

財團法人國家實驗研究院
台灣海洋科技研究中心

勞務採購契約書

廠商名稱	國立臺灣海洋大學
契約標的	HF 高頻雷達與模式資料同化 作業
契約價金	新台幣：壹佰參拾萬伍仟元整
契約編號	TORI-S-115041
履約期限	乙方應於 115 年 11 月 16 日以前履行 採購標的之供應

中 華 民 國 1 1 5 年 4 月 1 6 日

1. 研究計畫概述

台灣四面環海，海氣象環境交錯起複雜。台灣東部海域有經年往北流的黑潮流經，時而入侵台灣東北方與西南方的陸棚邊緣。在台灣東北部海域，黑潮的入侵陸棚有季節性的變動，且在陸棚上時常伴隨著的氣旋式渦旋及湧升流的現象[Tang et al., 2000; Wu et al., 2008; Ichikawa et al., 2008; Hsin et al., 2011; Wu and Hsin, 2012; Liu et al., 2014; Wu et al., 2017]；而在台灣西南部海域，黑潮時而沿著西南部海岸北上形成黑潮於台灣海峽內的支流。此外，冬季時自中國沿海往南的沿岸流冷海水與南方的暖水混合，在黑潮流域形成強烈的海表面溫度梯度，影響海表面風場在垂直方向上的循環 [Oey et al., 2015]。台灣海峽內部的冷暖海水交會處，在東北季風與冷暖水體的斜壓不穩定作用，易於海峽中央產生跨台灣海之峽渦旋與流場[Oey et al., 2014]。因此，準確且精細的描述台灣周邊海域的流場變動，對從事近岸海事工程以及海域遊憩活動等物事之規劃與管理有著不可或缺的價值。

取得海洋表層流況分佈的主要手段為透過大範圍遙感探測與運用高解析度海洋數值模式等方式，其中遙感探測可分為衛星遙測與岸基高頻雷達測流系統。衛星遙測雖無法直接量測海表面流場，但衛星資料所量測之海表面高度可透過假定地轉平衡關係計算地轉流，惟此計算方式僅能表示地轉流，無法呈現其他動力流場，如風吹流，且衛星高度計在陸棚等淺水海域易受到潮汐運動的干擾。岸基高頻雷達測流系統，如CODAR(Coastal Ocean Dynamics Application Radar)透過高頻雷達波遙測與都卜勒效應的方式，在短時間內大範圍的量測海表面流場、波浪場等資訊。在國家實驗研究院台灣海洋科技研究中心(NARLabs)轄下之台灣海洋科技中心(TORI)自2009年起已於台灣周邊沿岸架設15個海流觀測系統測站，測站包含11個低頻(4.58 MHz)長距離式測站與4個高頻(13.425MHz/24.3MHz)短距離測站，觀測範圍覆蓋大部分台灣周邊海域。過去的研究使用此高頻雷達資料分析了台灣周邊海域主要流場的變動、季節性變化等 [Takahaishiet al., 2009; Tseng et al., 2021]，顯示高頻雷達資料對表層流場的解析與應用。

海洋數值模式以數值方法解析海洋流體的運動過程，如普林斯頓海洋模式(Princeton Ocean Model, POM)，麻省理工環流模式(MIT General Circulation Model, MITgcm)或是區域海洋模式(Regional Ocean Model System, ROMS)等大尺度海洋數值模式，數值模式將海洋水體數值化(或是網格化)，透過數值解析的運算過程，解析三維流體運動方程式、動量方程式、熱力學方程式等模擬三維海水運動過程與流場變化。海洋數值模式的運作需考量海表風應力驅動水體、模式側邊界等邊界條件。而針對近岸海況的模擬往往需要相當精細的流場邊界條件及較高的空間解析度，以獲得精確的流場運動，而過程大多以先運行較大尺度及範圍的數值模式，接著透過巢狀網格方式，在邊界層以納進法(nudging)提供小範圍之目標範圍海域邊界層流場，逐步提高模式模

擬解析度至目標海域，以節省模式整體運算時間並模擬近岸海域較小尺度的海水動力過程。

岸基雷達與衛星之遙測與海洋模式兩者皆存在顯著的優缺點。衛星遙測與岸基雷達測流等觀測方式雖能提供大範圍觀測資料，但仍受限於海氣象環境等遮蔽干擾，進而影響資料觀測採樣品質，而造成產品在空間分佈上的缺漏。海洋模式之模擬結果雖符合流體的運動方程式，但其差分誤差可能回時間增加，進而與觀測間的差距逐漸增大，若將海洋模式做長時間運算或是作為作業化模式使用，則往往需仰賴於觀測資料的校驗而提升其可信度。因此一般海洋模式為提升模擬精確度以資料同化觀測數據改善流場、溫度、鹽度分佈，如普林斯頓海洋模式(POM)與區域海洋模式(ROMS)皆透過資料同化衛星海表面高度計與溫度場等觀測資料[Shchepetkin and McWilliams, 2005; Mellor, 1992]。此外，區域海洋模式(ROMS)亦有資料同化ARGO浮標所觀測之海洋溫度、鹽度剖面，減低與觀測數據間的誤差。然而在沿海地區則易受到陸地邊界等作用，使得海洋模式運算結果不確定性提升，無法有效且正確得還原近海流況。

然而大多海洋模式未將岸基高頻雷達作為資料同化的考量。在近海等陸地邊緣海域海洋流場易受到地形影響導致流況複雜，除了一般大洋上的靜水壓平衡之外，在近海等陸地邊緣海內的流況需考量到非靜水壓的水體運動，靜水壓的水體運動需考量到水體的垂直運動，增加海洋模式的運算過程。開發海洋模式對高頻雷達的資料同化方式不僅能提升模式對台灣周邊海域模擬精確度，對海氣象交互作用頻繁的台灣周邊海域亦能達到防災預警的作用。本計劃案的目的為：

1. 以ROMS海洋模式為基礎，建立台灣周邊海域高空間解析度(5km x 5km)洋流模式，模擬與重現台灣周邊長時間流場分佈。
2. 整合與結合岸基高頻雷達測流資料，建立以結合岸基高頻雷達測流資料之資料同化方式。

本年度研究重點、研究項目與執行進度：

蒐集北太平洋衛星觀測風場資訊，建立北太平洋、西北太平洋與台灣周邊海域等三個範圍的數值模式。蒐集台灣周邊海域觀測流場資訊，驗證台灣周邊海域高解析度模式的精確度。修改海洋數值模式程式碼，建立高頻雷達測流資料同化架構。