

氣流強熔岩少 火山爆得奇怪

科學講堂

今年1月15日，太平洋島湯加發生的嚴重火山爆發，不知道大家還記不記得？是次火山爆發所造成的氣流、「連漪」，直接噴發到距離地面三十公里的大氣層中，甚至連高達八九十公里、位於大氣中的電離層、用於全球定位系統的人造衛星都能觀察到。不過這次的爆發除了威力驚人以外，在不少方面都跟科學家們熟知的火山活動有些不同，因而迅速成為大家的研究對象。今天就和各位討論一下湯加這次的火山爆發。

火山灰比正常少 熔岩地底未「逗留」

如前所述，這次湯加的火山爆發威力強大，將噴發物噴到高空之中，但所噴出的火山灰數量，卻並不相符。一般來說，如此強勁的爆發，應該噴出更多火山灰。這次火山爆發噴出的二氧化硫數量亦較少，只有約40萬公噸，並不足以影響全球的氣候；相較之下，1991年爆發的皮納圖博火山噴發了近二千萬公噸的二氧化碳，令地球的溫度暫時減低了0.5℃。

除此之外，就算是同一個火山，這次噴發亦跟以往不同。這個火山曾在2009年及2015年爆發，當時科學家們已經發現，熔岩並不是馬上從地底噴發出來——地下5公里至8公里有一個「岩漿庫」，熔岩在這個空間中逗留了一段時間才被噴出地面。正如葡萄酒在酒桶中會發生變化成為酒，這些熔岩在岩漿庫中停留的時候也經歷了一些化學變化，因此科學家們才得以知道，它們並不是馬上噴出地面的。相比之下，今年1月噴發的熔岩，卻沒有逗留



◆ 湯加曾經歷多次火山爆發。圖為過去的一次火山爆發。

在岩漿庫的痕跡，看來應該是直接從地底噴出。



◆ 經歷火山爆發後的湯加塔布島。

資料圖片

水分吸收能量 爆發更加劇烈

不難想像，火山噴發的狀況受環境影響。比如說位於水底深處的火山，就因為受到水壓的抑制而很少噴發到水面之上。例如位於新西蘭以北的Havre火山曾於2012年爆發，當年的噴發口深藏於水底900米，我們見到噴發出來的，主要是輕量的浮石。湯加這次噴發的火山口，卻只是幾十米到二百多米深，所以並沒有面對太大的水壓。

這幾十到幾百米深的水，反而令這次的爆發更加劇烈：當火山爆發之中含有適量的水分，這些水會吸收爆發之中的能量，再轉化成水蒸汽而迅速膨脹，因而令整個爆發變得更加劇烈，過去一些劇烈的火山爆發都是在水中發

生。這也可能解釋了為什麼湯加這次火山爆發會如此激烈，但排出的火山灰數量卻又不算多。一些火山學家也懷疑這次湯加的爆發混進了大量的氣體，以至爆發變得激烈。

在過去許多年，我們見證過不少火山的爆發：我們經歷過在水底噴發的火山，也見過將物料高高噴進大氣層中的火山。有趣的是，湯加這次的爆發卻出奇地集這兩個特徵於一身：一次水底的噴發卻能將物料噴進大氣層。這樣的一個特別例子，希望能增加我們對火山的了解，好讓我們能更好地面對這種自然災害。

◆ 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。

計算題與證明題

奧數揭秘

這次談一道外國比賽的題目。

問題： 整數a和b在集合{-4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4}中隨機抽出，求 $a + b^2 = a^2 + b$ 的概率。

答案： 把算式一邊化成0，則有 $a^2 - b^2 - (a - b) = 0$
 $(a - b)(a + b - 1) = 0$
 故此有 $a = b$ 或 $a + b = 1$ 。
 因此滿足算式的，必符合這兩個條件，由前者得知可選同一數字，有9個情況。後者有{0,1}、{-1,2}、{-2,3}、{-3,4}滿足算式，再考慮a和b能互換，則有 $4 \times 2 = 8$ 種情況。9個數字，2個字母，共 $9 \times 9 = 81$ 個選擇。
 所以概率為 $\frac{9+8}{81} = \frac{17}{81}$ 。

初步探索這個問題時，大家可以把a代成其中一些數字，比如0，那樣也會找到b是0或1。在相繼代入的過程中，漸漸會發現一些規律。若是開始時像題解中用代數，就很容易看出有因式分解的需要，可以化成 $a = b$ 和 $a + b = 1$ 兩個條件，當中看後者時謹慎一點，別數多了情況，也要留意到a和b可以互換，大概就可以了。

這道題目是來自一道ARML（全美數學精英聯賽）本地賽的個人賽題目，預計每道題目平均可用5分鐘左右。這題算是比較容易的，即使是初接觸奧數，可能會有點陌生，但也未至於毫無頭緒。

ARML這個比賽，除了美國本土的尖子，也有其他七大洲的學生，當中能成為IMO代表隊的也有不少，也有不少進入知名學府的。奧數比賽的形式其實很多，詳細做證明題的類型只是其中一部分。有許多是計算的形式，考核學生綜合運用已有知識的能力去解決困難，也是競賽中重要的部分。

計算類型的題目，從訓練角度來說，對學生很有效果。課內的尖子，即使能力去到校內頭

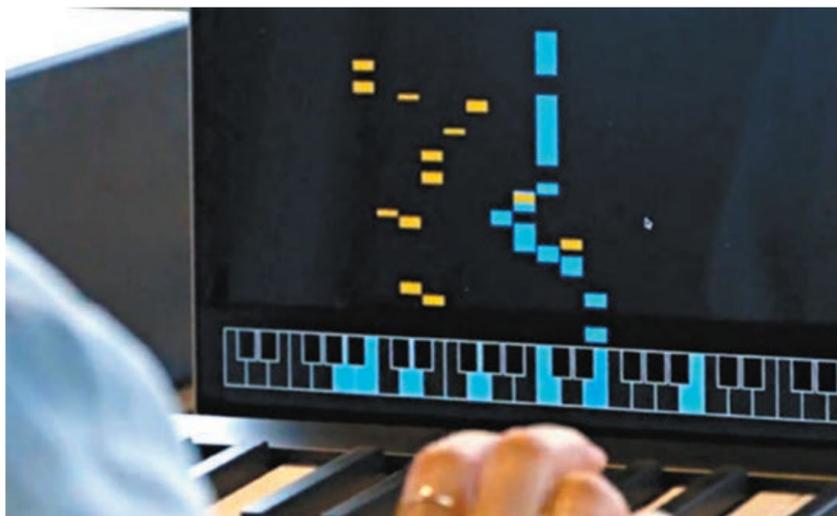
幾名，綜合應用知識解難的能力還是需要成長許多，才能適應較長的證明題。學生做證明題時，往往不易見到自身的推論錯誤，而老師批改起來也要花不少時間。要是做計算類型的題目，推論有錯時，答案很少可以碰巧正確的，答案明顯錯了，學生就知道要反省。這個即使沒老師在旁，學生也容易知道自己的不足，自學時成長也有效率多了。

所以說，在做證明題之前，先在計算題目上落功夫，鍛煉綜合解難的能力和數學表達能力，當各種基礎打好了，做證明題時也可以嘗試得久一些，在反省上也多了經驗。數學競賽之中，計算形式的比賽較多，做證明題的比較少，大概原因是計算形式比較容易對答案，批改時工作人員不用太多，也較容易推廣之故。

學生發展數學能力需要一個階梯，只是讀好課程之後，就不太知道怎樣繼續，面對着要做一個多小時一題的數學題，就覺得太難了，即使是IMO預選賽的，入門時還是覺得太難。要是能夠在外國的比賽中，找到適合自己的階梯，對成長是好事。

◆ 張志基

人機音樂上互動 即興譜出二重奏



◆ 經過數據訓練後，AI能因應人類彈奏的音符和節奏，創作出另一段旋律。作者供圖

智為未來

上一期（4月20日）我們已經講解過四藝中的兩藝：「書」和「畫」，那麼人工智能（AI）又是如何做到「琴」的部分呢？

讓AI擁有類似人類的創造力，可以說是使「機械人」更像「人類」的關鍵。隨着技術迅速發展，AI能做的事情愈來愈廣泛，甚至還會彈琴，與人一起即興創作譜出二重奏呢！今日讓我們來看看AI如何與人類在鋼琴上互動吧！

音樂是由一系列的音符所組成。將音樂作品收集成資料庫，記錄不同音符的組成，透過訓練，機械人也能演奏出音樂。近幾年有一個互動音樂軟體，名為AI Duet，Duet意指二重唱或者合奏。顧名思義，這技術模仿人機鋼琴二重奏。只要在鍵盤或琴盤即興彈出一句音樂，AI都能「聽懂」，並且會因應你所彈的音符和節奏彈奏一句，更可能有機會一同彈奏，構成二重奏。AI Duet能在極短時間內迅速創作出另一段旋律，比曹植「七步成詩」更快，非常

有趣。

這項技術是「機器學習」的一種，設計者早在設計軟體之前，收集了大量鋼琴二重奏的例子，當中包括不同的大調和小調，甚至有各種拍子和節奏，將上萬首完整的音樂作品輸入這個系統，讓AI Duet自行「學習」各種譜曲的規律和方式（數據），並且建立一個可以創作音樂的「神經網絡」。當玩家通過電腦鍵盤輸入一段音樂之後，這些音符會進入編碼器，然後AI就會因應所彈的音符和節奏，在神經網絡中尋找並識別類似的旋律和節奏，最後生成最理想的下一句，與人合奏。

有興趣的讀者可以掃描以下的二維碼欣賞計劃製作的短片，聽聽AI如何與人譜出二重奏。

雖然至今的AI技術只能彈奏短句，仍未能組成一首完整的歌曲，但我們期待AI往後的發展，可以譜出更動人的樂章，甚至是完成更複雜的編曲，感動人心。

▶ 立即掃描二維碼了解更多AI Duet的資訊：



◆ 中大賽馬「智」為未來計劃 <https://cuhkjc-aifuture.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，旨在為香港中學創建新的人工智能課程、支援框架及可持續的AI教育模式，以促進相關的AI教育生態發展。嶄新又全面的AI課程希望為學生提供AI倫理意識和知識，裝備他們應對未來工作。

