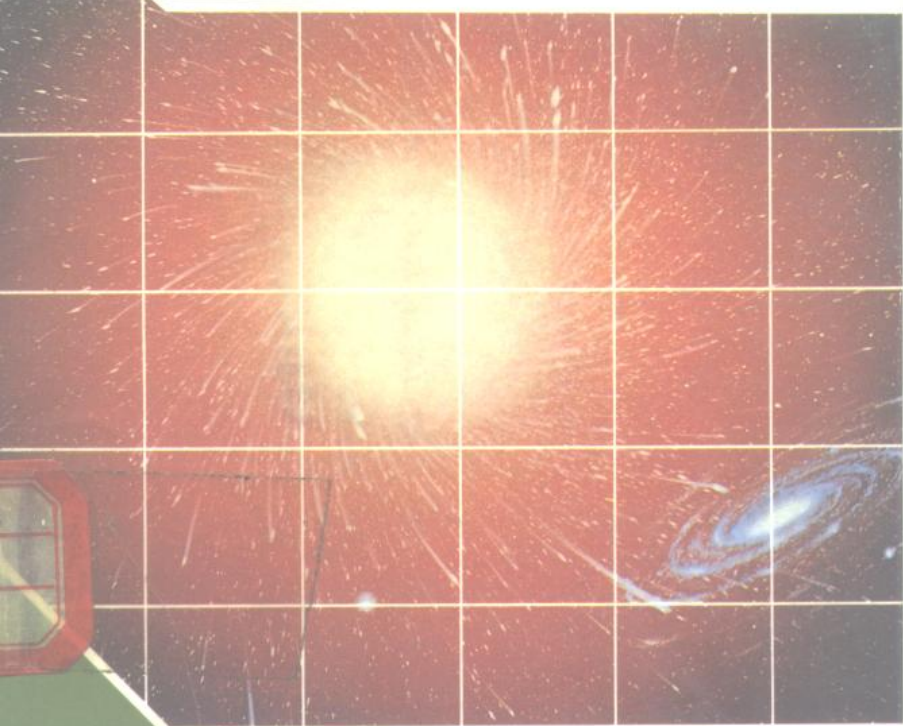


新世紀叢書

宇宙的噴出口

白洞

審定者：周東川

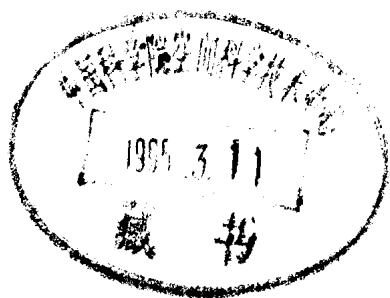


銀禾文化事業有限公司



042
新世紀叢書

白 洞



銀禾文化事業公司印行

108787



042

新世紀叢書

白 洞

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 100 元

印製者：大原彩色印製企業有限公司

1991 年元月四版

新聞局登記證局版台業字第 3292 號

■版權所有・不准翻印■

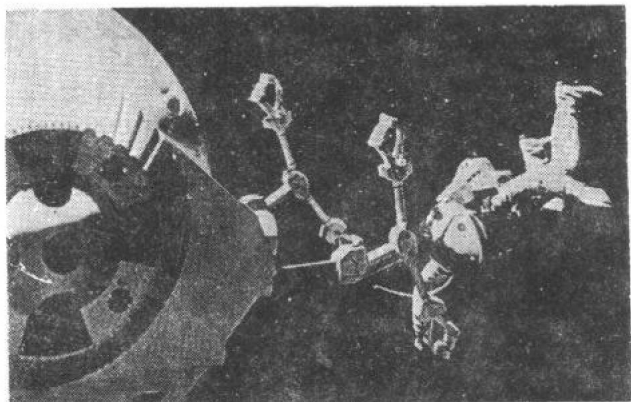
ISBN 957-568-030-8

目 錄

前 言

1. 黑洞是方程式的幻影嗎？	1
2. 在黑洞之前	19
第一章 宇宙的創始	33
1. 開始時曾有大爆炸	33
2. 我們處身宇宙何處？	57
3. 銀河型噴出口	91
第二章 宇宙現況	113
4. 白洞與人類的命運	113
5. 白洞為何噴出？	139
6. 時間、空間、白洞	171
第三章 宇宙的將來	193
7. 探求反宇宙	193
8. 宇宙中的左與右	217

前言



1. 黑洞是方程式的幻影嗎？

拉布拉斯的「黑洞」

「黑洞」的觀念並不特別新奇，早在一七九八年，有名的數學家拉布拉斯已覺察出因為無法射出光線於宇宙而被看成「黑洞」的星球之可能性。該想法在牛頓的

重力理論的範圍內，極為簡單。此即縱然某種物體由行星、恒星、月球等彈出或射出。已知除非該物體具有比「脫離速度」更快的速度，它就不可能擺脫重力的引力脫離到宇宙空間。假如物體的速度比脫離速度慢，它不是掉回原位，就是像人造衛星那般維繫其軌道運動。

這時如果母體的質量越大，或其半徑越大，脫離所需的臨界速度就越快。關於前者容後敘述。拉布拉斯所發現的是假如宇宙間的物體質量不斷增加，亦即保持其密度而不斷增加其半徑時脫離速度可能成為無限大一事。

假如與太陽同一密度的星球半徑與地球的公轉軌道半徑同長，爲了要脫離此巨大星球表面所需要的速度將驚人地快，快達秒速三〇分公里以上，它比光還快。在如此的物體上連光線也將逆行而回原處，光子（光的粒子）就像月球公轉地球一般，回轉其母體的四週。

但拉布拉斯的構想被埋沒許久，因爲一般認爲不可能存在與太陽同一密度、半徑與地球的軌道半徑相同的星球，就算有，也會因黑洞效果而不可能觀測。

可是到了一九一七年，黑洞終於以異於前述的方式被再提出討論。那是因爲愛因斯坦的一般相對論出現而劃時代地改變重力的概念，使人們欲研究由此理論可預料的現象趨勢成熟。

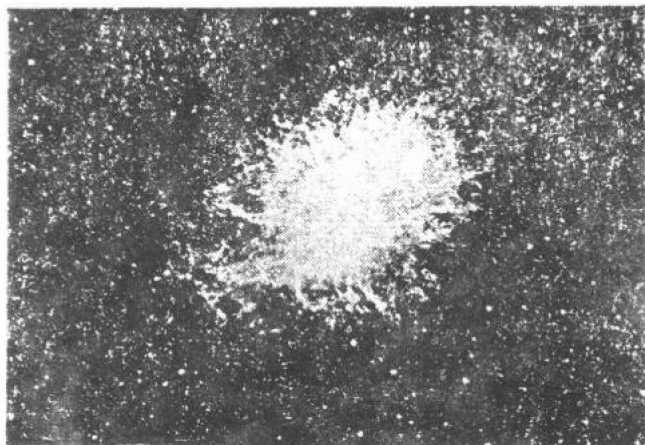
在數學家們開始將黑洞的特性方程式化的一九三〇

年代末葉，黑洞仍未脫離科學家幻想之域。根據方程式什麼也不能輻射的物體那能測得出來？可以說要證明黑洞的理論，與從前議論過在針頭有幾個天使可以跳舞的情形一樣富有空想性。假定以理論認為某一物體存在，如果我們的眼睛看不見該物體，又使用任何方法也測不出來，還能說該物體存在嗎？說不定黑洞只是空洞的幻想，不，是記述宇宙的方程式所產生的幻影？

蓋此理論本身不能說完美。假如出現勝過愛因斯坦理論的理論，也許暗示黑洞存在的數學上根據很快就站



最初提倡黑洞的 P. S. 拉布拉斯爵士。



牡牛座蟹星雲，係射出強能的超新星的殘骸，於一九六八年在中心部位被發現波霎。

不住。反正眼見它是相當深遠的理論，非一般能依觀測解決的問題。

旁證出現

可是離今約十年左右，被發現在我們所住的銀河系中有難以想像的強能源。數學家很快發現此強能與強重力場有關，以及屬於這些強能源的明亮X射線星及波霎對於證實一般相對論在強重力場中的預言，結果即使是間接性的，但由於黑洞給予附近物體的影響，開始認為說不定有測出的可能。

雖然我們對於重力所知不多，却對於重力牽引下物體有什麼學動已知不少。

物體如因重力的引力掉落，就經重力相互作用而獲得運動能。現在由十公分左右的高處落下瓶子，那時瓶子因為得不到足以破壞其構造的能量，所以撞地後不破。但如由更高的塔上掉下來時，在撞地的剎那間其構造完全被破壞。因為在地球的重力中掉落時所獲的能量，可在掉落停止的一瞬間，突然以新的型態被分配於整隻瓶。

此一運動能的再分配，在因重力的引力掉落的物體撞及某一物體時產生，那時運動能分配到掉下物體的各部份，最後被分配到構成其物體的原子。對原子的世界而言，運動能與熱能完全相同，如此所獲的運動能將以熱或光輻射。這是與被加熱的鐵棍將其能以可視光或熱輻射的同一現象。

越灌注更多的能，越輻射更多的能。所以假如在宇宙中發現強烈的輻射源當然可以料想其由何處攝取強力的能源。取能最好的方法是使物體掉落其中（重力的引力中）以後全看重力的。掉落的物體越小越會反覆好幾次的碰撞而輻射更多的能量。小黑洞是非常強的重力之引力供應源，同時也是被引力吸引掉落下來的物體所碰撞的非常小的標的。

可怕的重力

比可見光或熱強烈輻射X線的非常高溫而小的高能源被發現。使得黑洞的研究從一九七〇年代起急促地活躍起來。但其根本上的想法早在半世紀以前就形成，並早在三十年以前即因一般相對論當數學上的遊戲而被論述。

對黑洞的興趣復活，係經由與拉布拉斯所擁有的古典性空想正相反的想法而起。即是在密度固定的物體再加物質保持大小不變而壓縮至高密度為止時，不管是恒星、行星或湯匙都會變成黑洞的想法。

因為脫離速度也依賴質量，所以根據此一想法，在質量一開始就很大的場合即簡單地形成黑洞。如果質量更大，依據物體本身的重力的引力將物質朝中心強力地吸引而使黑洞更容易形成。

重力的引力大小視物體的質量而定。例如依據地球全質量的引力給我們體重，阻止我們跳向宇宙空間。一個人有時覺得其體重為重擔，但想到爲了挽住不到一百公斤的輕人體留在地球上，竟然需要一個行星的質量時，不難了解重力是何等微弱的力量。就因此地球本身輕輕贏過重力招致的壓縮而避免崩潰。

但如此微弱的重力在宇宙却不可忽視。其理由有二

。第一，重力是對非常長的距離起作用的力量。它雖然與距離的平方成正比而削弱，但位於離太陽、地球間距離四十倍遠處的小「冥王星」仍然在太陽引力的影響之下。太陽系本身也經由廣達比前述距離遠好幾萬倍起作用的重力，回轉銀河系的四周。如後述，在某一意義上，距離越遠重力越重要。

在宇宙中不可忽視重力的第二個理由是，物體的重力是質量越增加越變大。

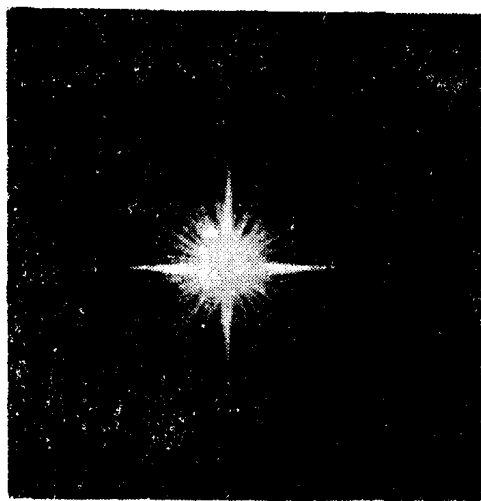
在質量大至恒星的物體上，想要抵抗重力引起的執拗的引力很難。像太陽般星球的形成也是重力引起，透過重力的影響四周的氣體收縮而形成球體。這時隨著氣體雲的收縮，位能轉為運動能及熱能。俟星球的內部達到足夠熱時，產生核反應，原子核被融合射出更多的能量。透過這些能量，星星閃爍，並增加內部的壓力避免星球本身收縮。

崩潰的星球

此一核融合反應質「輕」的元素被融合，被燒盡後停止，只剩該形容為已經無法再取出能的「灰塵」般的鐵等的重元素。到此階段為止雖要費時幾十億年，但在該期間重力一直在等待星球無法抵抗收縮的時候而其本身並未弱化。而且一旦星球燒盡時星球會開始向如下三

種中的一種狀態收縮。

假如開始停止活動的星球之質量與太陽相同（正確地說在太陽質量的一、二倍以下），該星球就成為已死的星球，也即白色矮星。在白色矮星中屬於核融合的產物之鐵等會冷卻而構成結晶方格，抵抗星球本身的重力而防止星球的崩潰。



白色矮星。天狼星（中央）的伴星（在右下方所見的小型者）是白色矮星。

雖然白色矮星是死星，但尚明亮發熱。此星球隨冷卻成為紅色矮星，繼變成黑色矮星。它是冷卻的鐵及其他元素的凝塊，雖然只有地球般的大小，却有太陽般的

質量。

在其質量大於太陽質量的一、二倍，但小於三倍的小星球上重力引起的引力，連原子都壓扁而形成密度高的穩定物質。在此星球中具有屬於原子構成要素的負電荷之電子，及具有正電荷的質子被壓扁，而變成電中性的中子。等於整個星球變成巨大山岳似的巨大中子，而且擁有兩顆太陽的物質。這是我們所知的密度最大的物體。莫非此即為阻抗被稱不可抗力的重力力量的最終不變的物體嗎？

但能不能更小壓扁中子呢？實際上此一乍看不動，不變的物體並非不動。重力正是名副其實地不可抗力者。即是根據目前被認為最正確的理論，強力的重力力量甚至於連中子也壓扁，能使物質壓扁到數學上的「點」為止。據稱能實現如此可怕現象的強力，在擁有太陽質量兩、三倍（此臨界質量正確的數值因各理論而稱異）以上的星球燒盡後，越過中子星狀態而繼續縮潰時出現。

從外面不可能觀察中子被壓扁於在數學上稱之特異點（特別點）一點上的現象。因為在那樣被縮潰之前密度變成過大，由此星球的脫離速度超過光速而使星球消失於黑洞中。此點比拉布拉斯的黑洞更棘手，根據數學家所說它可以隨著奇怪的現象真正地擠出物體，而且該現象只產生於不可能觀測的場所。

但黑洞本身值得那樣引起大議論嗎？答案是否定的。最近常聽有關黑洞的神秘而使人閉目深思的說法，只要有數學上的特異點是都會產生的現象。真正勾起我們興趣的正是潛在黑洞中的特異點。

特異點之謎

我們到底能將收縮的狀態觀測到什麼程度？又黑洞的邊界在那裏？關於單純的縮潰的場合，早在一九一七年由德國人蕭拔茲樹特依據相對論求得脫離速度成為光速的邊界。此一邊界的半徑取自發明人的名字，稱之為「蕭拔茲樹特半徑」。大概地說某一物體的蕭拔茲樹特半徑如以公尺表示即有以太陽的質量除於其質量的數目的三倍。因為太陽的質量有 2×10^{30} （即在2後一連有三十個零的數目）公斤，可見日用品（例如匙子）的蕭拔茲樹特半徑有多小。除非壓扁物體到如此小就無法形成黑洞。

當你從遙遠而安全的距離以望遠鏡觀察具有太陽三倍質量的星球崩潰時，俟星球的半徑變成小於蕭拔茲樹特半徑的話什麼都看不見。但是因為連光也都捕捉的強力的重力場影響及時間本身。收縮下去的星球並不是在到達某一臨界半徑時，會像用針刺上的氣球般立刻消失不見。

在一直收縮的地球上產生什麼事情此點因觀測的地點而異。尤其在星球的表面及身處遙遠而安全的外面之間星球呈現完全不同的狀態。重要的是兩個觀測者的相對性立場最重要，此所以稱愛因斯坦的理論為相對論的原因。

由外面的觀測者看來，隨著星球的半徑接近蕭拔茲樹特半徑，其崩潰的情況好像減慢，使用在剛剛形成的黑洞外面的時鐘來看，收縮好像費時無限久。到了星球終於達到臨界半徑時，連那麼慢的收縮速度也無法觀測，星球顯得不變。事實上黑洞理論初期的研究家曾經稱呼「黑洞」為「凍結星」。但在實際上即使所用的是最大的望遠鏡，也無法長期注視此一凍結星。因為該星球在數十萬分後之一秒之間由視界消失無影。

也許如此的說法顯得矛盾，因為需要費無窮盡的時間才崩潰的星球，却在比一眨眼更短的時間內消失不見。但它的說明很簡單。雖然光由蕭拔茲樹特半徑的外面出來，但光却將其大部分的能量花費在抵抗重力引起的引力上。

這是與受引力影響掉下的物體增加其能量恰巧相反的現象。不管是火箭或一般被認是光的電磁波，凡是所有抵抗重力而移動者都會喪失其能。

光由於從深孔中竄出來的費力的作業而顯得疲憊不

堪。如爲火箭在其喪失能量之後速度會變慢，但光速因爲是經常固定的，所以如此喪失能量的光會產生稱之「紅側遷移」的現象。光的波變長，波所傳播的信號太弱而無法測出信號。此一紅側遷移的效果將成爲瞭解黑洞如何捕捉光最好的線索。當收縮的物體到達蕭拔茲樹特半徑時，紅側遷移成爲無限大，即是光信號的電磁波的波長會無限大地擴大而消失，使外面的觀測者無法測出。

那麼由一個身處於收縮下去的星球表面的觀測家看來如何？由身處於星球上的人或由坐太空船追趕那星球的冒險家看來，信號却極其簡單地越過對光信號來說應屬於非常重要的蕭拔茲樹特半徑。蕭拔茲樹特半徑既非有形的堅硬牆壁般的障礙，亦非如對飛機的音速壁者。觀測家經由精密的測定數值，或透過擬返回原來位置的動作，才頭一次發現自己在黑洞中，當然想要回原位已辦不到，也沒有發現出自己的火箭已產生變化。

由外面的觀測家看來，火箭的速度隨其接近蕭拔茲樹特半徑幾乎無限地減慢。另一面對於掉落黑洞裏的人們來說，發生在外面宇宙的這一切現象看來都被快速化。光，只要朝半徑內射入就不被蕭拔茲樹特半徑阻撓，所以能以望遠鏡永遠地觀測。

「時光旅行」

爲了此一速度的差異雖然產生麻煩，但同時出現「時光旅行」真正實現的可能性。自從在數年前黑洞受到人們的注目之後，在幾篇有關未來的科幻作品中描述黑洞所引起的幾種現象。其中之一是描寫一面靠靈感在黑洞附近取得聯絡，一面探險它的兩個男子的遭遇的小品文。

根據此一故事，其中一人會進入蕭拔茲樹特半徑內而掉落特異點中。以此人本身的時間來說雖然他在數秒鐘內被壓扁而消滅，但他的夥伴却不得不一輩子聽到衝入黑洞中的對方，無限地擴大而恐怖的喊叫聲。當然在實際上還要顧及重力給予靈感波的影響程度。就算所謂的靈感波在原理上存在，該靈感信號可能透過紅側遷移在數千分之一秒內消失而無法在實際上測出，將來對於實施靈感通訊於宇宙中的探險家的安全可以不必太擔心。

也許這沒有被使用，但另有一項科幻的好「材料」。那是對於掉進去的人來說，時間將變慢而對於產生在外面宇宙的現象看成快速。此一稱之「時間的延伸」的現象不但在黑洞中引起，也產生於離蕭拔茲樹特半徑很近的外面有強烈重力的影響的領域中。只要技巧地駕駛太空船，太空船能一面描繪拋物線一面衝入此領域的近