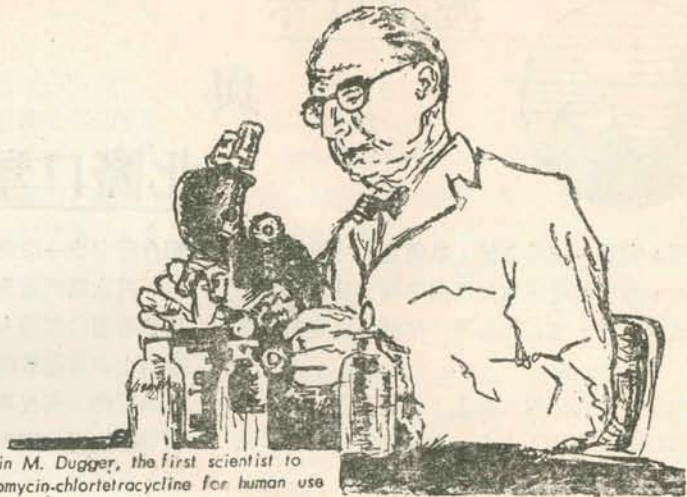


# 談 科 學



Dr. Benjamin M. Dugger, the first scientist to discover Aureomycin-chlortetracycline for human use

·陳逸光·

宇宙多大？星際的天空藏有多少奧妙的事情？地球的歷史有多久？生物的發生是如何？一切可怕的自然現象（如颱風，地震）能否加以消滅？自有人類以來，這些問題就不斷的被人考慮着；於是，許多秘密就被發現出來，而後來的天才更將這些新的發現累積起來，合成一種新的知識，這樣，歷史的箭頭就指向應用科學的時代。

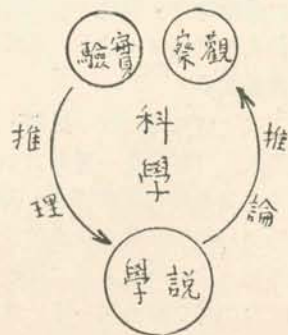
科學進步的速度，自二十世紀以來便日見增加；醫藥的發明，輕易的治好了許多以前必死無疑的傳染病；半導體的發明，取代了真空管，使通訊工具出現了新面目。原子能與太陽能的應用，使得沙漠變良田，電力更普遍。我們生活在這四面都是科學的時代裏，我們可能想到科學的可怕而恨它，也可能因它對我們的好處，而非常的愛它；但是，沒有人能擯開科學，所以今天人人都該對科學和科學家加以認識和瞭解。何況，在這個民主時代裏，一個青年，如果有雄氣勃勃的上進心，很可能成為未來社會的領袖，擔負起決策的責任，對一些牽涉到科學或科學應用的問題下判斷。

## 一、什麼是科學

首先我們要知道科學是活動的而不是死的。科學的成敗是不能預卜的；新設計的有效與否和新實驗所得的有無價值，是要用結果——也就是其他後來的設計與實驗——來衡量的。所以科學並不是一

種對「特定事物」的探究，而是成功與否決定於能否繼續下去的探究。由此，我們將科學定義為：「實驗與觀察的結果產生概念與學說，舊有的概念與學說又衍生新的實驗與觀察，而科學便是這些概念與學說的互相聯結體。」

但要注意的，當一個學說最初形成時，只可以認為是一個概括的暫定假說。進一步根據這假說，可以續繹出許多結果來，而每一結果又可以用為以後連鎖推理的基礎，來推出可用實驗加以證驗的推論。如果試驗能在許多實例中證實何者推論正確，而累積的證據能充分的證實這個概括的暫定假說無誤，這假說立刻就變成一個公認的新學說了。但新的推論仍據此不斷的產生，所以此新的學說亦可能被另一新的學說所推翻。（圖一）





## 二、科學的方法

只稍注意一下，最近談論科學的方法轉向一個極端，就是集中在理論科學上。由科學史看來，這方法並不是科學進展的正常現象，（必須要建立在實驗的基礎上）。

近代科學的三要素：（一）純推理的一般觀念。（二）續釋法。（三）實驗。一般觀念是可以用邏輯的方法來推理，進一步討論推理觀念的正確時，就必須用思維方法和精密的數學來研究。但談到純推理時，必須用到觀察，也就是續釋法和實驗法要結合起來。

由此看來，科學方法的重點就在實驗。但我們要先分辨根據常識的實驗和所謂科學實驗的區別。若僅就方法來說，常識和科學並沒有什麼分別；當汽車的馬達發不動時，你會依照一般汽車的知識來觀察和判斷，用「嘗試與失敗」的方法，來找出原因和結果；雖然這也是科學的程序，但並不能包括科學，也就是說，你不能這樣就算是科學家。回顧科學的定義，我們可以看出，常識與科學僅在實驗方法上相同，在目的上，他們是大不相同的；要汽車發動，只是一個實用的目的，而科學的實驗，却要判斷一個，出自學說的推理是否正確；但最大的區別乃在於科學是，實驗不斷的考驗學說，學說不斷的產生實驗，而成一永不停止的循環。而常識却達到目的即止。

## 三、回顧以往的科學談實驗

十七世紀的初期，工匠們不斷的用試驗改進他們的實用技術；而學者們却在華貴的宮廷裏，埋頭研究着理論；直到試驗和理論匯合之後，實驗科學才誕生。

首先談到的是托里徹利的真空實驗。當伽利略發現了抽水機不能將水抽到高過三十四呎的限度後六年，他的學生托里徹利就提出了大氣和大氣壓力存在的意見。他看到抽水機的自然限度，便想到用水來測量壓力是件可能的事。於是他開始假設，如果地球被一個「空氣海洋」所圍繞，且空氣又有重量的話，那麼這個「空氣海洋」對任何物體都會產生一種氣，正如水面以下有着水壓一樣。

這是個廣汎的假定，接着他開始推理，更用實驗來證明推理。實驗的結果證明了假定的無誤，於是「托里徹利真空實驗」就使得這位學者永垂芳史了。但這是一個新學說，必須接受實驗的考驗。

當巴斯噶獲得托里徹利的實驗結果後，他即重做此實驗。但他的新假設是：如果我們是生活在有

壓力的「空氣海洋」中的話，我們的情形就應該類似海底的情形。於是他根據流體靜力學加以推理之後，即開始作實驗，他請他的姻兄弟培利哀在法國中部的一個山上作一連串的托里徹利實驗。在開始實驗之前，巴斯噶根據假設作如下的推論：如果在山頂做托里徹利實驗，所得水銀柱的高度，低於在山脚下作同一實驗的話，必然的結論就是由於空氣的重量和壓力作用的關係。培利哀經過非常謹慎的實驗，結果恰如所料。從此這個空氣海洋和大氣壓力的新學說，就普遍的為人接受了。

但我們要注意，我們不可輕易的相信一個新學說，要存有一種懷疑的態度，甚或提出異議；因為只把一個推理的實驗證明，來當作假設能成立的確切證據，是很危險的。我們常常相信利用實驗的證明，就可以判斷新學說的真偽。其實新學說實在是不能用實驗來判定的。因為實驗觀察中所得的，只是表面的結果，在實際上可能根本與假設未曾發生過關係。通常，實驗性的證明和學說的建立，其間須經過一連串的推理。

其次要談到的是波義耳實驗。波義耳，是個有發明天才的精密研究者，他那完整而準確的實驗報告，是為後來的實驗記錄定下標準的第一人。他成功的方法乃在於他能夠將推理與想像結合起來。

當波義耳得到了用於馬德堡半球真空抽氣的方法以後，他那高超的想像力，馬上將此抽氣方法改良，然後在實驗室試驗巴斯噶的結論是否正確。（空氣海洋類似海底的情形。）於是他根據巴斯噶的假定。做成推論：如果大氣具有壓力，那麼抽氣機抽出空氣以後，氣壓計的水銀柱馬上要下降。實驗的結果，像他自己記錄中說：「這時諸事均告就緒，當吸口接上，唧筒把空氣從容器抽出後，管裏的水銀依照預料中的結果馬上下降。」但再放入空氣後，水銀柱馬上回到原來的高度。這樣，波義耳已能證明他的推論無誤，但他並不這樣就滿意，他懷疑自己的儀器還有缺點，不能作更準確的實驗。這種不滿意的態度，使他設計了更多的新儀器，也是他成功的最大原因。

新工具的發明在開拓新的實驗領域中，是佔有相當重要的地位。由於波義耳不斷的設計新工具，使他得到了許多結論。其中，他根據當時「聲音的傳遞是以空氣為介質」的概念，引申出「聲音不能通過了抽去了空氣的空間。」於是他設計了新儀器，證實了上面的推理。

最後，我們要再強調「連鎖推理」的重要。由



上面所述的那些實驗裡，我們可以看出，如果僅憑實驗和觀察，幾乎是不能在科學上造成一次進展。只有那些連結每一個實驗到一個概括觀念的連鎖推理，才是科學進展中必不可少的成份。其關係如（圖二）。

#### 四、科學的發現

我們要瞭解科學的發現是怎樣的一回事，必須先知道概念、學說和實驗三者之間的錯綜關係。由於模糊的意念每每由實驗而導致科學的概念，所以許多的科學常是由意外的發現而產生的結果。實際上，極少的科學家是從有系統的邏輯思想方法上，預期的得到他們的重要發現，而指引他們脚步走向成功的道路，大都是靠着閃光似的幻想或預感。也許有人會反對這種說法，他們會說：「那科學不就是一种運氣了嗎？」如果這樣說，那就錯了；因為閃光似的幻想，它的價值乃在於它的下一個步驟——能否用觀察和實驗來激發它。而這一點不能說是運氣的。拉瓦錫，這個打破燃素說的科學大師，在燃燒硫磺和磷的實驗以後，發現殘渣的重量增加了，而那增加的重量是來自空氣。他這一發現馬上使他的天才產生一道閃光：燃燒的空氣有着怎樣的性質。然後他再用實驗和觀察來激發這一道閃光，結果使他發現了氧氣，而終止了燃素說的命運。這是很重要的，如果他不繼續的研究下去，那雖然有了那道閃光的幻想，也不能產生任何結果。在我們的日常生活中，我們也常常碰到許多奇妙的現象，我們對這些現象也有過許多的幻想（假設），但我們却極少的能夠得到一個結論，原因就是我們沒有繼續研究下去，沒有用實驗和觀察來求證我們的幻想是否正確；這是成為科學家的關鍵之一。有許多發現原本會在科學上造成重大的進展，但却成了科學史上的軼事，原因也在此。

其次，在科學發現的過程中，理論與技術的結合是件非常重要的事。一個精明的科學家，一個真正的天才，經常地把一些未能解決的問題放在心中首要的地位，他無時的想要把一種新的技術使用到那些未能解決的問題上去。波義耳和拉瓦錫的成功都在此。所以我們的問題若不能解決時，便要想出一個新設計來答覆我們的問題。

不僅在發現的過程，就是在整個科學的過程中，小心而懷疑的態度是必須的。當我們實驗的結果，和我們的假設極為符合時，我們也不能這樣就輕易的相信我們的假設正確。我們還要加以懷疑，

因為在實驗的過程中，常常由於方法上的錯誤，或者未知因素的影響，使得實驗的結果與假設極為相近，但實際上與假設根本沒有關係。同樣，由於實驗方法的錯誤，使得結論與假設大不相同，但實際上假設却是正確的，亦有可能。也許有人會說，沒有那麼巧合，但事實上，這是常發生的事。例如，桌子上有一瓶一氧化碳和氫氣。初嗅時，同樣無味；點火燃燒時，同為藍色火焰，憑這兩個，我們就說兩瓶是同樣的氣體（一氧化碳或氫氣），那不就是導致一個自己不覺的錯誤理論嗎？

在科學的進展史上，有許多的巧妙學說曾被學者們深信不疑（如燃素說），結果阻滯了科學進展的一段相當長的時間；如果當時有人對燃素說抱着懷疑的態度，並小心的去求證它是否合理，那麼，氧氣就不會那麼遲才被發現出來了。所以我們無論對舊學說或新學說，我們都應該加以懷疑，甚或提出不同的意見。例如現在有關光的粒子說，波動說和量子說，雖然很適合解釋光的某種性質，但是我們不能這樣的就滿意，我們還要把這些學說加以存疑探討。

科學的本質乃在求真，但是，由於人類感官的能力範圍非常有限，所得的結果，當然不能完全的達到真；設想將人類可見光範圍擴展到力射線波長的範圍，那麼那時所見的地球景象與現在所見的，就大大的不同了。所以如果將地球上所發現的定律，應用到宇宙的範圍去，那可能非常可笑的，這也就是科學為什麼要存疑的理由之一了。

