

第貳章 文獻探討

本章旨在就本研究會涉及到的概念、概念改變、心智模式、酸鹼迷思概念類型做一文獻的收集與探討，其中第一節為概念與概念改變的說明，第二節為學生迷思概念的成因及特性，第三節為心智模式的使用，第四節為有關學生之酸鹼概念的研究，第五節為電腦應用在教學上的研究。

第一節 概念與概念改變

一、概念：

在科學教學上，概念被認為是科學過程的產品，是繼續研究科學的根據，以及有時被認為是技術人員運用的知識。就科學方面而言，根據一些教育工作者認為，獲得概念是理科教學所希望的結果。概念不只是科學的經緯組織，而且是學生應付科學發展的一種方法。(Pella, 1966；引自歐陽鐘仁, 1985)在對概念這個名詞的定義上，因研究者的解釋不同，而各有不同的定義。而 Arnone(引自歐陽鐘仁, 1985)在 1971 年所下的定義為：「概念是由一組觀念(ideas)或符號(symbols)所集合而成的一種觀念或符號；是反應個體已達評價程度的各種態度和成見；是由一種心理意象(mental image)，特別是指結合同一類事的各項特徵，使其成為一種意念(notion)的這種概括觀念。」

Mervis 和 Rosch (1981) 則認為概念是指所定義的特性與元件間合理關係的組合體，而自然界物體的特性(qualities)或屬性(attributes)是與概念相結合的。Duit 和 Treagust(1995)指出概念是指一個統稱，是指具有共同屬性的物質或事件可以被訊息或符號來表示，以及是能被大眾接受的定義或觀念。郭重吉(2001)將概念定義為代表具其同屬性一類事物的名稱或符號。而

鐘聖校指出(1990)當一個符號代表一組具有共同特性的事物時，我們就說它指示一個概念，我們會使用概念來整理及分類環境中的事物與經驗，同時進行思考，因此概念是認知的重要單位。

Bruner(1967；引自宋志雄, 1992)認為任何概念均有三個要素：1.實例、2.屬性、3.屬性價值，其又依據結構將概念分成三類：1.連接性概念、2.分離性概念、3.關聯性觀念(歐陽鐘仁,1985)。而 Pella (1975；引自陳瓊森, 1998)把概念的層次高低分成精熟度、抽象度和複雜度等三個向度來討論。在其中的精熟度概念屬較低的層次，是指概念從生疏到精熟的程度；而抽象度概念是指概念的形式是由具體到抽象之間程度的不同，可以分成基礎型、導出型和理論型；而複雜度概念屬較高的層次，是指由簡單的概念到複雜的概念之間程度上的不同，因此，概念的層次愈高，學習上的困難也愈高。其又指出教師在進行科學概念教學之前，教師應先對概念結構本身進行瞭解，且需要瞭解學生已具有的先存概念。教師即針對學生的先存概念設計教材及教學活動，來促進學生將先存概念以科學概念來取代或改變（引自鄭湧涇, 1998）。

綜上所述，概念的學習是結合學習者先前的知識結構，在接觸到新知識時，會嘗試將新知識與原有的知識結構做交互作用，當學習者發現在使用原有的知識結構不能完全妥善地去解釋新知識時，可能在學習的過程中發生拒絕新概念、概念的增加或概念的改變，因此，有必要對概念改變的理論進行探討。

二、概念改變：

邱美虹(2000)指出在科學教學中，其概念學習困難的原因可能來自於：1.受到個人經驗的影響、2.概念本身是抽象的、3.概念本身是複雜的、

4.概念本身是微觀。在 1962 年 T. Kuhn(Thagard, 1992；引自邱美虹, 2000)發表了「科學革命的結構」一書之後，在科學教育中革命性的概念改變也因此受到重視。而 Strike 和 Posner (1982)所提出的概念改變模式(conception change model, CCM)認為概念改變會有四個條件：1.學習者不滿現有概念、2.新概念必須是可理解的、3.新概念必須是合理的、4.新概念是豐富的。

根據 Chi(1992；引自邱美虹, 2000)指出，所謂概念改變應分為本體類別內的概念改變(within ontological conceptual change，或簡稱為概念改變)和跨越本體類別間的概念改變(across ontological change，或簡稱為根本的概念改變，radical conceptual change)，Chi 從本體論(ontology)的角度來分析概念結構，她指出所有的實體(entity)可分為三個類別(category)：物質(matter)、過程(process)、心智狀態(mental state)。

但在 Thagard 的概念革命的觀點中提到，Thagard (1992；引自邱美虹, 2000)認為概念改變涉及實質上概念系統的改變，即種類關係(kind-relations)與部份關係(part-relations)的改變。在表 2-1 中所述的前三種考慮到表層概念的改變，包括了增加或是刪減概念。其中第一種的概念改變是指在原有的概念結構上增加新的概念，如遠處的小斑點是鯨魚；而第二和第三種的概念改變是考慮到使用概念時所需具有的實用性，如鯨魚可在北冰洋裡發現時，只是描述發現鯨魚的地點，而若是鯨魚吃沙丁魚時，是針對鯨魚的進食特性，此時是對鯨魚有更深一層地解釋；第四種的概念改變是指在新的概念被發現時，會改變原有概念的階層，如鯨魚有脾臟的，由原本的外在觀察提昇到觀察生物體內器官組織的部份，此階層的特性是在於分解；第五種概念改變是利用上階的關係來將兩個概念結合起來，如海豚是鯨魚的一種，是利用生物上的分類特性將兩個物體結合起來；第六種則是新概念的產生，如電學與磁學合成電磁學；第七種的概念改變則是指瓦解原有

的概念結構中部分的種類階層，如牛頓放棄亞里斯多德；第八種的概念改變是指概念的分枝跳躍，如哥白尼認為地球是行星之一，而非自成一類的觀點；第九種的概念改變則是樹的轉變，是改變已具有階層性的樹狀組織原理，如達爾文改變分類的意義。

表 2-1 Thagard 概念改變的階層

階	層	特	質	範	例
1	增加新例子	瑣碎的		如遠處的小斑點是鯨魚	
2	增加弱原則	強弱視其實用性		如鯨魚可在北冰洋裡發現	
3	增加強原則	強弱視其實用性 (實用性指解題和解釋)		如鯨魚吃沙丁魚	
4	增加新的部份關係 (part-relations)	分解		如鯨魚有脾臟	
5	增加新的種類關係 (kind-relations)	利用上階關係來結 合兩個概念		如海豚是鯨魚的一種	
6	增加新概念	有助於科學知識的 發展		如電學與磁學合成電磁學	
7	瓦解部分種類的階 層	放棄原有的辨別方 式		如牛頓放棄亞里斯多德	
8	藉由分枝跳躍 (branch jumping)重組 階層性	從一階層樹的分枝 轉移到另一分枝		如哥白尼認為地球是行星 之一，而非自成一類的觀 點(日心說)	
9	樹的轉變 (tree switching)	改變已具有階層性 的樹狀組織原理		如達爾文改變分類的意義	

(資料來源：邱美虹, 2000)

Vosniadou(1994, 引自邱美虹, 2000)認為概念改變應從豐富(enrichment)及修正(revision)兩個角度來探討，而豐富是指孩童對所學的與已知的概念架構一致時，則學習是使其知識更加豐富，而這是較簡單的概念改變形式，也是指把新的概念加入現有的概念架構中；而修正是指學童所欲學習的與其現有的架構(frame work)不一致或受限於特定理論(specific theory)時，則概念改變便不易發生。

綜上所述，給予本研究的啟示是概念改變的難易程度，會因概念知識的類別及概念知識的層次不同而異。如果是在物質本體類別內的概念改變會較易發生，即概念結構的修正較少，而若是在跨越本體間的概念改變會較困難，即需概念結構的修正會較多。除了在概念改變之外，學習者亦可能存在著不改變原有的知識結構，而是將新知識直接加諸在原有架構，即使是矛盾的情形發生，亦可能並存使用。因此，學習者在接觸到新知識時，會嘗試將新知識與原有的知識結構做交互作用，當學習者發現在使用原有的知識結構不能完全妥善地去解釋新知識時，可能在學習的過程中發生拒絕新概念、概念的增加或概念的改變，而在科學學習中，學習者的某些概念會適用在日常生活，也有些概念會符應科學領域的概念，這兩者之間常是有所不同的。為了在科學教學上，對學習者的概念學習上有所效益，有必要對迷思概念的成因及特性進行探討，以便瞭解學習者在先前概念的結構上及學習過程中概念轉變的情形。

第二節 迷思概念的成因與特性

一、迷思概念的成因：

Driver 等人(1985)認為學生的心智並非是以空白的狀態去接受教學，相反地，他們將把先前所得到的訊息與在科學課程中所學得的經驗產生交互作用，這些會影響在不同的方法下，什麼是會被學習及接受的新經驗。如同認知心理學派的基模，Driver 等人(1985)亦認為孩童不同的觀點及教學過程所表達的觀點恰可形成一個模組，而這個模組主要是立基於兩個假設1.訊息是以不同的方式貯在記憶中、2.我們所說的及所做的每件事是以貯在的訊息中元件及元件群的內容為主，因此，這樣的元件及元件群我們稱之為基模(scheme)。而這個基模足以影響我們的生活一切，而日常生活的訊息也會與基模內的元件產生互相作用。在與科學概念做比較時，若基模所提

供的訊息與科學概念有不同時，我們稱之為另有概念或迷思概念。通常迷思概念會使科學學習變得相當困難，當學生面對新的概念時，他們會以不同的方式來加以解釋。

Carey(1985；引自邱美虹, 2000)認為兒童大都擁有一種”似理論般”(theory-like)的概念結構，這些概念結構往往受某一特殊領域知識的累積而逐漸產生新的概念。所以，學生在接受正規教育之前，在對自然現象的認知上，已有自己的概念想法，在設計教學教材以協助學習者能有效地澄清迷思概念，及適時導正學習者的想法，成為一個很重要的步驟。Champagne 等人(1980)在探討學生對物理古典力學的學習上認為除了數學技巧及推理能力是重要因性之外，學生對於物體運動的先備概念更會在學習過程中影響整個教學成效。因此，以上針對迷思概念的意義及特性做一簡要的概述。

就字的組成及字義來看，misconception 由字首 mis 與 conception 組合而成的，而字首的 mis 有「錯誤的」和「不利的」及「壞的」等意思，就讀音上與「迷思」的音較接近，我們使用迷思概念是指內心的思考模式與正確概念不同的觀點。在眾多學者的說明之中，我們以 Novak & Gowin(1984)所提出的定義來加以說明：迷思概念為學生在接受正規的教育之前，對於自然界的一些現象已有自己的想法，這是其自行所發展出來的概念。以下是有關迷思概念這些類似的術語，將其整理如表 2-2 表示。

迷思概念的產生原因很多，郭重吉(1998)認為學生學習形成概念的過程時，學生會建立相關的基模，而藉由個人感官的探索，會從基模中抽取原有的相關知識，並對感知的內容作判斷，由於個人觀察及感知的不同，對於現象解釋的差異也會所不同。Fisher 與 Lipson(1986)認為迷思概念與錯誤是不相同的，迷思概念是一個獨特的問題，而錯誤是一種表現出來的可

觀察行為，而概念是一個心智結構，因此，迷思概念不是錯誤，但迷思概念本身有可能是錯誤的來源。其又認為這種概念的來源可能來自於：1.對世界的共同經驗、2.共同文化的積累、3.生理構造的影響。

表 2-2 學者及其提出有關近似迷思概念用語一覽表

作	者	年	代	概	念	名	稱	類	別
Ausubel , Novak & Hanesian	1978	前置概念 (Preconceptions)							
Hawkin	1978	直覺想法 (intuitive ideas)							
Champagne, Klopfer & Anderson,	1979	常識信念 (common sense beliefs)							
Viennot	1982	自發性概念 (spontaneous idea)							
Sutton	1980	私人概念 (Private concepts)							
Carmazza, McCloskey & Green	1981	天真信念 (naive beliefs)							
Driver&Easley	1981	另有架構 (Alternative frameworks)							
Hewson	1981	另有概念 (alternative conceptions)							
Arnaudin	1982	迷思概念 (misconceptions)							
Novak&Gowin	1984								
Gilbert, Osborne & Fensham,	1982	孩童的科學 (children's science)							
	1983	學生架構 (student frameworks)							
McCloskey	1983	直覺信念 (intuitive beliefs)							
Novak	1983	有限的或不適合的命題層階 (limited or inappropriate prepositional hierarchies)							
Resnick	1983	天真理論 (Naive theories)							
Waterman	1983	另有概念 (Alternative conception)							
McCloskey,	1983	naive theories (天真理論)							
Mintzes,	1984								
Fischer & Lipson	1986	Underlying sources of error (隱伏的錯誤來源)							
Hills	1989	Students' untutored beliefs (學生的天真信念)							

(資料來源：王美芬，熊召弟，1995，P.79；劉俊庚，2002)

Gilbert & Watts(1983；引自宋志雄,1993)由知識論的古典觀點來說明時，指出知識的獲得是一種階層式的步驟，知識的進步是仰賴對上一個階層中的精熟程度。因此，當階層中的各層次的精熟程度有不足時，就會出對下一個階層的準備不完整，在認知上無法直接產生正確概念，而迷思概

念就是在對上一個階層的不熟悉而出現的錯誤，也會造成在科學學習上的困難。Head(1986)則認為學生迷思概念來源，可能來自於：1.對日常生活的直覺經驗與觀察而來的、2.由類比過程中所產生的困擾、3.對隱喻的使用有所誤用、4.由同儕文化所帶來的影響、5.對固有觀念的堅持。

綜上所述，將迷思概念的成因可能來自於日常生活經驗，社會文化的因素、教師與教科書因素及人類的直覺等。而當學習者在每天日常生活中，企圖去理解生活經驗，並且在理解經驗的過程中，學習者會發展自我的概念結構，其中也會包括某些迷思的概念或是正確的概念，來解釋生活世界的經驗。再者，學習者在與社會中的互動過程中也會產生迷思概念，因為他們會傾向於簡化科學的概念，而使得他們更易瞭解這個社會，在他們所使用的語言或者在文化上的所持有信念，也是迷思概念主要的來源，例如：碳酸是酸性物質，但有學生具有碳酸鈉也是酸性物質的迷思概念，這是來自於中文命名中，碳酸鈉的「酸」字。而這些概念常是根深蒂固的，不易改變的。

二、迷思概念的特性：

郭重吉(1995)認為個體以生活的經驗建立知覺架構，以作為解釋外來訊息的參考。知覺架構會影響個體對現象覺知及經驗、學習經驗與認知結構，這之間的差異性正是迷思概念產生的特性。在 Fisher(1985)的研究指出迷思概念的特性有：1.迷思概念有別於同領域專家的看法、2.單一或少數的迷思概念具有普遍性、3.許多迷思概念拒絕改變，至少在傳統教學方法是不行的、4.迷思概念有時涉及學生的另有信念系統(belief system)、5.有些迷思概念具有其歷史背景，即可能來自同一領域中在早期被接受的觀點。而在 Novak(1988)中八項迷思概念的原則：1.概念很早即被獲得(concepts are acquired early in life)、2.迷思概念很早即被獲得，並且是拒絕修正

(misconceptions are acquired early and are resistant to modification)、3.先前的知識會影響新的學習(prior knowledge influences new learning)、4.訊息處理的容量是受限制的(information processing capacity is limited)、5.大部份知識的儲存是具有層次的(most knowledge is stored hierarchically)、6.學習者不常意識到他們的認知過程(learners are seldom conscious of their cognitive processes)、7.學生的認識論會影響學習(epistemological commitments of student influence learning)、8.思考、感覺與行動是統整的(thinking, feeling and acting are integrated)。在這個八項原則中，可以看到學習者的迷思概念是很早存在的、是不易改變的、而人腦的訊息處理量是受限的、是由學習者本身認知結構來影響，雖然他們本身不易察覺。

在 Tytler(1998)的研究中指出在大氣壓力的科學概念中，認為小學生對於現象的建構與解釋上，其概念的本質具有以下的特徵：1.學生利用具有多重的概念來瞭解現象，而多重概念是以情境的特徵形成、2.學生對將概念應用至不同的現象上是相當不穩定的，並且會將原始概念與高階的概念共存，也因此，這會形成對於現象思考上的誤導因素、3.學生會積極地去吸收新的想法，並且修正他們的概念，來延伸至新的情境上。此研究說明了學生的概念是依情境而定的，因此，在面對科學概念時，學生在情境的因素中，其學習概念是使用多重的概念(Taber, 2000a)。但在 Taber(2001)發現就算是積極的學生在合適的情境及熟練的師資下，仍會有學習困難的情形，他認為有四類的學習障礙會影響學生的學習，包括有相關物件的缺乏、相關物件與現存物件聯結間的障礙、現存物件本體中認知結構的直覺上不一致、現在物件與教師在認知結構上的不一致等。所以，面對不同的情境下，Pope & Denicolo(1986)及 Taber(2000a)所主張利用“多重架構(multiple frameworks)”可以用來描述學生在不同情境下對於科學思考所具有概念型式及特徵。

由上可知學生的自我概念是具有一定的組織性，但與科學知識的結構有所差異，學生會使用合成的概念模式去解釋他們對外在真實世界的認知，但主要的情況是根據問題所在的情境狀況來決定。Minstrell(1992)認為學生的概念可當成一種知識的片斷或是一種傾向，且與問題的情境相連結，當遇到一個問題的特別情境時，學生會傾向使用某一個特定方式，且與情境相關的部份給啟動，因此學生可藉此處理情境中的問題，而不同的情境下所啟動的解釋模式是不一樣的，所以情境會直接影響學生對於問題的解釋狀態。也因此，在科學教育的意義上，若是可以讓學生在不同的環境下去接觸到不同的經驗，並利用合宜的方式去幫助他們學習，去察覺所接觸的經驗與其內在認知結構有相互衝突的存在，讓學生有機會去修正自己的認知結構，使學生利用修正後的認知結構，在不同情境下去做回答問題、解決問題。希望學生在解決問題之外，更可以瞭解科學概念的普遍性與共通性，使穩定的概念改變成為可能，並能降低情境因素所帶來的影響。

綜上所述，我們將迷思概念的特性是迷思概念很早即被獲得，並且是拒絕修正(Novak, 1988；Fisher, 1985)；迷思概念與情境相關，即在不同情境下，會有不一致的解釋(Tytler, 1998)；迷思概念具有一定的組織、有一另有的信念系統(Fisher, 1985)，其思考、感覺與行為是整合性的(Novak, 1988)；迷思概念是有別於同領域專家的看法(Fisher, 1985)。因此，迷思概念的特性，常是在學習者在概念學習中，急需被克服或挑戰的地方。若能有效地澄清迷思概念，將對學習者在科學學習上有所助益。但由於學習者的迷思概念，常是根深蒂固，不易動搖的。也因此，研究者欲將學習者使用迷思概念的心智模式，與科學概念的學習之間，藉由對心智模式的探討做一深入的瞭解。

第三節 心智模式

Kenneth Craik(1943,引自 Johnson-Laird, 1983)認為心智模式是一種特殊形式的心智表徵，這是一種動態的表徵，人類可以利用這個表徵來對外在的事物進行推理，同時也藉由外在經驗來建構心智模式。在 Vosniadou (1994) 認為心智模式是一種心智表徵的特殊形式，一種類比的表徵，是能夠讓個體在認知運作下去獲得，並且具有特殊的特徵。Gentner 和 Stevens (1983；引自劉俊庚, 2002) 利用建構“心智模式”來描述學生的瞭解情形，並且這個術語也被 Vosniadou 所使用。Vosniadou(1992；引自劉家成, 2003) 則認為，心智模式的產生是為了回答問題並解決問題，來進行行動處理狀況所產生的一種動態結構，而該結構受限於個體本身所具有的概念結構。而 Johnson-Laird(1989, 1995；引自邱顯博, 2002)認為心智模式可被描述為符合某些特定條件的知識表徵，這些特定條件包括：1.心智模式並不包含變數，它是使用象徵物來對一群實體進行表徵，而該象徵物的性質，這是與其他命題形式不同、2.這象徵物必須是能以感官覺知的、3.心智模式的結構對應於所表徵的情境的結構。因此與迷思概念與情境相關的部份有類似之處，即不同的情境將產生不同的心智模式。

對於心智模式的特質及組成，Norman(1983；引自何佳燕, 2002)提出其看法認為心智模式具有以下的六種特質：

1. 不完備的：人類對於現象所具有的心智模式通常是不完整的。
2. 有限的：人們在使用心智模式時，心智模式的能力是受到嚴重限制的。
3. 不穩定的：在一段時間沒有使用模式後，通常會忘記使用時的細節。
4. 無固定的範圍：常會有混淆或類似的機制。
5. 不科學的：為了可以節省體力或是心力，常會使用迷信的模式。

6. 簡化的：寧願多做一些可以省去的行動，以減少心智上的負荷與複雜度。

而心智模式具有四個組成：(Norman, 1983；引自何佳燕, 2002)

1. 目標系統(target system)：提供學習者學習或使用的系統。
2. 概念模式(conceptual model)：由教師為了傳達或教導目標系統，所發展的一個與科學知識相符合的模式。
3. 學習者的心智模式(mental model)：學習者與使用的目標系統交互作用後，對目標系統所產生的模式。起初，這個模式並非是完全正確的，此心智模式可能會在與目標系統互動的過程中，發生持續的修正及精緻化，達到順利的操作的目的。
4. 科學家心智模式的概念化(scientists' conceptualization of a mental model)：科學家在個體進行心智模式的運作時，將其概念模式做概念化的處理所形成一種模式。

給予本研究的啟示是學習者的個體主觀意識是心智模式的一個重要來源，這會限制學習者對於外在世界的認知，常是直覺式的簡單心智模式。在四個心智模式的組成之中，學習者的心智模式除了與目標系統及教師提供概念模式相互作用之外，常會受其對外在世界所建立的簡單心智模式的影響，這兩者或有結合使用、或有矛盾而相斥，進而在學習者身上產生一個表徵系統，使學習者與目標系統不斷地交互作用，而能持續地的修正系統，將心智模式修正及精緻化。為了有效地瞭解學習者在酸鹼鹽單元的概念學習中，其心智模式及迷思概念的呈現類型，有必要將酸鹼鹽的迷思概念作進一步的探討。

第四節 國中學生酸鹼鹽迷思概念的相關研究

在我國實行九年一貫課程的自然與生活科技領域中有關酸鹼的定義，雖無明定是以阿瑞尼士（Areninuss）定義為主要概念，但在分段能力指標中的科學與技術認知部分上有提及「認識酸、鹼、鹽與水溶液中氫離子與氫氧離子的關係，及 pH 值的大小與酸鹼反應的變化」，而在課程次主題—「226 酸、鹼、鹽」的安排上亦提及「常見食物的酸鹼性、物質的酸鹼性、酸鹼指示劑、酸鹼中和、電解質與非電解質、酸鹼鹽的定義及其作用、及 pH 值的簡介」等單元（教育部, 1999）。國內外文獻中有關學生酸鹼鹽的迷思概念研究相當多，以下僅就文獻中，我國中學生在酸鹼鹽概念的學習上較為相關的部分，茲整理如下：

一、溶液的酸鹼概念部份：

（一）對於酸鹼的定義及性質容易混淆

由教育部所公佈的九年一貫的課程中，可以清楚地知道國中階段的學生仍以阿瑞尼士的定義為主要的酸鹼概念。在研究中指出，學生對酸鹼的定義及概念不甚清楚，有所誤用（黃萬居, 1994；陳姍姍, 1992；宋志雄, 1992）。而陳姍姍(1992)在「我國國三學生酸鹼概念之研究」中發現學生對酸鹼概念之理解程度及可能存在之迷思概念如下：學生對酸鹼之定義可分為描述性定義、操作型定義和離子模型三類，其對酸之瞭解高於鹼，部分學生會以味覺來判別物質之酸鹼性，將具有酸味、鹹味及甜味之物質分別歸為酸性、鹼性和中性；而在強酸和弱酸定義上，大都認為腐蝕性之不同，部分學生會以 pH 值之大小來判斷該酸之強弱。而宋志雄(1992)也認為學生對於不可觀察之酸與鹼抽象概念的學習較有困

難。

而姚錦棟(2002)在「我國中學生酸鹼鹽迷思概念和心智模式之研究」中指出：在溶液酸鹼性質單元中迷思概念類型共有九種，其中溶液酸鹼性單元的學生迷思概念共包含有九種，分別為：酸鹼都具有毒性、酸鹼都會灼傷、物質含有氫氧原子的是鹼、中性溶液之正負離子必然抵消、酸鹼都具腐蝕性、名稱中有酸的是酸性、名稱中有氫字的是酸性、酸類都有氫原子、只要是酸(鹼)其酸(鹼)性都相同等。其主要之心智模式類型共有三種分別是：現象模式、名稱模式、化學組成模式。且此三種模式以國中學生的比例較高，高中學生比例較低。

在有關學生酸鹼迷思概念的研究報告中指出學生在酸鹼部份的迷思概念中(Chiu, Lin& Liang 2003)，低成就的學生易以名稱模式、現象模式來判斷物質的酸鹼性質，且不易受課程的改變，而高成就的學生較容易以科學模式來判斷物質的酸鹼性，且較容易受課程的影響。

(二) 對於酸鹼值(pH)的概念不清楚

陳姍姍(1992)在「我國國三學生酸鹼概念之研究」中指出：在強酸和弱酸的定義上，大都認為是腐蝕性的不同，部分學生會直接以 pH 值的大小來判斷該酸的強弱，且學生對離子和溶液酸鹼性和 pH 值之三者關係不十分清楚。在宋志雄(1992)的「探究國三學生酸與鹼的迷思概念並應用以發展教學診斷工具」研究中提到有 40.5% 的國三學生認為鹽酸在水中的 pH 值是較醋酸為大。而姚錦棟(2002)在「我國中學生酸鹼鹽迷思概念和心智模

式之研究」中提到溶液的濃度和體積相同時則酸鹼性相同，以及在不同溫度下其 pH 值的變化不會影響。

(三) 關於酸鹼迷思概念的類型：

在有關學生酸鹼迷思概念的研究報告(Chiu, Lin& Liang 2003)及姚錦棟(2002)的研究中由國一到高二學生溶液酸鹼性單元中學生關於酸鹼性質之迷思概念的類型如下，可分別歸類如下：

1、名稱符號模式的迷思概念類型：

這個類型的特徵是學生會使用特定的字眼或是官能基來決定溶液的酸鹼性，或是以化學式中 $[H^+]$ 、 $[OH^-]$ 的個數來判斷物質溶於水後的酸鹼性或強度。在諸位學者的研究中指出學生會認為名稱中有酸字的是為酸性、有氫字的是酸性、或是含有氫原子的是酸、含有氫氧原子的是鹼；亦有學生認為化學式中有 H 的為酸性，有 OH 為鹼性，都沒有的為中性，或是鹼不含氫，鹼的化學式中沒有氫。

2、現象模式中的物理性質為迷思概念類型：

這個模式的特徵是學生會使用巨觀的特性，來判斷溶液的酸鹼性。例如：學生會容易認為酸和鹼是具有自身特定的顏色或是利用其顏色的深淺來判斷強弱；及認為酸是可聞的，具有刺激味；及認為酸是含有自由氫原子，而非解離出氫原子；及酸是嚐起來具酸味，而鹼嚐起來是苦澀的；或是認為酸的顏色是粉紅色的，而鹼是藍色的。

3、現象模式中的化學性質有迷思概念類型：

此模式的特徵亦是在於學生會使用巨觀的特性，來判斷溶液的酸鹼性。例如：酸鹼都具有毒性，酸鹼都會對人體產生灼傷，酸鹼都具腐蝕性，酸可融化金屬。酸鹼強度是引起傷害或反應的能力。中性溶液之正負離子必然抵消，或是不產生任何離子；或是物質酸或鹼的強度，乃決定於化學反應強度大小；或是認為同濃度多質子酸的酸性強度與單質子酸相同。另外，學生對於多質子強酸或弱酸的解離不甚理解，有的學生認為酸鹼混合因陰陽子電量相同，因此呈電中性（姚錦棟, 2002）。宋志雄（1992）探討 838 位國三學生其中 27.9% 的學生以為電解質溶液成電中性時，陰陽離子濃度相等。另 58.5% 的學生認為一個硫酸分子必可解離出兩個氫離子，並且認為硫酸在水中能完全解離，所以酸性強度較鹽酸強。19.9% 的學生認為電解質溶液中陰陽離子的數目一定相等。而有學生認為電解質要通電才能解離（姚錦棟, 2002）。

二、酸鹼中和概念：

（一）對於中和反應的誤解：

在陳姍姍(1992)的研究中指出學生大都了解酸鹼中和之意義，並確定其為放熱反應，但對於鹽類之生成和種類之判斷、中和反應之方程式和淨離子反應方程式之表達以及酸中和之反應計算上，皆有困難。部分學生對酸鹼中和後溶液之酸鹼性判斷，會由參與中和反應之各酸鹼之強弱來考慮，以為中和反應在原先各自酸和鹼所解離出之離子作用完後就停止，由結束時的氫離子和氫氧根離子之多寡決定最後溶液之酸鹼性。陳昭錦（1992）探討高三資優學生研究結果中關於酸鹼部份發現：即使是高三數理資優生，部分解題者對於酸鹼滴定的當量點與滴定終點的區別、各

種滴定曲線的型態以及緩衝溶液、鹽類的水解錯誤的認知出現迷思概念。

(二) 關於酸鹼中和迷思概念的類型：

在有關學生酸鹼迷思概念的研究報告(Chiu, Lin& Liang 2003)及姚錦棟(2002)的研究中由國一到高二學生溶液酸鹼性單元中學生關於酸鹼中和之迷思概念的類型如下，可分別歸類如下：

1、物質本性模式：

(1) 中和離子模式：

這個模式的特徵在於學生會認為酸性溶液與鹼性溶液的中和反應之後，一定會產生的中性的溶液。在姚錦棟(2002)的研究中指出學生在判斷強酸弱鹼的混合後，其生成物會為中性。

(2) 中和電性模式：

學生認為「中和」這名稱指的是酸與鹼的溶液中帶正電與帶負電的離子相互抵消的結果。在姚錦棟(2002)的研究中指出酸鹼中和時，國中、高中的學生都有認為會形成電中性的溶液所以為中性、或是中和溶液的正負離子在反應時會相互抵消。在蘇景進(2004)的研究中指出高中學生有 21%的學生認為強鹼滴定酸時及有 18%的學生認為強酸滴定鹼時，在達到當量點時其溶液會呈現中性溶液。

2、導引推論模式：

(1) 濃度判斷模式(I)：

這個模式的特徵在於學生主要用來判斷溶液酸鹼性的依據，

是在於原來溶液中 $[H^+]$ 或 $[OH^-]$ 的濃度或量。雖然中和反應會產生鹽類，而鹽類的水解會影響溶液的酸鹼性。姚錦棟(2002)指出若學生判別混合液之酸鹼性是以溶液之濃度及體積同時考量時，即酸性及鹼性溶液濃度及體積是相同時，其氫離子濃度與氫氧根離子濃度相同時，則混合後溶液呈中性。在李詩閔(2000)的研究中發現國中一至三年級學生，共計 698 人，在酸鹼性強度之判斷，發現多數學生以濃度為考量的依據，少數會結合解離度概念。而這或許是迷思概念形成的原因之一。

(2) 強度判斷模式(II)：

這個模式是認為學生會以溶液的酸或鹼的強度來判斷。學生的記憶是「強酸加入弱鹼會產生酸性溶液」、「弱酸加入強鹼會產生鹼性溶液」、「強酸加入強鹼會產生中性溶液」、「弱酸加入弱鹼會產生中性溶液」。同樣的在姚錦棟(2002)研究中指出學生認為酸液加鹼液混合後之酸鹼性主要是依據溶液的酸鹼強度加以判斷時，即學生認為是強酸加強鹼時，則混合後溶液呈中性；若強酸加弱鹼時，則混合後溶液呈現酸性；若強鹼加弱酸時，則混合後溶液呈現鹼性。

三、鹽類的相關概念：

1、學生對於鹽的定義、性質、分類上有困難：

在蘇景進(2004)的研究中指出高中學生在對鹽類的分類上仍有不理解之處，除了有從字面上來認定、從反應結果來認定、從溶液的酸鹼性來認定、也有靠直覺及記憶的，也有學生對於鹽類的性質也不清楚，有的學生認為酸式鹽是中性，或是正鹽是酸性

或鹼性的。而陳姍姍(1992)亦指出學生認為酸鹼中和產生之鹽類即為食鹽，並且認為屬於鹽類的碳酸鈉，其水溶液是呈酸性的。在施朱娟(1998)的研究中指出學生認為鹽類是非電解質，且將酸、鹼誤認為是鹽類，例如 NaOH 、 NH_3 為鹽類。在黃萬居(1994)的研究中亦指出國小高年級學生受鹼性物質是鹹鹹的影響，會認為食鹽水是鹼性物質。

2、對於鹽類的水解反應、生成的離子有不理解

蘇景進(2004)發現有的學生認為鈉離子在水中會與水反應產生氫離子，所以會使溶液呈現酸性。而施朱娟(1998)提到有的學生認為大理石與稀鹽酸反應是無法生成鹽類的，另外，認為食鹽水是中性的，是因為溶液是電中性的，且溶液中沒有氫離子及氫氧根離子。在宋志雄(1992)的研究中亦指出學生認為鈉離子在水中會產生水解作用，而產生氫氣。

綜上所述，給予本研究的啟示是酸鹼鹽單元是國中階段中，學習者較感困擾的單元，原因是來自於酸鹼鹽是日常生活中常使用的物質及用語，而社會文化及生活經驗的影響，常造成學習者在本單元的學習上有著某種程度不一的先入為主的觀念；再者，酸鹼中和的反應是複雜，且在微觀上是不易觀察的，常有學習者因為避免認知負荷，而趨於使用簡單的模式來解釋所觀察的現象；最後，抽象的概念不易在傳統的教學中呈現，而教師所欲表達的概念模式中，也易受到教師及教科書的簡化概念，造成諸多迷思概念的出現。所以研究者欲突破傳統的教學框架，企圖利用資訊科技的多重表徵特性來做教學實施，所以有必要對電腦教學在教學上的研究進行探討。

第五節 電腦教學應用在教學上的研究

現在電腦發展的快速，對於社會、家庭、學校等環境的變遷加快了腳步，教師與學生之間、教學與學習之間的需求更加顯得多元而豐富，在建構主義的思潮之下，使教育走向培養獨立自發的學習者為目的，諸多學者及教育先進在朝向此目標中提出了許多研究結果，茲將結果分類說明如下：

一、利用電腦動畫輔助教學：

在吳昌家(2002)的電腦動畫輔助教學對國中學生粒子概念學習成效之研究中指出後測結果顯示其實驗組學生其學習成就顯著高於其對照組，在其問卷調查結果顯示，學生與教師對此種教學設計多持肯定正面的態度，希望往後能夠多加運用於課堂上，並建議此教學媒體需再增加師生間的互動以作為媒體設計之參考。由研究結果發現，利用電腦動畫教學媒體來輔助「粒子觀點」的教學確實較傳統式教學可以幫助學生建立粒子概念。而李秀貞(2002)的研究中是以「認識電解質」與「酸與鹼」兩單元為主，透過自行設計的電腦教學媒體，用以探討電腦媒體教學與自我效能兩變項對學生學習成就之影響，其結果顯示：以電腦媒體教學的學習成就較傳統板書教書的學習成就為佳，尤其在「酸與鹼」單元中達顯著差異；在不同理化程度之受試者中，以電腦媒體教學的學習成就優於傳統板書教學，尤其中等組在「酸與鹼」單元中達顯著差異；自我效能與學習成就相互影響。高、中效能的受試者以電腦媒體教學之學習成就優於傳統板書教學，尤其是高效能的受試者在「認識電解質」單元中達顯著差異，但低效能的受試者則以傳統板書教學優於電腦媒體教學，尤其是在「認識電解質」單元中的學習成就表現。

而在邱志強(2003)的互動式電腦多媒體應用於高中「酸鹼滴定」教學之成效研究中亦指出結果顯示，實驗組的學生在使用 FLASH 所設計出來的教材之後，其後測的平均成績高於控制組，進一步分析發現指出其中前者之低成就學生學習成效顯著優於後者之低成就學生。因此，在低成就學生施以具體、視覺化的教學媒體時，對其概念的建立與學習動機的啟發有所助益。另外，問卷結果顯示，學生高度地肯定此教學媒體在教學上的使用，也願意使用相關媒體來幫助學習。另外，邱志強(2003)也建議軟體的接觸界面上可以再加美化及增加真實性，在教師教學策略的方面，學生亦給予正面的評價。因此，其建議除了延續傳統教學之優點外，亦需要結合妥善設計之教學媒體加以輔助，才能有效提地升學生學習動機與成效。在邱上峰(2002)的研究中發現由學生前、後測的答對率比較可以看出，其電腦輔助教學的課程軟體設計，對於學生在氣體粒子守恆概念及氣體相關概念如分佈、運動等，皆有明顯的進步。顯示出搭配教學策略使用的電腦輔助教學，能有效促進抽象概念的學習。

在邱美子(2002)的研究發現電化學概念學習中，國中學生使用電化學電腦動畫輔助教學媒體後，的確能提升學習成效。而實驗組對電腦動畫媒體具有正面的態度，認為以動畫中所呈現化學反應的抽象、微觀之現象，可以幫助其對於靜態圖片及文字敘述之理解，並加深對實驗內容的印象，而且各單元之動畫呈現簡潔卻豐富，很容易就可瞭解教學內容的陳述。在邱美子(2002)的教室觀察中，可以發現教師的電腦動畫教學法確實能夠吸引學生的注意力，引起學生的學習興趣；以電腦動畫方式呈現實驗反應中離子、電子的移動情形，可以幫助學生建立粒子模型的觀念。而張秀澂(2002)的研究中指出，將電腦動畫融入講解式教學法時，對低分群學生的學習，有顯著的成效；且將電腦動畫融入實驗教學法時，對學生學習成效亦達顯著的成效。更指出學生認為在使用電腦動畫輔助教學後，可提高學習理化的興

趣、可輔助講解式及實驗式教學，及能幫助學生進入溶液中的粒子微觀世界，在科學史的動畫部份有助於瞭解科學的演進。在詹麗卿(2002)亦認為這種新的教學方式除了具有生動活潑、隨選教材等特點外，對教材中的高危險性示範實驗或抽象複雜問題的教學尤具成效，而且使用電腦輔助教學方式，亦可減低化學實驗後廢棄藥品對環境造成污染的優點。

小結：我們可發現，各個學者在利用電腦動畫來輔助教學時皆需搭配合適的教學策略，對於低成就的學生可以有較佳的學習表現，對實行的單元中，以電解質的理解、化學實驗的模擬、酸鹼滴定及酸鹼單元、氣體的粒子概念、電化學的概念的，大都是以微觀的概念、抽象的概念及複雜的概念為主，符合概念改變中，邱美虹(2000)所指出在科學教學中，其概念學習困難的原因可能來自於：1.受到個人經驗的影響、2.概念本身是抽象的、3.概念本身是複雜的、4.概念本身是微觀，這些動畫可用以挑戰學生原有的個人經驗所產生的知識結構，以達到概念改變的目的。

二、以 CAI (computer-assisted instruction; 簡稱 CAI) 及 MMCAI 教學輔助軟體進行輔助教學：

在黃萬居(1985)的中學化學科電腦輔助教學之研究中指出由於學生認知結構的差異，所以學習能力不同。傳統的班級教學不能滿足每個學生的需要，因此國中曾實行能力分班，可是卻造成其它的缺點，雖經教育部糾正在案，然而問題並未解決，因材施教是最好的教學方法，作者認為在目前電腦輔助教學 (CAI) 可說是在實行個別化教學最好的方法之，其應用在中學化學科教學上，得到學生的學習成就是國中組 CAI 法比傳統法高，而高中組 CAI 法略遜於傳統法，但 CAI 法與傳統法所達成之學習成就是相同的。再者，中學生對 CAI 的態度很積極，而其設計的課程軟體很受學生歡迎。在溫嘉榮(1982)的電腦輔助教學教材軟體編製之研究中指出其 CAI 的

教學回饋設計是 CAI 課程設計最困難的部份，而 CAI 教材的生動性是維持學習動機的重要因素。但其研究的建議指出應在考慮課程軟體的設計上，需慎重選擇地題材，並能發展多媒體的電腦輔助教學系統，或是成立電腦輔助教學課程軟體發展中心，以降低研發教材的成本及時間，並對電腦輔助教學應抱持平凡的態度，以及繼續進一步的實驗教學，以探討實際的教學上效益。

李偉新(2002)在進行高中化學的電腦輔助教學教材設計時亦指出：中學化學多媒體輔助教材可成為提高學習興趣的課後參考資訊來源，以彌補傳統教學的不足。中學化學多媒體輔助教材能提供學習者網路教學資源並進行互動式的學習，解決學習障礙與個別差異的問題。在周仿敏(1985)的國中化學科遊戲式電腦輔助教學之研究中指出 CAI 遊戲可以使學生的成績進步、學習動機增強、學習態度變好、都很喜歡這個軟體，而且能夠培養學生解決問題的能力，達成多方面的教學目標，且參加 CAI 遊戲的實驗組之學習成效顯著地優於控制組，而高程度的學生也能產生學習成效。而在楊煥謀(1997)的「國中理化科多媒體電腦輔助教學軟體製作之研究」中指出利用 MMCAI(影音多媒體 CAI)軟體來輔助國中理化科教學，確實能提高學生學習興趣，並可協助教師改善理化科教學之困境。

小結：雖說 CAI 電腦輔助教學是較早期的研究，不過由其中我們可以發現：學生可提高學習動機、可改善教師的教學困境、比傳統式的教學法有較高的學習成效等，因此，以 CAI 電腦輔助教學介入教學，可以明顯地提昇學生們的學習成效。

三、電腦網路應用在教學上之相關研究：

(一)利用網路資源：

許多學生的學習單或是課後作業或是小論文，常會利用網路的資源，因此，在這樣的環境下，教導學生學會使用網路搜索引擎，以及資料的分類整理是相當重要的。在蕭惠君(1999)其研究結果發現國中小學應用網路協助教學的情形雖不理想，但以取用網路資源為最常見的利用方式。而教師們肯定應用電腦網路對提升教學品質的貢獻，但也表示需防範學生接觸不正確或不恰當的資訊。研究者歸納出利用網路協助教學的七大障礙分別是：硬體及經費問題、教師應用電腦網路的意願不高、缺乏應用網路協助教學的環境、網路教學資源質與量皆不足、難以配合現行課程目標及進度、升學主義阻礙教學的開放性、學校缺乏充足的資訊人力支援。

(二)利用線上論壇、電子佈告欄：

由於網路的匿名功能，常會讓許多使用者更敢於線上發問，使本國文化中的內向而不敢發問的性格，得到一種發洩的管道。透過線上論壇及電子佈告欄的方式，由學習者將不瞭解的地方透過線上發問的方式尋求解答，而教學者亦可以透過線上教學資源的提供，使學習者能有隨即的教材補充。在吳輝遠(民 90)的研究中指出網路數學討論及解題記錄分享活動也有助於提昇學生之解題思考，並認為教師應在學生的解題記錄加上適當的批註，以提昇學習者彼此觀摩之效果。

(三)網路與動畫的結合使用：

合宜的動畫設計可表達概念學習中較具抽象及複雜的概念，而網路的功能可以讓學習者利用其便利性，隨時隨地的練習教材內容，在吳盟仁(民 90)的建構網路虛擬化學實驗中，藉此評估虛擬化學實驗對學生學習的影響，主要的內容在於『認識酸鹼指示劑』和『酸鹼中和』這兩個實驗單元，以利用動畫設計虛擬化學實驗，透過網路介面，讓學習者可以輕鬆學習，其研究結果顯示約有七成的學生自認對酸鹼中和的機制更清楚。

綜上所述，不同的學習單元需要不同的表徵來呈現，而電腦科技的角色是在教學上輔助過程中可能的不足，而每一個概念的學習中，所需要的表徵是不見得相同的。因此給予本研究的啟示是，在酸鹼鹽單元中，抽象的概念學習中，採取了 FLASH 軟體製作動畫教材，呈現酸性溶液與鹼性溶液的解離及中和，及酸鹼中和後的水及鹽類的水解，並盡可能呈現酸鹼概念教學中的內容一致性。而在一般概念的表現上，以多媒體教材來呈現之外，利用網路的便利性，並提供給學生可以下載練習的軟體，甚至軟體中有互動、評分的功能者更會提高學生學習的成效。