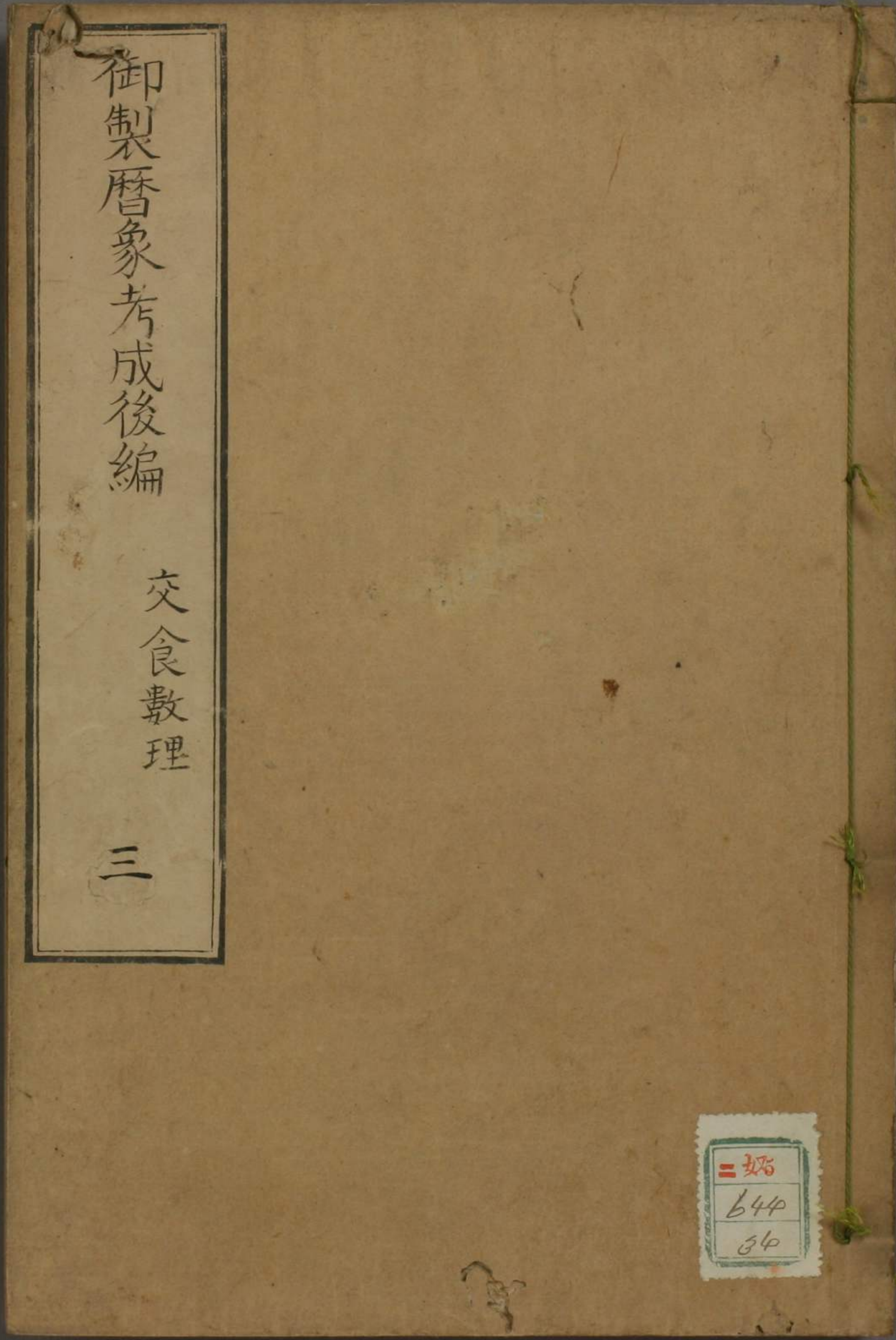
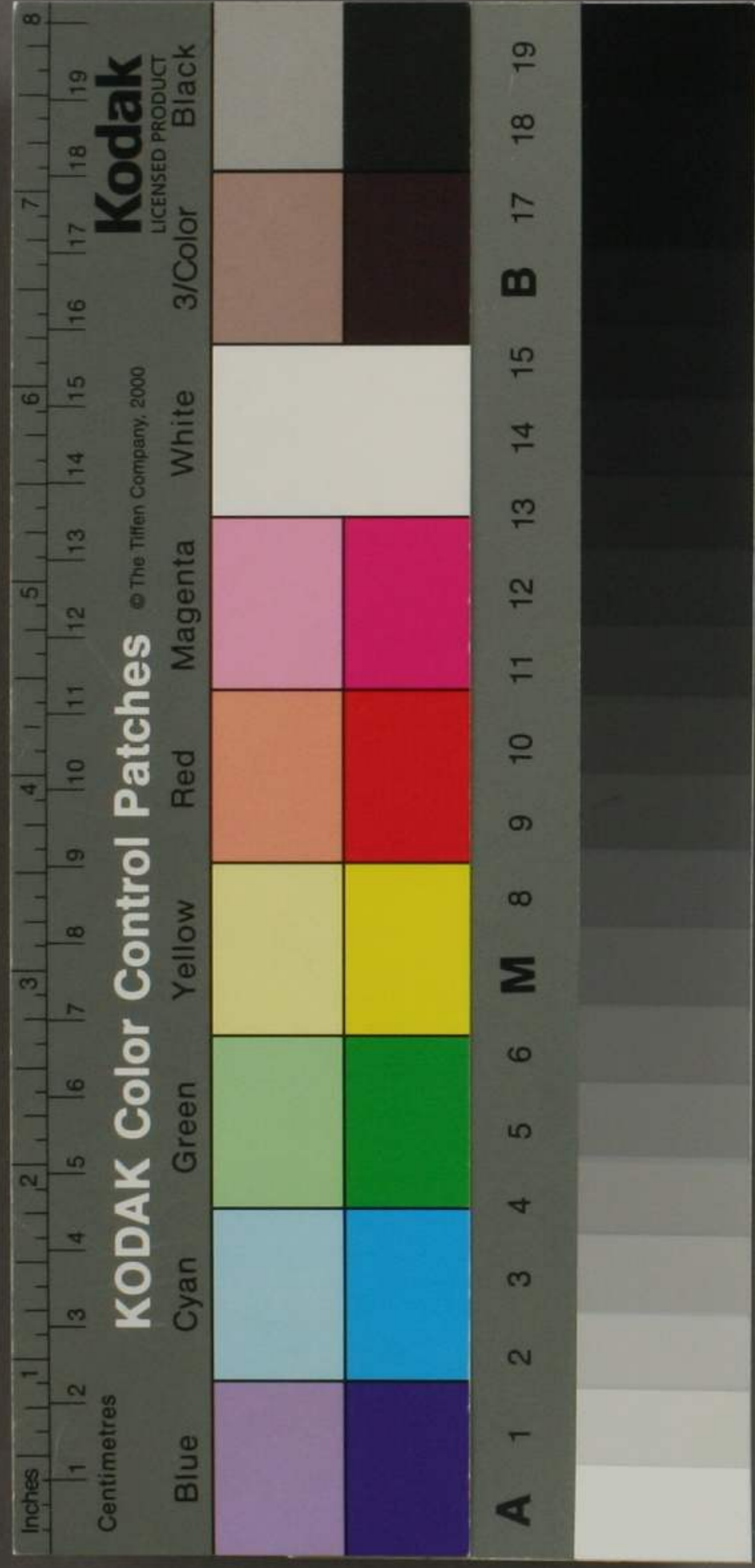






御製曆象考成後編卷三

久食數理

久食總論

用日躔月離求實朔望

用兩經緯求日月交過時刻及合離望晦

求月食初虧後復明時刻及食分

求日月食所經地度之比例

求日月食所經地度

求黃道兩極高度



御製曆象考成後編卷三

交食數理

交食總論

用日躔月離求實朔望

用兩經斜距求日月食甚時刻及兩心實相距

求月食初虧復圓時刻

食既生光附

求日月實徑與地徑之比例

視徑附

求影半徑及影差

求黃道高弧交角

求月食初虧復圓併徑黃道交角 即緯差角

求白經高弧交角

求高下差

求日食食甚真時及兩心視相距

求日食初虧復圓時刻 方位附

求日食帶食

交食總論

日月相會為朔相對為望朔而同道則月掩日

而日為之食望而同道則月亢日而月為之食

朔望日月皆東西同道而顧推步之法月食猶易而

南北不皆同道同道則食日食最難以月在日下人在地面隨時隨處所見常

不同也自大衍以至授時其法浸備我朝用西法推

驗尤精上編言之詳矣近日西人噶西尼等益復精

求之為新表其理不越于昔人之範圍而其用意細

密又有出於昔人所未及者如求實朔實望用前後

二時日月實行為比例。昔之用平朔平望實距弧者未之及也。日月兩心相距最近為食甚。兩周初切為初虧。初離為復圓。皆用兩經斜距為比例。昔之用月距日實行者未之及也。日食用圖算月之視行不與白道平行。帶食日在地平。視差即圖之半徑。月之視距即見食之淺深。昔之言視差者亦未之及也。雖其數所差無多。而其法實屬可取。其他咸因屢測而小有變更。或因屢算而益求簡捷。則又考驗之常規而推步所當從也。各為之說如左。

用日躔月離求實朔望

從來求實朔望有二法。一用本日次日兩子正日月黃道實行度比例。其相會之時刻為實朔。相對之時刻為實望。推逐月朔望用之。見下編推令以已有本年逐日之日躔月離故也。一用本年首朔先求本月平朔望之時刻。然後求其平行實行之差比例。加減而得實朔望之時刻。推交食用之。見上編朔望有平實之殊篇及下編推日食法。因上考往古下推將來。不必逐日悉推其躔離而即可逕求其朔望故也。斯二法誠不可偏廢。但

從前交食求平行實行之差。太陰惟用初均。故甚整齊簡易。今求太陰初均。又有諸平均之加減。既屬繁難。而黃白大距。又時時不同。非推月離不得其準。故今交食推實朔望。合二法而兼用之。先推平朔望。以求其入交之月。次推本日次日兩子正之日。躔月離。以求其實朔望之時。又推本時次時兩日躔月離。以比例其時刻。較之舊法。似為紆遠。然太陰之行甚速。因遲疾差之故。一日之內。行度時時不同。且平行實行之差大者。至八九度。則平朔望與實朔望之相距

卽至十有餘時。今以前後兩時相比例。較之。止用兩子正實行度相比例者。固為精密。卽較之以距時為比例者。亦又加詳矣。

此附錄亦人必知者
子丑寅卯辰巳午未申酉戌亥
時至十時止今以黃道白道與
月食甚時刻及兩心實相距

用兩經斜距求日月食甚時刻及兩心實相距
新法曆書以實朔用時即為日食食甚用時以實望
用時即為月食食甚時刻皆黃白同經太陰白道度與太陽黃道度相等為黃白同經上編以此時兩心斜距猶遠惟自白極過
太陽作經圈與白道成直角太陰臨此直角之點兩
心相距最近始為食甚故以白道升度差為食甚距
弧以一小時月距日實行比例得時分與實朔望用
時相減方為食甚時刻月食即食甚時刻日食為食甚用時其法較前為加密矣
見月食五限時刻日食三限時刻篇近日西法用日躔月

用兩經斜距求日月食

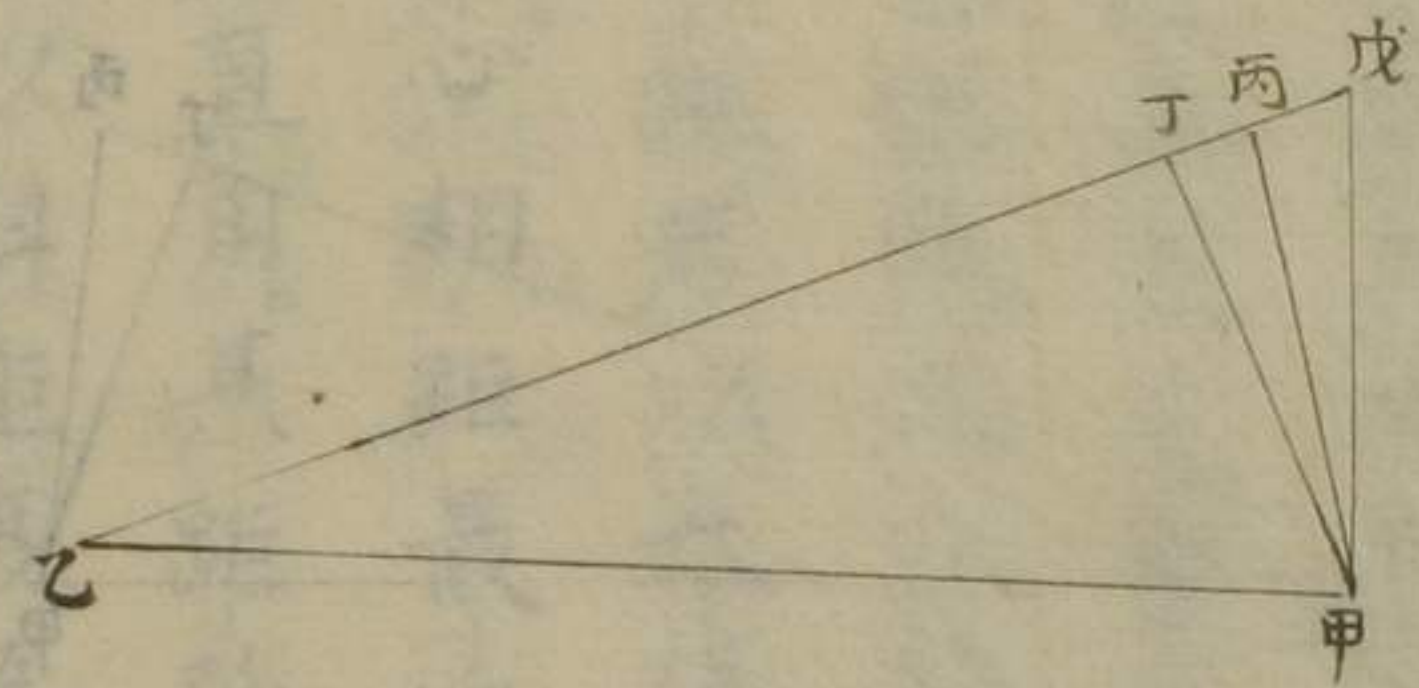
離比例。求實朔望。是為黃道同經。較之新法曆書。去食甚為尤遠。而其求食甚之法。則亦以兩心相距最近為食甚。實緯。以實朔望太陰距最近點之度為食甚距弧。又以太陽為不動。則太陰如由斜距線行。故求斜距。若以太陽為不動。則太陰如由斜距線行。故求兩心相距最近之線。不與白道成直角。而與斜距線成直角。其距弧變時。亦不以月距日實行度為比例。而以斜距度為比例。較之上編為尤近焉。雖度分時刻所差無多。而其理更為細密。圖說詳著於左。



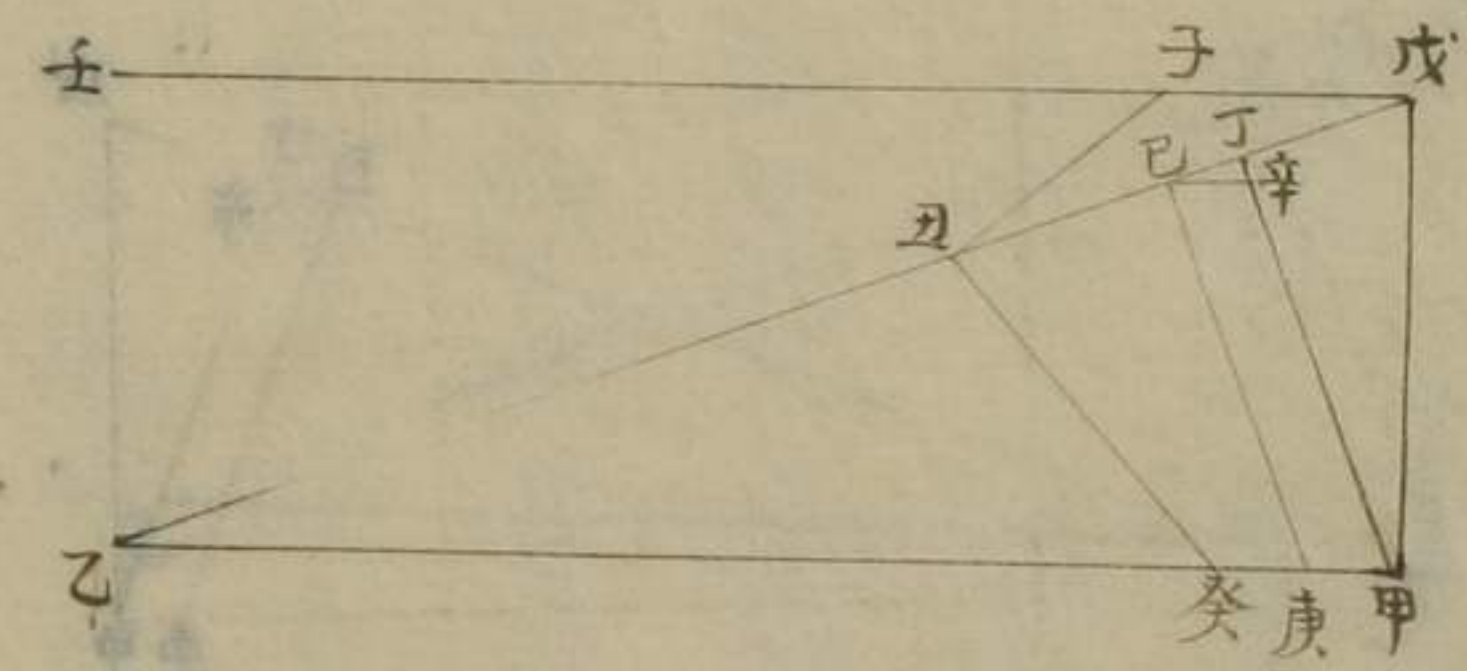
如圖甲乙為黃道。丙乙為白道。乙角為中交。新法曆書以日心在甲。月心在丙。為實朔。影心在甲。月心在丙。為實望。甲乙與丙乙等。是為黃白同經。無另求食甚之法。上編以月行至丁為食甚。甲丁距緯與白道成直角。較甲丙為近。故丙丁為食甚距弧。以月距日實行比例得時分。加於丙點實朔望之時刻。方為食甚時刻。今用日

甚時刻及兩心實相距

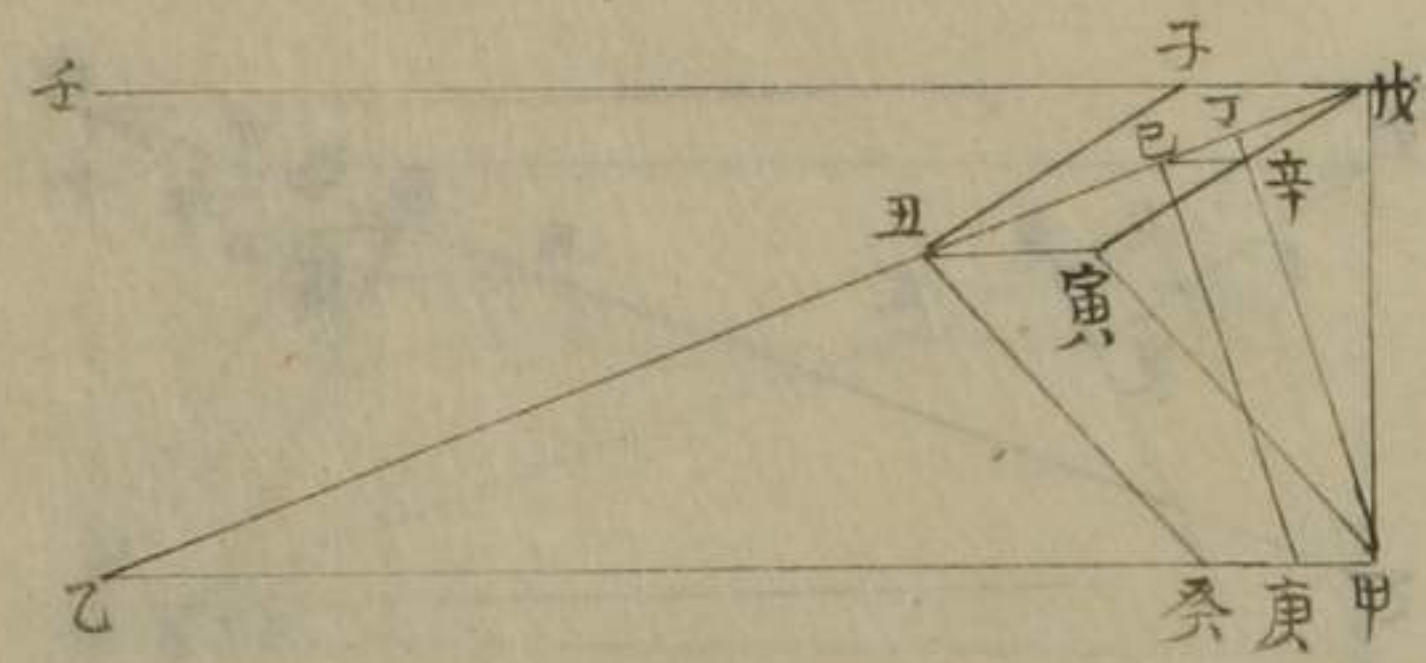
躔月離黃道度算。則以日心在甲月心在戊為實朔。影心在甲月心在戊為實望。甲戊距緯與黃道成直角。是為黃道同經。戊之去丁較丙丁為尤遠。按上編之法。當以甲乙黃道度求丁乙白道升度與戊乙太陰距交白道度相減。餘戊丁為食甚距弧。而仍以甲丁距緯為食甚兩心實相距。夫日月各有行分。日在甲月既在戊。速



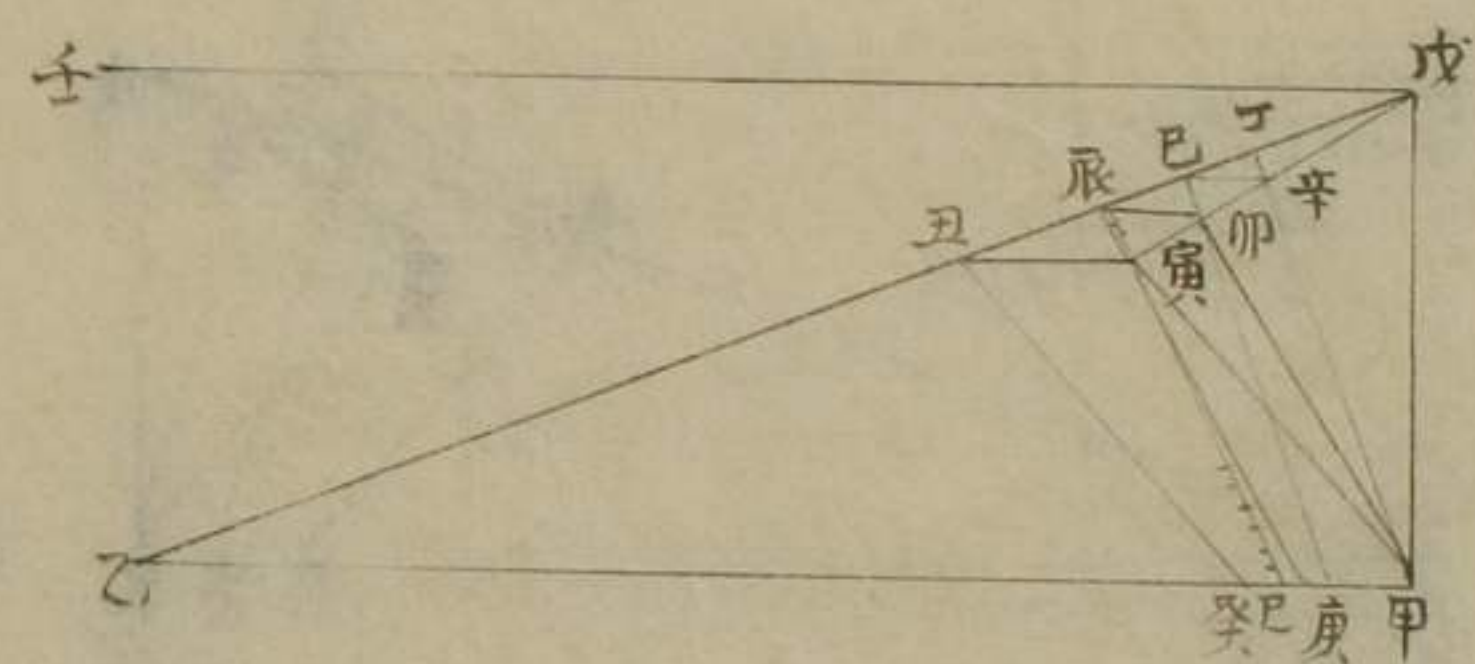
月由戊行至丁。則日亦不在甲。而顧謂甲丁為食甚兩心實相距。戊丁為食甚距弧者。蓋月由戊行至己。則日由甲行至庚。庚已與甲丁平行。甲庚與辛已等。庚已與甲辛等。丁已與辛已。甲丁與庚已皆相差無多。故借甲丁為與庚已等。為兩心實相距。借丁已為與辛已等。為日行。月食為影心行與日行等。而戊已原為月行。則戊丁即為月距。



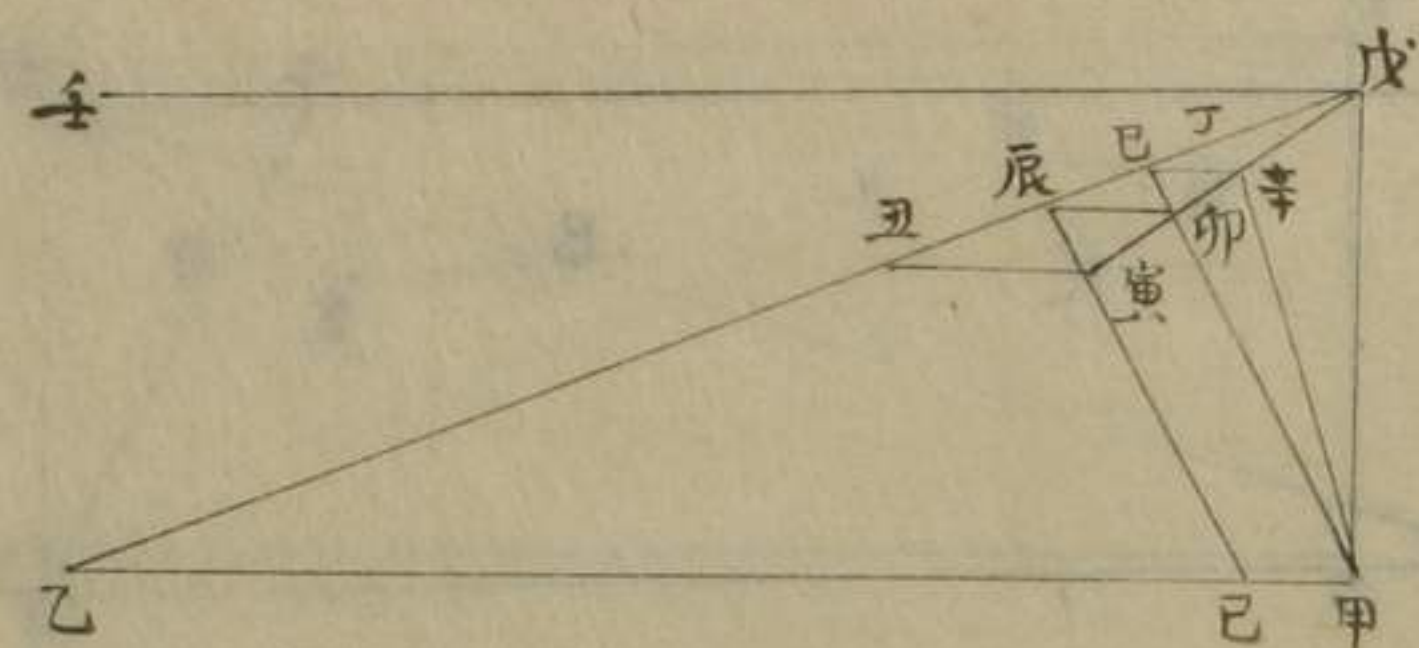
日之行故即以戊丁為距弧以一小
時月距日實行為比例即得食甚距
時也今求食甚之法以戊乙與甲乙
原非平行日月兩經常相斜距已點
固為直角相對之時而其相距尤近
必猶在已點之後試與甲乙平行作
戊壬線為黃道距等圈取一小時日
實行甲癸之分截之於子取一小時
月實行截白道於丑則子丑為一小



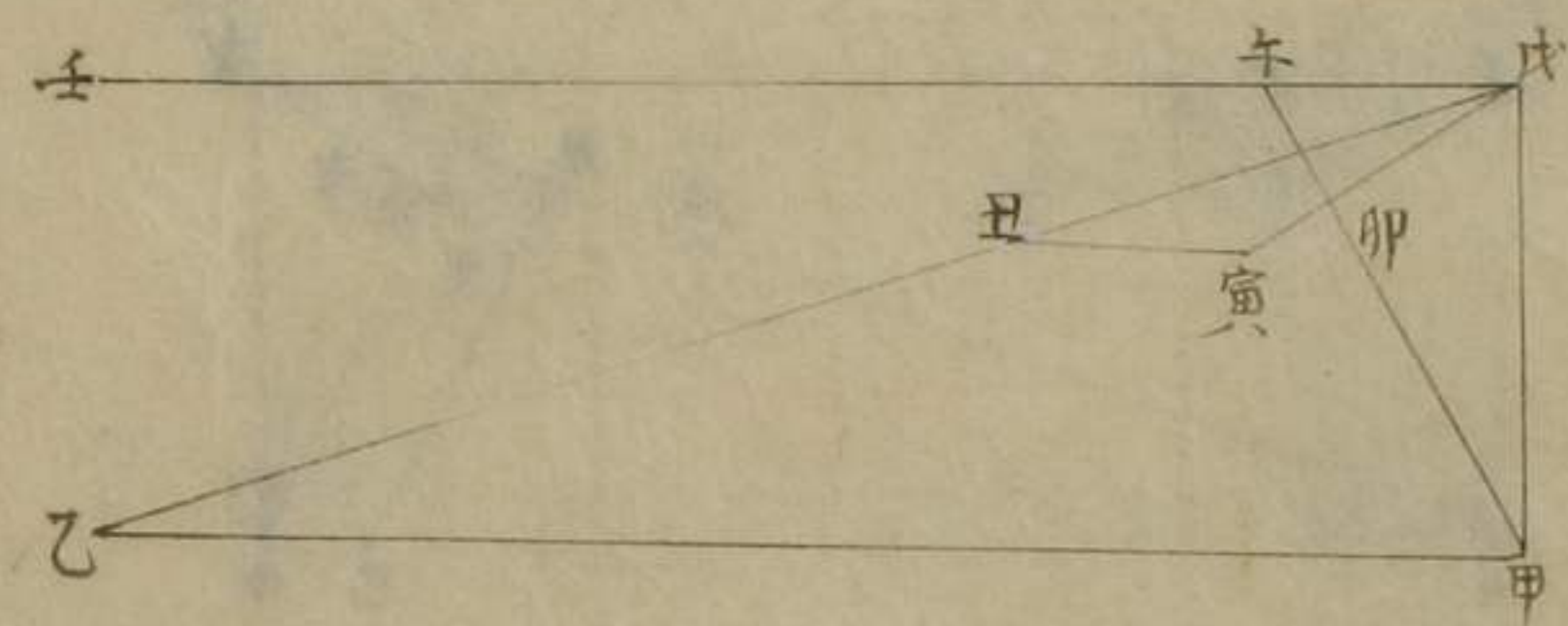
時兩經斜距又與戊子平行作丑寅
線與子丑平行作戊寅線則寅丑與
戊子等亦為一小時日實行戊寅與
子丑等亦為一小時兩經斜距戊寅
丑與戊辛已為同式形月行為戊丑
則日行為寅丑與甲斜距為戊寅月
行為戊已則日行為辛已與甲斜距
為戊辛是日月二道原非平行而兩
經斜距則常為一線若以日心為不



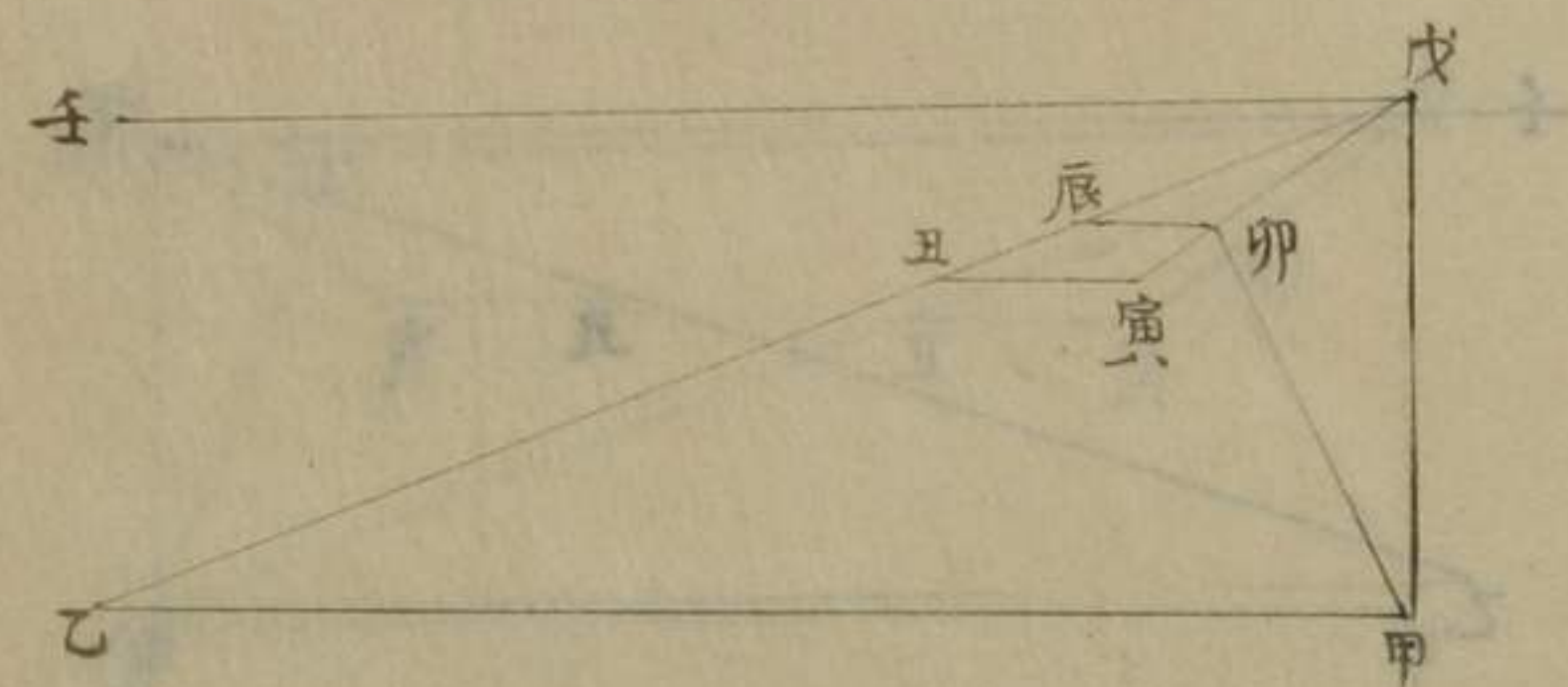
動將庚點合於甲。則月心已點必合於辛。將癸點合於甲。則月心丑點必合於寅。是月在戊丑白道上行。卽如在戊寅斜距線上行矣。乃自甲點與戊寅斜距成直角作甲卯線。與丑寅平行作卯辰線。與甲卯平行作辰巳線。則甲巳與卯辰等。為實朔至食甚之日。實行戊辰為實朔至食甚之月。實行辰巳與甲卯等。卽食甚兩心實



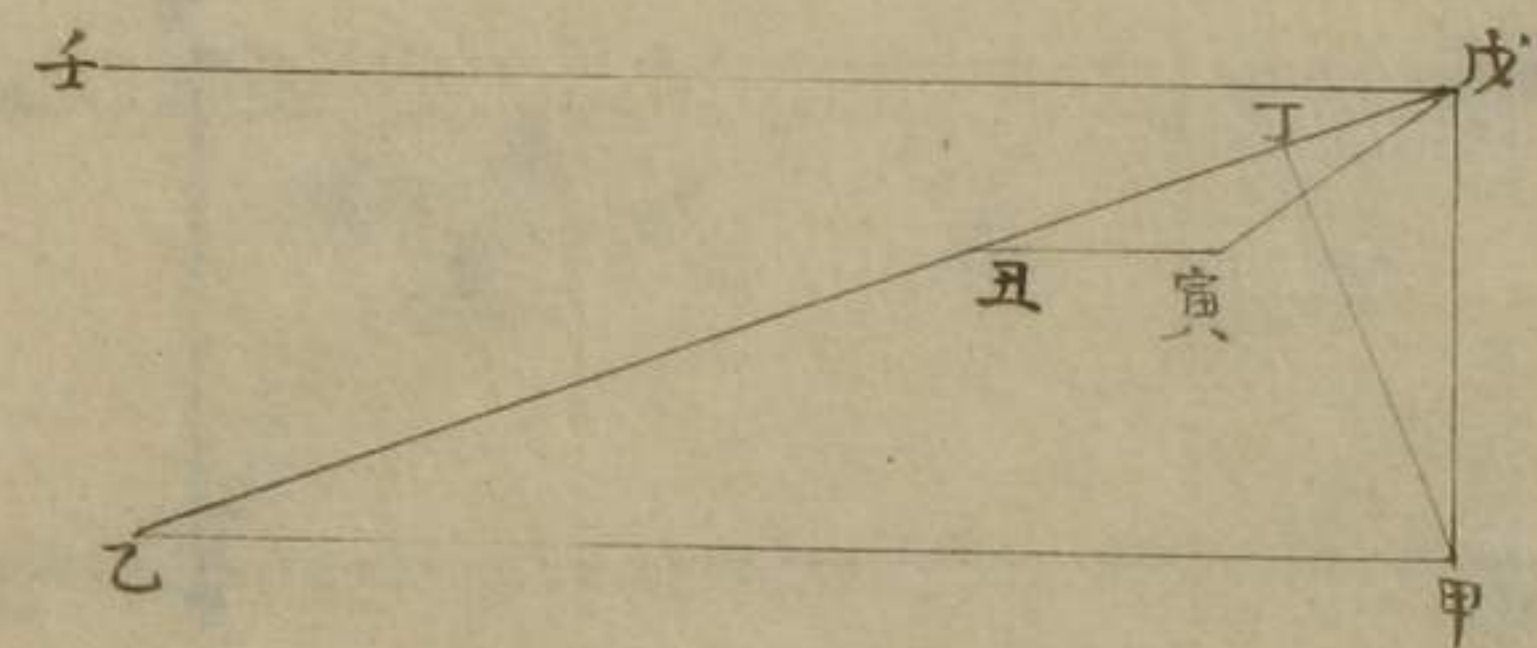
相距。甲卯相距之近。尤近於甲辛。甲卯
為股。甲辛為弦。
股必短於弦也。是月心臨於辰點方
為食甚。其實行在己點後也。若以日
心為不動。將己點合於甲。則月心辰
點必合於卯。故戊卯為食甚距弧。求
之之法。先用戊丑寅三角形。寅丑邊
為一小時。日實行。戊丑邊為一小時
月實行。丑角與乙角等。即本時黃白
交角。用切線分外角法求得戊角為



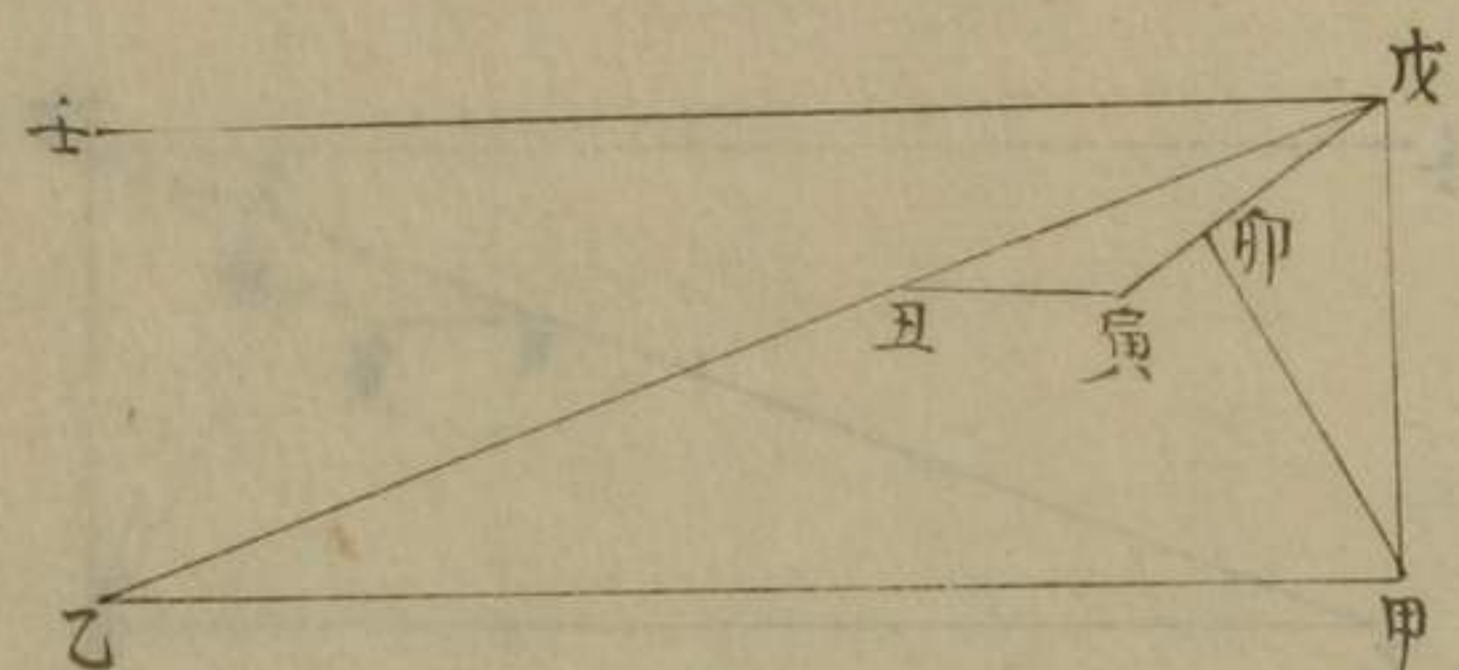
斜距交角差。斜距交角差者。乃斜距
之差。此本係弧線三角。因其
形甚小。故作直線算。以從簡易。並求
得戊寅邊為一小時兩經斜距。次用
甲戌卯三角形。以丑戌寅角與丑戌
壬寅白交角相加。戊壬寅丑二線皆
與甲乙線平行。故
與乙角等。得寅戌壬角為斜距黃
道交角。即與卯甲戌角等。甲戌壬與
戊卯壬皆為同式三角形。最
寅戌壬角與卯甲戌角等。乃以半
徑與甲角餘弦之比。同於甲戌與甲



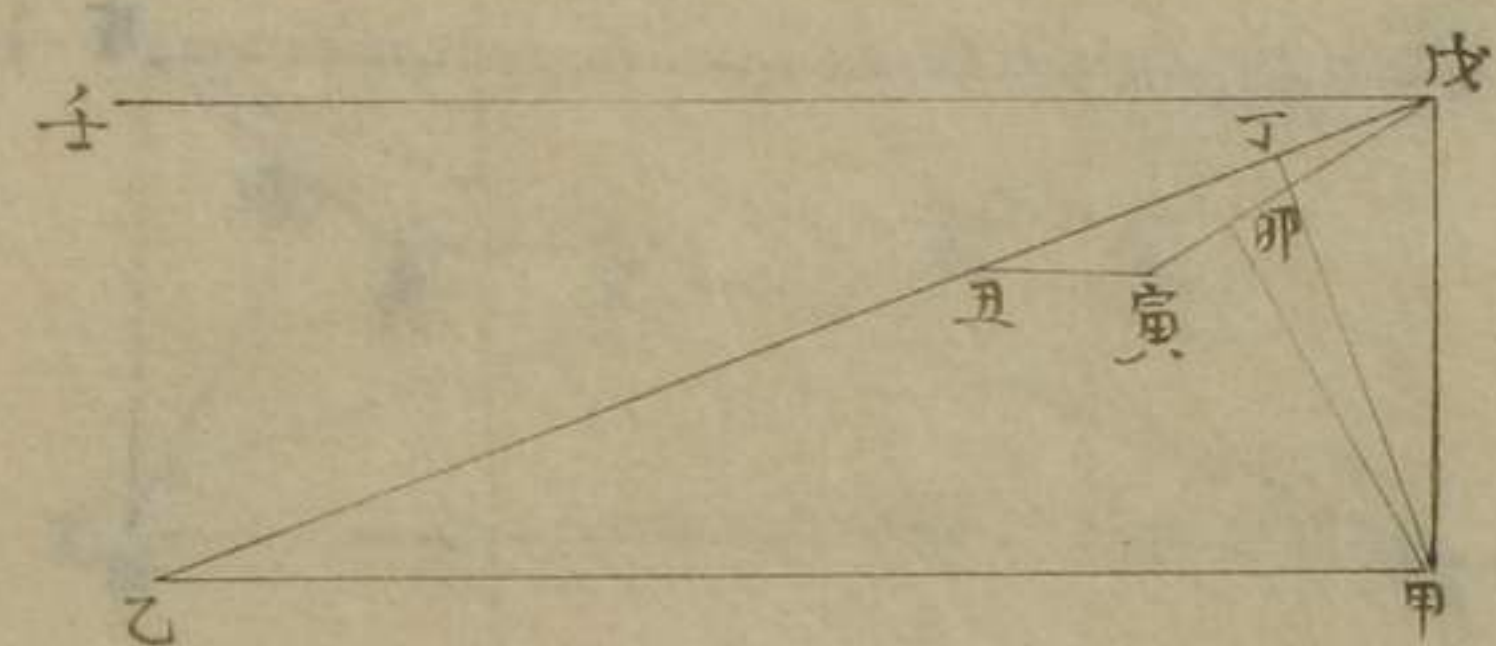
卯之比。此亦作直線算。而得甲卯為食甚兩
心實相距。又以半徑與甲角正弦之
比。同於甲戌與戊卯之比。而得戊卯
為食甚距弧。然後以戊寅一小時兩
經斜距為一率。一小時為二率。戊卯
食甚距弧為三率。求得四率為食甚
距時。蓋月行為戊辰。日行為卯辰。斜
距為戊卯。戊卯辰三角形與戊寅丑
三角形為同式比例也。今設乙角為



四度五十八分三十秒。丁甲戊角戊壬角皆與甲乙為實朔太陰黃道距中交前十度。戊甲為太陰距黃道北五十一分五十七秒六五。寅丑為一小時日實行二分二十七秒八五。戊丑為一小時月實行三十二分五十六秒四六。舊法用甲乙戊三角形求得甲丁兩心實相距為五十一分四十五秒九〇。戊丁距弧為四分三十



秒三五。以日月二實行相減。得一小時月距日實行為三十分二十八秒六一。比例食甚距時得八分五十二秒二四。今法先用戊丑寅三角形求得丑戊寅角二十四分五秒八二。與丑戊壬角相加。得五度二十二分三十五秒八二。為斜距黃道交角。與卯甲戌角等。又求得戊寅邊三十分二十九秒一九。為一小時兩經斜距。次



用甲卯戊三角形求得甲卯兩心實相距為五十一分四十三秒九三。比甲丁近二秒。戊卯距弧為四分五十二秒一三。以戊寅兩經斜距。比例食甚距時得九分三十四秒九四。比戊丁距時遲四十三秒。是為兩心相距最近之時。若實朔望在交後。則日由乙向甲。月由乙向戊。兩心以漸而遠。食甚在實朔望前。距時比舊為早。其

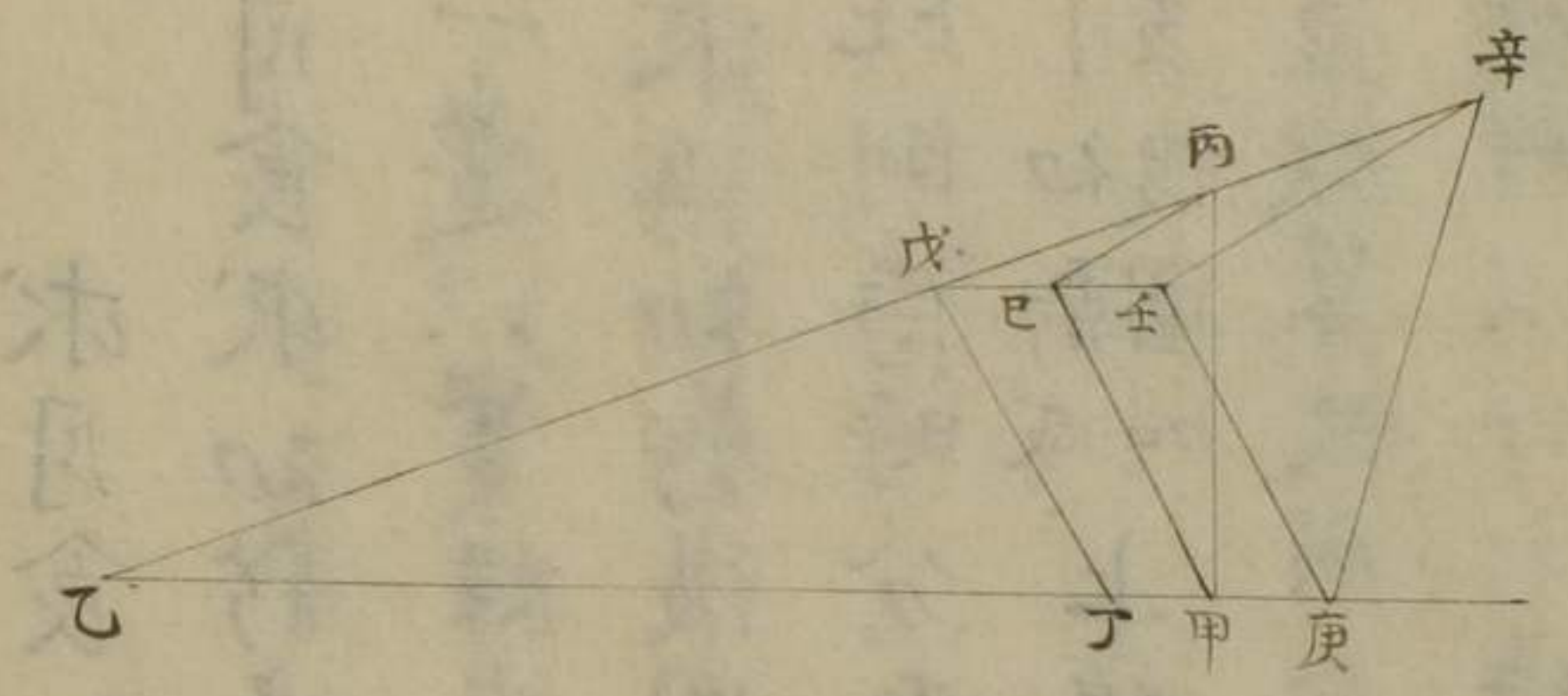
求月食初時刻食既時刻

月食求初時刻後國時刻以食甚時刻為一連徑為丁邊以實輝交白道之角為直角用正弦三角法求得初虧後國距食甚之弧以一小時月距日實行比例得時分與食甚時刻相加減即得初虧後國時刻如欲求上滿言之詳見後國時刻求法下後

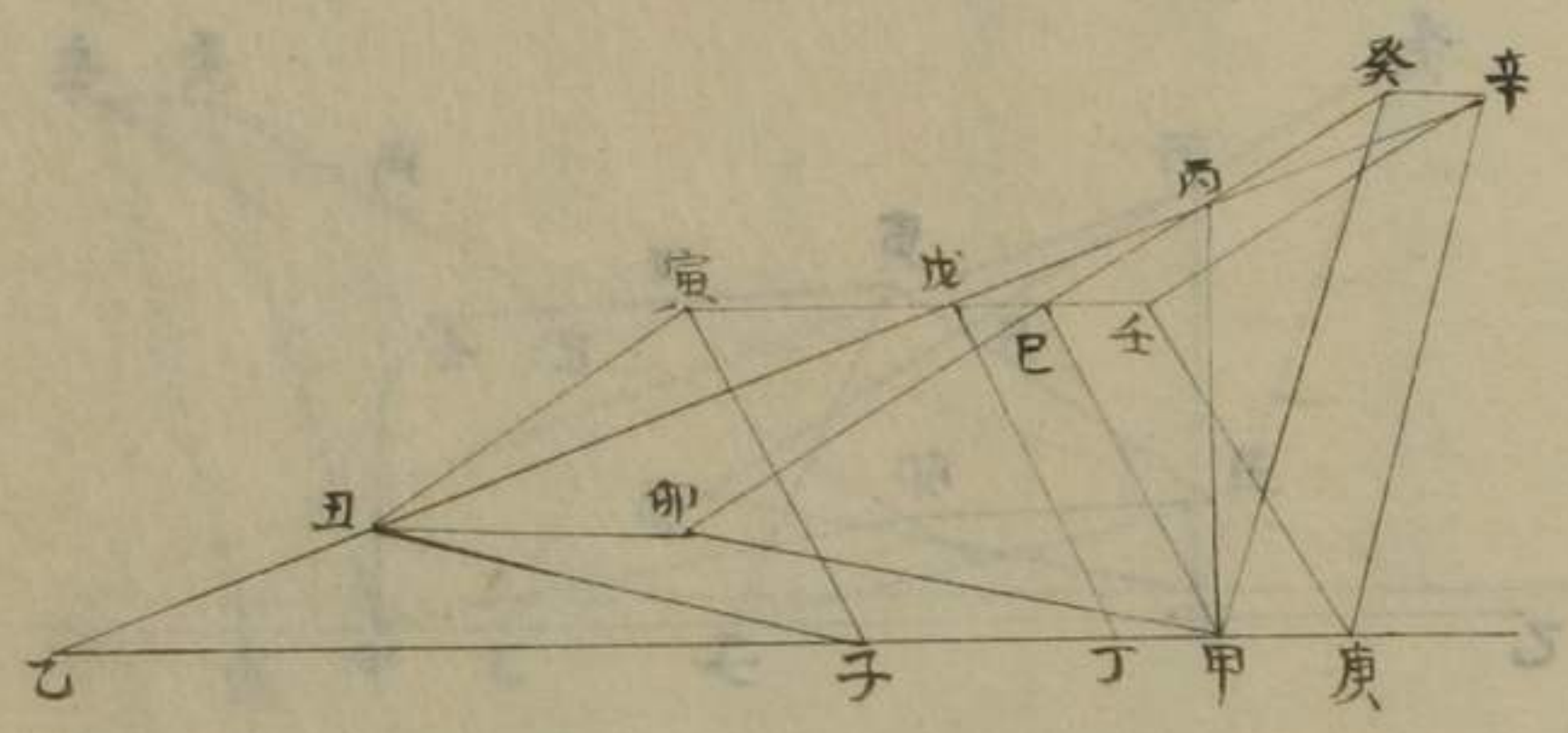
求月食初虧復圓時刻食既生光附

月食求初虧復圓時刻以食甚實緯為一邊併徑為
一邊以實緯交白道之角為直用正弧三角形法
求得初虧復圓距食甚之弧以一小時月距日實行
比例得時分與食甚時刻相加減即得初虧復圓時
刻初虧減上編言之詳矣見月食五
復圓加限時刻篇今以弧線可作
直線算故用勾弦求弦之法即得距弧至以距弧變
時則以一小時兩經斜距為比例蓋食甚兩心實相
距既與斜距成直角則初虧復圓之併徑亦與斜距

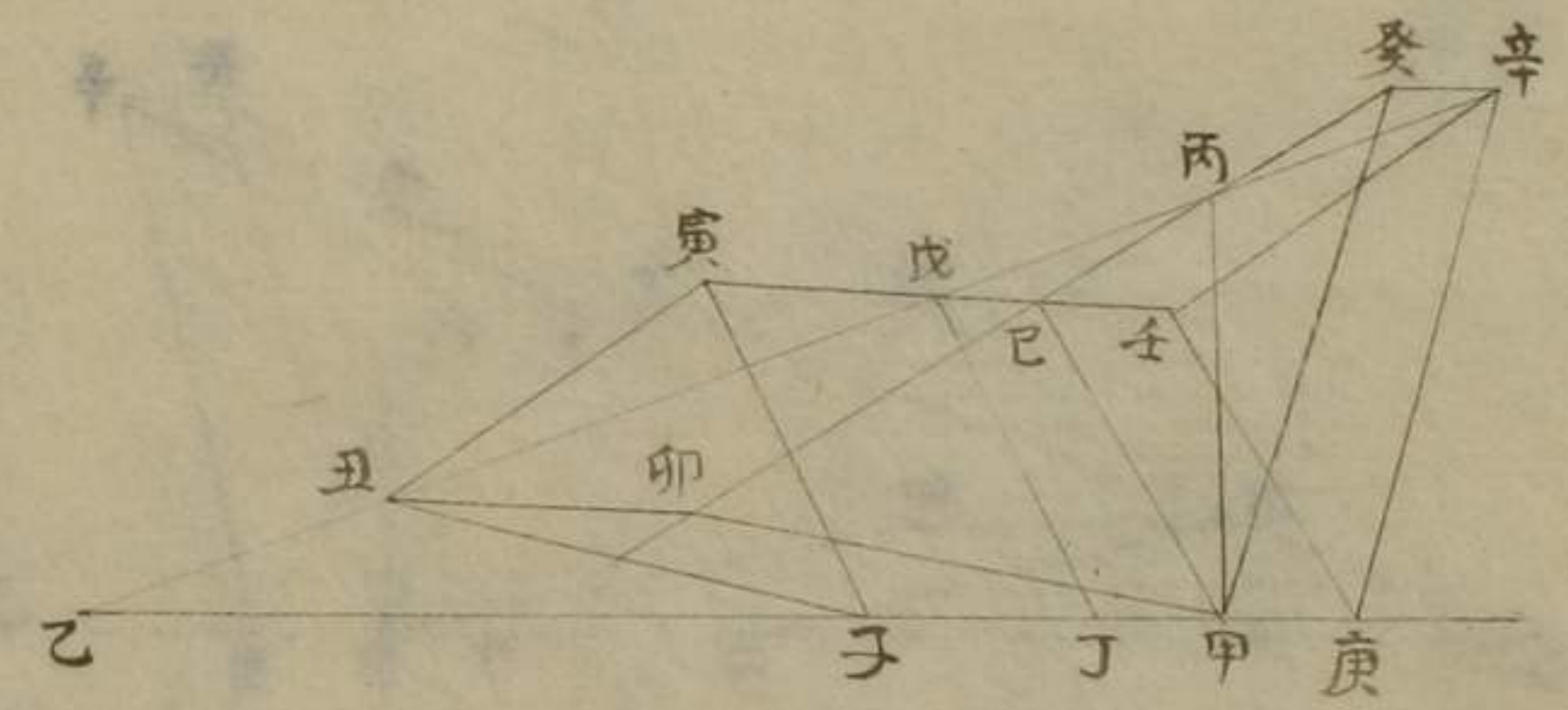
成勾股。故仍以斜距比例時分也。圖說并著於左。



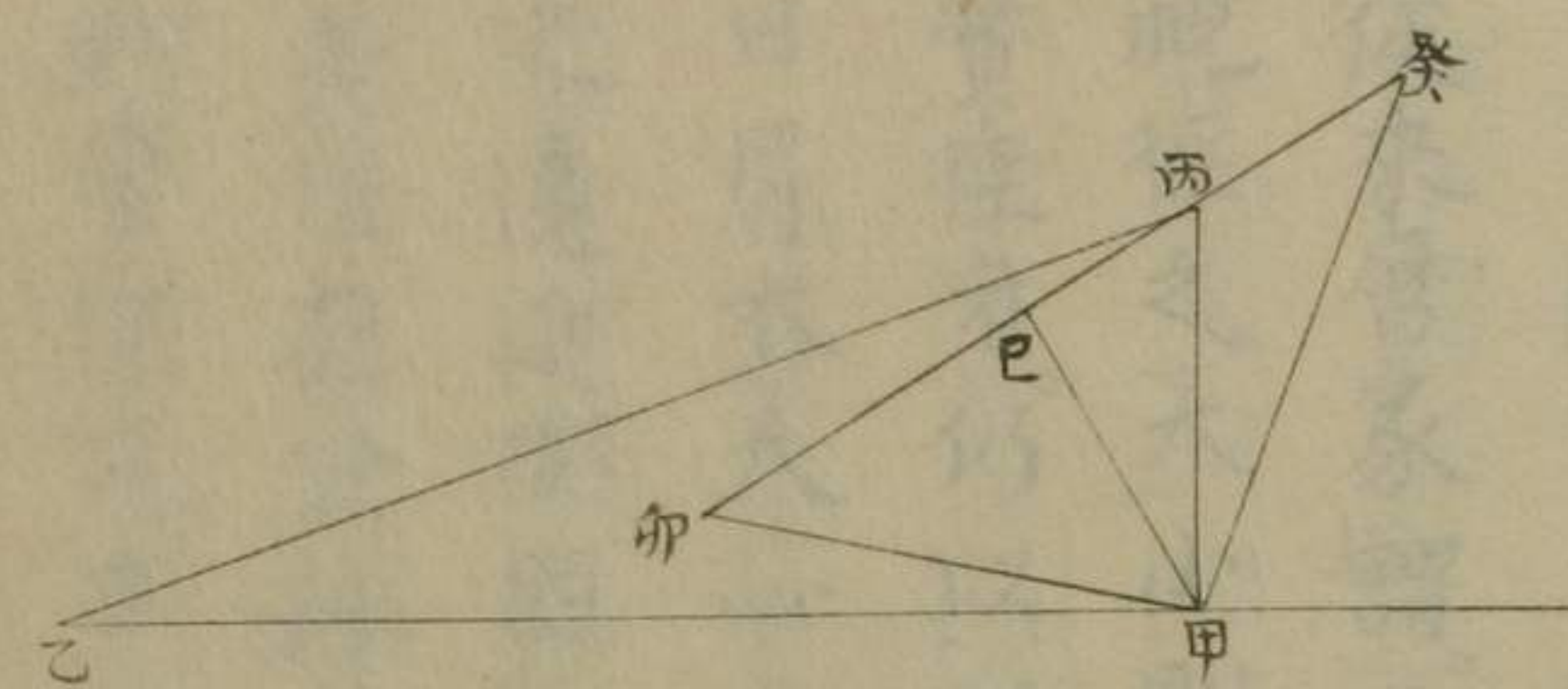
如圖甲乙為黃道丙乙為白道乙角為黃白交角實望時地影心在甲月心在丙食甚時地影心在丁月心在戊戊丁為食甚兩心實相距與甲巳等丙巳為食甚距弧初虧時地影心在庚月心在辛辛戊為初虧至食甚之日實行庚丁為初虧至食甚之日實行與壬戌等辛壬為初虧至食甚



日月兩行之斜距與癸巳等即初虧距弧理與食甚同庚壬即食甚兩心實相距與甲巳等庚辛為併徑與甲癸等復圓時地影心在子月心在丑戊丑為食甚至復圓之日實行丁子為食甚甚至復圓之日實行與戊寅等寅丑為食甚至復圓日月兩行之斜距與巳卯等即復圓距弧子寅即食甚兩心實相距與甲巳等子丑為併徑與



甲卯等。辛壬庚癸巳甲丑寅子卯巳
 甲為相等四勾股形。若以地影心為
 不動。以食甚影心丁點合於甲。則月
 心戊點合於巳。以初虧影心庚點合
 於甲。則壬點合於巳。而月心辛點合
 於癸。以復圓影心子點合於甲。則寅
 點合於巳。而月心丑點合於卯。初虧
 復圓距弧即與癸卯斜距合為一線
 矣。故今求初虧復圓距弧。即用癸巳



甲勾股形。以巳甲為勾。癸甲為弦。求
 得癸巳股。與巳卯等。為初虧復圓距
 弧。夫癸巳與巳卯二弧既皆為兩經
 斜距。則以二弧變時。亦當與斜距為
 比例。故以一小時兩經斜距與一小
 時之比。同於癸巳或巳卯初虧復圓
 距弧與初虧復圓距時之比也。若食
 既生光。則甲癸甲卯二線為月半徑。
 與影半徑相減之較。其法并與初虧

復圖同。

求日月實徑與地徑之比例

視徑附

從來曆家謂日月之在天其實徑原為一定之數而視徑之大小則因距地有遠近而時時不同然所謂實徑者仍以視徑之大小距地之遠近比例而得今日月本天之心距地心數皆與舊不同則日月距地之遠近亦因之而各異但視徑之大小古今所測相差惟在分秒之間在器只爭毫釐而在數已差千百則實徑究亦未有一定之數也新法曆書載日實徑為地徑之五倍有餘中距日天半徑與地半徑之比

例為一與一千一百四十二。月實徑為地徑百分之二十七強。中距朔望時月天半徑與地半徑之比例為一與五十六。又百分之七十二。上編仍之以推。最高日天半徑與地半徑之比例為一與一千一百六十二。最卑日天半徑與地半徑之比例為一與一千一百二十一。見日躔地半徑差篇最高朔望時月天半徑與地半徑之比例為一與五十八。又百分之一十六。最卑朔望時月天半徑與地半徑之比例為一與五十四。見交食日月距地半徑之比例篇又百分之八十四。見交食日月距地半徑之比例篇今監臣戴進

賢等。據西人近年所測。日天半徑與地半徑之比例。最高為一與二萬零九百七十五。中距為一與二萬零六百二十六。最卑為一與二萬零二百七十七。月天半徑與地半徑之比例。最高為一與六十三。又百分之七十七。中距為一與五十九。又百分之七十八。最卑為一與五十五。又百分之七十九。詳本編日月躔差篇又用遠鏡儀。西人默爵所製以遠鏡加衡為窺管測得日視徑最高為三十一分四十秒。中距為三十二分一十二秒。最卑為三十二分四十五秒。月視徑最高為二十九分

置九十六倍以五倍
除之即得十九倍也

二十三秒。中距為三十一分二十一秒。最卑為三十三分三十六秒。用此數推算。日實徑為地徑之九十六倍。又十分之六。月實徑為地徑百分之二十七。小餘二六強。夫月實徑與舊大致相符。而日實徑差至十九倍者。蓋今所測日距地數比舊原大十八倍餘。則日實徑比舊大十九倍。止為大十八分之一。故今之日視徑亦比舊大十八分之一。是則視徑之大小。固各得之實測。要亦合諸推算。以成一家之言。至於日體純陽其光恒溢於常徑之外。新法曆書謂周圍

皆大一分。今說謂大一分十五秒。故推日食之法。必於併徑內減去太陽光分一十五秒。餘與視緯相較。方為受食之分。而日之本徑則仍帶光分算。其理固應爾也。測算之法並見上編。

求影半徑及影差

地影半徑之大小。由於太陽距地有遠近及太陰距地有高卑。故先以太陽在最高所生之大影為率。求得太陰從高及卑所當地影之濶為影半徑。又以太陽從高及卑所生各影。小於大影之較為影差。與影半徑相減。乃為實影半徑。上編言之詳矣。見地影半徑篇今以三角形之理考之。日月兩地半徑差相併。即與日半徑影半徑相併之數等。而日月地半徑差及日半徑。皆推交食所必用之數。且又皆由距地之高卑遠

近而生。故近日西法皆不用另求影半徑。惟以日月
兩地半徑差相加。內減亦日半徑。餘卽為實影半徑。
以影差已在其中也。此外又有視影之說。蓋以地上
有蒙氣差。能映小為大。則太陽實徑必小於視徑。實
徑小則影大矣。又月食時日在地下。蒙氣轉蔽日光。
則地影視徑必尤大於實徑。計其所大之分。約為太
陰地半徑差六十九分之一。故又以此為影差。與實
影半徑相加。為視影半徑。則所謂影差者。名雖同。而
義實異也。總之曆家立說古今不必相同。然測驗皆

期於合天。而推步必歸於有據。舊說謂太陽有光分
能侵地影使小。今說謂地周有蒙氣能障地影使大。
此亦極不同之致矣。然最大影半徑。舊為四十六分
四十八秒。今為四十六分五十一秒。相差不過三秒。
最小影半徑。舊為四十二分三十八秒。今為三十八
分二十八秒。相差四分有餘。蓋地影之大小。固由於
太陽距地之遠近。及太陰距地之高卑。而太陰所關
為九重。查最卑太陰距地。今昔相差不過百分地半
徑之九十五。最高太陰距地。則相差至百分地半徑

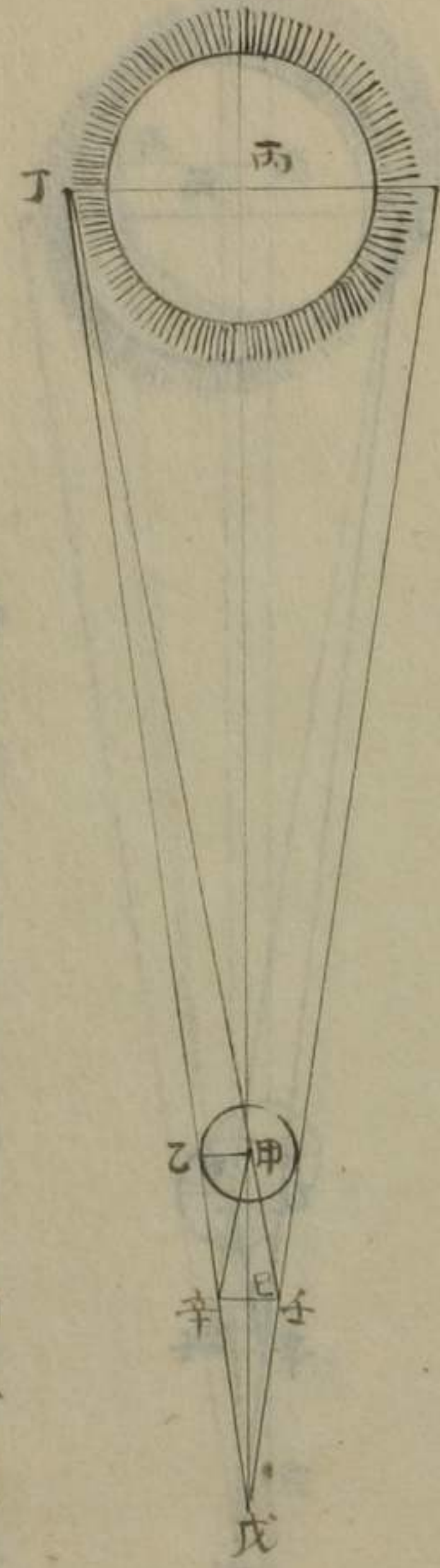
之五百六十一。夫月之距地既因兩心差而不同。則月徑與影徑遂亦因之而各異。要皆據一時之所測設法。推步以求合。而非為臆說也。圖說詳著於左。

如圖甲乙為地半徑。甲丙為日天半



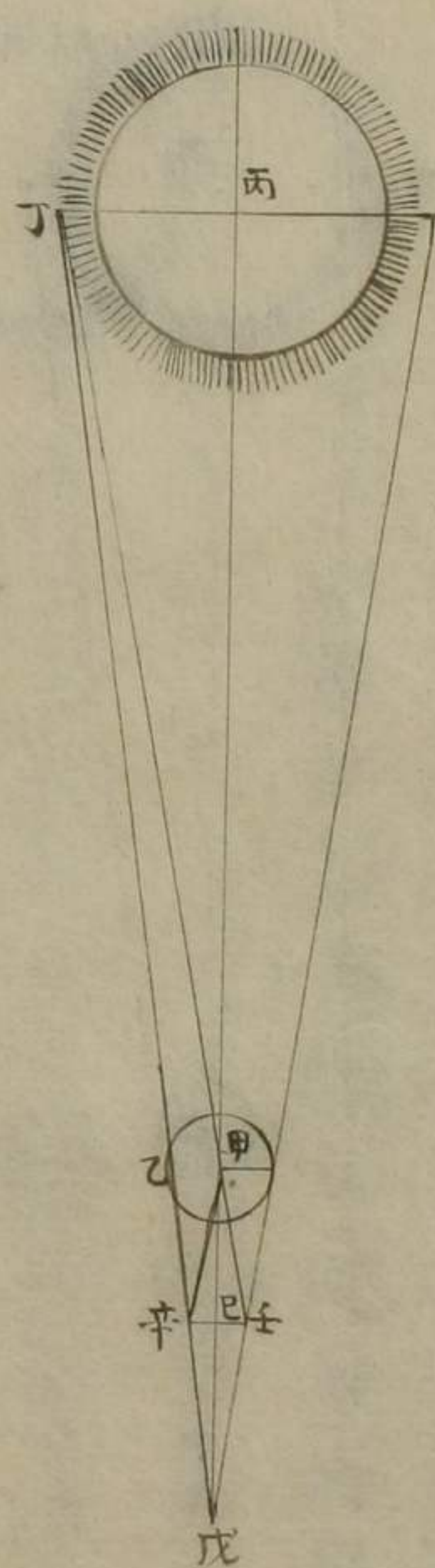
徑。丙丁為日半徑。從丁切乙作光線。與丙甲線交於戊。甲戊為地影之長。

甲己為月天半徑。壬己辛為月行所當地影之闊。己甲辛角為影半徑分。
詳上編地影半徑篇。試觀甲丁辛三角形。丁辛



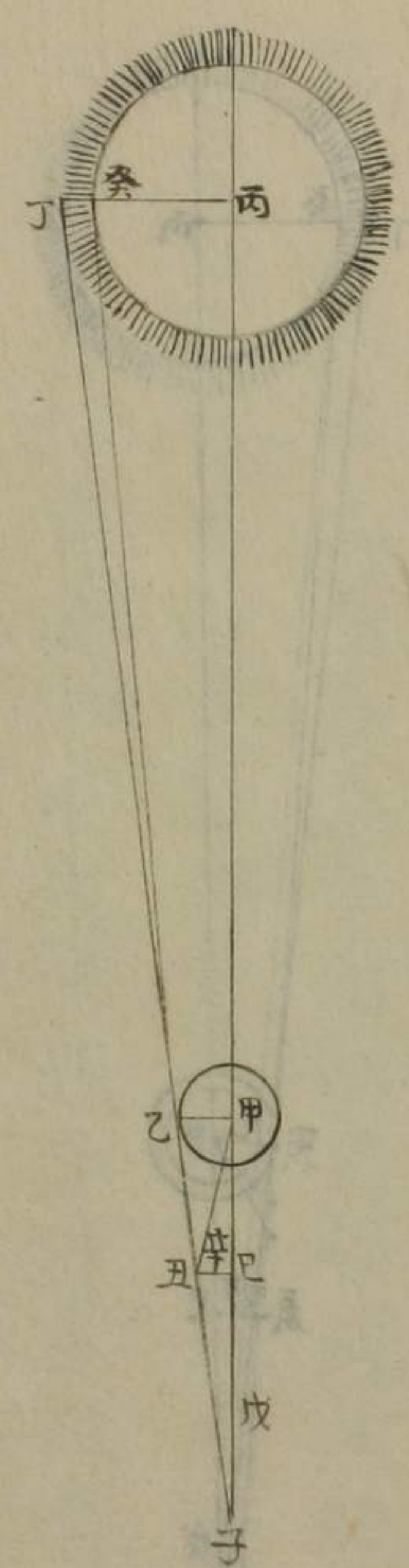
二內角壬甲辛一外角等。而丁角即太陽地半徑差。辛角即太陰地半徑差。
甲丁線略與甲丙日天半徑等。甲辛線略與甲己月天半徑等。

而其角皆與甲乙地半徑相
當。故其角即為地半徑差角。壬甲巳
角子丙甲丁角為對角。即日半徑。故
以丁角太陽地半徑差與辛角太陰



地半徑差相加。即得壬甲辛角。內減
日半徑壬甲巳角。餘巳甲辛角。即實
影半徑。蓋日月地半徑差及日半徑。

既因日月距地之高卑遠近而時時
不同。故所得影半徑即為本時之實
影半徑。不復有影差也。又蒙氣映小



為天。丙丁為太陽視半徑。丙癸為太
陽實半徑。從癸切乙作光線。与丙甲
線交於子。則月行所當地影半徑為

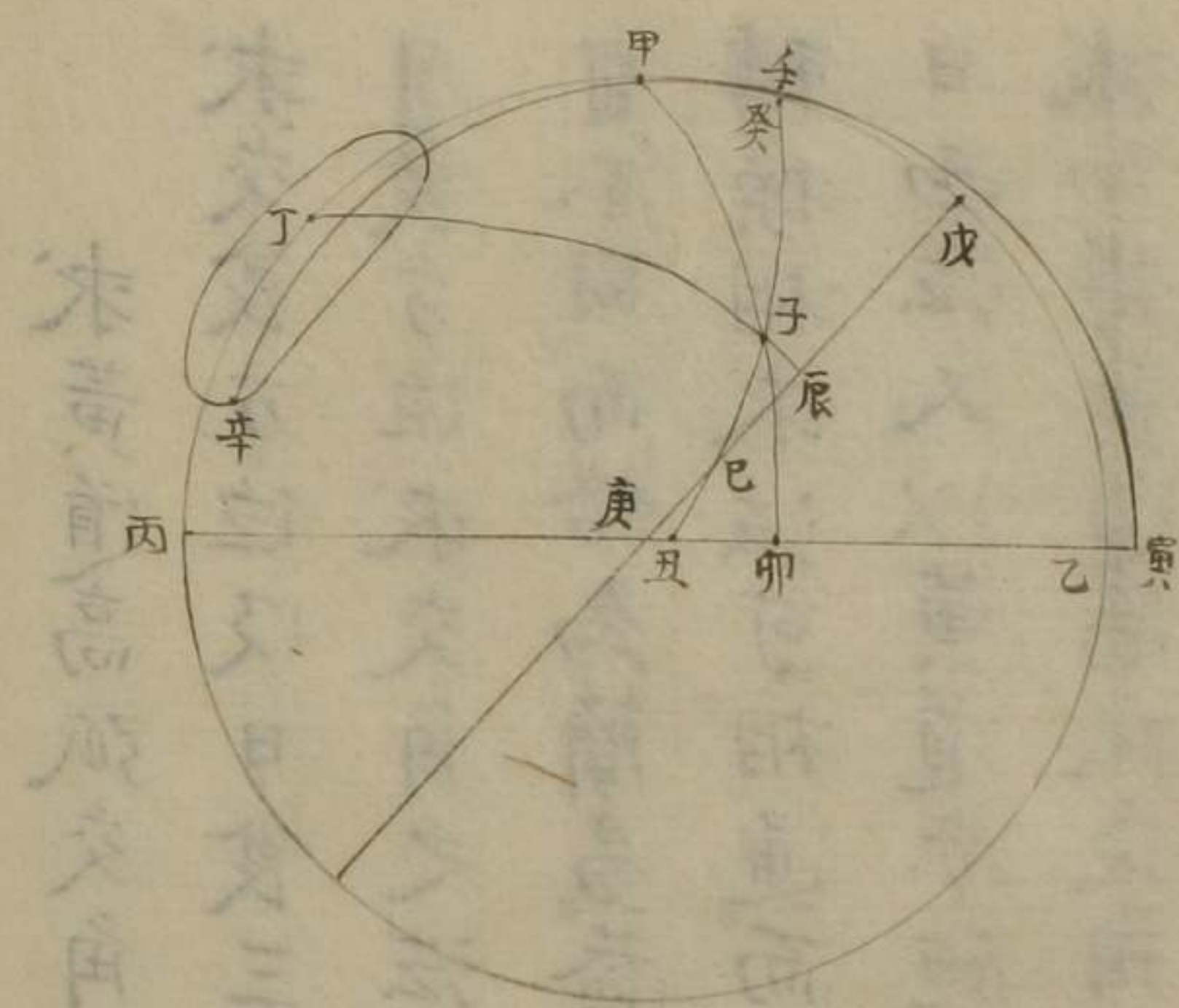
地影半徑爲巳辰而巳辰之分必尤
大於巳辛矣。此辛辰之分當辛甲辰
角約爲甲辛乙角六十九分之一。故

又以此爲影差。與實影半徑已甲辛
角相加。得已甲辰角爲視影半徑也。

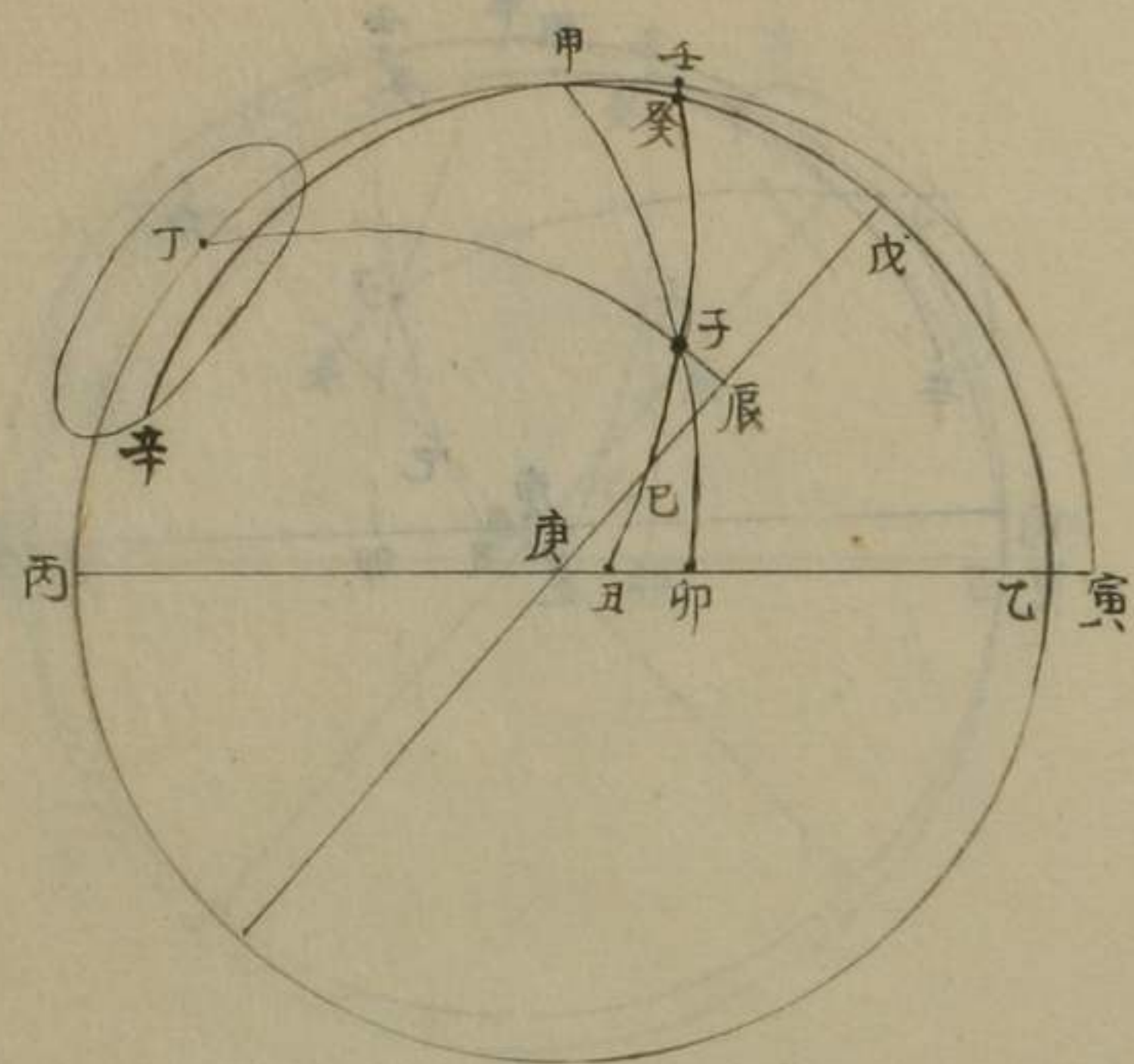
求黃道高弧交角

求交食方位及日食三差皆用黃道高弧交角。上編月食方位求交角之法與日食三差之求交角者微有不同。而略為簡易。蓋各圈相交皆成弧線三角形。轉換相求法可相通。而理實一致。彼此互相發也。近日西法又以黃道赤經交角與赤經高弧交角相加減而得黃道高弧交角。用以求月食方位。繁簡大概相同。而用以求日食三差則甚為省便。蓋黃道隨天西轉。其象時時不同。而黃道赤經交角無異。不須逐

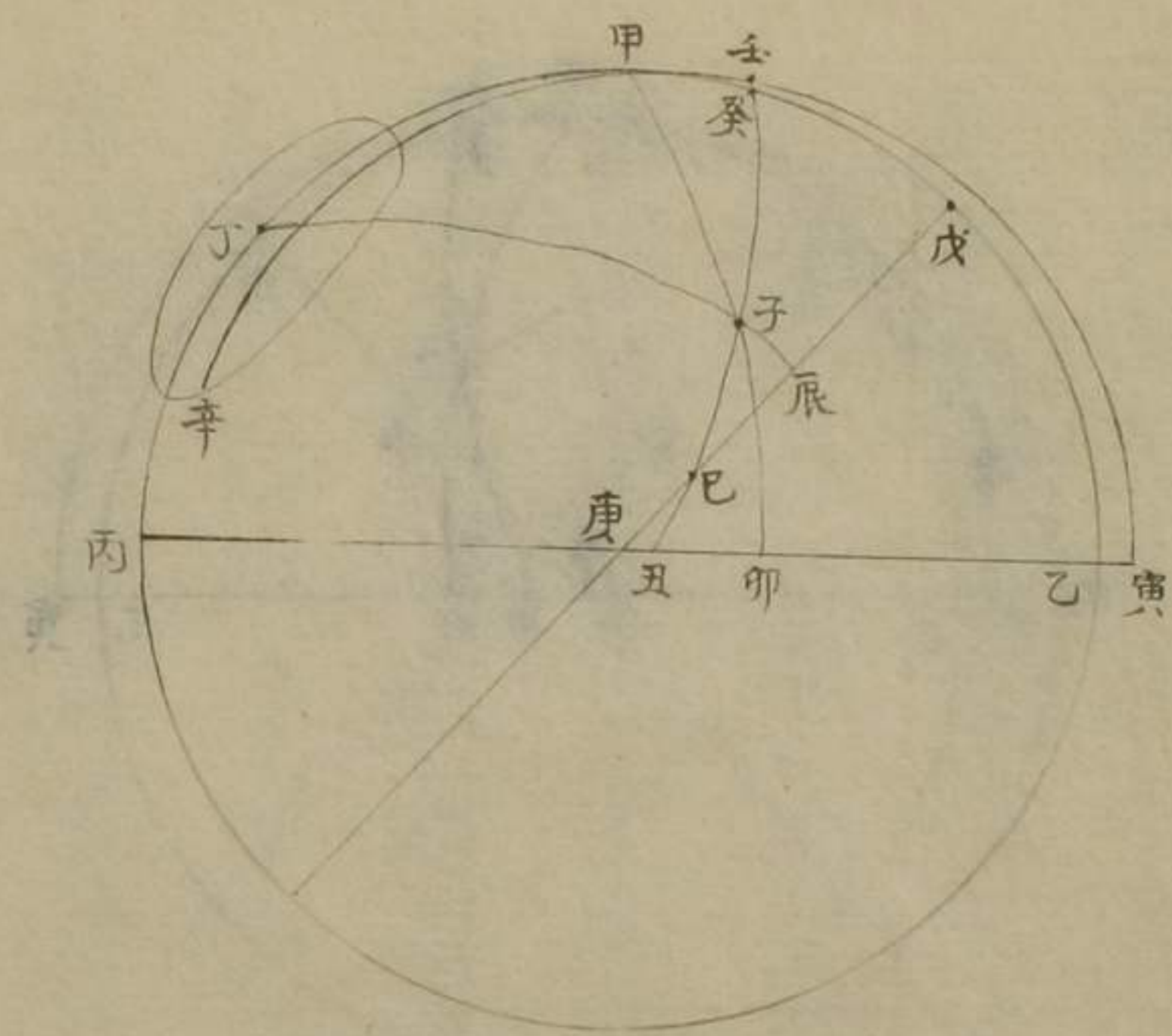
時推算也。因著其法於左。



如圖甲為天頂。甲乙丙為子午圈。乙丙為地平。丁為赤極。戊巳庚為赤道。辛為黃極。壬癸子丑為黃道。巳為春分。丑為黃道交西地平之點。壬為黃平象限距丑九十度。癸為正午。壬癸為黃平象限距正午之度。

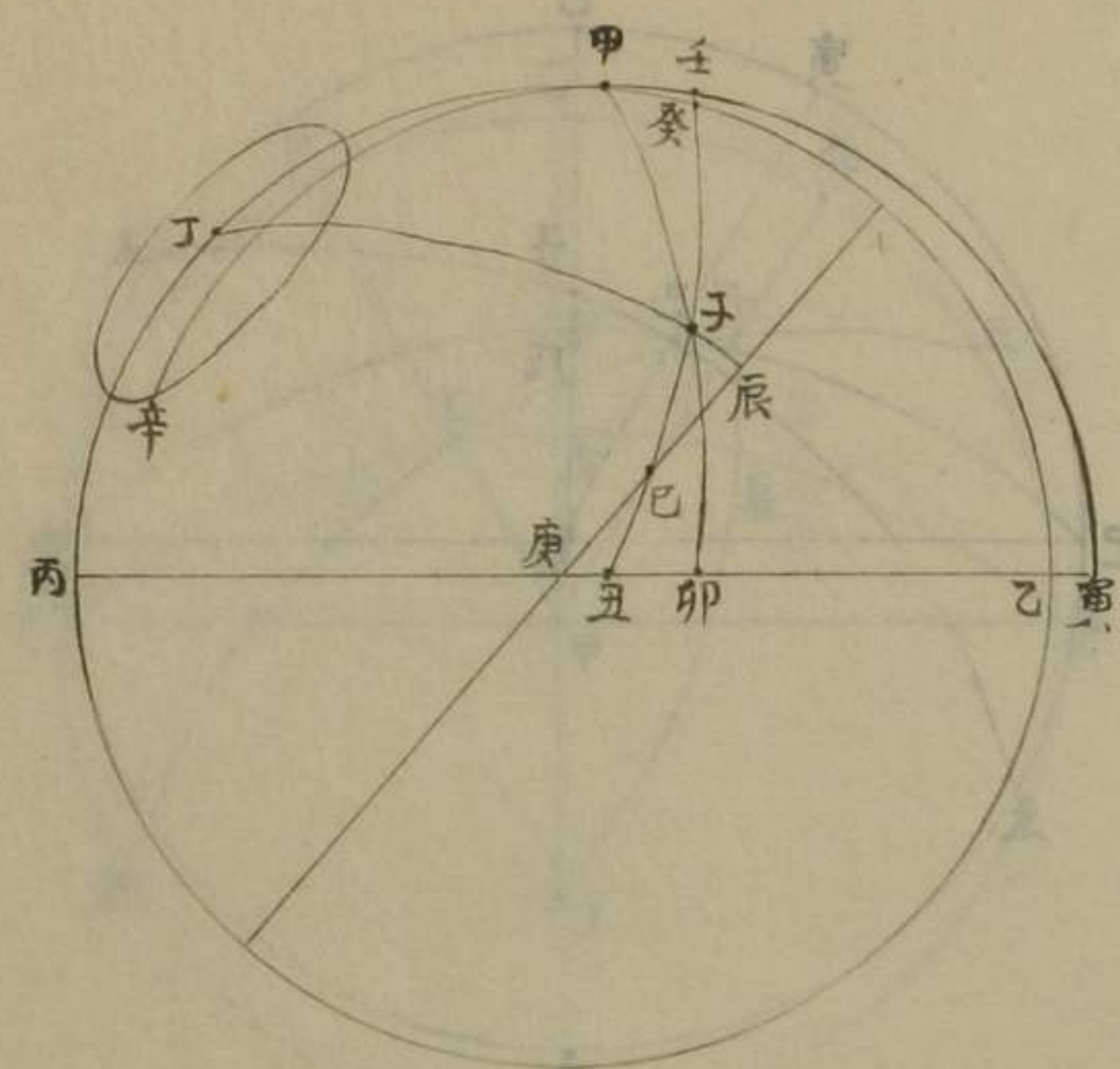


壬寅為黃平象限距地平
之度。卽丑角度。子為太陰
實行經度。日食卽為太陽
陽對衝地影之經度。子已為太陰距
春分後之經度。子士為太
陰距黃平象限之度。甲子
卯為高弧。丁子辰為赤道
經圈。辰巳為赤道同升度。
戊辰為太陰距正午赤道

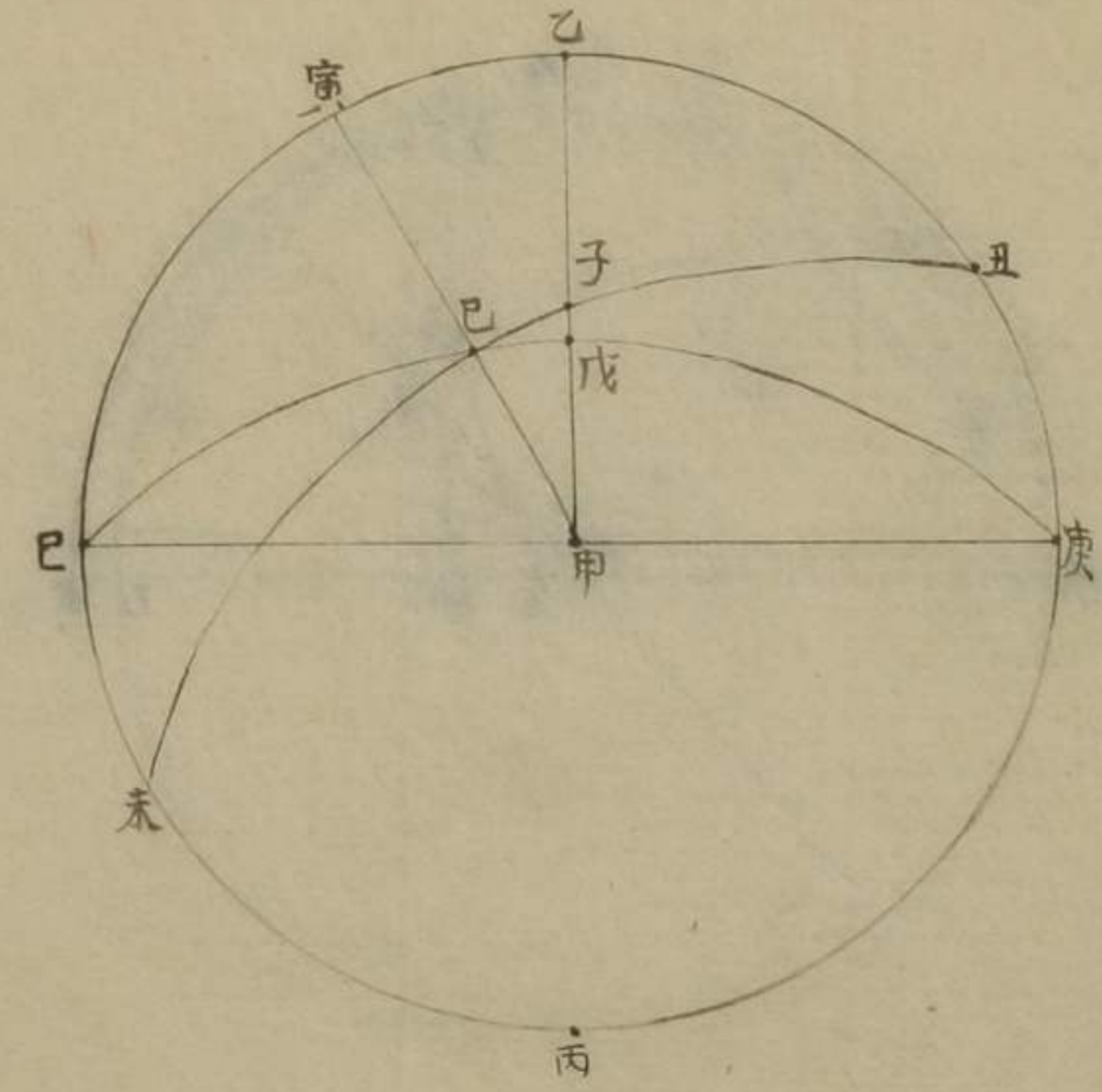


度。日食即太陽距午正赤
道度。月食為太陽距午
正赤。丑子卯角為黃道高
弧交角。求之之法。先用戊
巳弧求癸巳。癸戊二弧及
癸角。次求癸丑弧及丑角。
以求子角。諸日食三差之
法也。先用巳庚弧求巳丑
弧及丑角。以求子角者月
食方位之法也。今按巳子

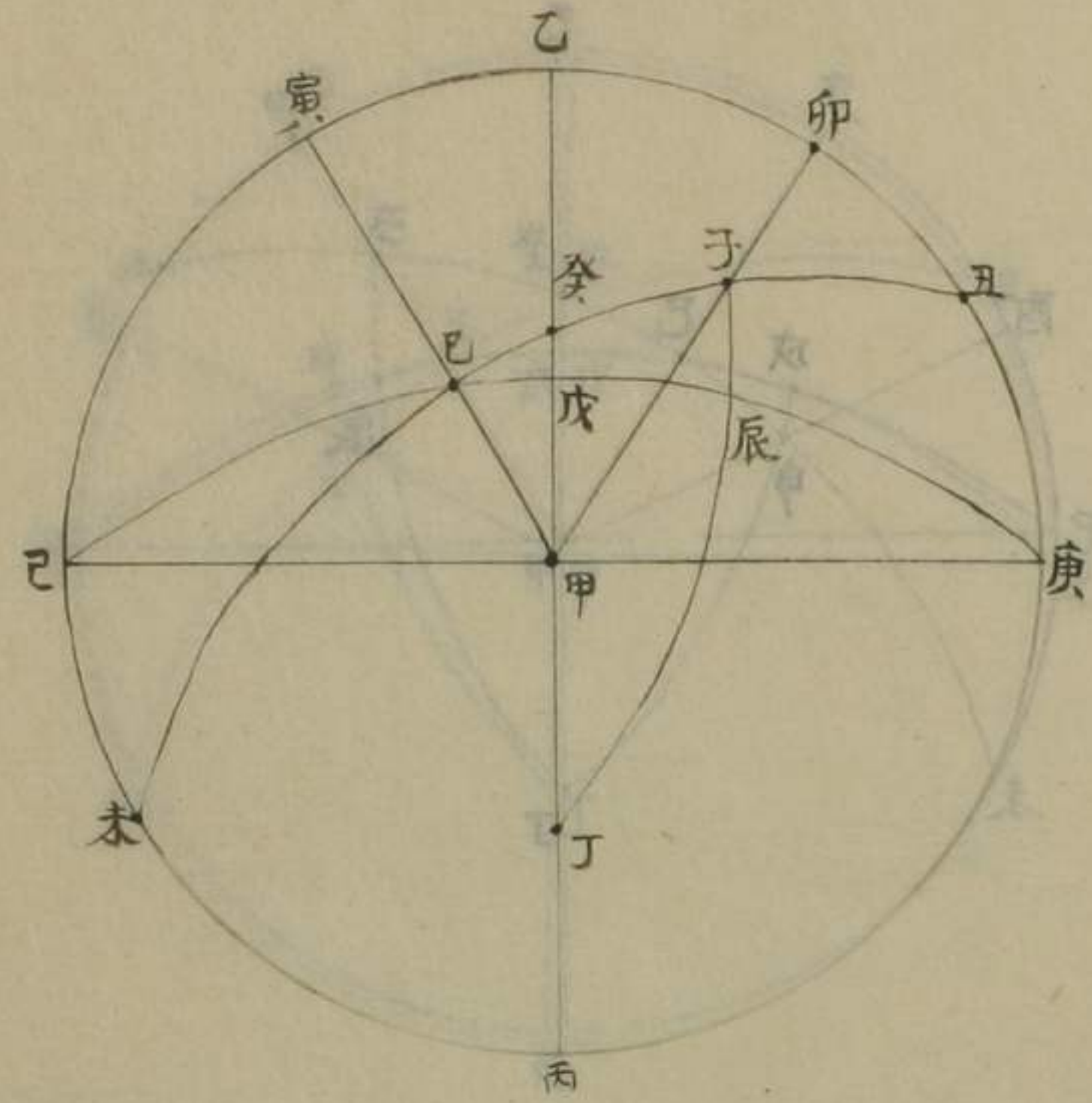
陰



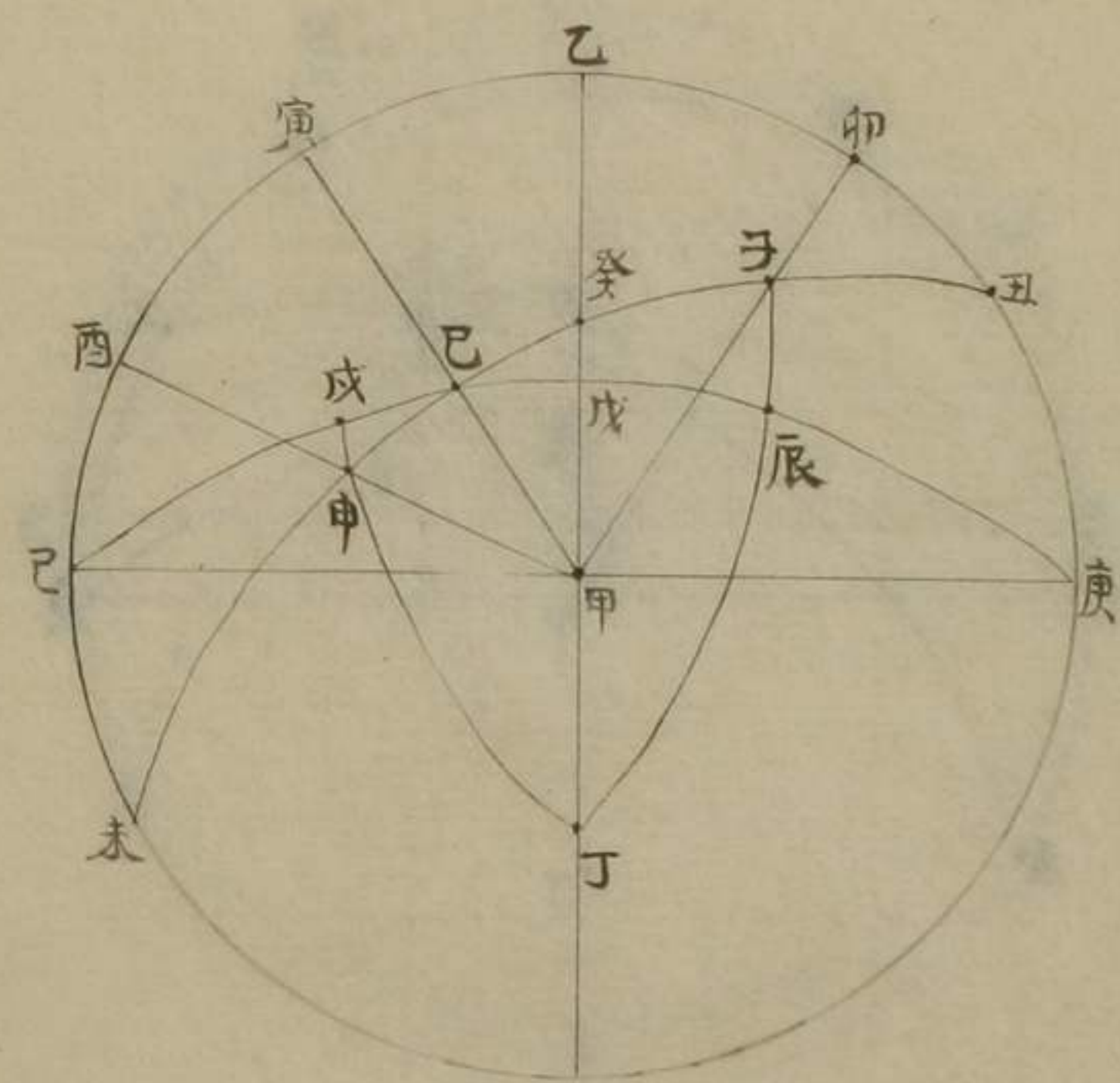
辰角即黃道赤經交角。甲
子丁角與辰子卯角為對
角。即赤經高弧交角。兩角
相減即得丑子卯黃道高
弧交角。夫黃道交地平之
丑角時時不同。而巳子辰
黃道赤經交角。則初虧至
復圓無異。然則先求得黃
道赤經交角。至求黃道高



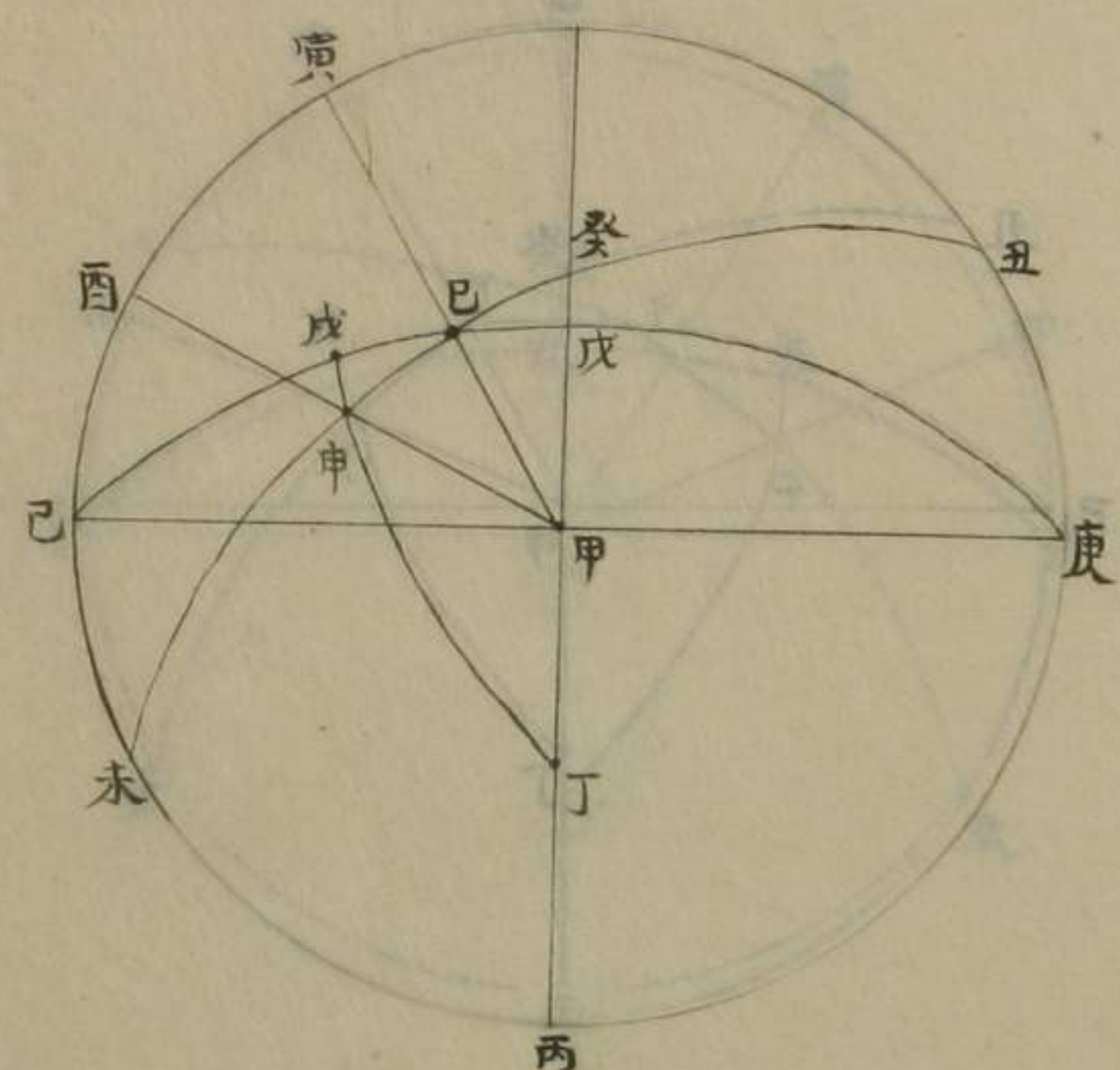
弧交角。則惟求一赤經高
 弧交角。與之加減而已。其
 加減之法。以太陰在夏至
 前後各六宮。與距正午之
 東西為定。試以甲為天頂
 作乙庚丙巳地平圈。乙甲
 丙為子午經圈。庚甲巳為
 東西經圈。庚戊巳為赤道。
 丑巳未為黃道。巳為春分



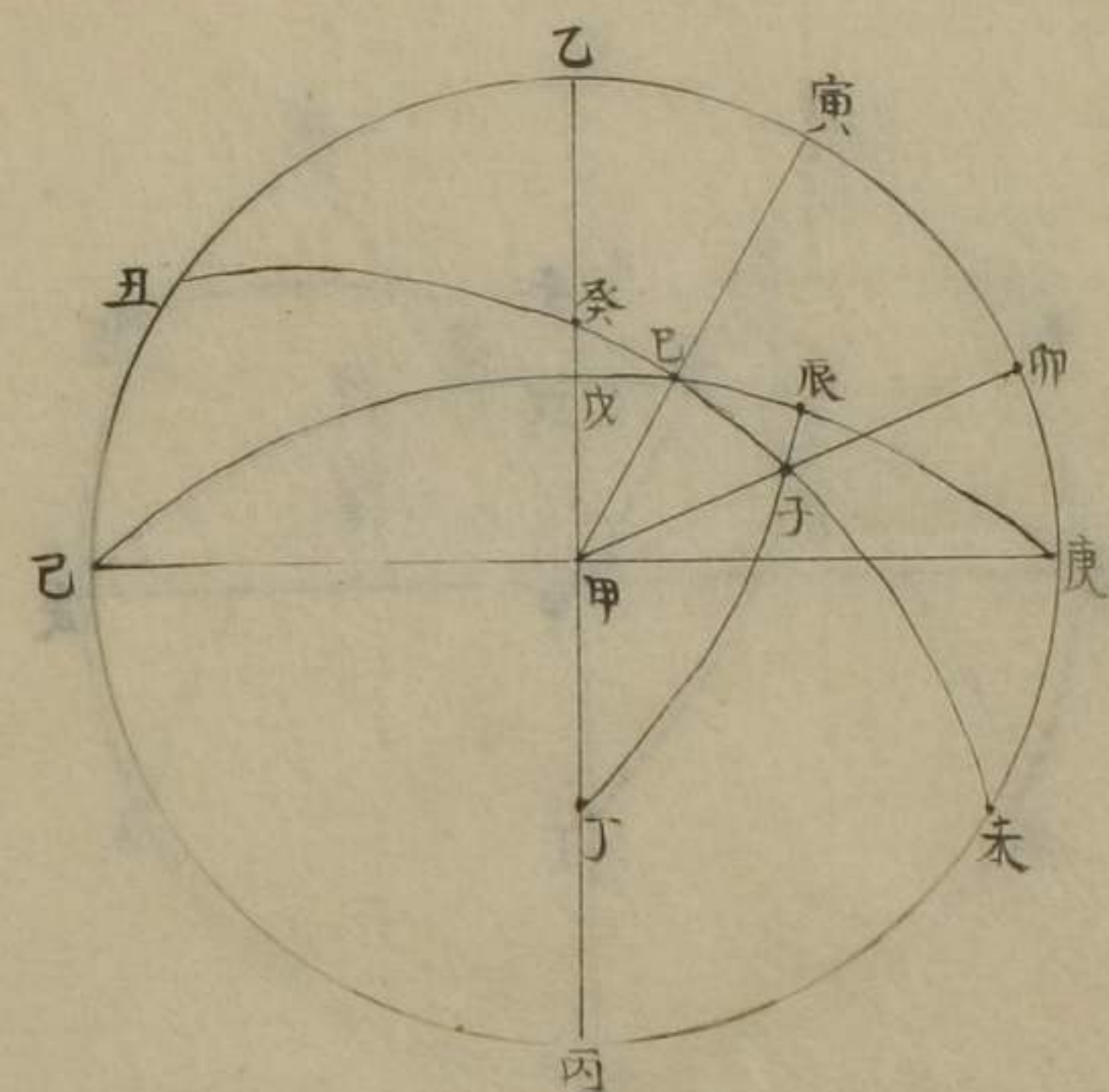
當黃平象限。丑為冬至當
 西地平。未為夏至當東地
 平。是為夏至前六宮在地
 平上。癸為黃道當正午之
 度。巳癸為黃平象限。距午
 東之度。設太陰子點在平
 午之西。甲子卯為高弧。丁
 辰子為過赤極經圈。巳子
 辰角為黃道赤經交角。甲



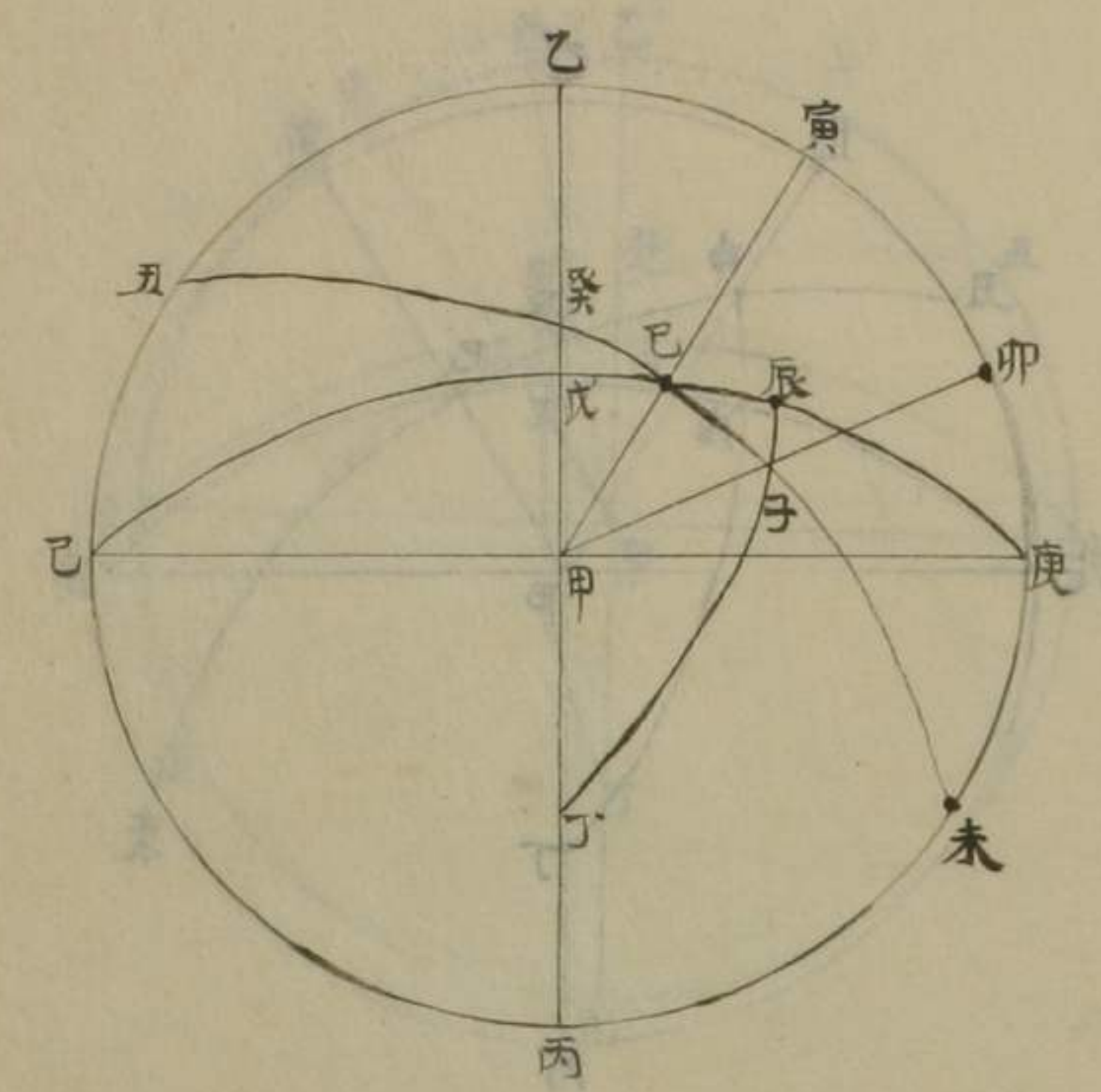
子丁角為赤經高弧交角。
丑子卯角為黃道高弧交
角。與甲子癸角等。是以甲
子丁赤經高弧交角与己
子辰黃道赤經交角相減。
餘甲子癸角即黃道高弧
交角也。設太陰申點在正
午之東。甲申酉為高弧。丁
申戌為過赤極經圈。己申



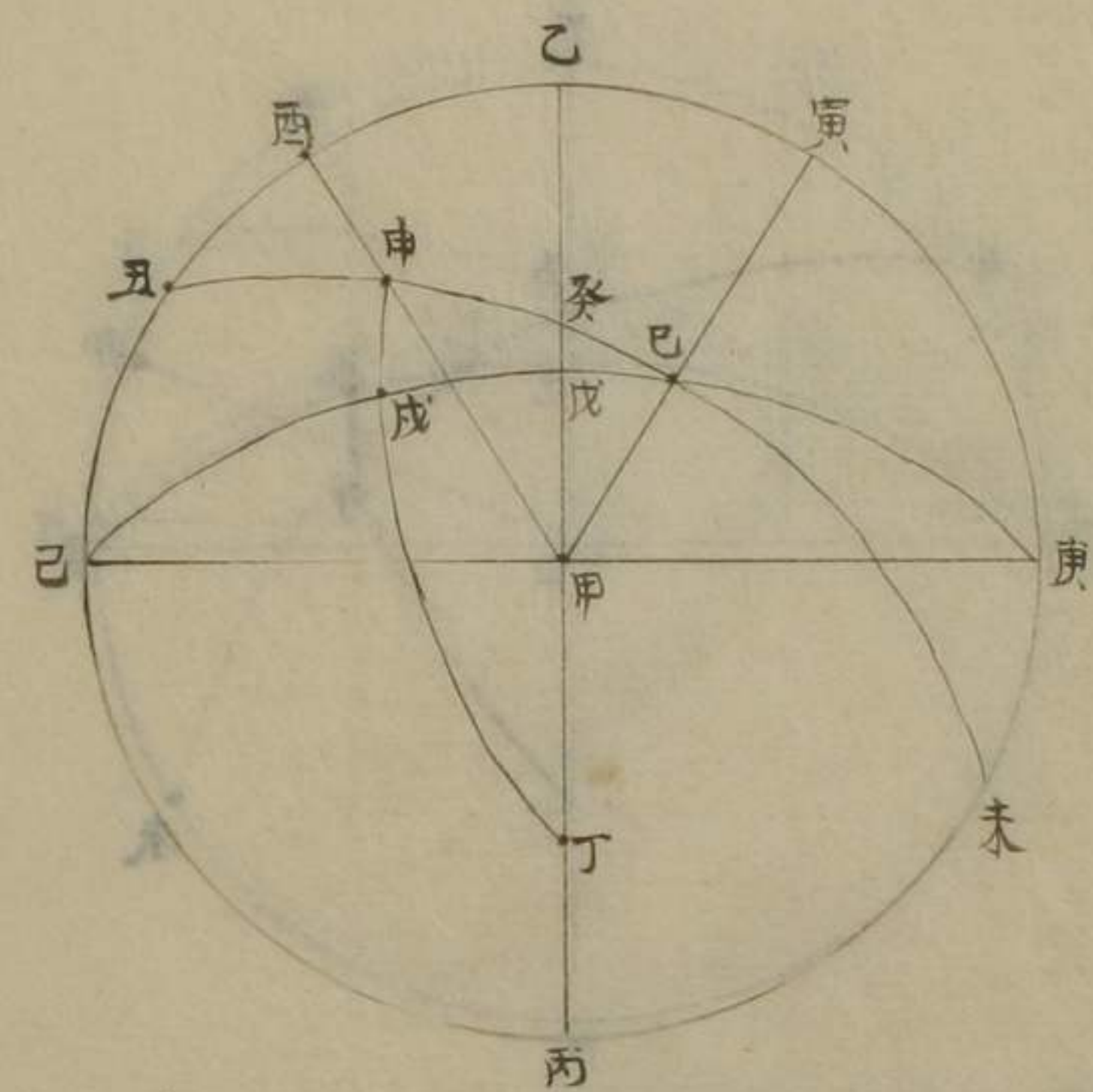
戌角為黃道赤經交角。与
丁申未角等。甲申丁角為
赤經高弧交角。酉申未角
為黃道高弧交角。乃甲申
未角之外角。是以甲申丁
赤經高弧交角与丁申未
黃道赤經交角相加。得甲
申未角。與半周相減。餘酉
申未角。即黃道高弧交角。



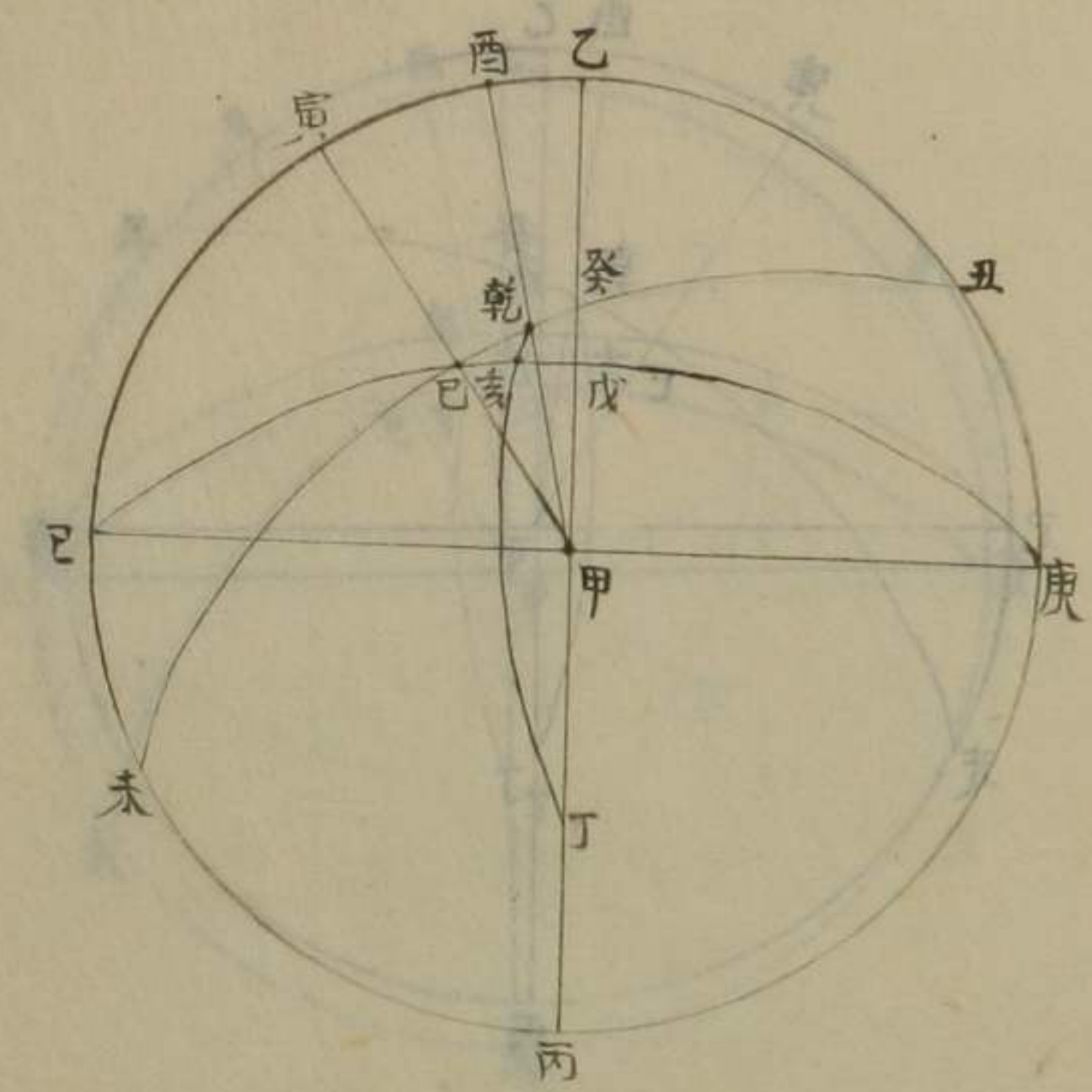
也。若己為秋分當黃平象限。未為夏至當西地平。丑為冬至當東地平。是為夏至後六宮在地平上。癸為黃道當正午之度。己癸為黃平象限距午西之度。設太陰子點在正午之西。甲子卯為高弧。丁子辰為過赤極經圈。己子辰角為黃



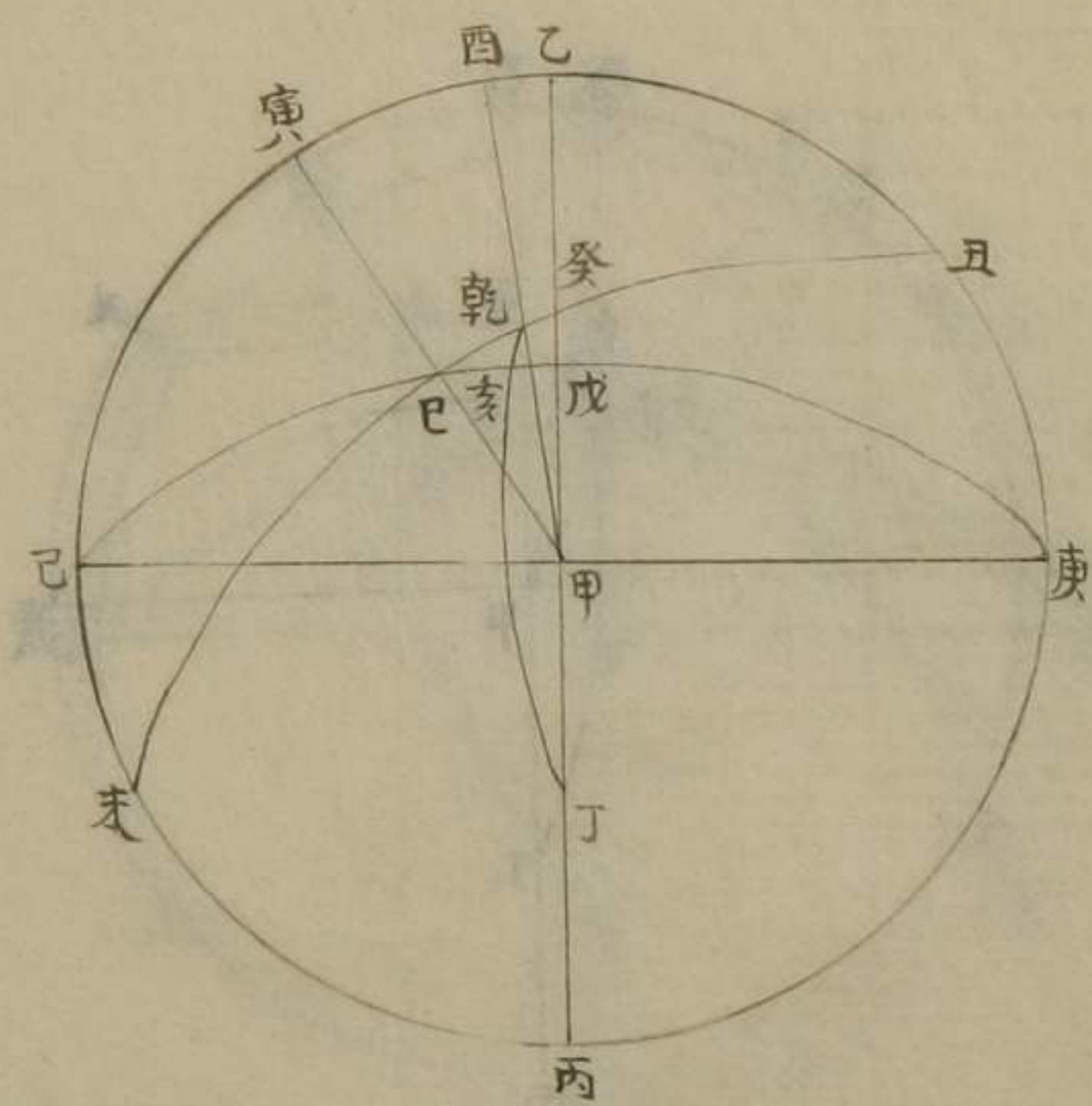
道赤經交角。與丁子未角等。甲子丁角為赤經高弧交角。卯子未角為黃道高弧交角。乃甲子未角之外角。是以甲子丁赤經高弧交角與丁子未黃道赤經交角相加。得甲子未角。與半周相減。餘卯子未角。即黃道高弧交角也。設太陰



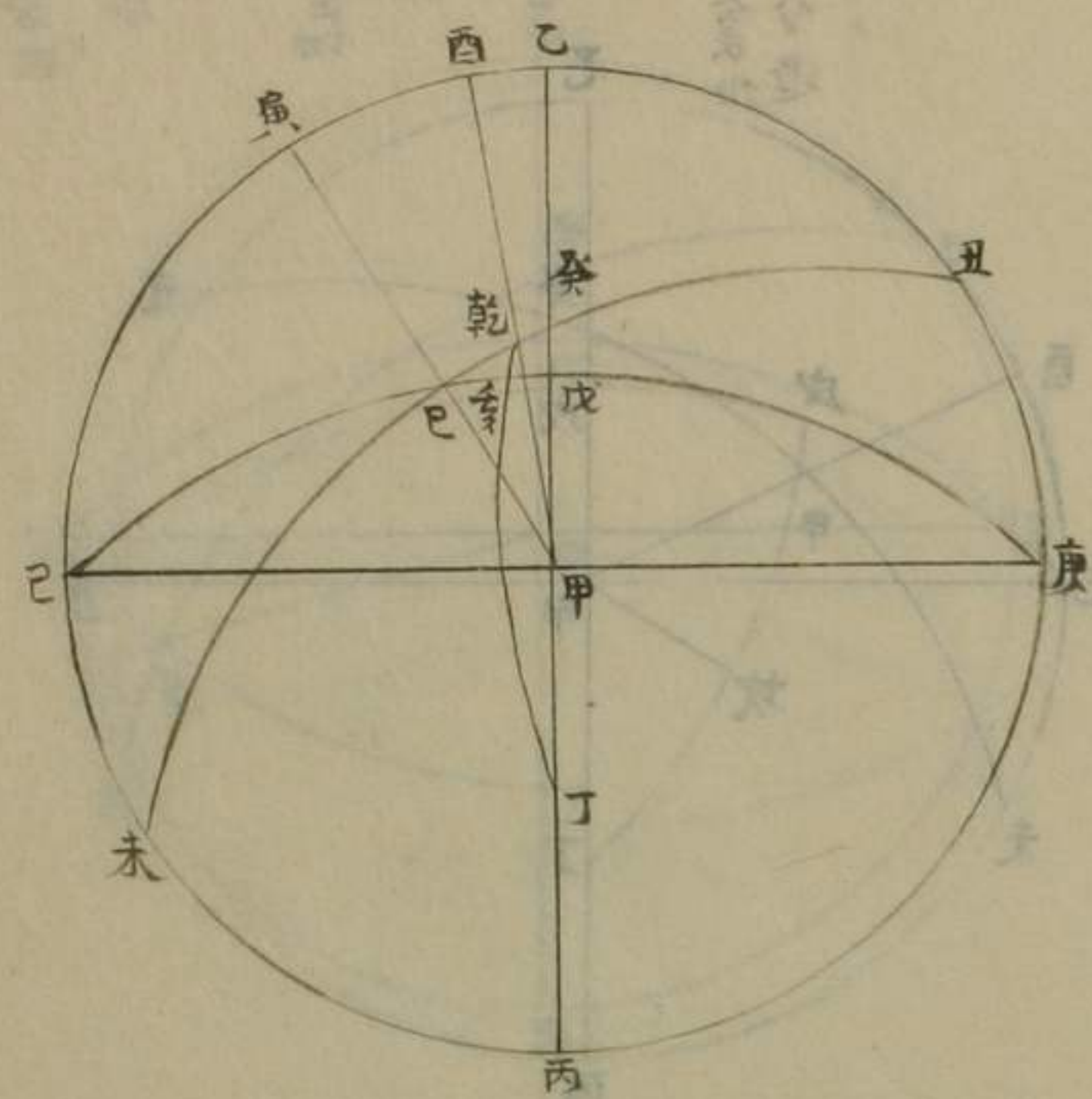
申點在正午之東。甲申酉
為高弧。丁戌申為過赤極
經圈。巳申戌角為黃道赤
經交角。甲申丁角為赤經
高弧交角。丑申酉角為黃
道高弧交角。與甲申癸角
等。是以甲申丁赤經高弧
交角與巳申戌黃道赤經
交角相減。餘甲申癸角。即



黃道高弧交角也。此太陰
在午東而亦在限東。太陰
在午酉而亦在限西之常
法也。若太陰在夏至前六
宮而在正午之東。如乾。以
己乾亥黃道赤經交角與
甲乾丁赤經高弧交角相
加。得己乾甲角不足九十
度與酉乾丑角等。則亦子

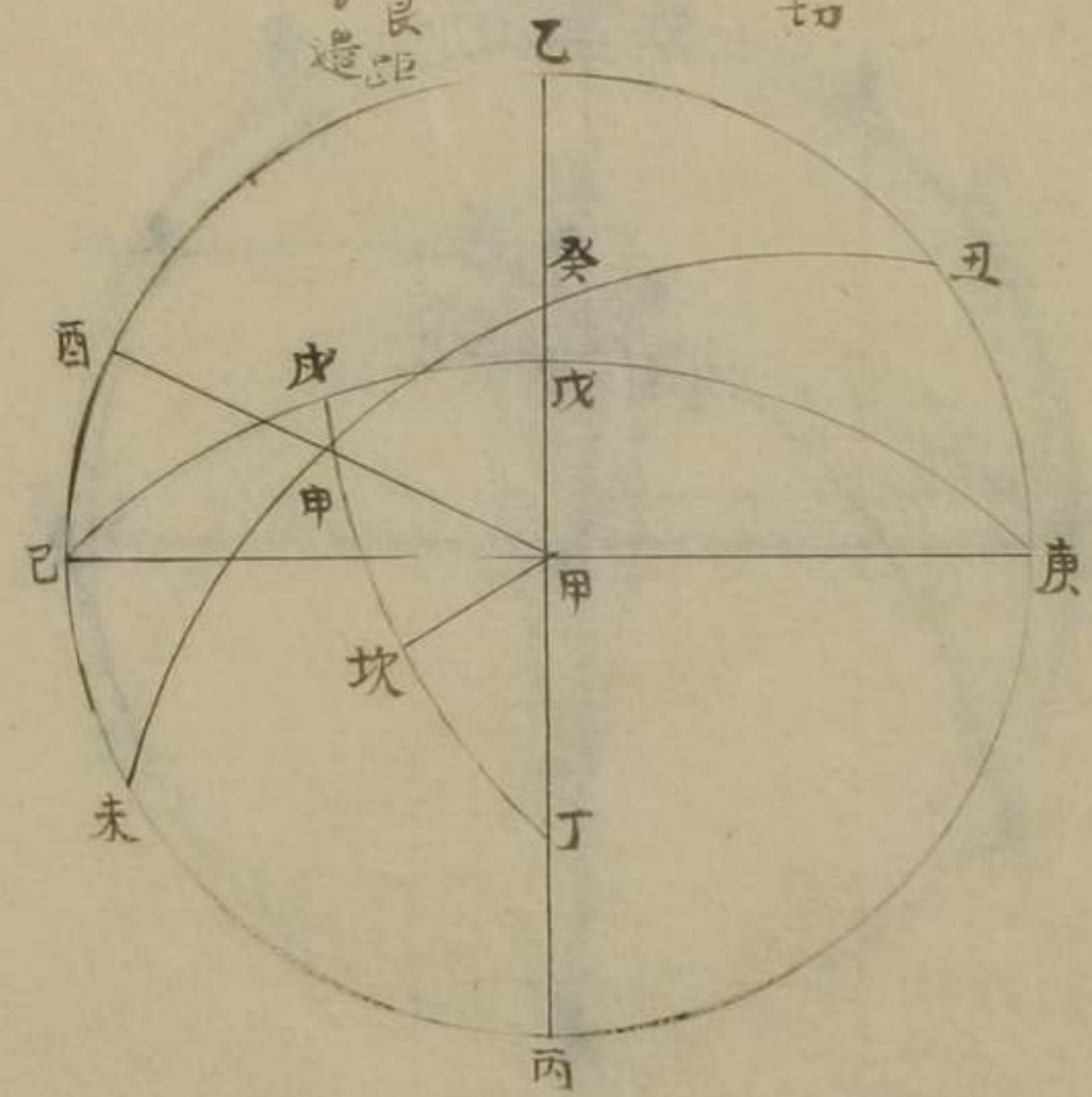


半周相減。卽以酉乾丑角
爲黃道高弧交角。乃知太
陰乾點在黃平象限已點
之西也。蓋惟正當黃平象
限高弧與黃道成直角。在
限西者。則高弧與限西之
黃道成銳角。在限東者。則
高弧與限東之黃道成銳
角。今已乾甲角既不及九



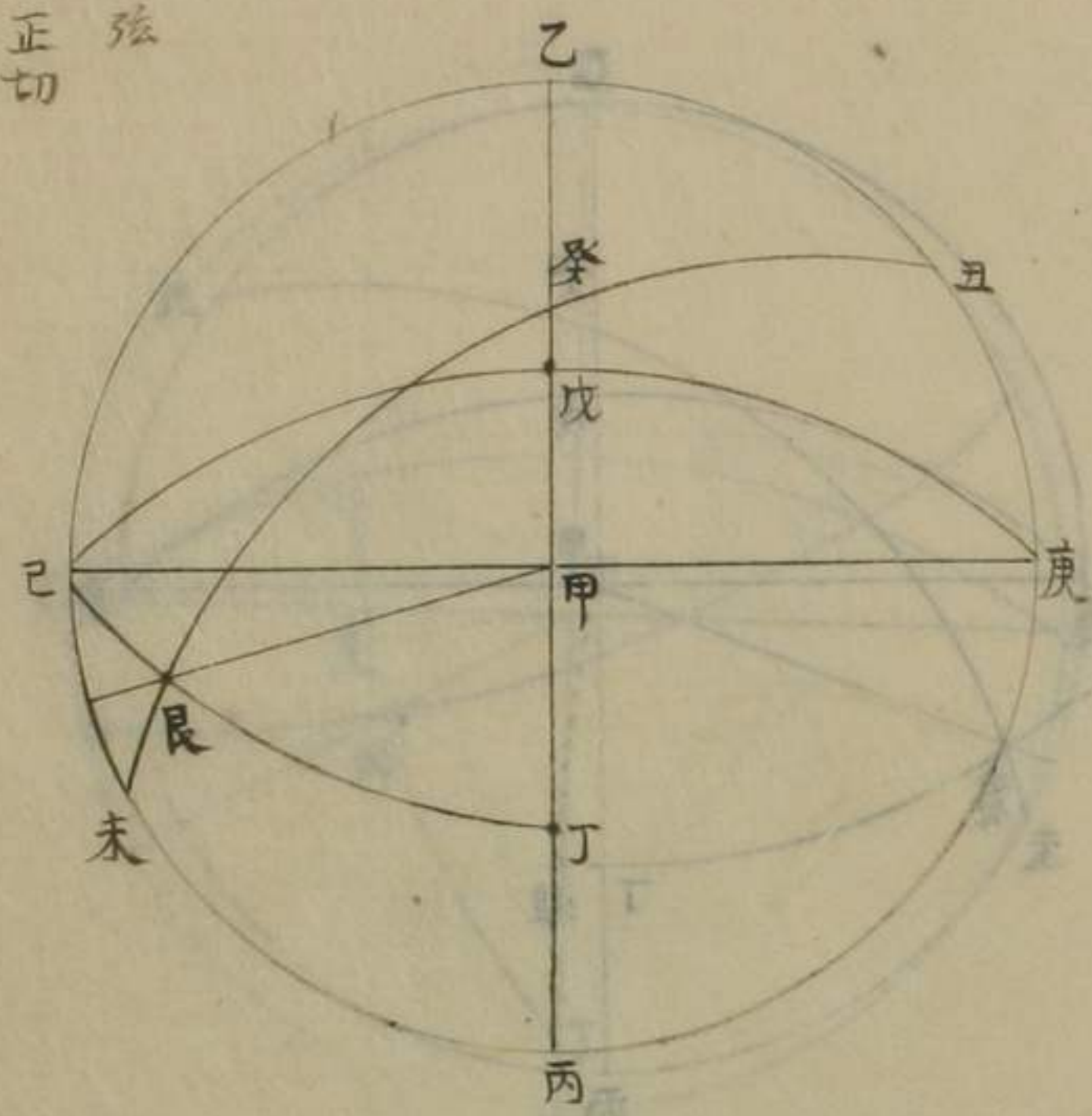
十度。故知乾點在黃平象
限已點之西。而乾酉高弧
乃與限西之乾丑黃道相
交成銳角也。太陰在午西
而在限東者。倣此。右圖以
二至當
地乎。乃黃平象限偏于東
午西之極天者。如二分當
地乎。則黃平象限當
正午加減之法並同。至求
赤經高弧交角之法。則以
北極距天頂爲一邊。影距

- 一 半徑
- 二 影距正午赤道餘弦 日食大陽距正午
- 三 北極距天頂正切
- 四 距極分切
- 一 半徑
- 二 影距正午赤道正切
- 三 距極分切正弦
- 四 垂弧之正切
- 丁坎名距極分切 日食大陽距正午
- 坎申名距影分切 日食大陽距正午
- 一 距影分切正弦
- 二 垂弧之正切
- 三 半徑
- 四 赤經高弧交角正切



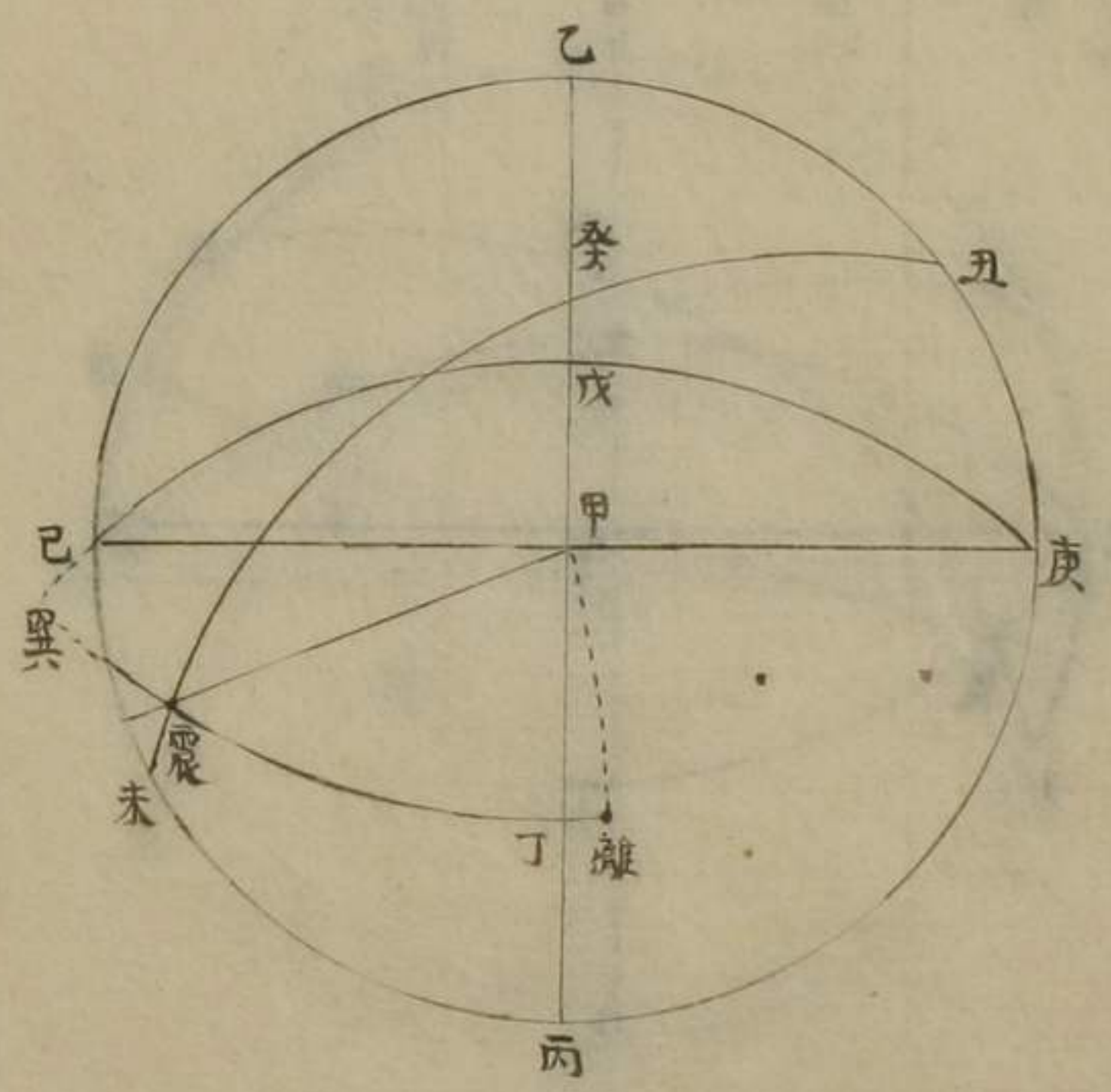
北極為一邊。影距正午赤道度 日食則為日距 為所乘之角。用弧三角法算之。如太陰在申。甲申丁三角。形申角為赤經高弧交角。甲丁為北極距天頂。申丁為影距北極。丁角當戊戌。弧為影距正午赤道度。因丁角為銳角。則自天頂甲

- 一 影距北極之正弦
- 二 北極距天頂之正切
- 三 半徑
- 四 赤經高弧交角之正切

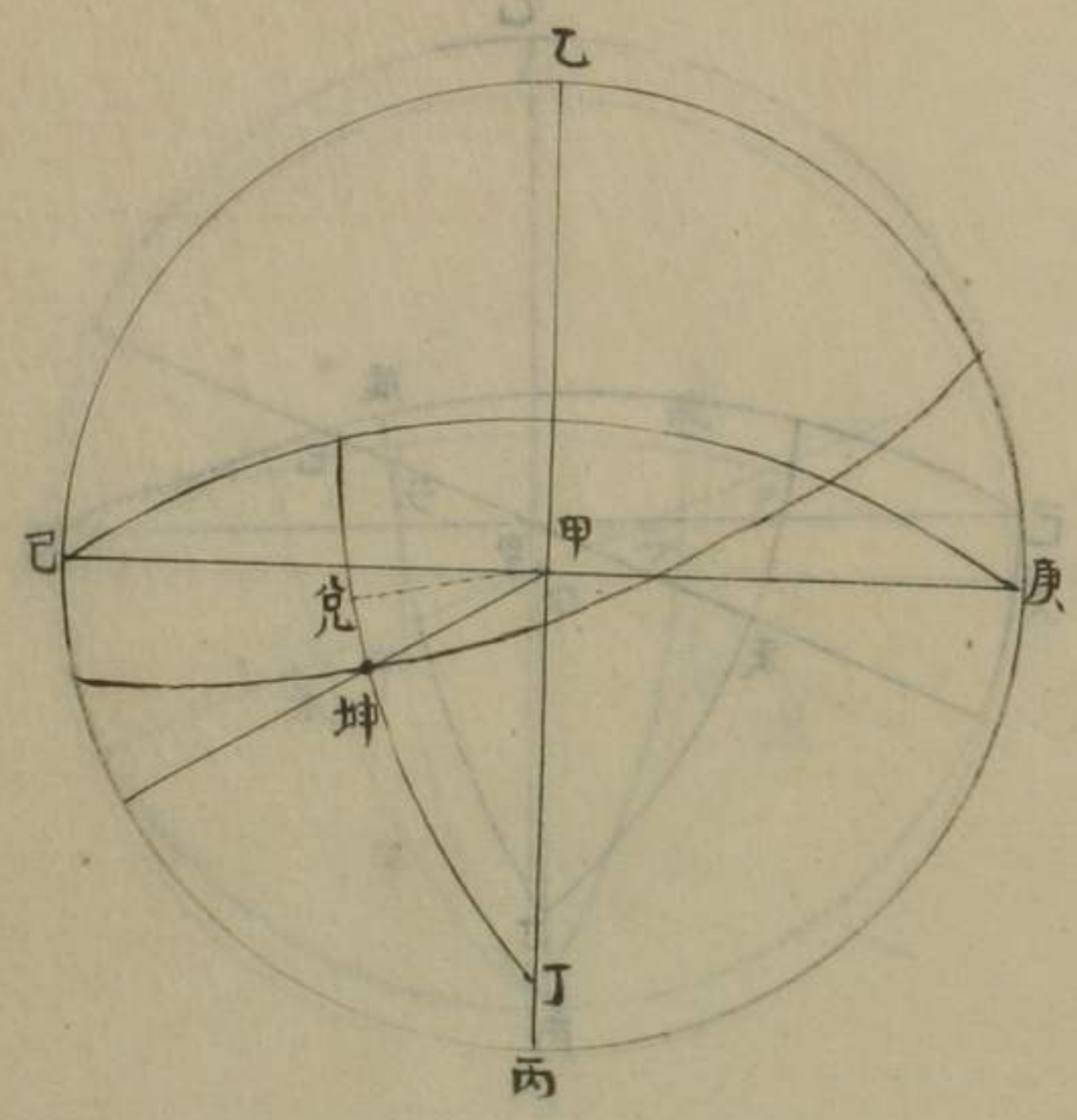


作甲坎垂弧於形內。使坎角成直角。求得甲坎丁坎二邊。以丁坎與丁申相減。即得坎申邊。用之與甲坎邊求申角也。如太陰在艮。甲丁艮角當戊己弧適足九十度成直角。則甲丁即為垂弧。即用甲丁艮正弧三角形以求艮角也。如太

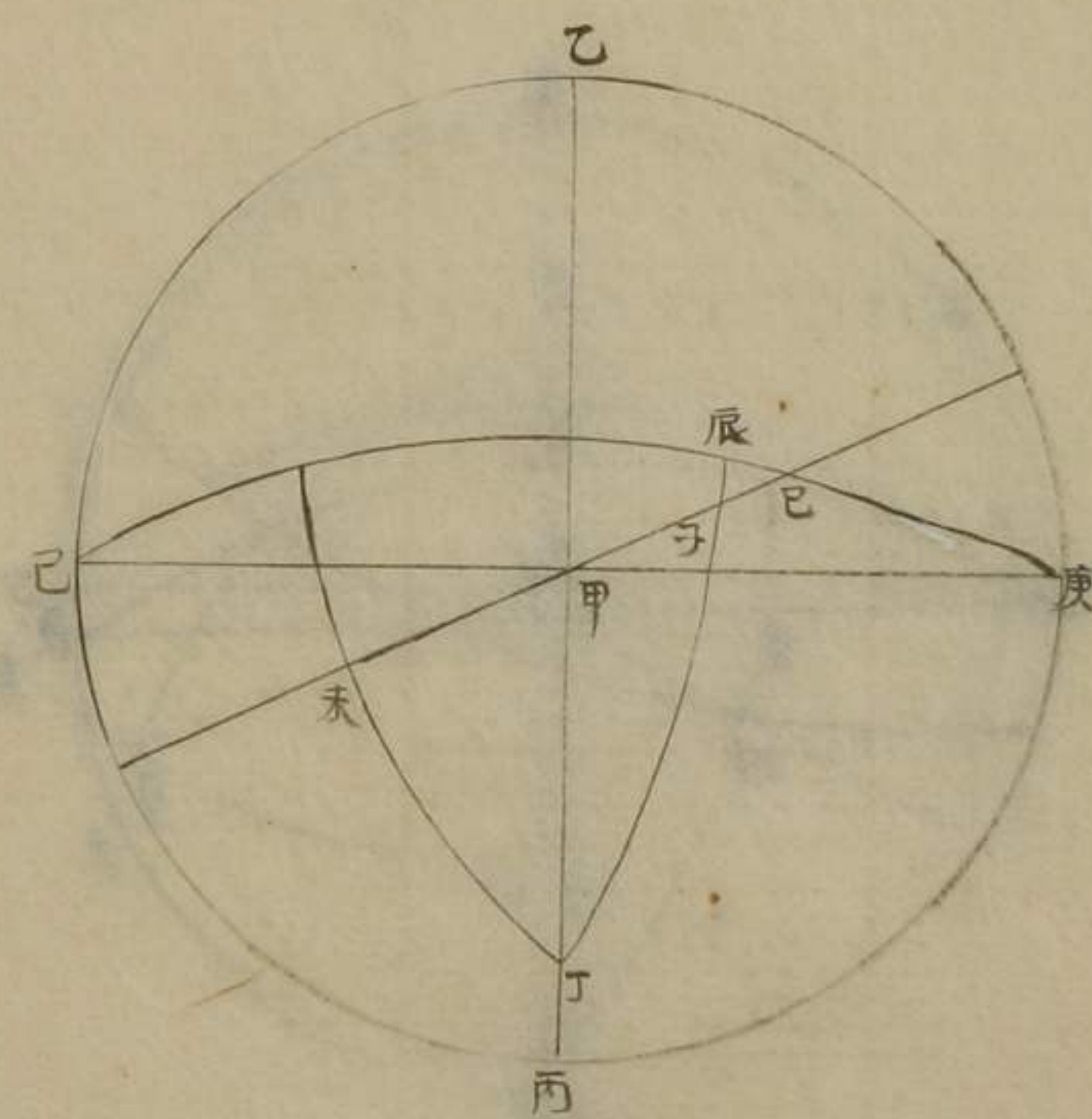
離丁名距極分
離震名距分
丁震名距北極



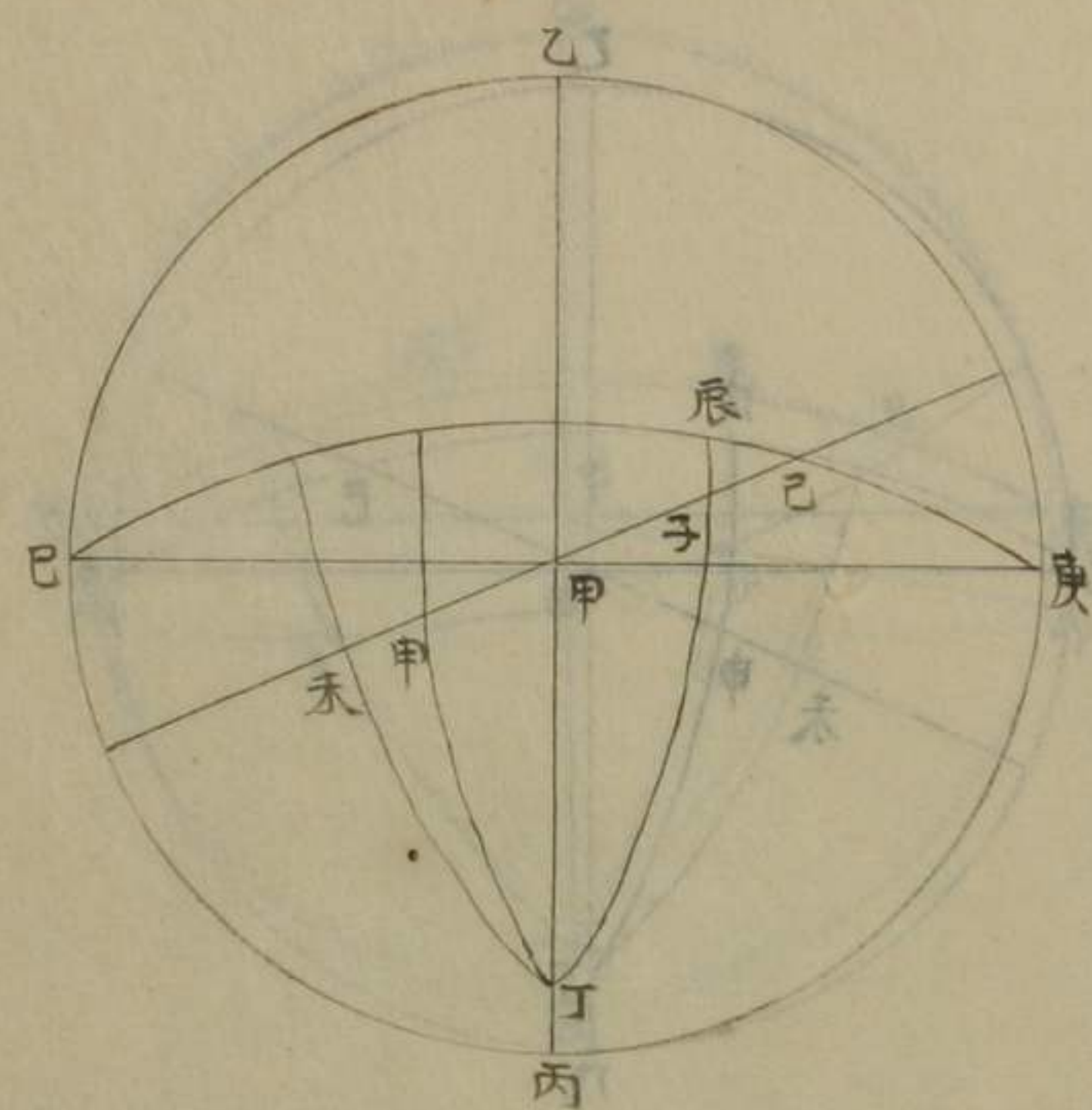
陰在震。甲丁震角當戊巽。弧過於九十度成鈍角。則自天頂甲作甲離垂弧於形外。使離角成直角。求得甲離離丁二邊。以離丁與丁震相加。即得離震邊。用之與甲離邊求震角也。又如黃道在天頂北。太陰在坤。甲坤丁赤經高弧交角



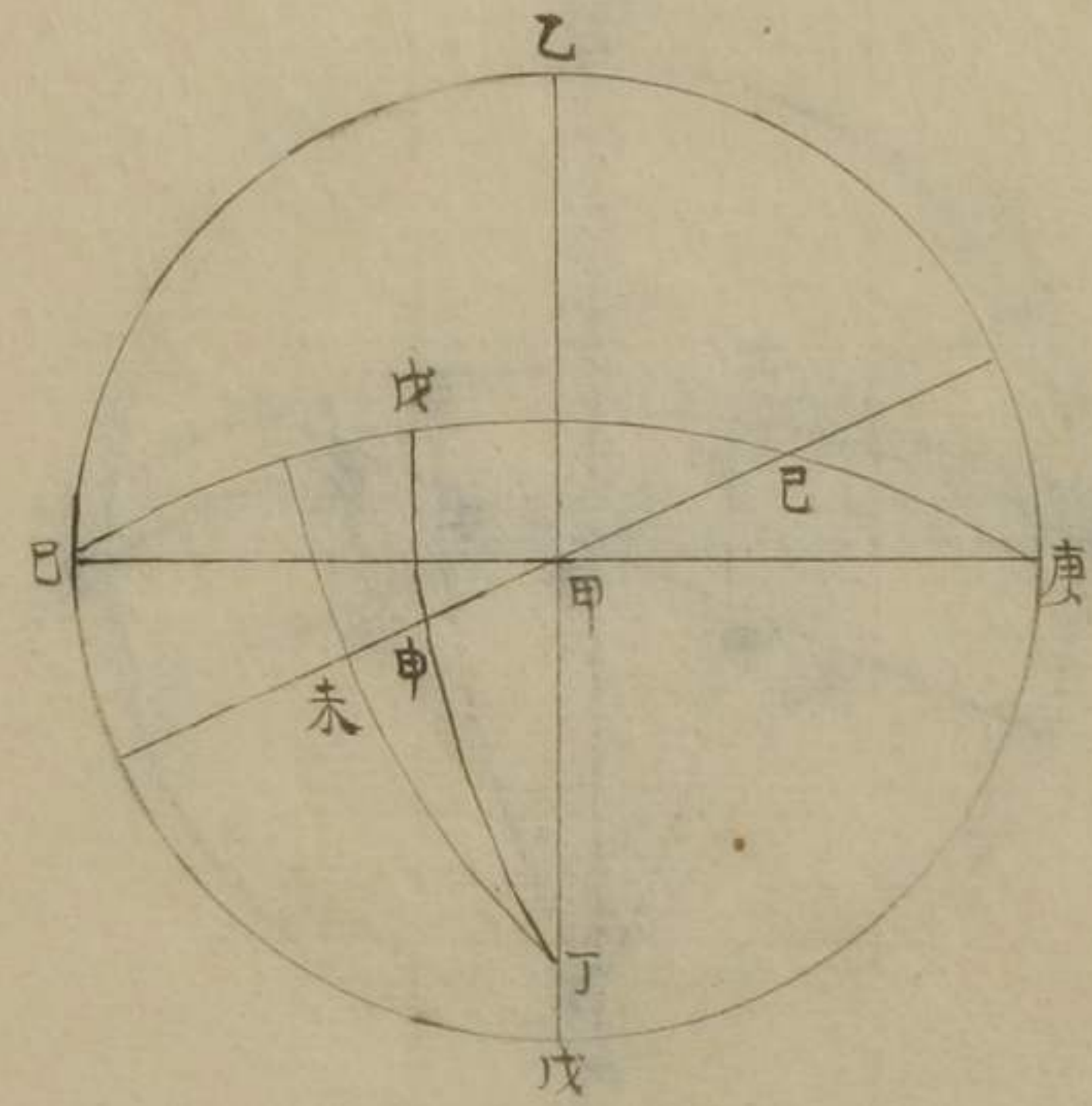
大於九十度。則自天頂甲作垂弧至兌。而所求之丁兌距極分邊。反大於丁坤影距北極。則以坤兌甲兌二邊求坤角之外角。即知甲坤丁角為鈍角也。若所求距極分邊與影距北極等。即知赤經高弧交角為直角。不待求也。至於赤經



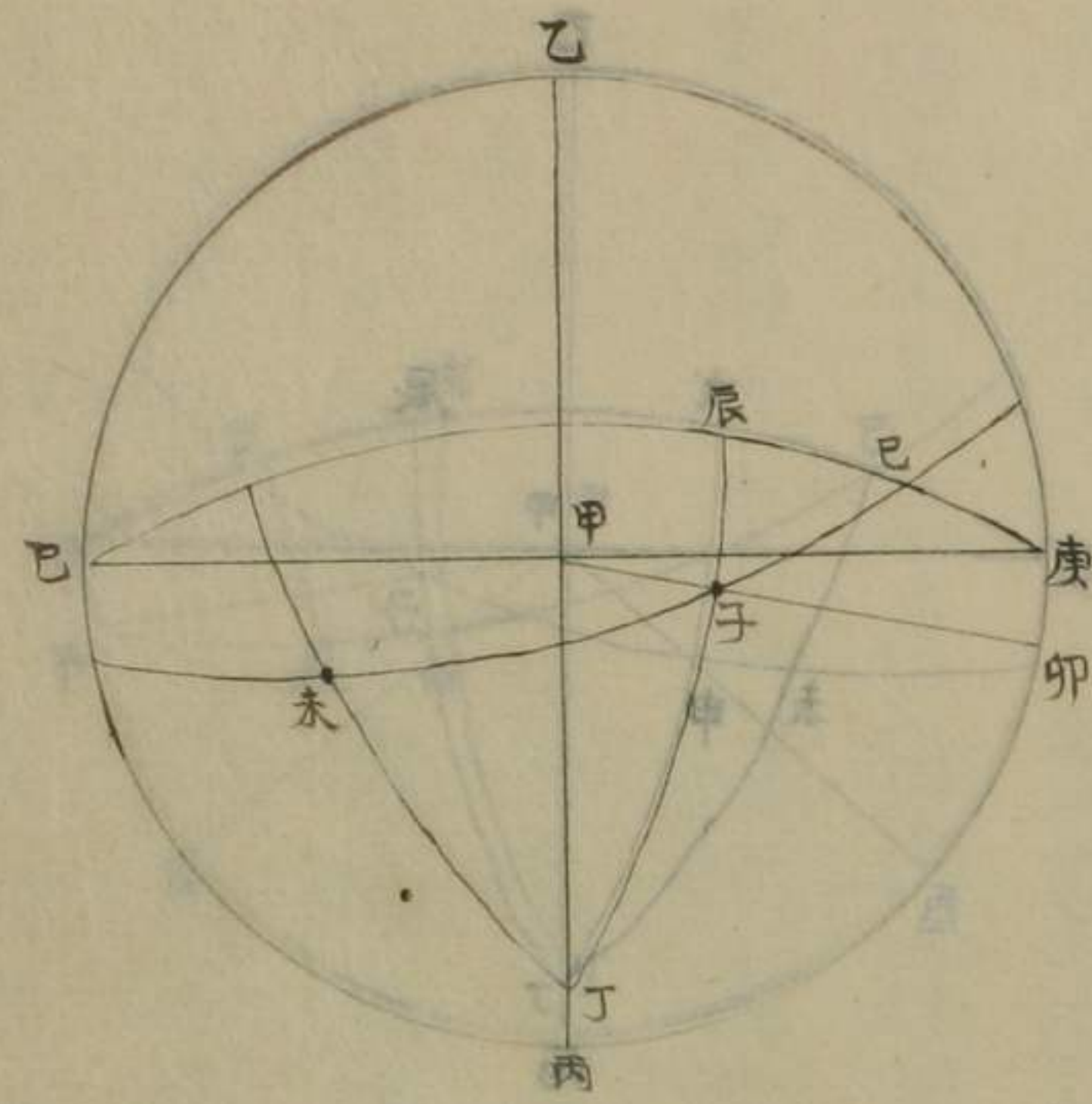
高弧交角。有與黃道赤經
 交角相等者。亦有與黃道
 赤經交角共為一百八十
 度者。有反大于黃道赤經
 交角而不足減者。亦有與
 黃道赤經交角相加。大于
 半周而又減去半周者。如
 北極出地二十三度二十
 九分以下。夏至前後黃道



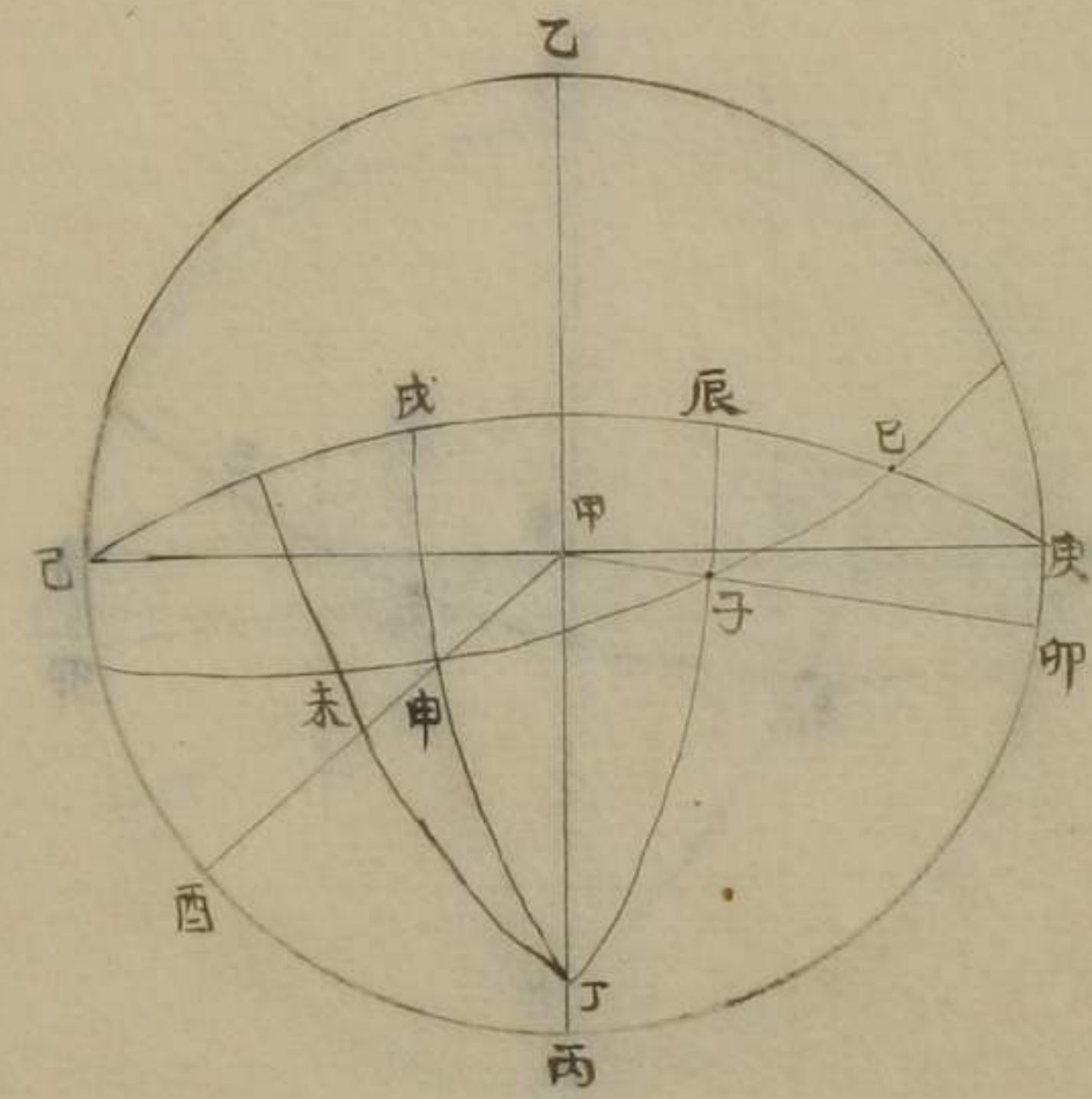
正當天頂。太陰子點在夏
 至未點之前而在正午之
 西。當以赤經高弧交角與
 黃道赤經交角相減。為黃
 道高弧交角。今甲子丁赤
 經高弧交角與巳子辰黃
 道赤經交角相等。兩角相
 減無餘。即知黃道與高弧
 合無交角也。又如太陰申



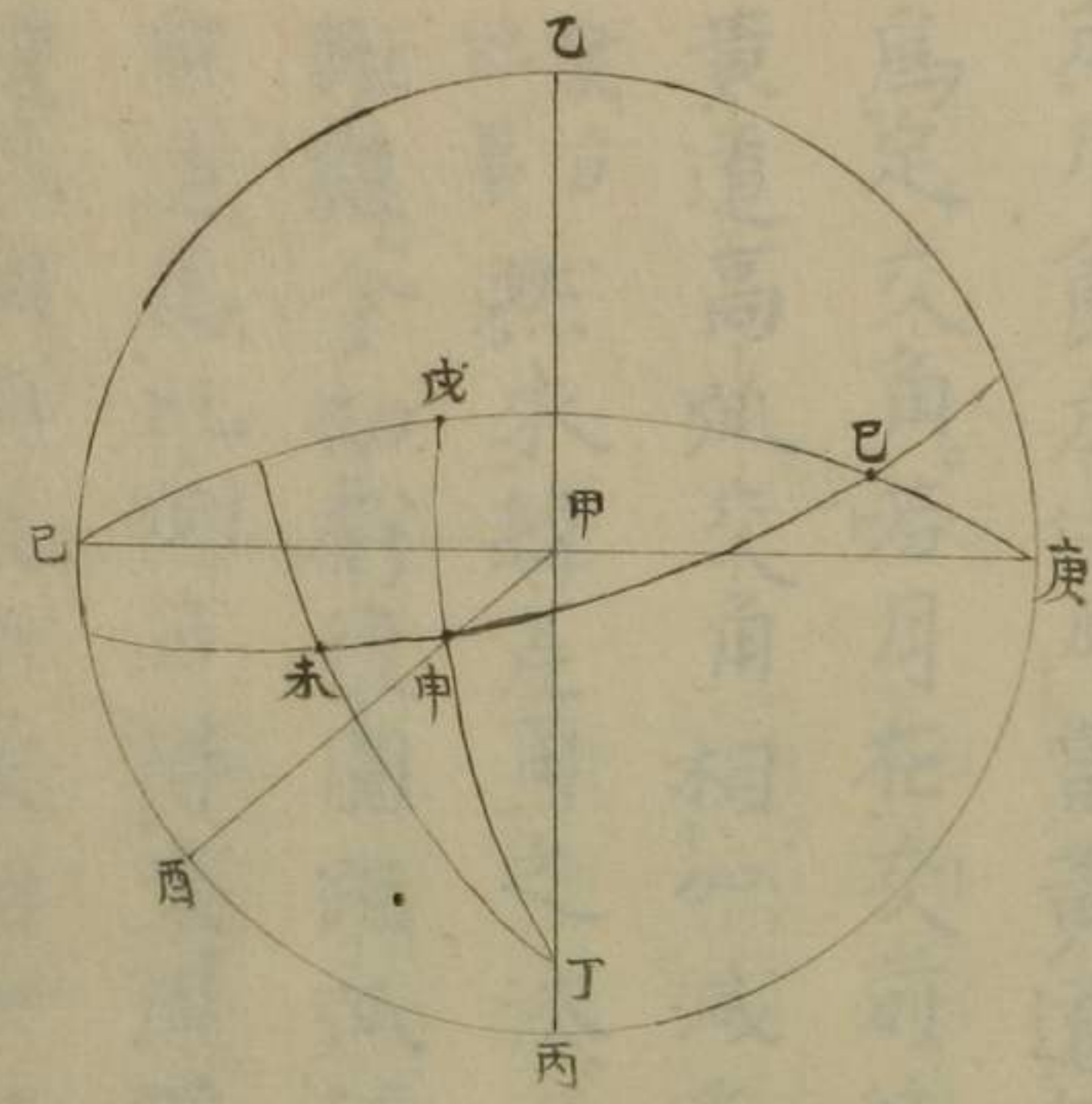
點在夏至未點之前。而在正午之東。當以赤徑高弧交角與黃道赤經交角相加。為黃道高弧交角。今甲申丁赤經高弧交角與巳申戊黃道赤經交角相加。其一百八十度。亦知黃道與高弧合無交角也。又如北極出地在二十三度以



下。夏至前後黃道在天頂北。太陰子點在夏至未點之前。而在正午之西。當於黃道赤經交角內減赤經高弧交角。為黃道高弧交角。今甲子丁赤經高弧交角與辰子卯角等。反大於巳子辰黃道赤經交角。則於辰子卯赤經高弧交角



內反減己子辰黃道赤經
交角。餘己子卯角爲黃道
高弧交角。卽知黃平象限
在天頂北也。又如太陰申
點在夏至未點之前。而在
正午之東。當以赤經高弧
交角與黃道赤經交角相
加爲黃道高弧交角。今申
申丁赤經高弧交角與戊



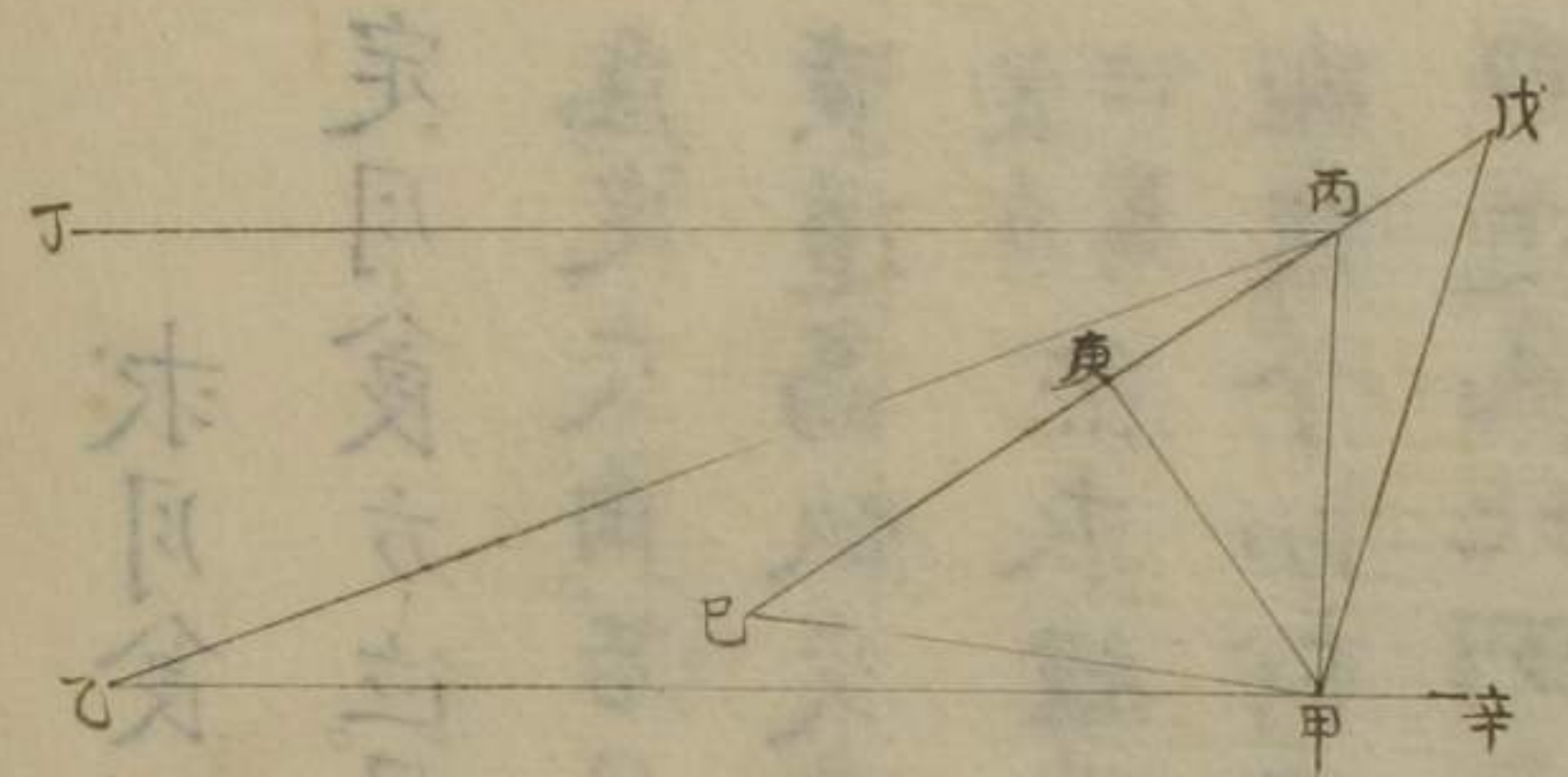
申酉角等。與己申戊黃道
赤經交角相加。大於一百
八十度。則減去己申戊角
及戊申未角共一百八十
度。餘未申酉角爲黃道高
弧交角。亦知黃平象限在
天頂北也。總之黃道出入
於赤道之內外。隨天左旋。
其高低斜正。既隨時不同。

又以人所居之南北異地
改觀益多變換然定之以
數自無遁形或從地平之
算或從子午圈之算或從
赤道經圈之算法雖不同
理實一致合而觀之益見
弧線三角之用至通變矣

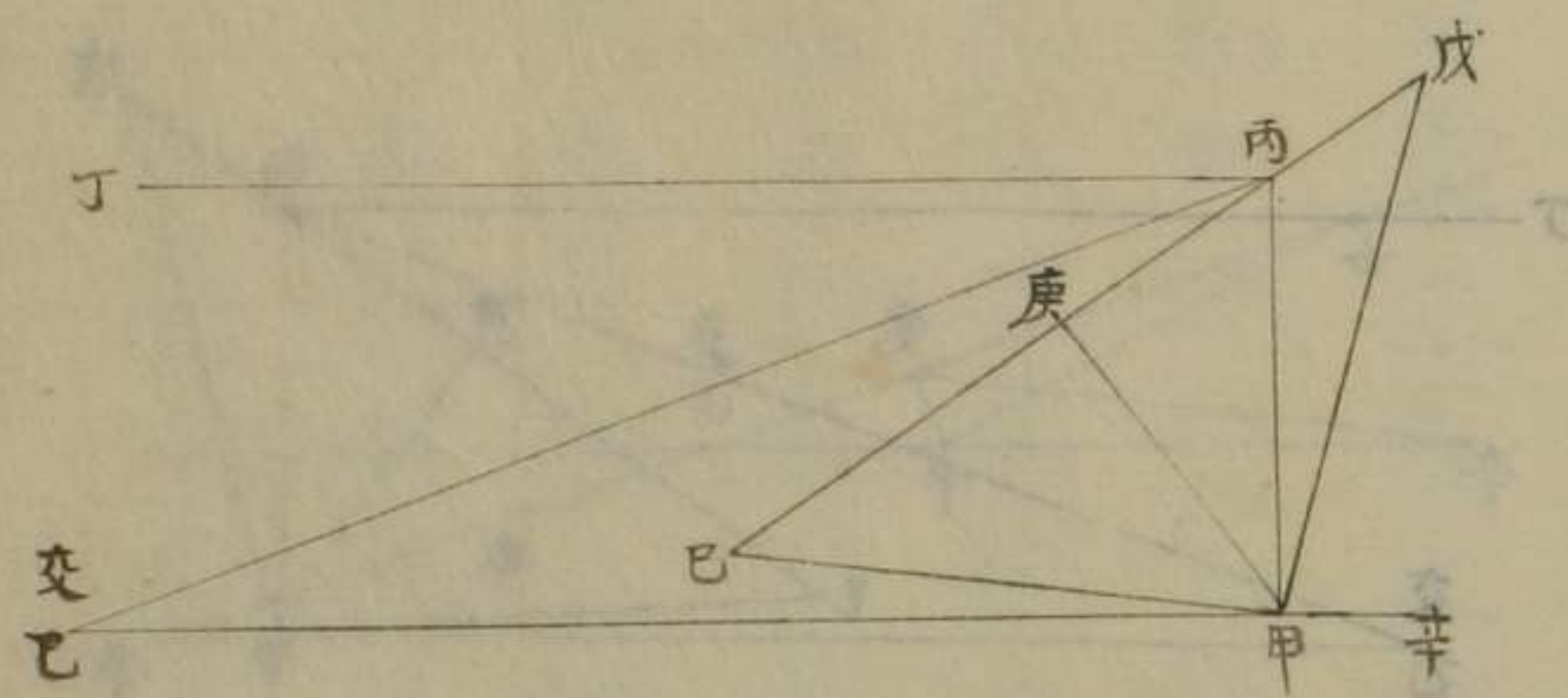
求月食初虧復圓併徑黃道交角 即緯差角

定月食方位月當黃道無距緯即用黃道高弧交角
為定交角若月在交前後有距緯則又求緯差角與
黃道高弧交角相加減為定交角上編言之詳矣見
食方然求緯差角之法必先用初虧復圓交周各求
位篇距緯今初虧復圓距弧皆斜距之度須復以斜距與
白道為比例方得交周頗為費算且前已有斜距黃
道交角與九十度相加減即黃道交實緯角則求得
併徑交實緯角與之相減餘併徑交黃道之角即緯

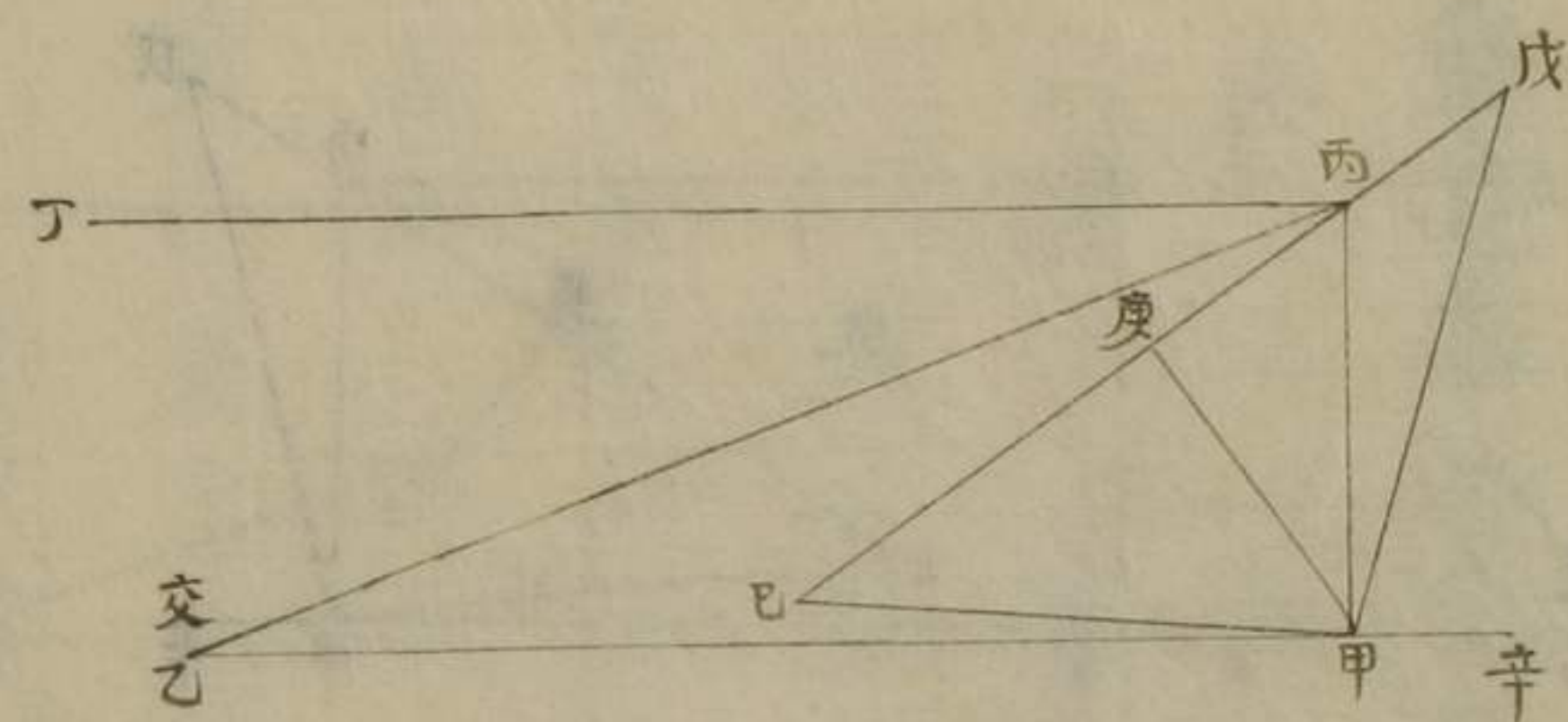
差角。甚為簡便。故質名之曰併徑黃道交角。至其與黃道高弧交角相加減之法。並同上編。茲不復載。



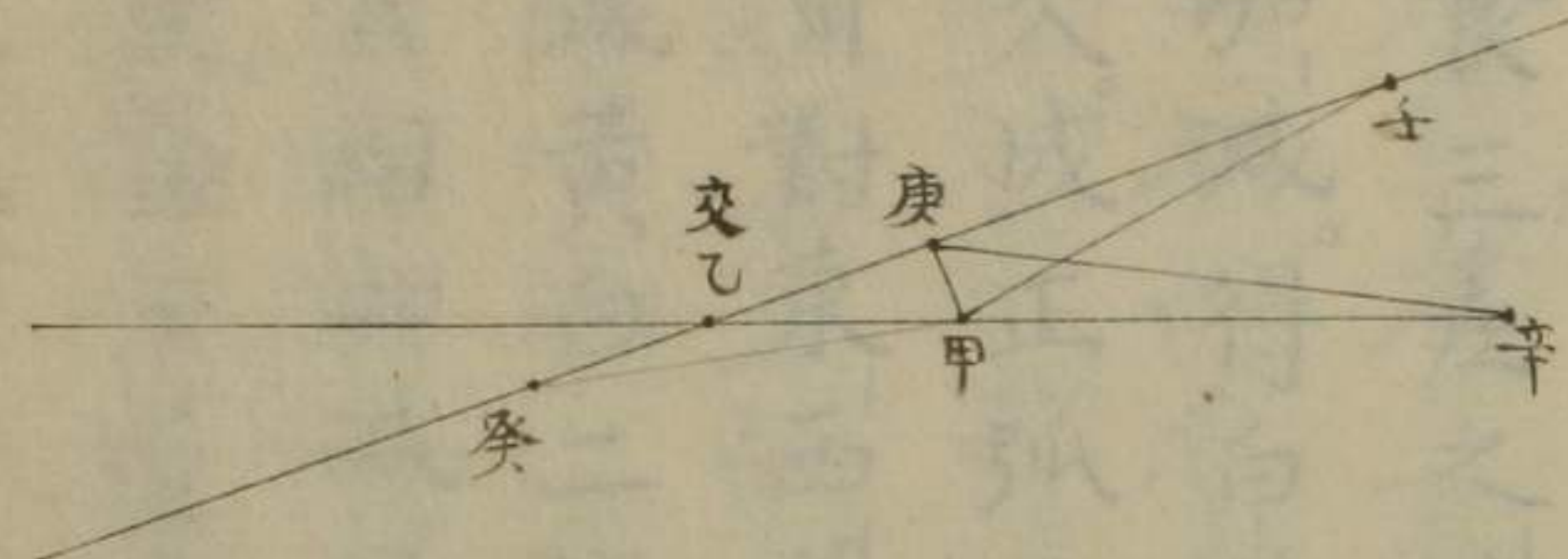
如圖甲乙為黃道丙乙為赤道丙丁為黃道距等圈戊己為日月兩經斜距甲為地影心食甚時月心在庚初虧時月心在戊復圓時月心在己戊甲辛角為初虧併徑黃道交角即初虧緯差角己甲乙角為復圓併徑黃道交角即復圓緯差角求之之法先



以丙甲庚斜距黃道交角與丙甲庚角等與九十度相加得庚甲辛角為初虧黃道交食甚實緯角甲庚為食甚係經圈以直為南北以丙甲庚斜距之度故借名實緯以丙甲庚斜距黃道交角與九十度相減餘庚甲乙角為復圓黃道交食甚實緯角此論前地影由甲向乙月由丙向乙故戊為初虧己為復圓若在交後地影由乙向甲月由乙向丙則己為初虧其角與九十度相減戊為復圓其角與九十度相加次求得庚甲戊角與庚甲乙



角等。為併徑交食甚實緯角。初虧則與庚甲辛角相減。餘戊甲辛角。即初虧併徑黃道交角。復圓則與庚甲乙角相減。餘己甲乙角。即復圓併徑黃道交角也。乃視併徑交實緯角。小於黃道交實緯角。則初虧復圓在黃道之南北與食甚同。若併徑交實緯角。轉大於黃道交實緯角。則南北與食甚相反。蓋太陰近交。初虧復圓一在



交前。一在交後。則距緯之南北必變。如乙為中交。食甚地影心在甲。月心在庚。甲庚為食甚實緯。在黃道北。初虧庚甲壬併徑交實緯角。小於庚甲辛黃道交實緯角。則初虧亦為緯北與食甚同。復圓庚甲癸併徑交實緯角。大於庚甲乙黃道交實緯角。則復圓變為緯南。與食甚相反也。食甚實緯在黃道南。及食甚在交後者。皆倣

此既知初虧復圓併徑黃道交角及
其在黃道之南北則與黃道高弧交
角相加減為定交角其理并與上編
同。

求白經高弧交角

日食三差之法以黃白二道交角與黃道高弧交角
相加減得白道高弧交角白道與高弧及白道經圈
相交成正弧三角形直角對高下差交角對南北差
餘角對東西差上編言之詳矣今以黃赤二經交角
加減黃白二經交角得赤白二經交角與赤經高弧
交角相加減得白經高弧交角對東西差餘角對南
北差蓋白道與白道徑圈相交其角必九十度白經
高弧交角即白道高弧交角之餘凡弧角與九十度
相減所餘為餘弧

求白經高弧交角

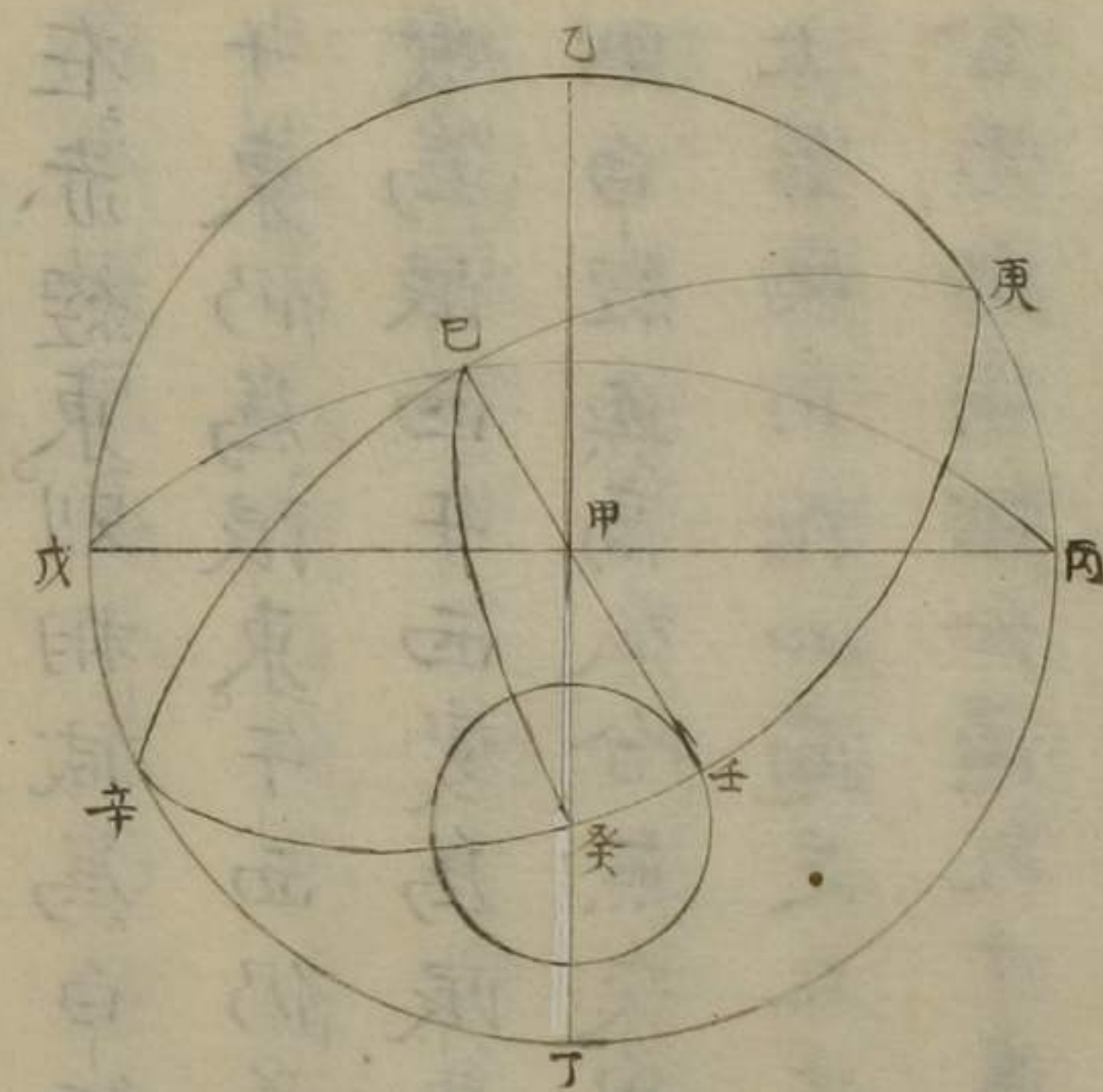
餘是用白經高弧交角。與用白道高弧交角等。但以
赤經高弧交角與黃道赤經交角相加減。得黃道高
弧交角。見前篇又加減黃白二道交角。為白道高弧交
角。須加減二次。而黃赤二經交角。即黃道赤經交角
之餘。交食時日必近交。黃白二經交角。又即與黃白
二道交角等。故以黃赤二經交角與黃白二經交角
相加減。得赤白二經交角。則為初虧食甚復圓同用
之數。至求三限。白經高弧交角。正與赤經高弧交角
一加減。而得之。其法尤為省便也。二經交角加減之

法。以黃道之二至白道之二交為定。蓋惟冬夏二至。
黃經與赤經合無交角。冬至後黃道自南而北。黃經
必在赤經西。夏至後黃道自北而南。黃經必在赤經
東。交周初宮十一宮在正交前後。白道自南而北。白
經必在黃經西。猶黃道冬至後交周五宮六宮在中交前後。
白道自北而南。白經必在黃經東。猶黃道夏至後乃視黃經
在赤經西。白經又在黃經西。或黃經在赤經東。白經
又在黃經東。則相加得赤白二經交角。東仍為東。西
仍為西。若黃經在赤經西。而白經在黃經東。或黃經

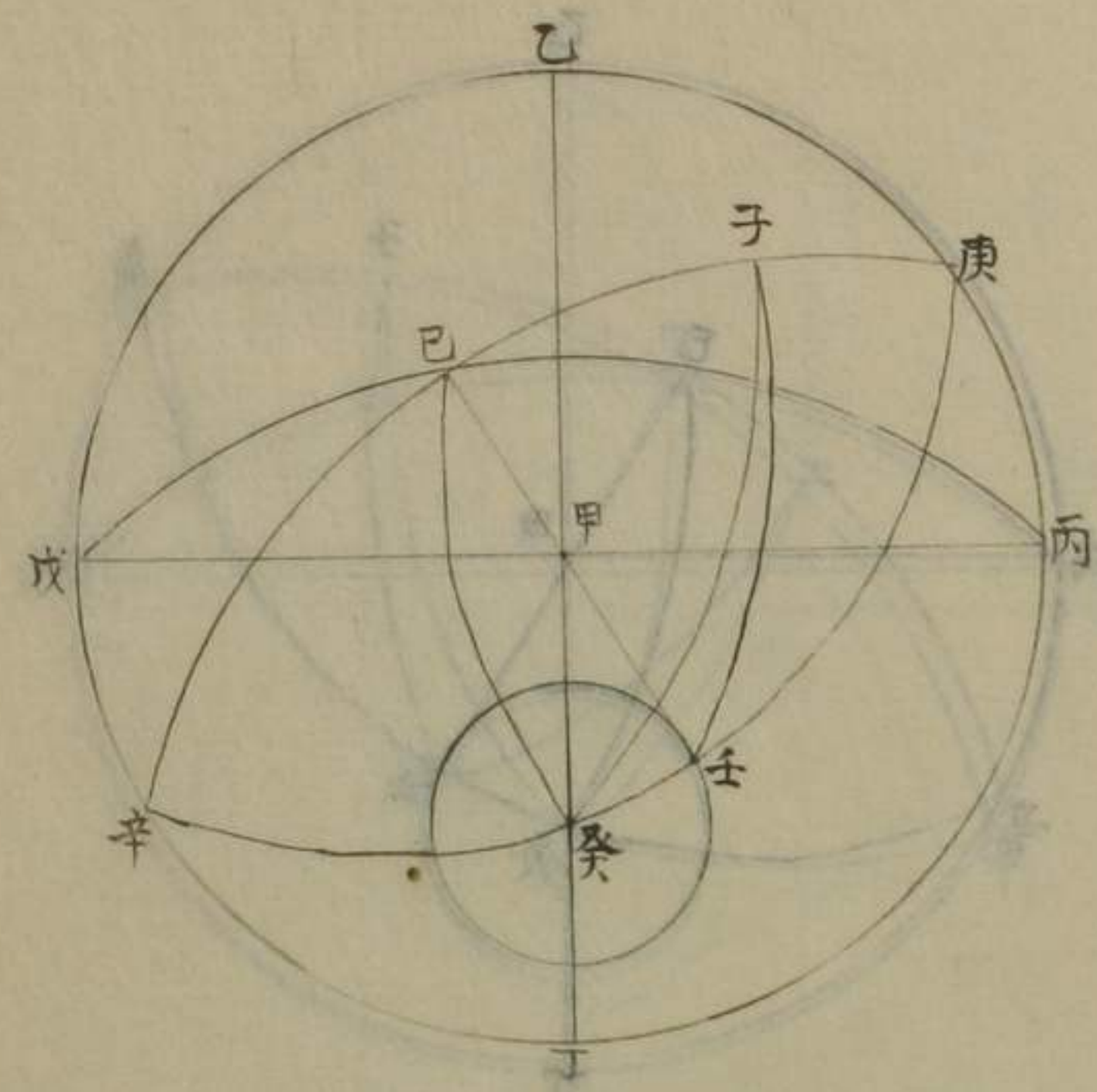
在赤經東而白經在黃經西。則相減得赤白二經交角。黃赤二經交角大。則從黃經之向。黃白二經交角大。則從白經之向。若兩角相等。而減盡無餘。則白經與赤經合無交角也。其與赤經高弧交角加減之法。則以日距正午之東西爲定。蓋惟日當正午。則赤經與高弧合無交角。午前赤經必在高弧東。午後赤經必在高弧西。乃視赤經在高弧西。白經又在赤經西。或赤經在高弧東。白經又在赤經東。則相加得白經高弧交角。午東亦爲限東。午西亦爲限西。若赤經在

高弧東而白經在赤經西。或赤經在高弧西而白經在赤經東。則相減爲白經高弧交角。赤白交角小。則午東仍爲限東。午西仍爲限西。赤白交角大。則午東變爲限西。午西變爲限東。若兩角相等。而減盡無餘。則白經與高弧合無交角。卽知太陽正當白平象限上。若兩角相加適足九十度。則白道在天頂與高弧合。若兩角相加過九十度。則與半周相減用其餘。卽知白平象限在天頂北也。是法也不用求黃道高弧交角。而逕求白經高弧交角。今算甚簡而理亦無遺。

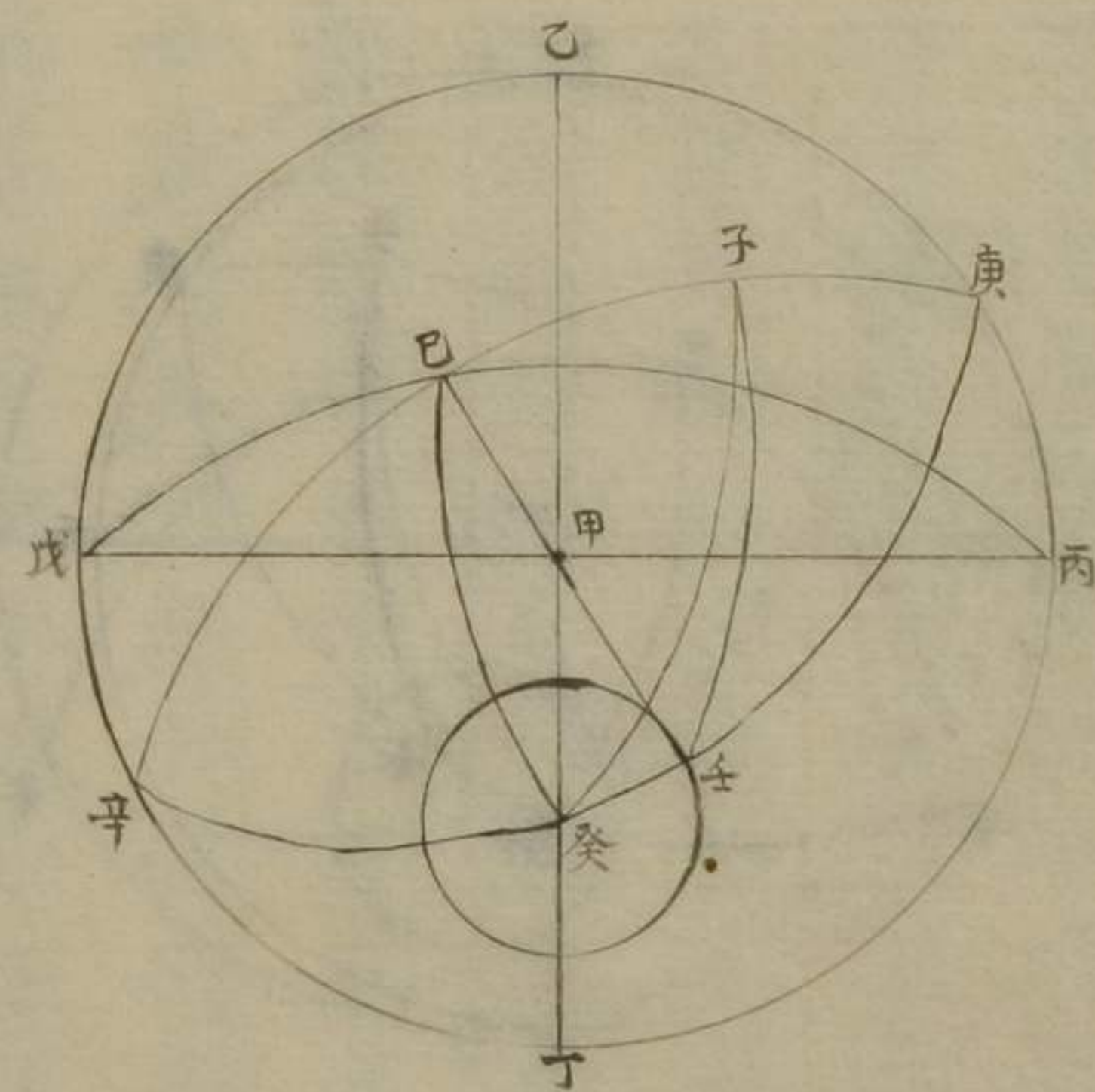
新法用簡平儀繪圖。尤為明顯。列圖如左。



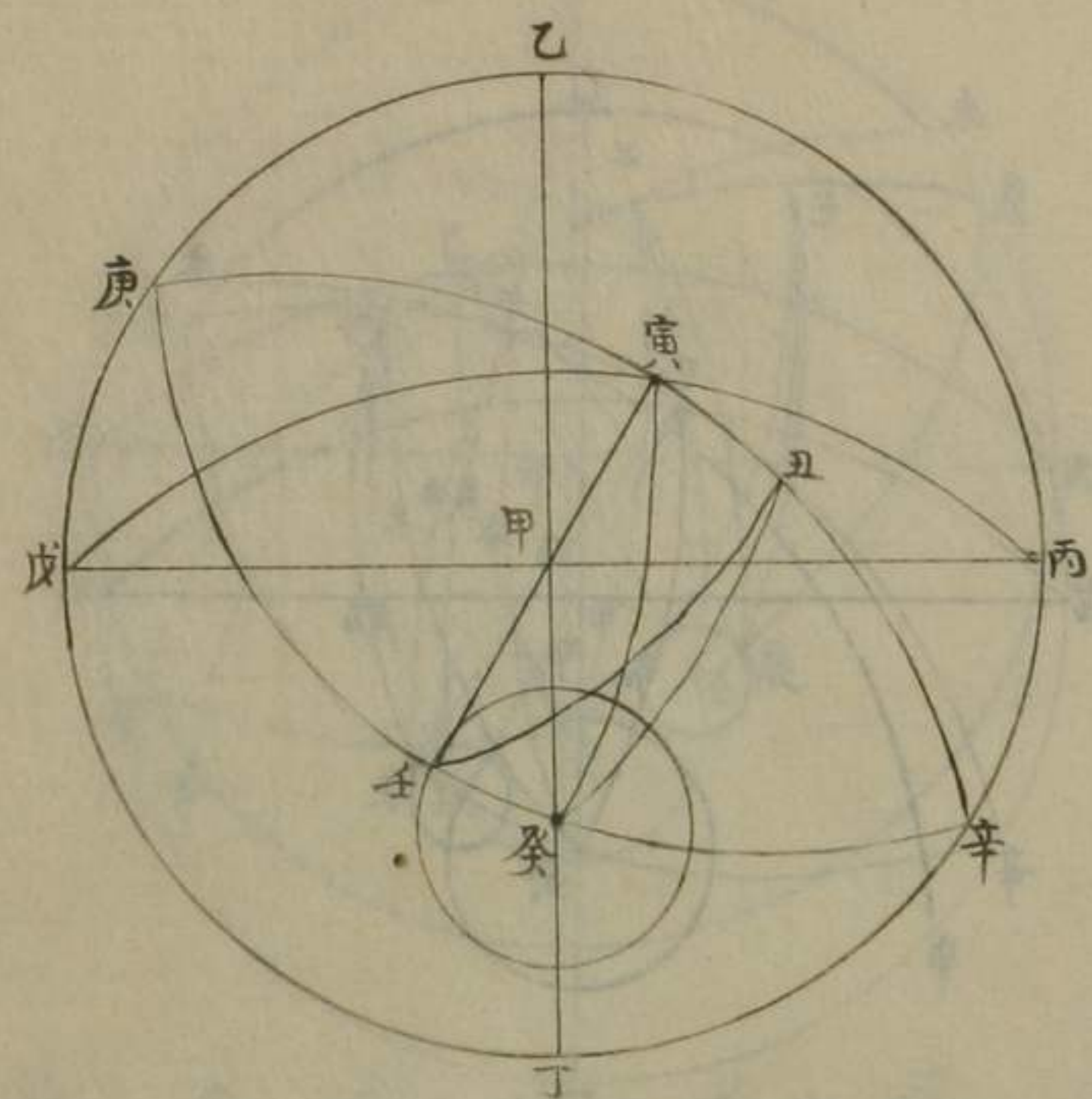
如圖甲為天頂。乙丙丁戊為地平圈。丙巳戊為赤道。庚巳辛為黃道。巳為春分。庚為冬至。辛為夏至。癸為赤極。即北。士為黃極。庚士癸辛為過二至經圈。即過二極經圈。冬至日行在庚。黃赤二經合為一線無交。



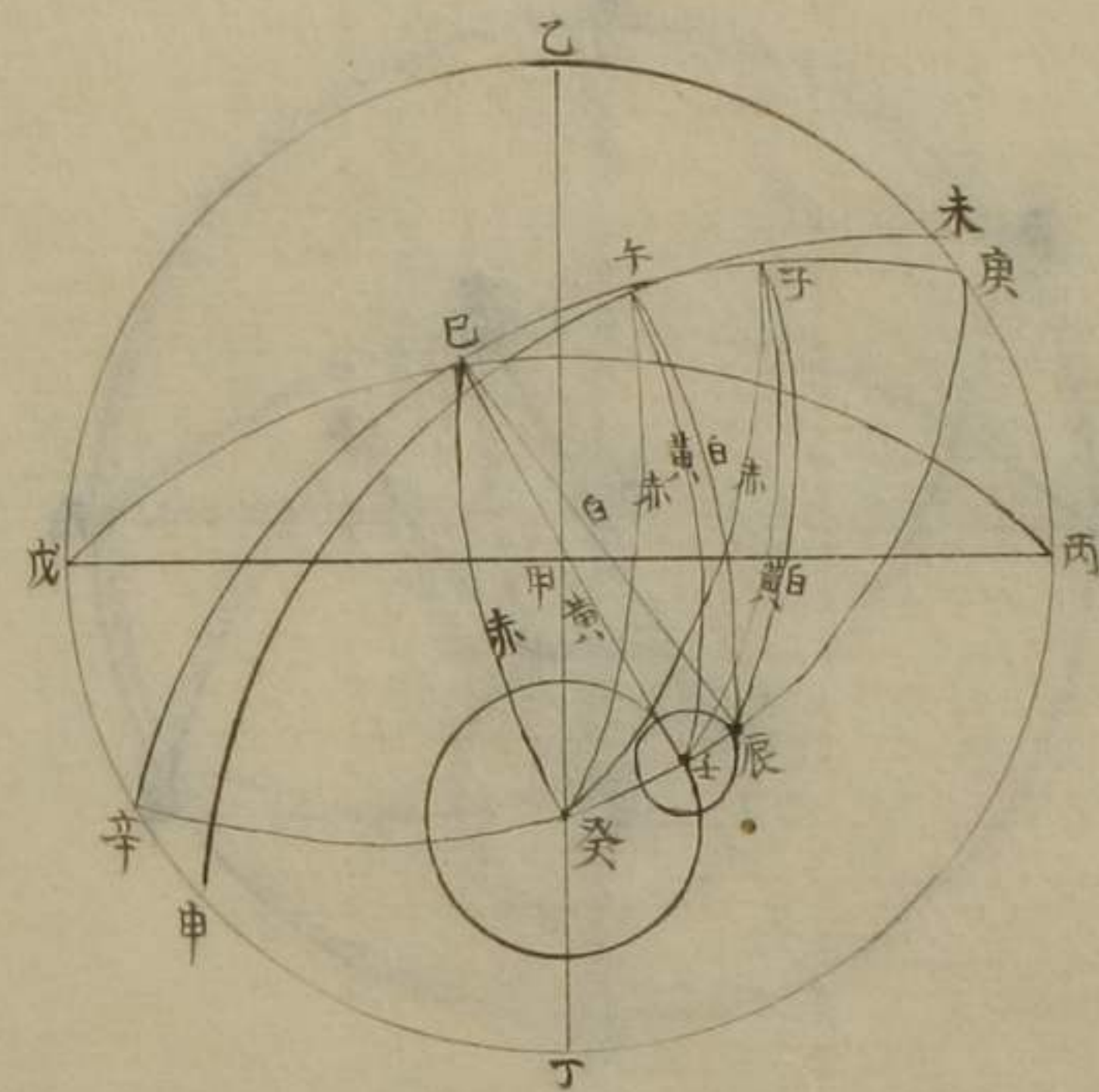
角。冬至後日行自南而北。黃經必在赤經西。漸遠則角漸大。至春分而止。如日行在子。士子黃經在癸子。赤經西。士子癸角為黃赤二經交角。即癸子巳黃道赤經交角之餘。巳子士角九十度。春分日行在巳。士巳黃經在癸巳。赤經西。士巳癸角



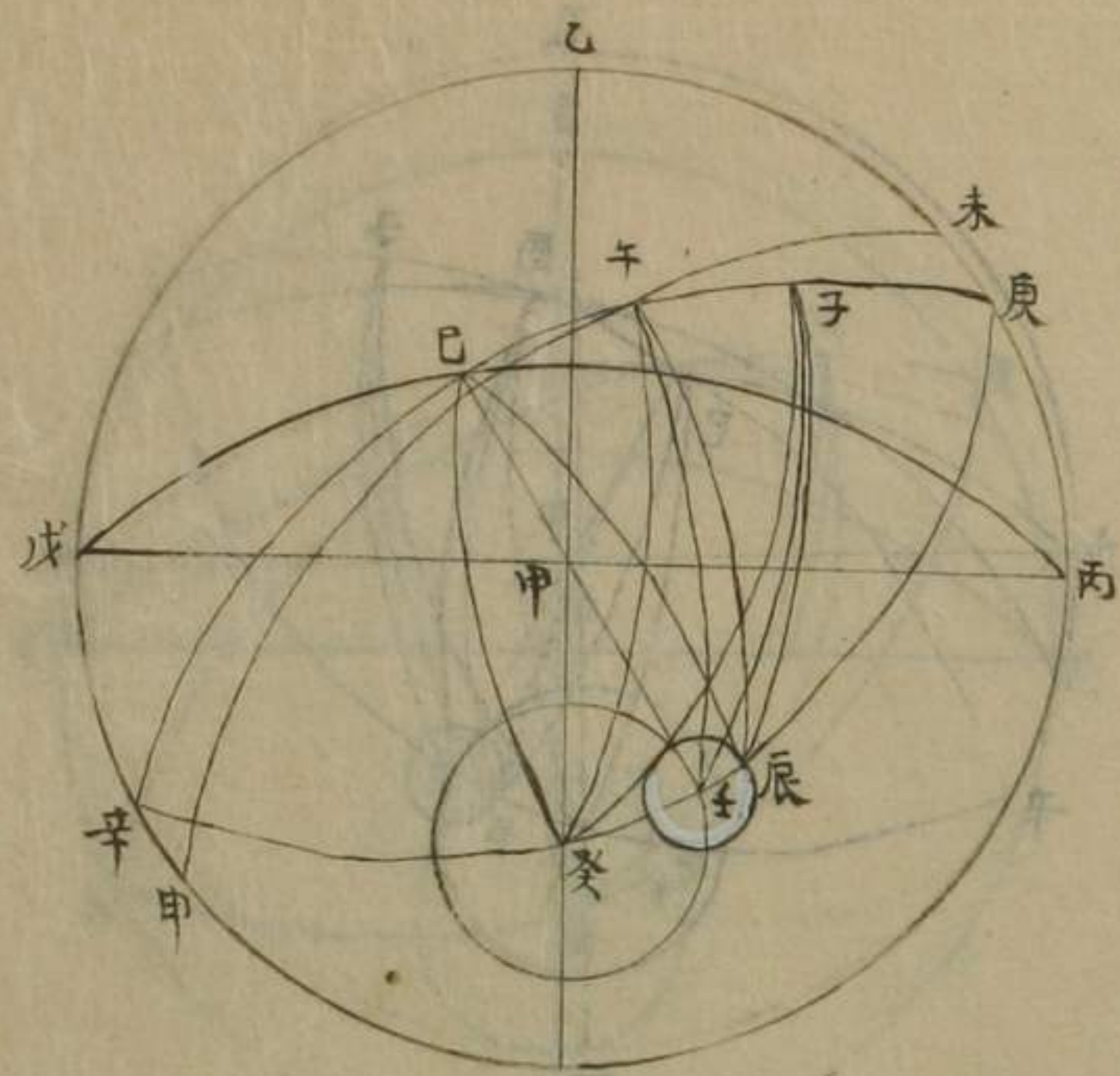
為黃赤二經交角。與戊巳
辛二道交角等。壬巳辛角
戊巳癸角
皆九
十度。是為最大。過此又漸
小。夏至日行在辛。則黃赤
二經又合為一線無交角。
夏至後日行自北而南。黃
經必在赤經東。漸遠則角
又漸大。至秋分而止。如日
行在壬。壬巳黃經在癸巳



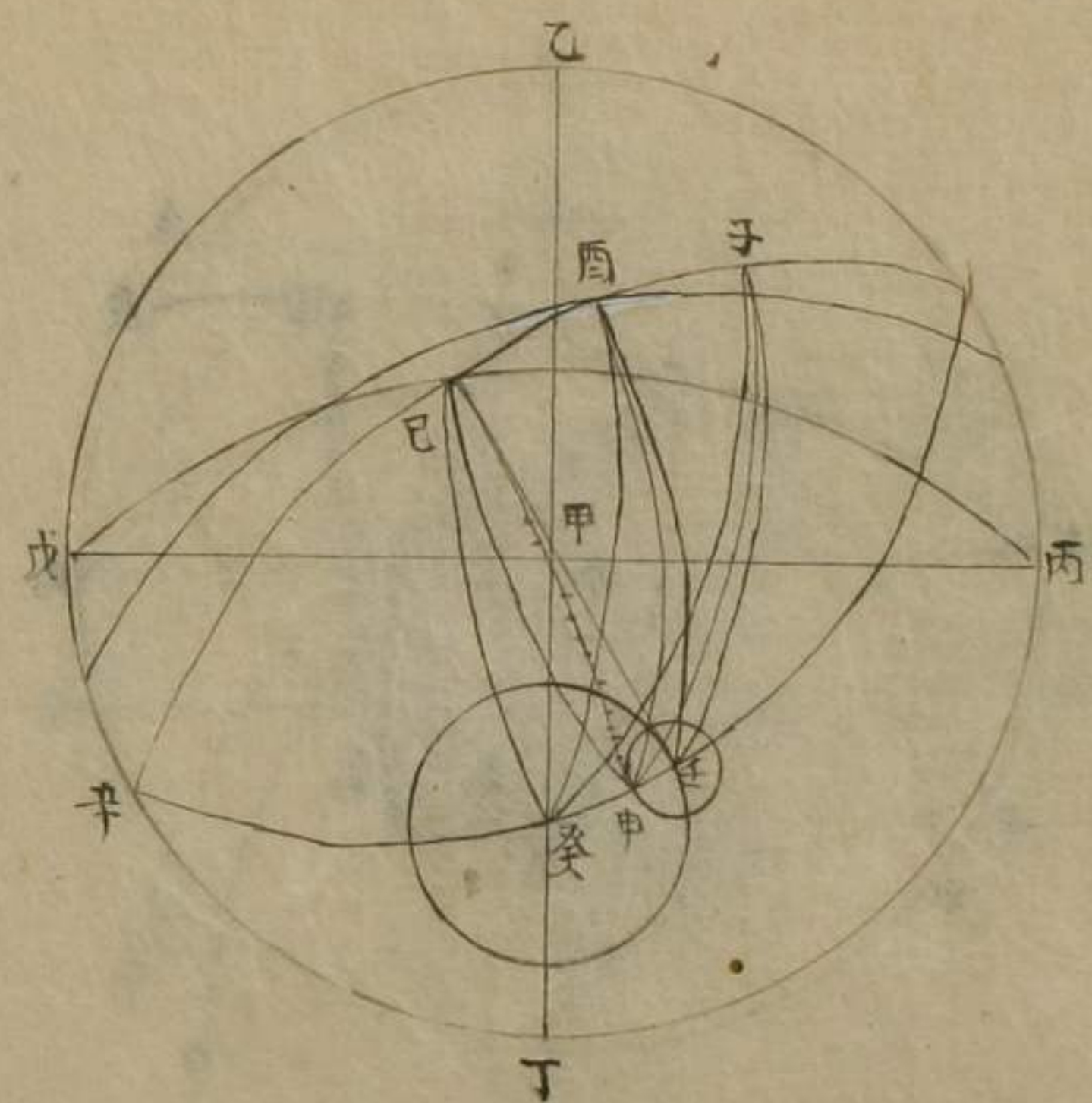
赤經東。壬巳癸角為黃赤
二經交角。即癸巳辛黃道
赤經交角之餘。癸巳辛角
與寅丑壬
等。秋分日行在寅。壬寅黃
經在癸寅赤經東。壬寅癸
角為黃赤二經交角。與丙
寅辛二道交角等。過此又
漸小。至冬至乃復合為一
線也。至白道之交於黃道



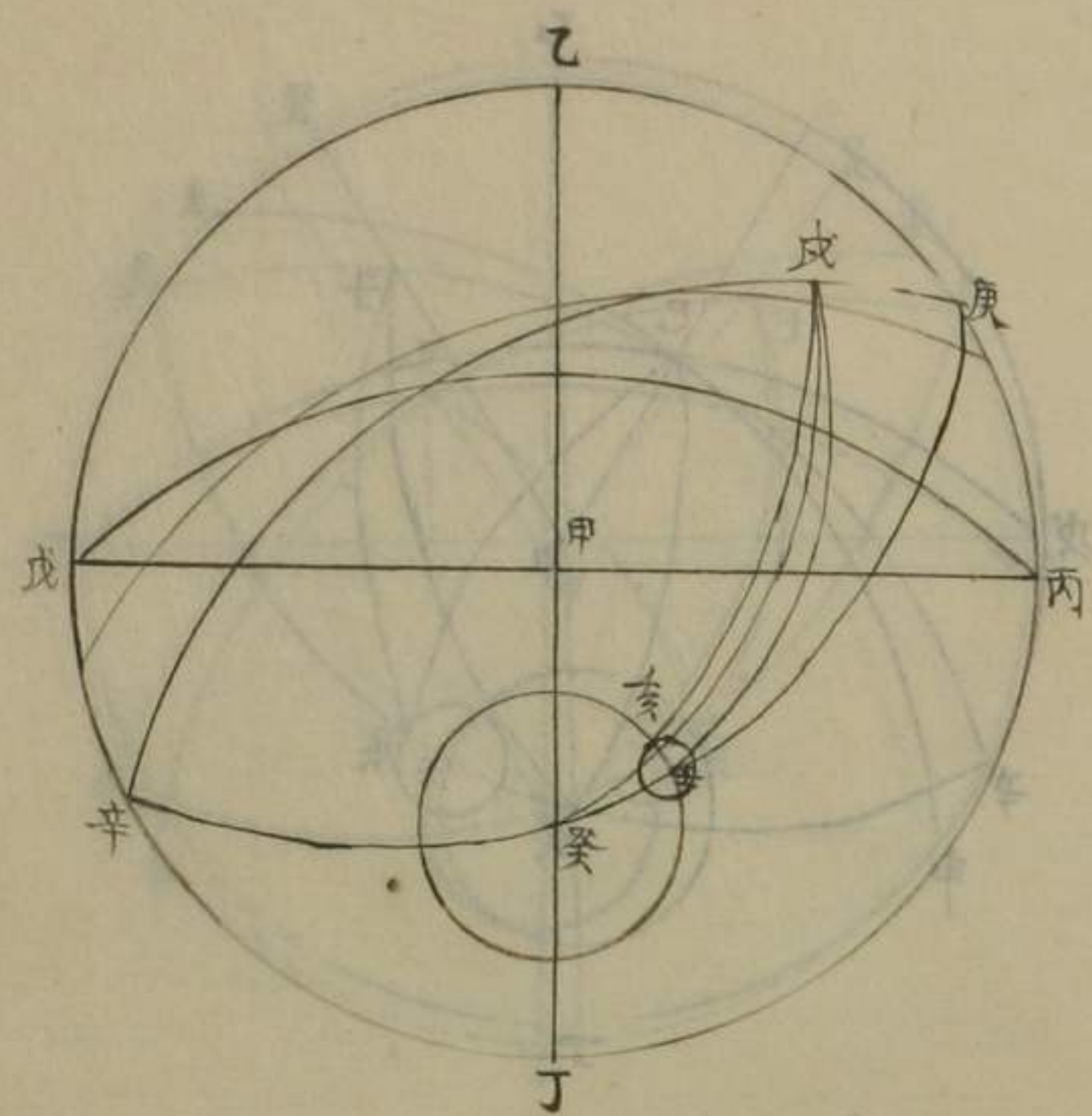
亦如黃道之交於赤道。但其行度自正交起算。交食時日月又必近交。故其南北東西及兩經交角。惟以兩交為定。設白極在辰。正交在午。白道自南而北。猶道之。日行在正交點如午。或正交前如子。正交後如巳。白經皆在黃經西。黃白



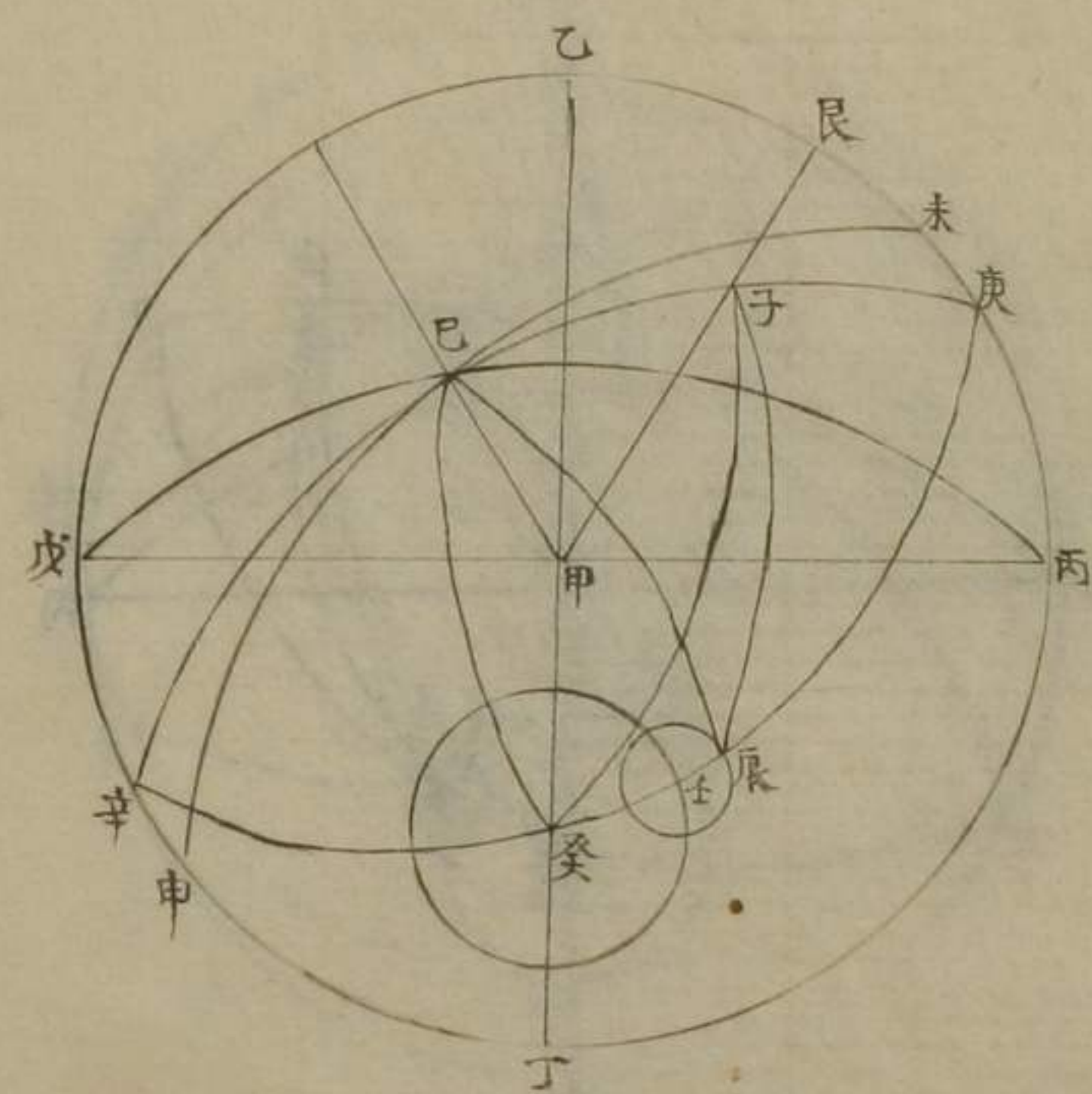
二經交角皆與黃白二道交角為相等。惟日在正交。辰黃白二經交角與庚午。未黃白二道交角等。若在交前如子。交後如巳。其子辰與子巳辰黃白二經交角。皆微小於二道交角。然所差無多。故為相等。與上編捷此黃經在赤經西。白經又在黃經西。則以黃白二經交角與黃赤二經交角相加。為赤白二經交



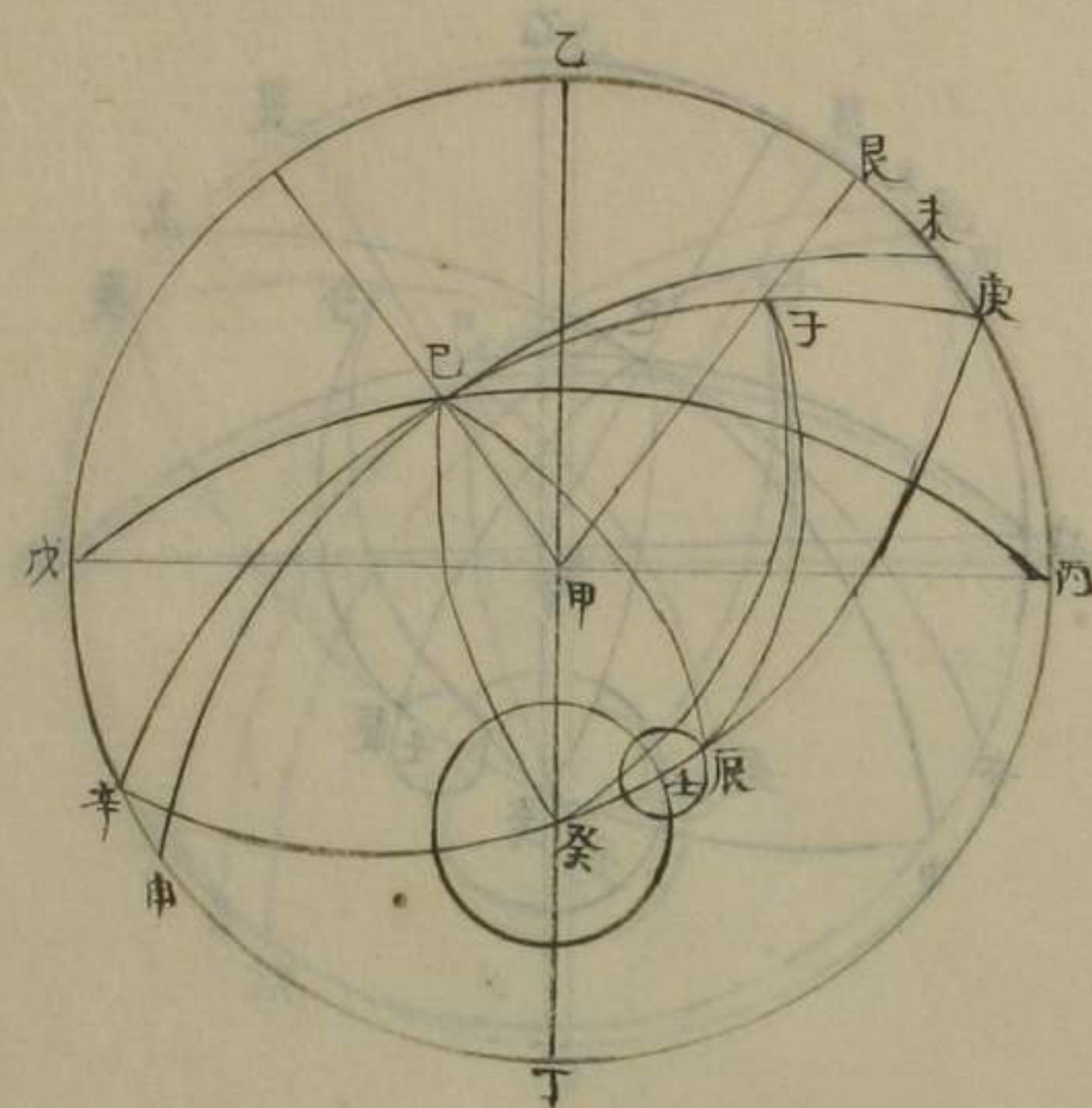
角也。設白極在申。中交在酉。白道自北而南。猶黃道之秋分。日行在中交。照如酉。或中交前如子。中交後如巳。白徑皆在黃經東。黃白二經交角亦與黃白二道交角為相等。此黃經在赤經西。而白經在黃經東。則以黃白二經交角與黃赤二經



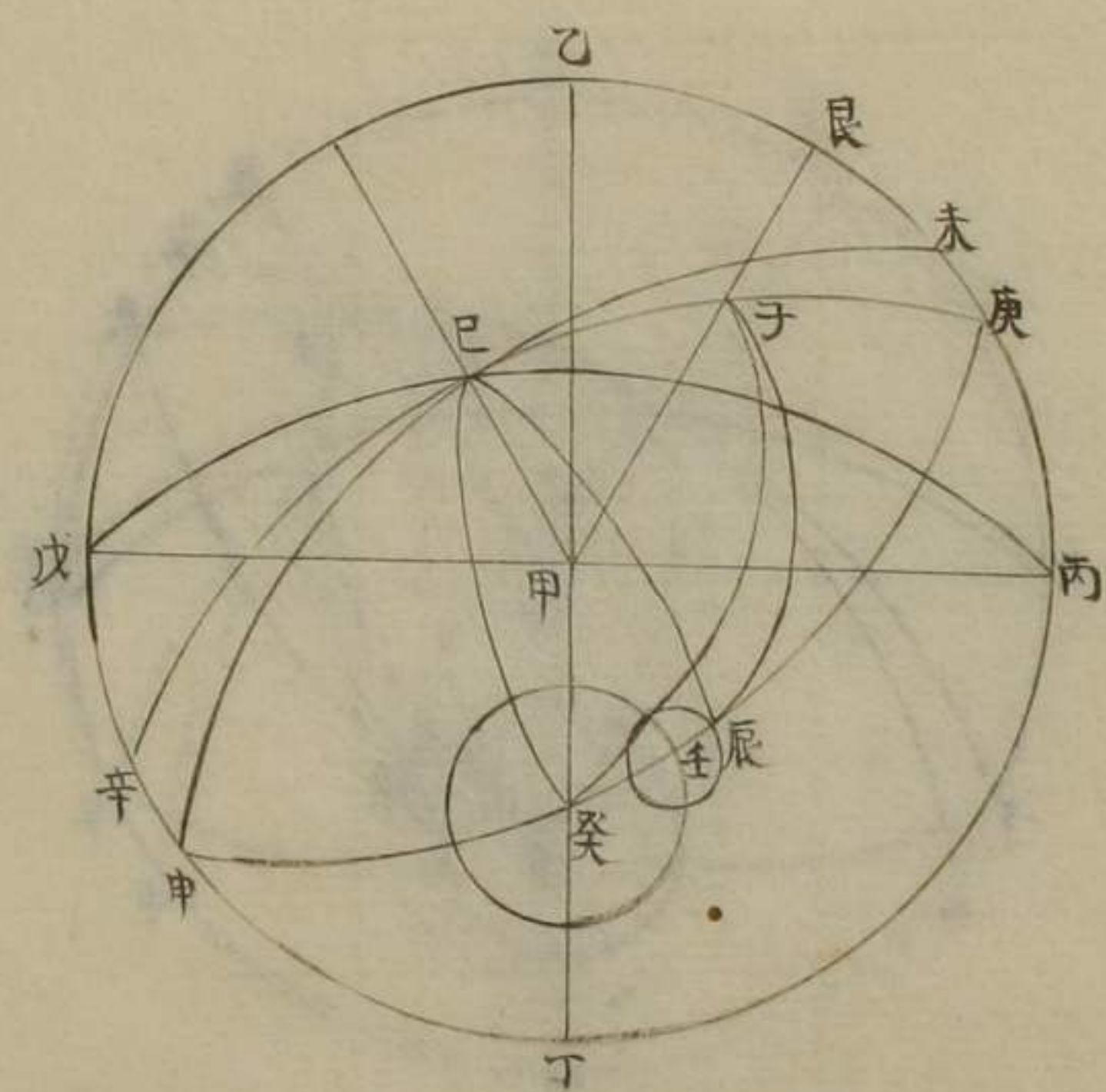
交角相減。為赤白二經交角。黃赤二經交角大。則從黃經之向。白經亦在赤經西也。設黃經在赤經西。而中交近二至經圈。如戌。亥。戌。白經在壬戌。黃經東。壬戌。亥。黃白二經交角反大。於壬戌。癸。黃赤二經交角。相減餘。癸。戌。亥。角為赤白



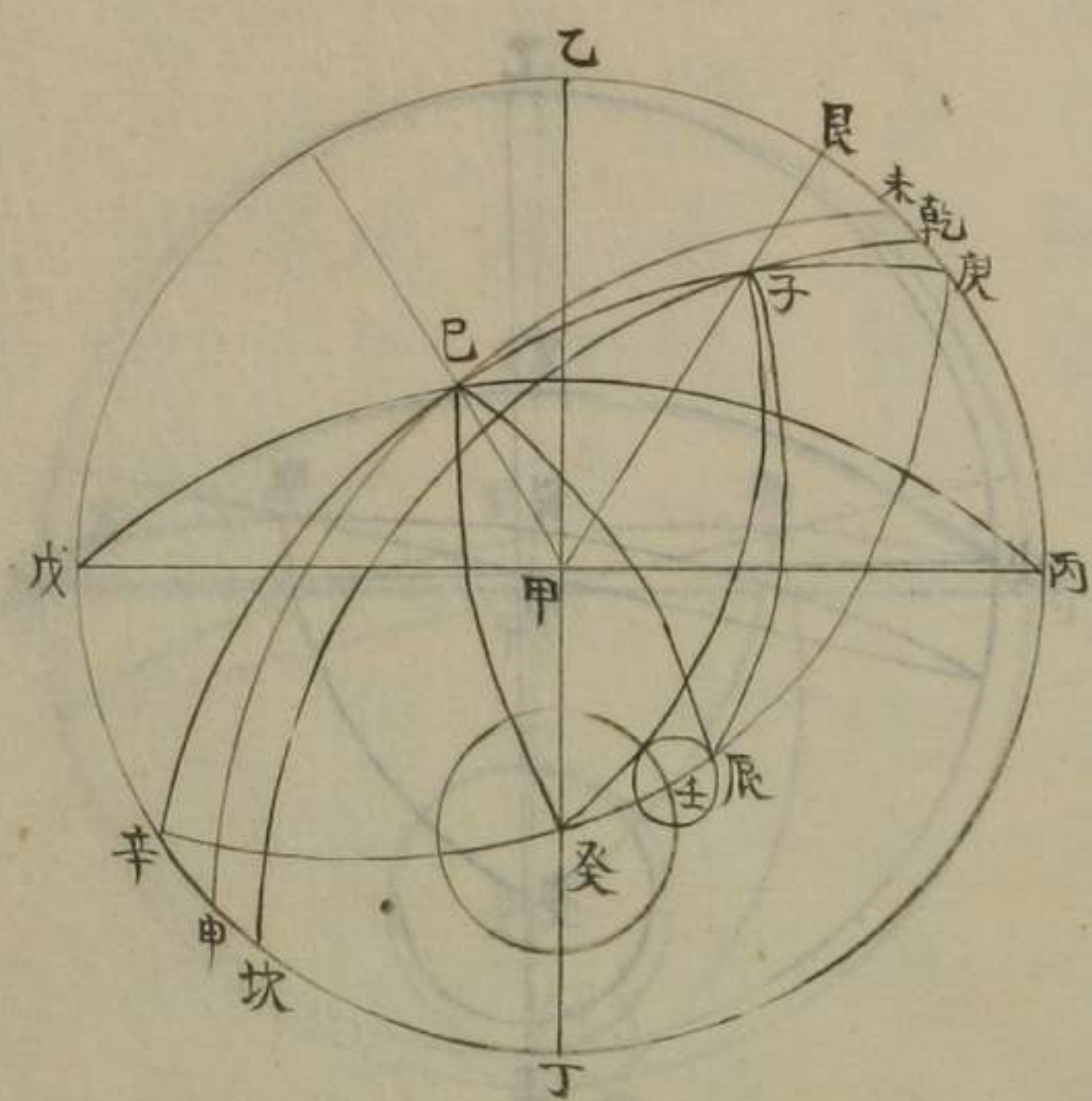
二經交角。則從白經之向
 白經轉在赤經東也。既得
 赤白二經交角。是為初虧
 食甚復圓同用之數。初虧至復
 圖太陽行度無幾。故二經交角不改。隨時求
 得赤經高弧交角與之加
 減。即得各時白經高弧交
 角。如日行在子是為午後
 甲子癸角為赤經高弧交



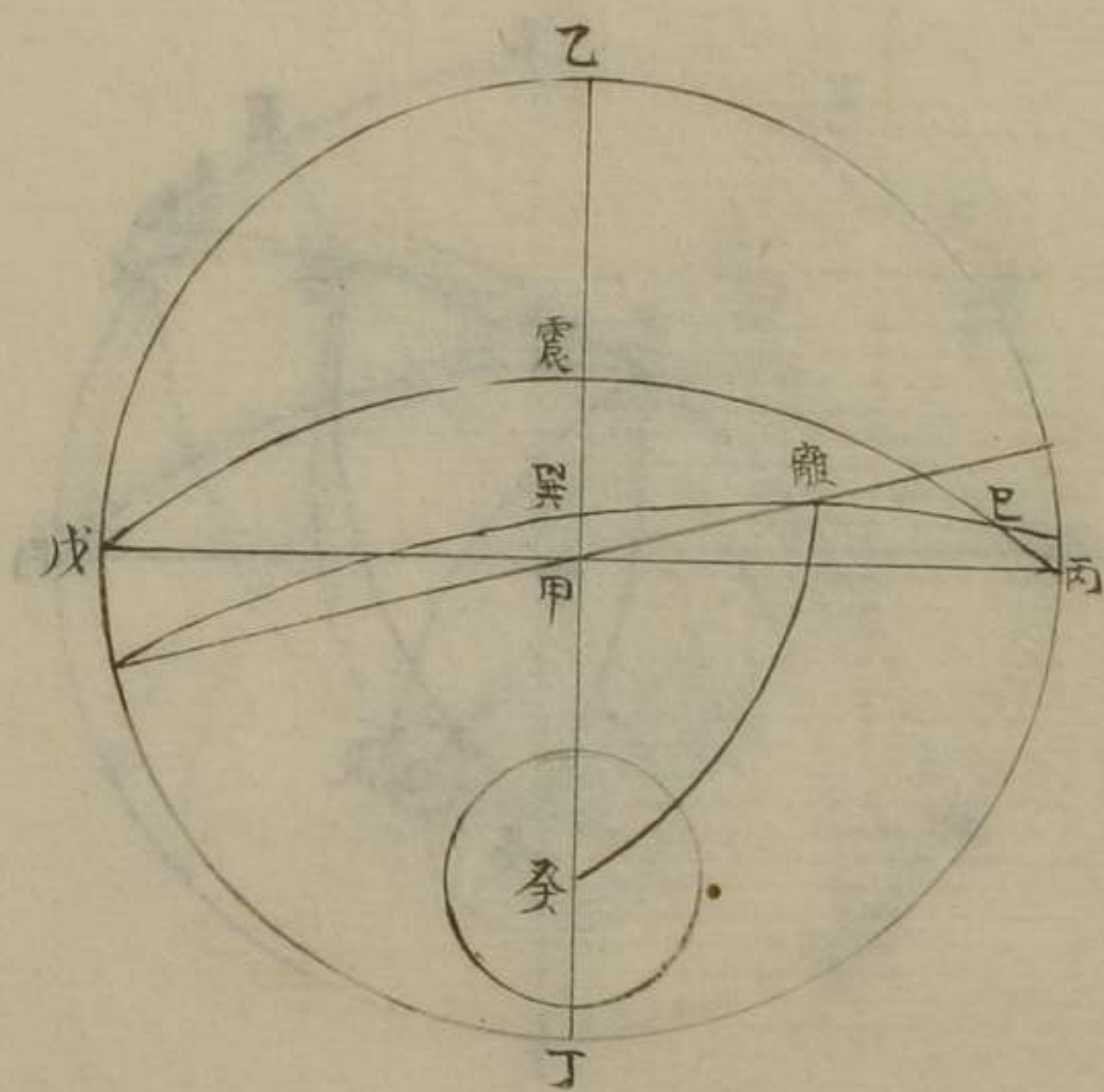
角。辰子癸角為赤白二經
 交角。此赤經在高弧西。白
 經又在赤經西。則相加得
 辰子甲角為白經高弧交
 角。白經更在高弧西。是知
 太陽在白平象限西也。又
 如日行在巳是為午前。甲
 巳癸角為赤經高弧交角。
 辰巳癸角為赤白二經交



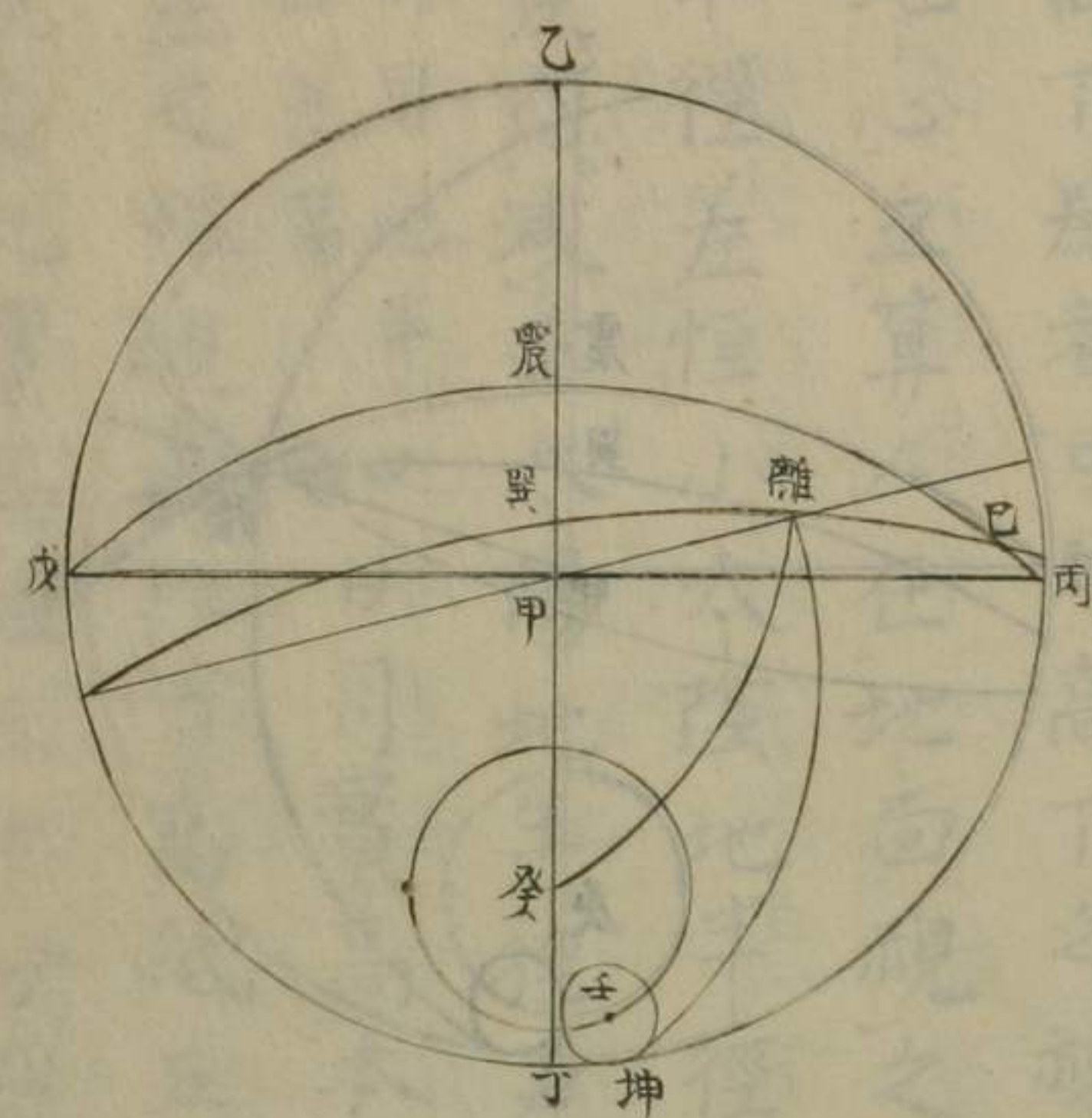
角。此赤經在高弧東。白經在赤經西。則相減餘甲巳辰角爲白經高弧交角。赤白二經交角大。白經爲在高弧西。是知太陽雖在午東而却在白平象限西也。蓋惟太陽正當白平象限。則白道經圈過天頂與高弧合爲一線。限東者白經



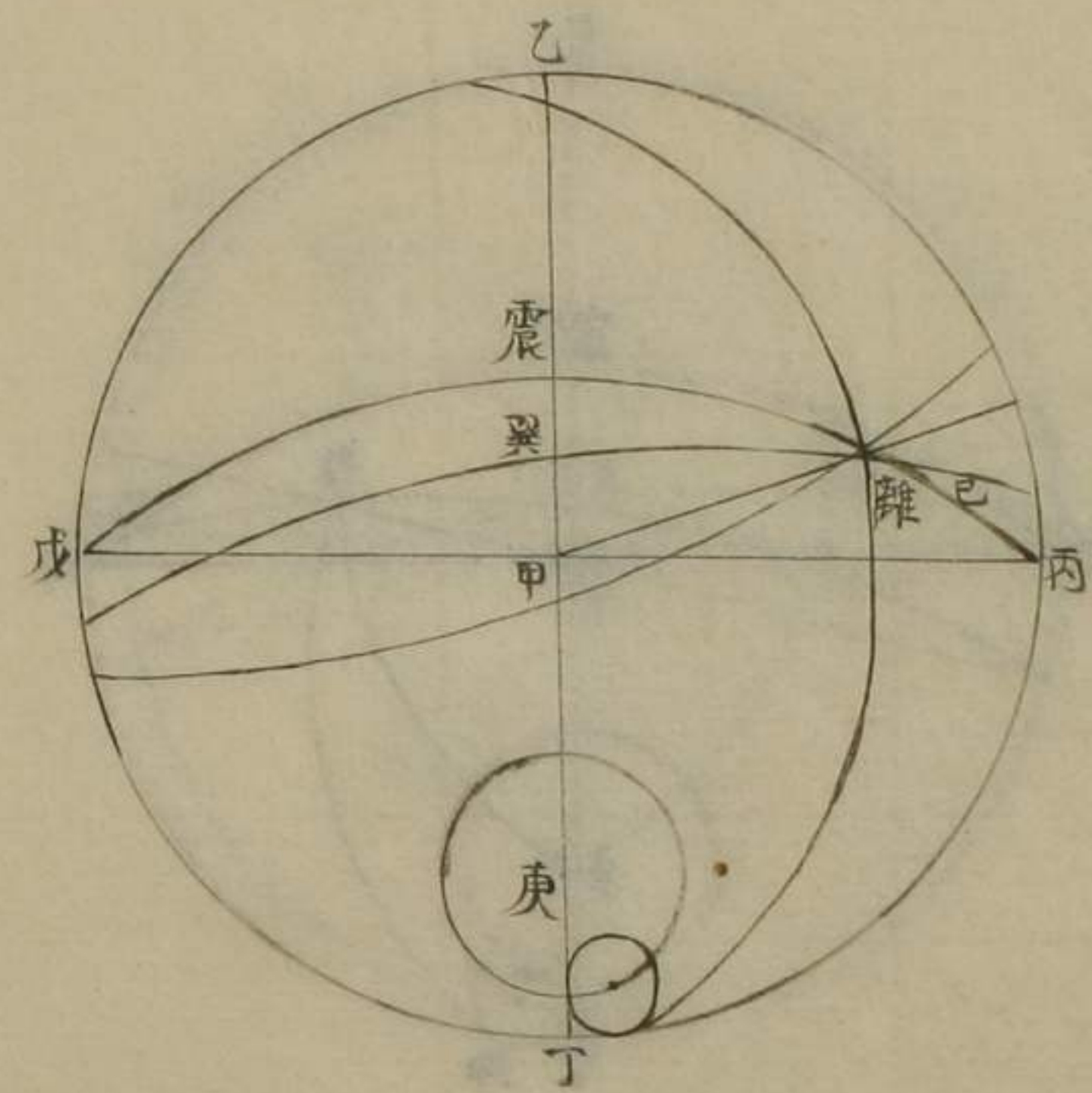
必在高弧東。限西者白經必在高弧西。是定白經之東西與白平象限一理也。又與白道平行作乾坎線。則辰子坎角爲九十度。甲子坎角爲白道高弧交角。與乾子艮角等。甲子辰白經高弧交角卽甲子坎角之餘。是用白經高弧交角。



與用白道高弧交角一理也。又如癸丁北極出地二十八度。赤道距天頂之甲震弧亦二十八度。春分已點在午西。夏至前巽點當正午。震巽距赤道北二十三度餘。正交在離。巽甲距黃道北又四度餘。則白道在天頂与高弧合。日行在



離甲離癸赤經高弧交角與癸離坤赤白二經交角相加。得甲離坤白經高弧交角。適足九十度。蓋白經與白道相交。其角必九十度。白道既與高弧合。故白經高弧交角亦九十度也。過此以往北極愈低。則白道極北入地平下。南出地

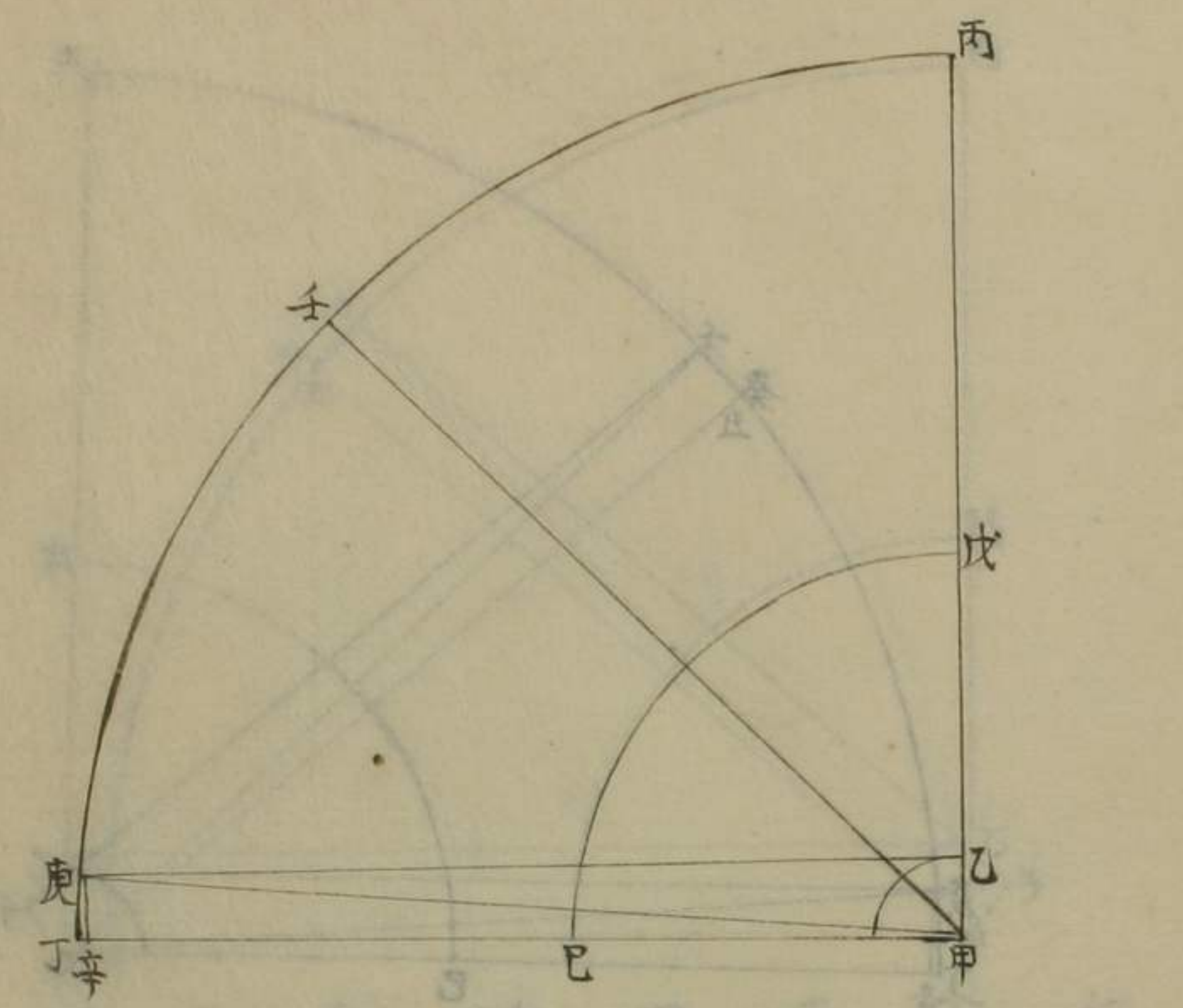


平上白道即在天頂北。白經高弧交角即大於九十度。而成鈍角。則與半周相減。餘為白道南之經圈與高弧相交之角。是不求限距地高。而白平象限在天頂之南北。俱以白經高弧交角為定也。白經在赤經東者倣此。

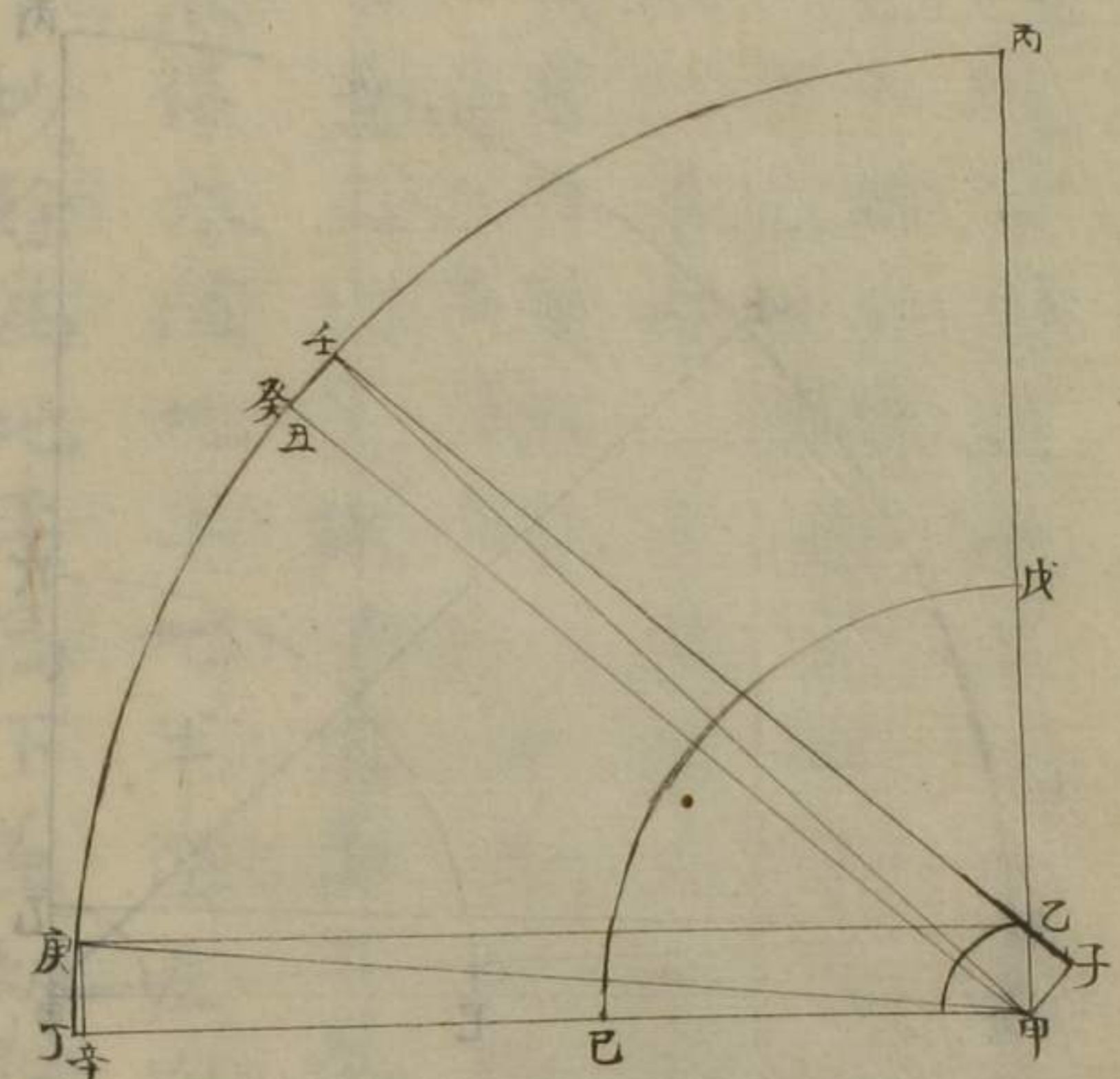
求高下差

高下差者。日月高下之視差也。日食甚用時。乃從地心立算。人在地面視之。則有地半徑差。而太陽地半徑差恒小。太陰地半徑差恒大。故於太陰地半徑差內。減去太陽地半徑差。始為高下差焉。見上編日食三差及日月地半徑差篇。如日月實高本係同度。而太陽以地半徑差之故。視高比實高低三十分。則人之視太陰必比太陽低二十九分五十五秒也。然求兩地半徑差。而後相減。

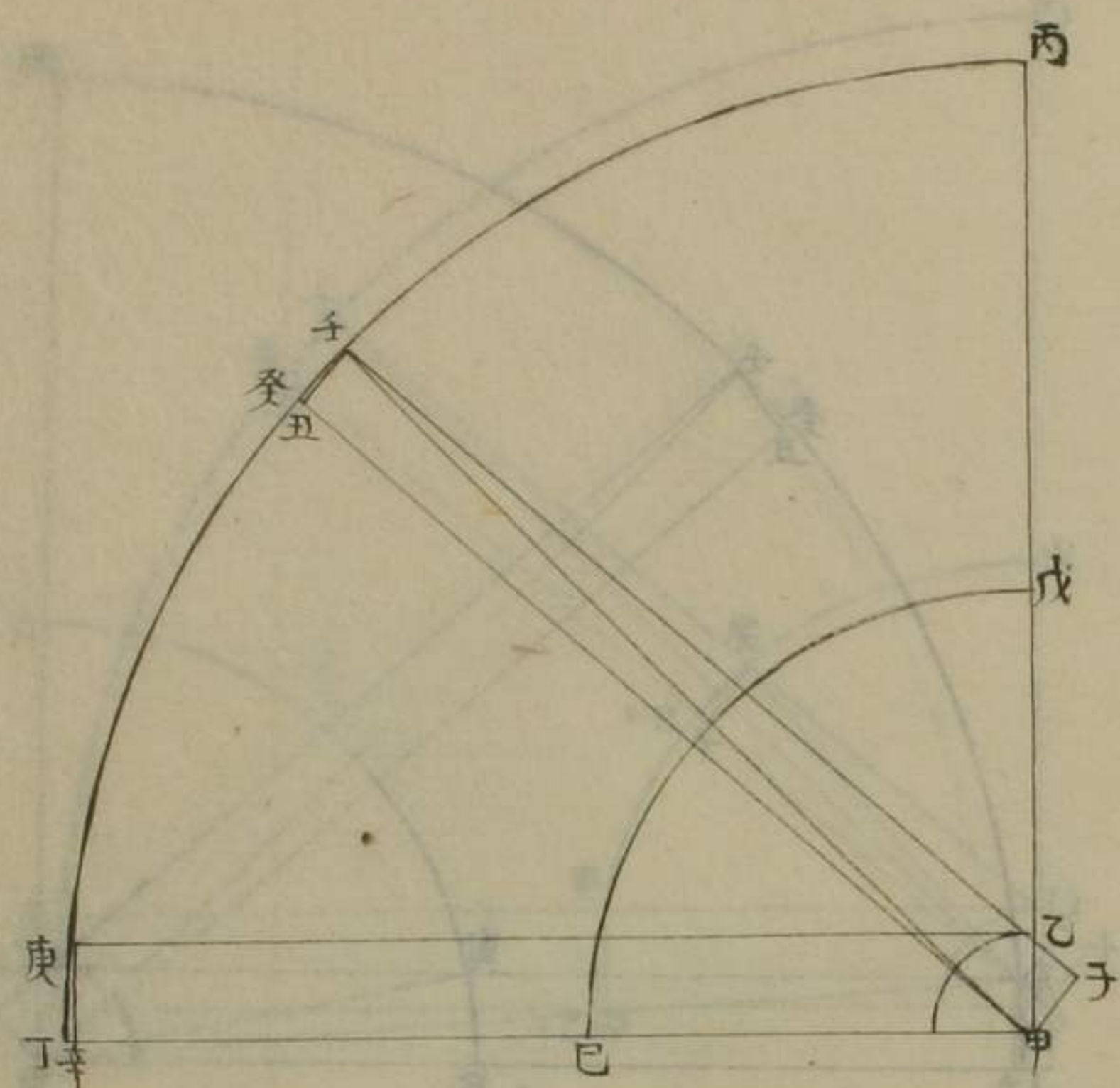
其法甚繁。今按半徑一千萬與日月距天頂正弦之比。既皆同於地平地半徑差與本時地半徑差之比。見本編日躔地半徑差篇而全與全之比。又原同於較與較之比。則以半徑一千萬與日距天頂之正弦之比。交食時日月高弧為月高弧必亦同於地半高下差與本時高下差之比矣。故今求高下差。唯以本時太陰距地數求得太陰地平地半徑差。內減太陽地平地半徑差十秒。餘為地平高下差。初虧食甚復圓各以其時日距天頂之正弦為比例。其法甚為省便也。



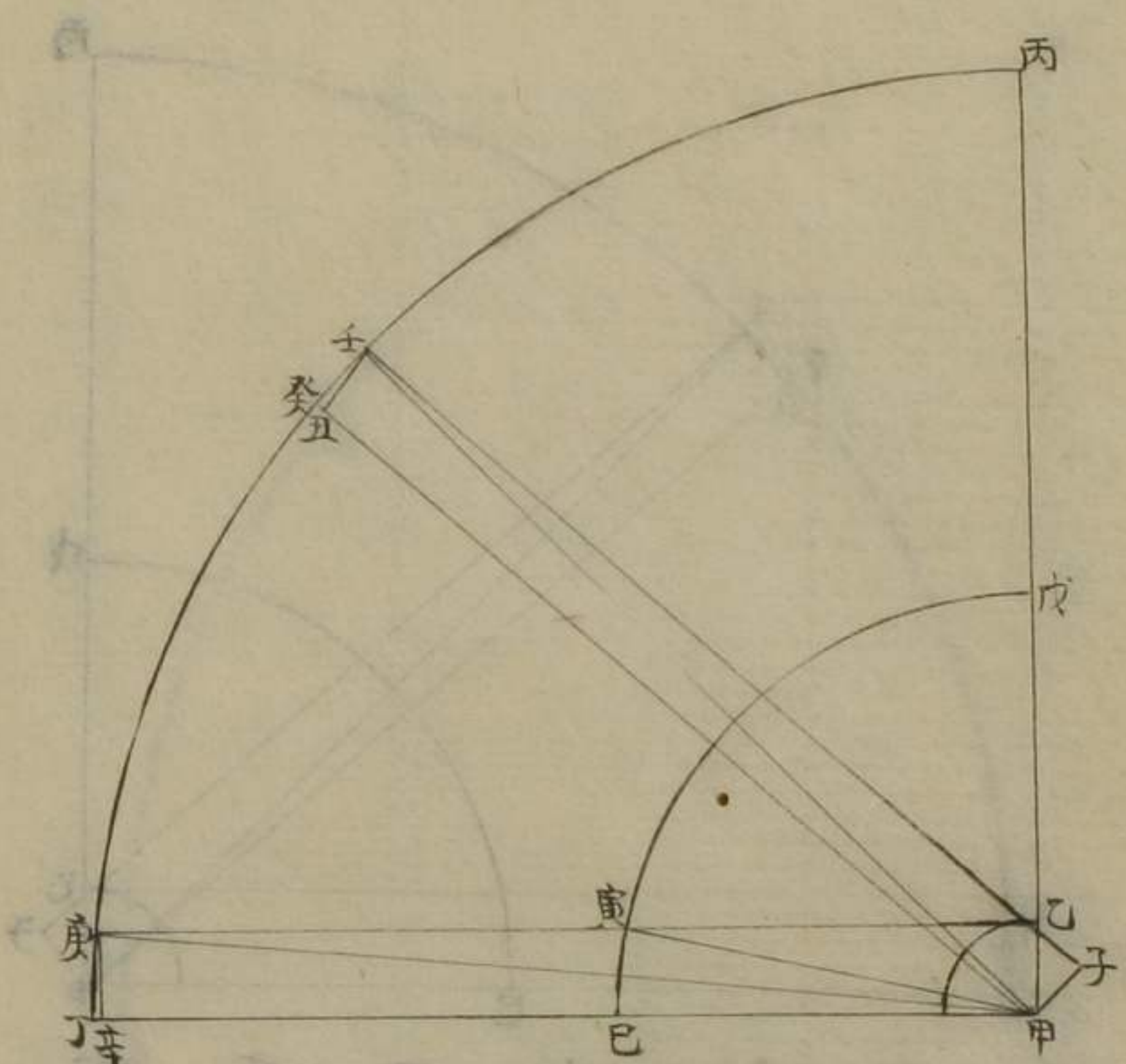
如圖甲為地心。乙為地面。丙丁為日天。戊己為月天。假如日在庚。實距天頂為丙甲庚角。視距天頂為丙乙庚角。與丙甲丁角等。其差庚甲丁角即地平太陽地半徑差。與甲庚乙角等。甲乙地半徑即其角之正弦。與庚辛等。又如日在壬。



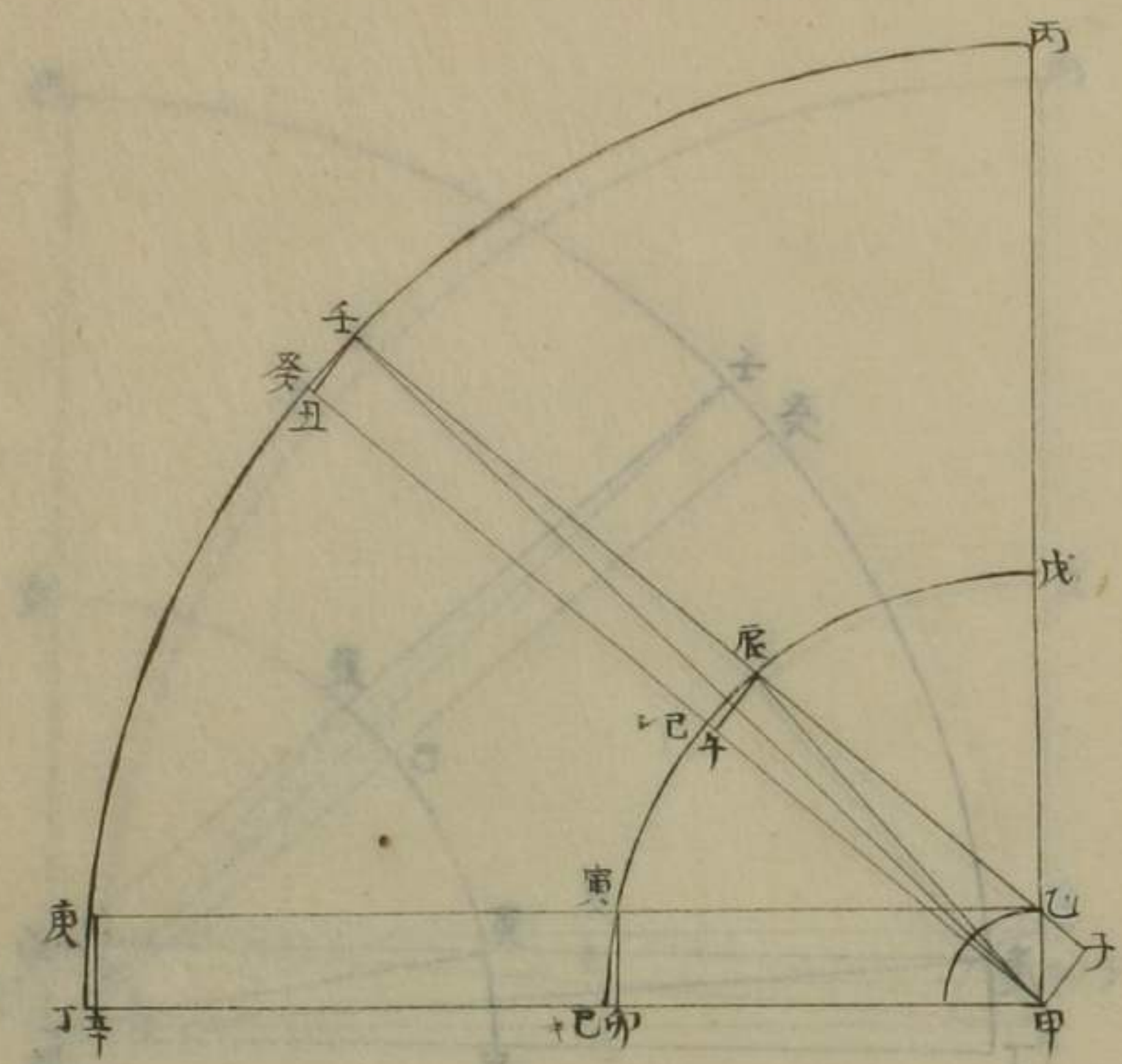
實高爲壬甲丁角。視高爲
壬乙庚角。與癸甲丁角等。
其差壬甲癸角卽本時太
陽地半徑差。與甲壬乙角
等。將壬乙線引長作甲子
垂線。卽其角之正弦。與壬
丑等。甲乙子勾股形。子角
爲直角。乙角與丙乙壬角
爲對角。卽太陽視距天頂



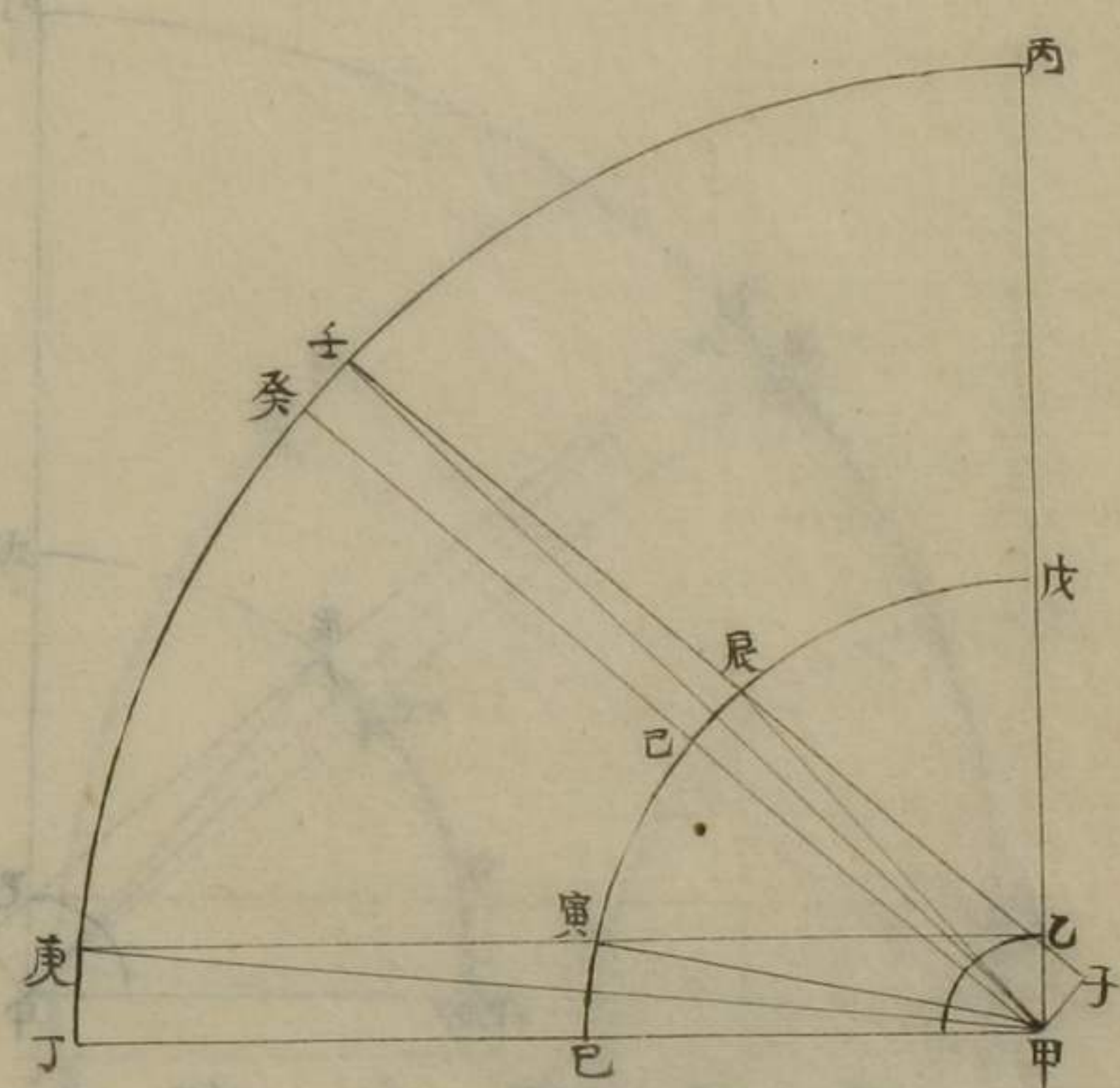
之度。甲乙卽地平太陽地
半徑差之正弦。甲子卽本
時太陽地半徑差之正弦。
因其邊度甚小。正弦與弧
線可以相爲比例。則甲乙
卽爲地平太陽地半徑差。
與庚丁弧等。甲子卽爲本
時太陽地半徑差。與壬癸
弧等。故以子直角正弦與



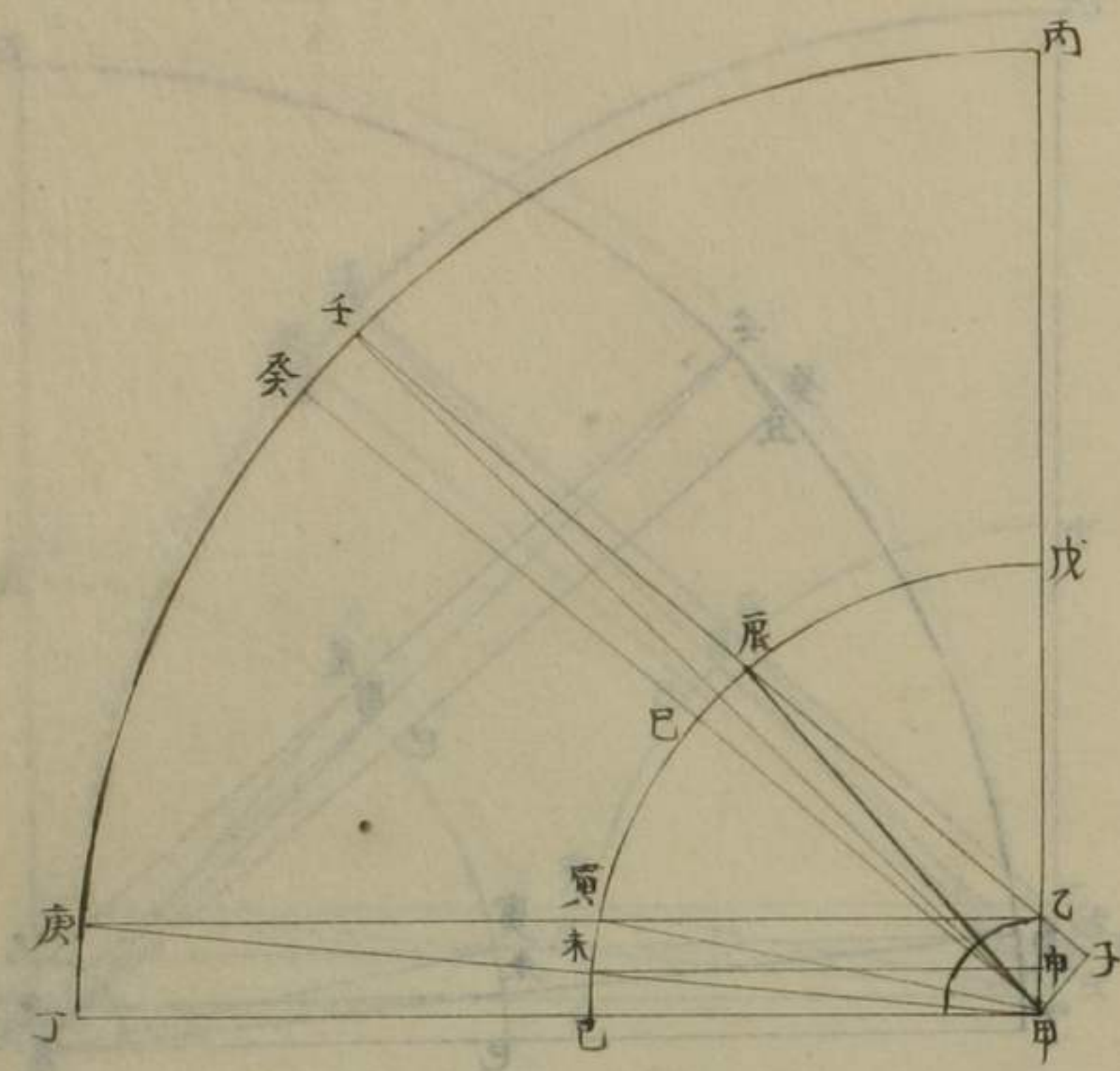
乙角正弦之比。即同於地
 平太陽地半徑差甲乙與
 本時太陽地半徑差甲子
 之比也。假如太陰在寅。實
 距天頂爲寅甲戌角。視距
 天頂爲寅乙戌角。與乙甲
 戌角等。其差寅甲乙角即
 地平太陰地半徑差與甲
 寅乙角等。甲乙地半徑亦



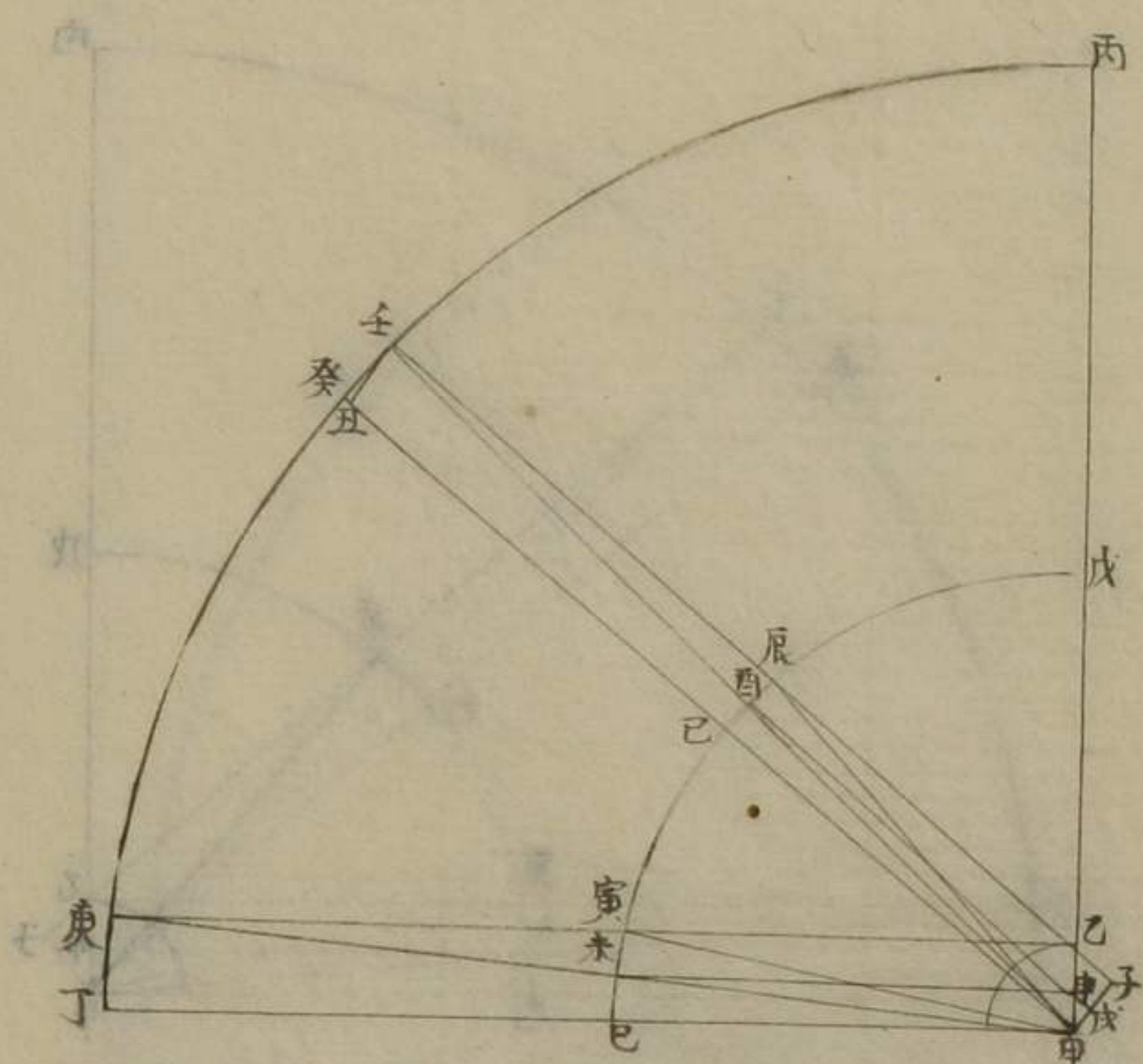
其角之正弦。甲乙固爲地
 天半徑大。故角小。甲寅
 月天半徑小。故角大。與
 寅卯等。又如月在辰。實高
 爲辰甲乙角。視高爲辰乙
 寅角。與乙甲乙角等。其差
 辰甲乙角即本時太陰地
 半徑差。與甲辰子角等。甲
 子亦其角之正弦。與辰午
 等。因以正弦作弧。則甲



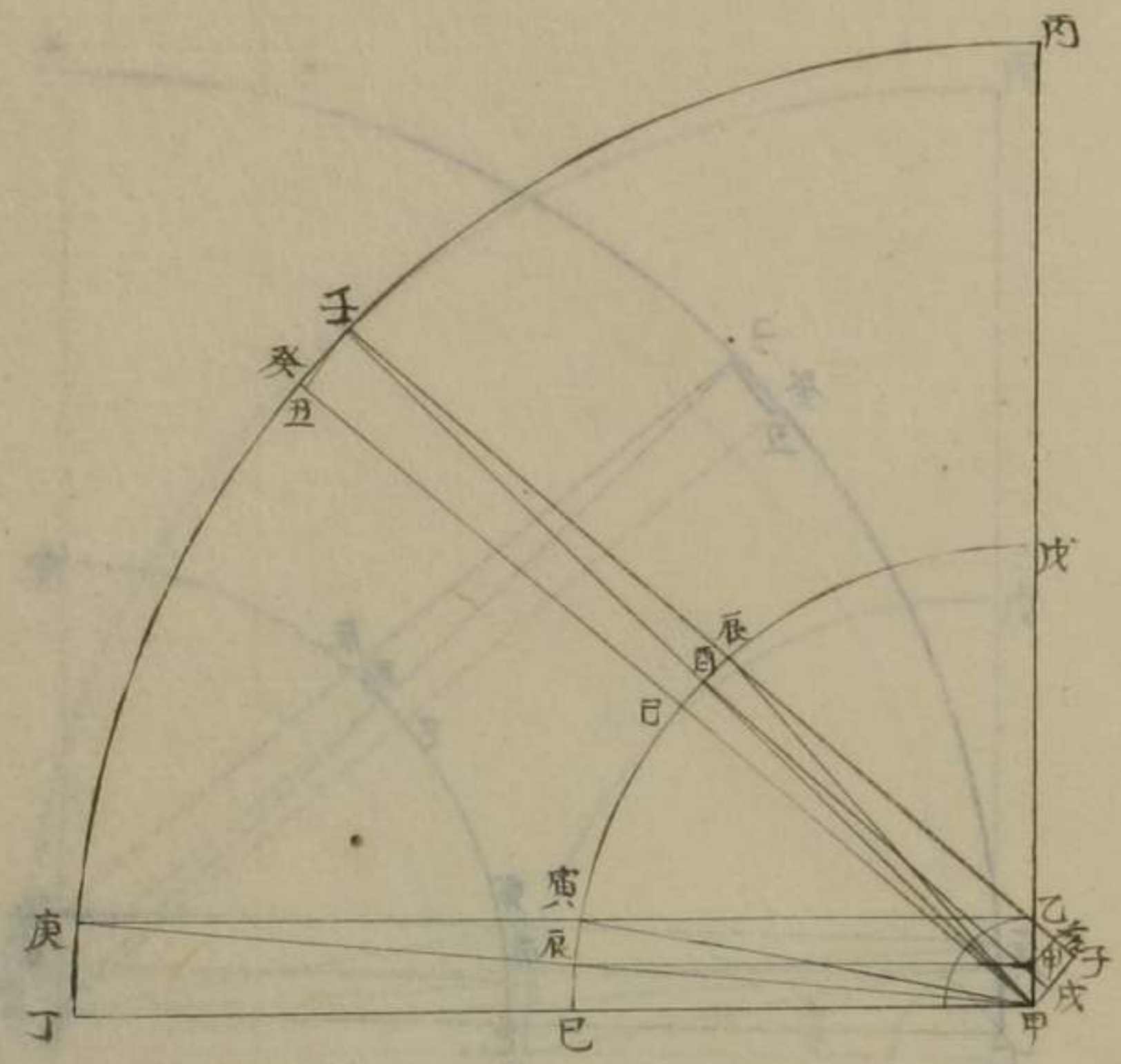
乙即地平太陰地半徑差。
 與寅巳弧等。甲子即本時
 太陰地半徑差。與辰巳弧
 等。故以子直角正弦與乙
 角太陰視距天頂正弦之
 比。亦同於地平太陰地半
 徑差甲乙與本時太陰地
 半徑差甲子之比也。試以
 日天半徑與月天半徑為



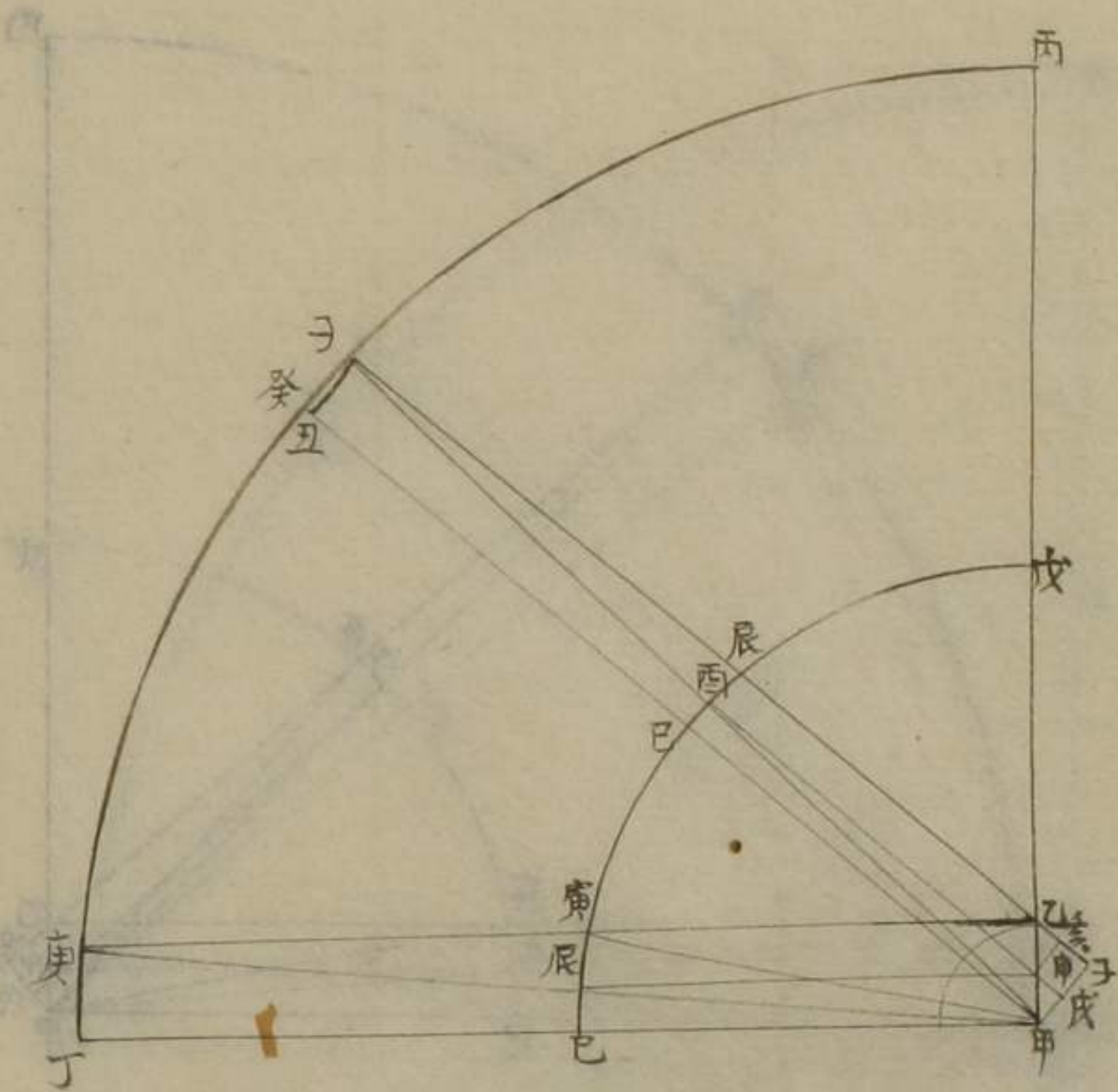
相等而比較之。日天半徑與月天半徑不等。
 故地半徑雖等而差角不
 等。今以日天半徑與月天
 為相等。則差角之不等者
 其正弦亦不等。乃可相較
 也。自地平太陽實高線割
 月天之未點。與乙庚視高
 線平行作未申線。則甲未
 申角與甲庚乙角等。甲申
 即地平太陽地半徑差。甲申
 本係甲未申角之正弦。因
 以正弦作弧度。則甲申正



弦與未己弧等。而月天之
 未己弧與日天之庚丁弧
 同當庚甲丁角。其度相等。
 故甲申即為地平太陽地
 半徑。與甲乙地平太陽地
 半徑差相減。餘申乙即地
 平高下差。甲乙當寅巳弧。
 乙申當自本時太陽實高
 寅未弧。線割月天之酉點。與乙壬
 視高線平行作酉申線。引
 長至戊。則甲酉戌角與甲

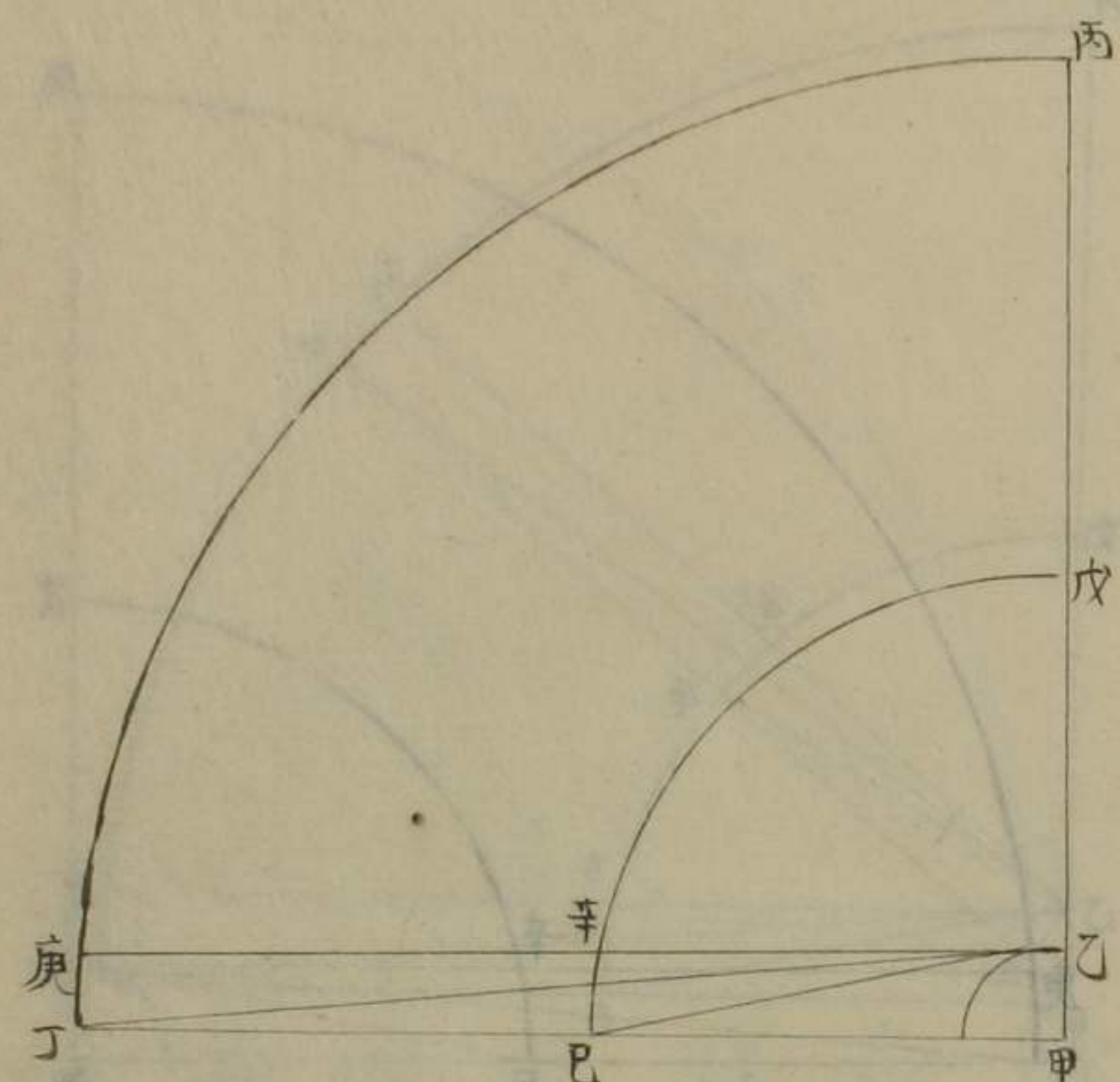


壬乙角等。甲戌即本時太
 陽地半徑差。與甲子本時
 太陰地半徑差相減。餘戌
 子即本時高下差。與申亥
 等。甲子當辰巳弧。甲戌當
 酉巳弧。子戌當辰酉弧。
 申乙亥與甲乙子為同式
 形。故以亥直角正弦與乙
 角日距天頂正弦之比。亦
 即同於地平高下差申乙

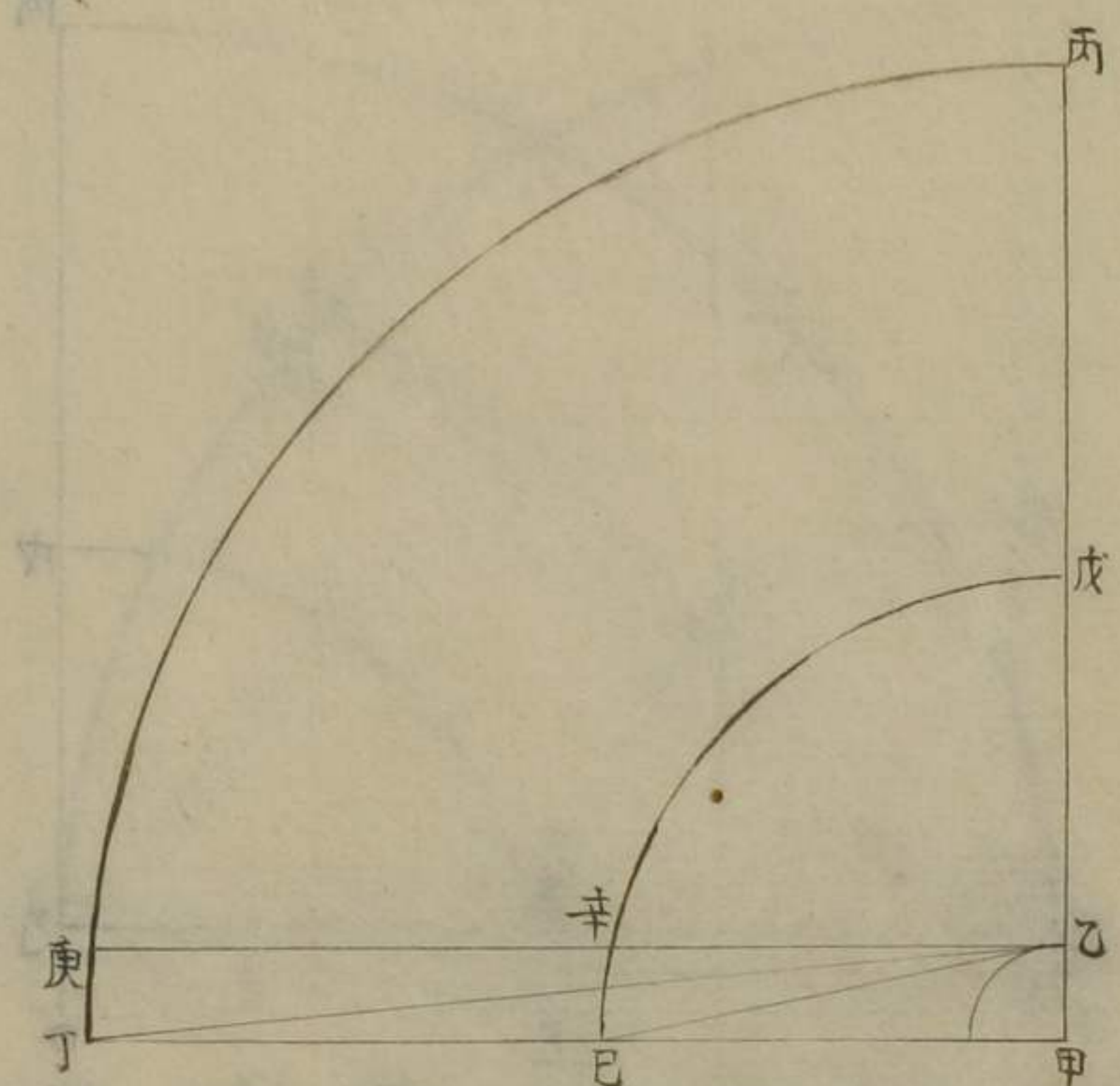


與本時高下差申亥之比也。

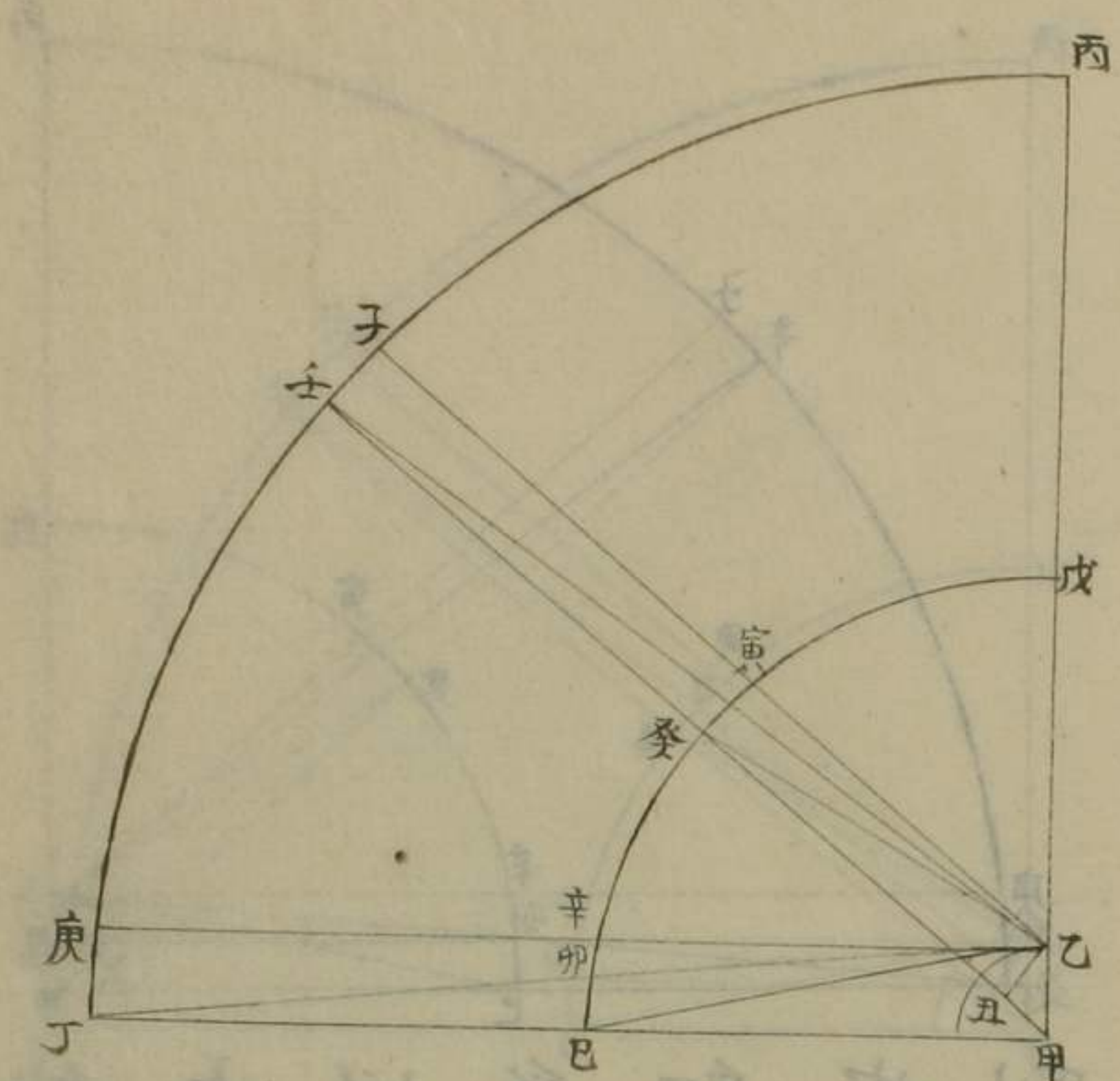
右求高下差以平徑與太陽視距天頂之正弦爲比例。今日食所推太陽高弧乃實距天頂之度而卽以其正弦比例高下差者蓋實高與視高所差無多故偕用之。白來實高視高相



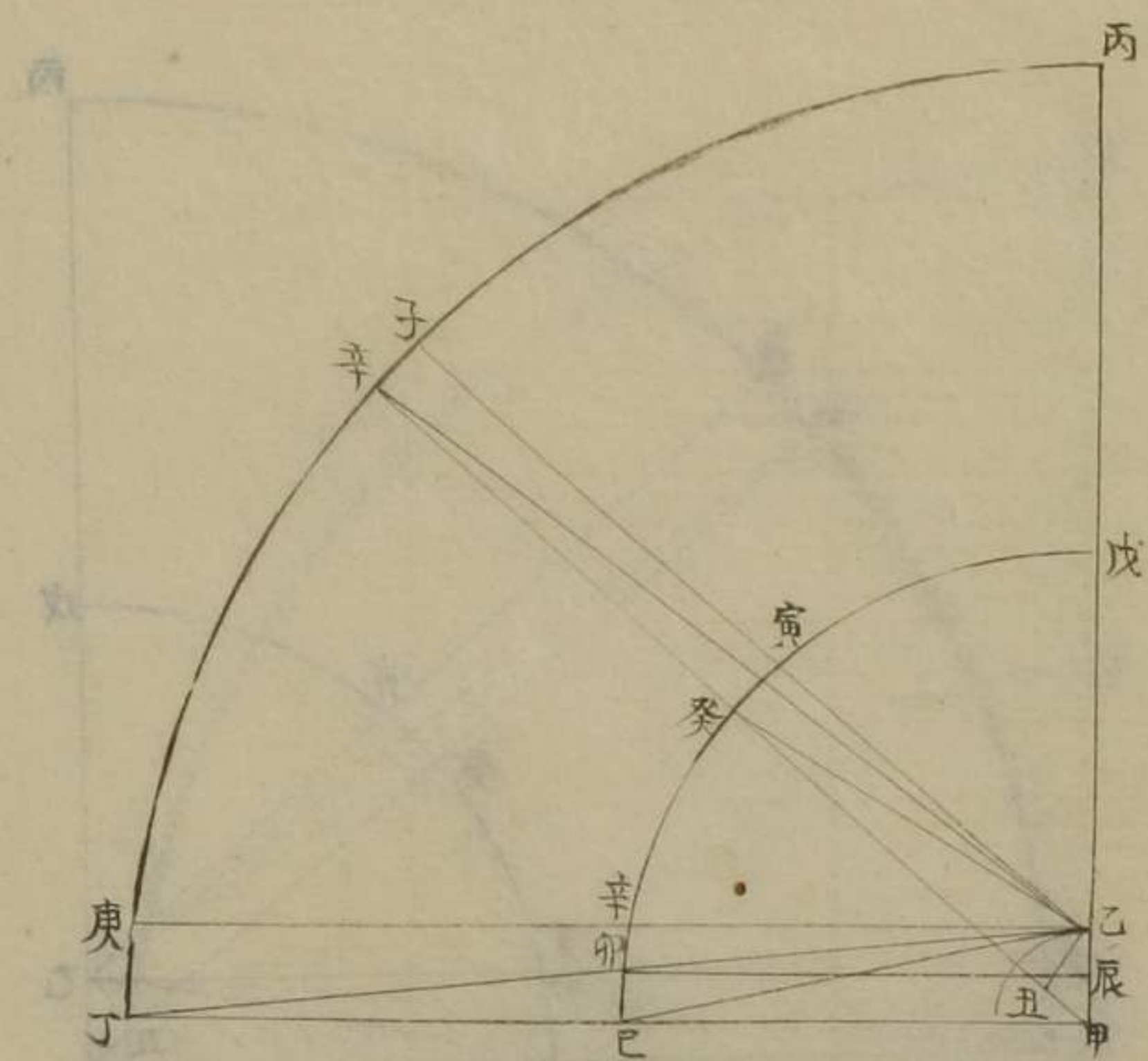
求皆同一地半徑差。加減互用。不列二表也。如細辨之。地平太陽實高在丁。太陰實高在己。丁乙庚角爲地平太陽地半徑差。與甲丁乙角等。甲乙地半徑爲其角之切線。當庚丁弧。己乙辛角爲地平太陰地半徑差。與甲己乙角等。亦以



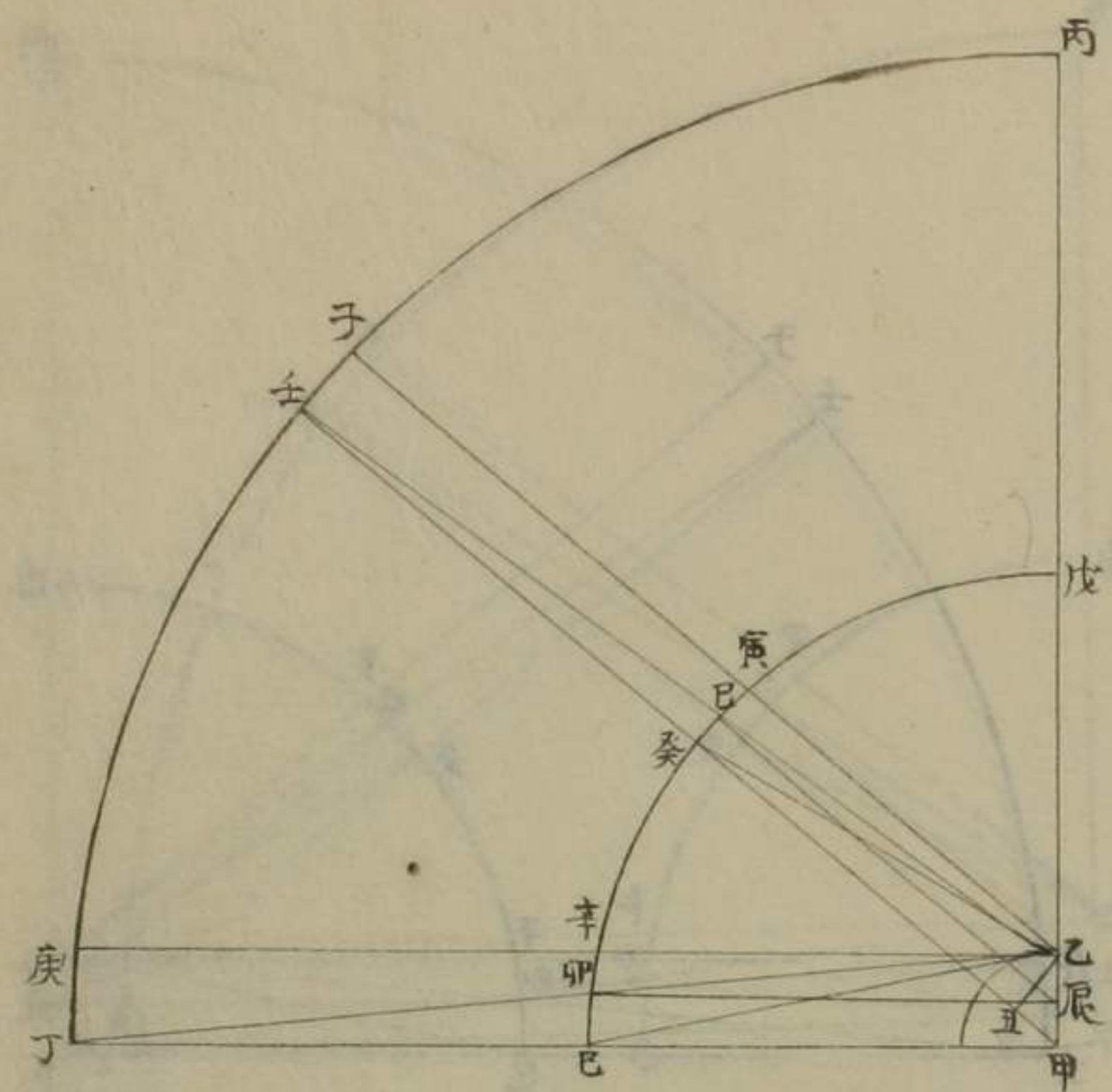
甲乙地半徑為其角之切
線。當辛巳弧前以地半徑
為其角之正弦。此以地半
徑為其角之切線。其角度
雖有微差。然最大者不過
半秒。愈高則愈小。故亦以
弧度為比例。而甲乙即為
地平太陽地半徑差。亦即
為地平太陰地半徑差也。



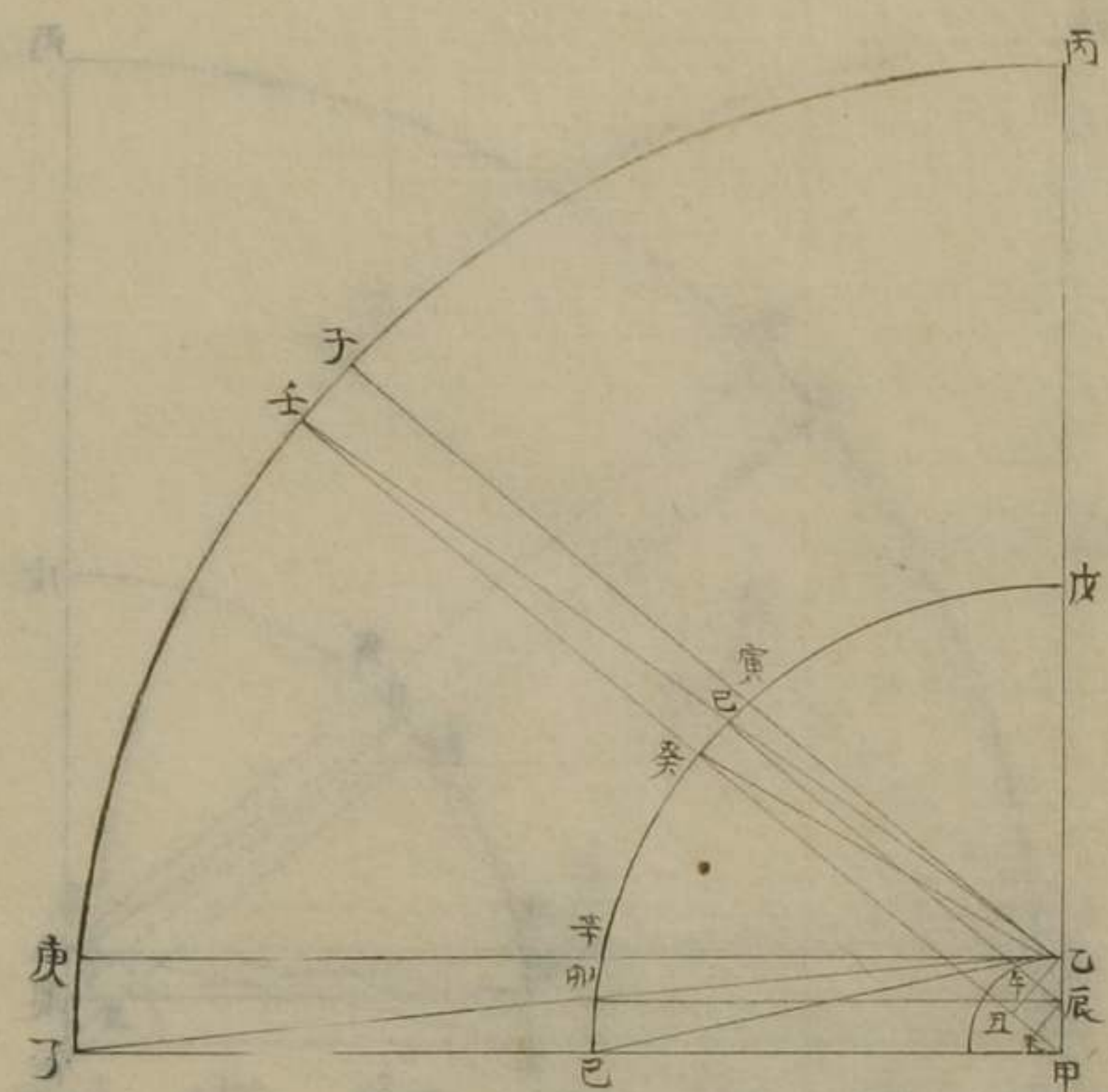
本時太陽實高在壬。太陰
在癸。壬乙子角為本時太
陽地半徑差。與甲壬乙角
等。乙丑為其角之垂線。當
子壬弧。癸乙寅角為本時
太陰地半徑差。與甲癸乙
角等。亦以乙丑為其角之
垂線。當寅癸弧。丑壬之長
小於甲壬。丑癸之長小於



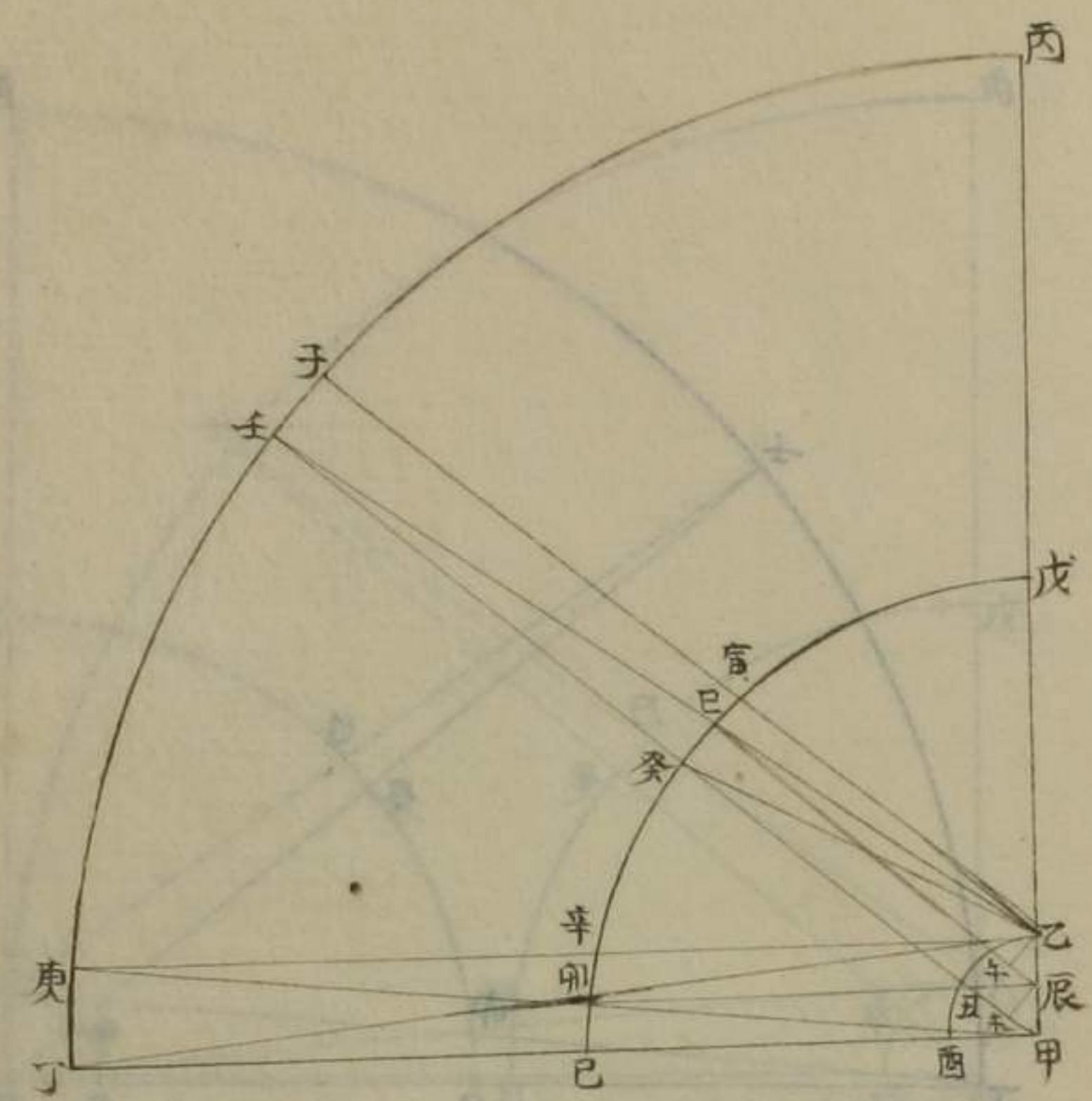
甲癸。則角度必較弧度為
稍大。蓋視高低於實高。其
大固宜然。所差甚微。故亦
以弧度為比例。而乙丑即
為本時太陽地半徑差。亦
即為本時太陰地半徑差
也。試自地平太陽視高線
割月天之卯點。與甲丁實
高線平行作卯辰線。則乙



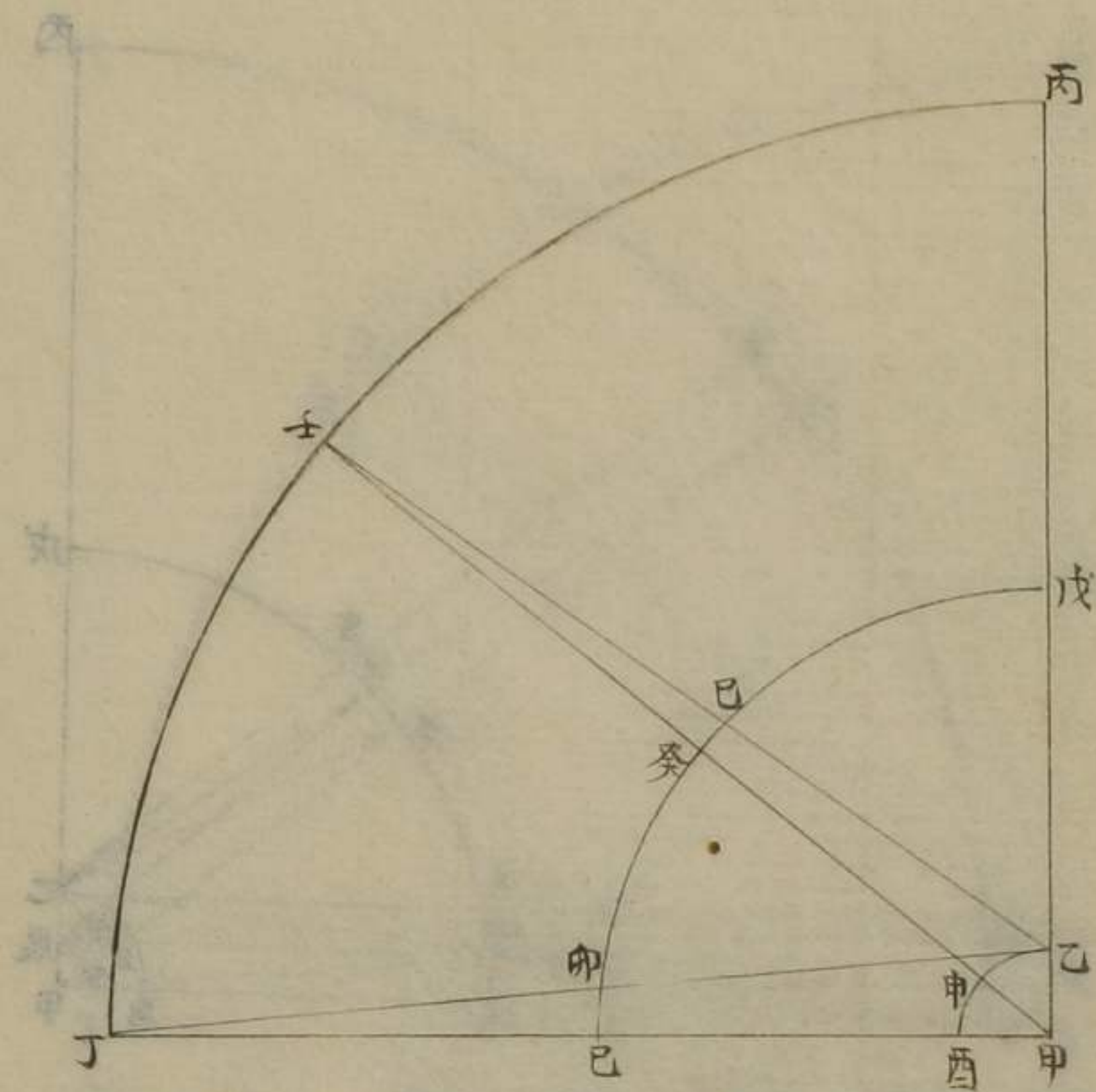
卯辰角與甲丁乙角等。乙
辰當辛卯弧。即地平太陽
地半徑差。以乙辰與地平
太陰地半徑差甲乙相減。
餘甲辰當卯巳弧。即地平
高下差。自本時太陽視高
線割月天之巳點。與甲壬
實高線平行作巳辰線。則
乙巳辰角與甲壬乙角等。



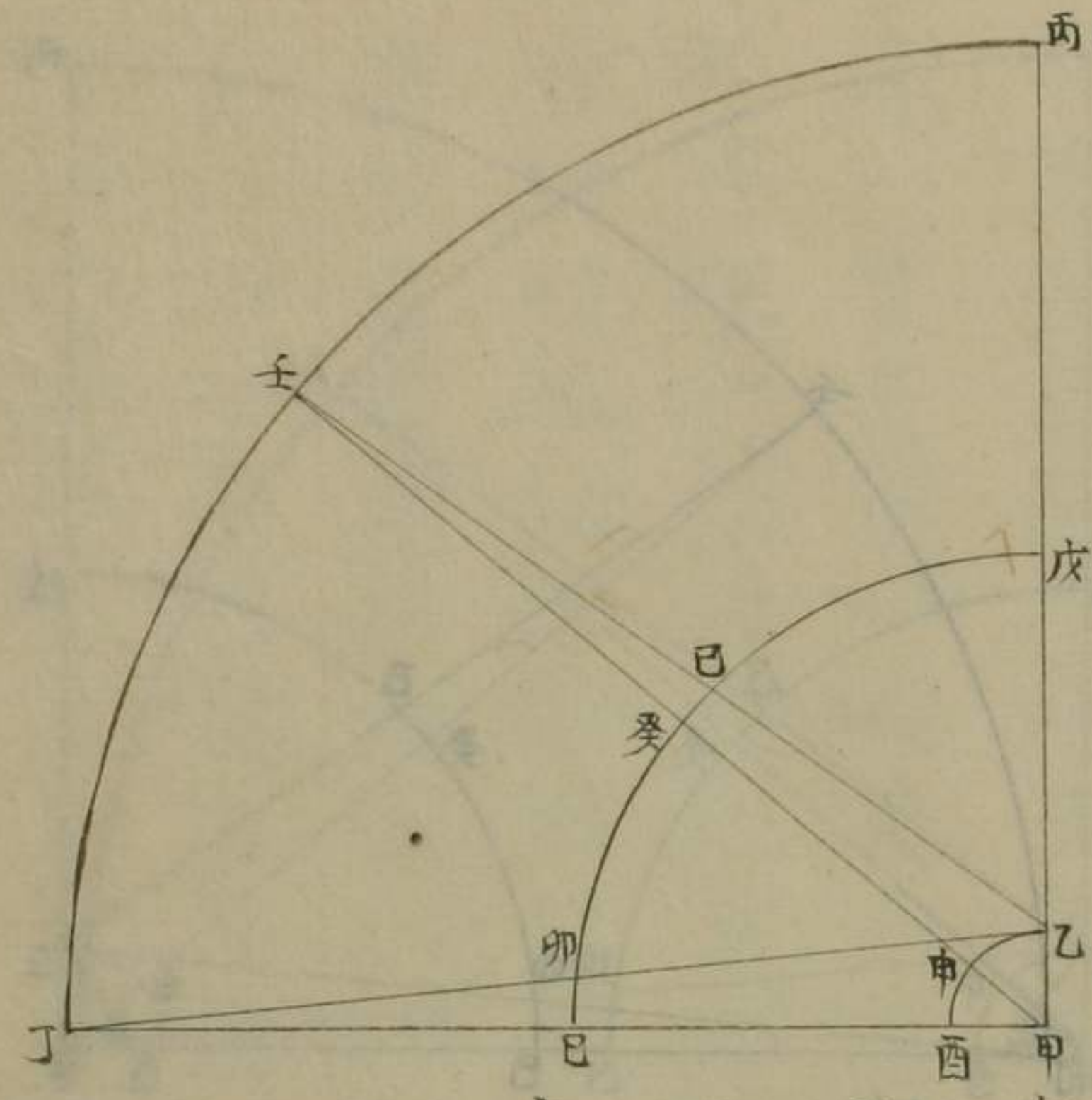
乙午當寅己弧。即本時太
陽地半徑差。以乙午與本
時太陰地半徑差乙丑相
減。餘午丑與辰未等。當己
癸弧。即本時高下差。甲乙
丑與甲辰未為同式形。丑
未二角為直角。甲角為日
月實距天頂之度。故以直
角正弦與實距天頂正弦



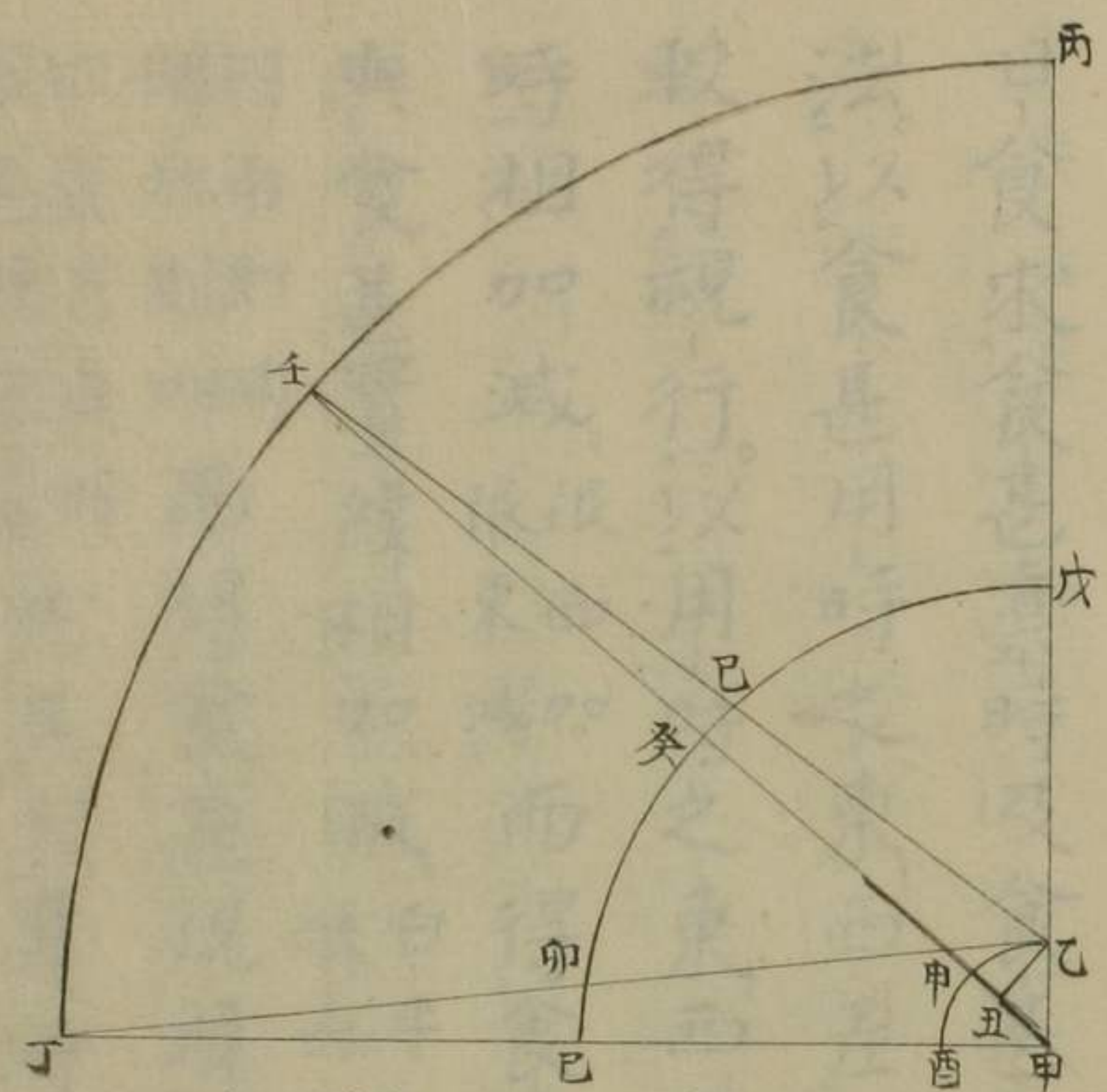
之比。同於地平地半徑差
甲乙與本時地半徑差乙
丑之比。亦同於地平高下
差甲辰與本時高下差辰
未之比也。今日食用簡平
儀。求地面日影心之所
在。皆用實高比例高下差。
設日實高在丁。則正射地
心。照至地面西點之影。當



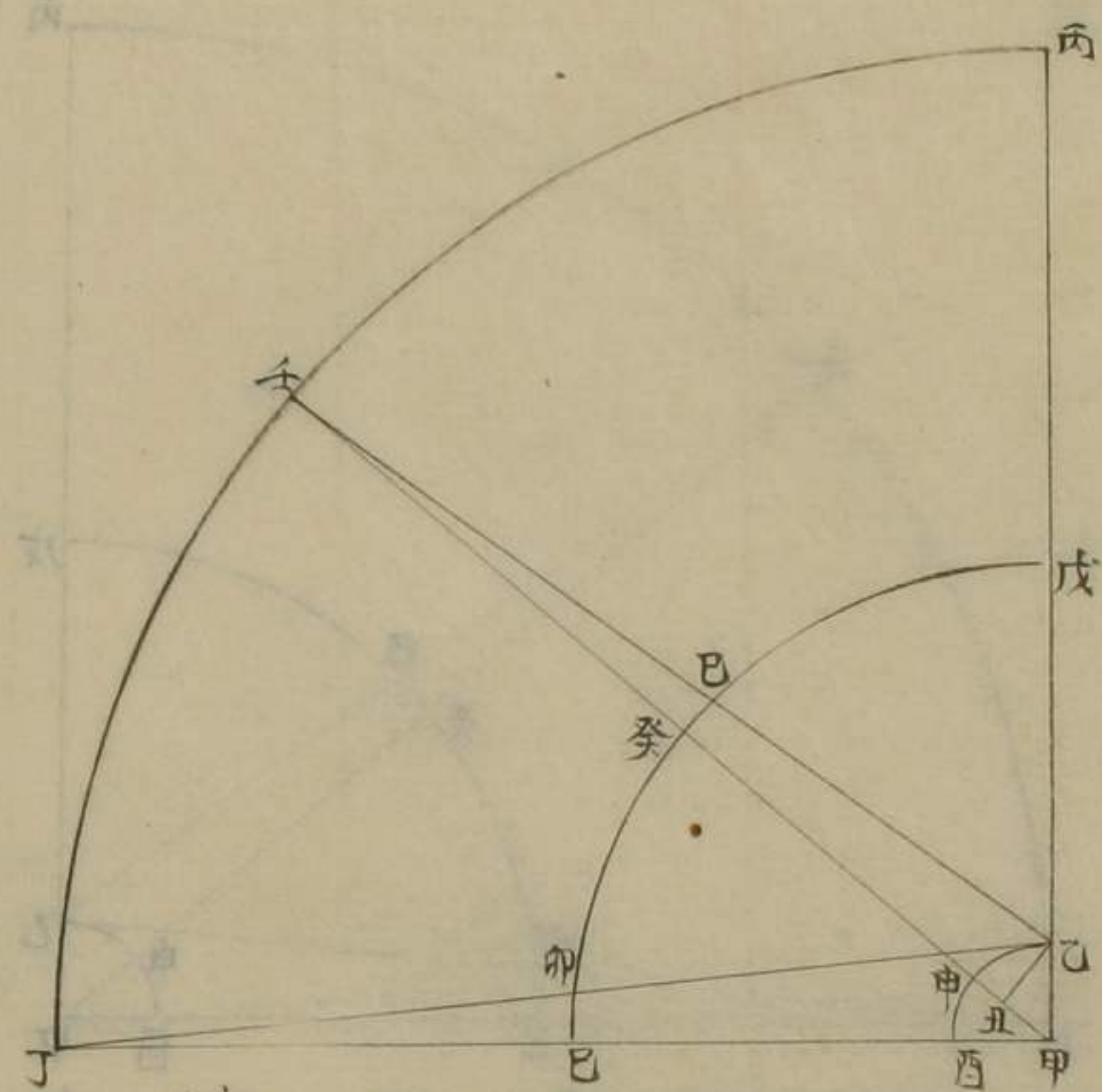
月天已點之度照至地面
乙點之影當月天卯點之
度是酉乙地面上應日天
實距天頂之丙丁弧而其
當月天之度則為卯巳高
下差也設日實高在壬則
正射地心照至地面申點
之影當月天癸點之度照
至地面乙點之影當月天



已點之度是乙申地面上
應日天實距天頂之丙壬
弧而其當月天之度則為
巳癸高下差也若以地半
高下差為半徑作地面半
圓則甲乙即卯巳之度為
地平高下差當乙酉地面
以地球為平面則地面之
弧與正弦等甲乙為乙酉
弧之正弦故甲與日天之
乙當乙酉弧



等^差。故隨高弧之所向。以高
下差之度。自圓心取之。卽
日影心之所在。隨白經之
所向。以實緯之度。自圓心
取之。卽月影心之所在。此
所以用實高爲_中比例於視
差之理。尤爲顯而易明也。



丙丁弧等。乙丑卽己癸之
度爲本時高下差。當乙申
地面。乙丑爲乙申弧之正
弦。故乙丑當乙申弧。
與日天之丙壬弧等。由此
推之。時時實距天頂之度
在地面皆與本時高下差
等。實距天頂之度原與地
面之弧度等。簡平儀以地
球爲平面。則地面之弧
又與地面之正弦等。今地
面之正弦既爲高下差。故
實距天頂之度卽與高下

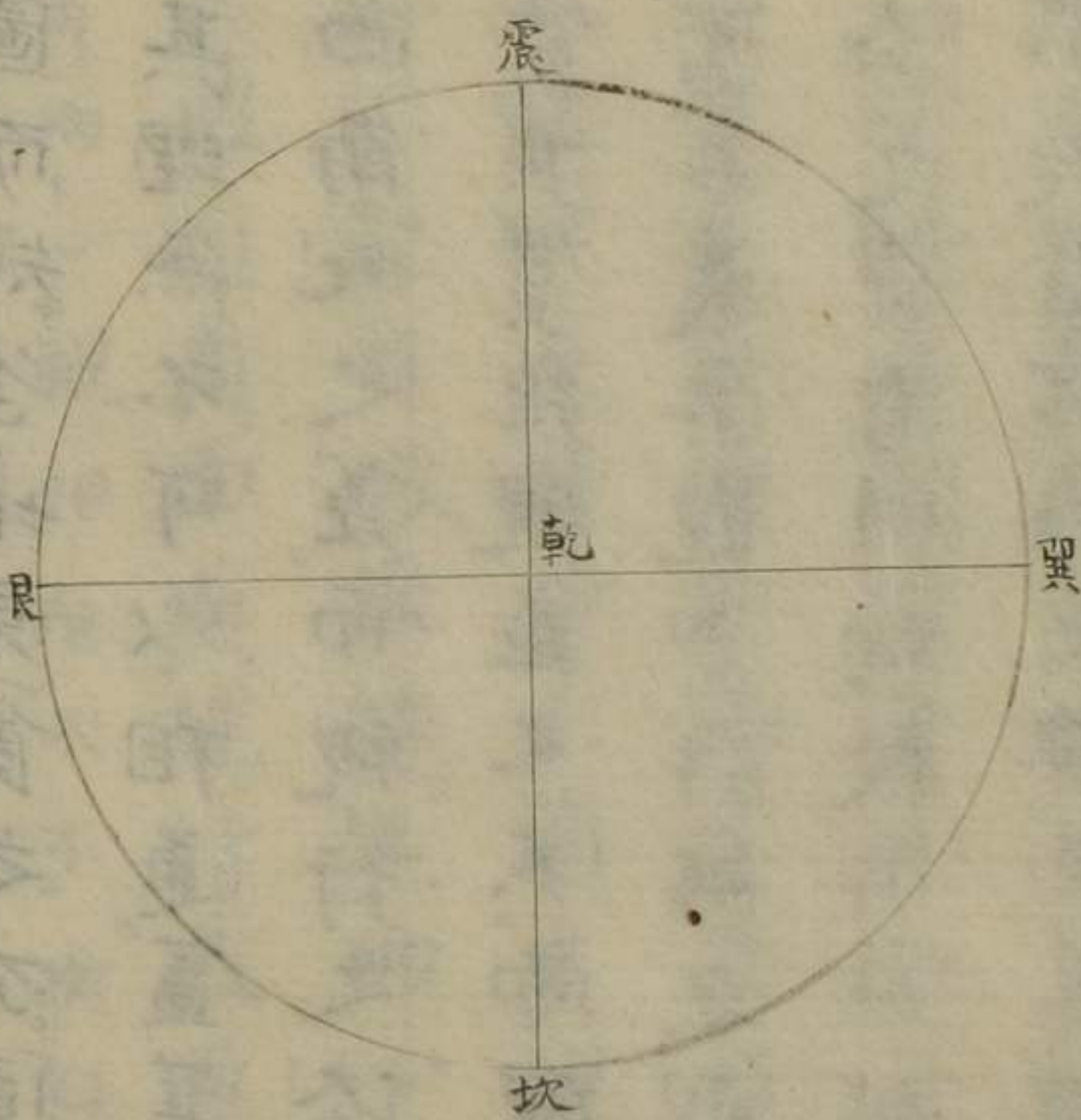


求日食食甚真時及兩心視相距

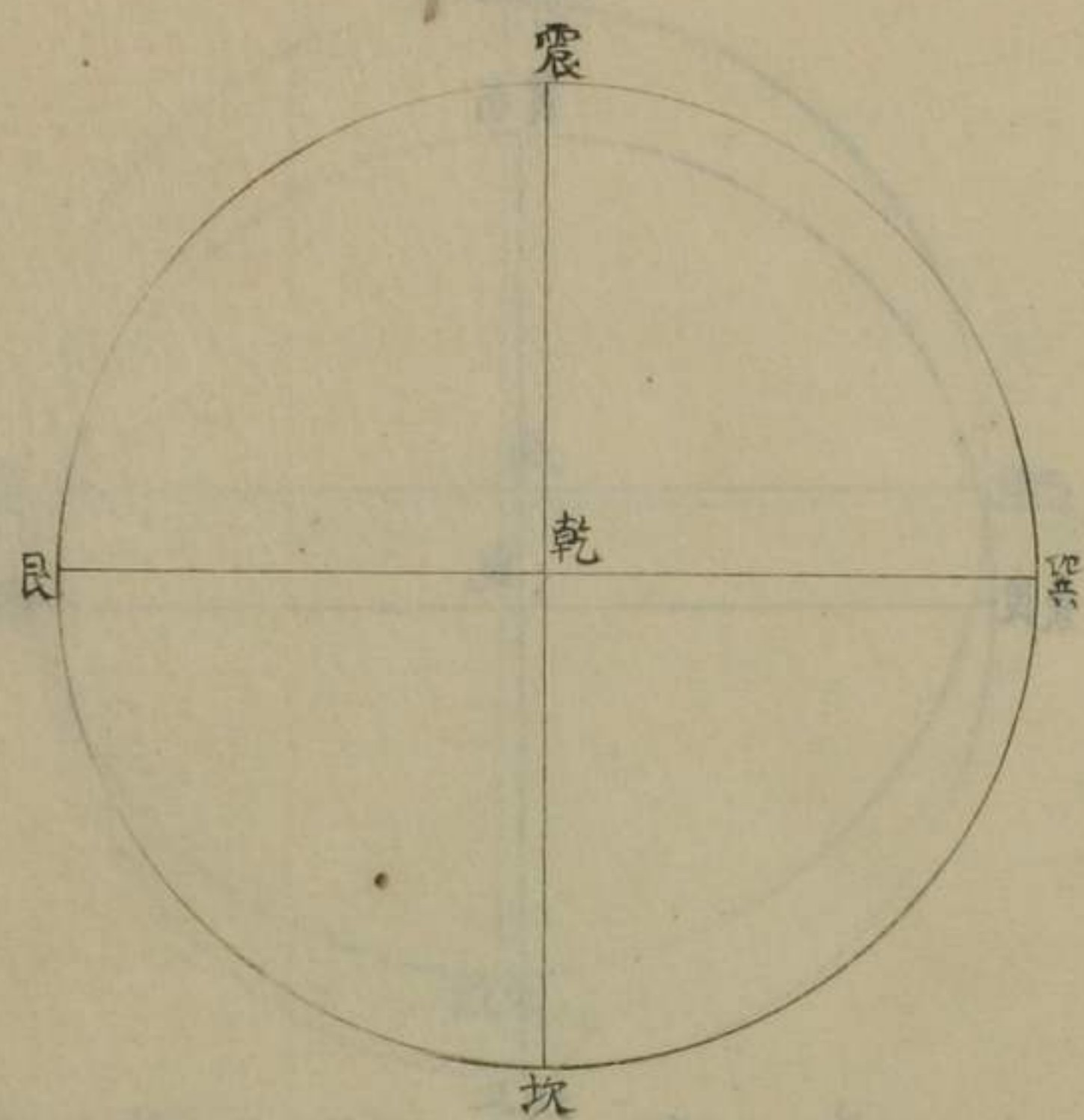
日食求食甚真時及食甚視緯新法曆書用渾天儀
法以食甚用時之東西差與食甚近時之東西差相
較得視行以用時之東西差比例得時分與食甚用
時相加減限西加限東減而得食甚真時以真時之南北差
與食甚實緯相加減白平象限在天頂南緯南則加緯北則減白平象限在天頂北緯北則加緯南則減而得食甚視緯上編言之詳矣見日食三求食甚真時限時刻及食甚視緯篇然其求真時也必求太陰視行正當實
緯之度乃以視行之道與白道為平行故與實緯成

直角而視緯與實緯必合為一線也。夫近時之東西
差與用時之東西差既不等。因白道高弧交角及則
南北差亦不等。而視行即不與白道平行。視行既不
與白道平行。則實緯即不與視行成直角。而日月兩
心相距最近之線亦不與實緯合為一線矣。近日西
沿用簡平儀繪圖算。渾儀從上視如觀以本日地平
高下差。本日地平。日月兩地半徑差。相減餘為本日地平高下差。為半徑作平圓。
即地徑當即地受日照之半面上。應渾天半周圓心。
月天之度即日射地面至地心之點。以入視日。則人所處之地

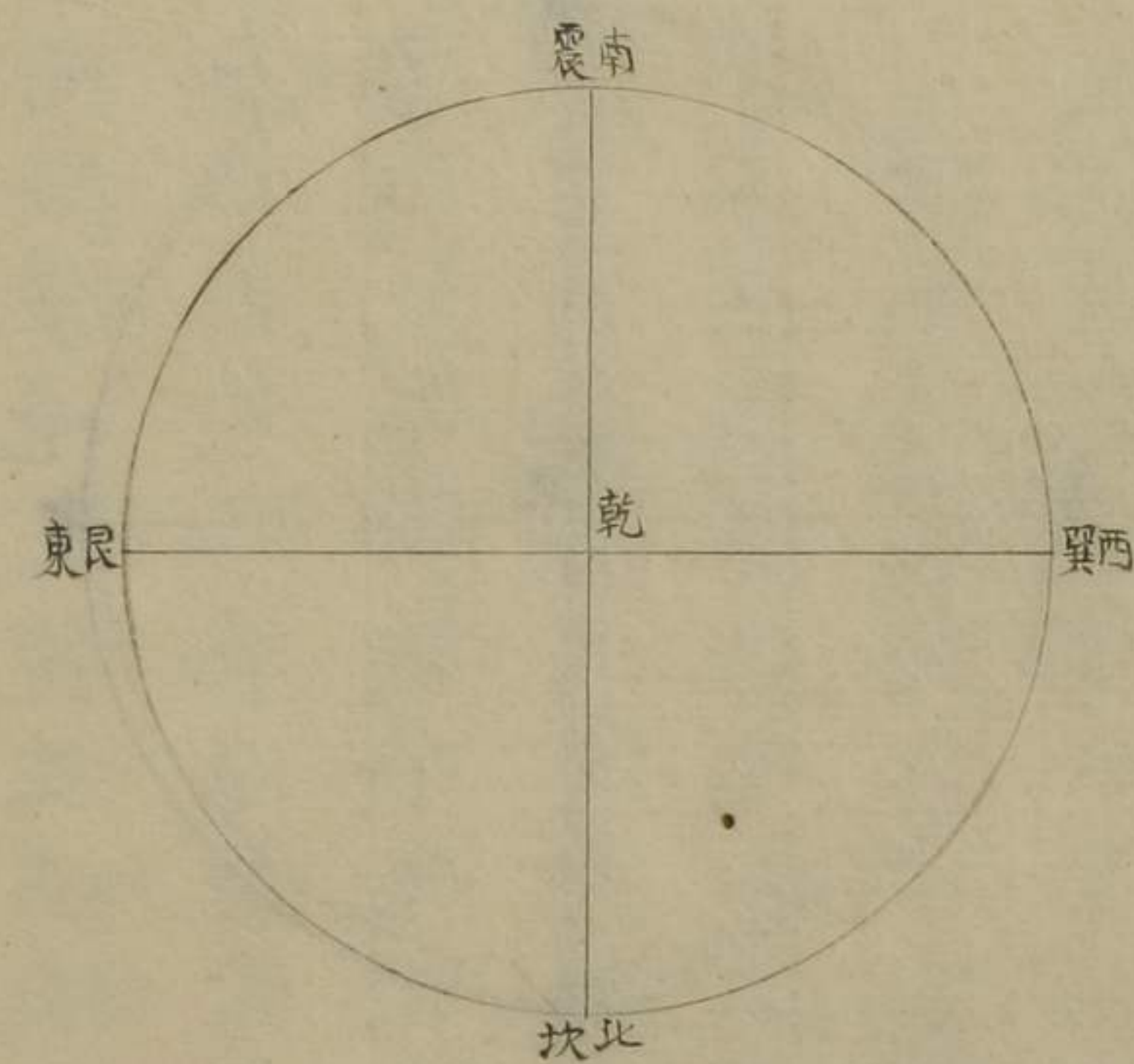
面即日影心。以日照月。則月所當之地面即日影心。
假令人所處之地面正在圓心。則必見日當天頂。又
正當子午圈。而月之實緯即日月兩心視相距。外此
則日影心之所在隨時隨地不同。若日影心與月影
心同點。則必見日全食。若日影心與月影心之相距
大於併徑。則不見食。故先以食甚用時求其兩心視
相距。復設一時。限東西向後設。限東西向前設。亦求其兩心視相距。以
此兩視距線及所夾之角。求其對邊為視行。自日影
心至視行作垂線。與視行成直角。是為兩心相距最



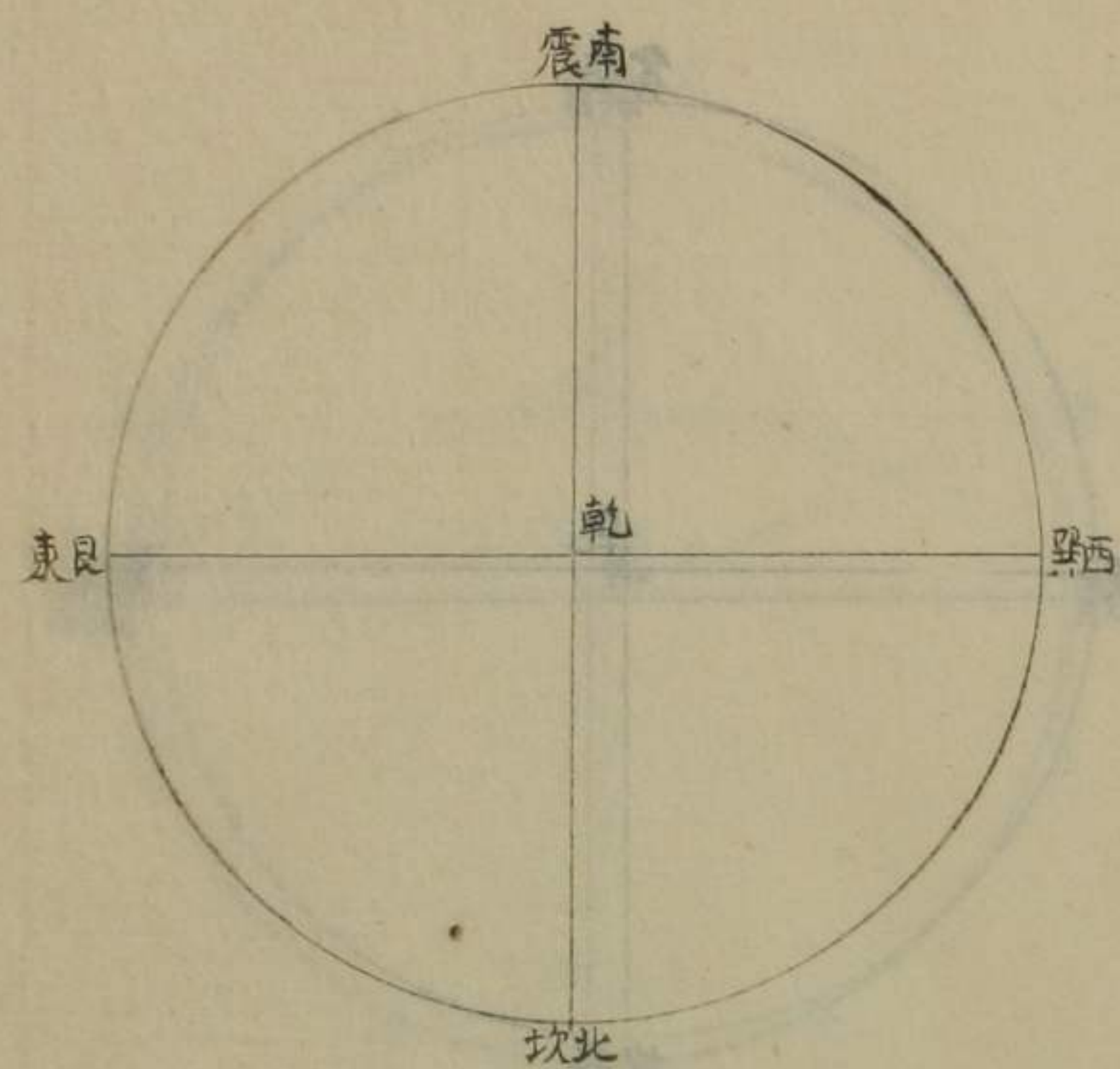
如雍正八年庚戌六月戊戌朔日食太陰實引初宮八度四十七分三十一秒四〇。地半地半徑差五十三分五十九秒九〇。內減太陽地半地半徑差十秒餘五十三分四十九秒九〇。爲本日地半高下差。以此爲乾坎半徑作坎艮震



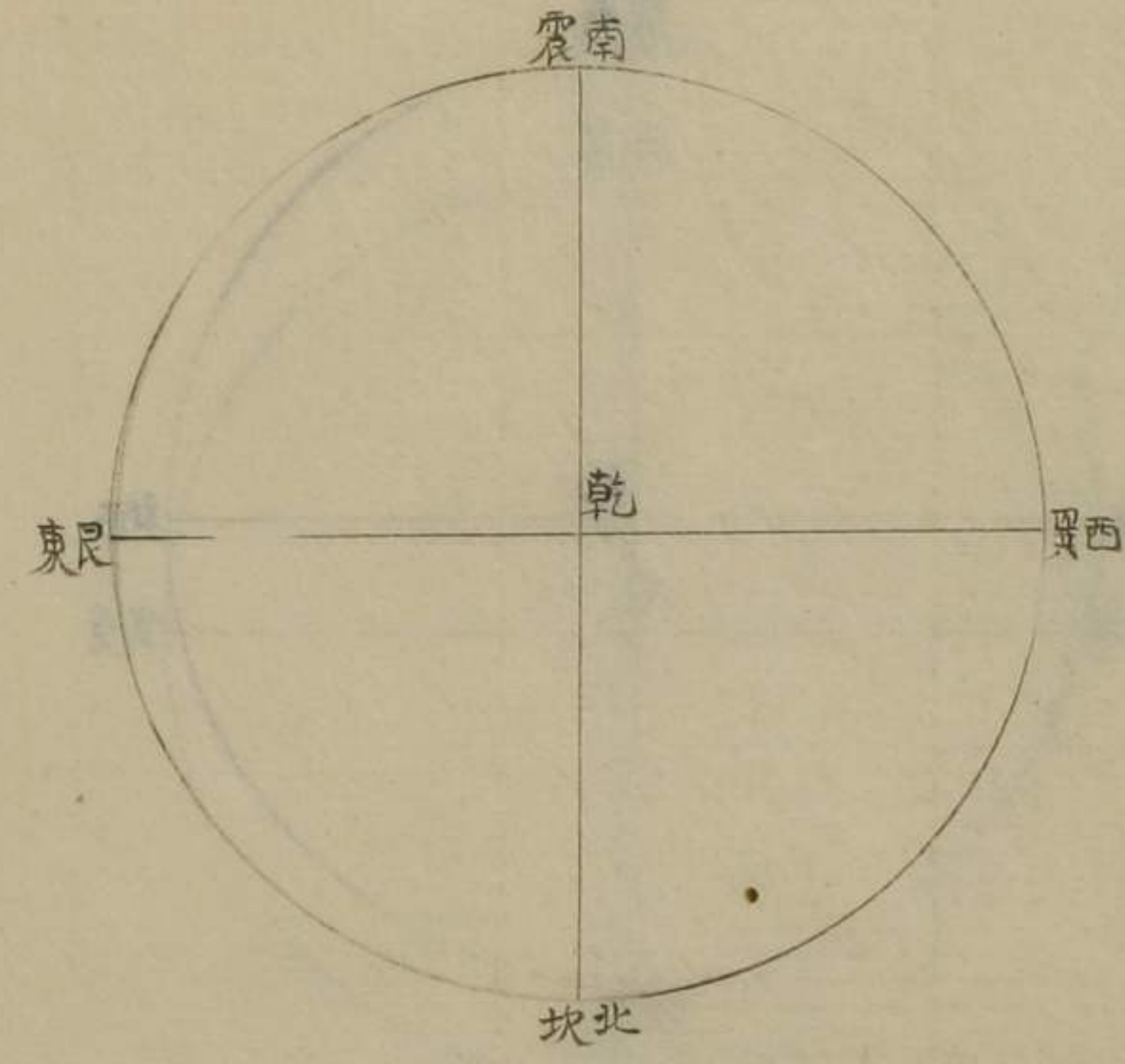
巽平圓。以五十三分作五十分。以四十九秒九〇通作八釐三毫。繪圖用四分之一。後做此。即地球受日照之半面上。應渾天半周。而其當月天之度則爲五十三分五十九秒。四十九秒九〇進爲五十分。八釐三毫仍用小餘。他做。故以地球上應渾天之度而論。則乾爲日照地面之正中。距圓界各九十度。



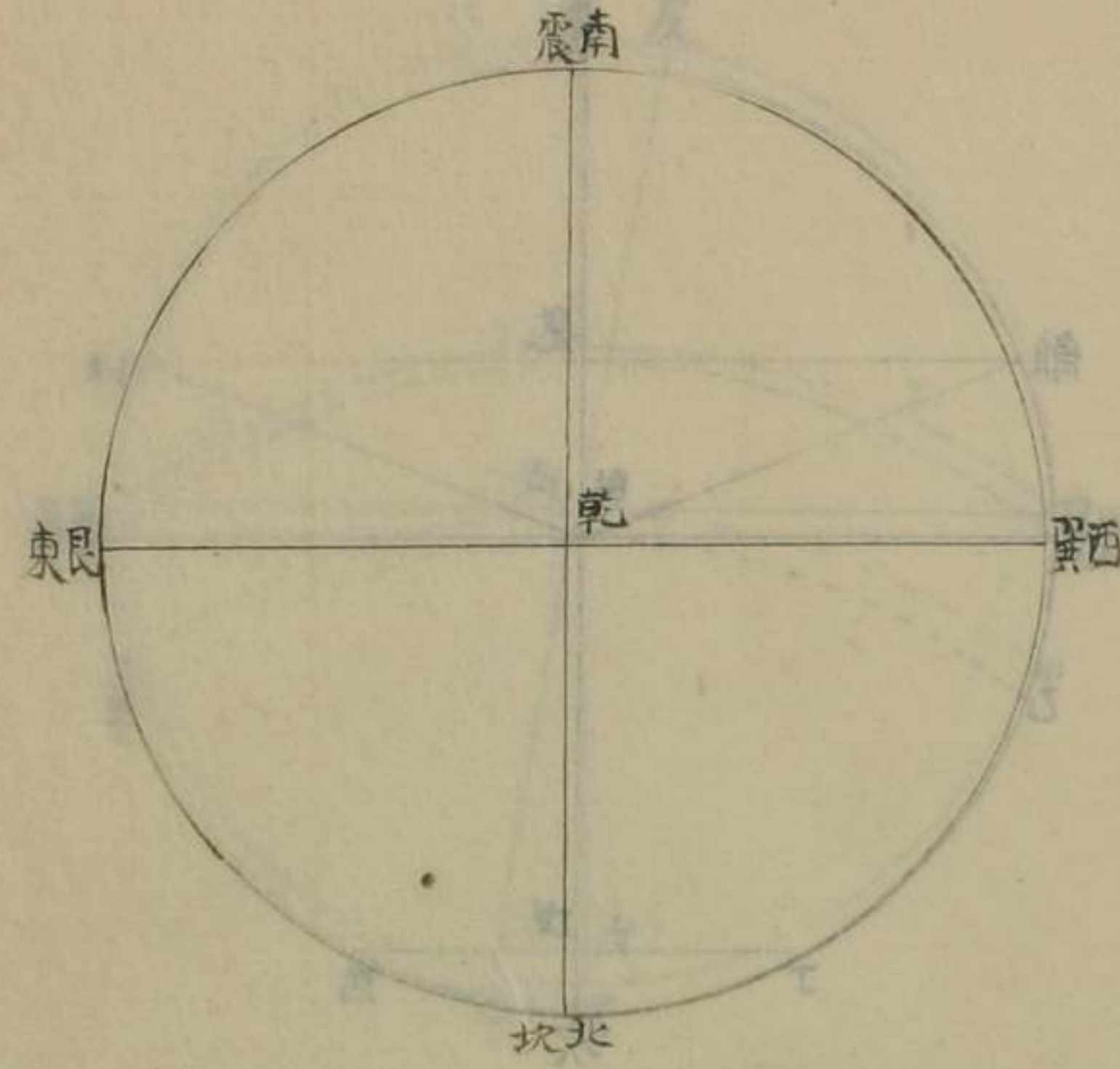
以地球為平面。則地面之
 弧與正弦等。半徑為九十
 度之正弦。故半徑令人在
 圓心乾。則見日當天頂。又
 當正午。坎震赤道經圈。即
 其地之子午圈。艮巽即其
 地之卯酉圈。坎為北。震為
 南。艮為東。巽為西。若人在
 田界。則見日當地平。在坎
 震線之西者。見日為午前。



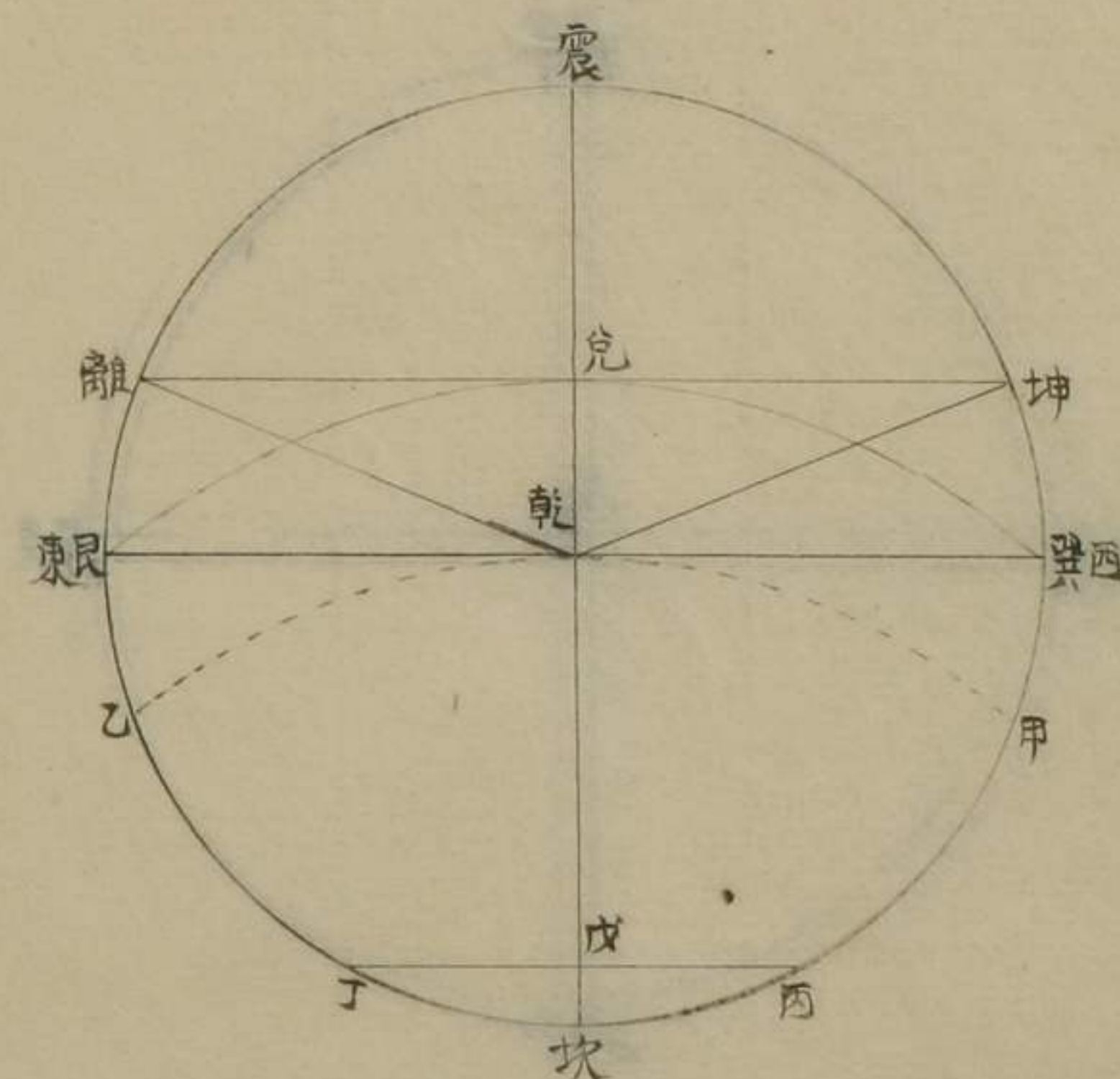
在坎震線之東者。見日為
 午後。自是以外。則見日之
 高下。隨地不同。要以人所
 處之地面為日影心。上應
 本處天頂。人距日照地面
 正中之度。即日距天頂之
 度。而以地面所當月天之
 度而論。則地之半徑與地
 平高下差等。人距日照地



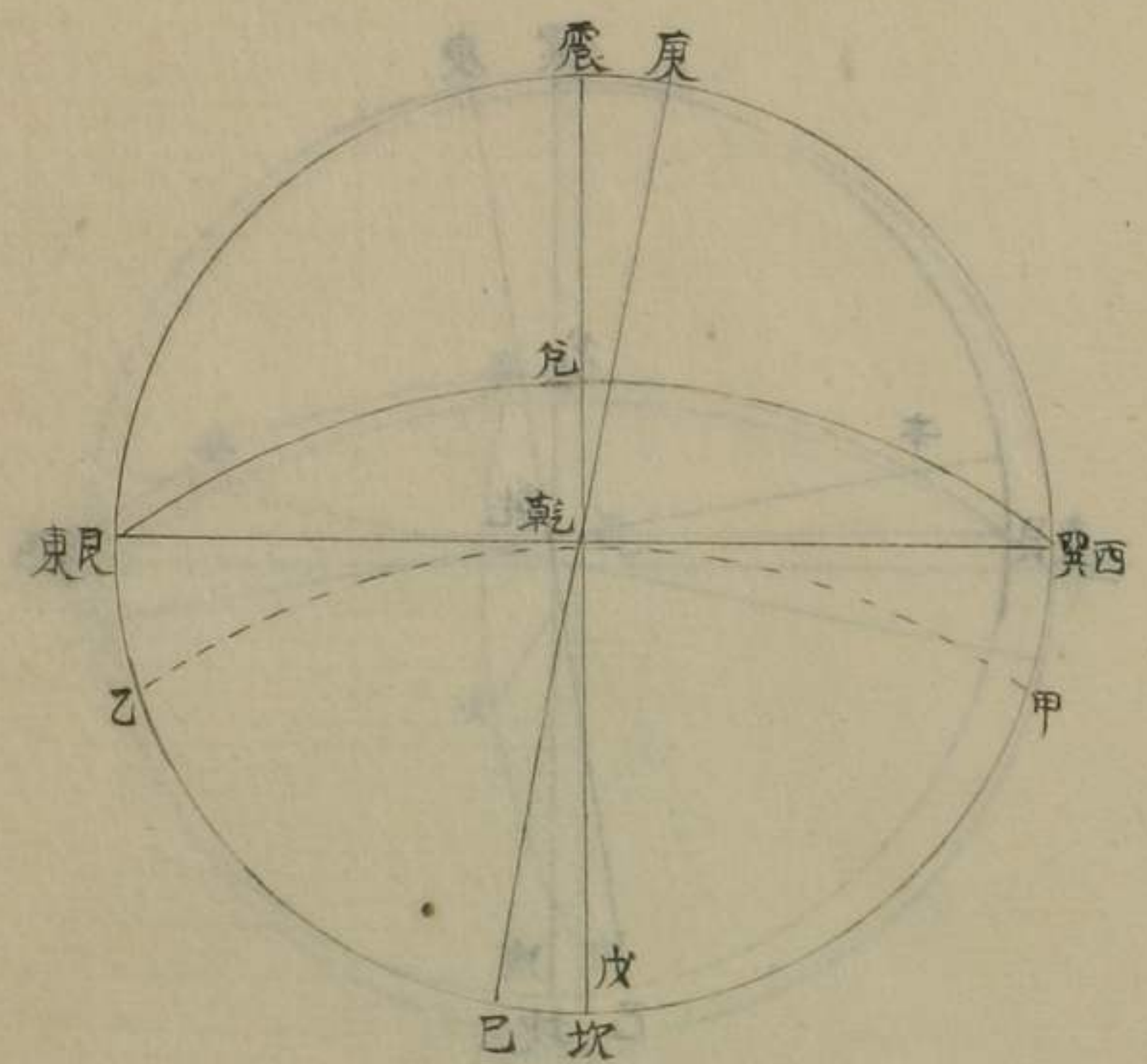
面正中之度與本時高下
 差等。見前篇故隨高弧之
 所向。以本時高下差之度
 自圓心取之。即人所處之
 地面。亦即本時之日影心。
 隨白經之所向。以月實緯
 之度自圓心取之。即本時
 之月影心。夫月影心當月
 天之度。即太陰之實緯度。



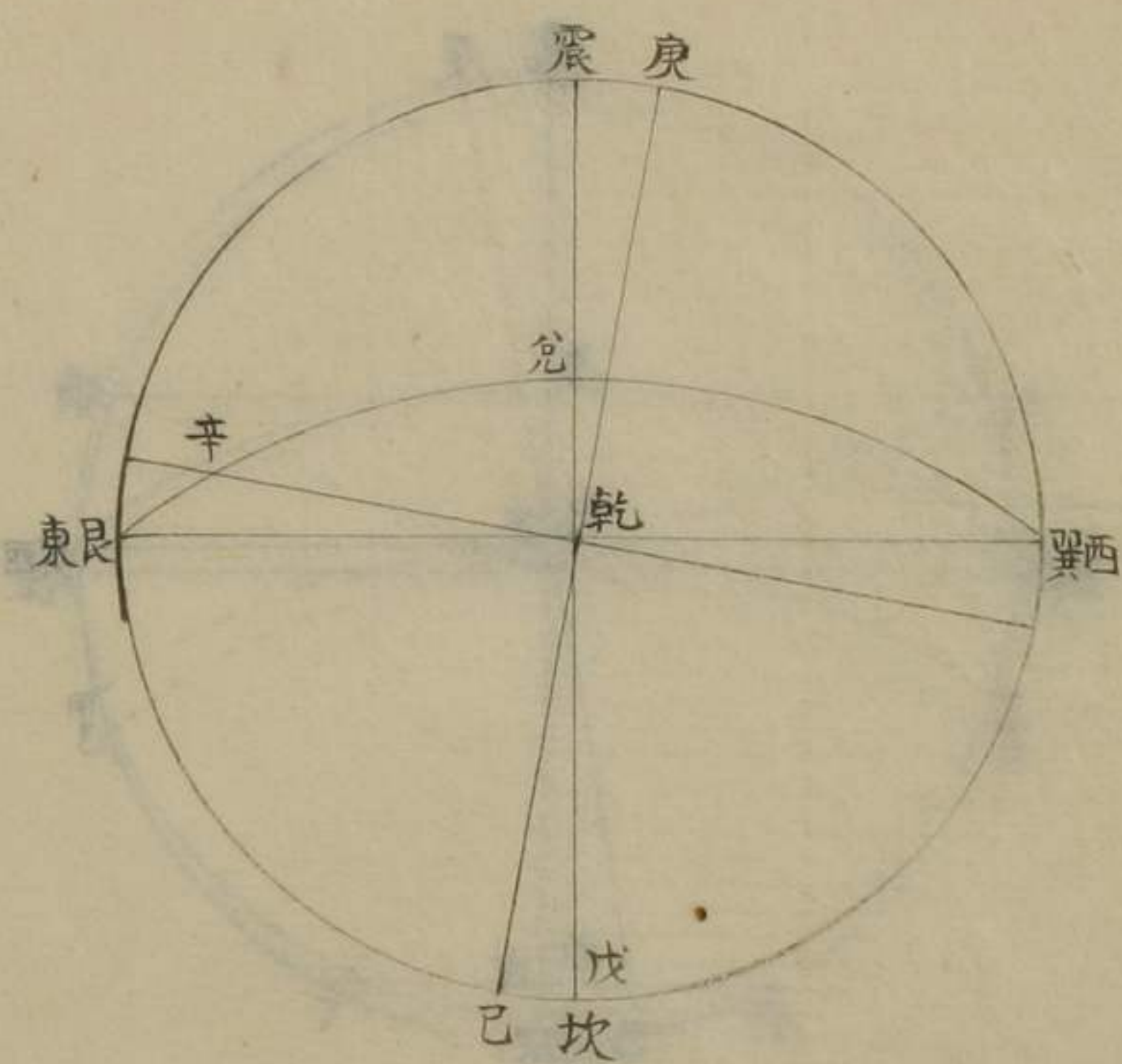
而日影心當月天之度。不
 為太陽之實高度。而為太
 陽之視高度。則地面日月
 兩影心之相距。因高下差
 而殊。而食甚之早晚。食分
 之淺深。所以因視差。而變
 者。皆可按圖而稽矣。乃以
 本時日距赤道北二十一
 度三十八分一十二秒。



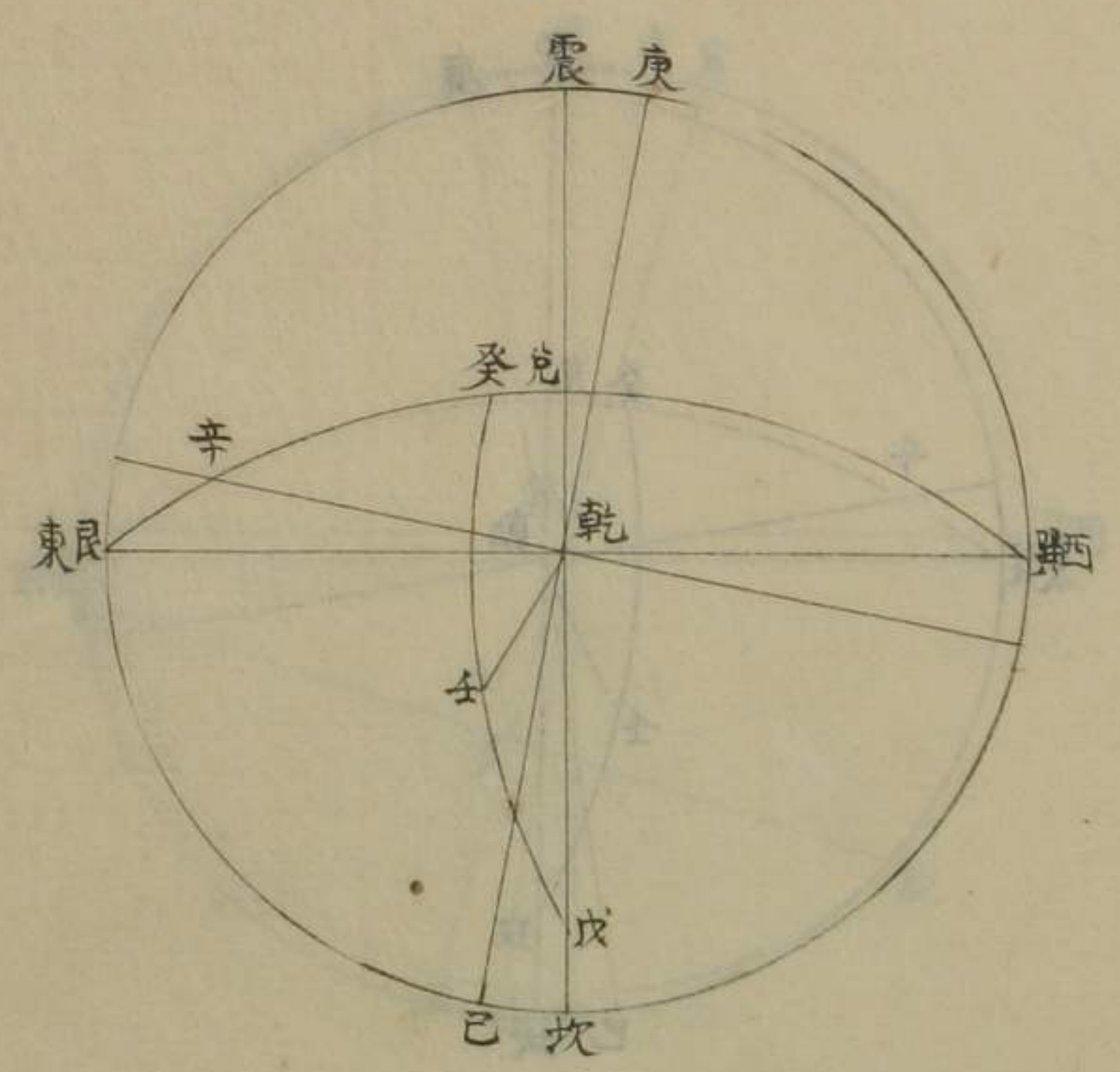
二。取艮離巽坤之公即離
 角與坤乾乾艮作離坤線截赤
 道經圈於兌作艮兌巽弧
 為赤道則兌乾即日距赤
 道北之緯度又作甲乾乙
 弧為赤道距等圈即太陽
 隨天西轉之軌又以坎艮
 九十度之公自離截圓界
 於丁自坤截圓界於丙作



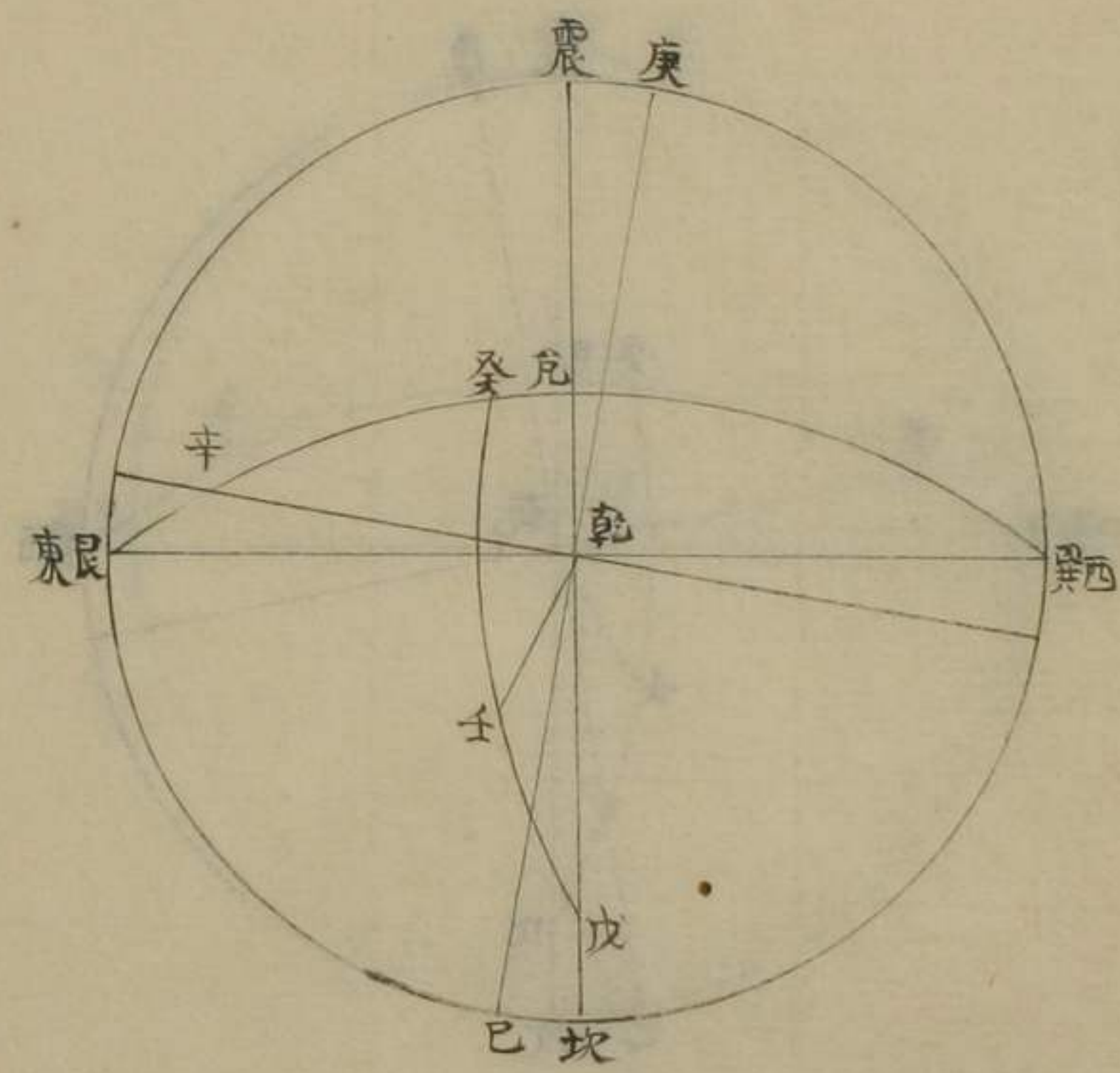
丙丁線截子午圈於戊則
 戊點為北極戊兌為九十
 度戊乾為日距北極六十
 八度二十一分四十七秒
 九八又以本時黃赤二經
 交角九度二十一分二十
 秒五七取坎乾己角本時
 夏至後黃經在赤日在作己庚
 經東故向東取
 線為黃道經圈自乾與己



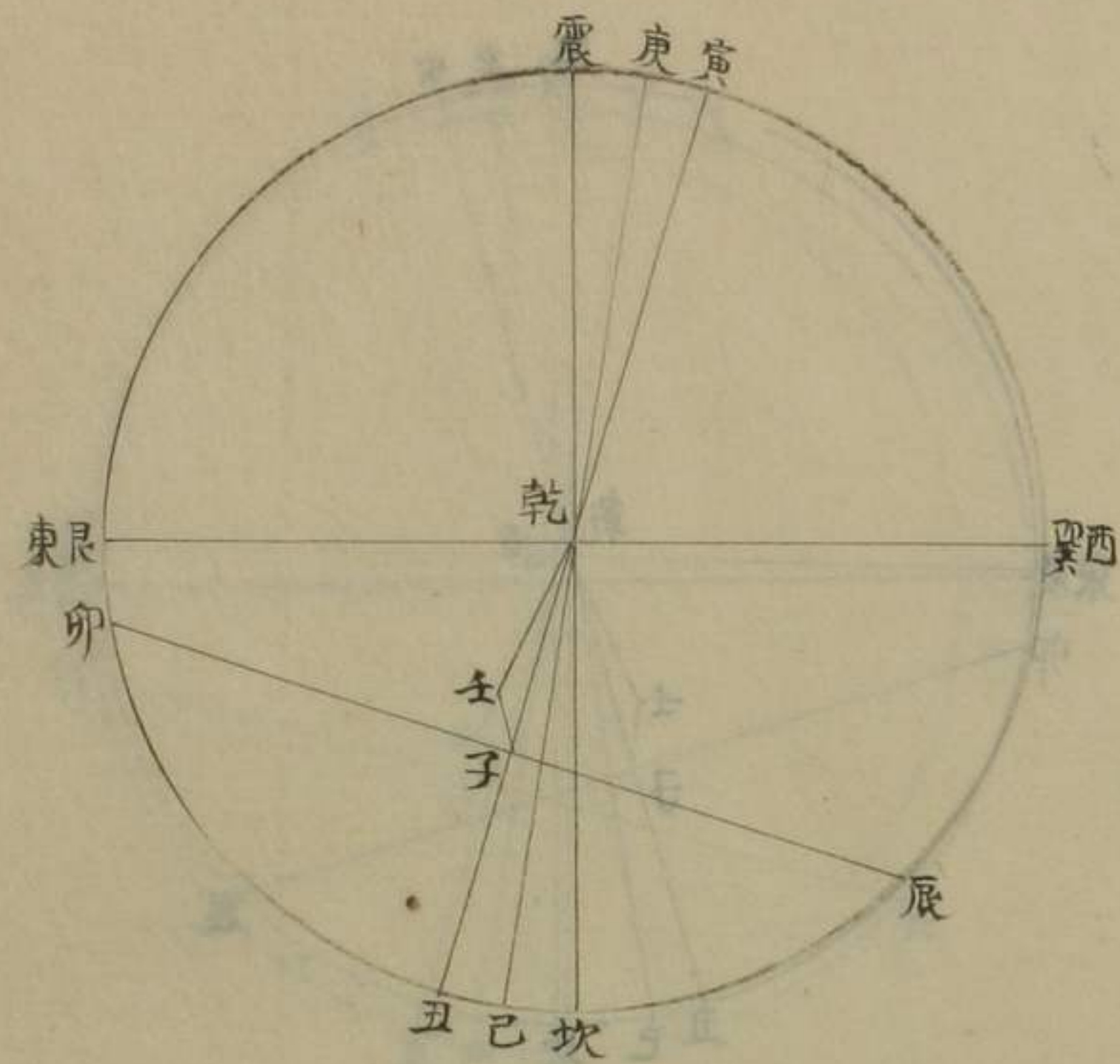
庚線取直角。作辛乾線為黃道。辛為秋分。乾辛為日距秋分前六十七度四十二分五十四秒四。是時京師食甚。用時為午正二刻九分五十八秒九五。日距午西赤道度為九度五十九分四十四秒二五。則京師地面必在坎震線之



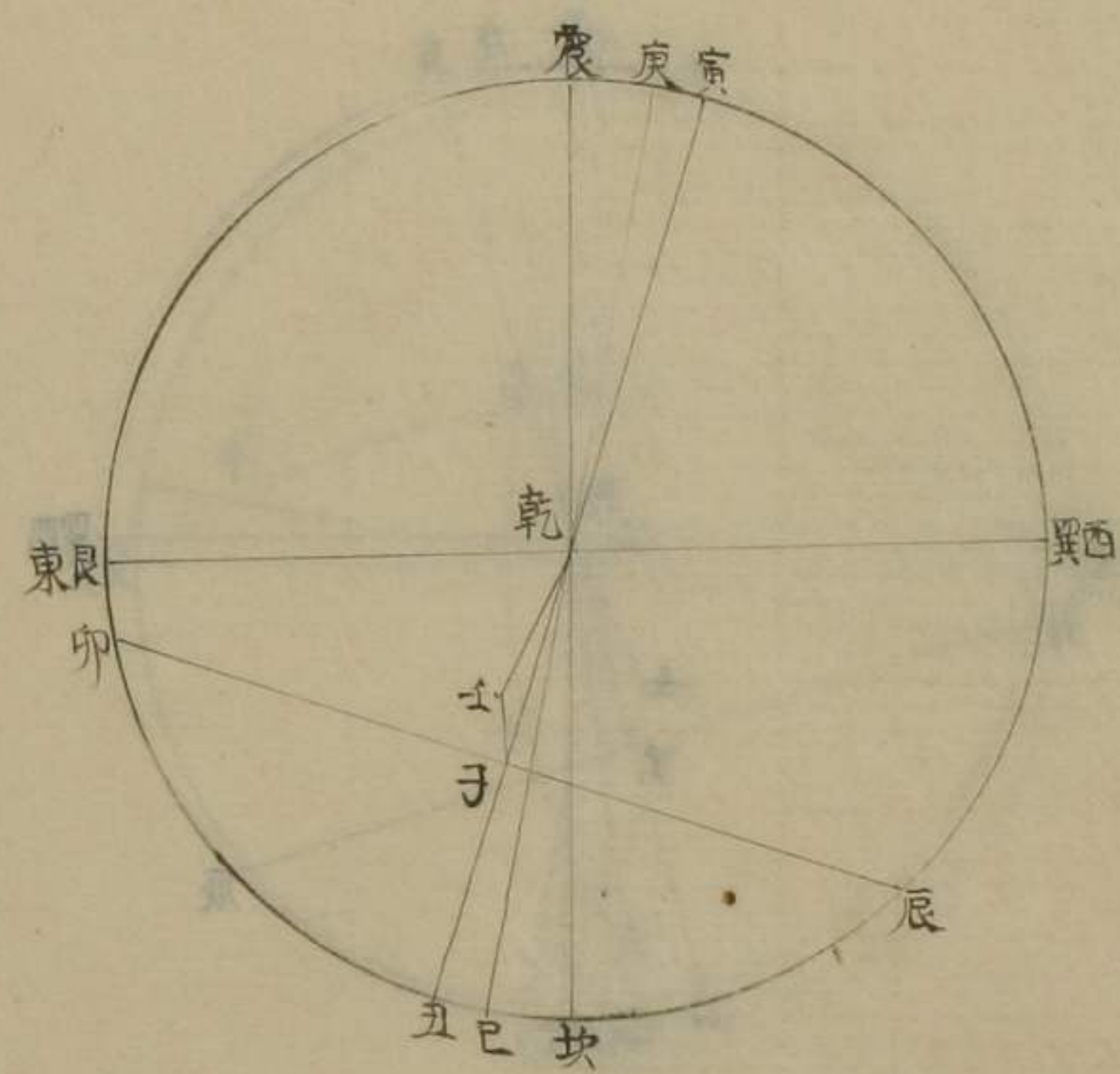
東。故以用時赤經高弧交角二十二度四十三分八秒三九。取戊乾壬角。以用時日距天頂二十度九分四十八秒二七之高。下差一十八分三十三秒三四。取壬乾之分。作壬乾線。自戊向壬作戊壬癸弧。則壬點為京師之地面。即用時



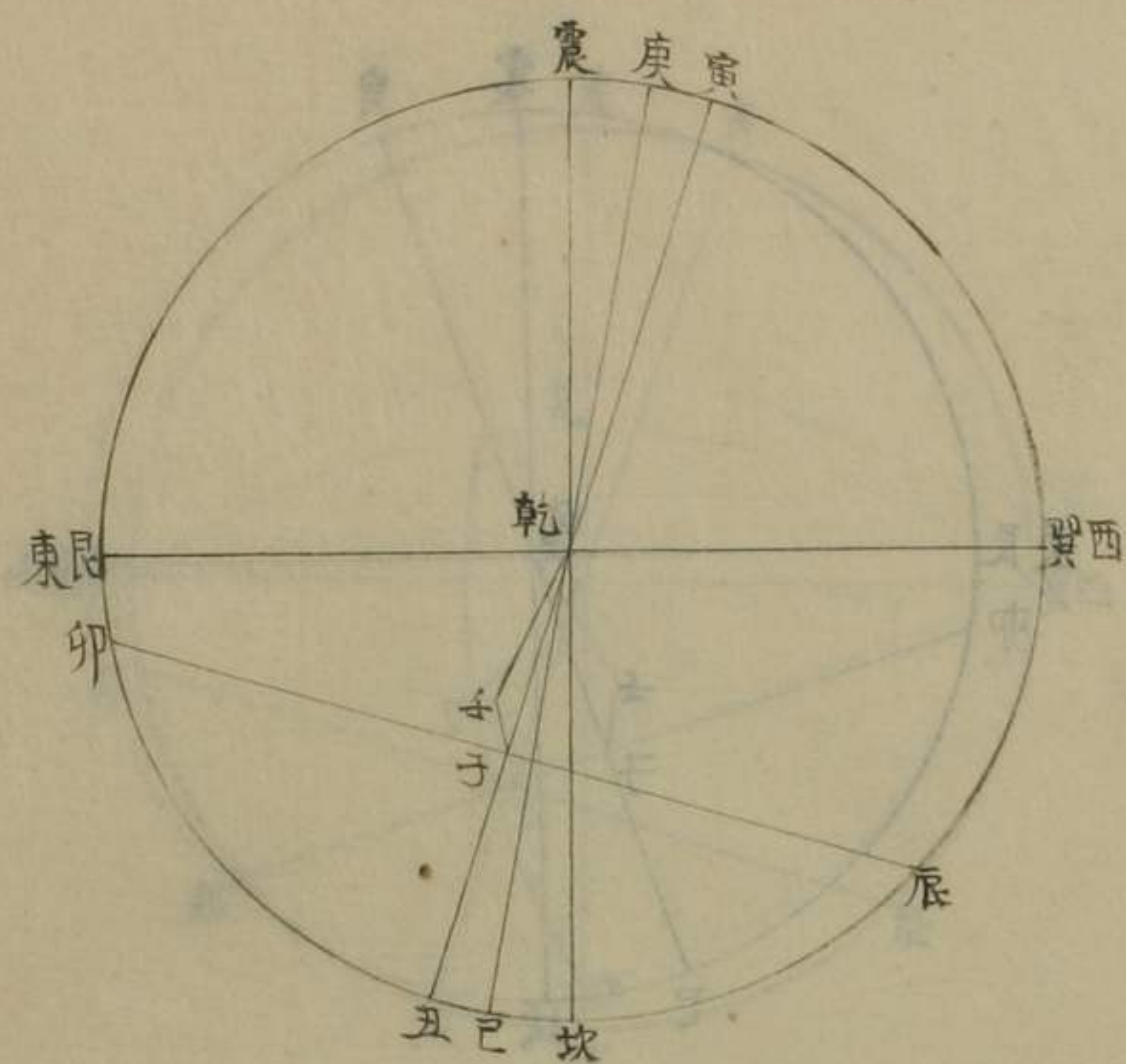
之日影心。上應京師天頂。
 壬乾為用時日距天頂之
 高弧。在地則與用時高下
 差等。戊壬癸為京師子午
 圈。戊壬為京師北極距天
 頂五十度五分。戊角為用
 時日距午西赤道度。戊乾
 及乾壬弧俱用戊乾壬角
 壬三角。形求之而得。又以
 斜距黃道交角五度四十



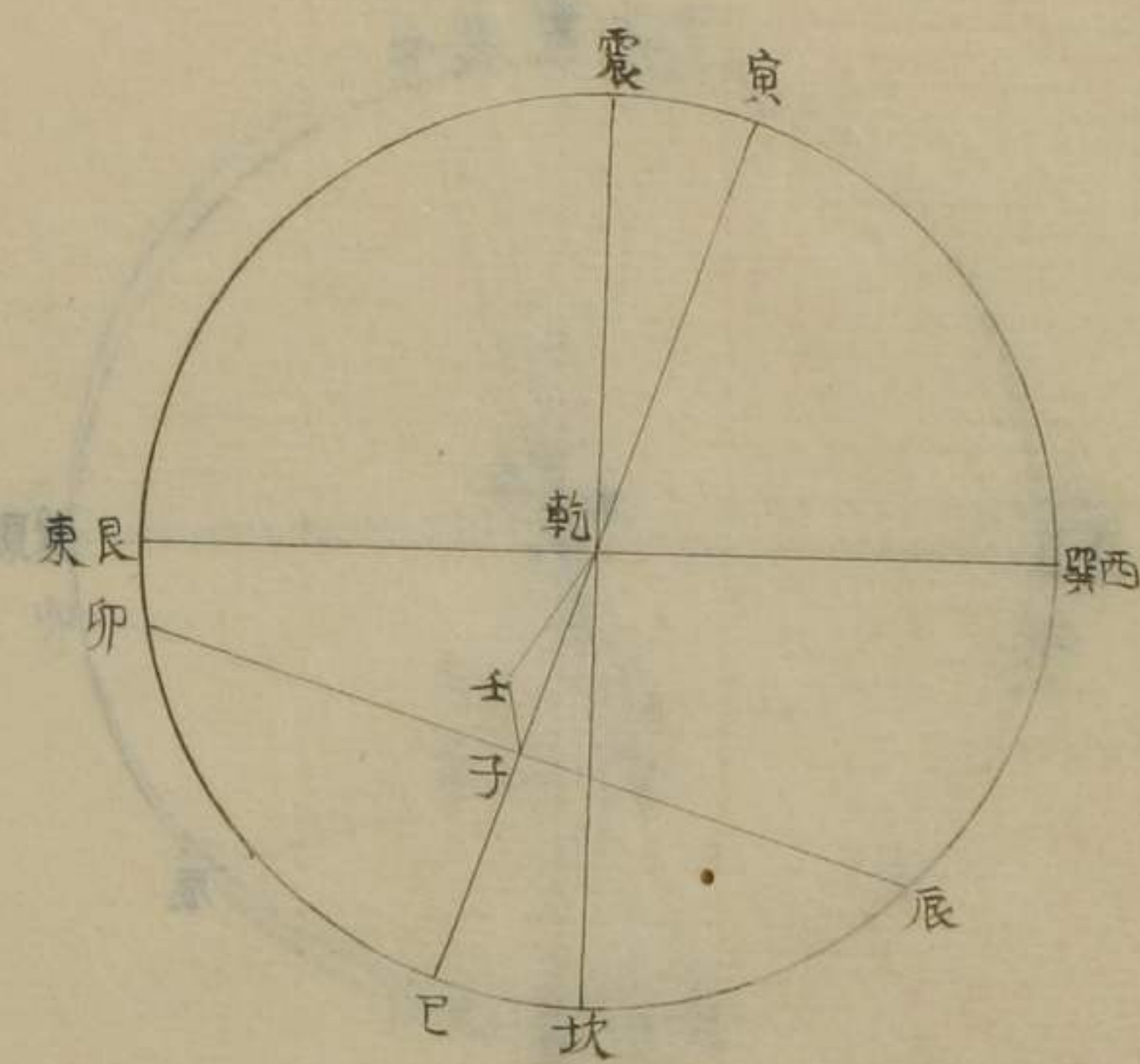
四分五十五秒二九。取已
 乾子角。本時月在中央。前
 向東。作壬寅線為白道經
 圈。經圈斜距。以月實緯距黃
 道北二十三分二十八秒
 四五。自乾向北截之於子。
 與壬寅線取直角。作卯辰
 線為白道。斜距。則子點
 為用時日影心。壬子即用



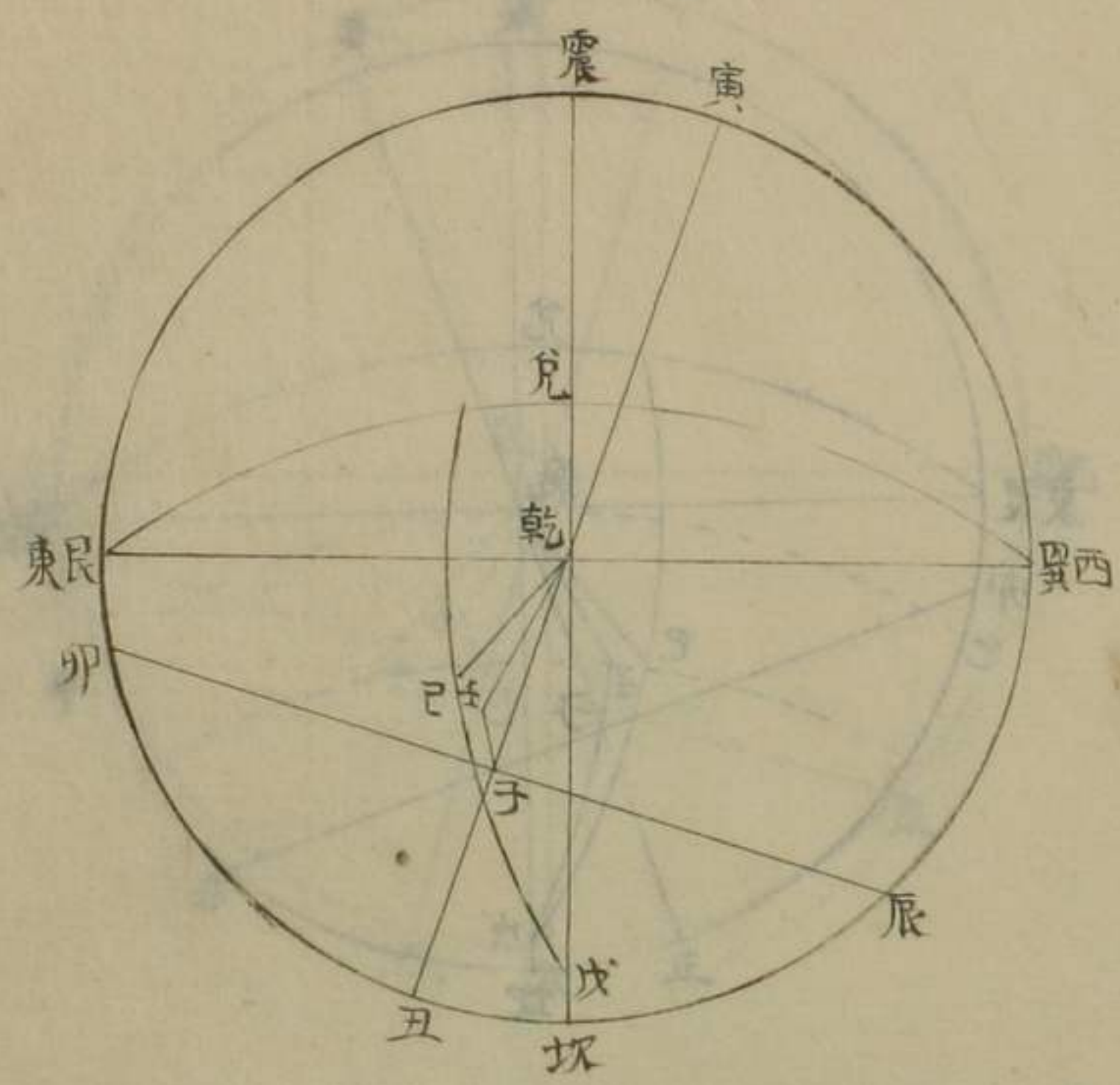
時日月兩影心視相距。乃
用乾壬子三角。形乾子為
食。甚用時日月兩心實相
距。乾壬為用時高下差。以
已乾壬黃白二經交角與
坎乾已黃赤二經交角相
加。得坎乾壬角一十五度
六分一十五秒。八六為赤
白二經交角。黃經在赤經
東。白經又在



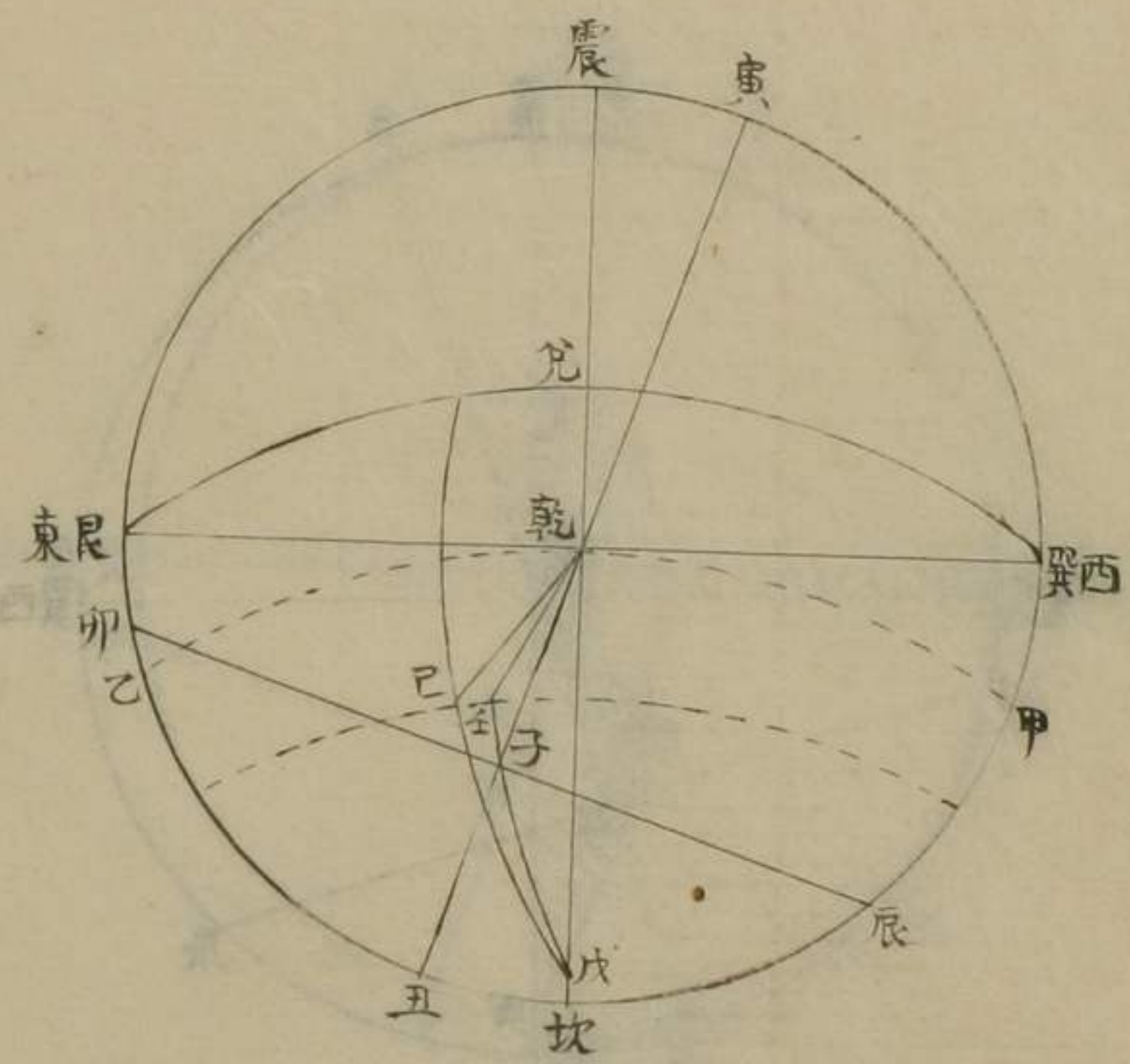
黃經東。與坎乾壬赤經高
故相加。與坎乾壬赤經高
弧交角相減。餘壬乾壬角
七度三十六分五十二秒
五三為用時白經高弧交
角。即用時對兩心視相距
角。赤經在高弧西。白經在
赤經東。故相減。赤白交
角小。白經仍用切線分外
在高弧西。用切線分外
角法求得壬角一百四十
六度三十四分二秒〇七



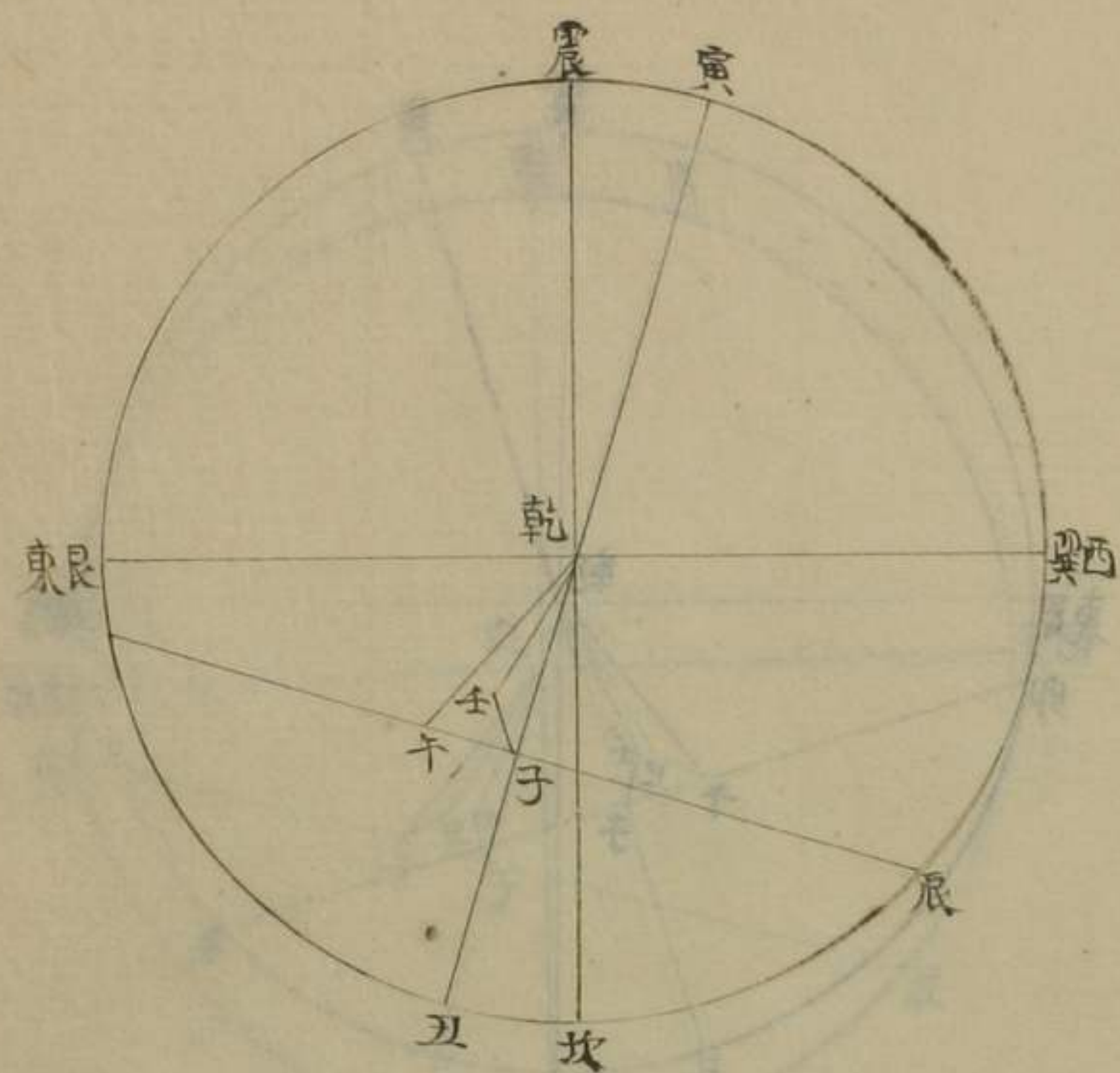
為用時對兩心實相距角。
 又求得壬子邊五分三十
 八秒七四為用時日月兩
 影心視相距此時白經實
 距在高弧西月影心必在
 日影心之西則食是用時
 尚在食甚前也次向後取
 未初初刻為設時白經在
高弧西
 日影心差而西用時尚在
 食甚前故向後設各白經



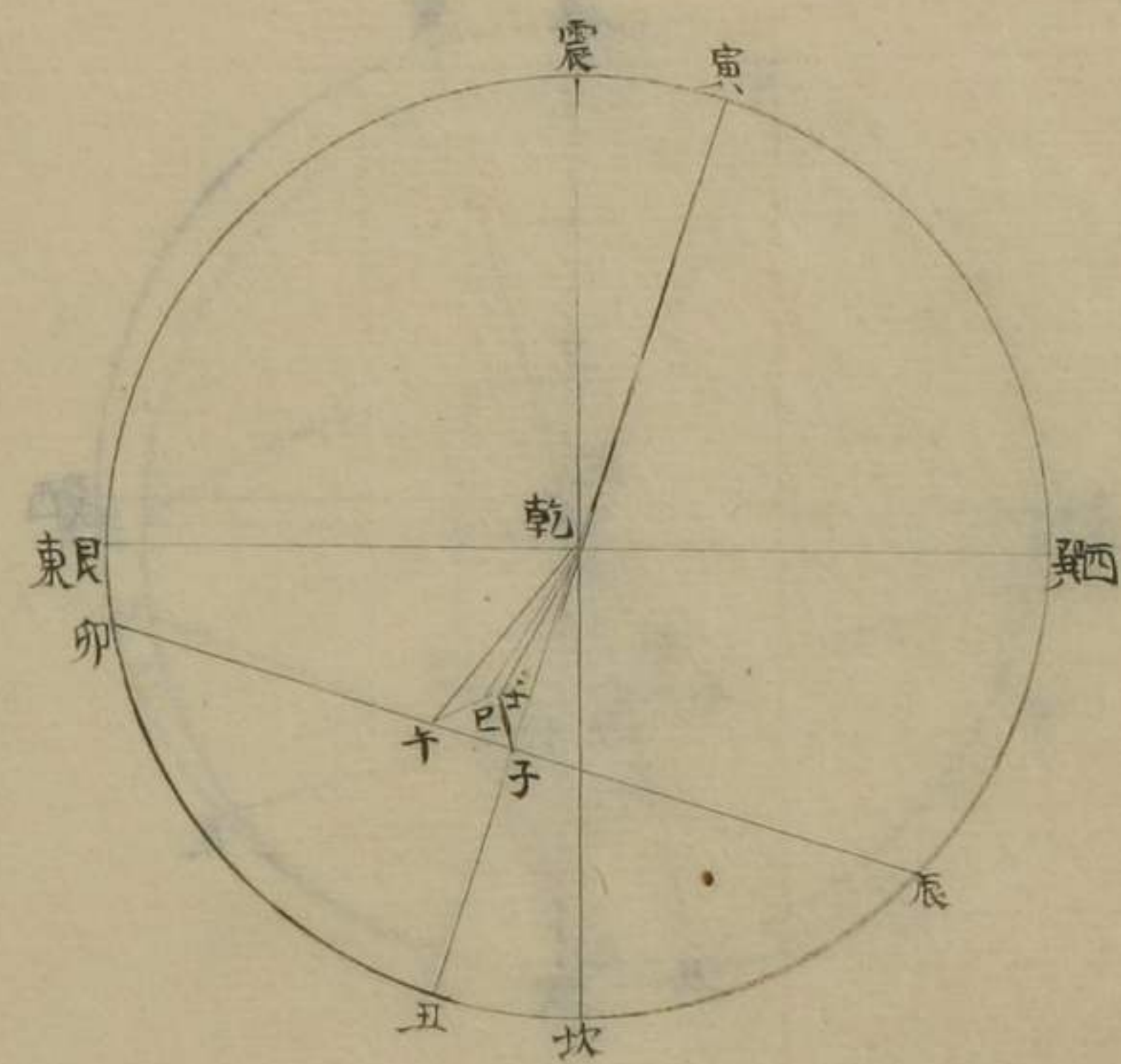
在高弧東月影心差而東。
 用時已過食甚後則向前
 設以設時赤經高弧交角
 三十一度三十三分一秒
 七三取戊乾巳角以設時
 日距天頂二十二度一十
 七分四十二秒二六之高
 下差二十分二十五秒三
 五取乾巳之分作乾巳線
 自戊向巳作戊巳弧則巳



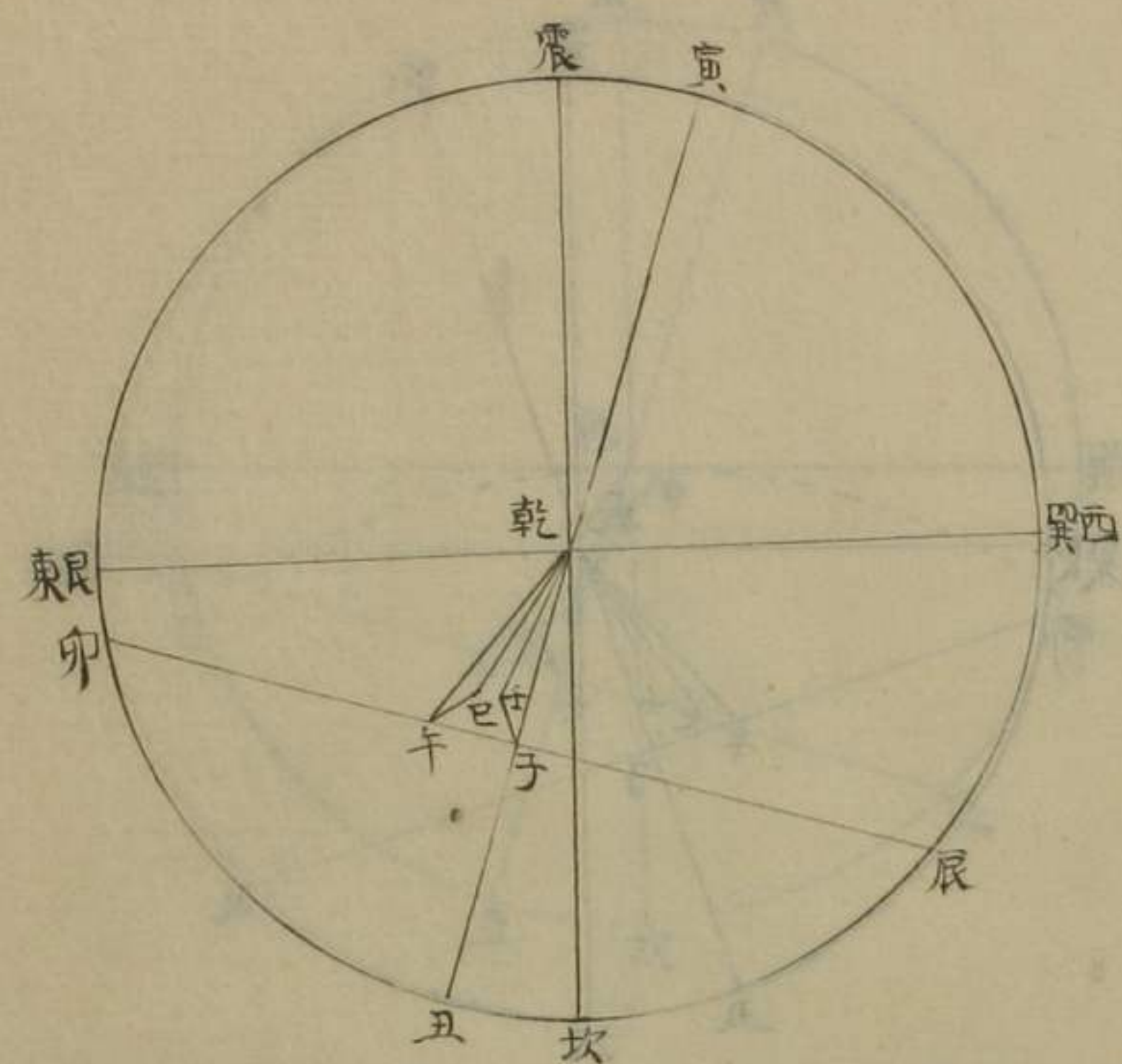
點為設時日影心。乾已為
 設時日距天頂之高弧。在
 地則為設時高下差等。戊
 已即京師北極距天頂五
 十度五分。與戊子等。太陽
 距等圈西轉。今以太陽為
 不動。則影向東移。亦與赤
 道成距等圈。其已戌乾角
 距北極皆相等。已戌乾角
 即設時日距午西一十五
 度。戊乾已角及乾已弧俱
 用戊乾已三角形求之。



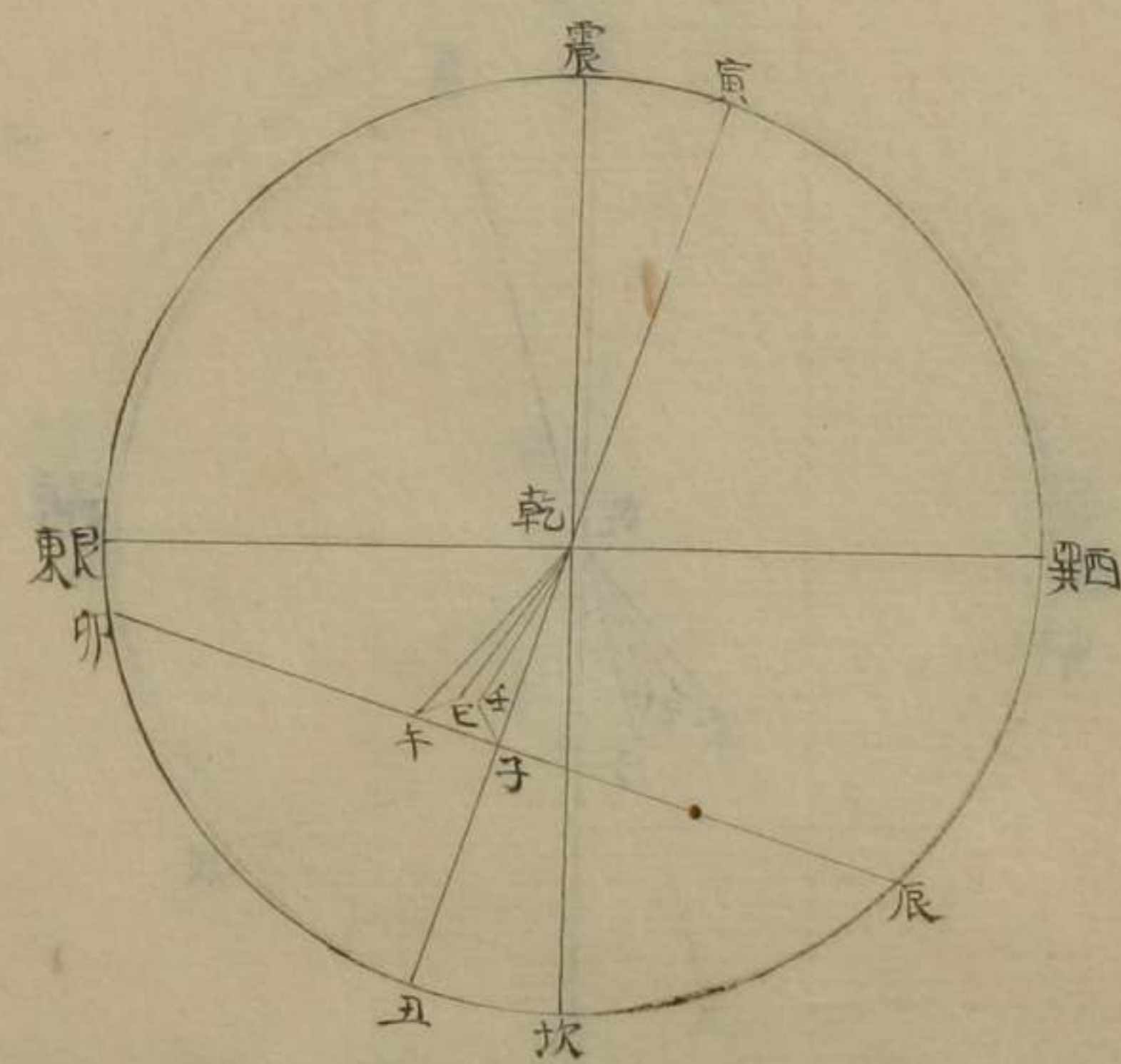
而次以設時距用時二十
 分一秒。五與一小時兩
 經斜距二十七分一十六
 秒五六為比例。得用時至
 設時之月實行。為九分六
 秒。自子向東截之於午。則
 午點為設時月影心。午子
 為設時距弧。月由白道東
 時後。故距午乾子角為設
 弧向東取。午乾子角為設



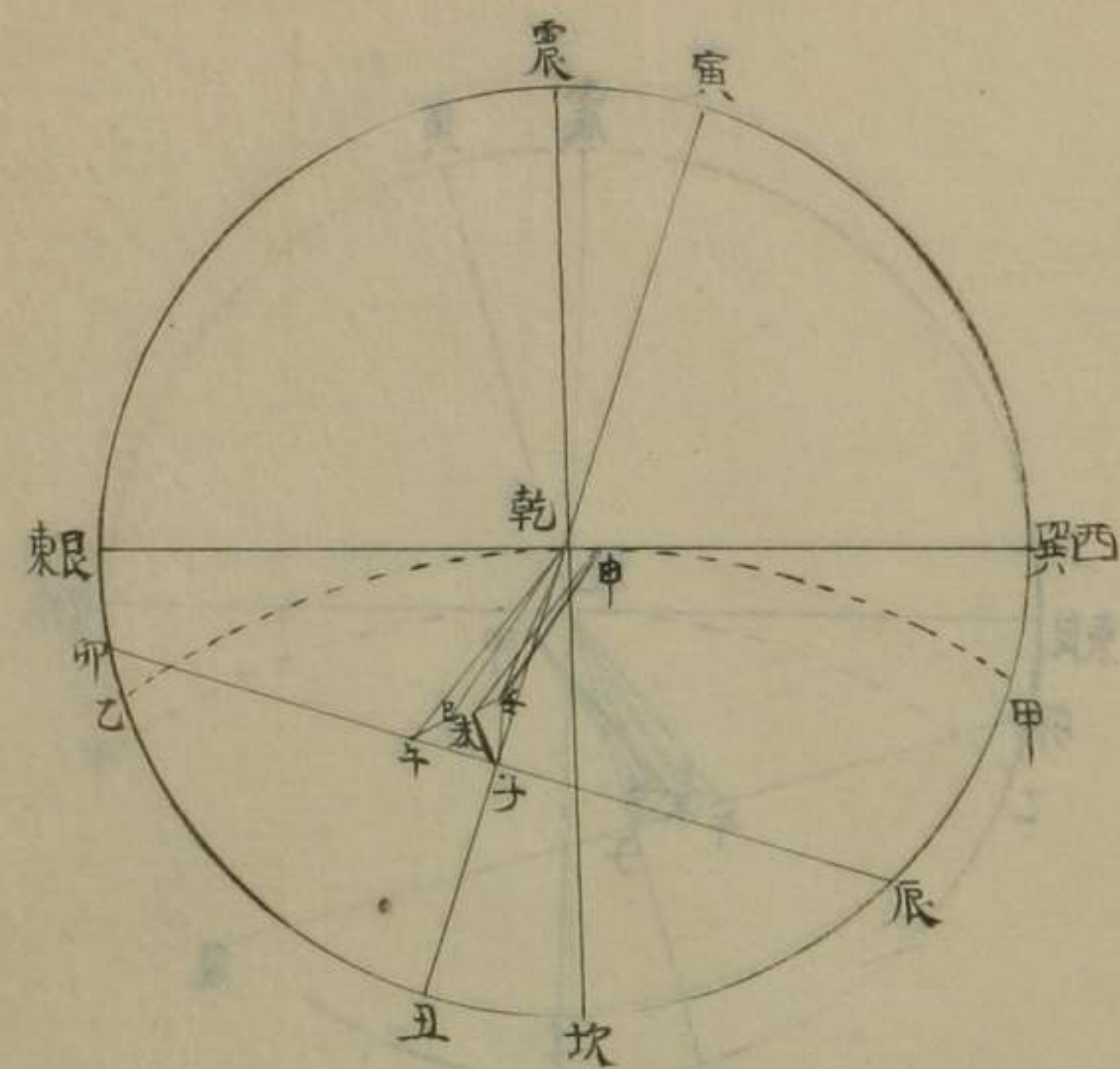
時對距弧角二十一度一
 十一分二十秒九九午乾
 為設時兩心實相距二十
 五分一十秒五八午乾子
 乾弧俱用午乾子
 三角形求之而得已午為
 設時日月兩影心視相距
 乃用已乾午三角形以坎
 乾已設時赤經高弧交角
 與坎乾七赤白二經交角



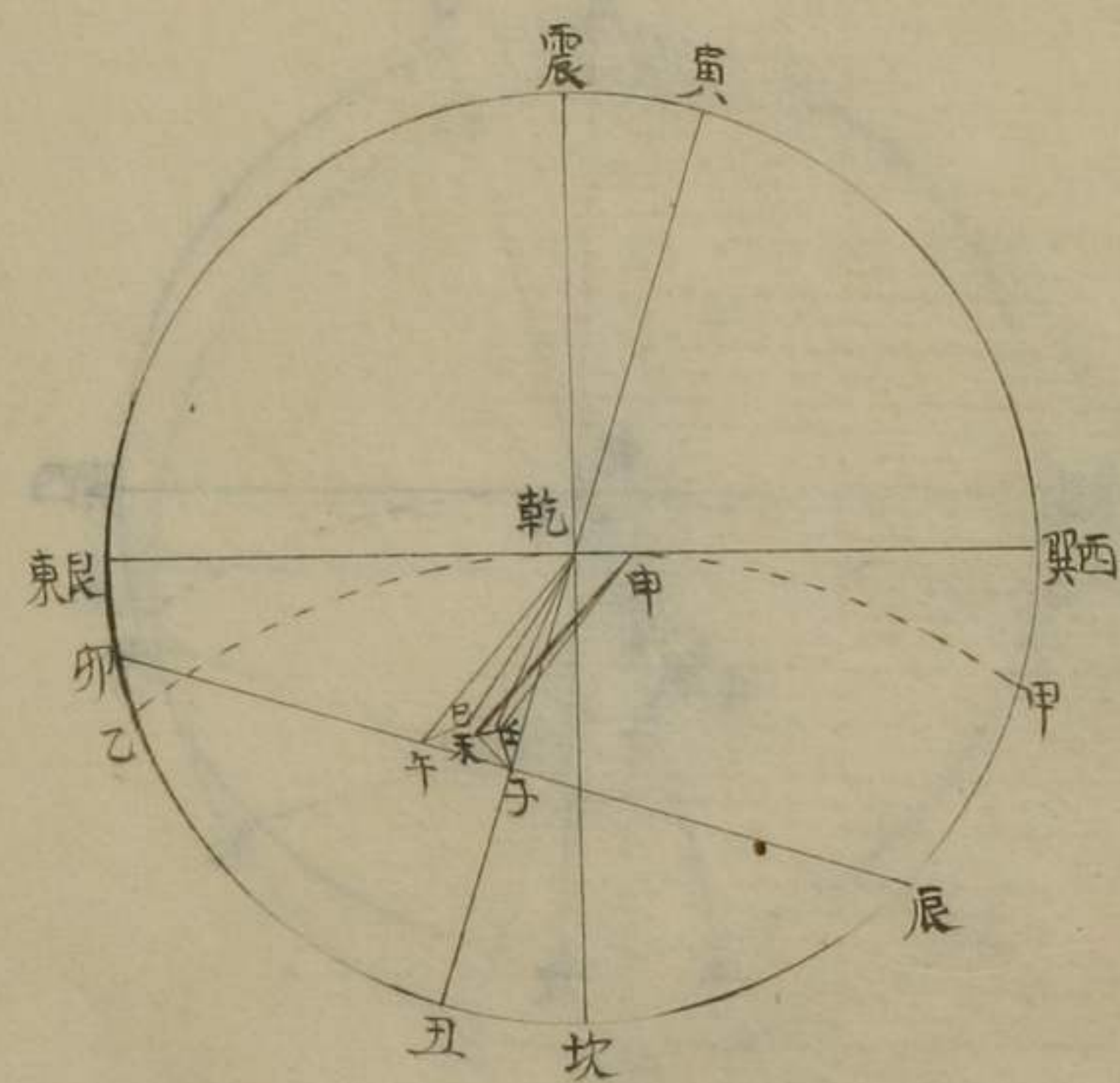
相減餘丑乾已角一十六
 度二十六分四十五秒八
 七為設時白經高弧交角
 加減之理與用時
 白經高弧交角同與午乾
 子對距弧角相減餘已乾
 午角四度四十四分三十
 五秒一二即設時對兩心
 視相距角
 經在高弧西對
 距弧角大則實距在高弧
 東對距弧角小則實距在



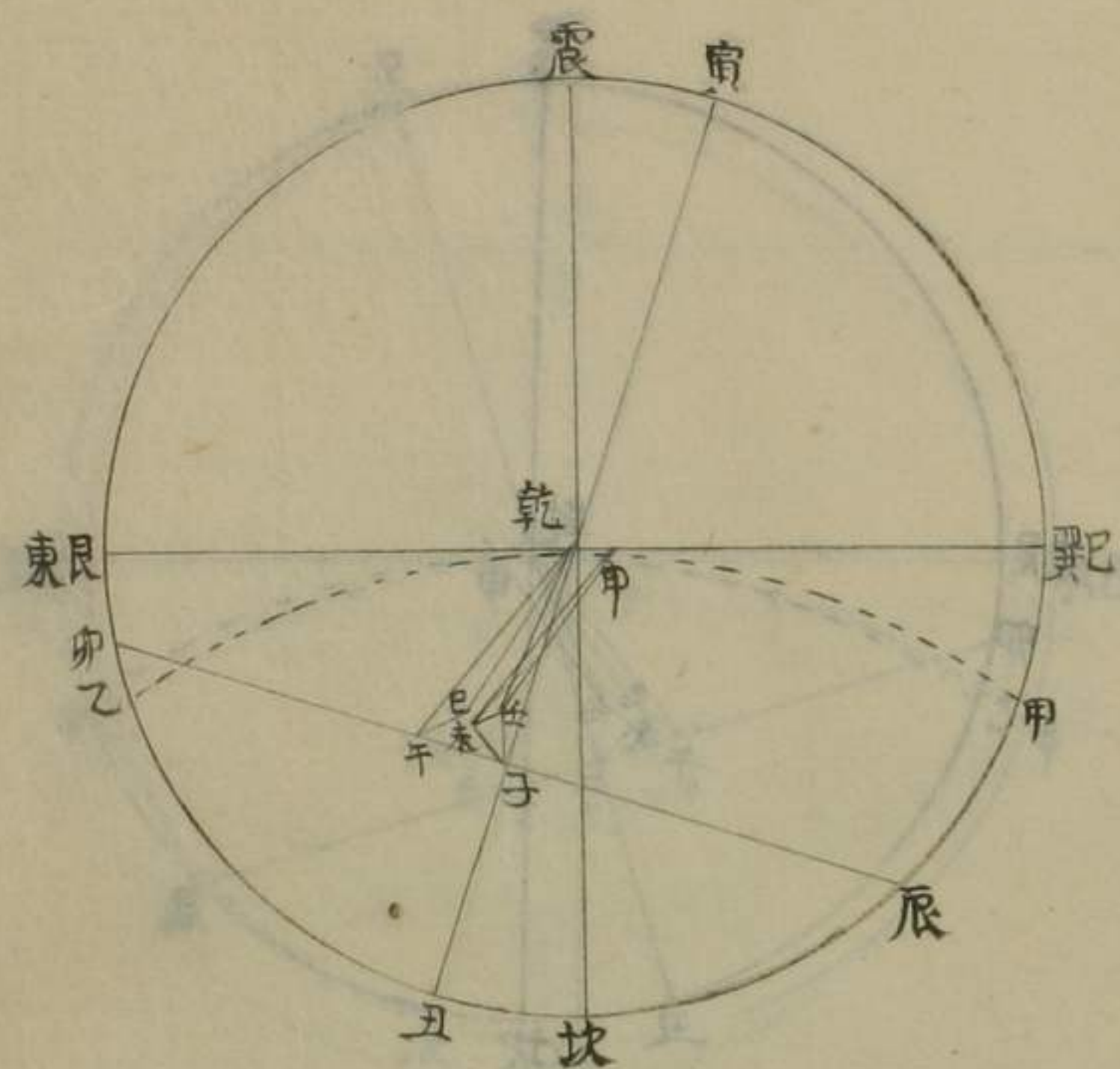
高孤西。白經在。用切線分
高孤東。皆倣此。外角法求得已角一百五
十五度五十七分四十六
秒四〇。為設時對兩心實
相距角。又求得已午邊五
分六秒六五為設時兩心
視相距。此時實距在高孤
東。月影心必在日影心之
東。則設時已過食甚後。而



食甚真時之月實行必在
子午二點之間矣。於是與
已午線平行作壬未線。與
已午等。為設時兩心視相
距。又與已乾平行作壬申
線。為設時高孤。則未壬申
角與午已乾角等。以丑乾
壬用時白經高孤交角與
丑乾已設時白經高孤交



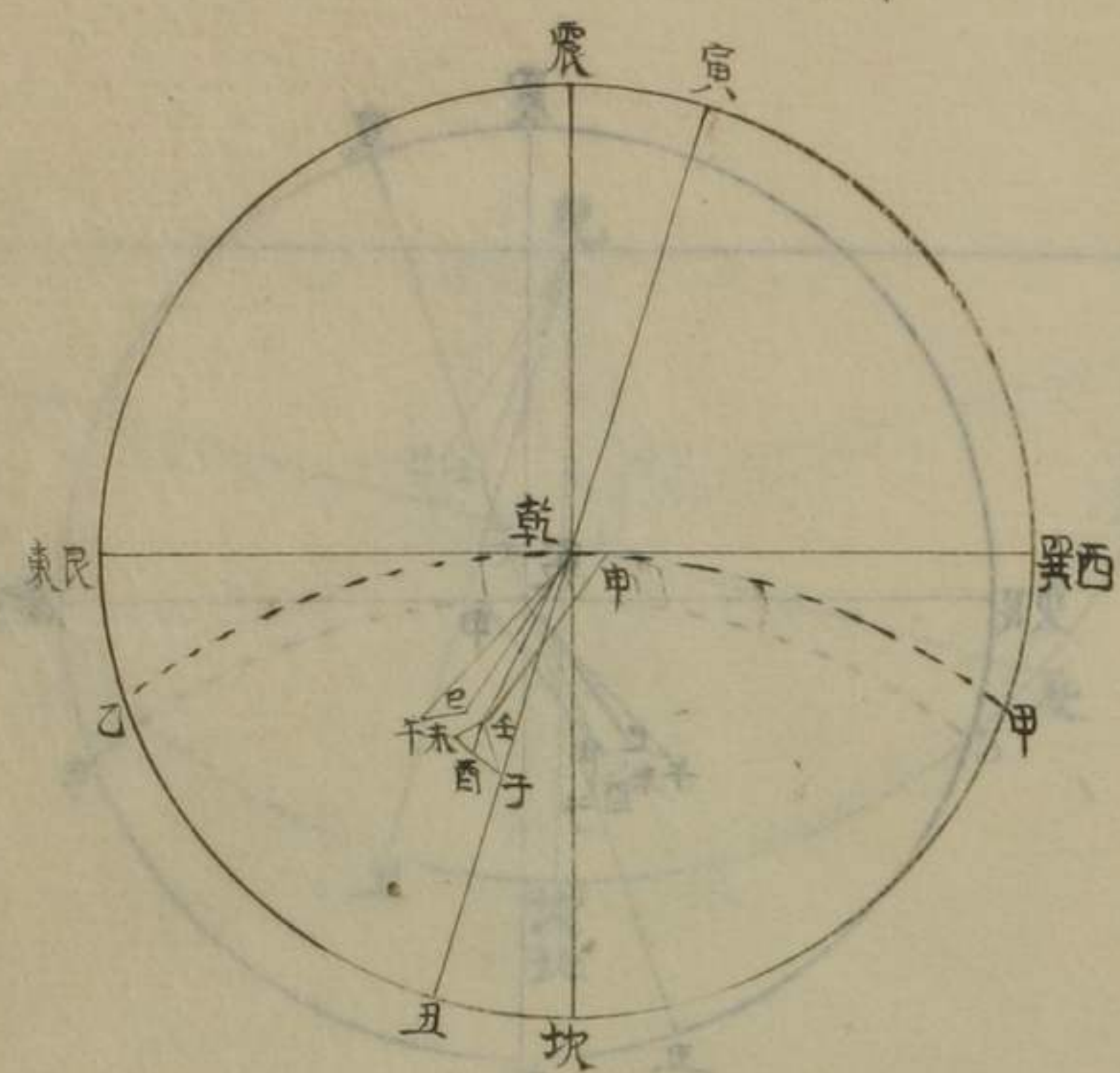
角相減。餘壬乾巳角八度
四十九分五十三秒三四
為兩白經高弧交角較。與
乾壬申角等。與乾壬子用
時對兩心實相距角相減。
餘申壬子角一百三十七
度四十四分八秒七三為
設時高弧交用時視距角。
與未壬申角相加。未壬申
角與壬



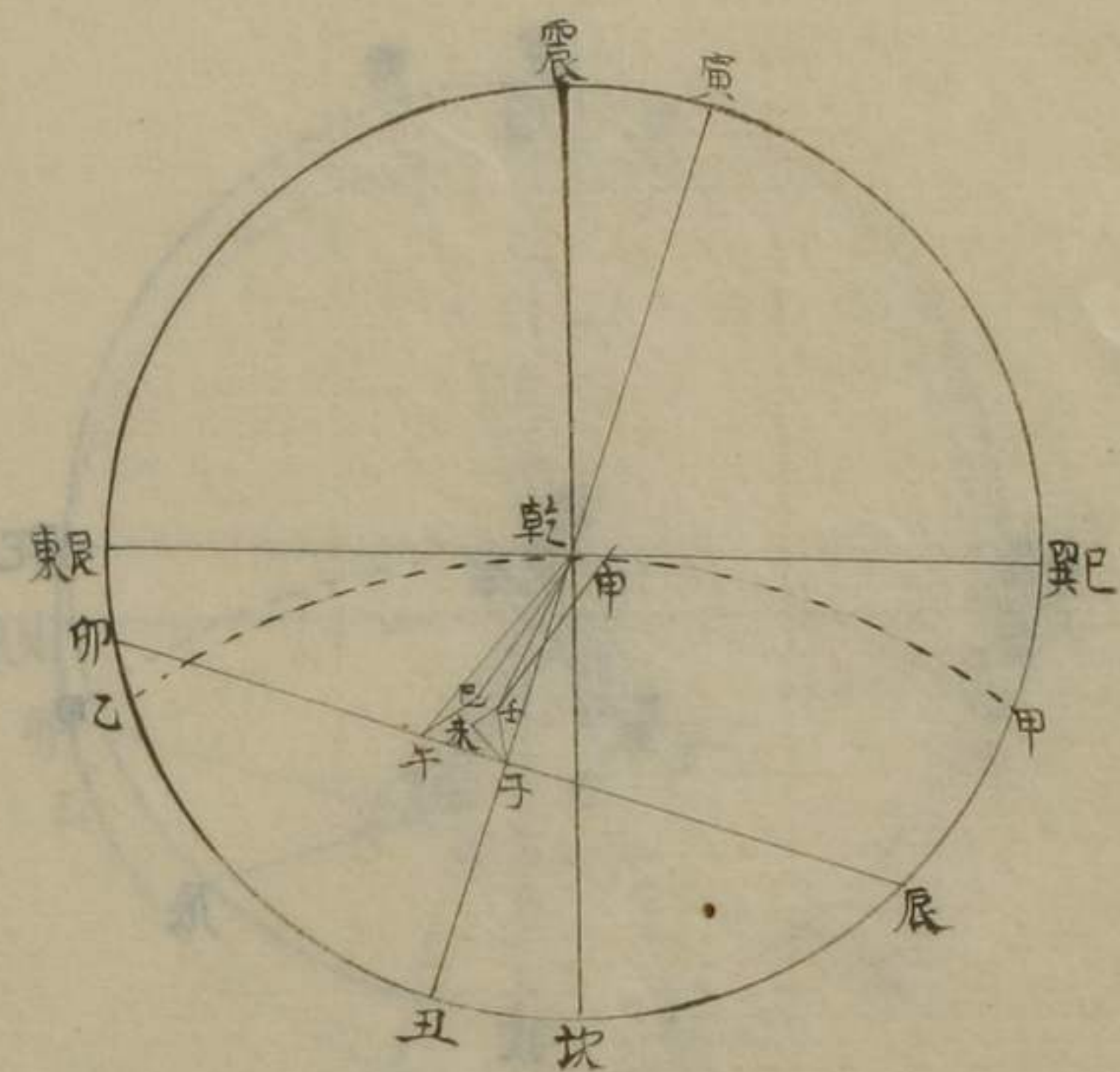
巳乾角等。即對設
時兩心實相距角。得二百
九十三度四十一分五十
五秒一三。與三百六十度
相減。餘未壬子角六十六
度一十八分四秒八七為
對設時視行角。用時實距
設時實距在高弧東。兩角
在高弧相背。故相加。若同
在高弧之一邊。則相減。又
用時設時兩心影心俱在
日影心之北。兩角故相
距相背。俱為鈍角。故相加。

一半外角正割
二半角校正割
三半未至子總切
四子未切

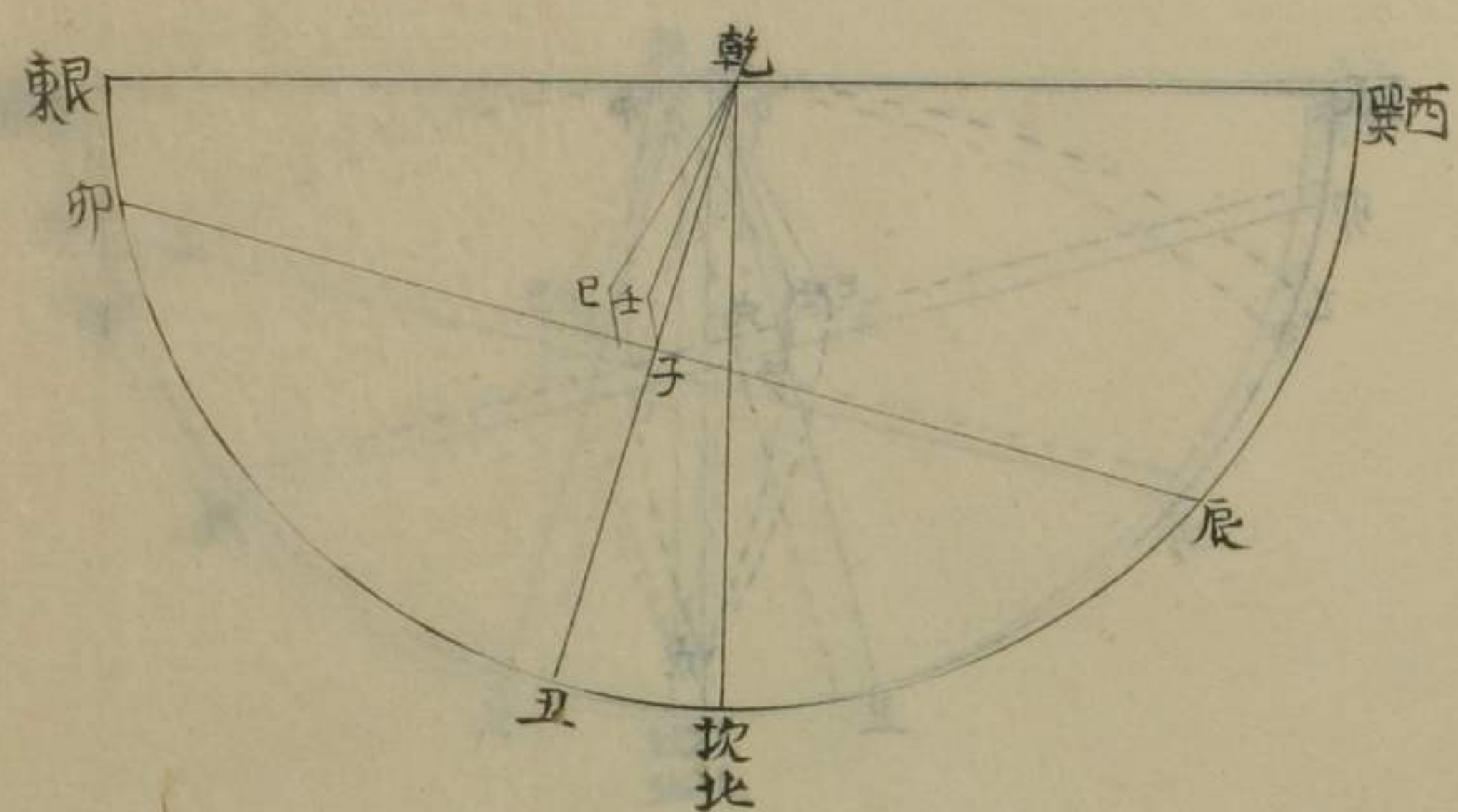
子未中加至子中
減去未折半之即
子酉分切也



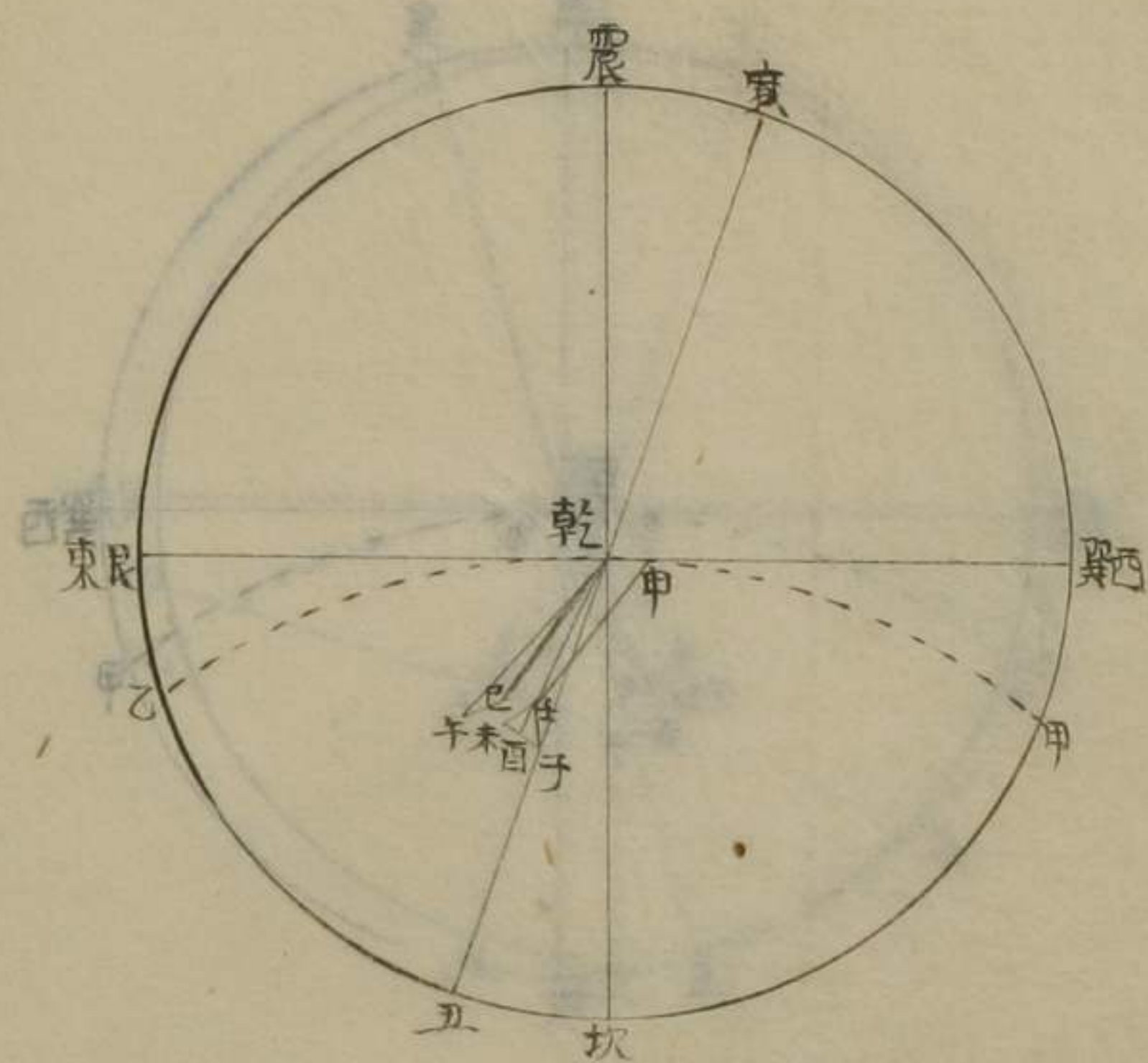
三秒九五為設時視行次
自壬作壬酉垂線。子未
視行成直角。則壬酉相距
為最近。故用壬子酉直角
形求得子酉分邊三分二
十六秒二三為真時視行。
以子未設時視行。子設時
距分二十分一秒。五之
比。即同於子酉真時視行



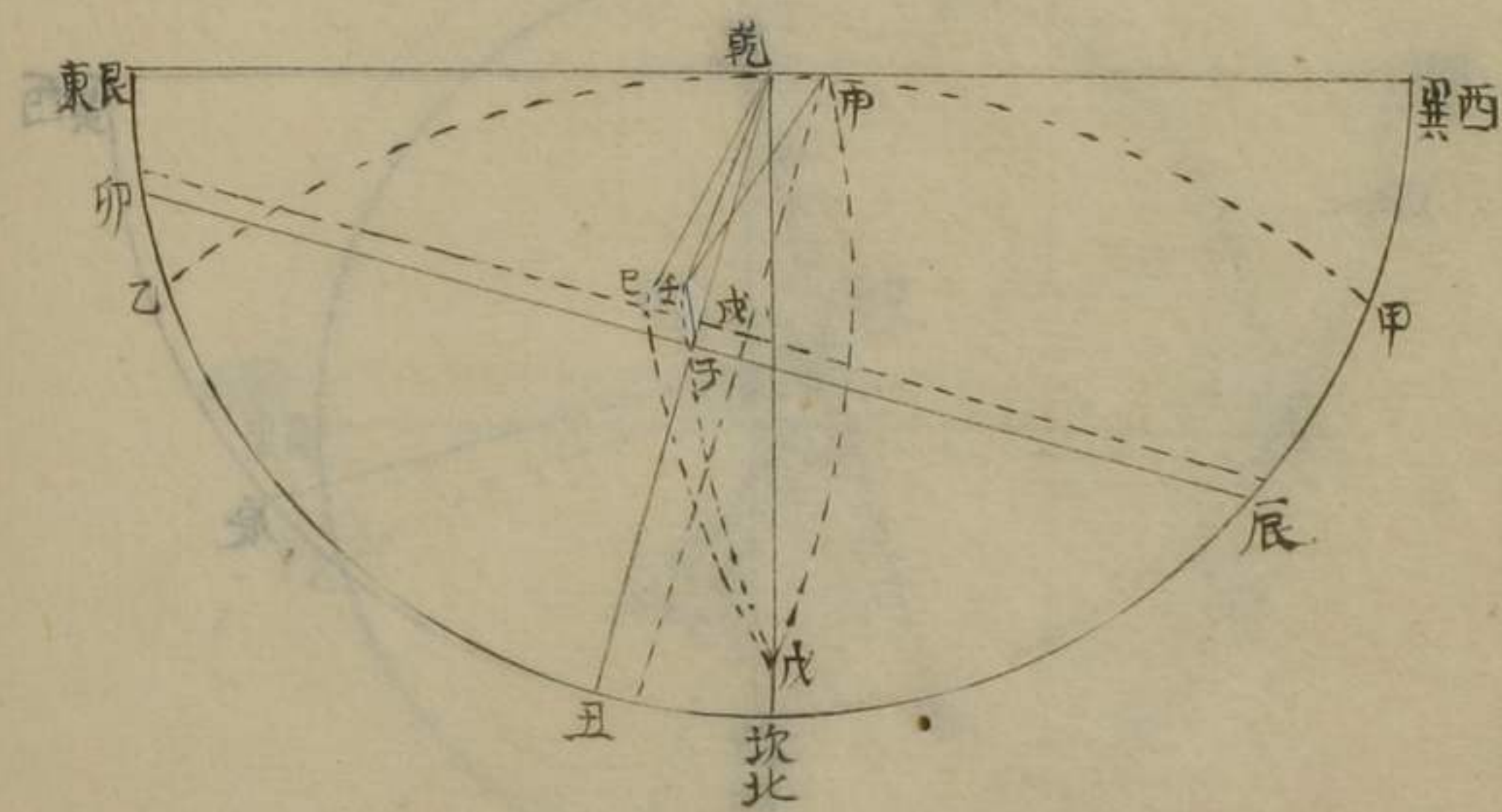
即過一百八十度。全周
相減。為兩視距所夾之
角。乃用未壬子三角形。壬
子為用時兩心視相距。壬
未為設時兩心視相距。未
壬子角為所夾之角。用切
線分外角法求得子角五
十二度二十九分四十五
秒六九為對設時視距角。
又求得子未邊五分五十



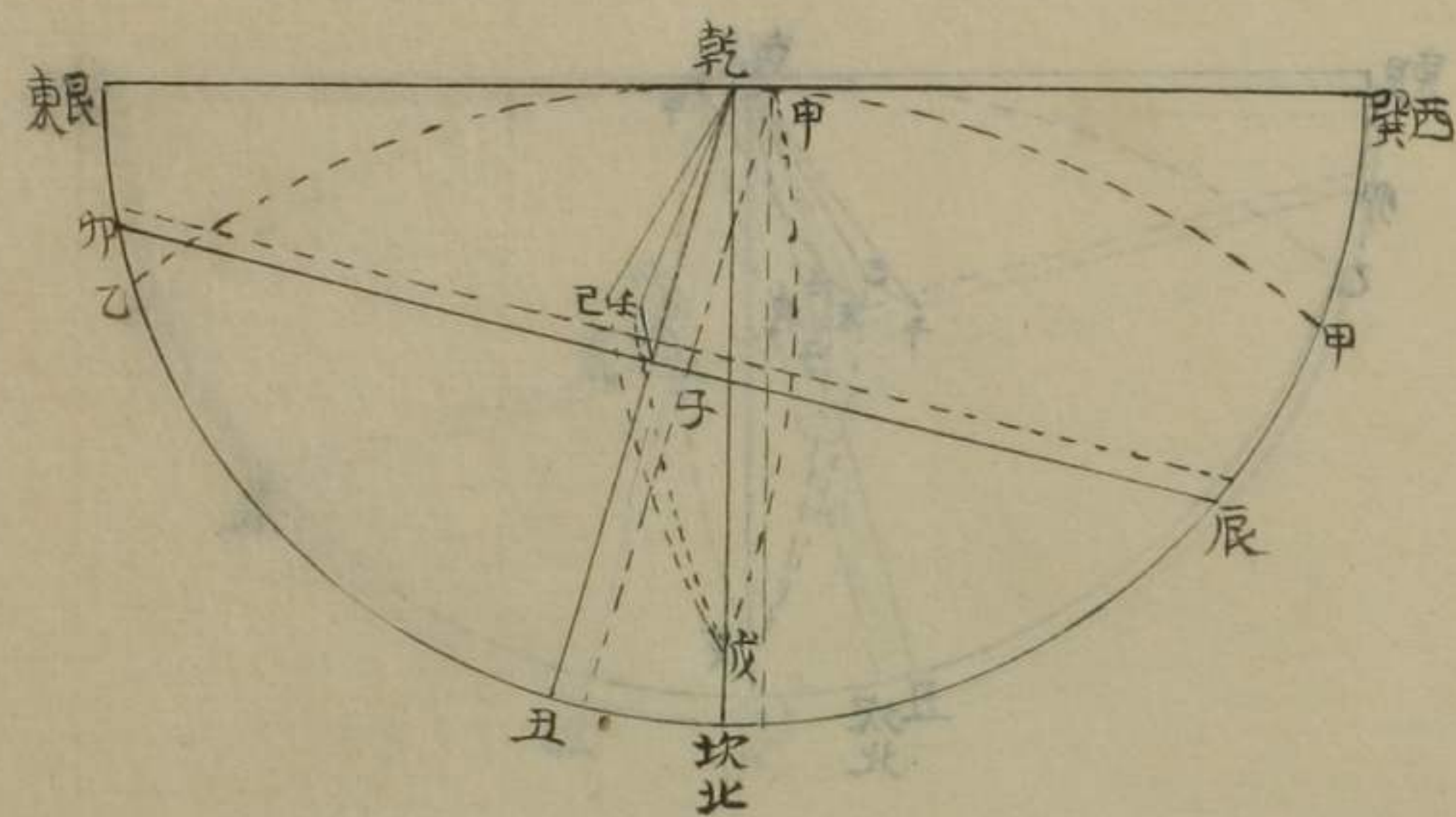
地面一也。既以人所處之
地面為日影心。而用時日
影心在壬。設時日影心在
己。其故何也。此圖用三
分之一。蓋
人之所處原有定在。而太
陽隨天西轉。其所照之地
面時時不同。設時太陽既
轉而西。人在壬視之。則乾
點亦移而西矣。今仍就原



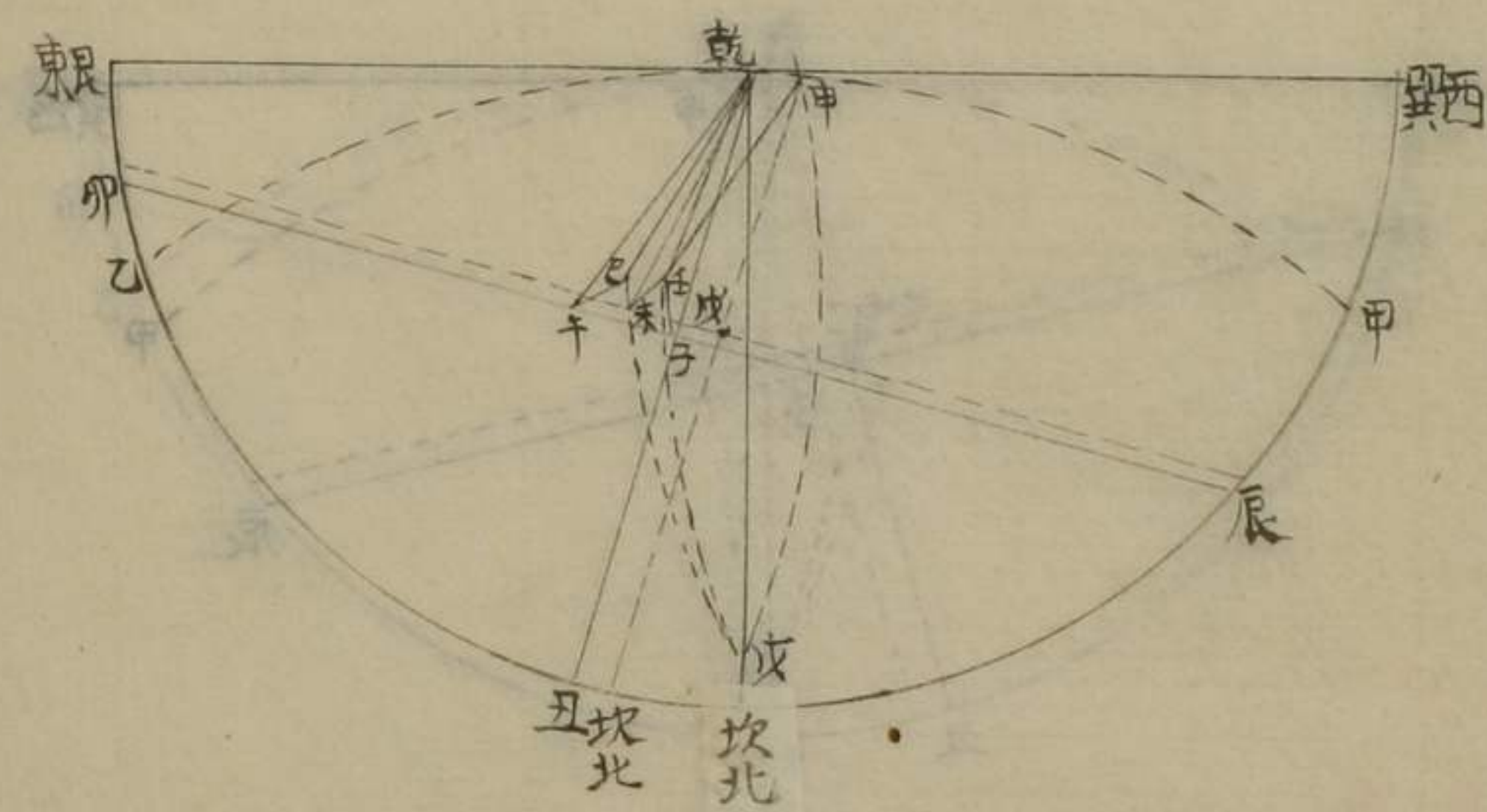
與真時距分一十一分三
 十九秒八〇之比。方食甚
 用時相加。得午正三刻六
 分三十九秒為食甚真時。
 食甚用時白經在高弧西。
 月影視在西。真時在用時
 後。故加。若白經在高弧東。
 月影視在東。真時在用時
 前。則減。又求得午正垂線四
 分二十九秒即食甚真時
 西心視相距也。夫京師之



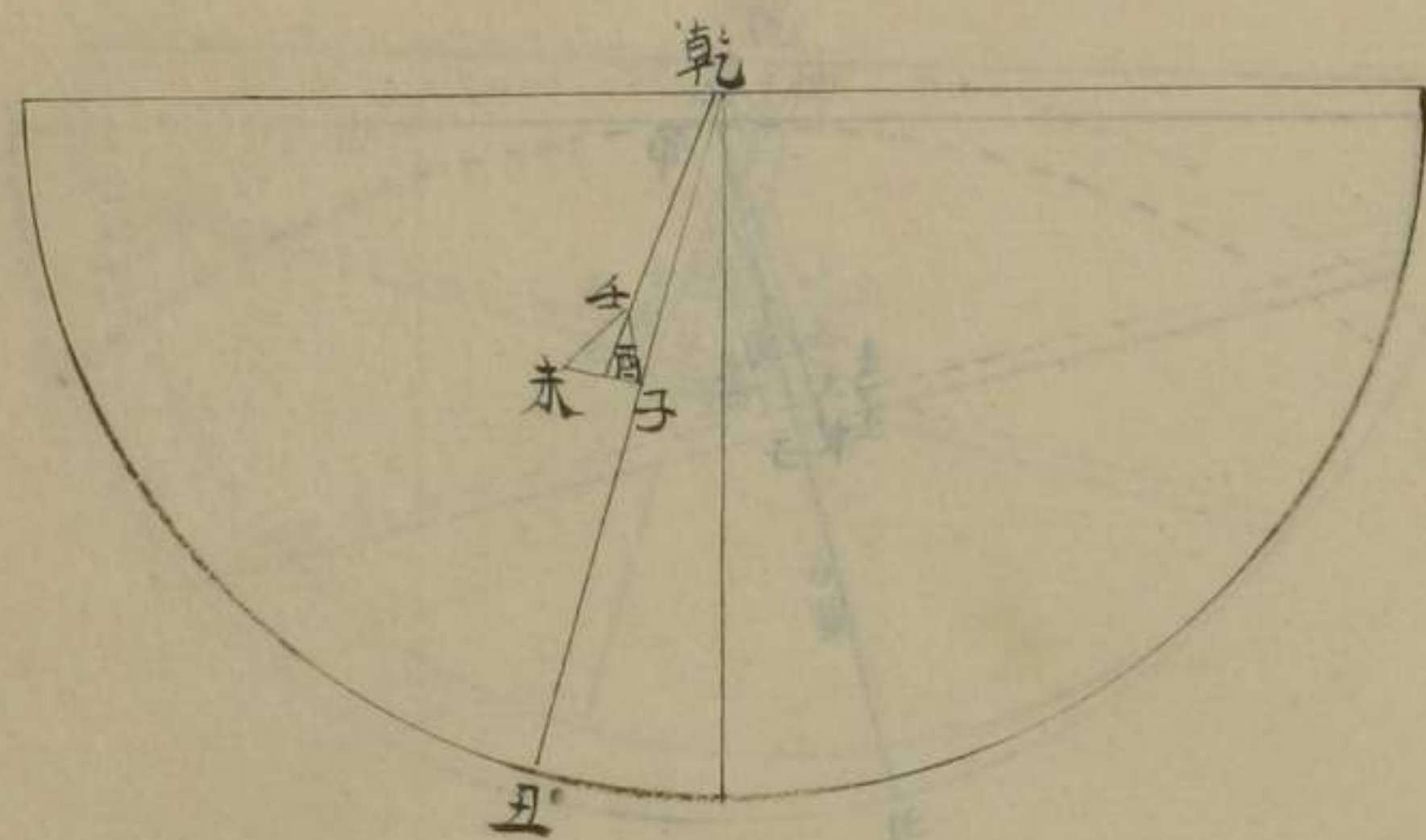
乾點立算。則人之視日如
在己視乾。是北人所處之
地面改也。日之所照者改
也。若就一壬點立算。則設
時日照地面正中之乾。隨
距等圈西轉至申。白道經
圈西轉至戌。戌申為太陽
距北極。方戌乾等。申戌為
距緯。方子乾等。戌申戌角



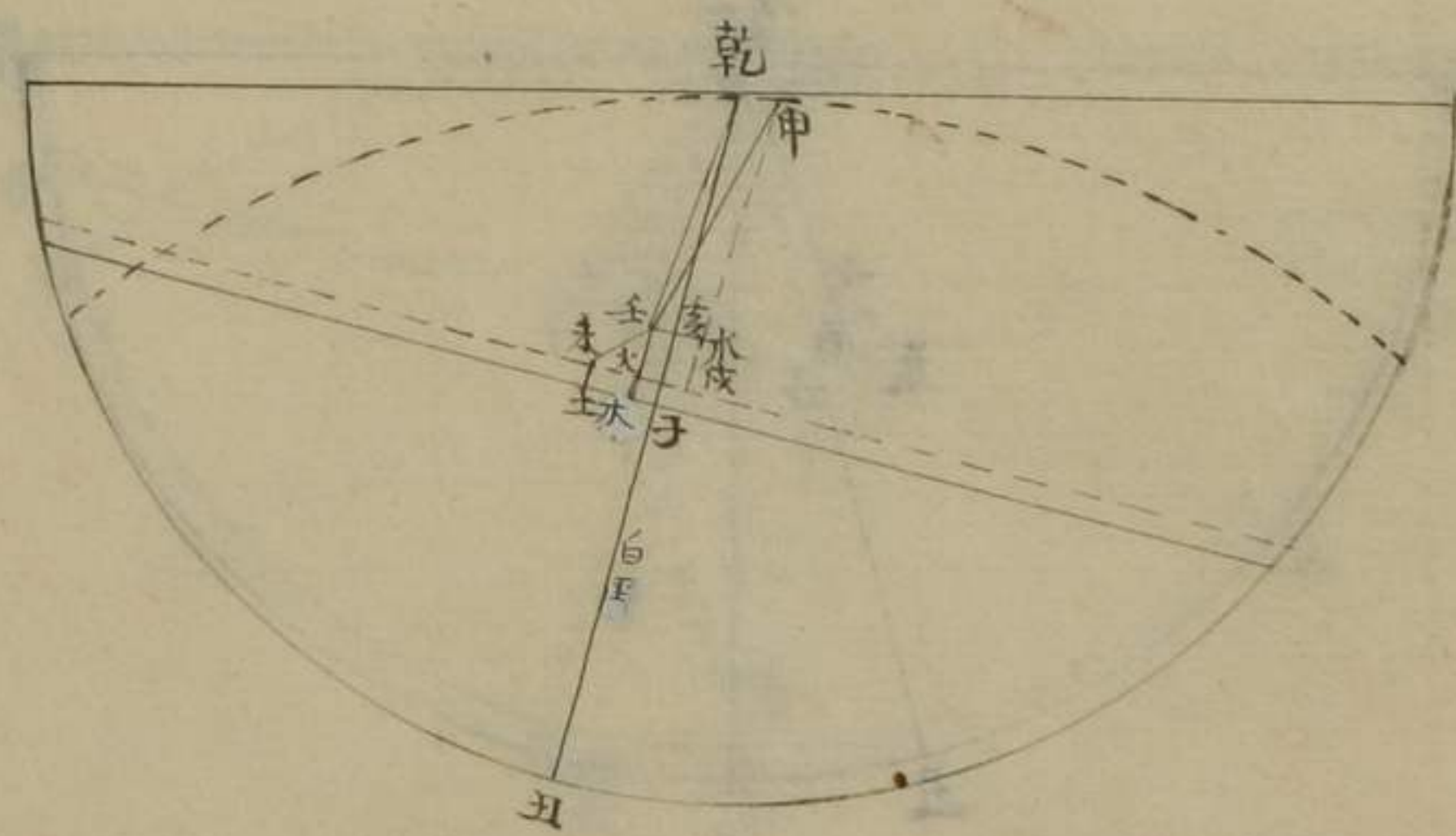
為赤白二經交角。方戌乾
丑角等。戌壬為京師北極
距天頂。方戌巳等。申戌壬
角為設時日距午西赤道
度。方乾戌巳角等。戌申壬
角為設時赤經高弧交角。
方戌乾巳角等。申壬為設
時太陽距天頂。即設時高
下差。方乾巳等。戌申壬角



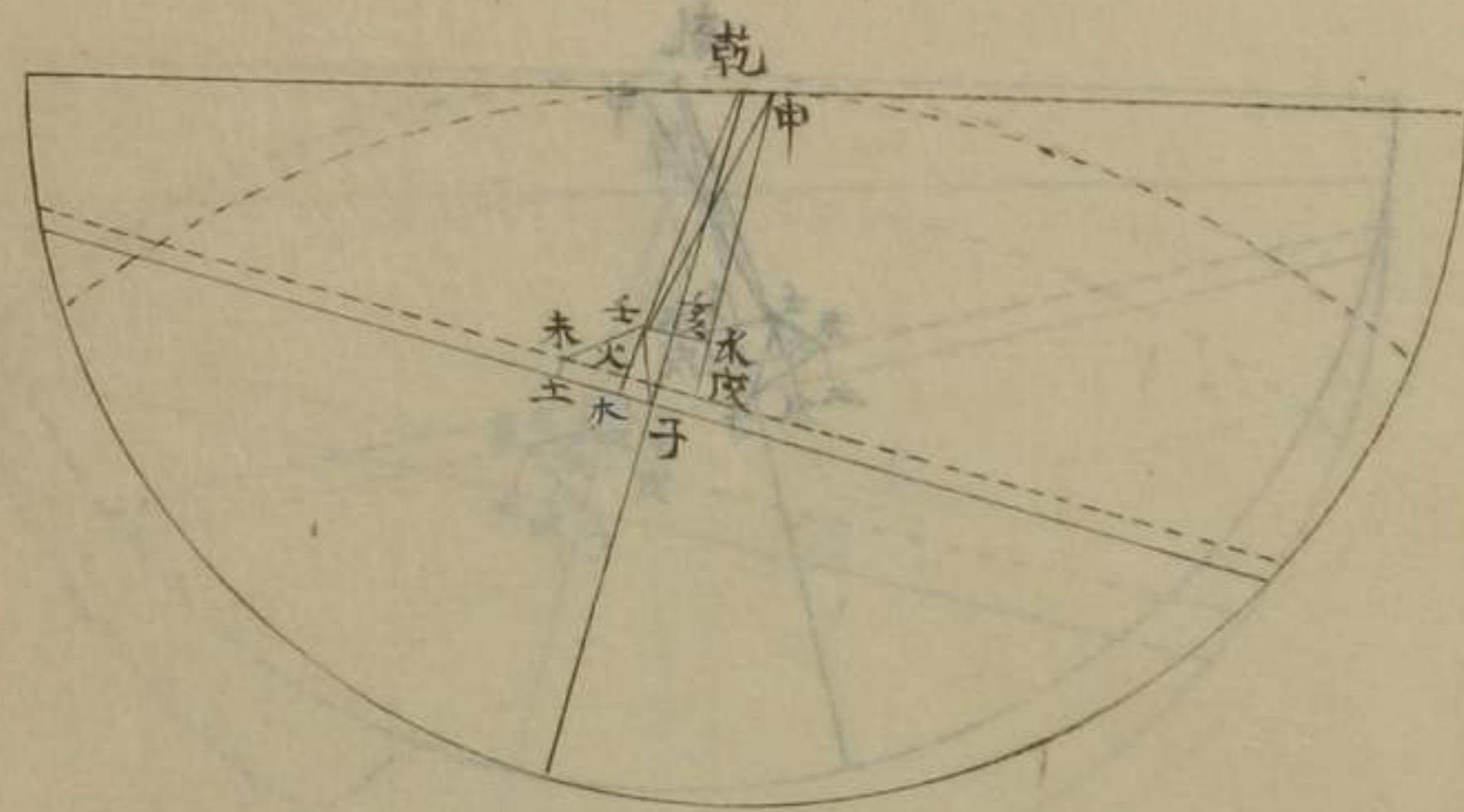
為設時白經高弧交角。方
子乾己角等。戌未為設時
距弧。方子午等。未申戌角
為設時對距弧角。方午乾
子角等。壬申未角為設時
對兩心視相距角。方己乾
午角等。人在壬視之。則日
影心總在壬。而用時則見
月影心在子。設時則見月



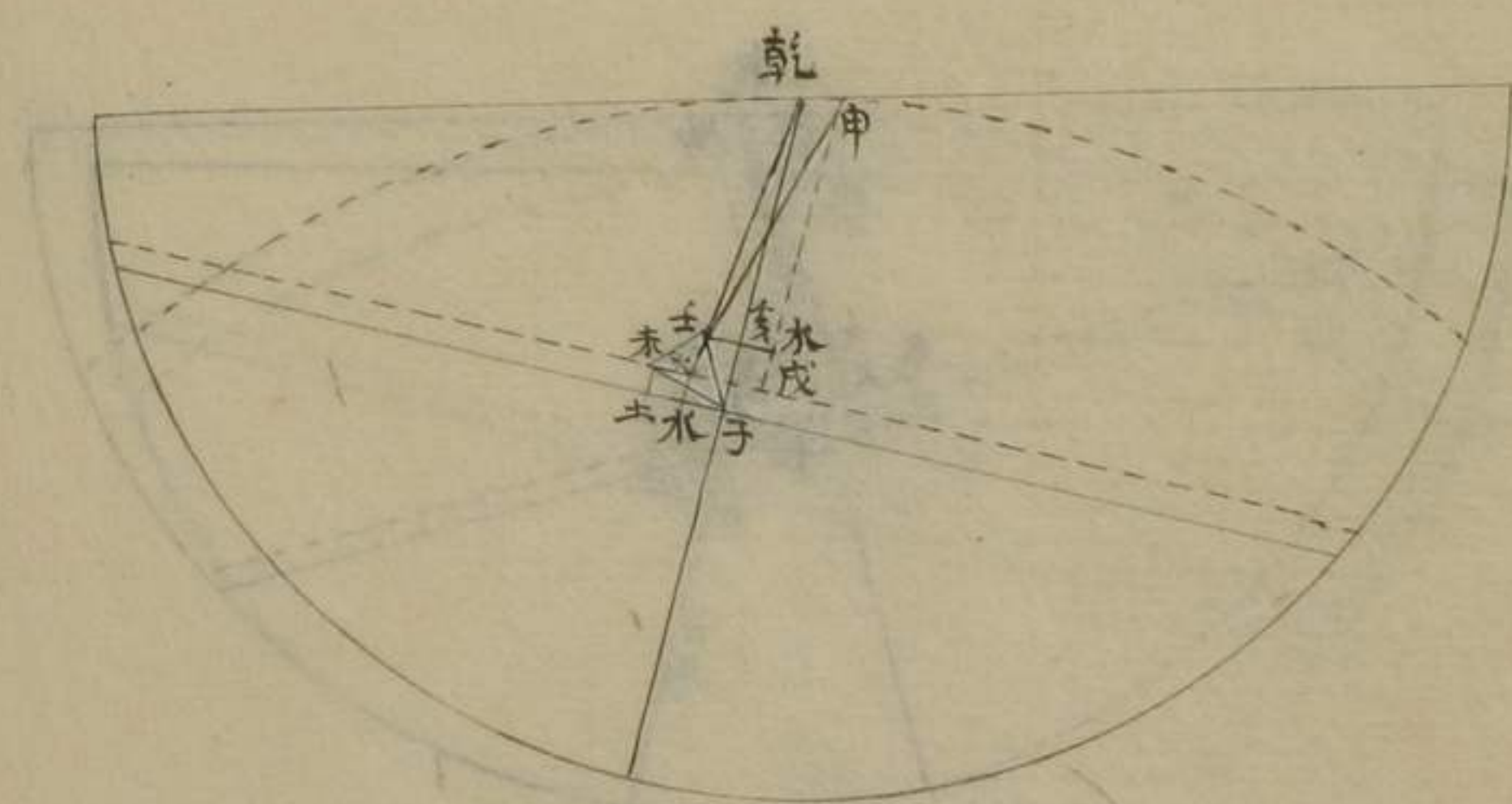
影心在未。是自用時至設
時見月影心循子未線行。
故子未為設時視行。夫子
未視行線既不方白道平
行。則壬酉兩心相距最近
之線。即不方白道成直角
而方視行成直角。故以月
影心臨於酉點為食甚。兩
時以壬酉垂線為食甚兩



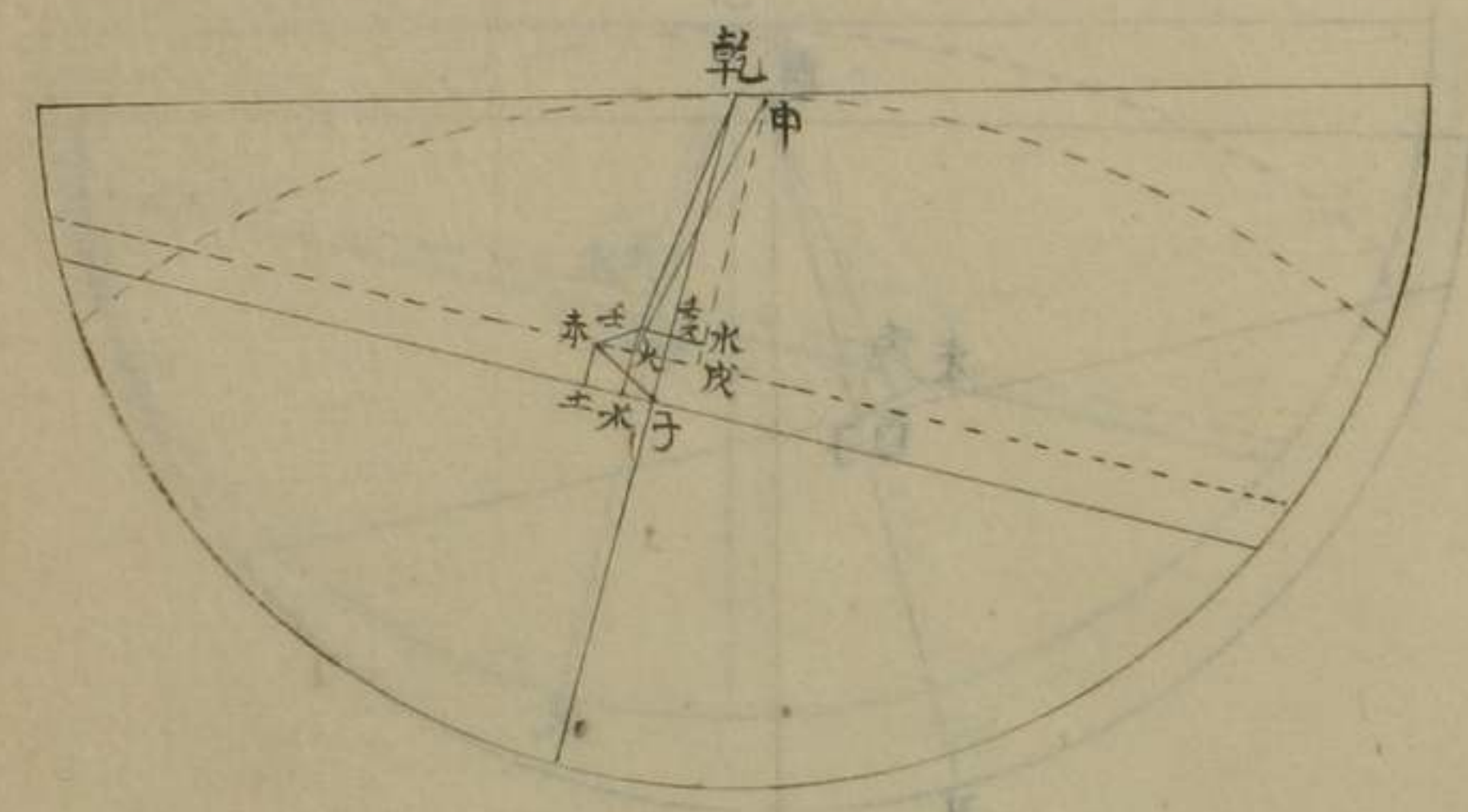
心視相距也。然則乃舊法
之可以相通者何也。蓋舊
法從太陰取高下差。今從
日影心當月天之度取高
下差。形象雖殊。理數則一。
試以白道平行作壬亥水
線。以白經平行作壬戌水
線。及未土線。則壬亥即用
時東西差。乾亥即用時南



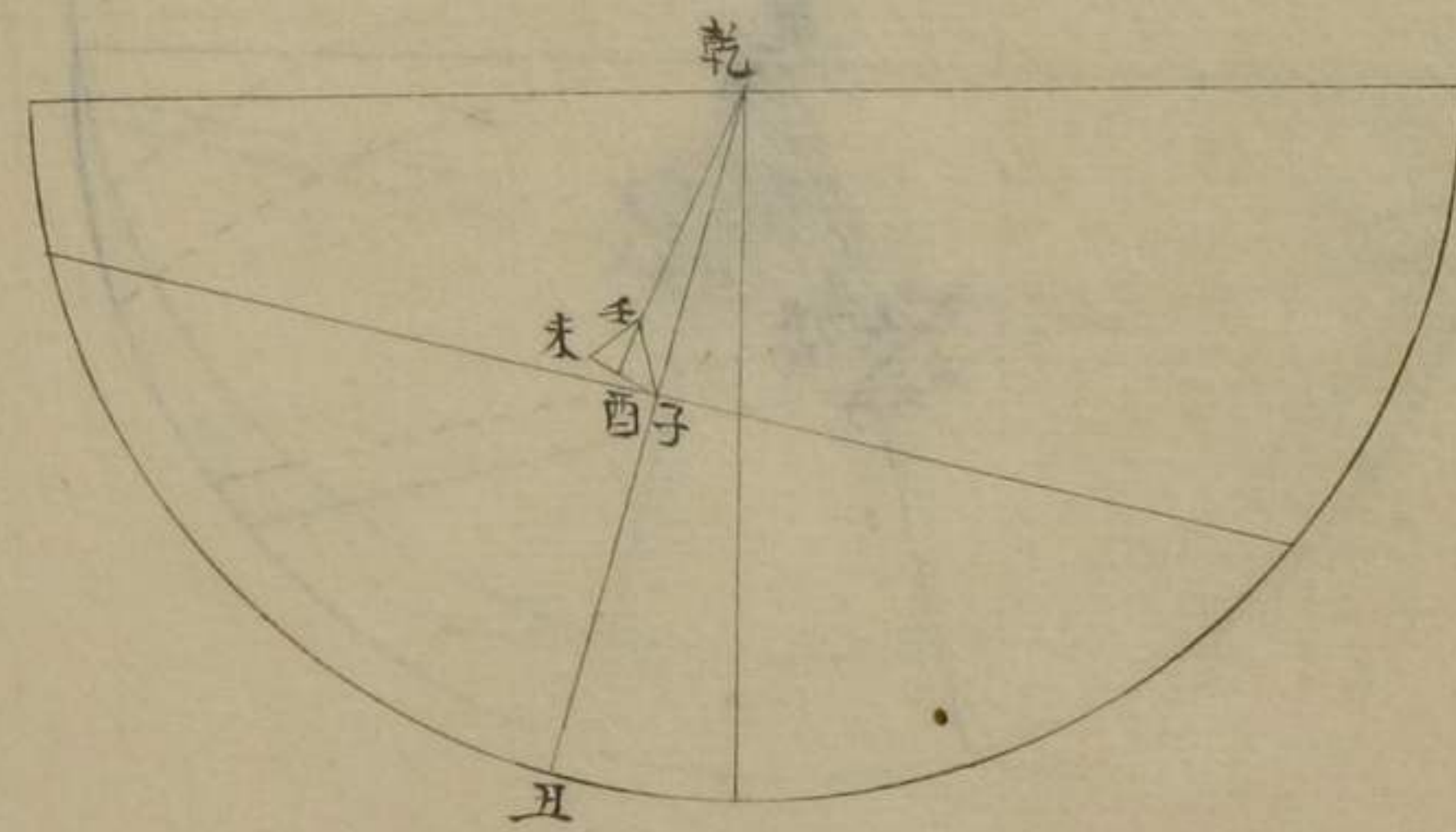
北差。與乾子相減。餘亥子。
用壬亥子勾股形。亦可求
壬子邊。壬水即設時東西
差。申水即設時南北差。以
申水與申戌相減。餘壬戌。
壬戌與壬戌等。以壬戌與未
距相減。餘壬未。用壬未
勾股形。亦可求壬未邊。壬
亥與壬未相加。得子土。壬



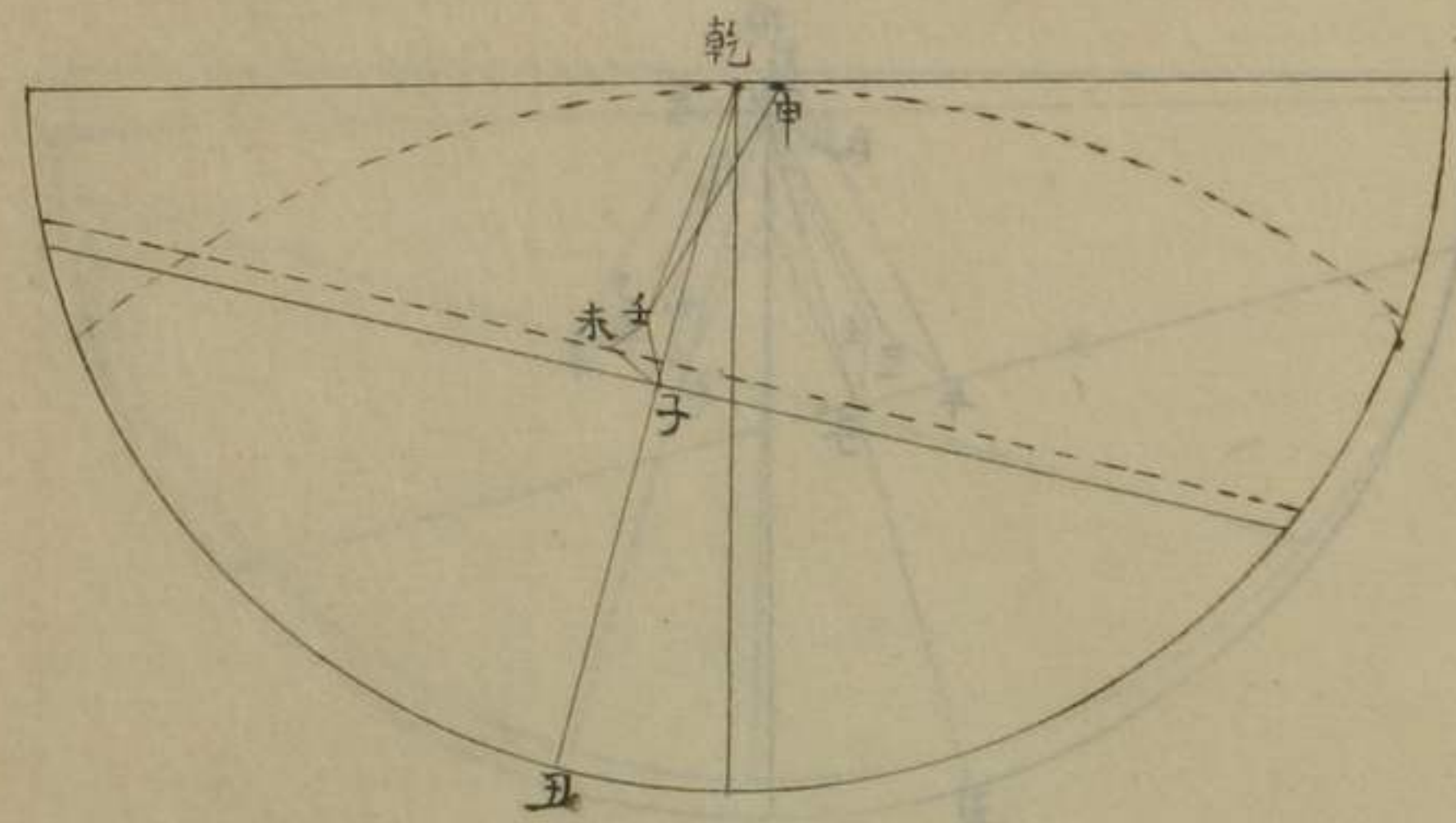
與子水等。火。未與木土等。土火與亥子
相減。餘未土。等。亥子與丑木
等。用子未土勾股形亦可
求子未邊。既得三邊。則用
子子未三角形亦可求中
垂線矣。是則與舊法之可
以相通者然也。然則與舊
法之所以異者何也。按舊
法當以子水設時東西差



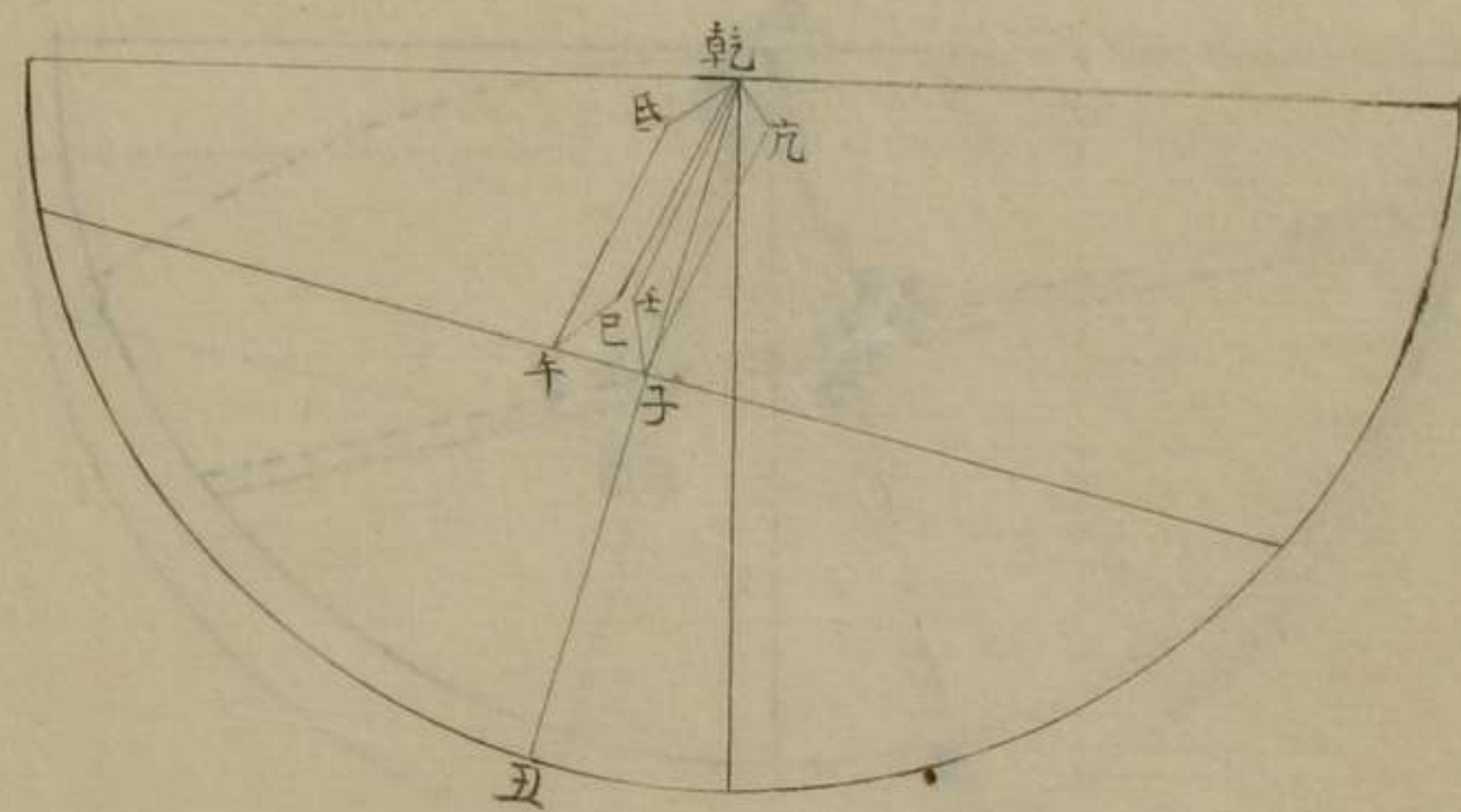
與戌未設時距弧相減。舊
以用時東西差為距弧。故
即以前東西差相減。餘
火未與子木用時東西差
相加。子木與丑土等。得子
土為設時視行。乃以白道
度算。故以太陰視行經度
臨於白道水點為食。是真
時。子水線與白道成直角。
今以子未為設時視行。不



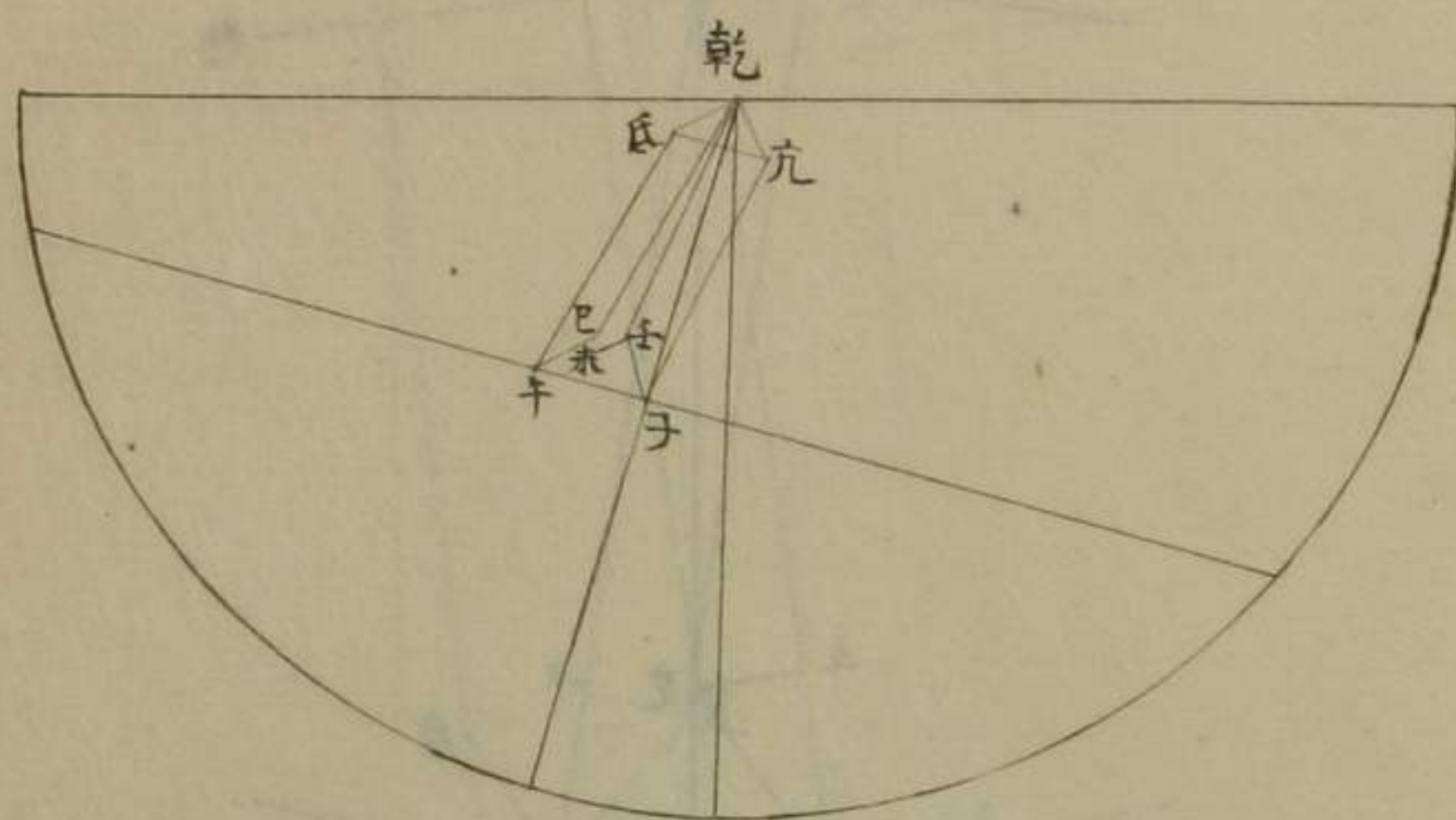
以白道度算。故以月影心
臨於酉點為食甚真時。子
酉線不與白道成直角。而
與子未視行成直角。是則
與舊法之所以異者然也。
然則設時與近時之不同
何也。蓋舊法以未點為白
道當太陽之度。故先求實
行至未點之時刻為近時



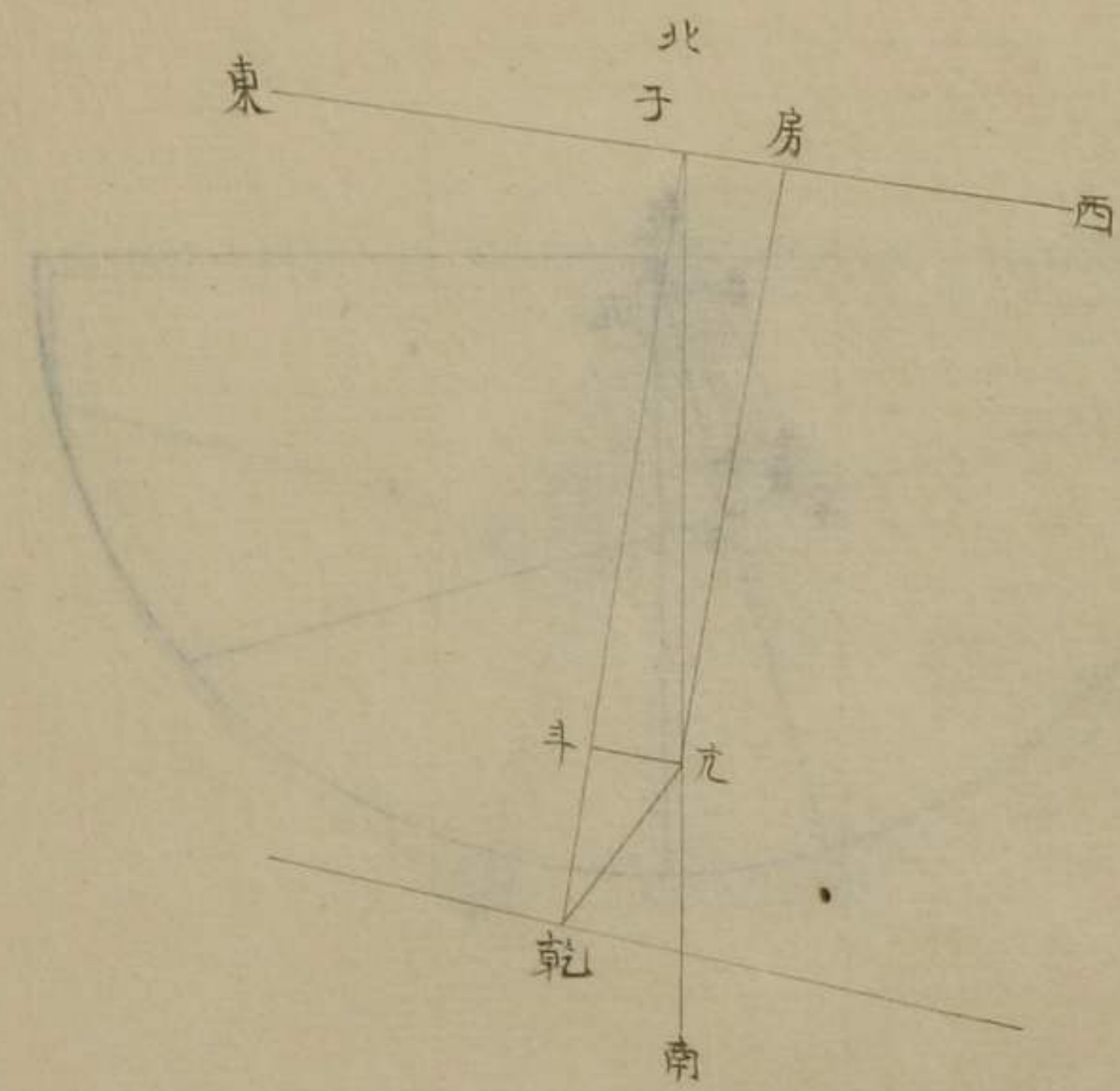
地心。乃太陽實高當月天
之度。子點之影自日心照
至地面。乃太陽視高當月
天之度。見前篇故子乾。子
申皆為高下差。夫太陽視
高既當月天子點。而用時
月心原在月天子點。設時
月心原在月天未點。故子
子。子未即皆為日月兩心



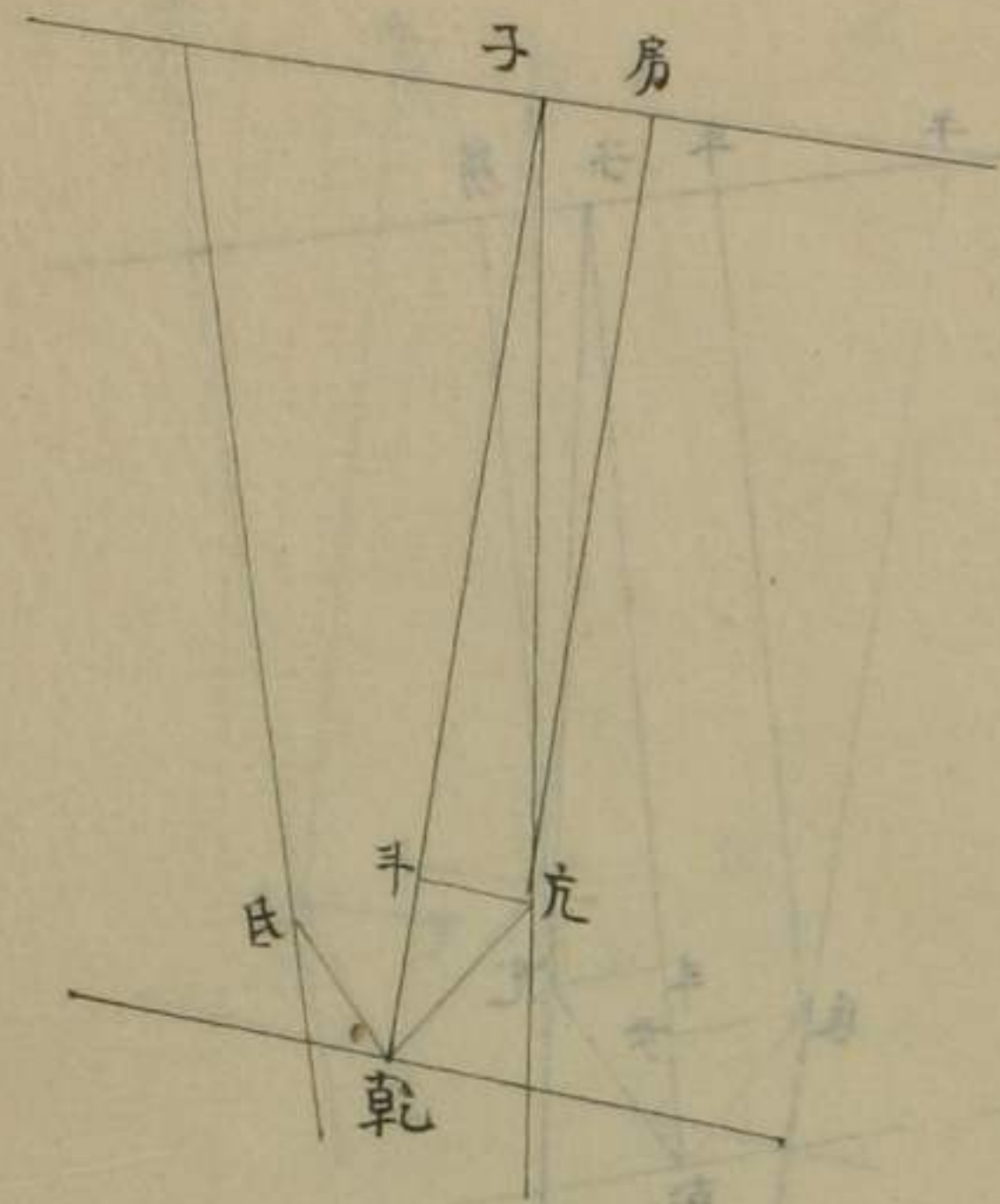
視相距。是以日天當月天之度算也。若以月天當日天之度而論。則用時月天午點之度當日天之乾。而太陰子點即當日天之九。故子九為用時高下差。與乾士等。乾九為用時兩心視相距。與壬子等。設時月天已點之度當日天之乾。



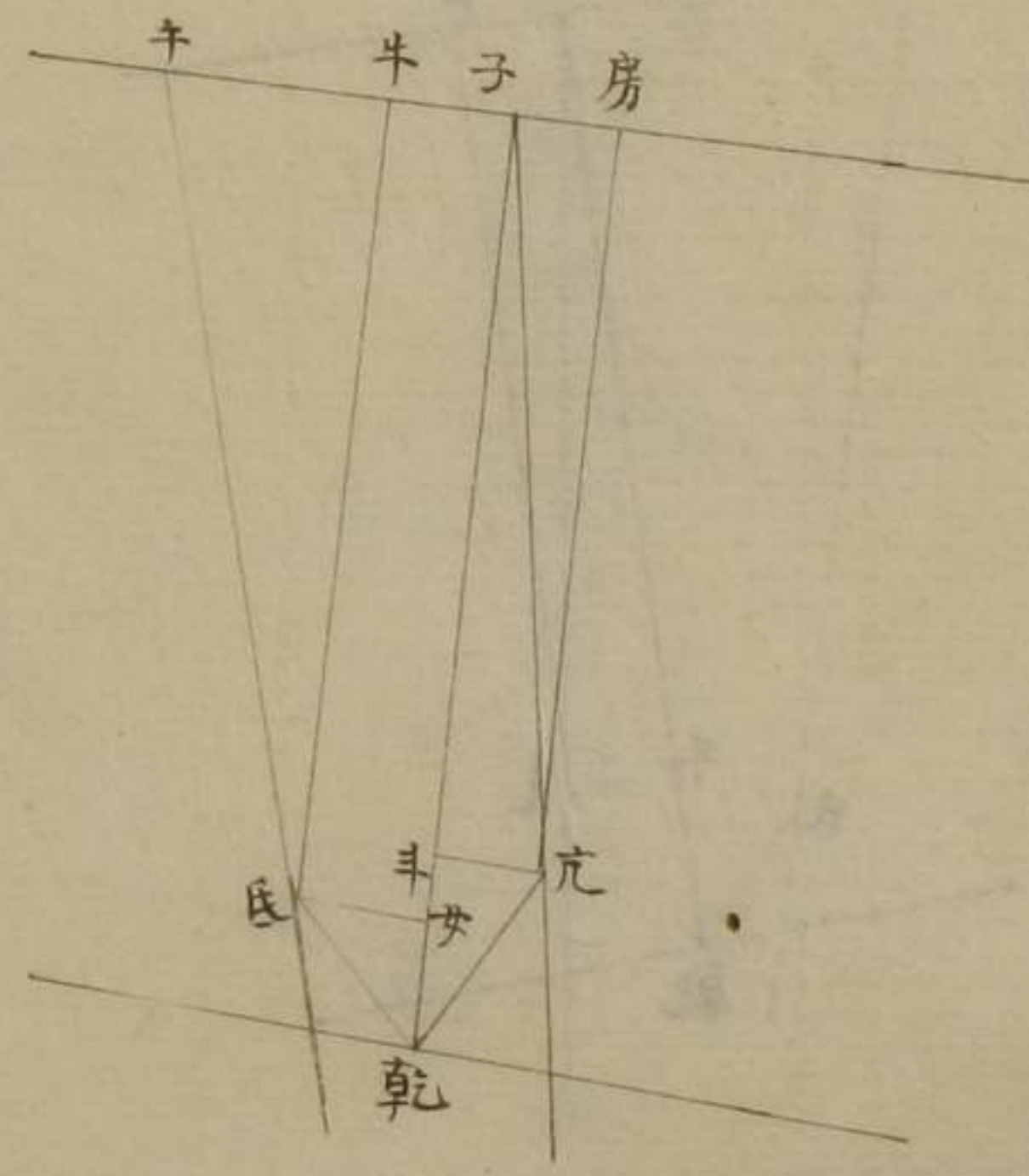
而太陰午點即當日天之九。故午九為設時高下差。與乾已等。乾九為設時兩心視相距。與巳午等。亦與壬未等。而九九亦與子未等。是簡平與渾天本屬一理。但自圓外觀耳。如以圓內仰觀立算。則上為北。下為南。東西猶舊。此以自平象限在天。



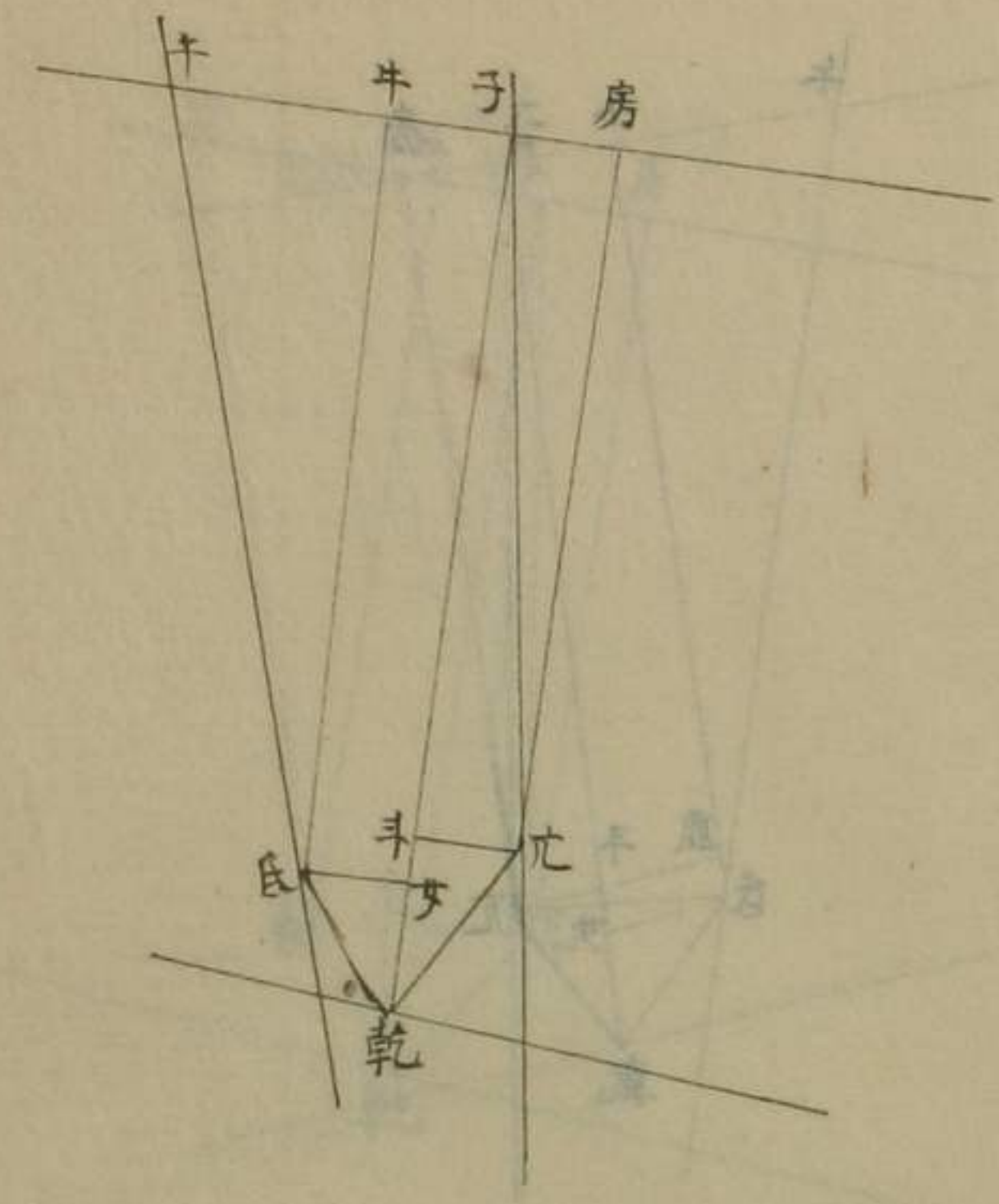
頂南而論。如白平象限在
天頂北。則上為南。下為北。
東西用時日心在乾。月心
實高在子。視高在亢。子亢
為用時高下差一十八分
三十三秒三四。此圖用乾
子亢角為用時白徑高弧
交角七度三十六分五十
二秒五三。與子亢房角等。
子房為用時東西差二分



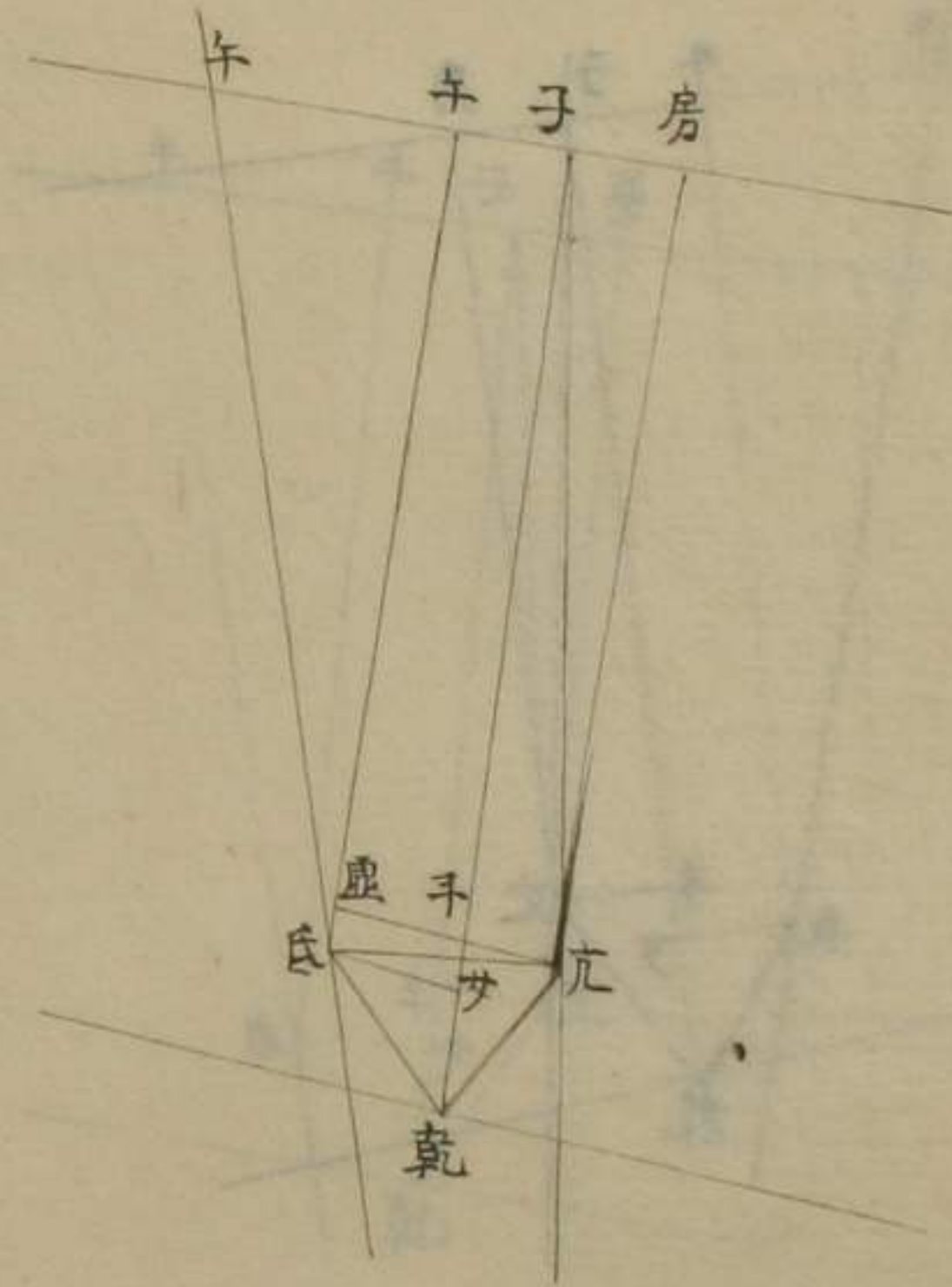
二十七秒五三。與亢斗等。
房亢為用時南北差一十
八分二十三秒五二。與子
斗等。以子斗與子乾二十
三分二十八秒四五相減。
餘斗乾五分四秒九三。用
乾斗亢勾股形求得乾亢
弦五分三十八秒七四為
用時兩心視相距。設時日



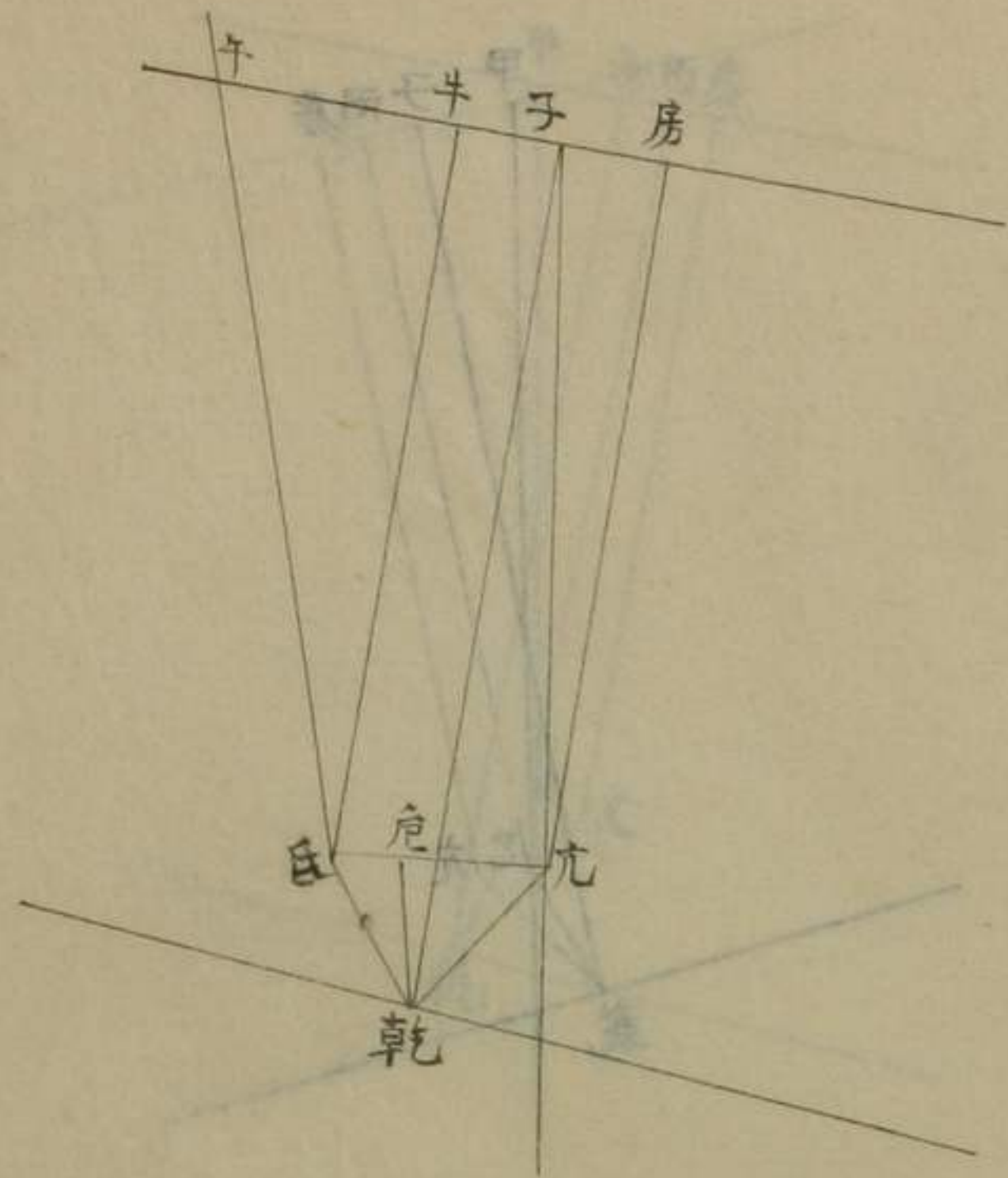
心仍在乾。月心實高在牛。
 視高在斗。牛斗為設時高。
 下差二十分二十五秒三。
 五。牛斗午角為設時白經。
 高弧交角一十六度二十。
 六分四十五秒八七。牛午。
 為設時東西差五分四十。
 六秒九一。牛斗為設時南。
 北差一十九分三十五秒。



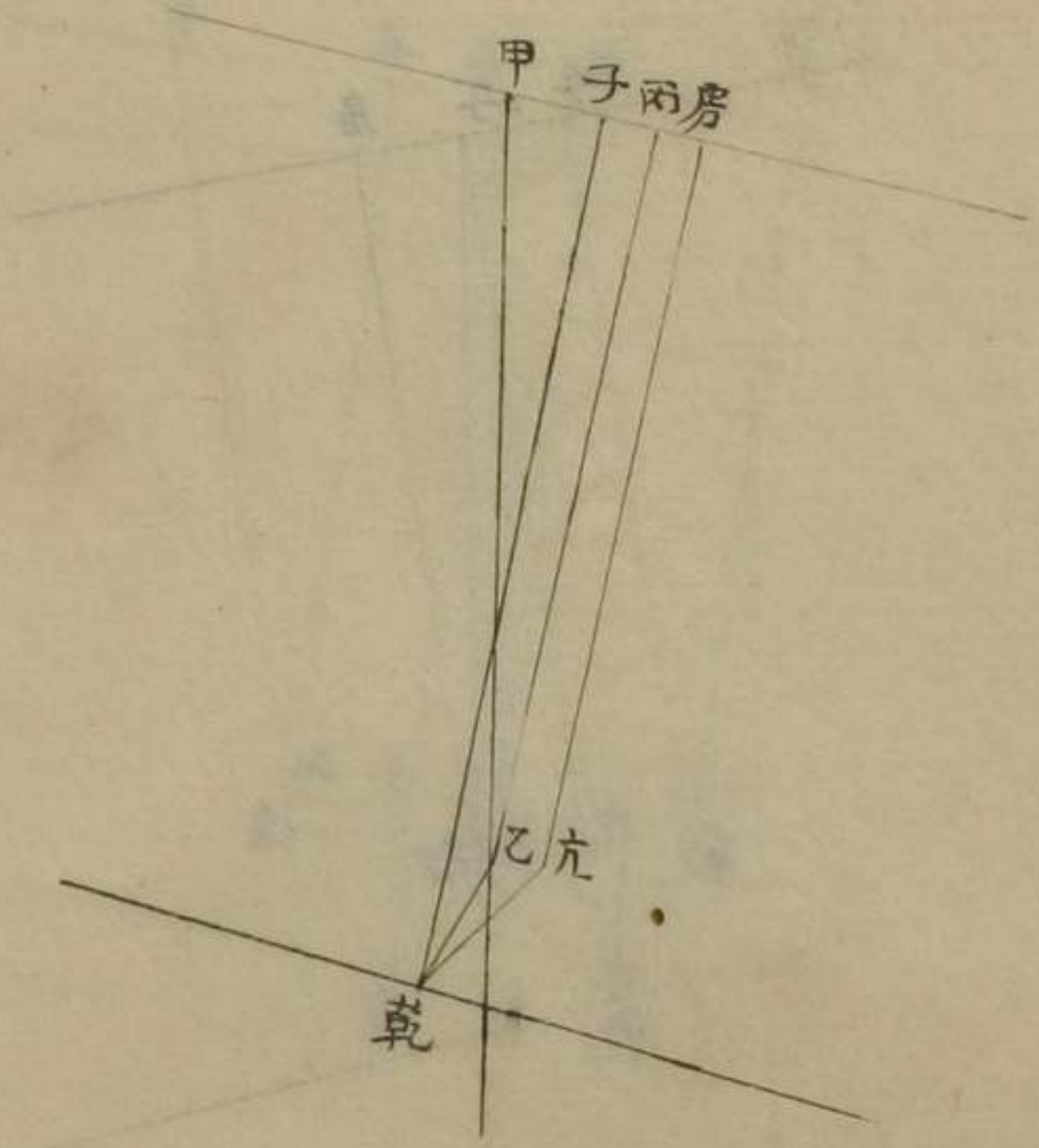
二二。子斗等。以牛午。
 子午設時實距弧九分六。
 秒相減。餘子牛三分一十。
 九秒。〇九為設時視距弧。
 斗斗等。以子斗。子乾。
 相減。餘斗乾三分五十二。
 秒二三。用乾斗。斗勾股形。
 求得乾斗弦五分六秒六。
 五為設時兩心視相距。次。



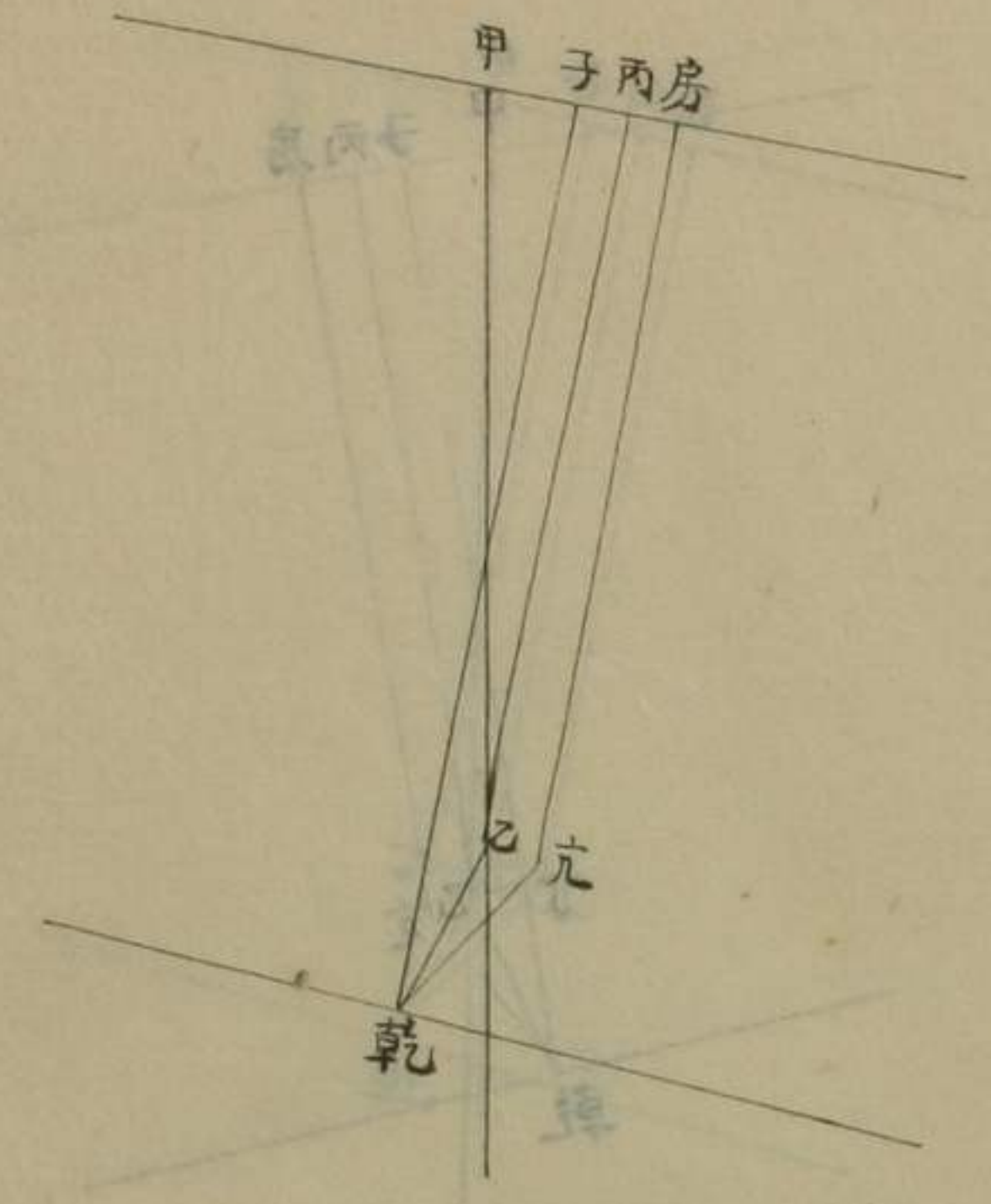
以女氏設時視距弧方元
斗用時東西差相加。女氏
等得元虛五分四十六秒
六二為用設二時視距和。
以房元用時南北差方牛
氏設時南北差相減。餘虛
氏一分一十一秒七〇為
用設二時緯差較。用元氏
虛勾股形求得元氏弦五



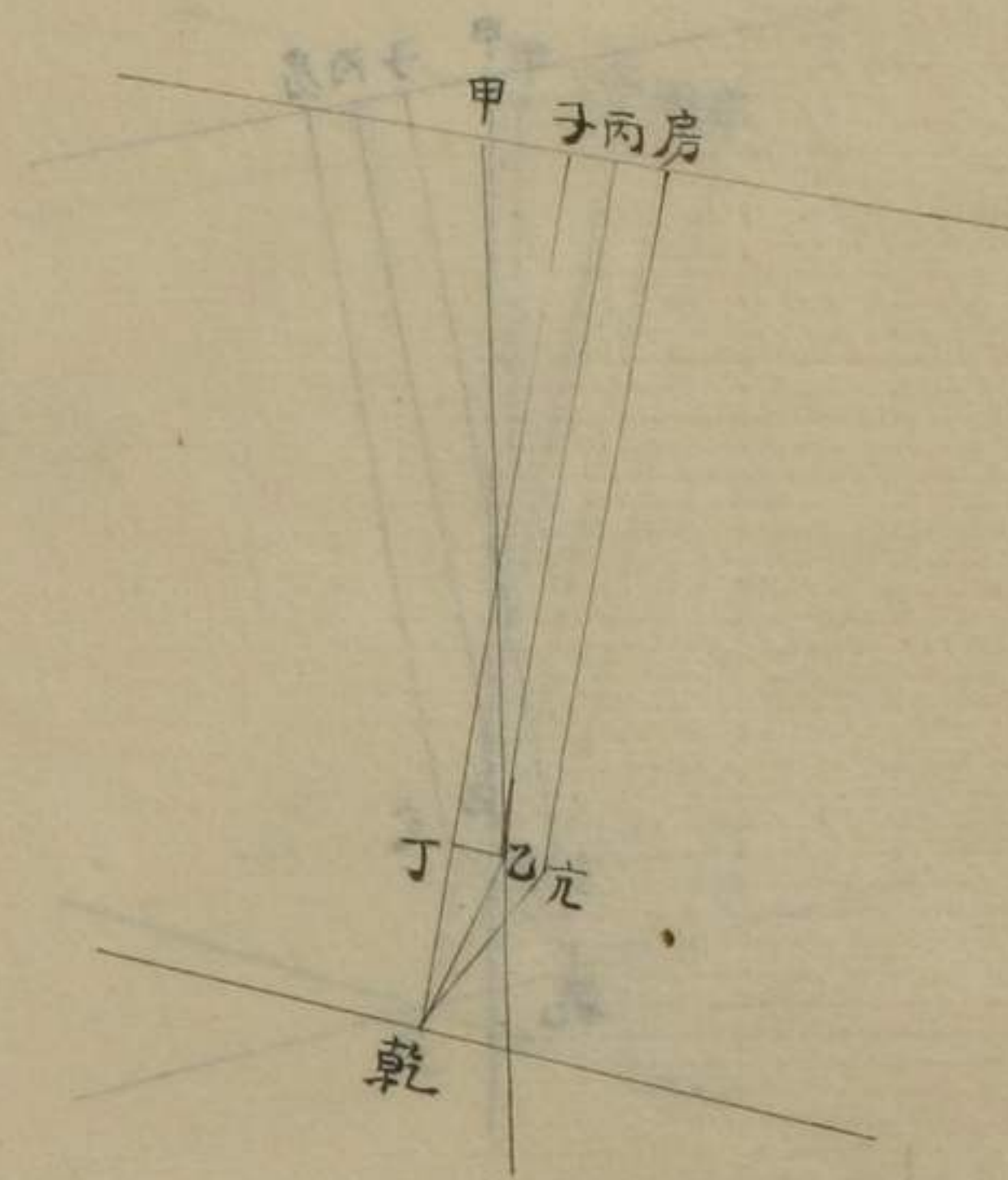
分五十二秒九六為設時
視行。次用乾元氏三角形
求中垂線。分為兩勾股法。
求得元危分邊三分二十
六秒二四為真時視行。乾
危垂線四分二十九秒為
真時兩心視相距。乾元氏
各自乘相減。以元氏勾和
除之。得勾較。方勾和相加。
折半得元危大勾。勾和
弦求股。得乾危垂線。其數



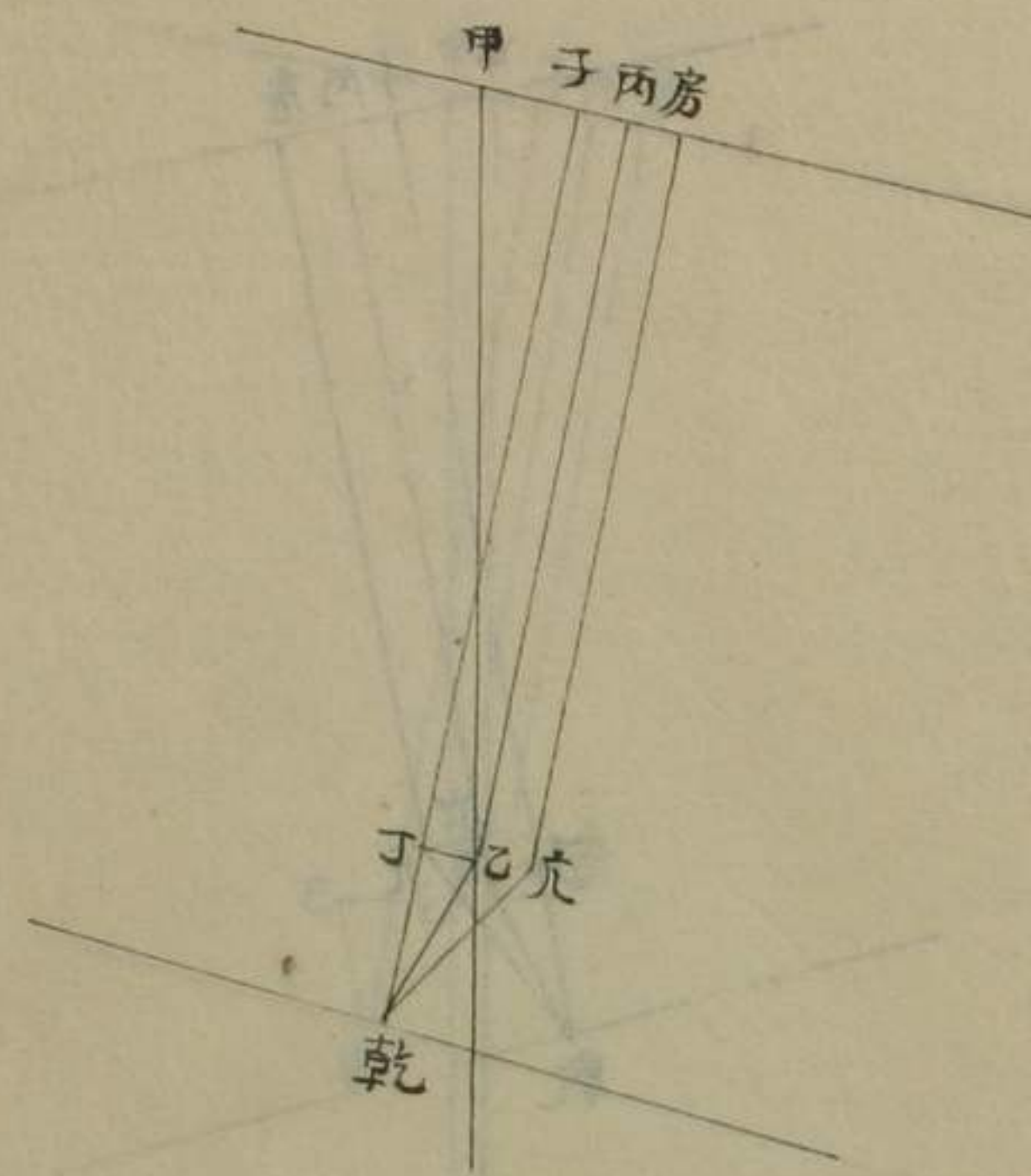
皆方前同。是東西南北差
 方實距視距一理也。如用
 近時之法算之。先以子房
 用時東西差二分二十七
 秒五三。取子甲之分為近
 時實距弧。以一小時兩經
 斜距二十七分一十六秒
 五六為比例。而得近時距
 分五分二十四秒五二為



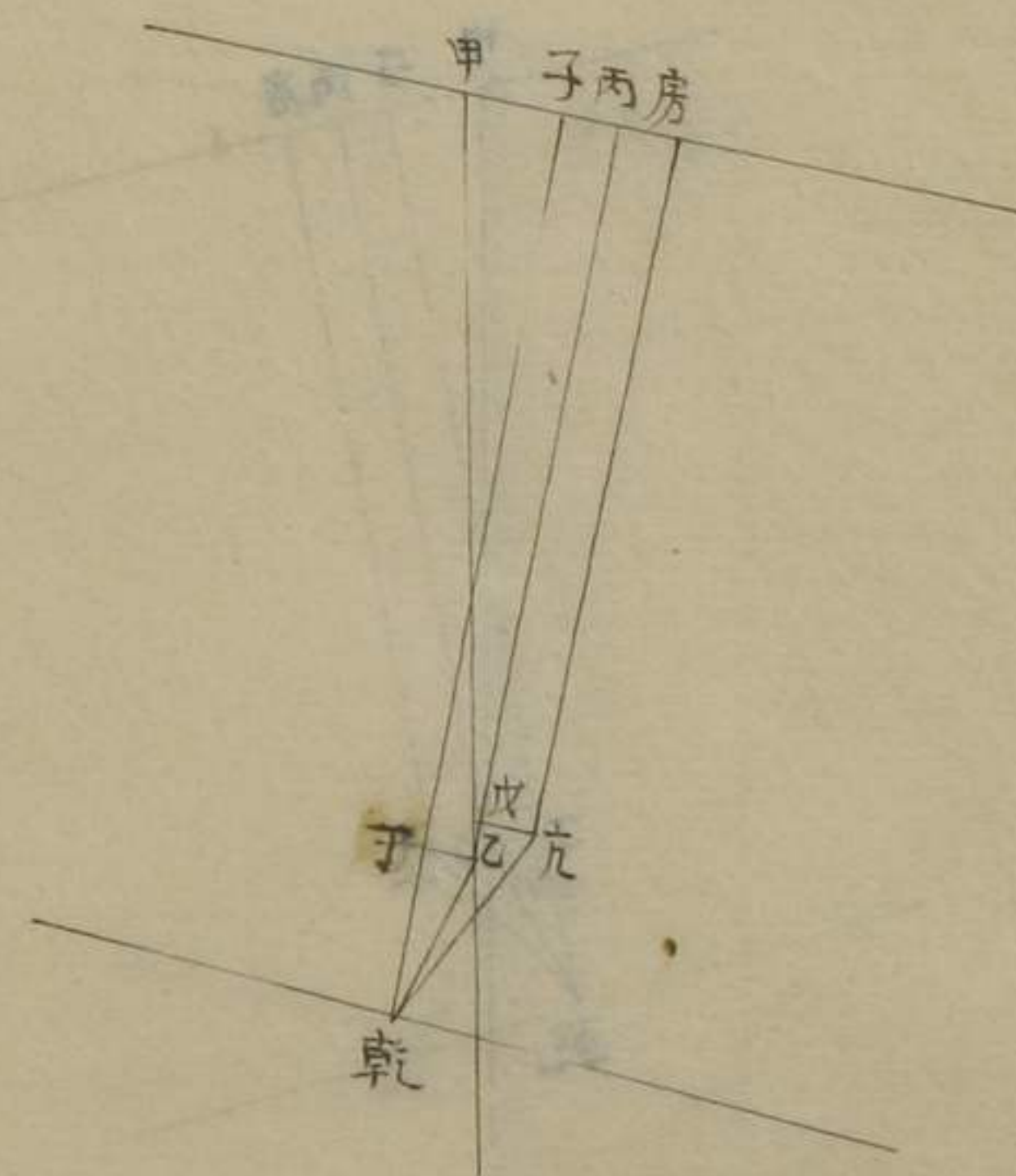
太陰行子甲弧之時分。即
 時距用時。方食甚用時午
 之時分。正二刻九分五十八秒九
 五相加。用時月在白平象
 西。近時在用時後。故加。而
 月在白平象限東。視經度
 差而東。近時在得午正三
 用時前則減。刻零二十三秒四七為食
 甚近時。即太陰行至甲點
 之時刻。惟時太陰實高在



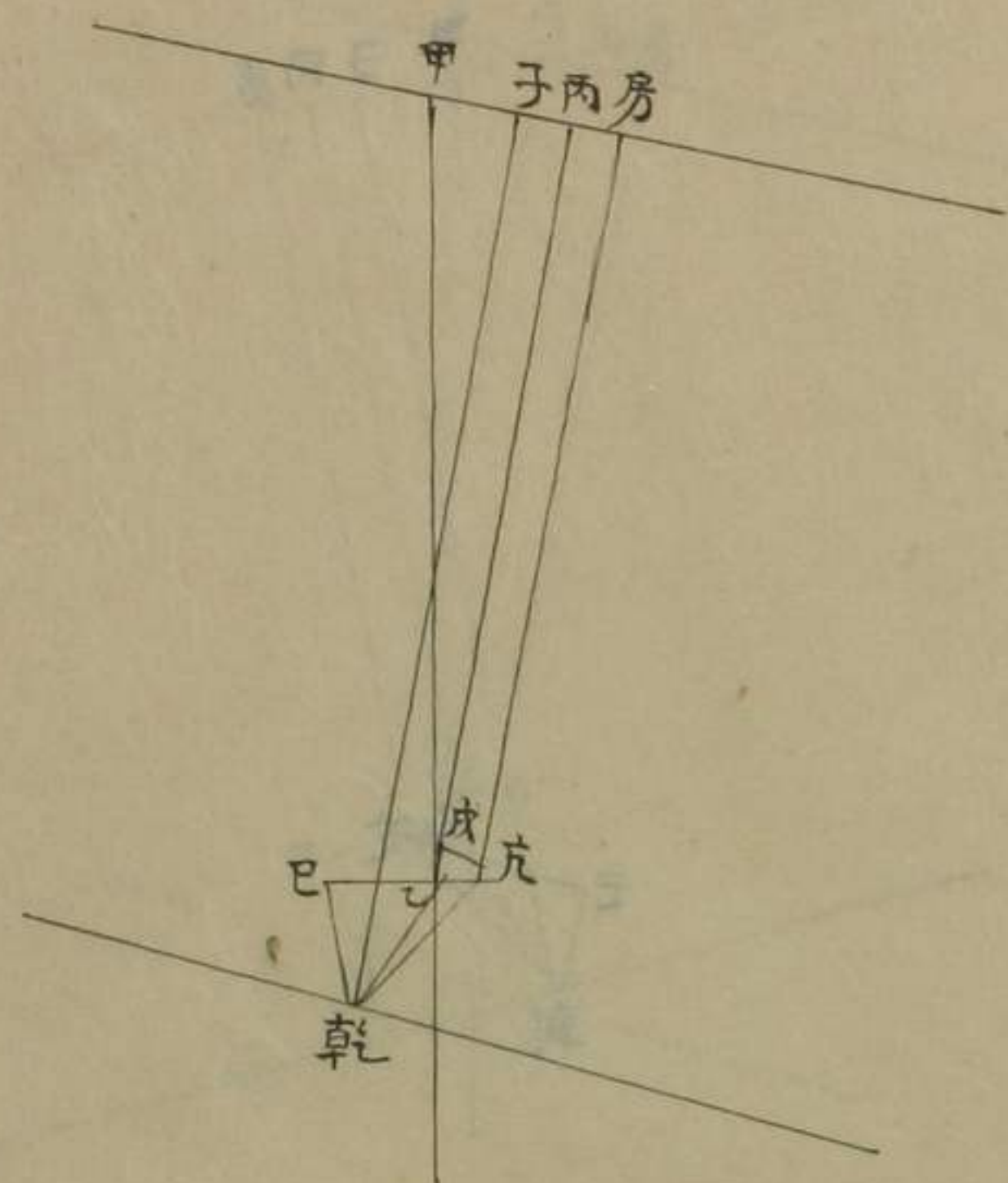
甲視高在乙。甲乙為近時
高下差一十九分零百分
秒之三十七。按法求得甲
乙丙角一十度一十二分
一秒九二為近時白經高
弧交角。甲丙為近時東西
差三分二十一秒九五。丙
乙為近時南北差一十八
分四十二秒三五。子丁



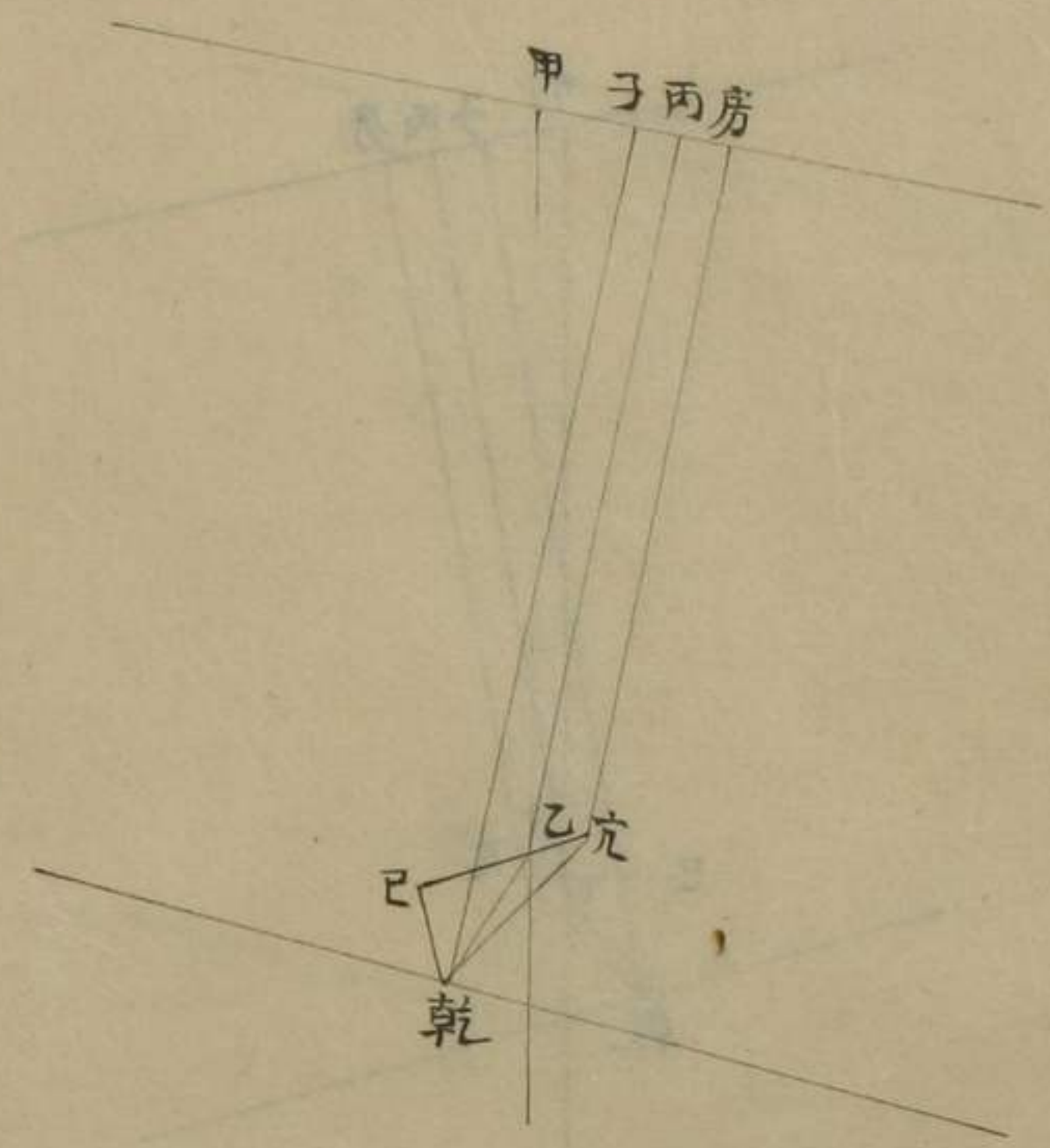
等。以子甲近時實距弧為
甲丙近時東西差相減餘
子丙五十四秒四二為近
時視距弧。在實緯西。時
行距實緯之弧。月在白平
象限西。視經度差而西。而
東西差大於實距弧。故為
緯西。若小於實距弧。則為
緯東。反是。子乙丁等。以子
丁近時南北差。子乾實
緯二十三分二十八秒四



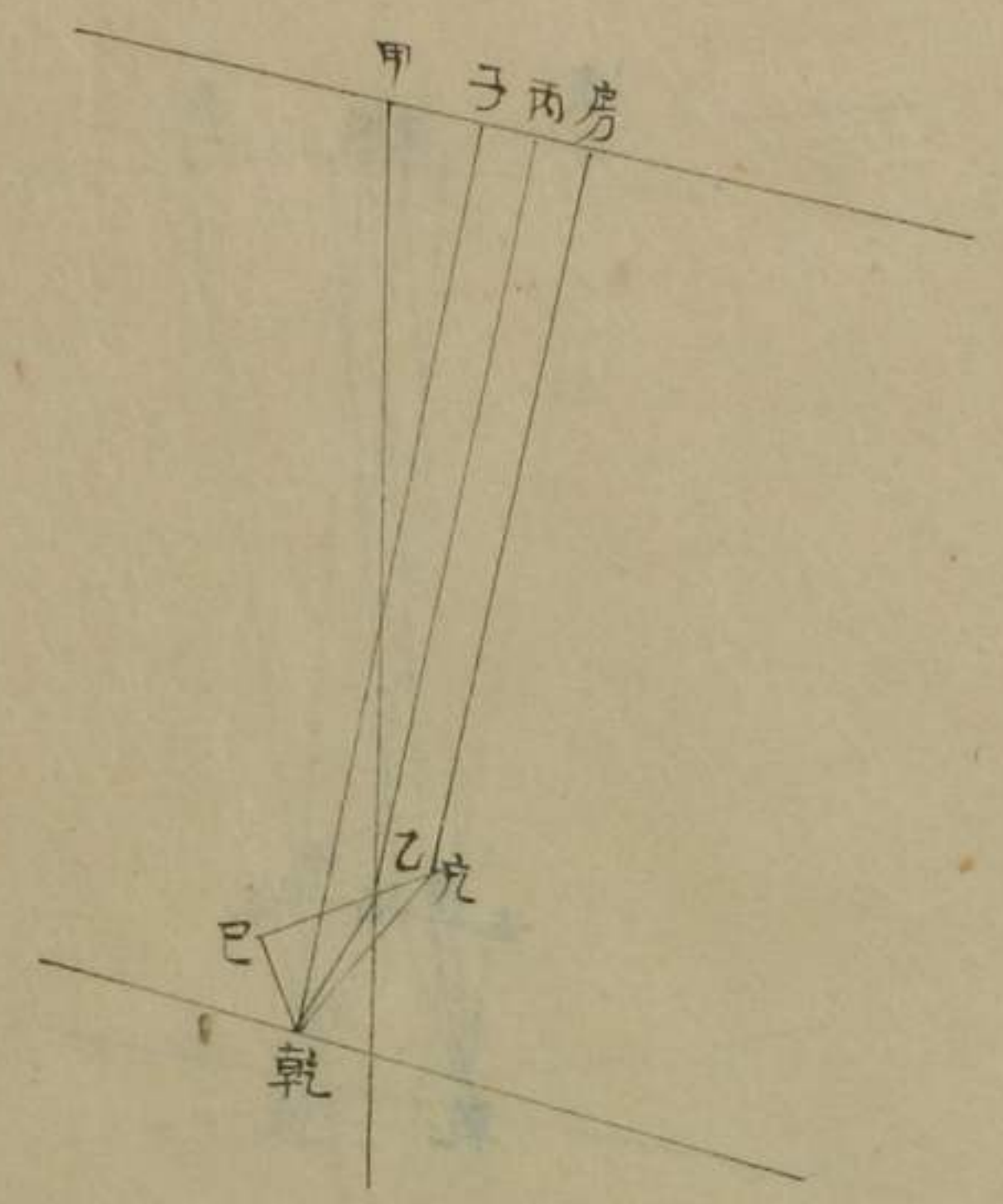
五相減。餘丁乾四分四十
六秒一。用乾丁乙勾股
形求得乾乙弦四分五十
一秒二三為近時兩心視
相距。次以子丙近時視距
弧。子房用時東西差相
減。餘丙房一分三十三秒
一一。戊戌等。為用近二
時視距較。用時東西差。與
近時視距弧同。



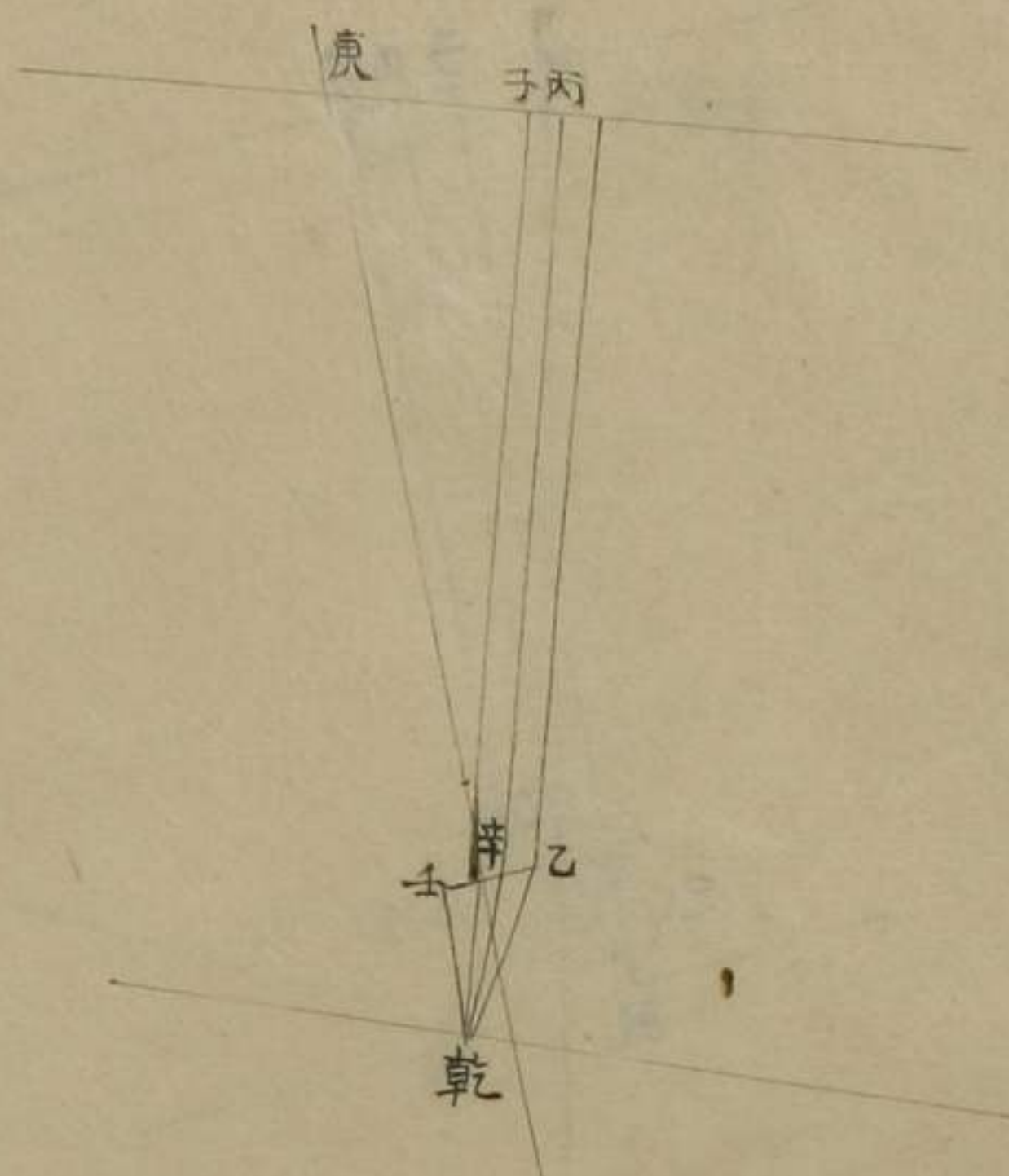
在緯西。故相減為視距較。
若一東一西。則相加為視
距。以房亢用時南北差。與
丙乙近時南北差相減。房
亢等。餘戊乙一十八秒八
三為用近二時緯差較。用
亢戊乙勾股形求得亢乙
弦一分三十四秒九九為
近時視行。即近時距用。次
用乾亢乙三角形求形外



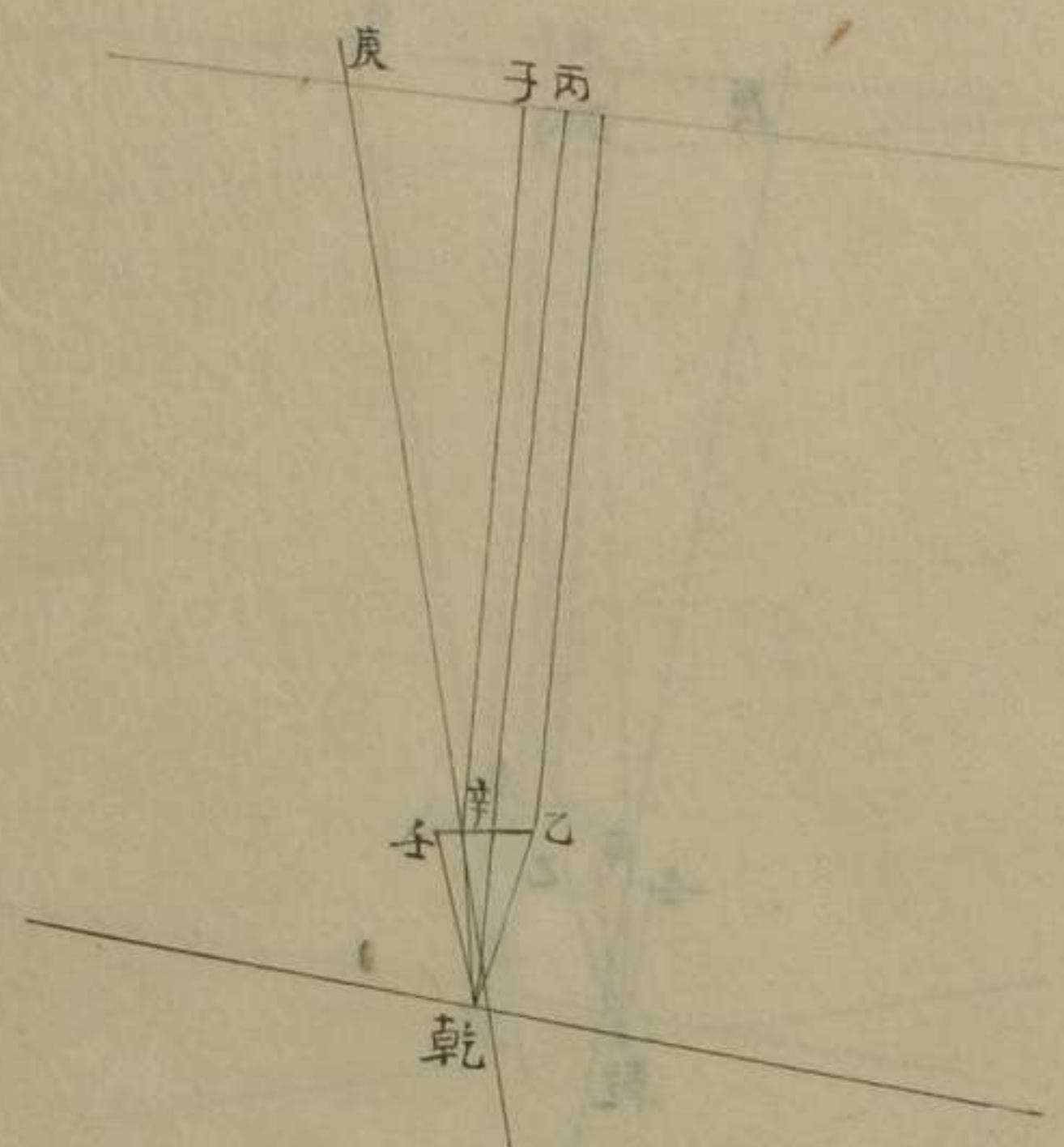
垂線補成兩勾股法求得
 亢已分邊三分二十五秒
 ○三為真時視行即真時
 之視以亢乙近時視行分
 近時距分五分二十四秒
 五二之比同於亢已真時
 視行分真時距分一十一
 分四十秒四六之比即真時
 用時之分食甚用時相加



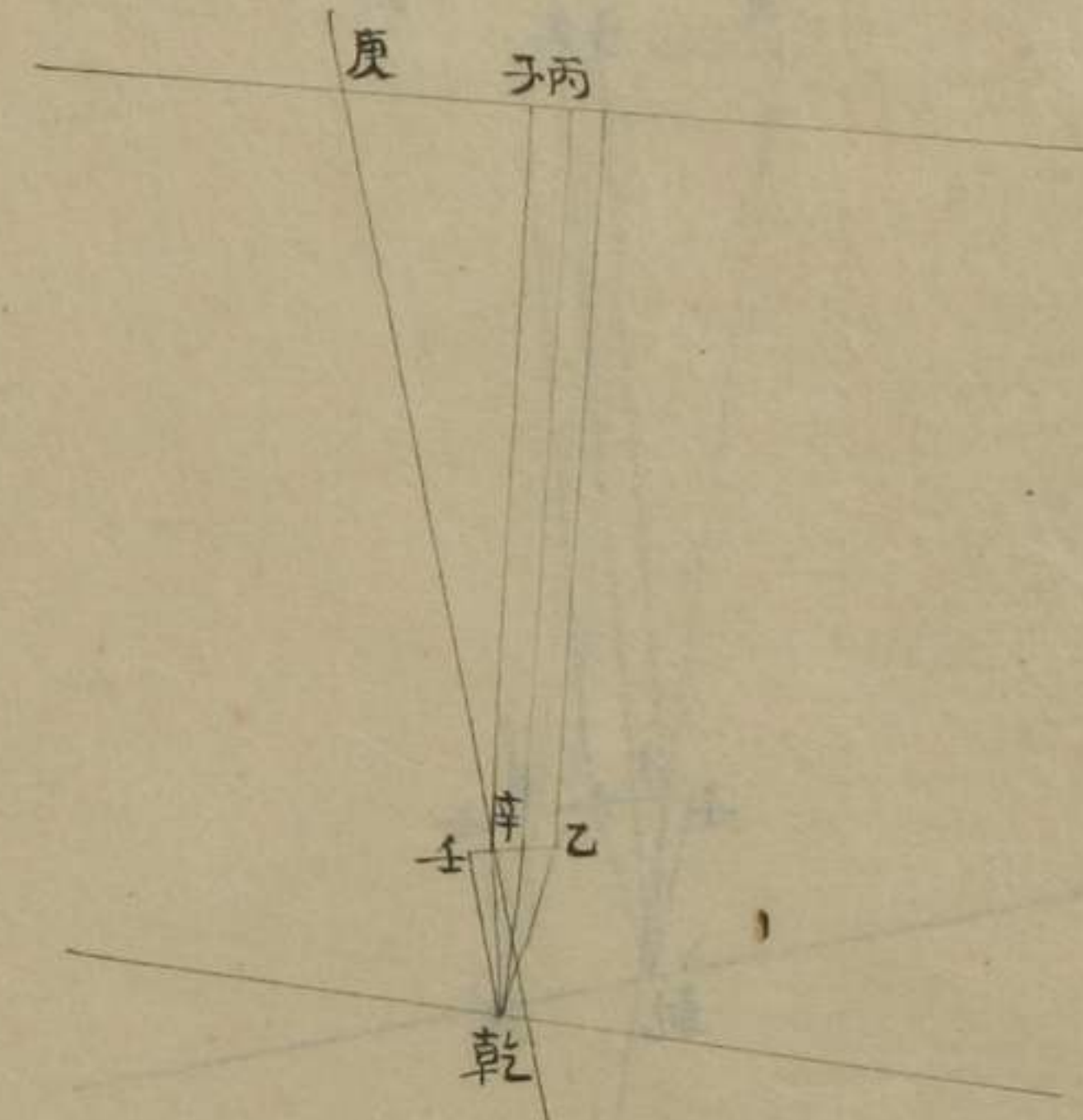
限西故如限東得午正三
 刻六分三十九秒為食甚
 真時又求得乾已垂線四
 分二十九秒為真時兩心
 視相距自乘相減以兩腰
 為所除之得數大於亢乙
 則所得為兩勾和而亢乙
 為兩勾較之故知垂線在
 外若除所得之數為兩勾
 較而除之得之數為兩勾
 即知垂線在形內若除得
 之數與除之之數等則知



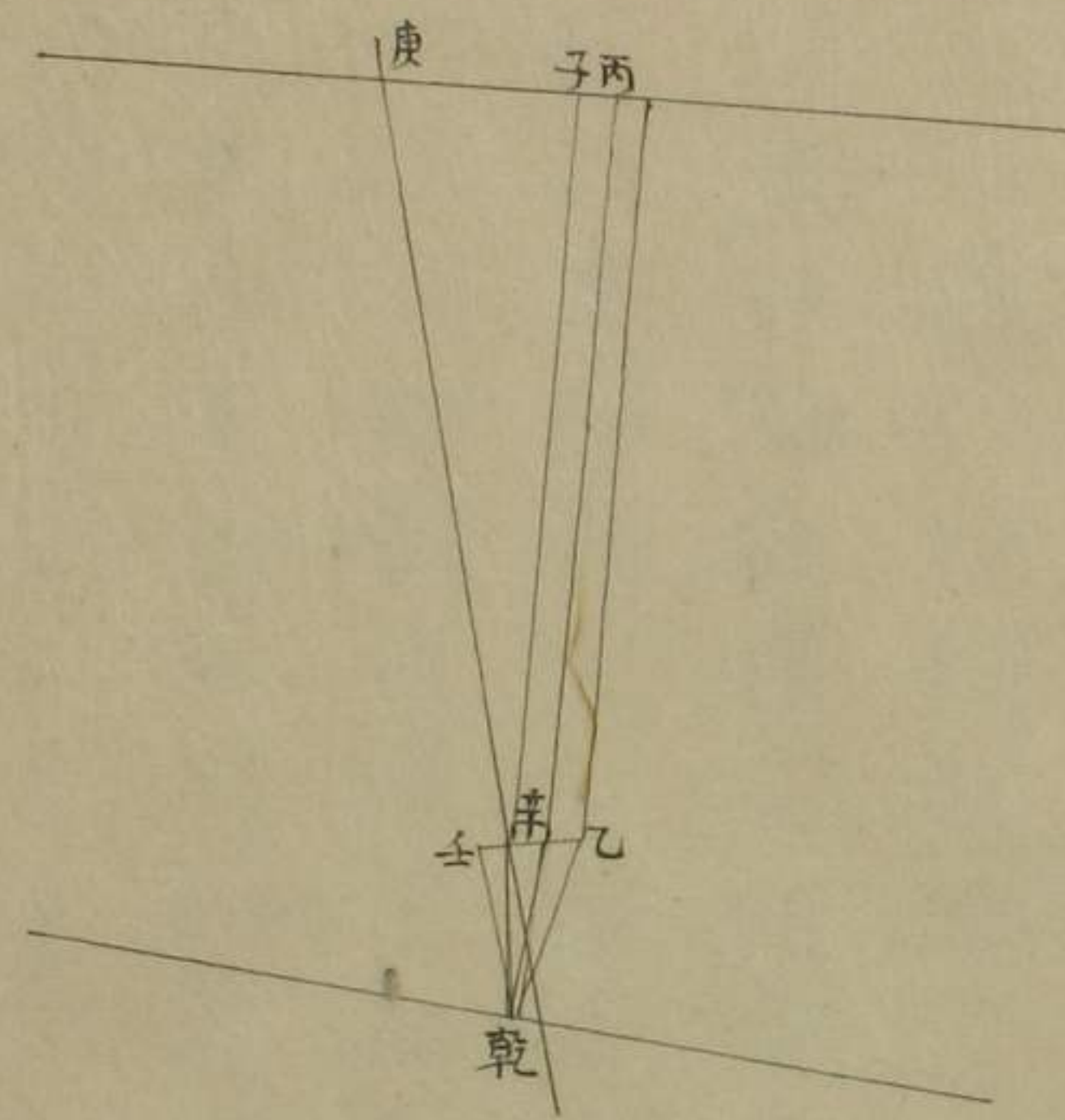
小腰即係垂線或直角也。其數方用設時所得同。則用近時方用設時一理也。乃以真時午正三刻六分三十九秒按前法求其實高在庚視高在辛。乾辛兩心視相距果為四公二十九秒。方前所求垂線合。而辛角猶未為直角。故又求得乙辛邊一



分五十九秒四九為考真時視行。乙辛邊五十一秒。二為定真時視行。乾辛垂線仍為四分二十九秒。為定真時兩心視相距。以乙辛方考真時距分六分一十五秒五三之比。即真時距近時之時。同於乙辛方定真時距分六分一十七秒三二



之比。方近時相加。得午正
三刻六分四十秒七九進
一十秒始為食甚定真時焉。
蓋食甚時。兩心視相距之
線。方視行成直角。故前後
數秒之間。其相距皆相等。
若秒下加小餘。細考之。則
午正三刻六分四十一秒
之時。相距為四分二十九



秒二三八九。其三十九秒
之時。則相距猶為四分二
十九秒二三九九。至四十
三秒之時。則相距又為四
分二十九秒二三九一。故
以四十一秒之時為相距
尤近。然則候之際至分已
密。故推算之法。總以三十
秒進一分。秒下之小餘原

可不計。今考之。又考者。弟
以求其確準耳。若用新數
而以視行。白道為平行
算之。則早三分有奇。故今
推視行之法。尤為精密。至
求近時。則猶求設時之添
也。求視差。則猶求視距之
添也。理無殊塗。法歸一致。
庶幾質諸往昔而無疑。用

之推步而不忒矣。

求日食初虧復圓時刻

方位附

日食求初虧復圓時刻。先以食甚視緯為一邊。併往為一邊。以視緯交白道之角為直角。用正弧三用形。法求得初虧復圓距食甚之弧。以一小時月距日實行比例得時分。方食甚真時相加減。為初虧復圓用時。次以初虧復圓用時各求其東西差。方食甚真時之東西差相較得初虧復圓視行。方初虧復圓距弧比例得時分。方食甚真時相加減。為初虧復圓真時。上編言之詳矣。見日食三限時刻及求初虧復圓用時真時篇今食甚真時

既不日食甚直北等 日字疑當作與食從之

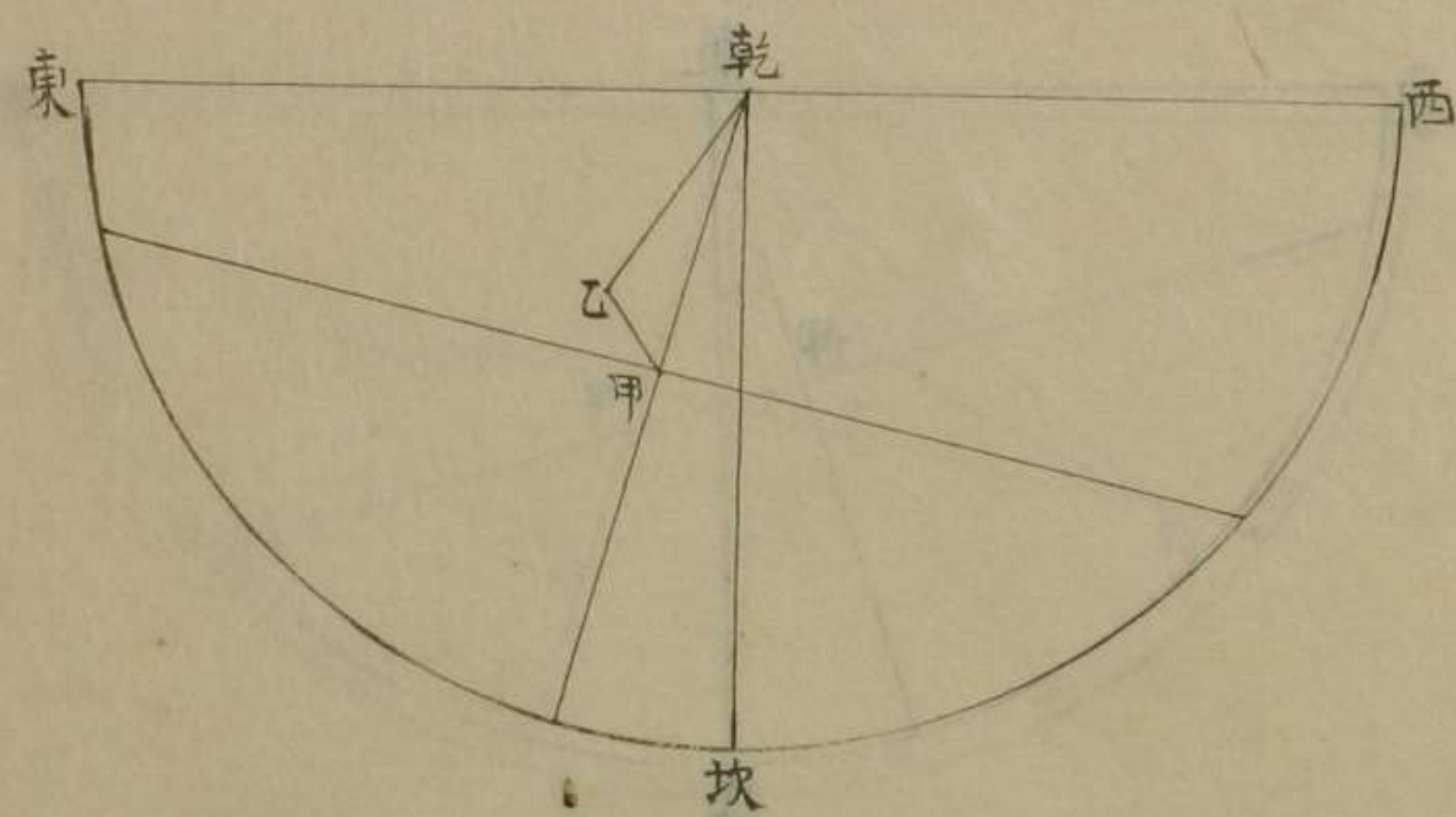
而心視相距方視行成直角。初虧復圓距食甚之弧亦即視行之度。則求初虧復圓用時以食甚視行為比例較之以月距日實行為比例者必為近之。但初差亦不等。雖以初虧復圓視行此得時分而其時之兩心視相距亦未必方併徑等。然則即以視行比例之時分方食甚真時相加減猶未必即為初虧復圓真時也。近日西法初虧復圓各設一時為前設時求其兩心視相距。如食甚在用時西食甚真時在用時後

相去不遠。則以食甚用時為初虧前設時。小則向前設。大則向後設。太陰在限東食甚真時在用時前。如食甚用時為復圓前設時。小則向後設。大則向前設。又設一時為後設時。亦合求其兩心視相距。前設時而小於併徑。初虧向前設。復圓向後設。乃以西視距之較為一率。而設時之較為二率。後設時兩心視相距方併徑之較為三率。求得四率為初虧復圓真時距分。方初虧復圓後設時相加減得初虧復圓真時。設前時而心視相距小於併徑。初虧減。然後又以真時各復圓加大於併徑。初虧加。復圓減。然後又以真時各考其兩心視相距。果方併徑等。方為定真時焉。蓋初

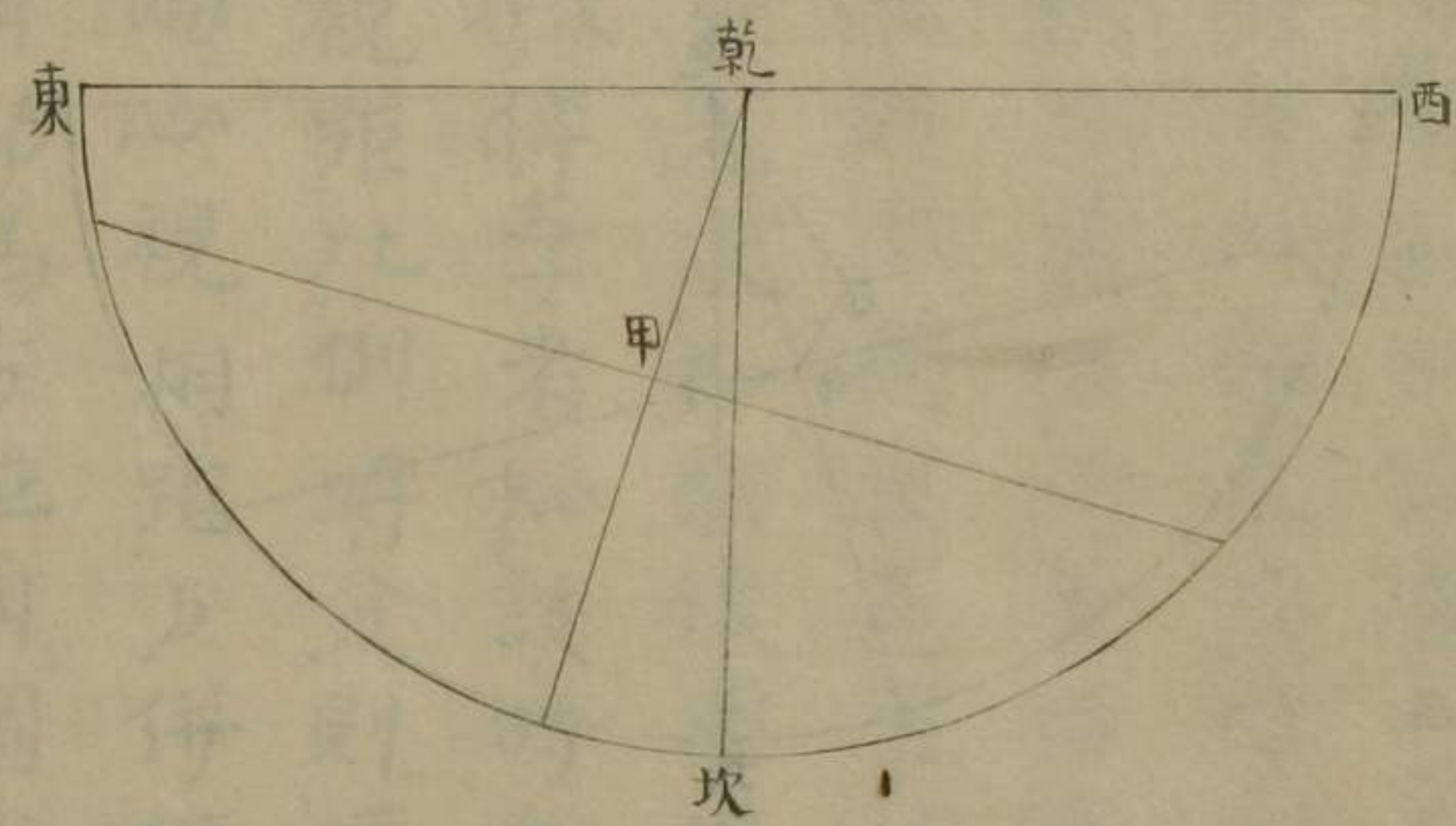
兩心視相距方視行成直角。初虧復圓距食甚之弧亦即視行之度。則求初虧復圓用時以食甚視行為比例較之以月距日實行為比例者必為近之。但初虧復圓用時之東西差既不如食甚真時等。則南北差亦不等。雖以初虧復圓視行比例得時分。而其時之兩心視相距亦未必方併徑等。然則即以視行比例之時分方食甚真時相加減。猶未必即為初虧復圓真時也。近日西法初虧復圓各設一時為前設時。求其兩心視相距。如食甚在用時西食甚真時在用時後

相去不遠則以食甚在用時為初虧前設時小則向前設大則向後設太陰在限東食甚真時在用時前如食甚在用時西食甚真時在用時後
設一時為後設時亦合求其兩心視相距。前設時兩心視相距小於併徑初虧向前設復圓向後設乃以西視距之較為一率而設時之較為二率後設時兩心視相距方併徑之較為三率求得四率為初虧復圓真時距分方初虧復圓後設時相加減得初虧復圓真時設前時而心視相距小於併徑初虧減然後又以真時各復圓加大於併徑初虧加復圓減然後又以真時各考其兩心視相距果方併徑等方為定真時焉蓋初

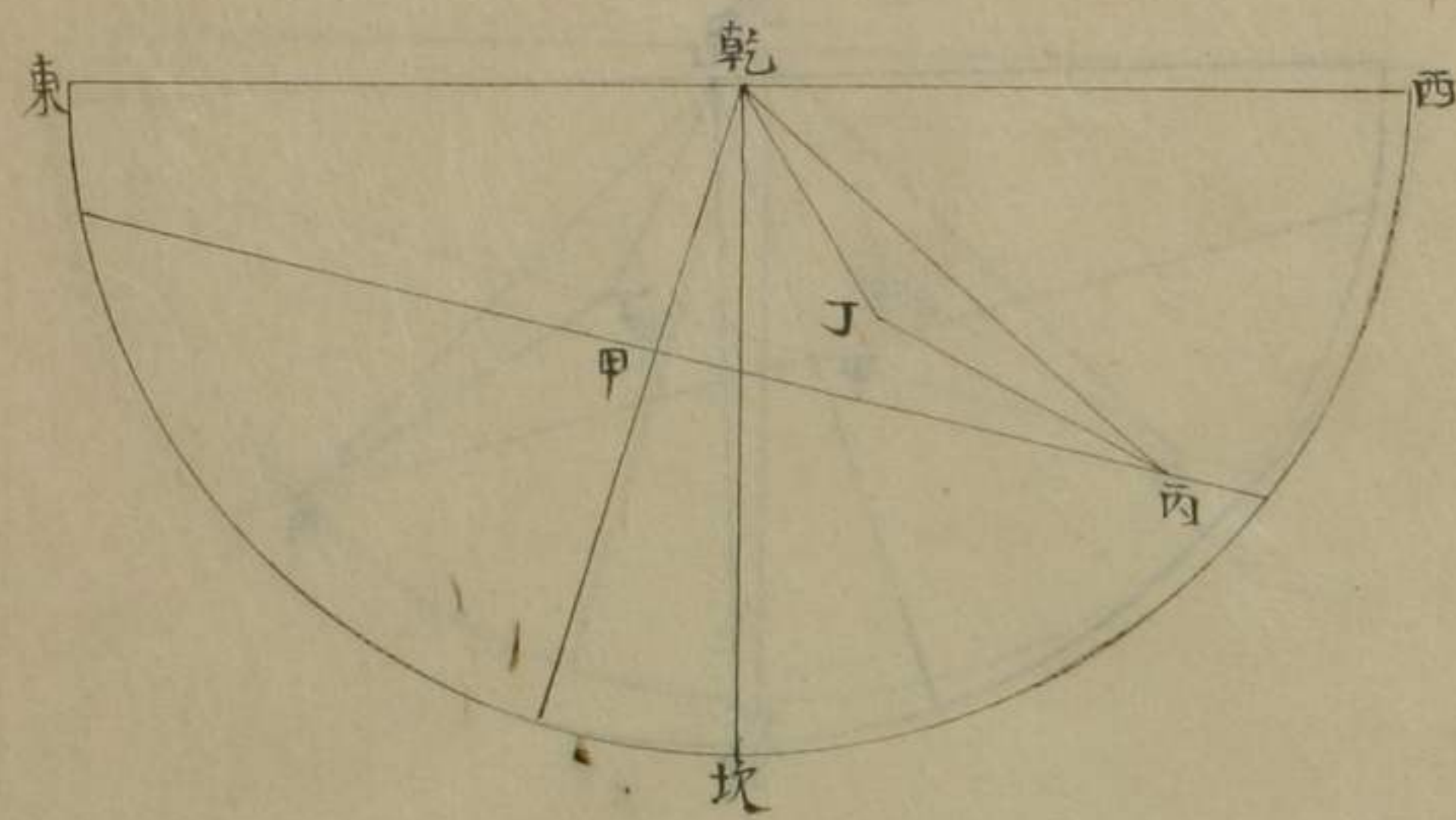
虧兩周初切。復圓兩周初離。日月兩心視相距心方併往等。故務求其恰合。而初虧復圓乃為確準也。雖其數比舊法所差無多。而其理甚為細密。至於設時之法。則亦猶食甚用時近時之義耳。今亦如食甚之次第。先求初虧復圓用時。即前設時。次求初虧復圓近時。即後設時。俾學者知設時之準。而其求兩心視相距心方以兩視距比例時分。則猶是設時之法也。既得初虧復圓兩心視相距心方併往等。則求得併往心高弧相交之角。即為方位角。圖說並詳於左。



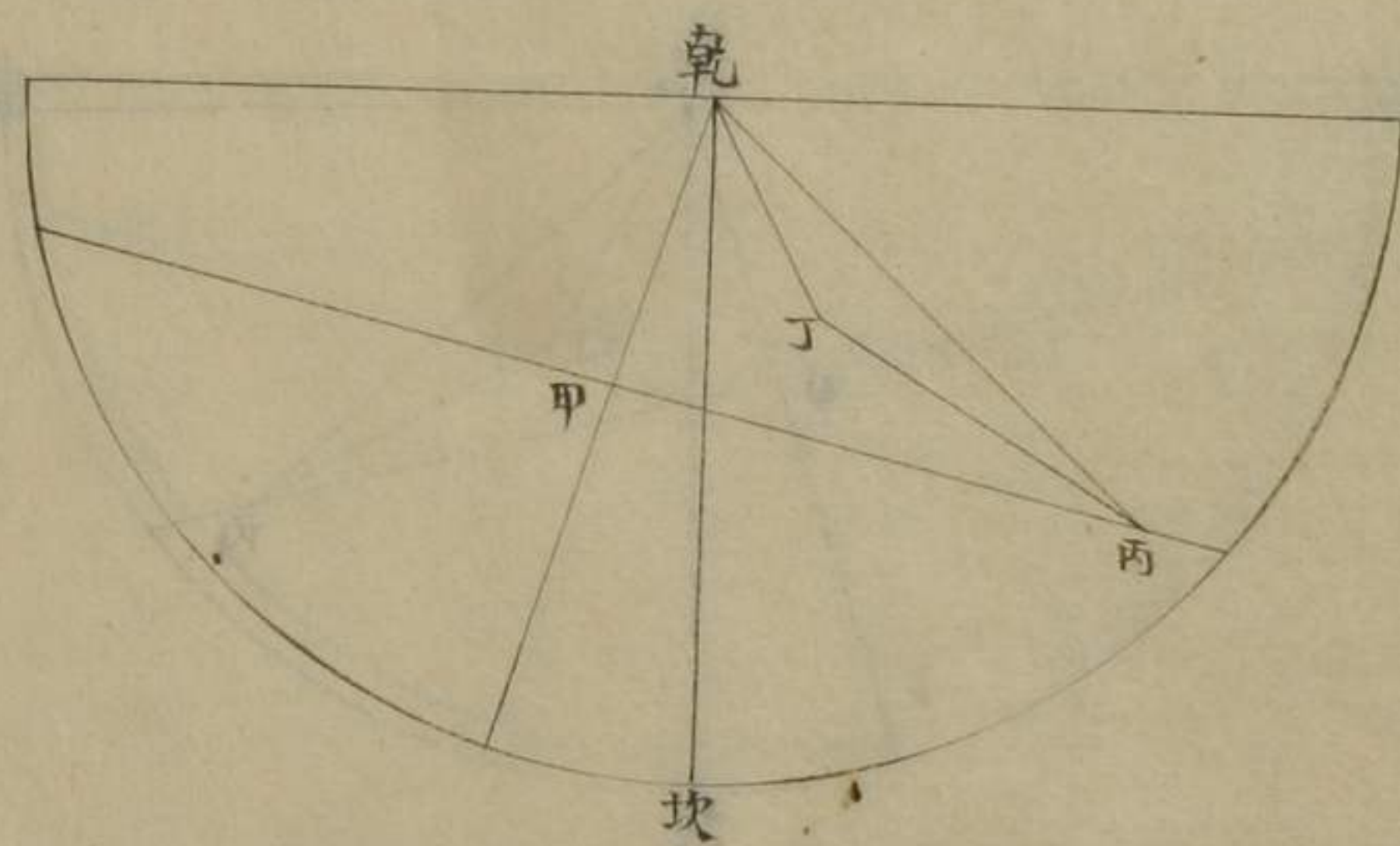
如雍正八年六月戊戌朔。日食日月實併往三十分一十八秒六五。食甚用時午正二刻九分五十六秒九五。乾甲兩心實相距在黃道北二十三分二十八秒四五。甲乙兩心視相距五分三十八秒七四。小於併往遠甚。故向前取午初



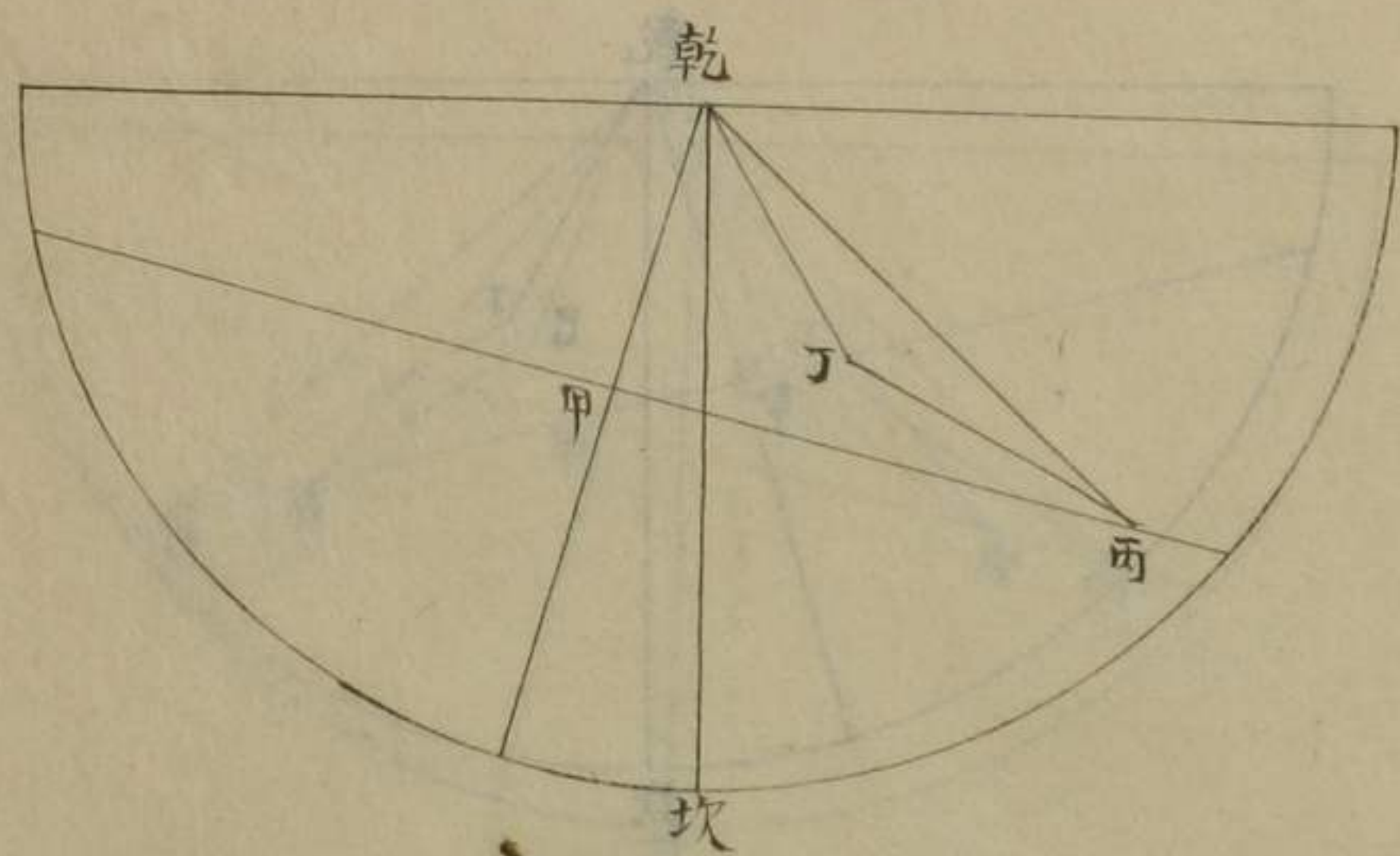
初刻四分爲初虧前設時。
 方食甚用時相減餘一時
 三十五分五十八秒九五。
 方一小時兩經斜距二十
 七分一十六秒五六爲比
 例得四十三分三十八秒
 〇一。自甲向前截之於丙。
 則丙點爲初虧前設時月
 影心。甲丙爲初虧前設時



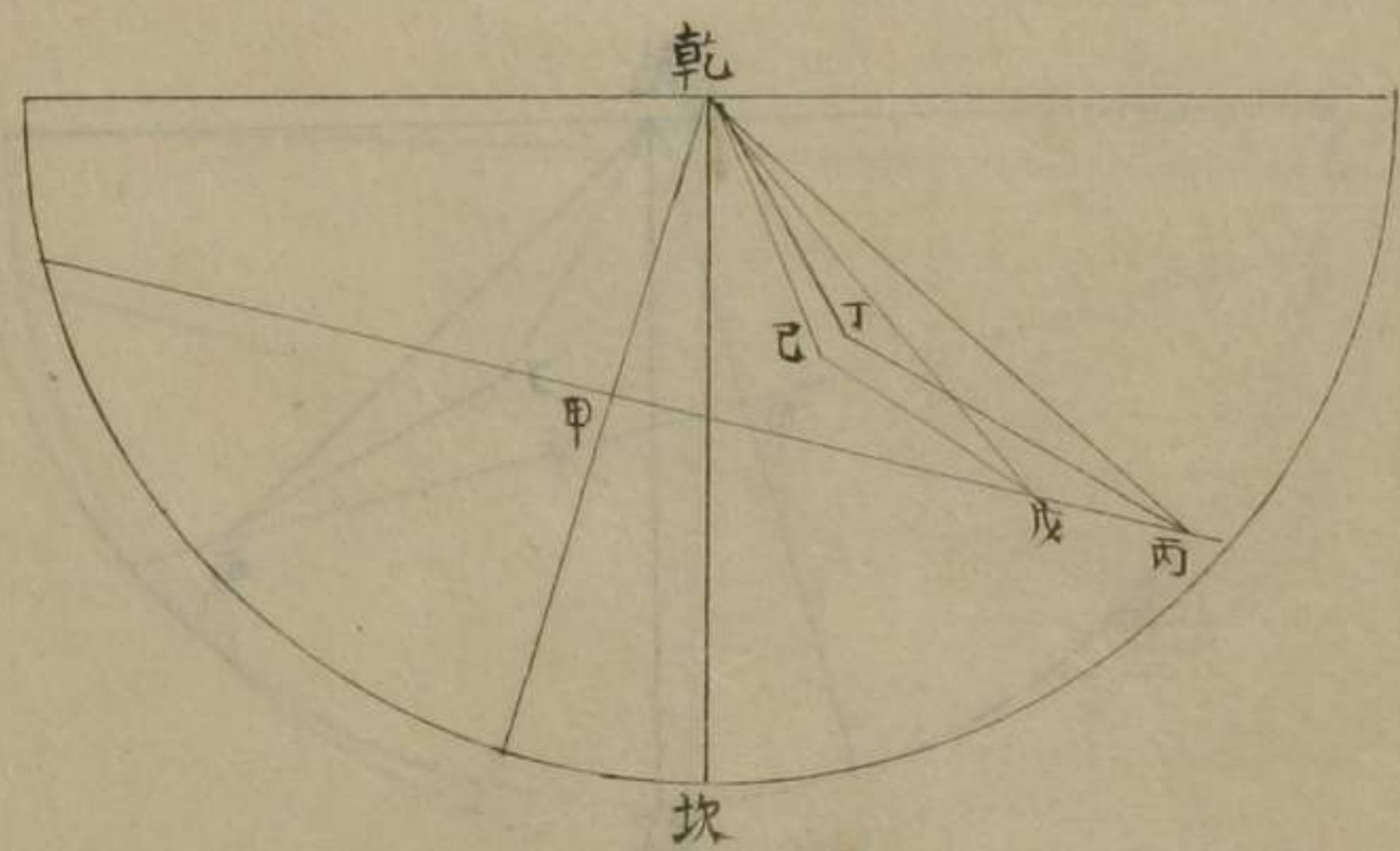
距弧求得甲乾丙角六十
 一度四十三分一十三秒
 四十七爲對距弧角。乾丙邊
 四十九分三十二秒八三
 爲初虧前設時兩心實相
 距。又以初虧前設時赤經
 高弧交角二十九度五十
 六分五十一秒〇一取坎
 乾丁角。
 午。前赤經在高弧
 東。故從赤經向西



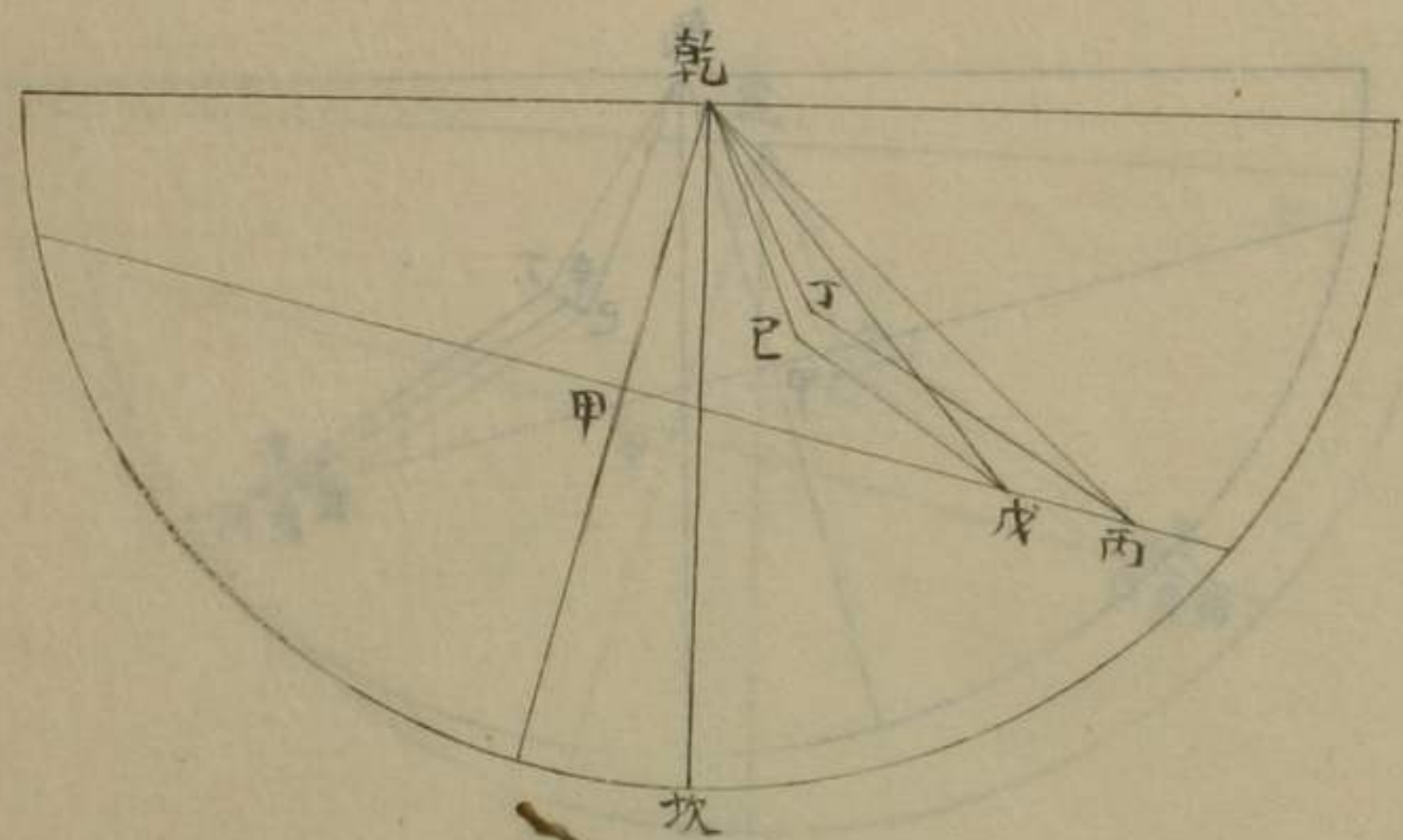
取高以下本時日距天頂二
 弧角。以本時日距天頂二
 十一度四十九分一十一
 秒〇八之高下差二十分
 零百分秒之五十一取乾
 丁之分。則丁點為初虧前
 設時日影心求得甲乾丁
 白經高弧交角四十五度
 三分六秒八七。方甲乾丙
 對距弧角相減。餘丁乾丙



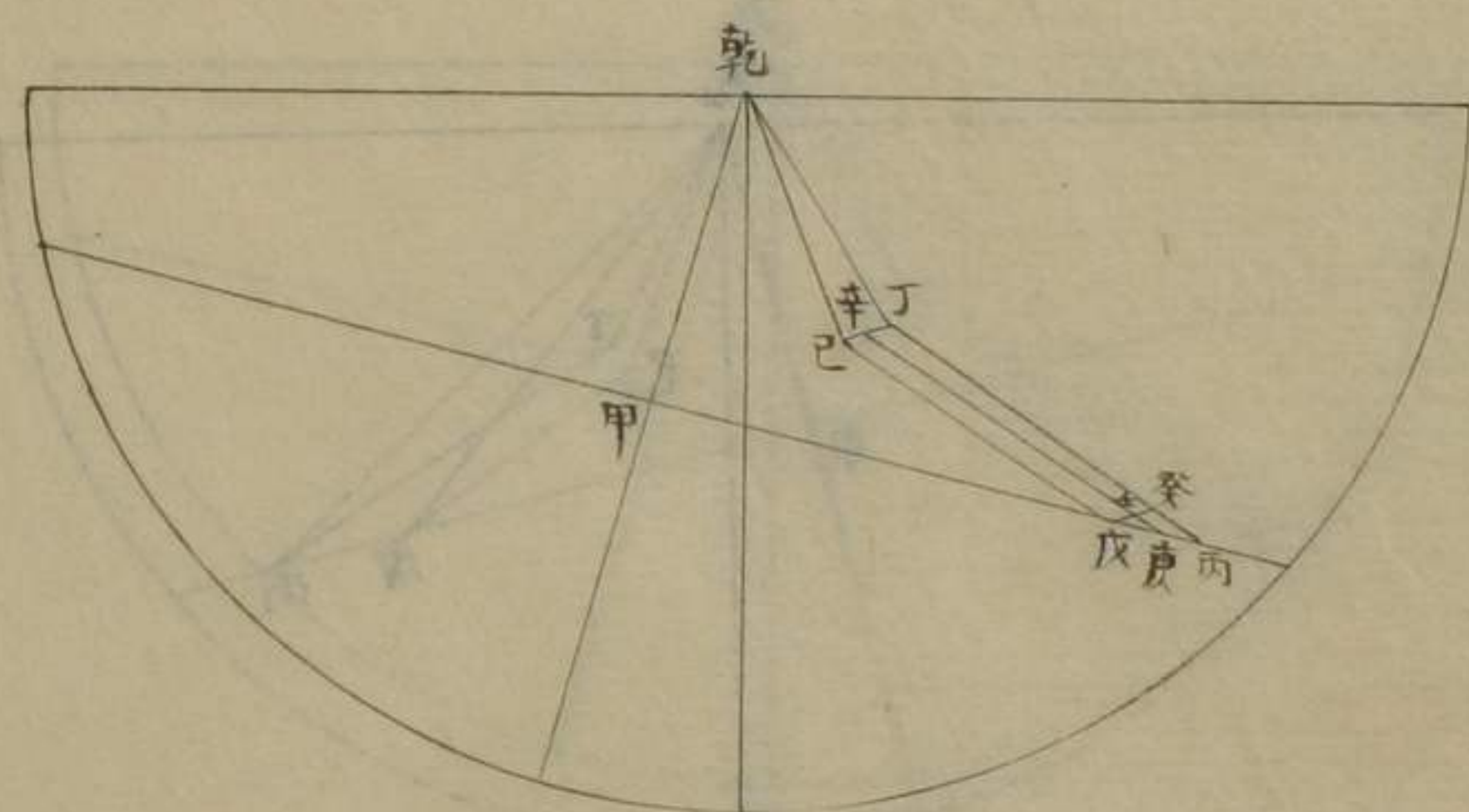
角一十六度四十分六秒
 六〇為對兩心視相距角。
 用乾丁丙三角形求得丁
 角一百五十二度三十八
 分零百分秒之八十三為
 對兩心實相距角。丁丙邊
 三十分五十五秒〇一為
 初虧前設時兩心視相距
 此併徑大三十六秒三六。



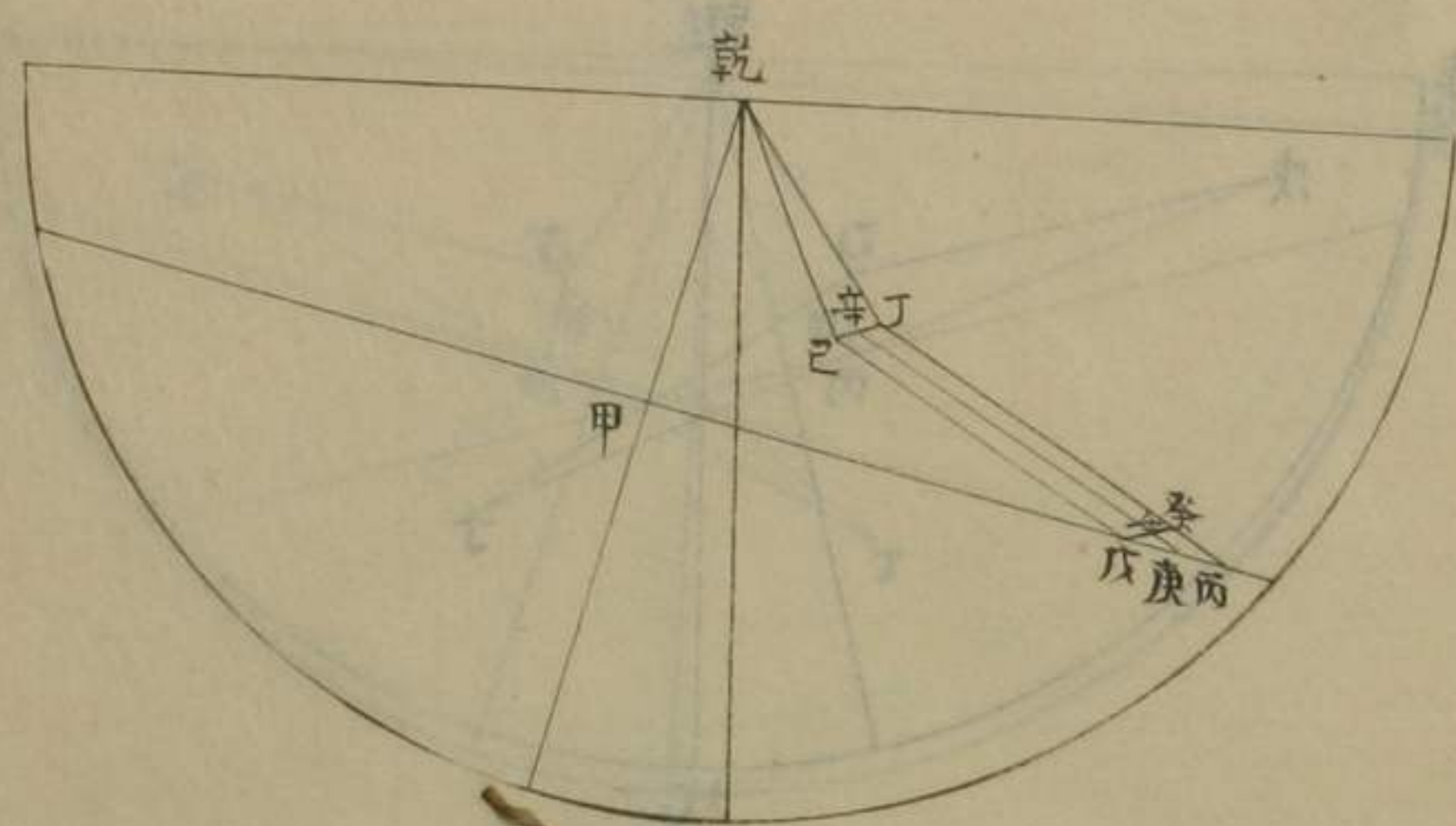
則初虧真時必在前設時
之後故又向後取午初初
刻八分爲初虧後設時依
法求得甲戌距弧四十一
分四十八秒九一甲乾戊
對距弧角六十度四十一
分二十七秒六三乾戊兩
心實相距四十七分五十
七秒二一甲乾己白經高



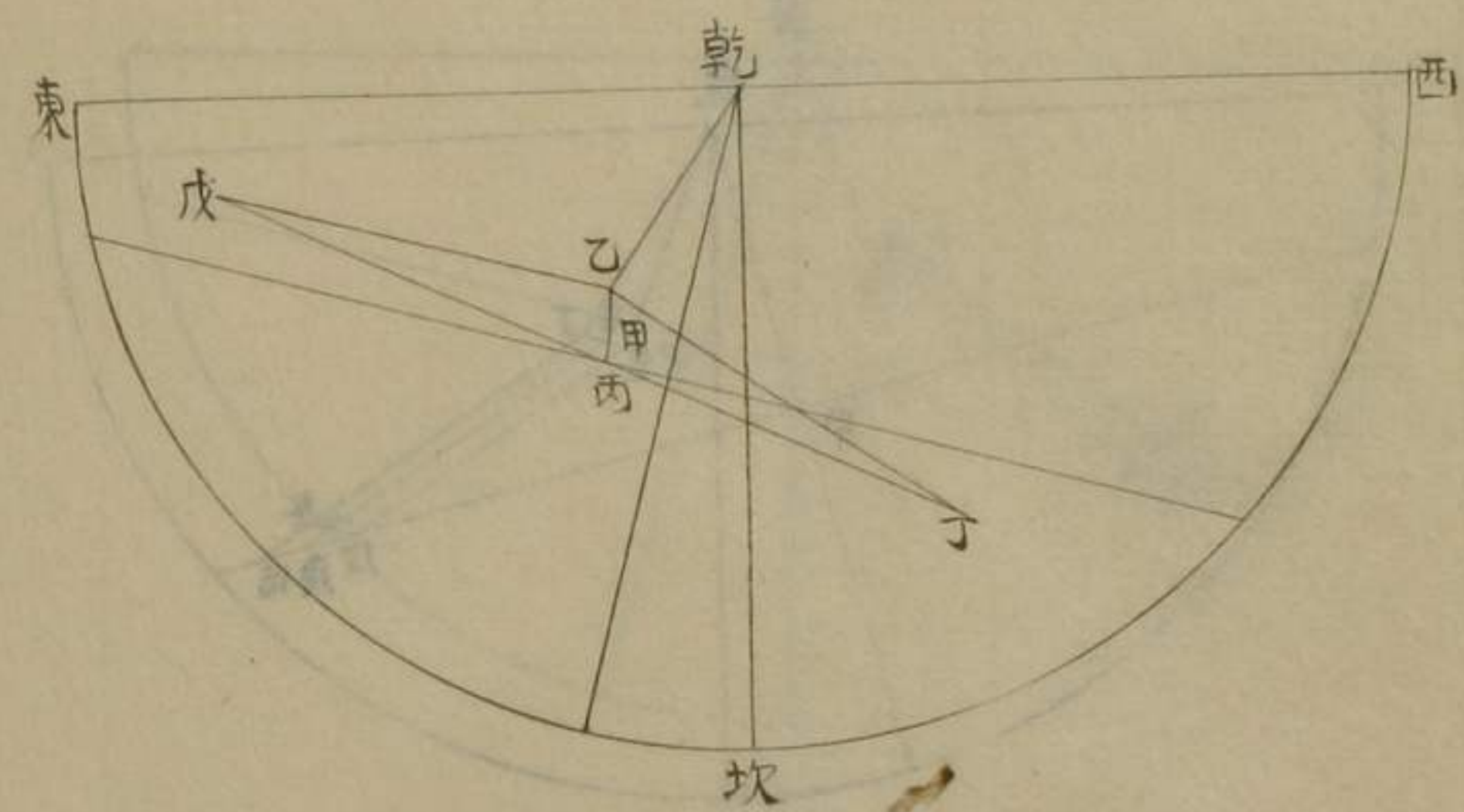
弧交角四十三度二十二
分六秒七一己乾戊對兩
心視相距角一十七度一
十九分二十秒九二戊己
乾對兩心實相距角一百
五十一度二十二分四十
四秒一一戊己兩心視相
距二十九分四十八秒四
四此併徑小三十秒二一



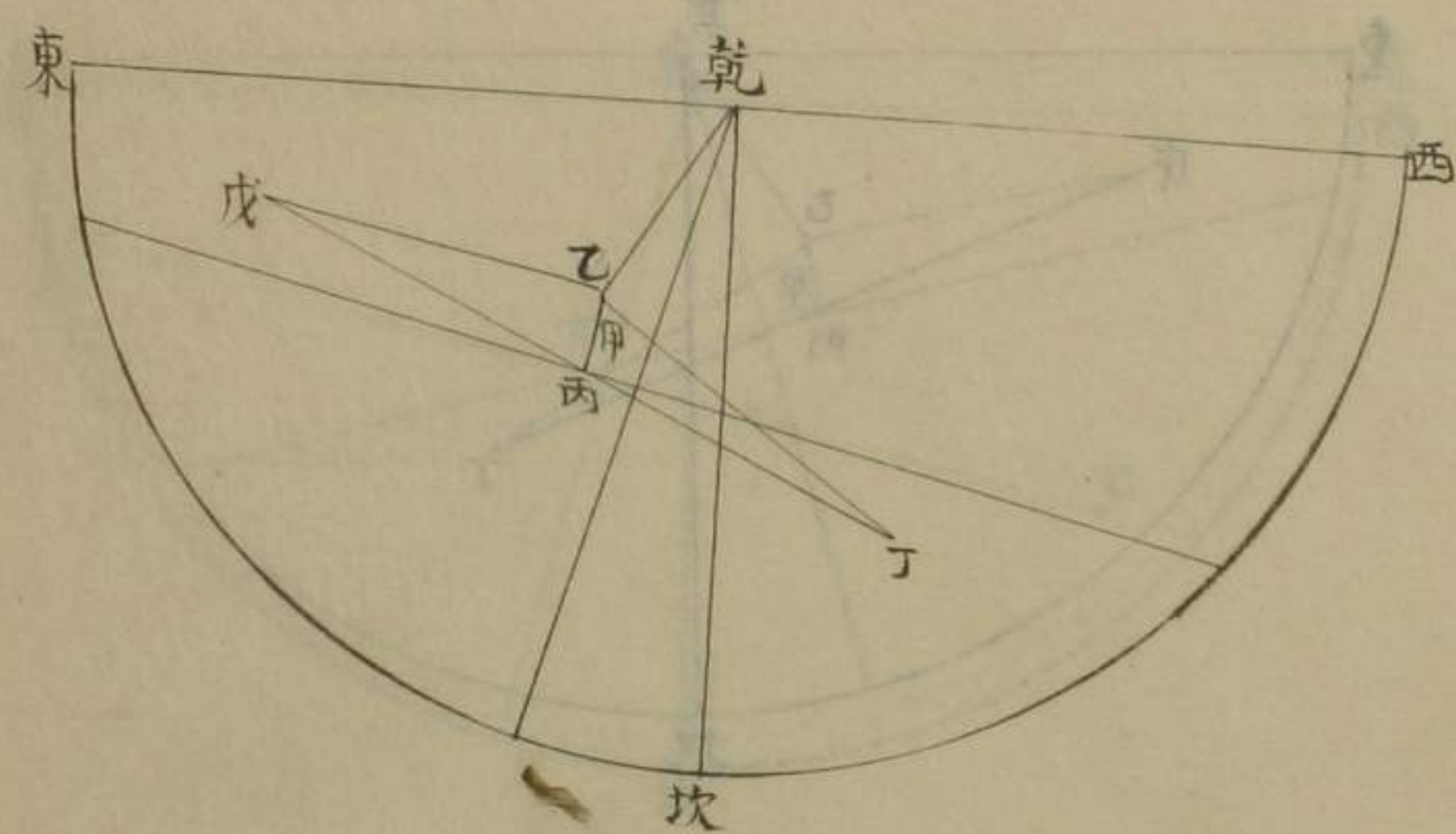
亦丙丁既大於併徑戊巳
既小於併徑則併徑必在
二線之間如庚辛乃自丁
至巳作丁巳線又取戊巳
之分截丙丁線於癸作戊
癸線則癸丙為兩視距之
較一分六秒五七丙戌為
兩設時之較四分壬庚為
後設時視距小於併徑之



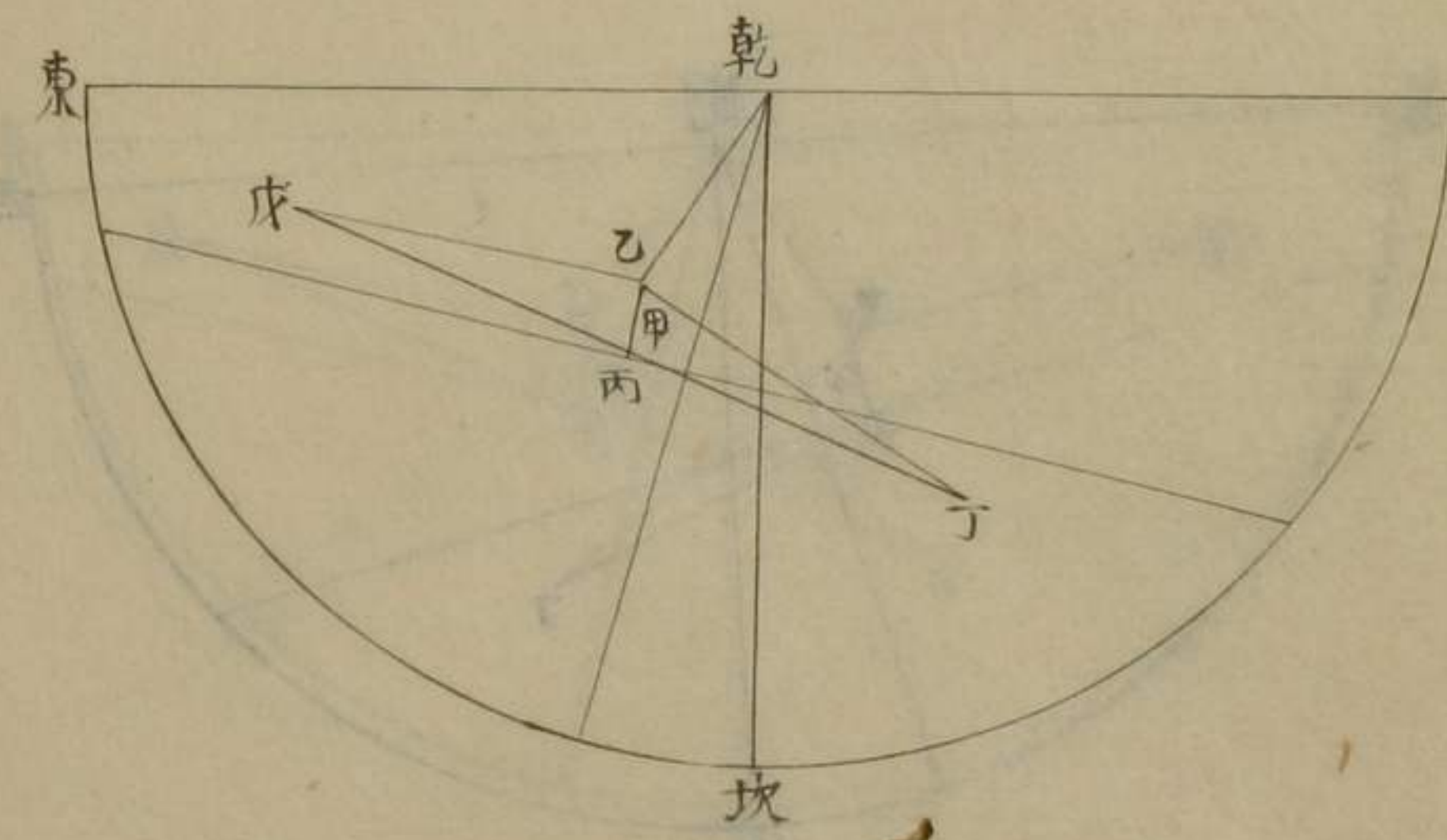
較三十秒二一以丙癸為
丙戌之比同於壬庚為庚
戌一公四十八秒九一之
比為初虧真時距分初
虧後設時相減後設時距
小於併得午初初刻六分
一十一秒〇九為初虧真
時再以初虧真時考其兩
心視相距果得三十分一



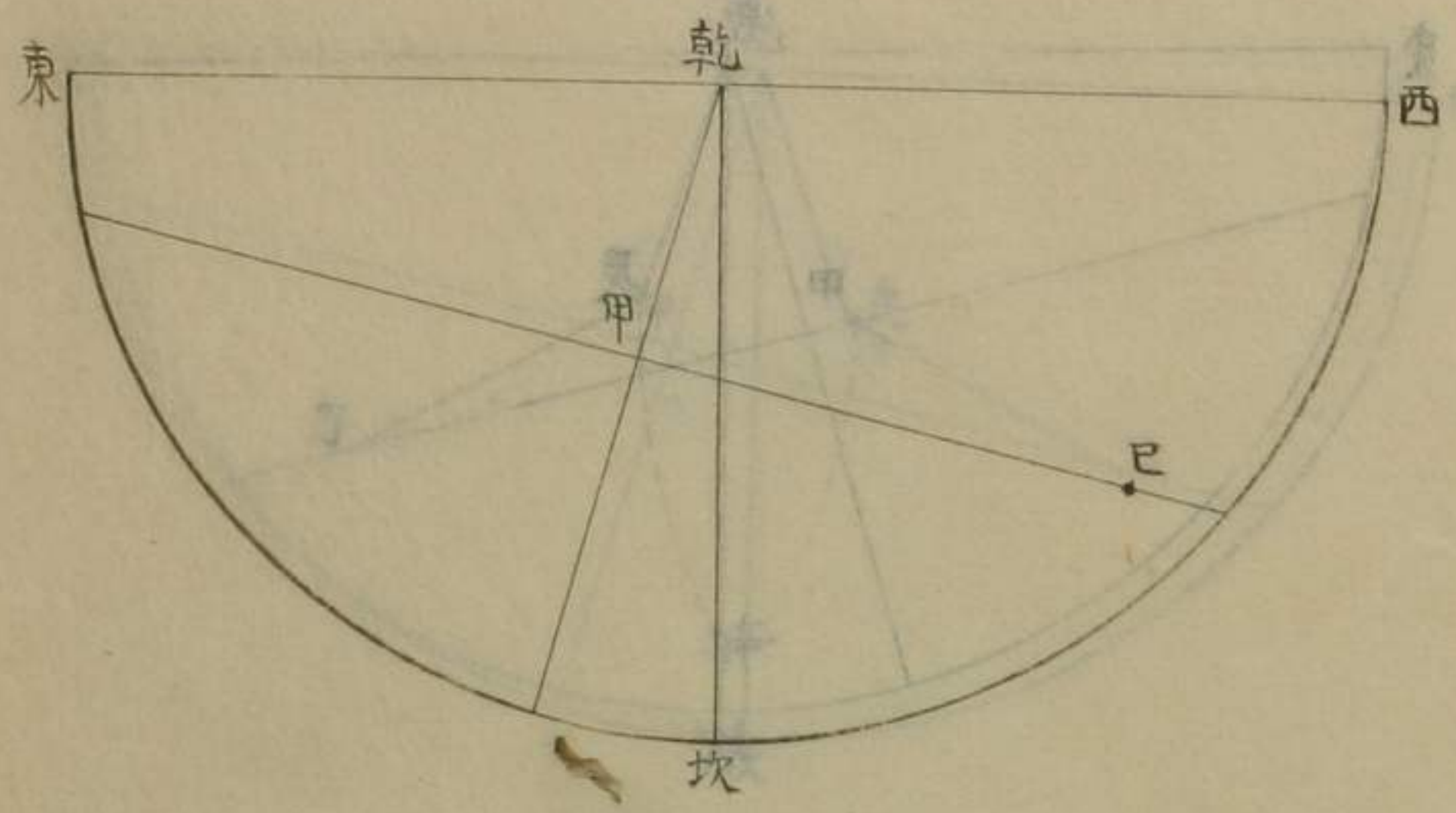
十八秒六五。併往合。則
 初虧真時卽為初虧定真
 時。其對考真時兩心實相
 距角一百五十一度五十
 七分二十秒卽初虧方位
 角。復圓倣此。
 又法。先求初虧用時。乾甲
 為食甚實緯。卽食甚用時
 乙為食甚真時日影心。丙



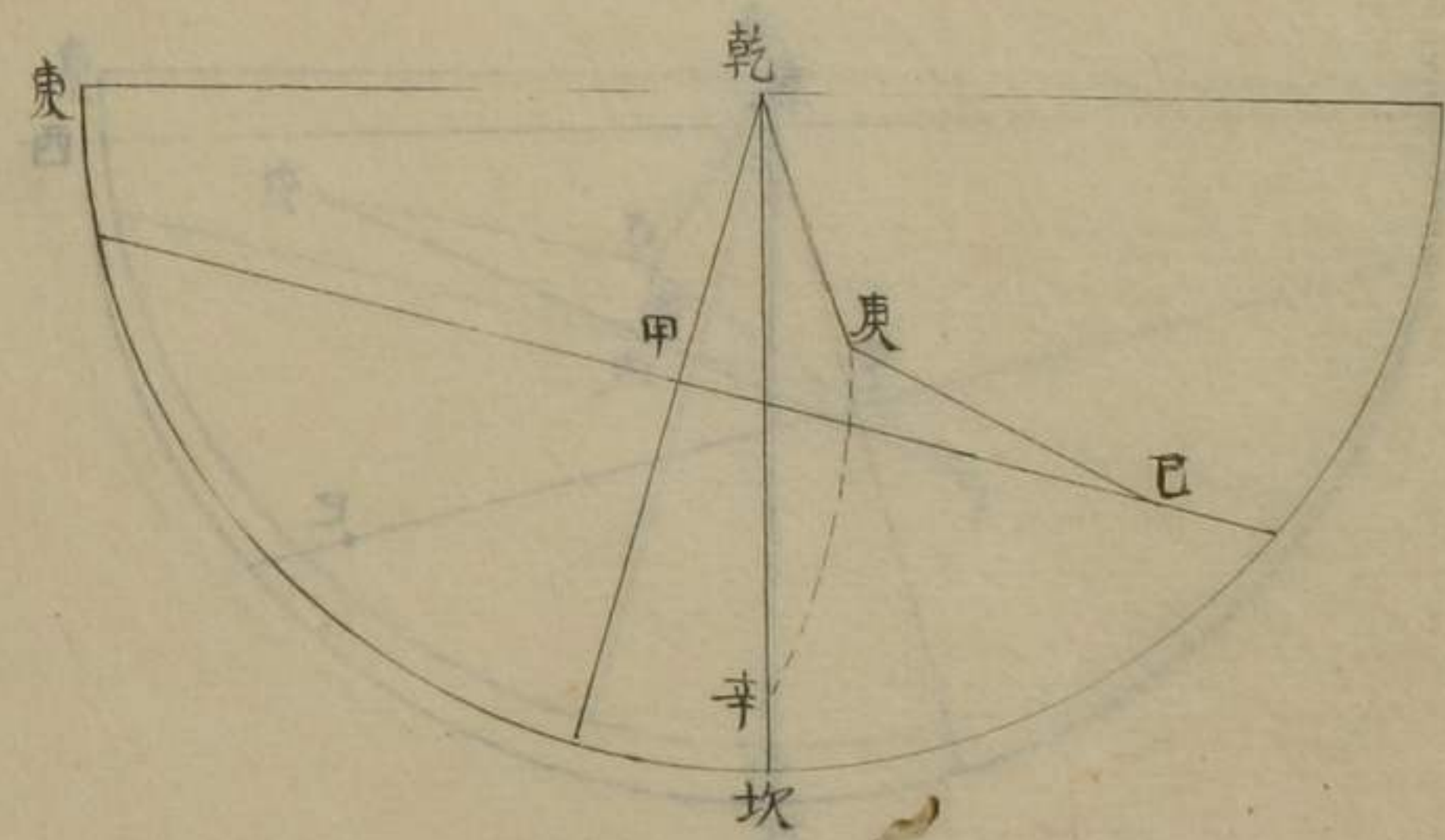
為食甚真時月影心。乙丙
 為食甚真時兩心視相距
 四公二十九秒二四。乙
 丙取直角作線。以日月併
 徑三十分一十八秒六五
 取乙丁。乙戊之分。合成乙
 丙丁。乙丙戊兩勾股形。求
 得丙丁股二十九分五十
 八秒六一。戊丙等。為初



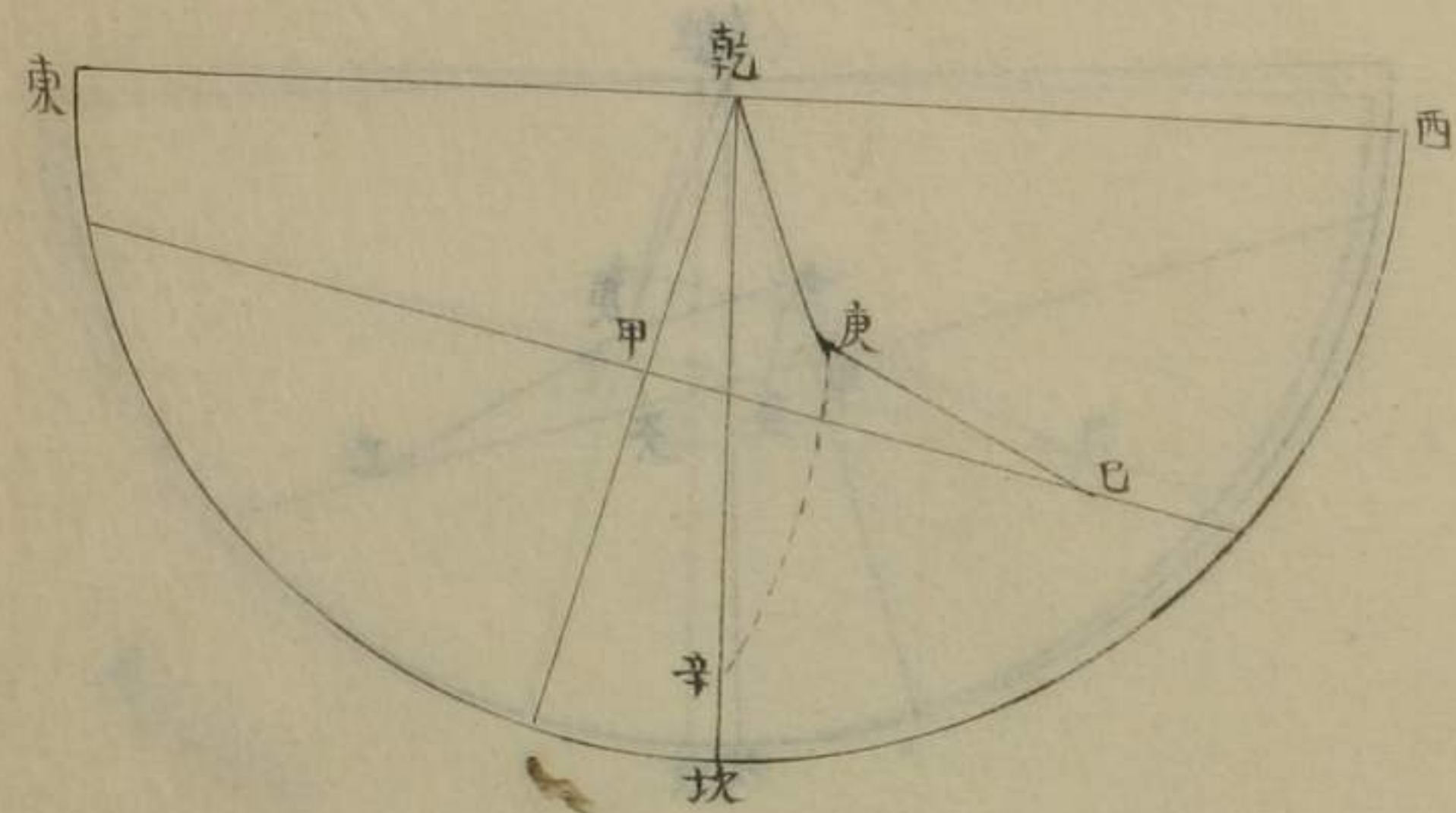
虧復圓平距。初虧復圓距
 度各距弧。故此以食甚
 各平距以別之。次以食甚
 定真時視行一分五十一
 秒〇二為一率。即食甚定
 之視行時定真時距分六公
 一十七秒三二為二率。即
 甚定真時距食甚近初虧
 時之時分。但見前篇初虧
 復圓平距為三率。求得四
 率一時四十一公五十二



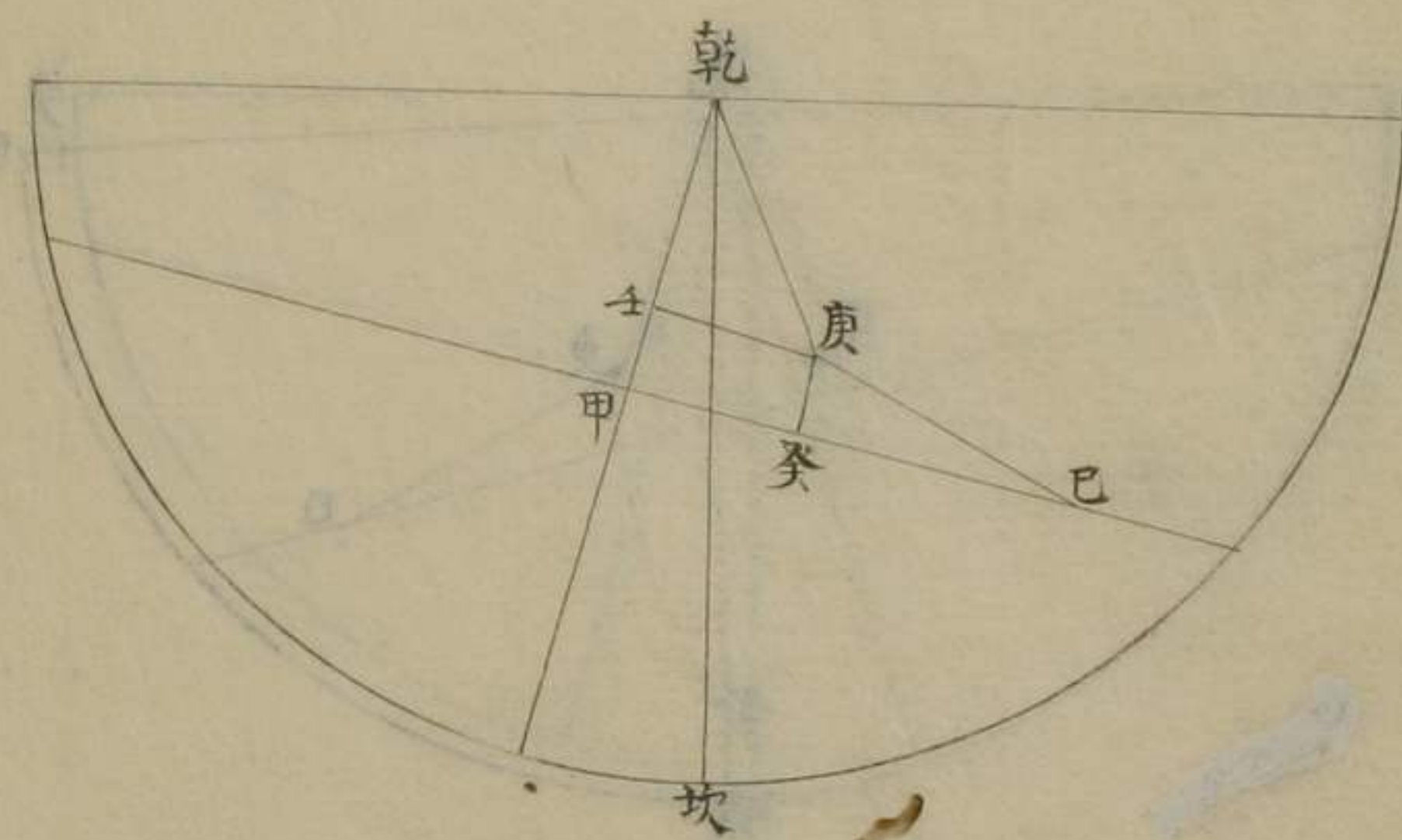
秒六六為初虧復圓用時
 距分。另食甚定真時相減。
 得午初初刻九公四十八
 秒一三為初虧用時。以用
 時距分另食甚定真時相
 加。得未正二刻三公三十
 三秒四五為復圓用時。
 初虧用時月影心在巳。甲
 巳為初虧用時距弧四十



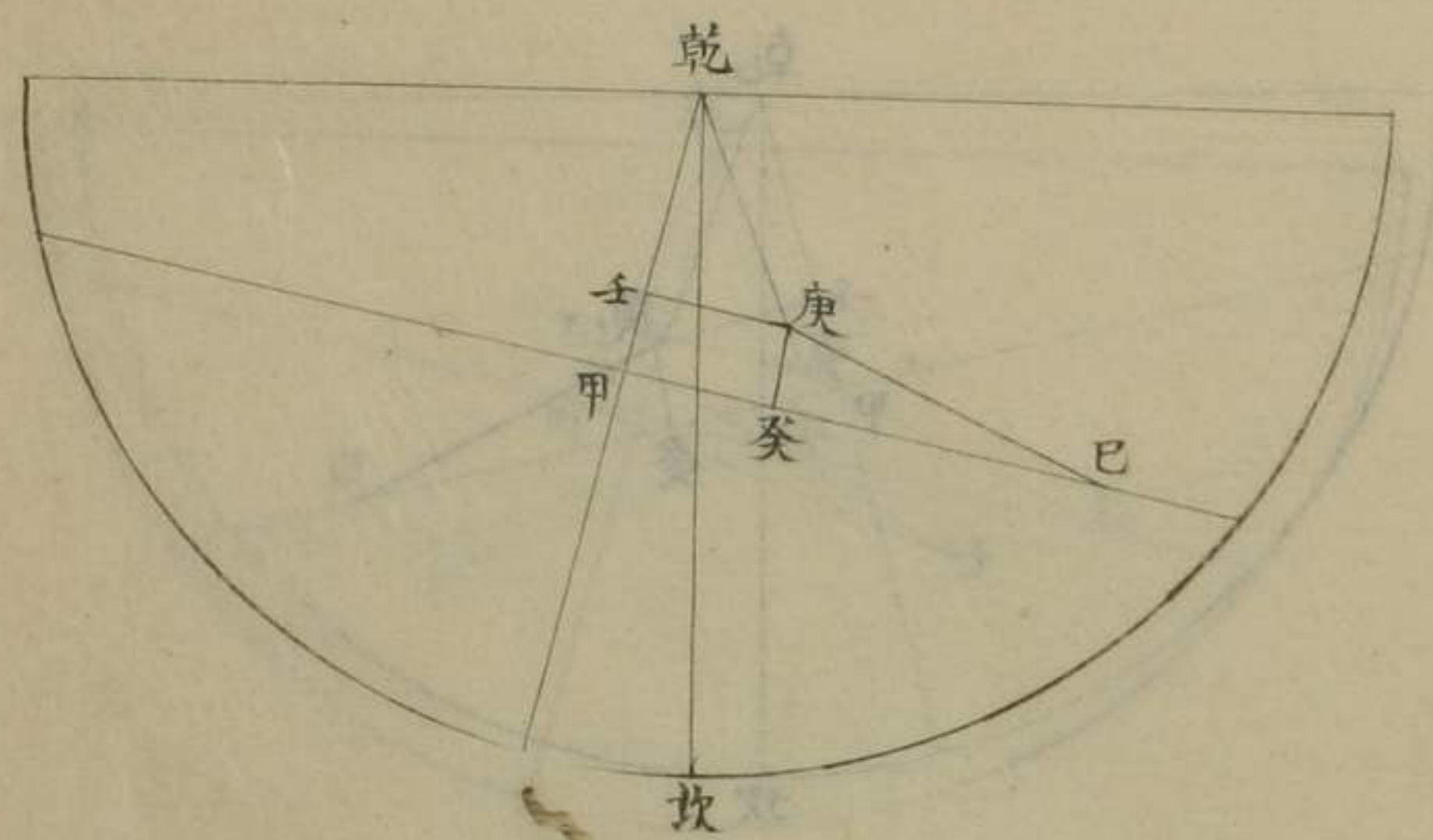
分五十九秒七五。以初虧
食甚用時相減。余一時三
十分一十秒八二。分一十
時兩經斜距二十七分一
十六秒五。六為比例得初
虧用時。日影心在庚。辛庚
為京師北極距天頂五十
度五分。乾辛為日距北極
六十八度二十一分四十
七秒九八。庚辛乾角為日
距午東一十二度三十二



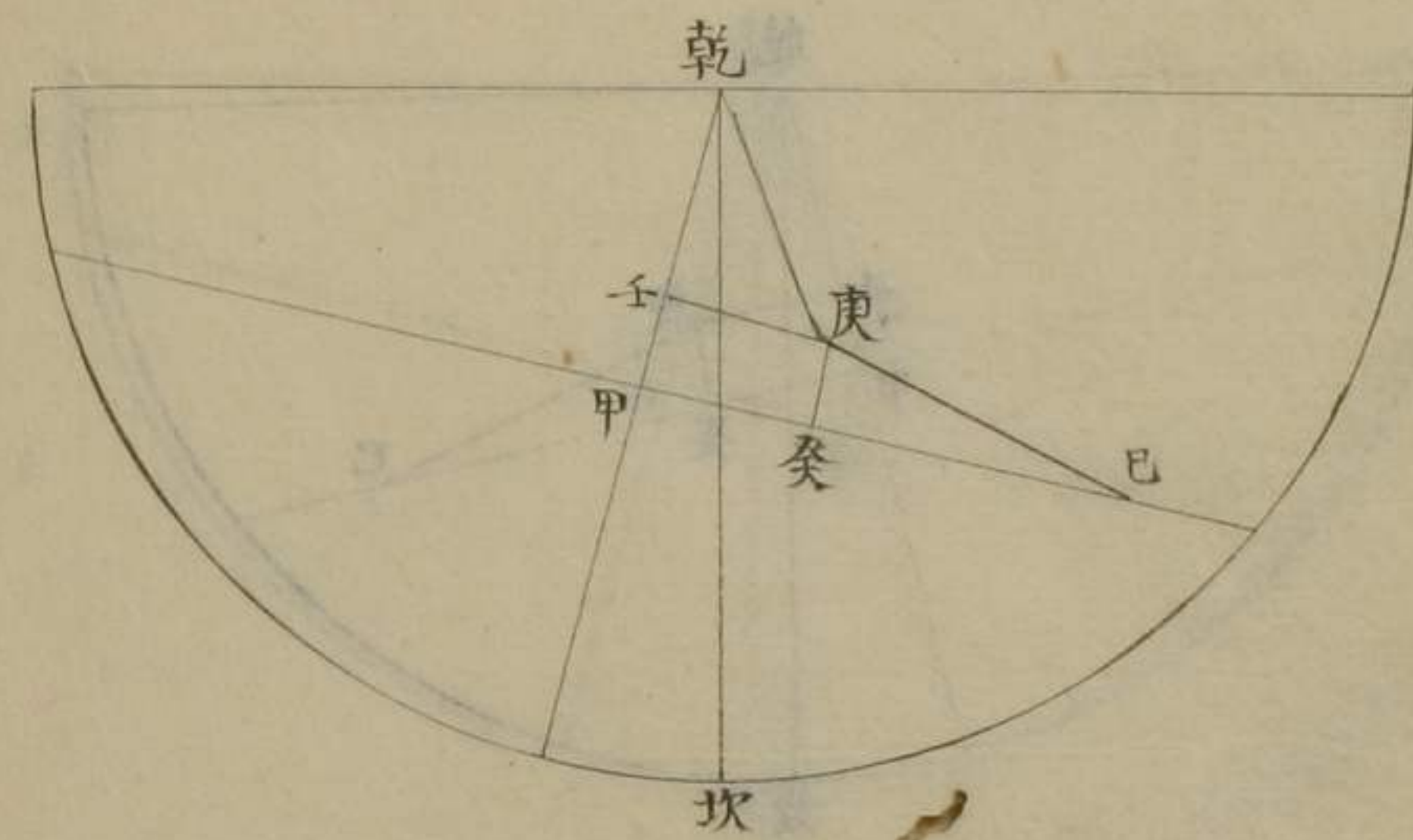
分五十八秒〇五。乾庚為
日距天頂二十一度一十
分一十八秒二二。在地則
為初虧用時高下差一十
九分二十六秒五三。庚乾
辛用為初虧用時赤經高
弧交角二十七度二十八
分四十五秒一〇。分辛乾
甲赤白二經交角一十五



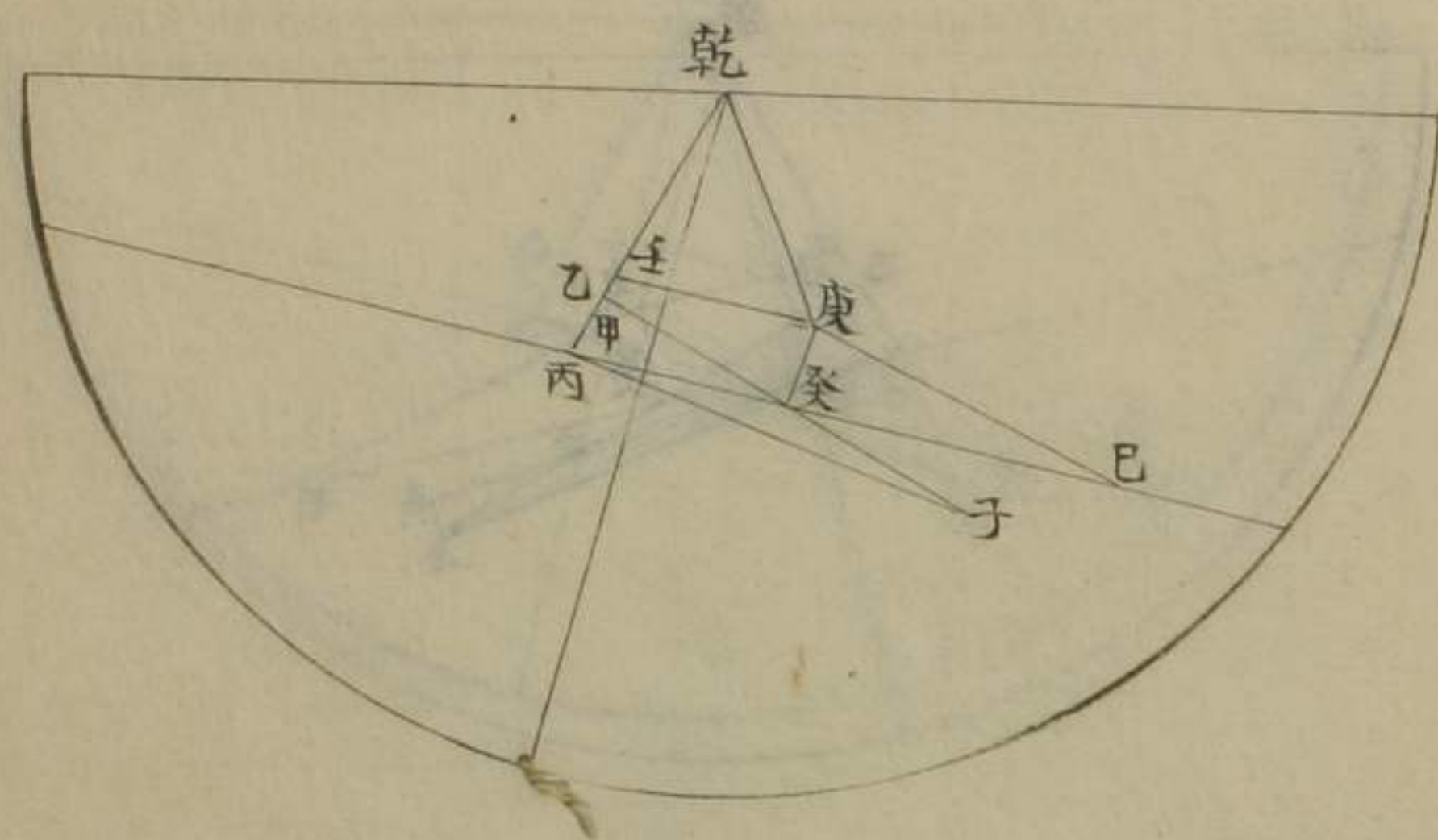
度六分一十五秒八六相
 加得庚乾甲角四十二度
 三十五分零百分秒之九
 十六為初虧用時白經高
 弧交角。赤經在高弧東白
 經又在赤經東故
 加庚壬為初虧用時東西
 差一十三分九秒三五分
 甲癸等。乾壬為初虧用時
 南北差一十四分一十八



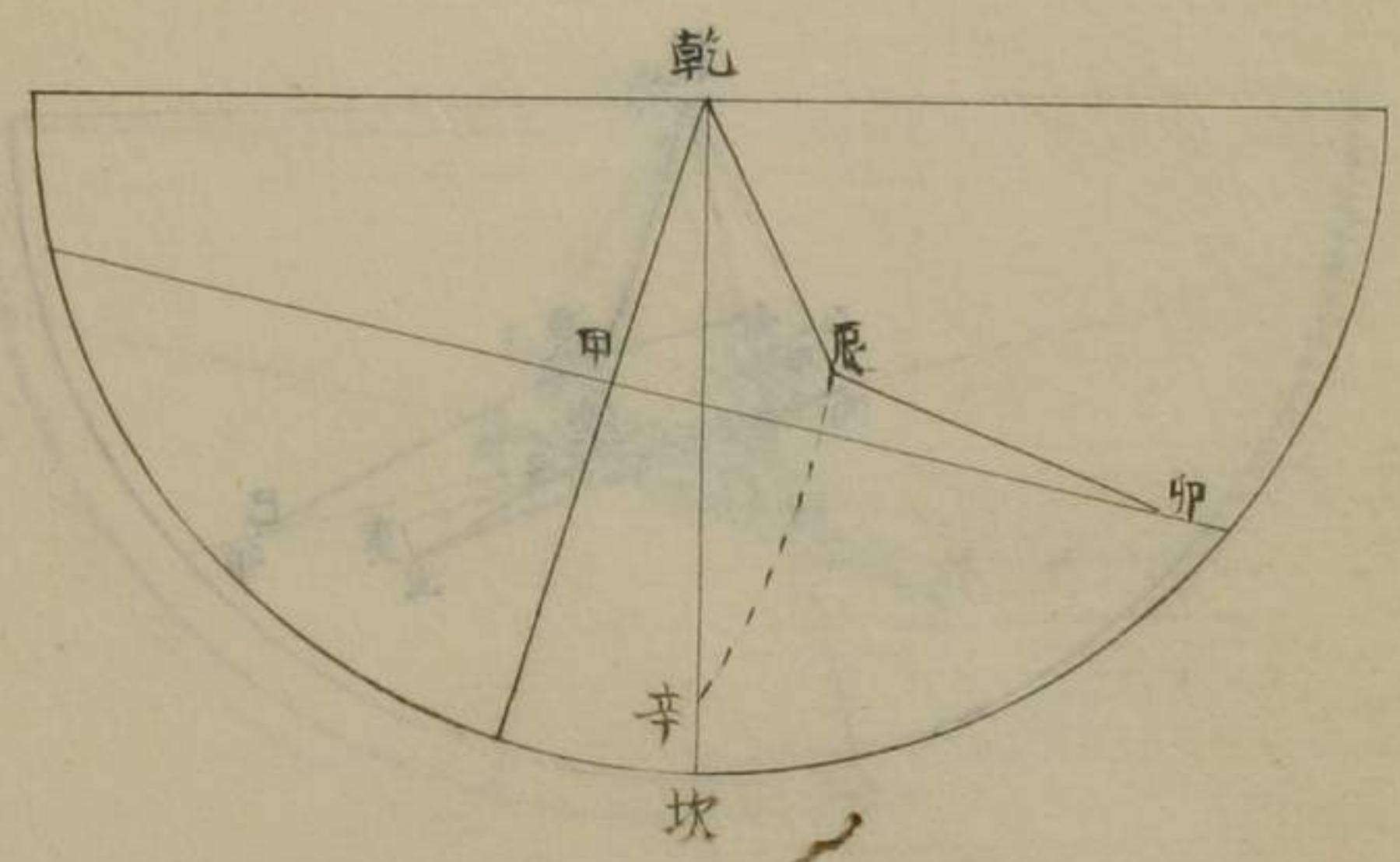
秒九〇。以甲癸分甲巳距
 弧相減。餘已癸二十七分
 五十秒四〇。以乾壬分乾
 甲相減。餘壬甲九分九秒
 五五。分庚癸等。用庚癸已
 勾股形求得庚已弦二十
 九分一十八秒四八為初
 虧用時兩心視相距。比併
 徑小一分零百分秒之一



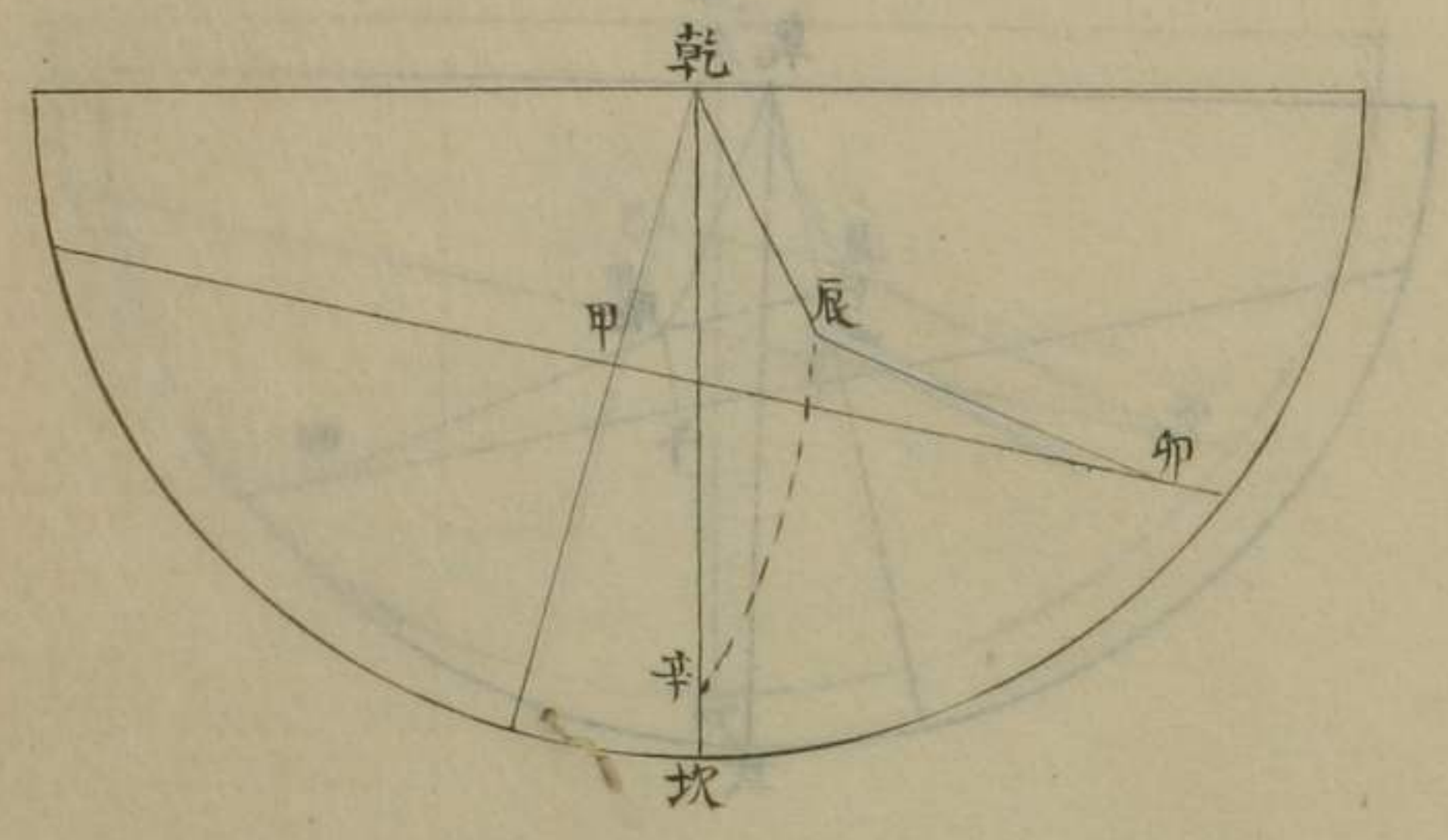
十七。則初虧真時必猶在
 用時前也。乃以初虧用時
 而心視相距為一率。初虧
 用時距分為二率。初虧用
 時而心視相距小於併徑
 之較為三率。求得四率三
 分二十九秒一六為初虧
 近時距分。乃初虧用時相
 減。初虧用時而心視相距小於併徑故減。相得



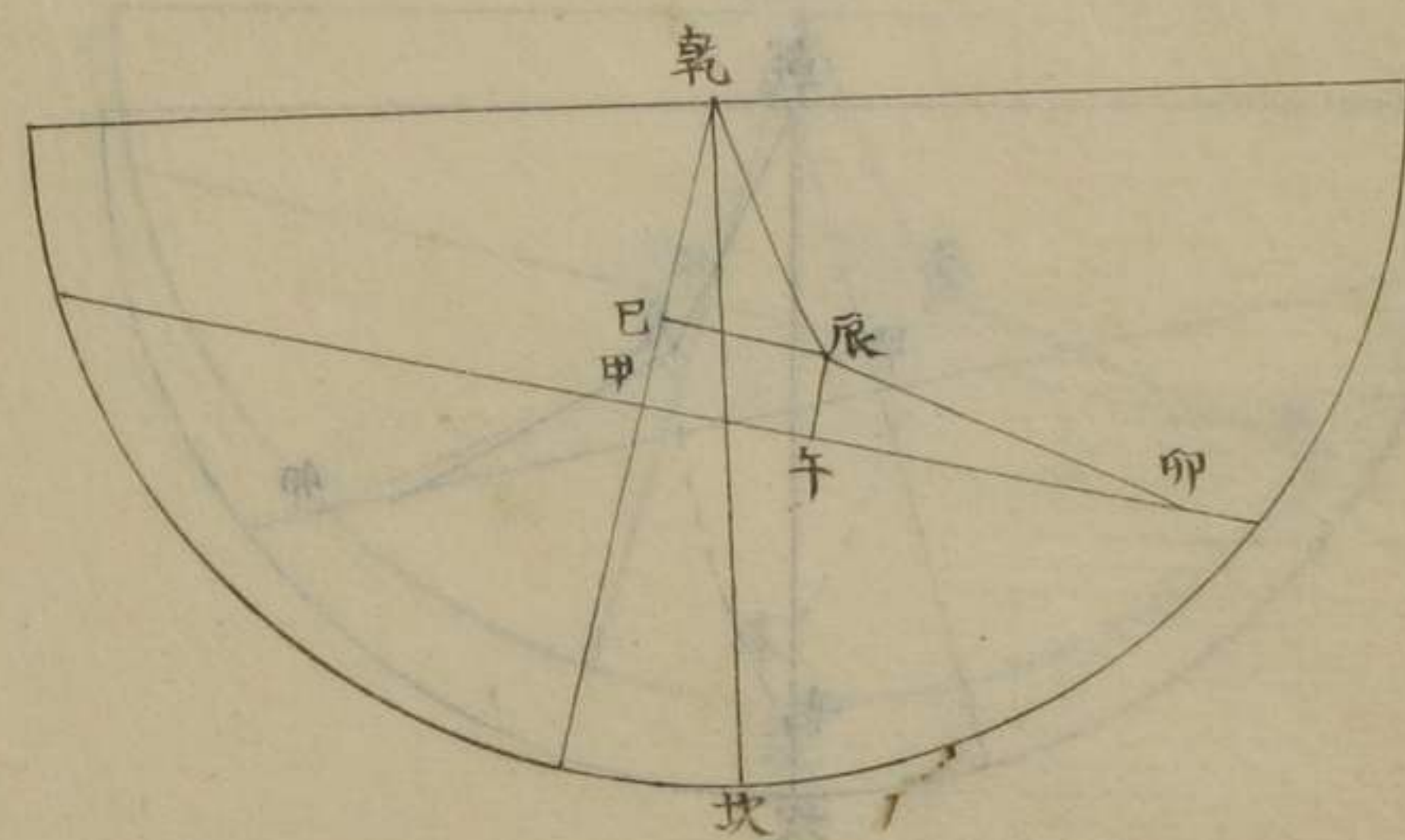
午初初刻六分一十八秒
 九七為初虧近時。蓋就食
 是真時乙點立算。乃庚已
 平行作乙子線。乃庚已等。
 即初虧用時而心視相距
 自丙至子。依丙子線即初
 虧用時視行。即初虧用時距食甚定真時
 視之以時刻而論。即初虧
 用時距分。即初虧用時距食甚定真時之



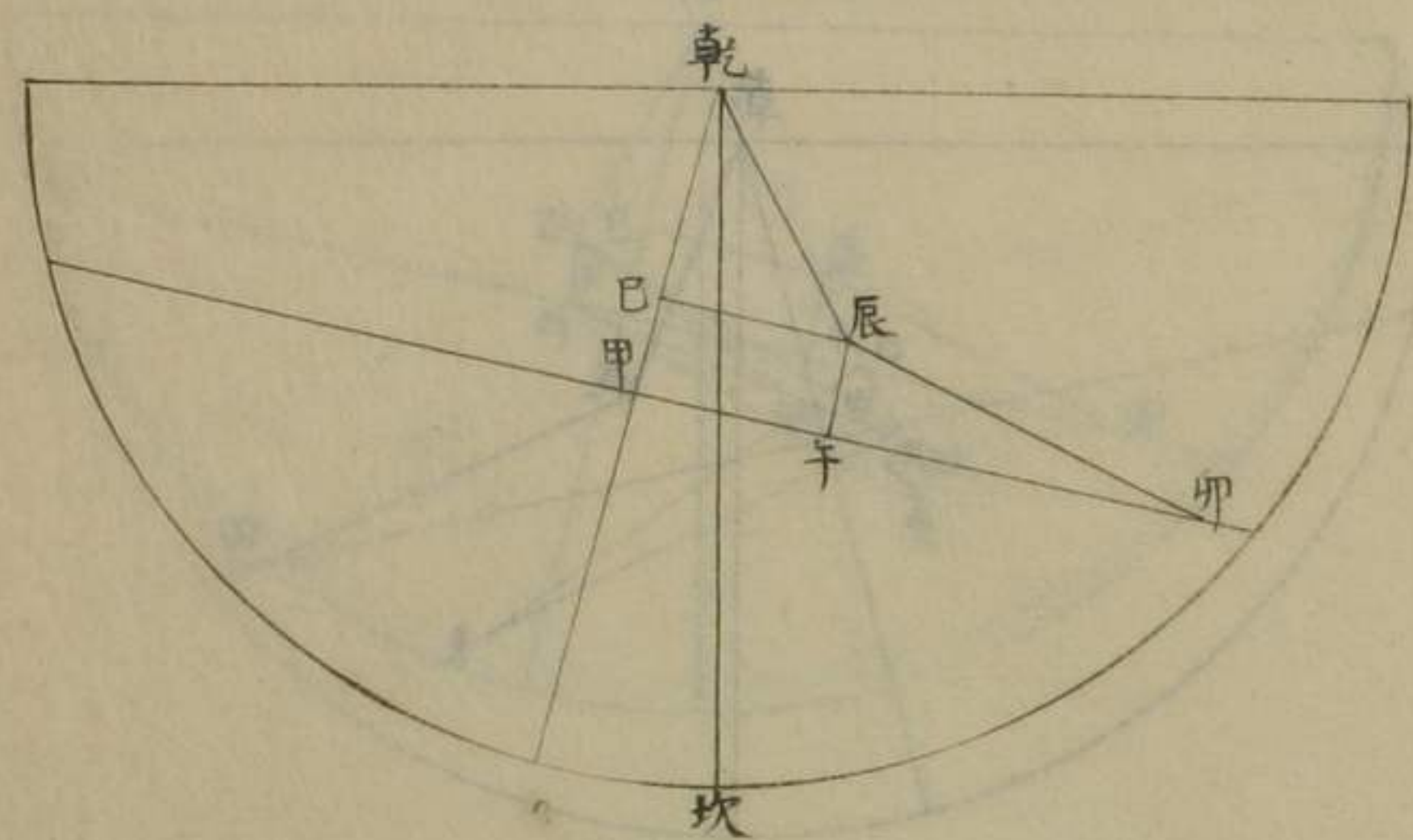
初虧近時月影心在卯甲
 卯為初虧近時距弧四十
 二分三十四秒八四以初
 時與食甚用時相減餘一
 時三十三分三十九秒九
 比倒得初虧近時距弧為
 日影心在辰辛辰為京師
 北極距天頂五十度五分
 辰辛乾角為日距午東一
 十三度二十五分一十五



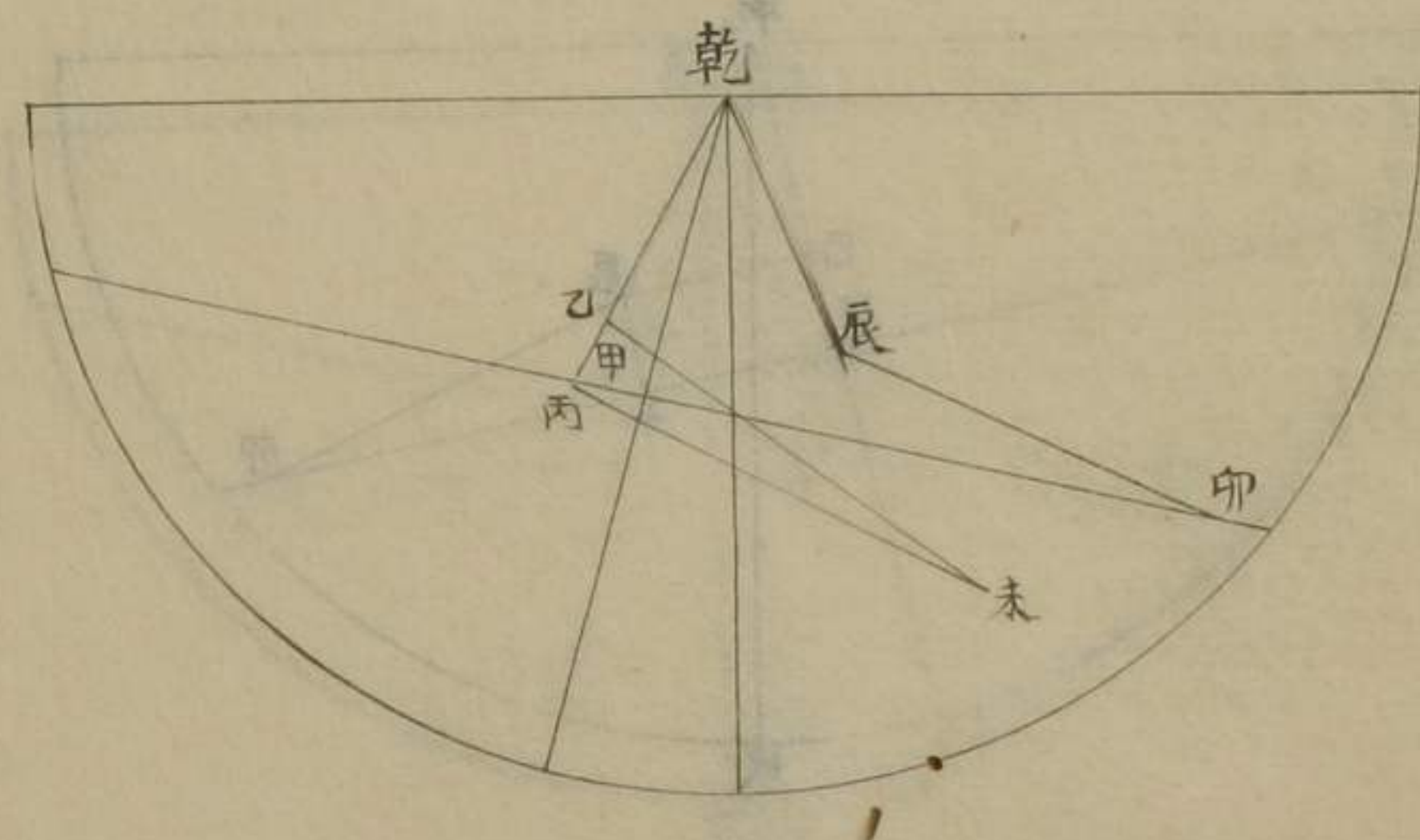
秒四五辰乾為日距天頂
 二十一度三十三分一十
 七秒九四在地為初虧近
 時高下差一十九分四十
 六秒六五辰乾辛角為初
 虧近時赤經高弧交角二
 十八度五十八分五十七
 秒四二與辛乾甲赤白二
 經交角相加得辰乾甲角



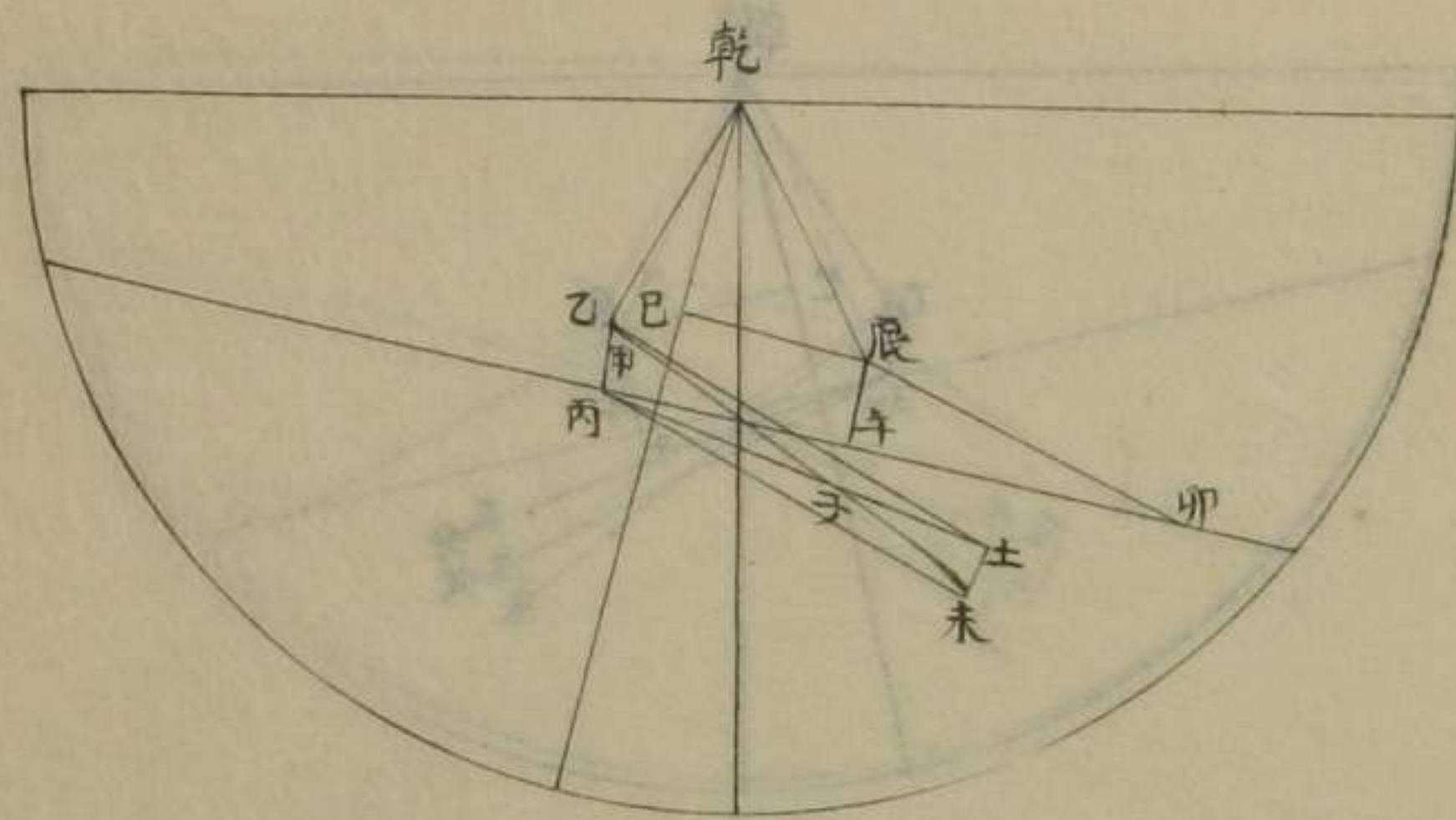
四十四度五分一十三秒
 二八為初虧近時白經高
 弧交角辰巳為初虧近時
 東西差一十三分四十五
 秒六一與甲午等乾巳為
 初虧近時南北差一十四
 分一十二秒三五以甲午
 與甲卯距弧相減餘午卯
 二十八分四十九秒二三。



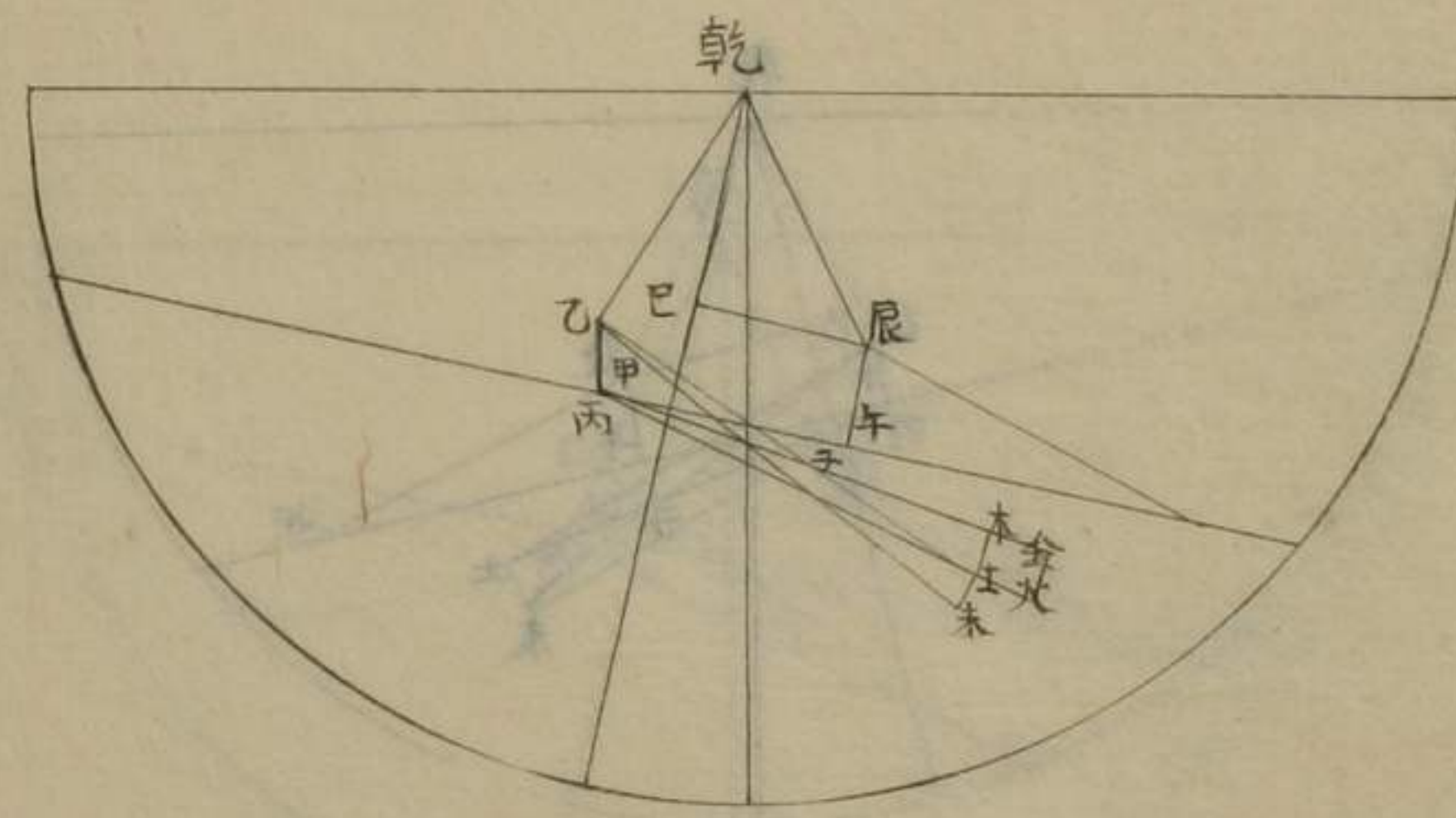
以乾巳與乾甲相減餘巳
 甲九分一十六秒一〇與
 辰午等用卯辰午勾股形
 求得辰卯弦三十分一十
 六秒四五為初虧近時兩
 心視相距此初虧用時兩
 心視相距大五十七秒九
 七而此併徑仍小二秒二
 〇則初虧真時必猶在近



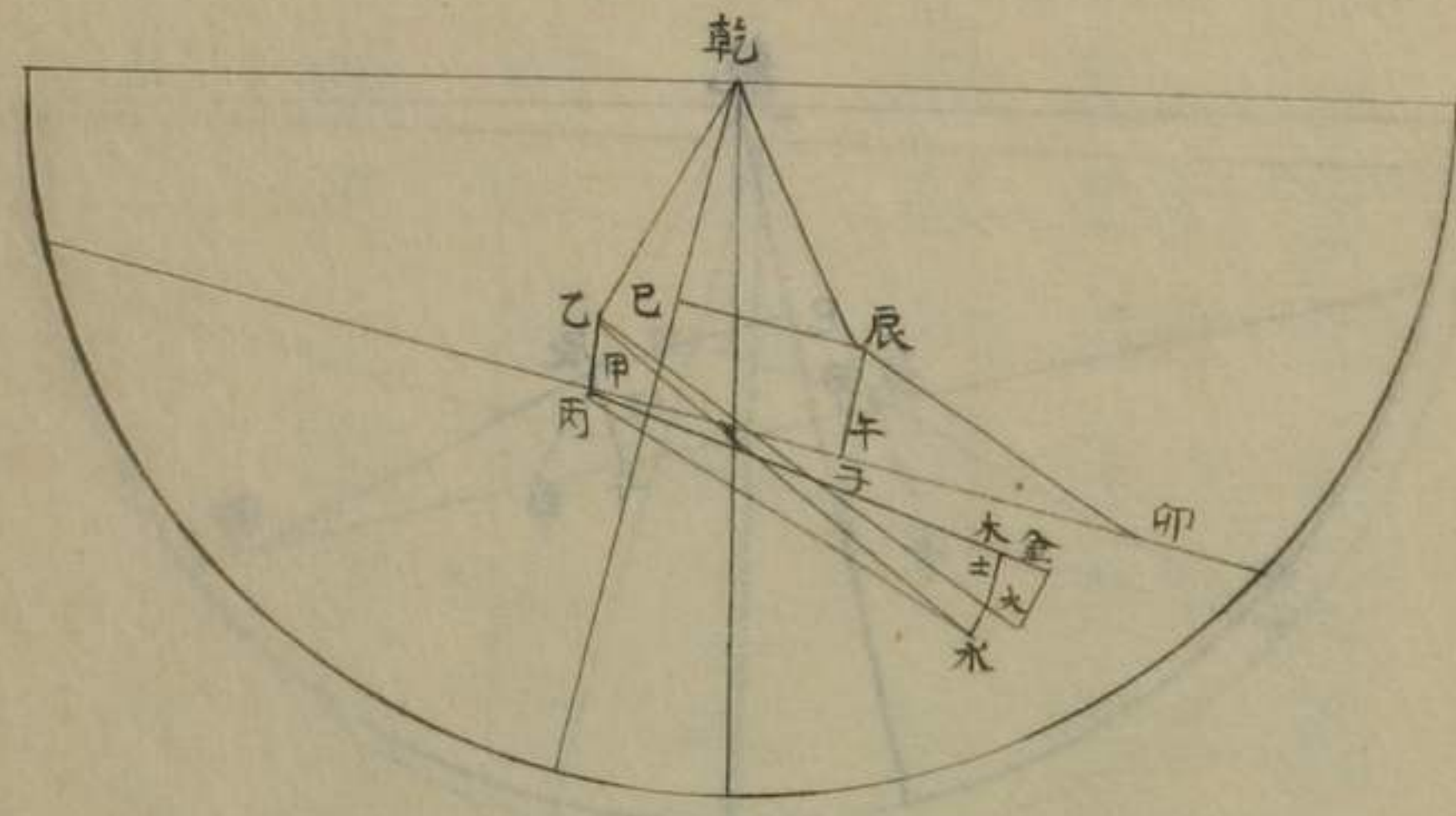
時前也。乃以用近二時兩
心視相距之較五十七秒
九七為一率。近時距分三
分二十九秒一六為二率。
用時兩心視相距小於併
徑之較一分零百分秒之
一十七為三率。求得四率
三分三十七秒一一。與初
虧用時相減。得午初初刻



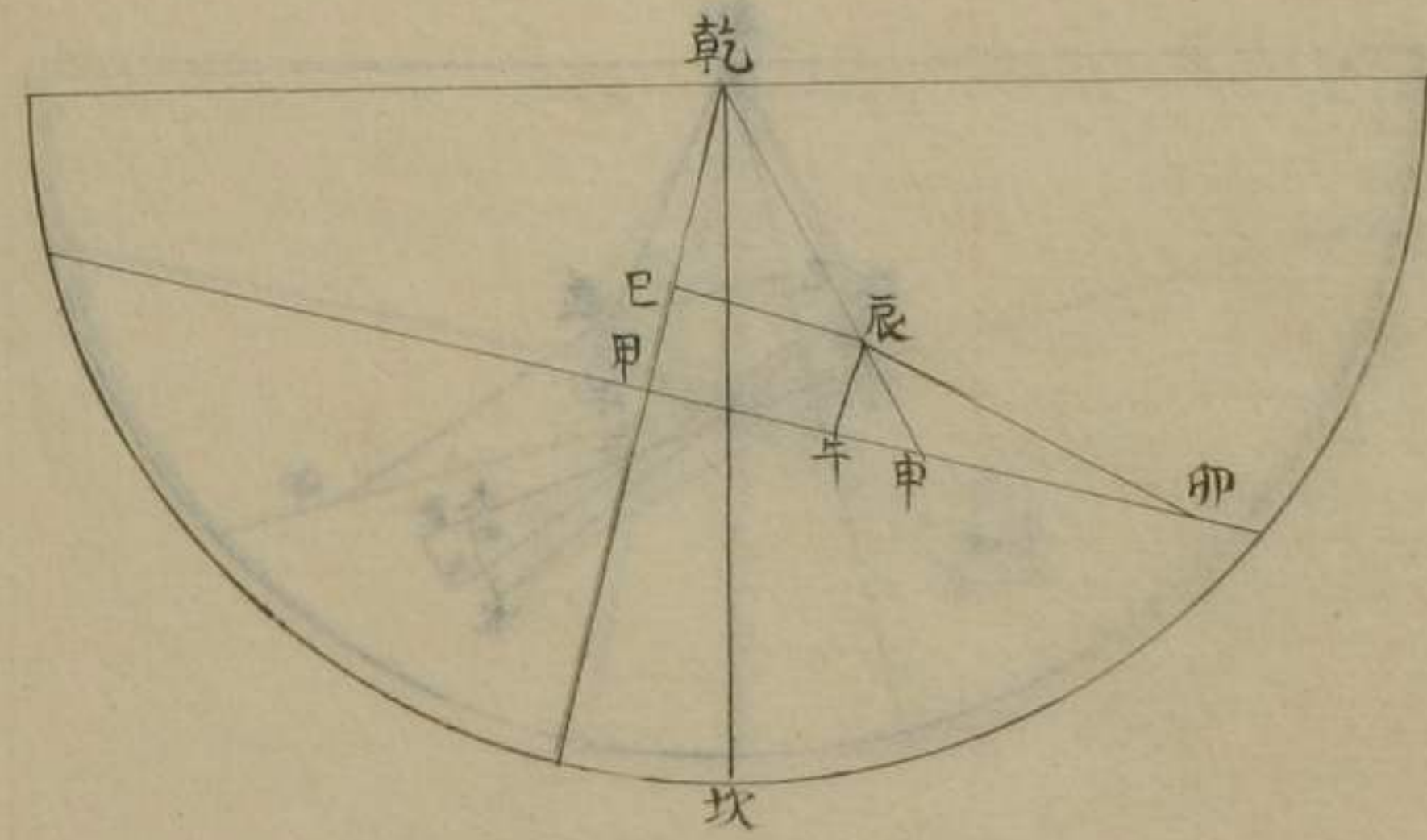
六分一十一秒〇二為初
虧真時。蓋仍就乙點立算。
與辰卯平行作乙未線。與
辰卯等。即初虧近時兩心
視相距。自丙至未作丙未
線。即初虧近時視行。試依
乙未之分將初虧用時兩
心視相距之丙子線引長
至土。則子土即初虧用近



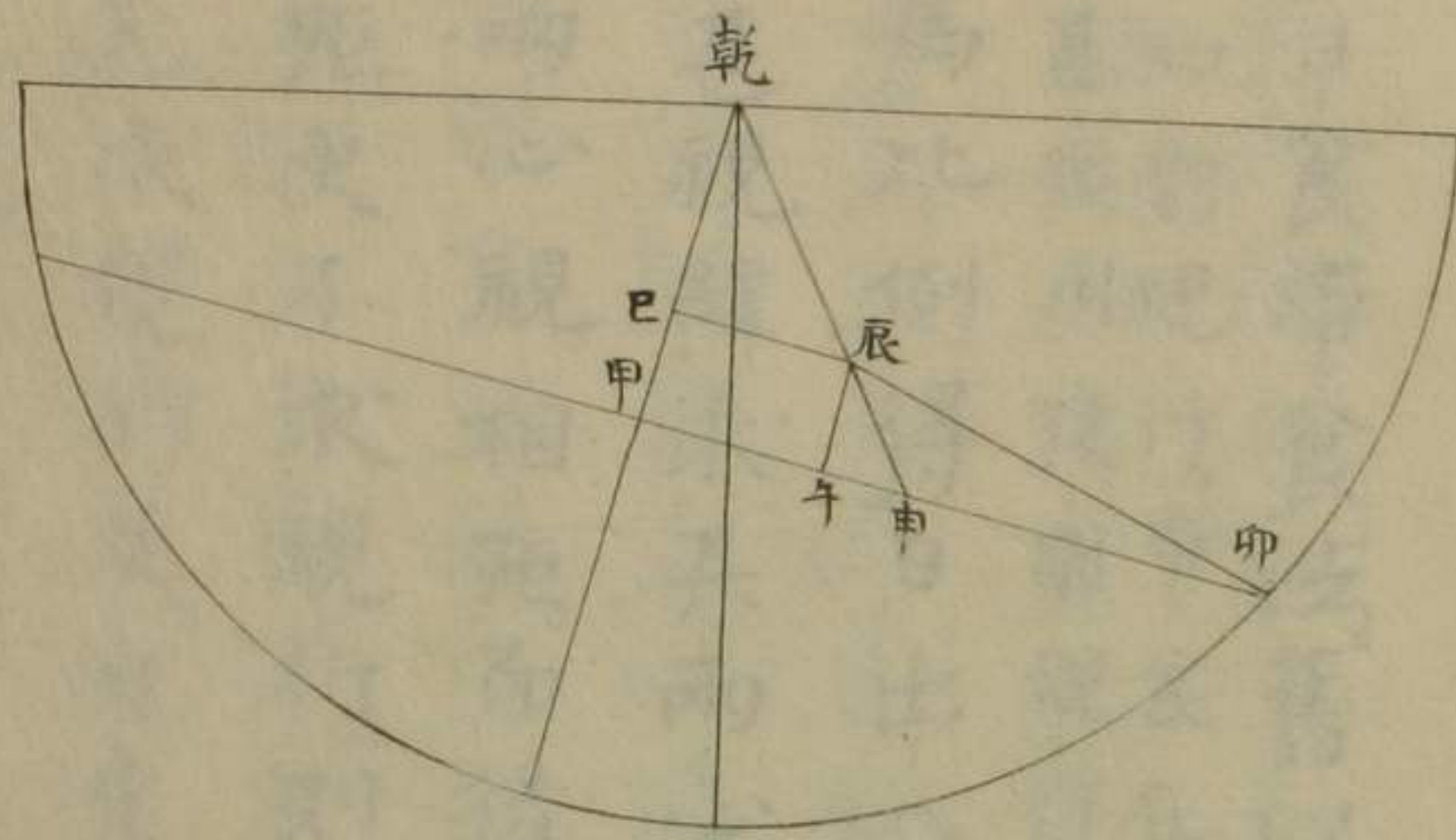
二時兩心視相距之較。依
丙未之分將初虧用時視
行之丙子線引長至未。則
子未即初虧用近二時兩
視行之較。又依併徑之分
將乙子線引長至火。與土
木平行作火金線。將丙木
線引長合之於金。則子火
即初虧用真二時兩心視



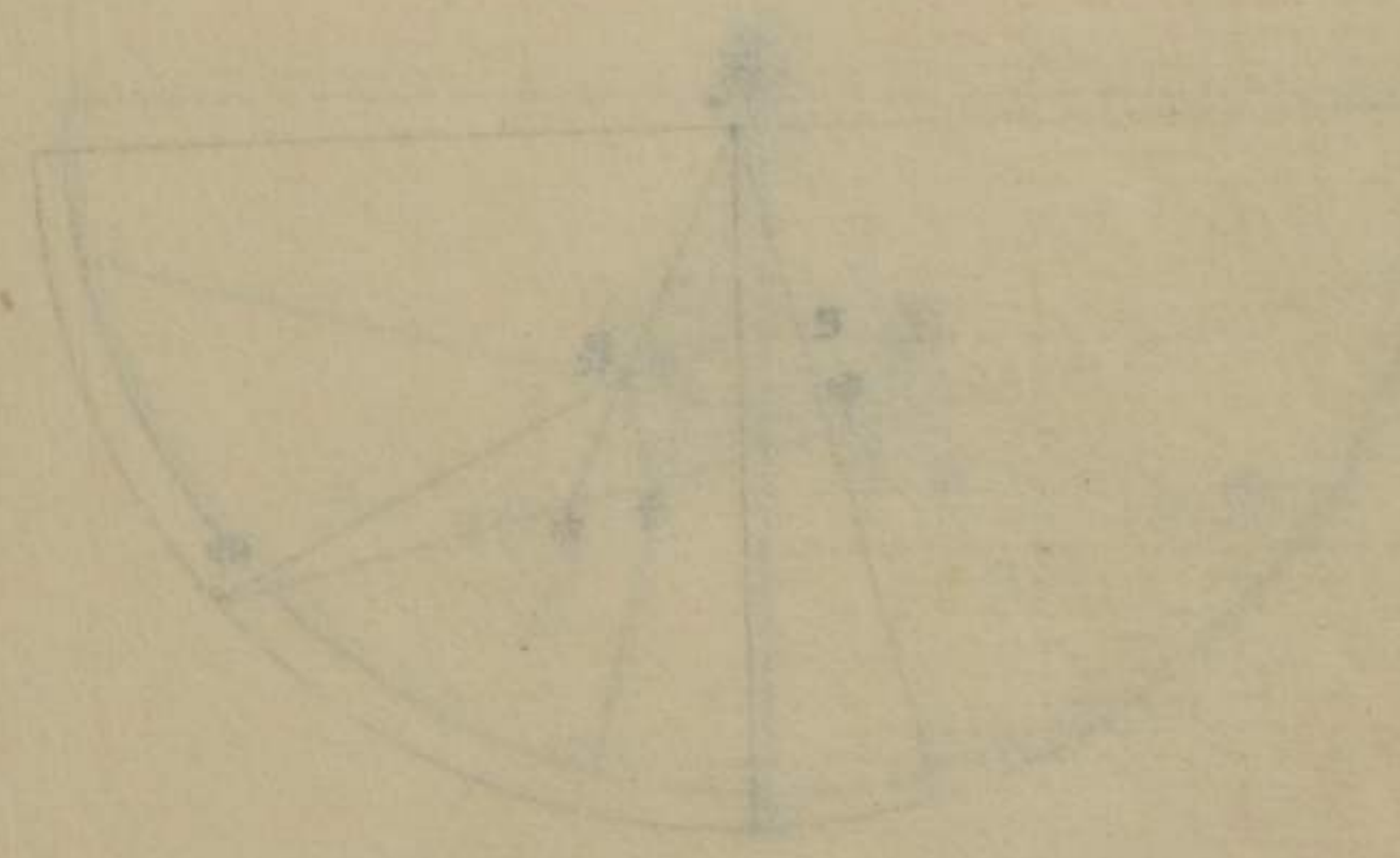
相距之較。子金即初虧用
真二時兩視行之較。故子
土與行子木弧時分之比。
即同於子火與行子金弧
時分之比。以子金與丙子
相加。得丙金與丙水等。故
以木點為初虧真時之月
影心。丙水為初虧真時距
食甚之視行。其乙木兩心



視相距。乃與併徑相等也。
 於是。以初虧真時。依法求
 其兩心視相距。果得三十
 分一十八秒六五。與併徑
 合。則初虧真時。即為初虧
 定真時。如或大或小。則又
 以辰午與卯午之比。同於
 半徑。乃卯辰午角正切線
 之比。而卯辰午角。即併徑



白經交角。與申辰午白經
 高弧交角相減。辰午與乾
 日影所當白道經圈。故申
 辰午角。與辰乾甲角等。申
 乾高弧。在卯辰午角。等申
 之內。故減在外。則加餘卯
 辰申角。為併徑高弧交角。
 日在辰。月在卯。卯辰為併
 徑。申乾為高弧。申為上乾
 為下。初虧方位。為上偏右。
 邊角俱用初虧定真時。立
 算。因與初虧近時相去不



遠故借近時之圖以明之。因卽以併徑立算。故質名之曰併徑高弧交角。不必又求緯差角與黃道高弧交角相加減而後爲定交角也。復因倣此。

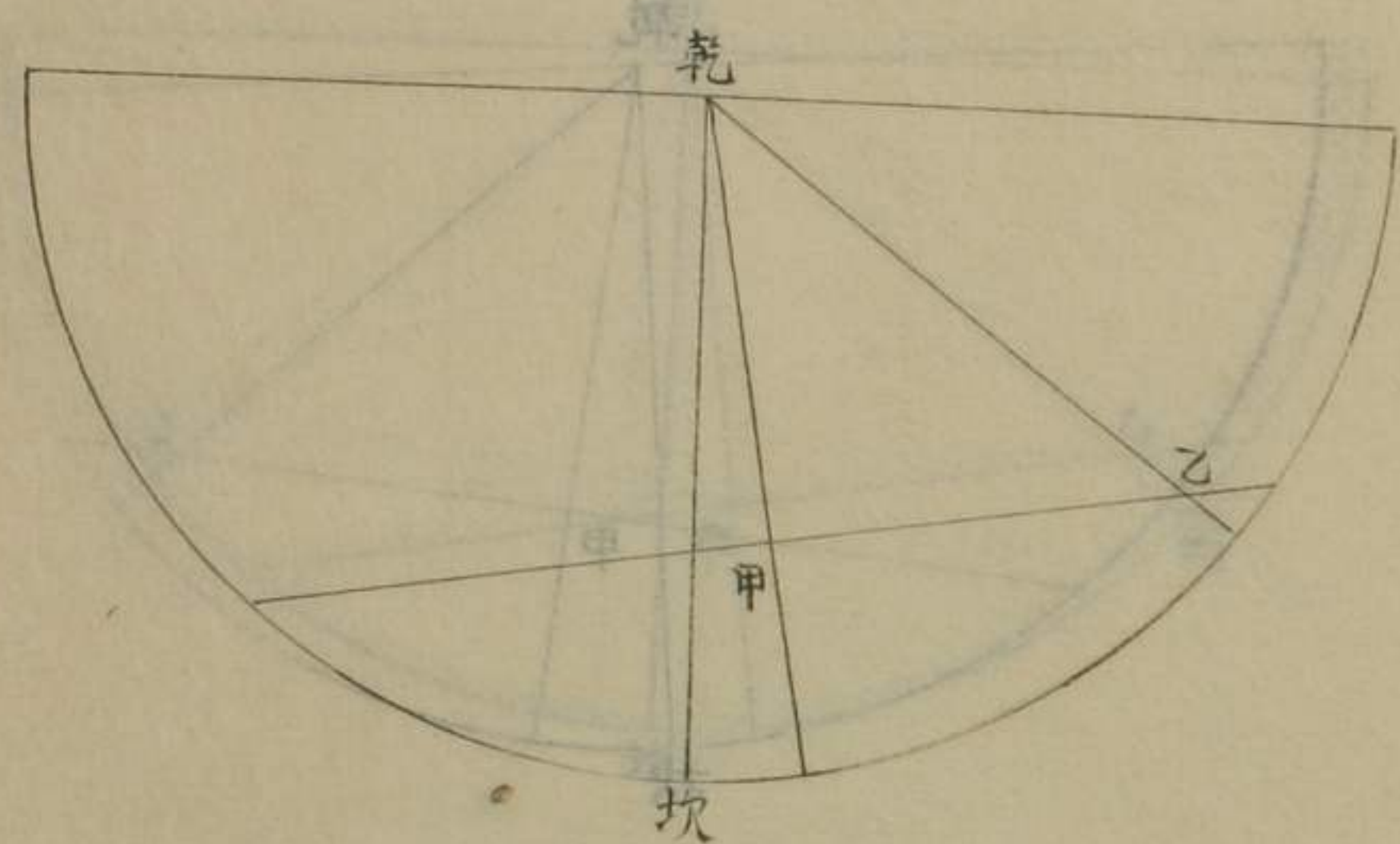
求日食帶食

推日食帶食法。舊以初虧復圓距時之視行。帶食在食甚前用初虧視行帶食在食甚後用復圓視行與日出入距食甚之時分。卽帶食距爲比例得日出入距食甚之視行。卽帶食距弧而後與食甚視緯求其兩心視相距。下編仍之。今推食甚先求兩心視相距而後求視行。初虧復圓止求兩心視相距。更不求視行。則帶食亦可逕求兩心視相距。不待先求視行矣。且舊法推視行。雖不見初虧食甚或不見食甚復圓。皆猶多此一算。今逕求兩心視相距。

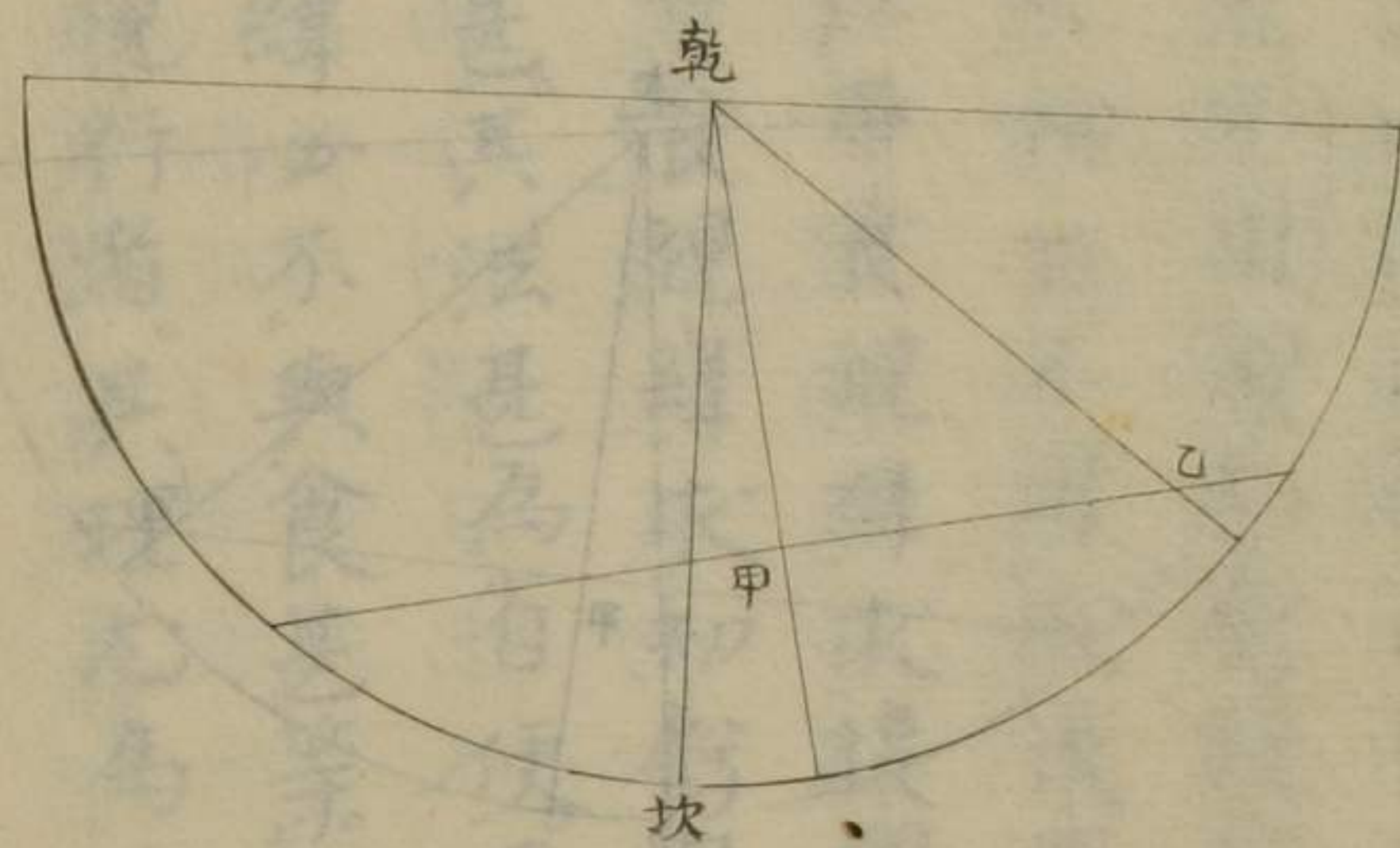
則以地平為斷。凡已初虧而帶出者。止求帶出時之相距。不用求初虧視行。未復圓而帶入者。止求帶入時之相距。不用求復圓視行。若已過食甚而帶出者。即以帶食視緯求復圓用時。未及食甚而帶入者。即以帶食視緯求初虧用時。固不用求視行。亦不用求食甚。其法甚為省便。況視行不與白道平行。帶食之視緯必不與食甚等。則逕求帶食兩心視相距而不用視行者。其理尤為確準也。

本日食帶食

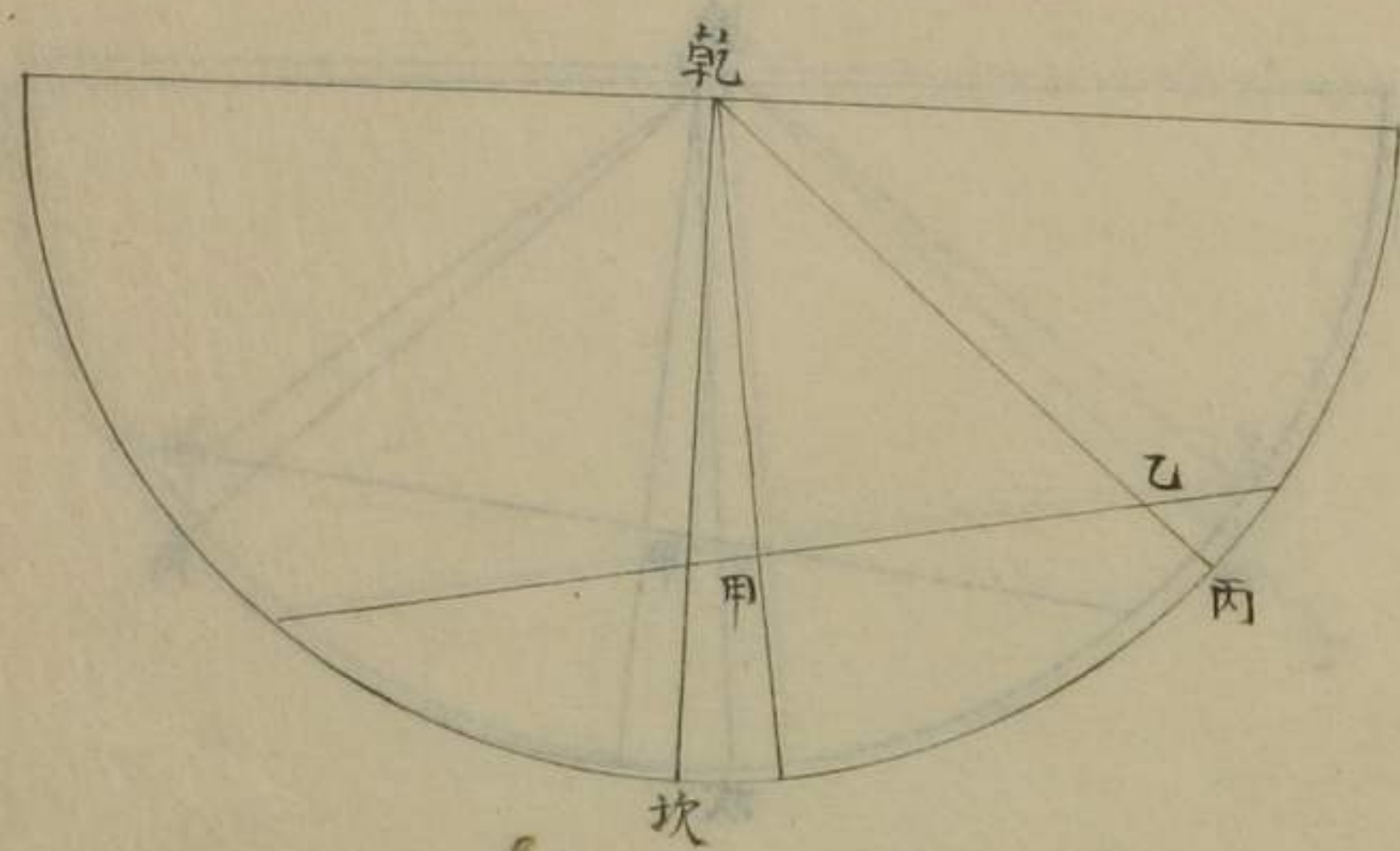
如雍正九年辛亥十二月



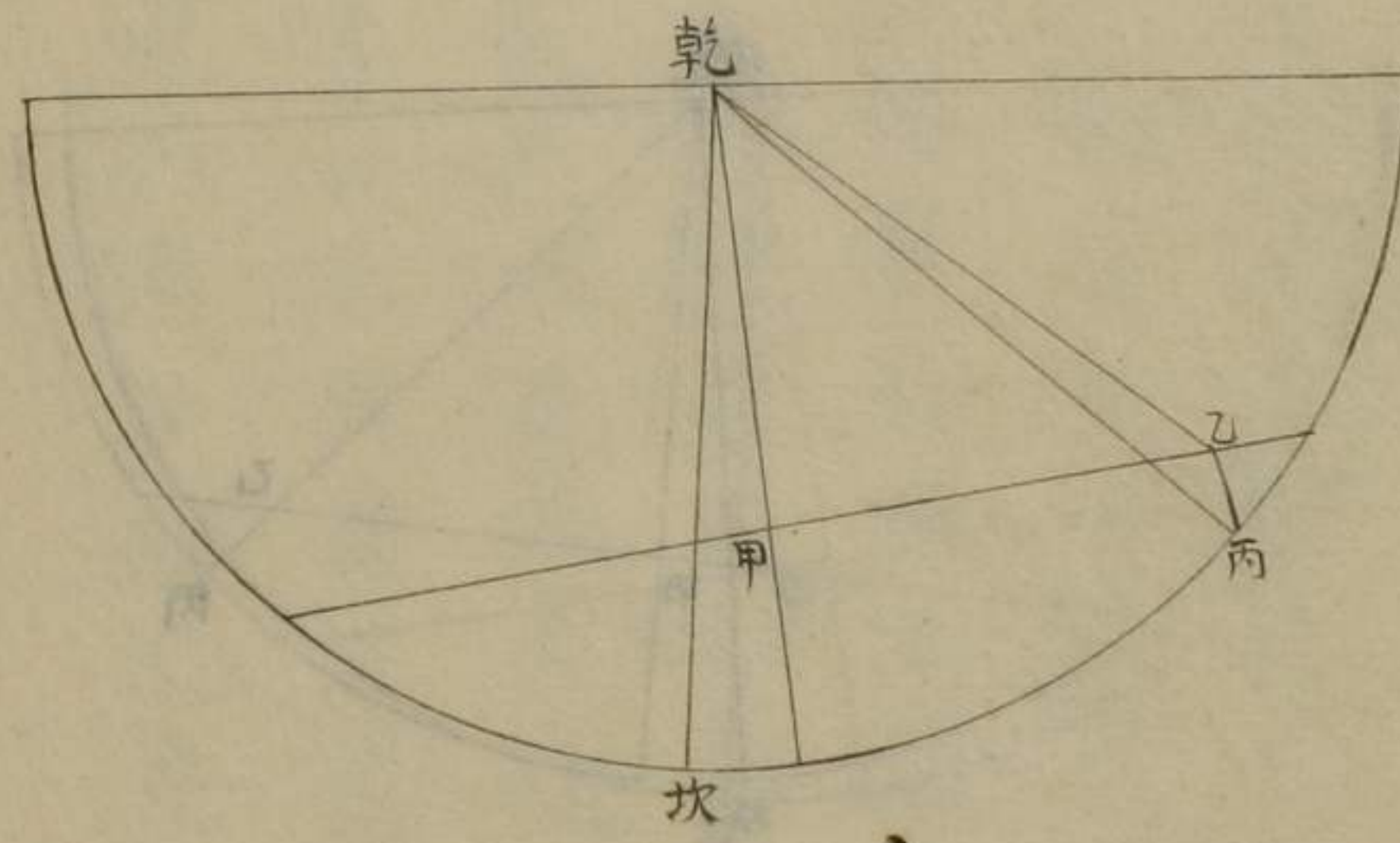
庚寅朔。日食帶食。食甚用
時辰正二刻一分五十一
秒一六。日出辰初一刻九
分二十九秒三三。在用時
前四刻七分二十一秒九
三。以一小時兩經斜距三
十三分二十秒二三為比
例得甲乙三十七分一十
四秒五四為帶食距弧。甲



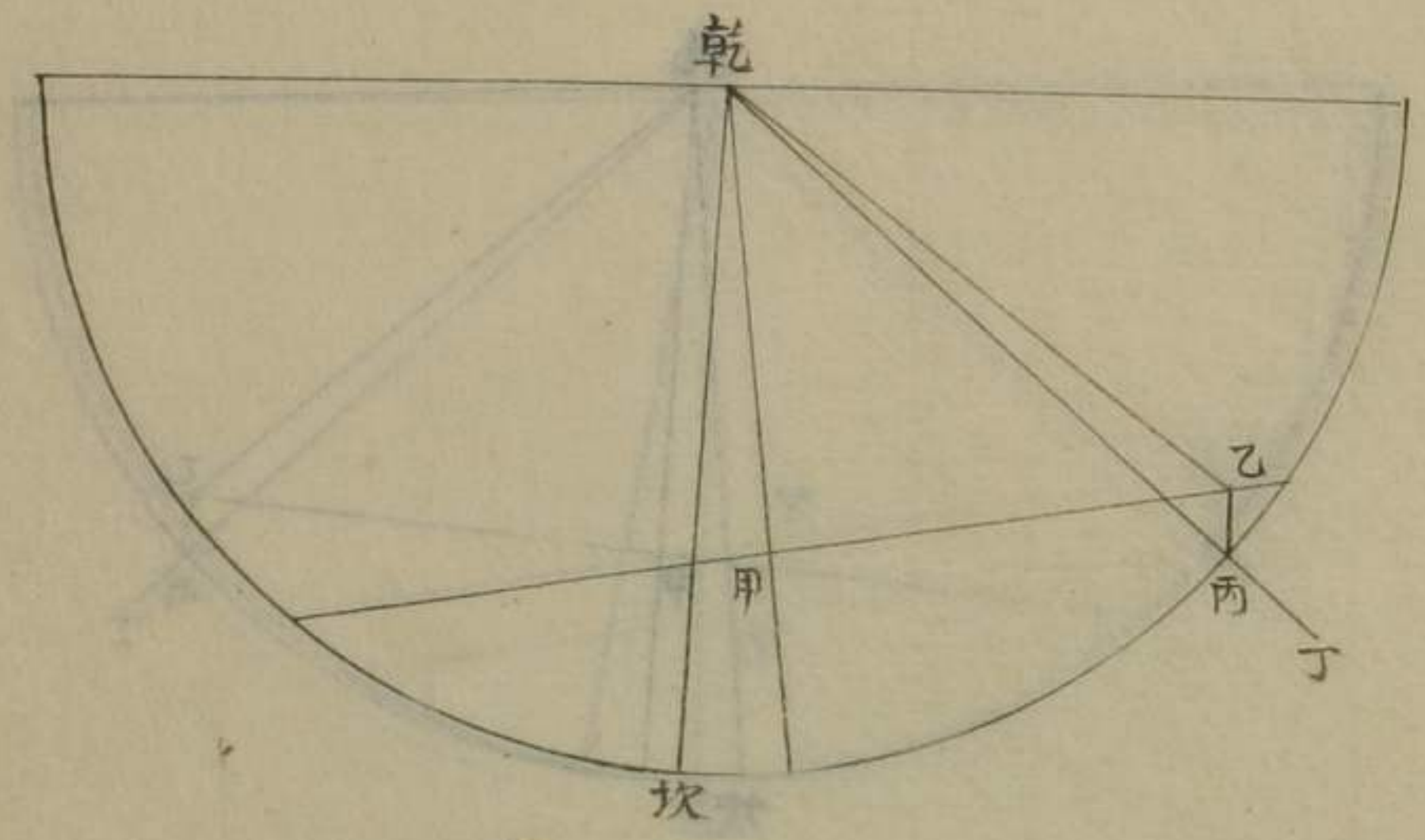
為用時月影心。乙為帶食
月影心。乾甲為用時兩心
實相距四十三分三十七
秒八〇。甲乾乙角為帶食
對距弧角四十度三十九
分二秒二八。乾乙為帶食
兩心實相距五十七分二
十一秒八一。坎乾甲角為
赤白二經交角八度四十



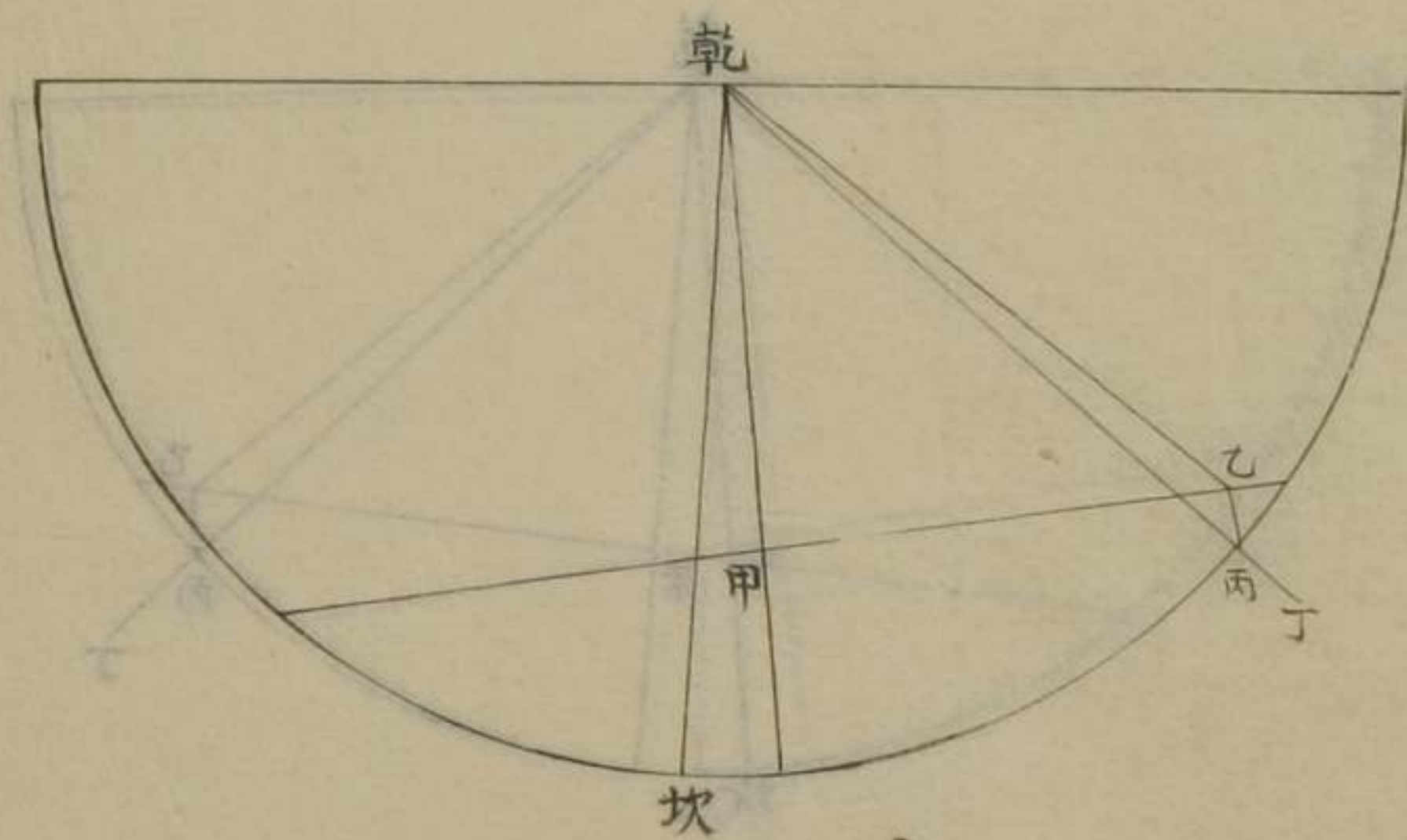
分五十九秒六八。本時日在
經在赤經西。月在正交後。
白經又在黃經西。故白經
更在赤坎乾丙角為日出
時赤經高弧交角四十五
度四十分四十八秒三八。
赤經在內減坎乾甲角。餘
高弧東。內減坎乾甲角。餘
甲乾丙角三十六度五十
九分五十七秒七〇。為日
出時白經高弧交角。在赤經
在高



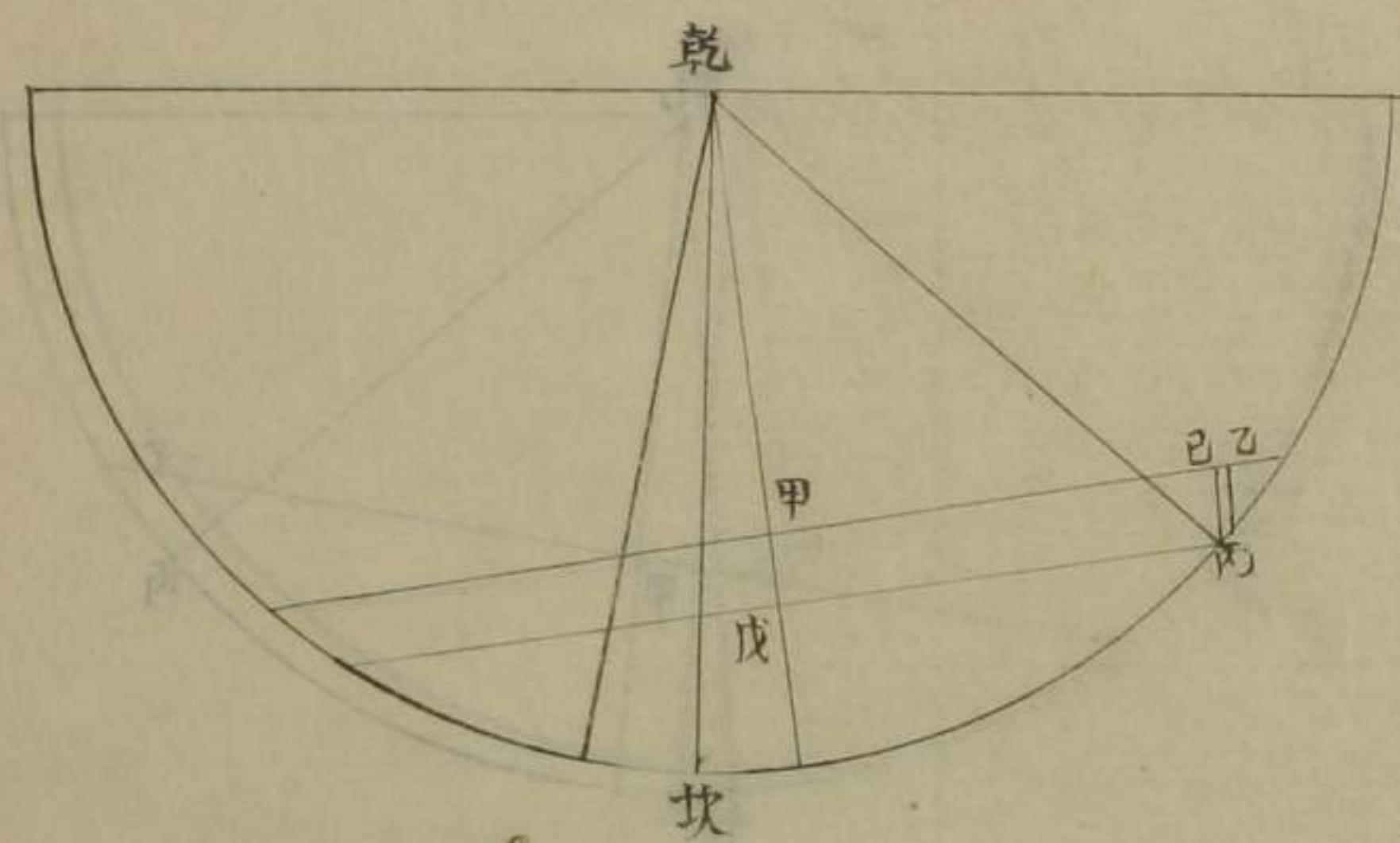
弧東。白經在赤經西。故以
 赤白二經交角與赤經高
 弧交角相減。餘為與甲乾
 白經高弧交角。與甲乾
 乙對距弧角相減。餘乙乾
 丙角三度二十九分四秒
 五八為帶食對兩心視相
 距角。丙為帶食日影心。丙
 乾為地平高下差五十九
 分二十秒二。用乾丙乙
 三角形求得丙角五十九



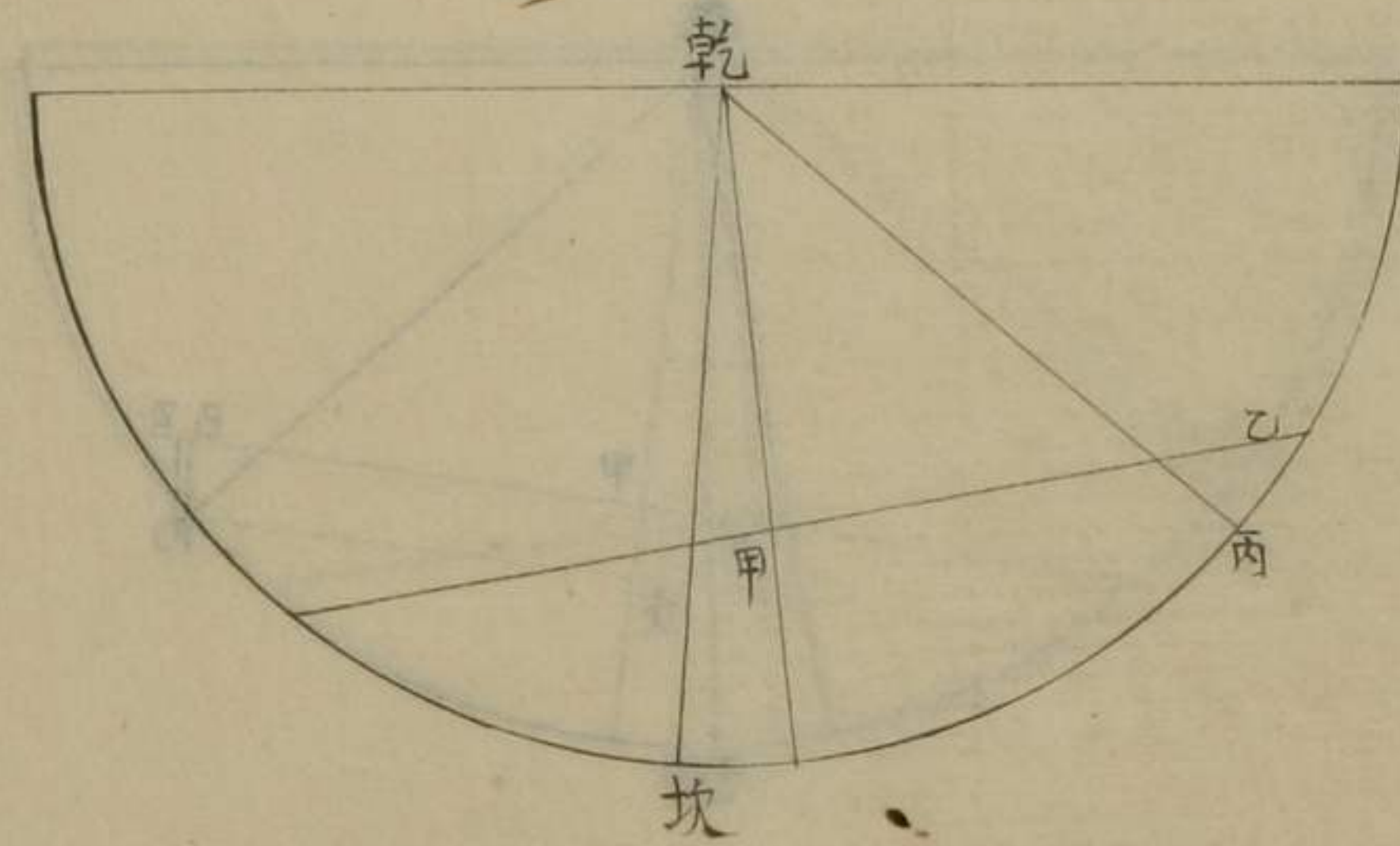
度一十一分一十七秒四
 七為帶食對兩心實相距
 角。即帶食方位角。與半周
 相減。餘乙丙丁角一百二
 十度四十九分為帶食視
 距高弧交角。方位角正用
度分故不計
 秒。丁為上。乾為下。帶食方
 位為右偏下。又求得乙丙
 邊四分三秒五七為帶食



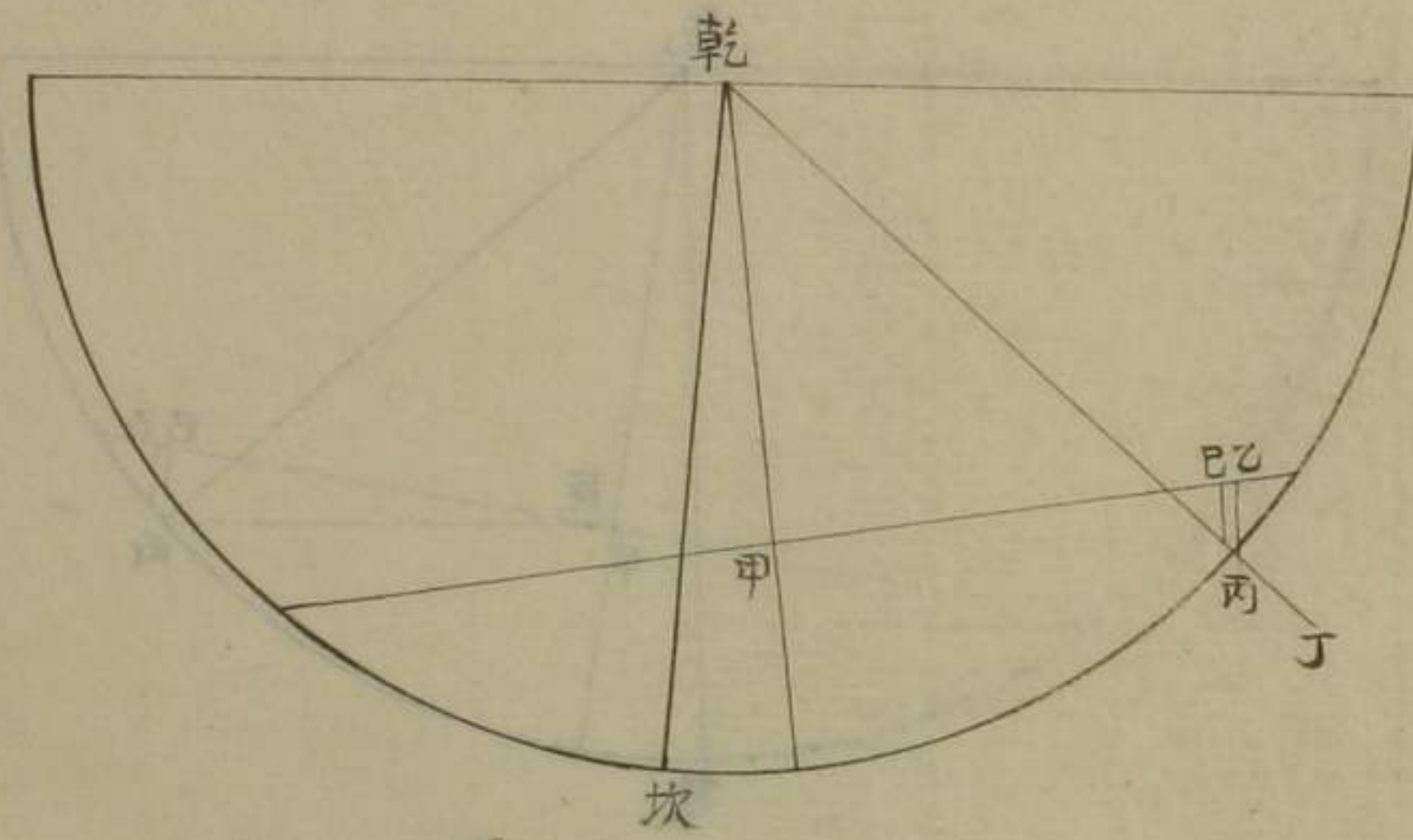
兩心視相距與日月實併
徑三十一分二十一秒四
四相減餘二十八分一十
七秒八七。以日全徑三十
二分四十六秒作十分為
比例得八分三十八秒一
七。即帶食分秒也。
又法以甲乾丙白經高弧
交角及丙乾高下差求得



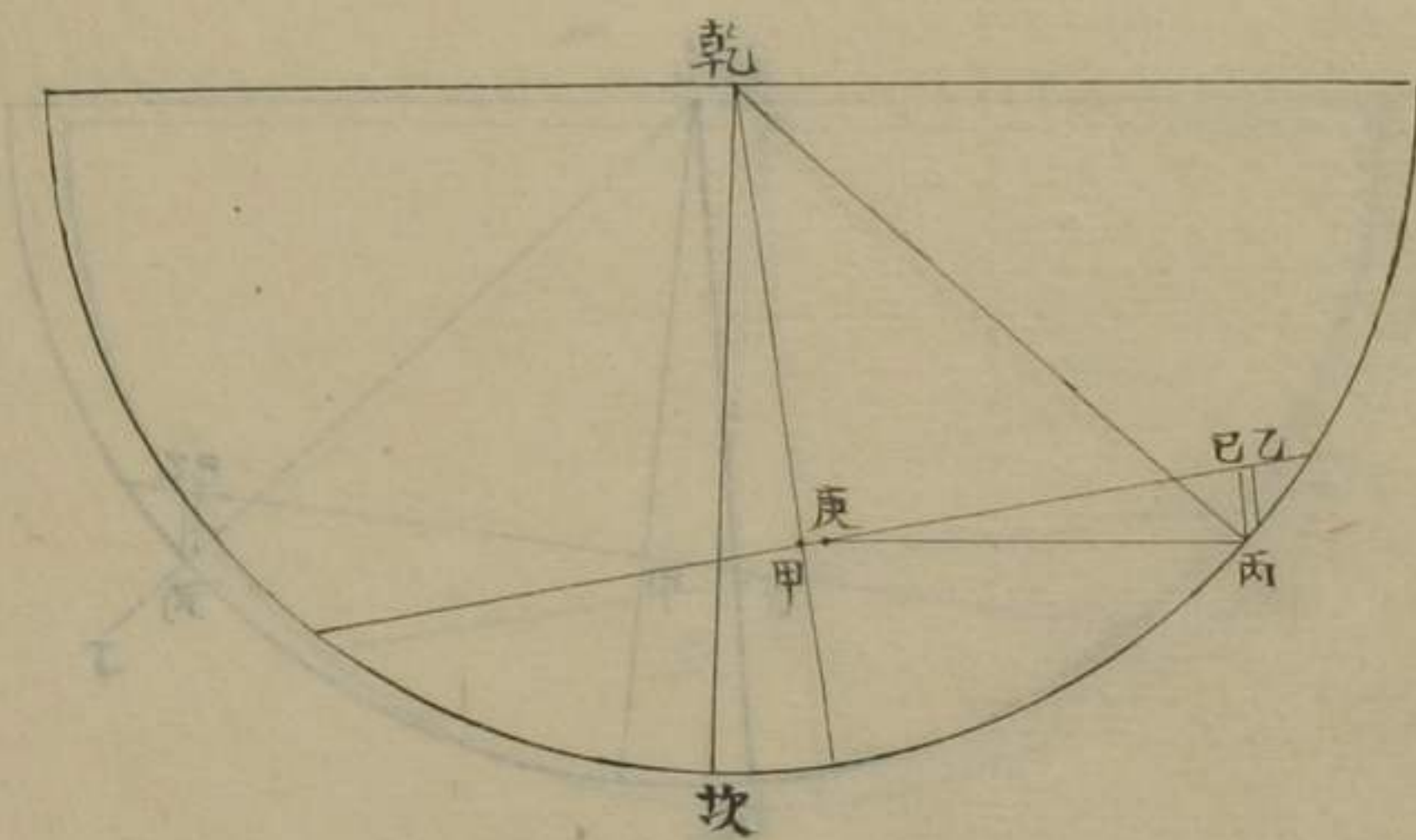
戊丙東西差三十五分四
十二秒五六。與甲已等。乾
戊南北差四十七分二十
三秒三三。以乾甲實緯
乾戊南北差相減餘戊甲
三分四十五秒五三。與丙
已等。為帶食視緯。以甲已
東西差與甲乙帶食距弧
相減餘乙已一分三十一



秒九八為帶食視距弧用
乙丙已勾股形求得乙丙
弦四分三秒五七為帶食
兩心視相距與前所得數
同又以丙已與乙已之比
同於半徑一千萬與丙角
正切線之比而得丙角二
十二度一十一分一十五
秒與乾丙已白經高弧交



角相加乾丙已角與得乙
丙乾角五十九度一十一
分與半周相減餘乙丙丁
角一百二十度四十九分
為帶食視距高弧交角亦
與前所得數同此乙丙視
距本與視行成直角雖非
視行然相帶食在食甚前
去不遠必按求食甚真時之添求



得真時兩心視相距再求
 復圓用時如帶食在食甚
 後者則不用求食甚即以
 丙已帶食視緯為勾丙庚
 併往為弦求得已庚股與
 乙已帶食視距弧相加得
 乙庚為復圓距弧甲乙帶
 大於東西差乙庚大於已
 庚故加若甲乙帶食距弧
 小於東西差而乙
 庚小於已庚則減以一小

時兩經斜距為比例即得
 復圓距時與日出時刻相
 加即得復圓用時也帶食
 復圓在日出後故若帶
 食入地初虧在日入前則
 減帶食入地者倣此

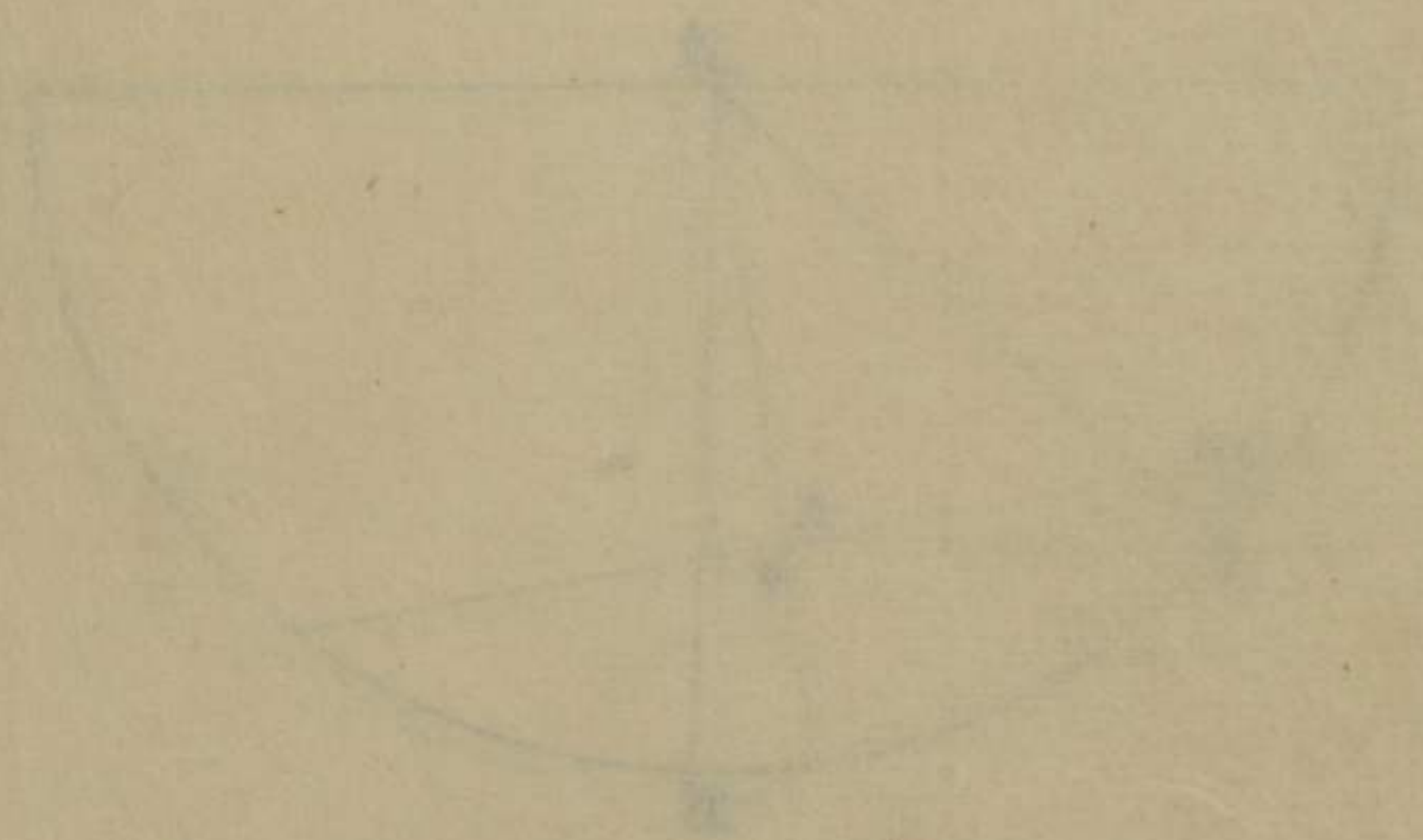


Figure 1: A faint, large-scale diagram or map, possibly a celestial chart or a geographical map, spanning across the top half of the right page. It features a curved line, possibly a horizon or a celestial equator, with several points marked along it and within the area above. The lines are very light and the overall impression is that of a ghostly or faded drawing.

Figure 2: A block of text in a traditional Chinese script, arranged in vertical columns. The text is very faint and appears to be a transcription or a list of characters. It is located in the lower half of the right page, below the diagram.

