

出國報告（出國類別：訪問）

「赴印度簽署MOU及參訪印度海洋研究單位」

服務機關：國家海洋研究院

姓名職稱：陳建宏院長、李孟學主任、賴堅戍研究員、鄭明宏副研究員

派赴國家/地區：印度 / 德里、果阿、清奈

出國期間：113年11月19日至11月23日

報告日期：113年12月24日

摘要

印度近十餘年來受益於印太戰略的推進與大量國際廠商資金的投入，在經濟與科研領域均取得顯著成長。特別是印度政府近年來積極開發周邊海域的海底礦產資源，並重新推動極地研究，使得印度在海洋科學研究方面取得了豐碩的成果。本院於113年11月19日至11月23日赴印度，拜訪印度地球科學部並與印度國家海洋技術研究所（NIOT）簽署合作備忘錄，同時參訪了位於果阿的印度國家海洋研究所與極地研究所，以及位於清奈的印度國家海洋技術研究所、國家海岸研究中心和國家技術教師培訓研究所。藉由此次參訪，深入了解印度當前海洋科研的發展現況。在參訪過程中，我方發現印度的海洋科研單位在多個科學議題上具備與我方合作的潛力，並展示了其自行研發的多項海洋科研設備。這些設備的技術水平已達到歐美先進國家的部分標準，顯示出印度在自主發展海洋科研能力上的顯著進步。這些成果對於我國而言，不僅是潛在的合作機會，也可藉此共同提升雙方的海洋研究水平。因此，此次赴印度拜會海洋科研相關單位，不僅向印度方展示了本院的海洋科研成果，也深化了對印度海洋科研發展現況的理解。同時，藉由與印度海洋研究領域專家學者的互動與交流，建立了雙方合作的良好基礎，為未來加強印太地區海洋科學合作奠定了堅實的基石。

目錄

一、 背景.....	1
二、 過程.....	1
(一) 在印度地球科學部進行本院與 NIOT 簽署 MOU 及交流.....	2
(二) 訪問印度 CSIR-NIO 與 NCPOR.....	5
(三) 訪問印度 NIOT、NCCR 與 NITTTR.....	9
三、 心得及建議.....	15

圖目錄

圖1-1 國家海洋研究院與印度國家海洋技術研究所(NIOT)簽署合作備忘錄(MOU)	3
圖1-2 國家海洋研究院與印度國家海洋技術研究所(NIOT)簽署典禮交換禮品	3
圖1-3 簽署典禮結束後雙方交流	4
圖1-4 於印度地球科學部之台印雙方與會人員大合照	4
圖1-5 CSIR-NIO主任Prof. Sunil Kumar Singh大廳接待合影	5
圖1-6 CSIR-NIO科研調查船與設備	6
圖1-7 印度CSIR-NIO所開發AUV與AVP	6
圖1-8 印度CSIR-NIO所開發C-BOT	6
圖1-9 CSIR-NIO預發展海域複合式能源	7
圖1-10 CSIR-NIO人員帶領本院參觀該所之重要印度周遭水下文物	7
圖1-11 CSIR-NIO人員帶領本院參觀該所之重要水下監測設備	8
圖1-12 本院與NCPOR主任及該所同仁合影	9
圖1-13 NCPOR主任分享該所重要成果	9
圖1-14 雙方討論分享與參訪冰柱保存室	9
圖1-15 印度NIOT-海洋觀測系統	11
圖1-16 印度NIOT-深海採礦設備	11
圖1-17 印度NIOT深海潛水器「MATSYA 6000」	12
圖1-18 印度NIOT-海洋能源技術1	12
圖1-19 印度NIOT-海洋能源技術2	12
圖1-20 印度NIOT-浮標和海洋觀測設備	13
圖1-21 本院與印度NIOT及NCCR交流	13
圖1-22 印度NITTTTR-教師培訓(左：教授3D列印設備；右：教授自動機械手臂)	14
圖1-23 印度NITTTTR-課程開發與升級	14
圖1-24 印度NITTTTR-教育技術的應用	14
圖1-25 本院與印度NITTTTR交流	14

表目錄

表1-1 行程表與概要	1
-------------------	---

一、背景

為推動當前印太戰略中海洋科技的創新與發展，印度國家海洋技術研究所（National Institute of Ocean Technology，簡稱NIOT）於1993年由印度政府在地球科學部（Ministry of Earth Sciences，簡稱MoES）下增設為一個自治機構，並由理事會管理。該研究所的主要任務是開發可靠的海洋科研技術，以解決印度專屬經濟區（EEZ）內海洋資源相關的工程研究問題。因此，國家海洋研究院（以下簡稱本院）自110年9月起，開始與NIOT接觸，並討論有關簽署MOU的事宜。在雙方多次深入討論後，最終於113年確認合作內容，並於113年11月20日，在印度地球科學部由該部次長M. Ravichandran、海洋委員會副主任委員黃向文及臺灣駐印度代表處公使謝柏輝見證下，成功簽署合作協議。簽約儀式上，本院院長陳建宏與印度NIOT主任Balaji Ramakrishnan完成簽署。此次訪問還包括了對印度海洋相關單位的實地考察，藉此了解當前的發展狀況，並進一步加強雙方在海洋研究領域的合作與能力建設。訪問單位包括位於印度果阿的印度國家海洋研究所（National Institute of Oceanography，簡稱CSIR-NIO）、極地研究所（National Centre for Polar and Ocean Research，簡稱NCPOR）、位於印度清奈的NIOT、國家海岸研究中心（National Centre for Coastal Research，簡稱NCCR）及印度國家技術教師培訓研究所（National Institute of Technical Teachers Training and Research，簡稱NITTR）。

表1-1 行程表與概要

日期	行程概要	地區
11月19日	(二) 臺灣桃園中正機場出發至印度德里	印度德里
11月20日	(三) 於印度地球科學部進行本院與NIOT簽署MOU及交流，下午參訪德里，晚間飛往印度果阿	印度德里 印度果阿
11月21日	(四) 訪問印度CSIR-NIO與NCPOR，當晚飛往印度清奈	印度果阿 印度清奈
11月22日	(五) 訪問印度NIOT、NCCR、NITTR與我國印度清奈辦事處，當晚飛回臺灣	印度清奈
11月23日	(六) 返抵臺灣桃園中正機場	臺灣

二、過程

本次參與過程分別以三大部分說明：

- (一)在印度地球科學部進行本院與NIOT簽署MOU及交流；
- (二)訪問印度CSIR-NIO與NCPOR；

(三)訪問印度NIOT、NCCR與NITTTTR。

以下將分別詳細說明參加訪問之內容。

(一) 在印度地球科學部進行本院與NIOT簽署MOU及交流

本院於113年11月19日下午從臺灣出發前往印度德里，於當日晚間11點多由駐印度代表處科技組組長楊龍杰協助入境印度。11月20日上午抵達印度地球科學部，該部次長M. Ravichandran博士率參與簽署活動印方人員在門口接待，簽署流程先撥放印度地球科學部、海委會與本院的宣傳影片，讓在場人員瞭解雙方的單位，之後先由印度地球科學部次長Ravichandran分享了目前該所屬單位在海洋研究領域的相關課題，並介紹了海洋雷達觀測、氣候變遷、海洋水下觀測技術開發、海洋生物及非生物資源利用、以及海域能源發展等方面的進展。此外，海洋生物學、海洋微生物學和生物技術等藍色經濟領域也將是未來發展的重點。Ravichandran期望透過雙方的合作，進一步提升海洋研究的發展。

接續，海委會副主委黃向文特別提及，主委管碧玲曾任立法院「臺灣印度國會議員友好協會會長」，並曾到訪印度，獲得當時印方的正面回應。黃副主委表示，作為推動海洋保護的工作之一，這次簽署的MOU中也特別提供了海洋永續鋼珠筆供簽署。她進一步說明，自成立以來，海委會一直致力於推動臺灣成為具有全球視野的海洋國家，並積極參與國際海洋合作。下屬的國家海洋研究院，作為國家海洋智庫，擁有深厚的海洋專業知識與經驗，並致力協助委員會處理海洋相關的重要業務。希望藉由本次簽署MOU，強化國際合作研究、技術交流及人才培養計畫的落實，進一步推動海洋科技的創新與發展，除了發展臺印海洋觀測與保護研究外，也期待能拓展雙方在極地科研領域的合作。

之後，臺灣駐印度代表處公使謝柏輝首先從臺灣的歷史背景談起，接著說明臺灣在全球的重要性，並引入臺印雙邊關係的發展。他引用印度外交部多次對外提到，印度與臺灣在文化、教育、貿易投資等領域有著密切的連結。謝公使還提到，賴清德總統於2024年6月5日向印度總理莫迪祝賀當選連任時，表示希望未來在莫迪總理領導下，印度政府的各項施政順利，國家發展昌盛，並期盼臺印關係持續深化。謝公使強調，藉由此次簽署的MOU，將進一步加強臺印在海洋研究領域的交流合作。

簽署活動最後在該部次長M. Ravichandran博士、海委會副主委黃向文及臺灣駐印度代表處公使謝柏輝的見證下，本院與印度國家海洋技術研究所（NIOT）完成合作備忘錄的簽署儀式（圖1-1）與簽署禮品交換（圖1-2）。

在完成簽署後，由該部顧問Vijay Kumar博士主持進行雙方的可合作議題交流（圖1-3與圖1-

4)，印度NIOT主任Balaji Ramakrishnan介紹了該研究所目前在海洋技術開發方面的重點進展，包括深海載具技術、溫差與波浪能的發展、海洋雷達氣象觀測技術等，期望藉由此次簽署的MOU，能夠促進雙方在技術交流方面的合作。本院院長陳建宏則希冀在國海院將投入海洋浮球觀測技術的研發與應用、海洋雷達與衛星觀測技術等海洋研究領域的相互合作，共同推動印太地區的海洋科學研究與海洋環境監測技術，並促進雙方在海洋科研領域的合作與技術提升。



圖1-1 國家海洋研究院與印度國家海洋技術研究所(NIOT)簽署合作備忘錄(MOU)



圖1-2 國家海洋研究院與印度國家海洋技術研究所(NIOT)簽署典禮交換禮品



圖1-3 簽署典禮結束後雙方交流



圖1-4 於印度地球科學部之台印雙方與會人員大合照

(二) 訪問印度CSIR-NIO與NCPOR

完成簽署MOU後，當日搭乘印度國內班機飛往印度果阿，於113年11月21日參訪位於果阿的印度海洋研究所及極地研究所。

印度國家海洋研究所CSIR-NIO於1966年1月1日成立，由印度科學與工業研究理事會（Council of Scientific and Industrial Research, CSIR）營運的一個領先研究機構。該研究所現已發展成為國際知名的多學科海洋學研究機構。研究的主要重點是觀察和了解印度洋的特殊海洋學特徵。主要研究領域包括海洋學的四個傳統分支—生物、化學、地質/地球物理和物理，以及海洋工程、海洋儀器和海洋考古學，即研究海底地質結構和地球動力學；研究海水成分及其變化，特別是污染物對海洋環境的影響；探討海洋生態系統及生物多樣性；研究海洋流動性、海浪、潮汐等動態過程；研究海洋能源、資源開採及其他應用技術。除基礎研究外，該研究所還進行由業界資助的應用研究，包括海洋學資料收集、環境影響評估和預測環境影響的建模。該研究所也提供海洋環境保護和沿海地區法規等一系列問題的諮詢。

本次拜會CSIR-NIO由研究所主任Prof. Sunil Kumar Singh接待(圖1-5)，一開始雙方分別簡介當前研究成果，並於單位介紹結束後交流討論，CSIR-NIO目前擁有兩艘研究船RV Sindhu Sankalp (80m)與RV Sindhu Sadhana(56m)進行印度周遭海域科研調查(圖1-6)，目前發展深海開採天然氣水合物(gas hydrate)與礦產等相關技術。另外，亦自行發展AUV(Autonomous Underwater Vehicle)、AVP(Autonomous Vertical Profiler)、C-BOT (一種AUV)等水下設備(圖1-7至圖1-8)，並嘗試發展海域複合式能源(圖1-9)。雙方交流後，CSIR-NIO人員帶領本院參觀該所之重要水下實體設備及印度周遭水下文物(圖1-10與圖1-11)，透過相關實體介紹，有助於提供本院後續水下技術發展之重要合作選項。



圖1-5 CSIR-NIO主任Prof. Sunil Kumar Singh大廳接待合影

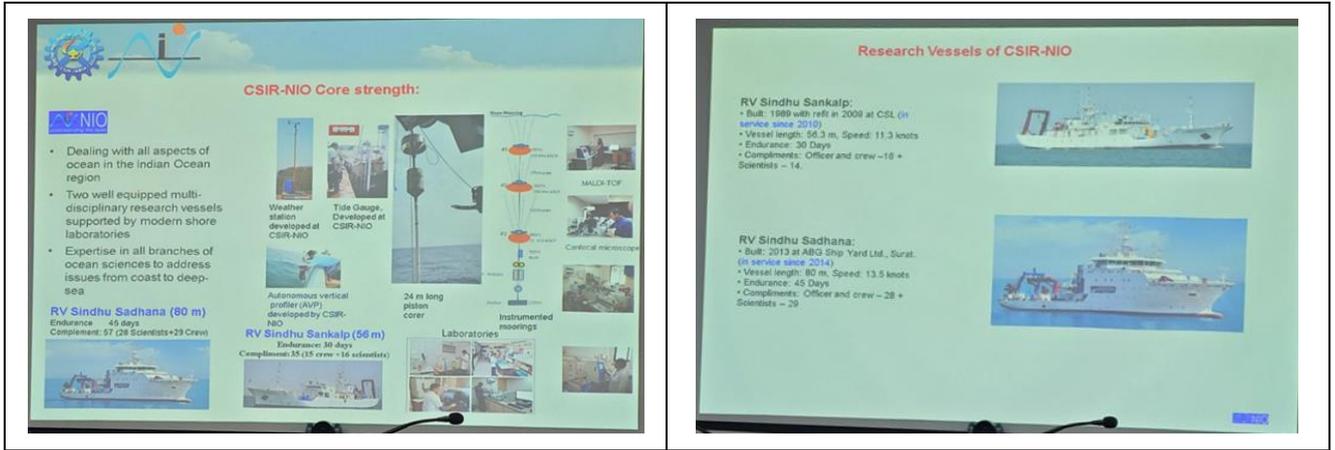


圖1-6 CSIR-NIO科研調查船與設備

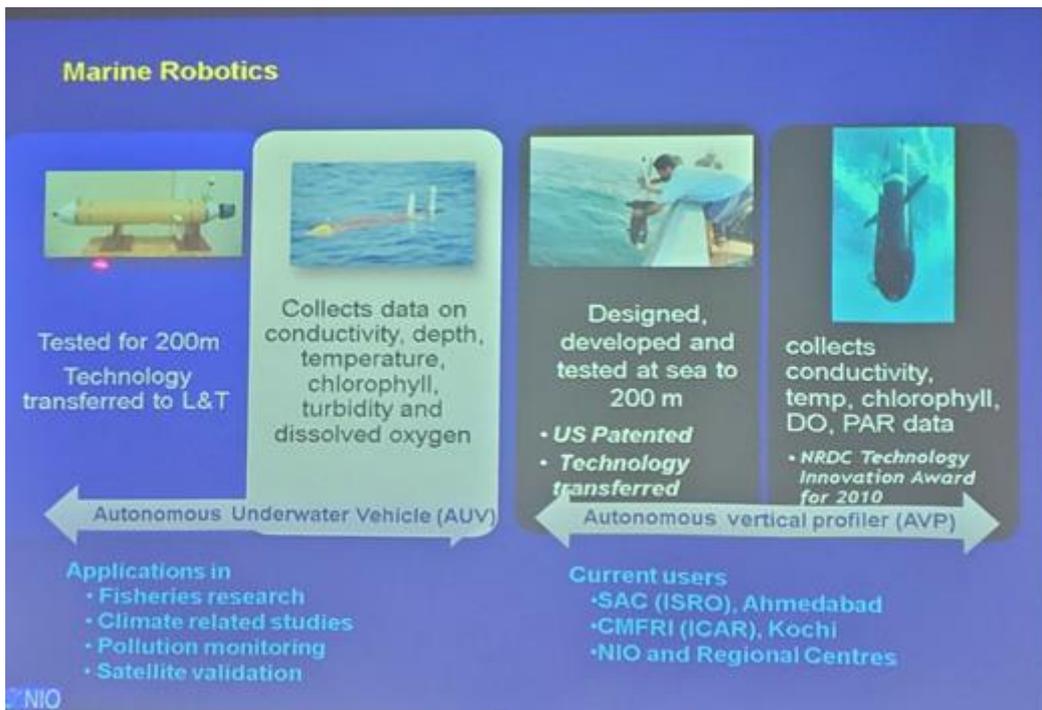


圖1-7 印度CSIR-NIO所開發AUV與AVP

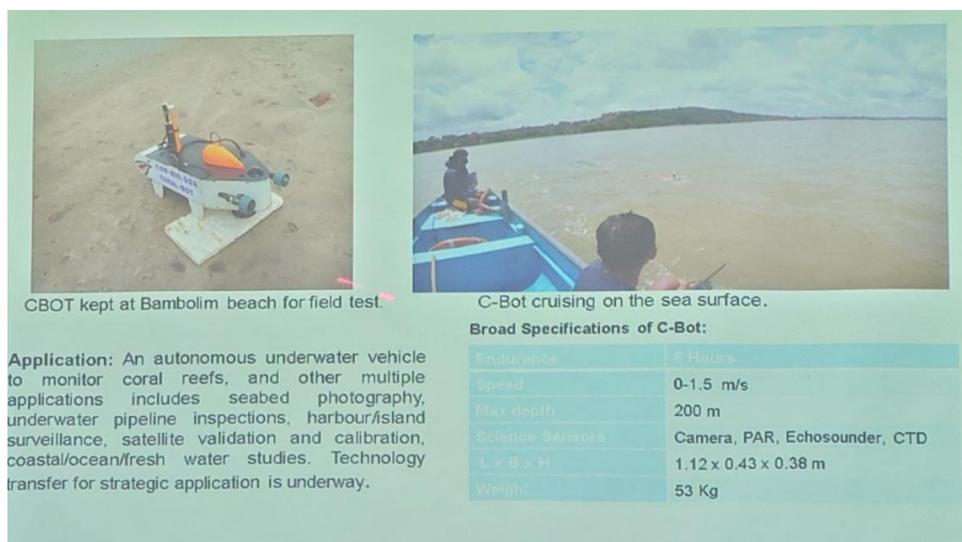


圖1-8 印度CSIR-NIO所開發C-BOT

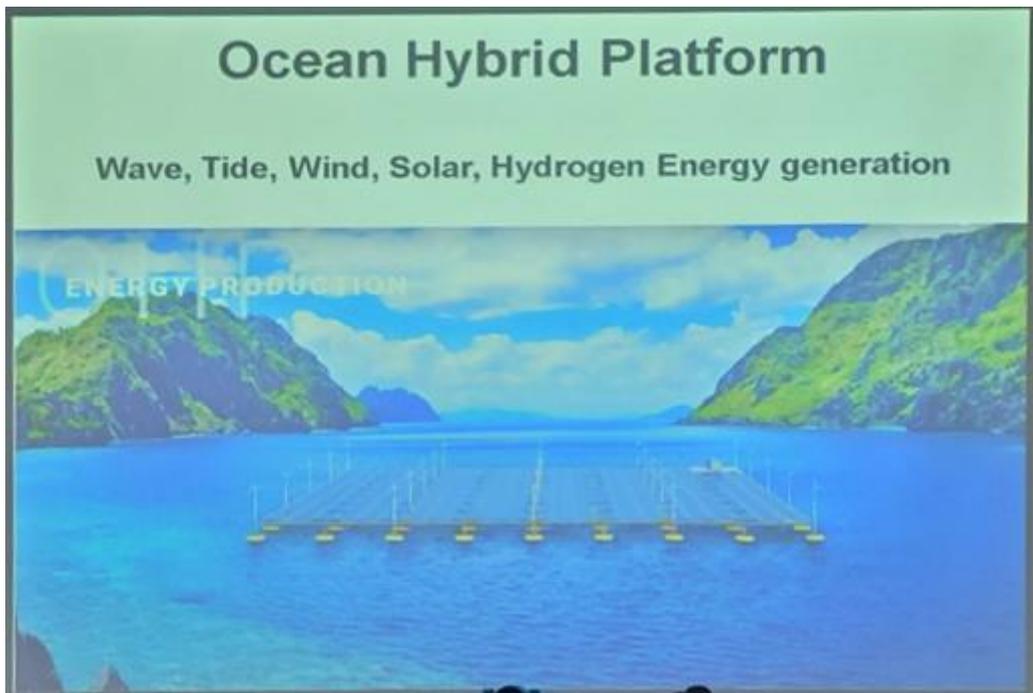


圖1-9 CSIR-NIO預發展海域複合式能源



圖1-10 CSIR-NIO人員帶領本院參觀該所之重要印度周遭水下文物



圖1-11 CSIR-NIO人員帶領本院參觀該所之重要水下監測設備

當日下午接續參訪印度國家極地和海洋研究中心（NCPOR，全稱為 National Centre for Polar and Ocean Research），由該中心主任Director, Thamban Meloth與相關研究員接待討論（圖1-12），其是印度政府中專注於極地和海洋環境的科學探索與研究的主要研究機構。成立於1998年，成立時名為「國家南極與海洋研究中心」（National Centre for Antarctic and Ocean Research, NCAOR），後於2018年更名為現名NCPOR，以反映其在北極、南極及更廣泛海洋研究方面的職責。其研究重點包含以下幾項：

- 南極與北極研究：負責印度在南極和北極地區的科學考察和研究活動，目前印度有兩個南極科學基地(Maitri（建立於1989年）與Bharati（建立於2012年）；另負責位於挪威的斯瓦爾巴群島的印度北極研究站Himadri。
- 深海探測與海洋研究：進行海底礦產、深海熱液系統等資源的探索，及氣候變化對海洋生態系統的影響。
- 氣候與環境變化：研究極地地區的氣候變化，特別是對全球氣候模式的影響，與分析冰蓋融化與海平面上升的關係。

該研究所最重要計劃成果是在北極和南極地區持續進行數據收集和研究，增進對極地環境的科學理解，且利用氣候建模來預測全球氣候變化趨勢，與作為印度代表機構積極參與南極條

約的決策和活動。本院此次參訪先由NCPOR主任分享其相關研究成果(圖1-13)，接續本院亦分享至今與中央大學及波蘭哥白尼大學所進行的北極研究外，並討論可合作的議題(如北極科研合作等，圖1-14)。之後，亦參觀由極地帶回的冰柱儲存室，以更瞭解極地研究的相關內容。



圖1-12 本院與NCPOR主任及該所同仁合影

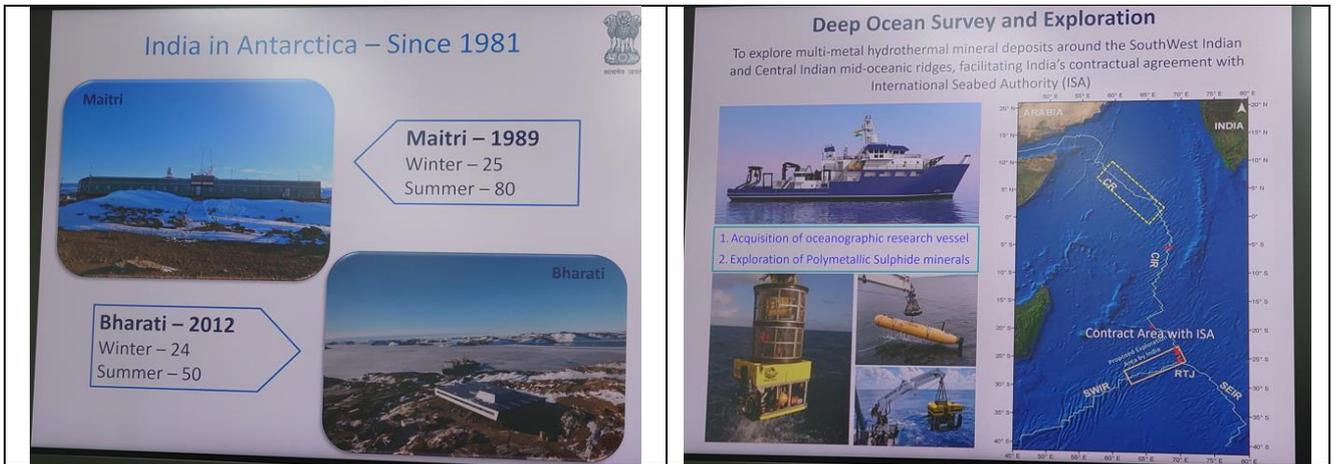


圖1-13 NCPOR主任分享該所重要成果



圖1-14 雙方討論分享與參訪冰柱保存室

(三) 訪問印度NIOT、NCCR與NITTTTR

本院於113年11月22日前往印度國家海洋技術研究所(NIOT, National Institute of Ocean

Technology)及印度國家海岸研究中心(NCCR, National Centre for Coastal Research)。

印度NIOT專注於海洋科學與技術的研究機構，由印度政府地球科學部於1993年成立，NIOT由理事會管理，並由主任領導。印度成立 NIOT 的主要目的是開發可靠的本土技術，以解決與印度專屬經濟區（約佔印度陸地面積的三分之二）採集非生物和生物資源相關的各種工程問題，以滿足國家經濟發展、資源探索以及環境保護的需求。其研究重點包含以下幾項：

- 海洋觀測系統：建立和維護海洋氣象浮標網絡，用於氣候研究、海洋預測和災害預警，並提供如氣旋和海嘯的早期預警技術(圖1-15)。
- 深海採礦 (Deep Sea Mining)：研究和開發深海礦物提取技術，尤其是聚合結核和海底硫化物的開發，支持印度在國際海底管理局 (ISA) 框架下的深海採礦權利，該研究所自行開發多項深海開採設備(圖1-16)。
- 深海探測與作業：發展深海潛水器「MATSYA 6000」等自主或遠程操作載具，用於海洋探測和資源評估 (圖1-17)。
- 海洋能源與海水淡化技術：開發海洋能源技術，包括波浪能、潮汐能和海洋熱能轉換 (OTEC)，特別是位於拉克沙群島的 OTEC 實驗性項目(圖1-18)，旨在利用海洋熱差發電。另開發和運營基於低溫熱能轉換的海水淡化技術，為沿海和島嶼社區提供淡水資源 (圖1-19)。
- 浮標和海洋觀測設備：自行研製觀測浮標與相關水下聲學儀器，且有進行水下聲學測試水槽，該觀測設備部署於印度洋，用於即時數據收集和天氣預測(圖1-20)。

NIOT目前研究重點為支持印度的「深海任務 (Deep Ocean Mission)」，以發掘深海資源並促進相關技術本地化，且強化印度的海洋科技能力，確保在全球海洋研究和技術領域的競爭力。此也是為何本院需耗費2年和其簽署海洋科研合作備忘錄，透過雙方合作共同提升雙方海洋科研能力。

本次共同與會的印度NCCR是印度專門致力於海岸研究與保護的科學機構，隸屬於印度地球科學部，其主要任務是研究和監測印度沿海地區的物理、化學、生物和地質特徵，以促進可持續的海岸線管理和環境保護。該中心主要研究重點為：

- 海岸監測與研究：監測和評估印度沿海地區的侵蝕、沉積和其他動態變化，並研究氣候變化對海岸環境的影響，例如海平面上升和風暴潮。
- 災害預警與風險管理：發展技術以預測沿海災害，如海嘯、風暴潮和高潮位；且提供支持決策的科學數據，幫助沿海社區減少災害風險。
- 生態系統保護：評估和保護沿海生態系統，包括紅樹林、珊瑚礁和鹽沼地。另研究沿海

水域的水質變化及其對生物多樣性的影響。

- 技術開發與應用：開發地理信息系統（GIS）和遙感技術，用於海岸線規劃和管理，與提供沿海動態建模工具，協助政策制定。

NCCR當前即時監測印度海岸線的侵蝕與淤積，利用遙感技術和現場觀測，提供關鍵數據，幫助政府進行基礎設施規劃和政策制定。並開發風暴潮和海嘯模擬模型，提供早期預警和應急計劃，協助提供「印度海嘯預警中心（INCOIS）」的運作；實施水質監測計劃，評估污染對沿海和近海環境的影響，研究水質變化對漁業和其他海洋資源的影響；研究紅樹林和珊瑚礁的健康狀況，制定修復和保護策略。研究濕地的生態功能，確保其對洪水防控和碳封存的作用。

本院與印度NIOT與NCCR分享目前研究成果(圖1-21)，並討論後續合作的部分，目前規劃在海洋雷達觀測技術，海洋水下聲學觀測儀器等領域。會後參觀印度NIOT相關研究設備(圖1-15至圖1-20)，藉此更加理解印度NITO發展現況。



圖1-15 印度NIOT-海洋觀測系統



圖1-16 印度NIOT-深海採礦設備



圖1-17 印度NIOT深海潛水器「MATSYA 6000」

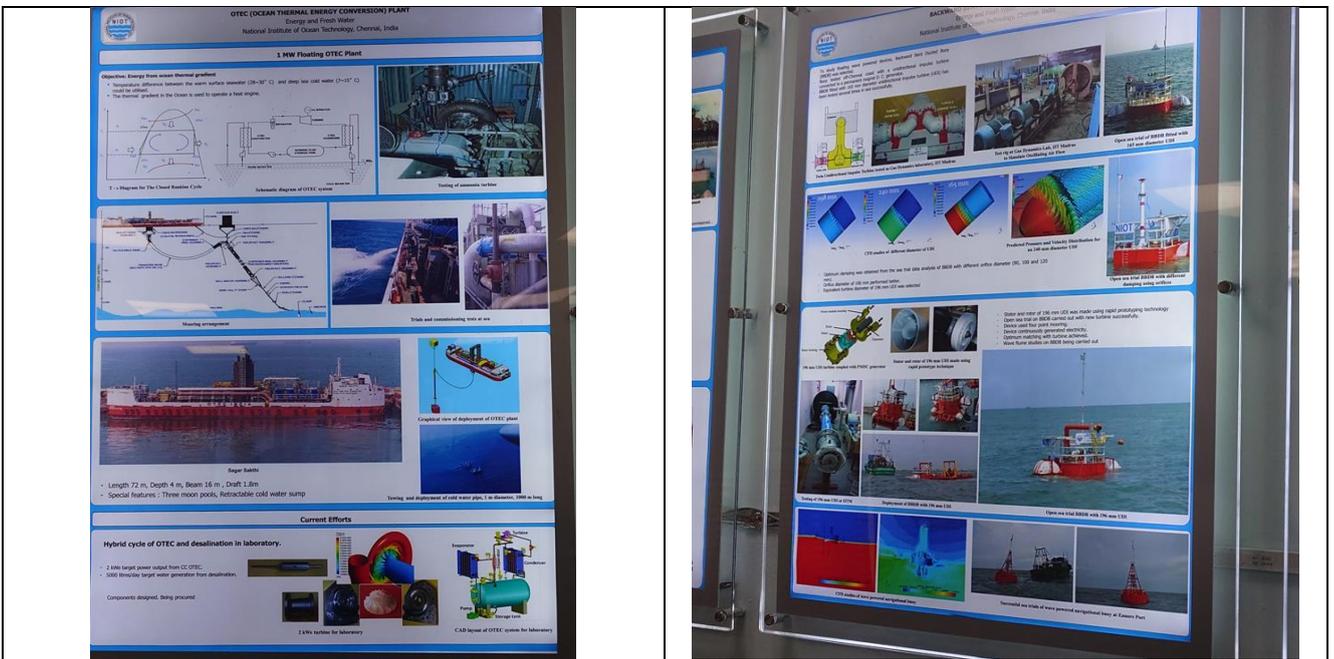


圖1-18 印度NIOT-海洋能源技術1



圖1-19 印度NIOT-海洋能源技術2

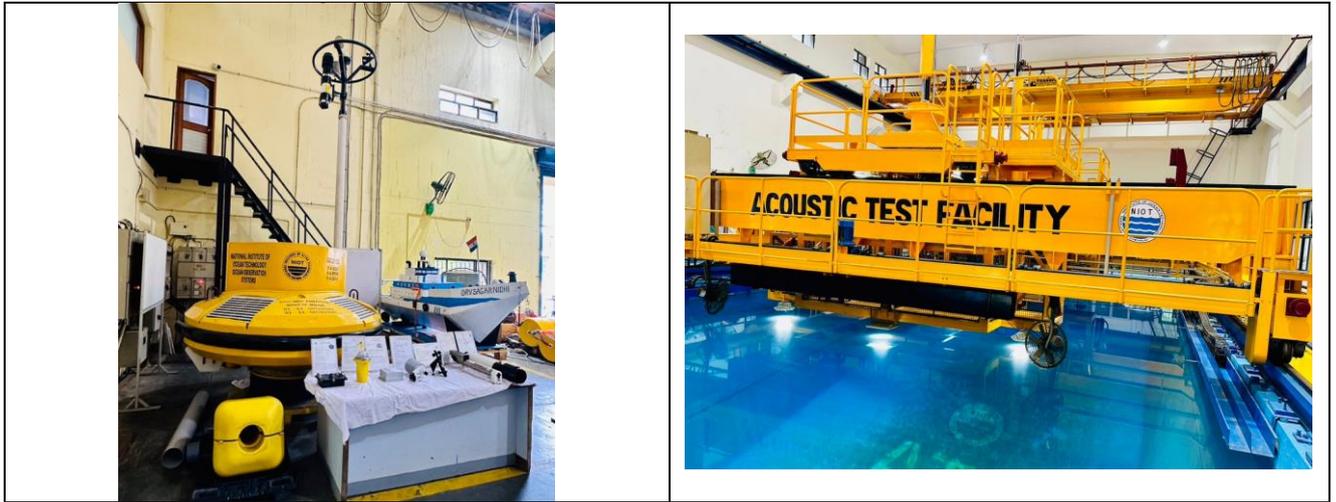


圖1-20 印度NIOT-浮標和海洋觀測設備



圖1-21 本院與印度NIOT及NCCR交流

當日下午接續拜參訪印度國家技術教師培訓與研究機構(NITTR, National Institute of Technical Teachers Training and Research)，該單位是印度專門致力於技術教育的培訓和研究機構，旨在提升印度技術教育的質量和教師能力，隸屬於印度教育部(Ministry of Education)，除印度清奈外，亦有相關單位分布於印度昌迪加爾、博帕爾和加爾各答等城市。該單位核心重點是以下幾項：

- 教師培訓：為技術教育院校的教師提供高質量的培訓，提升教學方法和學術能力，及引入創新教學技術和課程設計(圖1-22)。
- 課程開發與升級：研究和設計適應工業需求和現代技術的課程，推動多學科課程，支持技術領域的綜合教育(圖1-23)。
- 教育研究：進行有關教學方法、學習評估和教育技術的研究，提供基於數據的改進建議，提升技術教育的效率和效果。
- 教育技術的應用：開發和實施線上教育平台和數位教學資源，探索虛擬實境（VR）、增強實境（AR）等技術在教學中的應用(圖1-24)。

本次參訪相互介紹雙方當前發展，亦針對海洋科研技術與科普方式進行交流(圖1-25)，會

後亦參觀該單位相關設備(圖1-22至圖1-24)，其中在海洋水下技術也交換意見。



圖1-22 印度NITTR-教師培訓(左：教授3D列印設備；右：教授自動機械手臂)



圖1-23 印度NITTR-課程開發與升級



圖1-24 印度NITTR-教育技術的應用



圖1-25 本院與印度NITTR交流

三、心得及建議

此次能與印度國家海洋技術研究所（NIOT）成功簽署合作備忘錄，首先要感謝我國駐印度單位及科技組的積極協助。特別是前科技組組長王金燦與前秘書姜懿庭，在過去兩年中為促成合作付出大量努力。此外，本次行程也感謝現任科技組組長楊龍杰的陪同與協助，使本次訪問得以順利完成。在此行中，我方前往印度德里地球科學部，完成與NIOT的合作備忘錄簽署，更重要的是，透過實地拜訪印度的多個海洋科研單位（包括CSIR-NIO、NCPOR、NIOT、NCCR及NITTTR），加深了對印度海洋科研發展現況的理解。由於印度的科研公開政策較為保守，此次實地訪問提供了難得的機會，以下為本次參訪心得：

- (一)過去十多年，印度受益於印太戰略的推進與國際廠商的資金投入，在經濟與科研領域均取得顯著發展。此外，印度政府積極開發周邊海域的底層礦產資源，並重新投入極地研究，推動其海洋科研取得了部分媲美歐美先進國家的成果。本次參訪進一步確認印度具備與我方合作以共同提升海洋研究水平的潛力。
- (二)在短短五天內，我方完成了德里地球科學部與NIOT的合作備忘錄簽署，並參訪了果阿的CSIR-NIO與NCPOR，以及清奈的NIOT、NCCR與NITTTR。雖然行程緊湊，但仍深入了解了印度當前的海洋科研發展現況。
- (三)於印度果阿科研單位，就印度CSIR-NIO而言，作為印度科技部轄下的單位，CSIR-NIO資金充足，擁有先進的海洋科研設備與豐富的研究成果，特別是在水下考古與觀測設備開發（如AUV、AVP與C-BOT等）方面。這些技術與設備為雙方未來合作提供了良好基礎；就印度NCPOR而言，該單位專注於極地研究。由於本院也從事北極研究，雙方若能展開合作，將有助於深化極地科研，實現技術與數據的雙向提升。
- (四)在印度清奈科研單位，就印度NIOT而言，為此次合作備忘錄簽署的主要單位，專長於海洋監測技術與設備開發，包括雷達與浮標觀測技術、自主研發的水下聲學系統及水下開採設備等。這些技術為我國與印度在海洋科研合作中提供了多樣選項，有助於雙方提升海洋科技能力；就印度NCCR而言，由於時間限制，未能實地訪問NCCR，但透過與該單位在NIOT會議室的交流，了解到其在近岸廢棄物管理與海嘯監測方面具備合作潛力；就印度NITTTR，雖然NITTTR主要為印度職業教育教師提供進修服務，但其在水下技術與模式預報方面也取得了一定成果。雙方若能展開合作，將有助於提升海洋科研的技術水平與應用潛力。

本次前往印度拜會海洋相關科研單位，除讓印方了解本院海洋科研成果，也讓本院了解印方當前海洋科研發展，同時也與印度相關海洋研究之專家學者相互交流，開啟後續合作良好先機，為強化此行的效益，後續建議朝下列方向進行：

- (一)本院業已完成與印度NIOT海洋科研合作備忘錄，後續將依據其內容，先針對海洋觀測系統(雷達及浮標)與水下儀器兩部分進行合作分享，規劃雙方學者互訪，以強化兩單位在海洋科研合作成效。
- (二) 後續會評估與本次拜會的其他印方海洋科研機構可合作議題，及確認合作可能性，以達到印太海洋科研合作的目標，共同提升我國海洋科學研究技術能力。