

海潮說 地球圖說
海潮輯說 地球圖說補圖



地
球
圖
說

蔣友仁
錢大昕等
修改譯

中
華
書
局

地球圖說序

經筵講官南書房行走戶部左侍郎兼管國子監算學臣阮元撰

西洋人言天地之理最精。其實莫非三代以來古法所舊有。後之學者喜其新而宗之。疑其奇而闢之。皆非也。言天員地員者。顯著於大戴記。曾子天員篇。元堯見編修杭世駿作梅文鼎傳。言其有曾子天員篇注。向其裔人求之。實無此稿。但有一二條。見天學疑問中。元之注釋曾子十篇也。於天員篇未嘗不用泰西之說。曾子曰。上首謂之員。下首謂之方。如誠天員而地方。則是四角之不揜也。參嘗聞之夫子曰。天道曰員。地道曰方。據此則天員地員之說。孔子曾子已明言之。非西域所創也。周髀算經曰。日運行處極北。北方日中。南方夜半。日在極東。東方日中。西方夜半。日在極南。南方日中。北方夜半。日在極西。西方日中。東方夜半。據此則天員地員之說。周公商高已明言之。非西域所創也。嘉定少詹事錢大昕以乾隆年間奉旨所譯西法地球圖說一書見示。且屬付梓。元讀其書。校熊三拔表度說等書。更爲明晰詳備。按地球卽地員。元時西域札馬魯丁造西域儀象。有所謂苦來亦阿兒子者。漢言地理志也。其製以木爲圓球。畫水與地。今之地球卽其遺法。西人之說。以地體渾圓。在天之中。若令地球不在天中。則在地之景。必不能隨日周轉。且遲速不等矣。今春秋二分。日輪六時在地平上爲晝。六時在地平下爲夜。非在正中而何地體本圓。故一日十二辰。更迭互見。如正向日之處得午時。其正背日之處得子時。處其東三十度得未時。處其西三十度得巳時。相去二百五十里而差一度。又七千五百里而差一時。若以地爲方體。則惟對日

之下者其時正處左處右者必長短不均矣。西域此說即曾子地圓之意。亦卽周髀日行之意。非創解也。梅徵君天學疑問曰。西人言水地合一圓球。而四面居人。其地度經緯正對者兩處之人。以足版相抵而立。其說可從歟。曰。以渾天之理徵之。則地之正圓無疑也。是故南行二百五十里。則南星多見一度。而北極低一度。北行二百五十里。則北極高一度。南星少見一度。若地非正圓。何以能然。所疑者地既渾圓。則人居地上不能平立也。然吾以近事徵之。江南北極高三十二度。浙江高三十度。相去二度。則其所戴之天頂卽差二度。各以所居之方爲正。則遙看異地。皆成斜立。又況京師極高四十度。瓊海極高二十度。若自京師而觀瓊海。其人立處皆當傾跌。而今不然。豈非首戴皆天。足履皆地。初無傾側。不覺環立歟。然則南行而過赤道之表。北游而至戴極之下。亦若是矣。元又謂水地所以能居天中者。天行至健。有大氣以包舉之。試以豆置猪膀胱中。氣滿其內。則豆虛騰而居其中。以繩絡碗。置水盈碗。旋轉而急舞之。碗側覆而水不溢。置木球於水盎中。攪水急漩。則球必居正中。登泰山極頂。天寒風烈。氣寒耳鳴。況高遠千百倍於泰山者。其健氣急旋。地居其中。人皆正立。無分上下。又何疑哉。此所譯地球圖說。侈言外國風土。或不可據。至其言天地七政恒星之行度。則皆沿習古法。所謂疇人子弟散在四夷者也。少詹事原書有說無圖。爰屬詹事高弟子李銳畫圖爲說以補之。凡坤輿全圖二。太陽併游曜諸圖一十九。共二十一圖。是說也。乃周公商高孔子曾子之舊說也。學者不必喜其新而宗之。亦不必疑其奇而闕之可也。

地球圖說

西 洋 人臣蔣友仁奉旨譌譯

內閣學士兼禮部侍郎臣何國宗

左春坊左贊善兼翰林院編修臣錢大昕 同奉旨潤色

坤輿全圖說

天體渾圓。地居天中。其體亦渾圓也。地圓如球。今畫大地全圖。作兩圈界。以象上下兩半球。合之卽成全球矣。大地之經緯度。各分三百六十。與天度相應。而以天上相應之處名之。如圖之上下頂衝兩點。與天之南北兩極應者。亦名南北兩極。橫線平分南北爲兩半。與天上赤道應者。亦名赤道。餘線倣此。

經緯線

經線以赤道爲主。平分赤道爲三百六十度。每度各作一橢圓之弧。上會于北極。下會于南極。以象地周三百六十經度。此線卽爲各處之子午線。

緯線以子午線爲主。平分子午線爲三百六十度。每度各作一圈。惟赤道爲大圈。漸遠赤道則漸小。至南北二極。則合爲一點。以象地球南北各九十距等圈。是爲緯度。經緯線皆分三百六十。今圖止從各十度畫線。以便觀覽也。

或問地周三百六十經度。從何處起算。曰地既爲圓形。則隨處可爲初經度。如以京師爲主。則京師卽爲

初經度。各處或東或西。皆以距京師之遠近計之。今天文家作坤輿圖。則定初經度于鐵島。京師觀星臺之經度。距鐵島往東一百三十四度二分三十秒。

經線卽各地方之子午線也。太陽于某處經線之上分應之。則此處午正。于某處經線之下分應之。則此處子正。凡各地方之時差。皆準于經度。太陽每日遠地一周爲二十四小時。太陽行十五度爲一小時。行一度爲一小時之四分。故知兩處之經度。卽可推兩處之時差。在東者以時差加。在西者以時差減。如以京師爲主。京師之經度一百三十四度二分三十秒。朝鮮國都城之經度一百四十五度。距京師東十度五十七分三十秒。變時爲二刻十三分五十秒。太陽至朝鮮都城之子午線。則朝鮮都城計午正。尙未至京師子午線。其差爲二刻十三分五十秒。故京師止有午初一刻一分十秒。若太陽至京師子午線。則京師計午正。已過朝鮮國都之子午線。其差爲二刻十三分五十秒。故朝鮮國都已有午正二刻十三分五十秒也。又如拂郎濟亞國都城巴里斯之經度二十度。距京師西一百十四度二分三十秒。變時爲三十二刻六分十秒。故京師有午正。則巴里斯止有寅正一刻八分五十秒。巴里斯午正。則京師有戌初二刻六分十秒。

緯度卽南北兩極高度也。凡地面與赤道應者。視赤道于天頂。視兩極于地平。距赤道向南一度。則視南極高一度。距赤道向北一度。則視北極高一度。如京師在赤道北四十度。故視北極四十度高。晝夜長短不等。由兩極之高度所生。地面與赤道應者。四季晝夜皆等。距赤道北愈遠。則夏至晝愈長。冬至晝愈短。

距赤道南愈遠則夏至晝愈短冬至晝愈長。

測量地周新程

凡圓形有二。一爲平圓。一爲橢圓。設經圈爲平圓。則分全圓爲三百六十度。其容積皆等。自古天文家但論地爲圓形。未察此圓形何類。今西士以新製儀器屢加推測。則疑地球大圈未必是平圓形。而其度所容之遠近亦未必相等。以故拂郎濟亞國王特遣精通數術之士分往各國。按法細測南北各度所容之里數。自近赤道者自近北極者自居北極赤道之中者。凡三處測其高度之容。近赤道則狹。漸離赤道則漸寬。由此推得地球大圈之圓形不等。止赤道爲平圓。而經圈皆爲橢圓。地球長徑過赤道短徑過兩極。短徑與長徑之比例。若二百六十五與二百六十六。設如修地球或坤輿圖者。命過赤道徑二尺六寸六分。則過極徑止二尺六寸五分。然斯差微小。而于修地球或地圖或可不論也。

按京師營造尺一里得一百八十丈。而新法測得赤道各度一百九十五里十七丈二尺一九五八。若此數以三百六十乘之。則得赤道周圍六萬九千一百三十四里七十八丈九尺七。經圈上之初度一百九十里一百十八丈三尺。第四度一百九十一里九十五丈四尺。第九度一百九十二里一百四十六丈八尺。總合經圈上諸度之里數。則得經圈周圍六萬九千零二十四里一百零二丈七尺。

四大州

天下萬國總分四大州。曰亞西亞。曰歐邏巴。曰利未亞。三州俱于東半球容之。第四大州曰南北亞墨利

加于西半球容之。

亞西亞

亞西亞天下一大州。乃人類肇生之地。聖賢迭出之鄉。其界東至大東洋。南至赤道。南約第十度。西至紅海。地中海。黑海。同河。白海。北至冰海。所容國土。不啻百餘。其大者首推中國。聲名文物。禮樂政教。遠近所宗。

鄂羅斯在喀爾喀。楚庫河以北。東南至格爾必齊河北岸。自大興安嶺之陰以東。與黑龍江所轄北境接略。西接歐邏巴。南至蒙古諸國。北至冰海。其國分十六道。國中傳流天主經典及聖賢傳記。然非天主教。西方多城。習文藝禮樂。東方山多人稀。多獸皮。如狐貉貂鼠之屬。其最北夏至無夜。

中國之北迤西一帶。直抵歐邏巴東界。大小兩布喀里亞。土爾幾斯堂等國。總名爲蒙古諸部。今大半入籍進貢。來朝。其地沙磧。山多水少。人性勇悍。其最西者。駕屋于車。以便遷徙。其內多奉回教。

印的亞。卽五印度總名。中有數國。惟莫窩爾爲大。分十四道。金銀寶石甚多。人面紫色。不衣。以尺布掩臍。天竺卽南印度國。古昔奉佛。今亦然。

白爾西亞亦大國。昔盛今衰。

亞拉比亞。其人精天文。明醫學。其南方產百物甚夥。

哈爾默尼哈納多里。亦名度爾幾亞。卽古拂菻國也。初宗馬何默之教。諸國多同。其後各立門戶。互相排

繫持戒亦有數端。

亞西亞之西有國曰如德亞。自一千七百六十年前。天主降生于國之白德梭郡。名曰耶穌。譯言救世主。

歐邏巴州

歐邏巴州界。東至亞西亞。南至地中海。西至大西洋。北至冰海。分十二大國。不相統屬。其餘諸小國。亦各有本主。諸國皆尚文學。立學校。凡官有三品。一主教化。一理政事。一治兵戎。上下皆奉天主教。婚不二色。教無異學。土多肥饒。產五穀。出五金。海船四通。商賈雲集。工技精巧。製器堅良。國內多野獸。北方產熊狼二種。昂利亞國產大犬。猛鷲能殺獅子。代兵守城。

利未亞州

利未亞州自古爲奇怪之地。產獅象諸異獸。厄多國四時不雨。惟泥濘河每歲泛漲。而地甚肥美。一歲再收。人有機智。精天文測量。善製水器。以備旱澇。婦人一乳。禽鳥無算。沿海諸國。富商大賈。多聚此。其地平曠而無城郭。亦無書籍。人而多黑色。不衣服。與猛獸同居。土產金寶。不知貴重。惟好佩術士妖符。率以重價購之。

亞墨利加州

亞墨利加州。相傳百年前。西人航海始至其處。地極廣大。平分地球之半。在赤道北初九度。有山曰巴納麻峽。分州爲二。峽南曰南亞墨利加。峽北曰北亞墨利加。

南亞墨利加國土產黃金。取時金土相雜。別之金多于土。有大水。名曰銀河。以中多銀沙得名。獨不產鐵。兵器用木石爲之。今諸國貿易相通。漸知用鐵。百露及所屬諸國。四時無雨。有異樹。脂膏極香烈。名巴爾撒摩。以傳諸傷損。一晝夜肌肉復合如故。有大山。南北長萬餘里。其高無際。山底極熱。山坡高五六百丈。有平地最廣。名爲吉多國。天氣融和。五穀百果草木悉皆上品。又漸升此山。則氣候漸寒。山巔積雪。四時不消。此山往往噴火。伯西爾國地甚肥美。他方有病不能療者。至此卽瘳。

北亞墨利加。惟默時科國最富饒。城中街巷宮室皆精絕。人多美秀。國王寶藏極多。羽毛爲衣。金銀飾之。輯鳥毛爲畫。男女裸體。以木葉或獸皮蔽前後。略納大產猛獸。

古俗。南北亞墨利加祭魔殺人。而聚黨其食。今其諸國大半如如德亞。

七曜序次

自古天文家推七政躡離行度。其法詳矣。西士殫其聰明。各自推算。乃翊想宇內諸曜之序次。各成一家之論。今姑取其緊要四宗。以齊諸曜之運動而已。

第一多祿敵。見十論地爲六合之中心。地周圍太陰、水、金、太陽、火、木、土及恒星。各有本輪。俱爲實體。不通而相切。本輪之外。又有均輪。七政各行于均輪之界。而均輪之心。又行于本輪之界。然此論不足以明七政運行之諸理。今人無從之者。

第二的谷。見十論地爲六合之中心。地周圍太陰、太陽及恒星。各有本輪。隨地旋轉。水、金、火、木、土五曜之

本輪則以太陽爲心。而本輪之上。俱有均輪。

第三瑪爾象。

見十圖

論地爲六合之中心。不距本所。而每日旋轉一周于南北兩極地。周圍太陰、太陽及恒

星旋轉。太陽周圍水、金、火、木、土之輪。以上二家。雖有可取。然皆不如歌白尼之密。

第四歌白尼。

見第五圖

置太陽于宇宙中心。太陽最近者水星。次金星。次地球。次火星。次木星。次土星。太陰之本

輪繞地球。土星旁有五小星繞之。木星旁有四小星繞之。各有本輪。繞本星而行。距斯諸輪最遠者。乃爲

恒星。天常靜不動。

按歌白尼序諸曜之次。蓋本于尼色達之論。而歌白尼特闡明之。繼之者有刻白爾、奈端、噶西尼、辣喀爾、

肋莫尼。皆主其說。今西士精求天文者。竝以歌白尼所論序次推算諸曜之運動。

歌白尼論諸曜。以太陽靜地球動爲主。人初聞此論。輒驚爲異說。蓋止恃目證之故。今以理明之。如人自地視太陽、太陰。謂其兩徑相等。而大不過五六寸。若以法推。則知太陽之徑。百倍大于地球之徑。而太陰之徑。止爲地球徑四分之一也。人自地視太陽。似太陽動而地球靜。今設地球動太陽靜。于推算既密合。

而于理亦屬無礙。試舉二三端以驗其理。

其一曰。人在地面。視諸曜之行。皆環繞地球。而地似常靜不動。究不可以爲地靜而諸曜動之據也。譬如舟平浮海。舟中之人。見舟中諸物。遠近彼此恒等。則不覺舟行。而視海岸山島及舟以外諸物。時近時遠。時左時右。則反疑其運動矣。今地球及地周圍之氣。一無阻碍。運動均勻。人在地面上。視周圍諸物之遠

近恒等。則不能覺地之運行。而視地球外之諸曜。見其時上時下。時左時右。則謂諸曜繞地球而旋行。其二曰。雖說地動而太陽靜。自地視之。必似太陽動而地靜。然以斯二者推太陽出入地平之度。其數必相等。如圖十九。甲已爲地面上京點之地平。卯午酉子爲太陽西行繞地之圈。設太陽在卯點。則自京點見太陽出地平。太陽自卯向午。則漸升。自午向酉。則漸降。太陽至酉點。則自京點見太陽入地平。太陽行地平之下。自酉過子。復至卯點。又出地平。此太陽動而地靜之說也。今設卯點爲太陽之本所。常靜不動。而地球右行。自西往東。旋轉于本心。則天周圍卯午酉子圈之各點。遞相輪流。與地球京點相應。故視太陽似升降出入于地平。與前無異。如圖。京點相應于天之午點。則視太陽于地平。京點旋行向卯。則太陽似升。京點應天之卯點。則太陽似至于子午線。京點自卯旋行半周。應天之子點。則太陽似入地平。餘理倣此。其三曰。太陽本爲光體。月、水、金、火、木、土六曜皆爲暗體。借太陽之光以爲光。與地球相似。設有人在太陽及他曜面上。則其視地球。亦如地面上之視太陽。有時晦。有時光滿。有時爲上下弦。此理凡通天文者皆知之。今六曜既皆似地球。豈有六曜及太陽循環地球。而獨地球安靜之理乎。不如設太陽于宇宙中心。而地球及其餘游曜皆旋繞太陽。以借太陽之光。斯論不亦捷便乎。

水、金、地、火、木、土六曜之本輪。游繞乎太陽。太陽之本輪。旋繞乎地球。而土、木二星。又各有小星之本輪。繞之。然太陽、地球、土、木非爲各本輪之中心。而微在其一偏。其相距之數。名爲兩心差。歌白尼將此諸輪作不同心之圈。而刻白爾細察游曜之固然。證此諸輪皆爲橢圓。橢圓有大小二徑。竝有三心。卽中心及兩

偏心。若知大小兩徑之比例或兩心差，則可畫橢圓之式。

水、金、地、太陰、火、木、土、竝木、土周圍九小星，皆有兩運動，一循行其本輪，一旋轉于本心。太陽雖無本輪，亦如他游曜旋轉于本心。既設地球之兩運動，若地球于本心每日東行一周，則諸曜在地周圍似每日西行一周。地東行一年一周輪，則太陽似東行一年一周天。

恒星

恒星在天終古常靜不動。自地視之，似有兩種運動，皆因地球旋轉之故。每九十五刻十一分四秒，恒星似西行一周。蓋此時地球于南北兩極之軸東行一周故也。每七十二年，恒星與黃道南北兩極似東行約一度。蓋此時地球兩極之軸漸轉微偏約一度也。

七政體之大小及距地之遠近，天文家皆能測知其實數。惟恒星不然，因其距地最遠，雖細加測量，僅知其大小遠近不等而已。又恒星本各有光，其中多有較太陽更大者。

恒星距地最遠，故地球竝地球本輪之徑，自恒星天視之，僅如微點。地球行本輪之時，其南北二極恒向于天之南北二極。在地雖相距有遠近，以應恒星天之兩極，常若無二。

諸曜徑各不同

天文家測量七政遠近大小不等，取規于地球半徑。若測量土、木、旁九小星，取規于本星之徑。既知地徑之里數，由此可推知他曜遠近大小之里數。

論春夏秋冬

歌白尼論春夏秋冬四季之輪流。亦由地運動而生。如圖十五。子卯午酉橢圓。象地球一年所循之本輪。斯輪相應于渾天之黃道。地兩極之軸。斜行于黃道之軸。而地赤道斜行于本輪各二十三度半。是爲黃赤距緯。地循本輪。其軸恒斜。而其極恒向天之兩極。今設地在本輪之午點。則地球之與太陽應者。在赤道北二十三度半。故此處見太陽于天頂。此時地旋轉于本心。則見太陽于夏至圈。繞地左行。北方之晝長。南方之晝短。夏至後第八日。地在本輪之乙點。爲太陽最高之時。因此時地距太陽最遠故也。地循本輪。

例 比 之 圓 體		
差心兩	徑 短	徑 長
八一〇	七五七〇	七七四二
五二	一四四七一	一四四七二
一六八	一九九九七	二〇〇〇〇
一四一五	三〇三四二	三〇四七四
二五〇五一	一〇三八九九	一〇四〇二〇
五四二九八	一九〇四四八	一九〇七五八

從午向西。則地球與太陽應者。漸近赤道。地在本輪之酉點。太陽正當地之赤道。此時地旋轉于本心。則見太陽于赤道圈旋行。而晝夜適平。秋分後。地自酉點漸近子點。則地球與太陽應者。漸距赤道向南地。在本輪之子點。則地球與太陽應者。在赤道南二十三度半。此時地旋轉于本心。則見太陽于冬至圈。繞地左行。冬至後第八日。地在本輪之丁點。是爲太陽最卑之時。因此時地距太陽最近故也。地循本輪。從子向卯。則地球與太陽應者。漸近赤道。地至本輪之卯點。則見太陽于赤道圈旋行。地自卯點復至午點。此時地行本輪一周。人從地面視之。則見太陽于黃道上循行一周而爲一歲也。

太陽之視徑大小。太陽之視行盈縮。隨時不等。皆自地兩運動而生。地球循橢圓之理。與太陽循橢圓之理略等。詳見後編。

地半徑差

地半徑差。使人見諸曜卑于實高。如圖十二。庚爲人目。庚酉爲地平線。設數星遠近不等。俱在地平線內。于甲于丁于乙。人自庚視此數星。必見其應于天之酉點。若從地心計之。則視甲于內。視丁于午。視乙于子。此西內。西午。酉子三弧。爲甲丁乙三星之地半徑差。星距地愈近。其差度愈多。恒星距地最遠。故無地半徑差。地半徑差最大者在地平。星漸高其差漸小。星在天頂。則無半徑差。

清蒙氣差

蒙氣差能升卑爲高。人在地面。自蒙氣內觀日月諸曜之高。必大于實高。設如圖十三。癸壬爲空盆。于其底

丁點置一錢。人目在乙，則在線射于庚，故目不能視錢于丁。若盆內添水，則光線既入水，必折而依曲線射于丁，故自乙能視丁錢。諸曜光線入蒙氣亦然。如圖^{十四}，太陽在乾點，若無蒙氣，則自京點不能見太陽。惟光線既入蒙氣，則折而至于京點，故自京點能見太陽。然視物者必依直線，故自京點見太陽行于丙，而乾內弧爲蒙氣差。蒙氣差最大者在地平，自地平以上漸小，至天頂則無差矣。京師地平蒙氣差測得三十三分強。

論地圓

第一圖，中心爲圓球，以象地球。其外大圈，以象天之渾圓。地球上黃赤兩至經緯等圈，皆與天上同名諸圈相應。設如地球上甲巳兩點，相應于天上之南北兩極。亦名南北兩極。地球上丁癸圈，相應于天上之赤道，亦名赤道。餘圈放此。地球赤道丁點之地平，爲南甲巳北。人自地球之丁點視赤道于天頂，視兩極于地平。若人從丁點往北行四十度至京點，其地平爲子寅。天頂爲頂點。天上之赤頂弧與地球之丁京弧相應，各四十度。而北極之出地平亦高四十度。人從京點又往北至巳點，則見北極于天頂，而以丁癸赤道爲地平。此皆由地圓之故也。凡在地之物，以向地心爲下，以向于天者爲上。故人在地面上，丁京巳癸甲等點，東西南北各不同，其足皆向地心，則皆爲向下。

交食

第二圖，太陰之體，既爲圓球。太陽之光，恒照其半面，向太陽之半恒明，背太陽之半恒暗。故人在地面上，