

第二章 文獻探討

本章共分三節，第一節討論焦慮理論，第二節介紹理化學習相關因素，第三節說明學生背景與焦慮關係。

第一節 焦慮理論

本節將介紹：一、焦慮的意涵；二、焦慮對學習的影響；三、焦慮的測量。

一、焦慮的意涵

現代競爭激烈的社會環境中，「焦慮」已成為一般人常見的情緒表現，心理學家弗洛伊德（Freud），在一八九四年首先提出神經性焦慮（neurotic anxiety），開啓了焦慮在臨床心理學上的研究，在此時焦慮被視為是一種潛意識衝突的結果，之後逐漸有行為學派與學習論者對此「焦慮」議題進行討論（Rollo May 著；朱侃如譯，2004）。

焦慮（anxiety）與焦慮症（anxiety disorders）在心理學的認定並不相同，所謂的焦慮（anxiety）是指個人在面對威脅時的適時反應；而焦慮症（anxiety disorders）是指個人長期存有的不適當焦慮反應（張春興，2000）。日常生活中，我們提及的焦慮表現，是指個人因受到外在某種壓力或刺激時，在認知上、心理上所引發的種種反應，這些反應包含了擔心、害怕、煩惱、憂慮、緊張、不安等複雜的情緒狀態，在這些複雜的焦慮情緒狀態中，並常伴隨著心跳加速、呼吸困難、出汗增多等生理反應，其根源是不知或不明的原因（張春興，2000；Scott & Stradling, 1992；White & Farrell, 2001；Williams, Watts & Mathews, 1997）。而這種焦慮情緒乃是暫時性的情緒，並非心理異常現象（張春興，2004）。

美國存在心理分析學派創建大師 Rollo May，以弗洛伊德〈Freud, Sigmund〉、葛司汀〈Goldstein, Kurt〉、霍妮〈Horney, Karen〉三位研究焦慮學者為例，指出三位學者都認同「焦慮是一種處於擴散狀態下的不安表現」，對焦慮提出定義，認為焦慮是因某種價值受到威脅時所引發的不安，而這價值則被視為是個人存在的根本(Rollo May 著；朱侃如譯，2004)。

從以上學者對焦慮的看法中，可以發現，焦慮在心理學中是一種非常複雜的心理狀態，從引發焦慮的因素來看，焦慮的成因主要來自於壓力，當一個人接受來自內、外在的壓力、刺激或威脅，在不能符合自己架構的事件時，個體的內在心理就會形成一種不愉快的情緒，包括擔心、害怕、煩惱、憂慮、緊張、不安等心理情緒，這些負面的情緒皆是焦慮的現象。

本研究中探討的理化學習焦慮，是指個體在面對特定情境（理化學習）時所產生的擔心、害怕、緊張等負面情緒，是一種暫時性的焦慮，並非是焦慮症，更不是心理異常現象。

Spielberger (1966, 1972) 依據 Cattell 與 Scheier 的主張，提出「特質—情境焦慮理論 (Trait-State Theory of Anxiety)」，認為焦慮的情緒可根據焦慮的穩定性區分為「情境焦慮 (state anxiety)」和「特質焦慮 (trait anxiety)」兩類，這兩類的肇因與表現方式皆不相同。

所謂「情境焦慮」或稱「狀態焦慮」(state anxiety) 是指個人在特殊情境及刺激下所感受到的緊張與憂慮，由外在環境所引起的，屬於一種「暫時性的情緒狀態」(transitory emotional state)，一旦引發焦慮的情境消失，焦慮情緒也將消失，其強度可透過自評量表或自主神經系統作用所產生的生理變化（如心跳、血壓等）加以測量。

「特質焦慮」(trait anxiety) 是指個人內在「穩定性的人格特質」(stable personality trait) 部分，具有持久性、長期性的個別差異，是一種相對穩定持久的人格特質，這可能是幼年生活環境因素逐漸養成的，也就是個人特有的情緒傾向 (Cross & Huberty, 1993)。

依此分類我們平時所謂的焦慮，在無明確指定範圍的情況下，通常所指的是個人特有的情緒傾向，也就是「特質焦慮」(trait anxiety)；而學生在特殊情境，例如：學習情境上產生的焦慮，則偏向於暫時性的焦慮，也就是「情境焦慮」或稱「狀態焦慮」(state anxiety)，只有在面對學習情境時學習焦慮才伴隨著產生，當引發焦慮的學習情境消失時，學生的學習焦慮情緒也會同時消失。但如果這暫時性的焦慮不斷的發生，不斷的增強，將產生永久性的排斥與厭惡感，在學習上將會導致學生提早放棄學習的意念 (黃騏堯，2004)。

Byrd (1982, 引自魏麗敏, 1988, p.18-22) 依據 Spielberger 的「特質—情境焦慮理論 (Trait-State Theory of Anxiety)」，提出「焦慮是一種歷程 (anxiety as process)」模式，如圖 2-1-1，在這個模式中，可以看到個人在面對焦慮情境而引發的焦慮反應即因應方式。

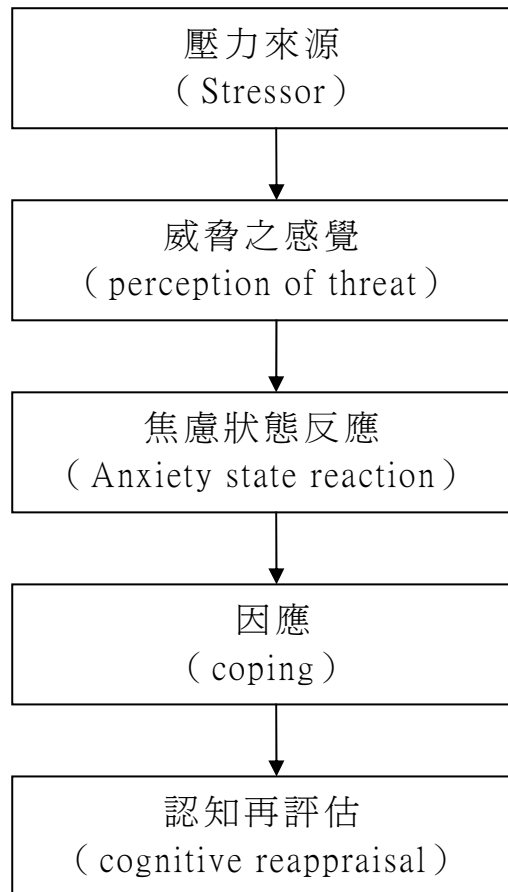


圖 2-1-1 焦慮是一種歷程（摘自魏麗敏，1988，p.20）

這五個歷程階段說明了當個體在遇到挫折、壓力時，首先會對可能造成威脅或導致危險的情況進行評估，接著根據評估結果，來認定狀況是否具有危險性或是威脅性，或是根本不具傷害性。若是個人認為有威脅、危險，便會產生焦慮的反應，心理學家稱之為「情境焦慮」。個體便開始根據過去的經驗與學習過程，嘗試找出解決方法。最後以實際的行為試著解決自己的焦慮狀態。如：積極嘗試解決問題或是逃避、假裝該狀況並不存在。

也就說當學生在遇到挫折、壓力時，若無法即時獲得適當的協助與解決，就可能將此一情境歸類為具有威脅、危險的情境，當日後再遇到相同狀況時，便形成情境焦慮。在焦慮的情境裡，個人通常有

容易緊張的傾向，預期自己會失敗，認為外界具有威脅性，對自己缺乏信心的表現（林清山，1997），若是此問題無法獲得解決，在無法掌控的狀況下，個人可能就會選擇逃避或是假裝該狀況並不存在。

教學環境中教師若無法深刻體會或發現影響學生學習的因素，將會造成學生學習動機的低落，認為學科的學習和他「無緣」，甚至放棄學習。因此身為教師就必須瞭解學生在學習時的情緒狀態，適時的疏導，避免長期焦慮造成學生排斥學習。

二、焦慮對學習的影響

長久以來，心理學家認為焦慮與學習有著密切的關係，何偉雲（2001）認為「焦慮」的情緒會使個人的知覺（consciousness）變狹窄，當個體處在正常的狀態下，知覺是流暢的；一旦個體遇到不可抗拒的壓力時，不良的情緒會使得個體為自我保護，以致知覺呆滯不順暢，而影響創造思考能力的運用。因此，焦慮可能在學習上產生抑制的現象，焦慮程度越高學習成就就越差。

中國西北教育大學的研究，指出學習焦慮對學生的學習效果、學業成就表現及綜合素質的養成均有影響，是造成中學生心理問題的主要原因。過度的內源性學習焦慮及附著於學習活動的外源性焦慮，不僅會導致學生產生多種焦慮傾向，甚至會導致心理異常或心理障礙。但適度的、來自學習活動本身的內源性學習焦慮，不僅是學生學習活動正常進行所必需的，而且能使學生處於最佳的學習狀態，取得最優的學習效果和最好的學業成就表現（化得元，2003）。其中內源性學習焦慮與外源性學習焦慮如下：

內源性學習焦慮包括：

1. 學業壓力；

2. 成就目標需求過高；
3. 自我認知差。

外源性學習焦慮主要包括：

1. 家庭的期望及教育方式；
2. 教師的教育教學方式；
3. 聯考的競爭及就業壓力；
4. 同學間的競爭。

也就是說在某種程度的焦慮將有助於工作表現的提高，但過度的焦慮情緒則會對個人的學習與身心健康有著不良的影響，在焦慮狀態與個人的工作表現上，存在有倒 U 字型的關係，高焦慮者在簡單或熟悉工作上的表現優於低焦慮者；但在複雜或生疏工作上的表現比較差，不論情緒處在焦慮高或低的狀態，都將會使表現降低（古明峰，1991）。

Yerkes 和 Dodson（1908，引自林清山，1997，p.544）從佛洛伊德之後設心理學，首先提出的倒 U 字型理論（The Inverted-U Theory）（圖 2-1-2），也稱為 Yerkes - Dodson law，試圖解釋焦慮和實作表現之間的關係。根據 Yerkes - Dodson law，可以做出下列預測，對高焦慮的學生而言，有壓力的教學條件或測驗條件，會減低學生的實作表現成績，這是因為高焦慮的學生本來就以中上水準的激發狀態來進行學校活動，有壓力的情境會再把他們推往這個曲線的更右端，造成工作表現下降。相反的，對低焦慮的學生而言，有壓力的教學條件或測驗條件，會提高學生的實作表現成績，這是因為低焦慮的學生自曲線的最左端，以低水準的激發狀態來進行學校活動，所以有壓力的情境會有助於將他們推往這個曲線的中間範圍，使的工作表現上升。

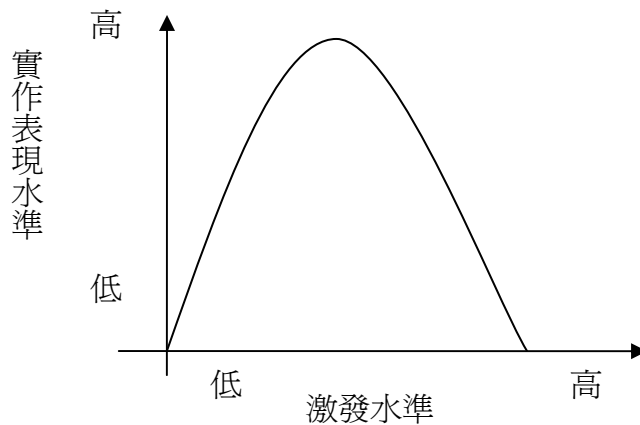


圖 2-1-2 倒 U 字型理論（摘自林清山，1997，p.544）

依據倒 U 字型理論，學習表現和焦慮程度之間為一個倒 U 字型的曲線關係，當個體的焦慮水準很低的時候，通常不會有好的成績表現；但隨著焦慮水準上升，表現將逐漸改善，而當焦慮上升達到某一適當程度時，會有最佳的成績表現；但是當焦慮程度超過此最適當水準時，則表現又會呈對稱性的逐漸衰退（林清山，1997）。

Hardy 和 Fazey（1987）質疑對稱式的倒 U 字型關係只存在於理論中，認為在「實際情境上似乎缺乏預測的效度」，因為來自許多實際經驗顯示，許多學生的焦慮超過最適當水準即導致表現大失常，隨後當焦慮程度逐漸低，但成績表現並無法如倒 U 字型遞增恢復。因此 Hanin（1980）對倒 U 字型理論提出一替代性的觀點，以狀態焦慮的「適當作用區域」（Zone of Optimal Functioning，簡稱 ZOF）來說明狀態焦慮和表現的關係，認為每個人都有其 ZOF，當其狀態焦慮程度進入 ZOF 內，最佳表現將會出現，反之，成績表現將會不理想。

倒 U 字型理論（The Inverted-U Theory）的提出，說明了當人們遇到不愉快的狀況時，人類自然本能就會想辦法降低其所引起的壓

力，而此不愉快的狀況將是引導人類行爲的重要因素。於是 Hull 在 1943 年提出的「驅力理論」要點，認為驅力是一種內在生理需要而引發行爲的動機，而動機是學習發生的必要條件，和佛洛伊德一樣，它強調動機中緊張的角色，而這種緊張的消滅是一種增強；和佛洛伊德不同的是，它相信行爲是受較多經驗發展的驅力，較少受天生本能的影響。

當個體的需要得不到滿足時，便會在有機體的內部產生所謂的內驅力刺激，這種內驅力的刺激引起反應，而反應的最終結果則使需要得到滿足。例如，進食的需要得不到滿足，便會產生內驅力刺激，推動有機體採取最終使食物攝入體內的行爲。一旦需要滿足之後，也就使內驅力刺激平息。所以驅力理論時常又被稱之為驅力還原論或需要滿足論，主要原理是均衡作用，即是指身體內部保有各種狀態間的常態均衡作用。當不平衡產生便產生緊張（即引起驅力），直至調節產生，並消除這種緊張為止（陳李綢、郭妙雪，1998）。

依據驅力理論，所有的活動都是為了解除緊張（驅力），理論著重在會引起不愉快狀態的因素，從「焦慮歷程（anxiety as process）」的轉變來看，個體因知覺到壓力，所以產生焦慮引發個體評估與因應之道（魏麗敏，1988），因而產生問題解決的動力。Dillard（1994）指出，驅力理論建立在一個恐懼的訊息中，包含兩個元素：一種訊息用以激發焦慮（陳述威脅），令一種訊息則必須緩和焦慮（陳述建議）；低焦慮訴求無法激發足夠的驅力以促使個體接受訊息中的建議，過高的焦慮訴求會使得個體心生防衛而忽視或否認訊息中的威脅，只有中度焦慮會導致個體接受訊息的建議，達到最佳效果（Miller, 1963）。

由此可知，驅力是指個體內之某種需求缺乏或不滿足，所形成一種不愉快的緊張狀態，這種驅力會導致個體採取某些行動來降低或消

除體內的緊張，因此焦慮並非完全有害學習，但也非完全有益於學習，必須掌握住其中的平衡點，才能使焦慮產生正向的力量，驅使學生學習。所以教師必須要在教學過程中，瞭解學生焦慮的來源與程度，才能給於適當的壓力，促使學生努力學習，激發學生更好的表現。

三、焦慮的測量

焦慮是一種現代人們在生活上常會出現的一種情緒表現，為瞭解個人的焦慮狀況，遂發展出一種兼具科學化與標準化的測量工具，協助個人了解自己的心理狀態，進而能夠評估自己的優劣程度，促進自己的成長，以下將針對焦慮的測量說明。

1. 計分原理

情緒的心理反應，是指當事人在情緒狀態時的主觀感受，因為是主觀感受，自然很難找到客觀標準，因此心理學家在研究情緒的心理反應時，一向採取自陳法（self-report method），以紙筆方式測量，每一測量量表通常包括一個或多個系列的敘述語句組成，選項的形式可以是「是非題」或「選擇題」，由受試者依自身的狀況逐一作答，測驗的結果可以一個分數來代表，分數越高表示其焦慮程度越高，對於不同的受測者，即可以其分數而決定其在焦慮這一特質上的差異（楊國樞、張春興，1974；張春興，2004）。

林清山（1997）認為多數的特質焦慮量表，均以焦慮情緒產生的頻率來作為統計量化之依據，依其選項可以是：1.「非常的符合」、2.「大部分符合」、3.「符合」、4.「小部分符合」及 5.「非常不符合」，受試者針對每一個問題情境圈選一個最符合自己狀況的選項，作為分析依據。這種量表評分方式又稱為李克特氏多選項量表（Likert multiple-item scales），是一種廣泛應用在社會與行為科學研究的測量

格式，適合於態度測量或意見的評估，量尺由一組連續的數字所組成，每一個數字代表一定的程度，用以反應受測者對於該陳述句的同意或不同意程度。

而 Likert 量表分數的計算與應用有一基本假設，即數字與數字之間的距離是相等的，在此一假設的前提下，不同的題目才可以相加總得到量表的總分，因此 Likert 量尺又稱為總加量表法 (summated rating scales)，表示量表的總分由個別題目加總所得 (邱皓政，1990)。

例如一個 Likert 五點量表，數值為：1(非常不同意)、2(不同意)、3(無所謂同意或不同意)、4(同意)及 5(非常同意)，分數越高，代表同意程度越高。受試者依據個人的意見或實際感受來回答題目，將每一題的分數加總後得到該量表的總分，就代表該特質的強度。

2. 焦慮量表

目前已開發有許多的焦慮相關量表，供心理輔導或學術界使用，例如貝克焦慮量表 (BAI)，曾氏心理健康量表等。而和理化學習焦慮相關的量表，多為自行開發量表，本研究問卷之設計參考：黃騏堯 (2004) 的「國小高年級學生自然課實驗操作焦慮問卷」；陳孟瑜 (2003) 的「國小學童自然科學習焦慮量表」。分別敘述如下：

(1) 「國小高年級學生自然課實驗操作焦慮問卷」：

問卷目的在瞭解學生對實驗課程的操作焦慮狀況，問卷內容分為「基本資料」和「試題部分」兩大部分。主要在探討學生實驗操作焦慮的情形，試題部分都以負向表列為主，點出學生操在作實驗時，可能遭遇到令其感到「焦慮」的狀況，問卷試題部分共 29 題，規劃焦慮源為 1.個人 2.同儕 3.教師 4.實驗過程與結果 5.實驗器物及環境設備等五個向度，答案選項使用 Likert 五點量

表，分爲 1.沒有 2.偶爾 3.有時 4.常常 5.一直。將學生將問卷填答結果相加，即該學生的自然課實驗操作焦慮。

(2) 「國小學童自然科學習焦慮量表」：

問卷目的在瞭解資優班學生與一般班級學生在自然科學習上的焦慮情況。有關自然科學習焦慮的試題部分共 30 題，量表分爲四個向度設計，內容爲：

1. 考試焦慮：測知學童在學習自然科的過程中遭遇評量時，個人情緒之自我評估；
2. 情緒焦慮：測知學童在學習自然科的過程中，個人情緒之自我評估；
3. 課堂焦慮：測知學童在學習自然科的過程中，個人於課堂上之學習時行爲、情緒的自我評估；
4. 壓力知覺：測知學童感覺老師、父母對自己的期望之自我評估。

答案選項使用 Likert 五點量表，分爲 1.非常不同意；2.不同意；3.沒意見；4.同意；5.非常的同意，題目中並安插反向題，避免學生任意作答，反向題則反向計分，將學生填答結果相加，即該學生的自然課實驗操作焦慮。

第二節 理化學習相關因素

影響理化學習的因素眾多，根據理化科目的獨特特質，歸納出下列因素：

一、 數學因素：

Bacon 說：「數學是進入科學的一把鑰匙」。早期的科學家，如伽利略、牛頓等人，他們都有著非常優異的數學基礎，用來解決他們所遭遇科學方面的問題，在他們的遺稿中，均提到數學能力的重要性，利用數字與數學方法可準確的推理出科學結論（Collette & Chiappetta, 1994），就如同許多的理化現象，我們無法單用知覺了解，但卻可透過數學來呈現。例如原子或構成原子的電子和質子是如此微小，以致於我們無法看見，但透過數學計算後，科學家便能預測出更正確的原子組態。

爲了更明確地表現理化的想法，數學的語言符號變得很重要，例如伽利略（Galileo, 1564-1642）以數學公式 $s = 1/2 \cdot gt^2$ ，說明物體掉落 t 秒後，與落下距離 s 的關係，提出“物體在重力的影響下會朝地面愈來愈快掉落，而且無論質量爲何，掉落的速度與路徑都會相同”的理論，反駁了亞里斯多德（Aristotle, 384 – 321 B.C.）與當時一般大眾所認爲的愈重物落下愈快的觀念（Malvern, 2000）。

Malvern 在 2000 年同時對主修物理和數學的大學學生做調查，發現約有 1.3% 的人在物理拿高分（A-B），數學卻拿低分（D-F）；但有 27.4% 的人在數學拿高分，物理卻拿低分。顯示物理好的人大多具備很好的數學能力，但數學好的人物理卻不見得很好。換句話說，擁有數學能力是必要的，但它不能保證物理也會因而變好，數學好但物理不好的人顯然沒有將他們的數學能力應用到理化上。那麼學生在學習

理化概念的同時，就必需具備相關的數學概念與能力，因此數學能力對理化學習是一項重要的關鍵。

邱守榕等（1997）在跨國調查台灣、中國大陸、美國部分地區六年級學童數學焦慮狀況，發現台灣的學童表現出較高程度的數學焦慮。如果數學能力不佳，可能會造成未來進入理工科系的障礙（吳心楷，1997）。

數學在理化中所扮演的角色，有助於理化理論的推導。近年來，科學發展不僅是物理學、天文學和化學，還有近代生物學、考古學、醫學、氣象學及其他相關科學，愈來愈傾向於數學化（克魯切茨基著，九章出版社編輯部譯，1993），但傳統教學中，數學與理化課程是採分科進行的，學生無法體會兩學科之間的關聯性。

美國科學教師協會（Nation Science Teachers Association [NSTA]，1964）指出：「在發展科學課程的努力上，我們應該同時配合數學的發展，而且不論在何種的層次中，科學與數學兩者必須密切的加以聯繫才是」。例如，影響密度概念的先備知識中，不應該僅只有理化方面的陳述而已，必須搭配數學概念與理化概念的結合。再例如張軒毓（2002）探討國中學生莫耳相關概念的學習困難，發現八、九年級學生對於莫耳定義均有超過五成的瞭解，但若題目涉及數學運算，則學生的學習成就將會受到影響。探究原因顯示學生對「科學記號」的知識與能力不足，以致學生覺得莫耳的相關概念問題是艱深難懂的。

許多學者曾研究數學與自然科學學習成就的關係，李田英（1989）依據文獻回顧，發現數學與自然科學間有顯著之相關（ $r=.42$ 到 $r=.77$ ），可解釋約 16~25%的自然科學成就之變異量。

二、 符號因素：

在理化學習中我們會學到並使用到許多的符號、代號，而使用符、代號系統相互溝通可以不受生活語言的限制，因此符號系統可以提供一種簡潔有力的表示方式，其符號規則更提供了一強而有力的可操作性（Malvern, 2000），如萬有引力公式、化學反應方程式、植物分子式等。

我國國中學生的年齡約在 13~15 歲之間，依據皮亞傑（Piaget, 1896-1980）認知發展四個階段：感覺動作期（sensorimotor stage）、前運思期（pre-operational stage）、具體運思期（concrete operational stage）、形式運思期（formal operational stage）（張春興，2004）。本研究對象為國中二年級（八年級）學生，已經到達皮亞傑認知發展階層中的形式運思期，可以不再需要依靠具體的事物來思考，就能直接透過抽象、表徵性的符號進行邏輯思考，也就是具有形式思考的能力，能運用符號來替代其它東西，思考會變得越來越科學。但有些研究顯示大部份的國中學生，甚至是高中生和部份的大學生仍處在具體運思期，而在具體運思期的學生對抽象概念的學習出現了極大的困難（Tsaparlis, 1997；袁媛，1993）。

Al-Kunifed, Good & Wandersee（1993）指出學生因為每天都會使用很多的符號，這使學生對於他們之前學到的符號知識遷移到理化符號的概念上，造成符號的概念變得模糊和習慣，對於理化符號的概念、數學符號和每天所接觸的各種符號相混淆，反而不知道每一個符號是代表著特殊知識。因此可能無法順利以符號來思考理化學習上的問題。許嘉仲（2001）針對六位國中二、三年級學生的理化學習困難進行個案研究，發現個案學生在理化學習困難與障礙有：學生對於理化中的「化學式」與「公式、單位符號」的學習感到困難，呈現排斥、

懼怕、焦慮的心理，即使這些符號並非教學的重點，可是一旦老師在教學過程中出現這些符號時，他們就會很自然地退縮，以為老師所要教導的概念一定很難學習，形成一道學習障礙和學習焦慮。輕者就以背誦的方式取代理解，嚴重的就直接放棄學習。

表 2-1-3 顯示個案學生理化學學習困難與障礙，可以看出在化學式與物理符號、概念較為複雜的課程學習上，高成就學生會覺得不易學習，但還是可以理解，但中、低成就學生無法完全瞭解，甚至完全不懂放棄學習。

由於符號系統的使用，可以提供理化學學習一種簡潔有力的表示方式，也克服語言上的隔閡，是理化學學習必須的工具，而先前學到的符號知識若遷移到理化符號的概念上，而不能及時化解，對符號的概念將變得模糊和習慣，導致理化學學習上的困擾與焦慮。

表 2-1-3 個案學生理化學習困難與障礙統整表

(摘自許嘉仲，2001，p.92)

個案 學習困難	低成就		中成就		高成就	
	三年級	二年級	三年級	二年級	三年級	二年級
對於化學式的學習	完全不懂放棄學習		難以學習僅了解部分簡單的		不易學習但已經學會了	
對於物理符號的學習	難以學習	難以學習	複雜、常常弄錯	記不住，常會忘記	沒有困難	沒有困難
對概念較為複雜的課程	放棄學習	難以學習、將它背起來	難以學習、將它背起來	難以學習、將它背起來	部分有困難，會尋求協助	喜愛，因較具有挑戰性
語文能力或數學運算能力	可。不影響理化學習	不良，影響理化學習	良。不影響理化學習	可。不影響理化學習	佳。不影響理化學習	佳。不影響理化學習
先備知識不足習造成困難	經常發生	經常發生	經常發生		沒有發生	沒有發生

(附註：斜線欄位代表沒有資料佐證)

三、 實驗因素：

自然科學強調學生應該透過親自觀察、親自動手做來瞭解自然現象，這種強調實驗的情況在邏輯實證主義下非常盛行，希望學生藉由實驗所得的經驗來獲得或證實科學知識、培養科學態度及科學素養，也因此實驗在自然科教學中一直佔有重要的角色（許良榮，1998；張惠博，1993）。Collette & Chiappetta（1994）指出透過實驗活動可幫助學生培養正確的科學態度，原因有：

- （1）科學中較複雜的內容，對於中、小學生而言，若不提供具體操作的經驗，將很難有所瞭解；
- （2）實驗可提供學生親自體驗科學方法及科學精神的機會；
- （3）經由實驗的操作訓練，有助於對各種儀器操作技術的改善；
- （4）學生經由較富趣味的活動，與實際的操作，可增進學習科學的動機與興趣。

而實驗過程中學生必須學習發覺問題、設計探究方法、進行探究、最終找出答案的歷程，這些都是需要一段較長時間持續進行，但學校課程有其時間上的限制，教師與學生必需在一個短暫的時間內共同完成教與學的任務，因此在實驗課程上，雖然提供學生動手操作的過程經驗，但學生只是根據已安排好的實驗步驟無意識的操作實驗，卻很少著重在意義的討論上（Tobin, Tippion & Gallard, 1994）。郭文禎（1999）也發現多數個案學生認為實驗只有動手做的部分，不包括想的部分，多採程序的模式投入實驗活動，按部就班的操作只希望能做出符合課本理論結果（Millar, 1987; White, 1996）。

王美芬、熊召弟（1995）就將實驗活動分為食譜式（cookbook）實驗和開放式活動。前者，乃指學生依照特定的步驟與方式來達成預期的結果；後者，以活動方式呈現，以發現問題為起始，繼而要求學

生參與解決問題的過程。Roth（1994）指出學生喜歡開放式的實驗，對於食譜式的實驗，學生的學習興趣較低，且實驗的過程、方法都變得較無意義。

對於理化實驗的研究中，江武雄（1997）對北部七縣市 874 位教師所做的問卷調查，認為造成實驗教學困難的最重要因素是學生沒有預習準備，其次是學生的學習動機低落。

陳雅芬（2004）發現學生不喜歡自然的主要原因為擔心實驗做得不順利無法得到「理想」的數據，便對自然產生排斥心理。

黃騏堯（2004）對國小高年級學童自然科實驗操作焦慮進行研究，發現學習成就越低的學童，實驗操作之焦慮感越大。

張惠博（1993）指出小組間的成員在實驗過程中的行為和成員之間的交互作用，可能會影響到學生的學習表現，如若個人的表現影響到整組的成績，學童將面對同儕間的責難，使學生產生焦慮緊張的上課氣氛。

由以上研究可知，實驗課程在國中理化課程中的重要性，可以協助學生由具體運思期進入形式運思期的一種操作方式，但因課程時間因素，以致實驗活動內容受到限制，學生必須在一定時間完成所有活動，實驗操作變成只是食譜式操作，學生學習興趣降低，擔心實驗做得不順利，無法得到「理想」的數據，對理化學習產生排斥、焦慮的心理；在小組合作的實驗操作上，若個人對實驗操作不熟，會擔心個人的表現影響到整組的成績或造成儀器損壞，將面對同儕間的責難，都會使學生對實驗課程產生焦慮、緊張的上課氣氛。

四、 教材因素：

國內學者王美芬與熊召弟雖然強調科學學習應從做中學，但也強調閱讀的重要性，當有一些科學現象無法從做中學或實驗中獲得，而學習條件又不允許進一步探究時，閱讀將是最有效且便捷的學習方法（王美芬、熊召弟，1995）。劉昭宏（1993）研究教科書在國中理化教學中的應用情形，藉由對兩位個案教師與其任教班級的教室觀察、訪談、問卷施測等資料蒐集方式，發現教科書對於理化教學有很大的影響力與約束力。許自由（2001）研究結果更顯示學生對書籍的依賴性極高，其中又以教科書為最重要，大約九成學生認為他們所獲得的概念來自於教科書。

教科書的重要性不僅在於它是老師課堂教學的依據，更是學生獲得知識的主要來源之一，教材的編排與學生閱讀的能力更顯的重要。課文結構是學習的重要因素，組織越完善、結構越明顯的課文，讀者越能自閱讀中學習（許良榮，1997）。

Kameenui & Simmons 就對文章的形式，依其目的分為敘述式文章（Narrative text）和說明式文章（Expository text）。而敘述式的科學文章一般以故事體裁描述自然事物與現象，重在表達事實與經驗；而說明式科學文章則強調解釋自然事物與現象，重在說明原因與定律（引自洪文東，1997）。Yore & Shymansky（1991）指出科學文章是描述及解釋有相關事件的模式，和一般的日常語文的討論不同，不像小說、故事有可預期的法則，而且科學詞彙有其獨特意義，其邏輯銜接及物化的陳述，並不是一般日常生活溝通時所普遍使用。

（Yore & Denning, 1989，引自許良榮，1997）更指出理解科學課文所需要的三項技能。

1. 詞彙 (vocabulary)：有關字的認明、專有名詞的界定與使用、由脈絡線索決定字的意義、由字根或字的組合了解詞彙的意義等技能。例如認明「速度、速率」之差別；甲烷、丁烷的「甲、乙」是代表碳原子的多寡。
2. 理解 (comprehension)：包括「字義 (literal) 理解」、「推論 (inferential) 理解」、「應用 (applied) 理解」。其中字義理解是指認明主要觀念與其證據的關係、利用圖形、影像、方程式幫助了解文字的意義等。而推論理解則是能區分個人意見與事實的差別、閱讀後作摘要、推論因果關係、比較或對照事件的異同等。而應用理解則是能完成應用性作業的技能，亦即能應用此概念來作問題解決的技能。
3. 研討技能 (study skill)：能組織課文或作筆記、能自己畫關係圖、搜尋特定訊息等。

依此說明可看出要理解科學課文的複雜性，因學生除了具備一般的閱讀能力，還需要有對專有名詞的認識、由文章內容脈絡線索決定文字的意義。如果教科書編排上可瞭解學生這些需求，對學生教科書的閱讀上將會更容易，許良榮（1997）建立設計科學史課文的六項原則：

1. 以符合科學發展史的順序呈現科學理論。
2. 必須呈現科學理論之「背景知識」。
3. 必須呈現科學理論之「先前條件」。
4. 必須描述科學家不同觀點的差異性或衝突性。
5. 以知識發現的角度描述科學理論的建議過程。
6. 避免以現有的科學知識說明科學理論。

依據以上建議的科學史課文，使用後經晤談學生結果發現喜歡閱讀科學史內容的學生多於喜歡閱讀傳統課文的學生，而喜歡以文字呈現等式(科學史課文)的學生也多於喜歡以符號呈現等式(傳統課文)的學生(許良榮，1997)。

由此可知影響閱讀理解的因素很多，而科學文章有別於一般文章的閱讀特性，學生在閱讀科學文章時，必須先對文章中的科學詞彙瞭解其獨特意義，在接下來的閱讀才能真正瞭解課文的意涵。

新課程九年一貫的實施，配合教科書在「一綱多本」的政策下，不同版本課本教材延伸出內容差異的問題一直使學生備受困擾(詹美華，2004)。雖然各種版本教科書都是遵守課程綱要的規範編輯而成的，但是台灣地區長期以來存在著升學競爭的文化，即使在多元入學方案底下，這種考試引導教學的模式已有一些改變，但其本質仍然根深蒂固地存在，前教育部長黃榮村雖然提出「熟讀一本，通曉一綱」的呼籲，然多數立委仍抨擊九年一貫課程實施後，課程綱要解讀空間過大，部分內容籠統模糊，以致教科書不同版本差異太大，面對與校外學生的升學競爭，擔心學習有所遺漏與不足，造成學生的學習負荷更重(黃政傑，2002)。

由以上研究得知教科書在學校教育中，扮演者主要的引導角色，教師的教學以教科書為藍本，規劃課程內容、學生的學習以教科書為主要知識取得來源，但科學文章的閱讀與一般文章的閱讀並不一樣，科學文章則強調解釋自然事物與現象，重在說明原因與定律，內容隱含著許多科學專有名詞，學生在閱讀科學文章時，必須先對文章中的科學詞彙瞭解其獨特意義，在編排上若無考量科學理論之「背景知識」與「先前條件」，將造成科學學習焦慮；而教科書版本的開放，不同版本間的差異，也造成學生的學習負荷。

五、 評量因素：

國內在傳統升學主義的影響之下，「考試」一直以來都是學生課業壓力與生活壓力的主要來源。台北市衛生局在 2005 年公布，台北市 2004 年青少年心理壓力調查結果，從焦慮、憤怒、憂鬱、不如人與失眠等 5 項個人主觀感覺的心理困擾程度進行評分；檢測結果 44.8% 的人表示沒有明顯心理困擾，30.8% 的人有輕度困擾，19.9% 達中度困擾，重度困擾者占 4.56%。進一步分析壓力來源，學生覺得壓力最大的事件前 3 名依序是學業成績（36.6%）、時間安排（21%）、人際關係（18.7%）。顯示有一半以上的學生有壓力困擾，其中學業成績是學生們頭號壓力來源。

所謂的考試焦慮是指在面臨考試情境下，擔心學業成績好壞，產生的心理壓力，是一種暫時性焦慮。Libbert 和 Morris（1967）分析學生考試焦慮分數，發現考試焦慮由兩種因素構成，一為「擔憂」（worry），是一種認知因素；二為「情緒性反應」（emotionality），是一種情緒生理因素。而擔憂和學業表現之間有顯著的負相關；情緒性反應和學業表現之間則無顯著的相關。張春興和林清山（1994）認為考試焦慮有「認知（cognitive）」與「情緒（emotionality）」兩種成分，其中「認知（cognitive）」成分是對考試成敗的關切，「情緒（emotionality）」成分是考試中對個人能力評鑑的壓力所造成情緒與生理的反應。Elliot & McGregor（2001）將考試焦慮細分為三個變項，包括考試焦慮（含狀態及特質焦慮）、擔憂、情緒，這三個皆具負面情緒或認知色彩。

對於低學習成就學生而言，學習的恐懼是常常發生的狀況，因此低學習成就的學生經常伴隨著高度的考試焦慮，而高學習成就的學生存有的考試焦慮較低（Craig & Dobson, 1995）。預期考試將會表現不

好之焦慮學生的思考，會有以下特徵：(1) 與其他人比較，例如，「所有我的朋友將在這次考試上表現得比我好」；(2) 懷疑自己的能力，例如，「我不可能考好試，所以我也將在這次考試上表現不佳」；(3) 對不好的考試表現結果有負面的信念，例如，「如果我在這次考試表現糟糕，我的朋友將認為我是笨蛋」(McDonald, 2001)。

考試焦慮是伴隨著考試情境而產生，高考試焦慮的學生在面臨考試時，會有負面的思考及情緒不舒服感等令人厭惡的認知活動。教育部為減輕國中學生的考試焦慮，經過長期規劃設計的「高級中學多元入學方案」於九十學年度開始實施(教育部，2001)。徐守誠(2001)卻指出，多元入學方案等於把一次聯考的壓力換成三年的痛苦，把單純的學科補習變成五育並重的多科形式，不僅家長荷包受不了，學生的壓力也倍增。而基本學力測驗則是變相的聯考方式，仍脫離不了「考試的本質」。過去聯考被大家接受的理由是「公平正義」，徐守誠對實施多元入學方案能否繼續維持此一原則，則抱著懷疑的態度。

[王永裕](#)(2005)研究雲林縣學生考試焦慮與學業成就的關係，發現受測國中、小學生學生中，考試焦慮情形並不嚴重，與多數得研究結果相反，而學生的考試焦慮與學業成就為負相關。

劉政宏(2002)對考試壓力激發學習效果研究，考試壓力能激發學生產生短暫的立即學習效果，但無助於學得知識的長久保存，並且不利於成就較低學生之學習動機。

陳明珠(1993)以496名國小三年級至六年級的學生為研究對象，調查發現性別在考試焦慮上有顯著差異，女學童的考試焦慮高於男學童。

考試焦慮是在個人面臨考試情境下產生的心理壓力，是一種暫時性焦慮，而「考試」一直以來都無法消除，一直都是學生課業壓力與生活壓力的主要來源，在「認知」與「情緒」兩種成分中，「認知」因素是影響個體在考試情境下表現的主因，如果個體在認知中對考試存有恐懼、擔憂，考試就會是學習上的一個焦慮來源。

六、 預期因素：

邱守榕（1983）認為造成學童數學焦慮的原因有：

1. 家長自己害怕數學，而把恐懼的情緒傳給了孩子；
2. 教學方式不當或處罰過於嚴厲，使孩子產生恐懼；
3. 部分學童在尚未學習之前，就已認定數學很難，不敢嘗試；
4. 學習內容太難或孩子的智能尚未成熟，以致學習困難。

其中第一與第三項可以發現，部分學習焦慮的學生，在其尚未開始學習前就已認定學習科目是困難的，以致在接下來的學習中，存有恐懼、焦慮的情緒，影響學習成效。

鍾思嘉、林青青、蔣治邦（1991）對國小學童數學焦慮調查，顯示部分家長本身對數學持有負向態度，且在行為表現上已將此訊息傳遞給孩子，無形中造成學生在學習上的焦慮。

古明峰（1997）對數學焦慮的原因探討，認為與個人認知有密切的關係，部分兒童在尚未學習數學之前即認為數學很難，不敢嘗試，擔心考不好或是算錯。有的因為上課聽不懂，又不敢問老師，在學習活動上遇到挫折，對學習失去信心，因此學習成績低落。

Shen（2001）分析 TIMSS 1995 學生認定科學的困難度與科學成就的結果，也發現學生對自然科學困難度的想法是科學成就的強預測變項。

Burch（1981，引自鍾思嘉等，1991）認為數學焦慮的產生主要是在數學學習過程中受到挫折，或是認為自己學習數學沒有價值。

Gourgey（1982）數學焦慮往往因為數學自我概念不良。

Nielsen (1996) 則發現青少年女生對自己的智力和學業能力上，通常都會比男生較缺乏自信心，即使她們的學業表現及成績皆和男生一樣，但女生還是覺得較沒有自信。一般來說，從高中到大學，女學生會比大多數的男學生喪失更多對智力和學業的自信心。

可知在理化的學習過程中，不適當的預期的心理因素將會持續影響學生的學習情緒，以致學習上存有焦慮。

第三節 學生背景與焦慮

以下將討論學生性別、家庭環境及理化學習成就對理化學習的影響。

一、性別：

TIMSS 1995 和 TIMSS 1999 測驗結果發現各國男生明顯在物理、化學、和地球科學方面的成就優於女生，在生命科學上男生和女生沒有顯著差異，女生只有在科學本質方面成就較佳。台灣學生在 TIMSS 1999 科學表現中，雖然在統計上並無顯著性別差異，但是除了科學本質外，男生在各領域成就都優於女生 ($r=.11, p<.01$) (羅珮華, 2004)。依此結果性別因素在國中理化學習上，勢必存在理化學習情緒的差異。

性別在科學學習焦慮上差異原因有：社會文化因素、生理因素。

1. 社會文化因素：

魏麗敏 (1996) 研究發現性別差異可能不是性別本身所造成的，而是在學習環境中與他人互動而來，因性別的刻板印象誤導或阻礙學生學習發展潛能與空間。在傳統的文化觀點上，認為女孩子應女性化，而科學的學習是男性化，在科學上的成就更被視為是男性化的表現 (佘曉清, 1998)，這種文化觀念造成女孩子認為科學是不女性的，因而當女孩子在學習科學時，就被認為是一種瑕疵，造成女生在學習科學時的一種障礙與焦慮。

2. 生理因素：

在大腦神經生理學上的研究發現，男性荷爾蒙的分泌會增

加視覺和空間的能力，所以男生則偏好發散思考來處理問題，在科學過程技能的邏輯思考能力研究上顯著優於女生，女性荷爾蒙則對空間能力有抑制作用，常用收斂思考來解決問題，因此影響女生對數學方面的學習，同時因為女生荷爾蒙分泌具有週期性，使的女生的專注力與應用能力產生週期性影響，而男生和女生在學習情緒上的差異，在青春期以後有明顯的趨勢（余曉清，1998；Moir & Jessel 著，洪蘭譯，2000）。

Simpson 及 Oliver（1985）在實證研究中發現男、女學生從國小至高中對科學的態度皆成下降的趨勢，且女生下降的程度大過男生，以性別的因素來看，女孩比較不會感到上科學課是愉快的或讀科學是有興趣的。

國內針對性別差異，在不同學科的研究有：

徐玉婷（2004）探討英語焦慮上發現男、女生在英語焦慮上無顯著差異。

應惠蕙（1992）探討焦慮對台灣高中生英語學習的影響，發現性別差異不會造成不同程度的英語學習焦慮。

陳孟愉（2003）對國小資優班學童與一般學童自然科學學習焦慮影響因素之比較研究，結果自然科學學習焦慮在性別上並無差異。

黃家燊（2003）探討國小高年級學童學習焦慮之相關研究發現：國小高年級女童的焦慮程度顯著高於國小高年級男童。

陳明珠（1993）對國小三年級至六年級的學生研究，發現性別在考試焦慮上有顯著差異，女學童的考試焦慮高於男學童。

葉淑瑜（2002）探討不同性別國中生的理化學習動機、學習方法與其學業成就關係發現：男生感到困難的分別是英文、數學、國文，而女生感到困難的分別是數學、理化、英文；其間理化學習存在明顯的性別差異。

葛建志（2004）探討國民小學五年級學生數學焦慮，發現女生的數學焦慮顯著高於男生。

從以上的資料可以發現，性別在學習焦慮的研究上，有學者認為學習焦慮並無性別上的差異，但也有學者認為女生的學習焦慮高於男生。

二、 家庭環境：

人從一出生開始，就時時刻刻受到家庭的影響，因此，家庭環境會影響學生的學習也是無庸置疑的。在研究上林清江（1984）建議將家庭環境因素區分為家庭物質設備、子女數目、父母教育程度與職業等加以探討。馬信行（1985）也指出在研究社經地位在背景變項中，常以父母教育程度與職業做為依據。因為社會階級不同，所能提供與運用的資源亦有差異，高社經地位的家庭擁有較高經濟優勢，當資源用於子女教育上，其子女獲得教育的利益也不相同，而在學習的情緒也會有差異。

在家長社經背景上，父母教育程度的資料收集較家長職業更為明確，對子女的學習成就也有相當的影響，一般認為有較高學歷的父母比較有時間與能力輔導子女的課業（Cuttance, 1980）。鄭翠娟（1997）也發現家長教育程度是影響孩童焦慮的重要因子。

在教育期望態度上，一般青少年對自己的教育期望與父母的期望相當一致，父母社會地位較高者，對子女的教育期望比較高，而父母期望較高的家庭會發展出較完整的教育計畫，或是利用適當的獎勵來鼓舞學生（王秀槐，1984；Shen, 2001）。在父母的期望中，研究顯示母親的期望影響大於父親的影響，因為子女從小成長的過程中非常倚賴母親，因此子女非常重視母親的看法（林美珍，1991）。

中研院歐美所研究員譚康榮（2004）從「台灣教育長期追蹤資料庫（TEPS）」統計資料發現，父母教育程度對學生學習成就的影響，比貧富差距的影響更大，若同時考慮父母教育程度與家庭收入兩項因素，家庭收入多寡與子女學習成就高低不再呈現正相關，但父母教育程度高低與子女學習成就的高低仍呈現正相關。這種現象說明，高收

入家庭的父母，不見得學歷就高，就會較注重子女教育，但學歷愈高的父母，明顯愈注重子女教育，換言之，父母教育程度高低，才是真正影響子女學習成就的因素。

謝孟穎（2001）以台北縣國小學生家長為樣本進行調查，發現社經地位（以家長的教育程度、職業類別與居住區域為指標）與學生成就有密切相關，由於家長的社經背景的差異導致不同的教育價值觀，進而影響對子女的教育期望，最後影響子女的學業成就。

吳素媛（2003）以家庭背景（家庭的收入、父親教育程度、職業）、文化資本與財物資本，對國小學童數理成就的影響研究，其結果顯示，家庭背景直接影響文化資本與財物資本而間接影響數理成就。

林清江（1984）亦指出父母本身教育程度與職業地位偏低，如果對子女教育多加以關懷，其子女仍有較佳的學業表現。

在家庭環境對學生學習的影響程度上，一般會從家庭的社經背景來探討，而在台灣教育長期追蹤資料庫（TEPS）最近一次發表的結果來看，台灣地區父母教育程度高低，是影響子女學習的主要因素，而且有關家庭的經濟條件，較多的學生表現出不知道或不願意被問及家長職業，本研究以家長的教育程度來討論，家庭環境對學生理化學習焦慮的影響。

三、理化學習成就

吳齊殷（2003）以 1996 年入學的國一新生進行為期三年追蹤研究，發現「高學業成就」群組的學生，在國一時有著比中、低學業成就群組的學生較高的焦慮程度，但其症狀逐漸緩和，到國二時反而下降至比中、低學業成就群組學生的焦慮程度還低，國三時（可能因面臨聯考之故）再逐漸回升至較高的狀態。反過來，中、低學業成就表現的青少年學生，在國一時的焦慮症狀分數是比較低的，但從國二開始就逐漸攀升，一直持續到國三時，其中「低學業成就」這組的學生，其焦慮症狀攀升的情形比另外兩組都更為顯著。

根據 Richardson & Suinn（1972，引自魏麗敏，1988）的研究發現，數學焦慮愈高的受試者，其數學成就愈低，即數學焦慮與數學成就呈負相關。魏麗敏（1988）針對台北市國小五、六年級的學生共 1078 名，探討學生數學焦慮和數學成就之關係，結果也發現數學焦慮越高者其數學成就越低。吳明隆與蘇耕役（1995）以高雄市國小四至六年級的學生共 990 名為研究對象，探討數學焦慮與數學成就之關係，研究發現數學焦慮愈高的學生其數學態度愈不積極，數學成就也愈低。Fery and Ling（1983，引自林承德，2004）的研究發現，數學能力與數學焦慮有互相預測的關係存在，也就是說低數學成就或低數學能力者，將導致數學焦慮的現象產生，也因而逃避數學，最終導致低數學成就。Hembree（1990）以後設分析（meta-analysis）的方法，探討 151 篇研究報告，結果發現高學習成就者其學習焦慮通常較低。

林怡如（2003）研究高中一年級學生數學焦慮與學業成就的關係，具有顯著相關，數學焦慮對數學學業成就具有顯著的預測力。

學生的學業成就屬於影響其學習焦慮的內在因素，低成就或低能力會導致學習焦慮的產生，而學習焦慮造成學生逃避學習，而造成學業成就低落的惡性循環（鄭翠娟，1997）。