

十二年國民基本教育
自然科學領域教材與教學模組
研發模式與示例研發計畫
105 年成果報告
(二)

國小高年級組課程設計

【能量的旅行】

教學模組



委辦單位：教育部國民及學前教育署

承辦單位：國家教育研究院

計畫主持人：國立臺灣師範大學科學教育研究中心張俊彥主任

共同主持人：國立臺中教育大學科學教育與應用學系黃鴻博教授

國家教育研究院黃茂在副研究員

國家教育研究院吳文龍助理研究員

執行期程：105 年 1 月 1 日 ~ 106 年 3 月 31 日

目次

壹、研發團隊	1
貳、設計理念	2
參、使用方式	3
肆、能量的旅行學生課本	6
活動一、生物從環境中獲取能量	8
活動二、能量來源的種類	14
活動三、能量轉換對環境的影響	20
活動四、綠色行動	24
伍、高年級評量題組	32
陸、教學模組架構	34
柒、教學簡案與素養檢核表	35
捌、試教成果	39
一、試教情形	39
二、創意讀寫成果	40
三、會議紀錄	45
四、觀課報告	52
玖、模組研發心得	54
拾、圖片提供者	56

圖目次

圖 1 教師用課本	4
圖 2 學習前自評	4
圖 3 學習後自評	4
圖 4 創意讀寫	5
圖 5 題組式評量	5



國小高年級組「能量的旅行」課程設計

壹、研發團隊

指導教授

黃鴻博 國立臺中教育大學科學教育與應用學系 教授

吳穎洵 國立中央大學網路學習研究所 教授

黃茂在 國家教育研究院 副研究員

吳文龍 國家教育研究院 助理研究員

召集人

李永烈 臺中市大甲區德化國民小學 校長(臺中市國教輔導團自然小組召集人)

教材編撰、試教、修訂

李永烈 臺中市大甲區德化國民小學 校長(臺中市國教輔導團自然小組召集人)

林鴻仁 臺中市大甲區德化國民小學 退休主任(臺中市國教輔導團自然小組研究員)

王建仁 臺中市大甲區德化國民小學 總務主任(臺中市國教輔導團自然小組輔導員)

掌慶怡 臺中市大甲區德化國民小學 輔導主任

李金生 臺中市潭子區頭家國民小學 教師(臺中市國教輔導團自然小組輔導員)

張淵菘 臺中市豐原區葫蘆墩國民小學 教師(臺中市國教輔導團自然小組輔導員)

吳佳霓 臺中市大甲區德化國民小學 教師

貳、設計理念

十二年國民基本教育課程綱要的實施，是我國繼2000年國民中小學九年一貫課程實施以來，再一次最重要的課程改革。十二年國教課程強調素養教學導向，在自然科學領域課程規範中，不偏廢科學知識、科學能力或科學態度，自然科學教學現場的進行，應該透過課程的設計讓學生以大概概念(big idea)著眼、跨科概念著手，在學習過程中去探究科學領域、涵養科學態度，達成培育每個學生普遍具備自然科學素養的目標。

為了順利實施十二年國教課綱，國家教育研究院在教育部國民及學前教育署委託下，進行一系列十二年國民基本教育課綱「素養教學導向」的「教材原型」或「教學模組」研發，希望藉由教學模組在教學現場的試教、說課、觀課及議課等具體實踐與完整記錄，引領教科書出版業者編撰方向，進而提升教科書品質，滿足十二年國教新課綱素養教學導向的教學革新需求。

本教學模組參考新加坡科學教科書模式，以「大概概念」為核心，整合十二年國教自然科學領域課綱有關「能量」之核心概念與現行國小自然與生活科技領域六下教材「生物與環境」單元內容，完成國小高年級「能量的旅行」12節課的教學模組。

為何要採用大概概念來進行教學呢？檢視現行教科書設計，大多採行知識導向的學習模式，師生教學容易流於講述式教學之知識累積，面對自然領域中多元多樣的知識，師生只能疲於奔命地追著這無窮止盡的知識來一一教學，磨損了師生教學雙方對科學的學習熱情。科學教育的原則和大概概念一書中指出：支持科學教育的基本原則在於科學大概概念的選擇；在科學認知上是由小概念進入到大概概念；但卻應該以大概概念的理念來進行教學。例如：本模組教材中，可以觀察到的現象「太陽是地球最大的能量來源」及「生物會從環境中獲取能量」皆是一個小概念，但大概概念應該是「在獲取能量或運用能量的過程中，會改變原有的環境狀態」，讓學生透過探究式的學習後，能以大概概念自主性地去類推理解未知大自然的包羅萬象。

本模組由國立臺灣師範大學科教中心張俊彥主任、國立臺中教育大學黃鴻博教授與國教院黃茂在副研究員、吳文龍助理研究員指導臺中市國教育輔導團輔導員團隊進行研發，從概念釐清、教學活動設計，到試教、評量、發表會等的執行，歷經20餘次討論修正會議、2場次的試教及公開發表會活動，完成初步國小高年級「能量的旅行」教學模組。

參、使用方式

十二年國民基本教育課程綱要揭示自然科學核心素養的內涵包含有三：1. 提供學生探究學習、問題解決的機會，並養成相關知能的「探究能力」；2. 養成應用科學思考與探究的習慣及瞭解科學知識產生方式的「科學的態度與本質」；3. 學生學習科學知識的「核心概念」。而林煥祥(2012)提出學生的科學素養應該包括三項能力：

- 一、能夠提出具有證據導向的結論，並說明它的原因，也就是所謂的「科學舉證」能力；
- 二、在解決日常生活困擾的過程中，能夠提出一些問題，然後透過科學探究的方式，蒐集證據進行研究來解決困擾，也就是所謂的「形成科學議題」能力；
- 三、能夠充分運用所了解的科學概念和知識，對自然界發生的現象加以解釋，也就是所謂的「解釋科學現象」能力。

本教學模組的設計根據十二年國民基本教育課程綱要內涵，以科學的探究能力及科學的態度與本質為基礎，在課程的引導中讓學生形塑科學舉證的能力、形成科學議題的能力及建構解釋科學現象的能力。

關於本教學模組的「能量」大概念教學設計有以下幾項說明：

一、以「能量」大概念設計教材

整合十二年基本教育自然科學課綱有關「能量」之核心概念與九年一貫課程國小自然與生活科技領域六下教材「生物與環境」單元內容，設計 12 節課「能量的旅行」教學模組，以培養學生科學素養。



二、貼近現場教師教學習慣

課程模組教材設計分為「學生用課本」、「教師用課本」，以「教學提示」註解方式讓第一線教師能隨時掌握本模組教學的大概念與關鍵點，貼近目前國小自然科學教師備課教學的使用方式。

能量從哪裡來？如何轉換？

教學提示：
引導學生討論時，最終能發現地球上能量來自太陽。

1-1、太陽是地球最主要的能量來源。

任何物體的型態或性質改變都與能量有關，都需要能量。以人而言，吃飯、睡眠要消耗能量，開車或跑步同樣也要消耗能量。



圖 1 教師用課本

三、「關鍵提問」的教學引導

讓學生從「關鍵提問」中發掘出日常生活中的能量議題，例如：「能在那裡？」、「能做什麼？」、「能量從哪裡來？如何轉換？」、「能量轉換過程中造成那些環境改變？」，引導學生深入分析、解決疑問，在教學中運用結合學習者生活經驗的小組學習討論題組，以「個人上學方式」貫串，期望學生能從知識的學習，延展至個人生活經驗的運用。

四、「科學素養」的多元評量

(一)自評表培養後設認知：以用在課前的自評表讓學生正式進入學習前先釐清自己已經了解的概念，更能在學習前對未來學習的藍圖有所知；而學後的自評表讓學生回顧自己學的概念、使用工具的技能是否達成；期待於這樣的過程中，透過控制自我的學習過程，進而達到更有效果的學習。

活動 4：綠色行動

我已經知道	經過本活動將學會
<input type="checkbox"/> 人類改變自然環境獲取更多能量。	<input type="checkbox"/> 生態保育的方式
<input type="checkbox"/> 各種能量間能相互轉換。	<input type="checkbox"/> 低碳作為的實踐。
	<input type="checkbox"/> 綠色生活的家電選擇。
	<input type="checkbox"/> 能源等級的意義。

圖 2 學習前自評

自我檢核

我學會了	我可以做什麼
<input type="checkbox"/> 空氣污染的來源及其影響。	<input type="checkbox"/> 分析能量轉換為環境帶來的影響。
<input type="checkbox"/> 空氣污染防治的措施。	<input type="checkbox"/> 身體力行減少污染的做法。

圖 3 學習後自評

(二)創意讀寫表達學習概念：紙筆測驗是最傳統也是我們最常用的評量方式，但呈現的方式大都是由為單一答案的呈現方式，無法多元的呈現學生的完整概念，在學習進程中採用跨領域以「創意讀寫」教學，引導學生完成小短文寫作，讓學生嘗試表達自己學習到統整概念，教師亦可透過寫作單的批閱，掌握學生的學習目標達成情形。

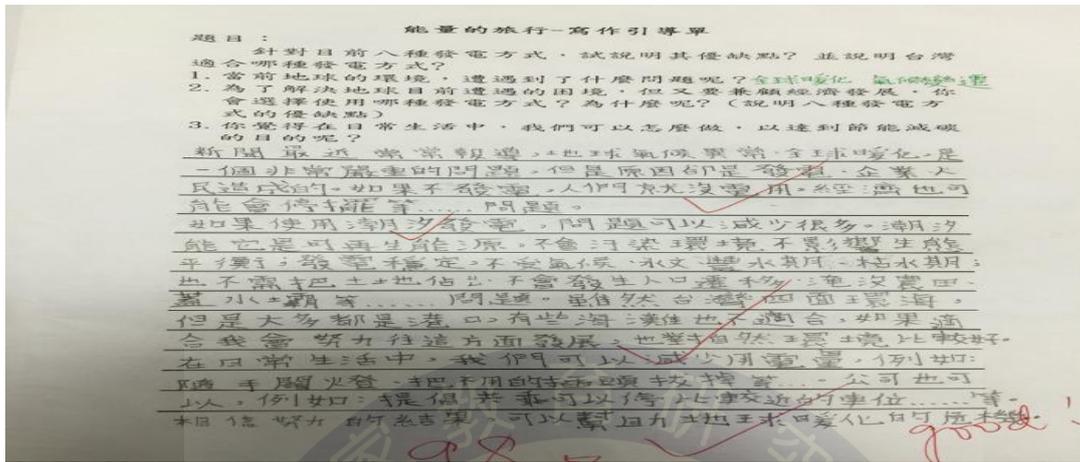


圖 4 創意讀寫

(三)題組式評量：結合學校定期評量，融入在地學校實地條件與元素，採用題組式評量，檢測學生「能量」大概念的學習成效。

試題舉例(二)---

下圖是綠能國小節能設施導覽地圖，請根據導覽圖中的編號及設施來回答問題。

1. 綠能國小對於新興能源的取得與利用不遺餘力，從導覽圖中，你可以找出哪些設施是和新興能源

的能量取得是相關的。(請從圖中找出5項)

答：_____

2. 在這些節能設施當中，綠能國小在設施的規劃上，除了太陽能之外，聰明的你，是否還可以找出學校選針對哪些大自然的能源來做運用及規劃呢？

答：_____

3. 張老師要小朋友分享生活中節能的習慣，下列哪些小朋友的分享符合節能減碳的精神？

- 小智：「電梯盡量共乘，如搭乘樓層小於5層樓可改爬樓梯，既可運動健身亦可節能。」
- 阿德：「自備隨身杯、環保筷、手帕及購物袋；少喝瓶裝水；少用一次即丟商品。」
- 小光：「出門購物自備購物袋，減少額外盛裝袋之使用。」
- 晚華：「我們學校都有蔬食日。每週一天或一日一餐食用素食。」
- 寧寧：「洗衣前先將衣物浸泡約20分鐘，可以減少洗衣時間。」

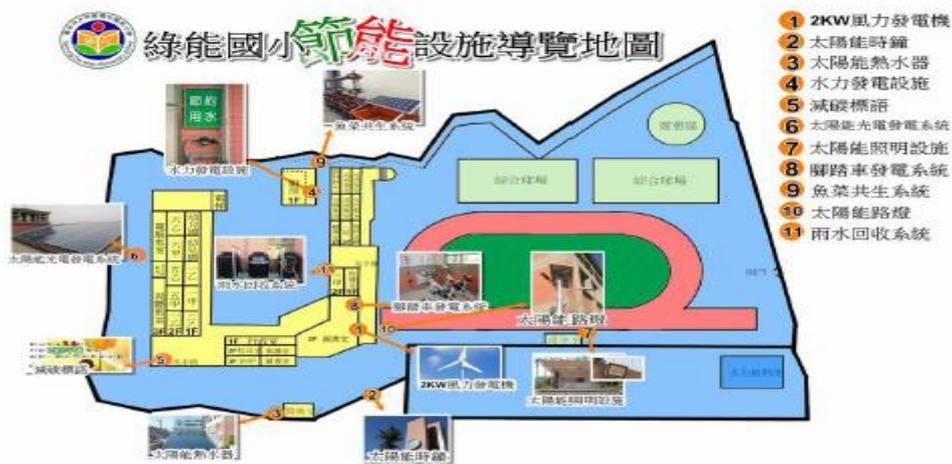


圖 5 題組式評量

105年十二年國民基本教育課程自然科學領域教學模組研發計畫

能量的旅行

版權所有

水力能



火力能



生質能



節能減碳愛地球



給小朋友的話：

你已經準備好要體驗本書的探究歷程了嗎？



透過這份教材，你將學習到能量的不同形態及轉換，對環境造成的影響，也希望你對綠色行動有所承諾與行動。



在探索[能量的旅行]課程中，你必須學會發現問題，提出你的想法，與學習的夥伴們共同去探索，運用五官去觀察、操作儀器去實驗，並且整理記錄去解析，試著解釋你所觀察到的自然現象，盡情感受發現科學的樂趣，並試著應用在日常生活動中！

讓我們懷抱好奇心、發揮想像力來發現能量在生活中的存在吧！



能量的旅行

活動一、生物從環境中獲取能量

我已經知道	經過本活動將學會	教學提示： <input type="checkbox"/> 教師提示教學目標，學生閱讀後打勾 V。
<input type="checkbox"/> 生活中有許多地方存在能量。	<input type="checkbox"/> 太陽是地球最主要的能量源。 <input type="checkbox"/> 各種能量間能相互轉換。 <input type="checkbox"/> 環境的改變會影響生態的平衡。 <input type="checkbox"/> 火力發電原理。	

能量從哪裡來？如何轉換？

教學提示：
引導學生討論時，最終能發現地球上能量來自太陽。

1-1 太陽是地球最主要的能量來源

任何物體的型態或性質改變都與能量有關，都需要能量。以人而言，吃飯、睡眠要消耗能量，開車或跑步同樣也要消耗能量。

教學提示：
介紹各式能量形式，且可互相轉換。



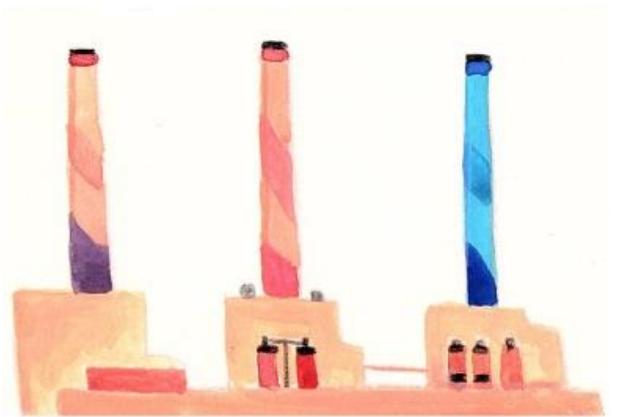
▲種植蔬菜（陽光+水）



▲養殖漁業（陽光+水+食物）



▲關建水庫（雨水+水力發電）



▲火力電廠（煤+火力發電）

想一想：能量轉換大發現

請同學將以下能量轉換的形式寫出來

位能、動能、電能、太陽能、熱能、化學能。

1. 蔬菜的成長，需要獲得什麼能量？能量轉換的歷程為何？

種植蔬菜：太陽照射(太陽能)→蔬菜生長(化學能-光合、呼吸作用)。

2. 魚類的生長，需要獲得何種能量？能量轉換的歷程為何？

教學提示：
太陽能→化學能。

養殖漁業：太陽照射(能)→藻類生長做為飼料(能)。

3. 人類闢建水庫進行發電，如何獲得能量？能量轉換的歷程為何？

闢建水庫進行發電：太陽照射水蒸發(能)→上升遇冷凝結成雲(能)
→降雨後，水由高處向下沖(能)→推動發電機(能)→進行發電
(能)。

教學提示：
太陽能→熱能→位能→動能→電能。(前段是水蒸發後下雨)

4. 人類建造火力電廠進行發電，如何獲得能量？能量轉換的歷程為何？

火力電廠： 。

教學提示：
太陽能→化學能→熱能→動能→電能。版權所有

5. 以你的上學方式，想一想，過程中能量轉換的歷程為何？

上學方式： 。

教學提示：
走路：太陽能→化學能→動能。搭車：化學能→動能。教師可比較能量轉換中製造出的空氣污染情形。

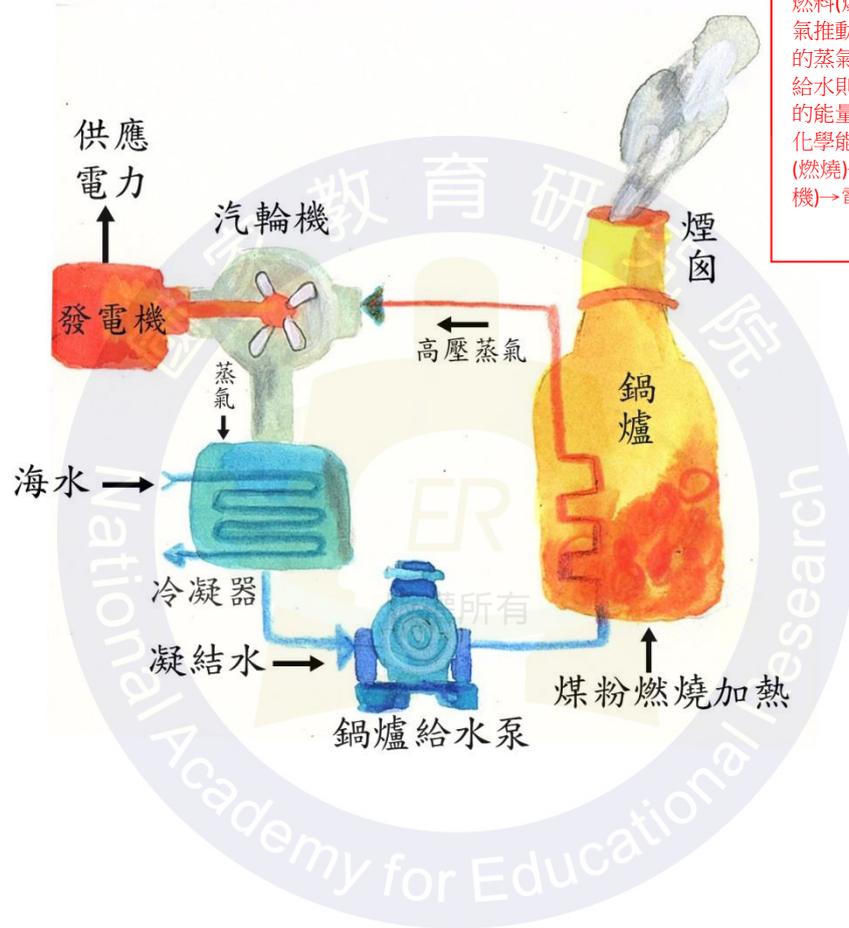
能有不同的形態，各形態之間可互相轉變，但總能量保持不變。我們現在取得石油的**化學能**（亦是來自古代的太陽能），燃燒變成**熱能**，再轉變成車子的**動能**等，整個過程事實上總能量並沒有改變，只是轉化成不同能量形式。種植甘蔗，是從太陽吸取最初的能量，轉化成化學能，將甘蔗壓榨出糖汁，經發酵的化學反應製成酒精，又是另一種化學能（酒精具有化學能），酒精可以經過不同途徑變成車輛的動能（如以酒精做為燃料），其總能量還是維持不變。

結論：

太陽是地球最主要的能量來源，透過能量轉換的歷程，形成不同的能量形式，供生物利用。

火力發電原理：

火力發電是利用煤、石油和天然氣等固體、液體、氣體燃料燃燒時產生的熱能，通過發電動力裝置轉換成電能的一種發電方式。



教學提示：
燃料(煤、石油、天然氣)，蒸氣推動汽輪機後發電，發電後的蒸氣需引進海水冷卻。鍋爐給水則可循環使用。火力發電的能量轉換過程為太陽能→化學能(煤石油天然氣)→熱能(燃燒)→動能(蒸氣推動汽輪機)→電能(發電機發電)。

能量轉換過程中造成那些環境改變？

1-2 獲取能量的作為

近年來，由於人口激增，人類的活動越來越頻繁，為了獲取生活所需的能量，我們有哪些作為？



▲開墾土地種植蔬菜



▲抽取地養殖水產



▲闢建水庫蓄水



▲建造發電廠發電

想一想：請同學寫出以下獲取能量的作為有何優缺點

1. 開墾土地種植蔬菜：_____

2. 抽取地下水養殖水產：_____

3. 闢建水庫蓄水：_____

4. 建造發電廠發電：_____

5. 個人上學方式：_____

教學提示：
學生的上學方式較多樣，可分類後發表。

教學提示：

分組討論第1題~第4題，共同討論第5題。

1.優點：增加糧食栽種面積，增加產量。

缺點：為了種植高冷蔬菜開墾山坡地有土石流危機、砍樹、破壞生物棲地等。

2.優點：增加糧食，漁獲穩定。

缺點：不當超抽地下水時會有地層下陷的疑慮。

3.優點：儲水、提供民生用水、灌溉、發電等。

缺點：破壞原有生物棲地，下游水量驟減。

4.優點：將骯髒的能源轉換為乾淨方便的能源來使用，發電成本低。

缺點：空氣汙染、排放溫室氣體等。

5.優點：能快速方便到達學校，搭乘大眾運輸工具減少空氣汙染，

騎自行車或步行有運動的機會等。

缺點：製造空氣汙染或流汗等。

動一動：開發智多星

教學提示：
動一動時，期望學生能感覺到人類的作為對環境有極大的影響。應謹慎為之。

開發智多星

發展的抉擇與平衡



動一動：材料

- 材料：巧拼(寫上動物生存資源：例如陽光、空氣、水、森林、原生植物等)、動物頭環、呼拉圈。
- 全班分成2組，每組選出一位開發者。
- 其餘同學每人1個巧拼、1個動物頭環。
- 將巧拼接合在一大塊，不可落單，鋪在地上。
- 每位同學站上該組巧拼



動一動 開發者的任務



- 1 當講師說開發的故事開始，砍樹，請拿走巧拼(森林)1塊，排廢氣，請拿走巧拼(空氣)1塊，以此類推...
- 2 等巧拼上的動物遷徙後，再進行動作，隨時注意動物是否掉出巧拼外
- 3 當因為開發造成的動物掉出巧拼外，即為動物遷徙或死亡，請將牠移至呼拉圈中。

版權所有

4

友善開發行為：鼓勵共乘，開發者將空氣巧拼再拼回來。

5

友善開發行為：雨水回收，開發者將水資源巧拼再拼回來。



討論

1. 當建造工廠時生物們及棲地環境將會面臨甚麼樣的考驗?當巧拼越來越少時，小動物有什麼感覺?做出友善開發的動作時又如何?
2. 若想節省水資源，應該怎麼設計?
3. 在工廠周圍種植大量與多樣化的樹木，環境有甚麼變化呢?
4. 建造雨水回收系統，這樣可以節省甚麼能源?
5. 希望員工搭乘公車，共乘或駕駛環保汽機車，是否能降低週遭空氣污染?



蓋廠房前...想一想...

會改變環境嗎?

會影響生態嗎?

跟文化有衝突嗎?

會用到水、電、能源嗎?

還有呢?



如果你是開發者，你會怎麼做?

結論：

獲取能量過程中，須秉持不過度開發環境，若開發程度超過環境負荷量時，將造成環境與生態間的失衡或物種的滅絕。因此，開發環境獲取能量之前應審慎進行評估。

小常識：

環境影響評估 (Environmental Impact Assessment) 簡稱環評 (EIA)，是針對所有新建設的工程，可能對環境的不利影響和需要採取的措施，預先進行評估，並徵求工程所在地居民和地方政府的意見，修改原計劃，直到取得一致意見再進行建設，其目的在減少項目開發導致的污染，以維護人類健康與生態平衡。

自我檢核

我學會了	我可以做什麼
<input type="checkbox"/> 太陽是最大能量源。 <input type="checkbox"/> 各種能量間能相互轉換。 <input type="checkbox"/> 環境的改變會影響生態的平衡。 <input type="checkbox"/> 火力發電原理。	<input type="checkbox"/> 我可以說出能量轉換的歷程。 <input type="checkbox"/> 我可以分析環境開發的優缺點。

活動二、能量來源的種類

我已經知道	經過本活動將學會
<input type="checkbox"/> 火力發電原理。 <input type="checkbox"/> 能量轉換的歷程。	<input type="checkbox"/> 可再生能源、不可再生能源。 <input type="checkbox"/> 新興能源。

能源有哪些種類？

能源是指各種能量的來源。具體而言，能源是指煤炭、焦炭、煤氣、原油、成品油、液化石油氣、天然氣、電、熱、生物質能和其他直接或通過加工、轉換而取得的各種資源。

2-1 不可再生能源



教學提示：

台灣的能源大都仰賴進口，四面環海的地形都靠船運輸。進口的國家：燃煤主要來自印尼及澳洲，其餘少部分則來自中國大陸、俄羅斯及美國。

▲煙煤或無煙煤



教學提示：

原油採購自中東國家含沙烏地、阿聯大公國、科威特、阿曼、伊朗及伊拉克等國與西非國家含安哥拉、迦納及奈及利亞等地區。

▲載滿石油產品的運油船



教學提示：

我國國內並無核燃料，原料鈾及轉化、濃縮和製造服務皆購自國外(澳洲、加拿大與英國)。

▲核能電廠



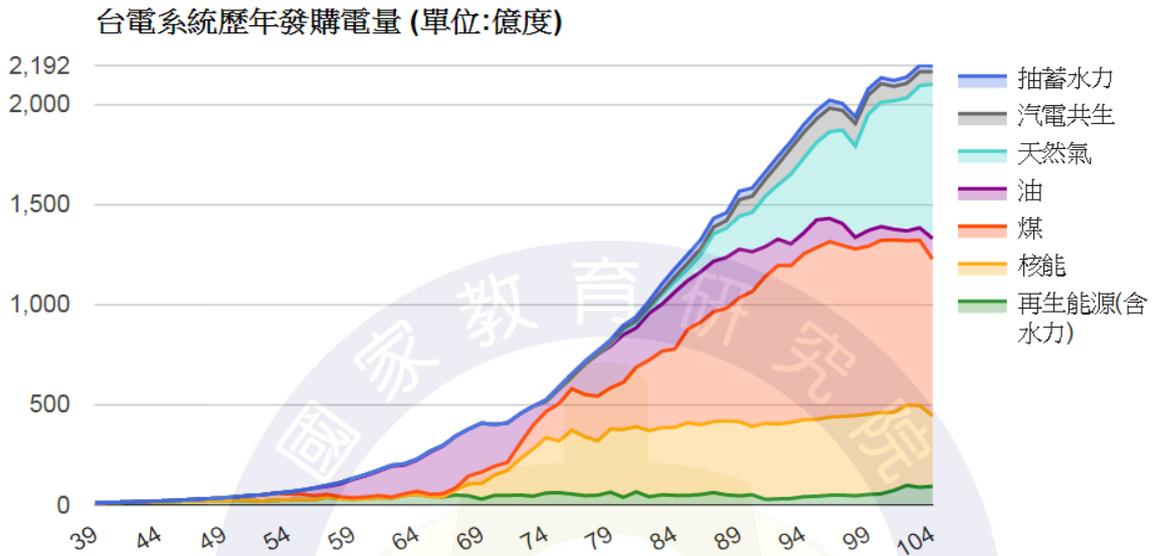
教學提示：

天然氣則主要來自卡達、馬來西亞、印尼及巴布亞紐幾內亞等。

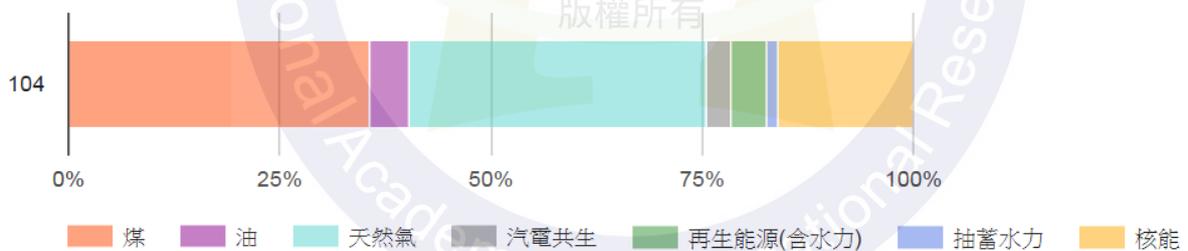
▲液化天然氣儲槽及 LNG 船靠岸輸氣

石油、煤、天然氣、核燃料等，形成速度極為緩慢，因此一旦耗盡，短時間內無法再生，稱為「不可再生能源」。

小常識：目前台灣電力(自發與民間購電)所使用的能源用量比。



104年電力構成比(點選上圖切換其他年分)

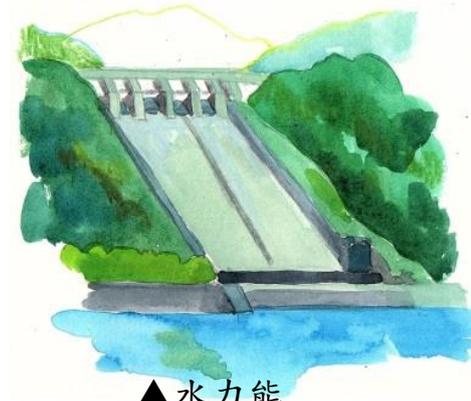


104年台電系統發購電量為2,191億度，其中火力發電量占比達78.4%，其中燃煤35.7%、燃油4.7%、燃氣35.1%、汽電共生2.9%（不含垃圾及沼氣），再生能源占比為4.2%（含水力及汽電共生中之垃圾及沼氣），抽蓄水力1.4%，核能為16.0%。

2-2 可再生能源



▲風能



▲水力能



▲太陽能



▲生質能

教學提示：

大部分的可再生能源其實都是太陽能的儲存。可再生能源除了以上附圖之外尚有海洋能、地熱能、潮汐等。

合理使用的情形下，可以自然成長或不斷循環利用的資源，例如陽光、空氣（風力）、水、動物、植物等，稱為「可再生能源」。

小常識：能源運用的進展

早期能源的開發與應用進展遲緩，大都停留在人力、獸力及自然力（水力、風力、太陽），如應用人類肌肉的力量，大自然的風力來推動帆船、水力來推動水車、獸力拉車等。陸續地發明了簡單的工具、機械，如滾輪、槓桿、滑輪等搬運貨物，節省人力。自從工業革命，蒸氣機發明之後，動力機械的應用更是發展神速，如汽油引擎、柴油引擎、電動馬達等。人類以水力、火力、核能等發電，產生最潔淨的電能供人類使用，進而開發新能源，如太陽能、地熱…等。

工具



機械、水車



電能



新能源



教學提示：

汽車燃料的應用隨著不可再生能源蘊藏量愈來愈少、氣候變遷等等因素，發展出油電混和車、電動車、氫燃料電池車等。氫燃料電池是一種能源直接轉換裝置，將化石燃料中的碳氫化合物化學能，經由觸媒及電催化的反應機制，直接轉換成電能。燃料電池利用氫氣與氧氣結合反應作用發電的原理。它是未來最優越的發電技術之一，不僅發電效率高，對環境的污染亦相當輕微。

請同學回答下列問題：

1. 哪些自然資源可以永續利用？哪些會逐漸耗竭？

教學提示：

永續利用：可再生資源，如太陽能、風力、水力、地熱、生質能等

逐漸耗竭：不可再生資源，如煤、石油、天然氣、頁岩油、頁岩氣等

2. 承上題，這些能源在運用上有什麼優缺點？

	可再生能源	不可再生能源
種類(舉例)		
優點	<div style="border: 1px solid red; padding: 5px;"> <p>教學提示： 太陽能 免運輸、免成本、低汙染 得看老天爺的厚愛</p> <p style="text-align: right;">煤 可釋放出相當多熱能 燃燒造成汙染</p> </div>	
缺點		

3. 人們使用這些會逐漸耗竭的能源，有哪些方法可以延長其使用期限？

教學提示：
 珍惜資源、節約能源、隨手關燈、搭乘大眾交通工具、多走路...等。

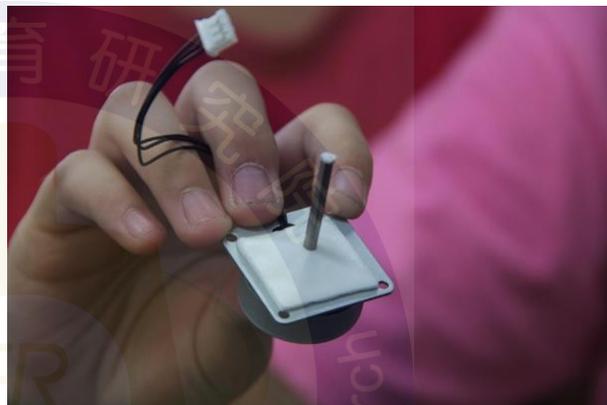
結論：

陽光、水、風、動物、植物和礦產等都是我們所仰賴的自然資源。能源種類可依其特性分為「可再生能源」、「不可再生能源」，但無論是哪一類能源，並非所有資源都是生生不息的，我們在使用時應「有限度」的來運用，才能延長能源運用的效期。

做一做：簡易風力發電機

在臺灣西部海岸及澎湖地區設置了許多大型風力發電機組，是近幾年政府大力推展綠色能源開發利用的作為，現在也讓我們自己動手做個簡單的風力發電機，體驗自然風力的妙用吧！

製作材料：600c.c 寶特瓶 2 支、泡綿膠帶、剪刀、熱熔膠槍、發電機組、LED 燈



1. 將泡綿膠帶黏貼於發電機背面。
2. 組合發電機組。



3. 於寶特瓶身上鑽一小孔。



4. 撕開泡綿膠帶，將發電機組黏貼於寶特瓶身上。



5. 以熱熔膠槍在發電機與寶特瓶交接處做補強。



6. 將 LED 燈固定於寶特瓶蓋上。



7. 將另一支寶特瓶上半部剪出 3 至 6 片做為扇葉。



8. 將剪成扇葉的寶特瓶瓶蓋處以熱熔膠與發電機組黏合。



完成簡易風力發電機後，到室外、窗邊或利用電扇測試發電效果。

9. 完成風力發電機。

想一想：

一、影響風力發電效果的因素有哪些？

教學提示：
風力強弱、扇葉大小、扇葉角度.....等。

二、你可以怎麼做，讓你的風力發電機得到更好的效果？

教學提示：
扇葉加大、每片扇葉角度成 45 度角。

三、完成簡易風力發電機使 LED 燈發亮，這樣的能量轉換過程為何？

風力能→(動)能→(電)能→(光)能。

自我檢核：

我學會了	我可以做到
<input type="checkbox"/> 再生能源與不可再生能源的差異。 <input type="checkbox"/> 製作簡易風力發電機。 <input type="checkbox"/> 能源得來不易。	<input type="checkbox"/> 多選擇可再生能源(太陽能、水力能、風力能等)做為動力來源。 <input type="checkbox"/> 在日常生活中節約能源。

活動三、能量轉換對環境的影響

我已經知道	經過本活動將學會
<input type="checkbox"/> 火力發電原理。 <input type="checkbox"/> 環境的改變會影響生態的平衡。	<input type="checkbox"/> 空氣污染的來源、影響。 <input type="checkbox"/> 落實空氣污染的防治。

人類運用能源進行能量轉換時，哪些行為會造成污染？

(以空氣污染為例)

3-1 產生空氣污染的原因

教學提示：
 能量轉換過程會產生很多形式的影響，本設計以空汙為例，學生提出不同的影響時，教師可依教學時間進行補充或討論。



▲工廠排放濃煙，造成能見度不佳，並可能含有有毒物質。

▲汽(機)車排放廢氣，增加環境中二氧化碳濃度



▲火力發電廠燃燒後產生大量的二氧化碳。



▲燃放大量鞭炮、紙錢，會造成能見度不佳，並可能因而產生有毒物質。

教學提示：
 引導學生討論時，可以說明空氣污染並非以有無異味來判斷。例如：一氧化碳、PM2.5 等。

清新的空氣使生物健康生長，汙濁的空氣卻會危害生物健康。能量轉換過程中有時會產生汙濁的空氣。請想一想，生活中的能量在轉換時，會產生哪些空氣污染的情形？

想一想：

教學提示：
依實際調查結果填寫，並與數學領域進行跨科教學。

1. 請調查今天班上同學上學方式並完成下表

方式	汽車	機車	大眾運輸	腳踏車	步行	其他	合計
能源種類	不可再生	不可再生	不可再生	可再生	可再生		
人數							
百分比							

2. 你上學方式的能量轉換過程中，會產生什麼樣的環境汙染？

教學提示：
汽機車：造成空氣汙染。自行車、步行：不會造成汙染。

3. 能量轉換的過程中，除了空氣汙染之外，還會產生那些汙染？

教學提示：
引導學生討論：
種植蔬菜使用農藥，會造成水汙染。
養殖業排放養殖廢水，會造成水汙染。
核電廠之冷卻水變熱，會造成熱汙染。

結論：

人類為使生活更便利、舒適，會運用各種不同形式的能量，如：動能、光能、熱能……等。為了使用這些能量形式，會透過一些方法，如燃燒、傳動、分解、重組……等，使能量形式轉換，在轉換的過程可能會產生我們非必要的能量形式或其它副產物，而這些副產物卻可能會造成環境的汙染。

能量轉換過程中產生什麼影響？該如何減少這些影響的產生？

(以空氣汙染為例)

教學提示：

空氣汙染的類型可讓學生進行討論，除課本內提到的亦可加入氟氯碳化物、臭氧層破洞之議題。

3-2 空氣汙染的影響及防治

燃燒化石燃料會產生硫氧化物、氮氧化物、細懸浮微粒(PM2.5)、二氧化碳……等，其中硫氧化物、氮氧化物會造成酸性沉降；細懸浮微粒(PM2.5)會造成人類呼吸道疾病發生；排放大量二氧化碳，導致地球溫室效應加劇，造成全球暖化。

為了防治空氣汙染，政府推行多項措施及政策，例如訂定空氣汙染防治法、辦理節能宣導、提高能源轉換效率、使用綠色能源、多種樹等，以降低日益嚴重的空氣汙染問題。



▲鼓勵自行車取代汽(機)車使用。



▲焚化爐的廢氣經處理後再排放。

小常識：為提高能量轉換效率，發展淨煤技術(Clean Coal Technology, CCT)

化石燃料因具有成本低廉、取得容易且應用技術成熟等優勢，持續在初級能源供應上扮演不可或缺的角色，但化石燃料燃燒卻會排放大量的溫室氣體，產生氣候變遷等負面影響，嚴重衝擊全球的生態環境。在所有化石燃料種類中，煤炭的碳排放係數最高，為了減少燃煤所排放的二氧化碳，各國致力於發展淨煤技術(CCT)，目的在提高燃燒效率、降低溫室氣體排放，深具發展潛力，且減少發電所排放的二氧化碳，成為全球減碳主要策略。

環境保護小高手

教學提示：
建議環境保護小高手之討論問題，可由「淨煤技術」的閱讀來尋找關鍵答案。

1. 空氣汙染造成的影響為何？

教學提示：
化石燃料燃燒卻會造成大量的溫室氣體排放，並導致氣候變遷等負面影響，例如全球暖化、海平面上升、極端氣候、疾病肆虐、經濟危機，嚴重衝擊全球的生態環境。

2. 淨煤技術的優勢為何？

教學提示：
具有高燃燒效率、低溫室氣體排放、削減發電所排放的二氧化碳。

教學提示：
透過第二題與第三題的討論，讓學生瞭解：生活中的各種環境議題都是一個選擇題，藉由引導在達到相同目的的同時，自己該如何選擇對環境最友善的方式。

3. 你可以選擇何種上學方式，來減少對環境的汙染？

教學提示：
具有高燃燒效率、低溫室氣體排放、削減發電所排放的二氧化碳。

結論：

欲減低獲取能量過程中所產生的空氣汙染，除了政府須明訂相關環境規範且民眾配合實施外，更須從日常生活中的細節做起，例如降低耗電行為、減少不必要的燃燒……等，才能有效減緩因汙染而造成的環境改變。

教學提示：
本結論以空汙為例，教師可依其教學內容或地區特性選擇其他主題。

自我檢核

我學會了	我可以做什麼
<input type="checkbox"/> 空氣汙染的來源及其影響。	<input type="checkbox"/> 分析能量轉換為環境帶來的影響。
<input type="checkbox"/> 空氣汙染防治的措施。	<input type="checkbox"/> 身體力行減少汙染的做法。

活動四、綠色行動

我已經知道	經過本活動將學會
<input type="checkbox"/> 人類改變自然環境獲取更多能量。 <input type="checkbox"/> 各種能量間能相互轉換。	<input type="checkbox"/> 生態保育的方式 <input type="checkbox"/> 低碳作為的實踐。 <input type="checkbox"/> 綠色生活的家電選擇。 <input type="checkbox"/> 能源等級的意義。

政府及民間團體採行的綠色行動有哪些？

4-1 生態保育的方式

教學提示：

先讓學生回憶在人類獲取能量及能量轉換過程中都會汙染環境，而介紹生態保育的方式，讓學生加深生態保育的必要性與重要性，並加入探討保育方式的原因。



▲ 復育瀕臨絕種的動、植物，例如台灣萍蓬草已成功復育。

教學提示：

雪霸國家公園亦正在復育櫻花鉤吻鮭。由於人類濫捕或因環境汙染導致棲地被破壞。



▲ 設置國家公園與自然保留區，例如位於台南市的臺江國家公園，即保有豐富的濕地生態，吸引許多候鳥和水鳥前來覓食、棲息。

由於人類在獲取更多能量的過程中，破壞了生物棲息的环境，使生物生存环境缩小，甚至导致部分动物、植物濒临绝种。为了恢复遭受破坏的环境，并保护自然生态，我们应该重视保育工作。你知道台湾目前还有哪些保育措施吗？



▲ 舉辦淨灘、淨山活動，減少汙染。

教學提示：

由於人類亂丟垃圾，累積在海灘或山林裡，造成垃圾汙染。教師可增加高汙染企業的綠色責任概念。例如台達電子工業，簡稱台達電，在多項產品領域居世界級重要地位。面對日益嚴重的氣候變遷議題，秉持「環保 節能 愛地球」的經營使命，運用電力電子核心技術，深耕「電源及零組件」、「能源管理」與「智能綠生活」三大業務範疇，同時，積極發展品牌，持續提供高效率且可靠的節能整體解決方案。



教學提示：

設置保留區，防止動、植物的天然棲地被過度開發或造成汙染，使生態失衡。

教學提示：

設置「野生動物保護法」禁止濫捕、濫殺野生動物。
 設置「森林法」禁止濫砍樹木、加強造林。

想一想

假設你是環保署長，你會推動什麼生態保育政策？為什麼？

假設我是環保署長，我會推動_____。

因為_____。

教學提示：

可藉由小組討論或個人發表方式，引導學生思考自己認為最必要推動的生態保育方式及其原因。

結論：

人類在獲取能量的同時，必須兼顧自然環境的保育，才能使環境中的能量轉換生生不息、永續利用。

生活中自己可採行的綠色行動有哪些？

4-2 綠色行動看標章

我們在生活中使用能量的同時，不僅消耗資源，同時也對環境造成破壞，因此除了積極發展應用可再生資源的技術之外，也要保護環境，才能讓地球上的生物永續生存。

在日常生活中，我們應該如何為保護環境盡一分心力？



教學提示：

圖示為產品過度包裝，造成垃圾量增加，引導學生購買時選擇大包裝，但亦注意使用量，否則易形成資源浪費，反而更不環保。

▲商品不需過度包裝



▲自備餐具、購物袋、茶杯。



▲選購有環保標章的產品。



▲選購有節能標章的產品。

延伸學習：環保標章與節能標章

環保標章：由行政院環境保護署所設計，象徵「可回收、低汙染、省電源」的綠色消費觀念。

節能標章：是由電源、愛心雙手和生生不息的火苗所組成的標章。貼有此標章的產品代表能源效率比國家認證標準高10~50%。

碳足跡標籤：一項勞動以及產品的整個生命週期過程所直接與間接產生的二氧化碳排放量。



小常識：能源效率標示的意義

節能等級為求方便性及一目了然，經濟部能源局將能源效率圖示化，能源效率等級越低，代表該產品在同級距之產品中，有較低能耗的表現。



注意：節不節能的產品不能光憑電功率來區別，須考量為達相同目的所使用之時間，例如在屋內開冷氣，功率較低的冷氣機要達低溫需要更久的時間，反之，高功率冷氣機則無需太久的時間則達到可冷房效果。因此，購買家電產品需考量產品需求性，勿太小或太大，以免造成不必要的能耗。

認識標章



我知道這是_____標示，能源效率等級越_____，代表該產品在同級距之產品中，有較_____能耗的表現（填高或低）。

教學提示：
建議教師進行「認識標章」時，能讓學生自行填寫後，再由教師公布解答。



() 標章 () 標章 () 標籤

請將家裡確實有做到的綠色行動打「V」

教學提示：
向學生說明本活動非計分，應確實勾選，
並鼓勵學生多思考其他能做到的行動。

項目	環保行為
食	<input type="checkbox"/> 1. 選用當季、當地蔬菜，減少碳足跡。 <input type="checkbox"/> 2. 自備環保餐具和杯子，減少使用免洗餐具。 <input type="checkbox"/> 3. 做好廚餘、垃圾分類，及資源回收。 <input type="checkbox"/> 4. 其他_____。
衣	<input type="checkbox"/> 1. 重複使用抹布、手帕，少用面紙、紙巾。 <input type="checkbox"/> 2. 將舊衣服修改後再使用，或轉送給需要的人。 <input type="checkbox"/> 3. 其他_____。
住	<input type="checkbox"/> 1. 選購有環保標章、節能標章的家電用品。 <input type="checkbox"/> 2. 隨手關燈、關水，並將不常用的插頭拔除。 <input type="checkbox"/> 3. 選擇充電電池取代一般乾電池。 <input type="checkbox"/> 4. 其他_____。
行	<input type="checkbox"/> 1. 多搭乘大眾交通工具，減少自行開車的機會。 <input type="checkbox"/> 2. 以爬樓梯取代搭電梯 <input type="checkbox"/> 3. 多走路或騎腳踏車，減少開車的機會。 <input type="checkbox"/> 4. 其他_____。
育樂	<input type="checkbox"/> 1. 外出遊玩會自備茶水、餐點，不製造垃圾。 <input type="checkbox"/> 2. 不棄養寵物，不捕捉野生動物回家。 <input type="checkbox"/> 3. 參與淨灘、淨山或社區綠化等環保活動。 <input type="checkbox"/> 4. 其他_____。

結論：

人類為了獲得某種能量，可以選擇不同能量轉換的方式，例如為了到達某地，人類可以汽機車或腳踏車或步行等方式獲得動能，達到目的。能選擇對環境最友善的方式來達成需求，便是一種「綠色行動」。

4-3 閱讀寫作~「能量運用的抉擇」

一、讀寫引導

人們為了生存與享有舒適的生活，需要獲取生活中所需的能量，而這些能量在轉換的過程中，又會產生一些對環境有影響的物質。如早上從家裡到學校，乘坐機車或汽車，在汽車行進中，需要燃燒汽油，而燃燒汽油又會排出一些二氧化碳及細懸浮微粒。晚上回到家，想要有冷氣可以吹、看電視、打電腦，這些電器用品也都需要耗電，在發電的同時，也會產生許多的汙染。發電與交通運輸工具的使用，已經成為溫室效應與空氣汙染的兩大因素。

課程中提到了幾種發電方式的優缺點，也提到了我們日常生活中，可以怎麼做以減少這些影響，因此本單元的讀寫就從這個目標切入。

第一段：可以先從當前地球的環境，遭遇到了什麼問題？這些問題可能會帶來哪些影響？（如健康、生活品質）。

第二段：可以說明，形成這些問題的原因是什麼？

第三段：為了解決地球目前遭遇的困境，但又要兼顧經濟發展，你會選擇使用哪種發電方式？請說明你的理由？（說明幾種發電方式的優缺點如火力、水力、太陽能、風力、核能…等）

第四段、你覺得在日常生活中，我們可以怎麼做，以達到節能減碳的目的呢？

二、參考資料-課程中各種發電方式的優缺點

發電方式	優點	缺點
水力發電	1. 水力為可再生能源，基本上無汙染。 2. 蓋水庫也可控制洪水泛濫，提供灌溉用水，改善河流航運。	1. 生態破壞：大壩以下水流侵蝕加劇，河流的變化，及對動植物的影響等。 2. 降水季節變化大的地區，少雨季節發電量少。
火力發電	1. 在台灣火力發電可以說是，主要的供電來源。發電成本較低。	1. 容易造成環境汙染，燃燒煤碳、柴油和天然氣一定會產生二氧化碳及廢氣。造成地球暖化和溫室效應的元兇。 2. 空氣汙染。
核能發電	1. 效率高，少量的鈾原料就能產生大量能源。 2. 不會產生二氧化碳，比起火力發電產生較少環境汙染。 3. 核能發電的燃料費用所佔的比例很低。	1. 核廢料仍然有相當高的輻射線，後續處理問題非常傷腦筋。 2. 安全性問題，因為一旦核能發電廠出事，引影範圍將非常廣大，影響時間也將非常久遠。 3. 核能電廠建廠成本非常高。
風力發電	1. 不須要燃料有風即可發電，所以沒有燃料問題。沒有空氣汙染、輻射或二氧化碳排等公害問題。 2. 建造費用較水力、火力或核能發電廠的建造費用便宜很多。	1. 沒風就不能發電，風小發電量不足，風力不穩定，風力和風向時常改變，能量無法集中。 2. 噪音大，對生態或景觀的破壞 3. 風很強的地方才有辦法建造風力發電。
太陽能發電	1. 太陽能是人類可以利用的最豐富的能源，到處都有的，是一種清潔的能源 2. 太陽能發電安全性 3. 在光照充足的地區（例如：太空向陽區、海洋、海岸、空曠岩...），太陽能的供	1. 太陽能的利用裝置必須具有相當大的面積。 2. 太陽能受氣候、晝夜的影響。太陽能受氣候、晝夜的影響很大。 3. 目前利用太陽能的各種技術，都具有成

	應源源不斷，使用過程不會產生環境污染。	本高的缺點，太陽能電板壽命有限，大約是10-30年。 4. 太陽能電板必須使用純度極高的半導體，在生產的時候必須消耗很大的能量，也會產生環境污染。
生質能發電	1. 生質的原料，可以說是取之不盡，用之不竭，隨處都是。 2. 減少廢棄物、垃圾、污水減輕自然環境的污染的。 3. 迅速：不需和石化燃料一樣經過八百萬年的作用才可使用。	1. 規模較小及原料儲存問題。 2. 轉換的成本太貴。 3. 有些能源，沒辦法立即迅速使用，像沼氣需要醞釀。 4. 考慮運輸和成本問題，使用地點限制大 5. 可能會有糧食排擠效應。

自我檢核

我學會了	我可以做什麼
<input type="checkbox"/> 生態保育的重要性。 <input type="checkbox"/> 如何落實低碳作為。 <input type="checkbox"/> 能源效率等級標示的意義。 <input type="checkbox"/> 選擇節能家電，落實綠色生活愛地球行動。 <input type="checkbox"/> 各種發電方式的優缺點。	<input type="checkbox"/> 我可以選購具有環保標章或節能標章的產品。 <input type="checkbox"/> 我可以選擇對環境最友善的做法。

參考資料：

1. 臺灣萍蓬草：photo by 潘立傑 <https://www.flickr.com/photos/plj/540475777>
2. 台江國家公園：photo by dennis <https://www.flickr.com/photos/dsjeans/8294245444>
3. 黑面琵鷺：By Cp9asngf (Own work) [CC BY-SA 3.0 (http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0)], via Wikimedia Commons

三、教學思考：**(學生用課本不呈現)**

地球的環境，已遭受到嚴重的迫害。溫室效應的影響，除了帶來海平面上升外，也導致極端氣候的發生，世界各國無不為此而努力，試圖延緩暖化情形的加劇，有鑑於此2014年12月聯合國第20屆氣候大會(COP20)，以利馬氣候談判為基礎，當中討論氣候變遷減緩、調適、財務、技術與能力建立等議題。包括有關「國家自主決定預期貢獻」的會談，這些自主決定的貢獻，是減少溫室氣體排放的承諾，被認為是達成低碳發展所必需。聯合國成員國必須在西元2015年3月至6月的期限內，提出其國家計畫，也就是說，全球新氣候協議若達成，全球溫室氣體排放減量基本態勢即抵定，我國雖非公約締約國，但我國2012年CO₂排放量占全球0.8%，位居24名，人均排放量10.95噸二氧化碳，排行全世界第20名，屬排放偏高國家之列，預期台灣必須提出，減少自己碳排放量的標準，並在逐年中實施，若在幾年後無法達到碳排放量的標準，將可能面臨歐盟的經濟制裁，抑或必須花費二千多億的金額購買碳的排放權(雖然台灣不是聯合國會員，但仍然必須遵守聯合國的規範)。

目前許多國家正因空氣污染所苦，台灣也是如此，由於發電與交通運輸工具，產生大量的PM 2.5微粒，嚴重威脅到人民的健康與空氣的品質。台灣空氣汙染嚴重，對4大慢性病

患者更是毒害！台灣大學公衛學院發現，去年(104年)全台 6281 人死於空氣中的細懸浮微粒 (PM2.5)。如何在經濟成長與環境變遷中取得平衡點，是我們該努力思考的方向。由於台灣每人的碳排放量，約是世界平均值的 3-5 倍，如何在生活中進行節能減碳，已是刻不容緩的議題，因此進行本課程教學。

首先提問學生，我們為什麼要上這個課程？接著播放 2014 環保署世界環境日主題影片「<https://www.youtube.com/watch?v=9B0MjVdJCnE> 一個地球一個機會 one earth one chance」及 <https://www.youtube.com/watch?v=MBaAtU1E2cI> 正負 2 度 C，接著問學生能源及能量的分別，並請學生舉出實例，說明耗竭性能源及非耗竭性能源的差異。

接著再介紹各種發電的方式，利用煤炭或天然氣燃燒後產生的水蒸氣，來推動發電機就叫做火力發電(化學能-熱能-動能-電能)，利用風力來推動發電機就叫做風力發電(動能-電能)，利用水力來推動發電機就叫做水力發電(位能-動能-電能)，發電的過程就是一種能量轉換的過程。再以影片 <https://www.youtube.com/watch?v=X2rxtiUxv3A> 都是為了一度電，及 <https://www.youtube.com/watch?v=qUGnUbdGAVQ> 一度電能做什麼呢？這兩部影片讓孩子了解，當我們在家中，電器用品插上插頭電就來了，其實背後是耗費了許多的資源與人力。也讓孩子理解何謂一度電，在生活中，我們可以怎麼樣節約能源。

目前台電的發電方式，火力發電大約佔了 78%，核能發電佔 18%，抽蓄水力發電佔 1.4%，再生能源佔 2.6%(風力、水力、太陽能)(資料來源 103 年台電各式發電所占百分比)，電費採累進稅率，又分為夏日電價及非夏日電價，以一般用電度數在 500 度以內的家庭，每度電費平均大約 2-3 塊多，而每生產一度電，就會排放約 0.5-0.7kg 的二氧化碳。台灣目前電力的主要來源，大多是燃煤，而燃煤產生的二氧化碳，又是所有發電方式中最高的，未來我們將要如何做，才能節能減碳呢？

課程中介紹現行的幾種發電方式，與學生討論其優缺點，然後請學生根據所學來決定，台灣未來要利用哪種方式發電？並說明理由？以解決能源問題。最後跟學生討論如何在日常生活中，從食、衣、住、行、育、樂等各個層面，來進行節能減碳呢？

四、深度閱讀教學

(一)延伸課程的提問與討論

1. 現在地球的環境遭遇到了什麼樣的危機？
2. 這些危機跟能源有什麼關係呢？
3. 什麼是能源？能源有哪些呢？什麼是能量？能量有哪些呢？
4. 什麼是耗竭性能源與非耗竭性能源呢？
5. 目前使用最廣泛的能量，是什麼能量呢？
6. 現行八種發電方式，各有什麼優缺點呢？
7. 日常生活中，我們可以怎麼做，以減少碳的排放量呢？

(二)延伸課程內容進行寫作——

針對目前幾種發電方式，試說明其優缺點？並說明台灣適合哪種發電方式？

第一段：可以先從當前地球的環境，遭遇到了什麼問題？這些問題可能會帶來哪些影響？(如健康、生活品質)。

第二段：可以說明，形成這些問題的原因是什麼？

第三段：為了解決地球目前遭遇的困境，但又要兼顧經濟發展，你會選擇使用哪種發電方式？請說明你的理由？(說明幾種發電方式的優缺點如火力、水力、太陽能、風力、核能…等)

第四段：你覺得在日常生活中，我們可以怎麼做，以達到節能減碳的目的呢？

未來的公民應具備基本的科學素養，並根據這些素養做出選擇，訓練學生具備判斷思考能力更為重要。

五、教學省思

在熱與我們的生活這個課程時，跟學生說明化石燃料的資源，有天將會用盡，且使用化石燃料會造成環境汙染等問題。有些學生很天真的回答說，沒有化石能源沒有關係，因為我們還有電啊！當下我就啼笑皆非，我就問學生電從哪裡來？學生回答從電力公司，那電力公司怎麼會有電呢？在他們的概念中，只要有電力公司就會有電，完全不知電力如何而來？國家的經濟發展與環境保護，基本上彼此是互相衝突的，當我們享受一日生活圈的同時，也代表我們需要大量的電力當成後盾，而生產大量的電力，又會嚴重汙染環境，因此能源政策一直是一個很嚴肅又兩難的議題。

各種的發電方式，都有它的優缺點也有它適用的環境，每個國家條件不一，因此適用的發電方式也不盡相同，如太陽能發電，大家會認為它是很環保的能源，但是在製造太陽能板時，使用許多酸、鹼性的液體，這些液體當然也會嚴重汙染我們的環境，因此如何找出並決定，最適合我們國家的能源，並減少對環境的衝擊，是當務之急。除此之外台灣的電價費用，從來就不是一個經濟問題，若是經濟問題，我們會根據成本概算後，訂定出合理的電價公式，而非被政治所左右。台灣目前的電價是全世界第三低的國家，而綠能做得最好的國家(德國)一度電要 11.8 元左右(根據台電世界各國電價表)。

政府的能源政策一直反覆搖擺不定，又因民粹的影響，導致人民常常見樹不見林，因此培養學生具有思考判斷的能力，就特別重要，透過課程學習與師生討論，及查閱相關資料，讓學生自己決定，未來他們想使用，哪一種的發電方式，當然享受用電的便利之時，連帶著也要思考該付出的代價。

未來的能源政策，不外乎開源(開發新能源)與節流(提高現有能源的利用效率)，如何尋找各種乾淨的新能源，或是從現有火力發電著手，如何讓發電的效率提高，及廢熱的再生利用，以減緩碳的排放量，是我們努力的目標。目前我們也可從食、衣、住、行、育、樂等各個層面，積極節能減碳，以善盡地球公民的責任，為地球永續盡一份心力。

伍、高年級評量題組

課程：人類從環境中獲取不同的能量，獲得與運用之後的利弊得失。

試題舉例（一）----

根據環保署酸雨調查報告，台灣地區每年每公頃土地平均降下的硫酸量超過五十公斤，是美國地區的二到三倍。降雨的酸鹼值低於五點六（ $\text{PH}<5.6$ ）就稱為酸雨。台北的降雨有百分之八十九是酸雨，居全國榜首，高雄的降雨，有百分之八十，台中、台東則有百分之五十的降雨是酸雨，墾丁酸雨最少，只有百分之十。這顯示台灣大都市和工業區出現酸雨的情形非常普遍。整體而言，台灣大部份地區春季是全年酸雨最嚴重的月份。所以，在這個季節，雨天外出時，一定要記得使用雨具喔。

造成雨水酸化的主要原因是大型煉油廠和火力發電廠燃燒時會排放二氧化硫；而汽、機車所排放一氧化氮和二氧化氮，都是造成污染的主因。除了產生汙染源眾多外，大陸燃煤製造的汙染物透過季風長距離輸送到台灣也是重要的原因。

酸雨流入水庫，造成水質的酸化，使水中生物死亡，也會刺激皮膚和眼睛與影響人類飲用水的安全。此外酸雨會腐蝕大理石，使許多暴露在外的鐵器生鏽。造成建築物，如大樓、橋墩的毀損。
（參考資料：台灣酸雨資訊網）



請根據本文，回答下列問題：

1. 台灣哪個城市的酸雨最嚴重？（ ）
2. 台灣哪個季節的酸雨最嚴重？（ ）
3. 酸鹼值低於多少才能稱為酸雨？（ ）
4. 酸雨的成因有哪些？寫出三個。
5. 說出二種降低酸雨危害方式
6. 你想知道你居住的地區（大甲）的酸雨嚴不嚴重，你可以怎麼檢驗？請詳細說明你的檢驗方式。



柒、教學簡案與素養檢核表

高年級能量課程—能量的旅行

活動名稱	教學目標	教學活動	學習領域重點			核心素養
			學習內容 (或跨科概念)	學習表現		
				探究能力	科學的態度與本質	
1-1 太陽是最大能量源	<ol style="list-style-type: none"> 1. 太陽是最大能量源。 2. 各種能量間能相互轉換。 3. 火力發電原理。 4. 從日常經驗中，進行能量型態轉換分析。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 介紹人類各種從環境中獲取能量的例子(10分)。 2. 能量轉換大發現：分組討論能量轉換形式，並上台發表各組討論內容(20分)。 3. 總結能量轉換過程中，大部分可回推至太陽能(2分)。 4. 延伸學習：火力發電原理及能量轉換形式(8分)。 	物質與能量 INa-III-5 不同種類的能源與形態的能量可以相互轉換，但總量不變。 【評量方式：小組討論及報告】	tr-III-1 能將自己及他人所觀察、記錄的自然現象與習得的知識互相連結，察覺彼此間的關係，並提出自己想法及知道與他人的差異。 【評量方式：小組討論及報告】	ah-III-1 利用科學知識理解日常生活觀察到的現象。 【評量方式：小組討論及報告】	自-E-A1 能運用五官，敏銳的觀察周遭環境，保持好奇心、想像力持續探索自然。 【評量方式：創意讀寫】
1-2 獲取能量的作為	<ol style="list-style-type: none"> 1. 環境的改變會影響生態的平衡。 2. 能分析獲取能量各種作為的優缺點。 3. 從日常經驗中，進行通學方式之行動作為的優缺點。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 介紹人類各種從環境中獲取能量的作為有哪些？(10分)。 2. 想一想：前四題採分組討論方式進行獲取能量有何優缺點？並讓學生上台發表(20分)。 3. 想一想：第五題依據個別不同的方式回答，並依時間許可，點若干人進行發表(10分)。 4. 開發智多星遊戲規則解說(5分)。 5. 開發智多星遊戲進行(25分)。 	物質與能量 INa-III-10 在生態系中，能量經由食物鏈在不同種間流動與循環 【評量方式：課堂問答】 交互作用 INe-III-12 生物的分布和習性，會受環境因素的影響；環境改變也會影響生存於其中的物種類。 【評量方式：活動評量】	po-III-1 能從學習活動、日常經驗及科技運用、自然環境、書刊及網路媒體等察覺問題。 【評量方式：小組討論及報告】	ah-III-1 利用科學知識理解日常生活觀察到的現象。 【評量方式：小組討論及報告】	自-E-C1 培養愛護自然、珍愛生命、惜取資源的關懷心與行動力。 【評量方式：創意讀寫】

		6. 總結：開發程度與環境保育的責任(10分)。				
2-1 不可再生能源	<ol style="list-style-type: none"> 1. 認識不可再生能源。 2. 了解不可再生資源一旦用盡，短時間內無法再生。 3. 認識台灣能源消耗所使用的能源用量比。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 介紹各種能源種類與分類。(10分) 2. 各種不可再生能源外觀與用途。(15分) 3. 台灣使用的能源來自哪裡？使用量的多寡？(15分) 	資源與永續性 INg-III-5 能源的使用與地球永續發展息息相關。【評量方式：課堂問答】	pa-III-1 能分析比較、製作圖表、運用簡單數學等方法，整理已有的資訊或數據。【評量方式：課堂問答】	ah-III-1 利用科學知識理解日常生活觀察到的現象。【評量方式：課堂問答】	自-E-A2 能運用好奇心及想像能力，從觀察、閱讀、思考所得的資訊或數據中，提出適合科學探究的問題或解釋資料，並能依據已知的科學知識、科學概念及探索科學的方法去想像可能發生的事情，以及理解科學事實會有不同的論點、證據或解釋方式。【評量方式：創意讀寫】
2-2 可再生能源	<ol style="list-style-type: none"> 1. 認識可再生能源。 2. 能源運用的進展，並找出延長能源使用期限的方法。 3. 可再生能源實作。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 引起動機(太陽能電動車競賽影片)(7分) 2. 介紹能源運用的進展。(5分) 3. 各種可再生能源外觀與用途(10分)。 4. 尋找更好的替代能源之外，提升能源使用效率？生活中各種節約小習慣介紹(10分) 5. 介紹簡易發電機發電原理(8分) 6. 操作流程解說 PPT(5分) 7. 實作(25分) 8. 測試調整與競賽(10分) 	資源與永續性 INg-III-5 能源的使用與地球永續發展息息相關。【評量方式：實作評量】	pa-III-1 能分析比較、製作圖表、運用簡單數學等方法，整理已有的資訊或數據。【評量方式：實作評量】	ah-III-1 利用科學知識理解日常生活觀察到的現象。【評量方式：實作評量】	自-E-A2 能運用好奇心及想像能力，從觀察、閱讀、思考所得的資訊或數據中，提出適合科學探究的問題或解釋資料，並能依據已知的科學知識、科學概念及探索科學的方法去想像可能發生的事情，以及理解科學事實會有不同的論點、證據或解釋方式。【評量方式：實驗記錄】
3-1 空氣汙染	<ol style="list-style-type: none"> 1. 認識空氣汙染的來源、影響。 2. 從日常經驗中， 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 介紹能量轉換時，會造成空氣汙染的原因有哪些？(15分)。 	改變與穩定 INd-III-2 人類可以控制各種因素來	po-III-1 能從學習活動、日常經驗及科技運	ah-III-2 透過科學探究活動解決一部分生活週	自-E-A2 能運用好奇心及想像能力，從觀察、閱讀、思考

的來源	分析通學方式之污染類型。	2. 想一想：採全班調查、個人填答即小組討論等方式進行，並依時間許可點選若干人進行分享(20分)。 3. 結論(5分)。	影響物質或自然現象的改變，改變前後的差異可以被觀察，改變的快慢可以被測量與了解【評量方式：課堂問答】	用、自然環境、書刊及網路媒體等察覺問題。【評量方式：小組討論及報告】	遭的問題。【評量方式：小組討論及報告】	所得的資訊或數據中，提出適合科學探究的問題或解釋資料，並能依據已知的科學知識、科學概念及探索科學的方法去想像可能發生的事情，以及理解科學事實會有不同的論點、證據或解釋方式。【評量方式：創意讀寫】
3-2 空氣污染的影響及防治	1. 知道空氣污染的影響及防治。 2. 從日常經驗中，身體力行的選擇減少污染的作法。	1. 介紹空氣污染的影響類型(10分)。 2. 介紹空氣污染的防治措施(10分)。 3. 小常識：讓學生自行閱讀摘錄重點(5分)。 4. 環境保護小高手：依據小常識內容，採小組討論方式討論第1、2題，並進行小組分享，第3題讓學生各自作答並分享(10分)。 5. 結論(5分)。	改變與穩定 INd-III-2 人類可以控制各種因素來影響物質或自然現象的改變，改變前後的差異可以被觀察，改變的快慢可以被測量與了解【評量方式：課堂問答】	po-III-1 能從學習活動、日常經驗及科技運用、自然環境、書刊及網路媒體等察覺問題。【評量方式：課堂問答】	ah-III-2 透過科學探究活動解決一部分生活週遭的問題。【評量方式：小組討論及報告】	自-E-C1 培養愛護自然、珍愛生命、惜取資源的關懷心與行動力。 【評量方式：創意讀寫】
4-1 生態保育的方式	1. 知道政府及民間生態保育的方式。 2. 能分析最必要推動的生態保育方式	1. 介紹生態保育的方式(10分)。 2. 想一想：運用角色扮演方式推想推動生態保育政策及理由並相互分享(25分)。 3. 結論(5分)。	資源與永續性 INg-III-7 人類行為的改變可以減緩氣候變遷所造成的衝擊與影響【評量方式：課堂問答】	ti-III-1 能運用好奇心察覺日常生活現象的規律性會因為某些改變而產生差異，並能依據已知的科學知識科學方法想像可能發生的事情，以察覺不同方法，也常能做出不同的成品。【評量方式：	ah-III-2 透過科學探究活動解決一部分生活週遭的問題。【評量方式：小組討論及發表】	自-E-C1 培養愛護自然、珍愛生命、惜取資源的關懷心與行動力。【評量方式：創意讀寫】

<p>4-2 綠色 行動 看標 章</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 認識能源效率等級標示的意義。 2. 能選擇節能家電落實綠色生活愛地球行動。 3. 能選擇對環境最友善的做法。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 介紹生活中可行的綠色行動方法(15分)。 2. 採分組討論方式探討綠色行動的背後原因並上台發表(15分)。 3. 延伸學習:介紹常見的環保與節能標章(10分)。 4. 小常識:介紹能源效率等級的意義(15分)。 5. 認識標章練習 (10分)。 6. 綠色行動檢核表(10分)。 7. 結論(5分)。 	<p>資源與永續性 INg-III-7 人類行為的改變可以減緩氣候變遷所造成的衝擊與影響【評量方式:小組討論及發表】</p>	<p>小組討論及發表】 ti-III-1 能運用好奇心察覺日常生活現象的規律性會因為某些改變而產生差異，並能依據已知的科學知識科學方法想像可能發生的事情，以察覺不同方法，也常能做出不同的成品。【評量方式:課堂問答】</p>	<p>ah-III-2 透過科學探究活動解決一部分生活週遭的問題。【評量方式:小組討論及發表】</p>	<p>自-E-C1 培養愛護自然、珍愛生命、惜取資源的關懷心與行動力。【評量方式:創意讀寫】</p>
<p>4-3 創意 讀寫</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 能以文章寫作或其他創作，表達物質的形態會因溫度的不同而改變。 2. 在創作中需運用想像力與好奇心，了解及描述自然環境的現象。 3. 從創作中發現創造和想像是科學的重要元素。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 閱讀表列 8 種發電方式(8分)。 2. 引導說明當前地球環境問題(5分)。 3. 分析各種發電方式的優缺點，並以作文形式，分段寫出前因後果，以及日生活中可行的辦法(27分)。 	<p>資源與永續性 INg-III-5 能源的使用與地球永續發展息息相關 INg-III-7 人類行為的改變可以減緩氣候變遷所造成的衝擊與影響【評量方式:創意讀寫】</p>	<p>tc-III-1 能就所蒐集的數據或資料，進行簡單的紀錄與分類，並依據習得的知識，思考資料的正確性及辨別他人資訊與事實的差異。【評量方式:創意讀寫】</p>	<p>an-III-1 透過科學探究活動，了解科學知識的基礎是來自於真實的經驗和證據。【評量方式:創意讀寫】</p>	<p>自-E-A2 能運用好奇心及想像能力，從觀察、閱讀、思考所得的資訊或數據中，提出適合科學探究的問題或解釋資料，並能依據已知的科學知識、科學概念及探索科學的方法去想像可能發生的事情，以及理解科學事實會有不同的論點、證據或解釋方式。自-E-C3 透過環境相關議學習，能了解全球自然環境的現況與特性。【評量方式:創意讀寫】</p>

捌、試教成果

一、試教情形



試教過程



試教過程



試教過程



教學活動



試教過程



試教後檢討會議

二、創意讀寫成果

能量的旅行-寫作引導單

題目：

針對目前八種發電方式，試說明其優缺點？並說明台灣適合哪種發電方式？

1. 當前地球的環境，遭遇到了什麼問題呢？全球暖化 氣候變遷
2. 為了解決地球目前遭遇的困境，但又要兼顧經濟發展，你會選擇使用哪種發電方式？為什麼呢？（說明八種發電方式的優缺點）
3. 你覺得在日常生活中，我們可以怎麼做，以達到節能減碳的目的呢？

新聞最近常常報導，地球氣候異常，全球暖化，是一個非常嚴重的問題，但是原因卻是發電，企業人民造成的。如果不發電，人們就沒電用，經濟也可能會停擺等.....問題。

如果使用潮汐發電，問題可以減少很多。潮汐能它是可再生能源，不會污染環境不影響生態平衡；發電穩定，不受氣候水文豐水期、枯水期；也不需把土地佔出，不會發生人口遷移、淹沒農田、蓋水壩等.....問題。雖然台灣四面環海，但是大多都是港口，有些海灘也不適合，如果適合我會努力往這方面發展，也對自然環境比較好。

在日常生活中，我們可以減少用電量，例如：

隨手關火燈、把不用的插頭拔掉等...。公司也可以，例如：提倡共乘可以停比較近的車位.....等。

相信努力的結果，可以幫助地球暖化的危機。

能量的旅行-寫作引導單

題目：

針對目前八種發電方式，試說明其優缺點？並說明台灣適合哪種發電方式？

1. 當前地球的環境，遭遇到了什麼問題呢？
2. 為了解決地球目前遭遇的困境，但又要兼顧經濟發展，你會選擇使用哪種發電方式？為什麼呢？（說明八種發電方式的優缺點）
3. 你覺得在日常生活中，我們可以怎麼做，以達到節能減碳的目的呢？

地球近來遭到人為的破壞，引起了許多問題和危機，例如：溫室效應、生態破壞、環境污染、臭氧層日漸稀薄、許多生物逐漸減少等等。現在人類已經發覺，大自然已經正在反抗我們了。於是，人們正在開發新的替代不可再生能源，其中我覺得最好的能源是太陽能。因為太陽能不論你在什麼地方都可以使用，不需運用到運輸工具，也不會增加排放二氧化碳。太陽能並不像核能發電一樣，具有高度的爆炸危險性，它是一種安全、乾淨的綠色能源。不過，不管是什麼樣的能源，都一定會有缺點的。太陽能板的面積非常大，裝設不易，太陽能只能在白天發電，有時候陰天還沒有太陽，所以太陽能的供電量並不穩定。太陽能現在所擁有的技術所需要的成本全部都很高，而且太陽能板的壽命只有十~到二十年的時間。雖然太陽能有許多缺點，但是我仍然喜歡太陽能。我們要做好節能減碳。

例如：隨手關熄火燈、做好垃圾分類、減少用電、冷氣到30°以上才開、多搭乘大眾運輸工具……等，讓我們所居住的地球，盡自己最大的力氣，來把地球變回原本的地球。



能量的旅行-寫作引導單

題目：

針對目前八種發電方式，試說明其優缺點？並說明台灣適合哪種發電方式？

1. 當前地球的環境，遭遇到了什麼問題呢？
2. 為了解決地球目前遭遇的困境，但又要兼顧經濟發展，你會選擇使用哪種發電方式？為什麼呢？（說明八種發電方式的優缺點）
3. 你覺得在日常生活中，我們可以怎麼做，以達到節能減碳的目的呢？

現在地球^{到了}遭遇全球暖化、溫室效應、氣候變遷、糧食短缺...等等的問題

所以為了解決地球目前遭遇到的困境，人類不得以要另外在找尋替代能源。

我認為目前台灣最適何的發電方式是「水力發電」，因為他是可再生能源，可以重覆利用，而且無汙染，成本低，他可以控制洪水泛濫，提供灌溉用水，改善河流航運。

但是，水力發電也有缺點，就是，他會讓大壩以下水流侵蝕加劇，以及河流的變化和對種植物的影響，而且他的基礎建設投資大，少雨季節的發電量小。

還有一種發電方式，就是「生質能發電」，他的好處是他可以減少對石油類能源的依賴，有助於能源自給，他可以說是取之不盡用之不竭的能源，而且他還可以減少廢棄物、垃圾、污水，減輕自然環境的污染，但他也是有缺點的，就是他的發電量小，原料儲存的問題，而且他轉換的成本太貴，時間太長，無法立即迅速使用，他的運輸、天候、種植收割、物種限制，也成為了一個極大的問題。

但這些發電方式，目前在台灣還沒有很發達，所以台灣

good!

只能,用比較不好的發電方法發電,所以保護地球,只能先從我們的日常生活做起,像是,隨手關燈,關水,以及少開車,多走路,假日時,多出去走走,不要整天在家裡看電視,玩電腦,還有多做資源回收,不亂丟垃圾,不讓我們居住的家園受到破壞,所以我們要好好的愛護,地球,不要讓它變成一個受到污染的地方。

98 5/4

三、會議紀錄

國家教育研究院課程及教學研究中心
「105 年十二年國民基本教育自然科學領域教學模組研發計畫」
國小組(臺中團隊)高年級第 1 次試教檢討會議紀錄

時間：105 年 5 月 5 日（星期四）上午 10 時 00 分

地點：臺中市大甲區德化國民小學會議室

記錄：吳佳霓教師

與會人員：臺中市大甲區德化國民小學李永烈校長、臺中市大甲區德化國民小學林鴻仁退休教師、臺中市大甲區德化國民小學掌慶怡輔導主任、臺中市大甲區德化國民小學王建仁總務主任、臺中市大甲區德化國民小學吳佳霓教師、臺中市大甲區華龍國民小學李順興主任

- 試教者：掌慶怡主任
- 試教對象：德化國小六年級學生
- 試教時間：105 年 5 月 5 日 8：40 分到 10 點 10 分(兩節課)
- 授課單元：活動 1-生物從環境中獲取能量(如附件一)

今日試教狀況，提請討論：

1. 1-1 與 1-2 多加一個延伸題目，用學生的生活經驗讓他去探討能量轉換的過程，結合日常生活。1-1 題如：「以你個人上學方式為例，探討其能量轉換的歷程」。1-2 題如：「以你上學方式為例，探討能量轉換過程中所造成的環境成本。」
2. 分組討論的時候，不用每組都討論一樣的問題，譬如有四個題目，就讓每組去分配，每組一題，之後再上台發表，這樣上課的時間可以多一些。
3. 課本文字跟圖片的框線，會讓閱讀起來像是被切割了，其實是一個完整的活動，所以建議可以把文字跟圖片中的隔線隱藏起來。
4. 小常識的部分往後放，結論往前提。
5. 建議在小常識的部分，多加煤與石油的來源。
6. 在想一想的部分，一件事情發生都會有正反兩面，除了讓學生分析環境開發會造成環境危害之外，是否也讓學生分析環境開發的優點。環境總體檢改為「請同學將以下環境開發的優缺點寫出來。」

國家教育研究院課程及教學研究中心
「105 年十二年國民基本教育自然科學領域教學模組研發計畫」
國小組(臺中團隊)高年級第 2 次試教檢討會議紀錄

時間：105 年 5 月 9 日（星期一）下午 2 時 10 分

地點：臺中市大甲區德化國民小學會議室

記錄：吳佳霓教師

與會人員：臺中市大甲區德化國民小學李永烈校長、臺中市大甲區德化國民小學林鴻仁退休教師、臺中市大甲區德化國民小學王建仁主任、臺中市大甲區德化國民小學掌慶怡輔導主任、臺中市大甲區德化國民小學吳佳霓教師

- 試教者：掌慶怡主任
- 試教對象：德化國小六年級學生
- 試教時間：105 年 5 月 9 日 1：30 分到 2 點 10 分(一節課)
- 授課單元：活動 2-1 不可再生能源(如附件一)

今日試教狀況，提請討論：

1. 圖說的描述文字需要修改，重點應該是原料，如：「原料(煤)儲存場」應該為「在儲存場裡的煤」，「載滿石油產品的運油船正停泊在港口」應改為「正停泊在港口載滿石油產品的運油船」。
2. 本課的重點為能量能源，似乎有些跑題，建議課堂上補充的東西可以直接寫在圖說，或是延伸閱讀，讓課堂談能源運用的部分，我們會甚麼會用這個東西(原料)，這個在我們生活當中我們會拿來做甚麼?目的在於讓學生了解這些原料的特性是屬於不可再生能源，短時間無法再生。
3. 今天課堂上學生有提起 92、95 油的問題，或許可以考慮放在延伸閱讀。
4. 核燃料的圖片應該改為核能發電廠，如果照原本這張圖會讓人將重點放在核燃料的過程。
5. 考慮整個活動二的流暢性，下次課本修改方向，應該可以將「可再生能源」先放到活動一，然後再提「不可再生能源」，接後面的能量的耗竭與氫燃料電池車。
6. 「能源是指各種能量的來源。具體而言，“能源是指煤炭、原油、天然氣、電力、焦炭、煤氣、熱力、成品油、液化石油氣、生物質能和其他直接或通過加工、轉換而取得有用的各種資源。」這段話應該放在「能源是什麼？能源從哪裡來？」標題的下方。而活動 2-1 不可再生能源就只要放「石油、煤、天然氣、核燃料等，形成速度極為緩慢，因此一旦耗盡，短時間內無法再生，稱為不可再生能源。」這樣比較恰當。

國家教育研究院課程及教學研究中心
「105 年十二年國民基本教育自然科學領域教學模組研發計畫」
國小組(臺中團隊)高年級第 3 次試教檢討會議紀錄

時間：105 年 5 月 12 日（星期四）下午 2 時 10 分

地點：臺中市大甲區德化國民小學會議室

記錄：吳佳霓教師

與會人員：臺中市大甲區德化國民小學李永烈校長、臺中市大甲區德化國民小學林鴻仁退休教師、臺中市大甲區德化國民小學王建仁主任、臺中市大甲區德化國民小學掌慶怡輔導主任、臺中市大甲區德化國民小學吳佳霓教師

- 試教者：王建仁主任
- 試教對象：德化國小六年級學生
- 試教時間：105 年 5 月 12 日 2 點 10 分至 2 點 50 分(一節課)
- 授課單元：活動 2-2 可再生能源(如附件一)

今日試教狀況，提請討論：

試教者：

1. 這節課上課的重點是哪些是可再生能源，首先先讓學生了解可再生能源的定義與種類。另外要跟能量大概念結合，在上課的過程中，去回溯風力能是由甚麼能轉換成甚麼能，能量轉換也是在活動一一直提起的一個觀念，只是藉由活動二的課程讓學生再去逆推回去，最後讓學生知道能量最上位的概念就是太陽。
2. 除此之外，這節課另外要培養情意的部分，要讓學生看待環境的議題，需要會去做優缺點的分析，如：「可再生能源雖然好，但為何現在仍不能完全取代？」等提問。

觀課者：

1. 原本今日的上課重點在討論的第二題，但是後來發現時間的問題比較沒辦法發揮。
2. 因為德化的學生對能源這塊的知識是比較充足的，考量在其他學校這份教材的適用性，可能需要在圖說跟延伸閱讀的部分再多加些補充，這樣對未來的推動會比較有利。
3. 延續活動一，討論的部分都額外再加上一題：「以上學的方式為例……」回到學生的生活圈，來探討這個過程中使用能量的狀況。
4. 分組討論讓每組都討論不一樣的題目，上台分組發表會比較更節省時間。
5. 課程還是比較偏向對能源的分類，大概念的串連性不夠。
6. 上課所觀看的生質能影片部分，對國小學生來說是否太難？

國家教育研究院課程及教學研究中心
「105 年十二年國民基本教育自然科學領域教學模組研發計畫」
國小組(臺中團隊)高年級第 4 次試教檢討會議紀錄

時間：105 年 5 月 19 日（星期四）下午 1 時 30 分

地點：臺中市大甲區德化國民小學會議室

記錄：吳佳霓教師

與會人員：臺中市大甲區德化國民小學李永烈校長、臺中市大甲區德化國民小學林鴻仁退休教師、臺中市大甲區德化國民小學王建仁主任、臺中市大甲區德化國民小學掌慶怡輔導主任、臺中市大甲區德化國民小學吳亭頤教學組長、臺中市大甲區德化國民小學吳佳霓教師、國家教育研究院曾祥榕商借教師。

- 試教者：掌慶怡主任
- 試教對象：德化國小六年級學生
- 試教時間：105 年 5 月 19 日 1 點 30 分至 2 點 50 分(二節課)
- 授課單元：活動 3、空氣汙染與防治

今日試教狀況，提請討論：

試教者：

1. 原本空氣汙染會只侷限在我們自己生活周遭，剛好提到的蝴蝶效應可以讓學生知道空氣汙染不只在生活周遭也會影響到全部的狀況。
2. 減少的部分因為我發揮得比較少，所以課程時間還可以補充些台達電的部分，這部分原本是要在下一節課的綠生活做補充。

觀課者：

1. 當初設計重點在於能量轉換時所產生的環境汙染，如同掌主任所說的環境汙染的種類有很多，當初編列空氣汙染為主題，是考量到從火力發電的原理，在火力發電的轉換過程當中，會產生不要的東西，我們要的只是「熱能轉換成動能」這塊，汙染的部分可以讓學生去探討。
2. 可以在四張圖的下方多增加一個討論議題，讓學生進行小組討論，如：除了空氣汙染外，在其他能量轉換的過程中，可以獲得怎樣的能量並相對產生甚麼樣的汙染。如：
火力發電的能量轉換過程_____
- 能量轉換的過程當中會產生甚麼樣的環境汙染：_____
3. 淨煤技術的部分，前面應該要再多增加「提升能量轉換的效率」，淨煤技術只是提升能量轉換效率的一種。
4. 如何把生態保育單元跟能量轉換做結合。
5. 引起動機影片，剛開始看的時候會覺得沒有主題會得很零散，這影片主要是氣候變遷，如果是要以火力發電為主做為引導的話，是否放火力發電廠的影片代替會比較明確。
6. 如果純粹只有拿到課本，沒有看到教學過程，無法知道要放影片來帶活動，影片在課本上無法呈現。

7. 課本上空氣污染的部分會不會讓人覺得只有有形的髒、臭才是污染，實際上廢熱跟二氧化碳排放是不是污染呢。另外試教者上課過程中，將現行學校會放的空氣品質旗標帶入，這點很不錯，可以跟生活中結合。臭的部分，如果空氣中有浮木的味道、榴槤的味道，會不會讓學生誤以為是空氣污染？有時候反而有毒的氣體是沒有味道，這部分需要釐清並提醒學生。
8. 課本的描述部分，需要直白一些，如：「結論：獲取能量的過程中，有時會造成空氣污染，當改變量越大時，則越無法忽視其影響的層面。」改為「……，當改變量越大時，則影響的層面越大。」。p. 10 結論「才能有效減緩因污染而改變的環境影響。」需修改。
9. P. 9 淨煤技術標題會讓人以為是要談甚麼樣的技術，但是內容卻不是，下標的部分還需要再討論。
10. P. 10 活動 3-3 上課中都沒提到還有哪些生態保育的措施，卻一直在說為什麼要保育。或許可以加一個討論議題：假設你今天是環保署長，你會推動甚麼政策？為什麼推動這個政策？ 或許將這整個單元拉到活動 4 綠色行動是不是比較恰當？

曾祥榕老師的建議事項：

- 1.p.3 圖底下的字已經把後面要討論的答案寫了出來，如：「超抽地下水」→改為「大量抽取地下水」，用大量的話是好是壞比較看不出來；「關建水庫改變……」→「關建水庫」
- 2.p.5 先呈現圖片，讓描述放到下面，讓學生歸納這些圖片的共通性，再帶出這些是不可再生能源，不可再生再延伸帶出對比「可再生能源」。
- 3.「空氣污染與防治」的範圍比較小，如果能改成「能量轉換的另類困境」之類的名稱，或許跟整個大單元「能量的旅行」有更多的結合。
- 4.p.8 活動 3-1-「清新的空氣……」、p.10 活動 3-3「由於人類……」這段話建議也可以挪到圖的下面，同第 2 點，先讓學生去思考再給他們答案。
- 5.p.12 標題改為「綠色能源的未來」或是「綠色能源的可行性」。

國家教育研究院課程及教學研究中心
「105 年十二年國民基本教育自然科學領域教學模組研發計畫」
國小組(臺中團隊)高年級第 6 次試教檢討會議紀錄

時間：105 年 5 月 23 日（星期一）上午 8 時 40 分

地點：臺中市大甲區德化國民小學會議室

記錄：吳佳霓教師

與會人員：臺中市大甲區德化國民小學李永烈校長、臺中市大甲區德化國民小學林鴻仁退休教師、臺中市大甲區德化國民小學王建仁主任、臺中市大甲區德化國民小學掌慶怡輔導主任、臺中市大甲區德化國民小學吳佳霓教師

- 試教者：掌慶怡主任
- 試教對象：德化國小六年級學生
- 試教時間：105 年 5 月 23 日 8 點 40 分(一節課)
- 授課單元：活動四、綠色行動

今日試教狀況，提請討論：

試教者：

1. 一開始接活動四就上綠色行動看標章，覺得有點突兀，需要先引言才能帶過來活動四。
2. 同級距的圖示太小不容易看。

教材設計者：

1. 主要以「生活中可採行的綠色行動有哪些？」來貫穿，包括在購買產品與行動等方面的行為，而「活動 4-1 綠色行動看標章」教學目標是讓學生知道有哪些標章，讓學生在生活中可以運用。原先設計重點放在這四張圖的內容，在從圖去延伸認識標章的部分。怕再增加內容會太多。

觀課者：

1. 一開始老師上課的引導很不錯，將前面上課的舊經驗喚醒。
2. 要同級距的產品才能比較。需要再跟學生解釋一下，甚麼是同級距的產品，如：同樣大小的冰箱....等。
3. 小常識：“能源”等級的意義→應該是“能源效率”等級。
4. 可以讓學生去反思，為什麼目前還是持續再使用耗能高的產品？
5. 前一單元「活動 3-3 生態保育的方式」可能需要併到「活動 4、綠色行動」會比較恰當。
6. 試教者一開始所提本單元一開始切入比較困難，那可以考慮先從學生的生活經驗開始，如：從學生上學的方式....為什麼選擇這樣的方式開始，或是參考中年級漫畫的方式，把他串成一個漫畫故事。
7. 延伸學習與小常識等名詞需要再界定跟統一。
8. 「請將下列能做到的綠色行動打「V」」這個部分，只有讓學生勾過去效益似乎不大。是不是考慮加一道題目，讓學生回家去檢視家裡的電器用品，如能源標章、led 燈更換等讓他們寫

出來，檢視家中執行綠色行動的程度。經過本活動我們希望他們可以學會「低碳作為的實踐」，但我們看不出來實踐，都還只是在知識層面上面而已，有甚麼辦法可以促使讓他們真的去做。

9. 可以考慮用綠建築的方式去說明，或是在小常識的部分說明。



四、觀課報告

單元名稱：可再生能源(活動 2-2)

授課教師：林英杰

觀課班級：六年甲班

觀課日期：105/10/14

觀課者：黃鴻博、吳文龍、李永烈、王建仁、掌慶怡、林鴻仁、
吳佳霓、劉怡君

授課內容：

學生將會理解：

1. 可再生能源的定義與種類。
2. 各種能源的優缺點。
3. 延長能源使用期限的方法。

觀課重點

	觀察指標
參考項目	<input type="checkbox"/> 1-1 是否引發學生學習動機? <input type="checkbox"/> 1-2 是否維持學生學習動機? <input type="checkbox"/> 2-1 學生是否相互傾聽與分享? <input checked="" type="checkbox"/> 2-2 學生是否相互討論與合作? <input checked="" type="checkbox"/> 2-3 學生是否投入參與團體學習? <input checked="" type="checkbox"/> 2-4 學生是否有機會展現學習的成果?
學生將能夠 (學習表現)	<ul style="list-style-type: none">● 能舉例說明可永續利用與會逐漸耗竭的能源。● 透過討論，列出可再生能源與不可再生能源的優缺點，並上台分享。● 從日常生活經驗中，舉出可以延長會逐漸耗竭的能源的方法。
學生將知道 (學習內容)	<ul style="list-style-type: none">● 可再生能源的種類。● 新興能源。● 有些天然資源蘊藏量有限。● 可再生能源可永續利用。● 如何從自己做起，延長會逐漸耗竭的能源的使用年限。

課堂軼事紀錄

授課教師：林英杰

紀錄者：林鴻仁

日期：105。10。14

學生學習行為(請依觀察指標填寫教材與教法內容)

1. 因為學生人數少，12位分成6組，每組僅有2位學生，互動性本就比較弱，所以討論性較不足。感覺是老師以學習成就能力做異質性分組，所以是一位帶著一位的學習。
2. 此節課設計內容比較偏向知識性學習，但在老師的引導下，彼此之間仍然可以有對話呈現。坐後面二組，可能是因為程度落差較大，所以互動時間並不長。
3. 學生人數少，每位同學都能有發表的機會，但畢竟會有低成就學生，但是同儕之間能互相協助，給予鼓勵，形成很棒的學習氛圍。

教師學習引導

1. 教師熟悉每位小朋友，上課氣氛輕鬆自然。
2. 課前已掌握教材內容重點，對學生不熟悉的事項能做適當的提示與引導，教學流程很順暢。
3. 老師能給予低成就同學適當機會表達，並引導同學給予耐心支持，是很值得讚賞的地方。

觀課的心得

本次教材設計重點是將「能量」概念貫穿原有課程內容進行改組，期待能替代現有教學單元部份內容，進行現況教學。但因單元教學時間無法完全配合，所以英杰老師採外加方式進行教學。雖然如此，但對於本單元應有的先備知識及本單元試圖引出的能量大概念教學，英杰老師均能充分應對及表達，是一個很成功的教學演示。

因為內容經過多次的微調，所以看起來依架構內容的教學是可以達到應有的成效，老師又能適當引出鄰近的臺中電廠做為對比教材進行討論，更增加教材內容與現實生活結合的加成效果。本段內容主要是討論發表及師生對話，較為沈悶，所以考慮可加入一小段操作性活動，避免二節課都只有在對話。

篇幅不足，請自行延伸。

玖、模組研發心得

課程模組研發心得—王建仁主任

緣起

十二年國民教育的實施是台灣教育史上另一個啟航點，為了因應不同時空背景的教育需求及歷經十年的實施與淬煉，「107 課綱」遂之發展成形，自己也有幸承蒙李永烈校長的提攜，參與了這劃時代改變的一刻，成為其中的一員，也從課程模組的研發中，多次與黃鴻博老師、黃茂在老師、吳文龍老師及團隊夥伴的討論互動中，體會何謂「素養」？何謂「自發、互動、共好」？的十二年課綱新精神。

教育的初衷

回想起參與黃鴻博老師所帶領「十二年課綱課程模組研發團隊」的二年中，可說是漫漫長路卻又是歷歷在目。還記得自己一開始踏入了這個團隊時，團隊裡的夥伴早先於自己已執行了一段時間，自己在團隊中算是個插班生，聽到黃老師與夥伴的對話是如此的鴨子聽雷，有些洩氣，卻又如劉姥姥逛大觀園，每一個名詞、論點對自己而言都是如此新鮮，況且又是教育史上重要改變的一刻，能為教育盡一份心力，正也是自己踏入教育界的初衷，就毅然決然的決定繼續留在團隊內「聽跨麥」！

他山之石 可以攻錯

一開始黃老師介紹新加坡自然教科書的特點，他們是採「模組化」、「跨科統整」的課程設計，依照學校教學規劃及學生程度，給予彈性式的學習順序，是我們可以借鏡參照的典範，因此我們便一頭踏入課程模組研發之路。研發團隊討論出，先結合時事與專長，從「能量」這一個大概念來進行研發，分成「中年級組」與「高年級組」，而自己與同校的李永烈校長、林鴻仁主任、掌慶怡主任、吳佳霓老師組成高年級課程研發小組。討論過程中，我們發現：教材內容如果改變太大，教師的接受度就會減低，而且未來實施實驗教學時，無法在有教學進度壓力下進行教學，因此便從現行的教科書單元中，選出六下「生物與環境」進行研發。課本的設計採用教育現場教師最常運用的「教師用課本」、「學生用課本」進行設計，而每個大活動前均列出「學生舊經驗」、「教學目標」，透過教師引導，讓學生掌握教學重點，亦可成為翻轉教室實施之讀本。教學中設計許多漸進式討論題組，透過小組討論及分享表達，形塑「自發、互動、共好」的課室風景，同時培養學生價值判斷之能力。而每個活動題組中以「個人上學方式」貫串，期望學生能從知識的學習，延展至個人生活經驗的運用。最後以科學閱讀寫作貫串整個學習內容，從分析八大發電方式的優缺點後，進而讓學生自行選擇未來最佳的發電方式，寫成一篇文章建議或提醒自己的綠色行動。

為教育共同前行

從置身事外到參與其中，發現：課程研發的過程真的是漫漫長路卻又歷歷在目，在無數次的「討論、修正、會議、討論、修正」的迴圈中，慢慢堆疊、累積出最後的成果，雖非嘔心瀝血但卻刻骨銘心。而自己最後也參與國教院辦理的「工作坊」與「發表會」，代表分享這兩年來的獲得與成果，看到共同為教育奮鬥的夥伴們都是如此投入與付出，發現：改變的路上並不孤寂。

自 103 年度開始參與本計畫，一開始只知道是要以「能量」為主題的「大概念」教學設計。對於一直參與能源科技教育的我，當然對能量不陌生，但對「大概念」這個詞則是懵懂無知，只隱約從鴻博老師的說明中大概認知為：了解「能量」以後，以對能量的認知去解釋環境中所察覺的現象及問題，並試圖能以此概念去嘗試解決目前我們所面臨的環境問題。

為解決本課題，最基本的要求當然就是讓學生了解「能量」，所以這個階段幾乎就是「能量」知識概念的教學設計。以「能在哪裡？」、「能做什麼？」貫穿教學活動。將「地球上最大的能量來源~太陽」、「太陽能量傳遞至地球後，會產生各式能量的轉換，形成不同的能量樣貌」、「同樣的工作可以運用不同型式的能量來成目的」、「不同的能量型式對環境的影響會有不同」等概念，透過教材學習及學生探究活動，讓學生了解：地球上存在的能量具有許多型式，且各種形式間是可以互相轉換的，不同能量型式的功能也有差別，我們可以讓「能量」以我們所需的型式存在，供我們利用，解決我們面臨的問題。

大概將老師傳達給大家的意思都考慮進去了，到後來其實了解老師希望要的是「素養」，但總覺得有點「力不從心」，因為看到的內容大部份還是停留在「認知」，「素養」只能隱含在教學過程中覺察。因為在設計的過，還是會比在意能量的知識概念完整性，而素養的部份只能透過教學活動及過程中培養。這時對「素養」的認知偏向解讀為「能力與態度的結合」，而這部份又比較不能在短期內檢視或評量出效果，這也是在這個時期的困難點。另外也考慮到設計後的試教實施，不容易於現有課程中進行整個設計內容的試教，因此只能紙上談兵。

因此第二年將前一年度設計內容稍作調整，將知識內容概念縮小集中在「電能」部份，將設計重點放在「素養導向」的探究學習部份，另外配合學校暑假辦理的夏日樂學活動中進行試教，解決學期間無法完整進行試教的困難。這時終於已經注意到「素養」了，因此活動中安排比較多的操作及實驗。但，試教結果並不是很理想，第一：教學者的引導角色決定教材內容所能發揮的效果，也就是說在「素養導向」的教學過程中，教學者比教材內容本身更重要，一樣的教材內容，有的人能夠引導出學生的探究氣氛，但如果直接將此教材內容直接給沒有參與討論過程的老師來教學，很可能仍會把它帶成知識性的學習。這個問題（情形）一直存在目前的教育現場。第二：試教過程中，老師無法給學生充裕的時間探究，探究的過程中有些組會「偏離主題」。所謂偏離主題，是因為我們都還是有個「框架」在，對學生的學習不見得是不好，只是不在我們預期的課題中。也就是說預期目標 A，但學生操作過程中卻會發散成關注 B、C 等，所以檢核、評量時不理想。

延續之前的設計，並經過多次參與討論後，對於「素養導向」漸漸有不同的概念：除了以前的知識、技能、態度外，它應該還含有「行動力」或「習慣」，考慮以現行教材內容銜接十二年課綱，並兼顧能於學期間進行試教又不影響原有課程進度，所以選擇以六下第三單元「生物與環境」主題進行改寫。到此關於「素養」應該已經比較能夠了解老師們想要的東西，但老實說到目前為止，還不能夠把這部份凸顯出來，總覺得應該反過來做才對。先從「素養」著手，也就是先決定到底是要帶什麼素養，再來考慮用什麼內容及活動來引導，但這樣的工程似乎頗大，在大部份伙伴都是兼任行政工作的組合下，實在很難進行，之後在教學現場恐怕也不容易施行，所以我一直覺得是不是應該從教學者下手，讓教學者有帶領探究的能力，比較容易進行，也比較有效果。這也是我一直在思考的問題：教改是不是應該從師資培育的地方著手，而不是從教育現場開始進行？

拾、圖片提供者

圖號	名稱	提供者
學生課本	課本內文科學漫畫及評量試題舉例手繪圖	蘇婉儀
活動二	風力發電機(風能)	吳佳霓
活動二	屋頂太陽能板(太陽能)	王建仁
活動二	簡易發動機 1-9	李順興
活動四	台灣萍蓬草、自然保育區及候鳥	網路
活動四	綠色行動標章-4 張	吳佳霓
活動四	能源設施導覽地圖	吳佳霓
試教成果	試教過程-6 張	吳佳霓

