造成解題失敗的，因此第一種情形（即轉譯正確解題成功或是轉譯錯誤解題失敗）是符合 Mayer 觀點的。但，第二種情形（轉譯錯誤解題成功或是轉譯正確解題失敗）卻透露出和陳立倫 (民 89) 研究相同的訊息：兒童在解題時會傾向於直接利用策略（如關鍵字）來選取計算符號和運算數字解題，而不管該題真正的意義。另外，在轉譯錯誤（不論解題成功與否）的五個式子中，受試皆是將關係句中的差異量視為未知量；對於「比較類+合併類」二步驟的表現，關係句轉譯對受試們的困難是顯而易見的。

5. 在改變類二步驟題型（第六、第十一題），除小婷外，四位受試（八個式子）在問題轉譯階段或是解釋錯誤，或是其中一數值解釋模糊，但都不影響其解題的成功；他們的錯誤皆是對計算後的數值不了解或是不清楚。這或許是因為如 Mousley 等人 (2001) 所發現的情形一樣，當要聽障生說出其解題過程時，他們的回答並不完整。聽障生在計算上是沒有問題的（張蓓莉，民 90），因此在改變類二步驟题目中，受試們利用關鍵字策略再配合上正確

的計算結果，使得他們在解題上沒有遭遇到困難；然而，關鍵字策略並不是一個好的策略，儘管部分時候它可以帶給解題者解題上的成就，但卻無法提昇解題者的問題解決能力，因為它是在不完全了解題意下所進行的解題過程。另外，在解題過程中我們也發現了，除小婷外，其他四位受試皆是根據改變類中的動作線索，也就是指題目敘述中所出現的動詞（如給、用掉、下車等）來選擇運算的符號。而在找錢題中，也可以發現受試們利用動作線索（找給）解題的情形。

6. 第十二題（摸彩箱題）是屬於「合併類+合併類」的二步驟題；除了小安和小宇外，三位受試在問題轉譯上都出現了問題：小齊和阿愷對題目中「摸彩箱裡一共有 20 個球」理解有困難；小婷則只是利用題目中的關鍵字加以解題，對題目則是完全不瞭解。摸彩箱題屬於子集合未知的題型，要能解題成功還涉及受試是否具有「部分—整體」的概念（蔣治邦，民 82；蔣治邦、鍾嘉嘉，民 80；施青豐，民 88；Riley & Greeno, 1988; Riley et al., 1983）；根據 Riley 等人（1983, 1988）的發現，兒童若具備有「部分—整體」的概念，除了能解子集合未知的題目，也能解比較類被比較量未知的題目。對照於其他題目的表現，可以發現小安、小宇、小齊和阿愷是能夠掌握題目中各數量間

「部分—整體」的關係，顯示他們是具備這樣的概念的。但由整體的表現看來，除了小安和小宇兩人能成功解子集合未知的題目（摸彩箱題）外，其餘受試皆不能成功解子集合未知題目及被比較量未知題目（蘋果題）；由他們的表現看來，似乎並不能支持 Riley 等人的觀點—具有「部分—整體」的概念，就能解子集合未知及比較類被比較量未知的題目；另外，依據過去研究（陳立倫，民 89；蔣治邦、葉淑儀，民 84，引自蔣治邦，民 90），兒童可在未完全瞭解題意的情形下，選擇策略進行解題，而不需具備「部分—整體」概念。但 Mousley 等人（2001）與翁素珍（民 78）等人皆發現，聽障生對於比較句型較難理解，因此他們在被比較量未知題目時，即利用策略（關鍵字策略）加以解題，而非運用「部分—整體」概念。

7. 過程中，發現只有小婷對加減法有概念不清的現象：她將加法視為減少，減法視為增加。本研究發現並非所有受試皆具有加減法概念不清的困難，這結果和黃麗珠等人（民 90）的發現並不一致。

8. 關鍵字策略是受試們較常採用的策略，尤其在解含比較類的問題時。受試們所使用的關鍵字因題目不同而有所差異，茲將受試選用的關鍵字及運算法加以整理如表十一：

表十一 關鍵字及其對應之運算法

關鍵字	運算法
共有	加法
多	加法
用去、下車、找給	減法
比或是題目中的關係句	減法
幾個或是題目中的問句	減法
有	加法或是減法
又有	減法
又給	加法或是減法

上表中可以看出，受試似乎有其一套的對應法則：例如「共有」、「多」對應到加法；「用去」、「下車」對應到減法，這樣的對應法則有時可以解題成功，有時卻會失敗。以「共有」為例，受試們在合併類一步驟題皆因「共有」選擇加法而解題成功，但在比較類加上合併類的二步驟題中，卻因為「共有」直接利用加法運算，而忽略了題目中隱含的次目標。

9. 從回答問題的過程中，小齊、阿愷會出現不同的數值相同解釋，如小齊在蘋果題中將 2 解釋為「弟弟有幾顆」，而計算後的 3 也解釋為「弟弟有幾顆」；過程中未時時與題目敘

述相比對，因而產生解釋數值的意義和題目敘述不同的情形。從此可發現部份受試監控能力不佳，此與 Mousley 等人（1998）、張蓓莉（民 90）研究結果相符。

10. 而在計算部份，整體來看，五位受試的計算正確率為 95.7%；個別來看，小齊計算正確率為 92.3%，小宇和小婷為 92.9%，小安和阿愷則為 100%。不管從整體或是個別表現來看，計算錯誤並非受試解題的主要錯誤，此結果和張蓓莉（民 90）的發現類似。

11. 茲以下表統整受試在不同題型各階段的錯誤類型：

表十二 不同題型各階段的錯誤類型

題 型	階 段	錯誤類型
改變類一步驟	問題轉譯	1. 將關係中的差異量視為未知量。 2. 受新教課程影響，將比較類題目解釋為等量類題目。
	問題整合	對加減法皆有正確認識。
	解題計劃及監控	1. 將題目解釋為等量題而利用減法運算。 2. 固定減法策略。 3. 關鍵字策略。
	解題執行	計算皆正確。
比較類+合併類	問題轉譯	關係句解釋錯誤有：(1) 差異量視為未知量；(2) 按照題目敘述；(3) 將最接近差異量詞（多、少）的主詞視為比較多（少）。
	問題整合	正確。
	解題計劃及監控	1. 缺乏次目標。 2. 關鍵字策略。
	解題執行	1. 對位錯誤（ $12+6=78$ ）。 2. 數錯（ $7+5=13$ ）。
合併類+改變類	問題轉譯	依照題目中數字呈現的順序加以計算。
	問題整合	正確。
	解題計劃及監控	關鍵字策略。
	解題執行	正確。

表十二 不同題型各階段的錯誤類型

題 型	階 段	錯誤類型
合併類+合併類	問題轉譯	1. 部分語意理解困難（對題目中「摸彩箱裡一共有 20 個球」不了解，或是將其忽略，或是因「共有」將題目解釋為「白球為所有數量的總和」）。
		2. 轉譯不完整（指利用關鍵字解題，不管數值間的關係為何）。
	問題整合	正確。
	解題計劃及監控	關鍵字策略。
改變類+改變類	問題轉譯	轉譯不完整。
	問題整合	將加法視為減少，減法視為增加。
	解題計劃及監控	關鍵字策略。
	解題執行	忘了將借位後的數值放置答案處（ $20-8=2$ ）。

結論與建議

一、結論

本研究只針對臺北縣市啓聰資源班三年級重度（以上）聽覺障礙且有意願的學生，樣本選取上並非隨機，研究結果只能代表這幾位聽障生的解題歷程。本研究係依據 Mayer (1992) 所提出的解題步驟來檢視國小三年級聽障生在文字題的解題歷程，然，因施測題目較為簡單，受試解題時可能未完全經歷 Mayer 模式中的各個步驟，但因研究設計上，受試皆須回答事前設計好的問題，因而有可能違背受試原本的解題歷程。由於 Mayer 不僅對數學解題提出清楚的解題階段，更描述了各階段所需運用的知識類型及技巧，因此可藉由 Mayer 所提之解題階段來分析聽障生的解題歷程及可能發生的錯誤類型；從本研究受試解題表現發現，當他們解題成功不見得是對題目正確的了解，而有可能是因所選擇的策略和正確的運算相同導致的巧合；因此唯有對其解題過程加以抽絲剝繭地探究，才能了解聽障生在文字題解題可能會遭遇的問題。本研究獲得的結論敘述

如後：

(一) 各受試者的解題表現

將五位受試在兩題一步驟及八題二步驟文字題表現整理如下：

1. 小安

錢幣題將答案解釋「老闆找的錢」，公車題對次目標及答案解釋不清，比較類問題中，他將關係句中的差異量視為未知量，且因當時課程的影響而將一步驟比較類問題解釋為等量—即「A 還要多少才會和 B 一樣多」的問題。使用的策略上，在非比較類二步驟題目上，小安較傾向使用問題模式的策略；在比較類題目中則傾向使用關鍵字策略。小安解題失敗源自於問題轉譯階段的錯誤。

2. 小齊

摸彩箱題中忽視「摸彩箱裡一共有 20 個球」的解題條件，將題目解釋為「白球的數量是紅球和藍球的差數」；在錢幣題及公車題對次目標解釋不清，其餘數值皆解釋正確。對關係句中的比較概念及其中的參照量並不瞭解。使用的策略上，在非比較類二步驟題目中，較傾向使用問題模式的策略；在比較類題目中則

傾向使用關鍵字策略。在解法策略的運用上，加法時利用數數策略，減法利用往後數了策略。小齊解題失敗大多源自於問題轉譯階段的錯誤，另外，他對數字概算能力不佳及缺乏對計算過程的監控也影響他在解題的表現。

3. 小宇

非比較類二步驟題中對次目標及答案皆解釋為「答案」，比較類題目中，儘管他皆能正確說出數值的意義，但由他所用的解題策略——固定減法策略及關鍵字策略來看，他顯然忽略了關係句中所意涵的比較概念及不瞭解其中的參照量，較傾向於數字操弄的情形。使用的策略上，在非比較類二步驟題目較傾向使用問題模式的策略，在比較類題目中則使用固定減法策略及關鍵字策略。小宇解題錯誤的原因有二：一是問題轉譯的錯誤，一是計算上的錯誤。

4. 阿愷

找錢題解釋為「所有的錢都是要給老闆的錢」而依照數字出現順序加以計算；摸彩箱題誤解為「白球是所有數量的總合」；在錢幣題及公車題中，他能利用題目中的動作線索加以解題，但卻受限於表達能力不佳，而無法清楚說明次目標的意義；比較類題目中，將關係句做多樣的解釋：將差異量視為未知量，或是將最接近「多」的主詞視為比較多。使用關鍵字策略，但其關鍵字卻是非常多樣的，並無一致的情形，因此解題成功與否並不一定。解法策略部分，加法時利用數數策略，減法時利用分解策略。從各階段的表現看來，阿愷解題失敗的原因來自於對問題錯誤的轉譯。

5. 小婷

在關係句及次目標的解釋錯誤，對關係句的解釋型態有三種：將差異量視為未知量，按照原題解釋，將最接近「多」的主詞視為比較多。由其解題過程中，她忽略了題目中各集合的意義及彼此之間的關係，只是選擇關鍵字及

數字加以運算。從和研究者的對談中也發現小婷對於加減法概念有錯誤的情形：加法視為減少，減法視為增加。小婷解題失敗的原因有二：一是對題目錯誤理解，一是對加減法的概念不清。

由上述五位受試解題表現的說明，可以瞭解受試解題失敗的原因大多來自於問題轉譯上的錯誤，除外，對加減法概念認識不清、計算錯誤、對數字的概算能力不佳，或是缺乏過程的監控，也都是影響解題的因素之一。綜合五位受試的表現中出現了：在比較題中，將關係句「將最接近多的主詞視為比較多」的錯誤；對加減法概念不清；及不一致解題表現所呈現能力不穩的現象等情形，是和一般學生較為不同的地方，其餘表現則和一般學生差異不大。

(二) 受試間的錯誤型態

歸納整理五位受試解題歷程錯誤類型有：

1. 問題轉譯階段：

(1) 依題意理解困難的整體性來區分

a. 整體語意理解困難：包括轉譯不完整、以新學的概念來解釋已學過的概念、依照題目呈現的順序來計算。

b. 部分語意理解困難。

(2) 依題意理解困難的句型來區分：關係句的理解困難，又可將其錯誤類型分為：差異量視為未知量、將最接近「多」的主詞視為比較多、忽略關係句中的比較概念。

2. 問題整合階段：加減法概念不清，五位受試中只有小婷出現這樣的錯誤，此結果和黃麗珠等人（民 90）的發現並不一致。

3. 解題計畫及監控：

(1) 監控能力差：受試解題過程會將不同數值賦予相同的意義，或是所解釋的數值和題目敘述並不相同，或是計算出來的數字過大。

(2) 關鍵字策略解題：在含比較類的題目五位受試皆使用此種策略，而小婷則是不分何種題目皆使用此策略。

4. 解題執行：計算錯誤，包括對位錯誤；數錯；忘了將借位後的數值放置答案處。

二、建議

(一) 數學應用題教學方面

1. 五位受試中，幾乎每一個受試都有使用關鍵字策略，但由文獻中得知 (Hegarty et al., 1995)，關鍵字策略並不是一個好的策略，受試對題意並未真正瞭解，而只是數字的操弄。因此儘管文字題對兒童顯得較為困難，尤其聽障生對於這類題目更是排斥，教師或是家長不可爲了提高答題的正確率，而忽略了對題目的真正瞭解。

2. 從受試在解題過程的表現，發現他們缺乏監控的能力，因而使其出現數值解釋或是計算上的錯誤；因此在文字題的教學時，可以藉著讓學生學習如何回顧問題，讓學生承擔起檢查的責任。

3. 施測過程中發現受試對二步驟中的次目標說明不清，因此在教學上可以藉由讓兒童對題目的重述以及對每一個數值的解釋來瞭解他們對題目的瞭解程度；並且藉由對數值的解釋讓兒童瞭解文字題不是數字的操弄而已。

4. 從受試的表現可以發現他們的解題成功不見得是對題目正確的瞭解，而有可能是因所選擇的策略和正確的運算相同而導致的巧合；因此教師在進行文字題的教學時，不能只以答對或是答錯作爲唯一的評斷標準。本研究利用臨床晤談法及原案分析的方式深入探究聽障生的解題歷程，不僅可以詳細瞭解他們是如何解題，更能分析其錯誤的型態，有利教師在教學上的改進。

(二) 未來研究建議

1. 由於此次對策略知識只定義在：「列出算式及說出次目標」，焦點擺在解題策略的探討，而未對解題時所採用的解法策略進行討論，只是記錄從錄影帶中觀察到的訊息，因此建議未來可針對聽障生在文字題使用的解法策

略進行更深入的探討。

2. 從研究中發現，聽障生加減法概念不清等情形是需要進一步探究的。建議未來可針對其概念進行深入的探討。

3. 研究過程中發現，當研究者要求受試針對題意畫圖時，有的受試直接表明「不會畫」。這或許是因為教學過程中教師並未指導學生如何利用畫圖來表徵題意，建議可針對此部份進行探討。

參考書目

一、中文部分

王瑋樺 (民 90)：國小三年級數學學習障礙學生加法文字題解題歷程與補救教學之研究。國立屏東師範學院數理教育研究所碩士論文 (未出版)。

古明峰 (民 86)：加減法應用問題語文知識對問題難度之影響暨動態評量在應用問題之學習與遷移歷程上研究。國立臺灣師範大學教育心理與輔導研究所博士論文 (未出版)。

呂玉琴 (民 86)：國小低年級學生對加減文字題的了解。中華民國第 13 屆科學教育學術研討會會議手冊及短篇論文集編。

李俐麗 (民 88)：探討從基模的層面評估中小數學資優生的數學解題能力。國立臺灣師範大學科學教育研究所碩士論文 (未出版)。

邱上真、王惠川、朱婉艷、沈明錦 (民 81)：國小中年級數解題歷程導向之評量。特殊教育與復健學報，2，235-271。

周台傑、詹士宜 (民 82)：國中智能不足學生數學應用問題解題歷程研究。特殊教育與復健學報，3，179-215。

林清山譯 (民 82)：教育心理學—認知取向。臺北：遠流。

- 林清山、張景媛（民 82）：國中生後設認知、動機信念與數學解題策略之關係研究。**教育心理學報**，26，53-74。
- 林寶貴、李真賢（民 76）：聽覺障礙學生國語文能力之研究。**教育學院學報**，12，1-27。
- 林寶貴、李如鵬（民 79）：聽覺障礙學生數學能力測驗之編製及其相關因素之研究。國立彰化師範大學特殊教育研究所碩士論文（未出版）。
- 林寶貴、綺寶香（民 80）：高職階段聽覺障礙學生國語文與數學能力之研究。**特殊教育研究學刊**，7，109-127。
- 洪美連（民 84）：國小聽覺障礙學生數學口語應用問題教學效果之實驗研究。國立臺灣師範大學特殊教育研究所碩士論文（未出版）。
- 施青豐（民 88）：認知解題策略教學對解題困難聽覺障礙學生解題成效之研究。國立臺灣師範大學特殊教育研究所碩士論文（未出版）。
- 翁素珍（民 78a）：國小聽覺障礙學生數學學習困難之調查。特教園丁，4(4)，36-39。
- 翁素珍（民 78b）：國小六年級聽覺障礙學生數學能力之分析。國立彰化師範大學特殊教育研究所碩士論文（未出版）。
- 翁嘉英（民 77）：國小兒童解數學應用問題的認知歷程。國立臺灣大學心理學研究所碩士論文（未出版）。
- 陳立倫（民 89）：兒童解答數學文字題的認知歷程。國立中正大學心理學研究所碩士論文（未出版）。
- 教育部（民 82）：國民小學課程標準。
- 教育部（民 89）：國民中小學九年一貫課程暫行綱要。Retrieved from <http://teach.eje.edu.tw> (9/18/2001)。
- 張蓓莉（民 76）：回歸主流聽覺障礙學生語文能力之研究。**特殊教育研究學刊**，3，119-134。
- 張蓓莉（民 78）：聽覺障礙學生之語言能力研究。**特殊教育研究學刊**，5，165-204。
- 張蓓莉（民 80）：國小聽覺障礙學生句型理解能力之研究。**特殊教育研究學刊**，7，87-108。
- 張蓓莉（民 83）：臺灣地區聽覺障礙學生句型理解能力。**特殊教育研究學刊**，10，209-227。
- 張蓓莉（民 90）：國小階段聽覺障礙學生數學學習資料庫及建構式教學效果之研究第一年研究報告。行政院國家科學委員會專題研究計劃成果報告（未出版）。
- 黃麗珠、張沛雯、黃桂君（民 90）：聽覺障礙學生數學應用問題動態評量模式之初步建立。**特殊教育與復建學報**，9，71-100。
- 葉雪梅（民 79）：國小兒童對「比較」類應用問題的解題行為。國立政治大學教育研究所碩士論文（未出版）。
- 蔣治邦（民 82）：中年級學童解決加減文字題能力之探討：多餘資訊與兩步驟問題。**科學教育學刊**，1，189-212。
- 蔣治邦（民 90）：中年級學童「部分—全體」運思的發展：文字題選圖與解題作業表現的差異。**中華心理學刊**，43，239-254。
- 蔣治邦、鍾思嘉（民 80）：低年級學童加減概念的發展。**教育心理與研究**，14，35-68。
- 蔡宗玫（民 84）：國小數學學習障礙學生應用問題解題之研究。國立彰化師範大學特殊教育研究所碩士論文（未出版）。
- 臺灣省政府教育廳（民 88）：臺灣省國民中小學啟聰班教育概況。臺南：臺南啟聰學校。
- 劉錫麟（民 82）：國小高年級學生數學解題歷程及其相關因素的研究。**花蓮師院學報**，3，1-90。

鄭昭明 (民 82) : 認知心理學。臺北: 桂冠。
 盧台華 (民 84) : 身心障礙學生數學能力之比較研究。特殊教育研究學刊, 12, 25-50。
 閻育蘇譯 (民 88) : 怎樣解題。臺北: 九章。
 蘇芳柳、張蓓莉 (民 86) : 臺灣地區啟聰教育研究之回顧。載於 1997 年海峽兩岸特殊教育學術研討會論文彙編, (160-186)。臺北: 國立臺灣師範大學特殊教育系。

二、英文部分

- Cummins, D. D. (1991). Children's interpretations of arithmetic word problems. *Cognition and Instruction, 8*, 261-289.
- 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*, 61-68.
- Donahue, G. M. (1982). Problem-solving strategies used by elementary school children in solving routine and non-routine word problems in mathematics. (Doctoral Dissertation, New York University.) University Microfilms International.
- Fan, N., Muller, J. H., & Marini, A. E. (1994). Solving difference problems: Wording primes coordination. *Cognition and Instruction, 12*, 355-369.
- Frosted, P. (1999). Deaf children's use of cognitive in simple arithmetic problems. *Educational Studies in Mathematics, 40*, 129-153.
- Geary, G. C. (1994). *Children's Mathematical development: Research and practical applications*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Hayes, P., & Arnold, P. (1992). Is hearing-impaired children's reading delayed or different? *Journal of Research in Reading, 15*, 104-116.
- Hegarty, M., Mayer, R. E., & Green, C. E. (1992). Comprehension of arithmetic word problems: Evidence from students' eye fixation. *Journal of Educational Psychology, 84*, 76-84.
- Hegarty, M., Mayer, R. E., & Monk, C. A. (1995). Comprehension of arithmetic word problems: A comparison of successful and unsuccessful problem solvers. *Journal of Educational Psychology, 87*, 18-32.
- Jitendra, A. K., & Kameenui, E. J. (1996). Experts' and novices' error patterns in solving part-whole mathematical word problems. *Journal of Educational Research, 90*, 42-52.
- Lewis, A. B., & Mayer, R. E. (1987). Students' miscomprehension of relational statements in arithmetic word problems. *Journal of Educational Psychology, 79*, 363-371.
- Loeterman, M., Paul, P. V., & Donahue, S. (2002). *Reading and deaf children*. Available: <http://www.ebscohost.com> (4/23/2002).
- Mayer, R. E. (1992). Thinking, problem solving, cognition. (2nd ed.). New York: W. H. Freeman and Company.
- Miller, P. F. (2000). Syntactic and semantic processing in Hebrew readers with prelingual deafness. *American Annals of the Deaf, 145*, 436-451.
- Mousley, K., & Kelly, R. R. (1998). Problem solving strategies for teaching Mathematics to deaf students. *Ameri-*

- can Annals of the deaf*, 143, 325-336.
- Mousley, K., & Kelly, R. R. (1999). *Deaf and hearing students' transfer and application of skill in math problem solving*. (ERIC Document Reproduction Service NO. ED 440 501).
- Mousley, K., & Kelly, R. R. (2001). Solving word problems: More than reading issues for deaf children. *American Annals of the deaf*, 146, 251-262.
- Muth, K. D. (1984). Solving arithmetic word problems: Role of reading and computational skills. *Journal of Educational Psychology*, 76, 205-210.
- Mwangi, W., & Sweller, J. (1998). Learning to solve compare word problems: The effect of example format and generating self-explanations. *Cognition and Instruction*, 16, 173-199.
- NCTM (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Available: [Http://standards.nctm.org](http://standards.nctm.org) (10/17/2001).
- Paul, P. V. (1993). Toward an understanding of deafness and reading. *Bulletin of Special Education and Rehabilitation*, 3, 117-129.
- Paul, P. V. (1998). Reading for students with hearing impairment: Research review and implications. *The Volta Review*, 99(2), 73-87.
- Pau, C. S. (1995). The deaf child and solving problems of arithmetic. *Annals of the Deaf*, 140, 287-290.
- Quigley, S. P., Power, D. J., & Steinkamp, M. W. (1977). The language structure of deaf children. *The Volta Review*, 79, 73-84.
- Quintero, A. H. (1984). *Children's difficulties with two-step word problems*. (ERIC Document Reproduction Service NO. ED 242 535).
- Reed, S. K. (1999). *Word problems: Research and curriculum reform*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Riley, M. S., Greeno, J. G., & Heller, J. I. (1983). Development of children's problem-solving ability in arithmetic. In H. P. Ginsburg (Ed.) *The development of mathematical thinking*. Orlando, F. L.: Academic.
- Riley, M. S., & Greeno, J. G. (1988). Developmental analysis of understanding language about quantities and of solving problems. *Cognition and Instruction*, 5, 49-101.
- Shalin, V. L., & Bee, N. V. (1985). *Structural differences between two-step word problems*. (ERIC Document Reproduction Service NO. ED 259 949).
- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. San Diego: Academic Press.
- Verschaffel, L., De Corte, E. & Pauwels, A. (1992). Solving compare problems: An eye movement test of Lewis and Mayer's consistency hypothesis. *Journal of Educational Psychology*, 84, 85-94.

附錄 數學測驗題目

名 稱	題 目
	1. 我有 8 枝鉛筆，甲有 3 枝鉛筆，請問我和甲共有幾枝鉛筆？
	2. 可樂一瓶 25 元，甲買了一瓶可樂，他給老闆 100 元，請問老闆要找給甲多少元？
找錢題	3. 甲買了一枝鉛筆 7 元和一塊橡皮擦 5 元，甲給老闆 50 元，請問老闆要找給甲多少元？
	4. 乙有 8 隻蠶寶寶，老師又給乙 6 隻，請問乙現在有幾隻蠶寶寶？
	5. 我有 20 塊蛋糕，吃掉了 4 塊，請問我現在有幾塊蛋糕？
錢幣題	6. 乙有 15 元，媽媽又給乙 20 元，乙買了一把尺用去 10 元，請問乙現在還有多少元？
蘋果題	7. 我有 5 顆蘋果，弟弟比我多 2 顆，請問弟弟有幾顆蘋果？
樹木題	8. 甲地有 5 棵樹，乙地比甲多 7 棵樹，請問甲乙兩地有幾棵樹？
金錢題	9. 甲有 20 元，甲比乙多 8 元，請問乙有多少元？
書本題	10. 哥哥有 8 本書，哥哥比我多 3 本，請問哥哥和我共有幾本書？
公車題	11. 公車上有 12 個人，到臺北車站有 3 人下車，沒有人上車，到中正紀念堂又有 5 個人下車，沒有人上車，請問現在車上有幾個人？
摸彩箱題	12. 摸彩箱裡一共有 20 個球，紅球有 8 個，藍球有 6 個，其他是白球，請問白球有幾個？
樹葉題	13. 甲撿了 25 片葉子，甲的葉子比乙多 5 片，請問甲和乙總共撿了幾片葉子？
女生題	14. 三年甲班有 12 個女生，乙班比甲班多了 6 個女生，請問甲乙兩班總共有多少個女生？

THE PROBLEM-SOLVING PROCESS IN MATH OF ELEMENTARY HEARING-IMPAIRED STUDENTS

Min-Mei Chen

Bey-Lih Chang

Fu-Ying Junior High School

National Taiwan Normal University

ABSTRACT

The purposes of this study were to explore the problem-solving process of hearing-impaired students in solving one-step and two-step word problems and to analyze the errors in different types of problems among five subjects. The data were analyzed with the four problem-solving stages proposed by Mayer (1992). The Math Test edited by the researchers was as research material, and the semantic structures included were combine, change, and compare structure; the two-step problems were made of any two structures of the above.

Five third grade hearing-impaired students, who were with severe hearing loss and normal intelligence without any other disorders, were selected from the three elementary schools in Taipei area as subjects of this research. Clinical interviews and protocol methods were employed to understand the problem-solving process of these five subjects. The main findings of this study were as follows: 1. The mistakes subjects made in the problem-solving process were: 1.1) Translation stage: a.) Incomplete translation; b.) Usage of the learned concept to explain the new concept; c.) To calculate in the order of the numbers given in the problem ; d.) Difficulty in understanding some part of the problem; e.) Hard to realize relation sentences. 1.2) Integration stage: misunderstanding of the concept of addition and subtraction. 1.3) Planning and monitoring stage: less ability to monitor the process, the tendency of using keyword strategy. 1.4) Execution stage: computation errors. Main difficulties in problem solving were in the stage of problem translation for the subjects. 2. Only one subject misunderstood the concept of addition and subtraction; the strategies subjects used were alike as that of the hearing children; the computation errors were not the principal errors for the subjects of the research. 3. Five subjects did worse in the compare problems, but did better in the change problems.

Key words: hearing-impaired, word problem, problem solving process