

教育部111學年度中小學科學教育專案期末報告大綱

計畫名稱：	能源科技融入自然科彈性課程發展學校課程		
主持人：	陳淑華	電子信箱：	iamilg@ilc.edu.tw
共同主持人：	吳宏達		
執行單位：	宜蘭縣立員山國中		

一、計畫執行摘要

1. 是否為延續性計畫？ 是 否

2. 執行重點項目：

- 環境科學教育推廣活動
- 科學課程教材、教法及評量之研究發展
- 科學資賦優異學生教育研究及輔導
- 鄉土性科學教材之研發及推廣
- 學生科學創意活動之辦理及題材研發

3. 參加執行計畫人數：120人次

二、計畫背景與目的

(一)背景

台灣是物產不豐富的國家，缺乏天然資源，無法有效的發展原物料相關產業，就算有發展也大多舉步維艱。而目前各縣市努力推動特色產業，在加上環境教育觀念與法案的訂定，產業與學界的交流將會更頻繁。然而業界在發展課程的過程或者特定環境場域在建構自己的活動課程，無法考量特定領域的學習者，因此往往社區中具有豐富的教學活動資源，卻對於學習活動幫助不大，甚至一大堆的所謂體驗活動，往往流於形式，無法具有較高認知層次的教學意義，因此若能由學校本身依據學習者本身的需求發展出的課程，將有助於學習者利用自己身邊的事物成為其背景知識，去建構往後學習自然與生活科技課程甚至是其他學科的鷹架，因此有必要利用社區豐富的資源建構學校本位課程，由教師依據學習者的需求開發課程，因課程是針對學習者開發，自然較合乎當地的學習，學習者較易達成有效的學習，最後終將成就自己的學習者。科學教育學者開發了各種教學的方法，其目的在於提高學習者的學習動機與成效，為了讓學習者的學習動機提高，提高學習者的學習動機之一，就是一定要想辦法激起學生的好奇心、挑戰心、想像力、冒險心，讓教師設計一套有效的教學陷阱，使他們落入教學者所設計的學習陷阱中，終至學習者學習帶著走的知識、與終身學習的目標。有著「非要不可」的企圖心，自然能夠讓學習者非學不可。因此，筆者希望致力於如何讓學生對自然科學的學習有興趣，而且願意去解決所發現的問題，去探索自己所面對的問題。

1. 學校課程發展的意義

在九年一貫的新課程規劃設計中，其讓課程具有統整、發展、彈性、專業及實驗的特性，而在九年一貫課程實施後，教學者大多可以依據學習者的需求選擇適當的教科書，然而三大版本的教科書依舊無法滿足全部學習者的需求。九年一貫課程鬆綁後改變了課程發展模式，不再以中央為課程的發展主體，建構全國性的課程方案，對於課程標準、學習資源、教材選擇組織、教學時數都規定得鉅細靡遺。學校教師只是做課程的實施或傳達，但是對於大多數學習者而言，由於學習者的需求並不全然相同，因此如果能夠依據學習者的需求發展出適合特定地區學習者的課程，將有助於學習者提升學習成就與樂趣。審定版的課程發展乃是為建立國家信念與文化價值，並保障學生受教的最低基本權益，達到形式上的教育機會均等有其發展的過程亦產生了諸多困境，如課程內涵無法顧及學生差異、學校社區問題；教師角色依舊是教材的傳遞者或宣傳者，而教科書的編輯者與教學易造成課程發展與課程實施之分離，使教師對課程產生抗拒或誤解，使課程造成課程實施在部分學習者的失敗。在社會變遷急遽與知識科技發展快速，更新，全國一致的課程方案修訂更新費時，課程無法反應時代及社會的需業自主中，課程選擇權是極具重要性的指標，教師在課程選擇權的體驗中，亦是課程的發展者。九年一貫課程能落實，達到九年一貫的課程目標，符精神，就必須去落實「學校課程發展」(school-based curriculum development)。然而學校課程發展是以學校為中心，社會為背景，透過中央、地方與學校三者權力責任的再分配，賦予學校教育人員權力與責任，由他們結合學校內外資源與人力，主動進行學校的課程計畫、實施與評鑑（黃政傑，民74）。而可歸納學校本位課程發展有幾項重要意涵（張嘉育，民87）。

- (1) 學校課程發展雖以學校為主體，但也重視學校內外各種人力、資源的運用結合。
- (2) 學校課程發展採廣義課程定義，課程是指在學校指導的一切學生經驗。
- (3) 學校課程發展既重視發展成果，也強調過程中學校社區成員的參與和學習。
- (4) 學校課程發展重新定位學校於課程發展中的角色，使「社會—社區—學校—教師」發展成為一種關係伙伴。
- (5) 學校課程發展重新定義了教師與課程的關係，重視學校教育人員的自主與專業，將課程研究、課程發展與課程實施結合為一體。
- (6) 學校課程強調多樣化、地方化與適切性，可立即回應社會、社區、學校與學生的需要。
- (7) 學校課程發展是倡導「參與」、「由上而下改革」、「草根式的課程發展」的理念。

因此若能夠有效發展學校課程將不只有助於學習者能力的提升，更能夠有效的提高社區群眾對於學校的參與度，對於少子化的今日，將可以有效的提升學習者與社區對學校的認同度。

2. 科學探究

以「探究」為基礎的課程理念出現在二十世紀初期。二十世紀初，科學教育強調講授式教學以讓學生獲得足夠的科學知識，然而這樣的教育卻往往受到大多數教育研究者所詬病，杜威（1909）首先對此提出批判，指出科學教學

過於重視科學資訊，而忽略科學的過程和態度，這對於學習者將無法達到有意義學習的目標。50、60年代起強調「探究 (inquiry)」的教學越來越明顯，Schwab 是當時期的的重要代表人物，他主張將科學視為：「當獲得新證據時，將修正其知識」。Schwab 建議教師到實驗室，根據經驗去引導。也就是學童在尚未接觸科學知識的時候，應先進入實驗室。據此，Schwab 提出實驗室取向的教學三個階段：

- (1) 呈現問題、問題的解決方法，讓學生自己去發現目前尚未知道的。
- (2) 提出問題，但是方法和答案由學生自己判定(determine)。。
- (3) 更開放的讓學生自己面對現象(phenomena)，學生問問題、收集證據，進行研究。

此外，Schwab 另外提出一種「Inquiry into inquiry」的概念，學生可以閱讀和描述科學研究，討論研究的細節。這個取向的教學活動重點在於讓學童知道科學知識是如何形成的，科學家如何製造知識的。此與 Bruner 所強調的「Learning to learning」有著相同意涵。1950、60年代所發展出以科學探究為基礎的課程，也特別強調為了要讓學生發展科學探究的技巧，教學者應提供學習情境讓學習者真正參與並進行科學探究，這樣的教學模式較講述式教學模式對學習者有吸引力，也更容易對學習者形成有意義的學習：就像科學家一樣的思考科學與做科學。因此為了讓學生接觸真實的科學，科學教育學者，可以因應學生的不同發展階段，選擇性地介紹各種不同面貌的科學，也就是說不只是教導學生「科學知識與想法」；而是更應該強調讓學生「做實驗」。這樣的理念，可從美國國家研究委員會中於1996年提出的《國家科學教育標準》很清楚地描述實驗活動在科學探究中所扮演的角色，並肯定實驗活動是科學教育的必要過程，建議重視學生參與實驗活動，從和同儕與老師的互動中做科學與思考科學。然而現今教育資源不足，加上升學主義依舊影響學習方向，真正從事實驗操作的學習者比率並不高。美國科學教育規準談論到「探究」的意義，認為「探究」並不只是強調進行探究的能力。更進一步，強調探究的理解和探究對於知識建構的助益—理解如何知道什麼是我們知道，哪些證據支持我們所知道的，這樣的學習對於後設認知有相當大的助益。所有的人都是根據自己的背景知識對於遭遇的問題進行探究，並且在探究過程中獲得新的知識，從觀察和運用的情況獲得新的理解。所以說，探究是一種多面向的活動，包括必要的觀察、提出問題、查核資訊、澄清已知的知識、計畫研究、回顧證據、使用工具去收集、分析和解釋資料、提出答案、解釋和預測，發表結論。事實上，探究活動的進行需要動機的驅動—好奇心，因此審定版的課程內涵並無法滿足探究活動的需求。除了自我或社會期望所產生的動機激勵之外，探究活動的能夠進行還需要個人直接經驗相結合，這也是學校本位課程與利用自己周遭生活環境融入課程最佳的時機。在課室中的進行探究活動存在著「教學者」與「學習者」兩種角色的扮演或發展—教學者努力讓學習者理解、體會、發展探究的歷程，並且促使學習者間對不同觀點進行討論與互動；學習者進而體認到以科學事業的角度來思考人與生活環境的關係，因此若有適當的工具引入將可以有事半功倍的效果。

3. POEC 教學策略

POE 教學策略 (Predict-Observe-Explain) 是由 White & Gunstone (1992) 提出的一種教學程序，在教學時引發學生的想法與探索學習單元有

關的知識，它的教學程序式預測 (Predict)、觀察 (Observe)、解釋 (Explain)，而藉由教學活動趣味科學實驗與遊戲的實施，透過 POE 教學的三個步驟，除了可以探究學生的先備知識外，在藉由動手與觀察實驗與解釋實驗現象，同時藉由小組合作式學習共同討論，來調節彼此的知識，其學生能夠在遊戲與實驗操作的過程中，運用舊有的知識體系，進行思考、仔細觀察、養成分析事件與物件的習慣。邱美虹教授在學生學科學習與評量其中提到在教學中運用 POE 模式時，應增加比較的部分，提出 POEC (Prediction 預測—Observation 觀察—Explanation 解釋—Comparison 比較) 模式的實驗活動與評量，提倡學生應再將所觀察的現象與之前的預測作一比較，以便下結論 (邱美虹、林世洲、湯偉君、周金城、張榮耀、王靜，2005)。POEC 模式強調問題情境與觀察現象之間的互動，針對爭議之處再思考，以達成概念的一致 (邱美虹等人，2005)。

(二)目的

1. 開發以探究及體驗為導向的學校課程：

目前許多縣市的國小設有「學校本位課程」，也有許多學校、機構，利用寒、暑假辦理各種科學教育活動、科學營隊或科學競賽等。本計劃則希望能研發出 (1) 適合鄉內學習者的學習背景 (2) 以課餘 (例假日) 上課 (3) 結合「科學探究」及「科學營隊」。

2. 培育科學教育共備團隊：

本計劃的所有授課老師都是本校現任教師，希望第一階段先開發風力發電模組教案，並在第二階段除了再開發水力發電模組教案，同時進行參加縣外教案比賽並進行修正，藉由修正第一階段的相關活動並精緻化，並全面實施於學校全年級或全校的能源教案，最後進而投稿至科學相關期刊，第三階段年希望將能源學習比賽重心移向學生，以分組的方式參賽能源相關競賽，期許這次參與能源競賽的角色由教師轉換成學生，所以我們希望透過專案計畫的支持，經由第一階段到第三階段讓現場教師可以更有效地對話，所以可以增強老師們在校課程方面的專業智能，並由這些老師來實際教學，進行教材教法的研發，並在開發新的能源教案，如此良性的循環。

3. 研發科學相關校課程的教材與教法

本計劃在實施的第一年，採用本校科學探究課程的教材改編而成。在教學法上則採取「以學生為主體」的原則，由老師指導學生分組作，完成主題探究。

4. 開發科學營隊的題材及辦理模式

我們希望融入探究式教學的學校課程規劃營隊活動能補足這方面的缺失，所以我們將設計以「自然觀察」、「生活體驗」及「團隊生活」為主的營隊活動，希望開發風力發電模組與水力發電模組教案，並讓學習者學習過二大課程後擔任小隊輔，分別再訓練並再全面實施於學校全年級或全校的能源教案，最後希望將能源學習比賽重心移向學生，針對有興趣的學生再進行深度探究，讓學生進行主題式的學習，最後分組的方式參賽能源相關競賽，期許這次參與能源競賽的角色由教師轉換成學生，並因為我們相信「實作是最好的學習模式」，並於暑假或週六進行主題式的能源營隊課程擔任協助工作，在營隊結束後整理相關能源議題，並協助參與能源相關競賽包含初賽與決賽，最後於全

校或社區國小進行能源宣導活動，讓參與學生擔任小隊輔工作，進而開發新的營隊題材及辦理的模式。

5. 研發學校課程的學習成果評鑑方法

一個探索式、體驗式的課程，無論在教材、教法及教學目標上，都和現有的制度不同時，當然也就無法、也不該用現有的紙筆測驗來評量學習成果。我們希望研發活潑、多元的評量方法，讓學生的成就有表現的舞台，學生的努力能受到肯定，鼓勵、支持學生對科學的熱情。

三、研究方法

1、研究對象：以所任教之學校—宜蘭縣某郊區國民中學，選取八~九年級學生作為研究對象。

(1)、學生特性：本校位於宜蘭縣近郊地區，屬於一般鄉鎮的小型學校，目前學區內學生外流嚴重。是以目前學生程度普通，程度落差大。

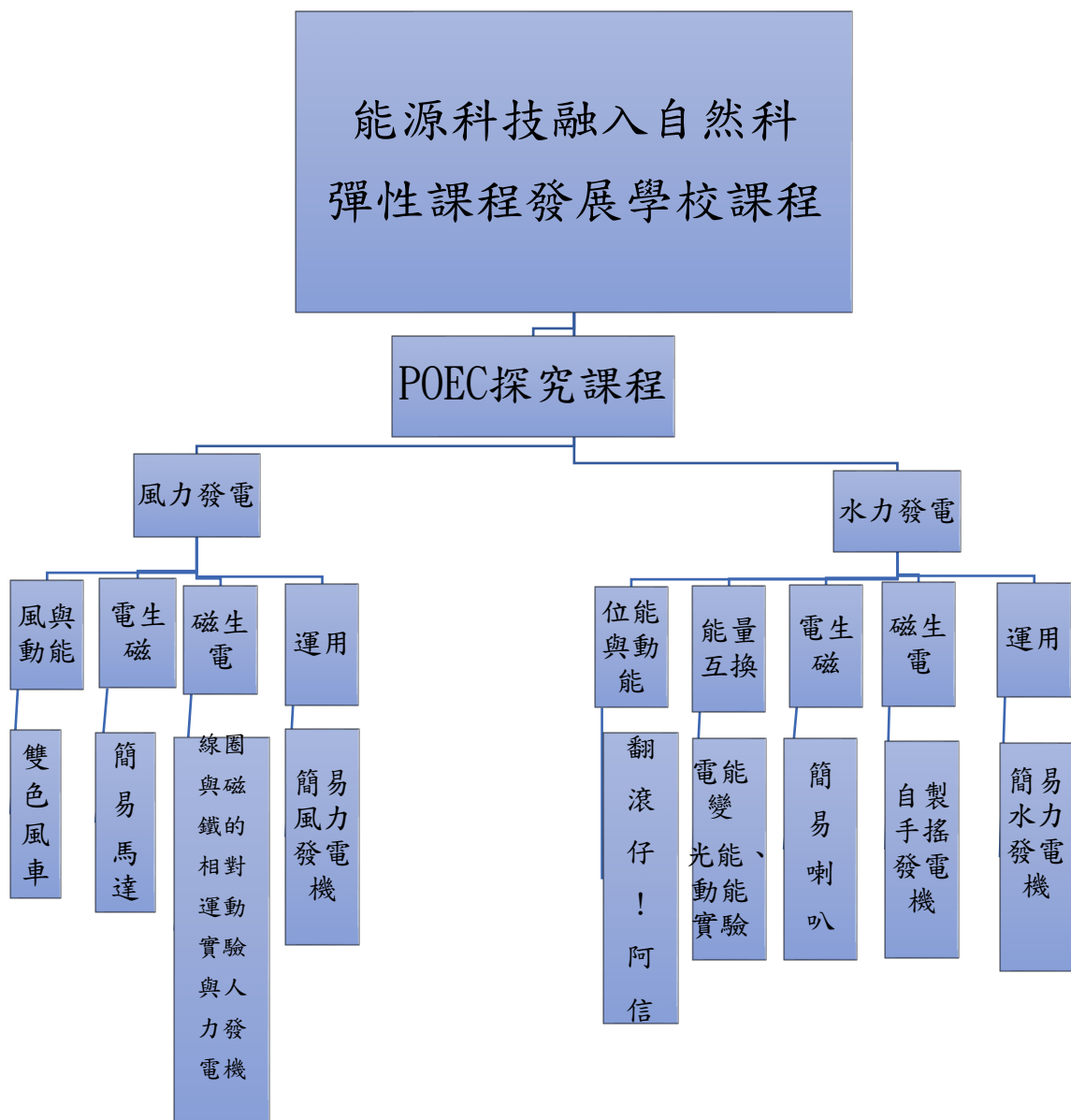
(2)、學生人數：120人次。

(3)、教學方式：POEC 教學模式進行教學。

2、教材內容：針對國中生九年一貫自然與生活科技領域課程（100年審定版），各章節與宜蘭縣能源特色為參考，發展出二個主題約有九~十個單元課程。至於單元的設計，筆者將緊扣以學生為中心、以社區為輔、以活動為中心、POEC 教學策略為設計方向。

3、評量工具：

由學習者主題探究報告內容、學習者感受問卷及學習者學習單分析。探究活動單設計研究者所擬定的教學活動方案之設計不同於一般實作食譜式的課程設計。研究者擬以 POEC 教學模式去架構學習者的學習單。



四、研究成果

- 01、開發以探究及體驗為導向的學校課程九~十個單元，包含雙色風車、簡易馬達、人力發電機、簡易風力發電機、翻滾仔!阿信、簡易喇叭、手搖發電機與簡易水力發電機等。
- 02、培育科學教育師資，以利提升學習者科學相關能力的競爭力。
- 03、研發科學相關校課程的教材與教法，建立學校與社區的合作機制。
- 04、開發科學營隊的題材及辦理模式。
- 05、研發學校彈性課程的學習成果評鑑方法提供他校參考。
- 06、參與的學生參與轄區國小營隊服務數次，並提取5個單元活動推廣，並到綠色博覽

會推廣隊社區大眾進行能源議題宣導。

07、在學習的過程，大多數的同學對這種小組合作共同參與競賽的方式很有興趣，並藉這些歷程累積智慧與經驗是很棒的學習模式。

08、學生更樂於參與相關實作競賽，延伸主題活動參與宜蘭縣科學展覽競賽並獲得佳作數件。

09、學生更樂於參與相關實作競賽，延伸主題活動參與宜蘭縣青少年發明展競賽並獲得第一名件。

09、學生更樂於參與相關實作競賽，延伸主題活動參與全國青少年發明展競賽並獲得銅牌與佳作數件。

五、討論及建議（含遭遇之困難與解決方法）

01、教室經營較傳統方式不易，若教室經營能力較不佳的教師，建議採借同教學方式。

02、實驗教學策略實施時，教師必須事前討論與了解學生的學習起點，如此有助於課程設計與實施，未經訓練教師較無法掌控學習活動歷程，會有不知所措的反應，且學生會不清楚老師的目標。

03、教育優先區的學習者正統科學概念較缺乏，無法直接從事實驗與探索等教學活動，所以老師可以利用先從趣味科學小實驗先了解孩子的起點行為，並藉此訓練簡單的實驗操作。

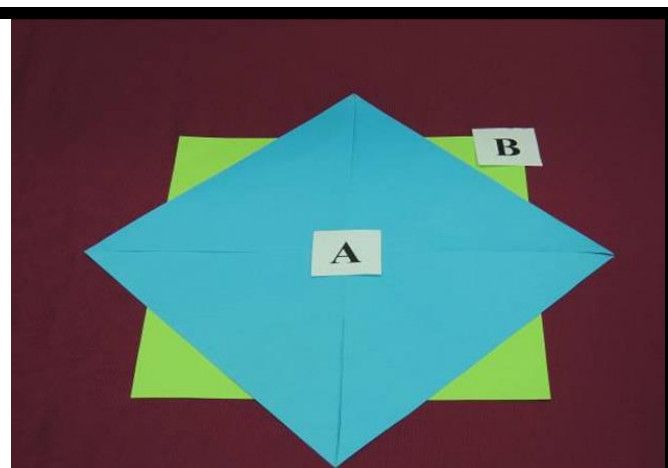
04、因為共備團體持續成長，本年暑假再度持續爭取夏日樂學計畫。

05、共備教師有更多人在111年第二學期分享主題課程。

06、發展彈性課程，學習者有更多的時間從事實際操作、探究歷程，甚至發展主題性活動並參與能源相關競賽包含高雄與基隆的能源實作競賽，且已獲決賽資格。

07、開發科學營隊的題材及辦理模式，在學習的過程，同學有較多的互動機會，也能提高學習的注意力，大多數學對這種小組共同參與累積智慧的方式上課很喜歡。實驗教學策略實施時，教學者能適時引導，教學者與學習者的互動增加，除了增進師生互動，又可提高學習者參與。

六、活動照片



雙色風車活動照片



翻滾吧!阿信!!活動照片



人力發電機活動照片



簡易喇叭活動照片



手搖發電機活動照片



簡易水力活動照片



分享照片活動照片



得獎照片

七、學生作品

手搖發電機探究學習單

班級: 201 座號: 4、9、15、

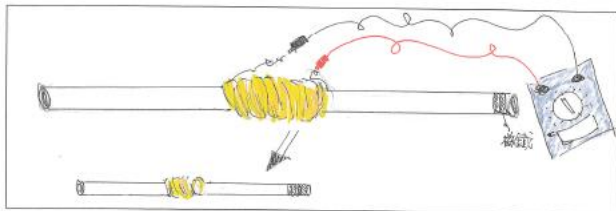
1. 我們這組測到最大的電壓是 0.530V
2. 所以我們這組決定以 磁鐵顆數 來當這次的操作變因

3. 實驗記錄

(磁鐵顆數)	2顆	3顆	4顆
電壓	0.151	0.261	0.264
第一次	0.151	0.261	0.264
第二次	0.142	0.230	0.520
第三次	0.159	0.266	0.530

我們發現 磁鐵越多, 電力越大。

4. 請畫出你們這組手搖發電機的設計圖



5. 線圈數量、磁鐵顆數、吸管長短、吸管粗細、可能會影響手搖發電機的發電量



手搖發電機探究學習單

班級: 801 座號: 5、10、16、19、

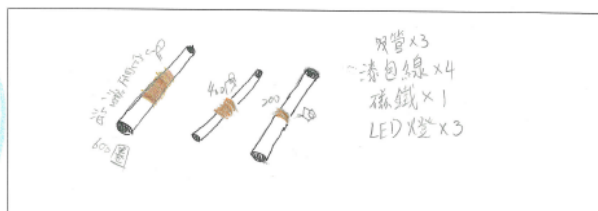
1. 我們這組測到最大的電壓是 19.7
2. 所以我們這組決定以 線圈圈數 來當這次的操作變因

3. 實驗記錄

(線圈圈數)	200	400	600
電壓	10.9	11.1	19.7
第一次	10.9	11.1	19.7
第二次	11.4	12.0	19.4
第三次	11.3	26.4	18.4

我們發現 線圈圈數越多, 發電量愈大

4. 請畫出你們這組手搖發電機的設計圖



5. 線圈圈數、繞的範圍、整齊度、吸管跟磁鐵、可能會影響手搖發電機的發電量

手搖發電機學習單

水力發電機探究學習單

班級: 203 座號: 1、6、11、16、

1. 所以我們這組決定以 長度 來當這次的操作變因

2. 探索實驗結果電壓

(長度) (cm)	4	5	6
第一次	81	90	97
第二次	89	77	78
第三次	91	77	78
平均	87	79.96	84.3

我們發現: 扇葉長度可以影響電壓到 5cm 時逐漸下降, 在 6cm 時又慢慢上升。

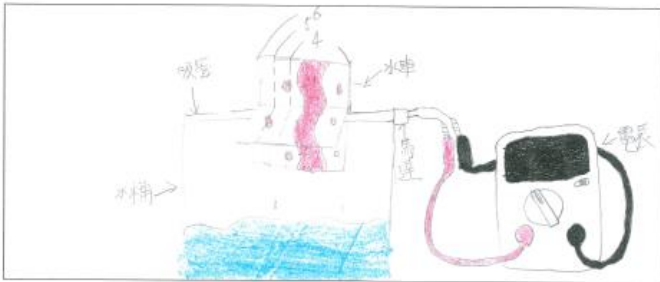
3. 探索實驗結果電流

在 4cm 的時候上升

(長度)	4	5	6
第一次	39.6	46.8	40.7
第二次	59.1	23.4	47.8
第三次	55.3	36.4	49.7
平均	51	35.5	46

我們發現: 扇葉長度可以影響電流, 電流和電壓的趨勢都是呈 \checkmark 的形狀 (V 型)

4. 請畫出你們這組水力發電機的設計圖



水力發電機探究學習單

班級: 801 座號: 5、10、16、19、

1. 所以我們這組決定以 葉扇 來當這次的操作變因

2. 探索實驗結果電壓

(MV)	二扇	三扇	四扇
第一次	0.07	30.2	12.4
第二次	0.03	31.1	43.8
第三次	2.1	33.6	32.2
平均			

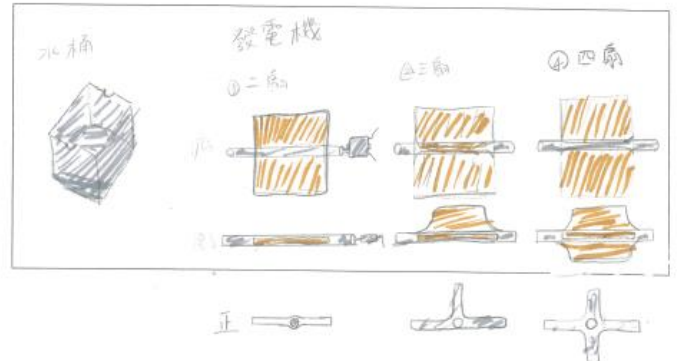
我們發現: 扇葉越多, 電壓越高

3. 探索實驗結果電流

(MA)	二扇	三扇	四扇
第一次	0	13.2	19
第二次	0	25.8	28
第三次	0	21.	30.9
平均			

我們發現: 扇葉越多, 電流越高

4. 請畫出你們這組水力發電機的設計圖



水力發電機學習單