

第一場「豹紋與碎形」(2007年09月30日)

主講人：中興大學物理系 廖思善 教授

小記者：國立成功大學奈米科技暨微系統工程研究所碩－張恩旗 訪問整理

「只要好好的在自己的位置把自己的能力

發揮到最大就是一個英雄人物了。」

－廖思善 教授

廖教授畢業於高雄中學，高中畢業後考上了台大物理系，其實教授在高中的時候最感到興趣的科目是數學，但是受到幾位偉大的科學家像是李政道博士和楊振寧博士的影響又因為在物理這門學科內不僅可以學習物理方面的知識也可以得到數學相關的知識，所以就毅然決然的選擇了物理這一個科系，記者認為這也可能是廖教授為什麼會對碎形這個學問(因為碎形目前還是定義為數學)會產生興趣的原因之一。

廖教授的研究領域很廣泛，不過最令記者感到興趣的是生物物理的研究，表面上看起來不是有很大關係的兩種知識怎麼會結合在一起呢？他們的結合對人類又有什麼影響呢？其實是因為長久以來傳統就依照科目在分科系，但是科學是不分界限的，科學就是要看其現象，這個現象包括有機的和無機的，無生物的跟有生物的，無生物的現象就歸物理科學，物理科學就是要用數學來描述或表示，其延伸就是化學等等，而有生命的就歸類於生物科學，一般看來兩邊是沒有什麼關係的，但是慢慢的發現生物的現象是可以用物理的定義來解釋的，很簡單舉例像是如何走路，走路是關節這跟力學方面是有關係的，這些是一些物理現象跟技巧可以解釋的，這些大家都可以接受，但是在比較微觀的和複雜的生命現象就被認為跟物理是比較無關的，那是生命獨有的，但是到了現今大家就慢慢不這麼想了，科學家們希望用物理來解釋這些現象，物理學畢竟是一套發展純熟的科學，可以有系統的解釋現象，而且可以對現象有預測性，這也就是物理學被大家公認最有力量的地方，相對來說生物學的預測性就沒有物理學那樣的強，因為生命本身就是複雜的，所以科學家們想說生物可不可以用物理來探討它，雖然是他們是不同的層級，但不可利用物理的方法來探討微觀的分子生物學甚至是演化，當然背後要有一套數學來描述，有數學就可以研究因果律，像是這陣子很紅的系統生物學的目標就是想讓整套生物學像物理學那樣被預測，從基本定律推導到最後的現象都可以用物理解釋，也就是發展一套公式來描述生物行為包括演化，雖然它會有一些隨機性但是還是可以大略的知道演化的方向，總而言之生物物理就是以物理的方法來探討生物的現象。

碎形的定義就是有無窮的結構，基本上它是一種幾何形狀，而這個幾何形狀有無窮的結構，至於什麼是無窮的結構？就是把形狀局部放大後還是有結構，而

結構就是有些變化而不是一條直線，也就是彎彎曲曲有再變化我們就把它稱作結構，在歐氏幾何中一條彎曲的線如果把它局部放大後就會變成一條直線，那就沒有結構了，但是碎形不管在如何放大都會有結構的存在，不管是放大百萬倍還是千萬倍甚至億萬倍還是彎彎曲曲還是一個結構這就是碎形最主要的定義，當然還有其他相關的定義但是這個定義是最主要的。

接觸碎形的經過也是因為看書得來的，其實廖教授在國外留學的期間並沒有接觸到這門學問，但是有接觸到混沌理論，當時混沌理論就已經相當風行了，其實碎形和混沌兩個之間是緊密結合的，所以在 90 年左右開始接觸到，最早接觸到的方法其實也是無意間從書本上得知的，一開始看到名稱後來慢慢接觸到性質覺得它相當吸引人，之後就開啟了研究碎形的路了。



《圖一，中興大學物理系 廖思善 教授》

碎形在生活中的應用，其實現在還不多，有一種可能的應用但是也不能算完全成功，就是影像的壓縮也就是像是 JPEG，可以把 1MG 的大小壓縮成 1Kb，就可以節省很多硬碟的空間，但是影像壓縮這種東西或是 MPEG，是相當流行的但壓縮的比例並沒有這麼高。碎形發展的一些應用就是用碎形這種概念把影像看成是一些數學的式子或是規則，然後用這些規則或式子來製造影像，如果可以把一個影像變成一個規則，如此一來就只要儲存規則就好，不用儲存影像本身，因為存規則比存影像簡單所以相對的儲存空間也比較小，所以把上述壓縮方法稱作碎形影像壓縮，這個想法其實已經有人做了，雖然努力很久但是要到商業化的地步還有一短距離。最早建立碎形的科學家曼德布洛特(Benoit Mandelbrot)其實他最

有興趣的是將碎形運用在經濟學或是市場學，就是想要預測股市的起伏，這個想法絕對是很多人很感到興趣的一塊，有很多經濟學家或是其他人都想要了解股市曲線的走向，但是到目前為止很顯然沒有人成功過，那曼德布洛特(Benoit Mandelbrot)想過這條是彎彎曲曲的，而且有時候會大跌或是大漲所以沒辦法預測，因為那是集體人的行為，所以這整條曲線看起來就像碎形的曲線，所以曼德布洛特(Benoit Mandelbrot)想說這條股市走向線是不是有碎形的原理在後面，如果了解碎形是否可以預測股市的走向變化，如果成功就會有很大的應用空間，不過雖然有很多人在研究，但是到現今還是無法成功，總而言之，**碎形發展的時間還不夠久，雖然可以用來解決一些問題或是做出一些漂亮的現象，但是卻無法有令人滿意的或是商業化的應用**，有一個研究碎形的物理學家回答人家問他有關碎形應用的問題，他的回答是一個出生的嬰兒可以做什麼？他的意思是出生的嬰兒雖然目前沒有用，但是卻是有無窮的希望和很多的可能性，相信在未來的一天碎形會有可以應用的地方，雖然可能沒有用，但是根據以往的經驗數學(碎形現在還是被定義為數學領域)都會有用，數學在早期可能因為應用而被發明，但是有一些數學還是純粹被數學家所想出來的，為了解決某種問題而被發展出來的，比如說群論，歷史告訴我們數學被發展出來終究會有用，而科學家總是會把它拿來用在可以使用的地方。

做豹紋實驗的經過，其實廖教授在做豹紋前曾先做過瓢蟲的花紋，廖教授對漂亮圖案很感興趣，大自然中也有許多動植物的美麗的圖案，會接觸自然界生物身上的紋路最早也是看書得到的，也從一些物理的文章發現，物理學家可以研究圖案是如何形成的，在其背後是有一套機制的，有很多人都用**涂林的模型**來模擬生物身上的圖案(涂林是一個英國的數學家在1952年提出生物上的斑紋是可以利用他假設的數學模型來模擬)，這是一件很吸引人的事情，就像是人的雙手雙腳是怎麼長出來的？為什麼人只有兩隻手而不是三隻？到底是什麼樣的道理會形成這樣的結果？以往得到的答案不外乎是遺傳或者是人類就是這樣，但是現在卻可以用比較微觀的角度，看到胚胎怎麼發展出來，可以找出一點蛛絲馬跡來了解為什麼人只有兩隻手而不是三隻，這是可以講出一點道理來的。因為涂林的理論所以讓廖教授想要去試試看，也因此開啟了研究的大門，在過程中看到了其他學者做了斑馬的圖案或是其他的圖案，都是用這一套方式，所以先拿瓢蟲來試驗看看，瓢蟲的斑點是一種對稱性的圖案，從數學方程式來看是比較簡單的，當然瓢蟲在台灣可以說是很常見也很普遍的昆蟲，挑選瓢蟲做實驗的原因一方面是台灣常見，另一方面瓢蟲是一種曲面的圖案，這也是一個新的挑戰，在曲面上這套理論是否可以應用呢？之後會挑選豹紋做這個試驗是因為不能找太複雜的圖案，可行性太低了，太簡單的圖案別人都已經做過了，經過謹慎的評估後終於決定做豹紋的圖案，在這個實驗的過程也弄了很久，之後就像報章雜誌報導的那樣了。

最後記者請廖教授給現在的青年學子一些建言與勉勵，廖教授認為現在的學習環境跟以前有很大的不同，現在外界的吸引力比以前多很多，可以靜下心來做研究工作的人也越來越少了，隨著時代價值觀也跟以往有所不同，再者現在社會

對學術研究也比較不看重，其實對社會這樣的變化也很難去評估他的好壞，無論如何這樣的發展好不好已經不是重點了，而是面對現在這種現象該如何去面對，人如果有能力可以去改變大環境那是最好的，但是那是長時間才會有所改變的，所以在一個不是能獨力可以去改變的大環境下，那就把自己的能力和影響發揮到最好吧，這才是做重要的，舉例來說大家都想要進去台大，但不是每個人都可以進去的，如果沒能到台大那就在自己所就讀的大學好好努力吧，不要去比較學校好不好，這其實對現實是不會有太大的幫助的，而是能否在現在的環境中好好的利用可以得到的資源，把自己的能力發揮出來，這樣才是最重要的，因為台大上面還有很多比他好的學校比如說哈佛或是史丹佛，人所處的環境永遠不可能是最好的，唯有充分運用手邊有的資源並且發揮出來才是最重要的並且希望有能力去影響週遭的環境，人外有人天外有天，一直比較下去並不會對事實有所改變，廖教授認為只要好好的在自己的位置把自己的能力發揮到最大就是一個偉大的人了，也許人會一直想往好的環境去發展，但是與其這樣還不如在現在所在的地方好好的把自己的能力發揮出來來影響現在的環境使它變好。

