

萬有文庫

第二集七百種

王雲五主編

近世宇宙論

麥克罕森著

朱文鑫譯

商務印書館發行





近世宇宙論

麥克罕著

朱文鑫譯

自然科學小叢書

王雲五主編
萬有文庫
第八二七種

近世宇宙論

Modern Cosmologies

版權有所翻印必究

中華民國二十六年三月初版

章

原著者

H. Macpherson

譯述者

朱文鑫

發行人

王雲五
上海河南路

印刷所

商務印書館
上海河南路

發行所

商務印書館
上海及各埠

原序

當一九二八年之冬，予受格拉斯哥皇家理工專門學校（Royal Technical College, Glasgow）之聘，任愛爾德基金（David Elder foundation）之講座，計授八講，編此小冊，略加修正，尚與原講之稿無甚出入也。

此書之印行，其目的在希望讀者對於宇宙學問題之各種理論與實測，以及近世天文學之各問題，足爲概括有用之參考。予於候失勒之工作一篇，與泊洛克托之說，未敢贊同，泊氏以爲此大天文家在工作進行時，已將其圓面學說，自行放棄，但據予研究候氏各種論文，深信候氏對於自己之觀念，確有不少修正，實未曾放棄宇宙爲平扁之圓面，在銀河面上無窮擴展之說。

當編輯此書時，得著名天文家道愛格（P. Doig, F. R. A. S.）之助，爲予校閱原稿，並有不少之修正，及可貴之貢獻，此予所十分感謝者也。

一九二九年七月麥克罕森書於愛丁堡

目錄

引言	地心說之宇宙論	一
一	日心說之宇宙論	一三
候二	失勒之宇宙論	二五
三	十九世紀宇宙的思想	四五
四	二十世紀之進步	六四
五	本星團	八七
六	星雲之情狀	九六
七	球狀星團——銀河之衛星	一一二
八	海島宇宙	一二九

近世宇宙論

引言 地心說之宇宙論(The Geocentric Cosmology)

今世所稱宇宙思想之歷史，實即由漸證明宇宙中樞並非地球所能佔據之說。蓋前人每以地球位在宇宙之中心，自著名天文學家哥白尼(Nikolaus Copernicus, 1473-1543)力言其謬，別創日心一說，始覺是項宇宙之論乃漸近真理。

哥氏以前之宇宙論，不必爲吾人所深信者，大概可分爲神學的，哲學的，及科學的三種。古之人如亞述人，巴比倫人，埃及人，希伯來人，以及哲學家泰理士(Thales, 640-550 B. C.)以前之希臘人，罔不各自有其自然世界之觀念，但其立說，是否爲宇宙論，抑爲神學，是否論宇宙之構成，抑述神祇之系統，皆含混莫辨，良以其時民智未啓，每視自然界中若充滿無數戰爭之神祇，並不認宇宙間

有何一定之秩序，故任何一種宇宙論之作成，而求其能切近真理者，終不可得。惟希伯來之宗教師對於崇拜偶像及星辰之舉，輒極端反對，頗有一掃初期混亂思想之力，又若希伯來之預言家，雖僅本經驗以研究自然，亦未能深得其奧，但彼等確能將宗教與自然界之研究判分兩途，俾後世之人於自然界中知再加以考察，他如占星術之起自亞述人與巴比倫人，亦為劃分科學宗教為兩派之先聲。余（本書作者 Macpherson 自稱）每謂尼尼微與巴比倫（Nineveh and Babylon）兩處僧侶之談星學者，初未嘗實心觀察星象，不過因彼等之信仰，以為人間命運，天上諸星實為之主宰而已，是雖為當時之實在情形，但此種占星神學，其於最初靈魂之說，以及與靈魂說相並而有之巫覡魔術，確有顯著之進步。即論巴比倫之占星神學，已信自然界之自有秩序，（註一）亞述之星學家已能預算日食，且在巴比倫之一輩，尤能測知日月星將來之位置而頗準確不謬，可見此等色密人種（Semitic）觀察星象者之工作，洵為希臘哲學家研究宇宙學之前驅。

希臘哲學始祖泰理士（Thales）之故鄉，乃在米爾都（Miletus），其地僅為希臘西部愛奧尼亞羣島中之一邑（An Ionian City），而竟能沾染東方巴比倫人之生活與文化，是豈偶然之事

哉希臘歷史家希羅多德 (Herodotus, 484—424 B. C.) 嘗云：『希臘人所用之測竿與日規，以及分晝夜爲十二時，皆係取法乎巴比倫人。』(註一)於以知泰氏之能預知日食，必已深悉夫巴比倫人所推算之表，故泰氏不僅爲希臘最初一派哲學之創作者，卽其後名人輩出，凡能潛心研究自然界之學理者，而言其始祖，還當首推及之。至若安那克西曼特 (希臘哲學家 Anaximander, 611—547 B. C.)、安那克西美尼斯 (希臘歷史家 Anaximenes, 約生在紀元前四世紀) 以及安那克薩哥拉斯 (希臘哲學家 Anaxagoras, 500—428 B. C.) 三人之相繼盡力，別有進境，作成一種合理的自然與世界原始之理論，當然又與泰氏及愛奧尼亞一派之後起哲學者不涉，亦非若意大利亞〔譯者按 Eleatic 爲紀元前六世紀意大利亞 (Elea) 地方一派哲學之名，最初提倡者，爲希臘哲學家岑諾芬 (Xenophanes, 650—560 B. C.)，繼起成立者爲巴米尼特斯 (Parmenides)〕與派賽格拉斯 (譯者按 Pythagorean 爲希臘一派哲學之名，創始者曰 Pythagoras, 約生於紀元前五百八十二年) 兩派學者之所爲。乃近代思想家昧然不察，往往有竊笑此等人之妄言武斷者，殊不知此輩以哲理而作宇宙論者，固未可過於重視，而致彼等確實有功之處，反不加察也。蓋

古時哲學之終能離開神學而自成一派，實由彼等爲之代表，且闢後世以科學研究自然之途徑，其功亦不可泯焉。聞近世某哲學家有言「在米爾都（即哲學始祖泰氏生長之地）作科學研究之人，其真實之進步，乃在絕口不談神事。」（註三）實則米爾都之人所能者，在未有科學以前之意大利亞與派賽格拉斯兩派之哲學家亦早已能之矣。

古人論地球之形者紛紛不一：泰理士（Thales）以爲地圓如盤，浮於所謂原始物質之水面，彷彿漂流於海洋之一木。安那克西曼特（Anaximander）以爲地形扁平，位在自然世界之中心，而太陽乃爲固體天空中之一孔，由此孔中可見充滿宇宙邊緣之烈火。安那克西美尼斯（Anaximenes）以爲地球本身原爲濃厚空氣凝集而成之一物，其形扁平，而纍纍衆星之繫於天體，則猶如加在固體物上之釘。他若安那克薩哥拉斯（Anaxagoras）亦信地形扁平，而以爲凡屬天空諸體，皆爲同一物質所成。岑諾芬（Xenophanes）與希拉克力托（Heraclitus）均同樣附和地平之說。惟的確創設意大利亞哲學派之巴米尼特斯（Parmenides）獨作地圓之擬想，是爲此等舊時論宇宙者最初得到之有效觀念，而亦即爲派賽格拉斯學派之所採取者，第此派哲學家之中至少尙

有二人，如斐洛拉（Philolaus, 480-410 B. C.）之與希司他（Hicetas, 500 B. C.）似猶以爲此圓形之地球未必可以轉動，此種見解，在派氏一系之正派學者，嘗目爲異端邪說，但其後亦爲希拉克來（Heracleides）與亞里大谷（Aristarchus, 280 B. C.）二人之所取。至於希臘大哲學家柏拉圖（Plato, 427-347 B. C.）與亞里士多德（Aristotle, 384-322 B. C.）之相繼出世，以及其他先進之天文學家則皆宗派氏學派正誤參半之說，認地球爲不可移動之球體，亦即爲宇宙之中心。

紀元前四世紀奈達斯人尤篤克司（Endoxus of Cnidus, 409-349 B. C.）之初次以科學方法研究宇宙學，蓋卽以此爲起點。夫尤氏研究之關係重要，在乎事實上，能以歸納法去研究宇宙學者，彼實爲其第一人也。彼嘗觀察天體，當其將觀察所得之現象加以解釋時，彼卽大倡其同心球體之說（Theory of Concentric Spheres）是說也，在創作者除便於假定外，有無其他作用，亦不得而知，晚近有屈來野博士（Dr. Dreyer, 1852-1926）者爲吾儕研究希臘宇宙學之先進，每謂「尤氏視其自己所創同心球體之說，不過如幾何學的構造，適於計算行星之顯明軌道而已。」

(註四)其所假定之系統，極爲煩複，但略言其要，亦足以明其大概之性質，如論地球，自然認爲圓形，居於宇宙之中央，而每一星辰則認爲位在一球體之赤道中，以同一速度繞其兩極而運轉，但尤氏藉其觀察所得，知各行星之運動，頗有種種不規則之現象：有逆行者，有速度不等者，亦有在一定之位置而不動者，故欲證明其說之不謬，又必假定有其他球體之存在，於是認每一行星球體之兩極，係附着於較大之球體上，以示其與其他諸星同向一心，但以不同之速度，各繞不同之兩極而旋轉，而此等第二類球體之兩極，又各自繞着其他與甚且更大之球體以旋轉。尤氏於日月二星，覺得須各有三球方足以解明，但欲解釋諸行星之複雜運動，則必假定每星當有四球之存在，至於恆星，自然以一球而已足，最後統計尤氏所需假定者，竟多至二十七球。要之此說雖極煩瑣，而於所見之天體運動，乃能言之頗當，惟於金火二星之運動，解釋似猶欠明了，第念尤氏所藉以觀察天象之材料不足，此種缺點，實亦無足爲怪。此說創立後之三十年，其徒迦力波（Callippus）始又加以訂正，於尤氏所假定之系統頗有更改，並額外增出若干球體，以解釋各種不規則現象，或爲昔日尤氏所未及注意，或竟茫然不知者。

據屈來野博士云，在尤迦二氏之工作中，吾人始見「理論之與觀察，實有相得益彰之功用，而使天文學之得以代有進步者，亦即全在乎此。」

屈博士又云，「前人之言宇宙構造者，大抵僅憑哲理推論，其能別開生面另尋門徑以資研究者，當推尤氏爲第一，且能作有系統的計劃，以解釋行星之運動者，亦自尤氏而始，當其完成此舉時，其第二問題卽爲尤氏所創之說，究竟能否解釋其觀察所得之現象，而可一無缺憾，欲解答此問題，自然尙須有更多觀察之事實以實驗其說，乃未幾卽有其徒迦氏之出，以盡力於此，并能將其師所創之說加以修正，卒使理論的與觀察所得的天體運動，時至晚近，可以在準確之範圍內得到互相符合。」（註五）

尤氏之說嘗爲亞里士多德所勦襲，而作其自己所定宇宙系統中完整無缺之一部。在尤氏立說之初意，原不過爲便於說明之一種假定，而亞氏不察，乃竟視其假定之球，一若實有其球者，是誠大謬矣。故關於天文學上，亞氏並非爲一創始的思想家，並且無甚勢力，卽使有之，亦屬反動而已。但同時彼於尤氏宇宙論之拳拳服膺，遂使尤氏之說，益爲人所信仰，奉爲正宗，其後聰明智慧之士，對

於地球之爲圓形，不復引爲疑問者，又未始非亞氏之功也。

亞氏之後歷時未久，即又有一派天文學說之流行，較之前所行者更能與觀察相符合，而亞氏所嘗採取之說遂不足道矣。蓋自實驗天文學之興起，每指尤氏之假定爲不足，已使其無立足之地，且當日一般學者對於規定時序，與求得一準確之曆，皆以爲必要，而羣尙日月之觀察，故在地中海及沿岸之亞力山大里亞（Alexandria）地方，得埃及多祿某王朝之贊助，曾經特設一天文學校，以從事於此種有系統的天文觀察，其後使依巴谷（Hipparchus）與多祿某（Ptolemy）二人於學理上之各能有所發見，此輩亞力山大里亞天文家之悉心觀察，實與有力焉。夫實驗天文學之開始，已不啻於天文學上闢一新紀元，隨此新紀元以應運而生之一派新穎而且益見高明之宇宙學說，即本輪運動之說（The Theory of Epicyelic Motions）是也，其說係創始於阿泊洛尼（Apollonius of Perge, about 300 B. C.），而後又頗經依巴谷與多祿某二氏所訂正。

本輪運動之說或謂之輪法，殊未易說明，但其大略，吾人自晚近巴爾先生（Sir Robert Ball）所著多祿某天文學概要中一段之詮註而可以了解之，其註係以不規則運動之火星爲例而述之

如下：

「吾人認地球爲正在中心，太陽乃係循其圓形軌道，繞茲中心而運動，而火星所行之路，又可認爲太陽軌道之外層。假定在M之一點，有一虛擬之行星，其星恆以等速運動繞地球旋轉而成一圓圈者，謂之均輪，同時如是運動之M一點，又自成爲一圓圈之中心，而火星即以等速運動繞之而轉。此乃易於顯出，此兩重完全運動合併之結果，卻可生出一種現象，由地球望之，若見火星位置錯亂不定者然。」（註六）

是爲多氏輪法最簡單之一段解釋，惟以天文觀測之進步不已，種種新發見之不規則現象，又有必須假定其他週轉圖以事紀錄者，故此項輪法，卽在多氏時代，已多少覺得繁重不便。夫多氏之自認其說，誠不過如依巴谷之當作一種假定，然舍此假定，多氏亦似覺別無他法可以說明，故寧願存其說而不疑也。至論地球或者真能運動之說，前已經希拉克來與亞里大谷（Heraclides and Aristarchus）二人之一再考慮，但此種觀念彼亦嘗加考慮，而終與以駁斥，其駁斥之理由，以爲地球如果有轉移位置之一種運動，則地面上之動物，以及可以移動之物體，皆將擲入空中而無復存

焉者矣。又彼於地球繞軸自動之觀念，雖亦嘗以同樣之理由駁之，然仍認爲如是一種假定，或將省事不少，以地球之每日自轉一週，使可從此斷言，而不必再有所假定也。觀多氏所著天文集（*Astronomy*）一書，而知多氏所論宇宙之大綱，不外以三個要點成之：其一、以地爲圓形，位在宇宙中央，堅實而不可移動，其二、有月、水、金、日、火、木、土七個行星，各自繞地以行，而成一種煩複系統之諸多圓圈，其三、認恆星爲附着於一空圓體之內部。

在哥白尼以前之所謂宇宙，甚爲平淡無奇之事。據紀元前五世紀安那克薩哥拉斯（*Anaxagoras*）所作宇宙之空想，已使古代守經不變之雅典人民咸爲之驚詫，彼信日月之大小，約與希臘南部配洛傍尼色斯（*Peloponnesus*）之半島相若，故其距離地球，有若干倍數地面距離之遠云云。然欲真能估算宇宙之大小，要必先算地球之大小，而能得一頗屬準確之估量，此舉至愛拉托遜（*Eratosthenes*, 275-194 B.C.）而乃得成之，其法用日晷儀觀測，決定雪尼與亞力山大里亞（*Syene and Alexandria*）兩地間緯度之相差，由此而求得地球之直徑爲七、八五〇英里，周圍二四、六六二英里，總算得一非常準確之結果。其後有柏錫圖尼（*Posidonius*, 135-51 B.C.）者，

亦嘗推算得一結果，雖與愛拉托遜所算大致相同，而已不如其準確。至多祿某時，根據此等推算地球大小之法，乃斷定月之距地爲五十九倍地球半徑，而日之距地則爲一千二百一十倍之地球半徑，惟此項估算論之於月，非常適當，而論之於日，則卻不然。如在古代之末，地球之大小，以及地月一系之容積，雖皆算得頗準，而太陽與各行星去地距離之估算，猶是全不切當。至論恆星，世人通行之意見，且以爲皆位在雖屬有限而實爲甚大的圓體之面。

中古時代，世間流行之宇宙論，曾經教會審定者，不止一系，但有三系焉：其第一系所謂摩西世界觀（Mosaic world-view）者，係根據舊約第一章創世紀而來，大概言世界以上爲穹蒼，穹蒼以上爲水，并有六日以內創成世界之說，是爲教會祖先相傳之原有宇宙論，其次與之並立而存者，爲亞里士多德之哲學理論，有地圓不動，諸行星在同心球體以內繞地而行之說，惟此項由阿刺伯人傳至歐洲之亞氏學說，與所稱摩西一系以地爲扁平之說，頗多極端相反之處。辛格爾博士（Dr. Charles Singer）嘗云：『若以亞氏之言與聖經上之詞句相對照，其結果便見有一極大之抵觸』（註七）即此之謂也。最後乃爲多祿某之一系，有本輪運動之說，爲古代科學最後之言論，與亞氏哲

學又全不相同，但論及地球在自然界中實在地位之問題，則尙大致相符。要之在上述每系說法之中，皆以地爲宇宙之中心，並爲上帝創造之目的。

(註一) The Church & Science, pp. 15-16.

(註二) 希羅多德希臘史第二卷第一〇九頁 (Book II, p. 109.)

(註三) Burnet, Early Greek Philosophy, p. 10.

(註四) Dreyer, Planetary Systems, p. 91.

(註五) Dreyer, Planetary Systems, p. 107.

(註六) Ball, Great Astronomers, p. 27. (天文學名人傳，陳遵媯譯，商務印書館出版。)

(註七) Singer, Science, Religion, and Reality, p. 115.

一 日心說之宇宙論 (The Heliocentric Cosmology)

歐洲文藝復興時代，實爲近世與中古兩時期之分水嶺。十五世紀之末，人民思想，久經束縛，一旦解放，於是從事於探險，努力於發明者，不在少數，思想自由，研究公開，爲當時之標語，故宗教之革新，新大陸之發見，以及現代科學之興起均足爲其初步之效果。

此項科學中之最先產生者，厥爲近世天文學，一五四三年五月二十四日，哥白尼 (Copernicus) 易簣之時，卽近世天文學誕生之候，哥氏所著天旋論 (De Revolutionibus orbium Coelestium) 一書直至其彌留之際在病榻始見印刷之樣本 (參觀文藝天文學小史)，是書討論天體之旋轉，實足革新世人之思想，哥氏在進呈教主保羅第三 (Pope Paul III) 之文中，有謂數學家爲明瞭世界之真實起見，以致派別分歧，故不得不決意搜尋較爲妥善之說。於是搜羅各家舊說，藉得近似之理論，並謂由西西洛 (Cicero) 搜集舊籍，得悉希司他 (Hicetas) 已信地動之說，斐洛

拉(Philolaus)與希拉克來(Heraclides)亦有類似之見解。

哥氏謂地球之運動，予亦嘗考慮及此，驟思之似事近妄誕，然彼先我者既得假定球體以解釋諸星之運行，則予亦得假定地球之運動以解釋天體之運行，不亦較爲妥善乎。(註一)

哥氏天旋論開卷即謂假定地球於二十四小時內旋轉一周，較諸全天諸星於同時間內，以不足取信之高速，環地運動，孰爲便利，孰爲合理。哥氏復言地球運動時，四周空氣亦隨之進行。此簡明之理由，足以破從前多祿某不信地動之惑。(多氏嘗謂地球苟作急速運動則地面上之人物勢將拋擲於空氣中)哥氏更說明地球除繞軸旋轉外苟有其他運動，須先從日之歲周行道及五星之留守逆行，着手探求，其實此等現象，全因地球運動所起之視行。(註二)故哥氏斷然曰，「太陽居宇宙之中心。」(註三)

金水二星繞日運行，而日並不繞地球旋轉，所以二星不能越出圓形軌道而離日過遠，故日爲金水二星之中心，水星之軌道在金星軌道之內，而金星軌道之大小，又在水星軌道二倍以上。據此推論土火三星，如亦以日爲中心，則其軌道應在金水二星之外，且在地球之外，其運行之程序，

並非不能推求。當彼等距地最近時，同在日之一旁，即地球介於日與諸星之間，距地最遠時，各在日之一旁，即日介於地球與諸星之間，如是足以證明土木火三星與金水二星相若，亦以日爲中心。然在金火二星間，須留充分空間，作爲地球與月及日以下之一切所占之位置。地球與月距離最近，兩者不可分離，故在空間應特闢相當地位以容納之，如是而言月以下之一切，地球居其中心，運行於其他行星間，繞日旋轉，亦可無礙。日爲宇宙之中心，而覺其時時移動者，實由於地球之旋轉也。宇宙之廣袤至大，即日地之距離，比於行星之軌道，雖頗爲顯著，然與恆星球體相較，實極爲微小。若認地球爲宇宙之中心，勢必假定不少球體以說明諸星之行動，且其球體之無限增加，將益見紛擾，不如承認日爲宇宙之中心，較爲簡明省事矣。（註四）

觀上述哥白尼之理論，與近今普通所稱之哥白尼制（Copernican System）（註五）不同，蓋哥氏仍保持圓形軌道之思想，如欲解釋行星之不規則運動，勢不得不援用多祿某之輪法。故哥氏謂「水星行於七輪，金星行於五輪，地球行於三輪，繞地之月行於四輪，火木土三星各行於五輪，統共三十四輪，足以釋明世界之全部構造，與行星之羣衆舞蹈。」（註六）

哥氏對於日心學說之主張，固自認準確，無稍疑義，但當時天文家不過認爲應用上之一種假說，較多祿某制略覺妥善而已。世人復因新舊兩教權力之水火，又不能採用此新制。至下一世紀中葉，雖有神學家與哲學家之反對，但哥白尼制實從假說之境界，進而爲成立之真理，因一方有第谷 (Tycho Brahe) 與刻白爾 (Kepler) 之工作，他方又有伽利略 (Galileo) 之實驗，故新宇宙學之基礎，始臻鞏固，無懈可擊矣。第谷丹麥人，生於哥氏死後之三年，嘗以爲行星之位置與距離，苟無精確之實測，則宇宙之準確學說，決無倖致之希望。氏於觀測之初，遂覺當時成立之行星學說，卽哥白尼制與多祿某制，核諸實測所得行星之位置，僅能認爲極相近似，而非完全精確。遂決意犧牲畢生之精力，從事於應用天文學之研究。在商特 (Sound) 之島上，建立天文台，積年累測，於是此麥丹天文家遂得行星位置之精密測數，累葉盈編，不可數計。至一五九七年以事故而離丹麥，取道至德國之布拉格 (Prague)，幸遇青年數學家刻白爾，相助觀測，相得益彰。迨一六〇三年第谷病卒，此無價之積年測簿，遂傳入刻白爾之手。

第谷並未援用哥白尼制，一由於深受經典之薰陶（註七）一由於諸星視差之變位，致對於多

祿某制反對尤力，嘗自謂取兩說之長，舍兩說之短，以成折中之學說，惟是說後繼者絕少。大旨謂行星繞日而行，日復挈領行星共繞行於靜止之地球，地球又爲恆星天球所環繞之中心。就行星言，第谷制與哥白尼制實相同，至於行星位置之計算，兩說亦相若，故第谷制並不阻礙哥白尼制之發展，然足以庇護意法兩國之懦弱天文家，蓋彼等已知多祿某制之不能維持，但脅於宗教之權威又不敢採用哥白尼制故也。第谷雖反對新制但其一五七二年之新星觀測，及一五七七年之彗星觀測，對於舊說之勢力，大受打擊。緣當時所引用之舊說，係亞里士多德多祿某宇宙說（Aristotelian-Ptolemaic Cosmology），根據舊說，天與地有根本上之不同，天爲不變而完全之區域，地爲變易而不完全之區域。至新星之能現而復隱，卽足證天體不變之說，不過爲理想上無稽之空談矣。彗星之出見，爲歷來所熟稔，亞里士多德嘗謂彗星之本原與位置，是屬於大氣之範圍，世人泥於亞氏之聲望，向所信之不疑，第谷初亦恪守此說，但從視差之觀測，證明一五七七年之彗星，實較月球爲遠，可見其不在大氣範圍之內矣。

刻白爾根據第谷積年之測簿，創立行星運動之三大定律，並發明行星軌道之平面皆經過太

陽之中心。據屈來野之意見應認此爲第一定律。(註八)刻氏三大定律先由火星測驗而證實之，繼復推論諸行星皆可適合。(一)行星軌道非若從前天文家與哲學家所稱之平圓，而實爲橢圓。太陽在此橢圓之一焦點。(二)行星與太陽所聯之直線在等時間內所畫之面積相等。(三)行星週期之平方，與行星及太陽之平均距離之立方成正比例。自此三大定律發明後，太陽系之構造大爲簡明準確，不復如從前之徒具虛名矣。

與刻白爾同時之伽利略，其工作亦有相等之效力，足以使多祿某制失人信仰，而使哥白尼制樹立鞏固之基礎。伽利略之盛名，由於首創望遠鏡，其實氏非望遠鏡之發明者，但爲應用望遠鏡而觀察天象之第一人，當其友凱司德利 (Castelli) 置遠鏡於伽氏目上時真可謂見前此所未見，而張後來之目者也。(註九)伽氏利用此光學小窺管得見月球面上之陵谷滿布，與地球相若。(註一〇)即光明之日球，亞里士多德學派認爲毫無瑕疵者亦逐漸有黑斑之發見，伽氏又用其第四次自造望遠鏡，觀察行星，有如小月球，覺與地球非不相似。發見木星旁有四大衛星，言與月繞地球之理相同，又窺見金星有圓缺之象，言與月球之相位相似。遂證明此等行星，亦屬暗體如地球，其光明部分，

全賴日光之反照，又可證明彼等實環繞太陽而行非繞地而轉也。伽氏早已知哥白尼制之真實，今得望遠鏡之發見，益足堅其信仰。乃於一六三二年發表其宇宙二制談（*Dialogue on the Two Principal Systems of the World*）書中以新舊兩制互相辯難，卒將舊說駁斥無餘，是書從假說立場出發，伽氏力持地動日靜之說。（註一）繼經教會審查時，伽氏遭嚴厲之譴責，勒令取消其書，但事實上未曾變易伽利略與刻白爾之工作，亦不因此而中止，伽氏『其動如故』（*Et pur si muove*）一語，千古傳爲美談。

伽氏力學上之貢獻，在當時實爲刻白爾工作之輔助，在異日足爲牛頓發明之根據。彼德國大天文家（指刻白爾）專研究天空中行星之運動，此意國天文家（指伽利略）則實驗地球上物體之運動，實異途而同歸。伽氏於碧沙（*Pisa*）斜塔上作墜體運動之試驗，證明重量不同之物體，於相同高度下落，所需之時間相等。（此爲空前之試驗，殊足令人驚異。）後復求出物體落下之時間，與所經距離之關係，而立推算之公式。牛頓所創物體運動之三定律，亦即以此墜體之實驗作爲根據，其任何物體不受外力之作用則靜者常靜，動者恆循一直線作等速運動，其二、動量之變恆與

作用之力成正比例，其動即發生於力所作用之方向上，其三、一切動力，皆有大小相等方向相反之反動力。

牛頓適生於伽氏去世之年，其力學上之發明，足使新宇宙論安如磐石。牛頓創運動定律以後，不數年復有萬有引力定理之陳述。謂『宇宙中任何二物體間，彼此必有引力，此引力與質量之乘積成正比例與距離之平方成反比例。』又應用其重力學說，解釋伽氏之墜體定律與刻氏之行星定律，復綜觀天文上與力學上測驗所得事實，驟觀之若不相聯合，如用其定律證之，即覺宇宙間事物物，皆不能出其範圍也，蘋果墜地之由，與月繞地球之理，初無二致。故定律之能應用於天空諸星者，亦可應用於地上諸物也，（註一二）一六八七年牛頓之數理哲學（*principia*）行於世，學者奉為圭臬，至十八世紀中天文家之主要目的即引用牛頓定律以推算太陽系中十八星體（日月五星地球及已發見之十衛星）之位置與運動，從任何已知時間，可推演及於將來，並須求實測與推算相符，如此繁重巨大之工作，皆由法國天算家悉心任之，其中最著名者，首推拉格朗越（*Lagrange*）與拉伯拉克（*Laplace*），協助之者則有英國之天文家，彼等之覃思密測，慘澹經營，遂奠立

所謂基本天文學之基石。（譯者按：所謂基本天文學者，即天體力學也。）

太陽系之巨大廣袤，始由葛西尼（Cassini）譯者按：意大利天文家被聘為巴黎天文臺第一任臺長）測得密近之數，葛氏於一六七二年由火星之視差，求得地球距日為八千七百萬哩，此數較實數約少六百萬哩，約有百分之六半差誤。既知此單位距離，其他太陽系諸星之距離皆可由刻白爾之定律推求之，在天王星未發見以前，太陽系之直徑約為一百五十六萬萬哩左右（註二三）自哥白尼至拉伯拉司以來，諸天文家所研究之宇宙，僅及其朦朧之一角。然此等大天文家已得今之所謂太陽系知識之基礎，即太陽系之構造，及其所屬各天體之運動與自然狀態。觀彼等之主張宇宙中心為太陽，無異古代之主張宇宙中心為地球，至於太陽系外之廣大宇宙，猶含糊不明，存而不論。故天文家如刻白爾輩討論恆星之本性，亦猶多祿某之於行星，如入五里霧中，撲朔迷離，尙不足以得其真相也。

刻白爾之定律，雖極著名，然不足以求恆星之距離，十七十八兩世紀之望遠鏡，雖足以多見無數恆星，但即有觀測能手，亦無從得其距離。當時早知用地半徑為基線，以測日與行星之視差，若以

之求恆星之視差即嫌太短。必須應用地球軌道之直徑爲底線，始能求得其歲週視差。地球既繞日而行，則此項歲週視差應爲可測之數。但事實上又未獲測見。故當時之反對哥白尼制者，據此爲最大理由，其實承認地動，所以無顯著之視差者，實因恆星之距離過遠，其數非中古時代所能置信耳。哥白尼對此並不重視。蓋哥氏早已成竹在胸，謂恆星球固定不動，土星軌道與恆星球間之距離至大且遠（註一四）。伽氏亦謂土星與恆星間具有巨大之真空（註一五）。第谷則更小心翼翼，以爲土星約有五千萬哩之距離，恆星球之距離約在六千萬哩以內，刻白爾以爲恆星距離何止此數，彼曾從事計算，求得恆星距離爲四二〇〇〇〇〇〇哩。白路諾獨具卓見，謂恆星與太陽同類。刻白爾一度將採用此說，但仍爲中世紀之思想所拘束而不能自脫，卒認太陽爲宇宙之中心，恆星皆附着於固體之球上，此球有二德里之厚，亦以太陽爲中心者也。（註一六）

降至十七世紀末葉，世代相傳之恆星球體說卒成爲廢棄之物，不復引用。當刻白爾去世後之第三年（一六九八年）其宇宙論（Cosmotheoros）始發刊行世，書中有荷蘭大天算家海更史（Huyghens）陳述新說，謂恆星與太陽同類，均勻散布於無窮遠之空間，每一恆星各爲行星系之

(註八) Planetary Systems, p. 410. (譯者按刻氏第一定律太陽在行星橢圓軌道之一焦點，則其軌道平面必經過太陽之中心，可認為第一定律之前半。)

(註九) Fahie, Galileo, His Life and Work, p. 379.

(註一〇) Source Book in Astronomy, p. 45.

(註一一) Galileo, His Life and Work, p. 243.

(註一二) Singer, Science, Religion, and Reality, p. 146.

(註一三) 福古森(Ferguson)於一七五六年測得土星距日爲七萬八千萬哩。 Astronomy Explained upon Sir Isaac Newton's Principles, i, p. 37(ed. of 1811).

(註一四) Planetary Systems, p. 328.

(註一五) Galileo, His Life and Work, p. 256.

(註一六) Planetary Systems, p. 411.

(註一七) Gore, The Visible Universe, p. 183.

(註一八) Dyson, Supplement to Nature, 21, March 1927, p. 33. 參觀 Source Book in Astronomy,

pp. 86-8. 有牛頓論恆星距離一篇。

二 候失勒之宇宙論 (Herschel's Cosmology)

一七七四年三月一日有一德音樂家，居住於英國之拔斯 (Bath) 小鎮，用其自製之返光鏡，仰觀天文，測見土星之光環及獵戶座中之星雲，遂開恆星天文學之新紀元，說者謂其為恆星系之哥白尼者，良有以也。(註一)

在候失勒威廉 (William Herschel) 以前，恆星天文學殊少進步，天文家之注意力，咸集中於太陽系構造之問題，恆星觀測，大多為便於指定月與行星之位置，及其在天空中所經之路程時，附帶及之。獨立之發現，實屬少觀。其確可稽考者，則有伽利略發見銀河之白光係無數小星集合而成，新星由第谷，伽利略，刻白爾相繼窺見，一二顯著之變星由荷蘭業餘天文家法必修 (Fabricius)，意天文家蒙太那 (Montanari) 所發見，少數雙星同時為意人拉古利，荷人海更史，英人霍克 (Hooker) 所發明，獵戶座之星雲於一六五六年入海更史之視界，武仙座之星團於一七一四年入



像 勒 失 候

哈雷 (Halley) 之眼簾，最後於一七一八年哈雷測定參四 (Betelgeuse) 畢五 (Aldebaran) 天狼 (Sirius) 大角 (Arcturus) 四星之自行，由是白路諾之預言，得以證實，益見其學說之卓越，迨一七五六年已有五十七星之自行，入於德天文家邁野 (Tobias Mayer) 之星表矣。

白路諾潛思默索，繼以多方觀察，指定恆星與太陽同類，此種觀念，即刻白爾亦未敢採用。後海更史決定恆星咸附着於球體內部之表面均勻散布於無窮範圍之空中，而每一恆星各爲行星系之中心，惟銀河之性質及形狀，海更史未嘗論及也。至英國業餘天文家拉愛德 (Thomas Wright) 始從事實研究之，大旨謂銀河爲恆星密集於一平面上所致，哲學家康德 (Kant) 從之，採入其宇宙論中，藍白特 (Lambert) 亦宗此說而謂銀河爲『恆星之黃道』。此三家似足爲候失勒圓面學說 (Disc-theory) 之先進，然三家之學說，全係推想，並無觀測之證實，故在候失勒開始測天時，恆星宇宙論之境界，尙未被人蹂躪也。候氏觀測之時，無意中忽發見天王星，於是太陽系之直徑，驟增一倍，當其測天也，恆以維護其宇宙論爲目的，且亦早具決心，故一八一一年候氏著述中，有謂『天體構造之知識，常爲予觀測之最後目的。』(註一)

候失勒宇宙論之根柢，以太陽自行，並挈帶地球行星，與恆星作相對之運動，猶哥白尼宇宙論，以地球運動爲基礎者也。候氏初測得較明星之運動，乃於一七八三年著述中，有下列之發問，「天空中大多數恆星，甚或全體恆星，均有多少不等之自行，此事似覺失於自然乎？……普通恆星若承認其有自行則太陽與其行星，即太陽系之全體，誰能反對謂不若其他天體不作普通之移動乎？」解決此項問題可由恆星於反對方向之視動，求出太陽系之自行，猶地球之運動，可藉行星之逆行得之。依候失勒之觀測，若太陽循某方向運動，則恆星之在太陽前者視之若散開，恆星之在太陽後者視之若集合（譯者按譬如車行路上，兩旁電桿在車前者望之若散開在車後者望之若聚合）若恆星絕不運動，則此問題較爲簡單，但事實上恆星各有自行，而自行又極複雜，因恆星之自行，應分爲兩部，一爲實動，即恆星之真實運動，一爲視動，由於太陽系之移動所發生者，故此問題遂變爲異常繁瑣。候失勒謂「欲解釋所知天體之事實，應將所見一切恆星之自行分解於太陽系之單獨運動，又應將與恆星所循普通定律之相差，分配於各特殊恆星之自行。」候氏用最簡之方法，處理此項問題，取天狼大角河鼓二軒轅十四南河三北河二北河三七顆明星之自行，從太陽系之

移動而生之公共運動中，分出此七星之實動，由此求得太陽係向武仙座之一點進行，其運動之頂點爲天市垣之趙星（*V. Her*），候氏復斷言「太陽運動之速率，決不在地球軌道運動速率之下。」

（註三）

候失勒研究天體構造之初，早知實測所得之數值，最爲重要，得此則合理之學說始有根據。解決此項問題，有三種方法，一測恆星之距離，二測恆星之運動，三測恆星之分布，是也。若能求得恆星之距離，則恆星系之形狀及大小，不難決定，若測得恆星運動之方向與速率，則恆星系之構造，亦可確定，但在候失勒時代恆星距離，茫然不知，雖候氏屢作恆星視差之觀測，惜其返光鏡不能適此精密之測量，即退一步而求近似之數，亦絕無希望。至恆星之自行雖已發明，而實測所能數值，能略近真確者，亦復寥寥。故候氏應用此兩種方法，頗感棘手，不得不集中於恆星分布之研究，苦心積測，所獲殊多，藉此亦可得恆星系大概之形狀，及近似之觀念也。

一七八四年候氏所著關於天體構造第一篇論文中，認銀河不過爲恆星之星層，外觀上雖呈環形，但實際上不能成環，論文中，有謂「若設想銀河爲不整齊之環，則應假定太陽居其中心，然太

陽與環中諸星，同屬恆星，既無特殊之理由，而乃獨樹一幟，據居中央，此種設想，豈不反常乎。」由此可見候氏當時尚未熟稔拉愛德、康德、藍白特三家之玄想也。但候氏放棄環形學說之後，其解釋銀河，又確與三家之說極為相似矣。

候氏云：「設兩平面間有甚多之恆星，此兩平面向各方無限擴展，但彼此相距為已知之頗大距離，名之曰恆星層，處身於恆星層中之任何一處望之，則見此全數恆星投射成環狀，又因其羣集之故，視之覺甚光明，恆星之在此二平面外者，望之則成星座，其團聚與否，則視距此平面之遠近，與在該方向恆星之多寡而定。在此假定中，星層內各星之位置，並不接近極端，可以各自成為銀河，僅因各星位置之不同，而有形式與光度之差異耳。」（註四）

上述之暫時假定，當候氏實測時，獲有相當依據，距銀河較遠之天空部分，一方面為獅子室女后髮諸座之附近，他方為鯨魚座之附近，皆恆星寥落，非常清淨，至接近於銀河之天空部分，則衆星密集，紛擾異常。候氏自謂「探求此種現象之理由，頗費時日，然苟能深知己身所處星系之形式，則此衆星之紛擾狀況，可歸之於多數散漫之恆星，彼等發光極強，雖遠足以辨視，予每見紛擾之光點，

恆加測驗，已費去不少時間，審知此爲確實之理由。又注意吾人所處星系之兩極時，則視線所及，光芒極微，此處散漫之星，爲數自必極少，所以遠矚之第覺天空純淨矣。」

據此爲銀河之正確解釋，則候失勒所需研究之問題，爲太陽在恆星層中之位置。至少須求得星層之概略，計測其構造之幅員。候氏用恆星估計法（star-gauging），解決此項問題，其法係用返光鏡窺測毗連之十箇視場，計數所見之恆星，累加之而棄其末位數，如是則天空全部所包函之中數，可得而求之。候氏在最初研求時，卽已確知恆星之密度，在接近銀河之處，恆星數量驟增，其在第二篇論文中明言銀河之團聚部分，每一視場中（直徑十五秒弧度）有五百八十八星之多，天空之其他部分，則實際上大都爲空虛者也。

在一七八五年之論著中，候氏嘗用其積測多次之恆星估計法，能述明恆星系之大概，並可約計其廣袤，其恆星系之組成學說根據兩種假定，一、彼之返光鏡能透入此系之邊陲，二、此系之星散布頗爲均勻。故藉多次估計法之結果，候氏得有下述之記載：

「銀河爲大小不齊之無數恆星所組合而成爲無限擴展之星層。可毫無疑義。太陽系確屬此

系之天體，亦可明瞭。予今於各方向中審視此明亮之帶，用恆星估計法而計算星數，乃知星數之多寡與肉眼所見之亮度，成爲比例。』（註五）

在陳述宇宙的形式與範圍之合理學說時，候氏不得不注意銀河在天鵝座以南之巨大空隙，因設想星層在此分爲兩支。候氏又概言恆星系爲輪廓不齊之稀薄盆形也。

取每次估計法所記星數，作爲在該部分星層厚度之表示，候氏得以準循星層之邊疆，而固定太陽之位置。由是求得太陽並非適在中心，偏近於銀河南極，而較遠於銀河北極。又銀河系之極限，在天鷹座一面較在小犬座一面爲略遠。在星層向銀極之一邊此銀河系不能伸展至天狼距離之百倍。則在星層平面之一方，則可擴展至天狼距離之四百九十七倍。但候氏時代恆星視差尙無可靠之觀測，恆星距離亦乏真確之數值，若照近代所測天狼距離之數，依候氏恆星系之圓面學說，得計算其範圍，頗有嚴格之限止，其厚當爲一千二百光年，直徑當爲六萬八千光年矣。（註六）

銀河之幅員雖廣，候氏並不認爲宇宙之窮盡。彼所深信之星層，係指吾人之星雲，並此本身亦屬建議性質，候氏會依據法天文家梅西爾（Messier）表中之星雲，視之如模糊白光，亦能分析諸

星，成效卓著，遂入於彼之星雲表中，候氏以此類星雲及遠鏡中所新發見者，畀以銀河階級之名稱，或亦名之爲恆星系，與我人之星雲絕不相關，此舉並非全屬玄想，實由其恆星估計法實驗得來也。

候氏有言曰：『吾人所居之處，若未見四周有海洋之圍繞，而固執謂居於島上，其說當然不甚可恃，故予除恆星估計法所得之外，不再進行，但對於所測之星層，略加研究，至論星層之厚薄，已經用估計法實得之處，尙有其他中間部分觀望之皆極相似，亦宜併計者也。但吾人之星雲與鄰近之星雲，彼此之關係，僅有一線之希望而已。』

候氏所得星雲，至少約有一千五百，乃依其凝結之程度，分爲四類，並謂吾人所居之地球，係屬於第三類星雲中一恆星之行星也。（註七）（此類星雲爲廣大之分枝，由千百萬恆星集合而成。）從此『幽閒之測站』（Retired Station）候氏形容地球之稱，復探求其他海島宇宙之大小與距離，其範圍之大者將倍蓰吾人之星系。候氏測得星雲之成乳者其距離應有天狼之六千至八千倍。今若以天狼之距離爲八光年，則此類星雲應有四萬八千至六萬四千光年之距離。候氏復估計更遠之星雲，在其大遠鏡中所可望見而較黯淡者，有二百萬光年之距離也。（註八）

候失勒復信星雲係由較大之星層分裂而成，謂有少數之星雖不比他星爲大，但彼此有接近之可能，而居於羣星之中間，且因全體合併之重心，恆有吸引之力，可使附近之星，咸來歸附，由是可以構成凝結程度。種種不同之星系，從疏散不規則之星團，以至十分凝聚之星團，觀雲狀星層中，大多數由第一類與第二類星雲所組者，推其原始，或卽爲第三類巨大而複雜之星雲，由衰頹而成星層，歷久而分裂，至分裂後所成各星雲之等級，則當視其附着於原星層而定矣。由是理推之，吾人之星系中，不難指出二三百集合之星團，經若干年代後，吾人之星系，亦將成爲二三百星雲所組成之星層矣。降至候氏晚年，仍主張小系係由大系中分出之說，考一八一四年候氏論文中所載之觀測，表示銀河將因吸力之故，分裂而成微小之部分，可以預測者也。並深信銀河中之星，吸引成羣後，不可恢復原狀，如是漸進，直至球狀成熟，與其他全行隔離而後止，至此地步，銀河已分裂到底，不復成爲諸星散布之星層矣。（註九）

候失勒在一七八五年所發表之圓面學說，世人多誤認爲候氏宇宙論之最後學說，此誤之起原，實因法天文家亞拉谷（Arago）首創此議，當時天文家眩於亞氏之令譽，遂羣起而附和之，深信

而無疑矣，但亦未加深考也。一八七二年泊洛克托 (Proctor) 始知其誤，謂亞氏諸家之研究，不妨根據任何論著之任何部分，多有擷取之資料，無庸盡窺全豹，已足知此大天文家不僅思想上或工作上之進步，即在工作進行時，意想亦完全改變，豈不能令亞氏諸家之注意乎。泊氏精研候氏後部論著，得一觀念，「此種觀念，德天文家斯德路佛 (Struve) 亦嘗先得之。」謂「候氏於晚年工作時，已將其圓面學說放棄之矣。」其實泊氏此說，亦未盡然，平心論之，候氏晚年曾將圓面學說加以修改者也。

候氏循兩種不同之研究途徑，以改善其早前之觀念。在其第一篇論文中，謂星系之星分布近乎均勻，此種假定並非真確，不過近似而已。在一七八五年之論著中，則謂天空中任何二星或三星間之相互距離，不能與任何已知二星之距離相等，由此觀之，後文與前文，互相抵觸。候氏乃謂若將全體諸星，求其平均，可得一普通之距離，既而又明白解釋恆星系為複雜之星雲，並言此恆星系中不難指出二三百星團，同時確亦研究恆星系之來源，謂吾人之星雲，大致由於體積頗大，散布頗勻之衆星，吸引其附近小星而成者也。斯時候氏似更想及其他各星系，亦可互相併消，故平均計之，衆

星均勻之分布，大概可得而假定也。

候氏在一八〇二年之論著中，雖無放棄圓面學說之表示，但確坦白聲明，已將本人觀念，加以改進。自一七八五年至一八〇二年，其間十七年，候氏由銀河系之觀察，證實我人之星雲，較彼所擬想者尤爲複雜，太陽與其他所能望見之星，雖可確謂在銀河之平面上，但從長久之觀測，及繼續之實驗，確信銀河爲由衆星所組成，其分布之方法，與接近於我人者大相懸殊。故一八〇六年，候氏設想太陽與近星，另成一廣大之系統，亦可認爲另一分系也。當一八〇二年，候氏論銀河中之小星集體，謂此種巨大之恆星集合，一望而知其分布決非一律，此種分布之不同，足證諸星團聚而自成分派矣。舉漸台二三兩星間之空隙爲例，可見諸星團聚，而成二個不同之區域。候氏又特別注意於銀河之乳狀現象，謂銀河爲『團聚之集合』，中心較爲明亮，邊緣較爲暗淡，且足以分清各箇之集團也。

當時候失勒深信星雲之本質均爲恆星，及海島宇宙 (Island Universe) 之學說，得普通真實之信任，於是候氏之意，始見動搖。在一七九一年關於『星雲星』之論文中，候氏嘗使人注意其

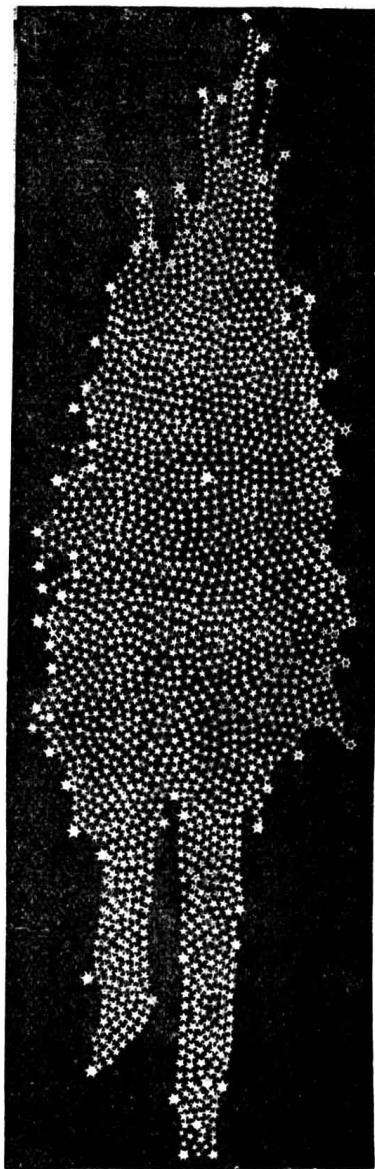
第六類第十九星團中之雲狀星，而曰「試觀察及於雲狀星，憑正確之裁判，我敢斷言星之有星雲狀態者，並非星之本質，」彼更列舉各例，卒採用一種未知本性之光輝流體，卽在其初步論著中，亦以爲行星雲及瀰漫星雲，如獵戶座大星雲之類，大致似由光輝之流體所組成，此諸認爲星質，理由較爲充分。此種星雲之觀念既經更新，則距離之估計，自得隨之修正矣。所謂此種星雲者，固知其非括包一切星雲也。當時候氏確未預設假定，而謂凡屬星雲皆由光輝之流體所組成，惟對於自己之觀念，保護備至，僅言天空中乳狀星雲極多，若謂全由星光所致，則持論未免輕率矣。在一八〇二年候氏將星雲與乳狀星雲，判別清楚，乳狀星雲之現象，又復分爲二類，一爲尙未分解之星羣，一爲前述光輝流體之一種物質，是也。當時海島宇宙之學說尙未放棄，不過創此說者先已引爲問題，而欲拋棄其普遍之真實者矣。

斯德路佛與泊洛克托對於候氏一八一一年之論文，諸多壓迫。二人皆力主候氏已棄其圓而學說，然又未獲候氏放棄此說之證據，如果候氏完全廢棄其學說，其著述必說明其故也。況當年論文中，候氏方苦心孤詣，指示其何處曾經修改，修改因何理由，正不憚其諄諄而言也，何嘗有放棄圓

面學說之聲明哉。候氏謂「在此新觀測中，予亦不能完全將從前論著中述及各物體之性質，堅持不移，今須自由承認關於星之位置與等級以及其他特性之意見，屢經掃天之觀察，已有逐步之改變，竟有從前認爲真確者，經試驗後而知其不然，此種主觀之新奇，亦可不必引爲怪異也。」候氏又曰：「例如在某種計算中，承認星之散布爲均勻，但用遠鏡驗諸銀河或密集之星團，覺此均勻之假定，未能成立而必須放棄者也。又曾推測星雲爲團聚之星羣，其距離至遠，但對此星雲之性質，經更久之密察，不能作爲普遍之承認，雖有星團之星距離過遠，不能洞悉其組成之方法時，亦可以假定爲星雲狀態而不疑者也。」由此足證候氏既未放棄其圓面學說，又未取消星雲爲外界宇宙之觀念也明矣。

候氏一八一一年之論文，與其謂宇宙論，不如謂宇宙原始論之爲愈也。其所述星雲之現狀，可爲恆星由光輝流體進化之理論，立一關鍵。其一八一四年之論文兼論星雲與星團，候氏對於所謂構造不明之物體一類，更重言以申明之，此類物體卽爲雲狀之龐大體質，與不可分星之星團，沈淪於遠大之空間者也。此論文之結語中，又言及銀河之大概，謂從前認爲散布均勻之星所組成者今

已不能維持久遠矣，蓋於晴夜仰望，人馬座與英仙座間，至少有十八個微光不同之象，其狀與遠鏡中所見較大而易分之星雲相似，於是捨銀河爲恆星均勻散布之觀念，而認彼爲星團之星層，候氏固幾經審慮而用此星層二字以形容之也。候氏復由所謂「星團能力」影響所及，推論銀河必終歸分離，不能永久成爲恆星散布之星層，故又斷言銀河不能永遠存在，而追溯其過去時間，亦非無窮無盡也。



候氏圖面學說中之恆星系圖

一八一一年候氏年已七十有六，其在論文中自言將從事測量宇宙之範圍，故一八一七年與一八一八年最後之著述中，即討論此項問題，讀者可明瞭候氏宇宙論之最後方式，其言恆星系之範圍及星團間相對距離，在着手研究時，復用恆星估計第二法。此種第二法，每有許多著名作者，誤與第一法互混，實則兩法判然不同，其區別一點，第一法係用同一遠鏡測驗天空之各區域，第二法則在同一區域內，驗以不同之儀器。泊洛克托對此第二法詆毀甚力，一八七二年泊氏著述中有云「候氏之智能固在晚年時爲高，但其智力之彈性則反是，苟候氏於早年觀測工作中試驗之，亦將自棄其說」泊氏認爲原理既不鞏固，問題亦不能成立，其實泊氏與隨泊氏研究候氏著作之各雅（Gore）氏，對此新法，殆皆茫然不知耳。

候氏設想以全體恆星言，分布有某種適當限度之相等，但依恆星系之構造，與彼之合理論斷，則又背道而馳，大致爲星團之集體，非爲個別之星，散布平均，皆歸一律也。其所假想爲相等者，不必恆星彼此之距離相等，亦不必星之同等者距地皆相等也。其所持原理，大抵爲星之同等者，則星光暗淡者較遠，故不能堅持謂第五第六第七等星必較第一第二第三等之星爲小，蓋星之視等所以

不同者，因距離有遠近故也。約百年而後，開百登 (Kapleyn) 援用此理，以測星之距離與分布，頗著成效。最後候氏更假定全體恆星之平均大小，則星光愈淡者，距離亦愈遠，此種假定，即至今亦未可厚非也。

候氏討論銀河之構造與範圍，選擇光明之片段，施以恆星估計第二法，在同一區域內遠鏡大則所見之星愈多。泊氏駁斥其第二法，謂『在英仙座等區域，若準候氏所定之原理，則星羣將爲穗形，其長適直指地球上之觀測者，此種排列方法，即力學上信爲可能，亦無價值，誠屬不可思議。』(註一) 觀英仙座中之雙星團，若請候氏於一八一八年解釋之，則爲長而細薄，幾成柱狀，排列之羣星，其長適直指地球，僅得一次之機會，不亦難乎，況此係雙星團，又須有兩個細長之柱狀，如此排列，更覺詫異』(註二) 查候氏原文確有令人如此解釋者，但候氏雖有遠鏡在空間能逐漸深入之觀念，而在銀河一類之區域中，並不完全爲此種觀念所縛束，其固早知空間有星團區域之存在也。

候氏應用其原理，窺測銀河之星野，得其結果云，『二十呎之遠鏡，深入空間之極限能力，猶不能窮銀河之奧妙，此種未能窺見之星，距離之遠必在第九百級 (the 900th order) 以上。』在 1

八一八年最後一篇論文中，研究天體之構造，其仍堅信「估計法漸能深入恆星之範圍，所以不能分析銀河爲星者，不因銀河之性質含糊不明，實因其距離過遠，無從探測也。」此結語爲斯德路佛所誤解，遂變爲恆星系範圍無限之說，殊非候氏本意。候氏僅認彼所用之遠鏡，其能力不足探求銀河深邃而已。候氏仍信銀河爲圓面狀，或爲無數星團組成之星層，其銀道面多所擴展，較一七八五年所設想者爲尤甚。並鄭重說明銀道面中存有特別富庶之區域，但於銀河則謂大概由於光學之影響，不僅光輝普照之太陽，卽其他肉眼所見之星，率皆深沈於銀河中，而成爲銀河之一分子。

候氏又論及星團之距離，假定每星團中之分子星，就大概而言，其大小與天狼相伯仲，於是根據此原理，謂星團之距離，可藉遠鏡之廓大力以決定之，此原理一度被泊洛克托所擯棄，近年因夏伯蘭 (Shapley) 應用工作，名譽業已恢復矣。候氏最後斷言大多數曖昧不明之物體，皆爲星團之遠沈於外部空間，而真實星雲之距離，大致不出乎第九百級之外，此數於一八一七年之論文中，作爲恆星系邊緣之可能距離者也。候氏又特言「少數之彗星雲，多數之行星雲，及大多數以恆星雲，頗有爲星團之可能性，但因其距離如此遙遠，所以遠鏡之測率，至今猶不及窺其蘊藏也。」

一八一八年之宇宙論，較一七八五年繁瑣良多，候氏確已廢棄孤星分布均勻之學說，又認識此巨大之恆星系，謂之爲星團之星團，而非均勻之全體，但於工作終了時，又有銀河由光學影響之觀念，及恆星系之圓面狀，有廣大之開展，亦非一七八五年始料所及。斯時之候氏，認星雲之大部分，爲混沌未開之原質，將來可以奠成許多太陽與世界者也。其在宇宙學之研究中，卽有宇宙原始論之陳述，惟據克勞克（Clarke）女士所言，候氏一千五百宇宙，在一八〇二年以後，於論理上不復存在，其說雖未盡然，但大多數已如其言矣。（註一二）然候氏於一八一八年仍謂至少尙有幾個朦朧之物質，可認爲海島宇宙，與吾人之恆星系相埒者也。

（註一） Collected Scientific Papers, i, p. XXV.

（註二） Collected Scientific Papers, ii, p. 459.

（註三） Collected Scientific Papers, i, p. 125.

（註四） Collected Scientific Papers, i, pp. 160-2.

（註五） Collected Scientific Papers, ii, p. 223.

（註六） 參觀 Gore, The Visible Universe, p. 231.

西(Dr. See)氏以一等星之平均距離爲一百三十五光年，由此推算候氏圓面之厚爲二萬一千六百光年，其深爲一百二十三萬七千六百八十光年。但候氏以天狼距離爲單位，蓋當時認爲最近之恆星，非一等星之平均距離也。(Webb's Brief Biography of T. J. J. See, p. 207.) 萊愛得(Light)謂候氏以天狼之光至少須六年又四個月有半方能達觀測者之目。但據近今所測爲八年又十分之六光年，可見候氏之數，相差尙不過巨。

(註七) 候氏根據海更史及海氏學派諸家之說，凡恆星爲行星系之中心，故於一七八九年謂每一恆星或有行星衛星彗星而自成一系，如太陽然。此固十八世紀最盛行之說，候氏並以爲此種理想上之行星，亦或有人物之生存，迨一八〇二年發見聯星之後，始知其未盡然，但猶謂太陽系祇可在孤星中探求矣。

(註八) 一八一一年候氏曾語詩人肯拜爾(Campbell)云，測得恆星有二百萬光年之遠者，足證其此種約計，未經修正者也。

(註九) Collected Scientific Papers, ii, p. 540.

(註一〇) Proctor, The Universe of Stars, p. 192.

(註一一) Proctor, Our Place Among Infinities, p. 284.

(註一二) Clerke, The Herschels and Modern Astronomy, p. 72.

三 十九世紀宇宙的思想

關於候失勒天體構造之研究，泊洛克托評論甚詳，泊氏有言曰：「天文家之注意力，若爲候氏初期工作所吸引，則不達終了時，不能領悟候氏工作之興趣，但事實上亦未必盡然。若注意力稍及於候氏之特種工作，即可知其絕無他人之協助，而探討之成績，遠非其他獨力工作者所能望其項背。其關於偉大問題之恆星觀測，當時天文家不能有所訾議。候氏隻身奮勇，深入幽遠之境，探求太陽系外之祕異，引朦朧之弱光，入廣漠之空間，使黧黑之部分，得以辨認其形式，其創始之功，不亦偉哉！」（註一）

候氏之著作，祇散見於倫敦皇家學會之哲學會報（*Philosophical Transactions of Royal Society*）中，用英文寫述，體裁不完，語意晦澀，卽天文家讀之，亦頗難領會其真意。倘使當時候氏能發行專書，則全歐可盡知其爲廣博宇宙論之創作家，即使候氏用德文寫作，意語自較明瞭，雖其論

文在英國發表，亦較易引人注意也。候氏之論著，當時既不易使人注意，故一八一八年以後，即候氏著最後一篇論文之後，宇宙論實無重大之發展，直至候氏去世後二十五年，始有斯德路佛宇宙構造之著作，刊行問世焉。

在此二十五年宇宙論雖無大進步，然間接產生不少重要之發明，如恆星距離及自行之實測，已有甚多之記載，天文家認爲探求主要問題之階梯。至論恆星距離，候氏雖有星際空間之估計，定天狼之距離，不下六又四分之三光年，此值尙不懸殊，其他距離實無正確之數值，彼之大號返光鏡適用於收集微星與星雲之光，彼認爲有深入空間之能力，視若無價之寶，但對於自行及視差等微量之觀測，則無所施其技，蓋此種微量測驗，須藉折光鏡故也。然在候氏以前，天文家咸信折光鏡之造法，殊少進步，因不能得燧石玻璃之大片，足以消除色差之不良現象也。當候氏應用其第一遠鏡時，適有一不著名之瑞士光學家，名奇南特（Guinand）者，試用燧石玻璃與冕玻璃混合而成折光鏡，奇效卓著，聲譽遠播，德國慕尼克（Munich）光學科及機械科學院，延聘其爲教師，著名天文家佛勞恩霍拂，卽爲其青出於藍之入室弟子。佛氏於一八一七年造成世界上最精良之折光鏡，其徑

爲九吋半，並創用鐘機以旋動之。嗣後又造成更精良之儀器名測微儀 (Heliumeter) 用以測量微小之數值，最爲適宜。然事有巧合，此二種精密遠鏡，適入於當時最著名實用天文家之手。其折光鏡送至俄國圖柏 (Dorpat, 近名 Tartu, 在 Estonia 省) 當地設有天文臺，由斯德路佛主任其事。其測微儀送至杭內斯堡 (Königsberg)，其地有大天文家白賽爾 (Bessel)，負責觀測，白氏之聲譽更隆，又獲此精良工具，所謂相得益彰矣。在十九世紀初三十年中，同時測量恆星視差者，厥有三人，除白二氏外，其第三人爲恆特孫 (Henderson)，係蘇格蘭人，被聘在好望角天文臺觀測，又受蘇格蘭皇家天文家之職，亦當時傑出之人才也。斯德路佛曾測得一等星織女之視差，世人對之不甚注意，此項視差數值失之過大，由此所得之距離，爲值太小。白賽爾用測微儀，探求太陽系與五等星天津增二十九之距離，於一八三八年一二月間，測得其爲六十萬億哩，此數後經渥托 (Otto Struve) (註二) 與披脫史之確定，與近代所測，頗能吻合。閱二月恆特孫亦宣布此數值，爲視差測量之結果。恆氏開始觀測，實在白氏之前，又測得南天之一等星南門二距地更近，約爲二十萬億哩，繼又重加密測，增至二十五萬億哩，於是恆氏遂享測得最近恆星之盛名。恆氏所得天狼之視差，亦失之過大，

所得距離，亦嫌太小，後麥克利（Maclear）與披脫史由實測證明此星確爲鄰近恆星之一，應有五十萬億哩，或八·六光年之距離。其他恆星之距離，有較一等星爲近，而自行又較爲顯著者，每因視差測量之便，亦得而求之，或可估計其距離，至相當之真確度限，由此可證恆星間光度之相差甚烈，而大小與質量之懸殊，亦可推測得之矣。至十九世紀之末葉，所測恆星視差之數，用以充作任何宇宙學推考之基礎，尙嫌不足，殊難應付也。彼等在宇宙學上之成就，全係星際空間尺度之不確定，至此顯然可知地月系之單位距離爲千哩，太陽系爲百萬哩，而恆星系之單位距離，則當以萬億哩計也。

至論恆星自行之記載，則殊不薄弱，有多數恆星之自行，測得頗爲精確，在十九世紀初四十年內，德天文家梅端（Müller）在圖柏地方繼續斯德路佛之工作，從觀測恆星之自行作爲進階，決心研究天體之構造，觀乎太陽系構造之情形於是推想恆星亦與行星相似，迴繞厚重之中心而旋轉。候失勒在太陽運動之某篇論文中，述及引力之中心，事或有之。梅端所謂厚重之中心，不必爲龐大之箇體，可由多數星象羣集而爲凝聚之團體，由是推想武仙座之星團，定有偉大之重心引力，足

能控制遠距之天體。候氏又嘗設想銀河之團集部分，包羅羣星，富達數百萬，實足以引起星象之運動，此說並非無據，而候氏於論文中竟引此以觀念。同一理由，後亞幾倫特（Argelander）忖度此中心物體，或在英仙座中之壓縮部分。梅端精研究之結果，乃有中心太陽之說（非太陽系之太陽），援用候氏之假想，認恆星系爲扁薄之星系，其直徑之大遠超於其厚度，遂決定此星系之重心，應在銀河定限之某處，銀河劃分天空爲二部，該處又應在較小一部之北半部。又斷言恆星之運動，與太陽系有根本上之不同，在太陽系中，太陽爲惟我獨尊之體，行星距日最近者，其運動亦最速。反之在恆星系中，星體因互相吸引之故，其僻處邊陲者，運動之速遠勝於中央也。復謂居中央之星實際上靜止不動，於是在天空中探尋自行最遲之區域，其處之星，須若被巨大質量所維持，而成平衡狀態，既而尋得該區域之位置在昴宿星團中，梅端即認爲全體星系之中心集團，又指定昴宿星團中之主星昴六爲中心太陽。（註三）以爲此星位置在趨向相反之中和點上，故得靜止不動。（註四）其又估計昴六之距離爲五百三十七光年，太陽繞此星旋行一周爲一千八百二十萬年。是說被斯德路佛與約翰（John Herschel）（參觀註二）決心廢斥，斯氏言梅端之行動過於危險，約翰言重心

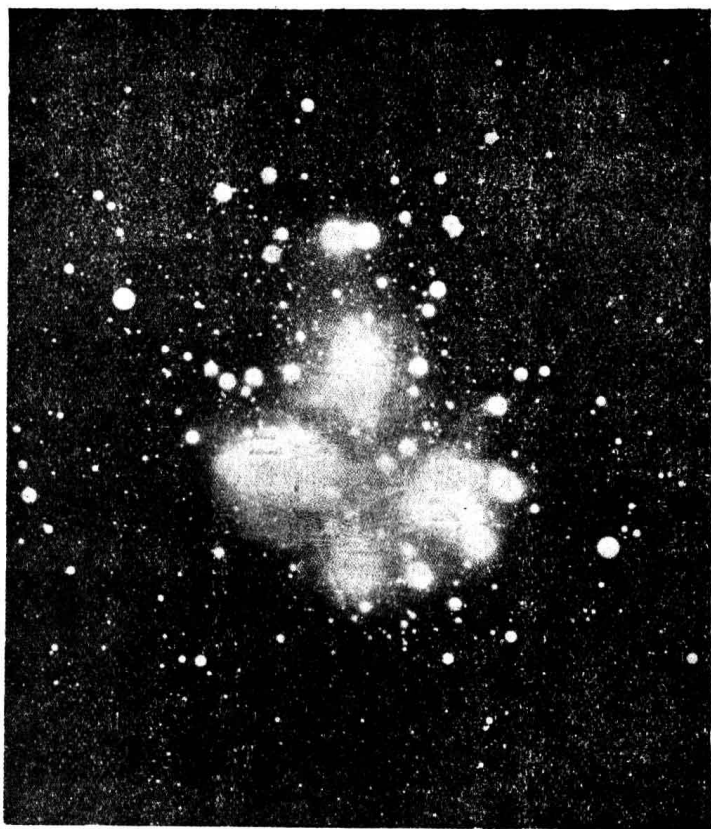


圖 四 星 雲

決不能存在於昴宿星團中，蓋在星團距銀道面有二十六度之遙，在銀道面之外，恆星不起此種普遍之移動也。

斯德路佛爲候失

勒以後研究宇宙構造之第一人，對於此項問題，建立重要之進步，（註五）又爲研究候失勒原著之第一著名天文家，似較候氏之子，研

究尤爲切實，其詳細研究之結果，斷言一七八五年之圓面學說已被著者所廢棄，以爲事實昭彰，不待置辯，乃於一八四七年自著恆星天文學之研究 (*Étude d'Astronomie Stellaire*) 一書，其論銀河及恆星距離篇中，用法文摘舉本人之恆星系學說，根據白賽爾及必亞齊 (Piazzi) 一家之恆星表，自一等以下至九等星計有五萬二千一百九十九，逐一加以審查，並討論赤經各帶中之星數，求得每小時內，星之最多數在赤經二時與銀河相割之處，可見恆星小至九等，其散布方法，顯與銀河有關係。遂斷言構造恆星系之星，散布成圓面狀，太陽居其中央，或中央之附近，但星之分佈，並不均勻，漸近圓面之主直徑，漸較凝聚，若假定平行於主直徑，分此圓面爲若干扁帶，易見直徑兩旁，恆星密度漸減之程度，又與直徑之距離成正比例。斯氏雖以爲太陽居近中央，但在彼圓面中恆星密度極大之線並不恰過太陽，由此可證太陽並非適在主平圓內。

斯氏所設想之圓面，厚度有嚴格之限止，直徑則爲無限，或爲不能確知之數，此即誤解候氏一八一八年論文之結語也。候氏原文謂當遠鏡不能分析銀河爲星時，非關銀河性質之曖昧，實緣於遼遠不可測視耳。斯氏誤解英語 *when* 字作爲法文 *si* 字，遂認候氏遠鏡不能分析銀河，則銀

河必遐遠不可盡測矣。泊洛克托曾言其致誤之由，大致因推測原文 *when* 字初譯爲德文之 *wenn*，字再譯爲法文之 *si* 字故也。總之斯氏以爲候失勒於後部工作，已證明銀河實爲無限之擴展，且篤信而採用之，故斯氏所意想之宇宙爲厚度有限而廣漠無垠之圓面，恆星凝集於圓面之兩平面間，其密度愈近中央平面則愈見增加。此種兩平行面間凝聚之假定（其組織頗與地球上之大氣相似）經多年後，被各雅所駁斥，認爲未可取信，謂此種假定，當代表恆星散布之真實定律。

（註六）

斯氏之假說與星光熄滅說合併後，益見其不足置信。一八二三年阿爾白司（*Obers*）指出其謬誤，謂星之數量苟屬無限，則此無窮之星，光輝燦爛，其合併之結果，將使天空照耀如白晝矣。斯氏對此假定在星際空間，須有光之熄滅，如是則較遠之星所發之光均爲此空間所削滅，（註七）故其結論謂在銀河面中遠距大星所發之光，亦因熄滅而不見。更謂原擬銀河之無限擴展，因其有光可見之故，但准星光之熄滅，亦可以不復認爲無限矣。此說爲同時代之著名天文家如因格（*Engelke*），格蘭（*Grant*），約翰輩，嚴加批駁，因格以爲斯氏之說基於五個假定，即假定之本身，全屬疑問。

格蘭以爲斯氏之說苟屬準確，則銀河之全程，應有一致之現象，但事實乃適得其反。約翰之異議，亦有同等之力量。約翰曰：「此非可以信口爭辯之事，設在視界四周之一部分，爲一種障幕所限制，使恆星之等級較低者熄滅，星雲之距離較遠者消除，阻隔吾人之視線不能深入幽黑之遠處，而在視界四周之他部分應用最精良之遠鏡，觀測不可分解之全部星雲，則見星數之無限增加，星等之漸次降落，又不得不信星象之陳列顯露，竭盡遠鏡之力，深入幽遠之鏡，烏有所謂障幕之存在哉。」

(註八)

約翰之工作，堪謂克紹箕裘，其父候失勒威廉之恆星估計法，僅用於北天，約翰因南非洲之天文遠征，測得南天之星甚多，是以父子二人之工作，遍及全天，堪稱珠聯璧合，後先輝映矣。約翰求得南天恆星之散布律，適與其父於北天所得者相吻合，但以兩半球中相似之視密率計之，顯然可見南天之星，比北天略富，推厥原因，或爲吾人所處之地位，並不適在密集之中間，而略偏近於北面者也。

約翰似無恆星系之顯明學說，在其早年工作時，對於其父觀念之改變，並未領悟，其著作中對

於其父世界觀念根本變易，亦無所提示，由此可見約翰未能熟讀父書，或讀之猶未領會此基本上之變遷。一八三四年所著天文學 (Treatise on Astronomy) 猶引及其父之圓面學說，並不言此說之已被廢棄，在天文略 (Outline of Astronomy) 一書中，亦有相同之援引。復因解釋南天之星較富，而有太陽接近於銀河北部之建議，此種建議，與上述圓面學說，適能和諧，但在天文學中，可見其同時尚有其他學說之提出。其於南半球銀河之記述中，有云：『該區域之普徧光明，殊足奇異，與銀河北路區域比較時，留有深刻之印象，將信吾人之位置，與銀河中星之濃密集團，各方分離，有頗大之間隔，由此應視銀河爲扁平之環狀，或成套圓之形式，厚度與闊度，碩大而不整齊，吾人所處之地位，偏於此輪道之南部。』上述論斷，與父子二人由恆星估計法所得之結果，絕端相反。北偏之論與圓面學說相合，認銀河明淡之不同，由於光學之影響，銀河南部之富庶，由於星之深度較大。南偏之論則謂銀河圍繞太陽系之星環，其南天之富庶，實因吾人距此環之南部較近。前後二說枘鑿不能相容，竟發見於同版之同卷書中，豈不奇哉！

以大概而論，約翰似傾向於環形學說，此說認星之較爲暗淡者，確係真實之暗淡，而非由於距

雖之過遠，其對於銀河中之區域可顯然分析爲星者，以爲分布得宜，見其在黑暗背景上之投影，銀河區域之不易分析而可以推測者，則注意以外之空間，亦有極小之星呈現，此等小星之難見，非因其距離之過遠，實緣其幅員與光度之較遜也。又謂在銀河之較遠區域中，亦存有無數之個體，與近繞吾人者相等，由推求此種遠星之距離爲二千光年，恆星系之直徑約四千光年。約翰對於星團星雲之狀態，似無顯明之意見，一八六四年因黑京（Huggins）分光鏡之觀測，目視星雲學說之復活，當時對於其父之光輝流體說，會中止其信仰也。但在晚年似亦傾向於星團星雲均屬於恆星系之說，大概受泊洛克提倡之影響所致也。（註九）

泊拉克托爲英國天文家中深切研究候氏論文之第一人，其所得結論，前已述及，即謂候氏於工作將終了時，已將圓面學說完全放棄，但亦未曾另立新說以代之，泊氏此種論斷，殊欠公允，若謂圓面學說認恆星系由散布均勻之孤星所組成，則可謂候氏確已放棄，若依普通所稱圓面學說，認恆星系爲扁薄圓形之星系，其直徑之大遠過於厚度，則不能謂候氏已變易其觀念。但泊氏由其本人之探求，確信銀河大多爲真實星團之區域，似非光學之影響，此種星團區域，其團集之緊密，遠超

於太陽之附近地方，是由其星團工作中得來也。

當一八五二年至一八六三年間，德天文家亞幾倫德 (Argelander of Bonn) 完成其偉大恆星表，凡北半天近於十一等以上之星，悉經實測計三十二萬四千一百九十八星，皆彙集於表中，及描繪於附屬之分圖中。其徒希翁番爾繼之而起，更增測南天之星十三萬三千六百五十九，一八七〇年泊洛克托依據亞氏恆星表三十二萬四千一百九十八星悉數繪入一圖，彼見明星之分布與銀河之形態，頗有關係，此種關係核諸原有之圓面學說，則不當成立，依照候氏之舊說，如應用亞幾倫德之遠鏡，（譯者案亞氏所用折光鏡，其徑不過二吋半。）不能接近恆星宇宙之邊緣，遠鏡深入空間之力，如是之小，則在銀河帶中所見之星，不當較他處爲多，但事實上泊氏見六等以上之星，在銀河上顯然特多，遂謂富有之星座，如獵戶座畢宿星團昴宿星團，與淺淡之銀河微光有密切之關係。由此可見泊氏星圖功用之一斑矣。

泊氏云：『候氏估計法所示小星最爲團聚之區域，在予所著三十二萬四千一百九十八星之圖中觀之，星等較高之星（十一等以上之星），亦甚團聚。吾人祇須視其在此團體中之集合情形，

即可覘銀河及其所有之星流與星團，其所以然之故，或因大星與小星在空間之最多區域，確係互相混合，抑因距離過於遼遠，遂成小星。但距離過遠之小星，不能適與距離較近之星，團集於一處，此等偶然巧合，固不足怪，今乃屢屢如此，在予星圖中，舉凡錯綜複雜之點，悉可以此理明之，此予所以認爲不近情理也。」

泊氏所以信銀河中大星與小星互相混雜，難以分解，遂據此以爲標準，解釋候氏之後部觀測，謂候氏認爲深入恆星系之極限時，事實上不過分析大小星象混合之集體，較爲透徹而已。候氏之所謂失敗，非若候氏所設想探尋銀河之失敗，但爲該集團中不能分出最小之球體耳。

泊氏傾向於彼所創之銀河撓流說 (Theory of Twisted Stream)，深信銀河爲由較小之星所組成，位宇宙之邊陲。一八六九年致書約翰謂予思組成銀河之星，確較畢五爲小，形式則頗相似，仰觀銀河，宛若爲引導諸星所指揮者然，觀測者將依其觀測所見之形容，而得銀河性質之普通概念。泊氏之宇宙有嚴格之限定，其中包羅前此所發見之一切星雲，不論爲氣體狀者，星狀者，不規則形者，飄泊無定者，環形或橢圓形者，悉在其內，但泊氏猶以爲此種觀念並不減少恆星宇宙之度

量，並謂『予非引星雲入於星之深處，乃擴充星之深處，達於能包羅此星雲也。』同時對於此種觀念，亦不十分堅持，故一八六九年彼思旋渦星雲，大致亦爲銀河，與吾人之銀河相似，又於一八八六年設想墨瓦騰尼雲，須爲外界之宇宙矣。

宇宙有限之說，經雪洛亞 (Celoria of Milan) 一八七九年之測驗，得有強有力之證據，其在南銀極恆星測量之過程中，發見其折光鏡中所見之星，下至十一等，與候氏折光鏡中所見之數相同，於是謂在銀極之一方面恆星系之界限，早已達到。又鑒普通習見之銀系，認銀河由二個圓環所組成，近者較光明遠者較暗淡，遠者包含天箭御夫麒麟盾牌諸座中之星，近者包含蛇夫座中銀河流之分枝及環繞天空明星之一帶。(註一〇)

伯洛克托對於銀河中明星集合之論斷，得沙帕勒利 (G. V. Schiaparelli) 恆星分布之研究，益見鞏固，沙氏分天空爲三十六帶，一千八百面積，取面積中所有密度，互相比較，且作星圖 (planisphere) 一套，各註以密度，顯見接近銀河帶時，明亮之星，確係團集無疑。(註一一)牛考慕 (Newcomb) 曾謂若組成銀河中雲狀，吾人不能望見，亦可從沙氏星圖藉明星羣集之途徑，指出

銀河之所在，而銀河之本身，則在此星圖中成爲幽隱部分之中心線，洵屬趣事。

此種決論經各雅之悉心研究，得與光亮之星參考比較，發見在二等以上者三十二星有十二星，三等以上者九十九星中有三十三星，四等以上者二百六十三星中有七十二星，均落於銀河之上，或有淺淡之星雲光與之連接，總計四等以上者三百九十二星中，竟有一百一十八星之多。各雅復就德天文家海史（Herschel）星圖中求之，計有一千一百八十六星，海史恆星表中所有總數（變星星團星雲不在此例）爲五千三百三十六星，故肉眼可見之星中（下至六等點三）計有百分之二十二以上之星，寓於銀河之上，較諸按面積平均分配所得者約爲一倍有半。各雅信銀河爲環形之星團，所發之光，因距離無垠，遂陷於星雲之狀態。克勞克女士謂：「銀河爲罅裂而不規則之環，顯成碩大球體之赤道，此立可辨認者也。」依各雅之估計此大球之直徑爲最近星之四千六百倍，約有二萬光年，此項估計爲大多數天文家所未敢言也。（註一二）

德天文家西列格（Seeliger）自一八八四年至一八九八年，成就其偉大之工作。即牛考慕所請關於銀道面星羣散布，最爲透徹之研究者，是也。此種研究，根據候失勒之估計法，亞幾倫德與希

翁番爾之恆星表，及雪洛亞之計算，西氏假想平行於銀河之諸圈，分天空爲若干帶，則從銀極至銀道，星之密度逐漸增加，此種結果，實足以打破環形學說，蓋銀河若確爲圍繞地球之星環，則每視場中之平均星數，於接近此環時，當突然增加，而非逐漸密集也。於是西氏謂銀河不僅爲局部之現象，但與恆星系之全部組織，亦有密切之關係，同時似又認銀河現象爲不僅由於星之深度，亦因於星之密度，前者當有一部分之真確，後者實爲重要之原因。西氏亦如沙帕勒利之廢除星際空間光熄之說，而悟恆星系之範圍有定限，再徑約一萬八千光年。（註二三）

牛考慕於一九〇一年著恆星（The Stars）一書，將十九世紀末葉最近正確之理論，概括錄入書後。當十九世紀末葉，「恆星之集合，名之曰宇宙者，其範圍爲有限。」此說咸採用之，而視若公理，即在現代就主要恆星系言，此說猶復通用也。牛氏謂：「此種觀念，並不阻礙我人之思想，謂宇宙之外，尚有別種星體結合之可能，但此項別種星體，尙一無所知耳。」牛氏以爲用較大之遠鏡，所能窺見最微之星，未必比諸明一等者爲遠，彼等大多數在同一區域內，不過光度較微弱耳。又採取西列格之觀念，謂吾人之宇宙於銀河面上之伸展，遠過於二極之擴充。此種觀念似又回復候失勒宇



小犬座之星野

宙論之一種矣。

牛氏復言銀河系之邊界，模糊難定，且不規則，在邊界之視差，任何一處，無有大於千分之一秒者，大多較此數尙爲微小，光線通過此間隔所需之時間，應超過三千年，由此可得銀河系之直徑爲六千光年。當時牛氏與各天文家多假定太陽之位置極近中央，然其亦覺悟此種設想，缺乏根據，乃用發問之方式，作類似預言之論調，「認吾人之位置，居宇宙之中心，當讀者推想其理由時，或將發生一種反感，如多祿某援用證據，顯示地球固定於宇宙之中心，其立足點之鞏固，與吾人之引用者殆亦相若。多氏之說既爲謬誤，則安知吾人非謬誤之犧牲者乎。」

(註一) Proctor, *Our Place Among Infinities*, pp. 258-9.

(註二) 譯者案 Otto Struve 係斯德路佛 (F. G. W. Struve) 之子，故譯其名而不譯其姓，以免相混。後節候失 勒約翰 (John Herschel) 係候失勒威廉之子，亦譯其名而不譯其姓。

(註三) Die Centralsonne (*Astronomische Nachrichten*, 1846, No 567, 257).

(註四) Clerke, *History of Astronomy during Nineteenth Century*, p. 49.

(註五) Newcomb, *The Stars*, p. 234.

(註六) Gore, *The Visible Universe*, p. 27.

(註七) *Bode's Jahrbuch*.

(註八) John Herschel, *Outline of Astronomy* (11th ed.), p. 580. (譯者按此版即李善蘭所譯之談天。)

(註九) 一八六九年八月一日，約翰曾致函泊氏 (Proctor, *Other Suns than Ours*, p. 404.) 二人往來之函，載在泊氏書之附錄內，可略見約翰晚年之意見。

(註一〇) Gore, *The Stellar Heavens*, p. 109. 雪洛亞載在著者今日之天文學內。 (*Astronomy of To-day*, pp. 109-11.)

(註一一) *Sulla Distribuzione Apparente delle Stelle visibili ad Ochio Nudo* (Berra Observatory Publications, Milan 34, 1889).

(註一二) *Concise Knowledge Astronomy*, pp. 564-5. Clarke, *The System of the Stars* (2nd ed.), p. 373. Gore, *The Visible Universe*, p. 320.

(註一三) 西利格傳載在著者今日之天文學內。 (*Astronomy of To-day*, p. 183).

四 二十世紀之進步 (Twentieth-Century Progress)

就天文學言，二十世紀早有奇異世紀之隆譽，在相等時期內，進步之速未有如二十世紀以來之三十年者，在各種科學進步之速，亦未有如恆星系構造之研究者也。

候失勒及十九世紀之繼起者，大多彙集恆星分布之論據藉資研究，在此種主要問題中，該項論據，確極重要，惟嫌不甚豐富耳。迨十九世紀之後半葉，乃有恆星位置與恆星運動之實測，遂得不少參考之材料。希翁番爾將亞氏恆星表擴展及於南天，於是南天全部之知識，得以較為透徹，此可認為重要企業之先着也。美天文家古爾特 (Gould) 在阿根廷之卡圖凡 (Cordoba) 天文臺供職多年，在一八七九年編成南天恆星表，凡八千一百九十八星，七年後更增至三萬二千四百四十八星，一八八二年蘇格蘭天文家紀爾 (Sir D. Gill) 首用攝影，製成星圖，自一八八五年至一八八九年又將希翁番爾恆星表所遺漏之南極諸星，測而補入焉。一九〇〇年開百登復編成攝影恆星

表，當時又有攝影恆星圖表之推進，約集世界各國十八天文臺，分工合測，惟所得星圖，一時不易處理。一九〇六年開氏乃有選擇面積之計畫，計設二百有六面積，均勻散布於天空，造成星表，詳載星等視差自行及視線速度下，至暗淡之極限，此種計畫，天文家相率採用，多處天文臺與此荷蘭天文家協力合作，威爾遜山天文臺，從事於淡星之重要計數，哈佛天文臺完成特拉卜（Draper）恆星光譜表，本世紀開幕以來，上述論據之彙集外，更有充分之自行測數，足資探求宇宙學之主要問題，同時又有測量恆星距離之各種新法，相繼發明，於是多數恆星之距離，可以決定，即極遠之物體，亦得藉以測驗也。

在十九世紀下半葉，因研究恆星之自行，發見所謂星之公共自行者，梅端研求恆星系之中心時，測得金牛座區域中，星之自行最爲遲緩，事實上金牛座中諸星有公共之自行，並非繞昴六而運動，當時對於公共自行之意義，完全不能了解，歷多年後，始有二三恆星公共自行之發明，一八七〇年泊洛克托經精密之試驗，見大熊座中北斗七星，其五星有公共之自行，若以太陽之單獨運動計，則天樞與玉衡二星將運動較速，其他五星咸以同等速度，幾循同一方向而運行；泊氏後又求得此

較淡之二星，確亦參與此種星流，遂斷言五明星與二淡星，確實組成一種星流羣 (Drift set)，以公共自行言實有極大之機會，其優勝率爲五十萬比一，此可無疑者也。黑京用分光鏡測驗此五星之視線運動，求得五星咸以同速向後退卻，即背地而行，其偶然符合之優勝率，變爲極小，寔至於無。迨一九〇九年德國漢茲斯百倫 (Hertzsprung of Potsdam) 更測得天狼等八明星，亦爲此移動星團之一分子，亦以同速同向而進行也。

泊氏更發明其他星流之例，闡明梅端認爲中心太陽之金牛座，所以自行遲緩之真義，實因金牛座中諸星亦爲移動星團與大熊座中北斗七星等之星流羣相似。歷多年後，又經美天文家蒲斯 (Lewis Boss) 所證實。本世紀初又測得兩種移動星團，與泊氏所發見之兩種星流羣相似，當時開百登、愛庭敦 (Eddington)，蒲斯各自測見英仙座中之移動星團，此星座有若干星組成顯著之星羣，而在獵戶座中除參四或爲例外，其他諸星皆組成一自然系統。(註一) 前在一八七七年佛來曼隆 (Flammareion) 檢出公共自行之星，成爲對偶之例，如明亮之軒轅一等星與暗淡之八等星 119749 (取天文家恆星表中之數) 在空中顯見公共之流動，天鵝座中之雙星，亦有相同之自行。

(註二)一八八一年希翁番爾注意天平座中二顆九等星，在空間相距甚遠，但循同一方向，以相等速度而運動，亦甚顯明者也。(註三)

公共自行星流之實例，早經發見。但在十九世紀之末，普通意見往往謂恆星之移動紛亂無的，自候失勒以來，太陽頂點位置之推測，確有基於此種設想者，嗣後天文家漸悟此種設想，或不免操之過急，蓋在每次實測中，因所用恆星之不同，推算天空中頂點之位置，亦隨之而異也。一八九五年德國基爾天文臺 (Kiel Observatory) 臺長古拔特 (Kobald)，鑒於所定頂點之不能一致，乃謂若假定恆星之個別運動，非漫無鵠的，但於銀道中取一平面，有循正方向者有循逆方向者，則所得結果，未始不能調和，根據如此觀念，則太陽之運動，發生於一平面內，而此平面與銀河面相交，成十七度之角。(註四)

九年之後開百登斷定恆星之運動，確非漫無鵠的，由白拉勒 (Brüdigay) 恆星表，經奧洩 (Auwers) 之訂正者，將所載明星之自行內，消去視差之成分，求得恆星之運動在銀道面中，沿彼此相反之兩種方向，其流向一方之星數，爲他向之一倍有半。一九〇六年劍橋之愛庭敦，一九〇八

年格林威基之道愛森 (Sir F. W. Dyson) 謂此種星流之現象，不僅限於明亮之星，即肉眼所不能見者，下至九等星，亦能辨認之。惟開百登、愛庭敦、道愛森三家所論此項觀測，僅及於經過視線之自行耳。其後威爾遜山天文臺亞當史 (W. S. Adams) 與開百登親自同測，用攝譜儀求得恆星之視線運動，同樣於相反之二方向上顯出一種特選之星流，除內有一羣視若靜止者外，其餘較近之星，均顯有此種流動也。但當一九一一年愛庭敦早曾設想恆星系中之全體恆星，不屬於正向之星流，即屬於反向之星流，並謂『此方向相反之二星流，至少包含五十萬星，惟此種星流在極遠部分，尚無顯著之證實耳。』(註五)

亭格爾博士 (Dr. H. Dingle) 矯正上述之誤，謂吾人可無擬想凡恆星咸循其各自星流之方向，一致運動，須知恆星除參與星流運動之外，又有個別之行動，不拘任何方向，然其普通之星流趨向，確屬不可掩沒者也。此種星流中之恆星，可譬諸路上之一羣學童，有散漫無序，參伍錯綜之行動，但其公共之趨向，則咸歸於學校也。開百登諸家，解釋其觀測之發見，說明有至少附近之星，係星羣所組成之星流，互相穿越，猶如同一天空區域中之兩羣飛蟲，運動於相反之方向，有互相參

雜之象。(註六)惟依宇宙論之學說，似應有單純之恆星系，今若有二性之之證據，故希槐茲卻哀特 (Schwarzschild) 及托納 (Turner) 諸天文家皆致力於此事種實之調解，近年來已漸知星流僅爲局部之現象矣。

在新世紀之初天文家由角運動及輻射運動學識發達之結果，更得一恆星運動之定律，回溯十九世紀中葉分光鏡之發明，確爲恆星天文學近代之重要進步，適在應用分光鏡測太陽之後一年，杜那蒂 (Donati of Florence) 在佛洛倫卽用以觀測恆星，但僅能測定明星光譜中重要輝線之位置而已。閱數年黑京在倫敦賽起 (A. Secchi) 在羅馬，始用分光鏡作明星之系統研究，黑京除從事光譜之分析外，復應用杜伯勒原理 (Doppler's Principle) 測驗恆星在視線之上運動，首告成功，其於此項工作，尙屬初創，故進行異常艱苦也。一八八七年福格爾 (Vogel of Patsdam) 始用攝影分光法，以求視線運動，所得結果，較爲具體，嗣後美天文家紀勒 (Keeler)，肯拜爾 (Campbell)，福司脫 (Frost)，亞當史等求得恆星之視線運動，多至數千星，頗臻精密，故在此新世紀最初十年中，已有巨量之實測，堪資應用矣。

當黑京諸家致力於特殊星之深切研究時，賽起在羅馬從事於分類之工作，徧測所見之天空，選擇四千星，分之爲四型，第一型又名天狼型，凡天狼織女及其他青白星屬之，在光譜中均顯有氫線，第二型又名太陽型，凡太陽五車大角北河三等黃星屬之，光譜中顯有無數之金屬線，第三型凡參四心二等紅星屬之，光譜中顯有明晰之吸收光帶，第四型凡少數之淺淡紅星屬之，光譜中顯有廣闊之吸收光帶是也。迨一八六七年巴黎天文家胡甫 (Wolf) 與拉諾 (Rayet) 復增第五型，此型星爲數較少，光譜在暗處顯有輝線。此光譜分類法之起原也。

賽起之分類法在一八七四年曾經福格爾之校訂，一八九五年復因氦星與氫星之區別，重加修改，但自特拉卜之分類法出而問世後，賽福二氏之分類法遂爲其所併吞而不合時宜矣。特拉卜受畢堪林 (E. C. Pickering) 之指導，應用於哈佛大學天文臺，分類甚多，用羅馬大字表明之，如 O B A F G K M N 等是也。O 型中含有高溫星，亦名胡甫拉諾星 (Wolf-Rayet star)，B 型爲氦星，或參宿類星，A 型爲天狼類星，F G K 型均與太陽相似，惟相似程度則有不同，M N 型中包含兩種紅星，總計各型所含之星，約占全體百分之九十九。此種分類法之次序，認爲可以代表溫度之降

落，又可作爲恆星演化過度之指數，所以B型之星可目爲早型星而M型之星可目爲晚型星，此種概念，信之者頗久，迨晚近天文家始知可以代表進化程度者爲數甚少，但早型晚型等名稱，爲便利計，仍多沿用者也。

在十九世紀之末，天文家已將各種光譜型之星，比較其散布之疏密，與運動之遲速。一八九一年畢堪林總括當時之所測，如第二型第三型之星，在銀河中與天空中之其他部分，數近相等，光譜似太陽型之星，在天空之散布，近於均勻，畢堪林求得賽起之第一型星在銀河中及其附近，較天空之其他部分殊爲衆多，例如A星約爲二倍，B星則在四倍以上。一八九二年蒙克（W. H. S. Monk of Dublin）指出賽起之第二型星就平均言，自行較第一型爲大，開百登以爲自行之較大，可知第二型星之距離較近，又視線運動經充分測得後，乃知視線運動亦能生此同樣之現象。司脫與亞當史在一九〇三年說明參宿類之二十星，有頗小之視線速度，經開百登二星流之檢定，證據更形顯著。愛庭敦有言曰：「第一型星運動之開展不若第二型星之甚，前者循星流之方向，較後者爲接近，雖有其他解釋，或可想像此種現象，足以顯明第一型星之個別運動，較第二型星爲

小。』一九一〇年開百登與肯拜爾各自發表其意見，謂晚型星之視線運動，平均比早型星爲大，並謂事實上星之平均直線速度，依一型至他型而增加也。於是恆星之平均速度隨光譜型之進升而漸增，極易顯明，不致疑誤矣。

當時大多數天文家咸認哈佛天文臺之分類法，表示恆星進化之程度，而開百登與肯拜爾之發現，可藉星之較衰老者，運動較爲迅速以解釋之。數年後泊林斯敦大學羅素教授（Professor H. N. Russell）則謂哈佛分類法不能代表進化程序，而恆星進化之歷程，應從M型巨星歷K型而F而A，經極熱之B型，然後再由A型矮星而經FGK以至M型，由此見速率隨光譜型而增加，由於演化之程序，此說已難保住，故不得不有其他解釋代之以興矣。一九一五年，愛庭敦設想速度隨光譜型之增進，僅爲普通關係中之特殊表現，其與速度聯合之基本要素，當有更爲密切者，光譜之進級，與光度之升階，胥基於此，事實上雖不能確知此基本要素爲何，但就自然之設想，則認之爲質量，亦無不可，羅素於一九一九年說明平均速度與光譜型及絕對星等聯帶之原因，大致由於大速度與小質量之相互關係也。故二十世紀中，關於恆星運動之工作，可知其運動非漫無紀律，其較

明亮者，在銀道中沿優異之兩方向而流動，又依平均言，星之質量較小者，其運動則較速也。（註七）

二十世紀以來恆星距離之測量，大有進步，在一九〇一年牛考慕所著恆星一書內所載視差可靠者，僅五十八星，後三角法視差之測量，得攝影術之應用，恆星距離之測數逐漸精密，至一九一五年增至二百星，更歷十二年後，驟增至二千以上，皆由美天文家希利辛格（Schlesinger）專用三角測量法得之，世人對之應致懇切之謝意者也。

當新世紀之初，即有多種新方法之發明，應用新法，於是宇宙之知識遂得重大之進展，一九〇一年開百登根據視差之易位，由於日與地之行動，可定恆星距離近似值之原理，勉力從事於各等星平均視差之測定，又應用此法實測恆星系之邊界也。一九一六年威爾遜山之亞當史聲稱其與德天文家柯爾休脫（A. Kohlschütter）之合作，發明用分光鏡以測恆星視差之新法，兩氏檢出星之絕對亮度與光譜中某種景線強度之關係，亞當史最後能說出，謂倘能引出景線強度與固有亮度之關係，即可藉以決定星之絕對星等及其距離，故專用此法在五年內測得二千星之視差也。

第三法為羅素與夏伯蘭（Shapley）所發表，彼等由蝕變星之研究，藉可決定絕對星等，更由此求

出一百星之視差，羅素復指示 B 型明星距離極小值之測法，藉可探求天空之深邃部分，緣羅素與漢茲斯泊倫區分恆星爲巨星與矮，創恆星演化學說，據謂僅質量極大之恆星，方有 B 型星之高溫，故 B 型之星視之雖或暗淡，應有極小之星等，由是此星距離之極小值，可以決定矣。

深遠空間之測量，更有較良之方法，此法根據造父變星之周期光度定律而推算也，是由美天文家麗維德女士 (Miss Leavitt) 研究墨瓦騰尼雲時所檢得者也。夏伯蘭應用此定律，以測遠大之距離，乃謂「墨瓦騰尼小雲中之二十五造父變星，變化周期之長短，繫於視覺之亮度，蓋因此雲中之變光星，大致全與地球等距，故其關係確爲絕對亮度與變化周期之關係，觀測者苟能推測變星之周期與視星等，即可由周期光度曲線，求出絕對星等，於是可計算其距離，所以造父變星猶如蝕變星，足使吾人更得深入空間矣。」(註八)

應用上述各法之結果，二十世紀初之天文家，已較十九世紀之前輩，對於宇宙問題之正面攻擊，已佔優越地位，此輩研究者之先鋒，當推開百登 (Van Rhijn)，加利安 (Charlier)，夏伯蘭，西亞史 (Searles) 五人，其研究恆星系之方法，亦各有不同，二荷蘭人 (開文、文二氏) 自內向

外測算，一瑞典人（加氏）與二美人（夏西二氏）則由極遠物體距離之測定，從外周起算者也。
加利安爲瑞典之著名天文家，在一九一六年所發表之重要論文中，概言其用絕對星等法，研究宇宙構造之結果，設B星之絕對星等彼此不甚相差，由此求得B星之距離下至第五等，加氏謂「此種星之光度確係甚大，其所處地位（就已斷定者言）雖遠，然吾人恆星宇宙之範圍內，鮮有較八等星爲暗淡者，既得B星之臂助，即可獲得銀河骨骼之影象矣。」（註九）加氏由B型星之現象，求得恆星系之直徑約爲千秒差距，或爲三千光年，太陽並不適在中央星團之中心，可以假定與吾人之恆星系密合其位置，係在船底座（Carina）中，復估計太陽與中心之距離爲八十八秒差距，約爲二百六十四光年。嗣後加氏始覺B型星所表徵之星系，與恆星宇宙相同，實爲無證據之假定也。
（註一〇）

開百登或可爲候失勒後最偉大之宇宙學家，根據測定之視差自行及光度，從事於宇宙論之陳述，慘淡經營，歷二十五年之久，在工作之後部時，復得文立勤之合作，後來文氏即繼承開氏魯甯根（Groningen）之講座者也。在一九二〇年及一九二二年二人作宇宙論之綱要，開氏立算學公

式凡二：第一式表明任何已知視等之星之平均視差，第二式顯示已知視等及自行之星之平均視差，應用此二式，可求得空間之任何體積中，所有指定絕對星等恆星之總數，是名光度函數，依此函數，凡絕對星等爲負五之一星，應有絕對星等負二·五之星九十九，及絕對星等爲0之星凡三千三百。開氏又指示從光度函數求得之光度曲線，可以應用於絕對星等任何等級，故足以求空間任何部分之星密度也。

開文二氏以太陽爲中心，向外推求，藉知恆星漸形稀少，恆星系之範圍爲有限，在一九二〇年曾謂吾人對於星密度所求之結果，頗爲可恃，雖未曾研究限度之問題，但取此以爲良好之近似值，當無疑義，此值至少應爲一千五百秒差距，在銀極之方向上，確可取此作恆星系之限度，在彼處之星密度，至多不能爲近太陽二百分之一，反之沿銀河平面上之任何方向，限度相同之距離，應爲八倍，取太陽爲中心，每秒差距約爲三光年，由是可得宇宙之範圍，其厚爲九千光年，直徑爲七萬二千光年，此數之大，與十九世紀末各雅，牛考慕，西利格諸家所假定者，相差極遠也。

不久開氏即覺恆星系中心經過太陽，或接近太陽之假定，僅屬假定而非事實。在一九二二年

最後一篇論文中，開氏求得太陽對於恆星系中央之秒差距爲六百五十，約爲二千光年，恆星系之中央乃在南天船帆座（Vel）中，設恆星循恆星系之主軸而公轉，則距離大於二千秒差距之星，其系統速度，近於常數，約爲每秒十九公里有半，若設想星之部分依一方向旋轉，他部分循相反方向旋轉，則相對速度爲每秒三十九公里。由此可得星流現象之數量，解釋其相對速度，亦在銀道面中，約爲每秒四十公里，所以開氏早年所發表之星流現象，在彼之宇宙論梗概中，亦占一葉地位也。故亭格爾謂開氏之宇宙包含星流，若非爲不可避免之現象，則當視爲可能者也。（註一一）

一九一四年夏伯蘭當時爲威爾遜山天文臺助理，今則爲哈佛天文臺臺長，始用六十吋徑之返光鏡作星團中星色與星等之系統研究，所測星團有密集之球狀星團（例在武仙座中者）及疏散之銀河星團，前者離銀道面極遠，後者確爲吾人恆星系中之一部分，夏氏由變星光度曲線及某色類之平均亮度，求得武仙座之星團之距離，約爲十萬光年，距離如此之遠，而星團仍有如此光亮，實出意料之外，所以夏氏之發見，天文家皆引爲駭異，此數嗣後減縮至三萬六千光年，卽此數值仍較同時代天文家所能置信之宇宙爲巨，猶足設想宇宙之大，非同輩所能窺其祕笈也。

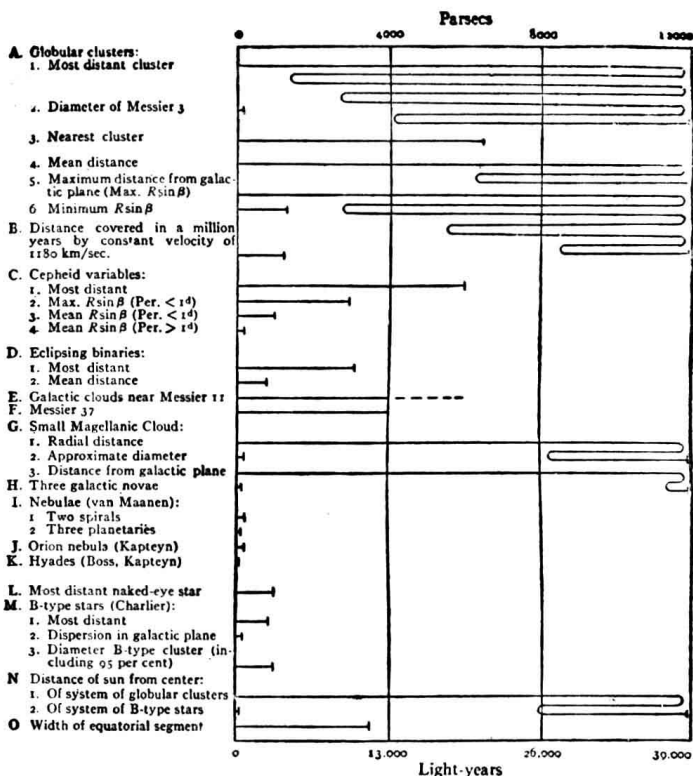
夏氏對於疏散星團與銀河星雲之觀測，更予天文家以恆星系益爲龐大之證據，在疏散星團梅氏表第十一（M11）及鄰近之銀河星野中，夏氏發見負色差之星頗多，爲極淡之青星，屬於第十三至第十四等，銀河星雲中發現此種小而負色差之星，可以表明彼等之距離極遠，或與近太陽之明星光度有所不同。二說以前說爲妥善，蓋依羅素理論上之推考，恆星若非質量巨大，不能列入B型，換言之，B型星大致不屬於矮星，（註一）夏氏斷言星團之星大致爲巨星，其距離須爲一萬五千年，鄰近星雲至少須有同樣距離。青星紅星之星等，均有寬大之分散，於是鄰近銀河星雲亦有相似遠距之建議，星雲之範圍於視線上認爲比較的甚大，事實上星雲深度距離之大，當不亞於較近之邊緣，或且過之，至銀河中之其他部分，及星團中恆星之研究，亦有相似之情形，銀河系之範圍，沿平面上至少應有一千五百秒差距（約五萬光年），遂爲世人所深信矣。

一九一八年夏氏用數種獨立之方法，測定八十六球狀星團，在空間之位置，形成一橢圓體系，被銀河平面所平分，兩邊各有四十三團，乃定此種球狀星團爲宇宙之單位，附庸於恆星系者也。又求得球狀星團系之赤道面，適與銀系之赤道面相密合，吾人憶及彼等赤道面之同一，自可推想銀

系與球狀星團之集體，廣袤相同，而兩系之中心，亦可合一，彼求得球狀星團系之重心，可假定即為恆星系之重心，在人馬座中，銀河之濃密星雲間，距日為六萬光年。夏氏此說，得諾德（Nort of Utrecht）之發見，及卻泊門（Chapman）與米洛得（Melotte）之論斷，益形彰著。諾德係荷蘭著名天文家，研究哈佛星圖，發見銀河南部星雲方向中之星密度，約為北部之四倍或五倍。卻泊門與米洛得研究佛蘭克林與亞當史（Franklin-Adams）二人所攝之星影，乃曰：『觀銀河人馬座區域之一片中，星雲在限定之部分上，異常濃密，全片二十五部中，有十二部不能分析其星，最微淡之星像，彼此互相混合，遂成連續之灰色背景，而在其他照片中，即最微淡之像，亦甚清晰，凡可見之星皆能悉數枚舉，鑒於人馬座區域中之星，不能完全計數者，可斷言其所有之星，較銀河之其他部分特別密集也。』恆星系在人馬座一方面深度特大之證據，復為夏氏在一九二二年測得之，乃根據光譜型以研究恆星之分布，測見 M_a M_b M_c 各型較微淡之星，在人馬座方向上特多。又在金牛座方向上所有之長期變星僅及平均數之半，而在人馬座反向上則有平均數之兩倍。至於新星，行星星雲，造父變星，○型星，向銀河平面均呈顯著之密度，而在人馬座間尤為濃密。

夏氏所述銀河之中心位置，後經斯屈隆保 (G. Strömberg)，龍瑪克 (K. Lundmark)，林白特 (B. Lindblad) 諸家，研究恆星之運動，更得實證。斯屈隆保在一九二三年檢出銀道面中之不對稱運動，近乎垂直於夏氏所定球狀星團系中心之方向。而吾人本星系之移動速度約為每秒三百公里，或因本星系以此速度繞較大星系之中心旋轉所致。一九二五年龍瑪克說明太陽之運動趨向一點（銀徑七十五度），與現代宇宙概念所定銀系中心之方向，近於直角。由此可以指出銀河中吾人之本星圍繞人馬座而旋轉。一九二七年林白特言恆星系旋轉之軸係在銀經三百三十度之方向，根據夏氏之研究，旋轉軸之方向，極近於球狀星團系散布之中心。當年荷蘭天文家渥德 (J. H. Oort of Londen) 又發見銀系中不一致之運動，繞一甚遠之中心而旋轉，大概密合於同一點，林白特與渥德之論斷，更為泊來斯凱 (J. S. Plaskett of Ottawa) 所肯定，認為中心密合，確是有據也。（註一三）

至此吾人可思太陽距恆星系之中心甚遠，（註一四）而恆星系之大，迥非前此所能設想者，體積之巨，約為從前所信之十萬倍，直徑至少須有三十萬光年，是系於銀道面上之開展，遠較向兩極為



夏伯蘭之星系間距離

甚銀河片斷之中心薄層，已可含容一切所見或所攝之星，此星層從銀道面向兩方開展，顯然不過二千光年，所以根據一九二〇年夏氏恆星系之厚度，僅為四千光年，迨數年後夏氏漸認厚度不止此數，大多數之星，離銀道面在五光年以內，但有特種變星，或其他高速之物體，其距離大可五倍或十倍，

總之夏氏宇宙論中之恆星系，彷彿候失勒認為扁薄之圓面，認銀河之現象，大部為光學現象，雖有銀河星局部或偶然之廣大凝集，並不加以否認，然狹帶環形之觀念，鄙棄不復取用，銀河之縈繞，大概由於恆星深度所致，經度九十度與一百八十度間，歷來所認識之薄弱部分，今乃知為太陽偏心位置之反射作用，一九二八年夏氏謂銀河系乃不整齊的圓，而扁薄之星系，為箇星星羣星團星雲之集體，在某區域中，則被星雲質所蒙蔽，由此可見吾人對於宇宙論之學識，大多又退回至候失勒晚年之恆星系概念矣，蓋候氏晚年認恆星系為巨量發展之圓面，由獨立恆星與星團所組成者也。

夏氏之宇宙觀念，在一九二八年更得西亞史之證明，益見鞏固，西氏近年研究恆星之散布，用相異之設計，從空間密度或恆星之分配，求出恆星密度極大之處，與夏氏由球狀星團所得之中心，適能相合，人馬座中之空間，密度頗巨，然猶嫌不足，西氏謂比較高密度之中心凝合，可期望於與恆星系相似之組織中。遂假定此種中心凝合，為巨大暗黑之宇宙雲所屏絕，遂不能望見。（宇宙雲者為近代天文家藉以解釋天空中奇異之黑暗部分暨銀河中之裂縫。）恆星系之直徑甚大，若認恆星系與球狀星團廣袤相同，應為八萬至九萬秒差距，若指定 B_0 至 B_2 星之絕對星等為銀河中之淡

青星，則至少應有八萬秒差距，若於反心方向之星，予以一萬秒差距之距離，則恆星系之直徑至少應爲六萬秒差距。西氏估計之極大值九萬秒差距與夏氏所定之十萬秒差距，或三十萬光年，相差不遠也。

西氏討論其所得中心凝合位置數值，與夏氏所得者頗爲接近。乃謂夏氏所得中心之銀經數值與由恆星計數所測得者確甚接近，但採用夏氏之距離數值，每易發生躊躇，當感覺百數界限不清散布寬敞之星團集體，不能與恆星系適爲同心。夏氏亦自知銀河範圍發見之需要，宜用直接測量法，求出中心之距離，不復根據球狀星團之分布，作爲估計法也。故其在二百四十哈佛銀河變星視場中，作星團型變星絕對光度之研究，於一九二八年求得天蠍座蛇夫座中富有恆星雲之距離。在恆星雲近邊之變星，爲二萬一千至三萬光年，於是知恆星雲之中心，爲四萬七千光年。夏氏有言曰：「查天蠍座蛇夫座中恆星雲富有之處，可見已測得銀系核中之一部分，觀星雲質之路徑穿過銀道，從天蠍座與人馬座之富有區域中，將恆星雲割去，但在此黑暗星雲質後面，應有濃密而連續之恆星雲，可無疑也。銀河龐大之核，距離近乎五萬光年，直徑垂直於銀道，約爲三十度，合二萬五千

光年，惟沿銀河方向在視線之上範圍，較難確定，銀河中心區域如此廣大，非其他部分所能比擬也。」故西氏之結論謂：「龐大之中心核，常爲星雲質掩蔽隱匿，不能窺見，經夏氏之另外工作而益形確定矣。」

恆星系雖有定限，然沿平面上範圍之大，不僅由最近恆星距離之測量，亦由恆星分布之最近研究而發見者也。在現世紀中開百登，卻泊門，西亞史，米洛得諸家慘淡經營，進步不少，開百登於一九〇八年討論一切有效之證據，例如候失勒之恆星估計法，西列格與雪洛亞等之恆星表，復發見對於銀道面淡星有顯著之濃度。數年後卻泊門與米洛得用別種方法，求得星密度之數值，下至第九等，與開百登所得者大致適合，星等較低者則逐漸不同。開百登求得銀緯五度與八十度星密度之比爲四四·八，卻泊門與米洛得所測僅爲百分之四十三，兩數之孰是孰非，經西亞史與文立勤在一九二五年精密測驗，乃知開百登之結論，甚爲精良。西亞史與文立勤又求得在銀河〇度與九十度，每平方度上四等星之比爲三·五，在銀河中與銀極上攝影所得第二十一等星每平方度中總數，一爲七萬三千六百星，一爲一千六百六十七，其比爲四四。在天空中二十一等星之總數約爲

八萬九千萬視等二十等星之總數約爲十萬萬，恆星系中可能之總數，估計爲三百萬萬。緯度間隔自○度至二十度，二十度至四十度，四十度至九十度中之分別總數，更能顯出銀河於恆星系構造形態上之重要，恆星百分之九十五均在二十度之銀河圈內，換言之以銀極爲心之區域，佔據天空之三分二，其所含吾人之星系僅有百分之五也。

在此巨大之恆星系中，包羅恆星有三百萬萬之多，太陽僅充低微矮星之列，位置在主平面之北，約有三十三秒差距，或一百光年，十九世紀之天文家假想太陽之位置，居於恆星系之中心，誠如牛考慕所付度，實爲謬誤之犧牲者，被等之所真實確定者，乃太陽近於本星團之中心，誤將本星團與宇宙混爲一體，遂鑄成此種謬誤之論斷也。（註一五）

（註一） Eddington, Stellar Movement and the Structure of the Universe, p. 63.

（註二） Comptes Rendus, 5 Nov. 1877.

（註三） Clerke, The System of the Stars, p. 329.

（註四） Campbell, Stellar Motion, p. 140.

（註五） Observatory (1911), Vol. 34, p. 357.

- (註六) Eddington, *Modern Astrophysics*, pp. 98-99.
- (註七) Russel, *Some Problems of Sidereal Astronomy*, National Research Council Reprinted, No. 5, p. 15.
- (註八) Shapley, *Star-Clusters and Structure of the Universe*(reprinted from *Scientia*), pp. 8-10.
- (註九) Meddelanden från Lunds Astronomiska Observatorium, Series 2, 14, p. 103.
- (註一〇) Shapley, *The Scale of the Universe*, *Bulletin of National Research Council*, No. 11, p. 174.
- (註一一) Dingle, *Modern Astrophysics*, p. 365.
- (註一二) 按空間之白矮星必甚多，惟因其光微之故，已測得者並不多。
- (註一三) Monthly Notice, R. A. S. lxxxv, p. 869, and lxxxviii, pp. 400, 553. *Bulletin of Astronomical Institutes of the Netherlands*, iii, No. 120, p. 280.
- (註一四) 在夏氏之前，曾有荷蘭家伊斯敦(*Easton*)一人深信恆星系之中心是在天鵝座之星團中，太陽與中心有相當距離也。(*Astrophysical Journal*, Vol. 87, p. 105 (1908)。)
- (註一五) *Gerasimovic and Luyten*, *Harvard Reprint from Proc. Nat. Acad. Sciences*, 13, p. 390.

五 本星團(The Local Cluster)

宇宙之構造，經侯失勒之窮究力索，歷四十年之久。侯氏最初設想恆星系係由數百萬孤星所組成，散布空間近於均勻，繼由思想之漸次演進，乃得恆星系爲若干星團所組成之概念。一八〇二年侯氏揣測太陽與天空中近繞吾人之恆星，或可組成一廣大之系統，然此僅屬擬想，其子約翰始有本星團之創議，當一八四七年約翰描寫銀河時，指出海山二與南十字二兩星間之間隔。乃謂「銀道圈或銀河之中線，被明星帶所穿過，其顯著者爲獵戶座之燦爛，小犬座之諸明星，以及天船座十字架座半人馬座豺狼座天蠍座中所有較明之星，是也。其通過參二及南十字二之大圈，足以表明爲此帶之軸，而此帶與銀道圈之斜交角約爲二十度。觀其狀態可以揣想此恆星系中之近鄰，組成附屬之薄片或星層，與大部質量之平行擴展，實相分離而至相當程度，此大部質量投影於天空，乃成爲銀河之象也。」（註一）

在此偉大之恆星系中，太陽附近之恆星，頗能集成本星團之一類，約翰確有此精明之設想，但此本星團之觀念，並不能喚起深切之注意，幾致淹沒無聞。三十餘年後，此消沉之觀念，重復開始活動，經美天文家古爾特之提倡，頗有相當效力，古氏觀測南天之結果，謂明星之流或明星之帶，似環繞天空，極近於大圓，與銀河相交於最高銀緯之點，所成之角，當與二十度不甚相遠，其南部相交之處，近於十字座之邊緣，北部相交之處，則在仙后座中。古氏以爲此帶包含明亮之星，自獵戶座而小犬座，而南船座，而南十字座，而半人馬座，而豺狼座，以及天蠍座之一部分，又經天琴座，而天鵝座，而仙王座，而仙后座，而英仙座，而金牛座。約翰認此明星帶爲附屬之薄片或星層，古氏則由此推得本星團之存在，聲稱「予不能不信吾人之本系另成小星團之一部分，與巨大之組織相分離，彼巨大組織成爲銀河，係扁薄而略有分歧之形式，若此星團或可與昴宿星團相抗衡，約略計之，大概有五百以內之恆星也。」（註二）

當時天文家咸努力研究宇宙之構造，及恆星之分布，對於古氏之觀念，鮮有問津者。泊洛克托觀察銀河上明星之彙集，得一普通觀念，知較明星之濃密平面與較淡者（銀河流之中間平面）

適能吻合。各雅在一八九三年著述中云：「予不能見古氏之明星帶有奇異之可言，（至少在北半天中，）至明星與銀河顯明關係，以予視之，幾全似其定義之所謂耳。」（註三）牛考慕亦謂：「明星帶之存在，僅爲少數明星偶然之分布，如必欲假定此帶之如何產生，殊不足據也。」由此可知古氏之假說，當時天文巨子咸擯棄之。

當開百登研究恆星之視差動時，發見賽起光譜第一型星，以平均言，自行較第二型星爲小，由此可有兩種之解釋，一爲第二型星較第一型星移動較速，一爲第一型星較第二型星距離較遠，開氏認第二種解釋較爲可信。牛考慕亦從之，謂「太陽鄰近包含之恆星，幾爲第二型所獨占，距離漸遠，則第一型星數比第二型星數，逐漸增加。」開氏更謂太陽型之恆星，在恆星系中包括成一副系，名之曰太陽星團，大概爲球狀，與仙女座星雲頗相似。但在一九〇二年開氏取消此種解釋，放棄星團學說，然猶保持第二型星距離太陽，平均較第一型星爲近也。在其工作之後期，與肯拜爾各自發見恆星之速度隨光譜型而增加，於是太陽附近黃星占優勢之假說，益形薄弱矣。

上篇曾述加利安適應用B型星，作測量恆星之試驗，一九一六年宣布此種恆星組成扁平之

星團，其重心在船底星座中。加氏復計算星團之直徑約得四千光年，當時且認爲與宇宙之範圍大概相同，甚至名之曰「銀河之骨骼像」，從B型星羣所求出之銀極，與從銀河本身所求得者，相差甚爲微小，加氏以爲就全體言，此種差異，無關重要。

一九一六年夏伯蘭從球狀星團之研究，發見其重心在人馬座中，與加利安研究銀河所得，殊有不同，可知此二人所研究之星系，顯有差異。夏氏更謂此兩極位置之不同，苟屬確實，則B型星之中心平面，與銀河面顯有傾斜，夏氏又觀測各種天體，藉知兩平面並非合一，其言「兩平面並不密合，其所以不能密合之故，卽足爲局部組織之鐵證。查疏散星團，球狀星團，銀河新星，造父變星，恆星雲之類，（此等物體遠播在太陽領域之外，）均限定於同一平面內，並對稱分布於銀道圈之兩方面。但現在觀察B型星與A型星之較爲明亮者，（推論及於本星團中全部之星，亦屬確實。）則對稱於另一平面，與銀道圈之斜交角約在十度與十五度之間。」又觀乎本星團中太陽之位置，與中心平面不甚遠離，可知本星團明亮之星，投射於天空，沿一狹隘之帶，而與主要之銀河流則互相偏倚，夏氏謂此副銀河與古氏之明星帶近於符合也。

據夏氏之觀察，本星團並不包含太陽附近之全體恆星，除屬於星團之星外，更有所謂視野星（field stars），與普通銀系之恆星，並無主要之差異。夏氏在一九一八年，知太陽亦顯係視野星之一，從星團中心偏出若干距離，位於對稱中心線之上方，有少數之秒差距。（註四）其在星團星中包括幾近全部之B星，大部分七等以上之A星，及百分率頗大之紅星，均在距太陽三四百秒差距之內。其在視野星中收集極少數之B星，少數之A星，大部分之紅星，以及造父變星，高溫星，大熊星羣，行星雲，並速度極高之恆星。夏氏又謂星團之運動，成爲力學之團結，穿越視野星中，而星流之現象，卽由此而起。設本星團在運動之時，從太陽系中望之，則與觀測所見之星流，應有相似之現象，所以恆星所有之系統運動，就自然設想，可認爲完全由於此種理由也。夏氏此種解釋，如屬準確，則愛庭敦由發見而揣測之星流現象，將僅限於太陽鄰近之恆星矣。夏氏之推測，由斯屈隆保之研究，遂得證實，蓋斯氏發見光譜型FGK之星，其運動中心與加利安所定B型星之中心相同，由此本星團之存在，自亦藉以鞏固矣。（註五）

前在一九二〇年夏氏已能作本星團廣袤估計之實驗，求得淡青星咸密集於副銀河之平面

上，與太陽相距爲一千二百光年。遂謂本星團甚爲扁薄，或較銀河中普通疏散星團爲碩大。復由B型星之研究，謂銀河星野連綿圍繞於本星團之周圍，本星團非巨大之星羣或星雲，與其他恆星區域隔絕不甚清楚，距離亦不甚遙遠也。在一九一九年夏氏曾說明下至七等之B星咸屬集於本星團之平面上，但七等以下之星則以銀道爲其中心圓。迨一九二二年繼畢堪林而長哈佛天文臺，試驗A型星之是否亦密集於兩平面，查察明亮之A星凡二千四百五十，遂得本星團存在之實據，其謂「A型星與銀道面之差離，與B型星所示者爲同一性質，不過較難確定耳。」查A型較淡之星皆集中於主銀圈，而在副銀系中則無確定之蹤跡也。同時威爾遜山天文臺赫白爾(E. P. Hubblé)從星雲之分布，亦得本星團存在之實據，其發見銀河中瀰漫星雲之分布，並不單沿銀道面而密集，有兩個顯著之帶，可以決定，即銀河及斜交銀河成二十度角之帶。加利安研究星團之分布（球狀星團除外）知與B型之分布近於同一。蘇格蘭天文家道愛格(P. Doig)圖繪四十九疏散星團之銀經緯，顯明疏散星團系之交點，與B型星之交點，亦近於同一也。（註六）

西亞史之最近工作表明本星團之重要，及其範圍較一九一八年夏氏所設想者爲大，西氏研

究恆星之分布，用反證方法，證明本星團之存在，謂『吾人若不知本星團之存在，而欲求恆星系之中心，則將發見相反之結果，如此可以增強本星團不能不明之論斷。』故西夏二氏方法雖殊，結果則同也。在西氏之計劃中，星團之體積確較夏氏爲大，包容明星之大多數，又於決定太陽附近之空間密度時，（註七）本星團有優越之影響，至少可及於第十五等星，雖第十五等星之平均距離，尙未確定，但西氏計算屬於本星團者，距太陽約爲三千秒差距，或九千光年，又假定太陽在本星團中離中心不遠，則吾人可以算出星團之廣袤，其直徑約爲一萬八千光年，所以西氏所定本星團之範圍，與十九世紀末西列格所求之恆星系全部，兩數適相等也。

本星團如此重要，從前多數天文家視爲與宇宙同一廣大，誠廣大矣，然猶未足爲獨一無倫之星系也。較本星團爲大之銀河系，又爲此等星團之集合體，夏氏謂銀河系爲恆星星雲星團及恆星雲之組織，銀河中之恆星雲，爲普通銀河系之副組織，而副組織更能分出較小之系統，本星團與銀河系中之恆星（候失勒所謂孤星）互相混淆，糾結難分，疏散星團與銀河層中之非星團星，彼此麁雜，亦猶是耳。

據林白特之說組成銀河系之分系，各依力學上之平衡，旋轉於垂直銀河面之公共軸，銀河分系之旋轉最速者沿銀河面方向最爲平扁，此系中之恆星異常擁擠，其個別速度甚小，所行軌道近於圓形，其他分系之扁平程度，各有不同，其成分恆星之殘餘速度則較大，由此觀之，太陽與近繞之恆星居於扁平之分系中，有旋轉之高速度。（註八）

本星團或可謂爲疏散星團，猶銀河之濃密恆星雲，皆非整齊之系統，本星團在領域內包含許多附屬之結合，例如昴星團、金牛座、大熊座與獵戶座等，此等副組織均存在於本星團中，而本星團又爲大宇宙中之副組織，銀河系與其附屬星團尤爲龐雜，吾人於此回想上篇所述夏氏之意見，可知恆星系之構成，由若干頗爲縝密之星團經長時間之聯合而成大量之合系，逐漸吸收其勢力範圍內之其他星團有以致之也。

（註一） Cape Observations, p. 385.

（註二） Uranometria Argentina, p. 159.

（註三） 各雅亦嘗謂「獵戶座畢宿星團、昴宿星團、天琴座之方位，似有合於古氏之理論。」（Gore, The Visible

Universe, p. 159.）

(註四) 二年後夏氏曾云：「吾人之太陽，是否視野星，抑爲本星團之星，現尙未能明晰也。」(Shapley, Starlight, p. 119.)

(註五) 斯屈隆保在其著述中曾發表此中心爲銀河圈之中心，但在夏氏重發見本星團之前。(Mt. Wilson Contribution, No. 144.)

(註六) Meddelanden Lund Astr. Obs., 2, 14, p. 103; cf. Doig, Stellar Astronomy, p. 132. B. A. A. Journal, Vol. 36, p. 118.

(註七) Mt. Wilson Contribution, No. 347, p. 12.

(註八) Plaskett, Monthly Notices B. A. S., lxxxviii. 395.

六 星雲之情狀 (The Status of the Nebulae)

最爲明亮之兩星雲，肉眼適能望見者，其一爲仙女座之大星雲，在九〇五年已由波斯天文家亞爾沙飛 (Al-Sufi) 筆之於書，約在一五〇〇年，發見於荷蘭國內所製仙女星座之圖中，自遠鏡發明以後，一六一二年重爲邁野 (S. Mayer) 所發見，邁氏爲遠鏡觀測最先輩之一，描寫此星雲謂酷似燭光之在明角燈中。一六五六年，海更史之記載有云：「恆星間一現象有陳述之價值，此種現象尙未被人注意，不用大遠鏡不能望之清晰，在獵戶座之腰帶下有三星異常接近，（譯者按即參宿中之罰三星，）一六五六年予思用遠鏡窺測其中間一星，竟能獲見十二星（此非普通情形），其中三星彼此幾互相連接，更有四星照徹星雲，所以四周空間較其他天空部分異常光明，天空全部清楚，視之甚覺黑暗，上述結果爲過天空中孔洞所見光亮之區域也。」（註一）此種奇異之物體，認爲天空中之孔洞，似系十七世紀盛行之意見，惟哈雷 (E. Halley) 則信此仙女座星雲僅爲從



天鵝座中之北美洲星雲圖

以太中非常巨大空間所來之光，經過以太時有一明亮之媒介質向外擴散，乃照耀而有自己之特種光澤也。（註二）

在十七十八兩世紀中，星雲之名，濫用於一切雲狀白點，一七五五年法天文家拉該爾（Lacaille）彙列成表，一七七一年至一七八二年法天文家梅西爾（Messier）先後完全較廣之表，梅氏對於天文學之興趣，主要原因，由於彗星之觀測，所以彼將發見之星雲，彙錄成表，使重見一星雲時，不致誤認爲新出之彗星也。其第二表載星雲凡一百有三，但除真實星雲外，雜入許多現今所謂之星團也。（參觀譯者星團星雲實測錄。）

凡星雲均爲隱匿之星團，因其距離甚遠，不能分析諸星，此說爲候失勒之原來學說。候氏開始觀測星雲時適在梅氏星雲表發行以後，其所用自製遠鏡，倍率較大，故所見星雲較梅氏爲顯明，復從事於星雲之系統研究，自言多數星雲經實驗時，藉遠鏡之倍率及本人之視力，得以分析成星。在梅氏表星雲考查完畢之後，即開始新星雲之探測，在一七八六年製成星表，載入新星雲達一千之數，星團括包在內也。一七八九年又製成第二表，復載入星雲一千。十三年後，更成第三表復得星雲

及其同類之物體凡五百。候氏去世後其妹加羅林 (Caroline Herschel) 彙編爲一表，分列於各帶中，一八六四年約翰所編總星表 (General Catalogue) 卽以此爲根據，約翰之表計載星團星雲凡五千有八十九，大多數爲候氏父子所發見者也。

候氏歿後不久，卽發生一種反應，不利於其後部之觀念，而有利於其早期之設想，天文家始思候氏假定光輝流體之存在，以解釋其不能分解之星雲，此舉未免操之過急。候氏之後二十年中遠鏡之功效，大爲進步，愛爾蘭爵士羅斯 (Lord Rosse) 之巨大返光鏡，俄國 薄鼓凡 (Pulkova)，美國 哈佛之十五吋返光鏡，對於候氏之光輝流體均給以反證，應用此種返光鏡，有多數星雲候氏所認爲氣體者，皆能分析其星，由此得一結論，謂若干星雲既能分析爲星，則其他星雲，經相當時間，亦可分星也。最後用羅斯及哈佛之返光鏡測驗之，在獵戶座星雲檢出恆星頗多，於最確信星雲可以分析爲星矣。美天文家奧慕斯德 (Orsted) 謂：『星雲之分解，爲候失勒星雲假說屏棄之標幟。』(註三)但約翰仍主星雲學說謂：『演進之自然概念，爲我所應知，此種演進實爲因果之神祕鏈索之一部分，亦產生自行發光物之前因也。』又謂：『凡星雲或均可分析爲星，既有強力之返光鏡，

幾將全部證實，此返光鏡爲羅斯所製，徑長六呎，可以剖析從前不能分解之星雲也。」（註四）

自分光鏡發明後，此種問題，可告平靜。據甘幾霍夫（Kirchhoff）所述之分光原理，凡距離遠之星團，應顯連續光譜，而氣體之物質，當呈輝線光譜也。一八六四年八月二十九日黑京據此以作測驗，在三十年後其紀載云：『是晚予始用分光鏡以測天龍座中之行星雲，讀者可想像予置目於分光鏡時之景況，亟於索解，極感興奮，同時又稍有畏懼，中心忐忑，躊躇片刻，予不將窺見造化之神祕乎，予終觀入此鏡，但並無副予所期望之光譜，僅得一輝線而已。星雲之謎既解，則答案極爲簡易，蓋此非恆星之集體，乃爲光明之氣體也。』（註五）

一八六六年黑京試驗七十餘星雲之光譜，確定近於三分之一爲巨大之氣體，獵戶座大星雲亦屬此列，反之如在仙女座大星雲中則無顯明之輝線，可以窺見，但黑京猶認爲與獵戶座星雲同類也。一八八九年勞伴次（I. Roberts）始用攝影得仙女座星雲之相片，黑京謂此種相片顯明仙女座大星雲爲進化程度頗高之行星系，有若干行星已經拋去，其中心之氣質亦已凝結而至適中之氣體，較行星未成時之原有範圍爲小。

多數星雲之本質，既發見其氣體，於是黑京遂洞悉宇宙思想上之影響。根據星團學說，星雲之如在獵戶座中者，距太陽必極遠，因其不能分星也，故奧慕斯德估計此星雲有六萬光年之距離。（註六）黑京則謂『假定星雲遙遠光輝之星不能藉遠鏡分別窺見，此種見解，對於氣體星雲，必不適用。』氣體星雲之存在，既得確證，進而謂凡屬星雲均爲多少不論之混沌物質，決非爲恆星質，從宇宙收縮時所得來，此種推思，當時世人咸洞悉胸中，故泊洛克托之視恆星系，較諸候失勒更爲易事，但泊氏出諸慎重，否認全體星雲，均爲氣體，而謂『凡屬星雲，不論其爲氣體，或恆星質，或行星狀，或不規則形，或環形，或橢圓形，各爲恆星系之一分子。』（註七）

天文家逐漸退至候失勒之觀念，認爲星雲可分彼此不同之兩大類，自有勞伴次仙女座星雲之攝影，及諸家對此攝影之解釋，於是仙女座星雲與獵戶座星雲之區別，漸形彰著。一八九九年一月希愛納（Scheyner）在撲次台（Potsdam）測得仙女座星雲光譜中之黑線，甚爲顯明，與太陽光譜中之佛勞恩霍拂黑線（Fraunhofer line）極相似，其他星雲顯此黑線者亦甚多，惟以仙女座星雲最爲顯著，經後來之研究，乃知其爲旋渦星雲。更有進者，此二類星雲，不僅光譜之不同，即散布

之方法亦異，旋渦星雲梭狀星雲球狀星雲均與銀河相距甚遠，而氣體星雲，不規則星雲與行星雲，則素知其向銀河密集，依威爾遜山天文臺之赫白爾判分爲顯著之二大類，一爲銀河星雲，一爲銀外星雲，前者包含不規則星與行星雲，後者容納旋渦星雲梭狀星雲及球狀星雲之類。

赫白爾研究銀河星雲之分布，發見行星雲之大者，在天空中散布頗有均勻，小者則多密集於銀河中，假定其視徑與中心星之等級可憑爲距離之標準，於是赫氏得一結論，謂「真實之分布既經決定時，則與銀河面之垂直差離，可以證明其爲頗小。」至於瀾漫星雲則不僅對於銀河面爲密集，且向二顯著之帶而聚合，一帶爲銀河，又一帶與銀河斜交成二十度角，在此傾斜之一帶中，亦有相交之點，類似夏氏本星團中之明亮氦星，此種重複凝集，祇有一種解釋方法，蓋瀾漫星雲之少數屬於本星團，例如獵戶座星雲，距離爲六百光年，其他瀾漫星雲則與銀河相距甚遠，而本星團與恆星雲之在星雲以外者，其間似無實物存在也。

瀾漫星雲之光譜與星雲中所含星之關係，經赫白爾發見後，星雲本性之觀念爲之一變，查瀾漫星雲中所含之星，產生連續光譜者常爲B型或B以後之型，此種連續光帶，可推測爲由反射光

線照耀而成，星雲中之星，有發射光譜者大致可確定其較B型爲早。故赫氏云：「星雲之光譜型與所含之星關係至爲密切，由此可以推彼，相爲表裏者也。故與其謂星雲爲星雲質，不若認爲濃密而熾熱之星，當此則可揣想星雲之所以明亮者，係由其星在物理狀態下之放射也。」足證發射星雲所發之光，顯係極熱之光所放射，星之溫度較低者，似不能如是放射，故圍繞諸星之星雲質，是由反射光而發光也明矣。

一部分星雲藉反射光而明亮，此種見解，維持多年，昔在一八五二年倫敦之欣特博士（Dr. Hind）在金牛座中發見一星雲，而德天文家段愛來（D'Arrest）證明其爲變光，除反射光之說法外，別無他解釋可以闡明其變幻之理。開百登因欲解釋英仙座中新星 *Nova Persei* 周旁星雲之膨脹現象，在一九〇一年發表星雲本係黑暗，視之若膨脹者，蓋因新星所發之光，前進運動而成，遂使星雲光輝燦然也。在一九一二年斯立泊（V. M. Slipher）始用攝影方法證實星雲可藉反射光而明亮，緣昂宿星團中之星雲質圍繞諸星，一八五九年後之天文家，早已深悉，胡甫等亦曾攝取其影，咸知星團被星雲質所包圍也。一九一二年之十二月斯立泊攝取星雲之光譜，乃有奇異之發



心增四星雲附近圖

明藉知星雲所反射之光確係來自鄰近之昴五及星團中明亮之星，於是斷言昴宿星團中之星雲因反射光而明亮者也。一九一六年斯氏復得心增四（ ρ Ophi）周圍瀰漫星雲之光譜圖，並言「此星雲之光譜連續就相片所能判辨而言，實與心增四之光譜相類似。亦猶昴宿星團中星雲確藉反射光而生輝。」斯氏更注意天空中該二區域，淡星特別稀少，乃由光譜型加以推想，謂該處或他處星數之寥落，實由星雲吸收其光所致，星雲苟不吸收他星之光，則必黑暗不能望見矣。（註八）

候失勒之後，天文家咸認天空中黑暗無星之空間，一八三四年候氏之妹加羅林曾致書與其姪約翰，討論是項問題，謂在天蠍座中或其鄰近余不能望汝有星團發見，曩曾見汝父潛思良久，突然高呼，該處確爲天之孔穴。」此爲候氏對於觀測所見天體空隙之解釋，此種觀念在十九世紀末葉最爲盛行。各雅對於此種現象詳加研究，而謂「依我意見，此種天體之空隙，確爲恆星或星雲物體區域間之孔洞。」

一九〇二年胡甫攝得天鵝座中之星雲，並指出其特性，謂「此星雲位置於纖微腔隙之中間，此纖微腔隙，爲淡星之空所縈繞光輝之雲，酷似戰壕，其狀態最足怪異者爲繞此星雲之空隙，造成

長溝之終端，長溝從西部星雲狀雲及其腔隙而東向，約在二度以上。」遂發問而謂「緊隨星雲進路之後，有無黑暗之體質吸收淡星所發之光乎。吾人知識太淺，不足以決定此項問題，但此種星雲既發現，吾人可獲得更新之知識，僅就其形態描寫之，則該星雲為環所包圍，此環為淡星之空隙，而此空隙又為無星長孔之末端。舉凡散開之星雲均有此相似之關係也。」其後英天文家弗浪克史 (W. S. Frank) 亦謂星雲之一種，「被黑暗而而溫度較低之星雲物質所圍繞，足能蒙蔽或吸收其後面小星之光，沿其邊緣望之，最為黑暗也。」

胡甫以外，同時又有美天文家排那特 (F. E. Barnard) 在野克斯 (Yerkes) 天文臺觀察天空中之空虛區域，謂「須與星雲有同樣之研究及注意」當時排氏依據潮流觀念，認此多數之面積確為天之空穴，但又註釋說明某某區域用上述之解釋，則不能滿意。一九〇五年排氏由天蠍座之星雲面積而言，「此大星雲伸展入於四周之區域，似與空處之實質相混雜，勢將難言此星雲於何處終止。該星雲之外周旋轉物有時變成黑暗，推其原因，或為距離較近之小星所遮蔽。」然其亦不敢自信，尚微有懷疑也。自一九〇五年至一九一九年，漸由懷疑而進於確定矣。是年一月排氏公布其

黑暗星雲表計有一百八十二。當時其已確信此種黑暗星雲，決非爲無星之空間，實爲矇矓之物體較遠星爲近，此種矇矓物體，易由光明之背景而顯露，然又不受銀河之嚴束，其他之黑暗星雲經檢出者亦不少。在佛蘭克林與亞當史攝影上，隆瑪克與米洛得計數黑暗之處，有一千五百五十之多。其最近者顯係組成本星團之一部分，金牛座中之黑暗星雲距離爲三百五十光年，蛇夫座中之黑暗星雲爲五百光年，獵戶座中之黑暗星雲爲六百五十光年，此種黑暗星雲似又與光明之星雲質彼此緊接，互相併合，實則光明之星雲僅爲暗雲之部分，該部分由照射或激動而發光輝，換言之光明之星雲僅爲黑暗星雲之特別情形耳。羅素云在獵戶座星雲區域中所含物質決無全部甚或大部爲光輝氣體所組成之理。僅限於受偶然之激動，而有選擇之銳感部分，於是發出光輝恰如彗星之髮與尾中所有之氣體（炭化合物及氮），據羅素言：「獵戶座星雲祇爲巨大暗雲之表面螢光。」在仙女座與獵戶座中鈣質雲，各與星雲相攙和，而「在獵戶座中鈣質雲又與星雲在空間一部分密合也。」

一九〇三年哈德門 (Hartmann of Göttingen) 檢出參三雙星光譜中鈣之不動線，不顯

杜伯勒之效應 (Doppler effect) 一九一三年泊來斯凱更表明 B_3 型及較早各型之光譜中不僅有鈣質之不動線，且各有鈉之不動線，遂斷定此種不動線係在疏薄物質之廣播雲中由吸收而成，日光透過疏薄物質並不爲其普通吸收，高熱恆星之附近鈣原子受熱而成離子，據愛庭敦則謂恆星系中偏存宇宙雲，其言曰：『恆星系浮在大洋中，不僅爲空間之大洋，以太之大洋，且或爲一種物質之大洋，此種物質在每立方吋中，約有一原子，』不動線由失去一電子之鈣原子所發生也。斯德路佛之曾孫渥托之孫名斯德路佛渥托 (Otto Struve) 由別種方法，斷定銀系之全部浸沈於氣體之底層中，此氣層係由各種元素之原子所組成，斯氏與格拉西馬克 (Gerasimovitch) 復求出底層中之個別原子，參與旋轉運動，環繞銀經三百二十五度上，極遠之中心體質而旋轉，此處經多方觀察，指定爲恆星系之重心，二氏更思星際底層既擴展普及全部空間，似可認爲「宇宙輻射」之來源，美物理學家密列根 (R. A. Millikan) 數年前對此頗爲注意，宇宙輻射似須借助地球以外之解釋焉。

黑暗星雲與星際雲之發見，可知空間至少在恆星附近之處，決不若前人所設想之真空，恆星

系確爲疏散之宇宙質所充盈，日暈或由於太陽周圍尙存不整齊之大星雲，彗星流星兩黃道光中，似尙存過去時代之殘餘物。一九一九年文立勤說明「天空中光線至少有一部分係從黃道光得來黃道光之一之散播及於全天。」太陽系似亦包容在幻異星雲質中，在日食時可以窺見其較爲明亮之一部分。

雖最遠恆星之光，似可確定其不受顯著之熄滅，黑暗星雲存在之區域，當然爲例外，斯氏發見仙王座中之鈣星雲，（距地二百四十秒差距，似爲黑暗星雲之表部，）除「單色輻射」外，顯係透明。夏伯蘭於武仙座星團中星色之測驗，似可解決光之普通熄滅與吸收之一切問題，在星團之方向上，光之空間吸收當可略而不計，若普通之空間吸收果能成立，則距離遼遠之星勢將沾染紅色，但「應用照相可以測求遠距之星色，其距離之遠，將百倍於前此之工作，此種遠星，經詳細研究後，知與太陽附近之星型相同，亦爲青色，其穿越星際空間所費之時間，以每分一千一百萬哩計之，需二十萬年，在星際所邂逅之消光物質，猶不及經過地球下部大氣時爲多，接近地球時，每秒應以千分計也。」（註九）

空間之普通透明既可允認，銀河面中濃密之暗雲爲恆星系外觀上之重要原則，可無疑義。銀河之中心，位在人馬座中，被巨大之黑暗星雲所遮蔽，地面上之觀測者，所以不能望見，更有進者，銀河中之裂口及煤袋與天鵝座以南之分歧，亦似爲宇宙塵之暗雲遮蔽所致。宇宙之任何學說，均難釋明銀河之分歧，候失勒對此須假定圓面之說，由非常之方法，剖分爲叉，至銀河之裂口及煤袋，候氏學說尤覺無從解釋，故泊洛克托諸家勢又不能不放棄候氏銀河之觀念，而謂爲恆星深度之效應矣。宇宙塵之暗雲，既經發見，足以消除採用候氏宇宙論之一切障礙矣。

(註一) 一六一八年瑞士觀測者細散德 (*Cysat of Lucerne*) 曾於無意中發見此星雲。 (*Systema Saturnia*, Quoted by *Newcomb, The Stars*, p. 178.)

(註二) *Gore, The Worlds of Space*, p. 198.

(註三) *Appendix to Mitchell's Orbs of Heaven*, p. 502.

(註四) 羅斯自己聲明，謂由其觀測之結果，而認所有星雲俱爲遠距之星團，此說殊不妥善。 (*Huggins, Scientific Papers*, p. 106.)

(註五) *Article on 'The New Astronomy'*, reprinted in *The Scientific Papers of Sir William*

Huggins, p. 106.

- (註六) 奧慕斯德之估計，比諸今測實大百倍。(Orbs of Heaven, p. 302.)
- (註七) 泊氏曾言：『分光鏡可以說明多數星雲係由明亮之氣體所組成』(The Universe of Stars, p. 75.)
- (註八) Lowell Observatory Bulletin, No. 55, No. 75.
- (註九) 馮氏近曾證明空間所有光浪皆顯然透明。(Harvard Bulletin, No. 864.)

七 球狀星團——銀河之衛星 (The Globular Clusters—

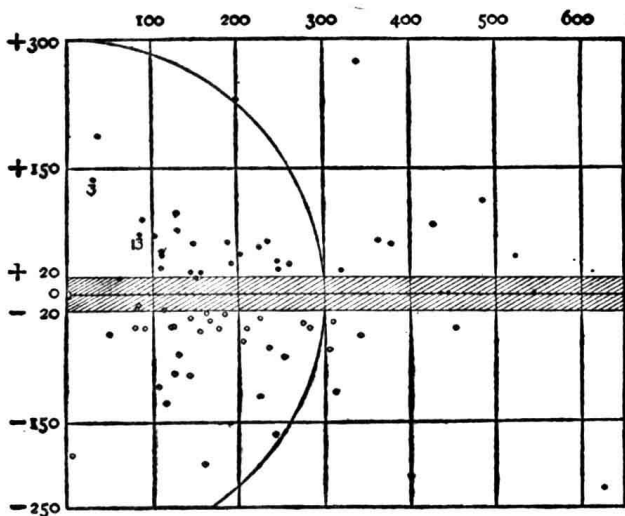
Satellites of the Galaxy)

當一七一六年，哈雷在其著作中，有云：「仙女座中，半人馬座中，有類似獵戶座四周之光亮斑點，僅爲叢爾小斑，其大多數之直徑祇有數分。」武仙座中之球狀星團，爲北緯各地所能望見者，最爲明亮，哈雷亦非常注意也。梅西爾應用四呎長牛頓式之返光鏡觀測天空，以此所謂叢爾小斑者列入其星雲表第十三，（譯者按武仙座球狀星團，後人卽名之曰梅氏第十三 M 13。）並形容之謂恆星之星雲。在候失勒觀測之初，已將此種物體歸入一類，爲「顯由恆星單獨所組成，或至少含有恆星，而表示全由恆星組成之其他特徵」之類。一七八七年候氏謂之「爲最美麗之星團，中間之星異常密集，其最密集處形成圓狀，直徑約有二分至二分半，散布之星擴展至八分或九分之直徑，輪廓殊不整齊。」一八〇五年候氏又述「一燦爛之星團，全部已分析爲恆星。」一八〇六年復估計此星團至少含有一萬四千星。

球狀星團之最著名者，首推武仙座中之星團，候氏有云：「武仙座之星團確爲天空中所見最爲顯著者，姿態美麗，排列工巧，與普通之星羣，殊有不同，其形式大致爲圓形，恆星向中心密集，在趨近中心時尤爲緊湊。由星團之外觀情況，顯示中心之吸力，應在固體之中，或在虛空之中，有一種理想上之偉力，足使無數恆星，互相奮力，組成此星團者也。」故候氏之觀測，指明此種星團確能自成統系，其在一八一四年深信「球狀星團之成熟時期，隱示完全隔離」此種意見，在工作終了時發表，當時候氏自知銀河在主平面上之擴展，遠過於一七八五年所設想之上矣。後約翰亦視球狀星團爲不相統屬之實體，謂「吾人難於認此隔離之星羣，不自組成特殊與一定性質之系統也。」

一八六四年約翰舉出球狀星團凡一百有十一，大多數由其父子二人所發見，候氏而後，鮮有增出，事實上巨大球狀星團，較候氏父子所測定者，其數尙少也。近代研究星團專家培蘭（S. I. Bailey）定此數爲一百，而謂「近今所示，已近完全，遠鏡之倍率增加時，是否更有球狀星團可以發見，尙屬疑問。近今之球狀星團表，儘可認爲大致完備，此種情形，在其他天體之類，卽無如是之限制也。」

在十九世紀之後葉，天文家之思想，爲純一宇宙之概念所霸佔，泊洛克托之學說，認銀河爲淡



夏伯蘭之球狀星團之分布。半圓表示太陽周圍包含較明之星之範圍。

星（真正之淡星）受明星所控制之帶，多數星雲爲氣體之證明，引起距離之估計，應有普通之修改，譬猶星雲歸入主恆星系，星團亦歸入主恆星系，故其堅持梅氏第十三星團，及其他星團，決不在主恆星系之外，就氣體星雲言，祇須修改其體積之估計，就星團言，則須變易其所含恆星廣袤之觀念。於是各雅在一八九四年，計算武仙座星團之距離爲一百四十八光年，正在恆星系範圍之內。既估定其距離，遂斷言「星團中設有二千五百星發出光輝，各有太陽光十六分之一，若密度與太陽相同，則

各星之質量應爲太陽質量六十四分之一，此星團之全部質量，約比太陽大四十倍，由上述假定之論據，可斷言武仙座星團之成分，爲體積較小之太陽，克勞克女士對於星團之觀念，頗爲相似，以爲其中恆星之最近者，僅六十五光年，全團之質量尙不及太陽三分之一，女士復作下列之發問，「吾人不能不自問此幻異恆星球之真確性質如何？其組織成分之光明質點，是否適當意義之所謂太陽乎？」

自攝影術實用之後，使球狀星團之研究，大有進步。以攝影測驗星團星之大小及位置。或其自行，較諸直接觀測，便利良多。一八九一年至一八九二年希愛納在撲次台首用攝影方法，彙編星團中之恆星表，共得八百三十三星。羅屯獨夫（Lundendorff）繼之，即用同一攝影儀，惟開攝時間較長，共得一千一百三十六星，亦編列成表。（註一）二氏之表，實爲現代星團知識之基礎，美天文家培蘭應用攝影，發見多數星團中，含有頗多之變星，南天半人馬座 ω 之球狀星團內尤衆，計有變星一百二十八。球狀星團之含有變星者，先後發現，約有三十星團，大多數變星，週期極短，僅約半日，而在各星團中之平均星等，（極大值與極小值之折中數），幾近相同，所以斷定在任何特殊星團中之

變星，其絕對星等，均係相同。此種變星現與造父變星歸入一類，造父變星之屬於恆星系者，名曰銀河造父星，星團變星之依週期光度定律者，則又與之相似焉。

關於星團之重要工作，實用上與理論上，雖有希愛納、羅屯獨夫、徐柏爾 (Von Zeipel)、拍路滿 (Plummer)、愛庭敦、琴史 (Jeans) 及其他諸家，多所研究，但星團之距離，及其宇宙學上之情況，能得近代之學識者，泰半由於夏伯蘭之實測也。夏氏於一九一四年始作星團中星色與星等之重要觀測，在其所著「星團最近研究之目的」中，註釋謂彼之目的有二，其一，求星團之內部排列方法，及其物理性質，其二，或更爲重要，擬將藉星團之知識，以說明吾人之銀系是也。其首先徹底研究者，爲梅氏第十三星團 $M13$ ，即武仙座星團，應用星之色差，發見最明之星係紅色，如約翰於數十年所揣測者，在此星團內至少有最紅之巨星，最爲明亮，但亦有光明之青星，復有數變星，其中有二星顯係造父類變星。

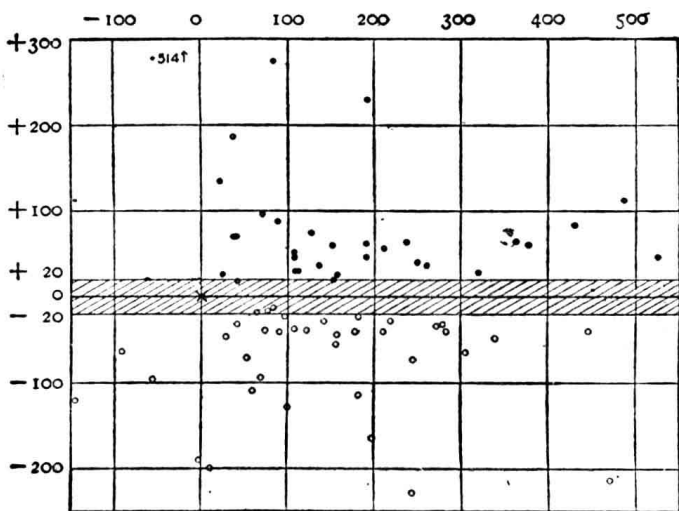
假定梅氏第十三星團中最明之星，與主恆星系中最明之星，絕對星等相同，則測定其視等，即可計算星團之距離，若光線在空間無顯著之吸收，此種計算，自可成功，但據夏氏全部星團色差之

研究，乃知此種假定殊無根柢。夏氏謂「若能假定兩系中同色之星，其平均絕對星等相同，或如可設一例，謂在任何處所見之B型星，其真實光度均係相同，」則其結果，略勝一籌。然夏氏推求星團距離，根據三種不同之方法，（一）變星，（二）光度曲線，（三）羅素絕對星等之張本，是也。由是測得此星團之視差爲十萬分秒之三，相當於距離太陽系爲十萬光年，其直徑之估計，爲一千一百光年，可知此星團爲巨大之自制組織矣。又據利屈愛教授（Prof. Ritchey）用六十吋徑返光鏡，所得之攝影，此星團中有二十一等以上之星凡三萬。（註二）

當時夏氏採取主銀系範圍之流行計算，約自六千光年至一萬光年，梅氏第十三星團之距離，如此遠大，顯與吾人之恆星系完全不相關涉，故夏氏自覺公平立論，謂「每一球狀星團各自成爲完全獨立之統系。」又謂「若干球狀星團，更能與銀河可以比較其大小形式，至少亦可比較其組成之恆星也。」夏氏復與披斯（F. Pease）精密研究梅氏第十三等十二星團中之恆星分布，決定此種星團與銀系形式上是否相似，可觀星團中之恆星，是否參照各自之銀道面而分布，此等銀道面，係恆星之橢圓形分布，得以顯明，在此十二星團中，五星團係成橢圓形，三星團成圓形，一星團成

特殊形，尙有三星團由中心向各方密度相似，恆星不甚濃密，「假定此種銀河面之兩極，與視徑相近似，則上述情形，當可立致」此項發明，能使星團學說更爲穩固，星團確爲自立之恆星系與太陽所隸屬之銀系，爲同一等級。

當一九一七年卡圖凡天文臺之忒拉嘉 (C. D. Perrine of Cordova) 早經測見球狀星團在空間之密集中，與人馬座蛇夫座中銀河之濃密恆星雲，方向幾於相同。前在一九一二年漢茲斯泊倫曾鄭重申言：「球狀星團之分布，若與銀河確有如此密切關係，則彼等似宜不在銀河範圍之內。」翌年夏氏亦從其說，研究銀河恆星雲之青星，乃知恆星於視線上伸張甚大，遠過流行學說所設想之上。復完成六十九球狀星團之視差測量，後復增至八十有六，由視差推出距離，更由距離可以計算其分布與度量。應用之方法不一，其決定梅氏第十三星團距離之方法頗善，而根據造父星之週期光度定律之方法尤善，夏氏從視差動求出銀河造父星之平均視差，視差既得，則由其視等可得絕對星等。假定絕對星等與週期有關，恰如墨瓦騰尼雲中之變星，則週期光度定律可以完全適用於兩型之造父星。其乃由一百三十九銀河造父星之視等，以求視差，球狀星團之含任一



星團在銀系垂直平面上之攝影，表示對稱分布狀況。

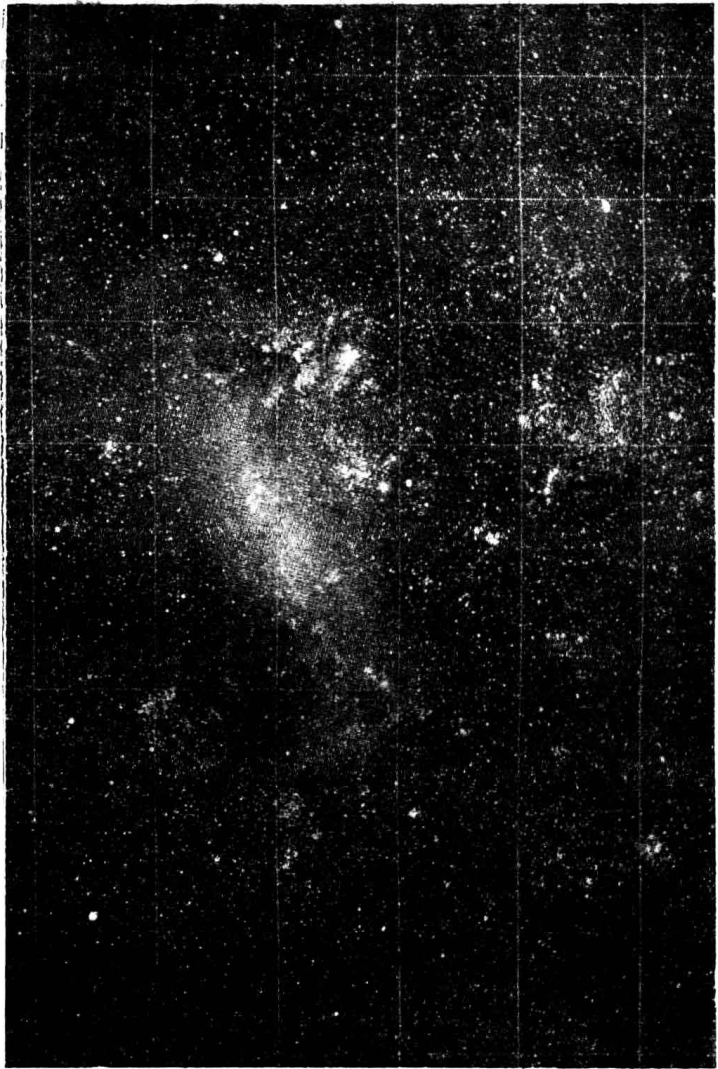
型造父星者則用第三法以解決之，第三法為平均星等法，根據於視差與角徑之關係。

夏氏應用更為精密之方法，發覺其從前所估梅氏第十三星團之距離，失之過大，修改之，定為三萬六千光年，若以太陽相等之星置在此距離，應較二十等星為淡，其最近之星團半人馬座 ω 為二萬二千光年，最遠者 N. G. C. 7006 為二十二萬光年。夏氏又發見星團之分布，有某種的對稱，其大多數在天赤道之南，其在天赤道以北者僅約十二，光度較明距離較近，天文家恆以為星團集合於銀河上，惟夏氏則不然，謂在銀河帶之中間部分，比較甚少，在中心線之五度內偶或一見，距離銀道七八

度之處則頻見率最大，頻見率之極大值在銀道之兩旁，極小值顯在銀道圈上。抑有進者，星團之分布向銀河對稱，夏氏發見其所研究之八十六星團，在銀河兩旁各四十三，所有星團粗呈橢圓體形，被銀道面對稱分割，橢圓體之長徑，落在銀道面中，可知星團之所以濃集於南半天者，係由於太陽在主銀系中位置偏斜所致也。於是夏氏至此不復堅持其說，謂球狀星團與主銀系無關，乃認為附屬之分系，名之曰宇宙之單位，但受銀河系之節制，吾人若將銀河系譬之大洲，則球狀星團應為空間之小島，簡言之，球狀星團可謂為銀河之衛星系也。

一九二四年至一九二五年測得墨瓦騰尼大小兩雲之距離，頗為準確。先是漢茲斯泊倫在一九一三年由變星之研究，忖度是雲之距離為三萬光年，至此夏氏藉週期光度關係，求得其距離遠甚，須有十萬二千光年，由此可得其直徑為六千五百光年，或為獵戶座星雲距地之十倍，該小雲之主星異常光亮，其最明者超過球狀星團之最明星，較太陽光明在五千倍以上，其最明之變星，廣袤過於參四心二直徑之長，等於木星軌道之長徑，大雲之距離求得為十一萬二千光年，故大雲之大，不僅視覺上之大，實際上亦較龐大，半徑為獵戶座星雲距地三十倍，假想此大雲之中心，位置於太

墨瓦孛尼大雲圖



七 球狀星團——銀河之衛星

陽之上，將能統治 B 型星所示之本星系，英仙座獵戶座船帆座半人馬座天蝸座中之 B 型星，更進展而及於英仙座中之雙星團，鬼宿星團，與銀河中其他許多疏散星團，悉入其彀中矣。由此可知墨瓦騰尼雲之距離，似與星團之距離相埒，但爲不同種類之系統耳。（註三）

一九一八年夏氏試驗星團與主銀系關係之暫時假設，星團凝集於銀河兩旁之兩帶，空虛於銀道面中，此種分布是否真確，就反面言之，銀道面中之空虛，當可假定沿銀道面存有暗雲，此種空虛由暗雲之掩蔽所致，僅爲視覺上之空虛，但在銀河之中心區域，確有少數星團可以窺見，則暗雲掩雲之說，又難解釋，所以銀河之中間部分，確爲星團之空虛區域，又應求其宇宙學上之理由矣。

一九一七年勞惠爾天文臺斯列泊 (V. M. Slipher of Lowell Obs.) 證明球狀星團以全體言，應有負視線速度，即謂此種偉大之恆星系，以高速度移近太陽，換言之，與銀河系漸次接近。於是夏氏設想球狀星團將爲主系所吸收，故星團空虛之區域，實非球狀星團之空虛區域，而爲吸收與消滅之區域，球狀星團一經進入此區域，不復成爲球狀星團矣。此種星團被主星系吸收之觀念，更有相當證據，蓋星團之最近銀面者，凝合程度最遜，此或由於銀系之萬有引力，使之破碎。根據此

種學說，銀系中之無數副組織，例如疏散星團及與銀河星野互混之運動星羣，均曾一度爲被吸收之球狀星團也。夏氏說明「星團若被吸收，則可有兩種結果，其言曰球狀星團中之淡星，質量較小，平均速度較大，在軌道上運動，常與中心相距甚遠，當此球狀星團移近於擾亂物體巨大如銀系者，則此種淡星，最易消失，而與銀河混和，反之巨大之星團星，光度極強，速度甚小，在分系中頗爲穩定，則與銀河接近時，可以維持其分系組織較久，除極少數偶或與銀河星邂逅外，大部在銀系中成爲搗亂分子之簡單位矣。」

球狀星團之大者，在銀系中將成移動星團，其小者則僅消滅於銀河內，星系之大者如墨瓦騰尼雲，頗難穿越銀河，因兩雲皆由銀系向後退行也。一九二四年夏氏著述中有言，謂「假定其後退之速率，過去與現在相同，則可求得在一萬九千萬年之前，此小雲應在銀道中，或其附近，其時之小雲與現今存在此處者，或亦不能辨別矣。」

如夏氏之宇宙假說，認爲確實，則太陽所隸屬之本星團，在過去時代或曾爲距離較遠球狀星團之一部分，因銀系之吸引，漸趨接近，而銀系之由來，可信爲初由兩個星團互相融合，其後更引致

餘外星團，逐漸發育，達於現今之體積。是故候失勒之宇宙論，以爲恆星系由星團之權力，分解而成附系，夏伯蘭之宇宙論，則認銀系爲由小系所集成。預料將來之銀系，定能與時俱增，日增豐盛也。

夏氏所採取宇宙之度量，完全根據其所決定之恆星距離，大部基於二種假定，一爲球狀星團最明之星與銀系中最明者，光度平均相等，二爲星團造父星與銀河造父星可以密加比較也。此兩種假定均經天文家之駁辯，一九二一年堪的史（Curtis of Allegheny）辯稱：「利用B型星以求星團距離，有時每陷於進退維谷之境；」且「有B型星之光亮，僅比太陽大二倍至五倍者，」亦未盡適用也。至於造父變星，堪氏以爲夏氏假定週期光度之關係，存在於銀河造父星中，亦屬不能保證，而以造父變星與星團變星，常爲超巨星之說，尤難一概盡信。職是之故，堪氏不用夏氏之遠距離，若銀河際距離與銀河外距離，悉被廢棄，而定「銀系之直徑或不大於三萬光年，厚度或爲五千年。」繼又估計英仙座星團之距離爲八千光年。夏氏之答辯，謂B型星之近者爲巨星，遠者爲矮星，殊覺未可取信，對於造父變星，夏氏又謂：「儘可不用此種變星，而代以紅色巨星與分光法，或代以B型星數百，亦無不可，曾有數位高才恆星天文學家，用數百B型星，工作經年，推出武仙座星團

之距離，極爲相近，由是所得銀系之廣袤，亦復相似。」夏氏說明用此種方法所推求之距離相同，即可見造父變星法中之假定與方法，確係可信之鐵證也。

開百登最後與文立勤審查十四顆淺淡之銀河造父星，即夏氏所謂星團型變星，而認爲巨星者，求得諸星各有周年自行頗大，復由此依開氏平均視差之計算法，推出特種造父星之視差甚大，距地比較極近，光度因之較低，此種結果，苟屬準確，則造父星將爲矮星，是以二氏斷定星團中之造父星，亦或爲矮星也，準此則夏氏所求星團之距離，將過大八倍矣。夏氏對此說明長週造父星在五個明亮之球狀星團中，其中四星團如梅氏第三第五第十五及半人馬座 ω ，更含有星團型變星頗多，此兩型星等上之相差，恆與採用週期光度曲線所示之相差，甚爲密近，並謂「開文二氏之設想，凡在此種星團中之長週變星，悉爲反常之淡星，似不合理。」星團變星有空間速度甚高，故自行之大，與速度之高，非不相符。」且「二氏之方法，牽引視差動，以求星團變星之平均距離，對於本速特高之星，殊不適當。」從諸星之視差動以得平均視差之方法，若用於衆多之星，誠屬有效，但用於本速度較平均爲大之特種星，即不妥善，況變星與其同類之星有特高之速度，自有據也。一九二一年

桑福特 (Sanford) 說明 R 類星有特別之高速度。夏氏亦證明長週之巨變星，同樣爲迅速運動之物體，由此觀之，則星團變星之高速度，顯有理論上之根據矣。

夏氏云：「球狀星團之平均速度與銀河系中之星團變星可相比擬，是可指示多數星團型變星，原爲銀河外之同一星團之部屬，此種變星之高速度與變化性質，均可由與過大質量之物體，密接會合而起，其會合之頻見率，在球狀星團之中央，常較在恆星系之任何部分爲大。」

一九二三年紐約亞爾排那天文臺惠爾遜 (Wilson of Albany Obs. N. Y.) 討論八十四顆造父星之觀測論據，內有開文二氏所發見之星團型星，經詳細研究其自行後，覺夏氏造父星之視差，不論長週或短週，均有參差，應分別有百分之四十以內的校正。(註四)但據開百登本人，則對於此種變星之自行，須一律加以百分之二十的修改，惠爾遜謂「即將原淨減百分之二十，亦幾微近。惟鑒短週變星之運動不確定，與自行無系統修改之規定，夏氏視差之修正因數，似應接近於一·四而與一·〇爲較遠。一九二七年渥德 (Ort) 由造父星視線運動之研究，斷言夏氏長週變星之視差，近於準確也。」

證實夏氏之星團距離，最爲得力者，殆當首推林白特之工作矣。林氏用光譜以求絕對星等，發見光度較低之星，比諸真實光亮較大者，其連續光譜之一部分較弱。又在武仙座星團之攝影中，得見最明三星，彼此分離，足夠分光鏡作各星之光譜測驗，藉知此三星皆爲光譜型K之巨星。此種星若爲準造父星，則可與夏氏所求之明度，互相符合，此種星若爲普通巨星，則應估計其絕對星等，近於正一。

根據林氏之觀察，星團中最明之星確爲巨星，似可不必懷疑。就全體而論，此種證明，足增夏氏假定之力量，其謂兩類之銀河造父星，堪與星團造父星相匹敵，可稱合法。卽其從造父星法求得之星團距離，亦頗近真實，況星團距離又可從其他方法測定之，異途同歸，益能增入不少力量，故夏氏宇宙論之綱要，在近代占極重要之位置。

(註一) 羅屯獨夫比較十年前希愛納攝影之結果，實未能驗得各箇恆星自行之跡象。

(註二) 候失勒估計此星團中至少有一萬四千里，實未過多。

(註三) Shapley, *The Magellanic Clouds* (Harvard reprint from *Scientia*, 1925), p. 76.

(註四)

道愛格嘗語予云：「近代三角法測量十六顆造父星之視差，雖所得甚小，比諸夏氏用週期光度法所測結果，亦甚精密，此種三角法所得平均數值，約大於夏氏百分之四十，如此則足證惠爾遜說之有據。」

八 海島宇宙 (Island Universes)

星雲之分類法，創始於候失勒，迨天文學日益進步，分類法愈見顯明。先前分光鏡之觀測，標明獵戶座一類雲星之伸展狀態，與仙女座一類雲星較爲整齊者，顯有不同。據近今之研究，乃知銀河星雲與銀外星雲，確有普通之區別，而銀外星雲又經赫爾白爾分爲旋渦與球狀兩類。

羅斯六呎徑之返光鏡，發見甚多，其足闕動一時者，厥推星雲有螺旋形之發明矣。獵戶座中梅氏第五十一星雲，在候失勒之遠鏡中，如破裂之環，在一八四五年四月由羅斯遠鏡中窺之，形成光之巨旋渦，迨一八五〇年已測見十四星雲，認爲旋渦形者，但羅斯遠鏡，雖極強之攝光能力，然旋渦星雲之發現，猶頗受世人之非議，至應用攝影術後，旋渦星雲之存在，始得證明。英之康蒙 (A. A. Common)、羅伴得 (Robert)、美之紀勒 (Keeler) 三家之攝影工作，卒使羅斯之發見，得有確切之證據矣。

由攝影之觀測顯明星雲之衆多，殊非前人所能憶料，胡甫在海特堡（Heidelberg）攝取星雲甚多，以二十爲計數之單位，其所攝相片不僅記錄天空中個別之星雲，且及於成羣成團之星雲也。紀勒應用里克天文臺（Lick Observatory）克羅司來（Crossley）返光鏡，攝取天空之相片，得空前未載之淡星雲甚多，乃聲言用彼之返光鏡足有十萬星雲，可以窺見，其大多數爲旋渦形。

在十九世紀之後半葉，天文咸認星雲爲原始之宇宙物質，與當時之宇宙思想，可以互相呼應，雖有旋渦星雲顯示連續光譜，然猶認爲正在醞釀中之太陽系或恆星系。旋渦星雲之最明大者，爲仙女座星雲，羅伴得在一八八八年十二月，攝得其相片，極爲著名，世人咸據此以爲吾人恆星系之圖解代表也。各雅在其著述中言：「此奇異之相片實開天文學之新紀元，首將此偉大之星雲，示以明瞭之形式，復喚醒世人注意拉伯拉司（Laplace）之星雲學說，其說認太陽系中之行星，爲由旋轉之星雲物質，先分離而成環，更由環演進而成今日之世界。」巴爾（R. Baily）於一九〇一年亦謂：「若康德不生於人世，拉伯拉司不公布其星雲學說，候失勒不作宇宙學上之探討，我敢揣想此著名大星雲 M51 之非凡相片，應受世人之慎重考慮，亦將建議此種主義，一如星雲學說者然。設有

藝術家精通天文大義，受人委託，囑繪吾人星系之星雲原始，須十分完善，適於湛深之想像，彼必束手無策，除將一幅天然圖畫，作為塞責外，絕無其較圓滿之辦法。」

欽跋林 (Chamberlin) 與麻爾頓 (Moulton) 創太陽系原始之微星學說，以旋渦星雲為範型，謂太陽系即由此而產生也。琴史在其恆星原始之推論中，亦以旋渦星雲為出發點，並假定此星雲為氣體。

由分光鏡之證實，顯示不規則星雲與旋渦星雲，有重要之區別，但普通均認為真實星雲，其進化程度，較顯示氣體光譜者，時期較後耳。克勞克女士曾謂：「仙女座星雲，仍屬塑型狀態，可無疑義。」此種觀念風行一時，雖有福古爾與希愛納之反對，流風所被，未或稍殺，福氏曾鄭重申言模範旋渦星雲所示之連續光帶，顯係星團光譜之狀態，希氏於一八九九年一月，獲得仙女座星雲之光譜圖，據其意見，證明此星雲為太陽一類恆星之星團。泊乎本世紀之初，搜集各種論據，對於旋渦星雲，是否可以完全類別為星雲，引起重大之疑問，天文家久知星雲分布之特殊情形，候失勒父子與泊拉克曾注意天空中距銀極不遠之某區域，星雲甚為衆多，德天文家段愛蘭在一八七二年曾

說明星雲之大多數，雖距離銀河甚遠，但星雲之氣體者則密集於銀河上。就段氏所測三十二星雲中，有二十八星雲在銀河帶中，不規則星雲亦顯與B型星相混合，行星狀星雲與高溫星有密切關係，惟旋渦星雲，獨與此兩型星不相關涉。但多數星雲之視線運動，若經測定後，則兩類星雲重要區別之最強證據，自可求而致也。紀勒在一八九〇年曾覺獵戶座星雲，就宇宙學言，運動極緩，確為一種瀰漫星雲。

一九一二年，斯立泊測驗旋渦星雲視線運動之結果，知仙女座大星雲向太陽系移動，速度為每秒二百公里。一九一四年又測得十四旋渦星雲之視線運動，其中僅有二星雲，向後退行，速度極高。斯氏遂斷言：『旋渦星雲之平均速度，約為恆星平均速度之二十五倍。』一九二一年復測得二旋渦星雲(N. G. C. 584 與 N. G. C. 936)有非常之高速，向後退行，每秒一千八百與一千三百公里。速度如此之大，兩類星雲之普通區域，遂得堅強之證據矣。

天文家中最謹慎公正之克勞克女士，在一九〇五年論及『星雲是否為外銀河之問題，可以無待討論，已由探求經過，得有答案，一般思想家，當全部證據之前，恐無人能堅持，謂任何星雲與銀

河爲並等之星系矣。」然六年以後，天文家之思潮又變，復有想像旋渦星雲爲外銀河之觀念。當一九一一年美故教授梵來 (F. W. Very) 著一論文，命名爲『白色星雲狀銀河』。觀此標題，含意甚深，全文要旨，於討論銀系廣袤之後，說明旋渦星雲不能爲銀河以內之物體，而必爲海島宇宙。復推算旋渦星雲，在視覺上最小而最淡者，距離當以百萬光年計也。一九一四年，愛庭敦從梵來之說，而謂『海島宇宙學說，可爲便於實用之假說，其結果足使真實情形之顯露也。』當本世紀之初，巴爾用旋渦形之星雲，作星雲假說之確據者，今始知與銀河系有相似之象，於是恆星系成旋渦狀之推想，亦由漸而擬議矣。荷蘭天文家伊斯敦之意見，以爲銀河星雲組成旋渦形之系，統而全部銀河爲一具有兩臂之旋渦形。愛庭敦以爲此說如過正確，則恆星系與旋渦星雲極爲相似，其對模範旋渦星雲之兩臂，更加以特別申說，謂『旋渦星雲之兩臂，關涉於恆星之運動，實有興味之意義，……物質或由旋渦形之分支，流入核心，……或由核心流向分支，……兩臂在中心會合處，顯有方向相反之二流，如是則可解釋在一特殊直線上之往來運動，而旋渦形卽在此直線上開始分支，恆星系之所以有相反之二流，旋渦星雲之所以分二支，亦復起自同一原因也。』

一九一六年以來，旋渦星雲之知識大爲增進，惟多數可使海島宇宙之學說，陷於薄弱地位，夏伯蘭釋明銀河之廣，較從前所設想者大且倍蓰，球狀星團並非與恆星系無關，確亦附屬於銀河。荷蘭天文家文忙能(A. van Maanen)用威威遜山六十呎徑之返光鏡測驗旋渦星雲殫精覃思，歷有年所，推得數旋渦星雲之視差，爲值頗大，由此可知其距離不遠，殊非海島宇宙學說所許。復認兩旋渦星雲(N. G. C. 224, 5194)視差之大，足使多數天文家不願採用，蓋攝影片上所示星雲中心部分之像，雖可以計量，但像之浮擴，與比較星之像，相比而得，似易引入視差之普通差誤也。

在一九一六年文忙能聲稱已得梅氏第一〇一星雲內部運動之初步證據，其用透視比較法將各相片互相比對，求得此星雲中衆多之點，有顯明之運動，其中七十六點向左，九點向右，五十八點向外，二十八點向內，其測法指示距中心漸遠時，旋轉之運動稍減，但亦未可據爲定論。復引證梅氏第八十一第五十一第三十三等星雲之內部運動，普通均循旋渦之臂，而信此種運爲真實，遂重言聲明與海島宇宙學說相矛盾，譬如梅氏第三十三星雲亦係銀河類，可與吾人之銀河較量，則其距離應爲百萬或百萬以上光年，此種內部運動，其速度勢將超過光之速度，殊屬不合情理。文忙



梅氏第五十一大旋渦星雲圖

能之觀測與倫泊來 (C. O. Lampland) 合作，在勞惠爾天文臺舉行，參與工作者尚有俄天文家夸丁司基 (S. Kostinsky) 也。龍瑪克所求得之旋轉速度，僅爲文忙能所得之十分之一，以全部言，文氏之結果，採納者較衆，所以海島宇宙之學說，大受打擊。

一九一九年夏伯蘭引出更爲不利之證據，將恆星雲中新星之光度，與旋渦星雲之新星相比較，遂斷言若旋渦星雲爲外界之宇宙，則其新星之等級，將較銀系新星光亮二十萬倍，其言新星所有之真實光亮，由近今觀察及理論之工作所擬議，最高限度應比負十六等爲低。然太陽周圍之星，已知其光度者約有二千星，欲求其光度僅及絕對星等負十六之萬分之一者，已徧尋無着，銀系新星光度如此微弱，似出乎問題之外，故含此種新星之星雲與我人之銀河，似難同日而語矣。『夏氏更枚舉與海島宇宙學說不合之事實，(一)低銀緯處無旋渦星雲，(二)旋渦星雲對於銀極之不規則集合，(三)對於銀系之視線速度有統系關係是也。

因此之故，夏氏遂位置旋渦星雲在恆星系以內，平均距離爲二萬光年，較球狀星團爲近。故不得不假定旋渦星雲爲非恆星本質，乃設想一種解釋，謂銀河外之空間，有兩種星之組織，一爲旋渦

星雲，一爲大部與球狀星團相似之類，若光譜線之移動，確爲杜泊勒之效應，則旋渦星雲以高速度向後退行，而球狀星團漸與銀系相接近，如欲解釋此種事實，須假設恆星與星團間，由萬有引力所統治，旋渦星雲與恆星間，則有一種拒力，及輻射壓力，或相當之力所控制，此種論據，暗示「銀河全體正在空間運動，驅逐在其前方之旋渦星雲，而吸收孤立之羣以解散之。」上述之學說仍基於一種假定，謂旋渦星雲之光譜易位，確係退行之視線運動所致。但據段雪脫 (De Sitter) 之意見，光譜向紅色一端移動，爲一種相對效應，由於遠距之原子顫動緩弛所致。一時從其說者蠢起矣。

夏氏又說明一種意見，作爲嘗試之建議，謂旋渦星雲因所含物質過多，不能成爲恆星，根據此說，旋渦星雲包含不用之物質，被恆星之輻射壓力，驅向銀極，其性質應與太陽系之彗星質流星質相似。西博士亦謂若拒力到處追隨，從恆星中逐出微塵，而成星雲，則此種微塵被拒後，亦將趨向空虛之域而集合，或與恆星遠離之處聚合尤多，故在銀河兩極附近，星雲之密度極大。西氏此說與夏氏尚無不合。在一九二一年堪的斯提出一有力之實例，與夏氏相爭論，而實有助於海島宇宙之學說者也。但其意見之傾向，似認旋渦星雲確爲星雲質，當時琴史亦以旋渦星雲作爲宇宙開闢論之

基礎，就梅氏第一〇一星雲言，（文忙能所求之距離爲五千光年）琴史以爲正在破散成星，每數百年可得一星。夏氏在一九二四年，說明此種理論，與觀測不符，倘旋渦星雲正在產生恆星團，或較太陽爲巨大而稀薄之模範星，則在旋渦星雲附近，應有許多巨星，但事實上並不如此，足證琴史之說，未可據也。

不料一九二五年，海島宇宙學說，突然復活，觀測之結果，似覺文忙能視差差誤之懷疑。見解有獨到之處，惜其內部運動之測驗，蒙一相似之錯誤，致受同樣之毀損耳。赫白爾宣稱，用威爾遜山百吋徑返光鏡，分析最明亮星雲之二，梅氏第三十一與梅氏第三十三，幸告成功，復在此二星雲及 N. G. C. 6822 星雲中，檢出造父變星，晤週期光度關係，在旋渦星雲中亦可成立。由此求得此種星雲之距離。 N. G. C. 6822 爲一十三萬秒差距，約爲七十萬光年，梅氏第三十一與第三十三各爲二十八萬五千秒差距，約爲九十萬光年。就 N. G. C. 6822 星雲而言，其中頗有與墨瓦 騰尼雲相似之淺淡物體，原爲排那特在一八八三年所發見者。夏氏在一九二三年，估計其距離與赫氏之值極爲相似，惟略較大耳，其中最明之星望之如十八等者，夏氏據以推算其距離爲一百萬

光年，斷定其爲偉大之恆星雲，較已知之最遠球狀星團，遠且三四倍，大致在銀系範圍之外，N. G. C. 6822 星雲猶似爲獨立系之最近者也。墨瓦騰尼雲各方面實與吾人之銀系爲相似，（註一）路登博士（Dr. W. J. Luyten）名墨瓦騰尼一雲與 N. G. C. 6822 星雲，爲「袖珍本之宇宙。」但墨瓦騰尼雲與 N. G. C. 6822 星雲性質不同，與梅氏第三十一及第三十二兩星雲，相差尤多，墨瓦騰尼雲距離較近，可與球狀星團相比擬，所以多少亦受主銀系之拘束也。（註二）

赫白爾之初步結果，經其日後之工作，大爲堅確。其發見梅氏第三十三星雲爲「恆星與星雲之極遠系，與墨瓦騰尼雲頗多相似之處。」但其不同者，如「梅氏第三十三星雲中之物質，對於統治之核，顯見對稱之排列，其中所含觀測範圍內之恆星（三四等最明之星）經詳細研究後，知爲尋常巨星，與他系中所見者相類。」赫氏與夏氏皆謂梅氏第三十三星雲之廣袤，遠遜於銀系，梅氏第三十一星雲適介乎二者之間。赫氏並謂銀河以外，尙未發見與銀系同大之物體，路登謂吾人從前所考究者，僅及真實之海島宇宙，碩大如吾人之大陸，尙待發見也。（註三）

赫氏旋渦星雲距離之數值，大半經奧畢克（Opik of Tartu）與龍瑪克所確定，二人根據銀



梅氏第三十三旋渦星雲圖

河新星之光度，撤除海島宇宙學說之主要障礙，龍氏說明銀河新星在銀河中參與最明星之列，其光亮之大，非前此所能信任，銀系中紀錄之新星，密集於人馬座區域，普通咸認此爲銀系之中心，此處星象最爲稠密，更有不少掩蔽之物質。其言「恆星系中之新星，雖限於銀河區域，但存在於銀河之邊陲，或與明亮星雲，黑暗星雲，頗有關係，而在恆星雲中，則無由測見，仙女座新星在星雲中之位置，卻在吸收顯著之一旁，此舉或有若何意義，有時此種新星，竟出現於星雲之黑暗小裂紋中，」非無故也。

夏伯蘭應用旋渦星雲之角徑色差及總星等，探求后髮座室女座中一百有三旋渦星雲內星團之距離，在一九二六年獲得良好之數值，計爲千萬光年。此與龍瑪克在 N. G. C. 4486 星雲中，所得一星團之距離，爲八百萬光年，頗爲符合。此種星團，似係旋渦星雲聯合之羣，夏氏名之曰「銀河羣之雲」，其直徑之長，爲太陽距離五分之一。此種外系之星團，可視爲與銀系及分系中之星團，在某種範圍內，頗爲相似也。

赫白爾又從事於較近旋渦星雲之工作，審查外界銀河之星雲，成爲一類，此種星雲，自紀勒用

攝影檢驗後，發見極多。赫氏在六十吋徑返光鏡之攝影快片中，可見三十萬星雲，「彷彿空間之住戶，距離應爲二千四百萬秒差距，約七千五百萬光年。」復斷言若用百吋徑之返光鏡，開攝時間較長，在良好情況之下，可得視等十八等星之全數，足以表示其「距離爲四千四百萬秒差距，或一萬四千萬光年，在此距離內，約可見二百萬星雲。」其中或有較銀系更爲龐大者，亦未可知也。

吾人之銀系，處此二百萬星雲之中，外表爲一巨大無朋之旋渦星雲，或係聯合許多小系而成。西亞史論述銀系之地位，有言曰：「銀河系與梅氏第三十三星雲爲相似之巨大組織，幅員大致較廣，分解成星，亦較爲複雜，銀河包含中心凝結物，恆星之散布狀，以及銀道面上恆星集團之分布，在銀河中之大集團，相當於旋渦星雲兩臂之凝結，其界外包含高溫巨星之集合體，大小及密度均出例外，但仍有星雲臂中凝結物之自然性質，是可認爲本星團者也。銀系一若旋渦星雲，亦含有瀰漫星雲物質，濃集於銀道面附近，受鄰近高溫星之輻射所刺激，則顯出光明，其未受刺激者，則成爲黑暗矣。」

二百萬旋渦星雲相距雖甚遼遠，（吾人之星系亦包括在內，）彼此難保無相互之關係，斯德

宙已盡罄所有真實之全部乎？吾人於此引入心理學之區域，超過吾人所知之外，然此所謂有限之宇宙，或不為一部分而為全部一轉瞬之表現耶？爰錄希蘭（Shelley）氏詠天之詩以殿本篇之末。

（註五）

天是什麼？天好似一顆露珠，

清早裏充滿了花的孔中，

牠青春的瓣兒，

在一個未想像的世界上，剛睡眼惺忪，

這些晶瑩的，不搖動的，其限量的花孔，

彷彿被脆弱和凋殘的渾圓所捲攏，

聚集了千千萬萬，

顫動着，閃爍着，直到無蹤。

（註一） 惟墨瓦騰尼雲中從未發見新星。（Luyten, Island Universe.）

(註二) 赫氏以爲兩雲顯係不規則之非銀河星雲。(Mr. Wilson Contribution, No. 320, p. 34)但路登以爲兩雲雖漂泊無依，又若彗星之性質然，惟皆爲銀系中之正式分子。(Harvard Reprint from Proc. Nat. Acad. Sciences, XIV, p. 244). 渥德以爲此兩雲或可爲銀系之衛星。(Bulletin of Astr. Inst. of the Netherlands, IV, p. 132.)

(註三) 道愛格曾說明銀河系與梅氏第三十一星雲，極爲相似，觀此星雲有附屬兩星雲，如有物理上之關係，正可推想銀河系之有墨瓦臚尼兩雲，亦有同樣之現象也。尙有一種相似之點，雖未能實測，亦可以推想，設有七十萬光年距離之處，還望吾人之銀系，約有七十球狀星團環繞之，用大返光鏡所攝之相片上，亦僅如模糊不清之十三等星。但在梅氏第三十一與第三十三之四周，並無此種物體環繞之徵象。(Doig, An Outline of Stellar Astronomy, pp. 154-5.)

(註四) 如以地月系爲第一級之標準系，則太陽系爲第二級，本星團爲第三級，恆星系爲第四級，至第五系或即謂之五級系。

(註五) Ode to Heaven, Complete Poetical Works of P. B. Shelley, Hutchinsons's ed., p. 572.

