

【2024 科學探究競賽-這樣教我就懂】

普高組 成果報告表單

題目名稱：似煙非煙—海底黑煙囪

一、摘要

我們將透過小小的實驗，來模擬海底黑煙囪當中的黑煙，同時藉由這次的實驗製作了了解海底黑煙囪的形成過程，並非是與海底火山的形成過程一樣。科學家也在同一時間對它進行開發與研究，研究其中生成的礦物質是否能運用在我們生活上，目前我們能得知其中的礦物包含銅、鐵、鎳等金屬物質，這些水生的礦物質純度是陸生的礦物質純度的十多倍，甚有至百倍的，若海底黑煙囪開發成功，或許能解決台灣在原物料上所匱乏的問題，但同時也需面對生態環境污染的問題，例如開採時的噪音污染影響某些透過聲音傳達訊息的哺乳動物。

二、探究題目與動機

1. 探究題目：以模型模擬出海底黑煙囪所冒出的黑煙
2. 探究動機：我們在觀看新聞時，看到與海底黑煙囪的相關報導，以為海底黑煙囪冒出的黑煙與火災現場冒出的黑煙性質一樣，但經過查詢之後才發現它是裂隙中的海水受到岩漿加熱，形成 300 度以上的熱液向上噴發，那些熱液經過的周圍地層的金屬離子會被溶解出來，而裡面的硫化氫會與周遭的海水發生化學作用，並轉換成金屬硫化物。當金屬硫化物遇到較低溫的海水，就會沉澱在噴口周圍的海床，逐漸累積形成突出的海床，噴著黑色流體煙霧的煙囪，這現象稱之為海底黑煙囪。因此我們想透過這次探究的機會模擬小型黑煙囪的形成。

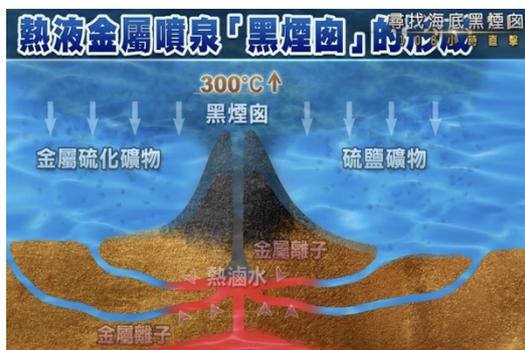
三、探究目的與假設

這次探究將探討開採海底黑煙囪所形成的礦物以及其可能對自然環境造成的影響。

1. 海底黑煙囪中含有豐富的金屬和礦物資源，包括銅、鋅、鉛等金屬硫化物等，研究海底黑煙囪的形成過程，以及其中所含有的各類礦物成分，將其運用在科技上，會帶來什麼影響。
2. 分析海底黑煙囪開採可能引發的環境問題，如廢水排放、物種遷移或滅絕，採取適當的環境保護措施和科學管理措施可以減少海底黑煙囪開採對環境的負面影響，實現資源開發與生態保護的平衡。
3. 利用簡易的模型，將硫化鈉與硫酸銅（代替硫酸氫）結合模擬出海底黑煙囪噴出黑煙的現象。過程中需要考量許多因素，例如硫化鈉或硫酸銅的濃度，同時要清楚呈現黑煙冒出來的效果。

四、探究方法與驗證步驟

1. 分佈於地殼張裂或薄弱的地方，如大洋中脊的裂谷、海底斷裂帶和海底火山附近，由於新生的大洋地殼溫度較高，海水沿裂隙向下滲透可達幾公里，在地殼深部加熱升溫，溶解了周圍岩石中多種金屬元素後，又沿著裂隙對流上升並噴發在海底（如圖一）。礦液與海水成分及溫度的差異，形成濃密的黑煙（如圖二），冷卻後在海底及其淺部通道內堆積了硫化物的顆粒，形成金、銅、鋅、鉛、汞、錳、銀等多種具有經濟價值的金屬礦物，其中的金屬物質可運用到第一、二產業上，如汽車產業、鋼鐵工業。法國和德國都是深海礦業的主要贊助商，他們的立場對於守護全球海洋格外重要。此外，德國汽車製造商 BMW 和福斯(Volkswagen)等已宣布不會購買從海底開採的金屬和礦物，而人們為了達到減碳目標發明了電動車，但這並不代表可以將化石燃料碳排替換為海洋破壞，因電動車所使用的電池成分主要來自礦區，其中正極材料通常為鋰錳酸、磷酸鐵鋰、鎳鈷鋰等。因此，擁有大量電池需求的品牌 Rivian、雷諾、谷歌、Volvo Group、三星 SDI 也宣布暫停深海採礦計畫，「聯合國環境規劃金融倡議」組織 (UNEPFI) 也建議投資者應避開深海採礦產業。



圖一：海底黑煙囪的形成

(資料來源：公視電視—有話好好說)



圖二；海底黑煙囪之黑煙

(資料來源：PanSci 泛科學)

2. 近年來，人類將儀器潛入深海採礦，有些採礦公司將海底吸出的廢水與沉積物直接排放回海中，這些廢水中含有岩石碎片和沉積物，有可能大範圍污染、毒害海洋生物，因此深海採礦公司不願公開。在海底泥濘環境中，如馬鈴薯大小的多金屬結合是一種海底岩石凝固物，經過一百年才增長幾公釐。它們也是海綿、珊瑚或海葵等固著動物的重要棲息地(如圖三)，這些動物需要堅硬的基底才能生長。因此，如果深海採礦移除了結核，所有依賴它們的生命都將消失很長一段時間。此外，經過數

千年時間才得以發展的海洋生態系統，即使只是少數人進行深海採礦，都有可能擾亂並釋放深海中儲存的大量二氧化碳，加劇氣候變遷和海洋酸化。

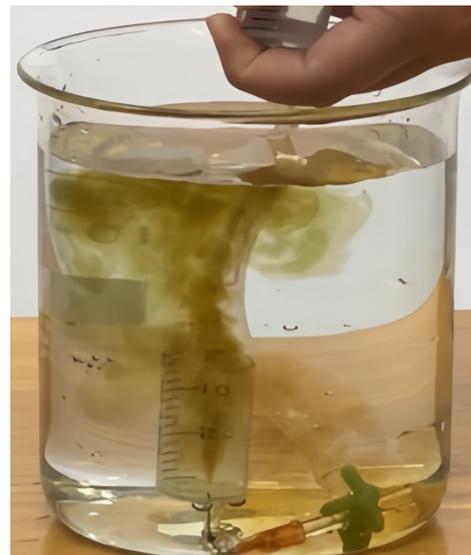


圖三：海底黑煙囪周遭環境（資料來源：國立海洋生物博物館）

3. 首先，我們需先設計出模擬海底黑煙囪的模型（如圖四）利用簡易模型的方式，模擬海底黑煙囪，而硫化氫排放出來對環境傷害較大的關係，我們選擇硫化鈉代替硫化氫，同時減少對環境所造成的傷害，硫化鈉與硫酸銅作為反應的關鍵要素，利用兩者間所呈現的化學反應可讓我們模擬出海底黑煙囪冒出黑煙的樣子（如圖五），當然液體濃度與實驗時針筒按壓的速度也該列為考量之一，不同濃度的硫酸銅與硫化鈉做結合可能導致實驗結果失敗或成功，這都是我們需要一一測試的變因，針筒壓的速度也是如此。



圖三：模擬海底黑煙囪
（資料來源：作者自製）



圖四：海底黑煙囪冒出黑煙的樣貌
（資料來源：作者自製）

五、結論與生活應用

海底黑煙囪是海洋中獨有的一種現象，它能在高溫高壓的環境當中與各種物質進行化學反應，而在這反應當中所形成的礦物質其純度會比陸上礦物質純度高出十倍至百倍之多，例如：鐵、鎳、金、銀、銅.....原物料，而這些礦物是台灣所匱乏的，因為海底黑煙囪提供了豐富的研究價值與經濟價值，使得各國搶著開發其擁有的資源，更具有吸引力前去開發，但有限於台灣目前開發技術尚未成熟的關係，台灣的研究人員近年來一直在研究如何開發海底黑煙囪的資源運用，而我們在探究海底黑煙囪的過程當中，發現若開發了海底黑煙囪的金屬物質，海洋會吸收了 38%來自人類所排放的二氧化碳，而人類也會在取完海底黑煙囪所擁有的金屬與礦物後，將其產生的砂石、海水及廢棄物倒回海水中，這還沒有結束，開發中的噪音也會影響海底的生態，例如：海豚會因此患有潛水夫病，所以我們該如何加強對這些生態的保護及管理，以確保海底黑煙囪的存在和研究價值在利益面前與生態達到平衡是我們現在所需要面對的問題。

參考資料

1. 泛科學 海底黑煙囪的聯想。timd_huang (2011) 編輯。 <https://pansci.asia/archives/4519>
2. 公視有話好說 (2019) 編輯。
<https://www.facebook.com/PTStalks/photos/a.253442134713958/2705964829461664/?type=3>
3. Greenpeace 綠色和平 (2023) 編輯。
<https://www.greenpeace.org/taiwan/update/36845/>
4. Greenpeace 綠色和平 (2023) 編輯。
<https://www.greenpeace.org/taiwan/update/36965/>
5. 每日頭條 (2021) 編輯。
<https://kknews.cc/zh-tw/science/qxragyr.html>
6. 遠見 (2020) 編輯。
<https://www.gym.com.tw/article/73582>