

出國報告（出國類別：開會）

參加第 22 屆國際水文會議 （HYDRO22）出國報告

服務機關：內政部

姓名職稱：江科員德淑、鍾科員易臻、

邱約用研究員伊伶、陳約用研究員如芬

派赴國家：摩納哥

出國期間：民國 111 年 12 月 03 日至 12 月 10 日

報告日期：民國 112 年 02 月 21 日

摘要

國際水文學會聯合會（The International Federation of Hydrographic Societies, IFHS）第 22 屆國際水文會議（HYDRO22）因疫情延期至 2022 年 12 月 05 日至 08 日於國際海道測量組織（International Hydrographic Organization, IHO）所在地摩納哥舉辦，計有來自 16 個國家約 36 位講者進行專題演講。會議主軸為「增強責任感」，期望透過新的技術及知識分享交流，壯大並改善整個水文世界(Blue World)，內容涵蓋全球測深模型、教育、無人水面載具測深、水文基礎支援環境評估、全球衛星反演水深、資料管理、人工智慧與自動化、增強水文空間科學及最新方法...等專業領域；會場內另有世界各地多家業界廠商之商業展覽。

本部藉此次參與此會議，瞭解各國水文測量之發展情況，汲取專業技術與各國經驗及相關研究成果，並參訪 IHO 總部與幹部進行詳談，建立與他國相關領域人員之友好關係。並獲以下建議：（一）持續參與國際相關會議，瞭解發展趨勢、（二）汲取國際經驗，提升本國水深測量品質及建立資料處理機制、（三）新一代標準 S-100 系列的研究及測試。

目次

摘要	I
目次	II
壹、緣起及目的.....	1
貳、出國行程.....	2
一、會議地點及時間.....	2
二、行程紀要.....	2
參、會議與參訪重要內容.....	3
一、會議議程.....	3
二、會議及參訪情形.....	3
肆、心得.....	27
一、國際產官學三方合作方式.....	27
二、水深測量相關教育及人才培養.....	27
三、水深測量技術發展.....	27
伍、建議.....	29
一、持續參與國際相關會議，瞭解發展趨勢.....	29
二、汲取國際經驗，提升本國水深測量品質及建立資料處理機制.....	29
三、新一代標準 S-100 系列的研究及測試.....	29
陸、參訪及會議照片.....	31
一、IHO 總部參訪	31
二、HYDRO22 會議	33
柒、附錄.....	52

壹、緣起及目的

國際水文學會聯合會（The International Federation of Hydrographic Societies, IFHS）為一國際組織，成立於西元 1971 年，旨在促進海道測量學和其在航行安全、保護世界海洋及沿海水域中的應用。IFHS 的成立是為了響應水文測量和製圖領域日益增長的國際合作需求，主要目標是促進水文科學專業人員和組織之間的資訊、思想和知識交流，並促進該領域的合作和協作。它提供了水深測量及製圖經驗分享的平臺，並在國際論壇中作為海道測量的代表機構，與國際海道測量組織（以下簡稱 IHO）和聯合國等其他國際組織密切合作，以確保會議符合最新的產業標準及指南。

IFHS 自西元 1971 年成立以來，便定期舉辦海道測量國際會議，第一次會議於 1972 年在英國倫敦舉行，此後他們在世界各地的不同地點舉行，通常每四年舉行一次。多年來，這些會議反映了水文界不斷變化的需求和興趣，並已成為水文界中的重要活動。這些會議為該領域的最新研究和技術發展提供了一個平臺，匯集了來自世界各地的頂尖專家和專業人士，分享他們的知識和經驗。

本次「第 22 屆國際水文會議（HYDRO22）」因疫情延期至 2022 年 12 月 05 日至 08 日於 IHO 總部所在地摩納哥舉辦，會議內容涵蓋全球測深模型、教育、無人水面載具測深、水文基礎支援環境評估、全球衛星反演水深、資料管理、人工智慧與自動化、增強水文空間科學及最新方法...等專業領域。邀集世界各地多家廠商，如水深資料處理軟體、製圖軟體、多（單）音束測深儀器、無人水面載具、課程教育等公司擺設攤位，並針對不同議題進行相關演講，促成產官學界各領域之間資訊的交流，進而促進水文科學領域的進步。

考量本部為蒐整國內水深測量相關成果以增值製作電子航行圖，目前已公告「深度基準與深度系統」，並訂定「水深測量作業規範」供國內各機關依循；另為滿足「海上人命安全公約（International Convention for the Safety of Life at Sea, SOLAS）」要求，善盡沿海國須提供水道測量及相關服務，爰派員赴摩納哥參加本次會議，透過專長分工之方式，學習瞭解目前各國水道測量之發展情況，掌握海域測繪科技之最新動態，汲取專業技術與國際經驗，提供本部提升國家整體測繪及海洋調查量能之參考。同時藉此會議，與各國參與人員進行交流了解各國發展情況，亦在參與會議之餘，到訪 IHO 總部，並與組織幹部進行詳談，建立與他國相關領域人員之友好關係，俾利推動我國後續水深測量發展，進而優化我國電子航行圖。

貳、出國行程

一、會議地點及時間

會議地點：摩納哥格里馬爾迪會議廳（Grimaldi Forum）。

會議時間：111 年 12 月 05 日起至 111 年 12 月 08 日（4 天）。

二、行程紀要

日期	停留地點	行程
12/03（六）	臺灣桃園－杜拜機場	啟程，搭乘臺灣時間 12/03 22：45 阿聯酋航空班機出發
12/04（日）	杜拜－法國尼斯－摩納哥	轉機
12/05（一）	摩納哥	上午參觀 IHO 總部、下午研討會報到
12/06（二）	摩納哥	參與研討會
12/07（三）	摩納哥	參與研討會
12/08（四）	摩納哥	參與研討會
12/09（五）	摩納哥－法國尼斯－杜拜 －臺灣桃園	返程
12/10（六）		

參、會議與參訪重要內容

一、會議議程

本次會議時間為 111 年 12 月 05 日至 08 日，共計 4 天，會議地點位於摩納哥格里馬爾迪會議廳（Grimaldi Forum）內，會場內另有水文測量商業展覽活動。本次會議主要討論水文測量技術、應用、教育、自動化測量及資料處理。

本次會議議程與議題相關電子檔案，以網頁形式提供參會者瀏覽或下載（<https://hydrography.earth/HYDRO22/HYDRO22-program/>）。

二、會議及參訪情形

（一）第一天（111/12/05，會議前一天）

1. 國際海道測量組織（IHO）總部參訪

本次行程規劃於國際水文會議前一天參訪 IHO 總部，IHO 是一個國際組織，旨在促進水道測量及航海製圖的發展與使用。它作為其成員國在水文領域的合作組織，致力於透過訂定相關標準來提高航行安全。

本次參訪由國立臺灣海洋大學張淑淨教授聯繫 IHO 秘書長促成，並由 IHO 副主任 Yves Guillam 與我方進行交流。副主任先帶領我們參觀個人辦公室，之後安排於會議室中進行交流，過程中相談甚歡，當中我方詢問副主任有關如何加快水深測量資料處理的速度，副主任建議本部臺灣電子航行圖中心（以下簡稱本中心）同仁可實際隨船出海測量，除可了解測量廠商外業實際測量情形，亦可了解電子航行圖（ENC）在使用者端著重的內容及需求；外業部分建議聲速剖面儀可盡量多次投放施測，以減少聲速改正誤差，並提及要加速水深測量成果處理速度，最主要的便是測量成果品質要好，以減少後續處理時間。

藉著本次參訪，張老師也邀請對方未來前往臺灣參加我方舉辦之相關活動，促進我國國際參與交流，並更進一步洽詢有關參與 112 年 5 月 IHO 第三屆大會（3rd Assembly，簡稱 A-3）的可行性及後續聯繫安排的方式，副主任樂見我國設攤展示，惟考慮中國大陸勢力影響，建議我國以廠商資格參加。

2. TELEDYNE WORKSHOP



圖 1、SeaBat-Update (Pim Kuus, Senior Hydrographer and Product Manager)

Teledyne Technologies 是一家美國工業集團，於 1960 年創立，至 2011 年 Teledyne Technologies 已經發展到包括近 100 家公司，目前經營 4 個主要部門：數位影像、測量儀器、工程系統以及航太與國防電子。數位影像部門處理一系列新技術及中央研究實驗室，用於政府應用的數位成像產品開發與生產工作，包括紅外線探測器、照相機和光機械組件。測量儀器部門為海洋、環境、科學、工業和國防應用提供監測和控制儀器。工程系統部門為空間、軍事、環境、能源、化學、生物和核系統以及依導彈防禦要求提供系統工程、先進技術應用、軟體開發和製造解決方案，此外還設計和製造熱電流、燃料動力源及小型渦輪發動機。航太和國防電子部門為通訊產品提供複雜的無線和衛星通訊電子元件和子系統，應用於航空運輸和公務機的國防電子、數據採集和通訊設備，及通用航空電池。

在 WORKSHOP 主題演講中，先針對 Teledyne 公司最新型的 RESON SeaBat T51-R 多音束測深儀進行介紹，建立於 SeaBat T50 的基礎上研發出新一代超高頻 800kHz 多音束測深儀，其海底地形分辨率提高至 4 倍，以最高水準的細節分辨率進行勘測，相較前一代的 400kHz 表現更加優異（如圖 2 所示），且同時仍保持最佳的水深勘測效率，此外，SeaBat T51-R 亦具有 350-430kHz 低頻範圍適用各種地形的測量。為其打造之自主 AI 聲納控制，可提供可靠的數據及自主聲納調節，減少人員操作工作量並同時提高調查效率。由展示案例中可看出碼頭法線水下監測均能細緻呈現。

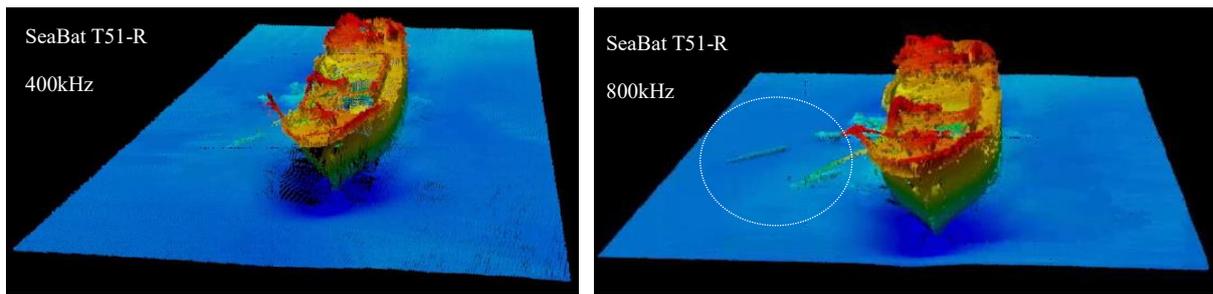


圖 2、SeaBat T51-R 多音束測深儀不同頻率水深地形掃描細緻度差別
(左 400kHz、右 800kHz)

地理空間方面包含 Teledyne OPTECH 與 Teledyne CARIS 兩大部分，內容涵蓋 AI 人工智慧、數據採集與處理分析、測深製圖、光達 (LiDAR) 系統及組件、地理空間軟體…等。在此簡介 CZMIL SuperNova 透水光達，其結合 OPTECH 感測器技術與 CARIS 數據處理，是新一代地形／深海透水光達，並能在混濁水域下提供強大深度穿透力，具有足夠點雲密度及精度可符合 IHO 規範，以提供特徵物檢測、水濁度圖、海底反射率及陸地和水下植被圖…等；另簡介 POLARIS 系列地面高精度三維雷射掃描儀，可安裝在三腳架、車輛或移動平臺 (載具) 上，用於工程橋梁檢測、海岸線驗證及海岸 (港口) 環境監測，其測量數據可與測深數據一起進行後處理。

Teledyne CARIS HIPS and SIPS 是海洋測量資料專業處理軟體，可進行單音束、多音束、光達 (LiDAR) 等測深資料以及側掃聲納海底地貌影像資料等原始資料的後處理，目前已支援超過 40 種聲納資料格式。軟體內建自動資料篩檢功能及演算法，可快速處理大量的多音束測深資料，節省資料處理時間並提高工作效率。國內目前主要幾家海測公司均使用此套軟體進行水深資料處理。近代的多音束測深儀除可提供海底地形 (水深高程) 資訊外，經海床反射、散射回來的訊號，可產生海床背向散射 (backscatter) 影像，在主題演講中提到在 HIPS and SIPS 11.1 版本新增 SIPS 背向散射功能，在透過調整單條測線的角度變化增益 (AVG) 校正後即可得到清楚的背向散射影像；11.2 版本則擴展到區域性的 AVG 校正去得到高品質背向散射影像；11.3 版本允許軌跡線的複製及移動功能，並可新增至另一臺電腦；11.4 版本新增測線軌跡子集修正功能，處理測線因聲速變化或不規則的垂直偏移直接進行校正，以獲得最佳的校正值，如圖 3 所示。

本部與 Teledyne 公司同仁交流後，11.4 版的新功能因只能在 CARIS HIPS and SIPS 軟體下進行測線修正，對於本中心所使用的水深資料產製軟體 CARIS Base Editor 無法採用這功能，建議測量廠商後續可細部瞭解 11.4 改版新功能，以增加測線間資料修正的正確性，此外，如果一開始測量品質就不佳的狀況下，此功能可發揮修正的程度仍有限，因此建議測量廠商應一開始就注重測量品質的重要性，而非在風浪大或外業海象不佳的狀況下勉強施測。

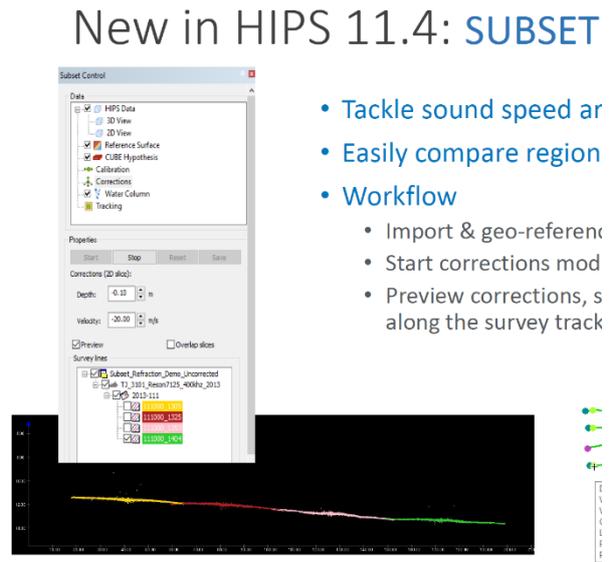
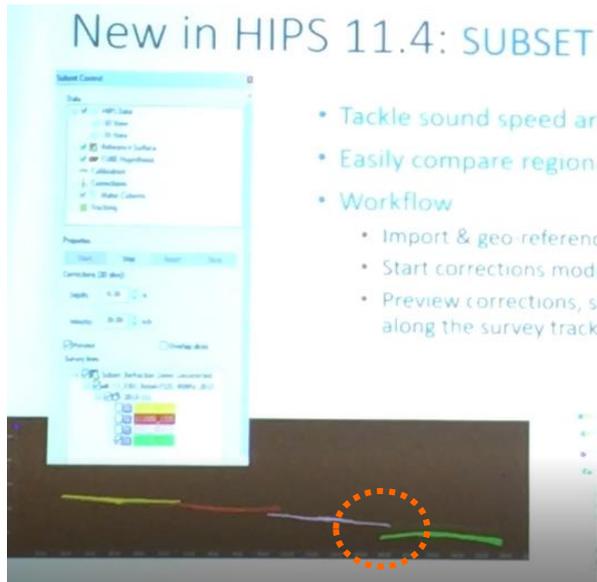


圖 3、HIPS 11.4 版新功能，測線 subset 修正（左修正前、右修正後）

與電子航行圖最相關的在 HIPS 11.4 版或 BASE Editor 5.5 版新功能可支援 S-100 系列「S-102 水深面模型」，S-102 的測深規範基於開放導航標準工作組（Open Navigation Standards Working Group, ONSWG）在測深屬性網格（BAG）上的工作，將用於可攜式導航裝置的最新導航技術。預計 2023 年第 2 季將推出最新版 HIPS and SIPS 12.0，可支援雙音鼓的船隻姿態設定更新；以及對 Kongsberg 及 Reson 系列（R2sonic 已支援）聲納的多光譜支援...等。

S-102 SUPPORT

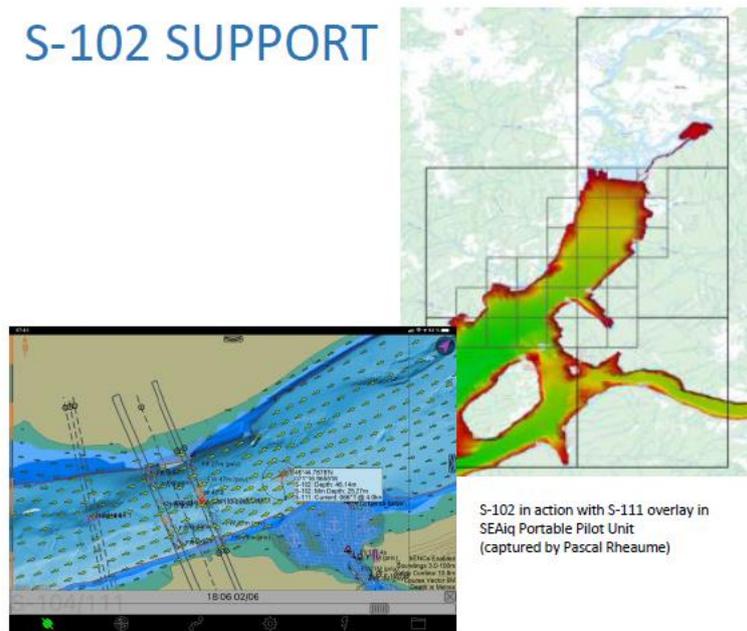


圖 4、HIPS 11.4 版新功能，支援 S-102 水深面模型

主題演講最後介紹 CARIS Mira AI (人工智慧資料處理軟體) 及 CARIS Cloud 雲端平台, Mira AI 旨在分類所有測深雜訊與測量地形的離散程度, 利用軟體參數設定去濾除音鼓反射收到的雜訊, 為了提高安全性, 在雲端平台上傳的數據在傳輸中需經過匿名和加密, 在 AI 分類過程之後, 雲端中不會保留任何數據。惟經國內測量廠商實際軟體測試後, 針對部分起伏變化較大的海底地形 (如: 礁岩、峭壁、海底深谷、垂直防波堤...等) 均有過度濾除的疑慮, 需再人工檢視後救回, 經訪談, 後續我國可提供已編修之水深點雲資料回原廠進行 Mira AI 測試, 使其自動編修軟體更為符合我國地形狀況。

3. 破冰儀式

IFHS 於會議開始前舉辦了一場破冰儀式, 該儀式的目的是提供各國與會單位代表於會議正式開始前互相交流及認識。我國同仁亦參加該儀式。於該儀式上遇到了於 2019 年受邀前來本中心進行教育訓練的 IIC Technologies 講師 Pedro Oliveira。IIC Technologies 是以參展廠商的身分推廣 S-100 的相關製圖及水深相關課程, 除了互相交流參與此次會議的目的, Pedro Oliveira 依然記得本中心的同仁, 且非常關心同仁目前的工作狀況及中心目前的發展。

(二) 第二天 (11/12/06)

1. 開幕儀式及會議重點說明 (Key Notes) 由 David Vincentelli, Association Francophone d'Hydrographie, AFHY 主席進行開幕致詞, 介紹展場空間及會議議程內容。

(1) 「海洋多樣性的驅動、解決方案和推動因素」, IHO 秘書長 Matthias Jonas

IHO 秘書長提到他深受 1902 年摩納哥航海家 Albert I (協助創立 IHO 的元老) 影響啟發海洋學文化的一段話「這是一門揭示深海秘密的新科學, 這項工作充滿了我生命中最美好的歲月。」秘書長認為海洋學 (Oceanography) 跟水文學 (Hydrography) 兩者之間是平衡的, 水文學提供測量而海洋學提供海洋物理特徵, 我們可以聲稱為「海洋工程師」而不是科學家。其主題演講提到海洋多樣性的解決方案和推動因素涵蓋三個大方向: 政策法規、科學與創新、公共服務和私營部門; 他提到我們的世紀已是海洋世紀, 充斥著海洋貿易、漁業和水產養殖、石油和天然氣、礦產資源、能源生產、海纜海管、海軍防禦活動...等; 並提到海洋有許多問題待解決, 如: 過度捕撈、海洋酸化、海平面上升、海岸侵蝕、塑膠微粒危害、水下噪音、海底物種滅絕...等, 因此, 若想保護海洋環境, 需要制定政策與法規去落實。其中政策法規提到:

- A. 將《聯合國海洋法公約》擴展至公海 (Marine Biodiversity of Areas Beyond National Jurisdiction, BBNJ)
- B. 至 2030 年至少有 30% 受保護海域

- C. 修訂《聯合國海洋法公約》對海洋科學研究（Marine Science Research, MSR）的規定
- D. 嚴格的溫室氣體減排規定。

在公私領域協作方面迫切需要加強海洋知識，將技術創新快速轉化為日常實踐，以便在政策、公共和私人投資方面做出明智的決定，最後政府可鼓勵私營企業進行海洋觀測技術提供稅收優惠來收集和共享數據。

(2) 水文空間數據、資訊及知識，Denis Hains

水文空間（Hydrospatial）一詞於西元 2000 年代初期於英國首次引入，不等同於水文學（Hydrography），是一個研究地球上的水系和它們與環境相互作用的領域。包括海洋、河流、湖泊和地下水的研究，以及塑造和影響這些系統的各種過程。水文空間科學涉及應用地理資訊系統（GIS）和其他技術來分析及管理水資源，以及理解人類活動對水系的影響。這是一個跨學科領域，涉及地理學、地質學、水文學、氣象學等學科的概念和技術。

Denis Hains 致力於推廣水文空間的概念，並成立水文空間推動團體及社群（Hydrospatial Movement Club and Community, HMCC）、出版刊物等。HMCC 提供會員共享資訊及聯繫的平臺，其會員遍布全球之沿海國家，他們主要目標在於促進水文空間教育和研究、組織活動、發起相關合作…等。

(3) 藍色經濟（Blue Economy）中的水深測量，葡萄牙水道部門主管 Carlos Marques Videira

葡萄牙海測單位（Hydrographic Institute, an agency of the Portuguese Navy, IH PT）：IH PT 隸屬於海軍，受到國防部、科技與高等教育部、及海洋經濟部 3 個單位的監管，擁有水文辦公室、國家級實驗室，為葡萄牙海圖製作單位。

藍色經濟與水深測量：根據世界銀行、歐洲聯盟委員會、以及聯合國常駐代表所述，藍色經濟是「利用海洋資源促進經濟、改善生活品質，並同時維持永續及乾淨的海洋生態」。水深測量身為一門應用科學，儘管首要任務是為了海上航行安全，它也可以用於幫助所有海洋生物。藍色經濟與水深測量兩者間互相改變著彼此，經濟發展讓我們用更多樣化、更安全、更有效、環保的方式測量；而測量技術的演進提升了航行安全，也讓人們生活品質更好。

演講中提到和過去相比，測量技術演進使水文資料蒐集更容易、更多樣化，但也因此難以訓練人才及整合，這是目前的一大挑戰。

(4) 網路通訊海纜（Sea Lines of Communications, SLoC）的問題、海底事故/事件及其地緣政治影響，IHS 代表：Aldo Monaca

海底電纜為現今主要的基礎設施系統。海底電纜的保護可分為空中、陸地、海洋及數位網路空間 4 個領域。其中，海底電纜的事故，有 40%是非刻意損壞；12%是自然危害，有四分之一屬於火山噴發形成的海嘯及海底滑坡（Submarine Landslide）；48%是故意傷害，為國際的蓄意破壞，如間諜行動及網路攻擊，包含網路釣魚、勒索病毒、內部威脅及社交軟體詐騙…等。

現今有 530 條現役和規劃中的海底電纜，全球範圍內有 130 萬公里的海底電纜正在使用中。由於電纜傳輸的數據量不斷增加以及資本密集度上升，導致網路攻擊的風險提高。石油危機、戰爭衝突的出現，以及人們對海底電纜的關注日益增長，意味著必須高度注意任何網路數據洩露，進而影響某些政府資安結構的漏洞。海纜網路的安全關係著兩個方面，分別為海上安全及國家網路安全。

全球通訊的新時代，可以透過網際網路立即溝通，大幅度減少時間和距離。而非洲大陸在此方面是國際地緣經濟和地緣政治的戰略軸心，海底電纜基礎設施已在非洲沿岸規劃及設置。

網際網路加速工業化、創新和改善人們生活的機會，在個人方面，獲得新知識和技能；企業方面，提高生產力、降低國際通訊的困難、電子商務、媒體和娛樂、物流等；政府方面，更高效的醫療服務、教育、公共管理；減少二氧化碳、紙張和化石燃料的消耗。海底電纜是實現數位化轉型的關鍵基礎設施，是通向繁榮的路徑所必需的。

2. 上午場：全球水深模型，主持人：IHO HSWG 主席 David Parker

(1) 擴展群眾參與測深的障礙，IHO 副主任 Sam Harper

Crowdsourced Bathymetry 簡稱 CSB，稱為「群眾參與測深」，由於世界上 50%以上的沿海淺於 200 米的水域仍未進行調查，CSB 目的在於私人或群眾可以透過分享在海上調查期間使用標準導航儀器的船隻獲得深度測量值來增加我們對未知海洋的了解，透過收集和共享群眾的一些數據可以幫助識別海山、峽谷等未知海底地形特徵，並填補全球海洋測深數據稀缺的空白（例如：北極、小島嶼發展中國家），同時對淺而複雜的海岸線很有用，如果可以在全球範圍內將 CSB 活動擴展至海洋數據空白帶，將會很有意義。

主題演講另提到聯合國海洋科學持續發展(2021-2030)十年挑戰第 8 項：通過多方利益相關者合作，開發海洋的綜合數字，包括動態海洋地圖，它可免費提供給不同的領域需求者。CSB 資料取得需依靠國家政策制定與安全考量，利用雲端功能上傳至 IHO DCDB（數位測深數據中心）資料庫，該中心正努力為已提供數據之沿海國家進行數據通知及公開數據流程的自動化。

(2) EMODnet 水深測量：歐洲水深數值地形模型(DTM)發展現況，Thierry Schmitt

(EMODnet 協會, SHOM)

EMODnet (European Marine Observation and Data Network) 是由歐盟出資組成的組織，其中包括來自不同國家的研究機構、政府部門和私人公司，共同努力改善歐洲地區對海洋數據和資訊的取得，以滿足使用者（包含研究人員、政策制定者、及一般民眾等）更容易、更高效率地獲取海洋數據的需求。其中內容包括入口網站、數據處理中心及數據產品。匯集了各種來源大量的海洋數據，包括觀測、測量及模型。這些數據可用於多種應用層面，包括海洋研究、環境監測和政策制定等。

講者提到，他們十分重視於將資料視覺化並提供給使用者，例如 3D 檢視等。EMODnet 蒐集了來自不同機構的水深資料，將其統整成 100 公尺解析度之水深數值地形模型 (DTM) 並免費提供使用者檢視及下載使用，其中分為兩種深度基準：平均海水面 (MSL) 及最低天文潮 (LAT)，而在淺水區域或傳統測深技術不可及的區域，他們運用了 SDB (Satellite-Derived Bathymetry, 衛星反演水深) 技術，使資料更為完整。網站中可查詢到各個資料的來源、地點、調查年份等，他們的目標在於建置一個包含整個歐洲的水深數值地形模型 (DTM)。

(3) 比利時所轄北海範圍內之多音束水深測量，Johan Verstraeten (比利時佛拉蒙海測局 Vlaamse Hydrografie)

比利時的水深資料來源有四：國家的測量計畫、政府委任第三方公司、風力發電廠為取得執照而實施測量、科學調查（如監測砂石開採）。為得到更好的成果，除了由法制面改進檢校及驗收測試標準，還有利用昆特 (KWINTE) 參考區檢驗測量品質（北海中一個海床穩定的區域，當作測量品質檢驗的參考標準）。

比利時的測量計畫取得了所轄北海多音束聲納全覆蓋測深資料，由於測量品質優化，偵測到微小的障礙物，也因此找到二戰時期沉入海底的坦克。

3. 下午第一場：教育，主持人：TBD

(1) 水文測量課程，Mohamed-Ali Chouaer, Dominic Munang Ndeh, Bacem Houimli, Natalie Pisciotto (CIDCO)

在課程中學習理論與實習過程，學以致用是非常重要的。CIDCO 公司 (Centre Interdisciplinaire de Développement en Cartographie des Océans) 的水文測量 Cat B 課程內容包含從研究到私人公司的技術轉讓，以及水文和海洋測繪新技術培訓，提供來自世界各地的學生水文數據蒐集和處理的專業訓練，培訓合格的水文測量員和技術人員，提供加拿大公認的課程並且主要以法語和英語授課。

該課程於 2014 年及 2022 年獲得國際水文測量師和航海製圖師能力標準委員會（International Board of Specialty Certification, IBSC）的認可。授課時間為 40 週，其中 7 週會進行現地實習最終考核，課程最多招收 15 名學生。

該課程分為 3 個階段，第一階段為期 33 週的理論和水文概念課程，內容包含：大地測量學和地理坐標框架、定位、海洋環境、潮汐和水位、水深測量、水文學、水文數據管理、航海科學。第二階段為實習，將所學理論付諸實踐。第三階段為執行各項水文測量任務及考核。

學生經由課程了解水文系統組成原理知識，能夠在測量船上建立水文測量系統，並依據 IHO 海道測量標準進行水文測量，因此在培訓結束後學生能夠對水文數據進行品質控制（QC）和品質評估（QA），使用專用軟體進行數據處理及製圖。

該課程創立 6 年以來，有來自 18 個國家的 33 名學生完成了該專業課程培訓。學生來自加拿大、北美、南美、哥倫比亞、巴西、歐洲、非洲、中東、印度、俄羅斯和澳洲。學生大多數是在測繪或土木領域並在水文學方面有豐富經驗但沒有獲得認證。

CIDCO 不只於加拿大推廣，並透過遠程學習提供給全世界的學生。學生的身分包含政府、企業及在學生等。透過混成學習讓培訓者能有更多自主權，更能妥善運用工作與培訓的時間。

(2) 比利時的水文研究培訓，Capt. Axel ANNAERT（Institute for Hydrography, Antwerp Maritime Academy）

演講提到 Antwerp 海事學院與 Ghent 大學地理科學學院合作舉辦的研究生教育，將教育分為四個層次類別：水文測量 Cat A、水文測量 Cat B、製圖 Cat A、製圖 Cat B，目前該研究所以「水文測量 Cat B 計畫」為主。其水文學教育項目需要得到 IBSC 的認可，該委員會由國際測量師聯合會、國際海道測量組織和國際製圖協會的成員組成，認證需要每六年更新一次。水文測量 Cat B 課程包含通訊技術、導航安全、航海技術、水位和流量、大地測量和製圖系統、水文測量、數據管理、地質學和地球物理學、法律方面、實地測量…等。並自 2020 年開始因疫情影響開始提供學生「遠端線上課程」學習。

在 Cat B 計畫期間，水文研究所分為「現場培訓」及「綜合實地考察」兩大類實習項目，現場培訓包含：

- A. 90 個工作日
- B. 至少在 2 家不同的公司實習

C. 記錄培訓紀錄簿與評分，獲得在不同公司期間的能力證明。

綜合實地考察包含：

- A. 4 個禮拜
- B. 參觀導航模擬器和研究中心
- C. 在 Ostend 港 Visserijdok 碼頭進行現地測量
- D. 現場報告
- E. 碼頭地圖

最後，讓學生在課程結束後製作海底地形圖、編輯實習培訓紀錄本當作評估的基礎。

(3) 將 IBSC 認可的 S-5B 類項目帶到你家門口：新教學方法，Derrick R. Peyton, David Dodd, Daniel Ierodiaconou (IIC Academy, Deakin University)

S-5B 及 S-8B 皆為 IHO 海道測量標準的一部分，S-5B 標準涵蓋了使用傳統和現代（例如多音束測深）技術蒐集資料，以及數據在數位形式中的處理和呈現；S-8B 為海圖製圖師的能力標準。

由於專業人員供不應求，訓練好的人力亦流失到其他市場、各國的水道測量專責部門外包的數量漸增，再加上個人在專業培訓上的成本考量，以及因應全球發展各國在水文測量工作方面需要經過水文測量認證的技師，IIC 學院與 DEAKIN 大學合作設計了 S-5B 及 S-8B 類別的相關課程，其中 S-5B 類別課程包含 13 週的線上理論課程（需在 30 週內完成）、3 週的實作課程以及 4 週最終的實地計畫；而 S-8B 類別課程為 22 週的線上課程（需在 30 週內完成），其中依序包含以下：

- A. 10 天的海洋地理空間資訊基礎課程
- B. 32 天的數據評估、彙編及製作課程
- C. 32 天的產製及檢核課程
- D. 6 天的海洋環境：物理特性及法律議題課程
- E. 5 天的海洋空間數據基礎設施課程
- F. 5 天的遙測技術課程

由於是線上課程，他們設計了線上研討會供學生及導師作為溝通的平臺，且導師可以監控學生的進度並加以輔導，使各位學生皆能跟上進度。

S-5B 類別的現行計畫狀況：2021 年 9 月至 2022 年 5 月為第 1 次實施，其中有來自美國、新加坡及澳洲等地的學生，2022 年 9 月至 2023 年 5 月為第 2 次實施，最終的實地計畫在英國的波特蘭港實行。而澳洲的水道測量專責部門在 2023 年即將參與此計畫，並讓大約 15 或 20 個員工加入學習。目前太平洋周邊國家亦相當感興趣並與他們聯繫，且他們也有計畫到太平洋上的島嶼進行實地工作。

- (4) 布列塔尼國際高等技術學院 (ENSTA Bretagne) 之國際海道測量組織 (IHO) Cat A 課程, Nathalie Debese, Pierre Bosser, Rodéric Moitié, Guillaume Sicot, Amandine Nicolle, Michel Legris, Romain Schwab, Clémence Chupin (ENSTA Bretagne)

這場演講由 ENSTA Bretagne 的教授與她的學生報告，介紹該學校的水文測量 Cat A 學程。ENSTA Bretagne 是布列塔尼國際高等技術學院 (École nationale supérieure de techniques avancées) 的簡稱，是一所法國的工程學院，學院中的國防及科技海事學系每年約有 300 位學生畢業。他們和法國海測局 (SHOM)、海洋相關實驗機關、科技公司皆有合作。演講的主題「水文測量 Cat A 學程」期程為兩年，分 5 學期，主要課程內容為空間資訊、海洋學、及海洋地球物理學，課程採漸進的方式，從最基礎的數學、統計學、逐漸專門到水文學、資料處理、海圖、水下導航...等，以及最終的實地操作訓練。

開課以來的 50 多年，學生從只有軍人學生擴增至一般人，也有越來越多女性選修 (最高比例一班有三分之二為女性)。值得一提的是此學程最後的實際操作訓練計畫，除了實際到船上測量、和相關專業公司一起開會，還會到小學向小學生介紹與自己未來相關的水文測量工作。

4. 下午第二場：自動駕駛載具，主持人：iXblue 代表

- (1) 使用自動系統、機器學習和高頻寬衛星通訊的未來海洋測繪，Brian Connon (Saildrone)

自動化的願景期望以完全自動的無人水面載具 (Unmanned surface vehicle, USV) 測繪海洋，在收集數據同時將資料傳輸到雲端，通過機器學習 (Machine Learning, ML) 和人工智慧 (Artificial Intelligence, AI) 來優化測量航跡的運行方式並控制航行儀器，測量數據回傳雲端處理，並更新最終水文產品使之最接近現況。但這不是目前的海洋測繪方式，目前 USV 收集資料量會受記憶容量限制，仍須依賴硬體傳輸連接將資料移至雲端，並透過多項繁瑣步驟才能將最新數據提供給最終用戶。

USV 進行海洋測繪與傳統船舶測量並沒有太大差異，航行員透過使用 360° 鏡頭、雷達、自動識別系統 (Automatic Identification System, AIS) 作出航行安全決策，仍需消耗大量精神。目前航行員使用 SIS Remote (Safety

instrumented system, 安全儀表系統) 僅能利用衛星、長期演進技術(Long Term Evolution, LTE) 及網路傳送資料, 遠端控制一台無人水面載具。未來的海洋測繪, 航行員能遠端監控多台無人水面載具, 利用高頻寬衛星通訊以自動化的方式進行無人水面載具資料數據收集, 並將數據自動上傳至雲端。

市面上有超過 180 種 USV, 進行海洋測繪需要有多個操作系統, 相當繁重的硬體要求, 必須要有船舶監控系統 (Vessel Monitoring System, VMS)、複雜的網路、第三方軟體、需要完全地雲端原生 (Cloud Native) 及機器學習處理數據。

(2) 自動化水文資料數據收集, 同時使用無人水面載具保持合規性, Duncan Mallace, Benoit Poyelle (XOCEAN)

XOCEAN 公司利用無人水面載具 (USV) 為測量公司或單位提供數據收集服務, 旨在建立安全、減碳、經濟效益的測量環境, 使用水下無人載具帶來了高度差異的價值, 由於傳統測量需要大量的測量航海員、大量的碳排放 CO₂、外業高日資費的成本; 而 USV 測量具無需外業人員成本、大幅減少碳排放 CO₂、數據即時傳輸...等優點。

此外, XOCEAN 公司未來十年目標希望 USV 可支援 100 百萬瓩的海上風力發電場址施測, 減少航海員 500 萬個航行時數, 同時亦提倡性別平等, 期望從事的「女性」航海員可達到 IMO 平均水平的 3 倍以上。外業測量時利用自動化產生測線進行測量, 當 USV 到達一定的深度或接近海床時會偵測並自動停止, 並依據測線密度及重疊率要求自動調整測帶角度或船速, 以確保始終符合 IHO 規範。

USV 測得資料利用雲端控制、數據處理與分析整合平臺, 讓水文測量師可遠距工作, 自動化瞭解測量日誌, 並即時與 POSTSQL 資料庫連結, 進行測深資訊過濾 (刪除主要異常值) 與背向散射後處理。

(3) 穩定離岸作業的新時代—大型無人船, Mickael King (Ocean Infinity)

以保護海洋環境及永續發展為前提下, Ocean Infinity 公司專注研發海洋探測及數據收集的自動化系統及服務。而在此次專題演講, 特別介紹了他們的大型無人船以及相關技術: 大型無人船, 也稱為自主船或無人機, 是能夠在船上沒有船員或極少船員的情況下航行和執行任務的船隻, 並且比典型的無人水面載具更大, 長度大約為 21 公尺至 86 公尺不等。這些船舶運用的技術和基礎設施相當先進和精密, 包括導航、通訊、遠端監測、機器人學習, 以及同步定位與地圖構建 (Simultaneous Localization and Mapping, SLAM) 等技術。並且具有更高的載重能力, 可用於貨物運輸、測量、監測和研究, 甚至海上戰爭等廣泛應用。隨著自動化和人工智慧的應用越來越廣泛, 大型無人駕駛船舶正在持續開發中, 以執行複雜的任務, 如在北極和南極等多樣

化且具有挑戰性的環境中運行。

(4) 自動化和無人載具運用於地球物理及水深測量，Martin Wikmar (Clinton Marine Survey)

克林頓海洋測量公司 (Clinton Marine Survey) 主要發展節能減碳、快速、穩定且資料品質佳的測量船。相較於傳統船隻，改良過的引擎需要的柴油量減少 85% 以上，除了能節省油資，對買主具有實質吸引力，更能守護環境達到碳中和。

該公司測量船的特點為速度快，如此能更大幅度地減少碳排放，但是速度快意味著測量品質可能下降（目前主流測量界不認可速度過快的測量成果），因此他們也研發了幾項穩定船隻的零件，這些零件是依靠北海的風、海流、海浪運作，不需要另外的油耗，除了能得到更好的測量成果，也能使船上的人員更舒適健康。

他們研發的自動化船隻能大幅減少待在船上的人數，將大部分工作透過網路傳輸，也有自動偵測異常的系統，即時透過電子郵件警示岸上工作人員。

(三) 第三天 (11/12/07)

1. 上午第一場：支援環境影響評估的水文空間學，主持人：Denis Hains (H2i)

(1) 使用測深儀統計評估海底背向散射強度及其固有不確定度 (Intrinsic uncertainty)，Irène Mopin, Gilles Le Chenadec, Michel Legris, Benoît Zerr, Philippe Blondel, Jacques Marchal (ENSTA Bretagne, University of Bath, Sorbonne Université)

背向散射強度是指訊號（例如雷達或超音波）透過介質傳遞並反射回的能量。通常應用於測量地形面的反射率或粗糙度，可用於海底測繪、遙測、影像等。在海底測繪方面，背向散射圖像可識別不同類型的海底底質，例如沙子、泥漿或岩石。

單音束測深儀通常安裝在調查船上，常用於水文測量。透過向水中發出聲音脈衝 (ping)，測量聲音傳播到海底來回經過的時間。廣泛用於水文測量，特別是在淺水區，單音束測深儀相對便宜且使用壽命長。但也有一些局限性，例如只能測量船正下方的海底深度，並且無法提供有關海底底質的訊息。

然而，可以通過使用多音束測深儀將這兩種技術結合起來，這是一種可以同時測量深度和背向散射強度的聲納儀器。多音束測深儀透過向水中發射扇形音束並測量聲音傳播到海底來回經過的時間。可詳細描述海底地形，包括深度資訊和背向散射強度。

測深儀數據處理通常涉及幾個步驟，包括：從原始數據中濾除雜訊以及

去除不需要的頻率或訊號、校正數據（聲速、船隻姿態、定位等）以確保測量精度、將數據轉換為易判讀的通用格式...等。

(2) 危險的戰爭遺留物，Huibert-Jan Lekkerkerk, Welmoed van der Velde (NHL Stenden, Maritime Institute Willem Barentsz)

主題演講提到北海地區危險的戰爭遺留物，由第一次及第二次世界大戰後遺留的沉船殘骸及未爆炸核彈，由於以下未知訊息存在相當風險，如：位置、彈藥與掩埋體類別及越界問題。觀察波羅的海測量結果可得知貝類（Mussels）暴露在海底礁岩的不同距離上，也可能暴露在海底一塊未爆炸的礁岩上，炸藥會腐蝕船隻，初步風險評估高暴露的海底貝類生物具有致癌的風險。

2018~2023 年提出工具來評估或減輕與沉船有關的風險或北海的彈藥，再利用案例研究（沉船選擇、測量、採樣）提供數據庫，提出風險評估方法和改善建議。應用水文感測器檢測彈藥，只能檢測出大型的彈藥，而較小型彈藥則需利用潛水員或水下攝影（ROV）進行目視檢測，以確認檢測到的物體是軍火。

最後，案例調查以 UB61 這艘沉船為範例，它是一艘第一次世界大戰的潛艇，部份殘骸已被打撈，原先未料想到它具有大量的魚雷，經過 2018~2021 年使用不同船隻、設備進行調查，並採樣不同深度及不同方位的貝類，過程中發現部份貝類已明顯死亡，分析結果顯示沉船仍有部分彈藥殘留，其濃度短期內對食品安全不具有危險，但尚需長期觀察及配合基因研究。

(3) 平均海水面測量的演進，Amy Thompson (OceanWise)

OceanWise 為一家專門投入於海洋環境監測的公司，而他們的其中一項重要工作便是專門負責維護英國 NTGN (National Tide Gauge Network)。NTGN 是英國的一個全國性潮位測量網路，由英國氣象局和英國海洋環境中心共同管理。NTGN 目前擁有 42 個 A 級驗潮站，這些站點分佈在英國和愛爾蘭海岸線附近，目前由英格蘭的 21 個站點、蘇格蘭的 10 個站點、威爾士的 7 個站點、北愛爾蘭的 2 個站點、澤西島的 1 個站點和馬恩島的 1 個站點組成。其目的是近乎即時地觀測整個英國的海平面，作為監測和預報海岸潮汐的來源，並為氣候學和海岸工程研究提供長期的紀錄。他們使用了浮標、氣動氣泡系統 (pneumatic bubbler systems)、壓力感測器、水位雷達 (water level radars) 等技術來進行觀測，並針對不同的技術分析了優缺點。

(4) 新的水文空間方法監測全球氣候變遷對岸線及海洋的影響，Marco Filippone (Fugro)

氣候變遷與沿岸適應力：極端氣候不分國界，它帶來了洪水、森林大火、

自然景觀崩塌、生物棲地改變…等。為了適應與改善氣候變遷，在沿岸地區人類除了順應自然、加強基礎措施、保育沿岸生態（如珊瑚礁、紅樹林）也有助於降低災難風險。

加強沿岸適應力可分為三大階段：計畫、監測、行動。首先，計畫階段定義災害的範圍、可能的災害風險程度；再來建立監測系統，測量及評估數據，並於數據超出安全界限时發出警報；最後可以透過這些計畫及數據來管理當前和潛在的危機。

在此三階段中，水文空間學能發揮的空間很多：運用各式遙測工具（如衛星、無人水面載具等）蒐集氣候數據、數位孿生建立各式模型（建物、模擬岸線、自然環境資訊模型）、以及簡化所有相關資訊呈現給決策者。蒐集資料時，為了盡快將之提供於決策，「即時性」非常重要。除了傳統高精度的測深光達、聲納，具即時性的衛星影像與測深資料也非常有幫助。處理資料時也應大量運用人工智慧分析、融合各式資料，加速過程。

線上地圖系統：融合上述三階段，Fugro 公司和其他公司合作，建立了 SatAnalytic 線上地圖系統。此系統可疊合多種監測資料，如水質監測數據、測深成果、各時期衛星影像、小型無人機（UAV）相機所拍的不同視角等，做災害分析（如岸線侵蝕分析、變遷分析等）。

利用各式資料的優點：儘管遙測有即時的優點，它所取得的測深資料品質卻常常不夠好，因此套疊搭配其他的測量資訊是一大重點，也是一大挑戰，講者呼籲在水文空間學領域「任何型態的資料，只要有品質描述都是好資料」。強調大家多多提供及共享資料的重要性。

2. 上午第二場：衛星反演水深（SDB），主持人：Laurent Kerleguer（SHOM）

(1) BATHYSAT，對首批服務部署的反饋，Sophie Loyer, Marc Lennon, Nicolas Thomas, David Vincentelli, Olivier Moisan, Victor Laforêt（SHOM, Hytech-imaging, EXAIL）

致力於來自飛機和衛星的無人機開發光譜圖像在製圖方面的服務。透過飛機和無人機來採集數據、圖像分析與處理、和可視化基礎設施的開發。

測深數值高程模型（DEM）是海床或湖底地形的表示，用於確定水下地形的深度和高程。DTAM（數值地形和海拔模型）是一個數據集，提供有關地球地形與測深的高程和表面特徵的訊息。

如何在淺水區使用衛星反演水深（SDB），在深水區域使用多音束測深儀（Multibeam echosounder, MBES）的 DriX（一種多功能 USV）。第一，通過避開淺水區提高 DriX 導航的安全性；第二，使用 MBES 施測 SDB 無法測量的全覆蓋渾濁區域或較深水深；第三，通過降低 DriX 成本節省資金並提高

效益。

基於輻射轉移模型 (Radiative Transfer Model, RTM) 反演水深，水面下遙測反射率等於水層反射率加底部反射率。以渾濁水域為例，分深度提取 MBES DriX 數據，計算 MBES 與 SDB 重疊區域數據來調整 RTM 中的底部模型，得到 SDB 不確定性的統計數值，然後將高不確定度資料濾除，接下來計算 0 到 30 米不同深度範圍，分別取用或結合 SDB 與 MBES DriX 的資料得到海底地形。

RTM 通常需要局部調整，MBES 數據只能收集到 SDB 可以達到的深度，SDB 可以填補淺水區的空白，DriX 與 SDB 同時運用處理比單獨使用 MBES 數據所需的成本更低，有利於製作無縫且精確的沿海 DEM。

- (2) 衛星反演水深 (SDB) 線上測量，Knut Hartmann, Reithmeier M, Knauer K, Wenzel J, Kleih C, Heege T (EOMAP GmbH & Co. KG)

主題演講旨在討論衛星反演水深 (Satellite Derived Bathymetry, SDB) 的線上系統，在內陸及沿海淺水地區，利用多光譜衛星數據計算淺水測深網格，SDB 的優點是可取得淺水區資料 (取決於水質清澈度)，與其它調查方法相比快速且成本低，並可持續監測海底以及達到碳中和。

衛星反演以大開曼島為範例，可以看見沙洲等地形，另外參考測深光達成果進行交叉比對結果大致吻合。SDB 的物理意義是基於多 (高) 光譜影像進行水深反演，而不依靠當地測量數據或過往資訊，其自動化模式可針對特地區域記錄的成千上百影像進行排名與選擇，而雲端系統可以鏈接衛星儲存數據庫，並可隨時線上查看或下載數據。

最後，將 SDB 自動判釋成果與實測水深資料 (非訓練資料 training data) 進行驗證比對良好，結合兩種成果可獲得覆蓋面更大的水深地形。2023 年目標則期望整合現場調查的數據、結合測深光達資料庫、能夠使用超高解析度的衛星數據、初步判釋海底特徵物，以填補海底地形數據的空白。

- (3) 利用光學衛星影像優化水深測量，Dhira Adhiwijna, Knut Hartmann, Marco Filippone (Fugro, EOMAP)

快速獲取高品質水深資料的方式：

- A. 衛星影像分析，可用於近岸地區的測深及製圖
- B. 測深光達 (ALB)，可快速地得到大範圍高品質的淺水區成果
- C. 船載多音束測深儀可得到精確的水深測量數據

本次演講著重在光學衛星影像如何運用在水深測量方面，結合了影像、

機器學習、雲端計算以及數據分析等技術來產製成果。

他們比較了將電子航行圖（ENC，解析度較低）和衛星反演水深（SDB，解析度較高）的深度數值用在測線規劃上的差異。透過加勒比海及北非兩案例顯示，較低解析度的水深資料，可能會低估測量天數，而此情況可能會導致作業的延遲或遺漏。

Fugro 和 EOMAP 目前的創新及發展：將衛星反演水深（SDB）的概念用在無人機上，稱作無人機反演水深（Drone-Derived Bathymetry），優點是無人機更接近海面，可得到更精細的水深測量成果，如比較 Sentinel-2 衛星與無人機（Drone Maia Sensor）在獲取影像後進行水深反演的情形，衛星可得水深資料解析度為 10 公尺，而無人機可達到 0.15 公尺的解析度，較能真實反映水深變化。

在經過多項測試研究分析後，他們綜整了光學衛星影像可用於優化水深測量的方式：

- A. 用於檢測未記錄的危險區，以保護資產
- B. 用於優化船舶調查路線規劃，並減少遺漏的項目
- C. 用於估算水體透光程度，以計畫測深光達調查或可行性之研究
- D. 作為效益高的水深和底質分類獲取方法的替代方案
- E. 以低成本的方式進行監測和分析

3. 下午第一場：資料管理，主持人：JRichard Sanfaçon（CIDCO, Association Canadienne d'Hydrographie）

(1) Genavir 的水文資料品質保證（Quality Assurance, QA），Hervé Bisquay, Karine Abel Michaux, Xavier Morin（Genavir）

Genavir 是法國海洋學術研究船（French oceanographic fleet）主要的測量營運商，該公司設計、管理、操作駕駛和維護研究船、潛艇、無人水下載具、多音束測深儀...等海上科學研究作業的設備，以及測量後的資料處理。擁有多艘船隻及 400 位員工。

由於海上研究包含多種用途，資料品質不一定總是最優先考慮的。Genavir 將資料品質保證（QA）分為三階段：任務要求、出海前校準、船上與船下資料後處理。

- A. 任務要求：在接獲測量任務時，先與研究需求者確認資料需求品質的等級。

- B. 出海前校準：定期與施測前校準儀器，包括實驗室校正、於參考區施測校正，並評估儀器可達的精度是否符合需求。
- C. 船上與船下資料後處理：主要有三套軟體，分別為取得資料時即時品質控制 (Quality Control, QC)、離船後的資料後處理 QC、以及資料庫管理軟體。船上即時 QC 能讓船員檢視異常狀況；資料後處理 QC 為調整參數、控制資料連續性與品質、評級成果、出版報告，是整個水文資料品質保證(QA)的重點；資料庫管理讓當前或歷史資料在儀器間、船艦間、巡航時可使用。

(2) 自動化且安全的海圖製作方案 CALHYPSO (Cartographic Assistant getting a Legible HYdrographic Product through Simplification Operations), Claire Fleury, Aelaig Cournez (Geomod by COEXYA)

GEOMOD 是自 2004 年以來於法國專門從事海洋測繪的公司，其開發的海圖製作輔助軟體 CALHYPSO，以自動化且安全的方式來幫助製圖員獲得易讀的水文產品。該軟體是想解決法國海測局製圖員於製圖時的問題，包括資料數據密度過高，導致增加工作時間。

CALHYPSO 運算過程為減少數據量，以三角網格選取較淺的測深點，並以這些測深點連線形成等深線，同時會產生多個孤立等深線，將主要等深線平滑化和合併周圍等值等深線，接下來則是水深點的選用及誇張化，利用水深點的輪廓將等深線透過曲率半徑外推並平滑化，最後將等深線、等深面等資料製成 ENC 產品。

CALHYPSO 軟體的優點可節省製圖時間，由 15 日的製圖時間縮短為 15 分鐘的軟體執行，再加 4 至 5 日的製圖工作時間。由於 ENC 產品取決於製圖員製圖流程，該軟體可控管水深物件的再現性 (Reproducibility)，比起人工的處理可保留精度更高且更一致的水深資訊。所謂的再現性，其主要目的是用來確認製圖人員的穩定性，也就是確認不同製圖人員使用同一套軟體製作同一張圖，所得結果之穩定度。除此之外，該軟體還可檢測新的危險，將新測水深資料與當前海圖進行新舊資料的差異分析。

(3) 離散全球網格系統(DGGS): 依照所需多解析度測深, Marta Padilla Ruiz, Julien Barbeau, Thierry Schmitt, Perry Peterson, Emmanuel Stefanakis (Teledyne, Shom, University of Calgary)

水文空間科學表示為地球水域或其它鄰近區域特定位置和時間相關的數據、訊息與知識，水文數據包括海洋學、陸地與海岸、船隻追蹤、氣象與氣候、群眾測深、真實時間感測器…等，DGGS(Discrete Global Grid Systems) 是一個空間參考系統，利用等面積(六邊形)概念來分層劃分定位地球，它是一個多解析度的系統，每個網格內具有唯一標示符號或索引。

DGGS 在國際標準上多有制定，如：開放地理空間聯盟主題 21-DGGS 規範 15、國際標準組織 ISO 19170-1-DGGS 系統規範、聯合國全球地理空間資訊管理專家委員會-全球地理資訊框架…等。DGGS 是處理不同來源的全球多解析度測深整合的理想者，利用傳統網格預先整合區域及全球數據源，以生成靜態 DGGS。

(4) IHO S-100 標準框架，Mathias Jonas (IHO)

(此演講原先並未安排於行程表中，演講者為 IHO 秘書長 Mathias Jonas。)

S-100 的世界，可以說是從 2D ECDIS (Electronic Chart Display and Information System)，一種在二維螢幕上顯示電子海圖和其他資訊的系統，演進到 4D ECDIS 也就是動態的 ECDIS 再加上岸上系統(shore-based systems)，其中加入了動態的即時資訊如潮汐、海流、船舶交通及天氣等，此框架是基於 ISO 19100 系列的地理標準，但標準並不是死的，這是一項挑戰，吾人需要透過測試去精進。

IHO GI Registry 是一個用於登記和管理水深測量相關地理資訊的系統，相較於 Google 的商業手法，此系統是開源的，允許用戶上傳、查看、下載已在 IHO 登記的地理資訊，目的是透過向航海人員提供他們正在航行水域的準確且最新的數據來提高航行安全。

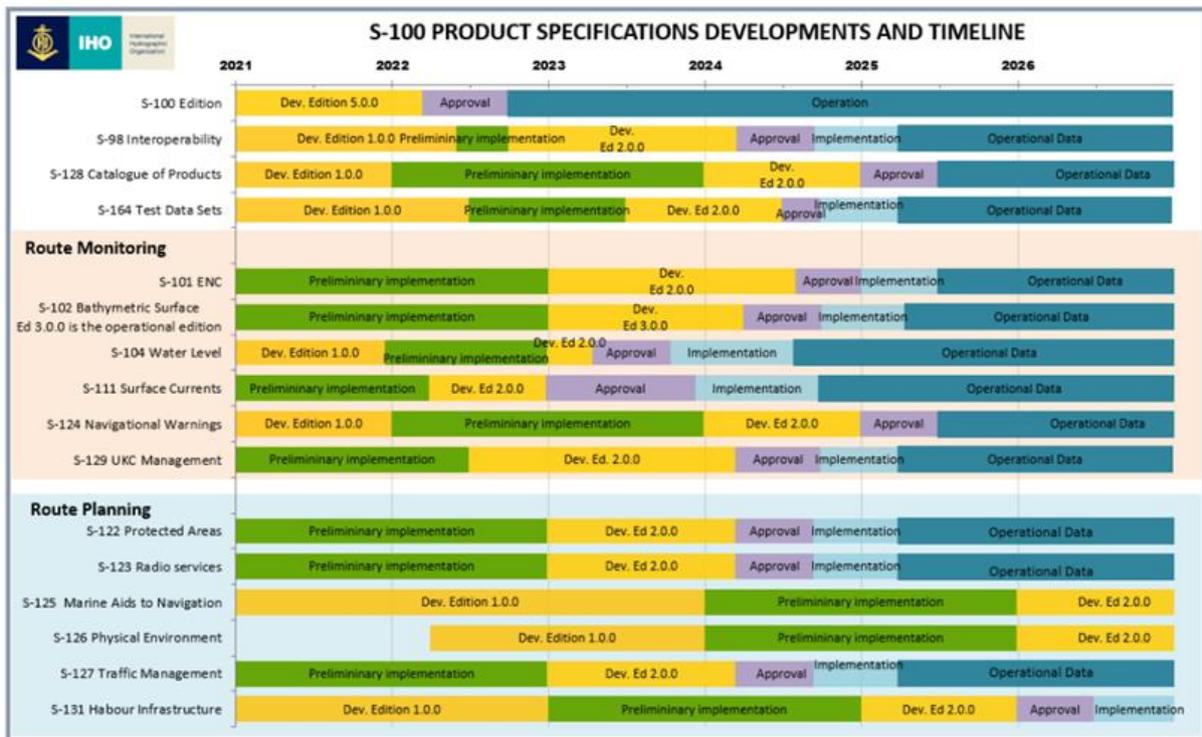


圖 5、S-100 時程表 (2022 年 7 月第 2 版)

IHO 規劃了有關 S-100 產品規格的研訂、測試、實施及正式運作的時間

表(如圖 5)，圖中所示各資料產品規格實際都仍為測試版，正式資料產品規格及資料產品都必須調整至符合 S-100 第 5.0.0 版，使其能相容操作於兼採 S-57 與 S-100 資料的所謂「雙燃料 (dual-fuel)」電子海圖顯示與資訊系統 (ECDIS)，目標在 2026 年會啟用多數的產品。

4. 下午第二場：人工智慧及自動化，主持人：Richard Sanfaçon (CIDCO, Association Canadienne d'Hydrographie)

(1) 犯錯不可避免：緩解工作量、修復錯誤、及透明化的 Qimera 動態工作流程 (Qimera Dynamic Workflow) 與電子航行圖製作，Weston Renoud (QPS)

Qimera 是一套由 QPS (Quality Positioning Services, QPS) 公司開發的聲納資料處理軟體，用於處理及分析水深資料，基本上此軟體功能類似於本中心使用的 CARIS HIPS and SIPS。而與其搭配的動態工作流程，旨在透過自動化將傳統繁瑣複雜的人工作業盡可能簡化。如果測量資料充足，它能自動化計算大地測量數據及進行相關改正，由原始測量數據計算船隻位置配置以減輕人工作業量。在資料後處理階段，它能讓使用者修改各項參數(如船隻姿態參數、聲速剖面修正參數...等)，而不管是自動化或人工處理，都會同時記錄所有編輯流程，讓作業透明化。

QPS 公司製作的軟體類似 CARIS，除了水深資料處理，也有電子航行圖 (ENC) 製作軟體 (Qarto)，演講中電子航行圖製作部分主要為示範軟體的操作。

(2) 遠端測量作業，Terje Haga Pedersen (Kongsberg Maritime)

遠端測量作業廣泛應用於海洋空間，深海裝置、探勘、風場及海上平臺...等，在相關領域有許多不同的測量裝置和設備。結合感測器與機器人是目前最熱門的發展趨勢，如無人水面載具、水下測繪、定位和通訊...等，可協助漁業及海洋科學。

在進行海洋測繪時，如遇天氣不好、或海象不佳導致訊號很弱時，需具有經驗和背景知識的測量員，透過一些軟硬體設備了解問題並即時修復，客戶端、水文學家、科學家，可透過遠端作業維持數據並獲取更好結果。

遠端測量作業需要透過無線電，與有線網路相比不同之處在於：在船舶上也可接收訊號、安全性較低(任何人都可以收聽無線電波)、頻寬較低。為了減少無線電網路上的資料量，提高獲取數據的效率，需要資料抽取及資料壓縮。

遠端測量作業的處理，將船上利用雙音鼓發射機獲取數據，並將測量數據處理成數值地形模型(以 GeoTiff 檔案格式儲存)，資料量減低至小於原始數據的 0.5%。SIS Remote 遠端系統與船上 SIS 具有相同的高解析度，足以判

斷資料空洞，其特點有：可傳輸所有的測量點雲，透過壓縮減少 95%的資料量；規劃測線並傳送到船上；SIS Remote 和 SIS 實際上是同一個應用程式，因此無需額外人力培訓；易於與其他遠端系統搭配使用，所有資料皆可於第三方系統處理，易於跟其他系統交換資料。Kongsberg 公司開發之 EM 系列多音束系統搭配 SIS Remote，可產製好的數值地形模型。

(3) 資料科學如何支持 SHOM 的水文活動？Le Deunf Julian, Schmitt Thierry, Keramoal Yann (Shom, IMT Atlantique, Lab-STICC)

資料科學與 AI 人工智慧的定義：資料科學是應用數學、統計、機率、計算、數據視覺化，從不同數據集（如圖像、聲音、文字、基因組數據、社交網路鏈接、物理測量...等）中提取資訊；而 AI 人工智慧則是利用一組科學、理論和技術，目的在於透過機器再現人類的認知能力，其發展主旨在能將以前複雜的人工任務委託給機器。

在此，可分為「TraitLIA 機器學習系統」與「Tethys 專家系統」兩大類，TraitLIA 機器學習系統 AI 方面以岩石區域、牡蠣養殖場、深海區三個區域為學習領域當範例，由測試結果可知該模型以淺水感測器施測在岩石區及牡蠣養殖場兩區得到較好的平均標準偏差 (Mean standard deviation)，若以深水感測器施測，則在深海區得到良好的成果，惟在岩石或淺水區則需要更精確的過濾參數。

Tethys 專家系統是 SHOM 大型計畫的一部份，主要目的是使測深管理和海圖製作過程現代化，建立在專家系統規則基礎上，可快速提供測深資訊，進而縮短傳遞時間、提高數據品質和一致性、增強資料與產品的安全性，因應未來水文資料流量增加預作準備。

結論則提到機器學習系統未來需思考 AI 對水文專業轉型的影響，並進一步改善 AI 學習及普及化。

(四) 第四天 (11/12/08)

1. 上午第一場：水文空間科學的提升，主持人：Thibault Bonnevie (SBG)

(1) Fugro 衛星定位：2022 年更新狀態，Hans Visser (Fugro)

Fugro 與衛星定位有著密切的關係，該公司提供了許多基於衛星定位技術的服務，如衛星測量、即時衛星定位、衛星影像分析、衛星導航...等。本次演講針對當前衛星的狀態作說明，包含 GPS、伽利略 (GALILEO)、北斗二號、三號、GLONASS 衛星，講者分別針對衛星的精度、數量、運轉時間、訊號...等資訊簡報。

全球衛星的總數為 117 顆，平均可見度最大值為 50 顆、最小值為 20 顆，

其中北斗衛星佔多數，而 GLONASS 衛星則較少。當前衛星定位狀態很可能是因為烏俄戰爭雙方干擾訊號，導致衛星定位系統無法獲得足夠的衛星訊號，進而影響定位精度。而近年來，低軌道衛星的發展越來越受到重視，其優點在於低軌道衛星與地球的距離較近，可提供高精度、低延遲的資料傳輸，目前有許多公司及組織正在研發低軌道衛星網路，以實現全球覆蓋。

(2) 統一陸域及水下折射理論：區域性球形地球上垂直分層速度場的新模型，Thomas Touzé (EDF/DTG)

這是一個橫跨十年的研究。當波因傳播介質變化而速度改變時，就會出現折射，陸域測量中的電磁波、水下的聲波皆是如此，此兩大測量領域各自發展出一套不同的處理折射方法。例如陸域測量的折射造成的波速改變是用明確簡單的公式計算，鮮少考慮到氣候與垂直大氣分層影響；水深測量用聲速剖面儀實際量測介質變化並改正折射，但是缺乏真值難以檢查改正品質，在不同測帶中常會出現微笑曲線。演講指出，結合兩領域中的概念，陸域和水深測量中的折射可以統一在一個模型中，且原有的方法可以改善彼此。

除了公式推導，研究也模擬了不同水體（淡水淺水與深海）中經新模型折射改正的情形，模擬結果皆可達到相當好的精度，且讓吾人更容易分析水下聲速誤差。未來會繼續用實際觀測數據來檢驗模型。

(3) 邊坡拋石的檢驗，Huibert-Jan Lekkerkerk, Jan-Willen Beijer, Ronald den Hoed (Pilot Survey Services, Rijkswaterstaat)

海岸保護工程是由不同種類的石頭建造的斜坡構造，根據不同深度的水深傾倒或放置石塊，體積、坡度和厚度都需經過工程專業計算。拋石的檢驗包括各種測試、檢查和監測，是為了確保邊坡的建造是否按要求規格完成施工，以評估邊坡的穩定性並確保其使用安全。

以傳統的方法，繪製剖面圖並使用尺規進行斜率檢驗，會遇到的問題，例如：多音束測深資料網格是平均值，不是真實的地形、石頭層厚度垂直於坡面，而不是直立於水平面。以 GIS 方式進行斜率檢驗，有兩種方法：方法一（2018~2021）為利用 Rijkswaterstaat 軟體，以 1×1 米的多音束網格計算石頭層厚度，此方法會使實際做出的斜坡會比設計圖上的更陡。方法二（2022~）是改良自方法一，根據斜率計算理論模型，確認設計跟測量的石頭層厚度，轉為 3D 設計、以 GIS 自動計算最大坡度，可使設計與實際斜坡貼近，實際石頭層厚度會較厚。

2. 上午第二場：新技術，主持人：Richard Hill (EdgeTech)

(1) 測深光達技術的優勢，Charles de Jongh (Field)

測深光達 (Airborne Lidar Bathymetry, ALB) 原理是光線到達水面時，其

中一部分被直接反射、而一部分光線穿透水後被分散和吸收到達海底，剩下的光線在海底反射，海底地形對反射程度有很大的影響，如深色泥濘的底部、岩石區及白沙不反射光。

ALB 的優勢為：快速、準確且成本效益高；沿海地區、河流跟湖泊的陸域和水域可無縫製圖；可測量約 3 倍可見水深（取決於感測器類型）；在極近岸的淺水區域跟傳統的 MBES（多音束測深）技術相比是更有效的勘測技術。因此，ALB 在淺海的極近岸區域施測較有利、MBES 則適合較深的水深測量區域，兩者是相輔相成的。

Filed 的 CZMIL SuperNova 測深光達是新一代具有許多改進的感測器，以及強大雷射光的穿透水深感測器，適用於海岸線測繪，對深水及濁水有最佳穿透率；並可產每平方公尺約 8 個點的高密度點雲；精度可達到 IHO 特等精度。

ALB 應用領域很廣，可用於水文跟海圖、海岸地區資產管理和規劃、海洋工業和建築、洪水測繪及沿岸暴潮模型、海洋生物學（例如：植被和棲息地測繪）、海洋地質學（例如：底質沉積物測繪）...等。

(2) 於河道中使用光達 Bathy-Topo 的回饋，Paul-Henri Faure, Ursula RIEGL (CNR, RIEGL)

在此演講中主要是說明他們在河道中使用光達進行水深測量的研究內容。首先講者介紹了空載光達的特性，其優勢為可一併量測陸域範圍，達成資料的連續性、非常適合不可航行的淺水區、覆蓋效率高...等；其劣勢及挑戰則受限於水質的混濁度、植被、海況及海浪的影響；其應用領域為河流、海岸線及淺水調查、洪水模擬、水下考古...等。

CNR 在研究中使用了 RIEGL 開發的 VQ840G 和 VQ840GL 測深光達 (ALB) 系統，兩套系統的設計都很輕巧精簡，可安裝於小型飛機和無人機上，並且可選擇光束的發散程度及接收器的視域角 (field of view, FOV)。而 VQ840GL 多了雙返回功能，可以獲取第一個和最後一個脈衝回波，以增加植被區域或複雜地形中的點雲密度。

CNR 在 2022 年購買此系統並在 Baix Logis Neuf 和 Chautagne 兩區域使用直升機進行測試，飛行高度為 150 公尺，目的是監測礫石堤岸。本次演講主要說明在 Baix Logis Neuf 河道測試分析的結果：測得的最大水深為 3.5 米，且獲取資料密度優於規範所訂，而在極淺水區域，光達的覆蓋率較多音束 (MB) 為佳，且兩者的較差大約落在正負 10 公分，另資料在水面或水底的點雲厚度大約為 10 公分。

此系統受到環境影響多，如混濁度、植被及深度限制，大約僅能達 4.5

米，且在小區域測量的成本較不符合經濟效益，又其數據的處理因受到植被干擾，且需手動處理水面點及水下點，花費時間長；但此系統能達到良好的淺水區覆蓋率，並能補強單（多）音束聲納測量的不足，且可透過影像來移除植被的影響。因影響的因素眾多，此系統尚在測試階段。

(3) 擬章魚感測器 (Octopulse sensor) 海底偵測技術, Gary Bagot (Elwave)

擬章魚感測器利用仿生物技術，效法生活在熱帶混濁雜亂水域魚類的「電力感知」能力，將之應用於海底掩埋物偵測。偵測方法為釋放微弱的交流電場，以電場的變化尋找掩埋物，並辨識其大小、特性，偵測能力視偵測器距海床高度、掩埋物導電性、磁性、埋藏深度而不同，主要應用於偵測海纜、海底管線、未爆彈、海底礦物...等。和傳統儀器不同之處在於它的體積更小，感知能力卻不遜色甚至更好。

(4) VMADCP 一種保障海上作業安全的解決方案, Herman Huitema (Nortek)

VMADCP (Vessel Mounted Acoustic Doppler Current Profiler) 是船載聲學都卜勒流速剖面儀，安裝在船隻（例如小船或輪船）上，用於在船隻移動時測量水流速度。此儀器能夠根據 ADCP 設計和船隻運動收集大範圍、不同深度的水流速度。

VMADCP 無法在靜止狀態下進行測量。透過移動的載具測量需要校正速度，可使用底部追蹤偵測 (Bottom Track)。Bottom Track 是以類比數位轉換器 (Analog-to-digital converter, ADC) 發射單個訊號，並交替使用訊號於同一時間及位置，它能夠測量對地速度。除此之外，測量載具當下的幅度、方向、對地速度 (Difference of Speed over Ground, SOG) 和對水速度 (Speed through Water, STW) ...等資訊設置也相當重要。測量船使用 VMADCP 並不常見。

現今海洋中的洋流會對石油和天然氣探勘等海上作業以及航運作業產生重大影響。洋流會影響船隻的漂移，使其難以保持其位置，影響海上鑽井平臺的穩定性及安全性。洋流會給海底管線和電纜的安裝、維護以及這些操作中使用的遙控潛水器 (ROV) 和自主水下潛水器 (AUV) 的作業帶來挑戰。

Nortek 公司的新技術運用航向感測器和定位感測器，透過圖形使用者介面 (Graphical User Interface, GUI)，使用都卜勒測速儀 (Doppler Velocity Log, DVL) 功能的 VMADCP，使操作員更容易測得有價值的數據。

3. 閉幕演講及 HYDRO23 介紹

HYDRO23 預計於 2023 年 11 月 07 至 09 日假義大利 Genoa 舉行。

肆、心得

一、國際產官學三方合作方式

本次研討會參加者主要可分為三方：政府部門與軍方、學者及業界廠商，討論主題包含海測相關規劃策略、人員訓練、課程設計、最新的測量設備及資料處理...等。特別值得一提的是業界廠商部分，除了在演講廳外的商業展覽活動，研討會上亦有發表與討論水文測量相關的研究及應用發展。透過他們的演講得以一窺最新測量硬體技術、自動化或更有效率的資料處理方法、業界的人才現況與相關應用發展...等，內容完全不遜於學者及政府部門。在臺灣，如此平等的研討會是比較少見的情況，而這樣的研討會是一個很好的交流和學習的機會，有助於促進三方之間的合作與互動，展現產官學合作的強大力量，對於瞭解和管理海洋資源非常重要。

二、水深測量相關教育及人才培養

水深測量和海圖製作是複雜且技術性的領域，需要高水準的技能和知識，因此相關的學校教育、在職培訓及資格認證非常重要。研討會中有不少關於此方面的課程內容設計、教育及認證方式資訊。除了實體的學校教育，隨著科技進步與疫情影響，目前也有不少「混成學習 (Blended Learning)」課程，結合遠距線上授課與實地演練操作，讓在職進修者可減少請假天數。由於是線上課程，能夠因地制宜提供雙語服務，或針對某個國家沒有的觀念特別教導，線上討論空間也能讓學生及師生間互相討論、監督學習進度並加以輔導，彌補缺少實體見面機會的遺憾。

水深測量專業人員培養不易且供不應求，各國訓練好的人力常常在業界待不到十年就流失到其他市場（特別是需長期待在船上的外業人員），為了解決上述問題，教育是各界相當注重的重點，研討會上感受到教育界積極地想普及水文相關知識，例如向小學生介紹這門專業。同時也深感歐洲的性別平等風氣，大學課程及大部分的企業都會特別列出女性人員占比，將女性參與比例視為一個指標。

三、水深測量技術發展

測量技術日新月異，從傳統的人工測深，到聲納、光達、衛星反演水深...等，技術不斷地變化，是為了能取得更多元、更即時、品質更好的資料。而未來發展朝向減碳環保、無人駕駛的測量載具、AI 自動化資料處理、即時回饋自動修正...等，研討會上可看出為了海洋永續、加速處理過程、減少人力耗損及提升資料品質，各界陸續研發相關成果。各家業界廠商展示了不同的無人水面載具、無人潛艇及海底探測器、甚至大型無人船（最長達 86 公尺，目前仍需極少數人員上船操控）。除了硬體設備，資料處理、管理等相關軟體、線上系統也有相當多資訊，例如許多研究致力於改善及研發遠端作業系統，讓人們只需待在家中就能隨時監控測量船；雲端資料處理使吾人無需特地到辦公室即可分析資料，也能幫助船上人員即時修改航線、測量方式...等，本

部也和資料處理軟體廠商（Teledyne）討論如何加速作業，得到許多軟體新功能的資訊。

隨著測量方式的演進及多樣化，如何規範、整合、處理及應用各式資料也變成水深測量界的一大挑戰，包括法規制度面、科技研發面、人員訓練面，樣樣都是值得深入討論的議題，且目前尚無標準答案。藉由參與本研討會本部與各方進行交流及經驗分享，進一步瞭解目前水文測量各層面之發展及相關研究技術之動向。

伍、建議

一、持續參與國際相關會議，瞭解發展趨勢

國際水文學會聯合會（IFHS）每年皆會舉辦國際水文會議，透過會議分享水深測量技術的發展、趨勢及觀點，不僅在議程中的圓桌會議可直接與各界進行主題討論與交流，也可透過大會參展更深入了解各方資訊。為提升海洋測繪與電子化航行等相關知識，建議不論公私部門皆可派員針對不同需求參與相關國際會議，汲取國際間寶貴的經驗，掌握最新的國際發展趨勢，作為相關業務後續規劃與管理之重要參考依據。

二、汲取國際經驗，提升本國水深測量品質及建立資料處理機制

電子航行圖是航行者於航行時重要判斷依據，即時且正確地呈現海洋資訊，需要花費相當人力和時間進行測量及水深資料處理。建議於最初進行水深測量時提升外業測量品質及建立資料處理機制：

- （一）定期校準和維護測量儀器。
- （二）資料品質管理：對於測量數據進行改正、品質控制（QC）和資料檢核（QA），以確保數據的可信性。
- （三）選擇適當的測量方法及儀器：根據不同的測量任務選擇適當的測量方法，以提高測量精度。
- （四）建立專業、系統化的資料處理流程：對水深資料進行初步的檢核，能提升後續處理的效率。
- （五）建立數據共享機制及單一窗口管理機制：統一由單一機關進行各方資料的彙整及管理，並讓不同的部門和組織在安全機制下共享水深數據，以提高數據的利用效率。
- （六）建立數據更新維護系統：定期更新和維護水深測量數據，確保資料的時效性。
- （七）敦促業界測量團隊共同參與國際水深測量會議，可以與國際專家學者互相交流經驗，瞭解國際檢查標準，提升測量品質。
- （八）建立水深測量專業人員資格認證機制。

三、新一代標準 S-100 系列的研究及測試

S-100 系列是國際海道測量組織（IHO）新發布的海洋地理資訊數據交換格式標準。歷經前兩年不斷地發展、測試與驗證，國際間的試製及問題回報，S-100 系列標準已逐步成形。近期 PRIMAR 組織各國進行轉換工作組專案（Conversion Task Force, CTF），本部亦由國立臺灣海洋大學張淑淨教授帶領本中心同仁參與此專案，透過定

期的線上視訊會議，各國團隊之間的問題交流，為從 S-57 產品正式轉製 S-101 產品前，能做更完善的準備。同時，PRIMAR 也提供轉換工作組進行 S-100 系列相關標準的線上課程，建議本中心同仁把握透過每次的會議交流及線上課程的資源，充實 S-100 系列標準的相關基礎知識，有利後續順利轉製。國際廠商也陸續提供 S-100 系列標準相關課程，建議可再度邀請 IIC Technologies 為本中心同仁進行相關教育訓練。

陸、參訪及會議照片

一、IHO 總部參訪

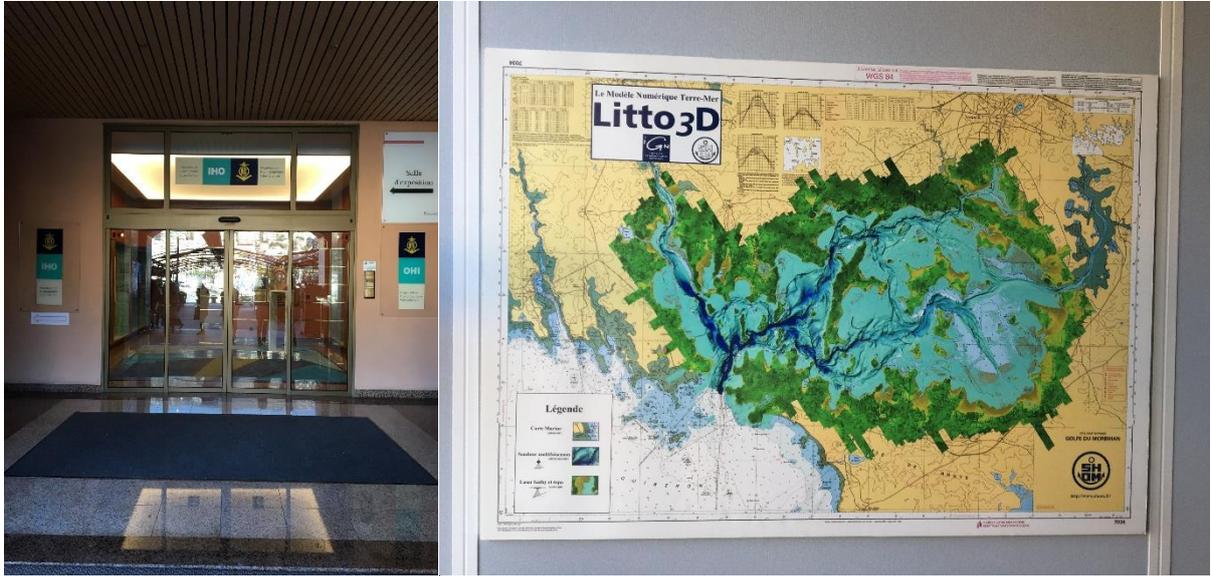


圖 6、IHO 於 1921 年成立，總部設於摩納哥（Monaco）



圖 7、IHO 總部世界海圖展示



圖 8、IHO 總部（副主任 Yves GUILLAM 簡介）



圖 9、IHO 總部參訪與副主任 Yves GUILLAM 合影

二、HYDRO22 會議



圖 10、本次會議場地（Grimaldi Forum Ian Monaco）



圖 11、本次會議最大贊助商 EXAIL 於展場外展示 Drix USV 無人水面載具



圖 12、本次參加人員與海大張淑淨教授與會議場地合影

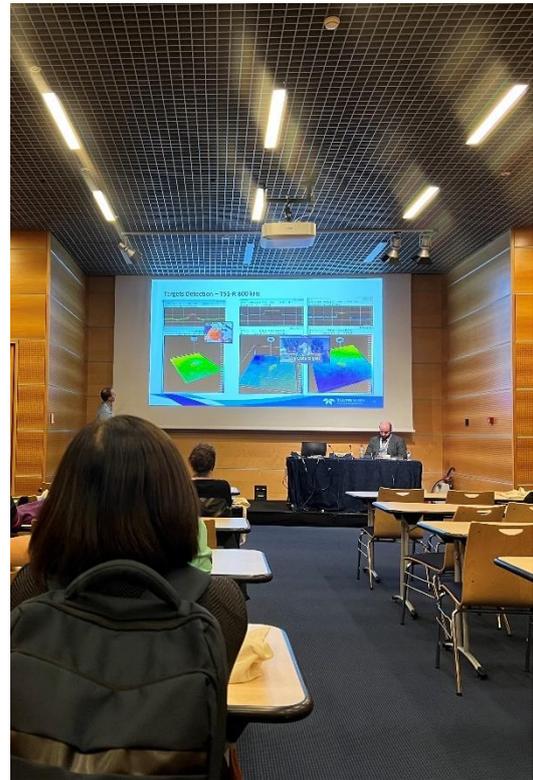
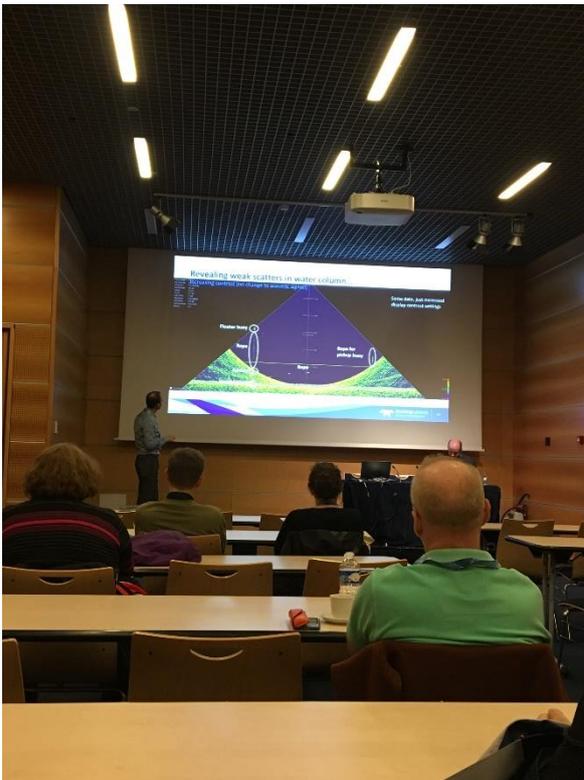


圖 13、第一天 Workshop 主題演講



圖 14、研討會開始前的破冰儀式（各國與會人員交流）



圖 15、破冰儀式（與先前 IIC Technologies 教育訓練來臺講師 Pedro Oliveira 合影）



圖 16、會議大廳報到處



圖 17、HYDRO22 演講者主視覺與投影背板



圖 18、開幕式致詞（主講人：AFHy 法國水文協會 David Vincentelli）



圖 19、開幕貴賓演講（主講人：IHO 秘書長 Matthias Jonas）



圖 20、海大張淑淨教授與 IHO 副主任 Sam Harper 交換名片



圖 21、各攤位展示空間與交流

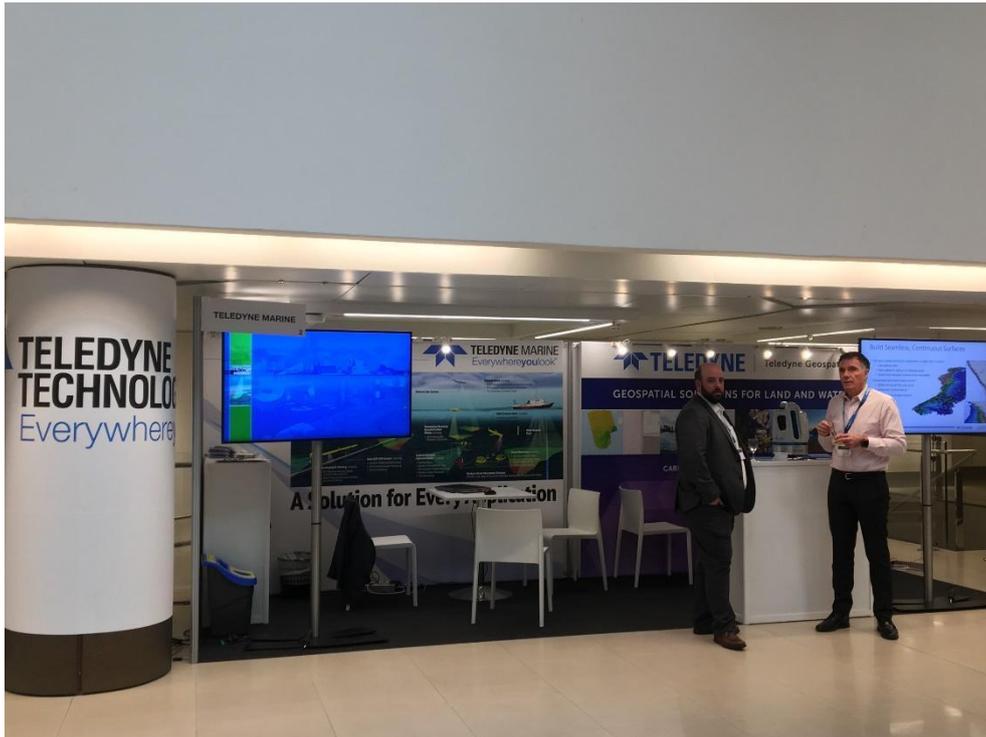


圖 22、參訪 Teledyne CARIS/Teledyne Marine 攤位



圖 23、參訪 Teledyne CARIS/Teledyne Marine 攤位並詢問相關軟體使用功能

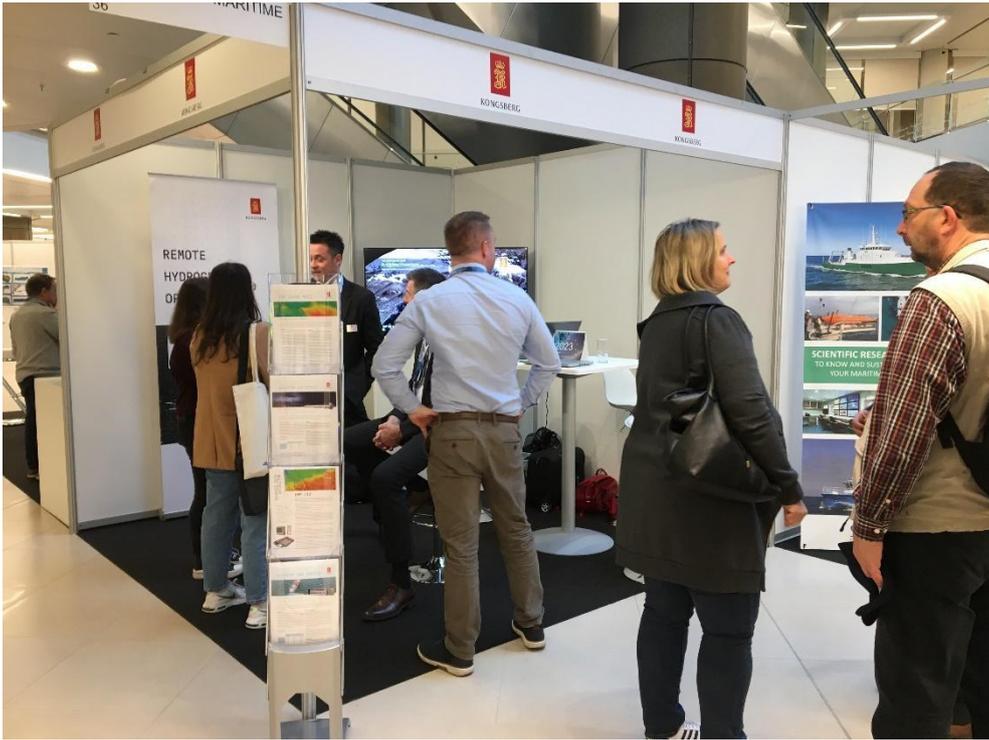


圖 24、參訪 Kongsberg Maritime 攤位



圖 25、參訪 Clinton 攤位



圖 26、參訪 Sairdrone 攤位 (標語 Leading Solutions for Ocean Science)



圖 27、參訪 QPS 攤位



圖 28、參訪 SEABED 攤位



圖 29、參訪 SBG Systems 攤位



圖 30、參訪 CEIIA 攤位



圖 31、參訪 GEOD 攤位



圖 32、參訪 Fugro 攤位



圖 33、參訪 applanix 攤位

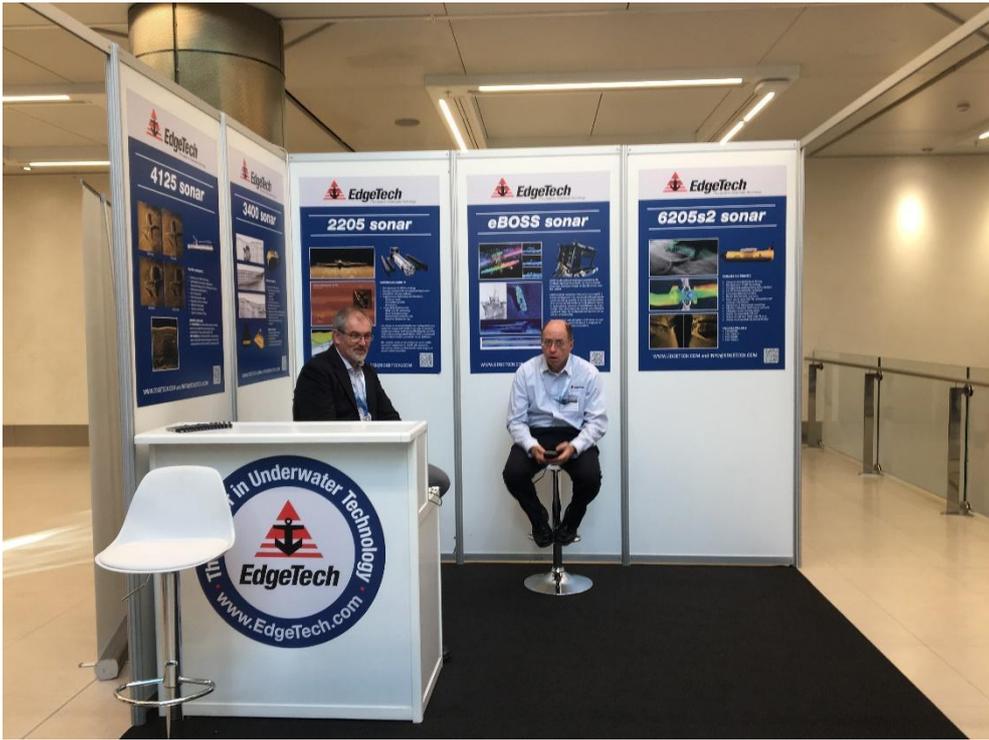


圖 34、參訪 EdgeTech 攤位



圖 35、參訪 NORBIT 攤位



圖 36、參訪 OCEA 攤位



圖 37、GEOMOD 海報看板（匯入水深成果產製電子航行圖 ENC 圖資）



圖 38、參訪 IIC Technologies 攤位

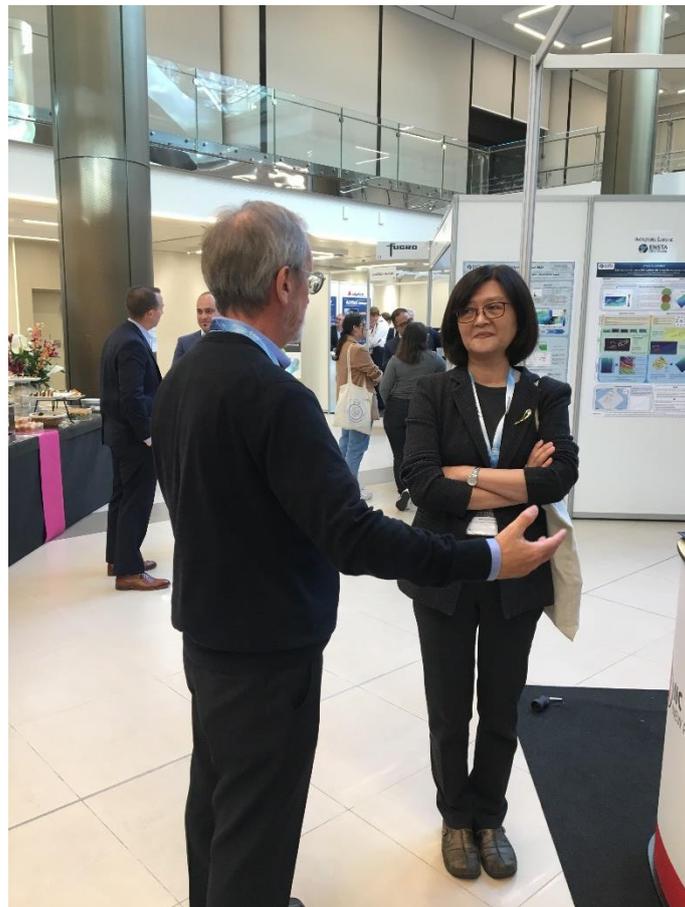


圖 39、海大張淑淨教授與 IIC Technologies Daniel Ierodiaconou 交流

2022 HYDROGRAPHIC SURVEY PROJECT

D'Entrecasteaux de

Thomas ROUET, Taina POSTEC, Grégoire LE COFF, Rachel SÉQUY

CARRYING OUT THE BATHYMETRIC SURVEY:
The objective of this project is to acquire bathymetric data on board of the *Hydroscop* (a hydrographic echosounder (SBES) Manganberg CAWOT) in the bay of Entrecasteaux (French Polynesia) and to deliver a Digital Terrain Model (DTM). These data will be processed, validated and interpreted in order to produce a bathymetric map (BEM) which will be compared to a 2007 HECF reference map. The data collected in the bay of Entrecasteaux are presented in this report.

SINGLEBEAM ECHOSOUNDER SURVEY

FREQUENCY COMPARISON
The objective of this section is to compare the results of the SBES and the HECF reference map. The comparison is based on the bathymetric data collected in the bay of Entrecasteaux. The results show that the SBES data are more accurate than the HECF reference map.

CHOOSING INTERPOLATORS
The objective of this section is to choose the best interpolator for the SBES data. The comparison is based on the bathymetric data collected in the bay of Entrecasteaux. The results show that the *Linear* interpolator is the best choice.

FINAL DTM
The final DTM is presented in this section. It is a 3D representation of the bathymetry of the bay of Entrecasteaux. The DTM is based on the SBES data and the HECF reference map.

MULTIBEAM ECHOSOUNDER SURVEY

COMPARISONS
The objective of this section is to compare the results of the MBES and the HECF reference map. The comparison is based on the bathymetric data collected in the bay of Entrecasteaux. The results show that the MBES data are more accurate than the HECF reference map.

QUALITY CONTROL
The objective of this section is to control the quality of the MBES data. The comparison is based on the bathymetric data collected in the bay of Entrecasteaux. The results show that the MBES data are of high quality.

DUNES STUDYING
The objective of this section is to study the dunes in the bay of Entrecasteaux. The study is based on the bathymetric data collected in the bay of Entrecasteaux. The results show that the dunes are of high quality.

SIDESCAN SONAR SURVEY

LAYBACK CALCULATION
The objective of this section is to calculate the layback of the sidescan sonar data. The calculation is based on the bathymetric data collected in the bay of Entrecasteaux. The results show that the layback is of high quality.

ITEMS ANALYSIS
The objective of this section is to analyze the items in the sidescan sonar data. The analysis is based on the bathymetric data collected in the bay of Entrecasteaux. The results show that the items are of high quality.

RESULTS
The results of the survey are presented in this section. The results show that the SBES and MBES data are more accurate than the HECF reference map.

HYDROGRAPHIC LIFT PROJECT - Groupe Beautemps-Beaupré

ThOMAS ROUET, Taina POSTEC, Grégoire LE COFF, Rachel SÉQUY

CONTEXT
In the Bay of Entrecasteaux, three surveys were carried out during the school year 2021-2022, we heard the *Hydroscop*, using a single beam echosounder (SBES) scanner (SSS).

The *Hydroscop* is a special area, it is a 3D in situ bathymetric scanner (SBES) scanner (SSS).

To carry out our mission, we have a reference Digital Terrain Model (DTM) obtained in 2007, from MBES data.

DATA ACQUISITION:
The hydrographic system used is as follows:
• Trimble R9 GNSS antenna
• SSC Navigator remote unit
• Seabat Sidescan ProPlus
• SBES Manganberg CAWOT (MBS) (Manganberg CAWOT) (SSS) (SSS) (SSS)

To obtain accurate bathymetry, it is necessary to apply the geoid and vertical attitude corrections.

DATA ACQUISITION → **PATCH-TEST** → **Systematic error detection** → **Manual and automatic data validation** → **Quality Control**

DATA ACQUISITION
The preparation of the theoretical survey routes was carried out in QGIS. The main constraints were a 200m width of the lines and the presence of crossing lines to control the quality of the data during processing.

PATCH-TEST
It allows the estimation of angular alignment biases: roll, pitch, heading, yaw, between the sensor unit and the receiver.

DETECTION OF SYSTEMATIC ERRORS
• Longitudinal shading with vertical exaggeration
• Visualization of a single line in the bathymetric area of the survey
• Visualization of a standard deviation map to quantify and control the bias.

QUALITY CONTROL
To verify our survey, we use a local bathymetric map of the Bay of Entrecasteaux, which we compare with the regular soundings.

DETECTION OF SYSTEMATIC ERRORS
• Longitudinal shading with vertical exaggeration
• Visualization of a single line in the bathymetric area of the survey
• Visualization of a standard deviation map to quantify and control the bias.

QUALITY CONTROL
To verify our survey, we use a local bathymetric map of the Bay of Entrecasteaux, which we compare with the regular soundings.

DETECTION OF SYSTEMATIC ERRORS
• Longitudinal shading with vertical exaggeration
• Visualization of a single line in the bathymetric area of the survey
• Visualization of a standard deviation map to quantify and control the bias.

QUALITY CONTROL
To verify our survey, we use a local bathymetric map of the Bay of Entrecasteaux, which we compare with the regular soundings.

DETECTION OF SYSTEMATIC ERRORS
• Longitudinal shading with vertical exaggeration
• Visualization of a single line in the bathymetric area of the survey
• Visualization of a standard deviation map to quantify and control the bias.

QUALITY CONTROL
To verify our survey, we use a local bathymetric map of the Bay of Entrecasteaux, which we compare with the regular soundings.

SBES Manual validation of data → Comparison of profiles SB → Choice of a working frequency → Interpretation of data → Comparison of interpretations → Choice of interpretation → Comparison with the reference model

COMPARISON OF THE DATA OBTAINED AT 300 AND 1000 KHZ
Following a statistical study and manual validation of the data (removal of outliers), the working frequency chosen is 300 kHz. The corresponding beam has a better horizontal resolution than the 1000 kHz beam. In addition, it provides less loss in the sediments, which improves the quality of the profiles concerned.

INTERPRETATION OF DATA
The single-beam echosounder provides a partly bathymetric description of the seabed. The goal is to interpret it.

COMPARISON WITH THE REFERENCE MODEL
The further comparison reveals deviations from the reference model, particularly in areas with high depth variations.

SSS Choice of the bathymetric → Detection and value of particular objects → Improvement of MBES bathymetric visualization

The lateral sensor *Hydroscop* provides an insight that allows the detection and identification of bottom objects and their dimensions. As the bathymetric data are presented in a 2D map, the objects are positioned in the bathymetric map.

CONCLUSIONS
This study of the bathymetric area of the Bay of Entrecasteaux in French Polynesia, allowed a first approximation of the underwater relief. We used single-beam echosounder complex in a second scan sensor in order to obtain the most complete mapping possible.

While the cheap single-beam echosounder allows a first approach to the area, it does not cover it completely, the MBES echosounder complex is, in a second phase, the side scan sensor, which has the best resolution, allowed us to find the last details that we may have missed. This complementarity of underwater mapping systems is essential in this type of project.

圖 40、ENSTA 展示海報看板



圖 41、和與會人員德國 ATLAS ELEKTRONIK GmbH 公司 Peter Dugge 交流合影



圖 42、餐敘時間和與會人員德國漢堡大學學生交流



圖 43、和會議第一天法國 ENSTA Bretagne 學院演講者 Thalia Gueroult 合影



圖 44、演講廳（與先前 IIC Technologies 教育訓練來臺講師 Nuno 交流）



圖 45、閉幕：主持人 David Vincentelli 介紹 HYDRO2023 將至義大利舉辦



圖 46、會議結束後海大張淑淨教授與會議主持人 David Vincentelli 交流並交換名片

柒、附錄

附錄 1、Hydrographic Conference HYDRO22（會議網站首頁）



The image shows the logo for the Hydrographic Conference HYDRO22. On the left, there are two logos: IFHS (International Federation of Hydrographic Surveyors) and AFHY (Association Française d'Hydrographie). Below these logos, the dates and location are listed: 5-8 December 2022, Grimaldi Forum, Monaco. To the right is a promotional banner for the conference. The banner features a night view of a city with lights reflecting on the water. The text on the banner reads: "HYDROGRAPHIC CONFERENCE HYDRO22 Towards Enhanced Responsibility Full Programme available on hydro22.hydrography.earth".

!!! NEWS !!!

4 Keynote Speakers, 7 Technicals Round Tables, 32 Speakers, Demos and Workshops, 16 countries represented in the program

*Hydro22 is pleased to welcome the plenary session of the EMODnet bathymetric working group
More than 20 exhibitors*

Industrial sponsors:

exail



KONGSBERG

EdgeTech

FUGRO

NORBIT
- explore more -

TELEDYNE MARINE
Everwetterspace

 					
<h1>HYDRO22 - MONACO</h1>					
<p><i>Towards enhanced responsibilities</i></p> <p>Conférence Internationale d'Hydrographie – International Hydrographic Conference</p> <p>05th - 08th December 2022</p> <p>Grimaldi Forum, Monaco</p>					
<p>DAY 0 - Monday 5th of December opening 08:00</p>					
14:00	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; text-align: center; vertical-align: top;"> <p>EXHIBITION INSTALLATION Foyers des Salles de Commissions Grimaldi Forum</p> </td> <td style="width: 25%; text-align: center; vertical-align: top;"> <p>DEMOS TELEDYNE</p> <p>Beach Meridien Plaza 22 Av. Princesse Grâce, Monaco</p> <p>Session 1: 14:00 Session 2: 16:00</p> </td> <td style="width: 25%; text-align: center; vertical-align: top;"> <p>WORKSHOP TELEDYNE</p> <p>Salle To Be Confirmed Grimaldi Forum</p> <p>Session 1: 14:00 Session 2: 16:00</p> </td> <td style="width: 25%; text-align: center; vertical-align: top;"> <p>EMODnet PLENARY MEETING (reserved to EMODnet members)</p> <p>Salle To Be Confirmed Grimaldi Forum</p> <p>09:00 - 18:00</p> </td> </tr> </table>	<p>EXHIBITION INSTALLATION Foyers des Salles de Commissions Grimaldi Forum</p>	<p>DEMOS TELEDYNE</p> <p>Beach Meridien Plaza 22 Av. Princesse Grâce, Monaco</p> <p>Session 1: 14:00 Session 2: 16:00</p>	<p>WORKSHOP TELEDYNE</p> <p>Salle To Be Confirmed Grimaldi Forum</p> <p>Session 1: 14:00 Session 2: 16:00</p>	<p>EMODnet PLENARY MEETING (reserved to EMODnet members)</p> <p>Salle To Be Confirmed Grimaldi Forum</p> <p>09:00 - 18:00</p>
<p>EXHIBITION INSTALLATION Foyers des Salles de Commissions Grimaldi Forum</p>	<p>DEMOS TELEDYNE</p> <p>Beach Meridien Plaza 22 Av. Princesse Grâce, Monaco</p> <p>Session 1: 14:00 Session 2: 16:00</p>	<p>WORKSHOP TELEDYNE</p> <p>Salle To Be Confirmed Grimaldi Forum</p> <p>Session 1: 14:00 Session 2: 16:00</p>	<p>EMODnet PLENARY MEETING (reserved to EMODnet members)</p> <p>Salle To Be Confirmed Grimaldi Forum</p> <p>09:00 - 18:00</p>		
19:00	<p>ICE BREAKER Courtesy of SHOM 19:00, Espace le Genoï, Grimaldi Forum</p>				

	Day 1 - 6th of December
9:00	OPENING CEREMONY AFHY - IFHS Auditorium Prince Pierre
	KEY NOTES
9:20	Matthias Jonas, Secretary General (IHO)
9:40	Denis Hains, Hydrosatial advocate (H2i)
10:00	Carlos Marques Videira, Head of Hydrographic Division (Instituto Hidrografico Portugal)
10:20	IHS president
10:40	Break
	MORNING SESSION IHO SEMINAR Host: IHO Secretariat
11:00	<i>The IHO Crowdsourced Bathymetry initiative - Innovations and an assessment of the barriers to scaling the activity</i> IHO
11:20	<i>EMODnet Bathymetry: current status of the European bathymetric Digital Terrain Model</i> Thierry Schmitt (EMODnet consortium, Shom)
11:40	<i>Detailed multibeam bathymetric coverage of the entire Belgian part of the North Sea</i> Johan Verstraeten (Vlaamse Hydrografie)
12:00	ROUND TABLE Global bathymetric models
12:30	Lunch
	AFTERNOON SESSION 1 EDUCATION Host: TBD
14:00	<i>Course in Hydrographic Surveying</i> Mohamed-Ali Chouaer , Dominic Munang Ndeh, Bacem Houimli, Natalie Pisciotto (CIDCO)
14:20	<i>Practical's during the Cat B program from the Institute for Hydrography</i> Capt. Axel ANNAERT (Institute for Hydrography, Antwerp Maritime Academy)
14:40	<i>An IBSC Recognized Category S-5B Program Brought to Your Doorstep: New Paths, New Approaches</i> Derrick R. Peyton, David Dodd, Daniel Ierodiaconou (IIC Academy, Deakin University)
15:00	<i>Cat A course at ENSTA Bretagne</i> Nathalie Debese, Pierre Bosser, Rodéric Moitié, Guillaume Sicot, Amandine Nicolle, Michel Legris, Romain Schwab, Clémence Chupin (ENSTA Bretagne)
15:20	ROUND TABLE EDUCATION, CERTIFICATION & TRAINING
16:00	Break
	AFTERNOON SESSION 2 AUTONOMOUS VEHICULE Host: iXblue
16:20	<i>Future Ocean Mapping Using Autonomous Systems, Machine Learning, and High Bandwidth Satellite Communications</i> Brian Connon (Saildrone)
16:40	<i>Automating Hydrographic Data Collection while still maintaining regulatory compliance using Uncrewed Surface Vessels</i> Duncan Mallace, Benoit Poyelle (XOCEAN)
17:00	<i>Robotic ships for a new age of sustainable offshore operations</i> Mickael King (Ocean Infinity)
17:20	<i>Automation and Unmanned solutions in Geophysical & Hydrographic Surveys with the use of smart technology, software and competence.</i> Martin Wikmar (Clinton Marine Survey)
17:40	ROUND TABLE AUTONOMY
	End of Day 1 : 18:30

	Day 2 - 7th of December opening 08:00 - start 09:00
	MORNING SESSION 1 HYDROSPATIAL SUPPORTING ENVIRONMENTAL ASSESSMENT Host : Denis Hains (H2i)
9:00	<i>Statistical estimation of seafloor backscattering strength and its intrinsic uncertainty using bathymetric echosounders</i> Irène Mopin, Gilles Le Chenadec, Michel Legris, Benoît Zerr, Philippe Blondel, Jacques Marchal (ENSTA Bretagne, University of Bath, Sorbonne Université)
9:20	<i>Dangerous remnants of war</i> Huibert-Jan Lekkerkerk, Welmoed van der Velde (NHL Stenden, Maritime Insitute Willem Barentsz)
9:40	<i>Evolution in the measurement of Mean Sea Level</i> Amy Thompson (OceanWise)
10:00	<i>A new hydrospatial approach in monitoring the impacts of climate change on coastlines and oceans around the globe</i> Marco Filippone (Fugro)
10:20	ROUND TABLE HYDROSPATIAL
11:00	Break
	MORNING SESSION 2 Satellite Derived Bathymetry, SDB A GLOBAL APPROACH Host: Laurent Kerleguer (SHOM)
11:20	<i>BATHYSAT, feedback on the deployment of the first services</i> Sophie Loyer, Marc Lennon, Nicolas Thomas, David Vincentelli, Olivier Moisan, Victor Laforêt (SHOM, Hytech-imaging, EXAIL)
11:50	<i>Satellite-Derived Bathymetry – Online</i> Knut Hartmann, Reithmeier M, Knauer K, Wenzel J, Kleih C, Heege T (EOMAP GmbH & Co. KG)
12:10	<i>Optimising Hydrographic Survey using Optical Satellite Imagery</i> Dhira Adhiwijana, Knut Hartmann, Marco Filippone (Fugro, EOMAP)
12:20	ROUND TABLE SDB PERSPECTIVES
13:00	Lunch
	AFTERNOON SESSION DATA MANAGEMENT Host: JRichard Sanfaçon (CIDCO, Association Canadienne d'Hydrographie)
14:00	<i>Hydrographic data quality assurance at Genavir</i> Hervé Bisquay, Karine Abel Michaux, Xavier Morin (Genavir)
14:20	<i>Cartonaut, an automated charting solution for hydrography</i> Claire Fleury, Aelaig Cournez (Geomod by COEXYA)
14:40	<i>Discrete Global Grid Systems (DGGS): Multi-resolution Bathymetry On-Demand</i> Marta Padilla Ruiz, Julien Barbeau, Thierry Schmitt, Perry Peterson, Emmanuel Stefanakis (Teledyne, Shom, University of Calgary)
15:00	Break
	AFTERNOON SESSION AI & AUTOMATION Host :Richard Sanfaçon (CIDCO, Association Canadienne d'Hydrographie)
15:20	<i>Mistakes will be made: Mitigation, recovery and transparency with the Qimera Dynamic Workflow and ENC production</i> Weston Renoud (QPS)
15:40	<i>Managing a remote survey operation from anywhere on the Internet, postprocessing in Cloud environment</i> Terje Haga Pedersen (Kongsberg Maritime)
16:00	<i>How can Data Science support Shom's hydrographic activity?</i> Le Deunf Julian, Schmitt Thierry, Keramoal Yann (Shom, IMT Atlantique, Lab-STICC)
16:20	<i>Unsupervised characterization of the benthic habitats using geomorphometry and machine learning</i> Guillaume Labbe-Morissette, Patrick Charron-Morneau, Oscar Gauvrit, Ali Chouaer, Dominic Ndeh (CIDCO)
16:40	ROUND TABLE AI & AUTOMATION
	End of Day 2 : 18:00
	GALA DINNER 19:00 Sponsors Speech, IFHS Student Award

	Day 3 - 8th of December opening 08:00 - start 09:00
	MORNING SESSION 1 ENHANCEMENT IN HYDROSPATIAL SCIENCES Host : Thibault Bonnevie (SBG)
9:00	<i>Satellite Positioning: Status update 2022</i> Hans Visser (Fugro)
9:20	<i>Generalization of terrestrial and hydrographic refractions: new model in the case of vertically stratified velocity on a locally spherical Earth</i> Thomas Touzé (EDF/DTG)
9:40	<i>Surveying rock dumped slopes</i> Huibert-Jan Lekkerkerk, Jan-Willen Beijer, Ronald den Hoed (Pilot Survey Services, Rijkswaterstaat)
10:00	ROUND TABLE TBD
10:20	Break
	MORNING SESSION 2 NEW APPROACH Host: Richard Hill (EdgeTech)
10:40	<i>Advantages of the airborne lidar bathymetry technique</i> Charles de Jongh (Field)
11:00	<i>Feedback on the use of Lidar Bathy-Topo in river environments</i> Paul-Henri Faure, Ursula RIEGL (CNR, RIEGL)
11:20	<i>From electric sense to CEDAR™ technology, the capabilities of a new bio-inspired subsea electromagnetic sensor</i> Gary Bagot (Elwave)
11:40	<i>VMADCP a solution to secure offshore operation</i> Herman Huitema (Nortek)
12:00	CLOSING SPEECH - AFHY/IFHS HANDOVER TO IHS FOR HYDRO23 - GENOVA
13:00	Lunch
14:00	End of Day 3 : 14:00
	Exhibition breakdown

附錄 3、本次會議提供資料及宣導品



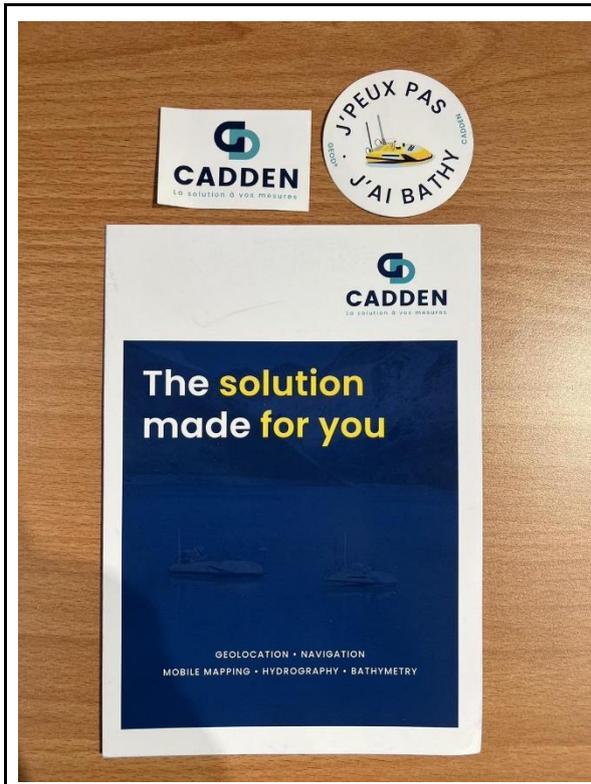
附錄 4、下屆會議參考書刊



List of exhibitors

- EXAIL, <https://www.exail.com/>
- Kongsberg Maritime, <https://www.kongsberg.com/>
- SBG Systems, <https://www.sbg-systems.com/>
- Saildrone, <https://www.saildrone.com/>
- Teledyne Caris, <https://www.teledynecaris.com/>
- EdgeTech, <https://www.edgetech.com/>
- Teledyne Marine, <http://www.teledynemarine.com>
- CADDEN, <https://www.cadden.fr/>
- Hytech Imaging, <https://hytech-imaging.fr/>
- Hydro Energy Group, <https://hydroeg.com/>
- Seabed BV, <https://www.seabed.nl/>
- Elwave, <https://elwave.fr/>
- QPS, <https://qps.nl/>
- Fugro, <https://www.fugro.com>
- IIC Technologies, <https://www.iictechnologies.com>
- Eomap, <https://www.eomap.com/>
- Trimble, <https://www.trimble.com>
- CEIIA, <https://www.ceiia.com/>
- IM-Solutions, <https://im-solutions.fr/>
- OCEA, <https://www.ocea-ssm.com/>
- CLINTON, <https://www.clinton.se/>
- NORBIT, <https://norbit.com>
- Hypack, <https://www.hypack.com/>

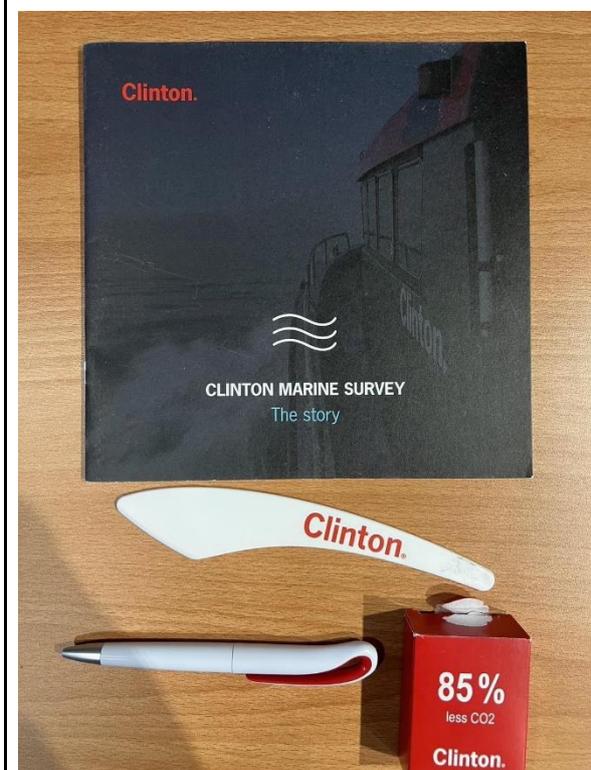
附錄 6、參展廠商文宣



CADDEN



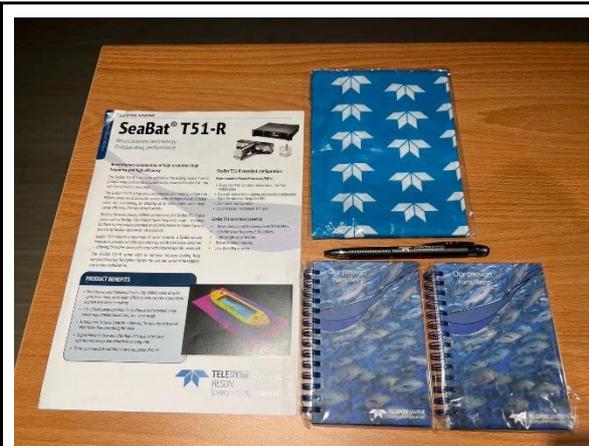
Kongsberg Maritime



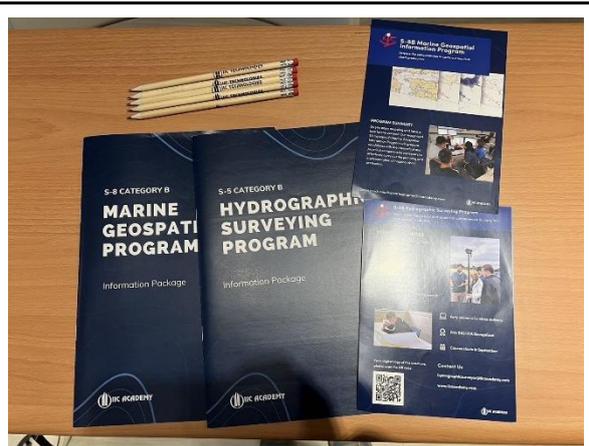
CLINTON



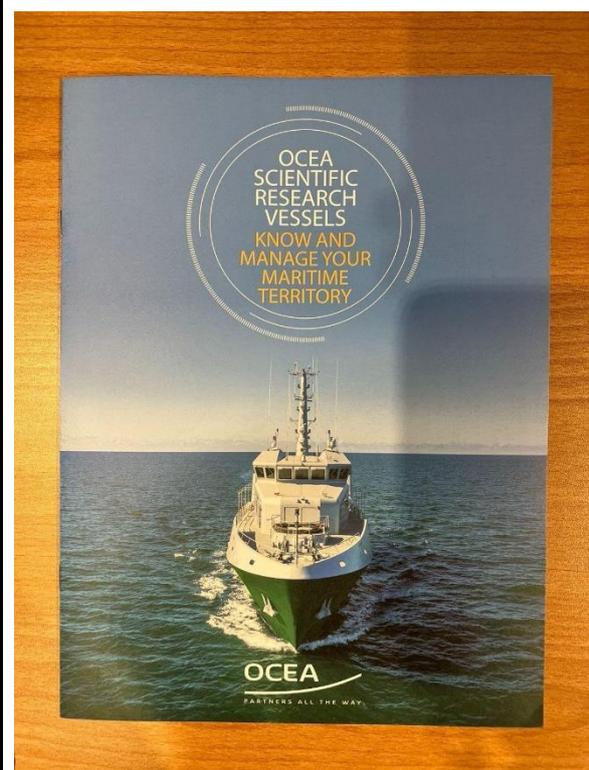
NORBIT



Teledyne CARIS, and Teledyne Marine



IIC Technologies



OCEA



Seabed BV



Saildrone



SBG Systems

附錄 7、會議交換名片整理



Baywei Baywei Sonar
 Sales possibilities
 Office No. 410, Building "C"
 Tinódi u. 1-3., BUDAPEST
 H-1095, Hungary
 Laszlo Szentpeteri
 Global Sales Manager
 +36-707-712-680
 sales@bayweisonar.com
 bayweisonar.com

NORBIT
 - explore more -
 UNI BULL
 Senior Hydrographic Specialist
 NORBIT Subsea
 Phone: +45 50 78 78 81
 E-mail: uni.bull@norbit.com
 www.norbit.com
 NORBIT Denmark ApS
 Lyngvej 15, 1
 8250 Hedensted, Denmark

TELEDYNE
 Trish Buxton
 Regional Sales Manager
 Teledyne Geospatial
 High Tech Campus 5, 5656 AE Eindhoven, Netherlands
 Mobile: +44 7810 520441
 trish.buxton@teledyne.com
 www.teledynegeospatial.com

TELEDYNE
 www.teledynegeospatial.com

ATLAS ELEKTRONIK
 Dipl.-Ing. Peter Dugge
 Expert Geodesy,
 Lead Eng. for Lean Mission,
 Navigation, Charting and
 AUV Systems
 Engineering
 ATLAS ELEKTRONIK GmbH
 Sebaldsbruecker Heerstrasse 235
 28309 Bremen, Germany
 Phone: +49 421 457 - 3742
 peter.dugge@atlas-elektronik.com
 www.atlas-elektronik.com

NORBIT
 - explore more -

fugro
 Hamza Mazih
 Party Chief /
 Hydrographer - Geophysicist
 T +33 (0)4 67 59 26 44
 M +33 (0)6 07 39 09 07
 E h.mazih@fugro.com
 W fugro.com
 ZAE Via Domitia
 115 avenue de la Capelade
 34160 Castries
 France

Diego Muñoz Rosales
 Technical Sales Engineer
 +31 62 000 5435
 diego.munoz@qps.nl
 www.qps.nl
 Handelsweg 6
 3707 NH Zeist
 Netherlands
QPS.