

物理獨立讀書報告之實施與成效

張慧貞*

摘 要

本文主旨在探討大學「普通物理」課程中，引入獨立讀書報告，對學習成效的助益與可能面臨的困難，並提供教學實務者建言。本研究為作者所執行的行動研究，採用質的詮釋性分析方法。在發回報告評分結果的同時，作者邀請學生填寫一份不具名的開放式問卷。參與者為大一理工科學生，共 95 人。

為了落實高等教育的廣義目標，培養學生的獨立學習能力，作者在其任課的「普通物理」課程中，引導學生進行課外讀物的獨立學習，並撰寫心得報告。

問卷結果顯示，這類開放式學習活動對學生所帶來的挑戰性極高，但多數學生卻能肯定這項「另類」學習的意義。參與的學生認為，這項學習活動所帶來的收穫，不僅限於知識面的增進，也包含學習能力及學習態度的提昇，其中包含資料蒐集、統整、溝通，以及自覺、自律...等後設認知能力。因此，這項學習任務應更能符合高等教育的廣義教學目標：培養學生具備終身學習的能力及態度。

最後，作者也對實務工作者，提供幾項建言，包含：教師如何在鼓勵學習獨立性與提供學生所需的必要指引間取得平衡，另外，誘導少數持「灌輸式」學習觀的學生，體認這項「另類學習」的價值及重要性，也將是未來教師執行時的重要課題之一。

關鍵字：高等教育、課程目標、物理課程、獨立學習活動、終身學習

* 逢甲大學物理教學研究中心/光電物理研究所專任副教授。

壹、緒論

大一普通物理的課程是大多數理工科系的必修科目之一，其課程主要的任務常被侷限於提供學生未來專業課程的學業基礎。在這種前提之下，普物課程的設計，大多純粹以知識面為考量，而忽略了獨立學習能力的培養。同時，現行教科書的繁重份量，更容易迫使教授疲於趕課，而無暇涉及其他相關的課外讀物。由於教科書通常著重於學理的敘述，未能與學生的實際生活經驗相連結，不易引起學習興趣(Ridgen, Holcomb & Di Stefano, 1993)。同時，根據建構主義的學習觀，缺少了真實情境的提供，學生也將難以建構其對物理概念的闡釋及理解(Osborne & Freyberg, 1985；Posner, Strike, Hewson & Gertzog, 1982；張慧貞 & 林泰生, 民90)。因此，侷限於教科書的普物教學設計，將對學習者的情意成效與認知發展同時造成阻礙。

除了在教學內容上的設限之外，傳統的教學模式亦多採灌輸式教學，學生的任務只侷限於上課聽講抄筆記，及下課複習等被動學習。至於主動學習，包括蒐尋、選擇、統整、應用、自律(self-regulated)等較高層次的能力發展(Marton & Saljo, 1984)，則被嚴重的忽略了。Boud(1990)批評當代許多高等教育的評量政策，扼殺了學生深層學習能力的發展，大學教育並未對學生畢業後所需面對的開放式，強調創造性的工作需求作準備。多數傑出研究者，並不是來自大學階段成績表現耀眼的學生群(Hudson, 1960)。經歷傳統教學模式的畢業生，可能僅具備了「當代」的專業知識，卻未能培養出應有的能力及態度，以因應未來知識內容及結構的快速變遷，成爲一位跟得上時代的終身學習者(De La Harpe & Radloff, 2000)。

針對大學物理的課程目標，Donald(1993)歸納爲三個方面：1. 知識面，著重在物理概念的深度理解而非量的擴增，2. 智能面，包含選擇、表達、統整、及驗證等能力，3. 學習態度面，對物理及整體學習的正面及主動態度。綜合多位工科優良教授之意見，Donald(1992)提出工學院基礎課程之教學目標，應同時強調解決問題(problem-solving)能力的培養與科學概念之理解。文獻顯示，接受符合建構主義的獨立學習教法的學生比傳統教法的同儕，在高階層學習領域，如思考力，具有較突出的表現(Tynjälä, 1998)。

基於上述之學習理論與理念，作者在她所授課的普通物理課程中，引進課外讀書報告的開放式獨立學習活動，以落實高等教育教學的廣義目標。這項教學設計的目的除了希望藉由生活及科技的題材，協助學生更深入了解物理理論，並體認物理在現代社會中所扮演的關鍵角色；也希望能引導學生親身體驗獨立學習的流程，學習克服過程中所面臨的困難，並培養其獨立學習所需的能力及態度。簡言之，此項學習活動的預期學習目標，包含學習者的知識、能力、及態度等的全面性發展，以符合大學教育的目標(Cross & Angelo, 1992)。

貳、教學策略的實施及研究方法

獨立學習報告之活動實施於作者所任課的逢甲大學理工科系一年級學生，在指定作業之時，作者提供講義及課堂解說，包含題目範圍設定、參考資料來源、執行報告的基本流程及撰寫模式、以及評分的參考準則(請參考附錄一)。同時，也安排學生參加校內圖書館所提供的資料查詢講習，共兩小時，以引導學生初步的查詢途徑。在指定此項作業的同時，作者同時宣佈，這份報告可採個人或兩人一組完成之，每人均需繳交，成績則加計至學期總分 1-5 分。

本文討論的內容，為作者第三次實施此項教學設計，綜合過去執行的經驗，作者特別對學生強調報告內容「可讀性」及「統整性」的重要性，提醒學生論述應深入主題，詳細說明相關的原理、現象、應用，及個人感想，並注重內容的關聯性，非僅零碎的事實敘述；同時，也需衡量自己現有的知識背景，選擇適宜的主題，並對文內的專用術語提供充足的解釋，以顯示自己對此主題的了解。

在評閱過學生報告並發還之後，作者邀請 101 位學生填寫一份不記名的開放式問卷，以了解學生對參與這項作業的觀感，問卷主題包括學生付出之心力、收穫、主要困難、及對實施方式之批評及建議(請參見附錄二)。學生可自由決定填寫與否，回收率為 94%，回收有效問卷共 95 份。

本研究為作者的行動研究，對數據採質的詮釋性分析(qualitative descriptive analysis)，主要目的不在定量的評斷此一教學策略的優與劣，而是多面向地定性探討此教學活動所可能帶來的學習成效與執行時有待克服之挑戰，提供未來教育研究與教學實務者之參考及省思。近年來「教師即研究者」(teacher as researcher)的研究設計已受科教研究學界之認同，並肯定其對理論與實務之結合與互利所產生的功效(eg., Research in Science Education, 2000, issue3 ; Roth, 1998)，此種行動研究之設計模式，也是多數大學物理教育研究者所普遍採用的(eg., Crouch & Mazur, 2001; Meltzer & Manivannan, 2002)。

參、研究結果

綜合學生報告內容以及學生在問卷中之回應，研究結果可分成三項重點分別論述：學生報告常見的缺失、課外讀物報告的實施所帶來的學習成效、和學生所面臨的困難及質疑。

一、學生報告常見的缺失

從批閱學生報告內容的過程，可歸納出幾項值得注意的問題：

首先，報告內容顯示，多數學生的課外科技相關知識相當貧乏。雖然作者在

主題的選取上給予學生相當大的彈性，但僅有極少數報告提及過去曾有的課外閱讀經驗。這現象暗示，理工科大一學生，對科學知識的認知，似乎仍僅侷限於以往教科書的範疇；而對生活應用、自然現象、或是科學與社會相關聯的課外主題，則甚少涉獵。此現象暗示著，目前的大一理工科學生在科學素養的層級，仍然是相當的淺薄。另外，侷限於教科書中理論的學習，也易造成學生對科學存有不實用、與社會脫節的偏頗印象，阻礙其學習動機。

其次是直接抄襲參考資料，包含一段到幾乎全文的原文照抄現象。這些未經學生自己理解、統整後的文章，其主要的徵兆，除了陳述用語太過簡略之外，還含有許多未經解釋的艱深術語(terminology)。例如，部分報告以北極光為主題，提及「太陽風」、「范艾倫帶」等關鍵詞，卻未見闡明，此現象暗示了學生可能並未真正理解主題的核心。抄襲問題不但削減此項學習活動的預期成效，也凸顯出學生們不求甚解的含混學習態度。

最後一項則是內容深度不足的通病，其特徵有三：首先，是僅敘述現象，而未見深入的理論解釋，文章內容雖然豐富，但卻留給讀者太多未答的疑問，予人只知其然，而不知其所以然之感。例如：多篇以磁浮列車為主題的文章，描述了發展歷史、速度提升、及超導引用等主題，但對其漂浮、加速的原理、與超導材料之引用原因，卻未盡詳盡或付之闕如。其次，則是內容統整性不足的問題，報告雖敘述了許多資訊，但彼此卻缺乏關聯性，凸顯不出主題。最後，則是類似流水帳的陳述，缺乏讀者個人的闡釋、觀感及引申。這種現象常見於傳記或科技發展史的題材中，例如：廣為學生所喜好的費因曼傳記，也常成為撰寫的主題，某些報告僅敘述其嘻笑人生或讚嘆其機智過人的事蹟，但較深入的報告，則會將這些故事引申至其對人生觀或學習觀的啟發。

另一方面，學生報告所顯示的見廣不見深現象，似乎也反映出國內許多科普刊物，過於精簡的問題。例如：常可看到所謂的科學新知，只介紹了一些冷僻的新名詞，而未完整解釋它的意思(what)、相關原理(why)、有何重要性(so what)等，留給讀者更多的疑問。而這些出版品的寫作風格，也會對學生的學習策略產生負面的示範效果。此一議題值得未來深入探討。

綜合而論，學生要完成一份有價值的報告，需要從事許多較深層次的認知過程，包含：理解(comprehension)、分析(analysis)、應用(application)、統整(integration)、甚至於評價(evaluation)...等，與直接轉述事實(reproduction)相比，具有較高的難度與挑戰。而這些挑戰卻正好凸顯出此類獨立學習活動的教育目標：提升學生的學習深度，值得推廣(McIntosh, 2001)。

整體而言，或許由於多數學生對此類學習活動仍感陌生，多數報告的品質並不算理想。接著，本文將探討參與學生對此項學習活動所帶來的學習成效的觀感。

二、學習成效

根據問卷的結果，學生認為撰寫報告的學習，除了在知識面的增長之外，在學習能力及學習態度等方面都產生了啟發的正面效果。

學生的意見中，以知識面收穫的陳述，所佔的回應比例最高，95 份問卷中有 48 人表達在知識面上的收穫，這結果與 Tynjälä(1998)的研究相似，學生對知識的重視由此可見。在這些回應中，大多數提到知識的增加(39 人)。例如：

這份報告，可以使我了解到物理在日常生活週遭或先進科技上的應用或原理。

主要就是解決了不少疑惑，學了很多平常不容易學到的小常識。

對居禮夫人的一生有了大概認識，並學習到成功的人對工作的堅持與認真。

另外，還有 12 人提到對原有知識概念的深入了解、或是統整。例如：

感想有好多，在數學和物理或化學上學過的東西，因為作報告而串聯感覺起來。

能很透徹的了解一件事件的發生或應用…而且蠻充實的。

將想法和心得轉換成實質的文字後，等於是換一個角度去知道，自己

以為知道的事情，又從而有更深一步的認識。

與前者相比較，後者之三項引述，反映出後者較深入的學習觀，道出了主動學習的機制，並暗示學習不單是零碎知識的累積，而是概念間的統整，深度的耕耘，與 Donald(1993)的論點相呼應。這種觀感也突破了直覺的傳輸式學習觀，並與建構主義在學習上的重要論點相呼應(Duit & Treagust, 1998; Posner, et al.,

1882)。這種較深入的學習觀，或許可以對學生未來學習策略，產生正面的引導。

除了知識面的收穫以外，問卷中也顯示做報告對部分學生(28人)在學習能力的啟發，這些能力包括資料查詢(11人)、知識理解統整(10人)、英文閱讀(5人)、團隊合作(3人)、以及解決問題的能力(10人)...等。例如：

最主要的不是在於報告的內容，因為做的也挺差的，而是懂得該如何

查詢資料，增減資料，並且英文能力也進步不少...查國外的網站。

對所探討的有進一步了解，也加深自己的理解能力。

找資料的過程中，開始接觸圖書館，也對它較不陌生，並且在統整上

能增加此方面的能力，儘管做的不是很好。

這次和同學一起作報告，感覺不太一樣...。在討論要定出大綱時，在

認知方面有些不同，經過協調才最後定出大綱，我想我從這裡也學到

了些溝通的技巧吧。

可由做報告學習到許多事，而且也使自己學習到自動自發去發掘問

題，解決問題。

(建議學弟妹)，不要因為它是作業才去讀書，也不要做完作業後

就不再研究之前所讀的，(作)報告只是手段而不是目的。

在學習態度方面，約有四分之一的學生(23人)，則反映出他們對學習過程、學習目標、物理的價值、或自我能力...等產生較深入的體認 (Baird, Fensham, Gunstone, & Whit, 1991)。例如：

對學習物理多了一份說不出來的感受，像是感動又像是佩服。

物理的世界真是無所不在，無奇不有。

英文真的很重要，網路有許多資訊均為英文。

收穫是知道自己做報告的能力不足，應朝哪些方面努力。

(建議學弟妹)，要慎選主題，不要太難，弄些自己都不懂的東西來騙人。

讀書報告不應只是額外加分，而應與考試分數並重，大學教育應該注重學生自己求知能力的培養，否則我們仍舊只會考試。

整體而言，大多學生對這項作業的收穫抱持著肯定的態度，也相當用心投注於報告的完成。有 20 人更明白表示這是一項辛苦但卻很有收穫的的任務。例如：

做報告固然辛苦，但是認真的做好報告時的充實真的令人興奮，看著一堆雜亂的資料，被自己整理成一份有條不紊的報告，真的會覺得很有成就感。

將資料彙整的方法其實不是主要收穫。真正學到的是該如何做一件困難的事，尤其是尋找門口進入，這件事是最重要的。

(建議學弟妹)不要因為覺得寫物理報告很辛苦，而不想寫它，這是一個磨練，訓練統整的能力，要感到幸福。

多數學生的肯定與部分深入的見解，強化了作者繼續實施的動機。當被問及未來是否應繼續實施於學弟妹時，高達 86 % (82 人) 的學生表示贊成，而有 8 % (8 人) 表達反對。

綜合而論，學生的回應顯示了這項學習活動的成效，除了在知識面的擴展之外，更對學習能力與學習態度產生了啓發的效果。這方面的成效，雖然可能難以表現在報告內容上，但卻對未來學習者的學習潛力，具有其關鍵性的影響，突破現今普物課程，侷限於傳輸課本知識的狹窄格局。這種廣義的學習模式也較符合高等教育的教育目標，學習能力與態度的啓發是未來的終身教育所需的重要基石。

三、學生所面臨的困難及質疑

除了許多正面回應，肯定這項教學活動的成效，問卷也徵詢學生在執行過程所面臨的困難與其對實施細節的建議。這些少數的批評意見，深具參考價值，可提供未來實施的修改方向。

綜合這些意見，學生主要面臨的困難與質疑主要來自學生學習經驗的缺乏以及報告評分準則的不明確兩方面。

首先，許多學生談到這類型理科的課外讀物報告對他們而言是首次的經驗，暗示教授所提供的引導解說不夠詳細。而部分同學形容自己在執行過程中，對於所需流程的陌生，或對所面臨的困難感到無力克服。造成許多無謂的錯誤嘗試，使得報告所顯示的成果與付出的心血不成比例。問卷中有 9 人(9%)提到教授應在事前給予更詳細的指引解說，甚至提供範本以供參考。

其次，部分學生對報告評分的準則(criteria)感到不明確，使得選定標題時無所依循，或造成評分與期待結果的落差。學生問卷中有 18 人(19%)提到適當主題的選定，是他們主要面臨的挑戰。至於評分方面，11 人(12%)認為評分太低，10 人(11%)認為評分偏高，而有 43 人認為很合理或可接受。這項評分上的爭議，對於一向強調客觀與理性的物理學科而言，或許較人文學科更易遭受學生的質疑，造成物理教授對引進此類開放式學習活動的遲疑。

下列的引述可以進一步闡釋學生的困難與質疑：

主要困難為定下題目後，發覺內容太艱深，不斷的換主題。

沒有一個大概的範例，來作為範本，作起來面對一堆資料，如何知道

怎麼統整，怎麼「用自己的話」去表達？完全沒有頭緒…分數不高，

固然(與)自己的努力程度有關，但未曾做過這種類型的報告…若以現

行的制度的話，不值得(繼續實施)。

老師應該先講清楚要什麼樣的報告。老師如果要我們寫給小孩子看的話，應該一開始就講清楚，省得我們花時間在理解資料內容上，還要去整合文件…(建議學弟妹)不要選跟科技有關的題材，主題越簡單越好，你可以完全理解，還可以去教別人的。

可於事前先教導如何寫一份報告，如：排版、方式、內容…。我想應還有很多人對報告的格式並不了解。

針對上述質疑，作者認為，多數評分上的落差可能肇因於作者著重內容的完整深入性，而許多選擇高科技題目(如：液晶、光纖)的同學，因內容難度的提高，較難符合上述的要求，損及成績。因此，如何說服學生體認報告深入性的價值，並消彌部分學生對課程水準不夠的質疑，將是未來實施的重要教學任務。另一值得探討的問題是，部份學生的意見，仍透露出他們對教師所抱持的依賴態度，期待教師提供一制式的要求(如提供範本)，依式套招。因此，教師仍應鼓勵學生做自己學習的主人，而非一味地提供學生所期待的解答。

肆、討論及建議：對未來教學策略的啟示

一、學習成效

綜合本研究的結果，大多數學生對這項「另類」的學習活動，普遍抱持肯定的態度，也能大略體會作者引入此作業的目的，其收穫主要來自於學習過程(process)的磨練與體會，而非僅學習的成果(outcomes)本身，因此，此項教學活動的成效，應超乎報告本身的內容，知識面的受益或許有限，但卻能顧及學習能力及學習觀的啟發、以及學習態度的正面引導，有助於未來的學習。多數學生在問卷中所表達的觀點，包含對物理知識的敬佩、不同學科知識的整合、對過去所學感到不足、肯定獨立學習能力培養的重要…等，都反映出他們在學習觀及學習態度的成長。這種態度與觀點上的成長，或許正是許多物理教授所希望說服學生認同的，但在傳統班級中，卻不易聽到類似的聲音(張慧貞, 2002)。如今，藉由此項學習活動，引導參與學生親身領會，並透露出許多深入的學習觀，凸顯了這

項活動在教育上的意義。

二、實施修正建議

普物課引進獨立學習報告的小規模實施，雖然獲得多數學生的肯定，但對於未來的實施方式及細節，針對學生的意見，作者有下列幾項修正的建議：

首先，上述討論道出了學生對這種非傳統學習活動的陌生與困難，未來教師應該提供更詳細的指引，包括資料查詢、及評分準則等，以減低學生執行時所面臨的挑戰。不過，在提供必要的協助與鼓勵其學習獨立性之間，取得一適當的平衡點，也是教師所需仔細拿捏的。為了提供學生更詳細的指導，作者建議可將執行過程分成擬定主題、大綱架構、初稿、到修正後完稿等幾個階段，容許教師與學生在過程中多次溝通，階段性的提供個別學生所需的協助或改進建議，也可藉由學生作品的討論，協助闡明評分準則的基本涵義，減少師生間的認知差異，進而提高其報告品質。

其次，也可考慮同儕評量的引進，雖然同儕評量的過程需利用部分課堂時間，但卻可藉此機會，提供同學彼此觀摩學習，發表溝通的機會，並在擔任評量者過程中，深入體會報告評量的準則，也可藉此降低教師評量的主觀性爭議。

另外，執行過程一旦階段化與引進同儕評量後，勢必增加教學與學習雙方面所需付出於此項作業的時間與心力，因此也須提高其在教學與評量所佔的份量，以適當鼓勵同學的用心參與。雖然，問卷中顯示，成績的考量，並非學生最關心的議題，教育理論也不鼓勵教師過度利用成績誘因(grade incentive)(Marton & Saljo, 1984; Pintrich, et al., 1993)，但評量比重與學習付出的配合，仍值得教學者注意。

最後，來自傳統課程，著重於知識累積的學習模式，可能帶給學生的衝擊也是不容忽視的。為了克服學生對此項教學活動產生「不務正業」的排斥感，作者建議這類開放式教學活動不應被定位為正規教學的「附屬品」，而應該是引導整體教學革新的新方向。為了誘導學生的認同與轉變，在平日的教學中，教師需逐漸降低教師與教科書在課程中的權威角色 (McIntosh, 2001)，破除「標準答案」成為評量學習時唯一根據的模式，展現學習方式及目標的多樣性，並強調學習過程的重要性。藉此強化獨立學習的機制，鼓勵學生從事深度學習(Chang & Bell, 2002; Pintrich, et al., 1993)，促使學生突破被動接收學習模式的藩籬，體認獨立的開放式學習的價值，則全方位的學習目標才可期待 (Trigwell & Prosser, 1991)。

三、教學者的省思

作者希望本文能引起國內高等教育，尤其是理工科教授們的省思，學生接受

大學教育的目的是僅爲了奠立專業知識的基礎，或也須爲了未來所需的獨立學習作準備？以今日科技知識更新的快速，理工科學生憑藉著在大學所學的知識，進到職場，可以保有多久的優勢而不被淘汰？終身學習已經是現代人，尤其是專業人士不可避免的任務了。物理教授埋首於傳授物理知識之餘，是否也應爲培養學生長期的獨立學習作努力？

大學教育的目標不僅限於知識面的擴展，也需包含培養學生主動學習的態度、習慣、及能力。身爲高等教育的工作者，當我們一味地感嘆學生被動、死讀書的同時，是否也曾自問，我們的教學設計是否已爲獨立的、深度的、以及創造性的學習，提供充足的示範與引導？這類型開放式獨立學習活動，在目前中學教育中受到升學壓力之影響，推行或許不易，但對於從事高等教育的教學者，卻有充足的空間以供發揮，值得推廣。

伍、參考文獻

- 張慧貞、林泰生〈原文教科書對推動普通物理教學革新之影響〉《物理教育》，第5卷，第1-2期，(民90)，第1-10頁。
- 張慧貞〈由教授與學生對教與學觀感探討其學習觀〉。載於 Yeung, Y. Y. (ed.) *Innovative Ideas in Science Teaching Theories and Exemplars*. (Pp. 73-81). Hong Kong: New Concept Design Production Company. 2002.
- Baird, J. R., Fensham, P. J., Gunstone, R. F., & White R. T. "The importance of reflection in improving science teaching and learning", *Journal of Research in Science Teaching*, Vol.28, No.2, (1991), Pp.163-182.
- Boud, D. "Assessment and the promotion of academic values", *Studies in Higher Education*, Vol.15, (1990), Pp.101-110.
- Chang, W. & Bell, B. "Making content easier or adding more challenge in year one university physics?" *Research in Science Education*, Vol.32, No.1, (2002), Pp.81-96.
- Cross, K. P. & Angelo T.A. *Teaching Goals Inventory Self-Scorable Version*. Berkeley: School of Education, 1992.
- Crouch, C. H. & Mazur, E. "Peer Instruction: Ten years of experience and results", *American Journal of Physics*, Vol.69, No.9, (2001), Pp.970-977.
- De La Harpe, B. & Radloff, A. "Informed teachers and learners : the importance of assessing the characteristics needed for lifelong learning", *Studies in Continuing Education*, Vol.22, No.2, (2000), Pp.169-182.
- Donald, J. G., "Professors' and students' conceptualizations of the learning task in engineering courses", *European Journal of Engineering Education*, Vol.17,

- (1992), Pp.229-245.
- Donald, J. G., "Professors' and students' conceptions of the learning task in introductory physics courses", *Journal of Research in Science Teaching*, Vol.30, No.8, (1993), Pp.905-918.
- Duit, R. & Treagust, D. F. Learning in science- from behaviourism towards social constructivism and beyond. In B. J. Fraser & K. G. Tobin (eds) *International Handbook of Science Education* (Pp. 3-25). UK: Kluwer Academic Publishers, 1998.
- Hudson, L. "Degree class and attainment in scientific research", *British Journal of Psychology*, Vol.51, (1960), Pp.67-73.
- Marion, F. & Saljo, R. Approaches to learning. In F. Marton, D. J. Hounsell & N. J. Entwistle (eds.), *The Experience of Learning* (Pp.36-55). Edinburgh: Scottish Academic Press, 1984.
- McIntosh, G. "Intellectual Development and undergraduate research in physics", *Journal of College Science Teaching*, Vol.30, No.6, (2001), Pp.412-413.
- Meltzer, D. & Manivannan, K. "Transforming the lecture-hall environment: The fully interactive physics lecture", *American Journal of Physics*, Vol.70, No.6, (2002), Pp.639-654.
- Osborne R. J. & Freyberg P. *Learning in science: the implications of children's science*. Auckland: Heinemann, 1985.
- Pintrich, P. R., Marx, R. W. & Boyle R. A. "Beyond cold conceptual change: The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change", *Review of Educational Research*. Vol.63, No.2, (1993), Pp.167-199.
- Posner, G. J.; Strike, K. A.; Hewson, P. W. & Gertzog W. A. "Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change", *Science Education*, Vol.66, No.2, (1982), Pp.211-227.
- Ridgen, J. S.; Holcomb, P. F. & Di Stefano R. "The introductory university physics project", *Physics Today*, Vol.46, No.4, (1993), Pp.32-37.
- Roth, W. M. "Teacher-as researcher reform: student achievement and perceptions of learning environment", *Learning Environments Research*, Vol.1, No.1, (1998), Pp.75-93.
- Tynjälä, P. "Traditional studying for examination versus constructivist learning tasks: do learning outcomes differ?" *Studies in Higher Education*. Vol.23, No.2, (1998), Pp.173-189.
- Trigwell, K. & Prosser, M. "Improving the quality of student learning: the influence

of learning context and student approaches to learning on learning outcomes”,
Higher Education, Vol.22, (1991), Pp.251-266.

致謝：

本文之部分內容承蒙國科會專案研究計畫(NSC-90-2511-5-035-001-),與教育部「提昇大學基礎教育計畫」(90M503)補助,僅此誌謝。並感謝林泰生教授在本文撰寫過程中,提供給作者的寶貴建議。

附錄

附錄一：

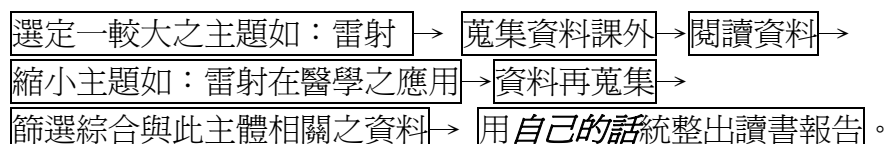
課外讀書心得報告(上學期)

同學們，上大學至今，除了教科書及上課的講義和筆記之外，你還涉獵過那些科技方面的課外讀物呢？你又是藉由那些途徑找到你所感興趣的文章？藉由這份作業，希望能提昇你搜集及閱讀課外資訊的動機及能力。此份讀書報告之細節如下：….

課外讀書心得報告(下學期)

從評閱同學們的報告，我警覺到這項「另類的」學習，對同學的挑戰及困難，但也很欣慰的看到許多同學能從中體認到課外讀物的價值。參與的同學想必已從其中摸索的過程，得到許多啓示。有了第一次的經驗，讓我們再接再厲，利用寒假做一份與下學期普物相關的課外讀物報告。

做報告的步驟通常為：



I. 主題: 請選擇下列任一相關的主題:

1. 電磁學、光學在科技上之應用，如：雷射、光纖、核融合、磁浮列車、(哈伯)望遠鏡…等。
2. 電磁學、光學與生活或自然現象，如：極光、閃電..等。
3. 科學家故事、物理的發展，如：愛因斯坦、費(因)曼..等。

II. 參考書籍或資料來源：

書籍: 物理迷宮-從驚訝到醒悟(凡異出版社)；別鬧了、費曼先生；法拉弟的故事；站在巨人肩膀上；物理學飛行馬戲 (Flying Circus of Physics) (凡異或天下出版社)…等

期刊: 逢甲大學：中文現期期刊目錄；中華民國期刊論文；牛頓雜誌；科學月刊；The Physics Teacher

相關網站：

III. 報告內容：

1. 報告標題，每段落之副標題 2. 整合後之報告內容。(可附上重要圖片) 3. 參考資料 4. 資料搜集之過程及心得(可略)。

IV. 字數：2000-5000 字。

V. 計分：根據 1. 資料搜集之努力及技巧、2. 心得內容之充實性、3. 內容表達之統整性，之任何一項或數項表現，佔學期總分之 6 分。

VI. 繳交日期：下學期開學第 3 週。

附錄二：普物課外讀物報告之回響

1. 完成這份報告共花費多少時間？ _____ 小時
2. 過程中主要的時間花在什麼工作上？主要面臨的困難，如何解決？
3. 對過程有何心得感想，主要的收穫為何？
4. 給老師的建議：
 - 對評分結果的感想：
 - 對實施的方式、細節有何修改的建議？
 - 是否值得繼續實施？
5. 給學弟妹的建議：

The Implementation and Outcomes of an Independent Study Project in University Physics

*Wheijen Chang**

Abstract

The purposes of this study were to investigate the potential outcomes and barriers of implementing an independent study project in university physics. Based on the author's action research, this study adopted qualitative interpretive approaches to analyze the data. The researcher invited her students to fill in an open-ended questionnaire regarding their comments on the independent study project, where 95 students participated the survey.

Reflecting on a broad perspective of the aims of higher education, the researcher introduced an independent study project to her first year engineering students in University Physics. The students were expected to select a topic in science, search and read the references, and write up a report regarding the topic chosen.

Results of the survey showed that the independent study project seemed to be novel and challenging to most of the students. Despite the difficulties most of the students had confronted, they were highly appreciative of this "alternative" teaching design. The learning outcomes of this teaching design perceived by the students were not only limited to knowledge development, but also benefited the students' attitudes towards learning and their learning capabilities. The students' appreciation is in

* Associate Professor at Physics Teaching and Research Center/ Institute of Optical Physics, Feng-Chia University

accordance with a broad perspective of the aims of higher education: cultivation of students' capabilities and attitudes of learning for life-long learning.

Finally, implications to teaching practitioners were provided. Teachers need to seek an optimal point between providing essential support and encouraging independency. Meanwhile, a few students who limited their learning commitment to knowledge accumulation could be skeptical to this independent learning activity. How to convince these students to comprehend the value of the alternative learning task becomes a crucial task for the success of future projects.

Keywords: higher education, teaching goals, physics course, independent study project, life-long learning

