

第二屆航向新時代
國立中山大學新海研3號海洋科學研究計畫競賽

研究計畫書



研究題目：探討西南濱海掩埋場的「塑膠微粒」對「環境變因及特定藻類」之關聯影響

申請學校：臺中市立臺中第一高級中等學校

研究學生：葉繼謙、張景堯、王以軒、謝崑衡、陳彥文、廖泳堡

指導老師：尤清麗

壹、摘要

臺灣西南部海域為臺灣主要人口集中住宅區之一的用水排放終點，許多家庭使用的廢水排放，最終都會流向大海，同時也是沿海工業區活動和垃圾掩埋場的影響地區。

本次的研究，選擇濱海的垃圾掩埋場的附近海域站點做樣本採集，並利用CTD採集各深度之海水，調查關於各站點深度之透光度、溫度、螢光值、溶氧量等環境變因，並且蒐集海水以及底泥樣本，進行顯微鏡下分析藻類以及塑膠微粒含量，期望透過此次調查，驗證其環境變因與環境指標性之藻類量關聯。

待出海作業完成後，將使用獲得的數據繪製各項圖表，分析圖表趨勢以歸納其特性，釐清塑膠微粒對海洋環境與浮游藻類群落之影響。

貳、研究動機

根據美國化學學會於2019年的Human Consumption of Microplastics報告中指出，塑膠微粒已透過影響水源，讓人們平均每年會攝入約4000個塑膠微粒。根據《報導者》所報導，環保署估計2019年全台一共消費了10億瓶的瓶裝水，加上其他飲料，則總共消耗了約50多億個寶特瓶，但以往每年只有不到一半的寶特瓶被成功回收。意味著每年至少數億支的寶特瓶進了掩埋場或流入自然環境。

塑膠雖然給生活帶來了無比的便利，卻也對生態造成巨大的浩劫。每一年，都有1200萬噸的塑膠垃圾被投入海中，對環境衝擊，而因為海底的潮流，大量塑膠被沖至海底低處，因為如此，人們發現的塑膠垃圾只占總數的3%。塑膠對海洋的影響不僅僅是會被生物誤食，極小的塑膠微粒 (<100 nm)，如：柔珠，甚至會產生廷德爾效應，對透光度造成影響，進而影響藻類生產力。而在食物鏈循環下，根據行政院環境保護署指出，製造塑膠時使用的單體及添加劑會干擾神經系統發展以及內分泌系統，且因其表面積高的特性，易吸附污染物或致病菌，危害十分大。

希望透過本研究的調查，能夠對臺灣附近的海域環境有所了解，包括人類活動造成的塑膠微粒汙染，以及其影響的結果，進一步探討我們的環境所面臨的浩劫。

※塑膠微粒定義：參考美國國家海洋暨大氣總署 (NOAA) 的定義：尺寸<5mm

參、研究目標

- 一、測量海水懸浮及海底沉積的塑膠微粒
- 二、檢測塑膠微粒與透光度的影響
- 三、結合實驗一、二，檢測塑膠微粒對海水中生產者之生產力的影響
- 四、測量海水的溶氧量，檢測被塑膠污染後是否適合生物棲息
- 五、因為溫度是重要變因，可能影響實驗，連帶檢測

再綜合以上觀點，得出塑膠微粒對於海洋生態將有多大的影響。

肆、研究方法

一、各項研究項目與使用器械概述

編號	研究項目	使用器械概述
(一)	底泥	沉積物採集器 (SHIPECK Grab Sampler)
(二)	海水	利用CTD採水瓶，採集各深度海水樣本 (表層水、10m、50m、100m、150m、200m、300m)
(三)	塑膠微粒	採用尼羅紅染劑染色，再用螢光顯微鏡觀察
(四)	透光度	利用透光度探針 (Chelsea Instruments Ltd.) 測量
(五)	葉綠素A濃度	利用表水螢光度計 (Chelsea Instruments Ltd. Aquatracka III) 測量葉綠素A的濃度
(六)	藻類數量	利用鏡檢法觀測
(七)	溶氧量	利用溶氧計 (SBE43)，採集海水，分析儀器數據
(八)	溫度	使用 CTD附掛SBE 03plus，分析海水溫度

二、各實驗操作詳細資料與流程

(一) 實驗一：塑膠微粒濃度檢測

步驟：

1. 海水：

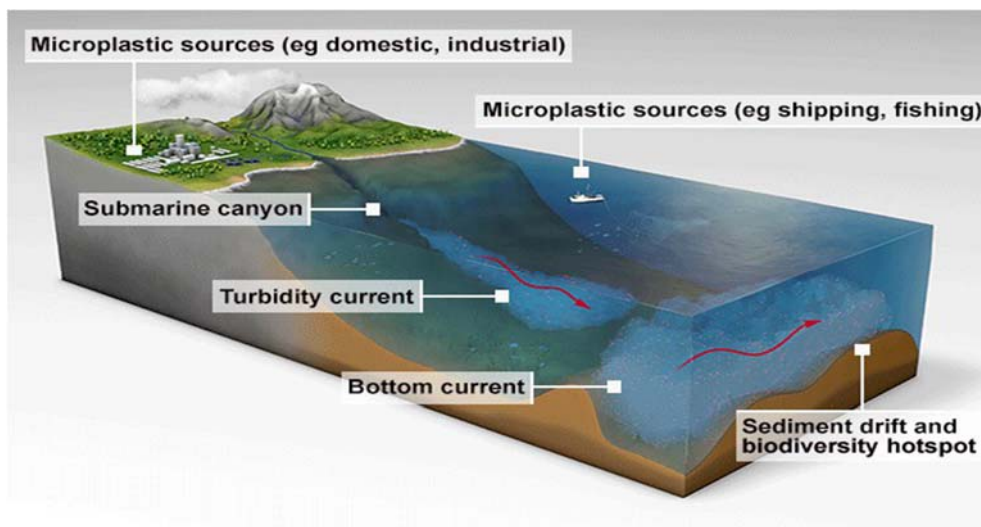
1. 採集各深度海水樣本（表層水、10m、50m、100m、150m、200m、300m）。
2. 取樣60mL利用 **尼羅紅染劑** 染色海水中 **塑膠微粒**。
3. 取樣10mL利用 **螢光顯微鏡** 觀測海水中 **塑膠微粒**，進行五次測量。

2. 底泥：

1. 利用 **沉積物採集器 (SHIPECK Grab Sampler)** 採集底泥（攜帶回實驗室）。
2. 取500g樣本。
3. 利用 **烘乾法** 去除其中水分。
4. 計算樣本烘乾後重量。
5. 取出其中中大型塑膠垃圾並計算重量。
6. 取剩餘樣本每100g加水100g以 **尼羅紅染劑** 染色。
7. 攪拌使液體混合隨機取10ml進行 **螢光顯微鏡** 觀測，並觀測 **塑膠微粒的含量**。

實驗目的：

初步了解各地受塑膠污染的嚴重度，除了採集海水外，也會採集海底的土壤，以觀測沉澱塑膠的多寡。另外，因為海底潮流的關係，塑膠會被沖積至低處（尤其是海底峽谷），因此，特地選擇了高屏峽谷和出海口取樣。



(圖一) 距離出海口遠近塑膠微粒圖;圖源:BBC news

預期結果：

沿岸熱鬧繁華，塑膠微粒多；離岸遠近、海水深度及地形與塑膠微粒的含量相關。

(二) 實驗二：塑膠微粒濃度對透光度的影響

步驟：

1. 利用CTD暨附掛探針外掛C-STAR檢測透光度。
2. 結合實驗一得出的各地塑膠濃度，分析透光數據以及垂直深度之塑膠微粒含量數據關聯。
3. 結合實驗一得出的各地塑膠濃度，分析透光數據以及同深度相異位置之塑膠微粒含量數據關聯。

實驗目的：

影響海水透光度的原因有很多，塑膠便是一個，微粒大小若在10微米至5毫米之間，可能會造成廷德爾效應，使透光度受到影響，塑膠微粒來源有許多，包括大的塑膠被分解，或是本身就是塑膠小顆粒，例如：柔珠（microbead），柔珠曾廣泛被運用在牙膏及保養品上，但因對身體有害，且容易在體內堆積，台灣已在2018年底禁止，本次實驗可以測試塑膠微粒及透光度的關係，以及海中塑膠微粒的含量。



(圖二) 極小的柔珠；圖源：網路資料

預期結果：

塑膠微粒濃度越高，透光度越差。

(三) 實驗三：海水葉綠素濃度與藻類數量的檢測

步驟：

1. 利用自記式溫鹽深儀外掛表水螢光度計測量海水樣本葉綠素A的濃度。
2. 用鏡檢方式檢測實驗一的各深度海水樣本中之矽藻、渦鞭毛藻數量。

實驗目的：

透光度受到了影響時，最直接的應該就是生產者的光合作用效率，因此葉綠素的多寡代表光合作用的效率。在海中氧氣的提供上，藻類可說是為不可或缺的角色，本次利用船上的儀器來測量不同環境藻類葉綠素A的濃度，並藉由數據來分析，看看塑膠微粒對水域生產力的影響。

預期結果：

透光度差，則藻類少，葉綠素濃度低。

(四) 實驗四：溶氧量檢測

步驟：

1. 使用CTD暨附探針外掛SBE43測不同地區、深度海水的溶氧量。
2. 觀察各個站點以及深度的溶氧量差異並分析藻類數量與其之關聯。

實驗目的：

氧氣，是異營生物生存的必要條件之一，如果生產者受影響，溶氧量也必定會有所改變，透過檢測溶氧量，應能得出當地是否是個對生物友善的環境，結合以上四個實驗，最後得出塑膠垃圾對台灣西南沿海的生態衝擊，並思考如何防治。

預測結果：

塑膠微粒越多，溶氧量越低。

※ 塑膠微粒多→藻類生產力下降→氧氣產生量減少→溶氧量低→生物不利生存

(五) 實驗五：溫度檢測

步驟：

1. 使用CTD暨附探針外掛SBE 03plus測不同地區、深度海水的溫度。
2. 觀察各個站點以及深度的溫度差異並分析藻類數量與其之關聯。

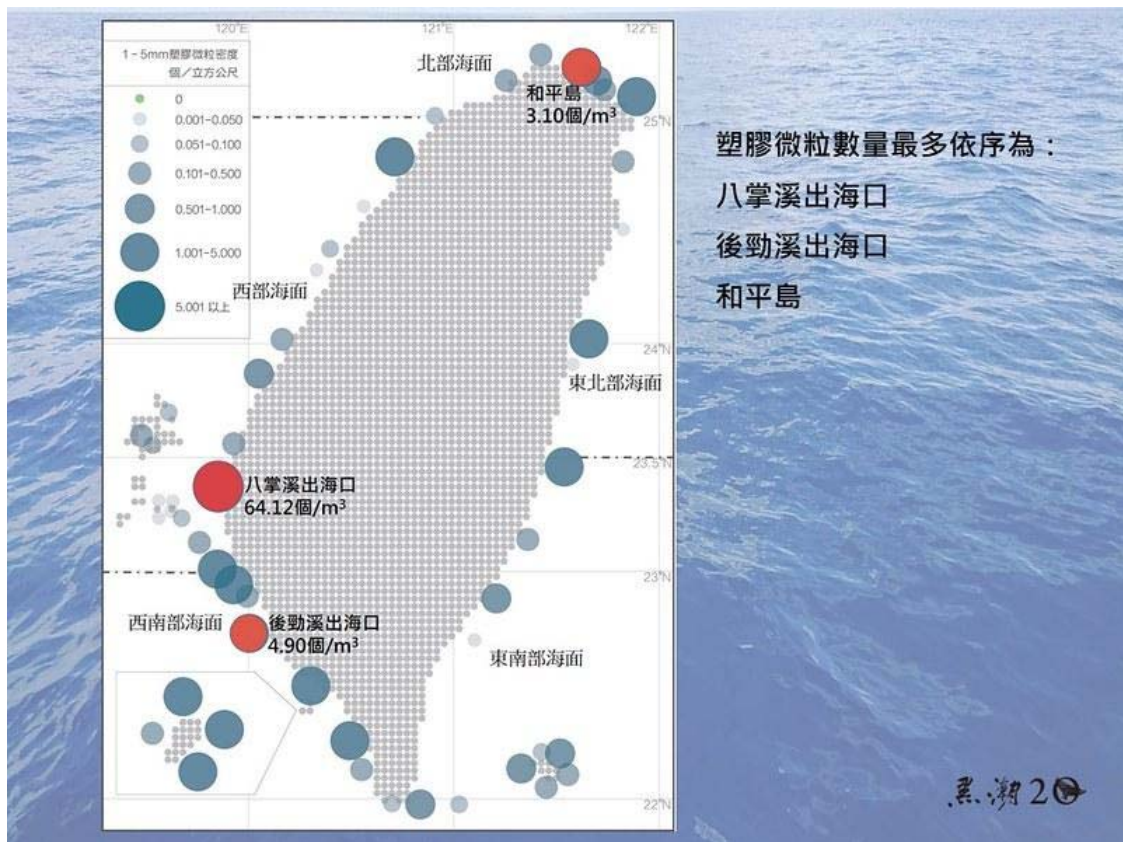
實驗目的：

溫度對於藻類之生長有很大的影響，為全實驗之一重要環境變因，為了避免忽略此一因素，故列入測量項目。

預測結果：

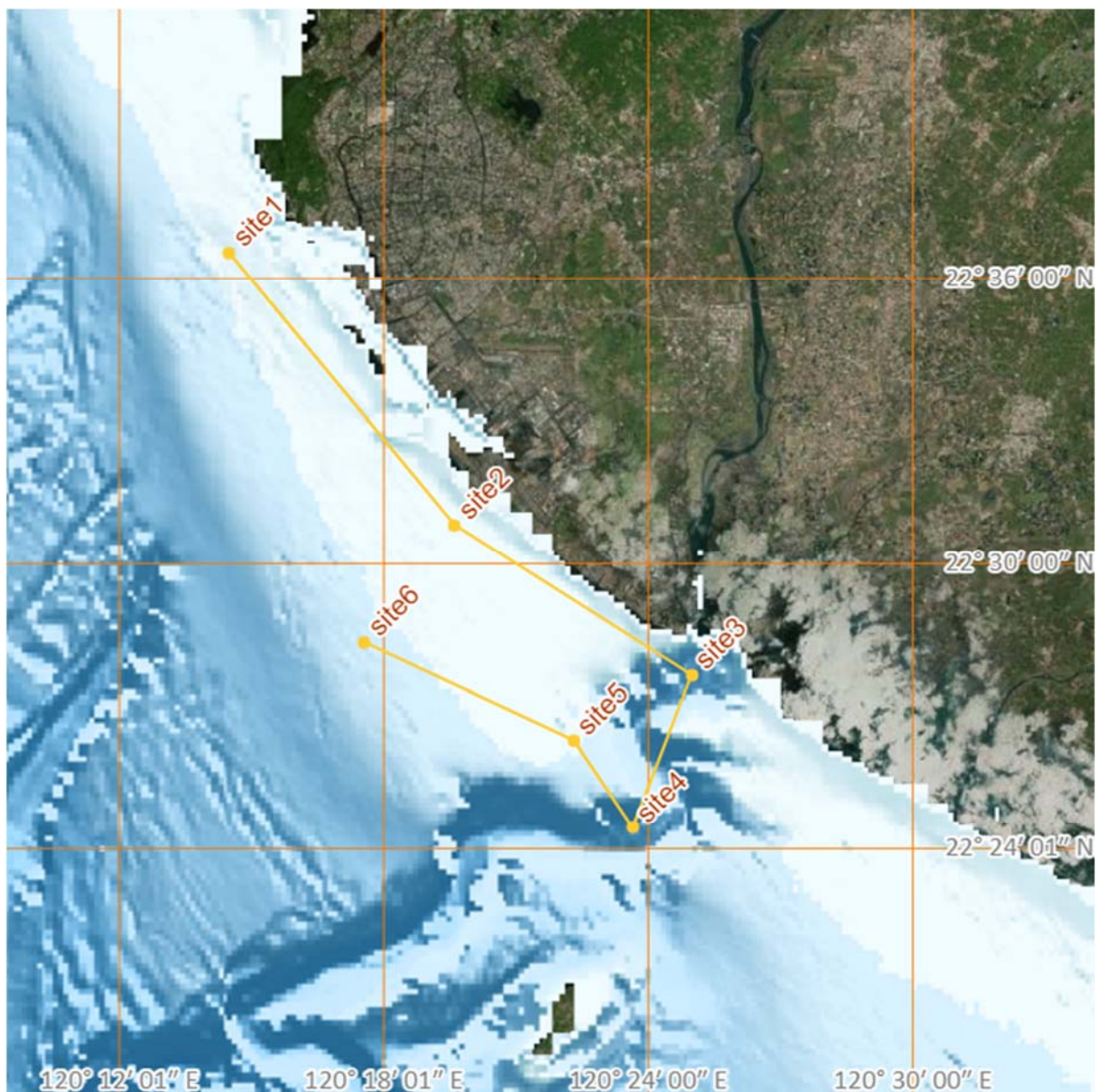
根據前人研究資料，矽藻適宜生長之溫度約為26~28攝氏度之間，因此我們猜測在非此一溫度區間之處矽藻會明顯減少。而由於渦鞭毛藻適合生長在16~28度之間，適應性較大，因此推測影響較小。

伍、申請作業海域地圖



(圖三) 台灣海域塑膠微粒分佈；圖源：黑潮海洋基金會

根據黑潮基金會在2018年做的調查（共51處檢測點），高雄市後勁溪塑膠微粒含量為全台第二高，平均每立方公尺有4.9顆塑膠微粒，換算下來，約等於一座游泳池內有一萬顆左右，但報告中僅選擇以出海口、漁業、觀光密集（如圖四中的Site1）的海域為測點（然而在塑膠垃圾中又以硬塑膠占比為最高，顯示出與塑膠微粒含量與人類活動相關），報告中雖然有提到些塑膠微粒的來源或許是與濱海的垃圾掩埋場有關，許多新聞報導也拍到一些廢棄掩埋場因為年久失修，造成破洞，大量垃圾流入沿海，但此次調查卻沒有進行詳細的比對。因此，本研究欲以濱海垃圾掩埋場附近之海域（圖四中的Site2）、河口之海域（圖四中的Site3），與一般海域之塑膠微粒含量進行比對。



(圖四) 出海站點規劃圖

陸、規劃中的研究站位經緯度

為了解不同地點之塑膠微粒含量差異，航線規劃需求：site1、site2、site3、site4距海岸1至3公里為佳；site6距岸15公里以上為佳，分別在site1旗津西子灣（觀光地區），site2為大林蒲垃圾衛生掩埋場附近，site6在返航時繞至離岸較遠處。

※備註：site3、site4擇一即可，只是為了進行更詳細的對比。

採集點	測站經緯度位置
site1	(22°36' 32.8" N 120°14' 29.4" E)
site2	(22°30' 49.3" N 120°19' 36.5" E)
site3	(22°27' 40.0" N 120°24' 58.7" E)
Site4	(22°24' 26.6" N 120°23' 38.8" E)
Site5	(22°26' 17.5" N 120°22' 18.5" E)
Site6	(22°29' 47.4" N 120°09' 38.2" E)

柒、出海作業項目及作業時間

測站	距離前站距離 (Nm)	船速 (節)	航時 (hr)	作業時間 (hr)	作業項目
高雄港	--	--	--	--	CTD採水瓶、SHIPECK Grab Sampler、透光度探針 (Chelsea Instruments Ltd.) 溶氧計 (SBE43)、CTD附掛SBE 03plus、表水螢光度計 (Chelsea Instruments Ltd. Aqua 同上)
site1	1.310395	8	0.2	0.5	
site2	7.428102	10.6	0.7	0.5	
site3	5.884335	9.8	0.6	0.5	
site4	3.45155	11.5	0.3	0.5	
site5	2.22521	11.1	0.2	0.5	
site6	12.22971	10.2	1.2	0.5	
高雄港	8.866446	8	1.1	--	
總距離：41.4Nm； 全程時間約：7.3小時					

起點	終點	觀察目的
高雄港	site1	近觀光地區 (旗津、西子灣)
site 1	site 2	近濱海垃圾掩埋場
site 2	site 3	近出海口
site3	site4	對比距出海口遠近之 (塑膠微粒含量) 差異

site4	site5	對比海底峽谷底部與海底較淺處底泥（塑膠微粒含量）差異
site5	site6	對比離岸遠近之（塑膠微粒）差異

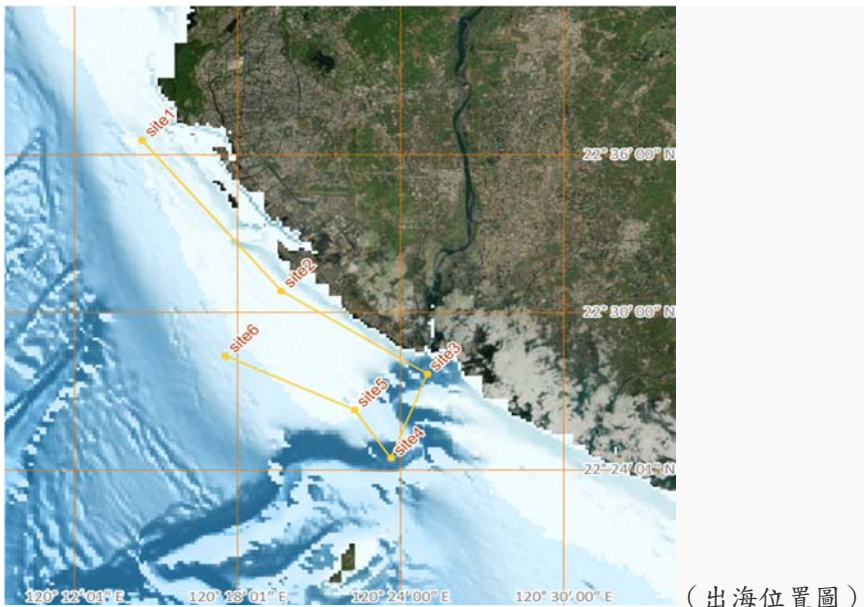
捌、出海作業申請單

國立中山大學「新海研3號」出海作業申請單（附件）

預定探測航程作業大綱及航線規劃（包含各測站的預定抵達時間、探測作業內容、作業所需時數以及離開測站時間等，請詳述於本頁或是另頁書寫。）

測站	距離前站距離 (Nm)	船速 (節)	航時 (hr)	作業時間 (hr)	作業項目
高雄港	--	--	--	--	CTD採水瓶、SHIPECK Grab Sampler、透光度探針 (Chelsea Instruments Ltd.) 溶氧計 (SBE43)、CTD附掛SBE 03plus、表水螢光度計 (Chelsea Instruments Ltd. Aqua 同上)
site1	1.310395	8	0.2	0.5	
site2	7.428102	10.6	0.7	0.5	
site3	5.884335	9.8	0.6	0.5	
site4	3.45155	11.5	0.3	0.5	
site5	2.22521	11.1	0.2	0.5	
site6	12.22971	10.2	1.2	0.5	
高雄港	8.866446	8	1.1	--	
總距離：41.4Nm； 全程時間約：7.3小時					

測站位置（含站位經、緯度及圖）：可另頁繕寫



採集點	測站經緯度位置
site1	(22°36' 32.8" N 120°14' 29.4" E)
site2	(22°30' 49.3" N 120°19' 36.5" E)
site3	(22°27' 40.0" N 120°24' 58.7" E)
Site4	(22°24' 26.6" N 120°23' 38.8" E)
Site5	(22°26' 17.5" N 120°22' 18.5" E)
Site6	(22°29' 47.4" N 120°09' 38.2" E)

本航次需隨船作業之大型探測裝備器材清單 (是 否 安排吊掛作業) :

- ✓ 1. 溫鹽深儀系統 (SBE 911 plus CTD)
- ✓ 2. 10 公升 Niskin 採水瓶
- ✓ 3. Shipek 採泥器

國立中山大學 新海研 3 號隨船儀器設備申請 表

申請單位	台中一中	申請人	陳彥文
電話/分機	0965666480	電子郵件	10910282@std.tcfsh.tc.edu.tw
計畫名稱	第二屆航向新時代—國立中山大學新海研3號海洋科學研究計畫競賽		
計畫類型	<input type="checkbox"/> 科技部計畫 <input checked="" type="checkbox"/> 學生實習 <input type="checkbox"/> 建教委託 <input type="checkbox"/> 其它		
作業性質	<input type="checkbox"/> 海洋物理 <input type="checkbox"/> 海洋化學 <input checked="" type="checkbox"/> 海洋生物 <input type="checkbox"/> 海洋地球化學 <input type="checkbox"/> 其它		
預計作業期間	年 月 日 時 離 高雄 港		
	年 月 日 時 靠 高雄 港		共計： 1日
隨 船 作 業 標 準 設 備			
<input checked="" type="checkbox"/> 溫鹽深儀系統 (SBE 911 plus CTD) <input checked="" type="checkbox"/> 船載式都卜勒流剖儀 (RDI ADCP 75KHz) <input checked="" type="checkbox"/> 水下定位系統 (HiPAP 502) <input checked="" type="checkbox"/> 單音束深海探深儀 (EA640, 12/38/200 kHz) <input checked="" type="checkbox"/> 多音束聲納探深系統 (EM712) <input checked="" type="checkbox"/> 底質剖面儀 (Edgetech 3300) <input checked="" type="checkbox"/> 氣象儀 (氣溫、風向、風速) <input checked="" type="checkbox"/> 船體運動感測器 (Seapath 380/MRU-5, GPS/GLONASS)		<input checked="" type="checkbox"/> 大型輪盤式採水器 <input checked="" type="checkbox"/> 10 公升 Niskin 採水瓶 <input checked="" type="checkbox"/> Milli-Q 純水機 <input checked="" type="checkbox"/> 二氧化碳分壓分析儀 (AS-P2) <input checked="" type="checkbox"/> 表面光度計 (Biospherical SPAR) <input checked="" type="checkbox"/> SCTD 表水溫鹽儀 (SBE 21) <input checked="" type="checkbox"/> 表水透光度計 (C-star) <input checked="" type="checkbox"/> 表水螢光度計 (WETstar)	
需申請或核准設備		特 殊 設 備	
<input type="checkbox"/> Smith 沉積物採樣器 <input checked="" type="checkbox"/> Shipek 採泥器 <input type="checkbox"/> LISST Holo (需自備電池) <input type="checkbox"/> LISST-100X 粒徑分析儀 (需自備電池) <input type="checkbox"/> LISST-200X 粒徑分析儀 (需自備電池) <input type="checkbox"/> 12 公升 Go-Flo 採水瓶 _____ 支 (上限 24 支) <input type="checkbox"/> OBS 濁度計 <input type="checkbox"/> 30cm 多管岩心採樣器 (Multi-Corer) ____ 支 <input type="checkbox"/> 重力岩心採樣器 (Gravity-Corer) ____ 支 (2m) <input checked="" type="checkbox"/> 自記式溫鹽探針 (含螢光探針)		<input type="checkbox"/> 自記式紊流量測模組 <input type="checkbox"/> VMP-250 紊流剖面儀 <input type="checkbox"/> McLane Pump (需自備電池) WTS-LV <input type="checkbox"/> 60 cm 多管岩心採樣器 MC600 <input type="checkbox"/> 下放式都卜勒海流儀 (LADCP) <input type="checkbox"/> 步進式馬達暨沉積物溶氧探針組 (Microsensor Monometer) *以上設備需事先安排貴儀技術人員隨船，並負擔相關運費	

備註：

1. 申請儀器或人員支援請於出海日前 14 天提出，以利貴儀人員調度及測試
2. 新海研 3 號儀器設備保險範圍不包含儀器以無繫纜的方式佈放，申請人須負全責
3. 重力岩心採樣器 Liner 管，科技部計畫補助上限為 10 支；非科技部計畫則需自付

計畫主持人簽章

貴儀技術員簽章

貴儀主持人簽章

玖、預期成果及展望

本實驗希望了解塑膠微粒對於海中生態的影響有多大。希望藉由此實驗，能夠證明塑膠微粒對於藻類生存和其他環境因子的影響重要性。實驗利用新海研三號的設備，調查高雄沿岸垃圾掩埋場、觀光區、高屏溪出海口等等。期望建構起沿岸設施對於海洋影響性的研究。

這一次的調查對於我們是個開始，在接下來，我們還能夠利用本次的數據以及採樣物，繼續進行後續的調查以及更加深入的研究，像是對於沿岸海底地形的污染物沉積量、藻華成因的定量實驗等等，都是我們在接下來能夠繼續進行研究的項目。海洋環境是影響我們生活的一個重要環節，若是食物鏈底層受到人為垃圾的影響，最終都會危害到人類本身。希望實驗結果能呼籲民眾少用塑膠製品、多注重環保，如此生物才能與自然和平共處。



(圖五) 希望可以順利錄取第二屆新海研3號競賽