

出國報告（出國類別：開會）

第41屆國際海龜研討會（ISTS41）報告

服務機關：海洋委員會海洋保育署及國立海洋生物博物館
姓名職稱：蔡雅如技士、林文琪保育員、李宗賢助理研究員
派赴國家/地區：哥倫比亞/迦太基
出國期間：112年3月20日至3月25日
報告日期：112年7月7日

摘要

第 41 屆國際海龜研討會 (ISTS41) 於 112 年 3 月 18 至 24 日在哥倫比亞迦太基 (Cartagena, Colombia) 召開，內容包含會前工作坊 (3 月 18-20 日)、主題演講及海報展示 (3 月 21-24 日)、海龜相關物品拍賣會 (the silent or live Auction)、海龜貿易站 (Turtle Trading Post) 及海龜之夜 (Video Night) 等。

本次會議有來自 66 個國家 583 人參與，口頭發表文章有 157 篇、海報展示有 263 幅，本年度國際海龜研討會，旨在使各地夥伴建立聯繫，並將新一代與海龜保護聯繫起來，並利用當今可用的技術、工具和知識，來促進並克服各種挑戰，其唯一目的是進一步保護全世界的海龜。

3 月 21 日首先由本次國際海龜研討會 (ISTS41) 主辦方 Dr. Diego Amorocho 進行開場，應該致力於更加了解海龜，以更好的方式來保護牠們。研討會中有 4 場專題演講及 4 場次主題討論會，分別針對非法貿易 (Illegal Trade)、技術 (Technology)、孵化場與生態旅遊 (Hatcheries and Ecotourism) 及社區 (Community) 4 大主題進行分享與討論。主題演講內容針對海龜解剖生理學、水下及產卵行為、族群監測、漁業威脅、保育策略、教育宣導、社會/經濟及文化研究等主題進行分享與討論。

本署藉由本次的參與，除了解當前各地推動海龜保育的創新知識及技術、國際保育趨勢及策略，進而作為我國未來海龜保育方針及政策擬定之參考依據，亦可以參考國際相關作法推動在地社區共同保育海洋生物。

目錄

壹、目的.....	3
貳、過程.....	4
一、開幕及特邀講座（Opening Remarks and Keynote Presentations）.....	4
二、特別會議(Special Session).....	5
三、主題演講.....	11
主題 1：解剖、生理及健康.....	11
主題 2：水下生物學.....	16
主題 3：產卵生物學.....	23
主題 4：族群生物學及監測.....	25
主題 5：漁業及威脅.....	32
主題 6：保育、管理及政策.....	38
主題 7、8：教育、推廣及宣傳／社會、經濟及文化研究.....	50
四、Live + Silent Auctions.....	52
五、Video Night.....	53
六、Turtle Trading Post.....	54
七、海報(POSTER).....	55
八、閉幕及特邀講座（Closing Remarks and Keynote Presentations）.....	60
參、心得及建議.....	62
肆、附錄.....	65
一、會議議程.....	65
二、與會相關照片.....	67
三、ISTS41 整體執行計畫.....	73

壹、目的

野外海龜的成長與性成熟期間比較長，以綠蠵龜（*Chelonia mydas*）為例，當年幼個體成長至背甲長度約 35 公分時，會從外海遷移至近岸攝食場域來定居，於此時期，其體型成長經估算每年僅約 3 公分(龜殼長度)，而個體要達到性成熟，可能需要花費 20-50 年的時間，相較於其他的脊椎動物，此一成熟繁衍週期較長的特性，使海龜的野外族群，在面臨人類各項活動的各種威脅時，顯得更為敏感與脆弱。

此外，綠蠵龜對於沿近海的攝食場域和產卵棲地的頻繁利用與高度的地域偏好性，以及其本身有著較長的生命週期等特性，也讓在沿近海覓食場域生活的綠蠵龜更容易受到人為活動的影響，例如，漁業混獲、非法採捕、海岸開發、海洋垃圾、全球環境變遷與環境污染等人類活動，皆被認為會對綠蠵龜的野外族群造成威脅。

由於海龜是如此重要，因此 1996 年成立國際海龜協會（International Sea Turtle Society, ISTS）這個非營利組織，每年召開一次國際海龜研討會，早期主要以美國的海龜保育工作為主，發展至今已聚集來自世界各地的生物學家、保育主義者、教育家及倡議者，共同分享相關保育知識及技術，並建立網絡及合作關係，進一步培養未來的海龜生物學家及保育主義者，相關研究成果分享亦可作為各國政府、國際保育組織及世界各地相關團體的保育策略參考。近十年來研討會內容已擴及社會科學、教育及基層保育工作，第 41 屆國際海龜研討會（ISTS41）於 112 年 3 月 18 至 24 日在哥倫比亞迦太基(Cartagena, Colombia)召開，內容包含會前工作坊（3 月 18-20 日）、主題演講及海報展示(3 月 21-24 日)、海龜相關物品拍賣會(the silent or live Auction)、海龜貿易站(Turtle Trading Post)及海龜之夜(Video Night)等，並分為八大主題如下：

1. 解剖、生理及健康（Anatomy, Physiology and Health）
2. 水下生物學—行為、生態、遷徙、遙測及覓食
（In-water Biology — Behaviour, Ecology, Migration, Telemetry, and Foraging）
3. 產卵生物學—生態、行為及繁殖成效
（Nesting Biology — Ecology, Behaviour, and Reproductive Success）
4. 族群生物學及監測—族群狀態及模式、遺傳學、產卵及水下族群趨勢(Population Biology and Monitoring—Status, Modelling, Demography, Genetics, Nesting Trends, and In-Water Trends)
5. 漁業及威脅（Fisheries and Threats）
6. 保育、管理及政策（Conservation, Management and Policy）
7. 教育、推廣及宣傳（Education, Outreach, and Advocacy）
8. 社會、經濟及文化研究（Social, Economic, and Cultural Studies）

本次研討會（ISTS41）的主題為「結合社區和技術以達海龜保育」，該主題著重於以社區為基礎的保護區，並運用新技術來應對海龜保育工作的未來挑戰，期能為

海龜緩解目前所面臨的各種人為活動和自然壓力，而這些壓力已導致許多種海龜族群數量減少以及棲息地破壞。因此本年度國際海龜研討會，旨在提供參加者獲得學習的機會，並與各地夥伴建立密切的聯繫關係，若能將新一代與海龜保育聯繫起來，並利用當今可用的技術、工具和知識，來促進並克服各種挑戰，以達保護全世界的海龜為目標。

本署藉由本次的參與，除了解當前各地推動海龜保育的創新知識及技術、國際保育趨勢及策略，作為我國未來在海龜保育方針及政策擬定之參考或依據外，對於本署未來推動在地社區共同保育海龜部分，亦可以參考國際相關作法進而與時俱進。

貳、過程

本次會議共有來自 66 個國家 583 人參與，口頭發表文章 157 篇、海報展示 263 幅。

一、開幕及特邀講座（Opening Remarks and Keynote Presentations）

3 月 21 日首先由本次國際海龜研討會（ISTS41）主辦方 Dr. Diego Amoroch 進行開場，他談到在長達 2 年的隔離期間，暫停許多的現地海龜研究及保育活動，也取消 2020 年的實體國際研討會，這是讓人深感遺憾的。雖然因為疫情的發生造成不可預期的影響，但大家一起經歷過艱難的日子，造就今日大家可以相聚在這裡。我們作為人類歷史的倖存者，就像在新的春天我們重生一樣，今天 3 月 21 日春天正式開始，慶祝我們活下來並在這裡相聚。Dr. Diego 談到他從 1993 年開始接觸海龜，作為研究者與自然保育者，我們應該更致力於了解海龜並以更好的方式來保護牠們。最後他感謝許多前輩的努力付出，並留下寶貴的知識與經驗，雖然他們今日無法出席，但請一起默哀一分鐘，以紀念他們。（播放曾為海龜努力的學者影片）

Dr. Diego 勉勵研討會期間，各國應設計對於海龜的各項海洋科學研究，接續發展 2030 年生物多樣性框架，以扭轉海洋健康程度下降的循環，並根據研究資料來影響決策，用以充分支持不同政府或機構進行更有效的管理，例如哥倫比亞環境部將海龜設定為哥倫比亞海洋大使就是最好的例子。

接下來由 2 位特邀講座分享相關工作經驗及想法，首位主講者 Dr. Hector Barrios-Garrido 是蘇利亞大學（委內瑞拉）的副教授，也是委內瑞拉非政府組織“委內瑞拉灣海龜工作組 - GTTM-GV”的創始人兼主席。他主要分享拉丁美洲(加勒比海)地區社區保育海龜的演變，他從自身經歷來看拉丁美洲在地原住民與海龜的關係，從前殖民到現代觀點的演變，他認為海龜是關鍵物種(keystone species)，不僅對於生態系統而言，在過去、現在和未來都會與文化有其關連，因此保育海龜需要考量不同的面向。在產卵棲地的保護，可以從文化價值並且對於社區來說，要是自發性的，因此科學家以社區為主的保育行動，應扮演協助的角色，融入文化價值，讓社區了解保育海龜的重要性。

第 2 位講者 Brad Nahill 是 SEE Turtles 非營利組織的創辦人，該組織自 2008 年以來一直致力於支持世界各地的保護工作。他主要分享海龜保育基金的籌措、想法與機會。他分享擔任 15 年 SEE Turtles 創辦人期間，從籌款人與資助者兩個方向，提供與會者參考。資助者類型包括(1)每月捐款者，這些人需要特別關注，雖然捐贈金

額可能只有 5 元或 10 元美金，但他們都是以個人名義捐款，而且有可能持續 50 年或甚至更久，機構應提供信用卡或多方面捐款方式捐贈，並讓捐贈門檻下降；(2)基金會，可提供大筆資金，但是入門檻相對高，一旦獲得許可，可以持續多年計畫，籌款方式需要有助於該基金會，且有相對應的回饋；(3)旅遊業、旅館、旅遊經營或是周邊餐館，也都是另類潛力資助者；(4)政府機構，這是最複雜的申請流程，往往需要專家學者的支持，並且是專業的組織才有辦法申請；(5)「Donate Now, Pay Later」是目前 SEE Turtles 正在嘗試的捐款項目，就是可以延遲支付你的捐款，雖然成效不大，但能夠吸引年輕人關注。他建議籌資者，要有一個結構性的故事，這個故事要能夠吸引人們的關注，而照片甚至影片，在於故事的宣傳或行銷有相當大的助益。例如 SEE Turtles 的「Billion Baby Turtles」募資計畫，總額超過 900,000 美元，目前已幫助 25 個國家/地區的 60 多個海灘，拯救超過 900 萬隻瀕臨滅絕的稚龜。最後 Brad 認為需要與捐贈者發展持續性的人際關係，他發現透過電子郵件籌款比社交媒體更加有效。另外要克服員工對募款的恐懼，這個部分可以從先從家人朋友開始，建立自信且勇往直前，並從中獲得樂趣，才有辦法讓你的故事引起共鳴。

二、特別會議(Special Session)

本次研討會特別增加 4 場次的主題會議，分別針對非法貿易(Illegal Trade)、技術(Technology)、孵化場與生態旅遊(Hatcheries and Ecotourism)及社區(Community)4 大主題進行分享與討論。

(一) 非法貿易(Illegal Trade)

由 WWF-Australia Marine Species Project Manager Christine Hof 主持，她先分享非法貿易的背景以及執法的限制，並與 3 位專家共同談論野生動物貿易的限制與解決，討論主題為判別非法貿易的技術、科學研究、政策與經營管理、社區及執法。

談論海龜的非法貿易，在大多數情況下，是指地方居民在野外私自獵捕海龜，但他們也是獲得經濟利益最少的一群人，而中間商或貿易商卻獲得最大利益，這就是為何需要了解社區層面的原因之一。在瓜吉拉半島只有少數人必須以海龜維生，這些家庭不僅食用海龜，也賣海龜肉來換取日用品、教育、燃料與漁具，所以海龜不僅提供食物，也是收入來源，但這些利用在許多國家被視為非法。此外這種樣態只是小規模利用且低度影響海龜族群，而其他地區的非利用則不是如此，通常是大規模對海龜族群有影響。

談論非法貿易時，有個前提須要了解，就是每個社會經濟和文化現實都是獨特的，因此不應該用統一法規標準來衡量。西方文化和傳統文化也存在衝突，大多數國家的法律框架都是模仿其他系統的，例如許多國家的國家公園法規，幾乎和美國的黃石國家公園一樣，但這造成部分地區法律不適用的情形。此外，貿易通常與其他非法活動有關聯。在全球 37 個國家有海龜的利用紀錄，有 7 個國家會食用，其中 6 個是因為缺少法律保護，由於沒有法律規定，所以並不違法。但在其他 31 個國家，他們有特別的管理計畫，這些是保護海龜的標準，也是如何管理利用的標準，例如品種、許可證、地區、季節、族群、海龜數量等。

另外，非法貿易，也較容易和其他犯罪聯繫在一起，例如同時進行販毒、人口販賣等等。而在偏遠地區，因醫療資源或其他資源缺乏，所以鋌而走險，如果改善相關社會福利及了解文化與需求，才有可能改變非法貿易生態。雖然理論上可行，但依講者執行的經驗，要以合法處理非法貿易真的非常難，有相當多的法律漏洞可以鑽。

1. Dr. Christine

強調社區及經濟對話非常重要，特別是打擊非法貿易這一議題。但非法貿易的執法有一些限制和問題，包括執法力量的不足、培訓、執法人員在這個領域的風險、不同國家的法律制裁不足等等。此外，雖然將重點放在政策上，但同時也意識到執法是非常重要的議題。

實際上對於罰則應該有一定程度的規範，當環境犯罪被定義為嚴重罪行時，政府應該在國內立法上有不同的做法。走私相當於販毒、人口販運和其他販運活動，集結在一起的全球跨國環境犯罪組織獲利龐大。國際刑警組織的資料顯示，野生動物犯罪估計每年上升 5-7%，這是全球經濟增長率的兩到三倍，這是非常嚴重的問題，而玳瑁是主要非法貿易對象。過去 30 年中，在 65 個國家有 110 萬隻海龜被非法獵捕，而這只是一個嚴重低估的數字。在馬來半島，直到去年，銷售龜蛋仍是合法的，雖然現在已經違法，但在單一個市場中，每年龜蛋交易量達 40 萬顆。如果我們將這個數字放眼全球，並涉及多種不同物種、多個市場，那就是以百萬計的數量。捕撈海龜的小規模漁業，無論是作為副產品或主要的漁獲，是近年來科學界愈來愈關注的議題。

2. Brad Nahill

談論如何判別非法貿易技術層面，shellback 是 Chris 和 WWF 團隊合作的計畫，透過收集海龜龜甲產品，建立一個全國 DNA 資料庫，以便追溯海龜產製品的來源。研發一個「See shell」影像辨識 AI APP，用來辨識所購買的海龜產製品是否是真的。從 2017 年至 2020 年的 3 年中，進行 46,000 個龜甲的辨識，並於馬來西亞培訓 90 位執法人員。但在中國因為都是透過 WhatsApp 進行銷售，這個部分是目前非法貿易尚無法克服的。

3. Dr. Jesse

談到在過去 30 年裡，超過 110 萬隻海龜透過非法貿易被記錄。在跨境貿易海龜的價值為 44,000 美元，有 22% 來自越南，34% 海龜來自菲律賓、委內瑞拉及珊瑚大三角的馬來西亞，而有 50% 的海龜來自其他國家，大部分銷售終點大多往中國和日本。海龜在海洋貿易物種當中排名前五名，且多為秘密交易，因此這方面的數據收集有其難度。除去情感成分後，一定程度的貿易對海龜族群的回復並不一定有害，但需要考慮不同地區、政治決策層次的情況。在某些狀況下，允許一定程度的貿易是有益的。

4. Kayla

發表一篇「海龜非法捕撈的全球模式」，她認為這份報告並沒有實際展現出

非法貿易的實際狀況，部分原因是從事非法捕撈活動的人們不希望其他人知道，因此很難收集這方面的數據。而且有些國家實際發生非法捕撈，但無法從國家報告中呈現，導致數據被低估。另外有些人認為非法捕撈的觀念，是與當地傳統文化相牴觸。

結語：海龜自從列入 CITES（瀕危野生動植物國際貿易公約）附錄一以來已經超過 40 年，而在去年底的 CITES COP19，新的決議要求 CITES 締約國必須針對海洋龜貿易問題進行處理，制定多項減少非目標物捕獲、提高認知度等動作。這是 CITES 首次對海龜採取決議性措施，對各國落實相關政策具有重要意義。

(二) 技術(Technology)

藉由應用程式及新科技，在打擊非法貿易及族群監測上有更多的幫助，其中 SEE shell 的應用程式，可以透過拍照辨識海龜背甲製品，幫助人們識別是否為禁止買賣的海龜背甲製品。程式的操作方式簡單易懂，使用者只要拍照上傳，程式就會比對資料庫，進行辨識判斷。儘管不完全準確，但仍然是一個重要工具。此外，還有利用假海龜蛋來追蹤龜蛋的流通路徑，並保護海龜的繁殖棲地。這些工具和計畫都很有潛力，可以對海龜的保育工作產生積極的影響。

藉由開發無人機巡查，試圖減少非法盜取海龜蛋，這個方法成效顯著，在使用無人機的區域中發現海龜蛋的非法採集率已經下降近 90%，而根據非法海龜蛋採集者表示，無人機是他們停止採集的最大原因之一。應用該方法節省許多因巡查工作而必須在海灘走來走去的時間。

在基因層次方面，Shell bank 是全球海龜基因庫的資料庫，藉由各地研究者和查緝樣本等資料的加入，可以增進全球針對非法貿易來源或海龜族群的比對，目前已經完成玳瑁數據庫，並完成綠蠟龜數據庫的 20%。會盡力收集整理更多的數據，也歡迎任何對資料庫有貢獻的遺傳學研究者和機構加入 Shellbank，提供研究物種更好的保護、族群分佈和海龜產品的交易路線。

而 SEE shell 是一款應用程式，它可以幫助用戶識別海洋產品的類型。這款應用程式旨在打破用戶無法辨識產品的障礙，並協助減少不法交易。這些海龜產製品多在社交媒體和網路市場的銷售，導致報告率不到 10%，因此很難達到預期的效益。但這款應用程式可以幫助用戶快速辨識是否有不法的背甲產品。此外，開發者還有幫助亞太地區的執法人員使用這項技術，已培訓超過 90 名執法人員。然而，實施新技術時會面臨許多問題，例如難以得到支持和執行，或認為貿易根本不是問題，以及無法獲取或共享數據等問題。海龜龜甲的紋樣現在已經變得普遍，很容易與塑膠龜甲著色紋樣、椰子、角、骨骼等各種材料混淆，不僅如此，在很多地方，旅客也是最大的市場，但在大多情況下不知道自己在購買什麼。而科技進步，藉由大數據分析及 AI 導入，將可以瞭解數十年內盜獵或銷售的變遷。

(三) 孵化場與生態旅遊(Hatcheries and Ecotourism)：孵化場的最終目標：在商業和保護之間找到平衡

主持人是 Dr. Nicholas Pilcher, 他目前進行阿拉伯灣與印度太平洋(馬來西亞)的海龜保育工作, 監測氣候變遷對於海龜性別比例的影響。他表示海龜孵化場的應用已經幾十年, 無論是長期參與整體保護的組織工作, 還是聯邦政府企業的當地社區努力, 全球許多海龜保育工作都包括海龜孵化場的保育活動。

1. Eblin Vianey Pérez Castilloll

是來自哥倫比亞的保育員, 她談到過去原住民有利用海龜卵的特性, 因此她們開始主動尋求海龜孵化場的技术標準與管理培訓, 並進行海龜夜間生殖監測, 收集龜卵待孵化後自然野放。

2. Dr. Diego

分享在恩塞納達德烏特里亞國家自然公園推動海龜保育方式, 因為當地人會利用龜卵, 因此需要將這些卵窩重新安置, 他結合社區並培訓在地青年一起進行孵化場的工作, 孵化率達 97%。現在因為當地旅遊業迅速的發展, 將威脅到這些孵化場域, 該如何在生態旅遊與海龜保育工作達到平衡是一大考驗。

3. Gustavo Lara

代表哥倫比亞環境永續發展部發言, 他表示海龜的監測和族群的控制是一個重要工作, 目前以政府的角度, 應要建立孵化場, 還有自主管理等相關的工作。

4. Dr. Jeans :

她認為海龜孵化場不會有一個標準或是真正有用的基線, 但努力讓保育海龜成為真正受益者。由於母龜不會每次都回到相同的地方產卵, 所以最好的原則是提供產卵棲地的保護。而孵化場應該要盡量達到自然的標準, 且野放的過程盡量帶到離岸邊野放, 稚龜孵出後會在大海狂游, 直到碰到馬尾藻群或是海中聚集物才會停止, 而後隨波逐流。

5. Dr. Nicholas Pilcher

總結, 孵化場的設置是像保育海龜的最後一步, 在我們達到需要海龜孵化場前, 可以採取多種選擇或保護海龜的行動。肯定哥倫比亞政府對於海龜保育的開放策略, 並學習嘗試找到合適的方向與保護團隊合作, 以實現這一目標。

(四) 社區(Community)：以社區為基礎的海龜保護-下一代

主持人是來自墨西哥 Dr. Adriana A. Cortés-Gómez, 她先以活動方式讓與會者彼此認識, 展現社區的交流。接著由來自哥倫比亞、墨西哥、巴西及法國的代表, 分享他們社區保育海龜的現況及看法。這些原住民社區過去對於海龜的利用已是一種傳統, 因為海龜保育知識的導入, 開始參與海龜的保育與保護, 並協助科學家進行海龜監測, 組織青少年投入海龜產卵棲地的維護, 顯示社區投入可以帶來更好的海龜保育成果。這會議探討快速建立海龜的保育策略的方法, 與原住民的合作和當地社區建立更強大、更深入的聯盟。這些保育海龜的

社區領導人，皆認為海龜保育活動需要經濟上的支持、與如何宣傳保育與產業結合，及研究員或教育工作者建立與社區合作的關聯。

1. Ruth “Chachita” Nibeth Martínez

來自哥倫比亞太平洋海岸北部的 Chocó 省，她擁有超過 10 年以從事自然和文化綠色產業的經驗，並為保護動物，進而保護紅樹林生態系統，因在 2020 年 COVID-19 大流行前與 Dr. Diego 一起參與一個保護旅遊的培訓項目，從中意識到她家鄉常見的海龜，居然是處於滅絕的危險，因此激勵她組織婦女團體保護海龜。她從開始保護海龜才了解到海龜面臨的問題，不只是混獲、被利用的蛋及肉、幽靈網具與塑膠廢棄物的危害，甚至攻擊海龜的動物(如自由放養的狗)，也是一大威脅。她表示因為意識到她們經營生態旅遊的地點，就是海龜的產卵棲地，因此更應該與社區和遊客一起努力，讓遊客在進行旅遊活動時，更加了解旅行的意義，因為旅遊的開發對於這些生態系統影響相當大。社會捐款或是參與，是她較不願意碰觸的部分，但也因為企業的支持，在推動社區的海龜保育較為順利。因此物種保育活動需要經濟上的支持，而構建保育價值提案，則需要科學家技術的支持。

2. Neca Marcovaldi

來自巴西，他分享巴西利亞 Litorânea 社區的合作以及社區保護計畫的重要性，因為海龜在巴西面臨的主要挑戰是，所有被發現的產卵母龜都會被當地人利用，除了肉之外，所產下的海龜蛋也是。一開始先雇用這些利用海龜者來監測海灘的產卵母龜，再來藉由海龜 T 恤等各種產品來增加家庭收入，並進一步進行幼童教育。因為這些活動提供當地社區的參與機會，並可以展開海龜研究和保育工作，同時因為導入旅遊增加監督效益。目前社區的保育海龜工作已經在巴西的 22 個海灘，監測 1,100 公里的海岸，藉由對於海龜的保育及社區的參與，提高當地住民的生活品質。

3. Melis

來自墨西哥拉薩羅卡德納斯(Lázaro Cárdenas)的漁民，過去她的父親會捕食海龜，現在她與她的夥伴共同監測那些被漁網纏繞而擱淺的海龜。她組織規模大約 30 人的婦女團體，來處理廢棄漁網及回收，展現女性的價值。同時教育孩子們，海龜為什麼在這裡，以及保護海龜的重要性。

4. Alexandre Girard

來自法國自然史博物館，在 2001 年創辦 Sea Turtle African Team - Rastoma。Rastoma 網絡創建於 2012 年。它匯集中非 6 個擁有大西洋海岸線國家的海龜保護主義工作者：喀麥隆、赤道幾內亞、聖多美和普林西比、加蓬、剛果共和國和民主共和國剛果。Rastoma 目前有 10 名非政府組織成員，和 25 名個人成員，分佈在這六個國家。RASTOMA 支持中非海龜保護育專業人員在幾方面的努力：發展和協調保護戰略和次區域協調行動，促進該區域不同行為者之間的交流，提供技術支持以標準化和協調的方式收集海洋物種，特別是海龜的數據，並將這些數據用於國家、區域和國際戰略和指標，並且支持和

協助民間社會組織向國家和國際數據庫提供收集到的關於海龜的數據。

三、主題演講

主題1：解剖、生理及健康

針對海龜生理及形態等各方面進行研究，並探討個體及群體的健康與環境的關係，包含解剖學、生理學、生殖學、體溫及滲透壓調節、功能形態學、疾病、獸醫護理、附生物、寄生蟲、健康評估、胚胎學及病理學等，以科學的方式進行研究並分享新方法、技術及分析結果。

綠蠓龜在經過大洋時期的成長後，會開始往岸邊定居，其具有近岸定居、攝食場域偏好和壽命較長等特性，因此被視為可以做為環境健康的指標，研討會報告中，在解剖學、生理學和健康部分可見與海龜及環境污染有關的報告，例如腫瘤海龜、塑膠廢棄物、環境污染物與藻類毒素等。

(一) 海龜疾病

纖維乳頭瘤感染症(FP)是一種影響海龜的腫瘤性疾病，綠蠓龜是目前被認為受影響最嚴重也牽連最廣的海龜，該疾病的發生在過去幾十年中不斷增加，但是真正原因仍然不確定，近幾十年的頻繁疾病爆發可能與綠蠓龜所居住的沿岸海洋生態系統因大規模人為因素有關。Manes 等人(Occurrence of Fibropapillomatosis in Green Turtles (*Chelonia mydas*) in Relation to Environmental Changes in Coastal Ecosystems in Texas and Florida: A Retrospective Study)研究發現，海水的溫度、鹽度變化以及附近河流的排放與疾病的增加有相關，更加證實這些潛在因素，可能是影響 FP 盛行發生的重要環境因素之一。在臺灣，雖然該疾病已經被報導於科學文獻當中，然而相關的危險因子仍不得而知，但從文獻資料顯示，大多數腫瘤海龜的特徵為：綠蠓龜、定居的亞成龜、擱淺於東部的海龜或有貧血特徵等，然而其發現地點集中於東部，此發現卻與其他區域報導之常見的水質不佳，為該疾病的危險因子略有不同，未來應持續投入相關研究。

在腫瘤海龜疾病調查方面，此次會議中 Hancock 等人(Using photo ID to document and monitor the prevalence of fibropapilloma tumours in a juvenile green turtle population)發表自 2018 年以來，對肯尼亞南部的 Diani-Chale 海洋保護區進行水下監測，收集有關海龜出現和分佈的數據，並結合圖片識別，進行腫瘤海龜監測。從 2018 年 7 月到 2022 年 12 月，共有 2,759 次綠蠓龜紀錄，從而識別出 464 隻海龜個體，其中在 48 頭海龜中觀察到腫瘤，目前正在通過持續觀察來監測腫瘤生長的時間演變。使用照片辨識水下個體，來追蹤這種疾病的演變，可能是一種有用的且非侵入性方法，可以了解其在野外覓食地聚集和分布的程度。

一篇論文發表中說明，可以通過生物標記物的反應，來評估環境污染對動物所造成的影響程度，像是因都市的快速發展，對沿海生態系統造成嚴重的生態和環境影響。血球的核型異常 (Nuclear abnormalities; NA) 被視為慢性接觸化學物質，導致染色體損害的生物標記物，而微核試驗 (The micronucleus test) 是用於識別多種 NA 的適當方法，被認為可以用來評估，包括人類在內的多種生物的環境毒性。Rodríguez Salazar 等人(Annual Monitoring of the Frequency of Nuclear Abnormalities in Peripheral Blood of Green Turtle (*Chelonia mydas*) of Quintana Roo: Association of Environmental and

Biological Factors)，於墨西哥的一項綠蠔龜研究指出，綠蠔龜 NA 的比例會因不同地點和捕獲年份而存在差異，推斷可能與大量馬尾藻 (*Sargassum* spp.) 的出現、遊客壓力和環境污染物濃度有關。

此外，藻類毒素也被認為與海洋生物的死亡和/或疾病發生有關，一項有毒藻類和塑膠污染的研究調查(Vieira Batista et al., Interactions Between Toxic Algae and Plastic Pollution: Additive Threats for Green Sea Turtles?)指出，巴西南部的綠蠔龜 (*C. mydas*)，近半數在其消化道中可見塑膠製品，此外也有 13 種潛在有毒的微藻被發現。此外，約 2 成的海龜，其消化道組織中可檢測出下痢性貝毒 (Okadaic acid)，雖然其濃度相對較低，但其長期的暴露，被認為可能會對海龜的健康，有負面影響並增加疾病的風險。此外，下痢性貝毒也被認為是一種促進腫瘤生成的物質，可能也是該地區綠蠔龜頻繁發生腫瘤疾病的一項與環境有關的危險因子。因此，監測藻類毒素的積累及其對海龜的負面影響，將有助於採取更有效的保育管理行動，來保護生物多樣性和海洋棲息地。

(二) 塑膠廢棄物對海龜的影響

塑膠是影響野生動物最常見的海洋垃圾之一，在全世界各地，所有七種海龜都受到塑膠碎片的影響。此外，預計全球約有一半的海龜會攝入塑膠碎片。通過了解海龜對塑膠的反應，來知道其攝入機制甚為重要。然而，關於海龜對塑膠的攝食行為反應的研究非常有限。來自韓國的 Moon 等人(Selectivity in behavioral response to prey-like plastic by sea turtles)報告，藉由綠蠔龜和玳瑁對於塑膠的觀察研究，來探討海龜攝食塑膠的可能機制。結果指出，對於綠蠔龜而言，對可食用藻類的持續反應時間最長，其次是纏繞藻類的線繩、線繩、有明顯污染的物品及有輕微污染的線繩。玳瑁方面的結果則顯示，相較於其他物品，玳瑁更頻繁地「用嘴咬或用鼻子觸摸」透明和白色的薄膜。這項研究顯示，海龜對塑膠、被纏繞的食物或視覺上與食物相似的物體，更有反應，因此增加海龜在海洋環境中吞食塑膠的可能性，為減少塑膠被海龜的吞食，應減少使用和生產與海龜食物外觀相仿的塑膠製品。

在塑膠攝入的影響方面，因綠蠔龜是海洋生物攝入固體廢棄物中，影響最多的大型生物之一，因此更容易受到有毒塑化劑的污染。由於體內微生物也被認為與動物的健康狀況有相關，包括其免疫反應。一項在巴西南部的綠蠔龜微生物研究調查(Santos et al.; Influence of plasticizer on the green turtle microbiome)指出，雖然海龜來源的菌株，對塑化劑具有耐受性的潛力，然而，隨著塑化劑濃度的增加，其耐受性會顯著的下降。因此，較高濃度的塑化劑可能對微生物的生長具有毒性，塑化劑暴露可能導致海龜腸道微生物失衡，進而影響並導致與免疫、內分泌和神經系統有關的疾病，這些結果也顯示，監測暴露於海洋垃圾個體的健康狀況是相當重要的。臺灣方面，國立海洋生物博物館(以下簡稱海生館)所收容活體受傷海龜，在收容期間從海龜排泄物中，發現塑膠垃圾的比例，幾乎為百分之百，但是這些被誤食的垃圾對海龜是否有著前述之塑化劑等影響，目前未有相關報導。

(三) 抗生素與污染物對海龜的影響

與微生物有關的抗藥性議題方面，在海報方面有一篇(Surveying Antibiotic Resistance of Gram-Negative Bacteria Isolated from Wild-Caught and Rehabilitated Green Sea

Turtles (*Chelonia mydas*) and Loggerhead Sea Turtles (*Caretta caretta*) of Florida)是由 Christina Marie Cortes 報告，從佛羅里達的綠蠔龜和赤蠔龜身上進行菌株分離，並檢視其抗藥性程度結果顯示，83.3%的菌株至少對一種抗生素具有抗藥性，27.7%的菌株對三種抗生素有抗藥性。其中，61.1%的菌株對 ampicillin 有抗藥性、27.7%的菌株對 azithromycin 有抗藥性、50%的菌株對 ciprofloxacin 有抗藥性、11.1%的菌株對 tetracycline 有抗藥性，以及 16.6%的菌株對 amikacin 有抗藥性。作者也提到由於抗生素的不當使用，抗生素耐抗藥性問題日益受到關注，抗生素在醫學、農業和工業環境中的使用和濫用，以及隨後導致其釋放到流域環境中，且抗藥性細菌似乎也在野生動物族群中傳播，也是近年來被關注的議題。

臺灣方面，海生館 2021 年發表在 Environmental Pollution 的資料也第一次證實，多重抗藥性之革蘭氏陰性菌(gram-negative bacteria)，確實存在於臺灣海域的瀕危綠蠔龜當中。既然野外海龜多數沒有經歷過抗生素治療使用的過程，那野外海龜身上的抗藥性細菌是如何發生的？目前認為可能與陸地來源的污染有關，例如當海龜棲息環境中的細菌，暴露於含有抗生素的環境廢水(例如源自農業、水產養殖、人類與獸醫使用的抗生素)中，細菌因抗生素的篩選壓力(selection pressure)而發展出對抗生素的抗藥性。

除了微生物抗藥性問題以外，化學污染物累積的問題，已經在世界各地的海龜研究中持續被探討。然而，關於化學污染對海龜的影響，仍缺乏關鍵訊息。化學分析可以提供有關存在哪些化學物質及其濃度的重要訊息，然而，海龜暴露於數千種有機污染物，如農藥、工業化學品和藥物，化學分析可能無法檢測到所有污染物。此外，化學分析對於這些化學物質，對動物的直接影響，可提供的訊息較少。傳統的毒理學方法用於評估化學污染物的影響，通常依賴於對整個生物體的體內暴露實驗。然而，在大型、長壽且受威脅的保育類物種，例如海龜，這些方法存在重大的倫理和道德與技術上的限制。受惠於細胞基礎技術已愈來愈多地被應用於海龜中，以藉此更好地評估這些物種受污染物的影響。來自澳洲 Griffith University 的 Kimberly A. Finlayson 介紹其從海龜血液中，萃取污染物並測試萃取物對海龜細胞的毒性，細胞基礎技術可用於評估海龜暴露與於環境相關的污染物及其混合物的影響。該項研究使用特定的細胞方法，來評估澳洲不同攝食場所、年齡以及不同海龜之間化學暴露的效應差異，其方式為利用海龜的血液來萃取其中的有機污染物，並將細胞培養物暴露於這些萃取物中，以評估與環境相關濃度和混合物的毒性。其發現不同覓食地點之間的化學暴露差異，以及新靠岸的青少龜和亞成年(已定居)海龜之間的暴露差異，還有不同海龜之間的暴露差異。這些結果證明，這項技術可以應用少量血液樣本，進行於化學污染物的定期監測，以及針對化學暴露和效應的問題。

該技術已經應用於海龜並發表許多文章，作者於會後分享其近來發表文章如：

1)Perkins GE, Finlayson KA, van de Merwe JP. Pelagic and coastal green turtles (*Chelonia mydas*) experience differences in chemical exposure and effect. Mar Pollut Bull. 2022 Oct;183:114027. doi: 10.1016/j.marpolbul.2022.114027. Epub 2022 Aug 17. PMID: 35985101.

摘要:最近開發的物種特異性體外生物試驗方法，可用於評估毒理學之效應。作

者從 Hervey Bay 和 Moreton Bay 的綠蠓龜，收集來自兩個不同生活時期階段海龜（「方定居」和「已定居海龜」）的血液。使用 QuEChERS 方法從血液中提取有機污染物，並測量這些萃取物對綠蠓龜皮膚細胞的細胞毒性。「已定居海龜」的萃取物的平均毒性比「方定居」更高(雖然在統計上並不顯著)，這推測顯示沿岸棲息地所累積的化學物質較多。試驗結果也指出，在 Hervey Bay 覓食的海龜比在 Moreton Bay 覓食的海龜，體內累積較多的化學物。

2)Finlayson KA, Madden Hof CA, van de Merwe JP. Development and application of species-specific cell-based bioassays to assess toxicity in green sea turtles. *Sci Total Environ.* 2020 Dec 10;747:142095. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.142095. Epub 2020 Sep 1. PMID: 33076209.

摘要:在昆士蘭北部的三個地點（Upstart Bay、Cleveland Bay 和 Howick Group of Reefs），在覓食的海龜血液中檢測到各種污染物，但這些污染物對海龜健康的影響所知甚少。新開發一項以綠蠓龜第一代細胞培養為基礎的細胞生物試驗，作為評估海龜暴露於化學物風險的方法。來自 Upstart Bay 的海龜血液萃取物具有最高的毒性，其次是 Cleveland Bay，然後是 Howick Reefs，這顯示來自 Upstart Bay 和 Cleveland Bay 的海龜可能面臨有機污染物暴露的風險。該研究證明細胞生物試驗可以有效地評估海龜及其攝食場域的化學暴露風險，並可應用於評估其他海洋野生動物的化學暴露風險。

3)Finlayson KA, Limpus CJ, van de Merwe JP. Temporal changes in chemical contamination of green turtles (*Chelonia mydas*) foraging in a heavily industrialised seaport. *Sci Total Environ.* 2022 Apr 15;817:152848. doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.152848. Epub 2022 Jan 8. PMID: 35007578.

摘要:在過去的十年中，作為一個重要的航運港口，Port Curtis 已明顯的擴建，並計畫在未來進一步發展，然而這些活動可能導致環境污染物的濃度上升，進而威脅到包括海龜在內的當地野生動物。本研究使用物種特異性的體外生物試驗，來研究在 Port Curtis 覓食的海龜，對有機污染物的暴露和其影響在空間和時間上的差異。在港口的五個不同地點，收集 134 隻綠蠓龜（*C. mydas*）的血液樣本，從血液中萃取有機污染物，並評估對綠蠓龜第一代細胞的毒性。結果顯示，化學污染可能隨著時間的推移而增加，這些結果可以提供有關綠蠓龜健康狀況的重要訊息。

4)Finlayson KA, Leusch FDL, Villa CA, Limpus CJ, van de Merwe JP. Combining analytical and in vitro techniques for comprehensive assessments of chemical exposure and effect in green sea turtles (*Chelonia mydas*). *Chemosphere.* 2021 Jul;274:129752. doi: 10.1016/j.chemosphere.2021.129752. Epub 2021 Jan 25. PMID: 33529958.

摘要:棲息在靠近人類活動沿岸地區的海龜族群，可能長時間暴露於眾多的化學污染物之中。然而，海龜體內存在著數以千計的有機污染物，通常以複雜的混合物形式，並以低濃度形式存在。近期發展的物種特異性體外生物試驗提供了一種有效的方法，可以識別海龜體內有機化學物質的存在和效應。本研究從 Moreton Bay、Hervey Bay 和 Port Curtis 三個地點捕捉亞成年綠蠓龜，並採取其血

液樣本。通過 QuEChERS 方法萃取海龜血液中的有機污染物，並應用於初代綠蠟龜皮膚的細胞體外毒性試驗中。結果顯示，來自人口稠密的沿岸海灣(Moreton Bay)之海龜，其血液萃取物中表現出明顯的細胞毒性和氧化壓力，且其體內的鈹、銀和鋅濃度較高。將傳統的化學分析與新穎的方法技術相結合，可以對海龜族群中的化學風險進行全面評估，有助於這些受威脅物種的保育與管理工作。

前述有關血球異常檢測和海龜血液污染物萃取等方式，未來亦可將其應用於擱淺收容海龜或是產卵母龜身上，藉以探究環境污染等因素對於臺灣海龜的影響，而抗藥性細菌的議題，則更提醒在從事海龜救傷工作的獸醫師，在抗生素用藥選擇上必須更加謹慎。

主題2：水下生物學

涵蓋海洋中海龜的生物學，包括對海龜生活史階段的研究，以更加了解海龜在水下棲地的生物學及生態學，主題包括遷徙、潛水、覓食或導航相關行為及觀察研究，以及目擊、調查及監測在成長棲地或覓食區的海龜數量、保育現況評估、種群、亞種群與集合種群的結構及動態，其他主題亦包括遙測、資源運用、生活模式、交配行為、社交互動、食物組成、海龜在其多樣化生活中所扮演的生態角色、棲地條件對海龜健康及持續性的影響等。

要了解動物的去向，以及驅動它們運動模式的因素，對於實施有效的空間管理方法相當重要。對於海龜等受威脅的分佈廣泛的物種更是如此，因此本主題是運用衛星發報器、聲波標籤等，來了解海龜如何使用關鍵棲息地（例如，繁殖地、覓食區、遷徙路線等），對於海龜保育規劃及評估其種群族群恢復相當重要。

由於本次研討會地點是革龜這種最大型海龜的遷移路線之一，因此大多的論文發表著重在革龜的研究，Mitchell Rider 等人(Variations in dive behavior among two foraging groups of leatherback sea turtles (*Dermochelys coriacea*) may correspond with differences in prey distribution and environmental conditions)在墨西哥灣東北部(NGOM)、北卡羅來納州和新英格蘭南部(SNE)附近覓食的革龜，身上安裝能夠記錄深度和溫度的衛星發射器，從革龜潛水深度及停留時間來推斷牠的覓食行為。根據潛水數據，推斷革龜在 NGOM 海域利用沿著溫躍層聚集的獵物(多待在上層混合層)，但偶而會越過溫躍層，並在海灣有著相對較高的海面溫度下的地點進行體溫調節。而在 SNE 海域，革龜會在整個水體域中覓食，因為該海域水流混合流動良好，讓革龜能在垂直方向上均勻分佈獵食，而該海域合適的溫度亦滿足革龜對體溫調節行為的需求。

聲學標籤可以長時間追蹤水生動物的位置，有些標籤的電池壽命可達十年。但聲學標籤黏貼在一些水生龜物種的殼上，常因過早脫離而無法長期追蹤，是一直存在的問題。因此在其他生物類群(如軟骨魚)，聲學標籤的植入手術已經可以成功延長聲波標籤使用時間。Kara Dodge 等人(Preliminary observations on implantation and efficacy of internal acoustic tags in loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) and external acoustic tags in leatherback sea turtles (*Dermochelys coriacea*))利用內部和外部被動式聲波標籤標記方法，調查在美國馬薩諸塞州海域野放擱淺康復的赤蠟龜與革龜，透過手術將聲波標籤 V13-1H 和 V16-4H (Innovasea Systems Inc., Bedford, Nova Scotia, Canada) 以皮下植入方式置入 15 頭亞成年赤蠟龜的前肱骨間隙，在革龜甲殼後腹外側區域的兩個股骨部位連接聲學標籤模型 V16-4H。被植入聲波標籤的赤蠟龜，手術後須進行至少八週的監測，15 隻海龜中有 12 隻(80%)的手術切傷口在六到十二週內完成癒合；3 隻的切傷口最初癒合不佳，需要再進行第二次手術後額外四到八週時間，以利傷口修復復原。其中 2 隻海龜的傷口術後癒合發生在修復後的第四周和十二週。其中第 3 隻海龜因傷口癒合不佳沒有痊癒，因此在第三週後取下標籤，其後切傷口在第八週後像開放性傷口一樣癒合良好。野放裝有聲波標籤的赤蠟龜後，在 26 個不同接收器，接收到 11 隻赤蠟龜 781 次訊號。而外部裝有聲波標籤的革龜在釋放後，除了一隻剛釋放就因混獲死亡外，在 39 個不同接收器，接收到 5 隻革龜 605 次訊號。

迄今為止，革龜的最長追蹤時間為 1,036 天，赤蠟龜的最長追蹤時間為近 1 年。顯示聲波標籤可以是衛星標籤提供更持久且更實惠的替代方案，但需要考慮到手術切傷口的發炎症狀，以改進聲波標籤植入的手術方法。

作為變溫動物，海龜的行為與環境條件密切相關，Jordan Matley 等人 (Environmental Factors Affect Dive Duration and Space Use in Juvenile Caribbean Hawksbill Sea Turtles (*Eretmochelys imbricata*)) 利用聲波標籤與 HOBO 溫度記錄器，來研究海龜水下行為與其棲息地的環境條件。2015 年到 2019 年在 Brewers Bay 和 Hawksbill Cove St Thomas US Virgin Islands (北緯 18.342 度，西經 64.980W) 佈放一個大約 100 公頃的聲學陣列，該陣列有 35 到 41 個 Vemco VR2W-69kHz 接收器，包括 13 個提供水溫曲線的 HOBO 溫度記錄器，同時為 17 隻玳瑁青少龜安裝 Vemco V13p 或 V16p 壓力聲波標籤，以了解牠們的運動和潛水行為。結果顯示海龜在聲學陣列內的平均停留時間為 247 +/- 180 天，最長為 847 天，最短為 38 天，海龜潛水持續時間隨著白天和晚上水溫的升高而減少。當水溫從攝氏 26 度升至攝氏 30 度時，平均潛水時間減少於 6 分鐘。而海龜白天的運動速度隨著溫度和動物體型增加而增加。然而，在夜間，只有水溫和氣壓，是對海龜運動速率有顯著影響。這項研究確定許多環境因素對極度瀕危的加勒比海玳瑁，在潛水和空間利用上產生影響，並可能對這些動物面臨氣候變化和未來的不確定性及棲息地的要求而有其影響。

Derek M. Aoki 等人 (Combining satellite and acoustic telemetry enables analysis of post-nesting movement patterns for northwest Atlantic Ocean leatherback sea turtles (*Dermochelys coriacea*)) 結合衛星和聲學標籤來監測海龜的運動模式和棲息地利用，他們在 2019-2022 年為哥斯大黎加帕庫雷 (Pacuare) 自然保護區 (N=6) 和美國佛羅里達州朱諾海灘 (N=11) 的 17 隻成熟母革龜安裝 Vemco V16 (Innovasea Systems Inc.)，其中 5 隻成熟母革龜亦安裝 SPLASH-10 (Wildlife Computers, Inc.) 衛星發射器。並運用 Argos 數據進行貝葉斯空間狀態模型分析，以區分洄游和覓食或產卵行為狀態。衛星數據顯示在 Pacuare 標記的 4 隻革龜在產卵後移動，平均追蹤時間 140 天。1 隻革龜在 47 天後停止，2 隻海龜追蹤路徑到墨西哥灣東北部的覓食地，1 隻革龜到大西洋中灣，但在追蹤後 143 天停止，這段期間沒有表現出覓食行為。3 個聲學接收器陣列布放在墨西哥灣東北部 (N=2) 和斯科舍大陸架 (N=1)，皆有接收到帕庫雷革龜的訊號，監測時間長達 2.5 年。而從朱諾海灘到大西洋中灣 (N=2) 和蘇格蘭大陸架 (N=1) 的 3 隻革龜，截至 2022 年 11 月 10 日 (155 天)，發報器仍在運作中。11 個聲學接收器陣列接收到從佛羅里達大陸棚東南方到大西洋中部海灣的 8 隻朱諾海灘革龜，接收訊號時間長達 1 年的時間。這個研究顯示，當衛星發報器停止傳輸時，聲學接收器可繼續監測帶有聲波標籤的海龜，並且能夠識別革龜何時進入覓食棲地。可將這些生物數據用於描述革龜棲息地的環境條件，並將與漁業和船舶活動疊加以識別潛在的高風險區域。未來的研究，包括設置更多的聲學標籤和擴大聲學接收器的空間覆蓋範圍，以發揮聲學遙測作為海洋生物長距離移動研究的潛力方法。

海洋動物的運動是生物對於非生物因素的反應，包括躲避捕食者、獵物分佈和海洋環流。因此研究海洋生物的運動模式對於高度遷徙的物種尤其重要，例如革龜在空間和時間上的使用。Nina I. Mauney 等人 (Identifying critical in-water habitat for leatherback sea turtles (*Dermochelys coriacea*) nesting at Sandy Point NWR, St. Croix USVI)

在成熟母革龜上安裝 10 個衛星發報器(Wildlife Computers SPLASH10)，來了解革龜在不同期間(產卵期、產後及覓食棲地)的洄游方向，以確定與高使用棲息地相關的環境變異。結果顯示革龜出現的熱區，位於離產卵沙灘 15 公里以內的美屬維爾京群島聖克羅伊島桑迪角國家野生動物保護區(SPNWR)近海水域、聖克羅伊島北側近海，以及聖克羅伊島和波多黎各之間的海溝。從洄游路徑及停留的時間，可以識別和保護海龜的重要棲地。追蹤產卵母龜也可以記錄海龜上岸產卵的週期頻率及卵窩數量的參考，這個資訊對於恢復海龜族群相當重要，亦可估算海龜族群數量。

Josefa M.B. Muñoz 等人(Guam's green sea turtles exhibit multiple strategies for inter-nesting movements and post-nesting migrations into the Western Pacific)則利用高精度 GPS 衛星標籤(Fast-loc GPS)，探討產卵綠蠵龜空間生態學。這個研究從 2016 年到 2022 年，在關島的五個海灘為 16 隻產卵母龜設置 Fast-loc GPS 衛星標籤，來了解產卵期間的運動模式及產卵後的洄游，產卵期間共記錄到 3 種運動模式以及產後 3 種不同的遷徙路徑。顯示關島產卵母龜在產卵期間和產卵後的行為有其變異性，更展現出關島和馬里亞納群島周圍特定近岸棲息地的重要性，以及西太平洋綠蠵海龜國際化管理方法的必要性。

另外 Andrew S Maurer 等人(Resource selection by green turtles: Insights from foraging habitats at the northern edge of the Eastern Pacific range)將遙測與空間環境數據相結合，推斷海龜利用資源選擇的模式。在 2013-2022 年聖地亞哥灣為 28 隻綠蠵龜安裝衛星發報器（總追蹤日 n=1235），利用海龜 GPS 位置來量化海龜覓食、鰻草深度和水溫之間的關聯，預測聖地亞哥灣內的海龜使用的頻率。另一篇是 Alison J. Meeth 等人運用具有 GPS 定位的衛星標籤，來探討夏威夷群島 14 隻玳瑁在產卵季節期間的潛水參數（深度時間、最大潛水深度和潛水持續時間）資料。

大部分研究都著重在母龜的洄游，主要是因為公龜較難觀察到，因此公龜如何進行繁殖行為或是繁殖週期一直是個謎。自 2002 年以來，ARCHELON The Sea Turtle Protection Society of Greece 一直在 Amvrakikos 海灣展開水下捕獲標記赤蠵龜並重複捕獲計畫，Alan F Rees 等人(Tracking male turtles from Amvrakikos Gulf: An important foraging area for loggerhead turtles in Greece)自 2020 年 10 月在 3 隻公海龜安裝衛星發報器，在 2021 年 6 月-7 月為 5 隻公海龜安裝發報器(其中一隻是 2020 年曾安裝過的)，研究目的在確認成年雄性赤蠵龜是否進行年度繁殖遷徙，以及 Amvrakikos 海灣的雄性海龜會到哪些繁殖地。結果顯示公赤蠵龜不進行年度繁殖遷徙，而其中 2 隻公海龜洄游 230 多公里到希臘的 Kyparissia 海灣，該海灣目前是地中海最大的赤蠵龜繁殖棲地。

而 Takuya Fukuoka 等人(First study tracking male green turtles (*Chelonia mydas*) at Ogasawara islands revealed migration routes and movement in the post-breeding season)也運用將衛星發報器安置在 11 隻成年雄性綠蠵龜，以追蹤牠們在日本小笠原群島（西北太平洋的主要綠蠵龜棲息地）繁殖季節後的活動範圍。追蹤時間長達 450 天（目前仍在進行中）。結果顯示小笠原群島繁殖季節結束後，11 隻公海龜中有 2 隻沒有向北遷移到覓食地，即使在繁殖季節結束後仍留在小笠原群島周圍的繁殖地。兩隻海龜中的一隻在追蹤 230 天後，被發現有交配行為。顯示有一些雄性海龜能夠連續兩

年繁殖，且不必在每個繁殖季節結束後返回牠們的覓食地。但過去資料顯示，小笠原海龜種群中大多數雌性海龜每四年會重新返回這些島嶼進行繁殖，這表示海龜的繁殖週期可能有性別差異。而其他 9 隻海龜遷移到日本大陸沿海地區的覓食地，位於島嶼以北約 1,100 公里處。這些海龜在從繁殖地離開後的 30 天內開始向北遷徙。他們都採取幾乎相同的路線前往覓食地點，在遷徙過程中最多潛入 70 米。這項研究對了解海龜繁殖和雄性生態學具有重要意義，並對於在全球暖化下制定保護策略相當重要。

衛星追蹤不僅是了解當下海龜洄游路徑，透過收集長時間的衛星訊號，將其整合後，可以探究不同海龜物種對於某些海域的運用情形。例如 Felix Guillermo Moncada Gavilan 等人(Sea turtle connectivity between the Cuban Shelf and other areas)，收集 1959-2022 年歷年回收標籤和古巴與大加勒比海地區其他國家的衛星追蹤信息，總共有 90 多筆衛星洄游路徑，分析有關古巴產卵海灘、海龜生長和覓食地與大加勒比海地區其他國家之間海龜物種連通性的信息。在古巴的拉戈島 (Cayo Largo) 和瓜納哈卡比斯 (Guanahacabibes) 產卵的綠蠔龜，主要在尼加拉瓜 (Cayos Miskitos) 和巴拿馬、洪都拉斯和美國的海域覓食；赤蠔龜在青年島以南的沙灘產卵和古巴的拉戈島之間洄游，分別前往尼加拉瓜和伯利茲的覓食地；而玳瑁往返於古巴 Jardines de la Reina 的生長地、巴巴多斯的產卵沙灘以及尼加拉瓜和哥倫比亞的覓食區。在哥斯大黎加產卵的革龜 (*Dermochelys coriacea*) 亦有訊息顯示其在古巴東南部地區水域活動。結果顯示不論綠蠔龜、赤蠔龜及玳瑁，在不同的生命階段，古巴是這些物種的遷徙廊道。

而 Giulia Baldi 等人(Loggerhead sea turtles show behavioral plasticity when using neritic foraging areas: the case in the Adriatic Sea from 37 year of capture-mark-recapture)則透過捕獲-標記-再捕獲 (CMR) 方法，在 1984-2021 年期間在亞得里亞海收集 294 隻赤蠔龜，評估海龜的移動和不同區域之間的連通性，結果顯示赤蠔龜對特定的亞得里亞海分區 (N = 北, S = 南) 表現出忠誠度，且釋放和重新相遇地點之間的海上距離，明顯短於潛在的擴散距離 (從衛星追蹤數據估計的距離)。在不同分區之間的海龜移動距離沒有明顯的季節性，但在寒冷季節釋放而再重新捕捉的海龜，觀察到移動距離明顯較短，顯示海龜在寒冷季節移動距離短。同時，觀察到與希臘產卵地的緊密聯繫，通過實驗證實這是亞得里亞海海龜覓食最重要的繁殖區。這篇研究的結果可以代表該物種在淺海覓食地的一般行為模式，並顯示對從產卵地到覓食地的移動進行補充研究的價值。

由於難以在自然棲息地遇到和觀察個體，因此海龜的水中行為研究，尤其是特定尺寸的海龜，往往受到限制。然而，立體攝像機 (SVC) 是一種非侵入性的水下方法，使研究人員能夠收集特定大小的數據，同時還記錄相對未受干擾的海龜行為的觀察結果。Tabitha Renee Siegfried 等人(Using Minimum Approach Distance to Quantify size-mediated Sea Turtle Response Behavior at artificial reefs in the northern Gulf of Mexico) 在 2019 年 5 月至 2021 年 8 月在墨西哥灣北部 (nGOM) 的人工魚礁，利用立體攝像機進行海龜水下行為紀錄。在 16 個潛水地點，記錄可測量海龜背甲直線長(SCL)的 97 隻海龜中，有 73 隻綠蠔龜、16 隻赤蠔龜和 8 隻肯氏龜。綠蠔龜以 89% 青少龜為主，8.2% (n = 6) 為亞成龜，2.7% (n = 2) 為成龜；赤蠔龜 62.5% (n = 10) 為亞成龜，37.5%

(n = 6)為成龜；肯氏龜則全為亞成個體。該研究觀察到赤蠐龜和綠蠐龜在底棲物（例如礁石或巨石）下休息並在物體上摩擦牠們的殼來進行自我清潔。亦觀察到赤蠐龜參與共生魚類清潔，魚類從牠們的甲殼、頭部和鰭狀肢中清除體外生生物。觀察到綠蠐龜參與自我清潔並有個體爭奪 PVC 管作為清潔物的片段。多次記錄到綠蠐龜覓食，但沒有觀察到赤蠐龜和肯氏龜的覓食行為。顯示使用 SVC 可作為一種普遍可用的非侵入性工具，對海龜進行與生態相關的水中調查，並將行為觀察與體型聯繫起來。

Lourdes Martinez Estevez 等人(Foraging ecology of Eastern Pacific hawksbill sea turtles: A high-resolution study in a foraging ground in the Gulf of California, Mexico)則結合聲波標籤與安裝在海龜身上的攝影機，來進行短期記錄玳瑁棲息地的調查。進行 39 隻玳瑁的實驗，顯示海龜對於棲息地忠誠度相當高，其中 95%的個體在最初捕獲牠們的棲息地內，停留時間超過 75%(數月和數年)。在行為方面，記錄到玳瑁更多的時間是休息和游泳。而其攝食行為和糞便成分分析顯示，玳瑁食性方面以海綿、海鞘及紅樹林內的底棲無脊椎動物為主。玳瑁的覓食地包括紅樹林河口、沙底棲息地和岩石礁棲息地，其中以利用紅樹林的棲地為最高，顯示這可能與當地漁民實施的保護措施有關，也因加州灣漁業管理和玳瑁保護協會 LMMA 的建立，使有更多的紅樹林棲地讓玳瑁棲息。

Benjamin Streit 等人(Feeding interactions between hawksbills turtles and reef fish in Sandy Bay West End Marine Reserve, Roatán, Honduras)在洪都拉斯，羅阿坦桑迪灣西端海洋保護區(Sandy Bay West End Marine Reserve, Roatán, Honduras)運用水下攝像機和水下紙記錄野外青少年玳瑁的攝食行為。錄影中共記錄 48 次覓食行為，其中 24 次啃食海綿、21 次藻類和 3 次珊瑚；在沒有錄影中記錄到 48 次覓食行為，其中 32 次啃食海綿、14 次藻類和 2 次珊瑚。並記錄到 17 種不同的魚類，在玳瑁覓食期間與海龜互動，包括 *Holacanthus* 和 *Pomacanthus* 屬中的 4 種神仙魚。結果顯示在玳瑁啃食海綿時，有 99.9%出現神仙魚；食藻類時僅有 7.6%；而啃食珊瑚時完全沒有神仙魚出現。而其他魚類出現在玳瑁啃食海綿時有 95.4%，20.2%在玳瑁食藻類時和 89.4%食珊瑚。因此在玳瑁吃海綿時，魚類與海龜互動的頻率明顯高於玳瑁食藻類或珊瑚時，可能在海龜啃食海綿時，魚可能會有所受益，因為海龜能夠切開海綿堅韌的鬆泡細胞層，從而使魚能夠接觸到海綿內部較軟的組織，又或魚類聚集在海綿物種附近，幫助海龜尋找食物。

另外研究海龜的行為亦有 Corinne E. Johnson 等人(Interactions Among Hawaiian Hawksbills Suggest Prevalence of Social Behaviors in Marine Turtles)，分析 10 個影像來評估居住在夏威夷毛伊島西部近岸珊瑚礁上四隻玳瑁（3 隻成年雌性，1 隻青少龜）的社會互動行為。共觀察 149 次互動，包括碰頭、咬、接觸和追逐。碰頭是觀察到的最常見的社交互動（n = 66，佔互動的 44.3%），而咬是觀察到的最不常見的行為（n = 6，互動的 4%），主要由青少年（4 次觀察）對其中一名成年女性（2 次觀察）表現出來。結果顯示，夏威夷玳瑁表現出一系列複雜的社會行為，這些行為超越交配和求愛。這些發現也與最近在綠蠐龜和赤蠐龜的行為紀錄中相吻合，表明非生殖社會行為可能在海龜族群中普遍存在。雖然該報告指出其觀察到海龜的社交行為，但許多文獻也指出圈養海龜會因為食物爭奪而互咬，尤其是海龜農場的海龜，因此需

要留意海龜群體之間的互動。

此外根據，Escobedo-Bonilla 等人發表於 2022 年的文章(Escobedo-Bonilla CM, Quiros-Rojas NM, Rudín-Salazar E. Rehabilitation of Marine Turtles and Welfare Improvement by Application of Environmental Enrichment Strategies. *Animals*. 2022; 12(3):282.)也指出，可以利用其他人為設備來增加海龜環境豐富化措施，該文章指出儘管透過收容中心來進行傷病海龜治療與復健，然而有些海龜個體仍被認為無法釋放，若這些動物沒有被安樂死，通常會被安置在動物園或水族館中永久照護。因此這些救傷收容設施需要進行環境豐富化，來促進海龜的自然行為並增強海龜所需的本能，以利動物們返回自然環境族群。環境豐富化（Environmental enrichment）是一種系統性、科學性的方法，旨在為被圈養動物提供其所需的動物福利。環境豐富化的目標包含：增加行為多樣性、減少異常行為的再次發生、增加正常行為模式的範圍及增加對環境的積極利用等，然而該策略也需要進行良好的規劃，以實現其目標，否則，也可能有負面的效果。然而此方法過去多以陸域動物為主要的檢視與應用對象，對於水生生物，像是海龜，則較少有相關研究發表的文章可以參考，因此 Escobedo-Bonilla 等人藉由過往研究文獻進行整理，就海龜生活環境豐富化措施描述如下。案例一、4 隻海龜各被提供不同的豐富化裝置，例如塑膠水瓶、塑膠管，並將食物(魚、魷魚、萵苣)置於其中或沉於底部，讓動物搜尋其中的食物或藉此在物件上面摩擦身體，結果顯示，這些豐富化物件對所有海龜都表現出顯著增加隨機游泳行為，和減少待在池底的休息模式，因此被認為對海龜有正面的幫助。案例二、在水槽中使用豐富化裝置(球、管道、盒子、掃帚、食物分配裝置和水柱裝置)來刺激 4 隻海龜，使其表現出更自然的行為以增強並加速康復。結果顯示，當豐富化裝置存在時，重複模式單調的游泳和休息等制式行為會減少。案例三、說明被圈養 10 多年的海龜，由於其缺少一肢體，當初被認為這類海龜無法成功野放到野外。然而當愈來愈多訊息顯示，缺乏部分肢體的海龜也可上岸產卵，以及有資料顯示肢體缺陷的海龜，在野放後 1 年也被發現其身體狀況良好等訊息後，該海龜收容單位便開始計畫讓動物接受豐富化的訓練，來促進自然攝食行為和對於人造物品（浮標物）的趨避，藉此幫助其適應野外環境條件。在其豐富化訓練計畫中，藉由使用 7 種不同豐富化方式、減少人類接觸、監測其對環境條件的反應，如飲食、食慾、行為（如呼吸急促、快速游動、游向池壁或試圖爬出水面）和健康狀況。最終該海龜在裝設衛星追蹤器後野放，並在 10 個月後發現其在距離野放地點 3,500 公里處，此案例被認為野放成功是與豐富化介入有關。案例四、1 隻雌性攪蠟龜因為被漁網纏繞被截肢，為提升動物福祉進行環境豐富化措施，結果顯示，豐富化有助於改善該海龜的福祉，例如，隨機游動所耗費的時間增加 17.5%，顯示海龜在豐富化措施後其更加活躍，此外，休息行為也被觀察到減少 11.8%。結論是豐富化措施的成功，將有助於改善海龜的動物福利。環境豐富化措施是一種能夠成功改善圈養(或救傷收容)期間，海龜的動物福利方式，豐富化措施也可能幫助斷肢或長時間被圈養的海龜成功返回大海。

利用 Photo ID 辨識海龜個體，用於獲取有關個體在特定時間、位置的信息，這已普遍運用在瀕危物種空間規劃和保護管理。Luis Garzón-Rodríguez 等人 (Photo-identification and geometric morphometrics of the plastron for the identification of

hatchlings-juveniles of the marine turtle *Caretta caretta*)自 2018 年 7 月起在 Kenyan Marine Protected Areas，運用 Photo ID 技術來進行當地海龜族群的辨識。收集的數據包括物種、甲殼長度估計、相遇位置和深度、棲息地偏好和行為。資料收集期間為 2018 年 7 月至 2022 年 12 月(3 年 9 個月)，共記錄 3,200 隻次海龜，有 549 隻綠蠔龜被記錄 2,750 次，以及 62 隻玳瑁被記錄 441 次。有 48% 的海龜被重複紀錄，顯示該保護區作為海龜覓食聚集地的重要性。然而這項開創性工作後來擴展到肯尼亞的另外 3 個海洋保護區，並成為中海海龜監測網絡的基礎。

另外利用空拍機進行海龜族群的調查也是近年較為常見的調查技術，Aloyse Thais Abreu 等人(Habitat use of turtles, sharks, and rays across a heterogenous landscape off Saona Island)為了解索納島海龜族群的行為與棲息地的利用，在 2022 年 5 月和 2022 年 6 月期間使用 DJI 四旋翼無人機進行預編航程攝影調查，並與當地漁民合作，量化沿岸海草和珊瑚礁棲息地的海龜密度。自早上 7 點到下午 5 點進行 6 個不同時間，2 重複調查。為檢測其準確性，運用 13 名獨立觀察員觀看每個攝影紀錄，以計算每個無人機畫面上的海龜、魷魚和鯊魚的數量。總計觀測到 96 次海龜、魷魚和鯊魚，平均每隻動物有 4.73 名觀察員。研究發現平均目擊密度為每平方公里有 45.73 頭海龜、69.34 條魷魚和 26.55 條鯊魚。海龜主要在海草棲息地上，而魷魚和鯊魚主要分別在海草和靠近紅樹林的淺水區。這個研究提供 17 年來 Saona 海域的第一個海龜豐度估計值，並為未來在加勒比海未被充分研究的地區，展開海龜覓食行為和資源利用方面的工作提供基本參考資料。

主題3：產卵生物學

主要關注於產卵沙灘、產卵母龜、卵窩、稚龜、龜卵及其密切相關的議題，包括評估產卵種族群規模、族種群建模參數、產卵趨勢的長期監測、預測族種群變化、海龜在產卵沙灘的行為、孵化成功率及孵化生產力、稚龜尋海行為、龜卵存活率、新發現的產卵棲地、環境變化對產卵棲地的影響等。

海龜特別容易受到氣候變化的影響，因為海龜的繁殖情況會受到卵窩孵化溫度的影響，溫度升高會導致孵化成功率降低和雌性海龜增加。Fuentes and Monsinjon (Adaptation of sea turtles to climate change: will phenological responses be sufficient to counteract changes in reproductive output)在報告指出，海龜面對預期的環境溫度上升能力，將取決於海龜適應氣候變化的能力，他們評估現況不變的情況下，其觀察多數重要產卵地點，預計到 2100 年，海龜產卵地的沙溫將大幅提升，而預期母海龜會提前 30-49 天產卵，這將仍不足以維持目前的性別比例趨勢，此將導致大多數產卵地點的海龜雌性化。而離赤道較遠的產卵地點，則對於所預期的卵窩溫度上升，具有較大的緩解能力，因此，必須保護好這些地點，為海龜保留適當產卵棲地。

關於溫度上升對於卵窩孵化稚龜的影響，這次會議也有被提及並報告，Kuschke 等人 (Impacts of a warming world: how incubation temperatures relate to blood values and preliminary microbiota findings in leatherback sea turtle hatchlings and post hatchlings) 指出，在剛孵化的稚龜(革龜)中，其孵化時間若超過半數都在 30°C(或以上)時，稚龜血液中的 PCV 和 β 球蛋白數值更高。PCV 和 β 球蛋白上升，可能與脫水和炎症或感染有關。這些變化顯示，巢穴溫度增加，會在剛孵化時和孵化前，造成稚龜生理上的緊迫。而稚龜出現前述情況(如脫水、炎症或感染)，可能會對稚龜的整體適應性和後續存活率，產生負面影響。這些數據為開始評估幼體健康狀況提供初步的訊息，並說明在較高溫度下，孵化稚龜存活率下降可能的原因。

在小琉球，這 1-2 年也觀察到母海龜上岸產卵時間提早到 3 月甚至更早，而這個現象是否僅與溫度上升有關或是其他因素，有待再更進一步觀察，此外臺灣稚龜在孵化後，是否因氣溫上升導致其有類似前述報告所述之脫水或炎症等情況，目前並未見有關的報告被發表。

海龜極易受到氣候暖化的影響，因為海龜的許多生活史特徵，包括性別決定，都與溫度相關。預期溫度升高可能會導致海龜有著高度雌性化比例，並增加卵窩孵化死亡率。在這種情況下，母龜在卵窩的選擇尤為重要。Almeida 等人 (Thermal Monitoring in Boavista Island, Cabo Verde West Africa) 指出，他們在非洲西部 Boavista Island 觀察到，在氣溫最高的月份(8 月、9 月和 10 月)，雌性稚龜產生的比例更高。因此，如果卵窩季節分佈比例增加(例如部分在溫度較低的季節)，性別比例偏差將不那麼偏向雌性海龜。此外，他們也觀察到，部分卵窩所在的海灘，其孵化出較多雄性海龜，為潛在的氣候變化提供一些減緩性別偏差的保護作用，這些沙灘應避免人類行為而可能帶來的改變，保持這些海灘的環境條件，以免影響後續海龜的繁殖環境。

除氣候變遷對海龜影響以外，在人類行為影響海龜繁殖方面，生態旅遊也是近年來被關注的議題，我們可以從 Smith 等人在 2021 年發表在 *Global Ecology and*

Conservation(27 (2021) e01537)的資料當中發現，被群眾駐足圍觀的海龜，雖然其後續卵窩的孵化率和稚龜出巢率等數據，沒有被觀察到有明顯的改變，但是母龜在產卵過程的覆沙和回到大海的行為，則被觀察到有明顯的改變。臺灣目前並未有被政府授權或制定專為遊客之觀察海龜產卵的生態旅遊指引，也沒有明文禁止觀察海龜產卵的行為，未來在制定相關資料時，可多參考類似前述文獻資料來進行。

Allen 等人於報告中所提(All eggs in one poor quality basket: assessing Hawaiian green sea turtle (honu) resilience in light of climate change impacts)，位於臺灣東邊約 7 千公里多的 Lalo (French Frigate Shoals)，是夏威夷綠蠵龜，從夏威夷主要群島，移動到這裡產卵繁殖和曬太陽的重要地點。從 1963 年到 2004 年，環礁內小島的總面積，從約 40 公頃減少到僅約 15 公頃，其後又在 2018 年，由於自然侵蝕和颶風，兩個重要的產卵棲地消失了，其後當中的一個小島有恢復其部分地形地貌。為了評估綠蠵龜對其主要產卵沙灘急劇變化的應對能力，作者們以衛星標記方式觀察海龜移動，資料顯示海龜也會使用原先的島嶼和其他小島曬太陽和產卵，這些觀察顯示綠蠵龜能夠同時使用多個產卵棲息地。

臺灣目前穩定有出現綠蠵龜上岸產卵地點為屏東小琉球、臺東蘭嶼和澎湖望安，但是在恆春半島和臺東(本島)也有零星被觀察到的產卵現象，因目前恆春半島和臺東(本島)的母龜產卵地點並未有例行的監測計畫在進行，因此無法得知島內的母龜產卵是否與外島的母龜為同一批。

由於產卵棲地受到人為或自然環境影響，可能導致卵窩孵化的情況會較差，例如溫度過高或是受到海水侵蝕浸泡卵窩等，因此將卵窩移動至溫度較低的地方(如有天然遮蔭)、或是於卵窩上進行植被覆蓋、或是以孵化場所方式來進行卵窩孵化，藉此降低卵窩溫度或潮水淹沒風險等方式，是常見的手法。

此次會議也有作者分享(Salazar et al., Evaluation of the effectiveness of sandbags for the incubation of clutches of *Lepidochelys olivacea*, in the Pacific coast of Nicaragua)，以沙袋進行海龜蛋孵化的情況，作者表示，在尼加拉瓜太平洋沿岸，孵化場的海龜蛋孵化率皆有增加。值得注意的是，在過去五年中，許多當地的海龜保護計畫都採用 100 或 200 公升裝滿沙子的袋子來孵化龜卵。這種孵化技術被認為不同於，將龜卵埋入海灘孵化場沙地（標準孵化場）是更成熟的做法。與標準孵化場技術相比，使用沙袋孵化技術的孵化場經理，聲稱其孵化率更高。然而，作者表示，還沒有研究和實證來評估這些觀察結果，於是他們在 2017 年至 2019 年間，進行試驗，藉此比較沙袋（在 100 (小)或 200 公升(大)的沙袋中）與標準孵化技術，在孵化蠵龜龜卵的成效，並記錄卵窩的孵化率、孵化時間、剛孵化的稚龜形態（長度、寬度、重量）和孵化後稚龜在一定距離內的爬行速度（作為剛孵化稚龜健康的代表）。結果方面，在孵化率及孵化後稚龜健康方面，相對於小沙袋，使用大的沙袋，明顯有較好的效果。然而，在與標準孵化場比較方面，大沙袋的孵化率與標準孵化場相當，但龜卵在孵化天數方面有明顯的增加，且稚龜的爬行速度也明顯較慢。此外，在溫度波動範圍方面，標準孵化場的溫度比袋子明顯穩定得多，因此，作者並不建議使用沙袋作為標準孵化場的替代方式。

主題4：族群生物學及監測

著重於族群統計（存活率、成長率及繁殖率）、豐富度及趨勢、族群結構及流通性、群體遺傳學（例如混合種群分析）等，亦包含產卵及覓食棲地的研究與族群生物學模型、長期監測計畫及產卵族群的短期評估，提供族群結構分析的新方式。

根據生命史理論，種群動態取決於許多因素，例如生殖潛力、分佈環境、族群密度和死亡率，這些可以決定自然環境中的種群增長類型。對每個種群的可用訊息允許以最精確的方式估計其種群動態，並盡可能減少地假設。

建置虛擬模型可用於保育或演化研究中重建種群動態，因此 B. Alejandra Morales-Méridam 與 Marc Girondot (Life-history of *Lepidochelys olivacea* model: A case study of populations) 使用瓜地馬拉的欖蠟龜的種群反應，來模擬孵化、性別決定、胚胎、亞成年和成年生長，季節內和季節間鑲嵌的模式，以及母龜對卵的數量和品質的投資。會使用瓜地馬拉的欖蠟龜的種群，是因為過去的 50 年中海龜都會持續回到同一個產卵沙灘，加上海灘時常沒有足夠空間，所以有 80% 的龜卵在市場或其他地方出售，以用來食用，這導致只有 20% 的龜卵留在孵化場內。考慮到模式允許不同的情境調整變因，例如人為取得和食物鏈的掠食，我們不僅能推斷出過去 20 年可能發生的情況，而且還能想像瓜地馬拉條件和海龜保育的理想情況。這項研究的結果可以提供有關當前和理想海龜管理策略的族群趨勢，並可以幫助更新和調整瓜地馬拉目前的海龜保育管理計畫。

儘管全球進行許多保育和研究，綠蠟龜仍面臨構成族群恢復障礙的威脅，其中氣候變化是主要原因之一。氣溫上升導致產卵區增溫，且由於綠蠟龜的性別取決於溫度性別決定機制（TSD），目前大多數族群主要由雌性組成。因此，海龜族群結構與氣候變化的相關資訊仍缺乏，特別是在覓食區方面。Silvia Rebeca Zavala-Montoya 等人 (Sex Ratio Estimation of green sea turtles (*Chelonia mydas*) at foraging sites in the Galápagos Islands) 利用血漿荷爾蒙濃度，對加拉巴哥海域覓食區綠蠟龜進行性別鑑定。在加拉巴哥 5 個不同的覓食場所進行 79 隻綠蠟龜的樣本採集，並使用商用 ELISA 測試對血漿樣本中的睪酮濃度進行分析。發現除其中兩個區域之外，其他性別比例都顯著偏離 1:1 的性別比例，但在不同的年齡階段之間沒有統計學差異。而群島的整體性別比例與 1:1 沒有顯著差異，雖然觀察到略微偏向雌性的狀況。研究結果顯示，加拉巴哥當地綠蠟龜族群可能沒有受到嚴重性別偏移的威脅。另外，荷爾蒙分析檢測出雄性的睪酮濃度升高，有早熟的跡象。由於獨特的氣候條件，加拉巴哥斯看起來仍然支持健康的性別比例，並可能成為綠蠟龜的氣候變化的避難所。未來研究可以增加樣本量，並監測定居族群以確認這種氣候變化所呈現之避難所的假設。

海龜壽命長且需要幾年才能達到性成熟，使牠們更容易受到環境變化的影響。Cheryl Sanchez 等人 (Growth rate and estimated age at sexual maturity in the marine protected area of Aldabra Atoll, Seychelles, for two sympatric, immature turtle species) 針對聯合國教科文組織世界遺產阿爾達布拉環礁的未成熟綠蠟龜和玳瑁進行 40 年（1981-2021）的捕獲標記數據蒐集。數據顯示綠蠟龜（n=75 次再捕獲）的平均年生長率為 $3.2 \pm 1.5\text{cm/year}$ ，玳瑁（n=110 次再捕獲）的平均年生長率為 $2.8 \pm 1.4\text{cm/year}$ 。玳瑁呈現出非單調的生長率，在較大體型的玳瑁生長率最高，然後又下降；而綠蠟龜則沒有顯

著的體型與生長率關係。另外根據生長函數，記錄綠蠓龜和玳瑁分別在阿爾達布拉環礁這個覓食地超過 8 年以上和 18 年的時間。這項研究提供西印度洋長期監測計畫中的生長率，可以與其他地區進行比較。綠蠓龜的性成熟年齡估計為 30 歲以上，而玳瑁的性成熟年齡約為 50 歲。

海龜種群生態學中定量描述體型生長速率和性成熟年齡仍是重要研究議題。全球常見以捕捉標記法(CMR)方式進行海龜研究，但南大西洋海域等一些地區仍未有相關資料。此外，從 CMR 中擷取海龜遷徙模式資訊對保育措施至關重要。Gabriela Manuela Velez-Rubio 等人(Estimation of green turtle(*Chelonia mydas*) somatic growth from a long-term mark-recapture program in the Southwestern Atlantic Ocean (33°-35° S))結合長期 CMR 計畫和統計方式，描述南美洲西南部海域青年海龜的生長情形。研究人員於烏拉圭東海岸(-33°S)的岩礁和沙地上進行海龜捕捉，測量其背甲曲線長度(CCL)和背甲直線長度(SCL)，再以鋁合金標籤進行標記。總共有 2,765 隻綠蠓龜於 2002 年 1 月至 2022 年 10 月間被標記，其中包括 321 隻重複被捕捉 1 至 7 次。每年平均生長速度為 1.29 cm，成長最快的綠蠓龜體長由 36.6 cm 成長至 41.6 cm。研究結果顯示，估計綠蠓龜的 Von Bertalanffy 生長參數 $k=0.08$ 和極限長度為 $L_{\infty}=75.17$ cm。透過這些研究結果，可評估綠蠓龜成長大小，並進一步了解南大西洋綠蠓龜族群中的動態狀況。

海龜在海洋生態系統保育中扮演重要角色，然而近幾十年來其族群卻逐漸減少。為了增加海龜的存活率，需要收集實用的數據，如遷徙模式、分佈和生長率。其中一種取得這些數據的方法是標記和皮下注射式標籤 (PIT)。然而這些技術的缺點是具侵入性且標記不是永久性的，而且會增加海龜在漁網中意外被捕的風險。為了非侵入性技術發展，Arturo Ríos-Ramos 等人(Sea turtles' identification using deep learning and multimedia approach)運用人工智慧方法，如人工神經網路、影像辨識、影像處理和數學演算法等，提出一種在生態環境下識別海龜的非侵入性技術。該技術使用經過優化的深度學習和多媒體內容處理方法，分析獨特的海龜頭部形態特徵，並使用 YOLO 神經網絡模型進行優化和訓練。最終，透過比較不同海龜的形態特徵和鱗片，識別出每隻海龜的個體識別。該非侵入性技術在野外環境下，可以高準確度地識別個體海龜，該方法的準確度達到 89%。

在第二個階段中，該方法藉助一組圖像數字濾波器強調海龜頭部的形態特徵和鱗片，準確度達到 92%，使用不同標準的準確度分別為 88%和 86%。當使用 Threshold 濾波器時，可以區別更多的特徵和鱗片。這種提出的非侵入性技術，透過圖像識別出個體海龜，達成在生態棲息地條件下，高效識別個體海龜的目的。

估算離岸覓食區的海龜密度，對於制定海龜保護策略相當重要，因為這些地點是青少年海龜的發育成長區域，然而來自不同產卵棲息地的成龜也經常洄游至此。由於距離海岸較遠以及海洋環境的條件，調查這些區域通常具有挑戰性。在過去幾年中，運用無人機(UAV)從空中進行海龜調查研究有增加的趨勢，因此 Chiara Agabiti 等人(Estimating offshore sea turtle density at small scale: a combined approach with UAV and multi-sensors dataloggers)在突尼西亞大陸棚區域(地中海中最重要的海龜覓食地之一)進行赤蠓龜的密度估計，並調查不同地區之間的變異性，以建立可以導出到其他地點的方法。先在兩個 1 平方公里的近海區域進行無人機測試，並對錄製的視

頻影像進行分析，計算個體數量。再使用集成攝像鏡頭和多傳感器的可回收動物傳播原型設備，以獲得可用性偏差的校正指數。通過攝像機記錄驗證，計算海龜在海面停留的時間比例，被用作密度估計的校正因子。這兩項創新技術的結合代表一種估算上海龜密度的新方法，適用於不同地區，能夠為這些瀕危物種的保護做出重大貢獻。

而 Susan Piacenza 等人(Recent design improvements for a stereo-video camera equipped unoccupied aerial vehicle for measuring sea turtles, and other marine fauna)則將立體攝像機(SVC) 安裝到無人機上，以收集海洋物體的長度數據。SVC-UAV 這套系統對海洋動物的空中拍研究有幾個好處，主要是測量水下動物的能力，因為牠們正在潛水或浮出水面，不需要測高，成本相對較低。此外，SVC-UAV 系統具有相當好的精度（海龜的平均絕對誤差為 4.4 ± 0.99 厘米），沒有偏差，可以測量深度達約 1 米的海洋動物。目前以機器視覺方法來進行對象測量，減少因人為錯誤造成的不確定性，從而提高準確性。另研究減少測量誤差的光學方法，並統計分析誤差如何隨著水深的增加而增加。總而言之，SVC-UAV 可用於對海龜進行空中調查，以收集水下或基於因捕獲的調查，在邏輯上具有挑戰性或不可行的形態測量數據。

巴西東北部有著一個重要的欖蠟龜族群，該族群在歷史上因人類活動而逐漸減少。Jaqueline C de Castilhos 等人(Long-term trend of olive ridley turtles nesting in Brazil reveals one of the largest rookeries in the Atlantic)蒐集 16 年(從 2003/2004 年到 2018/2019 年)欖蠟龜在沙灘(巴伊亞州(214 公里)和塞爾希培州(116 公里))的產卵數量。結果顯示 2003/2004-2018/2019 年的產卵數量呈上升趨勢，每兩年顯著增加一次。根據過去三個產卵季節的平均產卵數量，估計每年約有 11,923 隻海龜在此研究區產卵。這個結果顯示，巴西是目前大西洋第二大欖蠟龜族群。產卵數量的增加可能是大西洋覓食和產卵棲地保護行動的結果。在巴西，基於適應性威脅管理和以社區為基礎的保育戰略，且 Projeto Tamar 在過去四十年中不間斷推動的保護行動，以實現海龜保護目標。例如，僱傭偷獵者作為“tartarugueiros”在海灘巡邏和保護海龜；產品/商品製造和手工藝品創造就業機會；自 80 年代以來在產卵海灘實施的不間斷保護行動促進高孵化率。儘管欖蠟龜族群有上升趨勢，但拖網漁業的意外捕獲，也導致欖蠟龜成龜的死亡率很高，這對巴西欖蠟龜的保護和族群穩定是一個值得關注的議題。

在 2000 年代初，人們認為玳瑁幾乎從東太平洋滅絕。而 2008 年，由於科學家 and 當地社區在薩爾瓦多海岸展開的研究，為這種極度瀕危的物種發現了希望之光。從那時起，研究工作和保護與沿海社區齊頭並進。在大多數情況下，海龜都被貼上標記標籤，以獲得有關生殖生物學、運動、擱淺、分佈和生長率的信息。Chavarría 等人發表一篇文章(The importance of long-term monitoring and tagging for the species hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*) at feeding, foraging sites and nesting beaches in Jiquilisco Bay, El Salvador)關於薩爾瓦多 Jiquilisco Bay 的玳瑁族群監測。2008 年在薩爾瓦多 Jiquilisco Bay 對一隻玳瑁進行第一次標記，使用 Inconel 標籤、PIT (Passive Integrated Transmitter) 和衛星遙測技術。一隻名叫伊莎貝拉產卵母龜是第一隻在薩爾瓦多被標記的海龜，她身上的標記從 2008 年到今年 2022 年一直在傳輸信息，記錄洄游路徑和生長率等有價值的數據。這是一個明顯的例子，說明在覓食地點、覓食區和產卵沙灘進行長期標記和監測的重要性。四年後的 2012 年，另一隻正在產卵的

母龜也進行衛星標記，她的名字叫 Manglita，但一個月後因炸魚事件而死亡。這不幸事件，使社區意識炸魚的後果，進而採取保育海龜措施。在薩爾瓦多，最有效的海龜監測技術，是將 Inconel 標籤放在每個前鰭狀肢，並將 PIT 插入右鰭狀肢的皮下。從 2008 年至今，約有 550 隻產卵的母玳瑁，在薩爾瓦多海岸被標記，進而收集以下數據：個體返回產卵沙灘的時間、標記丟失和重新標記、個體增長率、擱淺和死亡。2015 年，在 Jiquilisco Bay 的三個不同地點開始玳瑁覓食區的標記計畫。從那時起，大約有 400 隻玳瑁在不同的生命階段被標記。總之，通過這些標記程序可以獲得非常有價值的信息，包括增長率、日擊頻率、築巢海灘保真度和死亡率。該保護計畫及策略提高沿海社區對這些極度瀕危物種保護的認識。

評估野生動物族群不同生命階段的趨勢，為管理受威脅物種的保護提供重要參考。對於海龜，大多數趨勢評估都是基於對產卵族群的長期監測，以提供有關跨季節族群動態的關鍵信息。哥斯大黎加的 Tortuguero 是大西洋綠蠔龜最大的產卵棲地。Roldan Valverde 等人(Recent decline of the green turtle nesting population at Tortuguero, Costa Rica)分享 Tortuguero 50 年來監測和保護工作的最新產卵趨勢。他們每週進行一次調查，記錄產卵數量，並分別使用適用於每個監測季節的 GAM (generalized additive model)，來預測每日產卵數量和估計的年度產卵數量。結果顯示，在最初的 37 年裡，Tortuguero 的產卵數量趨勢穩步上升。但自 2000 年以來，這種增長逐漸放緩，直到 2008 年曲線趨於平穩並開始呈下降趨勢。儘管如此，Tortuguero 仍然是加勒比海地區最大的綠蠔龜產卵棲地。因此，Tortuguero 的下降趨勢可能被視為加勒比海綠蠔龜族群的警告訊息。

自 1970 年代後期以來，位於美屬維爾京群島聖克羅伊島的 Sandy Point National Wildlife Refuge (SPNWR) 一直在監測綠蠔龜、玳瑁及革龜三種在此產卵的海龜。Makayla Q Kelso 等人(Hawksbill nesting trends increased significantly at Sandy Point National Wildlife Refuge, St. Croix over 30 years)分析 1981 年至 2022 年 SPNWR 的 4,781 份玳瑁活動歷史記錄，以評估玳瑁的產卵趨勢。從 1993 年到 2008 年，Sandy Point 每年平均有 44 窩玳瑁卵窩。而從 2009 年到 2022 年，Sandy Point 的玳瑁卵窩數量平均增加到 241 個。顯示玳瑁的產卵數量有顯著增加的趨勢，卵窩數量每年增加 4.6%。這可能歸功於 20 世紀後期，在整個地區建立的成功保護措施。

這項研究首次深入調查玳瑁使用 SPNWR 作為產卵棲息地的歷史趨勢，以確定這增加趨勢顯示 SPNWR 之前被低估的玳瑁產卵種群。因此建議 SPNWR 成為加勒比海地區玳瑁的指示標產卵沙灘(index nesting beach)，這樣產卵族群趨勢和其受保護量能將會不斷增加。另應繼續對該沙灘進行標準化監測，以進一步描述該種群的特徵及其穩定性。

Paulo Catry 等人發表 Twenty years of monitoring and tracking green turtles in West Africa: what have we learnt? 內容主要談論在西非進行產卵沙灘監測 20 年的成果。在 1990 年代，在幾內亞比紹比亞戈斯群島的普瓦朗島上發現綠蠔龜的主要產卵沙灘。2000 年進行第一次綜合調查，該季節共產下 7,400 窩。從那個時期開始，幾內亞比紹當局 (IBAP) 在 Poilão 定期監測記錄綠蠔龜族群有顯著增長，估計到 2020 年最多有 71,000 個卵窩，該地點目前是大西洋第三大重要產卵棲地。2001 年，在 Poilão 產卵

的母綠蠔龜進行衛星追蹤，後續在 2018 年至 2021 年期間，每年都會進行衛星追蹤。從追蹤資料可以識別主要的海龜覓食地點，後續再進行確認其大量海龜族群的存在。總體而言，有 50% 的母龜(N=46)洄游到毛里塔尼亞的 Banc d' Arguin；22% 洄游到 Delta du Saloum 地區(塞內加爾)，26% 則在 Bijagós Archipelago (幾內亞比紹) 覓食。

從洄游資料顯示，在西非海洋保護區(MPA)網絡 (RAMPAO) 有大量的海龜族群，且 95% 的母龜洄游路徑都涵蓋在 MPA 內，且 80% 使用 MPA 範圍內的淺水區覓食。這篇研究展現各國海洋保護區之間連通的重要性，以維護綠蠔龜等大型海洋生物洄游，並證實此類保護區網絡和國際合作對生物多樣性保護的相關性。

而 2021 年，在 Poilão 周圍海域進行 12 隻公綠蠔龜的衛星追蹤，並同時採集 13 隻產卵的母綠蠔龜樣本。大多數母海龜遷移到毛里塔尼亞，移動距離是公海龜的兩倍多，而公海龜大多停留在塞內加爾水域。這是有史以來第一次對公海龜和母海龜進行遷徙行為的比較，顯示海龜的洄游距離有顯著的性別差異。整體來說，長期研究與海上覓食棲地和產卵沙灘的重大保護工作需同時進行，且顯示健康的綠蠔龜族群，受到當前 MPA 網絡的良好保護。雖然海龜保護方面的挑戰仍然存在，特別是該地區不斷增加的捕魚量和與漁業相關的死亡率，以及在一些產卵沙灘的非法捕撈行為。甚至西非綠蠔龜族群高度依賴的 Delta du Saloum 和 Banc d' Arguin 廣闊的海草床，這些地區將可能因氣候變化而遭受重大損害。

了解稀有和瀕危物種的繁殖動態，包括繁殖性別比和個體對下一代的相對貢獻，對於評估種群恢復力非常重要。確定繁殖性別比對於具有溫度依賴性性別決定的物種（例如海龜）特別相關，以了解與氣候變化的繁殖性別比的變化。然而，海龜複雜的海洋生命週期，且一生的大部分時間都在海洋中度過，阻礙對產卵沙灘以外的個體和生命階段的研究。儘管族群在海洋監測取得進展，但公海龜的族群在統計上仍顯不足，而這也阻礙一些保育策略。

過去都以雙親分子鑑定方式來進行海龜的繁殖研究，因此 Laís Amorim 等人 (Evidence of polyandry and polygyny in loggerhead sea turtle from Southwest Atlantic) 以微衛星核標記(mDNA)來測試巴西聖埃斯皮里圖州 Povoação 海灘海龜是否存在一妻多夫制或一夫多妻制，並了解赤蠔龜繁殖種族群的性別比例。他們利用連續 3 個產卵季節(2017/18、2018/19 和 2019/20)，43 個卵窩樣本，對應到 42 隻母龜和 510 隻幼龜。使用 Colony 分析獲得每個卵窩中有 1 到 7 隻公龜，顯示所分析的卵窩中有 67.4% 是多重父子關係，亦得到赤蠔龜一夫多妻制的第一個證據。

研究結果顯示，一些公赤蠔龜在同一季節和整個繁殖季節，對不止一個卵窩做出貢獻，儘管一妻多夫制是海龜的共同特徵，但直到這篇論文發表前，尚無赤蠔龜存在一夫多妻制的證據。然而，Gaos 等人(2018)觀察到玳瑁有很高比例(31.8%)的一夫多妻制，這也表示一夫多妻在海龜交配策略的一種常見行為。研究顯示雌雄性別比為 1:1.81。這研究為巴西的赤蠔龜其他多重親子關係研究提供基礎訊息，將來有可能與其他地區（如里約熱內盧、巴伊亞州和塞爾希培州）的種群進行比較，並獲得有關公海龜基因在繁殖季節和地區之間流動的信息。透過這種方式，可以估計巴西海岸赤蠔龜的生殖性別比，並協助制定適合該物種行為的管理活動決策，以在巴西和世界範圍內保護該物種。

而 Kathryn Levasseur 等人(Low rate of multiple paternity and a balanced breeding sex ratio in hawksbill turtles)也透過在安提瓜島 Jumbay Bay (JB) 的產卵母龜和幼龜的分子遺傳學分析，來重建公龜的基因型，用以估計東加勒比海 (EC) 玳瑁的繁殖性別比並描述其交配行為。這篇研究利用(mDNA)微衛星標記，樣本來自 23 隻產卵母玳瑁的卵窩及其 681 隻稚龜進行基因分型，以重建程序產生父親的身份。結果顯示，從 JB 的 23 隻玳瑁卵窩，重建出 24 種雄性基因型，表明 JB 繁殖族群的性別比例幾乎相等。在 23 隻母龜的卵窩中，有 21 隻的卵窩被發現是單一親子關係。其餘 2 個卵窩 (8.7%)存在多重父系關係，主要父系貢獻分別為 57%和 80%。一隻公海龜與 2 隻不同的母龜交配，提供一夫多妻制的證據。這個結果顯示 EC 可繁殖玳瑁的密度較低，並為 EC 玳瑁提供基線數據，以改進玳瑁族群數量的統計評估，並追蹤隨時間推移玳瑁的繁殖性別比例。

Mensah Akomedi 等人發表 First regional census of the Olive ridley nesting in Atlantic Africa reveals West-Central Africa is hosting the largest olive ridley turtle breeding colony in the Atlantic，內容說明藉由第一次全區域的普查，了解中西部非洲擁有大西洋最大的欖蠟龜產卵地。中非海龜網絡 RASTOMA 的成員提供中非 6 個國家欖蠟龜產卵活動的數據，包括剛果民主共和國、剛果共和國、加蓬、聖多美和普林西比、赤道幾內亞和喀麥隆。而西非海龜保護網絡 WASTCON 的成員提供來自西非 6 個國家欖蠟龜產卵活動數據，包括尼日利亞、多哥、貝寧、加納、象牙海岸和利比里亞。Alexandre Girard 等人將這些數據結合，展開非洲大西洋沿岸 12 個國家的第一次欖蠟龜產卵族群普查，並建構欖蠟龜地理分佈的趨勢和演變。結果顯示，中西部非洲擁有大西洋上最大的欖蠟龜繁殖地，也是世界上最重要的欖蠟龜產卵棲息地之一。

量化族群人口統計參數和生命週期，例如體細胞增長率、成熟時間和生殖壽命，對於了解基本生物學和有效管理受威脅和瀕危種群（如海龜）非常重要。Cali N. Turner Tomaszewicz 等人(Mixed-stock aging analysis reveals variable green sea turtle maturity rates in a recovering population)利用骨骼年代學來分析和比較北太平洋東、西兩岸的 65 隻綠蠟龜的體細胞生長速率和生活史特徵的變化。結果顯示，在北太平洋東部產卵的綠蠟龜在海洋階段渡過大約 5 年時間，然後進入沿近岸棲息，公海龜的成熟年齡較母海龜小（平均年齡 = 17.7 ± 5.5 yr vs. 28.0 ± 8.2 yr），而性成熟時年齡較小與性成熟時體型較小有關，這表明平均產卵體型可以反應族群的成熟時間。在墨西哥 Michoacán(米卻肯)產卵的母龜體型較小（大陸棲地，平均 CCL 為 82 cm），與來自墨西哥 Revillagigedo 群島(島嶼棲地)的母龜相比，性成熟的預測年齡更小（平均年齡 = ~17 歲），後者顯示出更大的體型（平均 CCL 為 94cm）並且性成熟時的預測年齡較大（平均年齡 = ~30 歲）。推測米卻肯產卵族群海龜早熟（世代長度縮短）可能是對過去 50 年密集捕撈的反應。最後，這個結果顯示綠蠟龜在幼齡(4-6 歲)時就遷入近岸淺海棲息地，強調保護美國西部和墨西哥西北部沿海淺海棲息地的重要性，並可將海龜成熟時間納入種群恢復的評估。

遺傳工具一直是解開海龜遷徙和連通性的關鍵，Ana Rita Patrício 等人(Genetic composition and origin of green turtles foraging at the Banc d'Arguin National Park, Mauritania)為了解東大西洋綠蠟龜的起源，以補足綠蠟龜在大西洋範圍連通性的理解，進行毛里塔尼亞 Banc d'Arguin 覓食的綠蠟龜的遺傳組成分析，因毛里塔尼亞

Banc d'Arguin 曾是大西洋上最大的海龜覓食聚集地之一。但因過去當地人經常食用海龜，直到最近，除一些在 Bijagós 群島（幾內亞比索）產卵的綠蠐龜會洄游到 Banc d'Arguin 外，大多對綠蠐龜的年齡結構和起源一無所知。因此從 2018 年到 2021 年，在傳統漁民(Imraguen)的幫助下，在 Banc d'Arguin 廣泛採集綠蠐龜的樣本。使用刺網捕獲海龜，將其帶上漁船，測量背甲曲線長(CCL)，並收集組織用於遺傳分析（肩部區域的表皮）。共捕獲 323 隻綠蠐龜，其中 57.9%為幼龜（CCL ≤ 65 cm），30.7%為亞成龜（65 cm < CCL < 85 cm），11.5%為成龜（CCL ≥ 85 cm）。平均 CCL 為 65.3 ± SD 15.4 cm（範圍：36.5 - 115 cm CCL）。從 304 個遺傳標記，顯示 Banc d'Arguin 的綠蠐龜包括來自南加勒比海（7.2% DLoop，4.6% STR）和阿森松島（2.8% DLoop，5.6% STR）的個體，以及大多數（89% DLoop，87% STR）來自西非的幾內亞比索。結果表示 Banc d'Arguin 擁有來自大西洋各地的綠蠐龜，在大西洋盆地的規模上對該物種發揮著重要作用，並且可能具有全球重要性。

Sophia Coveney 等人(Atlantic-wide connectivity in Ascension Island green turtles, revealed by mitochondrial DNA)亦使用遺傳標記並採用混合種群分析(MSA)，來探討阿森松島綠蠐龜在大西洋範圍內的連通性。從 2015 年和 2016 年從產卵母龜採集的綠蠐龜活體樣本(n = 303)，利用線粒體 DNA (mtDNA)進行種群結構分析，結果顯示阿森松島是巴西覓食地的主要貢獻者，與西非有著重要聯繫。綠蠐龜在這些地區很容易受到漁業混獲的影響，因此這些發現對於保護阿森松島種群所需的國際合作非常重要。該研究強調在海龜族群連通性分析中，使用 mtSTR 單倍型的相關性，並提高標記分辨率和樣本量，可以進一步說明綠蠐龜連通性以強化保護策略。

主題5：漁業及威脅

評估造成海龜棲地條件下降的自然及人為威脅，以及增加海龜死亡及族群減少的風險，其中包含漁業混獲、漁具特徵及任何因素造成的擱淺（凍暈等）、產卵及覓食棲地退化、沿海城市發展、氣候變遷、已知或新發現的潛在威脅，提出降低海龜族群風險建議或實際採取的措施，以科學的方式進行研究並分享新方法、技術及分析結果。

(一) 非法貿易：

海龜因其被利用（食用、貿易）而使許多海龜族群在東南亞地區不斷減少。印尼蘇門答臘是世界上海龜使用的熱點之一，該地區的海龜使用歷史悠久。Adela Hemelikova 等人(A community survey from Sumatra, Indonesia: What are the purposes of sea turtle use and which factors influence it?)記錄和描述蘇門答臘海龜使用的類型、目的（維生、文化、醫療、宗教）及其他具體方式，以支持海龜保護管理工作並確定進一步研究需求。透過問卷調查收集相關資料，問卷以世界自然基金會（WWF）海龜使用計畫中設計海龜使用和貿易調查。訪問從 2021 年 9 月至 2022 年 4 月進行，訪問北蘇門答臘和西蘇門答臘的三個社區的 140 名受訪者。結果顯示 71%的受訪者利用海龜。使用最廣泛的產品是蛋（88%）和肉（45%）。另一方面，最常被交易的產品是龜甲（62%）。在不同的研究區域，海龜被利用目的不同。社會因素會影響海龜使用的目的和某些偏好。我們的研究結果提供關於蘇門答臘海龜使用狀況，以制定更有效的海龜保護策略，尤其是將這些策略與當地社區的特定需求相結合，將其納入對話溝通方案對未來的保護計畫至關重要。

斐濟現行法律實行禁捕，禁止擁有、取得或出售海龜，但可能是為了社會文化用途，仍存在廣泛捕獲綠蠵龜和玳瑁海龜的問題，這導致鄉村和海岸的海龜族群恢復緩慢。為評估海龜使用和貿易的因素和動機，以及了解當地漁民和社區成員的捕獲量及捕捉方法，太平洋世界野生動物基金會(WWF-Pacific)的一個團隊在斐濟沿海 10 個省份的 136 個村莊進行訪談，Batibasaga 等人(Survey of Marine Turtle Use by Communities in Fiji)分享其訪談成果，在 2021 年 3 月到 2022 年 3 月底的調查期間，共記錄 1,186 份問卷。在受訪者中，有 27%在過去 12 個月中有捕獲 1 隻或多隻海龜。海龜全年都是刻意被捕捉的對象，而非偶然捕獲。雖然農業和漁業是主要的收入和生計方式，但海龜被以與魚類、貝類和甲殼類相同的強度針對，並用於食用、儀式或文化用途。據估計，2021 年在問卷調查中至少有 2,420 隻海龜被捕獲，其中主要是綠蠵龜（約 60%）和玳瑁（約 40%）。相比先前五年，本次報告的海龜捕獲量較高。值得注意的是，斐濟有數百個村莊，小規模的海龜業可能遠大於較大規模的，並可能對斐濟的海龜族群產生影響。尤其是對於極度瀕危的玳瑁，每年在斐濟只有 20 至 30 隻母海龜會上岸產卵，情況可能更為嚴峻。由於現在斐濟正在針對海龜的保護、管理和保育需求進行審查，因此斐濟長期保護海龜的措施可能正處於一個至關重要的轉捩點。為此提出各種建議，包括更加投入有效的社區管理方法，並動員傳統世襲酋長或領袖；建立一個許可的機制、國家配額或許可系統，允許海龜利用文化的有限捕捉或在繁殖季節完全保護綠蠵龜和玳瑁。隨著與社區和政府利益關係人的協商持續進行，隨後會在 2023 年進行後續調查以擴展數據收集。

人類對野生動物進行食品、藥物、珍品及壯陽藥等需求，構成日益嚴重的保育挑戰。Kayla Marie Burgher 等人(Global patterns of illegal marine turtle exploitation)通過整合研究文獻、傳統出版以外產生的文件、存檔媒體報導和國內專家網絡調查等數據，首次在多個空間尺度上評估近 30 年全球非法海龜利用情況。估計在法律禁止的 65 個國家或地區，在 1990 年至 2020 年間有超過 110 萬隻海龜被利用，過去十年平均每年就有超過 44,000 隻海龜被捕捉。在三十年的利用中，主要為綠蠔龜（56%）和玳瑁（39%）。在 1990 年代和 2000 年代，主要以玳瑁（67%）和綠蠔龜（81%）為主，而在 2010 年代，這兩個物種利用比例程度相似。另外，作者評估，非法利用在龐大、穩定和遺傳多樣化的海龜種群中，在過去十年中似乎有所下降。

Royner Alexander Carrasquero Labarca 等人發表 Marine turtle take in the Guajira Peninsula, Venezuela: a current issue and conservation roots，談論委內瑞拉瓜希拉半島的捕食海龜問題與保護策略。瓜吉拉半島位於委內瑞拉灣的西北部，是加勒比盆地中最重要的海龜覓食和繁殖區之一。瓜吉拉半島是 Wayuú 族的居住地，長期以來將海龜作為生計和文化資源。如今 Wayuú 族正在改變其傳統，開始商業利用海龜產品，導致刻意捕捉海龜。然而自 2018 年以來該地區的捕捉率不明。因此，利用跨學科方法結合田野調查數據及半結構化訪談，目標是更新並量化委內瑞拉瓜吉拉半島的海龜捕獲情況。透過隨機（2020-2021 年）和標準化的田野調查（2022 年）在研究區域內進行了調查。記錄日期、地點、海龜物種（活體或殘骸：殼、甲板、頭骨等）、測量（背甲曲線長-CCL）和四肢標示標籤。此外，為更加了解海龜的捕獲情況和商業利用的驅使因素，進行 15 次半結構化訪談。得到 159 份與海龜有關的記錄（殘骸和活體），其中受影響最嚴重的物種是綠蠔龜（n = 145; 91.2%），其次是赤蠔龜（n = 8; 5.0%）、玳瑁（n = 4; 2.5%）和革龜（n = 2; 1.3%）。大部分發現的綠蠔龜是亞成體（平均 69cm ± 17.4 CCL, n = 99）。此外發現 4 隻有標籤的個體；一個來自百慕達(1999 年)，兩個標籤在博奈爾（2015 年），另一個標籤由 GTTM-GV 標記（於 2017 年）。所有受訪者都表示，捕捉海龜的行為一直存在，且提到這種非法活動在過去幾年中有增加，不論是為了生存還是本地貿易。一些受訪者表示，在 COVID-19 大流行期間（2020 年和 2021 年初），當地家庭的重要經濟來源仰賴消費或販賣海龜產品。COVID-19 封鎖期間的海龜捕獲率顯然有所增加，但由於資訊的封鎖只有很少的海龜被記錄。在 2022 年進行的田野調查和訪談之後，共野放 20 隻海龜。

(二) 塑膠危害：

塑膠是對野生動物影響最大的海洋垃圾，全球所有海龜大約一半的個體被預測已經攝入塑膠垃圾。因此，有必要通過識別海龜如何對塑膠做出反應來找出攝入機制。然而，對於海龜對塑膠的反應和進食行為反應的研究非常有限。

Ye lim Moon 等人(Selectivity in behavioral response to prey-like plastic by sea turtles)進行海龜在水族箱中對塑膠反應的實驗。使用 3 隻自 2017 年飼養的 4 歲綠蠔龜和 8 隻自 2019 年飼養的 2 歲玳瑁進行實驗。海龜對塑膠的反應是基於真實環境獵物的特徵而選擇的。為使海龜更容易適應自然環境中的獵物，綠蠔龜每週提供一次海帶，玳瑁每天提供海月水母。不同量的塑膠繩提供視覺和/或嗅覺刺激。而玳瑁的部分，利用不同顏色塑膠袋提供視覺刺激。記錄海龜對反應持續時間和頻率進行，以及「咬

和用吻觸摸」等反應指標。綠蠵龜對海帶的關注時間最長（89.3±50.9 秒），其次是用海帶纏繞的塑膠繩（58.1±51.4 秒）、塑膠繩（7.77±10.6 秒）、分解的塑膠繩（2.5±5.95 秒）和輕微分解的塑膠繩（2±4.29 秒）（Kruskal-Wallis test, $p < 0.05$ ）。在「咬和用吻觸摸」指標中頻率最高的是海帶纏繞的塑膠繩（7.83±6.82）、海帶（6.93±4.01）和其他刺激物（ $p < 0.05$ ）。玳瑁對透明塑膠袋（9.36±11.3 秒）和白色塑膠袋（10.9±24.5 秒）咬或用吻觸摸的頻率和時間最長，並與其他塑膠袋有顯著差異（ $p < 0.05$ ）。這些顏色較淺的塑膠袋與水母（15.9±15.3 秒）之間沒有顯著差異。該研究表明，海龜對與食物纏繞或外觀相似的塑膠作出更多反應，增加海龜在海洋環境中塑膠攝入的可能性。要減少海龜攝入塑膠，應減少外觀與海龜食物相似的塑膠的使用和生產。

海洋塑膠垃圾主要是被攝入和纏繞方式對海龜造成威脅。最近的研究發現，海洋中的掠食者用嗅覺信息來識別適合的獵物和定位，而海洋中的塑膠垃圾也會散發相同信息，導致攝入塑膠垃圾。Joseph B. Pfaller 等人(Odors from marine plastic debris elicit foraging behavior in sea turtles)探討從海洋塑膠垃圾所散發出的氣味是否會引發海龜的覓食行為。氣味反應實驗的結果顯示，海龜對海洋塑膠垃圾和它們的食物的氣味有類似的覓食行為反應強度，而對對照組的氣味沒有反應。關鍵的化學物質為二甲基硫化物，首次提供實驗證據，證明海洋塑膠垃圾的嗅覺信息化學物質可以吸引海龜，從而促進食用和纏繞的致命機會。

吞食塑膠垃圾對海龜的健康有多種影響，從可忽略到有害且致命的傷害都有，以及有毒物質的生物積累問題。了解這些影響對於評估塑膠污染威脅海龜至關重要。Daniel González-Paredes 等人(Impact severity assessment of plastic ingestion on marine turtles according to quantities and characteristics of ingested plastics)分析綠蠵龜吞嚥塑膠量和特性。於 2014 年至 2020 年間在烏拉圭海域收集樣本（N=150）均為幼年（甲殼曲線長 CCL，平均 39.7±6.1cm；範圍從 30.8 到 70.7 cm）。分組分析（i）死亡擱淺的龜（n=45）和漁業捕獲（n=9）的消化內容；（ii）被救援活體（n=59）和野生海龜（n=37）的糞便物。檢測到 70.7% 的海龜吞嚥塑膠且吞下的塑膠量和嚴重程度正相關。片狀軟塑膠是最常被攝入的塑膠類型（占回收的總體積的 38.2%）。片狀軟塑膠的危險在於不會因為嘴部大小而限制攝入的塑膠大小。一旦這些大塑膠塊到達腸道會纏繞其他塑膠物品，壓縮排便並最終阻塞消化道。以貝氏模型預測 2,630 mm³ 的大型物品（體積超過 1,000 mm³ 的塑膠）；4,015 mm³ 的中型物品（體積在 1,000 至 100 mm³ 之間的塑膠）；和 1,221 mm³ 的小型物品（體積低於 100 mm³ 的塑膠）存在 50% 的機率導致有害影響。此外，CCL < 40 cm 的小海龜吞下塑膠的影響更嚴重。本研究評估並分析海龜吞嚥塑膠影響，將有助於評估其他類似物種。

(三) 其他威脅：

東太平洋革龜(*Dermochelys coriacea*)是最瀕危的海龜之一。哥斯大黎加的 Playa Grande 海灘是當地國家公園的指標海灘之一，海龜群數量由於非法採取龜卵和漁業而急劇下降。綠蠵龜和欖蠵龜也會在該海灘產卵，並面臨相同的威脅。隨著過去十年沿海開發增加，以及浣熊數量增加，成為海龜的重要威脅。最近，浣熊侵擾增加，特別是欖蠵龜和綠蠵龜的卵窩。Keilor Enrique Cordero Umaña 與 Pilar Santidrián Tomillo (Fast growing urban areas as potential drivers of sea turtle nest predation)使用攝影機監測浣

熊的活動模式，並測試使用保護措施以防止浣熊挖取卵窩。我們發現，在 Playa Grande 海灘南端區域發現較大的浣熊族群。人類社區的垃圾讓更多浣熊出現在 Playa Grande 沙灘南端，且成為進入海灘的主要通道。該地區的垃圾桶成為最大的浣熊吸引器。過去幾年中，浣熊侵入當地超過 90% 的海龜卵窩。集中孵化場的保護方法確實可以有效減少浣熊掠食，且卵窩周圍的架網避免浣熊挖掘，增加孵化成功率。

氣候變化對海龜構成威脅，海平面上升和極端風暴會破壞海龜卵窩。而溫度升高也可能導致海龜下一代的性比例失衡或是胚胎發育失敗。阿拉伯灣和波斯灣地區已經是一個極端環境，海龜的孵化溫度通常高於臨界點。此外大部分阿拉伯灣的繁殖地都是在低窪的小島上。本研究希望了解玳瑁在產卵時，可能面臨氣候變化的相關影響。Hind M. Al Ameri 等人(*The impact of climate change on hawksbill turtles (Eretmochelys imbricata): assessing primary sex ratios and sea level rise in the United Arab Emirates*)在 2019 年至 2021 年期間，記錄 14 個玳瑁卵窩的溫度和三個季節中卵窩深處的溫度。研究紀錄孵化日期和溫度對孵化期和孵化成功率的影響。進一步分析溫度數據以估計性別比。結果顯示高達 80% 以上的個體為雌性，而只有在繁殖季節的前三週中可能孵出雄性。為進一步評估氣候變化的影響，使用無人機測量技術對兩個低窪海灘的海平面上升程度進行三種情境的建構模型。每種情況下的卵窩高度和浸泡影響評估均表示將受海平面上升明顯的影響。在極端情況下，估計卵窩數量將至少減少 72.8%。因此，建議採取措施來減輕氣候變化的影響。

陸上的人工光源對小海龜是明顯的影響，但導致的死亡率很難測量。在佛羅里達中布雷瓦德郡東海岸一段長達 41 公里的繁殖區內，進行人造光源測量，包含孵化稚龜移動方向和死亡率的影響。Ashley Britt Chelberg 等人(*Crawl Scene Investigation (CSI): Measuring Hatchling Mortality from Artificial Lighting*)在研究區域內每 1 公里測量一次，從每年 5 月 1 日開始進行測量。龜卵孵化季節從 7 月 1 日至 10 月 1 日，選擇了一些小區域測量孵化稚龜移動方向，物種為赤蠟龜和綠蠟龜。研究期間共測量 252 個卵窩，有 100 個綠蠟龜的卵窩，152 個赤蠟龜的卵窩。這項研究的結果顯示：1) 孵化稚龜錯誤的爬行方向與照明和海灘光強度密切相關，2) 過去研究中孵化稚龜錯誤的爬行方向和死亡率可能被大大低估，3) 孵化稚龜的存活率與方向正確性之間存在關係。

(四) 海龜擱淺案例分析：

Mejías-Balsalobre 等人(*Records of stranding sea turtles in the nesting beaches of the Southern Nicoya Peninsula, Costa Rica*)的報告呈現從 1999 年至 2022 年在哥斯大黎加南尼科亞半島的五個繁殖沙灘（從北到南：Corozalito、Bejuco、San Miguel、Costa de Oro 和 Caletas）所收集的海龜擱淺紀錄。這些紀錄包括位置、日期、物種、性別、可能的死因（視覺檢查）、背甲曲線長度（CCL）和背甲曲線寬度（CCW）。總計在 23 年期間共有 340 隻海龜擱淺資料被記錄，其中大多數發生在雨季（8 月至 10 月）。其中，欖蠟龜佔最大比例（96.8%），其次是綠蠟龜（1.8%）和玳瑁海龜（1.5%）。擱淺的欖蠟龜主要是成年個體，所有綠蠟龜都是成年個體。近 8 成的資料中無法確定海龜死因，然而在確定的死因中（19.1%），人為因素（17.9%）是主要原因。其中，漁業活動影響（54.1%）和船隻撞擊（36.1%）是主要原因。大多數擱淺事件發生在

非保護區範圍內的沙灘，而在最北端和最南端的海洋保護區內的沙灘，擱淺報告較少。本研究的結果顯示漁業活動和船舶撞擊是海龜最常見的死因，且在海洋保護區附近擱淺報告數量較少，因此監測這些海龜死亡資料非常重要，因為可提供有關海龜擱淺主要死因的資料，並就其資料來執行相對應的適當管理措施。經查閱其他文獻資料亦指出，在印度洋的 Agatti lagoon，當地綠蠓龜數量分布約 6 隻/公頃。而一項在德拉旺群島的資料顯示，海洋保護區中的綠蠓龜密度，在 2008-2011 年間，約有 15-20 隻/公頃，這是過去相關調查所顯示的最多海龜數量的資料，此也顯示海洋保護區設立對海龜保育的重要性。

前述資料讓我們知道漁業活動對海龜的影響，網具纏繞對海龜除溺斃死亡和捕捉性肌肉疾病的風險以外，因血管氣體栓塞導致臨床症狀和臟器損傷，被稱為潛水夫病的病癥，也已經在被意外捕獲的海龜當中被記錄，這些情況多出現在深水中被捕獲並帶到水面上的海龜，Parga 等人於報告中(Parga et al, ; Gas embolism in marine turtles bycaught in bottom trawl fisheries in the South Atlantic Ocean: An important consideration in mortality reduction)指出，其檢查了 48 隻被意外捕獲的海龜，近半數海龜在船上死亡。其中 26 隻的海龜，根據觀察評估，其活動力相當不錯，並在釋放前裝設衛星蹤器，其中 7 隻追蹤的海龜在 30 天內死亡。在所有進行檢查的海龜發現，無論季節、深度、拖網時間和上升速度如何，都有栓塞跡象被發現，海龜在船上的 2 個小時內會情況惡化，血液檢查則是顯示龜體內代謝異常嚴重。此外，經檢視發表於 2014(Dis Aquat Organ. 2014;111(3):191-205. PMID: 25320032.)和 2017(Sci Rep. 2017;7(1):2739. PMID: 28572687; PMCID: PMC5453929.)的文獻資料，當中亦指出被混獲的赤蠓龜也有相類似的病徵，其中一篇的數據更指出，因該疾病致死的風險與網具深度有關。此外，該研究也指出，平均拖網深度為 65 公尺時，估計被捕獲的海龜有近半的死亡率。這些結果顯示拖網漁業對海龜族群具有深遠的影響。

海龜被漁具纏繞是全球性問題，影響所有的海龜物種。夏威夷近海休閒釣魚是威脅綠蠓龜和玳瑁的主要原因。Maui Ocean Center 海洋研究所 (MOCMI) 執行海龜擱淺處理和救援。Thomas J. Cutt 等人(Interactions of Marine Turtles with Nearshore Recreational Fishing Gear on the Island of Maui, Hawai'i)將擱淺定義為在陸地或水中找到的所有不正常行為海龜。自 2019 年 1 月至 2022 年 11 月，MOCMI 的工作人員、實習生和志願者記錄 776 隻海龜。其中 633 個擱淺事件與近海漁具有關，有 610 隻 (96.4%) 是活體，物種包括綠蠓龜 (629 隻)、玳瑁 (3 隻) 和一隻欖蠓龜。通報大多來自於浮潛、潛水或旅遊業者，地點多在毛伊島的近海礁石上會觀察到被鉤住或纏住的海龜。因此 82.6% (n = 523) 的漁業相關傷害是溺水反應。根據造成擱淺的主要原因，將近海漁具分為五個不同的類別：纏線 n = 337；纏網 n = 17；纏住鉤子、無法掙脫 n=227；鉤口 n=37；以及吞鉤 n=15。近海漁具最常見傷害是前肢纏繞。MOCMI 與 NOAA 漁業部門合作，MOCMI 開發五部分的纏繞傷害嚴重程度分類系統。這些分類有助於傷病評估、獸醫師溝通，並確定治療方案。該系統也可幫助確定對近海海龜族群構成最大威脅的漁具類型。MOCMI 會定期與休閒釣客和當地漁具店進行訪談，以更了解釣魚行為對海龜的影響。隨著夏威夷海龜族群的增加，近海漁業影響會持續增加。研究人員和保育人士必須與休閒釣魚社群合作，以減少纏繞威脅。

然而這些漁業活動對海龜的影響若要加以調查和進行資料收集，與漁民合作是

必要的，比如網具種類、混獲海龜種類、時間、地點甚至是存活概況等，若與漁民合作將能更有效獲得這些數據，進而檢視有甚麼方式可以減緩漁業活動對海龜的影響，例如 Senko 等人的 3 篇報告(Developing solar-powered net illumination to reduce sea turtle bycatch ; Can Led Lights Reduce Sea Turtle Bycatch in a Costa Rican Small-Scale Bottom-Set Gillnet Fishery? ; Alternative lobster fishing methods to reduce hawksbill sea turtle bycatch)，介紹應用 LED 燈具，來解決海龜混獲的方式，在一項為減少玳瑁被捕捉龍蝦的網具混獲的報告當中，作者們測試帶有 LED 裝置網具。這種漁法在幾個東太平洋漁業中已經成功減少海龜的意外捕捉（減少超過 60%），同時仍然保持原先要捕捉的魚獲之高（或更好）捕獲水準。由於 LED 燈在其他漁業中取得良好的效果，作者將 LED 燈的使用方式，應用到薩爾瓦多的捕捉龍蝦之漁業活動當中。初步結果顯示，海龜的混獲減少約 50%，同時目標物種的捕獲量增加約 8%。這計畫主要是在實現可持續的漁業活動(龍蝦捕捉)，並減少海龜(玳瑁)的混獲。另一項常見海龜被混獲的網具，刺網，會導致海龜的大量混獲。在過去的十年中，將 LED 燈應用於網具，已成為一種潛在緩解海龜混獲方案，可以減少沿海刺網漁業中海龜的混獲，同時保持目標魚類的捕獲量。例如在哥斯大黎加 Bejuco 的小型底刺網業者，使用 LED 後被觀察到，其不會影響捕魚作業的獲利能力，但是也不會減少欖蠟龜因此被抓的機會。另一項報告表示，因 LED 燈電池需要經常更換，而改用太陽能方式來充電，藉此解決傳統電池的問題，作者表示他們的方法顯著減少海龜被混獲的情況，同時保持目標漁獲量和價值。

主題6：保育、管理及政策

介紹關於海龜的經濟、法律、政策及管理方面的保育工作，包含棲地的執法、監測、相關倡議及國際協定的實施、結果及影響。

(一) 各區域保育計畫：

1. Sharing the successes: Fifteen years since rediscovery of hawksbill turtles in the Eastern Pacific Ocean

Ingrid Yanez

在 2007 年，東太平洋海域的玳瑁族群數量減少情況非常嚴峻，甚至被認為已滅絕。當時美洲太平洋海岸線約 15,000 公里的潛在棲息地，沒有一年能發現超過 5 個玳瑁繁殖沙灘的記錄。偶爾漁民報告看到小型玳瑁紀錄，漁民由其甲殼邊緣呈鋸齒狀的特徵而辨識這些幼龜。為確認是否滅絕，Ingrid Yanez 展開調查以確認 2 種可能性：1) 東太平洋玳瑁確認已滅絕；2) 仍存在玳瑁的繁殖地。2008 年 1 月起，他們開始在墨西哥西北部尋找玳瑁，依靠當地漁民口述，發現數十隻玳瑁幼龜，隨後，在墨西哥洛雷托舉辦的第 28 屆國際海龜研討會上，他們召集該地區（美國、墨西哥、中美洲和南美洲）的海龜研究者進行討論，為一次非正式會議，並此為契機成立了東太平洋玳瑁倡議（ICAPO）。在會議後進行的研究和合作，發現了幾個重要的繁殖和覓食區域。該作者分享在東太平洋海域研究和保護玳瑁 15 年來的成就，包括對發現的地點概述，以及領導這些努力的研究者和組織。這些努力讓東太平洋玳瑁的未來有了希望。通過這些努力，保護和野放的玳瑁幼龜將很快回到其出生地繁殖，預計在未來幾年內每年繁殖母體數量將增加。

2. Strengthen Hawksbill sea turtle conservation in the Mexican Pacific. WWF Mexico

Esbaide Eliosa-Garcia, Catherine Hart, Lourdes Martinez-Estevéz, Eduardo Nájera-Hillman, Daniel Flores-Díaz

綠蠔龜是一種廣泛分佈於全球熱帶和亞熱帶海域的海龜物種，它們在墨西哥的大西洋和太平洋沿岸都有發現。綠蠔龜以藻類、珊瑚、軟體動物、甲殼類、其他無脊椎動物和海綿為食。

東太平洋海域的綠蠔龜族群被認為最為瀕危的，面臨著多種威脅，包括混獲、非法捕獵取其蛋和肉、棲息地破壞、污染、外來物種掠食以及氣候變遷等。為推動綠蠔龜的保育，自 2015 年起，世界自然基金會（WWF）持續支持在科學監測、海龜保育基地、公共政策以及傳播和環境教育等方面工作。

WWF 與科學研究者合作，透過公眾參與方式，提供 952 張照片開發了 AI 技術來識別 291 隻綠蠔龜個體和 28 個分佈區域。同時，還在 11 隻成熟雄性和雌性綠蠔龜身上進行衛星標記，以識別在不同繁殖區域的移動和連通性。此外，在 WWF 的資助下成功孵出 5,538 個卵窩，放生了 342,549 隻幼龜。在公共政策方面，WWF 與政府官員、社區領袖和其他組織聯合制定了官方的綠蠔龜保育行動計畫。此外 WWF 還開發了名為“La Naturaleza En Tu Escuela”的環境

教育計畫，向學生講解綠蠔龜的相關知識。

3. Fifteen years of hawksbill (*Eretmochelys imbricata*) conservation in El Salvador: a history overview and lessons learned.

Ana Vilma Henriquez Pocasangre, Sofía Beatriz Chavarría Pérez, Melissa Ivette Valle Linares, Ramón Neftaly Sánchez Romero, Carlos Mario Pacheco Turcios, Marvin Ernesto Pineda Menjívar

玳瑁是一個瀕臨滅絕的物種，被國際自然保護聯盟（IUCN）評估為極度瀕危。該物種的族群因各種人為壓力而減少，包括獵取背甲以及過度採集蛋用來食用。21 世紀初，科學家認為玳瑁在薩爾瓦已經滅絕。直到 2000 年代中期，科學家與當地社區合作，在吉基利斯科灣發現玳瑁在東太平洋地區最大的繁殖地。隨後的研究為我們提供了更多關於這個族群的生態資料，例如與紅樹林的特殊關係及其生活史。

2008 年，保護工作的重點放在洛斯科巴諾斯，當地漁民提供的資訊，幫助找到了一個有大量玳瑁的棲地。此外，在 Punta Amapala 發現了另一個玳瑁小族群。在建立保護計畫的同時，我們也致力於與當地社區建立聯繫。起初，社區不太願意參加保護計畫，但逐漸建立起與當地社區的信任，保護工作的效益也為居民帶來回饋，為那些曾經採集蛋的人提供了另一種收入來源。

2008 年開始，約有 10 名合作者參與計畫，到 2021 年，合作者的數量增加到 166 人，包括漁民、蛋採集者、捕龍蝦者、社區領袖、農民和當地社區導遊。目前，在薩爾瓦多，玳瑁的保護工作越來越受到重視，族群數量也在增加，已經記錄到將近 550 隻築巢母龜。

4. ShellBank: a transnational marine turtle DNA traceability tool

Christine A Madden Hof, Michael P Jensen, Erin J La Casella, Kelly Morgan, Greta J Frankham

估計在過去 150 年中，近 900 萬隻的玳瑁因為背甲貿易而被捕殺。儘管玳瑁和其他海龜物種被列為 CITES 附錄一，但不永續的利用和貿易仍然威脅到族群生存。世界自然基金會於 2018 年成立 ShellBank，ShellBank 作為一種跨國海龜 DNA 可追溯性工具，對於追蹤海龜非法貿易和提高保育知識非常重要。通過比較三個數據庫(Rookery Baseline Database、In-Water Database 和 Confiscation Database)中的遺傳資訊，ShellBank 能夠識別和追蹤海龜族群的起源和地理位置，同時為執法機構提供非法貿易的情報收集和法律依據。

2019 年，ShellBank 首次執行背甲 DNA 提取鑑定技術 (LaCasella et al., 2021)，並在 2022 年發表 ShellBank 報告 (《Surrender Your Shell Report》報告，2022)。ShellBank 的工具包括 DNA 參考和沒入數據庫，以及其他資源，如標準作業協議，需要國際合作夥伴的支持下才能實現。

在 2018-2022 年期間，亞太地區的海龜保育群體增加了三倍以上。亞太各地來自 18 個地點的 650 多個樣本正等待分析，此外，已為 65 名研究人員和 60

多名執法人員進行培訓課程。然而，仍需要更多的努力來擴大數據庫並確保 ShellBank 作為可追溯性工具的有效運用。

ShellBank 的下一步是將標準化的 DNA 搜集和分析框架推廣到全球的執法、司法實驗室和保育研究人員。同時，也計畫將這一工具的應用擴展到綠蠵龜和革龜等其他物種。ShellBank 的建立有助於建立一個全球網絡，為保護管理、野生動物法醫學和執法工具的發展做出貢獻。

在 2018-2022 年期間，海龜保育群體將亞太數據樣本增加了三倍以上。亞太各地來自 18 個地點的 650 多個樣本正排隊等待分析，此外已經給超過 65 名研究人員和 60 多名執法人員進行培訓課程。但還需要更多的心力來擴大數據庫並確保其作為可追溯性工具的運用。ShellBank 的下一階段是將標準化的 DNA 搜集和分析框架推廣到全球的執法、司法實驗室和保育研究人員，並將在玳瑁的運用擴展到綠蠵龜和革龜。建立一個全球網絡，而 ShellBank 可以為保護管理、野生動物法醫學和執法工具的發展做出貢獻。

5. Sea turtle conservation at the Panamenian Caribe; What else can we do?

Raul Garcia, Roldan Valverde

2003 年起，海龜保育協會（STC）一直致力於保護巴拿馬加勒比海岸的繁殖沙灘地區，並與當地社區合作，每年約僱用當地 50 位工人，目標是為這些家庭提供可行的經濟替代方案，避免他們為了生計殺死海龜。多年來，觀察到狩獵海龜和盜取蛋的行為減少，並且每個繁殖季節海龜窩的數量增加，這表明保護工作是有效的。

然而，由於 COVID-19 疫情影響、當地保護海龜的法規問題以及在 2020 年期間缺乏收入，因此靠近這些繁殖沙灘的家庭恢復從事原本的非法行為，包括獵殺繁殖母龜和盜取龜蛋。目前收集的數據顯示，這些行為導致海龜族群未回到疫情前的水準。更嚴重的是，情況正朝相反的狀況發展，被捕殺的海龜和被盜取蛋的數量愈來愈多，儘管知道這些家庭不再需要以海龜來維生。

2020 年非法活動增加是可以理解的。然而，STC 觀察到這些數據在 2021 年和 2022 年持續上升後，決定實施新的保育策略，策略包括盡可能進行夜間巡邏、建造監測小屋（供警察和管理員延長巡邏時間）、將海龜蛋移到風險較小的區域或建造孵化場。然而，盜獵者也改變了策略並繼續實施非法行為。

2023 年，STC 的目標是將這些非法活動降至最低，進行全夜間巡邏、建立更大且安全的孵化場，與當地政府共同巡邏，並為他們提供交通和食宿。此外，STC 與該國當局共同制定了一項保護海龜的特定法律。長期目標是讓人們意識到當地海龜族群所面臨的威脅。此外必須讓有關當局理解海龜在生態系統中的重要性，以便政府採取必要的措施停止非法行為。

6. In-depth bioecological and conservation assessment of *Chelonia mydas* in the Gulf of Venezuela

Hector Barrios-Garrido, Nínive Espinoza-Rodríguez, Daniela Rojas-Cañizales, Jordano

Palmar, Martin Oquendo, Royner Carrasquero, María Gabriela Montiel-Villalobos, María José Petit-Rodríguez, María Gabriela Sandoval, Graciela Pulido-Petit, Natalie Wildermann, Mark Hamann

Hector Barrios-Garrido 等人描述委內瑞拉灣 Wayuu 原住民捕捉的綠蠓龜的頻率、大小變化和地理分布。該研究利用 NGO Grupo de Trabajo en Tortugas Marinas del Golfo de Venezuela (GTTM-GV)的資料庫，收集了 1987 年至 2022 年 8 月該區域內的擱淺事件。研究使用了科學巡邏、社區調查和文獻研究三種不同的方法，記錄了海龜的日期、位置、大小和擱淺原因。

研究期間，共有 1,440 隻綠蠓龜，其中 1,089 隻 (76%) 被為未成熟個體，197 隻 (14%) 為成體，154 隻 (10%) 未分類。海龜的大小範圍為 20.1 至 122.2cm (平均值為 58.3±22.6cm)，其中大多數個體的 CCL 在 60.0 至 79.9cm 之間。

數據顯示全年都有綠蠓龜出現，高峰期在當地的降雨季 (7 月和 11 月)，這段期間風浪平靜，漁民能夠增加收穫。此外，研究還發現在委內瑞拉灣的同一棲地內，大小的綠蠓龜 (未成熟和成熟個體) 會共同生活，這種情況在大西洋中是罕見的。

最後，人類活動是導致海龜擱淺的主要原因，例如混獲和刻意獵捕，每年約有 4,000 隻綠蠓龜被委內瑞拉 Wayuu 原住民小規模漁業捕捉，並且在哥倫比亞部分的 Wayuu 原住民居住地也出現了類似情況。因此，迫切需要一個跨國計畫來解決這個問題。

7. Over 20 years of the ProCTMM strengthening the conservation of sea turtles in the Colombian Caribbean

Guiomar Aminta Jauregui-Romero, Carmen Lucia Noriega-Hoyos, Nataly Morales-Rincón, Jorge Bernal-Gutiérrez, Ana Maria Pacheco, Karen Pabón-Aldana

所有海龜物種在 IUCN 紅色名錄中被歸類為不同程度的威脅。為了幫助減緩哥倫比亞加勒比海地區海龜族群的減少和在中長期內提高數量，1999 年成立了海龜和海洋哺乳動物保護計畫 (ProCTMM)，在執行室內和野外保護計畫 23 年後，獲得多個單位的持續參與和支持，其中包含 11 家私人企業、2 個協會、1 個委員會，2 個非政府組織。該計畫已成功地擴大了行動範圍，並參與國家 4 個部門的計畫項目，覆蓋該國兩個海岸。連續 14 年進行繁殖沙灘監測，由受過訓練的社區成員執行。每年至少有 10 萬名遊客在 Mundo Marino 水族館中觀察海龜的人工孵化過程，同時進行綠蠓龜和玳瑁的行為學研究，並成功野放 4,525 隻人工孵化幼龜到自然環境中。另外，還利用衛星遙測追蹤了 8 隻海龜個體，並與美國，哥倫比亞-墨西哥，巴西，地中海，佛得角和古巴共享分子生物學研究數據。所有這些行動都歸功於國內外 253 名志工的參與，以及學生進行的 28 篇專題研究、2 篇碩士學位論文和 35 次實習。ProCTMM 在該地區的已形成良好循環與互動，並提升到社區對資源的自我認同和協作。

8. Five years of protecting sea turtles with dogs and drones on Boa Vista, Cape Verde: A review

Thomas Reischig, Marcel Maierhofer, Adilson Monteiro, Euclides Resende, Hiltrud Cordes

Thomas Reischig 等人介紹保護海龜繁殖區的保護計畫。傳統的海灘巡邏已經大幅減少海龜被殺害的數量，但在一些地區，肉類貿易的需求和保護不足導致有近 5% 的產卵母龜在 2017 年被殺死。為了進一步減少偷獵，於 2018 年在博阿維斯塔(Boa Vista, Cape Verde)進行一個替代方法。使用巡邏犬和先進的夜視技術，使用無人機和具有熱成像功能的望遠鏡頭，目標嚇阻偷獵者，或將影像做為起訴證據。計畫在第 1 年成功地減少海龜死亡率近 90%，並持續保持。這篇報告總結和分析該計畫的策略和結果，並展望了未來的發展。

9. Billion Baby Turtles Program: Supporting Community-based Nesting Beaches Around the World

Adriana A. Cortés Gómez, Brad Nahill

“十億小海龜”計畫(Billion Baby Turtles Program)是由 SEE Turtles 發起的一項計畫，通過提供小額補助金支持全球的海龜繁殖沙灘的保護工作。該計畫的目標是保護海龜，防止非法捕殺，同時為當地社區提供參與保護海龜工作的機會。計畫於 2013 年啟動，已有長足的發展。截至 2022 年，該計畫已經支持了 48 個項目，涵蓋的地區包含哥斯大黎加 (12)、墨西哥 (8)、印尼 (8)、巴拿馬 (3)、波多黎各 (2)、尼加拉瓜 (2)、格林納達 (1)、菲律賓 (1)、牙買加 (1)、委內瑞拉 (1)、伊朗 (1)、薩爾瓦多 (1)、斯里蘭卡 (1)、馬來西亞 (1)、佛得角 (1)、巴布亞新幾內亞 (1)、迦納 (1)、象牙海岸 (1) 和肯尼亞 (1)。該計畫在 2022 年總共提供了超過 270,000 美元資金，有助於保護約 300 萬隻孵化小龜。從這 48 個項目中，有 2 個是緊急基金計畫，2 個是調查補助金，11 個是海龜孵化保護項目，33 個是每年 (至少 2 年) 支持的合作夥伴。到目前為止，該計畫已經提供了超過 150 筆，總額超過 900,000 美元的補助金，幫助了 23 個國家、50 多個海灘上、超過 900 萬隻孵化小龜，並支持當地 156 名居民的工資。該計畫的資金來源包括企業贊助商、學校、個人捐助以及 SEE Turtles 保育旅遊的盈利。2021 年開始了海龜基金，支持建立當地居民、少數民族和被忽視社區的能力，向 6 個不同國家的年輕研究人員提供了 9 筆總額為 15,000 美元的補助金 (哥斯大黎加、巴西、巴拿馬、委內瑞拉、巴布亞新幾內亞和印尼)。

10. Find the Tunisian piece of the conservation puzzle: TunSea as a platform to collect data on marine turtles in Tunisia.

Hamed Mallat, Emna Derouiche, Sahar Chebaane, Malek Azzabi, Marwen Abderrahim, Yassine Ramzi Sghaier, Imed Jribi

Hamed Mallat 等人分享了有關地中海地區海龜保育的重要資訊。在突尼西亞以及整個地中海區域，有 3 種海龜分別為赤蠵龜、綠龜和革龜，均受到國際條約和國家法律的保護。在過去 40 年中，地中海地區的海龜保育問題愈加受到關注。

近年來，公民科學計畫作為 1 種收集數據和提高公眾對環境保護意識的方法備受歡迎。2020 年 8 月，一個新的公民科學平台“ TunSea” 在 Facebook 上啟動，目的在建立所有從事海洋保護參與者之間的聯繫，分享有關海洋生物、特定物種事件的訊息，提高大眾對海洋生物的認識。自成立以來，已有超過 39,000 人加入這個平台。其中，海龜是 TunSea 社群中引起最多關注的物種之一，上傳許多意外被漁具捕獲的死亡或活體海龜，並記錄漁民釋放牠們回到海裡的影片。從 300 多張照片中篩選出海龜的數量、位置和觀察日期，可以得出空間-時間分布和數量情況。

研究結果顯示，赤蠵龜是最常見的海龜物種之一，並且還發現了新的繁殖地點。此外，還記錄了海龜死亡的原因、捕獲它們的漁具種類以及分布情況。這些發現有助於深入了解這些受威脅物種的生物學和生態學，並促進了其他相關領域的研究。此外，這些研究結果也為 TunSea 計畫的推廣提供了支持。

11.NASTNet, A new initiative to boost Sea turtle Conservation across North Africa

Abdulumula Hamza, Imed Jribi, Wassim Amdrous

北非海域是地中海海龜族群的重要繁殖、覓食和度冬棲地，同時也是漁業、旅遊業及開發的區域。5 個北非國家（利比亞、突尼斯、埃及、阿爾及利亞和摩洛哥）的專家在世界自然基金會（WWF）的支持下組建了一個專家和非政府組織的網絡，目的為促進海龜的保護工作。這個網絡於 2019 年 7 月在突尼斯成立，最近完成第一個計畫，該計畫獲得生物多樣性與生態系統服務基金(CEPF)的資助，用於建立網絡的治理架構和制定 5 年計畫。同時，支持當地組織制訂標準化的監測方法，交流保護行動和溝通，提供實踐活動建議，並倡導改善國家和區域保護海龜的法規和行動。該網絡還得到 SPA/RAC、WWF NA、MEDPAN 和 RASTOMA 顧問委員會的協助。

12.Regional Action Plan for Northwest Atlantic Leatherback sea turtles, *Dermochelys coriacea*, in the Wider Caribbean region

Soraya Wijntuin

西北大西洋革龜是一個瀕臨絕種的亞種，分布於北大西洋海洋區域，並於特立尼達和多巴哥以及幾內亞（蘇里南，圭亞那和法屬圭亞那）廣泛的加勒比海區域進行主要的繁殖，主要的覓食區域從赤道一直延伸到大西洋的加拿大和美國。由於西北大西洋革龜族群在主要繁殖沙灘的數量顯著下降，因此需要在區域層面採取緊急和立即的行動，促使成立區域行動計畫（RAP）。

RAP 的目標是到 2030 年，找出導致幾內亞和特立尼達和多巴哥西北大西洋革龜亞種族群下降的最大威脅，並採取必要行動來穩定和逆轉族群數量的下降。RAP 的特別之處在於參與者的多樣性，包括政府機構、原住民社區、漁民、學術界、非政府組織和海龜專家，他們在國家和區域層面上進行參與，並得到區域海龜組織 WIDECAS (大加勒比海龜保育網絡) 的支持和專業知識。

RAP 的發展由 WWF-Guianas (蘇里南和圭亞那) 領導，包括特立尼達和多巴哥的環境管理局 (EMA)、法國生物多樣性局 (OFB) 和 WWF-France 在法

屬圭亞那、WIDECAST、WWF-Canada 和 WWF-Netherlands。根據紀錄，西北大西洋革龜亞種族群在過去 10 年間有所下降，RAP 已確定優先處理的威脅、覓食區域和遷徙路線。

RAP 提供多個具體的指導方針，旨在增加社區參與和改善當地立法。這些措施與結合更好的科學知識，將支持和增強保護和管理關鍵棲地的改進實踐。此外，RAP 還建構所需的治理架構和資金。RAP 於 2022 年 6 月完成，並提供英語、荷蘭語、西班牙語和法語版本。從 2022 年到 2023 年，RAP 的重點將是實施優先行動，以減輕對幾內亞革龜族群的威脅。

(二) 擱淺救傷收容：

為了減緩人類活動對於海龜的負面衝擊，海龜保育工作的介入是必要的，減少海龜族群所受到的人為傷害與威脅，如澳洲、美國、歐洲與亞洲等都有海龜救傷中心的成立與運作，像在地中海區域，可見大約 30 多處的海龜救傷中心與設施，藉此來減緩人類活動對海龜族群的負面衝擊與威脅。海龜救傷收容中心的任務包括以下幾點：(1) 對於需要救助的野外受傷海龜進行救護、收容、野放前評估和野放；(2) 透過展示收容的受傷海龜，向公眾宣傳和提醒人們了解人類對環境和海龜的影響，增加大眾對海龜保護的認識；(3) 從環境和疾病等觀點，探究動物擱淺的原因。

Gabriel Fraga da Fonseca 等人(Sea turtles stranding research: A systematic review)評估赤蠟龜擱淺數據。這些數據是由巴西石油公司在聖托斯盆地進行的油氣勘探調查中獲得的。該研究的目的是瞭解並改善對海龜的影響，同時提出緩解措施。

從 2015 年到 2020 年，在巴西的里約熱內盧和聖卡塔琳娜州之間總共獲得了 2,795 個海龜擱淺的數據。研究結果顯示該地區赤蠟龜的死亡率較高，主要是亞成體和成體，平均背甲曲線長度為 77.75 公分（標準偏差±10.82）。性別比例為 1:2，平均年齡為 15.3 歲（標準偏差±3.95）。許多海龜受到混獲和與塑膠相關的人類活動的影響。從聖保羅南部海岸到聖卡塔琳娜北部海岸的地區被證實是海龜擱淺的熱點區域，並且在春季達到高峰，然後在冬季增加，春季減少（這與該地區的禁漁期重疊，禁漁期為每年 10 月至次年 5 月）。

這項研究結果提供對赤蠟龜擱淺情況的深入了解，並顯示人類活動對海龜族群的潛在影響。這將有助於制定更好的保護和管理策略，以減輕對赤蠟龜的威脅，並改善其生存環境。

本次會議中，Jribi 等人(The center for rehabilitation of injured turtles in the Sfax Faculty of Sciences: a new installation to boost sea turtle conservation in Tunisia)在本次會議中介紹位於突尼斯斯法克斯科學學院的海龜康復中心，該中心的設立旨在促進海龜保育工作。加貝斯灣（Gulf of Gabès）被認為是地中海中對海龜非常重要的區域，被視為重要的過冬和覓食區域。然而，該地區的人為活動被認為對海龜構成威脅。

為了減輕加貝斯灣海龜所面臨的人為影響，心成為歐盟共同資助的 Med Turtles 項目的一部分。自 2021 年 4 月以來，海龜康復中心已處理 41 隻海龜，其中包括 37 隻赤蠟龜和 4 隻綠蠟龜。其中 31 隻海龜在標記後被釋放回海洋。

在這段期間，海龜康復中心除提供傷病海龜的治療外，還對每隻海龜進行測量

和樣本採集，以開展研究活動並更好地了解這些物種在生物學、生態學和行為學方面的特徵。此外，該中心還為學生、研究人員和國際志願者提供有關海龜保育的培訓課程。

救傷收容中心的獸醫師在處理海龜救援工作時扮演著重要的角色。由於海龜大部分時間生活在水面以下，一般人接觸到海龜的機會相對有限。因此，當獸醫師面對生病、擱淺或野外死亡的海龜時，他們的工作包括收容、照護、醫療處置、野放、動物解剖、致病原培養分離與鑑定等方面，這些工作有助於增進我們對海龜擱淺、疾病成因和死亡原因的了解。收容中心的獸醫師可以從獸醫診斷醫學、臨床病理學、流行病學、公共衛生和微生物等多個角度來研究受傷或擱淺海龜的健康狀況。他們可以比較和研究不同的傷病處置方法，這些相關結果可供海龜救傷中心和保育機構在海龜救援工作和保育政策制定上作為參考。

其他與收容中心有關的議題，以海報形式報告內容如下：(1) Montello 等人提出利用血液參數在紐約寒冷影響下的肯氏龜，預測其康復成功的可能性(Using blood parameters to predict successful rehabilitation through the initial warming period in New York's cold stunned Kemp's ridley sea turtles)；(2) Christina Marie Cortes 調查佛羅里達州野生和康復的綠蠔龜和赤蠔龜中革蘭氏陰性細菌的抗藥性情況，預測判定其後續康復的成效、收容中心海龜抗藥性細菌的監測(Surveying Antibiotic Resistance of Gram-Negative Bacteria Isolated from Wild-Caught and Rehabilitated Green Sea Turtles (*Chelonia mydas*) and Loggerhead Sea Turtles (*Caretta caretta*) of Florida)；(3) Maranhão 等人發表擱淺海龜營養議題，在受聖保羅州聖托斯盆地影響的沿岸地區，對擱淺的孵化幼龜的擱淺情況和營養管理的研究(Report of strandings and nutritional management of loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) hatchlings in the coastal region under the influence of the Santos Basin, State of São Paulo)；(4) Reyes 等人提出底棲生物研究，對在烏拉圭沿岸水域越冬的綠蠔龜幼龜進行底棲生物研究，以了解其所寄居的非典型底棲生物的特徵(Characterization of unusual benthic epibiota of overwintering juvenile green turtles (*Chelonia mydas*) in Uruguayan coastal waters)；(5) Montello 等人分享衛星追蹤研究，分析當地漁民捕獲並釋放的衛星標記綠蠔龜的後續移動模式和行為(Satellite-tagged green sea turtle caught by local fishermen and released: An analysis of post-interaction movement pattern and behavior)；(6) Mondragón 等人分享墨西哥昆塔納羅州海龜擱淺和死亡原因的報告(Sea turtle strandings and mortality cause in Quintana Roo State, Mexico)；(7) Claire Petros and Claire Painton 從馬爾地夫收容中心回顧，印度洋蠔龜傷病研究中探討海龜纏繞的風險因素、健康影響及對保育成果的影響(Entanglement of sea turtles: risk factors, health impacts and influences on successful conservation outcomes, from the Olive Ridley Project in the Maldives, Indian Ocean)。

另外，還提到了一個案例，即處理常見魚線和魚鉤傷害的分享。前肢和漁具(線)纏繞是導致海龜擱淺和傷害最常見的原因之一。纏繞的魚線導致受影響的肢體出現深度傷口，引起腫脹、缺血壞死、骨折和截肢等明顯問題。在夏威夷，大部分綠蠔龜擱淺事件多數由魚鉤和釣線纏繞引起。通常，這些情況表現為海龜前肢的纏繞傷害，大多數情況下需要進行手術截肢治療。然而，由於這些海龜最終需要野放回海洋，因此避免截肢是對個體和野外族群都更好的選擇。

基於此，毛伊島海洋中心海洋研究所開發了一種保守的復健治療方法，該方法利用脈衝電磁場、雷射和按摩等手段改善受傷動物的血液循環，增強肢體力量，並促進傷口康復。在 2020 年至 2021 年期間，有 40 隻因纏繞導致前肢受傷的海龜被送往該中心，其中 20 隻接受前肢截肢手術，而另外 20 隻則接受非侵入性的整合復健治療方案。所有 40 隻海龜都成功康復並被野放回大海。

此外，由文獻可知，雷射療法早於 1970 年代便被應用於人類醫學中的傷口癒合，近年來也廣泛應用於獸醫領域和手術中，包括爬蟲類。爬蟲類動物常遭受皮膚損傷和癒合不良的問題，而擱淺的受傷海龜通常是由於網具纏繞、魚鉤、船隻撞擊所導致的皮膚和肌肉組織創傷，進而引發局部或全身性感染。在收容和治療過程中，獸醫師常常使用止痛藥和抗生素。然而，根據 Serinelli 等人於 2022 年發表的資料顯示，目前有關海龜止痛藥和疼痛管理的參考資料（如藥物動力學、療效和安全性）仍相對不足，這個問題在使用抗生素時也同樣存在。因此，在使用這些藥物時仍存在風險，未來需要進一步投入研究以填補這方面的知識缺口。

在臺灣，過往的研究指出，與存活的海龜相比，非存活的海龜血漿中的 Aminotransferase、Creatinine kinase(CK)、Creatinine 和 Uric acid 濃度較高。其中 CK 被認為與骨骼肌肉損傷、消耗性疾病和寄生蟲引起的損傷有關，這些損傷在擱淺的海龜中常見。

此外，抗藥性的問題和造成收容海龜骨關節感染問題，在治療上仍有前述藥物資訊較不足，以及在使用上的可能風險。除了人類和一般動物及爬蟲類以外，South Carolina Aquarium 和 Clearwater Marine Aquarium 也可見其獸醫師將雷射療法應用在救傷海龜身上 (<https://mission.cmaquarium.org/news/sea-turtle-hospital-patient-alvin/> ; <https://scaquarium.org/belton/>)。低能量雷射療法(low-level laser therapy, LLLT)中，短波長 Shorter wavelengths (如 685 nm)適用於較表淺皮膚病灶，而較長波長者 (如 830 nm)則較適用於較深部的患部。因其屬於非侵入性治療方式，因此有著更便於使用操作的優點。該療法被認為具有改善組織的修復、抗炎症、抗菌和鎮痛等作用。

綜上所述，雷射療法因其促進組織修復、抗炎、抗菌和鎮痛等作用，以及非侵入性的治療方式，已被廣泛應用於一般動物、爬蟲類和海龜中。因此，它的使用安全性相對有保障，並且可以減少在海龜治療中由於藥物動力學和安全性資料缺乏的情況下，使用藥物所帶來的未知風險。因此，建議海龜收容中心的獸醫師可以考慮使用雷射療法，以提高動物治療的效果，並確保受傷海龜恢復其游泳和攝食能力。此外，當治療處理的海龜數量增加時，可以通過回顧病歷的統計分析，評估不同治療方法的使用頻率和療效。

(三) 海龜復育策略：

「幼體飼養」是一種廣泛運用於各種動物的保育方法，透過在人工飼養場中飼養幼體階段的動物（如剛孵化的幼體），成長後野放，以提高其生存率。此方法常被用於長壽且晚熟的淡水龜和陸龜，並有許多案例顯示其有益保育。幼體飼養也曾被用於海龜的保育管理，至今也持續進行。然而，評估海龜幼體飼養計畫的保育利益卻相當困難。Sean Alexander Williamson 等人(Should head-starting be in the conservation toolbox for sea turtles?) 詳細介紹一些重要的幼體飼養案例，並強調難以評估保育效益

的共通原因。除此之外就當前和未來的幼體飼養計畫提出建議，以達成保育目的。建議如下：(1)只有在能夠監測保育效益的情況下才應啟動幼體飼養計畫；(2)研究應該調查特定族群的動態，尤其是幼體階段，以確定基礎存活率估算；(3)在這些特定族群中，應評估圈養、飼養後野放對族群動態的影響。近年在生物調查和基因指紋等領域的技術進展快速，應能更有效地評估幼體飼養計畫，並在未來降低其保育利益的不確定性。

全球海龜數量減少而啟動各種保育行動，其中包括“幼體飼養”。在野放前，這種短期飼養目標是針對脆弱的小海龜，透過提高早期生長速度來釋放更健康的個體。淡水龜幼體飼養的正面影響已得到量化，但由於長期、大規模幼體飼養較少，因此尚未有海龜的量化資料。開曼海龜中心在 1980 年至 2001 年間釋放超過 31,000 隻綠蠵龜幼龜，野外族群也明顯恢復。為了瞭解幼體飼養的海龜對野外族群復原的幫助，進行族群生存能力分析，比較野外族群在有人工飼養後釋放、沒有人工飼養後釋放兩種情況下的族群組成差異。Anna Antonia Ortega 等人(Headstarted green turtles exhibit increased survival to adulthood and the capacity to recover wild, declining populations: a Cayman Islands case study)首次量化幼體飼養海龜對海龜族群的影響，證明開曼群島綠蠵龜的人工飼養後釋放對生存和增加產生可量化且正面的影響，每釋放 1,000 隻小海龜可產生 5 隻可能產卵的母龜。幼體飼養後釋放延長了族群預期滅絕的時間；這表示開曼海龜中心的飼養釋放在很大程度上促進了野外族群的恢復。本研究第一次提供證據證明，幼體飼養可以提供生存優勢，可能可以讓族群復原，這些發現可以為其他類似瀕危的海龜物種的保育管理提供參考。

「幼體飼養」是一種廣泛運用於瀕危物種的保育方法，在鄰近臺灣的泰國，其泰國皇家海軍所屬的泰國海龜保育中心，也有類似的作法，其將綠蠵龜和玳瑁的龜卵收集，移動到安全的地方進行孵化後，將其飼養約 4-6 個月，再將其野放回大海(Chuen-Im et al., 2021; PMID: 34205685; PMCID: PMC8235308)。但是該中心卻也面臨這些眷養的稚龜，因細菌(抗藥性/多重抗藥性)感染而有較高死亡的情形，此一問題在眷養稚龜的單位，應特別留意。再者，這些被圈養的海龜是否因人工圈養環境而有其表現型改變的情況，或是因其改變導致被圈養的海龜在野外無法存活等情況，都是必須要留意的(Crates et al., 2022; Epub 2022 Nov 7. PMID: 36341701.)。

(四) 繁殖沙灘的監控：

世界各地有數百個海龜保育單位和研究組織使用傳統方法，即巡守員在晚上步行尋找海龜和痕跡，監測超過 3,200 個繁殖沙灘，巡守員有時會在危險的沙灘上遇到毒販、偷獵者或流浪狗的威脅。而保育技術不斷發展，應引入新的技術來加速監測並偵查非法行為。許多計畫已經使用無人機來監測大範圍的繁殖活動，辨識有衛星發報器的個體，或通過大小區分不同物種。然而，因為夜間紅外線的限制，使這些研究大都是在白天進行，而 Bárbara Sellés Ríos 等人(Warm beach, warmer turtles: Using drone-mounted thermal infrared sensors to monitor sea turtle nesting activity)探討熱成像儀無人機在夜間監測繁殖海龜的效果和實用潛力。

2021 年 9 月，在哥斯大黎加奧沙半島的皮羅海灘，巡邏員們沿著 800m 的調查樣線發現一隻繁殖海龜。以手動操作無人機 (Autel Robotics EVO II Dual 8K) 距離海

龜 25 米進行飛行，通過熱成像技術成功偵測到海龜和痕跡、幼龜、卵窩掠食者、其他野生動物以及盜獵者。此外還能識別出不同物種（欖蠟龜和綠蠟龜）在熱成像影像中的差異。透過不同的攝像頭角度、無人機高度和攝像頭視覺化模式的測試，找到最佳的檢測參數。

比較地面監測和空中監測方法，熱成像無人機能夠檢測比巡守員多出 20% 的繁殖活動，還能夠偵測 39 個其他動物/卵窩掠食者和 3 個盜獵者。當然，使用無人機也是有限制和問題，但盡量提出可能的解決方案，例如導入人工智慧在熱成像影像中量化海龜和痕跡，而此技術與當地的地面巡守和執法相結合，可以加強和加速長期的監測、研究和保護繁殖母龜及卵窩。

在商業捕獵海龜數百年後，開曼群島的綠蠟龜和赤蠟龜繁殖區幾乎在 19 世紀被消滅。經過 25 多年的保護和監測後，兩種海龜的卵窩量正在增加，族群顯示復甦跡象。然而，近年來最大威脅之一是由於海岸快速的開發而增加的人工光源讓小海龜迷路死亡。孵化的小海龜會使用各種線索找到海洋的方向，包括遠離黑暗並向著月亮和星星在海洋上反射的光線，已有充分的研究證明人工光源干擾定向。Jane L. Hardwick 等人(Introduction and impact of turtle friendly lighting to critical sea turtle nesting habitat in the Cayman Islands)在 2018-2022 年間，將海龜友善照明(TFL)被引入到兩個高密度產卵沙灘。在 2018 年引入 TFL 之前，70% 的卵窩(n = 131)在人工光源會對小龜的生存構成威脅的地方，定向錯誤率為 16%，許多業主拒絕關閉照明。2019 年起，業主獲得開曼群島政府提供的資助，更換其照明為 TFL。到 2022 年，年總錯誤率為 7%。本研究認為需要引入法律規定，讓產卵沙灘使用 TFL，以增強對瀕危海龜的保護。

(五) 減少漁業混獲：

1. Mitigating sea turtles bycatch on the peruvian mahi mahi longline fishery: a success story after 18 years of work

Evelyn Luna Victoria, Aimee Leslie, Samuel Amoros, Allyson Caballero, Angel Farid Mondragon, Nicolas Rovegno, Mariluz Parga, Nelly de Paz, Milagros Mitma, [Shaleyla Kelez](#)

漁業是對海龜最重要的威脅。秘魯的鬼頭刀延繩釣漁業與生活在該國的 5 種海龜物種有高度關聯。雖然釣獲後的立即死亡率非常低，但是魚鉤類型和解鉤過程可能會增加釋放後的死亡率。鬼頭刀延繩釣漁業現在是該國第二大重要的手工漁業品種之一（超過 2500 艘漁船），其大部分產量為商業出口（2021 年出口量為 13.3 萬噸），其中近 80% 銷往美國市場。自 2004 年以來，WWF 秘魯一直致力於減少海龜遭受漁業威脅。自 2012 年起，牠們一直在推動 MSC 認證的 FIP，並進行多項措施，如測試圓型鉤（觀察了 844 個魚餌和 210,364 個鉤子）、開發解除鉤釋放指南、培訓人員和漁民、支持制定國家保護計畫，以及與漁業部門（包括漁民、加工和出口行業和管理人員）進行緊密合作，致力於實現漁業的永續性並獲得 MSC 認證。在 2021 年，制定鬼頭刀漁業管理法規，其中包括保護海龜的條款。該法規要求每艘漁船攜帶相關工具，並要求至少有一名經過認證的船員學習最佳海龜解除魚鉤和釋放。漁船還需要在日誌中詳細

記錄情況，並對鉤子進行進一步的限制以減少捕捉（包括鉤子的大小、類型和數量）。這份報告展示了一個保育和管理的成功故事，這成功來自有關人員的堅持、基於科學的行動，以及與漁業管理關鍵角色之間建立的信任和合作。

2. Socialisation and Challenges in the Implementation of Turtle Excluder Device (TEDs) in Malaysia

Liyana I. Khalid, Nicolas J. Pilcher

混獲對包括海龜在內的許多海洋大型動物構成威脅。在馬來西亞，拖網漁業佔據主導地位，是總漁獲的近 50%，導致海龜在這些漁網中被混獲的死亡率很高，特別是在底層蝦拖網漁船上。每年都有成千上萬的海龜因混或而死亡。自 2007 年起，海洋研究基金會（MRF）開始在馬來西亞推廣龜網隔離裝置（TED），經過十年的努力，在 2017 年 TED 的使用成為馬來西亞 4 個省的法律規定。在馬來西亞，TED 的採用案例是一個有趣但具有挑戰性的故事，因為涉及政府政策、政治、國際外交、漁民和海龜等多個因素。在沙巴省使用 TED 面臨多重挑戰。馬來西亞的漁業管理受到 1985 年漁業法管理，其中包括沙巴省。根據馬來西亞在 1963 年的憲法，沙巴省的漁業管理被視為該省的事務。即使聯邦政府已經決定在馬來西亞半島的幾個省使用 TED，沙巴省也有權決定是否在該省使用 TED。由於馬來西亞不斷出現政治危機，經歷多次政府結構的變化，導致目前官員願意接受 TED，但隔年可能就因異動而無法執行。這個實施過程的關鍵部分是政府的持續承諾和參與。迄今為止，地方政府已經展現承諾，只要 MRF 繼續發揮催化劑的作用，TED 計畫將成功實現法定要求。

主題7、8：教育、推廣及宣傳／社會、經濟及文化研究

為提升大眾對海龜的認識並喚起人們對其存續的重要性的關注，必須採取創新且廣泛的教育宣導方式，以影響決策者並改變潛在對手（例如漁民及盜獵者）的想法，使其成為盟友。

海龜不僅在海洋生態系中扮演重要的角色，對人類社會也具有至關重要的價值。為了更全面的探索海龜的重要性，我們應該結合世界各地不同的文化及風俗習慣，包含社會科學及人類學相關研究，並深入了解當地的社會文化以解決衝突，以解決可能存在的衝突。

1. Environmental education in pandemic: Virtuality as a tool to bring the ocean and sea turtles closer to educational centres and homes

Ayelén Pacheco Viola, Vanessa Vigo, Juan Manuel Ordoqui, Gabriela Vélez - Rubio, Carolina Lewis, Sharon Nuñez, Lauren Rincón, Joaquin Fernández, Gabriela Nusspaumer

在 COVID-19 降低接觸的期間，教育因居家隔離能夠透過不同平台更貼近家庭，並將海龜和海洋保育帶到烏拉圭各地的教育中心。在“Aula Tortuguera”教育計畫的框架下，原定於 2020 年 3 月安排的各種活動，因疫情影響需要重新設計成遠端視訊形式來進行。這使得遠端會議成為重要工具。

自 2018 年以來，Karumbé 透過 Skype 平台與全國的不同教育中心舉辦了一些工作坊。使用各種平台和工具（包括 Zoom、Meet、CREA、Canva 和 Youtube 等），製作豐富的線上教育內容和素材，與全國各地 15 所教育中心的兒童、青少年和老師進行遠端課程。在 2020 年，有 175 名學童一起參與教育課程；到了 2021 年，包括 688 名兒童和青少年、23 名老師和 188 個家庭。截至 2022 年，覆蓋了 43 個教育中心、1,462 名兒童和青少年、47 名老師和 642 個家庭。

遠端方式能夠長期並每年與教育中心和全國其他地區的社區進行合作，因此將繼續使用遠端工具，以便更好地觸及到全國的教育中心和兒童、青少年的家庭。

2. Beyond conserving sea turtles: empowering women and girls in STEM education and economic independence

Martin Molina, Pamela Fletcher, Eleanor Angone, Justin Muir, Aracely Parrales, Marvin Hernandez, Oscar Gonzalez, Fabien Cousteau

在尼加拉瓜，海龜面臨獵捕食用、沿海開發、海平面上升和污染的威脅。2019 年，法比安·庫斯托海洋學習中心（FCOLC）啟動海龜保護和婦女賦權計畫。該計畫與當地社區和原住民密切合作，目標保護當地海龜和龜卵，同時提升當地婦女力量。

2022 年，該計畫的重點是發展培訓師培訓（ToT，Training of Trainers），目標是在實施最佳管理實踐（BMP）來監測產卵海龜。該計畫採用 A-D-D-I-E 模型，進行評估、設計、開發、實施和評估以及 12 個步驟的需求評估方法。成

果包括：(1)為 ToT 工作坊開發內容，標準化產卵海龜的監測和標記方法，(2)評估 ToT 工作坊參與者所獲知識，(3)評估 ToT 工作坊的執行成效。

工作坊培訓材料包括有關海龜與監測的 PowerPoint 內容、進行前後測試，以評估課程成效。初步結果顯示為期兩天的工作坊形式最受歡迎，有足夠的時間學習培訓教材、資料表和有實際經驗。通過發展標準化監測和標記方式，有助於藉由執行監測資料來改善區域海龜族群趨勢的集體認識，並告知利益相關者可能影響海龜族群狀態和健康的因素。

3. Preserving Haiti's endangered sea turtle populations through community-based education and outreach initiatives

Jamie Aquino, Francklin Barbier, Claude Pressoir, Charlens Calixte, Cleeford Joseph, Myson Samedi, Courtney Vail, Annabelle Brooks

海地擁有四種海龜物種，包括綠蠵龜、玳瑁、革龜和赤蠵龜。這些海龜面臨著多種威脅，包括直接獵捕、混獲和海洋垃圾。由於當地人對這些物種缺乏認識、資源缺乏和國家的不穩定性，當地人將這些珍貴的海洋物種視為食物來源，因此海龜在海地面臨絕種的威脅。

公共教育和保育教育的宣導活動非常重要。自 2007 年以來，在南部半島沿海社區進行推廣，藉以改變利用方式。該計畫涉及對整個社區的教育和宣導活動，包括漁民、年輕人、婦女和當地領袖。組織討論會，分享知識並討論保育這些瀕危海龜的方法。開發教育課程，教授海龜生物學、保育和在生態系統中的價值。為了符合各種年齡和教育背景知識，開發針對幼童、青少年和成人的教材，並翻譯成海地的母語克里奧爾語。進一步為吸引當地人，讓所有感興趣的人有機會觀察海龜的棲息地，協助拯救和野放海龜，以及清理的海龜產卵沙灘。藉由擴展海龜的知識，為這些珍貴的瀕危物種增加在海地海域生存的機會。

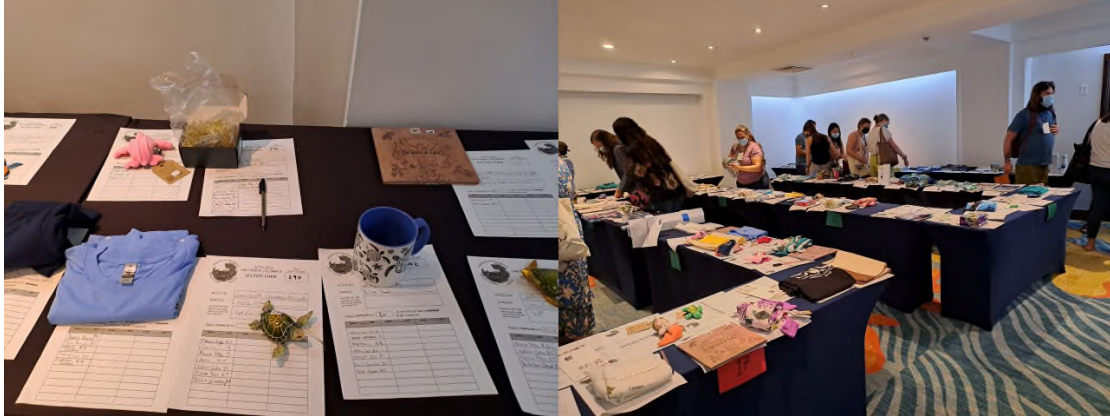
4. Amigos de Las Tortugas: Using Partnerships to Bring Together Communities in Need

Rebecca Mott, Yvette Fernandez

Inwater Research Group (IRG) 進行一個計畫，透過科學家和志工向學生和大眾提供海龜的教育活動。該計畫涵蓋多個教育對象，並提供適用各種年齡和背景聽眾的教材。透過收集意見數據並滾動修正課程內容，讓參與者能夠更深入參與其中，並確保知識更新。IRG 的 TTG 計畫已經被翻譯成西班牙語，讓 Clearwater Marine Aquarium (CMA) 的人員利用，以滿足西班牙語社區的需求。自 2018 年推出以來，CMA 人員已在 Pinellas 和 Hillsborough Counties 提供超過 30 個團體的教學。該計畫已受到關注，因為它可以讓親子參與並共同學習以及在日常生活中實踐。現在提供給其他有需要的國際合作夥伴，有需求的夥伴將收到一個教具行李箱，教材使用西班牙語為主，教具箱教材提供教育使用並持續為需要的人提供海龜教育。

四、Live + Silent Auctions

拍賣的想法是 ISTS 在 30 多年前提出的，多年來每年籌集的資金從 1,000 美元增加到超過 24,000 美元。現場和無聲拍賣是慈善活動，所有收益都投入學生和國際旅行補助基金，用於支持下一年研討會的補助。



Silent Auctions



Live Auctions

五、Video Night

視頻之夜是今年特別辦理的一場分享會議，由與會的團體分享工作經驗或是成果。本署於該場次製作一部 5 分鐘的 MARN 宣傳短片，讓大家認識海洋保育署及相關保育成果。



六、 Turtle Trading Post

海龜交易站的對象是所有學生、來自低收入國家（或高通貨膨脹率國家）的項目以及處於或曾經經歷過環境或人道主義困難（例如颶風/颱風、海嘯、地震、戰爭）的地區的人們。其目標是讓符合上述標準的學生和項目從其他項目的剩餘設備和物資中受益。這是一種二手交易會，可以免費參與並從中受益（這將意味著不再使用的器材和實驗室設備獲得第二次生命！）。



七、海報(POSTER)

本次會議中亦安排與張貼海報的作者面對面時間，作為進一步交流。

Advancing Emerging Gear Modifications to Mitigate Sea Turtle Bycatch in Gillnet Fisheries

Cindy Vargas¹, Jeffrey A. Seminoff², MarEs Comunidad³, James P. Collins¹, Jesse Senko⁴

¹ School of Life Sciences, Arizona State University, Tempe, Arizona, USA; ² NOAA Southwest Fisheries Science Center, La Jolla, California, USA; ³ www.marrescomunidad.com; ⁴ School for the Future of Innovation in Society, Arizona State University, Tempe, Arizona, USA

BACKGROUND

- Gillnet fishing has led to high bycatch of threatened non-target species, especially of sea turtles¹.
- Emerging fishing gear modifications, such as buoyless², low-profile³, and illuminated nets⁴ have shown encouraging results in reducing sea turtle bycatch while maintaining target catch and value.
- Our experiments will advance our understanding of how these emerging gear modifications can more effectively reduce sea turtle bycatch while maintaining or improving fisheries operations.

RESEARCH QUESTIONS

- What is the optimal spacing of buoys on the headrope of bottom-set gillnets to reduce sea turtle bycatch?
- What is the optimal height of bottom-set gillnets to reduce sea turtle bycatch?
- What are the effects of newly designed solar-powered lights at reducing sea turtle bycatch?

METHODS

- Study area: Coastal fisheries in Baja Mexico
- Net sets containing one control net and up to two treatment nets were built for each experiment. Each set will have a minimum of 30 deployments. Up to two replicates can be deployed per night and net panels alternate after each overnight soak.
- We assessed bycatch, target catch, species catch composition and operational efficiency.




Fig 1. The newly designed solar-powered LED lights on a gillnet.

EXPERIMENTAL DESIGN

Gear modification #1: Buoyless gillnets

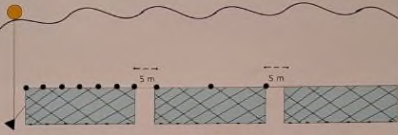


Fig 2. Illustration of the buoyless experimental design. A set contains three net panels linked together whereby control nets have buoys every 1.8 m, while the two treatment nets have buoys every 15 m or no buoys at all.

Gear modification #2: Low-profile gillnets

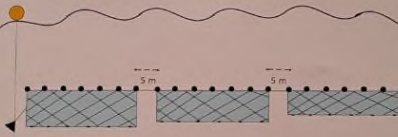


Fig 3. Experimental design of low-profile bottom-set gillnets. A set contains three net panels linked together whereby control nets have tie downs of 2.5 m, while the two treatment nets have tie downs of 2 m and 1.5 m.

Gear modification #3: Illuminated gillnets

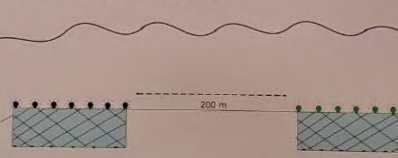


Fig 4. Experimental design for testing the newly designed solar-powered lights in bottom-set gillnets. The paired net contains two net panels linked together whereby the control net has deactivated lights every 10 m, and the treatment net has the green solar-powered light every 10 m. The distance between each net panel will be a minimum of 200 m.

PRELIMINARY RESULTS

Buoyless gillnets

N = 12 experimental sets	Control panel (buoys every 1.8 m)	Treatment #1 (buoys every 15 m)	Treatment #2 (no buoys)
Number of turtles captured	n = 2 green turtles	n = 3 green turtles	n = 2 green turtles
Sum of non-turtle bycatch biomass	11.5 kg	22.75 kg	16.7 kg
Sum of target fish biomass	75.5 kg	81.0 kg	28.0 kg
Sum of species composition	Target = 8 species Bycatch = 10 species	Target = 11 species Bycatch = 13 species	Target = 8 species Bycatch = 9 species
Operational efficiency (interval time average)	6-11 mins	3-10 mins	3-10 mins

Low-profile gillnets

N = 12 experimental sets	Control panel (2.4 m tie-down)	Treatment #1 (2 m tie-down)	Treatment #2 (1.5 m tie-down)
Number of turtles captured	n = 0 turtles	n = 1 green turtle	n = 1 green turtle
Sum of non-turtle bycatch biomass	5.9 kg	13.25 kg	22.00 kg
Sum of target fish biomass	47.00 kg	80.0 kg	87.0 kg
Sum of species composition	Target = 8 species Bycatch = 11 species	Target = 11 species Bycatch = 11 species	Target = 8 species Bycatch = 11 species
Operational efficiency (interval time average)	2-10 mins	3-11 mins	4-10 mins





Fig 5. Our fishing partners Felipe Cuevas (top left) and Juan Cuevas (top right) from the island El Paraiso in Baja California Sur, Mexico pictured with Dr. Jesse Senko (top center) and Cindy Vargas (bottom center) after capturing and measuring hawksbill (*Eretmochelys imbricata*) turtles.



The complexity of modelling Pacific leatherback bycatch

Anna Ortega^{1,2}, Nicki Mitchell¹, George Shillinger²
 1: The University of Western Australia; 2: Upwell Turtles

Work to optimize the Pacific leatherback population viability analysis highlights the need to understand fisheries bycatch

El trabajo para optimizar el análisis de viabilidad de la población de tortugas laúd del Pacífico destaca la necesidad de comprender la captura incidental en las pesquerías

The authors thank collaborators at the IUCN SSC CPSG and the eventual participants in the decision-making workshops. This poster presentation would not be possible without the support of the ISTS Accommodation Award.

The Question

Pacific leatherback nesting has declined rapidly
 La anidación de la tortuga laúd del Pacífico ha disminuido rápidamente

Primary causes
 Causas principales

- Fisheries bycatch
 Captura incidental
- Egg harvest
 Cosecha de huevos



Nesting females
 Anidadores



Has bycatch contributed equally to both population collapses?
 ¿Ha contribuido la captura incidental por igual a ambos colapsos demográficos?

Finding Mortality Differences

Population Viability Analysis
 Análisis de viabilidad de la población

Simulate a model of the East and West Pacific decline
 Simular un modelo del declive del Pacífico oriental y occidental

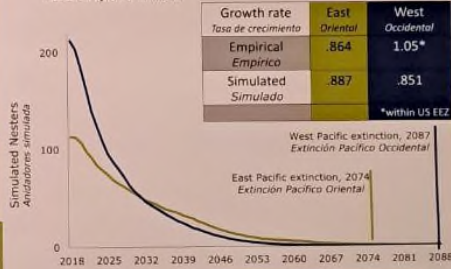
If the model can fit empirical data, we can use it to predict future declines
 Si la simulación puede ajustarse a los datos empíricos, podemos usarla para predecir futuros descensos



Data needed / Información requerida

- Nest counts / Recuentos de nidos
- Reproductive output / Reproducción
- Maturity timing / Madurez

Mortality: No clear data / Mortalidad: Sin datos claros
 Trial and error: input known data; alter this value until the model fits data
 Prueba y error: ingrese datos conocidos; modificar este valor hasta que el modelo se ajuste a los datos



Growth rate Tasa de crecimiento	East Oriental	West Occidental
Empirical Empírico	.864	1.05*
Simulated Simulado	.887	.851

*within US EEZ

	East Pacific Pacífico Oriental	West Pacific Pacífico Occidental
Adult mortality (%) Mortalidad de adultos	24.33	16.35

Can this difference be validated?

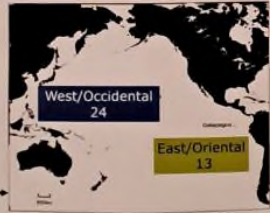
Systematic Literature Review
 Revisión Sistemática de la Literatura

Search terms/Términos de búsqueda
 "leatherback" + "bycatch" + "fishery" + "region"
 "bala" + "captura incidental" + "pesquería" + "región"



Preliminary Results

- 1177 Relevant articles
 Artículos relevantes
- 196 Relevant abstracts
 Resúmenes relevantes
- 37 Bycatch estimates
 Estimaciones de captura incidental



What's Next

Estimate, extrapolate and interview experts
 Estimar, extrapolar y entrevistar a expertos

Unite decision makers to share findings and to create an action plan for the Pacific leatherbacks
 Unir a los tomadores de decisiones para compartir hallazgos y crear un plan de acción para las tortugas laúd del Pacífico



@Ben Hicks

Diving centers as a key link for reports of sea turtle sightings

Karen Lizeth Nova-Vanegas^{1,2}, Karen Geraldine Herrera-Cristancho^{1,2}, Guiomar Aminta Jauregui-Romero², Karen A. Pabón-Aldana^{1,2}, Sandra Camila Barrera Molina^{1,2}, Jorge Enrique Bernal-Gutiérrez^{1,2}

karenl.novav@utadeo.edu.co, karenh.herrera@utadeo.edu.co, aminta.jauregui@utadeo.edu.co, karen.pabona@utadeo.edu.co, sandra.barrera@utadeo.edu.co, jorge.bernal@utadeo.edu.co

¹ Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Carrera 2 No. 11-68, El Rodadero, Santa Marta, Colombia

² Programa de Conservación de Tortugas y Mamíferos Marinos, Carrera 2 No. 11-68, El Rodadero, Santa Marta, Colombia



Key words: Conservation, scuba diving, sea turtles, citizen science.

Introduction

The Colombian Caribbean presents the environmental conditions to have records of sightings of 6 of the 7 species of sea turtles reported in the world, the department of Magdalena belonging to the Caribbean region, has protected marine areas within the Tayrona National Natural Park (PNNT) that allow the presence of four of these species (*Chelonia mydas*, *Eretmochelys imbricata*, *Caretta caretta* and *Dermochelys coriacea*). In addition they are areas that are home to a great diversity of fauna and flora, which is why one of the tourist attractions is recreational diving. The objective of this research is to identify the areas with the highest sightings of sea turtles in the areas where diving activities are carried out most frequently, and to encourage the participation of diving centers and the community to report the specimens observed as part of citizen science, making the correct identification of the different species of sea turtles that can be found in the Colombian Caribbean, and how each one can contribute to the conservation of these individuals.

Methodology

A survey was carried out on 14 diving houses in the Rodadero, Santa Marta and Taganga areas, which provided information on the most common sea turtle species in frequent diving areas and the state of the organisms at the time of sighting. Photographic records and videos from recent years were collected and, in addition, information resources were delivered, including a poster and an identification guide where the main species that reside or arrive in the region are described (figure 1). Finally, training was carried out on the biological cycle of sea turtles and how to identify them in the sea, through a talk addressed to all the staff of the diving houses, including clients and people from the community interested in the conservation of these organisms (figure 2 and 3).



Figure 1. Identification material delivered to diving schools.



Figure 2. Training talk.



Figure 3. Visit to the diving houses in the Rodadero, Santa Marta and Taganga sectors.

Results



Figure 4. Areas where dive houses report sightings of sea turtles.

It was found that in previous years more adult sea turtles have been seen than in the current year and the frequency of sightings varies according to the climatic season. On the other hand, the most common species of turtle is the green turtle (*C. mydas*), being the only one that has been injured, followed by the hawksbill (*E. imbricata*) and the loggerhead (*C. caretta*). There are no records of *Lepidochelys kempi*. The main diving areas where more sightings have occurred are Granate and Isla Aguja (Figure 4).



Figure 6. Record of dives in the PNNT area, by casa de buceo (2020).

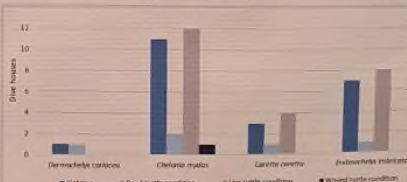


Figure 5. Dive houses that report the most common species and conditions of the sea turtles sighted.

Discussion and Conclusions

The conservation of sea turtles is currently key since these have been decreasing in recent years, according to the red reptile book of Colombia (2015), most species are in a critical state and/or in danger. Environmental and anthropogenic factors may be influencing the decrease of these individuals in the department of Magdalena, so it is of great importance to develop conservation and management plans for resident and transitory species in the area. For this it is necessary to educate the community and work hand in hand with diving houses to report and have a registration of sightings, however, it is pertinent to carry out more studies focused on the state of the population of sea turtles in Magdalena.



Figure 7. Record of dives in the Granate area, by Ocean lovers Taganga (2022).

Bibliography

Anorocho, Z. y L. A. Zapata. 2014. Guía de conservación y observación de tortugas marinas en los Parques Nacionales Naturales de Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y WWF-Colombia. Serie. Cal. 26 p.

Morales-Betancourt, B. A., C. A. Santos, V. F. Siles y B. P. Peña. 2015. Libro rojo de reptiles de Colombia (2015). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (InvH). Universidad de Antioquia. Bogotá, D. C., Colombia. 258 pp.

Acknowledgment



Satellite tracking reveals critical habitats and migration pathways for green and hawksbill turtles nesting in Montserrat, Eastern Caribbean.

Wiggins, J., Godley, B.J., Jeffers, J., Metcalfe K., Ponteén, A., Richardson P.B., Sanghera, A., Weber, N., and Weber, S.B



Introduction

- Satellite telemetry has been a fundamental tool in improving our understanding of sea turtle ecology, enabling researchers to identify critical habitats, migratory corridors, and threats to populations [1, 2].
- Knowledge of the distribution of critical habitats such as nesting beaches, interesting areas, and foraging grounds can be used to implement effective conservation policies to ensure the long-term viability of sea turtle populations [2]; yet such information is lacking for many populations.
- The volcanic island of Montserrat hosts regionally important nesting populations of both green and hawksbill turtles [3], yet information on the spatial ecology of turtles nesting on the island is limited.
- To address this knowledge gap, we deployed satellite telemetry devices on green and hawksbill turtles nesting on Montserrat to identify critical habitats and understand their connectivity throughout the Wider Caribbean Region.



Methodology

- During August 2021, nine green turtles and one hawksbill turtle were equipped with Wildlife Computers SPLASH10-F tags after nesting in Montserrat.
- Satellite telemetry data was analysed using a behavioural switching state-space model to identify inter-nesting areas, migration pathways, and foraging grounds.
- To identify core areas of occupancy during interesting intervals and within foraging grounds, kernel density estimation analysis was performed to generate individual and population-level utilisation distributions (UD). Home ranges were classified as 95% UD and core use areas as 50% UD.
- To estimate habitat use in foraging grounds, high-resolution (4m) thirteen-class benthic habitat rasters [4] were used to assign a habitat class to each location. Individual and population-level mean habitat use estimates with 95% credible intervals (CI) were then calculated.
- Turtle movements were also investigated in relation to current Marine Protected Areas and political boundaries.

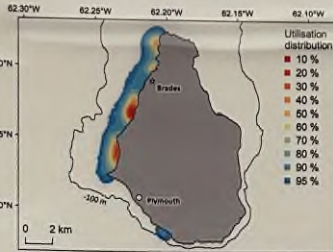


Figure 1. Population-level interesting utilisation distribution (UD) inferred from kernel density analysis for the nine nesting green turtles tagged in Montserrat.

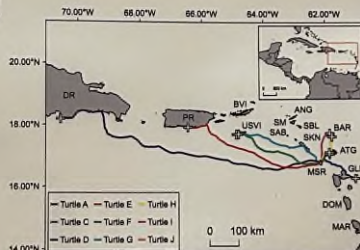


Figure 2. Post-nesting migrations of eight adult female green turtles and one adult female hawksbill turtle (Turtle D) tagged after nesting in Montserrat (MSR). White crosses indicate median centroids of core use foraging grounds.

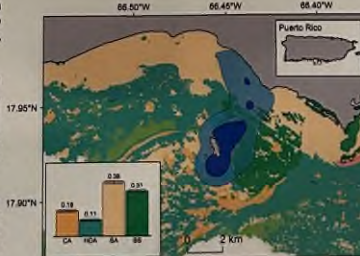


Figure 3. Foraging home range (95% UD; light blue polygon) and core use area (50% UD; dark blue polygons) of Turtle E. Inset bar plot displays mean habitat use estimates with 95% credible intervals depicted by error bars. Inset map indicates the location of Turtle E's foraging ground within Puerto Rican waters. Abbreviations for habitat types are as follows: CA, coral/algae; HDA, hardbottom dense algae; SA, sand and SS, sparse seagrass. Mean habitat use estimates <0.01 are not shown.

Results

- Individual tracking durations ranged between 218 and 473 days (mean = 353 days).
- Four key interesting hotspots identified for green turtles along the western coast of Montserrat (Figure 1).
- Post-nesting turtles migrated to foraging grounds located in 5 countries in the Antillean chain, travelling distances of 46 - 1013 km and crossing 10 national jurisdictions and (Figure 2).
- Green turtle foraging locations were predominately located in sand (mean = 39.5%; CI: 0.05-91%), sparse seagrass (mean = 18.5%; CI: 0.00-65.5%), and hardbottom dense algae (mean = 12.6%; CI: 0.00-48.4%) (see figure 3, for example).
- The hawksbill turtle foraging locations were primarily located within hardbottom dense algae (mean = 25.61%; CI: 24.58-26.70%) and hardbottom sparse algae (mean = 5.86%; CI: 5.26-6.50%).



Conclusion

- The western coast of Montserrat hosts key interesting areas and foraging grounds that support both migratory and resident nesting females.
- Green and hawksbill turtles nesting on Montserrat display regional connectivity to multiple foraging grounds throughout the Antillean chain. Ensuring the long-term viability of Montserrat's nesting populations will require both local and regional collaboration and management.
- Detailed assessments of threats to the critical habitats identified within Montserrat and throughout the Antillean chain will be essential to informing effective conservation policies and management strategies.



References

- Rees A.F. et al. (2016) 'Are we working towards global research priorities for management and conservation of sea turtles?', *Endanger. Species Res.* doi: 10.3354/esr00801.
- Jeffers, V.F & Godley, B.J. (2016) 'Satellite tracking in sea turtles: How do we find our way to the conservation dividends?', *Bio. Conserv.* doi.org/10.1016/j.biocon.2016.04.032.
- Martin, C.S., Jeffers, J. & Godley, B.J. (2005) The status of marine turtles in Montserrat (Eastern Caribbean), *Anim. Biodivers. Conserv.* 28, 159-168.

Por favor escanéame para la traducción al español





Recurrent Predation of Sea Turtle Eggs by Monitor Lizards (*Varanus niloticus*) at a Nesting Site on Bioko Island, Equatorial Guinea

Elizabeth M. Sinclair, Frank V. Paladino, Shaja Hanarvar
Bioko Island Turtle Program

Introduction

Sea turtle nest productivity is central to many research questions regarding sea turtle conservation around the world (Lovemore 2020). Predation of nests is particularly detrimental to reproductive output and accounts for a large amount of nest failure. This can have a major influence on the ecology and evolution for sea turtle life history and implications for turtle conservation. Sea turtle nest predation has not been studied specifically on Bioko Island, Equatorial Guinea and the observations made here are meant to open the conversation about the topic.

Bioko Island's southern beaches are important nesting sites for sea turtles in the Gulf of Guinea (Fig. 1). Four species of sea turtles nest on these beaches including the leatherback (*Dermochelys coriacea*), green (*Chelonia mydas*), olive ridley (*Lepidochelys olivacea*) and hawksbill (*Eretmochelys imbricata*). The most commonly reported culprits of sea turtle predation have been crabs and ants, and lizard predation has only been described as a rare occurrence on the 5 nesting beaches of Bioko (Tomas et al. 1999, Radar 2006).

We used video camera traps to unambiguously identify vertebrate nest predators as a step toward better understanding threats to sea turtle nests. Here, we synthesize the information available from the camera traps and visual sampling surveys to comment on nest predators and identify species of interest for further research.



V. niloticus Sniffing out turtle nest



V. niloticus Digging into the eggs



V. niloticus Eating turtle eggs



V. niloticus & *G. agolicornis* Feeding together on nest

Video

"VIDEO"
Camera trap footage will play here during presentation hours.



Scan the QR code above with your smartphone to see a 4 min. 30 sec YouTube video showing the process of a monitor lizard predating a Leatherback sea turtle nest!

Discussion

It is important to note that monitor lizards were the only vertebrate species that we observed actually digging out the nests. According to local villagers, drill monkeys also search out and dig out turtle nests, but during our sampling period, this never occurred. Drill monkeys regularly walked the beach at the high tide line in search of washed-up fruits and seeds (i.e., coconuts), but only rarely visited poached nests.

Beyond confirming the importance of monitor lizards as nest predators on sea turtle nests, our results provided insight into patterns of monitor lizard predation that can help guide future research, especially in areas where monitors have become invasive species. For example, the African monitor lizard is currently wreaking havoc as an invasive species due to the exotic pet trade, and they have successfully established multiple breeding populations throughout southern Florida (Cohen 2017). They are affecting a wide variety of egg-laying species including the endangered American alligator (*Alligator mississippiensis*) and American crocodile (*Crocodilus acutus*) via predation, as they are also well-known nest predators of Nile crocodiles in Africa (Eckles et al. 2016). They have been observed eating the eggs of Florida soft-shell turtle (*Apalone ferus*) and researchers have identified turtle eggs among the stomach contents in some captured lizard specimens (Campbell 2005).

It's been reported that invasive populations demonstrate a very similar dietary trend as indigenous species (Cohen 2017, Campbell 2005). Considering that invasive monitors have now been reported in areas that host major nesting beaches for loggerhead (*Caretta caretta*), green (*Chelonia mydas*) and leatherback (*Dermochelys coriacea*) sea turtles in southern Florida, there may be an urgent need to understand the impacts that monitor lizard predation could potentially have on native sea turtle populations.

Methods

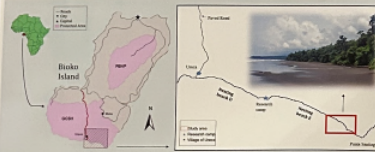


Figure 1. Map of sampling location including a photo of the beach where surveys were conducted from Nov. 2018 to Feb. 2021.

Visual survey sampling
Recorded turtle nest activity (i.e., predated nests, species, time location)

Video camera trapping
Camera traps recorded opportunistic vertebrate nest predators
Captured predation of sea turtle nests for 14 days at each nest, 24 hrs/day



Local assistant setting up camera

Results

Primary Predator: *Varanus niloticus*

The Nile monitor lizard (*Varanus niloticus*) is a well-known species on Bioko as they are a popular source of food for the local people. Throughout their range in West and Central Africa, they are known to have a generalist, carnivorous diet and are active foragers. We captured video evidence of predation as well as commensalism between lizards and a variety of other native species.



Monitor lizard on a rocky beach, Bioko Island, Equatorial Guinea

Monitor lizards were the culprit of digging up sea turtle nests in 100% of dug-out nests on this beach.

	Nov 2018 Feb 2019	Nov 2018 Feb 2019	Nov 2020 Feb 2021	Nov 2021 Feb 2022	Total
Survey effort	43	25	20	15	103
Leatherback nests	18	9	8	13	54
Olive Ridley nests	16	13	5	9	43
Green nests	4	2	4	0	10
Turtle nests predated by <i>V. niloticus</i>	18.4%	20.8%	23.5%	18.1%	18.6%

Table 1. Summary of survey effort, amount of sea turtle nests and percentage of total nests predated by monitor lizards.

Our results confirmed that monitor lizards are primary nest predators and instigators for at least 8 opportunistic feeders of other species. Monitor lizards would regularly walk on the beach (usually between 10:00 - 15:00) and appear to sniff out a turtle clutch, often digging multiple small holes before successfully finding the clutch. Once they dug far enough to reach the eggs, they would continue to feed from the same nest. During occasions where high tides covered a recently excavated turtle nest, the monitor lizard would return to the same spot to re-dig up and feed from the same nest.

The monitor lizards fed from the same nest sporadically up to 10 days after the initial excavation.

Results

Opportunistic Species

Based on camera traps placed on freshly dug up sea turtle nests, 11 other species visited recently excavated turtle nests by monitor lizards. Of the 11 species, 6 vertebrate species clearly fed on turtle eggs as secondary predators. Three species were documented to visit nests, but we did not observe clear evidence that they fed on the eggs.

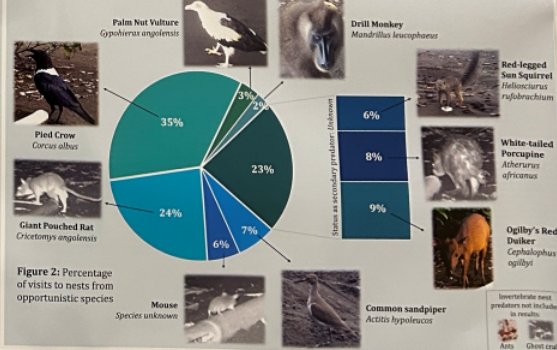


Figure 2. Percentage of visits to nests from opportunistic species



Acknowledgments
We would like to thank the government of Equatorial Guinea, INDEFOR-AP, PFW, UR, and our national and international field assistants for their help and support.
*All images taken by Elizabeth Sinclair in Bioko Island, EG.

References

Campbell, D.L. 2005. "Nest predation of vertebrate eggs by the Nile monitor lizard (*Varanus niloticus*)". *Conservation Biology* 19(4): 858-867.

Cohen, J.E. 2017. "Evaluating the Impacts of Invasive Nile Monitor Lizards (*Varanus niloticus*) on Florida's Endemic Fauna and Predation on Eggs of the American Alligator (*Alligator mississippiensis*)". *Journal of Herpetology* 51(3): 458-468.

Eckles, C.P., G. S. Gorman, B. J. Shafiq, R. B. Baker, H. L. Lee. 2016. "The Nile Monitor Lizard (*Varanus niloticus*) as a Nest Predator of Nile Crocodiles (*Crocodilus niloticus*)". *Journal of Herpetology* 50(3): 518-524.

Paladino, F.V., E. M. Sinclair, M.A. Perrin, M. Assouline. 2017. "Assessing the Effectiveness of Different Sea Turtle Nest Strategies Against Coastal Development". *Journal of Environmental Management* 183: 108-118.

Radar, P., S.M. L. Chappell, P. Jones, L. Jones. 2006. "Status of the Bioko Island (Equatorial Guinea) Marine Turtle Population". *Marine Turtle Newsletter* 111: 8-10.

Tomas, J.L., G. S. Gorman, J.A. Ray. 1999. "Sea Turtle Nest Predation on Bioko Island (Equatorial Guinea)". *Marine Turtle Newsletter* 74: 6.



八、閉幕及特邀講座 (Closing Remarks and Keynote Presentations)

第一位特邀講座是 Dr. Rod Mast，他是 Oceanic Society 的總裁兼首席執行長，也是一名終身環保主義者、一名海洋生物學家和一名經驗豐富的旅行嚮導，他的職業生涯始於加拉帕戈斯群島的博物學家。Rod 本身在 Conservation International 從事多年保育工作，也為海龜保育工作盡心力，因緣際會做一個海龜專門計畫，一個後來在全球海龜保育方面產生巨大影響力的旗艦計畫 SWOT，介紹從 SWOT 草創、目標及願景完整介紹。

想要執行一個物種的保育計畫會問幾個問題。例如：要如何進行資源分配？能扮演哪些重要的角色？該如何提供幫助？此外也發現海龜有很多基本的問題，即使在全球層面上仍相當不足。例如，海龜分布範圍及熱點？雖然加勒比海區域的 WIDECAST 工作和 MEDASSET 有良好數據，以及像波多黎各、南非這些地區進行了數十年窩卵監測計畫等許多地方性的局部專案，但始終沒有人真正地了解及統整。另外，不同族群的狀況如何？有多少海龜存在？這些數據儘管當時有一些估算，但並不太準確。此外，研究海龜有哪些人呢？哪些研究員持續在野外研究並有最豐富的資料呢？因此最重要的是一個系統，並能讓所有人在任何時候了解全球趨勢，這樣才知道應該將保育資金投向哪裡，因此提出了世界海龜狀態計畫 (SWOT)。

他分享做出 SWOT 是一個宏偉的目標，但隨著時間與不同單位建立了夥伴關係後這個計畫也慢慢成形，首先是與 Conservation International、Marine Turtle Specialist Group 以及杜克大學的 ISTS 建立夥伴關係。開始擴大網絡，匯集數據，並發展工具來加強海龜保育運動的力量。身為一個蓬勃發展的合作群體，共同分享數據，集體分析和監測趨勢。最開始製作第一個全球革龜的地圖，後續就得到很多資料及資訊的迴響，並每年添加一個新的物種。

SWOT 報告著重於解決問題並以地方性為焦點的專業性雜誌，其內容既符合科學嚴謹又平易近人，配合精美照片和地圖，每個議題都將對每個讀者有所裨益。報告已發行了近五萬份，同時也有電子版提供免費下載，下載量更是數百萬。自第三或第四期報告開始，讀者社群發現其實他們需要的不僅是報告及地圖，而是資金。他們需要在當地舉辦工作坊，或是需要經費用於迫切卻未受資助的研究，執行教育和外展項目等等。因此，SWOT 報告建立一個小型補助計畫，從 2006 年開始，每年提供多個補助項目。目前 SWOT 持續增加各物種資料、層級及資助相關研究與科普訊息，增進海龜研究與保育議題。

第二位特邀講座是 Dr. Luis G. Naranjo，他是 WWF 哥倫比亞分會保護與治理主任。他分享在東太平洋熱帶地區，出海使用延繩釣的小型漁業可以說是海龜族群面臨的威脅主要原因之一，因此嘗試結合公部門管理進行海龜保育並保有當地居民的生存權利。在東熱帶太平洋的許多地方，這些延繩釣的長線既有水面長線又有底部長線，這對海龜特別危險，但這些漁業對當地人民尤其重要。太平洋沿岸的一些沙灘是海龜產卵的重要地點，所有這些物種都可能受到延繩釣漁業的影響，會在線網中殘繞或直接勾到。

因此世界自然基金會 (WWF) 於 2003 年開始了一個聯合計畫，與美洲熱帶鮪魚委員會及東太平洋區域的其他合作夥伴合作，試圖幫助預防海龜的意外捕獲。這

個計畫非常快速地演變成一個非常強大的多部門計畫，並開始發展分支，吸收不同類型的利益相關者，包括漁民組織、個別漁業公司、小型船隻的漁船船長、漁業管理機關、學術和貿易機構、魚類買家、魚類出口商等等。因此，最初僅是與一個重要利益相關者（如美洲熱帶鮪魚委員會）建立的聯盟，很快演變成一個多利益相關者的計畫。

為了實現這一目標，拉丁美洲地區的不同單位開始共同合作。該計畫在秘魯、厄瓜多爾、哥倫比亞、巴拿馬、哥斯大黎加、瓜地馬拉、薩爾瓦多和墨西哥等八個不同國家實施。在整個計畫的運作過程中，藉由經驗分享，也在宣傳和公共傳播方面一起努力。

這些組織原則非常簡單，第一個是避免傷害或殺死海龜。第二個是避免使漁民失業，第三個原則是漁民和船隻的參與是自願的。該項目最初的想法是用更大的圓形鉤替換 J 形鉤，這需要大量的前置工作，不僅是收集資料、進行文獻研究，還要對漁民進行最佳漁業實踐方面的培訓，提供所有支持以使推廣能夠經得起時間的考驗。為了使漁民在漁船上測試圓形鉤子，需要提供練習並安排課程，以這樣的方式組織並允許單位收集魚鉤使用的成效。以研究海龜和延繩釣漁業之間的漁獲交互作用。

這個協作計畫在改變該漁業行為方面非常重要，尤其是在各國之間差異明顯。然而，在東熱帶太平洋海域的延繩釣漁業在過去 20 年已經發生變化。此外，這個計畫還提高了整個地區保護海龜工作的知名度。在哥倫比亞，海龜可能不是最受哥倫比亞人歡迎的物種，但是在這個計畫的幾年中，私營部門、公共組織、保護 NGO 和當地利益相關者之間的所有協作工作，提高了這些物種的知名度，哥倫比亞社會不僅意識到這些物種在國內的存在，也認識到保護牠們需要共同努力。

最後閉幕由本次第 41 屆國際海龜協會（ISTS）時任主席 Dr. Diego Amoroch 致詞並回顧這幾天研討會的照片。他表示本屆第 41 屆國際海龜研討會順利落幕，感謝所有與會貴賓更感謝哥倫比亞的協助，最後將主辦的接力棒交由下屆主辦國。

統計本屆與會人員共來自全球 66 個國家共 583 人，為期四天的研討會共有 420 篇海龜相關研究發表，其中 157 口頭發表，另外 263 篇為海報展示；總共動員 122 位志工協助研討會的進行。在連續數年的疫情下，能辦理實體研討會，仰賴所有與會的人配合防疫規範與參與，2024 的國際海龜研討會將辦理於泰國芭達雅，期待再次聚並首針對海龜的研究盡一份心力，明年見。

參、心得及建議

本次研討會主辦地點在哥倫比亞，因此亞洲地區參與的學者相對較少，僅有日本 2 位、韓國 3 位、馬來西亞 6 位及臺灣 3 位學者。相較之下，美洲及歐洲參與的人數較多。因此對於一些較少接觸的海龜物種，如革龜、欖蠟龜等或是一些保育作為如海龜孵化場、原住民保育觀念的轉換等知識，帶來許多認識與啟發。在這個嚴峻的疫情時期，我們要感謝主辦方在維護與會人員健康方面所做的努力，他們嚴格執行防疫措施，確保每個與會者的安全，實屬不易。由於疫情的關係，各地學者已長時間未曾見面，本次研討會讓我們能夠感受到大家之間相互交流的熱情以及對海龜的共同熱愛。

以臺灣與全球相比的優點與優勢，包含教育及海龜推廣普及，盜獵及採集利用較少，且民眾認知相對正向，守法程度較高。此外，研究基礎資料持續收集、MARN 資料建立且收容醫療單位健全，加上民間、學術研究關注，公民科學風氣興盛，所以臺灣海龜的保育環境相對樂觀。另對於需精進或可以深化的部分，包含產卵族群等收集資料的公開度較少，能提供學術界關於擱淺資料的時空運用、年度間差異及變化趨勢，以及族群數量變動及追蹤研究。

由於海龜因面臨多種人類活動的壓力，導致野外族群數量減少，此次會議可見各區域的人員與單位，利用當代可用的技術、工具和方法，來促進並克服海龜保育工作面臨的各種挑戰。因海龜多數時間都在水面下生活，因此擱淺、漂浮或是因混獲而離開海裡的海龜，便提供了一個很好的機會，讓人們可以檢視這些海龜到底在海洋當中面臨哪些威脅。

因此本署成立的海洋生物救援網(MARN)，除即時可以進行海洋保育類野生動物救援外，亦可透過進入收容中心，或是擱淺病理解剖報告，來了解這些生物是怎麼受傷的、如何更有效的治療這些傷況與用藥的了解、如何評估人類行為如何造成海洋生物的傷害程度或評估環境汙染對於海洋生物的影響程度等。

另外，會議所見或是在科學期刊文獻檢索上，我們可以得知，救傷收容中心除了將海龜救治與野放外，愈來愈多收容中心的獸醫師和研究人員，在面對生病擱淺或野外死亡通報的海龜時，其對於其所進行的收容、照護、醫療、野放、野放追蹤、動物解剖、致病原培養分離與鑑定等工作與科學文獻發表，恰可增進我們對於海龜擱淺或其疾病成因、死亡原因與動物生理、病理、藥物動力學和環境污染等各領域之基礎研究有更多的了解。再者 Hamann 等人於 2010 年所提，當前於海龜保育工作方面，迫切需要進行研究的各種議題，如繁殖生理 (Reproductive biology)、生物地理 (Biogeography)、族群生態學 (Population ecology)、威脅 (Threats) 以及保育方略 (Conservation strategies) 等，其中族群生態學議題方面則包含如何進行海龜的健康評估。而救傷中心將這些成果用於公眾教育的呈現，則能讓民眾更了解人類對海龜的影響，以便能從各面向來減緩人類對海龜的影響，進而保護這些海龜。以上這些案例也說明了收容中心除了例行的救傷、收容和野放工作以外，其應有更多的科學研究、醫療技術和教育推廣等面向一起並行，更能落實其在海龜保育工作當中的角色。

每次的海龜國際研討會多呼籲並強調跨單位或領域的合作，例如由公司或支持者提供資金或行動的環境補償行動，且保育計畫應有長遠的規劃，例如留下系統性

的資料及標準作業流程等。長期保育計畫的成功，需要建立與當地利害關係者良好的關係，例如中南美洲哥倫比亞原住民與海龜有著錯綜複雜的文化聯繫，促使哥倫比亞政府支持海龜保育但也要促進社區管理計畫，以共同保護存在這片大陸已久的海龜產卵族群，確保其資源永續。

由於臺灣不論是海龜產卵族群或是覓食族群，其數量或是種類都遠不足其他地區，但我國海龜保育工作卻沒有落後其他地區，也因為政府的重視，海龜保育的觀念的確已漸漸深植人心，但與國際之間的科學連結或合作似乎較為薄弱。明年 ISTS42 是在泰國舉辦，而東南亞甚至大洋洲的海龜族群會隨著黑潮擴展到臺灣，如 111 年擱淺在新北市福隆的革龜，經分子鑑定其來源是西太平洋產卵族群，可能為印尼、巴布亞新幾內亞或所羅門群島；小琉球這幾年也記錄到 2 隻來自距離台灣 3,000 公里遠的雅浦島(密克羅尼西亞)的母龜，產後洄游來到臺灣覓食，因此更應該透過參與研討會來增加與這些國家交流或合作的機會。

肆、附錄

一、會議議程

Saturday, March 18	Sunday, March 19	Monday, March 20	Tuesday, March 21	Wednesday, March 22	Thursday, March 23	Friday, March 24
On-site Registration 8 am - 5 pm Foyer Bolivar Ballroom	On-site Registration 8 am - 5 pm Foyer Bolivar Ballroom	On-site Registration 8 am - 5 pm Foyer Bolivar Ballroom	On-site Registration 8 am - 5 pm Foyer Bolivar Ballroom	On-site Registration 8 am - 12 pm / 1 pm - 3 pm Foyer Bolivar Ballroom	On-site Registration 8 am - 12 pm / 1 pm - 3 pm Foyer Bolivar Ballroom	
Trading Post: Donations drop-off 8 am - 5 pm Foyer Bolivar Ballroom	Trading Post: Donations drop-off 8 am - 5 pm Foyer Bolivar Ballroom	Trading Post: Donations drop-off 8 am - 5 pm Foyer Bolivar Ballroom	Trading Post: Donations drop-off 8 am - 5 pm Foyer Bolivar Ballroom	Trading Post: Donations drop-off 8 am - 12 pm / 1 pm - 3 pm Foyer Bolivar Ballroom		
Oral Presentation Upload 8 am - 5 pm Foyer Bolivar Ballroom	Oral Presentation Upload 8 am - 5 pm Foyer Bolivar Ballroom	Oral Presentation Upload (last chance to upload presentations for Tuesday's talks) 8 am - 5 pm Foyer Bolivar Ballroom	Oral Presentation Upload (last chance to upload presentations for Wednesday's talks) 8 am - 5 pm Foyer Bolivar Ballroom	Oral Presentation Upload (last chance to upload presentations for Thursday's talks) 8 am - 12 pm / 1 pm - 3 pm Foyer Bolivar Ballroom	Oral Presentation Upload (last chance to upload presentations for Friday's talks) 8 am - 12 pm / 1 pm - 3 pm Foyer Bolivar Ballroom	
Silent Auction Items drop-off 9 am - 5 pm Kalamary room I	Silent Auction Items drop-off 9 am - 5 pm Kalamary room I	Silent Auction Items drop-off 9 am - 5 pm Kalamary room I	Silent Auction 9 am - 5 pm Kalamary room I	Silent Auction 9 am - 5 pm Kalamary room I	Silent Auction 9 am - 4 pm Kalamary room	
		Exhibitors/Vendors Setup 8:00 pm Guacamayo meeting room	Exhibitors/Vendors 8:30 am - 7:15 pm Guacamayo meeting room	Exhibitors/Vendors 8:30 am - 7:15 pm Guacamayo meeting room	Exhibitors/Vendors 8:30 am - 7:15 pm Guacamayo meeting room	Exhibitors/Vendors Close 1 pm Guacamayo meeting room
		Poster setup 2 pm - 5 pm Cartagena meeting room / Mezzanine and Guacamayo Mezzanine	Poster Display All day Cartagena meeting room / Mezzanine and Guacamayo Mezzanine	Poster Display All day Cartagena meeting room / Mezzanine and Guacamayo Mezzanine	Poster Display All day Cartagena meeting room / Mezzanine and Guacamayo Mezzanine	Posters Taken Down by 1 pm Cartagena meeting room / Mezzanine and Guacamayo Mezzanine
Workshop 11: Future Tech for Large-scale Monitoring 9 am - 1 pm Bolivar Ballroom A	Workshop 7: Applications of Sea Turtle Reference Genomes 9 am - 1 pm Bolivar Ballroom A	Workshop 1: A Strategy Framework on the Development of Solutions to Address Trafficking and Direct Take of Sea Turtles 8:00 am - 5:30 pm Bolivar Ballroom A	Opening Remarks Dr. Diego Amoroch 8.30 - 9.00 am Keynote Address Ximena Rojas Giraldo (DECRA) 9.00 - 9.15 am Dr. Hector Barrios-Garrido 9.15 - 9.45 am Brad Nahill 9.45 - 10.15 am Bolivar Ballroom C-D-B-E	Population Biology and Monitoring II 8.30 am - 10.20 am Bolivar Ballroom A-F	In-water Biology II 8.30 am - 10.20 am Bolivar Ballroom A-F	Population Biology and Monitoring IV 9 am - 11 am Bolivar Ballroom A-F
Workshop 4: Reducing Bycatch 9 am - 5 pm Bolivar Ballroom F	Workshop 2: Drones and Turtles 9 am - 1 pm Bolivar Ballroom F	Workshop 9: Male Sea Turtles: Current Global Conservation and Research Efforts 8:00 am - 12:00 pm Bolivar Ballroom D		Fisheries and Threats I 8.30 am - 10.20 am Bolivar Ballroom C-D	Anatomy, Physiology and Health I 8.30 am - 10.20 am Bolivar Ballroom C-D	Conservation, Management and Policy III 9 am - 11 am Bolivar Ballroom C-D
Workshop 12: Strengthening Community-based Environmental Education 9 am - 5 pm Bolivar Ballroom B	Workshop 5: Designing Behavior Change Campaigns for Sea Turtle Conservation 9 am - 1 pm Bolivar Ballroom B	Workshop 3: Sea Turtle Medicine and Rehab 1:30 pm - 5:30 pm Bolivar Ballroom B	MORNING BREAK 10.15 - 10.45 am Foyer Bolivar	MORNING BREAK 10.20 am - 10.50 am Foyer Bolivar	MORNING BREAK 10.20 am - 10.50 am Foyer Bolivar	MORNING BREAK 11 am - 11.30 am Foyer Bolivar
Workshop 10: 4th Workshop on Plastic Pollution and Sea Turtles 2 pm - 6 pm Bolivar Ballroom C	Workshop 8: Student Committee 2 pm - 6 pm Bolivar Ballroom C	Workshop 6: The Climate-threats matrix 1:30 pm - 5:30 pm Bolivar Ballroom C	Special Session (Illegal Trade) 10.45 am - 12.15 pm Bolivar Ballroom C-D-B-E	Nesting Biology III 10.50 am - 12.28 pm Bolivar Ballroom A-F	In-water Biology III 10.50 am - 12.40 pm Bolivar Ballroom A-F	Keynote Address Dr. Rod Mast 11.30 - 12.00 am Dr. Luis G. Narango 12.00 - 12.30 pm Closing Remarks Dr. Diego Amoroch 12.30 - 1 pm Bolivar Ballroom C-D-B-E
	Regional Meeting: RETOMALA 9 am - 9 pm Bolivar Ballroom D	Regional Meeting: Africa 8.00 am - 12 pm Bolivar Ballroom C		Fisheries and Threats II 10.50 am - 12.28 pm Bolivar Ballroom C-D	Education, Advocacy and Outreach 10.50 am - 12.28 pm Bolivar Ballroom C-D	

Saturday, March 18	Sunday, March 19	Monday, March 20	Tuesday, March 21	Wednesday, March 22	Thursday, March 23	Friday, March 24
	Regional Meeting: Oceania 2 pm - 6 pm Bolivar Ballroom A	Regional Meeting: IOSEA 1:30 pm - 5:30 pm Bolivar Ballroom D	LUNCH BREAK 12.15 pm - 2 pm	LUNCH BREAK 12.30 pm - 2 pm	LUNCH BREAK 12.30 pm - 2 pm	LUNCH BREAK 1 pm - 2:30 pm
	Special Meeting: WIDECAST 8 am - 5 pm Guacamayo meeting room	Regional Meeting: Mediterranean 8:00 am - 12 pm Bolivar Ballroom B	Social, Economic and Cultural Studies 2 pm - 3.26 pm Bolivar Ballroom A-F	In-water Biology I 2 pm - 3.26 pm Bolivar Ballroom A-F	In-water Biology IV 2 pm - 3.26 pm Bolivar Ballroom A-F	Student Judges Lunch 1 pm - 3 pm Chivas Restaurant
		Special Meeting: Laud OPO Network 8:00 am - 5:30 pm Bolivar Ballroom F	Nesting Biology I 2 pm - 3.26 pm Bolivar Ballroom C-D	Conservation, Management and Policy I 2 pm - 3.26 pm Bolivar Ballroom C-D	Fisheries and Threats III 2 pm - 3.26 pm Bolivar Ballroom C-D	Mural Unveiling Ceremony 2:30 pm - 3 pm Foyer Bolivar Ballroom
		Special Meeting: WIDECAST 8 am - 5 pm Guacamayo meeting room	AFTERNOON BREAK 3.30 pm - 4.00 pm Foyer Bolivar	AFTERNOON BREAK 3.30 pm - 4.00 pm Foyer Bolivar	AFTERNOON BREAK 3.30 pm - 4.00 pm Foyer Bolivar	ISTS Business Plenary 3 pm - 5 pm Bolivar Ballroom C-D-B-E
		Special Meeting (by invitation only): Planning meeting Colombian Ministry of Environment 9 am - 12.30 pm Kalamary II	Population Biology and Monitoring I 4 pm - 5.02 pm Bolivar Ballroom A-F	Population Biology and Monitoring III 4 pm - 5.02 pm Bolivar Ballroom A-F	Anatomy, Physiology and Health II 4 pm - 5.02 pm Bolivar Ballroom A-F	Awards Ceremony 7 pm - 8 pm Farewell Banquet 8 pm - 11 pm Bolivar Ballroom C-D-B-E
		Volunteer meeting 6 pm Kiosko La Marina	Nesting Biology II 4 pm - 5.02 pm Bolivar Ballroom C-D	Conservation, Management and Policy II 4 pm - 5.02 pm Bolivar Ballroom C-D	Fisheries and Threats IV 4 pm - 5.02 pm Bolivar Ballroom C-D	
		Cultural Night 7 pm - 8 pm Bolivar Ballroom C-D-B-E	SHORT BREAK 5.05 pm - 5.20 pm	SHORT BREAK 5.05 pm - 5.20 pm	SHORT BREAK 5.05 pm - 5.20 pm	
		Welcome Social 8 pm - 11 pm Gardens ("Jardines")	Special Session (Technology) 5.20 pm - 6.20 pm Bolivar Ballroom C-D-B-E	Special Session (Hatcheries and Ecotourism) 5.20 pm - 6.20 pm Bolivar Ballroom C-D-B-E	Special Session (Community) 5.20 pm - 6.20 pm Bolivar Ballroom C-D-B-E	
				Art Mural Handprints 3 pm - 5 pm Foyer Bolivar Ballroom	Art Mural Handprints 3 pm - 5 pm Foyer Bolivar Ballroom	
			Poster Session (Meet the Authors) 6.25 pm - 7.25 pm Cartagena de Indias meeting room / Mezzanine and Guacamayo Mezzanine	Poster Session (Meet the Authors) 6.25 pm - 7.25 pm Cartagena de Indias meeting room / Mezzanine and Guacamayo Mezzanine	Poster Session (Meet the Authors) 6.25 pm - 7.25 pm Cartagena de Indias meeting room / Mezzanine and Guacamayo Mezzanine	
			Board of Directors Meeting 6 pm - 11 pm Sala VIP Tinajero	MTSG meeting 6 pm - 8 pm Bolivar Ballroom AF	Travel Grant Chairs Lunch 12.30 pm - 2 pm Chivas restaurant	
			Video Night 7:30 pm - 10:30 pm Bolivar Ballroom AF	Student Social Mixer 7:30 pm - 10:30 pm Speed Chatting w/Experts 7:30 pm - 9:30 pm Turtle Trading Post 7:30 pm - 9:30 pm Bolivar Ballroom C-D	Live Auction 8 pm - 12 am Bolivar Ballroom C-D-B-E	

二、與會相關照片



開幕照片



閉幕照片



贊助商攤位(左邊 Wildlife computer;右邊 Lotek)



藝術壁畫(由 The Turtleman Foundation, Artesanias Tortugas Sin Fronteras, and the Hilton Cartagena Hotel 贊助)



與會人員與外交部哥倫比亞代表處合影



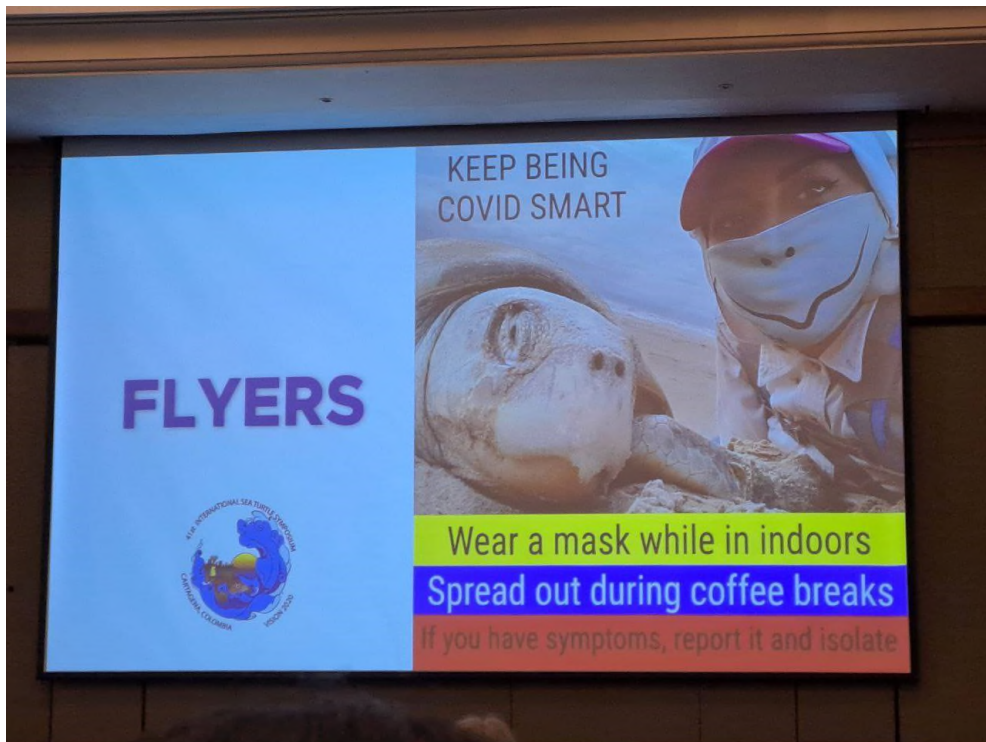
李宗賢助理研究員與義大利收容中心負責人交流



本署與馬來西亞 MRF 非營利組織交流



本署與會人員與 Dr. Larry 在會場海龜藝術牆合影



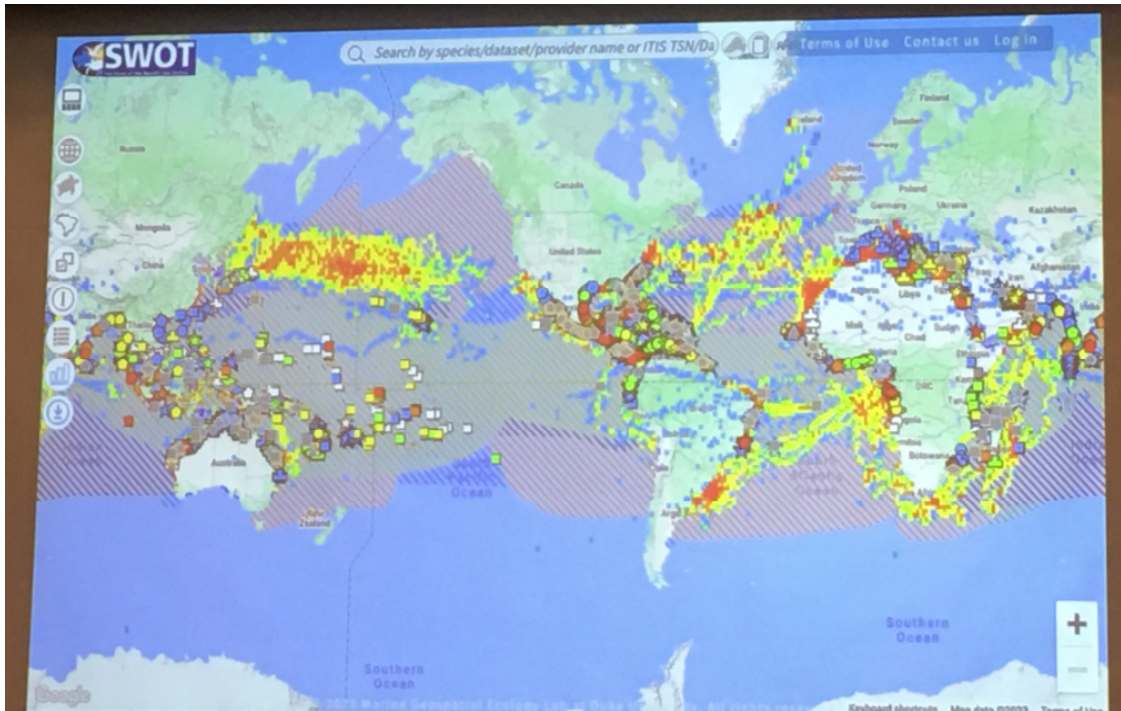
本次會議對於 COVID-19 的防疫相當落實，與會人員也相當配合



ISTS41 贊助廠商



ISTS41 工作人員



SWOT 海龜生物地理學地圖和數據庫

18 Years of SWOT Report
(seaturtlestatus.org)

						<p>Beautiful</p> <p>Readable</p> <p>Solutions oriented</p> <p>Accessible</p> <p>Free!</p>

SWOT 出版的刊物

三、 ISTS41 整體執行計畫



PROGRAM

