

出國報告(出國類別：駐船觀察員)

102 年度美國科學研究船 Roger Revelle 號隨艦監控觀察報告

服務機關：海軍大氣海洋局

姓名職稱：劉書華氣象官、薛友齊氣象官

派赴國家：美國

報告日期：102 年 7 月 2 日

出國時間：102 年 4 月 26 日至 6 月 9 日

壹、摘要：

遵國防部 102 年 4 月 12 日國情整備字第 1020001053 號令，為確保美國科學研究船 Roger Revelle 號於赴台灣進行台灣周邊海域海洋測量任務期間，應責由海軍大氣海洋局負責選派專員隨艦監視該船隻科學活動，以保障台灣周遭 24 海浬海域水文資料未受他國之侵犯及偵搜，俾落實我國專屬經濟海域及大陸礁層之管轄權。

觀察員須嚴格要求該船相關測量儀器於 24 海浬內停止紀錄，並於每日 20 時定時回報該船科學研究活動及作業座標位置。觀察員應於每階段科學研究完畢後，主動要求科學研究負責人提供該船科學研究所收集之資料，俾利查證科學活動是否有違規之情事，其收集資料亦對大氣海洋局對海軍戰場環境資訊建置甚有助益。

貳、目次：

壹、摘要.....	2
貳、目次.....	3
參、本文.....	4
一、目的.....	4
二、過程.....	4
(一)科學計畫說明.....	4
(二)各航次科學活動內容.....	5
(三)觀察報告.....	6
(四)資料收集成效.....	15
三、心得與建議.....	16
肆、附錄.....	18

參、本文：

一、目的

美國科研船 Roger Revelle 號固定於每年 5 月至 8 月之間至台灣附近海域進行水文資料收集及觀測等科學活動，主要以定時定量觀察黑潮主流、資料分析及提升海洋數值模式準確度為其主要科學活動目的。由於臺灣地理環境及交通運輸便利，外國科學研究船常選定靠泊臺灣高雄港口進行裝備運輸及整備，並前往臺灣周遭 24 哩領海外實施水文資料收集及觀測儀器施放等科學活動，施測項目主要以探測區域內之溫度、鹽度、溶氧、葉綠素、透光度等物理水文資料，並輔以多波束測深儀(Multibeam Echo Sounder)實施海底地形測繪及流速剖面蒐集，研究黑潮(Kuroshio)及民答那峨島(Mindanao)附近黑潮通量及海流特徵。

奉海軍司令部 102 年 4 月 18 日國海人管 0003630 號令指示，由於該船具備眾多專業水文探測儀器，應由海軍大氣海洋局擇派觀察人員登船實施監視，以防止我國重要機敏水文資料外洩之情事。

二、過程

(一)科學計畫說明

本航次主要針對臺灣西南海域及巴士海峽至呂宋島之間，進行黑潮溫鹽變化之相關研究。該項計畫係由美國及其他各國海洋研究機構共同主持研究計畫，名稱為「黑潮通量及其變化之觀測(OKMC, Origin of the Kuroshio and Mindanao Current)」，研究案執行期間利用水下滑翔機(Glider)、垂直頗面儀(VMP, Vertical Measurement Profiler)、快速自計式溫鹽儀(FCTD, Fast CTD)、拖曳式溫鹽儀(UCTD, Underway CTD)等儀器，探測區域內之溫度、鹽度、溶氧、葉綠素、透光度等物理水文資料。

本次計畫分為四個子計畫進行研究，計畫負責科學家為美國華盛頓大

學 Dr. Craig Lee，我國參與計畫主要科學家計有臺灣大學詹森教授、臺灣大學唐存勇教授、海軍官校楊穎堅教授、臺灣海洋大學張明輝助理教授。本次觀察監督任務第一、四航次由劉書華中尉負責登船觀察，第二、三航次則由薛友齊少尉負責觀察。

(二)各航次科學活動內容

1、第一航次 (2013 年 4 月 26 日 至 2013 年 5 月 5 日)

本航次由美國伍茲霍爾海洋研究院(WHOI, Wood Hole Oceanography Institution)的科學家 Dr. St. Laurent Louis 所主導。目的是觀測黑潮流經區域對其上層海水的溫鹽混合變化，該研究團隊以 UCTD 執行觀測，以每小時實施乙次方式，在計畫測線上獲取上層海水的溫鹽變化。另外該團隊還攜帶水下滑翔機，利用小艇將水下滑翔機帶至指定位置施放，並以漂流軌跡方式，不斷上浮下潛連續實施漂流軌跡上的上層水文資料蒐集。

2、第二航次 (2013 年 5 月 7 日 至 2013 年 5 月 16 日)

本航次由美國麻省理工學院(MIT, Massachusetts Institute of Technology)的科學家 Dr. Robert Pinkel 所主導。主要研究黑潮源流、黑潮湧升流狀態以及觀測黑潮流經區域其溫鹽之變化，該研究團隊以 FCTD 執行觀測，以獲取海剖面之溫鹽變化。

3、第三航次 (2013 年 5 月 18 日 至 2013 年 5 月 27 日)

本航次由美國華盛頓大學(University of Washington)的科學家 Dr. Craig Lee 所主導。主要目的是觀測黑潮流經區域其溫鹽之變化，該研究團隊以 UCTD 執行觀測，以獲取海表面之溫鹽變化。

4、第四航次 (2013 年 5 月 30 日 至 2013 年 6 月 9 日)

本航次由美國華盛頓大學(University of Washington)應用物理實

驗室的首席科學家 Dr. Tom Sanford 主導。主要目的是尋找黑潮源流、黑潮湧升流狀態、計算黑潮通量。該團隊已於 2012 年布放大型浮球的錨碇儀器串一整年，將其資料回收及分析整理，並輔以船載都普勒剖流儀及船載鹽溫深儀(Ship CTD)進行觀測及驗證資料品質，期能將該項研究資料運用在海洋模式驗證之功效；另一組團隊則是針對海底進行研究，於 2012 年以水平電流-壓力轉換聲納(HPIES)儀器沉於深達 4000 米的海底底床進行一整年的深海海流剖面資料收集及觀測。

(三)觀察報告

海洋研究是一種單調、耗時、耗力且耗錢的科學活動，因此在美國科研船 Roger Revelle 號上大部分時間都是在等待到下一個觀測點及儀器施放回收作業，在等待任務期間，大部分船員及科學家均會在船上待命及規劃觀測計畫。

觀察員任務則是觀察該船是否有任何違反規定，一但遭遇違反規定情事，應先向該船首席科學家反應及尋求解決，若無法解決者，應依照規定回報單位主官進行處置。且觀察員應於每日 20 時向司令部情報官、海情官及本局承辦人員回報船隻動向及科學研究項目，俾利掌握該船動向及意圖。期間重要活動的觀察報告彙整如下：

1、研究船靠泊高雄四號碼頭



圖一、高雄港四號碼頭位置



圖二、Roger Revelle 停靠位置

該船通常會於計劃離開前兩天抵達高雄港 4 號碼頭，進行人員及研究裝備登船作業事宜，各國研究團隊會於指定日期至該船進行人員登船登錄及裝備檢查，本次研究計畫區域以臺灣西南方大陸礁層附近及呂宋島北端附近的海域為主，若是前往呂宋海峽北端小島，以該船經濟速率 12 節航行約需 24 小時才可到達目的。在離開高雄港期間，因該船航行於我國領海 24 海浬內，因此觀察員需全程監控其是否有任何水文探測儀器記錄，經過觀察後均依規定無實施任何水文資料偵搜。在航行期間，觀察員亦可多與科學家互動認識，以提高對研究項目及內容的掌握及認知。

2、人員遇難訓練及設備介紹事宜



圖三、人員逃生說明及訓練

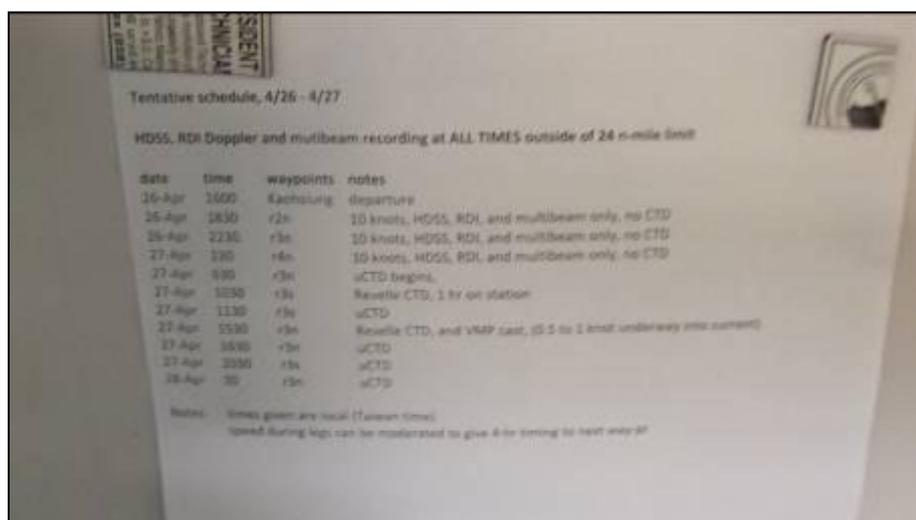
由於外海作業係屬高危險工作環境，如果對於環境不瞭解易造成人員或裝備嚴重損害，因此每次出航第一天及每週星期一均會實施人員逃生訓練及救火設備等基本訓練，也是第一次所有人員集合的時機。透過訓練

後，當緊急狀況發生時，工作人員及科學家才能夠不慌不亂在第一時間抵達指定位置集合及逃生。

如圖三所示，所有人員著長袖係避免人員於海上漂流，長時間暴露於陽光下會造成體力及水分耗弱，故當聽到緊急集合聲響，所有人員應著長袖及小帽，並帶上各房間所置放的救生衣，至指定位置集合並確認所有人員是否到齊。由於每個人來自不同國家，以編號方式尋找人員為最有效率之方式，船上技術長隨後會告知每個人所賦予的編號及房間的電話號碼，以利突發事件發生時，得以掌握人員狀況。透過這次集合，也可把遇到的困難及問題反映給技術長，如房間裝備損壞、救生衣不合身等。

若發生人員不適狀況時，技術長則會透過衛星電話向鄰近國家發出求救支援，並立刻以直升機後送至醫院就醫。

最後，因為科學研究是不分晝夜的，故會排定早晚班以符合科學活動作業最低人數。首席科學家若是有既定的行程，通常會張貼在走道上公佈欄給大家知道(如圖四)，也可以透過每日行程計畫了解當天可能的科學活動時間。由於海上作業不比陸上作業，當天氣惡劣發生或儀器發生故障，也可能會臨時修改計畫或無特定計畫。



date	time	waypoints	notes
26-Apr	1600	sachung	departure
26-Apr	1830	r2n	10 knots, HDSS, RDI, and multibeam only, no CTD
26-Apr	2230	r3n	10 knots, HDSS, RDI, and multibeam only, no CTD
27-Apr	030	r4n	10 knots, HDSS, RDI, and multibeam only, no CTD
27-Apr	090	r3n	uCTD begins.
27-Apr	1030	r3n	Reville CTD, 1 hr on station
27-Apr	1130	r3n	uCTD
27-Apr	1530	r3n	Reville CTD, and VMP cast, (0.5 to 1 knot underway into current)
27-Apr	1630	r3n	uCTD
27-Apr	2030	r3n	uCTD
28-Apr	00	r3n	uCTD

Notes: times given are local (Taiwan time)
speed during legs can be moderated to give 4 hr timing to next way pt

圖四、每日工作內容張貼

3、海洋科學活動

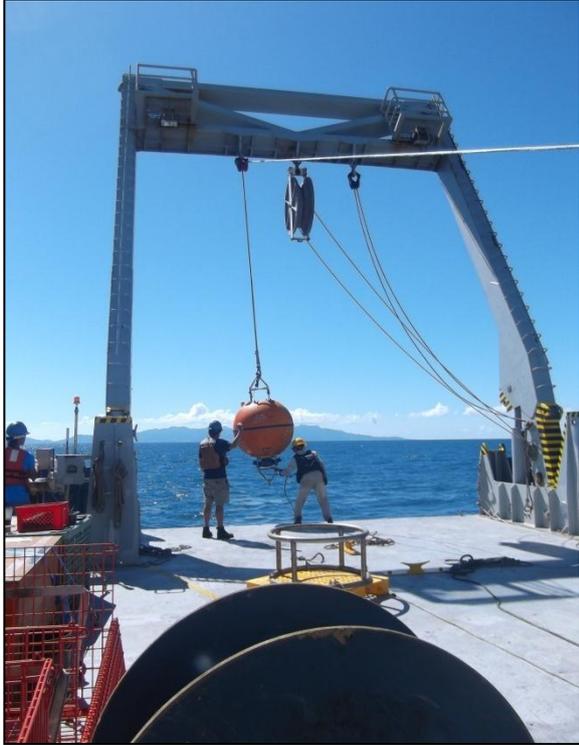
由於海上科學活動種類繁多，每個研究團隊均有其目標觀測的儀器，不同儀器觀測方式不同，觀察員須特別留意各儀器觀測的特性，並隨時注意船隻動向，才不會無法掌握資料蒐集狀況。科學活動區域主要分為電腦實驗室(Computer Lab)、儀器實驗室(Main Lab)及作業甲板區域三個主要部份。



圖五、電腦實驗室



圖六、儀器實驗室



圖七、後甲板作業區



圖八、右舷甲板作業區

電腦實驗室主要是科學家值班作業區，由首席科學家、科學家及船上水文儀器操作技術人員負責，該實驗室內可監控各甲板作業狀況，連絡艦橋及吊機操作員，科學家大部分時間均會在此進行資料收集及研究分析作業。

儀器實驗室主要放置各研究機構所帶來的大型測量儀器，也是儀器進行測試及檢校的場所，在正式實施儀器布放前，都會在這裡進行儀器校正及資料處理，以確保開始實驗時的資料品質良好。

甲板作業區則是將儀器放入水中的區域，也是船上最危險的作業區域，一切作業均需依照安全作業流程進行，所有號令均需聽從技術長命令，特別是圖七操作 A 架(A Frame)及圖八操作吊臂時更要特別注意，船上許多畫有黑黃警示標示的區域就是其作業半徑，任何物品及人員均不可跨足於上，避免造成機械故障或人員損傷。下列將詳列本次研究中所使用的科學儀器及裝備：

(1)拖曳式溫鹽儀(UCTD, Underway CTD)



圖九、UCTD 資料下載處理

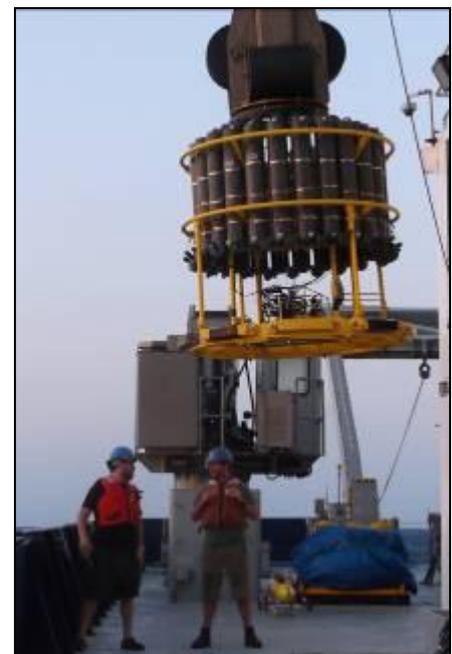


圖十、UCTD 在後甲板施放狀況

UCTD 係由美國伍茲霍爾海洋研究院(WHOI, Wood Hole Oceanography Institution)所帶來的儀器，可進行直接於航行期間便可拖放於船後的 CTD，可快速獲取航線上的上層海水鹽溫深資料。其施測頻率為每小時實施乙次觀測，每次耗時約 20 分鐘，連續實施 12 個小時，在第一及第三航次均有使用到。

(2)船載溫鹽深度儀 (Ship CTD)

Roger Revelle 號上有架設深水用的溫鹽深度儀的專用吊臂，該吊臂可下沉 CTD 至約略 4000 公尺左右的深度，其輪盤式架上所掛載的是數個採水瓶，在其輪盤的底下則掛載可深潛的 CTD 儀器，可提供高精度垂直剖面的溫鹽分布狀況。使用時機在於評估佈放錨碇儀器或進行其他科學研究前，可先透過該儀器收集資料作評估及校驗。另一個使用時機是，在回收長時間佈設於海洋上的儀器時，可於其週遭實施乙次溫鹽剖面觀測，以進行資料比對。

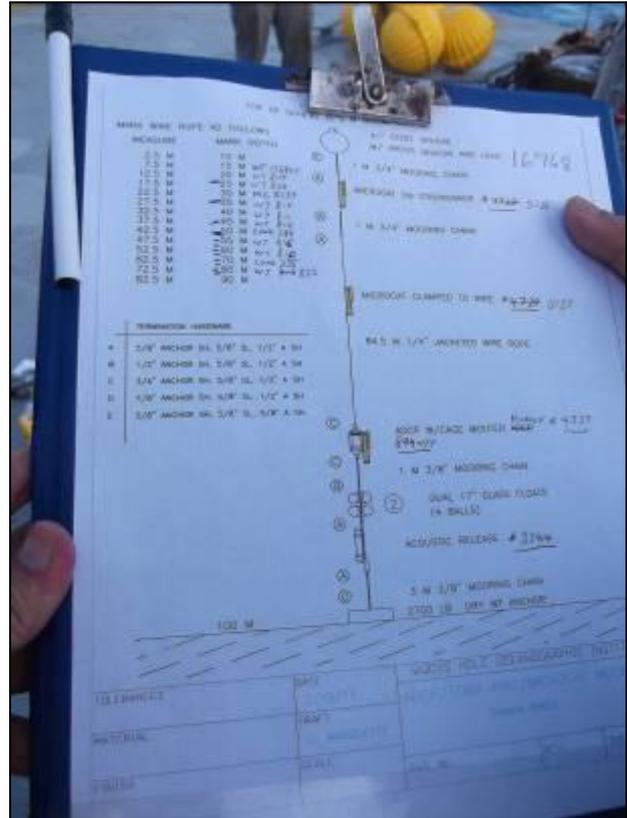


圖十一、Ship CTD 準備下沉至海底

(3) 施放錨碇儀器串 (Mooring)



圖十二、Mooring 串吊掛作業



圖十三、Mooring 串各項裝備清點及確認

後甲板以施放大型及較深的儀器為主，如圖十二大型浮球，其後掛載著許多海洋觀測儀器，如驗流儀、鹽溫計等，各項儀器均依照計畫(如右圖十三)掛載儀器並施放於水中，各儀器都有其距離設定及作用，以避免儀器之間互相干擾資料收集，在其最下端掛有一重物(火車輪)，重物上方有一釋放器，當回收儀器時，會透過無線電發報方式命令其與下方重物斷開，使整串儀器得以漂浮於海面上，並將其回收至後甲板上。該組儀器係由美國伍茲霍爾海洋研究院負責規劃及施放，主要在研究臺灣附近大陸礁層處受黑潮分支流的海水變化觀測。

(4)水下滑翔機(Glider)

該裝備主要裝載 microRider-1000 的探測器，運作方式以使用鹼性的電磁、數位化雙翼航行及裝載在 Seabird CTD 探測器上的 Freewave and Iridium 通訊模組。底部模組主要負責平衡浮力及提供兩速度剪力的探針，分別為 2 支 FP07 溫度計及 SBE7 微導電探測針。前端可直接看見裸露在外的探測器，含有三支加速度計及壓力探測針。



圖十四、Glider 水下滑翔機



圖十五、駕駛小艇實施佈放作業

(5)垂直剖面儀(VMP, Vertical Measurement Profiler)

VMP 剖面儀係屬於自由落體的裝置，可搭載 Seabird CTD 的感測器，因此能夠更準確的量測紊流的細微變化，這些細微變化感測器包含有 FP07 快速反應的溫度計及 SPM-38 的剪力探針。VMP-200 及 VMP-500 為相似的儀器，差異在於其對應適合的深度不同，VMP-200 用途在於海表面至水下 200 公尺的觀測，VMP-500 則可深至 500 公尺的觀測。



圖十六、VMP 夜間施放作業

(6) 豆莢式剖流儀 (χ -pod)

希臘字 χ 唸作 chi，pod 有豆莢的意思，表示其外觀像是豆莢一般。該儀器係由奧瑞岡州立大學 (OSU, Oregon State University) 獨立研發。主要目的在於研究非線性化因子及紊流生成因素，並藉由研究此兩項以了解其如何影響呂宋海峽間內波的生成及傳播現象。



圖十七、 χ -pod 準備施放前的樣子

(7) 快速自計式溫鹽儀 (FCTD, Fast CTD)



圖十八、FCTD 施放情形

快速自計式溫鹽儀能快速收集 1000m 深度得溫度、鹽度，並以每 5 分鐘紀錄一次，紀錄於儀器內。在本計畫中用於第二航次，可直接拖吊於船尾，快速上升及下降方式，收集溫鹽深資料。

(8) 船載都普勒剖流儀 (Hydrographic Doppler Sonar)

Roger Revelle 號底下有裝設一高解析度都普勒剖流儀，可即時觀測 1000m 深度，每 15 公尺一層的剖面海流資料。搭配船載 CTD 可使其觀測資料更為齊全。該項資料每 15 分鐘會在船上內部網路更新展示，對研究人員評估研究區域來說相當便利有用。

(9) 水平電流-壓力轉換聲納(HPIES)

可提供每日海底至海表面的剖面溫鹽資料，精確的水體變化量，以及高精確的平行向的海流資料。HPIES 的感測器可偵測水平向海流通過兩管的電磁場變化，垂直向則透過聲響從海底發出至海面的時間來推算水體高度上的變化，並同時記錄海底底部壓力。

該項儀器係於 2012 年施放於菲律賓海域附近，進行長達一年的海底資料收集，科學家在搜索該儀器時都相當擔心儀器失去消息，最後所有儀器均順利回收，並為本次研究計畫畫下完美句點。



圖十九、科學家先以聽音辨位找出大概位置



圖二十、技術人員回收 HPIES 狀況

(四) 資料收集成效

由於每個航次係由不同研究機構的科學家實施儀具佈放及量測作業，部分資料由於屬於該研究機構所有，未提供給所有科學家使用。一般可獲得的資料多數以 Roger Revelle 號在任務期間所觀測得海流、溫（鹽）度、水深等資料。該項資料均存放至船上伺服器，供各科學團隊運用及使用，每個航次資料共計約 25 GB 左右。

其資料項目計有：

- 1、船上氣候資料(MET)，大氣與海表面資料
- 2、各航次多波束測深資料(Multibeam Echo Sounder)，型號：EM122
- 3、底質剖面資料(Sub-bottom Profilers)，型號：Kundsen 3260

- 4、船載溫鹽深資料(Ship CTD)
- 5、船載高解析度都普勒剖流儀資料(Hydrographic Doppler Sonar)
- 6、拋棄式溫鹽計資料(XBT)
- 7、UCTD 資料
- 8、其他資料：GPS 資料、重力資料等

三、心得與建議

美國 Roger Revelle 號科學研究船每年均會抵達臺灣進行一系列西太平洋的水文觀測及研究，並與國際各大海洋學界均有其合作與研究，透過其研究路徑，可得知該船每年執行科學活動路徑大多以沿著洋流路線進行研究，在洋流沿岸的各國有著不同的文化，因此培養出船員對於各國不同民俗的包容性。

臺灣受到黑潮主流流經，在臺灣學者不斷努力下，極力爭取在國際海洋學界研究佔有一定的席位，因此在各國停泊港中，臺灣也成為選擇補給及休息站之一。而透過多年的研究及觀測後，該船也在臺灣種下了許多海洋學者的幼苗，藉由其多年大型觀測海洋研究的技術充實了大家對於海洋的重視與了解。

美國科研船 Roger Revelle 號每年均會靠泊臺灣進行一系列太平洋海域科學研究，由於每次科學研究作業特性不同，且觀測儀器亦不同，建議航行前可先向國科會申請完整研究計畫報告，並針對報告內容進行教育訓練，俾利使觀察人員於短時間內能夠適應環境，始有效控管該船科學研究活動。

很高興可以與世界頂尖科學家一同參與這些航次，也由於這些航次讓觀察人員更了解外國人在其專業領域上戰戰兢兢的態度，以最嚴謹的態度去完成最困難的任務，也是這些航次收穫最大的感動。

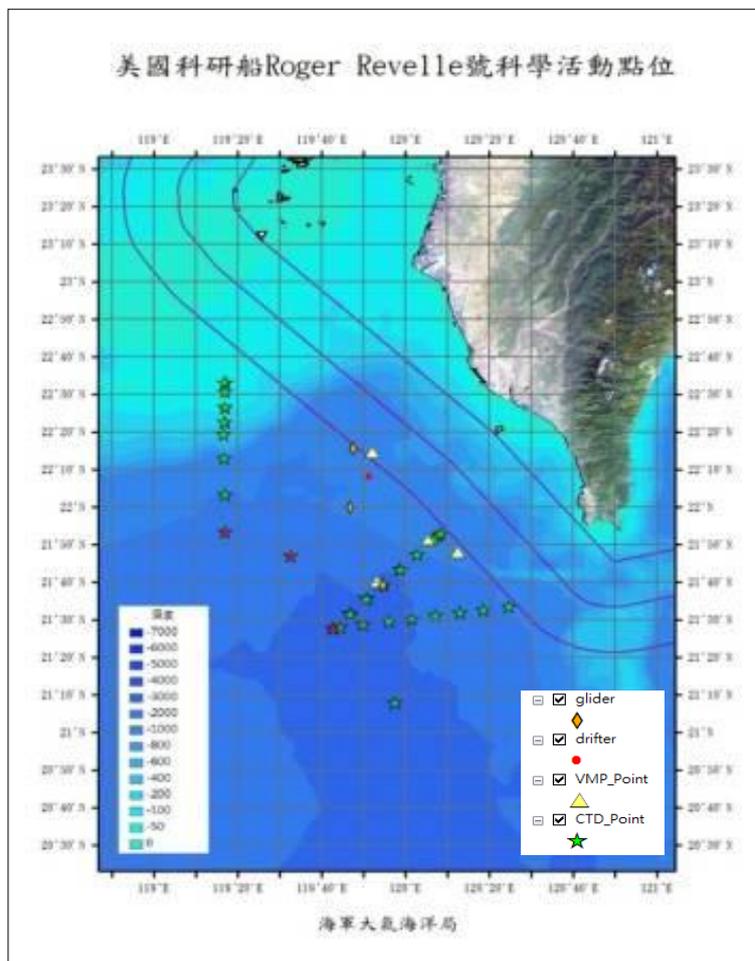


圖二十一、團體合照

肆、附錄

各航次研究區域及研究項目：

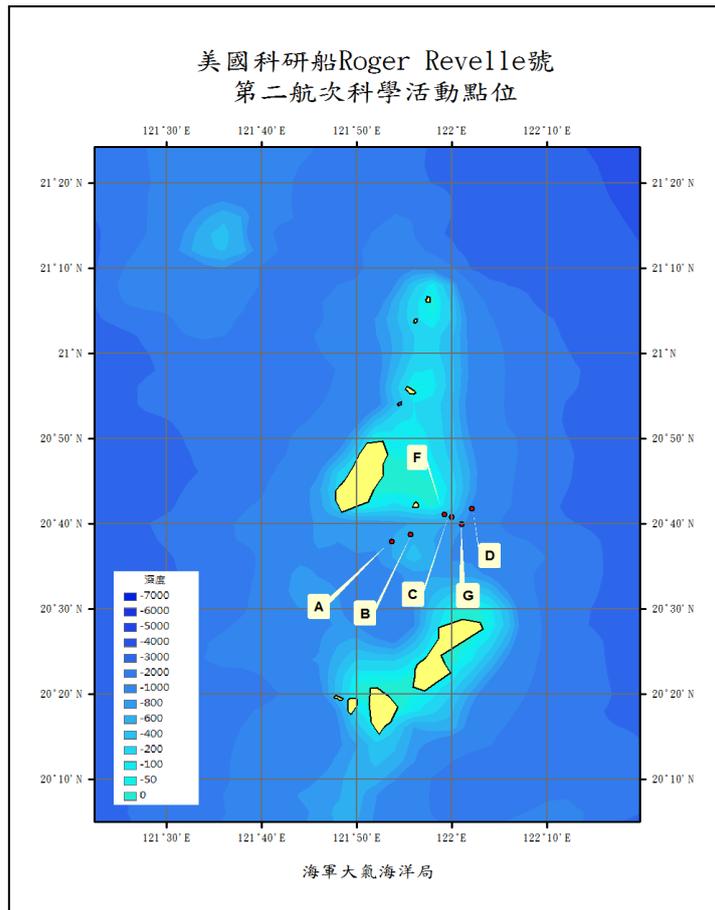
一、第一航次：臺灣海域附近大陸棚 CTD 及海流觀測



點名	緯度	經度	深度(公尺)
r1n	22° 31.934 N	119° 17.088 E	100
r1s	21° 53.253 N	119° 17.093 E	2500
r2n	22° 13.500 N	119° 49.153 E	1400
r2s	21° 46.911 N	119° 32.703 E	2700
r3n	21° 53.184 N	120° 09.078 E	1250
r3s	21° 27.646 N	119° 42.957 E	3050
r4n	21° 33.433 N	120° 24.642 E	1300
r4s	21° 07.642 N	119° 57.601 E	3330
m1	21° 36.934 N	119° 17.088 E	100
m2	22° 29.196 N	119° 17.316 E	300

表一、第一航次臺灣周遭海域各科學活動點位分佈表

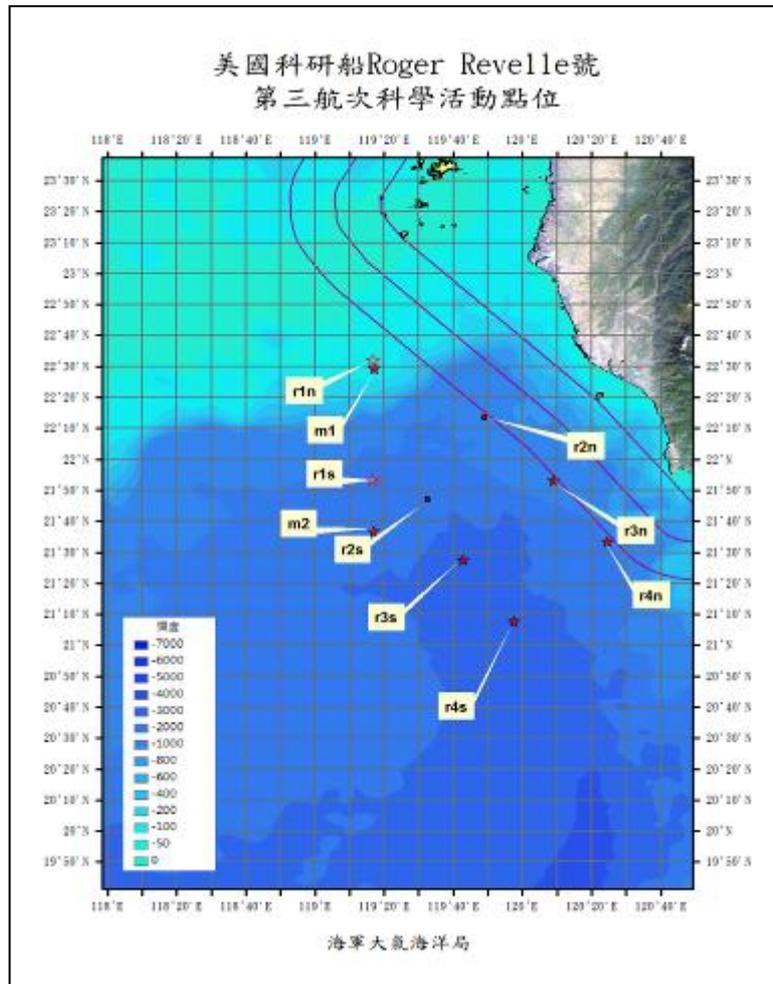
二、第二航次：



點名	緯度	經度
A	20° 37.8 N	121° 53.70 E
B	20° 38.7 N	121° 55.70 E
C	20° 40.7 N	121° 59.97 E
D	20° 41.7 N	122° 02.10 E
F	20° 41.0 N	121° 59.20 E
G	20° 39.9 N	122° 01.07 E

表二、第二航次臺灣周遭海域各科學活動點位分佈表

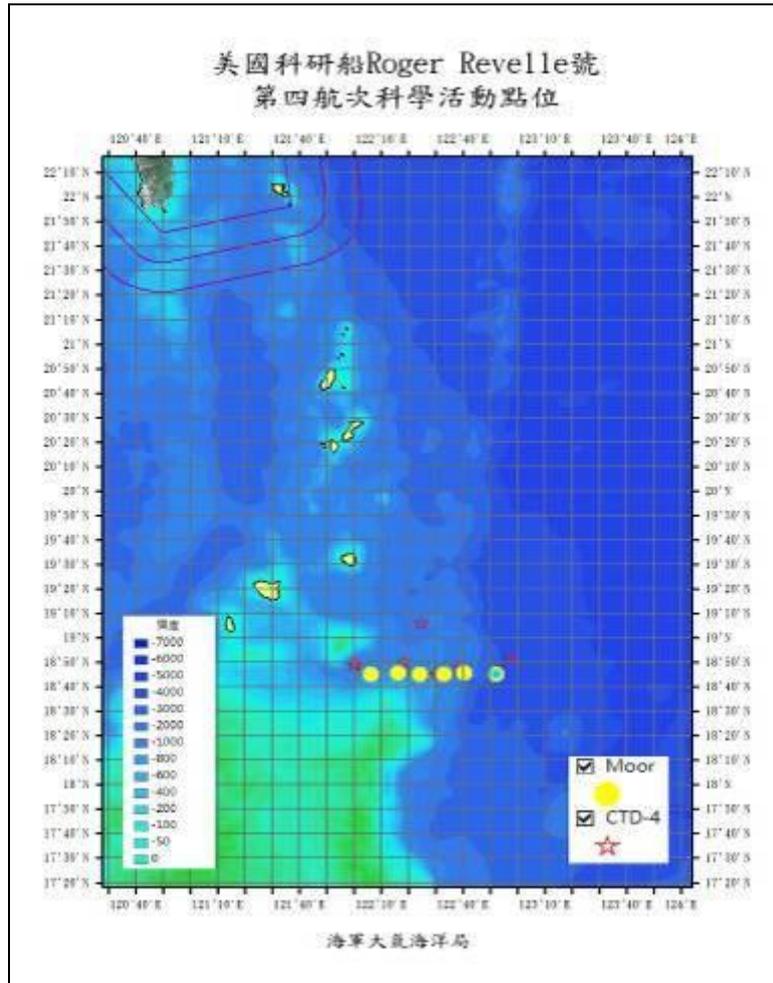
三、第三航次(該計畫點位同第一航次標註)：



點名	緯度	經度	深度(公尺)
r1n	22° 31.934 N	119° 17.088 E	100
r1s	21° 53.253 N	119° 17.093 E	2500
r2n	22° 13.500 N	119° 49.153 E	1400
r2s	21° 46.911 N	119° 32.703 E	2700
r3n	21° 53.184 N	120° 09.078 E	1250
r3s	21° 27.646 N	119° 42.957 E	3050
r4n	21° 33.433 N	120° 24.642 E	1300
r4s	21° 07.642 N	119° 57.601 E	3330
m1	21° 36.934 N	119° 17.088 E	100
m2	22° 29.196 N	119° 17.316 E	300

表三、第三航次臺灣周遭海域各科學活動點位分佈表

四、第四航次：回收 2012 年 HPIES 儀器及 Mooring 儀器串



點名	緯度	經度	深度(公尺)
H1	18° 49.268N.	122° 00.842E	1395
H2	18° 49.431N.	122° 18.869E.	1377
H3	18° 47.730N.	122° 38.982E	2019
H4	18° 51.045N.	122° 57.324E	4537
H5	19° 06.073N.	122° 25.093E	2116
M1	18° 45.139N.	122° 06.234E	925
M2	18° 45.652N.	122° 16.343E	--
M3	18° 45.155N.	122° 24.161E	1024
M4	18° 45.082N.	122° 33.141E	1797
M5	18° 45.573N.	122° 40.618E	2056
M6	18° 45.240N.	122° 52.298E	3995

表四、第四航次臺灣周遭海域各科學活動點位分佈表