

第二章 文獻探討

第一節 迷思概念

一、迷思概念(misconception)詞義

迷思概念(misconception)一詞最早出現於1940年8月美國Science Education 雜誌中，篇名為An Evaluation of Certain Popular Science Misconception(陳啓明1991)。從1970 年以來，迷思概念的研究開始受到重視，國內許多科教學者亦自1989年開始，陸續投入有關迷思概念之研究。世界各地的學者，或用此相同的字表達內涵不太一樣的意思，或用不同的字表達內涵其實一樣的意思。因此有必要先對misconception一詞作概念分析(鍾聖校，1994)。

mis有表示「迷思」、「壞」、「錯誤」或「不利」之意；conception強調想像的過程或概念形成的過程而非結果，透過抽象或反省思考所產生複雜的產品，此種產品是人對於某事的想法和信念的總合。故迷思概念(misconception)的主要意思是指會造成「迷思」、「壞」、「錯誤」或「不利」的概念或概念想法(鍾聖校，1994)。迷思概念不僅暗示概念尚有不足之處，有別於正規的科學概念；而且還暗示這樣的觀念有負面價值，對學習者的認知目的沒有用處，應該趕快根除(鄭麗玉，1998)。

二、迷思概念(misconception)的概念背景

「迷思」、「壞」、「錯誤」或「不利」是在差異比較中「突顯的」。為何其它學科，如社會科、國語科沒有所謂的 misconception，而只在自然科才有，且蔚為科學教育研究之重要領域？究其原因，實與 1. 自然知識的「學習」觀。 2.科學哲學的「錯證」(falsification)觀。以及 3.概括的「認知發展」程度有關。以上三個觀點關聯密切，構成一種持續的發展，因此迷思概念在整個科學真理的追求(包括學習)過程中，成為無法避免的現象，只是迷思程度的輕重有別而已。鍾聖校(1994)將這現象整個稱為迷思概念的背景。此迷思概念的背景如圖 2-1

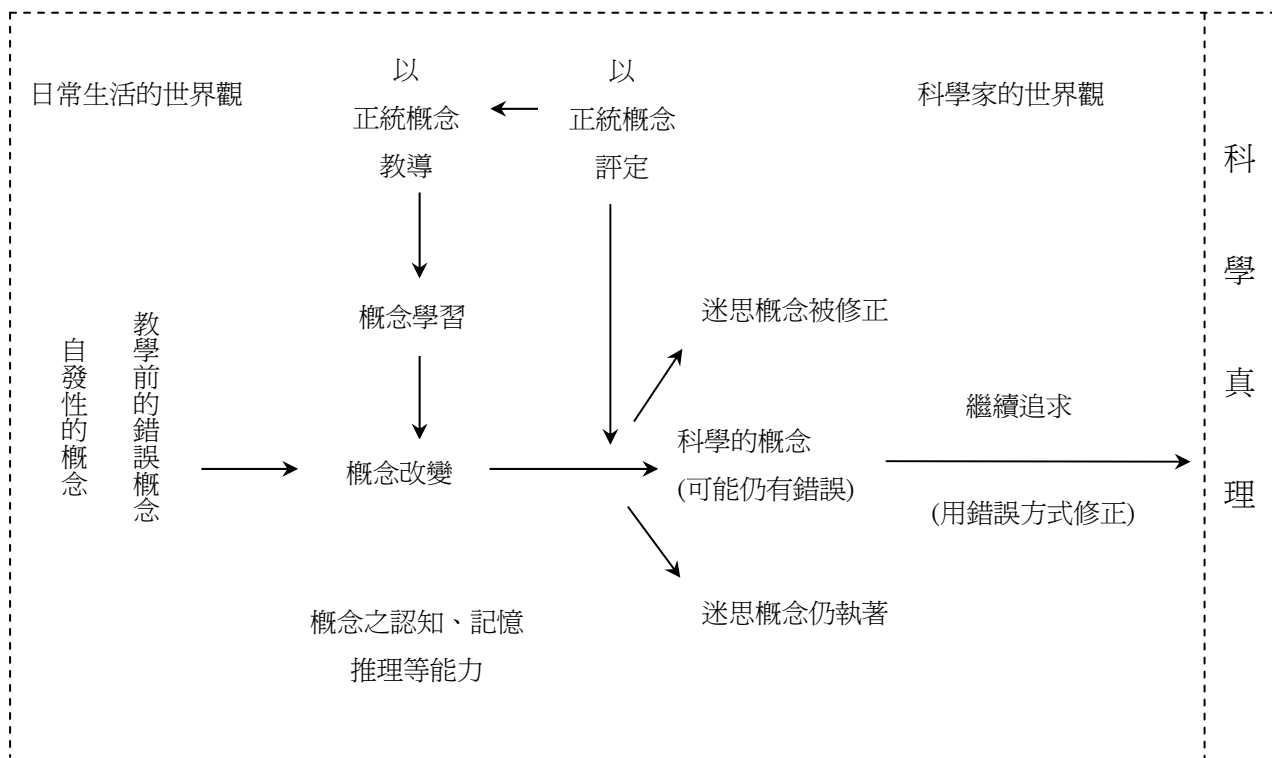


圖 2-1 迷思概念的概念背景圖(鍾聖校，1994)

(虛線表示此概念世界是開放的)

如圖2-1，一般人在日常生活中的體驗會形成自發性概念，其中有些概念是不被科學家所接受的，此類概念即所謂之迷思概念，這些迷思概念經過正統概念(科學家認同的概念)的學習，有可能改變了原先的概念，也可能仍然沒有改變，或部分改變。這些概念經過正統概念的檢驗，如果還是與正統概念不相容，那就仍然是一個迷思概念，需要再進行概念學習；如果通過正統概念的檢驗，則具有科學家的概念(戴政吉，2001)。

三、迷思概念(misconception)的來源

迷思概念的來源非常廣泛，一般而言不外乎是由學習者與周遭環境的交互作用時，受錯誤的訊息或自以為是的錯誤判斷而產生迷思概念(李璧如，2006)。迷思概念常會偶發性的或長期性的主宰個人的信念，對於學習科學知識是非常不利的。學生若存有迷思概念，對實驗的觀察和示範、對觀察的解釋、對科學課程的理解和記憶會有很大的妨礙(余民寧，1997)。Rodatz(1979)在研究中指出：對教師而言，經由錯誤分析可提供學生學習結果的大量訊息，增進教學成果。相對的，對學生而言，錯誤創造一個新的學習機會，讓學生認識迷思概念。因此，探討學生的迷思概念是有必要的(引自秦麗花，1995)。

茲將國內外學者對於迷思概念來源的看法整理分述如下：

(一) Driver(1981) 歸納迷思概念的可能來源為：

1. 在成長過程中與周遭的人產生互動，可能就從這些人中得到迷思概念。
2. 兒童觀察自然界的現象或日常生活的經驗，經過本身加以整理歸納後，得到一些他們自認為正確但卻與正統科學相矛盾的概念。

(二) Jiang-Broadstock(1992) 歸納迷思概念的可能來源為：

1. 日常生活用語。
2. 立即的親身經驗。
3. 同儕想法的影響。
4. 電視。
5. 學校中的正式學習。
6. 兒童文學。
7. 科學博物館。

(三) Treagust(2000) 歸納迷思概念的可能來源為：

- 1.個體的感覺經驗。
- 2.語言經驗。
- 3.文化背景。
- 4.同儕團體。
- 5.大眾媒體。
- 6.科學教學的誤導。

(四) 陳啓明(1991)歸納Sutton與West(1982)、Head(1986)和Blosser(1987)的研究，

發現對於迷思概念形成的可能原因有：

1. 來自與生俱來的理念。
2. 從日常生活經驗和觀察得來。
3. 由通常的用語或隱喻(metaphor)的使用而來。

4. 從類比、字義的聯想、混淆、衝突或知識的缺乏而來。
5. 由信念、被允許的意見或同儕的文化而來。
6. 由正式或非正式教學而來。
7. 來自教科書的內容及教師教學的過程。

(五) 王美芬、熊召弟(1995)歸納迷思概念的可能來源為：

1. 教師對於學童的迷思概念缺乏察覺心(awareness)及興趣。
2. 日常生活語言和隱喻。
3. 「只要教，就馬上會學到」的假設。
4. 「字和話語就可以代表瞭解」的假設。
5. 教科書呈現錯誤概念。
6. 過份強調講述法。

(六) 余民寧(1997) 歸納迷思概念的可能來源為：

1. 家庭教育。
2. 文化習俗的傳遞。
3. 生活中的某些經驗。
4. 學校或其它地方的教導而產生。

(七) 蘇育任(1999)歸納迷思概念對科學教育的隱涵與迷思概念的成因如下：

1. 在科學情境中使用日常生活用語的問題。
2. 過度簡化科學概念並使用不合格之一般化的敘述。
3. 使用多重定義及模型。
4. 死背概念及公式。
5. 學生從先前本身經驗世界所產生的「先前概念」。
6. 將相似的概念重疊在一起。
7. 將物件賦予人類或動物的特徵。
8. 學習一概念所需之先備知識不夠。

9. 學生無法「摹想」性質。
10. 教學策略與概念太過廣泛。

(八)Booth(1981)歸納中學學生產生數學迷思概念的原因爲：

中學生在處理數學問題時，往往不用課堂上老師所教導的方法，反而較常採用自己較有感覺且較有信心的方法。這些較常被學生使用的方法有時效果很好，有時則有其應用上的限制，而在學生一知半解的情形下，容易產生迷思概念(引自邱明星，2006)。

(九)楊弢亮(1992)歸納中學學生產生數學迷思概念的原因爲：

1. 概念混淆。
2. 定義不明確。
3. 定理理解不清楚。
4. 條件不注意。
5. 邏輯錯誤。
6. 法則不會。
7. 公式記錯。
8. 計算錯誤。

四、迷思概念(misconception)的特性：

(一) Driver et al. (1985)曾指出迷思概念有三項特性：

1. 個人性(personality)：

個人對於聆聽同樣的教學會有不同的解釋，甚至以自己的方法來內化經驗，建構出自己的意義，影響資訊被獲得的方法。

2. 不一致性(incoherentence)：

學生不瞭解科學知識前後一致的需要性，常常缺乏概括一個範圍的單一模型(抽象化能力)。

3. 穩定性(stability)：

學生對於學習到的概念，常以自己內在信仰或架構來加以詮釋。因此，常會有其獨特的解釋方式，並且在教師教學後，仍不會修正或改變。

(二) 林福來(1990)認為迷思概念主要特性為不完備。

(三) 鍾聖校(1994)綜合各項文獻，歸納迷思概念至少具有下列八種特性：

1. 過程性：

迷思概念是在概念發展或概念學習的過程中出現的，若以一直線代表概念發展的連續體，則迷思概念是出現在此連續體中的任一點。

2. 不完備性：

在迷思概念的訪談資料中，可發現大量的受訪者，其回答不夠完整，且這種不完整，不是表達能力的問題，而是對問題的思考不周全，以致說出的概念也失之片面或零碎。

3. 非正統性：

迷思概念不同於正統的、科學家、專家的觀點與說法。

4. 思考性：

迷思概念之提出皆有思考成分，無論造成思考結果的方式是直覺的、錯誤的類比、不正確的推理或不成熟的運思。

5. 個別性：

許多迷思概念及其想法相當特別的，屬於個人專有的，是學習者以自己的想法，將外在

訊息內化，用自己的經驗來建構事物意義產生的，故所得之概念及想法，相當具個別性。

6. 普遍性：

某些迷思概念普遍的存在於某一年齡層或某一文化族群。

7. 不穩定性：

迷思概念在學生缺乏概念的情形下，是相當不穩定的，容易出現，也容易拋棄。因為學生對概念缺乏清楚的認識，因而沒有確定的見解，想法易變，顯得不穩定。

8. 頑固性：

雖然有些迷思概念很容易經過教學或簡單的解說，就得到改變(陳啓明，1991)。但有些迷思概念，雖經過教學時教師不斷提出大量的證據或費許多口舌講解，仍然一再出現，讓學者不得不承認其根深蒂固存在之事實。

五、迷思概念(misconception)的影響：

由於迷思概念有過程性、不完備性、非正統性、思考性、個別性、普遍性、不穩定性、頑固性…等的特性，所以會對學習產生深遠的影響(李璧如，2006)。這些迷思概念的特性將會影響學生學習新知的能力，使新的知識流於暫時性，無法應用；也使教學流於形式，以致教師即使講解得很清楚、很多遍，學生會囿於成見，而充耳不聞(陳俊廷，2002)。Champagne & Klopfer(1982)在研究中指出，學生並非缺乏先備知識才使難以學習，而是學生的迷思概念與學校之教學有所衝突，並且這些迷思概念會干擾、妨礙課程與教材的記憶與理解，使新概念無法透過教學被學生接受。Clement(1982)與Halloun & Hestenes(1985)在探討學生概念理解的研究發現：學生在進入學習情境時，會有許多先入為主的觀念，並非腦袋空空的，且這些先入為主的觀念不容易改變。當迷思概念根深蒂固的存在學生的腦海裡，上過課後，可能還存在；有些上完課，過了數星期後，這些迷思概念會再度出現。所以教師不應該急著教一堆數學知識給學生，而應把教學重點放在鑑定學生持有的迷思概念原因，並且進一步改變這些迷思概念，使教學目的得以有效落實(引自陳俊廷，2002)。

六、改變迷思概念(misconception)的條件：

當學生的迷思概念形成後，要讓學生現有的概念有所改變，並不是件容易的事(邱慧珍，2002)。Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A.(1982)提出要改變學生迷思概念的四個必要條件：

1. 不滿意自己現有的概念(dissatisfaction)：

學生在遇到自己無法解釋的現象時，對自己現有的概念不滿意，自己才會想要改變概念。

2. 有可理解的新概念(intelligibility)：

Baker & Lawson(1995)提出學生在概念改變時，必須對新的概念產生理解，才能組織新的概念並將其意義化。因此，建議用類比或暗喻的方式使得新的概念更容易為學生所理解，以促使概念的改變。

3. 合理的新概念(plausibility)：

學生接受新概念必須是合理的，這樣才能將原有概念意義化。

4. 比現有的概念更可廣泛運用的新概念(fruitfulness)：

對學生而言，新概念能比現有的概念更加適用有效，使學生接受，以促進概念的改變。

因此，教師若想要改變學生的迷思概念，需先把學生的迷思概念找出來，透過學生對其迷思概念所做的解釋與說明來瞭解學生的想法，並依此安排適當的教學情境、進行有效的教學，促使學生概念的改正，從而達成教學的目標(喻鴻鈞，2001；邱慧珍，2002)。

第二節 向量的概念發展研究

英國CSMS (Concepts in Secondary Mathematics and Science) 研究小組(1974~1979)爲了研究向量的概念發展與運算的錯誤類型，針對14 歲群與15 歲群的中學生設計了一份試題，試題分爲四類：

第一類：單純的加、減與乘的運算，將向量看成序對。

第二類：把向量看成代表位置及移動的 n 維序對。

第三類：強調自由向量的基本概念，即方向與大小，以及其在幾何上的應用。

第四類：用有向線段代表一向量。

江淑美(1985)爲了瞭解高一學生是否已具備能接受向量的成熟度，並檢驗學生在學習向量概念的過程中，可能發生困難的地方。因此選用英國CSMS (Concepts in Secondary Mathematics and Science)研究小組所設計的題目，並直接譯成中文，針對高一954位學生進行測驗，分析有關向量(不含坐標化)的迷思概念及原因如下：

一、自由向量中相等向量轉換的錯誤。

二、向量有關概念(大小，方向，逆向量，等式的運算) 尚未建立。

三、透過操作解題不習慣。

四、用文字表達數學情境的能力較差。

五、受舊經驗的影響而誤答。

六、粗心錯誤。

林福來(1987)參考英國CSMS 研究小組Ruddock (1981)『向量與矩陣』的概念研究報告中的平移概念；以及多位美、法專家的研究報告，如：美國Beilin (1985)剛性變換概念研究報告；法國Grenier (1985)中學生反射概念的研究報告…等。並以此製作了關於中學生平移、旋轉、反射概念發展的研究試題，來作爲國科會的專題研究計畫(NSC 75-0111-S003-01，NSC76-0111-S003-12)。其中平移的部分涉及向量概念最廣，易錯的迷思概念爲方向不分、沒有距離長度之概念。

蔡承哲(1996)在研究中指出，高二學生的向量解題歷程中所使用的解題策略有畫圖、順推法(綜合法)、逆推法(分析法)、坐標法、輔助元素法(畫輔助線、設未知數)、中途點法(訂

定目標、子目標)、維數變換法、幾何變換法、嘗試法(檢驗特例)、猜測法、枚舉法。並提出教學與評量上的建議：

- 1.在向量教學時應加強學生在定義、定理的使用與應用。
- 2.以開放式問題的評量方式，來瞭解影響學生解題的相關因素。
- 3.教師應掌握學生成長與犯錯的特徵，以便有效提升教與學的品質。
- 4.數學教學只有工具式的知識或瞭解是不夠的，應重視概念的深層瞭解。
- 5.在教學中應該引導學生如何回顧解答。

林進發(2001)在研究中指出，高二學生在學習向量內積時所發生錯誤的主要原因為：

- 1.因概念不清產生的錯誤。
2. 對圖形的錯覺。
3. 受先前學習過的知識或本單元學習經驗影響作錯誤的推論。
4. 受舊知識相似概念與線索的引導， 形成運算上的錯誤或不當的推論。
5. 符號使用不當， 未能注意符號實質的表徵意義。
6. 忽視題目中的已知條件或答案的隱藏條件所產生的錯誤。
7. 受題目中情境設計與文字敘述的影響。
8. 無證據的推論與多餘的證明。
9. 粗心計算錯誤。

因此建議教師在講授向量內積有關的數學內容時，應適時予以複習與作適當的比較；並多舉生活相關的例子，以引起學生學習的動機，而平時的評量題目也應該加強題目的情境設計。

陳俊廷(2002)在研究中指出，高二學生在學習空間向量時，少數學生誤用向量的代數運算來解釋空間幾何的現象，以致於對空間幾何圖像產生迷思概念或錯誤類型。另外，對於空間中直線和平面位置關係的概念似懂非懂，易偏向機械式的學習，並非經由理解的學習，喜歡直接套用公式，不注重套用公式的條件，以致於影響正確概念的形成。也由於部分高二學生對於空間向量的學習有困難，不瞭解空間向量不僅要有大小而且還要有方向。因此建議教師在教學時，應多舉例子、多畫圖、多利用教具模型與投影片，並與物理教材中的位移、力、速度、加速度、功…等物理量做結合，讓學生感受到向量的存在，以收到良好的教學效果。

數學學科中心(2006)在「98 年普通高級中學必修選修科目數學課程綱要(草案)」中對向量有詳盡之說明：向量在物理上是用來表現力與速度，它是只有長度、方向意涵而不管起始點的抽象符號。由幾何角度而言，用坐標幾何探討幾何性質時，應與所架設的坐標系的原點所在無關，這正符合向量是不管起始點的概念，因此向量成為探討平面幾何自然且精簡的語言。

向量概念與運算將其有向線段的意涵與位置向量的坐標意涵做緊密的結合。位置向量所形成的向量空間具代數運算的結構，即線性組合、內積、外積，它就如同實數系般，是向量至精至簡的表現，可將幾何問題代數化，也可將線性方程組問題賦予幾何意涵，是學生未來學習線性代數、多變量微積分、向量分析、多變量統計分析的基礎。因此，位置向量的線性組合、內積與外積是向量的重點。

向量的線性組合題材包括向量的合成與分解，向量的分解應與二元一次聯立方程組相結合。平面上的點可由兩不平行向量的線性組合來表現，可用來做特殊點的定位，如重心、外心。平面上的直線可由兩向量以帶參數的線性組合方式表現，可用來刻劃直線上的運動。

內積是在直角坐標系下，兩單位向量所夾角的餘弦表現。事實上，經由餘弦定理可得 $|\vec{a}||\vec{b}|\cos\theta = a_1b_1 + a_2b_2$ ，這個公式是向量幾何的核心公式，它的幾何表現為投影與高。內積的應用包括兩向量的直交化(將向量分解成對另一向量平行與垂直的兩個分量)、直線的法線式、點與直線的距離、直線與圓的關係(柯西不等式的應用)、兩直線的夾角、兩直線垂直的判定等。

第三節 多元評量

一、多元智慧理論：

「多元智慧」(Multiple Intelligences, MI, 又譯成多元智能)，源由美國哈佛大學心理學家迦納(Howard Gardner) 於 1983 年在所著之書—「心智架構：多元智慧理論(Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences)」中，提出了人類的七項基本智慧，即：「語言智慧 (linguistic intelligence)」、「邏輯-數學智慧(logical-mathematical intelligence)」、「空間智慧」(spatial intelligence)、「肢體-動覺智慧(bodily-kinesthetic intelligence)」、「音樂智慧(musical intelligence)」、「人際智慧(interpersonal intelligence)」以及「內省智慧(intrapersonal intelligence)」等七項，並將「智慧(intelligence)」定義為「一、在實際生活中解決所遭遇問題之能力。二、提出新的問題來解決的能力。三、對自己所屬文化作有價值的創造及服務的能力。」，也打破了一般傳統智慧理論所信奉的兩個基本假設：人類的認知是一元化的，以及只要用單一、可量化的智慧(IQ)就可適切地描述每個個體。迦納(Howard Gardner)於 1995 年加入第八項智慧「自然觀察者智慧(naturalist intelligence)」。這些智慧分別代表每個人的八種不同潛能，這些潛能只有在適當的情境中才能充分展現出來 (郭俊賢，陳淑惠/譯，2004，2000；梁雲霞/譯，2005；李平/譯，2003，2000，1997)。

迦納(Howard Gardner) 於 1999 年出版「再建多元智慧： 21 世紀的發展前景與實際應用(Intelligence reframed : multiple intelligences for the 21st century)」，再提出「存在智慧 (existential intelligence)」、「道德智慧(moral intelligence)」與「神靈智慧(spiritual intelligence)」三項智慧，但因未完全符合迦納(Howard Gardner)自己所訂定的「智慧」八個標準，目前仍未正式列入多元智慧中，也因此本研究並未將這三項智慧列入研究範圍 (李心瑩/譯，2000)。

茲將八項多元智慧分述如下(郭俊賢，陳淑惠/譯，2004，2000；梁雲霞/譯，2005；李平/譯，2003，2000，1997)：

(一)、語文智慧 (linguistic intelligence)：

能有效地運用口頭語言(如講故事者、演說家、政治家)以及書寫文字來表達自己想法(如詩人、劇作家、編輯或記者)。這項智慧包括把句法(語言的結構)、音韻學(語言的發音)、語

意學(語言的意思)、語言實用學(語言的實際使用)結合並運用自如的能力。這些使用包括修辭學(運用語言說服他人採取一項特殊行動)、記憶法(運用語言記憶訊息)、解釋(運用語言告知)及後設語言(運用語言講述語言本身)。

(二)、邏輯-數學智慧 (logical-mathematical intelligence)：

能有效地運用數字和推理的能力(如數學家、稅務會計、統計學家、科學家、電腦程式員或邏輯學家)。這項智慧包括對邏輯的方式和關係、陳述和主張(若－則[if-then]、因果[cause and effect])、功能及其它相關的抽象概念的敏感性。用於邏輯-數學智能的各種步驟，包括有分類、分等、推論、概括、計算和假設檢定。

(三)、空間智慧(spatial intelligence)：

能準確地感覺視覺空間(如獵人、偵察員或嚮導)，並把所知覺到的表現出來(如室內裝潢師、建築師、藝術家或發明家)。這項智慧包括對色彩、線條、形狀、形式、空間及它們之間關係的敏感性。這其中也包括將視覺和空間的想法立體化地在腦海中呈現出來，以及在一個空間的矩陣中能很快地找出方向的能力。

(四)、肢體-動覺智慧(bodily-kinesthetic intelligence)：

能善於運用整個身體來表達想法和感覺(如演員、運動員或舞者)，以及運用雙手靈巧地生產或改造事物(如工匠、雕塑家、機械師或外科醫生)。這項智慧包括特殊的身體技巧，如協調、平衡、敏捷、力量、彈性和速度，以及自身感受的、觸覺的和由觸覺所引起的能力。

(五)、音樂智慧(musical intelligence)：

能察覺、辨別、改變和表達音樂的能力(如音樂愛好者、音樂評論家、作曲家、音樂演奏家、製造樂器者、善於感知的聽眾)。這項智慧包括對節奏、音調、旋律或音色的敏感性。一個人對音樂能能夠象徵性地或「從上而下(top-down)」地理解(完全的、直覺的)，形式地或「從下而上 (bottom-up)」地理解(分析的、技術性的)，或兩者兼而有之。

(六)、人際智慧(interpersonal intelligence)：

能察覺並區分他人的情緒、意向、動機及感覺的能力。這項智慧包括對臉部表情、聲音和動作的敏感性，辨別不同人際關係的暗示，以及對這些暗示做出適當反應的能力(如社工、教師、公關、心理輔導師)。

(七)、內省智慧(intrapersonal intelligence)：

能有自知之明，並據此做出適當行為的能力(如神學家、心理學家、哲學家)。這項智慧包括對自己的長處和短處相當瞭解，意識到自己的內在情緒、意向、動機、脾氣和欲求，以及自律、自知和自尊的能力。

(八)、自然觀察者智慧(naturalist intelligence)：

能藉由辨別、分類並利用自然界的特徵來解決問題的能力(如農夫、植物學家、獵人、生態學家、庭園設計師、考古學家)。這項智慧是透過和大自然的接觸，包括欣賞和認識動植物、辨認物種的成員。這樣的智慧幫助人將不同種類動植物分門別類，並且也可用在區分人造的或天然的系統。

迦納(Howard Gardner)在多元智慧理論中特別強調，這八項多元智慧彼此間並非個別獨立的，它們之間總是相互影響、相輔相成的。個體在日常生活中所面臨的問題、所做的事，都必須同時使用到數種智慧。換言之，多元智慧並非用來決定個體具有哪些智慧，而是每個人都擁有此八項多元智慧，只是統合運用這些智慧的方法不同，且可能某些智慧很發達、某些智慧只是普通發達，而有些智慧則較不發達(Howard Gardner，1983，1997)。每一項智慧中都有多種表現的方法，例如一位語言智力較高的個體，他可能不識字、不會數學推理，但仍能說出或表演出很多精彩生動的故事。換言之，多元智慧理論主張人類是以多元的方式在各項智慧內或各項智慧之間表現出其特有的天賦才能(Howard Gardner，1983)。迦納(Howard Gardner，1983)認為若能給予適當的鼓勵、增強和指導，一般人的智慧大多可以發展到足以勝任並解決日常生活中種種問題的程度(引自賴羿蓉、李田英，1999)。

教育部於八十六年編列巨額經費並動員大量人力，針對二十萬名後段班國中學生實施寒暑假課業輔導的補救教學，內容包括學業，生活教育，生涯規劃等。其想挽救學生以免誤入人生歧途的用心值得肯定，但其教學內容與方法如不能依據多元智慧論的精神，且因應學生的特性加以修改，則以這些學生目前對學校教育的負面心態，此補救教學方案的成效恐怕將極其有限。田耐青(1997)建議應該對多元智慧論及這些學生多加瞭解，並依據他們的智慧型態去設計教學的內容及方法，才是符合人性的教育。

二、多元評量的原則與方法：

迦納(Howard Gardner) 於 1991 年指出教育改革是否成功，課程理念是否能夠推展，必須同時注意到四個癥結：評量、課程、師資教育與社區支持，而其中最關鍵的問題便在於評量，無論有多好的教育理念與課程設計，若沒有一套與之配合的評量方式，則所有的改革都屬枉然。換言之，評量與課程之間是相輔相成的，一套好的課程必須配合適當的評量方式，才有可能看出它的成效。

傳統標準化測驗是一種既定、狹隘的方式評量學生在整學年中所學習到的內容，而多元智力最大的特色則在於它建議以多元方式來評量學生，並鼓勵學生以多元的方式的任何一種來展現他的能力(Thomas Armstrong，1994)。因此，正如多元智慧的理論所主張的任何教學目標都可以透過八種不同的方式來教授，相對的，任何科目都可以用八種不同的方式來評量。而評量最終的目的則在反映出學生真實的能力，瞭解學生不同的學習型態和各種背景(Hart，1994)，因此在設計評量工具時至少應考慮到以下四個面向(Lazear，1994)：

1. 評量應是形成性的(formative)，必須能顯露、喚出、啟發學生的強勢智慧。
2. 評量應能提供學生廣泛且不同的機會，讓學生在不同的情境下展現、示範或表演出他們所知道的知識或事物。
3. 評量應能有益於學生，即能藉由加強、加深與擴展學生對他們自己、學科內容、生活世界的瞭解，幫助學生的智慧與認知發展。
4. 評量應能適合學生的各種智慧類型，讓學生能在他們認為可以清楚說明其所精熟的學習內容之基礎下，選擇適合他們的評量方式。

以上所述四個評量工具的設計準則或許並非評量工具的充分條件，然而在這些準則之下設計出來的評量工具，應能較為真實的呈現出學生的實際表現，並有助於教師或課程設計者改善教學或課程的參考依據(賴羿蓉、李田英，1999)。

多元智慧理論主張以多種方式運作於生活中，既然智慧是多元的，那麼教學策略亦應是多元的來彰顯，相對的其成就的評量更應該是多元的(鄧運林，1997)。在傳統的觀念中，評量似乎與考試同義，在多元智慧的評量中，評量則具多元化、彈性化，並以嶄新的眼光改進評量的觀念(吳貞宜，2001)。評量的出發點雖然以教育目標為準則，就「質」而言應是多元、

多樣的，而以培養一個「人」的能力，使每一個人能發揮其能力與個性，重視過程的評量比結果的評量更重要。營造更人性、溫馨、自由和開放的學習環境，提供更多元、豐富、統整和適性的學習活動，並加強親、師、生之間的合作，使得學生能更自主、活潑、富創意與健康的學習與成長(趙淑芬，2001)。

(一)多元評量的實施原則(趙淑芬，2001)：

1. 價值澄清：

評量結果多以人性的文字描述，輔導多於批評，獎勵與鼓勵多於懲罰，用迦納教授多元智慧的精神，建立學生正確的價值觀，讓學生能夠肯定自我的價值，如此便能激起學生奮發向上的原動力。

2. 多樣化的教學：

為了引起學生的學習興趣，激發學習的動機，在教學之前應該事先規劃、設計課程，並且依據學生的多元智慧實施教學，如此一來教學便能夠多樣化，學習更富趣味化，評量因此便能呈現多樣貌性。所以教師應該多多利用教學媒體、電腦資訊等工具來輔助教學，達到多元評量的效果。

3. 多型態的呈現：

教師應該在靜態測驗之外，加強動態、心態、生態等課程活動設計，完善充實的環境佈置，能開拓學生們視野。評量的場所，不必拘泥於教室或者是課堂中，帶著學生走出戶外、走出教室，擴大學生的學習領域。學生人際關係的培養，對大自然環境愛護與生態的維護，參與社會公益服務等，都可以也應該列入評量的項目。

4. 多層次的目標：

重視學生德、智、體、群、美五育的均衡發展，達到認知、情意、技能三者合而為一的教學目標。

(1). 認知方面：知識、理解、應用、分析、綜合、評鑑。

(2). 情意方面：教受、反應、價值評定、價值組織、形成品格。

(3). 技能方面：知覺、心向、練習、機械化、複雜、調適、創造。

5. 多向度的參與：

爲了降低教師在評量上的主觀因素以及避免盲點的產生，所以除了教師的評量外，爲了求取更客觀、更正確的結果，應該鼓勵學生們自評、同儕互評、親子間的相互交流、專業人士參與等方式，共同擔負起評量的責任。

6. 多回饋機制：

以科學的精神設計回饋系統，重視輸入與產出間的結果，及時瞭解學生的學習障礙，立即調整修訂教學的策略，在這過程中絕非是一成不變的，否則會使學生長期遭受到困擾，如此一來便會失去學習的動機與動力。

7. 多時機的觀察：

預備性、形成性、總結性同時都能兼顧的教學過程，能夠適時掌握各個階段的教學時機，時時觀察並且紀錄學生的學習態度、情緒與反應。

8. 多系統的支持：

依照學生多元智慧的性向，對學生提供必要的協助措施，當然還可以尋求社會資源支持，匯集群體的力量，促進學生的適性發展。多元評量拋棄傳統重視紙筆測驗的迷思，以多樣、活潑、生動且寓教於樂的方式，營造學習的氣氛，使得學生樂於去學習，對於多元智慧的經營、學生人格正常發展，具有非常正面的意義與價值。

(二)多元評量的方法(王美芬，2001；趙淑芬，2001)：

多元評量是可以評量認知、能力、情意、方法等合乎新課程標準的考核方法。實施多元評量的方法很多，茲舉例介紹如下：

1. 口頭詢問：

這種方式隨時可以進行，如上課中、操作中、活動中。問的問題可以開放性，也可以閉鎖性。這個方法的優點是隨機使用、快速評量、隨時提醒學生的注意力，是上課中最常使用的方法。

2. 書面報告：

讓學生觀察、作實驗、聽課、閱讀、參觀、調查、專題資料整理…等活動後的書面報告；書面報告可以讓學生整理精準的資料，並能使其認真的進行一個活動。報告的特點是從頭到尾絕大部分內容由學生寫完，書面報告不必太多，避免老師負荷太重。

3. 口頭報告：

學生公開以口語發表，這種方式不同於口頭回答問題。口頭報告是學生針對一個主題做較周全的回答；它可以是自己主觀的意見或客觀的答案。

4. 蒐集資料：

各學校均有完善的圖書館、網路，可令學生蒐集資料，教師先告知寫成幾頁(不要太多)、大綱是哪些，這樣學生才不至於影印、列印數十頁資料，而不知重點在哪裡。

5. 成品展示：

新課程強調設計與製作。它可以評量出學生創造思考、解決問題的能力與態度。

6. 紙筆測驗：

有關認知的教學目標，可經由教師依照教材內容所編訂的紙筆測驗來評量學生。

7. 遊戲評量：學習可以設計成遊戲、比賽、角色扮演等方法來達到評量的目的。

8. 總結性實作評量：

學生對文字的認知與對實物的認知有差別。能答對文字敘述題目的，不一定會實作。此方法通常可用在段考或期末考。此項的實作評量有如實作「考試」，採用實物、動作、操作等方式來評量。

9. 形成性實作評量：

就是評量學生在他們具體的工作中實際行為的表現。評量的項目應該是可以把知識轉化成可以被觀察的行為或成品的能力。行為是一步一步進行的，因為實作評量不只看最後成果，而且還注重學生得到結果與過程，所以實作評量是一種真實評量，而不像紙筆測驗只看答案對或錯。通常是在教學活動中進行評量，不是教學活動完成後才特別找一個時間來評量。

10. 歷程檔案評量(又稱卷宗評量)：

所謂歷程檔案評量意指學生對自己的作品有目的蒐集，展現出學生在一個或數個領域內的努力、進步和成就。不是所有領域的檔案都一模一樣的內容，各依不同領域、不同年級、評量的目的不同或個別差異，而有不同的項目和評分標準，它幫助教師瞭解學生學習過程，也可協助學生認識自己。其缺點是久久評量一次，評量時，老師的工作量很大。

11. 自我評量：

學生依照自己的學習情形、學習成果及行為表現，來做自我的評量與比較。

12. 同儕互評：

學生就同學之間的行為、作品或者是解決問題的能力來作相互之間的評量。

其實，某一種學習活動，不一定只用一種評量方式，也可以多種方式穿插。

第四節 複式評量

一、複式評量(Composite assessment)的意義與內容：

複合式的評量 (Composite assessment) 簡稱複式評量，是在國科會資助 (NSC 88-2511-S003-068，NSC89-2511-S003-024) 的數學教師教學與評量技能養成及後設培育計劃下，由曹博盛、王樹文、高毓婷及唐書志所共同研發出來，是一種正式的評量方式 (formal assessment) (曹博盛，2001)。

曹博盛(2003)指出任何課程改革都會影響到教學現場的教與學，而要檢驗一個課程改革是否成功，通常都是透過課程評鑑 (curricular evaluation) 來進行。在這類評鑑的當中，檢驗學生是否已達成原先課程所期望的目標，正是一個課程成功與否的重要指標之一。有些學者將原來課程所規劃的目標稱為「預期的課程」 (intended curriculum)，而學生所獲得的結果稱為「達成的課程」 (achieved curriculum)，而課程評鑑就是在檢驗這兩者之間的差距。

那麼要如何去檢驗學生是否達成課程所預期的目標？若將這項工作縮小到課堂上的各類課程的學習，就是在課堂上進行所謂的評量 (assessment) 工作。一般當學生在學習一個新單元之前，老師要進行所謂的「診斷性評量」；在學生學習過程中，則要進行「形成性評量」 (formative assessment)；最後當一個單元的學習告一段落之後，則需進行「總結性評量」 (summative assessment)。

最近這一、二十年來，各國教改風起雲湧，紛紛制定了各類新的課程標準 (如英國的 National Curriculum，美國數學教師協會所推動的 Principles and Standards for School Mathematics 以及更早的三個 Standards)。而針對學生學習的評量也有很大的改變，例如實作評量 (performance assessment)、卷宗評量 (portfolio assessment)、動態評量 (dynamic assessment)、數學寫作 (mathematical writing)、…，各類新的評量方式亦紛紛出爐。這些新的評量方式主要是針對原先常用選擇題於大型測驗的一種反撲，因此它們常被稱為另類評量 (alternative assessment)。儘管它的內涵紛雜，但至少具備三點共通之處：首先是它們都不是傳統的選擇題型式的測驗；再來它們都是直接測量學生與真實生活有關的表現；最後一點則是教學與評量的界線模糊化。

由於這些另類評量的方式與傳統的評量方式差異甚大，且常需要較長的時間才能完成一項評量工作，因此較不易受到教師們的垂青。針對這些缺點而創造了一些過度性的評量方式，複式評量就是其中一種。

它依據另類評量的精神，使用傳統的評量方式(如填充、計算、證明)，但再增加補救與重組卷即能完成。由於它的便捷性，因此曹博盛博士在三峽九年一貫種子教師工作坊正式介紹複式評量之後，受到很多老師的喜愛。

以前當我們在接受測驗的時候，常常有一個遺憾，就是在考完之後發現自己寫錯，即使已發現到錯誤之處，卻無法重新再來。複式評量提供學生一個「改過自新」的機會。換句話說，就是在考完前置卷以後，學生自己有發現錯誤，他們將有第二次的機會去補救。因此複式評量就像所有其它的另類評量一樣，學生不只在接受評量，同時也在進行學習。

另外一點就是強調學生有反思的機會。在複式評量卷上，一定會要求學生「講清楚，說明白」。我們要求學生不只看到答案的對錯，而且要對於能夠瞭解錯誤的原因。所以學生的瞭解是一種關係式的理解(*relational understanding*)，而不僅僅是機械式的理解(*instrumental understanding*)。因為能將解題過程的來龍去脈都能弄得清清楚楚，那麼學生的學習也才較有機會產生所謂的「學習遷移」(*transfer of learning*)。

二、國內對於複式評量的相關研究：

王樹文(1999)在研究中指出，多元化評量的複式評量提供學生練習偵錯並說明理由，這可以幫助學生由短期記憶轉化成長期記憶(因為是自己想出來的理由所以記得較久)。

高毓婷(2000)以國中一年級為研究對象，探討多元評量對國中數學學習的影響與研究。在其研究中指出，複式評量可以用實作作業單的方式呈現。先設計一份計算的題目，然後分批指定其中部分題目當作作業或小考。將作業或小考收回後先批改，找出多數同學錯誤的部分，再將這些題目整理成一份複式評量的試卷。複式評量的試卷中要學生針對每一題先判斷該題是否做對，並在批改欄勾選；若認定有錯誤，則圈出開始錯誤的地方；接著要學生說明為什麼那個答案或作法錯了，並加以改正。老師則根據批改的正確性與建議之內容給分，並詳細列出給分標準。學生經由複式評量可以增加觀察力、知道別人錯在哪裡並加強偵測能力、可以學的更清楚。

蔡孟珊、魏瑞汶(2003) 以國小三年級為研究對象，探討乘除問題之複式評量。在其研究中指出，透過複式評量來觀察學生在進行解題時，可反映出一些課堂上看不到的瓶頸，來發現學生在學習時可能有哪些數學概念上的迷思。雖然新數學在教法上以尊重學生自然解題為出發點，可是在各班學生人數居高不下的情況下，教師並無法完全去檢視學生的各種自然解法，在這樣的限制下，也許可以透過複式評量第二次測驗中題庫的詳加設計，來檢查學生的數學概念是否有所迷思，也可透過複式評量中學生的解題情形看到不同能力的學生的學習概況和學生表現，藉此來改善教學。在第一次評量中，有些學生對某一些問題有共通的錯誤，這時就有第二次評量的必要性，透過第二次測驗完後的結果，更可突顯出學生共同的盲點在哪裡。

洪雪芬、黃寶嬋(2003) 以國小六年級為研究對象，探討運用多媒體討論區實施數學複式評量之示例。在其研究中指出，複式評量的精華在於第二階段的組卷評量，在學生的文字敘述表達能力不足的壓力下，要落實「數學性的討論與批判」之評量確實不易。所以針對第一階段評量中學生的迷思概念整理之後，透過實體教學進行概念澄清，再將第一階段評量中學生的錯誤解題和正確解題重新組卷，佈題於「多媒體討論區」，讓學生針對同學的解法，判斷解題之正確與否，若是正確需說出正確的理由，若是錯誤需提出修正意見，發現從「語音」入手，學生接受度甚高。

蔡長霖、姚谷樺(2003) 以國中二年級為研究對象，探討複式評量以三角形與多邊形的邊角關係為例。在其研究中指出，複式評量是以最接近傳統評量的方式，讓學生在數學改錯的過程中，提供反思的機會，發展數學的概念，強化已學習數學的能力，提供學生成功的學習成就經驗機會。中間程度的孩子有一定程度的參與，這是在傳統紙筆測驗中所難以見到的。由於複式評量需要挑出錯誤所在，與一般傳統的紙筆測驗有些許不同，學生可獲得新鮮感；而比較起來，用找出錯誤的方式來測驗，也會比直接填寫答案容易，也比較不會使學生有直接放棄的心態，而增加其成就感。

陳蕙茹(2003) 以國中一年級為研究對象，探討複式評量實作範例以三角形性質為例。在其研究中指出，「複式評量模式」，不僅探討學生數學概念學習的情形，診斷學生的迷思概念，進而實施補救教學，並檢驗補救教學成果而後調整教學。所謂的複式評量是指當老師進行完

測驗並批改完後，將學生易錯或不成熟的題目重新組卷，其中老師可增加一些題目，組卷後的試題除了題目外，還配合了一些學生的做法，第二份試卷的測驗模式是請學生根據題目去「批改」試卷中的做法並正確指出錯誤的地方並修改其做法。透過第二次的評量模式，正好可以藉機讓學生反思自己的想法，若非進度壓力，繼續第二次補救教學然後再次評量，學生的概念學習會更穩固。

林福隆、陳銘章(2003) 以國中一年級為研究對象，探討複式評量以式子的運算為例。在其研究中指出，數學領域的評量大多數只是檢驗學生的學習結果的成就，容易形成學生「知其然而不知其所以然」的學習結果。複式評量能融入診斷性教學評量的精神，以協助學生找出容易產生迷思的盲點，並實施補救教學，再接續以數學改錯的方式讓學生作答，不僅可以評量學生的學習成果，也能夠在學生的學習歷程中提供反思的機會，提供學生成功的學習成就經驗機會，如此方能符合教學與評量統合的課程精神。在第一次評量與第二次評量之間務必進行補救教學或試題檢討。而後測（第二次測驗）旨在讓學生針對各題的解題過程與結果，指出哪些是對的？哪些是錯誤的？並提出建議做法，以呈現學生經過補救教學後的瞭解情形及後續發展成就，並藉由他人的解題過程發表自己的見解、欣賞多元與尊重他人的情操，更進而提供學生溝通與反思的機會，以增進學習的效果。

楊國泉、翁宜青、黃聰哲(2003) 以國小五年級為研究對象，探討分數的整數倍教學實施複式評量之行動研究。在其研究中參考複式評量的做法，將其變形後融入國小數學科分數的整數倍教學，期望這種評量方式能促進學生反思，提升學生分數解題的表現。而變形之處為在前、後測中，後測所施測之試卷，只改變數字，並非從前測試卷中挑錯誤題目，重新組卷；只挑選自願且數學能力佳者擔任建議人；並未對「給建議的表現」評分；老師須在建議人給建議前，先釐清建議人之迷思概念，並指導建議人如何給建議。研究後發現，複式評量能減少老師補救教學時間，幫助學生反思，對學習分數的整數倍教學是有助益的，應值得推行。且藉由學生的互動學習，能促使程度較低之學生社會建構發生(Vygotsky, 1978)，亦能提升學生學習興趣與學習表現。

陳二利(2004) 以國中二年級為研究對象，探討配方法解題的複式評量。在其研究中指出，複式評量能協助學生找出盲點，作為教師於教學活動的改進依據，複式評量與其說是提

供學生反思的機會，不如說是提供師生雙方面的極佳的反思機會。

鄭朝亨(2004) 以國中二年級為研究對象，探討幾何複式評量。在其研究中建議複式評量以計算題方式出現，才能更仔細的檢視學生認知。而學生的表達能力(包括閱讀能力)不足，語文教育上的加強有其必要性，或許多使用複式評量可改善此現象，也建議教師若要使用複式評量在使用之前或初期要示範妳(你)期望的作答方式。

潘鳳琴、何基誠(2004) 以國小六年級為研究對象，探討解未知數之複式評量。在其研究中指出，複式評量提供教師在教學設計時學生起點行為的參考。藉由此種評量，學生能從同儕的作答中獲益，而教師也可蒐集更多學生解題案例，做為下次擬題時的參考。傳統的紙筆評量，較無法直接由學生的答題列式中看出學生的想法，而複式評量除了提供學生互相觀摩、提升學生對數學的部分興趣外，更增加了反思的機會，從學生對別人的解題所提供的建議與回饋中，彌補傳統評量之不足之處，更進一步看到更多學生在數學概念的學習情形，而這樣的評量方式，因為簡單容易進行，適合做為診斷教學及蒐集學生解題表現與認知情形，亦藉由提供學生第二次接受評量的機會，提升對數學的興趣與成就感。其實。當教師初次進行教學後所進行的第一次評量，學生可能沒有機會澄清自己的概念，再經過教學者蒐集學生的共同錯誤解題後，透過第二次測驗完的結果，更可突顯出學生共同的盲點在哪裡，也可讓學生藉此澄清自己的數學概念。

陳鍾仁、陳永輝、石瑩琦(2004) 以國小五年級為研究對象，探討整數除法之複式評量。在其研究中指出，複式評量藉由首次開放式的評量發現學生學習困難之處，除以補救教學對學生學習困難處補強外，再據此以聚焦出更深入細緻的題目，除衡量學生對學習困難處的瞭解狀況外，還能協助學生釐清概念上的盲點。透過第二次評量中所附的多樣性解題方法，不僅讓學生能夠反思自己的解題方式，活化了學生學習的能量，更能讓老師進一步瞭解學生的學習狀況，並藉由分析學生的錯誤，不斷的修正教學策略來排除學生造成錯誤的原因，使教學品質與學習成效皆能有效的提升。相較於傳統的評量方式，複式評量較能有效引導學生發展較高階的數學能力，如解題策略分析、判斷評論、數學溝通等。複式評量的使用方式，是讓學生自己正誤區辨、批改考卷，較能激發學生的答題興趣與判斷思考的能力，尤其是對於程度較差的學生，以批改答案正確與否的方式作答，會比自己解題再計算來得容易，無形中提高了他們嘗試答題的意願與信心。

林肯輝(2004)在其研究中指出，為避免進行複式評量時，在第二次以易錯的迷思概念重

新組題，會讓學生有認知上的混淆，複式評量實施時應注意一些技巧：(1)前測完，老師應作試卷之檢討(2)複測完，老師亦需對學生作講解，並可選出寫得較好的作品與全班分享。這種讓學生練習挑錯的訓練也可以應用在課堂上，例如，請學生上台演算題目，若發現學生的解法錯誤的時候，不要馬上予以糾正，可以讓其他同學練習尋找錯誤。

陳永輝(2005) 以國小四年級為研究對象，探討分數加減之複式評量。在其研究中指出，在教學時能夠隨時檢視學生的分數加減學習，澄清迷思概念，才能達成有效的分數加減教學。而複式評量是檢視學生學習成效的有用工具之一，假如能夠蒐集到學生的技能、理解和個人對數學處理方法之資訊，教師將能更有效指導學生，因此實施評量能夠發現學生的迷思概念，使研究者能夠依照證據以詮釋學生學習成果、診斷學生在學習過程遭遇之困難以及據以提供補救教學等。首先由首次開放式的評量發現學生分數加減學習困難之處，再依評量中發現學生常出現之迷思概念實施補救教學，之後重新組卷，聚焦在概念更深入的問題。此評量方式除了可以協助研究者瞭解學生分數加減學習困難之處，其次更可以協助學生澄清迷思概念。

王佳欣、陳淑慎(2005) 以國小三年級為研究對象，探討乘法兩步驟問題之複式評量。在其研究中指出，複式評量是利用紙筆測驗的評量方式，進行開放式的評量內容，發現學生學習困難之處，再進行補救教學，特別針對學生學習困難之處，加以提醒不再犯相同錯誤，也讓學生從別人的答題過程中，再一次釐清自己對此單元的數學知識，授課教師一方面能瞭解學生迷思概念，或是概念不清楚的地方，再進行補救教學。雖然讓學生自己批改考卷，較能激發學生的判斷思考能力，但對於程度較差的學生，以批改答案正確與否，並寫出說明與建議部分來說，顯得比較困難。

莊月嬌(2006) 以國小六年級為研究對象，探討複式評量之實施以怎樣解題為例。在其研究中指出，複式評量是教、學、評融合與循環的歷程。複式評量能增進學生自學與反思的機會。複式評量也讓老師能由學生對別人的解題建議與回饋中，更瞭解學生在數學解題概念的學習情形、解題表現、認知情形，且藉由開放式的評量發現學生學習困難之處，除施以補救教學對學生學習困難處補強外，再據以產出更深入細緻的題目，引導、協助學生檢視自己的學習與解題過程、釐清概念上的盲點。複式評量能彌補傳統評量對學生解題認知歷程瞭解之不足，而這樣的評量方式，因為簡單容易進行，適合做為蒐集學生解題表現、瞭解學生起點行、診斷學生的學習情形、做改進教學內容及發展其它評量方式時命題的參考。複式評量在

引用學生的迷思概念時，必須小心的使用，不是單單只看哪裡錯，也要知道如何改正…等，如此再進行複式評量時，教師與學生也會更為容易上手。複式評量的運用上可以將學生的閱卷公布於佈告欄或教室的任何角落，形成一種有學習效果的教室布置，透過學生很想知道其他人對於其解題的評分與建議的特性，提供學生更多的學習機會。

由以上所述複式評量的意義、內容與國內相關之研究可知，複式評量能有效幫助教師的教學與學生的學習及迷思概念的改善，唯研究對象皆以國小、國中為對象，尚無針對高中學生，因此本研究嘗試以高二學生為對象，平面向量為教學內容，利用融入複式評量嘗試去促進教師的教學與學生的學習並改變學生的迷思概念。

第五節 補救教學

一、補救教學的意義：

補救教學(Remedial instruction)是在教師診斷學生學習困難之後，所進行一連串對症下藥的積極性教學活動。補救教學具有事後幫助的功能，大多是對未達成教學目標者，或學習有困難者幫助他再學習。通常，學生之所以需要接受特別幫助，是因先前所學習的，具有某種程度上的不適應。因此在教師診斷學生學習困難之後，需要施行一連串適切合宜的有效教學策略(陳長春，1992)。

張新仁(2000)在研究中指出，補救教學基本上是一種診療教學模式(clinical teaching，也稱臨床教學模式)，其重點在瞭解學生的學習困難後，精心設計課程內容與慎選教學模式，方能契合學生的個別需求。補救教學所採用的是「評量—教學—再評量」的循環歷程；重視個案資料的蒐集、診斷評量，以及在教學後的測驗，以瞭解學生的實際學習狀況，並給予所需要的協助，而評量的重點主要在瞭解學生於學習過程中，可能遭遇的困難、問題癥結以及補救對策。評量的方式包括：

(1)課程性評量：

以課程內容為重點，評量學生達成課程目標的程度。

(2)程序性評量：

評量的重點在學生本身行為的改變，因此評量的對象是學生本身的行為，比較的對象也是學生自己。若成績退步，首先探究成績退步的原因，進而協助學生消除這些學習障礙，減少負面行為的產生。

(3)判斷性評量：

其評量標準是以個人的主觀印象為主，透過教師平日的觀察和紀錄，瞭解學生的學習過程、行為特性及學習方法，以此評估學習的成效。

(4)系統性評量：

是一種可量化、客觀的與結構性高的評量方式。針對學生的平日學習行為，進行持續性的觀察、紀錄與測量。系統性評量可以對學習行為作詳細而深入的瞭解，分析學生的長處與短處，適時提供回饋。

二、補救教學適用的教學策略：

國外學者(Slavin,1989; McLaughlin & Vacha,1992) 指出，使用直接教學法、合作式學習、精熟教學，以及個別化教學等課程計畫，能夠有效幫助低成就學生。而行爲管理也可以視爲有效的介入過程(張新仁，2000)。

(一)直接教學模式(the direct instruction model)

這種教學模式適用於教導學生記憶事實，學習動作技能，以及簡單的讀、寫、算技能。美國學者羅森祥(Rosenshine)和航特(Madeline Hunter)是主要的提倡者。根據他們的主張，教師主要負起組織教材和呈現教材的責任，學生主要的任務是在接受學習。其教學步驟如下(張新仁，1995)：

- 1.復習舊有相關知識。
- 2.呈現新的教材。
 - (1)陳述教學目標。
 - (2)組織教材，一次教一個重點。
 - (3)示範個別步驟。
 - (4)教完一個步驟，立即檢查是否學會。
- 3.學生在教師指導下作練習。
- 4.提供回饋和校正。
- 5.學生獨立作練習。
- 6.每週和每月作總復習。

(二)精熟教學模式(the mastery teaching model)

這種教學模式的基本理念是：每個人的學習速度快慢不同。教學時只要列出要求學生精熟的標準，並給予學生足夠的學習時間，則幾乎所有智力正常的學生，都能精熟大部分學習的內容。精熟教學模式適用於中、小學團體教學的情境，適用的教材性質兼及認知和動作技能兩種，但涉及的層次不高。布魯姆(Benjamin S. Bloom)的精熟教學模式最常爲人引用，其教學流程如下(張新仁，1995)：

1.引導階段

在此階段，告訴學生精熟教學的實施方法和成績的評定方式，重點如下：

- (1)每位學生根據事先訂定的標準評定成績，不需和其他學生作比較。
- (2)凡是達到此一標準的學生即可得 A，人數沒有限制。
- (3)不需和其他學生作比較。
- (4)在學習過程中要接受一系列的評量，並根據提供的回饋，瞭解自己學習困難的所在。
- (5)如有學習困難，必須參加補救教學或其它方式的學習。

2.正式教學階段

- (1)將教材分成若干單元，擬定每一單元的具體目標和精熟的標準。
- (2)進行班級教學
- (3)每一單元教學結束後實施第一次測驗，並提供回饋。
- (4)未達教師事先訂定精熟標準的學生，要參加補救教學，重新學習原教材，然後再接受該單元的第二次測驗。若有少數學生再次未能通過，則利用課餘時間接受其它學習活動。
- (5)至於達到精熟標準的學生，則參加其它充實性的學習活動。
- (6)全班共同進行下一單元的教學。教學進度是由教師決定。

(三)個別化教學模式(the individualized instruction model)

這個教學模式的理念和部分作法，雖然和精熟教學模式相似，但最主要的差異在於：個別化教學主張由學生根據教材個別學習，且學習進度由學生自行決定；精熟教學主張由教師進行團體教學，且學習進度由教師決定。

個別化教學以美國學者凱勒(Fred S. Keller)所提倡的個別化教學系統(personalized system of instruction)較著名，其作法如下：

- 1.教材細分成若干單元，每一單元皆有評量考試，且設有精熟標準(90%至 100%的精熟度)
- 2.學習材料是主要的教學來源，教師只是輔助者。因此，開學初即應準備妥指定閱讀的教科書、學習指引和作業。學習指引是學生自學的重要指引，內容包括各單元的學習目標、教材內容的分析等。
- 3.每位學生按自己的能力、時間，決定學習的進度。因此，每位學生精熟各單元所花的時

間各不相同。

4.每位學生讀完各單元後，必須參加單元評量，達到精熟標準者則進入下一單元；未達到精熟標準者，就必須重新學習原單元教材，再接受該單元的評量。

5.評量後立即回饋，告知通過與否。

(四)合作式學習模式(the cooperative learning model)

傳統的一般教學重視學生個人間的競爭，合作式學習則強調透過小組內合作學習的方式精熟學習內容。主要的倡導人物為史雷文(Robert E. Slavin)和強森兄弟(David W. Johnson & Robert T. Johnson)。這個教學模式的主要特色有三(張新仁，1995)：

1. 異質分組：將不同性別、能力、種族、社經背景的學生作混合編組。
2. 建立相互依賴：鼓勵學生互助合作，你需要別人，別人也需要你。
3. 重視小組獎勵：只要小組表現達到預定的標準，便可獲得獎勵。

合作式學習模式的教學成效，主要有三：

1. 增進學業成績。
2. 學習人際交往的技巧(social skills)，及合作的行為。
3. 接納不同背景的同儕，包括種族、家庭社經背景、生理或心理殘障。

為適用於不同年級、不同學科和不同學習性質，合作式學習模式發展出許多不同的形態，其中以學生小組成就區分法(students teams achievement division, 簡稱 STAD)較適用於補救教學。說明其教學步驟如下：

1. 全班授課(teaching)。
2. 分組討論或練習(team study)。
3. 小考(testing)。
4. 計算進步分數(individual improvement socres)。
5. 小組表揚(team recognition)。

三、補救教學課程內容類型

補救教學的課程在內容上，因教育的理念、教師的素養、學習的設備以及學生本身的需要，而呈現多樣化。其常用的教學課程內容有補償性、導生式、適性、補充式、加強基礎性及學習策略等課程(杜正治，1993；張新仁、邱上真、李素慧，2000)。

(一)補償式課程(compensatory program)

補償式課程之學習目標與一般課程相同，但教學方法不同，即以不同的教學方法達到相同的教學目標。爲了達到預期教學目標，在實施補救教學之前，得對學習者做徹底的診斷，以瞭解其個別需求、性向、好惡、以及能力水準。若學生聽覺能力優於視覺能力，教師可以有聲圖書取代傳統的教科書，以口試或聽力測驗取代筆試。

補償式課程在國外最常見的方式，是爲社經地位不利的學生提供提前入學方案(head-start project)及持續追蹤方案(follow-through project)。其教學方法以直接教學法爲主。

補償式補救教學需其他人員的配合，如教師、輔導人員、校長、以及家長的參與，所以實施前需設法使有關人員瞭解補償性教學的性質，包括教學目標、程序、步驟以及策略的運用。

(二)導生式課程(tutorial program)

導生式課程旨在於提供額外的協助，以學習正規課程內容。除了實施一對一或小組教學等教學方式外，其餘與正式課程沒有差異。其教學特色是爲學生提供額外的解說，舉更多的例子，並對一般課程所呈現的教材再作複習。

導生式課程係正規課程的延伸。因此，補救教學成敗的關鍵，在於補救教學教師與正規教學教師兩者之間的溝通與協調，共同策劃教學活動。導生式課程模式非常耗時，佔用教師大量時間與精神，所以教師可以鼓勵學生同儕參加補救教學活動，由同班同學義務擔任教導的工作。

(三)適性課程(adaptive program)

適性課程的課程目標與教學目標內容，與正式課程相同；但課程較具彈性，可由教師選編合適的教材，以迎合學生的需求。此外，在教法上也較彈性，可使用錄音帶或錄影帶，以取代傳統教科書，考試時也允許以錄音、口試，或表演的方式代替傳統教科書。

(四)補充式課程(supplemental program)

補充式課程的特點，在於提供一般學校普遍忽略、但對學生的日常生活或未來就業非常重要的知識或技能。如對考試不及格的學生提供有關的補充式課程，即協助學生習得通過考試的必要知識或應試作答技巧，以通過各種考試。

(五)加強基礎課程(basic skills program)

加強基礎課程的特點，偏重於學生在正規課程中未能習得的基本技巧。加強基礎課程模式的基本假設，認為學習歷程是一種線性作用，因而國中一年級的學生無法受益國中一年級的課程，除非該生已學會低年級的所有課程。基於這觀點，在實施補救教學之前，重要的課題不僅在於診斷學生的學習困難，同樣重要的是確定學生當時的知識程度與能力水準。

(六)學習策略訓練課程(learning strategies training program)

採用學習策略課程的教師所教授的課程內容與正規班級不同，其教學重點不是一般的課程內容，而是學習的策略，包括資料的蒐集、整理與組織方法、以及有效的記憶等。

學習策略大致上可分為兩類：(1)一般性的學習策略，包括注意力策略、認知策略(複述策略、組織策略、心像策略、意義化策略)、動機策略、後設認知策略；(2)學科特定策略，包括適用於各個學科的學習策略，如閱讀策略、寫作策略、社會科學習策略、數學或自然學科解題策略等。有關學習策略訓練的實驗結果發現，學習策略訓練對於中等程度學生幫助較大。也有研究指出，學習策略課程對於低成就學生頗有助益，此外，如學生事先已具備基本的學習策略，可從學習策略課程模式中獲益更大(Deshler,1984)。

四、補救教學課程及教學設計的原則

(一)補救教學課程及教學設計：

補救教學的課程設計，首先要考慮到學習的原則：由易至難、由簡而繁、從已學到未學等，才能建立學生的自我信心與學習動機。其次，課程應具高度的結構性，同時學習目標需明確與具體，才能掌握學習的重心。另外，學習活動的設計要考慮學生能力、學習動機、學生的接受程度及注意廣度。對中低程度的學生來說，宜簡化教材，學習活動更應富有變化，具趣味性。所以，一般的補救教學的課程設計，可考慮下列項目(張新仁，2000)：

1. 分析基本能力：

任何學科目標的達成，均需一定程度的心智能力，包括注意力、理解力、記憶力、觀察力、知覺力，以及想像力等。相關能力的不足必然造成學習的困難，因此補救教學教師在設計補救教學課程時，要先考量學生的相關能力，再配合教材與教法，如此才能事半功倍。

2. 評量學科能力：

在進行補救教學前，需先針對學科的學習能力進行測試與評量，以作為課程設計的依據。而學科能力的評量大多為成就評量，如單字的記憶與瞭解、寫作能力測驗等。

3. 評量學習動機：

學習動機往往會影響學習成就，因此在進行補救教學前，教師應先瞭解學生學習動機的強弱。一方面設法對缺乏學習動機的學生提供外在的增強，另一方面可考慮學習動機強的低成就學生為優先補救的對象。

4. 擬定課程目標：

課程目標的研擬決定教學方法的選擇，也關係到教學的成效。然而教師在擬定課程目標時，要先瞭解學生的學習能力，以及學習的客觀條件。此外，課程目標的訂定，務必指出學習的對象、學習的內容、行為的標準，教學方法以及評量的方式。

5. 選擇適合受試者能力的教材：

有效的補救教學課程設計，宜根據學生程度選擇合適的教材，包括：訓練有效的學習策略、簡化原有教科書內容、另行編選坊間的教材、自行重新設計教材。

(二) 補救教學的進行原則：

補救教學的實施是為幫助學生克服學習上的困難，達到有效的教學目標，而評量、診斷對學習障礙的學生的補救教學有著密切的關係（許天威，1986）。因此，如何實施適性且具彈性的補救教學，對於改善學生的學習成效影響深遠（侯雪卿，2004）。

張新仁(2000)綜合學者(李翠玲，1993；徐貞美，1993；Otto、McMenemy & Smith，1973；Olivares，1993)對於成功補救教學的進行原則主張如下：

1. 徵求學生參加的意願。
2. 根據學生的學習程度教學。
3. 循序漸進、小步驟進行。
4. 提供回饋和安排增強。
5. 使學習教材有意義。
6. 協助記憶。
7. 將學生安排為合作式小團體的學習。
8. 提供充分而多樣化的練習機會。
9. 建立成功的經驗。
10. 激勵學習的動機。
11. 可使用電腦多媒體、多元化的教具，以提高學生的學習興趣。
12. 建立良好的師生關係。

侯雪卿(2004)綜合學者(許天威，1986；洪清一，1993；張新仁，2001)的觀點分述補救教學上應注意的原則，作為實施時的參考：

1. 評量方法的多元性：

一套有效的教學方案，完全端視是否能徹底的評量出學童在學習上的強處與弱點而定。

因此老師在評量學生的過程中，應扮演主導和積極主動的角色，並以多元的評量方式來鑑定學童真正的學習困難所在。

2. 運用評量資料設計教學：

測驗的分數結果乃是提供教學者歸納，進而分析出學生真正的學習困難所在，然後再針對他所匱乏之處，設計教學方案進行補救教學。

3. 持續評量：

所謂的持續評量即是教學－評量－教學－評量，如此不斷地循環歷程。因此老師在這樣的過程中，將持續不斷的觀察學生學習的反應與進展的情形，依據學生的表現適時調整教學、修正教材或是提供更多輔助的教學資源，讓整個補救的歷程面面兼具。

4. 教材符合學習原則：

教師首先要考慮到學習的原則：由易至難、由簡而繁、從已學到未學…等，必須作最有效的連結與安排，才能建立學生的自我信心與學習動機。

5. 教材應具高度的結構性：

教材內容的學習目標需明確與具體，配合先備知識，才能掌握學習的重心。

6. 個別化：

對於有特別學習問題的學童，宜依據其年齡、性格、興趣、認知程度、學習準備度、社會成熟度、個人家庭和在校的學習史，選擇合適的教材與教法，以符合個別差異的需求。

楊坤堂(2007)綜合學者(Johnson and Mykiesust, 1967; Caeley, 1984; Johnson and Blalock, 1987)對於補救教學的原則主張如下：

1. 教師必須依據數學學習障礙學生的學習問題，嘗試新的診斷、新的課程、新的教法和新的評量方式…等。
2. 不同的診斷工具產生不同的診斷結果，唯有適當的診斷工具才能解決學習障礙學生的學習問題。
3. 課程內容的初期階段應考慮學生的個別差異現象。
4. 學習障礙分歧的定義和不同的看法均可能導致數學科學習障礙學生課程設計的差異。
5. 對於數學學習障礙的問題處理方式應為「早期診斷：早期發現與早期矯正」，以其建立正確的數學觀念；並根據學生的心智發展，建立多樣化的數學解題能力，以便能迅速處理數學的問題。絕不要讓學生養成不正確的數學概念或算法，而早期診療便是良策，因為要使

學生相信自己做事方法的錯誤，是比一開始就教導學生正確的做事方法還要困難。

6. 有效的直接教學活動需要在合適的課程中進行。即課程進行時，需要先考慮學習者的成就、經驗及基本先備能力。將課程和學生的學習成就與基本能力能吻合，並進行有效的學習評量。
7. 學習過程或是學習刺激的缺乏，可藉由適合的教學活動或是學習方法來彌補。如短期記憶能力不足時，可藉由反覆或是過渡學習來練習；假如是容易分心的學生，課程可能需要調整刺激的順序，或是增加刺激的強度，縮短完成單元所需要的時間。
8. 數學活動的進行需前後連貫。主要目的是將欲學習的新經驗建立在舊經驗之上，使學生在自然的情境下完成學習。
9. 數學概念的形成可以透過一些活動來進行，以加強學生對數學符號或是基本概念的形成。例如，分類遊戲或尋找不同者可以訓練學生如何分類，或是觀察問題的屬性。
10. 加強數學概念通則的建立。
11. 加強問題解決的能力與應用。
12. 預防和禁止一些不當的、錯誤的運算習慣。
13. 將數學的運算建立在自然的情境之下，並與日常生活結合為一。教師教學時不應只限定一種教學方法或單一解題技巧，應將問題解決能力多樣化。所以，課程的進行應配合學習者的能力，並多作學習活動的變化。
14. 就數學學習活動的結果來說，應用是最終的目標。
15. 數學教學時，教師發問的語言內涵相當重要(Kamii and Lavtelli,1970)，教師要有系統地使用有關的措辭或語句。
16. 每個學生都是獨特的個體，教師要適時或定期地測試每個學生的表現，鑑定學生的學習成就與學習問題，對兒童認知發展能力和課程預定目標之間的差距有相當的瞭解(Carpenter,1980)。並嘗試各種教學策略，在特定時間中改變學生的某一特定的學習問題。操之過急的補救教學和忽視學生的學習問題都會遭遇到相同的教學困境。

唐復(2004)指出數學這門學科是高中生最感低成就的，而現行高中實施補救教學的方法多為重補修，以九十一學年度第二學期為例，台北縣八所國立高中重補修學生人數比例高達17.95%，由於重補修的時間、次數、教師、內容常有別於平時，故在成效上，不如預期中理想。唐復(2004)以實際訪談台北縣與雲林縣高中職校數學科教師得知，補考與重修學分時，對於學生實際學習成效不明。

有鑑於現行高中所實施的補考與重修學分，對於學生在實際學習成效無法追蹤(唐復，2004)。故本研究中，嘗試將向量概念融入複式評量中所採用的補救教學，強調能及早發現迷思概念、及時協助學生改善並修正迷思概念。本研究的補救教學期望對於學生的實際學習成效有實質的幫助。

