

## 第二章 文獻探討

本章共可分成六節，分別針對原住民的科學、族群認同、對科學的態度、科學過程技能、力學概念與設計導向的教學等議題進行文獻回顧與整理討論。

為了回答研究問題與提供理論架構去支持研究架構，首先從不同於西方科學觀點的原住民知識系統出發來釐清本研究所強調之原住民文化情境中的科學原理（Indigenous Science）。族群認同（Ethnic Identity）部分先從分辨不同族群的族群性探討，並從多位學者的文獻中統整族群認同的意義，接著說明族群認同的構成要素。在對科學的態度部份，首先介紹科學態度（scientific attitudes）與對科學的態度（attitudes toward science）的觀點及兩者之間的差異，並探討學生對科學的態度之要素為何。在科學過程技能部份（Science-A Process Approach），討論的內容包括相關機構與學者對科學過程技能所作之分類、意義，並說明科學過程技能與本研究之設計導向的教學活動之間的關聯為何。在力學概念的部份，先從力學概念中常見的迷思概念探討，接續以各學者對力學概念之相關研究，最後由各版本教科書中對力學概念的定義中，整理其與本研究之間的關連。在設計導向的教學活動，則分別針對設計導向科學活動之基本概念、相關文獻與其相關的教學活動進行探討。

### 第一節 原住民的科學

近年來科學教育的研究越發以社會文化所建構的科學知識，來促進課室中西方科學概念的學習情形，並認為在原住民傳統文化裡所應用的科學原理，是與西方科學並存的原住民科學。即強調所謂的西方科學應與其他非西方地區族群所擁有的科學一樣，都視「科學」的一個分枝（Carter, 2008）。

社會學派的學者認為科學是具有特殊途徑的學門，他們主張科學必須依據日常生活情境的知識來學習，並且是可以達到某些特定的社會目的；如為了抓到獵物以填飽肚子的生存目的，而利用周遭環境中的槓桿原理設計陷阱（Ogawa &

Omoifo, 2002)。而文化人類學的觀點則是以文化觀點去看待科學或科學教育，認為科學是廣大社會中文化矩陣的一小部分，因此無論是西方文化或是非西方文化，都立基於它們文化中特殊形式的科學知識（莊錫昌、孫志民，1991）。

在本研究中對科學一詞的定義係採 Ogawa (1989) 較為廣泛的定義，即為把被統稱為原住民知識 (aboriginal knowledge) 或本土知識 (indigenous knowledge) 的原住民生活經驗中的科學原理視為原住民科學，也將之視為廣義科學的定義下許多種類科學中的一個種類。因為無論是西方現代的科學 (Western modern science) 或是原住民科學 (indigenous science) 均為科學的一種類別，Ogawa 認為原住民科學是每一個原住民文化都具有的獨特科學，通常是由族裡的長者口語或行為中授予，並受整體文化的知識系統所薰陶；而本研究所欲涉及的原住民科學則是在原住民傳統文化經驗的知識系統中所蘊含的科學原理，並以這些知識系統做為連接西方或學校科學的橋樑。

下列將分別將就原住民的科學與原住民教育之相關文獻進行探討：

## 一、原住民科學 (Indigenous science)

原住民的科學 (Indigenous science) 是長期存在的一種「科學知識」，雖然它沒有文字記載，但它卻能靠著口語相傳而流傳在族群文化之中。這些「科學知識」也常伴隨著族群的活動，鑲嵌在其族群文化之中，同時也深深受到部落文化社群所孕育的世界觀所影響 (Snively & Corsiglia, 2001)。然而，原住民科學的存在是即便身處其中，亦有可能無法輕易察覺的，因為原住民科學是從原住民族群在與自然環境的互動中，所發展出的一套知識系統，而這個知識系統往往是來自於其生活或生存的方式 (Aikenhead & Ogawa, 2007; Ogawa, 1989)。

因此，Ogawa (1995) 強調在西方現代科學的課程中，所有的科學學習者在學習科學的同時，都必須透過個人或整體文化的初始知識，來建構屬於他們自己的知識，但是學生所有的知識系統是源自於其傳統的原住民文化，與源自於西方科學的學校科學之間是有差異的，故在課室中的科學學習的過程中，應著重於以

文化情境的產物（如藤編或竹槍等）做為媒介進行科學課程，以幫助學生縮短生活經驗與學校科學課程兩種知識系統之間藩籬（Cobern, 1996; Pomeroy, 1994）。

### （一）文化跨越

Cobern（1989）的研究中首次明確指出原住民的知識會影響個體的世界觀，而 Ogawa（1995）亦主張學生是透過個人或原住民的知識，去建構課室中所教授的西方科學知識。Costa（1995）也指出，學生往往會帶著來自同儕、家庭所形成的文化，而在課室中學習科學知識時，則又面臨屬於科學的另一種文化，這種現象稱之為跨文化經驗（crosscultural events）。

因此，Aikenhead（1996）、Phelan 等人（1991）在探討非主流族群的科學學習時，均認為學生在某一社會環境下，會受該環境內世代相傳的風俗、社會組織之影響，進而支配其行動與思考；因此當學生學習西方科學時，必須要能夠從自身的文化移往主流文化的過程—而這整個過程即為文化跨越的過程（鍾孟蓉，2002）。

原住民學生的日常生活所接觸的世界與學校課室裡教授的西方科學之間存在有藩籬，因而往往造成認知上的衝突與困境。當所欲教授的科學知識與其日常經驗相符時，將有助於知識的學習（Aikenhead, 1997）。而 Phelan 等人（1991）則提出了一個跨越文化藩籬的四種模式：(1)當世界是一致的（即沒有藩籬），轉換便是平順容易的（smooth）。(2)但當兩個世界是有不一致的情形時，則為需管理的轉換（managed）。(3)若兩個世界之間的差異是為多樣的則會導致有風險的轉換（hazardous）。(4)或當為完全不一樣的世界時，學生會抵抗轉換，則跨越或轉換是不可能發生的。

了解學生持有怎樣的感知與信念進入課室中的科學學習是非常重要的，因為這些感知或觀點會影響學生的學習興趣、課堂參與和科學學習的表現，也會影響學生是否可以輕易的跨越文化的藩籬。因此 Jegede（1995）、Kamasaki（1990）與 Ogawa（2002）等人也指出了解學生的感知或觀點，並透過再協商的過程制訂有效教學策略與方法，可以幫助學生輕易的跨越文化藩籬（Grenier, 1998; Ogawa,

1989, 1995; Ogawa & Omoifo, 2002)。

雖然有許多的實徵研究均顯示在西方現代的科學中具有一個特徵，即學生所持有對科學的感知與科學家們所持有的科學模式是不相同，而紛紛提出需要跨越或消彌這道專家與新手之間藩籬；但是卻較少提及在科學學習時，非西方的學生原本具有的傳統知識，與課堂中的西方科學之間所存在的差異。若為非西方國家中的非主流文化的學生，有時則甚至是需要跨越不只一道藩籬的；而非主流文化中的原住民學生必須先跨越第一道的文化藩籬至主流文化，然後尚需跨越第二道的文化藩籬至西方主流文化，以學習西方現代科學。

## (二) 原住民科學教育的相關研究

在國內過去的課程與教材內容，較少針對原住民的社會文化及實際生活情況而設計（陳枝烈，1999），致使教材內容與原住民的生活嚴重脫節，而造成學生在學習時容易受到挫折。因此在原住民的科學教育中，以其常見的傳統文化產物做為教材進行教學，對原住民學童學習科學是非常有幫助的（劉淑惠、謝迺岳、廖彥婷與涂博維，2007）。

在原住民科學教育的相關研究中，亦有將傳統文化中的竹槍與捕獸器融入力學概念之彈性原理、槓桿原理；並有實徵研究支持將原住民的傳統融入於力學概念的教學中，可有效促進原住民學生在科學學習的成效。相關研究見表 2-1-1。

表 2-1-1 原住民科學教育的相關研究整理表

學者	科學概念	研究發現
傅麗玉 (2003a)	虎克定律	以原住民傳統文化與生活經驗為主要素材，作為重心設計教材教法，以竹槍為例設計學習活動；而學生透過互動討論可以抽象地訂出距離與力的大小，也慢慢發現 F-x 圖的意義，進而能由力的大小預測距離。
李泳泰 (2007)	槓桿原理	採實驗研究法選取九年級的兩個班級（各 33 人），分別施以實作教學與傳統講述式教學。研究結果發現實驗組學生在科學學習的成校方面之竹槍原理與槓桿原理的成績皆顯著高於對照組的學生；實驗組在實作教學後，學習動機顯著提升。

從上述的文獻中，可以發現以原住民傳統文化中，生活上可接觸到的素材作

為科學學習的主軸，可以幫助原住民學生更理解抽象的科學概念並且可增加其學習科學的興趣。

## 二、原住民教育

隨著九年一貫的教育改革，強調平等、多元與族群融合。近年來針對原住民教育改革的相關研究也隨之增加，然而大多著重於強調師資培育、親職教育、技職教育等議題上，與本研究所欲探討之原住民教育較無關連。因此本節將只針對原住民教育中的課程編排與教育體制進行探討。

### (一) 相關文獻

譚光鼎（1997）針對近五十年來台灣諸多教育學者對原住民教育研究做統整式的回顧與評析，大抵將這些教育研究歸結出八項影響研究品質之主要問題，其中研究者在此列舉五項原住民教育研究中特有的問題：（1）長期以來乏人重視，且研究數量不足；（2）政府近年來投入之研究增加，但偏重政策導向；（3）研究計畫零星分散，缺乏全面性規劃；（4）大多以教育學術為主導，缺乏科技整合；（5）研究工具有文化本位主義傾向，以致負面研究結果較多。

浦忠成（2003）探討 1956 年以來教育學者對原住民學生進行的研究，及其運用的研究方法。指出大多數的研究者只注意到測驗與調查的最終結果，卻未曾深入探討其中真正的肇因為何，如研究設計者所抱持的心態為何？是否以原住民受試者的角度去進行設計？是否考量到受試者文化背景而設計？

長期以來，這種以主流漢族文化為標準的學術研究，從未對研究者的意識形態，研究工具的文化適應性、研究結果的詮釋性等問題，進行深刻的批判與反省；只是一昧地引用，從而不斷累積「研究發現」的結果，造成對原住民的一種負面、次等的形象，更加的深化對族群的偏見與刻板印象（李季順，2005）。例如：過去研究發現，原住民國小學童不擅長推理思考，對抽象、推理的學習有困難；或是從學習成就低落的研究結果，沒有深入探求其成因就直接推論原住民學童的學習困難是由於基因遺傳的結果（全中鯤，2000；郭玉婷，2001）。

而以往對原住民的教育或科學教育的觀點，常常受到個人對原住民族群的外表、生活環境或膚色...等刻板印象影響，凡此種種對原住民的刻板印象，造成早期針對原住民學童的學習成就往往很容易被歸因於「基因缺陷」(genetic deficit)，而不是以更客觀的角度去思考是否是來自於「文化缺陷」(cultural deficit) 或是在主流文化霸權下的「文化剝奪」(cultural deprivation) 的影響(謝世忠，1988)。

事實上，有許多實徵研究的結果均顯示，導致原住民學生學習困難的原因，並不是因為其先天基因的缺陷(牟中原、汪幼絨，1997；李建興、簡茂發，1992)。而是起因於學校的科學課程主要是以主流文化為主，鮮少以原住民族群的觀點進行課程的編排，因為生活經驗與書本中的科學敘述間產生文化斷層，而致使原住民學童在學習成就上低落(郭靜姿，2001；傅麗玉，1999)。

## (二) 課程編排

以往在全國統一性的課程編排之下，一綱一本的年代裡，最有名也最為社會各界所詬病的就是，小學課本中「捨身取義的吳鳳」單元，而且國語課本出現過一次，社會課本又以「正義」為題再說一次吳鳳被原住民獵殺的故事；在闡揚吳鳳捨身取義的大愛精神的同時，是否也將原住民族群比喻成嗜血的野蠻民族(陳枝烈，1999；潘英海，2003；謝世忠，1988；謝繼昌，2003；譚光鼎，2002)。

陳枝烈(1999)更從量與質兩個層面對國編版的國小社會課本加以分析。在數量方面，十二冊共三十五個單元中，僅有四個單元少部份的介紹到原住民；而關於原住民的圖片共有十八幅，佔所有一二九零幅的 1.4%；文字部份的比例也是相當低。而在質的部份，這些內容大都只侷限於祭典與習俗。但就社會科學而言原住民的文化之中亦有豐富且重要的文化素材。

而研究者在國中階段的科學課程內容分析，發現其中提及原住民相關的篇幅，則更是少之又少。在九十三學年度出版的國中階段科學教科書，發現在康軒出版社發行的六冊自然與生活科技中出現兩次，分別為第二冊第七單元與第三冊以相關資源；南一出版社發行的六冊中出現了兩次，分別為第一冊的第四單元與

第七單元；而在翰林版第五冊第四章中出現了一次。而上述之原住民相關敘述的這些單元中，不僅只是在數量上的少篇幅提及，且在所提及的原住民相關概念之範圍，也大多集中於生態保育、地球科學或建築工法等領域的知識，鮮少對原住民文化中的物理或化學等科學概念的說明及描述。致使原住民學生在學習科學時，需先跨越與主流文化之間的藩籬，或是必須第二次跨越與西方文化之間的藩籬；重重跨越所累積的知識負荷下，該如何期望原住民學生能學好科學？

本著「依據原住民族群的文化特性，對原住民所實施的教育」，班克斯(1998)提出多元文化課程改革的取向：(1) 貢獻取向：是以增加書籍、單元或課程的內容，允許教師將種族文化的內容置於課程之中，但並未對當前的課程進行改變；(2) 附加取向：在原課程中加入不同文化內容、概念、主題與觀念，但仍保留原課程結構；(3) 轉化取向：改變原課程結構，使學生能夠從多元的族群文化團體的觀點來理解不同的概念，並擴展學生對世界的本質、發展及理解；(4) 社會行動取向：是上述三者的總和，主要是希望學生能針對所學採取行動解決問題。

依據班克斯(1998)所提出多元文化課程改革的四個取向之理論，我國的課程架構尚不及第二階段，僅能稱為第一階段貢獻取向，即指是以增加書籍、單元或課程的內容，但並未改變當前的課程本質。故此仍需不斷的加強推展，才能使我國的課程能朝向多民族教育的訴求。

綜觀上述的文獻探討，在本研究中研究者將探討的「科學」一詞是採 Ogawa (1989) 的定義，是眾多形式的科學中的屬於原住民族群所特有的一種科學，即指蘊含在原住民族群生活中所應用的科學原理。並主張為避免學生因跨越自身文化與課室科學之間的藩籬，應採班克斯所提倡的「依據原住民族群的文化特性，對原住民所實施的教育」的多元文化課程，以原住民傳統文化系統中所具有之相符合應的科學原理做為學習主軸，發展本研究之教學活動，並希冀能對現行知原住民科學課程改革提出建議。

## 第二節 族群認同

由於不同的族群都存在著與其他族群相互區別之文化獨特性，個體藉著與他族的社會互動過程中，一方面加強對自身族群的認同，另一方面依據族群特性排斥他族。因此本節中將欲探討之族群認同，先從各學者們對族群認同所抱持的解釋與定義，並為本研究所探討的族群認同提供理論架構；再依據這些理論提出本研究中所使用測量族群認同的向度與工具。

### 一、族群認同的意義

根據現代社會學字典(A Modern Dictionary of Sociology)對認同一詞的定義，認同(identification)是一種同化與內化的社會心理過程，是將他人的價值、標準、期望與社會角色內化於個體的行為和自我概念之中。因此當個體發展對特定社群、團體的認同時，會將該團體的興趣、標準與角色期望等內化。其中並將族群認同(ethnic identity)定義為是關於個人的思考、知覺、情感與行為歸屬於某一族群團體的情形。

族群認同是衍生於1960年代的族群復興運動，伴隨著女權運動、社會福利等各種社會運動的潮流下，族群意識逐漸抬頭，族群成員也慢慢感知到存在於社會階層中的差異(Phinney, 1990)。對所屬族群的態度，通常是指對其所居住之社群、團體的一種集體心理作用，而當他們的文化遭受排擠、歧視等最低劣的對待，甚至是口語上或肢體上的攻擊時，即提供一個必要的方法去捍衛其文化與地位，對外宣稱對其本身族群的認同。因此，近年來國內外對原住民族群的正名，以恢復其傳統榮耀與增加社會福利的例子屢見不鮮(潘英海，2003；謝繼昌，2003)。

雖然國內外有許多學者投入族群認同的研究之中，各個學者對於族群認同所解讀的意涵不盡相同，因此要取得一個普世性的定義是非常困難的；研究者首先比較各個學者對族群認同的說法後(見表 2-2-1)，以期能釐清對族群認同的意涵，並能有更清楚、正確的認知與觀點。



表 2-2-1 對族群認同的相關論述之比較

學者	對族群認同的論述
現代社會學字典 (1989)	認同 (identification) 是一種同化與內化的社會心理過程，是將他人的價值、標準、期望與社會角色內化於個體的行為和自我概念之中。其中並將族群認同 (ethnic identity) 定義為是關於個人的思考、知覺、情感與行為歸屬於某一族群團體的情形。
張氏心理學辭典	認同 (identification) 是個體在社會情境中，向其他個人或團體的行為方式、態度觀念、價值標準等，經由模仿、內化，而使本人與他人或團體趨於一致的心理歷程。由此可知，族群認同 (ethnic identity) 即為個體經社會學習或社會化之後，在心理上對所屬族群產生主觀的歸屬感。
姜明義 (2003)	族群認同是一種社會產物，是少數族群的成員在社會互動的過程中，將我群與多數族群有意識地與予以分類而形成的。一個族群的大部分成員通常共同具有某些特徵，這些相似的特徵可能是物質文化的表徵(服裝、語言、祭典等)。
凌平 (2000)	針對屏東地區國小階段原住民學童族群認同與生活適應之研究，認為認同感是伴隨個體對所屬社群之定位而產生的情感認可現象。因此強調族群認同是指個人模仿所屬族群的價值，形成相對的自我定位，並由此定位而衍生情感認可的狀態。
張守仁 (2001) 吳淑慧 (2005)	族群認同為一個自我界定 (即將自己認定、歸屬於其一群體) 是個體自我認知中的一部份，主要是藉由族群成員們，彼此間互動之下產生而來的。
日婉琦 (2002)	針對原住民賽夏族群在與其他族群接觸後，對自身族群的認同情形。在研究中將焦點放在族群認同的起源上，認為認同是與生俱來的，包含人類最原始的情感在內：同時構成族群認同的基本要素，包括身體特徵、姓氏、語言、歷史、出身與宗教等皆屬既定不變的。
蔡春蘭 (2004)	探討都市原住民第二代在與傳統文化脫離的族群認同情形，研究中認為都市原住民為了與他者建立社會關係，往往可能轉化、創新更有可能塗銷其既有文化。在主流文化的社會關係牽扯下，族群認同即為一種社會關係。
張錦裕 (2001)	對花蓮地區原住民國中學生之族群認同因素之研究，將族群認同定義為是對某一群體產生一種主觀的歸屬感，並產生偏好與此一族群相處的態度，喜歡投入族群活動。

卓石能 (2001)	對屏東地區國小階段原住民學同族群認同與自我概念之相關研究，認為族群認同是：(1) 以族群特徵為基礎，區分我族和他族的心理機制；(2) 個人對群體的認同，也是群體對個人的認同；(3) 會受到社會變遷的影響，個人為適應社會而修正對族群的認同。
許木柱 (1990) (引自：賴慶安， 2002)	是由許多種認同形式中的一種。由於不同的族群通常具有各自的文化特質，因此族群認同往往與文化認同結合在一起，並透過特定的文化象徵符號來顯示與增強族群認同。
Tajfel (1981)	認為族群認同是一種屬於個人的社會認同，是自我概念中的一部分，是延伸至其所屬的社會團體中與成員關係之間所形成的知識、價值觀與特殊情感。
Phinney (1990, 1992; 1995)	對族群認同的定義，認為對某一族群具有高度、強烈族群認同的成員，會認定自己為該族群的成員，具有高度的歸屬感並給予正向的評價，也喜歡與族群成員相處，對關於該族群之事感到興趣，且喜歡參與族群的活動。

綜合整理以上學者對族群認同的定義，可以歸結出下列幾個面向族群認同是：(1) 最基本分辨我群與他者的過程；(2) 對自我族群身份的定位與看法；(3) 對所屬族群產生主觀的歸屬感的心理歷程；(4) 對所屬族群所共同擁有的社會性活動參與度；(5) 對所屬族群成員或歷史、語言等文化象徵的偏好程度；並且(6) 會隨著社會關係變化而改變的動態歷程。

所以本研究中，所指稱的族群認同是指個體對其所屬的族群團體或成員具有主觀的歸屬感覺，自覺不同於其他社會群體，而對由此族群身分所產生想法、知覺、感覺和行為產生認同感。

## 二、族群認同的要素

Phinney (1990) 針對各族群的相關研究做一個總結性的回顧，發現不同族群團體因為文化差異，所著重之研究方向也難免有所差異。例如：若要量測黑人族群的認同，政策態度是非常重要的因素；對墨西哥裔的美國人來說，語言卻是量測的重心；而對亞裔美國人來說，文化態度才是在其族群認同中扮演重要的角色。

然而綜觀現今針對族群認同的研究，雖然各學者們所著重的研究重點有些微差異，但仍可以明確地發現每一個族群都有其獨特的歷史、傳統與價值觀；因此，

個體對於自己所擁有的族群團體產生認同或歸屬的感受，是普遍存在於所有人類的。有鑒於此，Phinney 主張以自我族群身分認同、歸屬感、族群態度並加上族群投入（包含行為與參與）四個向度，進行探討族群認同的相關議題，並以此四個向度設計「多元團體之族群認同測量量表」（The Multi-group Measure of Ethnic Identity；MEIM），以量測族群認同（Phinney, 1990, 1992, 1997）。

下列研究者將針對文獻中各學者對族群認同所提出之要素；自我族群身分認同、族群投入、族群歸屬、族群態度，逐一系列於下：

#### **(一) 【自我的族群身分認同】(ethnic self-identification)**

亦稱為自我定義 (self definition)、自我標籤 (self labeling)，是個體使用何種族群名稱來稱呼自己，亦即為個體將自己本身歸類為何種身分或是選擇何種族群標籤來描述自己 (Phinney, 1992；許文忠，1998；賴慶安，2002)。而個體使用何種的族群標籤來稱呼自己，會廣泛地受到其對族群團體的歸屬感、對該團體的態度、族群行為與對族群意義的理解程度之影響。因此，族群身分認同是測量族群認同不可或缺的因素。

#### **(二) 【族群投入】(ethnic involvement)**

族群投入是現今量測族群認同中，最常見的一個重要指標，因為個體對其所屬族群有所認同，會有表現於外的投入行為；其中亦廣泛地包含社會組織、宗教儀式、傳統文化、語言使用...等，行為或活動的參與 (Phinney, 1990, 1992)。

#### **(三) 【族群歸屬】(sense of belonging)**

即為對所屬族群團體的正向感受，如對身為該團體或族群感到光榮或「引以為傲」的感受 (Phinney, 1992)。因此，族群認同高的人對其所屬的族群持有較為正向的感受 (張守仁，2001；張錦裕，2001)。在此分項中主要量測的因素有族群驕傲、對生長背景的良好感受並樂於與其他成員相處。

#### **(四) 【族群態度】(ethnic attitudes)**

賴秀智的研究中指出，「成熟的族群態度是個體能就其族群的屬性來描述自我，並可以坦然接受自我族群的特質和理念，而明確的族群認同所表現出來的態

度」(賴秀智, 1997)。此外, 個體對其他族群團體的態度雖然不屬於族群認同的一部分, 卻可能是來自於個體在其社會架構下交互影響的重要因素 (Phinney, 1992)。因此, 可用以檢視族群認同的一個指標。

綜觀上述文獻探討之結果可知, 個體若對其自身的族群身份有所認同, 便會對其整體族群產生歸屬的感受, 進而願意參與部落的活動, 並自然對族群具有良好的態度; 因此, 在族群認同的研究中, 大抵是從自我族群身分認同、族群投入、族群歸屬、族群態度等四個面向去探討。而在本研究中由於研究對象的人數與教學時數之限制, 在研究方法上對「族群歸屬」此一分項之結果, 可能由於研究時間過於短暫, 而無法對學生在族群歸屬的感受上有太大的影響, 故在本研究中將不予與討論, 本研究則分別依據自我族群身分認同、族群投入、族群態度三個面向, 發展研究中所欲探討之族群認同量表。

### 第三節 對科學的態度

自從 Thurstone (1928) 宣稱「態度是可以被量度的」之後, 態度已然成為測量行為的重要依據 (Wareing, 1990)。也開啟了科學教育界對科學相關態度之研究, 至此之後相關研究陸續發表。然而縱使相關研究眾多, 仍缺乏對科學的態度有普遍定義, 使得每個學者所做之研究沒有一定研究結論, 甚至有相互矛盾的情形發生。

科學教育場域中探討態度相關的研究, 大致可分「科學態度」與「對科學的態度」兩大類。一類是「科學態度」(scientific attitudes), 意指具備客觀、虛心、誠實、不妄下斷語、適當懷疑等人格特質, 科學態度可以經由學習而獲得, 因而常被視為學習科學的要素之一; 另一類是「對科學的態度」(attitudes toward science), 意指對科學的興趣, 對科學或特定科學學科、科學家、科學生涯、特定科學等議題的態度, 強調態度涉及個人的情緒反映, 因此常被視為學生學習科學意願的關鍵 (莊雪芳、鄭湧涇, 2002; 蘇懿生、黃台珠, 1999)。

因此, 本節將分別就科學態度、對科學的態度加以探討, 並定義出本研究欲

探討之相關要素。

## 一、科學態度 (Scientific attitude)

一般所稱的科學素養大都包括了認知、情意和科學過程技能等三方面，並且大多數學者認為在科學教育的過程中，應兼顧這三方面的教育目標（莊雪芳、鄭湧涇，2002）。倘若科學知識與過程技能，沒有了情意面向的態度成分轉變成外在行為的驅策力，則這些知識與技能的學習就會事倍功半，難以進行。因此，「態度」是促使一個人具有行動的原動力。

然而，潛藏在學生心理的態度意向等人格特質，是不容易被觀察或量測的。科學態度是潛藏在內心的心理變項，本質上是一種內隱的行為，從外顯的行為是觀察不到的，卻是學生進行科學學習時的重要因素之一（沈彥宏，2006）。

由於無法從外顯行為表現，為具體了解內隱的心理向度，科學教育的學者們藉由社會認知的研究方法與測驗工具，量測或量化內在的心理態度，是以各項量表工具的發展，均為用以深入了解包含態度在內與科學教育有關的心理現象（莊嘉坤，1994）。

鍾聖校等人（1996）認為在科學探討過程中涉及的科學態度至少包含好奇、關切、求真、精確、客觀、謙虛謹慎、堅毅、獨立思考、開明、存疑等十個項目。美國的「生物科學課程研究」（BSCS）認為成功的科學學習行為中，應有科學態度的學習，並認為這些科學態度的學習包括好奇心、坦率、真實、冒險、客觀、精細、自信、恆心、滿足、尊重理論結構、責任、一致與合作等十二項（王美芬、熊召弟，2001）。九年一貫自然與生活科技能力指標中，也一再強調，課程應以培養學生喜歡探討、發現樂趣、細心確實、求真求實的科學態度，並分別於國中及國小階段各年段中依序培養之（教育部，2000）。

莊嘉坤（1994）將國內外各學者對科學的態度成分之摘要說明，在十位學者所列的成份中，依據其出現頻率多寡列出下列六項普遍被認為的成分：依序為小心謹慎；好奇、客觀、求證據；具有開明心胸、批判的精神；誠實；常具有信心

即懷疑；尊重他人意見、願意改變自己的意見。

## 二、對科學的態度 (Attitude toward science)

依據張氏心理學辭典所定義的「態度」(attitude)即指個體對人、對事、對周遭的世界所持有的一種具有持久性與一致性的傾向(張春興, 1989); 陳英豪等人(1991)則將態度定義為是個人關於特定主題的傾向、感覺、評價、認定與行動的總和。

在過去的研究中「對科學的態度」則被認為是個體在與各項科學相關之人、事、物交互作用時, 所形成對這些與科學有關的傾向、感覺、評價、認定與外在行動的表現(Barrington & Hendricks, 1988; 鄭湧涇、楊坤原, 1995)。通常是指學生在接觸與科學有關的事物時, 所持有的感覺、意見和信念等, 因而影響其對科學的看法與行為, 表現出不同程度的喜好或厭惡。Papanastasiou (2002)指出對科學具有較正向態度的學生, 通常在科學的學習成就等外在行為亦具有較好的表現。也就是說對科學的態度是評定學生學習成就與科學學習的重要指標。

由於「對科學的態度」對學生學習科學的影響較為深遠且直接, 這個層面不同於「科學態度」是比較傾向於情意的面向; 所以凡是關乎學生對科學相關的人、事、物等面向的態度, 均為推斷學生對科學所持有的態度之指標。因此, Wareing (1990)認為應著重於基本認知導向的「對科學的態度」, 而不是一昧地強調「科學態度」。

曾逸鳴(2005)綜合各學者「對科學的態度」的觀點, 認為所謂對科學的態度即是個人對科學(家)的看法、對科學專業的認識以及對自然科學的喜愛程度等, 能抱持著正向的態度去探索與追求。曾逸鳴比較學者們對於「對科學的態度」的觀點整理為如表 2-3-1。

表 2-3-1 學者對「對科學的態度」觀點

學者	時間	觀點
Gardner	1975	以特定方式評價科學學習中的對象、行為、處境或主張的傾向。
Fraser	1978	科學的社會意涵、科學家的典範、對科學探究的興趣、科學態度的取向、對科學課的喜愛、科學的休閒興趣及科學的生涯興趣。
Haladyna Shaughinessy	1982	是從學生選修的科學課程、日後希望從事科學相關職業與對科學家的觀點來評量學生對科學所持的態度。
Barrington Hendricks	1988	區分為科學的上課態度、對科學教師的看法、科學做為未來職業的看法、在科學課程中所感知的有用訊息。
Simpson et al	1994	對自然科學的特殊感覺、態度、完成科學實驗活動的動機、科學焦慮、對科學教師的態度與對科學課的態度。
鄭湧涇 楊坤 原	1995	對於科學有關的傾向、感覺、評價、認定與外在行動的表現。
邱茂城	1996	科學的本質、科學的社會責任、科學家的形象、個人對科學的感受等取向。
莊嘉坤	1996	對自然科學課程的感覺、對科學本質及工作的看法及對將來從事與科學有關的生涯目標。
曾逸鳴	2005	是個人對科學（家）的看法、對科學專業的認是以及對自然科學的喜愛程度等，能抱持著正向的態度去探求。

（引自曾逸鳴，2005，頁 14）

### 三、對科學的態度要素

Haladyna 與 Shaughinessy（1982）選取已出版的或是常被引用的研究論文 49 篇進行文獻回顧，以期能從文獻資料的整理中，找出一個對科學的態度合適的定義；透過後設分析的方法，將學生對科學事物的態度粗略的認定為是從學生選修的科學課程、日後希望從事科學相關職業與對科學家的觀點來評量學生對科學所持的態度；並從對科學教學方法的態度、科學的興趣、與對參與課程的態度等面向來探討學生對科學的態度的量度依據。

Barrington 等人（1988）在跨年級科學態度的研究之中，將對科學的態度區分為「科學的上課態度」、「對科學教師的看法」、「科學做為未來職業的看法」、「在

科學課程中所感知的有用訊息」等四個部份探討，並制定跨年級的科學態度量表對學生的對科學的態度加以量化。鄭湧涇與楊坤原(1995)以「對生物學的態度」、「對學習生物學的態度」、「對參與生物探討活動的態度」與「對生物學家和生物相關生涯的態度」等向度探討國中生對生物學的態度量表中。而朱正誼(2001)對國內國中生對科學的態度的相關研究中，將對科學的態度區分為「對科學的態度」、「對參與科學探討活動的觀點」、「對科學家與科學相關生涯的態度」三個向度加以討論之。

依據上述文獻之中可以發現學者們在「對科學的態度」所探討向度趨分繁多，然而大抵不外乎著重於「對課程的態度」、「對參與課程活動的態度」、「對科學家及科學生涯的態度」等面向進行探討。而本研究由於是以教學活動做為中介，關注於活動前後學生在「對科學的態度」之表現情形，因此所欲探討之向度著重於「對自然與生活科技課的態度」與「對科學原理的態度」兩個向度加以討論，並據此做為量表發展的依據。

#### 第四節 科學過程技能

為使學生具有解決生活上所面臨的問題，提昇學生的高層次思考能力，使之具有處理日常生活問題的能力，因此教育部在九年一貫課程綱要自然與生活科技學習領域中，即主張以實驗或實地觀察的方式去進行學習，使學生獲得處理事務、解決問題的能力(教育部，2000)。

Mattheis 和 Nakayama (1988) 的研究便是透過問題解決的過程發展學生的科學過程技能。他們認為在中學階段，統整性科學過程技能(如：確認實驗問題、確認變因、形成假設、設計實驗等等)的訓練是很好的科學活動。而科學過程技能即具有問題解決過程中，所需要的推理和邏輯思考技能(Mattheis & Nakayama, 1988)。

此外，Holley (1996) 也提出利用問題解決和創造性／批判性思考技能來幫助學生發展基本科學過程技能—觀察、預測和設計實驗，也就是以問題解決為情



境，讓學生在嘗試解決的過程中運用相關的科學技能，並進一步達到學習科學過程技能的目的（張俊彥、翁玉華，2000）。

因此，本節將就一般在科學教育界中對科學過程技能的意義、及其分類進行探討，並藉此說明科學過程技能對科學學習之影響。

## 一、科學過程技能的分類

美國全國教育研究會，在第四十六屆年度報告《美國學校中的科學教育》（Science Education in American Schools）一書裡，特別強調教科學的八項重點：事實知識、概念知識、原理、工具技巧、解決問題技巧、態度、欣賞、興趣等，其中尤以用科學方法解決問題及科學態度啟發最重要（引自楊龍立，2002）。

學生面臨各種不同型態的自然現象時，為了觀察這些現象、透過尋求適當線索的方法、分析和解釋自然現象的過程中，所學習到的技能就是所謂的過程技能（毛松霖，1998）。然而學者們對過程技能的分類方法有許多種，江怡瑱（2005）整理相關文獻與制訂機關常被引用的科學過程技能，如表 2-4-1 所示。

表 2-4-1 科學過程技能分類表

文獻或制訂機關	科學過程技能的分類
美國科學促進協會(AAAS, 1989)	十三種科學過程技能，分為兩大類：八種基本過程技能：觀察、分類、應用時空關係、傳達、應用數字、測量、推理、預測。五種統整過程技能：操作型定義、控制變因、形成假說、實驗、解釋資料。
Carin & Sund (1989) 所制訂的基礎科學系目表	十五項科學過程技能，分別為：分類、建立模型、形成假說、歸納統整、確定變因、推理、解釋資料、做決策、操作處理器材、測量、觀察、預測、紀錄資料、複製、運用數字傳達。
許榮富 (1985) 採文獻回顧分析法	十三種科學過程技能，分為兩大類：基本過程技能：觀察、分類、測量、傳達、處理變數、繪製數圖、推理、預測。五種統整過程技能：處理資料、確認問題、形成假說、設計實驗、歸納統整。

（引自江怡瑱，2005）

而在科學教育的研究中，多數的研究者是採用美國科學促進協會在 S-APA (Science-A Process Approach) 課程中所提出的十三種科學過程技能；因此，本

研究所指稱的科學過程技能亦是採取美國科學促進協會提出之觀察、分類、應用時空關係、傳達、應用數字、測量、推理、預測、下操作型定義、控制變因、形成假說、實驗、解釋資料等十三項技能。

## 二、科學過程技能的意義

Finley (1983) 曾指出確定科學過程技能的規準有三：(1) 是一種特殊的心智技能，是所有科學所使用，並可應用到對任何現象的了解；(2) 是可以在科學家探究的行為中發現，並可被任何學生學會；(3) 是可以普遍應用於不同的學科內容中，並有助於日常生活的理性思考(引自甘漢銑、熊召弟與鍾聖校，1996)。

學者們大致認定科學過程技能可分為八種基本過程技能和五種統整過程技能；研究者統整科學教育學者 Carin & Sund (1985), Gega (1982), Facobson & Bergman (1987), Wolfinger (1984) 等人對這十三種過程技能的見解定義，並與 S-APA 課程中的能力指標做對應於表 2-4-2 說明之：

表 2-4-2 「科學過程技能」的能力指標與定義對照表

科學過程技能的能力指標	科學過程技能的定義
<p>1. 觀察 (Observing)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>運用感官辨識物象的表徵 (運用單一或多種感官直接或間接利用儀器、辨識一種或多種表徵)。</li> <li>觀察物象的特性及依據時間的演進或空間位置的不同觀察其變化。</li> <li>依某概念的認知來進行有目的有計畫的觀察 (包括標的方法、記錄、...)。</li> </ul>	<p>觀察</p> <p>觀察是所有科學方法中最基本而必須的，任何科學活動的開始，都是從正確而細心的觀察開始；有了觀察才有其他科學方法繼續發展。</p>
<p>2. 分類 (Classifying, Grouping and Organizing)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>運用比較的方法分辨屬性的差異 (以兩兩比較或量化的方法，比較兩物象間某屬性之大小、強弱)。</li> <li>運用多種的屬性來區辨物象，比較出其共通點及特殊處。</li> <li>能依據某屬性、訂定 (或應用) 分類基準將物象分類。</li> <li>能依據分類基準將物象作一級、二級... 的分類。</li> </ul>	<p>分類</p> <p>是指把雜亂無章的物體或概念，依照其共同的屬性分成數類，以簡化概念。如此便能有助於學生的學習、簡化學習的過程。</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• 能建立分類索引、檢索表，能依檢索表提出對象的表徵及特性。</li> <li>• 能依科學概念，建立分類基準，並具有分類的技能。</li> <li>• 能將資料依分類基準作歸類、排序、圖表表達。</li> </ul>	
<p>3.運用時空關係 (Using Space/ Time Relationships)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 察覺事象會因時間、空間之不同而改變，其觀測量可用時間、空間來標定。</li> <li>• 察覺由觀測量之間的時空變化情形，常可發現其因果關係或規則性。</li> </ul>	<p>應用時空的關係</p> <p>指在觀察活動進行時，觀察的對象在時空架構中得到定位，即為學生所觀察到在某段時間或某個空間裡，各個變因之間的關係。</p>
<p>4.預測 (Predicting)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 察覺自己的預測都是有根據的、合理的。</li> <li>• 能依據自己篤信的知識或理論作邏輯性的推論，以預報可能即將發生的事。</li> <li>• 每當預測不正確時，能對自己所依據的想法或推測的過程作反思。</li> </ul>	<p>預測</p> <p>是根據觀察得到的資料，來預測未發生的事；即以原因來預測可能的結果。預測是有根據的，不是隨意猜測或隨性的臆測。</p>
<p>5.運用數字 (Using Numbers , Quantifying)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 瞭解屬性、單位、量值的意義，並用以表示觀測量的大小。</li> <li>• 瞭解本量、差異量具有不同的意義。</li> </ul>	<p>應用數字</p> <p>是指把觀察所得的結果用比較精確的語言表達出來；將觀察所得的結果量化，以便重複觀察、驗證。</p>
<p>6.測量 (Measuring)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 能運用五官進行觀測。</li> <li>• 會使用尺、量筒、秤、放大鏡、...簡單工具。</li> <li>• 瞭解估計值、平均值、誤差值的意義。</li> </ul>	<p>測量</p> <p>測量的結果必須搭配比較的後續活動，即從比較觀察後的結果來了解事物、現象間的關係。</p>
<p>7.控制變因 (Controlling and Identifying Variables)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 知道影響一事件的因素是多樣的、有輕有重。</li> <li>• 察覺有時候變因之間彼此也會相互影響。</li> <li>• 知道在實驗時，一時只能「操作」一變因，而「控制」其他變因，才能觀測變因對變量的影響。</li> <li>• 察覺在實驗中，絕大部份的變因都被控制成常數、參數，它並非一向如此。</li> </ul>	<p>控制變因</p> <p>即突顯所欲觀察的現象，並另一方面減少或排除干擾的因素，使欲觀察到的現象是符合預期中所欲看到的。</p>
<p>8.推斷 (Inferring)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 察覺事出有因，且能感覺到它有因果關係。</li> <li>• 能由所得的資料作出分類。整理出規則。</li> <li>• 能依據資料，提出自己的看法來解釋資料。</li> </ul>	<p>推理</p> <p>推理與預測是相反的，推理必定先有結果後，再由這些呈現的結果去推想造成的</p>

	原因為何。故此，推理是將結果做解釋、思考、邏輯分析的過程。
9.形成假說 (Formulating Hypotheses)	形成假說
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 能將觀測所得資料做一概括性的整理，提出看法或想法來解釋資料。</li> <li>• 能將提出的「想法」客觀地經歷資料的考驗，來決定取捨。</li> <li>• 能將提出的「想法」和已知的知識、理論作比較，來決定取捨。</li> </ul>	假說是對所欲探討的問題提出暫時性或建議性的回答，透過這些回答去檢核實際觀察所得之結果，以便直接地判斷觀察的結果是否支持原有的理論或概念。
10.下操作型定義 (Defining Operationally)	下操作型定義
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 瞭解所有的科學觀測量均有操作型定義來確定 (某量的屬性及其觀察方法); 這使得人們得以在實驗進行時知道觀測什麼、怎麼測，而且大家測出的結果也一樣，賦予的意義也相同)。</li> <li>• 能經由操作型定義來辨識各不同觀測量。</li> <li>• 能依某觀測量實際表現的行為來界定、辨識它。</li> </ul>	由於科學實務是透過一連串的行動操作去了解某些現象，因此對探討對象之定義，可以用敘述操作的方式來說明，故稱下操作型定義。
11.解釋資料 (Interpreting Data)	解釋資料
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 能依據所知的概念、理論、規則性等來整理、分析資料。</li> <li>• 能由圖表、文字敘述、照片、資料中提出呈現如此的理由。</li> </ul>	為對觀察所得之結果給予合理解釋的過程，其目的在於產生進一步的推理、預測與形成假說。
12.溝通 (Communicating)	傳達
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 能正確運用科學用語、文字、圖表、數學式來表達。</li> <li>• 能以精確、清楚的方式表述資料、並作合理、公正的解釋。</li> <li>• 能善用各種媒體來傳達訊息。</li> <li>• 能依據科學的思辨，與人作有效的溝通與分享。</li> </ul>	傳達是將觀察的結果得出之概念呈現出來，包括語言、圖表、文字等傳達方式; 即為將各種過程技能所得之結果，能以各種方法表達得讓他人明白。
13.進行實驗 (Experimenting)	實驗
分成規劃 (planning)、執行 (performing) 與解釋資料 (interpreting)。這是各項過程技能的整合性應用; 針對問題，能對其可能發展的情形提出預測，規劃實驗步驟及裝置 (控制變因)，進行操作 (觀察、測量、運用數字、運用時空關係、分類)，整理及分析資料 (推斷、解釋資料)，提出想法 (形成假說、下操作型定義) 詮釋資料。	即為極致的人為操弄之觀察過程，往往是綜合上述各種的過程技能，輔以儀器設備的裝置進行的觀察、驗證過程。

(引自甘漢銑與陳文典，1995，頁 15-16；王美芬與熊召弟，2001)

根據上表整理得知，科學過程技能是將科學家的工作過程加以解析，並且把這些操作技能融入教學活動之中，期望學生在學習科學知識時，透過類似科學家在科學研究過程中所使用的技能有效建構科學知識，並能熟練科學研究過程中所運用的各項技能。即使在日後處理事情及解決問題時，也能夠像科學家一般地思考與解決。

## 第五節 力學概念

認知心理學家 Ausubel (1978) 曾經說過「我找出學生已經知道什麼，並據此而教。」因此，為了達到有效的教學成效，在進行教學之前先了解學生的概念或稱為起點行為，是教學者的第一要務，更是科教學者們所關注的重點之一，這也是研究者必須先釐清學生在力學概念中所持有的先前概念為何，其中的迷思概念為何，並據此發展本研究之設計活動才能夠有效幫助學生在力學概念的學習。

### 一、迷思概念之相關研究

迷思概念的相關研究是近年來科教領域的研究重點之一，依據 Tsai & Wen (2005) 針對 1998 起五年間於三份科教期刊的發表文章所做之統計，總計 802 篇文章之中，概念與概念改變相關的研究就有 144 篇，約佔 18% 是為最多研究的主題。同時陳慧蓉、林宜如與邱美虹 (2005) 針對 2000 年 2004 年間 934 篇在四種國際科學教育期刊所發表的文章進行內容分析，亦發現在科學教育領域中，研究方向以學習相關的主題為大宗，約佔十個主題的 41.5%；其中又以概念學習類的相關研究最多，佔全部篇數之 25.5%。

由上述可知，科學概念學習是科教研究領域中的重點，無論是從事課程或是教學的研究，研究者都必先就學習者的學習困難處、思考特質等面向，來了解學習者建構知識的歷程與機制，立基於此從而設計的課程或教學方法，方能確實地促進學生的學習。

## (一) 迷思概念成因的相關研究

Duit 在 1993 年曾就 3000 篇有關科學概念之研究結果進行分類，共區分為下列四大類：(1) 概念成因的探討；(2) 概念如何改變；(3) 概念研究工具的發展；(4) 各種迷思概念的實徵研究。並在概念成因的探討上，歸納出感官的經驗、語言的經驗、文化的背景、同儕的影響、大眾媒體的傳播與學校科學的教學 (Duit & Treagust, 1995)。

鄭茹芬 (2002) 綜合 McCloskey、Gilbert & Watts、Driver、Carey 等人的研究，整理出學生的迷思概念有下列特徵：(1) 導源於生活經驗，易受同儕、情境與文化的影響；(2) 以過去學過的問題來對待新近學習的知識；(3) 只注意到部份而非全體；(4) 以感受為主的思考；(5) 產生類比的混淆；(6) 不同想法與名詞攪和在一起；(7) 教科書中的不當描述或插圖、教師的誤導而產生；(8) 不易受傳統教學法而改變；(9) 普遍存在於自然科學的各領域；(10) 迷思概念存在於不同國家及各年齡層。

陳淑筠 (2002) 綜合國內學者之研究，推論兒童的迷思概念來源有：(1) 從生活背景與個別文化得來；(2) 與生俱來、自我為中心；(3) 教科書呈現的概念；(4) 對問題的考慮不夠周詳；(5) 望文生義的結果；(6) 以偏概全的結果；(7) 受到原有迷思概念的影響；(8) 過分強調講述法；(9) 教師對學童的迷思缺乏覺察；(10) 教學過程不當；(11) 同時事件的干擾；(12) 不當的認知；(13) 記憶的混淆；(14) 實驗操作不當。

綜合上述各研究後，可歸納出迷思概念產生的主要原因：(1) 日常生活經驗；(2) 文化語言因素；(3) 社會因素；(4) 教師與教科書因素；(5) 利用因果、直覺來解釋現象；(6) 其他因素。這些成因將有助於研究者在詮釋受試對象在概念試題上的表現。

## (二) 迷思概念相關學科與主題

從上述的文獻中得知，探討學習者迷思概念的相關研究有很多，然而在科學教育領域中，學科眾多、單元主題更是繁複，到底那一個學科、那一個單元最容

易使學生產生不一樣的想法，而造成在學習科學上的困惑。

Pfundt 與 Duit 在 1991 年對迷思概念之相關研究共 1080 篇進行比較，亦發現物理科的相關研究佔 65.3% 是為最多，其次依序為生物的 19.3%，化學 12.2%，天文學 3.3%；其中也是以力與運動；力、功、能量；速度與加速度；重力；壓力；密度... 等力學相關概念之研究為最多，佔全部研究的 26% (Duit & Treagust, 1995)。

而國內學者亦做過類似之探討，陳淑筠 (2002) 針對國內學生自然科學迷思概念研究之後設研究中，對迷思概念研究資料數量的統計，發現在自然科學的物理、化學、生物與地球科學等學科，以物理領域最多，約佔 44%；其中更以「力與運動」單元的研究篇數及迷思類型最多，佔物理研究主題總比例的 40%。劉俊庚 (2002) 針對迷思概念與概念改變教學策略之文獻分析一文中，在統計資料中發現相同的現象，其所分析的 194 篇迷思概念相關研究中，屬於物理學科總共有 129 篇，所佔比例為 66.5%；其中在這些物理領域的相關研究裡，探討「力與運動」概念者有 49 篇，佔全部之 25.3%。

探究其原因，則可能因為物理科學的學科知識多從現象觀察開始，因此造成學生容易與自身經驗相互結合，往往也因為如此而忽略了經驗以外的事物；而「力與運動」會成為研究焦點就是因為此概念太過具體，學生很容易從日常生活的經驗中獲得一些對物體運動的想法，並以對「運動」的原有概念做為理解「力」學概念的基礎。然而人類感官的感受是有限的，因此對事物現象透過觀察而得的結論，往往也是不完全、不正確的，甚至是與牛頓力學概念相互矛盾(鄭茹芬, 2002)。

## 二、力學概念之相關研究

物理學科所涵蓋的領域十分地廣泛，而物理學的發展本來也是就是源自於對自然界中事物現象的觀察、歸納與統整而得來的知識。正因為如此，學生在進入課室中學習物理概念時，並非是一張純淨的白紙，而是持著其從小到大經由觀察所得的生活經驗，而學生在課室中的學習也會自然而然地立基於這些先前的生活

經驗之上，並建構他們自己的科學知識（diSessa, Gillespie, & Esterly, 2004）。

由於日常生活中提供了許多的機會，讓學生可以輕易地透過觀察物體的現象、媒體的傳播與生活的經驗，使得每個人對於「某個物理概念」或多或少都持有相關的知識。這些自行建構的相關知識若能與課堂中所欲教授的科學知識一致時，學生的學習與教師的教學是可以事半功倍的；然而倘若兩者呈現不一致的情形時，則容易造成學生學習困難的產生。

力學概念就是一個最好的例子，學生越容易透過生活觀察，也越容易產生這種曖昧不明的概念知識（Kuiper, 1994），國內外有許多學者的研究也顯示學生在學習力學概念的各單元中，確實是持有許多的迷思概念。表 2-5-1 為研究者整理國內外學者力學概念上主要之研究，其編排方式則以發表年代進行排序。

表 2-5-1 國內外學者對力學概念之相關研究

學者	概念主題	研究對象與研究發現	迷思概念的類型或成因
洪木利 (1985)	靜力平衡	針對高雄縣市、台南縣市與屏東縣之二、四、六、八年級共 2400 名學生，進行「靜力平衡」概念之研究發現：(1) 年級越高的學生持有之靜力學概念之思考層次也越高；(2) 學生對「兩力平衡」的概念比「三力平衡」較能應用「力平衡」的思考因素。	學生對「兩力平衡」概念的思考層次，依序為「大小相等」→「平衡」→「互相抵銷」→「方向相反」→「合力為零」。(引自謝詠印，1990)
洪木利 (1990)	慣性概念	針對高雄縣市、台南縣市與屏東縣之三到八年級共 1768 名學生，探討「慣性概念」之發展順序發現：(1) 山地區兒童的概念發展較其他地區緩慢；(2) 在測驗工具之設計中，以改變問題內容為影響兒童最大的變因。	學生的概念發展受日常生活經驗與文化語言因素。(引自謝詠印，1990)
郭重吉、 吳武雄 (1990)	摩擦力	針對國中學生透過晤談，發現學生在 <b>摩擦力</b> 部份的迷思概念。 (引自謝詠印，1990)	(1) 衝量：物體有往前衝的力，且會慢慢消耗。(2) 摩擦力：不知道摩擦力的作用。



董正玲、郭重吉 (1992)	力與運動 衝量 靜力平衡 地心引力 重力	針對 772 位國小高年級兒童進行施測，找出常見的迷思想法類型，然後進行深入晤談。發現學童對「 <b>力與運動</b> 」概念所具有較共通的另有架構。	(1)以自己當座標參考點；(2)以位置來判斷運動狀態及受力情形；(3)衝量或力與速度成正比；(4)容易忽略某些力；(5)重力和地心引力不同
簡順永 (1999)	衝量 摩擦力	調查 43 名高二選修自然組學生「 <b>力與運動</b> 」方面基本概念認知情形。研究發現解題失敗的學生有基本概念，但解題策略不會運用，或學生擁有「另有架構」而造成解題的困擾。	(1)衝量概念：即物體不受外力作用時，仍具有向前衝的衝力。(2)忽略摩擦力：學生普遍會忽略摩擦力的存在。
彭泰源、張惠博 (2000)	力與運動 摩擦力 重力 作用力與反作用力	針對 377 名國小五年級學生「 <b>力與運動</b> 」概念的學習。發現學生在物體的位置、物體的運動、力的作用、摩擦力、重力、作用力與反作用力的概念，具有迷思概念。	(1)以直覺及日常生活的經驗來判斷；(2)受科學用語的表面字義影響；(3)會受最明顯的現象影響，而忽略其他看不到的因素。
蔡春來 (2002)	摩擦力	針對 312 人台北縣、市八九年級學生在 <b>摩擦力</b> 概念方面所具有的迷思概念。	(1)摩擦力的來源 (2)對正向力的誤解 (3)對接觸面積的誤解 (4)靜摩擦與動摩擦的混淆
楊之明 (2005)	摩擦力	以台中市某所國小三至六年級學童做為研究對象，探討受試學童對於「 <b>摩擦力</b> 」概念解釋的各種類型。	(1)對於摩擦力來源的誤解 (2)摩擦力之錯誤認識 (3)接觸面材質之錯誤解釋
Stead、Osborne (1980)	摩擦力	研究學生的摩擦力概念，發現：(1)無法辨識摩擦力和正向力；(2)認為物體運動的速度越大，摩擦力越大；(3)認為動摩擦力大於靜摩擦力；(4)認為摩擦力只在於兩固體的接觸面；(5)而大部份的學生以物體的運動與否作為判定摩擦力存在的標準。(引自彭泰源、張惠博，2000)	(1)無法辨識摩擦力和正向力；(2)速度越大，則摩擦力越大；(3)動摩擦力大於靜摩擦力；(4)摩擦力只在於固體的接觸面；(5)以物體的運動與否作為判定摩擦力存在的標準。

Osborne、 Fensham (1982)	力的種類 摩擦力 重力 力與運動	回顧相關研究，發現學生在力、摩擦力、重力及力與運動的相關力學概念中，所持有的想法與觀點是別於教師或科學家的觀點；同時強調教學中教師應仔細地關注學生的觀點。	學生的所持有的「小朋友的科學」與教師所持有的「科學家的科學」之間是有所差異的。
Hestenes, Wells, & Swackhamer (1992)	動力學 第一定律 第二定律 第三定律 合力 力的種類	為發展力學概念的測驗工具 (FCI)，選取針對 1500 名高中生、500 名大學生進行施測，其研究發現此份研究工具可以作為：(1) 診斷學生概念的工具；(2) 評量教學成效的工具；(3) 安置測驗的試卷。	(1)學生的生活概念與牛頓力學在很多方面是不相容。(2)傳統教學方式對學生「生活概念」的改變微乎其微。(3)傳統教學方式下，教師及教法對 FCI 的評量結果並無顯著影響。
Kuiper (1994)	靜力平衡 運動學	針對 143 位中學學生進行二階層的紙筆測驗來探討學生對物體在靜止、拋擲、碰撞狀態與不同參照系統中的力學概念。研究發現學生所持有的只是鬆散且不一致的概念，並沒有建立另外一套完整的力學架構。	學生所持有的只是鬆散且不一致的概念，並沒有建立一套完整的力學之「另有架構」；並強調應以「學生的想法」(student idea) 來中性地描述學生真正的想法。
Thijs & Beeg (1995)	力學 熱與溫度 光學 電學	回顧物理概念中之相關力有概念之研究，同時針對西方研究、非西方研究與回顧性研究在力學、熱與溫度、光學與電學等四個單元中的研究結果加以比較。	認為有些迷思概念是普遍存於各文化的，而有些迷思概念則是。會受文化因素的影響；如語言、環境、社會結構、思考模式...等。

綜合整理以上學者的研究，可以歸結出學生普遍對下列的力學概念具有之迷思：(1) 靜力平衡：認為物體靜止即不受力、平衡狀態的誤解、沒有靜力平衡的概念；(2) 摩擦力：只存在於運動狀態、與接觸面積的大小有關、不知道摩擦力的作用為何；(3) 衝力：物體具有向前衝的力、衝力消耗了物體就停住了；(4) 物體運動：物體僅受運動方向的力。

而在本研究中，由於受到教學主題—藤編製作與活動進行的時間之限制，所設計的活動課程並沒有涵蓋完整的力學單元，僅以活動材料中可以探討之靜力平衡與摩擦力，並將八年級自然與生活科技課程中的張力（康軒 3 第八章）與合力（康軒 3 第八章）等四個概念加以論述。

### 三、力學概念與本研究的關連

為說明力學概念與本研究之藤編製作間的關連，研究者分別由 93 年之各版本國中自然領域教科書中，整理出與本研究所欲探討之張力、合力、力平衡與摩擦力等概念的定義來探討，以做為本研究中概念試題的依據。表 2-5-2 為研究者整理之各版本教科書的定義表；其中「國編」係指國立編譯館所出版之教科書，「4」為其冊別，其依此類推為各出版社之各冊。

表 2-5-2 各版本教科書的定義表

概念	概念定義與陳述
合力：	
國編 4	從以上的實驗和說明，所得到的結論是：在同一直線上的兩力，如果方向相反，其合力的大小就是兩力相減，合力的方向指向較大的那個力的方向；如果兩力的方向相同，其合力的大小就是兩力相加，合力的方向和這兩力的方向一樣。
康軒 3	兩力同向時，其合力為兩力相加；兩力方向相反時，其合力為兩力相減。
南一 4	當物體同時受到許多力作用時，所產生的效應與用一個力來代替時相同，此力即稱為這許多力的合力。
翰林 4	同方向二力的合力大小，等於二力大小之和，方向與原方向相同；反方向二力的合力大小，等於二力大小之差，方向和較大的力相同。
靜力平衡：	
國編 4	一個重量為 $W$ 的物體靜置於水平桌面上時，由於該物體處於靜止狀態，該物體所受的合力為零。 兩力平衡的條件是：兩力大小相等，方向相反，且沿著同一直線作用。
康軒 3	兩力平衡的條件為大小相等、方向相反、作用在同一直線上。
康軒 5	如果一個靜止的物體同時受到數個力的作用，卻仍然維持靜止，

則可說此物體處於靜力平衡的狀態。

南一 4 若物體同時受到兩個力作用，而且這兩個力大小相同、方向相反，沿著一直線作用，則此兩力的合力為零，我們稱物體處於兩力平衡狀態。

翰林 4 在重心上施以和物體重量大小相同但方向相反（或是向上）的力量，物體能保持既不移動也不轉動，也就是達到靜力平衡的現象。

---

張力：

康軒 3 往斷面兩邊張拉的力稱為張力，而向斷面擠壓的力稱為壓力。

---

摩擦力：

國編 1 朝水平方向用力推桌子，桌子仍然靜止不動，根據兩力平衡的關係，桌子必定有受到一個與推力大小相等，且方向相反的作用力，這個力就是來自於桌子與地面之間的摩擦力。

康軒 3 有時用力推靜止的物體，物體卻仍然不動，根據兩力平衡的條件，必存在另一個力在抵消推力，此力和推力大小相等、方向相反，且和接觸面平行，稱為靜摩擦力。

由 3-3 活動中可得知，最大靜摩擦力和接觸面的性質及狀況（包括物體的材質、粗糙及乾燥的程度等）有關，也與垂直作用在接觸面的力的大小有關。

南一 4 在實驗 6-3 中，以彈簧秤水平拉動木塊，在木塊尚未開始運動前，雖然彈簧秤讀數逐漸增加，但木塊卻依然靜止，這顯示木塊和接觸面之間有一阻止物體運動的力，此力和彈簧秤拉力大小相等、方向相反，稱為靜摩擦力。

翰林 4 由力的效應知道，物體通常會因力的作用而產生形變與運動狀態的改變，但有時候去拉或推一個靜止的物體時，物體卻仍然靜止不動，此時可以想像有一個大小相等、方向相反的力同時也對物體作用，使其合力為零，這個力稱為摩擦力。

當物體呈現靜止狀態時，摩擦力的大小恰等於施力大小，且方向與施力方向相反。

---

從上表的整理中可以發現，雖然在合力部份的定義，提及可包含許多複雜關係的「系統」一詞與抽象的「向量」概念，但總體而言對合力的主要概念為同方向的力相加、反方向的則是相減的；而合力的方向與較大的力相同。

在靜力平衡部份的定義，也主要是以「大小相等、方向相反、作用在同一直線上」的概念為主，但可以看出國中階段各版本教科書的內容主要是在探討「兩力」的平衡，並未對兩個以上的力進行探討。

在張力部份的定義，國中各版本僅以康軒在第三冊中舒適的居家生活單元

中，提及材料力學中往斷面兩邊張拉的力為「張力」；而除了提及是繩子繃緊時表現出來的力，並隱含了在微觀中繩子的每一部份所受之張力皆有不同的概念。

在摩擦力部份的定義，雖有以微觀下的接觸面之情形，來說明滑動摩擦力的成因，但整體而言對摩擦力的定義主要包含有動、靜摩擦力的區別；是阻止運動方向的阻力；與接觸面的性質有關；與「正向力」有關。

小結：由上述的文獻探討中可以發現，國中階段由於學生認知發展的階段多半仍停留在具體運思時期，故相較於對概念形成機制及其詳細的定義並無法確實掌握，如：以微觀下的接觸面之情形來說明滑動摩擦力的成因；因此國中教科書中對合力、靜力平衡、張力與摩擦力的定義也大多是採先利用生活的例子引發學生的學習興趣，並透過活動來探討該概念的影響因素或成因，最後再擴充至其他生活中的例子（楊之明，2005）。

本節中對力學部份的迷思概念所做之探討，主要為研究者在設計教學活動與實際進行教學時所需注意而盡量避免的，並做為選取概念試題時，能區分學生學習的重要依據；對迷思概念成因的探討，將有助於研究者在詮釋受試對象在概念試題上的表現。而對教科書定義的探討，則為研究者在訪談編碼時，歸類訪談片段的主要依據。

## 第六節 設計導向的教學活動

憑藉著天馬行空的想像力，人天生就是沉浸於設計的情境之中，一個小孩在「玩」的時候就是某種程度上的「設計性」的活動。例如在圖畫紙上隨意的塗鴉就是可能是在畫設計圖、或是推疊積木就可能是在設計建築物，凡此種種都是生活中常見的設計性活動；因此，「設計」的活動往往是可以將人們豐富的想像力付諸行動的一種方式，透過實際的動手操作過程去體現想像中的概念是否可行並加以修正。

在原住民的生長環境中，由於環境的限制、物資的缺乏，運用大自然隨手取來的材料進行設計的現象更為常見；在部落小孩們手中的童玩—竹槍、大人打獵

時所裝置的陷阱、捕魚用的魚簍...等，在在都是利用手邊僅有的材料進行設計的表现，因此「設計」可以說是與原住民的生活緊緊連繫在一起。

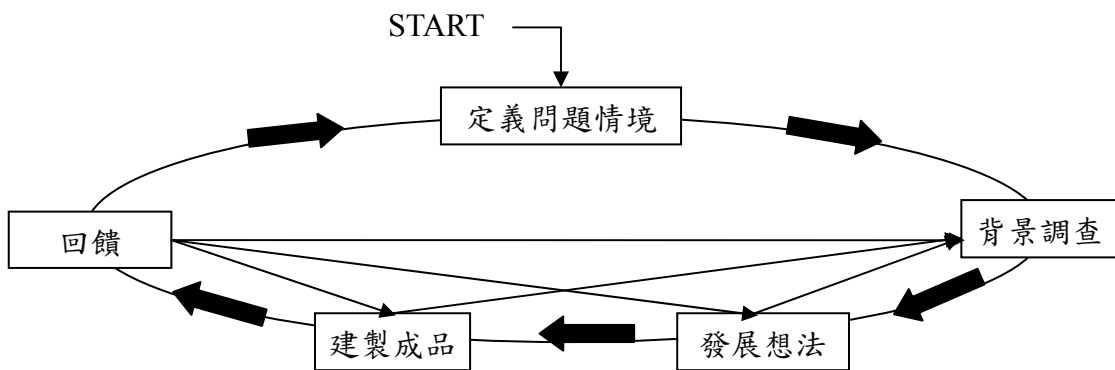
因此，本節將就設計導向的課程活動做一統整式的探討，並探討設計導向課程在原住民科學教育上的運用。

## 一、設計導向科學活動基本概念

設計導向課程是以培養學生現實世界問題解決的能力為目的，藉由以真實的生活經驗中，學生所面臨的日常現象作為問題之情境；以親自動手的設計活動作為課程之教學活動，讓學生透過設計過程中不斷的修正想法，去精緻化其先前所學得的知識。同時，不僅僅得以深化科學的內容知識，並可以養成設計相關的過程技能。

設計導向的教學活動強調，教師必需提供問題解決的環境，而這個問題情境須與學生的舊經驗結合，並發展出新的解題策略，且用以進行設計活動，最後透過回饋的活動，幫助學生進行反思或發現新的問題。

其流程可分為定義問題情境、背景調查、發展想法、建製成品與回饋等五個步驟，如下圖 3-4-1 所示。



引自 Fortus 等人 (2004)

圖 2-6-1 DBSL 的學習環

1. 定義問題情境 (Define context): 當抽象概念被鑲嵌於日常生活情境之中時，可以有效的提升有意義的學習。因此，在進行設計活動之前先對蘊含其概念的生活情境加以了解與定義是重要的。

2. 背景調查 (Background research)：是另一種形式的基準課程，可以讓展示新的科學概念、搜尋與收集相關訊息、在白板上分享資料蒐集的結果、共同分析資料庫(白板也是一種資料庫)、教師示範、電腦模擬相關現象等。
3. 發展想法 (Develop ideas)：DBS 的活動一般可以運用在個體、兩人小組、四人小組和全班學生等四個層級，即為透過團體或個體之間的互動歷程共同建構知識；為確保學生都能投入在活動中，教師必須在決策過程中的選擇與驗證進行評論。
4. 建製成品(Construct artifacts)：為了讓學生能夠盡可能的使用更多動作做的活動，以不同的觀點去檢視他們的製品(模型)，在這個階段的活動讓學生的初步的、不特別的概念或想法得以具體化的呈現，透過再評估與重組對其概念或製品加以檢視並逐漸的修正。
5. 回饋程序 (Feedback)：持續的形成性評量可以提供學生一個機會去修正與改進他們的認知並幫助他們的學習；因此學生的成品被提供一個科學方法的測試、反覆的向班級展示透過討論協商的過程(pin-up sessions)，從教師或班上的其他成員間獲得回饋，並進行修正其初始想法(Holbrook et al., 2000)。

## 二、設計導向的相關文獻

「設計導向的科學學習」(Design-based science learning；DBSL)在教育領域中逐漸地獲得重視，因為越來越多相關研究的發表，不僅為學生在學習科學時提供了許多的設計活動，更讓一般大眾重新認識了設計導向的課程 (Kafai, 1996; Kolodner et al., 2003; Penner, Lehrer, & Schauble, 1998)。學者們主張中學生是由所經歷的設計經驗中建構科學的知識；而真實世界的環境物質、成分，則提供學習者使用正確方式的設計經驗，進行解決問題。

Nordine (2007) 認為，應該以發生在學生日常生活中常見的現象、非理想化(安排好的)的系統作為學習主軸，讓學生從實際發生的現象中進行學習，以建構有實用性的知識。其研究發現經過設計導向的能量單元之教學活動後，學生普

遍能使用更多關於能量的知識，去理解日常生活的相關現象。例如在教到電路學時以「我要如何讓門鈴發出聲響？」的設計活動引導學生了解電通路的科學概念（Silk & Schunn, 2006）。

Kesidou 與 Roseman（2002）的研究亦指出大多數的科學教科書並無呈現（示範）相關的科學概念與過程技能在學校外的生活中，是如何被使用的。因此，在推動教育改革的同時，應連結生活經驗與深層的科學概念，而課程則必須提供學生一個適當的機會去精鍊與重組他們的先備知識（National Research Council, 2000）。而 Edgar Dale 於 1954 年出版的視聽教學法一書中，提出的「經驗金字塔」（The Cone of Experience），也明確指出直接從「實做」的任務中，最容易讓學生學習，其次是具「圖像」表徵的視覺媒體，最後才是「抽象」符號所提供的學習經驗（甘漢銑、熊召弟與鐘聖校，1996）。

然而不管是透過設計學習（Learning through design）或是關於設計的學習（Learning about design），設計導向的科學學習環境與專業的設計教學之間所強調的「設計」是有所差別的，設計導向所強調的不在於學生能否設計出非常專業的成品，而是在於學生在設計過程中所建構的科學內容知識與應用，著重的是過程而不僅只是結果（Kafai, 1996）。

如同建構主義的學者們所主張的，學生在進入課室內時不會只是一張張的白紙，而是帶著其個人成長過程中，所習得的各種知識作為架構去建構新的知識。因此，在科學課程中融入實做導向的設計活動，讓學生以其舊有的經驗透過動手做的設計活動建構其科學知識，這便是以設計作為導向的科學課程之精神。

因此，在課程編排上，設計導向的科學學習提供一個設計情境，將學生視為擬定計畫者、問題解決者、設計者，尤其是聚焦於將學生視為設計者時，學生是如何設定計畫、解決問題與製作成品；雖然學生可能會使用多重的策略解決問題情境，但是在設計過程中為了完成成品，他們必須先定義問題並擬定適合的解決策略。例如：身為一個設計者必先就現有的環境中，找出問題的癥結所在，尋找可能的解決方法，並試著克服各項環境中的限制以完成品的製作。



### 三、設計導向的教學活動與科學過程技能的關聯

依據表 2-4-2 之能力指標與定義對照表，結合本研究的設計導向活動流程，藉此說明設計導向活動中個階段與實驗過程的對應，並說明各步驟所可能隱含的過程技能，如表 2-6-1 所示。

雖然文獻中強調科學過程技能的培養，應著重於整體性的發展，不宜採用分項練習的方式來學習，然而，這也不是意味著一定要在實際課堂上，在有限定的時間裡必須按照順序地，將一個個的步驟依序操作完成。因此，在本研究依據設計導向的教學流程，結合活動過程中相符應的科學過程技能，而由於課程的編排與教學時數的限制下，僅只著重於控制變因、下操作型定義、測量等過程技能的探討。

表 2-6-1 設計導向活動的過程與過程技能的對應

DBSL 活動	依實驗 過程劃分	九年一貫課 程的區分	過程技能的分項能力	
問題情境	規畫	觀察	• 觀察	• 測量
↓	↓	↓		
背景調查	↓	比較與分類	• 預測	• 控制變因
↓	↓	↓	• 運用時空關係	• 運用數字
發展想法	執行	組織與關連	• 分類	
↓	↓	↓	• 推斷	• 下操作型定義
建製成品	↓	↓	• 形成假說	• 解釋資料
↓	解釋	歸納與推斷	• 進行實驗	
回饋	↓	↓		
	發表	傳達	• 溝通	

(整理自甘漢銑與陳文典，1995。頁 21)

### 四、小結

綜合上述之文獻探討結果，可以發現由於原住民族群的特殊傳統文化與現今主流的文化是兩種截然不同的型態，原住民族群的學童會依據其文化背景與生活環境發展其學習特性。

因此，本研究中以藤編設計的課程活動做為學習主軸，讓研究中的原住民學童能夠透過動手做的動態活動，來學習藤編中的張力、合力、力平衡與摩擦力等力學概念。透過小組合作的方式集合小組成員們的知識與經驗，藉以達到完成問題情境所給予的學習任務及其推理過程。讓學生從其傳統文化的智慧中驗證教科書中所教授的科學知識，藉此學習科學原理並加強對其族群的認同。透過階段式的各個實驗，讓學生藉由實驗步驟的完成，逐步培養科學學習中所需的過程技能。

雖然本研究強調的是原住民傳統文化中科學知識之應用，但由於設計活動的成效仍須回歸學校科學教育，去探討學生的科學學習。因此，本研究以西方科學的過程技能與學校科學課程紙筆測驗的量測方式，來檢驗學生在設計活動後，力學概念、對科學的情態度與操作技能的等面向的改變情形。