

# 教育部107年度中小學科學教育計畫專案

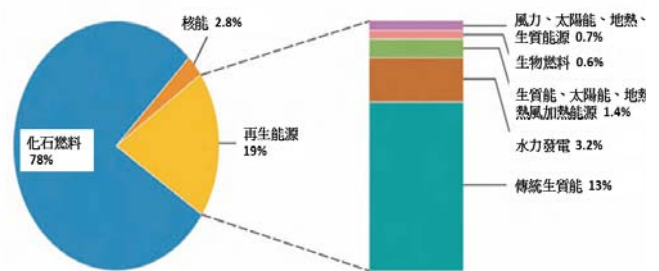
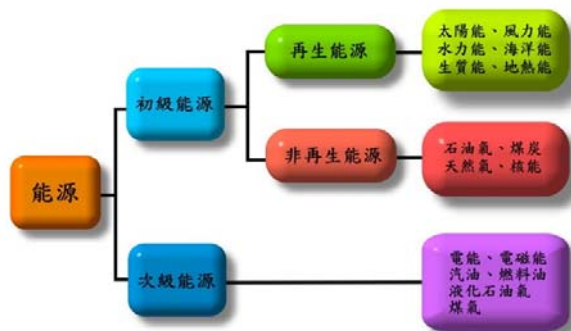
## 成果報告

計畫編號：88

計畫名稱：設計素養導向課程與評量融入自然課對學生科學素養能力之影響

主持人：王淑卿

執行單位：台中市雙十國中



## 目次

壹、計畫目的及內容：	3
貳、研究方法及步驟：	5
參、研究成果：	6
肆、完成進度：	32
伍、討論與建議：	33
參考資料：	38

## 壹、計畫目的及內容：

### (一)計畫背景

「素養」是十二年國教108課綱最重要的精神，卻也是最陌生的概念，不同於2001年推行的九年一貫課程所強調的基本能力。所謂素養是技能、知識和態度的綜合表現，學生素養的培育，即是培養問題解決的能力。真實情境的問題是複雜、不分科別的、不一定是和課本相符的知識與能力；需要跨領域的知識和技能，配合客觀的價值、批判思考、適宜的表達個人感受、並能與人溝通互動合作等態度（教育部, 2018）。素養是個人因應社會生活所需具備的知識能力與態度，是終身學習的歷程，是十二年國教課程改革成功與否的關鍵(蔡清田，2011；2014)。

然而，一般 K-12 教育現場的行政單位或教師，大多不理解素養的意涵，遑論如何設計素養導向的課程；更不知如何根據素養導向的課程設計導向的評量，以評估學生的知識、技能和態度等科學素養。此外學生要解決真實情境的問題，是不分領域、非課本的相關知能、沒有標準答案。從素養導向的課程設計、教學目標、評量、教學策略、如何提升學生學習興趣與動機、如何探究科學、如何論證科學、如何對科學本質有基本的認識？以上對教師而言，都是教學實務與理論如何連結的重要挑戰，也影響十二年國教以「素養」為課程發展核心理念是否能具體落實的關鍵因素。

108課綱強調核心素養、素養導向的教學與評量，從各科的學習領綱的學習內容和學習表現作為命題策略。以「學習內容」為「主題」，以限縮試題之範圍，以「學習表現」為素養導向評量主要標的。(教育部國教署，2017；師大心測中心，2018)。2014年國中教育會考開始實施標準參照計分，然而，教育會考為國中學生3年畢業學習成效的總結性評量，並無法即時提供學生學習期間的診斷回饋。為了彌補教育會考不足，教育部自2011年起即委託心測中心，依據課綱發展課室評量可採用的評量標準，期望透過全國一致性的評量標準檢視學生學習成效，除可適時回饋教師教學與學生學習狀況，更有助於瞭解學生學習成果的定位點，作為教學活動設計與教學實務改善的參考依據（宋曜廷、周業太、曾芬蘭，2014；國立臺灣師範大學心理與教育測驗研究發展中心，2017）。

標準參照的課室評量已成為國際間最近的教育評量趨勢。為鼓勵學生多元表現，依據課綱的學習重點的學習內容和學習表現，制定一致性的評分規準有效評定學生的能力等級，進行標準本位課堂評量，有助於了解學生個別學習的進展，引導學生學習的方向並增進學習動機，避免學生分分計較（曾芬蘭、鍾長宏、陳世玉、張銘秋，2018）。

本計畫依據課綱核心素養與文獻中歸納，教師欲發展素養導向探究課程與教學，設計具有探究歷程重要面向的學習內容，並設計課綱探究能力探究能力--思考智能子項「推理論證」、「建立模型」。並設計標準化素養導向評量，評估學生的科學素養，理解其科學素養程度，作為教師日後教學活動或輔導與補救教學時師的參考依據。

「論證」(argument)是探究能力的思考智能，指提出科學主張的證據和理由，支持或反駁的相關論述或結論。論證教學常採用與科學或科技相關的社會爭議事件，引導學生決定自己的主張並提出理由。實際檢測數據作為證據的資料或蒐集文獻相關資料、分析統整，培養蒐證能力和講求證據的習慣(Toulmin, 1958)。

「建立模型（簡稱建模）」屬探究能力的思考智能。探究與建模歷程(modeling process)是科學的基本過程(Jonassen, 2008)。探究歷程是形成與整合科學知識的過程；建模歷程則透過模型(model)形成科學推理的基本工具，建模歷程的心智模式包含模型的建造、評斷、修正、和表達，在科學探究過程都會出現。

因此本研究標準參照的課室評量包括參考心測中心制定的素養導向標準本位評量，以及論證式評量和概念圖建模評量。

## (二) 計畫目的

本計畫研究目的是：(1) 設計素養導向課程以探究教學、建模教學和合作問題解決的教學策略幫助學生提升科學素養探究能力。(2) 設計素養導向評量和評分規準，評估學生學習前後展現的科學素養「能力」的改變。(3) 引導學生建立模型。(4) 探討教學與學習歷程中教師或學生可能遭遇的困難與解決策略。

本計畫研究待答問題如下：

- (1) 素養導向課程以探究建模和合作問題解決的的教學策略對學生科學素養的認知和探究能力有何影響？

- (2) 設計素養導向評量和評分規準，評估學生學習後展現的科學素養的認知和探究能力有何改變？
- (3) 學生「建立模型」的能力表現如何？過程中有何改變？
- (4) 教學與學習歷程中教師或學生可能遭遇哪些困難與解決策略？

## 貳、 研究方法及步驟：

本計畫聯合四個縣市：台中市、台南市、雲林縣、高雄市共6位跨縣市跨學校的自然領域國中教師，組成教師專業學習社群，設計研發素養導向課程、探究教學與素養導向評量。並挑戰建模教學實施於國中階段，希望提升學生科學素養的思考智能和問題解決等探究能力。

本研究評量科學素養的工具、內涵與評量類型統整如表一，另外配合行為觀察、技能操作、訪談、反思心得等資料，分析學生的課室學習表現、生活實踐，以確定不同情境下所蒐集分析資料結果的一致性。

表一：評量科學素養的工具、內涵與評量類型統整表

科學素養	評量類別	內涵	評量工具	評量類型
認知	PISA 科學素養評量	科學地解釋現象	PISA 試題 類 PISA 試題	成就測驗
		評估與設計科學探究活動		
		科學地詮釋數據與論證		
認知	評量標準	記憶、理解、應用、分析、綜合	評量標準本位題組	成就測驗
探究能力	思考智能	想像創造	學習單 討論 發表 行為觀察 技能操作 反思心得 訪談	形成性評量
		推理論證		
		批判思辨		
		建立模型		
	問題解決	觀察與定題		
		計劃與執行		
		分析與發現 討論與傳達		

### 研究步驟：

#### (1) 成立素養導向教學教師專業社群

四縣市6位跨校的自然領域國中教師，組成教師專業學習社群，設計研發素養導向課程、探究教學與素養導向評量。

#### (2) 設計研發素養導向課程、探究教學、素養導向評量

設計研發素養導向課程教材「能源的發展」、「能源是天上掉下來的禮物嗎？」，教學目標

以課綱的主題-資源與永續發展，次主題--永續發展與資源的利用、能源的開發與利用、氣候變遷之影響與調適；科學、科技、社會及人文--環境汙染與防治；主題-演化與延續，次主題-生物多樣性；綜合跨科主題：能量與能源、全球氣候變遷與調適，設計主題式課程。引導學生進行探究與實作，建立「能源-永續發展」、「能源-汙染」、或「能源-氣候變遷」的模型。以探究教學引導學生探究學習融合建模的探究建模和論證寫作。

評量工具有（1）以 PISA 公布的試題和研究者在臺灣 PISA 樣本試題中所設計的題組，共3題組作為科學素養成就測驗。（2）根據十二年國教課綱國中學生學習成就評量標準（評量標準）教師自行研發設計的2個題組作為評量工具，評量核心素養與能力，和多元取材以幫助學生產生學習遷移。（3）針對課程與教材，設計2個學習單，個人論證寫作學習單和概念圖建模學習單。

### **(3)資料蒐集與分析**

根據評量工具（1）PISA 素養導向試題，共3題組作為科學素養成就測驗。（2）根據教師自行研發設計的2個題組評量標準作為評量工具，評量核心素養與能力，和多元取材以幫助學生產生學習遷移。（3）課程設計的2個學習單，包括個人論證寫作學習單和概念圖建模學習單。評估學生核心素養探究能力表現的改變，制定評分規準等級，以質性分析學生在探究能力--思考智能子項想像創造「推理論證」、批判思辨「建立模型」和探究能力--問題解決子項「分析與發現」、「討論與傳達」的改變。輔以學生討論、發表、行為觀察、技能操作、教師或學生的反思心得與訪談作為多元資料參考。

## **參、研究成果：**

1. 素養導向課程研發：完成發展2個跨領域素養導向課程「能源的發展」、「能源是天上掉下來的禮物嗎？」，提供學生對於國家能源政策與國民能源使用的探究學習與論證學習。

# 能源的發展

## 學生手冊



台中市雙十國中自然領域

王淑卿教師撰寫



# 能源是天上掉下來的禮物嗎？

## 學生手冊



台中市雙十國中自然領域

王淑卿教師撰寫

2. 學習課程教材：印製研發的彩色學生手冊教材「能源的發展」、「能源是天上掉下來的禮物嗎？」2份，提供學生科學閱讀，ppt 和影片為教學媒體。
3. 設計教材教學海報：統整課程內容，並吸引同學注意與有效的傳達教學訊息。



# 能源的發展

關鍵字：能源、化石燃料、再生能源、全球能源消耗

何謂能源？能源是指能夠提供某種形式能量的物質，或物質的運動。人類的一切活動——生產、衣食住行育樂都須消耗能源，大多能源使用後，無法重複使用。節約能源，省能省錢又環保。



作功的大小就是能量，產生能量的來源就是能源。能源依取得方式分類(如圖1)

再生能源也就是所謂的綠能，可不斷補充可再生的能源，還可降低溫室效應，發展再生能源科技產業，即綠能產業，帶動綠色就業機會。具環境永續性不會用完，屬於永續能源(sustainable energy)。永續能源的發展是兼顧能源安全、經濟發展與環境保護，達到未來世代永續發展的願景。2000年全球的綠能產值已達65億美元，2010年全球綠能商機可達到6,250億美元，2020年可望達到1兆9千億美元。綠色能源帶來的綠色革命與綠能產業不僅是21世紀的顯學，更是帶領人類度過能源危機，邁向環境永續與能源永續的決戰關鍵。美國能源部於2006年進行全球能源消耗形式分析結果(如圖2)。



圖1：能源的分類  
<http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=31580>



圖2：2006年美國能源部全球能源消耗形式分析圖  
[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2e/World\\_energy\\_consumption\\_by\\_type\\_2006.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2e/World_energy_consumption_by_type_2006.png)

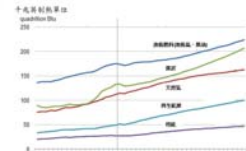


圖3：2010年美國能源資訊部公佈未來25年全球能源分析  
(單位：千億英制熱單位quadrillion Btu，10<sup>15</sup> Btu，quadrillion=一千的五次方，Btu熱量的單位) <http://www.eia.doe.gov>

依據美國能源資訊部(US Energy Information Administration)公佈的2010年全球能源展望報告分析，全球的初級能源除了因為2008年全球金融危機導致2009年經濟衰退，能源消耗量減少1.1%以外，未來25年必然是呈現增加的趨勢(圖3)。化石燃料依然是全球能源的主要來源，但預估會由2007年的35%降低到2035年的30%，主要原因是受到高油價與再生能源發展的影響。2003~2008年因為溫室氣體排放導致氣候變遷，因此核能與再生能源成為化石燃料的主要替代能源。但是核能可能造成的輻射污染與不確定的安全性，尤其2011年日本東京電力公司之福島核能電廠爆炸事件，讓再生能源更被重視。2008年時全球再生能源的總產量(如圖4)約佔19%。

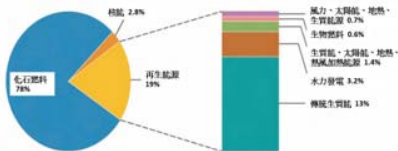


圖4：2008年全球能源產量分析圖  
REN21-Renewable Energy Policy Network for the 21<sup>st</sup> Century  
<http://www.ren21.net> (November 2010)



圖5：2010年，美國能源部能源資訊部「2010年世界能源展望-高瞻」報告書—全球燃料電力生產淨值圖。(單位：兆瓦/小時)  
<http://www.eia.doe.gov/oi/afio/highlights.html>

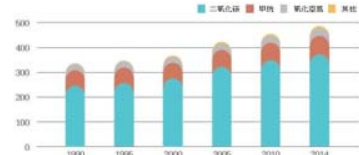


圖6：1990~2014年全球溫室氣體排放總量(僅列二氧化碳)  
<https://knews1.finance.hkya95.html>

2010年，美國能源部能源資訊部的報告書「2010年世界能源展望-高瞻」提出，全球燃料電力生產淨值(如圖5)統計全球再生能源比例逐漸增加，主要的原因是水力發電與風力發電的計畫性提升，分別增加54%和26%。化石燃料依然是全球能源的主要來源，但預估會由2007年的35%降低到2035年的30%，其中消耗量最大的是煤炭，依次為天然氣與石油，石油消耗量預估維持穩定。

燃燒化石燃料煤炭、天然氣與石油，會產生大量溫室氣體，以及造成空氣污染危害健康。溫室氣體主要包括水蒸氣(H<sub>2</sub>O)、臭氧(O<sub>3</sub>)、二氧化碳(CO<sub>2</sub>)、甲烷(CH<sub>4</sub>)、氧化亞氮(N<sub>2</sub>O)、全氟碳化物(PFCs)、氫氟碳化物(HFCs)、含氯氟烴或氯氟化碳(CFCs)、六氟化硫(SF<sub>6</sub>)等。京都議定書規定要減少溫室效應，全球要控制的六種溫室氣體為二氧化碳、甲烷、氧化亞氮、氫氟碳化物、全氟碳化物和六氟化硫。世界資源研究(World Resource Institute)搜集全球186個國家和地區的數據，統計全球溫室氣體排放總量從1990年的338億噸增加到2014年的489億噸，增加45%。其中，二氧化碳排放量增加52%，占溫室氣體排放總量的85%。其他溫室氣體二氧化碳、甲烷、氧化亞氮排放量比分別為77%、15%、6%和2%(圖6)。預計，到2030年，全球溫室氣體排放量將占全球總量的60%。



圖7：左-2018年愛爾蘭成為全球第一個撤資化石燃料產業的國家；右-2018年德國的再生能源太陽能與風力供應電量超過需求  
<https://www.cw.com.tw/article/article.action?id=5091026> <https://knews1.finance.hkya95.html>

目前全球能源主要為：化石燃料、再生能源和核能。了解全球以及各國能源的發展與燃料電力生產的分布，有助於世界各國對再生能源相關政策的規劃和執行，以減少全球化石燃料的使用和溫室氣體的排放量，降低溫室效應和空氣污染的現象。

21世紀再生能源政策網(REN 21)，一個國際政策網路研究機構(成員由65個產業協會、國際組織、國家政府、非政府組織、科學及學術機構等組成)，從2005年，蒐集來自全球超過900個全球再生能源現狀報告資料，每年發布再生能源全球發展的資訊。2019年的研究報告提出全球再生能源發電新增裝置容量已經連續四年超越化石燃料及核能發電的新增裝置容量，再生能源成為全球能源發展的指標。2018年愛爾蘭通過化石燃料撤資法案，成為全球第一個國家撤資化石燃料產業，5年內出清所有化石燃料的能源投資；同年，德國的再生能源太陽能與風力供應電量超過需求，許多用戶的電價低於零，甚至變成負數。

# 能源是天上掉下來的禮物嗎

人類一切的活動，食衣住行育樂和生產都須消耗能源，能源是天上掉下來的禮物嗎？有許多能源一旦耗盡，將無法再供給使用。作功的大小就是能量，產生能量的來源就是能源。能源依取得方式分類(如圖1)

綠色能源(綠能, green energy)又稱為清潔能源(clean energy)、低碳燃料、永續能源(sustainable energy)，經過科技處理再轉化為電力，其過程，排放出較少的溫室氣體，具可再生、永續性、對環境友善而尊重。



圖1：能源的分類

<http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=31580>



圖2：德國政府於2011年日本核災後積極發展綠能和再生能源，於2018年宣布，成功可實行100%綠能供電。雖傳統電廠仍運轉，但已大幅降載。德國能源智庫提出德國太陽能發電可望成為全球最便宜的能源類型。  
<https://technews.tw/2015/03/03/study-shows-that-solar-is-becoming-the-cheapest-power-source/>



圖3：丹麥1979年，大量製造風力發電機，不僅使用再生能源比率不斷增加，更提出計畫2050年將全面淘汰化石燃料，達到100%使用再生能源。因為風力發電技術成熟，預期提早在2030年全國電力皆是再生能源提供，風力發電占80%以上。  
<https://kknews.cc/world/9g9lg9q.html>

狹義的綠能是指再生能源。廣義的綠能是指在能源的生產與消費過程中，使用對生態環境造成低污染或無污染的能源，例如天然氣、清潔煤。核能也被列入廣義的綠能，因其是可減緩溫室效應的低碳燃料，但2011年日本核災事件後造成全球核災恐慌，究竟核能是否屬於綠能已成為爭議的議題。

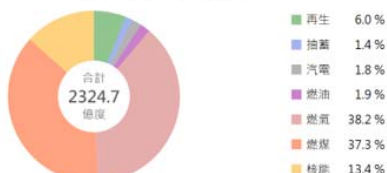


圖4：108年台灣電力公司全國發電總電量結構圖

<https://www.taipower.com.tw/TC/page.aspx?mid=212&cid=120&chh=3a1b1e0-03e5-45fa-b72e-b28c5cb94f37>

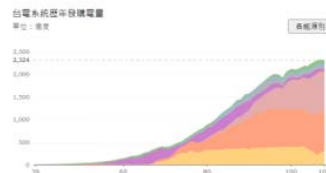


圖5：台灣電力公司歷年來發電總電量結構圖

<https://www.taipower.com.tw/TC/page.aspx?mid=212&cid=120&chh=3a1b1e0-03e5-45fa-b72e-b28c5cb94f37>



圖6：研究指出，形成煤炭的古生代地質中，也含有微量放射性元素，因此燃煤發電也會產生與核能相同的輻射廢料-鈾與鈾。

不論哪種「能源發電」？並沒有完美的發電方式，任何能源都有其優點和缺點(如下表)。

能源類別	優點	缺點	我國現況
燃煤發電	節省金錢 穩定發電	產生懸浮微粒PM2.5 造成溫室效應與生態破壞	燃煤、燃氣、燃油佔我國70-80%以上的總發電量
燃氣發電	較燃煤空氣污染低一些	碳排放量仍然高達燃煤發電的50% 成本較高且來源不穩定 運輸安全疑慮	
水力發電	環保	河川上游易坍方、海岸線侵蝕 產生大量的溫室氣體甲烷	我國的水力發電因枯水期與坡度較大，水土保持不佳，淤積嚴重，水庫壽命短暫
太陽能發電	太陽不需進口 發電過程幾乎零污染	製造成本較高 製造材料耗能大、廢棄物多難處理 設備需保養且壽命較短 受氣候影響	
風力發電	風力不需進口 環保	風力不穩則電量不足甚至沒電 破壞生態，會造成鳥類與蝙蝠的死亡 噪音大	台灣的風力不穩定，風力和風向時常改變，發電量無法集中台灣在夏季用電高峰時期時風力反而較弱
生質能源	減少對化石燃料的依賴 較少廢棄物、污水	回收的廢棄物需要大量空間儲存，無法立即使用、需要醱酵	
核能發電	發電穩定 污染少(除了輻射) 減少碳排放量	輻射問題和爆炸事故	我國有「以核養綠」與「廢核」的對立與分歧 封存核四廠其燃料束已陸續運回美國

能源不是天上掉下來的禮物，節約能源，減少能源消耗。節能減碳可降低溫室氣體排放量，減少全球暖化和氣候變遷。保護資源，減少對生態破壞與環境污染，珍愛地球，環境永續發展，在不影響後代福祉的原則下，滿足當代人的需求。

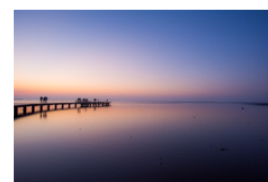


圖7：台灣封存的核四廠其燃料束已陸續運回美國原廠



台中市雙十國中自然領域 王淑卿教師撰寫



4. 素養導向評量研發：發展十二年國教課綱評量標準試題題組，「環境保護與生態平衡」教師自行研發設計的2個題組「生物多樣性」和「保育與生態平衡」作為評量工具，評量核心素養-科學認知與學習表現的能力，和多元取材以幫助學生產生學習遷移。(2) 針對課程與教材，自行設計2個學習單，個人論證寫作學習單和概念圖建模學習單。



## 後測-能源是天上掉下來的禮物嗎？

測驗設計者：雙十國中自然領域教師 王淑卿



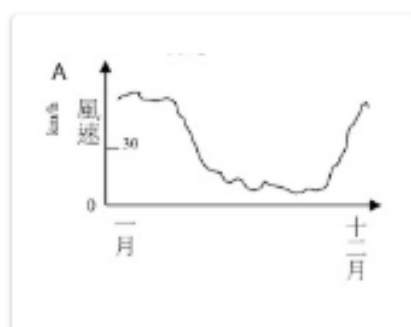
繼續

## 一、風力發電

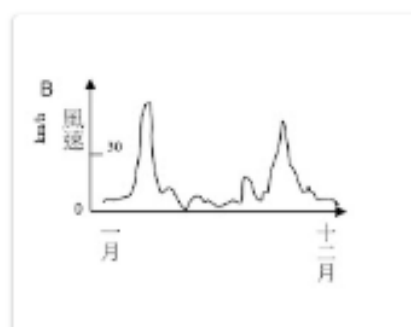
許多人認為風力應該取代燃油與煤礦做為發電的能源。圖片中的結構物是藉由風力轉動葉片的風車，這些轉動讓風車推動的發電機產生電能。



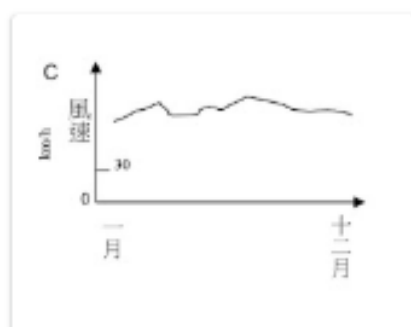
1. 下面四個圖表顯示不同地點一整年的平均風速，哪個圖表指的 1 分  
地點最適合設立風力發電機？ \*



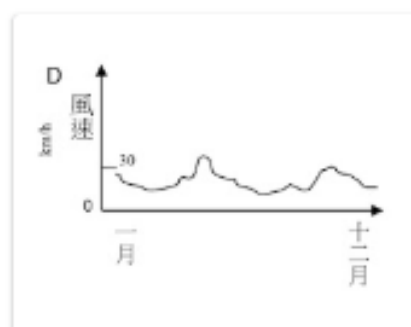
☐ A.



☐ B.



☐ C.



☐ D.



## 學習單1-論證寫作-能源是天上掉下來的禮物嗎？

\*可隨時重複填寫\*

學習單設計者：雙十國中自然領域教師 王淑卿



繼續





第 1 個區段，共 3 個

## 學習單2-概念圖建模-能源是天上掉下來的禮物嗎？

\*可隨時重複填寫\*

學習單設計者：雙十國中自然領域教



於區段 1 後 前往下一個區段

第 2 個區段，共 3 個

## 基本資料

說明 (選填)

5. 探究與實作：將課程、教材、評量、教學資源建置於網路，提供學生能自行上網探究、自主學習、搜學資料與同學合作討論解決問題。

## \*搜尋線上資源--科技部自然科學教學平台「科學Online」之「環境能源」專區

- 1. 「能源發展的比較」  
<http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=31846>
- 2. 「新能源-綠色能源」  
<http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=31580>
- 3. 「未來新商機-綠能產業」  
<http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=31783>
- 4. 「再生能源發展的限制」  
<http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=31858>
- 5. 「全球綠色新政與全球綠色經濟之發展」  
<http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=31800>  
<http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=31825>

20

- 4. 評量研發：(1) 研究工具--以PISA公布的試題和研究者在臺灣 PISA 樣本試題中所設計的題組，共3題組--**風力電場、點屎成金、溫室效應**

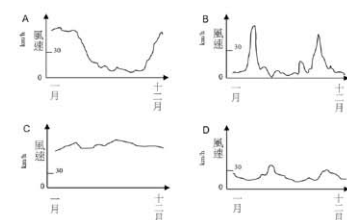
### S529：風力電場

許多人認為風力電場是現代能源與環境最為發達的能源。圖片中的設備是藉由風力轉動葉片的風車，這些轉動風車帶動的發電機產生電力。



問題 1：風力電場

下列四個圖表顯示不同地點一個年的平均風速，每個圖表中的地點最適合設立風力發電機？



### S21 點屎成金？

閱讀下面資料後，回答下列問題。

目前全球人口共約 70 億，平均每天的人均肉品消費量約 7 磅。每生產 1 公斤的牛肉肉質需消耗 16.7 公斤的牛糞，全球龐大的畜養所產生的糞便成為處理廢棄物的一大問題。

為解決動物糞便的問題，有些國家已研發出糞便沼氣發電技術，首先將糞便置於沼氣池中，隔絕空氣並控制一定的溫度、濕度和酸鹼度，引致微生物進行發酵，分解其中的有機物而產生沼氣，再利用沼氣作為燃料來發電。沼氣是多種氣體的混合物，其中甲烷約佔 60~70%，還有少量二氧化碳，所以略帶臭味，而沼氣中甲烷、二氧化碳和氧化亞氮都是造成溫室效應的有害氣體。

### 問題 01：點屎成金

請根據前述資料，先判斷下列問題透過科學研究來評估糞便動物糞便產生沼氣是否有益？再請就各項敘述在第二欄圈選「是」或「否」。

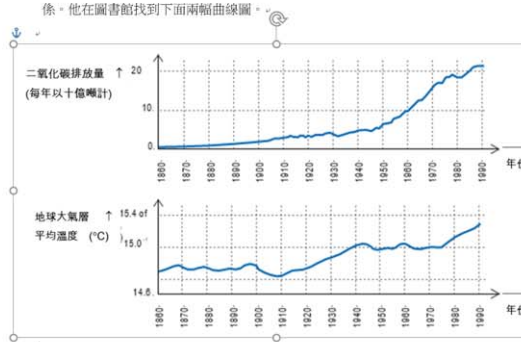
問題	請圈選
(1) 糞便沼氣發電成糞便廢棄物大量減少。	是 / 否
(2) 糞便產生的沼氣能發電可成為發電燃料。	是 / 否
(3) 糞便沼氣發電可解決全球溫室效應問題。	是 / 否

### S114：溫室效應

閱讀文章並回答問題。

溫室效應：事實還是幻想？

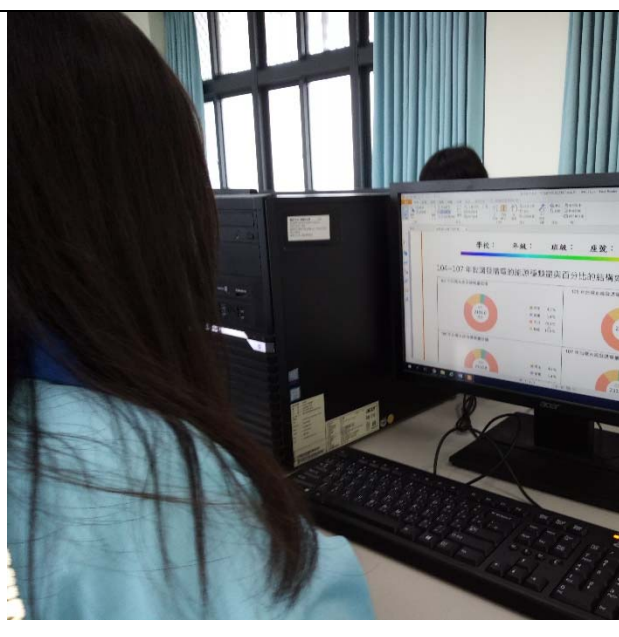
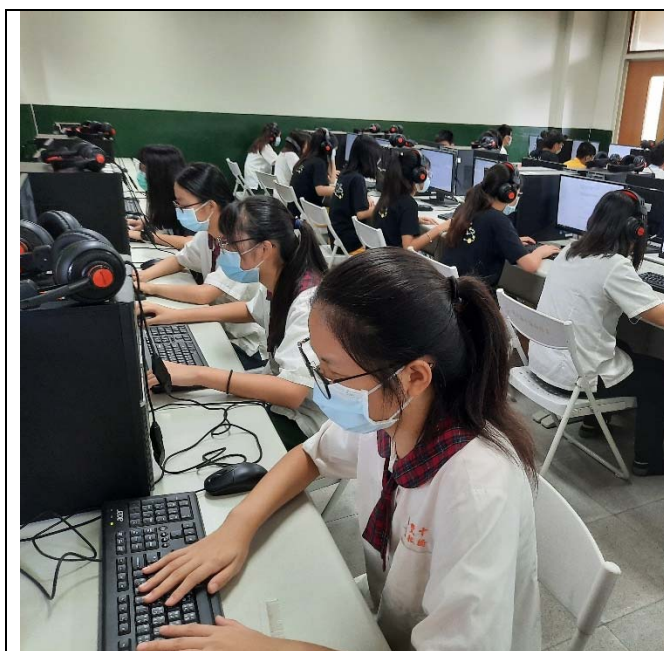
小德有興趣研究地球大氣層的平均溫度和地球上二氧化碳排放量之間的關係。他在圖書館找到下面兩幅曲線圖。



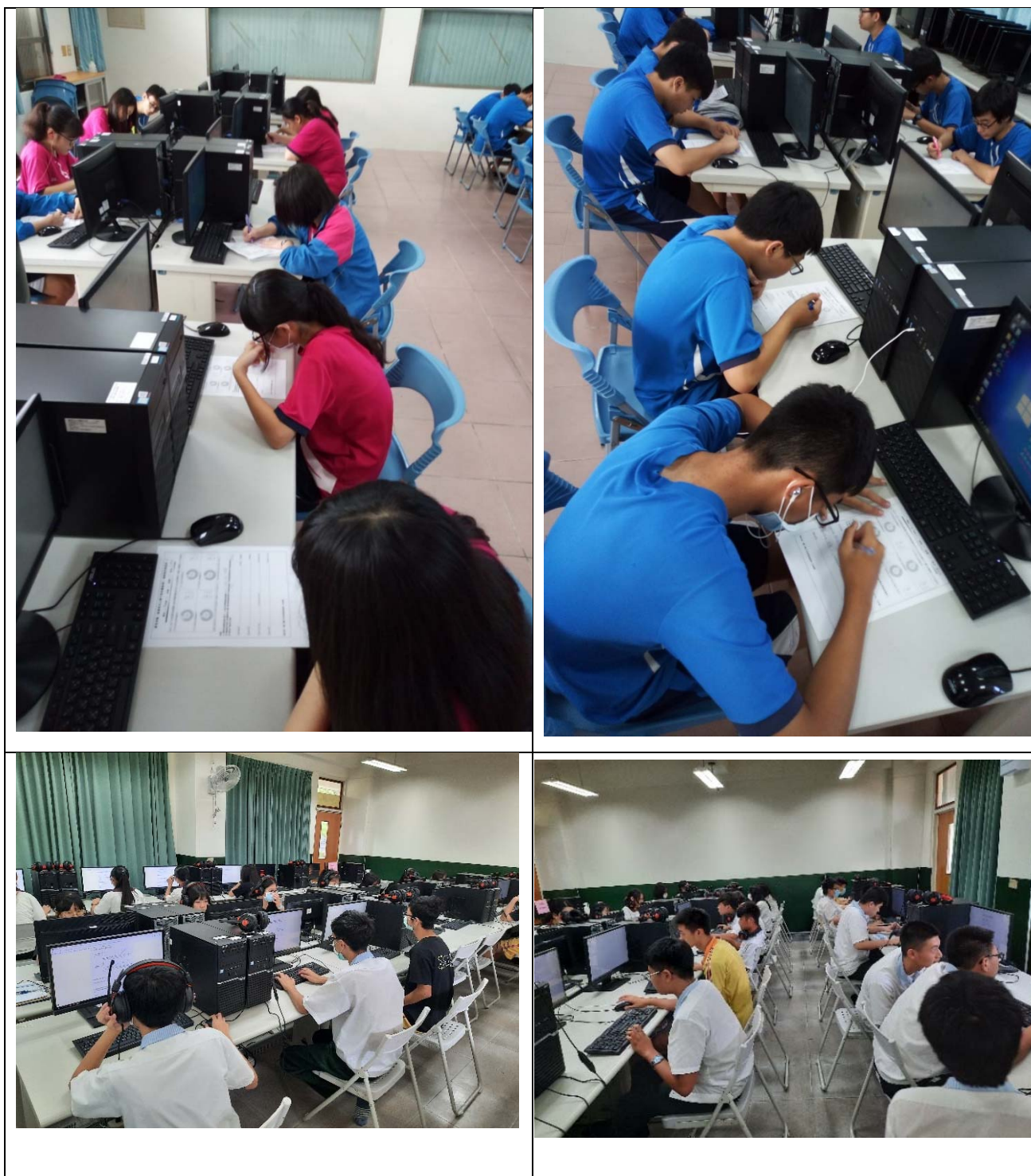
小德從曲線圖得出結論，認為地球大氣層平均溫度的上升，顯然是由二氧化碳排放增加而引起的。



6. 主題式跨領域教學：於108學年下學期（109.03~109.07）4縣市4校6位國中自然教師實施課程；對象是7~9年級學生，共約380名。





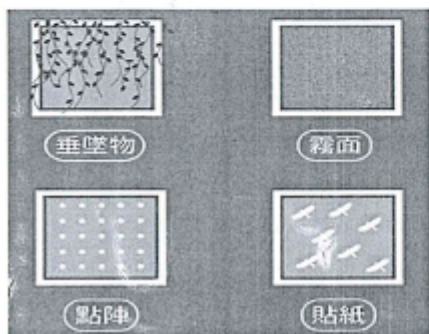
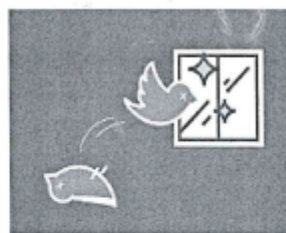


7. 素養導向評量：設計素養導向的成就測驗和學習單，評量學生的科學素養--科學認知與學習表現的能力，期望達成提升學生科學素養的教學目標；探究能力--思考智能和問題解決的學習表現。完成 PISA 試題「溫室效應」、「風力發電」和台灣樣本試題「點屎成金」認知成就測驗、學校評量標準3個題組的評量、和學習單。「點屎成金」是計畫主持人之前撰寫設計的類 PISA 試題組。

## 鳥類的隱形殺手

全球各地因建築玻璃與鏡子等設計，經常會發生鳥類飛行時錯認這些是可飛行的路徑，導致撞上而造成傷亡的「窗殺」事件。世界各地每年都有多起窗殺案例，如美國約有 3 億 6500 萬 ~ 9 億 8800 萬起案例、加拿大約 1600 ~ 4200 萬起及南韓每年約 800 多萬隻野鳥死亡。首先：鳥類（或大部分的動物）無法將玻璃辨識為隔離物或障礙物；第二，鳥類雖具有翅膀可飛翔並來去自如，但也容易誤判如高樓的玻璃反射影響而撞上。

有研究指出候鳥窗紗的數量較高，分別為白喉帶鸚、黃喉蟲森鶯、橙頂灶鶯、黃喉地鶯與灰綠蟲森鶯，占此研究窗紗比例近 50%。



該如何避免窗殺？原理在於想辦法讓鳥能「看到」或「看懂」眼前的玻璃是無法通過的阻隔物，因此，凡是改善玻璃材質，如霧面、雕花或蝕刻圖案等，玻璃上裝飾，如貼或畫上密集圖案等；與玻璃外布置，如掛上許多垂墜物、植生牆、圍欄和隱形鐵窗等，都有防治效果。

維持生物多樣性需要了解降低生物滅絕的原因，目前科學家歸納出五點，亦稱為 HIPPO 困境，包含：(甲)I-外來種的引入、(乙)O-資源過度使用、(丙)H-棲地破壞、(丁)P-人口問題、(戊)P-環境汙染。

※參考資料來源：泛科學網站 <https://pansci.asia/archives/182383>、社團法人台灣猛禽研究會。

1. 生物多樣性共有幾種層次？ 3 種。
2. 請判斷下列敘述分別屬於生物多樣性的何種困境？請以文章中的代號（甲乙丙丁戊）回答。
  - (1)開闢道路造成石虎生存空間減少，是屬於上述何種困境？ 丙
  - (2)美洲牛蛙捕食原生蛙類，是屬於上述何種困境？ 甲
  - (3)湖泊優養化造成魚蝦大量死亡，是屬於上述何種困境？ 戊
3. 短文中提到的黃喉蟲森鶯、橙頂灶鶯和黃喉地鶯等差異，是屬於生物多樣性的何種層次？  
答：物種 多樣性。
4. 短文中所描述的窗殺事件，應屬於 HIPPO 困境中的何種？ 丙、丁  
請說明原因：人們蓋大樓，破壞鳥類棲地鳥類會不小心撞到玻璃窗。  
依據本文，提出能讓鳥類看到或看懂眼前玻璃的方法？在玻璃上掛垂墜物、植生牆、圍欄、隱形鐵窗等

**A 等級**，能正確寫出生物多樣性有3個層次。能完整正確判斷出3種生物多樣性的困境。能正確寫出不同的鳥類族群是物種多樣性。能正確判斷窗殺可歸納為棲地破壞(或人口問題)，並能正確寫出判斷理由與改善方法。

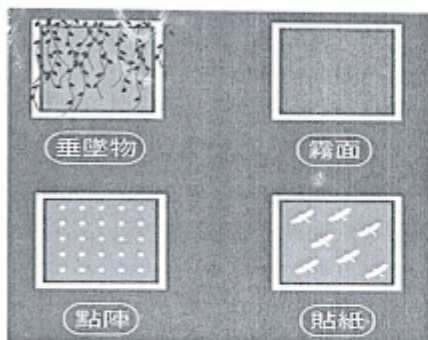
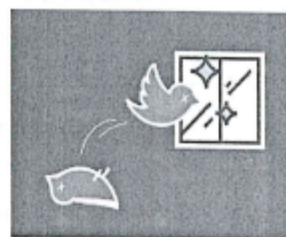


## 二、題目

### 鳥類的隱形殺手

全球各地因建築玻璃與鏡子等設計，經常會發生鳥類飛行時錯認這些是可飛行的路徑，導致撞上而造成傷亡的「窗殺」事件。世界各地每年都有多起窗殺案例，如美國約有 3 億 6500 萬 ~ 9 億 8800 萬起案例、加拿大約 1600 ~ 4200 萬起及南韓每年約 800 多萬隻野鳥死亡。首先：鳥類（或大部分的動物）無法將玻璃辨識為隔離物或障礙物；第二，鳥類雖具有翅膀可飛翔並來去自如，但也容易誤判如高樓的玻璃反射影響而撞上。

有研究指出候鳥遭窗殺的數量較高，分別為白喉帶鸚、黃喉蟲森鶯、橙頂灶鶯、黃喉地鶯與灰綠蟲森鶯，占此研究窗紗比例近 50%。



該如何避免窗殺？原理在於想辦法讓鳥能「看到」或「看懂」眼前的玻璃是無法通過的阻隔物，因此，凡是改善玻璃材質，如霧面、雕花或蝕刻圖案等，玻璃上裝飾，如貼或畫上密集圖案等；與玻璃外布置，如掛上許多垂墜物、植生牆、圍欄和隱形鐵窗等，都有防治效果。

維持生物多樣性需要了解降低生物滅絕的原因，目前科學家歸納出五點，亦稱為 HIPPO 困境，包含：(甲)I-外來種引入、(乙)O-資源過度使用、(丙)H-棲地破壞、(丁)P-人口問題、(戊)P-環境汙染。

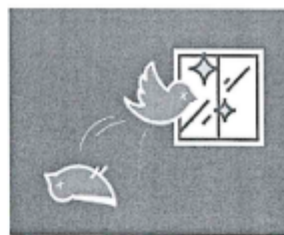
※參考資料來源：泛科學網站 <https://pansci.asia/archives/182383>、社團法人台灣猛禽研究會。

1. 生物多樣性共有幾種層次？ 3 種。
2. 請判斷下列敘述分別屬於生物多樣性的何種困境？請以文章中的代號（甲乙丙丁戊）回答。
  - (1) 開闢道路造成石虎生存空間減少，是屬於上述何種困境？ 丙
  - (2) 美洲牛蛙捕食原生蛙類，是屬於上述何種困境？ 甲
  - (3) 湖泊優養化造成魚蝦大量死亡，是屬於上述何種困境？ 戊
3. 短文中提到的黃喉蟲森鶯、橙頂灶鶯和黃喉地鶯等差異，是屬於生物多樣性的何種層次？  
答：物種 多樣性。
4. 短文中所描述的窗殺事件，應屬於 HIPPO 困境中的何種？ 丙丁  
請說明原因：  
依據本文，提出能讓鳥類看到或看懂眼前玻璃的方法？ 改善玻璃材質。

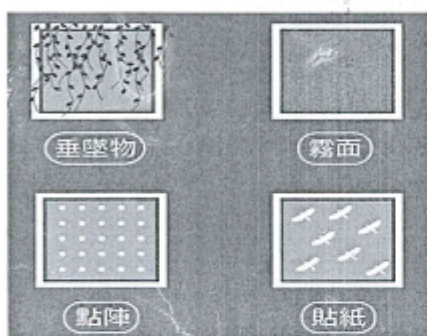
**B 等級**，能正確寫出生物多樣性有3個層次。能完整正確判斷出3種生物多樣性的困境。能正確寫出不同的鳥類族群是物種多樣性。可寫出改善方法，但無法正確判斷窗殺可歸類為棲地破壞(或人口問題)，且無法正確寫出判斷的理由。

## 鳥類的隱形殺手

全球各地因建築玻璃與鏡子等設計，經常會發生鳥類飛行時錯認這些是可飛行的路徑，導致撞上而造成傷亡的「窗殺」事件。世界各地每年都有多起窗殺案例，如美國約有 3 億 6500 萬 ~ 9 億 8800 萬起案例、加拿大約 1600 ~ 4200 萬起及南韓每年約 800 多萬隻野鳥死亡。首先：鳥類（或大部分的動物）無法將玻璃辨識為隔離物或障礙物；第二，鳥類雖具有翅膀可飛翔並來去自如，但也容易誤判如高樓的玻璃反射影響而撞上。



有研究指出候鳥遭窗紗的數量較高，分別為白喉帶鸚、黃喉蟲森鶯、橙頂灶鶯、黃喉地鶯與灰綠蟲森鶯，占此研究窗紗比例近 50%。



該如何避免窗殺？原理在於想辦法讓鳥能「看到」或「看懂」眼前的玻璃是無法通過的阻隔物，因此，凡是改善玻璃材質，如霧面、雕花或蝕刻圖案等，玻璃上裝飾，如貼或畫上密集圖案等；與玻璃外布置，如掛上許多垂墜物、植生牆、圍欄和隱形鐵窗等，都有防治效果。

維持生物多樣性需要了解降低生物滅絕的原因，目前科學家歸納出五點，亦稱為 HIPPO 困境，包含：(甲)I-外來種的引入、(乙)O-資源過度使用、(丙)H-棲地破壞、(丁)P-人口問題、(戊)P-環境汙染。

※參考資料來源：泛科學網站 <https://pansci.asia/archives/182383>、社團法人台灣猛禽研究會。

1. 生物多樣性共有幾種層次？ 3 種。

2. 請判斷下列敘述分別屬於生物多樣性的何種困境？請以文章中的代號（甲乙丙丁戊）回答。

(1)開闢道路造成石虎生存空間減少，是屬於上述何種困境？ 丙

(2)美洲牛蛙捕食原生蛙類，是屬於上述何種困境？ 甲

(3)湖泊優養化造成魚蝦大量死亡，是屬於上述何種困境？ 戊

3. 短文中提到的黃喉蟲森鶯、橙頂灶鶯和黃喉地鶯等差異，是屬於生物多樣性的何種層次？

答： 生物 多樣性。

4. 短文中所描述的窗殺事件，應屬於 HIPPO 困境中的何種？ 死亡

請說明原因： 玻璃反射

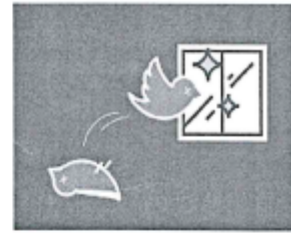
依據本文，提出能讓鳥類看到或看懂眼前玻璃的方

法？ 用紗窗

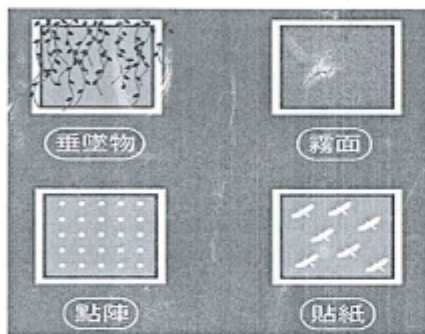
**D 等級**，能正確寫出生物多樣性有3個層次。僅能部份正確判斷出3種生物多樣性的困境。無法正確寫出不同的鳥類族群是物種多樣性。無法正確判斷窗殺可歸類為棲地破壞（或人口問題），無法正確寫出判斷的理由，且無法寫出改善方法。

## 鳥類的隱形殺手

全球各地因建築玻璃與鏡子等設計，經常會發生鳥類飛行時錯認這些是可飛行的路徑，導致撞上而造成傷亡的「窗殺」事件。世界各地每年都有多起窗殺案例，如美國約有 3 億 6500 萬 ~ 9 億 8800 萬起案例、加拿大約 1600 ~ 4200 萬起及南韓每年約 800 多萬隻野鳥死亡。首先：鳥類（或大部分的動物）無法將玻璃辨識為隔離物或障礙物；第二，鳥類雖具有翅膀可飛翔並來去自如，但也容易誤判如高樓的玻璃反射影響而撞上。



有研究指出候鳥遭窗紗的數量較高，分別為白喉帶鸚、黃喉蟲森鶯、橙頂灶鶯、黃喉地鶯與灰綠蟲森鶯，占此研究窗紗比例近 50%。



該如何避免窗殺？原理在於想辦法讓鳥能「看到」或「看懂」眼前的玻璃是無法通過的阻隔物，因此，凡是改善玻璃材質，如霧面、雕花或蝕刻圖案等，玻璃上裝飾，如貼或畫上密集圖案等；與玻璃外布置，如掛上許多垂墜物、植生牆、圍欄和隱形鐵窗等，都有防治效果。

維持生物多樣性需要了解降低生物滅絕的原因，目前科學家歸納出五點，亦稱為 HIPPO 困境，包含：(甲)I-外來種的引入、(乙)O-資源過度使用、(丙)H-棲地破壞、(丁)P-人口問題、(戊)P-環境汙染。

※參考資料來源：泛科學網站 <https://pansci.asia/archives/182383>、社團法人台灣猛禽研究會。

1. 生物多樣性共有幾種層次？ 3 種。

2. 請判斷下列敘述分別屬於生物多樣性的何種困境？請以文章中的代號（甲乙丙丁戊）回答。

(1)開闢道路造成石虎生存空間減少，是屬於上述何種困境？ 丙

(2)美洲牛蛙捕食原生蛙類，是屬於上述何種困境？ 甲

(3)湖泊優養化造成魚蝦大量死亡，是屬於上述何種困境？ 戊

3. 短文中提到的黃喉蟲森鶯、橙頂灶鶯和黃喉地鶯等差異，是屬於生物多樣性的何種層次？  
答：物種 多樣性。

4. 短文中所描述的窗殺事件，應屬於 HIPPO 困境中的何種？ 環境汙染

請說明原因：環境汙染

依據本文，提出能讓鳥類看到或看懂眼前玻璃的方法？

垂墜物

**E 等級**，能完整正確寫出有生物多樣性有3個層次。無法正確判斷出3種生物多樣性的困境。

無法正確寫出不同的鳥類族群是物種多樣性。無法正確判斷窗殺可歸類為棲地破壞(或人口問題)，無法正確寫出判斷的理由，且無法寫出改善方法。







## 生態保育

保育對於生態是極為重要的措施，國際也日漸重視自然生態保育，國際公約陸續被制定及實施，例如下表一。而國內的關渡自然保留區為河口濕地，常見的有水筆仔紅樹林、蘆葦、荳蔻草、彈塗魚、招潮蟹、魚類與泥地裡的底棲無脊椎動物，同時提供鳥類良好的棲息環境與豐富的食物來源，政府也立法設立保護區維護此區域的動植物。

身為地球村的一員，我們有責任與義務為環境保護盡更多的心力。從政府的政策執行到個人的日常生活，都應積極落實環境保護，例如逛超市購買咖啡時，你可能會發現咖啡外包裝上印有永續發展認證標誌，其中一個認證計畫是「雨林聯盟」RA(Rainforest Alliance) 認證。

咖啡樹自 1970 年代的種植方式是將原生樹林全部清除，改以密集排列整齊的方式耕種，並施加化學品，這類單一耕作的方式可增加咖啡豆產量，卻減少原生物種棲息處，增加土壤流失，污染水流。雨林聯盟認證則是引進永續農場管理系統，採用原生林樹蔭下栽培的傳統耕作法，有益於保護生態系統。其中聯盟所獲部分收益亦用於熱帶雨林動物保護區的野生動物保護，勞工生活改善。

表一

公約	主要內容
 拉姆薩公約	通過國家行動和國際合作來保護與合理利用濕地
 生物多樣性公約	致力於維護全球生物多樣性的保育
 華盛頓公約	管制野生動、植物的國際貿易
 聯合國氣候變遷綱要公約	穩定維持大氣中溫室氣體的濃度

1. 試判斷下列事項是否符合各種生態保育規約的觀念，對的請打 O，錯的請打 X：

- (O) 限制排放溫室氣體
- (X) 保護特定物種
- (O) 維持物種的生存棲地
- (X) 利用垃圾填海造陸
- (O) 土壤友善農業

2. 請問政府成立關渡自然保留區與哪條公約的精神最為貼近：拉姆薩公約。

3. 請問「雨林聯盟認證」咖啡與哪一條公約的精神最為貼近？為什麼？(請寫出你判斷的理由)  
生物多樣性公約 雨林聯盟的耕作法有益於保護生態系，同時保護生物多樣性。

**A 等級，**能正確判斷生態保育規約的觀念。能正確寫出關渡自然保留區最貼近拉姆薩公約精神。能正確判斷雨林聯盟認證符合生物多樣性公約，為保護生物多樣性，並能正確寫出判斷的理由。






保育對於生態是極為重要的措施，國際也日漸重視自然生態保育，國際公約陸續被制定及實施，例如下表一。而國內的關渡自然保留區為河口濕地，常見的有水筆仔紅樹林、蘆葦、荳蔻草、彈塗魚、招潮蟹、魚類與泥地裡的底棲無脊椎動物，同時提供鳥類良好的棲息環境與豐富的食物來源，政府也立法設立保護區維護此區域的動植物。

身為地球村的一員，我們有責任與義務為環境保護盡更多的心力。從政府的政策執行到個人的日常生活，都應積極落實環境保護，例如逛超市購買咖啡時，你可能會發現咖啡外包裝上印有永續發展認證標誌，其中一個認證計畫是「雨林聯盟」RA(Rainforest Alliance) 認證。

咖啡樹自 1970 年代的種植方式是將原生樹林全部清除，改以密集排列整齊的方式耕種，並施加化學品，這類單一耕作的方式可增加咖啡豆產量，卻減少原生物種棲息處，增加土壤流失，污染水流。雨林聯盟認證則是引進永續農場管理系統，採用原生林樹蔭下栽培的傳統耕作法，有益於保護生態系統。其中聯盟所獲部分收益亦用於熱帶雨林動物保護區的野生動物保護，勞工生活改善。

表一

公約	主要內容
 拉姆薩公約	通過國家行動和國際合作來保護與合理利用濕地
 生物多樣性公約	致力於維護全球生物多樣性的保育
 華盛頓公約	管制野生動、植物的國際貿易
 聯合國氣候變遷綱要公約	穩定維持大氣中溫室氣體的濃度

1. 試判斷下列事項是否符合各種生態保育規約的觀念，對的請打 O，錯的請打 X：

- (O) 限制排放溫室氣體
- (X) 保護特定物種
- (O) 維持物種的生存棲地
- (X) 利用垃圾填海造陸
- (O) 土壤友善農業

2. 請問政府成立關渡自然保留區與哪條公約的精神最為貼近：拉姆薩公約。

3. 請問「雨林聯盟認證」咖啡與哪一條公約的精神最為貼近？為什麼？（請寫出你判斷的理由）生物多樣性公約。因為要保護全球生物多樣性。

目的是





**B 等級**，能正確判斷生態保育規約的觀念。能正確寫出關渡自然保留區最貼近拉姆薩公約精神。能正確判斷雨林聯盟認證符合生物多樣性公約，為保護生物多樣性，無法正確寫出判斷的理由。

保育對於生態是極為重要的措施，國際也日漸重視自然生態保育，國際公約陸續被制定及實施，例如下表一。而國內的關渡自然保留區為河口濕地，常見的有水筆仔紅樹林、蘆葦、荳蔻草、彈塗魚、招潮蟹、魚類與泥地裡的底棲無脊椎動物，同時提供鳥類良好的棲息環境與豐富的食物來源，政府也立法設立保護區維護此區域的動植物。

身為地球村的一員，我們有責任與義務為環境保護盡更多的心力。從政府的政策執行到個人的日常生活，都應積極落實環境保護，例如逛超市購買咖啡時，你可能會發現咖啡外包裝上印有永續發展認證標誌，其中一個認證計畫是「雨林聯盟」RA(Rainforest Alliance) 認證。

咖啡樹自 1970 年代的種植方式是將原生樹林全部清除，改以密集排列整齊的方式耕種，並施加化學品，這類單一耕作的方式可增加咖啡豆產量，卻減少原生物種棲息處，增加土壤流失，污染水流。雨林聯盟認證則是引進永續農場管理系統，採用原生林樹蔭下栽培的傳統耕作法，有益於保護生態系統。其中聯盟所獲部分收益亦用於熱帶雨林動物保護區的野生動物保護，勞工生活改善。

表一

公約	主要內容
 拉姆薩公約	通過國家行動和國際合作來保護與合理利用濕地
 生物多樣性公約	致力於維護全球生物多樣性的保育
 華盛頓公約	管制野生動、植物的國際貿易
 聯合國氣候變遷綱要公約	穩定維持大氣中溫室氣體的濃度

1. 試判斷下列事項是否符合各種生態保育規約的觀念，對的請打 O，錯的請打 X：

( O ) 限制排放溫室氣體

X ( O ) 保護特定物種

( O ) 維持物種的生存棲地

X ( ) 利用垃圾填海造陸

( O ) 土壤友善農業

2. 請問政府成立關渡自然保留區與哪條公約的精神最為貼近：生物多樣性公約 X。

3. 請問「雨林聯盟認證」咖啡與哪一條公約的精神最為貼近？為什麼？（請寫出你判斷的理由）拉姆薩公約，他採用原生林樹蔭下栽培的新辦法，益於保護生態系統。

**C 等級**，能正確判斷生態保育規約的觀念(5格中，容錯1格)。無法正確寫出關渡自然保留區與拉姆薩公約精神最貼近。無法正確判斷雨林聯盟認證符合生物多樣性公約，為保護生物多樣性，無法正確寫出判斷的理由。





## 生態保育

保育對於生態是極為重要的措施，國際也日漸重視自然生態保育，國際公約陸續被制定及實施，例如下表一。而國內的關渡自然保留區為河口濕地，常見的有水筆仔紅樹林、蘆葦、荳蔻草、彈塗魚、招潮蟹、魚類與泥地裡的底棲無脊椎動物，同時提供鳥類良好的棲息環境與豐富的食物來源，政府也立法設立保護區維護此區域的動植物。

身為地球村的一員，我們有責任與義務為環境保護盡更多的心力。從政府的政策執行到個人的日常生活，都應積極落實環境保護，例如逛超市購買咖啡時，你可能會發現咖啡外包裝上印有永續發展認證標誌，其中一個認證計畫是「雨林聯盟」RA(Rainforest Alliance) 認證。

咖啡樹自 1970 年代的種植方式是將原生樹林全部清除，改以密集排列整齊的方式耕種，並施加化學品，這類單一耕作的方式可增加咖啡豆產量，卻減少原生物種棲息處，增加土壤流失，污染水流。雨林聯盟認證則是引進永續農場管理系統，採用原生林樹蔭下栽培的傳統耕作法，有益於保護生態系統。其中聯盟所獲部分收益亦用於熱帶雨林動物保護區的野生動物保護，勞工生活改善。

表一

公約	主要內容
 拉姆薩公約	通過國家行動和國際合作來保護與合理利用濕地
 生物多樣性公約	致力於維護全球生物多樣性的保育
 華盛頓公約	管制野生動、植物的國際貿易
 聯合國氣候變遷綱要公約	穩定維持大氣中溫室氣體的濃度

1. 試判斷下列事項是否符合各種生態保育規約的觀念，對的請打 0，錯的請打 X：

- ☒ (X) 限制排放溫室氣體
- ☒ (X) 保護特定物種
- ☐ (0) 維持物種的生存棲地
- ☒ (X) 利用垃圾填海造陸
- ☒ (0) 土壤友善農業

2. 請問政府成立關渡自然保留區與哪條公約的精神最為貼近：維持物種的生存棲地。

3. 請問「雨林聯盟認證」咖啡與哪一條公約的精神最為貼近？為什麼？（請寫出你判斷的理由）土壤友善農業。讓土壤不要被破壞。





**D 等級**，能正確判斷生態保育規約的觀念(5 格中，答對 2~3 格)。無法正確寫出關渡自然保留區與拉姆薩公約精神最貼近。無法正確判斷雨林聯盟認證符合生物多樣性公約，為保護生物多樣性，無法正確寫出判斷的理由。

保育對於生態是極為重要的措施，國際也日漸重視自然生態保育，國際公約陸續被制定及實施，例如下表一。而國內的關渡自然保留區為河口濕地，常見的有水筆仔紅樹林、蘆葦、茫茫鹹草、彈塗魚、招潮蟹、魚類與泥地裡的底棲無脊椎動物，同時提供鳥類良好的棲息環境與豐富的食物來源，政府也立法設立保護區維護此區域的動植物。

身為地球村的一員，我們有責任與義務為環境保護盡更多的心力。從政府的政策執行到個人的日常生活，都應積極落實環境保護，例如逛超市購買咖啡時，你可能會發現咖啡外包裝上印有永續發展認證標誌，其中一個認證計畫是「雨林聯盟」RA(Rainforest Alliance)認證。

咖啡樹自1970年代的種植方式是將原生樹林全部清除，改以密集排列整齊的方式耕種，並施加化學品，這類單一耕作的方式可增加咖啡豆產量，卻減少原生物種棲息處，增加土壤流失，污染水流。雨林聯盟認證則是引進永續農場管理系統，採用原生林樹蔭下栽培的傳統耕作法，有益於保護生態系統。其中聯盟所獲部分收益亦用於熱帶雨林動物保護區的野生動物保護，勞工生活改善。

表一

公約	主要內容
 拉姆薩公約	通過國家行動和國際合作來保護與合理利用濕地
 生物多樣性公約	致力於維護全球生物多樣性的保育
 華盛頓公約	管制野生動、植物的國際貿易
 聯合國氣候變遷綱要公約	穩定維持大氣中溫室氣體的濃度

1. 試判斷下列事項是否符合各種生態保育規約的觀念，對的請打○，錯的請打X：

- (○) 限制排放溫室氣體  
 (X) 保護特定物種  
 (○) 維持物種的生存棲地  
 (X) 利用垃圾填海造陸  
 (X) 土壤友善農業

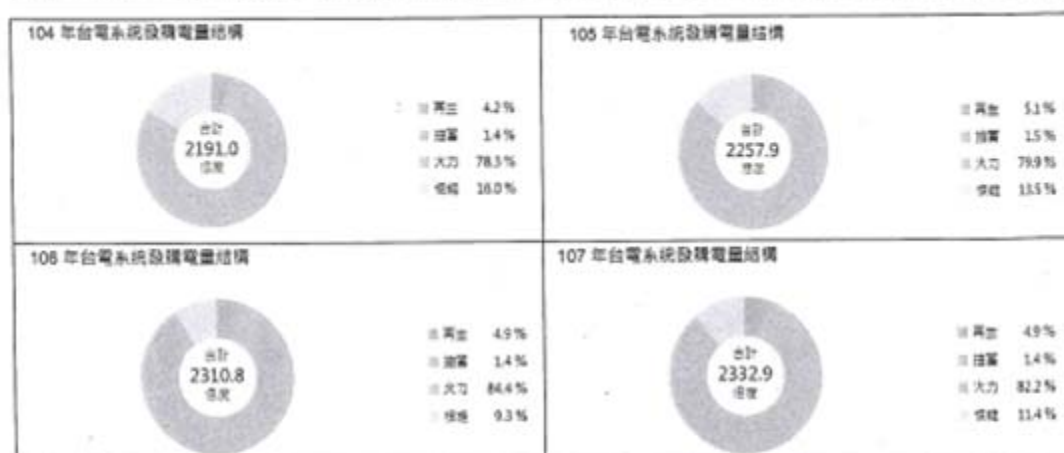
2. 請問政府成立關渡自然保留區與哪條公約的精神最為貼近：環境保育。

3. 請問「雨林聯盟認證」咖啡與哪一條公約的精神最為貼近？為什麼？（請寫出你判斷的理由）好。

**E 等級**，能正確判斷生態保育規約的觀念(5格中，答對0~1格)。無法正確寫出關渡自然保留區與拉姆薩公約精神最貼近。無法正確判斷雨林聯盟認證符合生物多樣性公約，為保護生物多樣性，無法正確寫出判斷的理由。



104~107 年我國發購電的能源種類量與百分比的結構如下圖(台灣電力公司資料)



本圖各能源別之百分比因計算後取小數點 1 位(四捨五入)，故細項加總可能不等於 100%。

任務：

- (1)探討我國能源政策中，主要有哪幾種的能類？
- (2)能源使用的主要趨勢是什麼(那些能源發電比率越來越高？那些能源發電比率越來越低？)
- (3)理由可能是什麼？

【因為】：火力較便宜，發電多 (理由、證據)

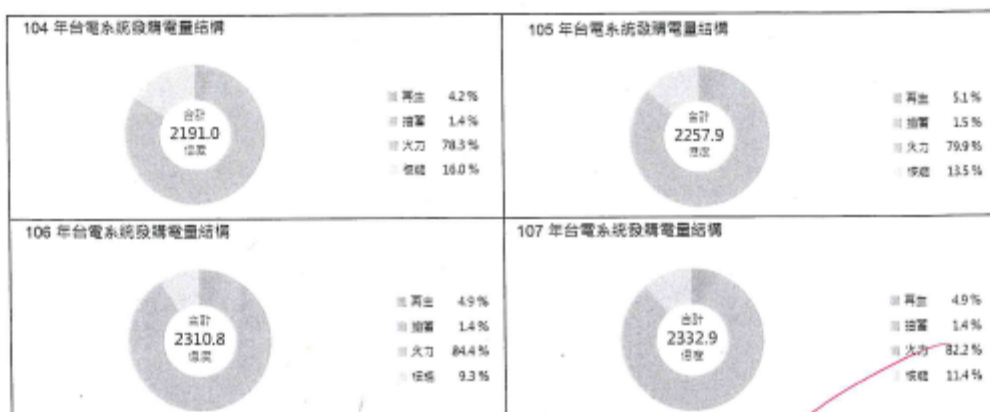
【由於】：104~107 年台電系統發購電量結構，火力占大部分 (理論)

【所以】我 反對 (支持或反對) 火力發電 (能源政策)

【除非】：火力發電不污染 (提出反例)

**A 等級**，能將所習得的知識連結到所觀察到的現象及實驗數據，並推論出其中的關聯，進而運用習得的知識來解釋自己論點的合理性。

104~107 年我國發購電的能源種類量與百分比的結構如下圖(台灣電力公司資料)



本圖各能源別之百分比因計算後取小數點 1 位(四捨五入)，故細項加總可能不等於 100%。

任務：

- (1)探討我國能源政策中，主要有哪幾種的能類？
- (2)能源使用的主要趨勢是什麼(那些能源發電比率越來越高？那些能源發電比率越來越低？)
- (3)理由可能是什麼？

【因為】：一次性能源已造成枯竭，並對人體、環境造成負擔 (理由、證據)

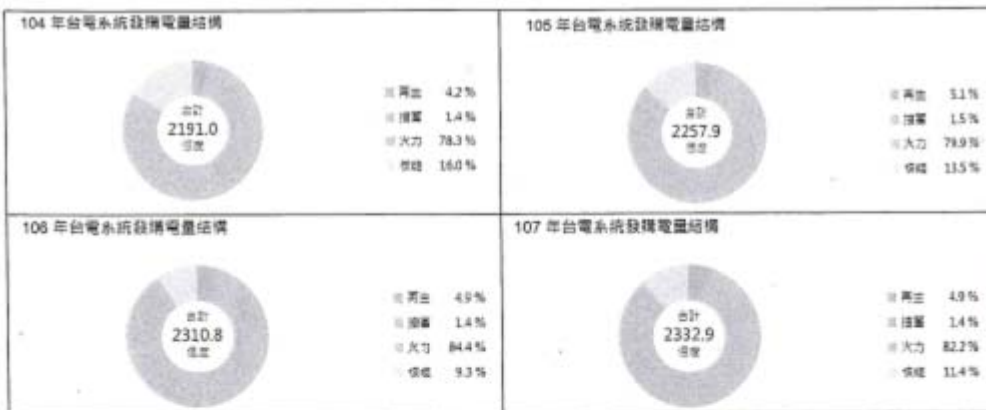
【由於】：目前的再生能源能更有效，也不再使環境加劇惡化 (理論)

【所以】我 支持 (支持或反對) 再生能源的發展 (能源政策)

【除非】：再生能源也衍生出與一次性能源相同的問題 (提出反例)

**A 等級**，能將所習得的知識連結到所觀察到的現象及實驗數據，並推論出其中的關聯，進而運用習得的知識來解釋自己論點的合理性。

104~107 年我國發購電的能源種類量與百分比的結構如下圖(台灣電力公司資料)



本圖各能源別之百分比因計算後取小數點 1 位(四捨五入)，故細項加總可能不等於 100%。

任務：

- (1) 探討我國能源政策中，主要有哪幾種的能類？ 4 種
- (2) 能源使用的主要趨勢是什麼(那些能源發電比率越來越高？那些能源發電比率越來越低？) 核能
- (3) 理由可能是什麼？ 火力

【因為】：強調非核家園，核廢料處理難 火力發電量多 (理由、證據)

【由於】：核廢料危險且無法處理 核 ↓ 火力 ↑ (理論)

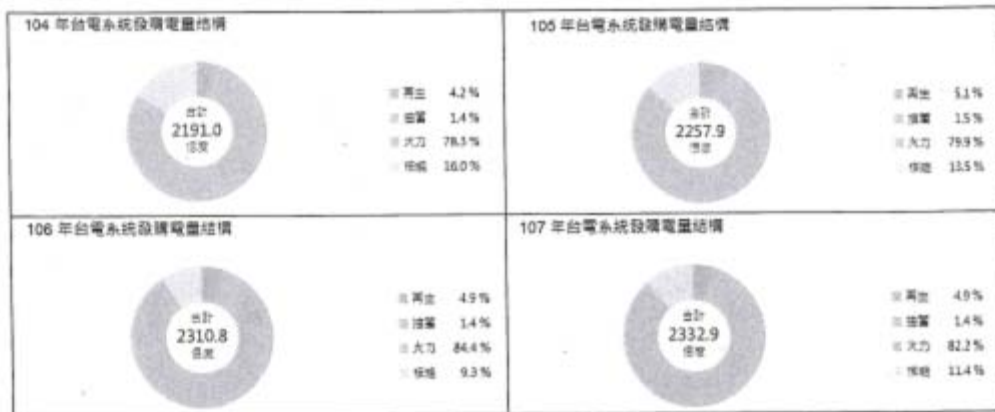
【所以】我 支持 (支持或反對) 降低核能 (能源政策)

【除非】：真的沒有足夠資源發展其它發電 (提出反例)

**A 等級**，能將所習得的知識連結到所觀察到的現象及實驗數據，並推論出其中的關聯，進而運用習得的知識來解釋自己論點的合理性。



104~107 年我國發購電的能源種類量與百分比的結構如下圖(台灣電力公司資料)



本圖各能源別之百分比因計算後取小數點 1 位(四捨五入)，故細項加總可能不等於 100%。

任務：

- (1) 探討我國能源政策中，主要有哪幾種的能類？ 火、核、水、風、光、生
- (2) 能源使用的主要趨勢是什麼(那些能源發電比率越來越高？那些能源發電比率越來越低？)
- (3) 理由可能是什麼？ 反核 電力 抽蓄

【因為】：有核廢料 (理由、證據)

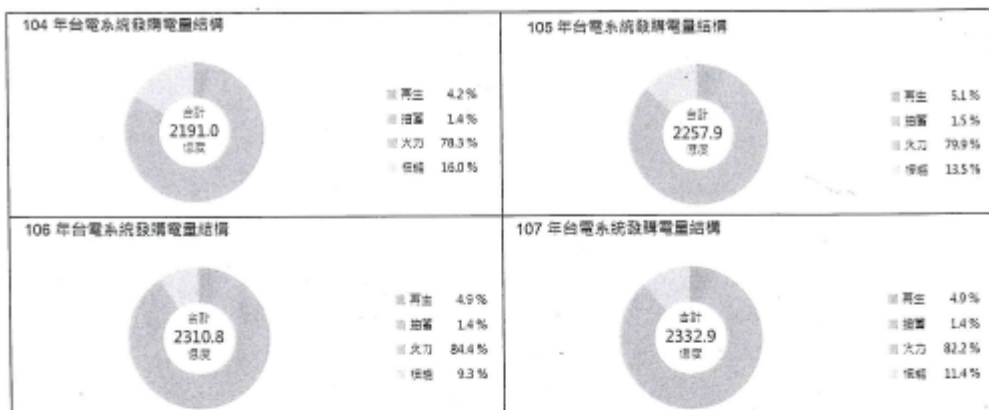
【由於】：具劇具生不良能源惡化 (理論)

【所以】我 支持 (支持或反對) 再生能源 (能源政策)

【除非】：會加核環境惡化 (提出反例)

**B 等級**，能將所習得的知識連結到所觀察到的現象及實驗數據，並推論出其中的關聯，進而運用習得的知識來敘述自己的論點。

104~107 年我國發購電的能源種類量與百分比的結構如下圖(台灣電力公司資料)



本圖各能源別之百分比因計算後取小數點 1 位(四捨五入)，故細項加總可能不等於 100%。

任務：

- (1) 探討我國能源政策中，主要有哪幾種的能源？4種
- (2) 能源使用的主要趨勢是什麼(那些能源發電比率越來越高？那些能源發電比率越來越低？)
- (3) 理由可能是什麼？

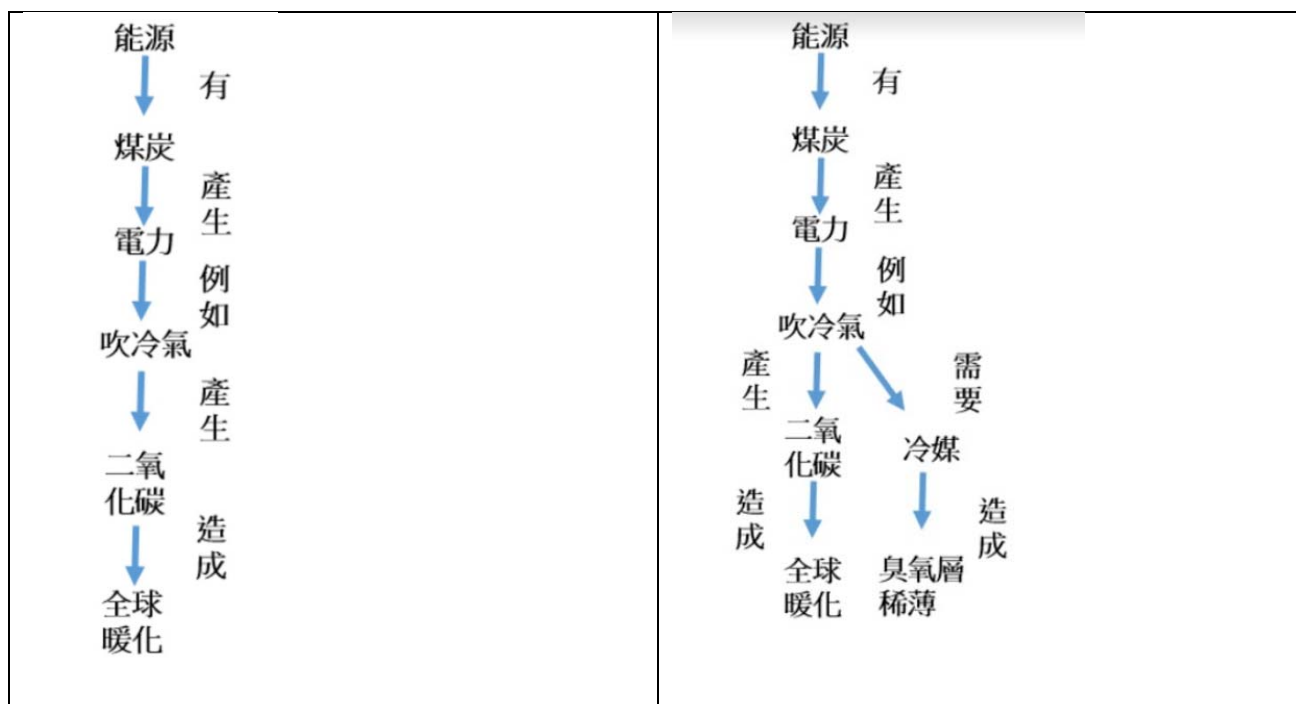
【因為】：火力可能對發電比較有用，火力從104~107越來越高 (理由、證據)

【由於】：上面圖表顯示的趨勢 (理論)

【所以】我 支持 (支持或反對) 用核發電 (能源政策)

【除非】：火力發電傷害了地球 (提出反例)

**C 等級**，能將所習得的知識連結到所觀察到的現象及實驗數據，但無法合理推論出其的關聯，無法運用習得的知識來敘述自己的論點。



**C 等級**，在引導下，能從實驗過程、合作討論中，建立並知道自然現象的模型。

8. 資料蒐集：完成 PISA 試題「溫室效應」、「風力發電」和台灣樣本試題「點屎成金」前後測、學校評量標準3個題組的評量與閱卷、學習單、認知成就測驗前後測。

## 肆、完成進度

民國108年8月1日~109年7月31日						
		預定完成進度 <span style="display: inline-block; width: 40px; height: 15px; background-color: black;"></span>		目前完成進度 <span style="display: inline-block; width: 40px; height: 15px; background-color: #d3d3d3; border: 2px solid red;"></span>		
階段	8~9月	10~11月	12~1月	2~3月	4~5月	6~7月
<b>1.準備期</b> 文獻、教材、評量、教具、實作研發	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
<b>2.發展期</b> 評量、問卷、訪談、教材、材料精緻化	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
<b>3.實施期</b> 前測、教學、後測、訪談	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
<b>4.詮釋期</b> 資料分析及統計	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>

<b>5.成果期</b> 撰寫成果報告成效評估						
----------------------------	--	--	--	--	--	--

1. 完成所有計畫內容：因為 COVID-19 之故，學校延後開學，大家必須保持社交距離避免群聚感染，許多計畫時程與實施方式必需因時因地制宜，在克難情形下完成 100 % 的計畫內容。
2. 準備期：蒐集文獻、課程教材、教學媒體 ppt、影片、動畫、評量、線上學習等研發準備工作完成。
3. 發展期：認知成就測驗、素養導向評量標準試題、學習單、訪談大綱工具發展完成。前測實施完成。
4. 實施期：2 個跨領域課程「能源的發展」、「能源是天上掉下來的禮物嗎？」融入下學期自然課程，由 4 個縣市 4 所國中 6 位老師擔任探究與實作教學。共約 380 名 7~9 年級學生參與。
5. 詮釋期：完成資料輸入。
6. 成果期：撰寫成果報告及成效評估。

## 伍、討論與建議(含遭遇之困難與解決方法)

1. 研究問題1：素養導向課程以探究建模和合作問題解決的的教學策略對學生科學素養的認知和探究能力有何影響？

研究結果：本計畫設計的素養導向課程「能源的種類」、「能源是天上掉下來的禮物嗎？」同時發展書面的彩色教材與線上的網路教材課程，學生以小組合作學習的合作問題解決方式進行論證探究學習與概念圖建模學習。

結果發現：(1) 學生在認知方面，PISA 試題「溫室效應」、「風力發電」和台灣樣本試題「點屎成金」前後測的成績達顯著差異。(2) 素養導向標準本位評量「鳥的隱形殺手」和「生態保育」2 次測驗，依評分規準共區分成 A~E 五等級，分別有 A 等級 12%、15%；B 等級 28%、30%；C 等級 35%、35%；D 五等級 20%、18%；E 五等級 5%、2%。有 12% 學生進步 2 個等級，有 30% 進步 1 個等級，有 1.2% 學生退步 2 個等級，有 5% 退步 1 個等級。可見學生在科學素養的認知有顯著進步。學生對於題組中非選擇題的問答部分，因

為在生活情境試題主題的引導下，96%以上的學生都能書寫回答問答題，但對於回答理由與原因時，有70%同學無法針對真正的理由去論述，或者僅是將題意再重述一次，甚至答非所問。但對於課本記憶性知識的C等級題目，幾乎100%都能作答，不過仍然有少數約5%同學在A B等級題目可以答對，但記憶性的C等級試題仍然忘記憶而回答錯誤。反之，有約2%同學在C等級題目的題目無法記憶答對，但是對於熟悉課本知識的B等級題目，或應用於新情境學習遠遷移的A等級試題卻可以答對。綜上可知，設計這種標準化素養導向的形成性成就測驗，有助於刺激學生將課本所學習的記憶性知識，提升為高階思考的理解、分析、推理或應用等學習目標。

(3)「能源是天上掉下來的禮物」的探究思考智能之論證學習單表現，35%學生達A等級，能將所習得的知識連結到所觀察到的現象及實驗數據，並推論出其中的關聯，進而運用習得的知識來解釋自己論點的合理性。31%學生B等級，能將所習得的知識連結到所觀察到的現象及實驗數據，並推論出其中的關聯，進而運用習得的知識來敘述自己的論點。22%學生達C等級，能將所習得的知識連結到所觀察到的現象及實驗數據，但無法合理推論出其中的關聯，無法運用習得的知識來敘述自己的論點。12%達D等級，在引導下能將所習得的知識連結到所觀察到的現象及實驗數據，但無法合理推論出其中的關聯，無法運用習得的知識來敘述自己的論點。在概念圖建模學習單的表現，學生只能達C等級，都必須在引導下，能從實驗過程、合作討論中，建立並知道自然現象的模型。可能由於教師本身專業經驗較缺乏、教學時間不充足、學生缺乏概念圖學習經驗，無法有顯著的進步或優秀表現。

## 2. 研究問題2：設計素養導向評量和評分規準，評估學生學習後展現的科學素養的認知和探究能力有何改變？

研究結果：發現教師事先依據課程與教學目標，所設計素養導向評量，有助於教師教學活動與教學策略的設計安排，以及平日教學活動中實現課程與教學目標。事先訂定評分規準並公開，有助於將學生學習表現分類，讓學生不會分分計較，不過度與別人比較，重視自我表現的改變。有助於教師理解學生學習後展現的科學素養的認知和探究能力的

程度，可以改變教學活動與教學策略，也可以實施輔導或補助教學。例如甲、乙同學於同一份評量都得到 C 等級，可是甲同學於前一次評量為 A 等級、乙同學為 D 等級。則教師經觀察比較後，需瞭解甲同學於此評量範圍的學習問題或困難，適度介入幫助甲同學。反之，乙同學則是表現進步，教師可適度給予讚美，並鼓勵其更上一層樓。

3. 研究問題3：學生「建立模型」的能力表現如何？過程中有何改變？

研究結果：發現學生「建立模型」的能力表現遭遇很大的挑戰，因為學生對模型的看法大多停留在具體的層次而無法提升到抽象的層次，在科學學習建模能力的培養遭遇困難。如 Justi 和 Gilbert (2002) 認為建模是複雜的歷程，建模能力是種高階的過程技能，需要許多活動與技能的配合，獲得建模能力是相當緩慢成長的過程。邱美虹

(2008) 提出建模是產出模型的動態過程，須牽涉到個體如何設定假說、建立模型的目的、確認模型的組成因素、確認模型可能的來源、選擇模型、操弄模型中的變因、建立適當的模型（產生一個表徵），進行檢驗與修正，然後再發展出新的模型。總而言之，建模是協助學生了解知識是由學習者（人們）所建構，能促進科學理解和科學本質。因此，在學生沒有能力自行建模的情形下，為幫助學生學習建模的能力，教師可以先按步驟一步步引導、教導並解釋建模的過程，完成建立模型。

4. 研究問題4：教學與學習歷程中教師或學生可能遭遇哪些困難與解決策略？

(1) 12年國教剛啟動但國中生普遍缺乏科學素養

①遭遇困難：12年國教於108學年啟動，但是國中生的科學素養如探究能力、科學的態度與本質尚未訓練與建立。尤其普遍缺乏思考智能，大多數學生缺乏想像創造力與創新思考，無法依據觀察或實驗數據進行結論、推論與論證。不知道對自己或他人的資訊或報告應抱持合理懷疑，提出自己的看法或解釋。無法從實驗過程或合作討論過程建立或理解自然界模型，並評估不同模型的優缺，進而應用於科學理解或生活。學生普遍習慣威權教育、追求標準答案、重視學科學業成績與排名。更有甚至在學校不努力學習追求成長，變成被動而心智發展幾乎停滯，僅追求每日與同儕的嬉笑玩樂。

②解決方法：(i)基於 Atkinson(1964)提出成就動機理論，教師可以降低學習目標，利

用鷹架理論提供較易達成的學習目標，增加學生有「追求成功」的經驗，減少「避免失敗」的逃避心態。(ii)同時也利用 Weiner (1985)的成敗歸因理論，鼓勵學生重視個人過去的成功經驗及個人成就需求等，鼓勵學生對未來成功的期望、藉由努力讀書和工作及穩定情緒反應，追求個人優秀或卓越的表現，發揮自我的長處與亮點，自我比較。(iii)Bandura(1977)的自我效能理論，增強個人在某領域對自己完成工作能力的信念，除了自己成功經驗外，可觀摩同儕成功的替代經驗，教師口語的鼓勵，和正向情緒的激發。(iv)Pintrich 等人(1989)的動機理論，是最重要的策略藉由理解學生價值、期望與情感等三個主要的動機成份。激勵學生的學習動機產生對自己有高的期望(Kember, 2006)，教師應瞭解學生的想法與困難、建立學生學習的正向歸因、強調課程的重要性與實用性、參考學生意見與能力進行課程規劃與活動、適時鼓勵與讚美學生、運用探究學習的技巧、提升師生互動品質。

## (2)12年國教重視核心素養但教科書基本內容、教學進度與考試壓力並未減輕

①遭遇困難：國中自然課程教學時數普遍減少，教科書的知識內容與跨科主題相對仍偏多。尤其內容中有許多探究提問，需要花較多時間讓師生或學生同儕間對話，刺激與引導學生探究思考，教師教學進度壓力依然很大。10月~12月期間適逢許多學校校慶，學校幾乎每天都安排比賽，更是影響教學進度。如果有責任感願意接受挑戰自我成長的教師，想進行素養導向課程教學，卻無法克服教科書基本教學的進度壓力，是否12年國教又是僅淪為口號與理論空談。學生面對未來複雜真實情境問題的競爭力與解決問題能力，是僅來自於教科書與段考的標準答案？還是來自自我學習、自我思考、自我探究、與他人合作共同解決問題的科學素養？

②解決方法：教師須針對核心概念與重要概念連結來授課，同時教導學生如何學習—學習的方法 (learning how to learn)。例如，學生可換不同的地方或方式讀書，利用多元感官學習如增加聽覺、視覺或動覺等不同的學習方法。有充足的睡眠，可以先從不喜歡或較困難的科目開始，然後再讀喜歡或簡單的科目，就會越讀越輕鬆越讀越喜歡。還有設定休息時間，可以提升學生的學習效率。教師可提供多元學習路徑，設計實用、有



趣、多媒體或網路線上學習方式，提供合作學習、探究學習與建立模型的機會，提升學生問題解決能力，增進其科學素養與和跨領域人才共同合作解決問題的能力，培養面對未來的全球競爭力。

### (3) 新冠肺炎疫情影響教師會議與教學形式

①新冠肺炎疫情對教師會議的挑戰：因為新冠肺炎疫情，必須戴口罩，保持社交距離與對搭乘公共交通工具的恐慌，因此減少研究教師社群聚會共備的時間。

②解決方法：藉由網路 LINE 或 GOOGLE MEET 視訊會議，進行溝通與討論。

①新冠肺炎疫情造成教學與進度的沉重壓力：本學期因疫情延後開學，但是會考時間如常，因此三年級的自然領域教教學進度壓力很大；一年級108課綱首度實施教師對於新課程與核心素養教學都在摸索與適應中。

②解決方法：三年級會考結束到畢業還有將近一個月，可以進行本計畫的跨領域探究教學與評量；一、二年級的學生則依教學進度的空暇時間，進行教學與評量。

### (4) 教師必須提升科學素養的專業發展

①教師科學素養專業發展的挑戰：教師首度面對發展108課綱評量標準的題組與評分指引，評量學生科學素養——科學認知與學習表現的能力；利用 PISA 試題評量學生科學素養——科學認知與學習表現的能力，閱卷與評分；以論證寫作和概念圖建模引導學生表現探究能力——思考智能和問題解決的學習表現等。都是教師需要不斷學習與自我專業成長的挑戰。

②解決方法：透過社群教師彼此互相討論、協助，不斷學習、修正與成長。

### (5) 學生必須提升科學素養與資訊素養

①學生使用網路學習與網路評量的挑戰：雖然學生都上過電腦資訊課，但學生的資訊能力參差不齊，有些學生連基本的上傳檔案或電腦螢幕截圖都不會，也不會使用電子郵件、建立 ppt 或下載資料。大多學生沒有學過電腦繪圖，因此畫概念圖、資料傳輸或下載遭遇很大的困難。

②解決方法：利用小組合作學習互相指導或者教師示範教學如何電腦繪圖、資料傳輸或

下載。

#### (6) 蒐集不同縣市學校的資料

①資料蒐集的挑戰：因為計畫教師在不同縣市、不同學校，因此製作 google 表單進行線上前後測，網路學習與教學學習單，節省方便許多。但是教師必須連絡學校資訊組長，拜託資訊組長協助借用電腦教室，與教導學生如何上網進入事先製作好的 google 表單網址，進行線上前後測。

②解決方法：教師與學生的資訊能力必需再提升才能順利完成線上前後測，假如真有上網的困難，可以恢復紙筆測驗與紙筆填寫學習單的方式克服困難。

#### (7) 使用新的教學與評量方式產生的衝擊

①有些行政單位與導師認為實施跨領域教學與評量，不是正式的課程，不屬於學校教學，是課外教學，不可利用正式課程時間，只能利用其他彈性課程或社團時間實施。

②解決方法：針對課本課程內容與課綱設計評量標準的題組，多元取材以幫助學生產生學習遷移，並設計評分標準，評量學生核心素養-科學認知與學習表現能力。

## 柒、參考資料

曾芬蘭、鍾長宏、陳世玉、張銘秋 (2018)。國中課室素養導向標準本位評量的設計與應用：以英語科閱讀為例。教育科學研究期刊，63 (4)，119-155。

宋曜廷、周業太、曾芬蘭 (2014)。十二年國民基本教育的入學考試與評量變革。教育科學研究期刊，59 (1)，1-32。doi:10.6209/JORIES.2014.59(1).01

國立臺灣師範大學心理與教育測驗研究發展中心 (2017)。國民中學學生學習成就標準本位評量 (試行版)：自然科學學習領域 (生物)。取自

[https://sbasa.rcpet.edu.tw/SBASA/Subject/SubjectBiology\\_3.aspx](https://sbasa.rcpet.edu.tw/SBASA/Subject/SubjectBiology_3.aspx)

蔡清田 (2014)。國民核心素養：十二年國教課程改革的 DNA。臺北：高等教育。

蔡清田 (2011)。素養：課程改革的 DNA。臺北市：高教出版社。

潘怡如、陳雅君、林煥祥 (2018)。以科學新聞融入教學提升中學生自我效能及論證能力之探討。科學教育學刊，26(1)，71-96。

教育部(2018)。十二年國民基本教育課程綱要國民中小學暨普通型高級中等學校-自然科學領域。

國立台灣師範大學心理與教育測驗研究發展中心(2019)。十二年國教課綱國民中小學素養導向標準本為評量示例。<https://www.sbasa.ntnu.edu.tw/SBASA/Subject/Subject-J.aspx>

- 國家教育研究院(2019)。素養導向範例試題。https://www.naer.edu.tw/files/11-1000-1591-1.php?Lang=zh-tw
- 黃國禎、郭凡瑞、蔡新德 (2009)。概念構圖教學策略對國小學童線上資料搜尋能力及知識結構的影響—以自然科課程為例。科學教育學刊，17 (5)，367~385。
- 國教署(2017)。素養導向學習評量-因應108課綱-國民中小學相關配合措施規劃。website: https://ws.moe.edu.tw/001/Upload/23/refile/8059/55063/328d8582-8507-4c0e-99b8-b3a62bd39e19.pdf
- 高鴻怡編(2017)。素養導向教學與評量的轉化、簡化及流通。協作中心「素養導向教學與評量議題小組」。website:https://ws.moe.edu.tw/001/Upload/23/refile/8336/60690/e0425fed-1caa-4451-8f27-df4872e6e9e8.pdf
- Toulmin, S. E. (1958). The uses of argument. New York: Cambridge University Press.
- Jonassen, D. H. (2008). Instructional design as a design problem solving: An iterative process. Educational Technology, 48(3), 21-26.
- Nusche, D. (2016). Student assessment and its relationship with curriculum, teaching and learning in the twenty-first century. In Wyse, D., Hayward, L., & Pandya, J. (2016) (Eds.). The SAGE Handbook of Curriculum, Pedagogy and Assessment. London: Sage.