

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 全方位學習設計對提升國民中學自然與生活科技領域低成就學生學習效果之探究--以「簡單電路」教學主題為例 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型  
計畫編號：NSC 99-2511-S-018-025-  
執行期間：99年08月01日至100年07月31日  
執行單位：國立彰化師範大學特殊教育學系暨研究所

計畫主持人：林千惠  
共同主持人：林踐  
計畫參與人員：-兼任助理人員：陳翰諄  
-兼任助理人員：溫育斌  
講師級-兼任助理人員：張智偉  
大專生-兼任助理人員：李佳瑋

公開資訊：本計畫可公開查詢

中華民國 100 年 10 月 31 日

中文摘要：本研究為一年期的研究計畫，主要目的在於發展一套以全方位學習設計（Universal Design for Learning，簡稱 UDL）為架構，結合電腦模擬實驗以及多媒體教學的「簡單電路」補救教學套裝教材，並將之應用於國中低成就學生理化課程的教學。本研究係以三大階段的執行，完成各項研究問題：

第一階段先透過文獻探討、學者專家與實務工作者訪談、試教等方式，完成課程內容初稿的編製並付交審查；第二階段進一步設計包含前述所有單元主題的完整教材（包括：學習手冊、電腦輔助教材、習作練習、互動式模擬實驗活動、生活化趣味實驗活動、前後測紙筆測驗等），隨即進行實驗教學以驗證學習成效；第三階段於實驗教學後由全體實驗組研究對象填寫滿意度調查表，並商請參與教師針對補救教學過程無論教學內容、教材或教學活動設計等給予可行性與適切性之評估，並提供改進建議。

本研究於 2010 年 8 月至 2011 年 2 月間完成第一階段的課程發展與內容審查，自 2011 年 2 月至 6 月間完成第二階段的教材設計與實驗教學。本研究以立意取樣方式從中部兩所國中選取 30 名由該校理化教師推薦需進行物理科補救教學的國三學生參與研究。學生按其就讀學校分別組成實驗組（ $n=15$ ）與控制組（ $n=15$ ）。實驗組共接受 16 節（每節 45 鐘）本研究根據 UDL 設計原理所自編之「簡單電路」單元教學組件進行補救教學，控制組學生則接受同一位教師同一教學單元的重複講述式教學。

為了驗證實驗教學成效，本研究以質量並重方式完成所有研究目的與待答問題的探討。量化分析方面，主要以變異數分析兩組學生在前後測驗之差異情形及以共變數分析評估組間之差異，實驗組學生在補救教學後的滿意度調查結果亦有部分以量化方式呈現；質性訪談資料則用於輔助說明整體教學成效。研究結果顯示，實驗組學生在後測分數皆顯著高於前測分數，控制組學生則無此差異情形。然共變數分析結果顯示，若以前測為共變數，實驗組之後測分數並未顯著高於控制組的後測分數。至於實驗組學生對接受實驗教學後之滿意度調查結果則十分正向。訪談結果顯示，無論受訪的教師或學生對課程內容及教學成效皆抱持正向及肯定的態度，然對於本自編套裝教材能否於國中順利推廣為補救教學教材，抑或是未來提倡增加電腦模擬教學設計活動以加深學生對抽象科學概念之建構兩項，則持較保留之態度。本研究的結果證實，國中理化低成就學生的確能從全方位學習中獲得有效的學習。研究最後針對研究結果提出具體教學及研究建議。

英文摘要：This study was a 1-year project intended to develop a Universal

Desian for Learning (UDL) module, with the emphasis on computer simulated laboratory activities as well as multimedia assisted instruction. The content of the self-developed UDL module was the application of simple electronic circuit in the science education domain. It was also the purpose of the study to examine the learning effectiveness and the social validity of the self-developed UDL module for junior high school underachievers.

Participants of the study were thirty students referred by their science teachers with a need of enhancing achievements in the science domain from two junior high school and assigned to an experimental group (n=15) and a control group (n=15) based on the school they attend. Participants in the experimental group received a total of sixteen hours of instruction using self-developed UDL module, while the control group received the same amount of repeated instruction in the same content through traditional lectualling. Both groups received instruction from the same science teacher.

Results showed that the experimental group's posttest scores were significantly higher than its pretest scores. This situation, however, was not observed in the control group. The ANCOVA results using the pretest as the covariate, however, did not show that students in the experimental group significantly outperformed their counterparts in the control group on the post test. Participants interviewed all showed positive attitudes toward the UDL module and its effects on promoting students' comprehension of the content material. However, the interviewee were not very optimistic regarding the application of the computer simulated experimental activities in junior high school science classes owing to the technical and time consuming concerns. Findings of the study suggested that junior high school underachievers can improve their science scores through the UDL method. Suggestions and implications were provided.

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫  成果報告  
 期中進度報告

全方位學習設計對提升國民中學自然與生活科技領域低成就學生學習效果之探究—  
以「簡單電路」教學主題為例

計畫類別： 個別型計畫  整合型計畫

計畫編號：NSC99-2511-S-018-025-

執行期間：99年8月1日至100年7月31日

執行機構及系所：國立彰化師範大學特殊教育學系

計畫主持人：林千惠

共同主持人：林踐

計畫參與人員：張智偉、溫育斌、陳翰諄、李佳瑋

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告  完整報告

本計畫除繳交成果報告外，另須繳交以下出國心得報告：

- 赴國外出差或研習心得報告
- 赴大陸地區出差或研習心得報告
- 出席國際學術會議心得報告
- 國際合作研究計畫國外研究報告

處理方式：除列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年  二年後可公開查詢

中 華 民 國 100 年 10 月 31 日

# 全方位學習設計對提升國民中學自然與生活科技領域低成就學生學習效果之探究—以「簡單電路」教學主題為例

## 中文摘要

本研究為一年期的研究計畫，主要目的在於發展一套以全方位學習設計（Universal Design for Learning，簡稱UDL）為架構，結合電腦模擬實驗以及多媒體教學的「簡單電路」補救教學套裝教材，並將之應用於國中低成就學生理化課程的教學。本研究係以三大階段的執行，完成各項研究問題：

第一階段先透過文獻探討、學者專家與實務工作者訪談、試教等方式，完成課程內容初稿的編製並付交審查；第二階段進一步設計包含前述所有單元主題的完整教材（包括：學習手冊、電腦輔助教材、習作練習、互動式模擬實驗活動、生活化趣味實驗活動、前後測紙筆測驗等），隨即進行實驗教學以驗證學習成效；第三階段於實驗教學後由全體實驗組研究對象填寫滿意度調查表，並商請參與教師針對補救教學過程無論教學內容、教材或教學活動設計等給予可行性與適切性之評估，並提供改進建議。

本研究於2010年8月至2011年2月間完成第一階段的課程發展與內容審查，自2011年2月至6月間完成第二階段的教材設計與實驗教學。本研究以立意取樣方式從中部兩所國中選取30名由該校理化教師推薦需進行物理科補救教學的國三學生參與研究。學生按其就讀學校分別組成實驗組（n=15）與控制組（n=15）。實驗組共接受16節（每節45分鐘）本研究根據UDL設計原理所自編之「簡單電路」單元教學組件進行補救教學，控制組學生則接受同一位教師同一教學單元的重複講述式教學。

為了驗證實驗教學成效，本研究以質量並重方式完成所有研究目的與待答問題的探討。量化分析方面，主要以變異數分析兩組學生在前後測驗之差異情形及以共變數分析評估組間之差異，實驗組學生在補救教學後的滿意度調查結果亦有部分以量化方式呈現；質性訪談資料則用於輔助說明整體教學成效。研究結果顯示，實驗組學生在後測分數皆顯著高於前測分數，控制組學生則無此差異情形。然共變數分析結果顯示，若以前測為共變數，實驗組之後測分數並未顯著高於控制組的後測分數。至於實驗組學生對接受實驗教學後之滿意度調查結果則十分正向。訪談結果顯示，無論受訪的教師或學生對課程內容及教學成效皆抱持正向及肯定的態度，然對於本自編套裝教材能否於國中順利推廣為補救教學教材，抑或是未來提倡增加電腦模擬教學設計活動以加深學生對抽象科學概念之建構兩項，則持較保留之態度。本研究的結果證實，國中理化低成就學生的確能從全方位學習中獲得有效的學習。研究最後針對研究結果提出具體教學及研究建議。

關鍵字：國中階段、科學教育、低成就學生、簡單電路之應用、全方位學習設計、電腦模擬教學

# **The application of Universal Design for Learning (UDL) in enhancing underachievers in junior high school learning the nature and living technology domain: Using simplified electricity circuit as an example**

## **Abstract**

This study was a 1-year project intended to develop a Universal Design for Learning (UDL) module, with the emphasis on computer simulated laboratory activities as well as multimedia assisted instruction. The content of the self-developed UDL module was the application of simple electronic circuit in the science education domain. It was also the purpose of the study to examine the learning effectiveness and the social validity of the self-developed UDL module for junior high school underachievers.

There were three phases in completing the study: (1) the development of the first draft of the UDL module and tested for the content validity (2010/8~2011/2) , (2) the accomplishment of the complete UDL module (which included student menu, powerpoint units, worksheets, computer simulated laboratory activities, life-centered experiments activities, and pre-post tests) and conducting the experiment (2011/2~2011/6), and (3) the test of social validity of the self-developed UDL module.

Participants of the study were thirty students referred by their science teachers with a need of enhancing achievements in the science domain from two junior high school and assigned to an experimental group (n=15) and a control group (n=15) based on the school they attend. Participants in the experimental group received a total of sixteen hours of instruction using self-developed UDL module, while the control group received the same amount of repeated instruction in the same content through traditional lecturing. Both groups received instruction from the same science teacher.

In order to examine the effectiveness of the study, both quantitative and qualitative research methods were applied. The effects of the UDL module were assessed using analyses of variance and covariance to analyze students' scores on self-developed pre-post test. Each student of the experimental group also filled out a self-developed questionnaire for representing the satisfaction of their participation in the study. Interviews with students and teachers were also employed to evaluate the applicability of the module. Results showed that the experimental group's posttest scores were significantly higher than its pretest scores. This situation, however, was not observed in the control group. The ANCOVA results using the pretest as the covariate, however, did not show that students in the experimental group significantly outperformed their counterparts in the control group on the post test. Participants interviewed all showed positive attitudes toward the UDL module and its effects on promoting students' comprehension of the content material. However, the interviewees were not very optimistic regarding the application of the computer simulated experimental activities in junior high school science classes owing to the technical and time consuming concerns. Findings of the study suggested that junior high school underachievers can improve their science scores through the UDL method. Suggestions and implications were provided.

**Keywords:** junior high school, science education, underachiever, simple electronic circuit, universal design for learning, computer simulated instruction

# 全方位學習設計對提升國民中學自然與生活科技領域低成就學生學習效果之探究— 以「簡單電路」教學主題為例

## 壹、前言

當代科學教育強調培養學生帶著走的科學能力以因應未來生活所需，並強調落實杜威的實證主義，增加學生學習科學概念過程的實作體驗歷程。有鑑於低成就學生學習能力本已較為薄弱，若未能為其提供強而有效的教學策略，則其科學教育的學習成效堪憂。本研究係以全方位學習設計（Universal Design for Learning，簡稱 UDL）為主軸，結合電腦模擬教學，並選擇以國中三年級的「簡單電路」單元做為套裝教材開發與實驗教學的依據，本研究期待前述在各式補救教學應用文獻中皆以獲得實證支持的有效教學策略，能進一步驗證其在國中自然科學領域低成就學生補救教學上的可行性與有效性。

## 貳、文獻探討

### 一、低成就學生的補救教學：UDL 理念的應用

「低成就學生」（underachievers）一般被界定為學習成就明顯低於其能力水準，或學業表現明顯低於班級的平均水準。張新仁（2001）勾勒出在學業表現上呈現低成就學生的特徵包括：(1) 在測驗的表現上，呈現低的作答技巧；(2) 在閱讀與數學的程度比一般學生來得低；(3) 曾經留級或有學業挫折；(4) 經常不交作業或遲交，或抄襲同學作業。其在日常行為表現上，亦較易出現如下的特徵：(1) 依賴性重，需要家長或教師的特別注意；(2) 對於有興趣的科目或課程，有優異的理解力或記憶力，並有固著的傾向；(3) 容易分心，注意力不集中；(4) 缺乏學習動機；(5) 自我或社會性的控制適應部分，有些困難；(6) 需要較多的時間學習；(7) 不喜歡學校及家庭作業；(8) 習慣性遲到及較低的出席率；(9) 家庭提供較少的支持等。針對學習低成就的國中生，教育部自 86 學年度起即鼓勵國中於學期中試辦補救教學，依據張新仁（2001）的研究顯示，補救教學的型態有：資源教室、學習站、套裝學習、以及電腦輔助教學形式等，其中以學習站型態最符合經濟效益；套裝學習則最符合適性教學的精神；而電腦輔助教學則是最能有效提高學習動機的措施，然就執行效果而言，承辦補救教學的學校，由於受限於場地、時間、人力等不同因素的干擾，其實施效果難免不如預期。

美國柯林頓總統於 1997 年簽署身心障礙者教育法案（Individuals with Disabilities Education Act，簡稱 IDEA）時，明確要求普通教育對於特殊需求學生必須具有「可及性」（accessibility），更進一步提出 Learner Diversity and High Standards（因應學習者差異性，以及提高教學績效）做為教師的挑戰（邱上貞，2004）。面對此情勢，美國應用特殊科技中心（Center for Applied Special Technology，簡稱 CAST）及國立全方位學習設計中心（National Center on Universal Design for Learning）提出全方位學習設計（Universal Design for Learning，簡稱 UDL）概念，其構思源自建築物的無障礙設計，試想，如果建築師在規劃建築物之初，便能將各式身障者及行動較不方便的高齡族群的需求納為設計考量之項目，如此就可以最小的投資，獲得最大的效果，也同時避免了事後的遷就與不便。這樣的構想旋即被延伸應用至常態學習環境之中，希冀教師能在課程設計之初，即將不同學習特質的學生需求納為活動設計之考量，如此便能讓最多的學生在普通教育環境中學習無礙。具體而言，UDL 的目的在發展一套所有學生都能使用的課程，讓班內的每一位學生都可以利用適當的管道儘可能的接近普通教育課程，它不只滿足學生學習的挑戰性，也給予個體所需的支持，它從課程的目標、內容、教學與評量等方法來著手，儘量做到彈性化、以適應學生的個別差異（CAST，2001）。

在設計實務上，UDL 鼓勵課程內容數位化，多媒體、網路、模擬軟體、連傳統的紙本型教科書、參考文件亦需掃描後儲存，方便多元呈現。數位化的教學設計，使得 UDL 呈現三項重要的特色：(1) 提供多元表徵（representation）的學習路徑。對知覺、語言、符號提供多元化的內容呈

現，對理解部分提供背景知識、重要關係與關鍵、整體形貌、學習與記憶策略；(2)提供多元表達 (expression) 的反應方式。提供不同的輔助工具，允許學習者以不同的方式表達對學習目標的理解，並協助建立學習目標、發展策略、管控資訊與資源、進行進度的追蹤；(3)提供多元參與 (engagement) 的動機與誘因。藉由學習誘因，強化主動學習動機，並進而維持學習效果、提供自我管理工具，教材尊重學習者的興趣與偏好，讓學習者決定學習進度，提高學習者主動參與學習的意願。

由於全方位教學設計的理念成形較晚，相關的研究工作才剛展開，從 CAST 網站所顯示的篇名，自 2005 年起，大約僅有 40 篇左右的研究報告，從 CAST 所執行的研究計畫內容分析，可發現其較偏重於閱讀與寫作，科學教育部分明顯較少，即使內容相關，也大多較偏向科學寫作之列。而在國內，從全國碩博士論文查詢網得到與全方位學習設計相關的論文則有數篇，在其中，大都偏向於運用 UDL 於國小輕度智障、學習障礙、學習低成就學生的學習成效評估，其研究結果大致皆顯示，UDL 確實對於上述學習不利學生的進步與成長具有助益(張小萍,2003;陳家賓,2005;賴芳玉,2007;蕭芳宜,2008)。林家靜(2008)則以 UDL 結合「合作教學」的方式，在融合教育班級中進行數學教學的行動研究，研究者在結論處分析 UDL 所造成的學習效果時提及：“…數學課程連貫式的教學情境切合學生實際生活經驗，讓學生們寓教於樂；螺旋式教學活動讓學生精熟數學概念，對低成就學生的成功經驗、自信心和學習表現都有顯著的提升效果。”由這些論文的結論可知，UDL 似乎均達到當初所期盼的效果，唯目前所研究的對象仍以國小特殊需求學生學習國語與數學兩大領域為主，至於國中學習低成就學生以及其在自然與生活科技領域的實證教學研究，則仍付之闕如。

## 二、低成就學生學習適應相關問題的探討

學習是學生在校生活中重要的部份，學習成就更常被視為學習適應的重要向度 (Melnick, 1992)，學習弱勢學生 (含：低成就學生、學習不利學生、學習障礙學生等) 因其學習成就的普遍低落，自然對其學習適應造成負面的影響。因此在以這群學習弱勢學生學習適應為主題的研究中，大多分從學習態度、學習方法、學習環境、常規與課程等方面的適應問題加以討論。圖 1 綜合文獻中對低成就學生在學校適應各層面所展現的問題及其相互間的影響，加以呈現。

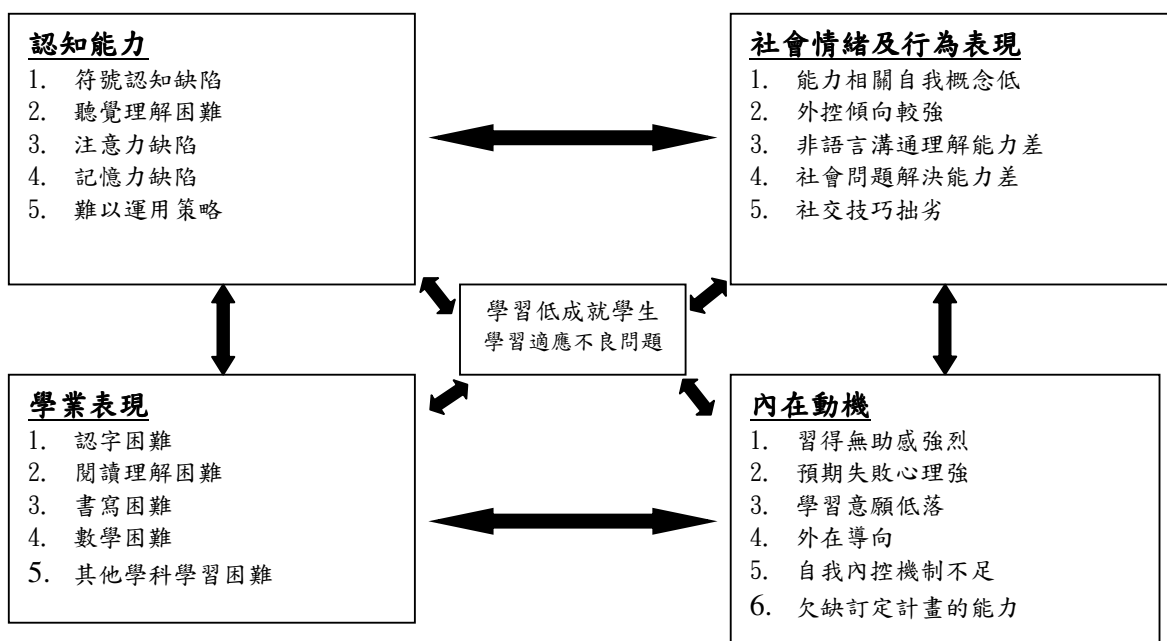


圖 1：文獻中學習低成就學生常見適應不良問題彙整



### 三、強化學習弱勢族群學習成效的有效策略

#### (一) 瞭解低成就學生的學習與人格特質以進行適性教學規劃

從前文中可知，低成就學生由於認知與後設認知能力的薄弱，因此在學習成效上比一般同儕較為緩慢，對於讀、寫、算等活動也較容易感到困難 (Hardman, Drew & Egan, 2005)。欲提升其學習成效，首要之務便是瞭解其學習特質，以之作為有效教學的根據，始能真正做到「因材施教」。

#### (二) 選擇合宜的教學策略

教育部中部辦公室於 2004 年所出版的「學習障礙資源手冊」中分別以「補救式教學」及「補償式教學」兩個途徑說明補救教學措施。其中「補救式教學」即是直接針對學生的缺陷能力或學習困難的項目，實施補救教學，可行的教學策略包括直接教學、多感官教學、注意力/記憶力訓練、多媒體教學、電腦輔助教學、學習策略指導等；而「補償式教學」則強調採用替代途徑或善用學生的優勢學習管道，以避開低成就學生的各項學習缺陷的「替代性學習」，具體可行的教學策略包括改變評量方式(如：以口述評量代替紙筆測驗)、彈性變通教學方式(如：允許計算能力欠佳的學生，使用計算機；提供有閱讀理解困難的學生使用有聲圖書學習；為理解有困難的學生製作簡要圖示並提示重點；允許書寫有困難的學生以電腦寫作業等)。

#### (三) 提供適切且有組織的學習內容

我國「特殊教育法施行細則」(1999)第十八條中規定，身心障礙學生的適性教育方案(即：個別化教育計畫)應包含下列的教學要素：(A)身心障礙學生基本資料與現有學業表現水準，(B)長期(學年)與短期(學期)教學目標，(C)提供身心障礙學生所需的特殊教育、相關服務與參與融合教育的時間及方式，(D)身心障礙學生所需的轉銜服務內容及執行方式，(E)短期教學目標的評量標準、方法和時間。由於低成就學生皆就讀於國中小普通班，並修讀普通教育課程內涵，是以為低成就學生提供適切且有組織的學習內容，便需參照並瞭解普通教育課程綱要所設計的各學科領域之內容梗概。

以我國教育部於 1998 年 9 月 30 日頒佈的「國民教育階段九年一貫課程總綱」為例，此綱要中揭櫫十大基本能力做為能力指標，同時設定七大學習領域分別於各年段(1-2, 3-4, 5-6, 7-9)完成。七大領域中的「自然與生活科技」領域便包含物質與能、生命世界、地球環境、生態保育、資訊科技等之學習，旨在培養學生充分應用科學知能於未來生活適應的能力。以電磁作用單元為例，在課程綱要中，列在科學與科技素養的能力要項下，科學與技術認知的子項目中，在 3-4 年級會利用電線電燈泡，自行製作小玩具；5-6 年級則需瞭解電能生磁的原理；7-9 年級則必須瞭解電磁作用中電流的熱效應和磁效應、認識電力的供應與運輸，並且知道如何安全使用家用電器。在教學實務上，以康軒版的教科書為例，則在國三(9 年級)下學期，編排認識電與磁單元，分為電的應用、化學與電、電流與磁現象等三章。其中簡單電路的教學在第一章，其認知並不艱澀，但卻是學生最不易理解者，在每年的國中基本能力測驗中均會出現一兩題類似以下之試題(參見圖 2)。

甲、乙兩車使用相同規格的鉛蓄電池，甲車因電池的電能耗盡，車主欲使用導線連接甲、乙兩車的電池，利用乙車電池的電能來發動甲車，則車主應以下列哪一種方式連接兩車電池才能發動甲車，又能避免傷害到甲車的電路？

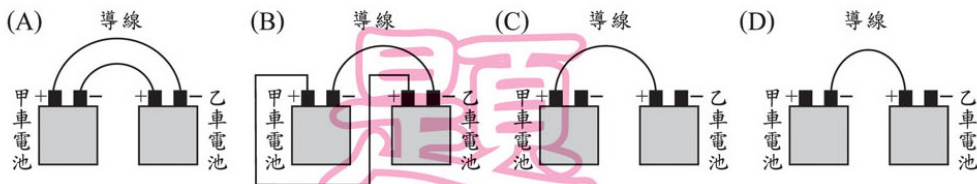


圖 2：97 國中基測自然科第 45 題

依據張智偉(2006)所做之九年一貫課程內容分析顯示，在國小階段，簡單電路的學習單元分為用電安全、電的特性(導電性與極性)、電路(短路、斷路、串聯與並聯)等三個部分，而國中階段之學習單元仍維持原有架構，但在內容上予以加深加廣：(A)在用電安全部分增加介紹直流與交流，(B)在電的特性部分增加電表(伏特計與安培計)的功能與使用、電壓與電流、歐姆定律與電阻等的介紹，(C)在電路部分則增加電路符號與電路圖、量測電路的連接，電壓與電流的量測、

各種電路的電壓與電流等的介紹。

#### 四、電腦模擬教學在國中科學教育的應用

九十年前，美國教育哲學家杜威（John Dewey）到中國講學，他提倡生活即教育，透過實驗去獲得知識的實證主義，成為我國科學教育的思想主軸。實驗教學成為自然學科不可或缺的部分，但在實務面上，早期受限於經費、場所，或因過度強調升學主義的影響，實驗教學從未獲得應有的重視，學習科教的過程即使缺乏「動手作」的要素，也被視為理所當然，近年所做之教學改革，則希望能導正此痼疾。以「簡單電路」單元為例，在課程中便包含有有實驗的活動，讓學生親自動手測試電流的物理現象及其原理。通常理化實驗室中會備有燈泡、燈泡座、電池、電池座、導線、電壓計、開關以及鱷魚夾等。然而這些器材之接線並不如高中職以電子學實驗室中所使用之麵包板接線容易顯示電路圖。再加上開關、電池座、燈泡座等常有嚴重的接觸不良問題卻又不易察覺，多數學生總在尚未瞭解電路接法的情形下，進了實驗室便一陣糊里糊塗地亂接線，導致實作學習成效之不盡理想。

所幸在資訊發達的現在，電腦融入學科教學早已成為目前教學的主流趨勢之一，前述的問題可利用虛擬實驗軟體加以解決，當今動則上億個電晶體的積體電子元件的研發，必須倚靠電子自動設計（EDA）軟體進行設計工作，對於像簡單電路的實驗，亦有初學版的 EDA 可資利用，如圖 3 所示由匈牙利 Designsoft 公司所出品的 Edison 電路模擬軟體。

Edison 做為實驗教學的輔助工具，將有以下的優勢：(1) 如圖 3，學習者在虛擬桌面上很安全地練習接線，及量測數據，可避免因不熟悉所產生的危險；(2) 在完成線路的同時，電腦自動產生電路圖於右方視窗，學習者可藉由實體圖與電路圖之比較，學習如何連結電路實體；(3) 軟體產生實驗數據的模擬圖於右下方，使用者可在量測前即對數據的範圍充分瞭解；(4) Edison 具備多媒體能力，模擬聲光元件的運作情況，增加模擬實驗的趣味性，提升學生的學習動機。

在模擬軟體運用於電路實驗的相關研究上，張智偉（2006）利用 Edison 融入實驗教學中，學習成效較傳統教學之控制組為佳，且在延宕測驗中亦得到相同之結果。在國外方面，Bayrak, Kanli 與 Ingec (2007) 則以 Edison 進行模擬實驗教學為實驗組，以傳統動手實驗為控制組，並透過前後測，發覺兩組學生的學習成就並無統計上的差異，然實驗組學生無論在學習參與度或學習效率上都優於控制組學生。

由於部分低成就學生可能伴隨注意力缺陷或過動症候，其衝動性極強，亦較缺乏耐心與專注力。當其進行電路實驗時，傳統的實驗套裝組件與方法恐產生許多的危險及損壞，若能以可重複操作又具高度安全性的模擬軟體配合實驗教學，應可大大提升學習效果。惟以低成就國中生為研究對象的自然科學補救教學實證研究本就十分少見，若再添加電腦模擬教學的元素，則本研究在相關研究領域的創新與突破，是絕對值得期待的。

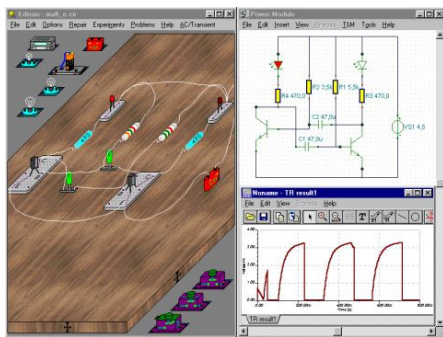


圖 3 Edison 電路模擬軟體的人機介面

#### 五、全方位學習設計—以歐姆定律為例

以本研究共同主持人多年參與實習教師輔導之經驗，簡單電路單元的教學不論採取講述或是合

作學習，大都由教師主導教學情境，透過講述，定義名詞、介紹公式後，接者以實物示範實驗、或影片、或動畫闡述因果關係，歸納公式，如果時間允許，加上實際的動手實驗測試公式的正確性，在下課前做總結。如果一個實習教師的示範教學觀摩能做到如此，已屬難能可貴。然而 UDL 的架構中，前述教學方式將被排除，取而代之的是一個全新概念—以學生為主導學習情境，教師引起動機後，學生分組可從不同的角度去探究歐姆定律，如有些小組可上網探究歐姆的生平，從其發現定律的過程，探究公式的成形；有些小組可從電壓、電流的定義以及背後的微觀模型去探討；有些學生可從前述的模擬電路軟體 Edison，去模擬實驗情境；有些則動手做電路實體實驗做數據驗證，每個小組都將學習心得在班級網頁上呈現，讓班上其他同學參考，內容有些是書面的；視訊也可以在上面，這些學習過程與結果的呈現雖十分多元，然其目標卻是一致的，便是令學生如期學會歐姆定律！

在教材方面，傳統的紙本教科書，將以數位化的形式出現，除了闡述歐姆定律及其應用外、相關的背景知識如電阻器、電壓計、電流計、歐姆生平、延伸閱讀如高中版的歐姆定律描述亦以超連結的方式出現。此外，介紹經由 Edison 軟體的模擬過程得到歐姆定律；以及經由實體電路的實作與量測過程等步驟亦包含其中。數位化的教材除了豐富的內容外，並透過軟體的協助，提供學生不同的學習途徑與歷程，在其中建立檢核點，確認其學習成效。在教師方面，由傳統的授業者、傳道者的角色逐漸轉換成從旁協助的支持者、輔導者，是資源的引路人，而非提供者，從過程的監督者變成查核者，其成就評量的方式亦從書面報告、紙筆測驗、擴展到其他的形式如動畫、展示等。

如此重大的變革，說是一場教學的「寧靜革命」實不為過，然而是否如此創新的教學，便需要動用大量的設備與資源呢？答案是否定的！以目前國高中的配置，班級教室配置網路電腦、單槍投影機、電子白板，在學校亦屬常見之物；在網際網路方面，各種教學的軟體、簡報資料、視訊影片可說是相當的充分。透過網路搜尋工具尋找這些資源並不太困難，如果進行實驗教學，本計畫的主題-簡單電路為例，其設備亦可負擔，因此在採行 UDL 架構時，無論採取現有架構調整或重新設計新架構方式，軟硬體上學校並不需要另外增添，而多元化的課程設計如模擬、實驗、多媒體等教學形式，亦非創新之舉。UDL 的創新來自學生個體的差異性，前述不同型式的教學會同時出現於一間教室，打破長久以來單一課本、齊一進度、共同評量的教室情境，這種根本的變革，非屬易事，因此本計畫擬先以國中自然與生活科技領域中的簡單電路單元為例，並以施行補救教學為對象的學習低成就學生，進行小規模的 UDL 驗證性教學。如能獲得成效，就可嘗試拓展至整個領域中各單元主題的教學。

## 參、研究目的

本研究的主要目的是發展一份蘊含 UDL 設計原理及電腦模擬實驗設計的「簡單電路」補救教學教材組件，並評估其用於提升國中理化低成就學生能力之成效。本研究的假設是，學生能從 UDL 所強調的三多學習（即：多元表徵、多元表達、多元參與）重拾其對理化學習的興趣與信心。茲提出如下的研究目的：

1. 設計一套適合於國中階段低成就學生以簡單電路為主題的 UDL 補救教學教材組件。
2. 探討國中階段低成就學生在實驗教學的立即影響效果。
3. 探討國中階段低成就學生於接受實驗教學後，其對科學教育學習動機的改變情形。
4. 探討參與實驗教學的理化教師，其對本套自編教材組件的整體看法。

根據上列的研究目的，提出本研究的待答問題如下：

根據研究目的一，提出待答問題為：

- 1-1 經由專家審核、教師訪談後，本研究自編之 UDL 補救教學教材組件的周延性如何？
- 1-2 經由試驗性教學後，本研究自編之 UDL 補救教學教材組件的可行性如何？

根據研究目的二，提出待答問題為：

- 2-1 國中階段低成就學生經由實驗教學後，其在簡單電路測驗的成績，是否有所改善？

- 2-2 國中階段低成就學生經由實驗教學後，在簡單電路模擬試題的解答時間，是否有所改善？

根據研究目的三，提出待答問題為：

3-1 國中階段低成就學生經由實驗教學後，對於簡單電路單元課程的參與滿意度為何？

3-2 國中階段低成就學生經由實驗教學後，對於參與科學教育之學習動機是否有所改善？

根據研究目的四，提出待答問題為：

4-1 本研究中參與實驗之理化教師，對於本課程的修正建議為何？

4-2 本研究中參與實驗之理化教師，對於本課程的應用推廣期待為何？

## 肆、研究方法

### 一、研究設計及程序

本研究採準實驗研究法中之前後測設計，參與研究之學生按其就讀學校分別組成接受傳統補救教學之控制組（甲校）及接受實驗教學之實驗組（乙校），兩組學生均接受自編之前測與後測。本研究主要以各組前後測間之差異及兩組間之差異來評估實驗教學之成效。具體而言，前者係評估兩組各自的進步情形；後者則是在控制前測的情況下（即以前測為共變數）比較兩組學生在後測分數之差異。本研究另於實驗教學結束後，藉由問卷及訪談方式分別收集學生及參與教師對整體教學的滿意度及意見，以瞭解本研究之社會效度。

就研究程序而言，本研究主要的研究步驟包括三大階段：第一階段先透過文獻探討、學者專家與實務工作者訪談及試驗性教學，編製教材內容初稿並進行專家內容審核；第二階段進一步修正「簡單電路」單元主題的完整教材組件（包括：學生手冊、電腦輔助教材、作業單/習作練習、互動式模擬實驗活動、生活化趣味實驗活動、前後測紙筆測驗等），並隨即進行實驗教學；第三階段商請參與實驗教學的學生與教師評析整體教學內容，以瞭解其可行性與適切性。

### 二、研究對象

#### （一）學生

本研究以立意取樣方式從中部兩所國中（甲、乙兩校）中共選取 30 名國三受理化教師轉介需接受補救教學之學生參與研究。如前所述，甲校學生為控制組（ $n=15$ ；男生 3 人，女生 12 人），乙校學生為實驗組（ $n=15$ ；男生 12 人，女生 3 人）。實驗組學生除全程參與實驗教學活動及前後測驗外，另於教學結束後填寫滿意度調查問卷並接受訪談；控制組學生在本研究中則僅參與前後測驗，研究者於執行研究前與授課教師（本研究中執行實驗組及控制組教學者為同一人）達成協議，以確保控制組學生在實驗執行期間除再一次接受同一單元的講述教學外，沒有涉及任何其他形式的補救學習。

#### （二）教師

本研究以立意取樣方式選取甲校的一位男性理化教師參與實驗教學。教學者具科教碩士學位，教學年資為 12 年。該教師除全程參與課程與教材的研發外，並於實驗教學結束後接受訪談以提供後續課程與教材改進的回饋與建議。

### 三、研究工具

#### （一）教學工具—「簡單電路 UDL 補救教學教材組件，以下簡稱簡單電路 UDL 單元」

##### 1. 目的與理論基礎

本研究自編之「簡單電路 UDL 單元」之主要目的在於應用 UDL 理念設計補救教學之教材與教學活動，以強化理化學習低成就學生在該單元之學習成效。UDL 著重課程與教學彈性化的落實，其理論依據係來自腦認知神經科學的研究發現：人的學習方式在腦中區分為三個系統--(1) 辨識系統，透過感官去分辨圖形、文字、聲音、影像、動畫等，由於每個人的辨識能力都不同，因此學習的過程亦不同，如文字理解有困難的學生，便需藉由圖形輔助強化其學習功能；(2) 策略系統，著重學習過程中的操作、計算、理解、閱讀等，如果有學習者在前述方面有缺陷，便需考慮透過協助與替代方案助其達成目標；(3) 情意系統，職司意志與情緒，是學習的原動力，強調如何吸引學習者的注意力、如何尊重學習者的感受，並著重提供即時的回饋，以增強學習者的反應。美國應用特殊科技中心（CAST）自提出 UDL 的概念後，亦在其網站中提供教材設計規範 UDL Guidelines 1.0 具體提示上述教材設計的原則與規範以供審核。本研究在規劃、設計、審



核自編教材組件的過程，均以 UDL Guidelines1.0 為參照及教材調整之依據（如表 1）。

表 1：本研究「簡單電路 UDL 單元」配合 UDL 檢核要點之課程與教學調整一覽表

層面	原則	檢核項目	本研究的因應策略
(A) 多元表徵	(1) 多元感官刺激	1.1 options that customize the display of information 1.2 options that provide alternatives for auditory information 1.3 options that provide alternatives for visual information	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 教學內容數位化</li> <li>● 分析學生的「學習風格」及「喜好的學習方式」</li> <li>● 教材內容除文字呈現外，另外增加語音報讀的選擇</li> </ul>
	(2) 語文表徵符號的呈現	2.1 options that define vocabulary and symbol 2.2 options that clarify syntax and structure 2.3 options for decoding text or mathematical notation 2.4 options that promote cross-linguistic understanding 2.5 options that illustrate key concepts non-linguistically	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 增加關鍵概念的「註解圖示」(如：電壓、電流、歐姆定律)</li> <li>● 增加重要學習內容的「提示說明」(由有需要的學生自行點選閱覽之)</li> </ul>
	(3) 促進理解	3.1 options that provide or activate background knowledge 3.2 options that highlight critical features, big ideas, and relationships 3.3 options that guide information processing 3.4 options that support memory and transfer	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 提供每一個主題的「生活小常識」或「背景知識」(如：伏特、歐姆及安培的生平)做為「前導知識」及「引起動機活動」</li> <li>● 增加重要概念的「口訣」或其他強化記憶的策略教學</li> </ul>
(B) 多元表達	(4) 學習反應多元化	4.1 options in the mode of physical response 4.2 options in the means of navigation 4.3 options for accessing tools and assistive technologies	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 提供學生充裕的時間進行模擬與實作活動(讓學生自我控速)</li> <li>● 瞭解學生在操作實驗器材與電腦時之特殊需求，必要時提供學習輔具(例如：觸控螢幕、電子白板)或職務再設計(例如：指定同儕協助)</li> </ul>
	(5) 促進表達與熟練度	5.1 options in the media for communication 5.2 options in the tools for composition and problem solving 5.3 options in the scaffolds for practice and performance	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 建立二元訊息提供系統(即：教師口授、教材報讀)</li> <li>● 為程度較佳或提早完成小單元學習學生設計延伸學習活動</li> <li>● 每個主題之綜合活動設計類似「十萬個為什麼」的動畫影片，並與學習單結合</li> <li>● 模擬與實作活動應落實「多層次學習」設計(例如：為程度較佳學生設計「自我挑戰」單元)</li> <li>● 數位教材提供「提示說明」供有需要的學生自行參閱</li> </ul>
	(6) 執行功能多樣化	6.1 options that guide effective goal-setting 6.2 options that support planning and strategy development 6.3 options that facilitate managing information and resources 6.4 options that enhance capacity for monitoring progress	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 實驗前先進行教師示範講解，再由程度較佳學生上台示範以加深印象</li> <li>● 設計「自我學習管理系統」(類似 IEP 之長短期目標)，鼓勵學生進行學習過程自我監控目標達成情況</li> <li>● 在學習單與講義的特定區塊設計「筆記區」，方便學生記錄重要學習內容</li> <li>● 為每位學生設計學習歷程檔案，在補救教學結束後幫助學生擁有「攜帶式」的學習內容，方便日後複習</li> </ul>
(C) 多元參與	(7) 有效引起學習興趣	7.1 options that increase individual choice and autonomy 7.2 options that enhance relevance, value, and authenticity 7.3 options that reduce threats and distractions	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 事先進行增強調查，並配合團體/個別增強系統的使用</li> <li>● 重視「準備活動」中之引起動機活動的設計</li> <li>● 加強結構化環境設計，以減少不必要的學習干擾</li> <li>● 盡可能提供每個學生獨立的操作空間</li> </ul>
	(8) 提供持續學習的動力	8.1 options heighten salience of goals and objectives 8.2 options that vary levels of challenge and support 8.3 options that foster collaboration and communication 8.4 options that increase mastery-oriented feedback	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 每個單元於「綜合活動」時增加複習重點(劃重點)活動</li> <li>● 落實多層次教學設計</li> <li>● 在模擬及實作活動中讓小組成員輪流擔任各項工作(遵守「人人有事做，事事有人做」原則)</li> <li>● 提供包括增強、糾正、提示等立即且具體明確的教學回饋</li> </ul>
	(9) 鼓勵自主學習	9.1 options that guide personal goal-setting and expectations 9.2 options that scaffold coping skills and strategies 9.3 options that develop self-assessment and reflection	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 設計學習前「自我預期設定」及學習後「目標達成自我檢核」表</li> <li>● 增加「經驗分享」活動，以小組討論方式讓小組成員彼此成為支持系統的一員</li> <li>● 設計「學習札記」讓學生撰寫學後感想(包括學習疑惑、學習心得即解決問題的方法/技巧等)</li> </ul>

## 2. 課程內容

本研究以自編「簡單電路」單元之 UDL 教材組件進行實驗教學，課程內容除透過部頒課程綱要的內容分析、文獻探討外，更邀請學者專家與實務工作者共同審視自編課程內容的周延性與妥適性。本自編課程以「單元主題教學模式」加以設計，內容包含五大主題，20 個教學小單元，茲簡述如表 2。

表 2：本研究「簡單電路 UDL 單元」之實驗教學課程架構及具體教學內容

主題	教學小單元
(一) 簡單電路	1-1 電路上的元件 1-2 認識 Edison 1-3 燈泡的串聯與並聯

(二) 電壓與電流	2-1 水流與電流 2-2 水位差與電位差 2-3 電流與電壓的測量 2-4 電路實作
(三) 串聯與並聯時，電壓與電流的關係	3-1 串聯燈泡的電位差與電流 3-2 並聯燈泡的電位差與電流 3-3 電池的串聯與並聯 3-4 電路實作
(四) 歐姆定律	4-1 導線中電阻的來源 4-2 電阻的串聯 4-3 電阻的並聯 4-4 固定電阻時，電壓與電流的關係 4-5 認識歐姆定律
(五) 電路應用	5-1 斷路 5-2 短路 5-3 家庭電器的連接方式 5-4 用電安全

「簡單電路 UDL 單元」包含五大主題，每個主題依據內容設計合宜的教材，教材組件包括：學生手冊（書面講義）、多媒體簡報教材、作業單/習作練習、Edison 電腦模擬實驗活動、電路連接實作、延伸學習活動（充電小常識）等。無論教材內容或教學活動設計，為因應低成就學生認知理解之困難，措辭皆盡可能淺白易懂、生活化與務實為前提，尤其著重避免艱澀之專有名詞與過於抽象難以理解內容的設計。每個主題在教學之初另設計「前導知識/引起動機活動」小單元，主要內容教學完畢後，又設計「重點複習」及「生活應用練習」兩個小單元。

### 3. 試驗性教學

為確保「簡單電路 UDL 單元」之可行性及適切性，本研究以立意取樣方式選擇七位未參與本研究之理化低成就國三學生（男生 2 人，女生 5 人）進行為期一個月，每週 2 節課，共計 8 節課的試驗性教學。研究團隊根據學生在試教過程中遭遇的困難及所提供的回饋與建議做為修正課程教學內容及實施方式之依據。

#### (二) 資料蒐集/評量工具

茲將本研究用以蒐集質性及量化資料的各式工具依研究進程分別簡述如下：

1. 自編「簡單電路 UDL 單元」教材組件檢核問卷—依據 UDL 之三多原則（即：多元表徵、多元表達、多元參與）以及 CAST 所發展之 UDL Guidelines 1.0 發展成一份可提供教材審查者評估教材周延性與妥適性的檢核表，以作為本研究第一階段教材組件審查之依據。

2. 自編「簡單電路 UDL 單元」前後測驗卷—依據歷屆基本學力測驗中與簡單電路單元相關之測驗題加以改編，並仿照基測試題呈現方式，以四選一之選擇題呈現，共計 20 題，答對一題得一分，最高得分為 20 分。本測驗卷係做為本研究第二階段驗證實驗教學成效之主要依據。

3. 自編「簡單電路實驗教學學生滿意度調查表」--以四等量表（完全同意、部分同意、部分不同意、完全不同意）方式分別就「教學內容」、「整體教學活動的進行」、「整體評價」等徵詢實驗組學生的意見，以作為本研究第三階段分析社會效度之依據之一。

4. 自編訪談大綱—為了分析實驗教學的可行性及後續推廣的可能性，本研究分別針對實驗組學生及教師設計訪談大綱以蒐集質性資料。學生的訪談內容包括三題開放性問題：(1)「你是否喜歡這個課程？最喜歡和最不喜歡的小單元各是什麼？」，(2)「從這個課程中，你學會了什麼？」，(3)「這個課程中還有什麼地方需要改進的嗎？」。教師的訪談內容則包括下列三個開放性問題：(1)「你認為學生在接受 UDL 教學後，是否有進步？如果有，在哪一方面的進步最明顯？」，(2)「對於課程內容及實施的回饋與建議為何？」，(3)「贊不贊成類似的教學型態成為未來國中自然與生活科技領域的教學常態？」

5. 其他實驗教學過程之相關表件—配合 UDL 之三多原則，本研究另行設計了「簡單電路輔導課程活動興趣調查表」做為教學前調查學生增強/興趣之用，並藉以規劃團體/個別增強系統；「簡單電路各單元課後自我檢核表」提供學生針對每一主題之學後收穫進行四等量表式（即：「完全聽懂」、「還好…」、「有一點不懂」、「完全不懂」）的自我省思之用。

#### 四、資料分析

##### (一) 量化資料分析

1. 實驗教學成效的驗證--本研究首先使用描述性統計分析實驗組與控制組兩組學生在前後測知平均數與標準差，接著以前測為共變數，應用單因子共變數分析評估兩組在後測分數之差異是否達統計顯著性。在應用此法前，本研究預先進行「斜率同質性」(homogeneity of slopes) 檢定以評估前測分數與學生所屬組別兩變項間是否存在會影響後測分數的相關性。分析結果顯示，兩者並無關聯，因此以前測分數做為共變數所進行之共變數分析適合的。

2. 滿意度資料分析—本研究針對學生滿意度資料進行平均數的分析。

##### (二) 質性資料分析

就訪談資料的分析而言，訪談者以錄音設置錄集受訪者的回答內容，並將之製成逐字稿，研究者再依據逐字稿內容進行綜合性的分析與歸納。

#### 伍、結果與討論

##### 一、研究結果

##### (一) 簡單電路 UDL 單元實驗教學資料之分析結果

表 3 將 15 位控制組學生與 15 位實驗組學生在前後測時的得分，以及所需測驗時間的平均數加以呈現。表 4 則分別呈現兩組平均數與標準差，並將控制組在前後測比較、實驗組在前後測比較，以及兩組間之前後測比較分別呈現之。

1. 控制組前後測之比較—就測驗得分而言，控制組在前測成績平均為 14.53 分 (標準差 3.23)，後測平均為 15.15 分 (標準差 4.26)，重複測量設計之變異數分析結果顯示，學生在前後測分數間之差異未達統計顯著性。但由表 3 的數據得知，學生在後測分數略高於前測分數，其中有 7 位學生後測成績高於前測，3 位學生前後測成績維持不變，但也有 3 位學生的後測成績反而低於前測 (另有二人未能接受後測)。前述結果顯示，重複講述式的補救教學雖能提升學生學習成效，但效益有限。就所需測驗時間而言，控制組學生在完成前測時所需花費時間平均為 1450.6 秒 (標準差 318.96 秒)，後測所需時間平均為 918.46 秒 (標準差 305.34 秒)，重複測量設計之變異數分析結果顯示，學生在前後測所需花費的時間之差異達統計顯著性 ( $p=.000$ )，顯示在進行同一份試題的作答，學生在後測時所需思考的時間顯著較短，此或因補救教學後對於評量內容較能掌握加快解題速度，亦可能為練習效應使然。

2. 實驗組前後測之比較—就測驗得分而言，實驗組在前測成績平均為 12.00 分 (標準差 3.78)，後測平均為 14.13 分 (標準差 3.31)，重複測量設計之變異數分析結果顯示，學生在前後測分數間之差異達統計顯著性 ( $p=.05$ )。由表 3 的數據亦得知，其中有 11 位學生後測成績高於前測，但也有 4 位學生的後測成績反而低於前測。前述結果顯示，以 UDL 理念所設計的補救教學能有效提升學生學習成效。就所需測驗時間而言，實驗組學生在完成前測時所需花費時間平均為 1216.0 秒 (標準差 262.97 秒)，後測所需時間平均為 664.00 秒 (標準差 229.56 秒)，重複測量設計之變異數分析結果顯示，學生在前後測所需花費的時間之差異達統計顯著性 ( $p=.000$ )，顯示在進行同一份試題的作答，學生在後測時所需思考的時間顯著較短。

3. 控制與實驗兩組間之比較—就測驗得分而言，以兩組學生的前測分數為共變數所進行之共變數分析結果顯示，實驗組與控制組兩組學生在後測得分未達統計顯著性，兩組學生在實驗教學前後的得分並無顯著差異；然就所需測驗時間而言，兩組學生在後測時之表現則呈現明顯的差別 ( $p=.000$ )，實驗組學生之解題速度明顯較控制組學生快，且組間差異亦較小。

##### (二) 社會效度資料之分析結果

1. 學生滿意度調查資料分析結果--表 5 將 15 位實驗組學生在實驗教學結束後所填答的滿意度調查結果以百分比加以呈現。由表 5 可知，學生對於五大主題內容的學習是否皆能清楚瞭解皆表達「完全同意」或「部分同意」，其中對於主題二「電壓與電流的基本概念」更是全體一致地表達完全同意；在整體教學活動的進行方面，全體學生對於實驗教學的各項規劃都持肯定的態

度，其中尤以「補救教學幫助我建立基礎電學的正確概念」、「Edison 軟體的模擬操作」，以及「實際電路串接實驗活動」等三項更是獲得全體一致的認同。

表 3：控制組 (n=15) 與實驗組 (n=15) 學生前後測得分與所需測驗時間一覽表

組別	控制組				實驗組			
	前測 成績	前測時 間(秒)	後測 成績	後測時 間(秒)	前測 成績	前測時 間(秒)	後測 成績	後測時 間(秒)
1	7	1290	7	900	15	1380	13	780
2	15	1518	17	780	12	1380	15	840
3	13	1845	12	720	11	1260	10	660
4	6	1800	8	1500	15	1320	14	300
5	13	1500	12	1020	18	600	20	300
6	15	1350	16	600	12	1320	9	660
7	14	1176	14	600	7	600	15	840
8	17	900	缺考	缺考	8	1440	14	900
9	13	2100	缺考	缺考	9	1380	11	1020
10	18	1800	18	1500	13	1380	16	600
11	18	1200	17	1080	7	1380	9	900
12	18	1200	20	720	15	1200	17	540
13	16	1500	18	720	14	1200	19	720
14	17	1320	18	1080	13	1200	15	300
15	18	1260	20	720	11	1200	15	600

表 4：控制組與實驗組學生前後測得分與所需測驗時間的平均數、標準差及變異數分析一覽表

變項	控制組				$F^a$	實驗組				$F^b$	
	前測		後測			前測		後測			
	M	SD	M	SD		M	SD	M	SD		
測驗得分	14.53	3.78	14.13	3.31	1.99	12.00	3.23	14.13	3.31	2.76*	1.23
完成測驗時間(秒)	1450.60	318.96	918.46	305.34	6.93**	1216.00	262.97	664.00	229.56	7.43**	4.11**

註：\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ ； $F^a$ 係指兩組各自組內前後測之比較； $F^b$ 係指以前測為共變數，比較兩組在後測之差異

表 5：本研究實驗教學學生對五大主題教學內容的滿意度調查結果一覽表

層面	題目	完全同意 (%)	部分同意 (%)	部分不同意 (%)	完全不同意 (%)
教學內容	1. 實驗教學課程能讓我清楚瞭解 <b>電路連接的方式與原理</b>	86.67	13.34	---	---
	2. 實驗教學課程能讓我清楚瞭解 <b>電壓與電流的基本概念</b>	100.00	---	---	---
	3. 實驗教學課程能讓我清楚瞭解 <b>串聯與並聯時，電壓與電流的關係</b>	93.33	6.67	---	---
	4. 實驗教學課程能讓我清楚瞭解 <b>歐姆定律的基本概念</b>	86.67	13.34	---	---
	5. 實驗教學課程能讓我清楚瞭解在 <b>日常生活中進行正確的電路應用</b>	86.67	13.34	---	---
整體教學活動的進行	1. 我覺得這次實驗教學課程 <b>很有趣</b>	93.33	6.67	---	---
	2. 我覺得這次實驗教學課程 <b>讓我更知道在實際生活中如何維護用電安全</b>	93.33	6.67	---	---
	3. 我覺得這次實驗教學課程 <b>幫我在基礎電學領域建立了更正確的概念</b>	100.00	---	---	---
	4. 每週六我都很 <b>期待</b> 上實驗教學課程	73.33	26.67	---	---
	5. 我認為 <b>個別或小組競賽</b> 方式讓我更願意參與上課活動	80.00	20.00	---	---
	6. 我認為 <b>增強系統的使用</b> 讓我更願意配合活動進行	80.00	20.00	---	---
	7. 我認為 <b>多媒體教學設計</b> 讓我更清楚上課的內容	80.00	20.00	---	---
	8. 我認為配合簡報所設計的 <b>講義</b> 讓我更清楚上課的內容	80.00	20.00	---	---
	9. 我認為 <b>Edison 軟體的模擬操作</b> 讓我更清楚上課的內容	100.00	---	---	---
	10. 我認為 <b>實際電路串接實驗活動</b> 讓我更清楚瞭解上課的內容	100.00	---	---	---
	11. 我認為 <b>充電小常識</b> 增長了我的電學常識	80.00	20.00	---	---
	12. 我認為 <b>生活應用練習</b> 讓我更知道在實際生活中如何應用簡單電路原理	93.33	6.67	---	---
	13. 我認為 <b>重點複習</b> 幫助我熟記教學內容與重點	93.33	6.67	---	---

2. 學生訪談結果分析--表 6 將 15 位實驗組學生在實驗教學結束後接受質性訪談之結果依據題目加以歸納彙整。

表 6：本研究實驗教學學生接受訪談後之意見彙整表

題目	意見彙整
1. 你是否喜歡這個課程？ 最喜歡和最不喜歡的小單元各是什麼？	1-1 全體學生皆回答非常喜歡這個課程，例如： 「真的很希望能一直上下去，因為真的很好玩，又能學到東西」， 「很高興當初老師要我參加這個課程，比想像中有趣多了，自己實際操作真的對觀念有幫助。這個課程不僅讓我對電學更瞭解，也對電學更有興趣了！」， 「老師上課認真又有趣，讓我不認真都不好意思...」。 1-2 對於最喜歡的小單元，有 3 位學生回答「全部！」，有 6 位學生回答「電路連接」，有 3 位學生回答「串聯與並聯時，但壓與電流的關係」，至於「電壓與電流」、「歐姆定律」及「電路應用」則各有 1 位學生選為最喜歡的單元。 1-3 對於最不喜歡的小單元，有 5 位學生回答「沒有ㄟ!!」，各有 3 位學生選擇「電壓與電流」及「串聯與並聯時，但壓與電流的關係」，各有 2 位學生選擇「電路連接」及「歐姆定律」。「電路應用」則未有學生選為最不喜歡的小單元。



2.從這個課程中，你學會了什麼？	學生的回饋相當一致，大致可以歸納成下列幾點： 「我認為『簡單電路』實驗教學課程能讓我成爲一個電路/電器正確使用者。」 「我認爲這次的實驗教學課程非常成功地幫我複習了國三在課堂中所學的『簡單電路』內容。」 「多了模擬和電路實作練習，本來很難的東西就變簡單了！」 「我學到了許多課本以外的用電小常識，將來念高職就有用了。」
3.這個課程中還有什麼地方需要改進的嗎？	15位學生中有13位回答「沒有！」，僅有2位提供了下列改進建議： 「我建議增加讓學生自行練習做的時間。」 「這裡的老師們人都很好，也沒什麼限制，很自由，不會感覺無趣，只是除了上課以外，希望老師可以帶我們一起解解基測的題目或練習考古題。」

### 3.教師訪談結果分析—表7將參與實驗教學教師對整體教學的感受與回饋加以整理。

表7：本研究參與實驗教學教師訪談意見彙整表

題目	意見彙整
1. 你認爲學生在接受UDL教學後，是否有進步？如果有，在哪方面的進步最明顯？	1-1 實驗教學教師對於全體學生的進步情形大致滿意：「我覺得同學們在補救教學後真的都有進步了，雖然有幾個人在後測還是沒有上來，但是大體從他們課堂中的隨機抽問可以發現，普遍都已具備各主題內的重要概念，更重要的是，這些孩子從原本不太想上課變成很有反應，我覺得這才是最大的進步！」。 1-2 實驗教學教師除了不斷強調學生的上課動機增強了許多之外，他認爲學生在「電腦模擬軟體的操作」以及「實際電路的連接與實作」兩方面的進步最多。他並強調：「這兩項活動通常不會出現在國中理化課程之中，因爲太浪費時間，也沒有這麼多的教具可供使用，老師更不可能把學生帶到電腦教師做模擬……然而這對於觀念不夠清楚的學生，卻是最直皆能夠幫助他們上手的策略，真的很可惜，一般的孩子無法接觸到。」
2. 對於課程內容及實施的回饋與建議為何？	2-1 參與實驗教學教師對於本課程表達支持與肯定的態度：「我覺得這是個很好的課程，我願意未來使用部分的內容在我的教學中，特別是電路實作練習部分，以及生活小常識及生活應用練習的設計都能讓學生將教室內學習的知識，轉換成帶得走的生活經驗，這是這個課程最讓我認同的部分。另外，教學節奏的加快以及師生互動的加強也是我從這次的教學中體會到自己未來可以做的教學改進，我還體會到原來增強物的使用效果這麼好，真的可以激發學生的良性參與……」 2-2 參與實驗教學教師認爲教學時間過於緊湊，以及部分內容仍稍嫌較難對於低成就學生仍有必要進行後續的簡化，是本課程未來最需改善之處：「我認爲可以改進之處爲要教的東西太多，能用的時間嫌少，尤其在有限的補救教學時間內又要進行多媒體教學，又要用軟體模擬，還要讓學生以電路板實作練習，時間真的不夠用，這也是這套課程未來推廣上的一大問題，國中老師永遠被教學進度逼著走，到底有多少人能夠如此有系統、循序漸進，逐個單元地幫學生建構起抽象的理化概念，我真的很懷疑……還有一點，這些孩子都是低成就的孩子，有些內容對他們來說是比較難，這可以從上課時我發問都得不到正確回答可以知道，特別是在串並聯與電流電壓的關係的學習時，最容易搞混，未來這個部分恐怕還要再行簡化。」
3. 贊不贊成類似的教學型態成爲未來國中自然與生活科技領域的教學常態？	實驗教學教師雖然肯定本課程的創新與努力，但對於類似的教學型態應用在未來國中自然與生活科技領域成爲常態教學的一環，抱持非常悲觀的態度：「我前面已經說過，這個課程的優點包括能提升學生的學習動機、課程生活化，鼓勵學生思考，也有助於學生將理論與實際相結合。但耗時費事的教材教具準備歷程，以及必須運用多種教學媒介，這在人力物力都不夠充沛的國中實在有其窒礙難行的地方，坦白說，類似這樣結合多媒體+模擬+實作+生活應用的全方位學習設計，恐怕只能在教學改進的研究中力求表現吧！」

## 二、討論與結論

1. 本研究的主要目的是針對理化低成就國中生發展一份強調全方位學習設計的補救教學教材組件，研究團隊以「簡單電路」單元做爲教材設計的依據，進行包括學生手冊（書面講義）、多媒體簡報教材、作業單/習作練習、Edison 電腦模擬實驗活動、電路連接實作、延伸學習活動（充電小常識）等套裝教材的研發，並進行實驗教學以評估其成效。就量化資料的分析結果而言，實驗組學生無論在前後測驗分數或所需測驗時間之間的差異皆達統計顯著性。換言之，在接受實驗教學後，實驗組學生對簡單電路單元的理解能力較其接受補救教學前有顯著的進步，這樣的學習精進同時也展現於解題速度的顯著增進上。相反地，在控制組則未能呈現類似的進步情形，控制組學生在後測分數上雖有些微上揚，但卻未達統計顯著性，然而隨著第二次進行同一份測驗的解題，其解題時間也顯著下降，只是下降幅度不如實驗組大。遺憾的是，本研究在進一步執行共變數分析時，並未呈現兩組間後測成績的顯著差異，因此無法證明實驗組學生的進步確爲課程教學介入之故，而非由於機率、成熟或練習效應等因素所致。

2. 就社會效度的分析結果顯示，實驗組學生在滿意度調查中，以及參與實驗教師在個別訪談中皆十分明確地表達他們對「簡單電路UDL單元」的喜愛，這主要可歸因於課程本身的創新性、趣味性、充實性及實用性。研究團隊刻意結合多媒體+模擬+實作+生活應用的全方位學習設計，使「簡單電路」單元中的五大主題皆能凸顯各自的重點與特色，並符膺多元表徵、多元表達、多元參

與的UDL三多原則。從包括書面講義、多媒體簡報教材、模擬軟體、電路板實作、水車模型示範等多種教材教具的呈現，落實了多元表徵的原則；從實驗組學生的回饋意見可知，最令他們喜愛的特色包括Edison電腦軟體模擬練習、電路實作等落實了多元表達的原則；從參與實驗教師的回饋意見中瞭解學生學習動機受到有效的提升、學習參與度變好等現象落實了多元參與的原則。總結而言，從參與實驗教學的學生及教師處所蒐集的質性與量化資料皆顯示，雙方對本研究所研發的「簡單電路UDL單元」之內容及成效抱持正向肯定的態度，因此本研究所發展的UDL教材組件之教學成效可獲得初步的社會效度支持。這樣的結果至少代表兩個意涵：第一，國中（在本研究中係指國三學生而言）理化低成就學生可藉由本套教材組件提升其學習成就、解題時間及學習信心，此結果符合過去研究對於UDL課程研發的一致結論（例如：張小萍，2003；陳家賓，2005；賴芳玉，2007；蕭芳宜，2008），惟本研究是第一篇以國中自然科學領域為主題的UDL實證研究，更增添了UDL在國中階段九年一貫自然科學課程領域適用性的一筆有效證據。第二，本研究的結果亦同時凸顯，受理化教師轉介需接受本研究「簡單電路」單元補救教學的國中數理低成就學生，確可從有系統的UDL學習歷程中重新建構其在本單元的正確認知、解題技能、電路之模擬與實作技巧等。更難能可貴的是，透過UDL的學習過程，使這群學生重新找回了他們對學習科學的樂趣與信心（從這15位學生全程參與了此項利用假日進行的非強制性質的補救教學活動可見一斑）。林家靜（2008）從設計國小數學領域的UDL實驗課程中觀察到「…連貫式的教學情境切合學生實際生活經驗，讓學生們寓教於樂；螺旋式教學活動讓學生精熟數學概念，對低成就學生的成功經驗、自信心和學習表現都有顯著的提升效果。」本研究呼應林家靜（2008）的研究發現，且提供了國中理化低成就學生也能經由UDL的有效學習重新喚回學習效能與信心的佐證。

3. 就本研究自行研發的「簡單電路UDL單元」之後續推廣效益分析，從參與實驗教學教師的訪談結果顯示，即使學習績效與口碑俱佳，然耗時費事的教材教具準備過程，將大大折損實務工作者採用類似的原理原則進行教學改進的動機。在本研究中，即使不需要任何教學準備的反覆講述式補救教學活動，也能使控制組學生微幅提升其學習成就，不難理解在簡約原則（principle of parsimony）（Snell, 2008）的實踐下，實務工作者在繁重的課程負擔與過高的師生比例中，自然會選擇不需勞師動眾、不需離開教室、不需打開電腦、不需浪費時間做實驗的講述式教學了！

4. 組織理解抽象的事物對於學習低成就的學生而言是有難度的，學習低成就學生對於課本上抽象的觀念因為無法在腦中想像出課本上描繪的結果，尤其以文字敘述的過程更讓學生難以理解。因此導致學生對於閱讀課本興趣缺缺，轉而將注意力放在「可以動手操作」並可「立即獲得結果」的事物上，大部分學習低成就學生長時間習慣此行為，因此他們學習的過程會以「先實作再理解」的方式進行（邱上貞，2004）。為了提升「實作」與「抽象概念」之間的相關性，本研究使用「類比」及「模擬」的方式將課本上的內容以漸進式的方式導入「實際」，在類比與模擬的過程中可以讓學生無需費心去想像抽象與實際的連接性，再以「實作」的方式讓學生直接「感覺」課本上所描述的觀念，使學生用身體去記住知識、用經驗去解題，就如同學習騎腳踏車一般用身體記住，往後只要遇到不同種類的腳踏車都一定會騎，甚至換成機車也只需要短時間的適應期就會，以類比→模擬→實作→講解→應用循序漸進的教學過程，先以水流在水車的轉動連結學生對電流的理解，接著藉由電腦模擬提升學生的學習意願，再由實際操作來增進學生對概念的印象與記憶，然後配合教師以簡報做重點式的提示講解，最後將概念延伸應用至日常生活的熟悉經驗，如此縝密且周延的學習歷程，直接強化學生在解題上可以直接以反射性的思考模式將正確答案選出，也因此有效縮短了其解題時間，此點是本研究除了學習成就提升之外的意外收穫，值得後續研究持續關注。

## 陸、參考文獻

### 一、中文部分

- 朱經明 (2000)。國小數學障礙兒童在動態評量中學習潛能與錯誤類型之分析。行政院國家科學委員會補助專題研究 (NSC88-2614-S-142-003)。
- 朱經明、蔡玉瑟 (2000)。動態評量在診斷國小五年級數學障礙學生錯誤類型之應用成效。《**特殊教育研究學刊**》，18，173-189。
- 呂美娟等譯(1999)，Bigge, J.L., & Stump, C.S. 原著。《**特殊教育課程與教學**》。台北：學富。
- 林秋榮 (2002)。電腦化動態評量對國小三年級學習障礙學生整數四則問題之研究。載於**九十一學年學習障礙低成就學生學術研討會論文集** (頁 31-50)。彰化市：國立彰化師範大學特殊教育中心。
- 林淑靜 (2005)。國中自然與生活科技領域實施開放式探究教學之研究-以「磁與電流」單元為例。國立彰化師範大學科學教育研究所碩士論文(未出版)。
- 邱上真 (2004)。《**特殊教育導論：帶好班上每位學生 (第二版)**》。台北：心理。
- 孟瑛如 (2003)。營造學障兒的無障礙教育環境。《**教師天地**》，125，1-7。
- 胡永崇 (2003)。國小學童數學解題的性質及補救教學教材設計。《**國民教育研究**》，7，74。
- 洪儷瑜 (1998)。《**ADHD 學生的教育與輔導**》。台北：心理。
- 秦麗花 (1994)。國小數學學習障礙兒童數學解題補救教學實驗成效之比較研究。《**國民教育研究集刊**》，1，225-265。
- 教育部中部辦公室主編 (2004)。學習障礙資源手冊。台中縣：作者。
- 許家驊、邱上真、張新仁 (2003)。多階段動態評量對國小學生數學學習促進與補救效益之分析研究。《**教育心理學報**》，35 (2)，141-166。
- 許清姿 (2004)。網頁輔助教學對國二學生在「光的傳播與光速的測量」課程學習成效之研究。國立高雄師範大學物理研究所碩士論文(未出版)。
- 陳麗如 (2007)。《**身心障礙學生教材教法**》。台北：心理。
- 黃永義 (2003)。運動與力補救教學模組發展與教學成效之研究。國立高雄師範大學工業科技教育研究所碩士論文(未出版)。
- 張智偉 (2006)。結合 Edison 電腦模擬的類比學習環融入國中直流電路學習成效之研究。國立彰化師範大學物理研究所碩士論文 (未出版)。
- 林家靜 (2008)。應用『全方位數學課程』與『合作教學』對融合教育教室中國小學生數學學習之行動研究。國立台灣師範大學特殊教育系碩士論文 (未出版)。
- 陳家賓 (2005)。學習的全方位設計對輕度智能障礙兒童國語科學學習成效之研究。國立台北教育大學特殊教育系碩士論文 (未出版)。
- 賴芳玉 (2007)。全方位學習設計對國小六年級學習障礙學生在社會領域之學習成效。中原大學教育研究所碩士論文 (未出版)。
- 蕭方宜 (2008)。全方位學習設計對國小三年級普通班學生與輕度智能障礙學生數學學習之成效。中原大學教育研究所碩士論文 (未出版)。
- 張小萍 (2004)。使用全方位設計對普通班數學低成就學童進行數概念補救教學之效果研究。國立台北師範學院特殊教育系碩士論文 (未出版)。
- 張新仁 (2001)。實施補救教學之課程與教學設計。《**國立高雄師範大學教育學系教育學刊**》，17，85-106。

### 二、英文部分

- Apel, K. (2001). Developing evidence-based practices and research collaborations in school settings. *Language, Speech, and Hearing Service in School*, 32(3), 196-197.
- Babbitt, B.C., & Miller, S.P. (1993). Using hypermedia to improve the mathematics problem-solving skills for students with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 29(4), 391-402.
- Barkley, R.A. (1998). *Attention-Deficit Hyperactivity: A handbook for diagnosis and treatment* (2<sup>nd</sup> ed.).

- New York: Guilford.
- Bargerhuff, M.E., & Wheatly, M. (2004). Teaching with CLASS: Creating laboratory access for science students with disabilities. *Teacher Education and Special Education*, *27*(3), 137-140.
- Bayrak, B. Kanli, U., & Ingec, S.K. (2007). To compare the effects of computer based learning and the laboratory based learning on students' achievement regarding electric circuits. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, *6*(1), 1-9.
- Bender, W.N. (2002). *Differentiating instruction for students with learning disabilities: Best teaching practices for general and special educators*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Cawley, J.F., Foley, T.E., & Miller, J. (2003). Science and students with mild disabilities: Principles of universal design. *Intervention in School and Clinic*, *38*(3), 160-171.
- CAST, (2001). Universal Design for learning. <http://www.cast.org>.
- Cawley, J.F., Hayden, S., Cade, E., & Bajer-Kroczyński, S. (2002). Including students with disabilities into the general education science classroom. *Exceptional Children*, *68*(4), 423-435.
- Ernsbarger, S.C. (2002). Simple, affordable, and effective strategies for prompting reading behavior. *Reading and Writing Quarterly: Overcoming Learning Difficulties*, *18*, 279-284.
- Gerber, M.M., Semmel, D.S., & Semmel, M.L. (1994). Computer-based dynamic assessment of multidigit multiplication. *Exceptional Children*, *61*(2), 114-125.
- Hardman, M.L., Drew, C.J., & Egan, M.W. (2005). *Human exceptionality: School, community, and family* (8<sup>th</sup> ed.). Boston, MA: Pearson.
- Horner, R.H., Carr, E.G., Halle, J., McGee, G., Odom, S., & Wolery, M. (2005). The use of single-subject research to identify evidence-based practice in special education. *Council for Exceptional Children*, *71*, 165-179.
- Kamhi, A.G., & Catts, H.W. (2002). The language basis of reading: Implications for classification and treatment of children with reading disabilities. In K.G. Bulter and E.R. Silliman (Eds.), *Speaking, reading, and writing in children with language learning disabilities: New paradigms in research and practice* (pp. 45-72). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Larkin, M.J., & Ellis, E.S. (1998). Adolescent with learning disabilities. In B.Y.L. Wong (Eds.), *Learning about learning disabilities* (2<sup>nd</sup> ed.). (pp.557-584). New York: Academic Press.
- Lerner, J.W. (2003). *Learning disabilities: Theories, diagnosis, and teaching strategies* (9<sup>th</sup> ed.). Boston, MA: Houghton Mifflin.
- Lovett, M.W., Lacerenza, L., Borden, S.L., Frijters, T.C., Steinbach, K.A., & Depalma, M. (2000). Components of effective remediation for developmental reading disabilities combining phonological and strategy-based instruction to improve outcomes. *Journal of Educational Psychology*, *92*(2), 263-283.
- McNeil, N.M., & Alibali, M.W. (2000). Learning mathematics from procedural instruction: Externally imposed goals influence what is learned. *Journal of Education Psychology*, *92*(4), 734-744.
- Meese, R.L. (2001). *Teaching learners with mild disabilities: Integrating research and practice* (2<sup>nd</sup> ed.). Belmont, CA: Wadsworth/Thomson Learning.
- Melber, L.M., & Brown, K.D. (2008). "Not like a regular science class": Informal science education for students with disabilities. *The Clearing House*, *82*(1), 35-39.
- Melnick, D.H. (1992). *Adjustment to transitions in early adolescence (Junior high school)*. Long Island University, the Brooklyn Center. Degree: Ph.D.
- Mercer, C.D., & Mercer, A.R. (2003). *Teaching students with learning problems* (7<sup>th</sup> ed.). Upper Saddle River, NJ: Merrill.
- Miller, S.P., & Mercer, C.D. (1993). Using date to learn about concrete-semiconcrete-abstract instruction for students with math disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, *8*(2), 230-237.
- Moore-Brown, B., Huerta, M., Uranga-Hernandez, Y., & Pena, E.D. (2006). Using dynamic assessment to evaluate children with suspected learning disabilities. *Intervention in School and Clinic*, *41*(4), 209-217.
- Plowers, C.P., Hancock, D.R., & Toyner, R.E. (2000). Effects of instructional strategies and conceptual levels on students' motivation and achievement in a technology course. *Journal of Research and Development in Education*, *33*(3), 187-194.
- Smith, T.J., Dittmer, K.I., & Skinner, C.H. (2002). Enhancing science performance in students with

learning disabilities using cover, copy, and compare: A student shows the way. *Psychology in the Schools*, **39**(4), 417-426.

Snell, M. (2008). *Systematic instruction for students with severe disabilities*. Boston, MA: Houghton Mifflin.

# 國科會補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2011/10/28

國科會補助計畫	計畫名稱: 全方位學習設計對提升國民中學自然與生活科技領域低成就學生學習效果之探究--以「簡單電路」教學主題為例
	計畫主持人: 林千惠
	計畫編號: 99-2511-S-018-025- 學門領域: 多元族群的科學教育
無研發成果推廣資料	

99 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：林千惠		計畫編號：99-2511-S-018-025-					
計畫名稱：全方位學習設計對提升國民中學自然與生活科技領域低成就學生學習效果之探究--以「簡單電路」教學主題為例							
成果項目		量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）	
		實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數（含實際已達成數）	本計畫實際貢獻百分比			
國內	論文著作	期刊論文	0	2	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	1	100%		
		研討會論文	0	1	100%		
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（本國籍）	碩士生	0	1	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
博士後研究員		0	0	100%			
專任助理		0	0	100%			
國外	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%		章/本
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（外國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
博士後研究員		0	0	100%			
專任助理		0	0	100%			

<p>其他成果 (無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)</p>	<p>1. 本研究成功驗證全方位(UDL)理念落實在國中自然科學補救教學上的可行性，此項研究發現對於未來推動特殊教育新課程與九年一貫課程接軌將具有顯著的意義。</p>
--	---

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科 教 處 計 畫 加 填 項 目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	1	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	1	
	舉辦之活動/競賽	2	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	0	



# 國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

## 1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

1. 無法完成動態評量系統的設計--本研究補救教學教材的設計費時較長，再加上套裝教材中包括學生手冊、電腦輔助教材、作業單/習作練習、互動式模擬實驗活動、電路實作模組、水流模型、生活化趣味實驗活動、紙筆測驗等之設計，又必須配合預定的實驗教學進度，因此無法在預定時間內完成動態評量系統的設計，但仍無損整體研究目的之執行。

2. 無法完成保留測驗的施測--由於實驗教學結束後研究對象即已從國中畢業，或忙於投入第二次基測的準備，校方無法順利召集全體研究對象回校進行保留後測，因此無從瞭解本研究對實驗組學生的學習保留效益。

## 2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文：已發表 未發表之文稿 撰寫中 無

專利：已獲得 申請中 無

技轉：已技轉 洽談中 無

其他：（以 100 字為限）

本研究之研究成果除配合科教處之成果發表研討會將於 12 月中旬在中山大學進行口頭報告外，另將於十一月中旬前投遞物理年會進行口頭發表，然後撰寫成完整研究報告投遞中興大學「教育科學期刊」以及彰化師大「特殊教育學報」。

## 3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

本研究結果有如下之貢獻與價值：

1. 驗證全方位教學對低成就國中生學習自然科學領域之學習成效。
2. 成功發展出第一套國中階段具全方位教學特色的自然科學領域套裝補救教學教材。
3. 成功帶動彰化縣兩所國中理化教師對於全方位教學的認識。
4. 完成第一篇以國中自然科學領域為主題的全方位實證教學研究。