

教育部 104 學年度中小學科學教育計畫
專案成果報告

計畫編號：049

計畫名稱：

以詮釋性現象學分析國小三年級學生學習科學
解釋之歷程

主 持 人：楊秀停 陸朝炳

執行單位：月眉國小

中華民國一〇五年七月

以詮釋性現象學分析國小三年級學生學習科學解釋之歷程

摘要

本研究以修正 DCI 教學模式，引導國小三年級個案學生學習科學解釋，以詮釋性現象學方式分析並意義化學生學習科學解釋之歷程。主要收集質性資料，包含晤談資料、課室影音資料及學生書寫科學解釋之寫作單與評量單，由研究者及協同研究者各別分析出模式及類型，再加以討論以取得共識。最後研究者依分析之脈絡轉化為文字，以呈現出個案學生學習科學解釋之心境及概念轉變之歷程。研究結果發現中低學習成效的學生有較多的困難，包含概念理解及概念圖繪製的困難等，也理解了學生在科學解釋中困難的面向，因此，建議在未來科學解釋的教學過程中，概念理解應先於科學解釋、證據推論主張也優先於主張推論證的教學，而多樣性的活動安排有益於學生概念連結，最後，以此小團體教學的方式可運用於中低學習成效學生之自然科補救教學。

關鍵字：科學解釋、DCI 教學模式

一、研究計畫之背景及目的：

(一)研究背景

科學解釋的重要性在近幾年的研究中可看出端倪，因為科學的目的在於解釋現象(Stefani & Tsaparlis, 2009)，而科學教育的主要目標則在培養學生的高層次的科學素質(National Research Council [NRC], 1996)。因此，幫助學生發展科學概念的理解，並以科學知識解釋生活中的現象是相當重要的(Nieswandt & Bellomo, 2009)。目前對於學生科學解釋及論證的研究對象年齡層逐漸下降。Songer 和 Gotwals (2012)指出在過去美國的教育政策中沒有特別著重於年幼孩子的科學解釋及教師的引導，但在較新的政策則開始提及此面向。而目前文獻中對於年幼孩子的科學解釋研究雖是較少的，但結果都很正向，Ryu 和 Sandoval (2012)在研究中探討持續性的科學論證教學，發現長期教學下來，中年級學生建構及評判論證的能力是有提昇的。因此，必須引導國小學生學習科學解釋的重要理由，包含了建構以證據為主的解釋可以引領學生參與真實科學的實務操作與對話，此有益於發展學生問題解決、推理及溝通的能力；而建構科學解釋有益於學生科學概念的意義化學習，並理解科學是如何運作的(Zemba-Saul, McNeill, and Herschberger, 2014)。基於其重要，本研究企圖引領國小學生在中年級階段學習科學解釋。

有鑑於台灣目前國小教材中對於科學解釋教學的缺乏，研究者於前一個計劃中已發展一教學模式以協助國小四年級學生進行科學解釋，而此 DCI 教學模式也在研究中被證實有助於小四學生學習科學解釋(Yang & Wang, 2014)。所謂 DCI 教學模式是指描述性解釋(descriptive explanation)、概念圖(concept mapping)及詮釋性解釋(interpretive explanation)等三個順序性寫作活動融入之教學模式，由簡單到困難的設計考量，主要目的引導學生學習科學解釋。

而原來 DCI 教學模式的運用對象為國小四年級學生，且以全班教學方式進行(Yang & Wang, 2014; 楊秀停、蓋允萍、王國華, 2014)，此法可看出整體 DCI 教學模式的成效，但卻較不易理解個別學生學習的問題及解決問題的過程等，因此本研究中，研究者更進一步將對象向下延伸為國小三年級之學生，這時的學生剛開始學習作文，語句表達的能力優於低年級學生，也是銜接高年級的基礎，因此合適於作為科學解釋的學習起點及寫作練習訓練，本研究依此 DCI 教學模式修正後進行小組教學，首先仍以三班三年級學生中，每班挑選二到三位學習程度分別為低中高不同層級之個案學生以進行深入晤談及觀察，主要採個案研究，分析個案學生學習的歷程與全班比較，以詮釋性現象學質性分析的方式了解其學習過程中的困難及克服困難的歷程轉變等，並分析 DCI 教學模式如何有效引導學生學習科學解釋。

(二)研究目的

本研究目的探討國小三年級之個案學生在接受 DCI 教學模式中，學習科學解釋之歷程。待答問題如下：

1. 個案學生學習科學解釋之問題及困難？
2. 個案學生如何經由 DCI 教學模式解決困難，並學習科學解釋？

二、研究方法、步驟及進度：

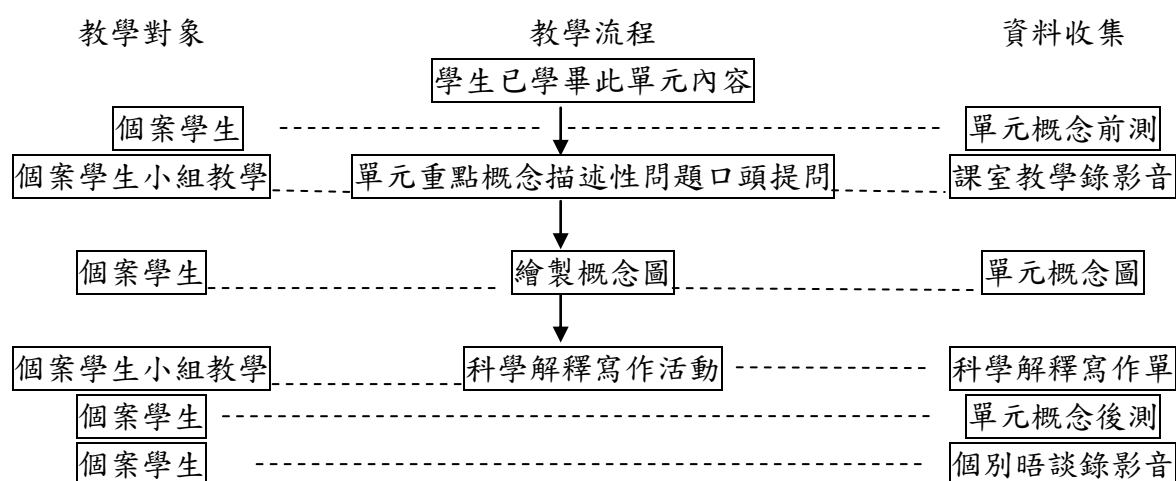
本研究以修正 DCI 教學模式進行個案學生之教學，並以詮釋性現象學分析(Interpretative phenomenological analysis, IPA) (Smith and Osborn, 2008)，以意義化學生科學解釋之歷程。

詮釋性現象學分析(IPA)是一個以研究者為主動角色的動態過程，經由研究者詮釋而產生意義，研究過程中意義的建立同時來自於參與者及研究者，研究建立參與者對話、思考及情緒狀態的連結 (Smith and Osborn, 2008)。此方式適合用於個案研究或個數較少的研究對象，去覺察特定情況的事實，正巧符合本研究所挑選之個案為對象，透過研究者的過程參與，以此方式分析，得以深入理解個案學生學習科學解釋之歷程。

(一)教學流程

本研究 DCI 教學模式的實施程序為：描述性寫作單→概念圖→詮釋性寫作單，此三種寫作活動的順序性編排。首先，在教學中安排學生完成描述性寫作單的任務，描述性寫作單內容主要以觀察及操作等方式就可回答之現象類型的問題，不同於過去研究以四年級整體對象為主，本研究採取三年級學生，因此教學流程上會進行修正，主要是在學生學習完該單元之後，再進行科學解釋的教學，將描述性寫作活動的問題轉為口頭回答及討論，以減少學生書寫的任務，同時也理解學生對該單元內容之學習結果，而教學上也以小組方式進行，以問題為起始，透過小組的討論及個別回答來協助學生構築概念，並以晤談方式完成描述性寫作單的任務。

單元教學結束後，教師以其他單元為例，教導學生認識概念圖的意涵及呈現方式，學生學會如何畫概念圖後，教師再引導學生獨自完成該單元之概念圖。最後在概念圖結束後，教師教導學生完成詮釋性寫作單的任務，不同於過去研究在詮釋性寫作單中將科學解釋區分為主張、證據及推理等明確的三部分讓學生書寫，本研究修正為合併於同一段落書寫，教師指導學生先寫出他認為的問題答案（如同主張），接著呈現出理由及舉例（如同證據），最後再重述主張或強化主張（近似推理）。作為如此修正主要考量三年級學生在此三部分區分的困難點，以及其他研究認定科學解釋的定義上未必區分為此三類，而應當作為整體化的呈現為佳。此過程中，學生在詮釋性寫作單任務完成後，可以再回頭修改其概念圖，而研究者也可從歷程中分析其概念呈現的差異及轉變（如圖一）。



圖一 教學流程與資料收集圖

本研究於上學期挑選二個單元進行，分別為磁力單元及空氣單元。以磁力單元為例（如表一），研究者設計五節額外課程於午修時間，針對九個個案學生進行科學解釋之教學，一星期二到三次午休的教學，共二個星期完成第一單元教學。第一節課以前測為主，而第二節則進行活動一的單元重點概念提問，主要幫學生回憶並重建磁力單元的概念。第三節課則進行概念圖的繪製，讓學生將此單元概念呈現於概念圖中，由於個案學生之前無此繪製概念圖之經驗，因此研究者先以其他單元為

例說明概念圖，接著逐步引導學生先圈出磁力單元課本中的概念區塊，將它寫在紙卡上，大家一起合作將它排出來，找出可以包含其他概念區塊的最主要概念，再依次分出次要概念，合作完成初步概念圖。第四節課，則由學生個別繪出該單元各自的概念圖。第五節則完成科學解釋寫作活動之學習單，首先配合學習單內容，研究者先以重力為例子說明科學解釋該如何表達，並由學生練習，接著個別學生再回答關於磁力之科學解釋問題的學習單寫作（如表一）。

而空氣單元也如此，前測評量單測驗後，先以提問方式複習學生空氣單元之相關概念，接著討論完主概念後，讓學生繪製概念圖，再完成科學解釋活動，而研究者同樣以重力為例子說明科學解釋該如何表達，再由學生完成科學解釋學習單，此學習單不同於磁力單元只有一個科學解釋之相關問題，在空氣單元中，我們設計了二個科學解釋的問題（如表二），以檢測學生科學解釋的理解狀況及表現。

表一 磁力單元教學內容

單元名稱：神奇磁力
<p><活動一>單元重點概念提問</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 哪些東西可以被磁鐵吸引住呢？ 2. 拿出不同的磁鐵試試看，磁鐵可以吸住東西的部位是哪裡？把它畫下來。 3. 磁鐵的磁極有什麼特性？ 4. 生活中的力有些需要接觸物品才有作用，你覺得磁力需要接觸物體才會有作用嗎？ 5. 磁力會造成物體的形狀改變嗎？會對物體有什麼影響？ 6. 生活中有哪些是應用磁鐵的特性而設計的？ 7. 在磁鐵的二旁加上鐵片會有什麼結果？
<p><活動二>繪製概念圖</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 翻開課本內容，依順序我們先圈出概念區塊，將它寫在紙卡上，大家一起合作將它排出來，找出可以包含其他概念區塊的最主要概念，再依次分出次要概念，合作完成初步概念圖。 2. 由個別學生進行概念圖繪製。
<p><活動三>科學解釋寫作活動（學習單）</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 配合學習單，先以重力為例子說明及練習，接著再回答關於磁力之科學解釋的問題。 <p>問題：你認為磁力會對物體有什麼樣的影響？為什麼？（請舉一個例子說明，並證實你的想法）</p>

表二 空氣單元教學內容

單元名稱：空氣單元
<p><活動一>單元重點概念提問</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 空氣在哪裡？你是怎麼知道的？ 2. 空氣有什麼特性？先從占有空間的特性開始，你做了什麼實驗可以知道這個特性？還有什麼情形可以知道這個特性？ 3. 空氣有固定的形狀嗎？可以被壓縮嗎？那你如何知道空氣可以被壓縮？做了什麼實驗來證實這個特性呢？還有什麼也可以被壓縮？另外還有其他的例子嗎？ 4. 風和空氣有什麼關係？風是怎麼來的？哪些現象可以知道有風？ 5. 什麼是風向？怎麼去測呢？什麼是風力？怎麼去測呢？ 6. 風和空氣有什麼用途呢？

＜活動二＞繪製概念圖

1. 翻開課本內容，依順序我們先圈出這個單元的概念區塊，將它寫在紙卡上，大家一起合作將它排出來，找出可以包含其他概念區塊的最主要概念，再依次分出次要概念及下層內容，合作完成初步概念圖。
2. 由個別學生進行概念圖繪製。

＜活動三＞科學解釋寫作活動（學習單）

1. 配合學習單，先引導學生了解科學解釋的陳述重點，先以重力為例子說明及練習，接著再回答關於空氣的二個科學解釋問題。

問題一：你認為空氣有什麼特性呢？為什麼？（請舉一個例子說明，並證實你的想法）

問題二：你認為風力大小和紙片飄動有什麼關係呢？為什麼？（請舉一個例子說明，並證實你的想法）

（二）研究對象

本研究對象為鄉下地區國小三年級之學生，教學進行前後以整班為單位進行單元內容之前後測，本研究預計依該班級的定期評量成績，每班挑選二到三名程度分屬高、中、低之不同學習成就的學生作為個案研究對象，在研究進行前先分別針對個案學生進行個別晤談，以了解其上自然課前的先備知識及相關背景，同時教學過程則是以個案學生之小組討論及個別學習方式為主。

本研究之個案學生分為高、中、低三種不同學習成就之學生，其中學習成就較高的學生是小彥及小芸，二人分屬不同班級，小芸的反應不錯，學科表現優秀，經常是拿前幾名，比較活潑一點，上課時能主動回應，整體主概念也都是清楚的，上課過程中也是積極投入的。而小彥的理解力也很好，總是能夠舉一反三，上課時也能適時的回應。學習成就中等的學生有小欣、小宣及小現，小欣是個性內斂的女孩，在班上的成績中等，做事較謹慎，也總是守規矩，平時話不多，上課時也不常有回應。小現也如同小欣，上課較沉靜些，但是面對問題則是可以適時回應及討論，但小宣則相對之下是較活潑的，能主動提問，並與同學及教師有所互動，有時也容易聊天。

而學習成就較低的學生則是小保、小俊、小翔及小魚。小保的個性較活潑，上課其實也很投入，只是較愛說話，喜愛具體事務的操作，因而有實驗或需要動手操作的部分，他總是第一個主動動手做的人，活潑個性較不易靜下來，所以學業成就較差，但其學習熱忱不差；而小俊則比較沉靜些，上課能靜下來，有時也能提問，整體上課態度還不錯；小翔較活潑，但上課不易專心，理解力也不是很好，需要多次說明及指導；小魚安靜了許多，不太多話，也不太有回應，但是能專心聽講，只是理解力不太好，需要多次指導。

這些個案學生上課時以小組方式進行互動，小組中有學習成就高中低等不同程度的學生，這九名學生約分為二組，每組成員熟悉的同班同學及其他班級的同學，小組成員討論並發表，同時教師給予個別指導。

（三）資料收集與分析

本研究採取詮釋性現象學分析(IPA)，詮釋性現象學分析強調研究者主動詮釋而產生意義的動態過程 (Smith and Osborn, 2008)。在本研究中，研究者參與學生學習科學解釋的歷程，透過觀察、晤談及學生寫作作品的分析，協助學生意義化其學習歷程，以理解其如何建構科學解釋。

本研究所收集之資料主要以質性資料為主，首先晤談資料主要包含教學過程中，針對特定問題的晤談、教師教學前後對個案學生背景先備知識理解之晤談，以及教學後教師針對學生科學解釋寫

作單及評量內容之晤談。再者課室影音資料，主要記錄上學過程中的師生對話，或學生間的討論，同時錄影資料也呈現學生在學習過程中的反應等。最後，學生的寫作單及評量單則包含了學生對於特定問題的科學解釋呈現。

所收集這些質性資料以多元資料呈現的方式，考量現象學分析的主要步驟由整體到部分，再由部分回到整體現象的捕捉(高淑清, 2014)，分析個案學生在各單元學習過程中的問題與困難，由個案學生的學習全貌到細微的分析，再回到個案學習的整體表現，並理解這些問題是如何解決的。由研究者針對學生之寫作單及科學解釋評量單的內容進行分析，分析前本研究先參考 McNeill (2009) 所提出的評量準則，再依本單元內容發展出合適於本研究學生寫作結果的評量及分析準則，理解個案學生科學解釋呈現之問題點，再配合晤談資料，分析其困難點的轉變及影響。首先由研究者及協同研究者各個編碼及分析後，再加以共同討論及重複編碼分析，直到評分者一致性(inter-rater agreement) 達 95% 為止(Nieswandt et al., 2009)。再由研究者整合質性資料分析之脈絡將以文字呈現意義化個案學生學習科學解釋的歷程。

(四)研究步驟及進度

本研究在上學期挑選「神奇磁力」及「看不見的空氣」等二個單元進行，並於 104 年 8 月及 9 月進行課程設計，首先由研究團隊討論並設計二單元之教學流程、寫作單設計及晤談內容規劃，設計好之寫作單及晤談單將延請相關專家及教授審核，並進行修改以進行教學，首先仍以一班三年級學生進行團體教學，在該班級上完該單元之後，額外再加上科學解釋的課程，在科學解釋教學進行前先對個案學生進行晤談，以理解其先備知識及對自然科學之知覺與感受等，以便於學生學習狀況之分析，並於上課後挑選三位學習程度分別為低中高不同層級之個案學生以進行深入晤談及觀察，便於研究之進行。因這二單元為上學期之第二及第三單元，因此依進度應於 104 年 10 月到 12 月進行個案學生之科學解釋教學(如表三)，研究者將配合自然課之上課進度，並於額外時間以 DCI 科學解釋教學模式進行班級教學，同時於課外時間，例如：中午及半天課之下午，針對三個案學生針對此二單元內容，進行觀察及晤談。

在 10 月到 12 月的教學過程中，一併收集相關資料，包含晤談資料、課室影音資料及學生的寫作單等，已收集之資料先作初步之資料分析，而下學期 2 月開始則多以科學解釋評量單及晤談方式檢測個案學生在其他單元之科學解釋的應用。在資料分析後，著手撰寫研究報告，最後預計六月前完成研究報告並進行結案及經費核銷。

表三 研究進度表

研究進度	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
教案及寫作單設計											
晤談單規劃及修正											
挑選研究對象											
進行教學											
資料收集											
資料分析											
撰寫研究結果											
結案及經費核算											

三、研究結果與討論

本研究結果主要分為學生學習科學解釋的問題及困難，以及學生解決困難的歷程二方面呈現。

(一)個案學生學習科學解釋之問題及困難

依本研究之分析結果發現，中低學習成就的學生較容易出現學習上困難，而程度不同在學習困難方面也有所不同，我們主要針對科學概念及科學解釋二方面的學習困難，加以探討。

1. 科學概念的學習困難

科學概念上學習的困難，是進行科學解釋教學時所需著重的。如同過去文獻所提到的，當教師開始著重在科學解釋的教學，他們也會較專注於科學內容及解釋，而非只收集些有趣的活動。(Zemba-Saul 等人, 2014)。因為科學概念的理解影響著科學解釋的表現，畢竟科學解釋的內容陳述著概念間的關係，因此，由科學概念為主的分析，也同時能理解並對應到學生學習科學解釋上的困難。科學概念學習的困難主要是許多另有概念的存在，及概念間關係上的錯亂。

(1)另有概念的存在

本研究所實施的磁力及空氣二單元中，從研究結果可以發現學生有許多的另有概念，例如：誤以為磁力屬於接觸力、無法理解磁鐵斷裂形成具有新磁極磁鐵的概念、誤以為鐵製品即是磁鐵的應用、誤以為磁鐵較大吸引力就強，以及誤以為空氣看不見而不存在。

a. 誤以為磁力屬於接觸力

在磁力概念前測時，小保雖然已上完此課程，但是他依然存在著許多另有概念，他認為磁鐵要碰到物體會有吸引力，才會作用。同時在上課時，老師先用詢問的方式來協助學生整合其概念，而教師的詢問及對談中也發現，小保在科學解釋課程之前都不具有磁力屬於非接觸力的概念。由此可見，在課堂中小保參與了實驗及操作，得知磁力有同極相斥及異極相吸的特性，但他並未釐清磁力是可在不接觸的情形下即能有所作用。

X(3) 4. 下面有關於磁鐵的描述，哪一個是錯的？
① 磁鐵要碰到物體才會有吸引力
② 磁力越大的磁鐵，可以吸住越多的金屬物品
③ 附有磁鐵的門擋，如果加上兩個鐵片，可以一把握門固定得更牢
④ 兩塊磁鐵從相同距離逐漸向迴紋針靠近，先將迴紋針吸過來的那塊磁鐵，表示磁力較大。

20151116 磁力前測-小保

老師：有些力，你們需要接觸到對不對才有作用，例如說像什麼力要接觸到才有作用？

小保：磁力。

老師：什麼力？

小芸：壓力

老師：壓力？哦 她說壓東西這樣子 壓東西的壓力 對吧？要接觸到才有作用對不對

老師：推力哦？對 推別人的力 也要接觸到才有作用

//////////

老師：好 這個都要接觸到 好那我請問你們 磁力要不要接觸到呢？

小保：要。

20151117 磁力教學

b. 無法理解磁鐵斷裂形成具有新磁極磁鐵的概念

在評量單的問題中，磁鐵斷裂形成具有新磁極磁鐵的概念對於中低學習成就的學生是同等困難的。例如：小保認為長形磁鐵斷成二段後，磁力會改變，只有中間部分有磁力。透過進一步的詢問後了解，其實小保不太確定長形磁鐵斷掉後仍具有磁極，只是操作時發現，斷裂面仍能吸引，因而認為中間部分是保有磁力的，其他部分則無。同樣的問題也發現在中等學習成就的小欣，小欣的概念理解並不完全，在磁力概念學習上能掌握基本概念，在但較細微的概念上確實有點錯亂及模糊，同樣與小保有共同的問題，就是無法理解磁鐵斷裂的相關概念，在長形磁鐵斷成二段的問題中，她認為磁力會改變，且只有較長的那一段有磁力，雖然不同小保所認定的是中間具有磁力，但顯然也不完全理解形成具有新磁極磁鐵的概念。經由進一步的詢問及了解，小欣仍無法說明為何較長的一段才會有磁力，顯現是直覺式的反應，認為只保留磁力在較長的一段，而較短的一段則無。

- X(4) 6. 如果長形磁鐵不小心斷成了二段，會有下列什麼樣的現象呢？
① 斷掉的磁鐵無法再吸引任何東西
② 斷掉的磁鐵會各自形成二極的磁性
③ 斷掉的磁鐵只有較長的那一段會有磁極，較短的不會有磁極
④ 斷掉的二段磁鐵會變成中間部分有極力。

20151116 磁力前測-小保

- X(3) 6. 如果長形磁鐵不小心斷成了二段，會有下列什麼樣的現象呢？
① 斷掉的磁鐵無法再吸引任何東西
② 斷掉的磁鐵會各自形成二極的磁性
③ 斷掉的磁鐵只有較長的那一段會有磁極，較短的不會有磁極
④ 斷掉的二段磁鐵會變成中間部分有極力。

20151116 磁力前測-小欣

c. 誤以為鐵製品即是磁鐵的應用

關於磁鐵特性的生活應用上，小保將此概念與磁鐵能吸引的物體概念混淆，剛開始他認為磁鐵能吸引鐵製品，所以只要是鐵製品就是磁鐵特性的生活應用。因此在概念選擇題中，他選了剪刀，他認為剪刀是磁鐵的應用，其實他所認為的是磁鐵能吸引剪刀有鐵的部分，就誤以為是磁鐵的應用，但實際上，鐵製品中不是加入磁鐵，而是能被磁鐵吸引，顯然是未將二種概念區分清楚，有趣的是到課程結束後的後測，他仍未改變此想法，依然認為鐵製品就是磁鐵概念的應用。

- X(1) 3. 下列哪一種物品是「利用磁鐵的特性」做成的？
① 剪刀
② 冰箱門
③ 釘書機
④ 自動門。

20151116 磁力前測-小保

- (1) 3. 下列哪一種物品是「利用磁鐵的特性」做成的？
① 剪刀
② 冰箱門
③ 釘書機
④ 自動門。

20151126 磁力後測-小保

d. 誤以為磁鐵較大吸引力就強

在上磁力課的過程中，當我們詢問學生磁力大小如何判斷時，多數學生能回應到可用迴紋針來

比較，看迴紋針被磁鐵吸引住的量可加以判斷，而此時，小保則提出了較大的磁鐵可以把迴紋針都吸起來，再進一步詢問發現，他認為較大的磁鐵則吸引力更強。然而這樣的想法只出現在小保身上，在學習成就較高的小芸及小欣並不認同。

老師：怎麼樣比較一下磁力大小，哪一個磁力比較大？

小欣：用迴紋針

老師：用迴紋針，怎麼樣比較大

小芸：就是...吸越多

小保：就是很大的磁鐵把它吸起來

老師：很大的磁鐵把它吸起來？

小保：很大的磁鐵會吸更多

20151117 磁力教學

e. 誤以為空氣看不見而不存在

在空氣單元中，部分學生認為空氣看不見而不存在，在小保的概念前測時，關於空氣特性的敘述中，第二個選項說明了空氣看不見，所以不存在，對小保而言，他不認為這個敘述有誤，顯然沒有知覺到雖然空氣看不見，但仍存在於生活周遭的概念，反倒認為外太空沒有空氣的敘述是錯誤的，從小保的作答結果可以發現小保缺乏部分空氣特性的概念，包含了：空氣只存在地球上大氣層內，外太空則沒有空氣，而空氣看不見，摸不到，但是卻可以用實驗及操作活動證實其存在性，而這些特性在課堂的實驗中皆操作過或說明過，然而小保卻無法將操作過活動與相關概念連結起來，導致另有概念的出現，而此另有概念也影響其概念圖的表現。

(4) 下面對於空氣的敘述，哪一個是錯誤的？
① 空氣充滿我們四周
② 空氣看不見，所以不存在
③ 空氣可以讓生物生存
④ 外太空沒有空氣。

20160107 空氣前測-小保

錯誤概念的出現往往是學生難以理解的部分，因而在進一步詢問下，程度不佳的學生不容易回答出理由，因為有許多的決定來自於猜測或直覺，經常是不加思索或無從思索的結果，而這樣的結果起因於概念間的錯亂及混淆，這種現象在小保及小欣的學習過程中時常出現。

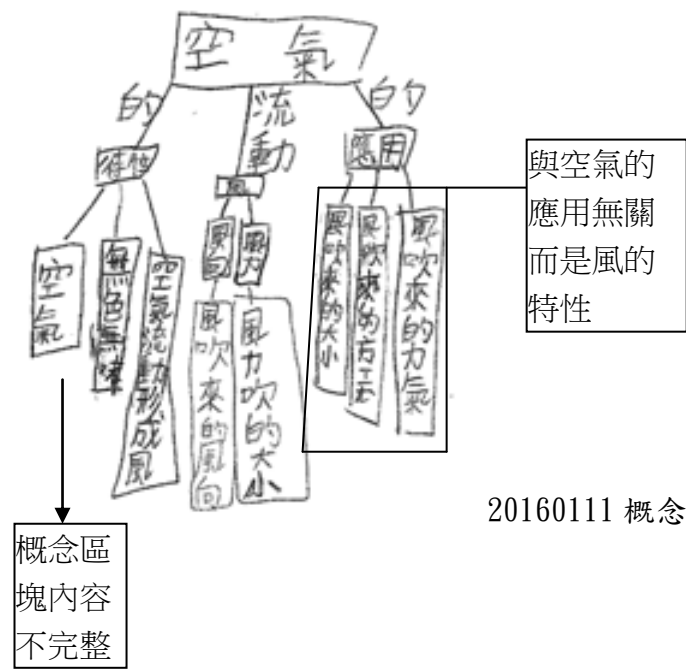
(2) 繪製概念圖的困難

學生在繪製概念圖時會受到另有概念的影響，因此概念圖上也同時呈現了許多學生概念不清楚的部分，中低成效學生在概念圖的繪製上，主要呈現出二方面的困難，分別為概念圖中概念區塊的不足，以及概念關係錯亂的困難。

a. 概念圖概念區塊不足

在空氣單元中，小保的概念圖呈現上，可以看出些許問題，其中在空氣的特性中，概念區塊描述不完整，且空氣的應用相關概念也只連結到風的相關特性，並無呈現空氣應用的生活實例等概念，整體空氣概念圖的概念區塊不足，且內容過於貧乏，只呈現到空氣無色無味及流動成風等二方面的概念，幾乎所有概念區塊皆圍繞此不甚重要的二個概念，課程中其他的空氣重要概念無所提及，尤其缺少了課程中實驗操作所強調的，空氣可被壓縮及空氣佔有空間的特性，此二大概念是課程的

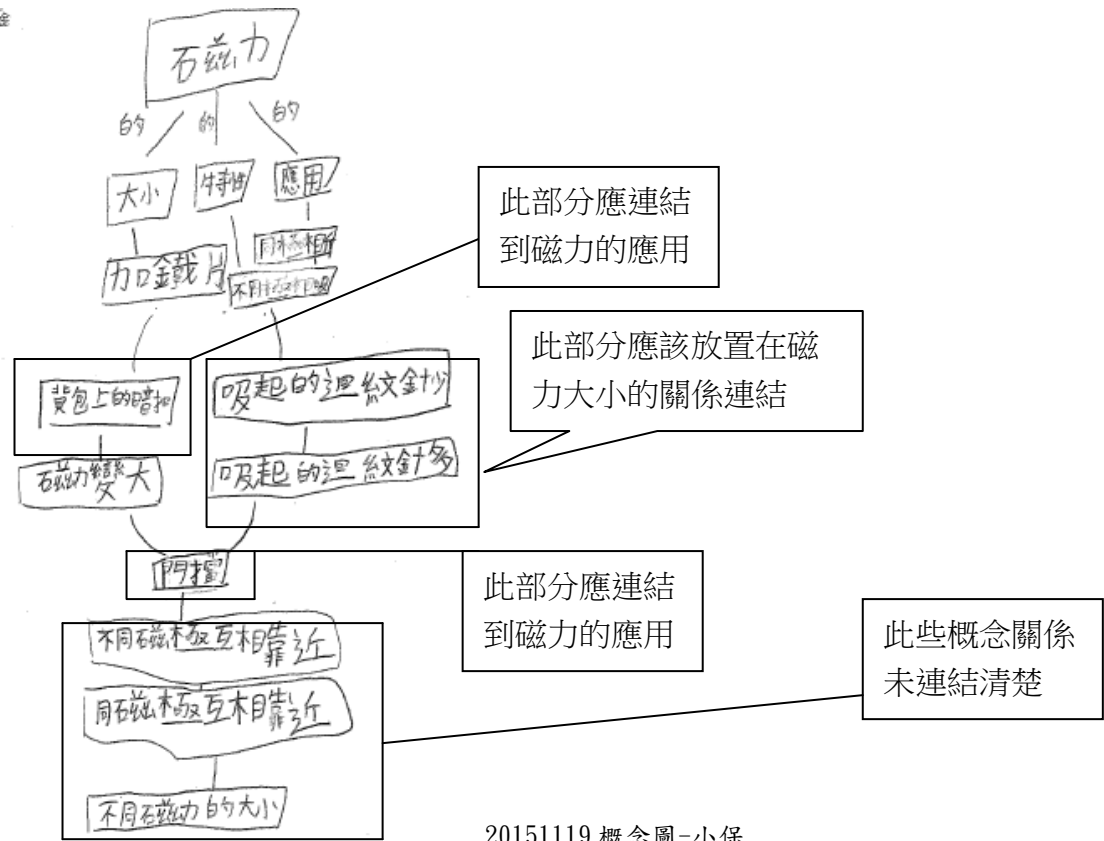
主軸，但是小保在概念圖中並未呈現出來，而出現了概念圖內容空洞且概念區塊不足的問題。



20160111 概念圖-小保

b. 概念關係錯亂的困難

概念關係錯亂的困難最常發生於中低學習成就的學生，例如：低學習成就的小保及中等學習成就的小欣。

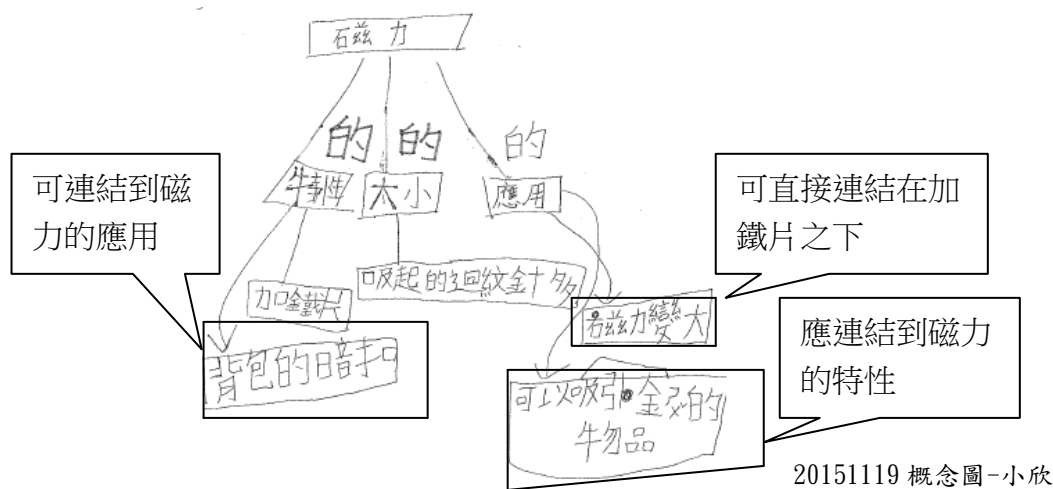


20151119 概念圖-小保

從小保的磁力概念圖中可以看出，在主要概念之下第一層的連結還可以，因為可以從課本上找到磁的特性、應用等小標題，接著在次要概念的下一層概念連結上顯然有錯亂的問題，他無法判斷相關的關係，例如：吸起的迴紋針少與吸起的迴紋針多，二個概念應該是平等的，是並列的不是階

層式或包含式的上下關係，且這二個概念應該要連結的磁力大小概念的下層，因為包含於磁力大小概念之內，再進一步發展下一層概念；而背包上的暗扣概念應該要連結到磁力概念的應用之下，而此概念圖的最下面也出現一些不明確的概念，連結上是有錯誤的，階層關係上是不相關的，可以看出小保在此單元概念上的困難及錯亂，相對便影響其科學解釋上的證據及推理的呈現。

小欣在磁力的概念前測上表現尚好，其單一概念的理解是沒有問題的，可是在整體概念關係上卻出現許多關係錯亂的部分，從概念圖的表現上可以看出小欣的概念圖是有階層性的，具有包含性的概念，但是在概念上下階層的連結上出現了些許錯亂，例如：背包的暗扣應該連結到磁力的應用，而非磁力的特性；而吸引的迴紋針多的概念其實可以再進一步發展下層為磁力較大，或者是連結到加鐵片的概念，而加鐵片的概念其實底下也可以再發展下層磁力較大的概念；而可以吸引金屬物品的概念應屬於磁力的特性。這些概念以單一概念敘述時，小欣是可以理解的，但是要如何將概念間相關性建立起來，能夠形成一個脈絡，並能進一步作推理確實是不容易的，也是小欣最感到困難的部分。



2. 科學解釋的學習困難

學生在科學解釋上的學習困難，其實正是延續其科學概念的不理解，因而無法有效完成科學解釋，其中學習成效較高的學生能夠完成主張及證據二部分的說明，只有在推理的部分需要稍作思考及教師引導，而學習成效較低的學生則在一開始就呈現出困難，例如：科學解釋上單一概念之句子重複的問題、無法連結主張與證據，以及無法有效推理等。

(1) 科學解釋上單一概念之句子重複的問題

對於低學習成效的學生而言，不太能理解科學解釋在主張、證據及推理各方面的意涵，因此書寫上容易出現單一概念重複的現象。小保在磁力單元的科學解釋單上，認為磁力會有吸引的現象，他舉的例子是磁力會吸引迴紋針，其實更精確的說就是實驗時磁鐵會吸引迴紋針，接著在科學解釋的反例上也是一直在重複磁力會吸引迴紋針等句子，雖然沒有太大的概念或是邏輯上的錯誤，但是在證據及推理上沒有更具說服力的說法，並未利用其他相關的舉例來強化磁力有吸引的現象，只是重申此概念，並未解釋到主張，因此這樣的書寫內容也未表達到科學解釋。其實應該可以在證據部分，舉出磁力吸引了哪些東西，而這些東西的共同特性是鐵製品等，最後再以反例或推理呈現，例如：磁鐵的磁力有吸引力，能夠吸引鐵製品，而不會吸引塑膠等。如此的修正可以由舉例的證據中再次說明清楚主張並加以強化主張。

● 問題：

你認為磁力會對物體有什麼樣的影響？為什麼？

(請舉一個例子說明，並證實你的想法)

● 回答：會有吸引的現象。

我認為磁力會

()，例如

如：(石磁會把所有的迴紋針吸引)，如果沒有磁

力，(就不會把全部散開來的迴紋針吸引)，所以

(就會沒有吸引的現象)。

20151126 磁力解釋單-小保

同樣地，小保在空氣單元中的科學解釋上也出現了同樣的問題，重複主張中的句子，缺少證據與主張關聯性的描述及連結，缺少意涵的呈現，且主張的句子不吻合題目的意涵，但小保也無多加解釋，在證據及推理中都是重複同樣的句子，無法形成合理的說明。

你認為空氣有什麼特性呢？為什麼？(請舉一個例子

子說明，並證實你的想法)

我認為(氣球可被擠壓。

)，例如：

(空氣可被擠壓。

)，如果(因為)

因為氣可被擠壓。

)，所以

(空氣可被擠壓。

)。

20160114 空氣科學解釋單-小保

除了學習成就較低的學生之外，學習成就中等的學生也是會出現類似的問題，例如小宣在空氣單元中的科學解釋中，也是不停地重複句子，只重複空氣可以被壓縮的特性，在舉例及推理說明中並沒有加以解說理由，也是只重複主張中的句子，無法舉出合適的例子來強化到空氣確實可被壓縮，而句子的說明也不完整。類似的問題顯示出科學解釋的難度，對於中低學習成就的學生對於科學解釋的說明是不理解的，也是學習上最大的困難點。

你認為空氣有什麼特性呢？為什麼？(請舉一個例子

子說明，並證實你的想法)

我認為(空可被擠壓。

)，例如：

(氣球可被擠壓。

)，如果(因為)

(氣球裡有空氣。

)，所以

(可被擠壓。

)。

20160114 空氣科學解釋單-小宣

(2) 無法有效連結證據及主張

對於中低學習成就的學生而言，難以判斷合於某特定主張的合適證據是最明顯的困難之一，中低學習成就的學生大都能理解單一概念的陳述，但是要再進一步由主張連結到證據則是困難的。在空氣前測評量卷中，對於塑膠袋內裝空氣鼓鼓的，可以證明空氣的何種特性問題，許多學生無法判斷到空氣佔有空間的特性，例如：小現的回答中認為這是空氣可以被壓縮的特性，無法從主張連結

到證據，同樣的小欣也出現類似的困難，她無法判斷出能說明空氣可以被擠壓的證據，此二人皆為中等學習成就之學生，在此部分出現相似的問題，無法由主張推演出合宜的證據。

- (1) 2. 塑膠袋內裝空氣會鼓鼓的，可以證明空氣有什麼特性？
① 空氣可以被壓縮 ② 空氣的存在有固定位置
③ 空氣是會移動的 ④ 空氣佔有空間。

20160107 空氣前測-小欣

- (2) 10. 下面哪個例子可以證明空氣能夠被擠壓？
① 用橡皮擦堵住出口，用力壓下活瓣 ② 熱氣球會緩緩上升
③ 氣球往上升會掉下來 ④ 將球灌滿氣。

20160107 空氣前測-小欣

再進一步分析較低成就的學生則同樣發現類似的困難，無法由主張推判出適當的證據，例如：小保也有如此的問題，此外，小保的學習困難中也發現無法由證據再逆推到主張，這是在中等學習成就的學生中所未出現的困難，但在低學習成就的小保則同時存在著主張及證據間雙向連結的困難，例如在空氣前測卷中，用手壓擠氣球的實例能夠說明空氣的何種特性問題上，小保無法選擇出合適的主張。中低學習成就的學生容易將二概念的相關證據混淆，主要原因乃是空氣佔有空間的特性及空氣可被壓縮的特性，皆是在課本中有所提到的，部分學生憑藉著印象而回答，並未加以思索，未針對二種特性之不同而判斷其相關性的連結，所造成的錯誤。

- (1) 2. 塑膠袋內裝空氣會鼓鼓的，可以證明空氣有什麼特性？
① 空氣可以被壓縮 ② 空氣的存在有固定位置
③ 空氣是會移動的 ④ 空氣佔有空間。

20160107 空氣前測-小保

- (1) 4. 用手壓擠氣球，請問發現了什麼？
① 氣球形狀不會被改變 ② 氣球愈變愈大
③ 證明空氣可被壓縮 ④ 證明空氣的形狀是固定的。

20160107 空氣前測-小保

而這樣的問題在科學解釋的寫作單上也呈現出來，小欣（中等學習成就）在科學解釋上的問題不同於小保（低學習成就），她並非重複句子或是概念，而是無法舉例及合適的說明，小欣在主張中認為加鐵片磁力會變大，其實這個主張也未吻合題目所問的磁力對物體有什麼影響，但是不致於脫離太多，如果其舉例能符合主張也可，但其實小欣並未理解舉例的意涵，所以未能提供合適於其主張的證據，她所提的不是能說明磁鐵加鐵片的磁力會變大的例子，而舉的反例是接在舉例中說明的下一個句子，因此小欣在科學解釋上並未能掌握到主張、證據及推理的意涵及關係，而未能達到科學解釋的表達。

你認為磁力會對物體有什麼樣的影響？為什麼？

（請舉一個例子說明，並證實你的想法）

● 回答：

我認為磁力會

如：(力)金鐵片石磁片會變大，例：
如：(用)迴紋針金片比石磁片大小，如果沒有磁
力，(可能)就不和磁鐵石磁片能吸引，
(如果)門擋沒有(力)金鐵片可能迴紋針
會石磁片會變小。

20151126 磁力解釋單-小欣

整體來說，在科學解釋的主張及證據連結上，在高成就的學生則不是問題，但卻會成為中低學習成就學生的困難。其中，中等學習成就的學生無法由主張推選出合宜的證據，但能從證據逆推出合適的主張；而低學習成就的學生，則出現了雙向連結的困難，無法由主張推選出合宜的證據，也難以由證據逆推出合理的主張。

(3)無法作有效推理以回應主張

就中等程度的孩子而言，提出合宜的主張及證據是不難的，但在推理部分則無法說明清楚及合理。在小現的例子中，他認為空氣沒有固定的形狀，舉了一個用手擠壓氣球的例子，但是未作一個有效的推理，只是說明用手擠天時就會破掉，但其實較合理的說明應當是：用手擠壓各種形狀時，就會有不同的形狀，如果形狀固定，那就不會出現不同的形狀，因此可以證明說空氣沒有固定的形狀。小現的整體概念都算是清楚，概念圖上的概念關係也正確，但是在科學解釋上能舉出相關的例子，但是無法作有效及合理的推理以強化主張。

你認為空氣有什麼特性呢？為什麼？（請舉一個例子說明，並證實你的想法）

我認為（空氣沒有固定形狀），例如：
（用手擠壓氣球），如果（因為）
（空氣有固定形狀）用手擠壓時就會破掉，所以—
（空氣沒有固定形狀）。

20160114 空氣解釋單-小現

整體研究結果顯示個案學生因程度不同，故學習過程中有其各自的困難，以其中三名不同學習成就的個案學生為例來說明。首先，小芸是學習成效較高的孩子，在基本磁力概念學習上幾乎沒有什麼太大的困難，磁力概念上都是清晰的，概念之間的關係也是清楚的，唯有在科學解釋的寫作上稍覺得困難，花了些時間思考相關的概念及能支持的證據等，才完成科學解釋，而其科學解釋之主張、證據間是極度相關的，同時也能作適度的推理，顯然沒有太大的學習困難。而小欣是學習成效中等的孩子，在基本磁力概念學習上也無太大的困難，僅是在磁鐵斷裂形成具有新磁極磁鐵的概念上，誤以為長形磁鐵斷成二段後，只有較長的那一段有磁力。但是，小欣在進一步的概念相關性及連結上有較大的困難，無法判斷概念間的關係，或出現概念錯亂的現象，此困難點可以在概念圖上清楚可見，而同樣的困難也反應在科學解釋的主張與證據間關係不一致的問題，無法找出符合主張之證據，更無法呈現出合適的推理。

而小保是學習成效較低的孩子，因此很明顯在基本磁力概念上有較大的困難，例如：他會誤以為磁力屬於接觸力、磁力大小的概念也難以應用於生活中，同樣的，他無法理解磁鐵斷裂形成具有新磁極磁鐵的概念，而誤以為長形磁鐵斷成二段後只有中間部分有磁力，同時也誤以為所有鐵製品即是磁鐵的應用，且至後測時仍保有此概念。明顯可見小保可保有部分清楚的單一基礎概念，例如：磁力有吸引力。但不易做概念連結，因此概念間是錯亂的。所以在科學解釋時，容易重複基本單一概念的句子，而有無法連結主張及證據間關係的困難，當然也無法作有效的推理。

簡言之學習成效較高的孩子，有良好的基本概念和概念間的關係，只需花一點時間理解科學解釋的意涵，便能加以應用。中低學習成效的學生往往在學習科學解釋前便出現不同的困難點，導致科學解釋的學習更加不易，中等學習成效的學生而言，通常能掌握到多數的基本概念，但是概念間關係的連結上會有少許的困難，而這些困難正影響著科學解釋上主張與證據間的判斷困難，更是無

法作合宜的推理。低學習成就的學生則是因為基本概念的不理解，產生許多另有概念而影響到後續的學習，在概念間關係連結上有相當的困難，導致在科學解釋方面困難重重，因為無法理解科學解釋的基本意涵，只能回應主張或重複文句，而無法再進一步連結證據，更是無法作出推理。

(二)個案學生解決困難的歷程

本研究結果可看出概念的不理解，正是無法進行科學解釋的主要原因，因此先釐清概念才能進行科學解釋。而學生在學習的過程中遇到困難會採取以下的方式解決：先查閱課本以找出合宜的證據、透過同儕對話可作為學生判斷相關概念的依據、經由教師與學生的師生對話及互動，能激發學生思考並釐清概念間的關係，同時實際操作最容易扭轉學生的另有概念。

1. 查閱課本以找出合宜的證據

在晤談的過程中，學生會覺得概念圖是最難的部分，因為不知要如何寫出概念，上課時，老師引導學生從課本著手，並從大標題及小標題中找出概念區塊，再連結他們的關係，以完成概念圖。因而學生遇到困難或不太會寫時，會先翻閱課本來找出重要的概念，或者在科學解釋寫作時，也會翻閱課本來找出合於主張的證據。因此，課本是學生尋求答案及參考的第一選擇，學生會試著從課本中找出可能答案，或相關概念。

老師：不知道怎麼寫(概念圖)，那怎麼處理？

小保：(沉默)

老師：你後來怎麼寫出來的？

小保：後來怎麼寫出來的.... 翻課本啊!

老師：你從課本上找概念嗎？

小保：嗯(點頭)，這個(概念圖上的舉例)...

老師：相關的例子嗎？

小保：嗯(點頭)

20151203 晤談小保

老師：那妳如果遇到像這種(相關證據)不會寫的怎麼辦？

小欣：想看看。

老師：從哪邊開始想？

小欣：先看課本，再想想。

20151203 晤談小欣

2. 同儕對話提供學生判斷相關概念的依據

在上課時，透過提問可以發現學生的另有概念，例如：上磁力單元內容時，發現小保認為磁力是接觸力的另有概念，為協助學生修正此概念，教師並不直接告知錯誤之處，而是透過詢問其他同學的看法，藉由同儕的討論，並提出不同的看法，讓小保發現衝突點，其中小芸指出了有些磁鐵隔著東西也可以吸，這樣與小保所認為的接觸力則不吻合，因為這並未實際接觸到物體，但卻可以吸引住。如此的對話，開始動搖了小保原來的想法，而小芸則再次說明，有時隔著一段距離，磁鐵也可以吸引東西，最後小保則說了磁鐵靠近物體時就可以吸引，顯然改變了原來的想法，不再認為磁力是接觸力，而是隔著物體或距離也有吸引的作用。這樣的結果，如同過去研究所提及的，學童會對照自我概念與對「他人的概念」進行認同、類化及比較等(古智雄、孫東志、陳文正和楊文金，2010)，而修正自己的想法。

老師：我請問你們 磁力要不要接觸到呢？

小保：要

小芸：(搖頭)

小欣：(搖頭)不用。

老師：不用？為什麼不用？

小保：不要告訴我磁...

老師：好，妳大聲一點

老師：因為有些磁力怎樣？

小芸：有些磁鐵隔著東西也可以吸...

老師：好，有些磁力比較強的隔著東西也可以吸...是不是？

老師：好，還有呢？

小芸：還有就是距離比較遠，有點也可以吸到。

老師：哦 妳是說 比如說她可以比較遠的距離 就可以吸到它 是不是？或者是隔著東西也可以吸 對不對？所以磁力不用接觸到。阿你覺得呢？

老師：磁力要不要接觸？

小保：靠近的時候就可以...

老師：不用接觸到，對不對？

小保：嗯！

20151117 磁力教學

3. 師生對話與互動，激發學生思考並釐清概念間的關係

在小保磁力單元的概念圖中，我們發現了概念階層及概念間關係錯亂的問題，因此透過教師的詢問企圖點明其概念上的錯誤，並協助他清概念間的關係。尤其是磁力大小的判斷，小保知道可藉由吸引迴紋針的多少來判斷，但在概念圖中卻未連結在磁力大小的概念底下，經由師生對話讓小保理解吸引迴紋針的數量是用來判斷磁力大小的概念，所以要連結在此概念下層，而其概念圖提到的加鐵片，其結果是磁力變大，同樣可以包含在磁力大小的概念下層，而背包上暗扣的概念，經由師生的對話，導引學生判斷應改連結到磁力概念的應用內較適當。

老師：這算還不錯啊，你這個概念清楚，只是說比較不好畫，對不對？

老師：你在畫概念圖的時候，不懂怎麼去連，比如說磁力的大小...

老師：磁力的大小，怎麼樣可以判斷磁力的大小？

小保：吸引的迴紋針

老師：吸引的迴紋針少，磁力就小阿，吸引的迴紋針多，磁力就怎樣？

小保：多（老師：大）

老師：對呀，所以你磁力的大小下面要擺它相關的。

老師：那你說加鐵片，也可以啊。加鐵片會怎麼樣？

小保：磁力變大。

老師：這樣也可以

老師：那像這個，背包上的暗扣，你覺得跟哪一個有關？

老師：是大小、是特性、還是應用？

老師：背包上的暗釦阿，這是一種磁鐵的什麼？

老師：我們把它拿來生活當中去使用，這是什麼？

小保：應用。

20151203 晤談小保

4. 實際操作以修正其另有概念

在磁力單元的教學中，我們發現了小保具有磁鐵愈大，吸引力愈強的另有概念，透過上課的討論，同學舉了反例，小保也想要附和同學的想法，但仍不是完全理解，透過實際的操作發現，較大支的馬蹄形磁鐵並不能吸引更多的迴紋針，反而是較小的棒狀磁鐵吸引力較強，能吸引較多的迴紋針，透過實際操作，讓小保看到實驗結果，他更能理解磁鐵愈大吸引力愈強的概念是錯誤，轉而能贊成同學所說明的：不一定磁鐵大吸引力就強。同樣地，小保在磁鐵斷裂後形成新磁極的概念上也是透過實際操作，才改變其原有的想法，一開始的詢問，小保無法理解磁鐵斷掉後會如何，透過逐步的引導及操作，讓他理解到斷掉後的磁鐵仍會和另一磁鐵互吸，因為他們各自形成新的磁極，而成了二個新的磁鐵。抽象的概念往往讓低學習成就的孩子無法理解，實際操作確實是很好的方式，讓他由操作中看到結果，實際觀察到的結果加深了學生的印象，再從結果引導其思考原因，較能改善其另有概念。

老師：小保覺得很大的磁鐵會吸更多迴紋針？

小芸：(搖頭)

小欣：不一定

小保：我也覺得不一定

小芸：因為有一些很小的那種強力磁鐵

老師：哦有一些是很小的但它是強力磁鐵，對嗎？

小保：我家裡有 (老師：你家裡有？)

老師：哦，像這個這麼大一支(拿馬蹄形磁鐵)它吸力有比較好嗎？我們一起做做看。

(學生操作中，拿了一支大馬蹄形磁鐵和一支小的棒狀磁鐵)

老師：誰吸引的較多呢？

(棒狀磁鐵吸引較多，而馬蹄形磁鐵只吸引了三支迴紋針)

學生：好像小的……它有比較多迴紋針。

小保：但是我家裡那個強力磁鐵的門檔也不大啊!

老師：強力磁鐵的門檔？

小保：就是黏在一起的時候都很難開，要用指甲

老師：所以不見得越大吸力越強對不對？有一些很小的它吸力也很強。

20151117 磁力教學

老師：如果長形磁鐵不小心斷成兩段，會怎樣？

小保：(思考)

老師：你覺得磁鐵斷掉以後還能不能再吸起來嗎？

小保：會(點頭)

老師：好，我看一下，之前好像有人把磁鐵弄斷了

小保：是我們做實驗的時候……

老師：有哦，你看哦(拿出磁鐵)

老師：這裡呢，本來是一個磁鐵，結果後來有人把它(弄)斷掉，變成兩個磁鐵

老師：咦？還會不會吸起來？

小保：會（點頭）

老師：也是會阿，它會變成．．．？

小保：一個磁鐵

老師：對，一個新的磁鐵，另一個也會，所以它們會再重新吸起來。

老師：所以呢，這是磁鐵的一個特性，它會各自形成新的磁極。

20151203 晤談小保

在本研究的科學解釋引導模式中，要培養學生科學解釋的寫作能力，首先，必先澄清學生的另有概念，在學生有清楚及完整的概念網絡後，才能應用此概念網絡進行科學解釋的寫作，此外，引導學生進行科學解釋前，寫作單提供了一些提示語及說明，並以實例讓學生理解如何著手科學解釋。除了科學解釋寫作單上的提示可供學生參考之外，透過同儕的互動、主動查閱課本及師生的對話等，其實都能協助學生完成科學解釋的任務，而若能再配合實際操作，則更能澄清學生的另有概念，有益於提高科學解釋任務中的概念主張及證據等之正確性。

表四 研究結果整理列表

學生學習科學解釋之問題及困難	科學概念的學習困難	許多另有概念的存在	誤以為磁力屬於接觸力
			無法理解磁鐵斷裂形成具有新磁極磁鐵的概念
			誤以為鐵製品即是磁鐵的應用
			誤以為磁鐵較大吸引力就強
			誤以為空氣看不見而不存在
		繪製概念圖的困難	概念圖中概念區塊的不足
	概念關係錯亂的困難		
	科學解釋的學習困難	科學解釋上單一概念之句子重複的問題	
無法連結主張與證據			
無法有效推理以回應主張			
學生解決困難的歷程	先查閱課本以找出合宜的證據		
	透過同儕對話可作為學生判斷相關概念的依據		
	經由教師與學生的師生對話及互動，能激發學生思考並釐清概念間的關係		
	實際操作最容易扭轉學生的另有概念。		

四、結論及建議

依本研究的研究結果中，我們歸納出三點結論，並建議未來進行科學解釋教學時可留意教學活動的安排，首先，科學概念的理解應優先於科學解釋的教學，而由”證據逆推主張”應優先於”主張推論證據”的教學，同時注意多樣性的活動安排有益於學生概念連結，最後，以此小團體教學的方式可運用於中低學習成效學生之自然科補救教學。

1. 科學概念的理解應優先於科學解釋的教學

學生科學概念的問題確實造成科學解釋的困難，在教導學生進行科學解釋前，其實應該先協助學生澄清科學概念，如同過去研究 Zemba1-Saul 等人(2014)所提到的，實施科學解釋教學的教師會

更注重科學概念的理解及說明。能完全理解概念間關係的學生，才能推測出主張及證據的關係，完成科學解釋。

2. 由”證據逆推主張”應優先於”主張推論證據”的教學

從中低學習成效學生在主張與證據連結上的困難中，我們發現低學習成就的學生出現了雙向連結的困難，無法由主張推選出合宜的證據，也難以由證據逆推出合理的主張；而中等學習成就的學生無法由主張推選出合宜的證據，但能從證據逆推出合適的主張。由此可知，主張推測證據是較困難的，而證據逆推回主張則是較容易的，因此在教學的訓練上，其實可以先讓學生試著由證據推論主張，教學者先舉一些例子，讓學生推測這例子可以說明什麼樣的主張，先由選擇題方式提供選項讓學生選擇，進而再訓練學生從主張開始，找出合於主張的證據。

3. 多樣性的活動安排有益於學生概念連結

從本研究學生解決困難的歷程中，可以看出不同的活動類型，可以激發學生多樣的思考，並強化其概念間的連結，不論是實際操作、同儕互動及師生互動等，不同的方式可以澄清學生不同性質的概念理解，因此在教學上，教師可多提供多樣類型的活動讓學生參與，有益於學生的概念連結及科學解釋的表現。

4. 此小團體教學適用於中低學習成就學生的自然科補救教學

以本研究所進行的小團體教學方式，主要外加於正式課程之外的額外午修時間，此方式可適用於中低學習成就學生的自然科補救教學，在小團體教學中加入一至二位的高成就學生，確實能有效與同儕互動，並在互動中協助學生建構概念及澄清概念。

五、其他具體成果及效益：

本研究預計 104 年 8 月開始進行課程規劃及教學，105 年 2 月以前能完成教學模式的介入，並由研究過程中收集學生科學解釋學習歷程之相關資料，2 月到 6 月則進行資料分析及補所需之晤談資料，6 月底完成研究結果及經費核算。

本研究結果希冀能詳實描述個案學生學習科學解釋歷程，並意義化其解決問題的模式，同時加以修正本研究所採用之 DCI 教學模式，以供未來實施科學解釋教學之參考。預期下學期能安排二場週三下午研習，邀請專家學者演講，其中一場以分享科學閱讀或科學論證等教學方式的融入，同時研究者也簡單發表本研究之成果，另一場則分享不同教學方式之評量以及試卷命題之相關知能等，希望能提供給本校及他校教師融入解釋議題或讀寫活動於其他科目教學之參考，同時也強化教師評量命題之知能，有利於提高定期評量之試卷品質及信效度。

參考文獻：

- Nieswandt, M., & Bellomo, K. (2009). Written extended-response questions as classroom assessment tools for meaningful understanding of evolutionary theory. *Journal of Research in Science Teaching*, 46, 333-356.
- Smith J. A., and Osborn, M. (2008). Interpretative phenomenological analysis. In J. A. Smith (Ed), *Qualitative psychology: A practical guide to research methods* (pp.53-79). London: Sage.
- Songer, N. B. & Gotwals, A. W. (2012). Guiding explanation construction by children at the entry points of learning progressions. *Journal of Research in Science Teaching*, 49, 141-165.
- Yang, H. T., & Wang, K.H.** (2014). A teaching model for scaffolding 4th grade students' scientific explanation writing. *Research in Science Education*. (SSCI) 44(4), 531-548.
- Zemba-Saul, C., McNeill, K. L., Hershberger, K.(2014). What's your evidence? Engaging K-5 students in constructing explanation in science. Upper Saddle River, NJ: Pearson.
- 古智雄、孫東志、陳文正、楊文金(2010)。從「熱認知觀點」探討學童科學解釋之合理性判斷-以班級社會常模下的順一致性為例。*科學教育學刊*，18(4)，305-329。
- 高淑清(2014)。質性研究的18堂課：揚帆再訪之旅。高雄市：麗文。
- 楊秀停、蓋允萍、王國華 (2014)。探討 DCI 教學模式對學生學習科學概念及科學解釋的成效。*科學教育研究與發展季刊*，68，1-24。

<週三進修研習活動成果>

本學期 3/23(三)下午邀請李戊益老師來校演講，李老師以翻轉教育與自然科教學為主題進行教學分享，李老師提供許多翻轉的概念及實例，也在研習中讓老師們操作許多有趣的活動及實用的小教具等，都可提供教學上的應用，並吸引學生的注意。有關於翻轉教育的起源及作法在研習中也都有所提及，此外，李老師提供許多教學上的影片及工具，可供教師於課室中應用。

<活動照片>

1. 校長介紹講師，講師先簡易開場，並介紹今天演講的內容。



2. 中間休息的十分鐘，講師提供許多科學教學上的小道具，讓老師自行操作體驗。



3. 上課中，講師也示範使用獎勵制度及鼓勵方式讓教師參與及發言。



〈研習講義〉

臺中市后里區月眉國小 104 學年度第 2 學期辦理校內週三教師進修活動

主題：翻轉教育與自然科教學

時間：105.3.23 〈三〉 13：00-16：00

地點：月眉國小自然教室

講師：李戊益 0972-963207 xju803@ms32.hinet.net

講師簡歷：臺中市太平區中華國小退休教師、臺中教大科學教育與應用學系兼任講師

壹、前言：從「海尼根」說起……

貳、翻轉教育〈教學、教室、課堂……〉簡介

一、主要教學法或模式的「1. 過去」、「2. 現在」與「3. 未來」：

講述法、探究教學、食譜式實驗、POE、5E、STS、活化教學、差異化教學、科學閱讀、多元學習、補救教學、有效學習、適性教學、创客基地、酷課雲、雲端學校、佐藤學的學習共同體、Google、行動擴增實境、QR Code 行動學習、電子書包、E 化教室、智慧教室、行動學習、e 化學習、YouTube 學習……

二、翻轉教學的核心概念：「在家看影片預習，作業在課堂做」〈Lecture at home, homework in class!〉。是指將傳統上「課堂講課，回家寫作業」的教學流程倒轉：讓學生在下課時，利用線上學習聽講，課堂上由老師引導完成習題、或做更深度討論。「翻轉」的重點不在「家裡看影片」，目的是讓上課有「更多元的活動」。

三、翻轉教學的起源：這個概念源起於二〇〇七年，美國科羅拉多州洛磯山林地公園高中（Woodland Park High School）兩位化學老師貝格曼（Jonathan Bergmann）與山森（Aaron Sams），為解決學生缺課問題並進行補救教學，於是先錄製影片上傳至 YouTube，讓學生自己上網自學；課堂上則增加與學生的互動，或解惑、或實驗，啟動了翻轉教室濫觴。然而，讓翻轉教室發揚光大的最大推手，則無法不提到薩曼·可汗（Salman Khan）。他原本是為了指導親戚小孩數學而錄製教學影片上傳網路，這模式受到微軟創辦人比爾·蓋茲（Bill Gates）注意進而投資。後來影片內容慢慢擴及各科，使得「學生」人數暴增成為今天的「可汗學院」（Khan Academy）。

參、自然科教學實務

一、略讀自然科學領域課程綱要

二、比較三個版本教材內容

三、熟悉探究教學實務

四、自然科教學實務選介與實作：（實際情形透過簡報及各種教具、操作活動及演示呈現）

（一）【安全篇】：酒精燈、打火機、美工刀等器具正確使用。

（二）【貴人篇】：多請教校內外科教同好。以同校同學年科任互相支援、分享為優先。

（三）【器材篇】：長菁時代、出版社時代、自製教具、環保材料、教具維修

（四）【科學魔術】：愛水杯、魔力神圈、魔戒、百變橡皮筋、拉長杯襯……。

（五）【戶外教學】：校園植物之最、紅尾伯勞返校日、燕口普查、黑冠、夜觀、喜鵲。

（六）【人氣獎品】：光變珠、霹靂環、魔力神圈、滾動鼠、四色跳蛙……。

- (七)【其他】：生態遊戲、專題研究與科展、創思發明展、機器人、建立科教用品廠商資料……。
- 五、一般教師從事自然教學活動常遇見的問題：
- (一) 器材不足或不合用，怎麼辦？
 - (二) 實驗結果與答案不同，怎麼解釋？
 - (三) 遇到安全意外事件，如何處理？
 - (四) 一做實驗常規就變差，如何改善？
- ……

肆、經驗交流或心得分享

- (一) 老樵夫與生手的故事。
- (二) 願意「分享」是從事「自然教學」功力 N 倍數成長的捷徑。

伍、結語

用「點心」讓你的教學更溫馨，留點「空白」換取更多的迴響。鼓勵大家永續建立屬於自己的教學資料庫，並進一步和同好們分享。教學有團隊，功力會加倍。

◎短片集

1. 翻轉教室 6min 版〈台大葉丙成教授〉
2. 鍾昌宏老師的翻轉教學〈臺中市光榮國中〉
3. 特色小學翻轉教學~體制外另一種選擇〈新北市信賢國小〉
4. 中杜鵑托卵〈英文〉
5. 中杜鵑托卵〈中文+字幕〉

◎建議參考書籍或網站：

1. 王政忠。2014。老師，你會不會回來。高教出版社。
2. 黃國禎、陳德懷。2014。未來教室、行動與無所不在學習。高教出版社。
3. 葉丙成。2015。為未來而教：葉丙成的 BTS (by the Student) 教育新思維。
4. 親子天下編輯群。2013。翻轉教育：未來的學習、未來的學校、未來的孩子。高教出版社。
5. 翻轉教室在台灣 www.fliptw.org
6. 均一教育平台：www.junyiacademy.org〈提供華文學子「均等、一流」的免費教育資源〉
7. 科學教育跨縣市創意社群 <http://creative-science.hlc.edu.tw>
8. 臺中教育大學許良榮教授團隊的科學遊戲實驗室 <http://scigame.ntcu.edu.tw/index.html>

◎科學體驗活動〈分成 4 小組進行實作〉

- ☐1. 翻轉數字學科學、☐2. 生態多樣性追蹤遊戲、☐3. 校園樹王、☐4. 氣球貼貼樂

《致謝》

由衷感謝臺中市自然輔導團許彩梁主任、李永信老師、李順興主任、黃永昆主任等同好提供寶貴的教學經驗與科教資源。

磁力單元前後測卷

一、選擇題

- () 1. 甲、乙、丙三塊磁鐵，最多分別可以吸引 5、7、3 支迴紋針，請問三塊磁鐵的磁力大小為何？ ①乙>丙>甲 ②乙>甲>丙 ③甲>乙>丙 ④甲=乙=丙。
- () 2. 把磁鐵放入不透明的袋子中，再靠近鐵粉，從磁鐵吸引鐵粉的情形，可以知道磁鐵的哪一種特性？ ①磁鐵不同部位的磁力大小 ②磁鐵的使用壽命 ③磁鐵的價格 ④磁鐵的顏色。
- () 3. 下列哪一種物品是利用磁鐵的特性做成的？①剪刀②冰箱門 ③釘書機 ④自動門。
- () 4. 下面有關於磁鐵的描述，哪一個是錯的？①磁鐵要碰到物體才會有吸力 ②磁力越大的磁鐵，可以吸住越多的金屬物品 ③附有磁鐵的門擋，如果加上兩個鐵片，可以把門固定得更牢 ④兩塊磁鐵從相同距離逐漸向迴紋針靠近，先將迴紋針吸過來的磁鐵，表示磁力較大。
- () 5. 關於長條形磁鐵的敘述，哪個是正確的？①磁鐵的磁極位於中間 ②磁力愈強代表能吸引的塑膠數量愈多 ③不同磁極靠近時會互相吸引 ④磁鐵越大塊，表示它的磁極數量越多。
- () 6. 如果長形磁鐵不小心斷成了二段，會有下列什麼樣的現象呢？①斷掉的磁鐵無法再吸引任何東西 ②斷掉成二段的磁鐵會各自形成二極的磁性 ③斷掉的磁鐵只有較長的那段會有磁極，較短的不會有磁極 ④斷掉的二段磁鐵會變成中間部分有磁力。
- () 7. 當磁鐵二旁加了鐵片之後，會有什麼影響？①磁鐵的磁力變強 ②磁鐵的磁力沒有改變 ③磁鐵的磁力變弱 ④磁鐵的磁力有時變強，有時變弱。
- () 8. 下面關於磁鐵礦描述，哪一個是錯誤的？①它蘊藏在岩石中，外觀看起來很像普通的石頭 ②具有磁性能吸引鐵製品 ③指北針靠近會受到影響而發生偏轉 ④是一種人為製造的磁鐵。
- () 9. 磁鐵能吸引較多鐵製品的部位，稱為什麼？①磁場 ②磁心 ③磁極 ④磁點。
- () 10. 下面的物品哪一個能被磁鐵吸住？①鋁門窗 ②黑板 ③磁磚 ④水泥地。

磁力單元學習單

<今日上課重點>

用科學原理來解釋科學的現象，並且說明清楚。

(你的想法＋舉例＋加強說明)

<範例說明>

● 問題：

你認為地球上的重力會對物體有什麼樣的影響？為什麼？（請舉一個例子說明，並證實你的想法）

● 回答：

我認為地球的重力會（ 讓地球上的物體往地面掉，不會騰空 ），例如：
（ 我們丟球時，球會往下掉 ）, 如果沒有重力，
（ 所有的物體會像在外太空一樣四處飄浮 ）, 所以（ 地球的重力會把所有的物體往地面拉 ）。

<自己練習>

● 問題：

你認為磁力會對物體有什麼樣的影響？為什麼？（請舉一個例子說明，並證實你的想法）

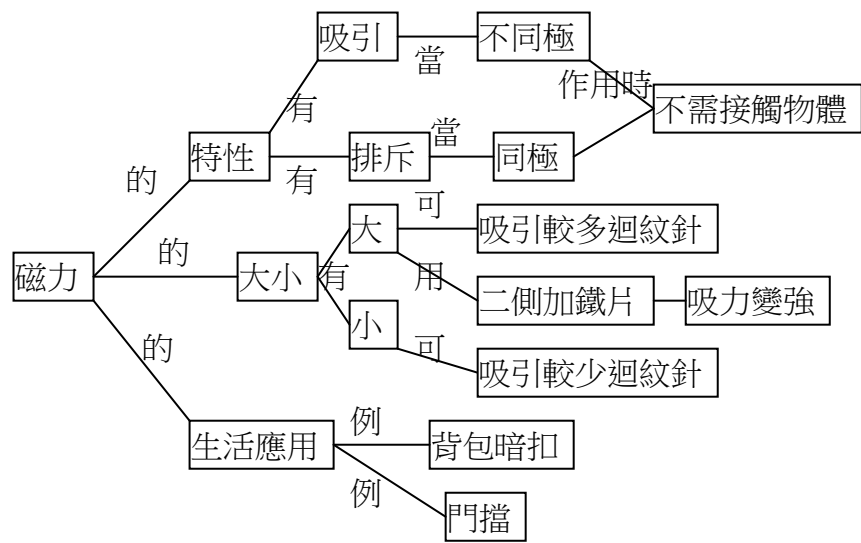
● 回答：

我認為磁力會（ ），例如：
（ ），如果沒有磁力，
（ ），所以（ ）。

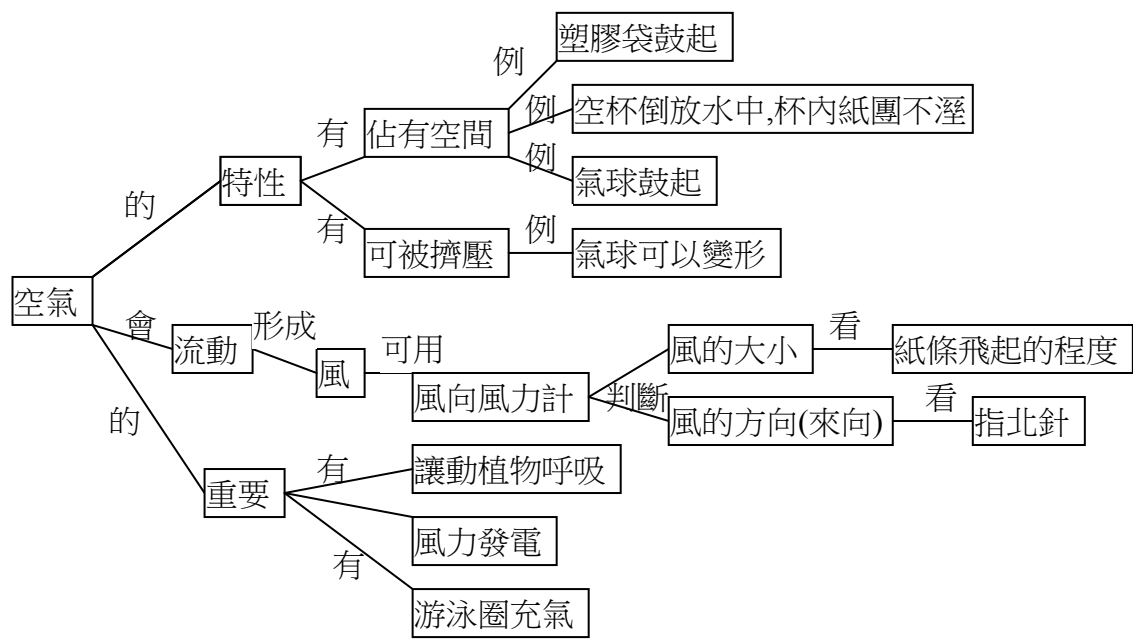
空氣單元前後測卷

一、選擇題

- () 1. 下面對於空氣的敘述，哪一個是錯誤的？ ①空氣充滿我們四周 ②空氣看不見，所以不存在 ③空氣可以讓生物生存 ④外太空沒有空氣。
- () 2. 塑膠袋內裝空氣會鼓鼓的，可以證明空氣有什麼特性？ ①空氣可以被壓縮 ②空氣會存在固定的位置 ③空氣是會移動的 ④空氣佔有空間。
- () 3. 將空杯倒過來，底部裝紙團，垂直壓入水中，觀察到什麼變化？①水會流進空杯中 ②杯內的紙團會溼掉 ③證明空氣佔有空間 ④證明空氣可被壓縮。
- () 4. 用手壓擠氣球，請問發現了什麼？①氣球形狀不會被改變 ②氣球愈變愈大 ③證明空氣可被壓縮 ④證明空氣的形狀是固定的。
- () 5. 什麼是風向呢？①風去的方向 ②風來的方向 ③風轉動的方向 ④風擺動的方向。
- () 6. 下面關於風的敘述，哪一個是錯誤的？①風是空氣的流動所形成的 ②空氣的流動沒有強弱的差別 ③空氣是透明的，所以風也是透明無色的 ④風力有大小的不同。
- () 7. 下列哪一種情形不是空氣和風的應用？①幫助蒲公英傳播果實和種子 ②風帆在海上航行 ③幫助椰子的果實傳播 ④風可以用來發電。
- () 8. 觀察風向時，首先要做的是什麼事？①確定氣溫 ②確定方位 ③確定雲量 ④確定溼度。
- () 9. 下列哪一項不是空氣的用途？①讓動植物呼吸 ②游泳圈裝空氣可浮在水面上 ③腳踏車的輪胎充滿空氣可以騎 ④可以用在火災時滅火。
- () 10. 下面哪個例子可以證明空氣能夠被擠壓？①用橡皮擦堵住出口，用力壓下活塞 ②熱氣球會緩緩上升 ③氣球往上丟會掉下來 ④將球灌滿氣。



圖一 磁力概念圖



圖二 空氣概念