



湯川秀樹與介子理論

● 傅俊結*

介子理論是一套用來解釋原子核中質子與質子之間，質子與中子之間，中子與中子之間的強作用力的基本粒子理論，是日本理論物理學湯川秀樹在 1937 年所提出來的。1949 年湯川秀樹就因為介子理論的貢獻而得到諾貝爾物理學獎，這是日本的第一個諾貝爾獎。湯川秀樹一九四九年的諾貝爾物理獎，在某方面對台灣來說，嚴格講應該是對當時的中華民國來說，有一點類似一九五七年楊振寧和李政道的諾貝爾物理獎。1945 年，日本天皇宣布第二次世界大戰的無條件投降，可以想見那時的日本全國上下，可以說是在一種非常困難的狀態下在重建，四年之後的 1949 年，湯川秀樹得到的諾貝爾獎，在精神層次方面，對還在廢墟狀態下的日本，可以說是一股非常重要的強心劑。尤其，湯川秀樹是一個土生土長的日本理論物理學家，他有關諾貝爾獎的主要工作，介子理論，是在日本本土自己獨立完成的。同樣的，1957 年楊振寧和李政道得到諾貝爾物理獎，對當時風雨飄搖中的台灣的民心士氣，應該也有巨大的鼓舞作用，尤其在政府媒體的炒作之下。那時距離中華民國中央政府遷到台灣的 1949 年，只有八年。整個台灣的民間氣氛，應該多認為中國共產黨遲早要跨越台灣海峽拿下台灣，要不是韓戰的發生，迫使美國改變政策，派出第七艦隊，駛入台灣海峽。今天中華民國也好，或者中華民國在台灣也好，早已成為歷史名詞。

1907 年湯川秀樹在東京出生，他本來姓小川，是結婚時入贅給女方，所以就改姓叫湯川。這看起來也蠻奇怪的，日本男人難道不在意入贅改姓嗎？不然以小川秀樹一

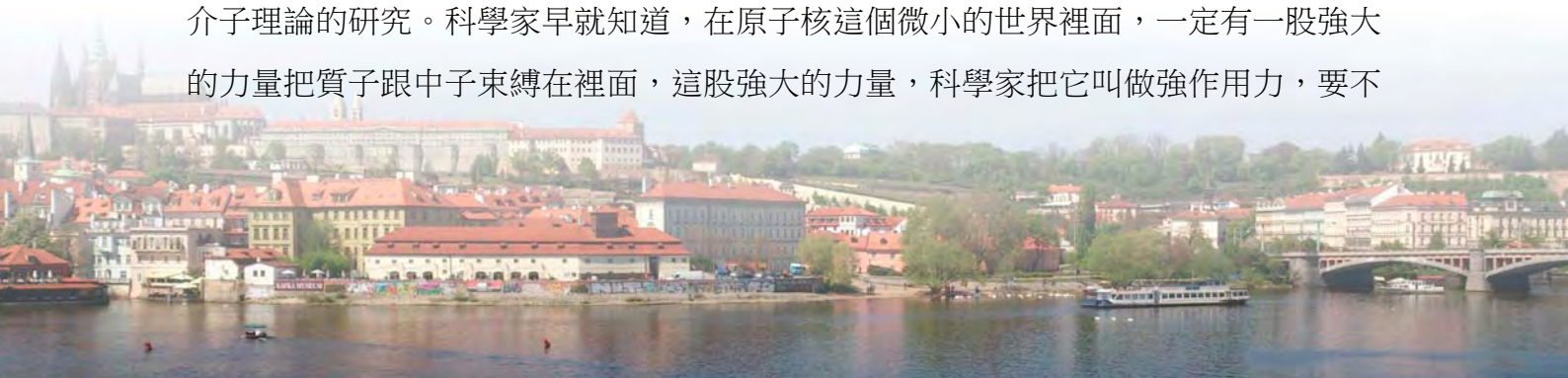
* 傅俊結，南台科技大學電子工程系副教授。





個大學教授，怎麼會為了結婚改成湯川秀樹呢？小時候的湯川秀樹在科學方面看不出有什麼特殊的天分，不像歷史上一些大名鼎鼎的理論物理學家這樣，他只是喜歡數學思考，尤其是在幾何方面，沉默寡言，用功認真地讀他自己的書。父親甚至認為，這個孩子應該要走技職體系的教育，而不是一般的大學教育。但是在高中校長，母親以及他的哥哥的堅持下，認為湯川秀樹這個孩子的天份還沒完全發揮出來，才說服他的父親。因此 1926 年，湯川秀樹就開始他在京都大學物理系的求學生涯。很湊巧的，他有一個班上的同學，叫朝永振一郎，1965 年也得到諾貝爾物理學獎，而且跟湯川秀樹一樣，都是在基本粒子理論的研究方面。湯川秀樹是因為介子理論，而朝永振一郎是因為量子電動力學的理论研究。一個班上有兩個同學，將來都會成為諾貝爾物理學獎的得主，這個在歷史上應該只此一次，沒有第二次。日本在明治維新，全面西化之後，對西方的科學知識吸收的很快。那時科學革命正在歐洲發生，就是量子力學和廣義相對論。1926 年，也就是湯川秀樹成為京都大學新鮮人的這一年，薛定格在歐洲提出他有名的波動力學，用來和海森堡的矩陣力學相抗衡。雖然後來薛丁格自己證明在量子力學上，矩陣力學和波動力學的詮釋方法是等價的。只是波動力學的詮釋方法比較能讓當時的物理學家所接受，而矩陣力學對當時的大部分物理學家來說就是一種比較抽象的數學。薛丁格的波動力學，當然很快就傳到了日本，湯川秀樹那時候也感受到了他自己正處在科學革命的時代洪流中，為了了解波動力學，他必須更加的用功。因此，那時候他整天可以說是待在圖書館內研讀最新的物理期刊以及波動力學的最新發展。可是那時候這些文獻實在是太多了，以一個大二的學生來講，可以說是一個非常大的負擔。基本上，他是不著邊際，茫然沒有頭緒的在看那些科學論文，後來他也覺得這樣下去不是辦法，到大三之後，他決定把心思完全放在薛定格的文章上。他在量子力學上面的穩固基礎就這樣建立起來，這對他後來在研究原子核的介子理論和量子場論方面，提供了很大的幫助。

1929 年湯川秀樹從京都大學物理系畢業，剛開始留在學校擔任沒有薪水的助教，三年之後升任講師，再過一年，他就前往大阪大學任教。也就是在這個時候，他開始介子理論的研究。科學家早就知道，在原子核這個微小的世界裡面，一定有一股強大的力量把質子跟中子束縛在裡面，這股強大的力量，科學家把它叫做強作用力，要不



然的話，因為質子帶正電，中子不帶電，根據電荷的互相排斥，這個原子核早就崩潰掉了，根本不會存在。那時科學家所要探討的，是這個強作用力如何作用的呢？也就是說它的機制是如何呢？湯川秀樹認為在質子和質子之間，質子和中子之間，以及中子和中子之間，有一個科學家還不知道的基本粒子在傳遞這個力量，湯川秀樹就把這個基本粒子命名做介子。這個概念可以用一個我們日常生活中的例子來簡單的理解。當兩個人在互相傳一個棒球的時候，如果這兩個人要求他們不要分開的話，那他們就必須不斷地來回傳遞那個棒球，這個棒球就是介子，那兩個人可以把他看作質子和中子。根據量子力學的理論計算，湯川秀樹算出這個假設的介子，它的質量大約是電子的兩百多倍。1937年，發現正電子的物理學家安德森，他在宇宙射線中發現了一個介子，稱為 μ 介子，它的質量大約是電子的207倍左右。科學家本來以為安德森所發現的這個介子，就是湯川秀樹所預測的，但是後來發現這個介子和質子中子的作用力非常的微弱，因此證明這個介子並不是湯川秀樹的理論所要的那個介子。一直要等到1947年，英國物理學家鮑威爾，發明了以乳膠照相確定粒子的方法，才真正找到了湯川秀樹所預測的介子的存在，稱為 π 介子。 π 介子的質量經過量測大約是電子的270倍。這兩個介子的質量都是電子的兩百多倍，難怪當時的科學家會搞混。也因為這個工作。湯川秀樹和鮑威爾別在1949年和1950年得到諾貝爾物理獎。

介子理論除了在解釋強作用力的機制上面獲得成功之外，在量子色動力學的自發性對稱破壞上面也有重要的作用。湯川秀樹的介子理論被科學界所接受之後，他提出了一種非局部的場論，想要來解決量子電動力學上的發散問題，這是當時理論物理學的一個重要問題，但是他並沒有成功。這個發散問題的解決，有一部分的工作，就是被他的一個同班同學，我們前面所提到的，朝永振一郎，所貢獻的。

