

談天

二編  
上

戴笠

25  
1613  
4



三教5  
1613  
4

順天堂校本談天書目

中編

卷七

星林

原本係卷十七

星一團、環一形、星一氣、橛一圓、星一氣、行一星、星一氣、恒  
星一氣、雙一星、氣、雲一星、星一雲、黑一瓦、眼一尼、雲、  
黃一道、光、隕一石、  
隕一鐵、流一星、

卷八

論地

同係卷一

地一動、地一球、自一轉、  
象一氣、星一距、

卷九

命名

同係卷二

雲一開、北一曉、  
弧一三、角一例、

卷十

測量之理

同係卷三



談天

目錄

一

鐘表、擺鐘、度時表、光差、遠鏡、子午儀、銅環、牆環、借地、平酒、準、垂線、準、視、軸、準、赤道儀、輪法、地、平、經、儀、天、頂、尺、地、平、尺、紀、限、儀、同、光、環、分、微、尺、量、日、鏡、

卷十一 地理

原本係卷四

地球、橢圓、離心力、貿易、風、電氣、通標、指南、心、自、動、

卷十二 天圖

同 係卷五

章、勤、光、行、差、歲、差、光、道、差、極、差、

星林

原本係卷十

中論

談天對本類天書目

談天卷七

英國侯失勒 原本

海甯

李善蘭

刪述

英國偉烈亞力口譯

大日本

福田泉

訓正

星林

澄明之夜仰觀天星往往有簇聚而密于他處者用遠鏡窺天見簇聚之處益多有星團星氣星雲雲星之別總名之曰星林焉

恆星多簇聚處此必有一公理最易見者為昴宿用目力察之僅見六七星測以遠鏡則見有五六十大星他星俱距此稍遠即位亦然但散而疎星亦略大鬼宿中

談天

卷七

星林

一

四圖者  
在前編

積尸氣望之若一點白氣測以小力遠鏡即能分爲無數星大陵閣道間亦然然非精遠鏡其星不能分焉此類皆名爲星團天空有若無尾之彗星者用遠鏡測之乃小平圓或橢圓狀之星氣乾隆四十九年法蘭西通書中載有梅西爾星氣表共一百零三處欲測覓彗星者須熟悉此表庶免誤視星氣皆諸星密聚其邊界略可辨愈近中心愈密光愈多如四圖即梅氏表中第十三星氣也星氣多有作平圓狀一若玻璃球中滿貯諸星自成一部與外星不相交涉也以其球之徑略推其星數當不下五千而球徑所占度不過十分此諸星光

之和至我目小于四等星則其遠不可思議故意其每星必俱如太陽之大其相距如我距恆星也觀諸星自成一部知其有相屬之理觀其作球形知其有攝力觀其漸近心漸密之比例知其星非皆等距攝力中大于外也此諸星設無繞心行則無離心力必愈久愈密而合成一體若有繞心行則有離心力必共繞一軸不然則難保其不相遇而相擊或謂準奈端理諸星互相攝因此每星必向球中心其向心力大小必與質積有正比例與距中心平方有反比例依此理各星必行于橢圓以公重心爲橢圓之本心其面與方向不論諸橢圓

同時成諸星之行周而復始永遠不變不必共繞一軸也

所測得道光十年諸星氣之方位列表如左

諸星	赤經	赤緯	星氣
度	分	秒	表
一	六	二	一
二	九	八	二
三	二	四	三
四	三	四	四
五	一	六	五
六	三	三	六
七	五	九	七
八	四	五	八
九	六	三	九
十	五	三	十
十一	三	六	十一
十二	四	六	十二
十三	三	三	十三
十四	一	三	十四
十五	六	五	十五
十六	七	二	十六
十七	八	二	十七
十八	七	二	十八
十九	一	四	十九
二十	四	五	二十
二十一	二	一	二十一
二十二	一	二	二十二
二十三	二	四	二十三
二十四	三	四	二十四

以大力遠鏡圍如球其徑二十分愈近中心愈明乃無數十三十五等星團聚而成又第十五在天紀第一星及第一雙星之間無雲之夜目亦能見此二星氣乃好里于康熙十六年及五十三年所測得者

侯失勒維廉分星林為六類一為星團其星皆明朗可見有二種一成球形一作無法之形二為星氣若遠鏡更精于今意能分為諸星也三亦為星氣則絕無可分為星之証視其光分大小區為數種四行星氣五恆星氣六雲星維廉所用遠鏡在當時為力最大所測得皆昔人所未見者言諸星林散列天空無一定次序而近天河之北極處最多如軒轅內平北斗三公郎位大角角宿中間一帶約為天球八分之一星林在此者乃有三分之一婁昂畢觜四宿及五車天船八穀天棓候宗正天市垣徐吳越織女中間一帶則甚稀少約計之北

半球赤經三十至七十五度，二百二十五至二百七十五度，甚少，而一百三十五至一百八十度甚多，其中一百六十五至一百八十度尤多。南半球分布停勻，除墨瓦臘尼雲外，詳後無聚于一處者。

星團作無法形者，疎列天空，不甚密聚，大半俱近天河團中，諸星或俱相等，或大不等，中心不甚密，其界亦不明晰，或即係恆星最密之處，其內或有一星作深紅色，甚明，侯失勒維廉謂是未成球之星團，蓋因諸星交互相攝，從四面滙集，漸漸成球，然未有確証，僅因諸星團之色有深淺，而想當然耳。有一星團中，函十字架中，一星，拉該勒謂是星氣測其面積約四十八分方度之一，中共一百十星，俱七等以下，最明者八星，其色或紅或綠或青，合觀之如七寶佩。

可分之星氣，乃星團之極遠者，故其星光甚微，非二三星相并，不能見也。其狀或爲平圓，或爲橢圓，恐實係無法形。其星疎處不能見，但見最密處，爲有法形也。凡用小力遠鏡測一切大星團，皆成有法形。用大力遠鏡始見爲無法形，則若用力更大之鏡，諸星必能分也。近羅斯用大回光遠鏡，管徑六尺，能分舊遠鏡絕不能分諸星氣之星，故星氣爲極遠之星團，無可疑焉。

不能分之星氣測以最精遠鏡仍如白氣不見有星然亦必與星團無異其星不能分乃愈遠光愈微故也而好里諸人謂係尙未成星之氣候失勒維廉言若果是氣此氣必能憑己之攝力凝聚成球故近中心最密其凝聚時有諸重心故成諸小體各體俱憑一公重心而凝故能成星氣久後成諸星而爲星團用己所造遠鏡測此諸星氣以証此理則見有所成之星已微能辨中有最密之重心近時所見諸星氣俱與此理合然則諸星團有星氣理有星聚理二者不相涉星氣乃無始來未成星之質星聚乃動重學之理諸星各依攝力向其公重心而成環繞動也

諸橢圓星氣其兩心差大小不等所函諸星較平圓形者更難分其狀或微橢或幾成直線然中心星更密同也凡最密處其光俱似平圓或星更大或因密聚視二三星如一星故中心諸星較易辨也凡自外向內漸近心漸密其漸密之比例有甚小者則中心微密而光少有甚大者則中心甚密而光多望之模糊若一恆星爲星氣所隔焉有二最美觀一赤經一百八十二度三十八分十五秒距極四十一度四十六分一赤經二百零一度五十二分距極一百十九度俱道光十年之經緯

度也

隆乾可作  
乾隆

六圖者  
在前編

橢圓星氣最大而整齊者有二一在奎宿第七星旁一  
 赤經九度四十八分距極一百十六度十三分隆乾四  
 十八年侯失勒維廉之妹加羅林所測得者奎宿星氣  
 如六圖目能見之人恆誤謂彗星萬歷四十年馬流曾  
 測之言如燭光在琉璃燈中可謂善喻其狀用尋常遠  
 鏡窺之為長橢圓其光自外而內漸變大近中心變大  
 尤速而較明然非一星而為最密之星氣其面有他星  
 可見用徑十八寸之回光遠鏡尚不能分所函之星用  
 力更大者方能分之米利堅堪比日星臺官本特測得

長二度半廣一度強其狀近橢圓而其東北一端有凸  
 出于橢圓界外者中心最密略如一星不能明辨心之  
 四周見無數微星徑二十分之界內約有二百星最異  
 者有二黑帶細而直亘橢圓面略與長徑平行非精心  
 細測不能見也又有一星氣道光十年其赤經一百九  
 十八度五十二分四十五秒距極一百三十二度八分  
 亦有一黑帶更明晰略與長徑合分橢圓為兩半黑帶  
 中間有一白帶色淡而細又有二星氣一赤經一百八  
 十六度四十五分四十五秒距極六十三度五分一赤  
 經一百八十七度四十七分四十五秒距極一百度四



十分亦俱有黑帶也

星氣作環形者最少有一最顯者在漸臺第二第二星之間中力遠鏡即能見之雖小而甚清晰狀作橢圓環長短二徑比若五與四比其孔徑占徑之大半孔中非黑暗有微光淡薄如羅羅斯所造遠鏡能辨此為最微之諸星其邊有無數小星相聯如線

環形星氣已測得者列表如左乃道光十年之方位也

環形星氣表

度極距	時經赤		
	度分	時分秒	
二八 一八	一七 一〇	三九 一	一
一三 三七	一七 一〇	三九 二	二
五七 一一	一八 四七	一一 三	三
五九 五七	二〇 九三	三三 四	四

行星氣之狀與行星相似其面或平圓或微橢其界或清晰或模糊其光或通體停勻或明暗錯雜行星氣不多所測得者不過二十四五在南半球者居四分之三星氣中此類最美麗可觀今取最顯者十二列表如左乃道光十年之經緯度也

行星氣表

度極距	時經赤		
	度分	時分秒	
〇四 二〇	七 三四	二 一	一
四七 三五	九 一六	三九 二	二
二九 三六	九 五九	五二 三	三
〇七 四七	一〇 一六	三六 四	四
三四 四	一 四 四九	五 五	五
四六 一四	一 四 一五	六 六	六
三五 一	一 五 一八	七 七	七
八三 四六	一 九 一〇	九 八	八
〇四 三三	一 九 三四	二 九	九
三九 五四	一 九 四〇	一 九	十
〇二 二	二〇 五四	五 三	十一
四八 二四	二 一 七	四 四	十二

表中第六星氣在十字架中其光分約如六七等星徑約十二秒其面圓而微橢界甚

明晰狀似行星色深青近綠凡恆星作青色者恒在黃星之旁而行星氣每有青色者如表中第四作天青色

第十一十二俱青而更淡又第二第七第九第十二俱  
美觀第三第四第十一俱爲長橢圓其長徑爲三十八  
秒三十秒十五秒第三近中心有九等星而其面之光  
如絨球如塵團則知亦爲無數微星聚而成也表中第  
五最大在天璇稍南偏東十二分其視徑二分四十秒  
設距日畧如鶴翼星則其實徑當七倍海主道徑此星  
氣之光通體若一設爲無數星簇聚而成則漸近中心  
必漸明不能如此停勻也意或爲空球或爲平面與視  
線成直角俱未可知也

行星氣之光力必甚小于太陽割太陽面徑一分之平  
圓其光七百八十倍望時之月今行星氣徑數分而目  
不能見則其光之大小豈可同年語耶阿拉哥意謂是  
胞體中心有一太陽因遠極故不能見其光映于胞胞  
大故能見蓋光不論遠近俱能到其遠而不能見者因  
分太小故改作大分即能見也此說未確若俱係本光  
則小者不能見大者能見今太陽之光映于胞必更薄  
則雖變大必仍不能見也近時所出大力遠鏡用以精  
心久測自能解其故今尙未明焉

有雙星氣者或二球形星氣或二球形星團其相距其  
方位其光分之比例一一與雙星相似惟形狀及光分

變大小則不同其相與環繞未有確証蓋其為物甚大則其行必甚遲雖測之數千年恐仍不覺也然既甚近若聯星而雙列天空與別星氣不相近其有相屬之理無疑夫以諸行星彗星屬之太陽聯為一體又聚無數太陽為星氣復聯為一體今觀星氣與恆星理同則又必合無數星氣聯為一體如是遞推愈大愈無窮造物主之大智太力真不可思議矣

星氣之狀作有法形者或與恆星之獨星雙星有連屬之理間有若一明星四周包氣氣有淡光漸遠心漸薄以至於無間或有清晰之界此類名曰雲星最美麗者

二一赤經一百零九度四十七分距極六十八度四十分

五分一赤經六十一度三十九分距極五十九度四十分

分二星俱係八等俱在明球中心其球徑一為十二秒

一為二十五秒此即侯失勒表第四類中四十六六十分

九二星也表分八類一明星氣二淡星氣三最淡星氣四行星氣有帶星氣有鬚星氣短光星氣

切異狀星氣五甚天星氣六最密星團七略密星團八疎星團此類最大者近奎宿及

常陳皆有之

星氣有與雙星相屬者其理最異如赤經二百七十一度四十五分十五秒距極一百零九度五十六分有橢圓星氣長徑約五十秒有雙星近長徑兩端俱係十等

星又斯得路佛測得赤經二百七十六度十五分距極二十五度七分亦有雙星大小不等居橢圓星氣長徑之二端又赤經二百零七度十五分五秒距極一百二十九度九分有橢圓星氣長徑二分近中點有密雙星皆九十等而大小略異相距不過二秒又梅西爾表中第六十四星氣人疑是密雙星更有數星氣亦如是星氣之畧作有法形其最奇者為梅西爾表第二十七道光十年赤經二百九十八度三分距極六十七度四十四分其狀作一小橢圓星氣有短頸相聯頸之疎密與二體略相等體頸四周漸外漸淡成橢圓總胞小橢

圓居胞之短徑上測以徑十八寸之回光鏡見其面有星疎列而不能辨其皆為星否羅斯用倍大回光鏡測之則見分為無數小星中有星氣相雜而所見之狀不若小鏡之甚異也又第五十一其赤經二百度三十九分四十五秒距極四十一度五十六分測以徑十八寸之回光鏡見為球體星氣大而且明球外有一光環環之光不停勻五分環周之二分為二層其一層略向上與原環不同面別有小而明之圓星氣距環約如環之半徑用羅斯徑六尺之回光鏡測之則前所見向上一層今見作卷形又聯環與中體之諸帶亦似欲成卷形

外之小星氣以細而曲之光線與環相聯此星氣全體俱可分爲無數微星焉

星雲爲星氣之別一種俱爲無法形其面最廣其狀與光各各不同惟其方位近天河之邊則俱同焉略遠者近參宿距天河大圈僅二十度距天河視界十五度則仍在近天河左右一帶之內也前第五卷用目視條言天河有一分支從天船第三星卷舌第二星向畢昴二宿恐與此星雲相連焉故意星雲爲天河所分其方位可區爲四一參宿二老人三斗宿四天津益可信星雲爲天河之屬設我能見天河之全意必爲無法形焉

八圖者  
在前編

當伐第二星處有大星雲自順治十三年海更士測得後天文士恆作圖論之其圖各不同蓋遠鏡之力不齊所見之狀各異焉八圖乃用徑十八寸之回光鏡在好望角所測者其地之高度大于歐羅巴測較易此圖之橫得赤經度三十分其縱得緯度二十四分圖與天相反北在下西在左也星雲之最明處若猛獸之頭張口呀呀厥鼻如野豬面上有諸星散列與雲不相連前所云伐第二星爲六合星第六卷右近獸口最明處其六合星中乃星雲之空處稍暗處乃雲之不可分者近六合星最光明則獸之額也測以徑十八寸之回光鏡爲

無數小光塊，光不停勻，顯出粒粒之狀，知必為諸星所合成。用羅斯之回光鏡，或米利堅堪比日星臺之無暈鏡，測之始見為無數星密列而成。然欲獨察一星，雖精鏡不能，惟近而最密處見為無數光點，其為眾星無疑焉。伐第二星之北約三十三分，經度畧同，有二小星同為一星氣所函，其星氣明而有支狀，最奇。伐第三星亦為一厚星氣所函，用大力遠鏡細測之，此二星氣各有光一帶與大星雲相連，其光帶北行，意其又聯函參宿第二星及相近數小星之星雲。米利堅格致公會歲冊中，本特所繪之圖最精。

九圖者  
在前編

海山第二星在諸星雲密聚之處，其星雲滿方度如九圖約得諸星雲四分之一，占赤經三十二分，赤緯二十八分。圖之右為西，上為南，在圖外者不甚明，然益可見為無法之形，測以徑十八寸之回光鏡，無可分為星之處，中有橢圓洞，近洞最明而濃，然其光無分粒之狀，不若伐之星雲可辨為無數星也。此星雲在天河星最密而明處，其星在星雲面者多至一千二百，然此一千二百星與星雲相去甚遠，絕不相連，乃天河掩遮星雲耳。蓋近此星雲赤經三十度之內，約計天河每方度之星不下三千一百三十八，俱列于天空暗處，別無他星雲。

相雜故知此星雲在天河外遠至不可思議與我天河諸星各不相屬也

近斗宿第三星有星雲團聚處其狀甚奇難于形容中有一星雲合三星氣而成作無法形向內諸邊甚明向外光漸薄以至不見中間有空洞無光分三支作屈曲狀其中一星氣向內邊有三合星在空洞分支處又有一星氣如摺扇亦如鳥羽從一星出其星近三星氣梅西爾表中第八星氣作展疊狀中有橢圓形暗洞若干有一最明處似其中心其面之上稍偏有甚密之星團與星雲不相連亦非若前星雲函參宿第二星也又梅

氏表中第十九星氣距上諸星雲雖有數度然亦必同部此星氣作二弓相合形一明一暗合處有帶濶而明其中最明處可分爲諸微星團外有暗帶繞之其弓之背有不甚明之圓星氣與之相連

天津之星林亦爲幾個星雲所合成其中有一星雲爲長帶狹而曲發二三支過天津第九星南之雙星餘星雲赤經三百十二度二十分距極五十八度二十七分乃侯失勒維廉及約翰所測得俱爲獨星雲而梅森謂乃繁而異狀之星雲其狀作曲狹長帶之分支又作蜂房形此星雲與星相雜而蜂房空處無星

墨瓦臘尼雲狀若二白雲，又若割取天河二段，二形大略俱圓而微橢，然其界不整齊，大者更參差，似有光軸中間不甚了了，兩端漸廣，若橢圓線，其東邊有一小斑，色更明，乃異星氣也。後詳大雲赤經自七十度至九十度，距極自一百五十六度至一百六十二度，其面積方度者約四十二，小雲赤經自七度至十八度，四十五分，距極自一百六十二度至一百六十五度，其面積方度者約十，小雲之光月能奪，大雲不能奪，測以大力遠鏡，見其狀極麗雜，大雲更甚，大率爲衆星林所合成，其中有星氣徑十八寸之回光鏡不能分者，亦有諸星明晰易

分若天河者，又有球體星團或疎或密者，及無法形之星雲，有獨具異狀，他處所無者，統大雲中之星林，有二百七十八相近者，又有五六十，意必同部，計每方度約得六個半，較天球各處爲最密也。小雲中略少，然測得者已有三十七，相近者有六，凡球體星團，橢圓星氣，天河中甚少，其最多處距天河甚遠，此二雲中諸微星與天河無異，而有一切星氣星團攙入其中，是可異焉。大雲之視半徑爲三度，當作正球，則球頂底二點之距爲十分，球心距日之一強，故最近處之光力不太盛，而最遠處之光力不太微，此球內七八九十諸等星約六



白餘諸種星林約三百，又有無數微星散列其中，自十  
一等以下至微極而為星雲，人或謂此雲自頂至底遠  
至不可思議，譬從柱端望柱，故不覺其甚遠耳。余謂若  
只一雲，此說亦可通，然不當。二雲皆如是，故七八等星  
與難分之星氣，其距我遠近必如九與十之比，謂近是  
而前所云凡星氣皆諸星聚而成，尙未敢斷為定論矣。  
小雲中心偏西，有一最密之球體，星團目能見之，作淡  
玫瑰色，包于疎星白球中，甚美觀，其視徑十五分至二  
十分未定，即前表本卷所測得條中第一星氣也。大雲中有異  
星氣，狀若小彗之中體，目能見之，約為五百分本雲面

十一圖者在次編

之一，拉該勒會細測之，十一圖即測得之狀也。  
或言太陽有薄質包之，故與雲星同類，其証有二：一曰  
黃道光，二三四月間，若天氣清朗，日初入時能見之，或  
八九十月日未出前亦能見之，狀若光尖錐，其軸在黃  
道面內，頂點距太陽之視度自四十至九十不等，與軸  
正交之底自八度至三十度不等，其尖錐角包太陽于  
中，其頂出水星金星道之外，有時頂點距太陽九十度，  
則至地道矣。愈近赤道見之愈明，不可云北曉之類也。  
或云太虛中薄氣略厚處能阻彗星，此乃數萬彗星過  
最卑時所留尾上餘質積而成也。或云是太陽之本氣

然有如是氣胞當有攸率及大小而與中體同轉與動  
重學之理大不合也意或是無數小體與日相屬俱若  
小行星各有本道各有周時距我甚遠故視之甚微耳  
所見尖錐一若日光透門隙見光中無數微塵也此諸  
小體并之較日體尙甚微不可比故攝動不能覺然其  
各道相交則有時必相遇而相擊而或落于日中或落  
于行星中各國史中所載隕石隕鐵諸事即此物也西  
史有四人爲隕石所擊死周貞定王四年隕石于土耳  
其之哀可卜大摩大六七石後梁龍德元年以大利之  
那尼隕石于河中高出水面四尺明泰昌元年隕鐵于

印度本若之斜林特其王日杭格以鑄劍此後隕石于  
英國十六次一在倫敦嘉慶八年三月初六日午正法  
蘭西諾滿的之來格城空中有大火球裂爲數千石而  
隕徧散于地方里者七八十王命人往觀之不誣此外  
不能勝載昔人謂此係地面或月中火山口飛出者非  
也今人皆知是空中小體與行星同類其隕時有火光  
至地尙甚熱或于空中碎裂者蓋其下行速率遞增甚  
大與氣相磨力甚猛故發熱且生火也一日流星與上  
鐵石諸小體異當別是一質每見大流星曳長光或大  
火球經過地氣之上層有時過後所曳光帶留于空中

歷時數分始滅，有時發喧鬧聲，其體齧裂而隱，有時無聲而自隱，此必地氣外之物偶入地氣中而發光也。乾隆四十八年七月二十一日，有大流星經過歐羅巴州，從蘇格蘭之舌蘭島至羅馬，其速率一秒中約九十里，距地面一百五十里，其光較望時之月尤大，實徑一里半，其狀屢變，後分為數體並行，各曳光尾，為最異焉。或有時見流星多至無數，如花炮亂放，如雨雲交紛，光滿天空。歷數時之久，徧大州大洋皆見之，或兩半球皆見之。此必在立冬後五六兩夜，嘉慶四年道光三年及二十二二十四諸年皆然。其見史志者，攷之亦恆在此二

夜。又立秋後二二三兩夜亦有之，然不能如是之多。但常有二大流星皆曳光尾，徹夜不絕，又有數夜略可定其時，不如此。諸夜之確準，意地球行道每周至此處，必過無數流星繞日道之面，二二日始過盡，其過時諸流星及地球之路皆當作直線論。又諸流星俱若用同速平行而視地若定，故從地望之若俱從天空一公點發出，此與雲隙日光平行線之合點同理。九卷凡雲開微隙條故諸流星所行之弧線引長之，俱成大圈。立冬後五六兩夜所向之點，近軒轅第十二星。立秋後二二三兩夜所發之公點，恆近傳舍第七星。無論此二星與地平成何方位，皆然。

流星道非必與黃道同面，但設為橢圓，且兩心差無定，而各流星之速率及方向，無論與地同異，其所發公點之緯度雖大不同，未嘗不合理也。若諸流星勻列于此橢圓道，則地球繞日，每年必一次遇之。若諸流星分作數隊，依次相隨，行于橢圓道，而周時與地球不同，則或間數年一遇之，所遇之隊有疎密，故所見不同也。

近時天文家俱究心流星之理，便孫伯勃蘭特二人欲知其道與地道之交角，細測各流星初見至隱之時分，及恆星中之方位，用底線長五千丈，從兩端測之，知其高從四十六里至四百餘里不等，速率每秒中五十二里至一百餘里不等，其速如是，繞日無疑也。

道光二十七年七月初九日，有大流星過法蘭西提揆伯及巴黎斯，測如上法。土魯士星臺官白底推得其繞日之道為雙曲線，半長徑〇三二四〇〇八三，負兩心差三九五一三〇，最卑點距日〇九五六二六，與地赤道面之交角十八度二十分十八秒，正交點黃經十度三十四分四十八秒。依此諸根推之，此流星從最近恆星即視差天行三萬七千三百四十年而始至也。

諸流星之行道設有方向，速率略與地同，而又近地，則意必為地攝力所留而繞地也。若為實體能借光照地

則有時必于一刹那中見之即入闇虛而隱觀白底所  
測中有一疑其繞地如月其周時三小時一刻五分其  
距地心與地半徑比若二五三一與一比其距地面為  
一萬四千五百里也

談天卷七終

門生崑田清庸校

談天卷八

英國侯失勒 原本 海甯 李善蘭 刪述  
英國偉烈亞力口譯 大日本 福田泉 訓正

論地

欲知經緯星之大小遠近方位軌道及相屬之理  
必先於地面測之不明地之理則所測得之理俱  
誤故以論地居首

地為球體乃行星之一也第憑目所見則地甚大行星  
俱只一點地無光行星俱有光地不覺動行星刻刻移  
動悉皆相反是以人非大智聞此說未有不駭異者然

強分地與行星爲二類則推步諸曜俱扞格不通矣故天學入門當首明此理

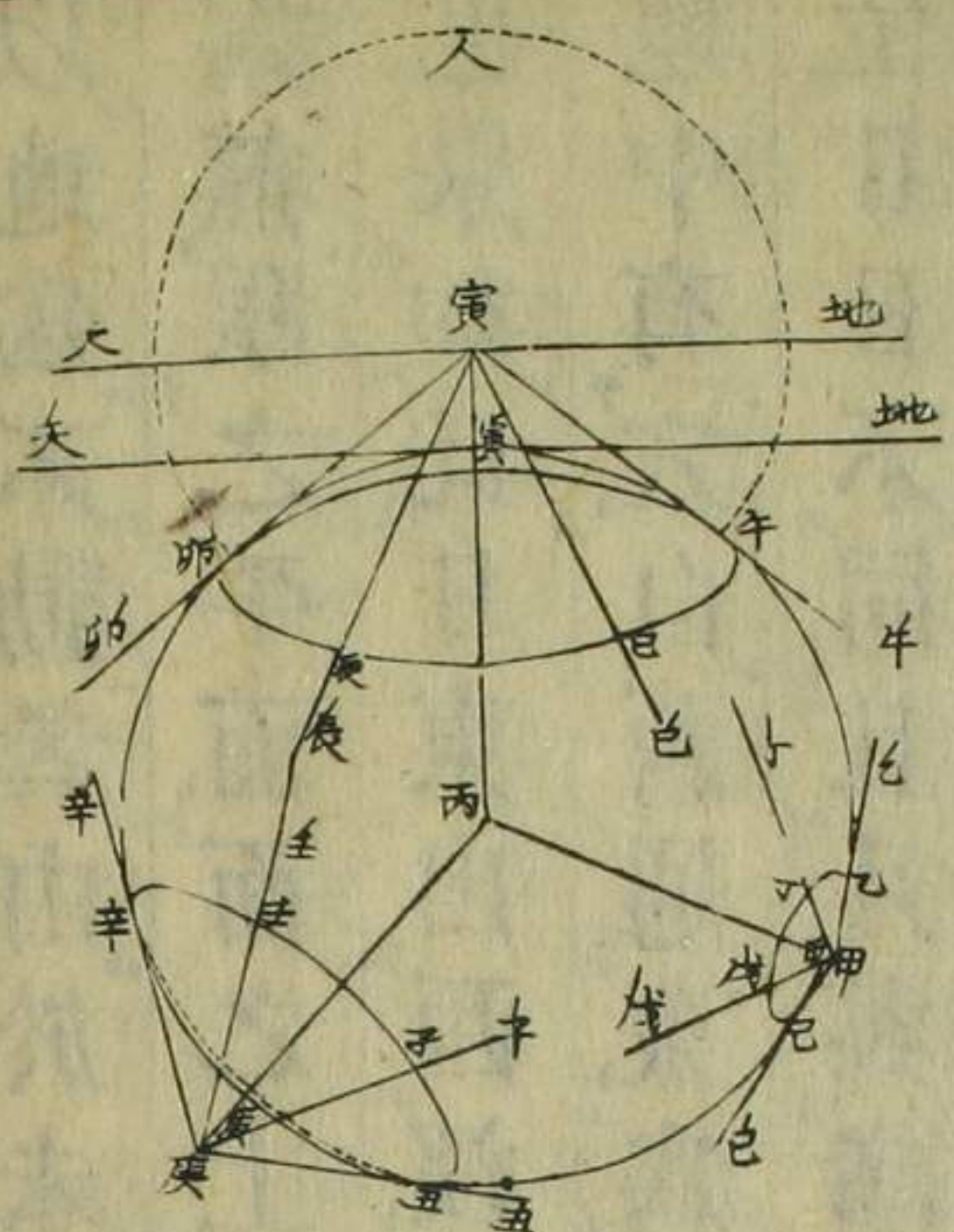
假如空中有諸物欲悉定其方位必先知我身之或動或靜若我身實動而誤爲靜則所定方位俱不合矣我身居地面動靜因乎地故欲定諸曜方位必先考地之爲動爲靜此實天學中最要事也

地係行星故地亦動地動而所載之物如山岳河海風雲之類莫不隨之俱動故人不能覺譬如舟不遇風浪車在坦道以平速行所載什物與之俱行人坐其中如居安宅初不覺動其理一也

以地爲不動者由於未明地之狀蓋常人之心必以地爲無限之平面面之上爲虛空面之下爲無窮深皆土也果如此日東出西沒將洞穿堅實之地底而過乎抑地中有穴自西通東爲日出入之路乎而日出入之方位日日不同且月與諸星亦每日出入將地有無數穴如蜂窠乎必不然矣故地不能無限廣且厚其體必有盡界而浮於空中四周無他物相連若然則地不難於動而反難於靜蓋無他物粘連之令不動則有力加之即動矣故地動無疑

欲明地之形狀必于大平原或大海面無林木峯巒礙

目之處測之凡陸登高塔海居船頂升桅末所見地面  
 水面必有一定界線四周成大平圓界線外不能見非  
 蒙氣遮隔也登高山頂則界線之周更大亦成平圓此  
 事無論何地皆然凡體無論何方視之其見界恒成平  
 圓則必為球體

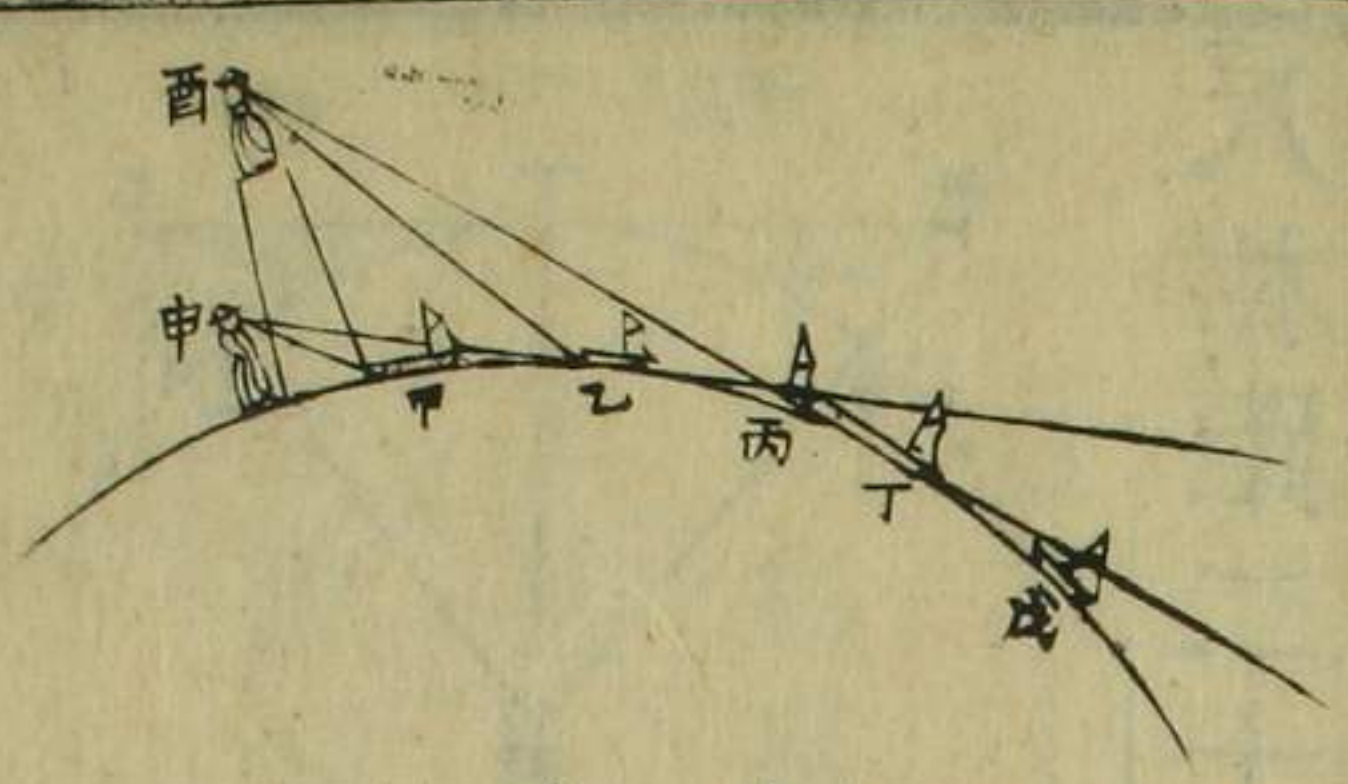


如圖丑辛卯午球為地丙為心  
 甲庚寅為高出地面之三點正  
 距地面申庚寅三點遠近不同  
 從寅作地面之切線寅卯卯  
 為切點即寅點所見地面界線

內之一點以寅寅為軸將切線旋轉一周必經過寅辰  
 辰寅巳巳寅午午諸切線切點卯必行成卯辰巳午平  
 圓人在寅則平圓內之地面可見其外不可見故名地  
 面界線卯寅午為對平圓全徑之角蒙氣不論名測深角即地  
 之視徑度寅距寅愈遠則卯辰巳午圓面愈大寅卯距  
 亦愈遠而卯寅午角愈銳地之視徑度愈小寅庚甲三  
 點高卑不同各有地面界線今但論最高者以例其餘  
 假設以卯寅寅午為規尺之二股寅點為活銷中銜一  
 球則寅點愈近球二股愈開寅寅合為一點則尺為球  
 面之切線夫地

寅寅正交地面于寅點垂準線必與寅寅合于寅點作  
 地平線天地必正交寅寅而與寅點之切線夫地平  
 人在寅點不僅見天地地平線上之天空并見天寅夕  
 地寅午二角內之天空故所見天空較半球多地午天  
 外一段其較角地寅午名地面界深度深度四周皆同  
 故地面界為平圓無疑

地面必有平圓界線者此非為平面而為球面之証蓋  
 界外不見非目力不能及乃日之視線直行不能如弧  
 線之彎故不見也是以地形大略如球海陸皆在球面  
 雖山谷有高深不過如橘皮之微不平耳



凡海船出洋人在海岸申望之未過地  
 面界雖漸遠漸小然俱見全身過界乙  
 後則一若沉入水中而漸不見至丙一  
 若船身全入水僅見桅至丁則并桅入  
 水幾全不見矣若人在高處酉令地面  
 界展遠至丁則船至丁時尙全見過丁

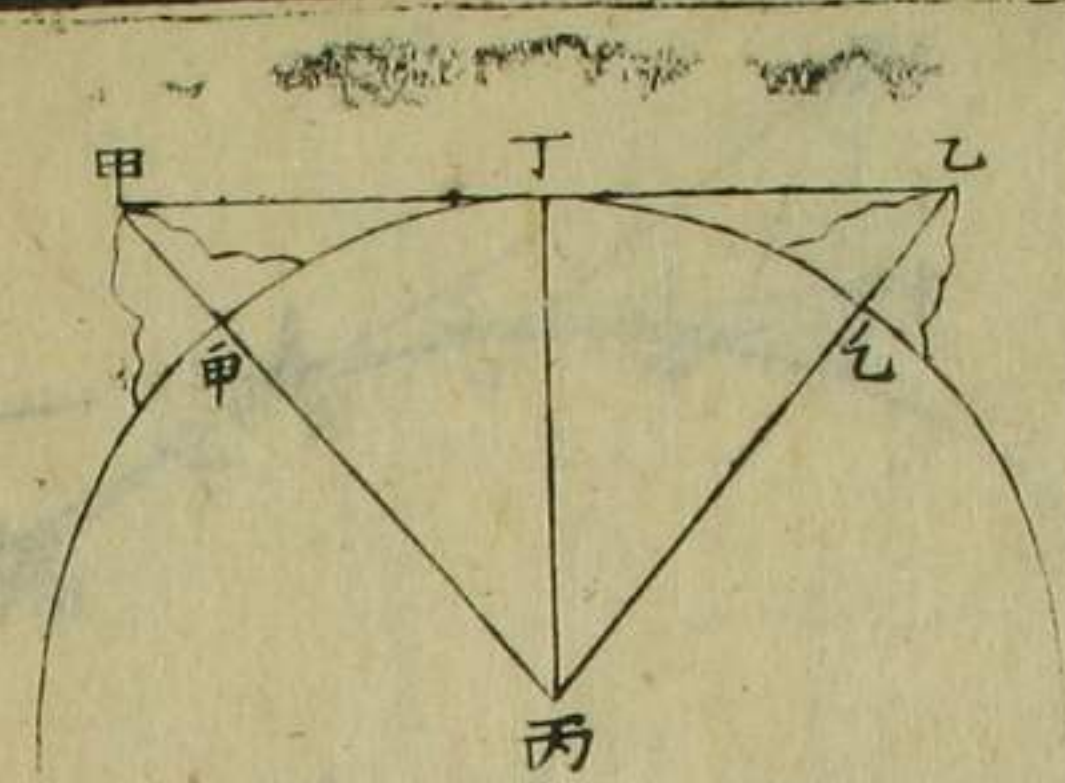
而漸不見然則船非因漸遠而不見乃地面界遮隔而  
 然也

昔阿爾蘭國都伯林之地有人曰煞特拉乘氣球上升  
 風吹過海近威勒士球忽下墜將入海時日已昏黑急



去藤床中之石，復上升至極高，仍見太陽，行至威勒士，乃下墜至地，再見日入，此亦地非平面之証也。

設有二峯等高，登此頂，僅望見彼頂，若無蒙氣差，則測其高及相距，即可推地球大小。



如圖，甲乙二峯，其高相等，為甲申、乙乙，相距為申丁乙，丁為中點，丙丁為地半徑。設峯高與距俱甚小，則乙乙與丁乙之比，若丁乙與倍丙丁比，故測得高與距，即可推地球半徑也。以數推之，有二點高于地面十尺，相距二十二里，無蒙氣時，相望與地面界參相直，別

得十尺為一百八十分里之一，置二十二折半，得十一以一百八十乘之，得一千九百八十，則一與一千九百八十比，為高與半距比，同于半距與地徑比，故以半距十一里乘一千九百八十，得二萬一千七百八十里，為地球徑。然地面有蒙氣差，此所推斷難密合，不過得其大約耳。

山之最高者，不能至十五里，較地徑約得一千六百分之一。假如有球徑十六寸，其微凸處不及百分之一，則其高略如一厚紙耳。故諸高山不過如諸細沙，而高原不過如一薄紙，壑之最深者，不過一里半。此如球面

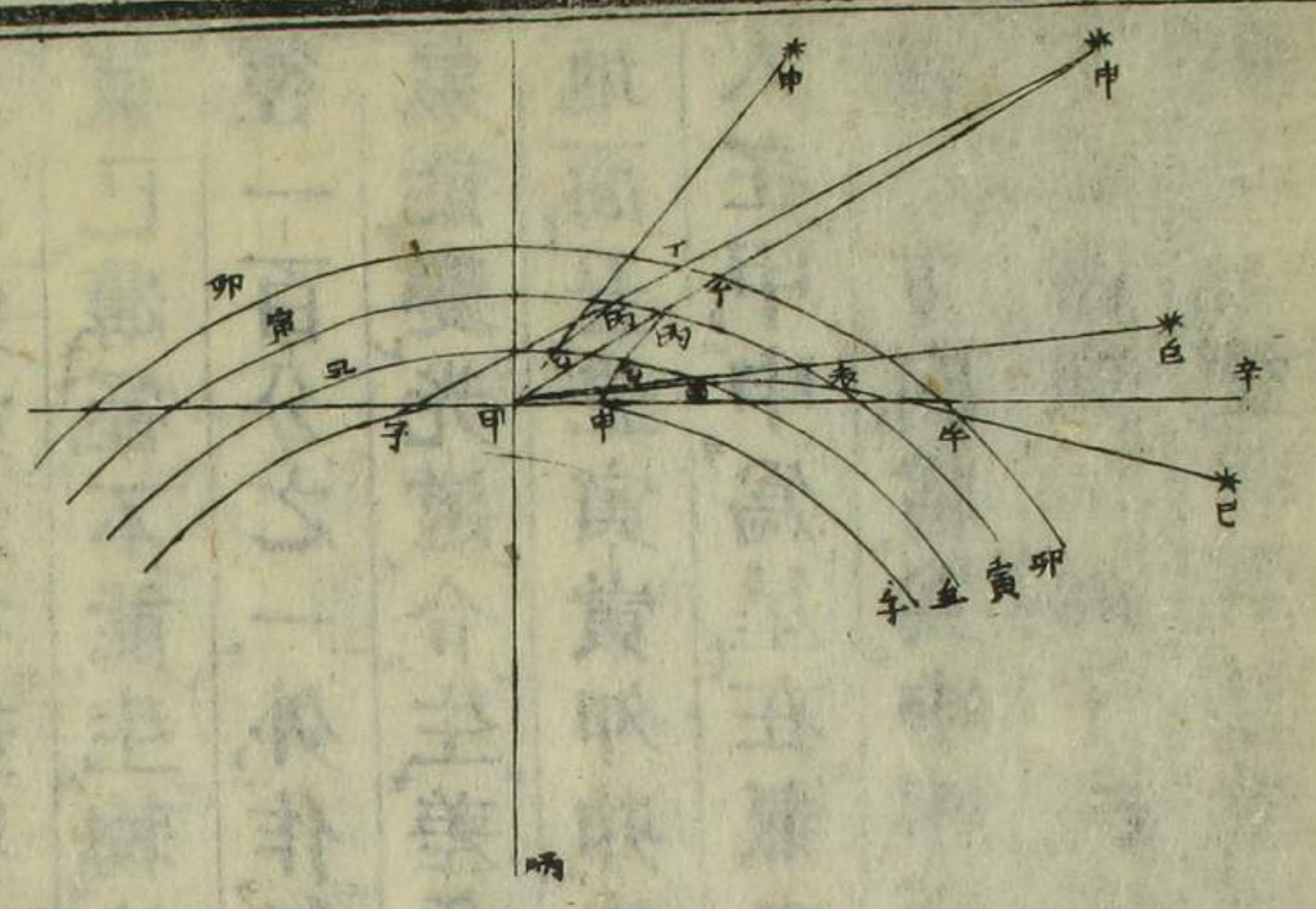
針芒之孔非顯微鏡不能見也而海之最深處略如山之最高則僅若點墨之着紙矣前條以橘皮之凹凸喻地面之高山深谷猶未確切也

凡人或乘氣球上升或登高山去地漸遠氣漸輕而薄呼吸必漸苦用風雨表測之高一千尺氣輕三十分之一高一萬零六百尺輕三分之一高一萬八千尺輕二分之一準此推之則氣愈高愈薄而無盡界雲最高不過二十九里測其氣重爲海面氣重八分之一故氣居地球之外近地最重漸上漸輕離地未遠已甚薄無迹矣無論地面何處離地若干則氣輕若干皆同故氣全

包地球可任分爲無數層逐層以漸而輕也

或云氣如水有盡界亦近理蓋高如地徑一百分之一氣已薄極不能生物故無論氣有盡界與否但高過地徑一百分之一外作無氣論可也

氣能變光道令生差角所謂蒙氣差也如圖子甲子爲地面丑丑寅寅卯卯爲氣之諸層與地面子子同圍心人在甲申爲星在氣之外若無蒙氣差則人視星其視線之方向當爲申甲而準光學理申甲光線遇氣面于子必曲向下如子丙在上氣甚薄曲甚微漸下氣漸厚曲漸大故申甲光線變爲申子丙乙申曲線遇地面不



切線也。光線恒曲而下。視線方向恒差而上。故視高度

在甲而在申，另有申子光線，無蒙氣差，當遇地面于子，因蒙氣變為申丁丙乙甲曲線，而遇地面于甲，故人目不能由甲申直線見星，而由甲乙丙丁申曲線見星。準光學理，光線入目之方向，即日見物之方向，故人見星不在甲申方向，而在甲申方向，即申丁丙乙甲曲線內甲點之

恒大于真高度焉。光線但有上下差，而無旁差。因環人目甲四周，其氣皆同，故其差角恒在星地心人目三點所居之申丙甲平面內。

蒙氣恒映卑為高，故諸曜在地平線時視之，亦有高度不第。此即在地平下視之，反在地平上。如日在地平下已點，光線成已午未酉申曲線，故人見在地平上已點，即甲點切線之方向也。

曜在申見在申，故必測定其差角。申甲申以減視高度，申甲辛方得真高度。申甲辛然測差角最難，其故有三：氣漸高漸薄，而漸薄之率未能定一也。氣之厚薄每因

寒暖而變二也、燥濕亦能變差角、而氣之逐層燥濕未  
有測法三也、因此三端、差角未能測定、故天文有數事  
亦未能定、以近時推步之精、言之、雖未定、其差亦甚微  
但精益求精、則必思求定耳、列蒙氣差角諸例于左、  
一、凡天頂點無差角、諸曜至此點與無蒙氣同、  
一、漸遠天頂、差角漸大、至地平爲最大、  
一、差角漸大之比、略如視點距天頂度、切線漸大之比、  
此例近天頂則合、近地平則不合、蓋切線驟增大、且  
有氣變諸事故也、

一、視點高四十五度、差角約一分、而在地平面、差角得

三十三分、大于日月視徑、故人見日月全體、初出地  
平、其真體尙俱在地平下也、

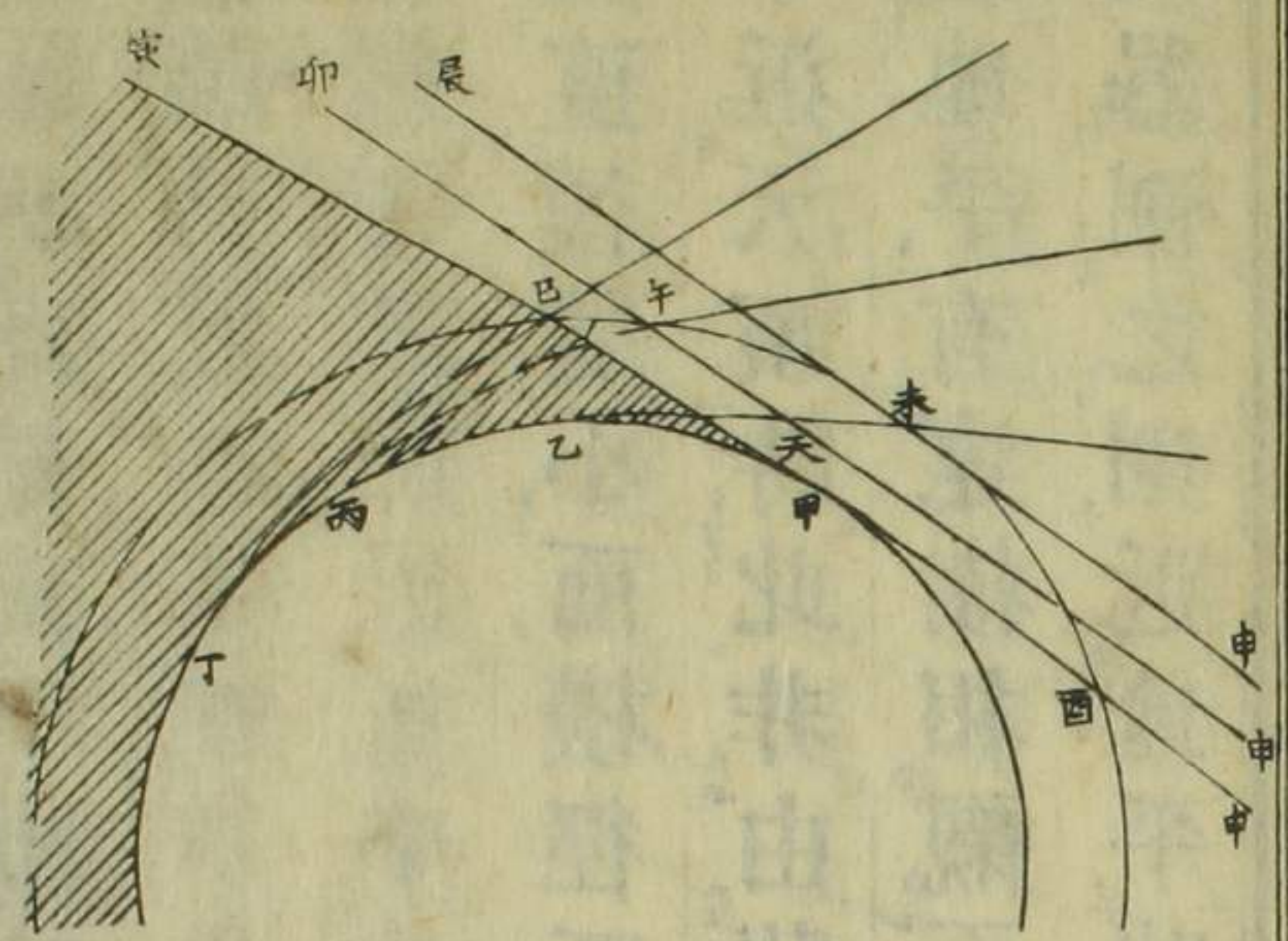
一、凡風雨針、以五十五度爲中數、升則差角變大、降則  
差角變小、升降十分之一、差角變三百分之一、

一、凡寒暑針、降則差角變大、升則差角變小、升降一度、  
差角變四百二十分之一、

蒙氣差角表、詳列各處自地平至天頂、諸高度之差角、  
再用風雨寒暑二針、隨時校正之、以加減諸視度、可畧  
得諸真度、

準蒙氣差角之理、則視日月在地平上之時刻、必大于

眞時刻而夜之時刻小於眞時刻不特此也日之視體  
 入地平後尙有朦朧影成長昏分此其故由蒙氣回太  
 陽之光返照地面而然也蓋光線遇物即返射氣中有  
 無數細質點能令光返照試于暗室中開微隙日光僅  
 漏入一線而滿室皆明此其証也如圖甲乙丙丁爲地  
 面甲點見日在地平申寅光線恰切甲點而過申卯申  
 辰二光線在甲點之上三線出蒙氣在巳午未三點二  
 線入蒙氣皆微曲向下故出蒙氣成折勢申巳寅折勢  
 最大申午卯略小至申辰切蒙氣界未點而過不復折  
 甲寅線爲暗界乙丙丁諸點遞遠于甲入暗遞深甲點



尙有日之一線眞光又有巳未  
 酉甲一段蒙氣回光乙點日已  
 入地不能得眞光回光亦少僅  
 有地平乙未上巳午未天一段  
 蒙氣返射而已未點回光最盛  
 漸近巳漸微至巳而無丙點則  
 僅有地平丙午上巳午人一段

同光更小于乙點至丁點則無回光而爲夜矣

凡光線斜入氣中無論自上至下自下至上不能直射  
 必曲向下故或測星或測高山皆有差角但蒙氣差逐

層不同，地面之物僅有下諸層，差而無上諸層，差與諸曜異，故名地蒙氣差以別之。

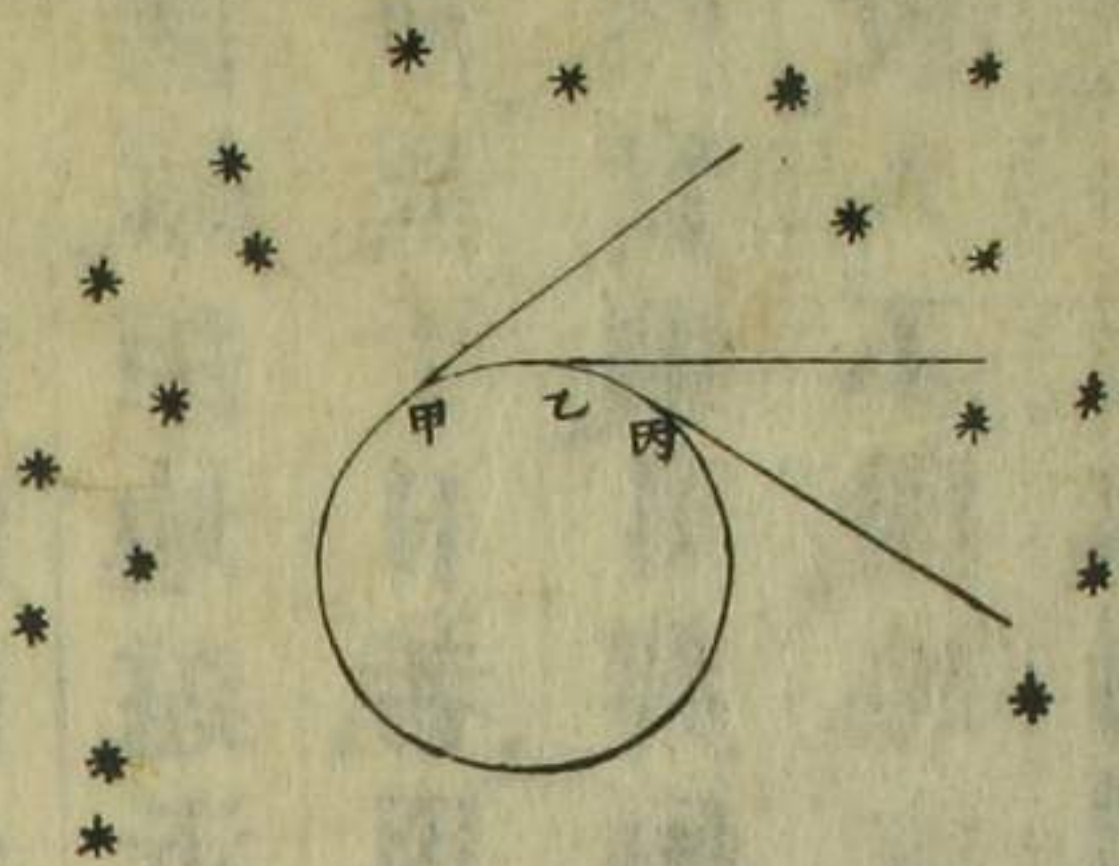
蒙氣差不獨變物之高度，且能變物之形狀，如太陽近天頂時，則見爲平圓，近地平則橫徑大于直徑，而見爲橢圓，最近地平，則下半更匾于上半，既非平圓，亦不成正橢圓，蓋漸近地平，差角漸變大，下差角大于上差角，故直徑變小，而橫徑不變也。人視日月近地平時，覺大于近天頂時，此非由蒙氣差，亦非目誤，乃意會之誤。蓋遊地平，有遠樹相觀，而覺大，近天頂，無物相觀，而覺小，用器測之，則近地平時，日之視徑與近天頂時，畧同，月

之視徑，非特不變大，且反變小，離人目更遠，故也。

準上諸條，蒙氣界與地面相距線較之地半徑爲甚小，天空諸曜距地俱甚遠，不在蒙氣內，與地不相涉也。諸曜距地遠近不一，近則見大，遠則見小，人視月大小無異于日者，因遠近相懸，而然。視日月俱大于恒星，亦然，實則日與恒星大小畧同，而甚大于月也。

設人不附地，立于空中，盡見上下四周天空諸曜，一若爲一大球，諸曜皆在球殼而已，在球心也。人居地面，則不能見地平，下諸曜升最高處，有地面界深度，加蒙氣差，所見亦不過二度，且不能了了，蒙氣昏濁，故也。故若

人不遠行，星不自移，地球不自轉，則地平下半，諸曜永不能見矣。人在地面，略移其處，則所見天空界亦必畧移。譬人背大樹而立，樹後諸物俱不能見。環樹而轉，則盡見四周之物。故人每日向南行，則每夜必見南方新出地平之星。地平界漸移而南，反若天星漸移而北也。觀圖中甲乙丙三點之地平界，理自明。



地球自轉，人居地面，亦隨之而轉。然不覺者，因地平上諸物與之俱轉。一切山河林木房屋俱不變狀。大塊全

動極安穩，故也。而天空諸曜不與地連，反若刻刻移動。與人繞地球行無異焉。故前圖或人不動而地轉，人隨之自甲至乙，至丙，或地不動而人行，自甲至乙，至丙，見天空界移換同也。譬人或繞樹轉，或倚樹，樹轉而人隨之轉，理無異。所異者，一則能見樹全體，一則僅見樹之一面也。

地球自轉，故地平界之東半向下行，而西半向上行。然其行人不能覺，故反疑諸曜漸移。見地平界吐星而曰：星出地平焉。見地平界掩星而曰：星入地平焉。嗚呼，亦傾矣。

準重學理地自轉必有定則二一其轉不變方向恒用平速一轉必有軸軸之兩端不變方位或曰物既自轉則軸未始不可變方位曰正體行於空中不遇他物亦無他力加之其軸斷無變方位之理也  
設自轉不用平速或軸變方位則視天星必有變行而自古測諸星周時載於典籍者俱與今同故云地球之轉必依二定則焉  
欲知地球自轉之說于理合否當先考天體左旋與地球自轉目所見盡同與否

一設居赤道北夜觀天則見諸星皆行平圓線圓之大小各不同在地平界上之度多少亦不同正當地平圈午點之星纔出即入其度最少自午點迤東地平所出諸星其度漸增平圓漸大自出至入歷時亦漸久出地  
點在午點東若干度則入地點在午點西亦若干度而出知點者必入西點自出至入恰得六時在地平界上之度恰得半周其平圓爲最大自知點迤北地平所出諸星其時遞增于六時其度遞增于半周而平圓漸小至子點之星則漸降切地平而過又漸升不復入地子點上面諸星則常在地平界之上平圓俱全見而漸小至于一點即北極也北極無星而有相近之星名極星



極星之平圓最小，非細測幾疑不動焉。諸星每日皆于本平圓行一匝，而其相距之方位不變。聯一切星爲諸星座，諸座向地平界之體勢刻刻不同。最甚者，北方諸星座常見不隱者，其向地平界體勢有時相反。然各星座距極之體勢永不變，故無論何時，無論離地平若干度，測各座之形狀亦永不變。然則聯周天星爲一大座，必如一星圖畫于球殼，地爲球心，球之軸貫北極斜交地平。

一、冬時澈夜觀天，則昏所見沒于西方之星，且必見其復出東方。昏所見初出東方之星，且必見其已沒西方。故昏所見半球諸星，且已全沒，而且所見半球諸星，乃昏所不見者。然則一夜中已盡見全球之星，故上所云聯周天星爲一大星座者，此大星座布滿全球也。是則地平上之半天球恒有星，晝不見者爲日光所奪耳。若用最精遠鏡，當正午能見最小星，而坐深井或煤洞中，雖無遠鏡亦能見金木二星。若知其經緯度，不須遠鏡亦不必坐深井，但竭目力察之，亦能見也。又日食旣大，星俱見，此尤明証焉。

一、全球之星雖依次遞隱遞見，然地平上近北極一段常見不隱，地平下近南極一段常隱不見，其常隱段界

上之星每漸升切地平界而過復漸降猶之常見段界上之星每漸降切地平界而過復漸升也蓋球面每點必有正相對之點地平界既中分球面則有出地之北極點即有入地之南極點繞北極既有常見界中諸點則繞南極即有常隱界中諸點一一相對也

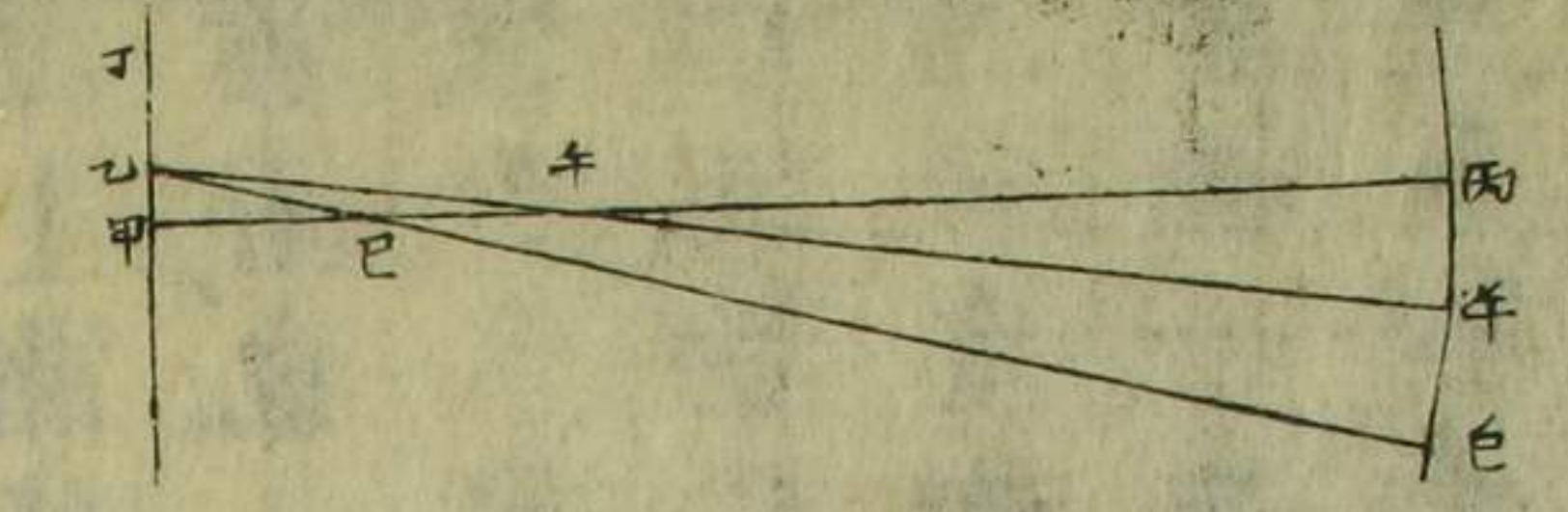
欲觀常隱界中之星必向南行向南行則前所見北方諸星或切地平界而過或并不切地平者今俱見其入地矣其初入地即出漸南則入地漸久然繞北極如故蓋北極漸低故也北極低若干度則南極于地平下升若干度故愈南則見常隱界中之星愈多直至赤道則

二極俱在地平界而全見天球諸星此即前繞樹而轉之理也

準上諸條則謂諸星不動而地球每日自轉一周于理亦合也

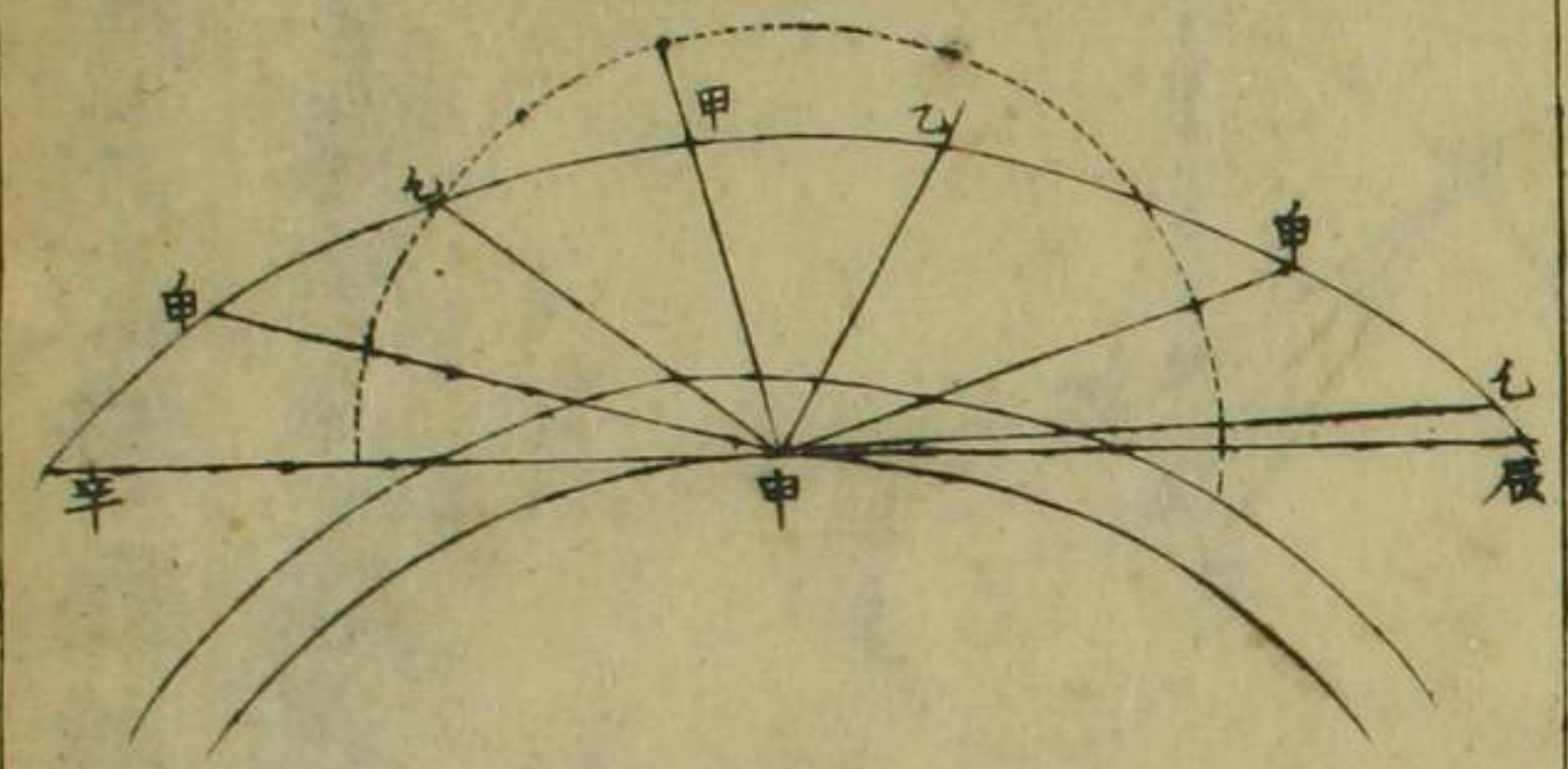
假如人定立一處四望峯巒林屋遠近不一略移數武則諸物之近者方位各大變如向北行則初見在正東西者俱漸退後一若物之向南行也初見一線上之物若相合者今見其相離初見其相離者今適在一線而見其相合而遠物則但覺微變如初見在正東者行三四里仍見在正東也此何故蓋由人心有一虛空之平

圓周以己目為圓心人行則此平圓隨之而行設行于

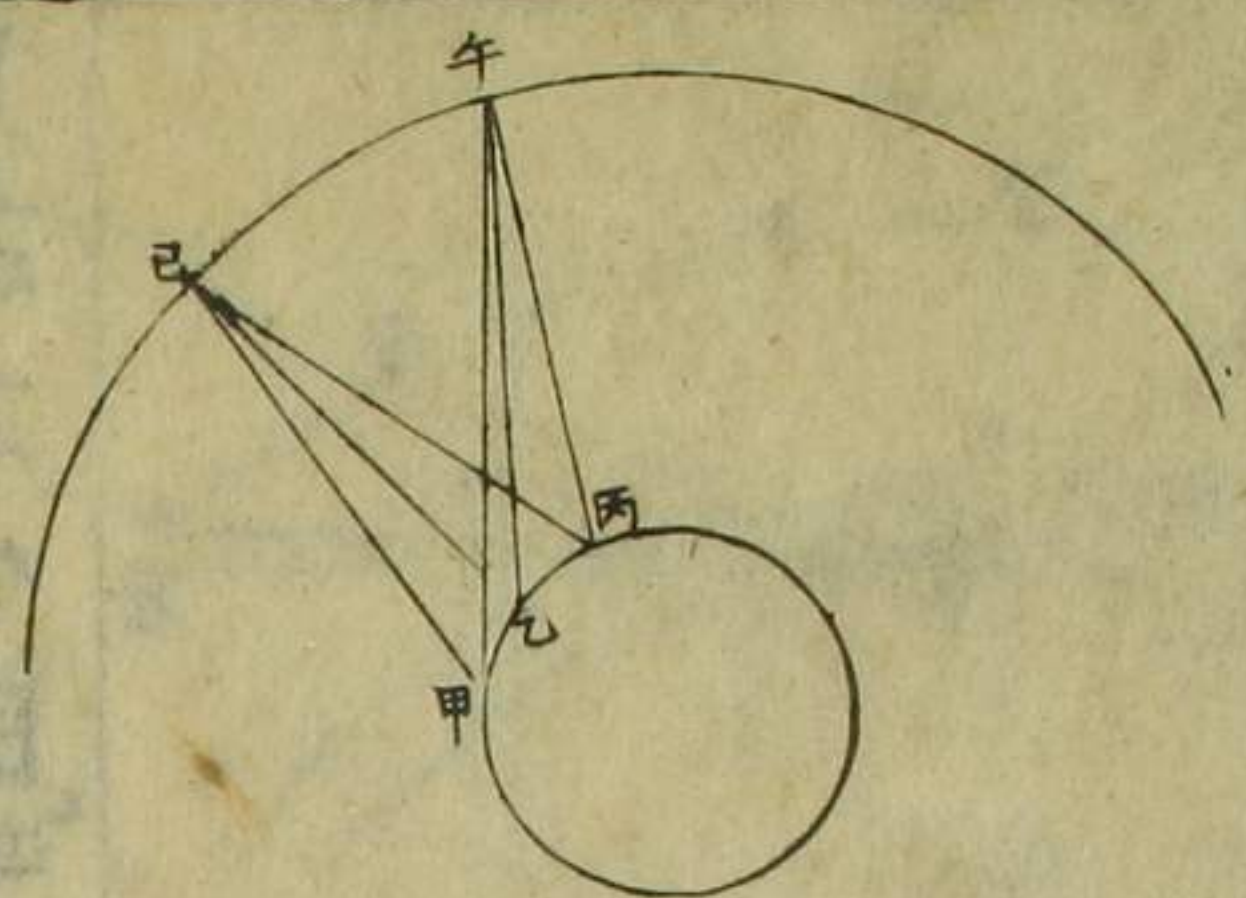


甲丁線在甲時見巳午二物同在一半徑線  
甲丙內行至乙則甲巳丙變為乙巳巳甲午  
丙變為乙午午此二視線以巳午為心而旋  
而二線遇虛空圓周之點向後而移巳物近  
巳點之移速午物遠午點之移遲故甲巳乙  
角大于甲午乙角即丙巳巳角大于丙午午  
角凡視線漸移所生視差角即今視線與原  
視線之交角也如人于甲乙二點望巳物其視差角為  
丁乙巳丁甲巳二角之較夫丁乙巳為乙甲巳三角形

乙角之外角依三角例必等于甲巳二角之和故丁乙  
巳丁甲巳二角之較等于甲巳乙角也準此理則視差  
角之大小由于物距人目之遠近若物甚遠則視差角



甚小而不覺人視之若不變方位也  
星之距地必甚遠否則在天頂時其視  
徑及星座所占之度必大于在地平時  
以圖明之如申乙甲乙申乙三弧俱等  
人在申望之則甲申乙角必大于申申  
乙角而星則無論在甲乙在申乙用最  
精之器測之不見有差角任于地面何



處測之皆然故星距地必甚遠以視地半徑蓋甚微矣  
 于高平之地以數百步為徑作大平圓任取其周甲乙  
 丙三點用象限儀測地面界上巳午二  
 物成巳甲午巳乙午巳丙午三角目中  
 雖不覺有視差然察儀器實有微差物  
 之距目縱十萬倍于平圓徑用最精儀  
 器測之亦能得其差而于地球赤道上  
 用最精器測星略無微差故星距地球  
 必遠于十萬倍地徑也  
 假若有人居恒星上用我所用之儀器以望我地球必

不能見又當恒星處設有體大若地球我用器望之亦  
 不能見故若自我日至恒星作一平面又于地心作一  
 平面與之平行此二面雖永不相遇然自地望至恒星  
 處則二面若合為一不能分也命地心之平面為真地  
 平我目之平面為視地平至極遠若合為一處為天空  
 地平界則或居地心依真地平界望星或居地面依視  
 地平界望星俱見在天空地平界上無纖毫異也  
 觀上諸說則或人居一處而星環行或星不動而人依  
 正東西線繞地球行所見無少異也又或地不動而諸  
 星西轉繞地或諸星不動而地球東轉所見無少異也

談天卷八終

門生池田正慶校

一  
部  
三  
冊