



## 夸克

### ● 傅俊結\*

人類對物質基本結構的探索，不管是從哲學、科學上、甚至文化、科學方面，都是一個歷史悠久的奮鬥史。簡單的說，這個奮鬥史所要追尋就是一個簡單問題：宇宙萬物，所有物質有沒有一個最基本的單位？

記得在中學化學課裡常背的一句話：所有的物質都是由原子組成的。原子(atom)一詞是由希臘文而來，它的意思事實上就有“不可分割”的含義。原子學說是 19 世紀初英國化學家道耳頓(Dalton)提出來的，他認為所有元素都是由原子所組成，而不是帶有宗教意味的金、木、水、火、土，道耳頓的原子理論並沒有牽扯到原子的內部結構。將近一百年之後，人類才發現原子是有內部結構的，也就是說原子並不是物質最基本單位。

在 1910 年代，英國的物理學家於拉塞福(Rutherford)發現每一個原子裡面都還有另外一個世界。首先，原子裡面有一個帶正電的原子核，而在原子核的外面有帶負電的電子圍繞著它旋轉，因此一個原子類似我們的太陽系，原子核就好像是太陽，而電子就像繞太陽旋轉的行星。後來科學家更發現原子核還是有內部結構，它是由帶正電的質子和不帶電的中子組成的。於是，常久以來電子、中子、質子被認為就是所謂的基本粒子。

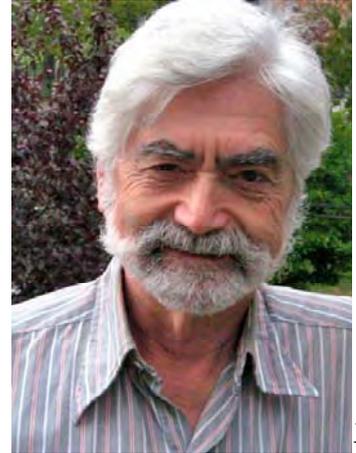
第二次世界大戰之後，科學家發明了粒子加速器來研究微觀世界，才發現，組成物質的基本粒子這個問題沒有想像的那麼簡單。加速器撞擊出很多科學家都不了解的

---

\* 傅俊結，南台科技大學電子工程系副教授。

新粒子，這些新粒子到底是不是基本粒子，只用電子、質子、中子無法解釋，於是就有很多新的理論被提出來，也產生了一門新的學問叫基本粒子學。現在回顧起來，那時最成功的理論，應該就是現在所謂的夸克(Quark)模型。

夸克模型是 1960 年代的蓋爾曼(Gell-Mann)和茲威格(Zweig)獨立提出來的一套基本粒子理論。這套理論就是要用來解釋加速器所撞擊出來的種種粒子，尤其是強子。所謂的強子，就是藉由強作用力在作用的粒子，最有名的就是中子、質子。質子帶正電，中子不帶電，它們為什麼會被束縛在那麼小的原子核裡，而沒有排斥開呢？主要就是強作用力的緣故。



蓋爾曼

夸克理論主張像質子、中子這些強子，不再是我們所謂的基本粒子，它們是由夸克組成的。在 1960 年代末期，史丹佛大學的線性加速器所做的實驗就指出，質子裡面有點狀物的存在，但是大部分的科學家那時還不承認這些點狀物就是夸克，直到 1974 年，里克特(Richter)和華人科學家丁肇中所領導的實驗團隊分別在美國西部和東部獨立發現一種新的粒子，被證實是夸克的一種，這個發現終於使物理學家相信夸克模型是對的，他們兩人也在 1976 年得到了諾貝爾物理獎。



茲威格

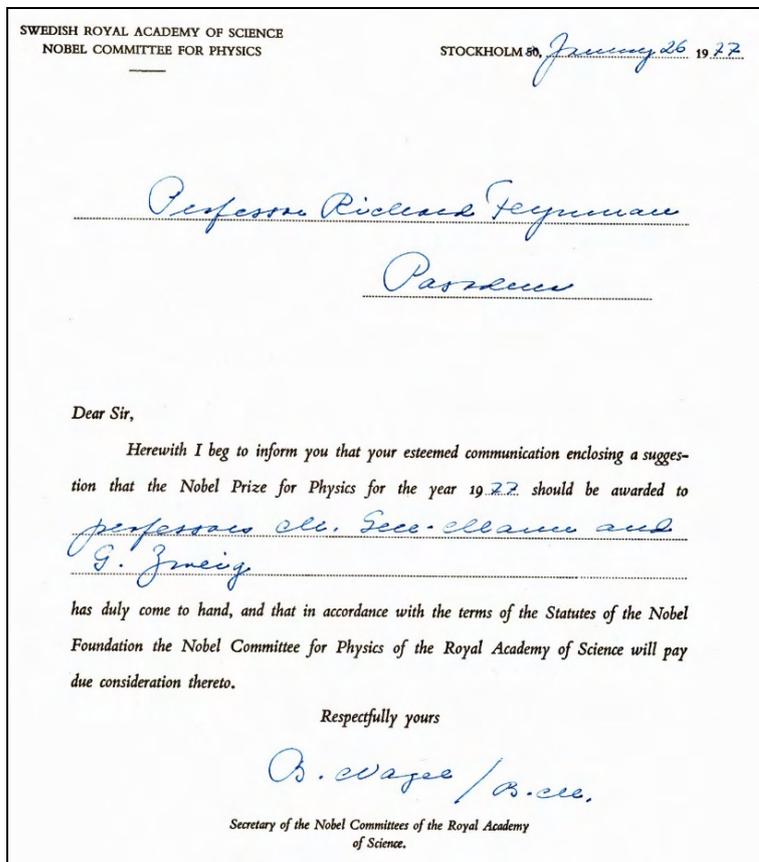
目前已知的夸克一共有六種，分別是上、下、魅、奇、底及頂。物理學家很有趣，他們在講夸克的分類時，是說夸克有六種風味(flavor)，就好像煮食物時，同樣一顆高麗菜葉，你可以煮出六種不同的口味。接下來的問題就是，夸克有沒有內部結構？已知的實驗和理論顯示，由於一種所謂“夸克禁閉”現象，夸克是沒有內部結構的，也就是說，夸克是沒辦法被分離出來的。

夸克這個名字是蓋爾曼命名的，它源自愛爾蘭有名的小說家，喬伊斯(Joyce)的最後一部長篇小說，芬尼根的守靈夜(Finnegans Wake)。茲威格則用撲克牌的(Ace)來命名它理論的新粒子，因為在它提出的理論中，它認為只有四種新粒子。剛好對應撲克牌的四種花色。現在科學界普遍以夸克來稱呼此種粒子，我想這跟名氣應該有關吧。





蓋爾曼在 1969 年獨得諾貝爾物理獎並不是因為夸克理論的原因，那時夸克這個概念還不被大多數科學家所接受，蓋爾曼主要是在基本粒子的分類及其交互作用而得獎。即使在蓋爾曼還沒提出夸克理論之前，他在物理界就已經是一個很有名氣的科學家，夸克理論對他可以說只是錦上添花，雖然後來費曼(Feynman)又因為夸克模型的貢獻而提名蓋爾曼和茲威格角逐 1977 年諾貝爾獎，但是最後還是沒有得獎。茲威格目前已經沒有在從事理論物理的相關工作，他跑去金融界在避險基金的相關部門工作。



Acknowledgement of Feynman's nomination letter by the Nobel Committee for Physics.  
諾貝爾基金會寄給費曼的感謝函。謝謝他提名蓋爾曼和茲威格為 1977 年諾貝爾物理獎的候選人。

