

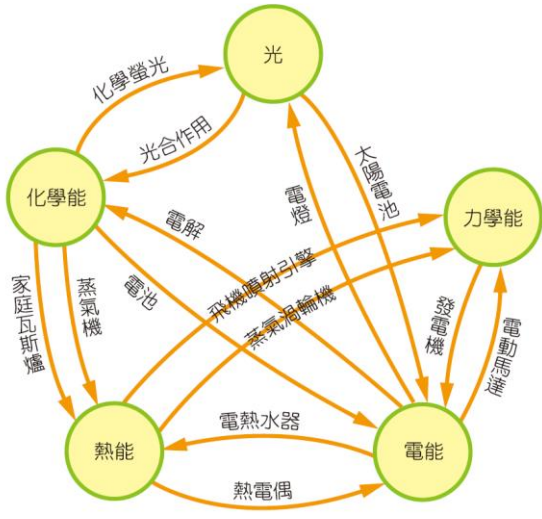
「臺灣海域石油資源」教案設計

壹、教案設計

教學主題	臺灣海域石油資源	適用年級	高二
適用科目	基礎化學(二)、地球科學、基礎物理	使用節數	2 節
設計者	梁玉龍	所屬學校	國立臺中文華高級中學
設計理念			
<pre> graph LR A[臺灣海域的石油資源] --- B[能量與能源] A --- C[臺灣海域蘊藏石油資源的條件] A --- D[臺灣海域蘊藏豐富的石油氣資源] B --- E[能源的來源種類與分類] C --- F[海洋石油氣的形成與開採] D --- G[釣魚台海域的經濟價值] </pre>			
<ol style="list-style-type: none"> 1. 在能量與能源的教學內容部分，首先以人力及機械動力的轉換的影片，來說明能量的重要性，接著說明能源的定義、分類方法及化石能源的形成過程。 2. 在臺灣海域蘊藏石油資源的條件及其經濟價值的教學內容部分，首先說明石油氣鑽探是為確定石油的蘊藏所在，接著說明台灣四面臨海，東面為太平洋，水深極深且沈積層薄，不利石油探勘；西面為台灣海峽，緊鄰大陸邊緣，有大量來自大陸的沈積物，沈積岩相當厚且內含豐富有機質，頗具探勘價值。 3. 在臺灣海域蘊藏豐富的石油氣資源的教學內容部分，以圖片方式，說明我國在新竹及高雄外海鑽鑿石油氣開發井，鋪設海底管線及設置生產設施等，積極開發海域的石油資源。 			
建構教學目標			
能力指標		教學目標	
普通高級中學課程綱	海洋教育能力指標	(由「設計理念」結合「能力指標」而形成)	

要		
<p>1-1-1能瞭解所謂的能源</p> <p>1-1-2能知道能源中依形成與來源的分類做區別</p> <p>1-1-3能知道能源中可否循環再生的分類</p> <p>1-1-4能知道化石能源的形成</p> <p>1-2-1能瞭解臺灣化石能源的蘊藏潛力</p> <p>1-2-2能瞭解臺灣化石能源的經濟價值</p>	<p>5-5-8 分析臺灣附近海域石油的蘊藏與其經濟價值</p>	<p>1.認知方面</p> <p>3-1-1能瞭解能源的定義(普1-1-1)</p> <p>3-1-2能瞭解一次能源及二次能源的分類方法(普1-1-2)</p> <p>3-1-3能瞭解再生能源與非再生能源的分類方法(普1-1-2、普1-1-3)</p> <p>3-1-4能瞭解能源種類(普1-1-2、普1-1-3)</p> <p>3-1-5 能瞭解石油氣的形成過程(普 1-1-4)</p> <p>3-2-1 能瞭解海域油氣探測的意義(普 1-2-1)</p> <p>3-2-2 能瞭解海域石油開採的困難性</p> <p>3-2-3 能瞭解臺灣海域石油蘊藏的可能分佈地區(普 1-2-1)</p> <p>3-2-4 能瞭解釣魚台海域蘊藏豐富的石油氣資源(普 1-2-2、海 5-5-8)</p> <p>3-2-5 能瞭解臺灣海域石油開採的經濟價值(普 1-2-2、海 5-5-8)</p> <p>2.情意方面</p> <p>4-1-1喜歡探討化石能源的形成過程(普1-1-1、普1-1-2、普1-1-3、普1-1-4)</p> <p>4-2-1喜歡探討臺灣化石能源的蘊藏條件(普1-1-4、普1-2-1、海5-5-8)</p> <p>4-3-1喜歡探討臺灣海域可能蘊藏化石能源的條件其經濟價值(普1-1-4、普1-2-1、海5-5-8)</p> <p>4-4-1能用心完成學習單並且和同學討論</p>

		<p>3.技能方面</p> <p>6-1-1 能運用圖書館及網路查詢資料</p> <p>6-1-2面對問題時，能做多方思考，並做適當的回應</p> <p>6-1-3能傾聽別人的報告，並能清楚的表達自己的意見</p>		
學生能力分析	<p>1. 九年級自然與生活科技-3 下-第5 章-能源與動力科技概況（翰林版）</p> <p>2. 高二基礎化學(二)-第2章-有機化合物（康熹版）</p> <p>3. 學生對臺灣海域的地形已瞭解。</p>			
教學準備	<p>教材來源：自編講義、投影片</p> <p>教室資源：布幕、投影機、電腦、麥克風、擴音器、黑板、粉筆</p> <p>教學媒體：投影片、學習單</p>			
教學方法	<p>講述教學法、小組討論教學法</p>			
學習評量	<p>學習單、上課態度、分組報告、口頭評量</p>			
對應教學目標	<p>教學活動</p>		<p>教學資源</p>	<p>教學評量</p>
	<p>第一節課 能量與能源</p> <p>壹、準備活動</p> <p>準備所需教具(電腦、投影機、相關影片DVD、講義)</p> <p>貳、引起動機 (10分鐘)</p> <p>一、(影片觀賞) 颱風吹斷校園中一棵粗樹，工友先生使用手工鋸，花費一個上午仍然無法把粗樹鋸斷。下午他拿來鍊鋸一下子就把粗樹鋸成一小截，並送到回收站去</p> <p>(影片1) YouTube--用手工鋸木頭，取自： http://www.youtube.com/watch?v=ynogAjW8zmA</p> <p>(影片2) YouTube--汽油引擎-鏈鋸機鋸木頭。 取自： http://www.youtube.com/watch?v=aADZKL04p7c</p>		<p>自編講義、布幕、單槍投影機、筆記型電腦、</p>	

<p>3-1-1、 3-1-2、 3-1-3、 3-1-4、 3-1-5</p>	<p>二、人類找到一項隱藏於自然界的力，可以超越人力，就是機械。而機械是靠什麼來運轉呢</p> <p>參、發展活動（25分鐘）</p> <p>一、能量及能源</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.定義：作功的能力 2.形式：光能、化學能、熱能、電能、力學能…等 3.能量守恆定律：不同形式的能量可以互相轉換，但能量的總值維持不變 4.不同形式的能量轉換例子如下圖  <p>資料來源：康熹文化基礎化學(二)3-1</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. 能源其實就是一種資源，如土地、農產、漁產、林產、礦產、提供氧氣的植物，能用來發電的油、煤、風、水、核能、地熱、太陽能等，通通都是能源的由來。能源就是能量的來源 <p>二、分發學習單(A)，分組每六人為一組，讓各組腦力激盪，依自己的生活經驗中寫出發學習單(A)所要求的事項，並分組上台報告分享</p> <p>三、能源的分類</p> <p>(一)依使用方式分類</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 一次能源：在自然界所蘊含可直接利用的能源。例如：光、地熱、風力、海洋能等 2. 二次能源：不能直接利用，必須加以轉換才能使用。例如：電能、汽油、核能等 	<p>黑板、粉筆、教學素材網址或自製ppt、學習單</p>	<p>上課態度、口頭評量</p> <p>學習單A 學習單評量</p>
--	--	-------------------------------	------------------------------------

(二)依使用的永久性分類

1. 非再生能源：會隨著人類開發利用而減少的能源。例如：煤、石油、天然氣、核能…等。
2. 再生能源：不會隨著人類開發利用而減少，可以永久反覆使用的能源。例如：風力、水力、地熱、太陽能、海洋能、生質能…等



資料來源：高瞻自然科學教學資源平台。取自：
<http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=31580>

肆、綜合活動 (15分鐘)

一、簡介石化能源的形成

根據有機來源學說，石油屬於化石燃料，為千百萬年前生物（主要為植物及浮游生物）的遺骸沈積埋藏衍生成的

3-1-5、
4-1-1

口頭評量
、上課態度

石油的形成



水中生物的遺骸下沉而埋沒於地下



因地熱或地壓等作用而變成石油



石油大多集中在地層的背斜構造部分，像砂岩之類空隙較多的岩石地區等。

(王執明等，1985)

圖一 石油的形成過程

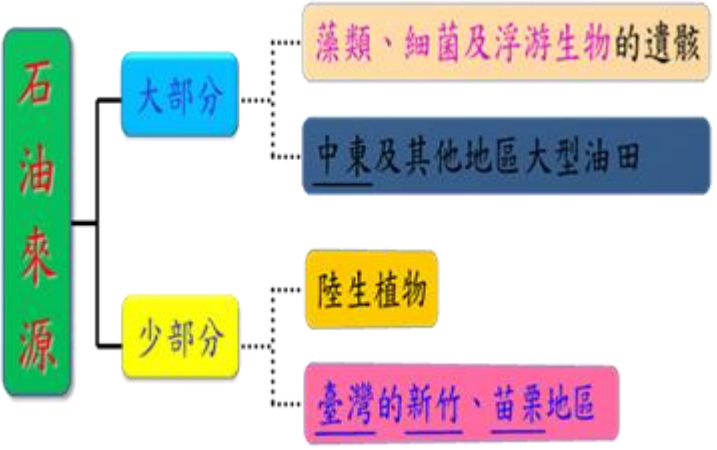
被埋藏的生物體受地質作用歷經千百萬年發生複雜的化學變化，包括分解、聚合、熱裂、礦物催化等作用，其中部分有機體方得以衍生成石油（如圖一所示）。生物有機體在此漫長的地質年代中所發生的詳細變化，我們仍未完全了解。但目前的研究結果已知生物死亡後，其有機質平均僅有極少的比例（約0.1 - 0.01%），得以逃脫自然界的氧化及微生物的分解利用，而有幸被埋藏保存在沈積物中開始其漫長的演變命運

二、石油的形成過程（觀賞影片）

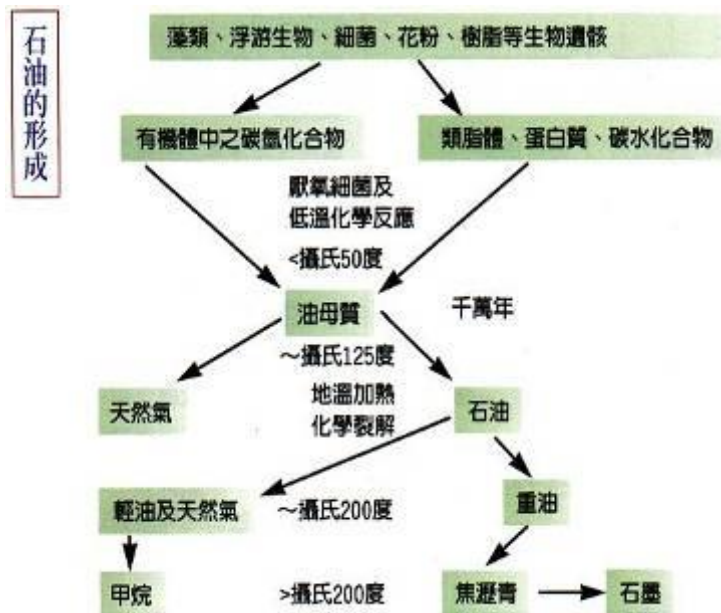
石油的形成動畫

取自：

http://resources.edb.gov.hk/~senergy/power/print/source_phy_print_c.html

<p>4-4-1、 6-1-1、 6-1-2、 6-1-3</p> <p>3-2-1、 3-2-2、 3-2-3、 3-2-4、 3-2-5、 4-2-1、 4-3-1</p>	<p>三、依分組，回家由圖書館或網路蒐集有關臺灣海域石油分布、蘊藏與開採的相關資料</p> <p>第二節課 臺灣海域蘊藏豐富石油氣資源</p> <p>壹、準備活動 準備所需教具(電腦、單槍投影機、相關影片DVD、講義)</p> <p>貳、引起動機 (4 分鐘)</p> <p>一、觀賞YouTube影片 中國首座深水鑽井平台南海開鑽簡介 China's first deep-water drilling platform-South China Sea。取自： http://www.youtube.com/watch?v=EorJOHwGB2Y&feature=related</p> <p>二、觀賞YouTube影片 Maersk Drilling Ultra deepwater semi-submersible rig - Maersk Developer。取自： http://www.youtube.com/watch?v=oguoULvWVzo&feature=related</p> <p>三、臺灣有蘊藏化石能源嗎？在陸上或是海上</p> <p>參、發展活動 (34分鐘)</p> <p>一、石油的來源(3分鐘)</p> 	<p>分組討論的態度、 學習單評量</p> <p>上課態度、口頭 評量</p>
--	--	---

二、石油的形成(3分鐘)

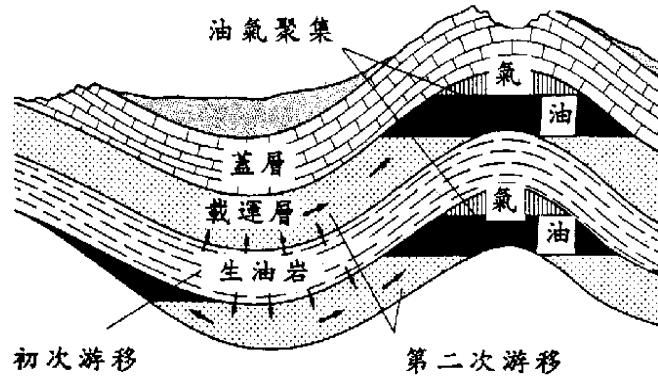


資料來源：黃武良(1999)。石油—大自然孕育千萬年的珍藏。地球科學園地。第12期。取自：

<http://www.fg.tp.edu.tw/~earth/learn/esf/magazine/991203.htm>

油氣主要為油母質受熱裂解產生，因此岩層中油母質的含量與石油的生成量有密切的相關，富含油母質有機質的地層（通常為頁岩）特稱為「生油岩」（source rock）。生油岩經過長年的慢火熬油所產生的油氣為地層中的一種流體，生成後隨即自生油岩排出而進入載運層（carrier bed），如孔隙率及滲透率較高的砂岩或石灰岩中，此即所謂的「油氣初級游移」（primary migration）。載運層中的流體常由高壓處往低壓處流動，同時因油氣比水輕，受浮力作用而發生第二次游移往高處移動。若載運層因地質運動，形成封閉的構造，如背斜（anticline）構造，其上覆有緻密的岩層〔特稱為蓋層（cap rock），如頁岩或蒸發岩〕，作用如同倒蓋的碗（如圖二所示），能防止油

氣逸散，則日積月累油氣可逐漸聚集在此封閉構造內，形成所謂的儲油氣層（reservoir），此即石油蘊藏所在，為油氣鑽探的目標。地層中的油氣必須經此移聚過程，方能形成油氣藏而具開採的經濟價值



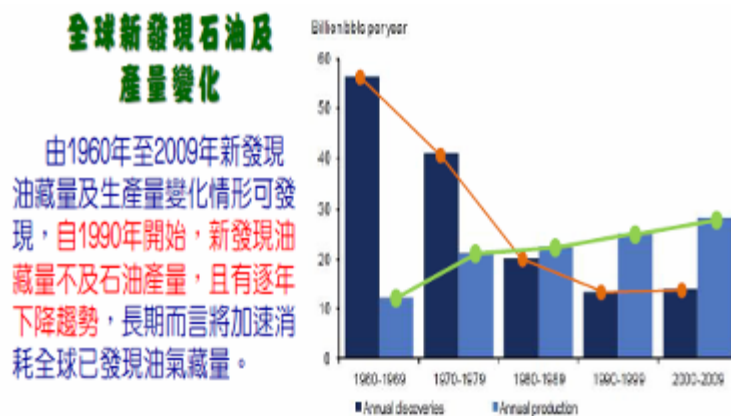
圖二：油氣的生成移聚

資料來源：科學月刊全文資料庫。翁榮南。海域石油資源。取自：

<http://campus2.chgsh.chc.edu.tw/science/content/1993/00100286/0010.htm>

二、海域石油的蘊藏及分布(9分鐘)

全球新發現油氣蘊藏量不及產量變化：



資料來源：IEA;Pareto;Research;IHS

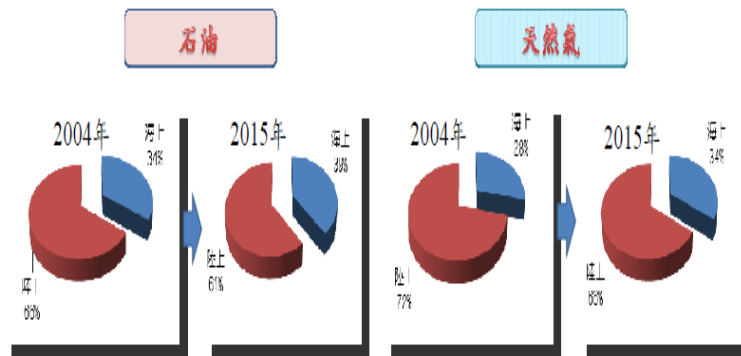
地球表面約有四分之三為海洋，海底地形就形態而言可分成：大陸邊緣（continental margin）、洋

底盆地 (ocean basin) 及中洋脊 (mid-ocean ridge) 三大區

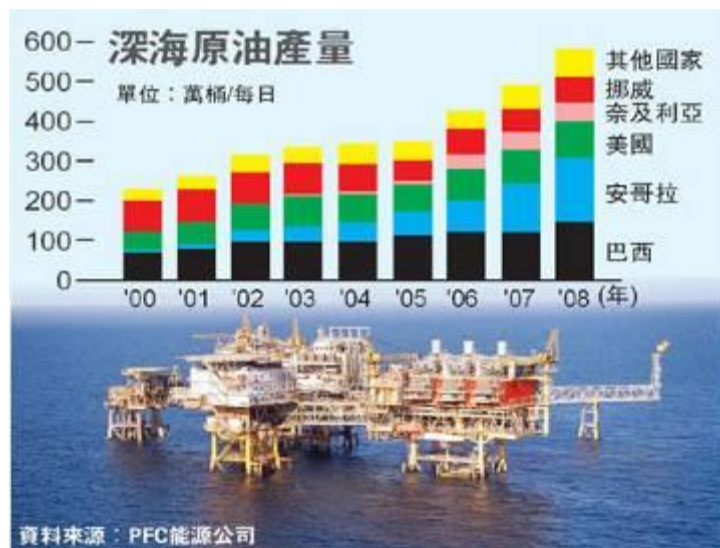
目前世界各國的海域石油探勘活動，皆在海洋與陸地交界處的大陸邊緣。所謂大陸邊緣實為陸地的延長，包括從大陸至大洋底的變遷帶地區，依坡度及深度又可分為大陸棚、大陸斜坡和大陸隆起三個地帶。大陸棚範圍相當寬廣，一般指海岸至水深 200 公尺處，地形平緩；大陸斜坡為海底地形急遽下降之處；大陸隆起係緊接大陸斜坡之區，自斜坡平緩處繼續傾斜直到與深海平原相接

海域油氣探勘漸為趨勢：

2004至2015世界石油及天然氣產量構成



海域石油開採不容易



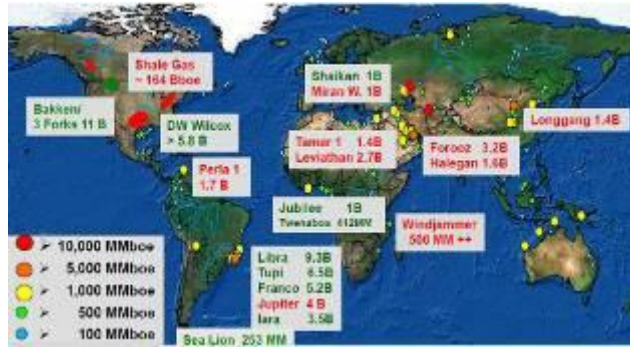
資料來源：PFC能源公司

資料來源：

<http://belongnews.pixnet.net/blog/post/29971005>

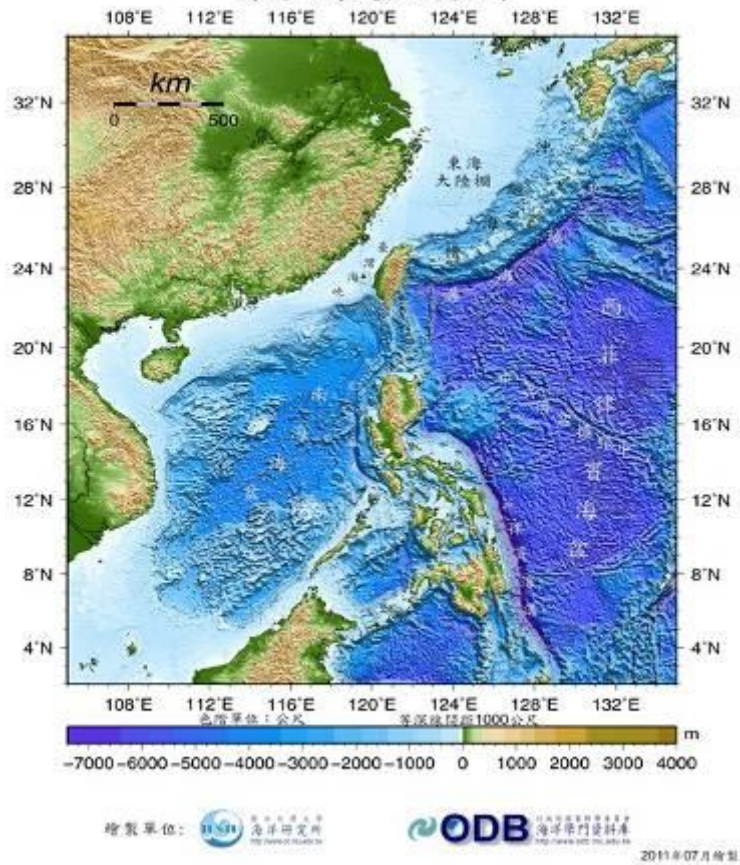
每天要支付近50萬美元給深海鑽探服務業者，連接這個外海新油井的鑽油平台造價更高達6.5億美元。油氣探勘的初期作業費時逾十年，耗資27億美元，而且不保證鑽到值回票價的油氣

海域石油的蘊藏及分布：



資料來源：IEA ;Pareto Research;HIS

東亞海底地形圖



資料來源：國科會海洋學門資料庫

石油的蘊藏和沈積環境有關，海域最有可能儲聚

油氣者在沈積物厚的大陸棚及大陸斜坡上部，其他有厚沈積物覆蓋的地區如海底峽谷，或是大陸隆起亦有可能蘊藏油氣資源，但這些區域的油氣是否具開發價值則端視未來世界能源的供需及探採技術而定

深海平原、中洋脊及海洋隆起、火山谷、火山錐占了整個海洋總面積的74.2%。深海平原指深度超過4000公尺的海底，除海底扇濁流沈積物外皆無厚的沈積物，中洋脊主要為火山岩，沈積層甚薄，這些地區或因深度太深或因缺乏大量沈積物故較不具探勘開發價值。在海洋中有許多小型海洋盆地，其沈積物量大且覆蓋範圍相當廣，如墨西哥灣、北海、地中海，極具油氣蘊藏潛力，為目前海域石油探勘的主要地區。根據統計資料顯示，截至1990年全世界已證實的石油可採蘊藏量為10000億桶，其中海域石油蘊藏量約2500億桶，占總蘊藏量的25%。隨著海域探勘開發技術的提升，預計海域石油蘊藏量必可大幅增加。海域石油的開採使於1947年，現今海域石油的主要生產地包括阿拉伯的波斯灣、西歐的北海、東南亞的印尼、馬來西亞、美國的墨西哥灣等地，根據統計資料顯示1990年海域石油日產原油約1500萬桶，約占全世界每日石油總產量（6250萬桶）的24%

三、台灣海域的石油探勘(9分鐘)

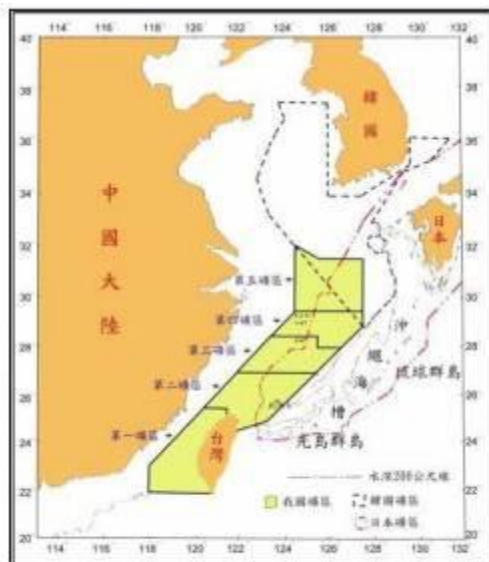
根據統計資料顯示，截至1990年全世界已證實的石油可採蘊藏量為10000億桶，其中海域石油蘊藏量約2500億桶，占總蘊藏量的25%。隨著海域探勘開發技術的提升，預計海域石油蘊藏量必可大幅增加。海域石油的主要生產地包括阿拉伯的波斯灣、西歐的北海、東南亞的印尼、馬來西亞、美國的墨西哥灣等地，根據統計資料顯示1990年海域石油日產原油約1500萬桶，約占全世界每日石油總產量（6250萬桶）的24%

今日全世界已有75個國家進行海底大陸棚和大陸斜坡的石油探勘工作，將近30個國家的海域已產石油，佔全世界石油總產量百分之二十。我國亦於59年起積極進行海域石油探勘，至今已鑽井20口

「台灣海域有沒有石油？」不但為我國地質學者所關心，也是全國上下一致注目的問題。

目前我國自產油量僅連需要量的百分之二，是一個需油恐急的國家，而陸上有希望的儲油區域多日鑽探，惟將探油目標轉向海域，或有望改善我國的能源狀況

我國探勘的海域：

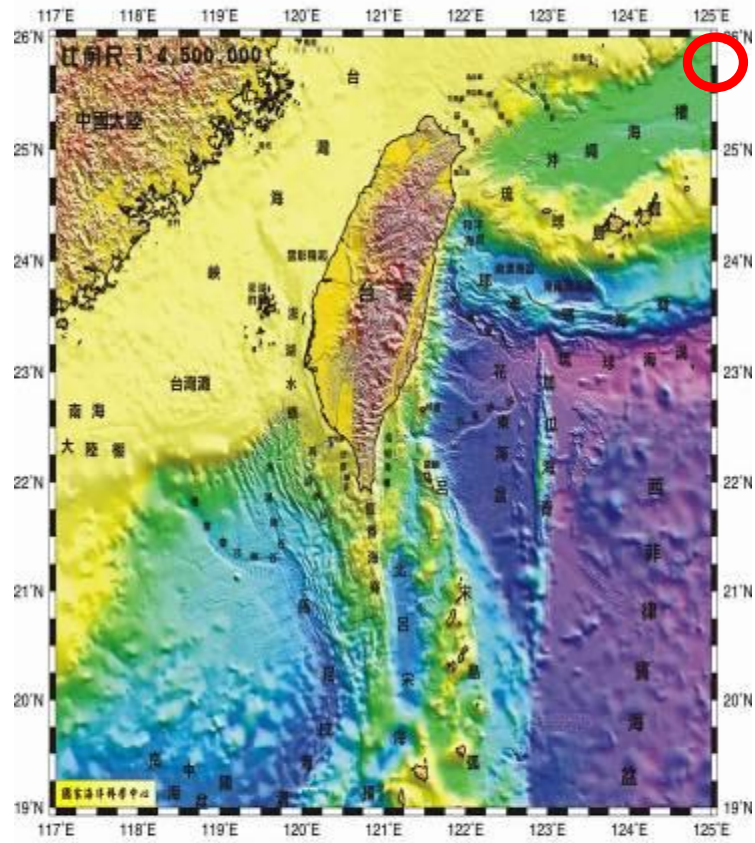


我國政府於1970年公布5個海域探區，除第1探區在台灣海峽外，餘均於東海海域（資料來源：中國石油公司）

我國探勘的海域包括台灣海峽及台灣北方的海域，居臨中國大陸東岸，分別止於台灣島及琉球海槽，早年由於本區填海洋地質資料的缺乏、暨海域探勘及鑽井所需的科技未發達，石油利潤亦未達經濟可行性，所以這一片廣瀚的本陸棚，海面自古以來一直靜靜地憩息在中國大陸邊緣上，頂多觀為通航及漁場的水域，未曾有過任何有關礦產資源的聯想。

這一九六九年，聯合國亞盟會（ECAFE）亞洲海域礦產資海聯合探測委員會（簡稱 CCOP，Committee for the Coordination of Joint prospecting for Mineral Resources in Asia offshore Areas）集合了中、美、日、韓四國地質、海洋學者進行一項東海黃海之調查，並在一九六九年公開發表了一份有關東海和黃海的地質構造及海水性質的艾默利報告〈Emery Report〉，揭露此區域有高度石油蘊藏可能，首先打破了長久的寧靜，這片海域從此成為熱門的石油戰場。該項報告的結論部份如此寫道：「在台灣與日本之間的大陸棚，很可能是世界石油及天然氣蘊藏最豐富的地區之一。由於軍事和政治的因素，而且也是世界上尚未鑽探的少數巨型大陸棚之一，即便像本次這種短期測勘概括性的地質資料都付諸闕如」

台灣附近海域高解析度海底地形圖
(多束式聲納測深疊圖影像300dpi)

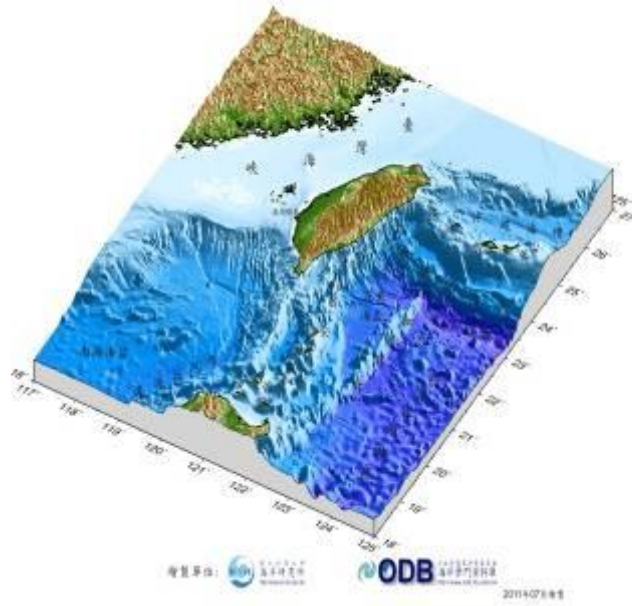


多束式聲納測深資料由台大海洋研究所劉家理教授提供

國家海洋科學研究中心海洋資料庫 1997年8月1日 成立
網址：<http://duck2.oc.ntu.edu.tw/core/center.html>
專線電話：(02)23640921
傳真：(02)23644049 繪製日期：1999年12月

台灣四面臨海，東面為太平洋，水深極深且沈積層薄，不利石油探勘；西面為台灣海峽，緊鄰大陸邊緣，有大量來自大陸的沈積物，沈積岩相當厚且內含豐富有機質，頗具探勘價值

臺灣周圍海域數值地形立體投影圖



資料來源：國科會海洋學門資料庫提供

中國石油公司自 1968 年開始在台灣海峽進行有系統的地球物理測勘作業與區域石油地質研究，顯示有數個可能儲聚石油的沈積盆地。1973 年開始鑽探，多年來的積極探勘，至今已鑽獲數個儲油氣構造，散布於台灣北方海域及台灣海峽各處如新竹、澎湖、鹿港及高雄等地外海，含油氣層多在新生代新第三紀地層，以產天然氣為主帶少量凝結油，部分地區亦曾發現原油



資料來源：新竹外海國光平台

study.nmmba.gov.tw

新竹外海長康（CBK）構造已於 1986 年開發，
進
行油氣生產，為我國第一個開發成功的海域油氣田。
目前台灣海域的石油探勘工作仍積極進行中，期望早
日有更大的收穫

四、結論(10 分鐘)



資料來源：國際小學堂／另類行業 海上鑽油。
<http://chinko505tw.wordpress.com/>

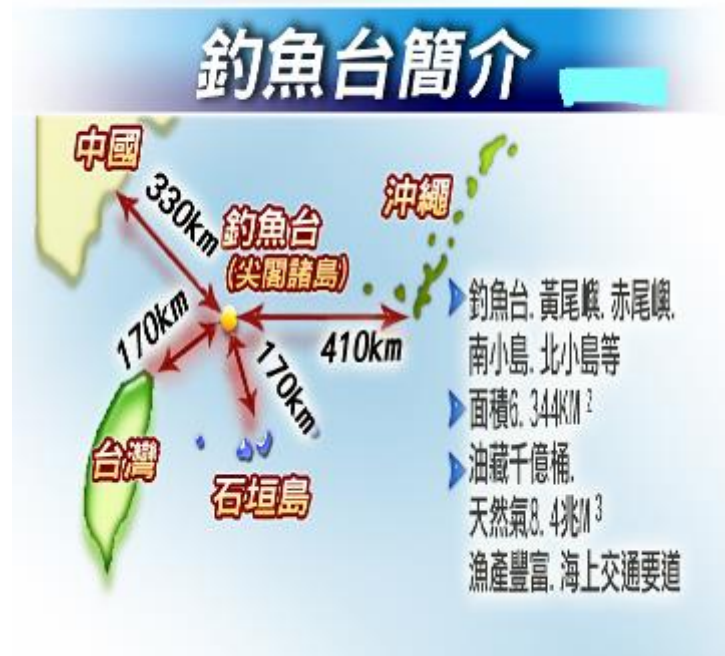


資料來源：

http://www.huffingtonpost.com/2010/03/29/9-problems-destroying-our_n_511937.html

石油探勘與開發是一項高科技及高風險的事業，
而海域石油探勘與開發又遠較陸地者更具技術挑戰
性，且投資大，動輒以數億美元計。其長期的發展受

多種因素直接或間接影響，如全球經濟、石油供需量及環保意識的提升。然因全球對石油的需求量有增無減，為供應現在及未來全世界的石油需求，各國莫不積極找尋新油源，因此海域石油探勘將更趨熱絡



資料來源：<http://wmoov.com/focus/topic>

隨著石油地質理論研究的進步，各種地質測勘技術急速發展，未來將更有效掌握海域石油地質條件，提高探勘成功率。且因鑽探設備及技術的提升，海域探勘將可逐漸往離岸較遠、水深較深處發展，將可大幅增加探勘面積，亦可提高蘊藏量及產量。預計海域的石油資源，未來在能源供應甚至經濟發展上，勢必扮演更重要的角色

自1970年起，外資石油公司計有亞美和 (AMOCO)、海灣(GULF)、康納和(CONOCO)、大洋(OCEANIC)、克林敦(CLINTON)、德司福 (TEXFORD)、維京(VIKING)等七家參加台灣海域之合作探勘工作，至民國六十五年累計震測40,812公里、鑽探10口探井，後因合作滯停改由中油公司自力繼續進行台灣海域之探勘，所發現之儲集油氣構造計有高雄外海致昌(CFC)、致勝(CFS)及建豐(CGF)等構造均具豐富天然氣蘊藏，澎湖外海振威(CDW)及鹿港外海振安(CDA)鑽獲原油，新竹外海長康 (CBK)、長隆(CBL)、長安(CBA)、長勝(CBS)等構

造，探得輕質原油及大量天然氣，北方海域永茂(YCM)構造發現有天然氣等等

目前正積極進行高雄外海F構造油氣田開發投資計畫，本計畫將在高雄外海F構造設置海域平台，鑽鑿11口開發井、鋪設海底管線及設置生產設施等開發生產天然氣，期能有助於提升國內天然氣供應能力，及提供較清潔之能源，合於環保發展趨勢，具有實質民生效益



資料來源：台灣中油股份有限公司探採事業部

4-4-1、
6-1-2、
6-1-3

肆、綜合活動（12 分鐘）

- 一、教師綜合歸納本單元之重點
- 二、瞭解臺灣附近海域石油的蘊藏與其經濟價值
- 三、分發學習單(B)，各組完成並評量

學習
單 B 上課態度
、學習單評量

貳、教學簡報

海洋教育



臺灣海域石油資源

國立臺中文華高級中學
梁玉龍老師

教學大綱

臺灣與能源
臺灣海域巖石化石資源的條件
臺灣海域巖石化石資源

能源的來源 種類與分類
海洋石油能的形成與開採
的與台灣地區的經濟發展

2/36

引言

手工與動力機械

用手工鋸木頭

影片來源：
<http://www.youtube.com/watch?v=yn0aA1W8zmA> (2012/1108)

汽油引擎-鏈鋸機鋸木頭

影片來源：
<http://www.youtube.com/watch?v=aADZKL04p7c> (2012/1108)

3/36

一、全球化石能源逐漸枯竭的危機(1/11)

1. 定義：作功的能力
2. 形式：光能、化學能、熱能、電能、力學能…等。
3. 能量守恆定律：不同形式的能量可以互相轉換，但能量的總值維持不變。
4. 不同形式的能量轉換例子如右圖：

4/36

一、全球化石能源逐漸枯竭的危機(2/11)

能源的分類

(一)依使用方式分類

1. **一次能源**：在自然界所蘊含可直接利用的能源。例如：光、地熱、風力、海洋能等。
2. **二次能源**：不能直接利用，必須加以轉換才能使用。例如：電能、汽油、核能等。

5/36

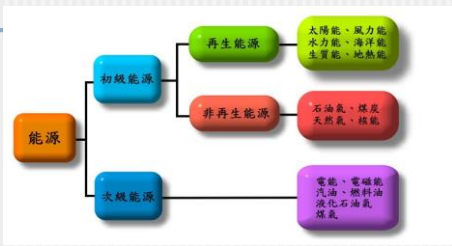
一、全球化石能源逐漸枯竭的危機(3/11)

(二)依使用的永久性分類

1. **非再生能源**：會隨著人類開發利用而減少的能源。例如：煤、石油、天然氣、核能…等。
2. **再生能源**：不會隨著人類開發利用而減少，可以永久反覆使用的能源。例如：風力、水力、地熱、太陽能、海洋能、生質能…等。

6/36

一、全球化石能源逐漸枯竭的危機(4/11)

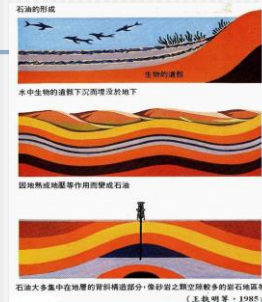


圖片來源：高瞻自然科學教學資源平台
<http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=31580> (2012/1108)

7/36

一、全球化石能源逐漸枯竭的危機(5/11)

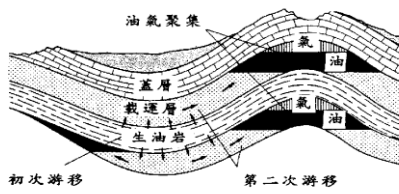
石油的形成



動底來源為：
http://resources.edu.gov.hk/~genstray/power/prm/Source_oily_prm1_c.html (2012/1108)

8/36

一、全球化石能源逐漸枯竭的危機(6/11)



資料來源：科學月刊雜誌文資料庫・高韻清・海域石油資源
<http://campus2.chghs.chc.edu.tw/science/content/1993/00100286/0010.htm> (2012/1108)

9/36

一、全球化石能源逐漸枯竭的危機(7/11)



10/36

一、全球化石能源逐漸枯竭的危機(8/11)



資料來源：黃武良(1999) 石油—大自然孕育千萬年的神祕・地球科學雜誌・第12期
<http://www.fg.tp.edu.tw/~earth/learn/esf/magazine/991203.htm> (2012/1108)

11/36

一、全球化石能源逐漸枯竭的危機(9/11)



12/36

一、全球化石能源逐漸枯竭的危機(10/11)

依據2011年BP統計全球原油剩餘探明儲量為13,766億桶可開採46.2年，天然氣為58.6年。

全球原油蘊藏及使用年限				世界天然氣蘊藏及可產年限			
地區	儲藏量 (億桶)	佔百分比 (%)	使用年限 (年)	地區	儲藏量 (兆立方公尺)	佔百分比 (%)	使用年限 (年)
中東	7,526	54.4	81.9	中東	75.7	40.5	298
亞太	422	3.3	14.8	亞太	11.8	6.7	32.8
北美	746	5.4	14.8	北美	9.9	5.3	12.0
非洲	1,303	9.5	35.8	非洲	14.7	7.9	70.5
中南美	2,376	17.3	63.9	中南美	7.5	4.0	43.9
歐洲	1,392	10.1	31.7	歐洲	63.0	33.7	60.5
總計	13,766	100	46.2	總計	186.6	100	58.6



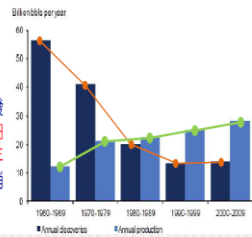
13/39

一、全球化石能源逐漸枯竭的危機(11/11)

全球新發現油氣蘊藏量不及產量變化

全球新發現石油及產量變化

由1960年至2009年新發現油藏量及生產量變化情形可發現，自1990年開始，新發現油藏量不及石油產量，且有逐年下降趨勢，長期而言將加速消耗全球已發現油氣蘊藏量。



資料來源：IEA;Pareto;Research;IHS

14/39

二、能瞭解臺灣海域可能蘊藏化石能源的條件其經濟價值(1/12)

全世界的石油蘊藏量

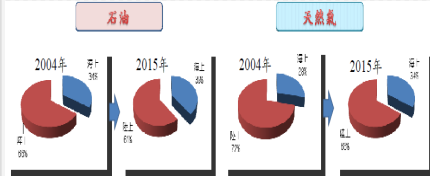
根據統計資料顯示，截至1990年全世界已證實的石油可採蘊藏量為10000億桶，其中海域石油蘊藏量約2500億桶，占總蘊藏量的25%。海域石油的主要生產地包括阿拉伯的波斯灣、西歐的北海、東南亞的印尼、馬來西亞、美國的墨西哥灣等地。

15/36

二、能瞭解臺灣海域可能蘊藏化石能源的條件其經濟價值(2/12)

海域油氣探勘漸為趨勢

2004至2015世界石油及天然氣產量構成

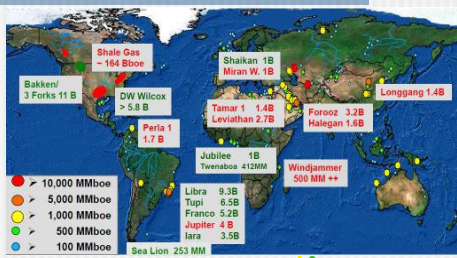


16/39

資料來源：IHS;台經院

二、能瞭解臺灣海域可能蘊藏化石能源的條件其經濟價值(3/12)

海域石油的蘊藏及分布

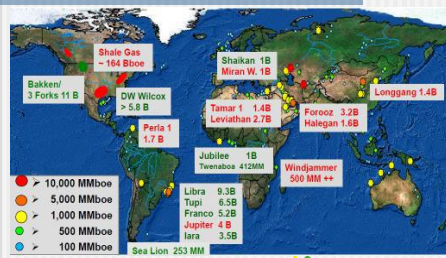


17/36

資料來源：IEA ;Pareto Research;IHS

二、能瞭解臺灣海域可能蘊藏化石能源的條件其經濟價值(3/12)

海域石油的蘊藏及分布

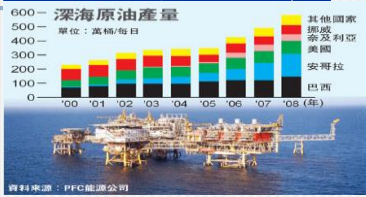


17/36

資料來源：IEA ;Pareto Research;IHS

二、能瞭解臺灣海域可能蘊藏化石能源的條件其經濟價值(5/12)

海域石油開採是不容易



資料來源: PFC能源公司
 每天要支付近50萬美元給深海鑽探服務業者, 連接這個外海新油井的鑽油平台造價更高達6.5億美元。油氣探勘的初期作業費時達十年, 耗資27億美元, 而且不保證鑽到值回票價的油氣。

圖片與資料來源: <http://belongnews.pixnet.net/blog/post/2931005> (2012/11/11)

19/36



二、能瞭解臺灣海域可能蘊藏化石能源的條件其經濟價值(6/12)

「台灣海域有沒有石油？」

這一九六九年, 聯合國亞盟會 (ECAFE) 亞洲海域礦產資源聯合探測委員會 (簡稱CCOP) 集合了中、美、日、韓四國地質、海洋學者艾默利進行一項東海、黃海之調查報告。

在台灣與日本之間的大陸棚, 很可能是世界石油及天然氣蘊藏最豐富的地區之一, 是世界尚尚未鑽探的少數巨型大陸棚之一。有望成為「第二個中東」或「另一個波斯灣」。

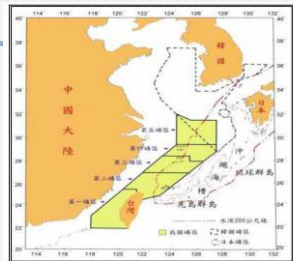
20/36



二、能瞭解臺灣海域可能蘊藏化石能源的條件其經濟價值(7/12)

我國探勘的海域

包括台灣海峽及台灣北方的海域, 居臨中國大陸東岸, 分別止於台灣島及琉球海槽。



我國政府於1970年公布5個海域確區, 除第1確區在台灣海峽外, 餘均於東海海域 (資料來源: 中國石油公司)

21/36



二、能瞭解臺灣海域可能蘊藏化石能源的條件其經濟價值(8/12)

台灣海域也在探勘

今日全世界已有七十五個國家進行海底大陸棚和大陸斜坡的石油探勘工作, 將近三十個國家的海域已產石油, 佔全世界石油總產量百分之二十。我國亦於五十九年起積極進行海域石油探勘, 至今已鑽井20口。

22/36



二、能瞭解臺灣海域可能蘊藏化石能源的條件其經濟價值(9/12)

海上鑽油平台

中國首座深水鑽井平台
 一南海開鑽簡介

影片來源: <http://www.youtube.com/watch?v=6orJ0HwGBZk&feature=related>(2012/11/08)

馬斯克深海鑽油平台

影片來源: <http://www.youtube.com/watch?v=oguoUuWVzo&feature=related>(2012/11/08)

23/36



二、能瞭解臺灣海域可能蘊藏化石能源的條件其經濟價值(10/12)



圖片來源: <http://www.cna.com.tw/2012/11/06/新竹外海國光平台參照>

圖片來源: 半沉式海上鑽油平台 http://www.huffpost.com/2010/03/29/9-problems-with-fracking_n_211937.html(2012/11/06)

24/36



三、建立國家領土的民族意識(5/10)

中國也在積極海洋開發

春曉油氣田在浙江省寧波市東南350公里的海面上，這個目前中國最大的海上油氣田，占地面積約達2.2萬平方公里，幾乎相當於一個臺灣省。所在的位置被專家稱為“東海西湖凹陷區域”。

探勘的天然氣儲量約達700億立方公尺以上，年產天然氣約達25億立方公尺。

31/3

三、建立國家領土的民族意識(6/10)



春曉油氣田位置圖 (北緯28度10至40分東經124度50分至125度20分間)

圖片來源：海壇網

32/36

三、建立國家領土的民族意識(7/10)

春曉油氣田井口平台



春曉井口平台

圖片來源：<http://blog.udn.com/YST2000/1953780> (2012/11/09)

33/36

三、建立國家領土的民族意識(8/10)

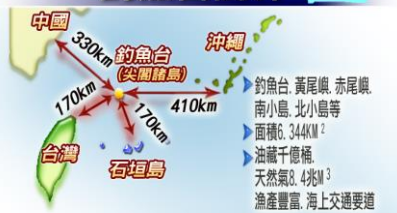
釣魚臺的主權為何要捍衛？

1. 領土權
2. 漁業權
3. 石油與天然氣資源
4. 軍事戰略位置

34/36

三、建立國家領土的民族意識(9/10)

釣魚台簡介



圖片來源：<http://wmoov.com/focus/topic> (2011/11/09)

35/36

三、建立國家領土的民族意識(10/10)

有骨氣點！東海油源是我們的。

大陸與日本爆發東海海域礦區主權紛爭，但據有關人士指出，爆發主權紛爭的海域礦區，其實位在我國海域「**第三礦區**」，政府當重申我國的主權主張。

36/36

參、學生學習單

單元學習單(A)：能源分類

班級		組別	
組長	號姓名：	組員	號姓名：
組員	號姓名：	組員	號姓名：
組員	號姓名：	組員	號姓名：

1. 在日常所見之事物或活動中，那些是由人力轉變為機械動力？而其所使用的能源又是什麼

人力	改由	機械動力	所需能源

2. 在第 1 題中，所需能源可以分類成何種類型能源

3. 在第 1 題中，所需能源你認為臺灣有沒有？如果有在那裡

完成時間：_____年_____月_____日

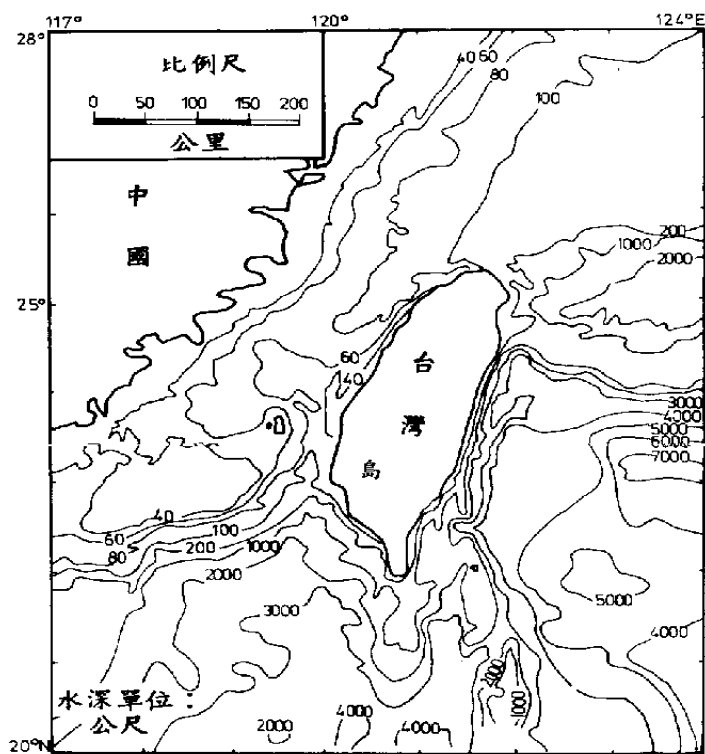
單元學習單(B)：臺灣海域哪裡有藏有石油

班級		組別	
組長	號姓名：	組員	號姓名：
組員	號姓名：	組員	號姓名：
組員	號姓名：	組員	號姓名：

1. 海域石油的蘊藏以那種類型地形最有可能？並說明理由

2. 試比較陸採石油與海採石油的差異

3. 請標示臺灣海域最有可能蘊藏石油的地區



台灣附近海底地形圖。

完成時間：____年____月____日

肆、學習評量

一、學生自評表

班級： 座號： 姓名： _____ 授課教師： _____ .

評量項目	學生自評統計				
	很滿意	滿意	普通	一般	待改進
1. 我能用心完成學習單並且和同學討論					
2. 我能說出能源的種類					
3. 我能區分哪些能源屬於可再生能源					
4. 我知道化石能源的種類					
5. 我知道石油氣如何形成					
6. 我知道石油是由什麼成份組成					
7. 我知道臺灣海域為什麼會有石油氣蘊藏					
8. 我知道海域石油氣開發是一件不容易的事					
9. 我知道全球的化石能源蘊藏有限，要好好珍惜使用					
10. 我知道臺灣海域哪裡有石油氣					
11. 我知道臺灣海域石油氣蘊藏的經濟價值					
12. 我知道為什麼要捍衛釣魚台的主權					

二、教師檢核能力指標達成狀況表

評量項目	非常符合	大多符合	符合	大多不符合	非常不符合
1. 學生是否能知道能源的分類方式					
2. 學生是否能知道化石能源有哪幾種					
3. 學生是否能知道石油氣如何形成					
4. 學生是否能知道石油是由什麼成份組成					
5. 學生是否能知道石油是由什麼成份組成					
6. 學生是否能知道臺灣海域哪裡有石油氣與蘊藏的經濟價值					
7. 學生是否能知曉為什麼要捍衛釣魚台的主權					
8. 學生是否能知道利用圖書館及網路查詢資料					
9. 學生是否能瞭解團隊合作的力量及自我表達的能力的培養					
10. 學生是否能傾聽報告並能從中擷取優點調整自己並能提出意見或建議					
11. 學生是否能針對教師所提問題審慎思考並能踴躍回答					
12. 學生是否能培養資料蒐集及深入研究的能力，並能解決問題					
13. 學生是否能在日常生活中實踐對保護環境使地球永續發展的行動					

三、教師教學省思

在教學過程中，學生常發問的問題：

(一) 台灣產油並不多，為什麼卻開採出不少的天然氣？

目前台灣開採出不少的天然氣，卻少見開採出石油，這與千萬年前石油和天然氣生成時的環境條件有關。台灣附近是開闊的海域，沉積物主要是從中國大陸沖到海裡的植物，有機質含量低，這類陸相沉積物主要形成天然氣，只有極少量石油。

(二) 能夠封存天然氣的海域會有什麼樣的特殊地理構造？

能夠儲存天然氣的地層結構，首先要有孔隙率較高的砂岩，讓天然氣可以儲藏在其中；接著，在砂岩層上面要覆蓋孔隙率低的緻密岩石如頁岩、泥岩或鹽岩，而且這種沉積岩構造要在天然氣形成之前就已經存在，如此才能將天然氣封存起來。

伍、教學活動照片



梁玉龍老師在說明教學主題



梁玉龍老師在說明石油形成的過程

陸、教學補充資料

一、補充資料

(一) 我國海域石油探勘的回顧與展望

今日全世界已有七十五個國家進行海底大陸棚和大陸斜坡的石油探勘工作，將近三十個國家的海域已產石油，佔全世界石油總產量百分之二十。我國亦於五十九年起積極進行海域石油探勘，至今已鑽井二十口，本文將就海域的地質背景、探勘經過及相關的大陸礁層經濟圈等問題作一回顧與展望。

「台灣海域有沒有石油？」不但為我國地質學者所關心，也是朝野上下一致注目的問題。

石油，20 世紀 70 年代的龍兒，經濟大動脈的活水，石油之於現代國家，如同血痕之於一個人，它能使未開設國家獲致資金走向工業化，也能使開發國家因匱乏而癱瘓。中東國家自以阿戰爭掣發「石油武器」以來，嚴重影響世界政局和經濟景氣，其威力已有目共睹，甚至近年出品的大製作電影皆以「產油國投資影片」做為品質保證，廣為招徠，石油之魔力可見一斑。

目前我國自產油僅連需要量的百分之二，是一個需油孔急的國家，而陸上有希望的儲油區域多日鑽探，惟將探油目標轉向海域，或有望改善我國的能源狀況。

我國探勘的海域包括台灣海峽及台灣北方的海域，居臨中國大陸東岸，分別止於台灣島及琉球海槽，早年由於本區填海洋地質資料的缺乏、暨海域探勘及鑽井所需的科技未發達，石油利潤亦未達經濟可行性，所以這一片廣瀚的本陸棚（註）海面自古以求一直靜靜地憩息在中國大陸邊緣上，頂多觀為通航及漁場的水域，未曾有過任何有關礦產資源的聯想。

這 1996 年，聯合國亞盟會（ECAFE）亞洲海域礦產資海聯合探測委員會（簡稱 CCOP，Committee for the Coordination of Joint prospecting for Mineral Resources in Asia offshore Areas）集合了中、美、日、韓四國地質、海洋學者進行一項東海黃海之調查，並在一九六九年公開發表了一份有關東海和黃海的地質構造及海水性質的報告〈Emery, K·O, et al, 1969〉，揭露此區域有高度石油蘊藏可能，首先打破了長久的寧靜，這片海域從此成為熱門的石油獵場。該項報告的結論部份如此寫道：

在台灣與日本之間的大陸棚，很可能是世界石油及天然氣蘊藏最豐富的地區之一。由於軍事和政治的因素，而且也是世界上尚未鑽探的少數巨型大陸棚之一，即便像本次這種短期測勘概括性的地質資料都付諸闕如。

這項報告當然引起有關國家的振奮，從此這一片海域探勘活動頻繁，許多探井鑽入了各個角落的海床海域的經濟範圍爭奪戰也日益升高。東海黃海乃成為多事之秋。然而由於政治、軍事、商業機密的理由，本區域頻繁密集的探勘工作所得資料極少公佈，並未使局外的地質工作者對本區域有更多了解；然而因石油資源高度展望所造成的政治影響反而明顯易見，但仍需在兩者之間做些許聯想始能洞燭。

石油，漢書稱「石漆」，元史稱「石脂」，五代時稱「石腦油」，宋代開始稱石油，歷代名稱都與「石」字相關。近代它又有一個別名：「黑金」。石油英文名 Petroleum 是由希臘文 Petra 與 Oleum 二字合稱，Petra 是岩石之義，Oleum 是油之謂，聯合起來也是石油。中外古今心同理同，同接意指「得自岩石中的油類」。既然石油來自岩石，尋覓其芳蹤遂與研究地殼岩石的地質學者有密切關係。

造成石油礦床需要三個主要地質條件：一是具備油母層或生油層，即產生碳氫化合物等以造成油氣的母岩。二是具有高度孔隙率和滲透率的岩層，以供油氣的移棲與儲聚。三是有適宜的封閉構造，將儲油層中的油氣集中封閉在一處，使之富集並不致逸散流失。地質學者便是依按這三個地質條件尋找石油。

一般而言，沈積岩才會有大量有機物供做形成石油，並得以保存。所以在台灣海域找石油，首先要知道海域底部是否有深厚的沉積岩，次之要在沈積岩中探尋封閉構造，最後才是在研判的封閉構造上打下探井，有構造不一定有油居棲，是所謂乾井。若發現油藏，還必須在附近開鑿「佐證井」，估算確實藏量，若有開發價值，再打入「開發井」，接上輸油管或用油駁船，將油運達陸上。

地質學者先經由大規模的地球物理探勘法，以震測、磁測、重力測等手授來估測沈積岩的位置、厚度和構造，標定油源高度展望區後，配合地質背景知識驗證分析，訂定井位，實施鑽探。過程類似醫生診病，先把脈、聽音、X光透視，大致確定病癥部位情況後，才進行開刀，一探究竟，直搗黃龍。

地球物理方法常不能透徹了解地下地質形貌，探油工作常是一面鑽井，一面由其所得地下地質資料來配合解釋地球物理探勘之結果，故探油初期常有打到乾井的機會。但是海域探勘費用極高，以中油公司目前海域探勘船為例，因為各項海域鑽探設備租金昂貴，例如鑽井船、補給船、直昇機、電測、下水泥等設備、工程服務費，每日高達美金二萬八千元，加上所需人員材料及其他

必要費用，每艘鑽井船作業時，每日約需 3 萬 5 千美元至 4 萬美元，（靳叔彥 1976）投資十分鉅大，故探勘初期需擔負相當的風險，並多少含有運氣成份，因為 4000、5000 公尺（相當台北車站到士林距離，步行需 1 小時）之下的地底深處，未鑽井之前，其情況實在難以逆料。

近年台灣附近海域成為熱門的石油獵場，固然與科技發展和能源危機造成油價上漲有關。其主要地質上的原因與地球科學 1960 以來的新理論密切相關。自從 1960 年出現了海底擴張假說〈Sea Floor Spreading〉，地球科學界對地球的觀念大為轉變，一改過去「山河永固」的想法，轉而注入動態的地球觀，該學說很快地發展，許多有利證據不斷增加，學者又擴大其範圍，稱為「新地球構造說」〈The New Global Tectonics〉，及至近年又稱做「板塊構造運動說」（Plate Tectonics），多數地質學者承認這是地球科學的大革命，是現代科學光輝燦爛的一頁。

資料來源：魏國彥。我國海域石油探勘的回顧與展望。取自！

http://tx.liberal.ntu.edu.tw/GCot03/articles_ntu/e_ntu/e01p01_con.htm 鎮

（二）發掘天然氣

相較於煤或石油，天然氣是排放二氧化碳較少的一種能源，因此越來越受到各界重視。但是天然氣產於地底深處，我們要如何發現？又如何開採？

由於造成全球暖化的二氧化碳排放量與日俱增，2011 年 12 月 11 日在南非德班舉行的聯合國氣候會議，首次強迫美國、中國、印度等排碳大國未來均須減排。主成份為甲烷（ CH_4 ）的天然氣因為含碳比例低於煤和石油，燃燒時排放的二氧化碳較少，因此在再生能源技術尚未完全成熟的現在，天然氣發電成為能源的重要選項。

石油與天然氣常相伴形成，台灣產油不多，卻開採出不少的天然氣。之所以會以天然氣為主，與千萬年前石油和天然氣生成時的環境條件有關：台灣附近是開闊的海域，沉積物主要是從中國大陸沖到海裡的植物，有機質含量低，這類陸相沉積物主要形成天然氣，只有極少量石油；石油則是封閉淺海裡的藻類和浮游生物沉積到地底的結果，例如現在盛產石油的北非到中東一帶，即是如此。

特殊結構，封存天然氣

天然氣田必須有能夠儲存天然氣的地層結構，首先要有孔隙率較高的砂岩，讓天然氣可以儲藏在其中；接著，在砂岩層的上要覆蓋孔隙率低的緻密岩石如頁岩、泥岩或鹽岩，而且這種沉積岩構造要在天然氣形成之前就已經存在，如此才能將天然氣封存起來。儲存油氣的地質構造有背斜構造、斷層封閉、地層封閉等三種，在

台灣主要分佈在西部新竹到高雄的平原地區。

要知道某處地底是否封存天然氣，首先要知道該處的地底結構是否屬於上述三種構造。最基本的方法是進行地面地質調查，如果某處兩側的地層露頭分別向下傾斜，好似地底有個倒過來的碗狀背斜構造，就有機會封存天然氣。不過由於土地大量開發，現在已經不容易直接看到地層的露頭。

因此，探勘人員會以地球物理測勘方法，利用各種先進的儀器，從地表探勘地底的構造，他們會先以精確度較低、但較便宜的方式進行探勘，隨著對地底的地層結構掌握更清楚、研判含有天然氣的可能性夠高，再改用比較精密的方式進一步確認。

探勘人員起初先在地表以重力計偵測地底產生的重力強度，由於不同岩石的密度不同，可以計算出各種岩層的深度，綜合起來，即可得知地底的地層結構。利用電阻儀和磁力儀則可測量電阻和磁場強度，因為地底岩石成份不同，所含的礦物不同，因而具有不同的電阻，也會產生不同的磁場強度，可以據此推估地層結構。但是在地表測量到的數值，不論重力、電阻或磁場強度，都是從地底深處一直到地表的綜合效應，僅能獲得粗略的結果，因此對於可能蘊藏天然氣的地區，探勘人員會進一步進行「反射震測」測勘，即在地面使用「振盪震源車」上的金屬塊撞擊地面產生震波，再在另一處接收，由於不同岩層的界面均會反射震波，只要分析反射波的波形和傳遞的時間，即可推估地質構造。

反射震測比重力、電阻、磁場強度可靠，但仍然是在地面間接測量的結果。當透過反射震測研判地底可能具有足以容納夠多天然氣的地層結構時，就會投入更多經費鑽井探測。至於多大的結構才叫做「夠大」，以台灣的陸上探勘而言，鑽一口井的成本近新台幣一億元，依成功機率及期望值估計，至少要評估該處地底含有價值超過成本數倍的天然氣，才值得鑽探。

在鑽井的過程中，會把井下鑽碎的岩石碎屑帶上來，由此得知地底不同深度的岩性；若要更精確了解地層結構及過去的演變，可以取一段岩心進行分析，不過取岩心成本昂貴、減慢鑽井速度且易造成井壁崩塌，所以只會視情況執行。台灣已鑽獲天然氣的砂岩層位於地下 900~5700 公尺深處，在幾千公尺的鑽井過程中，通常每一口井只會依需要採取數段、共幾十公尺長的岩心，以供研判地層結構之用。

鑽井之後，探勘人員會垂放精密儀器到井下偵測，稱為「井內測勘」。首先是測量 γ 射線強度，因為每種礦物都有不同的天然放射性，砂岩天然放出的 γ 射線強度比頁岩弱，因此只要垂放輻射感應

器到井下，偵測不同深度的 γ 射線強度，就可判別砂岩層及頁岩層的分佈，而得知地底是否具有可以儲存天然氣的地質構造。另一種方式是發出聲波並偵測反射波，利用砂岩和頁岩密度不同、聲波傳送速度不同的特性，來判別地底岩層的分佈。

確認結構中有油氣

經過這些偵測，可以確認地底是否具有合乎天然氣田條件的地質構造，但這並不表示其中一定有天然氣，萬一這樣的地質構造在天然氣產生之後才形成，那麼天然氣早就逸失了；或是雖然具有可以保存天然氣的結構，卻缺乏植物沉積物，根本沒有天然氣在此生成，也是無用。因此在進行井下偵測的時候，探勘人員還會使用一些儀器直接測量有無天然氣存在。

其中一種是中子放射儀，它會放出中子，並偵測反射的中子能量，若反射的中子能量大幅減弱，就表示岩層內含有天然氣。這是因為中子和氫原子核的質量幾乎一樣，當中子撞擊到氫原子核，會將能量轉移給氫原子核而喪失速度，但若撞擊到其他質量和中子相差很多的大型原子核，則速度大小變化不大。天然氣（以 CH_4 為主）所含的氫原子比例遠高於周遭岩石或其他物質，因此會造成反射中子的能量大幅減少。

資料來源：李名揚（2012）。發掘天然氣。科學人，第 119 期。取自：<http://sa.ylib.com/MagCont.aspx?Unit=featurearticles&id=1896>

二、參考資料

參考文獻

吳再益(2011)。面對日益枯竭油氣資源兩岸因應之道。兩岸油氣能源的挑戰與因

應論壇。財團法人台灣綜合研究院

呂建良(2007)。日本的東海策略。國立政治大學中山人文社會科學研究所博士論

文，未出版，台北

殷維偉。南海海洋資源共同開發之研究。國立臺灣海洋大學海洋法律研究所碩士

論文，未出版，基隆

陳竹亭等(2011 修訂)。基礎化學(二)。臺北。泰宇出版社

陳建添等(2011 修訂)。基礎化學(二)。臺北。康熹出版社

陳秋炳等(2011 修訂)。基礎化學(二)。臺北。翰林出版社

陳得時等(2011 修訂)。基礎化學(二)。臺北。龍騰文化事業股份有限公司

黃武良(1999)。石油—大自然孕育千萬年的珍藏。地球科學園地。第 12 期

葉名倉等(2011 修訂)。普通高級中學基礎化學(二)。臺北。南一書局

相關網站

中日東海熱點示意圖。

網站：<http://www.epochtimes.com/b5/8/7/18/n2195467p.htm>

中國石油公司。

網站：<http://www.cpc.com.tw/big5/content/index01.asp?sno=74&pno=49>

中國首座深水鑽井平台--南海開鑽簡介。

網站：<http://www.youtube.com/watch?v=EorJOHwGB2Y&feature=related>

半沉式海上鑽油平台。

網站：

http://www.huffingtonpost.com/2010/03/29/9-problems-destroying-our_n_511937.html

台灣中油股份有限公司探採事業部。

網站：http://www.cpc.com.tw/big5_BD/tped/home/index.asp

用手工鋸木頭。

網站：<http://www.youtube.com/watch?v=ynogAjW8zmA>

石油的形成。

網站：

http://resources.edb.gov.hk/~senergy/power/print/source_phy_print_c.html

汽油引擎-鏈鋸機鋸木頭。

網站：<http://www.youtube.com/watch?v=aADZKL04p7c>

春曉油氣田井口平台。

網站：<http://blog.udn.com/YST2000/1953780>

翁榮南。海域石油資源。

網站：

<http://campus2.chgsh.chc.edu.tw/science/content/1993/00100286/0010.htm>

馬斯克深海鑽油平台。

網站：<http://www.youtube.com/watch?v=oguoULvWVzo&feature=related>

高瞻自然科學教學資源平台。

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

國科會海洋學門資料庫。

網站：<http://www.odt.ntu.edu.tw>

釣魚台簡介。

網站：<http://wmoov.com/focus/topic>

新竹外海國光平台麥斯。

網站：<http://140.112.68.243/chap3/node6.htm>

鳳凰衛視劃的中日東海鑽油位址示意圖。

網站：<http://www.mjjq.com/blog/archives/177.html>

魏國彥。我國海域石油探勘的回顧與展望。

網站：http://tx.liberal.ntu.edu.tw/GCot03/articles_ntu/e_ntu/e01p05.htm