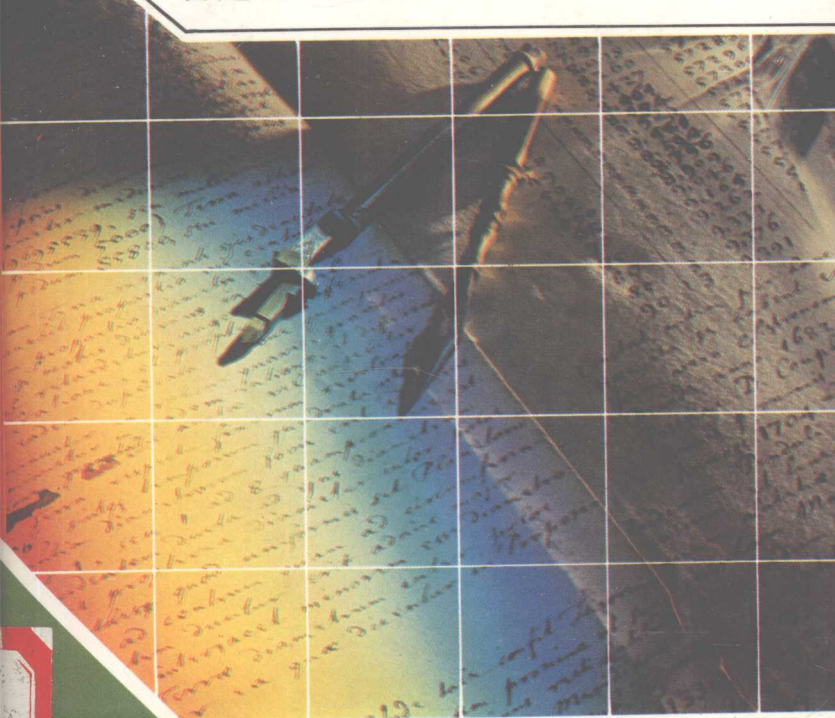


不用數學的

新物理趣談

審定者：周東川





新世紀叢書

新物理趣談

銀禾文化事業公司 印行



036

新世紀叢書

新物理趣談

主 編：新世紀編輯小組

審定者：周東川

出版者：銀禾文化事業有限公司

發行人：陳俊安

地 址：台北市光復南路415巷252號 1 F

電 話：7542968・7542969

郵 撥：0736622-3

定 價：新台幣110元

新聞局登記證局版台業字第3292號

1988年 3 月四版

■版權所有・不准翻印■

序

現代被稱為科學的時代。放眼看任何一門科學，其發展的急速都是駭人聽聞的。其中，進步最顯著的可算以太空船為其象徵的自然科學。這本書是為把自然科學中最尖端的現代物理學的最高理論從專門學家的狹窄世界開放出來，使其成一般讀者的共有財產而寫的。

現在，物理學已幾乎成為自然科學的中心。其成果已不斷地被生物學、醫學、天文學及其他各門自然科學吸收。一方面，物理學在我們的日常生活中也發揮著它的效用。如電視機、電子計算機等都是物理學的一個應用部門，電子工學的成果所發展出來的。不久的將來，可能會出現物理學上畫時代性大發現被利用於工業而大大地改變我們的社會形態。

可是很不幸，對這樣重要的物理學，大部分的人都認為是一門充滿著難懂的數學公式，無法親近的學問。不錯，現代物理學的理論是用高深的數學來表達的。不過，如愛因斯坦所說，數學只不過是用於表達物理學理論的一種補助性手段而已。不靠數學而能體會其思想的話，也可以說觸及到它的真髓的。

這本書就是針對這一點，要使一般讀者也能瞭解現

代物理學最高理論的思想而寫的。如「狹義相對論」，「廣義相對論」及「不確定理論」等高深理論都不用任何數學公式而加以說明，以便帶不懂數學的一般讀者們進入人類智慧結晶的殿堂。

那麼現代物理學最高理論的思想是什麼？它是充滿著幻想和浪漫的一門學問。它的研究對象涉及十兆公里的五十億倍那麼大的廣大宇宙和一兆分之一公厘那麼小的微小的世界。在遙遙超越我們的五官感覺及想像的那些世界裡，不可思議的奇妙現象不斷地產生著。因此，想去揭開那些現象的秘密的現代物理學理論，其思想可想而知是超越常識的。

讀完這本書之後，可能會有許多人改變他們的自然觀。受了影響，可能會有許多人啓發出豐富的想像力而得益於學業或事業。也有些可能因此而改變他們的人生航向吧。

目錄

序

一、現代科學中最尖端的物理學	1
1. 超過人類想像力的奇妙世界	1
人類的求知慾望是無限的	1
古代印度人認為有大象支撐着地球	2
牛頓也是井底之蛙	4
現代物理學告訴我們大自然的有趣和神秘	6
新的理論都帶有瘋狂的味道	8
2. 宇宙有沒有邊緣	11
「宇宙是彎曲的」——愛因斯坦的宇宙論	11
「彎曲負的面」是馬鞍型的面	13
我們看不到空間如何彎曲	15
向前看而能看到自己背後的奇妙空間	18
銀河系回轉一次需要二億年	20
宇宙中有一兆的一千億倍顆星星	22
實測結果推翻了愛因斯坦的預測	24

3. 宇宙還在膨脹	27
望眼鏡看得到二十億光年遠方的星雲	27
宇宙有二百五十億歲，是半徑五十億光年的球體	30
宇宙的外頭沒有物質也沒有空間	33
二、極微世界打破了我們的常識	35
1. 物質的最小單位是什麼？	35
一粒塵埃裡面也有一個宇宙	35
原子由電力可分為兩部份	37
假若把原子擠塞成一立方公分，重量有一億公噸	39
原子的性質由電子決定	40
2. 不可思議的極微世界	42
雙重性格的妖怪——基本粒子	42
水面上的油的反射表達光是一種波	45
基本粒子的大小只有一兆分之一公厘	47
「光是一種波」，不再是真理	49
「光也是一種粒子」，愛因斯坦的光子論	50
「芝蔴開門，」的現代版——自動門	51
光終於成為粒子俱樂部的會員	52
3. 能够看得到的最小是什麼？	54

窺看極微世界的方法	54
光學顯微鏡看得到的限度	56
物理學史上最偉大的發現之一，「德布拉克里的物質波」	57
打破極微世界牆壁的電子顯微鏡	58
電子顯微鏡也看不到的原子構造	60
假設電子顯微鏡看得到，那麼原子的內部是……？	63
核外電子的運動真像幽靈	65
三、現代物理學瞭解了大自然的本質	67
1. 放棄不是投降——「放棄既成概念的哲理」	67
能不能得知才是問題	67
只看它一下，物體的運動就會起變化	69
「放棄」是「創造」之母	72
2. 有關位置和速度的新觀念——「不確定理論」	72
正確性的確認有限度	72
為何粒子會呈現波的狀態	74
電子會構成雲的形狀	75
一個電子會同時在兩個不同的地方存在	78
棒球的球也有波長	81

3. 保持大自然安定的東西——「浦朗克常數」	82
不懂量子力學的學生不會知道“h”是什麼？	82
發表當時，沒有人能瞭解的浦朗克的大發現	84
星星，地球，人類都托福浦朗克常數才能存在	87
使湯川博士笑個不停的「一夫多妻論」	89
四、基本粒子的活動揭開了宇宙之謎	93
1. 星星的光亮會不會永遠不衰	93
宇宙是由基本粒子開始的	93
比鉛還重的氦氣體	95
由氦氣的核融合反應誕生星星	97
每秒鐘燃燒着大約六億公噸氦原子的太陽	99
七十億年後，太陽和所有的星星都會燒盡	102
2. 宇宙中的放浪者	104
假如將宇宙射線的能量改變成電力的話……？	104
宇宙射線是新星、超新星爆炸時的產物	108
宇宙中超巨大磁場的作用——費米加速	110
宇宙射線成為宇宙射線需要好幾千萬年	112
揭開宇宙神秘的微中子	113

五、時間經過會慢下，空間會縮小的世界 117

1. 光能在真空中傳播 117

每分鐘大約有一百個繆介子串透過我們的身體 117

準光速太空船只要五十年就可飛越二千五百光年 120

速度是什麼？ 122

不管多快總不能達到光速 125

2. 否定絕對性——「狹義相對論」 127

一公尺長的棒子也是十公尺長 127

速度高時，物體的長度會縮短，質量會增加 129

準光速太空船上的五十年等於地球上的二千五百年 132

在走路的人的鐘錶會慢下來 134

假使一個電子的運動速度與光速同，它的質量會比地球還大 137

3. 地球引力會使時間變慢 138

愛因斯坦本身都無法瞭解的「廣義相對論」 138

太空站是相對論的實驗所 141

萬有引力會拉彎空間 143

牛頓無法說明的天體現象之謎 145

一樓的人會比四樓的人長壽 150

4. 宇宙的神秘	151
比樵夫還孤獨的人	151
能鑽透一公尺厚鉛的氫原子	154
宇宙中有別的高等生物	156
生命的起源是否放射線	159
有沒有宇宙人發出來的電訊，美國的奧瑪計畫	161
六、探究物質世界的極限	163
1. 如何能知道電子顯微鏡都看不到的東西	163
物質的窮極是什麼？	163
用電子計算機選拔世界小姐	165
電視機裡面也有電子加速裝置	168
使用二英里長的裝置研究極微的基本粒子	169
2. 極微世界裡有巨大的力量	172
湯川博士的預言兌現	172
原子彈的能量源	174
原子核分裂的起動方法	175
為何核力會那麼強	177
π 介子是無頭公案的被害者	178

向上帝借錢的 π 介子	180
跟人一樣，基本粒子也不可貌相	182
湯川理論就是這樣被證實	183
戰前日本的質子加速裝置已達到世界水準？	185
一天化費四十萬美元的美國的巨大質子加速裝置	186
3. 基本粒子會不會就是最基本的物質	188
看不到的質點也有腳印	188
顯現質點飛跡的裝置	190
威爾遜霧室	192
水會沸騰，原因在宇宙射線	194
名偵探和物理學家都由腳印去找罪犯	197
大自然的極小粒子是不是微中子	200
七、在真空世界裡會「無中生有」	205
1. 真空並不是虛無	205
鉛塊裡面也佈滿着空間	205
沒有不存在物質的真空	207
電場和磁場都由光子構成	210
萬有引力是質點的川流	213

2. 自然具有無限的高深	215
— 剎那就使電子消失的東西	215
真空中充滿着基本粒子	216
現代物理學是一種以五官無法領悟的藝術	219
萬有引力也可以把它隔開	221
不斷在發出電波的放射線星雲	223
宇宙從一個基本粒子誕生	225
真的有「反宇宙」嗎？	226
推動物理學進展的是想像力，不單是知識	228

一、現代科學中最尖端的物理學

1. 超過人類幻想的奇妙世界

人類的求知慾是無限的

冬天寒冷的早上，火車的玻璃窗由於車內溫暖的空氣，蒙上濃濃的霧氣，看不到窗外的景色。這些時候，任何人都會不自禁地伸手拭去窗上的霧氣望外看。爲什麼？因爲或多或少，人人都有想知道周圍環境和大自然的慾望。可是我們的五官能夠直接感觸得到的範圍非常狹窄。例如我們的眼睛，千分之一公厘左右大小的形狀就無法識別。也無法看出星星離我們遠還是月球。

可是現代物理學成功地利用巧妙的理論和精密的儀器，把我們的視野，從能識別的範圍擴大得超過我們的想像力。

現代物理學的視野已經擴大到一百億光年（光的速度一秒鐘大約三十萬公里。一光年是光飛馳一年的距離。一百億光年就是，三十萬公里 $\times$ 六十秒 $\times$ 六十分 $\times$ 二十四小時 $\times$ 三百六十五天 $\times$ 一百億年）的超巨大宇宙和一兆分之一公厘的質點（構成原子的基本粒子，如電子

、質子、中子等)那樣極微的世界。和空間一樣，對時間的觀念也有出人意料的變化。不管喜不喜歡，物理學家不得不去考察在十兆分之一的再一百億分之一秒那種極短時間裡發生的現象。另一方面，也要去研究在一百億年那種超乎想像的悠久時間裡所發生的現象。

在能量方面也一樣，從無法感覺到的超微能量現象，到比原子彈、核子彈的爆炸還大幾十倍，幾百倍的能量現象都是現代物理學的研究對象。

現代物理學這樣不斷地擴大視野的結果，它到底有沒有得到什麼關於大自然本質的答案？有，就是，「超感覺的世界和普通我們感覺得到的世界，在質的方面完全兩樣」。換句話說，我們的感覺所經驗得到的範圍，比那些範圍極端地大或小的世界，性質完全不同。可以說大自然有幾層不同性質的構造。我們暫且把它叫做大自然的多層構造吧。

古代印度人認為有大象支撐著地球

由現代物理學發現大自然有多層構造之前，人類有過許多奇奇怪怪的自然觀。爲了增加對多層構造的瞭解，我們先來談一談從前的錯誤想法。

相信每一個人都曾經想過到底宇宙有沒有邊緣這個

問題。假使有邊緣，那麼不管宇宙有多大；總要有邊界或界限才對。那麼邊界的外邊又是什麼？我們很自然地會想到這一點。

學生時代，有一個同學一直在想這個問題。結果，他墮進了疑問的連鎖反應而不能自拔，終於患上神經衰弱症。由現代物理學家看，宇宙有沒有邊界或界限這個疑問，和古代人的疑問——大地有沒有盡頭那種純樸的疑問一樣，都是出於錯誤的想法。

我們來談一談古代人樸直單純的那些疑問。用肉眼看，大地是平面的。如果仔細觀察地平線的話，不難看出地平線有一點彎曲。可惜，古代人沒有注意到這一點，他們以為海面也是平面的。

既然他們認為大地和海都是平面，當然他們會想到如果一直向前走，早晚會到達再也沒有大地及海的地方——世界的邊緣。他們進一步去想像世界邊緣的那一邊是黑暗未知的世界。因為無法可知，所以那是一個充滿着恐怖的世界，使他們戰慄不已。假使將古代人送上太空，讓他們從人造衛星看地球懸掛在虛空旋轉的話，可能會嚇破他們的胆。同時他們會領悟到他們的那些想法是多麼無聊。

人類知道了地球是一個球狀天體之後，還有許多人覺得難於接受地球跟他們相反的那一邊。在那一邊，所

有的人都倒立而不會掉下這種事實。更無法瞭解地球懸掛在沒有東西支撐的太空中。難怪古代人相信一定有些什麼東西支撐着這個世界。幻想產生幻想，如古代印度人，他們認為這個世界由巨大無比的大象背着，而大象站在比它還大的烏龜上。

牛頓也是井底之蛙

古代人和現代人的智慧應該沒有多大的差距。他們為什麼會有那種無聊的想法呢。答案中包含着非常寶貴的教訓。

古代人根據他們從狹窄的環境所得的經驗知識，嘗試解釋超過他們知識(領域)的大地全部構造，因此犯錯。用眼睛看，不錯，大地和大洋是平面，所有物體都由上往下掉落。這些都是他們由經驗得來的知識。他們相信物體之所以由上往下掉仍是一種大自然的本質，而不知道是地球的引力。他們的錯誤在，他們相信以他們簡陋的經驗和知識就能說明大地整體的構造這一點。

現代人對宇宙有沒有邊緣這個疑問，跟古代人對大地有沒有界限的疑問一樣，都是出於錯誤的想法。

關於超巨大的世界，關於超微小的世界，我們都有錯誤的想法。記得小時候，國中校長的叔叔曾經對我說：