

【2021 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

教師組 教案表單與學習單

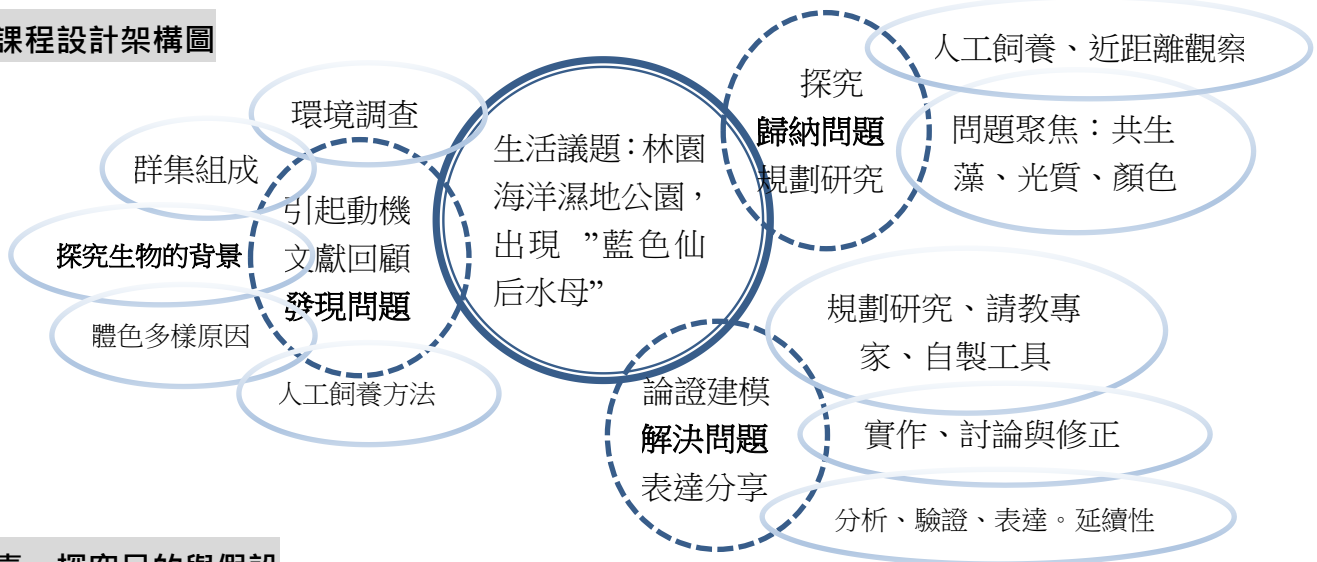
教案設計者：高雄市立林園高級中學 國中部 陳悠里
課程領域：
<input type="checkbox"/> 物理 <input type="checkbox"/> 化學 <input checked="" type="checkbox"/> 生物 <input type="checkbox"/> 地球科學 <input checked="" type="checkbox"/> 科技領域 <input type="checkbox"/> 其他_____
教案題目：
我變漂亮了嗎？--- 人工光源調控倒立水母 (<i>Cassiopea spp.</i>) 顏色變化的可行性
授課時數：
9 週 (彈性課程，每週 2 節)
教案設計理念與動機：
<p>108 新課綱規劃的課程，清楚說明科學的學習成效與學生本身的動機有很大關聯性。將日常生活、地方特色與學科知識相互鏈結，應可大幅提高學習興趣，進而自發性的閱讀思考。</p> <p>靠近學校的高雄市林園海洋濕地公園紅樹林區，冬季期間的 10 月到隔年 5 月，仙后水母 (倒立水母) 出現棲息，倒立水母和珊瑚同屬於刺絲胞動物門，且具共生渦鞭毛藻的生物，共生渦鞭毛藻提供部分營養來源，而此處水母，呈現出褐色、藍白色等不同顏色的多樣性，也孕育了獨樹一格的 " 藍色仙后 "，提高生態觀光價值，亦適合作為高端水族寵物飼養。</p> <p>水族館內與仙后水母同屬刺絲胞動物門，具共生藻的枝狀微孔珊瑚，經特定波長燈具的照射下，由原本咖啡色轉變為翠綠色顯現。體色改變，可能和光質，包括光譜、照度、紫外光等，影響共生藻存在的機制有關。適當的照明，是在水族箱中成功飼養發展的重要因素之一，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。</p> <p>自然領域課程，七年級介紹了群集內生物互動模式之一，有互利共生，八年級談到色光和顏色形成原因等先備知識，以此建立脈絡，探究仙后水母、光質、共生藻，在體色表現上的相互關係。吸引學生對在地特色生物的了解，興起對周圍環境的深刻認識，思考在地水產生物開發潛力。</p>
教學目標：
認知：認識林園海洋濕地公園地理環境、群集生物種類。
認知：認識刺絲胞動物門生物，倒立水母，形態特徵、生活史、棲所。
情意：瞭解在地特色生物，提起對學校周圍環境的多元認識，產生認同。
技能：學習人工飼養水族生物時，水族環境營造注意事項，並建立觀測項目。
技能：熟悉實驗儀器操作，如顯微鏡、照度計、定量吸管、離心機、解剖工具組、血球計數板等。
技能：自製實驗小工具，自己動手做，提升探究過程~解決問題的準確性。

教育對象：

國中二年級 (八年級)

課程設計 (方法與步驟)：

課程設計架構圖



壹、探究目的與假設

週次	內容綱要	教學流程
第一 ~ 第二 週	引起動機 文獻回顧 探究 發現問題	<p>一、地方新聞指出，靠近學校的林園海洋濕地公園倒立水母大量出現的網路報導，吸引攝影愛好者，拍攝到令人驚豔的“藍色仙后”照片。</p> <p>二、收集倒立水母文獻資料，閱讀整理後，自林園海洋濕地公園及近海邊荒廢窪地魚池，實地採集。學生以圓形塑膠桶帶回不同體色個體，放在家裡書桌，進行每日觀察紀錄。</p> <p>三、野外調查，看到倒立水母有不同體色的多樣性，但“藍色仙后”僅占族群一小部分，討論體色表現的可能原因。</p>
第三 ~ 第四 週	引起動機 探究 發現問題 規畫問題	<ul style="list-style-type: none"> - 熟悉倒立水母外觀 (圖 1)，如觸手絨毛、指狀物及紀錄傘體收縮次數。 - 以 LED 植物燈條每日固定照射 4 小時，觀察傘體顏色變化。 - 每週以新鮮過濾海水更換桶內海水 1 次，並刷洗桶壁。 - 請教專家，探究體色改變可能原因，規畫問題，聚焦在共生藻與水母。 - 因藍白色水母較受水族觀賞者喜愛，因此選用藍白色水母族群做為實驗對象。確立操作變因、控制變因、應變變因，撰寫研究架構，列出以下探究方向。觀察水母在 LED 相同照度下， <ul style="list-style-type: none"> 一、LED 紅/藍/白/紫外光、及自然光和黑暗組實驗後，顏色變化。 二、LED 紅/藍/白/紫外光、及自然光和黑暗組實驗後，共生藻含量。 三、針對水族觀賞價值，提出人工光源調控仙后水母顏色的建議。

貳、探究方法與驗證步驟

週次	內容綱要	教學流程
<p>第 四 週</p>	<p>探究 聚焦問題</p>	<p>撰寫研究架構圖，討論研究步驟的可行性</p> <div data-bbox="486 398 1316 952" style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p>收集仙后水母各項資料，野外實地採集仙后水母</p> <p>一、觀察仙后水母外觀，如觸手絨毛、指狀物、傘體大小及傘體收縮次數</p> <p>二、自林園海洋濕地公園及近海邊荒廢窪地魚池捕撈後，流水系統飼育一週以上，確定實驗物種生理狀態的一致性。篩選大小接近的個體，進行實驗。</p> <div style="text-align: center;"> <pre> graph TD A[收集仙后水母各項資料，野外實地採集仙后水母 一、觀察仙后水母外觀，如觸手絨毛、指狀物、傘體大小及傘體收縮次數 二、自林園海洋濕地公園及近海邊荒廢窪地魚池捕撈後，流水系統飼育一週以上，確定實驗物種生理狀態的一致性。篩選大小接近的個體，進行實驗。] --> B[紫外光 白光 藍光 紅光 室外自然光 黑暗組] B --> C[實驗期間，拍照比對顯色分析，測定單位體積重量共生藻數量] C --> D[整理數據、結果分析、歸納結論、提出建議及展望] </pre> </div> <p>研究架構圖</p> </div>
<p>第 五 週</p>	<p>探究 解決問題 論證建模 規劃研究 表達分享</p>	<p>論證過程中，與師長分享討論，再發現問題； 經由反覆操作練習，加強實作技巧，歸納問題，確認探究脈絡的完整； 經由表達分享，使探究架構完整，校正錯誤，累積經驗，解決問題，獲得成就。使動機能夠延續。</p> <p>一、畜養環境：查閱資料，嘗試建立與棲所相似環境、餌料來源</p> <p>經教師介紹臨近養殖業者，觀摩海水生物養殖方式及水族缸清理、餵食注意事項，拜託業者協助，提供部分養殖設備，採集的仙后水母，先放置於圓形玻璃纖維 (FRP) 水族桶 (圖 2)，自然光照，流水式養殖，使用海水為經沉水馬達自海水井抽取後由砂層過濾之天然海水，水溫控制 25~28 °C，鹽度控制與捕撈環境一致，約為 34 ‰。每 3 天，投餵人工孵化豐年蝦 (品牌，OSI) 無節幼蟲至飽食。</p> <p>二、實驗缸裝置：使用 LED 燈源提供單一波長光照。進行實作</p> <p>(一)、四面透光梯形壓克力水族缸 (下底 22cm / 上底 33 cm × 22 cm × 20 cm)(L × W × H)，放水深約 16 cm，相鄰排列 (圖 3)，以自行設計黏貼好的，兩塊白色內夾一相同大小的黑色 PP 板作隔板，使同一缸內各角落均勻照光，且各組不互相干擾。半循環流水式室內養殖，每隔三天投餵人工孵化豐年蝦。進行實驗。</p>

(二)、LED 紅光、藍光、白光、紫外光及自然光照射 20 天 (圖 3)；以定時器設每日 12 小時 (8:00~20:00) 光亮 / 12 小時黑暗；自然光照組，使用放置於室外透明浪板遮陽下之畜養桶的個體；黑暗組，使用一梯形水族缸六面貼黑色壁報紙後使用。

(三)、實驗期間拍照記錄水母顏色、測定單位體積重量共生藻數量。

第六
~
第七週

探究
解決問題
論證建模
規劃研究
表達分享

三、照度測量工具及拍照輔助工具：每日天氣可能干擾照片拍攝的色彩。自行設計製造拍照用燈箱 (圖 4-1~3) 及照度測量裝置 (圖 4-4)。使拍照環境達到標準化，照度計照度量測高度與實驗相同。

四、LED 燈源製作：購買燈珠，規格如下表一，請專家協助串聯。圖 5

表 1、LED 燈具，規格如下

LED 規格	紅光	藍光	白光	紫外光	自然光	黑暗組
	2835-3R-12VDC	2835-3B-12VDC	2835-3W-12VDC	3.4V/20mA /20 度	自然光	黑暗組
波長 (nm)	620~630	460~470	380~780	405	380~780	0
照度 (lux)	1088	1104	1170	903	7185	0

五、Image J 色彩分析軟體：網路推薦生物影像分析軟體，可無償下載，因為是英文介面，藉由觀看 youtube 分享分析實例，自學使用。

拍攝器材為 I phone 7 plus 內建相機程式。拍照後，使用色彩分析軟體 Image J，擷取全部傘體正面、傘體腹面，取得色彩資訊 RGB 值，計算色彩數據。B/R 越大，則偏亮偏藍；B/R 越小，則偏暗偏紅。

六、單位體積重量共生藻數量測定：請教專家，示範操作技術，指導學習，取樣區域則是參考文獻及探究討論後，本研究的採樣位置。實驗前後由仙后水母體組織中萃取共生藻 (圖 6)。作法為均質完成的水母組織，以離心、再懸浮等過程後，用血球計數板計算共生藻數量。



圖 1、野外捕撈藍白色及褐色倒立水母 圖 2、倒立水母畜養缸

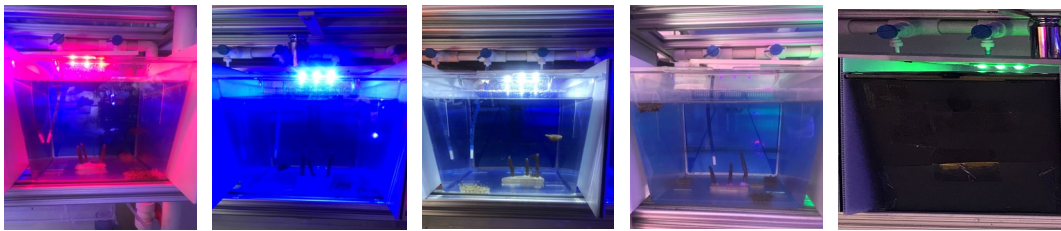


圖 3、LED 紅光、藍光、白光、紫外光照光組及黑暗組



圖 4、自製拍照用燈箱 (4-1~3) 及照度測量裝置 (4-4)。使拍照環境一致，照度量測高度與實驗缸相同



圖 5、串聯好的 LED 燈株

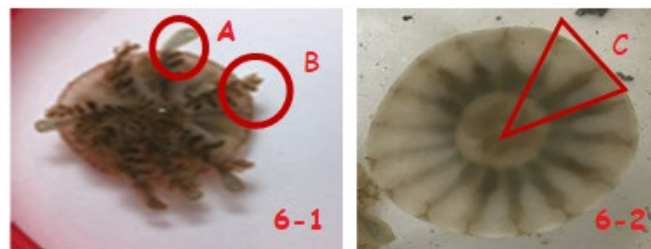


圖 6、水母組織剪取位置示意圖，用來計算共生藻數量。6-1~2 以紅圈標示取樣處，分別為 (A) 指狀附屬物、(B) 觸手絨毛、(C) 傘體。

參、成果發表 學習成果展示、引導回顧、歸納總結

週次	內容綱要	教學流程
第八 ~ 第九 週	表達分享 探究延續	<p>一、完成高雄市第 61 屆科學展覽會 國中組 生物科 作品說明書。並根據研究結果，提出水族觀賞的建議。</p> <p>二、學生對在地特色生物倒立水母，表達分享如下，</p> <p>(一)、能說出外觀特徵、倒立原因、體色多樣性、觀賞安全、觀賞季節。</p> <p>(二)、棲所溼地環境介紹，濕地群集的生物種類。</p> <p>(三)、藉由探究過程，發現問題、歸納問題。規劃研究可藉由請教專家、尋找合適資源、尋求適當協助。</p> <p>(四)、當現有研究工具不合適，自己動手做是解決問題的好方法。</p>

- (五)、完成後發現規劃研究不完整處，坦然面對。
- (六)、愛護生物多樣性，要了解該生物才知道怎麼去實行。

三、“黑色仙后”出現 (圖 7)

3 月份時，濕地環境的水母族群產生改變，網路地方新聞報導，出現“黑色仙后”的倒立水母，引起學生極大興趣。整理網路提出的原因如下：

- (一)、因為乾季水位下降，低水位造成陽光高照度，導致體色改變。
- (二)、因氣候入春，高強度光照，造成窪地魚池池水表面藻類叢生，遮蔽光源，使下層具共生渦鞭毛藻共生的倒立水母，不利體內共生藻行光合作用，水母無法獲得足夠營養等逆境壓力，體色變黑。
- (三)、溼地附近有施工工程，因倒立水母仍會以觸手絨毛黏補水中浮游生物，因此可能是施工造成汙染物沉降水域，由攝食影響，使水母變黑。
- (四)、可能是同種個體變異關係，或有不同種由瀉湖開口進入。

由媒體報導中，引導學生，分辨何者可能是問題的適當推測，分辨資訊合理性。然後實地採集“黑色仙后”回學校，初步分析共生藻含量(圖 8)，亦發現體色表現和共生藻無絕對關係。與本科學探究結果一致，激發出延續的議題，也讓接下來進一步探究有了很好的動機。



圖 7、由左而右，依序為濕地環境、倒立黑水母正面、倒立黑水母腹面



圖 8、由左而右，依序為實地採集、共生藻數量分析、專家協助指導

1. 學習單問答：能繪圖畫出仙后水母與一般水母形態的不同，及說明原因？
學習單問答：具共生藻生物生活時，所需要的條件有哪些？
學習單問答：能介紹三種以上在林園海洋濕地公園可以遇見的生物有哪些？
2. 完成高雄市第 61 屆中小學科學展覽會 作品說明書。生物科 國中組：我變漂亮了嗎？人工光源調控倒立水母 (*Cassiopea spp.*) 顏色變化的可行性。
3. 能獨立完成實驗分析項目、熟悉儀器操作。
4. 學習單評量：自行設計出適當的觀察紀錄表

日期	植物燈條照光時間	傘體收縮次/分鐘	傘體直徑	其他 (條紋·顏色)

參考資料：

1. 蔡佳宏 (2009)。仙后水母與其共生藻。第八屆旺宏科學獎 成果報告書。
2. 顏伯丞、陳昀圻、趙羿威 (2019)。海洋濕地的倒立舞者~仙后水母對環境之耐受性與趨性探討。中華民國第 59 屆中小學科學展覽會。
3. 黃冠誠 (2021)。高雄市第 61 屆中小學科學展覽會 作品說明書。生物科 國中組：我變漂亮了嗎？人工光源調控倒立水母 (*Cassiopea spp.*) 顏色變化的可行性。(本次教案為此作品說明書中實驗二的延伸，關於共生藻數量紀錄及光照 20 天後的體色分析)
4. <https://pwbgis.kcg.gov.tw/Linyuanparkno12/> 林園海洋濕地公園介紹
5. <https://news.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/3472884> 黑色仙后水母報導