

基因技術育新蘋果 果肉不易變黑

科學講堂

大家愛吃蘋果嗎？認識的蘋果又有幾種？不說可能不知，現今全世界我們知道的蘋果品種，其實多達7,500種；還有更多的蘋果品種，在近代已經絕種了。蘋果自身有什麼特別？我們又如何從科學的角度來認識它的不同品種？今天就和各位分享一下。

蘋果有逾七千品種

加拉蘋果、富士蘋果、澳洲青蘋果 (Granny Smith)、蜜脆蘋果 (Honeycrisp)，應該是比較多人認識的蘋果品種。不過，蘋果的品種比我們想像的更加豐富多彩：Autumn Glory (暫譯「秋天的榮耀」) 蘋果的果肉，有肉桂的香味；Winter Banana (暫譯「冬蕉」) 蘋果皮黃肉白，外貌和味道的確讓人想起香蕉；Bloody Ploughman (或譯「血紅農夫」) 蘋果的表皮深紅得發黑，難怪有這樣的名字。

蘋果有這麼多特徵各異的品種，反映出它們的基因圖譜中有很多不同的變種。這意味着，縱使是來自同一顆蘋果的種子，也會各自被不同的基因主導，因而生長出來的蘋果也可能會有很大的差別。

正因如此，培植蘋果的果農不會使用種子來繁殖蘋果，因為下一代蘋果的味道、外貌等等都會很難控制。相反，果農會運用接枝的方法，把喜好的蘋果枝條嫁接到其他的樹幹之上，就能長出有一定特色的蘋果。

近代蘋果品種的發展，充分反映了人為介入的影響。Red Delicious (台灣稱作「五爪蘋果」) 顏色深紅，醒目吸引，形狀亦相對方正，容易儲存，再加上不易變壞，而且外皮堅韌，可以保護果肉，因此受到大眾歡迎，被果農大量生產。在1968年到2018年，五爪蘋果都是美國種植得最多的蘋果品種，直到2018年才被加拉蘋果取代。

可惜的是，其他的蘋果品種就沒有那麼幸運了。蘋果樹的壽命一般為80年至140年，所以如果沒有人類特別照料，一些蘋果品種會很容易消失。研究人員指出，單在美國科羅拉多州，就有多達500種古老的蘋果品種，當中大概一半已經絕種了。

由於種類眾多，以往要辨別蘋果的品種依賴擁有豐富知識、經驗的專家去作出鑒定，結果難免有偏差；近年基因分析技術日漸成熟，就可以從一片蘋果樹葉中整理出那種蘋果的基因圖譜。蘋果的基因圖譜可以用七億五千萬個字母來代表，長度是人類基因圖譜的四分之一。

研究人員比較了差不多500種蘋果品種的基因和特徵，已經可以整理出大概6,000個蘋果基因對味道的影響，比如說一些基因與果肉中蘋果酸、果糖的多寡有關，因而控制了蘋果的味道。

基因工程的技術，也可以用來研發新的蘋果品種。例如一般蘋果的果肉在切開以後很快會氧化變黑，這與蘋果中某些酵素有關。研究人員改變了北極蘋果 (Arctic Apple) 的基因，壓抑了這些酵素的生產，因而令果肉不易變黑。

過往要培育新的品種，就要將不同的蘋果樹配種，等待新的品種長大結果，再分析成效、研究下一個配種的步驟。如此一來，從第一次配種到新品種上架售賣，起碼要花25年時間。



過往要培育新的品種，要等待蘋果樹長大結果，需要不少時間。

網上圖片



富士蘋果是十分常見的蘋果品種。

網上圖片



澳洲青蘋果由「史密斯老奶奶」無意中培植出來。

網上圖片

小結

蘋果基因的種類豐富，很適合使用基因技術。近年不少研究人員都在努力分析蘋果的基因，發掘新的品種，以至尋找古舊、不見了的蘋果種類，相信在不久的將來，我們會聽到更多有關蘋果的新發展。

◆ 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。

掌握已知線索 推理得出答案

奧數揭秘

問題：設 $f(x) = (x-3)^2 - 1$ ，求滿足 $f(|x|) = |f(x)|$ 的實數 x 的範圍。

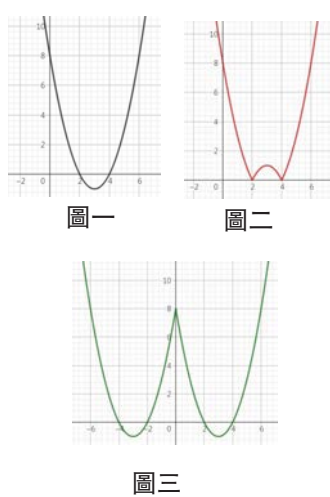
答案：已知 $f(x)$ 為一元二次方程，考慮圖像為拋物線，頂點為 $(3, -1)$ ，開口向上。考慮 $f(x) = 0$ ，得 $x - 3 = \pm 1$ ，得 x 截距為 4 或 2。
 $f(x)$ 的圖像為圖一，是平常的拋物線圖像。
 $|f(x)|$ 的圖像為圖二，則是把圖一的 y 值小於 0 的部分，沿 x 軸反射。
 $f(|x|)$ 的圖像為圖三，即是把圖一裏保留 x 大於 0 的部分，再沿 y 軸反射。
從圖像可得知，圖二和圖三重複的部分，也就是 $0 \leq x \leq 2$ 或 $x \geq 4$ 的部分。

題解中涉及函數圖像，用上繪圖軟件來說明後就容易知道範圍。若是沒繪圖軟件，就需要對包含絕對值的函數圖像有足夠的了解才行。

大致來說，包含絕對值的圖像，相對於原本未包含絕對值的情況而言，更需要留意絕對值符號內代數式變成負數的情況。比如上邊題目裏的等式，左方若 x 為 0 或正實數時，在圖三會見到，跟圖一是一樣的，分別都在 x 為負數的部分。而等式右方，若 $f(x)$ 為 0 或正實數時，圖一和圖二的相應部分是一樣的，分別都在 $f(x)$ 為負數的部分。

上邊等式左方的 $f(|x|)$ (圖三) 中， y 軸右方的圖像跟原本 $f(x)$ (圖一) 一樣，那怎樣想到左方的圖像怎樣？未有繪圖軟件，對圖像未太熟悉的時候，可以先找幾點做個對應，然後才歸納出整體情況。例如知道 $f(3) = -1$ ，由絕對值的特質，也易知 $f(|-3|) = -1$ ，那就找到其中一點。然後反覆代入幾個易計算的整數點，比如 x 為 1、2、4 等等，相應有 -1、-2、-4，也會出一個 y 值，也就容易說服了自己，那個圖像是左右對稱。

而等式右方的 $|f(x)|$ (圖二)，除了 $f(x)$ 本身就大於或等於 0 的部分，那些 $f(x)$ 變成負數的，也就另外考慮。比如考慮頂點 $f(3) = -1$ ，得



圖一

圖二

圖三

知 $f(3) = -1$ ，那就發覺有些數值位置有分別，可以多取幾點看看。由於圖像是連續的，用筆畫起來時，也就易看出趨勢變化，發現圖像在 x 軸以下的部分，會反射到 x 軸上方去。

面對絕對值或者其他陌生的函數，先考慮跟原本較熟悉的函數，有什麼共通處，然後再差異處理，仔細代入數值，再由圖像連續的性質，看看圖像初步的輪廓，多少能掌握這個新的圖像。

絕對值的部分，課內也有涉及，只是談到圖像以至圖像的變換和比較較少。在圖像的變換來說，課內談起左右平移，或沿着 x 軸或 y 軸放大縮小，也已經不少學生的難點，若是進一步談及絕對值的圖像，大概普遍比較吃力。

學生學圖像變換時往往會為了記憶各樣變換背一些口訣，形成一種固定做法，於是一旦偏離了原本的知識範圍，對圖像就覺得一無所知。

事實上，圖像變換後共通的部分還是有很多的，只要仔細代入一些數值，比如什麼時候有同一個 y 值、同一個 x 值又會算出怎樣的 y 值，不時會找到很多線索。探索未知，可以由已知開始。



◆ 微軟曾試驗在水下設立數據中心，發現其效率高於傳統數據中心。圖為沉入海底前的微軟伺服器。

網上圖片

伺服器過度耗能 AI 如何環保發展

智為未來

近年來，生成式人工智能 (Generative AI) 不但成為科學家在 AI 研究上的熱門題目，亦漸漸成為人類在生活和工作上不可或缺的工具。

其中，大家熟悉的 ChatGPT 在 2023 年平均每月頁面瀏覽量超過 10 億次，而每周活躍用戶超過一億人次。但是，這類 Generative AI 模型的熱鬧背後卻有着鮮為人知的環境代價。根據一篇與 AI 環保議題相關的論文作出的估算，在微軟最先進的美國數據中心訓練大型語言模型 GPT-3 就足以消耗 540 萬公升的水。而利用 ChatGPT 僅是回答 10 個至 50 個簡單問題就需要「飲」500 毫升的水，若以全球數億用家計算，耗水量不堪設想。

要減低 Generative AI 對自然環境的破壞，我們必須了解建構及使用 Generative AI 模型的能源消耗問題，才能在合適的位置中減低對環境造成的傷害。

首先，現時要訓練強大的 Generative AI 模型需要一個雲端服務供應商提供數萬個圖形處理器 (Graphics Processing Unit, GPU) 作為運算資源。而生產 GPU 晶片需要稀土金屬作為工業材料，在開採及提煉稀土的過程中會產生大量有害氣體和重金屬廢水，造成空氣、水質和土壤污染。

其次，現時經開發的 Generative AI 模型通常為深度學習模型，且參數和訓練數據以倍數上升，需要

消耗的運算資源就愈多，冷卻用水、電力供應與溫室氣體排放就更多。最後，在部署 Generative AI 模型於雲端伺服器作推理期間，需要用到大量電力來處理龐大的用戶量和水資源為雲端伺服器散熱。

避免浪費算力 減輕環境破壞

有見及此，我們作為 Generative AI 的使用者，亦有義務為保護地球環境出一分力。以下四點為大家在日常生活中運用 Generative AI 時可作出的改變。

第一：在決定訓練模型之前，可以考慮採用深度學習解決此問題是否最佳方案，是否可以用其他能耗較少的算法或者不使用人工智能解決。

第二：在決定從頭訓練模型之前，可以考慮是否可以在已訓練的大型模型上作特定的訓練 (微調)，從而減少所需的訓練時間和資源，並獲得良好的生成效果。

第三：如一定需要訓練深度學習模型，我們可以盡量選擇能源效率較高的雲端服務供應商或使用低功耗的硬體設備，避免不必要的能源消耗。

第四：我們應該開放已訓練模型的檔案和原始碼，供其他用家使用，以防止重複訓練模型所帶來的資源浪費及環境污染。

最後，雖然 Generative AI 技術發展非常迅速，但同時亦要評估 AI 發展對地球環境的影響，減低 AI 開發對大自然的破壞，使 AI 更符合可持續發展原則。

香港數學奧林匹克學校
Hong Kong Mathematical Olympiad School

聯合主辦 Co-organized by:
香港中文大學
The Chinese University of Hong Kong
工程學院及教育學院

資助機構 Funded by:
香港賽馬會慈善信託基金
The Hong Kong Jockey Club Charities Trust

◆ 張志基

簡介：奧校於 1995 年成立，為香港首間提供奧數培訓之註冊慈善機構(編號：91/4924)，每年均舉辦「香港小學數學奧林匹克比賽」，旨在發掘在數學方面有潛質的學生。學員有機會選拔成為香港代表隊，獲免費培訓並參加海外重要大賽。詳情可瀏覽：www.hkmos.org。

◆ 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。