

飛翔的精靈：昆蟲飛行秘技特展簡介

Flying Genius: Introduction of Special Exhibition of Insect Fly Secret

歐陽盛芝 國立臺灣博物館

Ou-Yang, Sheng-Chih National Taiwan Museum

昆蟲的種類和數量都很多，與人類生活習習相關。這些昆蟲多具有翅膀能夠飛翔，不僅有利於生存競爭，更是仿生的重要素材，雖然體型嬌小卻具高超飛行技術，就像飛翔的精靈。

「昆蟲飛行秘技特展」是從科學的角度，探討昆蟲飛行的各種面向和秘密，這也是國內首次以昆蟲飛行為主題的特展。除了以各種圖文呈現外，還向國立臺灣大學昆蟲學系昆蟲標本館借展200多隻昆蟲標本，並展出一些放大的昆蟲模型，協助觀眾認識和理解昆蟲相關知識。展場分成：前言、飛行俱樂部、有翅昆蟲的演化、昆蟲的翅膀、飛行目的和功能、昆蟲飛行原理、昆蟲飛行的能量供應、影響昆蟲飛行的因素、昆蟲飛行的應用等九大部分，內容簡介如下。

昆蟲是最早具飛行能力的動物，有別於飛狐猴、飛鼠(鼯鼠)、飛魚、飛蜥、飛蛙、飛蛇、飛鳥賊等沒有翅膀卻能滑翔的動物，牠們與翼龍類、鳥類、蝙蝠類都具有翅膀能真正飛翔，其中昆蟲類是唯一能飛行的無脊椎動物，只要人類能生活或植物可存活區域都可見到。

有翅昆蟲約出現於石炭紀，不但享有領空優勢且明顯擴大活動範圍，能飛越障礙物覓食或棲息，增加躲避天敵或逃生技能。昆蟲翅膀數目從零至二對，其起源主要有四種假說，但有翅亞綱的昆蟲，有些會出現後天無翅的形態。翅膀是靠翅鍵骨的關節構造與身體連接，其結構、形狀、脈相、翅面附屬物、顏色、斑紋等變異很大，其中脈相是重要分類依據，翅紋則具有求偶、警告、偽裝等作用。翅膀經演化呈現如翅覆、翅鞘、半翅鞘、平均棍、假平均棍、



昆蟲飛行秘技特展展出各種昆蟲標本(林士傑攝)



昆蟲飛行秘技特展展出大型蜻蜓模型(林士傑攝)

纓翅、扇狀翅、鱗翅、膜翅等各類外形和功能。

翅膀可增加昆蟲生存及分散能力、取食及生育機會、避免敵害、適應環境等功效，依目的和功能可分成：短程移動、長程遷移、溝通傳遞訊息、求偶交配的婚飛、和自殺的飛蛾撲火等。牠們用間接肌和直接肌的收縮及舒張控制飛行運動，以不同速度定向飛行、定點懸停、急速轉向、甚至倒退往後飛行等，並靠複眼傳送的光流資訊導航以避開障礙。每種昆蟲的振翅頻率和飛行速度因物種、飛行目的、飛行距離、及飛行方式而異。

昆蟲飛行所需能量包括碳水化合物、脂類化合物、氨基酸等，大多數以碳水化合物做為起飛或短程飛翔的燃料，但長時間不間斷飛翔主要是利用脂類化合物。昆蟲體溫變化可反映飛行強度和能量消耗速

率，當體溫變化愈大其飛行強度愈強，能量消耗速率愈快。

飛行會受外界環境影響和本身生理因素調控。溫度、濕度、光照、氣象、食物、族群密度等環境因素，會直接影響昆蟲的遷移行為，其中光週期是誘導昆蟲遷移的重要信號；而青春激素、遺傳、和分子等生理因素調控也很重要。

因此科學家探討昆蟲飛行構造、原理、和機制等秘技，應用在我們的生活，例如研發多用途的微型飛行機器昆蟲、多功能的生化昆蟲無人機，並持續運用蚊子抵抗雨水衝擊的原理、具自潔能力的透明蟬翼、和能阻止翅膀破裂擴大的昆蟲翅脈，開發其他仿生相關產品，讓微小的昆蟲發揮出巨大的潛力與商機。



昆蟲飛行秘技特展展場(林士傑攝)



大鳳蝶 *Papilio memnon heronus* (陳素瓊攝)



紫紅蜻蜓 *Tritemis aurora* (陳素瓊攝)