

九年一貫十大能力『主動探索與研究』在明德  
學校科展實施計畫融入自然與生活科技領域課程教學之創新機制  
(規劃篇)

服務學校：臺北市明德國民小學

作者：吳柏菱、黃麗芳、蔡文俊、呂建儒



### 摘 要

這份研究主要是記錄：任教台北市明德國小自然與生活科技領域的五位教師爲了提升本校中年級學生科學探索與研究的能力，嘗試將既有科展培訓模式融入自然與生活科技領域正式課程而創新規劃學校內科展辦法的真實行動歷程。整個報告由「明德國小自然領域教師將指導學生參與科學研究視爲一條應持續前進的『不歸路』之概念」發展出八個相互承接的思維階段，藉以闡述本校自然與生活科技領域教師團隊在行動研究歷程中的省思與概念轉變。

此外，研究團隊最終亦配合下學期自然課程中的部分單元教材完成「到底有多神奇？」和「分秒必爭！」兩份分別適用於三、四年級學生的科學研究辦法，兩份辦法的內涵皆爲可以透過教學而逐步引導學生進行『主動探索與研究』的學習項目。

關鍵字：學校科展、自然與生活科技領域創新教學、團隊合作

## 一、如果這是一條『不歸路』

在明德，擔任自然科任教師的其中一項任務便是鼓勵與指導學生進行科學研究，舉辦校內科學研究成果展覽，並從中挑選優良作品參與台北市的科學展覽。從理論層面考量，這樣的任務歸屬是理所當然；但從實際層面考量，這項任務絕對是自然科任教師正常教學的額外負擔，特別是在教學與競賽兩者之間，每個教師的理念亦有相當的歧見。所以，我們將指導科展視為一條選擇擔任自然科任教師職務後的『不歸路』。

但是，對於『不歸路』的詮釋，多數人大概都會聯想到我們的心情是無奈的，事實上，在我們的科展指導歷程中，這樣的心情的確常常出現！但換個角度思維，既然這是一條不歸路，我們決定用更積極的行動讓這樣的無奈心情出現機率減至最低。特別是希望大家在深入了解我們的行動內涵前，先轉化心境，與我們一同用更積極、更充滿理想的角度來看待我們的『行動』，因為我們的動機是良善與美麗的。另外，『誠實』是我們指導學生進行科學研究時最強調的科學精神之一，因此，我們亦將誠實的記錄這段行動歷程中的點點滴滴，不論成或敗。

## 二、於是我們決定『一路同行』

我們的團隊包含四個年級的自然科任教師：黃麗芳師〈三年級〉、蔡文俊師〈四年級〉、吳柏菱師〈高年級〉、楊金良師〈高年級〉，以及一位資源班教師：呂建儒師〈柏菱師教學輔導的夥伴教師〉，共五個成員。而四位自然科任教師的組成與職務分配在過去五年內一直維持穩定的狀態，沒有太大的異動。平時，我們這四個任教年級完全不同的自然科任教師，每週都有 21 節課〈七個班各三節課〉。因此，大概只有在研習、選教科書和共同指導科展時，才有較密切的聯繫。

一直以來，老師們其實隨時不停的在作教學改進與專業成長，但是從來不覺得有必要以研究報告的形式呈現自己的改進歷程，因此在學校大力鼓吹教師們參與行動研究的風潮下，我們幾個自然科任教師便半推半就的組成了這個行動研究

團隊。但其實在之前，我們亦曾合作設計一套以社區互動為主題的學校本位課程，那次的合作經驗算是愉快且收穫豐富的。因此，在 94 年學年度上學期初，我們下定決心要做些改變，給學生不同的學習經驗，也給自己成長的機會。

### 三、『千折百轉』定方向

經過多次討論，我們歸納出一年一度的自然領域盛事——校內科展與台北市科展，是團隊成員在正常教學之餘最感壓力且會互相討論與請益的話題，所以在組成行動研究團隊之初，『如何有效的指導學生進行科學研究』便自然醞釀發展成為研究的主题。

另外，在行動研究方向決定之後，最傷腦筋的便是行動發展的規模，因為我們實在不希望這項出於善意與理想的行動研究成為團隊教師們在科展指導外的另一項負擔。因此幾經討論，我們回顧這幾年來在科展指導的優勢與困難，歸納出：向下（中年級）紮根，普遍提升所有學生的科學研究興趣與能力，是支持所有教師持續投入科展指導的有利關鍵。基於這樣的共識，我們決定根據高年級參加科展的科學研究報告格式發展出一套能與中年級正式課程結合的校內科展實施辦法，協助中年級教師在既有課程單元中指導所有學生對科學研究有更深入的理解與實際操作的經驗。另一方面，我們也期許中年級學生在歷經兩次有系統的科學研究歷程後，在高年級時能立刻基於既有的紮實科學研究素養而於正式課程之外主動進行各種科學研究，提升學校內的科學研究風氣。

#### 94/12/23 麗芳師的反思回饋：

每年的校內科展總讓自然老師費盡心思，到底該普遍提昇所有學童的科學素養，還是採菁英制，集中火力，以利隨後的校外科展。在上學期末行動研究（九年一貫）的分享討論時，柏菱師提出把科展融入課程中，一方面不增加太多老師的負擔，又可讓所有學童參與科展，並從中挑選校外比賽選手，於是本學期開始，柏菱師領頭帶著大家朝此方向努力。我們很感謝她的貢獻。

#### 四、憑藉著經驗與支持，『不畏』路崎嶇

雖然行動研究的推動已歷經六屆，但是對於我們明德的自然領域團隊卻是初次嘗試，因此如何讓行動研究的發展與成果能多一些成功的勝算是很重要的，畢竟成功經驗會比失敗經驗給予自己更強的外在動機。所以，回顧這幾年本校參加臺北市科展的佳績，我們相信自己發展出的科學研究指導模式與研究報告的呈現架構應是有助於學生科學能力提升與值得普遍推廣的。因此，校內科展實施辦法融入自然課程的設計便有了初步的思考架構。

明德國小近年來參與臺北市科展與全國科展成績：

屆數	作品名稱	成績	指導教師
第34屆	變色筆DIY	特優(全國第三名)	吳柏菱、郭弘富
第35屆	泥攤地的黑殭屍	優等、最佳鄉土教材	吳柏菱、蔡文俊
第35屆	校園旅行家	優等	吳柏菱、蔡文俊
第35屆	炫風電動車	最佳創意	吳柏菱、蔡文俊
第35屆	隱藏的顏色	佳作	吳柏菱、蔡文俊
第35屆	古代的科學工藝一六通	優等、研究精神	吳柏菱、蔡文俊
第35屆獲得臺北市國小組團體成績第一名			
第36屆	美白的秘密	特優	楊世昌、吳柏菱
第37屆	力拔山河	優等、團隊合作	楊世昌、吳雅容
第37屆	旁敲側擊查弦疑	入選	吳柏菱、盧慈慧
第37屆	無限生機	佳作、最佳團隊合作	吳柏菱、楊世昌
第37屆	炫光魅影比一比	入選	吳柏菱、楊金良
第37屆獲得臺北市國小組團體成績優勝			
第38屆	螞蟻世界大不同	特優(全國佳作、團隊)	吳柏菱、朱曉瑩
第38屆	龍吟虎嘯	入選	朱曉瑩、吳柏菱
第38屆	我轉 我轉 我轉轉轉	佳作	楊金良、朱曉瑩
第38屆	你能贏我嗎?	團隊合作	朱曉瑩、楊金良
第38屆獲得臺北市國小組團體成績優勝			
第39屆	生活好幫手	佳作、團隊合作	蔡文俊、黃麗芳
第39屆	跟空氣玩躲迷藏	佳作、研究精神	吳柏菱、蔡文俊
第39屆	攀簷走壁祕技大發現	特優	吳柏菱、呂建儒
第39屆	滴水成石	優等、研究精神	楊金良、呂建儒
第39屆	主婦甘苦誰人知	佳作、鄉土教材	吳柏菱、楊金良
第39屆獲得臺北市國小組團體成績第一名			

從上表中，我們特別要強調這次行動研究歷程中另一項收穫：由於在發展校內中年級科展辦法融入自然課程的同時，我們也照例指導部分對科學研究有興趣的高年級學生參與臺北市科展。過程中，由於五個老師的聯繫與經驗交流更加密切，對於科學研究的指導方法更多反省與轉化，因而能在第 39 屆臺北市科展的獲得豐碩的成果，這真的令我們又驚又喜，也更加確信我們明德自成一格的科展訓練模式的價值，而我們期許從中年級紮根的理想也應該是有意義的。

另一方面，我們也必須強調：學校行政對於我們自然科教師教學的支持，也是很重要的一个影響關鍵。在過去幾年間，自然科任教室較一般普通教室優先配置單槍，而高年級自然科任教室更早就透過專案計畫配置學生分組專用電腦與相關設備，其他依教學與科展指導需求的各項申請亦皆能獲得完全的支援，特別是在我們決定改變學校內科展實施辦法時，行政亦站在鼓勵與支持的態度全力配合，並隨時提供協助與建議。這些點點滴滴的累積，讓我們在修正校內科展辦法時，更能不受限的朝著理想進行規劃與實踐。

## 五、一步一腳印，路就『被我們走出來了』

在五位教師達成共識，決定以『進行中年級校內科展辦法融入自然與生活科技領域單元教學』做為行動研究的主題之後，其實腦中的概念仍是一片渾沌。起初我們只有約定要每週定期聚會，第一階段先從三年級校內科展辦法著手規劃，希望大家在沒有時間壓力的情況下（校內科展是下學期的三月份舉辦）一點點累積與醞釀。第二階段則進行四年級的校內科展辦法規劃，第三階段則是在下學期正式實施，評估辦法的適切性與實施成效（這個部分尚在分析中，期盼未來能與大家分享）。

而每一階段的設計歷程，都是五位老師歷經概念溝通、興趣與專長分工、資料蒐集、創意設計、檢討修正…等許多環節，而且每個環節都歷經多次反覆的討論才定案。其中最難得的是，我們以科學客觀的精神，真誠的分享我們對彼此設

計的想法與建議，屏除了一般教師們礙於情面而不好意思相互糾正缺失的現象。

由於整個科展辦法設計的過程相當繁複與無法預料，而我們也還未習慣將自己的討論歷程以錄影方式記錄（我們會因害羞而討論不自然），因此我們嘗試以書寫的方式請五位老師各自記下自己的參與歷程與反思，並要求彼此給予回饋。柏菱師設計了一份歷程記錄的表格，其中包含了四個部分：

- 一、個人實際參與情形與經歷
- 二、階段性任務完成後之反思與建議
- 三、對下一階段任務規劃與執行之初步構想與建議
- 四、其他成員回饋（這部分必須先閱讀彼此在前三項的記錄後才做回饋）

這樣的方式，讓我們在充份的口頭討論後，可以做更多元、更深層的思考，並了解到彼此對事物的關切面向其實是有差異但可以相輔相成的。而有些說不出口的話語，似乎用寫的方式更容易清楚傳達與理解。

#### 94/12/21 麗芳師的反思回饋：

要寫回饋給每一個老師，剛開始大家都覺得是個蠻大的壓力，想半天不知從何寫起，最後在彼此的談笑威脅之下，紛紛完成。展讀大家的回饋，多處令人驚豔，言語不能完全表達的，在靜心思考後，終能化為文字，盡情揮灑。

但是在第一階段中，我們發現如果沒有立即記下每次討論的歷程與反思，等到最後科展辦法設計完成後才一併回顧，許多當下的重要討論便容易被忽略。因此在第二階段，我們嘗試以安排會議記錄的方式，由一個老師作記錄，其他成員只需寫下回饋的方式來記錄對研究歷程的反思。雖然這樣的改變可能會侷限了每個教師對歷程的反思向度，但卻彌補了因時間淡化記憶或是每個教師書寫量過大的困擾。

以下，我們便分別摘錄所有成員在這兩個階段的歷程記錄與反思回饋，相信藉由個人省思與同儕回饋的交叉比對，更能忠實呈現我們這一段時間的專業成長歷程。

## 第一階段：以融入自然與生活科技領域正式課程與教學為目標，發展三年級校內科展比賽辦法

行動研究歷程反思紀錄 日期：94 年 12 月 23 日 紀錄者：吳柏菱 師

### 個人實際參與情形與經歷

這一段時間以來，我們一共用了 1 次週三心靈雞湯時間進行成員的意見溝通與任務分配，並決定由三年級的科展比賽辦法開始著手。之後，老師們便各自努力將自己負責設計的部份完成。又經過大概 2 次週三心靈雞湯時間和一個週三下午進修時間進行成員的意見溝通與修正補充後，三年級的比賽辦法大致已完成，真的蠻有成就感的。期間的發展經歷大致如下：

#### 1. 設計引導研究的情境

針對三年級的比賽辦法，最初並未打算和教材融合，只是請每個老師針對自己覺得擅長或是認為可以從科展指導上加強的科學能力著手設計，至於題材則不加限定。因此在第一次討論中，麗芳老師選擇從文獻探討的部份設計，而文俊老師則選擇設計與製作，金良老師選擇觀察記錄的形式，而我自己則以實驗假設驗證的部份切入。由於建儒還是屬於觀摩學習的階段，所以一開始並未分配任務給他。但是在之後的非正式討論歷程中，麗芳老師、金良老師都因教過三年級，而把設計的題材鎖定在認識植物的部份，這便讓我有了新的構思，應該在第一次的嘗試中，不要過於貪心、設計太多項比賽，而是把大家認為應該加強的科學能力整合於一項比賽中，因此題材應該統一。

#### 2. 假設驗證的實驗設計

在題材有了初步共識之後，我便開始設計實驗。在我腦中的想法，實驗設計並不困難，變因的選擇也很多，但如何將學生引導進入一個科學研究的情境中，讓學生覺得科學研究是有意義的、有些事情是可以透過科學研究與實驗的方法找到答案，並從中建立一些正確的科學態度，或是對科學研究有正確的觀念，甚至區分科學與迷信的差別，才是三年級學生在初次參與科學展覽應該學到的概念，至於研究的能力與技巧，應該是以教師透過活動引導與示範為主，不必一開始就要求學生面面俱到。

因此我將自己在介紹控制變因時最常用的例子（我發明了長高藥水能讓學生長高，請學生討論是否相信，以及提出相信的條件…等）加以轉化，設計了「神奇魔法水是否有效」的情境，希望能引導學生留意到生活中有太多不符合科學的說法充斥，我們可以抱著懷疑的科學態度、主動探究，尋求真相。

一旦情境成立，後續的假設與變因控制便自然形成。而設計的過程中，我也希望讓學生對實驗組與對照組（亦即「操縱變因」）有一些初步的概念，並透過公平性的概念讓學生接觸到「保持不變的變因」。另一個部份則是在實驗操作上，將數量的概念融入，讓學生注意到在操作任何步驟時，除了動作行為外，還須考量動作的精確度。例如：「澆水」與「澆 10cc 的水」。

#### 3. 彙整團隊老師們的研究設計（文獻探討、器材準備、觀察項目與記錄方式）

在第二次的討論中，大家似乎還未能掌握「我」心中的構思與呈現形式，

所以我將自己已設計好的部分印給大家，並逐項說明，同時亦指出設計中還欠缺的部份。在後續的幾天，文俊老師便將有關實驗器材的準備非常有條理的列出，包括容器、土壤、種子及標籤四部份，尤其是標籤的部份是我原本未加留意到的。而麗芳老師也將相關的文獻整理，從菠菜的性狀和栽種兩部份切入。值得一提的是，針對三年級學生的能力與學習經驗，我們在文獻探討與實驗器材準備這兩部分，強調的是示範與引導學生思考，因此大多數的內容都是由老師先蒐集、整理，再讓學生從中找出重點，或是依據提示操作。同時，麗芳老師也主動提出由她來根據學生語文理解能力做三年級比賽設計的再次彙整。

在最後一次的討論中，大家再次逐項檢討與修正。其中，金良老師提出觀察紀錄與結果統計上，學生可能會發生難以抉擇的情況〈因為每一組有六顆種子，種子的發芽與生長情況不一，但紀錄只有一格〉，因此建議將觀察紀錄表與結果紀錄欄皆再分為6格，把每一顆植物的生長情況詳細紀錄，至於結果的統計與平均，麗芳老師則提出會指導學生利用計算機做計算。

經過充份的討論與修正後，我便依據大家的建議將整份比賽辦法做再次整理，並在版面設計與美編上做了一些調整與充實，三年級比賽辦法就暫時定稿。

#### 4. 針對比賽辦法的修正, 與行政人員溝通協調

在思考三年級的研究內容時，我們也留意到在比賽辦法的規則上必須做修正與配合，包含與課程單元的結合、時間的規劃、評審的方式與標準、比賽器材的申請…等。因此，我先向負責的教務處設備組美惠老師要一份以往的比賽辦法，同時參考全國科展的展覽辦法，做一些修正，然後邀請美惠老師參與討論，讓他了解我們的規劃與需要協助的事項。其中，美惠老師建議我們儘早確認時間，以利他在期末安排學校下學期行事活動時取得優先權；另外，他也希望我們在期末前規劃好比賽辦法，並申請相關器材，以便於在下學期初辦活動時便能立刻取得所有器材。

#### 階段性任務完成後之反思與建議

雖然這個行動研究是我起的頭，但是一開始真的只是根據自己過去的一次教學經驗而在腦中形成一個模糊的空想而已。在和大家溝通時，雖然隨口舉出一些自認的可行模式，但都只是片段，也不知道是否能組織成功。特別是自已一直都只有教高年級，根本不知道中年級學生的程度與能力，總覺得有些一廂情願，幸好麗芳老師一再提醒，讓自己思考的面向更加廣泛，也更貼切實際。

起初，擔心夥伴們無法理解我腦中的規劃，總以為自己單獨設計，或許會更容易些。但歷經幾次的討論後才發現，雖然我可以很快的將大致的雛型完成，但是集合眾人的智慧，才能找出自己的盲點，彌補自己的疏漏。這真的是一次愉快的合作經驗，相信我們彼此都帶給對方一些新的思維與心的激盪。

除了固定時間的聚會討論，幾位老師們也更常到自然辦公室討論、查資料…等，使得辦公室裡在批改作業之外，更多了一種學術研究的氣氛，這才是學校殿堂該有的味道。特別是最後一次討論中，大家主動提出週三的時間太短，討論時間總是不夠充分，希望改成週二綜合活動的兩節課時間進行固定的聚會討論，心中真的好感動！忍不住想要去買更多點心與大家分享。



### 對下一階段任務規劃與執行之初步構想與建議

完成了第一階段任務，腦中混亂的思緒似乎釐清了一大半，畢竟決定了方向與模式之後，要再進行其他年級的設計就有了一個範本，應該比較容易吧！而這段期間，我也體認到，畢竟最後執行的是該年級的任課教師，因此大家應該與負責老師作充分溝通，了解他的期望與觀點，站在配合與協助的立場，設計出的教學活動才能有效落實。

另外，這樣的規劃是期許本校學生能從三年級開始，有層次的學習科學研究的方法，因此，雖然可以比照三年級的模式設計，但是我們還是必須思考如何提升學生的程度，哪些項目是我們可以加強與轉換的部份，又可行的模式有哪些？這些都還需要大家集思廣益。例如，文獻的類型與閱讀方法、實驗變因的操控與選擇、實驗記錄的形式變化、研究結果的應用與心得感想結合等，是我們在進行四年級的科學研究辦法設計時，可以更加著墨的部份。

### 其他成員回饋

文俊師：此次三年級科展單元之研究，乃由柏菱師先以神奇魔法水會使種子快速發芽的論調做啟發，由提出疑問，進而實作來證實魔法水之神奇性是否真實。此種反思、擬題、實驗、討論驗證，真實點出學習精神之所在。自然科學有理論性、有應用性，但凡應用性必有其理論之依據，才知其能成形；而理論性必有所用才不致空泛。故因教案之設計而使學生能於學習中有所思考，於思考中能勤於學習，做到不罔不殆。

建儒師：在第一個階段的初期互動裡面，團體的權力結構是很中心化的。（請不要誤會「權力結構中心性」這句話，它只是一種表達團體動力結構的一種方式而已。）也由於我在這個階段比較站在觀察學習的角度，所以比較有空閒思考這麼一件事。我注意到當團隊在單一議題意見的討論或交換時，成員彼此獨立思考、陳述以及零星交換意見。但在對於整個計畫流程的進行上，就很不一樣了。時間大都由會議主持人主控，在計畫的流程上，較少看見對全盤計畫的建議或作討論，這個部分也是我比較有疑惑的地方。

其次提到關於計畫的過程。對於研究計畫的每個環節。我想，在柏菱師的省思中看得到對於問題的深度剖析與高度熱忱，以及對於在課程結合上的獨特想法。從一個社會老師的觀點來看，科學探索與研究學習當然要培養變因控制等重要的實驗觀念，但在科學潮流的演變中，我們可以發現在參與式的，俗民誌等科學的研究方式也逐漸佔有重要性。是否也有可能加入這些參與式研究的能力培養。

在我的印象中，一件事情的「完成度」應該植基在團隊成員先有共同的「藍圖」或是「願景」，而後才能達成目標。但是在這個行動研究團隊裡，所有的願景以及藍圖，似乎是由一分對於科學的熱情和理想所引起的。而柏菱師的起頭，給團隊領出了一個方向，一個目標。讓一個理想像是滾雪球一樣，結合了更多理想和熱情越滾越大，也引發了許多思考的產出，這真的令人雀躍，也不禁讓人期待，團隊裡能互相激盪出更多的想法與智慧的結晶。

行動研究歷程反思紀錄 日期：94 年 12 月 21 日 紀錄者：黃麗芳 師

#### 個人實際參與情形與經歷

1. 選擇合適單元（三下第一單元植物的身體與成長）融入校內科展競賽。探討相關文獻、延伸學童學習經驗。以多年實際三年級自然與生活科技教學經驗，逐項調整比賽辦法之可行性。

#### 階段性任務完成後之反思與建議

1. 課本依能力指標與孩子們的普遍性背景能力而編，各校宜依各自的鄉土性與學童能力、興趣做適當調整，會更符合實情所需。
2. 將科展融入課程，提升所有學生之科學素養。在競賽中學生能力分組之法、團隊分享學習、合作完成競賽的過程，需不斷的指導。

#### 對下一階段任務規劃與執行之初步構想與建議

1. 四年級若要配合校內科展時間，需調整授課單元，將最後單元「空氣」移至最前面先指導。
2. 除了對空氣的概念認知外，相關空氣與健康之貼身議題，宜啟發學生關切，適當延伸指導。

#### 其他成員回饋

柏菱師：其實會提出將科展與課程結合，並從三年級開始實施，一方面是自己對指導高年級參與科展歷程中看到學生的成長，相信這是值得推動且應該普及化的活動。另一方面是認為若要讓高年級科展推動順利，應從中年級開始就要先建立一些科學觀察與研究的基礎概念，讓學生對科學展覽的規則與模式不要太過陌生。但是中年級課程缺乏相關教材與引導，因此建議將校內科展比賽辦法加以修正，擺脫以往讓中年級學生自由選題、教師又缺乏機會與充分時間指導的現實教學與學習情況，而由教師自編適當的教學活動，讓學生在相關學習單元中，更有系統的認識科展的相關研究歷程與研究方法。而透過此次的領域教師合作，也間接進行了教材與學生能力的縱向聯繫，算是另一項收穫。

但是針對比賽與課程結合的實施模式上，學生分組方式的確是一個兩難的問題，因為在一般課堂學習時，學生多半是常態分組，學習弱勢的學生有機會在小組合作的過程中獲得更多的協助，但是在比賽時，這樣的分組方式似乎又有違公平性。因此，如何在課堂學習歷程中，讓小組的所有學生都能充分參與，藉由展現本身較為強勢的智慧並對小組研究歷程能有所貢獻，亦即兼顧學習歷程的『分工』與『合作』，是教師必須努力探究的課題。而後續真正實施時，教師群必須持續關注此一課題，即時針對任課教師提出的個案進行分析，分享與提出可行的引導與介入策略，因材施教。

至於科展推動的目的，本來就是希望學生能以科學的態度關切生

活，因此針對科學研究的動機、目的與研究結果的應用三大項目是最能與生活結合的切入點，在設計時，應讓學生覺察設計的統整性，建立後設認知。

金良師：以自編課程結合三年級的科展比賽來取代一般課本的正式課程，實屬創舉。希望能符合教學目標，配合文獻探討，讓我們的創舉為“明德”立標竿。

文俊師：麗芳師在研究討論團隊中最主要負責文獻探討之部分，觀其文知其為人約而儉，微而能喻。其循循善誘之言語，實啟發學子之模範。文中以善教以問之方式為之一善教者使學生繼其志，善問者如攻堅木，先其易者，後其節目—使學生於學習當中，能相悅而解。而為師者，因先其易者而能安逸且功倍。故知麗芳師乃善教者。

建儒師：第一個階段裡面，麗芳師在團隊裡面扮演的似乎是一個「煞車器」的角色。討論過程裡面，常有出現超過年齡發展水準的設計，而麗芳師便在此時針對三年級學生的能力與發展，適時提供教學經驗的分享，讓團體的成員能夠即時作計畫的修正。

在計畫討論的過程裡，也常常可以發現麗芳師在分享教學經驗時，對學生無論是在實作能力的描述，或是文字表達能力的描述，都能作相當具體的陳述。而這讓團體成員對三年級的學生認知發展，以及計畫的設計討論，兩者可以作更緊密、精確的結合在一起。

另外，麗芳師在這個階段負責文獻探討的部分。從文獻的安排中，亦可以發現，在文獻提供的質與量上面，也都經過對三年級學生的認知發展的評估，對於學生的發展掌握能力這部分，實是我應再多加學習的部分。

行動研究歷程反思紀錄 日期：94 年 12 月 21 日 紀錄者：蔡文俊 師

### 個人實際參與情形與經歷

#### 一、對單元選擇的欣喜

個人未曾擔任三年級的自然教師，但以課程的主題發現到二年級有植物的種子，三年級下學期有植物的身體與成長，四年級有水中的生物，包括動物與植物，五年級有形形色色的生物，六年級有生物的生存環境。如此每個學年都有植物的課程單元。因此植物在繁殖初期的栽培與觀察就如初生嬰兒的驚喜，讓學生在三年級藉著課程單元與科展結合，每個同學都能體會植物生長的驚喜與不容易，從而養成仁民愛物之心。這是在參與此單元的心態。因此在柏菱老師提出科展融入三年級的單元教學時，我就欣然的把研究器材準備了！

#### 二、準備器材中了解學生的性向

準備中，我把器材分成功能性與感性需求。功能性是實驗所必須的，而感性則是對實驗中美的裝飾，不是必須的；但兩者都沒有所謂的對錯，而端看學生的心態是趨向於務實或求美。

### 階段性任務完成後之反思與建議

#### 一、 樣本要多量

在器材中有容器、土壤、種子、標籤四項，因為種子有個別的差異，每個種子來自不同的基因，實在無法去篩選完全相同的種子。而在培育、生長的過程中也無法去控制完全相同的情境，而操縱變因就只是神奇的魔法水。因此只能盡量在表相上選擇相似的、最飽滿的、保存較好的種子。而觀察的樣本多一些，如此看能否有差異，且種植過程耗損量也該保有備分，因此樣本以多才好。

#### 二、 量化為實驗的基本概念

有關土壤，因為有砂壤土、和黏性較好的土壤、泥土和沙子攪拌均勻，這些都不是量化的字。因此如要讓學習者在準備器材之初即能了解這些觀念，確屬不易。因此若能以實物的樣本，即土壤的真實貌，讓學習者藉由親手觸摸去養成經驗，實為要緊。

### 對下一階段任務規劃與執行之初步構想與建議

#### 一、 初步構想

配合四下課程需求，選擇蠟燭燃燒這個單元。並且對應五年級的物質與熱和六年級的燃燒與生鏽，連貫成整體的概念，希望藉由實驗能使學生了解到空氣的成分和性質，並且發生狀況時，人類該如何去自救，並醒思對環境的污染。

#### 二、 建議

猶記得多年前，板橋曾發生一個火警。主角為小學二年級的學生。火災由自家三樓起火，房內有祖孫二人睡覺。火起濃煙，祖母已被濃煙嗆昏，而小二生被嗆醒，竟能在濃煙中摸黑循樓梯而逃出火場。事後有報紙採訪，小二生自述：因在學校，老師即有指導在火災時要循著地面 10~15 公分處才有新鮮空氣。當時火場濃煙，祖母已昏，叫不應，因此只好低貼地面循樓梯摸黑而下。

如此活生生的教材，可讓學生去發現許多現象，諸如：

1. 為何火場黑漆漆（摸黑而下）
2. 火場不是火嗎？為何嗆昏？
3. 為何貼地面而行而得救？
4. 從而發現空氣助燃與滅火之原理。
5. 更由助燃與滅火中和生活的例子結合，進而推敲與理出更多的想法。

### 其他成員回饋

柏菱師：從文俊師的省思中，喚起我許多討論當時的回憶，更激發我產生更多想法與靈感。以下便分項說明：

1. 在研究規劃歷程中，其實我並未關注到教材銜接的問題，只是依據自己的一些種植經驗進行設計，但是看到文俊老師分析植物與空氣相關教材在各年級的教學內容，才讓我思考到整個設計的發展其實是可以從之前學過的內容切入作為研究動機的題材，而高年級的教學內容亦可挑選部分內容作為更高層次思考的主題，使得整個研究

不只和該年級的教學單元融合，更能將學生在不同年級已經學過、正在學習、和即將學習的概念作一統整與連貫，如果能夠達成這樣的期望，那麼我們的設計將更具價值與意義。

2. 在進行科學研究時，量化與變因控制是非常基礎、卻很重要的概念。但是從文俊老師的分享，讓我瞭解到：變因控制有其理想性，但在實際操作過程中，卻有更多的不確定因素是我們難以克服的〈像是種子的基因、培育與生長〉，因此必須以退而求其次的方式加以轉化〈從表象、購買時間、包裝方式…等〉，盡量減少不確定因素的影響力。我想，這樣的現實情況，同樣可以分享給學生知道，讓學生在面臨部分種子未能成功發芽時，不會過度失望、甚至氣餒；也可藉此突顯出實驗設計中要求多種幾顆種子〈增加樣本數〉的必要性。另一方面，也可在無形中激發學生培養出仔細挑選、仔細照顧與仔細觀察種子的嚴謹態度。

此外，我也想到身為教師的責任。亦即在我們提供給學生種子前，有必要先抽樣做試種的工作，確認多數種子都能成功發芽，讓學生多獲得一些成功經驗與成就感，才能讓學生增強對科學研究的興趣與信心。而有關展示土壤類型的建議，更是相當容易達成的，我們應該確實執行。

3. 在文俊老師的分享中，我也看到許多感性的思維，這是一般人認為學習科學的人最缺乏，甚至排斥的特質，然而近年來，我們可以發現有越來越多所謂『科學與人文的對話』出現，企圖扭轉這種過於絕對的偏激意識，認為一個完整的人格應兼具理性與感性。因此，當我們希望學生能保持客觀與理性來分析研究發現的同時，似乎也可以透過感性的引導與同理，建立學生對科學研究的認同與喜愛。就好比如果將種子種在一個美美的花盆裡，很可能會讓學生對於種植植物這項活動充滿更多想像與期待，因而願意更加認真照顧與觀察紀錄。特別是如此的發展歷程並無損於實驗結果的正確性。
4. 最後，有關於文俊老師以火災例子所提出的更多想法，真的是讓我又驚又喜，這似乎就是我一直思考如何將校內科展與校外科展接軌的答案。如果在引導學生完成研究的模式步驟中，也能開放讓學生提出他們在研究中所引發的其他疑惑〈就像我們自己在討論分享的過程中也因為遇到疑惑而發展出兩個可以作為科展研究主題的例子一般〉，並挑選研究態度較為積極的學生進一步根據所提出的疑惑進行更多相關實驗，那麼累積起來的研究成果，便應該可以成為參與校外科展的作品。特別是這樣的歷程，是以學生的自主學習出發，而非教師操控，教師扮演的只是提供學生支持與協助的角色。

麗芳師：在讓學童做實驗前，我一定先行做過一遍，確認實驗能順利進行。因此在寒假作業中，我即以設計綠豆成長為題，讓孩子由簡單的觀察記錄開始學習。至於開學後空心菜的種植，我會在寒假先行試種，多方思考可能遇到的問題，以免變數太多，阻礙實驗進行。

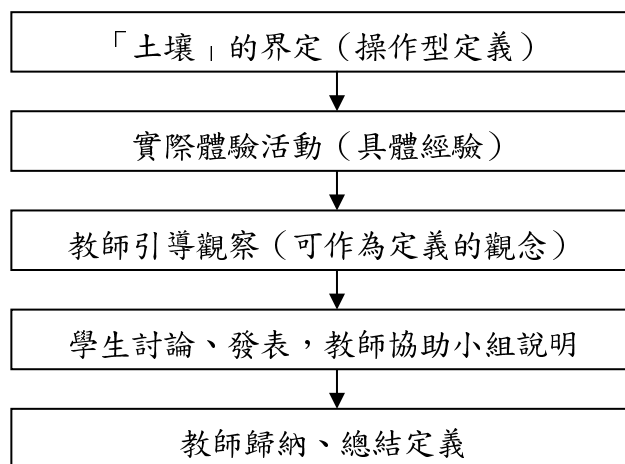
金良師：整個四年級科展，從教材單元的選定開始，便看見文俊師獨到的見解，實驗內容更能結合課程與科展的要求；從引起動機的生活實例、研究

步驟的縝密細心，真是『台上三分鐘，台下十年功』的寫照，值得學習與效仿。

建儒師：在閱讀文俊師反思紀錄的歷程中，我斷斷續續有一些想法出現：有相對於教學經驗的遷移部分，有針對於階段任務反思的部分，亦有針對思維的部分。而我想回饋的部分就讓我用這概括的三部份來敘寫。

首先，在參與科展的行動研究的過程裡面，我同時也在思索，如何可以在社會領域的教學中，發展出類似於像科學展覽這樣，可以讓學生發揮所學、表現的平台。而在看完文俊師的省思中，我發現我個人專注的層面，太過偏向高年級的大孩子上面，反而忽略了課程設計中螺旋式的精神。我的思索也應該顧及針對中年級學生的能力發展階段，降低操作或是思考的份量，或者是提供較高比例的學習鷹架等等。這些是我在文俊師的省思中所引發的反省，實是感謝。

其次談到針對於階段任務反思內容的部分。文俊師提到「樣本」以及「量化」這兩個議題。在「樣本」的討論中，文俊師點出了種子選擇上，應用較大量的樣本數，以克服選擇過程中「種子無法完全相同」的差異性，實驗結果也較能貼近母群體的平均標準值這樣的觀念。這也讓我開始思考，我們在技術上的作法，其中背後重要的核心概念，要如何傳遞給大約甫進入具體運作思考期的三年級學生呢？僅透過具體的操作可以確實達到嗎？亦或學生在此階段僅需達到技術上操作的部分即可？這是我的疑惑。此外在「量化」的描述上，文俊師提到土壤一詞的量化描述（在我的理解是操作型定義或界定），與經驗結合，以培養實驗中的量化概念。甫讀完這段文字後，其實我有些不甚明瞭。但經過一段時間的消化後，我才慢慢瞭解「讓學習者藉由親手去觸摸養成經驗」的意義。或許我可以用圖來說明，其中加入我所思考後，可能可以加入的部分。（或許可能超過三年級程度了，不過表達方式可再做修正）



操作型定義的培養歷程程序圖（呂建儒，2005）

最後是針對思維的部分。在省思的歷程中，可以看出文俊師對於設計過程的深度思考以及課程中情意部分的融入。而其中對於情意融入的部分，是課程與教學進行中尤為不易的部分，我想亦是需要教學經驗的累積。而連結到團隊中每位教師具備不同的特質，我想，更是使得團隊的運作與產出更為圓滿的重要部分，感謝文俊師予我之啟示。

行動研究歷程反思紀錄 日期：94年12月21日 紀錄者：楊金良 師

### 個人實際參與情形與經歷

分配觀察紀錄的表格設計

### 階段性任務完成後之反思與建議

本來想以高年級的觀察紀錄方式為範本，但對三年級的學生來說，表格要自己實驗紀錄的層次太高了，依據其他老師建議改為引導式的紀錄方式。

### 對下一階段任務規劃與執行之初步構想與建議

針對四年級“空氣與燃燒”課程，除了使學生了解“氧”與“二氧化碳”的助燃、不助燃性質外，更間接明瞭空氣的流動與對流現象。

### 其他成員回饋

柏菱師：的確，在這幾次的討論中，最令我感受強烈的便是有機會從其他老師的經驗分享中了解中年級學生的能力是與高年級學生有相當程度差異的，而讓我從設計者角度的一廂情願中清醒過來。雖然，已經過大家充分的討論與修正，但我很清楚多數老師們仍覺得此份教材仍然有一定的困難度，特別是相對於正式課程的學習活動，整個研究的引導活動與觀察紀錄是需要相當的耐心。不過，畢竟打算做這項嘗試就不是抱持著要做一件容易的事，對提升學生科學素養是抱持著一種高度期待，因此等下學期真正實施時，我們這個教學團隊還須互相扶持，特別是給予任課教師更多實質的支持與協助。

麗芳師：金良師教過國中理化，也教過國小三年級和五、六年級的自然，對於學生能力、層次有清楚的瞭解，對於課程的銜接也比我們更能掌握。在團隊合作中，他會提供個人專業，刺激大家更多的思考。所以一個良好的行動研究團隊，就在大家開放、無私的經驗分享中，互相激盪。一方面增益自己的不足，也貢獻自己專長，所以大家都有成長的喜悅。此外，在設計三年級行動方案時，雖已盡量周延，但以個人任教本校三年級來看，仍有一些困難待克服。例如盆栽置放地點、小朋友合作學習的能力、小朋友長期〈一個月〉觀察紀錄的耐心與精確度等，尚須調整或修正原始的方案。待下學期實施時，誠如柏菱師所言，尚祈大家支援、協助。謝謝！

文俊師：在討論過程中，金良師就化學領域的各種見解使我們能更深入專題的研討中。無論是三年級的植物栽培或四年級的蠟燭燃燒，金良師皆能在學理中深入探討，使大家能在內容的申論上作淺出的佈建，使這個科展研究的教案能更貼心的為學習者來設計。

金良師在討論的過程中，自居於旁聽者，然研究團隊有任何疑惑，金良師馬上能很精闢的作解釋，有如撞鐘，叩之以小者則小鳴，叩之以大者則大鳴，實乃謙沖之君子，此種行止乃今之學子之典範。由金良師對內容之見解乃自反己而知己之不足；由研究小組之討論，乃知

己之困。故自反自強乃此次科展研究團隊予我之啟示，故曰教學相長，此乃金良師之功也。

**建儒師：**在這個階段裡，金良老師大概是「學海無涯」這句話的活教材之一。在討論的過程裡，團體成員往往不免對於一些科學觀念或論點產生疑惑，金良老師便常常以他本身的專業背景提出詳細的解釋。這樣的角色對於一個專業合作的團隊來說實是重要。（用「顧問」這個名詞稱呼他表達得也相當貼切。）

在金良老師身上，我深刻地感受到，擁有教育專業能力的老師所應該具備的「教育專業」與「學科專業」中，「學科專業」的部分。學科專業的部分，教師除了本身的知識外，應該具備針對專門科目知識的後設認知，才能靈活運用在教學的現場。而在計畫討論的當下，常常就感受得到金良老師展現出來的學科專業，這個部分似乎在研究的同儕裡，也是比較特別的，亦是我要努力揣摩的部分。

行動研究歷程反思紀錄 日期：94年12月23日 紀錄者：呂建儒師

#### 個人實際參與情形與經歷

這個學期開始，在一連串的幸運的機緣下，加入了自然與生活科技領域的行動研究團隊。這對一個社會老師來說，真是一個既有趣又有挑戰的機會。一方面，起因於我也一直在思考是否有指導學生進行社會領域研究的可能。另一方面由柏菱老師方面得知，自然領域的老師們正在構思建構一個全校可行的科展模式。於是，就抱著學習的心情，準備開始與一群自然老師一連串思考、討論、學習的歷程。

在第一個階段裡面，我將自己定位在一個學習者的角度。這部分主要原因在於我個人並未擔任自然領域的實際教學工作。因此在對於科展與課程的結合，或是實驗研究的設計、實驗器材安排，以至於實驗報告或心得的撰寫指導設計上，主要在聆聽文俊、麗芳、金良、以及柏菱老師幾次研究規劃中的意見交換。一方面做紀錄，另一方面也不斷同時思考討論的過程裡產生的一些想法。

在幾次心靈雞湯的時間裡，三年級的科展計畫漸漸成形。而計畫是由每位老師分別負責不同部分的設計與規劃。分別是柏菱老師的實驗動機及實驗計畫、麗芳老師的文獻探討、文俊老師的實驗器材規劃以及金良老師的實驗紀錄與心得設計。並依照分頭蒐集後共同討論的合作模式完成了第一階段。

#### 階段性任務完成後之反思與建議

一個計畫的「完成度」，需要很多方面的配合。從初期的構思（推廣科展的構想）、計畫（初次會議討論）、執行（分工進行），一直到後期的持續討論（執行中期的會議）、再修正（討論中所得隨時修正計畫）、檢討與定案（最後結果產出）。而我個人認為團體合作的完成度維繫在於成員的充分溝通與共同願景的形成。在這一個階段的討論裡，由於我大多站在觀察的立場，因此注意到團體成員互動之間一些有趣的變化。或許是人文科學訓練的背景所致，讓我注意到



除了在科學研究的教學專業討論內容之外，團體互動的一面。

討論會議的初期，多由提出構想的柏菱老師主持會議並提出想法，接著在中期會議時，團體中其他成員開始出現零星的意見，最後在團體趨於成型的後期會議中（約出現於再修正階段），開始會出現有結構、深入，且時有延伸的討論議題出現（例如：文俊老師提出的種子數量問題；麗芳老師提出的語文轉換彙整；金良老師提出的表格統計時可能出現的問題等），團體也在此時成型。當然由陌生到熟悉彼此的運作方式，是多數團體形成的共同發展模式，但是值得注意的是計畫的「完成度」也逐漸完備。其中包含的不僅是學生科展計畫的逐漸形成，也包含了團隊共識凝聚的完全成型。而團隊成員的朝著共同的願景凝聚，也似乎同時加速了計畫完成的速度。

### 對下一階段任務規劃與執行之初步構想與建議

在三年級計畫完成後，團隊的成員對於計畫產生，有了大致定型的進行模式，也就是分向進行-共同討論的方式完成計畫。在下階段計畫（四年級）裡，個別的項目所需包含的內容，也有了一定的共識（包含我的研究動機撰寫、柏菱師的實驗設計、金良師的研究報告紀錄與心得、麗芳師的文獻探討、文俊師的實驗器材規劃。）。而其中各部分的內容所需在會議進行中便已經經過充分的討論，才決定進行方向（例如：蠟燭燃燒擺放的位置；燃燒材料可能產生的阻礙---若使用線香可能妨礙觀察；文獻文字的語言轉換、刪減；其他可能的實驗探討---蠟燭擺放在不同位置，可能的影響；文字上的使用---用「氧氣」或「空氣」？---此點未定案。）。這一點讓我感覺到工作是很有效率、深度在進行的。也讓我感受到經驗豐富的教學團隊，在進行專業的對話後的產出，是如此令人感到興奮。

在動機的撰寫上，我計畫由有關空氣的科學史、燃燒的實驗，以及燃燒的應用、三方面，並試著從古今的比較來尋找著力點。目前已經想到的空氣燃燒相關議題有：引擎、火力發電、鑄鐵時所用的鼓風爐、火災、熱氣球、新石器時代的人類用火、蒸氣機的應用、壁爐生火等。

科學的實驗是人類生活進化的重要歷程。因此在題材的選擇上，我應該選用學生熟悉的情境？還是應該選擇具有歷史意義的題材，藉以同時擴大學生對科學發展的認識？我試著整理腦袋裡的思考而轉換成下表：

	優點	缺點
歷史的題材	1、對古代科學應用有更多認識 2、小朋友對未知的「古代」事物多半有很大興趣，適合動機引起，有助於訓練「進一步」的思考能力。	1、與現實生活較遠，較不易想像。 2、教師可能需要化較多時間蒐集相關資料（較為不易）。
接近生活的題材	1、貼近生活較易觀察，與經驗較易連結。 2、較多資源可供利用。	1、經常接觸的事物可能因習慣而窄化思考。

### 其他成員回饋

**柏菱師**：看完建儒師的反思，引發我從幾個面向做更深入的思考，分述如下：

1. 雖然建儒師在行動研究進行初期是以一個觀摩學習與共同參與的教師角色加入，但是在看完他的省思後，發覺到他根據自己的專長領域所做出的觀察分析與評論，竟成了我們這個行動研究團隊的研究觀察員，也就是『觀察行動研究者如何進行研究』的研究者。特別是當他在參與式的觀察歷程中，我們這四個被觀察者（一般所謂的「研究對象」）似乎並未受到干擾，算是非常高段的觀察呢！而他所提供的看法與分析則是讓我們在投入原本行動研究的主題之外，產生另一種形式或層次的行動研究，亦即「探究自然領域教師的可行合作模式」。
2. 對於建儒師有關『完成度』與『願景』的關聯性分析，我相當贊同。特別是在過去，我多半是從一些自己獨立完成作品的歷程中產生這樣的信念，至於『完成度』與『溝通和願景』的關聯性，也只有指在指導學生完成學習報告與科展報告時獲得印證，但這次竟然能發生在由教師團隊進行的合作學習活動上，真的覺得不容易，收穫很多，更希望能持續下去。但就我個人而言，要從過去單打獨鬥的習慣中突破自己的防衛機制，對團隊成員充滿更多的信任與接納，是我努力的目標。
3. 針對研究動機取材的優缺點分析，我相當認同。我覺得其實任何題材都可行，只是切入的方式與事前的準備可能有所差異。但從另一個角度想，我覺得可能教師本身對題材的熟悉度與興趣，也是一個關鍵因素。也就是最重要的是教師本身必須對設計者提供的動機題材有所感受，甚至是某種感動，才有可能在引導的過程中，透過各種旁徵博引與轉化來強化動機的重要性與必要性。不過，建儒師的分析中提到「經常接觸的事物可能因習慣而窄化思考」，這也警惕身為教師的我們要不不斷充實、吸收新知，在教育的環境中，不只學生有學習的義務，教師更是應該充分利用資源學習，尋找各種可能與學生建立溝通、激發學生學習的題材。

**麗芳師**：自然老師團對中加入一個這麼年輕的老師，令人覺得生機盎然。雖然一開始他把自己定位在學習者，聽的部份比發言多，但他特有的人文素養和沉潛思考，總讓他很快的融入我們團隊的進程，並引發出多面向的思考。此外，我個人在準備「文獻」時，建儒師主動提供空氣發展史的資料，在此一併感謝。

**文俊師**：任何職場或任何領域，藉由討論或實作，『由陌生到熟悉彼此的運作方式，是多數團體形成的共同發展模式。』這是建儒師點出了我們這個自然領域研究團隊的形成模式。本來各自專研不同的年級，但藉由共同题目的討論，就把各年級的學習心態、學習能力及發展的教學目標與教學方法就串連起來了。本來人的能力因著年齡、心智及家庭背景就會有所不同，這也是九年一貫教育的一貫精髓『隨著學生組成的團隊，教師應該運用各種方式去引導，使學生團體主動追求共同願景，或能持續自發而追求更大的願景。』故學生研究團隊能安其學而親其師、樂其術而信其道，是以學生研究團隊雖離師輔而不反，此乃建儒師以社會領域或加入自然科研究行列所作見微之觀察及精闢之見解，故知建儒師之善教，其言也約、其志也達。

## 第二階段：以融入自然與生活科技領域正式課程與教學為目標，發展四年級校內科展比賽辦法

行動研究歷程反思紀錄 日期：94年12月21~27日 紀錄者：吳柏菱師

### 歷程記錄

12/21 (三)

#### 1. 決定四年級的融入單元

思考的面向包括讓學生在不同年級參與科學展覽比賽時，有機會接觸不同學科的題材，因此三年級以植物觀察為主（生物科），四年級就不再考慮動物觀察的單元，特別是動物觀察的研究在班級教學上，困難度較高。在根據四下教科書其餘二個單元的比較與討論後，並且考慮與教材中原本安排的實驗配合與延伸，最後決定以第三單元 空氣的秘密為融合的單元。

#### 2. 依據三年級的經驗模式作任務分配

雖然決定以第三單元蠟燭燃燒實驗為主要研究重點，但文俊老師提出，畢竟這個實驗在原本教材中的比例並不大，因此希望整個科展引導歷程中，還能將該單元的其他概念一併融入，雖然無法百分百的融入，但至少要有半數甚至七成的內容融入，因此建儒老師立刻查閱教學指引中所列該單元的概念架構，讓大家都機會思考其他可以融入的概念與融入的形式。在討論之後，一方面做任務分配，一方面也針對各部份內容設計的方向做初步的安排：建儒老師負責設計研究情境，並試著點出『空氣與燃燒』的可能關係。麗芳老師仍然以文獻的蒐集與引導為主，並以空氣的發現史來讓學生對人類如何看待與發現『空氣的存在』；另外便是針對氧氣與二氧化碳的特性介紹，以及與燃燒或滅火的關係。文俊老師則同樣思考器材的安排與注意事項等。金良老師則是負責思考如何將『清新的空氣』的概念與心得感想或討論結合，讓四年級學生在敘寫心得時，能將研究發現做推廣運用。而我則同樣負責實驗設計的規劃，並在實驗中強調一些與三年級不同的變因控制或結果記錄形式。

12/27 (二)

#### 1. 分享與檢討老師們的設計

##### (1) 研究情境引導：

建儒師以古時候的鐵器製作的例子切入，試著引導學生注意到燃燒與空氣的關係。這樣的切入主題是可以的，但是在情境述說過程中，似乎過於強調鋼鐵熔煉，而忽略了器材的設計與空氣流動的關係介紹。另外，文俊老師也認為情境似乎與四年級學生的背景知識或經驗有相當程度的距離，不易引起學生的共鳴與突顯研究的必要性。而柏菱師為了設計實驗，事先也假想了一個情境，以火災逃生宣導為例，尤其是在開學初，剛好剛過年，經常會有許多火災發生事件的報導或是防災宣導影片播放。在經過討論後，柏菱師建議建儒師再次從此一情境切入並蒐集資料，重新設計，並試著設計一個可以引發學生思考空間高度位置與氣體分布關係的開放式問題，激發學生做推理。

## (2) 研究目的：

柏菱師提出對研究目的敘寫方式的疑惑，經過文俊師的建議，將「消耗」的措辭改為「減少」，針對「速度」的定義能做更明確的「測量時間」的方式做說明。金良師建議用「蠟燭高度」取代「空氣的高度」。至於用「空氣」還是用「氧氣」來說明實驗中的觀察項目，則還須再做思考。

## (3) 文獻探討：

麗芳師的文獻蒐集內容包含「空氣發現史」、「空氣成分」、「氣體燃燒的特性」、「火災空氣流動的說明」。在經過討論後，麗芳老師表示會在針對二氧化碳的資料部份加強。另外金良師建議：有關空氣發現史的部份，像是「燃素說」，似乎內容過於深奧，可加以簡化省略。並指出只須強調氧氣的發現者是普里斯特裏，而命名的是拉瓦錫即可。在他指出兩人的貢獻差異時，讓我們也收穫豐富，真的是我們名符其實的顧問。柏菱師則建議可以在這部份放入年表與一些具代表性的實驗情境插圖來取代深奧的實驗歷程或方法的文字說明。另外在空氣成分的部份，則是建議搭配圓形比例分配圖做呈現，讓學生將完整的空氣視為1，進而了解其他成份的空氣所佔的比例。在燃燒的概念部份，柏菱師覺得學生除了對燃點應具備相當概念外，溫度的概念也是可以多加著墨的部份。最後則是建議有關火災現場空氣的流動情形，可以放入相關的示意圖做說明。整體而言，在四年級的文獻探討部份，可以讓學生有機會接觸用圖表呈現的相關資料。而引導的方式則加強學生對圖表中各種關係的分析。

## (4) 器材準備：

文俊師在實驗器材部份的規劃，原本考慮用蠟燭或線香進行實驗，但是經過金良師的經驗分享，建議不要使用線香，因為會造成白色煙霧，遮蔽觀察時的視線，加上線香的熄滅不明顯，因此我們決定將器材限定只用蠟燭。另一個部份便是罩子的規格，大家提出許多建議，尤其是針對連續實驗時，如何排除容器內殘餘的氣體，是一大關鍵，這是我原本並未考慮到注意事項。針對這一部份，大家還必須集思廣益、找尋更適切而且容易取得的材料，以便於分組進行實驗時，能更有效率。另外，在安排蠟燭擺放間距的討論中，文俊師提出燃燒時間會有等差的觀察經驗，而金良師提醒我們要注意空氣流動與蠟燭位置排列的關係，麗芳師則表示在它提供的文獻資料第四項的網站中，有相關討論，可以再深入了解。針對這一部份的討論，也引發了另一個可以深入研究的主題，金良師認為可以考慮指導六年級學生進行相關實驗，做為參與校外科展的主題。

## (5) 其他：

針對今天的討論，由於氣氛熱烈，總還是覺得時間有限，因此後面有關實驗設計與記錄形式的部份，沒時間討論，留待下次。特別是經過今天的討論與學習，剛好我也可以將整個實驗設計做一些修正，目前考慮將實驗分為個別蠟燭放入容器中進行觀察與三支蠟燭共同放入同一容器中進行實驗觀察兩階段進行。另外，今天從金良師口中，學到有關空氣比重、熱氣上升、冷空氣向下遞補、各形式電暖氣特性比較、燭火排列與空氣流動、熄滅時間、空間比例…等關係的豐富知識，真的是獲益匪淺。

## 成員回饋

柏菱師：在第二階段的討論過程中，大家更能敞開心胸、積極的分享各種經驗、知識或是構想，氣氛是愉悅而積極的，在我眼中，這真的是所謂的「專業對話」，而我能參與其中，真的覺得很幸運。過程中，在各自執行所分配的任務時，雖然壓力不小，但一到討論聚會的情境中，似乎大家都拋開了所謂「為完成行動研究」而不得不參與的任務壓力感，而是真正的去思考與分享如何教與學。特別是，我感受到老師們如果有某些學科知識不足，其實並不可恥，因為我們要求學生要多問多思考，而我們自己更應該身體力行，透過與同儕討論請教、查閱書籍資料等各種形式，大家都有所成長與收穫。

麗芳師：我個人在三四年級的行動研究皆負責文獻的收集與整理。本以為這部分應該很容易，但事實上資料雖多，但要恰到好處能引導學生深入淺出的思考，卻是很費心的。

金良師：對於四年級科展的部分，從「標題」的選定到實驗的設計，每位成員都竭盡心力，提出自己的想法和意見，終於讓這個計畫有了比較完善的輪廓。更謝謝吳老師能把這瑣碎的討論，整理成有條不紊的計畫。

文俊師：因為配合科展，只好上學期的一些內容就擱置了，改為下學期的空氣秘密單元中一個實驗，蠟燭燃燒為主軸，從而把單元中空氣的成分、性質帶出，並了解到空氣的流通、對流的關係，培養出和高年級課程的銜接：燃燒、助燃和產生二氧化碳。如此一個小實驗仍可貫通小學的課程，所以說九年一貫的道理就在此。故事無大小，存乎一心。從微觀世界仍能和大世界相應，故莫以物小而藐之、莫以事小而不為。此乃我們自然領域成員的共同心態，利用能休息的時間，仍孜孜不倦的討論著如何引導學生從實作中去認識道理、保護自己、維護大自然，從而養成愛自己、愛環境、愛自然的人格。

行動研究歷程反思紀錄 日期：95年01月03~11日 紀錄者：麗芳、柏菱師

## 歷程記錄

### 1. 分享與檢討老師們修正後的設計

#### (1) 研究情境引導：

建儒師根據上次老師們的建議，將之前的鋼鐵融戀的歷史背景情境，改成火災逃生宣導。首先從一則最近在民視新聞中的火災報導開始，生死攸關的切身議題讓同學思索火場逃生的要領，藉此導引入了解燃燒與滅火之推理。文俊師覺得12/14的火災實例雖很深刻，但仍很希望能找到上回提到的八歲學童火裡逃生的報導，會更吸引年紀相訪的孩童們探究的興趣。

#### (2) 文獻探討：

針對上次的建議，麗芳師已簡化空氣的發現史，並加上年表讓學生容易了解，而二氧化碳的發現也加入了。此外，又提供拉瓦錫實驗的照片和名言，

讓整個發現史更加完整。另外原先柏菱師建議空氣的組成成分已圓形比例分配圖呈現，麗芳師發現雖可由電腦轉換成圓形圖，但因為氮氣與氧氣加起來幾乎等於一個圓，其他氣體百分比則因過少而無法呈現。金良師也建議長條圖即可，但長條圖城縣結果問題相同，因此仍維持表列方式。而燃點中提到的「溫度」概念，也已加入。此外，火災空氣的流動情形，目前尚未找到適當的資料表示。

### (3) 器材準備：

- ① 三根蠟燭改成九根，因為共實驗三次。
- ② 透明罩子，已向輔導室商借舊魚缸（不用還），隨時可取用。
- ③ 三個碼表改成一個多功能碼表，可以同時測三根蠟燭。
- ④ 中興蠟燭 50 盒宜盡速向學校申請。

### (4) 實驗設計：已很完備，只修正幾個文字敘述。

### (5) 觀察記錄：加上秒數，並改至小數第一位。

### (6) 實驗結果：

在關係圖的呈現加上「長條圖」三個字，且根據文俊師預先的實驗結果，蠟燭熄滅時間皆在 30 秒以上，建議修改表格如初稿所示。

### (7) 實驗討論：

關於第二點「應該選擇怎樣的蠟燭」是否指的是蠟燭的粗細、形狀…等，需更清楚說明。

### (8) 其他：

今天由於柏菱師到校外參加科展會議，因此今天的討論由麗芳師主持。感謝柏菱師為大家準備的資料，並將會議程序與要提醒老師們的地方都很詳細交待，因此我們的討論會議仍很順利進行。因為明天將和教授討論整個行動研究過程，請大家明早心靈雞湯時間，仍至自然教室彙整大家的資料及心得。

## 01/10 (二)

### 1. 分享與檢討老師們 01/03 修正之後的設計

#### (1) 研究主題：

根據以往指導校外科展的做法，柏菱師在四年級的科展研究主題上規劃了主標題『分秒必爭！』與副標題『密閉空間中，蠟燭高度與燃燒時間的關係研究』。並請其他成員老師提供改進的意見。柏菱師說明會用『分秒必爭！』作為標題，是因為這個實驗的主要觀察項目便是蠟燭燃燒的時間長短，而根據之前從文俊師老師分享的實驗經驗，每個蠟燭燃燒時間的差異大概都是幾十秒左右。

針對『分秒必爭！』這個主題，大家並無異議，而且文俊師亦從真正的火場實況補充，強調火災這類危急狀況發生時，對於生命的搶救亦是分秒必爭的，所以相當切題。另外更正自然科教材的融合單元第四單元 空氣與燃燒，應是：第三單元 空氣的秘密。

## (2) 評選標準：

根據三年級的評選標準，在各項目的重要性比例上，略作修正，增加研究報告文字表達的配分比例，減少實驗觀察紀錄的配分比例，因為四年級的研究中，主要是觀察蠟燭燃燒的時間，並非向三年級一樣要做長期的觀察，而且研究報告中，多了許多開放性的問題請學生思考，因此做了這樣的調整。待後續整個研究報告的內容定案後，應該要再針對評選標準作一次討論。

## (3) 研究情境引導：

建儒師在 1/03 號的討論後，隨即又在網路上找到一篇大陸方面的新聞報導，內容如下：

### 八旬老漢趴在地上堅持 2 小時

中國大陸吉林市長春路中百商廈發生火災，大火燃燒了 4 個小時才被撲滅。

生還者中還有一位在商場四樓待了兩個多小時才被消防隊員救下來的老先生--- 78 歲的毛鳳久。他現在躺在市三醫院病床上，除了嗓子感到火辣的疼痛外，沒有其他不適的感覺。

毛鳳久告訴記者，火災發生時，他正在商場四樓。火災發生後，毛鳳久沒有像其他人那樣樓上樓下跑，或者從樓上跳下企圖逃生，而是趴在地上，爬著尋找可以呼吸的地方。就這樣，毛鳳久在樓上堅持了 2 個多小時，直至被消防隊員救下後送到醫院治療。

此篇內容正好符合我們的設計，只不過這是大陸上的案例，而且主角是一名老先生，這與文俊老師的『以年齡相仿小朋友為例』的期望稍有落差，但是因為目前還沒有找到其他更適切的相關報導，所以就暫時以此報導為例。

另外，建儒師根據火災逃生方法的宣導內容，設計了問題：『小朋友，你知道為什麼要這樣做嗎？請把你的理由寫下來。』柏菱師將其修改，因為研究動機中並未說明原因，而且研究的目的就是希望學生在研究過程中找尋答案，所以不適宜在一開始就要學生知道理由，而是希望學生在研究動機中先自己發現一些現象，並作關係的關聯性推測，亦即研究假設。

後續根據文俊老師在 12/21 的反思記錄中所給予的啟發，老師們也認為應該讓學生從報導中注意空氣流動（熱空氣上升、冷空氣下降）、燃燒時的溫度變化、火災兩大致命原因（溫度高與氧氣減少）。因此，這一部份的提問，應更為開放，讓師生都有機會擴展思考的範圍，建立更完整的認識，甚至引發更多元的研究主題，有機會轉變為參與校外科展的題材。例如，請學生思考與發表：「在火災現場逃生時，採「趴下來」的姿勢，除了可以呼吸到較多的空氣外，可能還可以避免哪些傷害？或是「趴下來」會不會有其他的危險？」

但是針對這樣的設計，文俊老師表示還必須考慮四年級學生的文字書寫表達能力，因為「說」或許很容易，但是「寫」下來時，便可能會出現辭不達意或過分簡化的情形。而且，這個科展辦法的設計目的是希望與教學結合，不是所有活動都一定要寫在科展報告中，因此文俊老師建議可以由老師們先針對此項提問提供一些參考答案，然後在課堂上讓學生逐項作合理的推測、詮釋、甚至辯駁，在經過充分討論後，用勾選的方式來記錄

他們的收穫。當學生對於老師提供的參考答案有所理解後，如果還能激發出更多的想法，並且願意記錄下來，老師們當然是樂觀其成。

#### (4) 研究目的：

柏菱師表示，在研究動機「以火災現場為例」的討論引導之後，下一項就直接以「蠟燭高度與燃燒時間的關係探討」為研究目的，似乎有些牽強。例如，為什麼要在密閉的空間作實驗？為什麼燃燒蠟燭？沒有其他的方式可以進行實驗設計嗎？除了配合課本實驗設計之外，我們似乎應該給學生一個更合理的說明與引導。因此，回顧三年級的研究目的設計，我們在提出研究目的之前，是以一段文字，傳達了老師希望學生幫忙檢驗產品效用的期望。

雖然心中抱著懷疑，老師還是買了一大瓶這種神奇魔法水回來，想要請你們幫老師實驗看看，到底這種神奇魔法水有沒有效，真的能讓植物的種子快速發芽與成長嗎？

基於這樣的反省，我們思考到課本中許多實驗，一方面要掌握真實情況的特徵模擬，一放面則是基於學校教學的安全、器材取得便利…等因素作設計。因此，我們可以在提出研究目的之前，先以前言說明老師對於教學設計與安排的各種考量因素，取得學生的體諒與認同後，再引出科展辦法中的指定研究目的。

#### (5) 文獻探討：

柏菱師根據麗芳師所提供的文獻分類，寫了一段引導語，讓學生了解文獻與研究主題的相關性，並提醒學生：在此次提供的文獻內涵上，老師們蒐集文獻時的思維是從三方面切入，因此希望學生在閱讀時，也能形成統整的架構概念，掌握閱讀重點，而非只有在腦中留下零散的知識。針對三項文獻，老師們也逐一檢視、討論與修正。特別是有關文獻最後的提問形式，經過腦力激盪，也增加許多內容，並兼顧到認知目標的不同階層（知識、理解、分析、應用、綜合、評價），以下便分項說明：

##### A. 空氣發現史

在討論中，我們注意到必須考慮學生的圖片解讀能力可能有限，因此應該以拉線輔助說明的方式引導學生對圖片中人物（拉瓦錫）特徵、實驗場所或是實驗器材（特製放大鏡）等內涵產生更多關注與感受。例如，麗芳師提到拉瓦錫之所以被稱為化學之父的原因並不是因為他有什麼偉大的科學發明或發現，而是他不斷的驗證許多前人的實驗，因此他才會以『不靠猜想，而要根據事實』當做自己的座右銘。文俊師對這個故事相當感興趣，認為可以在教學中作分享，有助於學生科學態度的培養，也為後續實驗必須重複三次找到了有力的依據。麗芳師建議可以在資料來源所提供的網站中找到更詳細的故事內容。

至於提問內容，原本只以填空方式，讓學生從資料中直接找出發現氧氣與命名者的名字，後來在討論拉瓦錫重視科學驗證的態度時，大家想到可以增加一個配合題，讓學生思考文獻中三位科學家的特定科學行為描述或科學態度的意涵是『發現』、『發明』還是『驗證』。



## B. 空氣成份

針對這筆資料，原本希望以圖示的方式呈現，但實際的困難已如前述，因此就只好以表格數據方式呈現。但是大家覺得『容積百分比』的意義對學生似乎不易理解，而原本資料中的數據又只有氮 N<sub>2</sub> 78.08，因此建議在 78.08 後面加上百分比符號『%』，或許學生會較容易理解，因為%的符號在生活中還蠻常見的。

至於提問部份，大家也想到了兩個題目，第一個則是很直覺的請學生根據資料的數據，找出比例最多的三種氣體，並作排序。第二題則是因為文俊老師發現氫氣占第三多，因此很好奇『氫氣』是什麼？有什麼功能？這引發我們想到，可以讓學生自行挑選一種氣體做進一步的資料查詢，認識不同氣體所具有的功能，並在課堂上分享。而這樣的要求，也是希望讓四年級學生有機會親自練習文獻的搜尋。另外，麗芳老師強調，只要問功能即可，不必強調氣體的性質，因為相關內容可能對學生來說太難了。

## C. 氣體燃燒的特性

對於原本的設計，要求學生在閱讀資料後畫出火場空氣分布情形，大家紛紛表示意見，一方面是對於空氣的界定含糊不清，亦即到底指的是氧氣(清新空氣)還是包含污濁的濃煙，在題目中並未說明。麗芳老師則是提出要畫空氣流動的方向示意圖還是空氣位置分布圖的質疑。另一方面，大家對四年級學生的畫圖能力也有所顧慮，認真的小朋友可能會把火場中各種家具設備巨細靡遺的出來，反而忽略了主角『空氣』，至於對畫圖能力不足的學生，則擔心他們如何呈現空氣這個看不見又摸不著的物質。因此，金良老師建議可以觀賞火災實況或防災宣導的相關影片，然後從影片中回答問題。至於問題的內容與層次，則等到找到適當的影片後，再做設計。

最後，建儒師提出何為『自燃』的問題，經過金良師的解說，大家又上了一課，並針對一般自然狀況下的自燃條件與可燃物和不可燃物的定義等有了新的瞭解。受到這段對話的啟發，柏菱師提出可以根據文獻中對氧氣和二氧化碳有關可燃與助燃等特性的說明，設計情境圖讓學生推測蠟燭的燃燒情形。柏菱師本來想用氣球來增加一些情境趣味，但是文俊老師擔心學生日後會利用機會模仿，造成意外，因此打消這樣的設計想法，還是以密閉容器為例。情境設計的規劃包括：其一是將一支正在燃燒和一支沒有燃燒的蠟燭放在容器中，並灌入氧氣，請學生根據文獻判斷兩支蠟燭的燃燒變化情形。其二則是同樣的裝置，只是灌入的是二氧化碳。後來金良老師建議應加入第三種情況，就是灌入一般空氣，較符合實際情況，也可以作為後續主要實驗實施可行性的依據。

### (6) 資料來源：

由於此次的資料來源都是來自網路資源，因此希望麗芳老師除了列出網址外，也能提供網站名稱、網頁標題或是文章標題…等相關資料，讓學生有更多元的查詢方式，也希望學生可以從中文的標題名稱瞭解關鍵字查詢時可思考的範圍或方向也很廣泛。

## 成員回饋

**柏菱師：**階段二進行到目前，每當我在紀錄時，發現越來越多的專業對話出現，基於互信，不論是教學理念的分享、科學概念的澄清、學習活動的多元規劃…等，大家的想法似乎都能立即提出，侃侃而談。因此，比起前一階段的規劃，四年級科展辦法的討論過程更加細膩，反反覆覆的省思與修正，不只是設計看似適切的引導項目，我們更開始思考自己的每一個創意或決策的意義與依據何在？而在打造共同願景時，我們除了希望能提升學生的認知層次與科學研究能力外，我們更開始重視學生科學態度的培養，並反思何謂科學的本質。我想，雖然大家最初參與行動研究似乎是一項不得已的任務，所有的規劃都脫離不了要交出書面成果。但是現在看來，交報告應該不是什麼難事，而是這段團隊互敬互重的合作歷程與彼此對教學專業都有所沉澱與成長，才是真正得之不易啊！

**麗芳師：**再周到的教學設計，都有更進一步的思考空間，讓教學更能達到理想目標。文獻探討原來只準備單元背景資料提供給學生參考，經大家專業對話後改變修改，從資料來源的寫法，到資料的呈現形式、難易度，與隨後的提問、引導，都希望能帶給學童更有條理的學習。有時候因電腦操作能力不足以讓資料作更有系統的呈現，就有勞電腦能力較強的老師協助了，多謝！

此外，看到這份詳細記錄，才發現大家討論時，關於『發現』、『發明』、『驗證』的分別，我忘了再列入引導提問，容我下回再補齊。又：後來發現柏菱師已將『發現』、『發明』、『驗證』加上了，謝謝她！

**金良師：**實驗結果的討論，是學生比較不容易理解的部分；因為它會與空氣的密度、空氣的對流都有關係。而對象是四年級的學生，他們的背景知識或有不足的地方，這也是我們要加強的地方。

## 六、凡走過必留下痕跡

經歷將近 6 個月（94 年 10 月~95 年 3 月）的研究歷程，我們在有點壓力又不會太有壓力的情況下，完成了兩份與中年級自然課程結合的校內科學研究競賽辦法。說是辦法，其實內涵應該算是一份可藉由教學來引導學生合作進行研究的學習教材，而教材的格式則與台北市科展所指定的研究報告項目一致。

由於每一份教材的篇幅皆為 9~10 頁，因此我們只節錄部分項目呈現在這份行動研究報告中，特別是我們將藉由三年級與四年級在相同項目的比對，藉以突顯教師們在設計這項科展辦法時對於學生科學研究能力應逐步提升的理念。

## 臺北市立明德國小九十四學年度科學展覽實施計畫

### 壹、宗旨

- 一、激發學生對科學研究之興趣與獨立研究之潛能。
- 二、提高學生對科學之思考立、創造力、與技術創新能力。
- 三、培養學生對科學之正確觀念及態度。
- 四、增進學生科學學習機會，提倡本校科學研究風氣。
- 五、改進科學教學方法及增進教學效果。

### 貳、展覽內容

- 一、研究題目以學生就學當年教材內容所作之科學研究為主。(參閱各組競賽辦法)
- 二、研究題材以住家級學校附近所能接觸之環境、事、物為主。

### 參、展覽組別

- 一、三年級組：本校三年級學生(每組最多6人)
- 二、四年級組：本校四年級學生(每組最多6人)
- 三、五年級組：本校五年級學生(每組最多6人)
- 四、六年級組：本校六年級學生(每組最多6人)

### 肆、送展辦法

- 一、作品說明內容項目包括：
  - 封面(包括：研究主題、班級、作者姓名、指導老師姓名)
  - (一)研究動機(說明引發研究的情境、研究主題與教材的相關性)
  - (二)研究目的(具體說明研究中預定要探究的問題)
  - (三)文獻探討(說明研究進行前已知的相關知識與對研究的啟發)
  - (四)研究設備及器材(包含：器材名稱、規格、數量、用途等)
  - (五)研究過程或方法(包含：實驗假設、變因控制、實驗步驟、觀察紀錄)
  - (六)研究結果(可以數據統計、圖表及文字敘述等多元方式呈現)
  - (七)討論(可針對研究方法改進、問題解決...等方向，分項說明)
  - (八)結論(針對研究目的進行研究結果的陳述，並提出研究建議)
  - (九)參考資料(請記錄詳細的參考資料)
  - (十)心得分享(所有組員皆須分別陳述研究心得)
- 二、作品說明規格：請參閱各組指定題目與說明
- 三、複審當日請作品製作人於評審時間到場操作及說明。
- 四、如果有研究或實驗日誌者請檢附。

### 伍、評審及展覽時間地點


- 一、初審：由任教各班之自然科任教師在班級中根據各組學生研究歷程的科學態度及研究報告內容進行評量，擇優挑選出一至二組參與複審。
- 二、送件日期：通過初審的組別，請於民國95年3月13日(星期一)中午12:30之前，送交『科學研究報告作品說明書1份』至教務處設備組。
- 三、複審：民國95年3月14日(星期二)上午8:50請每組參賽同學依指定順序至三樓自然教室進行5分鐘報告。
- 四、展覽日期：所有參展作品在民國95年3月15日至民國95年3月17日期間於炫麗庭展示。

### 陸、評選

- 一、敦聘校內自然科任老師或其他學有專精之老師擔任評審委員。
- 二、評選標準：由評選委員參酌各組競賽辦法中所列之標準評定之，並特別注意展覽作品是否為作者親自操作。

### 柒、獎勵

- 一、各組擇優錄取特優、優選、佳作、具研究精神獎若干件，由校長公開頒發獎狀。

項目	三年級組科展辦法	四年級組科展辦法
	<div style="text-align: center;">  <p>到底有多神奇？</p> </div> <p>作者：三年 班 （下列作者姓名請依研究貢獻程度排列）： 1. _____、2. _____、3. _____、4. _____、5. _____、6. _____</p> <p>指導老師：_____ 老師、_____ 老師</p> <p><b>一、研究動機</b></p> <p>新年假期中，自然老師在年貨大街遇到一個商人，他專門在賣一種可以讓植物種子快速發芽與成長的『神奇魔法水』。老闆說：「只要把神奇魔法水澆在埋有種子的盆栽裡，不到一個禮拜，種子就會發芽。」他還說：「如果每隔七天交一次神奇魔法水，植物都會長得特別快、特別健康。」老師還看到他的攤位上真的擺著好多盆因為澆過神奇魔法水而『長得很有精神』的盆栽，真的很神奇喔！可是有些圍觀的民眾並不相信老闆的說法，請你動動腦，老闆的說法有什麼可疑之處？</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>疑點是：</p> </div> <p><b>二、研究目的</b></p> <p>雖然心中抱著懷疑，老師還是買了一大瓶這種神奇魔法水回來，想要請你們幫老師實驗看看，到底這種神奇魔法水有沒有效，真的能讓植物的種子快速發芽與成長嗎？</p>	<div style="text-align: center;"> <p><b>分秒必爭！</b>——密閉空間中，蠟燭高度與燃燒時間的關係研究</p> </div> <p>作者：四年 班 （下列作者姓名請依研究貢獻程度排列）： 1. _____、2. _____、3. _____、4. _____、5. _____、6. _____</p> <p>指導老師：_____ 老師、_____ 老師</p> <p><b>一、研究動機</b></p> <p>熱鬧的新年假期剛剛結束，想必同學們都過得非常開心。可是在新年期間，由於有一些民眾沒有注意用電和用火的安全，因而釀成了好幾起火災，使得許多人受到傷害，真令人難過。然而，根據消防單位的統計，那些在火災意外中傷亡的民眾，多半都是被大火所產生的濃煙嗆傷，甚至因為昏迷、休克而來不及逃生，這就讓老師想起去年曾經看過的一則新聞報導：</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;"><b>八旬老漢臥在地上堅持2小時</b></p> <p>中國大陸吉林省長春路立里發生火災，大火燃燒了4個小時才被撲滅，並造成中道有一位在商場四樓待了兩個小時才被消防員救下來的老先生——78歲的毛鳳友。他現在躺在市三醫院病床上，除了嗓子感到火辣的疼痛外，沒有其他不適的感覺。</p> <p>毛鳳友告訴記者，火災發生時，他正在商場四樓，火災發生後，毛鳳友沒有像其他人那樣上樓下跑，或者從樓上跳下企圖逃生，而是根據電視上的宣導建議，臥在地上，盡量尋找可以呼吸的地方。就這樣，毛鳳友在樓上堅持了2個多小時，直到消防隊員救下後送醫進行治療。</p> </div> <p>因此，根據這則真實事件報導，我們知道應該更加留意各種火災發生的宣導，以備不時之需。例如，在消防局的宣導海報上便提醒民眾在遭遇火災時，可以採取的逃生方法有下列幾項：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 將塑膠袋充氣，套住頭部逃生。</li> <li>2. 用濕毛巾捂住口鼻，採取低姿勢沿著牆角逃生。</li> <li>3. 在大樓中應儘可能向接近地面的樓層逃生。</li> <li>4. 逃生時，盡量將身體壓低，匍匐前進。</li> </ol> <p>可是，你有沒有發現上面幾項逃生方式大都建議我們要將身體壓低，才能減少在火災現場被濃煙嗆傷的機率。你認為這代表火場中的空氣分布，可能和位置高低有什麼關係？</p>
研究主題	<p style="text-align: center;"><b>到底有多神奇？</b></p> <p style="text-align: center;">此次科學研究競賽的主題與本學期<u>第一單元 植物的身體與成長</u>主要課程內容融合。</p>	<p style="text-align: center;"><b>分秒必爭！</b></p> <p style="text-align: center;">此次科學研究競賽的主題與本學期<u>第三單元 空氣的秘密</u>主要課程內容融合。</p>
研究動機	<p>新年假期中，自然老師在年貨大街遇到一個商人，他專門在賣一種可以讓植物種子快速發芽與成長的『神奇魔法水』。老闆說：「只要把神奇魔法水澆在埋有種子的盆栽裡，不到一個禮拜，種子就會發芽。」他還說：「如果每隔七天交一次神奇魔法水，植物都會長得特別快、特別健康。」老師還看到他的攤位上真的擺著好多盆因為澆過神奇魔法水而『長得很有精神』的盆栽，真的很神奇喔！可是有些圍觀的民眾並不相信老闆的說法，請你動動腦，老闆的說法有什麼可疑之處？</p>	<p>熱鬧的新年假期剛剛結束，想必同學們都過得非常開心。…根據消防單位的統計，那些在火災意外中傷亡的民眾，多半都是被大火所產生的濃煙嗆傷，…這就讓老師想起去年曾經看過的一則新聞報導：…</p> <p>在消防局的宣導海報上便提醒民眾在遭遇火災時，可以採取的逃生方法有下列幾項：…</p> <p>可是，你有沒有發現上面幾項逃生方式大都建議我們要將身體壓低，才能減少在火災現場被濃煙嗆傷的機率。你認為這代表火場中的空氣分布，可能和位置高低有什麼關係？</p>
研究目的	<p>雖然心中抱著懷疑，老師還是買了一大瓶這種神奇魔法水回來，想要請你們幫老師實驗看看，到底這種神奇魔法水有沒有效，真的能讓植物的種子快速發芽與成長嗎？</p>	<p>想要了解在密閉空間裏，不同高度蠟燭的燃燒時間是否會有差異？</p>

## 文獻探討

雖然老闆說這瓶神奇魔法水很有效，但是自然老師認為小朋友們還是應該對於農夫栽種植物的方法有一些基礎的認識。因此，老師蒐集了一些有關於空心菜的資料〈也可以稱做『文獻』〉，提供給你們參考。

接下來，就請你們仔細閱讀，將有關栽種空心菜的方法和注意事項用紅筆畫線標示，並回答老師在這份資料最後所提出的問題。

「蔬菜」台語唸做「應菜」，因為莖部中空，故別名「空心菜」。

1. 性狀：  
多年生草本，莖略成圓形。葉互生，卵狀披針形，長5-10.5公分，寬2.5-4公分，有長柄。花單出，腋生，梗長達3公分；花白色到淡紫色，形似牽牛花。空心菜可分為陸生和水生二種，一年四季都看得到。

2. 栽培：  
(1) 空心菜種子具有休眠性，播種前浸水8小時可加強發芽率。挖掘3-5公分的淺溝渠，溝渠間隔約15公分，種子密集灑在溝渠後覆土，每日澆水一次，2-3天後發芽。喜溫濕氣候，砂壤土至黏壤土最適栽培，約二個星期至30天可採收。  
(2) 空心菜使用盆栽則須留意水分的補給，空心菜根系極為發達，盆土水分容易被吸收，因此需要每日澆水二次。  
(3) 空心菜是最易種植的蔬菜，病蟲害極少，如發現葉面有枯黃就得注意了，葉背可能有蟲卵寄生，且易擴散。植株達10公分以上時容易被風吹倒，必須在四週圍捆上木條，並以繩子圍繞著空心菜以防傾倒。

3. 採收：  
空心菜採收可連根拔起，去除根部後食用，不過也可以保留根部，使用剪刀減除保留約3公分的莖部，二星期後又可採收，如此循環採收可達5次以上，然後拔除重新栽種。

資料來源：  
1. 「小農夫種子工場」，網址：  
<http://www.tacocat.com.tw/top/index.asp>  
2. 臺灣蔬菜彩色圖說 p68。編著者：黃滿、洪立。豐年社出版。

從以上的文獻探討，你認為在種植空心菜時，應該注意哪些事項？

種子具有休眠性，播種前需先浸水（      ）小時，可幫助發芽  
 播種時，先挖掘（      ）公分淺溝，再把種子放入，然後蓋上土

## 研究器材

四、研究器材

根據前一項文獻資料的建議，我們可以發現在進行研究之前，還必須準備下列各項器材。請你逐項檢查自己是否已經完成實驗器材的準備工作，並在右側的中打√：

- 2個相同的容器
- 已經翻鬆，而且足夠裝滿兩盆容器的土壤
- 12顆相同的植物種子（老師可以提供空心菜種子，如果想要觀察其他植物種子，則請你們自己準備）
- 50cc的神奇魔法水（老師提供）
- 50cc的自來水
- 2張標籤紙（老師提供）
- 1本觀察紀錄簿
- 1台數位相機（老師準備，每週幫各組盆栽拍照一次）

另外，在準備各項研究器材時，你認為還應該注意哪些事項呢？請在中√出你們認為正確的敘述，並畫下你們實際準備的器材模樣。

器材名稱	注意事項	器材模樣
容器	<input type="checkbox"/> 容器造型要獨特 <input type="checkbox"/> 容器材質要環保、堅固耐用 <input type="checkbox"/> 容器通風與排水要良好 <input type="checkbox"/> 要準備盛水盤	
土壤	<input type="checkbox"/> 選購專門的培養土 <input type="checkbox"/> 用通氣排水良好的砂壤土 <input type="checkbox"/> 用黏性較好的土壤，防止水分流失 <input type="checkbox"/> 用泥土和沙子攪拌均勻	
種子	<input type="checkbox"/> 種子的好壞要挑選，避免缺陷、破損 <input type="checkbox"/> 種子儲藏的時間不能過久 <input type="checkbox"/> 種子的包裝是否有密封 <input type="checkbox"/> 種子是否擺放在低溫乾燥的處所	
標籤	<input type="checkbox"/> 寫上班級、組別 <input type="checkbox"/> 寫上植物名稱 <input type="checkbox"/> 寫上播種日期 <input type="checkbox"/> 寫上實驗組或對照組	<input type="text"/> <input type="text"/>

根據上面的研究動機與研究目的，我們知道這次科學研究的主角便是『空氣』。但是，空氣看不見又摸不著，是個非常神秘的物質，實在不容易觀察，而科學家們也是歷經許多年，嘗試許多方法才慢慢揭開空氣的神秘面紗，了解到原來空氣是由許多不同的氣體所組成。因此，老師找了下面三方面與空氣有關的幾份資料，提供你們做參考。希望你們仔細閱讀，並回答老師在這幾份資料後所提出的問題

1. 空氣發現史：

1756年——最初認識到在化學性質上有各不相同的氣體存在的是查拉克。他在實驗過程中，認識到『二氧化碳』是種單一的化學氣體，並命名為『固定空氣』。

1774年——普利斯特利利用一個直徑為一英尺的放大鏡來加熱各種物質，看看它們是否會分解並放出氣體。他選用汞槽來收集產生的氣體，以便研究它們的性質。1774年8月1日，他用

◆ 查拉克最先認識到在化學性質上有各不相同的氣體存在，並在實驗過程中認識到『二氧化碳』是種單一的化學氣體，並命名為『固定空氣』。

◆ 普利斯特利利用一個直徑為一英尺的放大鏡來加熱各種物質，看看它們是否會分解並放出氣體。他選用汞槽來收集產生的氣體，以便研究它們的性質。

◆ 拉瓦錫知道了普利斯特利從氧化汞中製造獲取氧氣的方法後，就做了一個實驗來研究『空氣的成分』，並對實驗做了科學的分析和判斷，擺脫了傳統的錯誤理論。

四、研究器材

根據前一項文獻資料的建議，我們可以發現在進行研究之前，還必須準備下列各項器材。請你逐項檢查自己是否已經完成實驗器材的準備工作，並在右側的中打√：

- 1把尺
- 九根相同的蠟燭，分別從底部切成間隔距離相同的三種長度。例如：15、10、5公分三種高度各三根
- 一個可放置蠟燭的底盤
- 一個透明罩子（高約20公分、長約20公分、寬約20公分）
- 一支打火機
- 一個多功能碼表

另外，在準備各項研究器材時，你認為還應該注意哪些事項呢？請在中√出你們認為正確的敘述，並畫下你們實際準備的器材模樣。

器材名稱	注意事項	器材模樣
蠟燭	<input type="checkbox"/> 顏色要相同 <input type="checkbox"/> 粗細要相同 <input type="checkbox"/> 廠牌要相同 <input type="checkbox"/> 形狀要相同 <input type="checkbox"/> 高度要相同 <input type="checkbox"/> 燭心棉線長度要相同	
罩子	<input type="checkbox"/> 材質透明、能見度高 <input type="checkbox"/> 要能通風 <input type="checkbox"/> 與底盤接縫要密合 <input type="checkbox"/> 要比蠟燭高 <input type="checkbox"/> 要能耐高溫、不易受熱變形 <input type="checkbox"/> 造型獨特，上面有彩繪	

請畫出實驗裝置的擺設配置圖：

實驗設計

五、實驗設計

(一) 變因控制與實驗假設

1. 操縱變因

為了能夠證明這種神奇魔法水的效用，在進行實驗時，老師建議你們能準備兩組盆栽：一組加神奇魔法水（稱作實驗組），另一組加普通的自來水（稱作對照組），才能比較出神奇魔法水是不是能加快種子發芽的速度以及幫助植物長得快又健康。

你們猜哪一組的種子會先發芽？請在  打  打  打  打

- 實驗組（澆神奇魔法水）
- 對照組（澆普通自來水）

2. 保持不變的變因

除了兩組盆栽加的溶液不同之外，還有哪些應注意的事項呢？請在下列提示中勾選出正確的操作方法，並請你們也提出一個應該注意的事項：

- 兩組盆栽的容器要一樣大
- 兩組盆栽容器內放的土壤要一樣多
- 兩組盆栽要放在相同的地點（最好是陽光充足、通風良好的地方）
- 兩組盆栽加的溶液要一樣多
- 兩組盆栽種的植物種子要相同
- 兩組盆栽要在同一個時間一起開始種植
- 兩組盆栽內放的種子數量要一樣多
- 兩組盆栽澆水的次數要相同

(二) 實驗步驟

現在，就請你們根據下列步驟以及前面的提示，開始栽種植物，並在已經完成的步驟右側  中打  打  打。完成前面 1-6 項步驟後，請老師檢查並在下方檢驗欄中蓋章。

1. 請準備兩個容器，分別貼上實驗組與對照組的標籤
2. 在兩容器中裝入約八分滿的土壤
3. 在兩容器中分別放入種子 （各放  顆）
4. 來向老師領取「神奇魔法水」，澆在實驗組的盆栽內 （澆  cc）
5. 在對照組的盆栽內澆自來水 （澆  cc）
6. 將兩盆植物放在教室附近的適當地點 （放在 ）
7. 每天作觀察，將觀察結果記錄在下列表格中

實驗記錄

六、觀察記錄

1. 請根據下表中指定的三種觀察項目做記錄
2. 記錄的形式可以包括文字、畫圖或拍照
3. 請連續觀察四週，每一週至少要做兩次觀察記錄

組別	實驗組（澆神奇魔法水）			對照組（澆自來水）		
	生長狀況	植物高度	葉片數量	生長狀況	植物高度	葉片數量
觀察項目	<input type="checkbox"/> 發芽	1. ( ) 公分	1. ( ) 片	<input type="checkbox"/> 發芽	1. ( ) 公分	1. ( ) 片
月	( ) 顆	2. ( ) 公分	2. ( ) 片	( ) 顆	2. ( ) 公分	2. ( ) 片
日	<input type="checkbox"/> 長根	3. ( ) 公分	3. ( ) 片	<input type="checkbox"/> 長根	3. ( ) 公分	3. ( ) 片
	<input type="checkbox"/> 長莖	4. ( ) 公分	4. ( ) 片	<input type="checkbox"/> 長莖	4. ( ) 公分	4. ( ) 片
	<input type="checkbox"/> 長葉	5. ( ) 公分	5. ( ) 片	<input type="checkbox"/> 長葉	5. ( ) 公分	5. ( ) 片

實驗結果

七、實驗結果：

根據前一項的實驗觀察紀錄，比較四週的研究過程中，實驗組與對照組的種子發芽與植物生長情形，勾選出正確的描述。

1. 種子發芽速度

一週後：實驗組（有澆神奇魔法水）的種子發芽（）顆，  
對照組（沒有澆神奇魔法水）的種子發芽（）顆。

- 實驗組（有澆神奇魔法水）的種子比較快發芽
- 對照組（沒有澆神奇魔法水）的種子比較快發芽
- 實驗組和對照組的種子發芽速度一樣快

2. 植物成長速度

四週後，有順利發芽成長的植物高度分別記錄在下表中：

6 顆植物生長高度	1	2	3	4	5	6	平均
實驗組							公分
對照組							公分

- 實驗組（有澆神奇魔法水）的植物成長較高
- 對照組（沒有澆神奇魔法水）的植物成長較高
- 實驗組和對照組的植物成長高度一樣高

3. 植物葉片數量

四週後，有順利發芽成長的植物葉片數量分別記錄在下表中：

6 顆植物葉片數量	1	2	3	4	5	6	平均
實驗組							片
對照組							片

- 實驗組（有澆神奇魔法水）的植物葉片數量較多
- 對照組（沒有澆神奇魔法水）的植物葉片數量較多
- 實驗組和對照組的植物葉片數量一樣多

根據前面三項的比較結果，你認為這瓶神奇魔法水有效嗎？它真的能加速讓植物種子發芽與成長嗎？請寫下你的看法：

五、實驗設計

(一) 變因控制

1. 操縱變因

三個不同高度的蠟燭，分別是 、、 公分。

2. 保持不變的變因

除了三根蠟燭的高度不同之外，還有哪些應注意的事項呢？請在下列提示中勾選出正確的操作方法，並請你們也提出二個應該注意的事項：

- 三根蠟燭的材質、形狀、和粗細都要一樣
- 三根蠟燭的廠牌和製造日期一樣
- 三根蠟燭要放在相同的地點，整齊排列
- 三根蠟燭要同時點燃
- 三根蠟燭要同時被罩上透明罩子

3. 應變變因

蠟燭在透明罩子內繼續燃燒的時間

(二) 實驗假設

你們猜哪種高度的蠟燭在罩子內會燃燒的比較久？請在  打  打  打  打

- 最高的  中等高度的  最矮的  一樣久

(三) 實驗步驟

現在，就請你們根據下列步驟以及前面的提示，開始進行實驗，並在已經完成的步驟右側  中打  打  打。

1. 請準備三根相同的蠟燭，分別從底部用刀片切成 15、10、5 公分三種高度
2. 將三根不同高度的蠟燭依高矮次序排列成一橫排，相鄰二根蠟燭間距離都保持 5 公分
3. 用打火機點燃三根蠟燭並燃燒約 10 秒鐘，讓燭心完全燃燒
4. 請三個人分別拿碼表預備計時，並且各自負責觀察一根蠟燭
5. 一個人負責將罩子保持水平，由上往下罩住三根蠟燭（注意罩子放下的速度，不可將蠟燭弄熄）
6. 當罩子完全罩住底盤時，開始計時
7. 當每個人負責觀察的燭火熄滅並冒出煙霧時，將碼表暫停，然後各自將燃燒時間記錄在實驗紀錄表中
8. 為避免前一次實驗產生的氣體殘留在罩子內，請將透明罩子清洗乾淨並擦乾後（或是換一個新的罩子），重複上面 1-7 的步驟

六、觀察記錄

1. 請根據下表中指定的觀察項目做記錄。
2. 秒數的紀錄取至整數位（例如：35 秒）。

燃燒時間	蠟燭高度	最高的蠟燭	次高的蠟燭	最矮的蠟燭
		( ) 公分	( ) 公分	( ) 公分
實驗次數				
第一次實驗		秒	秒	秒
第二次實驗		秒	秒	秒
第三次實驗		秒	秒	秒
平均燃燒時間		秒	秒	秒

七、實驗結果：

根據前一項的實驗觀察紀錄，比較三種不同高度的蠟燭燃燒情形。

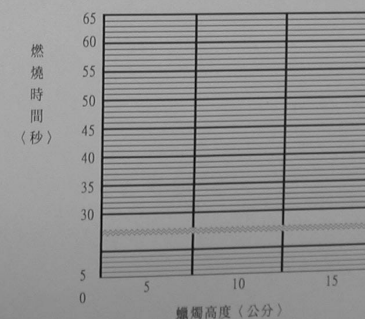
1. 蠟燭燃燒時間

哪一種高度的蠟燭平均燃燒時間最長？

- 最高的蠟燭燃燒時間最長
- 中等高度的蠟燭燃燒時間最長
- 最矮的蠟燭燃燒時間最長
- 三種高度的蠟燭燃燒時間一樣長

2. 蠟燭高度與燃燒時間關係圖

請將蠟燭高度與燃燒時間長短的關係，畫出長條圖的形式標示在下表中，並說出你們的發現。



我們的發現：將透明罩子蓋住蠟燭後，高度越高的蠟燭，維持燃燒時間越（）；高度越低的蠟燭，維持燃燒時間越（）。

實驗討論	<p>八、實驗討論：</p> <p>研究過程中，是否遇到一些困難？你們是如何解決的？請記錄下來。</p> <table border="1"><thead><tr><th>困難</th><th>解決方法</th></tr></thead><tbody><tr><td>1.</td><td></td></tr><tr><td>2.</td><td></td></tr></tbody></table>	困難	解決方法	1.		2.		<p>根據實驗結果，你認為火災發生時，將身體接近地面，真的可以獲得較多的氧氣，延長生存的時間嗎？請寫下你們的看法：</p> <p>根據實驗結果推測，如果想要讓罩子內的蠟燭燃燒時間延長，應該如何調整蠟燭的高度？</p> <p>根據實驗結果推測，如果不想改變蠟燭高度，但是卻可以延長蠟燭燃燒的時間你們還可以怎麼辦？請舉出兩種方法。</p> <p>方法一：</p>									
	困難	解決方法															
1.																	
2.																	
心得分享	<p>九、心得分享：</p> <p>請你們每個組員寫下一段心得感想，分享你在這次科學研究過程中的收穫。</p> <table border="1"><thead><tr><th>座號</th><th>姓名</th><th>心得感想</th></tr></thead><tbody><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></tbody></table>	座號	姓名	心得感想							<p>九、心得分享：</p> <p>1. 在這次的科學研究歷程中，我們發現空氣中的氧氣會因為蠟燭燃燒而逐漸減少。如果將實驗中的密閉空間想像成我們在地球上的生存空間，那麼燃燒的蠟燭代表的便是各種使得氧氣減少的行為活動或設施。因此，請你們發揮觀察力，注意人類到底有哪些活動或行為會讓供應我們呼吸與生存的氧氣減少呢？</p> <p>2. 請每個組員分享你在這次科學研究過程中的收穫。</p> <table border="1"><thead><tr><th>座號</th><th>姓名</th><th>心得感想</th></tr></thead><tbody><tr><td>( )號</td><td></td><td></td></tr></tbody></table>	座號	姓名	心得感想	( )號		
座號	姓名	心得感想															
座號	姓名	心得感想															
( )號																	

## 七、『回首』來時路

回顧團隊教師們這一段共同努力的時光，似乎我們也如同自己指導學生進行科學研究的歷程一般，由發現問題→思考解決策略→規劃行動→隨時反省修正→解決問題，逐步完成這項行動研究，雖然一點也不輕鬆，但卻很有成就感。原本是以規劃出一份科展辦法作為我們主要努力的目標，但在實際歷程中，我們突然覺悟到自己最大的收穫其實是：團隊成員們透過不斷的反思與回饋，彼此激勵，教學專業因而有所增長，這也是最後撰寫研究報告時，我們最想分享的心得。

## 八、路——仍要『繼續』走下去

目前我們已經在校內正式實施這份科展辦法，雖然得到的回饋多半是肯定的，但我們也從中發現許多仍待改進的面向，特別是如何協助教師將科展辦法內的各書面項目透過教學更加活化，並與正式課程形成更密切的連結，是我們目前面臨到的新問題，這應該也是我們下一階段繼續進行『行動研究』的動力吧！