

自然科學小叢書

從原子到銀河

H. SHAPLEY 著
嚴鴻瑤 譯

王雲五周昌壽主編



商務印書館發行

自然科學小叢書

從原子到銀河

H. Shapley 著
嚴鴻瑤 譯

王雲五 周昌壽 主編

商務印書館發行

原著者序

這本書的題目是一九二九年的十一月到十二月，在紐約城中連作五次演講所定的。後來更進申論超銀河系(Supergalaxy)的假設。關於物質體系的綱領與子目，也有一點小小的變動。更把「宇宙原型」(Cosmoplasma)的概念，清晰表達出來；一切恆星輻射所任意穿鑽之恆星際與星河際的空間，也覺有愈加表明的必要，因為這種空間既是崩滅之恆星的葬身地，又是新太陽新銀河萌生的容身所。

譯者例言

「本書原名『Flight from Chaos』又名『A Survey of Material Systems from Atoms to Galaxies』譯名作爲『從原子到銀河』是取其名符實而採用的。書是一九三〇年出版，在內容上看，還不像是經歷了五年的書。

「作者原名H. A. Lore Shapley，履歷不詳，照文章的口氣，好像他曾在哈佛觀象臺做過研究工作。不過這些都是無關宏旨的事，不談也沒有什麼要緊。

「作者自創兩種假設：一是基本銀河系（metagalaxy），一是宇宙原型（Cosmoplasma）。這兩假設竟把宇宙規劃得很清楚，原名既自創，譯名也就只好措造，然否尙請高明指正。

「四、本書所討論者都是「體系」。譬如探測太陽，並非單獨研究太陽，而是研究太陽整個的引力組織，凡在太陽引力組織內者都歸這一類。所以分類表只從「微粒」體系開始，而不以最微小

的電子列第一行，其故即在此。

五、插圖悉依原書的次序和方式，未稍更動，但重複和不重要的，都刪去了。

譯者一九三五年三月書于麗娃栗坦河畔

目錄

第一章	天象紛紜	一
第二章	昴星團及其種類	一四
第三章	進論恆星組織	二二
第四章	物質體系之基本——微點	二八
第五章	從顯微世界說起	三八
第六章	略釋有機膠狀混合體	五四
第七章	鐵與石之體系	五六
第八章	衛星	七四
第九章	有行星與無行星之恆星	八八

目錄

687781

第十章	雙星與聚星	九四
第十一章	星團	一〇九
第十二章	恆星雲與銀河系	一一九
第十三章	超銀河系	一四一
第十四章	宇宙原型	一五一
第十五章	綜合形成系統	一六〇

從原子到銀河

第一章 天象紛紜

幸虧我們平時都不覺得自己是在空間裏，曲折地，滑溜地，迴旋地和飛騰地運動着的；否則，我們簡直失去探測和分析四圍世界的勇氣了。我們居停在上面，可以測算天象的行星，明明是飛騰不定的。地殼顯然是相對着地心滑動的，地殼間或也震動不定，使時間之記錄很不容易精確。地球軸心並不固定，惟其不定，所以纔有緯度的變異，使我們不能精確測量恆星的地位。因為月球的吸引與地球本身方式之變換，所以地球之自轉漸漸地減緩，而晝夜也不定地加長着。許多錯雜的運動，更因地球之突出赤道上有太陽和月球之攝動而發生了。

這些小而錯雜的運動既無規則，又不明顯，所以常使觀測者 (Observer) 把許多恆星認識錯



了。不過一般地看起來，我們生活在地球上，通常總是不很注意這些小而無規則的運動，只斷斷討論地球的主要運動。縱使除開專門的天文學家而外，別人都不認識，或都不談論這些主要的運動，但是我們也決不能毫不知道，尤其是研究行星與恆星，更不能不知道。

最明顯而最有影響於天象混亂的行星的浮動與迴旋可以表列如次：

一、每日自轉——赤道部分的自轉，每小時一千英里，紐約城與羅馬城所佔的緯線每小時自轉里數，約及赤道轉行的四分之一。

二、每月公轉——地球繞地球月球系 (Earth-Moon) 之中心，每小時約轉行三十英里。

三、週年繞日之公轉——每秒鐘二十英里。

四、太陽系 (Solar system) 與附近恆星的相關運動——每秒鐘十三英里。

五、本星系與其他恆星雲 (Star clouds) 以及球狀星團 (Globular star clusters) 間的相關運動——每秒鐘約二百英里。

六、銀河系 (Milky way system) 與其他更遠的外銀河系間之相關浮動——每秒鐘約一

百英里。

我們生活在世界上，發展生命，以及研究地面上的東西，儘可以不必知道地球在宇宙中的運動；但是，要想研究恆星宇宙 (Sideral universe) 的各部分，就需記得這些主要的運動，承認這些主要的運動了。我們在實際上，並不把這些當作地球的運動。我們常說：月亮起山，太陽西沈。我們更常計算測量恆星，對於恆星作統計的分析，並且推想恆星宇宙的現象，儼然我們在這運動的程序中，是固定的，是處在中心地點似的。

不過我們觀測天空的空間愈大，物體的數目愈多，則繁複的情形更加普遍。大概因為恆星的式樣各有不同，恆星的運動混亂不清，更因為我們但知天空的廣大平面，不知天空的深度，纔會發生這些繁複的情形。所以現在還沒有整個物質界的透視。我們很容易看到恆星或星雲的方位，但是沿此方向而去的地方何在？再就時間看罷，我們記錄恆星或星雲在現在所表現的現象，但是過去和未來的現象又怎樣呢？



第一圖 觀測太陽之
塔形望遠鏡

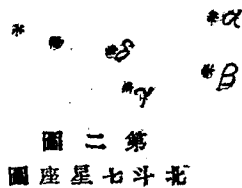
我們眼前只想避除，或局部地避除繁複運動，繁複模型，與繁複位置之混沌天象，只想避除輻射之複合性，組織之無規則性，以及發展趨勢之混亂。假如我們查究幾塊天空作例，我們便會知道什麼種的物質和物質體系是應該加以測量，加以分析和解釋的了。

最適宜最真切的例，莫過於常人皆知之北斗七星座（Constellation of Big Dipper），這星座是在大熊星座（Ursa Major）中的。四個構成四邊形的亮星，便是北斗的前端斗部，佔據全空千分之一，但一查算這塊遼遠不明的物質宇宙，便覺所查算的東西極其浩茫，極其混亂。初看起來，粗心的觀測者便覺一點沒有什麼，只是四個分界的星——即 α ， β ， γ 和 δ 大熊星，古時名爲Dubhe, Merak, Phokda和Megrez。看起來都極像是二等星和三等星，但是細加察視，便覺不同。 α 大熊星是帶點，橙色的，其光譜（Spectrum）表明該星的氛圍有許多種的化學原素； β ， γ 和

δ 大熊星的色彩和溫度都和 α 大熊星相同，只是光譜的組織比較簡單些，其中主要的是氫元素。這三顆星的動量和動向都相類似，只有 α 大熊星獨特不同。

我們若是目力精銳，時當天空明潔，盡量詳細察視北斗七星座，便可看見其前端斗部中，約有十一二個光很微弱的星。平常精銳的目力所看見的十一二個小星，好像都是很相類似的；但用分光鏡和望遠鏡一看，情形便大不同了。好像有五光十色的虹的色彩；星的色彩都不一致；有些很熱，表現的光譜很簡單；有些很冷，表現的光譜比較複雜。再查考相當的星表 (star catalogue)，發現這十幾個星之動量和動向，也都是極其不同的。

就這一塊明潔的天空看來，其構造、運動、距離和年代，便覺龐雜異常；假如我們超出通常精銳的目力所能見及之光度以外，用望遠鏡去透視，則混亂的情形更加多了。我們望遠鏡的光度愈淺，則所見的星辰愈平常。假如我們現在超出通常精銳目力所能及之光度，擴及十五分之一，則見北斗七星座中之斗部，約有一百多小星；擴及千分之一，則有三千；若窮近代最大的攝影望遠鏡



(photographic telescopes) 的光度擴及百萬分之一，則北斗七星座之斗部中可以數得清的星辰，約有十五萬個！

我們再由大熊星座的方向，望出散漫天空之恆星 (Scattered stars) 出去，不到一百光年 (light year) 遠的地方，便另看見了一些東西。但通常這個距離應該說是幾千光年，而且有些恆星簡直是在天文測量之境外的。在這許多微黯的東西中，我們看見幾百萬光年遠的地方，約有成百數的隱約發光的碎片——這是在恆星系以外，我們稱之為星河 (galaxy)。這些朦朧而繁多的東西，都是屬於旋渦星雲族 (the family of spiral nebula) 的，其本身都是許多銀河系，每一銀河系又是幾千幾百萬的恆星構成的，但沉伏在空間的深處，只有很微弱的亮光射到我們這兒。這些旋渦星雲所射來的光，因為在空間中之彌散 (diffusion) 而減弱了，所以最精銳的眼睛，佐以最有效用的望遠鏡，也都看不清楚；只有永續的攝影底片，始能作清晰可靠的記錄。

在這個旋渦星雲所構成的外在世界中，攝影望遠鏡發現北斗七星座之斗部中心的邊近，有一個極其壯觀的星雲聚合。那是六十個星雲團結集中成的恆星雲——許多銀河系中的一個銀

河系，其離地球的距離，依巴德(Baade)的估計約有一萬五千萬光年。

在我們舉作例證的天空中，其隱約發光而非恆星的東西，並不全是外銀河系（註）。北斗七星座之斗部旁邊的最大星雲就是夜梟星雲（Owl nebula），其組織的式樣是完全特異的，它既不是一顆恆星，不是一撮宇宙塵（Cosmic dust），又不像遙遠的旋渦星雲那樣，由許多恆星構成的；而是恆星混和着氣體，混和着宇宙塵湊合成的。其角的直徑只及月球角直徑之十分之一。低倍望遠鏡發現它有夜梟首部似的圓面，中間有一顆十二等星。

低倍望遠鏡也可以看到北斗七星座中的恆星，有許多並非簡單孤立的物體，像我們太陽這樣的；而是雙星（doubles）或三合星（triples）。再細心地研究一下，便更覺得這些恆星中，有一部分的光是變換的，有時變換的情形，天文學家可以當作雙星系中之雙星蝕的道理來說明，有時變換的情形，簡直不能作一圓滿的說明。

總而言之，大家考究了這塊小小天空中之星辰的例子，便不覺得天象有單純性和齊一性了。

（註）原文爲 external galaxies，蓋指吾人所處銀河之外的一切銀河而言，故譯作「外銀河系」。——譯者

在這十五萬顆恆星裏面，我們看到有長星(giants)和矮星(dwarfs)，有雙星和變星，有星雲更有許多遙遠的銀河系以及年代、運動、距離和函度(dimensions)的紛紜。

* * *

哈佛觀象台搜集了幾千百張恆星攝影的底片。我們將選其中之一張底片，作為物質宇宙的第二個例子，並測量其客觀感受的星光。我們又發現其星數衆多，式樣也很繁複。這張底片是A字三二二八號，一張十四吋闊十七吋長的底片，曾放在布魯士(Bruce)攝影望遠鏡中，曬了兩小時之久，這座望遠鏡是造在秘魯屬阿里基巴城(Arequipa)邊近之哈佛觀象台上的。這張底片是一八九八年八月十三日製成。設使充分敘述其所記錄之現象，將可寫成一大巨冊。

現在只取其最易混同的有趣的東西，列表略述如下：

一、首先清晰地映在底片上的便是土星(Saturn)，這雖是一個行星，但光度很弱，因為是反射的光；其與地球的距離卻只有一·三光時(light hours)，所以它占了便宜，竟先幾百光年外的許多長星而達到底片。

二、土星的衛星——有些土星的衛星很亮，可以脫離土星的閃光而單獨地映在底片上。

三、費伯星 (Phoebe) (註一) 是土星之第九個光最微弱的衛星，但最引人注目，因為在底片上能夠見到它的原本影像。

四、小行星伊利士 (Iris) (註二) 這是小行星集團中之最亮的星，在火星 (Mars) 軌道外繞着太陽環行。伊利士是第七個小行星，在一百年前就發現了的，而且星光尤其變得利害。伊利士距離我們，比土星和土星的衛星都近，所以在攝影底片上也有一個很深的印像；雖則這個小行星的直徑只有幾百英里，體積只及普通恆星的一萬萬分之一，但其攝映的點子，比一百個微光的恆星合映的點子，都還要大而重。

(註一) 土星共有九個衛星，費伯星是第九個，較其他衛星更微更遠，在一八九九年用遠鏡攝影術求得的。——譯者

(註二) 伊利士是第七個小行星，一八四七年發現的。小行星約有一千一百顆，其巨者只有二十一顆，所以伊利士也是

其中之翹楚了。——譯者

五、球狀星團麥西野八十 (Messier 80) (註) 是遠在五萬七千光年之外的。其中長星約有幾千顆，而式樣也各不相同：變星，貌似雙合的星，冷而紅的星，較熱而黃的星，以及白熱而淺藍的星。這樣一團糟的東西，竟使攝影底片上的許多星像，團團一片了。

六、一條河似的暗星雲，與距離不遠的恆星遙遙相接，並且很暗，把較遠處的星系都遮掩着不能看見了。

七、成千成萬的無數恆星，有的是變星，有的是雙星，有的是羣集的聚星 (multiple groups)，其式樣、距離、函度和運動之繁複，實不亞於我們在北斗七星座之斗部中所看見的。

這張攝影底片上是一塌糊塗的；我們所攝取得的，除開恆星而外，還有我們自身所處之氛圍中的光亮，以及夜空中的光。這種微弱瀰漫的光，雖感映整個的底片，但其光源也有好幾處：遙遠不

(註) 這是人名作了星名。一七八一年，天文學家麥西野 (Charles Messier) 造一張星表，列舉其所發現的一百零三顆星。後人把他表中列為第一的稱爲 Messier 1，列為第二十的稱爲 Messier 20，這兒「麥西野八十」當然是他表中列為第八十的星了。——譯者

能分明的恆星，太陽系中之流星的粒子 (particles)，高空氣層中之極光 (auroral light) 以及低空氣層中灰塵的返光。

我們還可以枚舉多少關於宇宙的例，但是處處都可以找到天象紛紜的證據。假如選作例證的天空不像上述的兩個例子，不在天空表面上佔據面積，而是一大立方積的空間，則結果也往往是差不多的。我們在太陽四圍之一百光年境內，可以看到：

雙星，如天狼星 (Sirius) 和小狗星之第一星 (Procyon)

變星，爲雙女座第一星 (Castor) 中之一個屬星；

高速度的矮星，如巴拉德 (Barnard) 所說的「逃走星」 (Runaway star)

發光本領很高的星，如天琴座 (Lyra) 中之最亮的白明星 (Vega)

特別白的矮星；

一段星際之空間，有秩序一定之流星，彗星所排出的殘餘分子，游離的氣體，以及一串波長之

力盡了的輻射，穿鑽其間；

一個太陽系，是由小形中心的太陽，和行星、彗星、小行星、衛星和許多流星組織成的；

一團地殼，上面居着各式各樣的有機體；

太陽附近，竟也有這許多複雜的情形。

假如我們在普通的星表中，隨便抽取一張做例，則所記載的情形，也是一樣的繁雜；假如我們任取一卷普通的天文學報告書，則所研究所討論的物體和系統，由原子構造之小，到星辰集團之大，也有各式各樣的不同。

*

*

*

*

很久以前就有化學原素的類分了，而且由許多物的實質中，發現到極清楚的原子世界的條理。生物學家在動物和植物的境內也已進趨尋求條理，而且他造了許多的分類，對於有機形式之起源、生長和使命的理解，準備了許多必需的材料。天文學家也在着手發現恆星宇宙構造的條理。作者近來的研究，是要類分銀河系的星雲基型，考察星團的類屬，更想給雙合星和恆星雲酌

定臨時的範疇。因為想有所補於我們的宇宙構造觀，使更清晰明白，所以後面諸章，我要發揮我的分類，並且澈底檢討宇宙原始論中之普通分類的問題。我們縱使不能達到所理想的那樣清晰的想法，但是至少我們會得着有用的副產品，譬如鑑定近代的許多研究，推演一切試用的假設，窺探各種科學的界限，並且把物質界之境外和境內的未知物表列出來。

第二章 昴星團及其種類

昴星團(Pleiades)是一切星團中之最著名的，堪作我們討論物質體系之種類的出發點。這團高溫度的恆星常以各種的方式引動人的興趣，——既能誘惑科學家，加以探討；又能感動詩人，有所吟詠。『盎底米昂』(註一)神話中把昴星團當作阿脫辣斯(註二)的跳舞的女兒；有西希阿(Hesiod)米爾頓(Milton)梅列笛茲(Meredith)等詩人吟詠過；有麥德列(Maelder)等天文學家把它們當作宇宙的中心。近代有很多天文學家測度過昴星團的運動，星等和光譜；各國的民俗

(註一) 這是希臘神話，原名 Lady Anion，傳說美少年盎底米昂為月神賽倫(Celene)所鍾愛，於是神王佐斯(Zeus)，使他永遠年少，並且熟睡不醒，於是月神可以下降，撫弄而就之。——譯者

(註二) 這是雙肩載負天柱的神，傳說阿脫辣斯和仙女普利埃(Pleione)生七個女兒，即昴宿星團中之七星。——

譯者

傳奇中也都談到這個星團。北方的觀測者尤覺這個星團之稠密與光亮，所以比任何其他的星團被研究的次數都要多。

正因為是這樣的形成了一個物質團體，所以我們現在纔注意昴星團。其中比較亮的星，等級都差不多，而運動和光譜也都相同。這些星辰當然是原來會聚於天空中，形成一個物質體系，一個引力單位，完全不是觀測上的什麼玄妙。我們在此星團中，看到天體的組織，並且證明這些亮星和許多一同運行而不很亮的星，同有一個來源，其運動的目標也是共同的。

不過昴星團並不是一切星團的模範。昴星團四圍環繞着一層薄紗，這層薄紗是攝影術顯示出來的，常人的眼睛並不能望見。昴星團在這一點上，便和鄰近的畢宿星團（Hyades）發生差異，因為畢宿星團的四圍，好像沒有環繞那麼一層薄紗。昴星團的星較亮，光的密度很高，所以四圍的塵霧和氣霧都映輝得很明亮；畢宿星團的星溫度很低，所以在同樣的雲霧中，好像就不能發出明顯的輻射。

畢宿星團位於金牛座（Taurus, or Bull）的首部，離開約有十三度（degree）之遠，這又是和

昴星團不同的地方。昴星團在天空中比畢宿星團要疏散些。而且在光譜的分析上看，這兩星團也是不同類的，畢宿星團中比較亮的星，雖則大多是白色，但是有些卻發黃光。昴星團卻不然，其比我們太陽更暖的星，纔有中和的溫度和黃光發露出來。

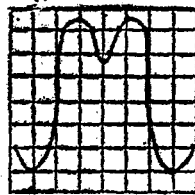
沿銀河散佈着的星團，可以說有千百數，但其體積、形式、光度、光譜、運動以及和地球的距離，都是各不相同的。北斗七星或大熊星團是一個最常見的星座，而且也是一個真正物理的典型星系，除開斗部兩端的兩個星而外，整個的星座都是以一律的形式運動過空間的。其他不用望遠鏡可以看見的星，雖遠在大熊星座之境外，但也屬於這個星團。因為這些遙遠的恆星，也和大熊星座同一光譜，同一速度，而且空間運動的方向也極相同。二等星中之兩顆A組星，如御夫座之 β 星 (β Aurigae) 與北冕座之 α 星 (α Corona Borealis) 均屬於大熊星系。但最適切類屬於大熊星團的，就是一切恆星中之最易見的天狼星 (Sirius, the Dog Star)，因為天狼星最易見，所以向來為各天體之冠，最受人們的讚美。天狼星是最接近太陽系的星；其伴星是恆星宇宙中之最光輝的伴星；而且和大熊星的許多恆星結成一隊。

昴宿	
光組	星名
B5e	Olcyoue
B8	Atlas
B5	Electra
B5	Maia
B5c	Merope
B5	Taygeta (註)
B8e	Boss879
B5	Boss851
B8	Boss872
B8	Boss861

我們現在儘可以宣稱沿銀河系的星團，就有百分之九十強，是天然歸屬於這兩個類型的。其間最大的不同，就是昴型的星團，其最亮的星都是B組和A組光譜之藍光星和白光星，而畢宿型的星團，其長星中常散佈有黃光星和橙光星。昴和畢宿中各有十顆最亮的星，其光譜極端不同：

一般星團的組織，當然比大熊星團要明顯些。假如我們用一座小望遠鏡，沿着銀河望過去，便可見很多現象不同的星系。假如我們想淺顯說明其在宇宙觀中的地位，我們就該先要整理這些紛紜的星象，把它們歸成類型。最簡單的方法，或許就是把它們歸成如下的類型：

銀河系的星團
 畢宿型星團 昴型星團



圖三第 線曲的光之星變錄

星宿	
光組	星名
A5	θ_1 Tauri
K0	ϵ Tauri
G0	γ Tauri
K0	δ Tauri
K0	θ_2 Tauri
A0	B γ 601
A5	B γ 639
A3	κ Tauri
A5	ν Tauri
A0	B γ 605

(註) 一九〇〇年波司 (Boss) 定了一個六一八八星表，在天文學上推為最佳的星表。此處之數字即示此星在他的星表中所占的號數。

不過依照實際上的目標看來，銀河星團的光譜實類分得太粗淺了；更因星雲密集處之光譜研究，和遙遠微暗的恆星光譜都未確定，所以標準也極難決定。我們得到的天文知識越多，望遠鏡的倍數越大，或許纔可以依據光譜的立場詳加分析的。我們最近對於疏散星團 (Open clusters) 或銀河系星團 (因為這些星團都散佈在銀河的邊近) 的研究，還是表明我們最好根據天空的現象，把星團的組 (class) 再分成功許多羣 (groups)。近來哈佛觀象台 (Harvard Observatory) 曾經劃定一個綱領如下：

銀河系星團

- a. 視野不規則羣。
- b. 恆星族聯羣。
- c. 組合稀遠羣。
- d. 組合疏散羣。
- e. 組合叢聚羣。
- f. 組合稠密羣。
- g. 組合凝結羣。

在類分星團的過程中，我們首先得要注意沿銀河系密密散佈着的恆星視野裏，可以看到千萬種不規則的星團，應該把它們當作七零八落的羣，然後纔好類分目力所及的疏散的星團。依照機遇律 (Law of chance) 看來，恆星既零亂散佈在空間裏，我們當然在任何一小段天空中，都可以看到恆星散佈之不規則性了。但是我們在許多星團視野中所實地看到的不規則性，其程度更遠過于蓋然定律的限度。有些恆星讓暗星雲遮掩而發生不規則的；但是大多數都應歸類於光度

微弱的星羣，因為組合太疏散了，因為有些是衰老的星系，有些是未熟的星系，所以有些已不能算是明顯的星團，有些尚不穀稱為明顯的星團。

除開這個不可勝計不可羅列的視野不規則羣外，第二種就是恆星族聯羣。最好的例就是大熊星團，但是有些其他星團，或因關於恆星運動與位置之觀察資料過多而發生的。我們自會把新加的星團附加到「恆星族聯羣之組上去」，當然覺得其中總有些確是互相融貫的了。所以知識愈是加多，愈可明白構成恆星宇宙的乃是混沌的團聚 (chaotic conglomerate)。

假如我們偶以望遠鏡，探視銀河系，而不再事追根究底，則我們便會贊成前述的分類，或其相似的分類，認為這個分類，把我們所看見的星團和星羣包羅殆盡了。但是假如我們探視到了獵戶座 (Orion) 中之歪方形星 (Trapezium) 這個組合稠密而赤熱的星羣，包含在獵戶座的星雲中，是四顆亮星和兩顆黯星構成的。我們能够稱此為星團，而與巨蟹座之星團



第四圖
英仙座 Perseus 中之雙星團

(Praseop) (註) 以及昴星團併列爲一類嗎？或者可以乾脆地視爲雙星或聚星中之特出的例，和天文學家所見之千百萬的雙星或聚星是一樣的嗎？

我們再在南銀河中，可以看到麥西野 1111 (Messier 22)，這是一個球狀星系，其星羣之複雜，比銀河系星團中最複雜者還要複雜。我們在銀河系外邊，又可以看到武仙座 (Heracles) 中有一同樣組織的大星團。這些天體，也像獵戶座中之歪方形星一樣，都不能歸屬到前述之分類中的。當我們類分昴星團及其同類的星團時，我們好像只取星系分類中之方便與明晰的功用。我們是爲明顯和簡易的目的而類分的。我們在着手經營系統的工作以前，似乎是應該略述較大的恆星組織，以及較銀河系星團更小更渾的恆星組織。

(註) 此星團位居巨蟹座之一等星 γ 與 δ 之間，成三角形。中國譯名，遍查不得。——譯者



第五圖
天蠍座星圖

第二章 進論恆星組織

盾牌座(Scutum Sobieski)是一個很小的星座，其間有一塊銀河中最特異的恆星雲(Star cloud)，從南北兩半球均可看到，而且最常見的。盾牌座恆星雲的對徑約有十度(Degree)之大，在中心點的近邊就是最著名的一個銀河系星團，名為麥西野十一(Messier 11)。據說從前常把麥西野十一當作較大星系的核心；現在我們覺得難能這樣斷定，因為這個星團和盾牌座恆星雲互相融和點，很不容易找到。不過這個恆星雲的四圍界限好像很容易劃定的。所以處處可以證明這個恆星雲是一個獨立的恆星組織，並不像幾百恆星組合成的銀河系星團，也不像幾千恆星組合成的球狀星團，組合這個恆星雲的恆星當以幾百萬計。一般恆星雲的特徵，就是結構與外形的不規則，以及體積與光譜之駁雜不同。但是現在在銀河以外和以內所見到的恆星雲，其質量一律都是長星的，這是和星團互有比較的地方。

沿銀河有許多恆星雲，那一個是獨特的組織呢便很難決定。但當我們考察兩個麥哲倫恆星雲 (Magellanic Clouds) 時，便覺不是這樣難能決定的了。這兩不規則的恆星雲，離開銀河約有九萬光年之遠，而且都在高銀緯 (high galactic latitude) 裏，顯然和其他星系不相關係。照最近的量算，大麥哲倫恆星雲的對徑約有一萬一千光年；小麥哲倫恆星雲的對徑也有六千光年。因為這兩個麥哲倫恆星雲對於我們恆星系統的了解極有影響，所以後面還要詳述，茲不贅論。我們或許會以為這兩恆星雲若在低銀緯 (low galactic latitude) 裏，雜處於銀河恆星雲之行伍中，便不覺得怎樣非常重要了。但是縱使發覺此兩恆星雲在銀河以外，並有很多的表像和暗示為之佐證，我們總還是要向更遠的空中，索求其他孤立的恆星雲的能與麥哲倫恆星雲相融洽，那麼，也許能和銀河的恆星雲相類似的。

我們若從麥哲倫恆星雲，更向遠處搜尋，便會看到麥西野三三 (Messier 33)，這是一個極其有名的旋渦星雲。然其星雲現象是一個錯覺，是由視覺限度而起的。通常的眼睛看起來，銀河乃是一條模糊不清的白帶子。用小望遠鏡看，銀河便較清楚，麥哲倫恆星雲好像有星雲的現象；但用中

等大小的望遠鏡看，始知這個恆星雲原來也是幾百萬顆恆星組合成的。無論小望遠鏡，或中等大小望遠鏡，都會看見麥西野三三是許多星雲的旋渦波紋構成的；但用最大的返光遠鏡（Holt actor）攝取影片，則麥西野三三星乃一變而為很大的恆星雲了。

像麥西野三三式的天體不下以數千計。分散滿空，其間距離往往有幾百萬光年之遠。其形式也各自不同；其在宇宙構造中所處的地位極其重要。恆星系當然是比銀河系星團更大，應該在宇宙之客觀研究中，加以選擇，加以類分。假如我們只限於研究個別物體之微細分析，那就不必去類分球狀星團，恆星雲或旋渦星雲。但是，若欲窺測一般的天體組織，或欲處置大羣的物體，那麼，這個整理分類的步驟便是在所必需的了。天文學家對於較大星系的分類，各有主見，我們雖不想去加以調和，或加以綜合，但也應該大略涉獵一下。

我們暫棄銀河系星團，轉談到比較簡單的恆星組織，則覺星雲和聚星之繁複，亦不減於恆星雲，亦有整理就系的必要。獵戶座星雲中之歪方形星，前已說過了；與此同屬一組的還有麥西野八（Messier 8）。兩者都屬星雲組，因為兩者都是恆星



圖 六 第
星 光 星 恆

和雲霧混合成的。這兩星雲極其相同，但在我們不曾發現其他天體，類分爲星雲 (nebulae) 或星雲系 (nebulous system) 以前，我們一定不要更深有所探索。因爲我們更向遠望，便見有些是對稱的；有些卻又不很規則。有些似乎放出氣體光譜；有些的光譜又和叢聚的恆星光譜差不多。有些很亮，有些又很暗淡。當然，假如能劃清了這種紛繁的天體，則較小星系的複雜也就容易明瞭了。

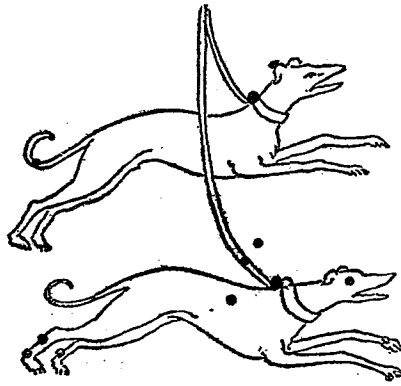
曾經有人又把獵戶座之歪方形星當做聚星的。北極星 (North Pole Star) 是一顆三合星。通常都把許多聚星，和已知之千百數的雙星，併列入一組中的。不過雙星也有許多種別。我們知道雙星，在亮星中有天狼星及其族屬；在暗星中有大陵星 (Algol) 及其族屬，但此雙星並不常是暗淡的，有時竟比太陽還要亮好多倍數；更有二三百顆和大陵星相似的蝕變星 (eclipsing star) 也是雙星；此外，還有角宿一 (Spica) 和五車二 (Carpella) 一類的「分光」雙星 (spectroscopic binary)，也不下有二三千顆。

物質體系中更較規模小的，就是我們太陽系中的行星組織，衛星族屬，以及構成彗星 (comets) 的隕石 (meteoric stone) 和隕鐵 (meteoric iron) 的叢集。粗略地看起來，我們可以測定

恆星體系有許多層次，小而由地球月球系起，經歷行星系、雙星、銀河系、星團、球狀星團、恆星雲而達於銀河系本身。其中有比上述最小之系統更小的系統，有比最大之系統更大的系統。



第七圖
旋渦星雲圖



第八圖
獵犬星座圖

要想使得這番物質體系的探測，切合實用，內容豐富，就應從此不作這樣敷衍的看法，立刻從最低的一層出發，一步一步地討論上去。從最小到最大的主系劃分，或許是這全部探討之最動人

的一幕了。這番探測之最有用的部分，可以說就是現在所假設所討論的組羣之分品 (subdivision)。這種分品的實際價值，大多在於其所提示之新解釋，其所建成的聯絡關係，與夫其所指示之研究方向。

子。恆星和原子都應同光波和光年，電子運動和星河偏差合併在一起談的。

在天文學家的視域中看，好像對於物質體系之最正當的探測，還是把恆星當作星團中的單位，把微小的電子和質子當做原子中的單位。於是天文學家常到物理實驗室裏去找理論的指導和實驗的事證；而物理學家也常向恆星中去求靈感和資料了。

我們原想由最底層出發，逐步上進探測世界。所以我們現在就從電子開始。

目前我們迫切感到的問題約有兩個：（一）電子和質子是否算為物質體系，或者說，電子和質子是否不可目覩之電磁物質的單位？（二）假如我們認為電子和質子是物質體系之基礎，那麼，我們怎麼就能要求把電子和質子當作最小最末的單位呢？

先請陳述第二個問題。我們雖探取得這種人所公知的物質單位，但是無論如何，我們總沒有權力，敢斷言我們已經達到無窮小之物質體系末端了。假如真會這樣大膽地斷定，經驗便會立即示明其如何不穩妥的。幾十年前，原子尚不准算為物質體系。原子固是微末堅硬的物塊，在名義上，在實驗上和科學信條上都是不可分裂的東西。於是，不久，原子就被列為最微末的東西，然而現在

竟又成爲最有名的一種物質體系了；不過構成原子的單位，現在還是不能保持從前原子的職位，成爲物質體系構造之不可分裂的基礎。因爲經驗總是歡喜斷定顯微世界(microcosmos)之組織，尙有更低的極限的。

換一方面看，自從我們知道了電子、質子和放射單位(unit of radiation)，在量算和觀察的技術中，應用了電子、質子和放射單位以後，我們似乎已經接近到可以量算之單位和單位體系之基礎了。光波和電子用來量算物質界中比光波和電子更大的物體和物質體系，確已很能夠有把握。我們要想量算紋粒粗大的世界(course-grained world)那麼，光波和電子確是很有效的量算工具。但欲量算所假定之小於電子的世界(sub-electronic world)，則我們量算粗大紋粒的工具，便不能向我們紋粒粗大的心靈，作任何知識的報告了。因爲那樣的假定，則體系中更有體系，可以推至無窮盡的。我們從此停止向下探測，這並不是因爲我們已經達到了極限，而是因爲我們內心已經不能靈動地向前分析了。

爲要表明我們相信這個物質體系還可以向下推算，其極限尙未決定起見，我們將用虛線列

爲「減號第五」組，算作物質體系表之開端。第一個可以認知的體系便是減號第四組。這些微秒的東西，我們可以總稱之爲微點（corpuscles）於是排列如次：

- 5
- 4 微 點
- 甲、
- 乙、 光量子
- 丙、 電子
- 丁、 質子

在我們未曾說明各種微點是體系以前，在我們驚怪所劃的虛線以前，讓我們隨便說出一個毫無意義的奇想罷。我們果然就沒有能力，深入顯微世界之微秒處，或依另一方向，遠達那有關聯於我們函度的超銀河系的空間嗎？這是很簡易的事。電子之直徑小於人的直徑，正好像人小於赤超巨星（super-giant red star）而赤星卻正是人所量算之最大的星體。所以在形式上講，觀測者適居其中。在物質的內容上講，觀測者也適居中間位置。我們所量算之最大而有稠密一貫之組織的星體就是許多巨星，每星約包含 10^{28} 顆微點（內含電子和質子）。普通的人體包含 10^{28} 顆微點，所以由巨星降而至於電子單位，人體適居其中中心點。

假使觀測者和解釋者果如參宿四 (Betelgeuse) 那樣巨大，縱然他不能測算到那些小於流星和衛星的天體，但總應該超出我們基本銀河系 (Metagalactic system) (註) 而瞭解無邊無疆之事物吧？假如他的體積只及一個微生物，雖不能推想或量算恆星宇宙之恆星和較大部分，但小於電子的世界是否就被他豁然透澈了呢？

不過，假如量算和認知的技術，常受我們所知之光的波長和性質的影響，那麼，雖取消觀測者之居中地位，亦無補於我們去參透世界。微生物式的觀測者或參宿四式的觀測者覺得奠定極限，或構成止境的是工具，不是視覺。所以現在所需求者是新的工具，不是觀測者地位之取消。

我們在世界量算中佔中樞地位，或許又是一個可怕的幻想，使人自居為可以量算之世界中的中樞。例如曾經盛行一時的地球中心說 (geocentrism)；但更進探究，便又很容易把他的中心的想法化除了。我們不能把宇宙的要點，寄託在人居宇宙中之地位上。果如上所陳述，我們便算 (註) 這個名辭是原著者特創的，用以包括一切銀河的天體，其中包含本銀河系及超銀河系，而此廣涵一切之銀河系。

依作者在第十章中說來，並非物質的，只是一種假定物。譯為「基本銀河系」蓋取其廣義的銀河之含意。——譯者

做了一場空幻的夢想。

談到微點，卻有一大危難的要點。近代對於微點的討論，真是人各有說，正如風起雲湧一般，然而迄今，我們對於微點還是莫明其妙。光子是波動還是粒子 (wave or particles) 呢？誰也不能確切認定。艾丁敦 (Eddington) 爲要避免這個疑難，於是稱光子爲「波粒」 (waves = wave + particles)。電子和質子是粒子還是波動呢？從近代之初，一向都把電子和質子當作粒子的，但是最近德威生 (Davidson)、湯孟生 (Thomson) 和 丹蒲斯德 (Dempster) 等人的實驗，卻證明這些物質的基本單位，似乎也具有波動的成分，物質構造乃大改變。電子中也有了組織 (organization)。我們現在似宜懇切答覆前述的問題了：電子和質子也是體系嗎？雖則我們不能作一可靠的看法，也不能對此基本物質下一圓滿的定義，但是精密構造與詳實分裂的可能事實，便足證明我們宜將微點列爲物質體系，不應當作個別的單位。

我們遲早對於本書所用之「體系」一辭，總可勉強下一個定義；但是時間不免延擱長久些，



第九圖

外銀河之雲星此圖示其狀星雲帶

無非是要引證一個定義，不肯坦白自陳出來。依照現時的想法看，在原子核心中的電子，也許和外邊的電子是不同樣的東西。假如是波動自由的，就應是一個體系，假如是靜止限定的，就應另是一種東西了。

放射量子，陰電磁和陽電磁的質量單位都是基本的東西，實驗和理論爲要了解這些東西的性質，於是趨向極複雜極大膽的途徑。一年一年地過去，原子的模型與構造建立起來，又被打倒了；但是這樣崩潰模型，取消解釋，都是表現有進步的。一個理論只要能夠有所指導於一種研究，那個理論便是對的，假如研究因理論之指導，而有超優的成績，那個理論就更對了。

再請談到上面所試舉出之微點的分類：

- 甲.
- 乙. 光子
- 丙. 電質
- 丁. 子

我們應該申明兩點。第一點，有一般人，雖承認物質與放射有同等的價值，但總喜歡把光子

排出物質體系表之外。他們認為物質一轉變為放射，便不成其為物質了。這就是說我們在精密的分析中，應該指明什麼是構成的物質。『物質』一辭之精密定義，應和『體系』一辭之定義相同，我想是用不着再下了。

第二點，我們承認無法處置「甲」項。「甲」項在宇宙體系中當然也是很重要的一項。有人也許會在虛線上，填上「以太」(ether)一辭，或他種空幻的東西。什麼「作用元量」(quanta of action)，「空時單位」(units of space-time)，「以太子」(etherons)，「物子」(phytons) 以及「心子」(Psychons) 等，這些都是口頭上的空名字，都是極力搜求基本單位的空想物。但可大膽推定我們或能在幾年內，更確切知道了光量子和電子，未嘗不可斷定「甲」項是什麼東西，而填沒其空白的。我想果真填沒其空白了，在微點組之下，又必另外設下一個空項，常有一個空項，即所以暗示我們的希望無盡，求知無厭。

對於物質體系之微末事物，設法提出有用的分類雖不免失之空泛，但多少總有明顯的用處。質子在質量和性質方面，都和電子以及光子是根本不同的。三者應該屬於同一組內嗎？不過，把

這些物理的要素列在一起，認為科學不能確切知道這些要素，更希望物理學家和天文學家的這些工具（譯者按：指上述三者）會填入物質體系之全圖中，總是有多少利益可見的。

推想物質宇宙之微點性質，對於我們恆星銀河系與銀河際空間（intergalactic space）之研究是極相適切的。因為有了這種空間，纔有地方容納散亂的光量子，並供遊離的電子與質子流轉；這種空間本身或許就是「微點組」中之「甲項」構成的吧！電子在恆星內部的行動，也是了解高級物質體系之重要問題。微點確是近代天體物理學（astrophysics）的核心。

雖則我們承認光量子和它可能而未知的微點，在物質宇宙之構造與活動中，極佔重要位置，但是我們所要續陳的高級物質體系，還只限於電子和質子兩種微點所建立的東西。由此觀之，我們承認電子和質子是真實的物質，以此處理高級的物質體系便比處理微點更來得有把握有力量了。這種把握和力量，當然是因為我們把電子和質子作為建築的基礎，纔會發生的。我們這樣



第十圖
威爾遜山之觀衆畫

大膽地自信，或許也是因為我們不自知自己之無知而起的。

第五章 從顯微世界說起

我們在上一章中，申明我們並不知道顯微世界之物質的本性，我們所以那樣配合成體系，完全是蠻幹。我們大膽地討論微點，關於微點的許多知識也很明瞭，然而微點真實是什麼東西，我們還是莫明其妙。我們將以同樣自信的態度，談論原子體系與分子構造，並以這兩者作為探討高等事物的過渡階段。

通常對於物質的原子，好作圖案或模型，藉以推想其構造與行動。大家最熟悉的模型，就是『行星』式的原子(planetary atom)，其中有代表太陽的質子為核心，有環繞着的電子算作行星；但此模型也不過是圖應用上的方便罷了。此型雖愈長久愈出名，但是可靠的程度卻愈來愈減少了。改良的模型不斷地行銷市場。物理學家和天文學家拿來用了一年半載，雖有效驗，但是改良

的新貨一出，便立刻就把前用的丟棄了。雖則他的研究有所成就，他表演原子的技藝頗有長進，但是研究者總覺張皇失措，傻頭傻腦地問：這些原子現象，電子排列以及放射作用之吸收發射的機構，以什麼「實際」(realities)爲背景呢？照甄斯爵士 (Sir James Jeans) 的意思看來，這點「實際」可以說是極基本的，是人類思想所不能領悟的。茲錄甄斯爵士的話，作爲佐證：

近代理論物理學之難能說明，艱於了解，其故卽在此也。說明太陽系中地球繞日而行之運動，事極容易。吾人目觀日懸高空，吾人雙足直觸地球，依循日常之經驗，極易瞭解其運動焉。以與吾人說明氫原子中電子繞質子行之運動相較，何啻天壤之分也哉！無論爾我，對於電子或質子，咸無直接經驗；透澈其真似何物者，更屬無人。是故吾人咸欲製作模型，應用簡明之小硬圓球，代表電子與質子。此型構造巧妙，盛稱一時，待入現時，乃爲吾人一手破毀之矣。依波動力學 (wave-mechanics) 之新理論言，硬球似不宜於用以代表電子。硬球在空間中常佔一定位置；電子則否。硬球佔據極有定限之空隙，而電子，嗚呼！申言電子佔據幾許空隙，猶言恐怖，

憂鬱與不定性佔據幾許空隙，同屬無聊之論也。

論述原子這個題目的書實在很多，有些很簡單扼要，有些很專門冗長，但所描寫的各有不同。照我們的意思看，只需記住電子，質子和內含的能量都是原子體系之微點成分就夠了。我們看了下面的表，更會想起地質化學的分析早已宣明九十二個原子的情形，只有一兩個還不會決定。

我們不必長遠在測度原子，因為化學元素早已成爲系統地類分無生物界的好例了。我們知道元素有『屬』(Groups)與『週期』(Periods)兩項可述。根據構造，大概元素可以分爲八屬，因為每屬之化學作用是隨原子構造之相同，而趨於一致的。『週期系』(Periodic system)也是鑑別構造屬(Structural groups)之不同的一個方法。下面這張複式登記表內，元素綜合爲七種不同的週期，這是根據元素之繁簡與質量而分定的。所以表內用阿拉伯數字表示週期，用羅馬數字表示構造屬。此種數字之用法，本書乃有一貫之慣例，第十章尚有詳述，茲不贅論。

元素之週期表

週期	第一屬		第二屬		第三屬		第四屬		第五屬		第六屬		第七屬		第八屬	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
1	1H															2He
2	3Li		4Be		5B		6C		7N		8O		9F		10Ne	
3	11Na		12 Mg		13Al		14Si		15P		16S		17Cl		18Ar	
4	19K 20Ca		20Ca 30Zn		21Se 31Ga		22Ti 32Ge		23V 33As		24Cr 34Se		25Mn 35Br		26Fe 27Co	28Ni
5	37Rb 47Ag		38Sr 48Cd		39Yb 49In		40Zr 50Sn		41Nb 51Sb		42Mo 52Te		43Ma 53I		44Ru 45Rh 46Pd	47Ag 48Pt 49Au
6	55Cs 79Au		56Ba 80Hg		57-71 堆上很少 57Tl		72Hf 82Pb		73Ta 83Bi		74W 84Po		85...		86Rn	
7	87.....		88Ra		89Ac		90Th		91Pa		92U					

各種原子之最明顯必需的分類，就是下面這張簡單的「原子數」排列表。阿拉伯數字即在表明這些原子，除開少數例外，都是一個比一個複雜，一個比一個沉重，逐步增加上去的。兩個微點便足構成一個氫原子。而一個鈾原子卻需要四百七十六個微點。

化學元素表(各名之簡寫可參閱前面週期系表)

原子數	英文名	中譯名	原子數	英文名	中譯名	原子數	英文名	中譯名
1	Hydrogen	氫	32	Germanium	鎢	83	Europium	鎔
2	Helium	氦	33	Arsenic	砷	84	Gadolinium	鐳
3	Lithium	鋰	34	Selenium	硒	85	Terbium	鐳
4	Beryllium	鈹	35	Bromine	溴	86	Dysprosium	鐳
5	Boron	硼	36	Krypton	氬	87	Holmium	鈳
6	Carbon	碳	37	Rubidium	銣	88	Erbium	鈳
7	Nitrogen	氮	38	Strontium	銣	89	Thulium	鈳
8	Oxygen	氧	39	Yttrium	釷	90	Ytterbium	鐳
9	Fluorine	氟	40	Zirconium	鈷	91	Lutecium	鎳
10	Neon	氖	41	Columbium	鈷	92	Hafnium	鈳
11	Sodium	鈉	42	Molybdenum	鉬	93	Tantalum	鈳
12	Magnesium	鎂	43	Masurium	錳	94	Tungsten	鎢
13	Aluminium	鋁	44	Ruthenium	鈳	95	Rhenium	銻
14	Silicon	矽	45	Rhodium	銻	96	Osmium	銻
15	Phosphorus	磷	46	Palladium	鈳	97	Iridium	銻
16	Sulphur	硫	47	Silver	銀	98	Platinum	鉑
17	Chlorine	氯	48	Cadmium	鎘	99	Gold	金
18	Argon	氬	49	Indium	銦	80	Mercury	汞
19	Potassium	鉀	50	Tin	錫	81	Thallium	鉛
20	Calcium	鈣	51	Antimony	銻	82	Lead	鉛
21	Scandium	鈳	52	Tellurium	碲	83	Bismuth	銻
22	Titanium	鈳	53	Iodine	碘	84	Polonium	釷
23	Vanadium	鈳	54	Xenon	氙	85	
24	Chromium	鉻	55	Cæsium	鉯	86	Radon	氣
25	Manganese	錳	56	Barium	鋇	87	
26	Iron	鐵	57	Lanthanum	釷	88	Radium	鐳
27	Cobalt	鈷	58	Cerium	鈳	89	Actinium	錒
28	Nickel	鎳	59	Praseodymium	鐳	90	Thorium	釷
29	Copper	銅	60	Neodymium	鈳	91	Protoactinium	先錒
30	Zinc	鋅	61	Illinium	釷	92	Uranium	鈾
31	Gallium	鎵	62	Samarium	鈳			

從原子到銀河



圖 一 十 第
圖 座 星 后 仙

我們覺得原子的分類已經很完備了，但在撇開原子問題以前，關於這種基本物質體系，我們大概還有六件瑣碎的事情，需要談一談的。

一、在原子排列表尙未稱完備以前，元素，就已分配成「屬」和「週期」了。二十年前的週期表還有很多的空白。現在只有 85 和 87 兩原子數是空的，而且原子數 87 最近也已發現，急待絕緣 (isolation) 命名和分析。將來便可由此兩數在此分類表中所佔的地位與屬的關係，而推知其主要的特性了。其實，表中的空白對於將來的研究與發現，暗示的力量也確乎是不小。

二、最近發現的化學原素計有下列四種：

原子數	英文名	中譯名	發 現 人	發現時期
72	Hahnium	鎔	Coster, Heyesay	1922
43	Masurium	錳	Taube	1925
75	Rhenium	錳	Doljsek, Druce, Heyrovsky	1925
61	Illinium	釷	Hopkins, Cooke, James & Fogg	1926

三、在地殼中和日月恆星之大空中，雙原子數的原子，約比單原子數的原子要多十倍。雙原子數的原素也較複雜，表現一種等向性的形式(isotopic forms)，這種形式就是原子的重量複雜，核心不同，但化學作用與外表構造卻極相同，儼若一個孤獨的原素，譬如鐵原子就有兩種，一種是比氫原子重五十四倍的，一是重五十六倍的。有三種等向性的硫，和十一種等向性的錫。其實，這些重要的分析，都是亞斯東(Aston)在卡芬狄士實驗室中研究出來，纔附加到我們對於原子種屬的知識上的。

四、我們儘管廣事搜檢地面及太陽系的大空，要想得到任何證據，表明更有重過鈾的原子，是

極困難的事。我們既不能在地球內部取得樣品，也不能在遙遠的星面取得樣品。我們對於宇宙構造的全部知識，悉數憑藉分光鏡對於恆星以及星雲的光的分析，化學對於隕石的分析，以及吾人分途求得的地質化學 (chemistry of the Earth's crust) 的知識，具有不可揣想之性質的原素，雖尚未經發現，但非不可能的。太陽系的大空中尚有千百條的吸收光線 (absorption lines)，不知應該屬於那些已知的化學原素。不過精於分光術的人，相信這些化學指示藥 (chemical indicators) (譯者按指吸收光線) 終必合乎已知的原子，總不至於指示原素表中所未列的原子的。但是還有什麼重原素，能沉入星球之裏面，而不被分光鏡所分析呢？甄斯爵士堅決承認太陽與恆星之深處，必有這種鈾外原子 (Ultra-uranium atoms)。他斷定這種原子的放射力，必和已知之鐳以至鈾等等重原子一樣，都是很高的，並且斷定恆星放射能的最後來源，便可以在恆星內部之重而不定的原素之同樣罄毀之情形中見到。地殼內外的經常原素都是永恆的原子，不會化為放射能的。

假如地球也含有這種鈾外原子的話，依甄斯爵士看來，「地球便會發熱，我們也不能居住了。」

地球的環境也是一樣，常是陰鬱如恆，永垂不朽的；這就可以避免物質轉為放射能的凶災，縱使一切恆星黑黯了，一切亮光 and 生命毀滅了，地球也還不會變的。」

我想這已足夠證明重於鈾的原子之存在了，所以我們還得讓原素表的重原子端留有餘地，不能判然結束。

五、地殼中最繁夥的原素就是氧，矽，鋁，鈣，鐵，鉀，和鎂。拉塞爾 (Russell) 曾由日光譜的研究，推定太陽系大空中各原素的相對重量。其最常見的原子列於下表：

原子(英名)	中譯名	相對量數
Hydrogen	氫	300,000:
Oxygen	氧	1,000:
Magnesium	鎂	65
Nitrogen	氮	40:
Carbon	碳	25:
Silicon	矽	20
Sodium	鈉	15
Iron	鐵	15
Potassium	鉀	6:
Calcium	鈣	5
Aluminium	鋁	2.5
Nickel	鎳	1.0
Manganese	錳	0.8
Sulphur	硫	0.5
Chromium	鉻	0.5
Cobalt	鈷	0.4
Titanium	鈦	0.15
Vanadium	釩	0.10
Copper	銅	0.10
Zinc	鋅	0.08
Scandium	鈾	0.004
Strontium	銩	0.002
Barium	鋇	0.002
Germanium	鍮	0.001

六、我們必需在化學上，把地殼作爲宇宙其他部分之榜樣，尤其是我們接收了行星發源的假設，認爲地球是由日體拋射出來的，更應把地殼作爲榜樣。不過把地球作爲代表的恆星原料，往往可以引人誤解。假如地球是從太陽發源的，那麼，地球也只能算是太陽表面物質的榜樣。況且地球上的試驗，對於地球的內部又完全不知道。我們所直接知道的，只是源自恆星表面的行星的表面較重的原素或許早已沉入內部去了。我們的分析愈趨愈深，最後宣示地殼與太陽大空中的化學成分，極相類似，只有太陽表面上的氫原子特別的多。這樣異常的原因，大概是當初地球的吸力薄弱，這種最輕的原素，都不受控制，而逃避到太陽那面去了。

原子是無時無處不存在的。原子在物質體系中的重要，就是因爲原子之普遍存在。換一方面看，原子化合成的分子 (molecules)，都是分化的局限的體系。我們看見地面上的分子，種類實在是多極了；有機化合物和無機化合物的種類簡直是無數的。但是極目宇宙，分子卻又不是一種普遍的物质，因爲行星所表現的分子現象極其稀有，而恆星中的物質大多是原子的和微點的。



圖二十第
雲星的狀帶霧雲圖周示圖

分子存於遊散星際之流星上，行星系統中之彗星首尾所爆裂和放射出去的物质中也有分子。在恆星的表面，尤其是溫度很低的恆星表面，也有分子；有幾種分子，竟因恆星光譜中之吸收光帶 (absorption band)，而致合併為一的。不過這種分子是很少的，在恆星表面之內部，大多都是已知之宇宙物質原素，然分子卻絕難有存在的可能。原子雖則比較堅固，但存於恆星內部，亦必漸次銷毀的，因為原子在恆星內部之高溫中，都一齊游離漫散開了。尤其在太陽等恆星的表面上，一切存於地球上的分子都被衝散，甚至我們相信存於太陽上的原子的外層電子也被剝奪得淨光了。

我們應該注意已知宇宙之物質的常態，都是游離迅速之氣體狀態，因為我們所知之一切物質都和恆星的情形差不多的。化學原素中之原子常態，並不是我們在地殼上和實驗室中所習見的中立狀態，而是游離的狀態，內含運動之陽電核，作為放射之中心；外繞散漫游離之陰電子。通



第三十圖
海豚星座圖

- 5.
- 4. 微點
 - 甲.
 - 乙. 光子
 - 丙. 電子
 - 丁. 質子
- 3. 原子
 - 1至92.....
 - (由氫至錫.....)
- 2. 分子
 - 1至n
 - (例如 H_2O , C_2H_5OH , N_2O 等等化合物)

常以為原子奮力截獲游離之電子，使成中立之電子，藉以補足放射與衝撞所毀陷之缺裂，並以充實原子核中之陽電荷的不足。這種行星表面與隕石上之充足中立的原子，就是物質宇宙中冷結情形的表現。氣體會得溶解和冷結成水，石以及行星表面上之有機現象，尚是極不常見的。有機體是通常氣體實質凝結成的，然後輸入一個世界，這個世界的構造成分是熱而空的原子核，忽得忽失的電子，和恆星內部強烈活動所發出的放射能。

因此我們對於物質體系，便可造成一個簡略的分類表如下：



圖 四 十 第
德 國 波 次 但 城 之 觀 象 臺

而提出水、火酒、與笑氣（即表中分子項下所舉之例——譯者）三種化合物，作為典型的分子體系。

我們由光譜的研究，而知太陽與恆星中所含有的分子，計有下列數種：

氧化鈦 (Titanium oxide)

氫化鎂 (Magnesium hydride)

水 (Water)

氫化鈣 (Calcium hydride)

氧化銩 (Scandium oxide)

氧化鋁 (Aluminium oxide)

碳化氫 (Hydrocarbon)

碳 (Carbon)

腈根 (Cyanogen)

氫 (Hydrogen)

氧化鋯 (Zirconium oxide)

氧化硼 (Oxide of Boron)

其中有些分子，表現於火熱恆星之氛圍中，情形便極不同，例如太陽所蒸發的水是 H_2O ，而不是經常所見之 H_2O ，碳化氫變成了 C_2H_2 ，而不是經常所見之沼氣 (CH_4)。或許在太陽高空中的分子形式與此處所表列者是完全不同的，無奈現在化學分析的技術，還不夠去加以發現。

在流星與行星的低溫度情況之下，極宜於原子與分子結合成為高於分子的物質體系。分子在不知不覺中，逐漸形成結晶體 (Crystals) 和膠狀體 (Colloids)；這兩種分子構造體，都是高級混合體的單位。我們真正能明白了最簡單的氫分子以至地面最大之有機體間，並沒有明顯的界限，便可擬定如下的試用分類表，以便由顯微世界以下之世界出發，穿出顯微世界，而達於肉眼世界：

- 2 分子
- 1 分子體系
 - I. 結晶體
 - II. 膠狀體
- 0 膠狀混合體與結晶混合體
 - 甲. 無機物體 (即礦物
 隕石雲霧等)
 - 乙. 有機物體 (即有機
 體羣體生物等)

分子體系，膠狀混合體和結晶混合體是只限於宇宙局部的，因為鬆散的分子聯合體，存於恆

星表面的機會，應比簡單的分子要更少些。有機膠狀體最易分解，所以在宇宙中所佔的部分更小，只限於幾個比較宜於生存的行星。地球一類的行星是一個堅硬物質的世界，最相宜於動植物居留的。恆星太火熱，星雲又太稀薄寒冷。至於流星，彗星，衛星以及小行星就天生來不適宜於有機體的生存的。

* * * * *

前章用減號四（—4）一數標誌「微點」組的理由，至此方告表白。現在更應允許「零」組（0 class），可以用來標誌膠狀混合體了。於是顯微世界的一切，皆歸入物質體系分類表的負方。而肉眼世界的物質體系，例如行星，星團，銀河系等，都列入分類表的正方。

「零」組是過渡的一類。這一類標明此後的組合力，不再是電子的和分子的力，而是萬有引力的（gravitational）力了。有些膠狀混合體，例如原生植物（protophyte）和原生動物（protozoa），都是顯微世界的，或顯微世界以次的東西；有些體系雖能歸入減號第一組，但很容易目覩，「零」組不獨代表組合力的過渡點，而且也是質量的過渡點。「零」組是由顯微世界到肉眼世界的交

點，是由物理化學(phytico-chemical)的範圍達於天文學境界的交點；在這交點處，卻有礦物學，地質學和生物學。這是由有機膠狀混合體入於宇宙大觀的關鍵。

第六章 略釋有機膠狀混合體

我們所採用之物質體系的試用分類表，於是形成如下的一個綱領：

- 5.
- 4. 微點
 - 甲.
 - 乙. 光子
 - 丙. 電子
 - 丁. 質子
- 3. 原子
 - 1至92... (由氫至鎊...)
- 2. 分子
 - 1, 2, 3, ... n.
- 1. 分子體系
 - I. 結晶體
 - II. 膠狀體
- 0. 膠狀混合體與結晶混合體
 - 甲. 無機的(即礦物, 隕石)
 - 乙. 有機的(即有機體聚體
生物等)

由此可以看到人及其社會，應與其他動物、植物以及動植物的社會，併列於「零」組「乙」項下的。雖則這項的材料，會有百分之九十九的著作和散帙，層出無窮地加以申論，但是這項材料在我們現在這幅分類表中，地位是很小很小的；這兒也只能簡略地提一下，因為詳細分析很小的

項目，並不是本書範圍以內的事。其實提綱挈領地說一下，或許也是應該的事，因有機膠狀混合體是太五花八門的了，此處不想詳細疏述這一組的情形，只是直接談到較為廣大的宇宙現象罷。



第五十圖
雙子星座圖

第七章 鐵與石之體系

每天總有幾千百萬的流星，燎亮地落向地球的氛圍裏。有些流星光亮很大，平常不用望遠鏡都可以看到。一切流星都是可以編類的；其明度，速度，色彩，尾長幾許，以及運動方向，假如地面永是黑夜，則有學力的觀測者，是可以一一加以記錄的。但是這樣嚴格的學者卻就很少，我們只有自己找點機會，記錄每日所見的明亮流星之百萬分之一，作為我們知識的永久材料罷。

地球外面有一層保護的氛圍，常把來自行星空際而速度很高的千百萬碎屑攆開去。爲了地球上生命之延續，攆開隕星是應該的。隕星的飛行力沒有消滅，物塊沒有在氛圍中散成氣體和灰塵，便很少能夠接近地面至二十英里以內。在隕星那方面看起來，這便是它長久奔波之倉卒終結；因爲隕星在空際不知冷冰冰地穿行了多少年，至此纔和一個行星的氛圍摩擦，僅燃燒了幾秒鐘就灰散了。

流星的觀測者對於許多流星的數目，方向和速度，絕難找出一個條理來。不過有時卻顯明地覺得大隊的流星成了集團 (association) 有一致的運動和系統的傾向。譬如他常看見許多流星，在每年的某一時期，從天空之某一地段像河似的流射出來。我們對於這種定期出現的物質體系，先舉幾個例說一說，然後再談地球氛圍以外之其他種的流星組織。我們既經明白了顯微世界與地球表面，今後便該發覺萬有引力是維持物質體系的動因 (agent) 了。

一九一三年二月九日，大家都看見天空有一種現象，後來稱做

『流星遊行隊』 (meteoric procession) 一川火球 (即大流星)，

在加拿大西部出現，迤向東南方行，幾與地面平行，約經五千多英里，

在巴西與非洲之間的大西洋中赤道部分 (mid equatorial) 纔消

滅了。大陸上和海洋上都有這個流星隊的記載。並有幾個天文學家，

根據核定過的報告，研究這個現象的真諦。他們覺得這一長串的光芒，是四五團流星連貫而成的，

每團約有幾個特別亮的火球和許多較小的流星。後來運動漸漸減緩，大概是因為受了空氣的摩



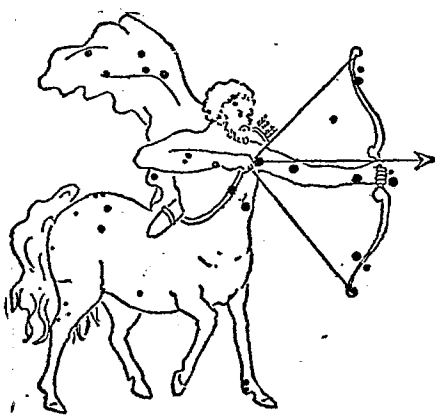
第天
十球
六圖
圖形

擦和地球赤道凸出處 (Equatorial bulge) 所阻礙，而此種摩擦和阻礙，正是地球捕獲一川流動天體的主要因素。或許只有這隊流星中之較低的火球被捕獲了，較高的恐已越過赤道，逃出了地球的氛围。

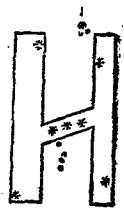
一九一三年流星隊的重要點，就在於它是鐵或石的流星隊，以每秒鐘不到十英里的速度，穿過加拿大和美國北部，構成一個稀鬆結合地物質的組織，因為各個天體之萬有引力互相吸引，纔會跳出極星與行星，而在空際流動的。這流星隊的全長約有三千多英里。其厚薄無法證明，因為流星高出五十英里以外，則空氣特別稀薄，速度既又慢到每秒鐘十英里，決不會有亮光發出來的。

一九二七年八月十日，許多居在新英格蘭 (New England) 的人，傳述一個極亮的流星。順序地調查起來，始知各地方都會看見這個現象的。然而出現的時期並不同，所以大家看見的，乃是許多明亮的流星性的天體，不是一個流星。這些流星至少是走着平行的路徑的。川流 (stream) 很稀薄，所以大家只看見一個很亮的星球，其實，據費雪爾博士 (Dr. Fisher) 的研究，至少有二十八顆不同的火球。這個川流約遊行了一分鐘始熄；領頭的流星必比末尾的流星超前至三萬多英里

之遠。



圖七十第
圖座星馬人



圖八十第
圖座星戶獵

前面所敘述的都是規模較小的流星川 (meteoric stream) 其範圍較諸大的流星羣 (meteor showers) 是相差太遠了。但是較諸流星川還要小, 更要密結的體系, 也是很多的。一八六三年, 錫

米德 (Schmidt) 在雅典，用低倍望遠鏡看到一窩蜂似的亮流星，組織密結，若不用望遠鏡看，簡直就是一個物體。哈佛觀象臺所攝取的許多流星照像片上，常常看見流星尾部是雙重或多重的，由此可知那是兩個或多個物體，靠緊在一起，同一條路線運行着，直至崩潰毀滅於地球氛圍中時為止。

這種流星集團常名之爲『小彗星』(Minor Comet)。這個名稱是很適當的。我們愈多研究彗星與週年流星羣，愈覺兩者極有密切的關聯，每年八月出現的英仙座流星羣 (Perseid meteor shower) 和十一月出現的獅子座流星羣 (Leonid meteor shower) 在經過的路途中，後面必尾隨着特爾彗星 (Tuttle's comet) 和頓普爾彗星 (Tempel's comet)。哈雷彗星 (Halley's comet) 追隨着寶瓶座流星羣 (Beta squarids)，這是地球在五月初必會遇到的一川流星。火球遊行隊和所謂小彗星的流星，一入地球的氛圍，便不消幾秒鐘，幾分鐘或幾點鐘就全行毀滅；而大流星羣，如英仙座流星羣等，則有長軌道繞日運行，流星沿途播散開來，因爲地球每年繞日一週，必需穿過流星軌道，所以有些流星羣就每年出現在地球氛圍中了。

地球在天空中，並沒有多少危險可以碰到，除非地球本身上，發生了洪水，地震，以及陸地忽然變位。隨日月而起之潮汐攝動，並不是災禍；這種潮汐攝動是固定而可以推測的。由太陽與恆星流來之熱的輻射不足憂懼，因為這種輻射並不大得怎樣嚇人。流星撒落的灰塵對於地球的熱度或質量毫無影響。我們實在是很平靜地在空中流轉着，這個空中是行星際的空間，地球和月球，行星以及恆星等等大星球都隔離得很遠，而且又遠離開了速率很高的氣體，鐵與石，所以在天空中實在沒有什麼意外會發生的。

由這種平靜而可以推測的情形看起來，一九一三年的流星遊行隊便可算是最偉壯的天文事件，大概從一百年前大獅子座流星羣出現時起，直到這時，地球在這兒佔得了一個重要地位。但是這種無上的地位之佔得，只能對於容易觀察之現象而有效的。總有一兩次不可豫料的危險，深深影響到地球的。一九〇八年，地球就撞到了一個小彗星的首部。

有史以來，流星降落地面，最有可怕的影響的，就是一九〇八年落下的鮑卡門拉雅通古斯卡



第九十第
解圖星流

隕星 (Podkamennaya Tunguska meteorite) 降落的地點是在西比利亞的中部，適當鮑卡門 拉雅通古斯卡與朱拉 (Chuna) 等河之間，幸虧這一地帶是沒有人居着的。在那年六月三十日早晨七點鐘的光景，這個流星由南而西南，再轉向北而東北，降落時極其猛烈，附近的空氣發生熱浪，並波及到很遠的地方；焚燬多少方哩的森林，死滅了一千五百頭的馴鹿，打壞奧格尼亞河 (Ognia) 沿岸的山巖，飛散到河中竟堵斷了河流。降落的地點上有許多窟窿，足見這個隕星並不是一個流星，而是流星集團了。

通古斯卡隕星大概是屬於和蓬士·文勒克彗星 (Pons-Winnecke's comet) 匯合成的流星系統的。其降落時是地球最近這個彗星軌道的時候，推測蓬士·文勒克流星之起源處，又和落在鮑卡門拉雅通古斯卡的隕星是同一個方向的。不過在降落的時候，彗星本身還在軌道之對方面罷了。

再分析許多已知的彗星，大概很多都有伴從的彗星，在一定的年限中追隨主要的彗星。假如通古斯卡隕星放在地球氛圍外看的話，或許還是一個極小極小的彗星，以數學測算其運動，應和

蓬士·文勒克彗星同一個軌道的。

地面處處都有痕跡，表明地球遭遇到許多速行的鐵和石。一個十五噸重的隕星，躺在非洲西南部格羅芬坦 (Grootefontein) 的地面上。格林蘭的大隕鐵是在有史以前降落的，現在運到紐約的美國博物院，那兒積存着許多巨大的隕星。地面最大的隕星痕跡就是亞利桑那沙漠 (Arizona Desert) 的隕星環口 (meteor Crater)。

總計隕星降落之次數，據已見者約有一千而弱。隕星之降落，總不是一個單體，有時竟是幾千幾百，一陣降落的。譬如一八六八年，波蘭浦爾圖斯克 (Pultusk) 地方降落的隕星，就有十萬塊碎片，鋪滿了許多方哩的面積。也許是一個流星，在地球氛圍中發生爆裂而成碎片子的。

我們已有很靠得住的證據，表明流星羣如英仙座流星羣，是許多流星粒子組成的，「小彗星」是許多碎裂的火球構成的，而石質的流星羣，其中



第十二圖 格林威治觀象臺



第十二圖 天兔座星圖

一部分火球卻是結合的。所以我們更可進一步，判定流星川和通常的彗星也是同樣的東西，只是方式有點不同罷了。散漫於恆星實際之暗星雲與亮星雲，也都有點像一窩蜂似的流星，因此我們便可劃定下列細目的分類：

- 十1 流星集團
 - 1. 流星川
 - 2. 彗星
 - 3. 集中而散漫的星雲

知識愈增，細密觀察到的天體愈多，便可着手設法類分流星川 (Meteor streams) 了。我們或許可以類分如下：

一、週年流星羣，如仙女座流星羣 (Andromedes)，英仙座流星羣與四合流星羣 (Quadrantids)。

二、散漫的流星遊行隊（小彗星）。

三、雙流星與聚流星，如哈佛觀象臺攝影底片上所記載的。

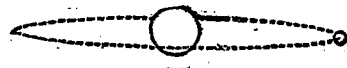
在未應用這種分類，指導理論的研究和觀察的研究以前，應該事先對於流星，作一有系統的觀察，加以細密而一貫的整頓。在必然而細密的觀察未能一貫地整頓成功以前，應有特別完滿的設備和久經訓練的人材。

流星川又可根據速度，分爲『雙曲線』流星川(hyperbolic streams)和『橢圓』流星川(elliptic streams)兩類。除開很少的例外，這樣的類分便把宇宙流星和太陽系流星劃開了。假如每秒鐘運行速度超出四十三公里以外，配除地球之軌道運動與自轉運動以及地球之吸力，則其繞日之軌道便是雙曲線的。凡以此種速度運行的流星，便從恆星實際來到太陽系，並在研究宇宙之化學中極佔重要。流星運行的速度每秒鐘不到四十三公里，則必附屬於太陽系；這種流星中，有些常和現存或湮滅的彗星聯合一起，有些常自成爲獨立的流星。但是我們應該注意這種流星速度的知識，卻太過於七零八落，所以這種分類不能取來應用，甚至於很難有成立的可能。

茲有一個試用的彗星分類，對於彗星生活史的研究很有用處，是根據軌道的性質劃定成的：

- (甲) 橢圓軌道；週期很短，大概不到十年的光景。
 - (乙) 橢圓軌道；週期很長，約自十年至一萬年的光景。
 - (丙) 拋物線軌道；軌道開放，偏心率卻很一致。
 - (丁) 雙曲線軌道；軌道更要開放，偏心率極不一致。
- 非週期的。

(甲) 現在知道週期不到十年之久的彗星，約有四十五顆；大多數的週期都是六、七、八、九、十、十一、十二、十三、十四、十五、十六、十七、十八、十九、二十年左右，約及木星(Jupiter)週期之半。這種彗星都是很小的，光很微弱而已經磨擦損壞了的。木星在以前對於這些彗星的軌道很有影響，現在好像還很影響這些彗星的運動，所以這些彗星似應視為木星的族屬，算作木星的外部衛星。當然，太陽應是這種短週期的彗星的主宰；木星只能算是很大的攝動體(perturbing body)。不過木星的主宰星(Jovian Satellites)則不然，當以木星為主宰，而太陽卻為攝動體(disturbs)。



圖二十二第
解圖的星雙蝕

彗星具有流星的性質，所以很快就會摩擦至於毀滅的。彗星常因太陽之熱力與輻射壓力 (radiation-pressure)，以及行星的攝動較差力 (differential perturbations)，而漸分散了的。然而還有一個彗星，名為恩克彗星 (Encke's comet)，卻另外有一種毀滅的力量，這就是足以收縮軌道，減短週期的抵抗傳導體 (resisting medium)。恩克彗星的週期只有 3.3 年，現在還保持着彗星繞日一週之最快的記錄。

短週期的彗星一接近了太陽，其構成彗尾的能力便消失了；因為動作的時候太多，構成彗尾的儲能也漸涸竭了。彗星之首部與光芒 (envelope) 中所遺存的物質，已經不如從前那樣容易感受輻射壓力，所以塵埃和氣體都未吹去，仍附帶在上面，最後乃在太陽系中排射出來。

我們在彗星掃過時，可以瞧見彗尾，根據其曲度亦可以加以分類。大概因為掃行迅速，首部的物質粒子受到日光的壓力乃飛射開去，形成了彗尾；但大多數的彗星都是望遠鏡纔能看得着的，所以即使有彗尾，也不過是一個輪廓，不很清楚。

短週期的彗星團一出現，必會解散成薄薄的流星川的。一解散成流星川，就很少再成彗尾，重

回到太陽以及地球之隣近的，所以這些彗星在我們作天文研究的這一雲間，早已變化形式了。

(乙)週期約在十年至一萬年之間的彗星大概有六十多個。有些卻是極其馳名的彗星。譬如哈雷彗星 (Halley's comet) 計有二十多種表像，並且過去的時候，在人類迷信和行爲上，是一個極其重要而不吉利的角色。其平均週期 (mean period) 是七十七年，但亦常被行星攝動力所振盪，於是有時出現來，比平常時間要早一年半載或遲一年半載。許多長週期彗星的軌道是很橢圓的，其與行星運動於其中之平面的交角 (inclinations) 是很高的。週期那樣漫長的道理，蓋因這種彗星不受行星所攝動，更受不着太陽毀滅一切的輻射。所以這是環境允許這種彗星壽命加長，不若短週期的彗星那樣多難。

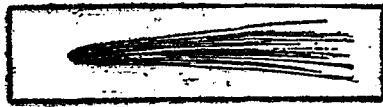
(丙)「拋物線」的彗星最普遍，我們所記載的彗星中，就有四分之三是屬於這一類的。這一類不獨包含那種週期彗星，其軌道漫長，看來是一條開放的拋物線，但接近太陽便成緊湊的橢圓，而且也包含那種週期彗星，其軌道不能精詳地觀察，只能大略求得其軌道的要素。其實，嚴格的講起來，沒有什麼軌道真正是拋物線的，而其離心率也是真確一致的。拋物線只是用來作爲最簡

單的曲線，表示運動的情形罷了。大半的軌道都是橢圓的，其週期都超過一萬年以上。斯瓊格林 (Strömgren) 以及其他的人們，都說一切所觀察到的彗星，大概都屬於太陽系，這當然是表示無所謂拋物線的和雙曲線的軌道了。

(丁)「雙曲線」的彗星現在並非完全不知道。行星的攝動可以縮小或擴大軌道，那就是說，可以減慢或加速運動。假如速度確已加高，則繞行橢圓軌道的彗星便擲出太陽系之外了。一致的離心率加大，運動變為雙曲線的程序，則彗星也就偏離行星系統，而直穿過恆星空際了。大概經過計算了的軌道約有五百條，其中屬於雙曲線的軌道卻不上十條；在土星和木星未加干涉以前，這些軌道或許也都是橢圓的。

假如世外有一位觀測者，視察太陽系之彗星族，約有四大特點可以列舉出來。

一、凡地球上之觀測者，碰巧在太陽極附近的地帶，看見的所謂「彗星」



第二十三圖
彗尾圖解

的東西，其全數當以千百萬計。雖則每年約有二十五六個彗星，走到比木星距太陽的距離還要近的近日點(perihelion)，這就是彗星軌道最靠近太陽的一點，(註)但是每年從地球上所看見的，還不到五六個，這五六個中間，還有大半是要望遠鏡纔看得到的。

二、除開若干千數的彗星而外，其餘的都把大半的時間，花在海王星(Neptune)軌道的外邊。這些彗星紛向各方運動，繞太陽系形成一層薄膜，略帶一種行星狀星雲(planetary nebula)的樣子。

三、短週期彗星運行軌道，差不多全數都有傾向行星的軌道，斜成不很高的交角，這就足見其一旦運行較大的軌道，若稍傾斜靠近大的行星，便會毀滅縮減了。運行交角很高之軌道的彗星，便可避免行星捕獲其他天體的串套。

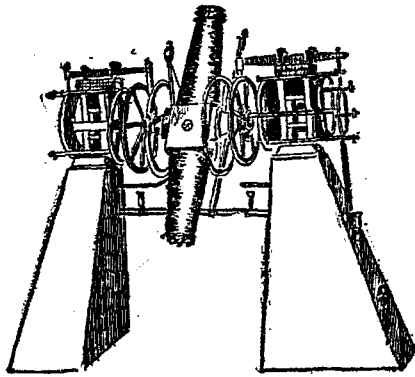
四、由彗星到無數的小流星集團，實有一個連繫的次序可見。據最近的分析，一粒流星的沙塵，在它的體積大得足受萬有引力控制，不被光壓力的影響時，也儼然跟最大的彗星差不多，亦具有

(註) 這是拉塞爾(Russell)和斯蒂華(Stewart)三人的估計。——著者原註

彗星特徵的。

彗星在太陽系的攝引弛力與輻射弛力 (gravitational and radiational stresses) 之下，其迅速滅毀之情形，是很有趣味的。許多宇宙論者 (cosmogonists) 都喜歡把行星和彗星當作同一年齡，同一來源的。不過行星的年齡，至少不能小於二百萬萬年，而鮑布洛夫里柯甫 (Bodrov-nikov) 更進一步，證明太陽系的許多彗星，必在百萬餘年前纔產生的，至於崩毀的速率，但視週期彗星之光度變化，即可加以估定，出現愈快，則整個的彗星愈早破滅。更據一般概略的假設，太陽或許可以收拾現時的彗星，或許有許多流星的物質，在最近穿出星雲的空際去了，但是我們只有把這種彗星起源與過去的神秘問題，讓未來的天文學家去研究罷。

散亂的暗星雲和亮星雲，在整個物質體系之分



第二十四午圖儀

類表中，該居兩大不同的地位。凡有確切界限，或明顯中心的星雲，則應屬於隕星集團 (Meteoritic associations)。集中之中心或確切之界限，所以表示其有引力之組織，而且現在大家都承認宇宙暗黑之恆星雲多由極細之塵土組成，但此塵土就是流星之物質。常相混合於散亂星雲之塵土與大粒子中者即若干氣體，此種氣體在鄰近火熱星球所發的光輝之下，映耀得很亮，並表現出一個氣體光譜 (Gaseous spectrum)。

有一派理論以為暗星雲乃是極大極稀之「塵土和小石的隕岸」在恆星空際不規則地播佈開來，而恆星運動的研究，便是此說的證據。微細的塵土是比氣體更有效的光幕 (Light screen)。譬如一陣微烟，竟比幾百里厚的大地空氣，更能掩蔽星光。暗星雲是由遙遠星光之映照而被測知的。假如這一大片黑暗包含的不是塵土而是氣體，則其物質要素的體量極大，其攝引力足以支配隣近之恆星，乃是可以想見的事；但是銀河系之星雲境內，恆星的運動並沒有什麼變異發生。換一方面看，微細的流星塵便足算為黑暗的主因了，只需有一個平常的恆星那樣大小，就可

形成一片黑暗的星雲，掩沒一個對徑有兩帕（註）大的面積。所以這種星雲不會影響恆星的運動，乃是理所當然的事。

大獵戶座星雲既是亮星雲，又是暗星雲；當然也是流星物質構成的。大東西了。然則它不算是「一大叢的彗星和流星川嗎？假如太陽系必需經過這塊境界，（在七八百萬年以前，太陽系確離獵戶座星雲不遠，）則此星雲亦必消失，不配成爲流星物質的恆星雲，再歷幾千年便會現出一陣很亮的外觀了。彗星亦將逐漸摧毀，太陽系也很少有彗星放射出來，而其他更都一齊漸次退化作很散亂的隕星集團了。

（註）原文爲 Parsec，中國意譯作「視差秒」或譯「帕」今爲修辭起見，乃從音譯。一帕約等於 3.26 光年。若以長度計算，當有二百萬萬萬英里，數字是二字後面加上十四個零。——譯者根據原著者註改註。

第八章 衛星

一六一〇年，天文學的望遠鏡開始發明，在發明後闖動一時的當兒，伽利略（Galileo）寫了這樣一段文章：「本年正月七日，我正在用望遠鏡察看天空中的許多星座，忽然木星自動地行到我的視域裏；以前我造的望遠鏡倍數很小，所以不能看見什麼奇異的現象，現在我預備的望遠鏡很精緻，竟看見許多會所未觀的情形，這情形就是木星旁邊原來還有三顆小而極亮的星。我雖相信這三顆星是三個恆星，但是我總覺得有些奇怪，因為這三顆星好像排成一條直線，和黃道（ecliptic）恰成平行，而且光度比其他相等的恆星都要亮些。……我絲毫不曾顧慮到這三顆星和木星間的距離，因為我在當初相信這三顆星是恆星，剛纔已說過了；但在正月八日那天，碰巧我又測看同前的那塊天空，我纔發覺一切有異，因為那三顆小星跟木星一陣偏到西方，而且所隔的距離也比前天夜晚所看見的更要接近些。」

再經過幾夜功夫，精細測看天空之情形，伽利略竟發現星系中還有一個星系，這就是發現四
個小星環繞木星，跟金星（Venus），水星（Mercury）以及其他行星環繞太陽的情形是一樣的。

伽利略宣稱這個新的衛星系，跟地球月球系約略相似，但是也有極相差異的地方：

……迄今爲止，我們知道沒有一個行星是單獨繞日公轉，跟衛星一陣穿過大軌道的；但
是我們現在看見四個衛星環繞木星，好像月球環繞地球一樣，然而木星是全系環繞太陽的，
在十二年期間，共同穿過大軌道。

從伽利略發現木星之衛星，直到近代望遠鏡劃定木星系之全圖，其間約歷三百年之久。巴拉
德（Barnard）在立克觀象臺（Lick Observatory）發現第五衛星，這是極其暗小的星體，最靠近
木星，其星體之對徑大概不到一百英里長。在二十世紀之最初幾年，攝影術開始被應用來研究衛
星，於是發現木星系中，尚有四個更小的衛星。第六、第七和第九的衛星，是在立克觀象臺攝取得的，
第八衛星是在格林威治天文臺（Greenwich）攝取得的。木星既有這許多體積、距離和週期互相

不同的附屬星球，所以木星簡直好像是一個小規模的太陽系了。

木 星 衛 星 表

衛 星 名	發現時期及發現人	平 均 距 離	公轉(註)之週期	對 徑
第五衛星	1892年 Barnard	公里 181,200	日 時 分 秒 0 11 57 22.70	公里 160?
Io	1610年 Galileo	431,300	1 18 27 33.51	3,780
Europa	1610年 Galileo	670,503	3 13 13 43.05	3,150
Ganymede	1610年 Galil. o	1,069,300	7 3 42 33.85	5,150
Callisto	1610年 Galileo	1,881,000	16 16 32 11.21	5,180
第六衛星	1904年 Perrine	11,452,000	250.68H	130?
第七衛星	1905年 Perrine	11,730,000	260.06H	4 ?
第八衛星	1908年 Melotte	23,500,000	738.9 H	25?
第九衛星	1914年 Nicholson	24,100,000	745.0 H	25?

(註) 此處所言之公轉，並非指繞日而言，而是諸多衛星繞行木星之公轉。——譯者

上表所列之衛星體系，其排列的情形，和太陽系的行星排列顯然不同，衛星系的排列是成對的。在木星系中，第六和第七，第八和第九竟構成了兩組成對的衛星。太陽系中雖也有可資比較的

情形，譬如地球和金星之軌道同樣大小，天王星 (Uranus) 和海王星 (Neptune) 之距日遠近相等；然而總有一個極大的異點在。木星不能屬有較第八第九更遠的衛星，設使有的話，也必讓太陽偷竊去，把放到小行星或彗星的團體中去了；但太陽則與其他恆星隔離，雖遠在海王星和冥王星 (Pluto) 境外的行星也會存在，並且很常態地過着行星的生活，毫無被鄰近的恆星攝引和攔去的危險。

在許多方面看起來，地球衛星系和木星衛星系間的不同，是極其顯著的。地球月球系是行星中之最優異的，兩者之體積都很大小配稱。我們這個行星系，簡直就是一個雙合的行星，因為月球的對徑約及地球之四分之一，其全重量約及地球之百分之一，是以地球常

因月球的攝引，按月必須繞行共同之重力中心點一週；這個中心點離地心約三千英里遠。諸多恆星中，當然也不乏相等之星體聯合起來的恆星，尤其是蝕雙星 (eclipsing binaries) 中最多。不過這些恆星都是高級的星體，很活潑，很有力，常能放射氣體，並不是冷結起來了的寄生式的行星。



第二天
球
五
圖

木星不像地球，其質量約一萬二千倍於其衛星，比它所屬之最遠的衛星要重五百萬萬倍。木星是其衛星羣中之主宰，而地球尙要受它的衛星的支配。因為兩下衛星的數目和體積比例有如此差異，便知這兩衛星系之起源是不同的。地球月球系是因地球在以前發生分體作用 (fission) 而構成的；木星系，大概一方面是受了其他天體之擦過而分裂成的，(或許是在木星軌道很長時受了太陽的擦過；) 一方面或許是攫取鄰近之漫遊的小行星，作為最遠的衛星。木星之第八衛星和第九衛星所運行之軌道是倒逆的 (retrograde) 破壞了太陽系中之運行慣例，由北方看起來，其自轉與公轉之方向，都是和鐘錶進行的方向相反的。

地球月球系式的衛星系，在許多行星中，真是絕無僅有，再也不能舉出其他相似的例子了。在這些行星中，既無分體作用變異行星的痕跡，復無巨大的潮汐攝動 (tidal disturbance) 擾亂行星之節氣。

木星式之衛星系都極普遍。譬如火星 (Mars) 的衛星，同火星比起來，簡直是太微小了。用華盛頓海軍觀象臺 (Naval Observatory) 上的大望遠鏡纔發現了這些衛星；因為這些衛星本身

的光度極微，並且接近火星之輝面 (bright surface)，所以極難目觀，極難攝影。福博星 (Phobos) 是靠近內邊而運行最快的衛星，大概火星自轉一週，福博星便環繞火星運行三週，凡根據現在時新之宇宙原始論的道理，詳述火星衛星系之起源者，觀此情形，定必頭暈目眩，躊躇不能決定了。茲將火星之衛星列表如下：

火 星 衛 星 表

衛 星 名	發現時期及發現人	平均距離	週 期	直 徑
Phobos	1877年 Hall	公 里 9, 380	日 時 分 秒 0 7 39 13.851	公 里 15?
Deimos	1877年 Hall	28, 480	1 6 17 54.9	8?

這些微小的天體，是從火星之表面吸引出來或放射出來的呢，還是從鄰近之小行星地帶 (Asteroid belt) 吸引去的呢？此表所明列的對徑，只有五英里到十英里長，確和最小的小行星的對徑差不多，而且跟大彗星之領頭的星體比較起來，也並不相差多少。

天王星也有四顆中等大小的衛星，其排成系統的情形也是木星式的，下表即備列其所屬的

特性。這些衛星所運行的軌道平面，適與靠近太陽系主要平面(Principal Plane)之地球軌道平面相交，這是天王星衛星之特異點。但天王星之赤道亦與主要平面成交角，其傾向全太陽系的角
度也很高的。天王星的衛星極受天王星的指揮，但在天王星衛星系中，看不出行星和衛星的自轉
規則，因為兩者的軌道都靠近主要平面，而且自轉和公轉的方向都差不多，所以看不出來。

天 王 星 衛 星 表

衛星名	發現時期及發現人	平均距離 公里	週 期 日 時 分 秒	轉 徑 公里
Ariel	1851年 Lassell	191,700	2 12 29 20.8	900?
Umbriel	1851年 Lassell	287,000	4 3 27 36.7	700?
Titania	1787年 W. Herschel	438,000	8 16 56 26.7	1,700?
Oberon	1787年 W. Herschel	586,000	13 11 7 3.5	1,500?

海王星有一個衛星，尚未命名，也是木星式的，不是地球式的，然而跟其他的行星衛星系比較起來，是最近乎地球式的了。這個衛星的質量還不及海王



圖六十二第

圖星衛大四其及星木

星質量之千分之一。

土星 (Saturn) 的衛星系卻是另屬第三式的，其情形極其特異。我們前面已經述過木星式的衛星系了，其衛星也已彙集成一個表格；但是土星不僅有這些平常的衛星，還有一個奇特的光環系 (ring system)，這是無數的小衛星 (moonlets) 或流星塵 (meteoric particles) 構成的光環。土星的主要衛星茲亦表列如下：

土星衛星表

衛星名	發現時期及發現人	平均距離 公里	週期 日 時 分 秒	直徑 公里
Mimas	1789年 W. Herschel	185,700	0 22 37 5.25	650?
Enceladus	1789年 W. Herschel	237,900	1 8 53 6.82	800?
Tethys	1684年 J. D. Cassini	294,500	1 21 18 26.14	1,300?
Dione	1694年 J. D. Cassini	377,300	2 17 41 9.53	1,200?
Rhea	1672年 J. D. Cassini	526,700	4 12 25 12.28	1,750?
Titan	1655年 Huygens	1,220,000	15 22 41 26.82	4,200
Hyperion	1848年 G. P. Bond	1,480,000	21 6 38 24.0	500?
Iapetus	1671年 J. D. Cassini	3,558,000	79 7 58 24.4	1,300?
Phoebe	1893年 W. Pickering	12,930,000	550.44H	250?

伽利略雖有精細的觀察力和深密的想像力，但他因為頗滿意於其木星與四大衛星的說明，所以就把土星衛星系忽略了。發現這個光環是許多光環湊成的人便是侯根士（Christiaan Huygens）。他對於伽利略的望遠鏡怎樣不會透視到土星之秘密，以及他自己怎樣解決了這個問題，極有詳盡的說明如下：

望遠鏡原是我們比利時國最有榮譽的發明，伽利略一用來觀測天體時，便居人之先，宣明常人所極尊敬之行星現象；其發現中之最奇特者，就是關於土星的情形。因為其他一切現象，雖然足以引起我們的詫異，但其存在的原因，還不需竭力追問的。只有土星之變化方式，表明自然界尙有新奇的玄妙，對於這個玄妙的原理，無論是伽利略，還是各時代論述土星的天文學家，都不會澈底明瞭，伽利略首先看到這顆星的光輝，那並不是一個球體，好像是三合式的，兩顆小星靠得很近，對方面便是一顆較大的星，都環繞着一個中心運動。看看這個方式，將近三年都沒有變化，伽氏於是堅決相信土星像木星屬有四個衛星一樣，也屬有兩個衛星，不過，這兩衛星沒有運動，所以靠在土星旁邊，老在一個方位上，絲毫不移。但當土星一行動時，其

以前隨從的衛星便完全消失，於是伽利略不得不改變他的意見了。他很驚異他所看見的情形，力想探究其根本原因，並有好幾次推算從前所看見的情形，必會再現。可是事實證明這些推算不會滿足他的期望，而且土星也像不僅好有這樣兩個方面的情形。我知道布朗卡紐斯（Josephus Blancanus）和馮泰納（Franciscus Fontana）相繼發現了許多其他奇形怪狀的方式，都有詳明的敘述；他們把這些奇怪的方式，當作眼睛的錯覺，是水晶體的射影，不是真正的天象；但是後來屢次看到這種方式，他們纔明白這些現象，原來不是虛謬的證據。

因為這樣，我也極想親眼看這些奇異的天象。但是我只有一個平常的望遠鏡，長約不過五六英尺的樣子。所以我從事這個工作時，極其熱心，極其認真，我要學習模造望遠鏡片的技術，我毫不懊悔地親手去磨鏡片。經歷了多少的困難（因為這種技術看來好像很容易，其實是很難的）；最後我製成了透鏡，我寫這部作品的材料，全是這個透鏡供給的。我用我的望遠鏡直測土星，我發現許多情形，跟前人所說的完全不同。靠近土星的兩顆附從星體，原來是兩顆行星，但是覺得有異的情形，便是在土星很遠的地方另有一顆行星（即Itha 衛星）。

約需十六日公轉土星一週；這顆行星卻是歷代以來所不曾見到的。

自從侯根士發現了這顆泰坦 (Titan) 大衛星，發現了這些土星所附屬之星體的真相，光環系傾向橢圓軌道的交角度，以及伽利略觀察錯誤的理由以後，便引起馬克斯威爾 (Maxwell) 和岐勒爾 (Keeler) 的靈機，他們證明這種光環是無數衛星構成的；可是這張完全的衛星表，卻是集五位天文學家的發現纔列定了的。



第七十二圖
土星

衛星系的分類是簡單的，不用再有什麼詳細的劃分了。

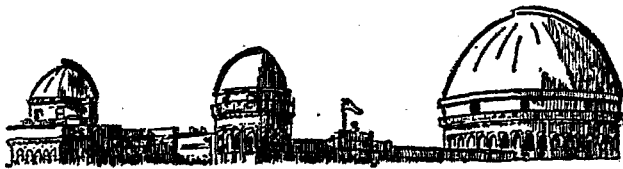
- +2 衛星系
- I. 地球月球式
 - II. 木星式
 - III. 土星式

這個分類顯然是以構造為根據的。

這樣類分衛星，除開表示太陽系中之這種第三類星體的繁多與排列而外，對於大宇宙之研究，是無關於宏旨的。可惜我們以後恐怕沒有機會，研究其他恆星是否也有這種行星所屬的衛星了。

我們想到衛星系的許多型式，不由得對於衛星，要發幾個疑問；可是有些疑問在上面都已提到過了。

什麼東西把彗星，尤其是把小行星，做成衛星類中之屬星呢？我們知道火星和木星的衛星中，有許多極微小的物體，都屬於小行星境界的東西。然則我們只有假定行星曾經闖進過小行星境內了。



圖八十二第
塞文天士鄂葉

我們盡數發現了行星的衛星了嗎？土星和木星的衛星系中，或許尚有第十衛星吧。這是極其可以置疑的事。但是觀察到了這種擬想的星體，並不一定就能設備可以保證再見的軌道。比土星更遠的行星，假如有衛星的話，其對徑也只是一、二百英里長，光度很弱，要想發現是極難的。

有沒有流星式的天體，環繞行星運動呢？譬如環繞地球吧。間或有之，但是月球的攝動力不許它有固定的軌道。

除開土星而外，還有任何行星或許也有光環的遺跡嗎？在造成黃道光 (Zodiacal Light) 的微塵中，日暈 (sun's dim) 或許可以和土星光環相比擬吧。

現在構成土星光環的物質，以前是不是屬於其他衛星，受到引力的分裂而散放出來的呢？達爾文傑夫里兩氏 (Darwin-Jeffreys) 之地球月球系的理論，就是這樣測料月球之未來命運的，他們推定地球、月球和太陽之潮汐作用 (tidal effects)，將來還像現在很有力的話，月球也許會分裂成微塵的。

由衛星系型式之研究而引起之最根本的問題，當然就是太陽系起源的研究了。對於行星系

之發生問題，我們答覆說是許多明顯不同的物體構成的，例如氣體恆星 (gaseous star)，密度極高的地球，散發閃光的彗星，隕星光環，小行星地帶，鎳鐵質 (nickel-iron) 之隕星，日冕 (註) 的流光 (Coronal streamers) 以及行星際之電子流射等；但做成這個答案是很有毅力，很大膽的。各種衛星的起源問題，只是這許多重大糾紛中之附帶的問題罷了。

(註) 這就是暈狀的光環，或譯「冕層」，我的譯名是根據國立編譯館編訂之天文學名詞一書的。——譯者

第九章 有行星與無行星之恆星

我現在所要申述之行星組織，是一個恆星和四圍永受引力支配之粒子所構成的一個系統。驟然想起來，我們所目觀的宇宙，大部分都可以歸入這種範疇中的。行星組織是以太陽居其中心之首席，環繞四圍的則有行星，小行星和彗星，彗星是極繁多的一個族屬，大概小行星若以幾千數計，則彗星當以幾十萬數計。極目一切的銀河，便知附有行星的恆星系統是極少極少的；大多數的雙星，因為不受毀滅的攝動力（*devastating perturbations*）的影響，當然不能屬於行星族或屬於彗星族。雖則宇宙中之恆星，很少像我們太陽這個樣子，但是我們總覺得恆星都有行星的組織。

無日冕（*corona*）之恆星是很少見的，日冕的流光也相當地受引力所支配。我們觀乎宇宙流星（*cosmic meteor*），便足判定一切恆星都是有團體組織的恆星了。其最有力的證據，就是地球

氛圍所遇到的許多流星，其行動速度都是高出拋物線速度的，這就是說，這些流星撞擊地球氛圍的速度，是比太陽系自由降落之物體的速度要大些，大概這種粒子都是來自恆星空際的，其原有的速度，竟因太陽和行星的攝引所雜亂了。

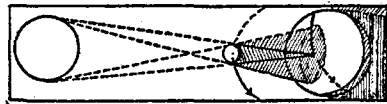
我們相信撞擊地球的宇宙流星，每日當有幾百萬顆，在浩茫的恆星空際，簡直就是一顆極微極細的粒子；衝過太陽和其他恆星的流星更應多到幾十萬萬。有些流星在恆星氛圍中遇到了阻礙，漸漸降落下來，於是永離恆星際之流行大隊，而被太陽系攝取去了。有些彗尾放射出許多微小的塵粒（dust particles），飛快地穿入太空，也永遠不回到太陽系。這些塵粒於是變成恆星空際之流星世界之屬星，而這些流星便是構成恆星四圍光芒之基本材料。每年有幾個一定的時節，黃道光像一條黯淡的閃光，從西地平線（Western horizon）出現，漸漸上升，這當然就是太陽所族屬之無數的隕星，氣體和流星塵了。

以上所述，多關於恆星是行星組織的事，這一點是極其明晰的，我想我嘈嘈囂囂地未免說得太多了點。有些恆星也許會有行星，以及行星的彗星系。但是大多數的恆星，在它們引力範圍以內，

不會有比流星更大的附屬物體的。很少恆星會有這樣凝固的行星，四圍繞着氣體，和光芒四射之流星粒子的。

行星組織

- I. 屬有流星的恆星。
- II. 屬有行星，彗星，和流星的恆星。
- III. 屬有星雲光環或日冕光芒的恆星：
 - (I) 行星星雲
 - (II) 光環星雲



第九十二圖
日蝕圖解

大多數的恆星都能歸到「I」項內面。我們的太陽系屬於「II」項，只有少數星雲式的恆星，其形式均稱，光譜獨特的纔屬於第三項。行星星雲和光環星雲間只有一點不同，光環星雲的中心恆星，看來好像是和四圍的光芒或光環截然不連的。這兩種星雲狀的恆星的起源當然是相同的，只有在組織上纔見到不同的地方。新星(новое)可以算作第三項的恆星，至少那種光譜由恆星式變到星雲式的恆星，應屬於這一項。豺狼座射光式(Wolf-Rayet type)的恆星，也和這一項

的星體極有關聯。

由「衛星體系」組到「行星組織」組，在函度和質量上都有一定的進步。跟木星差不多大之無行星的亞矮星 (subdwarf stars)，固然也可以有，但據我們以往的紀錄看來，這種藐小的矮星就不常見。最普通的行星組織，在體積和質量上，都要比衛星體系要大多少倍數。(註)

我們應該記得還有許多其他的恆星分類罷。有人粗淺地分為矮星和巨星，再附加上什麼亞矮星和超巨星 (supergiants)，造成一個表格。最有名而最有用的恆星分類，當然是依據光譜型 (spectral type) 所排成的分類了。根據我們在恆星氛圍中所看到的溫度之差異和遊離的狀況，分成四五十個光譜組 (spectral classes)。但是這種光譜的分類，只限於恆星本身，並未兼及恆星與其附屬體的，換句話說，這是依照恆星「體」，非依照恆星「系」分類的。

(註) 此處所指行星組織即一個恆星；所指衛星體系，即太陽系中之行星及其衛星之全體。大多少倍數是指一個恆星比行星衛星系全體大多少倍數而言。——譯者



第三十圖 天龍座星圖

根據萬有引力作用，而混合行星星雲和行星系統，是有歷史之由來的。在當初發現和討論星雲的時候，大多參照主要的放射作用，劃分作綠星雲，白星雲等等項目。有些綠星雲的方式大多是很均稱的，其影像是圓盤形的，不是許多恆星點。就表面上看起來，最近似這種恆星體的，便是太陽系中之行星平面。所以星雲欲適宜於稱作『行星的』(Planetary)，於是這個名稱一直沿用到現在。這種星體的函度當然和行星不同；其體積很大，比地球的幅圓要大到幾十萬萬倍。這種星體在從前是和許多不規則而散漫的星雲併列在一起的。現在的分類，卻把行星星雲及其最近似的光環星雲，和我們行星系統，併列在同一的恆星組內。於是這個名稱更是方便，更是適合了。

把一種真正的星雲組織列入行星系統項內，把別種霧狀星雲跟流星集團聯合在一起，這樣提綱挈領的分類的用處，早已在前面說明過了。今後的趨勢，好像還要混合散漫的星雲和氣體之星雲，無論是行星式的還是不規則的，無論是亮的還是暗的，將來都要一鼓腦兒歸納在一起去的。有時固然不免重複，而且把一樣物體歸納到一個項目中，其含糊不清的情形，也是理所當有的事；但氣體星雲的性質繁複，把它歸納到任何一類中都可以，也是確切不移的事實。更進一步看，我們

尙未盡觀這種的星雲；或許將來這種星雲另屬一類，在宇宙中極佔重要的地位，也未可知的。

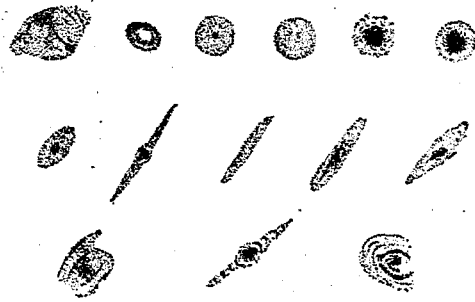


圖 一 十 三 第

型雲星種各之中系河銀外

第十章 雙星與聚星

我們測視引力體系，其質量與函度是一步一步增加上去的。

- +1 流星集團
- +2 衛星系
- +3 行星組織

這個體系便是由流星到衛星而團體聚合之恆星的。再進一步，便是普通的恆星之複合現象。根據構造的情形，類分雙星與聚星，再附以細目分類，是最合邏輯的了。列表如下：

- +4 雙星與聚星
 - I. 密接系
 - (a) 融光的
 - (b) 分光的
 - II. 目視系
 - (甲) 引力的
 - (乙) 光學的
 - III. 移動的雙星和聚星

在物質體系之分類表中，我所採用之各種記號，可以用雙星和聚星這個分類表來說明的。亞拉伯數字是表示這個系統的劃分，乃依照質量、和函度來分組以及分品的。凡是主要的大組都用這種記號。譬如「1」組，原子」是表示各種原子構造的質量和情形，是逐步增加上來的。「流星集團」下之三個小項，即流星川，彗星和集中而散漫的星雲，也標以這種記號，因為流星川確比彗星要小些，而散漫的星雲，顯然又比以上兩者之體積和質量要大，但除此大小之分而外，三者好像又沒有什麼其他的差異了。

羅馬數字是用來表示組織之不同的，譬如地球、月球系和土星、衛星系之式樣不同，以及雙星之三種主要型式之不同。

用羅馬式之字母所標示之組項，乃表示那是依照觀測者之相對位置之不同而分成的。週期的密接雙星和其他式的雙星有差異的，因為其他式者是我們以前接近軌道平面時，所看見的許多公轉着同一重力中心的雙星。由一適當之空間位置看，一切分光鏡所發現之雙星，都可以當作蝕光的雙星。這樣根據現象而作的分類，全是以地球為中心的，只有經驗上的方便；對於研究上

確很有用處，但在系統的了解中，並不佔重要。

甲、乙、丙等字所標的各項，是根據體系之性質而劃分的。這種分類比根據構造而作的分類，更是根本重要，至少現在是這樣感覺到。譬如量子和電子是兩種性質不同的微粒；引力與光學的雙星也是兩種性質根本不同的目視雙星系。

各種細目間的不同常是不很清楚的，有時這種記號的採用就不免有點隨意。譬如第二章中所說的銀河系星團，便是用羅馬式之字母類分的，因為這種的劃分是以表面的形式和中心的濃度（Concentration）為主要因素；但其間之組織的不同，也並不是不十分明顯的。第十一章中所述的球狀星團，便是根據組織之不同而類分的；但是觀測者各據地位所看見的現象，也可以跟組織和質量一樣，同為這種分類之因子。雖則有了這樣許多不分明的地方，但是通常應用各種記號，標誌各種主類中之分項，似乎都很值得注意的。我們現在不必讓這些繁複分歧的情形，弄得糊塗了。譬如主組以質量或函度之增進而為標記，這樣唯一均齊的進展情形，當然不一定就能算是適當的，事實上也不一定就是可能的。因為除開函度或質量而外，其他可以量算的物質特性，對於試

用的分類也是很有用處的。

我們實際上所知道的雙星約有幾萬。在所攝影之恆星中，大約還有幾百萬顆尚未被發現的。我們這個銀河系中，大約三四個恆星中就有一個是雙星或聚星。在天文學家想起來，這種恆星所以會得兩分，三分和繁多，大概是因為內部有張力 (internal strain) 的關係。恆星之分裂約有幾種原由；但據最近對於恆星形式與運動的研究看來，大概恆星自轉的速度過大，則其質量勢必分體，而成密接之雙星了。

自轉之分體可以一直用來說明密接雙星之起源；但目視雙星之發生是不需如此說明的，因為這種雙星雖受引力攝曳而聯絡一起，但其距離卻有幾十萬萬英里。這種雙星也許是密接雙星發展成功的，因為流動恆星之潮汐作用和攝動作用，能使密接雙星漸漸遠隔開來，而成爲距離很大的雙星；但我更相信這種組織就是星團或星雲中之原有的恆星。姑無論其起源罷；這種雙星和密接雙星總都應該屬於引力星系，平均起來，比一個附有流星，彗星或霧狀星雲的恆星要大，比一



圖二十三第
塔文天坦士因愛的坦士波

個銀河系星團的恆星集團要小。

目視雙星是因所屬各星可以單獨看見而得名的。反過來看，分光的和蝕光的雙星，雖有極大的望遠鏡也還沒有解明。大熊星之北斗七星座之斗部彎處，有一個二等恆星，名為大熊星（*Nesæ Ursæ Majoris*），是第一個被認識的目視雙星，在三百年前就發現了的。雙星在天文學上之重要，以前並沒有人知道，直到十八世紀之末，赫雪爾（*Sir William Herschel*）從事他的系統研究時，經過多少年的反復量算，纔發現這些成對的恆星，比沿視線（*line of sight*）碰巧排列着的光學雙星更多。

關於雙星的知識發長得極快。一百年前，斯特盧夫（*Struve*）所表列的，只有三千多雙星系（有些還是聚星），而研究運動，計算軌道，質量，光度和距離，卻又花了一百年，去觀察得了許多材料。天體力學乃由行星推廣而研究恆星系。於是恆星便和太陽併立，而萬有引力律，也同樣用來支配遙遠的雙星的運動和太陽系之行星運動了。

假如觀測雙星的人，看到無窮隱約的恆星，一定會取消其所採用之角分極限（*Limit of*

angular separation) 於是他所試擬之星表中，便列入許多假雙星了。觀測一等恆星中之雙星，他採用弧分 (minute of arc) 的分解，作為實用的極限；觀測十二等恆星，便會適用弧秒 (second of arc)。假如極限如此擴大，則最後的「發現」必定更多，而其星表也將被這許多根本虛謬的光學雙星，糟得一踏糊塗。

目視雙星系之公轉週期，有自幾年至十萬多年之差。有許多短週期的雙星，其相對的運動，可以用測微計 (micrometric measurements) 展露幾年，加以測算。有許多雙星在被發現以前，竟已繞行了好幾次公轉了。至於一百年以上的週期，我們只有觀測其軌道。千年以上的週期，其相對的運動微小到簡直不能測算，只有參照其他，加以觀測；這種雙星當然是一種互相關聯的雙星，只有憑藉其與鄰近恆星之共同運動的情形，始能揣想知之。

有許多極其有名的亮星都是目視雙星。鯨魚座中之藍星 (Wira Ceti) 是最有名而週期很長的雙星，近來纔發現它附有一顆微小而神祕的藍星。天狼星是光度最大的恆星，也屬有一顆密度特別高的微星，其對徑不及地球長大，而質量卻幾與太陽相等；其發現之經過，還要詳述於後。小

狗星之第一星 (Procyon) 也有這樣一顆微小的伴星；五車二 (Capella) 及最隣近的一切恆星，如南門二 (a Centauri)，都是雙星，其伴星都是很亮的。在南門二星系中，還有一顆第三星，這是一個明顯的矮星，現在好像偏近太陽，而遠離開了那星系中之兩顆亮星，應另名之為比隣星 (Proxima)。

三合星如南門二者，實在不很常見，間或有時，其複雜性還要高些。譬如雙女座第一星 (Castor) 乃是兩個二等恆星構成的，這兩恆星則屬於白光譜 A0 組 (whitish spectral class A0)。這兩恆星環繞一個公共

的重力中心，其公轉的週期大概有好幾百年。每一亮星之本身又是一個密接雙星，是短週期的分光雙星。離這一對很亮的雙星約有一弧分的地方，又有一顆屬於光譜 M0 組 (Spectral class M0) 的第三星，這是一顆紅色矮星，也是一顆分光雙星。而這矮雙星的兩顆星又沿軌道繞其質量中心運行，並且極力偏向東方，所以在地球上的觀測者，常看見發生週期蝕。因為有這樣的蝕可



第三十三圖
哈佛大學觀象臺

以看到，所以我們便能計算這兩矮星的密度高出太陽的密度 10^5 倍，而質量卻只及太陽的一半，但其半徑也只及太陽的十分之六。所以雙女座第一星的星系並非像粗心的觀測者所設想的，不是一個單獨的恆星，而是六個星聚集成的一個星系。

其實，目視雙星可以類分如下：（註）

- I. 南門二組，有光度相等，公轉週期不到百年的屬星。
- II. 天狼星組，有光度較弱而週期不到百年的一個屬星。
- III. 天鵝座六一星（61 Cygni）組，有星等相同，間隔很遠，而週期在百年以上的屬星。
- IV. 最普通的一組，有間隔很遠，星等有同有不同，無軌道運動可見的屬星。
- V. 五車二組，這是分光術所發現的，而在目視上，除用干涉儀（interferometer）間接看到，則別無法分解這種雙星。

（註）請參閱亨諾安著天體物理學手冊（Henrici-Olsen: "Handbuch der Astrophysik"）第六卷第三四〇頁，一九二八年版——原著者註

雙星在恆星進化的問題中，以前很佔重要，將來還是極其重要的。譬如我們對於恆星質量的知識，大半是從雙星上得來的；由質量推論星體亮光，也得要依據這種星系。這種發現，量算和推測的工作雖極繁重，但是結果卻能證明這是極屬要緊的工作。目視雙星間或也是一個必需目視法 (Visual method) 纔可觀測到的天文視野。有一個時期，天文學之觀察，幾乎全部都有賴於目視望遠鏡 (Visual telescope) 和人類的眼睛；現在卻有賴於攝影望遠鏡和感覺客觀化的攝影底片了。

天狼星雙合現象之發現，實與尋常發現雙星的情形大不相同，一個尋常的望遠鏡，看見兩個恆星非常地靠得近。這個新的伴星在未被光學記錄以前，早已在引力上發現了。我們可以說那是沉思上的創造，並沒有證實為物質現象。這個發現極不平常，而且這個伴星在物理學，幾何學和天文學上的重要，查閱天文學史，便知其梗概了。

德國哥尼斯堡 (Königsberg) 的天文學家柏塞爾 (Bessel)，相信恆星探測的新方法和天



第三十四圖
雙星運行圖解

狼星以及小狗星之第一星的微光伴星的推知。依照以前用望遠鏡所看到的恆星說來，天狼星穿過天空的運動很大。天狼星每年向西南方移動一·三秒（ $1.3''$ ），共計一千四百年的移動，便與月球的角直徑相等。天狼星每年雖有這樣明顯的移動，但在柏塞爾論述精密確定時間的天文學著作中，仍不減其效用。愈精確認知其移動，天狼星愈足用來校正天文台上時鐘的錯誤。

不過在一百年以前，大家都已疑惑到天狼星的移動是否有規律性了。柏塞爾是一位主張而且透澈時間確定和恆星運動的學者。他從一八三五年開始，懷疑天狼星運動之不定。他在哥尼斯堡天文臺上，每天記錄天狼星經過子午線的觀察情形，校正時鐘的時間，於是發現其不規則性，較觀測誤差（*observational error*）更大。柏塞爾仔細尋求了這種不規則性的方向，在一八四四年宣稱說：『假如我們把天狼星和小狗星之第一星當作雙星，則其移動是不足驚奇的。』他推想天狼星既環繞其本星和伴星的公共的重力中心運行，便應該發生這種觀測上的不規則性，萬有引力律已經表明望遠鏡所不能見的東西了。再過了不多幾年以後，皮德士（*Peters*）更進一步分析天狼星的觀測，斷定這樣偏離之直線齊一的誤差，可以假定一條五十年週期的軌道公轉加以計算

的。

一八六二年，美國著名的製造望遠鏡者高拉克 (Alvan Clark)，試用一架十八英寸的新折光望遠鏡 (refractor)，測視天狼星。他想不到竟發現了一個雙星，但是望遠鏡之精緻，眼力的銳敏，和伴星向其放射有力之主星的相對位置，都是完全符合的。從他測視的那天晚上起，大家都知道天狼星是雙星，而且或許是天空中最重要的一對雙星。

後來又發現天狼星的伴星是白色的，不像大多数的矮星那樣都是紅的；這是第一個被確定的白矮星，是一顆體積極小而發光能力高乎行星的恆星。伴星的函度很小，但其全體重量，卻能攝移天狼星的運動，於是我們斷定物質在伴星的微小平面之內部，一定受到了很高的壓力。其實伴星的質量也跟太陽差不多；全星的平均密度要比水高到五六萬倍，即一噸水結成一立方英寸！在這樣密度的內部，物質的原子一定是隨意游離散去的。

我們可以根據天狼星之白矮星移向紅光譜線的量算，試驗相對論。這個恆星對於恆星進化的理論，也是一個恩賜，也可以說是一個混亂。

天狼星本身看來好像是一個典型的恆星，其發生時期（假如恆星有產生時的話），大概和白矮伴星同陣生的。自然爲什麼把兩顆星造得不同呢？伴星的原子爲什麼散失，而天狼星的原子爲什麼保持正常的擴張，其平均的密度卻跟太陽和水的密度差不多呢？那個是變態的星？伴星一定就是變態的嗎？

* * *

除開雙星中之矮星而外，真正單獨的矮星當然是很難發現，很難比較的；不過這種星系一接近了地球，便可以發現了。我們不能斷定白矮星和黃矮星，一定就不是宇宙中最繁夥的恆星體，我們知道太陽系一千光年境內，可以容納一百萬個這樣的矮星。這種矮星將摹倣恆星發展的那一方面呢？這種矮星怎樣會影響恆星之衰弱，物質之崩毀，宇宙之滅亡呢？

我們對付這種糾紛，便只暗中試用恆星進化的理論了。現在繼續鼓起勇氣，蒐集知識，衡定恆星的種類和數目，這就是測算其光度，速度，距離，質量與密度。

這兒對於密接的雙星也需談一談。這是許多屬星合成的系統，用望遠鏡看，其間約隔百萬英

里，在照像底片上看，卻是粒粒的光點。無論光的變化表示那個是蝕雙星，或因軌道傾斜使蝕短得好像沒有了，而分光鏡總是可以發現它們的。 ζ 大熊星(Zeta Ursae Majoris)是我們首先看見的分光雙星，也是第一個目視雙星。彼克林(Pickering)和他的同事在哈佛觀象臺上，測視這個雙星中之一，觀其吸收光譜線之週期變合的情形。依照杜浦列的原理(Doppler Principle)看，凡遠離體之光常移向紅色，凡近接體之光常移向藍色。 ζ 大熊星的光譜線的週期變合與折離的情形，極足表明它是雙星。這個星系被測的回數很多，我們都極熟識的了。表列了的分光雙星約有一千多個，其中有四百多是蝕雙星。有幾百個是最近幾年纔發現的。

蝕雙星可以分爲：各自公轉時之局部蝕，與全體蝕。也可以根據週期的長短加以分類，或依軌道的測算，依其屬星之密度以及形式，加以分類。但是這些分類的標準，目前都不適用，每一星系都是不同的。等到我們材料多時，或者必需作統計研究時，纔覺不需根據軌道要素，類分這一百個蝕雙星，或依據敷淺的標準，類分這四百個蝕雙星。



第三十五座星圖

亨諾安 (Henrochean) 曾假設了一個分光雙星的分類，但也不很分明。這種密接雙星的週期，都是從幾個鐘頭以至於多少年的。有些是長星，但是大多數的光亮都很平常，或很低弱。這種雙星在我們恆星系的研究中卻極有用，足以表明質量，有時還可以表明恆星的直徑。我們覺得對於這些雙星，確實知道得很多。譬如光變曲度 (light curve) 和動力學，對於蝕雙星，都有切實詳盡的說明。我們現在所能詳實說明的只有這一種變星；至於其他種的變星，我們只有應用暫時的假設，這種假設只有局部的圓滿性。

第三種雙星和聚星就是移動的雙星和聚星，是鬆散的星團和疏離之目視雙星間的天然階段，這種雙星幾乎沒有軌道運動可見，但能綿延運動幾十年，疏離的目視雙星已如上所述，不獨測知其屬星繁複，且其運動也是共同的，這是它們異乎鄰近恆星的地方。換一方面看，移動雙星只能由運動加以測算。假如視線速度 (radial velocity) 恰巧適合，也可看見它們有時在天空中是併行着運動的。

亞當斯 (Adams) 曾經敘述過一個極有生趣的移動雙星。這是在南方天空中的，(15時

65, -15°) 屬有兩個九等星, 相隔約五弧分, 這個間隔約比通常九等目視雙星的最大間隔, 還要大一百倍。兩顆星的光譜型 (spectral type) 都比我們的太陽更稍傾向紅色; 其視線速度是每秒鐘離開太陽三百公里, 其週年的自行 (proper motion) 約 $11 \cdot 76$ 秒 ($3 \cdot 76$)。一個星順着視線運動, 一個星逆着視線運動; 我們由這兩顆星, 推測其運動速度是每秒鐘五百八十公里; 這是我們根據既知之恆星距離而如此推測定的。這兩恆星的特點便是速度高而同一, 與夫途徑併行, 而其間隔則不下於一萬萬英里。故其互相間之引力影響必是非同小可的。

這樣疏遠的星系, 除非把它當作星團的殘留物, 否則其起源簡直是不能推想的。我們可以這樣譬喻, 假定大熊星團所有的星都轉出星系, 只剩下了兩顆星, 間隔約有許多光年, 繼續在空間運行, 好像移動的雙星一樣, 光譜相同, 速度相同, 而且受莫明其妙的力量的支使, 使其運動方向也都相同。

第十一章 星團

我們在前面早已說過，獵戶座星雲之中心部，有六個恆星形成雙星間的一個鍊環，約需幾百年或幾千年繞行其重力中心一週，而其中星團的公轉週期，卻應以幾百萬年計。獵戶座歪方形星團可以說是稠密的星團，也可以說是稀疏的星團。其中也不乏別種雜星，但其恆星數若在十個以上的，我們都把它們歸到星團範疇中去了。

第二章早已說過，銀河系星團不獨有恆星數之不同，且有組織上之不同。由「視野不規則羣」到「組合凝結羣」的分類也是單方面的假設。假如我們詳細明白了光譜，我們便可不顧其屬星是昂星團式的，還是畢宿星團式的，都能加以一致的劃分了。所以我們又可根據星數或光度，細分銀河系星團所屬各項，特繪普萊（Trumpler）曾經擬用了一個光譜分類表，而且又是一個兼含濃度（Concentration）、光組與星數三者的分類表。不過要想判定銀河系星團全體星數是很難

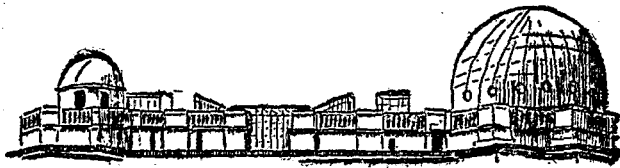
的，因為我們望遠鏡只能看到微暗星團中之最亮的星，其他都不能看見因為這樣，所以光組不適用作分類的標準而且因為星團的境限中擠滿了恆星，所以銀河系星團的形式，函度與星數，都是很難判定的。星團到何處為止，銀河系星團從何處起，都是瞎猜空想的，並不是確切的判斷；實屬星團以內之星數，也並不能從恆星計算或光譜分析推知的。既有了這許多困難，我便只得採用第二章之合乎經驗的分類，試把這些紛繁的星團，整理一點頭緒出來。

這個分類的表格是很明顯的；我們所注重處理的便是組織之緊密與夫中心的濃度。我們從銀河系星團起，觀察愈遠，則其組織的緊密愈大。各個恆星間之聯絡關係，有密度之不同，當然是真實的事，但我所採用之分類，卻不直接與以承認，尚願根據星團中之恆星分佈情形，加以權衡，假如是昴星團，則屬 c 羣，較諸 f 或 g 羣要稀十倍。假如是在遙遠的外銀河系中的話，我們一定會把它們當作一個雲霧狀的恆星。決不承認它們是一個什麼星團。換一方面看，假如我們置身於昴星團中，直接親近到其中之各星，則星團的情形當然是不見了，然而各星運動之研究，仍知其有引力性的團結，而使這個星系歸入 b 羣項下。

銀河系星團的分類，不獨是全部物質體系的要鍵，而且會使我們沉思到恆星系統的發展。研究距離與函度，便知這樣分類，不獨注意到了現象，而且兼合了銀河系星團之中心濃度的真正差異。愈深研究距離，愈知這樣根據組織的分類是極其可能的。

較銀河系最繁密的星團更要繁密的便是球狀星團，這種星團多不見於銀河圈圍的邊近。這種星團，不獨在天空的方位上，就是在其他的性質上，也和銀河系星團是完全不同的，不過詳細的說起來，這兩種星團也很相類似的。這種相類似點使我們想到它們發生的關係；其不同點使我們對於銀河系，得到一個新的理論。

- 昴星團和畢宿星團等銀河系星團，與球狀星團有如下幾點的共同：
- (a) 都是合各種光譜組 (spectral class) 的恆星組成的。
 - (b) 都是有引力的星系，其明顯確定，一如雙星，然其恆星環繞星



第三十六圖
巴黎觀象臺

團之引力中心的公轉週期或擺動週期 (period of oscillation) 卻是長得不可量算的。

(c) 其分佈於天空的地位，都是附屬於銀河系的，

(d) 銀河系星團與球狀星團中之較爲明亮的恆星，都是光度極高的，都是足與太陽相比倫的巨星，有時竟是超巨星。

其不同點較其類似點尤多而明顯：

(a) 銀河系星團都密聚於銀河中，除開兩三個星團而外，其餘都在銀河平面之三千光年境內；最易見的球狀星團都只見於銀緯中，靠近銀河之邊疆的很多，但都不在銀河平面之二千光年境內。

(b) 銀河系星團都散佈在銀河周圍；球狀星團之見於天空之北半部者，簡直是完全沒有一個。

(c) 銀河系星團都是幾十個或幾百個恆星組織成的，絕少有幾千個恆星的；球狀星團卻包含幾萬到幾十萬的恆星。

(d) 銀河系星團的普通視線速度是很平常的，大概每秒鐘不到四十公里；球狀星團的普通視線速度，則每秒鐘一百公里有奇。

(e) 銀河系星團，至少我們星表中的二三百個星團，都在太陽之四千光年境內；而球狀星團則距日約一萬多光年，至少有三分之一的星團距日十萬光年遠。

(f) 銀河系星團的形式不定，體積和星數也各不相同；球狀星團，除開少數例外，其餘都是函度相等，光度相等，足見其恆星數也是相等的了。

這兩組星團既有許多重大的差異，而一般的天文學家硬把它們合併一起，真太令人駭異了。這樣合併當然沒有多少理由可說，除非是夢想找尋銀河體系發展的線索。假如球狀星團，平常是一定要前後擺動地穿過銀河平面，因大恆星的攝動而紛散，其運動方向也是要沿銀河平面，或前或後地穿過稠密的恆星境界的，則此種星團或許會由繁密的星系，退化為稀疏的銀河系星團，譬如武仙座星團(Hercules cluster)，經過相當的長久時期，可以因恆星界之重大攝動而變為畢宿星團的。但是這種球狀星團的紛散與攝動，雖致球狀星團變為銀河系星團，但在力學上看，這是

不可能的事。

只需看看球狀星團，遠離那個最多銀河系星團的最低銀緯，便知球狀星團在此境內並不停留，也不會突然變為銀河式的星團。但是常有居中調協的形式可見，然也難得有一個是真實的。詳細研究人馬座 (Sagittarius) 境內之晦黯物質的分佈，便知銀河周圍邊近也有許多球狀星團，不過讓暗星雲遮掩掉了。

後面還有一章專門討論超銀河系，我在那一章內，還想特別提述球狀星團。在這個時候，我們應得承認這兩種星團是根本不同的，我們決不能用合乎疏散星團的綱領，來包括球狀星團，做成同一個類屬的。

現在所知道的約有一百球狀星團；除開五六個而外，其餘都在常人目力所不能及的境外，這五六個可以看見的，也都是糊塗不清，囫圇一片的。眼睛一得到了高倍望遠鏡的幫助，則這幾個比較亮點的星團，便顯示為一窩蜂似的恆星。望遠鏡的倍數再提高，尤其是用攝影望遠鏡的時候，便可看見遙遠微弱的星團中，有一個個的恆星。其實，所有的恆星都集中向一個中心，因為擁擠太甚，

所以攝影的底片上，恆星印像都是匯合在一處的。

因為有這樣集向中心的擁擠，所以球狀星團的恆星數目很難求得，其星等與分佈更難明瞭。可惜沒有一個球狀星團是靠近太陽系的。其最近的也有二萬光年遠，我們雖看見中心的恆星，有些和太陽差不多亮，有些比太陽稍暗，但是我們總不能夠透視它們的紛紜現象，我們運用感光最快的攝影望遠鏡，只可以發現最稀鬆之球狀星團中之巨星和超巨星的星等和分佈。

球狀星團既極相似，所以要分類分這一百個星系，是很難的。

其互相間之光度與體積的不同，當然是視觀測者距離之遠近而定。但是大家可以看見有些星團中之超巨星極密。有些並不環繞投影的橢圓軌道行走，其中心的濃度，仔細看來也不同。現在就根據其固有的濃度加以分類。依照哈佛觀象臺的星系說，球狀星



第三十七圖 蟹夫座中之暗星雲，[B]狀星雲

團的疏密之差，可以列為十二等。或許我們細分得太繁雜了點；第二項與第三項間的差異極微，第十與第十一兩項間的差異也極微。不過第三項與第十項，或第三項與第六項間的差異卻極顯著。

我們研究球狀星團的分佈、色彩，或其他特點，都不能用來作為分類的準則。這種分類當然是指組織之不同而言，至少是指巨星與超巨星而言，但是我們一直到現在，還不能肯定各項間之不同的真義。或許是跟進化或退化的年齡和階段有關係罷，或許是指這些星團過去跟其他恆星系發生力的衝突而言，也許是指其起源以及原狀的不同而言。將來的研究，或將來的推想，也許能較我們現在更親切地指明：有些球狀星團為什麼缺少巨星，有些為什麼特別有過多的變星，有些為什麼集中力極其濃厚，而有些卻為什麼組織稀疏等等的理由，或許更遠談到這些星團的亮星，跟銀河系星團的最稠密項的差不多罷。

我們假如記得多方面性的分類，並不限於星團，應該適用到一切我們所研究的星系，然後便可安心採用最新擬定的單方面的分類表，使它跟我們整個分類圖表聯接起來了。此分類表列如下式：



第三十八圖
銀河系星圖

- +5 銀河系星團
 - a. 視野不規則羣
 - b. 恆星族聯羣
 - c. 組合稀遠羣
 - d. 組合疏散羣
 - e. 合組叢聚羣
 - f. 組合稠密羣
 - g. 組合凝結羣
- +6 球狀星團
 - I. 濃度最高的星系
 - II.
 -
 -
 - XII. 濃度最低的星系

哈佛觀象臺所定的銀河系星團的星表，約包含二百四十九個。但把星團歸入 a 羣與 b 羣，並沒有人敢試過。這個分類表中之 c 羣與 d 羣也應取消，因為這些星團和小恆星雲很難分辨，視野又不規則，頗難劃分。下表即示各項星團的數目：

組別	數目
c.	20
d	85
e	67
f	47
g	30
——	共計 249

十二項球狀星團的數目也分配如下表：

組別	數目
I	4
II	7
III	7
IV	12
V	12
VI	11
VII	8
VIII	10
IX	10
X	9
XI	9
XII	4
——	共計 103

球狀星團和銀河系星團間，還有一個極其重大的不同，現在想在這兒談談。我們知道沒有一個銀河系星團屬有造父變星，(Cepheid variable star)，而球狀星團差不多每個都有這些遙遠發光的變星。結果，球狀星團便給我們表明了銀河體系的函度，以及我們在銀河系中的地位了。換一方面看，銀河系星團的距離是很難精密確定的；我們只能從其中所含之藍光恆星的星等，以及其他恆星的星等，測算其距太陽的遠近了。

球狀星團乃構成了一個超特的組織，其體積與形式是藉造父變星而決定的。因為它們的排列秩序，跟銀河系星團很有關係，所以這種超特的組織，也可以說是屬於銀河體系的。其對徑約超出二十萬光年以上，其長度都大過我們以前所研究的一切星系，而且是量算和比較一切銀河系時的重要星系。



第三十圖
雙魚座星圖

第十二章 恆星雲與銀河系

精密的恆星攝影，表明大麥哲倫恆星雲的旁邊，一個個恆星的明晰印像中間，有五六個模糊的印像。大返光望遠鏡現在還不能決定這是些什麼東西，但與銀河系旁邊的星團比較看來，可以知道這些都是典型的球狀星團；更進考察一下，乃知它們是屬於這個鄰近的銀河系的。

要想比較球狀星團與銀河系的函度，這就是再好也沒有的機會了。我們知道從造父變星到大麥哲倫恆星雲間的距離，約在八九萬光年左右。大恆星雲的全線直徑(*total linear diameter*)，根據這個距離和七度的量算角直徑測算起來，約有一萬一千光年，而其球狀星團的線直徑約有一百光年左右。除開這種體積的劃分，別無他法區別星團和恆星雲了；在引力組織的物質體系表中，麥哲倫恆星雲可以比球狀星團高一等。

在體積和星數上看，大麥哲倫恆星雲都比星團大幾百倍，甚至大幾千倍。恆星雲包含星團，把

它們當作部屬。大麥哲倫恆星雲中，只有幾個球狀組的星團，但很多都是疏散的星團，有些富有昴星團式的星雲，有些屬有極其明亮的超巨星。但是這些疏散的和球狀的星團依銀河系的函度說來，都算是次等的，較小的。

我們把兩個麥哲倫恆星雲看做兩個銀河系，理由是很容易說出來的。南方天空中最明亮的星體，好像是銀河近旁的部屬，而跟構成我們銀河系之恆星雲以及恆星層雲是顯然毫無關係的。大恆星雲相對於太陽的退行速度 (speed of recession) 每秒鐘約一七〇英里，小恆星雲的退行速度，每秒鐘約一〇五英里；其距我們銀河系的距離，一為四七，〇〇〇光年，一為六三，〇〇〇光年。兩者包含多種的極亮恆星，更有各種星團和星雲，至於其他較低星等的恆星，也和我們這個銀河系所有的一樣，是紛紜龐雜得分不清的。不過麥哲倫恆星雲和其他有些外銀河系相同，是我們最應知道的。這兩恆星雲是一切不規則之恆星雲中，最近太陽系而且是典型的恆星雲。

這兩個近乎『島宇宙』(Island universes) 的恆星雲，和旋渦星雲式之外銀河系間的聯絡，便是四十年前在人馬星座中發現的一個含糊的星體。原發現人就是巴拉德，他用一架小的

目視望遠鏡，發現這個星體是一小塊模糊漫長的星雲。過了多少年也沒有人去研究，只把這個星體列入新總星表(*New General Catalogue*)，算爲六八二二號星，下附的註釋是“*v. F. L. D. dir.*”，幾個字母。這幾個字母，依照巴拉德的說明，乃是「極其微弱，巨大，廣泛而散亂」(*very faint, large extended, diffuse*)的意思。他還不會覺得這是一個恆星組織；他也不曾疑心這是另外一個恆星宇宙。

不多幾年以前，阿根廷 (*Argentina*) 的考道巴觀象臺 (*Cordoba Observatory*)，加利福尼亞 (*California*) 的威爾遜山觀象臺 (*Mount Wilson Observatory*)，和秘魯 (*Peru*) 的哈佛觀象臺，都用高倍的望遠鏡重新研究這個星體。於是發現它是許多恆星和許多氣體的亮星雲構成的。我曾根據其中長星的光度，估測其距離約在八〇〇,〇〇〇光年左右。胡伯爾 (*Hubble*) 在威爾遜山觀測的結果，繼我而聲稱其中有「造父變星」可見，於是斷定新總星表中之六八二二號星的距離是七〇〇,〇〇〇光年，其直徑約長三,五〇〇光年。這就顯然和麥哲倫恆星雲是同樣的了。

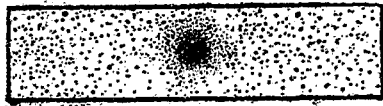
我們既經明白麥哲倫恆星雲，代表外銀河系的型式，我們便可把它和其他不規則的星雲列爲一組。龍德馬克 (Lundmark) 在孤立的河外星雲 (extra-galactic) 表中，列有麥哲倫類之星雲約二十餘，威爾遜山與哈佛等觀象臺上，均發現各種河外星雲之恆星雲，約有百分之三四是不規則式的。若以這種百分比測度全空，則今日望遠鏡所能見及的，約有三四萬「麥哲倫恆星雲」研究愈進，愈知此種恆星雲足以代表此組的河外星雲。

有些天文學家要在麥哲倫恆星雲的構造中，找尋旋渦星雲的排列。此種恆星雲和旋渦星雲的互相溶浴，是極明顯確定的，但在構合方面，而是在恆星雲和典型的旋渦星雲共同組成之外銀河系方面。譬如在大后髮室女兩座 (Coma-Virgo) 之恆星雲中，其不規則的星雲和其他河外星雲，如清明的旋渦星雲，障茫的旋渦星雲以及梭狀的星雲，都有同樣的光度，有同樣的角直徑。這些不規則的恆星雲太遠，不能分析爲單個的恆星雲，但此星雲係由恆星組成，是不成問題的事。

茲爲便於命名起見，我們稱呼各種旋渦星雲與組合體爲「銀河系」 (Galaxies) 包含麥哲倫恆星雲和此類沿大仙女座星雲 (Great Andromeda Nebula) 的恆星雲，以及河外星雲之遙

遠星團中之星雲。我們沿用「星雲」(Nebula)一辭，以名我們以及其他銀河中所屬之星雲——無論是暗星雲還是亮星雲，無論是塵粒組成的還是氣體組成的。這些橢圓體系(Spheroidal system)的內部星雲，有些不能算是恆星的，距離太遠，望遠鏡倍數太低，所以它們的組織，到現在還不會知道。但在我們另有其他信仰的理由以前，我們可以認定外銀河系範疇中的體系，大半是恆星組織成的。

在我們着手類分各種銀河系以前，提述麥哲倫恆星雲與銀河帶(Milky Way Girde)中恆星雲之如何相似，是很有益處的。設使大麥哲倫恆星雲是在低銀緯中，近乎銀河帶的境界，那麼，我們能設把它和銀河系中之其他恆星雲分辨出來嗎？我想分辨不出來的。然則我們便可承認麥哲倫恆星雲是我們這個銀河系的大部屬嗎？我們就不可以把輪廓模糊的銀河系恆星雲當作獨立的星系，和孤立的麥哲倫恆星雲同樣看待嗎？這些問題便使我們進到了新的立場，我們需要窮究我們銀河系的根本組織了。



第四圖
球狀星團

我們對於外銀河系既有這樣的認識，則我們這個銀河系怎樣被配合入宇宙觀中去呢？我們由球狀星團首先所得的東西，就是銀河系的函度，我於是不得不設備一個試用的假定，認為我們這個銀河系是一個碩大盤形的星系，直徑約二三十萬光年，厚約一萬餘光年，和麥哲倫恆星雲或其他外銀河系是完全不同的。我們的銀河系不是旋渦星雲，因為它的函度太大。它可以由各種恆星雲和星團的聯絡和伴平而形成的，或繞人馬座中之中心環行，這個中心離太陽約有五萬光年的樣子。

這個十餘年前所定的試用假設，受到很多的非難而取消了，這些困難在下章還要申述，茲不贅論。現在大家都公認了這個抗議，以後新的材料乃着重於修改的需要。譬如斷定近邊之旋渦星雲為恆星，把我們這個銀河和外銀河系互相比較，表明從前的假設和肉眼所見之銀河系組織，都有改良和擴大之必要。

哈佛觀象臺努力試驗銀河系組織的假設，並且直接校正其函度，更向銀河沿岸，尋求恆星雲



第四十分之一光鏡圖

的距離。這些星雲，大多都超出分光鏡之研究的境外，更完全不是三角量算法 (Trigonometric method of measurement) 的能力所可及的。最好的方法好像只有努力研究足以標示距離的變星，和廣事探索光度較高之恆星了，研究銀河系星團，新星和行星星雲，這樣一個一個地量算下去，也可以求得我們銀河系之體積和組織的。我們愈能看到微黯的恆星，便愈能深刻了解銀河之組織。

哈佛觀象臺之北臺和南臺，專用研究變星的方法量算銀河系恆星雲，近幾年來所存積的攝影底片不下幾千張了。銀河系劃爲二〇四塊視野 (fields)，於是拼湊起來，便蓋滿了沿銀河圈內的天空。觀象臺在過去四十五年所搜集的攝影，都是爲了這樣的研究而攝取得的。至少需有十餘萬張，始可用來打破恆星變化的奧妙。現在已被發現的新變星約有兩三千了，將來這樣繼續下去，則十年二十年之後，一九二五年所定的只有二千八百的變星表，會增加一兩萬新變星，也是可能的。

我們不獨能够發現變星，而且憑藉這種發現，還可知道我們銀河系之遙遠部分的組織，但測

算變星的方法和情形，此處似乎無一申述之必要。這兒只需指明變星足以使我們知道銀河之一切恆星雲的函度就行了。盾牌座中恆星雲的直徑大概是一千五百光年；但這是憑藉光譜和恆星的研究估定的，並非憑藉變星的研究而估定的。只有遙遠的人馬座恆星雲，必需由變星去估定，我們覺得微黯恆星叢集於一個視野，或許是含屬於一個星系的，可惜讓暗星雲遮掩着看不清楚。這個恆星雲的對徑必是三四萬光年；比麥哲倫恆星雲或其他外銀河系都要大，但並不大過於大仙女座旋渦星雲，亦不大過於遙遠銀河系星團之巨大星雲。

這種銀河恆星雲之函度的量算，現在還是初步的試驗。不過我們現在大概可以斷然地說：有些恆星雲的函度與恆星，和外銀河系之函度與恆星是差不多的。我們詳細研究銀河系之組織，便愈明白我們的分類需劃列成表，區分我們這個銀河系，麥哲倫恆星雲，以及各種遙遠之不規則的和均稱的銀河系。

近幾年來，觀測者都一律很熱心地搜索銀河系，搜尋愈遠，視野愈大。我



第 四 十 二 圖

赫雪爾之銀河圖解

們現在所說的距離竟常在幾萬萬光年之遠處了。但是銀河的搜索，最好還是研究本身這個銀河，由此推廣出去。假如我們把銀河系星雲當作和麥哲倫恆星雲一樣，甚至和銀河系一樣，那麼，我們就不必把環繞太陽的恆星系，也當作一個銀河系嗎？

一研究到球狀星團的分佈，我在前幾年就不免視太陽附近的恆星系，不是銀河恆星雲所造成之銀河圈。而且球狀星團表明銀河中心是在人馬座的方向，雖太陽極遠的，但是恆星的觀察卻又證明太陽靠近恆星系的中心，然則分佈在太陽附近的恆星並不算是太陽附近的現象嗎？我們的太陽並不算是靠近次星系(subsystem)之中心，而實遠離真正銀河之中心的嗎？

觀測的事實和研究星系的學者都保持星系中有星系的假設。我想把環繞太陽的大恆星雲稱作「本星系」(local system)。這種星系的存在，請看赫雪爾(Sir John Herschel)和高德(B. A. Gould)兩氏論述肉眼所見恆星的文章即知。最亮的恆星形成一個「帶」，名爲「高德帶」(Gould's belt)，其傾向銀河系平面之角度約有二十度。牛康甫(Newcomb)斷定這種亮星的分佈現相，可用機遇原則(the principles of chance)加以說明的。一九一六年，查利

耶(Charlier)的研究，證明肉眼所見之B組恆星(Class B. stars)是依照一個星系平面，均齊排列起來的，這個平面跟通常所承認之銀河平面並不一致相同。

我的疑難便在此時隨太陽中心之銀河系統而起了。上述之試用假設也會明晰表露了。讓我們假定一個本星系恆星雲，其中心平面傾向銀河系，太陽離中心亦不遠（中心或許是在銀河南端之船底座[Carina]那方的），而全本星系離球狀星團所形成之超星系(supergystem)的中心，約有五六萬光年。

查利耶發現了B組恆星的分佈，更進研究到光微而星等較低的恆星，便立刻發覺我們所處的，乃是兩個不同的星系：廣大的銀河系和本星系的恆星雲。微黯的B組恆星只狹限於廣大的銀河平面；亮燦的B組恆星乃限於附屬的銀河平面，傾向銀河圈約有十二度或十五度之譜。由B組恆星之研究，極易推論銀河平面中之本星系的直徑，乃是六七千光年，（這是極其粗略的估定），但是其他證明的研究卻也很多。本星系所屬之恆星卻分散到一萬光年之遠，這就表明本星系的函度，應比上面所說的還要大。不過這種恆星也許不是運動的單位，而是一些較小獨立的恆星團。

或恆星流，碰巧排列到一起的，這或許是很可能的事。

假如我們能夠轉移觀點，更遠及於境外，譬如轉向十萬光年遠的一個行星，那麼，我們對於本星系的存在，組織與函度，必能得到更好的見解。

若自處在恆星雲的內部便弄糊塗了，而且也不能分析本星系的屬星和

廣大銀河視野中的屬星。我們很不容易說明其他恆星雲，到底是和我們這個星系是隔離孤立的，還是滲合不分的。

考察諸多銀河，似足證明我們是在一個銀河的内面，但其形式尙未能決定。這個銀河也許像一個典型的旋渦式銀河，或橢圓體銀河，或者不規則而破裂得像麥哲倫恆星雲一樣。其函度，足使我們回想起來，跟外銀河系差不多，比銀河系的其他恆星雲都要大。

認識了本星系，於是對於兩個麥哲倫恆星雲，便也含有一種新的看法。由麥哲倫恆星雲在視線中的速度看來，則麥哲倫恆星雲的速度，好像並不因上章所述球狀星團之超星系的高速度而減退。從比較粗略而適合的暈算看來，球狀星團也是一個退向南空某點的星團，其退行的高速度，



圖三十四第
圖座星子獅

是相對於太陽的，並不相對於整個的銀河系。其實星團仍依銀河平面，均整分佈着的，所以這種退行只是表面上的情形。星團並不能夠退行，仍需保持其相對於銀河系的組織關係。假如聲稱麥哲倫恆星雲和一切其他球狀星團移向南空某點的表現，乃是我們本星系移向北空某點的運動的反射。那就更容易明瞭了。

假如我們本恆星雲確實是一個獨立的星系，那麼，假定它的運動是相對於大銀河系，或至少是相對於大銀河系核心，難道有什麼不合理嗎？幸虧還有很好的證據，表明我們本星系有高速率的運動，這種運動是跟球狀星團的分佈所指示出之繞銀河中心自轉的運動一樣的。研究靠近太陽之恆星的相對運動，雖還不無疑問，但頗足以證明這種「銀河的自轉」或者說足以證明這種本星系的運動是相對於全銀河體的。比較成熟的證據就是外銀河系的系統運動的研究，以及太陽邊近的恆星高速運動之偏重方向，這種恆星可以成爲我們星系所穿過之大銀河視野之屬星，也可以成爲我們所旁經之其他恆星雲的屬星。



第四十四圖
室女座中之雙星河

再請談到麥哲倫恆星雲，讓我們承認這種星雲的表面退行現象，只是我們本星系每秒鐘傾向天鵝座（Cygnus）二百英里的反射。據此再去測算其速度，則所求得之數值很小，若與本星系的運動比較起來，則與球狀星團的平均數值相等。這是麥哲倫恆星雲的本身運動，其速度是受附近引體的影響的。

所以我們最後斷定大小兩個麥哲倫恆星雲的高速度，都不能避免我們這個銀河系的影響。我們把它們也當作孤立的星系，同屬於那種包含我們本星系的高級組織。他們不是外銀河系，而是內銀河系，比任何球狀星團都接近我們。他們住居高銀緯中，於是使我們整個的銀河團結，變成不很像圓盤形的形式。球狀星團也一變恆星測算的情形，或狹窄的銀河帶，而成爲了不很扁平的星系。

這就足見我們把銀河當作大盤形的星系，乃是因觀測者處位不適當而起的幻覺。所以經過很長久的時期，觀測者既誤於其觀察，於是錯信地球是宇宙之中心。後來他發覺了太陽是宇宙之中心，或近乎中心，證明他這種信仰的，就是四方恆星紛離太陽而懸於中空的發現，既能知道這種

現象是因我們在本星系中的地位而起的，他便更可由若干恆星雲之巧合的假設，而認為恆星雲如此分佈在我們本銀河系的平面，更進，錯認銀河系之形式與統一了。近代研究產生一個改良了的假設，認為超銀河系足以取恆星和恆星雲之統一圓盤的地位而代之。

在擬定試用分類以前，關於恆星雲和銀河系的情形，應得詳述的話，已經講得很多了。但在蒐得這些材料的時候，我們便有形或無形地概括了近代恆星天文學的幾種有趣的發展如下：此種發展即銀河系之量算；旋渦星雲化為恆星系；測知麥哲倫恆星雲以及其相類之恆星雲和外銀河系相彷彿；說明恆星分佈於太陽隣近便是本星系與外銀河系之函度相若的證據；認知銀河自轉，至少本星系的運動，是相對於大銀河系的；並且假定麥哲倫恆星雲，本星系，成百數的球狀星團以及銀河系之各個恆星雲，共同湊成複合的高等天體。後面發揮各種銀河系之分類的時候，還要談到這個複合的超銀河系，所以現在不贅述了。



第四十五圖

哈米爾頓山上之克立克觀象臺

我們現在爲了方便起見，將把恆星雲和銀河分爲兩大類：一爲內銀河系，一爲外銀河系。內銀河系與外銀河系之分，是與觀測者之地位相關聯的，各種內銀河系本身也互相有這樣的不同。假如觀測者住居盾牌座恆星雲，他觀測的結果，必會相信他是在『本星系』中；而我們的星系，在他看來，也是一種銀河系恆星雲了。麥哲倫恆星雲中之觀測者卻把我們所居之星系，當作盾牌座式的恆星雲，而他那個恆星雲乃成『本星系』了。

如下式地劃分內銀河系和恆星雲，祇是爲了方便，不一定是有效的分析：

- +7 恆星雲與銀河系
- a. 內銀河系
 - (a) 本恆星雲
 - (b) 盾牌座式
 - (甲) 真實的
 - (乙) 表面的
 - (c) 麥哲倫恆星雲
 - b. 外銀河系

將來詳細研究了變星和同樣的天體，便知銀河系沿邊的許多孤立的恆星雲，或最明晰的恆星雲，不能說是受了昏暗物質的限制而發生的。銀河中之長裂縫，由天鵝座向南迤至半人馬座，確

是受了暗星雲的影響的。這條裂縫劃開了人馬座中心之大恆星雲，並隔離了天球赤道之南北兩方較亮的恆星雲。

暗星雲都很靠近太陽，終不出乎其所掩蔽之恆星雲的左右。那兒或許還有別的暗星雲，不過現在尙未發覺；但是現在所認見的暗星雲，都在太陽周圍一二千光年以內。好像也是本星雲的一部分。據可靠的情形看來，其所循的路徑是追隨次銀河系，不是追隨通常所見之銀河圈的。在我們本星系方面看來，這種暗星雲或許就是最遙遠之旋渦星雲中的暗帶的複本。其實，我正因爲這些暗星雲接近太陽，纔證明我們本星系是一個典型的銀河系，並且承認他們在遠方之消失，適足表明我們超銀河系中之許多恆星雲，幸虧不改全部複遮暗了的，而且傾向銀河平面，其暗星雲並不干涉到我們的探測。

各家對於外銀河系（即河外星雲）的排列的方式，所立綱領各有不同。茲僅申述四家的方式，藉以表明其方式之雜，與夫我們欲求圓滿分類之不可能。



第十四章
白羊星座圖

武爾夫教授(Professor Max Wolf)在海德爾伯(Heidelberg)花了許多年的功夫，用攝影術和目視法從事研究外銀河系，劃成一個不確示意見的圖解的系統。其圖解之第八十六頁與第一百四十七頁上的圖畫，約標示有二十三種不同的形式。這些銀河的劃分形式，竟把有些行星雲和外銀河系包括在一起了。各種形式間之相互等次未嘗不可成立，而且這種分類所提示的許多範疇，毫無進化或其他假設之意味。所以這種分類對於外銀河系之統計研究，並沒有多大的益處，在海德爾伯所攝之照像底片上，並不看見銀河中之各個恆星；而分類的根據又是許多不完整之印象的表現。

胡伯爾(Hubble)在威爾遜山做了許多大規模的攝影，擬定了一個有用的分類，尤其適合於近而亮的足以詳加查勘的星系。胡伯爾的分類表清晰劃開了幾百種的天體；但是現在所有的攝影底片上，就有幾萬星體是太微弱，太糊塗，不足對於胡氏的分類，與以有用的申述。再下面還列有龍德馬克(Lundmark)的分類，跟胡氏的差不了多少；換一方面看，後面所舉哈佛的分類卻分清了幾千微弱的銀河，對於以前統計的研究很有裨補之功，但未圓滿地把較亮的天體敘述劃分

從原子到銀河
清楚，不免是件憾事。

胡伯爾的分類如下：

型式	符號
A. 有規則的星雲	
1. 橢圓形的星雲	En
(符號n即1, 2, ……7, 所以示影像之橢圓數, 並沒有小數點.)	
2. 漩渦形的星雲	
(a) 常態的漩渦星雲	S
(1) 早期的	SA
(2) 中期的	SB
(3) 晚期的	SC
(b) 改變的漩渦星雲	
(1) 早期的	SBa
(2) 中期的	SBb
(3) 晚期的	SBc
B. 無規則的星雲	Irr

河外星雲太微弱，不能分類，乃以“Q”符號代表之。

如下：

龍德馬克對於外銀河系所定的分類(他自己稱作高銀河系星雲[Anagalactic Nebulae])

譬如應用大反光望遠鏡，大規模地攝取許多影片，便覺各個星雲繁複的了不得，所以列勞爾氏 (Reynolds) 認為以前所提出的分類都不完滿。對於許多較亮銀河系的影片，不儘作一分類

型式	符號
1. 異狀星雲	Aa
2. 球狀的，橢圓的，漫長的，卵形的， 或兩面凸狀的星雲	Ae
a. 些微壓向中心的	Ae0
b. 較稍壓向中心的	Ae1
c. 更稍壓向中心的	Ae2
d. 頗大壓向中心的	Ae3
e. 更大壓向中心的	Ae4
f. 極多壓向中心的	Ae5
假如有點吸收情形則應加“a”例如	Ae3a
3. 麥哲倫星雲	Am
a. 全部稍微壓向中心的	Am0
b. 各部程度不同地壓向中心的	Am1 - Am5
4. 漩渦星雲	As
a. 只有旋渦組織可見的	As0
b. 各部程度不同地壓向中心的	As1 - As5
旋渦臂部聯貫的	As1c - As5c
旋渦臂部離散爲片或點的	As1b - As5b
c. 一條紋路的旋渦星雲	As0
d. 旋渦臂部纏成亮光環的	Asr
e. 光環雙聯中心的(土星式的)	Ass
f. 光環或臂狀藉一直棒與中心聯 絡者(即齒輪狀或中式的)	Asp
g. 旋渦臂部附有小星雲的	Asa

的敘述，並要作貫串的一系列，纔會有意義。但胡伯爾已由相對的函度，距離與光度之重要統計的結論，造成他那很有用的分類了；哈佛的分類也已應用來計算幾千模糊遙遠之星河的形式，星等與角直徑的相關係數了。



圖七十四第
圖 河 星 雙

哈佛觀象台之研究外銀河系，大多是致力於布魯士 (Bruce) 二十四吋望遠鏡所攝照片上之微暗天體，記述其在大段天空中之地位，數目，星等以及其他特性。角直徑與光度可以直接在照片上量算出來，但是因為這兩特性是有賴於星體之距離的，所以我們還是不能加以採用，而另根據組織，類分外銀河系了。影像之橢圓數既有賴於星體之實際影像，復有賴於觀測者的地位；我們就把它當作兩度分類所應有的因素之一。另一因素就是光線集中的明晰程度，其即於照片上的影像，卻是黑暗的，反而不是明亮的。橢圓數由1排列到10，以便遞減其距角 (elongation)；集中數

則由 a 到 f，以便增加其中心暗度。(註)所以哈佛近幾年來所設計的外銀河系分類，可以表列如下：

外銀河系

a1	a2	a3	a4	a5	a6	a7	a8	a9	a10
b1	b2	b3	b4	b5	b6	b7	b8	b9	b10
c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8	c9	c10
d1	d2	d3	d4	d5	d6	d7	d8	d9	d10
e1	e2	e3	e4	e5	e6	e7	e8	e9	e10
f1	f2	f3	f4	f5	f6	f7	f8	f9	f10

(註)這是一減一增的譬如橢圓距角愈大，則集中暗度愈小， ϵ 卽所以表示暗度小，而距角大，所以距角遞減，則暗度便遞加，是成反比的。——譯者

至於不規則的或旋渦式的星雲，則在各項符號前加寫 i 或 s 以表示之。

在未着手探測物質體系以前，就已發現這六十種星雲的排列了，所以羅馬字母和阿拉伯數字，並不一定依從第十章所述之用例的。我們亦可採用各種符號的意義，修正這個分類；但此分類已由哈佛和其他處廣事應用了，所以名詞的修改，能否成功卻很難有把握。

現在關於外在銀河的分類似乎有好幾種，沒有一種是圓滿的，沒有一種是廣涵的，各有各的好處，各能用來分析無垠無盡的許多天體。胡伯爾的系統沒有包含羣向中心集中的程度；龍德馬克的分類沒有表明影像的形勢，只能推而廣之，始可包含這些形式。哈佛的設計包含形式與集中，但並沒有劃清各種旋渦星雲，那只能算是試用的分類，但又不需那樣精細，因為特別攝取的照片，並不能明晰表示其組織之詳情。

這種銀河研究之重要結果，並不是外銀河系之試用分類，而是匯集旋渦星雲，梭狀星雲，恆星雲以及本銀河系於一範疇，使我們知道四圍環繞着的，另是一個更高級的星系罷了。



圖八十四第
圖座星羯摩

第十二章 超銀河系

以上關於引力體系的，已經測述過流星集團，衛星系統，行星組織，雙星與聚星，銀河系星團，球狀星團以及許多銀河系了。我們依序再進，則應談到較大質量與較巨函度；因為函度較巨，我們也就進到更弱更少效用的引力攝動情況中了。最後，一切星系之自轉，公轉或擺動之週期一律加長。一個行星的自轉週期只有幾個鐘頭；其公轉週期平均起來也只有幾年。但雙星的長週期卻歷幾百年之久，恆星團或銀河系中之恆星的擺動週期，卻需經歷幾千百萬世紀。

雖則這種較大星系的週期，長得令人計算不清，但是我們總能相信這些星系還是許多引力構造。萬有引力總是不可避免的。假如兩個構造位居天空之同一部分，有相等的函度或光度，並有平行的運動，那麼，我們便能不顧其距離幾許，而保證兩者是聯絡在一起的；假如兩者互相靠得很近，那是引力把它們拉攏來的。雖則視線中也常有許多星體湊巧毗聯在一起的，但是我們決不至

於弄錯。

直到現在為止，關於恆星系之複合銀河系，引力連繫以及更高級的團結，還是知道得很少，而且想得也很少。但是近來關於超銀河系的發現卻引起了很大的注意。其中最深影響我們的發現，便是可以量算之宇宙的無極，宇宙定律之通性，以及本星系與其疏散星團，雙星，行星組織及其急行的彗星與流星等在宇宙中之微細性。宇宙大半是在我們這個銀河系的外面。太陽系小於我們具有千萬數恆星的銀河系，而銀河系又小於許多銀河系組成之高級星系。

麥西野六十 (Messier 60，即新總星表四六四九) 是最有名的橢圓銀河系，新總星表四六四七 (N. G. C. 4647) 是有核心的旋渦星雲，兩者聯接得很近。兩者在光度和體積上，都沒有大多的不同。依攝影看，其星等是



第四十星座圖
金牛星座圖

105 和 128，其角直徑是 236" 和 150"。這兩星體不見得一定就是碰巧聯合在一起的，在較亮之外銀河系中，有幾十雙星和聚星可見，在較黯而遠的銀河系中，則有幾百雙星和聚星。依這些較黯的銀河系看來，其碰巧的聯合性當然比較多些；當然還有些雙星是光學（視覺）上的，不是引力上的雙星。但是真正的雙星也極平常，對於世界觀也極重要。這種雙星表明萬有引力律之普遍暗示時限之無窮。

最有名的複合銀河系就是仙女座中之星團。仙女座星雲，即麥西野三一（Messier 31），是外銀河系中之一個巨星，其最長的直徑約四萬光年而弱。較其尖端離中心更近的，另是兩個橢圓的銀河。這兩較小較黯之星系並非視覺上的伴星。分光鏡表明主伴三星之速度相同，記數亦頗相同。仙女座三合星雲形成一個超銀河系，是一點不成問題的事，只是星數很少，而全函度卻很大，兩個伴星較麥西野三一要小，但其體積並不小於普通的銀河系。

往往兩三銀河系實地接觸了，則有些屬星便會分散，而且兩撞碰星系之四圍邊近，疏散着許多微黯的恆星，便是極明顯的證據。飛馬座（Pegasus）中之五合星（quintet），請閱第五十圖，乃

是一個撞碰的星團。其中最大的屬星好像是有兩核心的；一條脫節的細線，好像一根折斷了的臂部，在照像底片上也清晰可見，在這星團之北境內有一模糊的景像，那可以說是恆星疏散的現象了，這種疏散現象或由四五銀河系之互相滲合，互相攝動而起，而此具有無數屬星之銀河系則又隨從其共同之引力中心而運行。

銀河系組織似各不同，但在引力上似同趨向一個結果。這種高級星系之分類可與恆星分類相提併論。我們以銀河系，複合星河系與銀河系星團，與各個恆星，聚星與恆星團併列。為要包括這些高級星系，加以總稱，我乃欲用龍德馬克的名稱，叫作基本銀河系 (metagalactic system 英文簡書為 metagalaxy)。其分類式如下：

- +7 恆星雲與銀河系
 - a. 內銀河系
 - b. 外銀河系
- +8 複合銀河系
 - 1. 雙合銀河系
 - 2. 小組銀河系
- +9 超銀河系
 - I. 后髮室女座式
 - II. 銀河系式
- +10 基本銀河系

許多天文學家花了多年的功夫，始知北半銀河較南半銀河富有更亮的旋渦星雲。后髮座和室女座之各式銀河系中特別的富有這種星雲，鄰近的星座中則多較黯的旋渦星雲。幾年前，亞美絲小姐 (Miss Ames) 和我着手詳細研究后髮室女兩座區域。我們發現一個亮星集中的星團，其角函度與光度都極近似，於是不得不斷定我們所處理的是一個超銀河系了。後來研究到它的廣境，偏向東南約近數度之多。其組織很大，廣約幾百萬光年，全部屬有之星河約有五百。其與中心之距離約有一千一百萬光年；其所屬之星河的直徑，小的約有一二千光年，大的竟有二萬光年，大多數的都在五千到七千光年之間。

本來這兒沒有詳述我們研究后髮室女兩座之超銀河系的情形之必要，但因分析了這個區域以後，更進而越出亮銀河系之恆星雲以外，我們發現另有三四孤遠之星團，遠在十萬萬光年的地方，其組織與內容，或與后髮室女兩座之亮恆星雲不同，所以在此必需談談了。

更進研究許多天文台所攝取之照像底片上的微黯銀河系的排列，於是發覺外銀河系中約有四五十孤遠的星團。武爾夫、胡伯爾、龍德馬克、寇蒂士 (Curtis) 巴德等都曾研究到這些微黯的

星團。很多都比后髮室女兩座恆星雲要稀疏些，但也有少數的更較稠密。大概大多恆星雲中之星都極微黯，攝影底片感受不到，我們所處理的只是許多巨星銀河系和超巨星銀河系，這種情形也跟我們研究恆星團一樣，都因望遠鏡達到極限，只能看見這許多最亮的星罷了。

凡我們所知道的銀河系，大半都能歸納在「複合銀河系」組之「小組銀河系」項下，或「超銀河系」組之「后髮室女座式」項下。但是我們這個星系應屬什麼呢？我們在前章中，已經表明我們這個銀河系，不能跟單個的旋渦星雲相提併論。因為我們的星系極大，而其單個的屬星之體積亦與典型的旋渦星雲相等。

把銀河系與后髮室女座等超銀河系併列，只能算是一個試用的假設。或者兩種星系在表面上有點不同，但是內容如何，清晰客觀之看法如何，又使我們掣肘，難能分辨了。假如我們不承認麥哲倫恆星雲和球狀星團是我們超銀河系的真實屬星，我們只有指明其函度，較后髮室女座式之



第十五圖
飛馬座中之五合星系

恆星雲要扁幾許。

飛馬座中五合星系也有銀河系之扁平現象，因為三四屬星都和銀河系的平面相平行的。我想這個小的星系，便可示明我們銀河系的圖式，是恆星雲接合與恆星散漫而成的。若觀測者由飛馬座五合星系中的某一銀河系上看，則四圍恆星的運動，當然也像我們恆星流動和銀河自轉的運動一樣了。

我們花了十年或十五年的功夫，研究銀河恆星之星等與運動，以及微黯變星之距離與分佈，纔使我們對於我們自己的銀河系有了一個外在的看法。我們可以知道我們這個星系，極遠離開人馬座之銀河中心附近之恆星雲，或許跟天鵝座恆星雲很接近的。這種研究更可證明我們的超銀河系怎樣只包含了一些變態的大銀河系，這些銀河系都是附屬於球狀星團和麥哲倫恆星雲，或由一二十平常的星系構合成的。

現在關於我們銀河系的解釋，約有三種可以列舉出來：原係盤形說，這是認為我們銀河系是

一個大的旋渦星雲（最舊的假設）。還有一種假設，認為銀河是由本星系和人馬座恆星雲等兩大旋渦星雲結構成的。這兩假設都不是什麼圓滿的假設。超銀河系的假設，是由我們物質體系之分析推演成的，是以比較完善，既足清除其他假設之疑難，復使吾人在恆星宇宙中得到正常應處的地位，而不是特殊優異的。

* * *
超銀河系的假設，解釋重要的觀察資料，有如下的幾點特長，茲略申述於次：

一、球狀星團變為銀河系星團的可能性，不再需要研究了，依新的觀點看來，這兩種星團的起源或許是極不同的。我們知道球狀星團可以有發生之部，也可以算是旋渦銀河系和橢圓銀河系所殘留的核心，這些銀河系都散滿於其互相攝引或互相抗拒之力的境內的。而銀河系星團卻只能算是本銀河系和鄰近恆星雲之旋渦波紋所分散開來的核心。

二、至於前章所述暗星雲位居本星系內部，抑位居本星系邊近的問題，依超銀河系的假設看，是很容易說明的。

三、我們位居宇宙中，即位居不平行的盤狀星系中，或位居直徑大於普通銀河系四五十倍的旋渦星雲中，其所處地位之看法，原極錯誤百出，不過這些看法現在都被消滅了，因為我們的本星系，已升為通常的恆星雲或銀河系，而銀河系卻升為超銀河系，其函度則與其他超星系相等。

總而言之，複合銀河系，為了方便起見，可以分為雙合銀河系和小組銀河系；超銀河系現在可以分為兩種組織：一是后髮室女兩座中之球面星團式的，一是銀河系接合而成之扁平的恆星組織，我們的銀河系便是代表。

最後，我們設備一個第十組，作為無所不包的基本銀河系。其間包含的銀河系有多少呢？我想至少有幾百萬。其直徑幾許呢？大約有幾百萬萬光年。現在可以保證我們所目及的全空，都一律有這種的銀河系，但是我們的望遠鏡，還不會窺得其究竟。這樣一律，並非指明我們已經窮盡及於這個星系的四圍邊境。現在，所以還得要把基本銀河系當作一個廣泛的超銀河系，既能包羅萬有，又是無窮無限的。

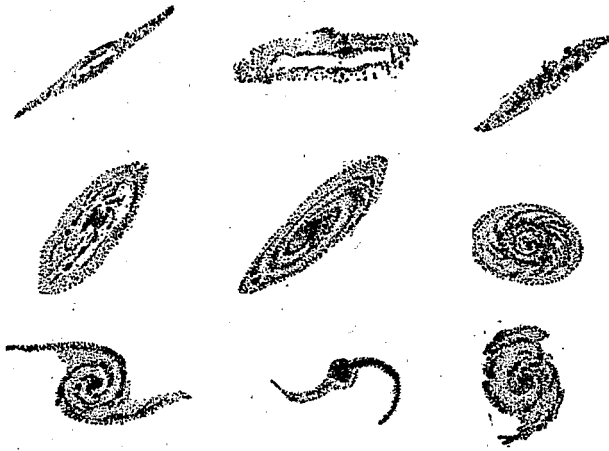


圖 一 十 五 第
銀 星 種 各 之 中 河 星 外

第十四章 宇宙原型

基本銀河系不是物質宇宙。我的意思以為它是包羅一切銀河系和超銀河系的；但它並不包含無定向的恆星，或脫離銀河系，流出銀河空際的行星。它也不包含我們行星系統所放射之彗星或流星，除非這些流星速度很低，足以成爲本銀河系的屬星。要想完成這番研究，必需另設更高的組織，包含銀河系物質以及銀河空際之物質。

讓我們先回想顯微世界的研究，我們所處理的是微粒，原子，分子，分子系統，膠狀集合體與結晶集合體，然後再把關於肉眼世界之物質體系分類，蒐列如下：

- +1 流星集團， I至3
- +2 衛星系統， I至III
- +3 行星組織， I至III
- +4 雙星與聚星， I至III
- +5 銀河系星團， a至g
- +6 球狀星團， I至XII
- +7 銀河系， a, b
- +8 複合銀河系， 1, 2
- +9 超銀河系， I, II
- +10 基本銀河系

看了這樣長的系統表，便知組織的情形了。其運動有序，結合緊湊，物質相同。不獨指明引力集團之存在，更表白其物質的限度。我們由微粒直研究到基本銀河系，所以很能有把握地談到這些物質體系。

但是構成沒有組織可見之物質宇宙的成分屬於什麼呢？因速度增加，射出彗星首部的宇宙流星和粒子屬於什麼呢？放射本身何所屬呢？

縱使這些重要的東西，不能列入這個物質體系，但普遍地探測物質宇宙，總應包含這些東西罷。物質宇宙中最不易解決的大啞謎，大概就在這個沒有組織或組織不明之粒子和微粒的境界內了，因為這些粒子和微粒都是迅速無盡地穿過銀河空際的。

我想為這層含糊的物質宇宙，提出「宇宙原型」一詞。在此原型內面環行着的有行星、恆星和銀河系；這個原型構成恆星的中間物，物質系統在此潛自進行組織的運動和發展。我們對於宇宙原型，現在知道得還很少，所以也只能大略地敘述其物質了。讓我們先提出一個試用的分類：

十一 宇宙原型

- 甲. 恆星空際之粒子
 - (1) 宇宙流星
 - (2) 疏散星雲
- 乙. 恆星空際之氣體
 - (1) 電子與質子
 - (2) 原子
 - (3) 分子
- 丙. 放射能
- 丁. ………

恆星漸漸死去(die off)了。這個結論好像不可少的。我們不再含糊地承認物質與放射能之相均等了，認為兩者乃是能力的不同的方式。放射能消盡恆星的質量。由於原子和微粒之活動而發生的高溫度的結果，乃使太陽以及其他恆星放射去了許多能量，其重量之大，當以公分，磅，噸等計算。

一種通常四十五瓦特的電光，放射二百萬年，若能取而儲藏起來，也祇有一盎士能量。太陽表面每分鐘放射的能量約有四百萬噸。燈與恆星間之燭力(註)的相差，是極驚人聽聞的，所以太陽的

(註) 燭力原名 candle power，是計算光度所用的單位。

質量每秒鐘損失之巨，極堪注意。在一年的時間中，太陽放射入大空的能量，約有一千五百萬萬萬噸，現在好像再也沒有完好的救濟來源，足以補償這個損失了。因為太陽放射能量，所以太陽勢將漸漸死去，成爲一個只有光亮的星體。而地球上的原生質又必需太陽放射能量纔可生存，幸虧太陽的質量還是很大，雖則現在已因每年有這樣大的損失，消毀其全量的十分之一，但仍可延久到十萬萬萬年後。

然而恆星能量的減少，依我們的時間單位算來，可以說是極其遲緩，所以我們必需承認恆星宇宙之時間是很長的，而且現在照耀着我們的這些恆星也漸昏暗了。等到我們看見補償恆星的結構時，我們必會承認千百萬銀河系也有一直放射的可能。或者有許多極老的銀河系，其恆星焚燬爲黯而冷的焦炭，而其能量溶入空間了吧？百萬年前的太陽比現在還要大，大概一切恆星的質量都比現在多。我們的行星已經活了兩千兆年，從行星產生後，太陽注入大空的能量，用光計算起來，約比地球的能量，還要重四十倍。

我們可以居在這個宇宙退化的情境中，但是我們探測宇宙原型，比較重要的還是申明物質宇宙並非全部就是恆星和星雲；大半還是恆星和星雲所散佈的銀河空際。在金字塔造成以前，太陽所放射的能量，大半都射出本星系的外面去了，行星所接收到的還不及百萬分之一。更新期 (Pleistocene age) 以前，太陽所放射的能量常遠出銀河系以外，儘我們所能推想



第五十二圖
大熊星座

說明的速率看來，大約每秒鐘能放射一八六，〇〇〇英里。在寒武紀前時代 (precambrian times)，其放射的光竟遠達到我們現在的望遠鏡所能看到的最遙遠之銀河系的境外，換句話說，原先的太陽系，大部分不是太陽和行星，而是開展至無邊無疆的空間。其他恆星也消耗其實質。現在所見的宇宙好像是許多已滅的餘燼 (dying embers) 所構成的，每一火焰之四圍都是空茫冷寂的空間，這種空間不獨吸收熱與光，而且消耗火焰所需的燃料。

我們能够利用現在的相反的宇宙過程，建造恆星質量，以避免「熱的消散」嗎？空間也有保持能力和供給恆星的力量嗎？散發出來的放射能就不能改變為微粒，原子，分子以及星雲與恆星，

以更新的宇宙替代既死的恆星嗎？發出這許多問題，比試加以答覆是穩當得多了。多少年後，或有特殊的觀測會明瞭這些問題的時序流進，情況愈漸明晰，也許會另有人以為這種事情是可以圓滿做到的。但是這種問題大半是永遠存疑而不能置答的，我們的知識愈進，則問題愈要繁複難解些。我們要想加以理解，當然有點近乎着魔了。

*

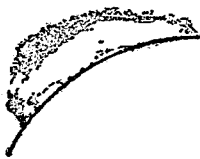
*

*

*

當我們探測宇宙原型之初，我們極清楚地看到這層宇宙，不獨包含這許多巨大的神秘，而且也包含大部份的物質本身。縱使我們嚴格地認為放射能不是物質的，我們總該承認經過精細分類的龐大物質，散佈全個空間，是由放射能趕來趕去，使在普通的引力組織中不能佔據定位的。再讓我們看看宇宙原型之其他成分罷。

我們用分光鏡研究幾種恆星，得悉恆星空際之原子與分子。恆星光譜中之許多重要的吸收光線，既非發生於光所自源之恆星空氣中，亦不發生於光到達分光鏡之地球空氣中；最好說是存於恆星與觀測



第十五日
三
圖

者間之游離氣層中的。

譬如說到游離的鈣層，我們現在便可表示這種原子確隨本星系運動，足以證明銀河系之自轉。所以這種原子雖不和各個恆星聯合一貫，但確實是附屬於本星系的。現在更可斷定其他種的電子，質子，原子和分子都是發散出銀河系境外，構成龐大的宇宙原型的。

有許多疏散的星雲好像沒有特殊的中心組織。假如這些星雲是氣體和塵埃構造成的，則結果必散漫大空，因為引力的吸攝不能把微小的粒子拉入孤立的恆星雲中去。換句話說，質量微小的疏散星雲不能有確切的界限，而微小粒子亦必散漫於宇宙氣層中。

我們在第七章中所縷述的流星約分兩種：一種是屬於太陽系的，環繞太陽邊近之聚湊的軌道而運行，一種是宇宙流星，以高速度繞行開放的軌道，其中大多都是恆星空際之隕石和隕鐵。我們到現在還不知道流星有了什麼樣的速度，便會脫離本星系和較大的銀河系，大概是每秒鐘一百公里就會脫出去罷。地球這樣離開太陽，假如速度大到每秒鐘四十三公里，也就會脫出太陽



第五十四圖
牧夫座中之雙星合河

系了。恆星際的流星當然很多，而銀河際的流星也是很多，只是數目不可勝計，而其質量也不可揣想推知罷了。

艾丁敦氏估定太陽附近之恆星空際的氣體密度，是每立方厘米 10^{-16} 公分，這個估價等於每立方吋中有一個原子。這個密度當然算是很低的了；地面空氣每立方呎竟包含五萬萬萬萬萬萬萬（five trillion trillion）原子。恆星空際確實是個很大很虛的空間。光穿過這個空間，即使經歷幾千年之久，其密度和速度都不會稍受消滅，色彩也不會發生任何變化，不過穿過天空中之星雲區域，卻稍有點變化。

銀河際之空間，是不是比本銀河系之恆星空際，更少電子，原子，分子和流星呢？我們這就不敢斷定了；但是考察遙遠的外銀河系之光彩，當知銀河空際之媒介物，其發散和阻礙光的能力也是極端微小的，譬如在千萬光年之外，光行千萬年，常沒有一點變化。

我想在宇宙原型之分類中，最重要的一項就是「丁」號所代表之虛線項。我們不能填寫這

一空項，只是表示暫時不知道，並非悲觀的想法。我們也許可以用「以太」(ether)一辭，填入滅號「4」組。「甲」項。但是這一空項即使用空洞想像的東西填寫進去了，我想還要擬定一個滅號「4」組「戊」項。我們應該永遠這樣相信，希望更有根本的東西，或許還有新的基礎，等着我們在宇宙原型中去發現或形成罷。



圖五十五第
月新之日三出初

第十五章 綜合形成系統

我們現在好像需要「宇宙」一詞，總稱廣涵而上的一組了。天文學家常錯用這個名詞，稱作「島宇宙」或以稱述某一段銀河系，或某一種宇宙構造觀。我們現在卻用「宇宙」一詞，涵括我們所知之一切物質，不獨包含由微粒到基本銀河系的一切物質體系，而且也包含宇宙原型之一切成分。我們這番的探測竟從「 μ 」微粒組起，止於「 Ω 」宇宙組，是不是合乎自然之理的呢？

假如在一百年前，我們像現在一樣的探討宇宙中之許多體系，則在物質體系表的兩端，當然更要有限制些。在那個時候，原子尚未當作體系，只被視為物質單位。電子還是未知的東西。在肉眼世界中，大家對於銀河系尚不十分明瞭，除此而外，更未看見什麼更高級的東西。關於恆星距離或恆星數目，更少精確的知識。科學史兆示我們知道關於宇宙的知識是增進不已的，也許不久就會超出現有的界限，所以我們應該在各組之外，留下一個餘地。科學宣示函度和質量之不可透解，組

織之不可明瞭，也都不過是些武斷的定論罷了。

所以我贊成設備一個「+13……」組，一方面用以防備萬一之需，一方面當作要求進步之階。

*

*

*

*

當我們一看到「+13宇宙」組後的空組，當然有些力足填寫這一空組的人，不免有所思索。他們都想立刻能把超乎物質宇宙的東西填寫進去。有些人提出「太極」(The Absolute)一詞，作爲這一空組的名稱，然而他們覺得此詞列入物質體系，難有理由可述的。有人提出「心靈」(Mind)一詞，填入「+13」組；但是他們對於心靈不能歸入這個單方面的物質分類中的鐵證，大概又無辭可以置辯罷。假如「心靈」表現一切，那麼，心靈可以滲入各組各項中去嗎？心靈不是第二方面分類中之主要原素呢？

縱使填滿「+13……」組，我想再設「+14……」組，我相信小心點好，最好把門大開着，以防烈火在膠狀集合體（譯者按即指人體）中燃燒得利害。因爲「0」組「乙」項中有這樣的烈火燃燒，所以也需暢開其他端，設備一個「-13……」項；也許不久的將來，這種假定的「微粒」

成分，會化成爲許多物質體系的。

全部的物質體系分類，現在可以綜合起來了。各部分應該都當作是試用的，是可以修改的，並非一成不變的。這是形成秩序的初步，並未完全脫離了渾沌情形。新的研究必會提出許多修改，更有極大的進步。在許多方面看起來，這個分類是不完全圓滿的。一方面，我們覺得不知道的東西太多。另一方面，各組下之各項劃分來太不一律。最好把它當作一個試用的。(working)分類，作爲一個榜樣，使後來的研究，能更深探討各種組織之關係。

以上各章所列的分類表，茲綜合爲一整表，排列於次：

- 物質體系分類表
- 5
 - 4 微粒
 - 甲.
 - 乙. 光子
 - 丙. 電子
 - 丁. 質子
 - 3 原子
 - 1至92
 - 2 分子
 - 1至n
 - 1 分子體系
 - I. 結晶體
 - II. 膠狀體
 - 0 膠狀及結晶的集合體
 - 甲. 無機的 (礦物流星等)
 - 乙. 有機的 (有機體, 羣體生物等)
 - +1 流星集團
 - 1. 流星川
 - 2. 彗星
 - 3. 集中而散漫的星雲

- f. 組合稠密羣
- g 組合凝結羣
- +6 球狀星團
 - I. 濃度最高的星系
 - II.
 -
 -
 - XII. 濃度最低的星系
- +7 銀河系
 - a. 內銀河系
 - (a) 本星系
 - (b) 盾牌座式
 - (甲) 真實的
 - (乙) 表面的
 - (c) 麥哲倫恆星雲
 - b. 外銀河系
 - a1 a2 a3 a4.....a10
 - b1 b2 b3 b4.....b10
 -
 - f1 f2 f3 f4.....f10
- +8 複合銀河系
 - 1. 雙合銀河系
 - 2. 小組銀河系
- +9 超銀河系

- +2 衛星系統
 - I. 地球月球式
 - II. 木星式
 - III. 土星式
- +3 行星組織
 - I. 屬有日冕與流星之恆星
 - II. 屬有行星慧星等之恆星
 - III. 屬有星雲光環之恆星
 - (I) 行星星雲
 - (II) 光環星雲
- +4 雙星與聚星
 - I. 密接系
 - (a) 蝕光的
 - (b) 分光的
 - II. 目視系
 - (甲) 引力的
 - (乙) 光學的
 - III. 移動的雙星和聚星
- +5 銀河系星團
 - a. 視野不規則羣
 - b. 恆星族聯羣
 - c. 組合稀遠羣
 - d. 組合疏散羣
 - e. 組合叢聚羣

- I. 后髮室女座式
- II. 銀河系式
- +10 基本銀河系
- +11 宇宙原型
 - 甲. 恆星空際之粒子
 - (1) 宇宙流星
 - (2) 疏散星雲
 - 乙. 恆星空際之氣體
 - (1) 微粒
 - (2) 原子
 - (3) 分子
 - 丙. 放射能
 - 丁.
- +12 宇宙(空時滲合體)
- +13.

這樣精細劃分各組各項的可能性，在前面各章中已經屢次提述過了。完善的分類乃是到處可以適用的。不過要記住我們所討論的是體系(systems)，不是物體(bodies)。物體的分類表卻比較簡短些；主要的節目大概就是量子，電子，原子，分子，隕星，(衛星)，(行星)，(恆星)，(星雲)；假如廣義地解釋隕星，則括弧中的物體，是不必另立作一組的。假如我們擴大這個物體分類，我們便會達到變星分類的範圍，以及恆星光譜的研究。這兩種分類在天文學的研究中是極重要的，但因不屬於我們對於體系分類的探測，所以被取消了。

「O」組「乙」項之有機膠狀集合體，可以詳細分析為許多子目，並有界，部，綱，目，科，屬，種，亞種，類等之分，但在這兒也用這些門類，就不免於太武斷，空洞和累贅了。因為我們對於有機體實在太耳熟了。我們更可依照彗尾長度類分彗星，依照色彩類分雙星。

這種普遍的情形暫置不談，則此番研究之最圓滿的收穫，就是使我們明瞭了本星系在基本銀河系中的地位。這就使我們回心轉意，不把本銀河系當作特異的組織和變態的組織。超銀河系的假設可以算是不完全地解釋了銀河組織；但它卻影響了許多研究；這個假設一經成立，似比從前的銀河系說要可靠些。

在任何一組中，函度和質量的變化很大，尤以膠狀集合體和流星集團等兩組間的差別為甚。但是一般地說起來，主要的分類都依體積之增加次序而推進的。下表乃以公分 (centimeter) 計算直徑，當可見其推進的路跡了。假如我們取英里代替公分，只需用「5」減各指數，便可得其英里數。譬如通常分子之直徑是 10^{-1} 公分，化為英里則為 10^{-12} ；通常衛星系的直徑



第十五圖 水蛇座星圖

是 10¹¹ 公分，則爲 10⁶ 英里。

估評所假定之「緊湊宇宙」的直徑，其所根據之資料都是暫時的，並由普通相對論解釋過的。基本銀河系的直徑是由最大望遠鏡所攝取得之最遙遠的銀河系距離表示出來的。雖則所估定的直徑不一定就精確，但是星等的次序是很符合的。茲將各種物質體系之直徑表列如左：

物質體系	直徑之公分數
質子	10 ⁻¹³
原子	10 ⁻⁸
分子	10 ⁻⁷
膠狀體	10 ⁻⁶
彗星和流星川	10 ⁷
地球月球系	10 ¹¹
太陽系	10 ¹⁵
銀河系星團	10 ¹⁹
球狀星團	10 ²⁰
恆星雲與銀河系	10 ²²
銀河系	10 ²³
基本銀河系	10 ²⁷
宇宙(半徑)	10 ²⁹ (?)

這些體系也可依照線函度 (lineated dimension) 的分類那樣，依照質量，由小及大地加以分類。所以更當表述其逐步增加的微粒數（即電子與質子數。）下表即欲列明主要的組織，並指明各個普通體系所包含的微粒數。若欲以噸計算，當以「三十」減各指數（譬如太陽所包含的物質，若以噸計，當為 10^{27} ）。

氫原子.....	2
水星原子.....	400
一噸(one gram)	10^{24}
彗星.....	10^{44}
地球.....	10^{52}
太陽.....	10^{57}
球狀星團.....	10^{63}
銀河系.....	10^{67}
超銀河系.....	10^{68}
宇宙.....	10^{73} (?)

我們在這表的末尾，又畫上一個問號；縱使我們除開放射能不算，仍難估定宇宙原型中之物質總數。假如宇宙中之物質粒子總數，確比所知之恆星與星雲中的數目還要大一百倍，那麼，各個

恆星的速度或比現在所見的還要高多少倍。但依昏暗或死去的恆星情形看來，依恆星實際之氣體與流星的情形看來，或許散佈於空間中的物質，確比明亮的恆星中和已知之星雲中所有的物質要多幾倍。

* * * * *

我們有了這些函度和質量的表格，便可對於物質體系之探討，作一結論了。物理世界之定向 (Orientation) 已成一般指導的嚮的 (趨向和刺激)。此番所發揮的探討，是要說明一切已知之物質體系怎樣可以一律加以類分；是要設備若干「組」下之實用的「細項」；是要找尋本銀河系和外銀河系的關係；是要指明這些構成宇宙原型的粒子，氣體和放射能的重要；是要把氣體星雲等不易辨識的星體歸納為幾個正確的範疇；並且還要標明有機體在宇宙觀中的地位。假如思想家能由此得到一點思想的材料，實驗家能由此得到若干豐富的知識，那麼，我覺得這番探討就算是值得的了。



第七十五圖

寶瓶星座圖

中華民國二十五年四月初版

(52711)

自然科學
小叢書
從原子到銀河一冊

每冊定價國幣肆角伍分

外埠酌加運費匯費

H. Shapley

嚴鴻壽

王周昌

王雲

王雲

商務印書館

版 權 所 有
翻 印 必 究

發行人
印刷所
發行所

八二二上

祥

#3
662431

66

