

出國報告(出國類別：其他)

參加第8屆生物紀錄科學國際研討會

服務機關：農業部水產試驗所
姓名職稱：江偉全 副研究員
派赴國家：日本東京
出國期間：113年3月3日至13日
報告日期：113年6月3日

摘要

第 1 屆生物紀錄科學國際研討會(International Bio-Logging Science Symposium, BLS)於 2003 年 3 月在日本東京國家極地研究所(National Institute of Polar Research)首次舉行。時隔 20 年，再次回到日本東京舉辦第 8 屆 BLS(BLS8)，大會採用實體及線上混合模式同步舉行。BLS8 於 3 月 4 日至 8 日在日本東京大學舉行，總計有來自世界 15 個國家 300 位專家學者參與。本次研討會回顧 20 年來生物紀錄科學的發展成就，並展望生物紀錄科學的未來。總計有 9 場專題演講，80 場口頭演講、164 張海報及 16 張線上海報發表。筆者代表本中心發表兩篇海報論文，分別為運用電子標識紀錄器解析西北太平洋鬼頭刀棲所利用與下潛行為模式(Habitat use and diving behavior of dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in northwestern Pacific Ocean using electronic tags)及西北太平洋太平洋黑鮪產卵洄游海洋環境特徵解析(Spawning migration characteristics of Pacific bluefin tuna (*Thunnus orientalis*) in northwestern Pacific Ocean)，鬼頭刀及太平洋黑鮪皆屬於季節性洄游大洋性魚種，本研究主題深入解析臺灣東部海域大洋性魚種產卵洄游、季節性移動和棲所利用，獲得與會者熱烈的迴響。

關鍵詞：行為生態學(Behavioural Ecology)；鬼頭刀(Dolphin fish)；太平洋黑鮪(Pacific bluefin tuna)；季節性洄游(Seasonal migration)

目錄

摘要.....	I
目錄.....	II
一、目的.....	3
二、會議過程與結果.....	3
三、心得與建議.....	12
四、附圖.....	14

一、目的

第 1 屆生物紀錄科學國際研討會(International Bio-Logging Science Symposium, BLS) 於 2003 年 3 月在日本東京國家極地研究所(National Institute of Polar Research)首次舉行。過去 20 年，BLS 已在全球舉辦了 6 屆，分別在英國聖安德魯斯(St. Andrews)、美國太平洋叢林(Pacific Grove)、澳洲霍巴特(Hobart)、法國斯特拉斯堡(Strasbourg)、德國康斯坦茨(Konstanz)和美國檀香山(Honolulu)。「生物紀錄科學」如今已在不同的研究領域蓬勃發展，不僅在海洋領域，而且在陸地研究領域。這幾年由於新冠病毒(COVID-19)疫情蔓延全球，影響了野外的研究調查工作，但也激發了加強社區範圍合作的發展，例如 COVID-19 生物紀錄倡議(COVID-19 Bio-Logging Initiatives)。2024 年，再次回到日本東京舉辦第 8 屆 BLS(BLS8)(圖片 1)，這是回顧 20 年來生物紀錄科學的發展成就，也展望生物紀錄科學的未來！

此次 BLS8 也支持東京永續活動實踐(Sustainable events in Tokyo)，充分意識到讓 BLS 會議盡可能可持續的重要性。因此，BLS8 積極採取以下做法來支持東京的永續活動。包括：減少紙張浪費(Reduce paper waste)、減少塑膠瓶的使用(Reduce plastic bottle use)、使用環保材料(Use eco-friendly materials)、支持年輕一代提高永續發展意識(Support younger generations to raise awareness of sustainability)及強調生物多樣性及其保育的重要性(Emphasize the importance of biodiversity and its conservation)。

BLS8 由東京大學 Prof. Katsufumi Sato 負責籌辦，籌辦委員皆為日本知名生物紀錄科學研究學者，包括 Taiki Adachi、Kagari Aoki、Shizuko Hiryu、Ryo Kawabe、Satoko Kimura、Takashi Kitagawa、Yuya Makiguchi、Yoko Mitani、Hiromichi Mitamura、Tomoko Narazaki、Junichi Okuyama、Kentarō Sakamoto、Akinori Takahashi、Hina Watanabe、Yuuki Watanabe、Maki Yamamoto, Ken Yoda 及 Makoto Yoshida 等。此次研討會由於是在後疫情情況下舉行，因此大會採用實體及線上混合模式同步舉行(hybrid-style symposium)，報名現場參加者人數控制在 300 人，線上報名人數達 60 人。

二、會議過程與結果

BLS8 於 2024 年 3 月 4 日至 8 日在日本東京大學伊藤國際會議廳(Ito Hall, Ito

International Center)舉辦(照片 2&3)。口頭發表在伊藤國際會議廳，總計有 9 場專題演講，80 場口頭演講、164 張海報及 16 張線上海報發表。

3 月 3 日 12:00 研討會在東京大學舉辦 5 場研習會，分別是:1) Physio-Logging: Heart Rate and Energy Expenditure with Physio-Logging and the New Era of Physio-Logging and Their Grand Challenges，介紹最先進的生理記錄方法，特別強調不同物種的短期和長期心率測量，解決記錄和處理此類數據的方法挑戰。我們也介紹了新技術和趨勢，以及一些新的生理記錄工具的開發，這些工具將能夠估計生理能力和能量使用; 2) Using hidden Markov models (HMM) to uncover ecological state dynamics from biologging data，隱馬可夫模型(HMM)是用於由基礎狀態驅動的時間序列觀察值的彈性統計模型。在過去的十年中，HMM 在生態社區中變得越來越受歡迎，因為它們允許從嘈雜的傳感器數據中揭示行為狀態動態。例如，對生態感測器資料的典型基於 HMM 的分析將涉及對行為狀態佔用的內部(例如性別、大小、年齡)和外部(例如溫度、棲息地)驅動因素的調查; 3) Edge computing on bio-loggers，大多數生態研究遵循傳統的資料收集和處理框架，首先收集原始資料(例如使用生物紀錄器、GPS 和無線電標籤或相機陷阱)，然後進行事後處理(例如使用個人電腦或雲端伺服器)。邊緣運算是將運算和儲存資源部署在靠近資料來源的地方。這種新模式減少了資料傳輸延遲和頻寬使用。野生動物生態研究以多種方式受益於邊緣運算。邊緣運算可以提高研究的分辨率和持續時間。低數據延遲(例如異常檢測)使研究人員和管理人員能夠更快地做出回應，以進行現場評估(例如在社交網路分析、疾病生態學或反盜獵中)。透過邊緣運算的自動觸發邏輯有助於更好地使用電池和存儲，從而實現高吞吐量自動遠端野生動物監測; 4) High Resolution Movement Analysis，許多生物紀錄儀比其他感測器(例如磁力計和壓力感測器)更高的採樣率記錄來自某些感測器(例如加速度計)的數據。由此產生的多速率資料集是有關動物行為的豐富資訊來源，但分析起來可能具有挑戰性; 5) Immersive 3D Visualization for Biologging Data，隨著計算和渲染軟體的新進步，我們可以將大量資料輸入到逼真的場景中，以數據驅動的故事講述。透過視覺化的數據，可以更快地產生見解，與他人分享科學知識，並累積動力來保護世界各地的重要棲息地。研習會後，17:00 在東京大學 Coop Cafeteria 舉辦歡迎茶會(Icebreaker Party)。

3月4日上午9:30由Prof. Sato在伊藤國際會議廳主持大會開幕式(圖片4),首先介紹地主東京大學的悠長校史及BLS 20年來的發展過程,並竭誠歡迎來自15個國家的與會者。大會安排9場特別專題演講(Keynote Speakers),安排在每日早上及下午的第一場議程中(Morning & Afternoon Session)。(1) Roxanne Beltran教授(University of California Santa Cruz)主講題目:From individuals to ecosystems, how can bio-loggers help solve fundamental ecological questions?(從個人到生態系統,生物紀錄器如何幫助解決基本的生態問題?)(圖片5)。Beltran教授致力於架構動物行為和生理學成為自然界中看到的生態和演化模式,研究團隊利用生物紀錄器為跨學科理論提供信息,包括移動資訊、捕食者與餌料之關係、罕見物種分佈及海洋生態系統之建構。並共同創立了「Building a Better Fieldwork Future program」(建立未來更好的野外工作)計畫,該計畫致力於為年輕的野外調查科學家提供更安全的田野環境。演講主要內容;幾十年來,生物紀錄器(Biologger)陸續發現令人興奮的結果,除了吸引了大眾的目光,更激勵了越來越多的年輕科學家。更小、更便宜和日益先進的生物紀錄器不斷發展,在任何時候都能記錄多樣性物種在時間與空間分布的特徵,這場科技革命提供了前所未有的利器。最近,生物紀錄科學領域正在從行為模式描述進化至轉向過程的釋義。Beltran教授描述如何使用生物紀錄器來測試假設並挑戰行為和生態學中的理論預測,這些例子表明生物紀錄科學領域透過詳盡的記錄重新建構行為特徵,有望解決長期存在的不確定性。而生物紀錄科學的下一階段勢必將透過建立公平的國際和跨學科夥伴關係、彌補陸地與海洋間的未被探究的鴻溝。因此建立生物紀錄科學技術,被視為生物體和生態系統建立不可或缺的工具與知識。

(2) Emily Bennitt 副教授(Okavango Research Institute, University of Botswana),主講者題目:Biologging for conservation in changing southern African environments(生物紀錄在南非環境保育之運用)。Emily 副教授以生物紀錄科學應用於移動生態學之探討,特別是在高變異性之季節性生態系統中,尋找保育問題的解決方案,這些生態系統亦正面臨著氣候變遷和日益人類開發的壓力。Bennitt 副教授以生物紀錄科學應用於移動生態學之探討,特別是在高變異性之季節性生態系統中,尋找保育問題的解決方案,這些生態系統亦正面臨著氣候變遷和日益人類開發的壓力。Bennitt 副教授也是「AfriMove」資料庫計畫的共同主持人之一,該資料庫匯集了非洲各地哺乳動物的生物紀錄資料。演講

主要內容:在氣候變遷的影響下，南部非洲的生態系預計將變得更加炎熱和乾燥，導致野生動物和人類對日益有限的自然資源產生更大的壓力。非洲哺乳動物需要獲得足夠的空間，透過在季節性生產區域之間移動來適應不斷變化的條件，這些區域可能會在時間和空間上發生變化。技術進步允許監測生理過程，監測捕食造成的短期壓力、飼料限制和疾病造成的長期壓力，所有這些都可能隨著時間的推移而變化，結合 GPS 移動記錄與加速度器建立活動模式，配合遙測資料，可以解析行為與環境因子之關係。生物紀錄科學在生態保育議題的一些應用，包括評估對氣候事件時間變化的反應，例如降雨；透過行為和生理適應來量化應對資源限制（包括水和飼料）的能力；了解保護區的連通性；突顯生態廊道對遷徙之重要性；確定人為發展的影響，包括障礙和人工供水。皆可以將多種生物紀錄研究成果結合起來，加深我們對野生動物如何應對和適應不斷變化的環境條件的理解，提供保育工作重要科學建議。

(3) Lei Cao 教授(State Key Laboratory of Urban and Regional Ecology & Research Center for Eco-Environmental Sciences (RCEES), Chinese Academy of Sciences)主講題目: Novel mapping of the flyway corridors of wildfowl in the East Asian Australasian Flyway (東亞至澳大利亞野禽遷徙廊道創新繪製)。Cao 教授究東亞的大型水鳥及其濕地棲息地，最初對在長江越冬的水鳥數量下降進行監測，發現有必要了解這些鳥類在整個年度週期中面臨的壓力，以便有效保護它們，開創性的追蹤研究確定了遷徙廊道，並確定了生物地理亞群，這對於其有效管理和保護至關重要。新穎的生物紀錄技術解決解析這些長途遷徙者面臨的能量挑戰，亦記錄它們賴以獲得營養/能量的關鍵棲息地，填補當前保護網絡的空白。演講主要內容: Cao 教授團隊結合了 EAAF 野禽的最新追蹤數據來定義它們的飛行路線廊道，將離散的繁殖、換羽、分期和越冬分佈聯繫起來，以定義它們的生物地理亞群。進一步結合衛星遙測資料，大大地提高對於野禽在整個年度週期中使用的關鍵地點和棲息地的了解，並驗證了中國和俄羅斯相對較少的主要亞洲河流氾濫平原及其相關濕地棲息地的重要性。由於該地區持續面臨發展壓力，生物紀錄資訊可用來支持遷徙路線保育計畫，以保護這些洪氾區、濕地和水鳥等，讓鳥類資源可以生生不息。

(4) Jeremy Goldbogen 副教授(Stanford University)主講題目: Integrative Biology at the Largest Scale (最大規模的整合生物學)(圖片 6)。Goldbogen 副教授為位比較生理學家，研究海洋生物的整合生物學。研究生涯先以研究蜂鳥和翼足類動物的運動物力學，現在

執教於美國史丹佛大學太平洋叢林霍普金斯海洋研究中心，專精於大型海洋哺乳類整合生物學。演講主要內容:巨型海洋濾食動物是在哺乳動物和魚類的幾個獨立譜系中演化而來的，目前最大的個體是鬚鯨小目類(Mysticeti)。因此，我們很幸運，不僅生活在一個巨人時代，而且還生活在一個生物紀錄科學和遙測感應技術發展時代，使我們能夠研究體重達上限的生命時代。最大的鬚鯨類是鬚鯨科(Balaenopteridae)物種，該類群表現出一種特殊的濾食方式，稱為衝刺式進食法(lunge feeding)。複雜的解剖學和生物力學的適應性，使得衝刺式進食的鯨魚能夠高速吞下大量充滿餌料的水。隨後，在長時間的過濾階段，被吞沒的水被從嘴裡過濾掉，留下大量的餌料可供攝入。儘管鬚鯨類具有良好的流線型以減少阻力，但它們的流線型形狀和姿勢很差，因為在進食時嘴巴張開。其結果是可預見的高阻力，同時體力耗費成本也很高。儘管衝刺式進食的成本很高，但整體覓食成本可能較低，因為時間主要由潛水和過濾期間的游泳滑行為主。當餌物密度很高時，鬚鯨類獲得的能量比消耗的能量高出幾個數量級。如此高的預測效率是鬚鯨類產生脂質的能力的基礎，這些脂質可以為大尺度跨越海盆規模的遷徙提供燃料，並支持這種規模的繁殖的高能量需求。與密切相關的物種相比，鯨魚的覓食能量的規模可以讓我們深入了解為什麼鯨魚體型雖較大，但體型卻不是無限巨大。

(5) Yusuke Goto 副教授(Nagoya University)主講題目: Movement strategy of birds in response to wind (生物測井研究中社區營造與協作的力量)。Goto 副教授致力於動物行為與物理學綜合分析，特別關注鳥類如何根據風來調整不同時空尺度的飛行。將數學模型與生物紀錄數據結合(利用隨機過程模型來根據鳥類追蹤資料估計風況)，從而揭示鳥類的導航策略，並透過採用機械模型和最佳控制理論，將滅絕的鳥類和翼龍與現代鳥類的翱翔能力進行比較。演講主要內容:動物運動機制涉及生態學和物理學的跨學科研究領域。動物運動由三個相互關聯的層次結構組成:通常由物理學控制的微觀尺度機制、行進方向的中尺度調節以及宏觀尺度的路線選擇。這些因素共同會對動物的健康產生重大影響。基於這些層次結構，動物運動策略可以製定為最佳化問題，從而產生一些理論預測，現在可以使用生物紀錄技術來記錄動物運動來測試這些預測。在各種動物中，海燕、海鷗和信天翁等海鳥可能為研究細微尺度飛行動力學對方向和路線選擇的影響提供了寶貴的機會。這些海鳥的飛行方式很大程度上依賴風，被稱為動態翱翔。因此，動態翱翔機制與環境之間的相互作用預計將顯著影響這些海鳥的宏觀運動。Goto 副教授示範

了動態翱翔飛行如何影響信天翁(*Diomedea exulans*)的方向和路線選擇。透過比較信天翁在繁殖季節的 149 條 GPS 軌跡和全球遊艇比賽中的 28 條帆船軌跡，我們發現信天翁的導航策略與受帆船物理學限制的遊艇運動員所採用的導航策略非常吻合，這項研究強調了物理和工程等其他領域開發的導航策略如何幫助揭示野生動物運動的基本原理。

(6) Christian Rutz 教授(University of St. Andrews)主講題目: The power of community building and collaboration in bio-logging research (生物紀錄科學中社群建立與合作之重要性)。Christian 教授對動物保護、尖端研究方法和政策制定有著廣泛的興趣。觀察新喀裡多尼亞烏鴉所面臨的挑戰促使他突破了陸地生物紀錄科學的界限，並領導了在野生鳥類上使用視訊紀錄器和近距離紀錄器的先驅團隊。Rutz 教授是國際生物紀錄學會(International Bio-Logging Society)的創始主席，也是 COVID-19 生物紀錄倡議(COVID-19 Bio-Logging Initiative)的主席，該倡議是一個聯合國認可的全球研究聯盟，旨在調查傳染性肺炎疫情封城期間(pandemic lockdown)動物運動模式的變化。演講主要內容: Rutz 教授指出在 2020 年初，世界各國政府開始實施行動限制，以控制 COVID-19 的傳播，導致人類流動性暫時大幅減少。這些封鎖是在最悲慘的情況下發生的，為深入了解人類與野生動物的相互作用機制提供了寶貴的機會，並有望產生深遠的保育影響。COVID-19 生物紀錄倡議將 200 個陸地、空中和水生物種所使用的 13,000 枚電子標識器，匯集了超過 10 億個位置資訊，從而能夠啟動豐富的協調子項目組合。包容性的協作模式使不同的團隊能夠開發和領導子項目，並鼓勵、重視和公平地認可社區的貢獻(例如透過共同創作成果)。本次主題會議將展示已完成、正在進行和新設立的子項目的工作，並輔以關於聯盟式研究計畫中平等、多樣性、包容性和重要性的演講。Rutz 教授將國際生物紀錄學會與其他網絡群組結合，培養社區凝聚力、共同目標、集體責任感和信任。Rutz 教授與兩個新的、社區主導的項目分享在這些共同成就的基礎上再接再厲，促進數據發現和協作的全球標籤註冊表(TRACK = Tag Registry for Advancing Conservation Knowledge, 促進保育知識的標識註冊表)和用於追蹤動物的聯盟跨越全球城市化的梯度，以確定人類與野生動物可持續共存的創新途徑(城市探索計畫)。

(7) Ana Sequeira 教授(Australian National University)主講題目: A global perspective on marine megafauna movement (海洋巨型動物運動的全球視角)。Ana 副教授專注於研究動物運動特徵，且對於開發新模型和分析方法以幫助了解海洋環境充滿興趣，特別強調

支持海洋空間規劃和保育。Sequeira 副教授正在領導海洋巨型動物(大型遷徙海洋脊椎動物,如鯊魚、鯨魚、海豹、北極熊)運動生態學的開創性研究,參與大型運動生態學家網絡,並參與了一系列全球計畫。演講主要內容: Sequeira 副教授指出增加海洋保護區是扭轉海洋生物多樣性喪失的必要步驟,且介紹 MegaMove 計畫 (<http://www.megamove.org/>; 聯合國海洋十年計畫),該計畫是 378 名生物學家、生態學家、物理學家和海洋學家,分別來自 49 個國家的 285 個機構之間獨特的跨學科合作的結果。海洋巨型動物群包括在維持生態系統平衡方面發揮關鍵作用的物種,可被視為指標物種。MegaMove 利用全球海洋巨型動物類群有史以來最大的追蹤資料庫,檢測具有生態重要性的區域。可以選擇這些區域來優先保護,包括用於鳥類、鯨類、魚類、企鵝、北極熊、海豹、海牛和海龜等主要海洋巨型動物重要生活史階段的棲所。Sequeira 副教授展示如何利用這些數據來揭示海洋巨型動物的空間利用,與人為威脅區域之間的嚴重重疊,包括商業捕魚、航運、噪音、塑膠和氣候變遷。了解海洋巨型動物和人類活動的時空共現提供了基礎訊息,可以透過管理來緩解這種情況。根據不同物種對人類活動的脆弱性創建風險指數,以揭示當前威脅水平並了解該如何減輕威脅並更好地保護海洋巨型動物(全球遺產)的關鍵。

(8) David Sims 教授(Marine Biological Association (MBA) Laboratory & University of Southampton)主講題目: Where climate change, fisheries and predator behaviour collide: exploring shark responses to deoxygenating environments (氣候變遷、漁業與掠食者行為的衝突:探索鯊魚對缺氧環境的反應)。Sims 教授專注於研究鯊魚的行為和生理生態,解析鯊魚的運動、棲息地利用和分佈及探討了人類活動對受威脅物種的影響。現在領導著全球鯊魚移動資料庫(www.globalsharkmovement.org),該資料庫參與者來自 26 個國家的 150 多名科學家。演講主要內容: Sims 教授指出人類造成的氣候變遷導致全球海洋升溫且缺氧區加劇,上層溫度增高且溫度分層增加,較低的深度溶氧層變淺皆對海洋動物分佈和豐度產生影響,對於高需氧量的頂級掠食者(例如大洋性鮪旗鯊魚)來說可能尤其重要。由於表層水溫增加和缺氧區擴大(導致棲息地受限),鯊魚的棲息地體積會減少,並且魚類進一步集中到更狹窄的垂直棲息地,在那裡它們更容易受到漁業的影響。在未來更溫暖的海洋中,運用棲息地模型以幫助保護鯊魚種群,特別是在氣候變暖和海洋日亦缺氧的情況下。

(9) Yossi Yovel 教授(Tel-Aviv University)主講題目: From active sensing to foraging decision making - studying bats in the wild (從主動傳感到覓食決策—以野外蝙蝠研究為例)。Yovel 教授從事蝙蝠生物聲納研究，應用機器學習技術對生物聲納回波進行分類，並開發了微型生物紀錄器配戴多項感測器，安裝在蝙蝠身上並記錄 GPS、音訊和生理數據。演講主要內容: Yovel 教授指出蝙蝠是非凡的飛行員和令人驚嘆的航海家。許多蝙蝠物種每晚都會遷移數十公里來尋找食物，有些蝙蝠物種每年會遷移數千公里。由於蝙蝠體型較小(小於 5 公克)且性質敏捷，因此在自然環境中研究蝙蝠一直極具挑戰性。Yovel 教授開發了新型微型感測器，針對小蝙蝠進行 GPS 標記，從而打開一個新的視窗來記錄它們在野外的行為。運用這項技術來追蹤蝙蝠幼體從出生到成年的幾個月。追蹤蝙蝠的完整運動活動使我們能夠證明它們使用新穎的捷徑，這是基於認知地圖的導航的典型特徵。並運用配置在蝙蝠身上的微型麥克風，推斷並研究了它們的覓食成功和社會行為，顯示了社會性利弊之間的權衡。因此，這項新技術使研究團隊能夠記錄和模擬現實生活中蝙蝠長時間的大規模覓食決策。

日本綜合大學博士生 Soma Tokunaga 以「Enhanced thermoregulatory ability in regionally endothermic shortfin mako sharks」為題，在開幕演講後的第一場議程中口頭發表(圖片 7)，此研究是臺日漁業科學研究之部分成果。魚類體溫影響許多生理過程，了解體溫調節能力和機制是比較生理學和生態學的一個重要挑戰。魚類中僅有數十種包括鮪魚和鋸峰齒鯨在內的許多物種的核心身體溫度都比周圍的水溫高(即區域吸熱)。先前的研究表明，大目鮪具有顯著的在重複潛水期間，體溫調節能力的升溫速率比降溫速率高出一個數量級。然而，目前尚不清楚鼠鯊科(Lamnidae)鯊魚是否具有類似的能力。在這項研究中，我們記錄了兩種區域性吸短鰭灰鯖鯨的潛水行為和肌肉溫度以及三種變溫鯊魚(鋸峰齒鯨、一種虎鯊和鯨鯊)。所有個體都潛入>150 m，期間環境溫度變化 7~20 °C。發現一個簡單的熱預算潛水期間在加熱和冷卻階段之間切換熱交換率的模型無法解釋灰鯖鯨的肌肉溫度痕跡，雖然成功吻合了肌肉三種變溫物種的溫度痕跡。但仍需要更複雜的模型來解釋灰鯖鯨肌肉溫度變化，顯示灰鯖鯨在吸熱模式和保溫模式之間切換模式不僅在冷卻和升溫階段之間，而且在這些階段之一內。吸熱模式期間的升溫速率比冷卻速率高一個數量級保溫模式。這種差異與大目鮪相近，並且比大多數迄今所研究的物種魚類大得多。此研究顯示灰鯖鯨可以根據環境條件在生理和行為上控制它們的熱交換率

，與其他生態相似的變溫動物相比，具有更高的溫度調節能力。

筆者代表本中心發表兩篇海報論文，分別在 3 月 4 日及 3 月 6 日在海報展議程中發表(圖片 8)。(1)運用電子標識紀錄器解析西北太平洋鬼頭刀棲所利用與下潛行為模式(Habitat use and diving behavior of dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in northwestern Pacific Ocean using electronic tags)，解析鬼頭刀洄游範圍與移動特徵模式對於掌握生態訊息至關重要，並有助於建立重要的移動分布模式及管理策略擬定。本研究利用生物紀錄技術將 11 枚衛星標識紀錄器配置在鬼頭刀魚體，監測西北太平洋鬼頭刀的移動分布範圍以及棲息深度和溫度之利用模式。鬼頭刀總計紀錄 5-42 天，從標識野放至標識器脫離魚體的直線移動範圍為 28 至 296 公里，標識之鬼頭刀形成緯度遷徙模式，並且經歷的海面溫度(SST)在 20°C 等溫線海域。下水深從水面到 255 公尺深，經歷的水溫為 15-30.6°C。鬼頭刀有超過 50% 的時間棲息在較溫暖的水域 (>20°C)且靠近表水層(<5 m)，並且在夜間比白天進行更廣泛的垂直遊動。晝夜垂直運動模式的顯著變化主要發生在黃昏過渡期間。鬼頭刀的垂直運動主要發生在混合層深度 (MLD)，深度分佈似乎受到相對於海表溫度差異 6°C 的水層。本研究揭示了鬼頭刀的運動模式，可提供資源評估模式建構之生態參數與管理策略擬定之科學依據。(2)西北太平洋太平洋黑鮪產卵洄游海洋環境特徵(Spawning migration characteristics of Pacific bluefin tuna (*Thunnus orientalis*) in northwestern Pacific Ocean)，太平洋黑鮪為高度洄游性魚種，主要棲息在北太平洋的溫帶地區，偶爾出現在南太平洋澳洲和紐西蘭附近的，但洄游路徑資料相當缺乏。本研究使用彈脫型衛星標識器(PSAT)來監測西北太平洋黑鮪成魚的移動行為特徵及棲息利用海洋環境深度和溫度。2021 年 5 月標識放流 3 尾太平洋黑鮪魚，PSAT 在魚體時間總計 128 天。從標識野放位置到標識器脫離魚體的直線距離為 797 公里至 2,743 公里。記錄的最深下潛深度為 1,458 公尺，水溫為 2.6°C。在產卵場海域，太平洋黑鮪表現出淺層振盪潛水行為，並在白天和夜間頻繁出沒在表層。產卵場附近的太平洋黑鮪經歷表水溫為 26-31°C，該區域擁有反氣旋渦流。當太平洋黑鮪離開產卵場並向北移動到日本時，水溫為 21-26°C，棲息水深小於 500 公尺 (>7°C)。黑潮的蛇形海洋結構對於魚類的分佈產生了重大影響。但標識之太平洋黑鮪穿過黑潮曲流並到達黑潮延伸部分(KE)，但太平洋黑鮪並未隨 KE 往東移動，而是向北移動至日本北海道地區，海水表面溫度為 13-21°C，並有氣旋渦流的海域。本研究追蹤太平洋黑鮪成魚在產卵場的移動行

為，並深入了解了該物種在西北太平洋的產卵洄游特徵，引起日本與美國相關研究學者高度的關切。

此次參與 BLS8 的廠商皆展示最新且最符合生物紀錄科學研究的各種器材與儀器(圖片 9)，廠家皆為世界知名品牌，包括 Little Leonardo、Wildlife computers、Druid Technology、Manitty、CLS (co-sponsored with Cubic-i)、CATS、Biologging Solutions、KoEco、e-obs、Ecotone、Lotek Wireless、SMRU Instrumentation、Cellular Tracking Technologies、Ornitela、Copernicus Technologies、STAR ODDI、Heliot Europe、Tanaka Sanjiro Co., Ltd、Vectronic、Nippon Kaiyo、Aerospace GmbH 及 Migrate Technology，生產各式各樣生物紀錄科學研究相關設備，提供生物紀錄科學研究人員進行各種動物之行為特徵研究所需。

三、心得與建議

此次 BLS8 在睽違 20 年後重返日本東京舉辦，創辦人日本國家極地研究所 Prof. Nato 依舊康健且全程與會(圖片 10)，Prof. Sato(圖片 11)傳承 Prof. Nato 將 BLS 再升級到 BLS8，完成創舉，實屬不易(圖片 12)。且在研討會中也發現日本國家對於生物紀錄科學不餘遺力在推廣，並將生物紀錄科學內容納入小學教科書中(圖片 13)，為全球首見。

BLS8 並於研討會後隔天 3 月 9 日 10:00~12:30，在原場地專門為高中及大學生舉辦公開演講(Public talk)，活動主題為「Unlocking Nature's Secrets: A Journey from Underwater Realms to Outer Space」。「生物紀錄科學」(Bio-Logging Science)一詞是 2003 年在東京舉行第一屆國際研討會時創造的。從那時起，BLS 研討會每兩到三年在世界各地舉行一次。BLS8 時隔 20 年再次在東京舉行。為此，主辦單位以面對面和線上課程相結合的混合形式為高中生和大學生舉辦講座。主辦單位安排國際 BLS 研究人員及美國 NASA 太空人等，包括 Dr. Tomoko Narasaki (名城大學)、Dr. 佐藤勝文(東京大學大氣海洋研究所)、Dr. Roxanne Bertrand(加州大學聖克魯斯)、Dr. Christian Lutz(聖安德魯斯大學)及 Dr. Jessica Mier (NASA)(線上講座)(圖片 14)，分享關於野外生物紀錄科學的有趣且易於理解的研究過程，全程以英語演講的方式，並請日本生物紀錄科學專家酌情以日語適時說明，亦是世界首舉。與會年輕學子不僅超過 100 人參加踴躍，並且有不少學生

以流利的英語提問，相當驚人。

此次大會議程安排按照往例僅有一個主會場進行發表，因此與會者可以專注聆聽每一場發表，相對可以獲選口頭發表，皆是具有相當的吸引力內容或是特殊的物種，會議廳寬廣舒適且同步配置有兩個大螢幕，影音視覺效果極佳。海報論文發表亦分別安排在3個下午舉行，每天僅安排50-60場次，讓與會者可以全心參與發表，互動熱烈且氣氛極佳。BLS8會場在日本東京大學校園內，環境優雅且多處具有代表性的地標建築(安田講堂、赤門及銀杏道等等)，皆是令人難忘的精深奧秘學術殿堂。

四、附圖



照片1、BLS8大會徽章。



照片2&3、日本東京大學及伊藤國際中心。



照片4、Prof. Sato主持研討會開幕式。



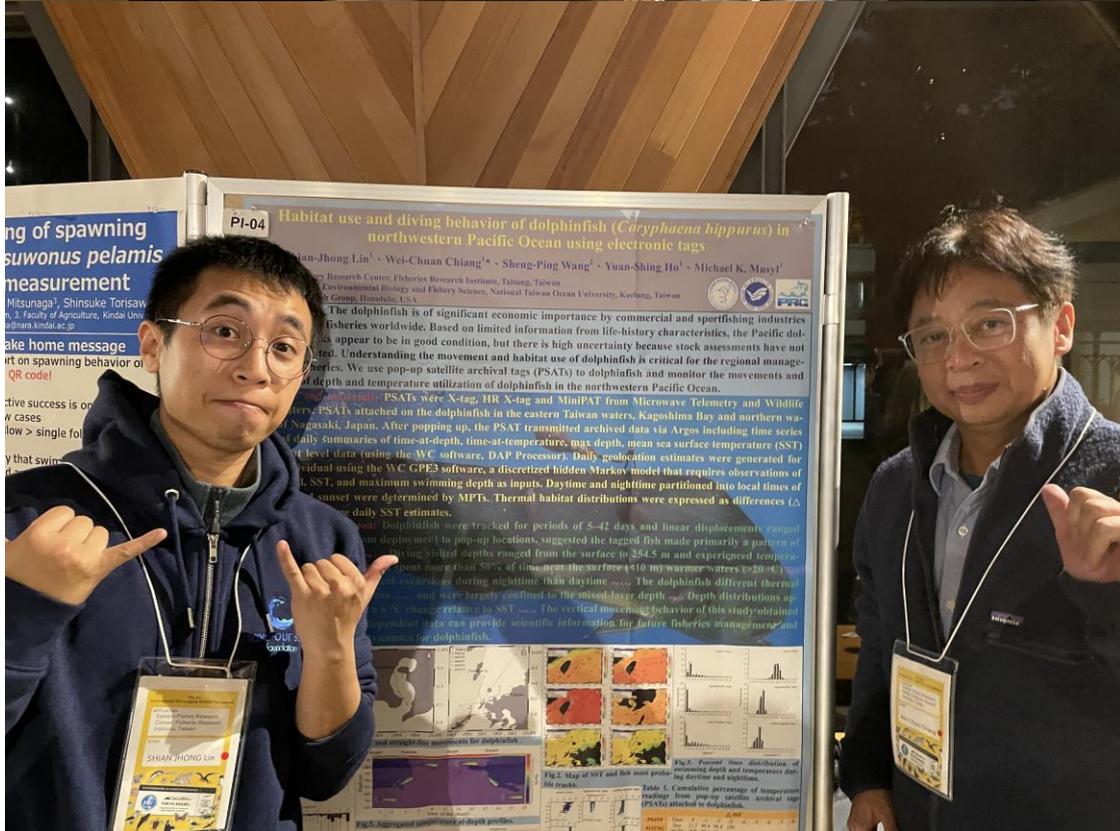
照片5、演講會開幕演講邀請Prof. Roxanne Beltran主講「From individuals to ecosystems, how can bio-loggers help solve fundamental ecological questions?」。



照片6、美國史丹福大學Jeremy Goldbogen教授專題演講。



照片7、日本綜合大學博士生Soma Tokunaga以「Enhanced thermoregulatory ability in regionally endothermic shortfin mako sharks」為題發表口頭論文。



照片8、筆者代表研究中心發表兩篇海報論文。



照片9、BIOOGGING SOLUTIONS INC.(上)及Wildlife Computers展示最新及最迷你款生物紀錄器材。



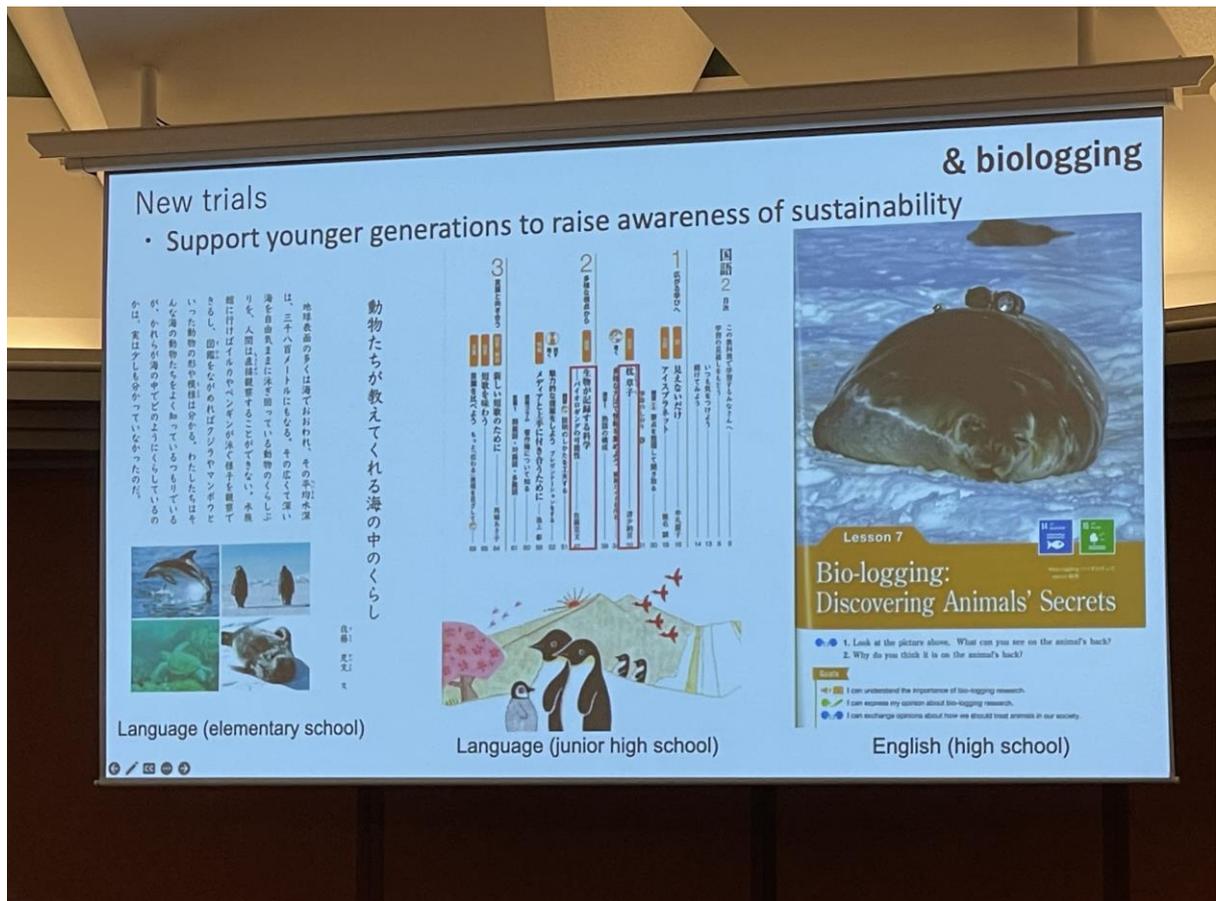
照片10、筆者與BLS創辦人Prof. Nato(右二)賢伉儷及大會協辦人Prof. Watanebe合影



照片11、筆者贈送專書給BLS8主辦人Prof. Sato。



照片12、研討會開幕式由歷屆BLS主辦人共同主持「【清酒】鏡開」儀式(以木槌敲開酒樽來祈福、慶賀，表達最高敬賀之意的傳統儀式)。



照片13、日本將生物紀錄科學內容納入中小學教科書。



照片14、線上講座Jessica Mier 博士(NASA)演講曾經參與生物紀錄科學研究歷程。

