

新世紀叢書

熱的死亡或黑洞

宇宙的終局

審定者：周東川



銀禾文化事業有限公司



044

新世紀叢書

宇宙的終局

銀禾文化事業公司印行



044

新世紀叢書

宇宙的終局

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

新聞局登記證局版台業字第3292號

1990 年 11 月三版

■版權所有・不准翻印■

ISBN957-568-015-4

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

迎接新紀元的來臨

新世紀叢書系列

全套100冊隆重推出

置身於知識爆炸的時代裏，新奇的事物層出不窮。世界面貌不斷的在改造，您的腳步也必須不斷的跟進。

「新世紀叢書」，融合億萬人的智慧與心血，為您拓展最新知識領域，提供您前所未見的珍聞，是一部值得您一讀再讀的好書。

001 星空漫步

002 太陽系

003 人子的孕育

004 陸上動物的演化

005 原子的奧秘

006 相對論趣談

007 形與數的世界

008 分子的建造

009 地球的過去與未來

010 改變世界的現代化學

011 工程師的偉業

012 了解和幫助您的孩子

013 動物的行為

014 電 腦

015 基礎化學

016 光合作用

017 機率的精靈

018 國防科技

019 銀河之旅

020 我們的宇宙

021 太空殖民地

022 地球浩劫

023 今日科技

024 外太空訪客—UFO

025 科學趣談

026 神秘歷程

027 探險之旅

028 大地之謎

029 最新武器大觀

030 浩瀚宇宙

031 相對論的宇宙論

032 21世紀的寵兒

033 或然率趣談

034 尖端空防科技

035 新化學趣談

036 新物理趣談

037 五次元宇宙

038 黑洞·波霎·似星體

039 科幻相對論

040 漫談「無限」

041 職業與性向

042 白 洞

043 遺傳與婚姻

044 宇宙的終局

045 高分子科學

046 隱形人的科學

047 汽車的昨日今日明日

048 水的世界

049 飛機總論

050 住宅安全學

051 簡易天體觀測

052 彗 星

053 基本粒子和宇宙論

054 超光速粒子「迅子」

055 趣談偵探小說

056 水平思考

057 相對論的故事

058 超現象的科學

059 反物質的世界

060 太空梭的科學

061 物理的發展及內涵

062 宇宙的起源

063 物理定律集

064 彎曲的空間

065 基本粒子的物理

066 量子力學的世界

067 向核融合挑戰

068 雷 射

069 藍色行星——地球

070 科學發展的偉人小記

071 電腦史話

072 機器人的世界

073 電腦軟體設計法

074 機器人對人類的衝擊

075 銀河旅行及特殊相對論

076 物理的探險

077 氣象科學入門

078 太陽的誕生和死亡

079 物質、質量 and 重量

080 十大數學家

081 數學探索與發展

082 固態物理的世界

083 佛似集合論入門

084 數學問答集

085 電漿的世界

086 物理問答集

087 有趣的數學遊戲

088 計畫的科學

089 技術大國的眞面目

090 不確定性原理

091 小學數學老師

092 少年計算機教室

093 數學概念謎題

094 易迷惑的物理問題

095 物理革命如何完成

096 磁單極

097 趣味數學入門

098 物理科學世界之景觀

099 新科學論

100 地球古今談

全套 100 冊

定價新台幣8950元

本叢書所擁有的特點，是您最關心的——

- 聘請國內學者專家親自審定，最具權威。
- 取材多元化，最新資料蒐集，坊間難得一見。
- 各冊封底皆有內容小介，引發您閱讀興趣。
- 筆調輕快活潑，圖文並茂，並有詳細解析圖。
- 新型「口袋書」攜帶方便，隨時滿足您的求知慾。

目 錄

第一章	未來	1
-----	----	---

第二章	考慮宇宙未來的三個支柱	9
-----	-------------	---

第三章	天體的階層構造	25
-----	---------	----

第四章	宇宙是否趨向熱平衡	37
-----	-----------	----

第五章	重力、熱力學的驟變	61
-----	-----------	----

第六章	天體、生物及鐵塊	77
-----	----------	----

第七章	星的進化與黑洞的形成	91
-----	------------	----

第八章	宇宙膨脹的將來	127
-----	---------	-----

第九章	開放宇宙的結局	143
-----	---------	-----

第十章	關閉宇宙的結局	167
-----	---------	-----

第十一章	熱力學的死是否已死	189
------	-----------	-----

第一章 未 來

人類與其他動物最大差異之一便是吾等能夠想到未來。心中存有某些不安和美夢，便以此種期望為預測未來而大步前進。

未來確實是一種夢幻，預測未來將會發生之事物也確實難辦到。但是，在吾等決定要採取行動時，必定要對未來去追尋才行。也就是為何會出現預言家的道理所在。

事實上，預言本身具備各種等級。例如，基督預言、八卦推算、天氣預報……等。用八卦作推算僅能得到順境預言，而不能延伸到逆境。因此，利用高空氣象資料分析大氣和雲層運動，進而預報天氣便與其大不相同。本書所討論的目標為未來論立場，並非如天氣預報般，要達到準確與否程度。如果不準確便屬資料欠缺，以及未充份洞察必然性。

本書對宇宙未來便嚐試從科學立場洞悉這種必然性。同時，也要對這種晦然不清的主題想以科學方法來作詳細研討。

未來論二大入門

所謂未來在程度上有極大差別。吾等日常生活中關係最密切者便是明日的我，明日的你。凡是思想深謀遠慮的人都會想到廿一世紀人類的作為。人類能否假自己的雙手來有效規避環境污染和破壞、或者讓其延伸下去。身處越來越複雜化的資訊社會中，能夠心平氣和控制資訊嗎？

暫時未能擺平，但是，這種問題可以運用世界性動力學方法來研討。增加生產，未存在於自然界的物質便會散佈在環境中。爲了防止環境受到破壞，在基於須要產業和能源原則下，也不得不去破壞環境。身處這種惡性循環中，人類要如何解開生存之謎呢？

世界性動力學中所應考慮的因素，有人類行為、生產、消費、以及某種物質貯存量等，將其加以控制組合。例如，略爲減少生產某種物質，如何去作整體計算呢？這種方式便稱作各個因素過程累積方式。運用此法，便能從現象中找出因素，並作正確認識。電腦中如果存有不充分的程式化認識或資料，其答案自然不精確。因爲社會現象十分複雜，總會糾纏大而難確定的因素，所以才影響到世界性動力學的準確性。

對應之道在於捨棄細小事物，去洞察最基本事物。這是屬於粗略趨近。十九世紀中葉，馬克斯預言資本活動中剩餘價值，即將利潤以粗略立場作分析。資本主義社會會自行崩潰，然後由社會主義社會代替。事實證明，最先實現社會主義者並非當時資本主義最進步的英國，而是相當落後的俄國。後來就世界發展也未如馬克斯所預言。因此，想要鄭重聲明的，他除採用因素累積方式理論外，也表示出對事物粗略程度的看法。

對自然現象的預言也完全相同。考慮各種自然現象的未來，並加以綜合進而瞭解宇宙，這是一種作法，另外作法便是令自然法則適用於整個宇宙。自然科學不同於社會現象，事物較為簡單，並且易於法則化。然而，



在百貨公司預測結婚對象

吾等能將此二種入門作適當區分，或討論兩者關係。下面再分別加以詳細說明。

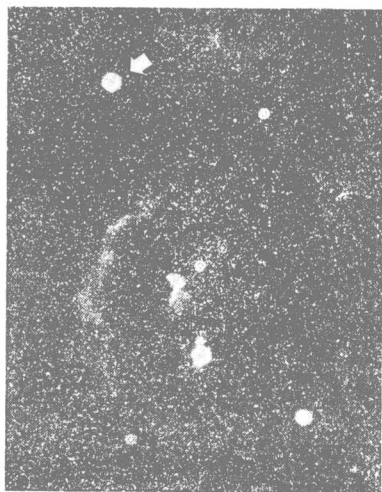
太陽系未來

雖然存在著個別因素，首先針對天體層面作討論。其中最具切身關係者應屬地球上生命泉源——其意義容後詳述——太陽。太陽為無數個恒星中的一個，並不具備其他特殊意義。太陽未來可作為一般恒星進化論的一環來討論。

太陽光能來自其內部的核子反應。太陽放出能量，氫核子燃料便漸變成氦灰。查對太陽系中鈾等放射性元素，太陽系生成可推算至四十六億年以前。這段時間已消耗掉其內部擁有氫的一半，而全成為氦灰。

現今所剩餘的氫，經核子反應使得燃燒仍可維持五十億年。星球中心部位存在的氫，消耗後會使得星球半徑膨脹。正如與太陽同位於獵戶座的紅色獵戶 α 星。其半徑約太陽的五百倍，從星球亮度、距離、表面溫度等能推算出來。另外，這種近距離星球亦可以運用干涉光波方法實際測出星球半徑。

按推算太陽到最後也會達到獵戶 α 星的半徑數值。但是，第一回合膨脹中只到達現有太陽半徑一百五十倍

Betelgeuse (獵戶座 α)

左右（後來經過收縮，在第二回合又行膨脹）。所幸只有地球軌道半徑70%，即其大小等於金星軌道。

如此一來，被膨脹太陽吞沒的只有水星和金星，地球大可安然處之。但是，太陽進化到這個階段後，至少它的亮度將達現有一千倍。地球也會承受此一千倍的熱量。考慮到均衡狀態，地球接受來自太陽的熱量，再將相等熱量以紅外線放射方式向宇宙間放出。因此，地球表面溫度以絕對溫度（攝氏溫度加上 273 度）計算則為 1600 度。到時候地球表面產生燃燒，空氣也會由地球逃逸掉。



欠缺證據？用物理學作判斷吧！

宇宙未來

如此一來，人類自然無法生存下去。唯有藉太空旅行移民到其他行星上面，這些均屬幻想，但是這是屬於推理下的幻想。吾等在此作科學討論，自然須要瞭解立場所在。

吾等將考慮者，是太陽死亡，仍屬遙遠的宇宙未來。到時如果沒有人類，雖論及宇宙未來，其正確性仍值得加以懷疑。

事實確然。按這層意義，宇宙如何開始，發展到今天這種程度，討論宇宙過去，根本上不同於討論宇宙未

來。對於過去所發生的事件，依據殘留下來的證據加以搜索，便能發掘出歷史。

相對的，討論未來以何處作為立足點呢？其一為預言未來之歷史知識和現在宇宙之變化方向。然而，將這種變化方向作單純延伸，並不能瞭解到未來。向東行駛的汽車，可以無限制永遠向東方行駛，道理完全相同。吾等考慮到從現在延長時，適用物理學一般性法則，須要向所定方向延長。因此，宇宙未來論中便須要三個側面。瞭解現狀來寫出能預測未來的歷史學，依據基本法則考慮未來。同時，驅使得自實驗室和宇宙觀測的知識，能製作在宇宙所生事物劇本了。

這種論調是否恰當，現階段尚難作判斷。但是，這種未來學，在某種意義上也可視作物理學的「變數」。對於宇宙起自火團爆炸的宇宙起源論，然後變成具備觀測基礎的一連串體系，便不能據此來歸納宇宙未來論了。下面不針對某家學說，僅以本身感受加以說明。

無論何事，歷史上使然，必然會產生未來會如何反射的疑問，對宇宙的描寫起自古希臘時代，由於人類求知的好奇心，成為相當重要的問題。有關宇宙現狀的描述，今天雖已確立，並推及未來，是屬於人類智慧上最大特權的一種。

嚐試追究新問題，物理學能找出新的適用場所。在

8 宇宙終局

新場所適用，而提出對物理學新的基本問題。彼等雖離開宇宙，作為實驗室中物理學基本問題則仍屬重要。這種宇宙未來論，已超出「變數」範圍，將發展因素在內部秘藏，只有少數已超出實際性，這些現象將在下面各章詳加說明。

第二章 考慮宇宙未來的 三個支柱

第一個支柱——力學的世界

現代天文學的創始者，波蘭天文學家尼古拉斯·哥白尼（Nicholaus Copernicus, 1473 ~ 1543）所提倡的太陽中心說，經由英國大科學家牛頓（Sir Isaac Newton, 1642 ~ 1727）所發現，由於物體運動的法則與萬有引力的法則，天體力學與太陽系的描繪被立證的是十七世紀末葉。到了十八世紀力學的數學形式亦被整理完善，而確立了今日的解析力學的基礎。

當時天文學的主要關心事，是太陽系諸行星的運動，以天體力學的立場精密的給予展開。求解牛頓的萬有引力有關係的拉普拉斯方程式或數學的拉普拉斯變換，而馳名於世界的法國天文學家及數學家拉普拉斯—Laplace（Pierre Simon, Marquisde, 1749 ~ 1837）投注一生的精力所貢獻。因而牛頓的萬有引力與力學，正確且完美的說明，太陽系天體的運行。可說是力學上的一大勝利。

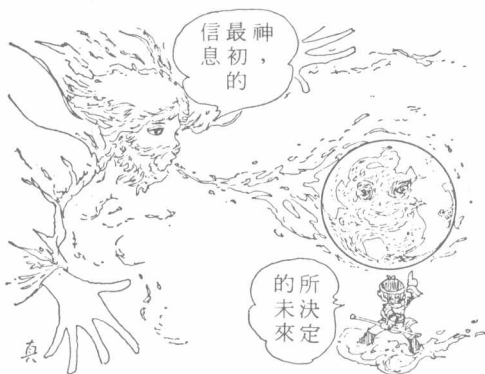
然而，力學有像如下所述的構造：作用於物體之力（天體時係指萬有引力）。可造成物體的運動，由運動方程式的微分方程來求其解。例如：由地上所拋上去的物體的運動，知道地球的引力就可解答。微分方程式在一般解答上，含有多種情況的解答，但給予初期條件時（如上述把拋上去時的位置與初速度），可選擇其中之一來解答。即給與初期條件時，未來的運動是可以有完全的決定。

這事要適用於一切有關現象時，世界的將來是與現在或過去某時期的狀態——即由於初期條件（神最初的一擊），就完全有所決定，係有關宇宙未來的決定論。

這樣的世界觀，叫做力學的世界觀。在一七八一年英國天文學家赫謝爾（Sir Willion Herschel, 1738 ~ 1822）所發現的天王星的運動引起了向力學世界觀的挑戰。天王星的軌道是考慮太陽的引力與當時所知的行星之引力而計算，但是與觀測的天王星運動並不一致。

着手於此問題的是法國的 U. 魯別蕾與英國的 C. 亞當斯。計算與觀測不一致的原因是有未發現的行星影響天王星的運動。而不是天體力學不好的緣故。因此一八四五年到一八四六年他們用計算求未發現的行星應有的位置。其後一八四六年，柏林天文台的 J.G. 瓦爾雷發現了 U. 魯別蕾所預言位置的新行星——海王星。此

事件使人深信力學的世界觀。



力學的世界觀

拉普拉斯之魔

根據力學的世界觀，所有的事物未來皆有定數。因此，關於宇宙的所有粒子做運動方程式，把它解答，就會知道宇宙的未來。但在實際問題上，在萬有引力作用之下的力學方程式，當粒子有兩個以上時——例如太陽與行星，即叫做星的粒子——則不能正確解答。因而，關於宇宙全體等更談不上。

可是其本身並不是有原理的。由此想像得到的是拉普拉斯之魔，他有能力做出那樣的計算。所以拉普拉斯