

海洋探測

文・圖／陳琪芳、郭振華

臺灣位於中美之間，為亞洲島鏈貿易重要一環，擁有優越的戰略地位。有鑑於我國對海洋技術缺乏長遠規劃，臺大工學院於2012年成立海洋技術研究中心，結合校內外海岸工程、水下載具、水下聲學、海洋儀器及離岸風力發電與海洋能源等領域之優秀人才，進行水下聲學，無人水下載具，海岸及海洋工程等合作研究，已發展出多項探測技術，都是重要的關鍵技術。

水下聲學

我們所生活的陸地有各種背景噪音，海洋環境也是如此。典型的水下背景噪音可分為兩大類：（1）自然噪音（Natural Noise）：海底地震、火山活動、生物（槍蝦、魚類以及海洋哺乳類）、風浪以及降雨等聲源所產生之噪音；（2）人為噪音（Anthropogenic Noise）：水下爆破、石油與天然氣之震測、軍用聲納、船舶與工業噪音。我們的水下聲學實驗室與海洋技術中心這十多年來在臺灣周邊海域進行聲學量測，取得超過25,000小時的聲學資料（如圖1），分析結果如下：（1）西部沿海：此海域水深含有豐富的海洋生物，如石首魚、槍蝦等，石首魚在入

夜後會鳴叫，明顯提高了此一海域夜間的背景噪音，日夜噪音變化大；（2）南部海域：此海域之水深較深，又位於黑潮流經之處，強大的水流造成明顯的水流噪音（Flow Noise）和錨繩噪音（Strumming Noise）；（3）東北海域：為臺灣重要之漁場，當捕魚季節到來時，背景噪音往往就是大量的船舶噪音（Shipping Noise）。臺灣離岸風場位於苗栗和彰化沿海地區，由於場址非常靠近「中華白海豚重要棲息環境」範圍，對鯨豚有一定影響，特別是水下噪音極待評估。因此，本研究中心接受委託進行量測與分析。

在其他應用面，從1995年起經過19個寒暑，

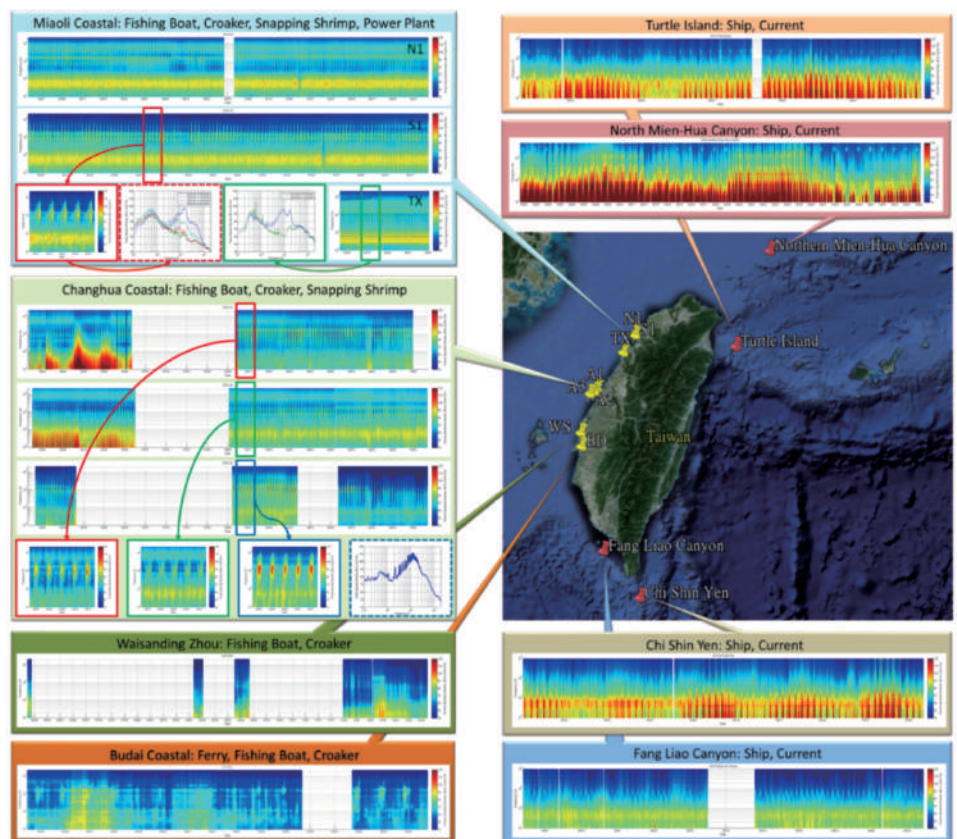
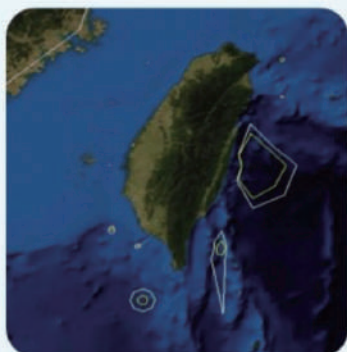


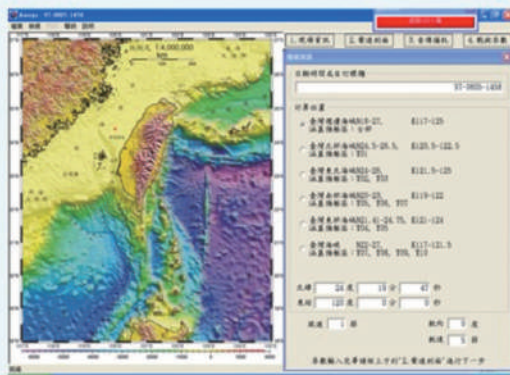
圖1：臺灣周邊海域之海洋背景噪音時頻譜圖（Spectrogram）

先進聲納偵測距離預測系統

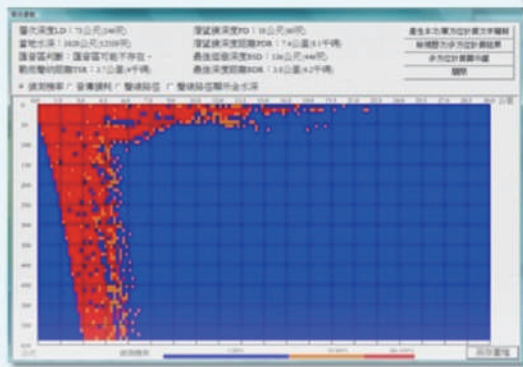
Advanced Sonar Range Prediction System



◀8方位偵測距離的綜合顯示



◀ASORPS 3.0 測試版在「現場資訊」的操作畫面，聲納的位置可直接在圖上點選或輸入經緯度資料



◀船向的偵測幾率圖

➤環境造成各種水下音傳情況（以聲線表現）

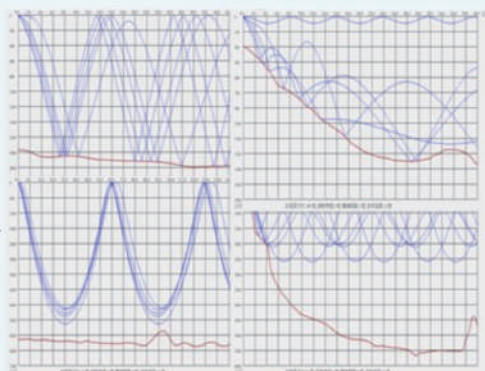


圖2：先進聲納偵測距離預測系統（ASORPS）

在國科會國防科技學術合作小組的經費支持及海軍相關單位（反潛作戰指揮部、艦令部反潛航空處、海洋測量局、反潛支援中心等）支援下，已完成9個研究計畫，其中「先進聲納偵測距離預測系統（ASORPS）」（圖2所示）軟體之研發，只要輸入相關的資料數值，即可提供戰場指揮官決策資訊。這是我國第一套自主發展的聲納效能分析系統，也是全球第一套適用於臺灣海域的聲納效能分析系統，可說是國防科技學術合作的成功範例。

無人水下載具

工程科學與海洋工程系在1990年成立水下載

具實驗室。無人水下載具的機型設計通常採用類似魚雷的外觀，取其有充分的流體動力數據庫可供參考，其航行控制與導航方法則根據線型系統的理論規劃，因此在設計上可快速地建模，以進行載具任務分析與感測器的整合等程序，大幅減少系統開發的時間。本實驗室有一扁平流線型的巡航載具，採用魚雷外型變形後的設計曲線，扁平形狀幫助載具在上浮及下潛過程中使用無動力滑翔方式，以節省電能。載具最大航速每秒3公尺，潛深300公尺，航行時間為6小時。（圖3）

惟魚雷型載具的操縱場所通常為廣闊水域及深海，需達到一定航速方能適用於線性化的運動方程式。至於淺水域複雜地形中高速運動的水下



圖3：自主式水下載具，長2公尺、寬1公尺、高0.6公尺。最大航速6節，潛深300公尺，航行時間6小時。



圖4：強力迴旋載具的側視（左）及俯視（右）圖。長90公分，重19.5公斤。使用艏旋螺槳與胸鰭剎車做高速迴轉，其迴旋半徑在航速每秒1公尺時為30公分。

載具，除了航速控制，還要因應環境中意外的目標、障礙物或是參差起伏的地形，所以具備高速下強力迴旋運動能力是重要條件。就如許多水中動物皆有令人驚嘆之急速方向變換的游泳能力一樣，高速迴轉下的運動模式為非線性，其迴轉能量損耗較魚雷型載具低，而其半徑可小於自身長度，其高操縱性能有利於提升在更大範圍海洋空間的運動能力（圖4）

在漆黑的海面下，載具用佈有壓力感測器陣列的皮膚被動地感受水壓變動（距離約50公分以內），或主動發光與相鄰載具通訊（距離約200公尺以內）來獲取近距離環境的訊息。聲音可傳遞訊息到更遠的距離，但其頻率遠低於光線。圖5所示為本實驗室開發之具有壓力計陣列皮膚和光通訊器的載具，以及作為水下網路通訊節點的發光球體。

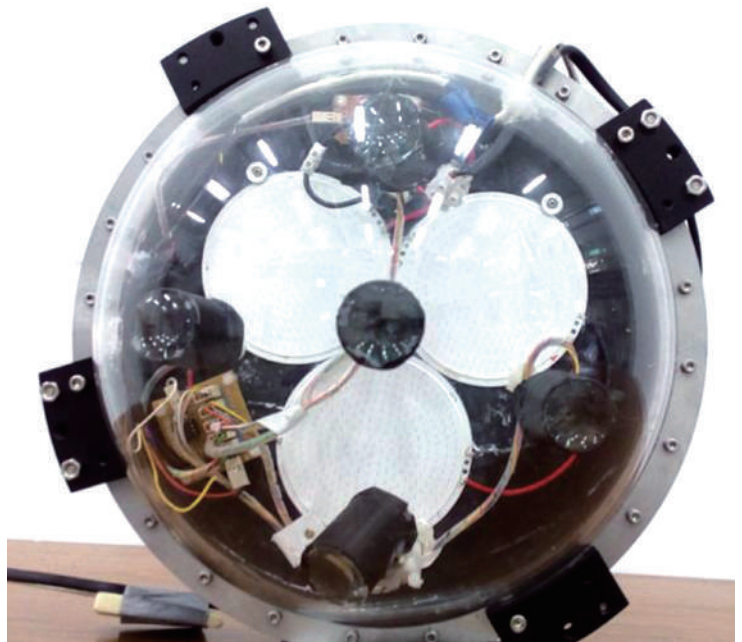


圖5：配備壓力感測皮膚（左圖橘色）及光通訊器（左圖白色）的水下載具。右圖為裝置於船底或吊掛於水面浮球下的光通訊節點，載具與此節點通訊則可經由此節點與衛星連線。



圖6：海洋工程實驗水池。

海岸及海洋工程

人類與海洋的接觸起於海岸，本中心之「海洋工程綜合實驗室」，為國內少數擁有室內海工水槽的單位，主要應用於近岸海域水動力及海岸變遷過程等實驗。過去的研究有發電廠溫排水擴散、港池靜穩度、海岸地形變遷等，近年來隨著再生能源之推動，也投入離岸風電研究。臺灣四面環海並位於黑潮途徑中，東臨太平洋，西臨臺灣海峽，夏秋多颱風且四季受不同特性之季風影響，故海域條件相當複雜多變。開發或保育週期相當長的行為如港灣建設、能源產業、國土保護、溼地復育等，對其環境衝擊會漸次呈現，尤

其除了人類外，海洋中的生物也可能受影響而造成棲地或行為模式改變，這些都需要在規劃階段審慎評估。一般實驗的作用在對最佳方案進行驗證，例如確認數值模式預估的準確性，或規劃方案符合法規要求。但亦有其積極的作用來檢驗模式的合理性，或對未知成因之現象進行研究。

結語

浩瀚的大海蘊藏著豐富的資源，本身也是發電、運輸等重要媒介。但人類在運用時應考慮的是如何減少對生態環境的衝擊，本中心的研究可提供相關資訊與數據作為參考，如水下聲學，不僅能了解及整理臺灣沿海地區的噪音類型，有助於減少人為因素對大自然的影響，先進聲納偵測距離預測系統更是提升國防技術的顯著成果。此外，無人水下載具設計的改良可提升收集水文的效率，而對於近岸海域水動力及海岸變遷與再生能源更致力於研發。（本專題策畫／化工系陳文章教授&中文系洪淑苓教授）

（感謝臺灣大學工學院海洋技術研究中心博士生助理胡惟鈞、吳誌豪協助提供相關資訊）



陳琪芳小檔案

現任臺灣大學工學院海洋技術研究中心主任，工程科學及海洋工程學系專任教授。臺大造船系畢業，美國麻省理工學院海洋工程碩士及博士。1990年獲得博士學位後隔年即回國任教於母校並從事海洋研究工作，專業領域包含海洋聲學、三維音傳模擬、聲納效能及水下噪音環境量測數值分析。研究核心為「先進聲納偵測距離預測系統（Advanced SONAR Range Predicting System, ASORPS）」軍事軟體之研發，提供我國海軍訓練及任務使用，卓有功績，2009年獲海軍頒發海績獎章殊榮。



郭振華小檔案

現任工程科學及海洋工程學系專任教授，美國明尼蘇達大學機械博士。研究專長為機器人學、自動控制、水下載具，仿生學等。水下載具實驗室在2012，2014年分別以水中機器人 Nemo 及 Iron Fish 榮獲日本海洋研究開發機構（JAMSTEC）舉辦的水中機器人競賽優勝。