



▲ 出風鼻縱走

教育部2020年海洋教育推手獎—團體獎— 社團法人台灣海洋環境教育推廣協會

社團法人台灣海洋環境教育推廣協會 黃宗舜 理事長

TAMEE用雙腳走出不同的海洋教育

在臺灣這塊外被湛藍海洋環抱的土地上，有一群人懷抱著單純而堅定的信念，用最原始的方式——步行，以雙腳丈量、認識、紀錄屬於我們的海岸。社團法人台灣海洋環境教育推廣協會(TAMEE)的誕生，正是源於這份對海洋的熱愛與使命感。二十年前，當這個夢想的種子萌芽時，或許沒有人預期到，TAMEE會成為臺灣最具特色的海洋環境教育組織之一。

漫步在潮間帶的細沙上，聆聽浪花拍打礁石的韻律，感受海風輕撫臉龐的溫柔——這是TAMEE成員最熟悉的日常，也是成員常聽到的話語。二十年來，TAMEE帶領超過萬名國人，用腳步丈量了臺灣1,500公里的海岸線，驚人的是，這樣的里程已經完成了整整八圈。每一次的行走，都是一次全新的探索與感動，因為海洋從來不吝展現她的千變萬化。

在這段漫長的旅程中，TAMEE走過與教會所有參與者，用心靈的眼睛端詳每一處海岸的獨特風情：這裡有著奔騰的浪花，那裡佇立著滄桑的燈塔；這處可見漁民辛勤作業的身影，那處能觀察到招潮蟹快樂起舞的趣態。每一個腳印，都是對這片土地最真摯的愛戀。

TAMEE用教育來播撒希望的種子

TAMEE深信，唯有讓更多人親身體驗海洋的美好，才能喚起對海洋的珍惜。因此，精心策劃了各式各樣的教育活動：帶領學童進行生動有趣的戶外踏查，讓年輕的心靈早早種下愛護海洋的種子；舉辦專業的環境教育課程，培養更多海洋守護者；規劃深度的海岸巡禮，讓參與者能真實感受海洋的脈動。

特別值得一提的是，TAMEE的每一位講師都懷著滿腔熱忱，願意與學校攜手合作，量身打造各校最適合的學習方案。TAMEE相信，教育不應該是制式的知識灌輸，而是要透過親身體驗，讓每個人都能找到屬於自己與海洋連結的方式。

用教育守護藍色家園的堅持者

站在二十週年的里程碑上回首，TAMEE看見的不只是累積的成就，更看見了未來更寬廣的可能。TAMEE期待未來能夠：持續深化海洋環境教育的內涵，讓每一堂課都能觸動人心；擴大民眾參與的廣度，讓海洋教育的種子在更多角落生根發芽；建立更完整的海岸環境監測網絡，為臺灣的海洋健康把關；培育新一代的



海洋教育工作者，讓守護海洋的使命得以永續傳承。這些事項是未來TAMEE的目標，但需要全民共同努力。

TAMEE以教育的方式宣揚永不止息的守護

在臺灣的海岸線上，TAMEE的腳步從未停歇。我們歡迎每一個對海洋懷抱熱情的靈魂加入，不論是想分享海洋故事的達人，還是願意付出行動的夥伴，都能在這裡找到屬於自己的位置。

二十年來，TAMEE見證臺灣海岸的點點滴滴：美麗的、憂傷的、令人振奮的、需要改變的。但最令人欣慰的，是看見愈來愈多人開始關注海洋、愛護海洋。這些改變，都在默默訴說著TAMEE這些年來的堅持是多麼有意義。

展望未來，TAMEE將繼續以堅定的步伐，丈量臺灣的每一吋海岸，用行動寫下守護海洋的動人篇章。因為我們深信，只要還有人願意為海洋發聲，我們的藍色家園就永遠有希望。讓我們一起，為了我們摯愛的海洋，繼續努力吧！



◀ 林園海堤被水管淹沒。



◀ 彰濱海角樂園。



◀ 望安暑期海洋教育營隊。

海洋藝廊



第三屆海洋詩徵選比賽得獎作品

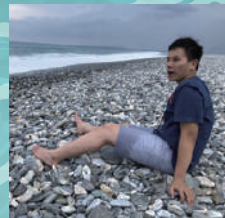
特優

拾海記：田寮洋淨灘

黃木擇

天主教輔仁大學

非營利組織管理碩士學位學程 二年級



依循海的指引
浪會蹲坐在灘頭等待
一顆夕陽的時辰
等待母親把記憶擱在暗礁上
等待緣分與海鳥拾取嫁妝

我們辨證著海的成全與
包容，注視一地叛逆破碎在
母親的床鋪

撿拾幾張相片
是褪色的窗、太多鹽分的情史
耿直的誓言蜷曲起憂傷
放任藥劑和淚水在海底成相
母親擁抱了它

撿拾幾隻塑膠公仔
曾經是童年帥氣的菁英陣容
耀眼的勳章被成長的歲月研磨耗盡
母親保存了它

撿拾幾塊保麗龍
是生活便利的夢
是輕浮而膨脹的慾望
沿著工業區的歷史漂流
母親原諒了它

母親的髮
珊瑚的青春色彩
已是灰白稀疏的老年
母親的體內，累積了太多微粒

魚的洄游、龜的跋涉
發炎的關節被填滿更多塑膠
更多污染自河川注入血管
母親承受著
更多文明如病疣佈滿沙地的體表
母親背負著

我與夥伴測量一整天海廢與
疼痛的重量
心虛計算著我們

與母親的距離

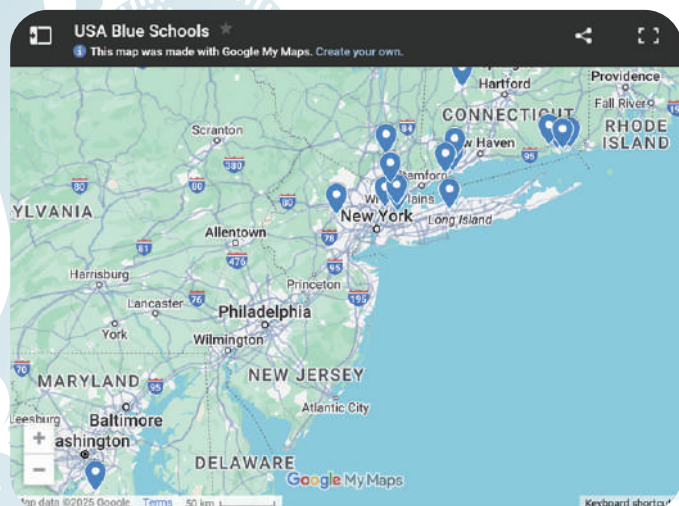


美國藍海學校的海洋教育：課程內涵與教學強化

國立臺灣海洋大學師資培育中心 / 教育研究所教授兼共同教育中心 張正杰 主任
國立臺北教育大學自然科學教育系 廖雅盈 博士生

為了實踐海洋十年海洋素養教育的推動，世界各國積極的推動藍海學校。本次專題主要介紹美國的藍海學校。美國藍海學校(USA Blue Schools)重點是發展海洋教育創新教學模式，目標是在提升學生的海洋素養(Ocean Literacy)，並促進海洋環境保護行動。該計畫由美國國家海洋教育協會(National Marine Educators Association, NMEA)主導，為實踐聯合國「海洋科學促進永續發展十年」(2021-2030)願景的重要支柱之一(NMEA, 2024)，強調跨領域學科整合、結合探究式教學及專題導向(Project-Based Learning, PBL)，透過實作活動深化學生對海洋議題的理解與行動力。本文將探討藍海學校的海洋教育課程內涵、教學特色及其對學生與社區的影響，並分析其目前申請校數與各州分布情況。

以下為2023-24學年度中獲頒USA Blue Schools旗幟的19所美國學校州名與地理分布情形：



▲ 獲頒藍海學校(USA Blue Schools)旗幟的19所學校於美國各州的分布位置。

州名與學校列表

State	School Name
康乃狄克州CT, State of Connecticut (共8間學校)	Mystic River Magnet School
	Marine Science Magnet High School
	Waterford High School
	Flanders Elementary School
	Torrington High School
	Trumbull High School
	Bridgeport Regional Aquaculture Science and Technology Education Center
	Walter Fitzgerald Campus
佛羅里達州 FL, State of Florida	Ocean Studies Charter School
伊利諾州 IL, State of Illinois	Jovita Idár Elementary School
馬里蘭州 MD, State of Maryland	Arthur Middleton Elementary
紐約州 NY, State of New York (共7間學校)	Hillcrest Elementary School
	Washington Irving School
	Trinity Elementary School
	Jefferson Elementary School
	AMS New Visions
	City Island School
紐澤西州 NJ, State of New Jersey	Smithtown High School West
	Morristown Beard School

資料來源: <https://www.marine-ed.org/usablueschools>

區域分布

- 長島海峽區域：許多學校位於長島海峽周邊，如康乃狄克州的Flanders Elementary School、Torrington High School、Trumbull High School、Walter Fitzgerald Campus、Waterford High School，以及



紐約州的City Island School和Smith-town High School West。

其他區域：

- 馬里蘭州的Arthur Middleton Elementary School位於切薩皮克灣地區(Chesapeake Bay)。
- 紐約州的Trinity Elementary School和Washington Irving Intermediate School分別位於紐約市附近和哈德遜河谷(Hudson Valley)。

藍海學校的課程內涵

藍海學校的課程設計依照「海洋素養七大原則」，涵蓋地球與海洋系統的相互作用、人類與海洋的關聯性以及未探索的海洋領域等主題(NOAA, 2025)。以下是其核心內涵：

1. 跨學科整合

藍海學校將STEM (科學、技術、工程、數學) 與STEAM (加入藝術元素) 相結合，並融入地方水域特性。例如，學生通過水質測試、牡蠣礁研究及污染物分析，理解當地生態系統與全球環境挑戰之間的聯繫(Ocean Blue Project, 2025)。

2. 探究式與專案導向教學

學生參與如灌溉系統標記、社區清理行動等實踐活動，培養批判性思維和問題解決能力。例如，紐約市的中學生透過研究當地牡蠣礁和進行水質測試，提出改善河口生態的方法(NMEA, 2024)。

3. 社會行動與公民科學

學生不僅是知識的接收者，更是行動者。他們設計並執行社區專案，如塑膠污染監測及教育推廣活動，將知識轉化為具體行動，以改善當地水域健康(UNESCO, 2023)。

教學特色與實踐案例

藍海學校以其創新的教學方法和實踐成效而聞名。以下為一些成功案例：

1. 港口學校

紐約港口學校結合「十億牡蠣計畫」(Billion Oyster Project)，將水產養殖技術融入課程設計，同時推動河口生態的修復工作。這樣的教學模式不僅提升了學生的實作技能與環境意識，也為社區生態帶來正面改

變，展現出教育與永續發展的雙重成效。(NMEA, 2024)。

2. 俄勒岡州試點計畫

自2021年起，該計畫已覆蓋40間教室，並有1200名學生積極參與。學生們通過分析當地水域的污染源並提出可行的解決方案，顯著提升了他們對環境問題的認識與關注(Ocean Blue Project, 2025)。

3. 長島藍色網絡

長島地區的藍海學校透過美國環境保護署(Environmental Protection Agency, EPA) 支持的「長島灣研究計畫」，讓學生積極參與污染源追蹤及濕地復育工作，成功將廢棄物排放量減少了42%(All Atlantic Ocean Research and Innovation Alliance, 2023)。

目前申請校數與各州分布 (NMEA, 2024 ; Ocean Blue Project, 2025)

截至2024年底，美國共有約 50 間註冊的藍海學校，其中有 19 間積極參與活動並完成行動項目，成功獲得「USA Blue Schools」旗幟(NMEA, 2024)。這些學校分布於全美各地，主要集中在沿海地區，例如：紐約州、加州和佛羅里達州。此外，中西部和內陸地區也逐漸加入此行列，包括俄勒岡州和科羅拉多州等地。以下為部分地區分布情況：

- 東北部：紐約州和康乃狄克州擁有最多註冊藍海學校，其中紐約市的中小學生積極參與牡蠣礁復育專案。
- 西岸：加州和俄勒岡州則以水質監測和濕地復育專案為主。
- 南部：佛羅里達州則著重於珊瑚礁保護及紅樹林復育工作。
- 內陸地區：科羅拉多州的藍海學校則利用虛擬實境模擬技術進行遠端海洋教育。

對學生與社區的影響

藍海學校不僅提升了學生的科學素養，還積極促進了社區的參與，鼓勵學生與當地社區共同致力於環境保護與永續發展：

1. 學生層面

- 提升批判性思維：參與專案導向活動後，學生在問題解決能力評估中，得分提高了37%(NMEA, 2024)。
- 增強環境責任感：透過實踐活動，學生對

人類行為對環境的影響有了更深刻的理解。

2. 社區層面

- 建立合作網絡：藍海學校經常與地方政府、非營利組織和企業密切合作，共同推動環境保護專案(UNESCO, 2023)。
- 加強公眾意識：例如，中小學生設計的教育手冊和展覽有效提高了當地居民對塑膠污染問題的關注(Ocean Blue Project, 2025)。

未來發展方向

未來十年內，美國藍海學校將朝以下方向發展：

1. 數位化教育

- 利用虛擬實境(VR)和擴增實境(AR)技術，模擬海洋生態系統，使非沿海地區的學生也能參與其中，進一步拓展學習範圍。
- 開發基於人工智慧(AI)的個性化教學工具，提供即時反饋並推薦相關學習資源(NOAA, 2025)。

2. 全球合作網絡

- 擴大全球藍色學校(Blue Schools)網絡成員數量，促進跨國教育交流，並共享最佳實踐案例(All Atlantic Ocean Research and Innovation Alliance, 2023)。
- 推動國際公民科學專案，如微塑膠監測計畫，以促進全球範圍內的數據共享和政策制定。

3. 政策影響力

- 通過向政策制定者提供基於數據的建議，確保更多資源能夠投入教育和環境保護領域。
- 強化教育部門在永續發展目標中的角色，鼓勵更多公立和私立機構採用藍色課程框架(UNESCO, 2023)。

結論

美國藍海學校透過整合創新課程設計與實踐活動，不僅有效激發了學生對海洋科學的興趣，還提升社區對環境保護重要性的認識。在聯合國「海洋科學十年」願景下，該模式為全球教育提供了可複製範例。未來，藍海學校應進一步強化數位技術的應用並加強跨國合作，以實現更廣泛且深遠的影響，推動全球教育與環境永續發展的共同進步。

本篇參考資料請參閱第16頁。

臺灣海洋教育中心 114年有獎徵答活動

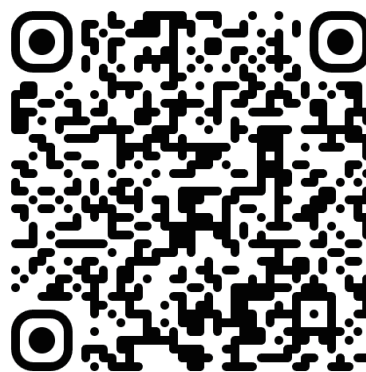


「離岸流」及「瘋狗浪」一直是親海安全的隱憂，希望民眾都能夠有安全的戲水觀念，在親海之餘可以留意環境及保護自身安全；而知海是海洋教育重要的一環，臺灣海洋教育中心電子報旨在提升全民海洋科普意識，帶領民眾認識海洋。

本年度辦理「海洋防災與海洋科普有獎徵答活動Part7」，以達到傳播與推廣海洋教育之成效，歡迎大家共襄盛舉。

★活動資訊：

<https://tme.ntou.edu.tw/p/404-1016-113671.php?Lang=zh-tw>



海生百科



憶，與「飯匙鯊」的邂逅

台灣橫濱八景島附設私立海洋動物園 林宣佑 副執行長

2021年6月，臺灣正與全球同樣遭逢COVID-19疫情的嚴重影響，無論是生活上與相關民生，都蒙上許多的不便利性，當時恪遵國家政策暫時停止營運的Xpark，為了照顧館內眾多生物採取的分流最低人力出勤，某日接到來自掌管海洋相關事務的桃園市海洋管理工程處電話，表示接獲民眾通報，於岸際發現一支獨特小型海洋生物擱淺急需救援。但由於疫情無法群聚加上聯繫上產生之落差，在資訊難以完整的掌握下，再下一次的聯繫對接，已經是一週後，動物已由新屋在地海洋客家休閒農業發展協會接手暫時安置在簡易的收容水槽中，此時物種的描述也從外型長得像「飯匙」，演變成夾雜著閩南語與客語發音的「笨鯊」。

桃園市新屋區西端的笨港社區，是當時重要的港口，鄰近著桃園永安漁港南側的港灣海域，亦為北臺灣最適合牽罟之漁場，漁獲量及漁業產值表現亮眼，且因在地住民與從事漁撈行為多為客家族群，因此於當地漁業發展出唯一的海洋客家聚落文化，包括石滬、牽罟捕魚等，擁有著時間悠久且獨特的漁村文化底蘊。而俗稱著「笨鯊」的這生物，在過去，是普遍且常見的漁獲，且在地人接不陌生，也因太常出現了，無形中就將其以在地聚落的港口名稱作為其稱號。

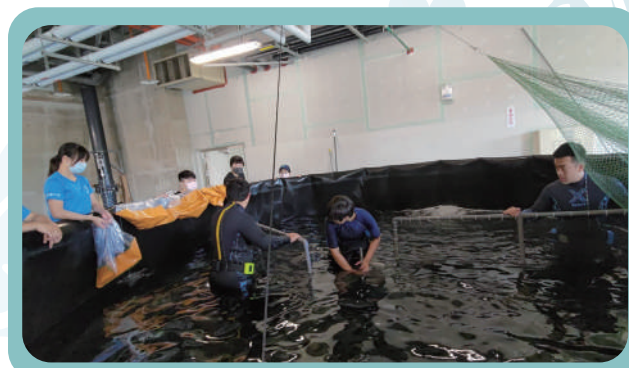
此時陸續關心的在地民眾，開始討論起眼前這隻生物：「到底是鯊魚還是魷魚」、「這個尺寸大概台幣200元」、「以前都當魚翅賣，小的比較軟就做魚丸」、「外型長得好像吉他」、「這個這邊以前很多啦，石滬一退潮就滿滿的」、「牽罟有時牽到，都被他的大嘴巴嚇一跳」……，在大家你一句我一句的討論起這回憶中的在地漁獲，我們也對於他的過去於地方的記憶與情感拼湊出對於這一隻生物更多的資訊，民眾所提供的各面向情報，無疑也是對於這個生物無論在記憶

上、生活上或是產業中與生態現況，提供了非常多有用的情報。

有了種類俗稱，有了體長資訊，有了生物現況，我們比照擱淺鯨豚救援的方式，帶了搬運擔架布、獸醫藥品等，與桃園市政府等來到現場，總算見到一隻不超過60公分的個體，卻已經虛弱的側躺於水槽邊緣。

「體型長且扁平，頭部與胸鰭融合成體三角形體盤，長度大於寬度。吻部略為圓鈍，口裂中央彎曲，齒大，平滑呈菱形，約48列。噴水孔位於眼之近後方。吻部無棘。眼上方具一系列小棘，向後延伸至噴水孔後緣。背鰭前中央具有一列較強壯棘，左右兩側各有一列不連續之小棘，體色灰褐色，腹部白，腹鰭上方具一白斑，眼皮上具一黑斑」。

經過鑑定這隻體全長60公分的「無斑龍紋鱔(*Rhynchobatus immaculatus*)」攜回後，不僅依照外部型態與特徵，給予正名外，更在專業獸醫與飼育團隊，予以兩週的抗生素與消炎藥治療，無論是體內的感染、炎症，外部的傷口，都治癒的同時，也在水槽中享用著飼育人員給予的蝦蟹類與魚塊。看著活動力與精神都已回復得差不多，在當地社區等民眾的護送下，我們揮手送別，讓他回到當初發現的海域中，繼續悠游。



時隔多年的現今，由於龍紋鱔已被國際自然保護聯盟(IUCN)紅色名錄列入極度瀕危(CR)等級，但國內相關資料仍然極為缺乏，主管機關海洋保育署與試驗研究單位希望透過衛星資料的回傳與解析，能進一步了解其洄游移動生態及棲地利用情形，作為後續擬定管理策略之參考，同時對瀕危軟骨魚類的保育做出貢獻。

龍紋鱔被部分漁民稱為龍紋鯊，雖然名為「鯊」，但分類上其實屬於軟骨魚綱鰻頭鱔科(Rhinidae)成員(現今已將龍紋鱔科併入鰻頭鱔科)。龍紋鱔除因漁業捕獲造成資源下降，加上該類群棲息環境與人類活動範圍重疊度大，容易因為棲地環境破壞及流失，使族群狀況更加惡化，因此華盛頓公約組織(CITES)已於108年將所有龍紋鱔物種列入需進行貿易管制的名單。

主要分布於東大西洋之非洲外海以及印度—西太平洋海域。根據臺灣魚類資料庫上的紀載，在臺灣龍紋鱔科計有南方龍紋鱔(*Rhynchobatus australiae*)、無斑龍紋鱔(*Rhynchobatus immaculatus*)、瞬眼龍紋鱔(*Rhynchobatus palpebratus*)、史氏龍紋鱔(*Rhynchobatus springeri*)等4種。通常棲息在近岸淺水區域，水深不超過30公尺。活動力不強，主要以沙泥底棲的蟹、蝦、貝類及小型魚類為食的為底棲性魚種。

認識是保育的第一步，無斑龍紋鱔在臺灣過去漁獲資料占了四種龍紋鱔中約9成的比例，甚至在桃園地方也因捕獲量大而用其港口名稱作為俗稱之一，有其生態與文化上的雙重意義上，我們更應該共同對於他生態遷移或是棲地選擇上能有更多的了解與認識，並透過公民科學家等形式，共同將基礎資訊讓主管機關能夠轉化成後續棲地保護與制定漁業管理政策，保護或是保育希望只是一個手段，讓民眾或是漁民能夠從日常的作業或是觀察中，逐漸轉變為海洋保育的積極參與者，多方共同努力，減緩棲地惡化速度，也為海洋生命與豐富共盡心力。



什麼是仿生科技？

假如有一天，一位工程師與一位生態學家一起走進森林，他們看到的世界會截然不同。工程師可能想著如何用材料蓋橋，而生態學家則驚嘆葉脈如何輸水、蜘蛛絲如何強韌。但如果他們開始對話，開始互相學習——這，就是仿生科技的起點。

仿生科技(Biomimicry/Biomimetics)是一門從自然界汲取靈感的學問，它模仿大自然數十億年演化出的設計與過程，並應用於解決人類的各種工程和科技問題^[1]。例如，仿生學源於希臘語「Bio」意味「生命」，強調透過觀察和分析生物的結構、機制、行為及其演化智慧，提煉出可供人類科技使用的原理^[2]。正如史密森尼^{註1}(Smithsonian)介紹所言，生物體經過數十億年的自然挑戰，不斷優化出近乎完美的解決方案；仿生科技即是要向自然學習，將這些優化設計化為人類產品與系統的創新靈感^[1]。

仿生科技的起源與背景

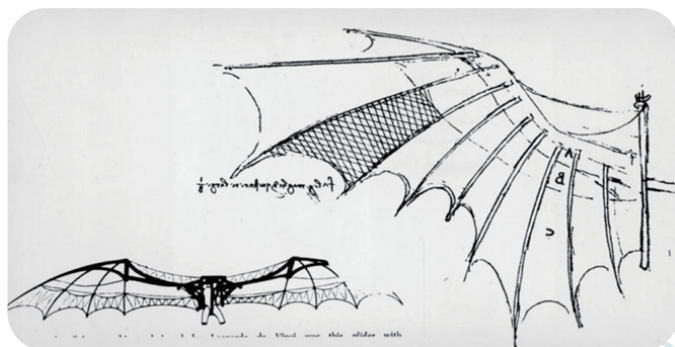
仿生思想並非新鮮事物，從古希臘神話中代達羅斯(Daedalus)以鳥翼構想飛行^[3]，到文藝復興時期的達文西觀察蝙蝠翼畫出飛行機構想^[4]，人類自古便以自然為師。近代而言，美國科學家奧托·施密特(Otto Schmitt)在1950年代研究魷魚神經元電信號傳導特性，並應用於製作電路時提出「生物模擬」(biomimetics)的概念^[5]。1960年，美國空軍工程師 Jack E. Steele 發明了「仿生學」(bionics)一詞，定義為：“The science of systems which have some function copied from nature, or which represent characteristics of natural systems or their analogues.”，也就是「從自然系統複製功能的科學」^[6]。此後，仿生理念逐漸被學術界與工業界採用：1997年，科學家Janine Benyus出版《仿生學：從大自然取經的創新》(Biomimicry: Innovation inspired by nature)，將「biomimicry」一詞推廣至大眾並強調永續設計的重要性^[7]。簡言之，仿生科技的發展跨越多個里程碑，從學術名詞的誕生到實際創新應用，都反映了人類

國防大學理工學院 賴渝翔 助理教授

對自然界智慧源源不絕的學習與尊重。



▲ 圖1.希臘神話中代達羅斯(Daedalus)與伊卡洛斯(Icarus)飛行的場景。圖中兩人用羽毛與蠟製作的翅膀飛離克里特島，是西方關於人類模仿鳥類飛行的最早傳說之一。



▲ 圖2. 達文西於《飛鳥手稿》中描繪之飛行器構想草圖（約1505年）。圖片來源：Biblioteca Reale, Turin。

仿生科技的步驟

依據仿生學研究所(Biomimicry Institute)^{註2}所提出仿生設計通常是一個循環反覆(Design spiral)的過程，大致包含以下幾個階段^[8]：

1.DEFINE (界定挑戰)

清楚說明你想要設計的影響（即要解決的挑戰），以及用來判斷成功的標準和限制條件。

2.BIOLOGIZE (生物化 / 功能轉化)

將挑戰中的核心功能與環境轉化為生物學問題，換句話說，用「生物的語言」來重新定義你要問大自然的問題。

3.DISCOVER (探索自然策略)

探索並尋找自然界中能處理相同功能與

環境條件的有機體或生態系統，並辨識其所使用的策略。

4.ABSTRACT (抽象化設計原理)

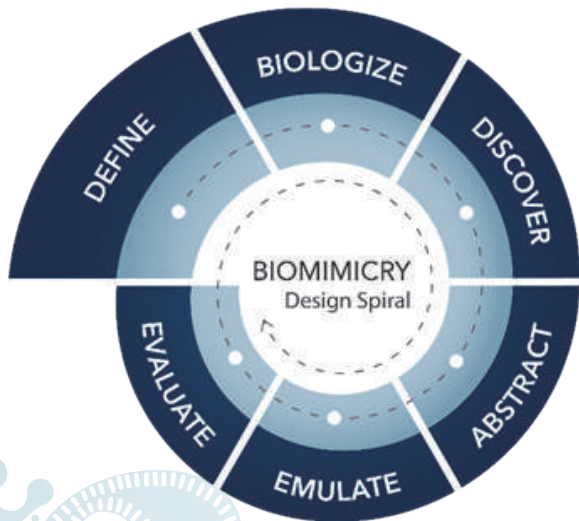
分析這些生物策略成功的關鍵特徵或機制，並以非生物學術語將其轉述為設計策略。

5.EMULATE (模仿應用)

從分析中提煉出關鍵啟發，應用於設計構想，開發出仿自然的解決方案。

6.EVALUATE (評估與回饋)

評估設計概念是否符合原先設定的標準與限制，並檢視其與地球系統的相容性，包括技術與商業可行性，必要時進行調整或重複前面步驟。



▲圖3. 仿生設計螺旋流程圖 (Biomimicry Design Spiral)，說明仿生設計六大步驟：Define、Biologize、Discover、Abstract、Emulate、Evaluate。圖片來源：Biblioteca Reale, Turin。

日常生活中的仿生科技應用

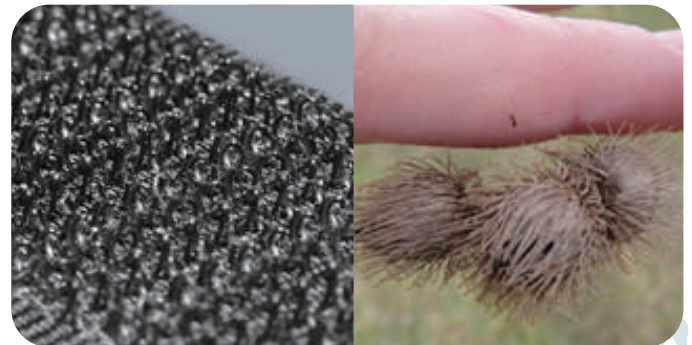
仿生科技並非遙不可及，很多日常用品和技術都來自生物的啟發：

- 魔鬼氈(Velcro)：著名的魔鬼氈即源於大自然中的「大頭刺」植物果實。瑞士工程師梅斯特拉爾(George de Mestral)在1941年偶然發現狗毛上黏滿果實後，發現果實上有無數微小鉤子能勾住織物環狀纖維；經過多次試驗，他以尼龍仿製出鉤環結構，發明了現代魔鬼氈^[9]。這說明自然界的鉤刺如何啟發創新設計，改變了日常生活中的連接方式。
- 仿生潛水裝：麻省理工學院的工程師受到水獺與海狸等半水生哺乳動物毛皮的啟發，開發出一種帶有微細毛狀結構的橡膠薄膜。這

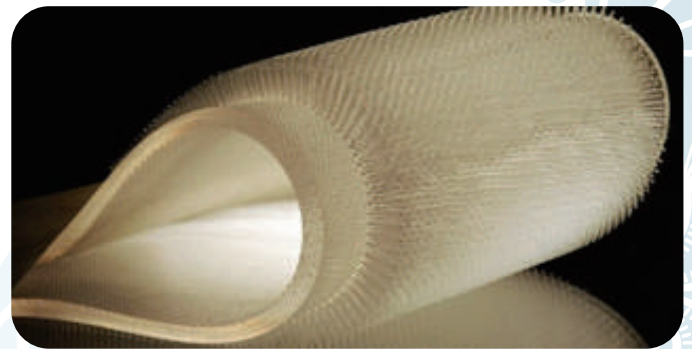
種仿生材料能在潛水時捕捉空氣於毛尖之間，形成保暖隔熱層，潛水者也能迅速排水、減少寒冷感^[10]。此設計展現了從自然毛皮中學習「空氣困留」原理，應用於更高效的潛水與衝浪服裝設計。

- 風力發電的進化：風力發電技術也從自然中獲得啟發。科學家觀察到座頭鯨胸鰭前緣的疣突(tubercles)可有效減少阻力並提升操控性^[11]，進而將這種非平滑前緣設計應用於風力渦輪機葉片。研究顯示，這種仿生設計能延遲失速並增加升力，使風機在微風或突風環境下也能維持高效率。

此外，仿生學應用還涵蓋多種領域，例如壁虎腳掌的細微毛結構啟發了 NASA 所研發的「仿壁虎膠帶」，可無需膠水抓持重物^[12]；又如翠鳥俯衝入水時的尖嘴構造，成功應用於日本新幹線列車頭部設計，以降低穿越隧道時產生的噪音^[13]。日常生活中，只要細心觀察自然界的機制，就能發現源源不絕的科技靈感。



▲圖4. 大頭刺果實上的倒鉤結構使其能附著於毛髮或衣物。圖片來源：Biblioteca Reale, Turin。



▲圖5. 由MIT團隊研製的仿毛皮潛水衣材料，其表面佈滿類似動物毛髮的微細結構，用以在水中捕捉空氣形成隔熱層。圖片來源：MIT News / Felice Frankel(2018)。

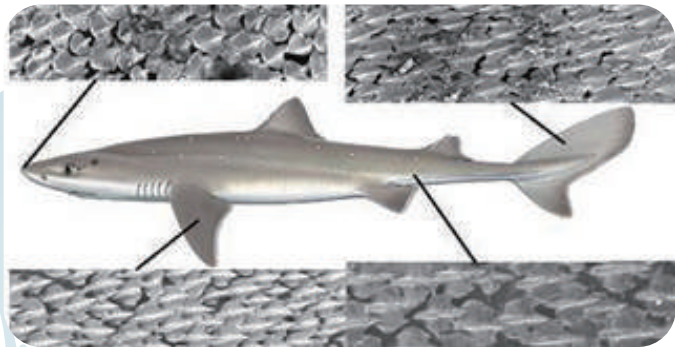


▲ 圖6. 上方為經仿生優化的風機葉片，其前緣呈現波狀凸起，模仿鯨魚胸鰭上的疣突排列；下方則為座頭鯨實際胸鰭，前緣明顯可見成排突起。
圖片來源：Georgia Tech. (2024)^[14]。

海洋中的仿生科技應用

海洋生物擁有許多獨特功能，也為工程師提供豐富的靈感來源。例如：

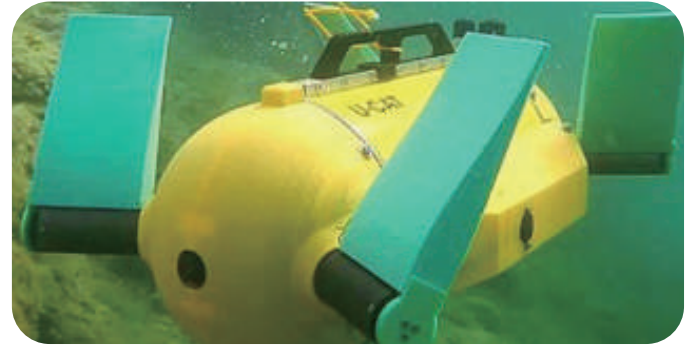
- 鯊魚皮膚：鯊魚背鰭皮膚表面覆蓋微小鱗片（鱗齒），能抑制海藻和細菌附著，減少阻力。研究人員仿照這種鱗片結構，開發了無毒抗污塗層（如Sharklet技術）^[15]，可顯著降低船體與醫療器材表面微生物聚集，實測可降低近85%的藻類附著量。此類塗層既環保又持久，大幅改善海洋運輸與醫療衛生。



▲ 圖7. 鯊魚皮膚微結構鱗齒（dermal denticles）掃描照，圖片來源：Feld et al. (2019) ^[16]。

- 海豚聲納：海豚等齒鯨類依靠超聲波定位獵物，其聲納解析能力非常優秀。新加坡國立大學的研究團隊受到此啟發，研發了一種仿海豚聲納系統，採用短促脈衝聲波及先驗環境信息處理，能比傳統方法更清晰地重建水下影像^[17]。未來此技術可用於海床探測、海洋生態調查或水下機器人定位等領域，大幅提升水下探測效率。
- 其他魚類與海龜：像魴魚、海龜和企鵝^[18]等動物的流線型體型也被用來設計水下航行

器，以提高機動性與能效。總之，仿生科技在海洋領域的應用廣泛，例如基於鯊魚皮開發的防污塗層、受海豚啟發的高階水下聲納以及模仿魚類外形的水下載具等，這些皆是從海洋生物學習並轉化為工程創新的例子。



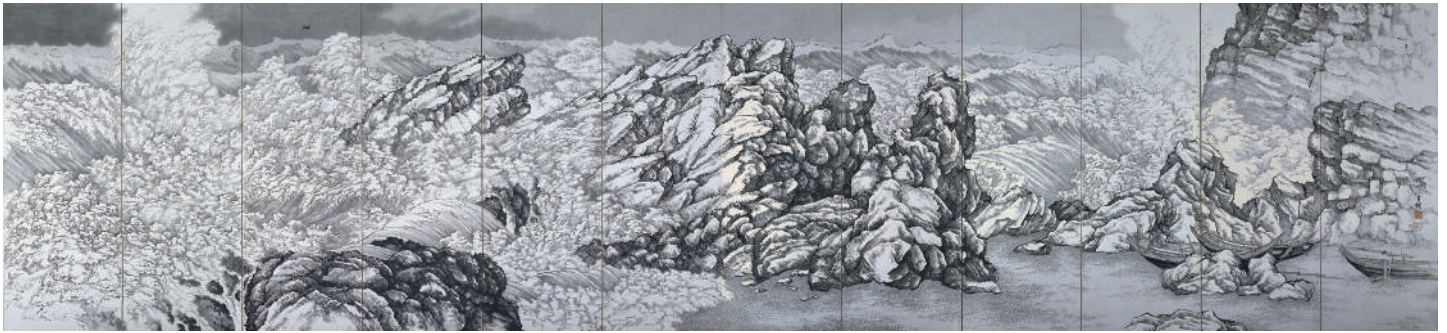
▲ 圖8. 仿生海龜水翼 AUV 在湖中實地測試時的真實照片與配置。圖片來源：Font et al. (2011) ^[18]。

在整理這些仿生科技的案例時，我深深感受到，自然界就像一本打開的教科書，裡頭藏滿了人類尚未完全理解的智慧。從一根刺、一塊鯊魚皮，到一隻跳躍的壁虎或滑翔的企鵝，每一個生命體經過億萬年演化，早已「設計」出極為高效又節能的生存方式。人類若能謙虛地學習、模仿並善加應用，不僅能創造出更高效的技術產品，更可能找到與地球共生共存的新方向。仿生科技不是取代自然，而是向自然致敬。這門融合科學、工程與永續理念的領域，也提醒我們：當人類的創新從「征服自然」轉向「模仿自然」，也許我們才真正踏上了長遠而智慧的發展之路。

註1：「史密森尼(Smithsonian)」是美國一個極具權威的科學、教育與文化機構，全名是：Smithsonian Institution (史密森尼學會) 它是由英國科學家 詹姆斯·史密森 (James Smithson) 捐資創立於1846年，宗旨是：「為了增加和傳播知識」(For the increase and diffusion of knowledge) <https://www.si.edu/about>。

註2：仿生學研究所(Biomimicry Institute) 是一個國際性的非營利組織，成立於2006年，總部位於美國蒙大拿州米蘇拉(Missoula, Montana, USA)。該機構由《Biomimicry: Innovation Inspired by Nature》作者 Janine Benyus 創立，致力於推動仿生學(biomimicry)的教育、研究與創新應用，並與各國從事永續設計、生態工程與教育改革的團體密切合作。

本篇參考資料請參閱第16頁。



▲ 鄉原古統·《臺灣山海屏風—北關怒潮》，1931，紙本水墨，172.8×62 公分(×12)，臺北市立美術館典藏。

白浪滔滔：東亞近代繪畫中的「浪」

陳澄波文化基金會 張哲維 專員

「水能載舟，亦能覆舟」，廣闊的海洋得以讓我們航向遠方，洶湧的波濤卻會造成無數傷亡。儘管大海難以捉摸、充滿危機，人們依然著迷於那水面翻騰、白浪激起的視覺震撼。不只發展出「觀浪」的活動，藝術家們更是不斷嘗試捕捉浪潮湧起的那一刻，將瞬間化為永恆。



▲ 葛飾北齋·《富嶽三十六景 神奈川沖浪裏》，約1830-1832，木刻版畫，25.4×38.1公分，大都會藝術博物館典藏。

家喻戶曉的浮世繪作品《富嶽三十六景神奈川沖浪裏》就是最經典的例子。繪師葛飾北齋以流暢的線條勾畫起伏的海面，當海水捲成大浪，再使用彎鉤狀的曲線表現細碎的浪花，宛如張牙舞爪般襲向海上的三艘小舟。船上的人壓低了身子，生怕落入強勁的海潮之中，如此驚險的情景令人無不倒抽一口氣。不過這件作品其實是以富士山為主題的「富嶽三十六景」之一，因此畫中的大浪如同視線的導

引，讓我們看見畫面遠方的富士山。山與海遙相呼應，形成一動一靜的對比，更豐富了畫面的層次。



▲ 劉新祿·《錢塘江的潮音》，1932，畫布油彩，59.5×71.4公分，臺北市立美術館典藏。

目光向西邊一轉，位在中國江南的錢塘江雖非大海，它的浪潮卻是頗負盛名，並且具有相當悠久的觀賞歷史。嘉義畫家劉新祿曾赴上海習畫、任教，於此期間創作了數幅描繪錢塘潮的作品，命名為「錢塘江的潮音」，與和他亦師亦友的陳澄波之作《濤聲》都有著強調聲音的趣味。但是有別於陳澄波鮮明飽滿的用色，劉新祿選擇了陰暗的色調與拖長的線條，表現一波接著一波的潮水，流露出深沉凝鍊的氛圍。和《濤聲》兩相比較之下，你能從中聽到不一樣的潮音嗎？

和日本同樣四面環海的臺灣，在清治時期也出現了看海觀浪的行為。《臺灣府志》一書裡有所謂「臺灣八景」的說法，當中即有「安平晚渡」、「鹿耳春潮」、「斐庭聽濤」、「澄臺觀海」等與海景有關的名勝。然而此時期描繪八景的圖像仍是沿襲自中國傳統繪畫的格套，並非實景寫生，且僅見於方志當中，對於臺灣在地的影響可說是極為有限。

進入日本時代後，隨著觀光旅遊風氣的興起，人們開始關注臺灣的自然及人文風景，藝術家們也紛紛以此為題，留下許多紀錄臺灣風土的作品。從日本渡海來臺、長年任教於臺北第三高女的畫家鄉原古統，曾經繪製過四件尺幅巨大的《臺灣山海屏風》，其中一件《北關怒潮》畫的是宜蘭北關驚心動魄的海潮巨浪。鄉原以濃淡不同的墨色刻劃海岸礁岩與兇猛的潮水，極為細密的線條傳遞出海濤的力度和氣勢，點點浪花更是使人目眩神迷，彷彿一不留神就會被駭浪吞噬。這幅作品在當時公開展出後獲得相當好的評價，也許讓不少人因此前去宜蘭一探究竟，親身感受北關巨浪的魄力。

浪的型態受到地形、氣候等諸多因素的影響，有著千奇百怪的變化。透過藝術作品，我們得以看到藝術家運用各種充滿巧思的手法，試圖再現每一個千變萬化的片刻，成為獨一無二且得以流傳於世的美景。當你下一次看見大海時，不妨也試著用自己的方法畫下眼前滔滔的白浪吧！

海洋藝廊



第三屆海洋詩徵選比賽得獎作品

特優

風和海的對話

程裕智

嘉義縣立六嘉國民中學

任教科別：社會領域



因為有風
風簌簌地自島嶼兩端游向岸邊
停在浪花指尖，從溪流的羽翼
蜿蜒出一條綿長的曲線
撥動風車扇葉
扇葉擺動出生命的節奏
每旋轉一圈
就為土地延續起一個平凡的故事

因為大海
海水嘩啦啦地堆砌著它的憂鬱
灑一點海鹽
就能在消波塊上醃漬一段恆長的想像
起降的海潮同時是個
手法精湛的刺青師
當所有的痛還在醞釀
它仍朝海岸劃下數道，來不及結痂的傷痕

風問大海
我能否撿拾幾片你掉落的碎浪
裁剪成雲的形狀，塗上有機的色彩
假裝捧著一片藍天
託付給路過的鴿鳥和杓鵲
送給天空
填補一些缺憾
然後迎來曙光，撫慰夕陽憔悴
在下一季來臨之前

大海知道嗎
所有的恐懼是如何產生
又是如何膨脹

大海告訴風
我身上的一半已滴滿天空所流下的淚
鹹鹹的口感，略帶一點苦澀
隨著潮水，緩緩送往紅樹林的家園
泥濘思緒裡，試圖沖淡一些辛酸的感覺
至於還沒沾濕的那半邊，就留給大地
擦拭汗水
將昨日的記憶重新找回

海牽著風傾聽彼此心跳
微弱脈搏中，似若
一縷輕柔的交涉
彷彿正為沉寂的一切
而佇足，而打開接納的雙臂
在潔淨重返之時

海的哭泣風已聽見
也許，它們已尋得安放自己的墜落之處
等待著候鳥啣來和解的樹枝
是准許我們去愛
去信仰、去守護的一方淨地
倚著浪潮，和風的呼吸
讓迷失的靈魂再做一場奢侈的夢

114年藍階/進階海洋教育者培訓課程 從海出發，共創永續海洋

臺灣海洋教育中心響應聯合國「海洋科學促進永續發展十年(Ocean Decade)」行動框架，今年於臺南市辦理藍階海洋教育者培訓課程，期盼與全臺海洋教育工作者攜手探索「建構我們需要的科學，打造我們想要的海洋」的核心理念。課程從理解海洋衝擊與調適出發，深化海洋知識學習，並融合環境倫理價值與教學資源，推動以永續海洋為核心的教學行動。

為期五日的課程設計兼顧知識深化與實作應用，內容涵蓋海洋自然、人文與社會三大面向，並搭配社群領導、活動企劃與教案設計等增能課程。課程初期，透過團隊互動與社群經營，協助學員建立共學基礎。在自然面向課程中，學員深入認識濕地水循環與泥灘地的生態價值，並透過夜間實地觀察，體驗防風林豐富的生物多樣性。人文與社會課程則引導學員關注海岸變遷、七股潟湖氣候調適及漁電共生等重要議題，促進對在地與海洋深層連結的思辨。

此外，課程亦強調博物館與教育場域資源的轉化應用，並於「教學研發」課程中，引導學員實際設計海洋教案，有效連結專業知識與在地行動。最後，透過成果發表，學員們展現學習歷程，互相回饋與交流，為未來推動跨域海洋教育奠定堅實基礎。

本次藍階課程透過跨域整合與行動導向的學習設計，不僅深化教育者對海洋永續發展的理解與教學能力，更期望孕育一群具備實踐力的海洋教育行動者。我們期盼這群教育者在教學現場持續深耕，以具行動力的課程設計與社群連結，攜手推動我們所嚮往的海洋願景。



▲ 圖1. 參訪國立臺灣歷史博物館，認識大航海時代歷史文物



▲ 圖3. 學員以繪本為題材，分享海洋活動企劃



▲ 圖2. 夜訪城西防風林，觀察陸蟹生態



▲ 圖4. 講師與學員們共同探討氣候變遷的調適規劃



【國際交流紀實】參與國際海洋素養工作坊與NMEA年會的跨洋學習

洪鈴雅 專案助理研究員

2025年6月，有幸獲參與在美國路易斯安那州舉辦的「114年國際海洋素養領袖工作坊」與「美國國家海洋教育者協會(NMEA)年會」。在這短短一週的旅程中，我有機會觀察臺灣與各國海洋教育的樣貌展開交流。這趟行程讓我重新思考海洋教育的角色與意義，也為未來課程設計與師資培訓模式開啟更多想像。

6月29日由海洋委員會主辦的「國際海洋素養領袖工作坊」是這趟行程的重要起點。上午主題論壇邀請六位來自美國與臺灣推動海洋素養的重要講者，包括NMEA海洋素養委員會前主席Diana Payne博士、NOAA前教育計畫經理Sarah Schoedinger、加州大學柏克萊分校的Craig Strang博士、Educational Passages執行長Cassie Stymiest，以及臺灣的陳麗淑主任與謝惠娟校長。論壇涵蓋全球與在地海洋素養的實踐、氣候變遷教育的策略，以及如何結合社區與學校推動學生的氣候行動。在小組綜合討論時，我提出「初入海洋教育領域的教師，如何避免在龐大的海洋素養內容與框架中迷失」的提問。陳麗淑博士回應我們應「回到One Ocean的中心概念」思考；Diana Payne博士則強調回歸到自己的專業出發，實踐就是開始。下午的戶外走讀，我們前往Avery Island的Tabasco工廠與Jungle Gardens自然保護區，實地理解企業如何從節水、廢棄物再利用與逐步轉型，實踐對環境與海洋的責任。這一經驗讓我思考：未來是否能將企業永續行動納入教學中，設計學生從「流域到海洋」的環境探究課程。

6月30日到7月2日期間聆聽了多場的專題，及在不同的攤位跟大家交流，例如非營利組織

Artist Boat代表Kristen Keane發表，以《Threading Student Led Decision Making and Action into STEAM Powered Blue Carbon Place-Based Experiences》為題，介紹一項將學生自主決策、科學探究與藝術表達融合於一體的藍碳教育計畫。此課程強調場域連結與學生主體性，提供創造體驗經驗的重要性，為環境教育走向永續行動提供明確實踐路徑。George Matsumoto介紹由美國蒙特瑞灣水族館研究所(MBARI)主導的EARTH(Education And Research: Testing Hypotheses)教師專業發展計畫。該工作坊每年邀請約20位中學教師與科學家共處一週，學習如何取得、分析與應用實際海洋科學資料，設計可實踐的課程教案。計畫核心在於資料素養、跨界合作與教師專業肯認，教師不僅能接觸最新科學數據，如海溫、鹽度、浮游生物分布等，並透過共設教材發表於EARTH平台，分享至全球教育現場。Matsumoto特別強調，教育現場的改變需由教師與科學家共同擔任「翻譯者」與「合作者」，此模式有效促進科學素養的社會化與教學轉化，並為臺灣類似培訓計畫提供了具體參考模式。

7月1日的Stegner Lecture，是我這趟行程中最難忘的一場文化經驗。Cajun族裔學者Dr. Tommy Michot以音樂敘事，訴說路易斯安那濕地與族群記憶的交織，他所演奏的Cajun法語民謠中蘊含著對土地的熱愛、對災難的記錄與對家族的牽掛。這樣的文化力量與臺灣的原住民音樂、客家山歌或日治時期改編歌謠有著相似的脈絡，也讓我思索如何在海洋教育中引入文化敘事作為教學資源。7月3日，年會安排了

戶外行程Atchafalaya Airboat Adventure。這是我第一次乘坐氣墊船穿梭在美國最大河口濕地中，觀察到鱷魚、禿柏林與入侵植物的生態。我邊觀察邊思考：臺灣的四草濕地、宜蘭雙連埤是否能做成類似的對照教案？我們是否能設計一份「國際濕地比較行動手冊」，讓學生不只認識臺灣，也能理解全球濕地所面臨的共同挑戰？

我在年會中進行了二場口頭報告，第一場分享我與團隊開發的戲劇教學工作坊，如何協助教師將透過情境模擬與角色扮演轉化為學生參與海洋議題；從教師提交的教案中可見，戲劇策略不僅能激發學生同理心，也能引導他們進入公共決策模擬與參與意願。第二場報告主題為臺灣海洋教育課綱與SDGs對接的發展歷程，展示中心如何建立教師與專家合作的教案設計機制，並用七步驟流程具體說明轉化過程中遇到的困難與應對策略。

本次國際參與讓我深刻理解「One Ocean」不只是海洋的同源性，更是教育者共感與共責的實踐信念。我反思到：臺灣海洋教育在行動力與地方連結上已累積許多經驗，但未來應強化資料素養、科學家與發展教師支持機制，並讓更多非正式教育單位（如NGO與社區團體）有機會走向國際，成為全球海洋教育網絡中的一環。

最後，衷心感謝海洋委員會提供本次出國部分經費補助與承辦此行各項業務，讓我有機會重新定位自己在推動海洋素養教育中的責任與行動方向。這段歷程將深植我往後的教育設計與研究規劃，也感謝報告中共同參與的師長們、出國期間中心夥伴在業務的協助。一個人能做的很有限，但透過大家的協助、共同成長帶動海洋教育的前進是一件很幸福的事！



第三屆海洋科普繪本創作徵選活動

活動緣起：

「第三屆海洋科普繪本創作」徵選活動是繼110年後再度辦理，本次活動以「永續海洋」為主軸，期透過結合海洋科普、美學與文學創作，強化海洋科普知能的應用及與生活的連結，激發各級學校師生海洋體驗與創作實踐的參與學習，以深化海洋意識、提升海洋素養及落實海洋保護行動，讓親海、愛海、知海的理念更為普及。

辦理單位：

- 主辦單位：教育部。
- 承辦單位：國立臺灣海洋大學臺灣海洋教育中心。

詳情資訊請參閱—海洋教育週專區：

<https://tmec.ntou.edu.tw/p/412-1016-12922.php?Lang=zh-tw>





本期參考資料



美國藍海學校的海洋教育：課程內涵與教學強化

- All Atlantic Ocean Research and Innovation Alliance. (2023).** *Blue Schools - All Atlantic Ocean Research and Innovation Alliance*.
https://allatlanticocean.org/wp-content/uploads/2023/08/AABSN_EBook_vf.pdf
- National Marine Educators Association. (2024).** *USA Blue Schools - National Marine Educators Association*.
<https://www.marine-ed.org/usablueschools>
- NOAA.(2025).Ocean Literacy Guide.**
<https://cdn.oceanservice.noaa.gov/oceanserviceprod/education/literacy/ocean-literacy-english.pdf>
- Ocean Blue Project. (2025).** *Blue Schools STEAM Curriculum and Ocean STEM Activities*. <https://oceanblueproject.org/blue-schools>
- UNESCO. (2023).** *OBP Blue Schools*. <https://www.unesco.org/en/articles/obp-blue-schools>

什麼是仿生科技？

- [1] **Smithsonian Science Education Center. (n.d.).** *Five things to know about biomimicry*. Smithsonian Institution.
<https://ssec.si.edu/stemvisions-blog/five-things-know-about-biomimicry>
- [2] 仿生科技研究中心 (Biomimicry Taiwan) . (n.d.). 仿生科技是什麼？ <https://biomimicrytaiwan.org>
- [3] **Ovid. (2004).** *Metamorphoses* (A. D. Melville, Trans.). Oxford University Press. (Original work published ca. 8 CE)
- [4] **Leonardo da Vinci. (1893).** *The notebooks of Leonardo da Vinci* (J. P. Richter, Trans.). Dover Publications.
- [5] **Vincent, J. F. V., Bogatyreva, O. A., Bogatyrev, N. R., Bowyer, A., & Pahl, A.-K. (2006).** Biomimetics: its practice and theory. *Journal of the Royal Society Interface*, 3(9), 471–482. <https://doi.org/10.1098/rsif.2006.0127>
- [6] **Steele, J. E. (1960).** *Bionics Symposium: Living Prototypes—the Key to New Technology*. Wright-Patterson Air Force Base: Aerospace Medical Division, Air Force Systems Command.
- [7] **Benyus, J. M. (1997).** *Biomimicry: Innovation inspired by nature*. William Morrow.
- [8] **The Biomimicry Institute. (n.d.).** *The Biomimicry Design Spiral*. In *Biomimicry Toolbox*. Retrieved June 26, 2025, from <https://toolbox.biomimicry.org/methods/process/>
- [9] **Science Friday. (2017).** *How burrs inspired Velcro*. Retrieved from <https://www.sciencefriday.com/articles/biomimicry-in-action>
- [10] **Trafton, A.(2018).** *Furry wetsuits could keep divers warm*. MIT News.
<https://news.mit.edu/2018/furry-wetsuits-could-keep-divers-warm-1210>
- [11] **Fish, F. E., & Battle, J. M. (1995).** Hydrodynamic design of the humpback whale flipper. *Journal of Morphology*, 225(1), 51–60.
- [12] **Science Friday. (2019a).** *NASA's gecko-inspired adhesive grips heavy objects without glue*.
<https://www.sciencefriday.com/articles/nasa-gecko-adhesive>
- [13] **Science Friday. (2019b).** *From kingfisher beaks to bullet trains*. <https://www.sciencefriday.com/articles/biomimicry-design>
- [14] **Georgia Institute of Technology. (2024).** *Whale-inspired tubercle leading edge on wind turbine blade* [Photograph]. In *Biomimicry in action – Magnifying Innovation in Industry*. Retrieved June 26, 2025, from biomimicry-in-action site.
- [15] **Chung, K. K., Schumacher, J. F., Sampson, E. M., Burne, R. A., Antonelli, P. J., & Brennan, A. B. (2007).** Impact of engineered surface microtopography on biofilm formation of *Staphylococcus aureus*. *Biointerphases*, 2(2), 89–94. <https://doi.org/10.1116/1.2751405>
- [16] **Feld, K., Kolborg, A. N., Nyborg, C. M., Salewski, M., Steffensen, J. F., & Berg-Sørensen, K. (2019).** Dermal denticles of three slowly swimming shark species: microscopy and flow visualization. *Biomimetics*, 4(2), 38.
- [17] **Vishnu, H., Hoffmann-Kuhnt, M., Chitre, M., Ho, A., & Matrai, E. (2022).** A dolphin-inspired compact sonar for underwater acoustic imaging. *Communications Engineering*, 1, Article 10. <https://doi.org/10.1038/s44172-022-00010-x>
- [18] **Font, D., Tresanchez, M., Siegentahler, C., Pallejà, T., Teixidó, M., Pradalier, C., & Palacin, J. (2011).** Design and implementation of a biomimetic turtle hydrofoil for an autonomous underwater vehicle. *Sensors*, 11(12), 11168–11187. <https://doi.org/10.3390/s111211168>