

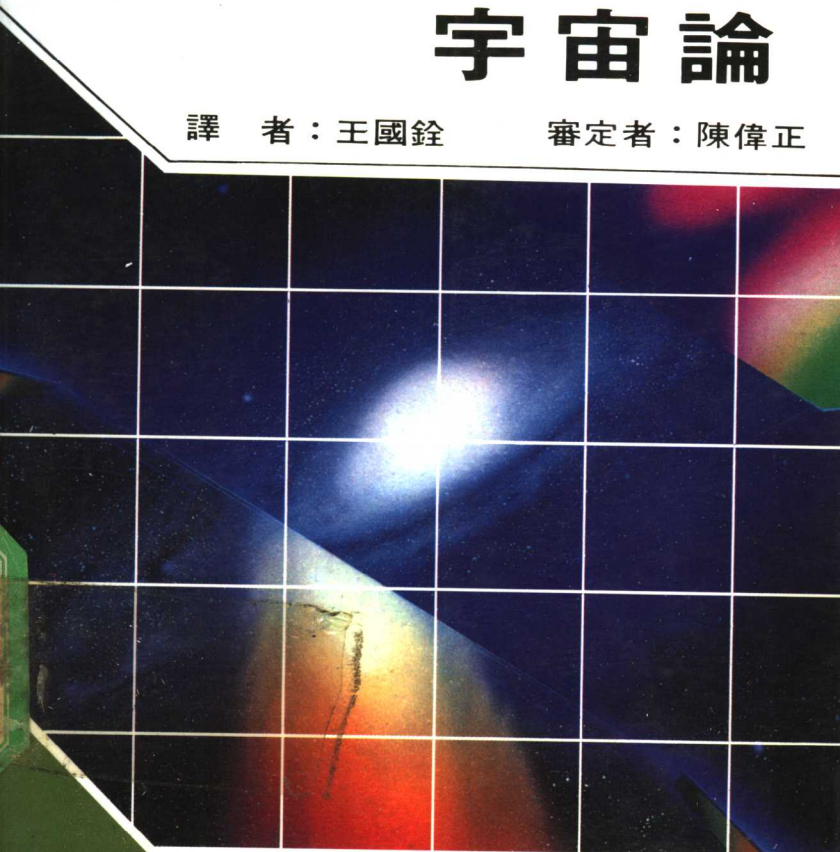
新世紀叢書

基本粒子・統一理論・超人類

基本粒子和 宇宙論

譯者：王國銓

審定者：陳偉正



銀禾文化事業有限公司

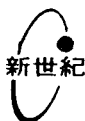


053

新世紀叢書

基本粒子和 宇宙論

銀禾文化事業公司印行



053

新世紀叢書

基本粒子和 宇宙論

主 編：新世紀編輯小組

審定者：陳偉正

出版者：銀禾文化事業有限公司

發行人：陳俊安

地 址：台北縣永和市林森路 88-1 號 1 樓

電 話：9230041 · 9230051

傳 真：9230051

郵 撥：0736622-3

定 價：新台幣 90 元

印製者：大原彩色印製企業有限公司

1991 年 元 月再版

新聞局登記證局版台業字第 3292 號

■版權所有 · 不准翻印■

ISBN 957-568-016-2

序

我與佐藤文隆先生共著「相對論的宇宙論」時是十年前的一九七四年。幸好那本書受到一般的好評重印了好幾版。可是十年來的宇宙物理學實在發展得太快，任何書過了十年就落後了。這樣說並不意味「相對論的宇宙論」的內容有錯。只是說最近的宇宙論變了好多。

在這十年當中，發現了不少新事實。關於這些事，佐藤先生已寫了不少書說明。

我也覺得負責寫「相對論的宇宙論」裡面的有關宇宙部分的關係上，有必要把其後發展出來的新宇宙論寫成一本書。這本書就是這樣寫成的。

第一章等於是「相對論的宇宙論」做溫習。敘述些現代宇宙論的基礎。儘量避免使一般人產生誤會。

第二章所說的是有關基本核子論的宇宙論這方面的事。這些事就是這十年來發展出來的新分野。是用最近發展出來的基本粒子理論、大一統理論來說明宇宙初期情況的理論。在這裡談到許多，物質的起源、膨脹宇宙、平行宇宙、磁氣單極子、重微中子等，以前沒有談過的問題。在這個分野，理論跑得太快，證明理論的實驗

或實驗證據非常缺乏，但很富於夢幻及希望。只是因爲是新分野，可能有些不太容易理解的部分。我盡了我的所能，說明爲何現在迅速進行着這種研究及其後有什麼想法。

第三章談的是些關於黑洞的問題。在黑洞的問題中，新的部分是英國的赫金所發現的「黑洞的蒸發現象」。黑洞一直被認爲只會吸進任何東西，不會吐出任何東西。可是考慮到量子論的效應時，黑洞就很有可能會放出種種基本粒子或輻射而變小。這也是純理論的成果，沒有觀測的根據。是一個人類的想像力的成果。

第四章談的是認爲人類是宇宙中心，有一點聳人聽聞的假說「人類原理」。主張這個宇宙的種種非常適合造就知性。這樣想，就得承認除了我們人類之外，宇宙中還有其他有智慧的生命（宇宙人）的存在。如何去跟那些E.T（地球外生命）通信接觸就成爲最有興趣的問題。也談到智慧進化到極限時會是什麼樣子，人類是否能夠達到那種超智慧的境界的問題。這一章是我長年不停地在想的問題，以前沒有談過。一九八二年，國際天文聯合裡面成立了一個叫做「跟宇宙人通信」的分科會。我是會員之一。現在時機已成熟了。

目 錄

序	I
第一章 現代宇宙論——幾個不可思議的謎	1
第二章 基本粒子告訴我們的宇宙的誕生 ——世界的開始和物質的起源	55
第三章 黑洞和時光的奇異點——這個世界 和那個世界的物理學	119
第四章 人類原理和到達超人類之路——假 說「宇宙的中心是人類」	157

第一章 現代宇宙論

——幾個不可思議的謎

一、宇宙該不該是個什錦麵

宇宙是什錦麵？

「知不知道世界裡只有一樣的東西嗎？」

有一次，我的兒子問我。

「嗯，你和我都是，對不對？」

不經意地我回答他像道德教科書上的那種話。

「不對，那是宇宙」

最近的小孩子懂的真不少。

「不過，宇宙真的只有一個嗎？」

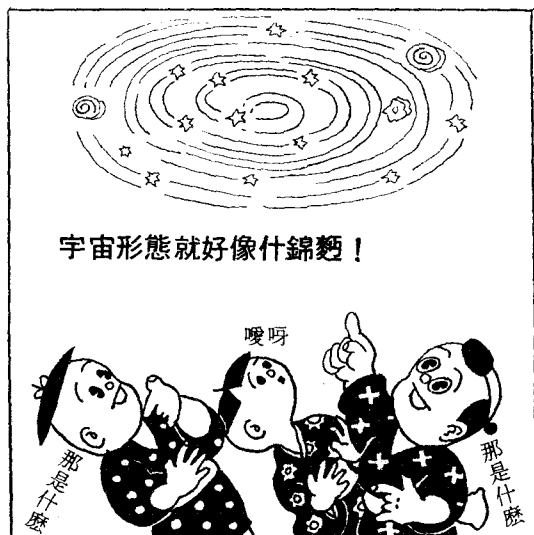
「那不用說，宇宙當然只有一個。如果有好多個宇宙，那不是太麻煩嗎？」

麻煩不麻煩且不去管它，說真的，宇宙會不會真的只有一個？想來想去，這個問題好像需要先把「宇宙究竟是什麼」弄清楚才行。所以先來檢查宇宙是什麼吧。

照漢字解釋，宇字是指空間的擴展，宙字指的是時

間的擴展。英文有 Universe, World, Cosmos 等字眼。任何人如果突然被問「宇宙是什麼」，相信一定會一時想不出怎麼回答才好。稍微想了之後，很可能只會想到空間，究竟有多大，什麼時候開始有這些事。

那麼不是一般人，是專家的話，會想到些什麼呢。常聽到的是，「宇宙是包括所有物質的全部時間和全部空間」。但是我對「所有的東西，這就是宇宙」，像什錦麵的這種定義總是有些疑問。這種說法究竟有什麼意義？



以哲學的立場來說，這種定義可能有點意義。但是若要以科學立場來下定義的話，最起碼無法實驗或觀測的部分都要先除掉。如鬼魂般的或什錦麵那樣的都不成爲對象。

那麼該如何定義宇宙呢？來談談我們的看法吧。

跟科學有關的，只是觀測得到的範圍——所謂觀測，指思考能廣及的範圍——才算是宇宙。怎樣，這種定義是不是很清楚？

隨着宇宙觀變大的宇宙

不是「全部」而是「能認識的範圍」才是宇宙。話雖然這麼簡單，但若想徹底理解它，還是需要先了解過去的人們對宇宙有過什麼印象，就是要先知道從前的宇宙觀經歷過什麼樣的變遷。事實上，宇宙是隨着宇宙觀的進步逐次變大的。

反過來說，各時代的人們都認爲他們所想的宇宙就是「全部」，其實並不是「全部」。甚至現代也可以這麼說。

古代文明之一的美索不達米亞時代的人們，以爲他們所居住的，四周都是山的平原就是他們的世界（宇宙）。稍後的希臘人，思索地球，早就知道了地球是一個球。這就是宇宙觀的進步擴大了人類認識的宇宙的一個

例子。包括希臘文明在內，歐洲中世的人們所擁有的宇宙觀是，以地球爲中心的所謂天動說。他們認爲水星、金星、火星、木星、土星那五個行星和月球、太陽都以地球爲中心，在天空旋轉。他們所想的宇宙就是這樣。恒星的相對位置，從地球看，從來沒有變動過。所以過去的天文學的對象幾乎都限於五個行星和月球、太陽。最大的特徵是把宇宙看成一個球狀的空間。像天文館裡面那種球型宇宙空間。最外面有幾層恒星天的球殼，也就是宇宙的邊緣。如果真的是這樣，那麼邊緣的外邊又是什麼？當然自然地會發出這種疑問。對於這個疑問，亞里斯多德的宇宙觀是說，那裡只有「無」，也不是真空的「虛無」。

從有限的世界到無限的宇宙

十六世紀半，哥白尼的時代，出現了哥白尼著名的反轉。太陽取代了地球（人類），成爲宇宙的中心。這件事不獨是宇宙中心的轉移，還有更重要的意義。由於反轉，人類的地位變成和宇宙對等，從萬物的靈長降級成爲宇宙中微不足道的一成員。這種認識的產生才是重要的。

結果，把人類放在世界中心的基督教世界觀開始動搖，教會的權威從此開始衰微。這就是自然觀的革命對

社會體制的改變會有很大影響的一個例證。它引起了值得叫做「反轉」的情況。

說實在，哥白尼本身並沒有意識到這一點。雖然他提倡太陽中心說，事實上他祇對行星有興趣。就是說，他祇認識到以太陽為中心的，非常有限的球體的宇宙而已。

「反轉」的主角，說起來，應屬於布魯諾才對。他是否定有限宇宙，主張宇宙是無限而聞名於世的人。

他主張萬能的主沒有理由只創造太陽系，只關照我們人類。既然有我們這個世界，在別的地方應該也有其他同樣的世界。就是說，世界不止只這一個，應該散佈於無限的遠方。他所說的世界，在這個場合指的是宇宙。不過，好像布魯諾說「神……」那樣，他的主張並沒有經過科學的實證，只是他的思索產物。可以說是神學上的主張使他說出那些話。

不管它是什麼，他的主張在當時，基督教所統治的社會是一項驚世駭俗的主張，是一種對他本身致命的言論。爲了那種言論，於一六〇〇年，他被教會判處火刑。和他同時代的伽俐略也受到教會的迫害。

迫害也好，判死刑也好，不管教會如何設法保護本身的教條，都無法阻止宇宙觀的轉變。宇宙是無限的，人們都開始這麼想。

在基督教的「創世——末世」這種有限世界觀統治着的世界裡，出現了不獨是空間，連時間也被認為是無限，無限的過去和無限的未來這種思想。之後，十八世紀著名的哲學家，康德及萊德等所提倡的宇宙論也是，無數星星平均地分佈於無限空間的無限宇宙。他們的這種想法也是從布魯諾的思想出發的。

宇宙是無邊無際的空間。時間也從無限的過去不停地流向無限的未來。這種宇宙很接近我們的常識所熟悉的宇宙觀。你有沒有你自己的宇宙觀？無妨對比一下吧。

我們的宇宙和超宇宙

由前所說的話，我們可以知道宇宙的擴大和認識的擴大在同一軌道上。很像嬰兒隨着長大會擴大本身的世界那樣。對於出生後不久的嬰兒來說，他的世界只有他本身和母親。隨着長大，父親、家族、鄰人、老師、同學、朋友等等，他的世界就會這樣逐步變化。跟嬰兒不會有愛人同樣，古代美索不達米亞文明也沒有想出無限宇宙的能力。

在這裡我再回頭來談「宇宙是什麼」吧。我們的宇宙只是我們觀測到的範圍。若把這一件事反過來想，我們所認識的宇宙很可能不是宇宙的全部。偶而會聽到有人說，「宇宙論已確定，我們是無所不知的」這種話。

我們絕不可能有這種屬於神的全智全能。以我的感覺來說，最近每隔十年，我們的宇宙觀就會有所改變。現在的宇宙觀絕不是最後的全部。不但如此，應該說我們目前所知道的只不過是九牛的一毛才對。我認為事關宇宙觀，我們應該以謙虛的態度去面對它才行。

因此，每次說到宇宙時，我都要以「這個宇宙」或「我們所知道範圍內的宇宙」這種謙虛的口氣來稱它。除了我們這個宇宙之外，說不定還有其他宇宙，或我們所不知道的各種宇宙。我們不知道有沒有，但也不能斷定沒有。我們不能斷定沒有跟我們的宇宙同樣的平行宇宙的存在。這樣想，一點都沒有什麼不對。我們把那些可能有的各色各樣的宇宙統括，叫做「超宇宙」吧。

超宇宙這種想法，還沒有得到一般的認可。說實在，大半都是反對這種想法。但是，我還是認為站在這種謙虛的立場，對於了解以後將要談的事比較方便，有幫助。

有限或無限

認為宇宙是無限這種想法始於布魯諾，而確立於康德的時代。所謂的無限，意思是不再有擴展。如果這是對的，事情就到此結束，沒有什麼可談的了。

可是在舉世認為宇宙是無限的當中，卻有人提出異

議，主張宇宙有限。這個人就是愛因斯坦。一九一五年，愛因斯坦發表他的「一般相對論」。解開相對論方程式的結果，獲得了這個宇宙是有限的答案。少年時代我所愛說的，伽膜夫的「不可思議世界裡的湯姆金斯」那本書也談到宇宙。它所談的是愛因斯坦的有限宇宙。伽膜夫是蘇俄出生，移民到美國的著名物理學家。

當然愛因斯坦的有限宇宙沒有擺平爭論。根據現在的觀測事實，有限無限這個問題應該要由存在於宇宙內的物質密度如何來決定。目前我們所知道的物質密度是以每一立方公分 10^{-29} 公克，就是每一立方公尺一個原子程度為界線。密度若比這個界線大，宇宙就有限，小就無限。到了最近，由於觀測事實，科學家們都傾向無限的想法。可是宇宙裡面可能有許多觀測不到的黑洞這類東西。所以事實上還不能下結論說是有限還是無限。

說明有一點操之過急，我們該回到宇宙的歷史了。由布魯諾開始的無限宇宙，不錯是宇宙觀的一個革命。可是把宇宙看成無限時，會出現幾個無法解釋的難題。奧爾巴斯的矛盾論調就是其中的一個。簡單說就是，「夜晚為什麼黑暗」這個問題。這算是什麼問題，什麼地方值得大驚小怪？太陽下山，轉到地球的另一邊去，所以沒有了陽光的普照。沒有陽光當然黑暗，因為黑暗，所以是夜晚。這是每天反覆的現象，從來沒有間斷過的

單純無比的現象。

不錯，沒有陽光，所以黑暗。但是若把視線固定於夜空的任何一個點，不管看得見或看不見，視線的延長線一定會碰到星星。而那個星星是不停地在發亮的。夜空的任何一個點，或遠或近，都一樣有發着亮光的星星。就是說，整個天空密密麻麻都是星星。如果視線的延長那邊沒有星星，夜晚當然是黑暗，你可能會這樣反駁。可是這是不對的。宇宙既然是無限，若把視線無限地延長，遲早總會碰上星星。這些事是數學所定義的無限的性質，我們不得不承認它。既然這樣，我們不難想像雖然有遠近之別，天空被星星佈滿得一絲間隙都沒有的景象。如此被亮晶晶的星星密封着的夜空，按道理說應該很亮才對。可是事實並不那樣，夜空還是那麼黑暗。爲什麼呢？

奧爾巴斯的矛盾論調

這個違反常理的現象就是奧爾巴斯的矛盾論調。其實這件事並不是奧爾巴斯先發現的。很早以前，開普勒等天文學家已討論過這個問題。只是奧爾巴斯在他所著的書中談到這個問題才冠於他的名字的。這一類的事有好多例子。關於行星、太陽間距離的玻狄定律，其實是一位叫做基就斯的人發現的。玻狄是當時很有名望的天

文學家。他在他著作的天文學教科書述及那個定律，所以大家都以為是他發現的。發現它的基就斯也夠怪。沒有把自己發現的定律發表，也沒有記述於自己的書上，只以讀者註的方式寫在他翻譯的書中。因為這樣，所以沒有引起學界的注意。一方面，玻狄不虧是偉大的天文學家，一看就看出其重要性而採用於他的教學。

可能會有人反駁說，遠方來的星光會被宇宙空間內的物質遮阻，所以夜空應該黑暗。就是說，那個矛盾論調沒有考慮到光的散亂及吸收的問題。可是事實上把光的散亂及吸收考慮進去，還是解決不了那個矛盾。因為倘若宇宙空間內的瓦斯雲或塵粒遮阻或吸收星光的話，到後來它們也會發出光來。既然承認宇宙是無始無終的無限宇宙，絕不會有任何東西只管吸收而不發出光的。一直把光吸收過去的結果，物質的溫度會一直上升，到了其程度的高溫時，物質本身會變成燃燒着的火焰那樣發出光的。

有了吸收現象，我們才看不到宇宙空間無限遠的遠方。我們只能看到某些程度的遠方，不過，那些程度已經夠遠的了。我們來檢討把塵粒考慮進去還能看到多遠吧。

我們的銀河中心部分的方向，瓦斯和塵粒太多，所以看得到的並不遠，頂多是一萬光年程度而已。可是其

他方向，若以現在慣用的說法來形容，我們是看得到宇宙邊緣那麼遠了。我們用霧或烟代替那些瓦斯或塵粒來看看是什麼樣的情形吧。雖然由於霧，看不到遠處的路燈，但是受到燈光的照射，霧會發出一片朦朧的散亂反射光。有了這種光，夜空應該不致於那麼黑暗才對。那麼我們究竟能看到多遠的路燈那種朦朧的光輝呢？以現在的說法來說，能看到一百億光年以上的遠方。所以把塵粒、星雲算進去也無法解決奧爾巴斯的矛盾。那麼如何才能解決呢？要等到把「宇宙的地平面」這個概念導入之後才能解決。

光是什麼

上面所說的都是前世紀的，關於「宇宙有限或無限」這個問題的狀況。一到了本世紀事情就大轉變，而往其他方面發展下去。因為在本世紀初，出現了物理學上的一大發現，愛因斯坦的相對論。

愛因斯坦在一九〇五年先發表了他的特殊相對論。這個理論的基礎就是光速一定的原理。

那麼光是什麼？

早些時候，牛頓說過，光是粒子。就是像劃空而飛的子彈那種粒子。可是惠更斯却提出相反的意見，說光是波。究竟光是粒子還是波，當時的爭論算是惠更斯的