

一、課程名稱：致命武”氣” W/ Power On！電力啟動

二、背景條件說明：

1.適用對象	年級：五年級以上 程度： ☒ 常態 ☐ 資優 ☐ 低成就 ☐ 其他：_____
2.實施時機	☒ 正式部定課程：四年級下學期 ☐ 彈性課程： ☐ 輔導課： ☒ 課外科學營隊活動： ☐ 其他：
3.所需節數	4
4.先備概念、技能與活動	INa-II-8 日常生活中常用的能源。 INg-II-1 自然環境中有許多資源。人類生存與生活需依賴自然環境中的各種資源，但自然資源都是有限的，需要珍惜使用。 INg-II-3 可利用垃圾減量、資源回收、節約能源等方法來保護環境。
5.設計理念 請包含本單元強調的科學概念、與此課程相關的單元	能源是推動現代人類文明生活不可或缺的元素，然而使用能源所排放的溫室氣體，加劇溫室效應成為氣候變遷的推手，氣候變遷已然成為全球所需面對的重要問題。「致命武”氣”」藉由富含寓意的桌遊活動，帶領大家一起認識這個看似遙不可及卻又與我們切身相關的議題，探討人類可能面臨到的各式「衝擊」並思索減緩與調適策略。

三、學生學習重點：(灰色框內文字為範例)

	學科或跨科	編碼	文字說明
學習內容 (核心概念)	自然與科學	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。
	環境教育	環 E10	覺知人類的行為是導致氣候變遷的原因。

	探究能力－思考智能	編碼	文字說明
學習表現	想像創造	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，以察覺不同的方法也常能做出不同的成品。
	推理論證	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，並提出自己的想法及知道與他人的差異。
	批判思辨	tc-III-1	能就所蒐集的數據或資料，進行簡單的記錄與分類，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。
學生學習 具體目標	1. 學生能知道能源的使用與地球永續息息相關。 2. 學生能知道人類的行為是導致氣候變遷的原因。 3. 學生能知道透過自己行為的改變有助於減緩氣候變遷。 4. 學生能思索對策以面對氣候變遷帶來的衝擊。		

教學流程

時 間	教師教學活動	學生學習活動	學習表現	所需器材
	暖身活動： 一、請學生將代表七種「自然環境」的積木洗混後，每四個一層交錯疊起。 二、向學生介紹七種自然環境類型，從地表最高的高山到最低的海洋與海岸，其間的銜接就以坡地來代表；在人類未開發利用的土地上是草生地或森林，地表上最低處有水流動的稱作河流，蓄積水的稱為濕地。 三、請學生思考我們如何利用前述的自然環境（農耕、養殖、採礦、交通、蓋房子、觀光旅遊、劃設保護(留)區、水利設施、商業行為、工業）。	學生依說明進行。 學生可能會想到在海邊捕魚，在高山上種茶或登山健行。		七色疊疊樂積木，每色 6 根。 七張自然環境圖卡。

四、 講師一次展示一張「人類利用」的圖卡，並請學生配合推出積木（受該「人類利用」的積木／積木僅需推出一小截，不需整支推出），並堆疊一個六角形的黑積木。

補充說明：教師在此一階段向學生說明何色積木對應何種自然資源。

自然資源與積木顏色對照表	
高山	橘色
海洋	藍色
坡地	紅色
森林	深綠色
草生地	黃色
河川	淺綠色
濕地	原木色

五、 教師提問：「不斷堆疊的六角形黑積木代表什麼？」

六、 向學生說明六角形黑積木代表的是人類各式活動所產生的「溫室氣體」

七、 向學生說明：「當我們在利用自然資源，除了改變地形、地貌，耗費再生及非再生資源之外，在這個過程中也連帶產生了許多溫室氣體，就是那些不斷堆疊而起的「碳方塊」」（在稍後的遊戲中將以「碳方塊」這個名稱取代六角形黑積木。）

八、 教師提問：「『溫室氣體』是什麼？你知道有哪些氣體稱為『溫室氣體』？」

九、 教師提問：「不斷增加的溫室氣體會造成什麼後果？」-大量的溫室氣體，歪歪斜斜的自然資源，看來對我們好像沒什麼影響，我們還是照常呼吸、飲水及

學生透過方才的活動過程，可能會推論六角形的黑積木為某種「負產物」。

學生可能會回答：「吸收能量維持地球溫暖的氣體；如二氧化碳及甲烷，等……」

學生可能會回答：「大量的溫室氣體會讓「溫室效應」加劇，使地球的平均溫度升高！」

ti-III-1

10 張人類利用圖卡。
六角形黑積木。

	吃飯，甚至逛街、購物及開車出門到處遊。 十、向學生介紹「溫室效應」及「年均溫上升」等現象。 十一、教師提問：「面對平均氣溫不斷上升所帶來的威脅（中暑、熱痙攣、熱衰竭），我們怎麼應對？」 十二、教師以 Idea Pool 搜集回應，並整理出人類文明生活對各式能源的需求及依賴。（尤其是電力） 主要活動一：找出發電廠 一、告訴學生接下來將透過遊戲的方式來認識台灣常見的發電方式。 二、請各組同學將遊戲卡取出置於桌面(將黃色面朝上)洗亂疊成一疊。 三、由每桌號碼最小的同學開始，依序往左手方向，每次每人從排堆上拿取一張遊戲卡，得到最多電廠卡的獲勝。 四、提醒學生當遊戲進行的時候，也請閱讀電廠卡上的小知識。 五、教師提問：「你拿到幾張電廠卡？」 六、教師提問：「可以發多少電？」，告訴學生各電廠的發電量看卡片最右上角的數字。 七、教師提問：「為什麼『風力發電』及『太陽光電』的發電量會是『？』」，提示學生可以藉由閱讀遊戲卡上之資訊找出可能的答案。 八、告訴學生：「『風力發電』及『太陽光電』發電量上的「？」由遊戲卡上的數字決定(讓學生知道電廠卡的問題由老師決定，不是看該電廠卡背面的數字)。接下	學生進行討論並對於問題提出看法。並將方法寫在便利貼上。(學生可能會提出吹冷氣、吃冰棒、喝冷飲) 學生依拿到的數量進行回答。 學生提問：「『風力發電』及『太陽光電』是問號怎麼辦？」 學生回答：「因為『風力發電』發電量受風場條件影響，『太陽光電』發電量受日照條件影響，兩者同屬間歇性發電，發電量不穩定！」	網路資源 便利貼 桌遊「電力啟動」	
--	---	--	--	--

	來老師將從牌堆中抽出代表這次「？」的數字，請大家完成各自發電量的計算，比比看誰的發電量最大？！」 (一)．抽出「0」，教師提問：「誰的發電量最大？」 (二)．抽出「1」，教師提問：「誰的發電量最大？各組排名有改變嗎？」 (三)．抽出「2」，教師提問：「誰的發電量最大？各組排名有改變嗎？你發現了什麼？」(學生在這裡應該就會發現再生能源的不穩定！) 主要活動二：分「能」別類 一、教師提問：「請各組一起檢視共有哪些發電方式？並完成『各式發電優缺點整理表』」(時間有限下，指定各組僅針對一種發電方式進行優缺點的 분석)。 二、教師提問：「各種發電方式需要哪些種類的能源？」 三、告訴學生：「請將前面所列的這六種能源進行分類，你會分成幾類？為什麼？」 四、請任一組學生就「分成幾類」及「分類的依據」進行說明。 五、問其他組別是否同意這樣的分類方式及分類依據。	學生依實際情況進行回答。 學生依實際情況進行回答。 學生可能會回答：「擁有『風力發電』及『太陽光電』的人隨著老師抽出的數字愈大，發的電愈多，甚至造成組內排名的改變！」 學生整理獲取的資訊並將其紀錄於表格上(學生藉由閱讀遊戲卡上之資訊找出可能的答案) 學生回答：「燃煤發電需要煤炭、燃氣發電需要天然氣、核能發電需要鈾礦、太陽光電需要陽光、風力發電需要風力、川流式水力發電需要水力」 學生就分成幾類及擬定分類依據進行操作。 學生可能會回答：「分成兩類；一類為再生能源如太陽、風力能及水力能；另一類為非再生能源如煤炭、天然氣及鈾礦」		各式發電優缺點整理表
--	--	--	--	-------------------

六、 老師精緻化教學·向學生說明能源類別·介紹什麼是再生能源？什麼是非再生能源？ 七、 告訴學生：「接著我們將認識遊戲中用來代表『能源』的卡片。」 八、 請學生將棄牌堆進行分類。 九、 教師出示天然氣燃料卡及核燃料卡·告訴學生在遊戲中何種卡片代表天然氣及核燃料。 十、 告訴學生：「在遊戲中·桌面上的每一張遊戲卡都可以當作煤炭用來發電」·並出示「燃料兌換表」·向學生解釋遊戲卡與燃料兌換的關係。 十一、 利用發電廠卡向學生說明： 「在遊戲中不同的發電方式需要不同的能源·如燃煤發電卡上的圖示說明·燃煤發電需要任一張手牌·燃氣需要天然氣或兩張手牌·核能需要核燃料及核廢料處置場」 十二、 教師提問：「為什麼遊戲中燃煤僅需要任一張手牌·燃氣卻需要兩張手牌或天然氣燃料卡？」(學生藉由閱讀遊戲卡上之資訊找出可能的答案) 主要活動三：看不見的威脅 一、 請同學分享各式發電的優缺點。 二、 教師提問：「什麼是『碳排放』？」 三、 告訴學生：「這裡指的『碳排放』就是 CO₂」·教師拿出碳方塊並利用電廠卡上的圖示向學生	學生將棄牌堆進行分類並發現只有三種類型的卡片 (天然氣、核燃料/核廢料處置場及功能卡) 。 學生回答：「因為燃煤發電的燃料成本較天然氣低」 學生回答：「燃煤發電的優點是燃料成本較低·供電穩定·可 24 小時運轉發電；缺點則是發電過程產生空氣污染與碳排放等環境影響。」 學生可能會回答：「二氧化碳」		
--	--	--	--

	說明·在遊戲中每次使用燃煤發電會產生四個單位的 CO₂。 四、告訴學生碳方塊堆疊的方式:疊法不拘但一次只能疊一個。 五、請同學分享燃氣發電的優缺點。 六、教師利用電廠卡上的圖示向學生說明每次遊戲中使用燃氣發電會產生二個單位的 CO₂。 七、請同學分享核能發電的優缺點。 八、教師出示核燃料卡告訴學生： 「遊戲中每次利用核能發電的時候·就一定需要一張像這樣的卡片用來代表核廢料處置場·綜合來說不管你的核燃料是核燃料卡或是兩張手牌·要使用核能發電就一定需要一張代表核廢料處置場的卡片」 九、教師提問:「為什麼核能發電需要核廢料處置場?」(這問題視學生程度提問) 十、請同學分享太陽光電的優缺點。 十一、請同學分享風力發電的優缺點。	學生回答:「燃氣發電的優點是供電穩定·可 24 小時運轉發電·發電過程產生的空氣污染與碳排放強度低於燃煤發電;缺點則是燃料成本較燃煤發電高。」 學生回答:「核能發電的優點是發電量大且穩定·可 24 小時運轉發電·發電過程不產生空氣污染與碳排放;缺點則是有核廢料處置的問題」 學生回答:「太陽光電發電過程不產生空氣污染與碳排放·隨著技術創新、大量推廣與產能提升·發電成本持續下降;缺點則是發電量受日照條件影響·屬於間歇性發電能源·目前發電成本高!」 學生回答:「風力發電的優點是發電過程不產生空氣污染與碳排放·隨著技術創新、大量推廣與產能提升·發電成		
--	--	--	--	--

	十二、請同學分享川流式水力發電的優缺點。 延伸活動：讓學生說說自己還知道哪些發電方式，或上述發電方式中其他的優點或缺點。 主要活動四：電力啟動 Power On！ -如何在滿足城市用電需求及能源配比上取得平衡。 向學生說明如何設置遊戲，使用玩家幫助卡及行動方塊： 一、請同學將城市卡洗亂之後疊成一疊，翻開最上面的三張城市卡排成一行。 二、將遊戲卡洗亂疊成一疊放在桌上，每人拿五張，剩下的牌堆翻開六張排在桌面上，再翻開 10 張作為棄牌堆。 三、告訴學生每一人在每一次行動輪當中能做以下三件事： (一) . 拿取桌上陳列之遊戲卡 (手上最多只能有八張遊戲卡) 。 (二) . 打出發電廠。 (三) . 發電-每一輪僅發乙次電 (再生能源發電不消耗行動方塊) 。 四、每人在每次完成行動輪後，補充缺少的牌。 五、當滿足城市用電需求時，不管發電方式為何 (包含綠電) 皆需從疊疊樂中抽出一支積木往上疊，代表某項資源為滿足人類持續	本持續下降；缺點則是發電量受風場條件影響，屬於間歇性發電能源，有低頻噪音的問題及目前發電成本高！」 學生回答：「川流式水力發電的優點是發電效率穩定，可 24 小時運轉發電；缺點則是發電效率受水流的流量影響」 學生就自己所知道的各式發電方式及各發電方式的優缺點進行分享。 學生進行全遊戲體驗。		核廢料小木塊
--	---	---	--	---------------

	發展之需求而被利用的情形(但也不斷掏空現有的資源基礎)。 六、設有核電廠的玩家·在每次發完核電後依實際數量拿取代表核廢料的小木塊。 七、若碳塔倒塌則玩家除依 Power on！遊戲規則(該玩家暫停一回合·每人丟棄一張手牌作為懲罰)處置以外·另從代表自然資源的積木塔中抽走一根積木·代表自然資源平白損失且無法滿足人類發展需求(此步驟若積木倒塌則遊戲結束·代表地球系統快速變化以致於不再適合人類生存)。 補充說明：在時間有限下功能卡僅作為燃料使用不發揮其功能作用。 分享與討論 一、發下學習單供學生作遊戲後紀錄及心得感想整理。 二、請學生討論面對氣候變遷的減緩與調適策略。 三、讓學生發表各組的見解及看法。 四、給學生「有關氣候變遷的 10 道難題的資料」。		tr-III-1 tc-III-1	致命武「氣」w/ Power On 電力啟動！學習單
--	--	--	---------------------------------	-----------------------------------

四、學生活動單：

發電方式			
		供電穩定，可 24 小時運轉 空氣污染與碳排放強度低於燃煤	
核能發電			
	陽光		
風力發電			
			效率受水流的流量影響

致命武「氣」 w/ Power On 電力啟動！

1. 在遊戲過程中，你的電廠組合是如何安排的？為何作這樣的安排？

發電方式	燃煤發電	燃氣發電	核能發電	太陽光電	風力發電	川流式水力發電
數量						

2. 遊戲中，有遭遇到任何取得電力的困難嗎？(發電廠的選擇、燃料、綠能的不穩定、碳排放或核廢料)

3. 想一想，在遊戲裡有沒有必勝的能源組合？

4. 你覺得我們國家的發電比例應如何分配？（全部加總為 100%）

圖例	發電方式	數量
	太陽光電	
	風力發電	
	川流式發電	
	核能發電	
	燃煤發電	
	燃氣發電	

A blank 10x10 grid of squares, intended for drawing a picture.

氣候變遷減緩與調適

1. 氣候變遷如何影響我們的生活？（請回答以下問題，或舉出其他例子）

（1）．溫室效應與氣候變遷的關係

（2）．氣候變遷與氣候極端事件有何不同

（3）．海平面上升與氣候變遷的關係

（4）．氣候變遷與熱浪的關聯

2. 您怎麼看待氣候變遷？

3. 面對氣候變遷，我們可以做些什麼？（請以能源使用為優先考量）

五、教師教授此活動之注意事項：

- (一) 本活動為結合武荖坑環境教育中心所出版之「致命武氣」及山頂洞人實驗室所出版之桌遊「電力啟動」。
- (二) 桌遊「電力啟動」設計適用人數為 2-4 人，建議一組最少 3 人，若能四人一組最佳。以四人一組為例，能用上桌遊中所有的遊戲卡，如此方能帶動後續師生間更多的對話及討論。
- (三) 分組進行桌遊操作時，若能由有經驗的夥伴擔任小組長帶領遊戲進行會是較佳的作法。
- (四) 活動單元著重在人類使用「能源」與氣候變遷之間的高度正相關關係。
- (五) 問題所設定之框架以人類在面對氣候變遷衝擊下所產生的健康問題為主，係考量問題與學生的關係較為貼近，容易引起關注。

六、教師參考資料：

- (一) 能源-迫在眉睫的抉擇-格致文化出版
- (二) 研究報告：氣候變遷讓中暑、傳染病更嚴重 台灣無法倖免|怪天氣讓人更病更窮-環境資訊中心
- (三) 面對氣候健康威脅 各國調適行動有貧富差距|怪天氣讓人更病更窮-環境資訊中心
- (四) 有關氣候變遷的 10 道難題-獨立評論
- (五) 煤、核電、天然氣、再生能源大 PK 誰該是台灣主流？-風傳媒
- (六) 「隨手關燈 hen 好，能源稅再說？」從民調看台灣人節能減碳的知行落差-研之有物

(七) 天氣現象與動力機制 - 由臺灣的劇烈天氣現象說起-科學月刊

(八) 氣候變遷(Climate Change)與氣候極端事件(Climate Extremes)有何不同？兩者之間

有因果關係嗎？(TCCIP 台灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台/知識專欄/氣候知識

FAQ)

(九) 能源教育 好康連結包 (<https://reurl.cc/NjkRn6>)

(十) 能源局《能源在台灣》(<https://reurl.cc/g7OMxb>)

七、活動器材(教具)清冊(含圖片)：

序號	器材名稱	數量	單價	型號	對應單元或教學活動	圖片
1	致命武氣	7		內含 7 色疊疊樂積木，7 張自然環境，10 張人類利用、衝擊因素及減緩調適策略圖卡。	暖身活動	
2	電力啟動	7	450		主要活動一～四	
3	核廢料小方塊	140	5	在方塊上雷雕核廢料的圖像。	主要活動四	