

99 學年度物理教學行動研究 成果報告

一、現況教學與背景介紹

自 95 學年度開始為期三年的物理教學卓越計畫由我個人負責執行。為了提供同學一個方便參考的物理教學資源，我在 96 學年度開始著手編寫普通物理(一)之數位教材，接著在 97 學年度上半年配合教學發展中心的規劃，以數位認證教材的標準編輯普通物理(一)的內容。由於人力與時間有限，我們(教發中心幫忙繪製插圖與動畫)只初步完成本校物理(一)之授課範圍。在考慮到數位教材的完整性之下，我繼續於 97 學年度下半年間將物理(二)的授課範圍完成(主要是文字與習題的初稿，電腦繪圖與相關動畫的製作則付之闕如)。

從 98 學年度開始，我採用此數位教材進行普通物理教學，對象是電子工程系、材料系以及飛機系電子組的同學各一班。第一年的試教經驗與來自同學的回饋給了我許多寶貴的意見。為了將教材做的更好，在 99 學年度的課程中，我繼續沿用已修訂的數位教材，授課的對象則為機械設計系兩班的學生(外加 20 位重修生)。在經過第二次的使用之後，我覺得教材的內容已大致定調(雖然還是遺漏許多可以補充的資料)，而且

同學的反應基本上也持肯定的態度。

然而我知道，數位(或書面)教材的內容如果要能真正的讓大部分(科大的)同學有效的學習與吸收，傳統之灌輸式的教學方法必須要適度的修正與改善。教學經驗告訴我，最有效率的學習方法是透過老師與同學之間的互動與對話(我平常上課慣用的方式為按照學號逐一問同學有關觀念的問題或簡單的計算，答對者加分，此時是我覺得最貼近教學相長的時刻)，或者藉由同學之間彼此的討論而來。我的體會正好與學習理論中的「個人建構主義」(personal constructivism)相吻合，這個主義的基本主張認為，學習的過程乃透過個人主動建構而完成。換句話說，學生不可能完全將老師所傳授的知識一成不變的裝進腦袋，他們必然要經過自我思考與分析來體認知識的內容，在沒有疑義與有相當的驗證之後，才會真正接受而進一步利用知識。因此我個人以為，老師除了扮演傳達知識的角色外，更應當積極創造有利於學生的學習環境。

從本學期 5 月 4 日開始至學期結束共六週的上課時間裡，每個禮拜我選一節課進行分組討論教學，主要是為了取得學生的反應與預先為 100 學年度行動教學做準備，試教的班級是本學期我任教的兩個班級：四設一甲與四設一乙。從後面的資料可以看出兩班同學相當支持分組討論教學，我認為分組討論教

學營造出有利於學生學習的環境。

二、研究動機與目的

在科技大學中，工程科系的學生大部分皆為高工(職)的背景。在現行教育體制下，他們在高工(職)時代所學的物理極其有限，尤有甚者，他們對科學與物理的認知只侷限於與本科系相關的一些基本現象。結果造成電資學院的學生對力學方面的認識相當不足，反之機械類科系的學生對電磁學方面的認識程度呈現了相對匱乏的狀況。這個失衡的背景知識，使得工程科系的學生在學普通習物理時遭遇到一定的困難。

解決此問題之道在於如何有效的引導學生從基本的物理知識學起。不論是力學或電磁學，老師可以假設大部分學生其物理知識大致上停留在國中的程度。本研究希望藉由革新的數位教材與師徒制的教學方法，探討改善科大學生學習普通物理成效不彰的有效方法。

革新的數位教材指的是以物理觀念為導向的教材內容。傳統的物理教材充斥著許多的公式與推導，對科大一年級的學生而言，這些是比較不重要的。尤其最近以來，大學物理教育方面的研究指出(張慧貞 2001)，傳統的物理教材或者教授內容應該要考量工程科系學生的需求而設計，並強調課程的設計上應以學習物理觀念與生活應用為主，而非以計算為主的傳統物

理教材。

我目前先嘗試從兩方面來處理。首先在每一章的教材前面，我用一至兩張的投影片將本章的重點以淺顯的語言與直覺式的推理作完整的敘述，讓同學可以用最沒有負擔的心態掌握到要學的東西，也讓同學了解章節的詳細內容只是將相關的物理觀念量化並作計算與推廣而已。另外在教材內容的授課方面，則將計算的推導與結果先做白話的解說，推導的計算細節原則上留給同學當參考。

三、研究問題為何？

本研究要探討的主題是：提升科大工程科系學生學習普通物理效率的方法與實踐。相關的論題則是建立革新的數位物理教材使學生的學習事半功倍。

四、文獻探討

對於改善科大學生在科學或物理方面之學習情形的研究文獻可謂相當稀少。與本研究主題最有相關者為張慧貞與林泰生之「外文教科書對推動普通物理教學革新之影響(2001)」，根據作者對逢甲大學一年級學生所做的研究與調查的結果顯示，物理教材應著重於藉由生活現象的題材來闡明物理的基本觀念，同時應適度的修正數學在物理課程中的主導地位。我認為這個結論對科大學生尤其重要，主要是因為科大學生以前在

高工(職)的物理計算相當有限。另外作者也對於教學方法提供了建言，他們認為老師與學生的互動對教學上有莫大的助益。

美國麻省理工學院(MIT)在2000年開發出一套自然科學與科技相關學門的重大教學改革，此教學課程稱為創意互動教學TEAL (Technology-Enabled Active Learning)(Belcher 2001)，其特點為借重於多媒體設備的教學環境，在分組上課的安排下，強調主動、互動與合作的教與學，其果相當令人鼓舞(Beichner, et al.1999, Dori and Belcher 2005, Hake, 1998)。互動教學方式的需求對國外來講也許更甚國內，這與文化本身的特質關，但是改變國內學生被動的學習方式成為比較主動的態度，應該對教育本身有極其正面的影響。國內有三所學校(中正大學、虎尾高中與嘉義協同中學)也引進此教學系統，中正大學的初步結果顯示 TEAL 教學法對國內大學生也有不錯的成效(謝瑞史與湯兆崙 2008)。

五、研究設計與實施

(一)參與人數：我計畫利用 100 學年上課的時段來研究與落實物理教室互動教學法。目前上課的兩個班級屬於機械學群(四設一甲與四設一乙)人數共 117 人(含重修學生)，下學年則換為電資學群(資工系甲乙兩班)。

(二)課程活動設計：理論課目前皆為三學分四小時，其中一個

小時(一節)是由助教協助同學解決作業問題的演習課，剩下的三節課為老師正常教學的時段。通常這三節課是前面兩節連續，第三節在不同時段，而這單獨的一節課正是可以用來做互動教學與分組討論的時間。

(三)進程序：我從先前物理考試較好的成績中選取六位同學當小組長，同時將全班分成六組，每一組大約 8 人。雖然這六位小組長是比較優秀的人選，但這樣分組的缺點是每一組人數太多。因此從第二次到第五次我改為將全班分成 12 組(每一組 4-5 人)，每一組發一份討論題目，由 12 位小組長帶領同學做分組討論。我會先做重點的說明，隨後各小組開始作答，小組長或其他同學都可以自由繼續發問，基本上我只會做原則性或啟發性的解說，討論結束後小組長須彙整組員的問題交給我，由於分組討論教學差不多要用去整節課的時間，因此同學的問題都要等到下一堂課才能回答。

(四)測量工具：最直接的測量工具當然是相關的考試題目，考試的題目一部分來自於分組討論教學，一部分來自於第四節之演習課(TA 上課)。其它的測量工具則為針對分組討論教學的評量表以及同學自己發表的意見。

(五)教學實施資料收集與討論

在 99 下之五次分組討論中總共涉及了磁學與電磁感應共三章五個類型的題目。從附件的資料可以得知，在十題相關的測驗題目(題型與討論題目類似，題目的數值已做變更)中，有四個題目學生的答對率分布在 44-72%之間，剩餘六個題目則落在 0-17%之間。雖然這並不代表同學有很高的表現，但對專長為機械類科而且初次學習電磁學的同学而言，這應該是一個值得鼓勵的結果，因為討論的範圍屬於電磁學の後半段算是精華的部分，而且討論題目發下去時，大部分同學內都有問題。

到了最後一堂課時，我請同學就個人新擬定有關於分組討論的問卷提出他們的意見，問卷的回收率為設一甲 88%，設一乙 98%，問卷的統計結果與同學的建議如下。

1. 設一甲問卷統計表：

| 項目 | 非常同意 | 同意 | 尚可 | 不同意 | 非常不同意 |
|--|------|----|----|-----|-------|
| 一、分組討論整體評估 | | | | | |
| 1.整體而言，分組討論是很好的學習方式 | 11 | 21 | 11 | 1 | 0 |
| 2.個體而言，分組討論對我的學習很有幫助 | 10 | 17 | 14 | 3 | 0 |
| 3.小組的人數不要超過5個是合理的 | 6 | 19 | 18 | 1 | 0 |
| 4.在實驗室做分組討論教學會更好 | 4 | 19 | 18 | 2 | 1 |
| 二、分討論的實施 | | | | | |
| 1.老師對分組討論的問題有詳加解說 | 7 | 19 | 18 | 0 | 0 |
| 2.每一位同學都要發一份討論題目 | 4 | 16 | 18 | 5 | 1 |
| 3.每周至少安排一次討論課 | 11 | 18 | 12 | 2 | 1 |
| 4.上完討論課後的隔周舉行考試是合理的 | 4 | 15 | 20 | 2 | 3 |
| 三、分組討論的期許 | | | | | |
| 1.你對於總共六次之分組討論的評價是肯定的 | 7 | 16 | 17 | 3 | 1 |
| 2.你認為應將分組討論設置為物理教學的一部份 | 10 | 16 | 15 | 2 | 1 |
| 其他建議: | | | | | |
| 1. 分組討論比自己讀來的更有效率 | | | | | |
| 2. 繼續保持 | | | | | |
| 3. 應注意抄寫速度, 投影片跳換速度 | | | | | |
| 4. 我覺得物理習題應該更清楚解釋 | | | | | |
| 5. 電磁學不是我們專精之科目, 卻以原文當課後練習, 稍嫌不合理, 題目也有些艱深 | | | | | |
| 6. 應該要easy一點 | | | | | |

2. 設一乙問卷統計表：

| 項目↵ | 非常同意↵ | 同意↵ | 尚可↵ | 不同意↵ | 非常不同意↵ |
|--------------------------|-------|-----|-----|------|--------|
| 一、分組討論的整體評估↵ | | | | | |
| 1. 整體而言，分組討論是很好的學習方式↵ | 16↵ | 20↵ | 7↵ | ↵ | ↵ |
| 2. 個體而言，分組討論對我的學習很有幫助↵ | 16↵ | 20↵ | 7↵ | ↵ | ↵ |
| 3. 小組的人數不要超過 5 個是合理的↵ | 13↵ | 24↵ | 5↵ | ↵ | ↵ |
| 4. 在實驗室做分組討論教學會更好↵ | 13↵ | 19↵ | 11↵ | ↵ | ↵ |
| 二、分組討論的實施↵ | | | | | |
| 1. 老師對分組討論的問題有詳加解說↵ | 15↵ | 20↵ | 6↵ | 2↵ | ↵ |
| 2. 每一位同學都要發一份討論題目↵ | 10↵ | 15↵ | 16↵ | 2↵ | ↵ |
| 3. 每週至少要安排一次討論課↵ | 15↵ | 17↵ | 11↵ | ↵ | ↵ |
| 4. 上完討論課後的隔週舉行考試合理的↵ | 13↵ | 16↵ | 12↵ | 2↵ | ↵ |
| 三、分組討論的期許↵ | | | | | |
| 1. 你對總共六次之分組討論的評價是肯定的↵ | 14↵ | 18↵ | 11↵ | ↵ | ↵ |
| 2. 你認為應將分組討論設置為物理教學的一部分↵ | 18↵ | 15↵ | 9↵ | 1↵ | ↵ |

↵

其他建議: ↵

1. 這樣分組討論很好，但是有時候是因為英文看不懂↵
2. 老師教得很好，很高興給老師教↵
3. 如果老師可以在討論前先交會小族長將會對之後的討論更有效↵
4. 每人應該都要動手寫，並由組長講解，每組大概三人就好↵
5. 要確實執行，否則大多數人只在旁打鬧，沒有學習到什麼，對其他組員是種累贅↵
6. 進度太趕，學分和時數再多一點↵
7. 老師對於題目的講解，題意的解釋可在更詳細並更加由淺深入↵

3. 設一甲之「非常同意」與「同意」加總的百分率如下：

一、分組討論整體評估

1. 73%，2. 61%，3. 57%，4. 52%。

二、分組討論的實施

1. 59%，2. 46%，3. 66%，4. 43%

三、分組討論的期許

1. 52%，2. 59%

4. 設一乙之「非常同意」與「同意」加總的百分率如下：

一、分組討論整體評估

1. 84%，2. 84%，3. 86%，4. 74%

二、分組討論的實施

1. 81%，2. 58%，3. 74%，4. 67%

三、分組討論的期許

1. 74%，2. 77%

乍看之下，甲乙兩班對分組討論的正面評價有很明顯的落差，我對這個差異性根據上課的經驗作下面的解釋。由於機械類科的同学對於電磁學相當陌生，為了彌補這方面的缺陷，我利用示範實驗的時段(每學期的實驗課會穿插 2-3 個時段)或上實驗課時，讓同學看許多與課程相關的示範實驗(由我本身操作或觀看 DVD)，以增加其對電磁學的概念。因為我沒有上設一甲的實驗課，他們在示範實驗的學習相對缺乏，因此甲班對電磁學的概念就比乙班陌生一點，這導致甲班的成績比起上學期出現衰退的狀況。上學期主要為力學(他們所熟悉的課程)，甲班的成績比乙班好，下學期的電磁學兩班卻是不相上下，甲班同學成績不佳當然對分組討論的正面評價就不如乙班。

不論是從個人教學感受或是從上面的評量結果來看，我認為同學對分組討論的教學法是相當肯定的，至少對重要的項目來說不同意的同學佔了相當少數的比例。

六、結果討論

我認為透過分組互動教學的方式，可以使每一位同學得到最大的學習效益。我預期在整學期持續下來，全班的平均成績應該可以進步 10 分以上。另外分組討論教學會有其他正面的作用，例如上課的意願可以提高，老師也可以從與同學的互動中得到直接的回饋，並做為教材修訂與改善的重要依據。

在這六週的分組討論教學中，最大收穫為班上的學習氣氛改善了許多，同學也表示這比自己唸書要來的有效率。對我而言，學生可以藉由同儕的互動與老師的提示，讓陌生但基本的物理觀念與計算在 50 分鐘內變得相當有概念。

七、分組討論教學心得與未來一學年的教學方案

關於分組討論的執行細節我發現有一些項目要改善。

第一：每一位同學都要發一份討論題目，要求所有同學盡量將題目完成，題目在討論結束收回交給 TA 登記作答的情形，並在下次考試時作為對照評比之用。

第二：將課堂討論與實驗課分組做更密切的結合。實驗分成 24 組，理論分組討論則為 12 組，分組討論的第一組成員為實驗的第一與第二組，以此類推。由於實驗是同學上物理課最感興趣的部分，這樣做可以讓實驗與理論分組的成員能在同儕互動上有更好的默契與良性循環。

第三：在老師單獨上課時，應該在課堂上複習重要的觀念並按照學號逐一發問以及指定發問的方式來引起同學注意，同時登記同學回答的結果來做為平時成績的一部分。

八.未來與展望

100 學年度的普通物理課程會全程安排每週一堂分組討論教學。就學習理論來說，分組討論教學包含了小組合作學習——由小組長以及老師帶領，個別化教學與啟發教學——由老師視學生的需要而進行，師徒制教學——由老師與小組長配合。在分組討論中，除了老師與學生即時的雙向交流外，還有相當重要的應該是小組長所彙整的組員問題，因為老師可以真正的了解學生學習的困難點在哪裡，從而可以調整教學的技巧。

另一面將繼續改寫現有的數位教材，以合乎觀念導向為主數學計算為輔的教材風格，期望革新的版本能與科大學生的先前知識(李金連 2005)以及學習心態更為接近，進而可以有效的彌補高工(職)與科大在科學教育的差距，更重要的同學能夠不再視學習物理為畏途，是所期盼。

參考文獻

張慧貞與林泰生(2001)：外文教科書對推動普通物理教學革新之影響，物理教育學刊，5(1-2)，1-10。

謝瑞史與湯兆崙(2008)：TEAL 創意互動教學對學生學習普通物理效果的研究，*物理教育學刊*，9(2)，1-9。

李金連(2005)：先前知識在科學問題解決過程中角色的探究，*物理教育*，6(1)，43-60。

Belcher, W. J. (2001). Studio Physics at MIT. *MIT Annual Report 2001*.

Dori, Y. J. & Belcher, J. (2005). How does technology-enabled active learning affect undergraduate students' understanding of electromagnetism concepts? *The journal of the Learning Sciences*, 14(2), 243-279.

Beichner, R. Bernold, L., Burniston, E., Dail, P., Felder, R., Gastineau, J., Gjersten, M., & Risley, J. (1999). Case study of the physics components of an integrated curriculum. *American Journal of Physics*, 67, S16-S24.

Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-students-survey of mechanics test data for introductory physics course. *American Journal of Physics*, 66, 67-74.

附件：學生問卷(設一甲)

國立虎尾科技大學普通物理行動教學評量表

為了增進普通物理授課與學習效率的提升，我們透過行動教學的研究來了解對同學最有效的教學方式，敬請您提供寶貴的意見，以供本校在教學設計方面的參考，並為日後改善物理課程的重要依據。謝謝您!!

上課班級：1011A 課程名稱：普通物理 2 教師姓名：

| 項 目 | 非同 常意 | 同 意 | 尚 可 | 不 同 意 | 非同 常意 |
|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| 一、分組討論的整體評估 | | | | | |
| 1. 整體而言，分組討論是很好的學習方式 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. 個體而言，分組討論對我的學習很有幫助 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. 小組的人數不要超過 5 個是合理的 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. 在實驗室做分組討論教學會更好 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 二、分組討論的實施 | | | | | |
| 1. 老師對分組討論的問題有詳加解說 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. 每一位同學都要發一份討論題目 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. 每週至少要安排一次討論課 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. 上完討論課後的隔週舉行考試是合理的 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 三、分組討論的期許 | | | | | |
| 1. 你對總共六次之分組討論的評價是肯定的 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. 你認為應將分組討論設置為物理教學的一部分 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

其他建議：

分組討論比自己讀來的
更有效率。

附件：學生問卷(設一乙)

國立虎尾科技大學普通物理行動教學評量表

為了增進普通物理授課與學習效率的提升，我們透過行動教學的研究來了解對同學最有效的教學方式，敬請您提供寶貴的意見，以供本校在教學設計方面的參考，並為日後改善物理課程的重要依據。謝謝您!!

上課班級：四設一乙 課程名稱：普通物理 2

教師姓名：蔡仲尼

| 項 目 | 非同 常意 | 同 意 | 尚 可 | 不 同 意 | 非同 同 常意 |
|-------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 一、分組討論的整體評估 | | | | | |
| 1. 整體而言，分組討論是很好的學習方式 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. 個體而言，分組討論對我的學習很有幫助 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. 小組的人數不要超過 5 個是合理的 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. 在實驗室做分組討論教學會更好 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 二、分組討論的實施 | | | | | |
| 1. 老師對分組討論的問題有詳加解說 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. 每一位同學都要發一份討論題目 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. 每週至少要安排一次討論課 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. 上完討論課後的隔週舉行考試是合理的 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 三、分組討論的期許 | | | | | |
| 1. 你對總共六次之分組討論的評價是肯定的 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. 你認為應將分組討論設置為物理教學的一部分 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

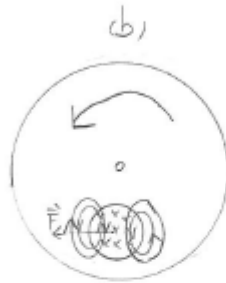
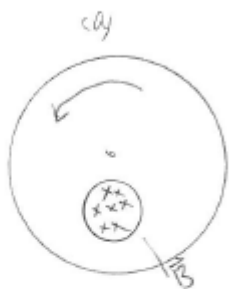
其他建議：老師教的很好，很高興給老師教。

附件：學生討論問題單(一)

四設一甲第五組 [redacted]

組員：[redacted]

習題：



1. (a) 圓為轉動中的金屬圓盤，其下方有磁場 \otimes 進入，解釋 (b) 圖中的感應電流 (圖形曲線)

1. 答：

2. 畫同量圖解釋 (b) 圖之磁力的方向

2. 答：

問題：

實驗 法拉第定律。金屬棒子，有^外限制質？還是只要^是金屬就能實驗。那不良導體金屬對於實驗會有^果影響

附件：學生分組討論照片集錦

