

電影「蟻人與黃蜂女」中涉及的量子理論，竟和我們的嗅覺有關

鼻頭頸科 主治醫師 趙勻廷

近年來美國好萊塢的娛樂產業靠漫威電影掀起一陣旋風，每部電影看似獨立，卻又可以連貫出另一平行宇宙，故事開枝散葉，儼然形成一門漫威學。今年上映電影「蟻人與黃蜂女」中，有一個角色「幽靈」，她的身體具有穿透能力，理論根據便是量子物理中的「穿隧效應」(quantum tunneling)。大家所想不到的是，我們與生俱來、理所當然的嗅覺功能，竟然需要用穿隧效應這種好似科幻情節的理論來解釋。

在五種感官中，嗅覺系統尤為精妙。2004 年諾貝爾獎得主 Richard Axel 與 Linda Buck 發現了嗅覺受體神經如何和氣味分子結合進而傳導訊息，以及開創了嗅覺受體、嗅覺傳導及辨識系統的理論。嗅覺分子與受體的結合，傳統是根據「鎖與鑰匙」這種形狀理論，然而卻有一些問題存在。以人類為例，分布在鼻腔頂端小小 2-4 平方公分面積中的嗅覺上皮，乘載 300 多種嗅覺受體，卻具備了能夠辨識超過一萬種不同氣味的能力，這顯然不是鎖與鑰匙一對一的關係。因此學者提出「弱形狀理論」(weak shape theory)，只要化合物有特定的功能基，就會和特定的接受器接合，產生一定的味道；如硫氫基(-SH)有腐爛蛋的味道。1920 年代，Malcolm Dyson 却發現許多聞起來像麝香(musk)的化合物，分子結構卻差很多；而形狀類似的不同分子，聞起來卻天差地遠。於是學者提出鼻子能偵測分子鍵結間振動頻率不同的「振動理論」，最有名的例子是硫化氫(其硫氫基的振動頻率為 76THz)的味道，聞起來和形狀組成天差地遠的癸硼烷(其硼氫基的振動頻率為 78THz)一樣，因為它們功能基的振動頻率相近。1990 年代 Luca Turin 便提出以「穿隧效應」來解釋振動理論如何應用在嗅覺受體接受來自氣味分子的訊號。量子物理中，電子、質子等粒子具有機率波的特性，可以從一處消失，另一處出現，看似穿透古典粒子無法穿透的障礙物或跳過沒有直接接觸的「縫隙」。尤其在「非彈性穿隧」(Inelastic tunneling)中，電子必須失去一些能量，被縫隙中間的化合物(即特定的氣味分子)吸收，才能穿隧。吸收能量的氣味分子，好似被撥動的琴弦，產生振動。而穿隧後的電子在嗅覺受體中，便能引發後續神經傳導反應。Turin 的團隊進一步發現果蠅可以分辨以氘原子取代氫原子(deuterated)的苯丙酮，人類可以嗅覺區分氘化的麝香分子，提供了振動理論的證據，因為氘比氫多一個中子，可讓化合物形狀不變的情況下改變振動頻率，進而改變了氣味。但光靠振動理論，仍無法解釋左旋及右旋的檸檬油精，儘管振動頻率相同，味道聞起來卻不同的例外。後續由 Marshall Stoneham 所提出的「刷卡模型」結合形狀與振動理論，是目前滿足所有實驗數據的最佳解釋。

科幻電影中的情節固然天馬行空，有時更讓專業的科學家啼笑皆非。吾等凡夫俗子知道這些冷知識，雖不足以創造其宇宙繼起之生命，但若能在娛樂之餘，延伸充實一點科學知識，也算對得起以前的物理、生物老師了。