

105 年度臺北市防減災及氣候變遷調適教育優良教材 徵選活動教材設計表

二氧化碳保衛戰

王成安、余竑旻、吳易哲

摘要

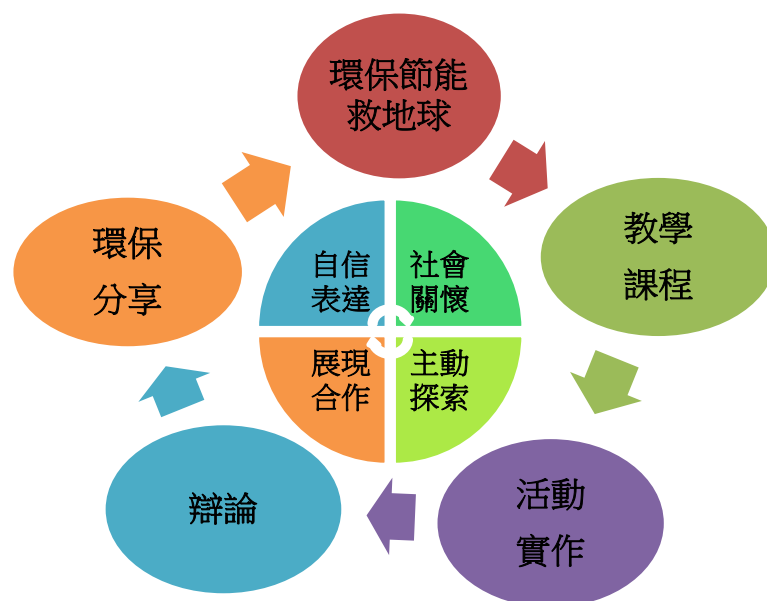
摘要內文

人們總是期待社會會更好，期待空氣會更好，期待油價穩定、氣溫適中、氣候良好、汙染變少、社會祥和、多做綠化、少點車輛等，但卻有鄰避效應(NIMBY)的想法，也許教育的本質就是期待學生能夠用更高層次的思考，與所受到的教育結合，來獨立思考與判斷，而非單純人云亦云。本次課程期待利用做中學(learning by doing)即是杜威相當強調的實作，藉由教學課程、活動實作、辯論、分享等，並且整合本校四大課程目標—主動探索、展現合作、自信表達、社會關懷。用不同於一般課堂的講述行教育，而是利用更多元的方式，讓學生在離開課堂時，留下的是能力，而非單純文字上與分數上的獲得。本次教學內容圍繞著環保節能救地球的主軸來進行，期待孩子們能夠透過課程來改變原有的生活態度，未來能夠當個注重環保的人，且影響身旁的夥伴。

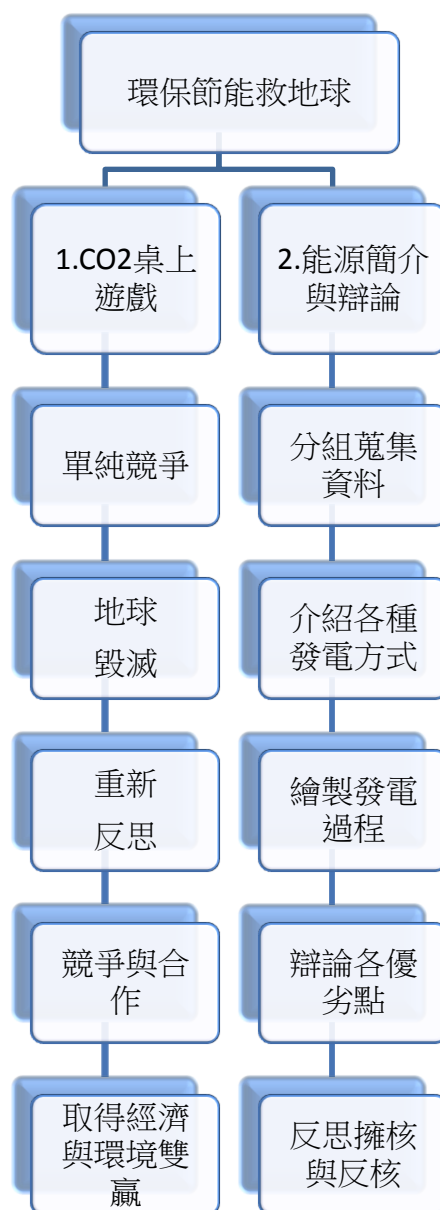
關鍵字：做中學、遊戲教學、環保

壹、教學活動設計架構圖

一、概念架構



二、課程架構



貳、教學活動設計表

教學設計名稱	二氧化碳保衛戰		教學設計者	王成安、余竑旻、吳易哲
適用學程	<input type="checkbox"/> 國小 <input type="checkbox"/> 國中 <input checked="" type="checkbox"/> 高中		建議教學時間 (以4節為限)	4節
防災教育主題	<input type="checkbox"/> 災害與防救 <input checked="" type="checkbox"/> 資源利用與永續發展 <input type="checkbox"/> 氣候變遷之影響與調適			
科別/版本/ 領域/單元/	地球科學/康熹/全球氣候變遷/短期氣候變化			
設計理念	<p>本課程引入最近正夯的桌遊，讓孩子們提高自己的學習動機，藉由桌遊的過程讓孩子們能夠感受到確實地球正面臨的問題，這問題不只是自己的，不是各國的，而是全球的。我們正在玩一個生存的遊戲，結局只有兩個，一個就是地球永續經營下去，另外一個就是受盡環境變遷的苦難而成為難民。人生的遊戲歷時很久，但桌遊可以簡化這個過程，僅在兩個小時之內就能體會。</p> <p>結束了桌遊的部份之後，讓他們對於地球能源的差異來進行查找資料、繪圖、以及上台分享。有了桌遊內容的建構之後，孩子們更能體會到各種發電產業之間的不同，而不再是從前的人云亦云，而是多了自己對於這些產業的看法，我相信這些遊戲也許無法起太大作用，但已經默默的改變他們心中的某些觀念了。教育與教學並不是美國仙丹特效藥，而是徐徐緩緩的讓孩子們更符合本校四大課程目標—主動探索、展現合作、自信表達、社會關懷。</p>			
教學目標指標	單元目標(認知、情意、技能)		具體目標(與單元目標相對應)	
	1. 了解國際碳交易運作情形、能夠深入理解碳交易的困難、能操作企業的簡易運作流程、能夠了解政府可能遭遇困難、訓練學生在遊戲中合作與競爭、能夠對於環保更有敏感度。 2. 經過資料蒐集與彙整，使學生更理解其中的差異，經由相互分享的過程提升學生表達能力，並且互相提問增進相關知識，再藉由影片的播放讓學生快速理解知識內容。		1. 利用桌遊CO ₂ 的進行讓學生能夠充分了解國際碳交易的過程，以及各項發電、科技、企業、人性與碳交易之間的相互影響關係。 2. 了解各發電模式之間的差異、能夠敘述各發電方式是如何進行、了解辯論的進行方式、經由辯論能夠更理解沒思考到的地方、能站在對方的立場思考 (地球環境變遷-3. 永續發展-3.1 永續發展的理念)	
參考資料	書籍：無 影片： https://www.youtube.com/watch?v=pF8TzmqhgQo https://www.youtube.com/watch?v=i3eSt6UFnVY https://www.youtube.com/watch?v=GCaVe6FcFOk 學習單：自製兩張 網站： http://linrichbg.blogspot.tw/2013/09/reflection-co2.html https://zh.wikipedia.org/zh-tw/Wikipedia:%E9%A6%96%E9%A1%B5			

參、教學活動設計流程(一個單元以 4 節課為設計原則。請自行增加表格使用。)

具體目標	教學設計流程	時間	教學資源	評量方式與標準
了解國際碳交易運作情形、能夠深入了解碳交易的困難、能操作企業的簡易運作流程、能夠了解政府可能遭遇困難、訓練學生在遊戲中合作與競爭、能夠對於環保更有敏感度	【準備活動】 1. 基本遊戲內容與精神的解說,讓學生們能夠了解可以操作的元件以及方式。	10min	CO2 桌遊	無
	2. 學生們先初步跑一次遊戲流程,並且在流程中發現遊戲進行可能遭遇的問題,再幫助學生們排除問題,以利下次遊戲進行	10min	CO2 桌遊	無
	【發展活動】 3. 會玩的前提之下,第二周(第 3.4 堂課)來進行遊戲,在遊戲的過程中有能源與碳足跡以及環保的概念,一方面讓學生能夠討論,一方面進行競爭,全程錄影記錄學生的表現。	50min	CO2 桌遊	以學生的行為邏輯來評判
	4. 學生針對剛剛的遊戲進行討論,為何使用何種方式來進行。	20min	CO2 桌遊	老師幫學生建構及引導回答
	5. 讓學生做思想程度上的回饋,以及文字敘述方式的回饋	10min	回饋單	
經過資料蒐集與彙整,使學生更理解其中的差異,經由相互分享的過程提升學生表達能力,並且互相提問增進相關知識,再藉由影片的播放讓學生快速理解知識內容。	【綜合活動】 6. 讓學生先進行分組,兩人一組來挑選發電方式的主題。	5min		
	7. 讓學生於電腦教室蒐集查找資料,在查找資料之前,先教學生 google 的基本搜尋指令讓學生更確實的搜尋到有用的資訊。	25min	電腦教室	
	8. 查找到的內容繪製為更淺顯易懂的發電流程圖	20min	先商借繪圖工具(畫紙、畫筆)	
	9. 將作業的 PPT 報告上台進行分享,在分享的過程中老師可以進行補充	30min	電腦教室	各組互評
	10. 學生報告學生互評等	10min		各組互評

肆、教學省思

一、桌遊部分

本次活動結束後，我們將學生的回饋單回收進行統計，以下是問卷回收的結果：本問卷最後有兩題開放式的題目，分別為「下次進行遊戲時，我可能採用何種策略」、「對遊戲的感想與遊戲後得到的啟發」，部分學生的回答整理如下：

<p>下次進行遊戲時，我可能採用何種策略</p> <p>我可能會想多跟別人合作，之前我一直認為不論在現實的生活中，還是在遊戲中，不同的人就是處在一種對峙的狀態，但是透過這個遊戲讓我了解到，有的合作也是一種策略，在合作的過程中雙方可以各自受益，各取所需，甚至還可避免災禍的發生，我發現其實有時合作真的蠻重要的，很多事獨自一人真的很難完成；另外，我覺得努力多獲取地方上的資源也蠻重要的，因為我們地方的資源不多，如果可以在地方上的補助增加，應該就能變強。</p> <p>對遊戲的感想與遊戲後得到的啟發</p> <p>一開始覺得這個遊戲真的蠻複雜，規則很多，但是在漸漸熟悉遊戲的規則後發現，這些複雜的規則，其實跟現實生活中的狀況非常相似，因此我透過這個遊戲逐漸了解現實生活中市場上的運作以及權利，並且從不斷的思考和討論的過程中，對於這個議題有了更進一步的了解，這個遊戲與我過往所玩的身遊有很大的不同，這個遊戲背後所帶給我們的意義，使我受益良多。</p>	<p>下次進行遊戲時，我可能採用何種策略</p> <p>下次再進行一次的話，我可能會採用和別人合作的方式，因為幫別人自己也可以拿到一些獲利，或是多去開高峰會議這事不但能推進原有的知識，還可以拓展其他方面的知識，達到事半功倍的效果，自己還能蓋更多不同方面的資源，讓地方建設的進度盡量早下手。</p> <p>對遊戲的感想與遊戲後得到的啟發</p> <p>其實一開始完全不知道該怎麼下手，也不知道自己目前最需要的是不是還是知識品，所以前三天一直不會發現，明明規則跟應該無所不能，但大家都是這事去變現，再在思考下一步該做什麼事情，我們都是在過去的知識學習並應用在未來，不管是合作還是競爭，我們都是在分工合作盡量自己的心力，為地方所有建物買單。</p>
<p>下次進行遊戲時，我可能採用何種策略</p> <p>這次遊戲我們這組不時在缺錢，因此下次遊戲會傾向先存多一些資金，再去考量蓋電廠的利弊，¹⁰和其他組可以合作，但有時必須自私，才能得到應有的回饋，否則計畫若先被別組破壞，那麼會不太明確知道下一步如何可做。</p> <p>對遊戲的感想與遊戲後得到的啟發</p> <p>人類在興建每座電廠或工廠，都應該經過審慎考量，包含對自己本身的利益，對國家內的貢獻，以及對環境的影響。雖在現在我們處在國與國競爭的情況，大家都要錢途，積極發展國家內部，這或許對於他們是有利的，但對於其他較沒有能力的國家是痛苦的，最重要的是地球環境的維持，必須讓每一種生物和地球得到最大效益。</p>	<p>下次進行遊戲時，我可能採用何種策略</p> <p>第一一定要了解所有的規則，在這個遊戲中每一刻的局勢都不停地改變，唯有了解規則善加利用才能為自己不斷累積財富，但又得注意對環境的破壞，因此這時的合作或競爭將是我所採取的策略之一，此外雖然錢並非萬能，但錢的確萬能不能，因此我覺得一開始就必需開始為之後存錢，才能有效掌握局勢，這也是策略之一。</p> <p>對遊戲的感想與遊戲後得到的啟發</p> <p>在我玩過的所有桌遊之中，這是最困難但也最令人難忘的，許許多多的規則背後，促使我們動腦，不單單只是玩心臟或賭運業而已，這也是最貼近真實世界的桌遊，一切邏輯都和現實生活中一樣，與其說我們在玩遊戲，不如說我們是提早進入社會，體驗真正的職場生活。</p>
<p>下次進行遊戲時，我可能採用何種策略</p> <p>先看手裡的牌，再看場面上誰佔有優勢，和事件發生的地方，因為事件一定是發生在優勢者手裡，不一定在場面上佔優勢的能源，之後擴張也可以佔領，與理科學家，去開會，和材料科技，跟錢和分佈，看大家選擇科技上，以及在語言(儀器)再拿企業目標卡，如果主要錢能，主要就專注在錢上，如果是場面上是電廠蓋在各種不同地方，不要跟蓋高台項目(蓋高台建設也是複雜)</p> <p>對遊戲的感想與遊戲後得到的啟發</p> <p>一開始覺得挺好玩，現在也覺得挺好玩，不過這玩到那天不是這個遊戲的靈神物在吧(在遊戲嘛)一開始是在是為錢呀~是為錢呀~後來又想錢錢(在錢)其實我們還是想很多這個遊戲就是各種心機，一連合作，連合作，連合作，連合作，連合作!!! 每次就是為錢~</p> 	<p>下次進行遊戲時，我可能採用何種策略</p> <p>亦一開始會選擇合作，然後會將需要的重要資源拿到手，接著想辦法開闢的地區，和別組對手一起先做初步建設，避免一開始就陷入僵持狀態，陷入更僵持的局面，最後一切就破曉會死守佔領區域並將其能用的資源應用至極限。</p> <p>對遊戲的感想與遊戲後得到的啟發</p> <p>我從遊戲中得到的啟發是，國家與國家看似為環境所做的好事，大多都是為了雙方自己的利益才採取行動，在世界上的企業者以為為了改變地方而破壞環境而進行開發，實際上只是為了得到該地的能源，除了企業能真正面對大型建設時才會考慮，聯合改變現況。</p>
<p>下次進行遊戲時，我可能採用何種策略</p> <p>一開始跟他人合作，當資源足夠時適時的進行談判，分裂，在最後積極的合作，考驗人性與談判的技巧。</p> <p>累積資金與提升科技→合作停止→商量→談判。</p> <p>對遊戲的感想與遊戲後得到的啟發</p> <p>在現在的社會環境議題備受矚目，遊戲模擬了真實情況，有困難的問題，提醒著我們環境破壞的程度，但是經濟發展也是各國的考卷之一，這兩件事一且是人們爭論的議題，政府在蓋電廠，人民在保護環境，折衷的方式——蓋環保電廠，而我們在遊戲中則是扮演當角色，只要把污染降低，我相信經濟與環境保護是可以並存的！</p>	<p>下次進行遊戲時，我可能採用何種策略</p> <p>多擴張地區的產業範圍，並看資源的運用情況，因為資源是遊戲中最重要的部分，必須先佔領自己想要的地方，佔領地方自己就可以佔領地方，佔領地方自己就可以佔領地方，佔領地方自己就可以佔領地方，佔領地方自己就可以佔領地方。</p> <p>對遊戲的感想與遊戲後得到的啟發</p> <p>遊戲讓我瞭解到，國家與國家看似為環境所做的好事，大多都是為了雙方自己的利益才採取行動，在世界上的企業者以為為了改變地方而破壞環境而進行開發，實際上只是為了得到該地的能源，除了企業能真正面對大型建設時才會考慮，聯合改變現況。</p>

<p>下次進行遊戲時，我可能採用何種策略</p> <p>希望每個企業家合作，否則政府就會開始推動高耗能發電，而環境也會遭受到一定程度的破壞。這事對每一個人都不好，所以不能只想著自己的利益，而犧牲了環境。以短期來看，但是每個從商的人為了利益都會選擇去破壞環境，所以這工作確實的非常的重要。</p>	<p>下次進行遊戲時，我可能採用何種策略</p> <p>一開始先簽訂項目多點，累積可用資源，並依靠聯合國目標牌來尋求得分。</p>
<p>對遊戲的感受與遊戲後得到的啟發</p> <p>以前我們以為這遊戲是個遊戲，但當之後我們知道這遊戲其實是為了管理，只要把地區擊倒，那就可以拿錢。但所獲到的錢，如果不給別人，那我們就得不到聯盟的幫助，從這個遊戲中我們也可以知道，雖然我們是為了可以獲取最大的利益是最重要的，至於環境保護就要看情況，但無利也無樂！</p>	<p>對遊戲的感受與遊戲後得到的啟發</p> <p>因為遊戲本身較接近真實社會的運作，所以規則較為複雜，也讓我透過遊戲中的思考，去更加理解市場運作的機制及經濟與環境保護兩難的議題，在我認為，不在其位，不謀其政。如果我真是政府中的一員，思考的層面應該會更深入更廣吧！</p>

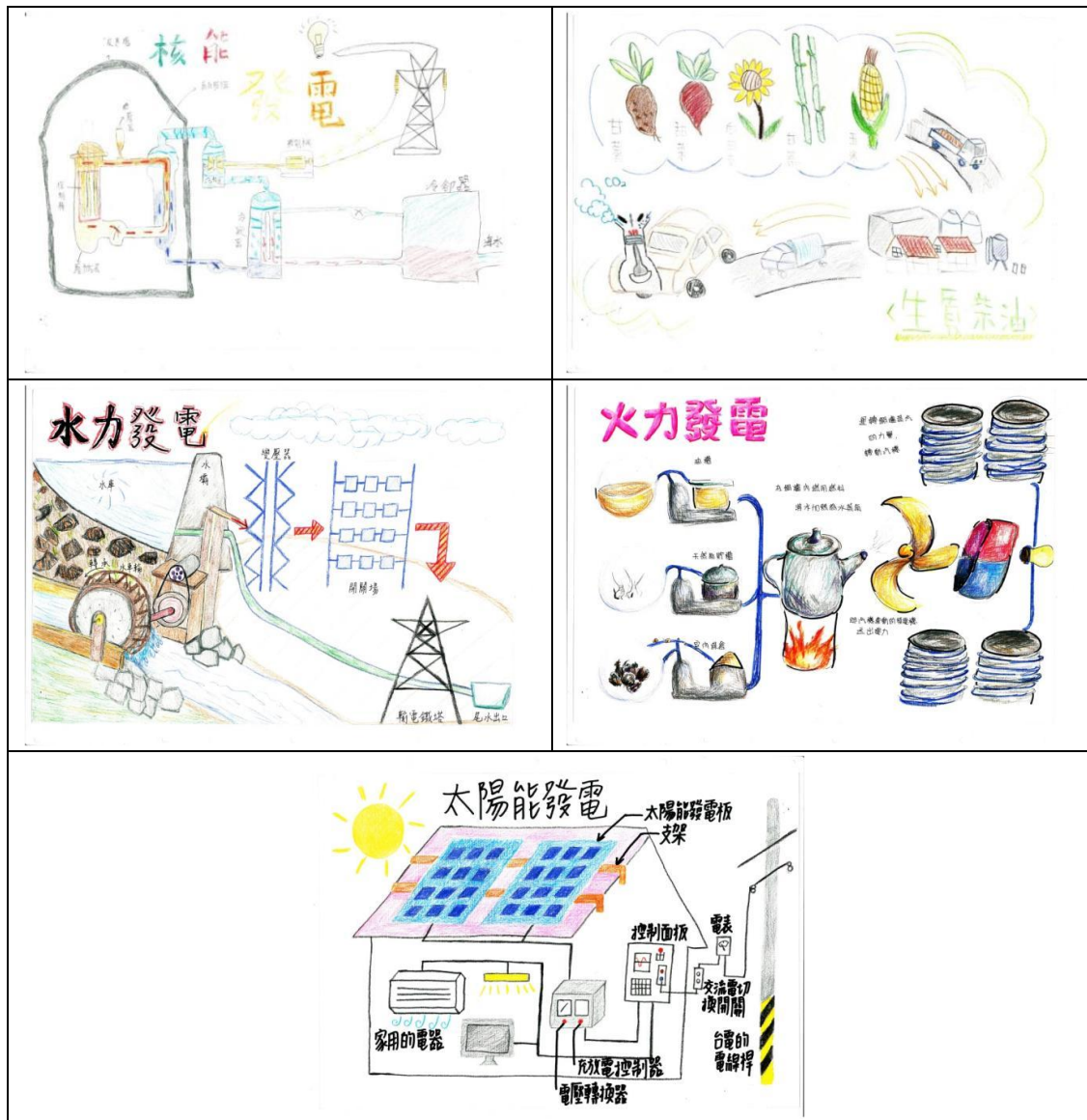
其中回饋內容整理出以下幾項摘要：

1. 之前我一直認為不論在現實或是遊戲中，不同組別的人都是敵對狀態，但是透過遊戲了解”合作”也是一種策略。
2. 如果一直不斷推動高耗能發電，而不合作，就會破壞環境，從商的人為了利益與金錢，很難去顧及環境。
3. 在跟其他組別合作與競爭的過程中，彼此明爭暗鬥、爾虞我詐、費盡心思，競爭又要合作，體驗了商場上的競爭關係，令人熱血沸騰。
4. 一開始與其他人合作，當資源足夠適時談判、分裂，最後再積極合作，考驗人性與談判的技巧。
5. 一開始覺得遊戲非常複雜，規則也很多，但是熟悉之後發現其實跟現實生活中的狀態非常相似，因此透過遊戲了解市場上的運作機制。
6. 我們都是在過去的經驗裡學習並且應用在未來，不管競爭還是合作，我們都為環保盡心力，為了地球像有害物質宣戰。
7. 玩過桌遊當中這是最困難也最難忘的，許多規則促使我們動腦，這也是貼近真實世界的遊戲，一切邏輯就跟現實中一樣，與其說在玩遊戲，不如說提早體驗社會。

以上各同學回答的內容可以看出學生在遊戲的過程中確實得到在課前所期待的收穫，除了原本預期獲得之外，還能看到許多心態上的改變，如果總是師長告知學生該如何做，利用教科書以及簡報來進行，可能無法有效達成遊戲的效果，自己經由遊戲的學習才能使映像更為深刻鮮明，且意願顯著提高。

二、能源部分

除了上述的桌遊部分外，我們還設計了發電類型差異的報告，為了讓學生在玩玩遊戲之後來查找資料，更有學習動機，也更期待了解發電的內涵，而非一般單純的給予作業。以下成果內容分為兩部分，一部份為繪畫篇，一部份為上台報告，繪畫部分自行繪製發電過程，讓同學們在一幅畫的篇幅之內即可快速的大致了解發電流程，上台報告部分針對更詳細的內容進行介紹，包含技術方面的內容、適合的地點、技術的突破、技術的限制等。



1. 太陽能發電學生報告

太陽能發電

2015 展出 2016 推廣

太陽能的第一次

第一次商業中規模太陽發電廠發生在20世紀80年代，位於加利福尼亞州聖荷西的太陽發電廠安裝在世界最大的聚光太陽發電廠。

太陽能發電

太陽能發電：把陽光轉換成電能，可直接使用太陽能光伏（PV），或間接使用聚光太陽發電（CSP）。聚光太陽發電系統使用透鏡或反射鏡和追蹤系統，將太陽的光聚集到一個小區，光伏電池發電，利用光電效應。

太陽能發電原理

太陽能發電系統（Photovoltaic 或稱PV），可將太陽轉換成電力，也就是一般家裡的太陽能電池（Solar cells）或太陽能光電電池；但是，太陽能光電電池實際上比這複雜稱為光伏發電機，因為他本質上就是將太陽光中的光子會成原料，透過半導體的光電效應轉換，源源不絕的將光子轉換成電流輸出，和一般的電池，只是取出已聚光儲存的電能，用完就需要再充電或者需要光不同。

太陽能發電原理

基本上來說，矽原子有4個電子，如果在矽中加入有3個電子的原子如硼原子，就可形成帶負電的P型半導體；如果在矽中加入有5個電子的原子如磷原子，就可形成帶正電的N型半導體，將P和N型半導體接合，邊際面就會形成電勢差，就成為太陽能電池。

當光線照射到P-N接合，攜帶足夠能量光子（photon），將可被吸收體共價鍵而產生電子與電洞，帶正電的電洞由N型往P型區移動；帶負電的電子由P型往N型區移動，形成電流。因此，太陽能電池產生的電流是直流電，必須加裝「變/交流轉換器」，將直流電轉換成交流電，才能提供電能給家庭或企業使用。

太陽光電電池的光電轉換系統

太陽能電池發電原理

家庭太陽能發電系統

智慧型家庭發電示意圖

太陽能發電系統即時電腦看板(對家裏發電廠的發電資訊一目了然)

太陽能的應用

陽光可以直接轉換成電力使用太陽能電池，或間接使用聚光太陽發電，它通常與太陽的能產生熱能，然後用來提供電力。

其他技術也存在，如將熱能轉換成電能使用熱機轉換發電。

太陽能發電最初是用於小型中規應用，由光伏陣列電，例如利用太陽能電池與電的計數機。

太陽光電板架設原則

太陽由東方升起後，行進的軌跡會在台灣的南方，所以架設太陽能板將板面朝向可以得到最大效益。

避免遮擋物或太陽光電板的傾斜角度，須避免高樓、鐵線或任何其他可能遮擋太陽光照射太陽光電板的物體遮擋物，以利太陽光電板可以完全的接收太陽光達到最大的發電效益。

太陽能優點

1. 太陽能是人類可以利用的最豐富的能源，伴隨在過去的十一億年中，太陽不減其它本身能量的2%！
2. 太陽能是到處都有的，不需要運輸，只要最初一定的投資，按一筆資金，這好太陽能利用裝置，能會源源不斷地自己地上行來，「免費」供應。
3. 太陽能是一種清潔的能源，煤炭、石油等礦物燃料產生的有害氣體和廢渣，而使用太陽能則不會帶來污染，不會排放出任何對環境不良影響的物質，是一種清潔的能源。

太陽能優點

4. 太陽能的系統又稱作「無聲的能源系統」，因為我們用太陽能作功，雖然最終是變為熱；但是如果我们不用它做功的話，最終也是變為熱。我們不用火、石油、鋁合金、煤氣等，卻也不過是最終變為熱，但是如果我们不開始出產的物，那就不會產生熱了。
5. 太陽能安全可靠。核能發電會有核廢料的危險，一旦核洩了便會造成極大的生態危機，而太陽能則對沒有這種情況。

汙染?

▲ 矽多晶太陽電池製造過程

1. 太陽能晶原料供應-矽取過程具有空氣污染二次廢水-並產生
2. 太陽能晶原料供應-由矽提煉成晶-由晶提煉成晶-並產生
3. 太陽能晶原料供應-由矽提煉成晶-由晶提煉成晶-並產生

日薄西山太陽板製造過程

1. 太陽能晶原料供應-由矽提煉成晶-由晶提煉成晶-並產生
2. 太陽能晶原料供應-由矽提煉成晶-由晶提煉成晶-並產生
3. 太陽能晶原料供應-由矽提煉成晶-由晶提煉成晶-並產生

2. 水力發電發電學生報告

地科專題—水力發電

2011年9月
2013年10月

水力發電

運用水的勢能轉換成電能的發電方式

◎原理：水位落差配合水輪發電機產生電力，(水位能→水輪機轉動→推動發電機→電力)

◎例如：從河流或水庫等高位水源引水流入低水位處，水流推動水輪機使之旋轉，帶動發電機發電。

◎目前人類社會應用最廣泛的可再生能源。

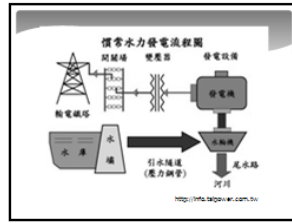
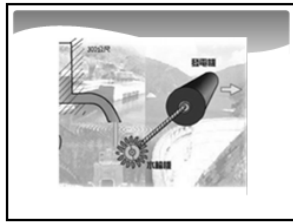
水力發電優缺點

優點：

1. 可以重複使用，亦即取之不盡。
2. 單位成本低。
3. 水能轉換成電能的效率是百分之九十。
4. 不會造成空氣污染。

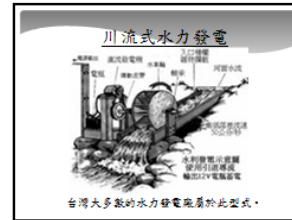
缺點：

1. 建設費用相當高。
2. 在河川上游水壩，會破壞河川的生態。



水庫式水力發電

1. 水庫式發電之水庫蓄水量很大，供發電與配合電力系統負載需求。
2. 水庫可以由天然湖泊加以壅裡後形成。
3. 壅水庫身即設有進水口或取水塔，通入廠房即為水壓鋼管直至水輪機。



缺點: 受自然因素影響，依河川的自然流量運轉，流量大時，輸出電力可達設計時全廠總容量；流量小時，可能只輸出不到三分之一設計容量的電力。

影片
<https://www.youtube.com/watch?v=4jgkxR0Gc>

3. 核能發電發電學生報告

核能發電

20926 張奕麟
20932 黃翔碩

反核的人不懂挺核的人在挺什麼
挺核的人不懂反核的人在不懂什麼

- 為了讓各位大大搞清楚自己在反什麼，或挺什麼
- 請各位觀賞我們的報告吧!!

核分裂

- 指由較重的原子，主要是指鎳235或鈾，分裂成較輕的原子
- 天然鈾是由99.3%的鎳238與0.7%的鎳235所組成，其中只有鎳235可以很容易地進行分裂反應。
- 核能發電採用低濃縮的天然鈾做為燃料並且裝設可以控制分裂連鎖反應速度的控制棒，使核分裂能謹慎的釋出能量並用來發電

Chain Reaction

- 核反應或放射性衰變變形碰撞後，分裂成為兩個釋放數個中子
- 放出的中子前往撞其他3個鎳235，9個鎳27個出高熱。

在放出高熱後，水蒸氣帶動風扇的轉動轉此轉換為動能。這是最常見的核能發電方法。

- 看完報告後，大家的想法是否與一開始有何不同呢?
- 現在你的想法是

- 或者你開始相信
- 並且認為其實

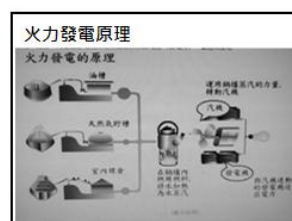
有核不可?

- 無論你的想法是
- 報告能讓你再次
- 這個粉紅
- 很紅
- 超紅的話題

4. 火力發電發電學生報告

地科專題-火力發電

20903 巫天心
20905 李安妮
20917 蔡佳義



火力發電方式-動力來源不同

- 氣力機組發電: 空氣經壓縮機增壓，高溫高壓的燃氣流過渦輪機膨脹作功
- 柴油機組發電: 燃料在汽缸內燃燒產生動力驅動
- 複循環發電: 結合氣渦輪+汽輪發電機組合而成

火力發電的優點

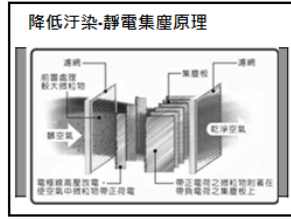
- 地點容易找: 海岸邊線地區即可。
- 建造廠區容易，價格低廉。
- 能因應電力需求，製造大容量的發電機。
- 發電功率大，不受氣候及地形因素影響。

火力發電的缺點

- 影響海洋生態: 海水溫度上升，影響水中生物
- 排放廢氣: 二氧化硫(酸雨)、氮氧化物 (中樞神經病變)
- 粉煤灰渣
- 雜訊干擾

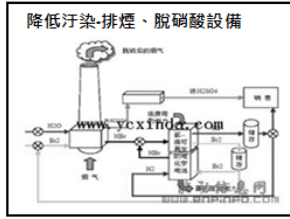
改善

- 降低空氣汙染: 靜電集塵原理
- 排煙、脫硝設備
- 新興科技: 氫化複循環發電系統(IGCC)



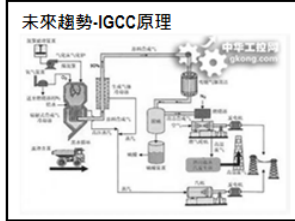
脫酸法-酸鹼中和

- 依脫酸時間可分:前、中、後脫酸
- 按脫酸劑劃分:
 - CaCO₃ (石灰石) (90%)
 - MgO、Na₂SO₃、NH₃、有機鹼
- 脫酸過程中的乾濕狀態:
 - 濕法、乾法和半乾(半濕)法



氣化複循環發電系統(IGCC)

- 原理:
 - 高效燃氣-蒸汽聯合循環發電系統+潔淨的煤氣化技術⇒高發電效率(淨效率43-45%)
 - ⇒極好的環保性能(脫酸率99%)
- 運作模式:
 - 煤的製備⇒氣化⇒熱量回收⇒煤氣淨化
 - ⇒燃氣輪機⇒蒸汽輪機發電



THE END

三、能源發電部分回饋

本次課程針對各項環保議題進行說明，除了介紹發電方式之外，輔以一些影片進行教學，期待學生學習之後能夠更全盤的認知社會上的整體運作，進而了解能源與環境間的關係。本課程結束後給學生做學習單，共針對程度問題提出 9 題，開放性問題共三題，再加入一次回家作業，有關居家節能方式的作業，期作業內容於前一段已經提及，以下針對回饋部分進行分析：

1. 「我了解各式發電方式的原理」：

同意率佔 67%，其他同學表示尚可，同意率比預期的還要來的低，可能是因為同學表達能力的關係，由同學互相指導的情況下，也許無法解答許多疑問，但也達到自信表達訓練的部分。

2. 「對於京都議定書，你的了解程度為」：

同意程度為 78%，表示幾乎同學都已經了解基本定義，以及後續的影響，但有 22%的同學表示尚可，表達尚可的同學對於第一題的回答也是尚可。

3. 「對於碳排放交易，你的了解程度為」：

本題同意率為 89%，比期待中的還要高，可能因為遊戲的緣故，讓學生更能體會碳排放交易的過程，也願意主動學習，學習意願也比較高。

4. 「對於現今能源與環境關係，你的了解程度為」：

同意率為 100%，確實在課程的過程中針對能源與環境之間的交互關係來

進行探討，也使學生能夠對於彼此之間的聯繫更加清晰。

5. 「對於你生活中的行為所造成的碳足跡，你的了解程度為」：

同意率 78%，經過課程後，讓大家能夠了解自己生活的消費行為確實影響碳排放的多寡，很可惜政府沒有很積極推動，僅有少部分產品上能夠見到碳足跡的標示。

6. 「對於核能發電我具有基本認知」：

本題同意率有 89%，可見經過學習之後，原本無所適從的被動接受，到現在能夠了解並表達出自己的想法。

7. 「我能理解現在世界所遇到的環境問題與困境」：

本題同意率為 78%，其中尚可的同學表示可能更多的問題沒有浮現，表示幾乎所有同學都能夠知道環境確實在變壞，只是會不會有更多的未知內容等著我們，有賴更多環境科學家進行探究。

8. 「我了解生活中的節能減碳方式」：

同意率為 78%，表示大多數都了解，僅有少部分可能並不清楚自己的行為能夠對環境有多大的改善，有賴下一次的課程內容可能會讓學生們更了解團結力量大的概念。

9. 「如果您是政府的一員，請問您的態度較傾向經濟發展還是環境保護」：

選擇經濟發展的佔 22%，而走向環保路線的佔 45%，顯示更多的同學願意犧牲一點點經濟來換取環境的改善。

題目	
我了解各式發電方式的原理	<input type="checkbox"/> 非常同意 <input type="checkbox"/> 同意 <input type="checkbox"/> 3. 尚可 <input type="checkbox"/> 4. 不太同意 <input type="checkbox"/> 5. 非常不同意
對於京都議定書，你的了解程度為	<input type="checkbox"/> 非常同意 <input type="checkbox"/> 同意 <input type="checkbox"/> 3. 尚可 <input type="checkbox"/> 4. 不太同意 <input type="checkbox"/> 5. 非常不同意
對於碳排放交易，你的了解程度為	<input type="checkbox"/> 非常了解 <input type="checkbox"/> 了解 <input type="checkbox"/> 3. 尚可 <input type="checkbox"/> 4. 不太了解 <input type="checkbox"/> 5. 非常不了解
對於現今能源與環境關係，你的了解程度為	<input type="checkbox"/> 非常了解 <input type="checkbox"/> 了解 <input type="checkbox"/> 3. 尚可 <input type="checkbox"/> 4. 不太了解 <input type="checkbox"/> 5. 非常不了解
對於你生活中的行為所造成的碳足跡，你的了解程度為	<input type="checkbox"/> 非常了解 <input type="checkbox"/> 了解 <input type="checkbox"/> 3. 尚可 <input type="checkbox"/> 4. 不太了解 <input type="checkbox"/> 5. 非常不了解
對於核能發電我具有基本認知	<input type="checkbox"/> 非常了解 <input type="checkbox"/> 了解 <input type="checkbox"/> 3. 尚可 <input type="checkbox"/> 4. 不太了解 <input type="checkbox"/> 5. 非常不了解
我能理解現在世界所遇到的環境問題與困境	<input type="checkbox"/> 非常了解 <input type="checkbox"/> 了解 <input type="checkbox"/> 3. 尚可 <input type="checkbox"/> 4. 不太了解 <input type="checkbox"/> 5. 非常不了解

我了解生活中的節能減碳方式	<input type="checkbox"/> 非常了解 <input type="checkbox"/> 了解 <input type="checkbox"/> 3. 尚可 <input type="checkbox"/> 4. 不太了解 <input type="checkbox"/> 5. 非常不了解
如果您是政府的一員，請問您的態度較傾向經濟發展還是環境保護。	經濟發展 中庸 環境保護 <input type="checkbox"/> 1. <input type="checkbox"/> 2. <input type="checkbox"/> 3. <input type="checkbox"/> 4. <input type="checkbox"/> 5
我對於擁核反核的想法是？	
如果為了減碳，你會選擇核能還是再生能源，優缺點又為何？	
經過課程後，再來對遊戲中碳交易和能源選擇的想法與心得	
我家中有哪些居家節能減碳方式？(至少五項，包含文字敘述以及照片說明)	
請用 wordA4 格式，兩頁，內文 12 字體，標題為”地球科學專題—能源學習單”(18 字體，標楷體，置中)	
我家中有哪些居家節能減碳方式？(16 字體，標楷體，置中)班級：_____座號：_____姓名：_____ (16，標楷，置右)	

本次課程針除了以上九點程度上的分析之外，再加入開放式的問題三題，

問題以及整理如下：

1. 我對於擁核反核的想法是？

<p>我支持利用核能發電，但我現在反核。</p> <p>現在世界中大部分電力來源來自火力發電，而火力發電所產生的污染也是相當的驚人，大量的CO₂被排放到空氣中而產生溫室效應，進而環境變遷，大量物種死亡，對此都是大家不樂見的，所以迫切問題為替代能源，於是大家想出了各式發電方式：太陽能，風力等諸如此類，但無論上列何者，其建造所造成的污染也是相當之大，而能量轉化的效率極低，根本達不現今臺灣發電量重量的1%，因此，核能發電是必需的。</p> <p>但是，現今的核能發電，技術多問題上而有三項的爭議： 1. 安全考量，對於各層樓的保護與外事故處理也是問題所在。 2. 核廢處理，沒有人想到在處理核廢料。 3. 核能上的問題至今仍然還是圍繞，甚至許多日的核能，我們必須承認的風險是零的，因此我現在是反核的。</p>	<p>擁核：相較於其它發電方式，核能成本較低，約有燃煤發電的一半不到，甚至是太陽能發電的十分之一左右。此外核能發電的供電穩定性高，有助於電價的穩定，不致受國際經濟情勢影響。更重要的是核能的發電原理是利用中子撞擊鈾原子核引起連鎖反應，產生大量熱能，加熱水使之變成蒸氣，再利用蒸氣的力量推動蒸氣機，以帶動發電機發電，過程中不會產生二氧化碳，可避免增加溫室效應。</p> <p>反核：核能反應會產生出許多高、低階放射性廢料，放射性物質對於人類，生態等皆會造成重大傷害。目前核廢料除了安置在離島外，絕大部份仍置於核電廠地下貯存地，台灣每年用過的燃料約有150噸，中階核廢料約有1500桶，然而至今仍未解決這些問題。除了空間不足的壓力外，放射性物質也正威脅著這世界。</p>
<p>我認為我是一個擁核派。雖然了解核能發電存在著很多問題，像是核廢料的處理以及輻射外洩等困擾，但我認為反對人士並沒有核能能去講清楚。人們認為核能是危險的，一些刺激便會像福島一樣引起災難，並引發世界滅亡。卻沒有想到核能影響的是一個地區、一個國家，但煤石油、天然氣等現今普遍使用的方式，卻會造成整個地球受到傷害，甚至因溫室效應過度嚴重而真的導致核能。所以雖然核廢料之處理仍有待商榷，但是仍是目前較適合台灣的。</p>	<p>我個人對於核能有不同看法，不是說它好或不好，而是要看它在哪裡。核能無疑是一種減少碳排放的發電方式且效率最高，假設如果提到安全性，相信也不差，畢竟人類也不是笨蛋。蓋一座會害人的發電場，但我認為臺灣不適合發展核能，因為地震很多！核能有兩個缺點，一個是核廢料的問題，一個是怕地震，臺灣地震這麼多，確實不太適合。更何況還有廢料問題。核能是好的，但以安全為主才是根本！</p>
<p>擁核：核能對現在我們需要的是不能缺少的發電量，因為它是太陽能的呼吸和使用的面積大，核能反應的占了很大的優勢，如果我們好好的把核能發電廠蓋好，以100%的使用，其實核能所帶來的利益是比其他能源發電來得好的。</p> <p>反核：核廢料的問題也是大家所知道的一問題是，到底核廢料該由哪個國家來處理，產生核廢料該由誰來管，這個問題是大家都說核能是不好，還有目前核能發電廠建設的工人也多也有很大的問題，停工幾年的核能問題也還是，但建設的人員不再是一開始建設的人員，這樣核能發電廠的品質很讓人不安心，這也是我反核的原因！</p>	<p>我支持廢核的那方，畢竟我們是地震頻繁的國家，核電廠可能有太大的風險，我們無力抵擋任何一次的核災，我們將低階核廢料丟至蘭嶼——這非常不公平，只因蘭嶼人少，但他們還是人，也有人權，更何況無法保證在核廢料運送過程中一切安全無虞，沒有任何疏忽，一但有閃失，不僅是環境，人類生存也會深受威脅，我們應反思我們的用電行為，而不是味蓋電廠去滿足需求，沒有任何事物可以滿足浪費。</p>

<p>擁核: 世界各國均積極發展工商業, 用电量非常大, 如果有了核能, 供電就不為人所擔憂, 再來是核電廠不會造成碳排放, 全球暖化問題可以減緩, 對生物有利。</p> <p>反核: 雖然有核能可供應較多的電, 但是核廢料如何恰當處置仍有待商榷, 畢竟不能將放射性物質放在蘭嶼, 他們沒有理由被迫收到大家的垃圾。另外, 假若有一天像日本一樣發生大地震或海嘯, 將核電廠損壞, 裡面危險物質洩露, 人民要往哪裡逃? 應該都是死路。人必須先將自身處理好, 再去為後代著想, 因為自己如果過不去, 那也不用有後代了。</p>	<p>擁核: 擁核的同學認為核能是解決能源問題的最佳途徑, 核能清潔、穩定、且能減少二氧化碳的排放, 有助於緩解全球暖化問題。此外, 核能發電效率高, 且不受天氣影響, 能提供穩定的電力供應。反核的同學則認為核能存在著巨大的安全隱患, 核廢料的處置是一個巨大的挑戰, 且核能發電成本較高。此外, 核能發電廠的建設和運行需要大量的資金和技術支持, 這對於台灣來說是一個巨大的負擔。反核的同學還認為核能發電廠的建設和運行需要大量的土地, 這對於台灣來說是一個巨大的挑戰。此外, 核能發電廠的建設和運行需要大量的資金和技術支持, 這對於台灣來說是一個巨大的負擔。反核的同學還認為核能發電廠的建設和運行需要大量的土地, 這對於台灣來說是一個巨大的挑戰。</p>
--	--

由以上內容可以看出來, 有些學生們表示, 在上課之前可能是擁核(反核), 在上完課之後反而變成反核(擁核), 而這些過程並不是在上課過程中植入一些洗腦思想, 而是兩者都進行討論之後分別舉例優缺點, 反而讓學生思想重新組織。只要學生思想有所變化就表示我們這些活動是成功進行, 而日後可能學生會收到更多資訊, 他們漸漸具備判斷能力, 而且能夠判別來自各方訊息並且消化, 甚至表達自己的想法而不被其他人影響。

但有些同學比較側面的去思考台灣的地質條件以及人口密度跟地理位置後, 認為雖然他心中擁核, 但是基於這些條件下, 而不支持台灣發展核能。也有人針對核廢料的處理發表意見, 更有同學把矛頭指向台灣電費太低導致任意浪費電力資源。無論學生們表達何種意見, 只要不是偏激思想、政治思維或者錯誤思考, 都不會限制學生思考以及發表方向。

2. 如果為了減碳, 你會選擇核能還是再生能源, 優缺點又為何?

<p>再生能源基本上要看因地而異, 像台灣北部設太陽能就感覺沒什麼效益, 因為北部多雨, 如果在南部的话大概會選擇核能吧!</p> <p>優: 提供的能源比較多, 不會產生二氧化碳造成空氣污染 核燃料体积小, 穩定的成本</p> <p>缺: 用地會無法再利用, 安全上的問題, 熱污染嚴重</p>	<p>如果再生能源可以完整的研發成功, 我會支持再生能源, 他不僅可以消核能百害一利中可能導致的核宮障更甚, 更可能地球上的資源回收再進行利用實在是一舉兩得的好方法。</p>
<p>我會選擇再生能源, 因為即使核電廠做的再好, 仍有可能有爆炸風險, 再生能源的優點是能源少對化石能源耗竭, 而使用再生能源也會使二氧化碳排放量大量減少, 達到氣候保護的目的, 而再生能源不像核電廠或燃煤廠是集中的大電廠, 再生能源能夠是小型分散的發電系統。當日本311地震造成許多不幸, 大停電之下, 仍提供照明等電力提供的即為風力發電。缺點是這些再生能源必定壓迫到人類生存空間, 也有可能破壞環境(再熱能), 而在再生能源製造過程中也有可能產生毒藥。</p>	<p>為了減碳, 多數人是支持核能的, 但仔細想想, 我會選擇再生能源。因為我覺得再生能源是利用相同的東西, 不斷再生, 即使過程中會有較多的碳排出, 但是它不產生未知的新物質, 人類較好解決、回收。不過再生能源所需時間及過程較長, 而且如果像「太陽能」, 它的穩定性低, 生產效率低, 對於人類大量用電的方式供不應求, 「火力發電」則是排放很多碳; 「水力、風力」...等, 會隨環境和季節影響發電。核能有輻射是我認為最不好的。</p>

<p>核能自來水廠：不會造成空氣污染，不會造成溫室效應的二氧化碳</p> <p>核能自來水廠：核能自來水廠的優點，是沒有化學藥劑的污染，這些都是核能自來水的缺點。</p> <p>再生能源的優點：能跟不同環境相配，產生較少的污染，可以跟環境相配用</p> <p>再生能源的缺點：水質容易變壞，水質不淨，成水質，水質容易變壞，水質容易變壞</p> <p>核能自來水廠的缺點：因為我們把核能材料處理好，核能自來水廠的優點，是沒有化學藥劑的污染，這些都是核能自來水的缺點。</p>	<p>核能</p> <ul style="list-style-type: none"> 優點：效率佳 優點：污染少 優點：省CO₂ 缺點：核廢料，用開水溫升高 <p>減碳</p> <ul style="list-style-type: none"> 優點：環保，較接近自然 再生能源 缺點：需要大片土地 再生能源 缺點：效率差 <p>上述大略比較後，個人偏向核能，但一樣以安全為前提，如果沒有偷工減料與地震核能無非是當前能源危機的救星。</p>
<p>核能自來水廠：不會造成空氣污染，不會造成溫室效應的二氧化碳</p> <p>核能自來水廠：核能自來水廠的優點，是沒有化學藥劑的污染，這些都是核能自來水的缺點。</p> <p>再生能源的優點：能跟不同環境相配，產生較少的污染，可以跟環境相配用</p> <p>再生能源的缺點：水質容易變壞，水質不淨，成水質，水質容易變壞，水質容易變壞</p> <p>核能自來水廠的缺點：因為我們把核能材料處理好，核能自來水廠的優點，是沒有化學藥劑的污染，這些都是核能自來水的缺點。</p>	<p>核能和再生能源皆能達到減碳的效果，但若站在現實面我會選擇核能，因為核能能提供較穩定的發電，占地面積也較小，成本較低，唯一要克服的缺點就是核廢料的問題，一旦解決了便是個既節能又有效率的方法了。</p> <p>再生能源優點：乾淨可再循環的發電方式，無耗電之缺點</p> <p>缺點：成本高且非每一地都適合，供電不穩定，即使大規模的再生能源能供應足夠的用電，政府若不推行提供利益，很少會有人願意花大成本投資，問題出在政策而非技術方面。</p>

本題內容原本以為學生僅會就選擇性來回答，但是學生自主的由分析來切入，更能因為學生的回答來了解他們的認知想法以及表達。確實較多的學生偏向支持再生能源比較環保，但是也有學生發現其實發展再生能源的過程也是污染的，甚至討論到發電電量不足的問題，確實如果要再生能源來負擔發電確實不夠力，所以可能發展核電才能解決用電問題。學生在回答時給予足夠的時間去思考，回答出來的內容比原先想像更為深入，感到非常欣慰。

伍、教學活動照片(可自行增加)



CO2 桌上遊戲遊戲布置



遊戲說明過程



學生開始進行桌上遊戲



老師從旁協助邊進行遊戲邊幫學生解答



分組討論桌上遊戲檢討



回顧桌上遊戲行動目的



發電種類分組討論



發電種類蒐集資料



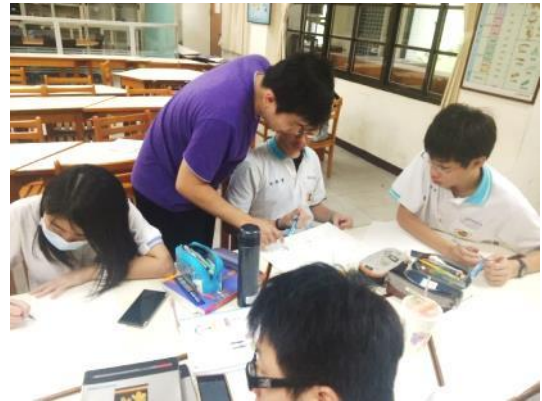
發電種類繪圖



發電種類繪圖



發電種類繪圖



發電種類繪圖

陸、附件:已隨文附圖

教學相關資料 (可掃描成圖檔附在下方)

※一份稿件以 15-20 頁為限※