

SILIC——全年無休的 AI生態調查助手

吳世鴻¹



農委會特有生物研究保育中心於高海拔試驗站設置的PAM監測站，裝設的自動錄音機固定每6分鐘會進行1分鐘錄音，幫助科學家記錄海拔3,000公尺冷杉林的四季聲景。

一、前言

為面對全球氣候變遷帶來的嚴峻挑戰、呼應聯合國永續發展目標（Sustainable Development Goals,

SDGs）、積極參與國際事務，行政院國家永續發展委員會於2018年訂定「臺灣永續發展目標」，共計有18項核心目標。其中，核心目標15為「保育及永續利用陸域生態系，以確保生

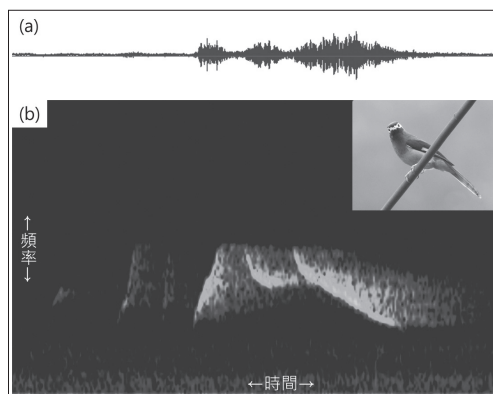
| 註1：行政院農業委員會特有生物研究保育中心。

物多樣性，並防止土地劣化」，其對應指標包括推動生物多樣性的施政、監測及評估，要求各級政府及相關工程應檢核、維護及保育環境生態及生物多樣性。然而，生態調查並非易事，需耗費大量的專業人力、時間和財物資源，使得生物多樣性資料的累積，不論在時間和空間上，都相當不足。如何提高生態調查能量，成為能否達成政策目標的關鍵之一。

二、公民科學與自動相機調查

生態調查的專業人力和研究資源有限，因此，近年來公民科學在全球各地蓬勃發展，鼓勵社會大眾參與科學研究，以擴大生態調查的量能，協助解決研究資料不足的問題。行政院農業委員會（簡稱農委會）特有生物研究保育中心亦積極推動及運用公民科學來加速生物多樣性資料的累積，例如成立「路殺社」蒐集動物路殺的大數據，協助改善用路及保育的衝突。又例如推動「臺灣繁殖鳥類大調查」及「臺灣新年數鳥嘉年華」等鳥類長期監測計畫，評估鳥類在面對氣候變遷及產業發展下的變化趨勢。然而，在一些不易抵達的環境，例如高山或海島，或需要經常性執行的調查，並不適合推展公民科學。此時，利用如自動相機等自動化調查設備，可有效彌補不足。

自動相機可代替調查人員在野外長期記錄野生動物影像，成為近年



將聲音從原本的波形資料 (a) 轉換成頻譜圖 (b) 後，白耳畫眉圓潤嘹亮、尾音略帶上揚的「飛飛飛飛呀」哨音，在圖上顯現出富有特徵的鮮明輪廓，成為SILIC學習「聽聲辨種」的材料。

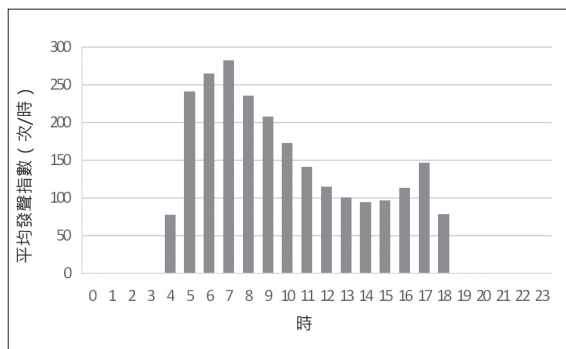


北方中杜鵑的歌聲是低沈、圓潤，帶有共鳴感覺的「咕咕——咕咕——」聲。

來被大量運用的調查工具，農委會林務局即在所轄林班地架設了逾300台自動相機，監測野生動物的族群變化。然而，自動相機能調查的視角範圍有限，較適合偵測於地面活動的中大型動物，或者是出現於固定棲架上的鳥類，對於其他動物的偵測能力較弱。而新興發展的被動式聲學監測系統 (Passive Acoustic Monitoring, PAM)，剛好可以填補這個缺口。



紅嘴黑鵲高亢的3音節，宛如在叫著「小氣鬼、小氣鬼」。



利用PAM蒐集聲景音檔，再利用SILIC擷取其中的動物叫聲，可以發現生活在玉山國家公園南部園區的白耳畫眉，每天的鳴唱高峰出現在5~7點，並在其後遞減，在傍晚時再出現一波小高峰，隨即沉寂。

三、SILIC與PAM

PAM是在野外架設自動錄音機，錄製環境內的聲景（Soundscape，包含動物聲音、環境音及人為音），並從中擷取出所需生物訊息的調查方法。PAM可以用來調查各種會發出聲音的動物，包括陸上或水中的蟲、魚、鳥、獸，甚至難以用眼睛或耳朵觀察

的蝙蝠和鯨豚，都可以用PAM來進行調查。為了建置臺灣的PAM監測網絡，農委會林業試驗所及中央研究院網格計算專題中心，於2014年合作建置了亞洲聲景平台，在臺灣海、陸域廣設PAM樣站，錄製了大量的聲景錄音檔，目前由中央研究院生物多樣性研究中心負責管理。但緊接下來的挑戰，是如何快速有效地將錄音檔中的生物訊息擷取出來。因為聽聲音辨識物種需要高度專業的知識技能，而動輒數百、數千、甚至數萬小時的錄音檔，也絕非可以輕鬆完成的工作。

為解決此一「聽聲辨種」的難題，農委會特有生物研究保育中心於2022年成功研發出了會聽動物聲音的AI人工智慧——SILIC（Sound Identification and Labeling Intelligence for Creatures，生物音智慧辨識與標記系統）。SILIC是透過將聲音訊號轉換成頻譜圖圖像，再利用深度學習模型，訓練AI「看」出頻譜圖中的聲音是哪種動物在叫。目前SILIC已學會臺灣169種動物的253類聲音，包括137種鳥類、23種蛙類、8種哺乳類和1種壁虎。SILIC每分鐘可以分析高達1小時的錄音檔，擷取出其中的生物訊息。也就是1,000小時的錄音檔，SILIC僅需半天多的時間就可以完成分析，速度之快是人工作業完全無法比擬的。

由於自動錄音機的操作非常簡易，非專業人員即可輕鬆架設，因此



有利於大量設置，以建置長期監測所需的PAM網絡。而有了SILIC的幫助後，便可無懼於PAM蒐集到的巨量錄音資料，讓研究人員可以透過聲音大數據，監測野生動物的行為、分布和族群動態，協助檢核、維護及保育生物多樣性政策的推動。

四、結語

隨著科技的日新月異，利用AI協助各項工作的進行已是世界潮流，生態調查自不可落後於其他領域。SILIC已開放於GitHub (<https://github.com/RedbirdTaiwan/silic>)，歡迎任何商業及非商業行為的應用。期許SILIC不只能對生物多樣性的長期監測有所助益，更可善加運用於其他面向，例如環境影響評估、公共工程生態檢核、生態服務給付等，為維護及保育臺灣生態環境盡一份力。