



# 分析環境基因 縮短田野考察

## 科學講堂

傳統的生態學研究一點都不簡單：一個生態系統範圍廣闊，往往包含數以百計、千計的生物種類；要詳細了解它們，需要花費研究人員大量精力與時間。不過，不斷發展的基因技術，現正幫助生態研究進行得更快。今次就和各位分享一下這方面的故事。

### 翻山涉水去觀察 容易受傷又費時

生態學及保育生物學的一個主要範圍，就是弄清楚什麼生物以怎樣的方式在哪裡生活。這往往需要研究人員的大量野外工作，比如說生態學家要了解大鯢這種兩棲類動物的生活方式，過往可能要在水中浮潛、在溪流附近檢查，甚至翻開大石尋找。這些戶外的活動固然有一定令研究人員受傷的風險，但效率應該是一個更大的問題。在一天之內，研究人員最多只可以檢視兩三個生態場地，而演化生物學家Mark de Bruyn就為了研究淡水水蝨，在東南亞花了六個月時間收集樣本，在每個場地經常要逗留一個星期左右。



◆生態學家想說服農民保護蝙蝠的生活環境，得證明牠們以害蟲為糧食。資料圖片

保育蝙蝠生活的環境。在過往，研究人員可能要收集蝙蝠的糞便，再在顯微鏡下詳細觀察，從中尋找各種昆蟲的遺骸；有了基因分析技術之後，研究人員可以將蝙蝠糞便中找到的基因進行排序分析，從而辨別出蝙蝠究竟進食了哪些昆蟲。

時至今日，基因分析技術成為了生態學家們的一大幫手，各種生物在環境中生活，都不可避免地留下基因，科學家們可以經由分析這些遺留在大自然中的基因來認識生物生活的狀況，不一定要長期留在野外觀察。

比如說，生態學家希望能證明蝙蝠以農作物害蟲為糧食，以便說服當地農民幫忙



◆以往生態學家想研究大鯢的生態，就得到溪流去。圖為工作人員檢查野生大鯢的情況。資料圖片

### 兩個草原收樣本 偵測基因過百種

基因分析技術的運用，也可以大幅加快生態學的研究，如de Bruyn的學生，現在只需到野外收集溪水樣本，就能夠分析出不少生態的資料。在每一個生態場地，他們只需停留一兩日；不需一個月，就完成野外工作。

在疫症之中，經常用來檢驗病情的PCR（聚合酶連鎖反應）核酸檢測，就是生態學家可以利用的重要工具。其後發展了更進一步的技術，除了偵測特定物種的基因，還可以同一時間檢驗不同生物種類（例如哺乳類、魚類）的DNA。比如說分子生態學家Philip Thomsen從兩個丹麥草原收集樣本，從中偵測到超過一百種昆蟲和節肢動物的基因。如果沒有基因技術，Thomsen往往要在一朵花旁逗留一整天，以便詳細記錄它與任何昆蟲的「交流」。

引入基因分析技術，也方便普羅大眾的參與。一般大眾可以到不同地方幫忙收集樣本，再交給研究人員進行分析即可，不需要有太專門的訓練。

例如分子生態學家Douglas Yu在2016年就動員160個公園護林員，在自然保護區中收集了大約三萬條水蝨。這些水蝨吸收了附近生活的生物的基因，對生態研究帶來很大的幫助。

基因技術的發展，除了推動生物學的進步，也幫助了生態學的進程。這再一次提醒我們，各個學科的相互關聯。基因技術能夠幫助我們了解一個環境中生活的物種，不過卻不一定可以準確地推斷出特定物種數量的多寡，所以傳統的生態學研究方法，還是會跟基因技術互相補足。

◆杜子航 教育工作者

早年學習理工科目，一直致力推動科學教育與科普工作，近年開始關注電腦發展對社會的影響。

## 直式下的數字是多少？

### 奧數揭秘

這次談一道類似填算式的題目，但又不是全部數字都找出來，當中有點好的想法。

問題：在以下的直式中，不同字母代表不同數字，求J代表的數字。

$$\begin{array}{r} A \ B \ C \\ D \ E \ F \\ + G \ H \ I \\ \hline 1 \ J \ 3 \ 2 \end{array}$$

答案：直式中，共有10個字母，有齊0至9，於是 $A + B + C + \dots + I = 0 + 1 + 2 + \dots + 9 - J = 45 - J$ 。由9的整除性得知， $45 - J$ 與 $1 + J + 3 + 2 = J + 6$ 下方各數字之和除以9的餘數相等。用0至9放在J裏檢查，得知J為2。

解題之中，主要是用上了9的整除性，就是各數加起來，最終的和各位數字和，跟加起來的幾個數，各位數字和，除以9的餘數相等。比如 $12 + 34 + 56 = 102$ ，就有 $1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 = 21 = 9 \times 2 + 3$ ，而 $1 + 0 + 2 = 3$ ，兩組數字和，都是除以9餘3。這樣看的話，就見到 $45 - J$ 和 $J + 6$ 除以9的餘數相等，後來就在檢查中得到答案了。

最後檢查那一步，若果用同餘的技巧，也可以計算出來，不用逐個數去試。即列出 $45 - J = J + 6 \pmod{9}$ ，移項得 $49 = 2J \pmod{9}$ ，左方取餘數得 $4 = 2J \pmod{9}$ ，然後左右各乘5，得 $J = 2 \pmod{9}$ 。用同餘技巧，計起來就直接些，不用試，只是知識門檻又高了，沒上邊的那麼易懂。

這道題的想法挺新奇。平常做填算式的問題，大概都是找各個數的線索，如什麼範圍之類。而這題裏的未知數也多了點，可能性多到試也試不出來，這感覺一下子就會嚇怕許多人。解題中的想法，完全避開了試數字，而是用整體的數字和作觀察，再用上同餘性質作考慮，是挺有創意的想法。

題目裏說到9的整除性，在平常計算整數的加減

法也有用處，比如可以用來偵測錯誤。幾個數加起來，用各個數的數字和，跟答案的數字和，各自看看除以9的餘數，是不是一致，也是一個偵測錯誤的方法。雖然3的整除性也有這個效果，但除以9的餘數，有0至8共9個數，比起除以3的餘數只有3個，巧合地一致的情況也少了，於是偵錯的能力也強一點。當然，就是見到餘數一致，也未必一定對了，只是偵測錯誤時，多個想法而已。

在這次問題中，9的整除性成了解題的關鍵，固然看到這方法的價值。不過這題到底只是一道特殊情景中的問題，要在當中得到一些普遍的指引，才是有較大得着的想法。比如能夠引到算術中偵測錯誤，就是較好的想法。

數學題裏，解答時內容有各種想法，是值得討論和交流的。在跟別人討論的過程中，若能留意到各人在題目裏得到的教訓，各自又引到什麼常見的問題去，就是交流之中較大的得着。各人因着各自的知識背景，往往有着不同的體會，這些都是值得學習的事。有些是認真的應用，有些可能只是聯想出來的笑話，但也會令學習本身增添了樂趣，加深了記憶。



◆山火每年造成不少破壞，如果用AI監測，及早發現，就可以防止山火蔓延，減少破壞。資料圖片

## AI監測環境 及早撲滅山火

### 智為未來

香港時有山火發生，根據漁農自然護理署的資料，2022年在郊野公園共發生了21宗山火，影響範圍甚廣，被燒毀的樹木達萬棵以上。

山火的危害不單是樹木被燒毀那麼簡單，森林在經歷大面積的嚴重山火後，很難恢復原貌，如果火災多次在相同地點發生，甚至會令森林變成裸地。除此以外，山火還會引致水土流失，污染空氣及下游水質，危害野生動物以至市民的性命安全。

### 愈早發現 愈少傷害

因此，漁農自然護理署高度重視預防山火的工作，措施之一就是對山林進行實時監測，冀及時發現山火，採取應對措施，盡可能減少傷害。傳統監測山火

的方法除了依靠山火瞭望台工作人員的監測和巡邏，亦依靠市民大眾的通報。然而，一般市民可能無法明確地說出發生山火的確實位置，令救援人員難以迅速展開行動。

早前，有中大大畢業生及其研究小組研發了一款森林火災監測機器人，相關人員可以透過智能火災監測警報系統，利用人工智能（AI）監測山林環境。

當監測機器人發現火災時，就會通過即時通訊軟件通知附近的指揮中心，或在數秒內撥打指揮中心電話，相關工作人員會根據系統建議，立即分配救災資源。通過3D地圖系統，工作人員可以準確知道火災的位置、範圍等，從而快速到達火災現場，並疏散市民。

AI技術造福社會，隨着其技術不斷進步，工作效率和準確度也隨之提高，為預防山火提供迅速靈活的救災方式，有效減少災害的影響。

◆中大賽馬會「智」為未來計劃 <https://cuhkjc-aiforfuture.hk/>  
由香港賽馬會慈善信託基金捐助，香港中文大學工程學院及教育學院聯合主辦，旨在透過建構可持續的AI教育生態系統將AI帶入主流教育。通過獨有且內容全面的AI課程、創新AI學習套件、建立教師網絡並提供AI教學增值，計劃將為香港的科技教育寫下新一頁。

聯合主辦：



捐助機構：

