

萬有文庫

第二集七百種

王雲五主編

天學小史

(下)

朱文鑫著

商務印書館發行

下編 新天文學史

一 十六世紀天文學史

溯自西班牙克復科爾圖巴城，而天學西漸，土耳其佔領君士坦丁堡，而學者西行，努倫堡首創印刷所，圖書得以流行，哥倫布發見新大陸，人心因之解放，東方文明，希臘科學，經阿拉伯之媒介，由西班牙而意大利，而日爾曼，而法蘭西，而徧及西歐。至十五世紀末葉，已見文化新興之象，亞力士多德學說之衰落，足震頑固之士習，亦猶基督教之革新，足驚世俗之人心，然而惟名惟物，啓門戶之爭，舊約新約，有派別之分。政教之所行，風化之所趨也；世序之推移，學術之遞轉也。考諸歐洲歷史，十六世紀正值中古近代過渡之時期，亦即古今天學變更之關鍵也。利奇蒙太那者，古天文史之殿軍；哥白尼者，新天文史之先鋒；當西元一五四三年，多祿某行星系告終之日，哥白尼太陽系出世之期，遂

開天文史之新紀元。第谷經三十年之密測，欲反證哥白尼學說之誤，而不意適供刻白爾證實之資。迦略利見木星之衛星，金星之圓缺，益足證地轉之有據，繞日之可信，雖受教廷之凌虐，行轅之拘留，然真理所在，地動如故。哥氏學說，儼然如新舊兩界之分水嶺，不可動搖也。其劃分時代之力量，不亦偉哉。

哥白尼在西元一四七三年二月十九日，生於波德交界之索倫城，因其父業商，於十年前由波京遷此，乃波蘭所力爭治權之地也。哥氏幼年失怙，隨叔起居，叔本教主，頗欲哥氏將來繼承其業，在十七歲時，遣其人波京大學，專習宗教學，教員白羅齊司基，頗負盛名，課程中列有泊拔克及利奇蒙太那之講義，哥氏之有志天算，即由此而起。留校三年，以宗教不足學，未卒業而去，越二年，其叔以哥氏學宗教不成，遂資遣游學意大利，令其學醫與律，在意約十年，（西元一四九六至一五〇六年）僅返家一次，留學之地，初在白洛那，繼在拍圖亞，後畢業於佛拉拉，嘗游羅馬城，而研習天學之心益堅。故在意雖學醫與律，而天算之學攻習甚勤，希臘文字研習亦精，回國後潛心著述，正其太陽系新學說創作之時，屢經易稿，不肯輕於付梓，雅不願諱世盜名，仍力求精進，未嘗稍間。其叔卒後，在弗拉

恩堡主理教政，及地方公益事，凡三十一年，嘗爲人治病，而不以爲業，非特不取醫資，遇貧病且施給藥物。又嘗奉派處理波德爭地之事，雖百務蝟集，而精研天學，從未稍間。

哥氏嘗謂弗拉恩堡地處北方，氣候又劣，不利於天文觀測，水星偶或一見，而時間知促，不能爲詳細之測候。故哥氏不重實測而長於推算，所用儀器皆係自製，遠遜於西域之器，且不如努市之貨。其著作中所載實測僅有二十七，亦不甚精密，有一星之位置，至差及四十分，卽在依巴谷時亦不致如是之大誤。門人利的堪以爲測驗宜密，商請於師，哥氏謂『予所求者，在實測與學理相符，粗具大略，足敷應用，不欲究及細密也』，可見其專注於行星繞日，地球旋轉之理，以求其新學說之成立而已。

哥氏在離意之前，已頗聞名，早在天算專家之列。迨西元一五一五年，羅馬教廷有改曆之議，就商於哥氏，而哥氏以日行地行之理，尙未解決，本根不立，曆法何依，不願有所表示，於是哥氏地動日靜之學說，漸聞於時。閎動天文學界之外，新教領袖路德，在宴會演說席上，論及哥氏學說，違反聖經，斥其愚妄；又有米倫區松者，新教派之有名學者，宗教大學之校長也，竟視爲邪說，深恐流行誤人。但

哥氏全不介意，其書仍作名山之藏，而不願輕於問世也如故。今觀其著作中最後之實測，在一五二九年，想即其大功告成之時，嗣後即撰提要一篇，(Commentariolus) 刪去算式之繁，述其學說之綱，足以證明地球旋轉之象，行星繞日之理，不過備友人之索閱，亦無意付印也。一五三三年，羅馬天文家受教廷之命，演講哥氏學說，大旨即據此提要立論，故越三年，教廷又函哥氏，謂大綱已明，擬請示以詳說，而同時各方之徵求發表全作者，絡繹不絕，其最後決定付梓者，全賴其得意門生利的之請求也。

利的堪生於西元一五一四年，在努市從希翁納學天文，青年好學。十七歲即受米倫區松之聘，任宗教大學算學教席。見哥氏學說提要，慕名往謁，願執贄門下，哥氏款待甚殷。利的堪本擬暫住一二星期，而不覺久留至二年餘，其初到數星期內，即用心攻習哥氏之著作，遂擇其要旨，撰淺說一篇，(Prima Narratio) 寄交舊師希翁納，翌年即付印。於是太陽系新學說，遂流行於世，利的堪從學二年，力勸哥氏印行全書，及其歸里，挈哥氏三角法以去，而付印焉。

哥氏自知年老力衰，不能再有所創作，以畢生巨著，付於牧師奇斯，請其便宜處置。奇斯自維不

能勝此重任，立即送交利的堪，即在努市付印。奈利的堪無暇親自校讐，乃委托渥欣德，係路德派教士之雅好天文者也。渥欣德見此新奇之論，大爲驚駭，於是妄增序文，而不自署名，混充原著，大旨謂地動日靜，但爲便於推算，係屬假定而非事實，並易其書名曰天旋論，（*De Revolutionibus Orbium Caelestium*）與哥氏原意大相逕庭。（案哥氏原書名旋轉論，*De Revolutionibus* 渥氏妄增天球二字，遂相反背，而後世以訛傳訛，不復加以區別。湯若望曆法西傳，稱『哥白尼有天動以圓之解，』皆渥氏竄改之流弊也。）且此書已於一五四二年冬印就，直至次年五月二十四日，哥氏病已沈篤，方將樣本送至病榻，尙何能辨別書名之更易，序文之真僞哉，然哥氏之鴻著，賴以傳世，而世俗之駭怪，藉以稍息，渥氏之情，猶可原也。（註一）

哥氏天旋論在天文史中佔重要之地位，上與多祿某之天文集，下與牛頓之哲數原理，適成鼎立之勢。其書凡六卷，第一卷前十一章，論太陽系之大綱，後附各種算式及表，先由利的堪分別印行，前卷爲淺說所取材，（註二）後卷即三角法所從出也。其論太陽系，以太陽居宇宙之中心，最近太陽者水星，次金星，次地球，次火星，次木星，次土星，最遠者恆星，月則繞地而行，地與五星皆繞日而行，以

金水在地球軌道之內，名內行星，火木土在地球軌道之外，名外行星，皆爲前人所未及。哥氏言地轉之說出於希司他，而派賽格拉斯學派，有斐洛拉及亞里大各者，不僅言地之自轉，并言地繞日而轉，或繞宇宙之中心而轉。然希臘學者之言，並無確切之證據，故自多祿某以來，無人能知其理，至哥氏而始大明。其論宇宙間諸星皆爲球形，以滴水成圓之理喻之，而地之爲圓，更爲顯見，譬如人向北行，北極漸高，而南極漸低之度當相等，在北斗鄰近之星，不與衆星共沒，而南天諸星不與衆星同升；如意大利不能見老人星，而在埃及則燦然在望，意大利可見江波座諸星，而在寒帶如波蘭以北者不能見。又如人向南行，北極漸低，而南極漸升之度當相等，北天之星下降，南天之星上升，足證地兩極之間，必爲球面。設在東方之人不能見黃昏之日月食，在西方之人不能見清晨之日月食，而在此兩地之間者，見黃昏之日月食較遲，見清晨之日月食較早，足證地東西之間，亦必爲球面。海洋同屬球面，譬在船艙，初不見陸地，若升至桅頂，即可望見，又譬如桅頂有燈，在陸望之，其船漸遠，其燈漸低，漸至燈光沈沒而不見，足證水陸同爲球面，不過陸地略高於水面耳。雖山高水低，以球面之廣大，實無分乎軒輊，此與前人之論相似而較詳。其論地轉之理分二，一爲自轉，旋行一周而成晝夜；一爲公轉，

繞日一周而生四季，譬如舟行海上，舟中之人，見舟中之物，相距之遠近不變，則不覺舟行，但見舟外山島諸物，時近時遠，時左時右，掠舟而過。今地行空中，地面之人，見地面之物，相距之遠近不移，則不覺地行，但見地外日月諸星，時上時下，時左時右，繞地而過，其理正相同也。地球旋轉自西而東，則見日星之出沒，自東而西，其方向恆相反，亦一定之理也。其論太陽居宇宙之中心，謂月水金火木土皆爲暗體，以太陽之光爲光，設有人在月面及五星面上，視地球，亦如地面之人見月有圓缺，月與五星皆似地球，故以太陽居中，徧照各體，地與五星繞日而行，月繞地而行，復隨地以繞日。

第二卷詳論地球之自轉，現天球之視行，皆以算式推演，並比驗舊測，發見黃赤距緯，古大今小，雖其數未密，而其理至合，亦哥氏之重要發明也。後半卷載恆星表，卽以多祿某表略加改測，依歲差推算之。但多氏天文集，原由希臘逕譯拉丁，時有傳寫之譌，時有校印之誤，哥氏未經抉擇，故其表中，時用希臘，時用拉丁，悉仍其舊，而未嘗更正，多祿某表以春分點爲恆星經度起算之原，而哥氏表則以白羊第一星（婁二）爲起點，雖相距不遠，實亦出乎例外。

第三卷詳論歲差之理，算數繁重，頗費經營，校驗蒂馬克利斯及希臘諸家之舊測，並亞爾拜帖

尼之實測，考定平均歲差爲五〇・二秒，極爲密近。後第谷以密測著名，亦無以過之。（清初時憲曆所用第谷歲差爲五十一秒，反不如哥氏之密。）昔依巴谷論歲差，以赤道移動之故，而春分點西退，哥氏以天赤道與地赤道遙相應合，赤道環天大圈，恆與地旋轉軸正交，而與黃道斜交，歲差因赤道移動，而春分點西退。實由地軸移轉之故，約二萬六千年而一周，即赤極旋繞黃極一周之數也。（每年行五〇・二秒，二六〇〇〇年行三六〇度。）卷末論地球繞日，一年一周，故見太陽恆循黃道，一歲周天，惟地球自轉恆循赤道，一日周天，黃道與赤道斜交，地極偏向太陽，當太陽在交點時爲春分，至極北而夏至，由夏至復至交點爲秋分，至極南而冬至，由冬至回歸原交點則又爲春分，是爲環天一周，四季所由生焉。其測算諸數，引用地道偏心率，因太陽之視行，仍可應用多祿某之輪法，並改正拜帖尼所測遠近點之數，惟昔之所謂近地點，已改爲近日點，昔之所謂遠地點，已改爲遠日點，始與新理相合，又推算太陽視位表，於是太陽之視位，隨時可檢。

第四卷論月行之理與日月食，與前人無大異，因月繞地球，自古相傳，多氏行星系與哥氏太陽系，雖日地之位置互易，而月地之關係未變，哥氏欲謀實測與理論相符，推算仍不厭求詳，並發見舊

測有不合之處，其所推月之距離，與多氏幾相符合，惟所推日之距離，爲一千五百地半徑，則較多氏爲勝。其論月之視差及視徑亦甚詳，大旨謂月視徑之大小，關於月距離之遠近。並考定視徑最大與最小之差，約爲八分，比諸今測（約五分）亦不甚懸殊。

第五六兩卷，皆論五星，其求行度，仍用多祿某輪法，而更增輪數，反覆推演，不厭其繁，故行星軌道，仍用正圓形，猶未能一洗舊習，其測定五星太陽週（會合週期）恆星週及距離等數，列表於後。

五	星	太陽	週	恆	星	週	距離(以日距地爲一)	今測(以日距地爲一)
水	星	一一六日		八八日		〇・三六	〇・三八七	
金	星	五八四日		二二五日		〇・七二	〇・七二三	
火	星	七八〇日		六八七日		一・五	一・五二三	
木	星	三九九日		一二年		五	五・二〇二	
土	星	三七八日		三〇年		九	九・五三九	

哥氏學說最要之點，卽地球繞日，恆星應生歲週視差，昔亞力士多德以恆星不移，爲地靜之證，一千八百餘年以來，無以破其說。哥氏明知人在地面，隨地球之旋繞而移易位置，所測諸星之方向，

亦隨之而變遷，然當時儀器不良，未能實測，哥氏無從目證，但言恆星過遠，視差極微，不易覺察而已。其言固確切不移，而仍無以祛舊派之疑，當時宗教家號稱維新，聖經是奉，即有名學者，仍以亞力士多德學說，爲金科玉律，不然七十年後，迦利略亦不致爲教廷之罪人，足見古人創法之不易矣。

想當時路德之徒，一聞地動之說，即目爲畔道離經，不勝其駭怪，及哥白尼全書行世之後，各界反無動靜，即呈送教王，亦無間言。殊出意外，自非無因；一則書名天旋，視爲尋常，渥欣德序，反掩蓋其內容，非細閱全書，不能知其真理；一則算數繁複，非學有專長者，不能窺其底蘊，故能讀哥氏書者甚尠。利的堪親炙有年，奉爲師宗，自不待言；而利氏之友，名賴因化者，宗教大學之天算主任也，（自西元一五三六至一五五三年，在職十七年，）奉崇哥氏學說，不亞於利氏；二人皆路德教派，同事於新教勢力教育之中心，獨能一洗舊習，私淑新學，益見其少年英俊，卓爾不羣矣。（時賴氏年三十二歲，長於利氏三歲，皆青年好學，不可多得。）

利的堪在印行淺說之後，即根據哥氏學理，編製年曆，（西元一五五〇年）嗣後專心研究算學，曾編各種極詳之算數表，直至西元一五七六年去世之前，方行告竣。賴因化之重要著作，爲日

諸星行度表，西元一五五一年，由普魯士公爵亞爾培出資付印，故名普魯士表。此表推算詳密，雖或有計數之誤，自亦難免，而於哥氏所推各數，頗有修正，檢查諸星之位置，甚爲便捷。著者自稱『上推三千年諸星之位置，皆能與實測相符』，非誇言也；實勝於著名之亞而封所表遠甚。流行七十餘年，（自刻白爾表出而止），哥氏之學理，由此推行漸廣，其有功於天學，良非淺鮮，不幸於一五五三年死於疫，著有哥氏太陽系解，尙未付印，卒後稿遂遺失。

賴因化後五十年，天學絕無進步，卽自利奇蒙太那華爾善以來，能以密測著名者，亦未有所聞。迨十六世紀末葉，始見發展之象，德國黑森伯爵威廉第四，（西元一五三二至一五九二年）幼時見愛拜因天文圖之美麗，愛不忍釋，少長卽致力天文，一五六一年，建天文台於卡賽，始用旋動台頂，爲後世之法。（宋蘇頌儀象台，用脫摘板屋，以便啓閉，今私家小遠鏡室，移動屋頂，頗相類似）觀測六年，因其父去世，主理政務，無暇及此。三年後（西元一五七〇年）丹麥天文家第谷來謁，會談之餘，重起測天之興，復招致羅斯孟與盤爾紀二人，相助觀測，編製兩種新表，羅斯孟精天算，宗哥氏學說，而研究有得。哥氏論地球之視動，因地動而起者，其故有三：一因自轉之運動；二因繞日之運動；三

因歲差之運動；羅斯孟謂三種之運動，無庸涉入，反見複雜，言之至當。普魯士表有觀測之誤者，亦爲之修正。盤爾紀精於算，有巧思，能造鐘，首創鐘擺，能校正遲速，測星計時，賴以漸密（其法未經印行，故嗣後迦略利與海更士各自創造）。又造對數表，與納氏異地同時，名自發明，但因其不願自表，或尙未完備，故發明之功，歸諸納氏。卡賽天文台主要工作，係編製恆星表，擬實測一千餘星，由日之經度，及金星木星之經度，以推恆星之位置，改定蒙氣差，推算日視差，測驗不厭求詳，至一五八六年，有一百二十一星，始經精密測定。繼因羅斯孟往訪第谷，一去未回，從此失蹤，閱二年廉威亦卒，此表遂未完成。卡賽天文台，造旋轉頂，創有擺鐘，漸成近代科學化，而不著於世者，因當時第谷天文台之宏大，有以掩蓋之也。

第谷於西元一五四六年，生於丹麥之紐司曲洛城，貴族州長之長子，自幼承繼於伯父，十三歲入夸本海更大學，爲將來從政計，習文學與哲學。翌年（一五六〇年）得見偏微日食，發生無窮興趣，欲研究占星之術，預卜休咎之徵，故在校未二年遂致力於天文算學。十六歲入德國來布悉大學，習法律，所遇助教，指導無方，使其見憎於法律，而仍專致於天文。西元一五六三年，測候土木二星相

會之時，發見亞而封所表預推差及一月，普魯士表亦差數日，此其實測之初次紀錄也。又在來布悉市，購置數種儀器，皆不甚精密，因試驗器差，屢加校正，故後來改良諸器，遂成專家。

西元一五六五年，丹麥瑞典之戰，第谷因伯父死於難，遂回家一年，後游歷各處學術著名之地。在德國得交二三天文家，至奧古斯堡，遇海因，滿昆仲，係富家子弟，俱好科學，第谷爲之繪圖雇工，造大象限儀，闊十九呎，緣邊九十度，逐分細刻，又造天球儀，徑長五呎，以實測之星，逐一繪誌於球面，隨測隨誌，方位瞭然。在外五年，因生父年高，回國省親，次年父卒。（一五七一年）第谷有叔久居司底培里，雅好科學，因往謁之，遂在彼研習化學，類乎鍊金之術，而天文之學，由是中輟。

第谷雖移其心於他種學術，而未嘗忘情於天文，自言『每遇向晚天晴，必仰望星象，幾成習慣』，故不及二年，而測天之志，又行奮起。是乃西元一五七二年十一月十一日，日落之後，忽見新星出椅女座，（明史天文志云：『策星旁有客星，萬曆元年新出，先大今小』，即此星也。）明若木星，大爲驚異，因恆星中向所未見，行星亦不能至此間，於是逐日詳測，其明漸增，有若金星，後漸暗小，至十六閱月而始不見。迭測此星與椅女座諸大星之距度，復用各種方法，試驗其有無顯明之視差，而終不能

測見，遂斷定其比月必甚遠，又無行星運動之象，復斷定其必在恆星之列。爰撰新星解一卷，凡十二章，大旨論新星之現象，及各項之測驗。（註二）當時朋輩勸其與所編年曆（一五七三年）同付鉛槧，而第谷以爲印行書籍，有失貴族之尊嚴，故未卽付梓。新星解雖多占驗之談，而在其著述中頗佔重要之地位，刻白爾嘗謂『無論此星有何作用，至少足產一大天文家。』

一五七四年，夸本海更大學延聘講演，多屬占星之術，（此項講義，第谷卒後約十年行世，）未及一年，又游歷各地，至卡賽參觀天文台，雖居停甚暫，而與伯爵訂終生之交。至弗倫福特采辦圖書，至拔賽里愛其風景，有作久居之想；至威尼斯參觀文化學術，及其歸也，經利琴司堡，購得哥氏天文提要一書。

西元一五七六年，開第谷天文事業之新紀元，當時丹王番段力克二世，提倡科學文藝，不遺餘力，聞第谷名，賜以黑文小島，爲其測天之所，許以建造天文台，及房屋儀器一切設備之費，另由島上官產租金內，年撥百鎊，爲補助之資。第谷奉命之下，不勝欣喜，卽於是年五月赴島，起建天文台，經費有着，咄嗟可成，未及年終，全部落成，早已開始觀測。第谷身爲天文家，而終不自忘其爲貴族，力求建

築之富麗堂皇，始與自身地位相稱，全部房屋，名曰天宮，（Uraniborg）四周築成正方之圍，四角正對東西南北，有觀象台多座，其他實驗室，圖書館，膳堂宿舍，應有盡有，於是四方學子，及助理人員，絡繹而來，桃李門牆，人才濟濟。至一五八四年，原有設備，不敷應用，復起建第二天文台，名曰星宮，（Stjerneborg）設地下觀象所多處。又因便於工作起見，造第谷住宅，並儀器製造廠，印刷所，造紙廠，相繼建設。非特兩宮房屋，即一切儀器，無不金碧輝煌，竭裝飾之能事；經費之浩繁，至爲可觀。第谷平居豪華，自亦不甚措意，丹王補助年金之外，並隨時捐給地產款項等類，故收入頗豐。但第谷祇知官產之收入，而不顧公益之支出，是以種種糾紛，相繼而起，爭執不已，結果終是丹王爲之賠償，而深覺第谷之多事煩惱，頗爲不悅。第谷又嫉妬人之才能，常疑其助理員或參觀之來賓，窺竊其底稿，而直責人之抄襲，因之又時起紛爭。第谷與人爭執，不畏其煩，而款待來賓，又不勝其忙，蓋天文台聞名遐邇，參觀者不僅爲天文家，即王公貴顯，亦絡繹不絕，皆須殷勤招待，引導瀏覽，大半工夫，消耗於爭執款待之間。然而測天之事，未嘗稍懈；在島二十一年，得門下諸家之助，晝夜密測，無間寒暑，所用儀器，多係創造，體制甚大，分限極精，勘驗亦確，清台候簿之記，課校精詳，實足以超越前人，有助後學也。

西元一五七七年，大彗星見，又足使第谷測候精進，雖當時天宮初成，儀器未全，已足敷應用，其觀測之精勤，一如昔年之新星。測定此彗距離，較月爲遠，至少約三倍之，證明其在日與月之間。而昔之所謂彗星出於大氣之高空者，第谷亦難免舊見，今不攻而自破。又測見此彗繞日而行；彗首恆向日與金星，其距日之度，較金星爲遠，證金星在日與此彗之間，則昔之所謂行星附麗於硬玻璃球，隨之俱轉者，亦始悟其謬。猶新星之出見，足破星象千古不變之說，蓋當時天文家，泥於亞力士多德哲學者，尚不乏人；第谷經此實測，始悟前非，刻白爾所謂足以造就天文家者，良有以也。

第谷撰彗星解十卷，詳述各項之實測，脫稿反在新星解之前，因新星各種關係，均須測驗，爲時甚久，未能卽行完成也。但彗星解亦未印行，其第一卷論及太陽系。第谷另創一法，謂『地居宇宙之中心，日月恆星各有本輪，繞地而轉，水金火木土五星之本輪，則以日爲心，而本輪之上，俱有均輪。』蓋欲折衷多祿某哥白尼兩家之說，實未脫舊習，而不合實用。後利滿著太陽系論（約在一五八八年）與第谷頗相似，大旨謂『地居宇宙之中心，不離本所，而每日旋轉一周於南北兩極，地周圍日月恆星繞之，日周圍水金火木土繞之。』利滿曾至黑文島（一五八四年）不久卽去。第谷遂控告其