

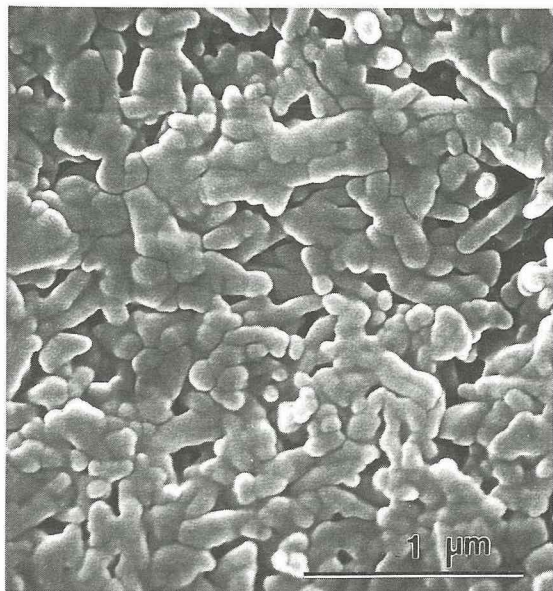
另眼看世界

——電子顯微鏡與我

緣起

從小，長輩及老師總是教導我們，做人要把「眼光」放遠，長大後因為愛上大自然，一心想實現自己兒時做個科學家的夢想，大學聯考後我選擇了動物系。不過理想歸理想，現實是現實，面對一本本厚到可以當枕頭的原文書，怎麼看就是看不完，該怎麼辦呢！幸好課本裏大都是一些非常漂亮的圖例與照片，為了應付考試，只好挑一些重要的來看，原本對於黑白照片沒有什麼興趣，可是仔細一看才發覺，天呀！這是什麼？那些長得像「銅鑼燒」的東西居然會是血小板？血小板不是什麼細胞的碎片嗎？高中時在顯微鏡下觀察的血液抹片，那一些破破碎碎的東西才是血小板吧！

第一次不敢相信自己的眼睛！整個人被這些照片震懾住了，以往在生

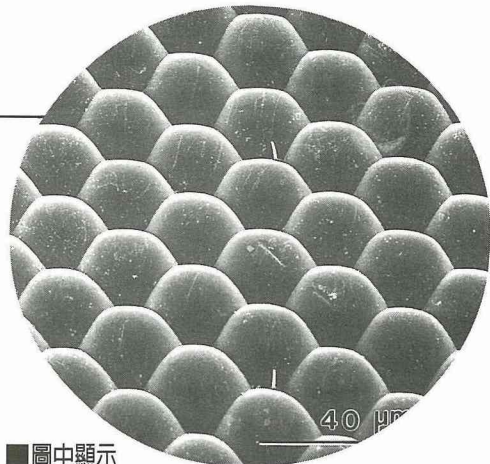


■這看起來有點亂又不會太亂的東西，其實是一般我們所用錄音帶，其表面的磁粉在放大之後所顯示出的結構。

物學上所得到的知識受到嚴重打擊，怎麼會是這個樣子？花粉怎麼會長得像麵包？不懂不懂？仔細看看這些照片的敘述，上頭說這些都是利用一種特殊的顯微鏡——電子顯微鏡 (Electron Microscope, 簡稱EM) 觀察照相的，這下子引起了我的好奇心，而非常幸運的，系上剛好擁有二台不同型式的電子顯微鏡，包括觀察物體表面的掃描式電子顯微鏡 (Scanning Electron Microscope, 簡稱SEM)，以及用來檢視樣品內部構造的穿透式電子顯微鏡 (Transmission Electron Microscope, 簡稱TEM)，對那些美麗而奇妙照片著迷的我，在經歷過二年的大學生活洗禮之後，二話不說，就投入了學習操作電子顯微鏡的研究生涯。

透視微米的世界，
酷呆了！

什麼是電子顯微鏡？知道的人可能不多，但若提起一般的顯微鏡，應該沒有人會感到陌生，上自然課時我們會利用它來看草履蟲、看洋葱表皮細胞等等。簡單來說，以前我們用的顯微鏡稱為光學顯微鏡，是用一般的光線當做光源，照射物體後再經過一些特殊的玻璃透鏡將影像放大，使得我們可以看到物體表面或裏面的一些微小構造，只可惜光學顯微鏡因為許多物理因素的限制，



■圖中顯示

的是蒼蠅的複眼，由許多單一的「眼睛」緊密排列所組成。

有效的放大倍率只能達到約一千倍左右，最多能讓我們看清楚約0.2微米 (1微米=10⁶公尺) 大小的東西而已。

電子顯微鏡的基本原理與一般的光學顯微鏡幾乎一樣，最大的不同在於電子顯微鏡是利用電子當做「光源」來照射物體，再以電磁透鏡放大影像，這樣的裝置使得我們可以看到比光學顯微鏡還要小上一千倍以上的結構，像是帶有遺傳基因的去氧核糖核酸(DNA)等，倘若再輔以其他的影像處理工具，更可以让你看到一顆顆原子(大約為10⁻¹⁰公尺)的存在，怎樣，酷不酷？

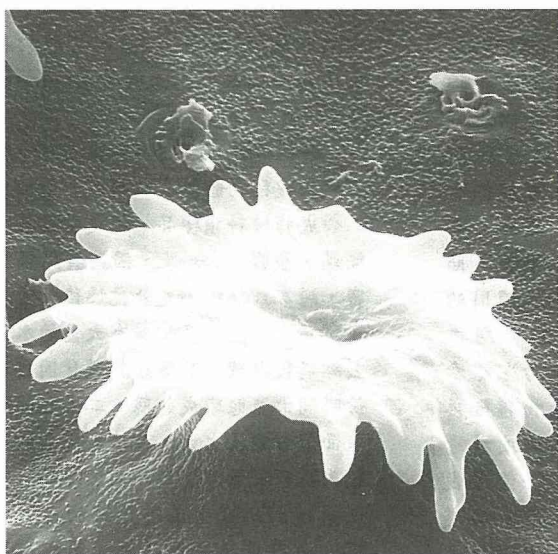
任何東西都可以在電子顯微鏡下觀察嗎？答案基本上是肯定的，只不過是在放到顯微鏡下觀察前，樣品事先都必須做一些處理的工作，以求得較佳的影像品質，且因應各種不同的需求以及想要觀察結構的不同，我們也會選擇不同的方式來處理樣品，少則幾分鐘(像是負染色)，複雜的甚至得花一個星期以上的時間(例如冷凍蝕刻)。

舉例來說，若利用掃描式電子顯微鏡來觀察物體的表面構造，對於人工合成的材料類樣品，像是矽晶片、觸媒、塑膠……等等，因為其結構緊密，通常只要經過充分乾燥後就可以了，而生物類樣品常含有大量的水分且結構較鬆散，若直接乾燥會因為水份瞬間由液態變成氣態，二者之間的表面張力差異太大，會造成樣品的結構因為表面張力消失而無法維持，整個構造因此完全塌陷瓦解而無法觀察，所以平時大都必須使用戊二醇(glutaraldehyde)以及鉻酸(osmium tetroxide)這兩種化學藥品，先把樣

品的結構固定下來，再利用較特殊的臨界點乾燥法(critical point dry)或冷凍乾燥法(freeze dry)，在沒有表面張力的改變下將水份完全去除才行。

最後，因為掃描式電子顯微鏡是利用電子束在樣品表面上進行來回掃描，取其反射電子、或是由照射的電子束撞擊樣品所釋出的二次電子來做為呈像依據，樣品表面如果無法導電，會使得照射其上的高能量電子無法排除，不斷累積後形成局部高溫，進而造成樣品損毀，所以在不導電的樣品上我們會蒸鍍上一層薄薄的黃金，利用其絕佳的導電性來穩定樣品，以方便我們做長時間的觀察。

至於使用穿透式電子顯微鏡來觀察物體的內部構造，電子必須穿透過樣品才能將影像呈現出來，只不過電子的穿透能力並不是很好，無法透過太大或太厚的樣品，所以如果不能研磨成相當小的顆粒，就必須利用特殊的刀子(玻璃刀或鑽石刀)，在超薄切片機下切出僅厚約數百埃(1埃=10⁻¹⁰公尺)、肉眼幾乎都看不到的薄片才能觀察。若是生物類的樣品，少不了也要經過固定、脫水的步驟，但是這類的樣品本身非常柔軟，還必須想辦法將其包埋在人工的塑膠塊裏



■本圖取自於一種扁泥蟲的體表突起，看起來卻像是一朵盛開的海葵。

使其變硬，才能順利的做成超薄切片來進行觀察。

這行也有職業風險

樣品處理除了麻煩之外，更存在著許多的「危險性」，怎麼說呢？處理樣品時，不可避免的要用到一些化學藥劑，而這些東西一部份是危險的致癌物(如鐵酸)，有些則是重金屬化合物(檸檬酸鉛、醋酸鈾等)，甚至還有放射性元素……，都是一些不太友善的東西，如果無意中沾上皮膚，用清水及肥皂大量沖洗大概就沒有什麼問題，可是一旦吃到肚子或吸到肺裏，會發生什麼事就可想而知了！另外在儀器方面，通常都必須用到高壓電，雖然儀器本身通常都會有保護措施，可是如果在更換零件時不小心，那就準備接受免費的「燙髮」吧！

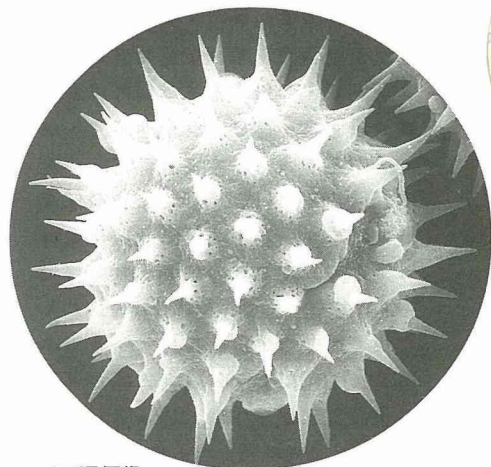
如果能夠好好的利用，電子顯微鏡可算是一個非常好的研究工具，但是要建立一間這類型的實驗室可並不容易。一部高級的電子顯微鏡大概要一、二千萬才買得到，陽春點的機型少說也要花個好幾百萬元，再加上其他的相關設備、平時的保養及消耗器材，所花費的金額是相當龐大的。此外，為了維持儀器的正常運作，實驗室的氣溫必須保持在25℃以下，濕度也必須儘量降低，還得避免震動以及突然的斷電等等。

超人耐力之外還要合八字

說到這裏，似乎學習操作電子顯微鏡並不是一件容易的事，除了細心之外，還必須有超乎常人的耐力才行。另外還有一個條件值得一提，我們常遇到一些剛開始學習電子顯微鏡技術的人，在實驗過程中遇到了困難，但是又找不到問題所在，最後發

誓這輩子再也不碰電子顯微鏡了，怎麼會這樣？我也不知道，可能是「八字」不合吧！我猜。學習操作電子顯微鏡還要合八字，沒聽說過吧！

工作雖然辛苦，但是對我們來說，每次的實驗都是一種期待，當看到自己努力的成果在顯微鏡下顯現出來，那種興奮的心情是難以形容的。平時在枯燥的研究計畫外，我們也會拿一些生活上接觸得到的東西，到顯微鏡下來觀察，看看它們放大幾千倍後長的是什麼樣子？從平日用的衛生



■這個像

「水雷」狀的東西其實是菊科植物的花粉，我們看到的是花粉的細胞壁以及細胞壁上的針狀突出物。

紙、報紙、鈔票、錄音帶、CD唱片等，... 到吃的鹽、糖、味精、花生、芝麻……等，反正想看什麼就看什麼，有些東西在放大之後常會出現一些特殊構造，讓我們喜出望外，完全無法和原本的樣品連想在一起，長得像海葵的毛，有沒有看過？

結語長輩的叮嚀還在耳邊，但是誰也沒有料到，現在的我居然把「眼光」變得像電子一樣的小，穿梭在各種不同的物質之間，說真格的，在漫長的人生裏，換一種「眼光」去看這個世界，還真的是不錯。怎樣，如果有興趣，歡迎你有空來我們這兒看看，參觀參觀，不過得記得把八字帶來，看看和我們的機器合不合，哈！