

以貝氏網路為基礎之自然科電腦化診斷測驗

黃瓊瑩	劉育隆	郭伯臣	鄭俊彥
臺中教育大學教育 測驗統計研究所 h.earthworm@yahoo. com.tw	亞洲大學資訊工程 學系 liu720402@hotmail.c om	臺中教育大學教育 測驗統計研究所 kbc@mail.ntcu.edu.t w	臺中教育大學教育 測驗統計研究所 x7622@hotmail.com

摘要

本研究主要在建立一套以貝氏網路為基礎之國小自然科電腦診斷測驗，透過分析學生的作答結果，診斷出學生的錯誤類型，提供教師補救教學的參考。

首先分析「電磁作用」的教材內容，建立命題概念，以命題概念為基礎編製電腦診斷測驗，施測後以貝氏網路作為分析工具，推論學生的錯誤類型及子技能。

研究結果如下：

1. 本研究自編之國民小學六年級自然領域「電磁作用」單元試題，其測驗之Cronbach's α 值達 0.756，顯示本研究試題具有良好的信度。

2. 以貝氏網路分析結果，判別錯誤類型和子技能的有無上，平均辨識率可達 97% 以上。

關鍵詞：電磁作用、貝氏網路、電腦診斷測驗

1. 前言

本研究主要在建立一套以知識結構與貝氏網路為基礎之國小自然科電腦診斷測驗。本章第一節說明研究動機；第二節說明研究目的。

1.1 研究動機

人類由觀察自然中，研究各種現象的變化，因而產生科學；再進一步運用科學改善生活、適應環境，而有了技術。學習科學，讓我們學會如何去進行探究活動，同時我們也應該瞭解科學與技術的發展對人類生活的影響（教育部，2003），所以科學與我們的生活關係密切，而科學教育則是非常重要的，但「電磁」的概念本身是抽象的，學生較難直接由生活的經驗去獲取；王嘉德（2003）提到國小學童對電能轉換為磁能、磁能轉換為動能等主要學習內容的抽象概念，在認知上具有學習的困難。而研究者在國民小學高年級自然領域的教學經驗中發現，電磁概念對學童來說是非具體的，當學生做完實驗後，仍無法做出結論，或是做出較有形式的運思。因此興起發展六年級學生電磁作用診斷性測驗的想法，期望在教學中作為實施補救教學之參考。

評量的主要目的在於瞭解學生學習實況，以做為改進教學、促進學習的參考。評量的結果應用於幫助學生瞭解自己學習的優缺點，藉以達成引導學生自我反思與改善學習的效果（教育部，2003）。有關學童迷思概念的診測，在教室中較常用紙筆或電腦測驗的方式，但大部分的研究則是採用晤談或是概念圖的方式（Duit，1996）。若以晤談及概念圖的方式來診斷學生的概念，則每個學生所回答的內容及所

畫的概念不同，既耗時且難以評分。(唐健文，2001)。若以電腦化測驗，則可克服上述的問題，可節省時間同時記錄大量學生的做答結果，以利快速且完整客觀的分析。

目前貝氏網路在教育測驗上之應用非常的多，比過去相關研究所採用的分析模式，在辨識子概念與錯誤類型的有無上，能達到更正確的結果。(蘇文君、汪端正、郭伯臣，2006)，本研究採郭伯臣、謝典佑(2007)所發展的貝氏網路工具箱做為分析工具。

綜合以上，本研究以國小高年級自然領域之電磁作單元之概念為主軸，期望發展一電腦化診斷測驗，並透過貝氏網路來分析學生的做答結果，診斷出學生的錯誤類型，提供教師補救教學的參考。

1.2 研究目的

本研究以國民小學六年級學童為研究對象，以電腦測驗的方式，分析診斷學生錯誤類型，提供教師能快速鑑定學生的學習情形，進行後續的教學工作。本研究目的如下：

- 一、以知識結構為基礎，編製國小「電磁作用」單元之電腦化測驗試題。
- 二、以貝氏網路分析學生做答結果，自動診斷錯誤類型。

2.文獻探討

本研究主要以國小高年級自然領域之電磁作單元之概念為主軸，發展一電腦化診斷測驗，並透過貝氏網路來分析學生的做答結果，診斷出學生的錯誤類型。為達本研究之目的，本章將針對「電腦化診斷測驗」、「電磁作用教材分析」、「知識結

構」、「迷思概念」、「貝氏網路」五個部份來探討。

2.1 電腦化診斷測驗

診斷測驗的目的是為了分析學生的學習困難，以做為補救教學的參考(郭生玉，1994)，因此診斷測驗是教學工作的重要工具之一。而電腦診斷測驗主要有下列幾個優勢(饒育宗，2008)：

1. 透過測驗的回饋，縮短老師知道學生在那些概念容易錯誤的時間。
2. 透過測驗的回饋，可以讓學生了解自己學習問題。
3. 可評斷出學生的能力，適當將學生分組以利教學。
4. 管理維護簡單，試題出題方便，即時回饋測驗情況。

目前教學現場主要仍採傳統之紙筆測驗的方式，但施測後的分析需耗費較多的時間與精力，資料也喪失了即時性，對受試者無法提供有效而及時的回饋。所以紙筆測驗改成電腦測驗是未來趨勢。

2.2 國小自然科「電磁作用」之教材分析

為了開發診斷測驗的試題，首先就必須了解電磁作用在國小科學教育的教學內容及概念，因此，以上就九年一貫的教材內容、單元教材地位、能力指標、單元目標四個部份分別探討。

2.2.1 九年一貫「自然與生活科技」學習領域之教材內容要項

以下截取有關電磁作用的教材內容要項與細目。

- (1)課題：2 自然界的作用
 (2)主題：22 交互作用
 (3)次主題：222 電磁作用
 (4)教材內容細目

磁鐵

1a.察覺磁鐵會吸引含鐵的物體，且能隔空或透過紙、木片、玻璃來吸引鐵釘。

簡單電路

2a.利用電線、電池或金屬物質接成通路，可使燈泡發光、馬達轉動。

磁性

3a.察覺磁鐵具有兩極，同性極相斥，異性極相吸。

載流導線產生磁場

3b.知道指北針的偏轉是磁針與磁場(如地磁或導線通以電流)交互作用的結果。

靜電現象

4a.探討靜電現象(如摩擦起電、靜電感應、感應起電)。

電路連結

4b.探討電路中，電壓、電流與電阻的關係。

電流的效應

4c.探討電流的熱效應。

電與磁的關係

4d.探討電與磁的關係(例如電流會產生磁的作用、磁場的改變會感應出電流、載流導線在磁場中會受力)。

2.2.2 「電磁作用」單元之教材地位

由表 1 可知，在三年級及四年級時分別針對磁與電做探討，到六年級時，再將電磁的概念放入教材。

表 1 電與磁概念單元名稱及目標一覽表 (康軒版)

年級	冊數-單元 單元名稱	單元目標
三	1-2	藉由遊戲、操作，察

上	磁力	覺磁鐵的特性和兩極性，並設計、製作磁力玩具。
四下	4-4 奇妙的電路	藉由觀察，引導學生認識電池、電線、燈泡和小馬達，再利用這些材料設計各種玩具，從實際操作中，認識電及相關材料的性質。
六上	7-4 電磁作用	知道指北針就是一種磁鐵。藉由實驗操作，知道如何製作電磁鐵，並練習設計一個運用電磁鐵產生動力的玩具。

2.2.3 「電磁作用」單元能力指標

本單元的能力指標，除了 2-3-5-5 要求學生學習到有關電磁概念的認知外，尚有其他多項技能，如表 2。

其中【編碼說明】「a-b-c-d」的編號中，「a」代表主項目序號，「b」代表階段序號：1 代表第一階段國小一至二年級、2 代表第二階段國小三至四年級、3 代表第三階段國小五至六年級、4 代表第四階段國中一至三年級，「c」代表次項目序號，依觀察、比較與分類、組織與關連、歸納與推斷和傳達等，以 1、2、3、4 逐一編序；若未分項，則以 0 代表之，「d」代表流水號。

表 2 本單元相關能力指標說明

能力主要要項	能力指標內容
1.過程技能	1-3-1-1 能依規劃的實驗步驟來執行操作。 1-3-3-1 實驗時，確認相關的變

	<p>因，做操控運作。</p> <p>1-3-3-2 由主變數與應變數，找出相關關係。</p> <p>1-3-4-3 由資料顯示的相關，推測其背後可能的因果關係。</p> <p>1-3-5-3 清楚的傳述科學探究的過程和結果。</p>
2.科學與技術認知	<p>2-3-1-1 提出問題、研商處理問題的策略、學習操控變因、觀察現象的變化並推測可能的因果關係。學習資料整理、設計表格、圖表來表示資料。學習由變量與應變量之間相應的情形，提出假設或做出合理的解釋。</p> <p>2-3-5-5 知道電流可產生磁場，製作電磁鐵，瞭解地磁、指北針。發現有些「力」可不接觸仍能作用，如重力、磁力。</p>
3.科學與技術本質	<p>3-2-0-3 相信現象的變化，都是由某些變因的改變所促成的。</p> <p>3-3-0-5 察覺有時實驗情況雖然相同，也可能因存在著未能控制的因素之影響，使得產生的結果有差異。</p>
6.思考智能	<p>6-3-2-2 相信自己常能想出好主意來完成一件事。</p> <p>6-3-3-2 體會在執行的環節中，有許多關鍵性的因素需要考量。</p>
7.科學應用	<p>7-3-0-2 把學習到的科學知識和技能應用於生活中。</p> <p>7-3-0-3 能規劃、組織探討活動。</p> <p>7-3-0-4 察覺許多巧妙的工具常是簡單科學原理的應用。</p>

地磁」、「電磁鐵」、「電磁鐵的用處」。

表 3 電磁作用單元之能力指標及教學目標

活動名稱	能力指標	教學目標
指北針和地磁	1-3-5-3	1.察覺指北針的指針
	2-3-5-5	指北。
	3-3-0-1	2.由操作中發現指北針的
	3-3-0-3	指針和磁鐵都有
	6-3-2-2	，並同相、異
	7-3-0-2	相。
	7-3-0-3	3.知道地具有磁性，使指
	7-3-0-4	北針的指針指北。
		4.學習用的自製指北針，認識性的能力。
		5.能指出自製指北針的，並改。

2.2.4 單元目標

由能力轉化後的教學目標如表 3，本單元主要分為三個活動，分別是「指北針和

電磁鐵	1-3-1-11	1.察覺通電的電線靠近指
	-3-3-1	北針，會使指針偏轉。
	1-3-3-21	2.經由推理思考，發現通電
	-3-5-3	的電線會產生磁力。
	2-3-1-12	3.察覺通電的線圈靠近指
	-3-5-5	北針，會使指針偏轉。
	3-3-0-13	4.經由推理思考，發現通電
	-3-0-3	的線圈會產生磁力。
	3-3-0-56	5.從操作中發現通電的線
-3-3-2	圈內放入鐵棒，磁力會增	
7-3-0-27	強。	
-3-0-3	6.透過討論發現電磁鐵和	
7-3-0-4	磁鐵的相同和不同之處。	
	7.探討電磁鐵磁力的強弱	
	和線圈多少的關係。	
	8.藉由實驗發現影響電磁	
	鐵磁力的強弱的因素。	
	9.學習規畫比較電磁鐵磁	
	力大小的實驗步驟，並負	
	負責執行操作。	
電磁鐵	1-3-1-11	1.察覺用通電的線圈，可以
	-3-3-1	做成會動的玩具。
	1-3-3-21	2.能找出日常生活中應用
	-3-5-3	電磁鐵原理的物品。
	2-3-1-13	3.體認日常生活中巧妙的
-3-0-5	工具是科學原理的應用。	
6-3-3-27		
-3-0-3		
	2-3-5-53	1.認識與電生磁概念有關
	-3-0-1	的科學家故事。
	7-3-0-4	2.培養閱讀的習慣與能力。

2.3 知識結構

彭懋琳(2003)研究中，提出有關電磁作用的專家結構圖，由圖 1 可以看出，結構圖大約可分為「電」、「磁」及「電磁」三

個區塊，與前述之教材單元地位相符，分別在三、四年級討論「磁」、「電」，在六年級則以其為基礎，延伸探討「電磁」。

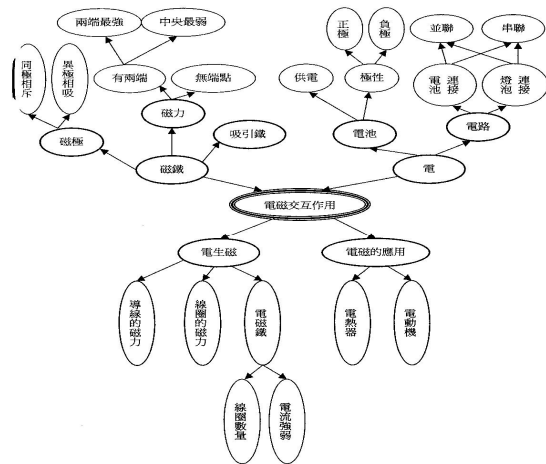


圖 1 國小六年級學童有關電與磁概念之概念圖
(彭懋琳，2003)

由上述教材分析中，發現在國小中年級階段，電與磁是分開探討的，而高年級階段時，又合併集中在電磁作用上，這也可由專家的概念圖中發現相同的情形；因此在命題時，也應納入這些基礎概念，以便明確判定別學生的錯誤類型。

2.4 迷思概念

「迷思概念」(misconception)一詞，即是指學生擁有不完整的科學定義，或有與科學家定義不同的想法，也就是說學生的概念與現有的科學概念不符，此概念就稱為迷思概念(葉誌鑑，2001)。國內外有關的文獻大部份是將電與磁的概念分開探討，只有少數是直接討論電磁的概念，以下就彭懋琳、葉誌鑑二位學者的研究介紹，如表 4 及表 5。

表 4 國小六年級學童電與磁概念迷思概念類型表
(彭懋琳, 2003)

概念的領域	類型	產生迷思概念說明
磁鐵性質	A1 鐵有磁力	鐵的東西本身就有磁力。
	A2 磁鐵只有吸引力	磁鐵只會吸它相反的另一極，不能吸鐵。磁鐵只會吸它相反的另一極，沒有排斥力。
磁極定義	B1 磁極為大面積者	認為長條形磁鐵的磁極在上下兩面。
	B2 磁極在磁鐵末端	以為圓形磁鐵的磁極在周圍。
	B3 磁極為正負極	認為磁極的名稱為正、負極。
電流通路	D1 電流相撞	電流是從電流正負極流向燈泡產生“電流相撞”之概念模式。
	D2 逆向電流	電由負極出發，經過燈泡亮，回到正極，呈現逆向電流的概念。
	D3 只看外觀，不分電池連接極性	燈泡的串聯是將燈泡串成一圈。 電池的並聯是將電池並列成一排。 並聯是將正極連到負極，負極連到正極。
	D4 串聯並聯對電能的分配無差別	電池串聯和電池並聯的燈泡會一樣亮。 燈泡串聯和燈泡並聯的燈泡會一樣亮。
	D5 送電	送電比較快者或電線
	快能量大	用得少者，燈泡比較亮。
	D6 燈泡是能量產生者	在一樣的電池數下，燈泡串聯會比燈泡並聯來得亮。
地磁	E1 鐵和磁鐵一樣	指北針是鐵做的，因為鐵和磁鐵相似的一些性質。
電磁感應	F1 直電流的磁場不穩定	通電的漆包線圈纏繞著鐵棒，會使指北針不停旋轉。 正負反接通電的漆包線圈纏繞著鐵棒，會使指北針不停旋轉。 通電的導線會使指北針不停旋轉。
	F2 電池磁鐵化	電池就像一個磁鐵有電力和磁力。 電池正負極反接就像磁鐵磁極相反一樣。 改變電池的正負極才能改變電磁鐵的磁極。
電磁鐵	G1 電磁鐵和磁鐵相同	不能改變磁力；不能改變磁極。 磁鐵為電磁鐵的必需材料
電動機	H1 電動機是由周遭組件制動	電池和磁鐵不斷相斥而轉動；而有些學生認為，是因為電線和磁電線為電動機的必需材料；指北針為電動機的必需材料。
	H2 線圈多電力大	漆包線圈數變多時，電力會比較大。

表5題項逐題主要迷思概念分析彙整(葉誌鑑,2001)

目標	正確概念	主要迷思概念		小相同	
磁鐵特性	區辨電磁鐵與永久性磁鐵特性	同極相吸,異極相斥	電流方向與磁力	電流方向改變導線磁場方向也會改變	指南針會受導線的電流所吸引,指針會朝電流來的方向偏轉,所以偏轉方向不定
電磁鐵特性	區辨電磁鐵與永久性磁鐵特性	同極相吸,異極相斥	磁力穿透性	磁力是超距力其穿透力與磁力強弱成正比	釘子和電磁鐵隔著玻璃和水,磁力穿不過去,所以釘子不會動
電流磁效應	電能生磁且電與磁同時並存	電池含有磁性物質及電成分,所以電磁鐵的磁力來自於電池	電流特性	在通電的整條導線中通過的電流均相同	流過乙電線的電流會較少,正如水流一樣下游的水流會愈來愈少,所以通過乙電線電流會較少
導線磁效應	電流通過導線會在四周產生磁力現象	前、後面指南針與導線呈直線排列,直立導線所產生的磁力,不會讓指南針產生偏轉現象,只有放在左邊、右邊才會使指針產生偏轉	電磁並存	暫時性磁鐵有電就有磁	鐵棒的磁性金屬成分會保留線圈磁力看斷路的位置電流是否已通過線圈而定,若斷在線圈之後,線圈就會保留磁力;反之,線圈就沒有磁力
導線與線圈	線圈可讓通電的導線磁力集中產生較強的磁力	直導線裡面的電流通過速度較快,產生的磁力較強	電池串並聯	電池串聯電流大磁力較強	兩個電池連接成迴路,電力充足,所以磁力最強
導線的磁力	指南針會受導線磁力方向所吸引而產生偏轉	指南針受到地球磁場和導線的磁力影響,所以指針方向不定且不停的旋轉	粗細導線	口徑較粗的導線電阻小通電量大磁力較強	細導線線圈裡面通過的電流較多,所以會產生較大偏轉現象磁力較多
導線的磁力	指南針會受導線磁力方向所吸引而產生偏轉	指南針會被電流所吸引,所以指南針會朝電流來的方向偏轉	磁力穿透性	對鐵磁性物質磁力會被其吸收阻隔而不能穿透	薄木片較厚不被磁力吸引,中間用薄木片擋住磁力,電磁鐵和迴紋針就會分開
電池的電流	電壓關係磁力強弱與電池大小無關	大電池含的電流較強,所以會使指針產生較大偏轉	鐵磁	鐵磁性物質	金屬都會被磁鐵吸
電磁鐵並聯	電磁鐵並聯與單一電磁鐵的電流大	一個電池供應一個電磁鐵電量大,磁力較強			

性物質	才能被磁鐵吸引	引
電磁鐵與燈泡並聯	電路並聯之電流兩者相同且獨立	因上面也形成通電，有部份電流分散了，所以電磁鐵磁力是微強的
電路並聯	電路並聯之電流兩者相同且獨立	因為甲電磁鐵線圈斷了，電流全部供應給乙電磁鐵，所以乙電磁鐵磁力更強
電流特性	電流具方向性從+極出發到-極形成迴路	電磁鐵要有磁力，兩極流出電流往電磁鐵集中即可
電池並聯	電池並聯與單一電池所提供的電流大小相同	二個並聯電池供應一個電磁鐵的電量較大，磁力較強

依研究者的教學觀察，多數教師仍以教科書編排的內容為教學的全部，在葉誌鑑的研究中提到，學生有很多有關電學與磁學的迷思概念，而教材內容並無納入探討。綜合相關文獻得到，學童在電與磁的迷思概念並無一定的呈述方式，且因其仍有許多迷思概念需探討，所以本研究仍以教科書為主，整合相關之迷思概念。

2.5 貝氏網路

何秀芳(2009)指出，貝氏網路目前被廣泛且熱門的應用於生物科技、搜尋引擎等專業領域中，而就其應用的領域特性和教育領域中學習錯誤類型的診斷，有異曲同工之處，都包含了不確定性的因素成分以及變項多的特性。目前許多研究已顯示貝氏網路在數學教育領域中的錯誤診斷上是

具有其成效性(吳仁奇, 2006; 汪端正、蘇文君、郭伯臣、楊智為, 2006; 林垣圻, 2006; 施淑娟, 2006; 高健智, 2007; 黃雅鳳, 2006; 楊淑菁, 2009; 楊智為, 2007; 楊裕賢、何名倫、楊淑菁、趙日彰, 2008; 鄭乃塵, 2004; 謝典佑, 2006; 蘇文君、汪端正、郭伯臣, 2006)。

而在自然教育方面的研究則較缺乏，目前有黃文信(2009)、莊峰魁(2010)、巫俊杰(2010)、李烟璉(2010)等提出相關研究，綜合其研究結果發現，貝氏網路在自然科的電腦診斷測驗亦具有良好的成效，因此，亦可作為本研究建立貝氏網路的電腦化測驗診斷系統之重要參考。

貝氏網路採用 5-fold cross validation (劉育隆, 2006) 的方法，來估算精準度，首先將紙筆測驗所有收集的樣本平均切成五等分，把其中四等分做為訓練樣本(training samples)，利用訓練樣本去估計出題組結構，另外一等分做為測試樣本(testing samples)，利用測試樣本來進行模擬適性測驗，一直循環五次計算出精準度，再將五次的精準度平均，即為最後的預測精準度，如圖 2 所示。

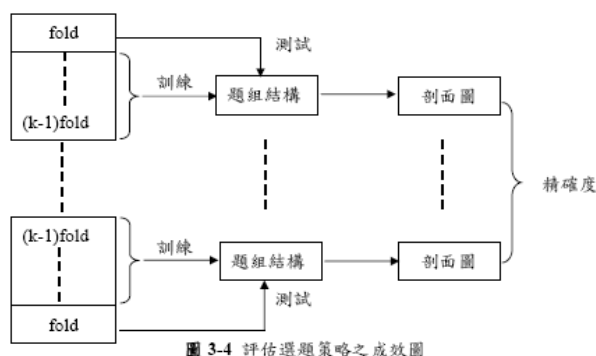


圖 3-4 評估選題策略之成效圖

圖 2 評估選題策略之成效圖 (劉育隆, 2006)

3. 研究方法

本研究以選擇題，自編「電磁作用」單元之試題，發展自然領域學科的電腦化診斷系統。收集學生線上施測後的資料，利用專家所建立之錯誤類型分析，探討學生解題歷程，並建置自動化計分流程。本章節分四個部分來說明，分別為：研究流程、研究工具、研究對象、診斷測驗試題。

3.1 研究流程

本研究為建置一套自然領域學科電腦診斷測驗，其研究步驟如下：

- 一、確定研究主題，蒐集並分析相關文獻：透過文獻的蒐集與探討，以獲得相關的理論基礎，及研究所需使用的方法。
- 二、編製試題：依文獻整合出的專家概念及迷思概念，編製「電磁作用」診斷性測驗試題，共包含選擇題 20 題；請三位以上專家，研商討論試題之適切性並適當修正。
- 三、施測結果分析：將實際線上施測所得到的結果，以貝氏網路進行概念及錯誤類型分析。

3.2 研究工具

以下就電腦測驗之施測介面、資料分析工具做介紹。

3.2.1 「電磁作用」單元試題電腦施測介面

本研究採「BANT 適性診斷測驗暨學習系統」來進行線上施測，如圖 3；畫面分為試題及作答二個部份，學生必須至少選擇一個選項後，才可選擇進入下一題，避免漏答之情形。



圖 3 電腦施測介面

3.2.2 資料分析工具

本研究以 SPSS 分析試題之 Cronbach's α 信度；Excel 軟體做試題選項分析；BILOG-MG 軟體估計試題 IRT 參數值；並採郭伯臣、謝典佑（2007）所開發的貝氏網路工具測驗分析軟體做為分析貝氏網路資料工具。

3.3 研究對象

施測對象為學習九年一貫課程自然與生活科技領域康軒版六年級「電磁作用」單元的學童為主，包含台中縣豐原市三所國小及神岡鄉一所國小，共四所學校，23 個班級，有效樣本共計 591 人。

3.4 診斷測驗試題

以下就命題概念、錯誤類型、貝氏網路圖來做說明。

3.4.1 診斷測驗之命題概念

由文獻探討中，整理出電磁作用單元之概念共 15 項；其中第 14 項為科學應用能力，第 15 項為過程技能，其餘為科學與技術能力，以下就各項命題概念做說明：

- (1) 知道電池串聯及並聯的連接方式、電力大小及電流流動方向
- (2) 認識磁鐵有 N 及 S 二極，同極相斥且異極相吸，磁鐵可以吸引鐵製物質。
- (3) 指北針的指針是磁鐵，箭頭磁極為 N 極，且指針可以自由轉動
- (4) 指北針受地磁作用，指針箭頭永遠指向北方
- (5) 鐵製品可經由摩擦產生磁力
- (6) 通電的導線、線圈會產生磁力，電力消失則磁力消失
- (7) 通電導線的磁力會使指北針的指針偏轉
- (8) 通電的線圈兩端有不同的磁極，會使指北針的指針偏轉
- (9) 電流流動的方向會影響導線及線圈的磁場方向。
- (10) 通電的線圈放入鐵棒，磁力會增強，成為電磁鐵
- (11) 電磁鐵的線圈數越多，磁力越強
- (12) 電磁鐵的電力增強，磁力越強
- (13) 用通電的線圈產生磁力，做成會動的玩具
- (14) 日常生活中應用電磁鐵原理的物品
- (15) 實驗時，確認相關的變因做操控運作，並能由資料顯示，推測可能的因果關係

3.4.2 錯誤類型

本研究將電磁作用之迷思概念分為電流通路、磁鐵、指北針、電磁、電磁鐵的

應用五類，其中，電磁之概念，再細分為電磁鐵的性質、電磁磁力的方向、電磁磁力的方向、電磁磁力的方向、電磁磁力的方向、電磁磁力的方向等三項，綜合文獻後，將所欲測得之迷思概念整理如表 6。為避免與命題概念一詞混淆，及方便說明，本研究將以錯誤類型一詞來代表迷思概念。

表 6 電磁作用單元錯誤類型

01 無法利用電線、電池組成一電路
02 不知電路中電流流動的方向。
03 不知電池的串聯、並聯方式
04 不知電池的串聯可以增強電力
05 磁極的名稱是正極及負極，或陰極和陽極
06 磁鐵的同極會相吸、異極會相斥
07 磁鐵只有排斥力，沒有吸引力
08 磁鐵只有吸引力，沒有排斥力
09 無法判斷磁力的方向與所吸引的迴紋針量的關係
10 無法判斷磁力的影響力與距離遠近的關係
11 鐵製品本身具有磁力
12 磁鐵會吸引所有金屬
13 指北針受地心引力作用，指出方向
14 指北針箭頭指向南方
15 指北針是鐵製品
16 指針箭頭磁極是 S 極
17 地磁的 S 極靠近地球的南方
18 鐵製品來回摩擦磁鐵可產生磁力
19 鋼釘尖端摩擦磁鐵 S 極，使尖端成為 S 極
20 不具電磁鐵必須有電才可生磁，若無電則磁力消失。
21 無法推論通電導線及線圈使指北針的指針偏轉的方向
22 無法推論通電導線及線圈的磁場方向
23 只要放入金屬棒子，都可增強線圈磁力。

24 不知電磁鐵的線圈纏繞愈多，可以增強磁力
25 無法判斷電力的大小與磁力大小的關係
26 無法應用電磁鐵的原理
27 不清楚圖、圖表資料的意義
28 無法操控變因、觀察事象的變化並推測可能的因果關係。

3.4.3 貝氏網路圖

本研究採選擇題型式命題，有些概念不易出題，因此概念 5 及相對應的錯誤類型 18、19，在本研究暫不討論。結合以上，繪製貝氏網路圖，如附錄一。

4. 研究結果

以上由「試題分析」、「貝氏網路分析」二個部份來說明：

4.1 試題分析結果

試題經古典測驗理論及 IRT 三參數分析後，結果如附錄，以下就各項分析做說明。

4.1.1 測驗的效度

採內容及專家效度，試題編製是依據專家知識結構之概念節點來設計，並邀請具有教學及測驗編製經驗的專家學者進行試題檢核，使試題具有專家效度，試題檢核表之內容請見附錄。

4.1.2 古典測驗理論分析

以 SPSS 分析 Cronbach's α 信度為 0.756，其中第 9、17、18 題目刪去後便使

得信度增加，但增加不大，皆在 0.005 以下；鑑別度第 12、13、17 題偏低，第 12 及 17 題應該是題目較困難造成，而第 13 題則是題目較容易造成，其餘皆大於 0.3；第 11、12、17 題難度值略低。

4.1.3 IRT 模式分析

試題進行三參數對數模式的分析結果，第 5 及 11 題的 (PROB) 較低，其他題目都大於 0.05，試題參數估計無太大問題。

4.2 貝氏網路分析結果

本研究將蒐集到的學生實際作答資料，由貝氏網路進行分析推論命題概念及錯誤類型有無之機率，其命題概念的辨識率平均為 0.976，錯誤類型的辨識率平均為 0.986。如表 7 所示。

表 7 貝氏網路錯誤類型及命題概念辨識率

錯誤類型	辨識率	錯誤類型	辨識率	命題概念	辨識率
B1	0.9661	B14	1.0000	S1	1.0000
B2	0.9661	B15	1.0000	S2	0.9424
B3	0.9661	B16	0.9086	S3	0.9509
B4	1.0000	B17	1.0000	S4	0.9577
B5	1.0000	B20	1.0000	S6	1.0000
B6	0.9543	B21	1.0000	S7	0.9560
B7	1.0000	B22	1.0000	S8	0.9560
B8	1.0000	B23	1.0000	S9	0.9424
B9	1.0000	B24	0.9729	S10	1.0000
B10	1.0000	B25	1.0000	S11	0.9729
B11	0.9070	B26	1.0000	S12	1.0000
B12	1.0000	B27	0.9983	S13	1.0000
B13	1.0000	B28	1.0000	S14	1.0000
平均			0.9861	S15	0.9848
				平均	0.9759

5. 結論與建議

5.1 結論

根據前述研究之目的，以知識結構為基礎，編製國小「電磁作用」單元之電腦化診斷測驗試題，並以貝氏網路分析學生作答結果，自動診斷錯誤類型。由研究結果得知，本研究所編製之試題適合做為自然科「電磁作用」單元之診斷測驗，且可有效分析學生的迷思概念類型。

5.2 建議

本研究所採的命題型式為選擇反應測驗(selected-response test)，其優點為計分客觀，但缺點是不易評量高層次的能力，因為在選擇題裡，我們無法得知學生的思考歷程和方式，因此建議未來可納入建構反應測驗(constructed-response test)來探討。

參考文獻

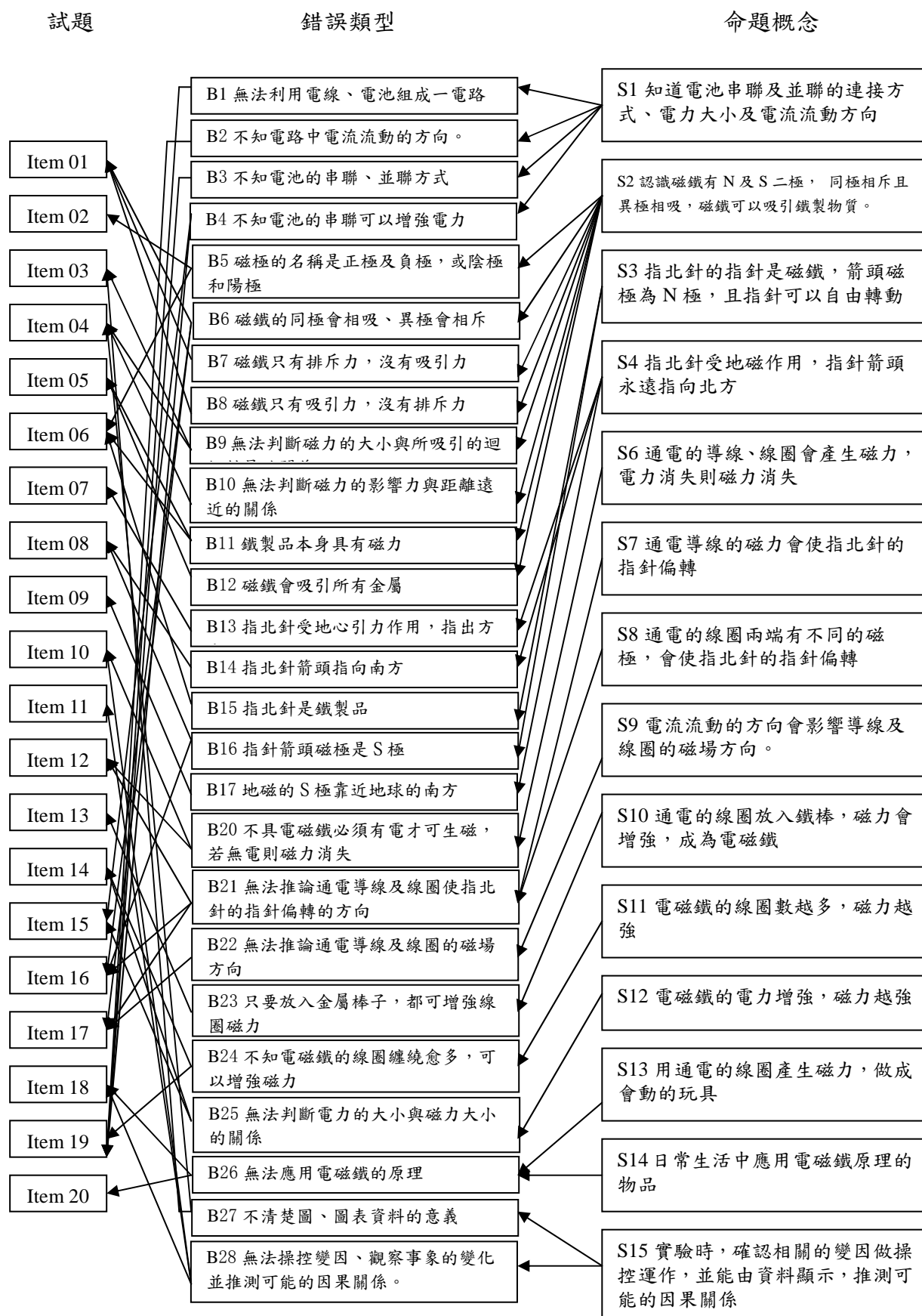
- [1]何秀芳(2009)。國小五年級「線對稱圖形」單元教材與電腦化適性診斷測驗。國立臺中教育大學教育測驗統計研究所教學碩士學位暑期在職進修專班碩士論文。
- [2]巫俊杰(2010)。「聲音」單元之電腦化建構反應試題與診斷模式開發。亞洲大學資訊工程學系碩士班碩士論文。
- [3]李炯璉(2010)。「空氣與燃燒」單元之線上診斷測驗建製與分析。亞洲大學資訊工程學系碩士班碩士論文，未出版，台中市。
- [4]唐健文(2001)：中學生「電流磁效應」及「感應電流」迷思概念及二段式診斷工具之研究。國立高學師範大學物理系碩士論文。
- [5]康軒版教科書(2009)。國民小學自然學習領域第(七)冊教師手冊。台北：康軒文教集團。
- [6]教育部(2003)。國民中小學九年一貫課程綱要。台北：教育部。
- [7]莊峰魁(2010)。「光」單元之選擇題與建構反應試題之線上測驗研發。亞洲大學資訊工程學系碩士班碩士論文，未出版，台中市。
- [8]郭生玉(民80)。心理與教育研究法(十版)。台北：精華。
- [9]郭伯臣、謝典佑(2007)。貝氏網路測驗分析軟體 Test Analysis Software based on Bayesian Network (TASBN)。未出版。台中：國立台中教育大學。
- [10]彭懋琳(2003)。國小六年級學童電與磁迷思概念之研究。國立台中師範學院自然科學教育研究所碩士論文。
- [11]黃文信(2009)。自然科「簡單電路」單元之建構反應題及診斷測驗系統。國立台中教育大學測驗統計研究所碩士論文。
- [12]葉誌鑑(2001)。國小高年級學童電磁鐵概念分析之研究。台北市立師範學院科學教育研究所自然科學教學碩士學位論文。
- [13]劉湘川(2004)。貝氏網路機率模式。國立台中師範學院93學年度第2學期。「貝氏統計理論」教學講義。
- [14]劉育隆(2006)。題組式適性診斷測驗系統之建置。國立臺中教育大學教育測驗統計研究所碩士論文，未出版，台中市。
- [15]蘇文君、汪端正、郭伯臣(2006)。貝

氏網路在數學領域「數與量」主題測驗上的應用—以國小五年級「等值分數」單元為例。中華民國第二十二屆科學教育學術研討會，國立台灣師範大學。

[16]饒育宗(2008)。九年一貫數學領域電腦診斷測驗系統開發與應用：以屏東縣七年級學生為例。國立屏東教育大學應用數學系。

[17]Duit, R., Treagust, D. F., & Mansfield, H. (1996). Investigating student understanding as a prerequisite to improving teaching and learning in science and mathematics. In Treagust, D. F., Duit, R., & Fraser, B. J. (Ed.), Improving teaching and learning in science and mathematics, 17-31. New York : Teachers College Press.

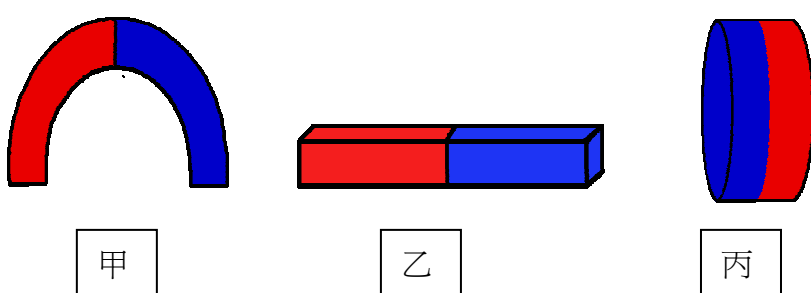
附錄一：貝氏網路架構圖



附錄二：試題檢核表（以第一題為例）

科目： 康軒版/自然與生活領域/六年級上學期/第四單元電磁作用

編號： 001

<p>題目</p>	<p>一、在自然課的課程中，我們發現磁鐵具有磁力，並分成兩個磁極，現在有三種不同型式的磁鐵，紅色、藍色代表不同的磁極，請回答下面的問題。</p> <p>1. 如圖，若甲磁鐵與乙磁鐵互相靠近，乙磁鐵與丙磁鐵互相靠近，會發生什麼情形？</p> <p>(1) 甲和乙互相排斥，乙和丙互相排斥 (2) 甲和乙互相排斥，乙和丙互相吸引</p> <p>(3) 甲和乙互相吸引，乙和丙互相排斥 (4) 甲和乙互相吸引，乙和丙互相吸引</p> <div style="text-align: center;">  <p>甲 乙 丙</p> </div>
<p>概念</p>	<p>【概念 02】認識磁鐵有 N 及 S 二極，同極相斥且異極相吸，磁鐵可以吸引鐵製物質。</p>
<p>迷思概念</p>	<p>b6 磁鐵的同極會相吸、異極會相斥</p> <p>b7 磁鐵只有排斥力，沒有吸引力</p> <p>b8 磁鐵只有吸引力，沒有排斥力</p> <p>(1) 異極相斥，同極相斥 (b6)；磁鐵只有排斥力，沒有吸引力 (b7)</p> <p>(2) 異極相斥，同極相吸 (b6)</p> <p>(3) 異極相吸，同極相斥 (正確)</p> <p>(4) 異極相吸，同極相吸 (b6)；磁鐵只有吸引力，沒有排斥力 (b8)</p>
<p>題目是否可測出要測的概念：<input type="checkbox"/>是 <input type="checkbox"/>建議修改：</p> <p>題目是否可測出相關的迷思概念：<input type="checkbox"/>是 <input type="checkbox"/>建議修改：</p> <p>題目修正意見：<input type="checkbox"/>無 <input type="checkbox"/>建議：</p>	

附錄三：各試題之參數、答題情形以及信度

ITEM	古典理論模式		答題比率(小數點表示)					ALPHA	Cronbach's Alpha
	鑑別度	難度	答 1	答 2	答 3	答 4	未答	IF ITEM DELETED	
item1	0.4286	0.7177	0.0771	0.0806	0.7933	0.0490	0.0000	0.742	-0.014
item2	0.3265	0.8095	0.1173	0.0035	0.0088	0.8704	0.0000	0.745	-0.011
item3	0.4422	0.7449	0.0385	0.8266	0.1016	0.0333	0.0000	0.741	-0.015
item4	0.6531	0.5578	0.2644	0.5587	0.0718	0.1051	0.0000	0.743	-0.013
item5	0.6122	0.6463	0.7303	0.0806	0.0718	0.1173	0.0000	0.736	-0.020
item6	0.4966	0.5816	0.2820	0.5762	0.0683	0.0736	0.0000	0.748	-0.008
item7	0.4558	0.7585	0.8774	0.0140	0.0911	0.0175	0.0000	0.737	-0.019
item8	0.6259	0.6327	0.6760	0.2084	0.0893	0.0263	0.0000	0.737	-0.019
item9	0.3878	0.4660	0.0473	0.0350	0.4168	0.5009	0.0000	0.758	0.002
item10	0.5782	0.5068	0.4816	0.3643	0.1173	0.0368	0.0000	0.746	-0.010
item11	0.6531	0.3810	0.3205	0.0490	0.3100	0.3205	0.0000	0.738	-0.018
item12	0.2449	0.1973	0.3082	0.1839	0.3678	0.1401	0.0000	0.755	-0.001
item13	0.2653	0.8605	0.0193	0.0385	0.9299	0.0123	0.0000	0.743	-0.013
item14	0.5102	0.6565	0.0158	0.2329	0.0280	0.7233	0.0000	0.742	-0.014
item15	0.4150	0.7857	0.0385	0.0175	0.8546	0.0893	0.0000	0.742	-0.014
item16	0.5034	0.5782	0.2942	0.5849	0.0613	0.0595	0.0000	0.749	-0.007
item17	0.2789	0.3776	0.2977	0.2294	0.3240	0.1489	0.0000	0.761	0.005
item18	0.3878	0.4184	0.3257	0.1471	0.4098	0.1173	0.0000	0.757	0.001
item19	0.4218	0.6667	0.0648	0.2259	0.0315	0.6778	0.0000	0.750	-0.006
item20	0.5850	0.4966	0.3292	0.1296	0.4746	0.0665	0.0000	0.747	-0.009

附錄四：各試題的 a、b、c 值及 χ^2 考驗 P-Value 如下表

ITEM	IRT 模式			CHISQ (PROB)		DF
	SLOPE	THRESHOLD	ASYMPTOTE			
	鑑別度(a 值)	難度(b 值)	猜測度(c 值)			
item1	0.843	-0.963	0.188	10.9	0.2054	8.0
item2	0.712	-1.593	0.208	10.3	0.2460	8.0
item3	0.829	-1.156	0.200	9.0	0.3405	8.0
item4	0.768	0.161	0.179	10.2	0.2514	8.0
item5	1.070	-0.590	0.163	19.4	0.0069	7.0
item6	0.652	0.321	0.251	7.2	0.6162	9.0
item7	1.547	-1.169	0.181	10.6	0.1014	6.0
item8	1.024	-0.355	0.170	8.7	0.3650	8.0
item9	0.831	1.521	0.302	7.1	0.6218	9.0
item10	0.797	0.507	0.174	5.4	0.8004	9.0
item11	1.275	0.797	0.090	13.8	0.0320	6.0
item12	1.753	1.894	0.113	4.7	0.8566	9.0
item13	1.274	-1.655	0.183	10.6	0.0597	5.0
item14	0.756	-0.677	0.165	13.8	0.0869	8.0
item15	0.984	-1.226	0.199	4.9	0.6746	7.0
item16	0.638	0.245	0.243	6.4	0.7014	9.0
item17	1.123	1.948	0.275	10.1	0.3428	9.0
item18	1.859	1.394	0.252	15.6	0.0762	9.0
item19	0.524	-0.385	0.231	14.8	0.0954	9.0
item20	0.877	0.658	0.216	10.1	0.3419	9.0