

十二年國民基本教育
自然科學領域教學模組研發模式與示例
研發計畫
103 年成果報告

(二)

國小高年級組

主題：能量

以「能量」大概念
為教學核心的發展歷程

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

主持人：國家教育研究院曾世杰副院長

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

目 次

一、基本資料

(一)教學主題-----	3
(二)研發團隊-----	3
(三)內容綱要-----	3
(四)活動名稱-----	3
(五)使用說明-----	4

二、設計理念----- 4

三、模組架構

(一)教學模組概念圖-----	5
(二)與其他領域/科目的連結-----	6
(三)先備知識-----	7
(四)差異化教學-----	8

四、核心素養指標----- 9

五、教學活動(教學目標、教學素材、教學設計、教學評量)

(一)活動 1-1 活動 1-1 無所不能~能量知多少-----	10
(二)活動 1-2 無所不「能」(2) 最大能量源-----	11
(三)活動 2-1 不能沒有你~能量轉轉轉-----	13
(四)活動 2-2 不能沒有你~能源的種類-----	17
(五)活動 2-3 不能沒有你~能量的運用-----	19

(六)活動 3-4 能不能有關係~能耗與碳排-----	21
(七)活動 3-5 能不能有關係~節能一把罩-----	22
(八)總結性評量-後測-----	24

六、教學資源

(一)學生自主學習資源-----	25
(二)教師專業發展-----	25

七、試教成果

(一)教學活動紀錄-----	25
(二)學生學習歷程檔案-----	26
(三)教學研討會議-----	26
(四)教學省思-----	26

八、附錄

(一)學生學習手冊-----	29
(二)試教活動照片-----	58

一、基本資料

(一)主題：以「能量」大概念為教學核心的自然科學領域教學模組發展計畫。

(二)研發團隊：

1. 指導教授：

(1)黃鴻博(國立臺中教育大學科學教育與應用學系教授)

(2)黃茂在(國家教育研究院副研究員)

(3)吳穎油(國立中央大學網路學習科技研究所副教授)

(4)吳文龍(國家教育研究院助理研究員)

2. 召集人：李永烈(臺中市德化國小校長、臺中市國教輔導團自然科學領域國小召集人)

3. 教材編撰、試教

(1)王建仁(臺中市德化國小教師、臺中市國教輔導團自然科學領域輔導員)

(2)王漢清(臺中市文昌國小教師)

(3)李順興(臺中市華龍國小教師、臺中市國教輔導團自然科學領域輔導員)

(4)沈招馨(臺中市華龍國小教師、臺中市國教輔導團自然科學領域輔導員)

(5)林鴻仁(臺中市德化國小退休教師、臺中市國教輔導團自然科學領域研究員)

(6)掌慶怡(臺中市德化國小教師)

4. 活動記錄、資料整理：吳佳霓(臺中市德化國小行政助理)

(三)內容綱要：

本模組設計主軸就是--從發現生活中的能量探索能量的型式與能量的轉換，試圖利用以適當的能量型式運用解決我們所面臨的環境變異問題。以「能」在哪裡？「能」做什麼？來貫穿整個單元教學活動，讓活動意義化，意義生活化，生活能力化，培養孩子帶得走的生活能力。本模組分成「無所不能」、「不能沒有你」、「能不能有關係」三個單元。我們一致認為：孩子的成長有無限的可能。我們會設計創新多元的主題和教學活動，引導孩子主動學習，並能樂在學習，展現更多元的生活能力。

(四)活動名稱：本模組計發展十項教學活動，分述如下。

1-1 能量知多少：包括「能量的定義」、「能量的樣貌」、「能量的來源」。

1-2 最大能量源：包括「認識太陽能」、「光能的利用」、「熱能的利用」。

2-1 能量轉轉轉：包括「發電的原理」、「製作風力發電機」、「世界各國的發電方式」、「臺灣主要發電方式」、「各種發電方式的優缺點」。

2-2 能源的種類：包括「認識能源」、「再生能源的開發與運用」。

2-3 能源的運用：包括「電與生活」、「各種能源運用比較」、「認識綠建築」及「設計

節能屋」。

3-1 跑跑一度電：包括「我家的電費單」及「一度電能做什麼」。

3-2 電器大診斷：包括「認識功率」、「測量生活電功率」。

3-3 省能我最行：包括「認識各類標章」及「聰明選購」。

3-4 能耗與碳排：包括「二氧化碳知多少」、「碳足跡計算」及「節能屋內部設備規劃」。

3-5 節能一把罩：包括「運用哪些節能概念」、「用到什麼能量」、「能量做了什麼」及「能量的轉換歷程」發展「減碳行動宣言」。

(五)使用說明：

「大概念教學」係指在自然科學領域中具備跨越學科界限的重要科學概念。本教學模組研發，運用類似「概念車」的意涵，開發具備有未來課程教材特質之重要元素(包括教材內容、教學方法、評量方法、相關資源、教師需具備專業能力等)與架構雛形，希望可以提供未來 12 年國民教育教材編輯者、審查者進一步開發參考之材料。

二、設計理念

本教學模組以大概念(Big idea)為設計核心理念，大概念可以是一個另類觀點、主題、活動策略、理論；大概念可以在一堆不重要的事實中分析出線索，並指引方向找出更多的事實真象以及有說服力的敘述。大概念具有以下特性：

1. 是一種概念的教導；
2. 是一種擴展和挑戰性的理解建構過程；
3. 具有工具性策略可解決問題。

教師藉由可探究關鍵的概念、議題、或引起爭議的問題、或尚未發現、或存在於課程內容做為基本問題 Essential question，透過基本問題 Essential question 的提問，讓學生經歷積極審視課程內容的過程，使學生能深化其理解。

所謂的基本問題(Essential question)是指概念、主題、持續的辯論和觀點、自相矛盾之說、理論、背後的假定、一再出現的問題、理解或原理。基本問題具有以下的特性：

1. 在生活中各方面重視的重要問題(範圍廣、長期的、有爭議的)；
2. 學科內的核心概念和問題、關鍵概念、目的和價值、策略和技巧及應用的情境；
3. 學習核心學科內容的問題，能幫助學生有效探究及理解重要而複雜的概念、知識、技能。
4. 吸引一群特定而多元的學習者，並維持學生的興趣。

學習者以大概念、跨科概念的方式，進行擴展性和挑戰性的建構式領悟 (comprehended)，透過基本問題 Essential question 來引發新的思惟 (idea)，而不是將所有自然科的知識視為事實加以領會 (apprehended)。

本教學模組以「能在哪裡？」、「能做什麼？」做為大概念教學核心，貫串整個「能量」主題教學活動。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達成目的」、「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，人類可以讓「能量」以人們所需的型式存在，提供利用，解決人類面臨的問題。

三、模組架構

本教學模組架構主要分為模組概念圖、與其他領域/科目的連結、課程安排的前後銜接及差異化教學四個方面來說明。

(一)教學模組概念圖

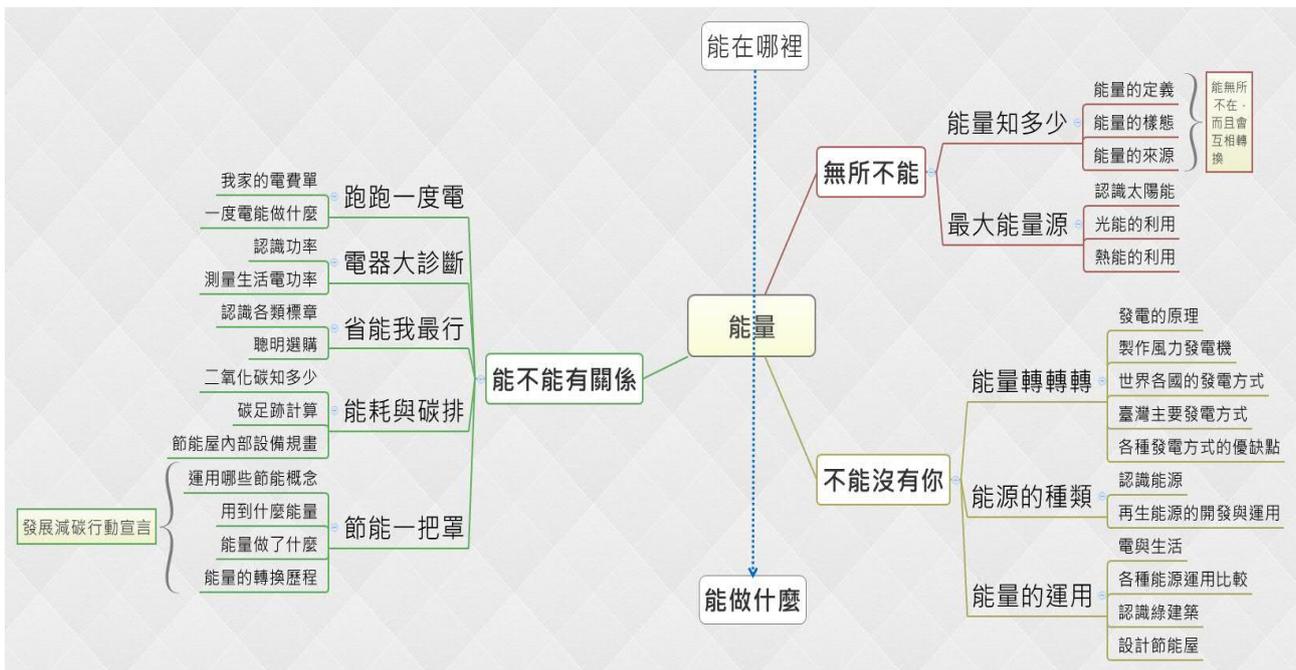


圖 1：以「能量」大概念為教學核心的國小高年級教學模組概念心智圖

本次教學模組活動設計以「能量」為 big idea (思略)，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。

例如：透過節能屋的設計，希望在能源短缺的情況下，能夠消耗最少地球能源及資源，製造最少廢棄物，並且具有生態、節能，健康特性與減廢的特性。而此建築物必須是以人生活的健康、舒適為原點，對於居住環境進行全面性、系統性的環保設計，是一種強調與地球環境共生共榮的環境設計觀，也是一種追求永續發展的建築設計理念。當然，如果我們馬上回到原始人的生活，或許就能立刻控制全球的碳污染，但要每個人立刻下此決心並不容易。如果能正確教育學生在不需對日常生活做徹底革命的前提下，家戶也能朝著減碳的目標前進。讓學生能設計出綠色環保節能屋，以擁有它為榮。

有關「能量」所要教學的相關內容，以圖一概念心智圖加以呈現。計分為無所不能、不能沒有你、能不能有關係、能在哪裡、能做什麼等五個教學活動內容。本課程設計除注重學習內容(核心科學概念、科學實作)外、更期望能培養學生的科學素養、科學態度及未來規劃和擅用資源能力，進而學會選擇最佳的能量型式，解決生活中所面臨的難題。

(二)與其他領域/科目的連結：

以下列舉本教學模組與九年一貫能力指標相似的學習能力表現。

1. 數學領域：統計與機率

活動 2-1 不能沒有你~能量轉轉轉：「世界各國的發電方式」、「臺灣主要發電方式」。

活動 3-1 能不能有關係~跑跑一度電：「我家的電費單」。

活動 3-2 能不能有關係~電器大診斷。

活動 3-4 能不能有關係~能耗與碳排。

D-2-01 能報讀生活中常見的表格。

D-1-01 能將資料做分類與整理，並說明其理由。

2. 綜合活動領域：生活經營、保護自我與環境

活動 2-3 不能沒有你~能量的運用：「設計節能屋」。

活動 3-3 能不能有關係~省能我最行：「聰明選購」。

活動 3-5 能不能有關係~節能一把罩：學生「減碳行動宣言」創作。

2-3-1 規劃個人運用時間、金錢，所需的策略與行動。

3. 語文領域：閱讀力

活動 2-1 不能沒有你~能量轉轉轉：「發電的原理」。

活動 2-2 不能沒有你~能源的種類：「認識能源」。

活動 3-4 能不能有關係~能耗與碳排：二氧化碳知多少學習單(科學閱讀)。

5-3-5-1 能運用組織結構的知識(如：順序、因果、對比關係)閱讀。

4. 社會領域：：生產、分配與消費

活動 2-2 不能沒有你~能量的運用：「電與生活」。

活動 3-1 能不能有關係~跑跑一度電：「我家的電費單」。

活動 3-2 能不能有關係~省能我最行：「聰明選購」。

活動 3-4 能不能有關係~能耗與碳排：碳足跡的計算。

活動 3-5 能不能有關係~節能一把罩：節能屋室內規劃。

7-2-2 認識各種資源，並說明其受損、消失、再生或創造的情形，並能愛護資源

7-2-4 瞭解從事適當的理財可調節自身的消費力。

5. 環境教育

活動 2-1 不能沒有你~能量轉轉轉

活動 2-2 不能沒有你~能源的種類

活動 2-3 不能沒有你~能量的運用

活動 3-1 能不能有關係~跑跑一度電：「我家的電費單」。

活動 3-2 能不能有關係~省能我最行。

活動 3-4 能不能有關係~能耗與碳排：了解二氧化碳的來源及影響。

活動 3-5 能不能有關係~節能一把罩：了解節能減碳具體行動。

1-2-2 覺知自己的生活方式對環境的影響。

2-3-1 瞭解基本的生態原則，以及人類與自然和諧共生的關係。

3-2-1 瞭解生活中個人與環境的相互關係，並培養與自然環境相關的個人興趣、嗜好與責任。

3-3-1 關切人類行為對環境的衝擊，進而建立環境友善的生活與消費觀念。

4-2-4 能運用簡單的科技以及蒐集、運用資訊來探討、瞭解環境及相關的議題。

5-3-2 執行日常生活中進行對環境友善的行動。

6. 家政教育

活動 1-1 無所不能~能量知多少，利用回收材料製作教具

活動 2-3 不能沒有你~能量的運用：「電與生活」、「設計節能屋」。

活動 3-1 能不能有關係~跑跑一度電：「我家的電費單」。

活動 3-2 能不能有關係~省能我最行。

活動 3-5 能不能有關係~節能一把罩：節能屋室內規劃及製作。

3-3-2 能在食衣住行育樂等活動中表現對生態環境與資源的珍惜與關懷。

3-3-6 利用科技蒐集食衣住行育樂等生活相關資訊。

(三)課程安排的前後銜接：本教學模組的學生所需先備知能，說明如下：

1. 數學領域

活動 2-1 不能沒有你~能量轉轉轉：「世界各國的發電方式」、「臺灣主要發電方式」。

活動 3-1 能不能有關係~跑跑一度電：「我家的電費單」。

活動 3-2 能不能有關係~電器大診斷。

活動 3-4 能不能有關係~能耗與碳排。

先備經驗：統計圖表在四年級下學期出現，並銜接五年級上學期的統計圖，有關數學圖表的閱讀能力需要確認。

後續銜接：數學能力指標 6-d-03 能報讀生活中常用的圓形圖，並能整理生活中的資料，製成圓形圖。在能量轉換與發電、能耗與碳排兩個活動會用到統

計原形圖，須注意學生是否已了解原形圖的原理及應用是否恰當。

2. 綜合活動領域: 生活經營、保護自我與環境

活動 2-3 不能沒有你~能量的運用:「設計節能屋」。

活動 3-3 能不能有關係~省能我最行:「聰明選購」。

活動 3-5 能不能有關係~節能一把罩:學生「減碳行動宣言」創作。

先備經驗:高年級學生否能具有適當的消費觀念需要特別關注,原因在於家長是否有給予實踐個人生活所需花用的金錢,滿足提升生活樂趣的機會。

後續銜接:綜合能力指標 2-4-1 妥善計劃與執行個人生活中重要事務。於本單元可以更改為對家庭生活中事務的計劃與執行。

3. 語文領域:閱讀力

活動 2-1 不能沒有你~能量轉轉轉:「發電的原理」。

活動 2-2 不能沒有你~能源的種類:「認識能源」。

活動 3-4 能不能有關係~能耗與碳排:二氧化碳知多少學習單(科學閱讀)。

先備經驗:教師須注意學生是否具有從閱讀過程中理解所獲得訊息的能力。

後續銜接:在國語能力指標 5-3-5-1 能運用組織結構的知識(如:順序、因果、對比關係)閱讀。以及 5-3-5-2 能用心精讀,記取細節,深究內容,開展思路。將是學生將閱讀能力展現在其他領域的機會學習點,教師可多加應用。

4. 社會領域:生產、分配與消費

活動 2-2 不能沒有你~能量的運用:「電與生活」。

活動 3-1 能不能有關係~跑跑一度電:「我家的電費單」。

活動 3-2 能不能有關係~省能我最行:「聰明選購」。

活動 3-4 能不能有關係~能耗與碳排:碳足跡的計算。

活動 3-5 能不能有關係~節能一把罩:節能屋室內規劃。

先備經驗:應確定學生是否了解以下的因果鍊關係:資源的有限性導致分配行為的發生,但是如何分配卻與個人的消費行為息息相關;而消費行為卻又會影響資源的有限性的提早出現與擴大。

後續銜接:從本單元的教學中可引發學生就社會能力指標 7-3-2 針對自己在日常生活中的各項消費進行價值判斷和選擇,進行發展性的學習

(四)差異化教學:

差異化教學係指教師能依據學生個別差異及需求,彈性調整教學內容、進度和評量方式,以提升學生學習效果和引導學生適性發展。本教學模組實驗的對象差異頗大,學生來自圖一所學校的中高年級學生,在先備經驗的已有差異的情況下,主要以真實性評量(Authentic Assessment)做為差異化教學的主要目標。設定過本次教學活動後,經過測量,能夠瞭解不同學生是否學到老師所教的內容,所以課程必

須與學生學習經驗能力結合。在教學上實施彈性分組教學、最後則採行多元質性學習評量，來了解學生學習成效，作為未來教學之改進。

四、核心素養指標

本教學模組的核心素養指標，主要包括以下五項：

- 自-E-A2 能依據觀察、閱讀、思考所得的資訊或數據中，提出自己的看法或解釋資料，並能依據科學資料，簡單瞭解其中的因果關係，進而理解科學事實會有不同的論點、證據或解釋方式。
- 自-E-A3 能透過想像力與好奇心探索科學問題，並能初步根據問題特性，操作適合學習階段的物品、器材儀器、科技設備與資源，以進行自然科學實驗。
- 自-E-B1 能簡要描述、測量、計算自然科學數據，並利用較簡單形式的口語、文字、影像、繪圖或實物、科學名詞等，表達概念式的探究過程、發現或成果。
- 自-E-C2 透過合作學習，發展溝通與共同參與的能力，培養探索科學的興趣與熱忱。
- 自-E-C3 透過關心全球環境議題，了解各地環境具有差異性與互動性，並由此發展出多元文化價值觀。

五、教學活動

有關本教學模組的實驗教學活動，主要分為**學習目標**、**教學素材**(設備、學習單等)、**教學設計**、**教學評量**來說明。首先，在學習目標方面:讓學生學習能量的相關事實性知識、能量產生與轉換的程序性知識、以及能量的操作性知識；其次，在教學素材部分有：自編ppt、學習單、風力發電模組、膜笛、氣球火箭、手電筒、電池、光電板搖晃玩偶等；第三，在教學設計方面採用5E學習環、PBL教學法及POE教學法等；最後，在教學評量部分採總結性評量的後測方式進行學習成效的評鑑。

有關本教學模組各分項活動的細部教學活動設計，包括教學目標、教學素材及教學設計等，如以下活動1-1至活動3-5教學教案呈現。

(一)活動 1-1 無所不能~能量知多少---教學教案(林鴻仁)

活動名稱	教學內容	教具	時間分配	教學策略	目標			評量			備註
					知識概念	跨科概念	實務技能	知識概念	跨科概念	實務技能	
了解能量定義	<p>教師展示： 讓學生預測「兩顆鋼珠由兩面敲擊白紙(0→ ←0)」會發生什麼現象。 教師解釋： 具有「能產生光、熱或使物體狀態改變的能力」的物理量，稱為「能量」。 舉例： 教師先從生活中舉出具能量的現象或物體，再讓學生尋找例子交互驗證。</p>	鋼珠 回收影印紙 圖片	8分	POE	了解能量的定義	模式	解釋 舉證	舉證課程讓學生了解自己的程度	能夠建立能量的模式	每個人都能舉證 1 種符合能量的例子	
哪裡有能量	<p>從情境圖中找出生活中的能量，例如：電燈、瓦斯爐、烤肉碳火……等。 分組討論報告後，由各組相互檢驗。</p>	情境圖 風車	10分	5E學習環	能從生活中發現能量的存在	模式	觀察 溝通	能列舉生活中能量存在現象	能夠建立能量的模式	能與別人溝通達到共識	
能量的樣貌	<p>電扇的轉動能量來源→電，電的來源→水、火、風、核能……等。 1. 從日常生活中常利用的能量出發，談「電從哪裡來?」、「哪些能源可以用來發電?」，探究能用來發電的能量。 2. 歸結一般常見的能量形式：熱能(熱量)、化學能、電能、輻射能，電磁輻射的能量、核能、磁能、彈性能、聲能、機械能(位能與動能)、光能等。</p>	簡報檔 電扇	10分	PBL	問題解決 關鍵詞使用	問問題(科學)以及定義問題(工程)	分析 溝通	能了解電是能量的一種，並會由各種不同的能源來產生	能夠建立能量的模式	討論、發表與聆聽	
能量	汽球火箭操作：	汽球	12	POE	驗證能量	分析	分析	能了解能	預測、分	操作	視學

形式表現轉換與守恆	1. 教師拿住汽球火箭，問小朋友：當老師把手方放開時會發生什麼事？ 2. 探討汽球往前飛的原因及動力來源。 3. 舉出與此類似的例證並探討例中能量形式轉換的情形。 4. 歸納能量的轉換與守恆。	、太陽能玩具	分		作用及形式轉換	模式	溝通	量形式的轉換	析與解釋	觀察	生程度進行能量轉換及守恆課程
實驗備案	能量表現的活動： 1. 膜音笛及聲控燈 2. 吸管風車	養樂多瓶、吸管		5E學習環							

(二)活動 1-2 無所不「能」(2) 最大能量源---教學教案(王漢清)

活動名稱	教學內容	教具	時間分配	教學策略	目標			評量			備註
					知識概念	跨科概念	實務技能	知識概念	跨科概念	實務技能	
認識太陽能	【準備活動】 1. 引起動機：介紹太陽，太陽是一顆燃燒的大火球。太陽有多熱、多大、多遠？	簡報檔	5分	5E學習環	名詞定義 交集概念	模式	溝通				
	【發展活動一】“太陽能”做了什麼？ 1. 太陽光能讓我們看見景物，太陽所產生的光和熱，是地球生態的原動力。 2. 植物需要陽光行光合作用製造養分。動物攝取植物，從而得到自身活動所需之能源。 3. 太陽的熱提供生物溫暖的來源。適當	簡報檔	10分	5E學習環	名詞定義 認識日常生活中太陽能量的使用方式	模式	溝通 舉證	能了解日常生活中太陽能量的使用方式		能與別人溝通達到共識	

	<p>的照射太陽光，能協助身體產生維生素D。</p> <p>4. 將新鮮的高麗菜曝曬在陽光下，製成高麗菜乾。柿子曬乾製成柿餅，可以延長保存期限。太陽的熱可將衣服上的水蒸發，曬乾衣服。</p> <p>5. 太陽的熱可以讓水蒸發，形成雲、霧等天氣變化。</p>										
太陽能的 形式 及太陽能 的轉換	<p>【發展活動二】</p> <p>1. 「能」有不同形態，而且能的形態可以轉換。</p> <p>2. 太陽能可使水溫上升(成為熱能)，太陽能熱水器的原理介紹及能量的轉換形式。</p> <p>3. 「太陽能熱水器」的構造主要由集熱器、儲水槽、管路和控制系統所組成。</p> <p>4. 太陽能可用來發電(產生電能)。利用太陽能光電板將太陽的光轉換成電力使用。</p> <p>5. 當光子撞擊該裝置的表面時，半導體的接合面有電子擴散，電流即可利用上下兩端的金屬導體將電流引出利用。</p>	簡報 檔	10 分	5E 學習 環	舉出符合 太陽能量 轉換的例子	能夠建立 的模式	舉證	舉證課程 讓學生了解 自己的程度	能夠建立 能量的模式	每個人都 能舉證1 種符合能 量的名詞	視學 生程度 進行課 程
實驗 操作	1. 操作太陽能發電搖晃玩偶實驗，讓學生學習並體會「能量轉換」的概念。	手電 筒、電	10 分	經驗 法則	驗證光是 能量的一	分析	分析	能了解光 是能量的	能夠建立 能量的模		視學 生程

	2. 利用手電筒強光照射可使太陽能發電搖晃玩偶晃動更劇烈。 3. 各組討論後發表，太陽能發電搖晃玩偶實驗「能量是如何轉換？」	池、光電板、搖晃玩偶			種			一種	式		度進行課程
綜合活動	教師指導用語： 光能使太陽能發電搖晃玩偶晃動。太陽能光電板將太陽的光轉換成電力使用。太陽能熱水器吸收太陽能使水溫上升(成為熱能)。 總結：光是能量的一種。		5分	歸納法	光是能量的一種	能夠建立的模式			能夠建立的能量的模式		

(三)活動 2-1 不能沒有你~能量轉轉轉---教學教案(沈招馨)

活動名稱	教學內容	教具	時間分配	教學策略	目標			評量			備註
					知識概念	跨科概念	實務技能	知識概念	跨科概念	實務技能	
發電的原理	<ul style="list-style-type: none"> ● 閱讀資料： 請學生閱讀資料：發電的原理 ● 教師提問： 從文中可知，電能大多是如何轉換而來的？ ● 教師舉例： 展示各式小型發電機(手搖發電機、風力發電機)。想想看，這些發電機的電能從哪裡來？ ● 教師解釋： 	閱讀資料、手搖發電機、風力發電機	8分	PBL	了解發電的原理	問問題(科學)以及定義問題(工程)	分析溝通	舉證課程讓學生了解自己的程度	能夠建立能量的模式	討論、發表與聆聽	

	手搖、風力發電：動能趨動磁力轉換為電能									
製作風力發電機	<p>一、製作風力發電機</p> <p>(一)準備物品 600c.c 寶特瓶 2 個、泡綿膠帶、剪刀、熱融膠槍、發電機組</p> <p>(二)製作步驟</p>	30分	POE	驗證能量作用及電能產生的過程	分析模式	分析溝通	能製作風力發電機	預測、分析與解釋	操作觀察	
										
	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，將發電機組黏貼於寶特瓶上。	5. 以熱融膠在發電機於寶特瓶交接處做補強。	6. 將 LED 燈固定於寶特瓶蓋上							



7. 將另一只寶特瓶剪成扇葉(4 扇或 3 扇)

8. 將寶特瓶以熱融膠槍與發電機組黏合

9. 完成風力發電機

二、各組上台分享製作好的風力發電機

<p>世界各國的發電方式</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 展示資料： 教師展示世界各國主要發電方式。(以法國、德國、瑞典、美國為例) ● 學生記錄： 請學生以小白板記錄下每個國家各種發電方式的前三名 ● 共同分析： 各個國家各種發電方式的前三名分別為： 法國：核能、水力、火力 德國：火力、風力、水力 瑞典：水力、核能、生質能 美國：火力、核能、水力 ● 共同討論： 為何大部分的發電方式皆以火 	<p>簡報檔、小白板</p>	<p>15 分</p>	<p>PBL</p>	<p>能了解世界各國的發電方式</p>	<p>分析模式</p>	<p>分析溝通</p>	<p>觀察並分析數據結果</p>	<p>能夠分析各國主要發電的方式。</p>	<p>觀察與記錄、發表與聆聽</p>	
------------------	---	----------------	-------------	------------	---------------------	-------------	-------------	------------------	-----------------------	--------------------	--

	<p>力、水力及核能為主？</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 教師歸納 <p>1. 火力及水力發電方式成本較低，原料易取得。</p> <p>2. 核能發電的發電量較大。</p>										
臺灣主要的發電方式	<ul style="list-style-type: none"> ● 展示資料： 教師展示臺灣主要發電方式。 ● 學生討論： 臺灣的主要發電方式和哪個國家相接近？ ● 教師歸納： 我國發電方式與美國最接近。 	簡報檔、小白板	5分	PBL	觀察並分析數據結果	分析模式	分析溝通	能細心觀察情境圖並參與討論	能夠分析各國主要發電的方式。	觀察與記錄、發表與聆聽	
各種發電方式的優缺點	<ul style="list-style-type: none"> ● 學生討論： 請學生討論這三個主要的發電方式有何優缺點。 ● 教師歸納： (一)火力、水力發電成本低，核能發電成本高 (二)火力會造成嚴重的空氣汙染、水力的發電常因為旱季而無法永續發電。 (三)核能發電量大，但是會有輻射的疑慮。 ● 影片欣賞：植物變柴油 生質能源 夯 	簡報檔、小白板、影片	20分	POE	能了解各種發電方式的優缺點	分析模式	分析溝通	能細心觀察情境圖並參與討論	能就生活中所見，踴躍發表，提出個人看法。	觀察與記錄、發表與聆聽	

	<ul style="list-style-type: none"> ● 同學分享本則新聞觀後感想並完成學習單。 									
再生能源的開發與運用	<ul style="list-style-type: none"> ● 影片欣賞： 【借鏡德國】全民齊心 德國推動再生能源村 ● 共同討論： 從本片中看到了德國哪些優點？臺灣有哪些措施與其相似？ ● 教師歸納 (一)德國齊心推動再生能源的使用 (二)尋找公有建築物架設太陽能板、推行U-bike、架設風力發電機 ● 資料閱讀： 分組討論臺灣再生性能源開發情形，並了解其發電量佔臺灣總發電量的比例。 ● 影片欣賞： 愛地球省成本！臺灣致力再生能源 ● 共同討論： 說說看，在日常生活中我們可以做哪些事情，以節約能源？ ● 教師歸納 隨手關水電，搭乘交通工具、多走路…等 	小白板、閱讀資料、ppt、影片	15分	POE	認識各種再生能源的使用情形	能關切人類行為對環境的衝擊，進而建立環境友善的生活與消費觀念	分析溝通	能知道臺灣再生能源的使用情形	能執行日常生活中進行對環境友善的行動	討論、發表與聆聽
			15分							
			10分							

(五)活動 2-3 不能沒有你~能量的運用---教學教案(李順興)

活動名稱	教學內容	教具	時間分配	教學策略	目標			評量			備註
					知識概念	跨科概念	實務技能	知識概念	跨科概念	實務技能	
能量形式表現	<p>教師展示：</p> <p>(1)呼叫妙博士蔬食救地球（影片）</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 蔬食和拯救地球有什麼關係？ ● 什麼是 1/10 法則？ ● 能在哪裡？能做什麼？ ● 多蔬食、少肉食，減少二氧化碳排放 <p>(2)太陽能發電運動館、高雄路竹太陽能示範場、澎湖風力發電機、LED 城市照明、電動車。</p> <p>(3)先天自然環境，臺灣熱得剛剛好-臺灣日照時間，太陽能板及太陽能電池。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 能在哪裡？能做什麼？ ● 臺灣中南部地區平均日照時間 200 天，相當適合推廣太陽能 <p>(4)風力發電，微風也有大利用-風期長平均風速大風力平穩。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 能在哪裡？能做什麼？ ● 臺灣四面環海，沿海地區平均風速大且平穩，沿海地區及澎湖地區適合推廣風力發電 	簡報檔	10 分	問題導向學習 (PBL)	能量存在生活上的形式	問問題 (科學) 以及定義問題 (工程)	解釋舉證	舉證課程讓學生了解自己的程度	能夠建立能量的模式		

	層或一棟綠建築的節能屋。 3. 進行賞析評鑑：評估指標包括生物多樣性指標、綠化量、基地保水、日常節能、二氧化碳減量、廢棄物減量、室內健康、水資源、汙水與垃圾改善指標。	海報、麥克筆	20分					的建立對生態環境有所助益			
--	--	--------	-----	--	--	--	--	--------------	--	--	--

(六)活動 3-4 能不能有關係~能耗與碳排---教學教案(王建仁)

活動名稱	教學內容	教具	時間分配	教學策略	目標			評量			備註
					知識概念	跨科概念	實務技能	知識概念	跨科概念	實務技能	
了解二氧化碳的來源及影響	1. 教師提問：二氧化碳知多少 (1) 哪裡二氧化碳比較多呢？哪裡二氧化碳比較少呢？ (2) 二氧化碳濃度上升所造成的影響？ (3) 二氧化碳從哪裡來？ 2. 學生回答。 3. 教師統整：人多的地方二氧化碳比較多，例如擠滿人的公車上或電影院；植物多的地方二氧化碳比較少，因為植物行光合作用，吸收空氣中二氧化碳。而二氧化碳濃度上升會造成「溫室效應」，且二氧化碳的來源並非僅止於燃燒、呼吸作用，還包括人類的各種消費行為。	ppt 單槍 電腦 學習單	20分	PBL	了解二氧化碳的來源及影響	模式	溝通 分析 解釋 舉證	舉證課程讓學生了解自己的程度	能夠建立二氧化碳的模式	每個人都能分別舉證 1 種二氧化碳來源及影響的例子	

	4. 教師播放碳足跡科學原理動畫。										
碳足跡的計算	1. 介紹碳足跡計算器操作方式，上網找出答案並試算日常生活碳足跡。 2. 分組上台報告查詢結果。	學習單、pad	20分	5E學習環	能從生活中知道生活碳足跡	模式	觀察溝通報告	能說明碳足跡意義	能夠建立碳足跡的模式	能查詢個人生活碳足跡	
節能屋室內規劃	1. 分組設計節能屋室內規劃，日常生活中如何達成二氧化碳減量。 2. 分組發表節能屋設計理念及如何選用節能標章。	竹籤、色紙	40分	5E學習環	能設計節能屋室內規劃	節能家電功能及目的	分析溝通	能設計節能屋室內配備	能夠建立節能屋的模式	討論、發表與聆聽	

(七)活動 3-5 能不能有關係~節能一把罩---教學教案(王建仁)

活動名稱	教學內容	教具	時間分配	教學策略	目標			評量			備註
					知識概念	跨科概念	實務技能	知識概念	跨科概念	實務技能	
了解節能減碳具體行動	1. 地球暖化警示 (影片) 2. icool 電器待機耗能狀況 (影片) 3. 節能減碳_小學生篇 (影片) 4. 節能減碳 新生活運動 (影片) 5. 教師統整：說明二氧化碳濃度提升所造成之影響很大，其根本解決之道是要進行節能減碳，而節能減碳需要靠大家一起來。	ppt 單槍 電腦	20分	PBL	了解節能減碳具體行動	模式	解釋舉證行動	舉證課程讓學生了解自己的行動程度	能夠建立節能減碳具體行動的模式	每個人都能落實 1 種符合節能減碳具體行動的例子	
介紹節能減碳守則	1. 介紹政府十大無悔措施。 (1) 說明政府十大無悔措施內涵。 (2) 學習單習寫。 2. 介紹學校低碳生活守則。 (1) 說明學校低碳生活守則內涵。	Ppt 、單槍、 電腦、 學	20分	PBL	了解節能減碳守則意涵	模式	分析溝通	能分析並說明節能減碳守則意涵	能夠建立節能減碳守則的模式	能分析並與別人溝通達到共識	

	(2)學習單習寫。	習單									
創作 節能 減碳 守則	1. 學生「減碳行動宣言」創作。 2. 學生發表「減碳行動宣言」創作。	壁報 紙、 彩色 筆	40 分	5E 學習 環	創作「減 碳行動宣 言」	減碳行動	分析 溝通 發表	能創作 「減碳行 動宣言」	能夠建立 減碳行動 宣言的模 式	討論、發 表與聆聽	

(八)另有本教學模組的教學評量部份，主要包括口頭評量、實作評量、習作及學習單，最後再進行總結性後測，彙整如下。

國家教育研究院 103 年度自然與生活科技領域教材原型研發編輯計畫
後測題目～高年級「能量」

___年___班姓名：_____

1. 下列哪些地方具有能量的存在？有的請在□打勾，並寫出具有何種能量？

- 轉動的風車 (15/15) 空氣中的水氣 (2/15)
小明將躲避球丟向小志 (12/15) 媽媽在瓦斯爐上炒菜 (7/15)
烤肉爐內的炭火 (12/15) 拉緊的橡皮筋 (13/15)

2. (5/15)燈光也是一種能量的型式，下列何者是它可能的轉換歷程？

- ①位能⇒電能⇒動能⇒光能 ②熱能⇒動能⇒電能⇒光能
 ③光能⇒熱能⇒電能⇒位能 ④動能⇒位能⇒熱能⇒光能

3. 日常生活中，我們常利用的太陽能方式有哪些？正確的請打V。

- 13/15 (1) 將新鮮的高麗菜曝曬在陽光下，製成高麗菜乾。
9/15 (2) 太陽的熱提供生物溫暖的來源。
9/15 (3) 植物需要陽光行光合作用製造養分。
13/15 (4) 太陽能熱水器吸收太陽的熱，提供熱水。
12/15 (5) 太陽能光電板將太陽的光轉換成電力使用。

4. 太陽能搖晃玩偶實驗，玩偶會一直晃動，能量是如何轉換的？

答： 8/15

5. 請寫出具體行動愛地球的個人或團體兩個 (5/15)、(2/15)

6. 請問底下哪一個是台灣的環保標章？請在下框中打✓。

			
15/15			

7. 以下為台灣經常使用的能源，若將他分為兩類，哪些是不可再生能源？哪些是可再生能源？請將代號填在 () 中

A 太陽能 B 煤 C 石油 D 水力能 E 風能 F 生質能 G 地熱能

可再生能源：(10/15 G 地熱能)

不可再生能源：(10/15 G 地熱能)

六、教學資源

(一)學生自主學習資源

有關本教學模組的教學評量部份，則以配合各教學活動教案設計的學生學習評量手冊，搭配教學活動的進行來施測，主要包括口頭評量、實作評量、習作及學習單，如附件一學生學習評量手冊所示。

(二)教師專業發展

本教學模組的延伸教學參考資源主要包括以下：

1. 未來少年·梅期光創意科學實驗室 <http://www.youtube.com/watch?v=LKES6wCn31I>
2. 自然與生活科技，翰林出版社、南一出版社、康軒出版社。
3. 南一國小教師網 <http://www.nani.com.tw/nani/eteacher/>
4. 能源教育數位平臺 <http://www.energyedu.tw/>
5. 台電兒童網站 <http://kids.taipower.com.tw/>
4. 再生能源兒童網站 <http://140.96.175.54:8081/>
5. 世界各國發電方式比較
<http://library.taiwanschoolnet.org/cyberfair2001/C0117100023/k3a.htm>
6. 再生能源兒童網站 <http://140.96.175.54:8081/>
7. 世界各國發電方式比較
<http://library.taiwanschoolnet.org/cyberfair2001/C0117100023/k3a.htm>
8. 植物變柴油 生質能源夯 <http://youtu.be/XI4HHSsNwyY>
9. 台灣能源短缺 98%靠國外進口 <http://youtu.be/G537CAM8mHE>
10. 【借鏡德國】全民齊心 德國推動再生能源村 <http://youtu.be/qNTRZPsptqE>
11. 愛地球省成本! 台致力再生能源 <http://youtu.be/XFBsiTj9Y48>
12. 呼叫妙博士蔬食救地球 <http://www.youtube.com/watch?v=-iMi3KsPYdY>
13. 從從唐從聖告訴你一度電能做什麼?
<https://www.youtube.com/watch?v=qUGnUbdGAVQ&app=desktop>
14. 低碳生活部落格 <http://lowestc.blogspot.tw/>
15. 張楊乾：低碳生活的 24 堂課-小至馬桶大到棒球場的減碳提案。出版社：朱雀。
16. 從從唐從聖碳足跡科學原理 <https://www.youtube.com/watch?v=Pdv2XcA2HF4>
17. 碳足跡計算器 http://co2.ftis.org.tw/pageA3_2.asp
18. 環保署綠色生活網(Ecolife)-減碳行為計算器
http://ecolife.epa.gov.tw/Cooler/check/Co2_Countup.aspx
19. 地球暖化警示 https://www.youtube.com/watch?v=r95_fmdojpw
20. 「i cool 電器待機耗能狀況」
<http://www.youtube.com/watch?v=frWeeZLeZfg&feature=related>
21. 節能減碳~小學生篇 <https://www.youtube.com/watch?v=td3fNblsxiU>
22. 節能減碳~新生活運動 <https://www.youtube.com/watch?v=4gmoJtMFsYA>

七、試教成果

(一)教學活動紀錄

本教學模組進行六次試教，每次二節課，每次試教的教學活動相片如附件三，而本模組每位研發參與者的試教觀察紀錄表，請詳見

<https://sites.google.com/site/taichungenergy/>。

(二)學生學習歷程檔案

本教學模組之學生學習歷程，主要包括 1. 學生學習相關知識；→2. 各組繪製省能屋設計圖；→3. 省能屋設計概念發表；→4. 給各組一組空屋子模型，由學生按照省能屋設計稿內容，設計心目中省能屋的「外部」節能設施，屋外環境綠化、裝置太陽能板、風力發電機等設備；→5. 設計心目中省能屋的「內部」節能設施(比較各電器的耗電程度)；→6. 各組省能屋發表，教師總結。詳細歷程請詳見

<https://sites.google.com/site/taichungenergy/>。

(三)教學研討會議

本教學模組之歷次教學研討會議，請詳見各次「研發會議」會議紀錄，計從 1030504 至 1031202 計 16 次教學研發會議紀錄(詳見

<https://sites.google.com/site/taichungenergy/>)

(四)教學省思

本教學模組之教學省思部份，主要由六位本模組教學設計者進行試教後的討論反饋，其中林鴻仁主任部份之教學省思如下，其餘請詳見

<https://sites.google.com/site/taichungenergy/>。

本教學模組試圖從對「能量」的認知、探究「能量的轉換」及能量所做的「功」在生活中扮演的角色，讓學生理解生活中的各種物理現象，都緣於「能量」。如果學生對能量的來源、型式、轉換及運用了然，就能用「能量」的內涵來解釋生活中的各種物理現象，再進一步運用「能量」來解決我們所面臨的各項問題，如：環境變異、生態保育、科技發明等。從學生的生活經驗開始，容易引起學生興趣並符合認知學習理論。

覺察並探討生活中所具有的能量、認識能量源等活動在課程進行之初，學生對於生活中的現象容易發現了解，但其內部所蘊含的能量概念並不清楚，透過實驗操作及學校風力、水力、太陽能等發電設施，小朋友對動能、電能較有概念，能明顯感到熱的如：火、太陽的能量較有感覺，但對由熱轉換後的能量較無法感知：如水蒸氣。能量轉換部份，以「太陽能搖晃玩偶實驗，玩偶會一直晃動，能量是如何轉換的」為例，整個轉換歷程為：太陽光能 電能 磁力能 動能，少部份小朋友只能說出太陽能動能，大部份能看出太陽能 電能 動能或太陽能 磁力能 動能，但還是會忽略中間的電生磁的部份，只有少部份小朋友能完整解析出太陽能 電能 磁力能 動能。因為教具是半成品，只要讓學生觀察，所以中間的轉換過程容易被忽視。如果在進行教學時能增加太陽能板接上線圈產生磁場後去吸鐵製品，察覺電生磁的現象，再以電磁鐵與永久磁鐵做相吸、相斥的操作，可以讓中低年級也易理解此轉換現象，這在未來教學活動的舉例或操作項目，可以考慮增強此部份，但如此可能又需增加二節課時間。

整個教學過程中有許多透過分組討論進行的活動，從小朋友的討論狀況可以發現有的組會發生爭辯，有的組卻很有規矩。老師通常會去關注發生爭辯的組，而忽略了守規矩的小組。其實很規矩的組很可能是因為有較強的意見領袖，使得其它組員不便

表示意見或因程度落差較大不知如何發表，這種現象值得老師特別留意。討論教學會花很多的時間，如果沒有適當的引導不但造成時間的浪費且得不到成果，引導小組討論是一個重要的課題。

因為之前有能源教育推動中心之能源教育示範教學做基礎，從一開始單純就能源教育相關教學內容，構思統整成一個完整教學單元的教學活動設計，後來經過伙伴們多次討論、試教、修改，才慢慢具有大單元教學概念的雛型。期待本教學活動設計能從教學過程及教學後所產生的學習效益，達到遷移或類化的學習目標。當初設定目標學生是高年級，但在正常課程時間內進行不容易實現，因此配合學校社團活動之實施進行。實驗課程受實務安排之條件限制下，真正施教的學生為三至六級(高年級 10 位、中年級 5 位)，在課程進行中學習有一定的落差實屬正常，也可視為一般常態班級裡的學習落差。雖然試教期間甚短，事前也沒有考慮評量工具的運用，計畫執行並未太嚴謹，但從小朋友學習過程參與討論及發表的情形來看(雖然不見得具有「教材原型」所要求的目標)，本教學活動設計是成功可行。

國家教育研究院 103 年度自然科學領域教材
原型研發編輯計畫～「能量」教學活動設計

學生學習手冊

編寫者：王建仁、王漢青、林鴻仁
李順興、沈招馨、掌慶怡

【目錄】

單元一、無所不能【活動一、能量知多少】	P. 31
單元一、無所不能【活動二、最大能量源】	P. 33
單元二、不能沒有你【活動一、能量轉轉轉】	P. 36
單元二、不能沒有你【活動二、能源的種類】	P. 38
單元二、不能沒有你【活動三、能量的運用(一)】	P. 41
單元二、不能沒有你【活動三、能量的運用(二)】	P. 44
單元二、不能沒有你【活動三、能量的運用(三)】	P. 46
單元三、能不能有關係【活動一、跑跑一度電】	P. 50
單元三、能不能有關係【活動二、電器大診斷(一)】	P. 51
單元三、能不能有關係【活動二、電器大診斷(二)】	P. 51
單元三、能不能有關係【活動三、省能我最行】	P. 52
單元三、能不能有關係【活動四、能耗與碳排】	P. 55
單元三、能不能有關係【活動五、節能一把罩】	P. 56

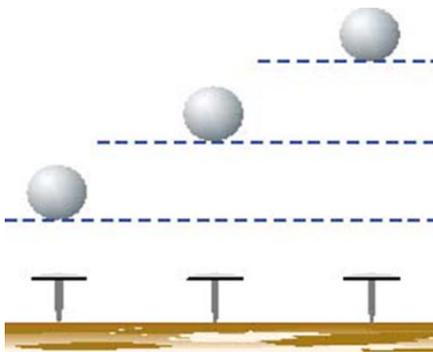
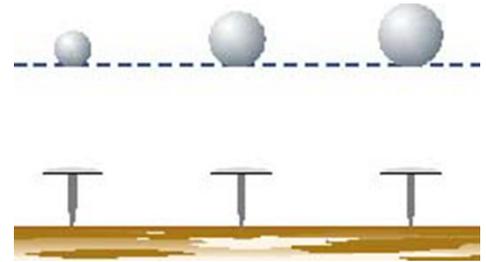
單元一、無所不能【活動一、能量知多少】

能量：

在物理科學的文章中，有數種形式的能量被定義。

這些包括：熱能（thermal energy，在傳導過程中的熱能被稱為熱量）、化學能、電能、輻射能（電磁輻射的能量）、核能、磁能、彈性能、聲能、機械能、光能，這些能量的形式可以被分為兩大類：動能和位能。其他類似的能量形式都是動能和位能的混合形成。

物體因高度差而具有的能稱為動力位能：取相同材質但大小不同的三個鐵球，由相同高度落下，C球撞擊圖釘，在黏土上釘入較深，可知處在相同高度的鐵球，質量大者，具有較大的重力位能。

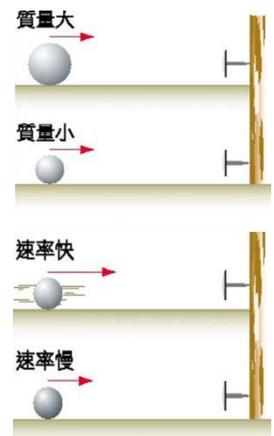


取相同材質和大小的三個鐵球，由不同高度落下，F球撞擊圖釘，在黏土上釘入較深，可知相同質量的鐵球，所處的高度愈高，具有的重力位能愈大。

動能

運動中的物體具有作功的能力，也就是具有能量。物體因運動所具有的能量，稱為動能。

質量大小不同的鐵球，以相同的速率撞擊圖釘時，質量大的鐵球會將圖釘釘入較深。質量大小相同的鐵球，以不同的速率撞擊圖釘時，速率快的鐵球會將圖釘釘入較深。



力學能(機械能)守恆定律

動能與位能的總和稱為力學能或機械能。

假設物體只受重力或彈力而沒有其他外力作用時，物體在整個運動過程中，動能與位能的總和將保持不變，稱為力學能守恆定律。

能量守恆定律

在生活中，可發現不同形式的能量之間，不僅可以互相轉換，而且能量既不會無中生有，也不會憑空消失，只會由一種形式轉換成另一種或多種形式，但能量的總值均維持不變，這種關係稱為能量守恆定律。

能量與生命(食物熱量)

所有生命體都依靠外界來源來補充能量——綠色植物需要太陽的輻射線；一些動物所需要的化學能量——使之能夠成長與繁殖。一個成年人一天應由氧氣及食物分子的混何物攝取 1500 到 2000 千卡 (6-8MJ) 能量，後者多為碳水化合物和脂肪，例如葡萄糖($C_6H_{12}O_6$)和甘油($C_57H_{110}O_6$)。在粒線體(mitochondria)裡，食物分子會被氧化成二氧化碳和水。

能量的轉換

能量可能在這幾種形式間轉換，有些能量的轉換效率可達 100%，有些則不行。

能把這些不同的能量互相轉換的機器稱為能量變換器 (transducer)

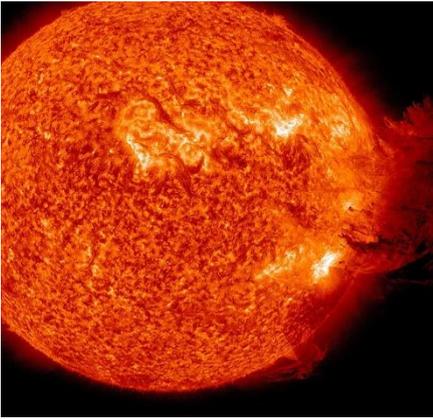
某種形式的能量通常能透過工具的輔助而轉換成另一種形式的能量，例如電池能把化學能轉換成電能；水壩能把重力位能轉換成動能並最終透過發電機轉換成電能。相同的，在化學爆炸的例子裡，在一段很短的時間裡化學位轉換成動能和熱能。鐘擺也是其中一個例子。鐘擺在最高點的動能為零而重力位能為最大值，但是在最低點的動能為最大值而重力位能為零。如果假設鐘擺沒有任何摩擦力，則能量之間的轉換是完美的，所以鐘擺將一直搖擺下去。

《動動腦》

- 小朋友，在下圖中你發現了哪裡具有能量的存在呢？請先用筆把他們圈出來，再寫出他們各具有什麼樣的能量。



單元一、無所不能【活動二、最大能量源】



太陽光能讓我們看見景物，它的熱可以讓我們感受到溫暖，除此之外，太陽的光和熱還有什麼用途呢？

太陽是一顆燃燒的大火球，中心溫度：約攝氏 2000 萬度。表面溫度：約攝氏 5500 度。太陽盤面的直徑約為地球的 109 倍。太陽到地球的平均距離約為 1.5 億公里，這個距離叫做 1 天文單位。超音速飛機從地球飛往太陽需要 10 年。太空船只需 4 個月。光線從太陽射到地球上需要 8 分鐘。

太陽“能”做什麼？

植物需要陽光行光合作用製造養分，才能生長良好。動物攝取植物，從而得到自身活動所需之能源。太陽的熱提供生物溫暖的來源。對於人類而言，適當的照射太陽光，能協助身體產生維生素 D。

日常生活中，我們有很多地方都利用到太陽能。例如：將新鮮的高麗菜曝曬在陽光下，製成高麗菜乾。利用太陽的熱將柿子裡的水分曬乾製成柿餅，可以延長保存期限。太陽的熱可將衣服上的水蒸發，曬乾衣服等。

太陽能的形式及太陽能的轉換

太陽能有多種的樣貌呈現，常見的如太陽的熱可以讓水蒸發，形成雲、霧等天氣變化等。太陽能的轉換方式如：利用太陽能熱水器吸收太陽的熱，提供熱水。利用太陽能光電板將太陽的光轉換成電力使用。

在這次系列課程活動中，老師安排一些觀察、閱讀與實驗活動讓大家一起發現生活中的能量，相信能幫各位同學解開這些疑惑！

《動動腦》

Q1：日常生活中，我們常利用的太陽能方式有哪些？正確的請打V。

- (1) 將新鮮的高麗菜曝曬在陽光下，製成高麗菜乾。
- (2) 太陽的熱提供生物溫暖的來源。
- (3) 植物需要陽光行光合作用製造養分。
- (4) 太陽能熱水器吸收太陽的熱，提供熱水。
- (5) 太陽能光電板將太陽的光轉換成電力使用。

Q2：我們所使用的太陽能熱水器是太陽能轉換成（ ）能。

Q3：我們所使用的太陽能光電板發電是太陽能轉換成（ ）能。

Q4：太陽能搖晃玩偶實驗，玩偶會一直晃動，能量是如何轉換的？

答：_____

《科學小常識》

一、風：是由太陽能源所引發的，當太陽將熱能傳遞到地球時，由於地表吸收熱能的效益不同，因此會產生溫度上的差異。而溫度上的差異隨即造成了壓力上的差異，而風就依靠著大氣中地區上壓差的不同而吹起了。

二、化石燃料：動植物的遺骸埋藏在地下，經過漫長時間形成石油、煤炭等化石燃料，可以看做是上古時代經年累積下來的太陽能。

三、水力發電：水力發電是藉由將山中湖水的位能加以轉換為推動渦輪發電機的動能。水之所以會存在於山上，是藉由降雨的機制而產生的，而降雨即是氣象變化的一種，地球上的氣象變化便是由太陽的能源產生的。

四、太陽能熱水器：「太陽能熱水器」的構造主要由集熱器、儲水槽、管路和控制系統所組成。其中集熱器是利用金屬做成的細小水管，因為金屬管容易吸收太陽的熱能，因此水在細小的金屬管裡流動時，能讓水從低溫逐漸加熱到洗澡所需的溫度（約 50°C~60°C），白天所收集到的熱水會儲存在保溫效果較好的儲水槽裡，方便人們能在晚上使用熱水。

五、太陽光電池原理：太陽能電池可以把光能轉換成電能，主要構造是利用半導體材料，薄的n型半導體置於較厚的p型半導體上，當光子撞擊該裝置的表面時，p型和n型半導體的接合面有電子擴散，電流即可利用上下兩端的金屬導體將電流引出利用。由於太陽電池產生的電是直流電，因此若需提供電力給家電用品或各式電器則需加裝直/交流轉換器，將直流電轉換成交流電，才能供電至家庭用電或工業用電。

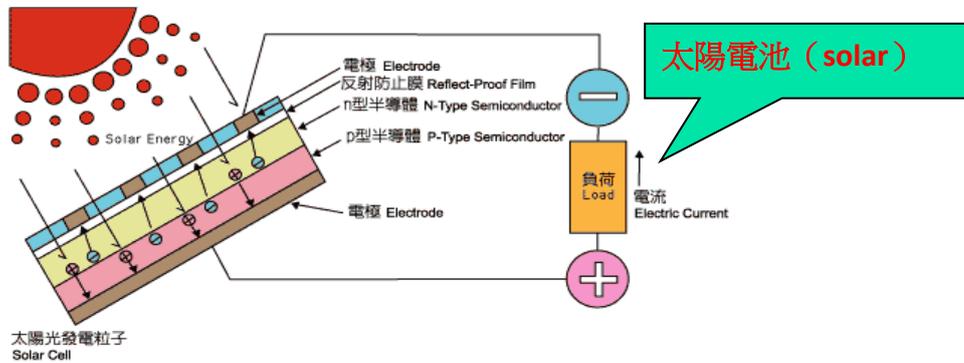


圖 4、太陽光電池原理（資料來源：工研院能資所）

《我的筆記》

單元二、不能沒有你【活動一、能量轉轉轉】

發電的原理：

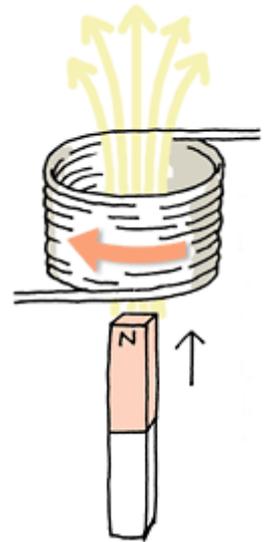
發電的原理幾乎都是將動能、熱能換成電能，除了太陽能發電，大部份的發電原理都是將動能轉成電能，所以利用動能推動發電，幾乎就是發電的主流，人造的動能，說起來只有燒開水用蒸氣推動發電機這一條路，從大自然當中取得動能的方式就是所謂的再生能源，如水力發電，用大自然當中的地心引力，來將水的動能換成電能，或是從風或是潮汐的動能換成電能等現象。

而在 1831 年，一名叫做“法拉第”的英國學者發現了發電的原理。如圖所示將金屬線一圈圈環繞起來形成的東西，叫做「線圈」。人們發現，將磁鐵穿過線圈時，其磁力可以使金屬線中的自由電子按固定的方向開始流動。

一旦加快磁鐵的運動速度，就能產生出很強的電流，電因此變強。不過，要以極快的速度多次地驅動磁鐵是非常困難的。那麼，該如何來做呢？如果不是移動磁鐵，而是旋轉線圈，結果會是怎樣呢？嘗試一下發現同樣能產生電來！旋轉線圈顯得更為簡單！思考是讓人類發明創造的原因。

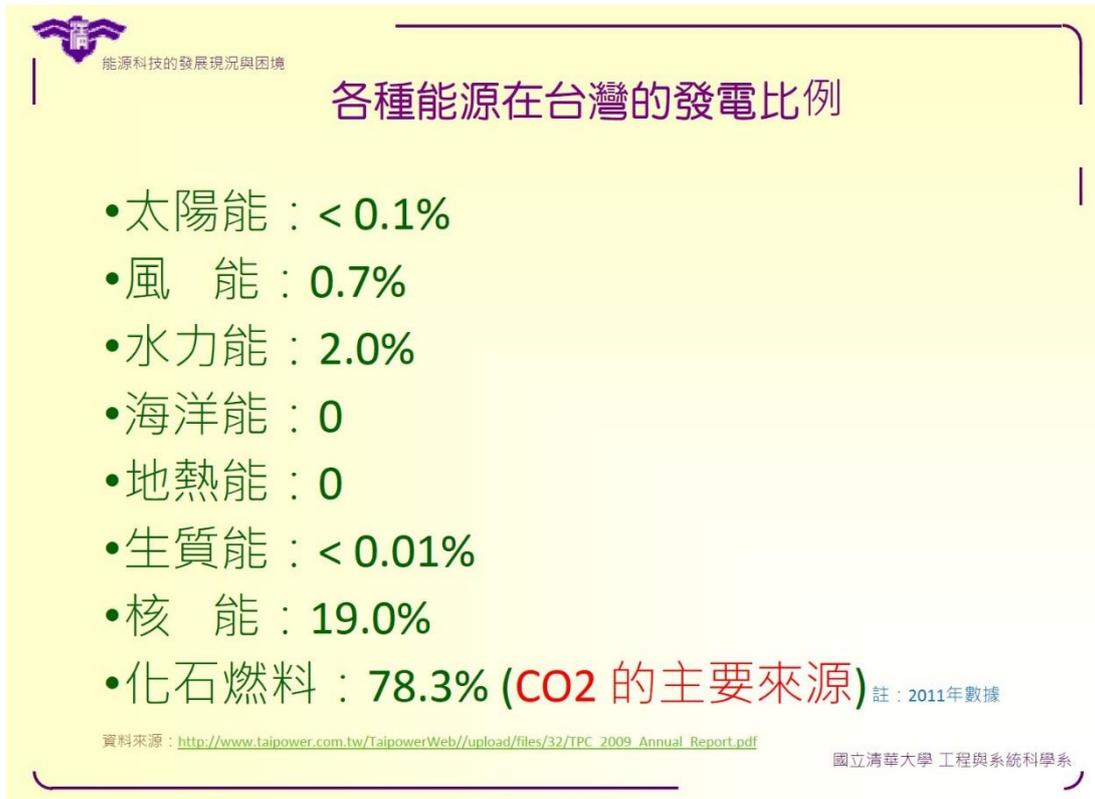
現在，大型發電機幾乎都採用在磁鐵中轉動線圈來發電的方式。例如：在上山時可以見到的位於水壩的水力發電廠；它將河流在水壩處阻擋一下，水流便從高處往下飛落，利用其落下的力量帶動一種叫做“渦輪機”的水車，進而轉動線圈。在火力發電廠，則是燃燒煤炭和石油使水沸騰，利用釋放的蒸氣驅動渦輪機。

當然，最近在西部海濱經常能看到利用風力發電的大螺旋槳，也是將其旋轉傳遞給線圈，從而進行發電的。可以這麼說，如果存在能讓線圈轉動的力，就能用任何方法來發電了。



《動動腦》

一、 下表是各種能源在台灣的發電比例，請回答下列問題：



(1) 由表可知，哪項能源的發電比例所占最高：()

(2) 未來，為了避免能源短缺，我們應該多致力於那些能源的開發？

(請至少寫三種)

單元二、不能沒有你【活動二、能源的種類】

各種能源的介紹：

● 太陽能：

太陽能的供應源源不斷，是一種非常清潔的能源，不會引起污染，更不會耗盡自然資源或導致全球溫室效應。太陽能的科技，應用甚廣。例如太陽能的計算機、手錶，在市面上很普遍。

● 水力能：

用水力進行發電，是以人工方法，引導水流以高速度衝擊水輪機，帶動水輪機和發電機的旋轉，從而產生電力。因此，一般在水電站的上游，建造攔河壩和蓄水庫，積蓄水量，提高落差（水頭）。

● 風能：

風力發電的原理，是利用風力帶動風車葉片旋轉，透過增速機將旋轉的速度提升，來促使發電機發電。

● 生質能：

生質能資源，主要是農業廢棄物及農林產品加工業廢棄物、薪柴、人畜糞便、城鎮生活垃圾等四個方面。目前生物能的開發應用主要在三方面：

- ✓ 在農村建立以沼氣為中心的能量物質循環系統。
- ✓ 建立以植物為能源的發電廠。
- ✓ 種植甘蔗、木薯、海草、玉米、甜菜、甜高粱等，既有利於食品工業的發展，植物渣又可以製造酒精以代替石油。

● 地熱能：

地熱是來自地球深處的可再生熱能；它來自地球的岩漿和放射性物質的衰變。這種熱能的儲量相當大，但是開發不易，且受地質條件的限制。

地下水的在地殼內循環，或深處的岩漿侵入到地殼後，會把熱量從地下深

處帶至近表層。在有些地方，熱能會隨著湧出的熱蒸汽或熱水而到達地面。

- 海洋能(潮汐能):

通常在海灣或河口地區，圍築蓄水池，在圍堤適當地點，另築可供海水流通之可控制閘門，並於閘門處設置水輪發電機，漲潮時海水經由閘門流進蓄水池，並推動水輪機發電；退潮時海水亦經閘門流出，並推動水輪機發電。波浪發電，是將波浪之動能轉換成電能。

- 煤：

遠古時代，大量植物枯死後被沖流埋在地下，層層相疊，經過悠久的歲月與地殼的變動，在不同溫度和壓力下，逐漸炭化而形成各種煤層。

- 石油：

剛開採出來的油氣，因為含有多種成份，不能馬上使用，需經過處理產生多種不同用途的產品，如分餾成天然氣、液化氣、汽油、柴油、重油等。

- 天然氣：

天然氣是一種碳氫化合物，多是在礦區開採原油時伴隨而出，過去因無法越洋運送，所以只能供當地使用，如果有剩餘只好燃燒報廢，十分可惜。

依其蘊藏狀態，又分為構造型天然氣、水溶性天然氣、煤礦天然氣等三種。而構造型天然氣又可分為伴隨原油出產的溼性天然氣、與不含液體成份的乾性天然氣。

- 核能：

核能發電，是利用核分裂產生巨大的能量，製造高溫高壓的蒸氣或氣體，驅動發電機組發電。

核能所用的燃料，乃是可分裂或融合的放射性物質，例如鈾 235、鈾 239、鈾 233 等。例如 1 克鈾 235 分裂所產生的能相當於燃燒 3000 噸上等的煤所產生的熱量。目前核能發電量僅佔全球能源和電力供應百分之七和十七。

《動動腦》

一、能源的分類：以下各種能源已被分為兩類，請你寫出他們被分類的依據為何？

_____ 能源：

太陽能 水力能 風能 生質能 地熱能 海洋能 核融合能

_____ 能源：

煤 石油 天然氣 鈾

單元二、不能沒有你【活動三、能量的運用(一)】



科學閱讀---西雅圖的天空

(圖片來源:[西雅圖的天空](#))

您怎麼能夠買賣穹蒼與土地的溫馨？多奇怪的想法啊！假如我們並不擁有空氣的清新與流水的光彩，您怎能買下它們呢？

對我的人民而言，大地的每一部份都是聖潔的。每一枝閃亮的松針、每一處沙洲、每一片密林中的薄靄、每一隻嗡嗡作響的蟲兒，在我人民的記憶與經驗中都是神聖的。樹中流動著的汁液，載負著紅人們的記憶。

當白人的鬼魂在繁星之中遊蕩時，早已忘卻他們出生的家園。但我們的靈魂從不曾忘記這片美麗的土地，因為她是紅人的母親。我們屬於大地，而大地也是我們的一部份。芬芳的花朵是我的姊妹，鹿兒、馬兒和巨鷗都是我們的兄弟。怪石嶙峋的山峰、草原上的露水、小馬溫暖的身體、及我們人類，都是一家人。

所以，當偉大的白人領袖自華盛頓傳話來，說他想要買我們的土地時，他要求的實在太多了。他說，他會為我們保留一片土地，讓我們得以舒服地過日子。他將成為我們的父兄，而我們將是他的子民。

因此，我們得考慮你們的要求。但實際上，那是多麼不可能啊！因為這是我們神聖的土地。小溪河川裡波光粼粼的流水，對我們而言，不只是水，而是先祖們的血液。倘若我們把土地賣給你們，你們必需記住，這是神聖的土地。而你們也必定要告訴你們的子孫，它是聖潔的，每一片清澈湖水的朦朧倒影裡，都埋藏著我們生活中的點點滴滴。河水喃喃的低迴，是我祖先的聲音。

河水就如同我們的兄弟，滿足了我們的乾渴。河水載運了我們的獨木舟，並養育了我們的子孫。如果我們將土地賣給你們，你們必定要教導你們的子孫，它是我們的手足，也是你們的弟兄，因此，你必需對它付出關懷，一如你對待

你的兄弟一樣。

我們知道，白人不能體會我們的想法。他們就像夜晚到訪的異鄉客，對大地予取予求，每一吋大地對他們而言，看來都是一樣的。他們將大地視為敵人，一步一步地加以征服，而非以兄弟之禮對待。他無視於父祖的墳地，他剝奪了子孫的土地，一點都不在乎祖先們的勞苦與後代生存的權力。他對待他的故土及兄弟，就如同綿羊與耀眼的首飾一樣，可以隨意地買賣與掠奪。他的貪婪將毀滅大地，而最後留下來的，將只是一片荒蕪。

我真的不懂。我們之間的生活方式是如此不同。你們城市的景象刺痛了紅人們的眼睛。但也許因為紅人們是野蠻人而無法理解吧！在白人的城鎮裡找不到寧靜。聽不到春天枝葉迎風招展的聲音，或是蟲兒振翅的歡鳴。但也許因為我是個野蠻人而無法理解吧！這些喧鬧聲看來只會污損我們的耳朵。假如不能聽到夜鷹孤寂的叫聲，或是夜晚池畔青蛙的爭鳴。那會是怎麼樣的生活呢？我是紅人，所以不明白。印地安人喜歡微風拂過池面的輕柔細語，以及午後陣雨所洗淨、或是被矮松所薰香的風的味道。

大氣對紅人而言是珍貴的，因為野獸、森林、人類及萬物都分享著同樣的氣息。白人似乎不在意他們所呼吸的空氣。就好像死了幾天的人，已經對惡臭毫無知覺。但是，倘若我們將土地賣給你們，您們必需記得，大氣對我們而言是珍貴的，祂與祂所養育的萬物共享著這份靈氣。

風，送來了我們祖先的第一口氣，也帶走了他們最後一聲的嘆息。假如我們將土地賣給了你，你們必需維持祂的獨特與莊嚴，使祂成為一塊即使是白人也可以品嚐被花草所薰香的風的地方。因此，我們得考慮你們的要求。假如我們接受的話，我有一個條件，那就是白人必需對待大地上的野獸如自己的兄弟一般。我只是個野人，並不瞭解其它的想法。我曾經目睹被路過火車上的白人所射殺的千萬頭野牛，牠們的屍體被棄置於大草原之上任其腐敗。我只是個野人，無法明白這冒著煙的鐵馬居然會比我們為了生存而殺死的野牛更為重要。人沒有了野獸會變得怎麼樣呢？倘若所有的動物都消失了，人類將死於心靈最深處的空虛寂寞。現在發生在野獸身上的事，很快地就會應驗到人類來。所有的一切都是相互有著關連的。

你們務必教導你們的孩子，他們腳下的土地，是我們先民的遺蹟。因此，他們才會尊敬土地，告訴你的孩子們，因為有著我們生命的存在，才使得大地更加地豐富。讓你們的孩子知道，大地是我們的母親，我們向來如此教育著我們的子孫。任何發生在大地上的，必將同樣地降臨在祂的子民身上。假如人們

唾棄了大地，其實他們就是唾棄了自己。

我們知道，大地不屬於人類，而人類屬於大地。我們知道，每一件事物都是有關連的，就好像血緣緊緊結合著一家人。所有的一切都是相互有著關連的。現在發生在大地的事，必將應驗到人類來。人類並不主宰著生命，他只不過是其中的一小部份而已。他對大地做了什麼，都會回應到自己身上。即使與他們的上帝能如同朋友一般相處的白人，也無法免於相同的命運。畢竟，我們都是兄弟。我們知道一件事：終有一天我們會看到，白人必將發現我們的上帝是同一位！

你們現在也許認為，因為你們擁有神，所以也可以占有我們的土地，但是不能這樣。祂是眾人的神，祂的慈悲平等地分享給紅人與白人。大地對祂是珍貴的，對大地的傷害，是對造物主的輕蔑。白人也終將滅絕，甚至有可能比其它種族還快。如果你弄髒了自己的環境，總有一天會窒息在你所丟棄的垃圾之中。

但即使您們死了，上帝也會給你們榮耀，因為祂帶領你們到這片土地來，又不知為何給了你們統治紅人與土地的權力。

這樣的命運對我們來說真是難解。尤其當野牛被屠殺，野馬被馴服，當森林中最隱密的角落也充滿了人味，原始的山陵景觀被電話線所破壞時，我們真是不明白啊！

叢林哪兒去了？消失了！

老鷹哪兒去了？不見了！

美好的生活已經結束，殘喘求生的日子開始！

文章引自 [史上第一篇生態宣言](#)

單元二、不能沒有你【活動三、能量的運用(二)】

科學閱讀---珍·古德

(圖片來源:[珍愛旅程](#))



珍·古德長期致力於黑猩猩的野外研究，並取得豐碩成果。她的工作糾正了許多學術界對黑猩猩這一物種長期以來的錯誤認識，揭示了許多黑猩猩社群中鮮為人知的秘密。除了對黑猩猩的研究，珍·古德還熱心投身於環境教育和公益事業，由她創建並管理的珍·古德研究會（國際珍古德協會）是著

名民間動物保育機構，在促進黑猩猩保育、推廣動物福利、推進環境和人道主義教育等領域進行了很多卓有成效的工作，由珍·古德研究會創立的根與芽是目前全球最活躍的面向青年的環境教育計劃之一。由於珍·古德在黑猩猩研究和環境教育等領域的傑出貢獻，她在1995年獲英國女王伊莉莎白二世榮封為皇家女爵士，曾榮獲大英帝國勳章中的爵級司令勳章〈DBE〉，在2002年獲頒聯合國和平使者。

1934年4月3日珍·古德生於英國倫敦，幼年的古德對自然、動物和動物行為有著濃厚的興趣。她的學生生涯中止於1952年，在從學校畢業後，珍·古德嘗試過許多工作，擔任過秘書、電影製片助理等工作，1957年古德為了完成進行動物研究的夙願來到東非的肯亞，在那裡遇到了當時名氣很大的人類學家李奇，李奇給了古德一份旨在揭示原始人類行為模式的靈長類動物研究計劃。1960年26歲的古德在接受了李奇博士對她進行的野外技能考察後，在母親的陪同下啟程來到坦尚尼亞坦干依喀湖畔的貢貝溪國家公園進行黑猩猩的研究計劃。最初珍·古德的研究並不被看好，質疑者指出她沒有接受過系統的科學訓練，認為一個成長在都市的年輕女子無法應對非洲叢林的嚴酷環境，他們聲稱古德的研

究不會堅持三個月以上的時間。

出乎很多人意料的是，珍·古德不僅在非洲叢林深入下來，而且取得了驚人的發現，她在坦干依喀湖野外研究顯示，黑猩猩能夠選擇和加工工具，用以從蟻巢中釣取螞蟻，這一發現打破了長久以來「只有人類才會製造工具」的觀點，為人類學和動物行為學的研究引入了全新的資料。由於古德在這一領域的發現，1965年她獲得劍橋大學頒發的動物行為學博士學位。獲得博士學位的古德並沒有留在舒適的城市和實驗室，而是回到坦干依喀湖畔的貢貝溪國家公園，利用獲得的捐助建立了貢貝研究中心，專門進行黑猩猩的研究。這家研究機構也成為世界上唯一一個對黑猩猩連續進行近50年野外觀察的研究所。

珍·古德發現，黑猩猩並非此前人們所認為的是一種溫馴的食草動物，他們有時會結成群體有組織地對其他小型哺乳動物進行狩獵，在不同群體的黑猩猩之間還會發生戰爭，有些黑猩猩甚至有襲擊和殘殺同類的行為，這種行為有時甚至僅僅為了取樂，而此前學術界一直認為戰爭和同類相殘只是人類獨有的行為；古德還發現，在黑猩猩的社會中有著森嚴的等級制度，每隻黑猩猩都有自己在社會中的地位，而他們為爭取社會地位而進行的明爭暗鬥絲毫不遜於人類；雌性黑猩猩會像人類一樣哺育和教養幼崽，一些個體還會出現溺愛幼崽的行為。由於之前沒有受到專門的科學訓練，古德的研究並沒有遵循人類學研究的一般模式。她深入黑猩猩的社群，為每一隻黑猩猩取名，作為黑猩猩社群的一員去觀察他們的日常活動。由於古德的研究，「白鬍子大衛」、「菲洛」、「菲菲」成為公眾所熟悉的名字，以往神秘的野外研究成為普通人可以了解和關注的事務，一些普通公眾也因為她的研究而關注黑猩猩的保育事業。

1977年珍·古德建立了珍·古德研究會致力於推進全世界範圍的野生動物保育和環境教育計劃，研究會資助了貢貝河研究中心、動物庇護所、黑猩猩動物園等動物保育項目，並於1991年啟動了根與芽環境教育項目，該項目是目前最具影響的面向青少年的環境教育項目之一。

1984年，珍·古德又主持成立了動物庇護所和黑猩猩動物園，前者用於收養那些由政府沒收的被走私的幼年黑猩猩，後者則主要收留那些遭到非法捕獵的黑猩猩，同時也是世界上最大的一個類人猿研究基地。

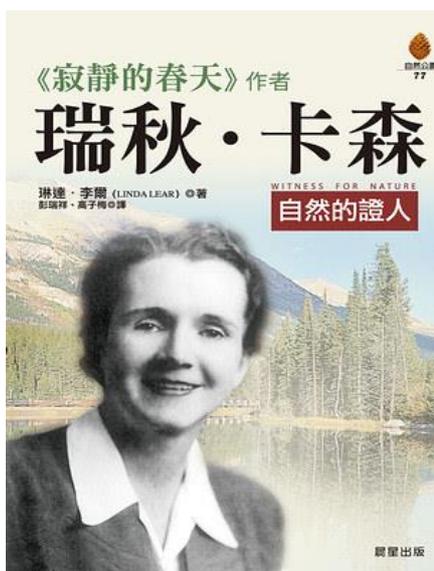
近年來珍·古德將她的全部時間用於宣講黑猩猩的行為和環境保護，巡迴於世界各地進行演講。

文章引自 [維基百科](#)

單元二、不能沒有你【活動三、能量的運用(三)】

科學閱讀---瑞秋卡森

(圖片來源：[平凡裡的偉大：《瑞秋·卡森：自然的證人》](#))



瑞秋·卡森於西元 1907 年的春天出生於美國賓州的農家，母親，時時灌輸她對自然的關愛及好奇。卡森十歲時，在當地的雜誌上發表了她人生的第一篇故事《雲端內的鬥爭》。西元 1925 年，卡森畢業以第一名成績高中畢業，她隨即進入賓州女子學院，以優異成績畢業，並榮獲約翰霍普金斯大學的獎學金予以就讀，獲得動物學碩士學位。

由於她年邁的父母病痛漸增，卡森離開了大學去照顧他們。父親去世後，她放棄了她的博士學位的追求來照護母親。她的生物學導師瑪麗·斯科特·史金科 (Mary Scott Skinker) 替卡森找到了在政府單位一個教育性質電台廣播的工作，撰寫與自然相關的議題。卡森於西元 1936 年參加公務員考試，並以優於其他應試者的成績成為漁業局史上雇用過的第二位女性。西元 1937 年，卡森的姐姐去世，她成為母親和兩個侄女的唯一的經濟支柱。而後當其中一位侄女驟逝，她領養了這個姪女的 5 歲大兒子。瑞秋·卡森是一位具有吸引力的人，她把對人們的同情和關愛擺在比自己事業優先的位置，而她畢生工作的廣度和意義仍足以撼動整個世界。

瑞秋·卡森喜愛文學並具備熟練的寫作技巧，但她在生物的世界找到她的熱情。卡森有次寫給她的朋友信中提到，「生物學給了我寫作的題材。我想試著自我的寫作當中讓大家了解生活在樹林中，水中的動物們，就如同生活在生物界中的我一樣。」1941 年，卡森出版了她的第一本書《海風下》，記敘一個沿著洋底發生的旅程，她並發表了另外兩本有關海洋生物的著作，完成了此「海

洋三部曲」。西元 1951 年《我們周圍的海洋》贏得了美國國家圖書獎 卡森並在 1955 年出版了《海的邊緣》，描寫有關潮間帶的海洋生態。

卡森描寫自然歷史的《海洋下》獲得了約翰·卜洛獎 (Burroughs Medal)，和兩個榮譽博士學位。由這本書翻拍成的紀錄片亦獲得了 1953 年的奧斯卡最佳紀錄片殊榮。隨著國際演講活動的邀約，及對編輯工作的渴望，卡森從公職退下投身全職寫作。一位在麻薩諸塞州的狂熱鳥類研究員，奧爾加·歐文斯·哈金斯 (Olga Owens Huckins)，寫信給卡森抱怨著噴灑 DDT (有機氯化物)摧殘了她的鳥類保育區，卡森同意幫忙。當時，編輯對殺蟲劑的報導興趣缺缺，但卡森堅持寫下去，造成了與化學產業的衝突。

世界二次大戰後，美國軍方資助合成農藥的研究，化學製造公司尋求化合物的市場。西元 1957 年，美國農業部門試圖使用 DDT 混和的燃油消滅火蟻，此混和燃油為美軍在越戰期間使用的”橙色落葉劑”前導物。美國政府製作的電影「火蟻試驗」，被卡森稱作是「明目張膽的宣傳」。同時，研究人員發現了致癌的除草劑 (aminotriazole) 被用在美國蔓越莓的收成。卡森出席了美國食品和藥物管理局 (FDA) 的聽證會，見證了化學工業遊說者對數據及科學家的攻擊，並提出了所謂「專家」的證詞反駁她的研究。奧杜邦協會 (The Audubon Society) 追蹤殺蟲劑使用對鳥類數量減少的關聯，並徵召卡森的協助。透過政府科學家的人脈，卡森取得機要數據、未發表的科學文獻，並採訪了研究農藥的科學家們。約四年間，她諮詢了生物學家、化學家、昆蟲學家和病理學家，為她的書收集數據及資料。在與醫學研究人員合作的過程中，卡森個別記載了農藥暴露，人類疾病和環境影響的事件。癌症研究人員威廉·霍普 (Wilhelm Hueper) 將農藥歸類為致癌物質。諷刺的是，卡森在這時發現了癌細胞囊腫，進行乳房切除術，並開始放射性治療。

卡森的傳記作家馬克·漢密爾頓·萊特爾 (Mark Hamilton Lytle) 回憶道，卡森的「在自我意識的驅使下，決定寫一本質疑科學進步典範的書。」《寂靜的春天》出版後，化學製造公司不再肆無忌憚地將毒素導入環境之中。卡森的著作改變了歷史的進程，而有些人並不感到高興。當《寂靜的春天》在 1962 年問世時，化工產業詆毀她的數據資料、分析內容、個人特質和科學憑據等。化工產業所贊助的文章報導宣傳使用農藥，並利用匿名者毀謗卡森，預告她有如電腦妖魔般地打擊對環境重要的文章。另有一篇支持化工產業的評論甚至稱她為「歇斯底里的女人」，這其實是一種很典型的性別歧視。

卡森的傳記作家琳達·李爾在瑞秋·卡森的報導中寫道：大自然的見證者，

同時身為前農業及摩門教基本教義部長-泰福·彭蓀，曾在寫給總統德懷特·艾森豪威爾的信中提到，卡森雖然有吸引力，但未婚的她「可能是一個共產黨員」。杜邦(DDT 及 2,4-D 的製造商)和 Velsicol 化學公司(氣丹及七氣的製造商)對霍頓米夫林、紐約客和奧杜邦雜誌進行訴訟威脅，企圖打壓《寂靜的春天》一書。化學製造商美國氰胺公司被證明發現對於打壓《寂靜的春天》特別積極。任職該公司的生化學家羅伯特·白史蒂文斯曾寫說：「如果跟隨卡森小姐的論點，我們將回到黑暗時代，而讓昆蟲、疾病和害蟲再次佔據這塊土地。」

美國氰胺公司就是以破壞環境出了名，包括累積在廢水池中的毒素、致癌物質和造成畸形的因子，導致新生兒產生先天性缺陷和殘疾。美國氰胺公司廢棄在新澤西州的有毒廢料據點，例如佔地 575 英畝的布里奇沃特廢棄站，並且放任苯與其他的化學物質流入拉立登河和住宅用地。卡森在《寂靜的春天》中敘述到，DDT 產生了可疑的肝腫瘤。得到這個發現的食品和藥物管理局的科學家不確定該如何將這些腫瘤分類，但認為「可將其視為低度惡性肝細胞癌」，修伯博士現在將 DDT 定義為「化學致癌物質」。

這些化學公司的遊說者以人格上的污辱回敬。羅伯特·白史蒂文斯(Robert White-Stevens)在他盛怒時期稱卡森為「自然平衡崇拜的狂熱捍衛者」。這些謬誤的責難聲稱卡森試圖消除包括用於疾病控制的所有農藥，而這樣的詭計在目前仍反覆出現。然而，卡森鼓勵合理的化學防治。她在《寂靜的春天》第 266 頁中清楚地寫道：「沒有人會去爭辯說蟲媒疾病應該被忽略。問題的急迫性在於這個方式是明智的，還是讓問題本身急速地變得更糟。全世界的人們都聽說了許多藉由蟲媒傳染控制抑制住疾病的成功例子，但卻鮮少聽聞它的副作用。這短暫的成功反而強力地促進了有害蟲類的茁壯，強大到足以摧毀我們所做過的努力，甚而可能已經破壞任何我們可以進行控制的方式。」

由於農業不加限制地使用 DDT，反增強了瘧蚊的抗藥性。卡森寫道：「對害蟲群種的施壓應越輕微越好。」孟山都為了報復散發小冊子嘲笑卡森和戲仿寂靜的春天。然而到了最後，化學工業活動反而因為攻擊卡森，造成公眾開始關心農藥和公共衛生意識。1963 年，一個電視特別節目播出「瑞秋·卡森的寂靜春天」，觀看人數已達約 1500 萬人。這本書激發了國會進行審查，美國總統的科學顧問委員會報告認定支持卡森的科學主張，促成了美國環境保護署。美國最高法院大法官威廉·道格拉斯(William O. Douglas)稱《寂靜的春天》為「本世紀對人類最重要的編年史」。

當瑞秋·卡森的書改變了歷史進程的同時，她正與自身的癌症和放射性治療

搏鬥。1964 年的春天，癌細胞蔓延到了她的肝臟，於 4 月 14 日病逝馬里蘭州 Silver Spring 家中。

瑞秋·卡森的勇氣點燃人們對生態的意識，並延續到了今天。她提醒世界上的人們：「之於我們每個人，如同之於密西根州的知更鳥，和米拉米奇河內的鮭魚，這是個生態的問題，相互連結，相互依存。我們毒害了溪流中的石蠶蠅，鮭魚數量漸漸減少……我們對榆樹噴灑了農藥，知更鳥就不會在春天啼唱。這不單是因為我們直接噴灑的農藥，而是毒害一步一步走過，行經我們熟悉的榆樹葉-蚯蚓-知更鳥這般的循環週期。這是被記錄下來的事項，可觀察得到的，我們身邊可見世界的一部分。它們反映的生命和死亡，而科學家們稱之為生態網絡。」

文章引自 [現代環境保護論的起源](#)

單元三、能不能有關係【活動一、跑跑一度電】

「1 度電多少錢？」、「1 度電等於多少瓦特？」、「1 度電可用多久？」所謂「瓦特」(Watt, 簡稱 W) 是計算電器容量的單位。「瓩」字是仟及瓦的合成, 寫為 kW。家中所裝 40 燭光的日光燈, 它的計量寫成 40 瓦 (W) 或一般簡寫成 40W, 40W 的日光燈要變成「1kW」這個量, 也就是家庭中須裝了 25 隻「40W」的日光燈, 就變成「1,000W」的容量, 如簡寫, 就成為「1 瓩 (1kW)」。而使用 1 度電 (1kW×h=1kWh)。若「1kW」的器具使用 5 個小時, 就是用了 5 度電, 即「1kW×5h=5kWh」。

1 度電能用多久? 若 1,000W 的器具 1 小時耗電 1 度, 即 40W 的器具其 1 度電可使用 25 小時。就居家而言, 25 小時已超過 1 天, 如果省電燈泡 1 個 17W, 則其 1 度電可用的時數會更長, 亦更經濟。

發 1 度的電會製造多少污染? 1 度電約產生 0.75 公斤的二氧化碳到空氣中。(燃煤廠 0.839 公斤、燃氣廠 0.389 公斤、燃油廠 0.736 公斤) 科技進步帶來文明, 相對的, 也同時帶來污染。

一、一度電的計算 1 度電=1000 瓦·小時(WH)=1 瓩·小時(KWH) (1000W 使用 1 小時)請問 10 瓦的小夜燈, 用電 1,000 小時消耗多少度電?

請列出算式:

電 號 (Customer Number)	繳費期限 (Due Date)	應繳總金額 (Total Amount)
07-38-1316-00-4	100/06/28	***25,867 元

抄表點數:	期 間	期 間
01 06838	06522	
04 02128	02055	

電 號	電 號	電 號	應繳總金額
1000808	07-38-1316-00-4	854	25,867

計費內容:	金額	流動電費	26544.0 元
功率因數 (%)	120	功 率 因 數 調 整 費	-278.0 元
總常用電度數	12840	本 期 用 電 日 數	60
本 期 用 電 日 數	60	應 繳 總 金 額	25,867 元
去 年 同 期 用 電 日 數	12080	去 年 下 期 用 電 度	10800 度
去 年 同 期 用 電 日 數	61	去 年 下 期 用 電 日 數	60 天

二、上圖中可以讀到用戶本期碳排放_____公斤, 本期用電度數較去年同期用電度數(多或少)。

三、一度電的能量可在家用電器中提供_____能、_____能、
能、_____能等等。

單元三、能不能有關係【活動二、電器大診斷(一)】

一、紀錄桌上型分段式檯燈亮度與功率紀錄，找出亮度與耗電關係。

亮度	0	1	2	3	4	5
功率(W)	<u> </u> W					

二、檯燈亮度與耗電關係：

單元三、能不能有關係【活動二、電器大診斷(二)】

一、紀錄家用電器與耗電情形

電器	例：吹風機			
功率(W)	<u> </u> W	<u> </u> W	<u> </u> W	<u> </u> W

二、為減少電器耗能，生活中具體可行的辦法請列舉三種：

單元三、能不能有關係【活動三、省能我最行】

一、寫出常見標章名稱

標章	名稱	標章	名稱
			
			
			
			
			

1. 環保標章 2. 台灣碳標籤 3. 塑膠材質回收辨識碼 4. 綠色商店標章 5. 省水標章
6. 節能標章 8. 寧靜標識 9. 回收標誌 10. 綠建築標章 11. 節能減碳行動標章
12. 垃圾強制分類標誌 13. 能源之星標章等。

附件一：常用電器耗電估計表

電器名稱	消費電力(W)	一個月使用時間 估計(時)	一個月 耗電量 (度)	備註
電冰箱	130	12時×30日=360	46.8	320公升
電鍋	800	30分×30日=15	12	10人份
開飲機	800	2時×30日=60	48	
微波爐	1200	5時	6	
抽油煙機	350	20分×30日=10	3.5	
果汁機	210	1時	0.21	
果榨汁機	410	1時	0.21	750ml
烘碗機	200	1時×30日=30	6	
電磁爐	1200	2時	2.4	
多功能火鍋	1350	2時	2.7	
烤麵包機	900	5分×30日=2.5	2.25	
電咖啡壺	590	3時	1.77	
電烤箱	800	2時	1.6	
洗衣機	420	30分×30日=15	6.3	8公斤
乾衣機	1200	20分×30日=10	12	
電熨斗	800	3時	2.4	
冷氣機	900	5時×30日=150	135	1噸
吹風機	800	10分×30日=5	4	
電暖爐	700	3時×30日=90	63	
除濕機	285	3時×30日=90	25.65	16.6升/日
電扇	66	3時×30日=90	5.94	16吋
吸塵器	400	4時	1.6	
抽風機	30	4時×30日=120	3.6	
燈泡(60W)	60	3時×30日=90	5.4	
日光燈(20W)	25	5時×30日=150	3.75	
省電燈泡	17	5時×30日=150	2.55	
神龕燈	5×2=10	24時×30日=720	7.2	
電視機	140	4時×30日=120	16.8	28吋彩色
音響	50	1時×30日=30	1.5	

收音機	10	1 時×30 日 = 30	0.3	
電腦： 主機+顯示器	250+120=370	5 時×30 日 = 150	55.5	17 吋螢幕
印表機	12	20 分×30 日 = 150	0.12	噴墨型
手機充電器	15	6 時×10 日 = 60	0.9	3 天充電一次

註：

1. 本表各電器產品之耗電量，會因廠牌、型號等有所不同。
2. 本表每月使用時間為估計值。用戶欲估算自家用電，請依家中電器品實際耗電量及每月使用時間自行估算。

附件二：減少電器耗能

在全球暖化的效應下，家庭住宅節能成為世界各國節約能源的重點。除了推動日常生活節能手法外，家戶中經常使用的電器將成為有效減少耗能的關注焦點。

如何省電：

1. 空調耗能：藉由隔熱、通風的整體設計，造就一間會呼吸的房子，完全不需使用冷氣。
 - (1) 屋頂植栽：有機溫室栽培青菜，大幅降低屋頂溫度。
 - (2) 屋頂鋪設隔熱磚：利用回收廢輪胎橡膠加 PS 板製作的隔熱磚，大幅降低屋頂溫度。
 - (3) 屋頂通風塔：自然通風——裝設有國家發明獎的「風尚強通風塔」，大量排除室內悶熱。
 - (4) 將廚房所有會發熱的設備，集中靠一面牆，設計「傾斜式」天花板，利用自然通風排除熱氣。
 - (5) 陽臺鋁門窗面向正北，開大窗有利自然採光，底下設計通風窗，氣流從下面導引。外面有女兒牆略為遮擋，是兼具採光、通風及隱私的完善設計。
2. 照明耗能：
 - (1) 大量運用自然採光，減少開燈的機會。
 - (2) 神明燈：改用 LED 燈和省電燈泡。
 - (3) 所有 T8 日光燈管，改成 T5 日光燈管。
 - (4) 所有鎢絲燈泡，更換成省電燈泡。
 - (5) 所有 50 瓦鹵素嵌燈，更換成 5 瓦高亮度 LED 燈。
 - (6) 燈具分散，分區照明，獨立開關，減少不必要的開啟，使電力使用更有效率。
3. 開飲機耗能：加裝定時斷電器，依據家人生活作息，控制用電時間，不會讓它反覆煮沸。
4. 電器待機耗能：少用的電器直接拔掉插頭。常用的電器利用「單切控制開關的延長線」，隨時關掉發亮的紅燈。
5. 頂樓加壓馬達耗能：當初裝設的原因是四樓浴室的水壓不足，熱水器無法啟動，裝設之後雖然解決了問題，但全戶用水，動輒啟動加壓馬達非常耗能。移除加壓馬達，將水塔提高，在四樓浴室熱水器進水端，加裝小型加壓馬達，只有在四樓浴室使用熱水器的時候才會啟動，不但功率低而且時間省。
6. 出門關閉總電源：家人作息穩定，出門關閉總電源，可以減少因為疏忽而忘記關閉的電器耗能，甚至避免電線走火的危險發生。但是要事先設計不斷電迴路，例如：進出鐵捲門、冰箱和電鍋，出門前最後一盞燈（回家後的第一盞燈），這些都要連接不斷電迴路。

單元三、能不能有關係【活動四、能耗與碳排】

二氧化碳知多少？

二氧化碳是無色的。在低濃度時，二氧化碳氣體是無味的，但在較高濃度時會有酸性氣味，它可造成窒息和刺激。二氧化碳通常是由燃燒有機化合物、細胞的呼吸作用、微生物的發酵作用等所產生，植物在有陽光的情況下吸取二氧化碳，在其葉綠體內進行光合作用，產生碳水化合物和氧氣，氧氣可供其他生物進行呼吸作用，這種循環稱為碳循環（carbon cycle）。二氧化碳是溫室氣體之一，它允許可見光自由通過，但會吸收紅外線與紫外線，這可以把來自太陽的熱能鎖起來，不讓其流失，如果大氣中的二氧化碳含量過多，熱量更難流失，地球的平均氣溫也會隨之上升，這種情況稱為溫室效應，而溫室效應加強，將造成全球暖化的效應。全球暖化帶來包括海平面上升和降雨量及降雪量在數額上和樣式上的變化。這些變動也促使極端氣候事件更強更頻繁，譬如洪水、旱災、熱浪、颶風和龍捲風。除此之外，還有其它後果，包括更高或更低的農產量、冰河撤退、夏天時河流流量減少、物種消失及疾病肆虐。

【資料來源：維基百科】

一、哪裡二氧化碳比較多呢？哪裡二氧化碳比較少呢？

二氧化碳多：

_____。

二氧化碳少：

_____。

二、二氧化碳濃度上升所造成的影響？

_____。

_____。

三、二氧化碳從哪裡來？

_____。

_____。

單元三、能不能有關係【活動五、節能一把罩】

一、碳足跡計算器－記錄每單位之碳排量

小朋友，請運用 QRcode 找出下列每單位之碳排量，並填入空格中。

碳排量	QRcode
1. 日光燈=()kg/時 2. 冷氣機=()kg/時 3. 電鍋=()kg/時 4. 吹風機=()kg/時 5. 電視機=()kg/時 6. ()=()kg/時 7. ()=()kg/時 8. ()=()kg/時	
1. 一公斤肉類=()kg 2. 一件新衣服=()kg 3. 一度電=()kg 4. 一度水=()kg 5. 一公斤瓦斯=()kg	

二、日常生活中如何達成二氧化碳減量？

三、綠色行動連連看

政府節能減碳十大無悔措施	德化國小低碳生活守則
<ul style="list-style-type: none"> ♣ 冷氣控溫不外洩、隨手關燈拔插頭 ♣ 省電燈具更省錢、節能省水看標章 ♣ 鐵馬步行兼保健、每週一天不開車 ♣ 選車用車助減碳、多吃蔬食少吃肉 ♣ 自備杯筷帕與袋、惜用資源顧地球 	<ul style="list-style-type: none"> ♣ 隨手關水不浪費，電燈隨手關了沒 ♣ 推動步行不怕累，雙面用紙省資源 ♣ 空調溫度有範圍，自備環保碗筷杯 ♣ 垃圾資源要分類，節能減碳簡單會

小朋友，請將「政府節能減碳十大無悔措施」、「德化國小低碳生活守則」依據其特性進行分類。

(一)政府節能減碳十大無悔措施

冷氣控溫不外洩
省電燈具更省錢
鐵馬步行兼保健
選車用車助減碳
自備杯筷帕與袋

食
衣
住
行
育樂

隨手關燈拔插頭
節能省水看標章
每週一天不開車
多吃蔬食少吃肉
惜用資源顧地球

(二)德化國小低碳生活守則

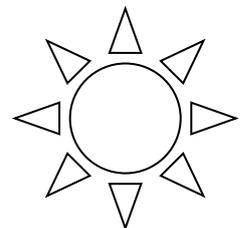
隨手關水不浪費
推動步行不怕累
空調溫度有範圍
垃圾資源要分類

食
衣
住
行
育樂

電燈隨手關了沒
雙面用紙省資源
自備環保碗筷杯
節能減碳簡單會

(三)我的「減碳行動宣言」創作

小朋友，請依據食、衣、住、行、育、樂等面向，發展出屬於自己的「減碳行動宣言」吧！



(附錄二)

~「能量」教學設計-第一次試教活動照片

日期：103年9月23日

試教者：華龍國小沈招馨主任

地點：德化國小會議室



每組學生利用教師提供的小白板作答



教師協助各組討論作答



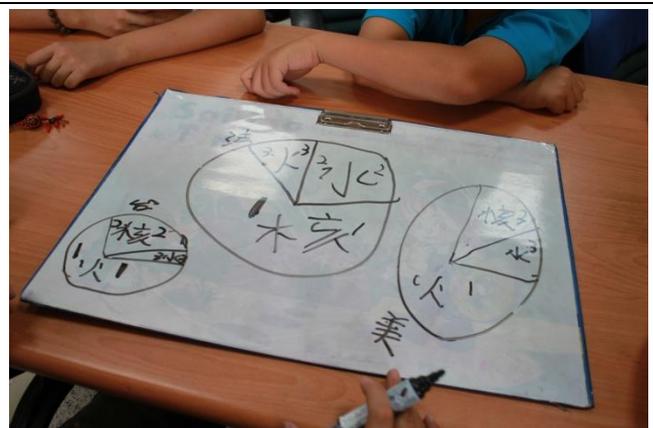
每組派代表進行發表他們認為的綠建築



老師說明水果電池製作流程



學生興致盎然的觀察水果電池



學生分組討論各國能源比例

~「能量」教學設計-第二次試教活動照片

日期：103年9月30日

試教者：華龍國小沈招馨主任

地點：德化國小會議室



學生踴躍舉手作答



各組學生們腦力激盪討論答案



各組利用小白板寫下討論後的結論



各組派人進行如何使用能源發表



學生專心填寫學習單



學生們觀看臺灣能源系列報導影片

~「能量」教學設計-第三次試教活動照片

日期：103年10月7日

試教者：華龍國小李順興主任

地點：德化國小會議室



教師說明綠建築相關知識



教師說明綠建築相關知識



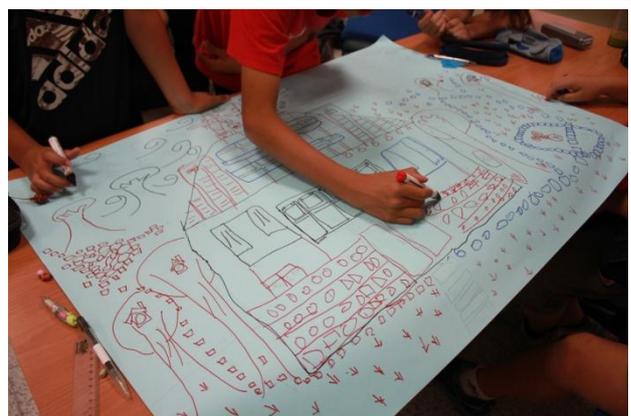
小組討論並繪畫心目中的節能屋設計圖



小組討論並繪畫心目中的節能屋設計圖



教師協助各組構思設計圖



學生心目中的節能屋設計稿

~「能量」教學設計-第四次試教活動照片

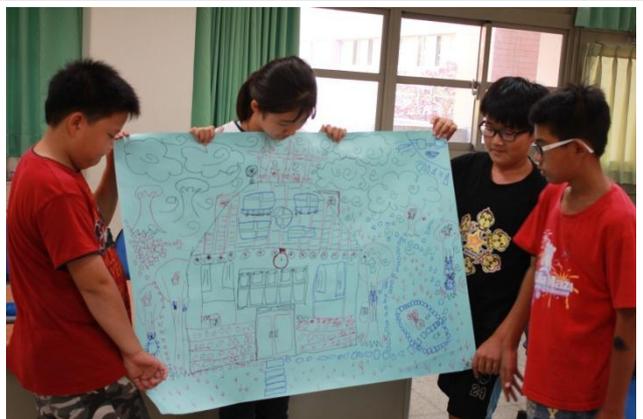
日期：103年10月14日

試教者：華龍國小李順興主任

地點：德化國小會議室



小組發表節能屋設計稿的設計概念



小組發表節能屋設計稿的設計概念



小組實際製作節能屋外部



小組實際製作節能屋外部



小組實際製作節能屋外部



小組實際製作節能屋外部

~「能量」教學設計-第五次試教活動照片

日期：103年10月21日

試教者：德化國小掌慶怡主任

地點：德化國小會議室



教師介紹各式能源標章



教師介紹各式能源標章



進行節能標章黏黏樂活動



利用功率計測試各種電器的電功率



利用功率計測試各種電器的電功率



小組設計節能屋內部設施

~「能量」教學設計-第六次試教活動照片

日期：103年10月28日

試教者：德化國小王建仁主任

地點：德化國小會議室



教師進行節能減碳救地球教學活動



學生們踴躍舉手發言



教師示範利用 iPad 連結減碳網站



碳足跡計算器操作



分組發表節能屋設計理念



教師總結節能減碳的重要性