



# 魚鰾也是「耳朵」助魚聽聲辨位

## 科學講堂

我們周遭的環境瞬息萬變，需要我們迅速地分析再作出反應。比如，我們在街上走，突然聽到汽車的警號，就需要敏捷地作出反應，包括快捷辨識出警號來源的方向，再馬上決定怎樣逃避。那麼在水中的魚，又是如何辨別聲音的來源的？這次就和各位探討一下這個課題。

### 魚有耳朵嗎？

跟人類相似，魚類的內耳中也有一些毛細胞 (hair cell) 可以幫忙偵測聲音的來源。這些毛細胞的表面有一條條像手指一樣凸出的結構，稱為靜纖毛 (stereocilia)；另外，每個毛細胞更有一條動纖毛 (kinocilium)，末端比較肥大，而且位於頂端的位置。

這些結構又如何幫助魚類決定聲源的方向呢？

當聲音在水中傳播，隨之而振動的水分子會令靜纖毛左右搖動，每次靜纖毛彎向動纖毛，就會啟動毛細胞的感官，從而讓魚兒聽到聲音。

一般來說，毛細胞上的靜纖毛排列成矩陣的模式，所以靜纖毛彎向動纖毛的方向，也可以用來決定聲源的方向；不過，靜纖毛會隨聲音而左右搖晃，因此對毛細胞來說，從左面來的聲音和由右邊來的聲音，看來是一樣的，無法分辨。(例如：毛細胞可以偵測出聲音是從東西方向來的，卻不能確定究竟是東方還是西方。)

近日就有科學家運用小腦丹鱒 (Danionella cerebrum) 這種小魚做了進一步的研究，小腦丹鱒體型細小和透明，會用聲音相互溝通，因此十分適合這個研究。

測試之前，科學家猜想，既然單憑魚的內耳無法分辨聲源的方向，那麼可能就要依賴其他器官的幫助，例如魚鰾。魚鰾內藏空氣，也會對聲音造成的氣壓改變有反應，魚類的大腦分析分別從魚鰾和內耳傳來的訊號，就可以分辨聲音是從左邊還是右面來。另一種猜想則認為魚類是運用身體上的側線去推斷聲源。

在這個研究中，科學家從旁邊向受測試的小魚發出聲音（會同時造成水分子和壓力的變化），再記錄牠們有否向適當的方向躲避。之後，研究人員為了進一步控制變量，利用儀器製造不同的聲音：一種聲音會讓水分子振動，卻沒有壓力的改變；另一種會造成壓力的改變，但不會令水分子移動。

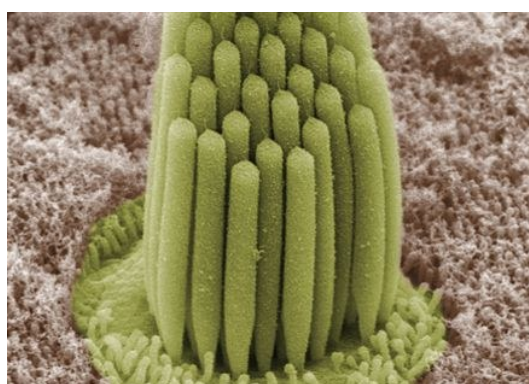
在開始的實驗裏，沒有側線的小腦丹鱒，同樣可以躲向正確的方向，代表側線可能對偵測聲音的方向不是太重要。

不過，只有單一壓力的改變或水分子的振動時，受測試的小魚雖然會受到驚嚇而向一旁閃躲，但閃躲的方向卻不正確，代表小魚其實並沒有偵測出聲源的方向。這意味着，小腦丹鱒要察覺聲音的來源，需要同時感受到水分子的振動和壓力的改變。



◆ 水中的魚如何辨別聲音的來源，一直是科學家積極探討的議題。

資料圖片



▲ 青蛙內耳中的靜纖毛。

網上圖片



▶ 小腦丹鱒體型細小和透明，會用聲音相互溝通。

網上圖片

### 小結

今次介紹的研究，幫助我們進一步了解魚類是怎樣辨別聲源的方向的。不過我們還有很多不理解的地方，例如魚類的大腦是如何處理從內耳和魚鰾來來的信號的？不同種類的魚又是否運用同一種方法？如鯊魚沒有魚鰾，牠們又是怎樣判別聲音的方向的？這些都待我們進一步解答。

◆ 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。

## 妙招再好 也需實踐領悟

### 奧數揭秘

問題：計算  $\sqrt{\frac{11\dots1 \times 100\dots05 + 1}{9}}$ 。

答案：留意  $11 = \frac{100-1}{9}$ ， $111 = \frac{1000-1}{9}$ ，普遍化後有  $111\dots1 = \frac{10^n-1}{9}$ ，因此根式內的

算式是  $\frac{10^{2n}-1}{9} \times (10^{2n}+5) + 1 = \frac{10^{4n}+4 \times 10^{2n}+4}{9} = \frac{(10^{2n}+2)^2}{9}$ 。

故此取根式後，答案為  $\frac{10^{2n}+2}{3} = 33\dots34$ 。

解題當中，先留意到開始時用上 11 或 111，看看怎樣串連兩個乘起來的數，找到共通的形式，然後在當中找到可以普遍化的地方，展開化簡後剛好找到有平方的形式，之後取根式，再用短除找規律就可以了。

開始時如果說猜到怎樣做，好像也太神奇了點。比較可行的想法是先看看只有兩個 1 的情況，比如  $11 \times 105 + 1 = 1156$ 。由於問題有根式，也可以先猜想根式裏是個平方數，再由 1156 的個位數及大小，猜到它是  $30^2 = 900$  至  $40^2 = 1600$  之間，於是就容易得知它是  $34^2$ 。

或者再大一點，試試計算  $114 \times 1005 + 1 = 11156$ ，這個心算起來也容易，而且形式也跟 1156 差不多，也可以試得出結果是  $334^2$ 。有了這兩個小結果，進一步推想到結果的形式也有依據。另外，在計算的過程中，也比較容易發現到運算的規律，明白普遍形式為什麼會這樣。

若是在思考探索的角度看，上邊猜想的方法也是一個方向，只是有時做這些題目時，許多時也是有點經驗的，可能見過類似的變化，就聯想到了這個變化可能用得着。在解題技巧上，懂得探索題目是奧數訓練的重點內容，但經驗的累積也是重要的。

學習解題的時候，學得深入一點，會見到一些談解題技巧的想法，比如怎樣由數字小的情況猜規律，由特殊情況推想普遍情況等。這些方法也

挺精巧的，只是要發展出這些思維，到底是需要一邊累積經驗一邊鍛煉，未必能突然一下領悟解題技巧。

具體培養解題能力的方法，是在能解與不解之中找出分歧當中的關鍵，更學會要在未解之中，尋求多走一步。有些數學書裏，談到數學家怎樣思考，或者讀數學解題時探索題目的心得。

了解這些心得其實是有益的，雖然大概都是一些較抽象的指引，並不像數學定理那樣，有幾個條件符合了就用得着，如果能夠靈活地運用，說不定就會發揮意想不到的作用。

學習時，有較大突破的時刻，除了積累具體經驗外，還有茅塞頓開的時刻，這時會產生一些較抽象的心得。數學解題時，寫出來是縝密的數理與邏輯推論，思考時則是探索、猜想和聯想。有一些常用原則，即使讀課外書時見過相關的知識，學起來還是疑惑滿滿，不太知道怎樣投入實際運用。

要學會讀懂數學家的心得，或者利用這些原理，方法也很質樸，大概都是一邊做題目，一邊把題目跟那些心得聯想起來，看看有什麼應用的空間。剛開始可能會用得生硬，又沒覺得有什麼新洞見，但時間一長，發現時不時能發揮作用，自然就有信心了。看過的心得再多，還是需要大量具體經驗支持，離開了實在的鍛煉，再有什麼靈敏妙法都難派上用場。

## AI 識別 X 光造影 有助防治乳腺癌



◆ 圖為診所內的驗身情況。

資料圖片

### 智為未來

乳房 X 光造影 (Mammography) 一直是乳腺癌篩檢的重要工具，人工智能 (AI) 科技的發展也有助於造影技術進步。透過深度學習和機器學習算法，AI 能夠提供更準確、更快速的篩查。這不僅能夠提高乳腺癌的早期發現率，也大幅減輕醫護人員的工作負擔。

傳統乳房 X 光造影依賴放射科醫生的專業知識來解讀影像，判斷病人病情。然而，對於人眼難辨的癌變跡象，這種方法可能導致判斷失誤，尤其是在工作繁重的環境中。AI 介入後，系統可以自動掃描成千上萬的影像，快速精準識別異常跡象，並將其標記給醫生進一步檢查。

#### 精準識別癌變跡象

最新的 AI 乳房 X 光造影技術，透過深度學習模型，能夠從大量數據中學習，進而識別出難以察覺的癌變跡象。這些模型經過訓練後，能夠在不同類型和大小的乳腺組織中精

確地辨識出異常區域，包括極小的鈣化點和微小的腫塊。

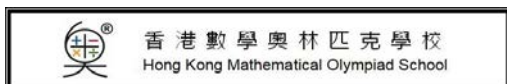
為了進一步提高準確性，研究人員也在探索 AI 與放射科醫師合作的模式。這種「人機協同」方法能夠結合 AI 的高效率和醫生的專業判斷，以達到最佳的診斷結果。

此外，AI 技術還能夠幫助醫生進行風險評估，預測某些患者未來發展成乳腺癌的幾率，從而提供更個人化的篩查和治療計劃。

然而，AI 在乳房 X 光造影中的應用也面臨着不同挑戰，包括數據隱私保護、算法的透明度和公平性，以及需要確保所有檢測者均能從這項技術中受益。為了克服這些挑戰，相關部門應該努力制定政策和標準，以確保 AI 技術的安全、有效和公平使用。

AI 在乳房 X 光造影領域的發展展現了巨大的潛力。不僅能夠提升診斷的準確率和效率，也開啟了向個人化醫療進軍的大門。

隨着技術的進步和應用的深入，未來有望見到更多創新的解決方案，為乳腺癌的預防、篩查和治療帶來革命性的改變。



◆ 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內外重要大賽。詳情可瀏覽：www.hkmos.org。

◆ 中大賽馬會「智」為未來計劃 <https://cuhkjc-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。