

目 錄

第一章 天文學家的命運.....	1
天文學設施的成長	2
大學天文臺	2
私人捐贈天文臺	4
國立天文臺	9
天文家、世界大事、和觀念學	13
個人和世界事件	13
威信的追求	21
意識形態的壓力	23
第二章 一九〇〇年的天文學.....	28
主要事件	28
天文學會	32
天文刊物	39
第三章 銀河照相術.....	46
巴納的早年	47
巴納的目視觀測	48
彗星搜索	48
木星第五衛星	49
攝影術的進步	50
天空洞穴	54

廣角攝影遠鏡	58
伍爾夫曲線	61
第四章 視線速度	65
視線速度測定的拓荒者	67
視線速度測量的支持和反對	71
漸譜儀的設計和誤差原因	72
狹縫的照射	72
彎曲	76
滑動量	77
溫度調節	78
鏡組合的變化	80
其他方法的精度	82
結果簡述	84
第五章 光度學	88
目視光度測定	89
阿幾爾德法	89
目視光度計	91
攝影光度測定	95
光電光度測定	96
暗淡恆星及星雲的光度測定	105
第六章 電波天文學	113
河外電波的發現	114

孤獨的研究者.....	117
戰爭的影響和電波天文學.....	122
電波遠鏡.....	125
電波宇宙.....	136
宇宙背景之聲.....	137
散離無線電源.....	137
河外電波源.....	139
宇宙人造訊號的探索.....	143

第七章 太陽..... 148

太陽研究的新紀元.....	148
赫爾的生活和功績.....	156
赫爾的早年.....	157
約克斯天文臺.....	160
威爾遜山太陽天文臺的發展.....	161
太陽黑子光譜的分析.....	163
太陽的一般磁場.....	170
威爾遜山天文臺的成長和帕羅馬山天文臺的誕生.....	172
觀測技術上最近的進步.....	176

第八章 太陽系物理..... 186

羅威爾的生涯和功績.....	186
火星的生物.....	188

冥王星的發現	196
行星大氣和表面特徵	199
攝影術	200
分光測定	204
偏光測定	206
熱電偶的使用	208
電波天文學	209
行星內部結構	211
彗星	213
月球	220
第九章 太陽系的起源	222
現象特異的太陽系	224
潮汐和碰撞假說	224
困難的遭遇	227
新宇宙進化論	230
行星系統的頻率	230
威沙克的理論：亂流	232
麥克利亞的理論：亂飛	234
庫柏的理論：潮汐穩定	236
太陽系小天體之有關理論	239
奧特的理論	242
庫柏的理論	246
第十章 光譜分類法	249

光譜分類的發端.....	249
光譜分類的拓荒者.....	249
光譜序的初期解釋.....	250
德拉普目錄及哈佛分類法.....	254
二次元分類法.....	259
光度差的認識.....	259
希—羅圖.....	265
分光法觀差.....	268
MK分類法.....	270
光譜分類的定量方法.....	274
第十一章 恆星大氣和分光學	280
雲狀大氣和氣狀大氣.....	280
恆星光譜的分析.....	287
形成譜線的機構.....	289
沙哈的刺激和電離理論.....	290
光譜序.....	292
譜線鑑定.....	296
恆星自轉.....	302
元素的組成比.....	307
色變.....	315
質量損失和恆星的世代更迭.....	319
第十二章 恆星的結構	322
恆星內部理論的發展.....	323

恆星內部能量的運輸	323
質量—光度關係：發現和理論	326
白矮星	329
質量—光度關係：最近的研究	334
完全氣體的狀態方程式	337
羅素的恆星演化論之修正	338
恆星能量之源	345
第十三章 H—R圖及恆星演化	350
銀河星團的H—R圖	354
H—R圖中理論的進化路線	368
恆星族	375
第十四章 雙星	384
雙星的發現	385
目視雙星	385
袖雙星	390
分光雙星	391
觀測上的選擇要素	395
雙星的頻率	396
雙星的起源	396
恆星質量	398
質量之測定	398
質量—光度關係的偏差	399
最重的恆星	401

最輕的恆星	403
恆星內部的密度分布	404
周期變化和演化過程	406
不尋常恆星	408
船艙座第40號雙星	408
天蠍座心宿二	410
御夫座柱一	414
第十五章 脈動雙星	424
脈動理論	425
脈動變星統計	430
造父變星的周期—光度關係	433
發現	433
夏普萊決定的周期—光度關係的尺度	435
零點的修正	439
大犬座軍市一型星	445
第十六章 爆發恆星	449
仙女座第二號變星	449
河外星雲的新星和距離尺度	453
新星和超新星的性質	455
光度曲線	455
光譜	456
質量損失	458
銀河內的超新星	459

蟹狀星雲	459
仙后座A電波源	462
銀河內超新星的頻率	468
河外星系內的超新星	468
頻率	468
超新星的空間分布	469
銀河新星	474
1901年英仙座新星	475
1918年天鵝座新星	476
1934年武仙座新星	476
新星狀天體	479
反復新星	479
天鵝座P型星	480
伍爾夫—賴特型星	481
第十七章 星際物質	483
星際塵	484
色散	484
選擇吸收	486
一般吸收	489
星際吸收的決定性證據	491
吸收量的最新研究	493
星際塵的性質	495
偏光	496

星際氣體	501
星際吸收線的發現	501
愛丁頓理論	503
星際氣體壓的分布	507
星際物質的密度	511
第十八章 銀河星雲	512
亮銀河星雲	512
發光或發射星雲	512
反射星雲	516
明亮星雲兩類型間的關係	517
星雲發射線的理論	518
行星狀星雲	521
H I 和 H II 區	524
約克斯和麥唐納天文臺的星雲光譜	
攝影儀	525
星雲分光攝影儀的特性	526
觀測結果	530
心宿二周圍的星雲狀物質	531
暗星雲的分布	532
星雲的亮邊線	538
變光星雲	540
海京星雲	543
第十九章 銀河	549

銀河系的大小和形狀	552
恆星數和卡普提恩宇宙	552
夏普萊推測的新模型	554
「大辯論」：第一部	558
恆星運動的非對稱性	564
銀河系的剛體旋轉	566
銀河系的较差自轉	567
夏普萊模型的承認	571
銀河自轉的詳細研究	573
銀河系的結構	574
1900~1950年已發表的觀念	574
最近十年觀測的證據	578
第二十章 星系	582
漩渦星雲的性質	585
本世紀初二十年間的觀測證據	585
「大辯論」：第二部	592
愛丁頓和藍馬克的見解	596
島宇宙的確認	598
星雲的分類	606
瓦勒的分類：最初的和修正的	606
摩根—馬耶的分類	612
相稱銀河系	616
膨脹宇宙	623

附 錄 恆星分光學	632
恆星吸收線的致寬	634
恆星自轉	640
史他克效應	655
自然寬度	664
熱擾亂	667
亂流	671
入字彙	677
書目提要	697
索引	703
參考文獻	775

第九章

太陽系的起源

本世紀開始之頃，天文家即認識萬有引力為產生恆星和行星唯一的力。在實驗室內通常這是很小的力，在物理學上它只是配角（subordinate role）。故兩個一克粒子，間隔為一公分，它們之間互相吸引對方的力為 6.7×10^{-8} 達因（dyne）。但是，在宇宙中所有恆星和其他天體都很重（太陽為 2×10^{33} 克）引力的供應就很重要了，或許是在宇宙中它就是壓倒性的支配着一切的力。一方面，其他如磁的和氣體的壓力等的力，在太陽起源的所有理論中，却扮演着較重要的角色。

本世紀關於宇宙進化論的思想發展，認為許多太陽型恆星的存在，它們的起源推測和太陽系相同。因此尚沒有充分的理由來建立一個理論以解釋為何只有太陽系的特質不能是機會所引起的——例如各行星的軌道平面和行星運動的各方向的和太陽的赤道面及其自轉方向近乎一致皆為事實。因為這些理論亦應說明在銀河內幾十億別的恆星的存在方式，天文家咸致力於打破古老的傳統並完全脫離因襲陳舊的宇宙進化研究的形式。變遷時期是一個很不容易的，最少要費上半



N 55
430
= 2

AWT 942 / 02

個世紀的功夫來選取一個新的方法論。在天文家中擔任這個過渡期主要任務的是德國的威沙克 (C. F. von Weizsäcker)，他把物理學的亂流理論 (physical theory of turbulence) 應用到恆星上。他亦試圖解釋為何許多高溫恆星具有大的自轉速度，而那些表面溫度低的單獨的主序星 (main-sequence stars) 却具低的赤道自轉速度而僅與太陽的 2km/sec 的赤道自轉速度相當。在蘇聯安巴朱門曾努力脫離老式的宇宙進化論。老式的宇宙進化論曾由法國天文家鮑卡利 (H. Poincaré) 在他所著的「宇宙進化論假說講義」(參閱第二章天文學會一節)，中達到最高峯之發展。蘇俄天文家費斯可夫，部分與馬西威克 (A.G. Mashevich) 合作研究微粒子放射方式使物質損失對於一顆恆星演化的可能影響。在美國對新宇宙進化論作過最大貢獻的是庫柏，在英國

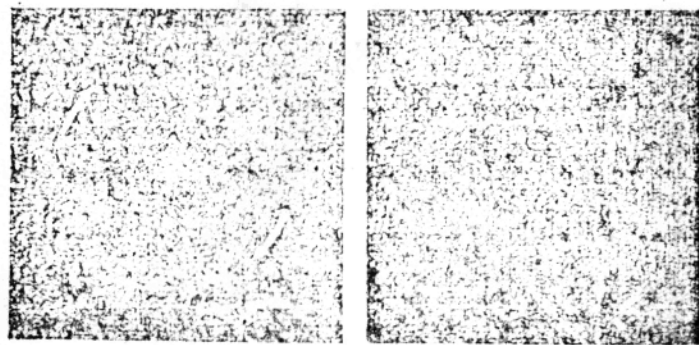


圖85 古特 (Kant) 的人體系起源論圖。(今日物理學 T.L. Page)

荷里 (F. Hoyle) 和最近的理論家麥克柯利亞 (W.H. McCrea) 都曾領導這方面的研究工作。

現象特異的太陽系

潮汐和碰撞假說

有關太陽系起源的理論始自一七五九年，那一年康德 (Immanuel Kant) 建議太陽和行星的起源都是由稀薄擴散物質之收縮而來，氣體和塵的凝塊連合而成長成行星和衛星；星雲的殘體則收縮而形成太陽。稱為星雲假說 (nebular hypothesis) 的是一七九六年由拉普拉斯獨自發展的。他的意見在一九〇〇年以前一直被普遍地接受着。它首次遭受重

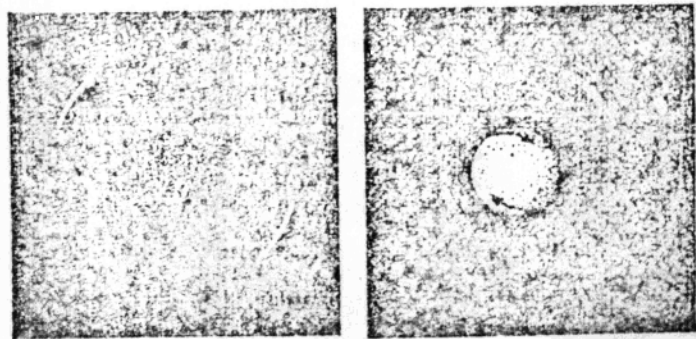


圖86 拉普拉斯 (Laplace) 假想的太陽系的起源。(今日物理學)

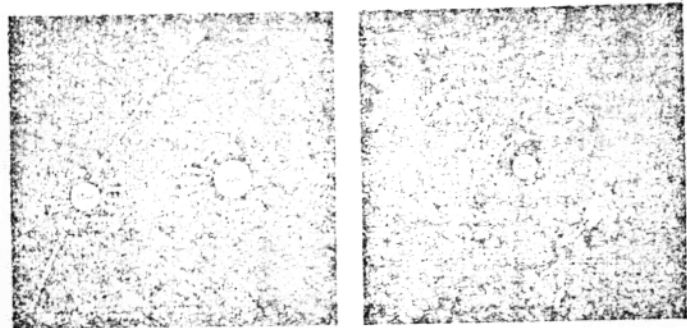


圖87 張伯林—摩爾頓 (Chamberlin—Moulton) 微星假說
寫照。(今日物理學)

大挑戰是基本上太陽不可能有足夠的自轉速度足以扔掉一如拉拉西普所建議收縮成行星的各環。潮汐說 (Tidal theory) 是英國詹士 (J.H. Jeans) 和芝加哥大學的張伯林 (T. C. Chamberlin)，摩爾頓等人發展的。這些理論提出了太陽和別的恆星因密切遭遇 (相當於摩擦碰撞) 形成了一道太陽物質的噴射，最後收縮而形成了行星及它們的衛星。據張伯林和摩爾頓說，猛烈的潮汐爆發必在太陽的相對兩面發生：

「推測我們的系統係自旋渦星雲發展而成，旋渦星雲或許多少像凱勒 (Keeler) 所說的那種星雲，是超過所有別的不同類星雲之和不知多少倍的星雲。旋渦星雲推測是因別的太陽行近我們的太陽時引起的。它的組成是很小的氣體膨脹

構成數量非常多的小質量，並以它們的軌道運動使星雲的大小保持其完整性……各行星係在相當大的原始核(primitive nuclei) 周圍形成，也是由散佈在全系統內大量稀薄物質連合而成的。」^⑨

有的理論假定氣體星雲逐漸凝結終於形成了行星。張、摩兩人提議星雲迅速冷卻和凝固，而產生了物質塊，就是所謂微星體(planetesimals)。因此他們的理論通常稱為微星假說(planetesimal hypothesis)。

英國天文家詹士和傑非里(H. Jeffrey) 假定由於一個恆星自太陽半徑二或三倍以內的距離處通過，於是自太陽處拉出了一條雪茄形的大絲。根據這種觀念，物質由通過恆星吸引的量必繼續增加，至最接近的距離才停止，然後又減少

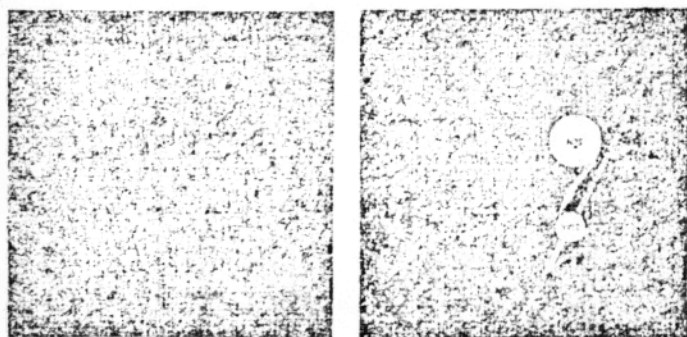


圖38 太陽系起源的詹士—傑非里(Jeans—Jeffrey) 假說假想圖
(今日物理學)

，產生了一道中間較兩端厚的絲，所以大體積的木星和土星（在中間形成）和較小行星（在兩端形成），獲得了說明。

這些理論在本世紀最初十年亦有其他發展，主要均和太陽系的特性有關，所有理論都欲用古典力學（classical mechanics）來解釋這些特性。因而包括雙星在內恆星進化的理論乃得逐漸進展。在一般的意識上，詹士稱：「……太陽和行星在質量上懸殊甚大，說明恆星與行星及正常雙星形成的區別，所以兩者的起源應該是完全不同的。」^①

困難的遭遇

不過，潮汐理論家遭遇到幾個難題。因此，普林斯敦大學史派茲（L. Spitzer）於一九三九年表示太陽的拉出物質不能凝固，而是膨脹並在太陽周圍形成氣狀星雲。與史氏大約同時的明尼蘇達大學（University of Minnesota）的盧登（W. J. Luyten）發佈了有力的立場作近乎理論性的嚴厲批評。

太陽系內的動量^②（angular momentum）的分布逐漸使人們認識它是太陽系起源的全體理論的最大阻礙物。這種困難常被強調，著名的天文家 H. N. 羅素在他所著的「太陽系及其起源」（The Solar System and its Origin）一書裡有巧妙的說明：

^①角動量為運動粒子之質量與速度乘積在單位時間內所掠面積之相乘積