



2015 年諾貝爾物理獎簡介

● 傅俊結*

每年的年底，科學界的一大盛事，就是諾貝爾獎的宣布。今年的物理獎，重頭戲是一種很小很小的粒子，叫微中子。微中子(Neutrino)是物理學家所研究的一種基本粒子，就像電子、夸克之類。中國大陸把它翻譯成中微子，因此，你如果看簡體字的文章，出現中微子，那就是本文所寫的微中子。它最近成為媒體最熱門的，有關科學的關鍵字，因為今年的諾貝爾物理獎，頒給從事有關微中子研究的兩位科學家，日本東京大學的梶田隆章與加拿大女王大學的麥克唐納。表揚他們在十多年前的實驗，發現微中子是有質量的。這推翻了科學家長久以來，對微中子的一個基本概念，以為它是不帶質量的次原子粒子，就像光子不帶質量一般。這一發現，也給理論物理學家帶來極大的壓力，因為在粒子物理學中，一個很成功的理論，是所謂的標準模型。而在這個模型上，所發展的工作，是有一個重要的假設，就是微中子沒有質量。

接下來，我們談一點微中子的由來。微中子是我們這個宇宙中個數僅次於光子的一種基本粒子。剛開始，它是被理論物理學家假定存在的一種基本粒子，提出這個假設的是一位得過諾貝爾獎的物理學家，叫包立(Pauli)。包立提出這個假設的粒子，純粹是基於一種美感，基於一個科學信仰，就是能量不減定律。在我們人類生活的各個層面，各個領域，各個種族間，似乎都有一個他們的基本信仰。即使他們無法證明這個信念是真的，是成立的，但是它似乎是牢不可破的，例如，在宗教上，很多人相信上帝是存在的，也有很多人相信，善有善報，惡有惡報，即使看起來有一些反例。比

* 傅俊結，南台科技大學電子工程系副教授。

如說，好像有一些壞人，他們過的日子，也是過得很好，很有錢，子孫滿堂。殺人不眨眼的黑手黨教父，不都是這樣。遇到這種情形，人類就會想辦法來維持他們思維裡，善與惡的信念。於是，就在善有善報，惡有惡報，後面加了兩句，不是不報，時候未到。科學上也有類似這種狀況。在科學裡有一些基本信念是牢不可破的。最有名的，就是所謂的不滅定律。不管是能量不滅，物質不滅，動量不滅等等。

1930年在實驗室發現中子的衰變，好像違反能量不滅定律，那時為了理解這個現象，包立提出了微中子假說，用來解釋衰變過程中，失去的能量是被微中子帶走的。但是，當時物理學界另一位教父級人物，波爾(Bohr)，卻非常反對這種想法。波爾準備接受能量並不守恆這一革命性的創新，並提出一套自己從統計觀點出發的理論，來解釋中子衰變現象。一直到1956年，Cowan和Reines發現了微中子，包立的想法終於獲得確認。也證明能量不滅定律，在科學上真的有其牢不可破的魅力。Reines也因此發現獲得1995年的諾貝爾物理獎。但是Cowan並沒有得獎，因為他那時已不在人間。而諾貝爾獎是不頒給死人的。

微中子被發現之後，科學家對微中子的興趣越來越高，更進一步發現微中子不止有一種，一共有三種。科學家稱呼它有三種味道，味道的味。微中子和其它基本粒子之間有一個重要的差別，就是它幾乎可以在宇宙中暢行無阻的跑來跑去，它可以毫無阻力的穿越地球，在自然界的四大交互作用中，微中子不參與強作用力與萬有引力的交互作用，而弱交互作用的距離又非常短，萬有引力的交互作用，在微觀的世界又十分微弱，很難偵測。因此有關微中子的實驗，可以說非常困難。要做這方面的實驗，一般來說，要把實驗室搬到地下，不是普通的地下，是超過1000公尺的地下。這次日本和加拿大的科學家所做的實驗，就是在這樣的實驗室。他們在1000公尺深的地下，用一個坑，裝滿五萬噸的水，來偵測微中子的信號。在這麼深的地底下，基本上，就可以防止宇宙射線的干擾，而他們偵測到微中子帶有質量，也不是像我們日常生活中，用一個天平測量或某種儀器直接量某個東西的重量。他們是觀測到微中子具有微中子振盪的現象，而得到微中子帶有質量的結論。

微中子帶有質量被證實之後，接下來呢？這個結論，能不能幫科學家解決其他的問題呢？也許對黑暗物資的解釋會有幫助。雖然微中子的質量不到電子質量的百萬分





之一，但是因為微中子的數目太多了，所以整個宇宙所有的微中子所擁有的質量並不是一個小數目。科學家長久以來，對黑暗物質的質量來源一直困惑著，有些科學家已經懷疑，佔我們整個我們宇宙質量百分之八十的黑暗物質，可能就是微中子所貢獻的。但是這種想法要被證明可能還要非常非常久的時間。

