

# 【2020 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

## 高中（職）組 成果報告表單

題目名稱：這樣教「渦」就懂

### 一、摘要

大漩渦又名 Maelstrom，是指特大的海底漩渦，如薩爾特流大漩渦、老母豬漩渦、鳴門漩渦等，他們有著強大的破壞力。而在研究中能發現，海洋漩渦的形成受到月球引力、潮汐、地形、流速、溫度等因素影響。月球引力會引起潮汐的變化，形成潮位差，使海水流動造成渦流。而狹窄的地形再加上高速的水流，或是海底深度的不同造成更大的潮位差都能形成渦流。兩個溫度與流速不同的水流相遇後，互相吸引糾纏也會產生渦流現象。漩渦有壯觀的場景以及強大的破壞力，其結構最底部稱為渦核，渦核的半徑趨近於 0 ( $r=0$ )，是流速最快、半徑最小的地方。其中也包含了一些科學原理，像是流體力學等。除了探討各大渦流成因、影響強弱因素外，在此研究中也進一步探討在臺灣沿海的渦流，與各大渦流的成因以及出現地點有甚麼不同。除此之外，渦流也會影響船隻的航行，需要在航行時注意渦流的流向以避免被捲入。其中發現對於某些海洋中生存的魚類來說渦流是一個利於魚群移動現象，像是鱒魚會利用渦流作為移動前進的動力，以減少自身能量的消耗。渦流原理甚至可以製造出渦流管，作為體積小且操作簡單的冷卻器。經過科學的驗證文獻的探討後，漸漸的將神秘危險的漩渦摸清，就讓我們用科學的角度揭開神秘漩渦的面紗吧！

### 二、探究題目與動機

大漩渦不僅是大自然的作品也是文學神話中的題材，如《魔鬼漩渦》、《惡靈之眼》、《荷馬史詩》等諸多對未知漩渦產生恐懼的故事。大海中的恐怖漩渦底下藏著血盆大口的海怪，數千艘船沉於此地，這是古希臘對大海中漩渦的傳說。而是什麼力量使平靜的海水變成兇猛的野獸呢？是地形的關係？還是水的流動？亦或是真的有怪物在作亂呢？讓我們用科學的方法來看看這自然之作吧！

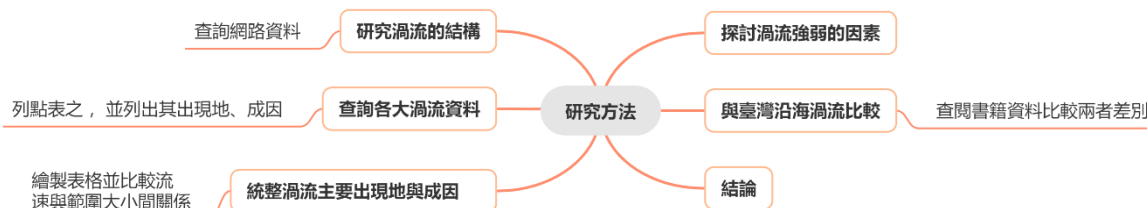
### 三、探究目的與假設

1. 渦流是否會因海水以相反方向流動而形成
2. 大渦流形成的條件是否為地形寬度狹小、海流速度快
3. 渦流直徑範圍與渦流的流速之間是否有相對關係

利用網路查詢資料，驗證以上三點假設

### 四、探究方法與驗證步驟

#### (1) 研究方法



## (2) 探討研究

### 1. 何謂渦流

渦流是由反向的水流活動而形成，是在海洋中的下沉氣流，也可稱為渦旋。在流體力學中指的是流體順著某個方向環繞直線或曲線軸的區域。而流體流速最快的地方為渦核，是位於渦流結構中半徑趨近於 0 的地方，且在整個結構中越靠近渦流軸心的區域，流速會越快，即速度會隨著與軸心距離的遠近成反比，越靠近軸心，速度越快。

### 2. 觀察渦流的出現地

由（圖一）可看出，三個渦流都出現在海峽或海灣地形，由此可以推測因海灣或海峽的地形寬度狹小，而造成海流速度快，容易形成較強的渦流。



（圖一）各大渦流分布

### 3. 各大渦流介紹

#### (1) 老母豬漩渦

地點:加拿大鹿島與美國穆斯島之間

介紹:是西半球最大的潮汐渦流，是由極端的潮差再加上異常的地形所形成，為世界範圍最大的漩渦，直徑達 76 公尺，但也因範圍太大所以流速僅每小時 27.6 公里，因為渦流形成時會發出類似於豬隻的叫聲，因此便有了「老母豬」的稱號，也是加拿大熱門的觀光勝地之一。



(圖二) 地理位置圖



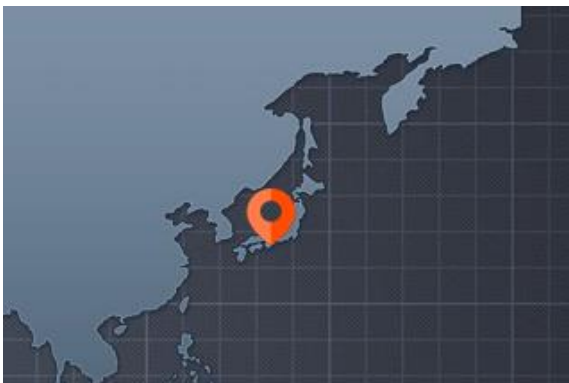
(圖三) 老母豬漩渦實景圖

(出於 google 地圖，由 Ketan Sai 提供)

## (2) 鳴門漩渦

地點: 日本德島縣鳴門市鳴門海峽

介紹: 發生在鳴門海峽上，因海峽兩側海底深度不同以及月球引力造成潮位時間差，最大可達 1.5 公尺，也因此通過海峽的流速達每小時 20 公里，漩渦由快速的潮流與周圍較慢的潮流形成，最大直徑可超過 20 公尺。鳴門漩渦可以搭乘觀光客船或從大鳴門橋觀看。



(圖四) 地理位置圖



(圖五) 鳴門漩渦實景圖

(出於 google 地圖，由 photovoltaic Huang 提供)

## (3) 薩爾特流大漩渦

地點: 挪威博德鎮東南約 10 公里處

介紹: 是世界上最大潮流之一，發生在挪威博德鎮，因為有大量海水被迫穿過長又狹窄的海峽而形成流速高達每小時 40 公里的漩渦，而直徑卻僅有 12 公尺，也因強大的潮流吸引了大量魚類，成為當地的特色菜。



(圖六) 地理位置圖



(圖七) 薩爾特流大漩渦實景圖

(由 cookelma 提供)

#### 4. 比較各渦流

	老母豬漩渦	鳴門漩渦	薩爾特流大漩渦
流速(公里/小時)	27.6	20	40
直徑範圍(公尺)	76	20	12
出現地地形	海峽	海峽	峽灣

(表一)

由上述三者僅可得知，漩渦的範圍越小，則轉速就越強。若探討更多樣本進行比較，可能會得到更多不一樣的影響因素。

#### 5. 各大渦流與臺灣沿海渦流比較

在臺灣彭佳嶼附近海域有一個渦流，被稱為「唐氏渦」，是黑潮受地形及逆時針漩渦作用形成湧升流，而形成「黑潮反流」，造成冷水湧升的渦流，也帶來豐富的漁產，綠島背流處有一尾渦流，也是由湧升流所形成。這兩者與各大渦流的差別在於形成原因以及出現地，台灣附近的渦流是由湧升流所形成，且皆出現在開放海域，而各大渦流由潮汐、地形所形成，而且出現在海峽地形。

### 五、結論與生活應用

#### 1. 渦流形成的原因

##### (1) 潮汐與地形

透過觀察海洋漩渦出現的地形，可得知此種大型漩渦 (Maelstrom) 通常出現於海峽或海灣，而潮汐漲退潮會影響水的流速，進而產生漩渦。也可能因海峽兩側漲潮時間不同造成潮位差，為了保持水位平衡，進而水的擾動產生了渦流，如位於日本鳴門海峽的鳴門漩渦。

##### (2) 溫度

由兩個溫度與流速不同的水流，一個水流是高溫且流速快的我們稱為「正能量」，另



一個為低溫且流速慢的稱為「負能量」，當兩能量相遇時會互相吸引糾纏產生螺旋狀合流，此合流就為最初的渦流。

在經過查詢網路資料後，我們能從一些相關的資訊中推敲出類似此假設的資訊，但並不完全相符，也就是能夠解釋這個假設的資料不齊全。雖能得知此資訊，但查詢到的資料不足以驗證。

## 2. 造成漩渦強弱的因素

### (1) 渦流的直徑範圍

將「老母豬漩渦」、「鳴門漩渦」與「薩爾特流大漩渦」做比較。老母豬漩渦有著直徑 76 公尺的大範圍，流速卻只有每小時 27.6 公里，鳴門漩渦範圍最大可超過 20 公尺，流速會達到每小時 20 公里，薩爾特流大漩渦雖然直徑只有 12 公尺，流速卻高達每小時 40 公里，僅可以得知漩渦的範圍越小轉速就越強。若探討更多樣本進行比較，可能會得到更多不一樣的影響因素。漩渦中存在一個半徑趨近於 0 的區域稱為「渦核」，而此處就是渦流速度最快的地方。

### (2) 月球引力

因月球引力引起潮汐，改變水的流速，因此新月與滿月時是渦流強度最強的時候，而交替的上下弦月則為最弱。

### (3) 地形

地形的差異，通常海峽和海灣這種寬度小、流速快的地方較容易產生較強的渦流。海底深度不同得以產生更大的潮位差，而使渦流流速變快，也變得更強。

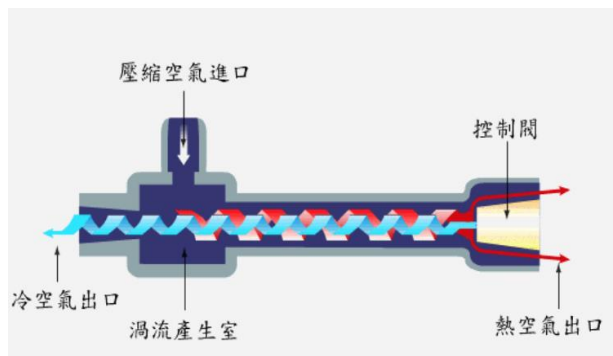
## 3. 生活應用

### (1) 渦流管

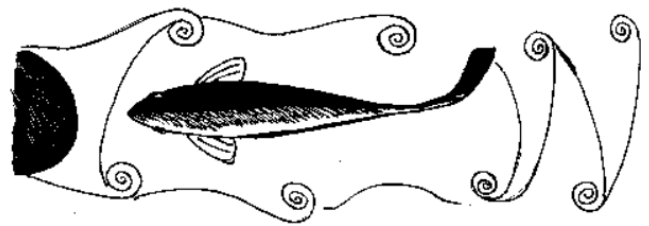
將壓縮空氣注入渦流管中如(圖八)，產生每分鐘至少一百萬轉的轉速產生渦流，在管中較長部分流動的渦流會將熱量向外部的渦流釋放，釋放後所留下的冷氣渦流會從另一端散發，形成冷卻器。

### (2) 鱒魚透過自身產生的渦流得以減少能量的消耗

鱒魚在移動過程中之所以能比其他魚類消耗更少的能量，是因為牠能利用渦流作為移動前進的動力。鱒魚透過自身尾鰭擺動產生和激流相反的渦流，並吸收激流中的動能，得到一股向前的動力。相較其他魚類來說，這個做法能讓鱒魚在前進時更不費力，也能減少自身能量的消耗。



(圖八)渦流管原理圖



(圖九) 鱒魚與渦流

海洋上有大小不同渦流，造成的因素也各不同，可能經由地形、水流、還有月亮引力、潮汐等因素而形成的鬼斧神工，造就出我們所看到的景象，但在經過科學的驗證文獻的探討後，漸漸的將神秘危險的漩渦摸清，其中也包含了一些科學原理，像是流體力學等，沒想到大自然中有如此多的科學奧妙。除此之外，渦流會影響船隻的航行，需要在航行時注意渦流的流向以避免被捲入。鱒魚也會利用渦流移動前進，以減少自身能量的消耗，甚至可以利用渦流原理製造出渦流管，作為體積小操作簡單的冷卻器。

#### 參考資料

1. 鳴門漩渦-維基百科。2020年9月8日取自  
<https://zh.m.wikipedia.org/zh-tw/%E9%B3%B4%E9%96%80%E6%BC%A9%E6%B8%A6>
2. 薩爾特流大漩渦-維基百科。2020年10月25日取自  
<https://en.wikipedia.org/wiki/Saltstraumen>
3. 老母豬漩渦-Old Sow Whirlpool。2020年11月19日取自  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Old\\_Sow\\_whirlpool](https://en.wikipedia.org/wiki/Old_Sow_whirlpool)
4. 戴昌鳳(2003)。《台灣的海洋》。台北：遠足文化。
5. 詹森主編(2018)。《台灣區域海洋學》。台北：國立台灣大學出版中心。
6. 身體使用渦流來節省能源虹鱒魚  
<https://asknature.org/strategy/body-uses-vortices-to-save-energy/>
7. 淺談流體中生物的推進方法與仿生推進  
<http://myweb.ncku.edu.tw/~chenjh/science/biomimetic-prop/bio-prop.html>