

新世紀叢書

向物質及空間的極限挑戰

基本粒子的 物理

譯者：曾煥華 審定者：周東川



銀禾文化事業有限公司



065

新世紀叢書

基本粒子的 物理

銀禾文化事業公司印行



065
新世紀叢書

基本粒子的物理

主 編：新世紀編輯小組

審定者：周東川

譯 者：曾煥章

出版者：銀禾文化事業有限公司

發行人：陳俊安

地 址：台北市和平東路2段96
巷3-1號

電 話：7005420·7005421

郵 撥：0736622-3

定 價：新台幣100元

新聞局登記證局版台業字第3292號

1986年5月初版

■版權所有·不准翻印■

序

在科學進步，知識爆發的現代世界中，一個國家民族的興衰取決於全體國民是否擁有現代化的知識。一個國家即使擁有很多進步的科學機器，但是人民的思想、觀念仍停留在幾十年前的舊巢中，那將是滿清時代所追求的「船堅礮利」翻版而已，完全無補於事，因此普及全民知識是一件刻不容緩之事。

本公司有鑑於此，特成立新世紀編輯小組，無論就自然科學或社會科學，選定重要題目編輯成一系列叢書，逐冊推出，並且以普及版方式印製，希望這一系列的叢書能提供給國人一連串新的知識與觀念。

一件事情的成功，固然是要在事前有妥善規劃與謹慎的執行，而一套叢書發行的成功除了要有上述的要件外，更需要有廣大讀者的支持和批評。希望讀者們能在閱讀本書後給我們寶貴的意見，做為我們編列這套書的參考，謝謝！

陳俊宏

於一九八五年十一月

目 錄

第一章	最基本的物質	1
第二章	物質的生滅	27
第三章	基本粒子的轉變	49
第四章	介子的誕生	75
第五章	新粒子的出現	99
第六章	基本粒子的模型	125
第七章	無限大	147
第八章	非局部場	167
第九章	基本領域	187
第十章	基本粒子論對於我們的啓示	211

第一章 最基本的物質



＜提倡宇宙方程式的
華納·海森堡＞

如果探究物質的謎，最後會想到最基本的物質是什麼？這是古代人思考的歷程。但在現在，我們也以基本粒子為線索投下龐大的勞力及費用走同樣的路程。

最大消息

1958年2月2×日的上午。在上班前匆匆忙忙打開報紙的人，看見奇妙的記事占第一面而驚異。在大標題的旁邊，有一些抽象藝術似的奇怪的記號。看起來好像是數學的方程式，但實在無法判斷它的意思。

標題是「海森堡教授提倡宇宙統一論」。或許有些報紙是以「海森堡博士發現了宇宙方程式」為標題。總之，一提到宇宙，則每一個人都多少有興趣。許多讀者雖然擔心趕不上搭乘巴士的時間，卻毫不猶豫的閱讀這篇記事。

獲得諾貝爾物理學獎的西德教授華納·海森堡（Werner Heisenberg），本月25日在哥丁根大學以「基本粒子論的進步」為主題發表演講，在其中表示他發現了可以用於說明物理學上一切定律的基本方程式。海森堡教授又表示：就現在的研究階段，還沒有完全證明方程式的正確性。但是，若能證明理論正確，則可以說明宇宙整個構造的這個理論，將成為對於所有基礎物理學理論的最後解答。今後所有物理學的研究，將會要求「廣泛性」甚於「深度」。

可惜，根據這個記事的了解也只是如對標題的了解一樣深入而已。一半佩服另一半同情隨時思考這麼複雜



何謂宇宙的統一論？

問題的人，而重新注意這個方程式……大多數的讀者可能抱着這種態度。他們因為不懂反而覺得有魅力，嘟囔着「宇宙就是這樣的嘛！」而滿足，匆匆忙忙地喝完剩下的牛奶……。

普通的人可能沒有閒暇重新考慮這種宇宙的謎或物理學的最新成果之類的問題罷！如果做這種沉思(?)，或許會搭不上擁擠的巴士，不能趕上上班時間而被上司責備。總之，他們覺得最近未來的世界不會因而有所改變，此事對於自己沒有切身的關係……。

這條最大消息，因此沒有長久記在人們的腦中。

記者招待會

現在把話題回到德國的古都哥丁根。因為，這個消息是來自哥丁根大學。

在這所大學設有一間記者俱樂部，讓各報社的記者在這裡集會。這些學藝部記者並不是經常都在這裡，是一旦有事時透過這裡連絡俱樂部的各會員。但由於這次演講的人是德國物理學界的泰斗，故學校當局不便只向記者俱樂部打一通電話而算，而向各報社或通訊社寄發親切的邀請函。

「據說此次不是普通的通俗性演講，是海森堡教授要發表由他自己領導的研究小組所為之劃時代性研究成果。」

不僅採訪科學部門的記者注意這個消息。因為，已經到了即使是社會部門或政治部門的記者，若不關心科學進步的情形即不能保住職位的時代。

物理學的研究，在別人看起來很有學術性，不易臆測它實際上與什麼重要問題有關連。原子能即是其一例。1934年，有某一個報紙透露了費米（Enrico Fermi）領導的實驗小組在羅馬大學利用中子製造超鈾元素的消息。這個小組只不過發現了若在元素加上中子即會製成更重的其他元素而已。即是，在碳加上中子之後會產生

氮，誕生週期率表右鄰的元素。粗略的說，所謂週期率表是依重量大小的順序（正確的說是依化學性質）排列各種元素的，但就天然元素來說是以第92位的鈾為最後一個元素，其右鄰則空着。因此，這個發現等於若在鈾中加上中子即會產生完全新的元素。這是一件很值得注意的問題。

這或許是物理學上的大發現，但對於世界上大多數的人來說，這似乎是不怎麼重要的問題。但也有幾個人，對於這個新聞消息很驚訝。其中的漢及史特拉斯曼兩個人，在四年後確認了有「原子核分裂」這個根本沒有預料的事實。不幸的是，這個成果以向廣島及長崎投下原子彈的方式加害了人類。後來，變成新聞記者若沒有擴大採訪範圍即說不定會錯失報導重要問題的嚴重情形。

因為有這種原因，記者們對於海森堡會發表重大問題的消息，當然會稍微緊張。

不久之後，結束了當天公開演講的海森堡，以很高興的心情出現在記者團的面前。將近60歲的這位世界上極有權威的物理學家，展望了會場之後，回憶自己的一生似地開始說話。

古代人的智慧

「剛才結束了演講，但我想再為大家重述一次。我

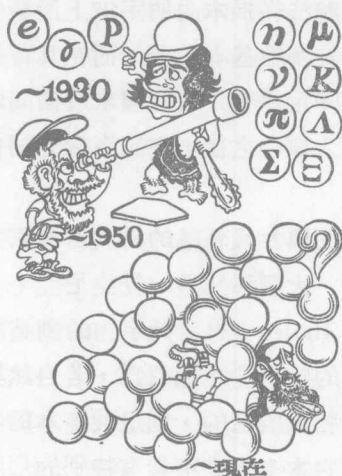
們物理學家一直在尋求能從根本說明宇宙或在其中所發生各種現象的理論。首先是關鍵性地想到原子，創造了理解原子的法則——量子力學。」

我覺得他的領帶夾在無意地發亮。那是呈 h 形的，象徵強調量子之特長的常數……以及創造量子力學的海森堡之榮譽。

「但是我們終於知道，原子不僅由在其中心的原子核及環繞它的電子羣構成，原子核更進一步的是質子及中子的集團。而現在我們知道，有許多像電子、質子、中子……一樣的粒子。這些粒子統稱為基本粒子，而此種粒子或許有幾十種甚至幾百種。」

在大約30年以前，我們所知道的基本粒子只有3種。那是，物質之最小單位的電子及質子，以及光或電波之最小單位的光子。這個「最小單位」，唯有在不能分割比它更小的部分時才有意義。但是在最近30年來，爲了說明各種現象而逐漸出現許多別種的基本粒子——中子、微中子、 π 介子、 μ 介子……，以及被總稱為新粒子的一羣壽命短的基本粒子；而今後說不定還會出現另外許多基本粒子。

我想這是很麻煩的事。因爲，考慮最小單位的動機在於藉此說明所有的自然現象，故最小單位愈少愈好，但結果卻相反。因此會發生一個疑問，基本粒子到底是



基本粒子存有好幾百種？

不是最小單位。若想回答這個問題，則其捷徑為調查基本粒子能否分解。因此計劃一種實驗——對基本粒子賦予高能，讓它們彼此劇烈撞衝而加以分解。正在日內瓦建設中的大型加速器（PS 同步加速器，1959年開始運轉）的目的即在此。因為尚未決定性的確認而無法斷定，但我想最好不要對於基本粒子的分解寄予過大的期待。我認為，基本粒子即使會撞衝而變成別的基本粒子，但它本身可能不會分解。

果真如此，即等於承認有許多最小單位。那麼，除

此以外就沒有辦法從根本說明宇宙上所發生的各種現象嗎？是否只有許多種基本粒子，而在其背後並沒有支配它們以及宇宙的定律嗎？我想尋求這個問題的答案。」

當話題進入核心之後，在記者團之間也形成緊張的氣氛。

「我的想法與古代希臘的自然哲學家尤其柏拉圖（Plato）很像。大家都知道，愛奧尼亞（Ionia）的思想家臺利斯（Thales）思考此宇宙的創造經過，假想了所謂“最基本的物質”。他認為，若自然界的一切東西是由最基本的物質製造的，則這最基本的物質可以變成任何形狀，而它本身本來不具有特別的形狀，並具體的以水為例。我雖然不認為水是最基本的物質，但這種想法可能是正確的。我們現在所考慮的基本粒子是彼此反應之後變成許多別種基本粒子的，我覺得這正足以表示在其背後有共同的物質存在。

最基本的物質在宇宙上現身時，必須具有某種形狀。柏拉圖認為，宇宙上所存在的東西都具有美麗的形狀。即是，並非任何形狀的東西都能存在，而只允許具有基於某種理由而呈的形狀之東西存在。我想，基本粒子或許就是這樣的東西。很可能是，最基本的物質透過具有特別理由的形狀顯身於宇宙，而其最小者即是基本粒子罷。我覺得，如果這麼想即能了解，即使基本粒子能

變成別種的基本粒子卻不能分解的這個事實。

因此，需要對於下列問題尋求解答。就宇宙的基本法則來說，最基本的物質畢竟應該遵從什麼法則？又，爲何結果允許基本粒子這種特定形狀的存在。我們的實驗小組經過多年來的研究之後，終於找到了類似於解答的結論。

我們求出了支配最基本物質的方程式。就現在的實驗情況來看，這個方程式似乎可以令人十分滿意。即是，解此方程式即能導出各種基本粒子，且將能藉此說明宇宙中的各種現象。如果這個方程式正確，則今後我們所要做的並不是究明此最基本物質的更內部，而將是檢討如何從這個方程式導出基本粒子，以及怎樣解釋宇宙中的一切現象。」

海森堡如此下結論之後結束了他的談話。

宇宙方程式

有一位記者質問：

「那麼，先生發現了支配宇宙的方程式嗎？」

「可以這麼說罷！但請注意一點，我們不能因爲發現了這個方程式即認爲已經知道了宇宙上的一切現象。物理學家認爲，在宇宙上發生的一切現象，在基本上可以上溯至基本粒子的行動。如果就知道支配基本粒子的

法則即能支配整個宇宙這種意義來說，對於你的質問之回答是肯定的。但是，例如就生物體來說，其中還有必須解明的特有現象及法則。這可能不是只單純地想：若生物體由巨大分子組成，而分子被電子左右，若知道了電子的法則即可以解決一切這種單純的問題。當然需要知道支配電子的法則，但即使知道了仍然有問題存在。如果你問我們所導出的方程式能否對於這種情形也直接提供解答，則其回答是否定的。」

另外一位記者問：「我實在不了解你所說的宇宙方程式到底是什麼？能否爲我說明一下？」

對於這位記者坦白的態度，大家都哄然大笑。海森堡也微笑，站起來面向黑板。他所寫的是任意排列一些希臘文字的，但大家都像複印機一樣的開始抄寫。

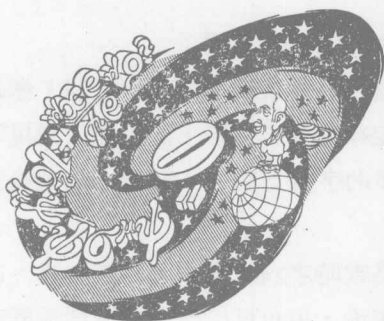
「我現在不打算說明這個式子的意義。預定在最近出版論文，屆時會送給大家。」

緊張的氣氛解消，記者的質問變的活潑。

「宇宙上有許多謎，但過去大家認為若繼續深入的追究即不會有止境。但是，有了你導出的方程式之後即知道這就是最後一關，覺得好像解除了不安感……。」

在場內又引起了笑聲。他也跟着笑，而不想再回答。

「你認為今後對於基本粒子的研究不再求深度而求面的擴大，這樣不是會比從前缺少魅力嘛！」



這就是宇宙方程式

對於另外一位記者的質問，海森堡搖頭說：

「追求原子的世界之後，發現了支配它的定律—量子力學。如果說因而使處理原子及分子的學問、化學或固體失去魅力則錯了。相反的變的更有趣，開拓了豐富的世界。關於生物體的學問，尤其叫做生物物理的分野不斷地提供富於魅力的問題。我如果再年青一點，一定會開始研究生物物理。」

對於基本粒子物理來說也是如此。今天我所說的想法，或許在不久的將來會確認其正確或否，但我覺得，即使幸而這種想法正確而證明了基本方程式的正確性，但以後還會產生非常有魅力的問題罷！設在日內瓦的大型加速器可能最近會開始活動，大家或許有機會直接知

道它。」

記者團的代表開口問：

「那麼，我最後要提出一個質問。你過去創造了屬於原子之定律的量子力學，而現在又發現了堪稱宇宙之的基本定律的宇宙方程式。請問，你到底對於那一種有自信？」

「因為當時才24歲而如今已經57歲，故無法比較何者的成就較大，但也可以說對於這兩種既有自信也沒有自信罷！大家都知道，量子力學後來日益確立了它的地位。如果在這裡使用宇宙方程式這種名稱，則不曉得它的地位將來會獲得什麼評價，但我認為，就現在的情況來說，它是最自然的解答。」

「謝謝你！」

記者們一起跑出場外。外面二月的空氣在結凍。德國的二月是嘉年華會（carnival）的季節。似乎聽得到人們歌舞的聲音。無論寒冷或歌舞，採訪消息的記者們得加強活動了。西德製Volkswagen牌的轎車開始往各處奔跑。

舊的質問、新的答案

在報社裡，學藝部根據採訪班帶來的消息開始活動。如何處理物理學最近情報是很麻煩的問題，經辦的記