海洋委員會海洋保育署離島建設基金補助計畫

期末報告

計畫名稱：琉球鄉沿岸海洋生態保育及教育在地化與國際化計畫

計畫編號：112海保-068-綜-A-01

執行期間：自核定日起至112年12月31日

委託（補助）機關：海洋委員會海洋保育署

執行單位：屏東縣政府

中 華 民 國 112 年 12 月 7 日

壹、計畫概要

一、計畫緣起：

琉球沿岸海域原擁有相當豐富的海洋資源，本府89年依漁業法設置「琉球漁業資源保育區」予以保護。然而近幾年因觀光快速發展造成資源過度利用及環境污染等問題，依本府委託研究調查結果，資源狀態已大幅衰退，特別是潮間帶生物種類數及密度皆大幅下降80%，大型藻類（如馬尾藻）也逐漸變少，其中肚仔坪潮間帶原本礁台上有著優良底質，並有大片海草床和豐富生物，現在只剩零星分布的海草叢，以及數量龐大的穴居型海膽繼續啃食已嶙峋不平的礁台。

這種環境劣化情形不僅讓政府部門及研究單位擔憂，在地居民及業者也直接感受到海洋環境大不如前，而開始關心生態保育議題。然而觀光發展牽涉鄉民生計，短期難以限制及減緩，雖經管理單位多方努力加強管制後，部分潮間帶生物資源已漸趨穩定，但整體環境仍處於衰退狀態而無法應付大量遊客。因此如何提升觀光品質，並保育海洋生態，是現今相當重要且迫切的課題。

二、計畫年期：112

三、主辦單位：屏東縣政府

四、協辦單位：無

五、總計畫經費：650萬元

六、經費來源：

(一) 中央款：97萬5,000元

(二) 地方配合款：65萬元

(三) 其他：487萬5,000元（離島建設基金）

七、計畫目標：

(一)維持長期穩定資源監測，並進行復育及棲地環境改善評估以恢復資源狀況。

(二)培養在地科學公民，讓科學研究在地化以提高公民參與，形成社區自主管理。

(三)推動海洋環境教育認證場所，提升教育意義。

(四)推動國際化生態旅遊，並建置英語友善環境。

八、計畫內容概述：

(一)關鍵生物調查復育與在地公民科學家培訓：

1.潮間帶關鍵生物調查：

進行潮間帶（調查點包括杉福、漁埕尾、肚仔坪、蛤板灣、龍蝦洞）魚類及底棲生物資源監測。魚類調查部分共進行3季（次），調查方式於漲潮時以穿越線方式進行定量調查，提供魚類種類名錄。底棲生物調查部分，參考行政院環境保護署公告「硬底質海域表棲生物採樣通則」設置樣框調查其內底棲無脊椎動物，執行頻率一年3季（次），調查生物類群包括軟體動物、甲殼類、棘皮動物等底棲無脊椎動物，並進行分析比較，以了解生物相變動。

2.馬尾藻與硨磲貝復育試驗及棲地改善可行性評估：

馬尾藻提供海洋生物食物與入添幼體躲藏的空間，對維持生態系健康至關重要。112年度著重馬尾藻無性繁殖試驗，以採集種苗並結附於藻繩方式進行，於杉福、漁埕尾、龍蝦洞及海子口潮間帶進行移植，並監測其存活率以建立人工培育復育馬尾藻技術。另於杉福潮間帶進行硨磲貝復育試驗，選擇移放人工養殖6公分以上長硨磲貝，並嘗試使用固定籠具來增加留存率。

潮間帶棲地改善部分，選定杉福潮間帶1處潮池作為實驗組，以人工方式清除淤沙，研究期間同時觀察潮池中的生物種類與個體數，觀察頻率為清沙前1次，清沙後每隔一段時間1次，共計3次。另選定1處近似狀態之潮池做為對照組，僅觀察水體及生物變化不做人為清沙，最終比對潮池蓄水體積與生物變動之關係以評估可行性。

3.在地公民科學家培訓：

透過訓練課程及參與調查實作方式培養公民科學家5人，以提高民眾參與達到社區自主管理目標。

(二)保育教育科普化行銷：

1.環教場域空間/設施規劃：

盤點及尋找現有鄰近潮間帶且使用率低的陸上建築空間，透過與業者、保育人士、專家及政府單位的諮詢與討論，規劃1處可供環境教育活動之場所。確定地點後再透過訪談方式，歸納當地居民對環境教育活動的構想與期待，提供未來進一步規劃參考。

2.保育知識科普化行銷設計：

為推廣科普化知識，與小琉球在地學校合作進行海洋保育推廣繪本徵件評選活動，從在地角度出發，進行家鄉海洋保育教育，促使下一代投入海洋生態保育。另外結合大學課程，進行海洋保育主題微電影創作，透過年輕世代的創意，以同齡人的視角及語言進行保育科普推廣。

(三)生態觀光導覽國際化：

設置英語保育告示牌，以免外國旅客因不諳法令或受限語言而誤觸法規。另進行國際化生態旅遊行程規劃，並尋找合適業者進行導覽或服務內容雙語化合作洽談，以奠定未來設計國際化導覽語音或文案基礎。

貳、重點工作項目

一、工作項目及經費：

工作項目	經費(千元)	概述
關鍵生物調查復育與在地公民科學家培訓	3,750	1.潮間帶底棲生物調查：於5處潮間帶進行各3次調查(共計15處次)，並與歷年調查比較提出成果報告1式。 2.潮間帶魚類調查：於5處潮間帶進行3次潮間帶魚類相調查(共計15處次)並進行分析，提出成果報告1式。 3.馬尾藻復育試驗：現地採集馬尾藻(以*硬葉馬尾藻*及*匍枝馬尾藻*為試驗物種)製作藻繩，於龍蝦洞、杉福、漁埕尾及海子口4處潮間帶進行復育試驗，提出試驗成果報告1式。 4.硨磲貝復育試驗：於杉福潮間帶潮池設置固定籠具，將硨磲貝黏附於牡蠣殼放置籠具中並記錄成長及存活率，提出試驗成果報告1式。 5.棲地改善可行性評估：於杉福潮間帶選定1處潮池進行淤沙清除試驗以評估棲地改善可行性。 6.在地公民科學家培訓：訓練課程包括海洋科學概述及研究調查方法，並實際參與調查。
保育教育科普化行銷	2,250	1.尋找現有利用程度較低的陸上建築空間，蒐集相關案例作為參考，並訪談地方人士看法，提出環教場域空間/設施初步規劃1式。 2.與當地國小合作舉辦海洋保育推廣繪本徵件活動1場，另結合大學課程進行微電影創作1場。
生態觀光導覽國際化	500	1.挑選5處合適地點設置英語保育告示牌（共計5面）。 2.規劃國際化生態旅遊行程1式。

參、重要成果及效益分析

一、重要成果說明

(一)關鍵生物調查復育與在地公民科學家培訓：

1.底棲生物調查：調查結果顯示，漁埕尾與龍蝦洞潮間帶優勢類群為螺類，蛤板灣及肚仔坪潮間帶為海參、海膽等棘皮動物，杉福則以雙殼貝及海膽為主。與2013-14年比較，近1年杉福及漁埕尾潮間帶大型（體長大於2公分）底棲無脊椎動物密度提高50%，資源狀況穩定回升。2019-23年各潮間帶豐富度指數變化如圖1，個體密度變化如圖2。

將2019-23年各年度進入3處保育示範區總人數與底棲無脊椎動物豐富度指數及個體密度進行相關性分析，結果顯示杉福、漁埕尾、肚仔坪潮間帶進入人數與豐富度指數無顯著相關。漁埕尾潮間帶個體密度與進入人數呈現負相關，即進入潮間帶人數愈少，個體密度愈高，杉福及肚仔坪潮間帶個體密度與進入人數則無相關性。

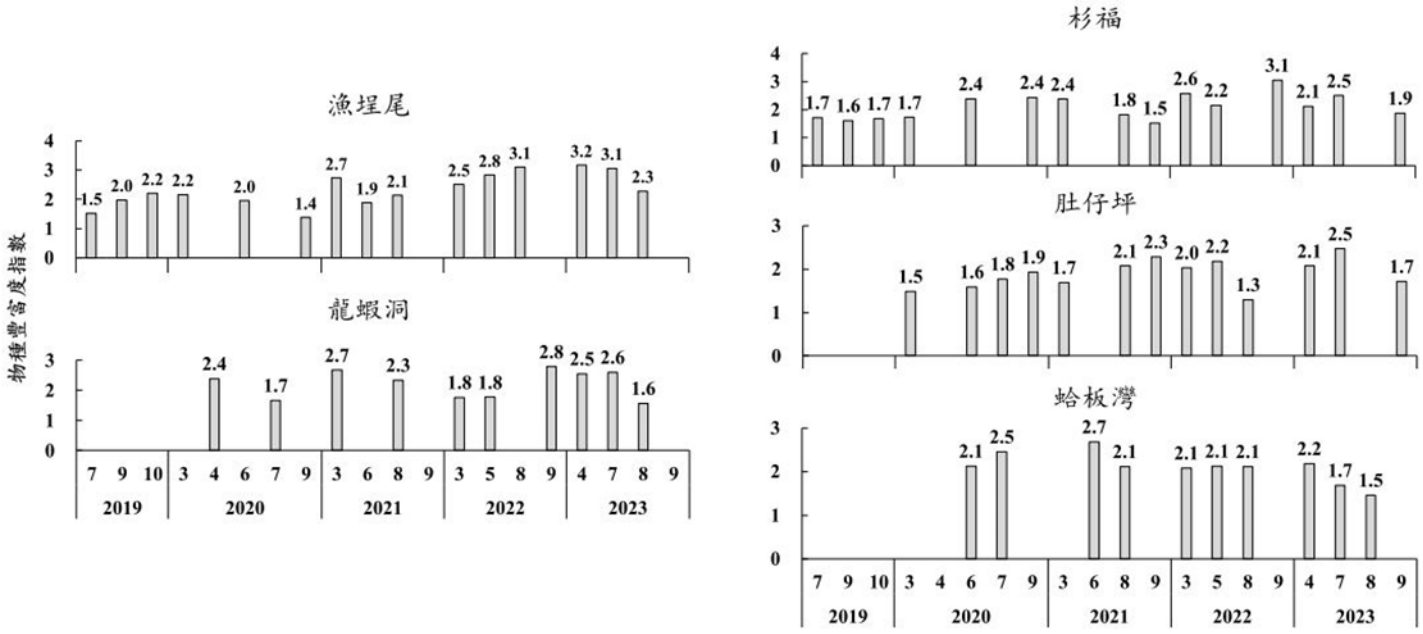


圖1、2019-23年各潮間帶底棲無脊椎動物豐富度指數變化

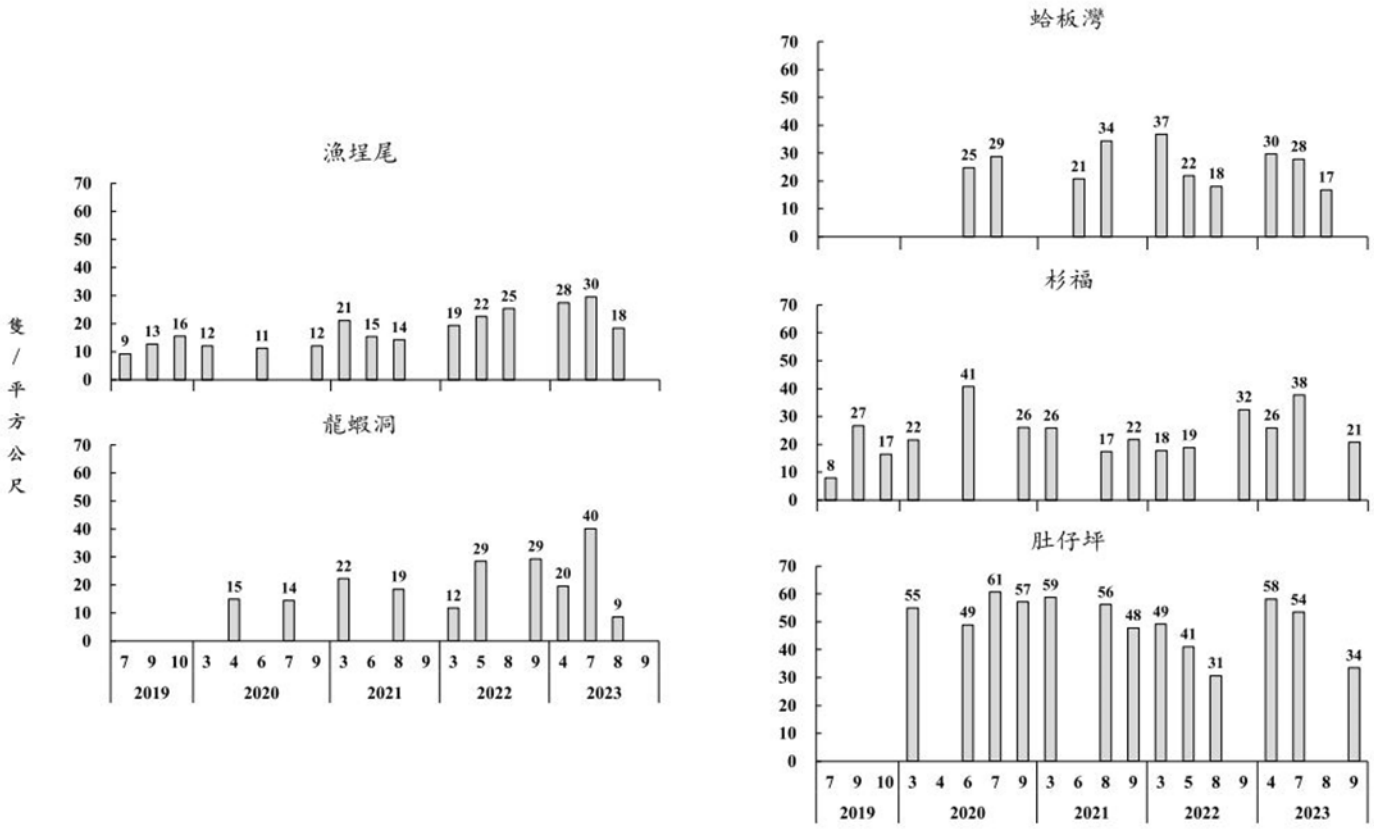


圖2、2019-23年各潮間帶底棲無脊椎動物個體密度變化

2.魚類相調查：調查結果顯示，潮間帶魚類群聚以小型的雀鯛科和隆頭魚科為主要優勢魚種，且各潮間帶優勢物種相近，群聚組成也類似。在所有樣區中，以杉福（52種）及肚仔坪（50種）潮間帶物種數較高，漁埕尾（39種）及蛤板灣（33種）潮間帶物種數較低，魚類個體數（密度）亦以杉福和肚仔坪潮間帶（每平方公尺平均0.55隻）較高。生物量方面，潮間帶魚隻大多體型短小，常見的定棲性魚類如蝦虎和鰕魚多在8公分以下，過境性魚隻如隆頭魚和刺尾鯛多在15公分以下，大多樣區單位面積魚類生物量不到1克。季節變化方面，氣溫低與颱風過後魚類群聚容易受到干擾，因此物種數和個體數明顯減少；初夏為潮間帶魚類最豐富的季節。整體而言，小琉球潮間帶魚類群聚物種豐富且容易受到外在擾動，由於過去並沒有潮間帶魚類的量化資料，因此需累積長期資料以釐清天然與人為干擾是否會對潮間帶魚類資源有所影響。

3.馬尾藻復育試驗：研究團隊2月在杉福、龍蝦洞、海子口進行藻繩施放，4月在漁埕尾完成施放。結果顯示，龍蝦洞馬尾藻生長狀況較佳，硬葉馬尾藻與匍枝馬尾藻葉狀體長度分別可達40公分與30公分以上，應與該地潮池水溫較杉福與海子口稍低有關。杉福硬葉馬尾藻及匍枝馬尾藻葉狀體長度約13公

分；海子口硬葉馬尾藻約10公分、匍枝馬尾藻約15公分；漁埕尾硬葉馬尾藻約11公分、匍枝馬尾藻約15公分。硬葉馬尾藻存活率部分，龍蝦洞、杉福、海子口、漁埕尾分別為92%、56%、83%、96%。匍枝馬尾藻存活率除杉福2-4月維持於90%外，龍蝦洞、海子口及漁埕尾均隨時間呈現不同幅度下降情形，7月時存活率除杉福為27%外，其他區域均為0。杉福潮池的水溫日變化相較龍蝦洞與海子口更為劇烈，最高紀錄達8.7℃，漁埕尾也有類似的現象，但根據移植於杉福的匍枝馬尾藻有較高存活率以及漁埕尾野生馬尾藻族群量，溫度震盪似乎對馬尾藻生長不是關鍵影響因素。

綜合以上結果，龍蝦洞潮池環境較適合馬尾藻生長；其次為杉福，雖然硬葉馬尾藻最終存活率較低，但匍枝馬尾藻的生長相較其他樣點有較佳的結果；海子口移植馬尾藻生長情況不佳，匍枝馬尾藻全數死亡；漁埕尾因較晚才施放藻繩，所以藻繩上的馬尾藻生長狀況無顯著成效，但從水溫變化及現場環境可見壯觀的野生馬尾藻族群，相信該地點應適合馬尾藻生長。

4.硨磲貝復育試驗：完成固定籠具及硨磲貝黏附測試，移置杉福潮間帶中潮位6隻個體中，1隻死亡、5隻正常存活，活存率83%；移置高潮位16隻個體中，3隻死亡、13隻正常存活，活存率81%。在養殖場蓄養期間，可能受到颱風及移動影響造成8隻死亡。

5.棲地改善可行性評估：潮間帶淤沙清除試驗結果，試驗組底棲動物密度（每平方公尺28隻個體）高於對照組（每平方公尺16隻個體），顯示淤沙清除恢復許多洞穴棲地，有助於提升生物量，對復育有所貢獻。

6.在地公民科學家培訓：公民科學家培訓計18人完成室內課程，野外實作計有7人完成訓練。

(二)保育教育科普化行銷：

1.環教場域規劃：規劃利用「杉福漁港漁具整補場（漁具倉庫）」空間設置場館，建築物外觀建議以硨磲貝和海浪意象為設計元素，結合當地特色生態。內部展區建議分成3大展覽區：「特色生物區」、「生物復育區」及「漁業捕撈利用解說區」。

2.保育知識科普化行銷：以「琉夏海洋」為主題完成4所國小保育繪本徵件，共計3所學校、11組師生組隊報名。經評審共錄取2組特優作品、2組優秀作

品及3組佳作，10月假遊客中心頒發獎項。另與台灣咾咕嶼協會合作，由大學生組隊完成微電影創作，主題包含宣傳當地保育作為及探討潮間帶環境變遷。

(三)生態觀光導覽國際化：

1.在島上5個熱門景點（美人洞、花瓶岩、中澳沙灘、蛤板灣、厚石裙礁）完成設置英語保育告示牌。

2.完成以宣導生態旅遊為主的旅遊行程「小琉球友善海洋旅遊新主張」1式，並與島上注重生態環境保育的合法環保商家（計3家環保民宿及2家電動機車業者）協助進行英文環境改善。

二、效益分析(請依原核定工作計畫書檢討執行成效)

成果目標與效益	指標 (依原核定工作計畫書或新增)	成果(值)	說明
可量化效益	潮間帶關鍵生物調查	1式 (15處次)	1.底棲生物調查：與2013-14年比較，近1年杉福及漁埕尾潮間帶大型底棲無脊椎動物密度提高50%。與2021年比較，漁埕尾潮間帶全部底棲無脊椎動物密度增加6成，杉福及龍蝦洞潮間帶增加3成，肚仔坪潮間帶減少2成，蛤板灣潮間帶減少1成。其中蛤板灣潮間帶破壞性海膽（梅氏長海膽及口鰓海膽）密度比2011年增加4成，肚仔坪潮間帶則有減少趨勢。 2.魚類相調查：潮間帶魚類群聚以小型的雀鯛科和隆頭魚科為主要優勢魚種，且各潮間帶優勢物種相近，群聚組成也類似，其中杉福及肚仔坪魚類「物種數(多樣性)」及「個體數(密度)」明顯高於漁埕尾及蛤板灣。
	馬尾藻與硨磲貝復育試驗	1式 (馬尾藻4處、硨磲貝30隻)	1.馬尾藻：試驗結果龍蝦洞潮間帶環境最適合馬尾藻移植，其次為杉福及漁埕尾。 2.硨磲貝：於杉福潮間帶設置籠具並將硨磲貝黏附於牡蠣殼移置籠具試驗結果，活存率達80%以上。

	潮間帶棲地改善可行性評估	1式	潮間帶淤沙清除恢復許多洞穴棲地，有助於提升生物量。
	在地公民科學家培訓	7人	共計完成培訓7名公民科學家。
	環教場域空間/設施規劃	1式	規劃利用「杉福漁港漁具整補場（漁具倉庫）」空間設置場館，建築物外觀建議以硨磲貝和海浪意象為設計元素，內部建議分成「特色生物區」、「生物復育區」及「漁業捕撈利用解說區」3展區。
	保育知識科普化行銷設計	1式	完成辦理海洋保育科普繪本及微電影創作活動各1場。
	生態觀光導覽國際化	1式	完成設置英語保育告示牌5面，及國際化生態旅遊行程「小琉球友善海洋旅遊新主張」1式。
不可量化效益	1.透過持續性調查及復育行動，提供科學建議以利研擬可行保育/復育策略。 2.透過在地居民參與，提高居民科學素養及參與度。 3.推動建立環教場域，加深來訪遊客對保育的認知。 4.推動國際化生態旅遊，建立國際友善環境。		

肆、 執行中遭遇困難及因應對策

硨磲貝復育的成功率與幼貝能否順利在現地附著有很高的關聯，本次試驗將大部分硨磲貝蓄養至6公分以上，且在10月水溫合適時放養。然而生物生長及野放皆有合適時間，無法完全配合計畫時程，否則失敗機率高。今年度因期程限制，雖然趕在10月底前放養，但若再延後至11-12月移植應可增加存活率，建議未來此類計畫給予執行彈性。

伍、 未來推動方向與建議

1.肚仔坪棲地環境脆弱度高、韌性低，在管理上分區關閉休養可能是一個讓環境恢復的作為。蛤板灣遊客眾多，造成生物密度下降且破壞性海膽增加，將於113年開始進行管制。

2.研議調整全島海域保育物種，改變目前因分區利用而出現執法困難的窘境，並將硨磲貝及營養階層較高的指標性物種，都一併納入保育對象。另外除了公告禁止捕撈外，研議未來透過限制販賣或持有，來增加執法強度，逐步落實保育。

3.肚仔坪、蛤板灣潮間帶海膽密度過高，為減緩棲地劣化，研議將「梅氏長海膽」及「口鰓海膽」2優勢物種自保育對象移除，僅保留對珊瑚礁生態系有幫助的「白棘三列海膽（俗稱馬糞海膽）」；並效仿國外做法，在梅氏長海膽生殖季（7月）前以人為方式移除一定比例個體；此外，嘗試復育梅氏長海膽的天敵，並挑選小琉球記錄有案的生物以免影響當地生態系。

4.小琉球潮間帶過去的研究多著重於魚類物種組成紀錄，無足夠的量化資料可供比較，因此有必要持續進行監測以建立長期的資料，了解資源變動情形。

5.硨磲貝復育部分，本次改設置固定籠具，並將硨磲貝黏附於牡蠣殼，且蓄養至較大體型於10月水溫合適時放養，存活率達80%以上。生物生長及野放都有合適時間，無法完全配合計畫時程，否則失敗機率高，建議未來此類計畫給予執行彈性。

6.棲地改善試驗顯示淤沙清除恢復許多洞穴棲地，有助於提升生物量，對復育有所貢獻，值得未來繼續試驗提升效果。

7.環教場域規劃利用既有漁具整補場空間設置場館，建置經費初估1.8億元。

8.為讓小琉球發展為國際水準生態旅遊島嶼，未來將製作推廣中、英版生態旅遊手冊，涵括對當地環境友善的生態旅遊概念、走踏行程、保育行動、法規知識等資訊。

填報單位：屏東縣政府

單位主管：周春米縣長

填報人及連絡電話：張家霖技士，08-7320415分機7223

填表日期：112年12月7日

＊備註：執行機關可視需要增加項目

附件 1　可提供本署運用之相關圖片或照片，並提供授權使用書請提供至少 4 張供本署宣傳運用，圖像需清晰，另電子圖檔需 2MB 以上， 並以單獨電子檔方式提供。



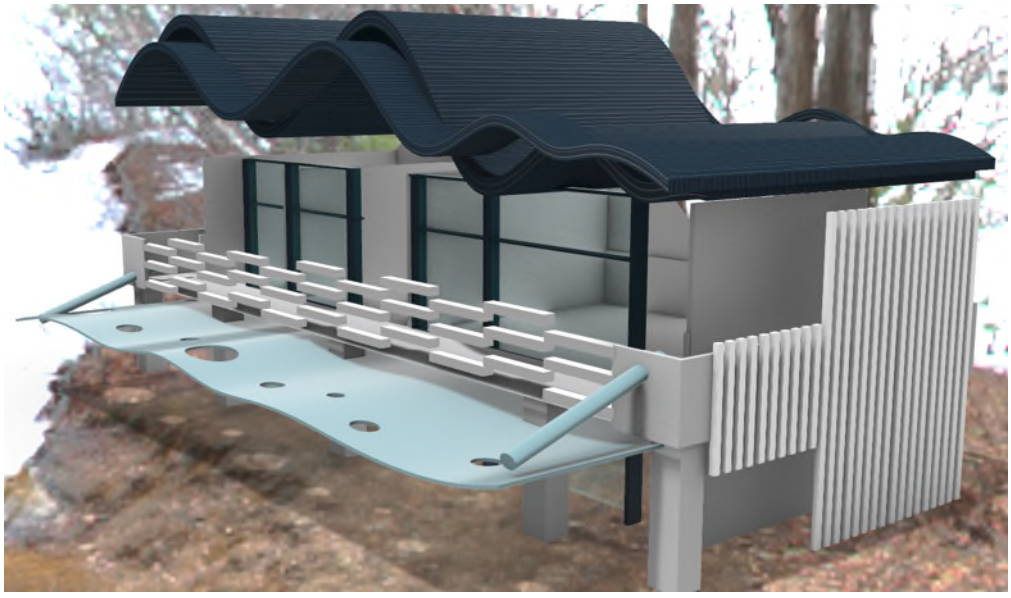
圖1、海洋保育繪本頒獎

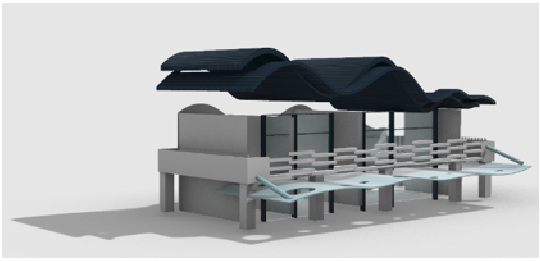


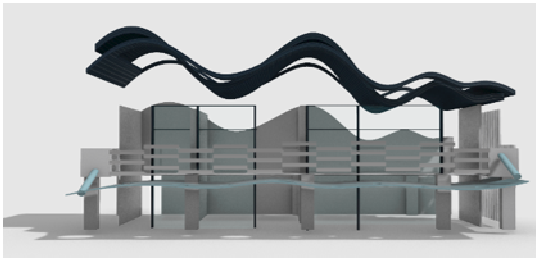
圖2、潮間帶底棲生物調查－梅氏長海膽

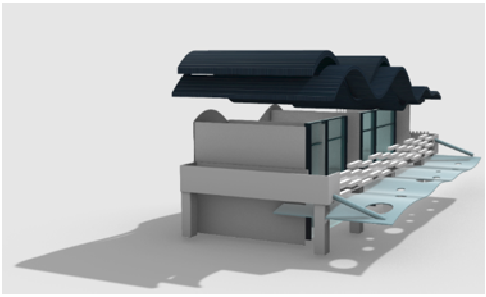


圖3、潮間帶優勢魚種－班達紫胸魚









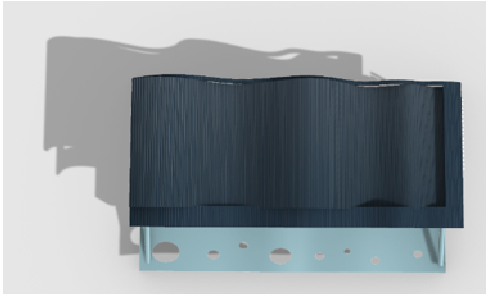


圖4、環教場館意象圖

攝影著作授權使用書

本府無償授權海洋委員會海洋保育署，得以上映、播送、口述、傳輸、展示、散布、印刷等公開方式，重製本府「112年琉球鄉沿岸海洋生態保育及教育在地化與國際化計畫」攝影著作4幅如附，並得為製作相關宣傳品之使用。

受委託(補助)單位：屏東縣政府（簽章）

授　權　人：周春米縣長（簽章）

中 華 民 國 112 年 12 月 8 日