

海洋事務重要議題：環境、能源、經濟海域

魏國、陳明德 博士

提 要：

一、二十一世紀為海洋的世紀，為人類大規模利用與開發海洋的時代。面對日益上升的人口與資源的需求，與溫預見因人為排放 室氣體增加所引起的氣候變遷，各國已警覺應加強對海洋的研究與保護。

二、本文從捍衛我國海洋權益、增進與各國海洋事務合作的觀點，針對我國海洋環境、能源、與專屬經濟海域等三個面向的重要議題，論述相關調研究的現況與未來發展，提供決策者制訂海洋研究發展策略、完善政府組織海洋相關部門的體系與制度、加強培育海洋調研所需人才的參考。

關鍵詞：海洋事務、環境、能源、經濟海域

壹、前言

聯合國於2008年12月5日第63屆聯合國大會通過第111號決議，自2009年起， 年的月8日為「世界海洋日」，聯合國希望全世界的人們都能在這一天向人類賴以生存的海洋致敬，瞭解海洋所蘊含的豐富價，並慎重審視全球染和魚類資源過渡消耗的問題。2009年的世界海洋日的主題是「我們的海洋、我們的責任」，而2010年的主題為「我們的海洋：機遇與挑戰」。

什麼是海洋所呈現於人類眼前的「機遇與挑戰」呢？本文由全球環境變遷及能源危機兩方面切入。二十一世紀，氣候暖化的威脅甚囂塵上，需要人類共同解決。聯合國政府間氣候委員會(IPCC)2007年的報告明確指出，溫八世紀工業革命以來，伴隨人類科技文明演進而排放的 室效應氣體是近年地球暖化的主因。人類排放二氧 溫碳等 室氣體到大氣的主因是因為用了大量的石化燃料，包括煤炭、石油及天然氣。為了減少二氧化碳的排放，人類必須開發與使用替代能源如核能、地熱、能，或可再生能源如太陽能、生物能、風能、海洋能等。

溫 中二氧化碳等 室氣體節節上升，影響的不只是地表氣 而已，較高的二氧化碳濃度也使海洋表面水體溶入較多的二氧化碳，而造成海洋表層水酸化，以碳酸鈣質為殼體的浮游生物(如有孔蟲、鈣板藻、翼足類)及熱帶淺海的珊瑚礁可能因酸度增高而無以造殼，或造殼之後被酸化的海水侵蝕而傷亡，海洋酸化因此被視為人類大量排放 室氣體的第二個危機(Doney et al., 2009)。

溫 個伴隨的問題是氣 與海 的上升可能肇致南北極高緯度地區陸上冰原的融化，融化的冰水注入海中將使海平面升高，侵襲海岸低窪地區。IPCC 2007年的報告估計未來到2100年全球海平面可能升高10-60公分，這將對人類麤集居住的海岸地帶造成巨大衝擊。

另方面，石油與天然氣需求日增，陸地上容易開採的油田面臨老化，量日蹙，有供不應求之勢。石油探勘的觸角與地點早已於1970年代逐漸移往大陸棚區，近年往大陸坡開採深海油田，海洋石油儼然成為提供石化能源的新前線。

為了排除大氣中已然含有的過量 室氣體，學者倡議將二氧化碳收集後打入地層進行地質除碳，或以液態高壓注入深海，形成海底二氧化碳人工湖，這類的人工儲碳方式被評估為在2050年之前終極解決二氧化碳問題的必要解與最終解。另有些海洋學者研究如何使海水更「綠」，而提高其生物生力，吸收大氣中的二氧化碳，並增加有機碳生，或成為生物質被利用、或沈積入海底形成海洋的碳封存機制，來大規模、有效減碳、除碳、儲碳。

為了尋求新的替代性、可再生性能源，海岸地帶的潮汐、波浪、潮流(沿岸流及西邊界流)都一再被評估。風 邊、淺海與深海的 度差，也都有可能提供大量能源。就臺灣而言，黑潮，也有可能成為海上發電原動力。溫 球環境變遷不只是氣候問題，也是能源問題。無論就氣候變遷的衝擊、新能源的開發、減除 室氣體及儲存溫室氣體的終極方案，眾多問題的匯集點就是海洋，因此，海洋不只是人類共同的遺，也是解決人類問題的寶庫。

貳、環境議題

一、氣候、海岸變遷

溫 年來人為活動所導致的大氣 室氣體濃度增加、 室效應增強與全球暖化、海平面上升與海岸環境變遷等已為決定本世紀全球人類發展前景的決定性因素之一。聯合國政府間氣候變化工作小組

(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)溫 就全球暖化所造成的地表 度上升、降雨及乾旱形態與強度改變與極端氣候變化、生態系逐漸轉移、全球冰川融化與海水熱膨脹所造成的海平面上升等所可能生的生態、公共衛生、與社會經濟衝擊，描繪出人類採取不同的減災與適應策略下，未來全球氣候變遷的可能情景。

海洋為氣候系統中重要的次系統，且與氣候系統中其他的次系統緊密耦合並交互作用。海洋的熱含量遠高於大氣，約為大氣的一千倍，故具備極高的熱吸收量。海洋熱吸收量的變化對全球氣候可生極顯著的影響一例如「聖嬰—南方震盪(El Nino- Southern Oscillation)溫 溫即為東赤道太平洋海表 增0.5℃以上，即溫 北半球造成暴雨及洪澇災害；反之，若東赤道太平洋海表 降0.5℃，就會使北半球出現乾旱缺雨的現象。全球暖化對人類海洋環境的另一嚴重衝擊為海平面(Sea Level)的上升。全球暖化的結果會造成全球冰原與溫 山冰河的融化，融化的淡水注入海洋將造成全球海水總量增加而造成海平面上升；此外，暖化造成的海表度上升將生海水體積增大一稱為「熱膨脹」，也會使全球海平面上升。根據全球驗潮站資料估計，1961-2003年全球海平面上升速率約為1.8±0.5 mm/yr；而TOPEX/Poseidon衛星高度計估計在1993-2003年間海平面上升速率已增至3.1±0.7 mm/yr。據IPCC ar4(2007)的估算，在本世紀末，全球海平面將上升約20-30公分，其中全球冰原與高山冰河的融化與海水熱膨脹的貢獻各佔一半。

臺灣四周環海，若全球海平面持續上升，將對沿海地區增加暴潮與洪水泛濫侵襲的機率。臺灣的海岸可以區分為四個部分，北部地區西起淡水河口，東到三貂角，是於屬沉降海岸，此區岬角及海灣因差異侵蝕而有獨特的海蝕景觀；在西部地區從淡水河口南岸到屏東楓港附近，是屬於隆起海岸，此區海岸線平直，早期由於河川輸沙量大及沿岸流的作用，形成許多海埔新生地、沙州、潟湖等地形；在南部地區的恆春半島，為珊瑚礁海岸，此區珊瑚礁以裙礁為主，因地殼上升運動作用而形成珊瑚礁海階台地；在東部地區由三貂角到恆春半島旭海一帶，為斷層海岸地形，主要受到板塊運動作用所形成。全球海平面的上升將引起潮間帶與地，或原已屬低窪地

區消失與淹沒，使海岸侵蝕日趨嚴重與沿岸地區地下水鹽化程度增加，並在颱風侵襲季節，加深洪災等海岸災害所生的沿岸居民生命財產的損失。以臺灣整體沿岸地區而言，除台東海岸屬自然侵蝕外，西部沿岸大部分都已因人為因素侵蝕嚴重。

除全球暖化因素所造成的海岸環境衝擊外，人為的持續開發也使得臺灣的海岸環境受到破壞及染。臺灣沿海地區因漁民超抽地下水做為養殖之用，造成了地層下陷的海岸浩劫，臺灣許多的家庭水、工業廢水、畜牧業廢水等，經常直接排放或傾倒在各河川、港口及沿海地區，這些污染源被潮流、沿岸流沿著海岸搬運擴散，造成臺灣尤其是西部地區的高度染。臺灣海岸線的變遷與沿海的突堤效應也有著關聯性，由河川所輸入的沉積物經由潮流、沿岸流等帶往其他地區沉積，當沖到突出海岸的地形或港口堤防時會造成淤積作用，而在突堤的另一面因懸浮沉積物的堆積，當受到洋流、海浪作用時使得海岸線不斷的向內縮。歸納言之，臺灣海岸侵蝕的主要人為因素包括在河川上游建水壩、超挖河沙及沿海超抽地下水等(范光龍，1998)，這些地區性的人為因素加上全球暖化所引起全球性海平面上升，無異將使臺灣沿岸的侵蝕問題雪上加霜。

隨著人民生活水準的提高與資源需求的增加，臺灣鄰近海域的染污情況也日趨嚴重。臺灣附近海洋的染污可區分為油染、重金屬染、有機合成物及有機質染、熱染、固體廢棄物染等。油染的主要來源包括油輪、海底鑽油井、煉油廠等的漏油事件，對於海洋生態和海岸環境會造成傷害；重金屬染物的來源包括燃煤、燃油、發電廠、鋼鐵廠等，重金屬進入生物體之後，不易被排除或分解，通常會在食物鏈中逐漸濃縮，對生物或人體造成危害；有機合成物及有機質染物來源主要來自農業、殺蟲劑、戴奧辛等化學合成物，以及家庭和都市廢水、農業肥料流失及畜牧養殖業的有機廢水，這些廢水都含有大量的營養鹽類，當海中的營養鹽過多時，細菌的分解作用旺盛，會耗掉大部分的氧氣，造成缺氧狀態，化學合成物質流入海洋後，可能會在食物鏈中累積；熱染通常發生在核電廠附近海域，由於電廠在運轉時需要抽取海水以冷卻系統，水溫太高會對海洋生物造成傷害或衝擊；固體廢棄物就是一般所謂的垃圾，它是海洋染物中數量最多，而且普遍存在的染污，垃圾會破壞海岸景觀。

隨著都市、工業區及養殖業的快速發展，使得臺灣的海岸環境受到人為改變的破壞日益嚴重，臺灣的西海岸正因為開發海埔地為濱海工業區，外加浮濫的水泥堤岸、消坡塊等人工結構物，已逐漸的水泥化，形成所謂的人工海岸。而河川上游水庫、水壩的興建，使各河川的輸沙量都已明顯的減少，不少的海岸都呈現出侵蝕、後退的現象。隨著人口的增加，水量也隨之大增，由於臺灣水下水道的水大部分都通向河川，最終再經河口流至大海，不僅嚴重染污海岸地區的自然環境，也遠遠超過海洋的涵容能力。在臺灣二仁溪河口附近海域，染污來自包括港灣與發電廠、放流管等多種複雜來源，已嚴重破壞附近海域的生態環境，亦造成近海與近岸養殖漁業的減產(范光龍，1998)。

二、海洋酸化

全球暖化亦影響臺灣鄰近海域的生態系與生物多樣性，其中最受重視者為珊瑚礁的白化(Coral Bleaching)溫海表溫度升高、極端氣候形態對珊瑚礁生物群聚造成的疾病、降雨量強度變化所引起的水質鹽度變化、與大氣二氧化碳濃度升高所導致的海洋酸化(Ocean Acidification)步進一改變海水中碳酸鹽飽和度，降低珊瑚的鈣化速率，均會減緩珊瑚的成長，最嚴重的情形下會使珊瑚死亡—白化，使沿岸魚群生態改變，不利近岸漁業的發展；此外，間接依賴珊瑚礁生態系的觀光旅遊的海洋經濟亦會受到打擊。

三、海洋除碳

雖然全球暖化會對海洋的物理、化學、生物等環境面相生衝擊，但海洋與海底亦是未來用以減緩全球暖化的可能場所。美國與德國的科學家目前正發展二氧化碳的海洋與海底封存(Carbon Dioxide Trap)技術，將工業化產生的二氧化碳輸送到海洋或海底，將之與大氣長期隔離，達到減緩溫室效應與全球暖化的目標。二氧化碳的海洋封存為直接將液態二氧化碳注入1000公尺深的海水中，使之自然溶解；或注入3000公尺深的海底，使二氧化碳在深海形成固態的「乾冰」或液態的「湖泊」，進而延緩二氧化碳分解到大氣的過程。二氧化碳的海底封存則是將液態二氧化碳注入海底地質構造中，如開採中或停止開採的油井與天然氣井中。由於海底封存對二氧化碳提供海水與岩層構造的雙重閉障，因此滲漏的風險較海洋封存低。海洋或海底的二氧化碳封存雖還在實驗階段，但已出現積極參與區域海洋與海底的基本環境調查資料庫建置(例如「全球海洋次表層鹽觀測網」(Array for Real-time Geostrophic Oceanography, ARGO (<http://www.argo.net/>)))、與「綜合海洋鑽探計畫」(Integrated Ocean Drilling Program, IODP (<http://www.iodp.org/>)))等的重要性，一旦相關技術發展成熟，即能有充分知識與準備辨識出適宜地點進行封存。

日本通商省針對二氧化碳的循環機制，開發相關的計量、測定、評價等國際標準化技術、二氧化碳吸存、隔離能力的評估技術、及海洋容存二氧化碳的方法與技術(慧典市場研究報告，2009)。日本政府、民間電力公司、石油公司合資展開海底地層之CO₂地下封存大規模實驗，將福島縣火力電廠排放之CO₂經管線送至70公里外海底廢棄天然氣田(可容納2000萬噸以上CO₂)，預計2011年可實用化。2008年實驗調工作經費將得到官方約2億3,000萬日圓的補助，總事業經費預估500億日圓，大部分由官方負擔。初估日本的地下和海底可封存約1500億噸CO₂(日本100年之排放量)。

參、能源議題

一、石油與天然氣

石油與天然氣為目前最重要的能源資源之一，亦為目前最重要的交通運輸燃料。石油也是一種十分重要的化學工業原料，許多石油化工品，如橡膠、塑料、化肥、醫藥等均由石油所衍生製造而成。石油及天然氣大多儲存在於地層岩石空隙中，海域的石油與天然氣則通常會在大陸棚與大陸坡的地層中伴隨出現。石油在地層中可呈固態、液態及氣態三種，在化學成份上則以碳化合物為主，並含硫、氮和氧等；天然氣則由較輕的碳化合物構成，其中最主要的成份為甲烷。石油與天然氣是經由數千萬年或甚至上億年前，大量的生物遺骸和有機質在一定的物理化學條件下轉變而來。這些巨量的有機質，可能是在缺氧的環境中，再加上厚厚岩層的壓力、溫度的升高和細菌的作用，便開始慢慢分解，經過漫長的地質時間，這些有機質就逐漸變成了石油和天然氣。石油與天然氣的賦集還需要有儲集它們的儲油氣層和防止漏失的蓋層。儲油氣層需具有良好孔隙率和滲透率，通常為砂岩、石灰岩和白雲岩及裂隙發達的岩層；而蓋層為覆蓋在儲油氣層之上，為較不具滲透性的岩層，通常為頁岩、泥岩和蒸發岩類的岩層。分散在岩層中的石油並沒有開採的價值，只有油氣賦集到一定儲量的地方才具有開

採價。含有油氣的沉積岩層，由於受到構造運動而發生變形，形成地質學上所謂的背斜構造。石油往往會賦集在背斜構造，所以在石油地質學中也稱之為儲油構造。通常，由於天然氣密度最小，會在背斜構造的頂部出現，而石油處在中間，下部則是水。所以在探勘石油與天然氣的過程中便先要尋找地底下具有這種構造特性的區域。在海域的石油探勘，則需建立巨型的鑽井平台，成本與環境染的風險均較高（莊慶達等，2008）。海域的石油探勘評估（金秋&張國忠，2005）指出，全球海域石油蘊藏量約為100億噸，約佔全球石油資源總量的34%。近十年全球海域的石油與天然氣生量穩定上升，量增加最快的地區依次為：中東、北美、南美。目前，以在波斯灣、墨西哥灣、北海地區的海域石油探勘成效最佳；而俄國北部海域、南海、印尼沿海、巴西坎波斯盆地也陸續發現豐富的石油與天然氣資源。以目前的趨勢而言，海域的石油與天然氣探勘為各大石油公司競爭最激烈的領域；同時，海域石油與天然氣探勘已從半淺海、半深海、延伸到深海；據估計，全球深海潛在石油儲量可能亦達1,000億噸，而全球深海原油年量約為4.3億噸，為全球石油需求的9%，主要的深海油田集中在巴西近海、美國墨西哥灣、西非的安哥拉與尼日近海等。海域石油探勘調雖然成本較低，但搭建海上鑽井平台的費用卻極高，如何減少搭建與維持海上鑽井平台的作業成本，並能同時降低海上鑽井的高風險，為將來各大石油公司要面對的課題。

二、天然氣水合物

近年來，在沉積物中分布廣泛的天然氣水合物(Gas Hydrate)，被認為是可供人類能源需求至下世紀的新總質能源。天然氣水合物又稱「可燃冰」，它的外觀猶如冰塊，廣泛分布於高緯度的永凍層和陸 深水海域的 邊層中，是由水和氣體分子在低 高壓環境下所形成富含氣體分子(甲為主) 的冰 物結晶。天然氣水合物通常 凝結於水深約五百公尺以下的大陸棚、大陸坡的海底沉積物中。這種天然氣冰塊物質在常 常壓下會水解成水與甲氣體，可供民生能源使用。天然氣水合物在地球上的儲量極為豐富，目前估計全球天然氣水合物的甲資源 量狀在標準 壓 態下，至少萬兆立方公尺(20×10¹⁵m³)，其所含甲碳總量達10兆公噸(1×10¹⁹g)，約為目前所有已知傳統化石能源(煤、石油、天然氣)所含碳總量的2倍(Kvenvolden,1998)。目前全球許多國家如日本、美國、加拿大、印度、英國等均已投入進行天然氣水合物的研究與探勘，海洋鑽探計畫亦在東太平洋 鑽得天然氣水合物的冰 樣本。

目前歐美日等先進國家，正積極研發天然氣水合物的開發技術，期能在開發天然氣水合物所含的天然氣能源(甲為主)之際，也能將二氧化碳注入使成固態的二氧化碳水合物而封存在深水環境中(Kikuchi,2004；Ikegawa et al.,2007)。由上可知，我國若能發展天然氣水合物能源相關技術，除能提高天然氣此項潔淨的能源使用方式之比例，減少二氧化碳排放量外，同時也能將二氧化碳封存在深海環境中，降低二氧化碳總量，故天然氣水合物能源技術是得我國積極發展的前瞻性能源科技選項之一。

但是，甲水合物不僅被視為二十一世紀最有潛力的碳燃料的資源，也被視為潛在的環境破壞源，這是由於天然 氣水合物是低 高壓環境下的結晶物，且賦存於地殼淺處(200 公尺深以) 溫很容易受到外在 度或壓力的變化而分解形成富含氣與水等高壓流體之地層弱帶，極可能受到地層重力或地震等作用，而衍生海床之滑塌陷落等地質災害，甚而引發海嘯；另一方面，海底地層中的大量固態賦存的天然氣水合物一旦因海底滑塌或海底底水暖 而氣化，將釋放出大量的甲氣，其 室效應的強度5倍於二氧化碳(IPCC,2007)，這些大量逸出海床的甲，一部分能穿過水體而進入大氣，勢將造成氣候暖化(Dillon et al.,2001；Dickens,2004；Best et al.,2006)說「水合瓦斯槍假 」甚而認為甲在過去萬年來的主導氣候變遷的角色可能遠高過於二氧化碳，造成許多百年、千年尺度的氣候震盪(Kennett et al.,2002?)。

緣陸邊 地區發現天然氣水合物(gas hydrate)已屢見不鮮，東亞地區已知的有日本南海海槽(Nankai Trough)(Ashi et al.,2002)、韓國Ulleng Basin盆地(Bahk et al.,2009)、南海北坡的甲九龍 緣緣。臺灣西南海域亦屬廣義之大陸邊 ，為菲律賓海板塊與歐亞板塊碰撞帶的變形前(Deformation Front)緣歐亞板塊被動性大陸邊(Passive Continental Margin)緣交接帶，地質構造複雜。變形前 以東地區為板塊碰撞運動生的增積岩體(Accretion Wedge)緣平行於變形前 走向，滿佈逆斷層、擠壓型 緣皺及泥貫入體。接近變形前 的地帶，許多向西逆衝的盲斷層將地層推抬，形成背斜；而較後方靠近臺灣的一側，水深較深的大陸坡部分構造上多屬逆斷層已露出於海底的逆斷層區，也間雜有盲斷層形成的背斜構造；在緊接臺灣西南的上部大陸坡區，滿佈南北向的背斜構造，背斜構造中下方的泥性物質因擠壓而向上貫穿，形成許多泥貫入體(Lin et al.,2008)。大陸坡的構造低區則發育為海下峽谷，例如高屏峽谷，沿著這些峽谷臺灣西南風化侵蝕的沈積物大量輸往南海北坡。上述逆斷層結構除了將地層切割與褶皺、形成海底的脊溝系統外，也成為將地層中賦藏的天然氣水合物洩露於海底的管道。

我國經濟部中央地質調所於2004年已開始推動天然氣水合物四年期科技計畫，由我國十餘位學者協助執行，重點調區域位於高雄一恆春外海的深水海域。至2007年計畫結束時，已分年分區完成測線間距約2公里、測線總長約8,000公里的2維多頻道反射震測調工作，並於天然氣水合物賦集區收集測線間距約200~500公尺、測線總長約2,000公里之2.5維多頻道反射震測資料。另在臺灣西南海域316個測站(活塞岩心：132站、重力岩心：154站、箱型岩心：64站、海水柱採樣：44站、抓泥：8站)的岩心或海水樣品等採集工作，並擇取代表性樣品進行地質與地球化學等特性分析。此計畫主要結果顯示：

(一)在收集到近10,000公里總長之反射震測線中，約有46%的震測剖面資料顯示有海底仿擬反射(Bottom Simulation Reflector,BSR)信號的出現，顯示調區 普遍有天然氣水合物的賦存，而且該等信號出現的深度位置，亦可指示天然氣水合物賦存層的下界深度。

(二)緣緣聲納回聲剖面探測結果顯示，無論在被动陸 的大陸斜坡區或活動陸 的增積岩體區，均發現有泥貫入體、海底泥火山或流體擾動等現象的分布，而這些特殊地質現象常與天然氣水合物的出有關。

(三)內海洋底水及海床表層沉積物的採集與分析結果顯示，調區域 普遍有甲含量高及硫酸鹽—甲界面深度 淺等異常現象，顯示調區 的甲通量高，極有利於天然氣水合物的生成與賦存。此外，由甲氣的碳同位素組成分析結果顯示，這些甲主要源自微生物作用，少部分源自熱裂解作用。

(四)深水海域(水深300公尺以上)內的海床表層沉積物通常是以泥質為主。然而在調區 部分海洋底水甲濃度異常高的測站附近地區，藉由底拖深海照相探測，在水深約1,000~1,200公尺海底，發現部分海床出現有自生性碳酸鹽岩礁及二枚貝、菌叢等化學自養性生物群落，並伴生有深海性海百合、珊瑚、蟹類等動物。由於

這些特殊現象常伴生於源自天然氣水合物分解生的富甲流體向上溢出海床的區域，故也常被視為是天然氣水合物存在的指標之一。

(五) 闡 的部分測站岩心沉積物中，發現含有自生碳酸鹽團塊，其主要碳酸鹽礦物組成有霏石、白雲石與含鐵方解石等，並有自生性 鐵礦伴生。由這些團塊所含自生碳酸鹽礦物之 $\delta^{13}\text{C}$ 同位素組成(-35~-60‰)及氧18同位素組成(4.6~7.4‰)等分析結果推測，其成因與富含甲(微生物源)流體有關，而這些富含甲流體可能部分源自天然氣水合物分解的物。

據前初 概估在總面積約0,000 兩方公里範圍的海域，天然氣水合物所含的甲氣量約有千億立方公尺以上；若此推估資源量正確且能全部開發利用，則以近三年來國 天然氣體使用量約00 億立方公尺估算，此項新形態的天然氣資源可供國 使用0 年以上。

雖然由上述地球物理、地球化學和海域地質等異常指標，可明確指示臺灣西南海域天然氣水合物的賦存潛能極高，但是如要進行能源資源調與開發，則需取得天然氣水合物的標本，並對海床下天然氣水合物的詳細分佈與特性有確切之掌握。中央地質調所因此於2008年展開天然氣水合物調第二個四年期科技計畫，以在臺灣西南海域天然氣水合物的賦存潛能極高之探勘好景區進行精密採樣與調，並透過國際合作引進最新之調技術，以期有突破性之發展。目前已擇定13個地點進行天然氣水合物之石油系統分析，並規劃進行鑽井採樣，以確實評估臺灣西南海域天然氣水合物的能源儲量與開發價。

三、再生能源：風能、潮流發電

為減緩全球暖化，增加自可再生能源，諸多海岸國家近年除在海岸廣設發電風機外，亦籌劃於海上設置離岸風機，尤以德國、北歐國家最為積極，美國次之，各國能源結構有異，自然條件及法治環境不同，對於其國 法函法或修訂，及相關政策 容之積極程度各異，相距甚大(Portman et al., 2009)。以德國為例，其再生能源成長驚人，陸上風能發電的裝置容量於2007年已達22,250百萬瓦(MW)，但欲完成其2025年前風能提供25%能源生之目標勢必要發展海上風能廠(Pehnta et al., 2008)。

離岸風能之開發應用事 領海地帶，或擴而廣之，專屬經濟區等，海域環境的保護與資源開發之政策規劃與事權管理，似應屬中央政府權責(尚待釐清)。我國對於澎湖等離島設立離岸風機也有些規劃，但相關之環境保護、環境影響之法規，與離岸水域中其他業(養殖、休憩、航行、管線.....)之權益衝突，及相關法規競合問題都有待釐清。

肆、專屬經濟海域議題

聯合國大陸礁層界限委員會(Commission on the Limits of the Continental Shelf, CLCS)通過「大陸礁層界限委員會科學與技術準則」(Scientific and Technical Guidelines of the Commission on the Limits of Continental Shelf)及聯合國2001年5月29日第11次聯合國海洋法公約締約國會議通過SPLOS/72號決定，在1999年5月30日已生效之各締約國而言，如欲主張其200浬以外之大陸礁層享有排他性的管轄權和商業權益者，須於2009年5月12日之前向聯合國「大陸礁層界線委員會」提交大陸礁層相關科學與技術性佐證資料，新的大陸礁層外界線如經聯合國覈訂，最大可擴增到350浬。我國四周海域於200 西範圍 皆與鄰國或中國之海域重疊，且未經協調劃定，當各鄰近國向聯合國大陸礁層界限委員會提交大陸礁層相關科學與技術佐證之時，我國若無自行調之專屬經濟海域及大陸礁層相關資料，勢必影響我國海域資源權益，且無法提供我 外海域劃界談判依據。

為確保我海域資源永續發展及維護我主權權益，行政院 政部研擬「我國大陸礁層調計畫」(2006-2010)，優先辦理東海、南海與東南沿海及東沙之海域調，以蒐集 外主權劃界所需資料及評估區域資源潛能，並因應聯合國海洋公約劃界委員會所定須在2009年5月12日前，向聯合國大陸礁層界限委員會提交大陸礁層相關科學與技術佐證資料之決定，防止鄰國恣意擴大所屬大陸礁層範圍、侵犯我國權益。該計畫於民國94年8月17日經報奉行政院同意辦理，並於94年9月依「行政院大陸礁層調小組設置要點」成立「行政院大陸礁層調小組」。

大陸礁層調之具體效益包括：外交上，可提供我 外海域劃界談判依據，維護國家海洋權益；在經濟上，可掌握我國海域資源，振興海洋業與能源經濟；在 政上，充實我國海洋法政基礎，強化海域功能區劃與管理；在科研上，提升我國海洋科技研發，引導海洋知識經濟發展。因此，實有必要就我國專屬經濟海域及大陸礁層之水文、海洋地質、地形、地球物理、漁業生物與能礦資源等基礎資料進行全面調。

我國大陸礁層調計畫於民國95-99 兩度，五年 完成五大工作：

- 一、我國大陸礁層劃界分析。
- 二、我國大陸礁層科學基本資料調。
- 三、我國大陸礁層資訊系統建置。
- 四、大陸礁層海域調技術發展。
- 五、我國海域功能區劃與管理。

96年度主要辦理工作項目有「我國周邊海域劃界策略工作」、「大陸礁層海底地形基本圖測繪工作」、「大陸礁層沉積與地殼構造調工作」、「大陸礁層資源調評估工作」、「大陸礁層基本資料蒐集分析」、「我國大陸礁層資訊系統建置工作」、「我國基線大地測量及資料檢核工作」、「購置我國大陸礁層調工作相關軟體及設備」等。

97年度工作包括「我國周邊國家大陸礁層及相關海域權益主張研析工作」、「我國大陸礁層經濟海域範圍擬訂工作」、「辦理我國大陸礁層海域調工作」、「我國基線大地測量及資料檢核工作」、「我國大陸礁層資訊系統擴充與維護工作」、「大陸礁層基本資料整合分析工作」等。

近兩年為配合2009年聯合國所設定的時限，調團隊優先針對臺灣附近(東南、南部)及南海東沙海域調，以及區域資源潛能調評估為目標，以維護我主權權利，確保我海域資源永續發展。

據前調所獲得的資料顯示，我國可以臺灣東部大陸邊外 及向東北方沿東海大陸邊外 做為延伸大陸礁層之依據，利用相關科學佐證資料可證明，我國在「臺灣東部海域」、「東海海域」的大陸礁層自然延伸範圍超過自領海基線起算200浬，部分與鄰國所主張之大陸礁層重疊。我政府已召集有關法律、政策、科學與技術等專家，致力於大陸礁層外部界限劃定的準備工作，由於我國並未受邀參與《公約》之談判與簽訂，無法成為

《公約》締約國，因此，我國不受《公約》締約國會議第 72 號決定 (SPLOS/72) 及第 183 號決定 (SPLOS/183) 之拘束，亦即我國對於超過 200 哩的延伸大陸礁層之主張，不受 2009 年 5 月 12 日期限之限制。在該期限之後，我國繼續保有對於東海、臺灣東部海域及南海海域主張超過 200 哩大陸礁層外部界限之權利。

伍、我國周邊海域管轄權爭端新情勢

截至 2009 年 9 月 30 日止，世界各國向聯合國大陸礁層界線委員會 (CLCS) 提出劃界申請案者已達 51 案，提出劃界初 資訊 (preliminary Information) 已達 33 案，其中包括日本、韓國、菲律賓、馬來西亞、越南及汶萊等我國海域周邊鄰近國家，對我國東海、南海及臺灣東方的西太平洋的島嶼管轄權、大陸棚外界、經濟專屬區之劃定有潛在之影響。

1960 年代以來，與我國有關南海島礁管轄權生爭端的包括越南、菲律賓及馬來西亞，2008 年以來南海的海域管轄權爭端進入了新的階段。2008 年馬來西亞副首相雅那吉 (Datuk Seri Najib Tun Razak) 率領媒體記者到南沙群島的彈丸礁宣示馬國對該島擁有主權。菲律賓總統於 2009 年 3 月 10 日簽署菲律賓領海基線法案，將屬於我國之南沙群島中之彈丸礁 (菲律賓稱為 Kalayaan Islands) 羣及中沙群島附近的 岩島納入為該國領土。馬來西亞及越南也於 2009 年 5 月 6 日及 7 日將南海部分海域，或共同、或單獨，向聯合國大陸礁層界線委員會 (CLCS) 提出大陸礁層外部界線申請。另方面，中共、韓國 (南韓) 與汶萊亦提出「初 資訊」藉此延後其向聯合國提出主張大陸礁層外部界線之時程。

陸、我國的海洋政策與未來發展策略

1992 年聯合國環境與發展會議 (UNCED) 通過的「21 世紀議程」中所倡議的「海洋綜合管理」應可視為我國處理海洋事務的基本原則。該原則又於 1993 年的第 48 屆聯合國大會所重申，要求各國將海洋綜合治理列入國家發展議程。2006 年聯合國召開的第三屆全球海洋、海岸及島嶼會議 (The Third Global Conference on Oceans, Coast and Islands) 統計，全球約有 100 個沿海國家制訂了海洋綜合管理計畫，實行海洋綜合管理。

我國海洋政策的綱要可見之於行政院研究發展考核委員會 2006 年 4 月出版之「海洋政策白皮書」，所示的海洋政策綱領事實上呼應上述海洋綜合管理的精神：(1) 維護海洋權益，確保國家發展；(2) 強化海域執法，維護海上安全；(3) 保護海洋環境，厚植海洋資源；(4) 健全經營環境，發展海洋業；(5) 深耕海洋文化，形塑民族特質；(6) 培育海洋人才，深耕海洋科研。

回應 2008 年以來南海的情勢發展，我國外交部 2008 年 5 月 8 日針對馬來西亞於 5 月 6 日及越南 5 月 7 日向聯合國提交 200 海哩以外大陸礁層延伸案，正式發表聲明，嗣後並於 5 月 12 日發表另一聲明，宣示我國對解決南海諸島管轄權爭端的立場略以：(1) 我國願意透過協商對話，和平解決南海爭端，呼籲南海周邊各國，依據聯合國憲章、〔聯合國海洋法公約〕、〔南海各方行為宣言〕 (中共與東協 2002 年 11 月簽署) 之原則與精神，擱置主權爭議，協商共同開發。(2) 提出「南沙倡議」，主張國際各國應以環境保護取代主權爭議，以生態永續代替資源掠奪；南海各國應正視全球暖化及海平面上升對南海島礁帶來的威脅，優先考慮將南海劃設為生態保育區，(3) 定期開放並邀請國際環境與生態學者、環保團體至東沙環礁、太平島及中洲礁研究考察。

2008 年 3 月馬英九先生於總統競選白皮書中 示「藍色革命、海洋興國」的海洋政策，提到「開放南海、共同開發，促進亞太區域安定」，確立「主權在我、擱置爭議、和平互惠、共同開發」的原則，於東沙島建立「南海生態保育與人文資源國際研究中心」，於太平島、中洲礁與國際保育組織合作建立「南海和平公園」，加強國際良性互動，以促進區域人民的共同福祉。

我們建議，要將海域視為人類共同遺，海洋是人類攜手共同解決威脅人類前景環境與資源問題的最後場域。就海洋環境而言，我們認為美國提出的「二十一世紀海洋藍圖」中所 示的基本原則極具參考價：

一、可持續發展原則 (或譯為永續發展原則)：海洋政策應當滿足當代人需求，同時又不損及後代滿足其需求的能力。

二、以生態系統為基礎的管理原則：應基於生態系統而非行政界線來定義相關的地理管理區。

三、保存生物多樣性原則：對生物多樣性下降的地區應恢復其原本之生物多樣性，且恢復其生態系統的服務功能自然水準。

我國海洋科學技術能力在東亞諸國之中雖非首屈一指，但亦屬翹楚之輩，實應增進量能，發揮所長，對攸關人類前途的海洋環境進行監測、對能源資源進行調。

<引用文獻及網頁網址>

一、Ashi, J., Saito, S., Aoike, K., Toki, T., Kuramoto, T. and Henry, P. (2002) Seafloor manifestations of fluid venting and shallow gas hydrate BSRs at the outer ridge of the eastern Nankai Trough. Eos Transactions American Geophysical Union, 83, Fall Meeting Supplement, T11B-1248.

二、Bahk, J.-J., Kim, J.-H., Kong, G.-S., Park, Y., Lee, H., Park, Y. and Park, K. P. (2009) Occurrence of near-surface gas hydrates and associated cold vents in the Ulleng Basin, East Sea. Geosciences Journal, 13 (4) 371-385.

三、Best, A.I., Richardson, M.D., Boudreau, B.P., Judd, A.G., Leifer, I., Lyons, A.P., Martens, C.S., Orange, D.L. and Wheeler, S.J. (2006) Shallow seabed methane gas could pose coastal hazard. EOS Tran. Am. Geophysical Union, 87(22), 213-217.

四、Collett, T.S. (2004) Gas hydrates as a future energy resource. Geotimes, November, 24-27.

五、Dickens, G.R. (2004) Methane hydrate and abrupt climate change. Geotimes, November, 18-22.

六、Dillon, W.P., Nealon, J.W., Taylor, M.H., Lee, M.W., Drury, R.M. and Anton, C.H. (2001) Seafloor collapse and methane venting associated with gas hydrate on

- the Blake Ridge - Causes and implications to seafloor stability and methane release. In Paull, C.K. and Dillon, W.P. (editors), Natural gas hydrates, occurrence, distribution, and detection. Geophysical Monograph 124, Am. Geophysical Union, Washington, D.C., 211-233.
- 七、Doney, S.C., Fabry V.J., Feely, R.A. and Klepas, A. (2009) Ocean acidification: the other CO₂ problem. Annual Review of Marine Science, 1: 169-192.
- 八、Ikegawa, Y., Komada, H. and Ohsumi, T. (2007) Proposal for accelerating CO₂ hydrate formation in oceanic sedimentary layers. In: Tsunemoto, H., Shoji, H. and Yamashita, S. (eds.). Gas Hydrates for the Future Energy and Environment. The Kitami Institute of Technology, 173-178.
- 九、IPCC (2007) Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. In "Climate Change 2007: The Physical Basis" The Working Group I contribution to the IPCC Fourth Assessment Report, Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, U.K., 129-234.
- 十、Johnson, A. and Max, M.D. (2006) The path to commercial hydrate gas hydrate production. The Leading Edge, 25, 648-651.
- 十一、Kikuchi, R. (2004) Analysis of availability and accessibility of hydrogen production: An approach to a sustainable energy system using methane hydrate resources. Environment, Development and Sustainability, 6, 453-471.
- 十二、Kvenvolden, K.A. (1998) A primer on the geological occurrence of gas hydrate. In: Henriot, J.P. and Mienert, J. (eds). Gas Hydrates: Relevance to World Margin Stability and Climate Change. Geol. Soc. London, Special Publications, 137, 9-30.
- 十三、Lin, A. T., Liu, C.-S., Lin, C.-C., Schnurle, P. Chen, G.-Y., Liao, W.-Z., Teng, L.S., Chuang, H.-J., and Wu, M.-S. (2008) Tectonic features associated with the overriding of an accretional wedge on top of a rifted continental margin: An example from Taiwan. Marine Geology, 255: 186-203.
- 十四、Pehnt et al., 2008 (find from the reference of Portman, 2009)
- 十五、Portman, M.E., Duff, J.A., Koppel, J., Reisert, J. and Higgins, M. (2009) Offshore wind energy development in the exclusive economic zone: Legal and policy supports and impediments in Germany and the US. Energy Policy 37:3596-3607.
- 十六、「2008年世界主要國家海洋業運行情況分析」，慧典市場研究報告，2009年。
http://big5.hdcmr.com/bgfree_19057.html
- 十七、聯合國大陸礁層界線委員會網站，http://www.un.org/Depts/los/clcl_new/clcs_home.htm
- 十八、行政院海洋事務推動小組全球資訊網，<http://www.cmaa.nat.gov.tw/ch/index.aspx>
- 十九、日本(財)地球環境業技術研究機構(RITE)網站資料。
- 二十、行政院研究發展考核委員會「海洋政策白皮書」，2006年。