

萬 有 文 庫

第二集七百種

王 雲 五 主 編

宇 宙 壯 觀

(四)

山 本 一 清 原 著

陳 遵 嬌 編 譯

商 務 印 書 館 發 行



宇宙壯觀

(四)

著原清一本山

譯編嬌遵陳

書叢小學科然自

## 第四篇 宇宙之構造

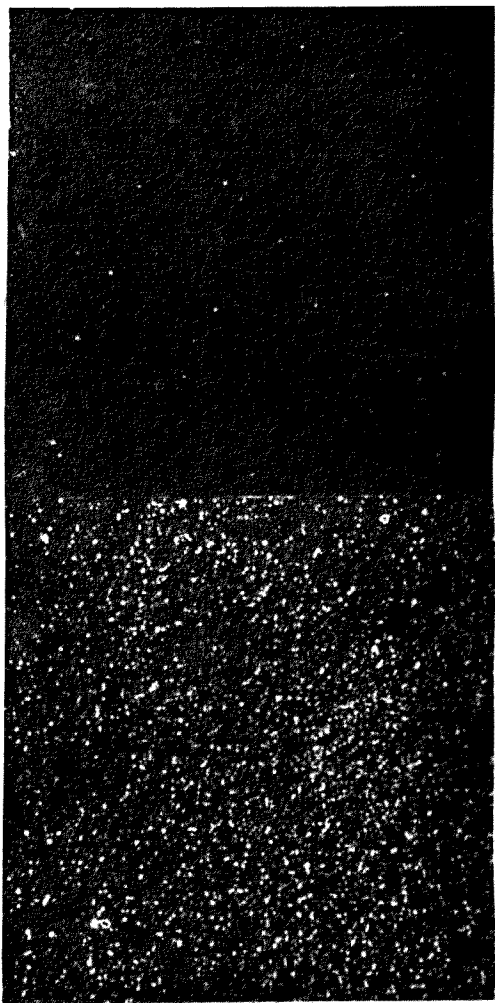
宇宙(Universe)云者乃合時(Time)空(Space)之謂也。淮南子：「往古來今謂之宙，四方上上謂之宇。」是故宇宙之構造問題即時間與空間之關係問題。又天文學研究之對象兼括『時』與『空』；小如測天量地，大如窮討星辰進化，每一問題，皆含此二事。故宇宙之構造如何，亦即天文學之歸宿問題也。任何時代，天文學者研究天象之結果皆努力於解決此問題。每日沒頭於微末之事，而結果則應用一切知識以豫期達到論究宇宙之構造。綜合一切天文智識皆集中於此宇宙之研究。且因統一的論斷多數天體所成之宇宙，故最近以統計的研究法爲一有力之方法。

## 第一章 星數——無限抑有限 計算方法

就星數言之，多謂其無限。但實際眞實研究此問題，則其爲無限耶？抑有限耶？決不能容易決定之。

要之，最初注意此問題之人，乃威廉候失勒。氏用十八英寸之遠鏡，於全地球上選擇一千八百八箇所之視野中，計算其所能見之星數。其結論謂「全天之星數不在五百二十五萬以下。」伊爾頁母斯土律佛，亦研究此問題，謂「全天星數總計約二千萬。」此乃古代天文學者之見解，眞確之程序如何，乃一大疑問；卽其幾百萬或幾千萬云者，似不足信；要之，想像其數非全爲無限也。距今約百年前歐爾堡氏 (Olbers) 謂「星數若爲無限則此無限星體輝耀之天空全體，豈非以無限光輝而輝耀耶？」卽唱言星數有限說，此稍似詭辯焉。

近來英人奢布曼研究夫南克林亞當斯所撮之天空照片而計算其星數。亞當斯由公元一九



兩圖皆銀河之一部分，圖廣半度平方，上下均可視如滿月大小。

上圖爲蛇夫座  $\rho$  星附近，赤經十七時二十四分，赤緯南二十五度三十分之天空，僅見一百二十四顆星。

下圖爲距此不遠之人馬座  $\gamma$  星之北隣，赤經十八時四分，赤緯南二十七度三十分之天空，星體常有七萬六千個之多。

〇〇年至一九〇八年間用十英寸之攝影鏡撮取南北兩半球全天之照片，攝影時間平均二小時，凡攝影星等十七等之星，殆皆印在乾片上。奢布曼研究此乾片，計算各星等之星數，其結果如下。

星等	星數
一等以上	15
二	40
三	130
四	450
五	1500
六	4700
七	15000
八	46000
九	140000
十	400000
十一	1000000
十二	2600000
十三	5900000
十四	13000000
十五	27000000
十六	57000000
十七	120000000

由此觀之，每降一等，星數必增多，而其所增加之比例，則非相同，愈低則其比例愈少。若恆星皆

有同程度之光力，而全宇宙間任何部分分布之密度皆相同，則由地球上觀之，光度每降低一等，星數增三·九六倍；此乃數學上之結論，由上表觀之，其比例比此更低。故愈在遠方則星數愈少。

最近司列斯用威爾遜山之百吋鏡，行此研究，至攝影星等二十一等之結果，謂由一等至二十一等中所含之星，總數約達九億。由一等至三十等止每降一等，星數必增多，但至三十等以後，則其數漸減。故全部統計之，能見與不能見之星體，全數約三百七十億。此三百七十億之數，自堪驚異；但其比無限則少，仍在人力所及之數之範圍內。

如斯星數自係有限，而非無限；故由此等星體向地球所發送之光之總量亦決非無限而為某一定量。司列斯仍由以上研究所導得之結果，謂集合恆星全部之光，則等於標準一等星一千零七十六個之光量。

## 第二章 星之距離

星之距離，任誰皆欲先知之。蓋於晴朗之夜，吾人見天體羅布於天空，欲知所見物之距離者，乃理之常也。純學術的言之，亦未有如天體問題之重大者。星之光輝測之較易。又地球上星之經緯度，今日可謂觀測頗為精密之時代。故若知天體與我地球之距離則星之實際光力，實際直徑，形狀，質量及每秒幾公里之速度等，皆能以吾人常用之尺度表之。因此距離測定困難之故，各星之數量多於某假定單位之下而知之，故不能直接與我地球之事物相比較。五車二（御夫座 $\alpha$ 星）與我太陽同種，此由其光之分拆得知之；但按彼我之距離如何，此星實際遂為太陽之幾百倍，或為幾分之一。故欲知宇宙之大小者，各星之距離實為最初之需要。



星之距離，無論何人，皆欲其能與他物之距離相同，能以公里，公尺等單位表示之。但星之距離姑置而不論，僅我地球之直徑及周圍已達幾萬公里，幾千萬公尺之大數字。月乃天體中最近地球者，已達幾萬公里之遠；若比其更遠之天體，則其距離若以公里公尺等示之，卽有數字過大之感，而覺不便。故普通皆採用另一新單位於天文上，卽用光線之速度以爲距離之單位。

光線乃充滿宇宙間能媒之波動，此有以非常之速度傳達空間之性質。近來據多數物理學者實驗所得之結果，光及電波每秒之速度約爲三十萬公里。今更詳舉其二三數值於下。皆按物理學的方法，先測地球空氣中之光線速度。而後改爲真空中之速度。

觀測者

光之速度（每秒）

科爾奴

299950 公里

別諾丹

299000

馬伊傑爾遜

298685

紐康

299260

此最後紐康之速度，最近認爲最精密正確者，廣用於物理學天文學上；但一九二四年馬氏由實驗結果，得一更確之數值，卽

馬氏改正值

299820 公里

氏認爲無一萬分之一以上之誤差。馬氏應用光波干涉之原理爲如斯精密之觀測，甚爲有名；但以上所得新光速，乃自公元一九二二年以來，氏於美國威爾遜山與三安多里亞間，相距二十二哩，裝置迴轉鏡所測之結果。

今按馬伊傑爾遜之最新光速計算之，

一分間	299820 公里
一分間	17989200 公里
一時間	1079350000 公里
一年間	946125000000 公里

此一年間光之速度謂之一光年(Light Year)，乃普通天文上所用之長之單位，尤以恆星界多用之。

但此光年之單位應用於純粹天文學上頗爲不便。蓋天文學上每日所採用者爲角度，雖星之距離，仍須改算，使與觀測之某種角度有密切之關係，用以爲各種研究之材料，故此角度與以一定

之名詞，以爲距離之代名詞。

此角度卽所謂視差 (Parallax) 是也。視差之普通意義，乃由二不同地點視同一物時所視兩方向之差。例如由上海所視南京之方位角與由漢口所視南京之方位角決不相同。此方位角之差，卽謂之『由上海及漢口所視南京之視差』。要之，南京與上海及漢口形成三角形之關係，應用三角法，仍能測量其距離也。故測量星體之距離者，視差一語爲天文學上之重要名詞。

普通測定太陽系中星體之距離時，多於地球表面上二個天文臺，同時測定該星之經緯度。例如格林維基天文臺與南非洲好望角天文臺同時觀測火星，則解火星，格林維基，好望角所成之三角形，能算出格林維基至火星或由好望角至火星之距離。實際上不用地球表面上一地點至火星之距離，而多計算地球中心至火星中心之距離；卽普通觀測任在何地，任誰觀測，結果皆改算由地球中心至星體之距離。如斯仍不用幾萬公里等以表距離而用視差若干之語。此時有特別採用所謂地平視差 (Horizontal parallax) 者。地平視差乃於地球赤道上視星於地平線之方位角與假定由地球中心視此星時之差角。換言之，某星之地平視差云者，乃由該星所視地球赤道半徑爲若

于之角度，其度數甚小。例如現今已知之數值，

月之平均地平視差

五七分二·七〇秒

日之平均地平視差

八·八〇秒

然而如斯地平視差之底邊乃地球之赤道半徑，據德國奚馬德 (Hermert) 所測為六三七八二〇〇公尺，故由簡單三角形之解法，

月之平均距離

三八四四〇〇公里

日之平均距離

一四九五〇〇〇〇公里

太陽之地平視差或簡稱爲太陽視差，在天文學上爲甚重要之數量。若知此太陽視差，不獨即可求知太陽與地球之距離；且由刻白爾之第三法則，吾人已知太陽系內諸星相互距離之比例，故用太陽視差，則此諸星間之真正距離，得以公里表之。實際不獨可得太陽系內諸星相互之距離；知遙遠恆星之距離者，太陽視差仍供給其根本數值。蓋恆星時，地平視差甚小，由現今觀測技術言之，完全不能觀測；例如最近之恆星，其地平視差爲角度

〇〇〇〇〇三五秒

如斯星體則用周年視差 (Annual parallax) 以代地平視差。周年視差乃由恆星所視環繞太陽而轉之地球之軌道半徑之幾何角度。此周年視差在同一天文臺，於一年中不同季節觀測星之經度，由其結果能簡單算出之。例如

半人馬座  $\alpha$  星之周年視差

〇・七六秒

即其距離以天文單位 (Astronomical unit) —— 太陽與地球間之平均距離 —— 表之，則為

半人馬座  $\alpha$  星之距離

二七一〇〇〇單位

若更以公里表之，固可以公里所示天文單位之數乘之，但此全歸於太陽地平視差之問題。故就次序言之，

(一) 由

地球赤道半徑

太陽視差

得知天文單位之距離

(二)由 } 天文單位  
 周年視差 } 得知各恆星之距離

## 第二節 視差直接測定法

太陽地平視差乃欲知太陽系全體大小之根本數值；欲測定之者，若於地球上二地點觀測太陽之位置，則毫無意義。蓋測太陽之位置者須同時觀太陽與恆星而測其相互之位置關係；但太陽現於晝而恆星見於夜，欲同時觀測之者乃不可能之事；又縱如一等星及二等星之大光輝星體，雖晝間見之；若能與太陽同時見之，則遠鏡曝於強烈太陽光熱之下，易使遠鏡破損，不能為極精密之觀測也。幸由刻白爾法則，吾人得相對的精知太陽系中各星之相互位置，故雖不直接觀測太陽地球間之距離，若能測定其他機會最好之二星間距離，由簡單計算仍能求出其他行星之距離。

哈雷提倡火星之觀測為如斯最好機會之星體。火星每次衝時，不獨比太陽遙近於地球，尤以夏季所起之衝，接近於地球達半天文單位以內，故測其視差比較容易；又火星與恆星能同時觀測，

且無損破遠鏡之慮。故自噶西尼以來，多數學者行此火星之地平視差觀測。由如斯火星觀測所得之太陽視差數值如下：

噶西尼（公元一六七三年）

九·五秒

伊尼傑（一八六二年）

八·九六秒

奇爾（一八七七年）

八·七八秒

哈爾資亞（一八九二年）

八·八〇秒

莊斯（一九二四年）

八·八〇九秒

此火星視差觀測，原理甚佳，但由實際之觀測法言之，仍頗困難。蓋火星為大行星之一，遠鏡中視之，常見為圓盤狀，衝時其圓盤直徑特大。對此大形狀物，以細絲定其中心或邊緣者，決難期其極精密。故火星之觀測結果雖大概相一致，但秒以下之小數位則不能齊一。

十九世紀末，迦爾提倡觀測小行星之視差，以代火星。小行星雖未必如火星之接近，但為一點像，非如火星之圓盤形，故以細絲精密定之者頗宜。迦爾自身實行此新方法，測第八小行星（Flora）；

又奇爾 (Sir David Gill) 測第三小行星 (Juno) 由其結果所得之太陽視差如下

圖 五 零 二 第



氏爾奇之測視差觀星體功於偉後



迦爾 (公元一八七三年)

八·八七秒

奇爾 (一八七四年)

八·七七

其後奇爾又於公元一八八八年至一八八九年間用新太陽儀觀測下列三個小行星，以計算太陽視差，

第七小行星 (Iris)

八·八一二秒

第十二小行星 (Victoria)

八·八〇一

第八十小行星 (Sappho)

八·七九八

至十九世紀末，發見最適於如斯觀測之小行星，即第四三三號之愛神星 (Eros)，其於近日點近傍衝時，彼我之距離在 $0.2$ 天文單位以下，故直接所測之視差角度大，換算為太陽視差，能得極精密之結果。此愛神星發見後不久，即於一九〇〇年接近地球，此時據辛克斯 (A. R. Hinks) 及拍爾林 (Perrine) 所觀測之結果為

辛克斯 (目視的)

八·八〇六秒

辛克斯（攝影的）

八·八〇七

拍爾林（攝影的）

八·八〇六七

由是等觀測結果觀之，得知

太陽平均地平視差

8.807 秒

其可靠之數值，得至千分之一秒止。與此相當之太陽地球間平均距離，即

一天文單位等於

149590000 公里

一九三一年愛神星又接近地球，故各天文家皆甚注意之。

求太陽視差之觀測法，除觀測衝時火星及小行星之位置外，尚有觀測內行星（即水星及金星）經過太陽面現象之方法。哈雷於一七一六年主張金星凌日更爲好機會，惜氏於一七四二年逝世，故一七六一年之金星凌日現象哈雷自身不能觀測之。

普通直視太陽以與恆星之位置相比較者，對於天文儀器的觀測之技術上，不甚妥適，前已述之；但行星凌日乃觀測太陽及投影於其表面上所見之行星位置已足，故比同時觀測恆星，較爲容

易；斯時太陽光熱雖強，可使其全部微弱，故非難事。又通過太陽面之內行星，其運行中，向地球接近而來，故直接測其視差亦為最大。實際由此計算所得之太陽視差，為

因格（一七六一年及一七六九年） 8.57 秒

埃亞利（一八七四年） 8.75 秒

多特（一八七四年） 8.88 秒

烏素（一八八二年） 8.907 秒

歐埃爾斯（一八八二年） 8.879 秒

但此等數值不甚一致，因觀測太陽之困難故也。

其他尚有物理的測定光線速度而導太陽視差之方法，由光行差數學的求太陽視差之方法，及觀測太陰及其他之運行而得太陽視差之方法等等，但皆間接的方法，容於次節述之。

恆星之周年視差，自歌白尼以來，久為學者間感覺困難之問題。要之，於豫想小角度之下，測此視差，必須精密之儀器，故各時代天文家努力之結果，儀器進行，僅多發見光行差，自行，及雙星等副

產物，而視差仍不能解決。至十九世紀中葉始漸成功，此視差之實測。

直接測恆星之周年視差者，宜於春與秋或夏與冬測星之位置。如斯則隔半年之地球位置與其恆星，成一個三角形，已知其底邊即基線（地球之兩位置）與其兩隣角及精密之頂角，故能計算其他二邊。如斯觀測所擇星體，於一年中宜於夕暮近子午線之時期及日出前在子午線之時期觀測之。例如天狼星則在三月日沒後與十月日出前，織女星則在九月日沒後與四月日出前，此時期即視差角最大之時。又就觀測法上言之，於遠鏡之視野中，以同時測定所欲測視差之星與其附近所見之比較星之相對位置（即天球距離及方位角）之方法為最良。但有時須測欲求視差之星與比較星之赤經差及赤緯差。

恆星視差中，最初測定者為半人馬座  $\alpha$  星。此星乃一八三二至三三年頃，南非洲好望角天文臺亨達遜觀測之結果，謂其視差為一秒。其次德之白塞爾於一八三八年頃測定天鵝座第 61 星之視差為 0.3483 秒。又一八四〇年俄國多巴特 (Dorpat) 天文臺之斯士律佛觀測織女星得

視差 0.263 秒。但是等初代之觀測結果，其後因儀器之進步又復觀測，兩者稍有差異。今不用亨達遜等之觀測值，而取各星之正確視差數值如下：

星名	周年視差	距離
半人馬座 $\alpha$ 星	0.76 秒	4.3 光年
天鵝座第 61 星	0.32	10
織女星	0.16	21

如斯某恆星視差雖於一八三〇年代測定之，但其後此種觀測仍爲困難，進步遲慢。實際於此二十世紀初頭，可靠之恆星視差僅百個內外而已。

至一九〇三與一九〇四年司尼新克 (F. Schlesinger) 用葉凱士天文臺四十吋鏡，以攝影方法精密觀測二十五個之恆星視差，至一九〇八年發表之，大引學者之注意。至一九一四年，葉凱士、阿尼傑里 (Allegheny)、迪亞泊、斯布羅爾、馬科米克、威爾遜山、埃斯列伊大學、格林維基等八大

天文臺結視差觀測同盟，互相連絡，開始視差之攝影觀測，由一九一〇年頃，漸漸發表其觀測結果。今就一九二五年六月止各臺所發表之恆星視差，列舉於下。

葉凱士天文臺

256 個

阿尼傑里天文臺

719 個

迪亞泊天文臺

200 個

斯布羅爾天文臺

400 個

馬科米克天文臺

606 個

威爾遜山天文臺

219 個

埃斯列伊大學天文臺

?

格林維基天文臺

290 個

至近數年止已知恆星視差當約達一萬個。

# 最近距離之恆星

本表含已知星體近於 5 秒差距 (Parsecs) = 16.3 光年者。赤經赤緯乃按 1900 年春分點。星等及光譜乃採自 Luyten's study of the Nearby Stars, H. A. 85, 73。視差及自行乃取自 Schlesinger's Catalogue of Parallaxes。光輝乃以太陽為單位之光度。Sirius A, Procyon A, 及 Altair 為巨星, 餘皆矮星。第五近太陽星 Wolf 359 已知其為最微星體。又星體中百分之五十為雙星系, 亦堪注意。

星名	赤經 (1900年)	赤緯 (1900年)	星等	光譜	視差	自行	絕對光等	光輝
太陽								
Prox. Cen.	14 22.8	-62	15	G0	0.765	3.76	4.8	1.00
α Cen. A	14 32.8	-60	25	M(?)	0.758	3.68	15.6	0.00005
β Cen. B	14 32.8	-60	25	G2	0.760	3.68	4.7	1.10
Barnard	17 52.9	+4	25	K3	0.538	3.68	6.1	0.30
				Mb		10.30	13.3	0.0004
Wolf 359	10 51.6	7	36	M4e	0.404	-	16.5	0.00002
L 1 21185	10 57.9	+36	38	Mb	0.392	4.78	10.6	0.005
Sirius A	6 40.7	-16	35	A0	0.371	1.32	1.2	25.
Sirius B	6 40.7	-16	35	F	0.371	-	11.2	0.0028
B. D.—12.4523	16 28.8	-12	24	M5	0.349	-	12.2	0.001
Innes	11 12.0	-57	02	-	0.340	2.69	14.7	0.0001
C. Z.—5 h 243	5 7.7	-44	59	K2	0.317	8.75	11.7	0.002

† Cet.	1	39.4	-16	28	3.6	K0	0.315	1.92	6.1	0.30
Procyon A	7	34.1	+5	29	0.5	F5	0.312	1.24	3.0	5.2
Procyon B	7	34.1	+5	29	12.5	-	0.312	-	15.0	0.00008
• Fri	3	28.2	-9	48	3.8	K0	0.310	.97	6.3	0.25
61 Cyg. A	21	02.4	+38	15	5.6	K7	0.300	5.20	8.0	0.052
61 Cyg. B	21	02.4	+38	15	6.3	K8	0.300	5.20	8.7	0.028
Lac 9352	22	59.4	-36	26	7.1	Ma	0.292	6.90	9.4	0.014
Bu 8798 A	18	41.7	+59	29	9.3	Mb	0.387	2.31	11.6	0.002
Bu 8798 B	18	41.7	+59	29	10.0	Mb	0.287	-	12.3	0.001
Grmb 34 A	0	12.7	+43	27	8.1	Ma	0.282	2.89	10.3	0.006
Grmb 34 B	0	12.7	+43	27	10.7	Mb	0.282	-	12.9	0.0006
• Indi	21	55.7	-57	12	4.7	K5	0.281	4.70	6.9	0.14
Kruger 60 A	22	24.4	+57	12	9.6	Mb	0.257	.87	11.6	0.002
Kruger 60 B	22	24.4	+57	12	11.3	-	-	-	13.3	0.0004
van Maanen	0	43.9	+4	55	12.3	F0	0.255	3.01	14.3	9.0002
Lac 8760	21	11.4	-39	15	6.6	Ma	0.253	3.53	8.6	0.030
Anon	2	50.3	+52	05	9.2	-	0.239	0.49	11.1	0.003
Gould 32416	23	59.5	-37	15	8.2	Ma	0.220	6.11	9.9	0.009
Oe. Arg. 17415	17	37.0	+68	26	9.1	Mb	0.213	1.33	10.7	0.004
+20.2465	10	14.2	+20	22	9.2	Ma	0.207	.49	10.8	0.004
Altair	16	45.9	+8	36	0.9	A5	0.204	.66	2.4	9.1
O2Eri A	4	10.7	-7	49	4.5	G5	0.203	4.08	6.0	0.33
O2Eri B	4	10.7	-7	49	9.7	A0	0.203	4.08	11.2	0.003
O2Eri C	4	10.7	-7	49	10.8	Mb	0.203	4.08	12.3	0.001



### 第三節 視差間接測定法

由其他事實，能間接求知星體之距離，先就太陽視差之間接測定言之，前節已述有二三之法。例如由木星之衛星運動，能知光線走一天文單位（地球與太陽間之平均距離）之速度爲 498.58 秒時。今若能以某方法精知光線之速度，則由計算能即求太陽視差。至最近止，以紐康所決定之 299860 公里爲光線每秒速度之最確值。用此值，得太陽地球間之平均距離爲 149503000 公里，故太陽視差爲 8.800 秒。但若用最近馬傑爾遜在威爾遜山所測定光速 299820 公里之值，則一天文單位爲 149450000 公里，即太陽視差爲 8.803 秒。

又因地球平均公轉速度影響所生之光行差現象，於數理上與太陽視差成反比例。故若知光行差則太陽視差能由計算求之。茲將光行差常數所算出之太陽視差列之於下。

決定者	光行差常數	太陽視差
布爾科哇派	20.493	8.794秒
紐康	20.463	8.807

哈夫	20.44	8.81
羅斯	20.50	8.79
格林維基派	20.467	8.805

此方法不能如理想所期望之結果，多數學者皆謂因光行差測定困難之故。

又由太陰運動之不規則性，應用奈端力學，得完全數理的求太陽視差。此亦間接法之一。由此方法所得之結果，重要者如下，大概亦不一致。

計算者	太陽視差
韓生 (一八五四年)	8.9159秒
勒威耶 (一八五八年)	8.950
紐康 (一八九五年)	8.773
布拉翁 (一八九一年)	8.762

要之，求太陽之地平視差者以小行星之直接觀測，所得成績最爲良善。

英國航海通書計算所用之太陽視差如下。

年 代	太陽視差	根 據
1801-1833年	9 秒	-

1834—1869年	8.5776秒	因格
1870—1881年	8.95	勃威耶
1882—1900年	8.848	祖康
1901年以後	8.80	巴黎會議

現今世界曆算上所用之值，皆根據一八九六年及一九一一年巴黎會議所決定，公認為 8.80 秒。但此決非僅就精確一點而採用之者，更注重於計算上之便利。就精密言之，仍以前述之 8.807 秒為最精密且最可靠。

恆星之周年視差，因今日觀測技能尚未達完備之時，故其精密程度，只能至某範圍為止。例如現今精密之測定，當以攝影法為最；今就葉凱士天文臺之四十吋遠鏡言之，確定 0.005 秒以下之角度，乃不可能之事。他如

威爾遜山天文臺之百吋鏡	0.0055秒
阿尼傑里天文臺之三十吋鏡	0.0058
格林維基天文臺之二十六吋鏡	0.006

以下之微角，皆不能決定之。故關於遠距離之恆星，非用其他方法間接測其視差不可。此間接方法

雖有種種不同，但皆於某種假定之下，統計的計算之。

由統計的論據，間接決定遠距離恆星之視差者，以加布他因為最早。氏選擇布拉得列所觀測數千恆星中，已由三角法直接測定視差者，加以統計的研究，結果發見此等恆星之光度與視差間，有某簡單之數的關係。即普通星之愈近者其光愈強，愈遠則愈弱。換言之，弱光之星在遠方，即視差小；強光之星則距離近，即視差大，如斯使各星大概放同樣之光，則與所見光輝之差異，假定其全因距離不同之故。此乃常識的判斷，任誰皆知之，故加布他因以前格勒哥里等亦曾想像之。例如十七世紀之海芹斯已謂天狼星在太陽距離二萬八千倍以上，越拉斯頓亦謂天狼星距離為太陽之十四萬倍，織女星更在天狼星之三倍距離。

加布他因又認恆星之自行與視差有關係。即假定星之真運動速度略為一定，則其移動於天球上所視大自行之星為近星，而運動小之星為遠星；於此自行及周年視差之間，求一定之數式關係。

自行大之星大概為近星，此亦為常識之一，故昔人亦多想及之。例如白塞爾最初所選測定視

差之天鵝座  $\beta$  星，年有五秒之大自行，亨達遜 所選之半人馬座  $\alpha$  星，年亦有三秒以上之自行，皆特別惹人注目者。

其後加布他因又認星之光輝之大小與自行之大小皆與各星之視差有關係，以研究更可靠之數式。如斯研究，加布他因之後，拉因 繼之，更進一步，就各種光譜之星體，爲統計的研究，結果遂得極正確之間接視差。故若知一星之光度，自行及光譜種類則由拉因 數式能容易知其星之視差如何。但此乃就多數星之統計的結果，至於各星之視差數值，與此平均值非全無差異者。例如鯨魚座  $\gamma$  星爲 3.7 等之 K 型星，自行每年 1.2 秒，按拉因 數式得視差爲 0.17 秒，但實際觀測結果，視差爲 0.32 秒；又那蘭德星表第 13198 星爲 5.8 等之 A 型星，自行每年 0.18 秒，按拉因 數式得視差爲 0.03 秒，實測結果爲 0.26 秒。但此數例可視爲特別者，多數之星仍可視爲得依一定數式求之。此種視差，常稱之平均視差 (Mean parallax)。

知雙星之軌道運動時，若假定其雙星系二星之質量爲某一定量則能求此星系之視差。要之，此乃擴張應用奈端力學於恆星界之結果，由此方法所得之視差，謂之力學視差 (Dynamic par-

allax)。此種視差，十七世紀頃老斯士律佛努力研究之，當時三角法之視差直接測定法無一成功，故斯士律佛之研究目的，亦不過決定恆星視差大概爲如何細微之角度而已。近來格林維基天文臺耶克遜等發表力學視差之研究，氏等假定一般雙星系之平均質量爲太陽之二倍，所得之結果如下。

雙星名	視差
天狼星	0.46秒
仙后座 $\eta$ 星	0.152
仙女座 $\gamma$ 星	0.019
雙子座 $\alpha$ 星	0.093
小犬座 $\alpha$ 星	0.280
水蛇座 $\epsilon$ 星	0.030
獅子座 $\gamma$ 星	0.029
大熊座 $\delta$ 星	0.130
室女座 $\gamma$ 星	0.092
人馬座 $\zeta$ 星	0.059

此等當然亦爲統計的研究之結果，故就多數言之，其平均值可謂正確，但亦有特別者，如

天狼之輝星

太陽之 2.4 倍

暗星

太陽之 1.0 倍

古里傑爾星表第 60 星 (二星)

太陽之五分之一

近年分光術應用於此方面，是為恆星視差測定法之大改革。此全為威爾遜山天文臺亞當斯之偉功。此分光視差 (Spectroscopic parallax) 之原理，乃由星體光譜中所現暗線之強弱，直接求知星之表面溫度即星之絕對星等 (Absolute magnitude)，由此絕對星等與目視星等之關係，得求星之視差。更詳言之，恆星之絕對星等乃在十秒差距 (Parsec) 即三十二光年半距離所視恆星之光度，就多數星體統計的研究之結果如下：

光譜種類	有效溫度 (表面)	絕對星等
M 型巨星	3000 度	-2.6
K 型巨星	4000	-2.3
G 型巨星	5000	-3.9
F 型巨星	7000	-3.6
A 型巨星	12000	-2.4
B 型星	23000	-3.1

A型矮星	11000	0.70
F型矮星	7000	2.40
G型矮星	6000	4.35
K型矮星	5000	6.00
M型矮星	3400	9.80

但據多數學者之研究，此等絕對星等得由暗線之觀察而決定之。例如

星 名	光譜種類	溫度
天龍座 $\kappa$ 星	$B_6$	22500 度
北冕座 $\alpha$ 星	A	11900
織女星	A	9400
牽牛星	$A_5$	8100
天鵝座 $\gamma$ 星	$F_9$	6300
英仙座 $\alpha$ 星	$F_6$	5700
巨蛇座 $\alpha$ 星	K	3900
獵戶座 $\alpha$ 星	$M_3$	3000
飛馬座 $\beta$ 星	M	2800

故於星體光譜中測定此等暗線之強弱，算出星之絕對星等，由此絕對星等與目視星等之比例，得



求星之距離。

此方法仍立於統計的根據之上，故含種種假定；但若遠鏡集光力及星之目視星等能充分知之，則能容易測定至頗遠之距離，且其觀測技術亦比三角視差簡單。故自一九一四年亞當斯公布此方法以後，各天文臺多競用此種之觀測，與三角視差相並立，年知數百個星之距離。

恆星視差之間接測定，能達宇宙最遠距離者，以奢布列之變星法為最。此起因於一九一二年哈佛大學天文臺利亞伊得女士發見某星團中變星週期與平均光度間有一定之關係；奢布列氏認此種關係乃所謂造父變星之一般的傾向之結果，遂用之以測定變星或星團之距離。此變星法，凡攝影遠鏡所能撮取之光度之星，皆能容易應用之；今日能應用至甚微光之星，故遙遠距離之測定亦奏成功。例如

星名	視差	距離
牛人馬座 $\omega$ 星	0.00016 秒	20000 光年
杜鵑座 47 星	0.00015	22000
M 13 星團	0.00009	36000

M 3 星團	0.00007	45000
大獵氏騰尼雲	0.000029	112000
小獵氏騰尼雲	0.000032	102000

此雖比直接之三角法，不甚安定，但間接法普通應用之範圍廣，故能為直接法所不能及之遙距離之測定。

就數值之次序言之，間接視差皆以直接測定之三角視差為基礎，三角視差又由太陽地平視差導出之，而太陽視差又由地球赤道半徑算出之。如斯小自地球形狀，大至宇宙之廣，保持一列之數的關係。

視差與光年之關係

視差	光年	視差	光年	視差	光年	視差	光年
0.01	325.88	0.21	15.52	0.41	7.948	0.61	5.340
0.02	162.94	0.22	14.81	0.42	7.760	0.62	5.256
0.03	108.63	0.23	14.17	0.43	7.579	0.63	5.178
0.04	81.47	0.24	13.58	0.44	7.406	0.64	5.092
0.05	65.18	0.25	13.04	0.45	7.243	0.65	5.014
"		"		"		"	
0.81	4.028	0.82	3.974	0.83	3.927	0.84	3.880
0.85	3.835						

0.06	54.82	0.26	12.53	0.46	7.085	0.66	4.988	0.86	3.790
0.07	46.55	0.27	12.07	0.47	6.903	0.67	4.846	0.87	3.742
0.08	40.74	0.28	11.64	0.48	6.722	0.68	4.793	0.88	3.708
0.09	36.21	0.29	11.24	0.49	6.651	0.69	4.724	0.89	3.662
0.10	32.59	0.30	10.86	0.50	6.518	0.70	4.655	0.90	3.621
0.11	29.63	0.31	10.51	0.51	6.389	0.71	4.592	0.91	3.581
0.12	27.16	0.32	10.18	0.52	6.267	0.72	4.526	0.92	3.542
0.13	25.07	0.33	9.877	0.53	6.155	0.73	4.465	0.93	3.503
0.14	23.28	0.34	9.585	0.54	6.035	0.74	4.401	0.94	3.466
0.15	21.73	0.35	9.311	0.55	5.925	0.75	4.345	0.95	3.438
0.16	20.37	0.36	9.052	0.56	5.820	0.76	4.287	0.96	3.361
0.17	19.17	0.37	7.808	0.57	5.718	0.77	4.233	0.97	3.342
0.18	19.10	0.38	8.575	0.58	5.619	0.78	4.178	0.98	3.323
0.19	17.15	0.39	8.356	0.59	5.520	0.79	4.126	0.99	3.292
0.20	16.29	0.40	8.147	0.60	5.432	0.80	4.074	1.00	3.259

### 第三章 星之系統的運動

遠古人類多以為恆星之光度及位置皆一定不變。其後認知光度之變化者較早，而各星之運動至十八世紀哈雷始發見之。即氏發見天狼與畢宿五（金牛座  $\alpha$  星）及大角等三星之自行是也。

但各個恆星多遠在太陽系之外，故是等彼此間亦有相當之距離，而其自行有若何系統的傾向，亦未可知；此初始任誰皆未豫期之，蓋自行已知之恆星，決無急增之事實故也。

#### 第一節 候失勒發見之太陽系運動

十八世紀末，威廉候失勒研究當時已知七個一等星之自行，後又增加六星，發見此十三個星於地球上皆向某一定方向移動之事實，遂認為「此乃因太陽系全體於恆星宇宙間向某方向而

運動。』此全爲合理的解釋，又此發見告吾人以偉大之宇宙間消息。今據最新之資料，記候失勒所研究十三星之自行於下。

星名	赤經自行	赤緯自行
白羊座 $\gamma$ 星	向東 0.035"	向南 0.111"
金牛座 $\alpha$ 星	東 0.070	南 0.189
雙子座 $\gamma$ 星	東 0.070	南 0.048
天狼星	西 0.562	南 1.206
雙子座 $\alpha$ 星	西 0.216	南 0.082
小犬座 $\alpha$ 星	西 0,708	南 1.036
雙子座 $\beta$ 星	西 0.705	南 0.054
獅子座 $\alpha$ 星	西 0.253	南 0.002
大角星	西 1.167	南 2.004
天鵝座 $\beta$ 星	西 0.003	南 0.010
牽牛星	東 0.540	北 0.379
天鵝座 $\epsilon$ 星	東 0.442	北 0.327
雙魚座 $\gamma$ 星	東 0.755	北 0.018

一世紀半以前之候失勒時代，所知此等恆星之自行，當然決不如上表之正確。但候失勒由其不完全之資料，得『太陽系進路之絕頂 (Apex) 向武仙座入星方向』之結論。其後恆星之自行，知者漸多，按所用之資料及所取之方法，對於候失勒所論，遂生疑問；但至一八三七年阿傑南迪爾用三百九十個之星，發表詳密研究之結果，遂確認此太陽系全體之運動爲認定的事實。近年泊斯由千個恆星之自行歸終之結果，得太陽系進路之絕頂最正確之點爲

赤經

二百七十一度

赤緯

北三十四度

略在武仙座與天琴座之境界線上，又一九二五年甘別爾由二千餘個恆星之視線速度求得最近之結果，得知太陽系全體運動之速度爲每秒十九公里。

但如斯數值，實際上，決非一切新材料皆相一致者。太陽進路之絕頂，隨研究所用星體自行之大小而生某種系統的差異，阿傑南迪爾之研究論文中已申述之。例如據斯湯白之研究，則

星體自行範圍	太陽		緯頂緯
	經	赤	
秒 0.16—0.32	287.7	北 44.9	
0.32—0.64	282.5	北 48.5	
0.64—1.28	280.6	北 38.5	
1.28 以上	285.6	北 30.4	

又某種之傾向得單按所用星數之多寡表之即

計算者	所用星數	太陽		緯頂緯
		經	赤	
埃阿利	113	262.1	北 24.7	
當欽	1167	264.3	北 25.0	
斯士律佛	2509	274.2	北 27.3	
埃爾斯馬	3600	268.0	北 31.4	
曼丁頓	5322	267.3	北 36.4	

星之自行小者即是等星大概在遠距離之意，又多取其數即多含遠距離之星。故由上表所示，得知太陽進路絕頂之位置，用遠距離之星愈多，則愈向北移動。故泊斯由星之光譜決定太陽進路之絕頂，即

光譜	總頂赤經	總頂赤緯
B	274°	北 35°
A	270	北 28
F	268	北 29
K	275	北 40
M	274	北 39

又梅利爾由百三十三個長週期變星之自行，得

太陽進路總頂之赤經

281 度

赤緯

北 34 度

拉伊丁由十秒差距以內之星百四個之自行，得

太陽進路總頂之赤經

278 度

赤緯

北 36 度

此皆因各種星體與太陽系之距離不同，遂示稍異之數值。

## 第二節 加布他因發見之二大星流



若一切恆星，各自雖向種種方向而自行，全體無特殊之傾向，則星體觀測所現此等恆星之運動，僅現前述太陽系運動之影響，諸恆星當視如皆集於太陽進路絕頂之反對方向。但加布他因研究昔日布拉得列所觀測之二千四百個星之結果，發見此等星得分爲二團體，其各團各自集中於地球上不同之點。時在一九〇四年——如斯多數星體視如集中於某一點而移動者，卽此等星於空間爲並行運動也。——此謂之加布他因之二大星流說 (Theory of two star streams) 此二大星流所進行之絕頂，據加布他因自身所發表，爲

星流	絕頂赤經	絕頂赤緯
第一星流	85°	南 11°
第二星流	260	南 48

此事實發見之後，多數學者又以其其他不同星體爲資料，作同樣之研究，結果皆確認此二大星流。其中愛丁頓 (B. S. Eddington) 就泊斯星表中五千個星所得之數值最爲正確。其數值如下：

星流	絕頂赤經	絕頂赤緯
第一星流	91°	南 15°
第二星流	288	南 64

即第一星流向獵戶座西南端  
K星而運動，又第二星流則向  
遙在人馬座南方之孔雀座運  
行。屬於第一星流之星數與第  
二星流星數之比爲三與二之  
比；又運動速度則約爲二與一  
之比。

B型星即氦星皆不屬此  
二星流之內。愛丁頓亦知此事  
實，實際研究星流，僅將此B型

星除外；哈母以此B型星既不屬於第一星流，又不屬於第二星流，遂認其形成第三星流。於是由泊  
斯星表之研究，決定此三星流之絕頂如下：

第二百零六圖 加布他因



二十世紀之宇宙構造學者，終身努力於恆星距離  
之研究，結果發見二大星流說。

星流

第一星流

第二星流

第三星流

絕頂赤緯

90°

270

90

絕頂赤緯

0°

南 49

南 36

由此觀之，第三星流向太陽系全體絕頂正反對之點而進行，故屬於此第三星流之氦星自身不動而靜止於宇宙中央，亦未可知。

第一第二之星流，與第三

星流以及我太陽系全體各進路之絕頂，皆在銀河之中，是為重要之事實。同時第一第二兩星流之絕頂，又受太陽系運動之影響，各向獵戶座與孔雀座而進行，但星流本身之運動，除

第二百零七圖 愛丁頓



英國劍橋大學天文臺長，恆星運動學及天體進化論之世界的權威者。

去太陽運動，則

第一星流向赤經九十一度，赤緯北十三度。

第二星流向赤經三百七十一度，赤緯南十三度。

即向正反對方向而移動。其互相之相對的速度爲每秒四十一公里。

關於多數恆星有運動於特定方向傾向之事實，西哇諸西爾特 (Schwartzschild) 於一九一三年發表橢圓體星流說 (Theory of ellipsoid star streams)。此乃於加布他 因之「二大星流說」加入「各星流之內部，各星雖運動於一切方向，但因合成團體的運動，故視爲星流」之根本觀念。西氏之說，不認恆星之運動爲星流，僅視爲各星之運動，有顯著延長於相反之特定二方向之傾向。故最初一切星體，僅存在於宇宙之一部分，後因其運動之結果，全體有形成一種凸軸橢圓體之傾向。此觀念雖有差異，但所用之星體運動則相同，故西哇諸西爾特 自身算出之太陽進路之絕頂以及橢圓體星流之長軸方向，與其他學習於彼所研究之結果，皆與加布他 因及愛丁頓 之結果決無差異。今就二大星流說所計算者與橢圓體星流說所計算者，並列於下：

## 太陽進路絕頂

赤經 赤緯

加布他因

— ° — °

愛丁頓

267 北36

達伊遜

283 北44

哈夫

— —

## 恆星運動（第一星流之絕頂）

赤經 赤緯

91° 北13°

94 北12

88 北12

90 北8

## 太陽進路絕頂

赤經 赤緯

四哇諾西爾特

266 北33°

別耶斯奇

281 北36

列伊孟特

268 北35

奎利埃

— —

## 橢圓體長軸方向

赤經 赤緯

93° 北6°

86 北24

93 北13

93 北15

## 二大星流說

## 橢圓體星流說

東西擴佈達幾千光年之恆星界，或見星流，或爲偏於特別方向之運動，果何意義耶？事實上，此確爲暗示大宇宙構造之有力資料，但未與完全之解釋。故西哇諾西爾特爲說明上述橢圓體星流說起見，認多數恆星與太陽系中之小行星相同。即各恆星乃以尙不能知之宇宙大中心體爲中心

而爲圓形軌道運動；其中有逆行，順行及其他種種運動相交錯而行之結果，吾人所能認知之星體（即比較的距離太陽不遠之星體）皆特別顯著運動於前後之方向。又他那爲說明二大星流說起見，認恆星皆爲恆星全體之公共重心所吸引，爲振子運動而前後移動。此時星之速度，愈近重心則愈速，故呈二大星流之現象乃當然之理。我太陽亦恆星之一，週期約四億年。

### 第三節 其他運動系統

公元一九〇八年泊斯(Lewis Boss)發見金牛座畢星團(Hyades)中多數星體向獵戶座之東端而集中，即皆向赤經九十二度赤緯北七度之點運行。屬於此運動系統之星數，已知者已達四十一個，其在地球上之面積，東西二十度南北十九度；且以A型星爲主，其與太陽系平均距離爲百三十光年，星團全體散布之幅廣，前後達三十光年，以每秒四十四公里之速度而前進。此星團之絕頂與加布他因第一星流之絕頂殆相一致，故星團全體可視爲屬於此星流之一支流。若以現今之速度繼續運動，則六千萬年之後，此星團視爲獵戶座 $\alpha$ 星（參宿四）西隣，直徑約二十分之小

星團。

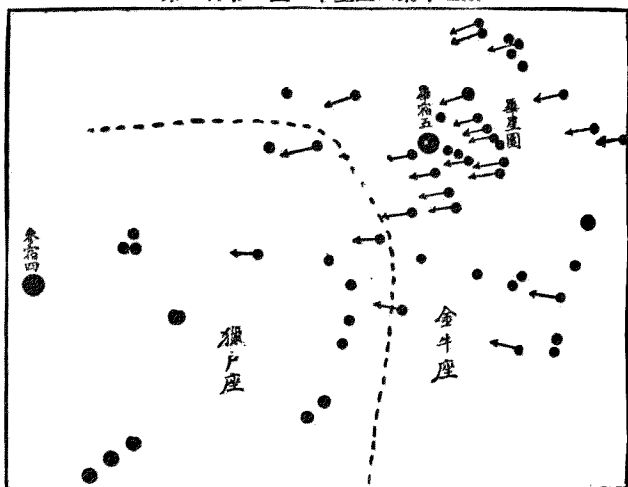
距今半世紀前普諾脫(F. A. Proctor)

已發見北斗七星兩端之二星(即 $\alpha\beta$ 二星)與其他五星之自行完全不同。北斗乃東西各國皆視爲有名之星體，故此普諾脫之發見，引起學界及社會上之興趣。其後經多數學者之研究，知天狼星，北冕座 $\alpha$ 星，御夫座 $\beta$ 星等有名八個星皆與北斗中部之五星(即 $\beta, \gamma, \delta, \epsilon, \zeta$ 星)爲同一之運動，皆以每秒十八公里半之速度向

赤經 三百零八度

赤緯 南四十度

第二百零八圖 畢星團之集中運動



除畢宿五(金牛座 $\alpha$ 星)外，數十個星皆以同一步調向東集中於獵戶座之一角。

之方向進行。茲就屬於此星羣之二十二星中，擇其重要者，述其位置，速度，光度，光譜等於下。

星名	星等	光譜	赤經 時分	赤緯 °	自行 秒	方位角 °	距離 光年
波江座 β 星	2.9	A	5 4	南 5	0.118	228	65
御夫座 β 星	2.1	A	5 54	北 44	0.047	264	82
天狼星	-1.6	A	6 41	南 16	1.316	204	8.8
大熊座 β 星	2.4	A	10 57	北 56	0.089	71	47
獅子座 δ 星	2.6	A	11 10	北 20	0.207	135	47
大熊座 γ 星	2.5	A	11 49	北 54	0.094	88	82
大熊座 δ 星	3.4	A	12 11	北 57	0.205	99	60
大熊座 ε 星	1.7	A	12 50	北 56	0.115	95	66
大熊座 ζ 星	2.4	A	13 20	北 55	0.130	103	66
北冕座 α 星	2.3	A	15 31	北 26	0.158	130	54

即此羣之星體，於地球上之位置，擴散於赤經五時至十五時，赤緯北五十餘度至南十六度之間。換



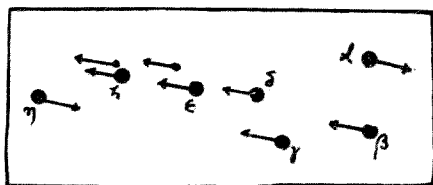
言之，散在於我太陽系前後左右百光年以內。光譜皆爲A型，按絕頂之位置判斷之，此星羣可視爲屬於加布他因第二星流之一支流。

其他金牛座之昴星團 (Pleiades) 及巨蟹座之星團 (Praesepa) 任誰見之，皆知其各成一系統之星羣，而其運動之方向及速度等皆已判明。

又由泊斯之研究知天鵝座 $\sigma$ 星與其他五十七個星成爲一羣，向麒麟座西北端方向進行。其他又發見獵戶座大星雲及 $\gamma, \delta, \epsilon, \zeta, \kappa$ 等十七個B型星所成之一羣；英仙座 $\alpha$ 星及仙后座 $\gamma$ 星等四十個B星乃至A星之一羣；又在天蠍座與人馬座附近之B星及A星百五十個之一羣等等，各羣中所含之星體運動皆以同速度向同一方向而進行。

最後，恆星中，自行及視線運動甚小者頗不少。如雙魚座 $\nu$ 星，人馬座第一 $\rho$ 星，金牛座 $\omega$ 星等等乃其著者。此等星體，對於太陽之彼我相對運動近於零，即與太陽爲同一運動；換言之，此等星與太陽組成同一運動之星羣。此太陽羣中，現今略已確定者如下：

第二百零九圖 北斗七星之自行



星名	星等	光譜	赤經 時 分	赤緯 °	距離 光年
雙魚座 $\nu$ 星	4.5	K	1 37	北 5	109
英仙座 $\alpha$ 星	1.9	F	3 18	北 49	103
牧夫座 $\epsilon$ 星	4.6	G	14 47	北 19	19
人馬座 $\rho$ 星	3.9	F	19 16	南 17	81

由上所述觀之，一般恆星有全體向特殊方向為大運動之傾向，不獨分屬於二三大星流，且數十個乃至數百個恆星形成某羣團，而並行運動於天之一方者頗多。但此等星羣不獨各星之運動並行，而各星之光譜亦多極相似。故同一羣中，於某程度內，當然可視為本質的有同樣之運命。又大熊座星羣等可謂擴散於全天球之極端之例，但此可視為因我太陽系現今偶然在此星羣中部之故；其與畢星團等相同，經長久年月之後，全向遠方而去，全體終成一小星團無疑。又昴星團及巨蟹座星團等，雖可謂星羣，亦可謂為普通之散開星團（參照第四章）。故星羣 (Star Group) 與星團 (Star clusters) 不能附以明瞭之區別，即論宇宙全體之構造時，此二者可以同一觀念視之也。

## 第四章 星雲與星團——近代天文學之時髦問題

十七世紀初，貝耶爾附希臘文字於各個恆星時，已有某星團及星雲之觀念，是等肉眼能見之者，決爲不少。獵戶座大星雲及仙女座大星雲，自不待言，他如英仙座之二重星團，武仙座之球狀星團，杜鵑座之 $\omega$ 星團以及半人馬座之 $\omega$ 星團等等，皆肉眼能見之者。但雖能見，欲知其真爲星團及星雲而與普通恆星相區別者，決非容易。星雲及星團，光輝不如普通恆星之大，故如昴星團之光輝較明者，用遠鏡窺之，所見星數遠多於肉眼所見之數，視如斯星體者，用迴光鏡比用折光鏡爲佳；又撮影所得形狀比目視形狀遙美。

十八世紀末，梅西爾 (Charles Messier) 爲自己搜索彗星之便利起見，作製星雲及星團表。其中所含此種星體共百零三個，內有二三個頗有疑問，故與今日所見星雲星團之位置不合。但此星表所載者大概網羅地球上北半球所見此種星體之代表的者，故今日對於是等星雲及星團，仍多

以梅西爾星表之號數呼之。其略號以M表之。

十九世紀約翰失勒旅行南非洲，搜索未開拓天空之結果，發見多數星雲及星團；北天方面於梅西爾以後，又有許多新發見，故一八六四年約翰失勒，作星雲星團之總星表（General Catalogue），記載五千餘個之星體；其後一八八八年德拉耶（J. L. E. Dreyer）作星團星雲新總星表（New General Catalogue），共載七千八百四十個星體。此德拉耶星表於學術上頗為整備，故現今稱星雲及星團時，必用此德拉耶新總星表之號數，其號為NGC。又NGC發表以後，仍不絕有新發見，德拉耶對於此等新星體，遂作

第一索引星表（First Index Catalogue）。

第二索引星表（Second Index Catalogue）。

前者乃一八九五年所作，略記為IIC；後者乃一九〇八年所作，略記為IIIC。

但美國以及其他各國天文臺年有新發見星雲星團之發表，故現今已知星雲及星團之總數約有數萬之多，然全天尚有未發見之部分。

第一節 星團——分類 位置 距離 大小

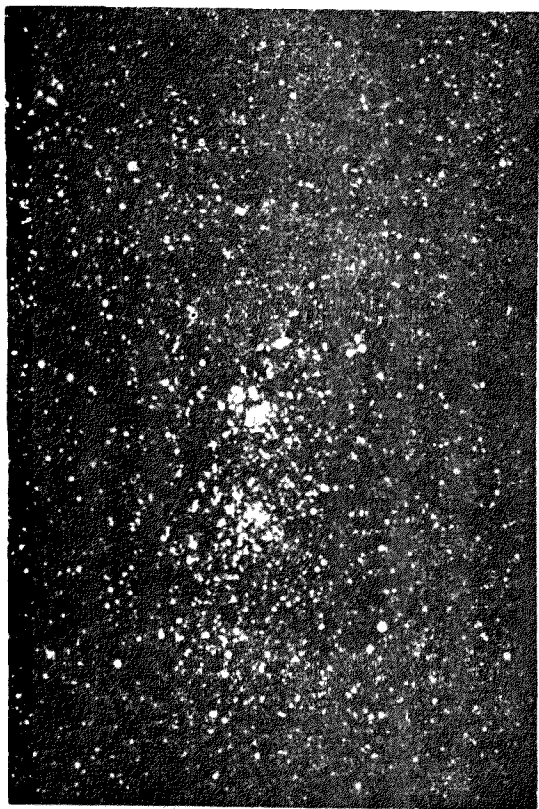
凡雲霧狀之星體，能以遠鏡及攝影分析爲極多恆星者謂之星團 (Clusters)；不能分析者謂之星雲 (Nebula)。就星團言之，其形狀亦有種種不同。普通分之爲二類。

第一 疏散星團 (Open clusters)。

第二 球狀星團 (Globular clusters)。

疏散星團，如昴星團，畢星團及英仙座  $\beta$  與  $\chi$  之二重星團等，無一定之形狀，僅知其爲特別多數星體密集於狹小範圍之內者。大概言之，其面積比球狀星團廣大，其中如昴星團視直徑達二度，畢星團達三度半。此疏散星團與更大面積之星羣，有同樣之本質，故按其現今與太陽系距離之遠近，遂視有星羣與星團之區別。故此等可視爲割斷大宇宙之一部分團體，研究宇宙以之爲小模型時甚爲重要。因其在宇宙內部，故與太陽系之距離不大。例如

第二百十圖 英仙座二重星團



右爲H星團，左爲X星團。距吾人八百光年處之一對小宇宙。

昴星團

三百二十光年

畢星團

一百三十光年

巨蟹座星團

三百光年

英仙座 h 與 x 星團

八百光年

M11 星團

八千光年

比此更遠者，發見困難亦未可知。

現今已知之疏散星團約五百個，存在於天球之各方向，尤以銀河附近最多，故又稱銀河星團 (Galactic clusters)，形狀愈小，其位置愈近銀河之中心線，是其特徵。此類星團皆沿銀河而存在，殆在銀緯三十度以內，但后髮座星團（銀緯 +58 度）除外。十七星等以上及直徑一分（角度）以上者全天空約僅一百六十二個。又近距離者，因透視的關係，視如距銀河甚遠，乃當然之理。此等星團中星體之種類如下：

星 團	B A	F	G	K	M
昴星團	59	14	9	9	-
巨蟹座星團	28	41	9	11	1
船艙座星團 (IC 2602)	55	2	1	6	-

后髮座星團(Mel 111)	18	62	9	36	2
英仙座 h 及 X 星團	11	1	1	1	1
NGC 3532	190	2	6	6	-
NGC 4605 (M6)	68	4	4	13	2
NGC 6475 (M7)	269	34	10	31	-

此類主要星團之距離大概如下：

星 團 視 差 距 離

昴星團 0.013 250 光年

巨蟹座星團 0.024 136

后髮座星團 0.012 270

英仙座 h 及 X 星團 0.003 1000

NGC 6405 0.0032 1000

NGC 6475 0.00031 10000

NGC 2546 0.021 150

NGC 2547 0.0031 1000

畢星團 0.024 136

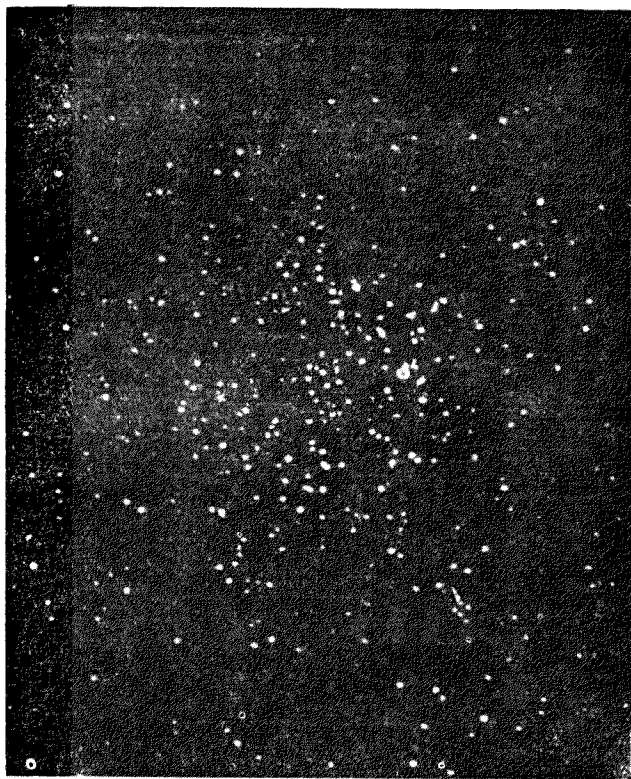
H8 0.00015 21600



H19	0.00015	21600
NGC 6005	0.00015	21600
NGC 1960	0.005	650
NGC 2099	0.00025	13000
NGC 2437	0.002	1600
NGC 2682	0.002	1600
NGC 6705	0.00055	6000
NGC 6885	0.005	650
NGC 7654	0.002	1600
NGC 1976	0.028	125
NGC 2287	0.0057	570
NGC 2236	0.00012	27200
NGC 2259	0.00006	51600
NGC 2324	0.00014	22600

距今四十年前烏爾夫 (Max Wolf) 行昴星團之長時間攝影，先知星團中米羅布 (Merope) 星之周圍，有一種星雲存在；其後更進而研究之，確知昴星團全體為大氣體星雲所包圍。將此氣體星雲攝影而觀之，恰如乘氣流而動之卷雲組織，甚饒興趣。

第二百十一圖 盾牌座M11星團



天鷹座境界附近，肉眼勉強能見之疏散星團之一，視直徑十分距離八千光年。

疏散星團爲氣狀雲所包圍者，不僅限於昴星團、獵戶座大星雲等，亦爲包圍獵戶座  $\beta$  星團等所成大氦星團之氣體星雲之中心部。且此等星皆屬於B型及A型，即所謂幼期星者，故疏散星團及氣狀雲可視爲天體發生上之重要事實。

著名疏散星團

NGC 號數	赤經 (1900.0)	赤緯	星等	摘 要
752	時 51.8	+37	11	直徑 45'
869	2 12.0	+56	41	英仙座 $\lambda$ } 二重星團
884	2 15.4	+56	39	英仙座 $\chi$ }
1039	3 35.6	+42	21	M44, 直徑18'
—	3 41.0	+23	48	昴星團
1528	4 7.6	+50	59	直徑 25 分
—	4 14.0	+15	23	星團, 直徑 200 分
1647	4 40.2	+18	53	直徑 40 分
1912	5 22.0	+35	45	M38, 形美, 星多
1960	5 29.5	+34	4	M36, 直徑 12 分
2099	5 45.8	+32	31	M37, 直徑 25 分, 甚美
2168	6 2.7	+24	21	M35, 直徑 20 分
2244	6 27.0	+4	56	含 12 號星
2264	6 35.5	+9	59	直徑 30 分
2281	6 42.3	+41	10	直徑 15 分
2287	6 42.7	-20	38	M41, 直徑 30 分

2323	6	58.2	8	12	
2422	7	32.0	-14	16	6.6
2437	7	37.2	-14	35	4.8
2447	7	40.4	-23	38	6.7
2477	7	48.7	-38	16	
2516	7	56.7	-60	36	
2548	8	8.8	-5	30	5.5
2632	8	34.3	+20	20	8.3
2682	8	45.3	+12	11	6.4
2818	9	12.0	-36	12	
3293	10	29.6	-57	41	
3532	11	2.2	-58	8	
3768	11	31.5	-61	3	
4755	12	47.7	-59	48	
6067	16	5.4	-53	57	
6250	16	47.0	-41	88	
6405	17	53.5	-44	31	
6475	17	33.5	-32	9	
6494	17	47.3	-34	47	5
6530	17	51.0	-19	0	7
6531	17	58.6	-24	20	8.5
6603	17	58.6	-22	30	6.7
6611	18	12.6	-18	27	4.7
6633	18	13.2	-13	49	6.7
6705	18	22.7	+6	30	5.0
7092	18	25.8	-19	19	
8654	21	45.7	-6	23	
7789	23	18.6	+48	0	6
	23	19.8	+61	3	
	23	52.0	+56	10	

V150, 美 25 分, 有雙星  
 直徑 24 分, M46  
 M93  
 直徑 25 分  
 直徑 60 分  
 蜂巢星團  
 M44, 巨蟹座星團, 直徑 60 分  
 M67, 8 分  
 直徑 8 分  
 直徑 60 分  
 直徑 10 分  
 直徑 12 分  
 直徑 15 分  
 直徑 15 分  
 直徑 15 分  
 直徑 15 分  
 直徑 15 分  
 直徑 15 分  
 直徑 25 分  
 直徑 60 分  
 M7, 直徑 25 分  
 M23, 直徑 25 分, 易見  
 直徑 10 分  
 M21, 直徑 10 分  
 M24, 直徑 4 分  
 M16, 大, 直徑 28 分  
 直徑 20 分  
 M25, 直徑 40 分  
 直徑 12 分, M11, 肉眼星團  
 M39, 直徑 30 分  
 無定形, 有橙色星  
 美, 直徑 30 分

(10 4725)

球狀星狀，一見即知其有明顯之中心核，乃最多數星體之密集，故光輝亦最強。因向中心集中過甚。故於遠鏡中有時與普通之恆星，頗難區別。離此中心核愈遠，則星數愈疏，且其由中心向外緣疏少之程度各方向皆相同，故全體對於中心可謂爲對稱的，成一整齊之形，（但決非完全球狀。）如斯球

第二百十二圖 武仙座大星團



葉凱士天文臺所攝，上南下北，右東左西。

晴夜肉眼能見之，即M13，NGC 6205 星團，位於星與星之間，直徑約 15 分，距離三萬六千光年。

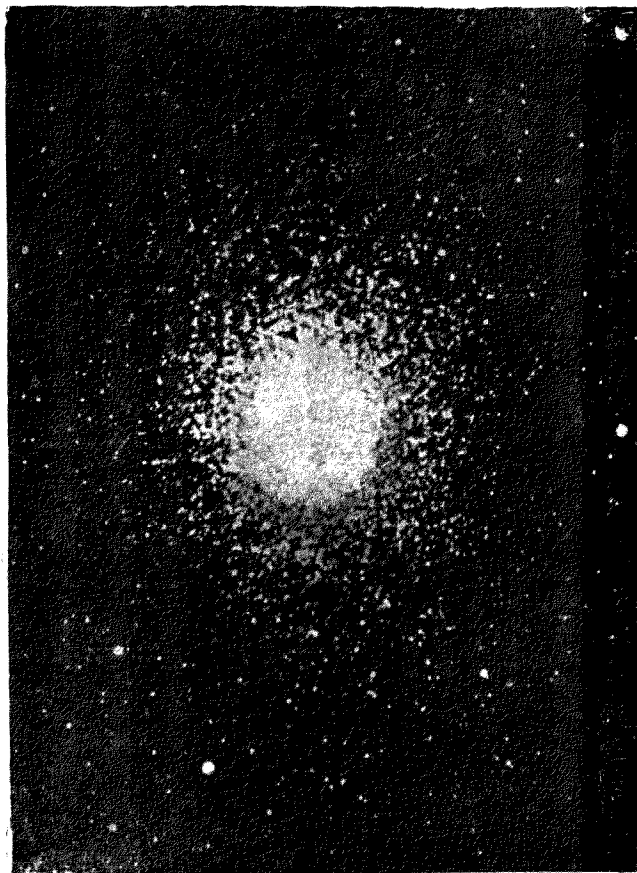
狀由普通之天體攝影得充分知之。但星團中各星皆自發光輝，均非迴光鏡不能感其美觀。

球狀星團中，最大且美者爲半人馬座 $\omega$ 星團及杜鵑座 $\xi$ 星團（或 $\beta$ 星團），皆有滿月之角直徑。 $\xi$ 星團在南極附近， $\omega$ 星團亦在赤緯南四十六度，故我國中部以北不能見之。天球之北半部，則以武仙座 $\zeta$ 星與 $\eta$ 星間之  $M13$  星團爲最大，直徑十一分，肉眼稍能見之，餘皆爲小星團。由星團之數言之，球狀星團普通多集於夏季南天人馬座至天蠍座附近。今日已知球狀星團百零五個中，約半數在天蠍、人馬、蛇夫諸座附近。又此球狀星團不密集於銀河之正中心線方面，而以距此中心線南北七度之處最多。

奢布列 (Shapley) 曾就球狀星團研究其構造，光度，分布及距離等。氏用威爾遜山天文臺之六十吋迴光鏡觀測研究，多係一九一五年以後之工作。其研究先自星團中各星之光度觀測始，結果爲此等星體光度大小之差，達十等級之廣，色指數由  $-0.5$  至  $+2.0$ ，且星之光譜含 B A F G K M 諸型，故知現今所測星團中之星大概屬於巨星。又往昔於某球狀星團中，認有極短週期之造父變星存在，後發見約於三十個代表的星團中，皆有如斯變星之存在，今日已認星團中有此類

第二百十三圖 半人馬座  $\omega$  星團 (NGC 5139)

(威爾遜山天文臺所攝)



全天球狀星團之王。每年五月現於南天，肉眼視如一恆星，直徑比滿月大，實南天之偉觀。距離二萬一千光年。

變星者乃普通之事。又於南天數個星團中，發見週期數百日之長週期變星及參宿四（獵戶座  $\alpha$  星）式之不規則變星等。奢布列將此等巨星現象與我銀河中之巨星等相比較，算出球狀星團之實際大小與距離。利亞威得女士曾發見小墨氏騰尼雲中變星光度與週期之數量的關係公式，即「星團中變星之平均光度為週期之等比級數」此對於距離之測定甚有效用。奢布列應用此重要法則，測定各球狀星團之距離。例如

牛人馬座  $\omega$  星團

二萬一千光年

杜鵑座  $\epsilon$  星團

二萬二千光年

M13

三萬六千光年

M5

四萬光年

M3

四萬六千光年

NGC 6541

四萬八千光年

NGC 2419

十六萬光年

NGC 6517

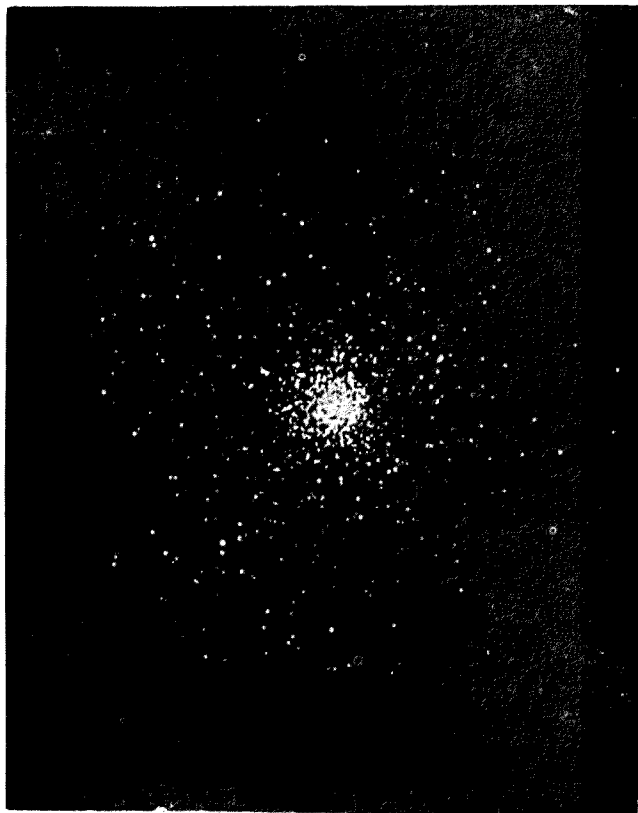
十九萬五千光年

此數值誠堪驚異。十萬光年之距離，殆與我銀河宇宙之外側相等。且此等球狀星團之分布與銀河形狀有密切關係，奢布列由此得一結論，謂「球狀星團乃散布於銀河宇宙外部附近之小宇宙，略



第二百十四圖 巨蛇座 M5 星團(NGC 3904)

(葉凱士天文臺四十英寸鏡所攝)



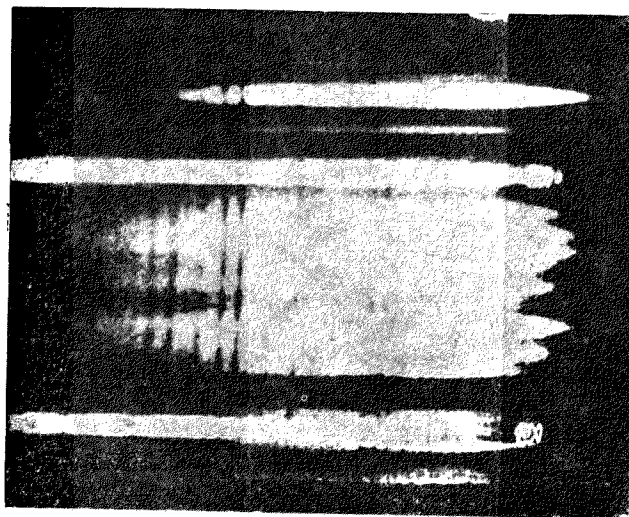
此星團比月稍小，可謂約由十萬個太陽而成，距我地球約四萬光年。  
其中已知有百個左右為變星。

作橢圓體形，我太陽系之位置，約在距此球狀星團所限定宇宙之中心六萬光年之處。『距離十六萬光年之NGC 2419與約二十萬光年之NGC 6517，殆現於正反對之天空，故以星團為境界之宇宙，直徑約為三十萬光年。』

已知距離，由各球狀星團之視直徑，得計算其真直徑。例如

中人馬座 $\omega$ 星團	直徑二百光年
杜鵑座 $\epsilon$ 星團	直徑百七十光年
M13	直徑百二十光年
M5	直徑百光年
M3	直徑九十五光年

第二百十五圖 武仙座M 13 球狀星團之光譜  
(威爾遜山天文臺所攝)



連續光譜中現多數晚期法朗霍亞線。

由此得知此種星團可謂為直徑數百光年之小宇宙。

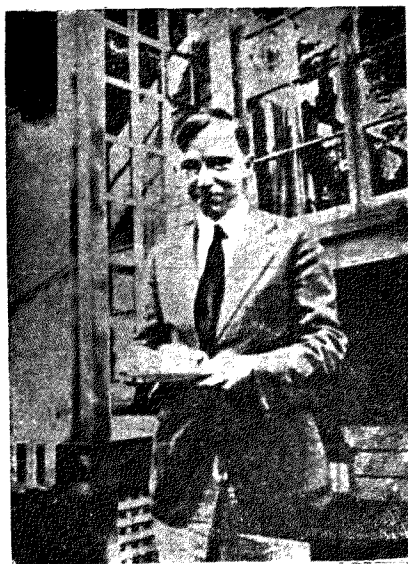
有名球狀星團

NGC 號數	赤經 (1900.0)	赤緯	直徑	星等	摘 要
104	時 19.6	° 72	30	3	杜鵑座 47 星
288	0 47.8	-27	10	7.2	
362	0 58.9	-71	10	6	
1851	5 10.8	-40	5	6	
1904	0 20.1	-24	4	8	天兔座 M79
2298	6 45.4	-35	2	10	
2419	7 31.4	+39	2	11	
2808	9 10.0	-64	6	6	雄大 蒼蠅座
4872	12 20.1	-72	10	8	長蛇座
4590	12 34.2	-26	3	7.6	M68
4833	12 52.7	-70	6	7	
5024	13 8.0	+18	5		后髮座 M53, 離分解 半人馬座 ω, 偉大
5139	13 20.8	-46	35		獵犬座 M3, 美
5272	13 37.6	+28	12	8.5	
5286	13 39.9	+50	10		巨蛇座 M5
5904	15 13.5	2	12	4	
5986	15 39.5	-37	4	7	天蠍座 M80
6093	16 11.1	-22	5		M4, 天蠍座 α 星之西 6 分
6121	16 17.5	-26	18		武仙座 M13
6205	16 38.1	+36	15	4	

6218	16	42.0	-1	46	10	6	蛇夫座 M12
6229	16	44.2	+47	42	1	10	蛇夫座 M10
6254	16	51.9	-3	57	12	5.4	天蠍座 M62
6266	16	54.9	-29	68	5	7	M19, 明
6273	16	56.4	-26	7	4	7	天蠍座 M9, 形小, 美
6293	17	4.0	-26	26	3	8.8	武仙座 M92, 雞牙解
6333	17	13.3	-18	25	5	7	
6341	17	14.1	+43	15	5	5	
6356	17	17.8	-17	43	2	8.6	
6402	17	32.4	-3	11	4	7.4	蛇夫座 M14
6397	17	32.7	-53	37	4	4.7	天壇座
6541	18	0.8	-43	44	8	6	人馬座 M28
6626	18	18.4	-24	55	4	7	
6637	18	24.8	-32	25	3	7.5	
6656	18	30.3	-24	0	17	4	M22
6681	18	36.7	-32	23	3	7.5	M54
6715	18	48.7	-30	36	2		
6723	18	52.8	-36	46	8	6	
6752	19	2.0	-60	8	15	4.5	
6779	19	12.7	+30	0	2	9	琴座 M56
6809	19	33.7	-31	10	12	4	人馬座 M55
6864	20	0.2	-22	12	2	8.6	人馬座 M75
7078	21	25.2	+11	44	10	5	飛馬座 M15
7089	21	28.3	-1	16	8	5.4	寶瓶座 M2, 壯美
7099	21	34.7	-23	38	5		摩菟座 M30

星團範圍之廣者謂之星羣，其向一定方向進行之事實，前章已述之，故星羣又有稱之曰進行

第二百十六圖 蒼布列



哈佛大學天文臺長，研究星團，變星及零氏腹尼雲等，爲此方面研究之世界第一人。

著名進行星團

名	稱	星數	集中點		速度
			赤經	赤緯	
畢星團	星團	39	93°	7°	41 公里 每秒
大星團	星團	22	308	+40	19
巨星團	星團	8	106	+7	40
英仙座星	星團	12	85	+43	20
天鵝座星	星團	42	110	-29	20
天馬座星	星團	147	99	-45	19
天鵝座星	星團	57	99	+1	95
織女星	星團	5	92	+13	62
織女星	星團	8	69	+6	20
織女星	星團	17	78	+1	18

第二節 星雲——分類 大小 距離

星雲包含實質上完全不同之數種星體，其形狀無大區別，皆為雲霧狀。由天文攝影所現之形

狀觀之，可分為下列數種。

- (1) 無一定形狀，分散之獨立雲。
- (2) 以恆星爲核心核之無定形雲。
- (3) 包圍疏散星團之雲。
- (4) 圓盤狀星雲。
- (5) 輪狀星雲。
- (6) 啞鈴狀星雲。
- (7) 梟形星雲。
- (8) 渦卷狀星雲。
- (9) 紡錘狀星雲。
- (10) 小型球狀星雲。
- (11) 暗黑無定形星雲。

其他尚有種種不同之形狀，決不一律。但爲研究便利上，可分之爲四種。

第二百十七圖 獵戶座大星雲 (M42, NGC 1976)



(威爾遜山天文臺六十英寸鏡所撮) 獵戶座本係肉眼的美觀星座之一,更加以此星雲,使具有遠鏡者復得一新世界。乃彪大之氫氣輝雲,肉眼亦能見之,多含白色恆星。距離六百五十光年。



(一) 氣體星雲——含上列(1)(2)(3)(11)四種。

(二) 行星狀星雲——含上列(4)(5)(6)(7)四種。

(三) 旋渦星雲——含上列(8)(9)二種。

(四) 球狀星雲——含上列(10)種。

哈布盧(Hubble)氏又分類之如下：

## I 銀河星雲(Galactic Nebula)

A 行星狀星雲(Planetary Nebula)..... 例如 NGC 7662

B 瀰漫星雲(Diffuse Nebula)

1 光明星雲(Luminous)..... 例如 NGC 6618

2 暗星雲(Dark)..... 例如巴納得星表92

3 混成星雲(Composite)..... 例如 NGC 7023

## II 銀河外星雲(Angalactic Nebula)

A 規則的

1 橢圓形星雲 (Elliptic) ..... 例如 NGC 221

NGC 2117

NGC 3879

NGC 4621

2 旋渦星雲 (Spiral)

(a) 正型星雲 (Normal type) ..... 例如 NGC 2841

NGC 4594

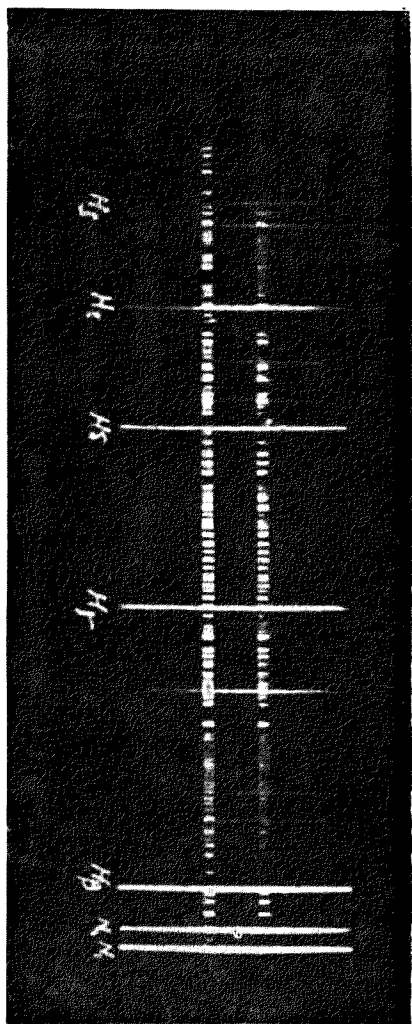
NGC 5457

(b) 門狀星雲 ..... 例如 NGC 2859

NGC 3351

NGC 7479

B 不規則的 ..... 例如 NGC 4449



圖明 氫氣與未知星雲氣體爲顯明。

疏散星團，常有大氣狀雲包圍之，前節已述之；如斯之無定形星雲多包圍各個恆星而存在。包圍B及O型星之星雲，以氫氣等原始的氣體爲主；在B<sub>2</sub>及其更晚期之星體附近之無定形星雲，實皆反射該星之光而輝明者。例如金牛座T星附近之星雲，因T星自身變光，故星雲亦集之而變

光。由此事實，得推知宇宙中本來不發光之雲，即暗黑星雲，必甚多。就暗黑星雲言之，據烏爾夫及巴納得之研究，得知銀河中此種星雲存在極多，其面積頗廣，常隱遮其背後之微星。近來發見中最饒興趣者，為獵戶座 $\zeta$ 星附近，有掩遮輝明氣體星雲一部之暗雲。此乃威爾遜山天文臺百英寸遠鏡所撮取者。

公元一九一九年巴納得發表暗黑星雲星表，其中所載共百八十二個暗黑星雲，氏乃最初承認其為天體之一者。暗黑星雲中最有名者，為

(1) 天蠍座 $\nu$ 星附近，連續至蛇夫座 $\rho$ 星附近。

(2) 蛇夫座 $\alpha$ 星附近。

(3) 金牛座 $\psi$ 星之南隣。

(4) 人馬座 $\mu$ 星之北三度，南北寬 $15'$ ，東西寬 $9'$ 。

(5) 人馬座 $\beta$ 星之東三度，直徑 $5'$ 。

(6) 英仙座 $53$ 星之東二度，橢圓形，長徑 $15'$ ，短徑 $10'$ 。

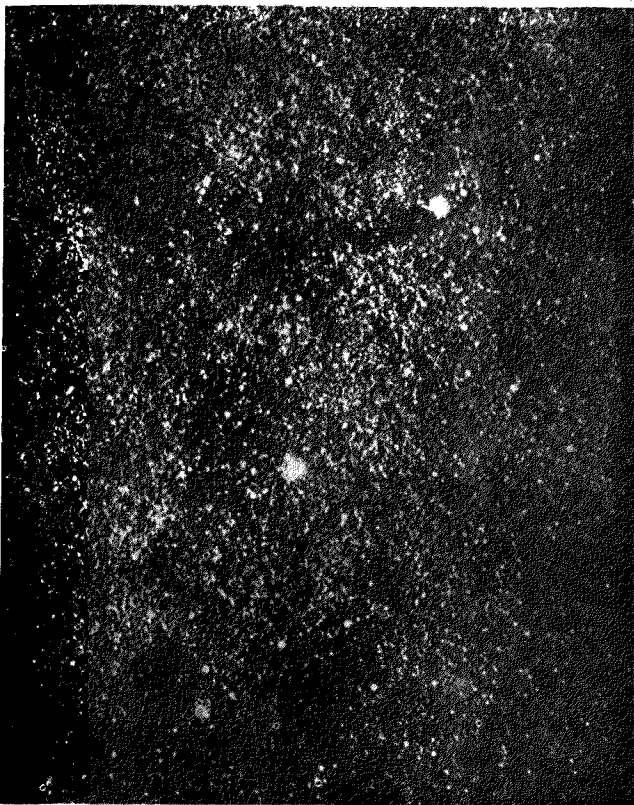
第二百十九圖 遠望之獵戶座大星雲



上端爲腰帶三星之 $\epsilon$ 星,右下端爲參宿七即 $\beta$ 星。

第二百二十圖 天鵝座附近之銀河

宇宙壯觀

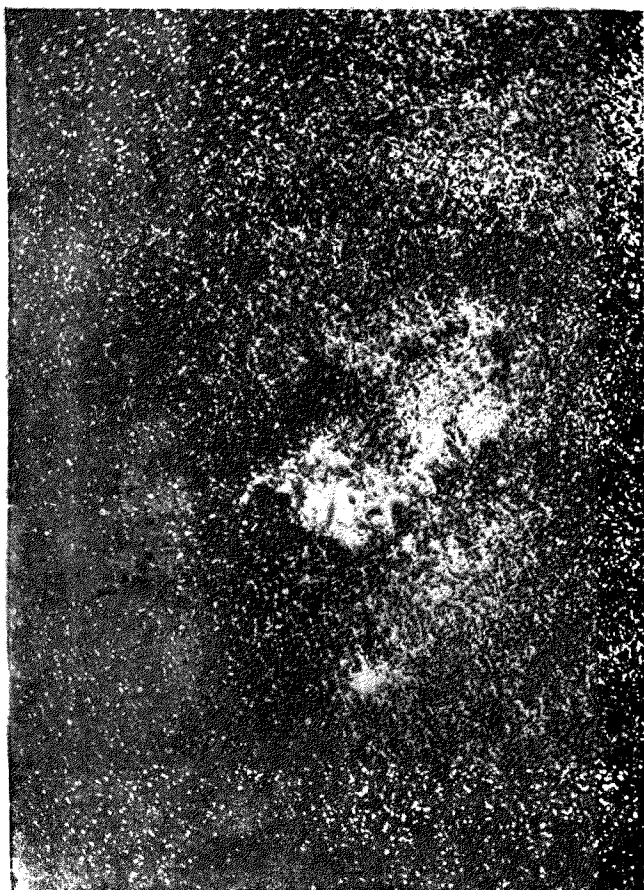


六六四

(德國哈伊迪別天文臺長烏爾夫所攝) 示暗黑星雲之存在

第二百二十一圖 北美洲星雲

第四篇 宇宙之構造



六六五

烏爾夫所發見，形如北美洲之地圖，美國人見之甚喜。

第二百二十二圖 天鵝座一對無定形星雲

宇  
宙  
壯  
觀



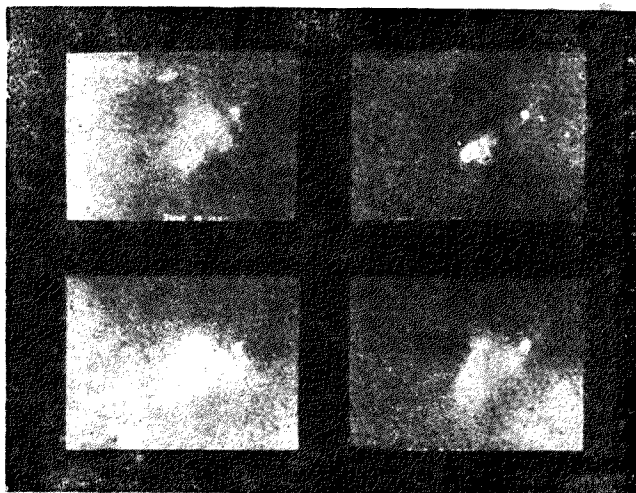
六  
六  
六

二者皆視如卷雲，(上端一線乃流星照片)下(西)爲NGC 6960

上(東)爲 NGC 6992。葉凱士天文臺所攝。

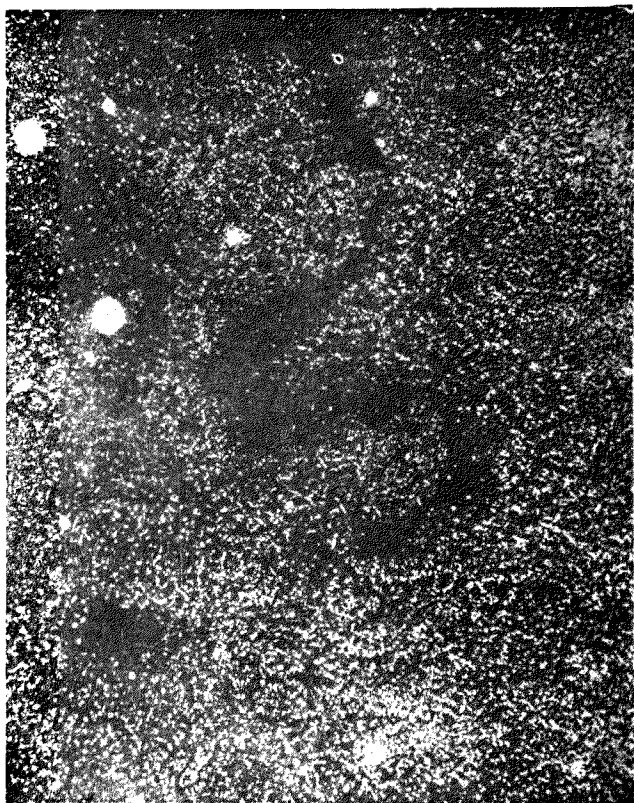


第二百二十三圖 南魚座 NGC 6729, 變光之星雲。



(威爾遜山百英寸鏡所攝), 攝影日期, 左上爲一九二〇年  
六月十日, 左下爲同年八月十五日, 右上十月十一日, 右  
下則在一九二一年八月八日。

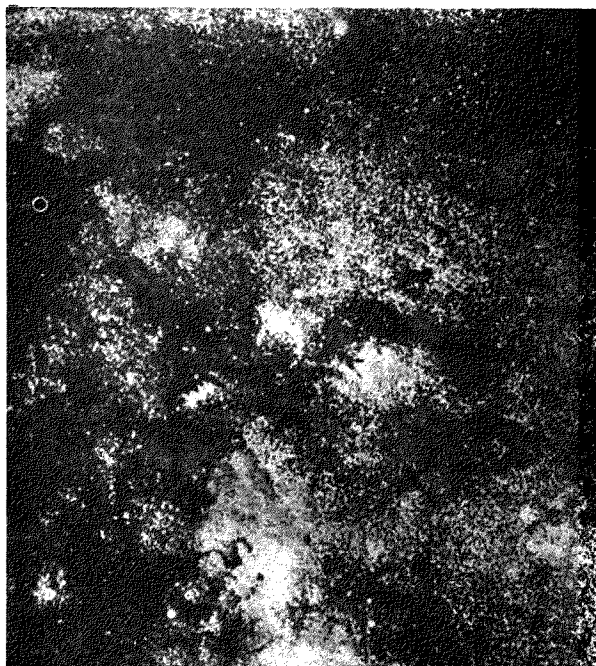
第二百二十四圖 蛇夫座S形暗星雲



宇  
宙  
壯  
觀

六  
六  
八

第二百五圖 蛇夫座  $\delta$  星附近之天空



明示暗星雲之複雜。

第二百二十六圖 獵戶座之南星之暗星雲

宇  
宙  
壯  
觀



六  
七  
〇

輝明星雲與暗黑星雲由左右混入。上北下南，右西左東。

(威爾遜山百英寸鏡所攝)

第二百二十七圖 包圍昴星團之大氣體



(近代天體攝影法進步之結果)

(7) 天蠍座  $\mu$  星東南三度，長  $26'$ 。

(8) 仙王座  $\mu$  星之東南南二度，徑  $31'$ 。

又此等暗黑星雲有集合特多者，如

(9) 蛇夫座  $\theta$  星之北邊。

(10) 盾牌座  $M11$  星團附近。

天鵝座  $\epsilon$  星之南二度有二個與恆星全無關係之獨立氣體星雲。大概皆成圓弧形，長延一度半，且此二者成相對之姿勢，似乎暗示有何意味者。因頗輝明，故不能認見直接與其有關係之特別恆星。吾人由此得聯想英仙座第二新星（一九〇一年出現）等所現之氣體星雲。新星附近所現之星雲，據加布他因所說，「從前附近存在之暗黑星雲，為新星光輝所映照，漸次向外方而輝耀——認此星雲擴散而去者，即可視光波普及進行之速度。」又有謂由新星放出氣體物質，而向外方移動，若此為正確之解釋，則對於恆星物理學，與以新之見解，而上述之天鵝座氣體星雲或可視為現今消失之某一星體所放出者。要之，欲知此星雲之視差與運動，但不可能。

第二百二十八圖 盾牌座 NGC 6611 星雲



公元一九一九年八月二十五,六日,威爾遜山六十吋鏡所攝。



遠鏡中爲疏散星團，攝影視之則爲美麗之氣體星雲，可稱爲南天之昴星團。此天體視爲星雲之符號乃 NGC 6523，視爲星團則爲 NGC 6530。位置極近於秋分點。



氣體之無定形星雲中，如中心在獵戶座  $\theta$  星附近之大星雲，光輝強大，往昔已知，觀測亦屢行之。肉眼能見之，若用大遠鏡，則見如星雲氣體與大小幼期星組成複雜之形狀。又攝影而觀之，得知星雲之光力比附近各星強大，且其全體之擴布，決非眼視的所能判斷，殆及獵戶座全部，延長於西北，似乎與包圍昴星團之氣體相連絡者。其距離約為六百光年。據近來奢布列所發表，此星雲附近有多數微光變星，殆皆為無規則的變星，此或因星雲氣體之運動，光輝或發散或吸收而多變動之故。此可謂為變星之新例。要之，不問其輝明與否，如斯廣大之氣體雲，宇宙間有二系統存在。一在銀河內，一在英仙、金牛、獵戶諸座附近之大氦星帶內。

### 無定形氣體星雲

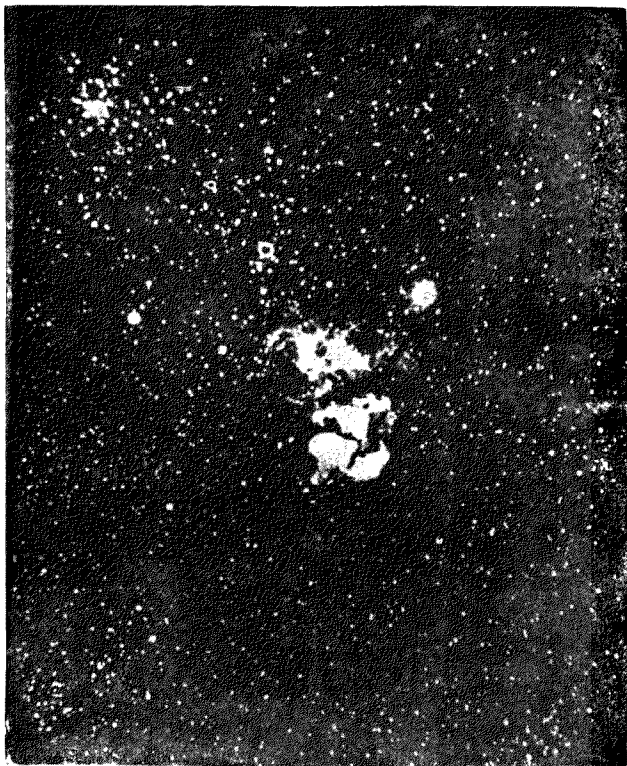
NGC 號數	赤經 (1900.0)	赤緯	星座	摘 要
1435	40.2	23	金牛	昴星團附近 蟹星雲，M1 獵戶星雲，M42
1555	41.5	8	金牛	
1952	16.1	17	金牛	
1976	28.5	57	金牛	
	30.4	27	獵戶	

IC	484	2070	2261	3372	3666	6514	6523	6611	6618	6729	6960	6992	6995	7000
5	5	5	6	10	11	16	17	18	18	18	20	20	20	20
30.5	30.6	30.6	31.2	41.2	19.3	19.6	56.3	57.6	15.0	55.2	41.5	52.2	52.	55.2
4	5	2	8	59	11	23	23	24	16	37	30	31	31	43
54	20	17	9	54	13	2	23	0	13	6	22	19	0	56
獵獵	獵獵	獵獵	劍劍	麒麟	船船	獅獅	蛇蛇	人人	人人	天天	天天	天天	天天	天天
月月	月月	月月	魚魚	麟麟	底底	子子	夫夫	馬馬	馬馬	馬馬	馬馬	馬馬	馬馬	馬馬
M43	6'×4'	20'×16'	1。	30星,	R星,	n星附近	q星附近	三裂星雲	50'×36'	ω星雲,	M17	卷雲狀	卷雲狀	美洲星雲

行星狀星雲之名稱，雖頗奇異，但有相當理由。即與以遠鏡視木星及土星之形相同，見有圓盤狀輪廓之星雲，故以行星狀名之，蓋近代天文學上多以圓盤狀為行星狀也。

行星狀星雲中所含之各種形狀，又有不同。所謂輪形者亦其中之一；他如啞鈴形，梟形，蟹形等，皆隨觀者所見而異其形狀。但是等皆由一基本形式而出，可視為部分的特別發達者。

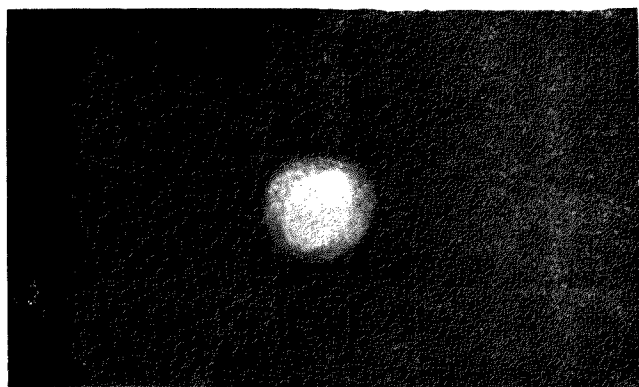
第二百三十圖 三裂星雲



夏季南天人馬座之雲尾體氣，與冬天獵戶星雲相對峙。暗雲橫切而成三裂之形。即 NGC 6514 或 M20。

行星狀星雲之基本形狀，中央以一恆星爲核心，有氣狀球或橢圓體包圍之。若氣狀球不甚厚，則中心之恆星，可經球而見之；其周圍爲輪形，視如氣狀球之輪廓；此即天琴座之有名輪形星雲。又有球形氣體之層厚，不能通過背後之光時，球之一面輝明而視如行星狀之圓盤；NGC 2392 及 NGC 6572 等皆屬此類，即行星狀星雲之代表的者。又有氣狀球與中心星之間，有何連絡帶存在，此連絡帶過強而較弱於球層，其球全體亦非爲完全之形時，由我世界視之，恰如啞鈴形；狐狸座 M27，即 NGC 6853 星雲乃此種之代表者。又有此球面與中心星間之連絡帶發達之故，視如 M97 之梟形者，或如

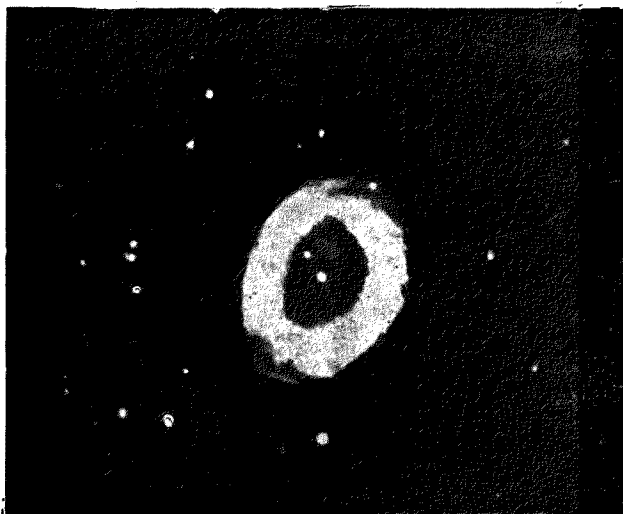
第二百三十一圖 水蛇座行星狀星雲，NGC 3242



(立克天文臺所攝) 中心星光度目視十一等，攝影九等。內部爲長徑二十六秒，短徑十六秒之輪形；外部輪形直徑四十秒，光較弱。

第二百三十二圖 天琴座 $\beta$ 星與 $\gamma$ 星間之大環狀星雲

第四篇 宇宙之構造



六七九

即 NGC 6720, 或 M57。威爾遜山天文臺所攝。上用百吋鏡, 下用六十吋鏡

之蟹形者，皆基本形之變種也。

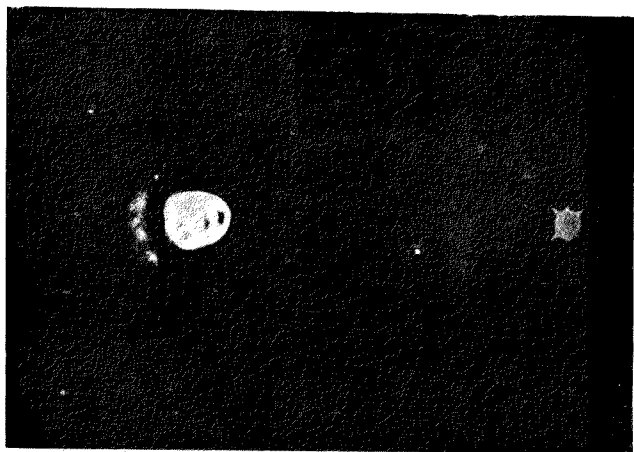
行星狀星雲中，啞鈴形 (M27) 直徑五百秒，蟹形 (M1) 直徑三百五十秒，梟形 (M97) 直徑二百秒，天琴座之輪形 (M57) 直徑八十秒等，皆視直徑之最大者，其他皆小，普通在五秒以內。現今已知之數約百五十個，其大部分在銀河中，尤以夏天多，但直徑較大者未必在銀河內。

行星狀星雲光輝最強之部分，即其氣狀球之部分，用分光儀取其光譜而觀之，得知主要光線除氫氮之外，尚有一種所謂氦 (Nebulium) 者。前記氣體星雲中，已有此種氫氣之輝明，但其本體，現尚不得而知之。昔日認爲此與氫氮相同，爲原始氣體之一種，但於原子物理學甚濼進步之今日，若以未知之輕原子量視之者，不甚妥當。今設以特殊方法使某已知原素發光之結果，遂得現今未知之光波；吾人今後之研究，宜於此想像之下進行之。即如獵戶座大星雲以及行星狀星雲等，強制的使如斯氣狀雲發輝，而其附近恆星之幅射能及氣體受之之狀態，皆值特別之研究無疑。

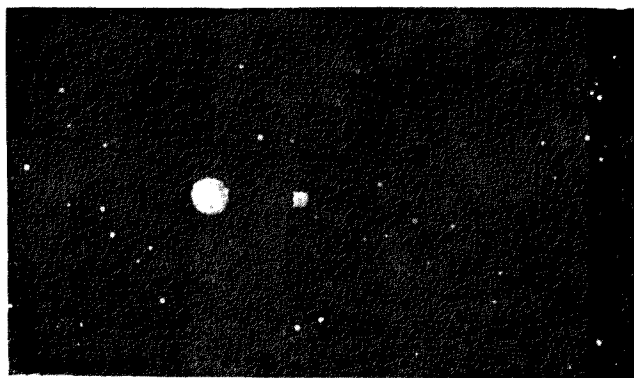
由天體物理方面言之，行星狀星雲最重要者，自然爲中心之恆星。由分光儀觀之，此中心恆星亦以氫氮之輝線爲主，與所謂烏爾夫拉伊埃星 (Wolf-Rayet Stars) 殆不能區別。此烏爾夫拉

第二百三十三圖 雙子座 NGC 2392 之行星狀星雲

第四篇  
宇宙之構造



六八一



巴納得在威爾遜山天文臺用六十吋鏡所攝。焦點距離上百呎，下二十五呎。

第二百三十四圖 蟹形星雲，MI, NGC 1952

(威爾遜山天文臺所攝)

宇  
宙  
壯  
觀



六  
八  
二

中央有十六等星二個，何者爲眞中心星不得而知。全體形狀無規則，  
決不能爲行星狀之代表者。由西南至東北長六分，幅四分。



伊埃型之星，又爲新星之成因，故新星與烏爾夫拉伊埃星及行星狀星雲等三種天體，互相有物理的連絡者，殆無容疑餘地。此等三種天體原則上有密集於銀河之傾向，亦爲不可避之事實。又據最近甘別爾等之研究，則行星狀星雲之中心核，質量極大，今日已知者，最小爲太陽之四倍，最大爲其二百倍，平均質量約爲太陽之五十倍。但O型星大概質量亦爲太陽之四十倍，故此方面亦爲相似之證據。

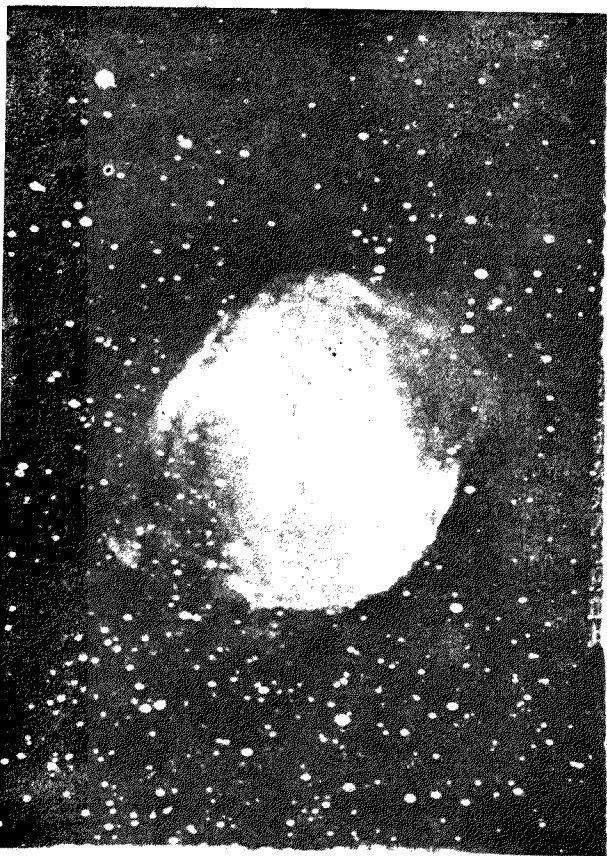
行星狀星雲之距離頗遠。吾人已知此種星雲之視差約二十個，其中距離最近者，

NGC 7293	距離 81 光年	真直徑 22500 天文單位
M 27	140 光年	1000 天文單位
NGC 7662	140 光年	1400 天文單位
NGC 6804	200 光年	4000 天文單位
NGC 1501	220 光年	3700 天文單位

其他皆比此更遠。如斯遠距離之故，用三角法測量之者甚爲困難。彼有名之天琴座輪形星雲等，有謂距離一千光年者，又有謂二百五十光年者；但皆認其距離遠，而形成此種星雲外廓之氣體球大，且有海王星距離一千倍之半徑者。

第二百三十五圖 啞鈴形星雲，M27，NGC 6853。

(立克天文臺所攝)



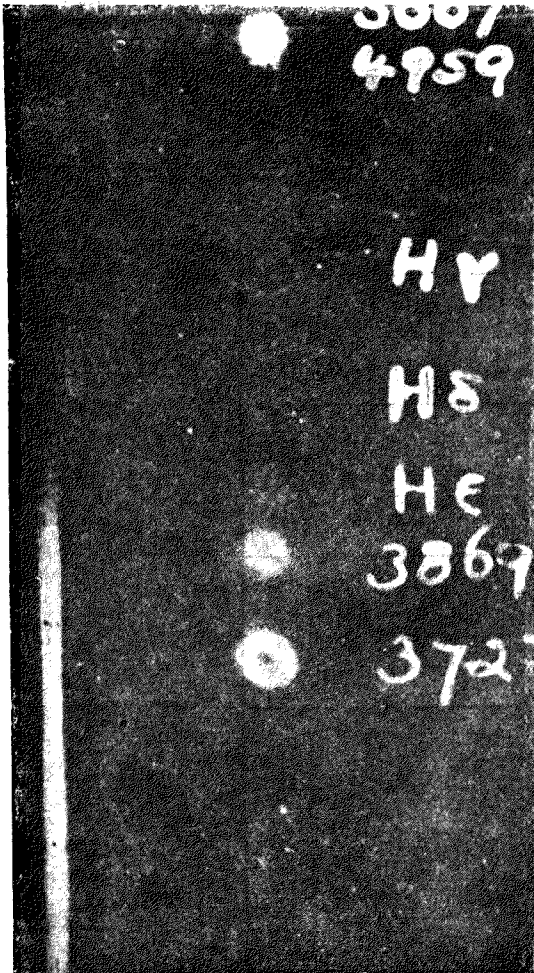
最大形之行星狀星雲，研究上甚重要之星雲。

氣體球之本質與無定形星雲相類似，但運動速度之大，行星狀星雲決非無定形星雲所能比，

第二百三十六圖 天琴座環形星雲之分光  
(葉凱士天文臺所攝)

多超過一般恆星之速度。按分光儀所測定之速度，每秒平均為三十公里。其中有特別者，如

NGC 6644	每秒 205 公里
210 4846	每秒 165 公里
NGC 6567	每秒 133 公里



用波長五〇〇七至三七二七之種種光線，遂呈如不同之星雲。

由分光研究，得知行星狀星雲亦有自轉，甚饒興趣。據觀測結果，知此種星雲全體非以同一速度而自轉，中央最速；愈向外部則自轉週期愈長。最大外廓之氣體球，自轉週期為一千年乃至十萬年。

有名行星狀星雲

AGC 號數	赤經 (1900.0)	赤緯	直徑	星等	摘 要
40	時 0 分 7.6	+71° 58'	38 × 35	10	行星狀
1526	3 20.2	-36 49	126	8.5	行星狀
1514	9 2.9	+30 33	15	8.5	行星狀
1535	4 9.6	-13 0	14 × 11	9	行星狀
418	5 22.8	-12 46	57	10	輪形行星狀
1501	3 58.4	+60 39	28	11	行星狀
2022	5 36.6	9 2	12 × 6	12	行星狀
2149	5 48.9	+46 6	45	9	行星狀
2392	7 23.3	+21 7	860 × 240	8	行星狀
1952	5 28.5	+21 57	15	10	行星狀
2440	7 37.5	-17 58		9	行星狀
2792	9 8.6	-42 1		8	行星狀
2818	9 12.0	-36 12		10	行星狀
2867	9 18.6	-57 53		8.5	行星狀
3132	10 2.8	-39 57	60		行星狀

木星狀	7	42 × 38	22	-80	10	10.5	3195
彙行星狀	10	15	8	-18	10	10.9	3242
行星狀	10	150	1	+54	10	32.5	3310
行星狀	7	35	35	+55	11	9.1	3587
行星狀	10	35	38	-56	11	45.4	3918
行星狀	10	18	7	+83	12	30.4	3568
行星狀	10.5		1	-66	13	46.5	5315
行星狀	6.5		44	-37	15	6.4	5873
行星狀	10		2	-40	16	24.7	6153
行星狀	8	12	59	+23	16	40.3	6210
行星狀	10.5	7	40	-21	16	55.6	4634
行星狀		20	48	-12	17	8.4	6309
行星狀			40	-51	17	12.9	6326
行星狀			23	-38	17	15.4	6337
行星狀	10	23	41	-23	17	23.2	6369
行星狀	13		27	-16	17	42.5	6439
行星狀 (黃道北極)	8	20	38	+66	17	58.6	6543
行星狀	10.3		51	-19	17	59.3	6537
行星狀	10.5		53	-33	18	5.5	6563
行星狀	14		12	-28	18	5.6	6565
行星狀	8	5	6	-19	18	6.4	6567
行星狀	11	12	6	+6	18	7.2	6572
行星狀	11		6	+19	18	7.8	6577
行星狀	11		18	-20	18	8.9	6578
行星狀	11	15	16	-23	18	19.6	6629
行星狀	10.5		12	-25	18	26.4	6614
行星狀	9	80 × 80	31	+74	18	32.6	6643
行星狀	10.5		54	+32	18	49.9	6720
行星狀	10.5	7	14	-9	19	11.0	4846
行星狀			35	0	18	57.5	6741

米因輝 字由之標照

6781	19	13.6	+ 6	21	120	11	星狀狀
6790	19	17.9	+ 1	19	5	10	恆星狀
6803	19	26.6	+ 9	52	30	11	星狀狀
6804	19	26.8	+ 0	1	24	11	星狀狀
6818	19	38.3	+ 14	24	24	9	星狀狀
6826	19	42.1	+ 50	17	27	8	星狀狀
6853	19	55.3	+ 22	27	480 × 240	7.5	星狀狀
6884	20	7.2	+ 46	10	8	10.5	星狀狀
6886	20	8.3	+ 19	41	5	11	星狀狀
6891	20	10.4	+ 12	24	5	10	星狀狀
6894	20	12.4	+ 30	15			星狀狀
6905	20	17.9	+ 19	47	45	10.5	星狀狀
7008	20	57.6	+ 54	10	95	10.5	星狀狀
7009	20	58.7	+ 11	46	13 × 30	7.5	星狀狀
7026	21	2.9	+ 47	27	5 × 6	14	星狀狀
7027	21	3.3	+ 41	50	8 × 10	8.5	星狀狀
5217	22	19.9	+ 50	28	6		星狀狀
7354	22	36.8	+ 60	46	40	10.5	星狀狀
7662	23	21.1	+ 41	59	30	7.5	星狀狀

吾人所見天體之形狀中，未何如旋渦星雲之饒興趣者。其重重卷渦之形狀，自身為一大謎，愈見愈覺奇妙，且有甚美麗者。

精知此旋渦者，全係最近迴光攝影遠鏡之功。現今最代表的獵犬座旋渦星雲，威廉候失勒僅見其為環狀星雲之一種而已。十九世紀中葉，羅斯 (Lord Rosse) 由大迴光鏡，始發見此大旋渦狀

第二百三十七圖 獵犬座大旋渦星雲



M51 即 NGC 5194 (中央) 與 NGC 5195 (下方一塊)

之真相；但其所畫此星雲之形狀，決不能與其後攝影所得者相比。

旋渦星雲，除上述之獵犬座 M51 即 NGC 5194 外，更有

三角座

M33 = NGC 598

大熊座

M81 = NGC 3031

大熊座

M101 = NGC 5457

仙女座

M31 = NGC 224

等亦皆此種之星雲。其代表的形狀，中央有光輝最強之核，由此正反對方向出二條長腕，此腕卷渦環繞中心核之周圍二三圈，其旋渦即數學上所謂等角螺旋也。

十九世紀前半以前，一般學者皆認星雲乃恆星之密集者，故若遠鏡愈大，則一切星雲結局當爲微星團；但哈金司等附分光儀於遠鏡，觀測獵戶座星雲時，偶然見光譜中有氣體之輝線，大爲驚異，遂知星雲中有氣體之存在。然星雲中，獨此旋渦星雲，雖用強力之分光儀，除某特例外，決不示輝明氣體之存在。其於連續光譜上現多數暗線，與普通恆星光譜同；且中心核多放出類似太陽之 G 型星光，故物理的言之，此旋渦星雲不得不認爲恆星之密集者。



第二百三十八圖 三角座大星雲。M33,即 NGC598。

(威爾遜山天文臺所攝)



南北五十五分，東西四十分之廣大旋渦星雲，其壯大與仙女座大星雲相匹敵；不如仙女座大星雲傾斜之甚，故極美觀。謂旋渦星雲乃星之密集團者即此是也。構造極為複雜，NGC 588, 592, 595, 603等，皆此星雲中一部分的名稱。

第二百三十九圖 后髮座旋渦星雲，M100 卽 NGC 4321。

(威爾遜山天文臺六十吋鏡所撮)

宇  
宙  
壯  
觀



六  
九  
二

光強形美，直徑五分之渦卷。中心核光淡，殆爲渦卷所遮。一九一七年  
以來於此星雲中發見二個新星。

旋渦星雲與其他星雲及星團甚不同者，乃其於全天分布之狀態。其他一切天體，多有向銀河集中之傾向，獨此旋渦星雲，往往避銀河方面而多集於銀極附近。例如地球北半球所見方面，春季夕暮在天頂之后髮，室女、獵犬諸座附近，旋渦星雲最多。如斯旋渦星雲有遠避銀河之傾向事實，早已惹人之注意；至於呈此現象之原因，論說甚多，今尙未能決定。或謂爲銀河雲所遮，故其方面之旋渦星雲殆不能見；或謂銀河有反撥旋渦星雲之作用者。但任何說皆謂現今之旋渦星雲在銀河雲以上之遠距離。故若知旋渦星雲之距離，則一切難解問題皆得解決；不幸旋渦星雲之視差，現今無一可靠者，故多數學者爲種種間接之推測。

由分光儀所得旋渦星雲之速度，誠堪驚異。就光輝最強之仙女座大星雲言之，各學者觀測所得之大速力，爲

斯拉伊發

每秒 300 公里

拉伊得

每秒 304 公里

皮斯

每秒 329 公里

第二百四十圖 仙女座大旋渦星雲



此堪驚異之大星雲乃旋渦星雲中之巨大者，由仙女座之一角，俯視我銀河宇宙。視直徑二度。據哈布盧推測，距離凡九十五萬光年，故其自身直徑已超越三萬四千光年。（圖中右上北，左下南，右下西，左上東）。

烏爾夫

每秒 354 公里

又關於三角座之大旋渦星雲，爲

斯拉伊發

每秒 276 公里

皮斯

每秒 263 公里

但此尚不能謂爲代表的速度。例如關於室女座 NGC 4594 星雲，

斯拉伊發

每秒 1100 公里

皮斯

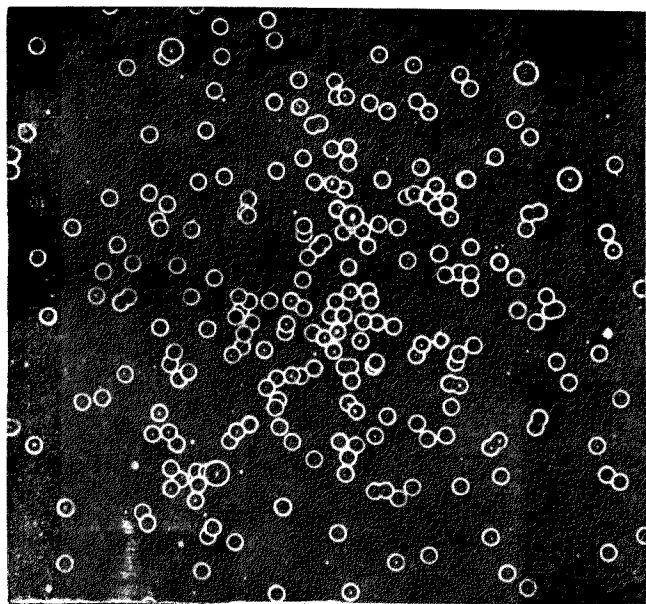
每秒 1180 公里

等，皆甚大之速度。就現今已測定之五十個旋渦星雲而平均之，知此等星雲大概以六百公里之秒速而運動。此速度越過恆星界之一切運動。

旋渦星雲中，近來發見種種變星，遂藉之以求此星雲之構造，物理狀態，距離及其大小等等。變星中，最饒興趣者爲新星之出現。最初哈爾得威於一八八五年發見一新星於仙女座大星雲中，其後此種發見近年驟增。就仙女座大星雲中，互相比較威爾遜山天文臺六十吋鏡與百吋鏡所攝照

片之結果，至今日止已發見四十餘個。又就NGC 2841, 3147, 4527等，行同樣之新星發見。此等新星與我銀河中新星，全為同程度之現象；新星之最大光輝，平均約為十五等或十六等，故旋渦星雲之距離，當在銀河中新星之平均距離十倍以上之遠方。

第二百四十一圖 后髮座一隅多數星雲之密集



(立克天文臺所攝) 左右三十九分，上下三十八分之間面積內有二百四十九個之星雲，小圓形中為各個之星雲。

# 見新星之渦狀星雲

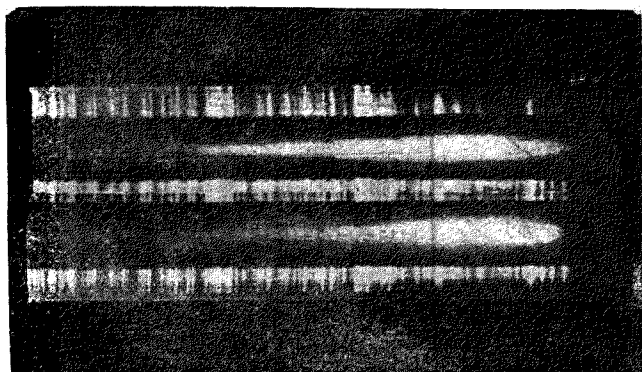
NGC 號數	赤 經	赤 緯	新 星 數	最大新星等	最 初 之 發 見
224	時 0 分 37	° 40	個 40	等 6	1885 年 8 月
2403	7 27	65	1	(16.5)	1917
2841	9 15	51	1	(16)	1917
3031	9 47	69	1	(18)	1917
3147	10 8	73	1	(13)	1917
4321	12 17	16	2	(13.5)	1917
4486	12 25	12	1	(11.5)	1919
4527	12 29	3	1	(14)	1817
5236	13 31	29	1	(14)	1923
5253	13 35	31	1	(7.2)	1895
5457	13 59	54	2	(18.5)	1917
6946	20 32	59	1	(14.6)	1917

最近哈布盧由各方面資料，推算仙女座大星雲之距離，約為九十五萬光年。由此得知此星雲之直徑已為三萬四千光年，全為與我銀河宇宙相等之大天體團。但多數旋渦星雲中，此仙女座大星雲，確為最近距離者，故旋渦星雲全體平均當在一百萬光年以上之遠方。

如斯所得之材料，皆認

旋渦星雲之距離遠而形體大；但近頃威爾遜山天文臺之馬冷氏發表與此完全反對之新事實，學界中遂起一波瀾。馬冷互相比較威爾遜山天文臺所攝之多數旋渦星雲照片，認知此等星雲中之微星有頗大之自行。氏就下列諸星雲中，見其微光點各以頗大之速度，向渦卷長腕延長方向，向外而運動。

第二百四十二圖 旋渦星雲之光譜



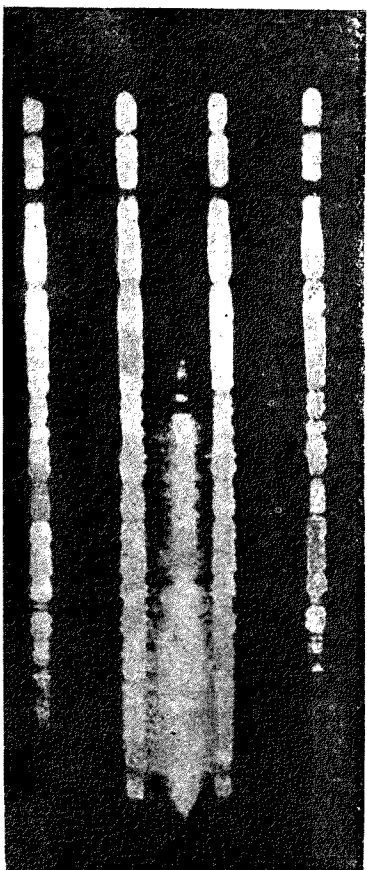
示猛烈之運動速度（美國洛威爾天文臺所攝）

上為 NGC 4594，以每秒一千公里速度而遠離

下為 NGC 224（仙女座大星雲）以每秒三百公里之速度而接近。



第二百四十三圖 仙女座大星雲之光譜



威爾遜山天文臺所攝。由多數恆星而成，故爲連續光譜多現法朗霍亞暗線。

星	雲	微光點每年平均自行	繞中心核之平均公轉週期
NGC 5457		0.022秒	85000年
NGC 598		0.020	160000
NGC 5194		0.021	45000
NGC 3081		0.040	58000
NGC 5055		0.019	
NGC 2403		0.020	
NGC 4736		0.028	

若此觀測果爲真確，則打破旋渦星雲遠距離及大形之論據。蓋馬冷所發見之運動十年及二十年間皆能見之，故此等星雲當不在數百光年以上之距離。

故現今學者間，關於旋渦

星雲有二派學說相並立。一謂

旋渦星雲乃我宇宙內所存在

之小天體；極端言之，可視爲宇

宙塵所成之特種天體。又一派

謂此旋渦星雲乃幾萬恆星密

集而成之大天體團；換言之，與

我銀河宇宙全體相匹敵，一名

島宇宙 (Island Universes)

說。

第二百四十四圖 大熊座 M81  
(NGC 3031) 之旋渦星雲。



示一千三百年間之內部運動，威爾遜山六十吋鏡所攝，馬冷氏測定。



天體攝影觀測之大權威者。由天體攝影法發見多數的天體。

就全天旋渦星雲之

總數言之，從前亦有數說。

十九世紀末葉，奇拉（C.

F. Koeler）由立克天文

臺撮取星雲之成績推論

結果，謂全天中，遠鏡得撮

取之星雲總數約十二萬；

其中無定形星雲及行星

狀星雲全部合計不及一

千，故有謂十二萬中殆全

部皆為旋渦星雲，其後烏爾夫等各以不同儀器攝影之結果，愈確認奇拉之結果；最近旋渦星雲之總數當為八十萬乃至一百萬之多。但如斯多數中，非僅天體攝影乾片上所示之渦狀，當然直徑數

秒，及構造不定之星雲，亦含之頗多。據奢布列之研究，全真正旋渦星雲約二千個，現今已知者以仙女座大星雲為最大，而直徑約三十秒者為最小。在此以下，列入球狀星雲中。

著名旋渦星雲

NGC 號數	赤經 (1900.0)	赤緯	長軸比例	摘要
55	時 0 分 10.0	° 39	1:8	
205	0 0 34.9	+41	8'×3'	
221	0 0 37.2	+40	2.6×1.8	M32
224	0 0 37.3	+40	1:3	M31, 仙女座大星雲, 長 2 度
253	0 0 42.6	+25	1:5	
278	0 0 46.0	+46		
584	1 1 26.3	7	1:1	
598	1 1 28.2	+30	55'×40'	M33, 三角座
628	1 1 31.3	+15	8'×8'	M74 鯨魚座
936	2 2 22.5	1		
1023	2 2 34.1	+38	1:2	M77
1068	2 2 37.6	0		
1365	3 3 30.1	+36		
1700	4 4 52.2	5		
2403	7 7 27.2	+65	1:2	
2681	8 8 46.4	+51		
2776	9 9 4.5	+45		
2841	9 9 15.1	+51	1:3	

2903	9	26.5	+21	56	1:1.5	M81
3031	9	47.3	+39	32	16'x10'	M82
3034	9	47.5	+70	10	7'x1.5'	M95,
3351	10	38.7	+12	14	8'x3'	
3379	10	42.6	+13	6		
3521	11	0.7	+0	30	1:5	
3623	11	13.7	+13	38	8'x2'	M65
3627	11	15.0	+13	32	8'x2.5'	M66
3726	11	27.9	+47	36	1:1.5	
4051	11	58.0	+45	5	1:3	
4151	12	5.5	+39	58	1:1	
4214	12	10.6	+36	53	1:4	
4254	12	13.8	+14	58	4.5'x4.5'	M99
4258	12	14.0	+47	52	1:3	
4303	12	16.8	+5	2	6'x6'	M61
4321	12	17.9	+16	23	5'x5'	M100
4374	12	20.0	+13	26		M84
4382	12	20.4	+18	45	1:3	M85
4406	12	21.1	+13	30		M86
4449	12	23.4	+44	39	1:5	
4450	12	23.4	+17	38	1:3	
4501	12	26.9	+14	58	5'x2.5'	M88
4526	12	29.0	+8	15	1:2	
4567	12	31.3	+12	3		
4568	12	31.3	+12	0		
4649	12	38.6	+12	6	1:1	M60
4725	12	45.5	+26	3	1:1.5	
4736	12	46.2	+41	40	5'x3.5'	M94
4826	12	51.8	+22	13	8'x4'	M64
5055	13	11.3	+42	84	1:3	M63

5194	18	25.7	+47	48	12' X 6'	}	M51
5195	13	25.8	+47	47			M83
5236	13	31.4	-29	21	16' X 8'		M101
6457	13	59.6	+54	50	16' X 16'		
6946	20	32.6	+59	48	8' X 8'		
7217	22	3.4	+30	52	1:1		
7331	22	32.5	+33	54	1:5		
7479	22	59.9	+11	47	3' X 2'.5		9形

此二千萬中，當然亦包含梭狀星雲在內。此梭狀星雲可謂由側面所見旋渦星雲之形狀，由其分布及運動與大小得證明之。若就梭狀星雲之照片觀之，中央部分有明顯之暗黑帶存存。多數學者皆認此因星雲外部，有大暗黑體（恐為氣體）包圍之，其背後光輝透出之結果。

球狀星雲之存在，早已認知之。例如觀仙女座大星雲之照片，得知其近傍有二個小星雲。此二個乃球狀小星雲，決不呈渦卷狀，又與大星雲之腕，全無關係，乃獨立之天體。

第二百四十六圖 后髮座之梭狀星雲 NGC 4565

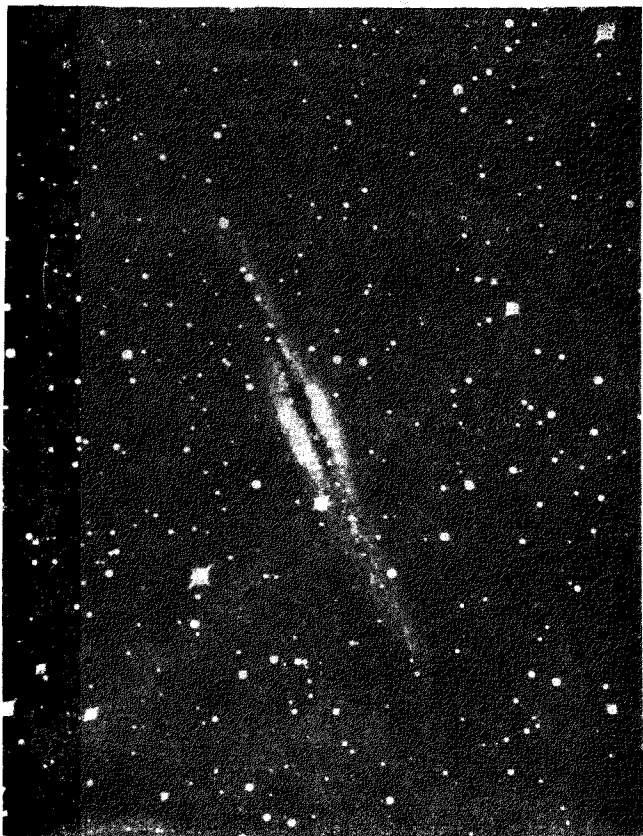
(威爾遜山天文臺所撮)



全體長十五分，幅一分。此種星雲中最大且美者。中央部光強恰視如星，僅北側通過吸收暗線。

第二百四十七圖 仙女座之梭狀星雲，NGC 891

宇  
宙  
壯  
觀



七  
〇  
六

在仙女座  $\gamma$  星之東隣，可謂梭狀星雲之代表的形狀，暗黑之吸收帶縱貫其間，長十二分，幅一分，光輝頗明。



# 有名梭狀星雲

NGC 號數	赤經 (1900.0)	赤緯	星等	長軸方位角	縱橫軸之比	星座
891	2 時 16.3 分	+41	—	20	1:10	仙女座
2683	8 46.5	+33	9.2	40	1:9	巨龍座
3115	10 0.3	-7	9.0	40	1:6	獅座
3628	11 15.0	+14	9.9	100	1:10	獅座
4216	12 10.8	+13	9.6	30	1:6	獅座
4244	12 12.5	+38	11.0	45	1:16	獅座
4565	12 31.4	+26	9.4	140	1:10	獅座
4594	12 34.8	-11	8.7	90	1:10	獅座
4631	12 37.3	+33	9.1	80	1:9	獅座
5005	13 6.3	+37	9.1	60	1:5	獅座
5128	13 19.6	-42	9	120	—	獅座
5746	14 39.8	+2	9.5	170	1:10	獅座
5866	15 3.8	+56	10.3	130	1:3	獅座
7814	23 58.1	+15	10.3	130	1:3	飛馬座

近來立克天文臺諸天文家多認球狀星雲皆為旋渦星雲之中心核，故特別注重此種之研究。但最近哈布盧等用威爾遜山大迴光鏡研究之結果，主張球狀星雲與旋渦星雲完全不同。奢布列分類南天之小型星雲時，約三千個星雲中。

球狀星雲

全數百分之八十

棒狀星雲

百分之十二

旋渦星雲

百分之八

故球狀星雲，可謂甚多。

球狀星雲果何物耶？觀測困難，尙未充分明瞭之；但中央部示太陽型之光譜，故當仍爲恆星之集團。直徑多在角度二分以下。

星雲之研究乃今日天文學界之流行問題。二十世紀以來有大遠鏡之天文臺，皆注力於此方面，故關於星雲之知識今世紀較爲豐富。但尙未達到安定之學說。例如

(1) 氣體星雲輝明之理由

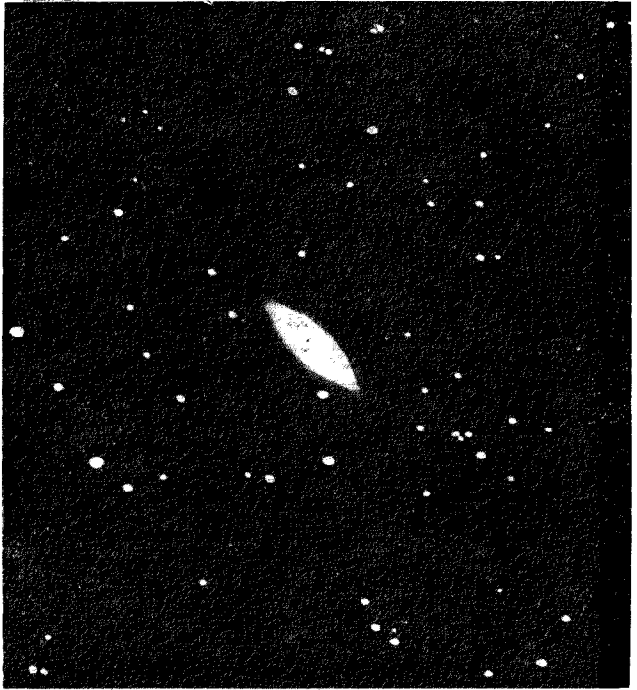
(2) 行星狀星雲之物理的性質

(3) 旋渦星雲之距離與運動力學

(4) 球狀星雲之本性

等，皆爲未解決之問題，故今世紀可謂徹底解決星雲諸問題之時代。

第二百四十八圖 NGC 3115 星雲



六分儀座  $\alpha$  星南七度之星雲，成長四分幅一分之細長形。靳斯謂爲初期星雲之代表者。

梅 西 爾 星 雲 星 團 表

次 序	NGC 號數	赤 經 (1900.0)	緯 緯	星 座	星 等	種 類
1	1952	時 5	° 57	牛 瓶	5	星 狀 星 團
2	7089	28.5	16	金 寶 總	4	星 狀 星 團
3	5272	28.3	53	天 鵝	4	星 狀 星 團
4	6121	37.6	17	天 鵝	4	星 狀 星 團
5	5904	17.5	27	天 鵝	4	星 狀 星 團
6	6405	18.5	9	天 鵝	4	星 狀 星 團
7	6475	33.5	47	天 鵝	5	星 狀 星 團
8	6523	47.3	23	天 鵝	8	星 狀 星 團
9	6333	57.6	25	天 鵝	7	星 狀 星 團
10	6254	13.3	57	天 鵝	5	星 狀 星 團
11	6705	51.9	23	天 鵝	7	星 狀 星 團
12	6218	45.7	46	天 鵝	7	星 狀 星 團
13	6205	42.0	39	天 鵝	6	星 狀 星 團
14	6402	38.1	11	天 鵝	4	星 狀 星 團
15	7078	32.4	49	天 鵝	7	星 狀 星 團
16	6611	25.2	11	天 鵝	4	星 狀 星 團
17	6618	13.2	49	天 鵝	7	星 狀 星 團
18	6613	15.0	13	天 鵝	6	星 狀 星 團
19	6273	14.1	10	天 鵝	7	星 狀 星 團
20	6514	56.4	7	天 鵝	6	星 狀 星 團
21	6531	55.3	2	天 鵝	6	星 狀 星 團
22	6656	58.6	30	天 鵝	7	星 狀 星 團
23	6494	30.3	59	天 鵝	8	星 狀 星 團

24	6603	18	12.6	-18	27	馬
25	IC 4725	18	25.8	-19	19	馬
26	6694	18	39.8	-9	30	馬
27	6853	19	55.3	-22	27	人
28	6626	18	18.4	-24	55	人
29	6913	20	20.3	-38	12	馬
30	7089	21	34.7	-23	38	天鵝
31	224	0	37.3	+40	43	摩訶女
32	221	0	37.2	+40	19	雙魚
33	598	1	28.2	+30	9	角
34	1039	2	35.6	+42	21	三英
35	2168	2	2.7	+24	21	雙子
36	1660	5	29.5	+34	4	仙
37	2009	5	45.8	+32	31	御
38	1912	5	22.0	+35	45	御
39	7002	21	28.6	+48	0	天
40	.....	12	17.4	+53	40	大
41	2287	6	42.7	-20	38	熊
42	1976	5	30.4	-5	27	大
43	1982	5	30.6	-5	20	獵
44	2632	8	34.3	+20	20	獵
45	.....	3	41.5	+23	48	巨
46	2437	7	37.2	-14	9	盤
47	2478	7	50.2	-15	39	牛
48	.....	8	9.0	-1	39	船
49	4472	12	24.7	+8	33	船
50	2323	6	58.2	-8	12	女
51	5194	13	25.7	+47	43	獅
52	7654	23	19.8	+61	3	犬
53	6021	13	8.0	+18	42	仙





## 第五章 銀河

住居於都會之人，全不能知銀河之美。稍有月光，即不能見之；晨昏朦影亦爲大妨礙。務於鄉村，無月之夜半，仰觀天空，始能知銀河之真相；與行星及月不同，觀察時須全黑之天空，故現今都會之人殆不能知之，一旦知之，則未有如其雄大者。吾人感宇宙之大者，實由銀河始。此銀河現於夏空，吾人常覺其與牛郎織女有直接關係者。但銀河決非夏空所專有。與七夕星相關聯之銀河部分，僅夏夕容易觀察之；嚴冬之空，亦現他部分之銀河。冬季銀河部分星體之美，非夏季銀河所能及。

### 第一節 銀河之謎——形狀 大小 光輝 組織

銀河 (Galaxy) 或稱曰銀漢，又曰天河，即想像爲一種河流之意；希臘以來又稱之曰乳之途 (Milky way)。無論其爲河爲乳，此銀河乃天空謎中之謎。單眺望之，固覺其謎；測定之，分析之，攝影



之，推究之，仍皆爲謎焉。

欲解銀河之謎，最初以遠鏡視之者爲加里尼氏。彼用自製眼鏡眺視銀河，發見其實爲微星之集合體，首先證明其非河亦非乳也。

十八世紀末，威廉候失勒計算全天所見之星數時，偶然發見銀河之構造及其宇宙的意義。卽我「星之宇宙」形成扁平體，銀河乃此宇宙之基礎工程。最近過去百年間之天文學，可謂最注力於探求此基礎工程之詳細情形。

夏季見銀河之一部，冬季又見其他一部，前已述之。但此夏天銀河與冬天銀河之連絡，可視在仙后座。——南半球或見在南十字座亦未可知。

實際，銀河一周天空。其所經過之路，先由仙后座出發，經英仙，御夫，金牛之東部，雙子之西部，獵戶之東北部，麒麟，大犬之背後，入南船及南十字座。由此分爲二支，東支由圓規，天壇，天蝸，遠鏡，人馬，盾牌，天鷹，天箭，狐狸諸座，而至天鵝座；西支由半人馬，豺狼，而達天蝸，一旦消滅，再現於蛇夫座，經武仙與天箭之間而至天鵝座，與東支相會，經蝸虎而歸仙后座。

第二百四十九圖 仙后,仙王,天鵝諸座附近之銀河。

宇  
宙  
壯  
觀



七  
一  
六

公元一九二三年九月九日馬克斯烏爾夫所攝(左北右南,上西下東)

由天鵝座東北部,貫仙王座而達仙后座之西部,此部分之銀河東西四十五度。左下之仙后座尙未見銀河之流動,由仙王座能明瞭知之。距上十一公厘,距右二十二公厘處爲天鵝座 $\alpha$ 星,其東十五公厘爲北美洲星雲。距左三十六公厘,距上五十九公厘處爲仙王座 $\alpha$ 星。又距左三十八公厘,距下二十二公厘處爲仙后座 $\beta$ 星,下端距左十五公厘處爲 $\gamma$ 星。

但此河流決非如赤道及黃道之爲幾何學的真正大圓形。幅員或廣或狹，或生枝於左，或成島於右，或爲洞穴，或爲灣口；表面光輝濃淡部分又復錯雜，非筆墨所能書，肉眼亦能知之。

仙后與蝎虎二座附近之銀河，幅員約僅十度之狹；天鷹，蛇夫，天蝎諸座附近，則廣達三十度以上。至南天，於杜鵑劍魚兩星座，分離而成如島之二個墨氏鵠尼雲。天鵝座與蛇夫座以及南天之南十字座附近，有殆不見一星之暗黑部分，候失勒稱之曰煤袋（Coal sack）。雖不如此名之甚，但銀河中多有星體特多之處，又有特少之處。星之特多部分，肉眼視如銀白色光輝，其有名者，如天鵝座 $\beta$ 星至 $\gamma$ 星，盾牌座之中央及人馬與天蝎兩座間之部分。

如斯銀河之枝島與光之濃淡等，因何而起？耶頗饒興趣之問題。烏爾夫及巴納得由攝影研究此銀河細部構造之結果，謂現今有所謂銀河雲

第二十五圖 威廉候失勒氏所想像銀河宇宙之構造



（中央一星，即我太陽）

之星雲集團與吾人之間，有多數黑暗天體存在；因其塞夾之結果，按隱遮背後星光之程度，遂成銀河之複雜狀態。暗黑天體，大概皆暗黑氣體，故可使背後星光弱小五分之一或十分之一；巴納得由此等現象，作數百個暗黑天體表甚爲有名。

銀河顯有特殊天體集中之傾向。例如烏爾夫拉伊埃型星，N型星，新星，行星狀星雲，無定形星雲等，以及其他B型與A型之幼稚星，皆多集於銀河。（但近來已知B型星與銀河之配列稍不同）。其他天文學上認爲珍異之天體，多現於銀河之中。即銀河可認爲各種各樣天體之集會地點；獨旋渦星雲，往往避銀河而居其他部分。此可認爲此種星雲之特別性質；又可認爲因其在銀河星以外之遠距離，爲銀河星或普通暗黑氣體所遮蔽，故銀河方面不見旋渦星雲焉。

不獨某特殊星體有集於銀河之傾向，一般星體亦有銀河部分較多之傾向。此乃威廉候失勒所發見，且經後來多數學者所公認。爲示某星以如何比例密集於銀河起見，以數值示銀河中某一定面積內所見之星數及銀河兩極同面積內所見星數之比例，此謂之銀河集中度。此不獨關於A型或N型或某特種之星有顯著之數值，一般星體，亦有頗饒興趣之數值。尤以星體光度愈弱則銀

第二百五十一圖 由天鵝座東北部至仙王座間之銀河



(公元一九〇四年九月十一日，巴納得在葉凱士天文臺所撮)  
南北(上下)十度東西(左右)七度之全面積內，肉眼僅約見十個之微星，攝影視之，則如此圖之無數星體之羅列。距上八十公厘，距左三十四公厘處為天鵝座第一  $\pi$  星。距下六十八公厘，距左二十公厘為第二  $\pi$  星。縱橫皆見暗黑星雲之存在。

河集中度愈高，此對於銀河構造之研究甚為重要。依西列斯之研究，約至十四等星止，銀河中星數約為銀河兩極五倍乃至六倍；十五等以下之星，此比例急增，即

十五等星

四十倍

十六等星

七十倍

十七等星

一百倍

十八等星

一百十倍

就威爾遜山天文臺百吋遠鏡

所撮之二十一等星，則僅為四

十四倍；要之，能見之星與不能

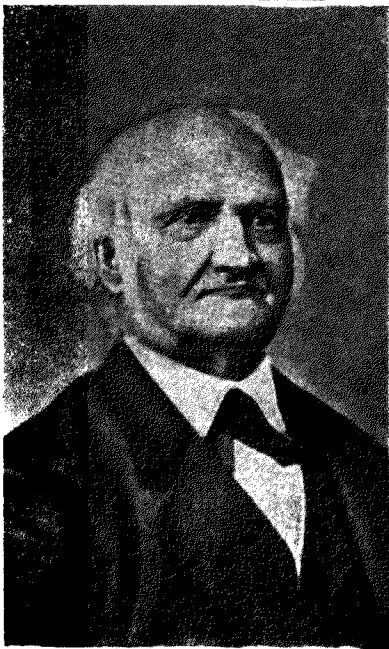
見之星，若全部加入計算，則銀

河中之星為銀極之星七百四

十倍。因此顯著集中度之故，銀

河全體有如彼之面積光度。由

第二百五十二圖 頁爾斯



德國敏斯脫學院教授，精細研究銀河之光輝。

此觀之，肉眼所視之銀河雲，至少主要乃由十五等以下之微光星而成。

此十五等星以下之銀河雲，到底在如何之距離耶？此不能直接用三角法測量之。現今學者多測銀河雲中各處暗黑氣狀雲之距離，以求銀河距離之最小限度；又奢布列由球狀星團之距離，得知銀河之最大廣袤。由其結果，得知銀河雲之輝星約在五百光年乃至十萬光年之範圍內。

多數學者爲示銀河在天球上之位置起見，決定銀河北極之位置。其中較爲可靠者，如

研究者

銀河北極赤經

銀河北極赤緯

古爾德

190.6

北 27.2

吳素

191.5

北 27.9

紐康

191.1

北 26.8

近來克勞密林 (Crommelin) 整理此等多數研究之結果，得銀河北極

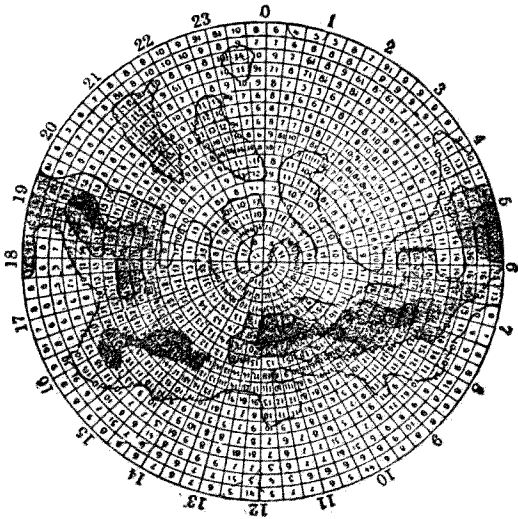
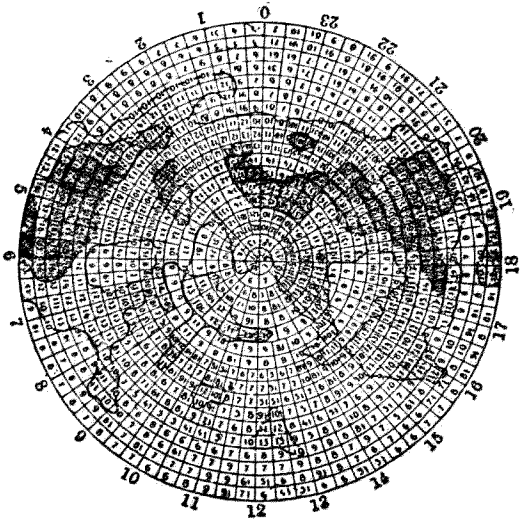
赤經

190.65 度

赤緯

北 27.53 度

即與天球赤道傾斜六十二度半，其向赤道之昇交點在巨蛇座  $\eta$  星附近。



全天星體之分布。以經緯線適當分南北兩半球為小部分，以各部為中心，記入全天二百分之一之面積中所含之肉眼  
 的星數。由此得知天空星體配列之不規則狀態。（斯克亞巴列里作）



由恆星宇宙之構造言之，銀河乃其基礎工程，故以銀河爲基本平面，研究恆星位置分布與運動等，在近代天文學上，極爲重要。故以如上所定之銀河北極爲北極，其反對點爲銀河南極；更距此兩極九十度之點之軌跡，按幾何學的方法，定一銀河平面，以之爲星體緯度之出發點，遂得所謂銀經 (Galactic longitude) 銀緯 (Galactic latitude) 之銀河座標 (Galactic coordinates) 學者多用之。

候失勒以來，視肉眼所見之銀河爲一周天之大圓形。故以上所決定之幾何的銀河平面與此銀河略相一致；但據最近嚴密研究之結果，得知實際銀河與幾何學的銀河平面全不一致。換言之，銀河之中心線非一大圓，故我太陽系占居銀河平面稍偏北之位置。此乃最近始得判明，故太陽系之偏倚甚爲微小，決非簡單所能見之，自不待言。

## 第二節 銀河系——大宇宙乎 抑小宇宙乎

略以太陽爲中心，東西約十萬光年（或至多二十萬光年）以內，一切天體殆皆羅列於其中。若

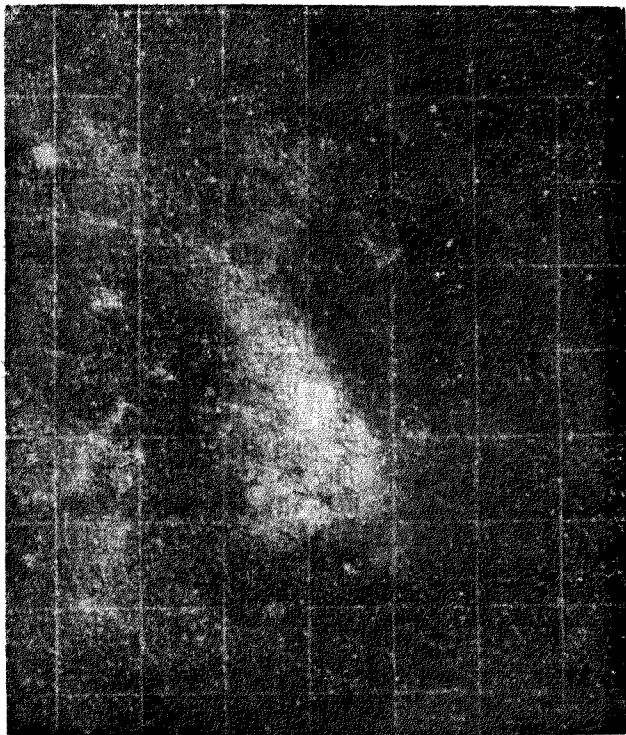
擴張至更大之無限空間觀之，此不過某範圍內之天體集團；其大概形狀，得依形成銀河之天體之配列而定之。前之太陽附近之一團，即所謂太陽系是也；今如後之大集團，稱之曰銀河系（Galactic system）。

於集合一切天體（一切世界）之意義言之，銀河系乃一宇宙（Universe）。但一切已知之天體，未必皆含於銀河系之內，故銀河系之外，尚有若干天體集團，即宇宙亦未可知。例如由某種之觀察方法，仙女座大星雲，獵犬座旋渦星雲以及其他旋渦星雲等，皆各得視為一宇宙者。

單由天體之集團一點觀之，球狀星團為頗大之宇宙；又各種疏散星團及大熊座星羣等，非不能謂某意義之宇宙也。故宇宙云者，有大宇宙與小宇宙以及種種程度之宇宙。

但我銀河宇宙（Galactic universe）為大宇宙耶？抑小宇宙耶？就包含所見恆星全部一點言之，銀河宇宙包含大熊座星羣，畢星團及其他一切疏散星團，故其為疏散星團以上之大宇宙無疑。今就大小觀之，銀河系直徑約為三十萬光年，而大熊座星羣，畢星團，昴星團等，直徑皆僅在百光年內外而已。

第二百五十四圖 大墨氏騰尼雲（上西下東，左南右北）



（公元一九〇四年一月二十一日南非洲好望角天文臺十吋鏡所攝）  
飾南洋冬空之輝雲。奢布列謂此大雲距離約十一萬光年視直徑七度，故實物直徑達一萬五千光年。與銀河相伯仲之一宇宙。最初週行世界之墨氏騰尼所發見。

由英仙座經金牛座擴散至獵戶座附近之氦星羣（B星羣）直徑達一萬光年以上，此乃與銀河中央線傾斜十度之透鏡形星羣，故組織與銀河稍不同。但就大小言之，此亦不過銀河宇宙中之一團而已。

按奢布列之研究，球狀星團之宇宙的意義頗明。即星團本身直徑達幾千光年之大，大概與氦星羣相匹敵；但其位置皆在銀河系之外側，故此等星團終係我銀河系附屬物之小宇宙而已。

最近數年間，奢布列研究大小墨氏騰尼雲，更與此等相匹敵之其他若干星雲星團相比較，又以之與我銀河系相比較研究。據其結果，此兩雲所見之角直徑爲

大墨氏騰尼雲

7.2 度

小墨氏騰尼雲

3.6 度

又由各數百變星之事實，測定其距離爲

大墨氏騰尼雲

11 萬光年

小墨氏騰尼雲

10 萬光年

此與我銀河系外側之距離略相等。又其實際直徑爲

故此等皆爲球狀星團遙大之宇宙，而與我銀河系之性質相似。實際據奢布列之研究，此等墨氏騰尼雲中，不獨有我銀河系中之種種變星，頗大星雲星團亦有數百個存在；就各星言之，例如有劍魚座 S 星之光力約負九等之超巨星存在。我銀河系中最大氣體星雲爲獵戶座大星雲，其輝明部分直徑三光年；大墨氏騰尼雲中，包圍劍魚座 30 星之大氣體星雲，直徑則達二百六十光年，實堪驚異。

奢布列同時研究 NGC 6822 之淡星雲。此星雲在人馬座，巴納得所發見，丹敢及哈布盧等用威爾遜山天文臺大迴光鏡行攝影研究；所見僅長十分幅五分之小天體。但距離似爲一百萬光年，故實際大小，仍有二三千光年之直徑，全與墨氏騰尼雲相比肩。

如斯天空中有頗大之天體集團，故我銀河系不能謂爲特殊階級之宇宙。但於現今所知之中，銀河系得列入實際大小宇宙中之最大部類者無疑。

與如斯考察相關聯，欲早解決者仍爲旋渦星雲之謎。旋渦星雲爲大天體集團耶？其得與球狀

第二百五十五圖 小墨氏鴈尼雲（上東下西，右北左南）

宇宙壯觀

七二八

與大墨氏鴈尼雲相並列，每年十一月現於南洋之天空。奢布列謂為距離十萬光年直徑七千光年之宇宙。此雲中得見數千個之變星。

下端為杜鵑座47大球狀星團，即 NGC 104。距上三十二公厘，距右五公厘為 NGC 362 球狀星團。

星團相比耶？或與墨氏騰尼雲及 NGC 6822 爲同級耶？或其大小全在銀河系以上耶？現今皆不得而知。據奢布列氏之新研究，三角座 M33 旋渦星雲距離約九十萬光年，實直徑一萬五千光年，其中包含直徑二百光年之大氣體星雲，故可視爲與墨氏騰尼雲相似之宇宙；又仙女座大旋渦星雲實直徑約五萬光年，仍可視爲墨氏騰尼雲及銀河系相似之宇宙。若如斯旋渦星雲足爲普通旋渦星雲之適當代表，則銀河系爲墨氏騰尼雲及 NGC 6822 與多數旋渦星雲同列之宇宙，且可爲是等宇宙中之代表者。

## 第六章 星雲說

廣訊空間各天體現實之位置與配列以及是等運動諸現象，爲數千年來天文學之中心問題；至近世如斯天體配列之由來及關於各星形成進化等之時間的問題亦加入天文學研究之中，此方面之開拓者爲康德 (Immanuel Kant) 及拉伯拉斯 (P. S. Laplace)；十九世紀末，張伯林 (T. C. Chamberlin) 與馬爾頓 (Forest Ray Moulton) 兩氏之微星假說出，至最近析斯 (Sir James H. Jeans) 發表總括的新研究，但至張伯林馬爾頓止，研究之主目的，在說明太陽系之成因，至析斯則不僅限於太陽，並論一般恆星及其羣團之生成等，較爲徹底。

### 第一節 拉伯拉斯星雲說

所謂拉伯拉斯星雲說 (Nebular Hypothesis) 乃一七九六年氏所著宇宙系統論 (Expos-



ition du systeme du Monde) 書中所述，文極簡潔，除去煩雜之數理解說，爲通俗的作物。此書與社會人民以極大之感動。茲譯是書第五卷第六章之主要部分，得知有名之星雲說之要點。

「……吾人姑止於此，試就太陽系之配列與各星相互之關係而考究之。諸行星運動焦點之太陽大球體，於二十五日半間，迴轉其軸之周圍。就太陽之表面言之，爲發光物質之大海所掩遮，其狂瀾形成富於大小多少（時時爲比地球更大之形）變化之黑點。此大海上方，有廣大之蒙氣；更超乎其外爲多數之行星，各連其衛星，於太陽赤道稍傾斜之平面內，運行於殆爲圓形之軌道上。無數之彗星近接我太陽，又復遠去之事實，得證明此王國遠延至既知行星系所示之限界以上。太陽不獨引此等一切之天體，使運行於自己之周圍，更供給光熱於是等之天體，我地球受其惠而動植物得以成長發達。由此類推，其他行星亦受同樣之事實。蓋是等如吾人所見，物質以種種樣式而發達，與地球極相似，有晝夜及季節；此等之強力變動，實際觀察亦所能見之木星等大行星，認全爲不毛之地者乃不自然之事。且其他行星，雖不見有如地球上適於創造人類之溫度，但太陽系內諸種之世界，未必皆無各適於種種生物存在之溫度。若於地球上之物質原素及氣候變化使生如斯之

變動，則其他行星及衛星於此以上更生如何之差異耶？雖竭力運用想像心思，終不能想及之，但如斯之存在，確爲可能。

『各行星系之主要素，可以有種種之差別；但另一方面觀之，彼等間互相有極顯著之關係存在，而其成因示吾人以此事實者不少。例如一切行星於太陽周圍皆由西向東，殆運行於同一平面內；又一切衛星環繞其所屬行星周圍之方向及平面皆與行星之運行方向及平面殆相一致；又能觀測之太陽行星衛星等之自轉皆以同方向之軸爲軸，與彼等之公轉軌道面殆相一致；——皆足驚異之事實。』

『此異常之現象，決非偶然者。必有一公共之原因，決定此等一切之運動。概算此公共原因存在之或然率，吾人今由天體之實際觀察所知之事實，今日已知者，太陽系由七個行星及十八個衛星而成；太陽及五個行星太陰，木星之衛星，土星環及其最遠距離之衛星——此等回轉，皆能觀測之。此等運動，即全體三十八種之運動合成一系統，其迴轉方向，與全體基礎之太陽赤道面相同。吾人心中，今先想像順行於太陽赤道平面之運動，次再想像此運動平面與太陽赤道面之交角，漸次

增大之時；此等交角由零度遂至二直角，最初由零度至直角間，運動爲順行，其後至二直角間爲逆行運動。故一切運動之順行與逆行，皆得由其交角之差異表之。由如斯觀念以視太陽系，則三十七種之運動對於太陽赤道面亦可傾斜至直角。若此等交角全爲任意的，則零度與二直角之間，可有種種之傾斜。故至少此三十七種運動中有一比直角大時所生之或然率爲

$$1 - \frac{1}{2^{37}}$$

四

$$\frac{137438963471}{137438963472}$$

故太陽系內諸運行方向決非偶然而生者乃極正確之事實。且此等運動平面與太陽赤道面爲甚小之交角，比直角遙小，故此正確更得證明。

「太陽系尙有一顯著之特徵，彗星軌道雖長而行星及衛星之軌道離心率小。僅有如斯大小之離心率，而二者中間之離心率則無一存在。故不得不認爲又有某一定原因齎此結果。一切行星軌道殆爲圓形者決非偶然之事；故決定此等運動之根本原因，軌道亦殆爲圓形無疑。同時此同一

第二百五十六圖 拉伯拉斯

宇  
宙  
壯  
觀



七  
三  
四

發表星雲說，得名於世之法國數理天文家。

原因或使彗星軌道爲大離心率，但有一不可思議者，即彼等彗星之運動方向，不受何等影響。即若以彗星軌道與黃道所交之角度在直角以上，而其運動爲逆行，則至今所觀測之一切彗星軌道交角之平均值殆爲直角，故彗星可視爲任意拋出者。

『故若再遡求全太陽系原始運動之源泉，則有下列五個事實之存在。

(一) 諸行星運行爲同一方向，又殆行於同一平面內。

(二) 諸衛星之運行與諸行星運行爲同一方向。

(三) 諸天體及太陽之自轉與彼等公轉爲同一方向，其運動面傾斜極小。

(四) 諸行星及衛星之軌道離心率小。

(五) 諸彗星軌道之離心率大，但軌道面之傾斜似係偶然。

『據余所知，自宇宙真相發見以來，最初企知行星及衛星之原因者爲比幼夫恩。據氏之想像，則一彗星落下於太陽之結果，一列物質團由太陽流出，於遠近不同之距離，凝結成大小種種之形體，遂成行星及衛星，後冷卻而爲不透明之固體。』

「此說滿足於前述五條之最初一項。蓋如斯生成之一切天體，於形成各天體之物質所流道路之一平面內，與太陽中心殆爲真正移動。但余認其他四現象，不能以此方法說明之。一行星各部之絕對運動務行於其星全體重心所動之方向。但行星之自轉決不限行於同一之方向。例如我地球由東向西迴轉，而其各部之絕對運動得由西向東。如斯議論，亦施於衛星之公轉運動，故由上述比幼夫恩說則衛星之公轉無與其母星（行星）運動方向相同之必要。」

「此說不獨對於行星軌道離心率小之說明，甚感困難，且得反乎事實之現象。由集中引力之理論思之，則一天體於太陽周圍，爲極近之軌道運行，設一旦接觸於太陽之表面，則天體每一公轉必歸於同點。故若行星皆由太陽分離而出，則每一公轉，彼等必接近接觸於太陽，軌道必非圓形，反極近於橢圓形。且由太陽拋出之物質與擦過太陽表面之星體相比較者，似不適當。蓋流出物質之各部分間，因互相壓力與引力之作用，變更運行之方向，改變近日點亦未可知。但無論何時軌道仍有甚長者，僅極珍奇之特別例外，始有小離心率。最後據此比幼夫恩說，至今所觀測約九十個之彗星軌道，何以皆甚長耶？不能說明其理由。要之，此說甚不滿吾人所期望。」

「故行星運動之原因，其有如何之性質耶？以至於衛星之生成及其運動之支配，此種天體皆共同者無疑。但此等天體，互有甚大之距離，故可想像最初當爲極擴散之某種流動體。多數天體以太陽爲中心，運行於單一方向之殆爲圓形之軌道上，故其流動體，類似包圍太陽周圍之蒙氣無疑。故由行星運動之考察，吾人所得之結論，乃太陽蒙氣因高熱之故，以前漫延至一切行星軌道之外，其後漸次退卻至今日之場所。此與一五七二年仙后座中所起之數個月間星體大爆發爲同一之原因，亦未可知。

「由彗星軌道之大離心率，亦得同樣之結論。即謂更小離心率之軌道多數消滅。蓋比現今所能觀測之彗星近日點更遠處之太陽蒙氣，殺滅廣大空間內天體之運動而皆併合於太陽。故僅當時在遠方之彗星今日仍爲彗星而存在，且僅於近日點頗近於太陽，即今視其離心率較大。但太陽蒙氣對於此等彗星之運動，不與其他之變動，故軌道面之交角完全亂雜無章，恰如任意拋出者。如斯彗星公轉週期之長久年月，與軌道離心率之大以及交角之有種種現象等，皆可視爲太陽蒙氣之作用，此得極自然的解說之。

第二百五十七圖 埃及鄧迪拉(Dendera)之天圖



相傳公元紀元前四十四年所作，此星座圖已含埃及巴比倫兩派之混合形式，尤以黃道十二星座，殆與今日所用者，完全相同。但金牛及白羊之方向相反，雙魚及大犬等位置稍有不同。中央置河馬，是為埃及式。



「然則諸行星之公轉及自轉，如何得決定爲現在之情狀耶？若此等天體突入彼流動體之中，則彼等當受抵抗而落於太陽中。故如前卷所述，行星可視爲太陽蒙氣冷卻集中於中央時，由赤道面內殘留物質帶之凝結，順次成於蒙氣之外側者。又衛星亦得同樣認爲各行星蒙氣而成者。前舉之五個事實，當然得由此思想導出之；土星之環可謂更有力支持此說者。最後，太陽蒙氣漸次離棄之處，若有何稀薄之物質存在，自身過輕，而缺乏互相吸引之力，或於繞太陽而公轉之間，不落於其他之天體，則呈黃道光現象；且對於諸行星之運動，無甚大之抵抗。」

「一切若非觀察與計算之結果，則不能真正信用之，本人現今提倡之太陽系生成論，將來如何，固不可知；但若無外界之妨害以擾亂之，則此宇宙各部分能維持極度之安定者，確信無疑。」

以上所述，乃有名之拉伯拉斯星雲說之要點。一讀得說明太陽系之組織。單以文字說明漠然之議論，故不甚惹目；但若稍精細數理的推究其論理，則以上之敘述，可疑之點決不少。例如謂諸行星之平均公轉平面與太陽赤道平面殆相一致者，固得簡單了之；但實際太陽赤道乃按巨大太陽之迴轉而決定，此與諸行星之基本平面即拉伯拉斯所謂不變平面 (Invariant plane) 者，交角

達五度以上，如斯大交角，決非簡單變動所能發生者。又如大行星之公轉與自轉視爲全部幼稚時代太陽蒙氣之痕跡者，由太陽系全體迴轉運動量永久不變之力學原理觀之，稍爲輕率之論。廣言之，拉伯拉斯發力學的簡單原則相矛盾之言論，稍爲奇異。

又拉伯拉斯論說最有力之實證爲土星環，按十九世紀後半諸天文家之研究，已見破其真相，殆已不能爲拉伯拉斯論說之證據；且自拉氏以後所發見多數大小行星及衛星，頗有違反「圓形軌道」以及「小交角」之事實，故拉伯拉斯星雲說現今已完全破產矣。（詳細參看第一篇第三章各星軌道要素表。）

## 第二節 張伯林馬爾頓微星假說

十九世紀最末期，美國張伯林及馬爾頓兩氏發表一新太陽系生成論，以代拉伯拉斯之舊說，此即所謂微星假說（Planetesimal hypothesis）是也。拉伯拉斯時以土星環爲天體誕生之唯一好例，張伯林馬爾頓說，則以旋渦星雲之形狀爲極富暗示之實例。即一般旋渦星雲漸次進化，其

中央之心核變爲太陽，腕之各節密集於各處，遂成行星及衛星；但根本上旋渦星雲如何而生成耶？此乃二恆星互相接近，在其利那間，彼此互相爲潮汐作用之結果，星之表面有一部分物質脫離，飛出於外界，結果此等配列成渦卷之腕形。在力學上，此說比星雲說遙爲合理，同時又引起旋渦星雲之意義，且用潮汐作用之新能力於天

第二百五十八圖 北極附近之星座圖



體進化論；就論說本身言之頗饒興趣無疑。

但張伯林馬爾頓出此學說最初受人批評者，乃太陽系生成由二恆星（或太陽與一恆星）之接近，起此現象之或然率如何？例如形成銀河系之幾億恆星，於東西幾萬光年之大空間內，爲每秒十公里或二十公里之平均運動，其近至二體能互相爲潮汐作用者，雖非完全不能有之事，但亦必爲極稀有之現象。據近頃拉伊丁之研究，比較的最近接近於太陽之恆星如下。

星名	接近年（距今）	最接近距離
天兔座 α 星	二百萬年前	六光年
獵戶座 β 星	六十萬年前	八光年
大犬座 ε 星	二百萬年前	三光年
人馬座 γ 星	一百萬年前	八光年
蛇夫座 α 星	二百萬年後	十光年
大熊座 16C 星	一百萬年後	六光年

由此觀之。一恆星接近太陽至五六光年之距離者大概百萬年一次而已。故今日半人馬座 α 星與天狼星等與太陽所距之距離於幾百萬年期間，始得達恆星相互接近之最短距離。於幾光年之大

距離者，任何星體，皆不能呈惹目之潮汐作用。起潮汐作用者，二恆星之距離，必約接近至太陽系內行星彼此之距離而後可；此十億年或百億年或有或無之稀有現象。故過去太陽雖遇此現象，但非「一切其他恆星頻起之一現象而太陽亦起之者，」當然獨太陽可視為全宇宙間特有此種現象之經驗。

又旋渦星雲，非如十九世紀中，所認之性質之天體，最近知其為銀河宇宙相埒之一大天體團，故以一旋渦星雲為一太陽系之根本形式者，已大錯誤。

### 第三節 靳斯新說

靳斯新說，根本上與以前二說不同，即氏認為太陽系之生成乃與全宇宙一切天體不能分離之問題。故氏不獨研究拉伯拉斯以來之太陽系生成問題，同時並研究其他諸種星辰及小宇宙之成立問題。

靳斯研究太陽系之生成，同時亦研究一般恆星之誕生。現今時代與五十年乃至百年以前不

同，太陽系內之情形以及恆星  
界種種詳細事實皆已知之。恆  
星有赤星，黃星，白星，巨星，矮星，  
雙星，變星等區別；而星雲星團  
亦有種種差別。不判明此等天  
體之生成者，太陽系之成立雖  
甚明瞭，亦不過局部的解決而  
已。

斯由最近之天文觀測

法所得之知識，先努力注視旋  
渦星雲。但旋渦星雲中，如仙女  
座大星雲及獵犬座 M51 等，

第二百五十九圖 蛇夫座圖



已示發達至某程度止之形式；其所有之形狀，決不能視爲全部代表旋渦星雲之進化現象，此旋攝影得知之。斯斯比較研究多數由渦星雲之構造與物理，得知一列進化次序；更知此種星體，一方面與球狀星雲相連絡，他一方面又與某星團相關係。斯斯於是遂得天體誕生之最初消息。

據氏所說，宇宙初始之存在，爲一最稀薄暗黑氣體之龐大集團；因自身之引力，各部分互相吸引，遂向中央收縮，與全體的迴轉，漸成扁平形；迴轉速度愈增，形愈扁平，厚亦愈薄，向橫方之擴散益達遠方；且由初始些細形之不公平所起之各部互相潮汐作用，後擴大而由略正反對之二處伸腕而彎曲外延之結果，卽成吾人所見渦卷狀構造之星雲。如斯已生成之旋渦星雲，如仙女座大星雲及 M81 與 M101 等，比較研究之結果，得知各個略與我銀河系相匹敵者，全質量達太陽之數億倍。

由奢布列等之研究，球狀星團之真相，頗已明瞭；依其所說，已知此種星團者，其數有限，位置亦與銀河相關，多偏在於天之一方；又各個星團中所含之星數約有數萬個，由此種種事實推究之，此等星團，畢竟可視爲旋渦星雲之一部一節更發展而變爲各星集團之構造。同時疏散星團及並行

運動之星羣，自然亦可視為球狀星團等更進一步者（或墮落而亂其形者。）

由此觀之，我銀河系之大天體集團，似係最初為無形之大氣體團，漸次變為一個旋渦星雲，更變而生各部分之恆星。今日各種小星團及星羣尚有存在之事實，乃旋渦星雲各部分多少不均分布之結果，將來此等星團或分散至不能認知其為星團者。又今日銀河星一般得認有何星流者，仍可視為過去乃渦卷形之腕，行某種運動之痕蹟。

旋渦星雲變為星團，星團分散而為各個恆星獨立存在之後，此等星體，各個初始仍係極稀薄之氣球，其自力更繼續收縮，溫度上昇，放射光熱；最初一定期間，按物理學上光熱放射反比例於星體直徑之原則，星全體之光力無大變化而前進，收縮超越一定限度而星體內物質密度增至某程度以上，表面溫度及光輝隨收縮而衰弱。故所謂巨星矮星之進化道程乃當然之經過。——我太陽亦按此手續而生成，巨星期已至過去之遠昔，現今為經過黃色之矮星時代。

一方面初始因某作用而有特大迴轉力所生之恆星，隨收縮而增其迴轉速度，遂分裂為二體或三體，乃至於四體等，此即生成多數之雙星系。所生成之雙星，因各部分互相之潮汐作用，軌道漸



大而橢率亦大，此進化之次序，得由今日雙星觀測而證實之。

以上所述，乃關於恆星之誕生者。恆星各爲單星或雙星而存在，又其運動及配列之理得按上述之論理示之，天體生成乃至進化之一般論，可視爲告一段落也。——但吾人棲息之太陽系，於太陽產生之後，現今已知之行星及衛星等複雜系統之生成，若不加以解釋，則尙不能謂爲完全滿足吾人之期望。蓋自拉伯拉斯以來之宿題，以此太陽系之生成爲主也。

靳斯對於太陽系之成立論說，多採張伯林馬爾頓微星假說之論法。卽今日所見之行星與其運行之生成，以太陽與他一恆星之異常接近爲必要條件。但論此二天體之接近現象時，靳斯理論與微星假說理論頗不相同。例如（拉伯拉斯亦爲同樣觀念）微星假說以行星之誕生及運行諸相與太陽自身迴轉運動（自轉）歸於同一之原因。其理由乃『現今太陽赤道面與行星軌道面之平均位置殆相一致。』但據靳斯所說，則太陽之自轉與行星之軌道運動，其性質頗不相同；此二者間所含之五度交角，決非共同原因之二種運動所能有之大交角也。此五度在角度上言之，不能謂大，故輕率觀察者，往往忘其意義；但計算太陽自身之質量與一切行星之公轉能率觀之，角度五

度之傾斜，不能不謂爲極重要也。——靳斯以行星之平均軌道面，爲昔日一恆星接近通過之平面；此任誰皆認爲當然之論法。又認太陽之自轉乃太陽自身產生之初所具迴轉運動之繼續現象。太陽全係球形，故此自轉軸不爲其他天體之接近所左右，故行星之平均軌道面與太陽赤道面間之交角，不得不謂爲屬於偶然者。

衛星產生之情形，亦得同樣解釋之。即各行星依今日以上大離心率之橢圓軌道環繞太陽之時，於近日點附近，太陽及於行星之潮汐作用之結果，幾多微體飛出，遂至於形成衛星，此乃靳斯所論說。

太陽與一恆星異常接近之事實，不能不謂爲平常殆難豫期之特別珍異現象。靳斯計算此現象約起於距今三億年以前，若實際果如氏所說，則自古至今全宇宙所無之現象，獨起於我太陽。故現今太陽有複雜巧妙之行星系統存在；但有與此同樣行星系統之恆星，殆可謂其他無一存在焉。（否，僅尚有一個存在，亦未可知。此即三億年前接近太陽之恆星，因太陽之作用，其星遂亦展開同樣之行星系統。）——如斯批難，微星假說論者亦同樣發生之；視太陽系爲如斯特別之物，有反於

理學精神，故靳斯之太陽系論，頗立困難之地位。然至一九二四年末，靳斯探入天體按光熱放射之手段，不絕消費其質量之新原理，故各個恆星之壽命，得延長至以前所想像者之幾萬倍；同時又改爲恆星之直徑及質量最初極大之觀念；故其結論謂一恆星，於其全生涯中，與他恆星接近至發生潮汐作用之機會不如前述之稀少；換言之，一切恆星當然約有一次發生此現象也。於是靳斯新說，唯一之難點，得以除去，由宇宙之生成以至發達，以我太陽系爲天體進化之一模範，遂得承認其正確。

## 第七章 宇宙論——天文之窮竟問題

天文學與人生接觸方面雖多，但如曆時之測定，地上經緯度之測量以及航海術之應用等，皆天文之一部分，僅於必要時應用之而已。天文學全體之目標，無論古今皆為宇宙之研究。

但宇宙一語，嚴格言之，非天文學上之言語，乃哲學上之術語，遠古哲學與諸科學之區別未判明之時，哲學者兼天文家之人，往往使用此名詞，宇宙遂時時含有天文上之某意義。宇宙含「上下四方古往今來」之意，乃無限時間與空間之總稱。故有解為精神的意義之理由。然天文學乃研究現今眼見天體之學問，尤以近代認為自然科學之一，終始為物質的所見天體之研究，故今用宇宙名詞於天文學上者，不可不解為「視為物質的之天體及與其相關聯之一切時間與空間」之意義。

最近天文學研究甚為進步，屢用多數恆星與其配列之大空間，故天文學的「宇宙」之意義，

還有多少不同之傾向。例如今日屢以宇宙二字，具體的表「恆星之集團。」前章所用者即此狹義之意義，望讀者注意之。

## 第一節 中國古來之宇宙觀

仰觀星辰之羅布，俯視地上之人類世界，任誰皆有「宇宙云者何耶」之感。如是兒童發生兒童之宇宙觀，成人發生成人之宇宙觀；又男有男之宇宙觀，女有女之宇宙觀；其他隨職業，境遇等等，廣義之宇宙觀，遂生種種之形式。人類本有探求宇宙之本能，故如斯各人各樣之宇宙觀，可謂純粹人生哲學之一部。但如斯宇宙觀，由人類之真理探求心所發出者，按各人環境衝動而各異，故各人不能無論何時皆保持其自有之觀念。故務必離開各人之個性，以求滿足於多數者之宇宙觀，始近真理，始有永存之可能。如斯淘汰，多由天體觀察之實證的研究行之，此古今皆不變更也。

人類個人各發生其宇宙觀，同樣，各民族亦各發明其宇宙觀，此與天文學史之本流相共存，漸次淘汰與進步，遂至於今日之時代。今就人類文化史觀之，於最早時代，有天文研究者必有與其相

關聯之宇宙觀，如中國，巴比倫，埃及，印度等民族是也。今先就我國古來之宇宙觀論之。

天神地示人鬼物彪之宇宙觀，不合科學原則，非今日所宜論也。秦漢以前，關於宇宙觀念之言論，有屈原氏及子輿氏。屈氏生於戰國，著離騷，載有九重天之說。即天問篇曰

「圓則九重，孰營度之？惟茲有功，孰初作之？」

幹維焉繫？天極焉加？八柱何當？東南何虧？」

九天之際，安放安屬？隅隅多有，誰知其數？」

屈子，楚人也。楚國熊勇起自公元前八百四十七年，終於楚王負芻，爲秦所滅。在公元前二百二十三年，秦蕙田以七曜以外，有宗動天，常靜天，合之而成九重，爲解釋屈氏九重之說最切當者。梅文鼎亦以七曜合宗動合常靜之說爲可信而近理，蓋因北極赤道，皆繫諸宗動天者也。

大戴禮記載：

「單居問於曾子曰：天圓地方者，誠有之乎？曾子曰：天之所生上首，地之所生下首，上首之謂圓，下首之謂方。參嘗聞諸夫子曰：天道曰圓，地道曰方。」

素問載：

「黃帝曰：地之爲下否乎？岐伯曰：地爲人之下，太虛之中也。曰：憑乎？曰：大氣舉之也。」

天圓地方觀念，在中國人之宇宙觀念中，占領時間最長。西洋新學說輸入之後，此等觀念，始居淘汰之列。

漢代爲中國天文學全盛時期，推算測候均於此時立其基礎。對於宇宙之組合，亦開二千年來信仰之程途，如渾天論是也。當時宇宙之說，分爲三家：曰蓋天，曰渾天，曰宣夜。茲均分述於下：

(1) 蓋天論 此論發原最早。王充亦爲主張蓋天論之一人。彼以爲如倚蓋之說，設譬不大切當；因蓋當有莖，似不能以之比天。並謂日朝出陽中，暮入陰中，不能表出運行晦明之真意。故在論衡說日篇中云：

「平天正無地與異。日出上，日入下者，隨天運轉，視天若覆盆之狀，故視日上下若出入地中云。」

關於蓋天之說明，據晉書天文志所引之說如下：

「天圓如張蓋，地方如棋局。天旁轉如推磨而左行，日月右行，隨天左轉；故日月實東行，而天牽之而西。設譬之於蟻行磨石之上，磨左旋而蟻右去，磨疾而蟻遲，故不得不隨磨以右旋焉。天形南高而北下，日出高故見，日入下故不見。天之居如倚蓋，故極在人北，是其證也。極在天之中，而今在人北，所以知天之形如倚蓋也。日朝出陽中，暮出陰中，陰氣暗冥，故沒不見也。」

後人追述蓋天家之說法，以爲蓋天以天象笠，極在其中，日月以遠近爲晦明，其立論亦近於王充之說。但蓋天家亦有另立一名爲周髀者。姚際恆古今僞書考謂漢志無周髀算經，隋志始有之。胡適之謂周髀算經的後半部，大半是後漢的書。

(2) 渾天論 蓋天家以天地爲扁平之形，而渾天家之立說，則謂地爲圓形，天包地外，有如蛋殼包裹蛋黃，所譬較爲切近。渾天之論，其起源大約在於西漢末年。隋書天文志有揚雄難蓋天八事。其中最有力者，當爲八事中之第二事。其詞曰：



「春秋分之日正，出在卯，入在酉。而晝漏五十刻。天如蓋轉，夜當倍晝。今夜亦五十刻何也？」

可知渾天之論，是因漢代之人，不滿意於蓋天，故有創爲新說以補救之。渾天論之最明白者，當推吳國天文家王蕃。蕃生於公元二二七年，卒於公元二六六年。茲錄王氏之論如下：

「天地之體，狀如鳥卵。天包地外，猶殼之裏黃也。周旋無端，其形渾渾然，故曰渾天也。周天三百六十五度五百八十九分度之百四十五，東西南北展轉周規，半覆地上，半在地下……」

其二端謂之南北極，天之中也。北極在正北，出地三十六度；南極在正南，入地亦三十六度。兩極相去一百八十二度半強。衆星皆移，而北極不徙，猶車輪之有輻軸也。繞北極七十二度常見不隱，謂之上規；繞南極七十二度常隱不見，謂之下規……

以二規於渾儀爲中規。赤道帶天之紘，去兩極各九十一度少強。黃道日之所行

也，半在赤道內，半在赤道外；與赤道東交於「角」五少弱，西交於「奎」十四少弱。其出赤道外極遠者，出赤道二十四度「斗」二十一度是也；其入赤道內極遠者，入赤道二十四度「井」二十五度是也。日南至斗二十一度，去極百十五度少強，是日最南，去極最遠，故景最長……

晝行地上百四十六度強，故日短；夜行地下二百一十九度少弱，故夜長。自南至之後，日去極稍近，故景稍短；日晝行地上度稍多，故日稍長……

至於夏至，日在「井」二十五度，去極六十七度少強，是日最近北，去極最近，故景最短……

晝行地上二百十九度少弱，故日長；夜行地下百四十六度少強，故夜短。自夏至之後，日去極稍遠……至於南至，而復初焉。」

上列理論爲渾天說成立後，天文學界中最滿意之解釋。安帝時（公元一〇七年至一二五年），張衡以銅鑄渾天儀。由是後世均以渾天儀爲準則。張衡復於其所著靈憲中，說明天象，其文曰：

「夫日譬猶火，月譬猶水。火則外光，水則含景。故月光生於日之所照，魄生於日之所蔽。當日則光盈，就日則光盡也。衆星被耀，因水生光。當日之衝，光常不合者，蔽於地也。是謂闕虛，在星星微，月過則食。」

日食之成算，天體之運行，爲張衡渾天論正式成立之基礎。傳至劉洪王蕃，更爲精密。故自東漢至近世，皆爲渾天論制勝之時期。

(3) 宣夜說 此說大概始自東漢。或謂宣夜人名，或曰宣明夜幽。蔡邕以爲宣夜絕無師法。三國時，吳國王蕃亦附和蔡氏之言論。茲引抱朴子中所稱漢人鄒萌傳宣夜之說如下：

「天了無質，仰而瞻之，高遠無極，眼瞽精絕。故蒼蒼然也，譬之旁望遠道之黃山而皆青，俯察千仞之谷而窈黑。夫青非真色，而黑非有體也。日月衆星，自然浮生通虛之中，其行其止，皆須氣焉。是以七曜或逝或往，或順或逆，伏見無常，進退不同，由乎無所根繫，故各異也。故星辰常居其所，而北斗不與衆星西沒也。七曜皆東行，日行一度，月行十三度，遲速任性，其無所繫著可知矣。若綴附天體，不得爾

也。』

由此觀之，宣夜之說，反對蓋天家，如王充之流，皆以爲日月繫於天者也。宣夜立說甚爲精到，以天爲無質無極之氣體，乃渾天家所不可及者。惜乎宣夜一派之書，全部失傳，無由詳知其所論天體組合之情形云。近人鄒伯奇測候中星，常至夜分不寐。晝而倦臥，有客訪之而詰其故。鄒以實告。客曰：「宣勞午夜，斯爲談天家之宣夜乎？」鄒因恍然曰：「宣夜之說，今而得解矣。」此或爲東漢實行觀測之天文家所立之說歟？

三家以外，尚有虞昂作穹天論；姚信作昕天論；虞喜作安天論。衆形殊象，參差其間。查晉書天文志，穹天論爲虞喜族祖，河間相虞聳所著，當以晉志所言爲準。

宋熙寧之世，哲理之學最盛。邵康節，程顥，朱熹，以哲理之學說明宇宙原理。此三人交契極深。故邵氏之先天唯心說，後天陰陽說，得依之以傳。邵氏曰：

「欲知天地之所以爲天地，則舍動靜將奚之焉？夫一動一靜者，天地至妙者歟？夫一動一靜之間者，天地之至妙者歟？故知仲尼之所以能盡三才之道者，謂其

行無轍迹也。故有言曰：予欲無言。又曰：天何言哉；四時行焉，百物生焉，其斯之謂歟？

捨實際之宇宙而空言哲理，使渾天家之學說，失其改進之方，宜天學之息微而未有進步。

明清之交，爲天文學衰落之末期。宇宙觀受西來新說之影響，新舊混淆，在新學理體會未深，在舊觀念掃除未淨，因之好爲自立門戶者創爲三際之說。以地爲溫際，氣域爲冷際，火域爲熱際。又以彗孛星象爲氣限，高不過二百六十里。火從氣限至月位六十萬二千八百九十里，而不見火灼，則火域尙遠。歷引月至地心七十二萬九千五百里。以測星法求彗孛，知更高於太陰。遠及列宿，則氣域更厚……又云動能生熱，動愈疾，熱愈甚。中帶之天動甚疾，故熱甚。末帶之天動甚緩，故熱微。合動學熱學以說氣，未足以自成一家。

渾天論之宇宙觀戰勝一切，歷二千餘年無大變動。其第一錯誤則爲渾天家以地球爲宇宙中心，並謂地爲不動。第二錯誤則以日月二體等量齊觀，謂其均小於地球。後之劉洪、姜岌等遵渾天家之說者，皆謂日月之徑千里，致推算日蝕之法，發生種種困難云。

## 第二節 西洋古昔之宇宙論

吾人就人類文化史觀之，凡古代有天文記載者必有其相關聯的宇宙觀。我國古來之宇宙觀，已如前節所述，今再就西洋述之。西洋文化最早者莫如希臘，埃及，巴比倫等，而其中尤以巴比倫發達之天文字宙觀，最爲整備與徹底，可爲古人產生之宇宙觀中之代表者。

巴比倫人觀頭上天體之羅佈與其周日運動，認知具體的天球之存在。更見諸星之周年運動及黃道運動有種種樣式，遂認天球不獨一個，而有多數存在。其中以不爲特別單獨運動之恆星，全部配列於同一之天球上；日月火水木金土七天體各有不同之運行速度，故認爲皆載於另一天球上。彼等遂起諸天之思想。天卽天球也。——巴比倫人與其他民族不同，置火水木金土五星與日月爲同等之位置，全部稱之曰七行星；此蓋巴比倫人對於天體之運動，更重於其形狀之結果，卽不外長久間觀測經驗所齎之功績。

巴比倫人視人類所棲息世界之形狀爲平盤，在地理學未發達之古代人民，由其所見，直觀的

決定地形者，全不得已也。不獨巴比倫人如此，一切民族最初殆亦皆信地爲平盤。現今世界當尙有如斯觀察之人。

昔以巴比羅里亞 (Babylonia) 爲中心，當時認爲有限之人類世界，以旅行東西南北之旅行者之觀察爲根據，認世界之邊端終於海水；同時又見天降雨水，地噴清泉之事實，巴比倫人遂認宇宙之根元爲水，天地皆爲水所包圍，藉水以維持其現狀。如斯結論，在當時不能謂爲無理也。

宇宙有變動，巴比倫人雖亦研究此變動之原動力，但終未得確實之證據，遂神化天體而採用超經驗的要素。即彼等發明天空輝明之一切天體皆各爲神，禮拜之，祈求之，遂開崇拜天體之宗教。故諸星之運行，一切皆歸於神意，研究天體運行之天文學，乃判別神意而傳於人類者——遂至於宗教的預言家爲重要之職分。故巴比羅里亞各地，以宗教的乃至經世的意義，設立觀象臺。

巴比倫人之宇宙觀，頗早已移入希臘。例如何米諾斯（西紀前第十世紀）及奚西奧德（西紀前第八世紀）之詩，有謂天爲透明球，地爲浮於水上之平圓盤，行星由海水出而沒於海水中，希臘之奧林泊斯 (Olympus) 山爲世界之中心者。故其根本思想全由巴比倫輸入。

西紀前第六世紀，哲人他尼斯（Thales of Miletus）出，始以研究宇宙之學爲志，但彼之功績除以天爲完全之球形外，無何新發見，仍以地爲平盤。（巴比倫以來，至何米諾斯及奚西奧德時代之天，單認爲球面之形，似乎未知其爲連續至地下之完全球形）。

他尼斯之後，哲人阿奈資曼特（Anaximander）認地面爲浮於海洋中之圓柱形，同時又想像天球之直徑爲無限大，此似乎爲最初希臘人之思索與觀察，漸有獨特之收穫。蓋天球之無限大云者，即天體之視差近於零，即由觀察最初得知天體在遙遠之距離。

其後，畢達哥拉斯（Pythagoras）知地面爲球形。此仍係該時代所行天體觀察之結果，同時又爲「天之各點與地上各點相對應，故天爲球形，地亦不能不爲球形」之哲理幫助而成之大發見。畢達哥拉斯時代，發見地球形狀外，更定天球之總數凡八個；按月，水星，金星，太陽，火星，木星，土星，恆星之次序，由小天球以至於大天球，全部皆以地球爲公共中心，各按其週期而迴轉；此乃當時最進步之宇宙構造論。

畢達哥拉斯學派，在學派上極爲興盛，有風靡當時學界之勢；此派學說所奉之根本哲理乃以



數學爲諸種科學之基礎，其學說之徹底有與近代科學精神相通者，故其學說在文化史上甚有價值。屬此學派之里傑他斯及埃古藩得斯，因說明晝夜之交代，遂承認地球之自轉。

西紀前第五世紀夫諾羅斯認宇宙中心非爲地球，另有火之世界存在；我地球與其他天體相同，繞此中心火之周圍而迴轉；又認因與地球相平衡故在地球正反對之位置，有一不能見之世界存在，且與地球同速度而迴轉。——此似乎人爲的複雜宇宙觀，但如火山等，足知地下有火氣；依地球運動以說明晝夜之區別，認天體之種類爲十個神聖（合前紀八種與地球及不見之世界）等，皆爲同一之技巧。

其後，由天體之精密觀察，漸次認知日月行星等黃道運動之複雜，並行天球構造之考察，遂於西紀前第四世紀，歐德沙斯（Eudoxus）想像全天二十七個之同心球。此同心球說乃說明複雜運行，使各行星載於數個之球上；因得巧妙說明天體之運動，故得大爲世人所歡迎；其後，加利巴斯（Caribus）及亞理斯多蹄尼士（Aristotelis）等皆採用而擴張之，遂至於認知宇宙之複雜構造。例如歐德沙斯諸氏所認之同心天球數如下：

天體	歐德沙斯	加利泊斯	亞里斯多蹄尼士
恆星	一個	一個	一個
土星	四	四	七
木星	四	四	七
火星	四	五	九
日	三	五	九
金星	四	五	九
水星	四	四	八
月	三	五	五
合計	二十七	三十三	五十五

即說明行星之運動，得知其爲如何複雜之天球相重者。但此方法乃說明當時已知之天體運動，如斯觀念以及希臘學者間，據大哲布拉圖 (Plato) 及亞里斯多蹄尼士，視圓形爲理想之形，球體爲理想之形體，天體乃一切觀念之表現，故如日月所見，其形爲球形，運動爲圓運動，如斯根本原則，一般皆信用之。

由西紀前第三世紀傾埃及流之天文學移入希臘，其最初之人爲頁拉古利他斯 (Heraclitus) 埃及之天體宇宙論，乃信行星運行於圓形軌道之觀念，又特別採入金星水星運行於太陽爲中心

之圓形軌道上之思想；頁氏遂唱新說於希臘，即以地球爲宇宙之中心，日月繞圓形軌道，而他五行星更繞於太陽爲中心之圓形軌道。

其後，亞里斯他加士（Aristarchus）對於頁拉古利他斯之說，加以改良，以太陽爲宇宙之中心，唱言諸行星與一般恆星以及我地球皆運行於太陽之周圍。——此亞里斯他加士說與中世紀歌白尼（Nicolaus Copernicus）之地動說相同，又頁拉古利他斯說與中世紀帝谷（Tycho Brahe）之宇宙論相一致。如斯進步學說，距今二千數百年前已唱言於希臘，不能不驚異也。——但此係二個學說，不爲當時學者所承認，獨幼稚之天動說，得榮行於世，可謂奇運焉。

希臘天文學最後之宇宙觀爲多祿某（Claudius Ptolemy）之天動說。多祿某乃西紀第二世紀住於埃及亞力山大府（Alexandria）之天文家，自行天體觀測，同時涉獵前時代天文學上之一切研究，取長補短，遂得較善之宇宙論。此記於氏所著之天文集（Almagest）第九卷乃至第十一卷中。

多祿某天動說之大要，謂地球居全宇宙之中心，占永久不動之位置；按月，水星，金星，太陽，火星，

第二百六十圖 多祿某

宇  
宙  
壯  
觀



七  
六  
六

天動說之完成者。公元第二世紀住居亞力山大府，著天文集一書，

爲空前傑作。

木星，土星之次序，由內向外包圍之，而爲圓形運動；土星外側有載一切恆星之大天球。但詳言之，各行星（含日月）圓形軌道之中心，漸次稍在地球中心之外；又各行星在小圓周上而此小圓之心在大圓形軌道上。吾人由地球視此等沿大小圓而行之等速運動，故見現實之行星複雜運動於天空。

多祿某之天動說，於某意義上誠爲幼稚之觀念，例如以布拉圖及亞理斯多蹄尼士之圓形哲學爲論據，又因維持基督教義所教之地球中心點，故世人採用之者特久；羅馬帝國滅亡，經沙拉生（Saracens）人及毛亞（More）人之跳梁暗黑時代，其後以至歐洲文藝復興之新時機，此多祿某說因受羅馬法王之維護，在學界間尙爲有力之影響。——旦提（Danse）神曲所表之宇宙觀，卽此時代之多祿某說。

反對多祿某天動說之勇者爲有名之歌白尼氏。彼幼時遊學於意大利，與泊羅里亞巴德哇羅馬等地若干天文家相交結，漸知當時天動說在學界上之情形。其後涉獵古代希臘及埃及以來天文古書之結果，知埃及人已知金星及水星爲太陽中心之運動；更研究里傑他斯等之地球自轉說；

及夫諾羅斯，亞里斯他加士與加別拉等之思想，漸信宇宙之中心不在地球而為太陽。於其晚年，按此論旨，遂著天體運行論一書。

如斯歌白尼為新地動說之主唱者。此新論因反對基督教義中之某思想，故多受世人之批難。自羅馬法王始，皆加以迫害，此說遂陷立困難地位。故歌白尼曾辯疏曰：「此僅計算天體運動之一假定也。」

然由學者互相論爭之形勢觀之，歌白尼之主張決非不真實也。

但歌白尼之新說，僅發見太陽為宇宙之中心而已；自地球始，各行星之運行形式，仍視為圓形

第二百六十一圖 歌白尼



地動說完成者。公元第十五世紀生於荷蘭之鄉村，此天文家破數千年之傳統，完成地動說之原理，為近世天文學之鼻祖。

之等速運動。故其根本思想，仍受布拉圖等理想哲學之大影響。

歌白尼之地動說，一時受帝谷之反對，但其後因加里尼之望鏡的種種發見，得天體實際觀測上之實證；又據刻白爾及奈端所發見之行星運動諸法則，益確立其論據。

就宇宙構造論觀之，奈端發明之引力法則比刻白爾發見之行星橢圓形軌道，意義更深。天無天球，而行星又不存在於目所能見之軌道，僅由引力作用於二星之間，遂使太陽系得以安定，而其運動遂得精密計算之也。故宇宙構造如何之問題，自奈端以後頗為單純，僅變為天體各個之配列與速度如何之問題而已。

太陽系之構造，由奈端之研究，得完全解決。同時宇宙論上，幾千年來僅努力於天體位置與其運動真相之解決者，亦轉其方向，變為太陽系如何發生之新問題。自拉伯拉斯星雲說始，為此宇宙論之新傾向。

同時天文家亦期超越太陽系，更努力以求恆星界之消息。如恆星之距離如何？恆星之自行如何？恆星之數如何？其空間之分布如何？——此皆自十八世紀至十九世紀間之重大問題。於是威廉

候失勒先發見大銀河宇宙之形狀，其後斯士律佛及白塞爾等由各恆星之視差得知恆星宇宙之廣大。

自十九世紀中葉，開始各個恆星之物理研究，遂漸知太陽與恆星之進化論的關係。如斯，宇宙之真相，時間的及空間的，漸至於近代的内容盛現於吾人之前。

### 第三節 最近宇宙論——宇宙之構造 宇宙之進化

試將天體之相互關係與人類社會相比較而觀之，太陽系乃吾人住居之一家族，銀河系乃由家族集成之社會，又銀河系與其他宇宙系統之全體，於集合一切社會之意義上，可視為一世界焉。

先就銀河系言之，銀河系之本體為大小不同之恆星；此恆星大概與我太陽同性質，彼此間互相保持五光年乃至十光年之距離而散布於廣大之空間。據西列斯之研究，銀河系所含之恆星總數，約四百億弱；全體之配列，為遠延於銀河方向之扁平形，長徑與厚之比略為二十與一之比。故由中央觀此宇宙則見銀河帶邊緣有微光星重疊之顯著狀況，實際距此帶中心線上下二十度以內，



含有恆星總數百分之九十五。

配列如斯扁平體之我銀河系星體，由其各個之壽命言之，有老幼大小種種不同，而各個運動亦有緩急，不能一概論之。然比較的相似之星體，有集合於空間某部分之形勢；而其運動有共同之要素者亦不少。B型星，集於獵戶座附近，F、G、K型星多存在於我太陽附近之事實，以及大小星流之存在等，皆為如斯傾向之例證，同時又得謂此等事實為銀河系全體未達安定區域之過度時期。

銀河宇宙之外側，有大速度球狀星團存在之事實，亦為銀河系全體今尚為不安定之證據。銀河宇宙內有頗多不發光之天體存在，此乃三四十年前未知之事實；今日既知之，其在宇宙之全構造上，有頗重大之意義。現今知此暗黑體或因附近輝星之引力關係，又其範圍廣大者，則視暗雲於銀河中；或受輝星之光熱，藉反射光而呈螢光的現象。但此種天體，有不如此，現今天文研究方法難認其存在者當亦不少。且此等未知天體，物理的或機械的與其他天體相作用，其結果呈吾人所不能想像之現象者亦未可知；又或徐徐影響及天體之進化道程，亦不敢言。

當然暗黑天體中，有大小與普通恆星相匹敵者，有為氣體星雲，稀薄占領廣大之空間者，又有

各如流星之小天體而多數密集，遂與其他天體發生種種影響亦未可知。就今日觀測法言之，屬於第一種者最易研究，而第三種則研究最爲困難。且就宇宙論的重要性言之，何重何輕，頗難斷定。

恆星有單獨者，又有聯立者。我太陽爲單獨恆星之一例，故吾人有認單獨者爲恆星原則之傾向；但二者之或然率，何者爲大，則不得而知。雙星天文學爲較新之研究，且發見雙星系者頗多；如甘別爾等由分光雙星之研究結果，知至少全星之二三成爲分光雙星焉。

太陽系爲吾人之家族，故知之者最詳。又由現今天文學觀之，以太陽系爲宇宙之時代早已過去，故今不述太陽系之構造及其廣大。

簡言之，旋渦星雲果何物耶？乃今日天文學未能解決之問題。有見其爲大形之論據，又有見爲小形之資料。若謂其小，則能視如一恆星之物質，故宇宙構造誠僅微力之一常物亦未可知。但今多數天文家皆認每一旋渦星雲能與我銀河系全體相匹敵，故銀河系所有之複雜構造與種種性質，各個旋渦星雲中當皆具有之。同時，今日全天中所認之數千個旋渦星雲，皆視爲銀河大之宇宙，吾人不能不更進以研究此等大宇宙間相互關係之問題。由極大至極小，包括萬物爲宇宙，由此意

義，則旋渦星雲始可謂爲真之宇宙也。但現今所知者，僅旋渦星雲與銀河不相關之天球分配，相互距離數十萬光年乃至百萬光年，以及各個之運動速度相對的達每秒一千公里等，其他尙不知其詳。故雖有如斯超銀河之大宇宙存在，但其全體有如何之廣？又含如何之小宇宙？爲如何之進化發展？如斯問題，皆待諸他日之研究。

由愛因斯坦 (Albert Einstein) 之一般相對理論，因物質總量與其分布所決定之空間曲率，當得結論爲吾人之宇宙不能認識至一定範圍以上。西爾巴斯坦爲算出此意義之宇宙之範圍起見，研究球狀星團之分布及旋渦星雲之位置。結果得愛因斯坦宇宙爲直徑二億光年之廣。此大距離果與實測相一致與否，依今日之儀器能力，當然不能確證之。故承認如斯理想的宇宙與否，皆任人之自由。但須聲言者，即西爾巴斯坦所計算之宇宙，容納今日觀測所能想像之超銀河大宇宙尙綽有餘裕。

宇宙之進化云者，要即天體羣之進化也。天體各個之標準的進化道程，由所謂『巨星矮星之理論』得略信之，故不能不預想銀河宇宙各員結果皆爲矮星也。但銀河系一個之運命言之，乃關

於系內星體之配列及其運動，將來生如何變化耶？如斯總括的問題不能不與各星之變化同時解決也。又銀河宇宙達至今日狀態之發展次序，由宇宙進化論之立場言之，亦不能不努力研究之。幸斯斯之研究，得知銀河宇宙乃由旋渦星雲所發達，而旋渦星雲又為其更原始之氣體星雲之進化。

天文常數表

太陽視差	8.80	"
章動差	9.21	巴黎會議
光行差	20.47	"
總歲差	50.2564 + 0.000222 (t - 1900)	Newcomb
赤緯歲差	46.0850 + 0.000279 (t - 1900)	
赤經歲差	20.0468 - 0.000085 (t - 1900)	
黃道周轉速度	0.4711 - 0.000007 (t - 1900)	
動黃道在定黃道上之昇交數	173° 57' 3.6" + 32.862 (t - 1900)	Newcomb
黃赤交角	23° 27' 8.26" - 0.4684 (t - 1900)	
太陽之赤道地平視差	57' 2.70"	Brown
地球太陽間平均距離	384903公里 = 238857英里 = 60.2665半徑	
光速	149504201公里 = 92897416英里	
重力常數	每秒 <sup>2</sup> : 98860公里 = 186524英里	Newcomb 及 Michelson
	k = 0.017202099 = 3548.18761秒	Gauss

重力每秒加速度

$$g = 9.8060 - 0.0260 \cos 2\varphi - \frac{2h}{R} g$$

秒振計之長

$$l = 0.993549 - 0.002631 \cos 2\varphi - \frac{2h}{R} l$$

回歸年(即歲實)

$$365.24219879 + 0.00000000614(t - 1900) \\ 365.25636042 + 0.0000000011(t - 1900) \\ 365.25964134 + 0.0000000304(t - 1900) \\ 346.626031 + 0.000000032(t - 1900)$$

恆星年  
近點年  
交點年

月

朔望月  
回歸月  
恆星月  
近點月  
交點月

日	時	分	秒
29.530588 = 29	12	44	2.8
27.321582 = 27	7	43	4.7
27.321661 = 27	7	43	11.5
27.554550 = 27	13	18	33.1
27.212220 = 27	5	5	35.8

Brown

日  
恆星日  
平太陽日  
地球之常數(1909年)

23 56 4.091 平太陽時  
24 3 56.555 恆星時  
(根據 Hayford's Spheroid.)

赤道半徑  
極半徑  
扁率  
離心率對數  
半徑對數

a = 6378.388 公里 = 3963.34 英里  
b = 6356.909 公里 = 3949.99 英里  
(a - b) / a = 1/297.0  
log e = 8.913804  
log ρ = 9.9992695 + 0.0007421 cos 2φ - 0.0000019 cos 4φ

地理緯度 φ 距地心緯度 φ' 之差  
緯度一度之距離(英里)  
經度一度之距離(英里)

$$\varphi' - \varphi = 11' 35'' . 66 \sin 2\varphi + 1'' . 17 \sin 4\varphi \\ 69.0569 - 0.3494 \cos 2\varphi + 0.0007 \cos 4\varphi \\ 69.2316 \cos \varphi - 0.0584 \cos 3\varphi + 0.0001 \cos 5\varphi$$

