

10.6212/CPE.2015.1602.10

## 物理教師如何因應 「自然科學探究與實作」課程- 以「能資源與永續問題的探究」 教學模組為例

張仁壽

國立基隆女中  
manbeast.tw@gmail.com

依十二年國民基本教育自然科學領域課程綱要草案可知「自然科學探究與實作」屬於新設必修領域課程，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，問題解決，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。主要是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。

探究與實作的內容採不分科為原則。透過適當提問的主題探討和實作活動，引導學生體驗科學實踐的歷程，循序建構高層次獨立思考及團隊合作的能力，進而成為具有科學素養並能理性積極參與公眾決策的未來公民，以達適性揚才的教育目標。

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。

課程綱要草案附錄提供教學模組案例可作為教師進行課程設計發展的參考，俾能達成有效的探究式學習。課程實施有三項指導原則：(1)課程設計與發展。(2)以問題(議題)導向引導探究，培養提問的能力。(3)教材應宜有確實的參考資料。課程設計發展需有完整課程架構與設計理念，並應兼顧多元知能、適性揚才來選擇或設計教材、教法、和評量。

表 1：「能資源與永續問題的探究」教學模組

探究議題與探究問題
<b>認識臺灣目前使用的能源及綠色能源</b> 1. 台灣目前使用哪些能源?使用狀態、重要性、及優缺點為何? 2. 何謂「綠色能源»?台灣適合開發哪些綠能?如何得知?
<b>引擎的發展、應用與影響</b> 1. 引擎是如何操作?其基本功能為何? 2. 為什麼引擎的發明是促成歐洲工業革命的關鍵近因? 3. 引擎的發明透過便利的交通工具,對世界產生哪些正、反面的影響? 4. 如何組裝簡易的史特林引擎?
<b>製作風力發電機組</b> 1. 如何比較各種能源轉換與儲存方式的便利性? 2. 如何利用風力發電? 3. 如何改善自製的風力發電機組? 4. 適合風力發電的條件為何? 5. 大型風力發電機組對生物與生態環境的影響為何?
<b>製作太陽能發電機組</b> 1. 如何比較各種能源轉換與儲存方式的便利性? 2. 如何利用太陽能?如何利用太陽能來發電? 3. 如何改善自製的太陽能發電機組? 4. 適合太陽能發電的條件為何? 5. 如何配合太陽照射方向的變動改變太陽能發電機組的設計?

<p><b>探究終極能源—光</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 日照如何影響物質（以水為例）？</li> <li>2. 如何測量陽光對水溫的影響？</li> <li>3. 科學家如何探究海水的顏色？</li> </ol>
<p><b>能源消耗與氣候變遷的相關性研究</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 2003 和 2013 年全球不同類型能源的消耗有何差異？</li> <li>2. 不同國家消耗能源種類或依賴性有何差異？</li> <li>3. 2003 和 2013 年全球綠色能源消耗有何差異？</li> <li>4. 能源消耗和溫度變化有相關性嗎？有何相關？</li> </ol>
<p><b>臺灣綠色能源發展配置規劃</b> （專題成果發表版）</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 臺灣適合發展哪些綠色能源？</li> <li>2. 如何獲得穩定供應的綠色能源？</li> </ol>
<p><b>臺灣適合發展綠色能源嗎？</b> （辯證討論版）</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 臺灣適合發展哪些綠色能源？</li> <li>2. 台灣綠色能源開發有經濟效益嗎？會面臨哪些問題？</li> </ol>

## 物理教師如何進行課程設計發展

課程設計發展建議採 ADDIE 模式：分析 (Analysis)、設計 (Design)、發展 (Development)、建置 (Implementation)、評鑑 (Evaluation) 等五個步驟。過程簡述如下：

### (一)課程分析

探究能資源與永續問題課程設計首重選題。面臨生活、生存與生命等問題，能源、食物(飲水)、防災(環境)、健康與防疫都是重大議題，其中能源短缺是人類急迫待解決的問題之一。如何在學習中讓學生體悟問題的嚴重性，並試著思考如何去解決，是課程的目標及重點。

### (二)課程設計與發展

#### 探究問題

1. 目前使用哪些能源？使用狀態、重要性、及優缺點為何？
2. 比較各種能源轉換與儲存方式的便利性？
3. 何謂「綠色能源」？
4. 引擎的發展、應用與影響？
5. 如何利用風力發電？為何選擇風力發電？
6. 如何改善自製的風力發電機組？
7. 適合風力發電的條件為何？
8. 大型風力發電機組對生物與生態環境的影響為何？

以上內容包含：能源、能量如何轉換、環境評估、發電機組設計、效能提升。

對於能源相關內容可參考「給為來總統的能源課」一書，選擇適當的章節作加深加廣的探討(圖 1)，本書之內容如下：

- I 能源災難
  - 1 福島核災 2 墨西哥灣漏油事件
  - 3 全球暖化與氣候變遷
- II 能源面貌
  - 4 天然氣——意外之財 5 液態能源安全
  - 6 頁岩油 7 能源生產力
- III 替代能源
  - 8 太陽能發電 9 風力發電 10 能源儲存
  - 11 蓬勃發展的核能發電 12 核融合
  - 13 生質燃料 14 合成燃料與高科技化石燃料
  - 15 替代能源中的替代能源：氫能、地熱、潮汐和波浪發電 16 電動車 17 天然氣車
  - 18 燃料電池 19 潔淨煤
- IV 什麼是能量？
- V 給未來總統的建言



圖 1：「給未來總統的能源課」一書

若實作內容以「風力發電」為主，則更詳細的相關內容規畫，可參考「威尼爾再生能源實驗手冊。」，實驗手冊的實驗目錄如圖 2。

#### 實驗

1. 可再生能源：為什麼如此重要？	1-1
2. 能量是什麼？	2-1
3. 專案：能量審視	3-1
4. 電壓和電路	4-1
5. 電流和電阻	5-1
6. 機械功率	6-1
7. 發電機	7-1
8. 探索風力渦輪機	8-1
9. 負載對風力渦輪機輸出的影響	9-1
10. 葉片變因和功率輸出	10-1
11. 密實度(電腦適用)	11-1
12. 渦輪機效率	12-1
13. 功率曲線	13-1
14. 功率和能量	14-1
15. 專案：最大能量輸出	15-1
16. 專案：風電場建構	16-1

圖 2：威尼爾再生能源實驗手冊的實驗目錄

### (三)課程建置

以探究問題 6「如何改善自製的風力發電機組？」為例，可探討風力渦輪機的組成、負載對輸出功率的影響、渦輪機的效率。同學們分組收集資料、討論、分享報告。

實作聚焦探究葉片變因(葉片形狀設計、葉片數、葉片攻角)，同學們分組討論葉片形狀設計與製作、組裝(片數、攻角)、測試與記錄、改變變因(再測試與記錄)、撰寫報告並分享。



圖 4：北港高中「探究與實作」示範教學



圖 5：北港高中「探究與實作」示範教學

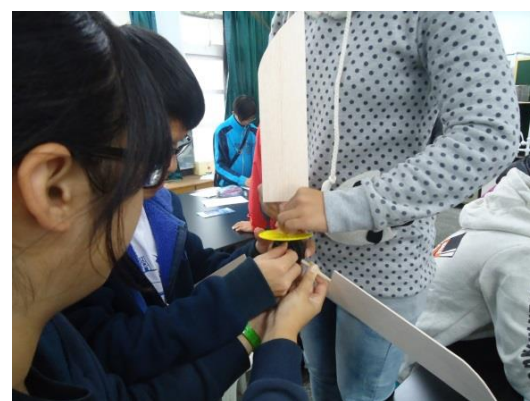


圖 6：北港高中「探究與實作」示範教學



圖 7：北港高中「探究與實作」示範教學

#### (四)課程評鑑

透過問題探究與實作，檢驗學生是否達成以下學習表現：

- 1.像科學家那樣思考：觀察、推理、預測、分類、建立模型、交流。
- 2.像科學家那樣工作：提出問題、形成假設、設計實驗、分析數據、得出結論。
- 3.技術設計：確定需求、研究問題、確定設計方案、試做樣品進行評估、檢查改進重新設計、交流設計成果。
- 4.培養理性思維：比較對比、應用概念、理解圖表、因果推斷、歸納、做出判斷、解決問題。

希望透過課程設計簡介能幫助現場教師提供學生統整的學習經驗，強調跨學科之間的整合，學習系統性知識及跨領域對話與思考，以實用性及生活化的題材和議題，加強學生的批判思維、溝通以及解決問題的能力。期許能藉「探究與實作」課程，在一些有挑戰性的問題引導淬鍊下，培育出改變世界的人才。

(本文改寫自 2015/12/29 於萬芳高中演講部份內容，講題「探究與實作課程設計-以 STEM 為例」。文中照片拍攝於 2015/12/26 北港高中「探究與實作」前導學校課程示範教學。)