

教育部九十六年度中小學科學教育專案期末報告大綱

計畫名稱：運用電腦樂高積木融入國小高年級簡單機械(力學)課程教材教法及評量研究

主持人：劉得煒

執行單位：花蓮縣花蓮市明恥國民小學

一、計畫目的

本研究旨在以電腦樂高積木為輔助教材，發展適當的教學法，提供學童學習以樂高積木操作實驗與模擬實際應用的實作方法，進行比傳統量測工具(如拉力/秤、距離/尺、時間/碼表)更為精準、量化、有效且直接呈現實驗操作的結果。本研究擬發展簡單機械的線上二階式診斷工具，以評量學生在學習前後的相關科學概念之學習。

本研究的目的是有四：

1. 研發以電腦樂高積木輔助國小高年級簡單機械單元的教材，並發展適當的教學方法。
2. 提供學童更精準的實驗測量分析與實際應用的模型推論以強化概念連結
3. 引導學童進行具體操作教具、嘗試錯誤概念建構的學習。
4. 發展二階式迷思概念診斷工具以評量學生對簡單機械的概念學習。

2007 科教年會投稿接受論文：

本研究旨在發展國小高年級學童科學社團的教學指導方法，並以此法逐步發展可行的自然與生活科技教學課程，讓科學教師不但可以藉由社團的訓練方式培訓參加中小學科學展覽競賽的資優學生，並將社團種子學生的成果帶至常態的科學課程中，讓多數學生都可以藉由科學研究的訓練方式，獲得一個自動控制專題研究的學習概念。

本研究採用MIT Media Lab所發展的Scratch軟體訓練學生基本邏輯與電腦程式設計概念，能夠以較低教學成本的方式讓一整班學生學習。另外也採用光譜資訊代理進口的MindRover(思考機器)遊戲設計軟體，引發學生的學習興趣，藉由遊戲中可以學到控制系統設計的概念。最後，以MIT Media Lab與Lego合作發展的LEGO Mindstorm RCX系列電腦化可程式積木組，讓學生參與機械結構和控制程式系統的設計，完成科學展覽專題研究，並獲得花蓮縣中小學科學展覽競賽國小應用科學組冠軍，代表參加全國賽(2007)。

本研究成果如下：

- 1、學生可在短期內藉由有效的訓練方式學習到電腦程式設計概念。
- 2、學長傳承制度的學生社團可以有效的將學習經驗傳授給學弟。
- 3、小組合作學習可以訓練團隊整合控制系統專題的研究，並參加科學展覽。

二、執行單位對計畫支持(援)情形與參與計畫人員

1. 教學環境與設備：

本研究推動所需要的電腦教室設備皆可由指導教師全權使用，因為研究計畫主持人本身即為資訊網管教師，其利用中午午休時間指導學生參加科學與資訊社團，在電腦、各項攝影記錄器材上的使用皆十分便利。

2. 人力支援：

因研究計畫主持人在學校內為導師，所以特別請校方安排一位代課教師協助支援研究計畫的推動，該名代課教師可在部分時間協助研究計畫主持老師的班級經營，也可協助指導和照顧午休時間在電腦教室的社團學生。

3. 經費支援：

計畫申請之初學校就以電腦教學維護費購買一套LEGO Mindstorm NXT 套件，價值22,000元，計畫所需相關設備耗材也可支援因應，校長在相關資訊與科學教育研習或研討會的差旅或代課鐘點費等也都給予支持。

教育局網路中心與資訊教育輔導團將於96.12補助\$56,000購買樂高機器人套件。

4. 協同計畫主持教授：

研究計畫主持人在申請到本計畫專案之前，就已經參與國立花蓮教育大學科學教育研究所許銘津教授(所長)所主持的國科會計畫：「國小科學教師應用TINS以促進專業學習、自我效能與專業成長之協同行動研究-理論、策略與評量」(2006~2009)，進行科學教師專業成長相關研究與討論。許教授除了聘任研究者為教師兼任研究助理，負責持續發表研究者在校推動電腦樂高應用於國小自然科的教學情形外，也適度鼓勵研究者持續進修與發表著作，不定期支援經費辦理研習活動、開設網路課程及購買所需要的教學研究設備。

5. 協同計畫合作教師：

花蓮縣光復國小教師游雅如為研究者的碩士班同學(國立花蓮教育大學科學教育研究所)，其常與研究者分享討論參與全國中小學科學展覽競賽的帶隊經驗，並協助與提供計畫意見。在本專案計畫推動過程的暑假當中，研究者也請游老師免費義務協助帶隊，負責協助指導並帶領學生參與兩次各為期一週的暑期營活動。

三、研究方法

依據鷹架學習理論，簡單機械的教學單元不能侷限於教師的教學示範，還需要更多學生自行參與操作和自我嘗試學習溝通等能力的訓練。本研究擬採協同行動研究方式，與花蓮教育大學科教所許銘津教授及本縣一位在職科學專業教師合作，以計畫、行動、省思等步驟不斷修正教學，並透過協同行動研究伙伴的定期開會共同解決問題與分享教學的經驗與感動。教學前先以概念構圖和課堂對話等方式評估學生概念，推估學生之ZPD；教學運用5E學習環策略，配合電腦樂高積木輔助教學逐漸進行鷹架支持。教學過程以教學錄影、教師反省札記、學生學習單進行監控；最後再以概念構圖與二階式迷失概念診斷測驗來評量教學結果，評量鷹架理論運用於本研究之教學成效。

因本研究預計在95學年度上學期中及暑假期間先以社團方式挑選約十五位學生進行教學實驗評估，教師藉以研發與修正相關課程之教材與進度規劃、學習單設計、以及教學實驗進行流程設計。下學期開始正式研究課程之後，採用行動研究方式完成本計劃的教學部份，並於暑假期間辦理兩次為期各一週之學習營隊活動，以強化本研究的生活應用可行性。

預定進度：

順序	時程	研究計畫工作項目
1	96/01/01~96/05/31	以社團學生為主的 pilot 教材、教法、評量研發與教學實驗

2	96/05/21~96/06/22	融入六年級自然與生活科技課程的單元教學行動研究
3	96/07/01~96/08/30	辦理暑假推廣研習營（共兩期，每期五天）
4	96/09/01~96/12/31	撰寫研究成果與計畫資料彙整(持續以社團時間訓練學生，並進行實驗修改與驗證)

四、目前完成程度

1. 完成電腦樂高套件應用於國小六年級簡單機械課程教學的初試，釐清學生所存在的學習問題、迷思概念與教學不足的部份，透過積木教學法，讓學生親自實作。100%
2. 利用午休時間發展學生社團，期望先以訓練種子學生方式，再逐步指導所有任教課程學生(三班)。100%
3. 辦理學生暑期科學營隊活動，推廣與提高學生對於樂高電腦化積木的學習動機與學習興趣，以及親自動手操作能力的培養；並參加全國科展競賽。100%
4. 發展二階式迷失概念診斷測驗的評量工具，透過晤談學生方式整理出學生的常見簡單機械迷思概念，加以整理後設計出評量診斷問卷。99%
5. 準備投稿於 2007 年科學教育年會或國內科學教育期刊。100%
6. 參加花蓮縣資訊月花蓮縣政府教育局的資訊教育推廣活動宣傳(花蓮縣國民教育輔導團國中資訊活動議題輔導員)。100%
7. 發展教材教法與評量題庫、實驗操作題型。50%

五、預期成果

1. 發展完成本單元主要概念(齒輪傳送)的學童二階式迷思診斷評量工具，並利用問卷與晤談方式不斷修改問卷題目，期以此建立本單元基本評量題庫。
2. 持續發展出運用樂高電腦積木設計國小簡單機械課程的教材教法，目前先完成齒輪與履帶之相關部分。
3. 預試階段於國小高年級學生組成的社團實施，學生皆對此電腦樂高套件十分有興趣，教師即使僅以從旁擔任學習輔導的角色並不直接教學授課，學生也能獨立且主動動手製作和思考，或是與同儕合作構思、競賽方式提昇學習興趣。足見本研究在引起動機上有其明顯的效果。
4. 本研究採取資訊融入教學的方式，應用電腦樂高積木引導學生學習簡單機械原理，不僅將學生學習反應回饋至教學設計改良，不斷修正教學策略，以提供新的鷹架結構賦予學生學習；此研究方式讓學生獲得更多的單元實驗學習機會，並能將學習結果以積木方式具體呈現，並進行同儕觀摩或評量，並提供教師思考未來在此單元授課教具的改進與提升。
5. 本研究所研發的力學二階式診斷試題與電腦系統預期可幫助國小高年級教師在教學前後診斷學生的力學迷思概念，以及檢驗學生是否有達到概念改變的目的。
6. (附加價值研究：運用電腦樂高積木於改變基本能力課業低成就學童班級常規的研究，期望以讓學生專注投入、親自動手、動腦設計的學習活動，逐漸引導學童進入學習思考重心，避免過多的同儕衝突與學習分心，一旦學生透過學習活動養成良好學習

態度，就是給予低成就學童最大的學習機會。

六、檢 討

1. 由於整個研究計畫年度時間(96/01/01~96/12/31)與學校現場的學年度時間(~96/06/31、96/09/01~)的差異，原本研究計畫設計參與過簡單機械單元課程教學的預試學生已經六年級畢業，而五年級學生尚未參與過六年級簡單機械單元課程的學習，必須於下一個年度才能獲得教學實施成效檢驗。故現階段研究僅能提供預試結果所設計的評量診斷工具和建議教學法(和教具指導方式)，至於學生是否有概念改變或是提升學習評量成就，則必須在後續的研究中逐一分析探討。
2. 由於國小階段力學單元的課程於高年級時期比重不多，且傳統或現有教具對一般學校而言較為不充足，通常自然科教師在教授簡單機械單元課程時，不是難以具體指導、就是學生的實驗操作刺激過少。而現代學生在生活中能夠接觸的簡單機械體驗機會更少，通常在槓桿、輪軸和滑輪等生活應用部份，學生接觸機會尚且算多，概念也較為充足，但是在齒輪與動力傳送方面，不但接觸機會少，即使有接觸或使用，其蘊藏的迷思概念較多的原因就是學生很少有機會觀察到裝置內部機械或是拆解裝置加以研究。
3. 本研究先著重在齒輪與動力傳送的探討，首要因素即研究者本身任教國小自然科多年的教學經驗，發覺學童多數在此單元有著較多的迷思概念，而多數文獻也指出國小高年級學童缺乏具體實驗操作的教具和引導學習也是主因。因此，一方面電腦樂高套件價格較貴，本研究只能先以學生社團或是分組方式，無法讓學生一人一套操作，所以能分配到探討齒輪與動力傳送時間的教具機會並不多，也是本研究需要積極爭取的設備來源。
4. 因為本校屬於規模較小學校，能夠進行協同教學與共同研究的教師有限，勢必以跨校聯合研究的方式尋找同好老師，研究計畫進行分外吃力，而且多數校內教師對自然科學教學並非專業，對電腦樂高套件的了解更少，所以在研究者需要教學協助或資源的時候，較難充分反應與溝通，以獲得更實質的教學支援。是故即使暑期辦理科學營隊活動的學生學習興致和效果非常不錯，但是舉辦起來十分吃力，要推廣更為困難，畢竟傳統科學暑期營隊活動要辦理已經不太容易了，何況以電腦樂高這種較少為人知又先進的學習教具。
5. 國小簡單機械課程單元原本只佔自然科一學期的四分之一時段，但是目前以本計劃的研究方式必須耗費超過一個學期，以實際的教學準備效益和實施時間來看十分不可行，故本計劃勢必找出一套可以短時間內可以立刻讓教師上手的教學指引，且為了讓學生有更充分的機會參與製作和設計，就必須在課程更早之前就讓學生學習電腦樂高這套教材教具。
6. 以國小自然科教師的專業知能而言，對本研究的課程設計和理解應該有一定的能力，但是對於電腦樂高套件的問題排除和解決可能就需要假以時日的教育訓練了。也就是說，教師要能十分熟悉電腦樂高套件的各項零組件之外、對於其機械動力操控與電腦程式設計介面也必須有一定的了解，若要想將此課程常態化實施，方能在整個推廣教學上得心應手。