



學生每周進行模擬賽練習實況

# 指導中學生參與國際青年 物理辯論競賽之經驗 ——談實作教學成效

文／盧政良

本文以旨在分享作者培訓選手的經驗，為將訓練過程進行階段性的剖析，分成以摸索和培訓為主的前期，以培養實戰經驗和請學長回校分享經驗的中期階段。還有近期高雄中學與友校和國際進行交流，並開設了融入物理辯論賽形式的特色課程。以實作教學的成效與經驗，肯定了物理辯論賽模式結合 107 新課綱「探究與實作」的可行性。

## 緣起

臺灣青年學生物理辯論競賽（TYPT）舉辦至今已進入第九屆，我是自 2010 年

第二屆起，開始指導學生參與是項競賽，一直以來每屆均取得優良成績。回想起當初投入這項工作的因緣，是因為當初我正巧接下第一屆雄中科學班的物理專題指導



工作，思索著如何帶領科學班學生，當時的氛圍是：自然科老師們大多以指導科展的方式帶領學生，因此我也就以「科展」的準備為首選。事實上，有指導科展經驗的老師都知道，陪伴學生進行研究的過程中，最困難的就是決定題目，即便決定了題目，常常也會在遭遇瓶頸，而無法突破時，被迫更改題目。接著則是漫長又孤寂的實驗研究過程，最後參加科展競賽時，也經常是一翻兩瞪眼，得獎與否的關鍵，決定於學生臨場的表現。學生花費大量心力的研究成果，如果能獲獎固然值得高興，若不幸鎩羽而歸，後續的心理輔導更是老師的重要工作。

當時得知 TYPT 即將舉辦第二屆的競賽，在仔細瞭解競賽細節後，我發現這個活動真的相當具有挑戰性，尤其競賽時要全程使用英文報告與溝通。慶幸的是：主辦單位每年會提供 17 道問題，讓學生進行研究。這對一般的參賽學生而言，至少省卻尋找題目的難處，對於指導專題研究的老師而言，則是提供了新的研究方向和一種新型態科學競賽。儘管第一年參賽時，我們只是抱著參加學習的心態，結果竟能很幸運地兩組代表隊都獲得了銅牌獎（如圖 1），也開啟了高雄中學持續參賽的「優良傳統」。

## 培養多元能力

陪伴學生進行物理辯論的研究準備過程中，發現許多有別於其他競賽之處：首先是研究的主題，物理辯論賽指定了 17 道共同的研究主題，省去了費心尋找题目的困擾，在競賽會場也能透過共同的研究主題，讓學生之間更容易藉由討論與經驗交流分享，獲得許多迴響，甚至可以結交志

同道合的朋友，這是科展或其他競賽不容易達到的效果。

其次則是競賽的方式：藉由報告者（Reporter）上台報告的過程，可以訓練學生如何製作清晰明瞭的簡報資料、口語、肢體的表達能力，以及穩健的台風，這些都是很重要的能力，也是學生們在傳統的教學中不容易養成的技能。

接著是反方（Opponent）扮演的角色，除了要能專心聆聽對方的報告，還要能及時地掌握對方研究過程的瑕疵或錯誤，予以反擊。也要懂得欣賞對方的優點與值得學習的地方，立即提出關鍵的重點和對方討論，並釐清一些細節。在指導的過程中，我發現學生一開始還真的不會問問題，深入思考後，發現我們從小的學習環境中，的確很少給學生提問的機會，大多是單向的由老師傳授知識給學生，卻很少讓學生獨自思考一些未知的問題，嘗試自己去解決。甚至找人討論問題時，溝通想法的能力也顯有不足，追根究底，其實是我們的教學環境中大多忽視了這個區塊的能力。



圖 1. 2011 年第三屆參賽學生比賽合影（圖片來源：臺灣師大物理系徐源宏助教提供）



最後，還有一個叫做評論者（Reviewer）的身分，這也是很棒的練習機會，讓學生能以第三者的身分，去觀察 Reporter 與 Opponent 的討論，獨立地去思考雙方的討論內容、過程有那些優點以及可以改進的具體建議，這些都是難得的經驗。

這些過程除了有競賽的目的之外，我發現運用在實際的教學現場，對培養學生更多元的能力，多能達到很好的效果。就如最近幾年，我嘗試在特色課程中規畫以物理辯論的方式進行教學，讓學生自己動手進行研究、製作 PPT 呈現研究成果、討論、反思與改進，雖稱不上完美，但也著實是一種不錯的教學方式。

## 培訓經驗分享

就多年培訓選手的經驗中，區分成前期、中期、後期等不同階段，分享我的經驗。

### 前期

#### 摸索學習

第一年參加英文物理辯論賽的時候，著實沒有太多想法，純粹當成指導科展的模式來進行。後來發現：我們花了大部分的時間作實驗與研究，卻投注太少的時間與精神製作報告檔案 PPT，導致比賽時往往沒能將研究的成果，簡單明瞭地呈現給友隊選手以及評審教授，導致學生獲得的成績比預期來得低，學生也因此會產生無力感與挫敗感。

指導老師此時的工作就是安撫與鼓勵學生，肯定學生的努力，向學生們說明其實這個比賽真的很棒，鼓勵學生們的目標不應僅止於讀書與考試，更需要去加強多元的能力。某些隊伍的 PPT 製作得很精

美，圖表與影片都呈現得非常清楚；某些人的台風相當穩健，與對手討論的過程不疾不徐等，這些都是值得學生們學習的地方。其中我最感動與難忘的是，學生們在遭遇挫折時，卻能越挫越勇的精神，尤其在比賽結束後，馬上又自行找尋同好組隊，表明隔年想繼續參的決心。

#### 國手培訓

很幸運地，在參賽的前幾年，雄中都有幾名學生榮獲為國手培訓的成員，我也因此有機會見識到每年都有 10 多位教授，付出許多時間與精力指導學生，教授們專業的背景加上多年的豐富指導經驗，懷著極高的耐心，指導這些幾乎算是「白紙」的高中生，可謂是將畢生絕學灌注到學生身上。獲選為國手的學生們也都不負眾望，為臺灣爭取到優良的成績，更獲總統召見勉勵。在此也很感謝初期參賽的選手，都能在習得一身武藝之後回來指導學弟妹，讓學弟妹們的研究能力與視野提升許多。

#### 更多舞台

儘管參賽初期的學生成績未能大放異彩，但是能獲得一些獎項，對學生也算一種鼓勵與肯定。事實上，每年 TYPT 的初賽只有五場，這意味著你學生辛苦進行的十幾份研究當中，有大多數的研究成果，根本沒有上台發表的機會，這實在是一件相當可惜的事。所幸，每年 TYPT 比賽的時間大多固定在 3 月份，比賽結束後緊接著是各縣市科展競賽。在經過了大半年的研究與準備之後，學生也累積了不少數據與經驗，因此我們鼓勵學生們把研究的成果整理成科展作品參賽。尤其，這部分需要更完備的文字表達能力，有別於物理辯



論參賽過程中培養的能力，我認為這也是學生另一種很棒的挑戰與學習。

科展和物理辯論競賽著重的面向確實很不一樣。物理辯論賽研究的主題較多，牽涉到的內容比較廣泛，而科展則僅需要針對一個問題作較透徹的研究；另一方面，物理辯論要仔細斟酌題目，以及如何敘述研究的方向和方式，而科展就可以比較自由地發揮，進行較深入的探討。還有一個比較先天上的差異，就是優良的科展作品需要呈現原創性，而此創新的研究，是獲獎的關鍵，但如果使用物理辯論賽的主題作為科展題目，則很可能會和別人的作品類似，此時作品的深度與研究方法的創新，就更顯得重要。儘管如此，在經過幾年的摸索調整後，最近幾年我們總是建議學生可以挑一至兩道問題，進行較深入的探討，也同時寫成科展作品，如此可以提升學生們的努力研究所獲得的效益與回報，何樂不為呢？

## 中期

### 以戰養戰

有了幾年的參賽經驗之後，我們發現實際比賽時的臨場表現，還是需要有許多經驗的累積，多數的學生都是因為太過緊張，而影響到臨場的表現。因此我們開始嘗試每周定期舉行模擬賽，增加磨練的機會。也很感謝主辦單位，提供了比賽時使用的計時程式，讓學生可以很真實地模擬比賽的狀況。

我們還發現採取模擬賽的培訓，具有多項好處：因為可以看到學生們在討論過程中產生的錯誤觀念或想法，可以直接修正；另一方面，學生們每周都有進度的壓力，除了進行實驗研究，還要同步彙整資

料，將研究成果呈現出來，師長們也可以同步給予修正的建議，如圖 2 所示。

### 學長回校指導

在持續參賽幾年之後，我們開始有一些畢業學長陸續就讀大學不同科系，其中不乏主動詢問是否需要返校指導學弟妹的熱血學長，於是我們開始安排在暑假的時候，請學長們回校傳承參賽經驗，難得的是有一些主修物理、電機或機械的學長們，在大學所習得的專業知能，對指導學弟妹們進行研究的過程更有助益，如圖 3 就是學長回校經驗傳承的情形。



圖 2. 學生每周進行模擬賽練習實況



圖 3. 學長回校指導學弟妹研究方法與經驗傳承



## 成就感與使命感

經過多年的努力，我們總算在參賽的第三年獲得了雄中史上第一面物理辯論金牌，這對師生們多年的努力是非常重大的肯定，圖 4 正是獲得金牌的「學測滿分隊」成員合影。很難得的是接下來幾年，學生的表現能屢創佳績，這多要歸功於參賽學生的責任感，以及返校協助指導的學長們的使命感所致。



圖 4. 雄中代表隊第一次獲得金牌「學測滿分隊」

## 後期

### 友校交流

最近幾年，學生們藉由比賽認識了不同學校的許多同好，賽後還保持彼此之間的聯繫與交流，還促成了幾所學校定期舉行友誼賽交流，我覺得這是非常難得也非常棒的發展，如圖 5 正是本校與彰女進行友誼賽的情形。個人深深覺得 TYPT 活動的宗旨，就是可以讓一群熱愛物理、熱愛科學的學生們，可以有一個很棒的交流平台，在短短幾天比賽中互相認識，賽後還

可以持續聯繫討論，我想這是很棒的事情，相信找到同好，可以在科學學習這條路上走得更遠更久！

### 特色課程

最近幾年，由於特色招生的緣故，本校開始開設了一些特色課程，也由於這些課程的彈性較大，我們開始嘗試在正規的課程中，指導同學進行研究所需要具備的能力，並運用物理辯論的模式，讓學生在課堂上進行辯論，甚至也讓學生可以使用中文或英文，效果不錯，對於校隊的培訓



圖 5. 本校學生和友校（彰化女中、鳳新高中）進行友誼賽（圖片來源：李岱恆同學提供）



與組成有很大的幫助，如圖 6、圖 7 皆為本校開設的物理辯論特色課程。此外，值得一提的是，本校這兩年獲得第七、八屆臺灣青年學生英文物理辯論金牌的隊伍，居然都是出自高一特色課程班的學生所組成的隊伍，相當不簡單。



圖 6. 物辯特色課—科學軟體 Traker 教學實作



圖 7. 物理辯論特色課—數據分析實作

## 國際交流

近年來國際交流的機會越來越多，本校也有幸多次和新加坡、丹麥、日本以及中國的學生進行交流。在自然科學相關的交流活動上，我們這些英文物理辯論的培訓學生們，正是最棒的生力軍，他們除了有良好的英文能力，更有許多進行中的研究成果，可以和外國的友校同學們交流（如圖 8、圖 9）。有趣的是，外國學生們對於我們的學生的英語能力以及科學研究能力非常訝異，也都讚譽有加。



圖 8. 和日本學生進行跨國科學研究合作視訊討論



圖 9. 本校及雄女與日本科學高中同學合作研究



## 實作教學成效

### 升學方面

不可諱言，以目前的升學制度，對參與物理辯論的同學們而言，似乎並沒有具體的助益，甚至可能因為準備比賽或參加比賽而影響正規課程的學習，導致很多學生與家長的誤解，避之唯恐不及。然而我覺得值得檢討的是現行的升學大考制度，針對學生進行的紙筆測驗，其實並無法真正測出學生的科學素養與解決問題的能力。即便如此，我們仍舊發現這些有高度興趣參與的學生們，在升學的表現上，卻是出乎我們意料外的亮眼。我們觀察到這些學生無論參加學測或指考，他們的表現並不遜色，甚至更好，個人認為是因為這些學生歷經這些養成與訓練，他們對於時間的安排與掌控能力提升許多，自學能力也大大提升，更懂得運用各種資源協助他們學習以及解決問題，這些因素都會讓他們的學習事半功倍。

### 探究與實作

「自然科學探究與實作」屬於十二年國民基本教育自然科學領域課程綱要新設必修領域課程，旨在：以實作的過程，針對物質與生命世界，培養學生發現問題、認識問題、解決問題以及提出結論與表達溝通之能力。內容含有探究本質的實作活動、跨科的學習素材、多元的教法與評量方式，培養學生自主行動、表達、溝通互動和實務參與之核心素養。主要提供學生體驗科學探究歷程與問題解決的學習環境和機會；促進正向科學態度和提升科學學習動機；培養科學思考與發現關鍵問題的能力；探索科學知識發展與科學社群運作的特徵，藉此認識科學的本質。

探究與實作的學習重點分為「探究學習內容」和「實作學習內容」兩部分。「探究學習內容」著重於科學探究歷程，可歸納為四個主要項目：發現問題、規劃與研究、論證與建模、表達與分享。「實作學習內容」為可實際進行操作的科學活動，例如：觀察、測量、資料蒐集與分析、歸納與解釋、論證與作結論等。

令人訝異的是，上述新課綱「探究與實作」說明中，強調的精神居然和我們學生參與物理辯論的過程中所培養與獲得的能力，不謀而合，這也是在傳統課程中無法教授給學生的能力，尤有甚者，我們更準備規劃以物理辯論的模式進行探究與實作的課程，期望能全面且有效的達到探究與實作課程的目標與精神。

### 結論與建議

以上分享了我們的一些經驗與心得，最後還是要強調一下：這些活動的過程還是無法完全取代正規的教學課程，畢竟紮實的學科基礎，還是學生進行研究最強大的武器；只是除了學科知識，還有許多面向的能力也很重要，藉由物理辯論的培訓過程，學生可以提升更多元、全面的能力。

最後也要感謝主辦單位提供這麼棒的舞台，讓學生們盡情發揮，除了進行自己有興趣的科學研究之餘，還可以有機會和其他人交流競賽的平台，這是非常重要的助力，也期望同學們更能享受自己喜歡的科學研究。

對指導老師而言，這個活動除了是一個有趣的挑戰，過程中更能和學生一同成長。相信在各位老師漫漫的教學生涯中，透過教學相長，對教學的熱情可以更持久的延續，對下一代的未來也會更有信心！



## 畢業同學回饋感想

除了比賽成績之外，我想以教育的角度來思考我們陪伴學生準備物理辯論、進行研究的過程中，學生們究竟獲得了甚麼？我們邀請了幾位畢業生，分享他們參加物理辯論的感想與心路歷程。

### 謝同學（目前就讀臺大物理系）

臺灣青年學生物理辯論競賽的培訓過程讓我體驗到，這是一個深具啟發性的比賽，我們必須針對不同物理現象進行研究，將成果做成報告，參賽隊伍間彼此針對這些研究，進行討論、質詢。還記得當時還是懵懂高一生的我，在台下聽著學長們生動的介紹這個比賽，之後在每一次的培訓中，老師和學長們都提供了許多不同層次的幫助，好幾次在做實驗的時候遇到瓶頸，他們都會提供想法，讓我們想出更好的實驗設計；在模擬賽的時候也不斷提供建議，加深我們對物理的了解，讓我們對題目的討論更加豐富。如果有需要，老師甚至會請在不同科學領域的專業人士來釐清一些重要觀念；此外師長們也教會我們使用許多不同的分析軟體，包括 Origin、Tracker 等，這些是非常有用的技能，卻不可能從高中正規課程中學習到。這些事情讓我對指導老師與學長們非常尊敬，我最佩服的是這種教學模式，老師從來不會照本宣科，直接給我們答案，總是給我們空間去腦力激盪，師長們十分清楚學生必須經過這些思辨才能真正學到知識，老師需要做的便是從旁協助，讓我們有能力消化、淬鍊這些知識而不被其迷惑。

俗話說：給他魚吃，不如教他釣魚。培訓過程中師長們不只教我們釣魚，還讓我們研究魚群，自己找出最合適的釣法。就這點而言，著實體現了「傳授知識」最好的態度。我十分慶幸能參與這些競賽與活動，我現在以物理為人生的目標，這或許是出自本身的興趣，但不可否認，這些過程也在我這個決定上，扮演了頗重要的角色，讓我一腳踏進物理的世界，也讓我看到了物理的美麗。



### 黃同學（目前就讀臺大醫學系）

徐有庠盃臺灣青年學生物理辯論競賽這個比賽有點類似科展，要求參賽學生要以英文討論物理研究內容。我只記得無數個午休，都會在物理科的視聽教室看到老師和同學們一面扒著便當，一面指著投影幕。「你這個實驗怎麼做的？」「這個論文回去要看！沒辦法下載，我們可以找學長幫忙抓」「欸那個誰呢？怎麼沒來？我跟你們講，要比賽要做事，不是只有能力好，態度很重要……（以下苦口婆心省略）」。物理上的問題，我們都很敢回嘴，老師也很開放地跟我們討論；但態度、紀律上的問題，老師倒從沒讓步，大家倒也是乖乖聽訓，不會不服氣。我總覺得，和老師與同學們一同奮戰的那些時光，可能是高中生活裡，我學到最多，影響最深的經驗。

參加課外活動，我總是面對內外龐大的壓力。大部分師長會質疑你，到底有沒有乖乖唸書，我自己跑數據到半夜時，也會不禁懷疑自己到底搞這個幹嘛，但說真的，老師和同學們一路支持、鼓勵，我也就這樣留了下來，也才學會查詢、閱讀論文，學會設計實驗，學會怎麼用英文，做一份可以讓一般人 12 分鐘內聽懂的簡報。老師真的從來沒有親自「教」我，但會很堅持要我跳脫課本的框架去學習，這應該是另一種形式的（更重要的）教育吧。

當然，有些人總覺得老師們會願意指導競賽，可能是因為有什麼好處，但從我的觀察，倒是沒看到好處，看到的倒是犧牲。常看到老師撥空利用中午指導我們，等到鐘聲響了，老師再匆匆忙忙地趕去上課。尤其是老師的小孩都年幼，常看老師假日照顧小孩之餘，還得來學校看我們練習賽或做實驗，真的很辛苦。我是沒問過老師為什麼會這麼做，但我猜這就是熱誠吧！這樣的榜樣，深深地影響我的學習與做事的態度。

盧政良

高雄市立高雄高級中學物理科教師