

行政院所屬各機關出國報告
(出國類別：出席國際會議)

**2013 年第 23 屆
海洋與極地工程國際研討會
The 23rd (2013) International
Ocean (Offshore) and Polar
Engineering Conference
出國報告**

服務機關：交通部運輸研究所

姓名職稱：林柏青 研究員

派赴國家：美國

出國期間：102 年 6 月 29 日至 102 年 7 月 9 日

報告日期：102 年 9 月 6 日

行政院及所屬各機關出國報告提要

頁數：54 含附件：無

報告名稱：2013 年第 23 屆海洋與極地工程國際研討會出國報告

出國計畫主辦機關：交通部運輸研究所

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：

林柏青/交通部運輸研究所/港灣技術研究中心/研究員/04-26587190

出國類別：☐1.考察 ☐2.進修 ☐3.研究 ☐4.實習 ☒5.其他(國際會議)

出國期間：102 年 6 月 29 日至 102 年 7 月 9 日

出國地區：美國阿拉斯加

報告日期：102 年 9 月 6 日

分類號/目：HO/綜合類(交通類)

關 鍵 詞：海洋工程、離岸風能、海洋能、深海探勘、極地工程。

內容摘要：

第二十三屆(2013-ISOPE)海洋與極地工程國際研討會(*The Twenty-third (2013) International Ocean (Offshore) and Polar Engineering Conference*)於 2013 年 6 月 30 至 7 月 5 日在美國阿拉斯加，安克拉治市舉辦，與會人士超過千人。來自 52 個國家，從 1,264 篇投稿中篩選出 705 篇論文分別在 151 個議場發表由與會專家、學者進行討論。主要議題包括：乾淨能源與頁岩油氣等新科技領域的發展、海洋能與離岸風能、極地與水下工程、深海能源發展、環境與海岸工

程、運輸技術與風險管理、地震與海嘯之安全評估、再生能源、波浪流與暴潮、沿岸漂沙與海岸侵蝕、海岸結構物工程技術及水下探勘技術等項，除此今年特別著重乾淨能源發展、新能源探採技術、AUV (Autonomous Underwater Vehicles) 與 UUV (Unmanned Underwater Observation Vehicle) 深海探勘技術、污染與環境保護、尤其人類已逐步深入開發極地與深海資源，及早探討相關問題有助人類未來生存與發展。本報告亦針對重要議題提出看法，我國有多位學者參與會議並發表文章，對於促進國際學術交流及吸取國外經驗有相當大的助益。

摘 要

第二十三屆(2013-ISOPE)海洋與極地工程國際研討會(*The Twenty-third (2013) International Ocean (Offshore) and Polar Engineering Conference*)於2013年6月30至7月5日在美國阿拉斯加，安克拉治市舉辦，與會人士超過千人。來自52個國家，從1,264篇投稿中篩選出705篇論文分別在151個議場發表由與會專家、學者進行討論。主要議題包括：乾淨能源與頁岩油氣等新科技領域的發展、海洋能與離岸風能、極地與水下工程、深海能源發展、環境與海岸工程、運輸技術與風險管理、地震與海嘯之安全評估、再生能源、波浪流與暴潮、沿岸漂沙與海岸侵蝕、海岸結構物工程技術及水下探勘技術等項，除此今年特別著重乾淨能源發展、新能源探採技術、AUV (Autonomous Underwater Vehicles) 與 UUV (Unmanned Underwater Observation Vehicle) 深海探勘技術、污染與環境保護、尤其人類已逐步深入開發極地與深海資源，及早探討相關問題有助人類未來生存與發展。本報告亦針對重要議題提出看法，我國有多位學者參與會議並發表文章，對於促進國際學術交流及吸取國外經驗有相當大的助益。

【2013 年第 23 屆海洋與極地工程國際研討會】

目 次

行政院所屬各機關出國報告提要.....	2
摘要	4
目次	5
一、目的	6
二、研討會地點與行程紀要.....	12
三、研討會內容概述.....	17
四、會後心得與建議事項.....	51

【2013 年第 23 屆海洋與極地工程國際研討會】

參加研討會報告

一、目的

(一) ISOPE 簡介

海洋與極地工程國際協會，英文名稱 *International Society of Offshore and Polar Engineers*。簡稱 ISOPE。成立於 1989 年 9 月 15 日，為一個非營利之科學與學術教育組織，最初在美國、日本、韓國、中國大陸、英國及挪威設立辦事處。該協會會員由世界各國對於推動海岸、海洋及極地地區之科技發展有積極興趣之組織或團體參與組成，成立初期有 30 多個國家參與，成立後即不斷推動各項活動，舉辦各項學術技術研討會、發表著作與發行期刊、設立獎學金鼓勵研究發展、推行專業認證制度、推廣教育與國際合作計畫。

該協會每年舉辦的年度研討會 *the Annual International Offshore and Polar Engineering Conference (ISOPE Conference)* 是全世界同類型研討會中最盛大的，研討會會場每年在不同洲際大陸或國家舉行，經常參與盛會的國家已達到 50 多國。該協會還經常舉辦各種專業性或區域性論壇，例如：

1. *European Offshore Mechanics Symposium – EUROMS (1990-)*
2. *Pacific Asia Offshore Mechanics Symposium – PACOMS (1990-)*
3. *Ocean Mining (& Gas Hydrates) Symposium – OMS (1995-)*
4. *International Deep-Ocean Technology Symposium – IDOT (1996-)*

該協會之主要目標或宗旨為：

1. 藉由國際合作與積極參與來提升並促進各國海岸工程、海洋工程與極地工程等相關科技技術與知識的進步與發展。
2. 傳播並提供即時的科技知識與相關資訊交換。
3. 藉由各項計畫的執行為相關領域的專家學者或技術工程師們提供個人或組織團體相關資訊以促進該領域的科技知識發展與長遠的競爭力。

本次第 23 屆(2013-ISOPE)海洋與極地工程國際研討會(*The Twenty-third (2013) International Ocean (Offshore) and Polar Engineering Conference*)於 2013 年 6 月 30 至 7 月 5 日在美國阿拉斯加州，安克拉治市舉辦，會議內容包含以下科技領域：

Offshore Technology & Ocean Engineering
Frontier Energy Resources Technology
Renewable Energy & Environment
Geotechnical Engineering
Offshore Mechanics
Hydrodynamics & CFD
Sloshing Dynamics & Design
Tsunami and Safety
Coastal Engineering
Mechanics, Safety & Reliability
Subsea, Pipelines, Risers, Positioning
High-Performance Materials Symposium
Nanotechnologies For Clean Energy
Strain-Based Design
Arctic Materials
Corrosion Control

Polar Science & Tech
Advanced Ship Technology
Underwater Systems & Oceanology
CFD & Computational Mechanics
Metocean
ISO, Codes and Standards

以及各項專業論壇：

ARCTIC-2013: The 4th Arctic Science and Technology Symposium
ARCTIC M-2013: The 3rd Arctic Materials Symposium
FERT-2013: The 5th Frontier Energy Resources & Technology Symposium
SBD-2013: The 7th Strain-Based Design Symposium
REES-2013: The 4th Renewable Energy and Environment Symposium
SLOSHING-2013: The 5th Sloshing Dynamics & Design Symposium
NANOS-2013: The 4th Nanotechnologies for Clean Energy Symposium
HPM-2013: The 11th High Performance Materials Symposium
Corrosion-2013: The 2nd Corrosion Control Symposium

自 ISOPE-1992 以來，年度舉辦之 ISOPE 研討會都是世界上同類型有論文審核型會議中最大者，會議期刊也都被收錄於工程索引 (Engineering Index) 資料庫內，每年參與會議人數不斷創立新高，在里斯本舉辦的 ISOPE-2007 有 950 位專家學者參與，ISOPE-2010 於北京舉辦時更收到 1,385 篇論文摘要投稿，各界參與意願非常踴躍。該會議由國際海外與極地工程學會 (International Society of Offshore and Polar Engineers, ISOPE) 的科技計畫委員會 (Technical Program Committee, TPC) 以及全球 27 個合作組織、機構共同主辦，其目的在為世界各國的專家學者與工程研究人員提供一個能即時共同參與討

論的機會。

全球各地與該協會密切合作的相關組織包括：

Canadian Association of Petroleum Products (CAPP)
American Society of Civil Engineering (ASCE) – Engineering Mech.
Div.
Koren Society of Ocean Engineers (KSOE, Formerly KCORE)
Canadian Society of Civil Engineering (CSCE) – Engineering Mech.
Div.
Indian National Academy of Engineering (INAE)
China Petroleum Society (CPS) Offshore Oil Committee
Chinese Society of Ocean Engineers (CSOE)
Chinese Society of Naval Architects and Marine Engineers
(CSNAME)
Chinese Society of Theoretical and Applied Mechanics (CSTAM)
Russian Academy of Sciences (RAS)
Singapore Structural Steel Society (SSSS)
Norwegian Petroleum Society (NPF)
The Institution of Engineers Australia (IE Australia)
Japan Society of Naval Architects and Ocean Engineers (JASNAOE)
Technical Research Centre of Finland (VTT)
The Society of Materials Science, Japan (JSMS)
The Offshore Engineering Society, United Kingdom (OES)
IRO, Netherlands (IRO)
Ukraine Society of Mechanical Engineers (USME)
Scott Polar Research Institute (SPRI), U.K.
The Institution of Engineers Indonesia (PII)
Brazilian Society of Naval Architects and Marine Engineers
(SOBENA)
Korean Society of Civil Engineers (KSCE)
The Deutsche Gesellschaft für Meeresforschung und Meerestechnik
(DKMM)
The Gesellschaft für Maritime Technik (GMT)
Taiwan Society of Ocean Engineering (TSOE)
Technical Chamber of Greece (TCG)

Turkish Ocean Committee (TOC)

Engineering Institute of Thailand (EIT)

International Energy Agency – Ocean Energy Systems (IEA-OES)

其中美國的 ASCE (*American Society of Civil Engineering*)、俄羅斯的 RAS (*Russian Academy of Engineering*) 及挪威 NPF (*Norwegian Petroleum Society*) 為主要發起國組織成員，成立至今已有 30 個會員國組織參與。臺灣的海洋工程學會(TSOE)也有加入，最驚人的是中國大陸竟有 4 個組織協會同時加入包括中石油(CPS)、海洋工程協會(CSOE)、海事技術工程協會(CSNAME)及理論與應用力學協會(CSTAM)，其積極參與國際社會提昇研發能力之心不言可喻。

該協會以探討海洋工程、開發新能源技術、海底鑽油與輸送工程、海域環境變遷、波浪與流體運動、極地與深海探勘技術等等所牽涉之工程問題，並以提升工程技術及學術交流為其成立宗旨。該協會自成立以來已在世界各地成功舉辦過52場國際會議，對外發行學術期刊，為國際海洋工程界之知名學會，多年來處促進學術與工程交流，對工程界貢獻良多。

(二) 參與 ISOPE 年度研討會目的

ISOPE 年度研討會是全世界海洋工程、能源探勘與極地工程領域最具規模的技術與經驗交流會議，透過研討會參與可瞭解世界各國於最近 1 年在海洋工程與能源發展的最新研究成果與實務經驗，並可參與各項專業論壇，加強各國在該專業領域的互動與交流。參與 ISOPE

年度研討會亦可瞭解目前海洋工程與能源發展的最新趨勢與相關研究資料，做為國內未來相關議題研究及推動方向的重要參考。

本年度研討會除傳統之海洋工程技術與研究發展主題外，更提出許多近期備受矚目的相關議題，例如頁岩油開發、深海探勘技術的提升、乾淨能源的發展、離岸風力與波浪發電、以及隨著北極地區逐漸因氣候變化而開放所產生的資源開發與環境影響評估等熱門議題。阿拉斯加位處北極圈附近，是討論該議題的絕佳地點，讓與會者能進一步感同身受，本人有幸奉派參與此次 ISOPE 年度研討會，除能瞭解世界各國的最新海洋能源政策以及技術發展潮流外，亦可對未來國家在海洋能源發展政策上提供意見供政府相關部門參採，特此感謝林所長及邱主任給予此次機會。

二、研討會地點與行程紀要

(一) 研討會地點

本年度 ISOPE 海洋與極地工程國際研討會開會地點位於美國阿拉斯加州的安克拉治市，圖 2.1，位在北緯 61 度是阿拉斯加的第一大城市，人口約 28 萬佔全州人口的 42 %。因為受到六大山脈屏障以及海洋氣候的影響，安克拉治市的氣候溫暖，終年適合從事各種旅遊活動、慶典活動、運動賽事、野生動物欣賞及探險活動等。阿拉斯加擁有多種原住民的文化，阿拉斯加的原住民分屬十一種不同的文化，有二十種不同的語言。阿拉斯加在 1700 年代是蘇俄的殖民地，俄國人在阿拉斯加設立了毛皮狩獵和交易的營運站，到了 1867 年，蘇俄把阿拉斯加賣給了美國。「午夜太陽州」是阿拉斯加的另一個美稱，因為夏日的北極圈，太陽永不下山，有二十四小時的白晝；而南部的阿拉斯加則有十八個小時的白天。可盡情體驗用不完的白晝、欣賞百花齊放的美景及享受夕陽渲染著天空成一片瑰麗色彩。

研討會會場設立於安克拉治市中心的 The William A. Egan Civic & Convention Center，會議中心外觀如圖 2.2，提供 85,000 平方呎的會議空間，內部陳設極具現代感又充滿原住民文化氣息如圖 2.3，讓與會者在繁忙緊湊的議事過程中能在藝術氣息下舒緩心情。



圖 2.1 美國阿拉斯加州的安克拉治市



圖 2.2 The William A. Egan Civic & Convention Center

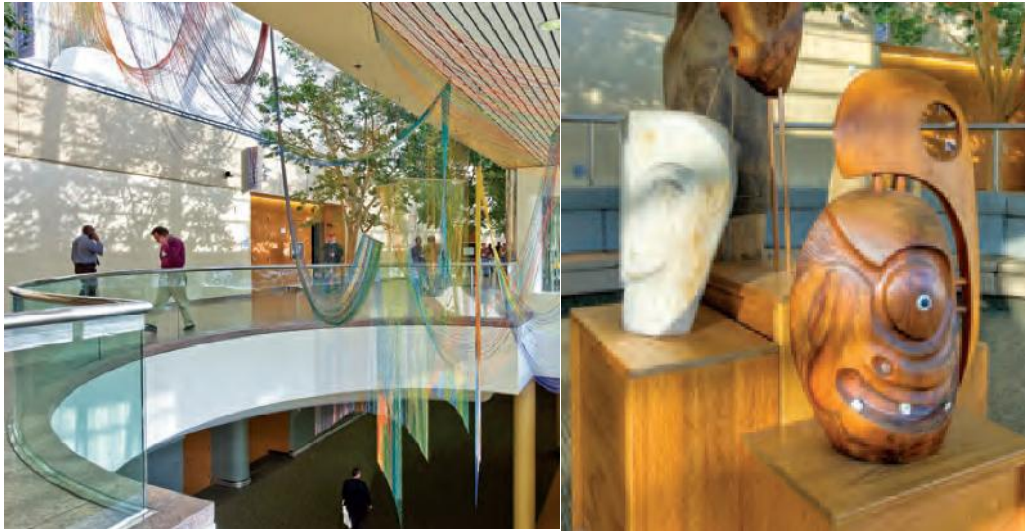


圖 2.3 Egan Center 國際會議廳之內部陳設

(二) 行程紀要

本年度 ISOPE 第 23 屆海洋工程國際研討會於 102 年 6 月 30 日至 7 月 4 日，合計 5 日，在美國阿拉斯加州的安克拉治市舉行。該研討會為海洋與極地工程國際協會舉辦之年會，以探討海洋工程、能源發展、海域環境變遷、極地開發等所牽涉之工程問題，並以提升海洋工程技術與學術交流為其成立宗旨。因我國與美國阿拉斯加州的安克拉治市間並無航班直飛，而且 7、8 月正值暑假旅遊旺季，班機與行程安排頗費一番功夫，幸好有邱主任大力協助才得以順利完成任務。

本次出國安排於 102 年 6 月 29 日(星期六)由桃園機場啟程搭華航班機至洛杉磯轉搭美國國內線的阿拉斯加航空，於 6 月 30 日(星期日)抵達阿拉斯加州的安克拉治市，下午前往大會會場報到並瞭解相關議程與議場配置。7 月 1 日至 7 月 4 日期間參與年會相關活動，包括大會演講(Plenary speak)、專題討論會(Workshops)、論文發表會

(Sessions)，及小組討論會(Panel discussion)。年會結束後，搭乘美國聯合航空班機至舊金山等待轉機回台，並以 3 天個人休假參訪觀摩美國西岸與舊金山灣當地海岸工程建設，以增長本職學能並瞭解研究發展方向利於業務規劃與發展。7 月 8 日(星期一)從舊金山搭乘華航班機直飛臺灣，並於國內時間 7 月 9 日(星期二)返抵桃園機場，出國期間共計 11 日(其中個人休假 3 日為 7 月 5 日至 7 月 7 日)，相關行程安排如表 2.1。

表 2.1 行程概要表

日 期	起訖地點	工作項目
102/06/29-102/06/30	桃園-洛杉磯-安克拉治	起程，經洛杉磯轉機至安克拉治
102/06/30	安克拉治	大會報到
102/07/01-102/07/04	安克拉治	參加第 23 屆海洋工程國際研討會
102/07/04	安克拉治-舊金山	會議結束
102/07/05-102/07/07	舊金山	參訪美國西岸與舊金山灣當地海岸工程建設
102/07/08-102/07/09	舊金山-桃園	回程

三、研討會內容概述

本年度 ISOPE 海洋與極地工程國際研討會安排超過 150 場次的研討會及發表會，共發表 700 多篇論文，含括最新能源技術如乾淨能源與頁岩油開發、再生能源如風能與海洋能、環保科技議題如溫室氣體 CO₂ 之攫取與儲存以及能源開發對環境影響、深海油氣開發與極地科學應用、水下觀測與遙控技術、海底地質探勘、海嘯及風險評估、海岸結構物與浪流交互作用、港域工程及海岸漂沙等相關議題，吸引來自 52 國約 1,000 多位專家學者的熱烈參與。圖 3.1 為 ISOPE-2013 研討會報到會場，圖 3.2 至圖 3.19 為各國專家學者熱烈參與論文發表會情形。



圖 3.1 ISOPE-2013 研討會報到會場



圖 3.2 大會邀請 Exxonmobile 的 *Dr. Q. R. Passey* 發表演說



圖 3.3 挪威的 *Dr. Gudmund Reidar Eiksund*



圖 3.4 德國的 *Dr. A. Hildebrandt*



圖 3.5 中國大陸的 *Dr. Hongjian Cao*

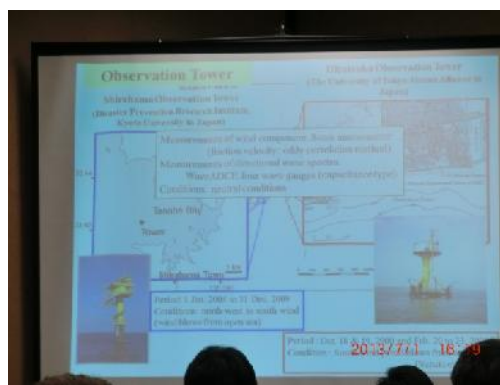
圖 3.6 日本的 *Dr. Naoya Suzuki*圖 3.7 中國大陸的 *Dr. FenFang Zhao*



圖 3.8 新加坡的 *Dr. LiXian Wang*



圖 3.9 馬來西亞的 *Dr. V. J. Kurian*



圖 3.10 中國大陸的 *Dr. Xinran Ji*

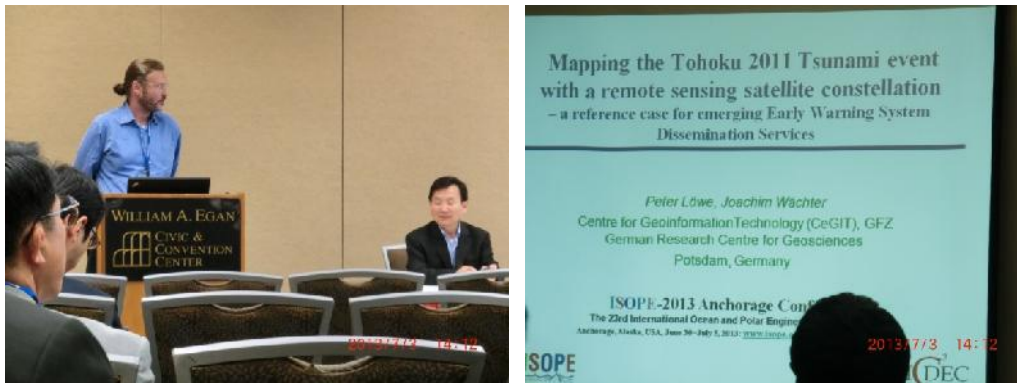


圖 3.11 德國的 *Dr. Peter Löwe*



圖 3.12 日本的 *Dr. Masafumi Saito*

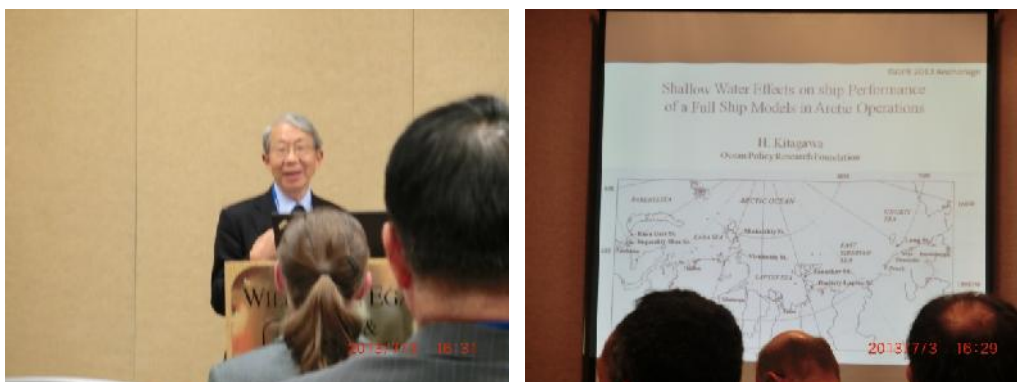


圖 3.13 日本的 *Dr. Hiromitsu Kitagawa*

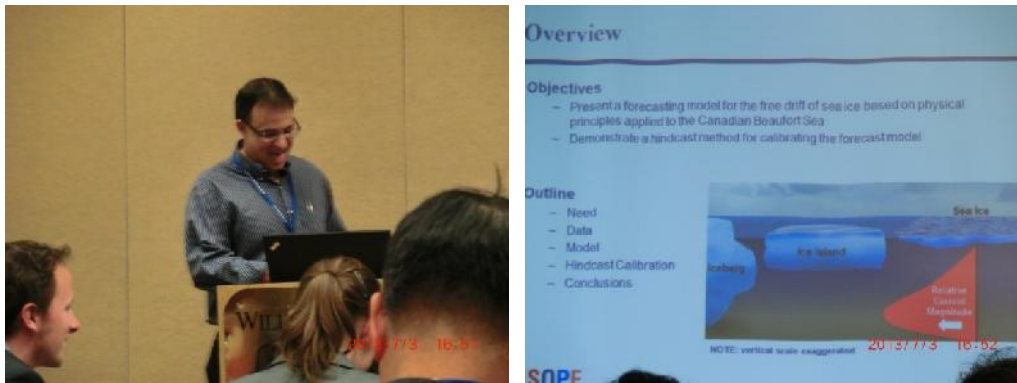


圖 3.14 美國的 *Dr. Joshua D. Blunt*



圖 3.15 德國的 *Dr. Daniela Myland*



圖 3.16 俄羅斯的 *Dr. N. A. Taranukha*

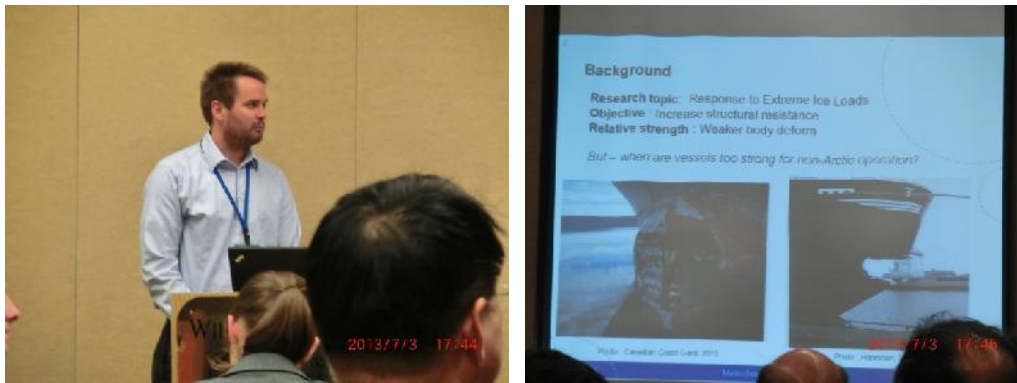


圖 3.17 挪威的 *Dr. Martin Storheim*



圖 3.18 美國的 *Dr. Kathleen Ferris Jones*



圖 3.19 韓國的 *Dr. Hochang Jang*

茲將本年度發表之相關論文或創新技術與本所港研中心相關或未來發展有關之重要議題簡述如下：

(一) 溫室氣體 CO₂ 之傳輸與儲存

眾所周知溫室氣體 CO₂ 對全球氣候造成重大影響，發電廠、煉油廠或煉鋼廠都會排放大量 CO₂，如何減少 CO₂ 排放量已成為重要議題，主要方法有增加工廠運轉效率，例如某些德國發電廠可因此減少 CO₂ 排放量達 40%；另外為轉換低碳燃料，例如使用再生能源如生技燃油等；再者即蒐集 CO₂ 並封存於地下岩層結構內，義大利的 Dr. G. Demofonti 等即提出此類構想(p.629, Vol.1, *Proceedings of ISOPE-2013*)，The Carbon Capture Transportation and Sequestration (CCTS)，此方法雖能立即減少大量 CO₂ 的排放，但仍須考量成本以及運輸和儲存的風險，CO₂ 以管線輸送最為經濟但必須注意洩漏風險或遠離住宅區，如須船載運輸則可能須經加壓或液化，此時成本會大幅提高。CO₂ 不可燃也不會爆炸，而且目前儲藏區都選擇地下深處的廢棄礦區或油田結構，圖 3.20 為將 CO₂ 高壓注入地下油田還可替枯竭油田增加部份產能。

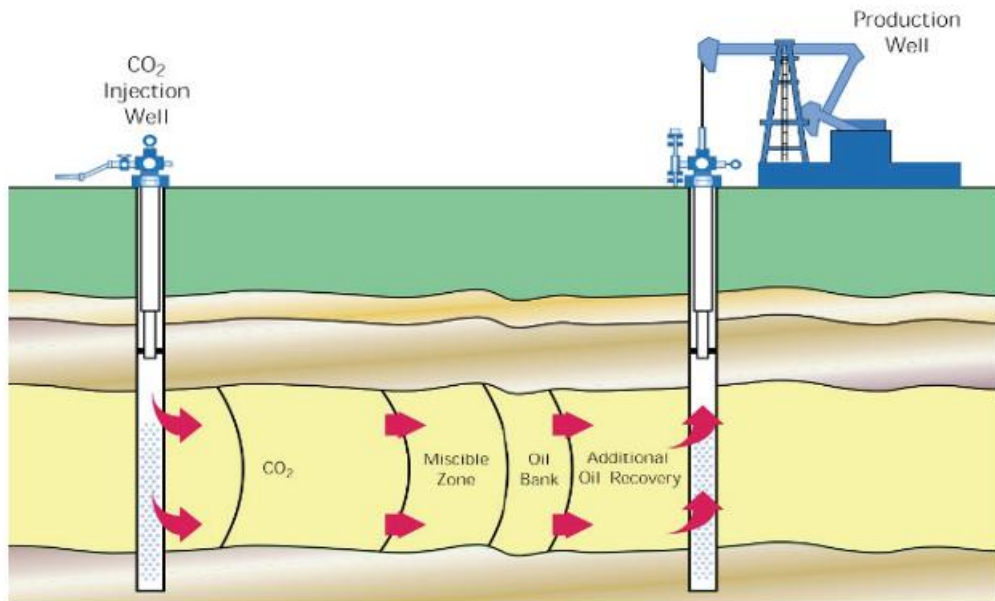


圖 3.20 將 CO₂ 儲存於地下油田結構內(by CO₂

CLUB@<http://www.co2club.it>)

為減緩人類活動所排放之溫室氣體造成全球氣候變遷，聯合國於西元一九九二年通過「聯合國氣候變化綱要公約（United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC）」，對「人為溫室氣體」(anthropogenic greenhouse gases)排放做出全球性防制協議。嗣西元一九九七年公約第三次締約國會議中通過具有管制效力之「京都議定書」(Kyoto Protocol)，明確規範三十八個工業國家及歐洲聯盟，應在西元二〇〇八年至西元二〇一二年間將其溫室氣體排放量降至西元一九九〇年排放水準平均再減百分之五・二，該議定書業已於西元二〇〇五年二月十六日生效。京都議定書所定溫室氣體排放減量目標固只針對簽署並批准的工業化國家始生效力，惟後京都時期（post - Kyoto），我國與其他新興工業國家可能成為下一波受規範對象，其

規範之減量模式、目標與期程尚在討論階段，具有高度的不確定性，我國應及早思考並擬定因應計畫。

(二) 頁岩油氣開發及對我國之衝擊

新一代頁岩油氣的革命式開發推翻了 OPEC 的全球霸主地位，也對全球資源與能源分配產生重大衝擊，由於蘊藏量豐富且掌握開採頁岩油氣的關鍵技術，美國已篤定成為未來全球最大天然氣生產國，並將在 2020 年超越沙烏地阿拉伯成為世界最大產油國，除了北美洲之外，亞洲、歐洲等地區亦蘊藏相當可觀的頁岩氣資源。中國、澳洲、中東、蘇俄等國家也積極探勘和開採境內頁岩氣，若能探勘成功及量產，將可對現有天然氣市場產生深遠影響。本次 ISOPE 研討會有多篇論文探討相關議題及探測技術，由於先進國家仍將頁岩油氣的探測開採技術視為高度機密，各國只好自行研發相關技術或以商業合作方式爭取協助。研討會中有韓國的 *Dr. Junggyum Kim* 及 *Dr. Jeonghwan Lee* 研發發表相關探測裝置(*p.61, Vol.1, Proceedings of ISOPE-2013*)，圖 3.21 為其自行研發之低滲透率量測裝置(Low-Permeability Measurement Apparatus, LPMA) 可用於頁岩油氣探勘，圖 3.22 韓國為進行頁岩油探勘所製作之地質分佈圖。

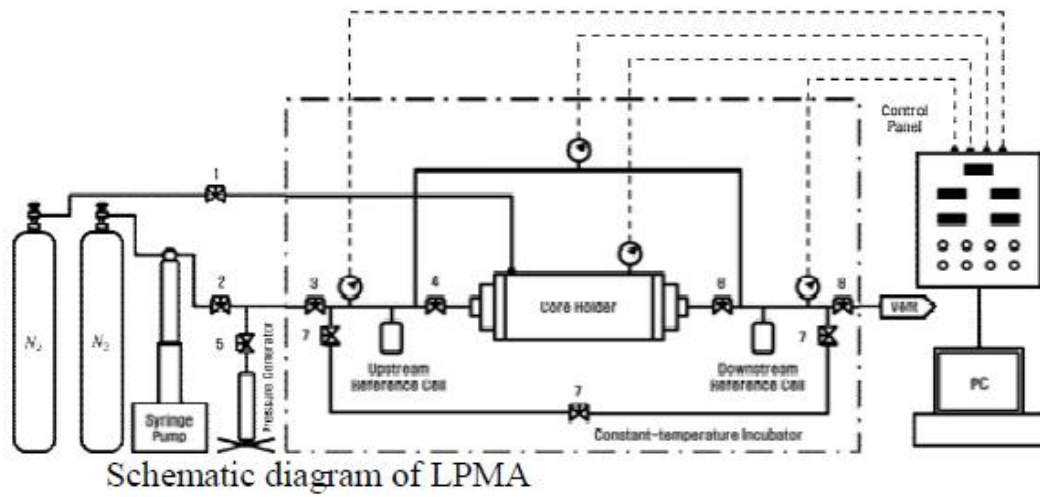


圖 3.21 Low permeability measurement apparatus

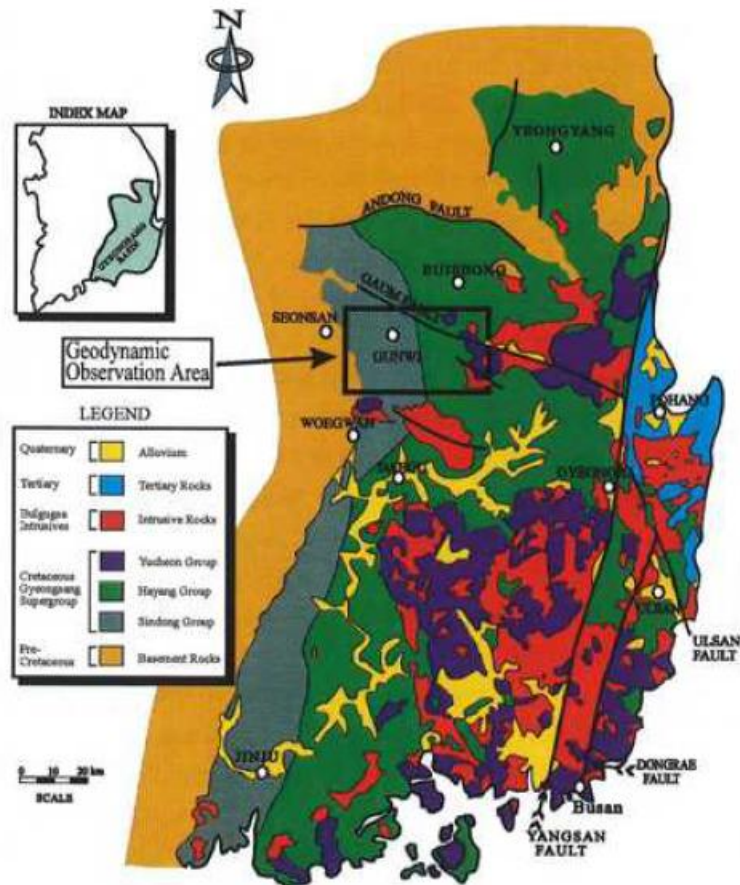


圖 3.22 Geological map of Kyungsang Basin

頁岩油(Shale Oil)是透過油頁岩中的油母質(Kerogen)加工而成人造石油；頁岩氣(Shale Gas)是指主體位於暗色泥頁岩或高碳泥頁岩中，以吸附或游離狀態為主要存在方式的天然氣聚集，為非傳統天然氣，成份以甲烷為主。大多數頁岩氣存在於超過 1500 米深的岩層中，因此開發十分困難。直到 20 世紀 90 年代，隨著水力壓裂(Hydraulic Fracturing)和水平鑽井(Horizontal Drilling)技術的發展，頁岩氣商業開發才真正具備了可能性。美國 Randy F. LaFollette 博士對於頁岩油氣的發展有精闢論述(p.54, Vol.1, *Proceedings of ISOPE-2013*)，位於德克薩斯州中北部的巴內特 (Barnett) 頁岩氣田，圖 3.23，是北美最具代

表性的頁岩氣井，到 2004 年末該氣田頁岩氣井就達到了 744 口。由於頁岩氣關鍵性技術的突破，使美國非傳統天然氣產量大幅增加，被稱作“頁岩氣革命”。

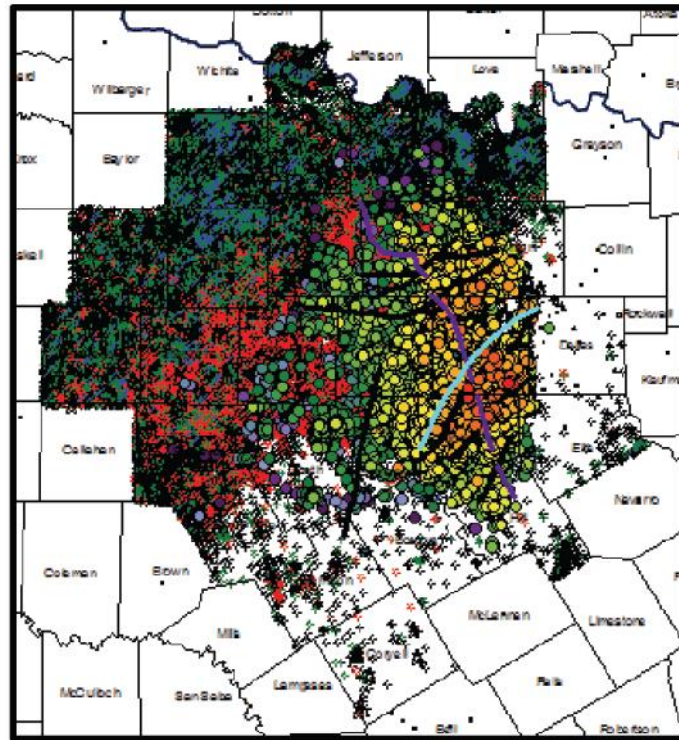


圖 3.23 Fort Worth Basin Barnett Shale play, North Texas, USA

天然氣為一潔淨之能源，其主要成分是甲烷，完全燃燒後大部分產物是水蒸氣，僅產生少量二氧化碳，其二氧化碳排放量僅相當於石油的 54%、煤的 48%。為因應京都議定書全球 CO₂ 減量要求，各國政府皆鼓勵使用傳統能源中 CO₂ 排放量最少之天然氣，而我國國家能源政策亦以務實的態度制定相關規定，以促進天然氣之使用。過去天然氣價格比起其他能源偏高，而非傳統天然氣（頁岩氣(Shale Gas)、致密砂氣(Tight-sands Gas)、沼氣(Marsh Gas)、煤層氣等(Coal Base

Methane, CBM)) 之崛起，則帶動了天然氣市場的活絡，並影響了天然氣價格。

根據工研院 2012 年 10 月 *IEK VIEW* 分析，台灣頁岩氣的儲量有限，大都不具開採價值，但是美國和其他各國發展頁岩氣勢必對台灣能源和石化產業造成衝擊。在能源供給方面，頁岩氣供給量增加造成價格降低，建議國內規劃增加應用頁岩氣的使用量，並擴建輸儲設施，確保我國能源供應安全，政府和國內主要應用廠商，如中油、台電，應進一步構思我國參與頁岩氣礦產供應鏈的策略。在石化產業方面，由於 wet shale gas 含有約 10-20% 的乙烷、丙烷、丁烷等，可以經過裂解和轉換成為石化上游原料，預期未來乙烯、丙烯和下游的大宗石化品，會受到頁岩氣產品的價格競爭。我國石化業上、下游業者都需要積極投入研發，生產與頁岩氣資源國家差異化的優質產品，保持競爭力；其次就是前進頁岩油氣生產國，在頁岩油氣的製造地擁有工廠，直接取得低成本原料，才有生存發展的空間。

(三) 離岸風能發電系統

雖然頁岩油氣的開發技術有突破性發展，而且蘊藏量豐富，全球頁岩氣儲量據估計近 460 兆立方公尺，是傳統天然氣儲量的 2.55 倍(工研院 *IEK VIEW*, 2012/10)，但這種生產方式產生的廢氣、廢水、廢料將造成環境衝擊，因此備受爭議，包括鑽井與壓裂時需要數百萬噸可

觀水量，將與其他用水需求產生衝突。另外，進行水力壓裂的液體含水、砂及其他固體，並添加化學藥劑，恐產生洩漏而污染地下水與土地，破壞生態系統，甚至引發爆炸、頻繁地震，歐盟主張加強監管，法國、捷克等國更禁止開發。

因此乾淨環保的再生能源如太陽能、風能、潮流及波浪能等仍持續引人注目，其中以風能發電的發展最快，而將風能發電場址設於海上為必然趨勢，其好處在避免與人爭地、噪音小、風場穩定、風速大，離岸愈遠對環境的衝擊愈小，根據南韓 Pusan 大學 *Dr. Asgar Ahadpour Dodaran* 在議場提出的成本分析 (*p.309, Vol.1, Proceedings of ISOPE-2013*)，離岸愈遠其結構成本也相對較高，圖 3.24 說明陸地與海上不同深度風能發電機組的安裝方式。圖 3.25 比較不同裝置之結構成本。

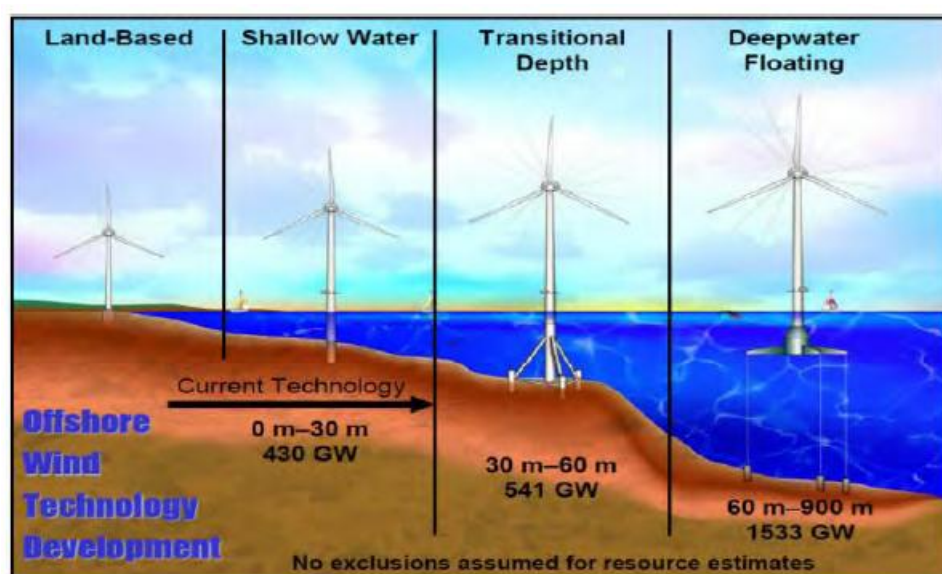


圖 3.24 陸地與海上不同深度風能發電機組的安裝方式

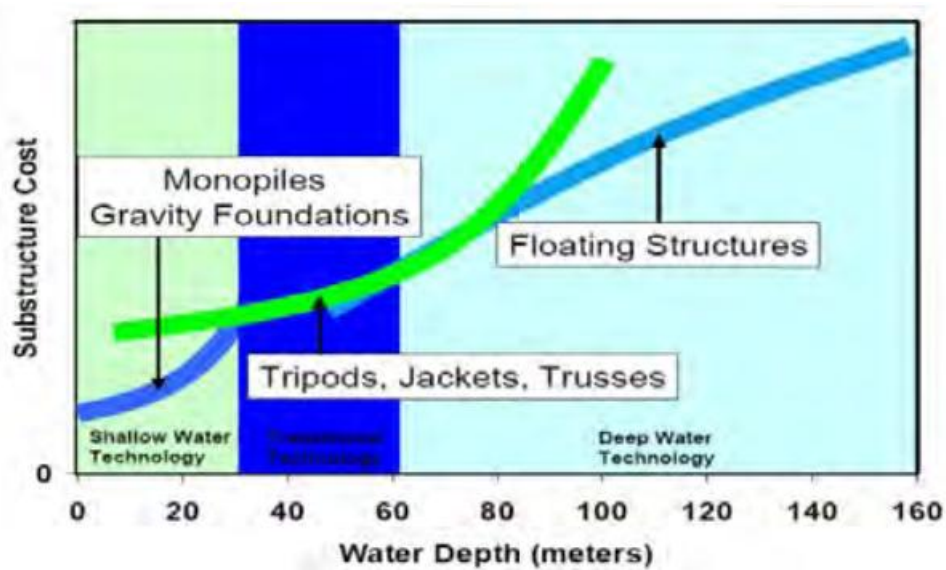
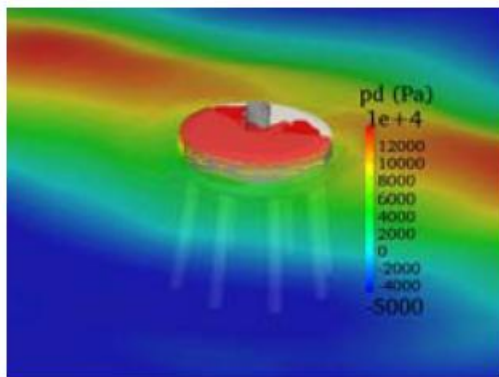


圖 3.25 海上不同深度風能發電機組的成本比較

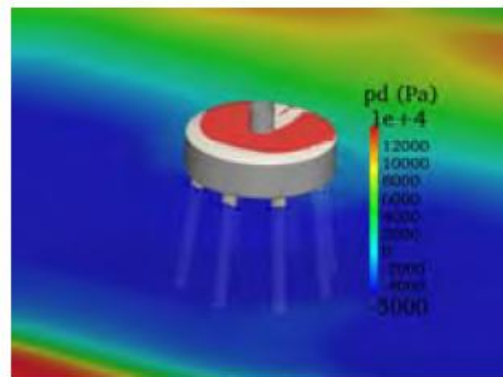
淺海離岸風機的基礎結構大多為單樁(monopiles)、三腳(tripods)或重力式結構(gravity based structures)，其中以單樁式結構最普遍，因為結構簡單、安裝容易、成本低。不過有時須考量環境因素，如波浪、潮流或底質而變更設計，中國大陸上海交通大學的 *Dr. Hu Zhou* 博士對此多樁結構有深入分析(p.219, Vol.1, *Proceedings of ISOPE-2013*)，圖 3.26 為上海外海 10 米水深的底座多樁式結構，圖 3.27 為其波壓數值模擬結果。



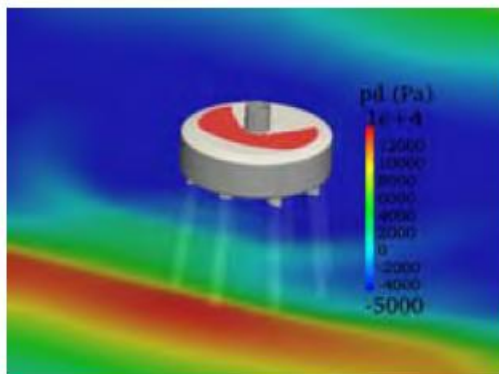
圖 3.26 Shanghai Donghai-Bridge wind farm



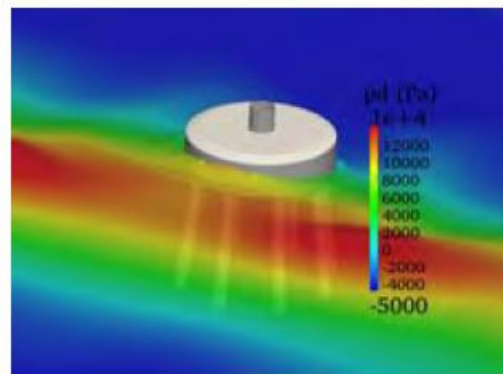
(a) 15T



(b) 15T+0.25T



(c) 15T+0.5T



(d) 15T+0.75T

圖 3.27 Pressure contour of the free surface, for wave DH2

在水深 20 米至 50 米的較深海域通常使用複式三腳結構體或重力式基座，此類結構常會因波浪與海流沖擊造成基腳淘刷(scouring)問題，德國北海域 Borkum Island 構建中的風力發電場機組即是以此類基座結構為主，德國 Hanover 的 Leibniz 大學 Dr. Arne Stahlmann 博士對此等基座結構進行沖刷試驗(p.131, Vol.1, *Proceedings of ISOPE-2013*)，圖 3.28 為其基腳淘刷試驗結果。

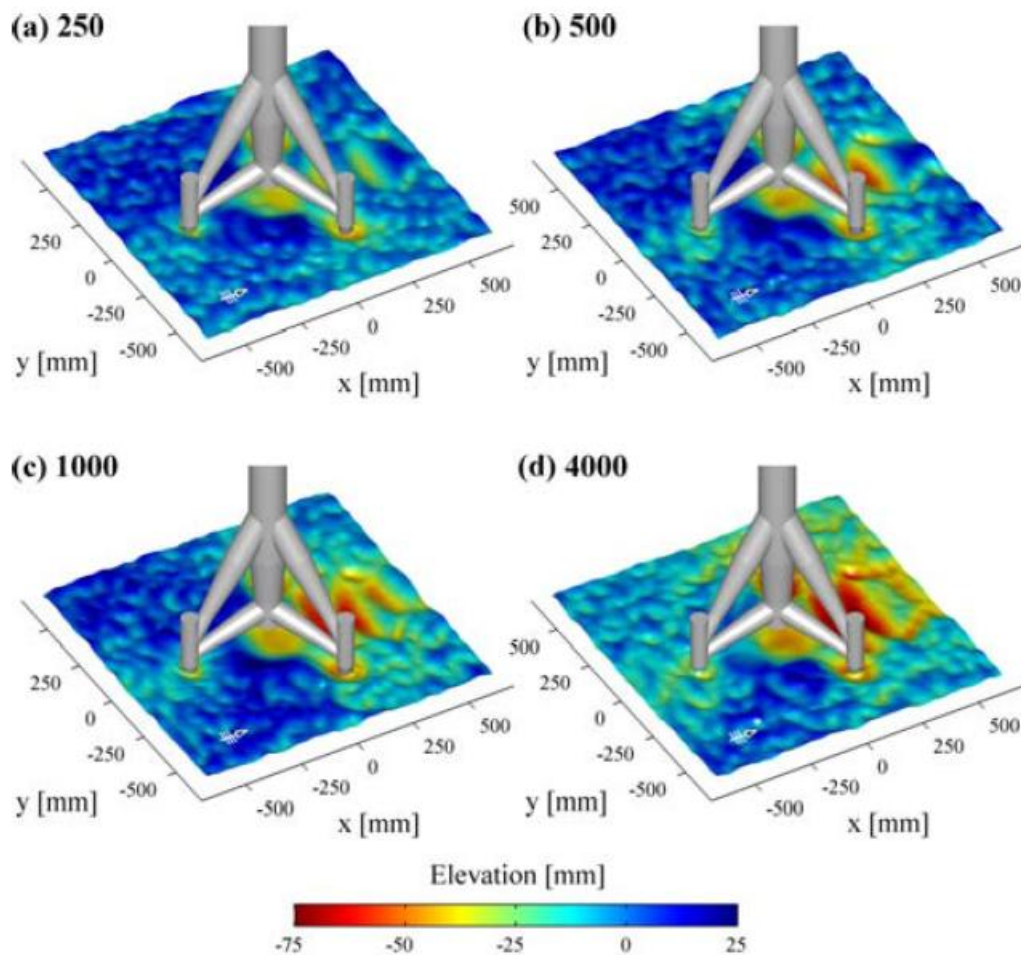


圖 3.28 Results of scour development for test series r2130-01 at intervals of 250, 500 ,1000 and 4000 wave cycles in the WKS wave flume experiments.

在水深大於 50 米的深水海域，一般使用浮體結構(floating wind turbine, FWT)較為經濟可行。由於浮台風力發電(Floating Offshore Wind Turbines, FOWTs)遠離海岸，既不排放 CO₂、無噪音且完全無污染，因此廣為歐盟國家所採用，英國、德國、西班牙與丹麥等國即計畫以外海浮台風力發電來支應 10% 的總發電量 (p.329, Vol.1, *Proceedings of ISOPE-2013*)。中國上海交通大學的 Dr. Weikang Du 等在其論文中提出 (p.285, Vol.1, *Proceedings of ISOPE-2013*) 目前應用與發展中的浮台風力發電機型有以下三種，例如使用 2.3MW 小型風力發電機的單樁浮標式風力機組(Spar-buoy, 圖 3.29)，使用 5MW 以上大型風力發電機的半沉沒式風力機組(Semi-submersible, 圖 3.30)以及使用 5MW 中型風力發電機的張力支撐浮台式風力機組(Tension leg platform, TLP, 圖 3.31 與圖 3.32)，分別由南韓 Dr. Asgar Ahadpour Dodaran 團隊 (p.309, Vol.1, *Proceedings of ISOPE-2013*)及德國 Dr. Frank Adam 團隊 (p.421, Vol.1, *Proceedings of ISOPE-2013*)所設計。



圖 3.29 OC3-Hywind spar buoy



圖 3.30 半沉沒式風力機組

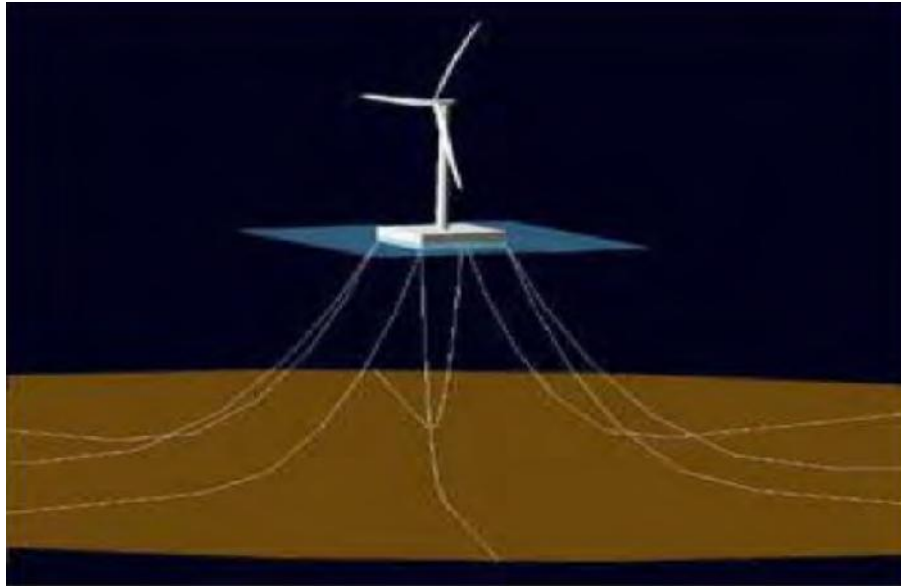


圖 3.31 張力支撐浮台式風力機組

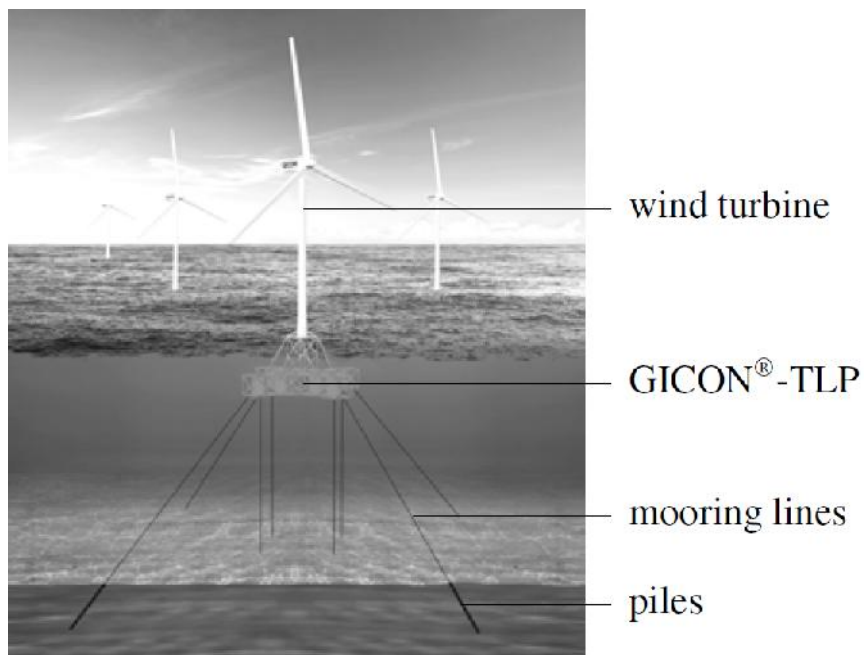


圖 3.32 The GICON - TLP

由於張力支撐浮台式風力機組可安裝於較深海域，約 60 米 ~ 900 米，非常適合安裝在臺灣東部或離島外海，其基座為一大型浮台，方

便拖船拖行移位，機動性高，可隨時拖入港內維修或躲避颱風。

(四) 波浪發電系統

來自地底的化石燃料例如煤碳、石油、天然氣，雖然曾加速促進人類的工業發展，但燃燒化石燃料會產生大量溫室氣體，造成全球暖化，形成極端氣候與災害不斷。因此對環境較友善的綠能(green energy)研究發展遂成為當務之急，波能發電即為其中一個選項，任一與海鄰接的國家都可享有此類天賜的乾淨能源。海洋波浪的能量密度高，根據美國能源局(U.S. Department of Energy)估算全球波能密度可達到 2 百萬 MW，水面波動可經由波能轉換器(wave energy converters, WECs)轉換為電能，其方式有三種：(1)水柱振盪型發電(oscillating-water-column, QWC)，(2)越波型發電(wave-overtopping)，(3)浮體擺動型發電(movable-body-type converters)。

浮體擺動裝置的運動板直接受波浪擺動帶動發電裝置，其能源轉換效率最高，但其結構物遭受波浪的衝擊最大，離岸愈遠波浪愈大，如何設計外海耐波型浮體擺動式發電裝置成為考驗。韓國 Daejeon 海洋科技大學 *Dr. Jung Min Sohn* 設計一款浮體鐘擺式發電裝置(p.532, Vol.1, *Proceedings of ISOPE-2013*)，如圖 3.33，主要由浮體(Floater)、鐘擺板(Pendulum)及阻動板(Damping plate)三部分所組成，其原理為讓入射波與反射波在浮體內部交會形成駐波，鐘擺板位於節點處受流

前後擺動可以最大效率將波能轉換為電能，阻動板位於浮體後方，可減少浮體位移距離讓波能有效轉換為電能。我國四周環海，全年季節風不斷，波浪能源豐富，源源不絕，波能發電是值得研究與推廣發展的。

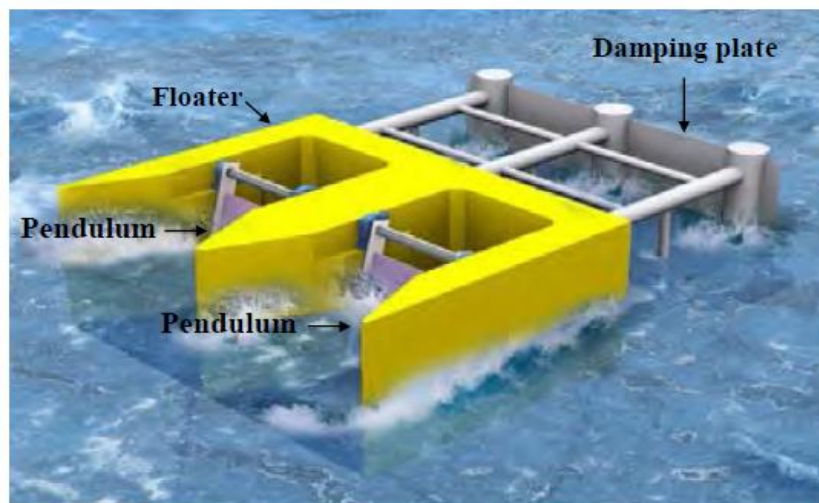
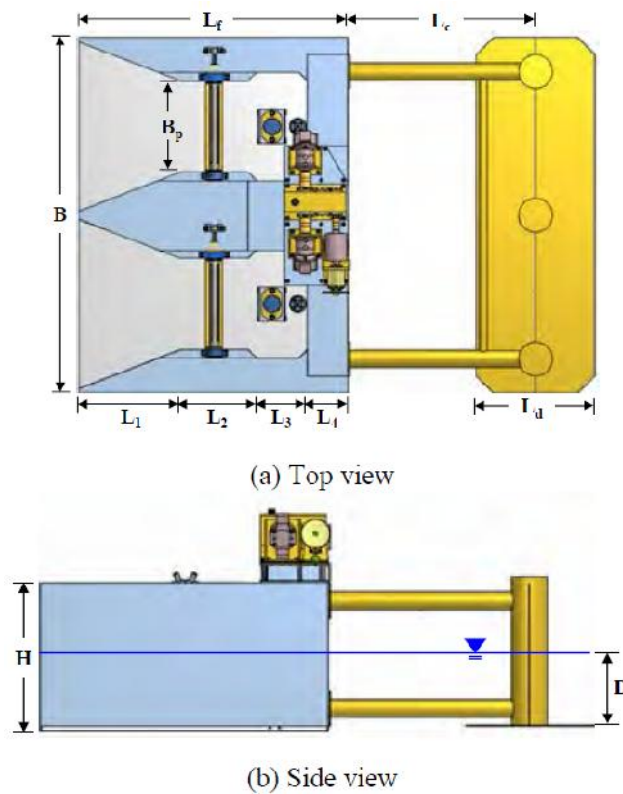


圖 3.33 浮體鐘擺式發電裝置

(五) 環保議題簡述

人類活動與各種商業行為不斷對地球環境和生態造成嚴重壓力與破壞，歷屆研討會都會針對環保議題提出新的看法與解決方案。2010 年 4 月發生於墨西哥灣的 Deepwater Horizon 鑽井台漏油事件幾乎造成無可挽回的世紀大浩劫，圖 3.34~圖 3.37，原油源源不絕的從 1600 米深海底油管斷裂口洩出，87 天內洩漏了 490 萬桶原油，大約 2 億 1 千萬加侖，嚴重破壞附近海岸生態。(From Wikipedia)



圖 3.34 2010 年 4 月 Deepwater Horizon 鑽井台爆炸起火

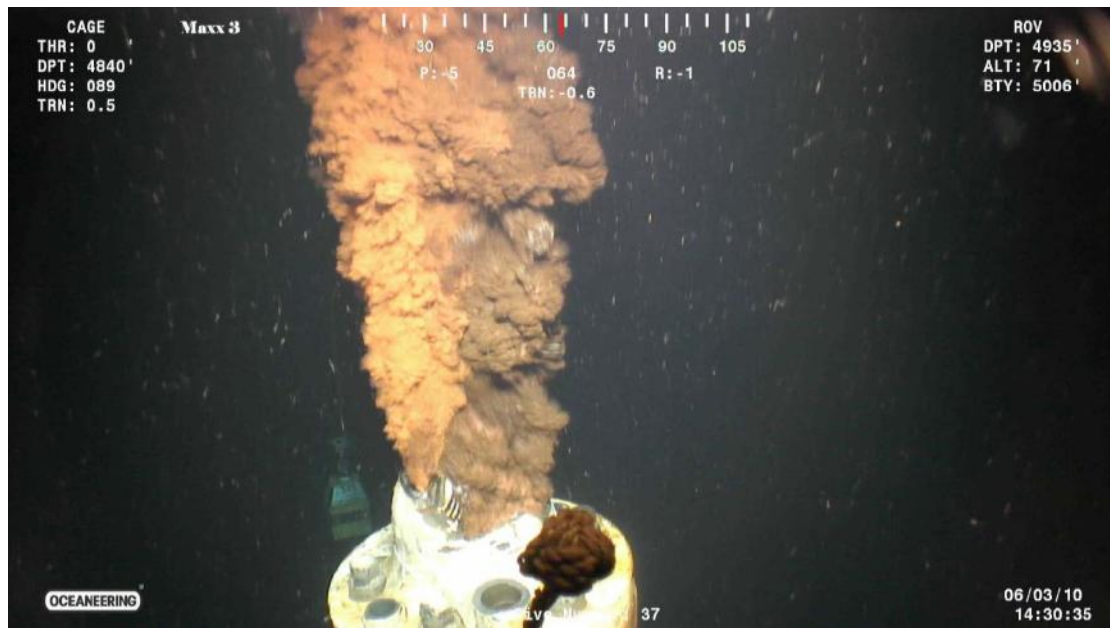


圖 3.35 原油源源不絕的從 1600 米深海底油管裂口洩出



圖 3.36 洩漏原油污染海面



圖 3.37 洩漏原油造成生態浩劫

有鑑於此等災難的預防，日本 Osaka 大學的 M. Choyekh 教授與其研究團隊設計出一套自動監測系統(p.695, Vol.1, *Proceedings of ISOPE-2013*)，並在議場發表受到高度重視，該裝置稱為 Spilled Oil Tracking Autonomous Buoys (SOTAB)，圖 3.38，可自動在水面與 2000 米深的海底間來回監測並追蹤洩油狀況，圖 3.39，不斷提供數據與影像資料，平日也可對鑽井台附近海域進行環境監控。

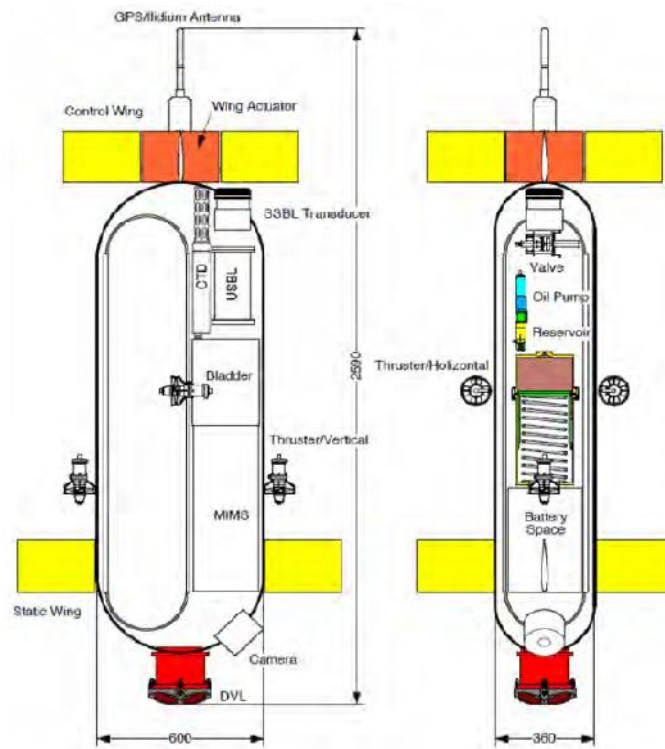


圖 3.38 SOTAB 構造說明

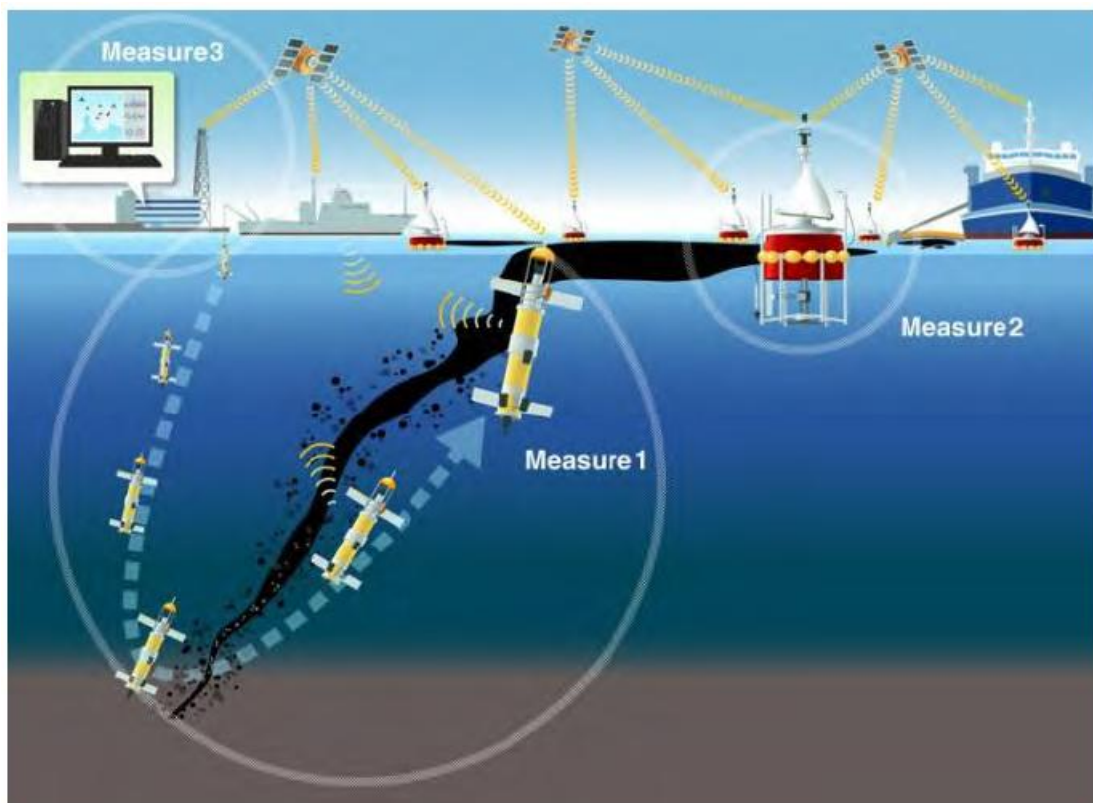


圖 3.39 SOTAB 作業情形

挪威的 Dr. Grim Eidnes (p.707, Vol.1, Proceedings of ISOPE-2013)

及 Dr. Paal Skjetne (p.711, Vol.1, *Proceedings of ISOPE-2013*)分別提出

以氣泡簾幕阻絕水面油污擴散的概念，圖 3.40 為其氣泡裝置說明，

圖 3.41 為氣泡簾幕阻絕水面油汙擴散的流線示意圖，圖 3.42 為現場

實際操作情形。

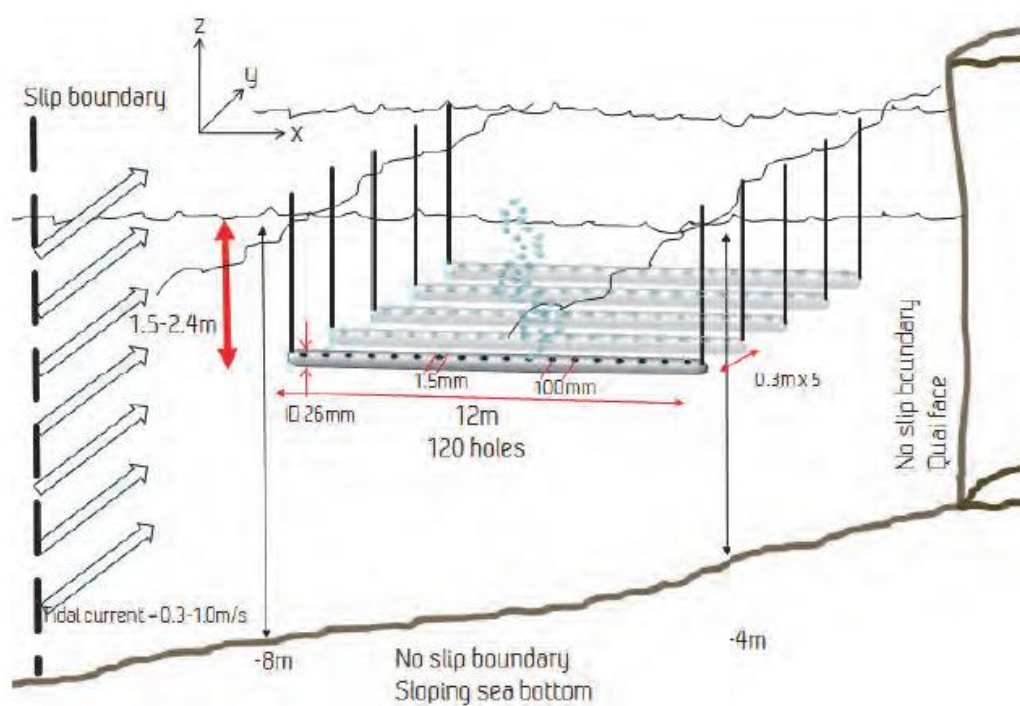


圖 3.40 為其氣泡裝置說明

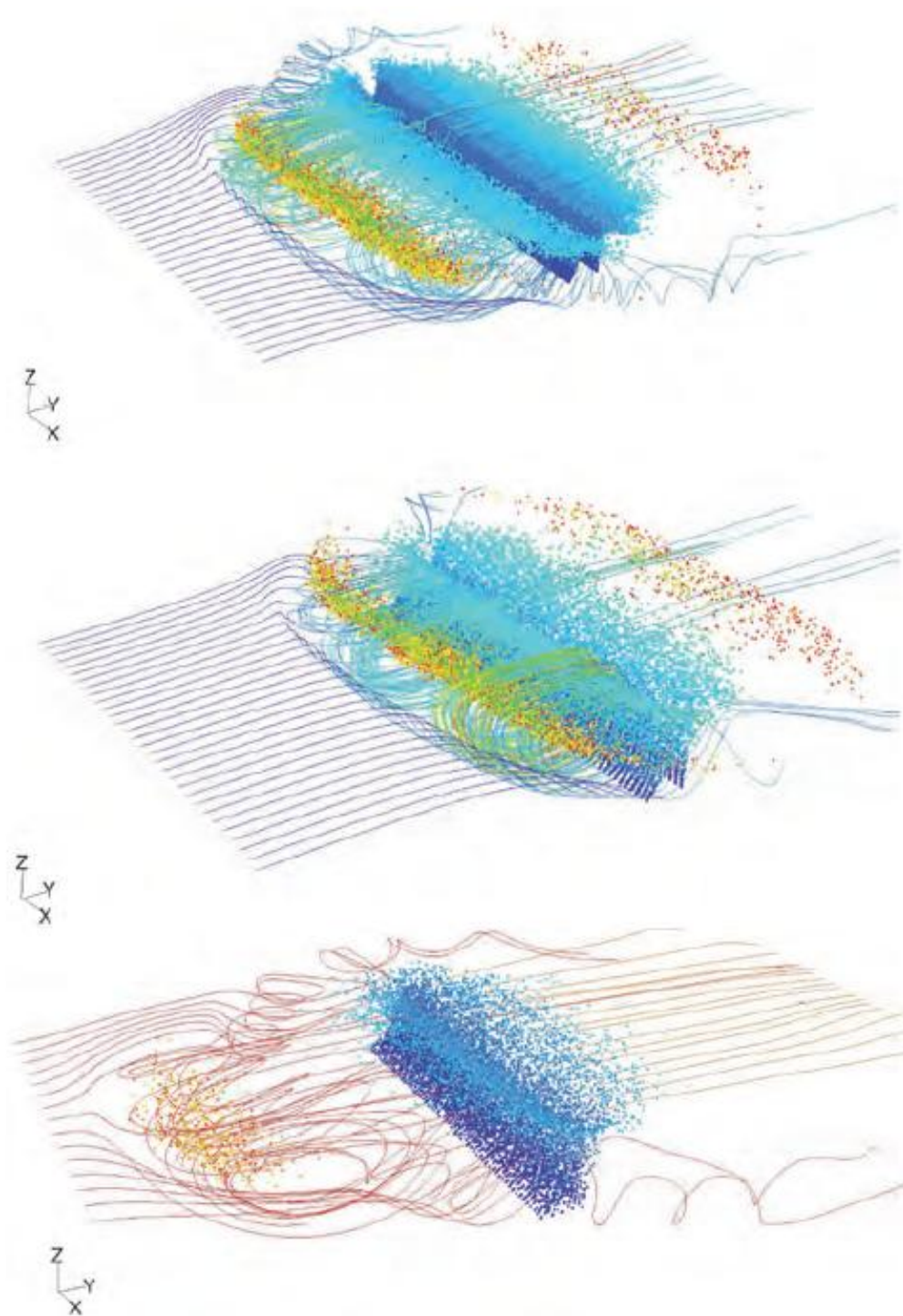


圖 3.41 為氣泡簾幕阻絕水面油污擴散的流線示意圖

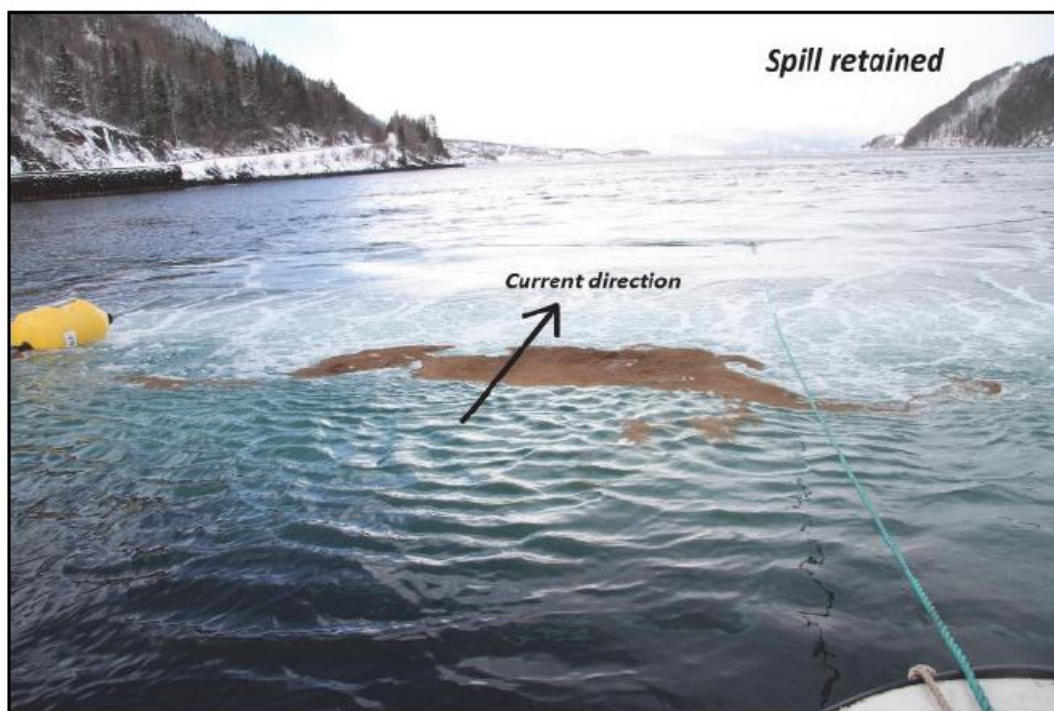


圖 3.42 為現場實際以氣泡簾幕阻絕水面油汙擴散情形

(六) 北極圈的開發

臺灣位於亞熱帶，距離北極圈似乎非常非常遙遠，其實不然，因為全球人類已因社會、外交與經濟活動而相互緊密牽連一起。近年來因全球暖化，北極冰融加速，使北冰洋成為熱門議題，本年度 ISOPE 海洋與極地工程國際研討會對此也有廣泛討論。根據 2008 年美國地質調查所(U.S. Geological Survey)對北極圈的資源評估，石油儲量佔全球 13%(約 900 億桶)，天然氣儲量佔全球 30%(約 1,670 兆立方英尺)，如能克服北極圈的開採問題，將會是全世界最大的資源開發區。目前北冰洋雖已因全球暖化而開始融解，但由於北極海洋環境險惡以及市場距離遙遠，人類尚未能對北冰洋作經濟有效的大規模開發。

在航運方面經由北極航道從亞洲大陸駛往歐洲，較傳統通過蘇伊士運河的南方航道，可減少多達 2 周的航程，將歐洲和亞洲之間的航線距離縮短了 9 千公里，節省燃料並降低貨物運輸的成本無可數計。今(2013)年 5 月於瑞典基律納（Kiruna）召開的北極理事會（Arctic Council）第 8 次部長會議中，因應北極融冰的效應做出了發展方向上重大的轉變。成立於 1996 年的北極理事會，由加拿大、美國、俄羅斯、挪威、瑞典、芬蘭、丹麥、冰島等 8 國組成，極地原住民與環境議題是該理事會的核心關懷，但在今年的會議中，則是轉變了議題方向到經濟開發議題，也因此新納入了包括中國、日本、韓國、新加坡、印度、義大利等國具備觀察員的資格。可見，北極冰帽融解已經不再是極地周邊國家的「內部事務」，如同其他海洋一般，成為國際性的事件，每個國家，在未來都可使用這一條航道並獲得可觀的經濟利益(台灣立報 2013/8/27)。

但經由北冰洋航路運輸目前仍存在風險與困難，根據俄羅斯 Dr. N. A. Taranukha 的報告(p.1192, Vol.1, *Proceedings of ISOPE-2013*)，其好處為：(1)航程縮短，可減少運費及船員支出；(2)減少油費支出；(3)不必支付蘇伊士運河或巴拿馬運河的通行費；(4)不用花時間排隊等待通行運河；(5)避免海盜襲擊搶劫。但壞處則有：(1)可能遭遇冰山；(2)可能須降低速度避開冰山而增加費用；(3)可能需要破冰船的

支援；(4)沿路荒涼無法提供較完善基礎建設服務。圖 3.43 為東亞到北歐的航路示意圖，經由北冰洋的航路較短，但有可能遇上海面結冰，此時會需要破冰船協助開路。俄羅斯擁有世界最大的破冰船隊，包括 4 艘雙核反應爐破冰船、2 艘單核反應爐破冰船、1 艘核動力油輪及 5 艘技術支援船。圖 3.44 為全世界最大的核子動力破冰船 “50 Let Pobedy”，排水 25,840 噸，長 159.6 米，可破 2.8 米厚浮冰。北冰洋有豐富的油氣蘊藏量，隨著全球暖化，北極冰融，開發為勢在必行，俄羅斯已在沿岸大陸棚進行鑽油作業，圖 3.45 為可抵抗浮冰的海上鑽井台 “Prirazlomnaya”，重達 11 萬 8,000 噸，高 140 米。另外還有離岸 22 公里，可抗浮冰的海上輸油兼補給站 “Varandei”，如圖 3.46。

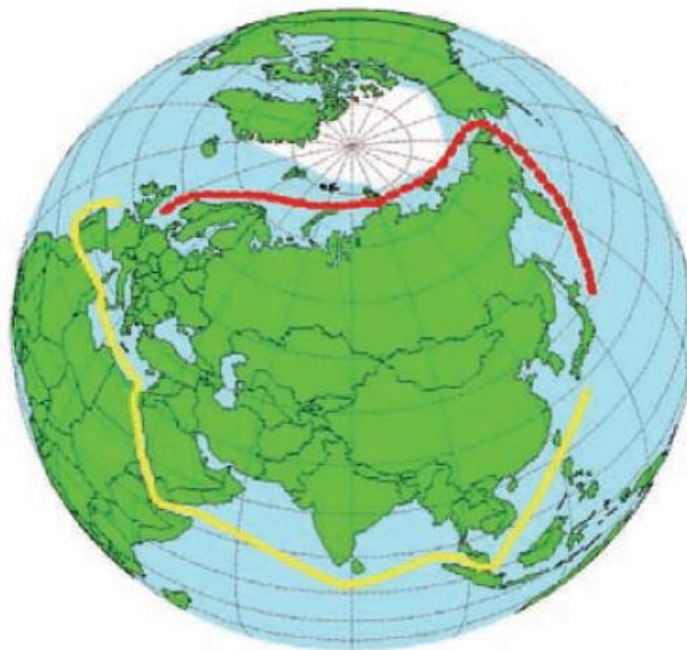


圖 3.43 東亞到北歐的航路示意圖



圖 3.44 全世界最大的核子動力破冰船 “50 Let Pobedy”



圖 3.45 可抵抗浮冰的海上鑽井台 “Prirazlomnaya”



圖 3.46 可抗浮冰的海上輸油兼補給站 “Varandei”

我國雖非北極圈會員國，隨著氣候變遷及時勢演變，北極圈海域有可能成為最大產油區，由於我國能源完全仰賴進口，考量外交突圍與經濟發展，應進行多方技術合作、簽訂貿易協定與提升自主科技研發可提升外交地位與談判籌碼，放大視野及早加入北極圈觀察員俱樂部可為將來北冰洋開發與資源分享提早取得一席之地。

四、會後心得與建議事項

本年度 ISOPE 海洋與極地工程國際研討會選擇於美國阿拉斯加州的安克拉治市舉行別有意義，擁有一萬多條冰河，最重視生態保育的 Alaska...The Last Frontier...。夏季的安克拉治市陽光普照，空氣沁涼而清新，鮮花處處又鳥語花香，讓世界各國風塵僕僕趕來參與盛會的專家學者們都能感受到新鮮空氣與涼爽宜人的氣候。ISOPE 研討會深入探討有關能源、環境、工程與極地開發等議題，似乎互相衝突卻又必須在矛盾中取得平衡，以下為參加研討會之心得與建議事項：

(一) 有感於人類為發達工業，不斷燃燒化石燃料大量排放溫室氣體

造成全球暖化，異常與極端氣候使全球各地災害不斷，聯合國於 1997 年通過「京都議定書」(Kyoto Protocol)明確規範各國溫室氣體排放量，至 2011 年 9 月共有 191 國簽署並批准該條約，但未包含美國、中國大陸、印度等排碳大國，2011 年 12 月加拿大為開發油砂業竟悍然退出「京都議定書」，誠然可恥，大國為考量經濟利益的自私之心也昭然若揭。

(二) 中東即將枯竭的油源及高漲油價促使人類不惜成本努力開發乾

淨能源，包括太陽能、風能、潮流與波能，其中以風能發電發展較為成熟，市面已有許多商轉運用，為減少對環境的衝擊，已逐漸將風力發電場址移往外海，ISOPE 有多篇論文述及相關

工程的研發。臺灣地小人稠，政府亦重視綠能發電，沿岸處處可見風力發電機，幾近飽和，未來將風力發電場址移往外海是必然趨勢，國內應在相關議題上與國際接軌提升自我研發能力，避免處處花大錢向國外買 know-how。

(三) 臺灣四面環海，有極大潛能發展潮流或波能發電，國內核能發電及燃煤火力發電都將因環保意識高漲遭到限縮，台電可以主動邀請有興趣的專家學者進行相關研究，除可提升國內研究水準，還可在綠能環保與再生能源的相關領域與世並進。

(四) 近年來美加等國發現蘊藏量豐富的頁岩油氣，同時又掌握開採頁岩油氣的高端技術，使得美國可能取代沙烏地阿拉伯，成為全球最大產油國，卻又不受「京都議定書」的限制。開採頁岩油氣須消耗大量用水，污染環境並造成地層不穩定，但頁岩氣帶來便宜天然氣勢將威脅其他再生能源的發展。從發電成本來看，風力與生質能源發電是頁岩氣的兩倍，太陽能發電更是頁岩氣的三到五倍，如果政府不堅持支持再生能源計畫，再生能源將終止發展並拖慢綠能減碳的腳步。

(五) 全球暖化造成北冰洋迅速融解，海運方面多一條北極航線，大大縮減亞歐航運路程、時間與運費。另一方面，北極蘊藏量豐富的石油與天然氣勢將引發新一波開發熱潮，我國雖非北極圈

俱樂部一員，也應及早佈局發展多邊關係，利用合作開發使將來在資源分享上也能佔有一席之地，避免過度仰賴單一來源。

(六) 海洋與極地工程國際協會 ISOPE，成立於 1989 年 9 月 15 日，至今已有 30 個會員國組織參與。臺灣的海洋工程學會(TSOE)也有加入，中國大陸竟有 4 個組織協會同時加入包括中石油(CPS)、海洋工程協會(CSOE)、海事技術工程協會(CSNAME)及理論與應用力學協會(CSTAM)，其積極參與國際社會提昇研發能力之心不言可喻。本年度在研討會發表或口頭演說的 705 篇論文中以中國大陸 137 篇論文數量最多，其次為韓國的 117 篇論文，日本有 91 篇論文，美國 79 篇論文，德國 39 篇論文，挪威 34 篇論文，……，我國只有 32 篇論文，顯示中國大陸與韓國在科技研發的質與量都在突飛猛進，甚至超越我國，我國應更提高警覺，努力加強自我科技研發的能力。

2013 年第 23 屆海洋與極地工程國際研討會出國報告

著 者：林柏青

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：台北市敦化北路 240 號

網 址：www.iot.gov.tw/chinese/lib/lib.htm

電 話：(02)23496789

出版年月：中華民國 102 年 9 月

印 刷 者：

版(刷)次冊數：初版一刷 30 冊

定 價：100 元