

街頭物理：彈奏物理的民歌手

周建和

國立高雄師範大學物理系

e-mail: t1620@nknucc.nknu.edu.tw

前言

60年代民歌之父楊弦開創了民歌創作之風，面對當今教改運動，如同楊弦對音樂本土性的執著與熱愛，三年前我們開始著手進行，讓物理教學回歸生活的工作，把物理的感受主動帶進人群，帶回生活裡面。從一開始的公園裡講授物理，到現在的深入各種生活圈，甚至成為鄉鎮凝聚社區的新動力。最近高縣社會局連續扶持13個鄉鎮辦理街頭物理社區家庭巡迴日活動，幫助民間社區組織建立信心、強化結構、激發潛力、成長茁壯，讓物理教學活動的功效，由教育單位跨越到社會局。我們將以街頭物理的主要發展過程，說明如何改變一般民眾對物理的印象，以及闡述物理教學回歸生活的觀念，最後以三個動手做活動單元作為實例說明街頭物理活動內容的特質。

喂！物理系仔物理是啥米？

常有人這樣問過「喂！物理系仔，物理是學啥米？」，剛開始遇到這種問題會想盡辦法試圖說清楚，但結果通常事與願違，越解釋卻越模糊，最後總是和自己生氣。誰都知道物理原本來自生活，你儘管可以不上學，卻永遠不能脫離生活，理所當然都得經常與物理打交道。可是大家都不會去問音樂系的音樂學什麼，問美術系的以後做什麼，就唯獨對物理感冒。或許有人曾經碰到相同情況，笑笑眾生缺乏慧根與物理無緣，不免自己得意一番就過去了，何必和自己過不去。不管他們如何看待物理、痛恨物理，天才不會被埋沒，人不是如此生活過一生。

當學術單位被立法委員問了同樣問題事情就不

一樣，處理不妥會導致經費縮減的。擔任培育物理師資教授的這些年經常這樣思考；通常中小學的物理老師會發現，班上半數以上學生在短短時間內就這樣地放棄物理，好像物理高不可攀似的。即使來到大專校院裡工科系的普物課堂，壓根子存心混過普物學分者也不在少數，教過大一普物的老師都有過這種無奈。最近中小學實施「九年一貫」的教改措施，校長、老師、學生、家長大家怕怕，怕教學回到生活就會變的很難掌握，怕教學主廚回到老師手中不知如何下手，怕一下子的開放，導致小孩上第一志願的機會一不小心會被搶走？於是如何讓大家不再害怕物理，如何讓中學老師重新拾回對物理的感受和教學的自信，變成刻不容緩首要任務。

公園裡的物理實驗課

三年多前高師大物理系開始一個「物理浪子回

頭是岸的計劃」，成立了Adept-實驗室(Artistic Development of Education in Physics Teaching)，展開一連串教學現代化的革新行動；其中「街頭物理」是第一線接觸人群的重要工作。我們首先擬定漸進式的步驟，將物理實驗的感受主動帶進人群，帶回生活裡面。到公園榕樹下、到文化中心、到愛河、到少年輔導院...，面對的不同年齡層、不同背景自由意志的老少學生，以及面對完全開放空間的「自然教室」，講授物理實驗，這樣子想法很單純，但要真正上起物理課難度有點高。

這一路走來，如今「街頭物理」不但成為物理教學生活化的代名詞，廣為南部教育夥伴認同，而且深入各種生活圈，包括科工館、婦幼館、原生植物園創價協會、原住民、渡假村、百貨公司、房屋案場、里民中心、農會、教會、慈濟、燕巢安招媽媽、中崙社區媽媽...。不只是一個家喻戶曉廣受歡迎的科學活動，甚至搖身一變，成為鄉鎮社區的凝聚新動力。今年高縣社會局在連續三個月內，扶持13個鄉鎮辦理社區家庭巡迴日街頭物理活動，動機是因為他們發現藉著鼓勵各鄉鎮辦理街頭物理，可以建立民間社區組織的信心，強化組織的結構激發潛力，培植民間社區組織的成長茁壯，達到以極少資源人力強化社會的目的。社會局的專家說：「這樣子的科學活動，社區營造的康樂、休閒、進修、服務四個活動型態都包括，而且所具備的親子效果最棒，十足是個高經濟低成本的最佳活動方式，準備進一步發揚光大。」

凝聚社區新動力-街頭物理

其實帶著街頭物理深入社區，絕對不是物理系師生過去帶帶活動就結束，我們很清楚，只有從頭到尾由社區居民主導、規劃、完成的活動，才是他

們自己的活動，這樣子科學才能真正紮根民間。通常要達到這樣的目標，第一步得花很多時間力氣先讓他們了解；這是一個甚麼性質的活動、效果如何、經費人力需求多寡、如何進行等等。舉例而言，在2001年9月22日「林園鄉長孟駿公園」那次活動，我們和社會局婦幼館夥伴，活動之前花了整天時間拜訪鄉公所、農會、幼兒園，其中最難的是如何使鄉長相信，物理可以如此生活化，容易又好玩，只要鄉長一點頭萬事搞定。於是隨身帶著手提百寶箱，裡面裝滿各式簡易生活小用品設計而成，具有爆炸性效果的科學小把戲，逮到機會就當場秀給他們看，誘導他們親自操作感受科學的奧妙。一旦他們親身體驗後，很快就會消除疑慮欣然接受，接下來場地、經費、準備、聯絡、文宣等林林種種事務性工作，根本輪不到你擔憂。

來到了這裡你還得學會，相互尊重和認識當地文化。到林園走一趟發現，只有鄉長一人堅持孟駿公園辦活動，背後的原因相當政治，因為孟駿在當地黃昏市場旁，原本是菜販賣菜、鄉民買菜方便停車的空地，鄉長獨排眾議蓋成漂亮有水準的公園，剛剛完成當然還有不少反對的聲音，她得藉著活動的成功，去改變大家的想法與消除民怨，這讓我們看到回到生活中的科學活動無法脫俗，免不了和政治掛鉤。再提一事，公園裡樹蔭不少、綠意盎然，絕對是最好的活動舞台。都市裡大家也許會如此想，但是來到鄉間，你得奇怪的看著，放著免費的樹蔭綠草不用，在公園旁道路設起交通管制，花上萬元搭起帳棚，播放著大聲熱鬧的音樂，這才是他們心目中成功熱鬧的活動，我很快就學會了解他們、尊重他們，是互動成功的重要環節。其實藉著物理回到生活裡，高高屏走透透我們學會了好多事情，例如在石斑的故鄉「永安」辦活動，才知道小

石斑比大石斑貴，還有至今尚難接受現代科技之神奇，為了降低鱸魚成本增加競爭力，從放養到收成，池裡鱸魚像公寓大廈重重相疊，而不是魚兒魚兒水中游那般悠閒。

科學媽媽功德會

科學活動的專業技術問題，是唯一無法取代的Adept-實驗室專屬工作，主要包括材料整備後勤支援、以及科學專業志工培訓兩項工作；我們花功夫實際帶著婦幼館的夥伴，參與科學活動所需材料的採購試用，並且教會他們一些高難度的技術，剩下少數麻煩的器材則由Adept-實驗室供應，這樣就把後勤整備支援的問題成功地交棒。至於志工來源包括幾方面的人力資源；首先在計劃實施前，我們先在婦幼館做了一次研習，培訓好幾隊來自各地社區團體的媽媽義工，她們學會了如何教人操作實驗後，分別認養了往後2-3場活動。沒人認養的場次則由實驗室派員訓練當地志工，包括中學生、媽媽社團、或幼教老師，有幾場培訓工作則由當地曾經回流Adept-實驗室進修的教師夥伴志願幫忙，也有與社工團體關係密切的當地夥伴學校全權負責，所以人力問題也解決了。很多人擔心這些速成科學志工，本身都不怎麼懂物理，如何能夠解說清楚，雖然會場上都會有一位Adept-實驗室的師傅在，其實他們任務是為了即時解決突發問題，一方面也給這些業餘科學志工當後盾，並不在意解說的部分。街頭物理面對的對象，是不同年齡層、不同背景的老少學生，以及完全開放教室空間，解說部分不能佔太重的份量。整個設計上，寄望藉著學員操作實驗產生強烈感受，並使這種好奇求知的本能，在活動以後還會持續。也就是說端上餐桌上的菜單，是經過精挑細選的，實驗物品與操作過程和參與民眾之

間的相互作用才是重要環節。換個角度想一想，科學的體認大部份是無法直接傳授灌輸的，即使非常棒的解說，也會有導致負面效果的時候。

很多媽媽團體服務完認養的場次，在適當場合時機，也會在自己的地方辦起街頭物理，於是科普推廣工作快速橫向燃燒蔓延。每次看到媽媽、幼兒園長、幼教老師們，要求學更多科學動手做，就感覺到在他們心中，已經幾乎忘掉物理畏懼這回事，我想這個結果是當初始料所不及的。在各縣市Adept-實驗室主講的很多教師研習場合，總會碰到這些認真的業餘志工，專程來學物理功夫，然後將這些再帶回家人朋友身邊，或許那天說不定跑出來一個「科學媽媽功德會」。

跳豆、蟋蟀、皮卡丘

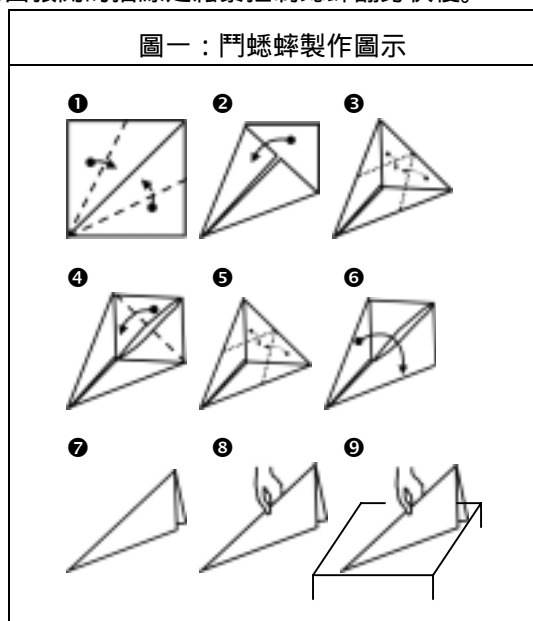
在此以三個動手做為例，來說明街頭物理科學單元的特性。

「跳豆精靈」：名片大小般的鋁箔繞在粗吸管上兩圈，上端鋁箔向上推出一點，接著將凸出鋁箔折入封口，把棒狀中空鋁箔取出，將鐵珠放入，把另一邊的口亦折入封口，把成品放入一小盒中（如底片盒）搖動讓它“自然成型”。放在手中，或放入大透明盒（真空罐、磁片盒）中，就可以看到自己會蠕動的精靈寵物。

很多人大概對跳豆有點眼熟，日常生活中代代相傳著，說穿了是由特製膠囊裝珠子而成，通常大家都會說我看過，或者在書上見過，卻永遠都只是說說而已，蘊藏在跳豆裡面的簡單科學原理仍然遙不可及。其實關鍵就在把特製膠囊換成吸管、鋁箔、底片盒以後，每一個人都可以自己擁有、歡喜帶走、當作功夫、或當作遊戲休閒與朋友分享。它是利用生活周邊的簡單材料製成，每一個人都很容易找到

這些材料，即使辦活動，一個下午免費提供1000人參與，每人材料所費不到一塊錢。跳豆精靈操作活潑，與實際生活親近，製作容易，操作容易，成功率高達90%以上。科學迷人之處不外乎觸動心靈深藏的知性，與迷思的神奇。跳豆精靈本身原理簡單清楚，民眾只要摸上手，大概多少都知道這是怎麼一回事，非常容易達到自我感受的效果。

「鬥蟋蟀」：用一張用過的紙製成的蟋蟀也看得到相同的效果。首先按照圖一所示做一隻蟋蟀。再將做好的蟋蟀平放於光滑的桌面，利用上稜摺線與前面張開的摺線之鬆緊控制蟋蟀翻身快慢。



在2000年年底推出的「當電遇到磁」靜電單元實驗之一，運用泡沫紅茶杯、鋁箔、毛布與PVC管(直徑約41mm)，讓學生民眾操作萊頓瓶，強烈感受靜電的存在與威力。大家把它稱做「皮卡丘發電廠」，直到現在「皮卡丘發電廠」還是大家最愛之一，於是這段時間陸陸續續培養出：中崙媽媽皮卡丘、美和高職妹妹皮卡丘、湖內夜市多桑皮卡丘、陽明國中俊穎皮卡丘，說不定那天成立皮卡丘俱樂部，定時聚會交換心得。

圖二：泡沫紅茶杯萊頓瓶

「皮卡丘發電廠 - 萊頓瓶」^[1]



1. 裝置萊頓瓶：杯子各套鋁箔(距杯口留三分之一的空白以防短路)相疊，另撕5公分寬鋁箔對折後一端塞入兩杯中間當引線(鋁箔導線必須接觸裡面杯子鋁箔，並且長度要伸出杯外)，外杯鋁箔用膠帶固定。
2. 安排陣勢：安排民眾手牽手圍成一圈，指定某兩位放手，其中一位用放開的那隻手握住外杯鋁箔，讓引線朝外方便蓄電。另一位等蓄電準備完成後聽指示用空的那隻手碰觸萊頓瓶引線。
3. 蓄電：摩擦後靠近耳根，確定感覺有效放電後再進行正式蓄電。用水管摩擦的那一面靠近鋁箔，電荷會跳到鋁箔上，此時可以聽到放電聲。摩擦次數約為總人數的2、3倍。
4. 來電：蓄電準備完成後，指引另一位用空的那隻手碰觸萊頓瓶引線。

60年代民歌運動與21世紀教改先鋒

這些隨手拿得到的材料設計而成的簡易物理實驗，當然比不上實驗室的精密儀器，但它們不是僅限於引起興趣或學習動機的趣味科學實驗而已，加上不同的設計與搭配可以用在各種不同的教學場合，除了精密度受限的缺點外，大部分的項目都可以進行某種程度的定量分析。在國中國小的資優班充實教學或獨立專題研究使用相當頻繁，我們也經常拿高中科學社團或資優班和高中生討論，物理科能力競賽預、複、決賽中的實驗考題就是最好的例子。每年暑假全國物理教學示範研討會^[2、3]裡，越來越多的老師發表這類的作品。在高雄師大我們也用

在通識課、空中大學、社區大學，其中物理系開的通識課，外系同學總是半夜等著搶先上網選課，原因是他們都可以從實作中親身感受學習物理。

學校不是唯一學習科學的地方與方式，從社會與家庭著手的科學教育，是幫助學生學習成長的另一個重要途徑。很多人在街頭物理的現場上，看到小朋友從小培養科學興趣，不免讓人妄想往後美景，甚至夢想未來的楊振寧先生、李遠哲先生就這些人群裡。我們看到更多，那些帶小朋友來的爸爸媽媽，學的比誰都認真起勁，他們喜歡科學後，會幫助社會與家庭科學教育發揮更大作用。



圖三：林園媽媽皮卡丘

前幾天在全國物理科能力決賽場合上，終於等到晚上空檔時，把握機會把跳豆、蟋蟀、皮卡丘、吸鐵人等等，帶去讓這群全國物理的頂尖高中生感受，相信其中幾位會很快地加入皮卡丘俱樂部。或許有幾位將來在醫生、電機、物理門前徘徊時，這樣曾經的經歷會幫忙他們做決定。看到今年大一新生中，有人拿著街頭物理的玩意兒來物理系報到，不免期望著街頭物理多到高中走走，或許能夠網羅更多後起之秀投身物理。相信有朝一日，這些人成了物理研究的佼佼者，會想到用更多活潑淺顯的語言，去讓更多的門外漢分享他的物理之美。



圖四：彈奏物理的民歌手操作如何長竹竿找重心

下次如果再有人這樣問「喂！物理系仔，物理是學啥米？」，我想我會唱 民歌手 給他聽、秀個即席動手做給他看、設法引誘他自己親自操作、感受。如果再有人告訴我對目前教改多元入學、九年一貫怕怕，我會和他分享民歌手的故事；原本是現代詩人余光中的詩，年輕歌手楊弦把它編成曲，開始了一個領導往後流行歌曲的民歌運動。當時大家覺得應該得有自己的歌，不能再老是哼著來自老美的爵士音樂、鄉村歌曲，不能只有改編自日本的台語歌。現在的教改就像60年代民歌運動，是一個值得大家走下去的方向，是一個覺醒的開始。就像歌詞中寫著；

.....江湖上來的該走向江湖，
走向青蛙、和草、和泥土，
走向當初生我的土地，
喔！我的父，喔！我的母。.....

皮卡丘俱樂部等著你加入，彈奏物理的民歌手。

參考文獻

1. 《Save and Simple Electrical Experiments》，Rudolf F. Graf, (Dover Pub., N.Y.), 1964
2. 《2000 物理教學及示範研討會論文集》，逢甲大學，2000 年。
3. 《2001 物理教學及示範研討會論文集》，東吳大學 2001 年。

