

新海研 3 號第二屆研究計畫競賽計畫書

台灣西南海域地形
對不同深度之紊流強弱的影響

楊沛穎、謝昀庭、魏元萱

指導老師：林郁梅

109 年 3 月 13 日

摘要

在上學期的探究與實作課程中，我們透過網路了解紊流相關資料，包括其特性、形成原因，以及相關數值等。並製作小型實驗，利用水管與顏料，嘗試觀察層流、過渡流、紊流的現象。

而參與此次研究計畫競賽，可視為探究與實作課程的延續。我們計畫在台灣西南海域約 $120.17^{\circ}\text{N}\sim 120.19^{\circ}\text{N}$ ， $22.42^{\circ}\text{E}\sim 22.53^{\circ}\text{E}$ 的範圍內，實際利用多音束測深儀與 VMP-250，計算坡度和動能消散速率，分析九個測站之地形起伏對紊流強弱的影響。

目錄

一、研究目標	p. 4
二、研究方法	p. 4
2.1. 計畫制定	p. 4
2.2. 儀器操作	p. 5
2.3. 資料分析	p. 6
三、預期成果	p. 7
四、出海申請單	p. 7
※ 附件:探究與實作課程期末紊流實驗報告書	

一、研究目標

期望透過實際探測，探討台灣西南海域約 120.17°N~120.19°N，22.42°E~22.53°E 的範圍內九個定點之地形起伏大小在不同深度對紊流能量強弱造成的變化，並匯集、分析所得資料，製成有效圖表，以探討地形對紊流的影響。

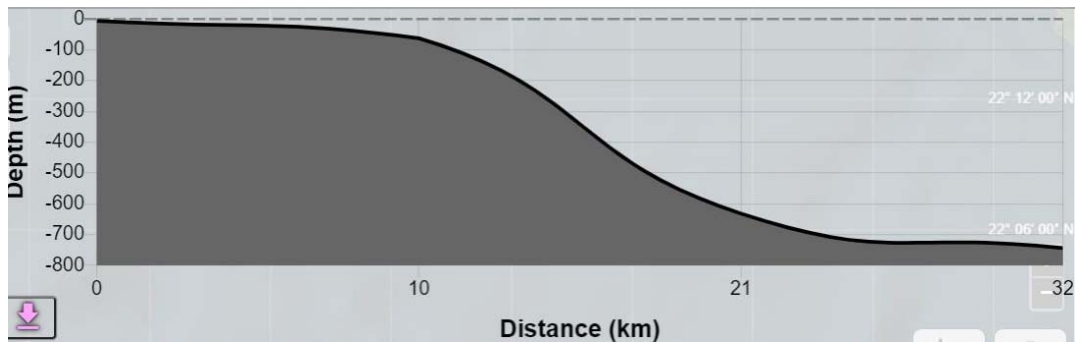
二、研究方法

2.1. 計畫制定

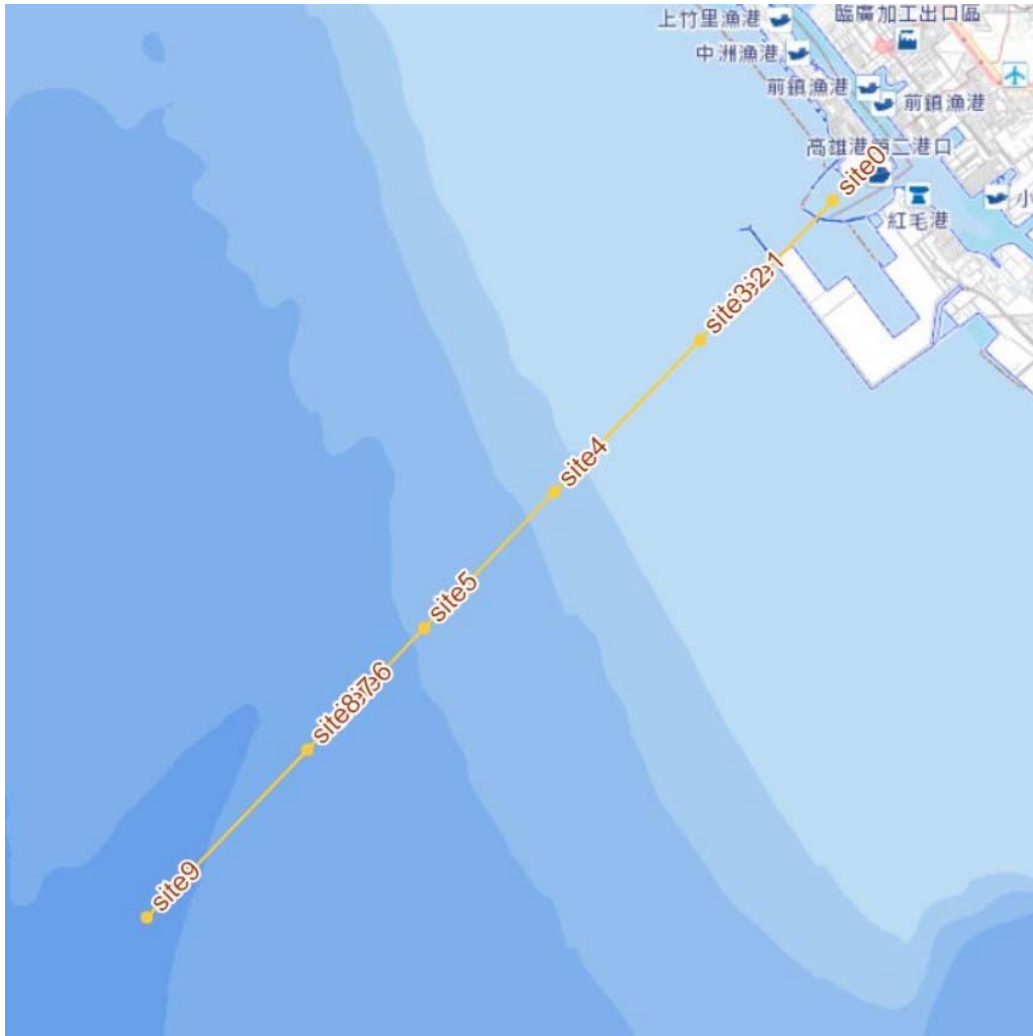
由於希望在最短時間內使測站間的深度變化最大，我們利用 ODB Hidy Viewer 找到一條深度下降較快的直線，在其經過路徑上決定測站。從此直線之深度剖面圖（圖一）可知，在距離港口約 23 公尺處開始，坡度漸緩。但綜合航行時間、儀器下放須時與地形變化以後，我們決定距港口約 11 公里，深度約 610 公尺處為終點測站（S9）（圖二）。起點測站（S1）的決定則是參考論文〈斜坡上底邊界層的對流溫降與湧升機制——以澎湖水道為例〉的探測成果，設定在受風力攪動而混合均勻，動能消散率高的西南海域表層水範圍內。其餘測站大致在 S1 和 S9 之間呈等距分布。而安排 S1、S2、S3 和 S6、S7、S8 分別距離較近，一是希望能牢固我們「地形影響紊流強度」的推測並非只在某處偶然發生，二是防止萬一出現突發狀況，不會損失最平緩與最陡峭處的資料。

若因時間限制或其他情況，導致不能測量所有測站，我們希望最少要停留 S1 和 S7，可以的話再加上 S4，分別是最平緩、最陡峭，以及兩點的中間測站。測量 S1~S9 是理想情形，因此假如不能按照規劃航線航行，只要不是地形起伏過小的路線（如沿岸航行），這九個測站可以有一定彈性。

使用儀器的部分，因為我們最主要想探討的影響紊流強度的因素是地形，因此選擇了多音束測深儀，期望能夠獲得相較單音束測深儀更全面的地形資料。而由於 VMP-250 和自記式紊流儀相比，在相同深度所需作業時間較短，所測數據也更為精確，因此我們選用 VMP-250。



圖一：航線剖面圖



圖二：測站位置圖

2.2. 儀器操作

因為要觀察地形起伏對紊流強度造成的影響，我們希望能將 VMP-250 下放至接近海底處。為免儀器觸底造成損壞，計畫在距離底床 20 公尺處開始上收纜繩，15 公尺時開始全速上收。至於取樣頻率，我們將選用較高的 512Hz，以期能測取更精確的數據。

2.3. 資料分析

取得資料以後，我們會利用 VMP-250 測得的各項資料，計算動能消散速率，作為評估紊流強度的依據。而地形起伏的評估，我們將參考多音束測深儀的資料計算坡度。

三、預期成果

1. 在各測站的 0~20 公尺，以及離底略小於 40 公尺處，應會觀察到較強的紊流；中間部分的動能消散速率較接近海面 and 海底處的數值皆小。
2. 各測站近海床動能消散速率之大小比較，
 $S5 < S4 < S1 \doteq S2 \doteq S3 < S6 \doteq S7 \doteq S8 \doteq S9$

四、出海申請單



國立中山大學

「新海研 3 號研究船」出海作業申請單



科技部計畫 海上實習 建教委託計畫 其他

航次編號		申請單位	新海研 3 號	申請日期	110 年 03 月 13 日
計畫主持人	張詠斌	計畫名稱	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		
領隊	張詠斌	服務單位/職稱	海科系/副教授	電話 / 手機	
				林郁梅/0932308719	
電子郵件	ymlin@gapps. fg. tp. edu. tw				
科技部計畫人員：					
非科技部計畫人員：林郁梅、楊沛穎、謝昀庭、魏元萱					
學生：楊沛穎、謝昀庭、魏元萱					
探測海域：西南沿海 <input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否 超過臺灣 24 海浬					
探測航程預定作業概(需詳載於下頁所述內容)：					

探測作業時間：24 小時輪班 06:00-24:00 輪班每員固定 6 小時+2 小時彈性(探測主管排定)

自備探測儀器：無

預定作業期間	自	年	月	日	時	離高雄港	當(返航)日備晚餐	素食	
	至	年	月	日	時	靠高雄港			<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否
共計_____日									

註：探測海域若遇風力達 7 級、大浪(浪高達 3 公尺及以上)、左右搖擺合計達 45 度或特殊情況等情況之一者，現場由船長與探測主管討論決定作業與否。

海研三號探測人員：林五澄、廖允強、張義成

備註：

- 計畫主持人請在出海前 14 天提出申請並附上出海公文，逕送新海研 3 號船務中心。
- 委託計畫與其他使用合併進行時應明列分攤之工作天數。
- 當日往返航次，搭乘人數最多 34 人，過夜航次乘員最多 9 人。
- 研究人員於後甲板作業時依勞工安全規定應全程穿著安全帽、救生衣及包頭工作鞋，以維安全。
- 科技部計劃領隊需為助理教授(或比照)及研究船貴儀技術師等級以上身份者方可出海作業。
- 自 104.08.01 起本院各系所學生上船實習需填具「國立中山大學海科院辦理學生水域活動安全檢核表」並由系所主管核章後送海研三號船務室。
- 連絡資訊：船務室(07)5255007，Email：or3@mail.nsysu.edu.tw。新海研 3 號：0932747541。

計畫主持人	船務	研究船管委會總幹事
海上實習需加系所主管核章		

會相關單位：學務處生輔組

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。)

一、探測航程作業大綱:(以 8 節船速估計)

日期	到達時間	測站	工作項目	作業時數(分鐘)	備註
	09:00 自港口(S0)出發				
	09:12	S1	VMP250、多音束測深儀	1	VMP250 下放 10m
	09:13 自 S1 出發				
	09:14	S2	VMP250、多音束測深儀	1	VMP250 下放 10m
	09:15 自 S2 出發				
	09:16	S3	VMP250、多音束測深儀	1	VMP250 下放 25m
	09:17 自 S3 出發				
	09:35	S4	VMP250、多音束測深儀	3	VMP250 下放 60m
	09:38 自 S4 出發				
	09:56	S5	VMP250、多音束測深儀	6	VMP250 下放 145m
	10:02 自 S5 出發				
	10:14	S6	VMP250、多音束測深儀	13	VMP250 下放 345m
	10:27 自 S6 出發				
	10:28	S7	VMP250、多音束測深儀	13	VMP250 下放 345m
	10:41 自 S7 出發				
	10:42	S8	VMP250、多音束測深儀	13	VMP250 下放 345m
	10:55 自 S8 出發				
	11:13	S9	VMP250、多音束測深儀	23	VMP250 下放 610m

	11:36 自 S9 出發，返港
	12:54 抵達港口

*以 VMP250 下放速度 0.8m/s，上拉速度 1m/s 估計作業時數。

二、探測作業內容

1. VMP250

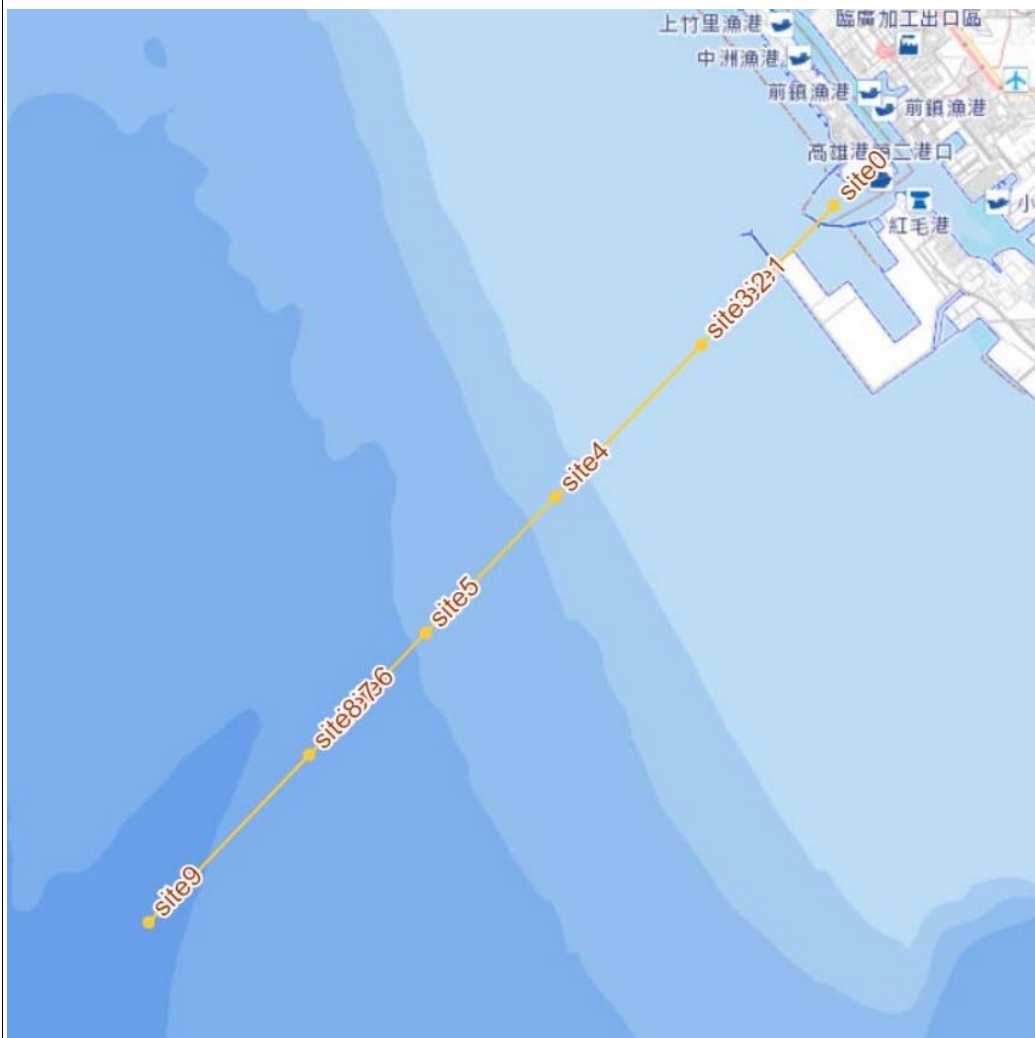
在每一測站皆紀錄下放過程至海底之數據資料，依當時流場可能以 1-2 節船速輔助下放。

2. 多音束測深儀

紀錄航行全程之地形樣貌。

三、測站位置圖

測站為 site1-site9，site0 為港口。



四、測站經緯度

測站位置 (含站位經、緯度及圖) : 可另頁繕寫

測站別	long	lat	depth(m)
S0(港口)	120.3049	22.5491	
S1	120.2851	22.53	10m
S2	120.2820	22.5270	10m
S3	120.2789	22.5240	25m
S4	120.2504	22.4965	60m
S5	120.2251	22.4720	145m
S6	120.2083	22.4559	345m
S7	120.2054	22.4530	345m
S8	120.2023	22.4500	345m
S9	120.1709	22.4197	610m

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. VMP-250 紊流剖面儀

國立中山大學 新海研 3 號隨船儀器設備申請表

申請單位	海科系	申請人	張詠斌
電話/分機	5161	電子郵件	yuanpin.chang@mail.nsysu.edu.tw
計畫名稱	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 type="checkbox"/> 學生實習 <input type="checkbox"/> 建教委託 <input checked="" type="checkbox"/> 其它		
作業性質	<input checked="" type="checkbox"/> 海洋物理 <input type="checkbox"/> 海洋化學 <input 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： 日		

隨 船 作 業 標 準 設 備

溫鹽深儀系統(SBE 911 plus CTD) 船載式都卜勒流剖儀 (RDI ADCP 75KHz) 水下定位系統 (HiPAP 502) 單音束深海探深儀 (EA640, 12/38/200 kHz) ✓ 多音束聲納探深系統 (EM712) 底質剖面儀 (Edgetech 3300) 氣象儀 (氣溫、風向、風速) 船體運動感測器 (Seapath 380/MRU-5, GPS/GLONASS)	大型輪盤式採水器 10 公升 Niskin 採水瓶 Milli-Q 純水機 二氧化碳分壓分析儀 (AS-P2) 表面光度計(Biospherical SPAR) SCTD 表水溫鹽儀 (SBE 21) 表水透光度計 (C-star) 表水螢光度計 (WETstar)
需 申 請 或 核 准 設 備	特 設 備
<input type="checkbox"/> Smith 沉積物採樣器 <input 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 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 checked="" 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

附錄：探究與實作課程期末紊流實驗報告書

109 年上學期探究與實作課程
微專題實驗報告書

紊流的特性與形成

二年誠班 24 楊沛穎
35 謝昀庭
37 魏元萱

109 年 12 月 29 日

目錄

1.	題	
	目.....	p. 17
2.	摘	
	要.....	p. 17
3.	紊流簡	
	介.....	p. 17
4.	研究發想與目	
	標.....	p. 18
5.	實驗	
	i. 動機.....	p. 19
	ii. 簡介.....	p. 19
	iii. 歷程.....	p. 20
	iv. 成果.....	p. 22
	v. 分析.....	p. 24
6.	心	
	得.....	p. 25
7.	資料來	
	源.....	p. 27

※ 附件：研究計畫書

題目

紊流的特性與形成

摘要

通過網路查詢紊流相關資料，包括其特性、形成原因，以及相關數值，如雷諾數。再經由模仿網路上看到的紊流實驗，實際觀察紊流的流況。

紊流簡介

紊流(turbulence)，也稱為亂流，是一種相對於層流的流體流動狀態。常見的例子如在飛機上所遇的亂流、船隻開過水面，在船身周圍形成的紊流、飛機引擎造成的紊流，以及因洋流流經而形成的紊流等。



(圖一)



(圖二)

(圖片來自維基百科)

紊流具有四大特性，分別是不規律、擴散、旋轉，以及耗散。不規律即紊流沒有固定的流動方式，無法清楚辨認紊流流線，且流場中有許多小漩渦；擴散是因紊流中持續的能量供給會加速流體的混和而產生，會提高質量、動量、能量傳遞速率；旋轉表示紊流旋轉的情況；耗散則是紊流動能在分子黏性作用下轉化為分子熱運動動能的能量形式的轉換現象。

紊流的產生受到以下幾項因素的影響：在運動黏性係數、流體流速，和流體密度愈大時，紊流愈容易形成；而在體積(如：水管管徑)愈小時，紊流愈不易形成。

$$= \frac{V}{\mu / \rho D}$$

V：平均流速(/)

D：管直徑()

μ ：流體動力黏度(. 或 . / ²)

ρ ：流體密度(/ ³)

雷諾數(Reynold number)，一種無因次參數，為慣性力與黏滯力的比值，是判斷流體流動形態的指標。

雷諾數較小時，黏滯力對流場的影響大於慣性力，流速的擾動會衰減，流體流動穩定，為層流；而雷諾數較大時，慣性力對流場的影響大於黏滯力，流體流動較不穩定，流速的微小變化容易增強，形成紊亂。

其中，流體動力黏度是運動黏度與黏性流體密度之乘積，亦即 $\mu = \rho \nu$ ， ν 是流體的運動黏度。

大氣紊流造成的亂流可能影響飛航安全，而海洋紊流會影響水團混和、海洋熱對流，和營養鹽的分布，若紊流靠近海底，也可能侵蝕海床，這些都可能進一步影響海洋生物的攝食與生長。也有研究表示，海洋生物大規模的運動也會產生紊流，並對海洋的物質分布造成一定影響。

研究發想與目標

之所以選定紊流作為研究主題，是因為在瀏覽新海研三號的儀器設備時，發現了「紊流」這個從未有耳聞的名詞，出於好奇，決定以它為中心，展開研究。為了將來參與新海研三號研究計畫競賽，我們決定通過網路資料的查詢、研讀，以及實際操作雷諾數試驗，觀察紊流，增加對紊流的了解，以利未來研究計畫的提出。

實驗：紊流的形成與流況

實驗動機

希望能夠藉由模擬海底地形與水流變化，觀察到水流在不同條件下流動樣態的不同。

實驗簡介

為了探討海底地形對紊流的形成與流動方式造成的影響，設計此實驗。透過水流大小與小石子多寡的變化，模擬不同海底地形上

的水流情形，並通過各項數值計算雷諾數，觀察及對比實際水流流況與理論水流流況之差異。

實驗器材

- 管徑 1cm 水管
- 管徑 1.5cm 水管
- 手機碼錶
- 量筒
- 溫度計
- 針筒
- 水彩顏料
- 白板筆補充液
- 慢動作相機
- 手電筒
- 小石子
- 可出水水桶
- 水

實驗歷程

第一階段

- 實驗日期：12/15
 - 實驗材料：
 - 1.5cm 水管、可出水水桶、白板筆補充液、量筒、水
- 實驗瓶頸與解決方式：
1. 未在市面上找到可出水水桶
解決方式：自製可出水水桶



(圖三) 自製可出水水桶

2. 若直接開洞，水壓將會導致管內水流直接噴出。

解決方式：考慮使用針筒注射顏料或加裝 L 型水管。

3. 水管無法與自製可出水水桶密合，且無其他方式可在使用水桶的同時讓水充滿水管

解決方式：改為水管直接連接水龍頭

- 結果：因水桶問題，沒有使用水桶進行原設想的實驗設計，進行第二階段實驗。

第二階段

- 實驗日期：12/20

- 實驗材料：

大水管、水龍頭、白板筆補充液、量筒、碼錶、水

- 實驗瓶頸與解決方式：

1. 大水管不易充滿水

解決方式：使用 1cm 水管

2. 白板筆補充液為油性，會將水管染色

解決方式：改用水性的水彩顏料

- 結果：開始實驗，但因上述問題，此次實驗並未成功。

第三階段

- 實驗日期：12/23

- 實驗材料：管徑 1cm 水管、手機碼錶、針筒、水彩顏料、慢動作相機、手電筒、水

● 實驗瓶頸與解決方式：

1. 小水管能充滿水，但不適合放置小石頭

(因時間因素，決定減少此變因)

2. 新顏料(水彩+水)不會沾染水管，卻相較於油性墨水不易觀察

解決方式：採用較深色的顏料，並讓顏料中存有小顆粒，使其更易觀察

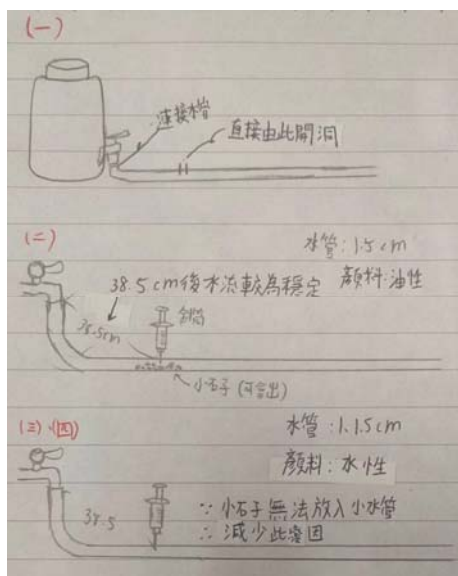
● 結果：經改良後初步試驗還算成功，但想更系統化地再做一次統合

第四階段

● 實驗日期：12/27

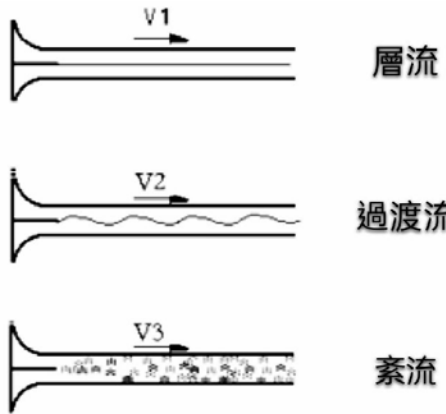
● 實驗材料：管徑 1cm 水管、管徑 1.5cm 水管、手機碼錶、針筒、水彩顏料、慢動作相機、手電筒、水

● 結果：比較大小水管，觀察水流大小對紊流形成的影響
⇒ 實驗成功!



(圖四)實驗設計圖

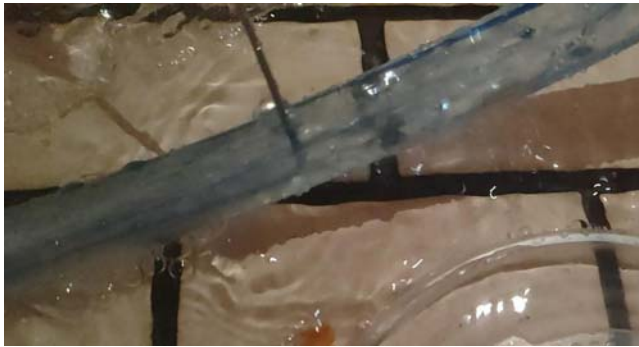
實驗成果



(圖五)示意圖

大水管

層流



(圖六)

過渡流



(圖七)

紊流 (水流由小到大)



(圖八)



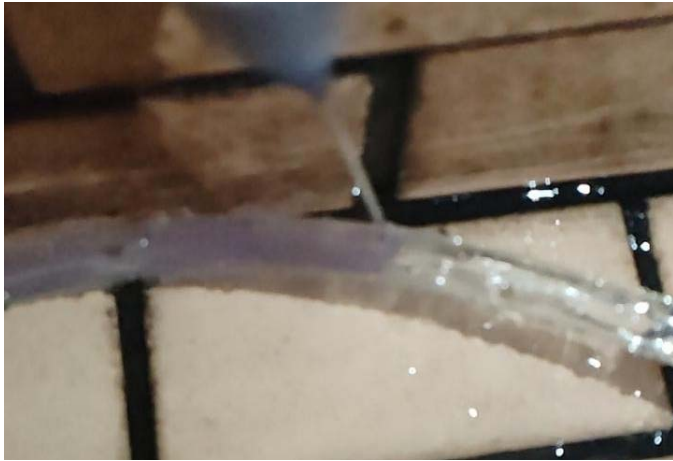
(圖九)



(圖十)

小水管

*因水流流速無法更小，所以只觀察到紊流



(圖十一)

實驗分析

實驗結果：

經過多次修正，如雷諾係數與流速成正比一般，我們所觀測的流體流速越大，紊流愈容易形成，實驗出實際水流流況與理論水流流況是一致的，實驗成功。

實驗可再改良處：

1. 應擬定更詳細的實驗計畫
2. 改善實驗紀錄時的光線、對焦及水管上有水流干擾觀察的問題
3. 對顏料注射量有更穩定的掌控
4. 用直徑更大的水管，以達成原預期石頭模擬海底地形的目標
5. 尋找流量夠大的水源以完成量化，及雷諾數的計算

心得

楊沛穎

我們此次實驗的主題是有關於紊流，紊流這個詞是我們在新海研3號眾多儀器的名字中，大概是我們最不明白的，我們為了清楚的了解它，查了許多的資料，然而紊流的資料不是很多，但相對的可以知道這個研究主題會在眾多組別中，會是個獨特的存在，所以我們就此明確了我們的目標。

在查資料的時候，我們同時查到了流速與紊流的實驗，感覺能作為期末的實驗，然而我們沒有此實驗的儀器，所以我們決定自製與它差不多的實驗器具。

此次實驗經過了多次修正，起初以為買了材料，將它拼拼湊湊就可以開始實驗了，然而，我們從開始買材料之後的三個星期才成功的開始，因為有許多事是我們一開始沒想到的，例如水流應該是要填滿水管、顏料該用油性還水性，這次實驗使我明白，做所有事情前應當要多加思考，而非照著自己所想的去做，因為有許多錯誤是沒有嘗試過之前不會想到的。

以及，團隊合作真的十分重要，我們這個實驗步驟是需要多人合作，無論是在準備材料器具、操作實驗上皆是如此，而且有很多解決方案都是我們再三討論後才想到的，而且我們還花了許多的課餘時間來完成此次實驗，若非我們能互相配合、抽出零碎的時間，真的無法成功，所以我很感謝我的同組成員們，之後還有需要長時間完成的新海研計劃，希望我們能成功完成。

謝昀庭

「紊流」這個實驗主題選定時，其實我是後來才知道的，我並未參與到選題的過程，因此當我聽到這個實驗主題時，我其實是充滿疑問的，以前從未聽過，感到非常陌生，開始查資料後真的一度超想放棄，能查到的資料少之又少，之前也並無很多人做過相關實驗，剛開始做實驗也總是受到很多阻礙，尤其天冷超不想碰水，後來逐漸看到紊流，才終於體驗到做實驗的樂趣，中間跨過種種阻礙，（水管問題、油性顏料、水量控制等等）進度總是落後，要花更多課堂外的時間去補，這次的實驗是我們初步想的太理想，並未做到充足的時間規劃與緩衝，經過這次的成果發表，對於紊流我有更深的認識，也改正了我對於自制實驗的想像，在未來的實驗中，我認為我們要做好更充足的事情準備，預留充足的時間，才不會讓自己到最後過於忙碌。

魏元萱

從當初聽到新海研三號的計畫，我就對它很感興趣，不僅是因為有可能獲得出航的資格，事前需要的訂立題目、資料蒐集、詳細計畫，也都讓我躍躍欲試，很希望能把握這樣一個難得的機會。這是我第一次進行科學相關的研究計畫，幾乎所有的過程對我來說都是新奇、陌生的。

紊流是一個我以前從沒聽過的詞彙，它相關的中文資料也不多，所以一開始了解紊流是比較困難的部分。隨著對紊流的所知增加，我們的計畫題目也不斷更動。比如，因為資訊不足，我們更改了原本計畫的，研究紊流對海洋生物造成的影響。

紊流實驗，是我們想得過於理想的部分。我們的計畫書上只給了它一周的時間，但實際上它的準備、實作佔了我們整個探究與實作大半的比例。買不到實驗器材、改變顏料滴入注入方式、替換顏料，種種沒有設想到的困境接二連三地發生，最後我們不得不改變我們的實驗目標。回想實驗過程，之後如果再做自製實驗，我一定會擬定更為詳細的實驗流程，以及提早準備器材。

整體研究過程有不少意外，但這樣一步步執行、調整計畫，確實讓我學到很多，相信以後能更好地制定與實踐計畫，也算是踏出了舒適圈一小步吧。期待寒假能再改良實驗，看到更清楚的紊流、計算雷諾數，然後擬定航線，真正開始新海研的計畫。

資料來源

紊流

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%B9%8D%E6%B5%81>

流體試驗實驗——雷諾數試驗

<http://dspace.lib.fcu.edu.tw/bitstream/2377/3790/1/D935690495101.pdf>

<https://cv.nctu.edu.tw/chinese/intro/equipment/fluid/f1/index.html>

新海研三號計畫競賽

<https://or3mic.nsysu.edu.tw/p/412-1304-20198.php?Lang=zh-tw>

<http://www.oc.ntu.edu.tw/?p=18641>

109 學年度第一學期探究與實作(A) 微專題研究計畫書

班級:二年 二成 班

組員座號與姓名: 24楊沖穎 35謝明庭 37魏元量

一、研究題目:

地形、流速與紊流

二、提案構想說明:

以實驗了解紊流的形成條件,以及計算雷諾數數值

三、所需器材(含數量與預計取得方式):

器材名稱	數量	預計取得方式	器材名稱	數量	預計取得方式
透明水管	2	購買	量筒	1	跟學校借用
可出水水桶	1	購買	水	X	學校自來水
墨水	1	購買	小石頭(模擬地形)數顆		自己帶
計時器	1	手機			
溫度計	1	跟學校借用			

四、預期學習目標檢核表(請打勾):

※二、三、四學群同學,研究過程必須包含「收集研究資料數據」此一目標

發現 問題	✓	觀察現象	論證 與建模	✓	分析資料和呈現數據
	✓	形成或訂定問題		✓	提出結論或解決方案
	✓	蒐集資料		✓	解釋和推理
	✓	提出可檢驗觀點			建立模型(心智圖)
規劃 與研究	✓	尋找變因或條件	表達 與分享	✓	表達與溝通
	✓	擬定研究計畫		✓	合作與討論
	✓	收集研究資料數據		✓	評價與省思

五、預期的實驗裝置或實驗流程步驟(以流程圖或文字說明):

五、預期的實驗裝置或實驗流程步驟(以流柱圖或文字說明):



設計構想:

參考網路上的雷諾數試驗，設計這樣的簡易裝置。預計用水閘控制不同水量大小，在水管中放入小石子，然後觀察墨汁的流動情形，並測量溫度、流量等資訊。計算雷諾數，對比理論與實際實驗結果。

六、進度評估

日期	進度	日期	進度
12月1日	討論研究主題	12月9日	寫新海研企劃書
12月8日	搜集資料、初擬計畫	1月5日	製作PPT
12月15日	實驗、整理數據	1月12日	成果發表
12月22日	寫新海研企劃書	月 日	

七、需求的支援協助:

※例如課堂以外時間借用實驗室進行實驗操作的需求。可提出申請，是否通過由教師們告知。

溫度計、量筒

八、此份文件的(多樣)用途

期末報告 學習歷程檔案 自主學習 校本課程 科學展覽 小論文

九、指導教師審核:

通過

附加條件通過，條件: _____

修正後再審，修正建議: _____

不通過

指導教師核章:

護理資優班
召集人 林郁梅
17/5