科學教育學刊
2005, 第十三卷第三期, 263-288

Chinese Journal of Science Education
2005, 13(3), 263-288

國小學童「電池」概念之診斷 －以兩段式選擇題為例

李賢哲[1]　樊　琳[1]　張蘭友[2]
[1]國立屏東師範學院 自然科學教育學系
[2]高雄市漢民國小

（投稿日期：民國 92 年 4 月 7 日，修訂日期：93 年 4 月 26 日，接受日期：93 年 11 月 15 日）

摘要：本研究採兼具質性研究與量化調查的設計，以半結構式操作晤談和開放性問卷收集學童電池相關之概念，藉以設計雙層選擇題式診斷測驗來蒐集學童對電池的各種概念、概念類型和探究其初步成因。分析現行及九年一貫課程關於電池概念的架構，結合文獻、學者專家、國小自然教師與兒童生活經驗，發展命題敘述與目標概念圖，據以編製電池概念的晤談題幹與開放性問卷；再以晤談與問卷所得之各種概念的想法敘述，編製雙層選擇題式診斷工具，對 1007 位國小高年級學童進行施測。結果顯示，於電池電路的概念類型與總分表現，除了台南與屏東兩地區學童電池概念總分有顯著差異外，於年級、性別和其他地區間，彼此間並無顯著性的差異；學童普遍持有許多的先前概念或另有概念，並進一步分析與歸納概念類型的屬性，分成無特定內容（content free，CF）與電池主題相關之特有（content specific，CS）概念類型，其特性相當契合與本研究相近之國內外文獻結果。顯示電池方面的另有概念，在不同的國家、地區和年齡，具有普含性。

關鍵詞：另有概念、診斷測驗、電池、概念類型。

緒　　言

一、研究背景與動機

兒童科學概念的研究，在最近數十年儼然已成為國際化的主流研究派典(Paradigm)。美國科學促進會（AAAS）於 1993 年以及國家研究委員會（NRC）於 1996 年，均聲言最新的科學教育改革，聚焦與重視各級學生對科學概念的理解，而非博學所有的科學事實（Akerson, Flick & Lederman, 2000）。國內外科教界對於兒童科學概念研究的熱潮，仍然方興未艾；國科會科教處曾成立科教學門資源整合規劃小組，由李田英教授擔任召集人，委員包括林陳涌、洪振方、張惠博及黃寶鈿四位教授，已於 85 年提出研究報告指出，「為有效運用有限的經費及研究人力，建議日後研究重點應聚焦於 17 個項目，其

中第一項為：各類學生在學習科學概念、過程技能與解決問題所採的策略與過程之研究；第二項：科學概念改變之條件與過程之研究；第四項：建構科學概念之各種教學策略之研究」，這些重點項目，就有三項屬於概念研究範疇。而科教處也曾多次邀請國際知名的概念研究學者來台，介紹科學概念研究的方法論與實證研究經驗，說明學童可能具有之各種科學迷思概念，藉此號召國內學者對「概念改變」的教學策略之研究與發展。緣此，當前科教研究的大方向之一，乃在於群策群力，繼續探究學童科學概念之國際化研究派典，期使概念研究的成果資料庫更趨健全。

當代幾十年來的教育研究，部分在國際化趨勢下，幾由西方理論主導，因未能植基於本土化的教育知識與文化情境，常常造成只有研究形式的移植（楊深坑, 1999）。今後的教育研究，應深思主體性與本土化的新焦點，謀求體用合一。新制的九年一貫課程，已於九十年九月正式上路，採跨國小國中同步實施，科教研究若能配合教育改革動向，選取課程內容素材進行基礎研究（註 1），提供課程編製參考資源，是可落實科學教育研究的本土化。

在「自然」領域中，電的交互作用是主要的內容之一，國小階段有關電的探討是以直流電為主，電源來自於電池，所以只要關於電的學習單元，就會使用到電池；在「生活科技」的領域中，許多家電產品，例如手電筒、各種電器的遙控器，電池亦是不可或缺；另外在學童的生活經驗裡，軌道車、隨身聽、手錶、電子雞、怪獸對打機等電玩、甚至會發出聲光的運動鞋等，更是離不開電池。因此學童電池與電路相關概念的學習，不論在課程面或是生活面，皆顯示其重要性。

國內外科學教育的相關研究，顯示物理中的電學部份很重要，但也較難教和難學（葉俊豪, 1994; Garnett & Treagust, 1992a; Viard & Francoise, 2001）；另一方面也顯示化學領域電化學這一部份，屬於較無法直接觀察的抽象概念，也是學生感覺較難學習的概念之一（廖怡雯, 1999; Garnett & Treagust, 1992b; Sanger & Greenbowe, 1997）。許多已發表的兒童概念研究中，物理類佔 70%，生物類 20%，而化學類只佔了 10%（Treagust, 2000），Butts 和 Smith（1987）曾針對學生調查 50 個化學概念的學習困難度，結果發現電池是學生感到最困難的概念之一，另外 Finley, Stewart 和 Yarrch 的研究也得到類似的結果（Garnett & Treagust, 1992a）。本研究主題概念「電池」，在科學概念研究社群中，雖然不是專家學者爭相研究的明星概念如基因、牛頓力學等，但因其屬於電化學的主要內容，而且在國小課程中是結合在電學單元中，兩者交集之下，產生另有概念的可能性大增，相當值得研究。更何況國內外做過電池相關概念研究的報告極少，針對國小學童從事電池概念研究的更是闕如，因此突顯從事這項研究的開創性。

九年一貫課程已實施，教師應具備研究課程、編撰教材的能力；若以科學與其它學科相比，其學科內容幾乎成倍數增長。郭重吉（2000a）在科學教師的專業發展上，指出科學教師應該要具有終身學習的體驗與能力，並且利用科教研究來改進教學實務。Gunstone（2000）指出自 1975 年 Lawrence Stenhouse 首先倡言「教師亦是研究者」(Teachers as Researchers)，類似的理念如 “Science Teachers as Researchers”（McGonigal, 1999）、“Researchers as Teachers”（Tobin, 1999）等研究理念與行動亦日漸興盛，各國的中小學的科學教師從事各種科學教育研究，已逐漸普遍化。本研究採 Varelas 和 Pineda（1999）

的合作式教師行動研究計畫（Collaborative Teacher Action Research Project），結合較學術理論專業的科教學者，與具十多年實務教學經驗之現職國小自然教師，從事與科學教學實務密切相關的兒童概念研究，並藉由探究的過程，重新省思教學歷程的良窳，和現在與未來的教學可逐步改善與創新的方向，落實行動研究理念的實踐。

二、研究目的

(一)瞭解國小高年級學童電池相關的概念與類型。
(二)發展國小高年級學童電池概念之雙層選擇題式診斷工具。
(三)歸納性別與年級和概念了解之關係。

三、研究問題

(一)如何進行開放性問卷與晤談，以及再藉以發展、實施雙層診斷測驗？
(二)國小高年級學童的電池另有概念與類型有哪些並試著瞭解其與性別之關係？
(三)如何提供成果與建議於科學教育課程編製、教學與相關研究做參考？

相關文獻探討

一、兒童科學概念的理論研究

近二十年來兒童科學概念的研究，在以建構主義的知識論與學習論為理論基礎下，已成為科學與數學教育最大的影響力量。「概念改變」也變成了「科學學習」的同義詞（Mortimer, 1995）。由於相關的概念研究數量龐大，僅就最近幾年的研究中，歸納較具綜合性的成果，做為本研究之基礎與參考。有關兒童科學概念的研究類型，Duit 在 1993 年曾經就過去二十五年來所有從事兒童科學概念的研究成果約 3000 篇做分類，區分成四大類（Beeth, 1997）：

(一)概念成因的探討
(二)概念如何改變
(三)概念研究工具的發展
(四)實證性探究兒童的各種迷思概念

邱美虹（2000）指出兒童科學概念上的學習困難，原因為下列四點：1 受到個人經驗的影響；2 概念本身是抽象的；3 概念本身是複雜的；4 概念本身是微觀的。Pfundt 和 Duit（1991）則回顧近 2000 篇的概念研究指出，許多迷思概念都很難改變，因為學童或成人的科學概念具有 5 種特質：1 個人的（personal）；2 固執的（persistent）；3 強韌的（robust）；4 一致的（consistent）；5 穩定的（stable）。姜嘉瑤（2000）針對「個人的」這項概念改變困難因素，深入做不同學習風格的兒童在概念改變的學習情形之研究，發現除了隨機應變型的學童較能達成概念改變外，整體理解型、逐步進行型與學習困難型學童均未能達到真正理解的概念改變。

二、國內外有關電池概念的實證研究

筆者曾就國內外有關電池概念的實證研究作一回顧（李賢哲和張蘭友, 2001），例如：陳啟明（1991）以封閉式的紙筆測驗，探究 263 位高一學生在直流電路上的主要迷思概念；楊文金（1992）對 171 位國小教師以紙筆測驗施測，再與其中 39 位作進一步晤談，研究結果呈現國小教師對於基本電路的概念特性；陳瓊森（1993）利用二段式紙筆測驗，並輔以結構性晤談，探究 24 位高一學生在直流電路的概念結構；王淑琴（1993）對 109 位修畢普通物理的大學生進行開放式的紙筆測驗，再從中挑選六位具有代表性的學生個別進行 DOE（Demonstration，Observation，Explanation）晤談，研究結果顯示大學生在電學方面有共通的另有架構；葉俊豪（1994）

對高二學生 83 位進行自行發展的直流電概念測驗與直流電路計算測驗，再挑選樣本進行半結構性的晤談；廖怡雯（1999）以自行編寫的電化學補充教材先對一班國三學生（N = 25）進行教學，再運用短時間群集評量與半結構式晤談的設計來研究迷思概念，發現學生在補充教材教學後仍然存有為數不少的迷思概念，其來源可能是學生同時學習物理電學和電化學、學生先備知識的不足、補充教材編排上的缺失。

以國小學童為對象做有關電池概念研究的，則是林靜雯（2000）以電流通路及能量為教學主題，選取國小四年級學生 32 名來進行概念改變的準實驗研究，其結果中與本研究相關的部分如下幾點：

(一)教學前大部分四年級學童對電流並不具任何類比模式，而若持有具體表徵，則以「水流」為最，且極易引發。

(二)影響學童電流心智模式的因素，主要即為

1. 視電池為一儲存槽，應發出固定電流或燈泡應得到固定電流
2. 資源消耗模式
3. 分配電流的觀點
4. 順序推理模式
5. 節點的影響
6. 電路圖形的表徵
7. 封閉通路的概念

(三)唯物類比並非阻礙學童概念改變的主因，而真正妨礙學童概念改變的是其將電流視為物質的預設。

在國外有關電池概念的研究，較常附屬在電學概念的研究中，Osborne（1983）針對 8 至 12 歲的學童，直接給予乾電池、電線、燈泡，請學童操作與連接好電路使燈泡發亮，結果呈現學童具有四種單一電池極點或燈泡接點的迷思模式：

(一)電池正極直接碰觸燈泡基座。

(二)電池正極連接一條電線到燈泡基座。

(三)電池正極連接一條電線回到電池負極，然後把燈泡基座與電池正極相碰觸。

(四)電池正極和負極各連一條電線到燈泡，但都接在燈泡的基座端。

Maichle（1981）則是探討學生在直流電路中，電池的電流如何傳遞的概念，大樣本的調查結果，發現 85% 的 13 至 15 歲學童，以及 36 位的大學生當中有 15 位，具有下列兩種迷思概念：

(一)每一顆新電池中已儲存好確定量的電流。

(二)這些在電池中的電流，一段時間後會被電器用品給消耗掉。

而進一步探究電流如何被消耗掉的方式時，學童具有下列幾種模式：

(一)單極模式：電池正極流出電流，到燈泡處因發亮完全消耗。

(二)衝突模式：電池正負極各流出電流到達燈泡使燈泡發亮。

(三)變弱模式：串聯兩顆燈泡時，正極端的電線電流較強，靠近正極的燈泡也較亮。

(四)分享模式：串聯兩顆燈泡時，正極端的電線電流較強，負極端的電線電流較弱，但兩顆燈泡一樣亮。

Asami，King 和 Monk（2000）曾針對日本 10 歲和 11 歲的國小學童探查在直流電路概念上的理解，以準實驗研究法透過實驗組和控制組在教學的前後測，證明經由教師探查得知學童具有的心智模式，再據以實施引導學童自我探索特殊心智模式的教學後，呈現出顯著的進步。研究歸納學童持有的心智模式如下：

(一)單一電極或電源-載體模式：電路上的載體和電池間只有單一的導線連接。

(二)衝突電路模式：已認知兩個終端與兩條導線是需要的，但仍沒有完整的電路。

(三)減弱模式：當一個封閉的電路通過連接的載體後，電流變弱了。

(四)分享模式：電流是依據電路上元素的特性而被分享消耗。

Garnett 和 Treagust（1992b）較早以電池做為概念研究主題，對象是高中三年級學生，針對電池和電解概念先發展出各主題的命題知識敘述（Propositional Knowledge Statements），再據以設計晤談原案（Interview Protocol）進行晤談。結果顯示高中學生具多樣的迷思概念，其中有 5 種涉及關於電路的另有架構，此架構建基在電流含有許多漂流的電子，電子甚至會漂流到電解液中。另外，對於陽極、陰極的符號，學生最易形成的迷思概念，相對於國內的情況，值得進一步探討。大學層級部分，Sanger 和 Greenbowe（1997）針對 16 位化學系的大學生以晤談來探究電池、電解電池和濃差電池的迷思概念。結果發現，學生的迷思概念具共通性，例如電子會流經過鹽橋和電解液來完成整個循環；電極上的 “+” 和 “–” 這兩種符號代表電子的電荷，“+” 極上有正電荷，“–” 極上則有負電荷；另外半電池的電位是孤立的，可被用以預測各自半電池的反應能否自然發生。

針對科學（例如電學）之概念學習，其成就與性別關係的相關文獻，卻出現較多元化的結果，例如 Javanovic，Salano-Flores 和 Shavelson（1994）的研究結果曾結論，男學童的電學成就往往優於女學童；但也有研究結果顯示，性別並未造成學習電學成就之明顯差異（Tveita, 1997）。筆者竊認，許多因素可能造成學習成就之差異，例如文化背景、學習環境和家庭期望等，實有待更進一步之比較與探究。

三、概念研究的方法論

科學概念研究從 1970 年迄今，從理論的研創到實證性的調查研究，已發展出許多研究方法。White 和 Gunstone（1992）指出，「測驗的型式」和「什麼被教、什麼被學」有直接的關係，因此用多元的方式去收集學生對科學的理解應有其必要性。筆者逕聚焦於本研究較相關之診斷性測驗（Diagnostic Assessment）部分，它主要包括：

(一)傳統選擇題型式（Conventional Multiple-Choice）

診斷學生各種概念或認知，這是最常採用的方法之一（Haslam & Treagust, 1987）。由於工具開發及施測時間之特性，利於大樣本的施測，並易於資料的統計分析。但缺點在於無法深入瞭解學生，探出選擇各項概念選項的背後理由和想法，故只知其迷思概念是什麼，而不知其為什麼這麼認為。

(二)簡答題型式（Constructed-Response or Free-Response）

或可稱「開放式問卷」，這也是概念研究常用方法之一（Bell, Lederman & Abd-El-Khalick, 2000; BouJaoude, 2000; Treagust, 1988）。優點是最能明確具體的收集到學生的概念想法，唯施測需很長的時間，恐使學生厭煩而隨便填答以致影響信效度，收集之資料整理與分析亦需相當功夫。

(三)雙層選擇題型式（Two-Tier）

本研究採由 Treagust 和 Haslam（1986）發展出之類型，其填答時間較短，資料分析也較易，並兼顧探出理由敘述，兼取晤談法質性和測驗法量化的優點，因此許多研究者均以此工具作概念的診斷（王龍錫和張靜儀, 1993; 許健將、郭重吉和李成康, 1996; Bar & Zinn, 1998; Garnett & Treagust, 1992a, 1992b;

Harrison, Grayson & Treagust, 1999; Haslam & Treagust, 1987; Peterson & Treagust, 1989; Treagust, 1988）。Treagust（1988）將發展雙層選擇題式診斷性測驗的流程分為三階段十步驟，簡述如下：

1. 定義內容階段
   步驟 1 確認命題敘述
   步驟 2 發展概念圖
   步驗 3 建構命題知識和概念圖之間的關聯
   步驟 4 效化內容
2. 獲得學生迷思概念的資料階段
   步驟 5 檢定相關文獻
   步驟 6 進行無結構式的學生晤談
   步驟 7 發展多重選擇題，內容選目包括自由回答部分
3. 發展診斷性測驗階段
   步驟 8 發展雙層選擇題式診斷性測驗
   步驟 9 設計細目檢核架構表
   步驟 10 繼續不斷修訂

本研究亦採取與學習發展此工具來探究學童電池相關概念（註 2），但在發展的步驟上做小幅度的改變，例如步驟 6 的無結構式晤談，經多方研商與斟酌改採擬定晤談題幹之半結構式晤談。

國小學童電池概念之診斷

一、研究方法與步驟

本研究藉由晤談、開放式問卷和雙層選擇題式診斷測驗，來探究國小高年級學童對電池所持有的概念，由於部分內容尚符目前國小相關課程，因此所探知的結果，包括先前概念、迷思概念或另有概念。經一年流程，意圖兼顧質化與量化，採類似雞尾酒式的併用工具，俾能使多面向蒐集的資料具有互補性，結果詮釋也能更可靠。為避免因採取三種工具設計，而使每一種工具所得資料的可靠性受影響，研究者對晤談、開放性問卷與診斷測驗每一種研究工具，均採取研究社群普遍實施的方法來進行信效度的考驗，主要流程如圖 1 所示。概念類型之分析則參考國內外相關研究，如邱美虹（2000），Asami 等人（2000），Maichle（1981）和 Osborne（1983）。

二、研究對象

本研究的樣本群限於高雄縣市、屏東縣市和台南縣市的國小五和六年級學童。對象分成：(一)雙層選擇題式診斷性測驗之預試研究樣本計 71 人；第二階段再就同校五年級和六年級各隨機抽取一班，進行診斷測驗的重測信度分析預試，相隔 10 天之後，再就相同進行第二次預試。樣本計 78 人；(二)雙層選擇題式診斷性測驗正式施測樣本，以台南縣市、高雄縣市、屏東縣市之國小為母群，以隨機方式抽取各校五和六年級各一或兩班進行施測，樣本數共計 15 校 30 班 1007 人。

三、工具

本研究採郭重吉（2000b）晤談工具發展模式，先發展命題敘述及概念圖做依據，再發展晤談題幹、開放性問卷與雙層選擇題式診斷測驗，做為主要的研究工具，茲將開發的程序及內容簡述如下：

(一)國小電池概念之命題敘述、國小電池概念之目標概念圖、晤談題幹和雙向細目表（如李賢哲等, 2001）。為了因應國小學童認知發展，將一般概念研究常用的事件或事例晤談稍做改變，融入皮亞傑式的臨床操作晤談，以及繪圖、POE 晤談等技術，從學童的多元活動與口語中，探究對電池概念的理解。

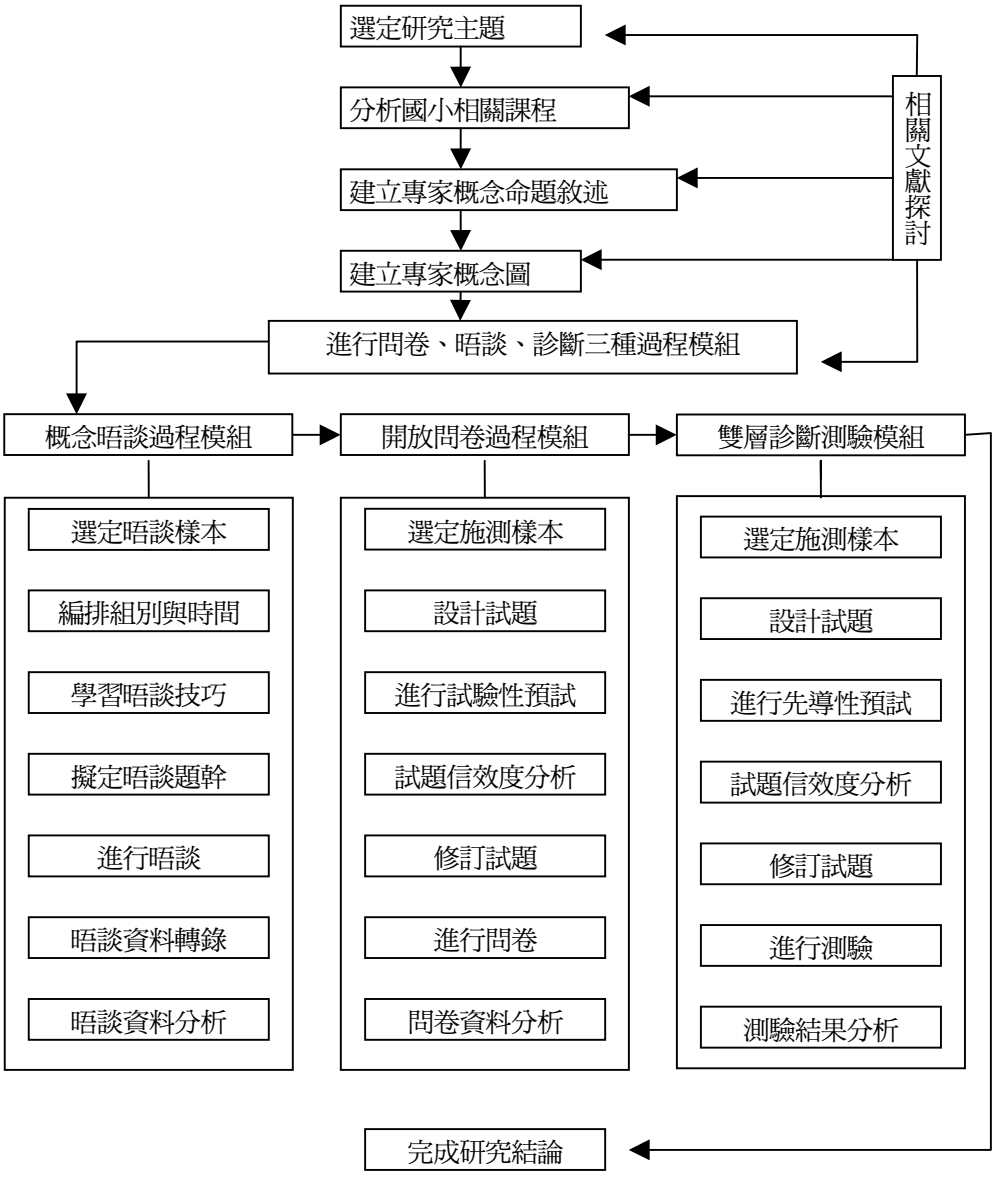


圖 1：研究流程圖

(二)開放式問卷

本研究根據電池概念命題敘述、概念圖與精簡晤談題幹，經專門學科教授、科教學者與國小資深自然教師審查修正，並預試後以作為定稿之依據（註 3）。因此，共 14 題試題，分成甲乙兩卷，抽樣受測的班級學童一次只填答一份試卷—甲卷或乙卷，同班級學童施測相隔二至三天。彷晤談原則，希填答題目減少，相對時間增加的客觀條件下，能使學童的回答較為詳盡，所得之學童想法也更具信效度。

(三)雙層選擇題式診斷測驗

本研究發展出的雙層選擇題式診斷測驗工具，係綜合過往研究文獻、國小現行課程

表 1：雙層選擇題式診斷測驗題目（詳如附錄一）與本研究命題敘述雙向細目表

題號	題旨與對應之概念命題敘述	題目敘述
1	兩極構造與辨識 1-3 電池的兩極分成正極和負極。 1-4 電池的正極符號是『+』，負極的符號是『−』。 1-5 有些電池的正極是凸的，負極是平的，有些不是。	電池的外部構造有兩極，分別稱為北極（N）和南極（S）？
2	內部是化學物質 1-2 電池的構造主要有兩電極和內部的多種化學物質。	電池內部裡，『電』是否早已經聚集在一個專門儲存的區域？
3	化學反應產生電流 2-1 電池在通路時，化學物質進行化學反應而產生電（流）。	電池是否要在連接電線燈泡形成通路的情形下，才會產生『電』或電流？
4	反應物的消耗 2-2 電池的電（流）從正極流出，順著通路流回負極 2-3 電池流出的電，循環電路一圈不會減少 6-4 電池沒電了是因化學反應不再進行，而不是電被消耗掉	電池用久之後，裡面的『電』會消耗完嗎？
5	乾電池屬性 3-5 乾電池的內部化學物質呈黏稠、糊狀。	『乾電池』可以使用嗎？
6	廢電池屬性 6-2 電池內含化學物質，燃燒可能會產生危險的化學反應 6-5 廢電池屬於有毒廢棄物，為避免污染要依規定回收處理	已使用過的廢電池是屬於一般垃圾嗎？
7	電能轉換光能 2-4 電（流）通過燈泡時會劇烈碰撞，此能量轉換而產生光。	電池產生的電流通過電路上的燈泡時，電會消耗減少嗎？
8	電池並聯特性 4-5 兩個電池串聯，如果一個接錯，會形成斷路燈泡不亮 4-6 兩個電池並聯，如果一個接錯，仍有通路燈泡仍然會亮	兩個電池並聯時，如果其中的一個電池完全壞了，電路中的燈泡還會亮嗎？
9	電池串聯時間 5-3 兩個電池串聯時，電池的使用時間會減少 5-4 兩個電池並聯時，電池的使用時間會增加	串聯兩個電池連接一個燈泡，和單獨一個電池連接一個燈泡，測量電池的使用時間，兩個電池串聯的那一組，時間是否會比較長？
10	電池串聯亮度 5-1 兩個電池串聯時，燈泡的亮度會增加 5-5 電池串聯太多，電（流）太強可能會燒壞燈泡	同上第九題，串聯兩個電池連接一個燈泡，和單獨一個電池連接一個燈泡，比較燈泡的亮度，兩個電池串聯是否會比較亮？

標準與教材內容、本概念主題之關鍵命題敘述、概念圖、晤談與開放式問卷二階段研究所得資料，據以編製，再經過學童預試、先導研究、國小多位自然教師與相關教授的建議，多次修正而成。本診斷測驗共 10 題，測驗題本格式與指導語載於附件，題目與主題概念命題敘述之雙向細目表，如表 1 所示。

研究結果與討論

晤談部分的資料結果與分析（李賢哲等, 2001），謹將晤談歸納之主題與概念類型，如表 2 所示，本文則聚焦於雙層選擇題式診斷測驗資料之結果與討論。樣本的原始資料經過編碼轉換後，以 SPSS 統計軟體，處理各層組合得分（註 4）。以各題交叉表來分析各試題首層和次層學童答題配對的各組合百分比，繼討論學童的概念類型或初步成因分析。最後將學童的電池概念的施測得分，與學童的屬性資料，例如年級、學校行政區域、性別等等，相互做單因子變異數分析（one-way ANOVA）與獨立樣本 T 檢定（T-test）（註 5），

表 2：晤談所得電池相關概念總表

概念主題	先前概念或另有概念	概念類型類型
1. 構造與組成	1-1 電池裡面有水。	名詞產生類型
	1-2 電池裡面有黑色水水的液體。	經驗誤用類型
	1-3 電池裡面有一塊鐵、鐵沙、磁粉…。	摩擦類型
	1-4 電池裡面是很多細小纏繞的電線或線圈。	微小化類型
	1-5 電池裡面是中空的，佈滿了如空氣般看不見的電。	容器類型
	1-6 電池的正負極，看它是凸凸的還是凹凹的（平平的）。	經驗誤用類型
	1-7 正極就是凸凸的那一極，負極是平平的那一極。	經驗誤用類型
2. 功能與能量	2-1 電池裡面的中間有一根棒狀的東西，電就儲存在裡面。	容器類型
	2-2 電池裡面裝有圓圓的、比電池還小的東西，會產生電力。	臆測類型
	2-3 電池裡面有 2 種離子，碰撞在一起會產生電。	碰撞類型
	2-4 電先從正極跑出來，按電路順序前進，最後從負極流回電池。	順序推理類型
	2-5 電從正極和負極出來，到達燈泡就會使它發亮。	兩極同時產生電流類型
	2-6 電池從正極流出一種正電，同時也從負極流出另一種負電，到燈泡處會合，使燈泡發亮。	兩極兩種電流類型
	2-7 電池從正極流出電和另一種成分，那種成分使燈泡發亮，電則順著電路循環一圈回到負極。	衝突類型
3. 分類與定義	3-1 乾電池就是一種電池，裡面是乾乾的。	名詞產生類型
	3-2 乾電池是指用過的電池，已經沒有電的電池。	名詞產生類型
	3-3 凡是市面上看到的那些 1、2、3 號等電池形狀，都是乾電池。	經驗誤用類型
	3-4 電瓶是一種馬達。	記憶錯誤連結
	3-5 充電就是把電灌回電池裡面去。	濾器類型
4. 電路與連接	4-1 電池串聯和電池並聯畫反了。	衝突類型
	4-2 電池並聯負極那一端沒導線連至燈泡。	單一電極類型
	4-3 電池串聯並聯對燈泡的效果其實都一樣，只是連接方式不同而已。	電池提供固定電流類型
	4-4 電池並聯時，一個電池損壞燈泡就不會亮了。	流遍類型
	4-5 電池並聯時，一個電池損壞時，燈泡只接收一個電池的電力，會比較暗。	流遍類型
5. 電力與電量	5-1 電池串聯使用時間和一個電池時相同。	臆測類型
	5-2 電池串聯會讓燈泡更亮、時間也更久。	直觀類型
	5-3 串聯的時間比較長，並聯的時間比較短。	直觀類型
	5-4 電池愈大，電力愈強，接的燈泡會比較亮。	直觀類型
	5-5 充電電池比較強，因為大家都是用它來比賽軌道車。	經驗誤用類型
	5-6 鹼性電池電力最強，電量也最多，電視都有講。	經驗誤用類型
6. 本質與處置	6-1 電從正極出來，到燈泡處轉成光能，電就用完了。	消耗類型
	6-2 電池的電會在燈泡的燈絲處漸漸消耗完。	消耗類型
	6-3 電池的電就像車子的汽油，愈用愈少就當然沒有了。	消耗類型
	6-4 電池可以回收，由工廠像再生紙一樣再做成再生電池。	再生類型
	6-5 電池要回收，因為中間的液體可以換新的。	再生類型
	6-6 普通的電池如果大小和充電電池一樣，要充電也可以，但效果可能較差。	經驗誤用類型
	6-7 一般的電池的電沒了，用火烤一烤就可以再繼續用幾次。	記憶錯誤類型

來瞭解不同屬性的電池概念得分，是否具有顯著的差異。而在信效度的檢驗上，信度以重測信度值為主（註 6），效度則以專家效度與內容效度為主。

一、預試

預試共 78 位學童，先後兩次相距 10 天的施測，其總分重測信度 0.569，在 0.01 顯著水準檢定下，呈顯著的相關。

二、正式施測

(一)施測樣本屬性資料統計

抽樣學校：台南、高雄、屏東三地各 5 校。每校隨機抽測五、六年級各 1 班，合計各 498 人（49.5%）和 509 人（50.5%）。男、女各計 507 人（50.3%）和 500 人（49.7%），百分比皆相近。

(二)施測樣本電池概念總分統計分析

本測驗共 10 題，第一層選項正確得 1 分，第二層選項正確得 2 分，兩層全錯 0 分，兩層全對 3 分，總分最少 0 分，最多 30 分。結果顯示，本次施測之總平均 9.09 分，最低 0 分（2 人），最高 21 分（1 人）；偏態值為 0.306，呈正偏態；峰度值為 0.068，略呈高狹峰。

(三)逐題雙層之回答組合

筆者曾就各雙層選項，統計學童之回答次數分配，據以作為各選項組合所代表的概念本質進行討論。本研究之診斷測驗，如附錄一。每題的第一層事實選項均有 3 個，第二層的想法敘述提供第七個選項，交叉排列共 21 種答項組合，平均每種組合的隨機機率值稍低於 5%。因此，若回答超過 10% 的答項組合，即列入具代表性的概念類型。茲就各題兩層選項的交叉表（各表中，㊣代表正確的組合），逐題分析討論如下：

第 1 題：兩極構造與辨識

電池分成正負兩極，屬低年級的課程內容，各年級的相關課程也常應用此一概念。從表 3 顯示，59.4% 的學童第一層選「是」，認為電池可分成北極和南極；第二層選 E，也就是電池兩極以電學符號分辨的學童有 26.2%，但其中卻也有 12.7% 在第一層選擇「是」，亦兩極可分成北極和南極，造成上述兩種答題現象的主要原因應是對概念認知沒有把握，而與其它科學專門術語如北極和南極混淆了。而第二層想法敘述選 4，認為電池分成北極南極的，佔 12.8%，應屬「記

表 3：診斷測驗第一題雙層答項組合交叉表

兩極首層 * 兩極次層 交叉表

			兩極次層							
			1	2	3	4	★5	6	7	總和
兩極首層	對	個數	54	80	89	94	128	145	8	598
		總和的 %	5.4%	7.9%	8.8%	9.3%	12.7%	14.4%	.8%	59.4%
	★不對	個數	20	16	113	28	㊣ 126	57	1	361
		總和的 %	2.0%	1.6%	11.2%	2.8%	12.5%	5.7%	.1%	35.8%
	不知道	個數	5	4	6	7	10	11	5	48
		總和的 %	.5%	.4%	.6%	.7%	1.0%	1.1%	.5%	4.8%
總和		個數	79	100	208	129	264	213	14	1007
		總和的 %	7.8%	9.9%	20.7%	12.8%	26.2%	21.2%	1.4%	100.0%

憶誤植類型」；選擇以外形凸凹分辨正負極佔 20.7%，其概念可規入「經驗誤用類型」。而 21.2% 學童選擇兩極可分成正負、陰陽和南北極，則是典型的通吃型—「混合類型」，每種說法皆可，逕自將電學的正負極、磁學的南北極和化學的陰陽極混淆在一起了。

第 2 題：內部之化學物質

如表 4 所示，13.8% 學童認為電池內部是一粒粒的鐵沙、鐵粉或電沙，與第三題選擇以鐵粉摩擦生熱的 12.5% 頗接近，屬於「摩擦類型」；高達 66.7% 的學童第一層選擇電早已儲存在電池的一個區域裡，具有視電池為「容器的概念類型」。13.6% 的學童選項組合為（1，5），認為電池的電早已儲存在中央的一根棒狀物質中，更把存電區的概念與觀察或閱讀的經驗結合了。

第 3 題：化學反應產生電流

如表 5 所示，第一層選項，89.1% 學童回答正確，鑑別度較低，認為電池於通路時才產生電流，但第二層的想法敘述較分歧，

表 4：診斷測驗第二題雙層答項組合交叉表

內部首層 * 內部次層 交叉表

			內部次層							
			1	2	3	4	5	★6	7	總和
內部首層	有	個數	60	86	60	73	137	243	7	666
		總和的 %	6.0%	8.5%	6.0%	7.2%	13.6%	24.1%	.7%	66.1%
	★沒有	個數	23	28	14	32	29	㊣ 85		211
		總和的 %	2.3%	2.8%	1.4%	3.2%	2.9%	8.4%		21.0%
	不知道	個數	16	25	11	14	12	40	12	130
		總和的 %	1.6%	2.5%	1.1%	1.4%	1.2%	4.0%	1.2%	12.9%
總和		個數	99	139	85	119	178	368	19	1007
		總和的 %	9.8%	13.8%	8.4%	11.8%	17.7%	36.5%	1.9%	100.0%

表 5：診斷測驗第三題雙層答項組合交叉表

電流首層 * 電流次層 交叉表

			電流次層							
			1	2	3	★4	5	6	7	總和
電流首層	★會	個數	121	111	105	㊣ 289	164	101	6	897
		總和的 %	12.0%	11.0%	10.4%	28.7%	16.3%	10.0%	.6%	89.1%
	不會	個數	4	9	17	23	12	9	1	75
		總和的 %	.4%	.9%	1.7%	2.3%	1.2%	.9%	.1%	7.4%
	不知道	個數	1	5	5	9	3	2	10	35
		總和的%	.1%	.5%	.5%	.9%	.3%	.2%	1.0%	3.5%
總和		個數	126	125	127	321	179	112	17	1007
		總和的%	12.5%	12.4%	12.6%	31.9%	17.8%	11.1%	1.7%	100.0%

顯示出雙層診斷測驗或能分離出學童內在深層的概念想法。10.4% 認為是電池在商店賣出前，工廠已將電池內部充滿電了。16.3% 認為電原本在內部線圈或導電體中靜止不動，一到通路時便會流出；10% 的學童則是電原在內部快速不停到處流動，一接上電線就往外流出，上述三類概念類型承續上一題的「容器類型」，後兩者對電的狀態描述一靜一動，配合本身不同的科學基礎想法。也有 12% 的學童認為電是由電池內的小發電器進行運轉所產生，是典型的「微小化類型」。

第 4 題：反應物的消耗

如表 6 所示，89.1% 學童具有文獻中共同的研究發現—「消耗類型」，電池裡的電會愈消耗愈少。（1，1）和（1，2）的選項組合均屬「直觀類型」，例如「電池具有固定容量的電」和「電池愈大，電會愈強和愈多」。15.8% 學童選項組合（1，6），認為人們常說沒電了，可見電池裡面的電會慢慢消耗完，屬於一般日常用語所造成的概念類型—「生活用語類型」。

表 6：診斷測驗第四題雙層答項組合交叉表

消耗首層 * 消耗次層 交叉表

			消耗次層							
			1	2	3	★4	5	6	7	總和
消耗首層	會	個數	293	187	89	130	31	159	8	897
		總和的 %	29.1%	18.6%	8.8%	12.9%	3.1%	15.8%	.8%	89.1%
	★不會	個數	10	10	7	㊣ 28	7	10	5	77
		總和的 %	1.0%	1.0%	.7%	2.8%	.7%	1.0%	.5%	7.6%
	不知道	個數	4	6	4	6	2	3	8	33
		總和的 %	.4%	.6%	.4%	.6%	.2%	.3%	.8%	3.3%
總和		個數	307	203	100	164	40	172	21	1007
		總和的 %	30.5%	20.2%	9.9%	16.3%	4.0%	17.1%	2.1%	100.0%

表 7：診斷測驗第五題雙層答項組合交叉表

乾電池首 * 乾電池次層交叉表

			乾電次層							
			★1	2	3	4	5	6	7	總和
乾電池首	★可以	個數	㊣ 217	42	75	220	42	142	5	743
		總和的 %	21.5%	4.2%	7.4%	21.8%	4.2%	14.1%	.5%	73.8%
	不可以	個數	25	119	11	21	13	26		215
		總和的 %	2.5%	11.8%	1.1%	2.1%	1.3%	2.6%		21.4%
	不知道	個數	8	10	3	6	2	7	13	49
		總和的 %	.8%	1.0%	.3%	.6%	.2%	.7%	1.3%	4.9%
總和		個數	250	171	89	247	57	175	18	1007
		總和的 %	24.8%	17.0%	8.8%	24.5%	5.7%	17.4%	1.8%	100.0%

第 5 題：乾電池屬性

如表 7 所示，乾電池的概念，在開放式問卷顯著呈現「名詞產生類型」的概念類型。21.8% 學童認為乾電池內部物質是乾粉狀或塊狀，可以使用；11.8% 學童認為乾電池是已經用完、沒有電了的電池，不能使用了；也有 14.1% 的學童選擇（1，6），雖知乾電池可以使用，但以為專指市售普通、不能充電的電池，其概念的形成類型屬於「經驗誤用類型」。

第 6 題：使用過電池之屬性

如表 8 所示，本題屬已用畢電池回收之概念，呈現出高百分比的「再生類型」。例如 27.3% 學童勾答（2，3），認為廢電池可裝填裡面的原料，製成再生電池；選（2，5）的學童佔 15.6%，認為廢電池經過回收工廠再充電可再利用；而 13.8% 學童認為電池含有水銀與鉛之成份，類似鐵鋁罐類的回收機制。

第 7 題：電能與光能轉換

如表 9 所示，與第四題的結果類似，亦

表 8：診斷測驗第六題雙層答項組合交叉表

回收首層 * 回收次層交叉表

			回收次層							
			1	2	3	★4	5	6	7	總和
回收首層	是	個數	21	21	32	21	9	8	3	115
		總和的 %	2.1%	2.1%	3.2%	2.1%	.9%	.8%	.3%	11.4%
	★不是	個數	31	139	275	㊣ 193	157	42	11	848
		總和的 %	3.1%	13.8%	27.3%	19.2%	15.6%	4.2%	1.1%	84.2%
	不知道	個數	4	9	3	8	8		12	44
		總和的 %	.4%	.9%	.3%	.8%	.8%		1.2%	4.4%
總和		個數	56	169	310	222	174	50	26	1007
		總和的 %	5.6%	16.8%	30.8%	22.0%	17.3%	5.0%	2.6%	100.0%

表 9：診斷測驗第七題雙層答項組合交叉表

轉能首層 * 轉能次層交叉表

			轉能次層							
			1	2	3	4	★5	6	7	總和
轉能首層	會	個數	407	41	127	158	55	80	12	880
		總和的 %	40.4%	4.1%	12.6%	15.7%	5.5%	7.9%	1.2%	87.4%
	★不會	個數	15	17	8	11	㊣ 10	15	2	78
		總和的 %	1.5%	1.7%	.8%	1.1%	1.0%	1.5%	.2%	7.7%
	不知道	個數	3	8	7	4	5	4	18	49
		總和的 %	.3%	.8%	.7%	.4%	.5%	.4%	1.8%	4.9%
總和		個數	425	66	142	173	70	99	32	1007
		總和的 %	42.2%	6.6%	14.1%	17.2%	7.0%	9.8%	3.2%	100.0%

出現「消耗類型」的概念類型。87.4% 認為電池電路中的燈泡發光時，電會消耗減少；至於怎麼消耗呢？40.4% 學童屬於兩極同時發出兩種電流類型；12.6% 學童認為電變成了光；15.7% 學童則認為在電線上、燈泡中都會消耗，只不過燈泡發光時消耗更多。

第 8 題：電池並聯特性

如表 10 所示，第一層選項中，40.1% 學童認為電池並聯連接一個燈泡，如果其中一個損壞，燈泡就不會亮；其中 16.4% 持有的理由為「電池一壞，就會影響電的流動」，屬「直觀類型」，13.5% 的學童認為電流會流經所有的電路，因此電流到壞掉的電池處，會造成斷路，屬典型的「流遍類型」。而在第一層選擇正確的 53.1% 學童中，第二層理由選擇正確項目 3 只剩 11.4%，有 23.3% 選擇 5，兩者敘述的概念差別在於燈泡的亮度，前者是正確敘述，亦即燈泡亮度不會因一個電池壞掉而減少；後者認為一個電池壞掉會比較暗，持有直觀類型。也有 10.9% 學

表 10：診斷測驗第八題雙層答項組合交叉表

並聯首層 * 並聯次層交叉表

			並聯次層							
			1	2	★3	4	5	6	7	總和
並聯首層	★會	個數	51	27	㊣ 115	67	235	34	6	535
		總和的 %	5.1%	2.7%	11.4%	6.7%	23.3%	3.4%	.6%	53.1%
	不會	個數	165	136	23	35	23	20	2	404
		總和的 %	16.4%	13.5%	2.3%	3.5%	2.3%	2.0%	.2%	40.1%
	不知道	個數	4	4	6	8	8	14	24	68
		總和的 %	.4%	.4%	.6%	.8%	.8%	1.4%	2.4%	6.8%
總和		個數	220	167	144	110	266	68	32	1007
		總和的 %	21.8%	16.6%	14.3%	10.9%	26.4%	6.8%	3.2%	100.0%

表 11：診斷測驗第九題雙層答項組合交叉表

串時首層 * 串時次層交叉表

			串時次層							
			1	★2	3	4	5	6	7	總和
串時首層	會	個數	330	46	47	71	65	73	8	640
		總和的 %	32.8%	4.6%	4.7%	7.1%	6.5%	7.2%	.8%	63.6%
	★不會	個數	32	㊣ 110	85	18	13	11	3	272
		總和的 %	3.2%	10.9%	8.4%	1.8%	1.3%	1.1%	.3%	27.0%
	不知道	個數	13	7	5	8	10	11	41	95
		總和的 %	1.3%	.7%	.5%	.8%	1.0%	1.1%	4.1%	9.4%
總和		個數	375	163	137	97	88	95	52	1007
		總和的 %	37.2%	16.2%	13.6%	9.6%	8.7%	9.4%	5.2%	100.0%

童，認為燈泡的電，平均來自並聯的兩個電池，既然一個電池壞掉，會形成一陣子亮、一陣子不亮的閃爍現象。

第 9 題：電池串聯與使用時間

如表 11 所示，63.6% 學童於第一層選項認為電池串聯，使用時間會較久。其中第二層選 1 的又佔了 32.8%，應屬「直觀類型」概念類型，認為電池數目增加，時間也應呈正比增加。選擇正確答項組合（2，2）的學童只佔 10.9%，或也顯示學童對於電池串聯特性的學習，能提供教師參考與加強之部分。

第 10 題：電池串聯與亮度

如表 12 所示，72.2% 學童於第一層選擇正確的回答，認為燈泡接串聯電池，應會較亮；其中選擇正確組合（1，4）有 19.2%；16.8% 學童認為電池串聯和電池並聯具相同的效應，能使燈泡變亮和時間變長；24.4% 學童則選擇「串聯愈多個，亮度愈亮」，概念雖屬正確，但不夠完整，未如正確選項 4，能進一步瞭解串聯個數應有限制，過多可能會使燈泡燒壞。

(四)不同年級對電池概念了解之比較

獨立樣本 T 檢定之結果顯示，五和六年級概念總分平均分別為 9.12 和 9.05，雖略微減少，但 t 檢定值為 0.311，雙尾顯著性 p 值 0.756，未在 0.05 以下。因此，五、六年級的概念總分並無顯著差異。值得探究的層面或是，六年級學童比五年級多修習一年的自然科學課程、其成就應高於五年級學童之基本學理下，為什麼六年級在電池概念的診斷測驗中，概念表現只與五年級幾相近？參照張容君和周進洋（2001）的燃燒概念診斷測驗研究結果，也發現國一國二國三這三個年級學生的迷思概念大致相同，顯示學生在此方面的概念學習沒有明顯的成長。上述現象亦如同文獻所示，「另有概念的強韌不易改變特性？」或「目前科學課程教學對概念的改變與澄清成果有限？」頗值得進一步的研究。

(五)不同性別學童的電池概念比較

以獨立樣本 T 檢定統計分析結果顯示，男生總分平均為 9.01，女生為 9.17。但 t 檢定值為 -0.700，雙尾顯著性 p 值 0.484，未在 0.05 以下，表示男女概念總分間沒有顯著差異；從各題的答項組合的統計中，也發現男女生的答題類型，並無不同。在相關科學成就與性別差異研究中，楊龍立（1990）發

表 12：診斷測驗第十題雙層答項組合交叉表

串亮首層 * 串亮次層交叉表

			串亮次層							
			1	2	3	★4	5	6	7	總和
串亮首層	★會	個數	169	246	47	㊣ 193	40	22	10	727
		總和的 %	16.8%	24.4%	4.7%	19.2%	4.0%	2.2%	1.0%	72.2%
	不會	個數	33	30	40	47	18	10	4	182
		總和的 %	3.3%	3.0%	4.0%	4.7%	1.8%	1.0%	.4%	18.1%
	不知道	個數	4	5	9	12	6	14	48	98
		總和的 %	.4%	.5%	.9%	1.2%	.6%	1.4%	4.8%	9.7%
總和		個數	206	281	96	252	64	46	62	1007
		總和的 %	20.5%	27.9%	9.5%	25.0%	6.4%	4.6%	6.2%	100.0%

現科學成就與科學態度，存在明顯的性別差異。男生較喜歡數理，科學類科較喜歡物理，科學成就較女生優秀；女生較喜歡人文，科學類科較喜歡生物，對科學的態度較不積極。鄭宜真（2001）探討國小學童性別在學習科學的興趣與成就之間的關係，發現不同性別學童有不同的學習互動型態，因而與學習間具有相當之關聯性。但國外對於國小五年級學童之科學概念學習，如鐘擺（pendulum）的相關研究（Heard, Divall & Johnson, 2000），結果顯示，傳統的教學過程中，男女學童對此概念之學習成就並未出現明顯之差異。本研究結果初步呈現不同性別在電池相關概念並無明顯差異，有關性別與學習科學興趣、學習互動型態、自我效能信念、學業成就和科學概念架構的關聯，需進一步研究確認。

(六)不同地區學童的電池概念比較

單因子變異數分析（one-way ANOVA）結果顯示，電池概念總分的平均數以屏東地區 9.42 最高，高雄地區 9.12 次之，台南地區 8.70 較低。單因子變異數分析 F 檢定值為 3.449，顯著性 p 值 0.032，低於 0.05，已達顯著的水準。但因地區變項的類別有三個，尚不知那兩地區是有顯著差異的，需在進一步做事後（post hoc）多重比較（multiple comparisons），採用何種事後多重比較法又受變異數同質性的影響而不同，筆者先進行變異數同質性檢定，Levene 考驗的 F 值為 0.500，顯著性 p 值 0.607 > 0.05，表示變異數同質。因此再以變異數同質下的事後多重比較法－薛費（Scheffe）法，結果顯示台南地區與屏東地區的電池概念總分平均差異為 0.72，顯著性 p 值 0.033 < 0.05，表示平均數呈顯著差異。由此，台南地區與屏東地區學童的電池概念總分，有顯著的差異。但電池概念總分的顯著差異，不必然與地區社經水準有關，其成因有很多可能性，例如施測學校、抽樣班級、教師教學方法、施測時間和施測氣氛，尚待進一步的深入研究。

研究結論

依據本研究的過程與結果，歸納結論如下：

一、本研究針對 21 位國小高年級學童，以半結構式操作晤談來探究對於電池所持有的想法與另有概念類型，結果發現的兒童持有的電池另有概念類型可分成無特定內容（content free, CF）亦即另有概念類型並不侷限於電池，如名詞產生類型、臆測類型、記憶錯誤連結類型、直觀類型、經驗誤用類型和文化產生類型；相對的，直接與本研究主題-電池相關之特有概念類型（content specific, CS），如摩擦類型、容器類型、碰撞類型、兩極同時發出電流類型、兩極兩種電流類型、順序推理類型、濾器類型、唯物假設類型、單一電極或電源類型、衝突電路類型、流遍類型、消耗類型和再生類型。初步結果亦顯示，先前概念或另有概念的成因，以「日常生活經驗」與「學校學習活動」為主要來源。

二、本研究曾對 276 位國小高年級學童施以開放式問卷，其結果呈現學童對於電池相關概念具有十分複雜多樣的想法，對於在國小自然課程有安排、已教學過的內容，大多數的學童仍然是一知半解，持有相當典型的另有概念；而對於國小課程尚未列入、屬於學校還沒教的概念命題，則學童大多具有先前概念，而這些另有概念和先前概念常與正統科學概念相衝突，均是影響日後科學學習良窳的關鍵因素，因此要使學生對於電池相關單元能有效的學習，必須注重學生的先前概念或另有概念。

三、本研究針對台灣南部地區高年級學童，實施電池為主題的雙層選擇題式概念診

斷測驗，結果發現每題型均有半數以上學童持有先前概念和另有概念。於電池概念總分與概念類型分布情況，屏東地區與台南地區之樣本於電池概念總分，呈現顯著的差異外；不同的地區、不同的年級與不同的性別，在電池概念總分和電池相關概念類型上，無顯著的差異。

四、本研究探查出之兒童對於電池，所持有的先前概念、另有概念與概念類型，相當契合文獻探討中，其它國內外與本研究主題相近的研究結果，顯示在電池這方面的另有概念，較無國家、地域或年齡上的差異，具有相當的普含性。

研究建議

依據本研究的結論，針對國小自然科學課程的編排、教師的教學與未來進一步研究，提出幾點建議如下：

一、對課程編排的建議

(一)電池在日常生活與科學知識之間，扮演普遍、基礎性角色；在學校科學課程中，也分佈各相關電學單元內容中，操作與應用的頻率相當高。學校於擬定「自然與生活科技」領域課程計劃時，或應蒐集相關的科學教育研究資料，並邀請現任國小科學專任教師、課程與科學本科專家、科教學者與會，以將各學習素材，作妥善的課程編排。

(二)目前國小的電池與電路課程，往往較強調學童生活經驗，以實驗操作和具體觀察的教材內容為主的理念下，或造成學習順序與教材知識結構被切割、重組和前後順序置換，造成學童在學習活動進行時，有具體物可操作，玩得很高興；但由於先備知識較不足，導致遺忘或知識概念散亂無法形成架構的情形。以電池的並聯和串聯為例，若在四年級的教材，學童在組合電池並聯和串聯電路時，先備知識不足，甚至已持有相當多元有待澄清的先前概念。在按照類似食譜式實驗教學下，各小組雖都組合了電池並聯和串聯，也觀察其對燈泡亮度和時間的改變；也操作了當一個電池放歪沒有接好時，對燈泡與電路的影響。但是，在欠缺基本電池與電學原理的基礎，這些學習活動或能滿足暫時的學習目標，但較未能讓學童獲得內化的知識和建立科學概念。筆者建議科學課程的編排，除了考量學童學習特性是由具體操作漸至抽象運思外，可再思考科學知識本身的架構，不應過度搬動以造成泡沫式的學習。

(三)學童與電池相關的先前概念或另有概念，其形成原因誠如文獻探討所發現的，多源與多元，錯綜複雜。但是根據許多科學教育研究結果所呈現的，大部分另有概念可在學校教學活動中，透過概念改變教學模式和工具獲得澄清。目前由於教育政策鬆綁，教材委由民間出版商開發，期許並建請教科書出版業者與編輯群們，或可參考科教的研究與成果，或延攬科教學者專家共襄盛舉，融合各種較創新的教學模型或策略，例如微觀概念的角色扮演法、概念構圖法、多媒體、認知概念衝突、科學史融入教學、說科學故事和科學辯論，以科教研究成果共創教材革新。

二、對教師教學的建議

Lee（1999）曾指出，學生對化學科目

較不感興趣並學習困難的原因有二：其一是許多化學現象無法展示給學生觀察（巨觀的面向）；其二是化學現象未被以原子和動態特性的觀點去解釋（粒子微觀的面向）。其研究也建議教學與教材應能強調巨觀與粒子微觀兩個面向，並試運用多媒體與動態電腦圖形，說明化學反應的粒子面向。電池概念的教學也可朝這方面努力，以往國內教科書的編寫與教師的教學常有扞格，如今九年一貫課程強調教師自行發展教材與自主擬訂教學計劃，或可排除上述之缺憾。當代科學教師，除了具備豐富的科學素養外，同時也應能涉略科學教育研究，瞭解兒童先備知識與另有概念；以及多元化教學法，如非食譜式實驗、多媒體、電腦、合作學習、科學史融入、類比、認知學徒制、歷程檔案，後設認知概念構圖和促進概念改變的教學策略，進而促成更有意義的教學。

九年一貫的理念，已由點而線，更漸呈全面化的推展開來，行動研究的理念也與教師進修關係密切。教育部於九十年十二月召開的全國教改成效暨九年一貫研討會中，達成許多未來發展方針，包括減輕國中小教師行政工作負擔，使行政、教學分離；促使教師有更多的時間和精神從事教學、研究與專業進修。落實後，對於國中小科學教師發揮專業知能，從事科學教學的行動研究，對於國內科學教學的提昇，應有重要影響。

誌　　謝

本研究承蒙行政院國家科學委員會專題研究計畫補助經費（計畫編號 NSC 90-2511-S-153-019），概念整合型計劃各科總主持人-郭重吉教授、鄭湧涇教授、張惠博教授、林陳涌教授、尤其是化學概念研究總計劃主持人邱美虹教授與化學小組研究群，所有先進大力協助；加上科學教育學刊兩位評審委員提供許多卓見與指正，特此致謝！

註　　釋

1. 筆者在分析現行各教科書版本教材時，發現最近科教研究結果中主張的概念改變教學策略－概念構圖法，已被採用而納入某版本教材中，足見基礎科教研究對課程與教材編排的影響力。
2. 本研究目的之一在學習發展二階式診斷測驗，其確實具有多種優點，然而亦有學者 Griffard 和 Wandersee（2001）經由質性的研究，結果指出二階式診斷測驗並未能有效診斷出學生的迷思概念。
3. 經由問卷雙向細目表可獲具建構效度；經由學科教授與專家審查以獲具專家效度；經由國小自然科學資深教師及抽樣學童的預試以獲具表面效度。
4. 研究者設計的分數編碼原則為第一層事實選項答對得 1 分，第二層理由選項答對得 2 分，如此區隔，統計報表的解讀將非常明確，0 為兩層全錯；1 為答對首層；2 為答對次層；3 為兩層全對。
5. 性別（男、女生）與年級（五、六年級）屬二分名義變數，常以 T-test 做測驗總分差異性考驗；而地區（南、高、屏）自變數分三類，應以 ANOVA 做測驗總分差異性考驗，若差異呈顯著時，再做事後多重比較（Post Hoc test）。
6. 一般教育學研究的態度量表，信度考驗可用 Cronbach α 內部一致性信度；而標準化學科成就測驗，試題信度則以難度和鑑別度為指標（陳正昌, 2000）。但學童科學概念的研究，試題與答項明顯異於態度量表，也與標準化成就測驗有不同的本質與目的，本研究嘗試以較

中性、普遍適用各種測驗的重測信度，做為學童對試題的信度考驗。

參考文獻

1. 王淑琴（1993）：利用 DOE 晤談探究六年級學生電學方面的另類架構。彰化市：國立彰化師範大學科學教育研究所碩士論文（未出版）。
2. 王龍錫和張靜儀（1993）：國小學童光與顏色概念研究。台北市：行政院國家科學委員會。
3. 李賢哲和張蘭友（2001）：國小學童「電池」概念之探究－理論與實證。科學教育學刊, **9**(3), 253-280。
4. 林靜雯（2000）：由概念改變心智模式初探多重類比對國小四年級學生電學概念學習之影響。台北市：國立台灣師範大學科學教育研究所碩士論文（未出版）。
5. 邱美虹（2000）：概念改變研究的省思與啟示。科學教育學刊, **8**(1), 1-34。
6. 姜嘉瑤（2000）：不同學習風格的兒童在概念改變教學情境下的學習情形。新竹市：國立新竹師範學院國民教育研究所碩士論文（未出版）。
7. 張容君和周進洋（2001）：國中學生「燃燒」概念診斷之研究。發表於中華民國第十七屆科學教育學術研討會。高雄市：國立高雄師範大學科學教育研究所。
8. 許健將、郭重吉和李成康（1996）：利用二段式測驗驗探查高三學生有關共價鍵及分子結構之迷思概念。彰師科學教育, **7**, 175-197。
9. 郭重吉（2000a）：從自然科學教學原理談九年一貫課程的教學取向。九年一貫課程系列研討會中之專題演講。台南市：南一書局。
10. 郭重吉（2000b）：事例晤談與事件晤談。發表於八十九年度（南區）科學概念學術研討會。高雄市：國立高雄師範大學。
11. 陳正昌（2000）：行銷及社會科學統計學－統計軟體應用。台北市：巨流圖書公司。
12. 陳啟明（1991）：發展紙筆測驗以評估高一學生對直流電路的迷失概念。彰化市：國立彰化師範大學科學教育研究所碩士論文（未出版）。
13. 陳瓊森（1993）：高一學生直流電路概念結構之研究。彰化師範大學學報, **4**, 511-542。
14. 楊文金（1992）：在職國小教師對基本電路之概念研究。第八屆科學教育學術研討會論文彙編, 499-518。
15. 楊深坑（1999）：教育知識的國際化或本土化？－兼論台灣近年來的教育研究。教育學報, **27**, 361-379。
16. 楊龍立（1990）：中小學生在科學成就及對科學的態度中性別差異的探討。台北市：國立台灣師範大學科學教育研究所博士論文（未出版）。
17. 葉俊豪（1994）：利用定性與定量測驗來探究高二學生對直流電路的知識結構。彰化市：國立彰化師範大學科學教育研究所碩士論文（未出版）。
18. 廖怡雯（1999）：改進學生對電化學瞭解之研究。高雄市：國立高雄師範大學科學教育研究所碩士論文（未出版）。
19. 鄭宜真（2001）：自然教室中的他與她－性別與科學教育。發表於中華民國第十七屆科學教育學術研討會。高雄市：國立高雄師範大學科學教育研究所。
20. Akerson, V. L., Flick, L. B., & Lederman, N. G. (2000). The influence of primary children's ideas in science on teaching practice. *Journal of Research in Science Teaching*, *37*(4), 363-385.
21. American Assiciation for the Advancement of Science (1993). *Benchmarks for science literacy:*

A Project 2061 report. New York: Oxford University Press.

22. Asami, N., King, J., & Monk, M. (2000). Tuition and memory: Mental models and cognitive processing in Japanese children's work on d.c. electrical circuits. *Research in Science and Technological Education*, *18*(2), 141-153.
23. Bar, V., & Zinn, B. (1998). Similar frameworks of action-at-a-distance: Early scientists' and pupils' ideas. *Science and Education*, *7*, 471-491.
24. Beeth, M. E. (1997). Teaching for conceptual change: using status as a meta-cognitive tool. *Science and Education*, *6*, 343-355.
25. Bell, R. L., Lederman, N. G., & Abd-El-Khalick, F. (2000). Developing and acting upon one's conception of the nature of science: A follow-up study. *Journal of Research in Science Teaching*, *37*(6), 563-581.
26. BouJaoude, S. (2000). Conceptions of science teaching revealed by metaphors and by answers to open-ended questions. *Journal of Science Teacher Education*, *11*(2), 173-186.
27. Butts, B., & Smith, R. (1987). What do students perceive as difficult in H.S.C. chemistry. *Australian Science Teachers Journal*, *32*(4), 45-51.
28. Garnett, P. J., & Treagust, D. F. (1992a). Conceptual difficulties experienced by senior high school students of electrochemistry: Electric circuits and oxidation-reduction equations. *Journal of Research in Science Teaching*, *29*(10), 1079-1099.
29. Garnett, P. J., & Treagust, D. F. (1992b). Conceptual difficulties experienced by senior high school students of electrochemistry (galvanic) and electrolytic cells. *Journal of Research in Science Teaching*, *29*(10), 1079-1099.
30. Griffard, P. B., & Wandersee, J. H. (2001, March). *A qualitative look at a quantitative approach to alternative conceptions research: The two-tier instrument*. Paper presented at the National Association for Research in Science Teaching, St. Louis, MO.
31. Gunstone, R. (2000). Science teachers as researchers in Australia - some examples. *Research in Science Education*, *30*(3), 255-257.
32. Harrison, A. G., Grayson, D. J., & Treagust, D. F. (1999). Investigating a grade 11 student's evolving conceptions of heat and temperature. *Journal of Research in Science Teaching*, *36*(1), 55-87.
33. Haslam, F., & Treagust, D. F. (1987). Diagnosing secondary students misconceptions of photosynthesis and respiration in plants using a two tier multiple-choice instrument. *Journal of Biological Education*, *21*, 203-211.
34. Heard, P. F., Divall, S. A., & Johnson, S. D. (2000). Can 'ears-on' help hands-on science learning-for girls and boys? *International Journal of Science Education*, *22*(11), 1133-1146.
35. Javanovic, J., Salano-Flores, G., & Shavelson, R. J. (1994). Performance-based assessments: Will gender differences in science achievement be eliminated? *Education and Urban Society*, *26*, 352-366.
36. Lee, K.-W. L. (1999). Particulate representation of a chemical reaction mechanism. *Research in Science Education*, *29*(3), 401-415
37. Maichle, U. (1981). *Representation of knowledge in basic electricity and its use in problem solving*. In Proceedings of the international workshop on problems concerning students' representations of physics and chemistry knowing, Ludwigsburg, West Germany.
38. McGonigal, J. A. (1999). How learning to

become a teacher-researcher prepared an educator to do science inquiry with elementary grade students. *Research in Science Education*, *29*(1), 5-23.

39. Mortimer, E. F. (1995). Conceptual change or conceptual profile change? *Science and Education*, *4*, 267-285.
40. National Research Council (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academic Press.
41. Osborne, R. J. (1983). Towards modifying children's ideas about electric current. *Journal of Research in Science and Technological Education*, *1*, 73-82.
42. Peterson, R. F., & Treagust, D. F. (1989). Development and application of a diagnostic instrument to evaluate grade-11 and -12 students' concepts of covalent bonding and structure following a course of instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, *26*(4), 301-314.
43. Pfundt, H., & Duit, R. (1991). *Bibliography: Students' alternative frameworks and science education* (3rd ed.). Kiel, West Germany: University of Kiel, IPN Reports in Brief.
44. Sanger, M. J., & Greenbowe, T. J. (1997). Common student misconceptions in electrochemistry: galvanic, electrolytic, and concentration cells. *Journal of Research in Science Teaching*, *34*(4), 377-398.
45. Tobin, K. (1999). Teachers as researchers and researchers as teachers. *Research in Science Education*, *29*(1), 1-3.
46. Treagust, D. F., & Haslam, F. (1986). *Evaluating secondary students' misconceptions of photosynthesis and respiration in plants using a two-tier diagnostic instrument.* Paper presented at the annual meeting of National Association for Research in Science Teaching, San Francisco, CA.
47. Treagust, D. F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education*, *10*, 159-169.
48. Treagust, D. F. (2000). *Diagnostic assessment of secondary students' science knowledge*. 論文發表於科學概念工具發展與晤談研習會。彰化市：國立彰化師範大學科學教育研究所。
49. Tveita, J. (1997). Helping students to understand the electron model for simple circuits by use of a drama model and other untraditional learning methods. Retrived April 20, 2004, from http://fysikk.hfk.vgs.no/johannestveitapaper.doc.
50. Varelas, M., & Pineda, E. (1999). Intermingling and bumpiness: Exploring meaning making in the discourse of a science classroom. *Research in Science Education*, *29*(1), 25-49.
51. Viard, J., & Francoise, K.-L. (2001). The concept of electrical resistance: How cassirer's philosophy, and the early developments of electric circuit theory, allows a better understanding of students' learning difficulties. *Science and Education*, *10*, 267-286.
52. White, R., & Gunstone, R. (1992). *Probing Understanding*. Philadelphia: Taylor & Francis Inc.

附錄一 正式雙層選擇題式科學概念診斷測驗

正式雙層選擇題式科學概念診斷測驗



概念主題：電池

學校：_____ 班級：____ 性別：___ 姓名：_____

測驗說明：小朋友你好，這不是考試，不算學科分數請不用緊張。研究人員想分析學童對於電池，已具有哪些的概念，來作改進教學或編寫課本的參考！每一道題目分為兩層，第一層請依照題意勾選你認為的正確答案，然後將你選擇這個答案的理由，從第二層的各個敘述中勾選出最符合你想法的一個。如果對於如何進行這份測驗還是不太了解，可以舉手請施測老師再為你做解釋，謝謝你的合作！

一、電池的外部構造是不是區分成北極（N）和南極（S）？

（　）1.是　　（　）2.不是　　（　）3.不知道

你的想法或理由是：（注意：只能勾選一個！）

（　）A. 電池凸出來的一端是陽極，平平的或凹入的是陰極。

（　）B. 電池凸出來的一端是 N 極，平平的或凹入的是 S 極。

（　）C. 電池凸出來的一端是正極，平平的或凹進去的是負極。

（　）D. 有標示『＋』符號的一端是 N 極，『－』的是 S 極。

（　）E. 有標示『＋』符號的一端是正極，『－』的是負極。

（　）F. 凸出來、標示『＋』的一端是正極，也可以叫做陽極或 N 極，標示『－』的另一端是負極，又叫陰極或 S 極。

（　）G. 其它：_____。

二、電池內部裡，『電』是否早已經聚集在一個專門儲存的區域？

（　）1.是　　（　）2.不是　　（　）3.不知道

你的想法或理由是：（注意：只能勾選一個！）

（　）A. 電池內部中央區域是空心的，儲存著透明看不到的電。

（　）B. 電池內部是一粒粒的鐵沙或鐵粉。

（　）C. 電池內部有一個微小的發電器。

（　）D. 電池內部是許多纏繞的電線或漆包線。

（　）E. 電池內部中央有一根棒狀的物質，儲存著電。

（　）F. 電池內部包含著許多種不同的化學物質。

（　）G. 其它：_____。

三、電池是否要在連接電線燈泡形成通路的情形下，才會產生『電』或電流？（注意：只能勾選一個！）

（　）1.是　　（　）2.不是　　（　）3.不知道

你的想法或理由是：

（　）A. 電池內部有一粒粒的鐵沙或鐵粉，因為摩擦生熱，才會產生電或電流。

（　）B. 電或電流都是由於電池內的小發電器進行運轉所產生。
（　）C. 電池在商店賣出之前，工廠已先將內部充電到全滿。
（　）D. 電池內部幾種不同的化學物質，在電路接通後會進行化學反應，產生電流。
（　）E. 電原本分布在電池內部的線圈或導電體裡，兩極連接電線形成通路後，就會流出。
（　）F. 電原本便在電池內部不停地到處流動，一接上電線，不管有沒有形成通路，都會自然往外流出。
（　）G. 其它：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿。

四、電池用久之後，裡面的『電』會消耗完嗎？（注意：只能勾選一個！）
（　）1.會　　（　）2.不會　　（　）3.不知道
你的想法或理由是：
（　）A. 電池有固定的大小和容量，裡面的電當然是有限的。
（　）B. 電像一顆顆的小微粒，電池用愈久，流出愈多，裡面剩愈少。
（　）C. 電池裡面負責儲存電的是一種黑黑黏黏的液體，液體會漸漸用完，也就沒電了。
（　）D. 電池使用時，消耗的應該是一些會經由化學反應產生電流的化學物質，而不是電。
（　）E. 電池用久了之後，若從電路中取出，放置一段時間後，電就會逐漸再填滿原先的空間。
（　）F. 人們常說電池沒電了，可見電會愈用愈少而消耗完。
（　）G. 其它：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿。

五、『乾電池』可以使用嗎？（注意：只能勾選一個！）
（　）1.可以　　（　）2.不可以　　（　）3.不知道



你的想法或理由是：
（　）A. 乾電池是電池的種類之一，內部含有濃稠、糊狀的化學物質。
（　）B. 乾電池是指電池的電已經用完，沒有電了。
（　）C. 乾電池是指新的、還沒用過的電池。
（　）D. 乾電池是電池的種類之一，裡面所含的化學物質呈乾粉狀或金屬塊。
（　）E. 乾電池是指可以用後即丟，不用再回收的電池。
（　）F. 乾電池是指普通的、不能再充電的電池。
（　）G. 其它：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿。

六、已使用過的廢電池是屬於一般垃圾嗎？（注意：只能勾選一個！）
（　）1.是　　（　）2.不是　　（　）3.不知道

你的想法或理由是：

（ ）A. 廢電池通常用後即丟，屬一般的可燃性垃圾。

（ ）B. 廢電池含有水銀、鉛等金屬成分，屬於鋁罐類。

（ ）C. 廢電池可以回收再裝填裡面的原料，再製成新電池。

（ ）D. 電池含有一些有毒的化學物質，屬於有害垃圾。



（ ）E. 廢電池可以回收，經過充電便可以再利用。

（ ）F. 一般的電池屬一般垃圾，充電電池則屬於可回收。

（ ）G. 其它：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿。

七、電池產生的電流通過電路上的燈泡時，電會消耗減少嗎？（注意：只能勾選一個！）

（ ）1.會 （ ）2.不會 （ ）3.不知道

你的想法或理由是：

（ ）A. 電池會從正極流出一種正電，負極流出一種負電，在燈泡中碰撞合成光，而消耗掉電。

（ ）B. 電池正極流出的電，攜帶一種物質，到達燈泡後，那種物質變成光，電則沒有減少，繼續流回負極。

（ ）C. 電池從正極流出的電，在燈泡中損耗一些變成光，沒用完的電，則繼續流回到負極。

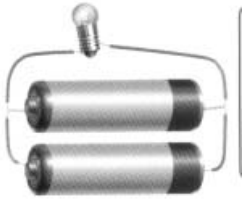
（ ）D. 電池流出的電，在電線裡就會逐漸減少了，到了燈泡中，為了發光，消耗更多，只剩一些順著電路流回來。

（ ）E. 電池流出的電，到達燈泡後，由於劇烈碰撞，能量轉換產生光，電則沒有減少又繼續流回電池另一極。

（ ）F. 電池從正極流出的正電，在燈泡發光過程中產生化學變化，形成另一種負電，再繼續流回電池負極。

（ ）G. 其它：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿。

八、兩個電池並聯時，如果其中的一個電池完全壞了，電路中的燈泡還會亮嗎？（注意：只能勾選一個！）



（ ）1.會 （ ）2.不會 （ ）3.不知道

你的想法或理由是：

（ ）A. 電池一壞，應該就會影響電的流動。

（ ）B. 電流會流經所有的電路，一流到壞掉的電池那裡，就會形成斷路。

（ ）C. 另一個沒壞的電池那邊，會和燈泡形成一條通路，所以燈泡仍然會亮，而且亮度和兩個電池都沒壞完全一樣。

（ ）D. 燈泡的電源來自這兩個電池，如果一個壞了，會形成一陣子亮、一陣子又不

亮的閃爍現象。

（　）E. 燈泡還是會亮，但是因為一個電池壞了，所以比起兩個電池都沒壞的情形，其亮度會比較暗。

（　）F. 不大一定，可能會亮，也可能不會亮。

（　）G.其它：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿。

九、串聯兩個電池連接一個燈泡，和單獨一個電池連接一個燈泡，測量電池的使用時間，兩個電池串聯的那一組，時間是否會比較長？（注意：只能勾選一個！）



（　）1.會　　（　）2.不會　　（　）3.不知道

你的想法或理由是：

（　）A. 兩個電池串聯比一個電池多一個，使用的時間多一倍。

（　）B. 兩個電池串聯時，電泡會變得更亮，使用的時間反而會縮短。

（　）C. 兩個電池串聯，會讓燈泡變得更亮，但和使用的時間無關，因此和只有一個電池的情形有相同的使用時間。

（　）D. 兩個電池串聯起來電力很夠，一定可以使用很長的時間。

（　）E. 因為同樣粗細的電線，有固定的電流量，所以兩個電池串聯的使用時間會大約是一個電池的兩倍。

（　）F. 兩個電池並聯和兩個電池串聯都有相同效果，會讓燈泡變亮，使用時間增長。

（　）G. 其它：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿。

十、同上第九題，串聯兩個電池連接一個燈泡，和單獨一個電池連接一個燈泡，比較燈泡的亮度，兩個電池串聯是否會比較亮？（注意：只能勾選一個！）

（　）1.會　　（　）2.不會　　（　）3.不知道

你的想法或理由是：

（　）A. 兩個電池並聯和兩個電池串聯都有相同效果，都同時會讓燈泡變亮，使用時間增長。

（　）B. 電池串聯愈多個，亮度愈亮。

（　）C. 兩個電池串聯，會讓使用的時間變長，但和燈泡亮度無關，因此和一個電池的情形一樣亮。

（　）D. 電池串聯電泡會變得更亮，但有限制，串聯太多電池可能會因電流太強燒壞燈泡。

（　）E. 因為同樣粗細的電線，有固定的電流量，所以兩個電池串聯的燈泡亮度會和一個電池一樣。

（　）F. 不大一定，可能會比較亮，也可能不會。

（　）G. 其它：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿。

※　小朋友，交卷之前請再檢查一下，每一題是否都完成了？最後，謝謝你的合作！

Diagnostic of Primary School Pupils' Alternative Conceptions on Battery – A Two-Tier Test Approach

Shyan-Jer Lee[1], Lynn Farh[1] and Lan-Yu Chang[2]

[1]Department of Natural Science Education,
National Pingtung Teachers College, Pingtung 90003, Taiwan
[2]Kaohsiung Municipal Han Ming Primary School, Kaohsiung, Taiwan

Abstract

In this research, we applied both qualitative and quantitative research designs to investigate alternative conceptions (AC) of primary school pupils. Our theoretical studies from related literature have shown emphases on physical meaning, the effects drawn by the philosophy of science and the paradigms of concept research. Concept research on batterys is concentrated on comprehensive and integrated investigation. Concept into practice research is plotted into four steps: 1. analyze the context regarding the battery in present primary school curricula; 2. summarize propositional statements and develop a target concept map; 3. edit protocols for interviews, open-ended questionnaires, and a two-tier diagnostic instrument (TTDI); 4. collect and analyze pupil's pre-instructional conceptions and alternative conceptions from pupils using the tools described above. Results from our TTDI on more than 1,000 pupils show that the properties of their alternative conceptions (AC) can be categorized into content free and content specific. Conception models (CM) are presented according to the properties of AC. Our joint venture on concept formation research has been affected by the four temporal paradigms formed at certain prominent historical landmarks in science conceptions research. Our data also show some similarity and generalization with the literature on science conceptions research.

Key words: Alternative Conception, Diagnostic Instrument, Battery, Conceptual Category.