

【附件2】：112年度能源教育「永續能源」教案設計格式

（一）基本資料

參加組別	■ 高中組 <input type="checkbox"/> 國中組	編號	
能源屬性	<input type="checkbox"/> 儲能 <input checked="" type="checkbox"/> 創能 <input type="checkbox"/> 節能	設計者	楊宇翔
教案名稱	海洋能源驚奇：臺灣海岸的能源多元化研究	姓名	
教學領域 (或科目)	社會領域地理科	(至多3名)	
教學理念	本教案以「能源教育」為設計核心，從108課綱素養導向的地理學科出發，融入海洋教育議題，期望培養學生對於臺灣作為海島社會，發展永續能源的相關地理議題有更深層次的理解與思考。		
符合聯合國 永續發展目 標	<p>SDGs 目標4. 確保有教無類、公平以及高品質的教育，及提倡終身學習</p> <p>4.7 在西元 2030 年以前，確保所有的學子都習得必要的知識與技能而可以促進永續發展，包括永續發展教育、永續生活模式、人權、性別平等、和平及非暴力提倡、全球公民、文化差異欣賞，以及文化對永續發展的貢獻。</p> <p>SDGs 目標 14. 保育及永續利用海洋與海洋資源，以確保永續發展</p> <p>14.2 在西元 2020 年以前，以可永續的方式管理及保護海洋與海岸生態，避免重大的不利影響，作法包括強健他們的災後復原能力，並採取復原動作，以實現健康又具有生產力的海洋</p> <p>參考海洋委員會海洋保育署網站：https://reurl.cc/qOnEgD</p>		

（二）教案概述

教案名稱	海洋能源驚奇：臺灣海岸的能源多元化研究		
實施年級	普通高中二年級	節數	共 <u>4</u> 節， <u>200</u> 分鐘。
課程類型	<input type="checkbox"/> 議題融入式課程 <input checked="" type="checkbox"/> 議題主題式課程 <input type="checkbox"/> 議題特色課程	課程實施時間	<input type="checkbox"/> 領域/科目： <input type="checkbox"/> 校訂必修/選修 <input checked="" type="checkbox"/> 彈性學習課程/時間 <input type="checkbox"/> 其它：
學習目標	學生能了解臺灣不同海岸的地形與海洋環境，可能具有何種潛在的再生能源利用的資源，對比其他國家的自然條件與技術，臺灣的再生能源可能可以如何地永續發展，在發展的途中可能會遇到何種困難與挑戰，以及是否會帶來負面效果，由淺入深		

	地批判性思考臺灣的永續能源發展。				
總綱核心素養 ⁱⁱ	A2 系統思考與解決問題、C1 道德實踐與公民意識				
與課程綱要對應之各領域學習重點 ⁱⁱ					
核心素養	社-U-A2 對人類生活相關議題，具備探索、思考、推理、分析、批判、統整與後設思考的素養，並能提出解決各種問題的可能策略。 社-U-C1 具備對道德、人權、環境與公共議題的思考與對話素養，健全良好品德、提升公民意識，主動參與環境保育與社會公共事務。				
學習內容	地 Bb-V-2 各類地形系統。 地 Ba-V-2 大氣環流與洋流。 地 Bb-V-4 問題探究：地形與人類生活。 地 Ca-V-1 臺灣自然環境的特殊性。 地 Jb-V-4 除了核能外，化石能源還有哪些替代能源？ 地 Jb-V-5 替代能源是否可以取代化石能源的主要地位？				
學習表現	地 1a-V-2 艋清地理基本概念、原理原則與理論的內涵。 地 1a-V-3 說明以地理視野觀察地表現象及議題的方法。 地 1c-V-2 思辨各種社會及環境議題，並能進行整合評價。 地 2b-V-1 具備地方感與鄉土愛，關懷其他地區的社會及環境議題。 地 2b-V-3 理解地理環境的系統運作，體認環境倫理的內涵。				
與課程綱要對應之海洋教育議題 ⁱ					
核心素養	海 A2 能思考與分析海洋的特性與影響，並採取行動有效合宜處理海洋生態與環境之問題。 海 B2 能善用資訊、科技等各類媒體，進行海洋與地球資訊探索，進行分析、思辨與批判海洋議題。				
學習主題	海洋社會、海洋科學與技術、海洋資源與永續。				
實質內涵	海 U4 分析海洋相關產業與科技發展，並評析其與經濟活動的關係。 海 U12 了解海水結構、海底地形及洋流對海洋環境的影響。 海 U15 熟悉海水淡化、船舶運輸、海洋能源、礦產探勘與開採等海洋相關應用科技。 海 U17 了解海洋礦產與能源等資源，以及其經濟價值。				
教學資源	1. 軟硬體設備：學生每人一台可以上網搜尋資料進行探究與實作的手機或是平板。 2. 學習單： 教師自行設計課程的學習單，其示意圖如附件。 3. 網站：參考臺灣政府、學術機構、跨國企業等資訊與統計資料，各項資料來源在教案當中呈現。				
教學架構	課堂設計教學架構如下表（以1堂課50分鐘為例） <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">時間</td> <td style="width: 75%;">教學流程</td> </tr> <tr> <td>10分鐘</td> <td>引起動機</td> </tr> </table>	時間	教學流程	10分鐘	引起動機
時間	教學流程				
10分鐘	引起動機				

	15分鐘	直接教學法與問答法，講述核心知識概念，搭設學習鷹架協助學生達成近側發展區（ZPD），以學習單評量
	10分鐘	引導學生分組合作學習教學法
	10分鐘	學生即時展極短期演探究與實作成果，以口頭發表評量
	5分鐘	教師總結

	週次主題（共計4個主題，每週1節50分鐘的課講述1主題）
週次	主題
1	臺灣作為海島國家能源轉型的方向與目標
2	臺灣近海的離岸風電在哪裡？
3	臺灣沿海魚塭上的太陽能板景觀
4	臺灣是否能利用海洋能發電？

ⁱ 可參閱國家教育研究院發展之「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議題融入說明手冊」(12-13頁；294頁；52-57頁)。

(1)議題融入式課程：此類課程是在既有課程內容中將議題的概念或主軸融入。融入的議題可僅就某一議題，或多項相關議題。此類課程因建立於原有課程架構與內容，以現有課程內容為主體，就其教學的領域/科目內容與議題，適時進行教學的連結或延伸，設計與實施相對容易。

(2)議題主題式課程：此類課程是擷取某單一議題之其中一項學習主題，發展為議題主題式課程。其與第一類課程的不同，在於此類課程的主軸是議題的學習主題，而非原領域/科目課程內容，故需另行設計與自編教材。它可運用於國中小的彈性學習課程、高級中等學校的彈性學習時間，以數週的微課程方式進行，或於涉及之領域教學時間中實施。

(3)議題特色課程：此類課程是以議題為學校特色課程，其對議題採跨領域方式設計，形成獨立完整的單元課程。它可於校訂課程中實施，例如國中小的彈性學習課程、高級中等學校的彈性學習時間，或規劃成為校訂必修或選修科目。此類課程不論是單議題或多議題整合進行，通常需要跨領域課程教師的團隊合作，以協力發展跨領域的議題教育教材。雖有其難度且費時，但因是更有系統的課程設計，並輔以較長的教學時間，故極有助於學生對議題的完整與深入了解，可進行價值建立與實踐行動的高層次學習；同時，亦可形成學校的辦學特色。

ⁱⁱ 可參閱教育部發布之「十二年國民基本教育課程綱要」總綱及各領域綱要。

(三) 教學活動設計

學習活動	時間	備註 (請說明評量方式)
第一節：臺灣作為海島國家能源轉型的方向與目標 學習目標： 1. 學生能台灣作為海島地區的能源使用情況與比例與世界的差異 2. 學生能了解台灣目前能源自給率、與能源發展的挑戰 3. 學生能了解2030永續能源發展政策的目標方向		
學習活動： 準備階段 一、課堂準備 1. 教師要事先預查最新的政策、法規（此教案的撰寫完成時間與教師之後教學的時間可能有落差），建議教師以教學現行的政策與狀況教學。 2. 整理公開資訊的資料與圖表，帶領同學判讀統計圖表與統計地圖。 二、引起動機（10分鐘） 讓同學去比較世界上幾個重要地區與國家的能源使用情況，並且探討背後的脈絡與原因，最後聚焦在臺灣的能源使用現況、與能源轉型轉展望。 發展階段 教學活動（一）直接教學法（15分鐘） 以下為本節課要與學生討論的核心知識，因此會先以講述法（直接教學法）確保學生掌握正確的觀念。以下僅舉例內容作為教學參考（受限於篇幅限制，未涵蓋所有內容。） 1. 能源產生電力的單位與概念 2. 全世界的能源使用量與使用比例 3. 臺灣的能源使用量與使用比例 4. 石化能源的隱憂與破壞 5. 世界永續能源的轉型 6. 臺灣永續能源的轉型的展望與挑戰 1. 能源的類型	10分鐘 15分鐘	分為2部分評量。 第一部分以個人學習單的知識性撰寫。 第二部分以小組展演的呈現與上傳電子學習單作做同儕互評以及教師總評。
能源形成方式	能源是否可更新	能源類型
初級能源： 天然形成的能源，不須經過轉化或轉變處理	再生能源： 不可再生能源：	太陽能、水力、風能、海洋能、地熱能、生質能 化石能源（煤、石油、天然氣、頁岩油氣）、核能
次級能源：經過處理或轉換所成的能源。		電能、汽油、煤氣、電磁能、燃料油、液化石油氣。
2. 臺灣的能源使用量與使用比例		

說明：2022年臺灣總發電量為2881.48億度，較2021年減少0.97%，減少28.16億度電。配合「減煤、增氣、展綠、非核」的能源轉型政策方向，再生能源發電占比大幅增加2.27%，從6.00%增加到8.27%，燃氣增加1.59%；相反地，燃煤則減少2.24%、核能減少1.31%，其餘的燃油、抽蓄水力各微幅減少0.29%、0.03%。

比例名次	能源	百分比 (%)	能源類型
1	燃煤	42.07	非再生能源
2	燃氣	38.81	非再生能源
3	核能	8.24	非再生能源
4	太陽光電	3.70	再生能源
5	水力	2.03	再生能源
6	燃油	1.54	非再生能源
7	風力	1.23	再生能源

資料來源：2022台灣能源情勢回顧，國立台灣大學風險社會與政策研究中心，2023。網址：<https://rsprc.ntu.edu.tw/zh-tw/m01-3/en-trans/open-energy/1767-2022-open-energy-review.html>

3. 石化能源的隱憂與破壞

使用非再生的石化能源的隱憂			
項目	舉例	政府對策	成效
開採石油不可 再生能源枯竭	全球石油蘊藏量僅能再供應人類大約50至100年左右。	眾多科學家投入替代能源的研究。	發展永續的再生能源包含風力、水力、太陽能。
然而石油產生 溫室氣體全球 暖化	二氧化碳濃度增加導致溫室效應加重，進而造成了極地冰原融化、世界洋流改變、沙漠化現象擴大。	2009年聯合國在丹麥的哥本哈根舉辦氣候變遷會議共同討論氣候變遷的應對策略	各國紛紛推動能源轉型，減少溫室氣體的大量排放，並且制定氣候管理的策略。
無產能源國家 能源安全受國際 政治與市場 影響劇烈	臺灣沒有生產石油，中東地區為台灣地區石油、天然氣主要進口來源國，地緣政經風險變動易影響國內能源供應。	發展再生能源包含太陽能、風力等方式，以政策來鼓勵、推動台灣的能源轉型。	以漁養電、台灣的三座離岸風電場啟用，加速推動能源轉型。

資料來源：

1. 石化能源的危機，生質能源趨勢 BioEnergy Today，泛科學，2011。網址：<https://pansci.asia/archives/6224>
2. 台灣能源安全指標（110年第一季暨未來展望），2021，中央大學台灣經濟發展研究中心。網址：[http://rcted.ncu.edu.tw/cci/1100628%20%E8%87%BA%E7%81%A3%E8%](http://rcted.ncu.edu.tw/cci/1100628%20%E8%87%BA%E7%81%A3%E8%8)

<p>3%BD%E6%BA%90%E5%AE%89%E5%85%A8%E6%8C%87%E6%A8%99v3.pdf</p>					
淨零政策路徑	內容				
制定政策背景	聯合國政府間氣候變化專門委員會(Intergovernmental IPCC) 2022 年 2 月公布報告 (IPCC AR6)指出，全球暖化 1.5 度，可能導致極端天氣、熱浪、生物多樣性受威脅。氣候大會亦呼籲應採取更為急迫之氣候行動，將全球溫暖減半，並在 2050 年達到淨零，以因應全球氣候緊急。				
臺灣政府政策	臺灣2050淨零排放路徑及策略總說明				
路徑規劃	<p>電力能源去碳化：總電力 60 - 70% 為再生能源、9 - 10% 火力發電 20 - 27%，達成整體電力供應的去碳化。</p> <p>非電力能源去碳化：除加速電氣化進程外，亦將投資氫能與生質能以取代化石燃料，並搭配碳捕存再利用、溼地保育，擴增自然碳匯。</p>				
<p>教學活動（二）學生小組合作學習教學法（10分鐘）</p> <p>讓學生基於不同的地區，討論可能該地區適合怎麼樣的能源轉型，並且給出地理條件與氣候區差異較大的區域，讓同學們分組彼此可以比較。</p>					
組別	區域/國家	目前該國使用能源情況與比例	轉型再生能源的類別		
1	日本	(各組去查找資料並且報告)	(各組考量地形、地理位置、板塊交界、行星風系與地方風、距海遠近、日照時數等去探討)		
2	中國				
3	美國				
4	英國				
5	新加坡				
<p>教學活動（三）學生小組展演（10分鐘）</p> <p>讓學生透過 Google Earth 去說明當地的地形、海拔、氣溫、盛行風向、海底深度、人口密度等，各方面去探討可以實施怎麼樣的再生能源發電，並且其他組給予同儕互評。</p>					
<p>總結階段</p> <p>一、 課堂總結</p> <p>總結說明，石化產業具有枯竭的疑慮且排放溫室氣體造成全球暖化與環境問題，因此各國紛紛發展出再生能源的開發與使用。但地球上不同地區適合用的再生能源不同，受到地理條件的影響，因此我們可以從中去比較跟思考臺灣在能源轉型時，具有什麼樣的可借鑑性或是特殊性。</p>					
<p>二、 作業交代、為下一節作準備</p> <p>接著，會說明下一節課，我們會看到臺灣西部離海區域的再生能源的景觀，去做細緻的探討，不會出作業，只是賣一個關子，勾起學生對於下一堂課的好奇心。</p>					

<p>第二節：臺灣近海的離岸風電在哪裡？</p> <p>學習目標：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 學生能了解臺灣風力發電的「風場」位於優勢區位位於何處以及其成因為何？ 2. 學生除了臺灣，以行星風系的概念了解世界主要的風力發電國家會將風場劃設於何處？ 3. 學生能了解風力發電帶來的優點以及缺點，並且能搜集資料去權衡利弊。 <p>學習活動：</p> <p>準備階段</p>						
<p>一、課堂準備</p> <p>需要準備投影片、小型風車、大尺寸紙本地圖、電風扇（或是扇子），並且事先將學生分組，規劃教室課桌椅在展演時要空出空地。</p> <p>二、引起動機（10分鐘）</p> <p>使用台灣電力公司逐月的風力發電量的長條圖，去引導學生思考，「為什麼」臺灣夏季的風力發電量比冬季少？這背後的原因為何？去延伸到臺灣位於海洋與陸地的交匯地帶，受到比熱性質的不同，因應而生的季風顯著地影響臺灣的氣候條件，這當中也包含了氣壓梯度力，也就是風的強度。</p> <p>資料來源：臺灣電力公司，網址：</p> <p>https://www.taipower.com.tw/tc/page.aspx?mid=204&cid=1581&cchk=82fb957e-2fe8-49b6-90a9-b750387de936</p>	10分鐘					
<p>發展階段</p> <p>教學活動（一）直接教學法（15分鐘）</p> <p>在此教學發展，會著重在以下五個知識進行講述。以下僅舉例內容作為教學參考（受限於篇幅限制，未涵蓋所有內容。）</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 風力發電的原理 2. 風力發電的機組構造 3. 臺灣與世界風力發電的設置場所 4. 風力發電的歷史 5. 風力發電的優點與缺點 <p>以下分點論述該每一個知識點的重點。</p> <p>風力發電的原理</p>	分為2部分評量。 第一部分以個人學習單的知識性撰寫。 第二部分以小組展演的呈現與上傳電子學習單作做同儕互評以及教師總評。					
<p>風力發電原理</p> <table border="1" data-bbox="104 1709 1092 2052"> <thead> <tr> <th data-bbox="104 1709 198 1769"></th> <th data-bbox="198 1709 1092 1769">說明</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="104 1769 198 2052">風力發電原理</td> <td data-bbox="198 1769 1092 2052">風力機主要是藉由空氣流動（即風）轉動葉片來發電。葉輪（rotor）為風力機轉換利用風能最重要的系統之一，葉片鎖定於輪轂（hub）構成葉輪，受風吹之空氣動力作用（包括升力及阻力）繞軸旋轉，擷取風的動能，進而轉換成有用的電能。依據目前的風車技術，大約是每秒三公尺的微風速度（微風的程度），便可以開始發電，並產生風速在每秒十三至十五公尺時（大樹幹搖動的程度）的輸出力道。</td> </tr> </tbody> </table>		說明	風力發電原理	風力機主要是藉由空氣流動（即風）轉動葉片來發電。葉輪（rotor）為風力機轉換利用風能最重要的系統之一，葉片鎖定於輪轂（hub）構成葉輪，受風吹之空氣動力作用（包括升力及阻力）繞軸旋轉，擷取風的動能，進而轉換成有用的電能。依據目前的風車技術，大約是 每秒三公尺 的微風速度（微風的程度），便 可以開始發電 ，並產生風速在每秒十三至十五公尺時（大樹幹搖動的程度）的輸出力道。	15	
	說明					
風力發電原理	風力機主要是藉由空氣流動（即風）轉動葉片來發電。葉輪（rotor）為風力機轉換利用風能最重要的系統之一，葉片鎖定於輪轂（hub）構成葉輪，受風吹之空氣動力作用（包括升力及阻力）繞軸旋轉，擷取風的動能，進而轉換成有用的電能。依據目前的風車技術，大約是 每秒三公尺 的微風速度（微風的程度），便 可以開始發電 ，並產生風速在每秒十三至十五公尺時（大樹幹搖動的程度）的輸出力道。					

臺灣與世界風力發電的設置場所

設置地點	陸上風機 設置於農田、山脊、海岸線、防風林、沙漠等開闊區域，其設置準則以最低風速需大於 5 m/s，避免設置於人口密度高的地區，以免噪音干擾居民生活；至少要離房屋約300公尺，其噪音即可降至45dB（分貝）。
	離岸風機： 設置位於 5公尺水深 等深線以上海域， 距離海岸線5公里寬 的緩衝距離，以減少對陸地生態、沿海漁業之影響。
空間需求	設置容量每瓩 (kW) 所遮蔽面積約為二至五平方公尺，風機高度約為二至六公尺。
配置方式	為了減少機組間紊流的影響，風力發電機設置方向應盡量與主風向垂直，機組間應彼此距離扇葉直徑的3-6倍，以免因遮風效應降低電能產量。
資料來源	https://www.swancor-renewable.com/what-is-wind-power/

臺灣的風力發電：

啟用時間	風場地區	名稱	風機機組數	電力產能裝置容量 (單位MW (千瓩))	可供電戶數
2020 (台灣首座)	台灣西北苗栗縣海岸約2-6公里處	海洋風電 (Formosa I)	22	128	12.8萬
2021	彰化縣芳苑鄉西側海域	台電離岸一期	21	110	9萬
2023	苗栗縣竹南鎮外海	海能風場	47	376	38萬

參考資料：台灣第3座離岸風場完工！海能47座風機迎商轉，想衝刺建置有哪些挑戰？，數位時代 Business Next，2023。網址：
<https://www.bnnext.com.tw/article/74574/formosa-2-completed?>



教師可以操作台灣的風力資訊整合平台的地理資訊系統，帶領學生去利用疊圖分析去看為什麼台灣的離岸風電設置於西海岸。網站：

<https://pro.twtpo.org.tw/GIS/>

風力發電的優點與缺點

優缺點	項目
優點	百分之百清潔的可再生能源
	無空氣汙染
	無水汙染
缺點	環境噪音
	海洋、候鳥生態干擾
	景觀破壞
	容量小不能做為基載電力
	風力不穩定，風力和風向時常改變，能量無法集中

教學活動（二）學生小組合作學習教學法（10分鐘）

提供大地圖，設計幾個世界風場位置，讓同學考慮世界的行星風系、地方風系、季風等，應該要在哪裡設置風力發電的風場，搭配海底地形，請各組依據自己被指定的區域，去思考如何配置離岸風場的風場。舉例來說，若班上共有35個學生，每7個人一組討論並且記錄討論過程最後展演。以下舉例指定規劃風場地區。並且以實際的國家的風場資料來做比較，來看各組用自己地理知識推理出的區位是否符合實際離岸風場的分佈。（組別內無台灣，因為上課時，**台灣的風場為核心知識概念**，因此會作為範例，跟所有同學討論）

10分鐘

序號	規劃風場
1	荷蘭
2	美國
3	中國
4	澳大利亞
5	日本

教學活動（三）學生小組展演（10分鐘）

小組依序在教室中央的大地圖，插上教師準備的風車，然後拿著電風扇或是配置學生人力利用扇子，模擬地區的盛行風向（可以有季節之分），然後看扇子的轉動方向，與此同時學生應該口頭說明，為什麼在什麼季節，這個地方吹這個風，以及這邊的海底地形的深淺、是否位於板塊交界帶等條件，是否適合建立離岸風機。

10分鐘

總結階段（5分鐘）

一、課堂總結

教師對於學生的展演給予正向回饋，並且針對需要再思考的偏誤的知識，給予即時的糾正，說明世界的行星風系與地方風，影響到風力發電的風場分佈，人類可以良好運用這些電力，減少使用石化能源，降低溫室氣體排放量，減緩全球暖化與氣候變遷的速度。

5分鐘

二、作業交代、為下一節作準備

<p>接著，要求學生將自己的展業的影像紀錄與討論紀錄，在課堂尾聲搭配真實該地區的風場地圖，把他製作在線上的電子學習單上，作為學習歷程檔案的資料。並且教師說明這一節我們探討台灣的海岸的離岸風電永續能源的發展，下一堂我們要往海岸的岸上移動，<u>去看魚塭上面怎麼發電的。</u></p>												
<p>第三節：臺灣沿海魚塭上的太陽能板景觀</p>												
<p>學習目標:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 學生能了解台灣沿海地區「漁電共生」太陽能發電的現況與原理。 2. 學生能思考魚塭與太陽能電場如何共存與環境生態問題。 												
<p>學習活動:</p>												
<p>準備階段</p>												
<p>一、課堂準備</p>												
<ol style="list-style-type: none"> 1. 教師蒐集漁電共生的成功案例，並且找尋相關影音資料，以及圖層資料。 2. 教師可以聯繫教科書廠商，準備學生可以實作的太陽能板，去實際體驗太陽能科技如何將陽光轉換成電能。 	10分鐘											
<p>二、引起動機（10分鐘）</p>												
<p>透過衛星影像圖，放出鋪蓋滿太陽能板的魚塭，詢問學生這是什麼地景，為什麼會這樣，這樣做有什麼好處，對於當地的利益關係人（stakeholder）、以及這樣措施的受益者為何，帶領學生思考從衛星影像圖的判讀到漁村產業結構與產業轉型的思考。</p>	10分鐘	<p>分為2部分評量。 第一部分以個人學習單的知識性撰寫。 第二部分以小組展演的呈現與上傳電子學習單作做同儕互評以及教師總評。</p>										
												
<p>圖片來源：上下游新聞，2023。網址：</p>												
<p>https://www.newsmarket.com.tw/blog/185591/</p>												
<p>發展階段</p>												
<p>教學活動（一）直接教學法（15分鐘）</p>	15分鐘											
<p>以下分別講述臺灣沿海魚塭太陽能的永續能源的脈絡。以下僅舉例內容作為教學參考（受限於篇幅限制，未涵蓋所有內容。）</p>												
<ol style="list-style-type: none"> 1. 太陽能電力的原理 2. 太陽能利用的歷史 3. 漁電共生的進行方式 4. 漁電共生的歷史 5. 漁電共生的優缺點 												
<p>漁電共生的歷史</p>												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #c6e2ff;">地區</th> <th style="background-color: #c6e2ff;">時間</th> <th style="background-color: #c6e2ff;">漁電共生名稱</th> <th style="background-color: #c6e2ff;">成效</th> <th style="background-color: #c6e2ff;">爭議</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>中國大</td> <td>2012年</td> <td>漁光互</td> <td>1. 建立光電站51座，累</td> <td>可能影響魚</td> </tr> </tbody> </table>	地區	時間	漁電共生名稱	成效	爭議	中國大	2012年	漁光互	1. 建立光電站51座，累	可能影響魚		
地區	時間	漁電共生名稱	成效	爭議								
中國大	2012年	漁光互	1. 建立光電站51座，累	可能影響魚								

陸江蘇省（起源地）		補、漁光一體	計併網裝機規模超3.12GW。 2. 增加3至4萬元人民幣/畝的產值	壩生態與漁塭養殖產值。		
台灣	2021年	漁電共生	光電案場遍佈漁塭，廠商與漁民合作，並且政府積極補助。舉例來說，臺南七股的集中型漁電共生大案。	養殖業界擔憂「養殖規模縮減恐傷及產業發展」		
參考資料：【專文】漁電共生問題浮現 政府別吃緊弄破碗，李武忠，台灣民報，2023。網址： https://www.peoplenews.tw/articles/b49651dd20						
太陽能發電、漁電共生的地理分佈						
太陽能發電的地理條件						
日照時間	一年當中日照時間長，適合發電					
地區舉例	日照充足地區，包含台灣南部等地。					
漁電共生的地理條件						
土地利用	在地狹人稠的區域，利用面積廣大的漁塭上方的陽光，以太陽能創造電力。					
地區舉例	中國大陸的江蘇省、臺灣的臺南市、高雄市					
漁電共生的優缺點						
優缺點	項目					
優點	百分之百清潔的可再生能源 無空氣汙染 無水汙染					
缺點	影響漁塭生態 影響漁業養殖的產能					
教學活動（二）學生小組合作學習教學法（10分鐘） 請以小組為單位，利用可以上網的手機、平板、電腦，分別去查找中國大陸以及台灣的「漁電共生」在以下幾個州別是否有可以應用的國家或地區，請各別舉1個適合的地區，與1個不適合的地區，給出理由以及脈絡（其中要包含日照天數、降雨量、年均溫、人口密度、地形比例、漁塭發展情況等基本資料）。並且規定每一個小組具有100秒的展演時間。						
序號	探索漁電共生設置的適合與不適合的地區（指定洲別中選定地區）					
1	歐洲					
2	美洲（含北美、中美、南美）					
3	南亞與東南亞					
4	西亞與北非					
5	紐澳與大洋洲					
教學活動（三）學生小組展演（10分鐘）						

<p>全小組上講台，利用 Google Earth Pro 的軟體，分別聚焦於被指定洲別自己小組選定的2個適合與不適合漁電共生的國家或地區，並且簡短說明原因。而台下的同學要針對台上報告的同學給予同儕互評。</p> <p>總結階段（5分鐘）</p> <p>一、課堂總結</p> <p>教師對於學生的展演給予正向回饋，並且針對需要再思考的偏誤的知識，給予即時的糾正，說明日照強度與水氣的關係，例如溫帶海洋性氣候地區倫敦、或是熱帶雨林氣候雨季較長的地區，在使用太陽能發電會受到較多的限制。</p> <p>二、作業交代、為下一節作準備</p> <p>跟同學說明將今天的報告，摘要上傳到課堂的電子學習單當中，作為學習歷程檔案的資料，並且跟同學說，我們從離岸的海邊，回到岸上，下一次，我們要再往海邊前進，去看波浪、潮汐是否能發電，是怎麼發電的。</p>	<p>5分鐘</p>								
<p>第四節：臺灣是否能利用海洋能發電？</p> <p>學習目標：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 學生能了解海洋能發電的原理與適用地區 2. 學生能掌握臺灣的海岸地形類型與海洋能發電的可能性 <p>學習活動：</p> <p>準備階段</p> <p>一、課堂準備</p> <p>教師提前製作投影片與搜集相關照片、影片，去帶領學生認識海洋發電的機制，要盡量「具象化」，並且讓學生從能源的角度複習臺灣的海岸類型。</p> <table border="1" data-bbox="96 1179 1087 1560"> <thead> <tr> <th>影片名稱</th><th>發布單位</th><th>影片內容</th><th>影片連結</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>[科普] 海洋能發電</td><td>國家海洋研究院製作</td><td> <p>溫差發電、波浪發電、海流發電、潮汐發電</p>  </td><td>https://www.youtube.com/watch?v=SnA-jABL3ho</td></tr> </tbody> </table>	影片名稱	發布單位	影片內容	影片連結	[科普] 海洋能發電	國家海洋研究院製作	<p>溫差發電、波浪發電、海流發電、潮汐發電</p> 	https://www.youtube.com/watch?v=SnA-jABL3ho	<p>分為2部分評量。</p> <p>第一部分以個人學習單的知識性撰寫。</p> <p>第二部分以小組展演的呈現與上傳電子學習單作做同儕互評以及教師總評。</p>
影片名稱	發布單位	影片內容	影片連結						
[科普] 海洋能發電	國家海洋研究院製作	<p>溫差發電、波浪發電、海流發電、潮汐發電</p> 	https://www.youtube.com/watch?v=SnA-jABL3ho						
<p>二、引起動機（10分鐘）</p> <p>放照片與影片，讓同學去看不同的海岸邊有特殊的裝置，去詢問同學觀察到什麼？再從「景觀」出發，去說明海洋能發電的再生能源的創能方式。</p> <p>發展階段</p> <p>教學活動（一）直接教學法（15分鐘）</p> <p>本階段教學將知識重點分作以下4點。以下僅舉例內容作為教學參考（受限於篇幅限制，未涵蓋所有內容。）</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 海洋能發電的原理 2. 海洋能發電的適用地點 3. 海洋能發電的歷史 	<p>10分鐘</p> <p>15分鐘</p>								

4. 台灣海洋能利用的前景與挑戰

以下分兩論述各項目重點。

海洋能發電的原理

海洋能發電

海洋能指利用海洋的各項條件來發電的方式。其發電過程中不會排放溫室氣體與污染，且海潮變化具規律性，易掌握。透過潮汐、洋流、海浪、海水溫差、含鹽濃度差來發電。

項目	發電類別	發電原理	發電所需環境條件
海洋能發電	溫差	利用海洋表層與深層海水的溫度差，轉為熱源，將此熱能轉變成機械能帶動發電機發電	深需約1,000公尺溫度差20°C以上臺灣東部海域之海洋溫差較大，具有用為海洋溫差發電之優勢。
	波浪	利用波浪之機械能（動能及/或位能）轉換為電能	平均浪高1至1.5米以上的海域即具開發價值。臺灣北部與東部沿海，每年秋冬季節將近6個月，受強勁東北季風吹拂，終年浪濤拍岸，海洋能量巨大。
	海流（洋流）	利用海洋中強勁海流之動能轉換為電能	綠島及蘇澳外海之黑潮流速較快，具有開發為洋流發電的潛力
	潮汐（目前僅有潮汐發電進入商業運轉階段）	海潮漲落引起潮流產生電力	潮差5公尺以上（100公尺以上能商業化發電）東部地區潮差較大之港灣地形進行潮汐發電
	含鹽濃度差	海水和淡水之間或兩種含鹽濃度不同的海水之間的化學電位差能。	多位於淡水與鹹水的交界，河口地帶

資料來源：

海洋能類型，屏東縣政府綠能專案推動辦公室，查詢日期：

2023/10/06。網址：

<https://pge.pthg.gov.tw/%E7%B6%A0%E8%83%BD%E4%BB%8B%E7%B4%91%E6%B5%B7%E6%B4%8B%E8%83%BD%E7%99%BC%E9%9B%BB>

莊閔傑：台灣海洋能發電潛力無窮，翁永全，經濟日報，2023/02/08 12:23:42。網址：<https://money.udn.com/money/story/5722/6951313>

海洋能源發電的優缺點

優缺點	項目	案例	解決方向

優點	可再生資源取之不竭	黑潮厚度約500至1000公尺、寬度200餘公里，流速最快速時速0.72公里，其中綠島及蘇澳外海的流速最快，如能有效利用水流轉動渦輪機，可以為台灣提供穩定且乾淨的電力。	-	
	可持續發電	波浪能可每日24小時持續發電	-	
缺點	影響海洋生態	潮汐能、洋流能等海洋能的發電機組必須設置在海中，其旋轉的扇葉可能會讓不慎被捲入的海洋生物受傷或死亡。	需要設置隔絕生物的保護裝置。	
	海洋噪音、電磁波干擾	發電機組在水下產生的噪音、發電所造成的電磁場干擾，可能衝擊生態與鯨豚。	尚無解方	

參考資料：海島國家的綠能生力軍「海洋能」是什麼？台灣技術下一步往哪走？2022/07/08李昱德，台達電子文教基金會網站。網址：<https://www.delta-foundation.org.tw/blogdetail/4274>

教學活動（二）學生小組合作學習教學法（10分鐘）

將學生分為5組，分別去討論1個海外案例，1個台灣案例（可以是現行已用於發電），或是台灣的哪一個自然環境條件適合怎麼樣的海洋能源發電，透過網路資料查找紀錄，預備1組2分鐘的展演。

分組題目

組別	題目	台灣適用區域	海外適用區域
1	洋流	臺東縣	日本
2	海溫差	花蓮縣	美國
3	波浪	花蓮縣	英國
4	潮汐	花蓮縣	加拿大
5	鹽度差	新北市	挪威

教學活動（三）學生小組展演（10分鐘）

學生透過 Google Earth，展演適合自己組別海外、台灣各自海洋能產電的區域，並且用口頭說明該地的自然環境與現行狀況，在組別報告時，其他小組做同儕互評。

總結階段

一、課堂總結

教師總結小組海洋能發電的探討，並且糾正學生的觀念，討論台灣的海洋能源發展還在試驗階段，還沒有大規模的商業化，最主要的原因因為台灣是個自然災害多發的地區，多海上風暴與颱風，若能順利大規模地利用海洋能可能會大幅地顛覆世界的能源秩序。

二、作業交代、為下一節作準備

10分鐘

10分鐘

5分鐘

說明這一堂課是此次海洋教育與能源教育的最終節，雖然課程告一段落，但學習沒有結束，科學研發也持續在進行，鼓勵同學透過彈性自主學習，找出感興趣的議題進行探究與實作，累積學習歷程檔案。

(四) 附錄

附錄資料

一、附錄清單說明:

(一)學習單: 4份

(二)評量標準: 2份

二、附錄內容:

附錄1、各節單元學習單與展演小組合作學習教學引導

(學習單在本教案最後面)

附錄2、評量標準

使用各分項與各分級的「評分標準」(Rubrics)，為分項分級評量方式進行評量，教師可以事先公布評分標準，幫助學生了解自己會被評量的面向，以及應該如何獲得較高的評量成績，讓學生自主性地規劃，個人以及小組的學習成果應該如何呈現。

評量標準1：永續能源知識理解掌握程度評量學習單

程度	正確理解能力	因果推理思能力	類推舉例能力
優	正確且完整地填答永續能源的知識。	推理不同區域的永續能源開發，並討論異同與因果。	能舉例或是繪製地圖、統計圖或圖解說明。
可	大致正確但內容稍嫌不夠完整。	推理不同區域的永續能源開發，但無討論因果。	僅具有不完整但可理解的文字說明。
待改進	填答錯誤的知識。	無呈現地區之間的討論。	文字說明或是圖解說明錯誤

評量標準2：能具有思考、分析、類比永續能源發展與地理環境關係-展演成果的同儕互評與教師總評

程度	展演內容知識正確性	展演內容表達傳達力	展演內容創意度
優	展演內容符合當週的能源主題與小組指定主題（或區域）並且講出關鍵重點。	小組每一位組員皆參與展演，並且將小組的主題透過語言、肢體、簡報、地圖擗體順暢地呈現。	小組能透過各種創意的方式來呈現自己被分配到的能源主題，並且與其他同學互動性高。
可	小組呈現正確地區與主題，但呈現內容圍繞於關鍵邊緣，無切中主旨。	小組大致將主題呈現，但是展演過程具有卡頓稍不流暢，或是表達的主旨不明。	小組大致能呈現能源主題，但是與其他觀眾的同學互動性低。
待改進	小組呈現參雜錯誤的認知與錯誤的地理科的知識。	小組展演的呈現無法回應被分配到的主題或是地區的現象。	小組沒有消化資料，將資料直接照著讀，與台下的同學無互動或互動差。

能源教育議題主題式課程 - 海洋能源驚奇：臺灣海岸的能源多元化研究

第一節、臺灣作為海島國家能源轉型的方向與目標

班級：

座號：

姓名：

1. 請正確地將能源類型填入以下表格：

能源形成方式	能源是否可更新	能源類型
初級能源：天然形成的能源，不須經過轉化或轉變處理	再生能源： 不可再生能源：	太陽能、水力、風能、海洋能、地熱能、生質能 化石能源（煤、石油、天然氣、頁岩油氣）、核能
次級能源：經過處理或轉換所成的能源。		電能、汽油、煤氣、電磁能、燃料油、液化石油氣。

2. 請蒐集世界以下幾個國家的「使用」能源發電的比例（注意，區分「使用」與「生產」）：

國家	發電使用能源佔比			永續能源用於發電佔比	
	第一	第二	第三	第一	第二
臺灣	煤炭 (42%)	天然氣 (39%)	核能 (8%)	太陽能 (3%)	水力 (2%)
中國	煤炭 (55%)	石油 (19%)	天然氣 (9%)	水力 (8%)	風能 (7.5%)
美國	石油 (36%)	天然氣 (33%)	煤炭 (10%)	生質能 (5%)	風能 (4%)
英國	天然氣 (36%)	核能 (16%)	風能 (27%)	生質能 (15%)	水力 (2%)
法國	核能 (68%)	水力 (11%)	風能 (7%)	水力 (11%)	風能 (7%)
日本	天然氣 (37%)	煤炭 (32%)	太陽能 (9%)	太陽能 (9%)	水力 (8%)
加拿大	天然氣 (31%)	石油 (30%)	水力 (26%)	水力 (26%)	風能 (3.5%)

建議參考資料：美國能源資訊管理局、政府間國際組織國際能源署、世界核協會官方統計數據。

3. 請問淨零政策的意涵為何？

淨零政策路徑	內容
制定政策背景	聯合國政府間氣候變化專門委員會(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) 2022 年 2 月公布報告 (IPCC AR6)指出，全球暖化將在近 20 年內升溫至攝氏 1.5 度，可能導致極端天氣、熱浪、生物多樣性喪失等天氣災難。聯合國氣候大會亦呼籲應採取更為急迫之氣候行動，將全球溫室氣體排放量在 2030 年前減半，並在 2050 年達到淨零 ，以因應全球氣候緊急之高風險衝擊。
臺灣政府政策	臺灣2050淨零排放路徑及策略總說明，期待將電力能源去碳化：總電力60 – 70%為再生能源、9 – 12%之氫能，加上碳捕捉之火力發電20 – 27%。

4. 小組合作討論與展演

被分配到的區域	泰國
適合使用的再生能源 (可列多項)	離岸風電發展、海洋能發電
適合的原因（從地理環境的觀點）	泰國位於板塊中間，非板塊交界帶，因此地震較少，若在離岸建造風機不容易遭受毀壞，且該地夏季迎西南季風，可以用季風來發進行風力發電。

5. 小組分工

自己在小組內的分工任務
透過世界板塊分佈圖、海底地形圖、陸地地形圖、行星風系圖、季風圖等疊圖，跟組員們共同討論出泰國可以在其南風建立離岸風機。

能源教育議題主題式課程 - 海洋能源驚奇：臺灣海岸的能源多元化研究

第2節、臺灣近海的離岸風電在哪裡？

班級：

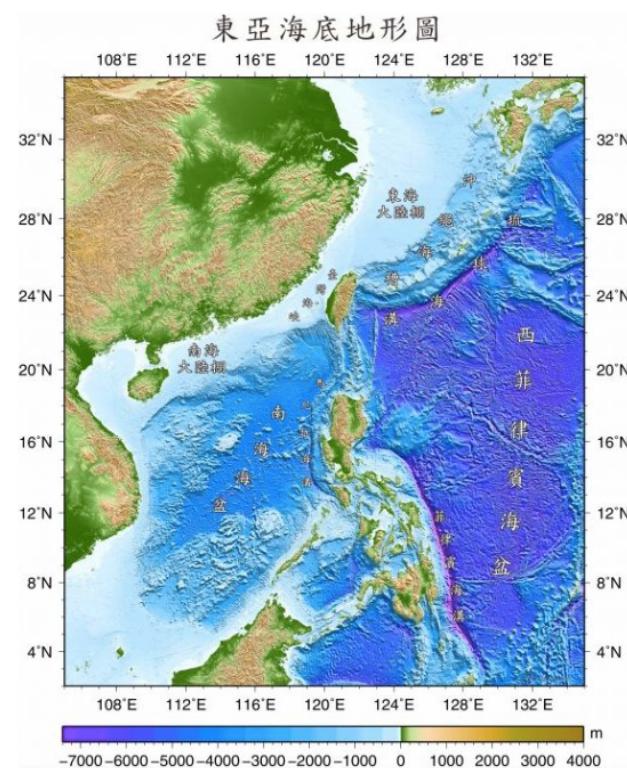
座號：

姓名：

1. 請填妥下表台灣離岸風電的各項資料與海底地形、盛行風向：

啟用時間	風場地區	名稱	電力產能裝置容量（單位 MW (千瓩)）	海底地形、深度	盛行風向
2020 (台灣首座)	台灣西北苗栗縣海岸約2-6公里處	海洋風電 (Formosa I)	128	大陸棚海地地形 臺灣海峽近岸處 20-50公尺深	10月-隔年3月 東北季風、 4-9月西南季風
2021	彰化縣芳苑鄉西側海域	台電離岸一期	110		
2023	苗栗縣竹南鎮外海	海能風場	376		

2. 請將上述離岸風電的風機位置標在下列地圖上，並且查找海水深度與風向，說明為何設置於此處（可參照右側的東亞海底地形圖理解，地形圖資料來源：國科會海洋學門）



6. 小組合作討論與展演

被分配到的區域	英國
離岸風電可放置位置	應該放在西部迎西風的區域
適合的原因（從地理環境的觀點）	英國位於西風帶，西風強勁，因此可以設置在大西洋側迎接西風的位置，經過在班級課堂當中的展演，風車都高速運轉。

7. 小組分工

自己在小組內的分工任務

透過分析全球風帶，在歐洲可以判定英國中年西風吹拂，因此我去查找英國西岸有哪些可能可以設置離岸風機的地方，以地圖呈現，然而，我再查找時，發現英國的東部的海也有許多離岸風機甚至比西岸多，推測西風在英國的兩側均給足風力，而西側的海底地形可能更適合建造離岸風機。

第3節、臺灣沿海魚塭上的太陽能板景觀

班級：

座號：

姓名：

1. 太陽能的發電原理：

太陽能變為電能	
示意圖	<p>光生電的原理圖解</p>
說明	太陽能電池主要由 半導體矽 製成。半導體的導電性能介於導體和絕緣體之間。在半導體上照射光後，由於其吸收光能會激發出 電子和電洞（正電荷） ，導致半導體中有電流流過，這可稱為「光發電效應」或簡稱「光電效應」。

2. 臺灣漁電共生的現況：請根據表格中的敘述，推測台灣漁電共生主要位於地圖中何處。

臺灣漁電共生案例討論	
<p>臺灣的漁電共生非常盛行，根據已核定的光電案場，彰化、雲林、嘉義、台南、高雄、屏東等六縣市 共有 20,905 公頃漁塭為公告「漁電共生」區。其中，臺南市七股區11,015公頃土地中，就有近半面積4,800公頃的魚塭，居全國之冠。廣大的面積加上日照時數長，讓七股成為光電業者競逐的場所。</p>	



3. 小組合作討論與展演

被分配到的區域	西亞與北非地區	
適不適合	適合-埃及	不適合-伊拉克
離岸風電可放置位置	北部地中海南岸地區	無
適合的原因（從地理環境的觀點）	沿海地區日照充足且可發展近海漁業，若有閒置漁塭可以實施魚電共生，根據聯合國糧農組織統計，埃及的養魚業排名全球第七，魚類產量排名非洲第一。	伊拉克全境乾燥，且養殖漁業不興盛，因此不適合引進漁電共生的能源概念。

4. 小組分工

自己在小組內的分工任務
利用 Google Earth pro 查找西亞與北非一代，可能為漁塭的衛星影像，再去查找屬性資料。

能源教育議題主題式課程 - 海洋能源驚奇：臺灣海岸的能源多元化研究

第4節、臺灣是否能利用海洋能發電？

班級：

座號：

姓名：

1. 請分別對應以下各類海洋能的利用方式。

項目	發電類別	發電原理	發電所需環境條件
海洋能發電	<u>溫差</u>	利用海洋表層與深層海水的溫度差，轉為熱源，將此熱能轉變成機械能帶動發電機發電	深需約1,000公尺，溫度差20°C以上，臺灣東部海域之海洋溫差較大。
	<u>波浪</u>	利用波浪之機械能（動能及/或位能）轉換為電能	平均浪高1至1.5米以上的海域即具開發價值。臺灣北部與東部沿海，每年秋冬季受強勁東北季風吹拂，終年浪濤拍岸，海洋能量巨大。
	<u>海流（洋流）</u>	利用海洋中強勁海流之動能轉換為電能	綠島及蘇澳外海之黑潮流速較快，具有開發為洋流發電的潛力
	<u>潮汐</u>	海潮漲落引起潮流產生電力	潮差5公尺以上（100公尺以上能商業化發電）東部地區潮差較大之港灣地形進行潮汐發電
	<u>含鹽濃度差</u>	海水和淡水之間或兩種含鹽濃度的化學電位差能。	多位於淡水與鹹水的交界，河口地帶

2. 根據上述，請把各項海洋能可能應用的位置，標在下方臺灣地圖上。



5. 小組合作討論與展演

被分配到的區域	<u>洋流發電</u>	
海內外	台灣	海外
例子	台灣東部的台東縣外海	日本東部太平洋千葉縣外海
適合的原因（從地理環境的觀點）	有黑潮流經，流速快	一樣有黑潮流經，流速快

6. 小組分工

自己在小組內的分工任務

利用 Google Earth pro 查找日本附近洋流的圖，去判定亞洲的日本因為黑潮也流經可能也可以發展洋流發電。