

科學講堂

逢星期三見報

性別決定系統 維持蜂巢團結

蜂后有得揀 生女多過生仔

生物性別是如何決定呢？這是遺傳學中一個很重要的課題。人類性別的決定方法，大家可能早已略知一二，那麼蜜蜂是如何決定性別呢？在一個蜂巢中，雄蜂僅佔少數，蜂后和其他工蜂均屬雌性。因應這種特別的「社會結構」，蜜蜂發展了特別的遺傳方法。



人類性別由性染色體決定，即XX決定女性，而XY決定男性。 網上圖片

人類胎兒性別由精子決定

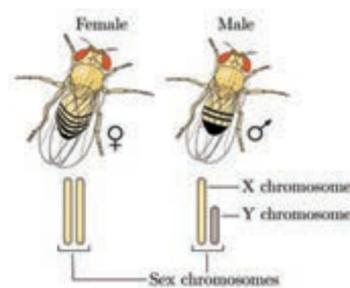
每人的基因圖譜中，擁有一對能夠決定性別的性染色體，分別是X染色體與Y染色體，有兩條X染色體是女性，男性則各有一條X、Y染色體。

生男生女取決於與卵子結合的精子，究竟是攜帶X還是Y染色體。

如果進入卵子的精子是X精子，和其結合形成的受精卵，就是帶有XX染色體的女胎；如果進入卵子的精子是Y精子，形成的受精卵，則為帶有XY染色體的男胎。事實上，是X精子或Y精子和卵子結合，各有一半的可能性，所以生男生的機會率是相等的。



在一個蜂巢之中，除了少數雄蜂外，蜂后和其他工蜂都屬雌性。 網上圖片



果蠅決定性別的機制，也和人類一樣。 網上圖片

基因親密 團結蜂群

這種決定性別的方法對蜜蜂有什麼好處？由非受精卵解出的雄蜂，只有一段從蜂后得來的基因，因此不會有太大的改變。在這種情況下，同一代的雌性工蜂間的基因就相對接近，牠們自己生下的後裔，在基因層面上往往還不如同輩「姐妹」來得親密。這樣有助於整個蜂群維持團結，為族群共同努力。

養蜂神父研蜜蜂性別

對於廣大生物界的其他生物而言，其性別決定便沒那麼簡單。十九世紀波蘭裔天主教神父John Dzierzon除了傳道，也是專業養蜂人。他認為：蜂后只有飛離蜂巢時，才會交配，而不會離巢的蜂后從未交配，只會產下雌蜂，因而推斷雄蜂來自未受精的卵子。

他並認為，受精卵則孵出雌蜂，部分成為蜂后繼承人，部分則成為工蜂。

從未受精的卵子孵出的雄蜂只有16條染色體，比雌蜂的32條少一半。這跟人類大不相同，因為未有受精的卵子不會發育成人類嬰兒。

基因決定蜜蜂性別

不過，他的理論並不完整。有研究人員利用近親交配去繁殖蜜蜂，結果受精卵有時孵出雄蜂，因此有否受精並不是決定蜜蜂性別的唯一理由。

如今科學界是這樣理解蜜蜂性別機制：蜜蜂同樣擁有決定性別的基因，受精卵由蜂后繼承一段基因，再由雄蜂繼承另一段基因。

倘若這兩段基因不同，便會孵出雌蜂。假如這兩段基因一樣，便會孵出雄蜂，因此受精的卵還是有可能孵出雄蜂。

然而非受精卵本來只從蜂后處遺傳一段基因，自然不會有「兩段不同基因」，因此就如Dzierzon觀察到的，未受精卵只會孵出雄蜂。

作者簡介：張文彥 香港大學土木及結構工程學士。短暫任職見習土木工程師後，決定追隨對科學的興趣，在加拿大多倫多大學取得理學士及哲學博士學位，修讀理論粒子物理。現任香港大學理學院講師，教授基礎科學及通識課程，不時參與科學普及及知識交流活動。

奧數揭秘

逢星期三見報

函數迭代 化繁為簡

在數學裡，函數是一個重要概念，大致上來說，就是一個用來描述兩個數的相應關係的概念。對於一個數x，它對應於另一個與x相關的數f(x)，比如f(x)=3x+1，那麼x=2的時候，f(2)=3×2+1=7。這個對於函數的理解，是一種粗略的理解，在課程內，函數的意思，也會按着不同程度，有着不同層次的描述方式。剛才描述的理解方式，對於以下內容已經足夠。

只是函數表示方式的一部分，千萬要分清楚。

這次談到的函數迭代，就是把函數自身反覆代入的意思，比如剛才的f(x)=3x+1，若是代入它自己本身，就是f(f(x))=3(3x+1)+1=9x+4，若是一直這樣做下去，不難想像到，是相當複雜的事。剛才的這個函數，表達式上還算簡單，若果原本的表達式複雜一點，再加上迭代數次後，那個最終的表達式，可以是複雜到不得了。

這次分享一道關於函數迭代的問題，看看在巧妙的技巧中，怎樣化簡了那麼複雜的變化。

問題

設f(x)=x²+12x+30，求方程f(f(f(x)))=0的最大實根。



答案

初看這道題目，若是硬生生的先求出f(x²+12x+30)=(x²+12x+30)²+12(x²+12x+30)+30的話，那末做下去就已經知道非常複雜。

這裡先做一點代數的變形，那樣會有大幅簡化的效果。

留意到f(x)=x²+12x+30=(x+6)²-6。那麼f(f(x))=((x+6)²-6)²-6=(x+6)⁴-6。因此方程是(x+6)⁴-6=0，得其中一個實根為x=6¹-6。留意到若x>6¹-6，則(x+6)⁴-6>0，因此為x=6¹-6最大實根。

領略數學簡潔美

在解題過程中，之所以把迭代的變化變得那麼簡單，關鍵在於當中用上了配方法(completing square)。這個只是在這一題有明顯效果而已，其他就不能一概而論。

其他也有些技巧比較常見的，比如橋函數法和不動點法之類，不過在奧數裡，這些都是頗困難的技巧，有興趣的讀者可以在網上尋找相關條目。

在迭代的過程之中，對於不同的x值，在反覆迭代之中，相關的數值變化起來，差異也可以很大。比如f(x)=3x+1之中，若x=0，代入後得f(0)=1，f(1)=4，f(4)=13，變起來的規律不太明顯。若果考慮x=-1/2，則f(-1/2)=3×(-1/2)+1=-1/2，即是代入之後和原本的數值一樣，這就是f(x)的不動點。

在函數迭代之中，原本的x值改變一點，跟最終迭代多次後的數值是不是差一點點，可以是兩回事。比如剛才的x=-1/2=-0.5，就是怎樣迭代都一樣，若是差一點變成x=-0.51，迭代幾次之後都是完全不同。

函數迭代的題目，由於它有明顯的複雜性，因此在反覆迭代之中，最終能化簡成為一道簡單的算式，當中的成功感是很大，而且也會看到數學裡簡潔的美。

由於在數學技巧來說，在奧數的範圍內仍是相當複雜的課題，在課程內是難以接觸的，即使偶爾在挑戰題上略有涉獵，但複雜程度也有限，跟奧數相關的題目難以相比，看到的變化也很有局限。這也令到奧數在介紹這個課題上，變得有意義了。

張志基

簡介：香港首間提供奧數培訓之教育機構，每年舉辦奧數比賽，並積極開辦不同類型的奧數培訓課程。學員有機會獲選拔成為香港代表隊，參加海外重要大賽。詳情可瀏覽：www.hkmos.org。



創科學園

隔星期三見報

根據教育局《推動STEM教育—發揮創意潛能》報告，STEM教育的推行目標，包括讓學生建立穩固的知識基礎，提升他們對科學、科技和數學的興趣，及加強他們綜合應用知識等能力。

雖然香港以至不同地區正大力推動STEM教育，惟甚少對STEM教育的成效進行研究。外國的研究指出，推行STEM教育的教師面對不同挑戰，包括教師的大學本科知識、教師的個人特質、對課程變革的接受程度，以至學校在行政上的配合等。

教師能力性格至關重要

除了上述挑戰外，還有一系列關於STEM教育的問題，有待大家去釐清，例如「何謂一個STEM課程？」、「STEM中不同學科如何整合？」、「STEM教育在不同年級的學習成效有何不同？」、「STEM教育有否存在性別差異？」、「不同的社經地位會否影響學生學習STEM？」等。

學習STEM 愈早愈好

外國有研究發現，前線教師提供的STEM課程五花八門：包括S-T-E-M、S-T-E、S-T-M、S-T、S-E、S-M及E-M，共7種模式，其效應值(Effect Size)以推行S-T-E-M的一種模式為最高，其值為1.76(若效應值大於0.8，可理解其學習模式已具強效果，分數愈高，成效愈明顯)。

至於「STEM教育在不同年級的學習成效有何不同？」方面，外國的一些研究指出，在小學階段學習STEM教育，其效應值能高達2.95，較在中學階段的1.76為高，也較在大學階段才接觸STEM課程的1.18為高。

學童接觸STEM 成效高大學一倍

至於「STEM教育在不同年級的學習成效有何不同？」方面，外國的一些研究指出，在小學階段學習STEM教育，其效應值能高達2.95，較在中學階段的1.76為高，也較在大學階段才接觸STEM課程的1.18為高。



有研究指愈早接觸STEM，孩子的學習成效愈高。 網上圖片

這些外國研究例子雖不多，相信也可給予前線教師或學校一些啟示，包括學習者愈早接受STEM教育，其學習的成果愈強、愈明顯。除此之外，高整合性的STEM課程能有助學生學習，而採用S-T-E-M模式的課程，又最能夠提供真實的解難機會予學生，過程中亦最能讓學生成為自主的學習者。

張錦華博士

香港常識科教育學會理事、Google Certified Educator、Apple Teacher (Swift Playgrounds)

氣象萬千

隔星期三見報

每逢風雨季，天文台與政府飛行服務隊都會緊密合作，為機場安全及更準確探測熱帶氣旋共同努力。由天文台製作的氣象冷知識，介紹懸掛三號風球時，政府飛行服務隊的行動安排。

飛行服務隊主要為天文台提供24小時定翼機及直升機的緊急支援服務。為確保飛機在執行任務時運作正常，一班負責維護的機組人員，每天都會很仔細地檢查機隊，好像飛機引擎、直升機旋翼和液壓系統等，出動前亦要和機師了解任務詳情，除了要替機注入足夠燃料外，還要安裝不同的任務儀器。

提供24小時緊急支援

打風時，飛行服務隊會與天文台合作，用定翼機在熱帶氣旋的頂部，投放下投式探空儀，收集整個大氣層不同高度的氣壓、溫度、濕度、風速和風向等數據，幫助天文台測定風暴的位置及強度。

每次飛機回來的時候，機組人員都會詢問機師飛機有沒有不妥之處，除此之外，為飛機進行檢查、注入燃料，萬一有緊急事故，都可以立即起飛進行任務。

天氣情況當然會影響工作，因此機組

下投式探空儀 監測熱帶氣旋

飛行服務隊會投放下投式探空儀，協助天文台收集大氣層數據。 視頻截圖



人員會利用天文台的AMIDS(航空氣象資料發放系統)網頁，留意機場最新天氣資料，在風季及雨季，會特別留意會否有雷暴影響機場範圍。

當有熱帶氣旋影響香港的時候，機組人員會在停機坪吹起強風前，將所有飛機及工具移入機庫裡面，但同時需要確保所有飛機可以隨時出動。

簡介：本欄以天文台的網上氣象節目《氣象冷知識》向讀者簡介有趣的氣象現象。詳情可瀏覽天文台YouTube專頁：https://www.youtube.com/user/hkweather。

