

「新興科技之能源科技-淺談海洋能源」教案設計

壹、教案設計

教學主題	新興科技之能源科技-淺談海洋能源	適用年級	不限定
適用科目	生活科技	使用節數	6(+8 實作)
設計者	曾文賢	所屬學校	國立花蓮女子高級中學

設計理念	<pre> graph LR A[新興科技-淺談海洋能源] --> B[科技與生活] A --> C[新興科技] C --> D[能源與動力] C --> E[能源產業] D --> D1[能源的特性及其應用-海洋能源] D --> D2[電動機、內燃機、外燃機、燃料電池的原理及其應用] D --> D3[能源開發與生態維護議題-海洋能源] E --> E1[能源產業的概況-海洋能源] E --> E2[能源科技對社會與生活的影響] E --> E3[能源科技發展趨勢-海洋能源] </pre> <p>科技是與時俱進的，解決問題能提供便利、舒適的環境，與時俱進的改善人類生活。然而，綜觀生活上的各種事物，都不「能」不行，也就是說，人類生活上的各項舒適、便利的作為，以及世界的經濟發展，都需要能源，人類透過運用和控制各式能源來協助改善生活、促進經濟發展。</p> <p>而化石能源總有用完的時候，再生能源應成為臺灣未來命脈，永續能源政策綱領在「淨源」方面提到，積極發展無碳再生能源，有效運用再生能源開發潛力。</p>
------	---

	<p>海洋佔地球 71% 的面積，而陸地則只有 29%，海洋蘊藏豐富的資源與能量，所以充份利用海洋的能量，是人類解決能源危機的一個很好的選擇。而四面環海的臺灣，具有豐富海洋能源，且靠近許多都市或聚落。海洋能的巨大潛力可提供新的可再生能源，我們應趁此時機投入海洋工程，培養建置及維運之就業人才，至少達到自給、自救、自理的程度，以求永續經營。本教案先淺談海洋能-其中有關於海洋能發電。</p>		
<p>建構 教學 目標</p>	<p>能力指標</p>		<p>教學目標 (由「設計理念」結合「能力指標」而形成)</p>
	<p>學習領域 能力指標</p>	<p>海洋教育 能力指標</p>	
	<p>2. 科技社會與環境 2-1. 資源的運用探討科技發展中有關資源運用的情形。 2-2. 科技對社會的影響。 2-2-1 探討科技社會的特質。 2-2-2 討論科技所引發的倫理道德與法律的問題。 2-3. 科技對環境的影響。 討論科技所引發的環境變化及污染的問題，並建立環境意識與保護之概念。 4. 科技世界 4-1. 科技的範疇。瞭解科技領域的範疇與分類。 4-4. 製造科技概述。瞭解製造科技之材料、組裝的方法、流程及其與生活、環境的關係。 4- 6. 能源與動力概述。瞭解能源之類別、開發、應用與動</p>	<p>2-5-3 瞭解海洋各級產業與科技發展的關係。 2-5-4 海洋科技產業、海洋知識經濟體科技與海洋經濟的發展。 4-2-6 運用適切材質，製作簡易的水上漂浮器具。 4-3-3 說明潮汐現象的變化及其與生活的關係。 4-4-4 認識海洋在地球上的分布、比例及種類。 4-4-10 認識潮汐、風力等發電方法對經濟發展與環境的重要。 4-5-2 瞭解海洋的基本特質(如溫度、鹽度、波浪、潮汐、海流)的成因、分佈或變化，及其與生活的關係。 5-1-2 瞭解人類不當的行為對河流或海洋環境及其他生物的危害。 5-3-5 瞭解海洋常見的能源、礦物資源。 5-3-6 蒐集海洋環境議題之相關新聞事件(如海洋污染、海岸線後退、</p>	<p>1、認知方面 1-1 認識海洋能及其能源產業應用(2-1, 2-3, 2-4, 3-1, 2-5-3, 4-5-2) 1-1-1 何謂海洋能。 1-1-2 潮汐能與潮汐發電。 1-1-3 波浪能與波浪發電。 1-1-4 洋流能與洋流發電。 1-1-5 溫差能與溫差發電。 1-1-6 海洋風場風力發電。 1-1-7 海洋新礦產能源。 1-2 瞭解台灣海洋能的特質及其經濟價值進行應用評估(1-1, 1-3, 5-5-2, 5-5-7, 5-5-9)。 1-2-1 台灣海浪及潮差狀況。 1-2-2 台灣海域洋流分佈。 1-2-3 台灣海域溫差狀況。 1-2-4 台灣的風場所在及特性。 1-2-5 台灣海域天然氣水化合物分佈。 1-3 瞭解台灣海洋各級產業與科技發展現況及關係。(1-2, 1-3, 2-5-3, 5-5-9) 1-3-1 台灣潮汐發電發展現況。 1-3-2 台灣海浪發電發展現況。 1-3-3 台灣洋流發電發展現況。</p>

	<p>力裝置之原理及其與生活、環境的關係。</p> <p>4-8. 新興科技概述。瞭解當代新興科技的發展趨勢、影響及其與生活、環境的關係。</p> <p>5. 創意設計與製作</p> <p>5-1. 設計之意涵、方法與程序。</p> <p>能夠在日常生活中察覺問題並思考問題解決的方法與步驟，提出多種可行方式，進而選擇最佳的解決方案，以達到設計創新之目的。</p> <p>5-2. 發明與創新。利用文字、圖表、工程圖、電膩繪圖或其他方式，清楚的表達創意與構想，並且能實際安排完整的製作程序。</p> <p>5-3. 設計規劃與實作。能夠將創意、構想與設計以實作呈現。</p>	<p>海洋生態的破壞)，瞭解海洋遭受的危機與人類生存的關係。</p> <p>5-4-5 認識海洋再生資源及其在生活中的運用。</p> <p>5-4-6 認識常見的環境污染指標生物與生物累積作用，察覺人類活動對生物與自己的影響。</p> <p>5-4-8 瞭解科技發展與海洋資源永續發展的關係。</p> <p>5-5-9 瞭解臺灣海洋能源的開發及其成果。</p> <p>5-5-10 利用不同時期的圖像分析臺灣海岸線，說明臺灣海岸曾因人為與自然因素而變遷，並提出因應對策。</p> <p>5-5-11 瞭解海洋環境變遷、過度使用對生態環境的影響，並提出因應對策。</p> <p>5-5-12 評析海洋環境污染透過海洋生物累積造成的後果，並提出因應對策。</p> <p>5-5-13 評析海洋環境之倫理、社會與永續發展議題。</p>	<p>1-3-4 台灣離岸風力發電廠現況。</p> <p>1-4 瞭解台灣海洋科技產業的發展對台灣科技與工業、經濟發展及國家競爭力與環境的影響(1-4, 1-5, 2-5- 4, 5-5-13)</p> <p>1-4-1 瞭解台灣目前海洋能源整體運用。</p> <p>1-4-2 瞭解台灣目前海洋能源運用的困境。</p> <p>1-4-3 評估台灣海洋科技產業對台灣能源運用與環境的影響。</p> <p>2、情意方面</p> <p>2-1 樂於瞭解各種海洋產業。(1-3, 1-6, 5-5-13)</p> <p>2-1-1 樂於關注台灣海洋能源發電議題。</p> <p>2-1-2 樂於瞭解各國海洋產業與能源發展的相關。</p> <p>2-2 樂於瞭解台灣海洋科技產業對社會與生活的影響。(1-3, 1-6, 5-5-13)</p> <p>2-2-1 樂於關注台灣海洋能源發電議題。</p> <p>2-2-2 樂於參與海洋科技園區規劃相關活動與討論。</p> <p>3、技能方面</p> <p>3-1 具備發電模組操作技能。(3-1)</p> <p>3-2 學習能具有科技規劃的技能。(2-5, 2-5-4, 5-5- 4)</p> <p>3-3 學習合作、腦力激盪的討論技巧。</p>
<p>學生能力分析</p>	<p>1. 國中自然與生活科技。</p> <p>2. 高中職生活科技：科技的本質，科技社會與環境，科技、科學與工程，科技世界。</p>		

	<p>(一) 各組三~五分鐘接力發表建設大未來：替代性能源影片之心得及討論。(五組，報告後回饋、提問或討論等)</p> <p>(二) 各組所負責的海洋能源發電方式報告。(預定二組)</p> <p>1. 潮汐能： 公共電視：潮汐發電原理和法國朗斯發電廠(2分7秒，建議看完，老師補充說明，接著潮汐能小組發表該組報告，之後學生及老師回饋、提問與討論。) https://www.youtube.com/watch?v=TW9h_Fvc3kY</p> <p>2. 海(洋)流能： 公共電視： 1. 柯氏力與洋流原理 https://www.youtube.com/watch?v=pky180P8vg (2分7秒) 2. 黑潮發電原理 (4分17秒) https://www.youtube.com/watch?v=uYtQYR8ysqk&index=60&list=PL57DA773B4E026F3E (共6分24秒，可以全部看完，或老師視實際需求停止，並作補充說明，接著讓潮流能小組發表該組報告，之後學生及老師回饋、提問與討論。)</p> <p>三、綜合活動：針對本次課程討論內容 (一) 學生回饋 (二) 教師回饋 (三) 請學生利用時間先行觀賞影片：【氣象樂活家】20151225 - 巴黎氣候變遷會議。</p>	(50) (30)		
		15		
1-1	第五、六節課	100	黑板(白板)、粉筆	學習單、分
1-2				單、分
1-3	一、引起動機	5	(白板筆)、銀	組上台
1-4	(一) 教師上課規則說明。		筆)、銀	報告、
2-1	(二) 進行各組所負責的海洋能源發電方式報告。		(布)幕、	自評表、
2-2			單槍投影	表、互
3-1	二、發展活動：口述、觀看與討論	35	機、電腦、	評表
3-2	(一) 海洋能源的研究(Energy from the		教科書、	

3-3	<p>Oceans)</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=DzyKVV6F9Jg</p> <p>其一：海蛇(波浪能)2分14秒，看完，老師補充說明，接著波浪能小組發表該組報告，之後學生及老師回饋、提問與討論。</p> <p>(二) 海洋溫差能：</p> <p>公共電視：溫差發電原理</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=gn2DrR1HqXM (3分21秒，可看完，老師補充說明，接著海洋溫差能小組發表該組報告，之後學生及老師提問與討論。)</p> <p>(三) 岸外風能：</p> <p>公共電視：丹麥海上風力發電</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=60ykLZpz5-4</p> <p>(4分15秒，可看完，老師補充說明，接著岸外風能小組發表該組報告，之後學生及老師提問與討論。)</p> <p>三、綜合活動：</p> <p>(一) 學生回饋。(20)</p> <p>(二) 教師回饋。(10)</p> <p>(三) 省思：氣候變遷。(30)</p> <p>詳知識小塊十一</p> <p>影片：【氣象樂活家】20151225 - 巴黎氣候變遷會議</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=lvo0qvyZHAg</p> <p>(影片總長24分，引導觀看前3分23秒，老師補充說明，安排相關議題給學生討論，之後讓學生反饋，最後由老師總結此專題“淺談海洋能源”單元課程。)</p>	60	自編教材	
-----	---	----	------	--

貳、教學簡報檔

<p>投影片 1</p>		<p>新興科技：能源科技、生物科技、醫藥科技、農業科技等</p>
<p>投影片 2</p>	<p style="text-align: center;">能源簡介(一)</p> <p>初級能源：指天然形成的能源，包括石油、天然氣、煤、風力、水力、太陽能。</p> <p>次級能源：指初級能源經過處理或轉換後形成，包括電能、電磁能、汽油、燃料油、液化石油氣、煤氣。</p> 	<p>天然能源</p>
<p>投影片 3</p>	<p style="text-align: center;">能源簡介(二)</p> <p>再生能源：指隨著大自然的運轉而永不枯竭的能源，包括風能、海洋能、太陽能、地熱能等。</p> <p>非再生能源：指其有消耗性，其蘊藏量有限，會日漸減少，用完就不能再用的能源，包括煤、石油、天然氣。</p> 	<p>再生能源與非再生能源的發展</p>
<p>投影片 4</p>	<p style="text-align: center;">就是要能源(一)</p> <p>食、衣、住、行、育、樂等，人類生活上的各項舒適、便利的作為，需要能源。</p> <p>世界的經濟發展，需要能源。</p> 	<p>生活上的各項便利作為</p>

<p>投影片 5</p>	<p style="text-align: center;">就是要能源(二)</p> <p>人類透過運用和控制各式能源來協助改善生活，促進經濟發展，綜觀生活上的各種事物，都不「能」不行。</p> 	<p>能源的重要</p>
<p>投影片 6</p>	<p style="text-align: center;">能源在臺灣</p> <p>臺灣地區能源蘊藏貧乏且自產能源比率偏低，超過98%之能源供給需自國外進口，積極發展自主化之能源產業，減少對進口能源之需求，為當務之急。</p> 	<p>台灣的能源發展</p>
<p>投影片 7</p>	<p style="text-align: center;">臺灣再生能源(一)</p> <p>1. 太陽光電</p> 	<p>由於目前太陽光電能系統應用作為發電的成本較石化燃料發電、水力發電、風力發電為高，主要應用多為著重其(a)可攜帶性高、(b)燃料仰賴性低、(c)模組化擴充性高、(d)輸出功率與日射量成正比等特性。因此，太陽能應用系統目前以小功率容量系統居多，尤其是像計算機、手錶等取代電池電力或延長電池使用時間之應用最為常見。其次，山區、偏遠地區或無市電網路地區，獨立式太陽光電系統應用較被使用，諸如，深水泵浦用於汲水灌溉、畜牧，通訊中繼站、蒙古包之電力化系統。</p> <p>政府為推廣再生能源技術於民間社會，於民國八十九年開始實施太陽光發電示範系統獎勵補助措施，除給予申請設置者每峰瓩 15 萬元的補助之外，另針對政府行政機關、公私立大學及公立醫院，透過公開評選，選出具特殊良好示範效果之申請案，提供最高 10 峰瓩之全額經費補助。</p> <p>105094 取自 http://www.re.org.tw/Knowledge/Index/1#B</p>

<p>投影片 8</p>	<p>臺灣再生能源(二)</p> <p>2. 風力能</p> 	<p>定義：風力發電係依靠空氣的流動(風)來推動風力發電機的葉片而發電，為現代風力應用的主流。風力發電機大多於風速介於 2.5~25 公尺/秒間發電，由於風能與風速的三次方成正比，故風速愈高發電量愈大。我國估計陸上約有 100 萬瓩、海上約有 200 萬瓩風力發電潛力。</p> <p>風力機適宜設置於無遮擋及風性良好的開闊場所，一般選擇風速可使每瓩容量的年發電量達 2,000 度以上的地點設置；國內最適合發展風力發電的區域主要在台灣本島西部海岸如新竹、彰化、雲林、嘉義、屏東等，以及澎湖離島、外島等區域。</p> <p>105094 取自 http://www.re.org.tw/Knowledge/Index/3</p>
<p>投影片 9</p>	<p>臺灣再生能源(三)</p> <p>3. 水力能</p> 	<p>定義：</p> <p>當位於高處的水(具有位能)往低處流動時位能轉換為動能，此時裝設在水道低處的水輪機，因水流的動能推動葉片而轉動(機械能)，如果將水輪機連接發電機，就能帶動發電機的轉動將機械能轉換為電能，這就是水力發電的原理。水力為最“傳統”的再生能源之一，水力發電技術也是再生能源中最成熟者。</p> <p>技術發展：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 慣常水力發電：利用河川天然流量或調蓄該流量發電者，包括川流式水力發電(Run-off-River Hydropower Generation)、調整池式水力發電(Pondage Hydropower Generation)及水庫式水力發電(Reservoir Hydropower Generation)等三類。 2. 抽蓄水力發電(Pump-Storage Hydropower Generation)：利用夜間離峰時間或豐水時期剩餘之電力，將下游的水抽水蓄存於上游的貯水池，於尖峰時段放水發電，包括純抽蓄水力、混合式抽蓄水力。 <p>105094 取自 http://www.re.org.tw/Knowledge/Index/2</p>

臺灣再生能源(四)

4. 生質能



台中焚化爐焚化發電廠 (Taichung WTE)



台中焚化爐焚化發電廠 (Taichung WTE)

定義：

生質能泛指由生物產生之有機物質包括沼氣、稻殼等農業、工業、都市廢棄物以及能源作物，經過焚化、氣化、裂解、發酵等技術轉換成燃油、燃氣與電力等可用能源。由於兼具能源與環保雙重貢獻，是國際公認最廣泛使用的再生能源，約占世界所有再生能源應用的三分之二。估計台灣地區之應用潛力可達3.3百萬公秉油當量，占再生能源總潛力的40%。

利用：

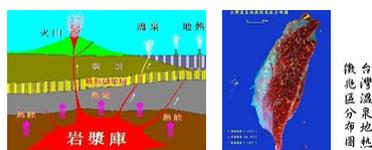
生質能利用之技術範圍相當廣泛，例如：一、直接燃燒技術：廢棄物以直接燃燒方式產生熱能與電力，如現有的大型垃圾焚化廠，以焚化垃圾進行發電。二、物理轉換技術：廢棄物經破碎、分選、乾燥、混合添加劑及成形等過程而製成品質良好，易於運輸及儲存之固態衍生燃料，作為鍋爐、水泥窯之燃料，如以紙廠廢棄物製成錠型之固態燃料作為燃煤汽電鍋爐之輔助燃料。三、熱轉換技術：廢棄物利用氣化與裂解（液化）等熱轉換程序產生合成燃油或瓦斯，可作為燃燒與發電設備之燃料，如廢保麗龍或廢塑膠經裂解反應可回收燃油作為鍋爐之燃料；又如稻殼、能源作物或廢紙渣可利用氣化程序產製合成燃氣，進行燃氣發電。四、化學／生物轉換技術：經發酵、酯化等化學或生物轉換程序產生沼氣、酒精汽油、生質柴油、氫氣等，作為引擎、發電機與燃料電池的燃料，如垃圾掩埋場廢棄物、工業或畜牧廢水經發酵產生之沼氣可進行發電利用；又如利用廢食用油進行酯化反應可產製生質柴油，作為汽車之替代燃料。將生質物轉化為類似煤、油、天然氣的衍生燃料，易於儲運並可擴大應用範圍，提高能源效率，降低污染，同時可與資源回收再利用系統結合，並節省廢棄物處理成本，使生質能技術極具市場競爭力。

1050904 取自

<http://www.re.org.tw/Knowledge/Index/4>

臺灣再生能源(五)

5. 地熱能



定義：

地熱為源自地表下的能源，隨深度增加而升高地層岩溫（地溫梯度），地球中心（地核）溫度推測高達 6,000°C。地球內部存有大量岩漿，當地殼板塊相互碰撞時伴隨產生之巨大壓力及溫度亦會形成岩漿。大部份的岩漿仍停留於地底下，並且在地底大區域產生熱岩石，使得淺層地殼的地溫梯度較高；水經熱岩石的加熱時，自地殼的斷層和裂縫處上升至地表，形成溫泉、泥火山、火山噴氣孔等。若上升的熱水遭遇不透水的岩層，即被限制在地底岩石的孔隙及裂縫中，形成所謂的「地熱儲集層」（geothermal reservoir），其溫度比地表溫泉高出許多，甚至可達 350°C，是極有用的能源。若地熱儲集層離地表不深時，可經由鑽井取得，目前經濟開發深度已可達 3,000 公尺的儲集層。台灣位於環太平洋火山活動帶西緣，地熱資源豐富，島上共有百餘處溫泉地熱徵兆，顯示熱源條件良好甚具應用潛力。

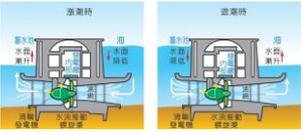
技術：

發電技術 高溫地熱儲集層包含液體和蒸汽，能夠提供蒸汽直接驅動蒸汽渦輪機。地熱井的高溫資源一般可產生蒸汽或蒸汽與水的混合流體，以下針對高溫資源發電，最常用的技術做一簡單介紹。

(1) 單閃發式發電廠（Single Flash Power Plant）：

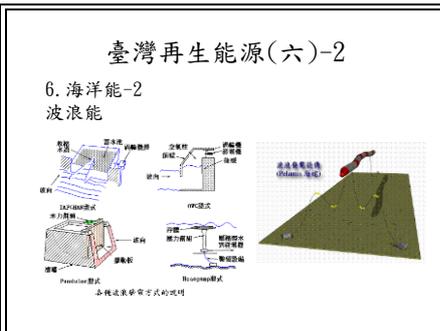
此為地熱發電廠最常見的類型，下圖顯示此類電廠主要的構成元件。自地熱井抽取之高溫水/蒸汽混合流體先經汽水分離器，流體之水份在低壓環境中蒸發為蒸汽 (flash)；與水分離後之蒸汽經管路輸送以驅動蒸汽渦輪機發電後，先經冷凝器冷凝，再經冷卻塔的冷卻作用，注入還原井中。典型地熱發電廠的發電容量為 5—100 MW，發電量的大小須考慮因素有蒸汽特性、氣體含量、壓力及電廠的設計。等，通常產生每 MW 的電力每小時須使用 6—9 公噸的蒸汽。

(2) 雙循環式發電廠（Binary Cycle Power

		<p>Plant)</p> <p>當地熱儲集層之溫度介於 100—220°C 時，則適合雙循環式發電廠。下圖顯示本類電廠主要的構成元件。儲集層的流體（蒸汽、水、或二者皆俱）流經一熱交換器，加熱沸點低於 100°C 之工作流體（通常為有機質）使其蒸發以驅動渦輪發電機。雙循環式發電使用後之工作流體，會經循環再回到熱交換器，形成一封閉迴路；而冷卻之地熱流體將再次注入儲集層。雙循環式發電廠之發電量規模約介於 500 kW—10 MW 之間。</p> <p>(3)複循環式（閃發式和雙循環式）發電廠： 複循環式發電廠是結合傳統蒸汽渦輪機技術及雙循環技術而成，經由這二種技術的組合，可獲致效率之全面提昇。以傳統蒸汽渦輪機而言，在高溫蒸汽狀態發電時，可得到較高效率；而分離後之較低溫熱水，可由雙循環式再利用發電，亦即，以雙循環式發電之冷凝—冷卻塔散熱系統將蒸汽渦輪機使用後之蒸汽冷凝，其剩餘熱能仍可用來對低沸點工作流體做熱交換，以產生更多電力。 1050904 取自 http://www.re.org.tw/Knowledge/Index/5</p>
<p>投影片 12</p>	<p>臺灣再生能源(六)-1</p> <p>6. 海洋能-1</p> <p>潮汐能</p> 	<p>海洋覆蓋地球表面積達三分之二以上，蘊藏著豐富的海洋能源可供開發使用，海洋能源除具有能量巨大、可以再生、無環境污染之虞等優點外，尚有不需陸地空間等等優勢，是一種具潛力的再生能源。海洋能源包含了可利用的再生能源（潮汐、海流、波浪、溫差等），依其能量轉換方式的不同可分為：利用每天潮流漲落的位能差產生電力之潮汐能源（Tidal Energy）；利用海洋中的洋流推動水輪機發電之海流發電（Tidal/marine Currents）；利用波浪運動的位能差、往復力或浮力產生動力之波浪能源（Wave Energy）；利用深層海水與表層海水之溫差汽化工作流體帶動渦輪機發電之海洋溫差能源（Ocean Thermal Energy Conversion，簡稱 OTEC）。新能源方面則包含海底天然氣水合物，一種存在深海地層富含天然氣的白色冰狀物質，其含有機碳的總蘊藏量據調查（Kvenvolden，1988）約是傳統化石燃料</p>

	<p>儲量的兩倍，是由化石燃料過渡到綠色再生能源利用的階段可供使用的海洋能源。</p> <p>效益：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 海流：雖然黑潮的流動蘊含豐富的能量，但海流發電需比風力發電更加昂貴的水輪發電機，以及維修及電力運送成本，國內現階段並沒有商業化的可能。 2. 潮汐：金門、馬祖之潮差已接近經濟型理想發電潮差，雖無大型河川排水可供配合，比較起昂貴的柴油發電，未來轉往以再生能源為主的發電方式應是政策推動的方向。 3. 波浪：台灣東部峭直的海岸地形，適合發展岸基型的波能發電技術，但初期應針對某一個定點做試驗性運轉以收集數據及進行環境影響的評估，尤其是我國夏季受颱風侵襲的次數多，如何加強波浪電廠水輪機的安全結構是最重要的課題。 4. 溫差：國內從 70 年代開始這一個方面的研究，相關配合的技術到最近才比較成熟，未來配合周邊諸如養殖、海水淡化或是冷凍空調的整體開發有助於離島的能源自主的發展。 5. 天然氣水合物：雖然現階段國際上還沒有進行商業開發的可能，但以台灣近海豐富的蘊藏量，加上甲烷是比 CO₂ 強 20 倍的溫室效應氣體，如果大量排放到大氣將對氣候造成影響，為了保護及利用環境資源，研究天然氣水合物具有相當重要的意義。 <p>1050904 取自 http://www.re.org.tw/Knowledge/Index/6 潮汐發電的方法主要分為三種：一、潮汐流發電。二、潮汐堰壩。三、動態潮汐能。第一座大型潮汐發電廠（Rance Tidal Power Station）於 1966 年投入使用。</p>
--	---

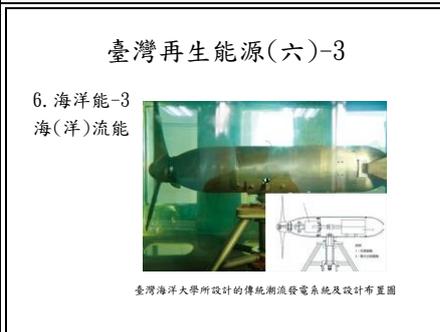
投影片 13



是海洋表面波浪運動所轉送的能量，可利用成為能源作不同用途，例如發電、海水淡化或推動抽水機等。

海洋波浪是由太陽能源轉換而成的，因為太陽輻射的不均勻加熱與地殼冷卻及地球自轉造成風，風吹過海面又形成波浪，波浪所產生的能量與風速成一定比例。而波浪起伏造成水的運動，此運動包括波浪運動的位能差、往復力或浮力產生的動力來發電。波浪能是海洋能中能量最不穩定又無規律的能源。

投影片 14



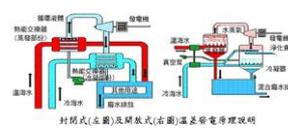
黑潮發電

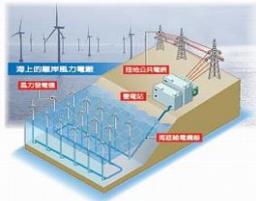
中山大學教授陳陽益率領的「黑潮發電計畫」研究團隊，歷經七年，終於實測成功利用黑潮擷取能量的世界首例。陳陽益說，研究證實如能在東海岸沿線架設廿座大型發電機組，將可供應全台七成發電量。

陳陽益昨天說，「黑潮發電計畫」研發、施工全由台灣自製，完成第一座深海洋流能測試系統，掛載低轉速的洋流渦輪機，在每秒一點二七公尺流速下，可達到廿六點三一千瓦(KW)的發電功率，即使在流速低至每秒零點四五公尺，發電機仍可持續運轉六十小時，發電技術獨步全球。在科技部支持下，研發團隊由陳陽益、成大研究員許弘莒、國家實驗研究院副研究員楊益、中山大學副教授薛憲文、慶富造船總裁陳慶男及萬機鋼鐵工業公司董事長白俊彥等產學界人士組成。

研究團隊二〇〇九年先在嘉南大圳測試，設計出能抵擋強大洋流的機台，為尋找適合的發電測試點，花了三年才確定在屏東架設，又因第一代渦輪機無法抵擋強勁東北季風，逐步改良渦輪機。

研究團隊去年三月先在小琉球模擬，以工作船拖曳發電機組產生相對流速，證實在每秒一點四三公尺的流速下，平均發電量為卅二點五七千瓦。七月在屏東縣東南方海域離岸十八海浬、水深九百公尺處建置測試系統，成功完成發電測試。

		<p>陳陽益說，洋流發電機組平均造價近億元，就發電成本計算，一度價格三至五元，便宜又環保。未來將在屏東到宜蘭海岸沿線展開流速、海底地質地形調查，畫設出適合架設發電系統的範圍，不過仍要考量漁民作業及電纜布設等配套。 http://udn.com/news/story/7314/1932269-%E9%BB%91%E6%BD%AE%E7%99%BC%E9%9B%BB-%E4%BB%96%EF%BC%8C%E5%89%B5%E4%B8%96%E7%95%8C%E9%A6%96%E4%BE%8B</p>
<p>投影片 15</p>	<p>臺灣再生能源(六)-4 6. 海洋能-4 溫差發電</p>  <p>封閉式(左圖)及開放式(右圖)溫差發電原理說明</p>	<p>利用表層海水與深層海水的溫度不同來進行發電。利用熱交換的原理來發電。首先需要抽取溫度較高的海洋表層水，將熱交換器裡面沸點很低的工作流體 (working fluid, 如氨、氟利昂等) 蒸發氣化，然後推動渦輪發電機而發出電力；再把它導入另外一個熱交換器，利用深層海水的冷度，將它冷凝而迴歸液態，這樣就完成了了一個循環。周而復始的工作。</p> <p>目前有封閉式循環系統、開放式循環系統、混合式循環系統等，其中以封閉式循環系統技術較成熟。</p>
<p>投影片 16</p>	<p>臺灣再生能源(六)-5 6. 海洋能-5 海水鹽差能</p>  <p>Statkraft osmotic power prototype in Hurum (網路圖片)</p>	<p>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。在海水和江河水相交匯處容易產生鹹淡水。據估算，地球上存在著 26 億千瓦可利用的鹽差能，其能量甚至比溫差能還要大。淡水豐富地區的鹽湖和地下鹽礦也可以利用鹽差能。</p> <p>在實驗室環境下，該技術已經被證實。荷蘭的逆電析法 (RED) 和挪威的壓力遲滯滲透膜法 (PRO) 正將此能源用作商業用途。但膜的昂貴成本是一個障礙。而現在研發一個新較為便宜的膜，利用電改性的聚乙烯塑料，它適合於潛在的商業用途。其他的方法已經提出，目前正在開發。主要有雙電層電容器技術和蒸汽壓力差方法。挪威國家電力公司已經興建全球第一間滲透壓發電廠 (Statkraft osmotic power prototype in Hurum)，容量為 4 千瓦，於 2009 年 11 月 24 日在挪威托夫特落成。</p>

<p>投影片 17</p>	<p style="text-align: center;">臺灣再生能源(六)-6</p> <p>6. 海洋能-6 離岸風能</p> 	<p>相對於陸上風場，設置於海域或水域，如海上、峽灣及湖泊中的風場。</p>
<p>投影片 18</p>	<p style="text-align: center;">省思</p> <p>氣候變遷 是指地球氣候長時間氣候的改變。影響氣候改變的因素如火山噴發或是週期性的太陽活動等。而人類所排放的溫室氣體則是影響氣候變遷加快、加劇的重大因素。</p> 	<p>氣候變遷與調適的重要。</p>

參、學生學習單

一、活動說明：

- (一) 台灣是一個海島，先賢先輩積極開採能源，期能改善生活，藉由本活動了解先賢先輩對台灣能源之開發與應用。
- (二) 台灣所擁有之天然能源有限，了解台灣的再生能源知之開發與應用。
- (三) 化石能源使用的缺點及即將用盡，積極發展無碳再生能源，有效運用再生能源開發。本活動針對再生能源中之海洋能，了解海洋能及海洋資源之應用，促進海洋環境的永續發展。

二、活動目標：

- (一) 臺灣得天獨厚，四面環海，可利用之海洋能如海(洋)流發電(如經過東部的黑潮)、潮汐發電、溫差發電、波浪發電等。
- (二) 瞭解海洋與經濟發展、國家安全、全球環境的關係。
- (三) 建立海洋意識與積極關心國家海洋發展。
- (四) 我們更應了解現今地球的氣候變化(遷)，進而對未來的氣候變化做出預估，防患自然災害帶來更大的衝擊，及做好調適。

三、活動程序：

- (一) 時間：3 週 6 節課，兩節課連排為佳。
- (二) 人員：每班分成五組。
- (三) 示範、講解、分組討論及報告。

四、評分項目：學習單 40%，口頭報告 35%，自評表 15%，模型 10%。

五、活動器材：

- (一) 電腦、投影機、雷射筆、攝影機。
- (二) 教師準備：相關影片、PPT 等。
- (三) 學生分組完成小組報告。

學習單一：台灣能源知多少？

第_____組 負責_____能

(一)在台灣，先輩曾經開發過那些能源？

(二)那些能源目前又被提出來再利用？

(三)台灣進口那些能源？

(四)進口的各項能源，主要用在何處？

(五)如何開源節流？

(六)台灣曾經或正在發展的再生能源？

學習單二：台灣的海洋能源

第_____組 負責_____能

- (一) 海洋能能源種類：(各小組必填)

- (二) 海洋能能源種類發電原理：(各小組依其負責之海洋能種類填寫)

- (三) 海洋能能源種類發電方法：(各小組依其負責之海洋能種類填寫)

- (四) 海洋能能源種類發電優缺點：(各小組依其負責之海洋能種類填寫)

- (五) 海洋能能源種類發電商轉可行性：(各小組依其負責之海洋能種類填寫)

- (六) 自製海洋能能源種類發電模型之可行性：(各小組依其負責之海洋能種類評估)

- (七) 自製海洋能能源種類發電模型相關圖說：(各小組依其負責之海洋能種類填寫繪製)

- (八) 省思：

肆、學習評量

一、學生學習自評表

第_____組 負責_____能
_____年_____班 座號：_____ 姓名：_____

經過本課程的學習後，請同學一面回想上課內容，並自我評量自己是否具備下列能力。請在每項能力後勾選出符合的學習程度。

能力檢核項目	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
我知道台灣能源發展。					
我能說明台灣能源發展。					
我能舉出生活中的能源運用實例，如：電力帶來的生活便利。					
我知道台灣再生能源發展。					
我能說明台灣再生能源發展。					
我能了解海洋資源。					
我能了解海洋能源發展。					
我知道台灣海洋能源發展。					
我能說明台灣海洋能源發展。					
我能重視海洋保護。					
我能認真仔細思考課堂上的問題並踴躍回答。					
我能在討論時傾聽別人的說法，並勇於表達自己的意見。					
我能反思科技發展所帶來的負面影響。					

我了解氣候變遷。

--	--	--	--	--	--

二、教師檢核能力指標達成狀況表

能力指標達成檢核項目	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
我能讓學生了解台灣能源發展。					
我能讓學生說明台灣能源發展。					
我能讓學生舉出生活中的能源運用實例，如：電力帶來的生活便利。					
我能讓學生了解台灣再生能源發展。					
我能讓學生說明台灣再生能源發展。					
我能讓學生了解海洋資源。					
我能讓學生了解海洋能源發展。					
我能讓學生了解台灣海洋能源發展。					
我能讓學生說明台灣海洋能源發展。					
我能讓學生重視海洋保護。					
我能讓學生認真仔細思考課堂上的問題並踴躍回答。					
我能讓學生在討論時傾聽別人的說法，並勇於表達自己的意見。					
我能讓學生反思科技發展所帶來的負面影響。					
我能讓學生了解氣候變遷。					

三、教師教學省思

生活科技課程新興科技中所談及能源科技是日常生活中相當重要的一部分，與我們的生活密不可分，能源帶給我們迅速、舒適及方便的生活，能源科技的發展讓能源運用得更為廣泛。如何讓學生能多認識能源及能源科技的發展，甚至能更進一步進行模型的設計與製作，是本單元課程嘗試努力的方向。

本單元課程於生活科技課程架構下，於一年級「創意設計與製作」選修課程進行，試行開設「新興科技之能源科技-淺談海洋能源」單元課程，試行授課對象即普通高中一年級選擇「創意設計與製作」選修課程的學生，計 20 位。

本單元課程試行授課對象是一年級學生，因其剛進入高中就讀，可以發現當學生在面對高中課程的緊湊、各自摸索高中生活學習方式、第一次上的選修課程以及選修學生是來自一年級不同的班級等因素下，在第一次上課即進行本單元課程時，發現操作上有著不同挑戰。例如，如何分組(雖然剛進高中，還是希望能與目前同班同學在同一組)?分組後小組討論情況(不同班的學生，討論狀況不理想)?小組報告之進行(資料的蒐集整理、由誰報告等小組分工)等，都需要多花些時間一起討論後進行，小組成員也需要花一些時間磨合。

本單元課程之設計亦是筆者第一次嘗試，從原始設計經過幾次的課程會議討論與修正，到實際進行本單元課程時的版本已有明顯方向，且在執行期間亦進行適當調整，以期學生在自主學習、知識的獲取及團隊合作上等，如思考與邏輯分析的訓練、科技知識與生活資訊的收集與整理等，皆能有所收穫，可讓學生進一步將知識與經驗結合並內化。

部分海洋能的內容與學生生活經驗的連結較弱，學生比較難以想像，在資料蒐集上與小組討論上較有困難。老師本身亦須作更充分準備並期待未來能源科技發展上有更明顯的實例，來強化學生的認知。

雖然是二節課的連排，相較於一節課，時間上有著優勢，但時間還是有限，所以時間的掌控很重要，本單元課程給予部分時間在課堂上討論，老師要掌握討論時間，提醒學生應該盡量簡潔明確。討論過程也希望學生能多思考，在小組發表心得即進行小組報告時，老師有適時地多給予鼓勵。

進行心得分享及後續的小組報告，可發現負責報告的同學(有小組以分工方式推派，亦有小組讓所有成員輪流接續報告)，或許因為害羞，顯得不好意思，在音量上不夠大聲；再者，也或許因為小組組員間的因彼此熟悉度不足，默契上就顯得不足；又因此，報告發表上可發現不夠熟悉，以致報告過程卡卡，並不順利。這部分在未來若繼續進行本單元課程時，可以考慮設計一些活動凝聚小組向心力以及培養默契。

進行心得分享及後續的小組報告也發現，欲請台下的同學發表意見來討論或提出問題來獲取近一步說明，僅有一、二位學生發言或提問，可發現學生應該是僅就自己負責項目進行準備，沒有涉獵其他，也沒有專心聽講以致無法分享討論或是提問，這點也可以在自評表中發現。

實際進行上，受到時間限制無法讓更多同學發表意見，這部分在未來若繼續

進行本單元課程時，可以考慮設計課後作業，讓學生能有更多的時間空間將所學的部分再加以延伸。

這次進行本單元課程時，遇到因颱風放假與期中考，連續中斷上課機會三次，以致課程連貫性受影響，需花些時間來接續課程。

對於進行觀看影片的心得報告時，因有事先要求學生將心得報告的檔案先交給老師，所以進行心得報告分享時，雖然有小組忘了攜帶自己的檔案，仍然能順利進行報告分享，第二次的小組報告，部分小組有繳交，部分因小組尚未完成檔案，以致未能先交，雖然有事先提醒，仍然有學生忘記攜帶裝有檔案的隨身碟，以致報告無法順利進行。老師應該要求學生備份檔案在老師處，以利課程之進行，也不致影響接續單元課程的進行。

所有與課程相關的活動，如資料蒐集、小組討論、檔案製作等，建議安排適當時間在課堂上完成，以避免學生回家後因不能使用電腦(或恰好無電腦可用)而造成延誤，但在課堂操作上，由於開放網路，以利學生資料搜尋，須注意學生藉機瀏覽與課程無關的網頁，如臉書、購物平台、影音網站等。

在回收的學生自評表中，各檢核項目人數及百分比如下列表格所示：

能力檢核項目	非 同 意	同 意	普 通	不 同 意	非 常 不 同 意
我知道台灣能源發展。	2/10%	13/65%	5/25%	0/0%	0/0%
我能說明台灣能源發展。	0/0%	9/45%	9/45%	2/10%	0/0%
我能舉出生活中的能源運用實例，如：電力帶來的生活便利。	7/35%	11/55%	2/10%	0/0%	0/0%
我知道台灣再生能源發展。	3/15%	12/60%	5/25%	0/0%	0/0%
我能說明台灣再生能源發展。	1/5%	6/30%	12/60%	1/5%	0/0%
我能了解海洋資源。	2/10%	14/70%	3/15%	0/0%	0/0%
我能了解海洋能源發展。	3/15%	10/50%	6/30%	0/0%	0/0%
我知道台灣海洋能源發展。	2/10%	10/50%	8/40%	0/0%	0/0%
我能說明台灣海洋能源發展。	1/5%	8/40%	10/50%	1/5%	0/0%
我能重視海洋保護。	9/45%	10/50%	1/5%	0/0%	0/0%
我能認真仔細思考課堂上的問題並踴躍回答。	2/10%	8/50%	7/35%	3/15%	0/0%

我能在討論時傾聽別人的說法，並勇於表達自己的意見。	1/5%	10/50%	5/25%	4/20%	0/0%
我能反思科技發展所帶來的負面影響。	7/35%	10/50%	3/15%	0/0%	0/0%
我了解氣候變遷。	5/25%	14/70%	1/5%	0/0%	0/0%

總共 20 位學生，回收 20 份。依上述資料顯示，以第一項為例，「我知道台灣能源發展」為例非常同意的有二位，占百分之十；同意的有十三位，占百分之六十五；普通的有五位，占百分之二十五。所有檢核項目大部分在同意以上，可以認定為有學習成效，若以普通以上計算，則百分比更高，甚至可說達成率 100%。

惟，仍有四位同學在部分項目勾選不同意，其一勾選了「我能說明台灣再生能源發展」、「我能說明台灣海洋能源發展」、「我能認真仔細思考課堂上的問題並踴躍回答」三個項目為不同意；其二勾選了「我能說明台灣能源發展」、「我能在討論時傾聽別人的說法，並勇於表達自己的意見」二個項目為不同意；其三勾選了「我能認真仔細思考課堂上的問題並踴躍回答」、「我能在討論時傾聽別人的說法，並勇於表達自己的意見」二個項目為不同意。；第四位同第三位勾選了「我能認真仔細思考課堂上的問題並踴躍回答」、「我能在討論時傾聽別人的說法，並勇於表達自己的意見」二個項目為不同意。除了是學生誠實表現自己學習成效外，亦提醒老師對個別需求不同的學生，應再多注意與加強協助。

另外，在「我能了解海洋資源」、「我能了解海洋能源發展」此二項目各有一位同學未勾選程度；在「我能說明台灣能源發展」項目，竟沒有任何一位同學勾選「非常同意」，亦是需要再注意的。

科技是協助科學理論的驗證與實現，目前高中眾多科目中，生活科技是動手做的科目之一，本單元課程在設計初期即希望能加入動手做部分，除了讓同學設計模型之外，更希望能將其所設計之模型能實際製作出來，讓學生在理論的驗證上能親自體驗，可以更加強知識的深化。此時作部分預期在繼續進行此單元課程時加入，由現在 6 節課的加上實作的時間(預計 6~8 節課)以期能發展完整課程。

面對 107 課綱的來臨，已與物理科老師初步討論，期待與物理科合作，結合物理課程中，「波」的單元，利用已有的水波台，進行波浪能相關數據研究並進行發電測試，發展跨科際整合的校本課程，讓學生學習並體驗到理論與實作得結合。與物理「波」相關之教案，可參考於國家教育研究院海洋教育參考教材之「高中職海洋教育補充教材之發展研究」(以下教案來源同此)由國立台南二中湯郁然老師於 104 年度發表的所發表之「海面上的波動現象—海浪」教案設計。

另外，也思考借重地球科學科老師的專業，如洋流、波浪或是天氣與海岸地形對波浪的影響等相關議題，與地球科學科發展跨科際整合的課程，以協同教學的方式來進行，亦期待發展跨科際整合的校本課程。

本單元課程中，有一小組選擇海洋生物能，就此部分如海中藻類及植物等，曾詢問生物科老師，筆者認為可借重生物科實驗，進行能量測試及轉換之可行性研究，故，亦可與生物科發展跨科際整合的課程，同樣也期待發展跨科際整合的

校本課程。可參考台北市立建國中學陳柔伊老師於 101 年度發表的「海藻資源」教案設計。

還有，曾就鹽位差議題就教化學科老師，其表示可進行鹽位濃度量測。可參考台北市立復興高中杜恒老師與國立中和高中陳欣怡老師於 101 年度發表的「海洋的化學資源」教案設計。而可燃冰則可參考國立臺中文華高級中學王雅玲老師於 101 年度發表的「天然氣水合物」教案設計。另外，臺北市立松山高級工農職業學校施政文、王麗華老師於 102 年度發表的「化學寶藏在海洋」教案設計，亦極具參考價值。

如上所述，能源科技中之海洋能源課程，至少可與四個科目進行跨科際整合課程，讓學生學習並體驗到理論與實作得結合，以提供學生學習與探索的多樣性課程，是值得發展成跨科際整合的校本課程。以上述四科各 2~4 節課進行相關課程，加上有 6 節及後續實作 6~8 節之安排，可形成整學期之校本課程。

本單元課程在實際執行時，受限於時間、空間與教具的限制，為僅利用電腦教室的學習活動，實際的自然現象與資訊都是透過網路影音的方式呈現，雖然也可以達到不錯的效果，考量是與生活有相關的知識與議題，也有實際的成品，故，若能有機會實際看到或接觸到已有的實體，或是到有進行相關研究的大學或機構參訪，相信在學生的學習上會有更佳的助益。

就整體而言，這次海洋教育融入課程，是課本以外的知識，相信學生在這次單元課程的學習上，都有收穫，而且是與生活相關的，此部分也很符合設計本教案的初衷。對於筆者也帶來相當多的成長，雖然筆者在課程操作上仍有不少改進的空間，衷心感謝能有這樣的機會，去嘗試以不同的方式來進行課程，讓筆者教學相長，不但能把理論與實作結合的實例給學生體驗，也對未來相關課程產生更多想法，期待改進再改進。

伍、教學活動照片



完成分組後，依同學意見，猜拳選題目，最贏者先選。



完成分組後，依同學意見，猜拳選題目，最贏者先選。



各小組依所選取題目，進行資料搜尋整理與進行小組討論。



各小組依所選取題目，進行資料搜尋整理與進行小組討論。



建設大未來替代性能源心得報告：
潮流發電



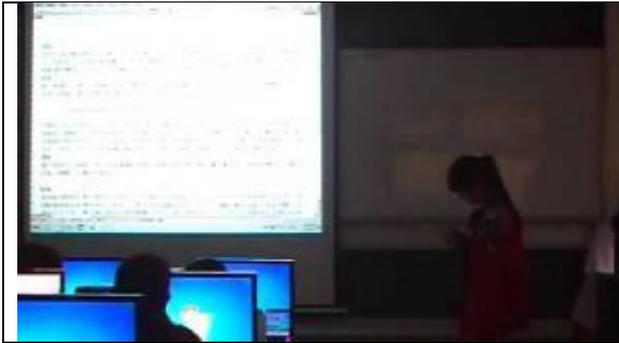
建設大未來替代性能源心得報告：
風能



建設大未來替代性能源心得報告：
天然氣水合物(或可燃冰)



建設大未來替代性能源心得報告：
太陽能(運用手機顯示講解內容)



建設大未來替代性能源心得報告：
總結(運用手機顯示講解內容)



建設大未來替代性能源心得報告：
老師總結



老師引言：潮汐發電
(含網路影片運用)



小組報告：潮汐發電



老師引言：波浪能
(含網路影片運用)



小組報告：波浪能



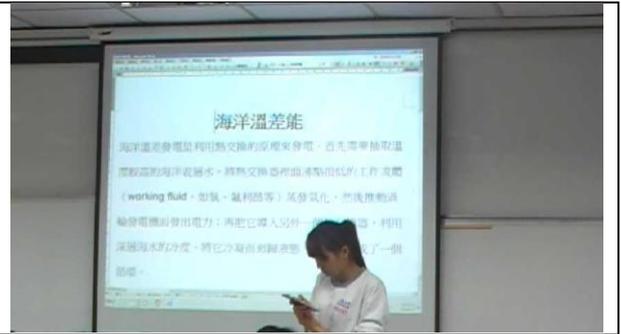
老師引言：海(洋)流能
(含網路影片運用)



小組報告：海(洋)流能



老師引言：海洋溫差能
(含網路影片運用)



小組報告：海洋溫差能



老師引言：岸外風能
(含網路影片運用)



小組報告：岸外風能



氣候變遷：
巴黎氣候變遷會議(含網路影片運用)



陸、教學補充資料

一、補充資料

知識小塊一

再生能源

根據聯合國環境規劃署 (UNEP) 的定義，「再生能源」 (Renewable energy) 係指理論上能取之不盡的天然資源，過程中不會產生污染物，例如太陽能、風能、地熱能、水力能、潮汐能、生質能等，都是轉化自然界的能量成為能源，並在短時間內 (幾年之內，相對於億年以上才能形成的石化燃料) 就可以再生。

再生能源指的是來源無所匱乏的能源，要讓人類能在球上永續發展，再生能源是必須的，然而單單使用再生能源並不保證能夠永續生存，這是因為再生能源會仍會產生污染或是製造廢棄物 (例如太陽能電池中所使用的重金屬)，只有當再生能源所產生的廢棄物能被處理時我們才真的能夠永續生存。目前，人們所使用的再生能源技術包括太陽能、風能、地熱能、水力能、潮汐能、海洋熱能轉換、生質能。

(105.5.2 取自 <http://www.tri.org.tw/unfccc/main05.htm>)

知識小塊二

海洋能

Marine energy 或 Ocean power，海洋受到太陽，月亮等星球引力以及地球自轉、太陽輻射等因素的影響，以熱能和機械能的形式蓄在海洋裏，海洋能主要包括潮汐能、波浪能、洋流能等動能量和海洋溫差能、海水鹽差能、海洋滲透能等，有專家估計，全世界海洋能的蘊藏量為 750 多億千瓦，這些海洋能源都是取之不盡、用之不竭的可再生能源。(105.5.2 取自

<https://zh.wikipedia.org/wiki/海水溫差發電#.E5.8E.9F.E7.90.86>)

臺灣得天獨厚，四面環海，可利用之海洋能如海(洋)流發電(如經過東部的黑潮)、潮汐發電、溫差發電、波浪發電等。

知識小塊三

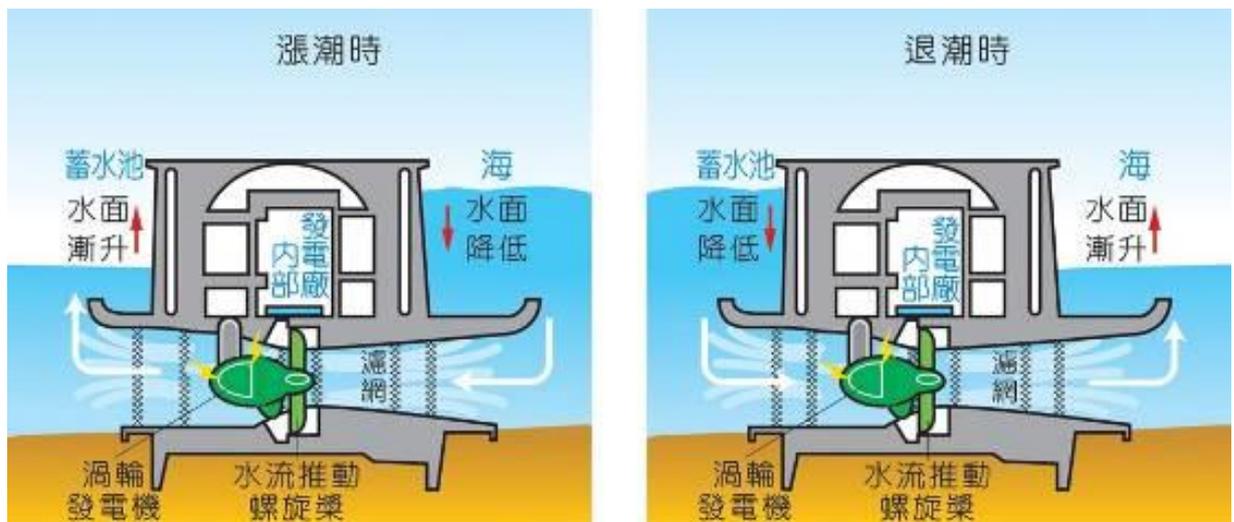
潮汐能

將地球直徑與地球-太陽或地球-月球之距離相較顯然是微不足道，但是太陽或月球對地球各地之作用力(引力)略有差異。真實月球引力和平均引力之差值稱為干擾力(disturbing force)，干擾力之水平分量迫使海水移向地球-月球連線並產生水峰。對應於高潮(high tide)之水峰，每隔 24 小時又 50 分鐘(即月繞地球一週所需時間)發生兩次，亦即月球每隔 12 小時又 25 分鐘即導致海水漲潮一次，此種漲潮稱為半天潮(semidiurnal tides)。潮汐導致海水平面之升高與降低呈週期性。每一月份滿月和新的時候，太陽、地球和月球三者排列成一直線。此時由於太陽和月球累加之引力作用，使得產生之潮汐較平時為高，此種潮汐稱為春潮(Spring tides)。當地球-月球和地球-太陽連線成一直角，則引力相互抵消，因此而產生之潮汐較低，是為小潮(neap tide)。

各地之平均潮距不同，如某些地區之海岸線會導致共振作用而增強潮距，

而其他地區海岸線卻會減低潮距。影響潮距之另一因素科氏力(Coriolis force)，其源自流體流動之角動量守恆。若洋流在北半球往北流動，其移動接近地球轉軸，故角速度增大，因此，洋流會偏向東方流動，亦即東部海岸之海水較高；同樣地，若北半球洋流流向南方，則西部海岸之海水較高。(105.5.2 取自 <http://www.tri.org.tw/unfccc/RenewableEnergy/RE-3.htm>)

潮汐發電的方法主要分為三種：一、潮汐流發電。二、潮汐堰壩。三、動態潮汐能。第一座大型潮汐發電廠(Rance Tidal Power Station)於1966年投入使用。



圖四、潮汐發電示意(網路圖片)

知識小塊四

波浪能 (Wave Energy)

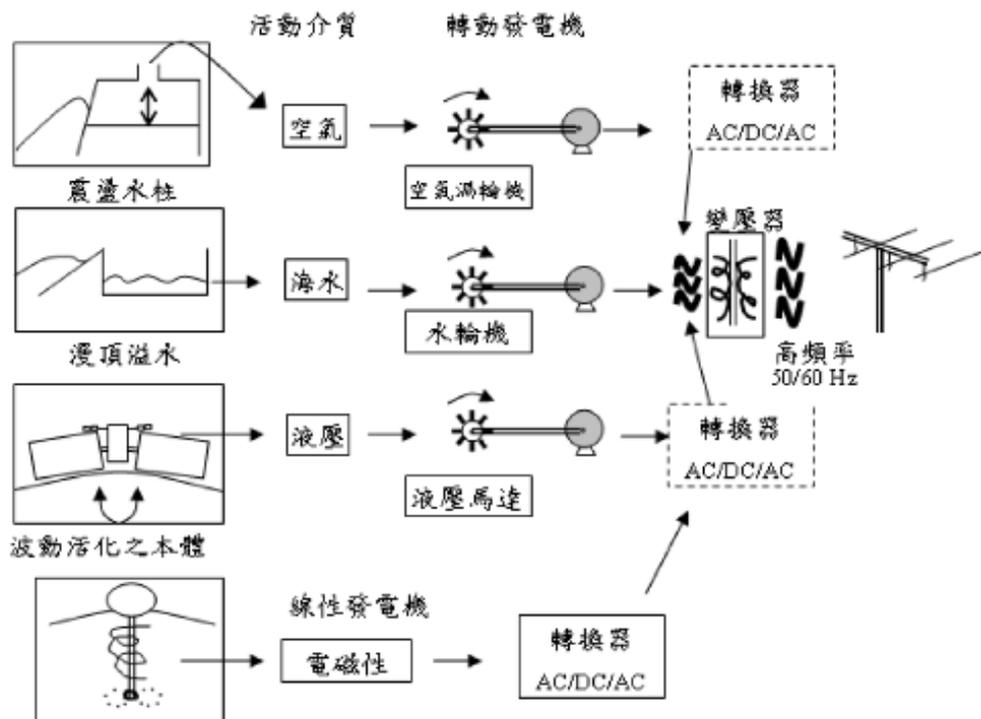
是海洋表面波浪運動所轉送的能量，可利用成為能源作不同用途，例如發電、海水淡化或推動抽水機等。

海洋波浪是由太陽能源轉換而成的，因為太陽輻射的不均勻加熱與地殼冷卻及地球自轉造成風，風吹過海面又形成波浪，波浪所產生的能量與風速成一定比例。而波浪起伏造成水的運動，此運動包括波浪運動的位能差、往復力或浮力產生的動力來發電。波浪能是海洋能中能量最不穩定又無規律的能源。

(105.5.2 取自 <https://zh.wikipedia.org/wiki/波浪能>)

1890年已有人嘗試使用波浪能，2008年第一個試驗波浪能發電農場Aguçadoura Wave Farm於葡萄牙開設。

波浪發電



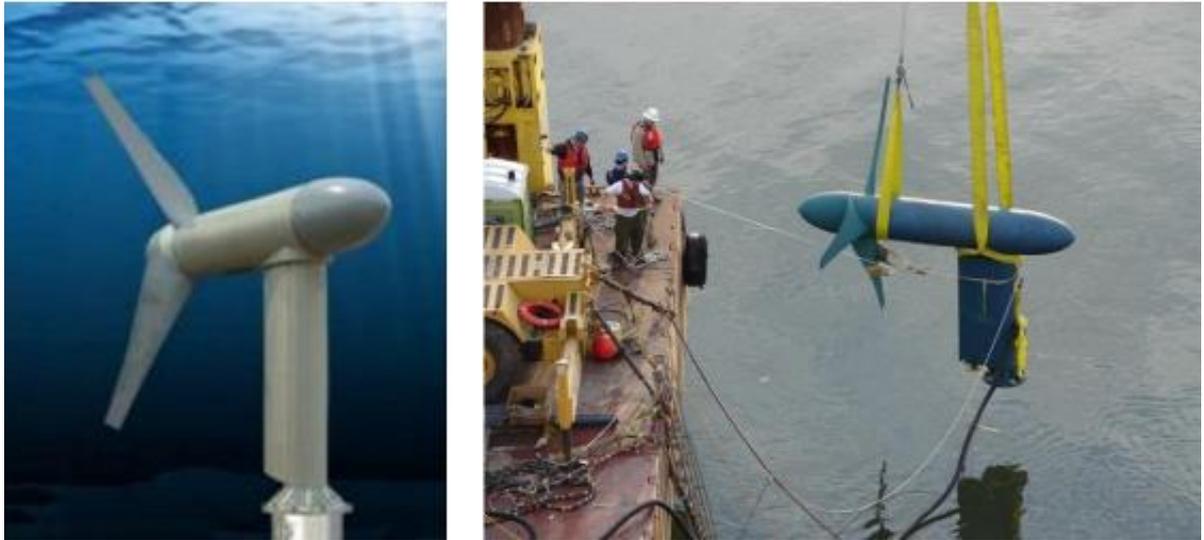
圖五、波浪發電示意(網路圖片)

知識小塊五

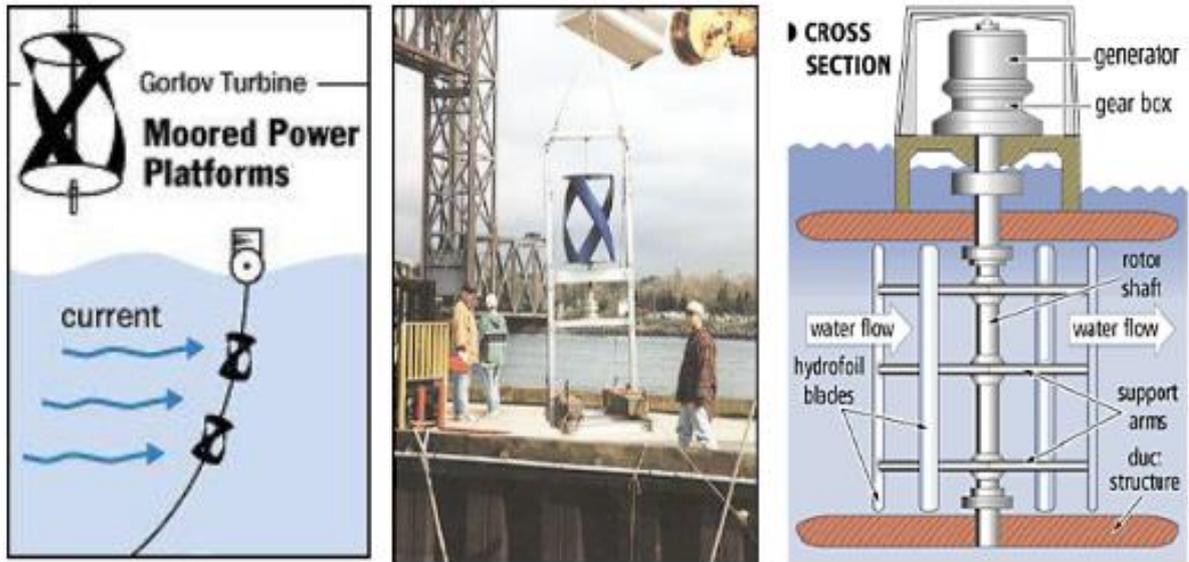
海(洋)流能

是一種利用海洋洋流，即海水流動的動能來產生電力，主要是指海底水道和海峽中較為穩定的流動以及由於潮汐導致的有規律的海水流動。雖然目前沒有被廣泛使用，海流能是目前的電源中一個重要的潛在未來發電。能量轉換效率比較高，大約達 20-45%，海流能比風能和太陽能發電更具可預見性。

(105.5.2 取自 <https://zh.wikipedia.org/wiki/海流能>)



圖六、Verdant Power水平軸渦輪機。(網路圖片)



圖七、Darrieus型垂直軸式渦輪發電機洋流發電示意(網路圖片)

黑潮發電

中山大學教授陳陽益率領的「黑潮發電計畫」研究團隊，歷經七年，終於實測成功利用黑潮擷取能量的世界首例。陳陽益說，研究證實如能在東海岸沿線架設廿座大型發電機組，將可供應全台七成發電量。

陳陽益昨天說，「黑潮發電計畫」研發、施工全由台灣自製，完成第一座深海洋流能測試系統，掛載低轉速的洋流渦輪機，在每秒一點二七公尺流速下，可達到廿六點三一千瓦(KW)的發電功率，即使在流速低至每秒零點四五公尺，發電機仍可持續運轉六十小時，發電技術獨步全球。

在科技部支持下，研發團隊由陳陽益、成大研究員許弘莒、國家實驗研究院副研究員楊益、中山大學副教授薛憲文、慶富造船總裁陳慶男及萬機鋼鐵工業公

司董事長白俊彥等產學界人士組成。

研究團隊二〇〇九年先在嘉南大圳測試，設計出能抵擋強大洋流的機台，為尋找適合的發電測試點，花了三年才確定在屏東架設，又因第一代渦輪機無法抵擋強勁東北季風，逐步改良渦輪機。

研究團隊去年三月先在小琉球模擬，以工作船拖曳發電機組產生相對流速，證實在每秒一點四三公尺的流速下，平均發電量為卅二點五七千瓦。七月在屏東縣東南方海域離岸十八海浬、水深九百公尺處建置測試系統，成功完成發電測試。陳陽益說，洋流發電機組平均造價近億元，就發電成本計算，一度價格三至五元，便宜又環保。未來將在屏東到宜蘭海岸沿線展開流速、海底地質地形調查，畫設出適合架設發電系統的範圍，不過仍要考量漁民作業及電纜布設等配套。

<http://udn.com/news/story/7314/1932269->

[%E9%BB%91%E6%BD%AE%E7%99%BC%E9%9B%BB-](#)

[%E4%BB%96%EF%BC%8C%E5%89%B5%E4%B8%96%E7%95%8C%E9%A6%96%E4%BE%8B](#)

黑潮發電群雄並起

近二十餘年來，隨著海洋能轉換系統的逐漸成熟，黑潮發電的可行性日高，各國對洋流能源開發的興趣也日隆，相關實驗機組陸續問世，相關科技進入逐鹿中原的戰國時代，勝出者將主導新世代的電力市場。

一般認為：若洋流速度達 1.0 m/sec 以上，即有開採的價值，而若介於 0.5 m/sec 到 1.0 m/sec，可開採性則視場址位置的評估而定。在各種再生能源中，洋流的長期可預測性、以及高達 80% 以上的發電負載率（即實際的平均發電量與潛在發電量之比值），是開發洋流發電非常有利的因素。

黑潮為太平洋洋流的一環，始於菲律賓，穿過台灣東部海域，沿著日本往東北方向流，相較於日本地區，我國海域的黑潮擁有離岸近、流況佳、流速高等特性，為台灣得天獨厚的海洋能源。就流量而言，黑潮為世界第二大洋流，僅次於墨西哥灣流。

我國最引人注目的黑潮發電機組莫過於萬機鋼鐵公司獨立研發出來的「海流發電系統」，此系統最大的特色之一是採用改良過的水車式渦輪機，其葉片之機械結構採用太陽行星式設計，水渦輪機葉片一方面會隨著轉動位置不同而自轉，另一方面則繞著轉盤的轉軸公轉，藉以降低傳統水車的逆向推力，增加作功效率。目前此系統已進入全尺寸實海域測試，預計測試地點為綠島附近的海域，單機組發電量為 8 KW；若測試成功，這將是全球第一部經過實際海況嚴苛洗禮的機組。

另外，日本自 2008 年起結合東京大學、IHI、東芝、與三井等集團，發展形式相對簡單的浮游式黑潮發電機，以每度電 20 日幣為目標。目前已完成 1/25 模型的水槽實驗，九月將進行實海域測試，若測試成功，將開發 1/4-1/2 尺度的示範機組。該系統的原型渦輪機直徑為 40 m 寬，一個機組有兩個渦輪機，預估發電量為 1 MW。

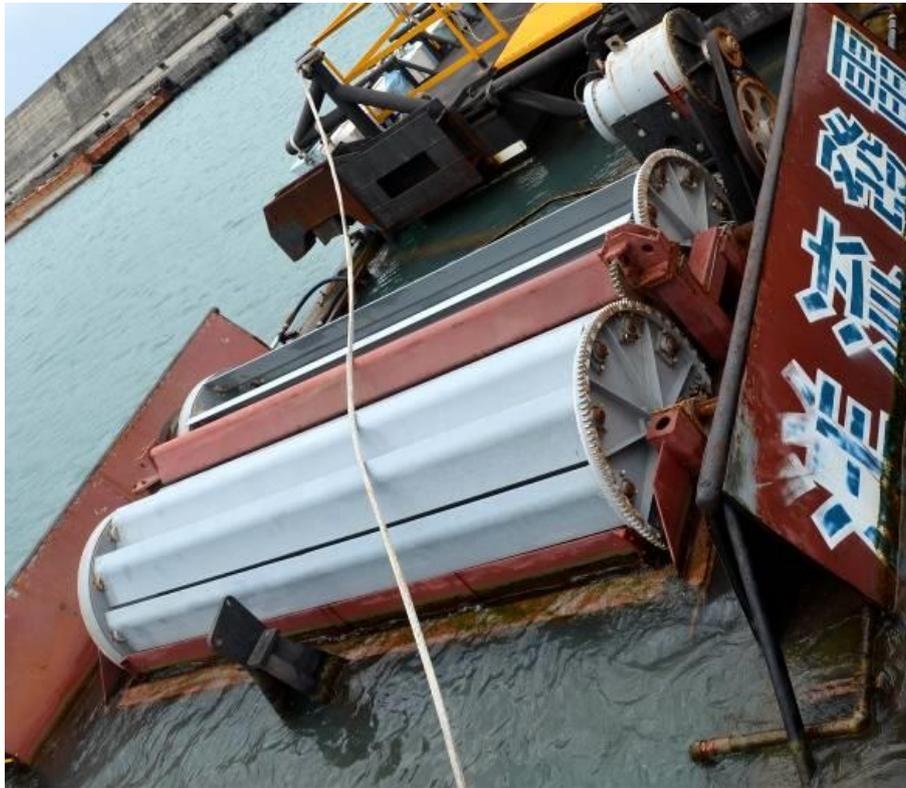
相關研發成員表示，他們有雄心藉此開發新產業；同時也表達台日應密切

合作，共同開發黑潮能的態度，並考慮來綠島的測試場進行實海域測試。

除了亞洲地區之外，瑞典 Minesto 公司也研發可作潮流與洋流發電的「深綠」(Deep Green) 系統。「深綠」渦輪機的特點是機組輕巧、操作便利、施工容易及造價便宜的優點，可底碇於海床或掛在水面浮台。目前設計的機組長度為 12 m，預估發電 500 KW，藉著 8 字型擺動，加速渦輪機，增加發電效率。

該機組目前在北愛爾蘭進行中尺度(1/4 縮尺比例之模型)實體測試，該公司總裁 Martin Edlund 博士日前來台，與海洋大學測試場洽談來台測試事宜，預計明年將於海洋大學測試場進行 1/4 縮尺模型之測試，若是成功，將接著在綠島測試場進行全尺寸測試，作為進攻亞太地區黑潮發電的前哨作業。

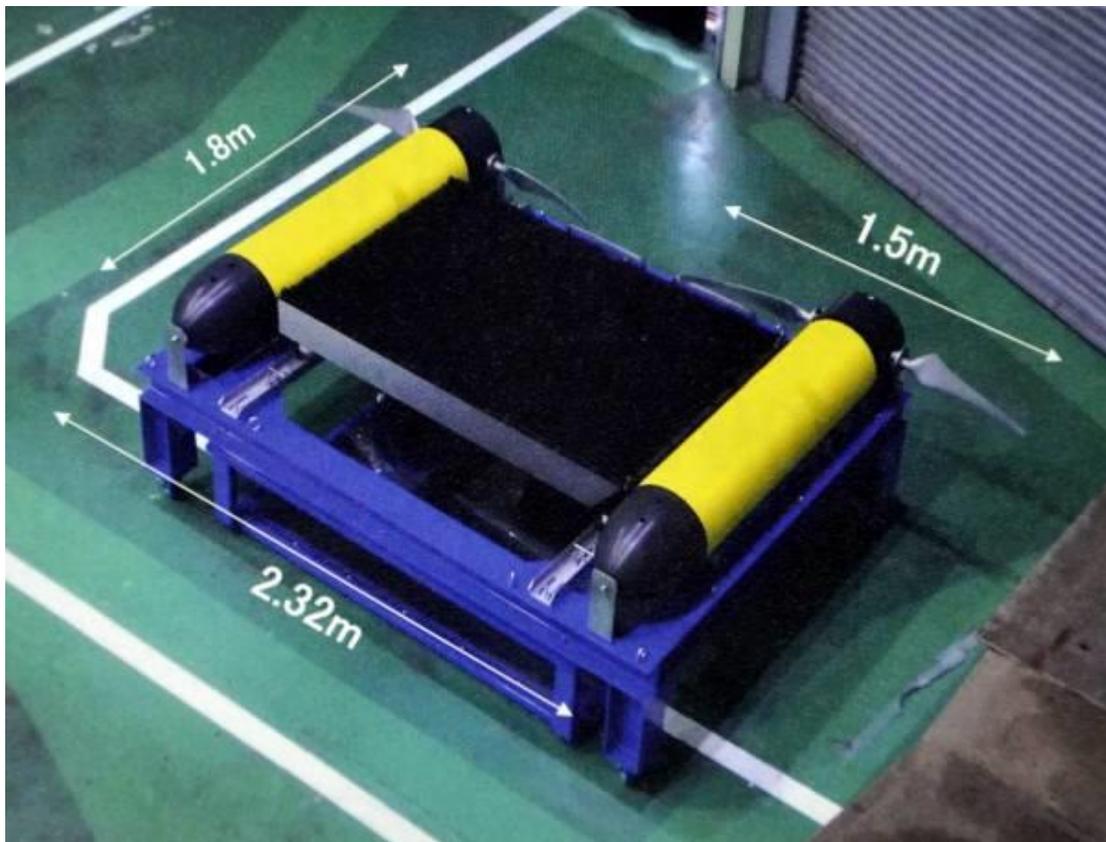
海洋能不似風能，風能的機組開發已臻於成熟階段，我國幾無研發大型風機的空間與商機；海洋能的機組研發則仍處於百家爭鳴的狀況，若我國能善用此機緣，則有很大的機會進入世界市場，或可為我國開發新能源所用；因此，全球有關潮流能與洋流能發電系統的開發趨勢值得我們密切關注。



圖一：我國萬機海流發電機的葉輪



圖二：日本浮游式黑潮發電機模型（1/25）



圖三：瑞典深綠發電系統模型（1/4）在北愛爾蘭進行測試

作者介紹

陳建宏教授(國立臺灣海洋大學)

<http://www.energyedu.tw/column.php?action=detail&cid=5&id=6>

知識小塊六

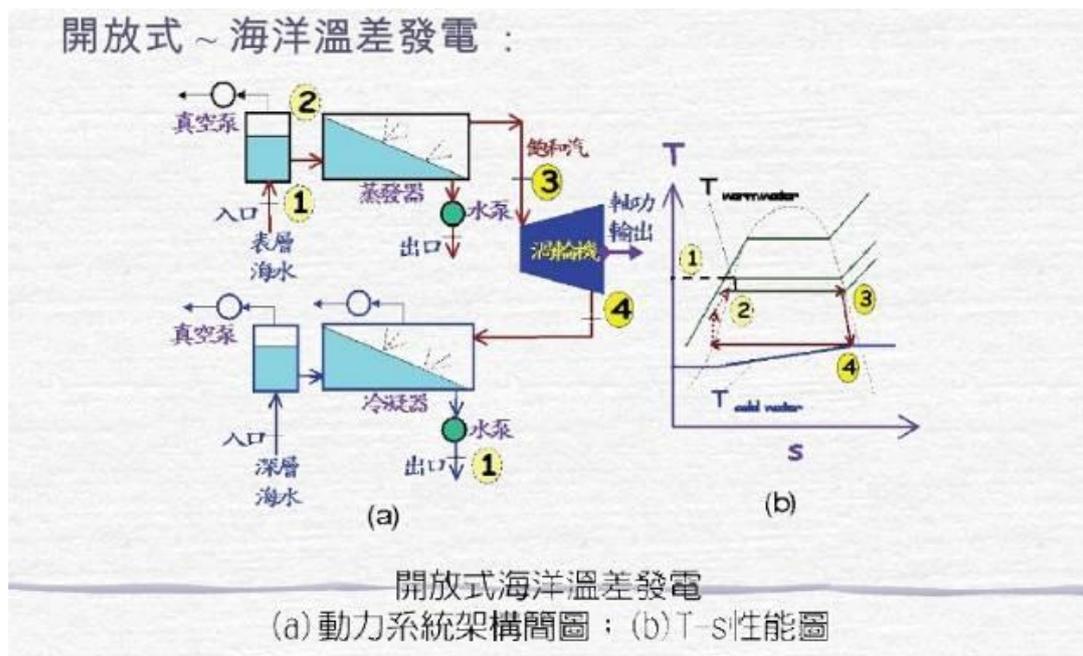
海水溫差發電法 (Ocean Thermal Energy Conversion, OTEC)

是一種可再生能源，主要是利用表層海水與深層海水的溫度不同來進行發電。利用熱交換的原理來發電。首先需要抽取溫度較高的海洋表層水，將熱交換器裡面沸點很低的工作流體 (working fluid, 如氨、氟利昂等) 蒸發氣化，然後推動渦輪發電機而發出電力；再把它導入另外一個熱交換器，利用深層海水的冷度，將它冷凝而迴歸液態，這樣就完成了一個循環。周而復始的工作。

目前有封閉式循環系統、開放式循環系統、混合式循環系統等，其中以封閉式循環系統技術較成熟。

(105.5.2 取自 <https://zh.wikipedia.org/wiki/海水溫差發電>)

(105.5.2 取自 <https://zh.wikipedia.org/wiki/海水溫差發電#.E5.8E.9F.E7.90.86>)



圖八、海洋溫差發電示意(網路圖片)

知識小塊七

海水鹽差能 (Osmotic power 或 salinity gradient power) 或鹽差能 (Ocean Salinity Energy)

是指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。在海水和江河水相交匯處容易產生鹹淡水。據估算，地球上存在著 26 億千瓦可利用的鹽差能，其能量甚至比溫差能還要大。淡水豐富地區的鹽湖和地下鹽礦也可以利用鹽差能。

在實驗室環境下，該技術已經被證實。荷蘭的逆電析法（RED）和挪威的壓力遲滯滲透膜法（PRO）正將此能源用作商業用途。但膜的昂貴成本是一個障礙。而現在研發一個新較為便宜的膜，利用電改性的聚乙烯塑料，它適合於潛在的商業用途。其他的方法已經提出，目前正在開發。主要有雙電層電容器技術和蒸汽壓力差方法。

挪威國家電力公司已經興建全球第一間滲透壓發電廠（Statkraft osmotic power prototype in Hurum），容量為4千瓦，於2009年11月24日在挪威托夫特落成。

(105.5.2 取自 <https://zh.wikipedia.org/wiki/海水鹽差能>)



圖九、Statkraft osmotic power prototype in Hurum（網路圖片）

(105.5.2 取自 https://en.wikipedia.org/wiki/File:Hurum_osmosis_power_02.JPG)

知識小塊八

岸外風能：相對於陸上風場，設置於海域或水域，如海上、峽灣及湖泊中的風場。



圖九、離岸發電示意(網路圖片)

(105.5.2 圖片取自 <http://www.nepii.tw/KM/OWE/index.html>)

知識小塊九

海洋生物能

海洋生物能是海洋中生長著的大量藻類中蘊藏的巨大能量。例如，將巨藻切碎后，再經過細菌分解發，可以產生甲烷的氫。美國開始大規模種植巨藻，設想在不久的將來，通過這種方法來滿足國內全部或大部分甲烷的需要，那時利用巨藻生產的燃料價格可與未來能源相競爭。

(105.5.2 取自 <http://www.twword.com/wiki/海洋生物能>)

美國能源部 (DOE) 自 2010 年起重新啟動藻類生質能源研究項目。(2012 年 10 月號能源報導 P6)。2012 年，巴西石油公司 (Petrobras) 投資的一項大規模微藻培育試驗計畫，培育出來的微藻將用於生產生質柴油。這項試驗係委託巴西北里約格蘭德 (Rio Grande) 聯邦大學負責具體科學研究工作，將研究微藻培育和用途，希望能累積經驗，最後商業化。參與試驗的科學研究專家指出，微藻是一種生於海洋的藻類，生產週期為 20 天左右，遠比油菜籽、花生、玉米等更含有豐富的酯類和甘油，可提煉液體燃料，加上其可大量吸收二氧化碳，並淨化水質，做為生產生質柴油既經濟又環保，目前被視為是一種可以替代化石燃料的綠色新能源。(2012 年 5 月號能源報導 P39)

美國能源部西北太平洋國家實驗室 (PNNL) 於 2013 年底已開發出降低生產藻類燃料成本的方法。傳統的藻類能量轉換需要先將海藻曬乾，這個過程非常耗能且昂貴，而 PNNL 實驗室研究人員指出，新製造方法採用含水量百分之 80 至 90 的海藻，直接省去曬乾工序的步驟與成本。他們將濕海藻糊泵入化學反應器的前端，系統開始運作不到 1 小時後就會流出油、水及磷等副產品，油可以再轉化成航空燃料、汽油或是柴油，而剩下的水及副產品還能回收，回頭種植更多藻類。(2014 年 4 月號能源報導 P33)

知識小塊十

海洋地熱能

如同陸地上地熱建置困擾，海洋地熱能更需考量海洋的各種影響，建置將較陸地地熱能更添難度。

知識小塊十一

氣候變遷 Climate change：

氣候變遷是指地球氣候長時間氣候的改變。影響氣候改變的因素如火山噴發或是週期性的太陽活動等。而人類所排放的溫室氣體則是影響氣候變遷加快、加劇的重大因素。

二、參考資料

(一) 參考文獻

維基百科

華健，吳怡萱(2008)。再生能源概論。臺北市：五南圖書出版股份有限公司。

張彤萱、林湧順、劉馨儀(2015)。普通高級中學生活科技。台北市：華興文化事業有限公司。

黃玉鷹、曾昭銘、華光永(2013)。普通高級中學生活科技。新北市：泰宇出版股份有限公司。

王明政(2013)。普通高級中學生活科技。臺北市：泰宇出版股份有限公司。

台灣綜合研究院(2016)。國內海洋能發電利用海流、波浪、溫差、潮流發電發展。經濟部能源委員會研究發展基金計畫期中報告。

黃鐘賢(2016)。波浪發電機體開發波浪發電機體開發專題報導，1-6。

吳福成(輯)(2012)。國際能源掃描。能源報導，201205，39-40。

洪德生(2012)。編者的話。能源報導，201209，1。

陳曉薇、陳茂景、陳鳳惠(2012)。燃煤電廠減碳技術-「微藻減碳」技術應用與挑戰。能源報導，201210，5-7。

朱証達(2012)。英國離岸風力發展策略。能源報導，201212，4-6)。

顏志偉(2013)。波濤湧進新能源-大海撈電不是夢。能源報導，201307，27-31。

柳志錫(2013)。2013 APEC 地熱研討會活動報導。能源報導，201307，32-35。

- 王運銘(2014)。離岸風能的美麗與哀愁。能源報導，201402，1。
- 編輯室(2014)。臺灣的離岸風力進行式。能源報導，201402，10-13。
- 張心紘(2014)。德國的追風旅程。能源報導，201402，14-17。
- 張心紘(2014)。英國的風力兵團。能源報導，201402，18-21。
- 曾君儒(2014)。旋轉吧！大風車。能源報導，201402，22-27。
- 曾君儒(2014)。孤島自「源」的真實告白。能源報導，201403，10-13。
- 張心紘(2014)。極端氣候啟示錄。能源報導，201404，10-13。
- 曾君儒(2014)。以萬全應萬變。能源報導，201404，14-16。
- 張心紘(2014)。暴雨將至，臺灣如何躲避？。能源報導，201404，17-19。
- 羅慧瑋、徐玉杜、吳郁真、楊斐喬(2014)。新世紀華陀，氣候變遷衝擊的處方箋。能源報導，201404，20-23。
- 曾君儒(2014)。危機 knock Out-臺灣的多元能源政策。能源報導，201404，24-27。
- 呂錫民(2015)。台灣發展波浪能的評估。科學發展，508，56-59。
- 經濟部能源局(2015)。海洋新能源-懸浮點吸收式波浪發電技術。能源報導，201502，8-10。
- 何玉麗(2015)。芳苑離岸風場肩負示範使命。能源報導，201511，22-25。
- 黃釋緯(2015)。火熱的地球-地熱發電機會與挑戰。能源報導，201512，12-16。
- 林子晴(2015)。尚待探索的永續流動能源-海洋發電。能源報導，201512，17-21。
- 李堅明(2016)。COP21《巴黎協定》之觀察與啟示。能源報導，201601，23-27。
- 鍾嘉雯(2016)。未來 10 年攸關人類生存的關鍵詞-氣候變遷。能源報導，201602，3-6。
- 林子晴(2016)。全國動起來，調適有夠力。能源報導，201603，3-7。

104 年度海洋教育研究報告(2016)

(二) 相關網站

如各內容所示。