

# 2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

## 國中組 成果報告表單

題目名稱：共生藻好好看~不同來源仙后水母，體內共生藻數量及投餵餌料，對體色表現的評估！

### 一、摘要：

本研究探討不同來源仙后水母，計算體內共生藻數量及投餵人工餌料，評估體色表現，結果如下：

- (一)、比較體表共生藻聚集的斑點顆粒，褐水母斑點分散呈雲狀分布，藍白水母斑點較聚集。
- (二)、觀察期間，不論畜養前後、不同光質、傘徑大小，除台東地區樣本以外，傘體褐色和傘體藍白輪狀花紋水母，觸手絨毛有較多共生藻聚集的個體，但顏色多樣表現在傘體。
- (三)、投餵自製豐年蝦無節幼蟲冰磚連續 4 週後，肉眼觀察，藍白水母傘體透明對比體盤白色輪狀花紋清楚，褐水母則偏暗偏黑。

### 二、探究題目與動機

靠近學校的高雄林園海洋濕地公園、及近海邊荒廢窪地魚池等非自然性沼澤地，在淺水區就可輕易看見仙后水母（倒立水母）(*Cassiopea spp.*)，海洋濕地公園更擁有全臺唯一「水母湖」的盛名。就讀在地小學時，我們曾經參加推廣濕地生態的活動，對溼地公園裡傘體褐色、傘體藍白呈輪狀花紋的倒立水母，留下特別印象，正好國二時學校有相關課程，為促進學生觀察地區特色生物，110 學年度校內架設仙后水母水族養殖設備，嘗試校內人工繁養殖，並進行多元教學活動展示，老師藉由將實體生物帶入課堂，開始我們近距離觀察與動手接觸的實作機會。在觀察學校畜養的水母中，發現投餵食物種類似乎對體色變化有影響；參考文獻，倒立水母和珊瑚同屬於刺絲胞動物門，具共生渦鞭毛藻的生物，共生藻提供部分營養來源，共生藻數量和共生生物體色表現似乎也有關係，而不同地區、經過畜養前後、不同光質，是否造成體內共生藻數量、分布位置的差異，影響了顏色表現，引起我們對這個水中生物的發想，也興起再次對周圍環境的深刻認識，思考地方水產生物再開發的潛力。



### 三、探究目的與假設

- (一)觀察仙后水母外觀，如觸手絨毛及指狀物形態、體盤收縮次數、個體間距離、體表斑點，初步瞭解日常活動狀態。此外，收集這與共生渦鞭毛藻共生的生物，體色表現相關文獻。
- (二)探究：影響傘體褐色和傘體藍白輪狀花紋的仙后水母，體色表現原因？
  - ~ 體色表現和共生藻數量有關，畜養前後、光質、來源地區可能影響共生藻數量，
    - 1.比較台東地區和高雄林園地區之水母，觸手絨毛、指狀物、傘體的共生藻數量。
    - 2.比較野外與畜養缸流水式畜養 1 週以上之水母，觸手絨毛、指狀物、傘體的共生藻數量。
    - 3.比較野外自然光與校內以珊瑚燈畜養之水母，觸手絨毛、指狀物、傘體的共生藻數量。
  - ~ 體色表現和食物種類有關，投餵仙后水母自製之人工孵化豐年蝦無節幼蟲冰磚至飽食，連續 4 週後，評估傘體正面色彩。

#### 四、探究方法與驗證步驟

參觀校內養殖設備，對畜養的仙后水母傘體多呈吸引人的透亮藍白十分好奇。

自野外採集傘體褐色水母(褐水母)及傘體藍白輪狀花紋水母(藍白水母)。

##### 前實驗 I、II

**I、**瞭解仙后水母外觀，USB / 解剖顯微鏡觀察表面立體結構，如觸手絨毛、指狀物型態、傘體花紋。複式顯微鏡觀察體表斑點狀態。

**II、**褐水母與藍白水母裝於適當容器帶回家 4 週，每日測量，體盤收縮次數、傘徑大小、個體間距離。每週三傍晚換天然海水 1/2，紀錄日常活動狀態。

**實驗一：不同來源仙后水母，體內共生藻數量比較。**

~自台東地區撈取及自高雄林園地區野外捕撈，3 天內分析。  
~自流水蓄養缸，撈取畜養一週以上的個體。  
~自校內珊瑚燈照光蓄養缸撈取。

分析觸手絨毛、指狀物、傘體，單位體積共生藻數量。

**實驗二：餵食自製豐年蝦無節幼蟲冰磚至飽食，評估體色表現。**

自野外採集褐、藍白水母後，分四組。

每週一~五，連續 5 天，每日 1 次，餵食自製之豐年蝦無節幼蟲冰磚，至飽食，連續 4 週。

週三換水、清洗容器，鹽度約 34‰，自然光照與室溫。

每周六傘體正面拍照，評估色彩表現。

探究：影響體色多樣的原因？  
共生藻數量有關？

- ~共生藻數量可能和不同地區有關
- ~共生藻數量可能和畜養前後有關
- ~共生藻數量可能和光質有關
- ~共生藻數量可能和食物種類有關

圖 1-1、研究架構圖。



圖 1-2、左而右，依序為校內水母水族養殖系統、野外採集環境、研究設備、流水式畜養缸。

(一)、研究設備及器材：USB 顯微鏡、解剖顯微鏡、複式顯微鏡、電子目鏡 (CCD camera)、震盪器、離心機、電子天平、研磨槍、微量吸管、計數器、血球計數板、天然海水、剪刀、鑷子、燒杯、托盤、塑膠吸管、離心管、離心管架、油性筆。

(二)、單位體積共生藻萃取分析方法：剪取指狀物、觸手絨毛、傘體等組織 (圖 2)，濾水秤重後，置於 1.5 ml 離心管。研磨槍磨碎組織，以乾淨吸管吸取過濾海水，沖下研磨棒上殘留組織，至離心管刻度 1 ml 位置，震盪器均勻混和。轉速 200g 離心、30 秒。去除所有上層液，再重複前述步驟 3 次。去除所有上層液，加入過濾海水至 500  $\mu$ l。視為組織共生藻懸浮液。計算數量前，震盪器再均勻混合共生藻懸浮液，以微量吸管吸取 50  $\mu$ l 至血球計數板上，複式顯微鏡下計算共生藻數量，再套用公式反推即得單位體組織共生藻數量。

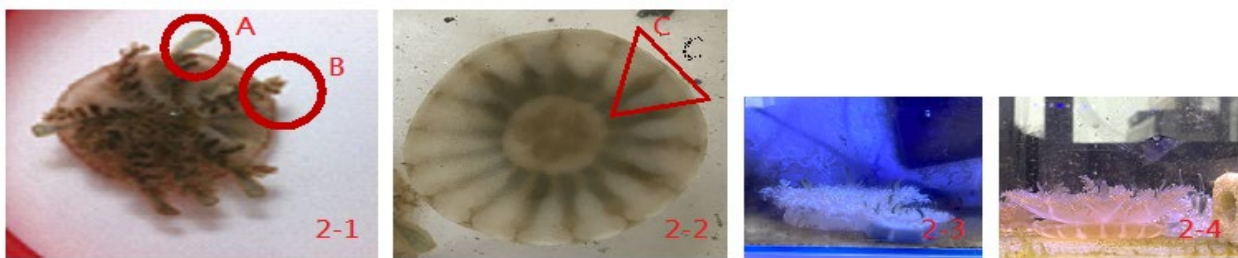


圖 2、水母組織剪取位置示意圖，用來計算共生藻數量。2-1~2-2 以紅圈標示取樣處，分別為 (A) 指狀附屬物、(B) 觸手絨毛、(C) 傘體。2-3、2-4 為校內畜養之藍白水母。

**三、前實驗 I**：肉眼觀察仙后水母外觀，有 8 個口腕，使用 USB 顯微鏡及解剖顯微鏡觀察表面立體結構；複式顯微鏡觀察組織水埋玻片，觸手絨毛、指狀物、傘體體表斑點。(圖 3、圖 4)

**結果**：如下圖 3，褐水母在各組織部位，斑點較分散且雲狀分布，藍白水母斑點有部分集中，邊緣界線清楚。實驗結束後，用螢光顯微鏡觀察，斑點顆粒為共生藻堆疊聚集形成。

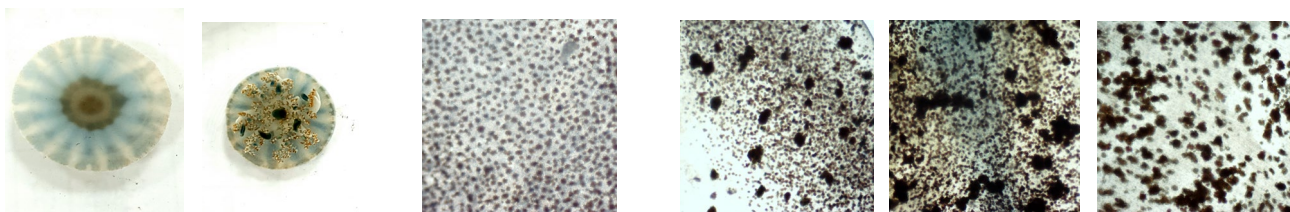


圖 3、左而右，藍白水母正、腹面；褐水母傘體斑點；藍白水母觸手絨毛、指狀物、傘體斑點。

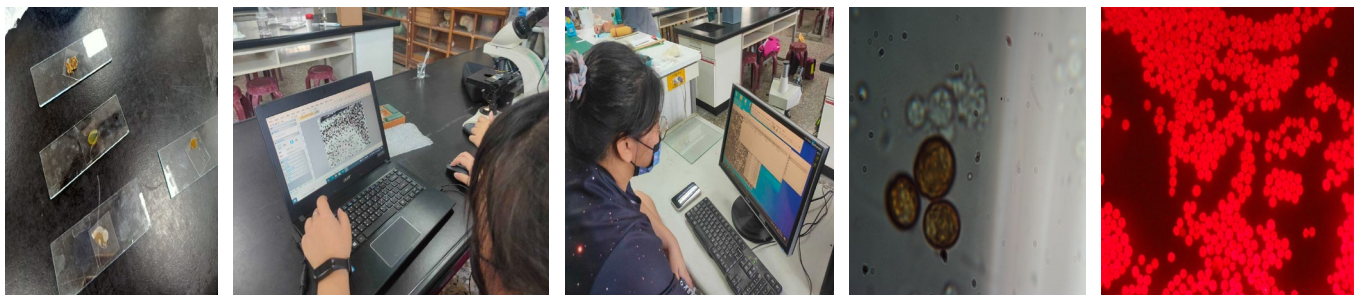


圖 4、左而右，水埋玻片、體表斑點 CCD 拍照及數量統計、體內共生藻、螢光顯微鏡下共生藻。

**討論**：脊椎動物魚類的鱗片有色素細胞，其內色素顆粒向中央集中，體色會較白較亮，以達到恫嚇敵人的效果，色素顆粒向周圍分散時，體色會較黑較暗。所以可能也同樣，褐水母傘體顆粒分散，體色偏暗偏褐透明，藍白水母顆粒較集中，體色輪狀花紋偏亮偏白。

**(四) 前實驗 II**：褐水母與藍白水母裝於適當容器，帶回家 4 週，每日測量收縮次數、傘徑大小、兩個體間距離，紀錄於實驗日誌內。(圖 5)

**結果**：

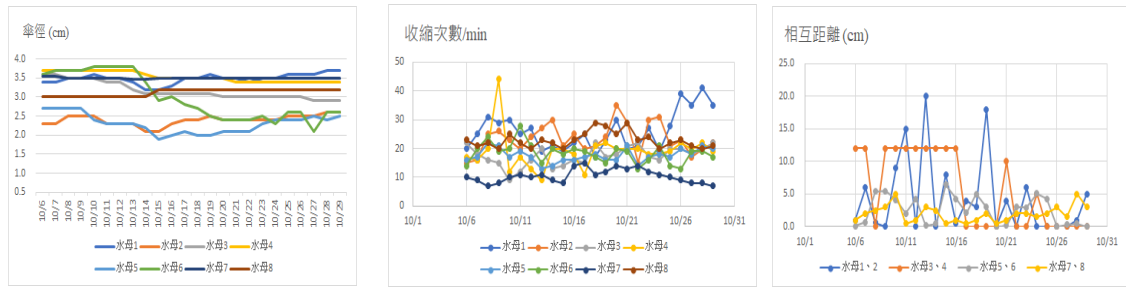


圖 5、左而右，畜養 4 週期間仙后水母傘徑、體盤收縮次數、個體間距離紀錄。

**討論**：(1) 仙后水母和珊瑚同屬於刺絲胞動物門，具共生渦鞭毛藻的生物，共生渦鞭毛藻提供部分營養來源，因此以自然照光處理，在觀察期間，不額外打氣、不餵食，由組內 4 位同學帶回每日記錄，多數個體傘徑日漸偏小，部分個體尚可維持原本大小，但也不會增大，推測共生藻雖可提供有機養分來源，但不足以維持基礎代謝能量消耗，若要增長，仍須提供異營性食物來源。(2) 在收縮次數上有較大數值變動時，查閱實驗日誌紀錄，多為換水或移動容器時發生。(3) 容器內 2 個體間距離與容器大小有關，若空間小，會相疊，空間大，則適度分開。但在棲地的觀察，大空間仍有觀察到不少堆疊的個體。推測雖環境相似，但水中浮游生物、懸浮顆粒、藻類影響光質與光穿透性，仙后水母會選擇當時對體內光生藻光合作用效率最佳的地點棲息。

**(五) 實驗一：不同來源仙后水母，體內共生藻數量比較** (表 1、表 2、圖 7)

**結果**：比較台東地區和高雄林園地區，仙后水母觸手絨毛、指狀物、傘體的共生藻數量。比較野外族群和畜養缸流水 1 週以上，仙后水母觸手絨毛、指狀物、傘體的共生藻數量。比較自然光和校內珊瑚燈畜養，仙后水母觸手絨毛、指狀物、傘體的共生藻數量。

(1) 不論何種來源，除台東地區以外，比較 (觸手絨毛/傘體) 共生藻數量比值，均在觸手絨毛有較多共生藻數量的個體比較多 (比值 > 1.0)。(2) 台東地區仙后水母 (圖 6) 在傘體有較多數量共生藻聚集 (圖 7)。(3) 畜養後及珊瑚燈照光後，共生藻分布朝向各組織較均勻。

(4) 隨觀察時間經過，12 月~隔年 3 月，棲地及部分採集個體指狀物萎縮終至消失，故各實驗結果，不針對指狀物作分析，但仍呈現每次測量數值在表格上。

**討論**：(1) 不論褐水母和藍白水母，均在觸手絨毛有較多共生藻數量的個體比較多，但體色多樣表現在傘體，所以共生藻數量多和少，和體色表現不一定相



圖 6、台東地區水母及觸手指狀物。

關，呼應前實驗 I，和共生藻聚集形成顆粒斑點分布狀態有關。所以指狀物的共生藻數量不一定最多，但指狀物的顏色多樣也非常明顯，如呈寶石藍或黑色。(2) 高雄林園地區的褐水母和藍白水母，體表花紋截然不同，而根據共生藻分布均在觸手絨毛較多，應屬於同一種水母，基因多樣的表現。(3) 根據野外觀察及畜養狀況，未連續餵食時部分個體指狀物首先萎縮逐漸消失，指狀物功能可能為養分儲存位置之一。

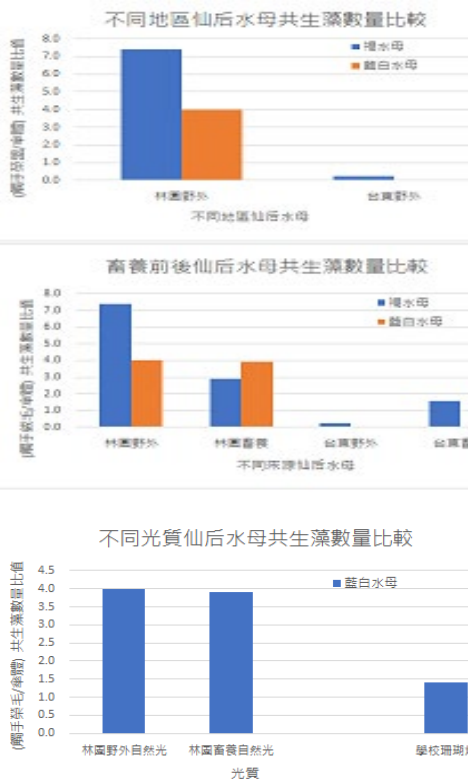


圖 7、不同地區、畜養前後、不同光質，仙后水母共生藻數量比較。

表1、不同區域(高雄林園、台東地區)、不同環境(野外、捕撈後畜養1週以上)、不同光照(自然光、珊瑚燈)，分析，觸手絨毛、指狀物、傘體，單位體積共生藻含量。(numbers: × 10<sup>4</sup>/mlxg)

| 光照處理    | 自然光        |      |      |      |             |     |            |     |           |     |  |
|---------|------------|------|------|------|-------------|-----|------------|-----|-----------|-----|--|
| 採樣地點    | [野外林園]褐水母  |      |      |      | [蓄養池林園]褐水母  |     | [蓄養池台東]褐水母 |     | [野外台東]褐水母 |     |  |
| 傘徑 (mm) | 未測         | 未測   | 45   | 90   | 40          | 80  | 40         | 90  | 25        | 85  |  |
| 觸手絨毛    | 236        | 405  | 4639 | 1065 | 33          | 182 | 20         | 74  | 45        | 25  |  |
| 指狀物     | 154        | 710  | 3292 | 80   | 19          | 63  | 26         | 0   | 43        | 28  |  |
| 傘體      | 292        | 527  | 2917 | 40   | 217         | 33  | 10         | 63  | 138       | 117 |  |
| 傘徑 (mm) | 未測         | 40   | 65   | 35   | 40          | 80  | 30         | 30  | 30        |     |  |
| 觸手絨毛    | 123        | 2833 | 550  | 77   | 52          | 340 | 285        | 122 | 332       |     |  |
| 指狀物     | 108        | 8417 | 6917 | 510  | 5           | 27  | 308        | 160 | 17        |     |  |
| 傘體      | 39         | 800  | 2467 | 8    | 30          | 57  | 174        | 140 | 197       |     |  |
| 採樣地點    | [野外林園]藍白水母 |      |      |      | [蓄養池林園]藍白水母 |     | 學校藍白水母     |     |           |     |  |
| 光照處理    | 自然光        |      |      |      |             |     |            | 珊瑚燈 |           |     |  |

表2、不同區域(林園、台東)、不同環境(野外、捕撈後畜養1週以上)、不同光照(自然光、珊瑚燈)，分析，(觸手絨毛/傘體)單位體積共生藻含量的比值。

| 光照處理    | 自然光        |     |     |      |             |     |            |     |           |     |     |     |     |     |
|---------|------------|-----|-----|------|-------------|-----|------------|-----|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 採樣地點    | [野外林園]褐水母  |     |     |      | [蓄養池林園]褐水母  |     | [蓄養池台東]褐水母 |     | [野外台東]褐水母 |     |     |     |     |     |
| 傘徑 (mm) | 未測         | 未測  | 45  | 90   | 平均          | 40  | 80         | 平均  | 40        | 90  | 平均  | 25  | 85  | 平均  |
| 觸手絨毛/傘體 | 0.8        | 0.8 | 1.6 | 26.6 | 7.4         | 0.2 | 5.6        | 2.9 | 2.0       | 1.2 | 1.6 | 0.3 | 0.2 | 0.3 |
| 觸手絨毛/傘體 | 3.2        | 3.5 | 0.2 | 9.2  | 4.0         | 1.7 | 6.0        | 3.9 | 1.6       | 0.9 | 1.7 | 1.4 |     |     |
| 傘徑 (mm) | 未測         | 40  | 65  | 35   | 40          | 80  | <30        | <30 | <30       | 平均  |     |     |     |     |
| 採樣地點    | [野外林園]藍白水母 |     |     |      | [蓄養池林園]藍白水母 |     | 學校藍白水母     |     |           |     |     |     |     |     |
| 光照處理    | 自然光        |     |     |      |             |     |            | 珊瑚燈 |           |     |     |     |     |     |

**(六) 實驗二：餵食人工孵化豐年蝦無節幼蟲冰磚至飽食，評估仙后水母體色表現 (圖 8、9、10)**

**結果：**(1) 投餵自製人工孵化豐年蝦無節幼蟲冰磚 (圖 9)，連續 4 週，肉眼觀察，藍白水母漸漸體色透明對比白色輪狀清楚 (圖 8、10)。褐水母偏暗偏黑。(2) 相較於投餵新鮮孵化豐年蝦無節幼蟲，水母將投餵之先準備好的冰藏餌料以黏液包裹後，並不攝食。

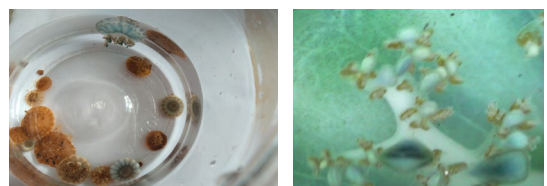


圖 8、左而右，投餵自製豐年蝦無節幼蟲冰磚 4 週後，水母及觸手絨毛狀態。

**討論：**(1) 觀察校內循環水系統畜養，並以珊瑚燈照光之仙后水母幼體，逐次餵養過程中，發現體盤呈透亮藍白色，輪狀花紋清晰的水母。組內同學帶回照顧的水母，由不餵食改為每週餵食 1 次新鮮孵化豐年蝦無節幼蟲後，亦有此現象，可能是豐年蝦體內蝦紅素造成體色影響。(2) 對仙后水母來說，異營性捕食時仍以自身有活動能力的活餌較佳，接近棲地攝食狀態，攝食意願高，裝設打氣幫浦 (80 顆氣泡/分鐘) 初期 2 天，攝食踴躍，之後肉眼觀察，攝食意願又低下甚至不吃。



圖 9、左而右，豐年蝦實驗裝置、豐年蝦孵化桶、孵化豐年蝦、無節幼蟲冰磚、海水、紀錄本。

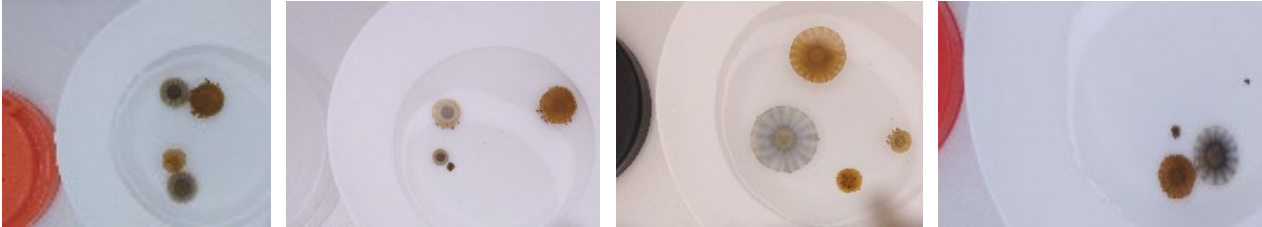


圖 10、由左~右，投餵自製豐年蝦無節幼蟲冰磚至飽食，連續 4 週後，各組水母體色表現。

## 五、結論與生活應用

影響對在地特色生物，仙后水母 (*Cassiopea spp.*) 體色表現的評估，本探究的結論

- (一)、高雄林園區域，不論褐水母和藍白水母，觸手絨毛共生藻數量多的水母比較多，但體色多樣表現在傘體。但台東地區，傘體共生藻數量多的個體比較多。
- (二)、比較體表斑點，褐水母斑點較分散，邊緣呈雲狀，藍白水母斑點較聚集，邊緣明顯。
- (三)、投餵自製餌料，人工孵化豐年蝦無節幼蟲冰磚連續 4 週後，肉眼觀察，藍白水母漸漸體色透明對比白色輪狀清楚，褐水母偏暗偏黑。

因此，體色表現和共生藻數量多少並不絕對相關，水母透明傘體部分，仍可檢驗出共生藻，可能體組成厚薄造成光質穿透程度不同，影響共生藻聚集斑點顆粒狀態影響體色。

食物組成種類與營養成分，影響生物體色表現，餵食豐年蝦無節幼蟲冰磚一段時間後，藍白水母相對褐水母，體色透明白色輪狀花紋相對更顯清楚，但因攝食情況不佳，而中止實驗。在學校長時間畜養的水母，餵食新鮮孵化的豐年蝦無節幼蟲，多數體色呈現透明藍色，因此發想異營性食物種類與體色表現有重要關聯，修正方法後，可做為未來實驗方向的建議。

水族生物多彩的顏色變化在觀賞水族價值上極其重要，水族館也常以水母作為教育與展示。藉由這次實驗來探討仙后水母、共生藻、食物來源，評估顏色表現，提升水產生物開發潛力。

## 參考資料

1. 濕地環境介紹影片 <https://www.facebook.com/suwen107/>
2. 李沁瑜、蘇映云、李昀臻 (2022)。『再見』共生藻！~~ 感染異源共生藻，對不同體色仙后水母 (*Cassiopea spp.*) 的評估。高雄市第 62 屆中小學科學展覽會 國中組 生物科。(本成果報告單為科展作品的延伸，確立主要實驗之前所做的各項觀察、歸納問題與設計實驗)