

數學文本閱讀理解相關因素探討 及其模式建立之研究 ～以角度單元為例

秦麗花 邱上真

國立高雄師範大學

摘 要

本研究目的在探討數學閱讀的內涵及其理解模式，研究者以文獻探討與先導研究做為基礎，用國小四年級數學「角度」為素材，以高雄市336位學生進行調查，研究顯示：

數學閱讀有特定的學科閱讀技能，包含數學先備知識、數學圖示理解、數學詞彙符號理解、和數學作圖程序理解。在本研究中，以認知因素為主的數學閱讀理解模式，除學科特定閱讀技能外，尚包含一般語文理解與數學閱讀背景知識，其模式適合度與簡約性都很適切。

根據結論，分別對學科閱讀模式建立和實務教師提供建議。

關鍵詞：數學閱讀理解模式、數學閱讀特殊技能、

壹、緒論

一、研究緣起

閱讀已成為國民教育的能力指標之一(教育部, 2001), 因為閱讀具有廣泛性的功能, 包括訊息的獲取、職場上的需求、娛樂的功能和環境引導上的意義(Goodman, 1996, 引自洪月汝, 1996), 所以閱讀不應祇是一般語文閱讀而已, 尚包括其他學科閱讀(content-area reading)能力的提升。

從九年一貫的能力指標來看(教育部, 2001), 其語文能力指標之一是引導兒童掌握不同文體, 擴充閱讀範圍(能力指標E-2-4), 並且應用教材的不同閱讀策略, 增進閱讀能力(能力指標E-2-5), 進而將閱讀的內容加以統整, 並養成主動思考、探索、轉化為日常生活解決問題的能力(能力指標E-3-7), 因此要發揮以語文閱讀為基礎的各項閱讀能力, 包括數學閱讀技巧、科技閱讀技巧等。

Olson 和 Gee(1991)認為以教科書來學習閱讀技能, 可經由多次的學習經驗, 建立起基本的文本學習架構和習慣, 因為每個學生都有教科書, 而且有不同文體的教科書, 若經由不同學科的閱讀指導習得這些能力, 不僅有助學生面對未來教科書的閱讀學習, 也是達成終身學習的重要目標。

根據Woodward 和 Elliott(1990)針對青少年的研究, 發現有67%到90%的學生並不能理解教科書的結構, 因此Jacobson (1998)主張四至十二年級的老師, 必須具有學科內容領域知識, 和瞭解如何協助學生從教科書閱讀中獲得有效學習策略的能力, 所以Flood 和 Lapp(1987)認為學科閱讀指導是滿足學習者需求的最直接方式。

另一個很重要的因素, 是教科書包含很多專門術語和新的概念, 這些詞彙包括專門的詞彙(technical vocabulary)、特殊的詞彙(special

vocabulary)、不熟悉的詞彙(unfamiliar words)、和代詞(anaphora)(Jacobson, 1998), 因而使簡單易懂的教科書撰寫變得不容易, 畢竟教科書的閱讀與書寫是一種溝通的歷程(Mckenna & Robinson, 2002)。在這溝通的歷程中, 教科書撰寫者要以有限的文字編碼, 來傳達所要溝通的概念, 而閱讀者則以其先備經驗來解讀教科書的內涵, 進而重整其意義, 在這歷程中, 概念的轉變與否, 與學生、教材和老師都有密切的關係(Vacca & Vacca, 2002)。

Mckenna 和 Robinson(2002)歸納學科閱讀指導包含三種主要的認知技能: 一是一般讀寫技巧(general literacy skills); 二是學科的先備知識(prior knowledge of content); 三是學科特殊的讀寫技巧(content-specific literacy skills)。因此學科的閱讀確實有不同於一般閱讀的地方, 它不祇需要一般的讀寫技巧, 也要具備學科的基本先備知識, 更要具備某一學科的特殊閱讀技巧, 如讀地理, 閱讀地圖便是一種地理科特殊的閱讀技巧(張新仁、邱上真, 1992), 那數學科的特殊閱讀技巧是什麼? 值得探究。

數學不祇是一種溝通語言, 更是所有科學---自然科學、社會科學、管理科學的工具與語言, 數學語言具有精確性的特質(Astrid, 1994), 邵光華(2002)認為數學文本閱讀如同一般閱讀過程一樣, 是個完整的心理活動, 包含語言符號(文字、符號、術語、公式、圖表)的感知與認識, 新概念的同化與調適, 閱讀材料的理解與記憶等各種心理活動, 同時, 它也是一個不斷假設、證明、想像和推理的心理認知歷程, 這種數學語言的符號化、邏輯化及嚴謹性、抽象性的特點, 便構成了數學文本閱讀的特殊性。

邱上真、洪碧霞(1998)認為閱讀是個相當複雜的認知活動, 若要精確的評量一個人的閱讀技能, 一定要對該學科學習的子技能有所了解。但國內外對於數學閱讀理解的成份, 都只

停留於討論與探索階段(李自成, 2002; 陳美芳, 2000; Cloer, 1981; Astrid, 1994), 有的學者從數學語言的特殊性、數學詞彙的精確性來談數學閱讀指導的要點(Adler, 1991; Astrid, 1994); 有的主張從操作經驗的提升來促進閱讀理解(海曙區教育局, 2003; Krygowska, 引自 Astrid, 1994); 有的從實務教學經驗談數學閱讀的理解要重引言、公式、定理、例題的閱讀(Jiang, 2003), 但研究者從這些文獻的回顧中, 發現對於數學閱讀成份的探索都是片面的、局部的, 很難對數學閱讀理解建立鉅觀的視野, 因而著手進行數學文本閱讀的先導研究。

研究者對三、四、五年級六位不同語文與數學程度兒童, 進行數學文本閱讀理解先導研究的測試, 發現學生對於數學文本有很多閱讀理解上困難, 這些困難與下列幾項能力有關: (1)該單元的先備知識; (2)對數學語詞符號的概念理解; (3)閱讀課文圖示理解的能力; (4)依說明操作的能力; (5)一般語文閱讀理解能力。研究者懷疑這些是否為數學文本閱讀理解所必須具備的技能? 如果這些是學生數學閱讀的子技能, 其與數學成就是否有關? 學生在這些子技能的表現為何? 這些是研究者想進一步探討的基礎。

本研究選擇以角度單元做為研究, 是因為實務教學中, 發現學生在這個單元中有很多的迷思概念產生, 根據 Clement 和 Battista(1992)認為幾何提供我們去解釋與反應外在物理環境的一種方法, 是學習數學與其他科學題材的一種工具。若兒童對於某一幾何的初始概念不清, 會影響其以後的學習(張英傑, 2001)。

其中角度單元這一個主題, 它涉及圖形空間概念, 和量的實測操作能力, 因而成為數學幾何領域中一個很核心的概念, 幾乎所有的幾何知識都必需涉及角的概念理解與測量。角度單元在三、四年級是第一次從靜態的圖形角到

動態的旋轉角認識(朱建正, 民2002; 劉好, 1999; ; Close, 1982), 這初始概念學習不清, 會影響其後續的學習, 加上角的概念涉及生活詞彙(柯慶輝, 2000; Magina, 1994)。研究者以這單元來探討影響兒童數學閱讀的相關因素, 進而建立數學閱讀理解的模式, 以做為學術界探討數學閱讀的基礎, 也可作為實務教師教學介入的參考。

二、研究目的

根據上述研究動機, 本研究採用Mckenna和Robinson(2002)所提學科閱讀的三種主要技能(一般讀寫技巧、學科的先備知識、學科特殊的技巧)為核心, 以國小四年級學生為對象, 探討數學文本閱讀理解的特殊技能, 進行數學文本閱讀技能的調查, 進而建立數學文本閱讀理解的模式, 具體的目的有三:

(一)以文獻探討和先導研究為基礎, 編製數學閱讀的特殊技能測驗(包括數學圖示閱讀理解測驗、數學詞彙與符號理解測驗、數學作圖程序理解實作測驗和數學圖形和空間能力測驗), 調查學生數學成就與這些特殊技能上的關聯性, 及其構念效度的適切性。

(二)根據數學文本閱讀的特殊性, 編製數學文本閱讀理解測驗、語文理解測驗、數學閱讀背景知識測驗, 探討學生在數學閱讀理解上的表現與其相關因素。

(三)應用上述測驗統計分析, 建立數學文本閱讀理解的模式, 並討論其適切性。

三、名詞釋義

(一) 數學文本

數學文本是指以書面呈現數學概念學習的印刷資料, 包含教科書、參考書、習作等, 本研究所指的數學文本是以小學生常用的教科書為主, 為平衡教學與版本間的差異, 研究者組

合不同出版社角度內容為範圍，根據四年級學生應有的認知程度，組成一單元的「角度」教材，有90%尊重各出版社原有的設計，有10%是是為了教材概念連結，和版本間的文字差異做調整。

(二)「角度」單元

本研究所指的角度，是根據教育部國民小學課程標準(1993)與國民中小學九年一貫課程綱要(2001)能力指標，各出版社所編輯三、四年級教科書中，有關旋轉角的認識、比較與測量為範圍。包括從圖形角、張開角到旋轉角，旋轉角的構成要素與命名，角的大小比較、應用量角器測量角和畫出指定角，還有360度以內角的認識等。

(三)數學閱讀理解

數學閱讀理解是指學生在與數學教科書接觸時，能應用其先備知識和早期閱讀指導中所發展的技能與策略，協助其閱讀前做預測，在閱讀中和閱讀後建構文本的意義，而達成文本的理解，本研究根據研究者所組合的數學文本，設計一份數學文本閱讀理解測驗，以了解兒童對文本閱讀的理解程度，兒童得分越高，表示其文本閱讀理解能力越強。

(四)數學閱讀理解特殊技能

本研究以Mckenna 和Robinson(2002)所提學科閱讀需要該學科的閱讀特殊技能，在本研究中數學特殊技能，根據文獻探討與研究者的先導研究，發現有四種重要的技能：一是數學圖示閱讀理解；二是數學語彙及符號理解；三是作圖程序理解，四是本單元學習前的先備知識，本研究以「數學圖形空間能力」為代表，研究者根據這四個特殊技能，分別編擬四個測驗，測驗分數越高，表示其數學閱讀理解的特殊技能越強。

(五)數學成就

本研究所指的數學成就是指兒童某一次月考成績為主(因本研究施測測驗達六七種，為避

免學生過於疲憊所採取的應變措施)，以某一學校91學年度下學期第一次月考成績做分析，該次月考範圍共四個單元，分別是「整數的四則運算」、「長方體與正方體」、「數列」和「整數的乘法」，選擇這次月考成績，是因為上述四個單元比率合乎一般數學學習的向度，包含『數與量』、『圖形與空間』、和『連結』，可代表學生一般的數學成就。

(六)數學閱讀背景知識

數學閱讀背景知識，基本上是指較為廣泛的有關數學閱讀的知識，這知識包括對數學不同領域某些概念的理解與分類，本研究以學生在數學文本閱讀理解測驗閱讀前，預測有關「角度」單元的可能詞彙，請學生就25個數學詞彙中，預測哪8個詞彙最有可能在這單元中出現，預測正確性越高，表示其數學閱讀的背景知識越好，反之，數學閱讀的背景知識越弱。

四、研究限制

本研究以數學閱讀理解為核心，探討數學閱讀相關的個人認知技能，因受限於個人時間與資源，有一些研究上的限制，包括：

(一)研究內涵未涵蓋所有閱讀理解的層面

從Idol(1985)整合閱讀理解的相關研究變項來說，閱讀理解包涵多向度的問題，包括學生的問題、文本的問題、教師教學的問題和注意力等問題。單就學生的問題而言，閱讀理解不僅涉及個人的認知層面，也包含外在的社會層面，更受到一種隱性文化層面的影響，但在本研究中，未能涵蓋不同層面的討論，如閱讀情境和社會文化因素對閱讀理解的影響等。

(二)數學閱讀理解教材只限於某一特定單元領域

數學先備知識對數學閱讀理解有很大的關係，但在數學領域中，不同單元所需的先備知識不同，兒童在不同領域內會有發展上的差異，不能用一個籠統的先備知識來涵蓋，在本

研究中發現，以角度為單元的研究，語文理解的影響力不大，但對於以計算、應用題為主的單元，可能因為涉及更多語意理解的問題，而與語文理解的相關可能會有一些比重上的調整。

(三) 在研究群體方面會有區域性與年齡上的限制

在研究群體方面的限制，可分兩方面來討論，就地域而言，本研究限於經費與人力，只以高雄市四年級學生為母群體，就以往學術界對不同區域研究結果發現(吳裕益、洪碧霞，1996)，在不同測驗表現上，台北市群體比高雄市群體多半個標準差，高雄市群體又比臺灣省多半個標準差，所以就地域而言，可能有其推估上的限制，另一方面，數學閱讀理解技能在不同年齡群體推估上亦有限制，因為國小階段數學文本多樣化的圖示是其特色，但隨著年齡增加，如國中生或高中生的數學文本圖示複雜度不同，可能其變項間的相互關係會有所調整。

貳、文獻探討

一、數學閱讀理解成份探討的目的

閱讀是人類獨特而複雜的一項認知活動，邱上真、洪碧霞(1998)引用Wiederholt和 Bryant (1987)的看法，認為閱讀是指對文字系統中的詞彙、句子、段落以及全篇文章的理解，因為它是一種複雜的認知活動，又是學校學習成功的一項重要預測指標(The love of reading start at home, 2001)，因此很多教育工作者都希望對閱讀的認知歷程做一剖析，以掌握閱讀理解需包含哪些重要成分，以作為診斷、評量、教材設計與教學的依據。

而一般教室中的數學課程，大都討論數學在講什麼(what)，講求數學概念的理解，但數學閱讀則強調數學文本如何說明概念(how)，

Esty(2003)認為數學語言有它的句法(syntax)、詞彙(vocabulary)、詞序(word order)、同義字(synonyms)、否定詞(negations)、慣例(convention)、縮寫(abbreviations)、句子結構(sentence structure)、和段落結構(paragraph structure)，這些跟一般語文理解有所不同，因此數學閱讀有些特殊性，因為數學語言有特別的思考方式與表達形式，所以數學閱讀是一種將讀者帶入到數學的、抽象的、表達的理解層次，因為它具有多種形式表達相同概念的特質，如用圖示、用定義、用文字縮寫、用公式、用符號等，學生一定要具備某種先備知識才能閱讀理解，甚至語文能力也會限制其數學知識的獲得(Kober,2003)。從閱讀的認知歷程來看，閱讀是一種讀者與作者的溝通歷程，數學文本能否達到溝通的成效與學生、教師、和教材都有密不可分的關係，從語文的閱讀成份解構對特殊兒童學習困難的診斷與亞型分析，甚至教學方案擬定都有很大的協助(Spear & Sternberg,1994)，因此對數學閱讀理解的成份進行分析是必要的，因為對數學閱讀理解做成份探討，不祇能對數學閱讀理解有更宏觀的視野，也能對特殊群體學生的困難診斷、亞型分類和教學方案提供具體的指導方針。

二、數學閱讀理解成份是待解的謎

數學閱讀理解的成份是什麼？是學術界與實務界待解開的謎題。目前針對數學閱讀理解成份的討論，主要有兩方面：一是特殊教育界企圖去找到數學閱讀理解的相關因素(陳美芳，2001)，另一是數學教育工作者從閱讀指導的經驗，談哪些是數學閱讀指導的關鍵(李自成，2002；邵光華，2002；胡中峰，2002；Arstrid,1994)，另外，研究者企圖從實務教學、先導研究的角度來探討數學閱讀理解，以下分別討論。

(一) 特殊教育界對數學閱讀理解的成份探討

在臺灣特殊教育界首推陳美芳(2001)開始對數學閱讀的議題投入研究，此研究是國家科學發展委員會(簡稱國科會)對數學學障與閱讀障礙關係探討的其中一個子計畫研究，目的在探討數學學習障礙的數學閱讀相關因素，陳美芳以有關數學概念的內容編成一篇文章做為測試內涵，針對55位學生探討此數學閱讀理解與數學月考、國語月考、工作記憶、閱讀理解和數學診斷等測驗的關係，初步發現數學閱讀理解與數學月考相關不高(.326)，與數學診斷測驗的相關為.389，兩者均達統計上的顯著水準，但數學閱讀理解與工作記憶、閱讀理解、國語月考都沒有達到統計上的相關程度。

從這個研究中，可看出研究者企圖應用一篇介紹數學概念的文章做為測試材料，來進一步探討並掌握可能與數學閱讀相關的關鍵要素，從所得的統計數字來看，數學閱讀與數學概念學習有較密切的相關，雖然數學閱讀也可能與語文理解有關，但在這研究中卻沒有足夠的訊息去偵測這關聯性，根據這結果，陳美芳懷疑在數學閱讀理解中，數學概念的成份可能大於語文閱讀理解。

(二)數學教育工作者認定的數學閱讀指導關鍵

胡中峰(2002)曾對十篇有關中小學數學能力結構的研究進行評論，發現中小學生數學能力結構有下列特點：運算能力貫穿中小學、邏輯思維能力隨年級增加而增加、思維轉換能力到初中才表現出來、空間想像能力是小學生的一種數學能力，這是學術工作者對數學能力的解構，認為運算能力、邏輯思維能力、轉換能力、空間想像能力為主要的數學能力。

若從實務工作的教師來看，李自成(2002)認為數學閱讀不同於一般的語文閱讀，它必須在一般的理解基礎上發現問題、解決問題、聯想知識和開拓性閱讀，根據其指導中學生的經驗，學生數學閱讀能力差，會表現在下列幾方

面：預習提不出問題、復習想不到問題、審題理解有困難、甚至沒有主動的創新意識，因此主張數學閱讀理解能力需在教學中逐步培養，並且是需長期培養的工作。

有的教育工作者(Jiang,2003)認為數學閱讀指導要注意下列五個技巧，如閱讀引言、概念、定理、公式和例題。在閱讀引言方面，包括標題、段落大意、關鍵詞句；在閱讀概念方面，包括了解文字、圖示、和符號三者的相通性，區辨正例與反例，了解概念的內涵與外延限制；在閱讀定理方面，能夠掌握定理的條件和結論，證明的方法，相近定理的分析比較；在閱讀公式方面，包括理解公式特徵，內在關係，公式的適用、逆用、合用、變用和巧用；在閱讀例題方面，分析解題過程，比較不同解題優劣，並歸納解題的規律性。可見其認為數學文本閱讀時，概念、定理、公式和例題是數學教育工作者所認為數學閱讀的關鍵。

Cloer(1981)認為數學詞彙知識、語文段落閱讀和聯貫各細節技能是三個影響數學閱讀理解的關鍵。Arstrid(1994)引用Krygowska(n.d.)的見解認為數學文本閱讀理解需要有數學背景知識、先前的經驗和相當的智能。從Cloer(1981)的三個數學閱讀的關鍵能力來看，數學詞彙、語文理解和綜合性的組織能力可能是數學閱讀理解的關鍵，而從Krygowska的觀點來看，數學先備知識、學生操作經驗和基本的理解智能也是數學閱讀的重要能力，邵光華(2002)則提供數學閱讀應包含的向度，包括文字、符號和圖示。這對於研究者進一步掌握數學閱讀的關鍵提供了方向性。

從上述數學教育工作者的觀點，事實上對數學閱讀理解的成份都只限於討論，並未真正有實徵研究為基礎，而這些討論中，從能力的角度來看，數學閱讀涉及基本智能、運算能力、邏輯思維能力、空間想像能力、抽象思考能力；從具體的內涵來看，數學詞彙、先備知

識、操作經驗、數學語言理解和組織語言能力都可能是數學閱讀理解的關鍵成份，從上述文獻回顧中，可看到對於數學閱讀的成份界定，都只限於討論與探索階段，因此研究者乃決定應用先導研究方式，進一步找到可能的關鍵點。

(三)研究者的先導研究發現

研究者在2002年六月底曾對三、四、五年級各二位不同程度、不同性別兒童進行有關角度單元的臨床晤談 (clinical interview)，用學生實際使用的數學文本為素材，以級任老師推薦具有不同學習特質學生為施測樣本，研究中所用文本教材，不管是剛教過、已教過或未教過，兒童都有一些文本閱讀上的困難，其困難整理如下：

1. 數學圖示理解困難影響閱讀理解

在三年級方面，發現在文本中的圖片多，但圖片之間的連貫性，學生無法理解，由於數學文本中有很多圖示用以說明某一數學概念，若數學圖示有閱讀理解困難，則可能影響其數學閱讀理解的成效。

2. 數學詞彙理解困難影響閱讀理解

兒童閱讀時有語詞理解上的困難，例如不明白「疊合」的意思，雖然事後學生提及曾以透明紙去比較角，但對於「疊合」這個已做過的動作，卻無法跟文本中“疊合”二字產生聯結。

不只對某些語詞不理解，連替代名詞都有閱讀困難，例如文本中要應用上下文脈絡來理解「這個角」的意義，兒童卻不能理解「這個角」到底指的是哪一個角？也影響兒童閱讀理解的能力。

3. 程序性知識的理解影響實作表現

研究中發現學生將閱讀說明轉換為操作能力上有困難，這些困難包括數學語言中的敘述，某些重要名詞或概念的理解，如「直角」，學生若不明白其相對應的概念，則無

法做實作練習，另一個困難是工具的操作有問題。所以學生無法理解說明，不會操作工具，自然無法在實作練習中有所表現。沒有相對應的操作練習，也影響兒童對數學閱讀內容的理解。

4. 先備知識豐富有助理解與類推

在五年級方面，給予一個已教過一學期的多邊形教材供其閱讀，結果發現：一個中上程度的閱讀者，能經由文本閱讀中，會根據需要而作策略性的反應，也能從文本閱讀中，經由所提供教材做推論，看出課本中未標明出來的意義，可見先備知識愈豐富，愈有助數學閱讀理解與類推。

5. 語文能力影響數學閱讀理解

有一位經級任老師推薦語文和數學兩者能力皆弱的學生，該生兩年前也曾接受資源班的服務，在測試其數學閱讀的過程中，發現其閱讀緩慢，有多次漏字、跳躍的情況產生，且即使閱讀完文本中的文句，也不知其意，可見數學閱讀理解與一般的語文理解有關。

上述的這些發現，數學圖示、數學詞彙符號、依程序知識操作的能力、先備知識與語文能力是否就是數學閱讀理解的重要成份，是研究者想進一步探知的課題，因此本研究乃以先導研究中所發現的變項為基礎，將這些變項有系統的編擬成測驗，以做為研究調查的依據。

三、數學閱讀理解的相關研究

本文從幾個實徵性的數學閱讀理解相關研究，來討論這些可能的成份與數學閱讀理解的關係。

(一) 先備知識、閱讀背景知識與閱讀理解

Rech 和 Lesli(1988)曾以32位七年級和32位八年級學生探討不同先備知識程度的學生，對

閱讀理解的影響，發現先備知識對學習的影響很大(取自陳蕙茹，1998)。

在閱讀背景知識方面，Chall(1991)更指出越小的閱讀者，越需要背景知識去協助他們理解說明式的文本，因為應用背景知識可幫助他們預測、產生問題、解釋和推論文中的訊息(取自Pressley, Brown, El-Dinary, Afflerbach, 1995)，因此背景知識會影響閱讀成效。

(二) 數學詞彙符號理解影響閱讀成效

數學語言包括文字語言、符號語言和圖示語言(邵光華，2002)，數學的文字語言包括數學詞彙和解題說明。而數學符號是數學概念的表徵，它具有傳達、溝通、解釋數學概念的功能，因為符號與概念是一體的兩面，若學生無法將符號與既有概念做連結，也會導致學習上的困難。

蔣宇立(2000)對學生學習數學符號所產生的焦慮研究指出：學生學習符號的困難有：(1)對符號的意義不熟悉；(2)對符號的策略性知識不足；(3)缺乏對符號的反思能力；(4)不清楚符號運用的時機，尤其是低數學成就的學生，對符號理解較死板，不是以概念為主軸，而是以記憶符號為主，因而更易使概念學習與符號理解脫節。蔡亞倫(2001)認為語言、符號都是一種表徵，唯有了解概念，才能運作符號。因此數學符號理解涉及數學概念的獲得，因而影響閱讀的成效。

(三) 數學語言與數學閱讀理解

Russell(1900)引用Adler(n.d.)的看法，認為數學是一種科學的語言，是一種唯一將一些可用程式以術語正確表達其概念的語言，所以數學語言不祇包含公式，還敘述定義和術語，而這些敘述通常與語文的習慣表達有所不同，數學語言具有相當精確性，首先是它的字彙有特別的意義，不像看小說一樣可以猜測其意，例如看到有理數(rational number)，一定要同時出現有理數的含義，才能附予意義，完成閱讀理

解的任務；其次，數學文本中用了很多簡單而明確的標記(notation)來傳達某些概念，例如函數 $f(x)$ ，如果閱讀者沒有將意義內化，是無法閱讀理解的，因此數學語言技能包括閱讀理解、思考能力、邏輯推理能力、和理解並應用數學思考型態的能力。

Durkin 和Shire(n.d.)認為數學語言在文本中的呈現常會有四方面曖昧不明的現象產生(取自Astrid,1994)：一是字彙的形式；二是一般詞彙應用在數學的例子；三是特殊術語在數學文本中的敘述；四是兒童理解數學術語的能力。由此可見數學語言的特殊性使數學閱讀理解與學習者的語言、教師的語言和數學文本中的語言呈現有著不可分割的關係。

(四) 操作經驗與閱讀理解

大陸寧波海曙區教育局(2003)認為數學不祇培養學生運算力，邏輯思維能力和空間想像能力，也要培養學生數學閱讀能力，其基本的信念是培養數學閱讀可打破課堂教學的範疇，邁向獨立學習，因此其明確指出三種培養閱讀理解的策略：一是「以趣促讀」，即培養閱讀的興趣；二是「以思促讀」，包括教學生閱讀時畫線、質疑、提問、回饋和如何擴展文本中的學習；三是「以動促讀」，也就是強調應用操作協助學生理解文本內容，如剪一剪、畫一畫、量一量、算一算，動手操作能使抽象知識具體化，做為跨越理解，找到規律的橋樑，所以動手操作的能力，也是數學閱讀的關鍵。

Astrid(1994)認為學生閱讀數學文本主要困難之一是語法上的理解，尤其數學文本中涉及很多引導操作的語言，學生若不能理解其語言內涵，則無法操作，無法操作自然不能衍生相對的經驗協助其理解。

(五) 語文能力與數學閱讀理解

語文與數學一直是學校課程的主軸，在小學階段，兩者之間有高相關，加上長期以來學校數學課程傾向以語文主導，以語文當作媒介

來教學，所以語文能力會影響數學閱讀理解。蔣大偉(2001)由工作記憶角度來探討數學障礙兒童的表現，發現語文與數學是正向關係，因為數數的工作記憶與語文的工作記憶有顯著相關；其次，語文的工作記憶與學生在校數學成績達.61的顯著相關，可見語文在正式數學學習歷程中扮演相當重要的角色，尤其在數學文本中，以語文為基礎的文本呈現，識字與理解便是基本入門。

綜合上述文獻，國內外對數學閱讀理解的成份分析，到目前為止，只限於討論和探索的階段，並未有相對的實徵性研究出現，本研究乃針對研究者的先導研究，和相關文獻探討所得到的成份，進行工具編擬，希望以調查統計分析的方式，建立數學閱讀理解的模式。

參、研究方法

一、研究對象

以高雄市91學年度四年級學生為母群體，因為高雄市已嚴格執行電腦化隨機分班，每一個學校各班學生能力趨於常態，因此研究者選擇代表不同家長社經地位的六個區（前金、小港、楠梓、左營、鼓山、三民），採分區叢集取樣方式，每一區各抽一個學校一至四個班級共336人，進行施測。

二、研究工具

本研究以「數學文本閱讀理解測驗」、「語文閱讀理解測驗」、「數學圖形空間能力測驗」、「數學圖示閱讀理解測驗」、「數學作圖程序理解實作測驗」、和「數學詞彙與符號理解測驗」、和「數學閱讀背景知識測驗」等進行研究，以下分別敘述：

1. 數學文本閱讀理解測驗

數學文本閱讀理解測驗包含兩部份：一是數學文本閱讀教材，另一是數學文本閱讀理解測驗，數學文本閱讀教材是研究者組織康軒、

南一、翰林、光復和國立編譯館等出版社八十五年版和九年一貫版數學「角度」單元的教材，找出「角度」單元中，四年級學生應學習的重要概念8個，分別是「張開角在生活中的應用」、「旋轉角和方向的定義與命名」、「量角器的認識」、「度數的命名」、「用量角器測量角」、「平角與周角的命名」、「用量角器畫角的步驟」、和「360度旋轉的認識」等，數學文本閱讀理解測驗則根據上述八個主題內容，分別出2-3題題目，共21題，題目鑑別力平均為.30，其各題難度介於.12~.88之間，平均為.62，屬中等難度，標準差介於.33~.50之間，測驗內容一致性 α 信度為.70，雖然統計數據不是很理想，但研究者認為內容效度應居於重要考量，且所施測樣本也具有常態適切性(Kaiser-Meyer-Olkin 指數為.79, $p < .01$)，各題變異分數亦達顯著水準($F = 59.59, P < .01$)，效度應用測驗內部分分析法(王文科, 1991)，以內容效度和構念效度為主。

2. 語文閱讀理解測驗

本測驗是測量學生一般語文理解能力，研究者認為語文閱讀理解應包括語詞、句子、和短文理解，乃改編自邱上真、洪碧霞(1997)、柯華葳(1999)所編的閱讀理解，共有30題，目的在評量兒童對一般語文的閱讀理解程度，分數越高，表語文理解力越強，此測驗題目難度在.31~.84之間，平均難度為.70，各題鑑別力在.17~.76之間，此測驗預試結果與學生的月考成績相關為.73，信度為.87($N = 32$)，相隔三個月的重測信度為.72($P < .01$)。

3. 數學圖形空間能力測驗

本測驗主要在測量兒童圖形空間的理解能力，改編自吳裕益(1994)的數學診斷測驗中的分測驗---圖形與空間，本測驗內容共25題，目的在測兒童數學能力中的圖形空間能力，分數越高，表數學圖形空間能力越強，

本研究以此分數代表學生學習角度單元的先備知識，此測驗與數學月考有相關為.70(n=30)，達統計上.01的顯著水準。

4. 數學圖示閱讀理解測驗

本測驗以教科書中的角度和空間圖形兩單元為主要內容，以其單元內容中的圖示做為題目來編輯，以評量兒童閱讀數學圖示理解的能力，採選擇題方式，內容共20題，分數越高，表閱讀數學圖示理解的能力越強。此測驗內容一致性信度為.64，(N=31, P<.01)，相隔兩個月的重測信度為.44(N=31, P<.01)，題目難度在.27~.50之間，平均為.41，鑑別度普遍不高，表示不管數學程度高低，對圖示的理解都有困難，但因為這些圖示是現有課本中的真實教材，是理解兒童數學文本閱讀理解最真實的刺激材料，所以研究者以內容效度為考量，保留所有題目。

5. 數學作圖程序理解實作測驗

本研究為評量兒童是否具有程序性知識的理解能力，乃編擬本測驗來評量兒童依說明步驟畫出指定圖的能力，兒童必須以數學概念性知識為基礎，才能執行此程序性知識，題目共10題，採實作評量方式，每題採部份給分方式計分，其目的是考驗兒童是否具有看說明畫圖的能力。分數越高，表示兒童理解說明能力越強，所畫的圖也越正確。此測驗的內容一致性信度達.79，兩位評分者依部分給分評分標準進行，評分者信度達.97。

6. 數學詞彙與符號理解測驗

本測驗目的在測量兒童對數學詞彙與符號的理解能力，題目選擇以圖形與空間等單元的相關詞彙為主，以26題選擇題來測量兒童對數學詞彙定義和圖形符號的理解，分數越高，表兒童對數學詞彙理解能力越強。這些詞彙以Jacobson(1998)所提專門的詞彙、

特殊的詞彙、不熟悉的詞、和代詞為內容，此測驗內容一致性達.80，各題平均難度在.18~.86之間，平均難度為.61，各題平均鑑別力為.30。

7. 數學閱讀背景知識測驗

數學閱讀背景知識，基本上是指較為廣泛的有關數學閱讀的知識，這知識包括對數學不同領域某些概念的理解與分類，本研究以學生在數學文本閱讀理解測驗閱讀前，預測有關「角度」單元的可能詞彙，請學生就25個數學詞彙中，預測哪8個詞彙最有可能在這單元中出現，在這25個詞彙中，有數與計算、量與實測、圖形與空間和統計圖表的詞彙，涉及不同數學領域，可有效偵測出學生數學閱讀的經驗與分類能力，研究者將此能力視為廣泛的數學閱讀背景知識。

三、資料蒐集與分析

本研究共有七份研究者自編之研究工具，其信效度檢核，以統計套裝軟體SPSS/SPSSWIN進行分析，求出題目答對率、鑑別度、平均數和標準差，及信度考驗。

在模式適合度檢驗上，以結構方程模式(structural equation model)軟體AMOS對所提模式進行驗證性因素分析，並檢驗本研究提模式的適切性。

肆、結果與討論

一、數學閱讀的特殊技能構念檢核與相關探討

(一) 學生在數學閱讀特殊技能上的表現

本研究以四個測驗代表學生在數學閱讀上的特殊技能，這四個測驗代表四種技能，分別是數學圖示閱讀理解、數學詞彙和符號理解、數學作圖程序理解和數學先備知識(以數學圖形與空間能力為代表)，

調查結果如表4-1所示，以下分別討論：

表4-1 學生在數學閱讀特殊技能上的平均與標準差

	題數	平均數	標準差	答對率	人數
數學先備知識	25	15.29	4.16	0.61	299
數學圖示理解	20	8.29	2.24	0.41	328
數學詞彙符號理解	26	15.94	4.41	0.61	329
數學作圖程序理解	10	25.52	7.35	0.64	336

1.學生數學圖示閱讀理解表現最弱

從表4-1可看出學生在數學閱讀特殊技能中，數學圖示理解能力最弱，除了文本圖示意義不清外，研究者推估圖示理解困難可能的原因有四：（1）數學雖然包含文字語言、圖示語言和符號語言，但大多數老師很少根據圖示語言進行教學；（2）從各版本的圖示語言中，發現其所要表達的概念較為隱含，也常是片段的觀念，理解較為困難；（3）閱讀圖示語言需要有較強的概念知識為基礎，因為圖示語言的閱讀理解涉及較多後設推理的能力；（4）教師數學背景不同，對圖示解讀也有差異。

2. 學生作圖程序理解個別差異最大

數學畫圖步驟理解的實作測驗個別差異較大，可能的原因是它是一種實作評量，不包含猜測概率，學生不只必須具有基本的語文閱讀

能力，也要具有基本的概念性知識，才能執行這種程序性的問題；其次是數學理解題包含三種解題知識(Mashall, 1987),若陳述性知識不足，在閱讀時可能發生障礙，程序性知識不足，可能不會使用工具或程序不當而失誤，基模知識是畫圖成敗的關鍵，因為畫圖步驟理解涉及這三種知識運作，因而對不同能力者具有區辨能力；其次是部份給分的方式，可有效區別不同能力者。

3. 學生數學先備知識與詞彙理解能力中等

數學圖形空間能力與數學詞彙理解兩測驗題數相當，學生在這兩方面的能力都維持.61的答對水準，兩者的平均數與標準差也接近，顯示學生在圖形空間的先備知識與數學詞彙理解表現中等。

（二）數學閱讀特殊技能間與數學成就之間的相關

1.數學閱讀理解特殊技能間的關聯性

表4-2 數學閱讀四個特殊技能間的積差相關

	數學圖示	詞彙符號	作圖程序
數學圖示			
詞彙符號	.43**		
作圖程序	.40**	.58**	
先備知識	.39**	.58**	.52**

**表p<.01

從表4-2可看出數學圖示因標準差較小，與其他子技能間的相關較小外，數學閱讀特殊技能之間都有中等程度的相關，表示這些變項間彼此雖然具有一些共同性，但也保有其各自獨特性，這對數學閱讀理解的特殊性具有意義。

2. 數學閱讀特殊技能和數學月考相關

從表4-3可看出數學閱讀的四個特殊技能都與數學成就有顯著的相關；達.01的水準，其中畫圖實作、數學先備知識與數學成就達中等程度的相關，數學詞彙符號、數學圖示理解與數學成就有低度相關，可能原因有二：一是一

數學閱讀特殊技能和數學月考相關如表4-3所示：

表4-3 數學閱讀特殊技能與數學成就相關

	數學圖示	詞彙符號	作圖程序	先備知識
數學成就	.25**	.43**	.55**	.51**
人數	136	135	136	132

**表P<.01

般學校的月考試卷較少單獨以數學圖示和數學詞彙或符號內容來命題，另一方面，可能因為這二個測驗的個別差異數較小，也影響其與數學成就相關的高低。

為驗證這四個子技能是否可用一個潛在特質「數學閱讀特殊技能」來代表，研究者應用結構方程模式軟體AMOS做驗證性因素分析，其結果如圖4-1所示：

(三) 數學閱讀特殊技能的構念檢核

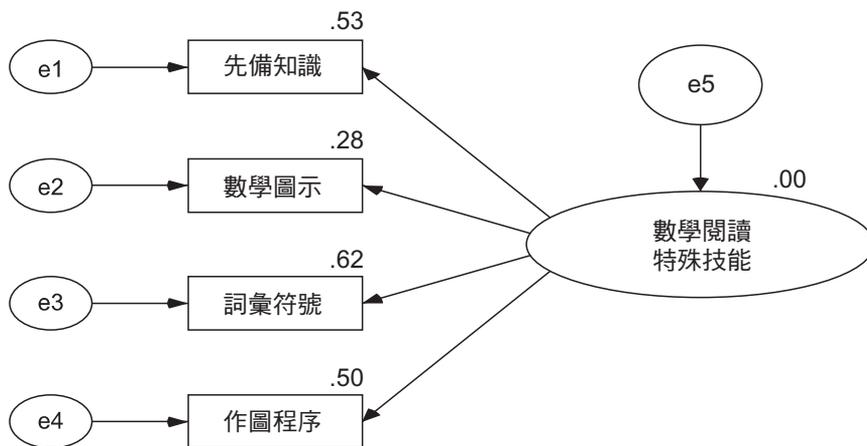


圖4-1 數學閱讀特殊技能潛在變項驗證性因素分析

圖4-1的模式是應用299個人所做標準化的參數估計，從圖4-1可看出標準化的因素負荷介於.53~.79之間， R^2 介於.28~.62之間，且沒有負的誤差變異來源，可見以數學先備知識、數學圖示理解、數學詞彙符號理解和作圖程序理解等四項能力來做為數學特殊技能預測是恰當的。

就數學閱讀特殊技能潛在變項的適切性來說，其驗證性因素分析模式適合度指數如表4-4所示：

表4-4 數學閱讀特殊技能驗證性因素分析模式適合度指數 (N=326)

	χ^2	df	p	NFI	RFI	IFI	NNFI	GIF
虛無模式	4	10	0	.000	.000	.000	.000	.000
本研究模式	12	2	0.828	1.00	0.999	1.000	1.000	1.000

些指數大於.90，表示模式適合度極佳(吳裕益，2001)，從 χ^2 值來說，模式越複雜， χ^2 越小，適合度越佳，但也越不具實用價值，而本研究的 χ^2 值和各項指數相較於虛無模式(NFI=.000, CFI=.000, NNFI=.000)，顯示本研究的理論模式與實際的觀察資料相符。所以以數學先備知識、數學圖示理解、數學詞彙符號理解和數學作圖程序理解四個子技能作為數學閱讀特殊技能是可行的。

二、數學閱讀理解表現與其相關因素探討

本節主要探討學生在數學閱讀理解上的表

從表4-4四個驗證性因素分析的適合度指標來看，不只所有標準化的估計值沒有負的誤差變異，其模式適合度也很適合，因為NFI(normed fit index)、CFI(comparative fit index)、NNFI(non-normed fit index)、GFI(goodness of fit index)、AGFI(adjusted goodness of fit index)，這些不受樣本人數影響的適合度指標大都是1，這些指標是指一個理論模式可以解釋實際資料的共變數百分比，其值越接近於1，表示適合度越佳，一般而言這

現，及其相關因素研究，主要分為二部分討論：一是學生在數學閱讀理解上的表現；二是數學閱讀理解與個人認知因素的相關。

(一) 學生在數學閱讀理解上的表現

1. 從數學閱讀整體表現來看

從數學閱讀整體表現來看，平均答對率為0.62(13.11/21)，其個別差異頗大，但就性別來說：男女生沒有明顯不同($t=.62, p=.43$)。

2. 從不同程度學生的理解表現來看

本研究為理解不同程度學生在數學文本閱讀理解上的表現，乃以統計上的集群分析的方式將學生分成4組，各組的人數與平均數如表4-5示：

表4-5 以數學閱讀理解為核心的四組集群分析平均數與標準差

組別	人數	平均數	標準差	答對率
高分組	34	17.76	1.05	.86
中分組	201	13.21	1.91	.65
低分組	83	7.09	1.61	.39
極低分組	4	1.75	1.26	.08

從表4-5看出集群分析結果顯示學生可被有效區分成四組($F=411.84, P<.01$)，依這四組答對率來看，因為平均數在.62，所以研究者分別依答對率高低命名為高分組、中分組、低分組和極低分組，其中極低分組的人數最少，以其表現來說，幾乎沒有作答能力，中分組的人數佔2/3，個別間的差異略大於其他三組。

(二) 數學閱讀理解與個人認知因素的相關

數學閱讀理解涉及多項能力，但本文只探討數學閱讀理解與個人認知因素的相關，分為三小部分討論：一數學閱讀與一般語文理解的關係；二數學閱讀與數學閱讀特殊技能的關係；三數學閱讀與閱讀背景知識的關係。

1. 數學閱讀與一般語文理解的關係

數學閱讀包含文字語言、圖示語言與符號語言的理解，所以與語文理解有密切的關係，經實證資料分析，語文理解與數學文本閱讀有.49的中下程度相關($N=313, p<.01$)，這跟陳美芳(2001)研究，數學閱讀與國語月考成績無關的結果，可能有所差異，研究者推估可能有兩個原因造成：一是測驗工具不同所致，其次是人數不同所造成的差異。

從數學閱讀與語文理解的相關係數而言，兩者共同的變異量有25%，可見數學閱讀仍有一大部份是語文理解所無法提供的貢獻，可能是數學閱讀涉及更重要的數學概念所致。

研究者進一步以語文理解做四組集群分析發現，語文程度真正很低者是少數，約佔0.05%左右，語文程度中等和中上者較多。

不同語文程度者，在數學理解與數學閱讀特殊技能上有些交集產生，如圖4-2所示：

表4-6 以語文理解集群分析四組所佔的人數及比率

	平均數	人數	比率
第一組	23.93	147	45%
第二組	19.07	108	33%
第三組	13.93	56	17%
第四組	7.20	15	5%
合計		326	

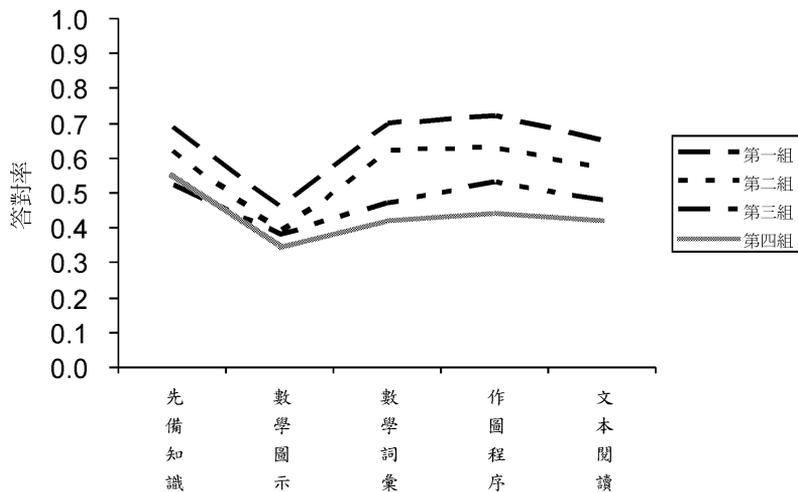


圖4-2 不同語文程度在數學閱讀和特殊技能剖面圖

從統計考驗來說，四組學生在上述五種測驗上都達.01的顯著差異($F=12.49\sim 42.27$ $p<.01$)，但經事後考驗(以Tukey HSD)發現在數學先備知識和在數學圖示理解上，二、三、四組沒有差異，在數學詞彙、作圖程序理解實作和數學閱讀理解上，三、四組沒有差異。

這顯示語文程度在中等或中等以下(二、三、四組)者，在數學先備知識與數學圖示理解上不相上下，而語文程度中下(三、四組)者，在數學詞彙理解、數學作圖程序理解和數學閱讀理解上也無法區分，這可說明單從一般的語文理解能力要推估其數學相關閱讀表現，是有程度上的差異，對中等語文程度左右者，

語文閱讀能力對數學閱讀理解有相當的貢獻量，但對中等以上的學生，並不會因語文程度越高，其數學理解越好，反而需要相關的數學概念知識才能理解，對語文中等以下的學生，也不會因為語文程度太低而無法閱讀理解，可能其仍具有相當的數學概念所致，所以教師不應將學生語文理解視為數學閱讀理解的唯一條件。

2.數學閱讀與數學閱讀特殊技能間的相關與預測力

數學閱讀特殊技能與數學閱讀理解的相關表4-7示：

表4-7 數學閱讀與其數學特殊技能的相關

	先備知識	數學圖示	數學詞彙	作圖程序
數學閱讀理解	.55**	.36**	.56**	.50**

**表 $p<.01$

從表4-7可看出數學閱讀特殊技能與數學閱讀理解的相關，除數學圖示外，都在.50以上，顯示數學閱讀特殊技能對數學閱讀的預測力，比數學閱讀特殊技能對數學月考成績要高些。

為進一步驗證數學閱讀技能對數學閱讀理解的預測能力，研究者以結構方程模式AMOS做驗證，其標準化結果如圖4-3所示：

在這預測模式中，可看出若單獨以數學閱讀特殊技能來預測數學閱讀理解，其解釋量達78%以上，而此解釋量是在沒有測量誤差下的潛在變相間的預測，表示以數學閱讀的特殊技能來預測數學的閱讀理解，具有很大的預測力。

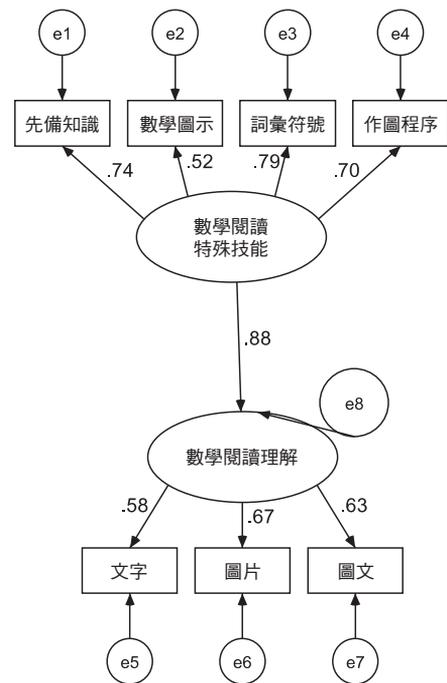


圖4-3 數學閱讀技能對數學閱讀理解的預測模式

3. 數學閱讀與數學閱讀背景知識的關係

數學閱讀背景知識，是一個廣泛有關閱讀和數學學習的基模知識，這是代表學生對數學不

同領域學習有基本的概念理解和分類能力，因此會與數學閱讀理解有關，本研究以文本閱讀前的重要數學詞彙預測，來代表學生的數學閱讀背景知識，經實證資料顯示：數學閱讀與數學閱讀背景知識有.44的中等相關(N=322, $p < .01$)，顯示簡單的關鍵詞彙預測，也可對學生的數學閱讀能力有貢獻。

三、數學閱讀模式的建立與模式適合度討論

(一)以研究者觀點建構的數學閱讀理解模式

本研究有鑑於數學閱讀模式，應有別於一般的語文理解模式，因而提出圖4-4數學閱讀理解模式，此模式是將數學先備知識視為一種數學閱讀特殊技能之一，其原因是數學閱讀與特定的數學領域有很密切的關係，學生的能力在不同領域也有別。在這模式中，研究者認為數學閱讀理解與學生廣泛性的閱讀背景知識有關，所以加入數學閱讀背景知識。其結果如圖4-4所示：

從這模式中，可清楚將數學閱讀分為三個子技能：一是一般的語文閱讀理解；二是數學閱讀特殊技能；三是數學學科閱讀的背景知

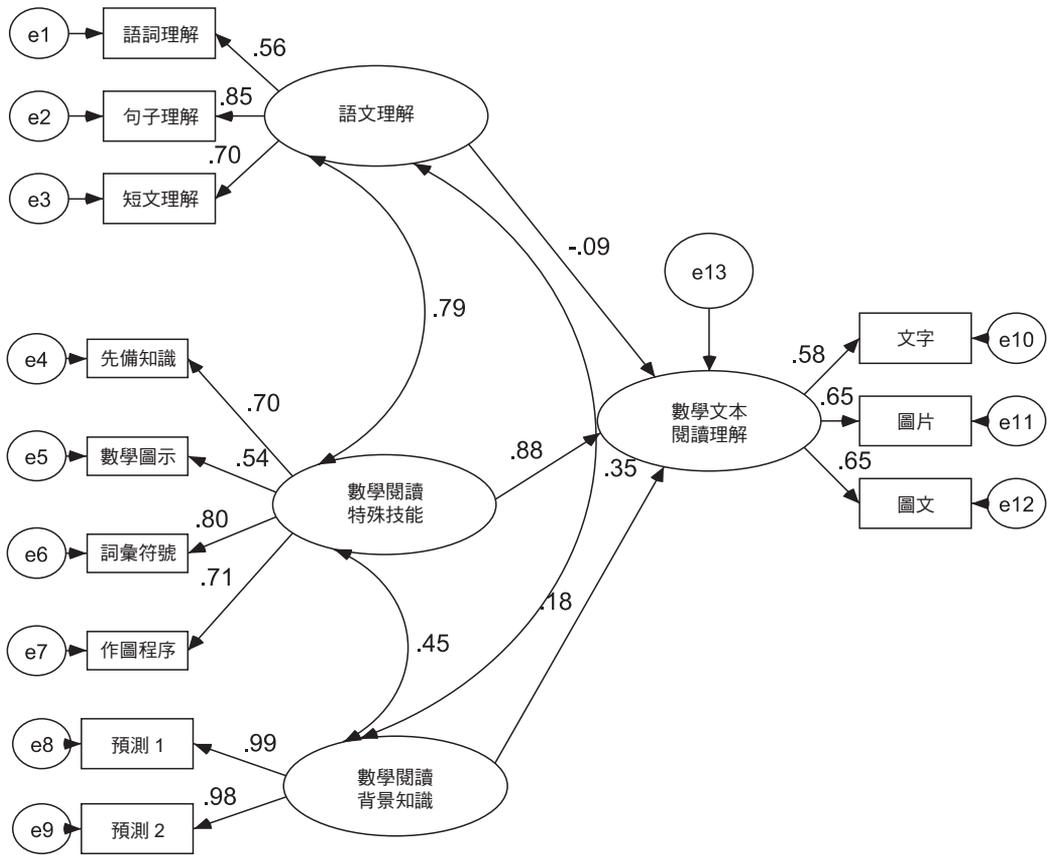


圖4-4 研究者建構數學閱讀理解認知模式

識，這模式經AMOS驗證性因素分析發現：標準化的所有估計值都沒有負的誤差變異，且誤差變異都達顯著水準，符合模式的基本適配標準(陳正昌、程炳林，1994)，標準化的第一階因素負荷量介於.54~.99之間， R^2 則介於.29~.98之間；標準化的第二階因素負荷量介於-0.09~.88之間， R^2 則介於.008~.78之間，也就是說數學閱讀特殊技能在數學閱讀理解中佔有絕對的影響力，若用標準化迴歸預測方程式來表示的話，其標準化的迴歸公式為：

數學閱讀理解 = -0.09一般語文理解 + .88數學特殊技能 + .18數學閱讀背景知識 + 0.125誤差

此公式的意義是說：在預測數學閱讀理解能力時，數學閱讀特殊技能所佔的貢獻量最大，其次是數學閱讀背景知識，而語文理解所

以是負的，說明從語文理解來預測數學閱讀理解能力是有限制的，研究者根據前一節的分析比較中發現：語文理解對數學閱讀理解是必要的，也有相當的影響力，但在本研究的實證資料中，發現語文理解在某一範圍內對數學閱讀理解有幫助，超過一定的範圍，語文的影響是有限的，亦即在基本的語文理解能力之上，即使語文能力再強，對數學閱讀理解並不會相對的提升，反而需要更多的數學先備知識才能增進其數學閱讀理解。

(二) 模式適合度討論

本研究所提的數學閱讀理解認知模式，此模式的適合度指標如表4-8示：

所謂虛無模式是指各變項彼此間獨立無關的假設，此時自由度大，模式越精簡，但不具實用價值；而飽和模式則相反，而研究者的實證

表4-8 研究者建構數學閱讀認知模式之適合度指標(N=299)

	χ^2	df	p	NFI	RFI	IFI	TLI	CFI
本研究模式	67.27	48	.04	.994	.990	.998	.997	.998
虛無模式	1940.65	66	.00	.000	.000	.000	.000	.000
飽和模式	0	0		1.00		1.00		1.00

資料顯示：在自由度降低的情況下， χ^2 也明顯降低，各種不受樣本人數限制的適合度指標也接近於1(1代表適合度最佳)，此說明本研究模式的外在品質適合度佳，就其模式化約的功能來說，其簡約性指數AIC(Akaike information criterion)、BCC(Browe-Cudeck criterion)、CAIC(consitent Akaike information criterion)越

小，表示越有可能找到適合的模式(吳裕益，2001)，而本研究所建構的模式簡約性指數相較於虛無模式與飽和模式，是可達化約的目的。

從數學閱讀模式的分析中，可回應許多學者(邵光華，2002；劉瑛，2002；Bigge & Stump，1999；Jiang，2002；Roe，Stoodt &

表4-9 學閱讀認知模式之簡約性指數(N=299)

	AIC	BCC	CAIC
本研究模式	127.27	130.00	268.28
虛無模式	1964.65	1965.74	2020.05
飽和模式	156.00	163.12	522.64

Burns,1995) 的看法，他們認為數學閱讀應不同於一般語文閱讀模式，在本研究中得到實證資料的證明。數學學科閱讀不僅與語文有關，更涉及學科閱讀特殊技能與閱讀背景知識。

伍、結論與建議

一、結論

(一) 數學閱讀理解需要具有「數學閱讀特殊技能」

根據本研究實徵資料顯示，數學閱讀具有學科特定的理解技能，這些技能包括數學先備知識、數學圖示理解、數學詞彙與符號理解和數學作圖程序理解等四項，其對數學閱讀的預測力達78%以上，其與數學成就的相關在.25~.55之間。

(二) 不同閱讀理解程度學生在數學閱讀子技能表現有差異

整體而言，學生在數學閱讀的表現是中等，數學閱讀成績可將學生有效區分為四組，不同程度的四組學生在數學閱讀的相關子技能上有明顯的不同，其中語文理解、數學先備知識、作圖程序理解上可有效區分四組，但在數學圖示方面，自中分組以下彼此差異不大而無法區分，這跟文本概念說明有關，在數學詞彙理解上，低分組以下無法區辨，這可能受限於語文能力的基本門檻所致。

(三) 語文理解與數學先備知識是數學閱讀的兩大關鍵能力

具備基本的語文能力才能談到學科閱讀，所以語文是進入數學閱讀的基本門檻，語文程度低落會限制數學閱讀的基本表現，但隨著語文能力的提升，並不會提高數學閱讀的表現，反而需要相對的數學先備知識來補充，才足以提高數學閱讀的表現，所以語文與數學先備知識對數學閱讀來說缺一不可，但對不同需求者來說會有程度上的差異，對語文中等以下的學

生，影響數學閱讀的關鍵是語文，但對中等程度以上學生則是數學先備知識缺乏所致，就整體而言，語文理解對數學閱讀的影響不及學科閱讀背景知識來的大。

(四) 數學閱讀背景知識與數學閱讀理解有關

數學閱讀背景知識是一種數學學習與閱讀的基模知識，此知識不同於數學先備知識的特定性，它代表學生對數學不同領域學習有基本的概念理解和分類能力，所以是數學閱讀的一種廣泛性基模知識，其與數學閱讀達.44的相關。

(五) 本研究所建構的數學閱讀理解模式不同於文獻所提

在研究者建構的數學閱讀理解模式中，以個人認知因素為主的模式，包含三個潛在變項---語文理解、數學閱讀特殊技能和數學閱讀背景知識；這個模式不管內外適度都是適切的，數學閱讀特殊技能對數學閱讀理解預測的貢獻量是最大，而語文理解對數學理解在某個範圍內，有其一定的貢獻，但數學閱讀理解不會隨著語文能力的提升而增進，因為需相對的數學概念來補充，才有助於數學閱讀理解。

研究者在模式中加入數學閱讀背景知識，並將數學先備知識列入數學閱讀特殊技能是合理的，因為隨著單元領域不同，其數學先備知識有所差異，兒童在不同領域的能力也有所不同，所以納入數學閱讀特殊技能中較合理。

二、建議

本研究根據上述研究結果，分別對學科閱讀模式建立、實務教師教學提供具體建議。

(一) 在學科閱讀模式建立方面

研究中發現Mckenna 和Robinson所提學科閱讀模式有加以精緻化的空間，研究者從三方面來討論：

1.在數學閱讀方面，先備知識有領域之別

如本研究「角度」單元的先備知識是「圖

形與空間」的概念，若換成「數與計算」領域中的小數或分數，其先備知識一定有明顯的不同，甚至會不會因為涉及更多的語意理解，而使一般的語文理解的影響比例加重呢？這是個值得繼續探究的問題。

2. 不同程度的學生閱讀子技能有個別差異

根據本研究發現：影響不同程度學生閱讀理解困難的原因有所不同，語文能力較弱的一群，有很多語文閱讀障礙的特質，這對其自文本中獲得訊息是有困難的，因為對其影響最大的是語文能力，但對數學閱讀理解中分組和低分組學生來說，語文理解與數學先備知識兩者不可缺一，而對高能力者而言，數學先備知識的比重勝於語文理解，針對本研究的發現所提出的假設，有必要設計相對的研究來加以驗證。

3. 學科閱讀背景知識不同於數學先備知識

在Mckenna 和Robinson的理論模式中，只提到學科先備知識，但研究者從閱讀的角度來看，認為只談學科先備知識是不夠的，因而加入學科閱讀的背景知識，這是廣泛的經由數學閱讀經驗中所累積對數學文體、數學不同領域認知與歸類的的能力，對數學閱讀有個較鉅觀的角度，所以有別於先備知識較狹隘的範圍，學科閱讀背景知識可表現在數學單元名稱和學科關鍵詞彙的預測力，但就本研究的模式適合度來說，雖然是適切，但其測量除對專有名詞做預測外，也許仍可尋求別的途徑來測量，其測量方式有待進一步的研究。

(二) 在實務老師教學方面

研究者從數學閱讀特殊技能的探究來看，老師在教學時應加強下面幾方面的指導：

1. 加強數學圖示閱讀的教學

從研究中發現：數學圖示很多種，包含例題插圖式的圖示、相片式圖示、幾何圖示和表徵式的圖示，不同的圖示代表不同的概念理解，但多數學生在數學圖示閱讀理解的表現是

弱的，所以教師對插圖、相片式的圖示要加強其意義的抽取，對幾何圖示和表徵圖示要加強符號替代意義的理解，這些能力是屬於學科中科學性概念的學習，要給予明示指導。

2. 加強數學詞彙與符號的教學

在數學文本中，數學專門詞彙代表數學重要的數學概念，它有嚴謹的數學清楚界定，但在現有數學文本中，對數學專門詞彙的界定常不夠清楚和完整，這使得學生會用既有的自發性概念，和望文生義的方式去解釋數學詞彙的意義。因此對於數學概念的重要詞彙，教師應以概念教學的方法，明確的定義，並解析定義中的要素，並提供足夠的正例與反例，協助學生辨識概念的意涵，並思考正反例之間的關係。

3. 加強作圖程序理解的實作與連結能力

數學是一種做中學的科學，因此教師應要求學生有動手操作的習慣，並且將操作的歷程與記錄跟文本搭配閱讀，如此不但有助於學生對數學語言的理解，也有助於學生對文本圖示的、文字的、列式的理解，也就是要強調操作系統與文字、圖示表徵系統做連結。

參考文獻

一、中文部份

- 王文科(1991)。教育研究法。台北市：五南。
- 朱建正(2002)。國民小學數學教材分析一體積與角度。國立教育研究院出版，臺北縣。
- 李自成(2002)。重視“數學閱讀”。2002.01.28.取自：
<http://www.zbyz.net/home/jyky/kylw/jxgz/jxgz12.htm>
- 吳裕益(1994)。國民小學數學診斷測驗(三)圖形與空間。教育部訓委會專案。臺北市：教育部。
- 吳裕益(2001)。線性結構模式分析。高雄師範

- 大學特殊教育研究所上課講義，未出版。
- 吳裕益、洪碧霞(1996)。國小高年級學術性向測驗電腦化之研究。教育部訓委會專案。臺北市：教育部。
- 邵光華(2002)。數學閱讀—現代數學教育不可忽視的課題。2002.03.28.取自中國學習網站
<http://www.learningchina.com/jxyj/xkjj/00jxb10/>
- 邱上真、洪碧霞(1997)。國民小學四年級國語成就測驗。行政院國家科學委員會專題研究成果報告，未出版。
- 邱上真、洪碧霞(1998)。中文閱讀能力評量模式的探討：理論與實務—國語文低成就學生閱讀表現之追蹤研究。行政院國家科學委員會專題研究成果報告（NSC-87-2413-H-017-003-F5），未出版。
- 胡中峰(2002)。中小學生數學能力結構研究評析。2003.01.29取自初中數學網站
<http://www.mathsedu.com/article/list.asp?id=243>
- 柯華葳(1999)。閱讀理解困難篩選測驗。行政院國家科學委員會專題研究成果報告，未出版。
- 柯慶輝（2000）。國小三年級學童具體情境解題之研究。嘉義大學國民教育研究所碩士論文，未出版，嘉義市。
- 洪月汝(1996)譯。談閱讀。台北：心理出版社。
- 海曙區教育局(2003)。數學閱讀能力的研究。2003.01.29取自寧波海曙區教育局網站。
<http://www.hsedu.com.cn/article/list.asp?id=349>。
- 陳正昌、程炳林(1994)。SPSSAS BMDP統計軟體在多變量統計上的應用。台北：五南。
- 陳美芳(2000)。數學學習障礙和閱讀障礙關係探討—子計畫三：數學學習障礙者的數學閱讀研究。行政院國家科學委員會專題研究，未出版。
- 陳蕙茹(1998)。從認知策略與後設認知策略探討國一學生數學科的主動學習。國立高雄師範大學數學系碩士論文，未出版，高雄市。
- 教育部(2001)。國民中小學九年一貫課程綱要。臺北：教育部。
- 張新仁、邱上真(1992)。國中地理學習之後設認知研究。行政院國家科學委員會專題研究(NSC81-0301-H-017-02-L1)，未出版。
- 張英傑(2001)。兒童幾何形體概念之初步探究。國立臺北師範學院學報，14，491-528。
- 蔡亞倫(2001)。學前與國小一年級兒童數學符號表徵能力與數能力的關係。國立中正大學心理學研究所碩士論文，未出版，嘉義市。
- 蔣大偉(2001)。由工作記憶角度探討數學障礙兒童的表現。國立中正大學心理學研究所碩士論文，未出版，嘉義縣。
- 蔣宇立(2000)。學習數學符號所產生焦慮之研究—從後設認知的觀點對國一學生進行研究。國立彰化師範大學數學系碩士論文，未出版，彰化市。
- 劉好(1999)。小學幾何概念之教學---以中年級教材為例，輯於高雄市公教人力資源發展中心編：新典範數學(221-239頁)，高雄市。

二、英文部份

- Adler, A.(1991). Mathematics and Creativity. In T. Ferris(Eds.), *The world treasury of physics, astronomy*

- and mathematics (pp.435).Little, Brown and Co.
- Astrid,D.(1994). *The readability of the mathematics textbook:with special reference to the mature student*. 2003.06. 26, Retrieved from UMIProQuest Digital Dissertations.
- <http://wwwlib.umi.com/dissertations/fullcit/MQ44873>.
- Chall,J.S. (1983). *Stages of reading development*. N.Y.:McGraw-Hill.
- Clements, D.H.,& Battista, M.T. (1990).The effects of Logo on children's conceptualizations of angle and polygons. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21 (5), 356-371.
- Cloer, T. J. (1981). *Factors affecting comprehension of math word problems- -a review of the research*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Reading Forum. (2nd, Sarasota, FL, December 10-12, 1981)
- Close, G.S. (1982). *Students' understanding of angle at the primary/secondary transfer stage*. Unpublished master's thesis,Polytechnic of the South Bank,London.(ERIC Document Reproduction Service No.ED 221383)
- Esty,W.W.(2003). *The language of mathematics*. 2003.04.24, Retrieved from the World Wide Web: <http://server35.hypermart.net/augustus/math/>
- Flood,J., & Lapp,D.(1987).Forms of discourse in basal readers . *Elementary School Journal*, 87, 299-306.
- Idol, L. (1985) . *Lecture*. University of Illinois, Champaion-Urbana.
- Jacobson,J.M.(1998). *Content area reading integration with the language arts*. DIman Publishers.
- Jiang (2003) 。數學閱讀技巧.2003.01.28, Retrieved from the World Wide Web:(數學短論網站) <http://pyeditor.nease.net/math/>
- Kober,N.(2003). *What special problems do children whose native language is not English face in learning math?* 2003.05.03, Retrieved from the World Wide Web: <http://www.enc.org/topics/equity/articles/document.shtm?input=ACQ-111329-1329>
- Magina, S. (1994). *The factors which influence children's conception of angle*. Unpublished doctoral dissertation , Institute of Education, University of London .
- Marshall, S.P.(1987). *Schema knowledge structures for representing and understanding arithmetic story problem*. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 281716).
- Mckenna, M. C., & Robinson, R.D.(2002). *Teaching through text-reading and writing in the content area*. A Pearson Education Company.
- Olson, M.W.,& Gee ,T.C.(1991). Content reading instruction in the primary

- grades: perceptions and strategies. *The Reading Teacher*, 45,298-307.
- Russell,B.(1990). *Mathematics as a language*. In his Autobiography about meeting G.Peano at an International Congress on Philosophy .2002.04.23, Retrieved from the World Wide Web: <http://www.astro.uio.no/~hke/maun/model6.htm/>
- Spear-Swerling,L.,& Sternberg,R.J.(1994). The road not taken :an integrative theoretical model of reading disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 27, 91-103.
- The love of reading start at home. (2001).2002.07.12 ,Retrieved from the World Wide Web: <http://www.harcourt.com/parents/fe.../love-reading-starts-home.htm>.
- Vacca,R.T., & Vacca,A.L.(2002). *Content area reading-literacy and learning across the curriculum*. Allyn & Bacon.
- Woodward,A., & Elliott,D.L.(1990). *Textbooks and schooling in the United States, eighty-ninth yearbook of the National Society for the study of education, Part I* (pp178-193). Chicago: University of Chicago press.

The Development of A Model For Mathematics Text Reaing Comprehension: Angle Unit In The Mathematics Text As An Example

Li-Hua Chin Shang-Cheng Chiu

(Department of Special Education, National Kaohsiung Normal Unisersity)

ABSTRACT

The purposes of this study were to develop a model of mathematics text reading comprehension by investigating the specific traits inherent in the mathematical reading as well as its related influencing factors; On the basis of both the literature review and the pilot study, The material utilized was the angle unit in the fourth-grade mathematics text. The groups of research subjects in the study, 336 elementary students in Kaohsiung. The research subjects formed the basis for the analysis of the mathematics reading comprehension skills, The main findings from this research are as follows.

Mathematics reading was shown to have specific content-area reading skills, including prior knowledge of mathematics, reading comprehension for mathematical illustration, a good understanding of mathematical vocabulary and symbol, in concert with comprehension of procedural knowledge for plotting. In addition to the specific content-area reading skills, mathematical reading comprehension was comprised of reading comprehension, along with background knowledge of content-area reading. In relation to personal factors, mathematical reading comprehension had moderate correspondence with students' cognition.

According to the above findings, suggestions were provided pertinent to the content-area reading model and teachers'teaching.

Key words: the model of mathematics reading comprehension,
mathematical reading comprehension special skills,

