



御製曆象考成上編

交食合論
月食曆理

六七

225
644
6





御製曆象考成上編卷六

交食曆理一 日食月食合論

交食總論

朔望有本實之殊

朔望月時

日月食之理

日月食之狀

日月食之驗

日月食之測



御製曆象考成上編卷六

交食曆理一 日食月食合論

交食總論

朔望有平實之殊

朔望用時

求日月距地與地半徑之比例

日月視徑

求日月實徑與地徑之比例

地影半徑

日月食之類
日月食之類
日月食之類
日月食之類
日月食之類
日月食之類
日月食之類
日月食之類
日月食之類
日月食之類

交食總論

交食總論一 日月食合論

日月食合論卷六

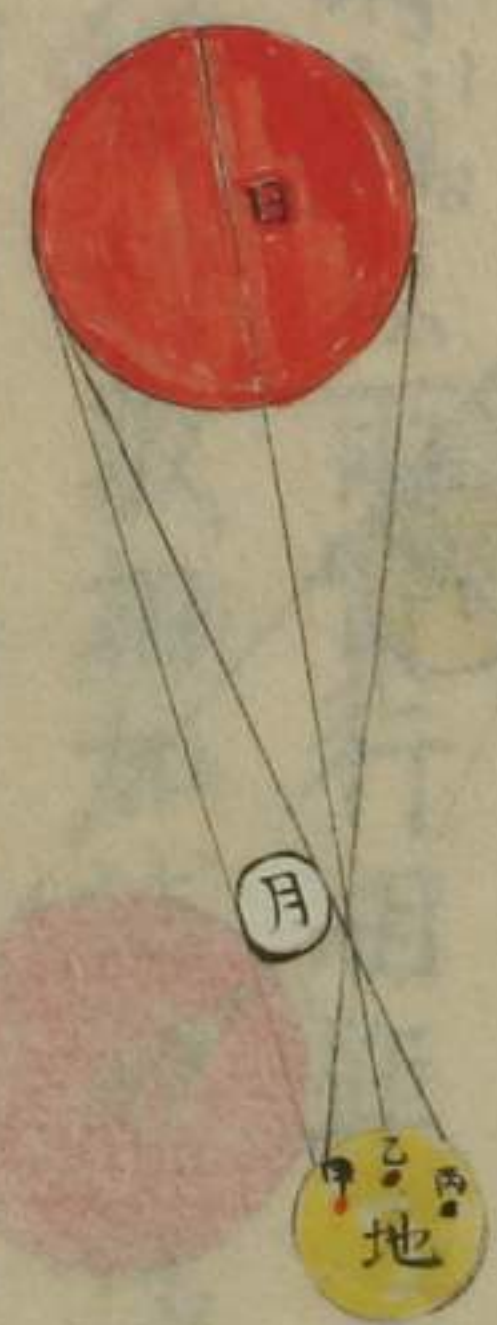
交食總論

太陰及於黃白二道之交。因生薄蝕。故名交食。然白道出入黃道南北。太陰每月必兩次過交。而或食或否。何也。月追及於日。而無距度為朔。距日一百八十九度為望。此皆為東西同經。其入交也。正當黃道而無緯度。是為南北同緯。雖入交而非朔望。則同緯而不同經。當朔望而不入交。則同經而不同緯。皆無食。必經緯同度。而後有食也。蓋合朔時。月在日與地之間。人目仰觀。與日月一線參直。則月掩蔽日光。即為日

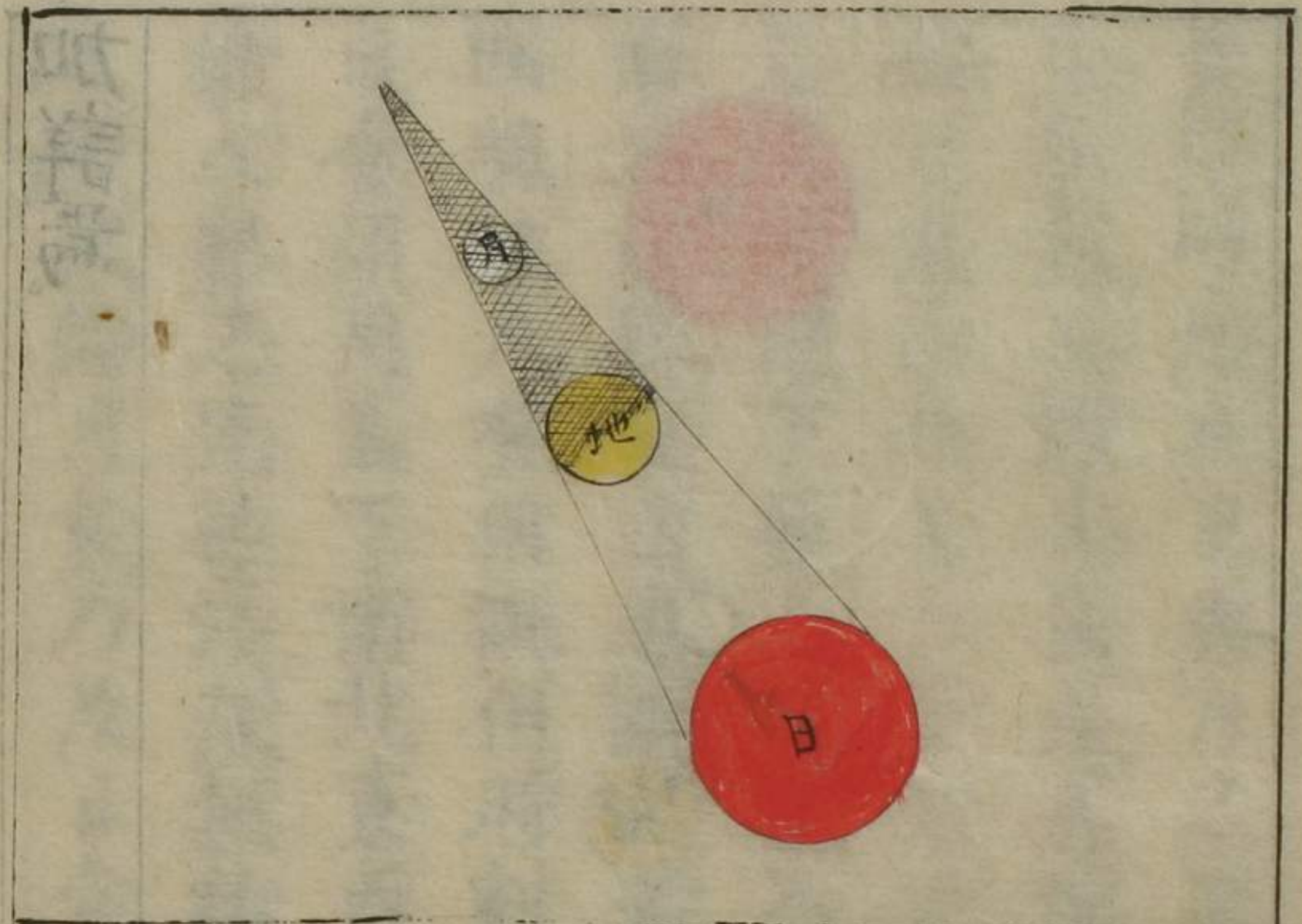
交食總論

食。望時。地在日與月之間。亦一線參直。地蔽日光而生闇影。其體尖圓。是為闇虛。月入其中。則為月食也。按日為陽精。星月皆借光焉。月去日遠。去入近。合朔之頃。特能下蔽人目。而不能上侵日體。故食分時刻。南北迥殊。東西異視也。若夫月食。則月入闇虛。純為晦魄。故凡有同觀。但時刻有先後耳。至於推步之法。日食須用高下南北東西三差。委曲詳密。而月食惟論入影之先後淺深。無諸視差之繁。故先總論交食之理。次論月食。乃及日食。因日食立法較難。故後論。

加詳焉。



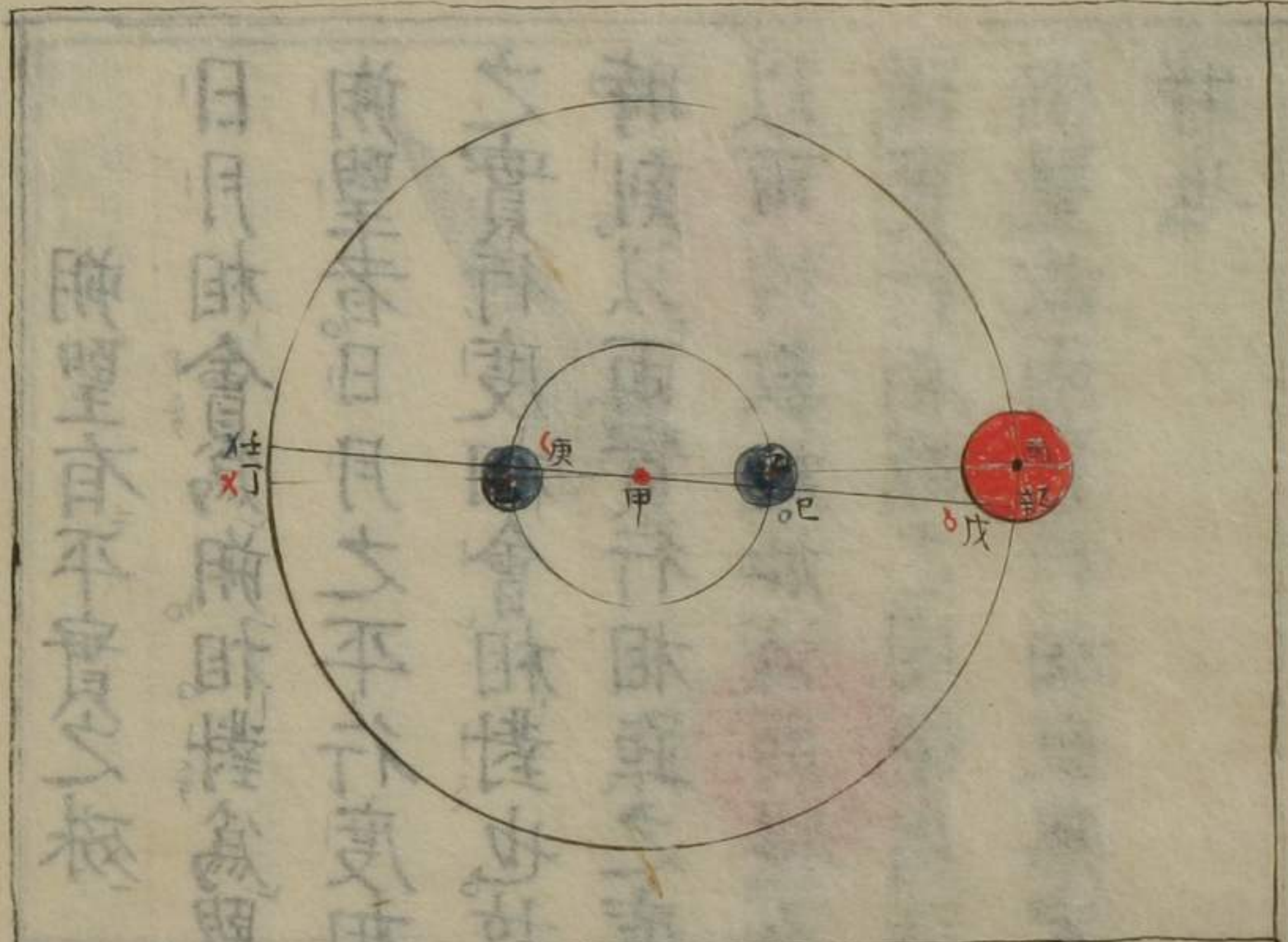
如圖。合朔時。月在地與日之間。人在地面。居甲者。見月全掩日。居乙者。見月掩日之半。居丙者。但見日月兩周相切。而不相掩。故日食隨地不同。乃月蔽人目。不見日光。而日體初無異也。



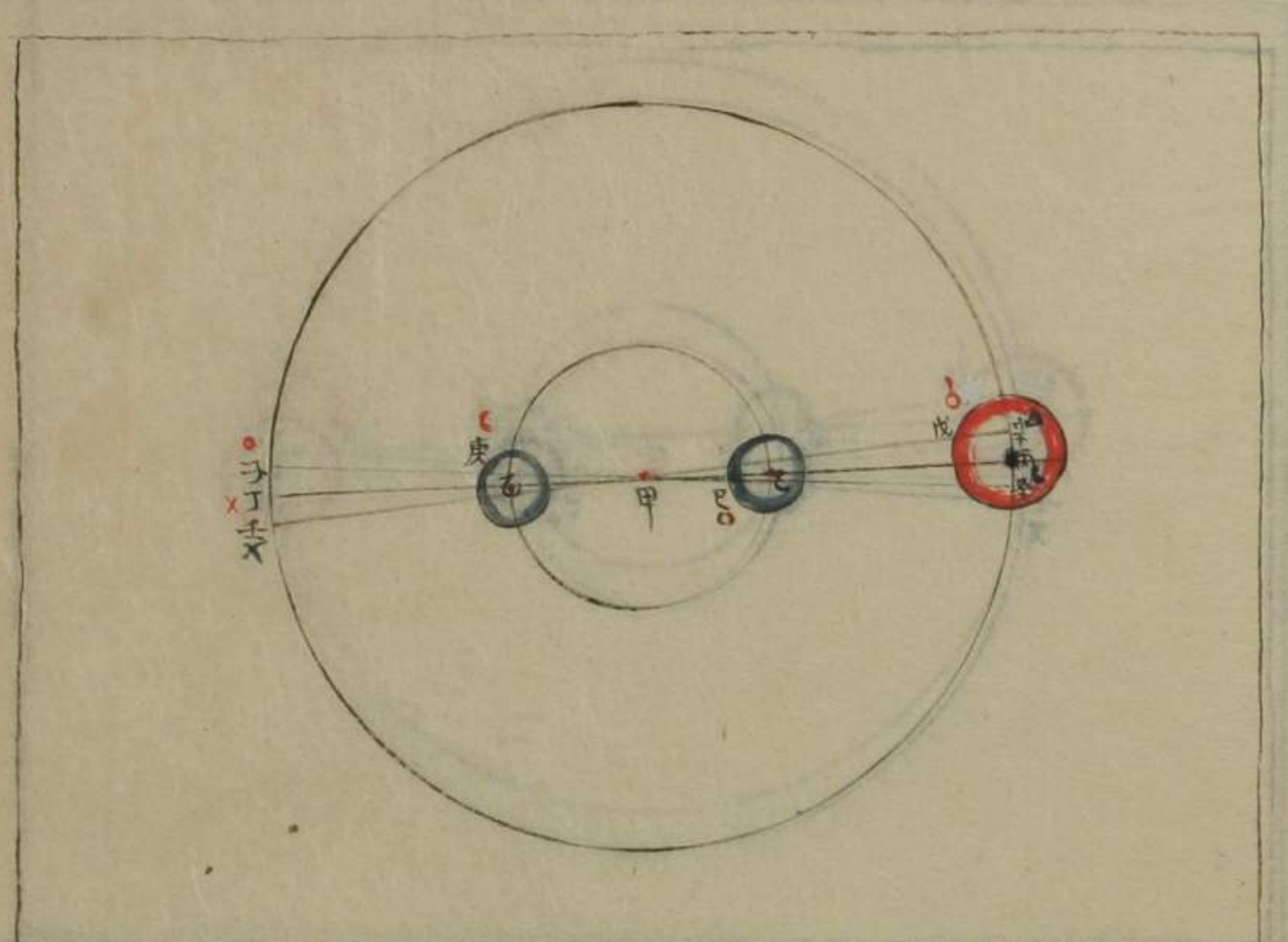
如地在日月之間。日大地
 小地向日之面為晝。背日
 之面則生尖影。人在影中
 不見日光為夜。望時月入
 影中而不能借日光。全為
 晦魄。故月食為普天同視
 也。問人耳或直或甲或異
 此圖合所執其理此與日

朔望有平實之殊

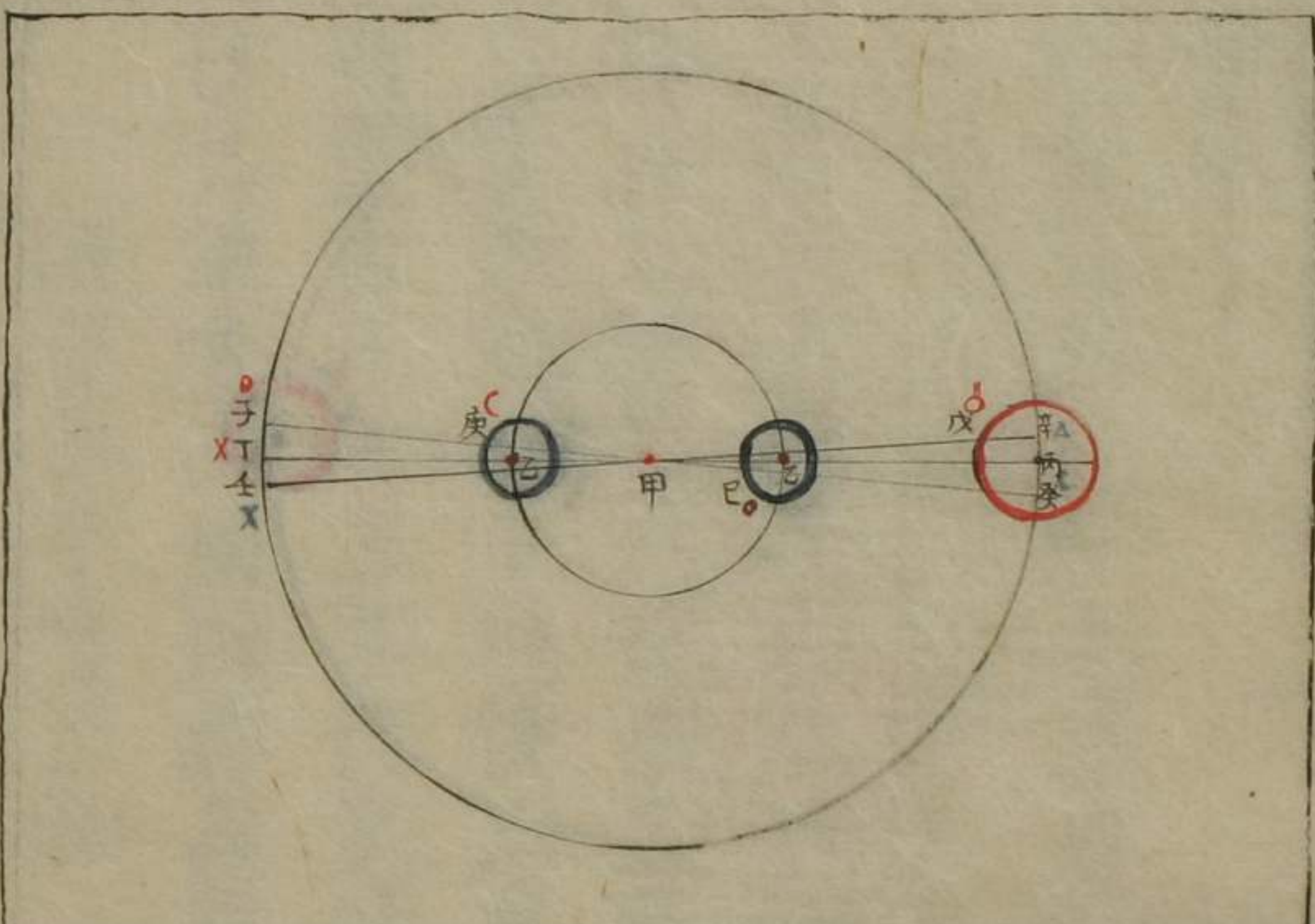
日月相會為朔。相對為望。而朔望又有平實之殊。平
 朔望者。日月之平行度相會相對也。實朔望者。日月
 之實行度相會相對也。故平朔望與實朔望相距之
 時刻。以兩實行相距之度為準。蓋兩實行相距之度。
 以兩均數相加減而得。而兩朔望相距之時刻。則以
 兩實行相距之度變為時刻。以加減平朔望而得。實
 朔望故兩實行相距無定度。則兩朔望相距亦無定
 時也。



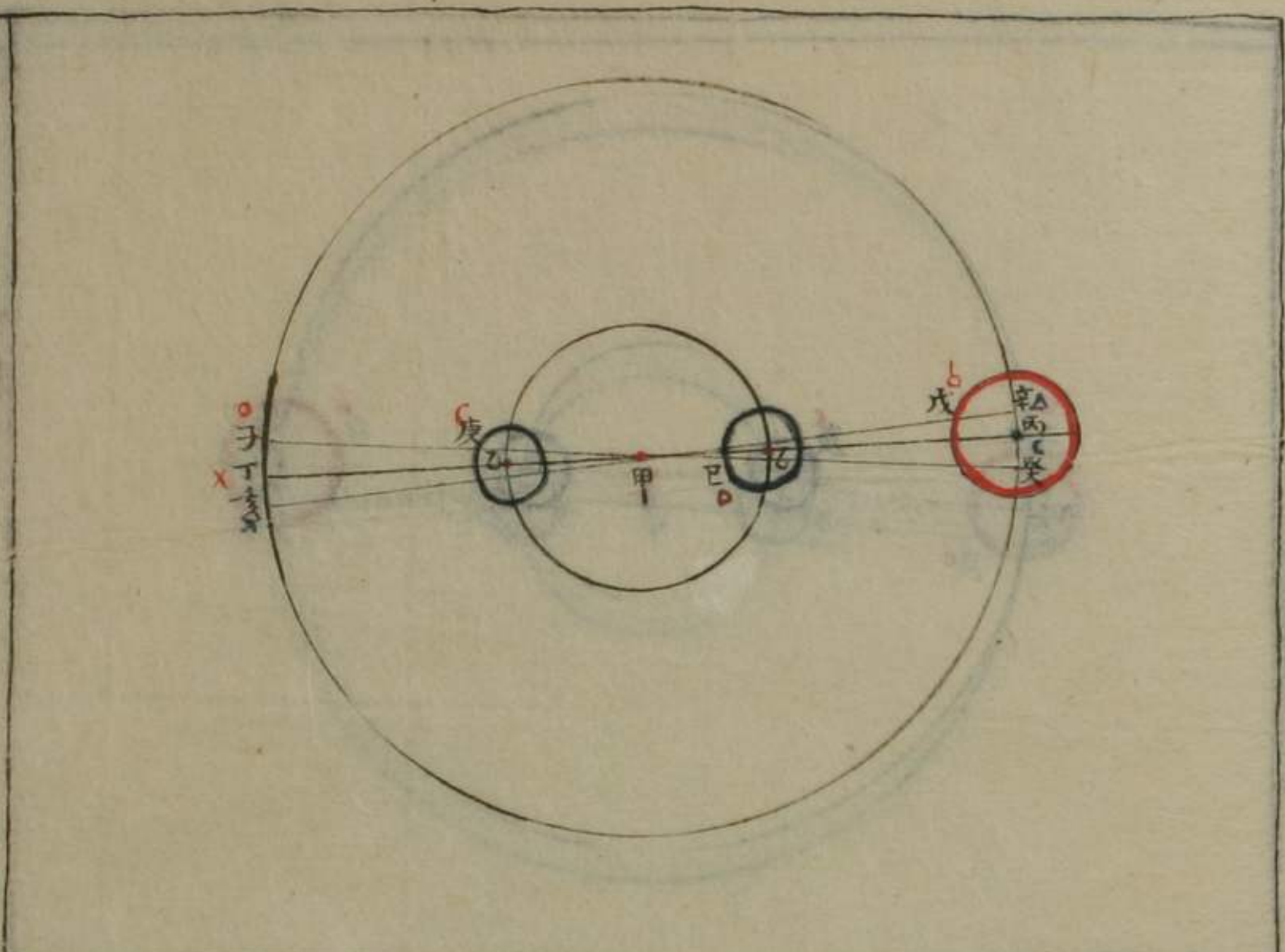
如圖甲為地心。即日月本
 天心。乙為月本輪心。丙為
 日本輪心。日月止用本輪
 理。取共易。兩輪心俱在甲
 於辨析也。乙丙及甲乙丁直線上為
 平朔望。而丙為黃道上平
 朔之度。丁為黃道上平望
 之度。如日在本輪之戊。月
 在本輪之己。或在本輪之



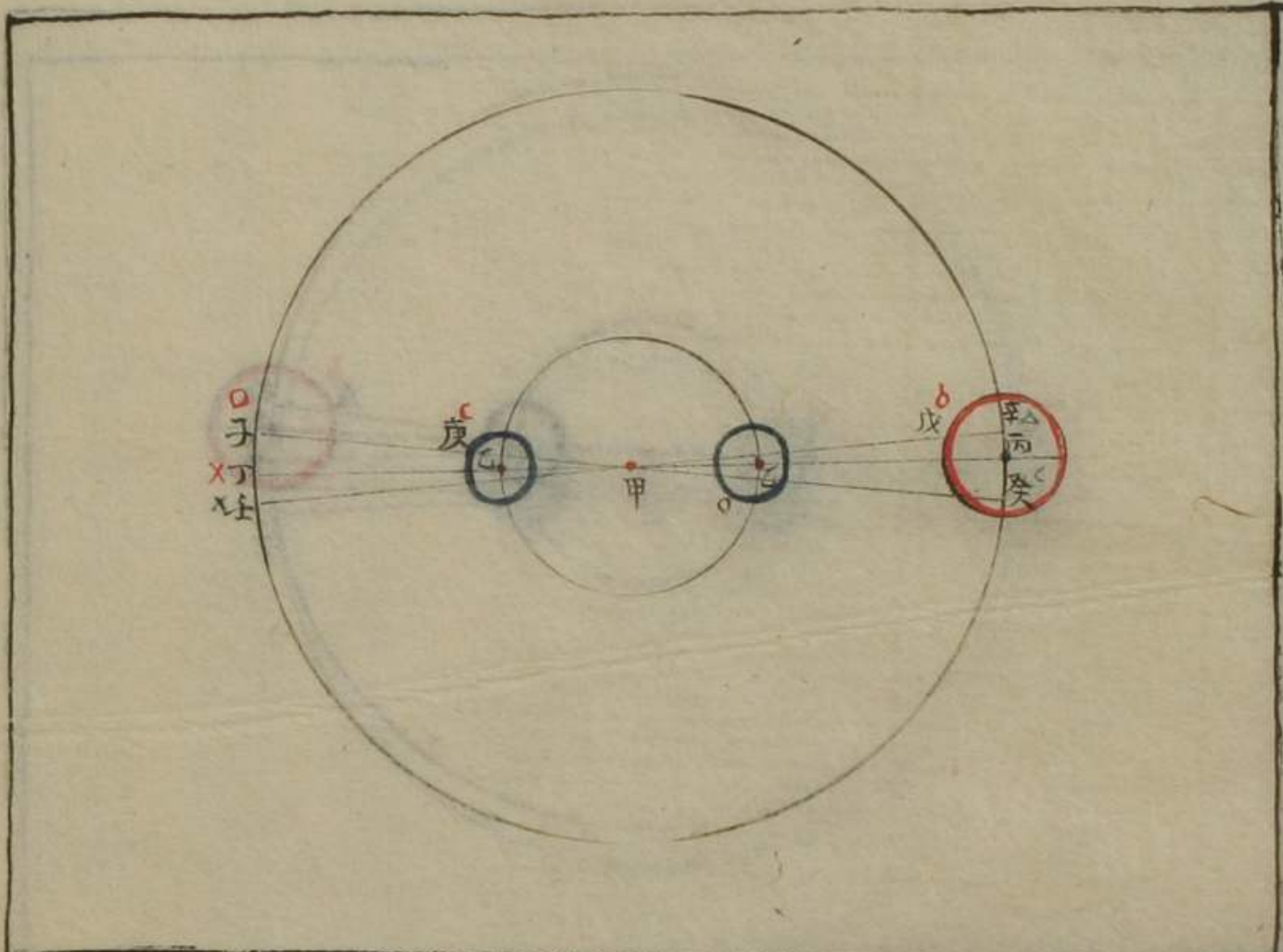
庚俱在甲己戊辛及甲庚
 壬直線上。則為實朔望。而
 辛為黃道上實朔之度。壬
 為黃道上實望之度也。
 如平朔望在丙在丁。而日
 在戊。月在己。或在庚。則日
 之實行度在辛。相對之度
 在壬。而辛丙及壬丁皆為
 加均。乃實行過於平行之



度。月之實行度。朔在癸。望
 在子。而癸丙及子丁皆為
 減均。乃實行不及平行之
 度。故以辛丙加均。與癸丙
 減均相併。得癸辛弧。為兩
 實行相距之度。亦即實朔
 距平朔之度。以壬丁加均
 與子丁減均相併。得子壬
 弧。為兩實行相距之度。亦

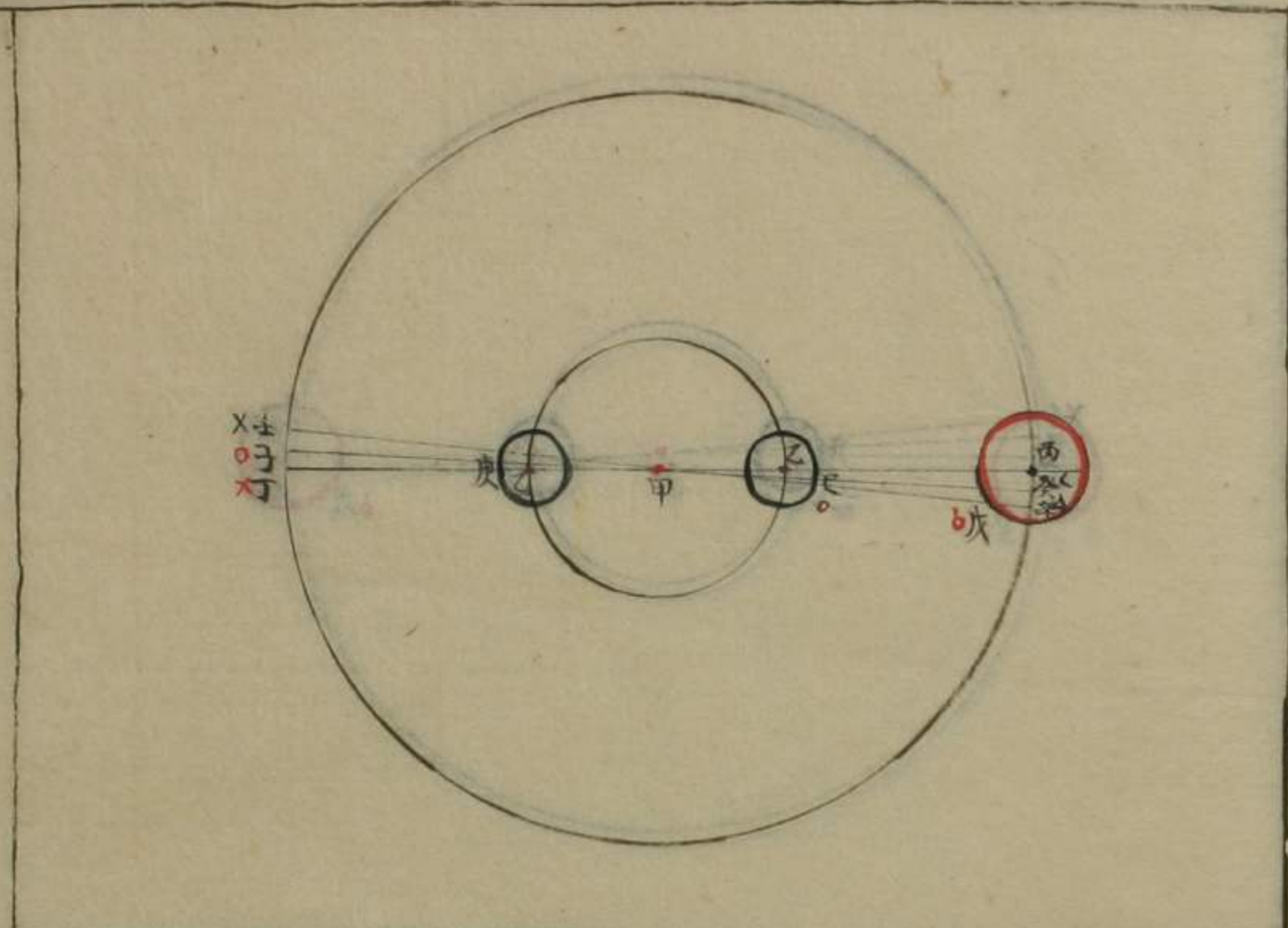


即實望距平望之度也。此
 日為加均。月為減均。故日
 實行在月實行之前。為實
 朔望在平朔望之後。必計
 月得若干時分。而後行過
 癸辛弧及子壬弧。始能與
 日相會相對。故以癸辛弧
 及子壬弧變為時分。以加
 平朔望。而得實朔望也。若

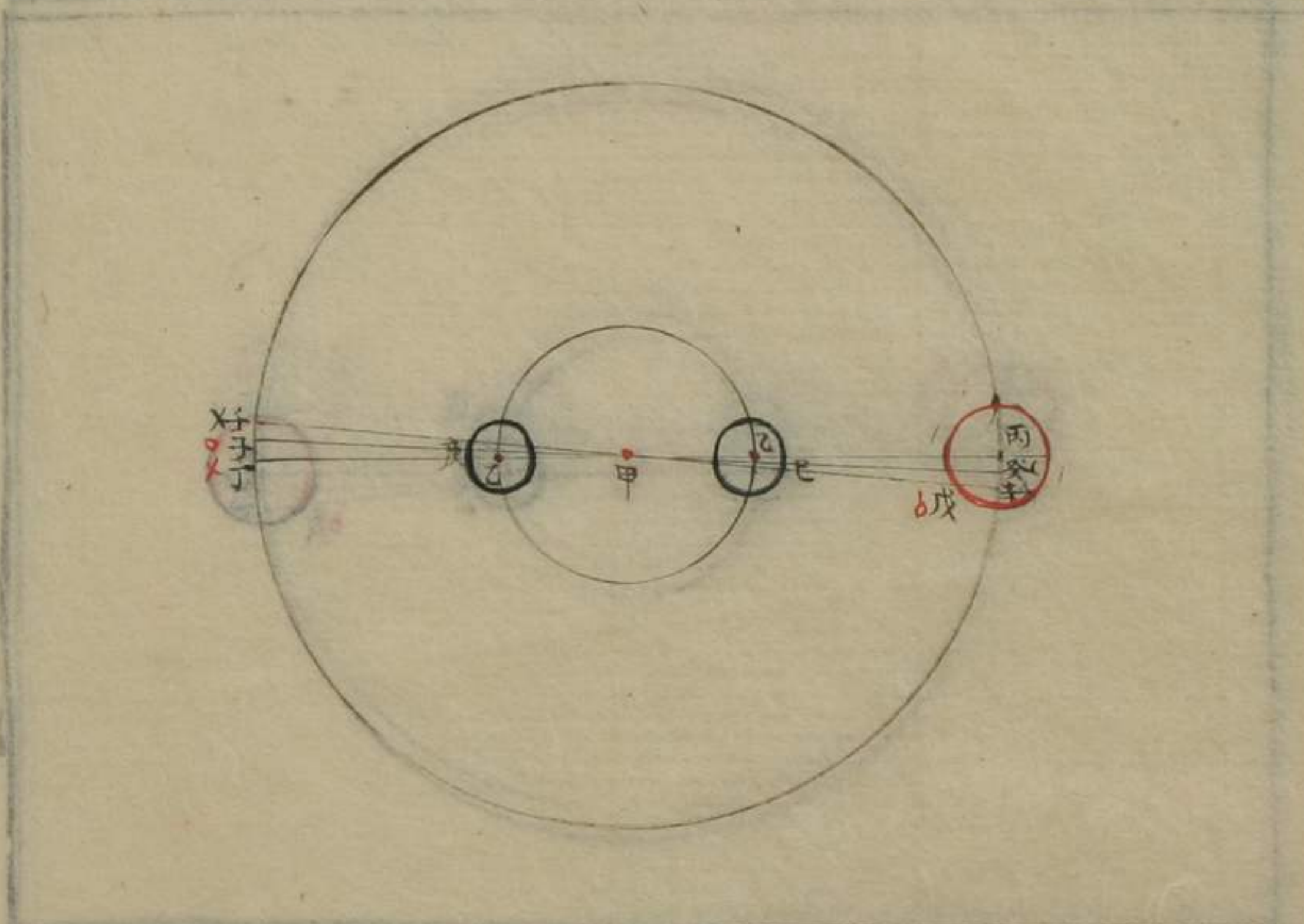


日為減均。月為加均。則日實行在月實行之後。而實朔望在平朔望之前。即以實行相距之時分。減平朔望。而得實朔望。其理亦同也。

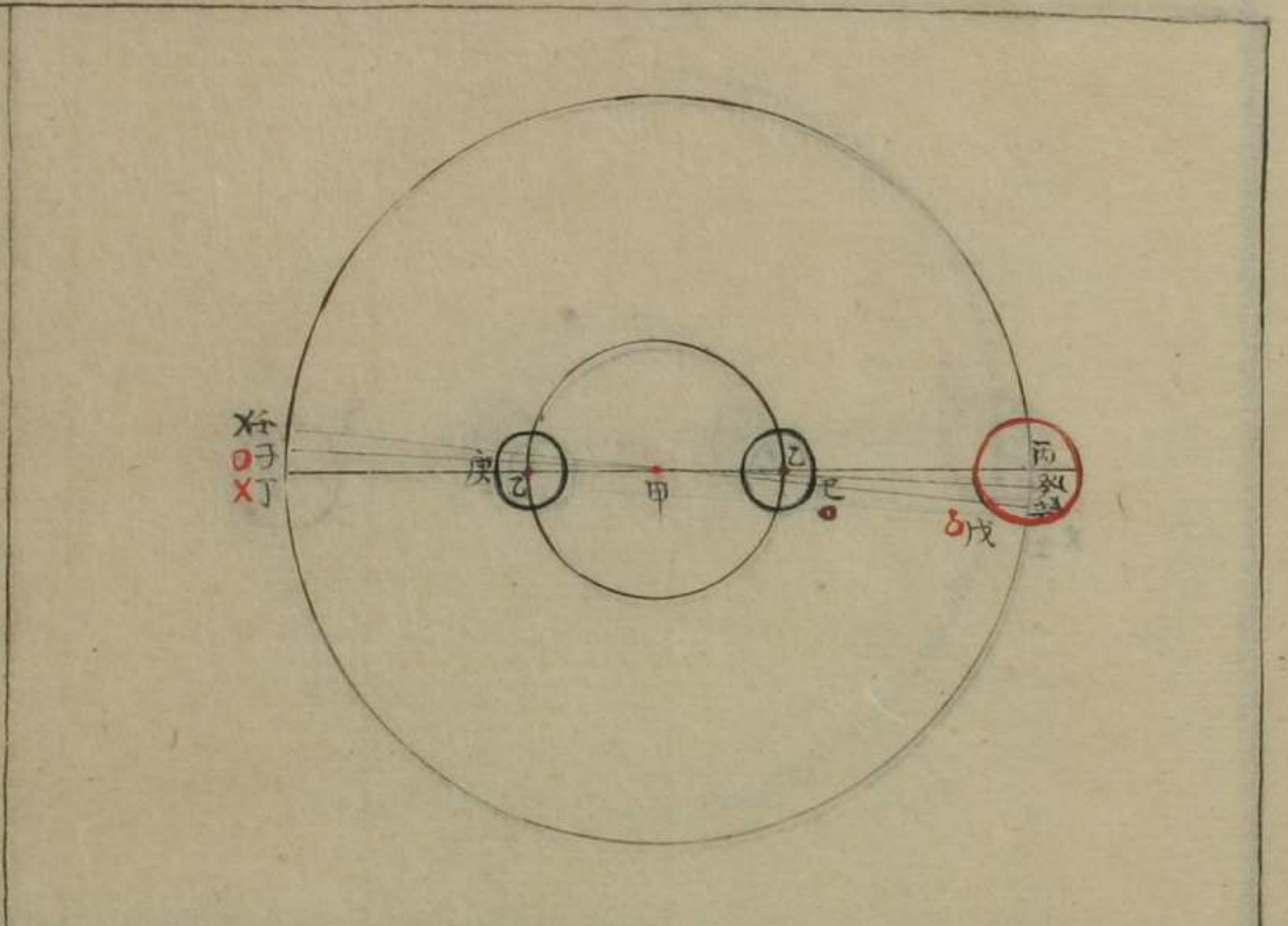
如平朔望在丙。在丁。而日在戊。月在己。或在庚。則日之實行度在辛。相對之度



在壬。而辛丙及壬丁皆為減均。乃實行不及平行之度。月之實行度朔在癸。望在子。而癸丙及子丁亦皆為減均。乃實行不及平行之度。故以辛丙減均與癸丙減均相減。餘辛癸弧為兩實行相距之度。亦即實朔距平朔之度。以壬丁減

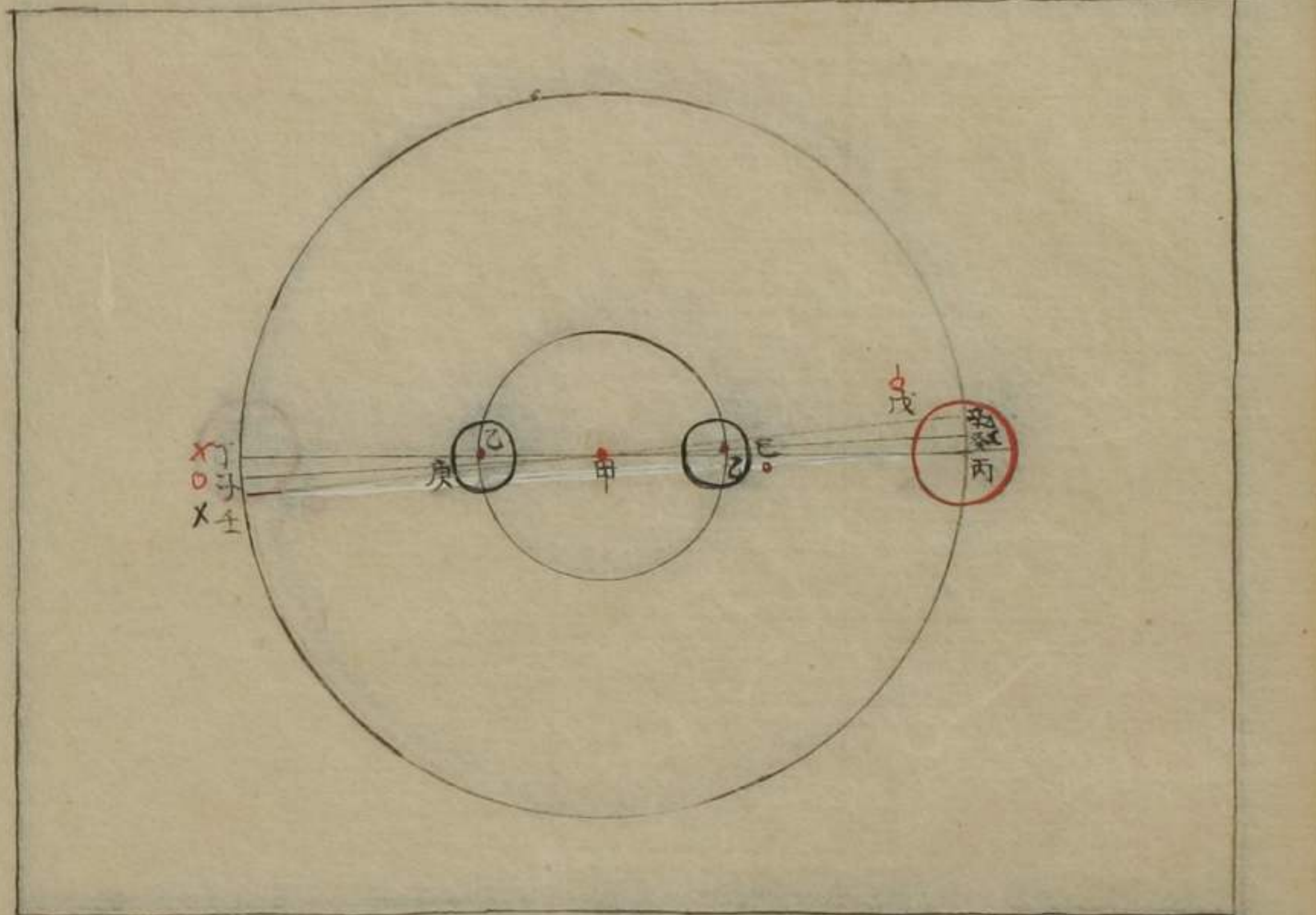


均與子丁減均相減。餘壬子弧為兩實行相距之度。亦即實望距平望之度也。此日之減均大於月之減均。故日實行在月實行之後。而實朔望在平朔望之前。必計月已行過與日相會相對若干時分。為辛癸弧及壬子弧。故以辛癸弧

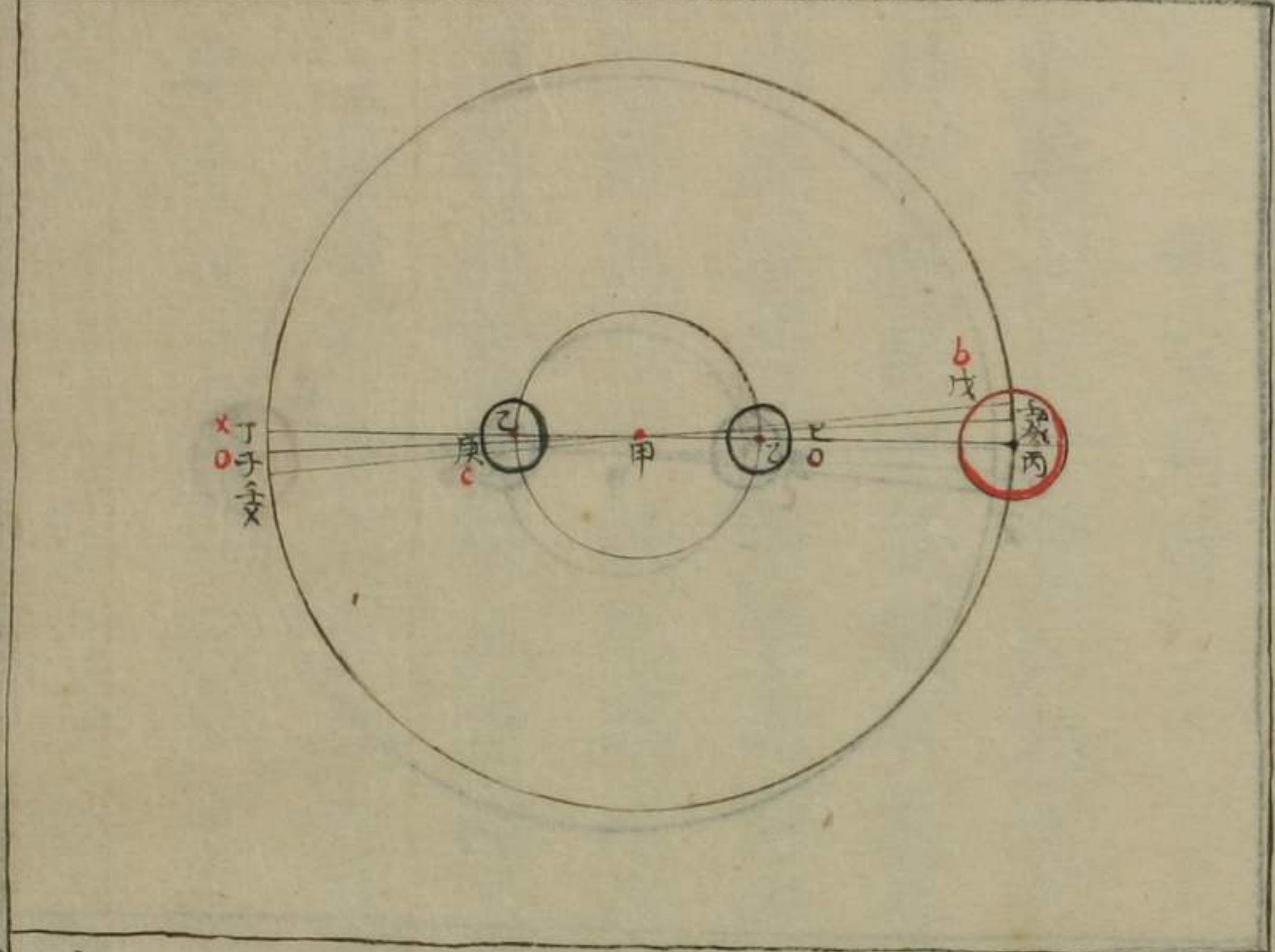


及壬子弧變為時分。以減平朔望而得實朔望也。若日之減均小於月之減均。則日實行在月實行之前。而實朔望在平朔望之後。即以實行相距之時分。加平朔望而得實朔望。其理亦同也。如平朔望在丙。在丁。而日

朔望在平實殊

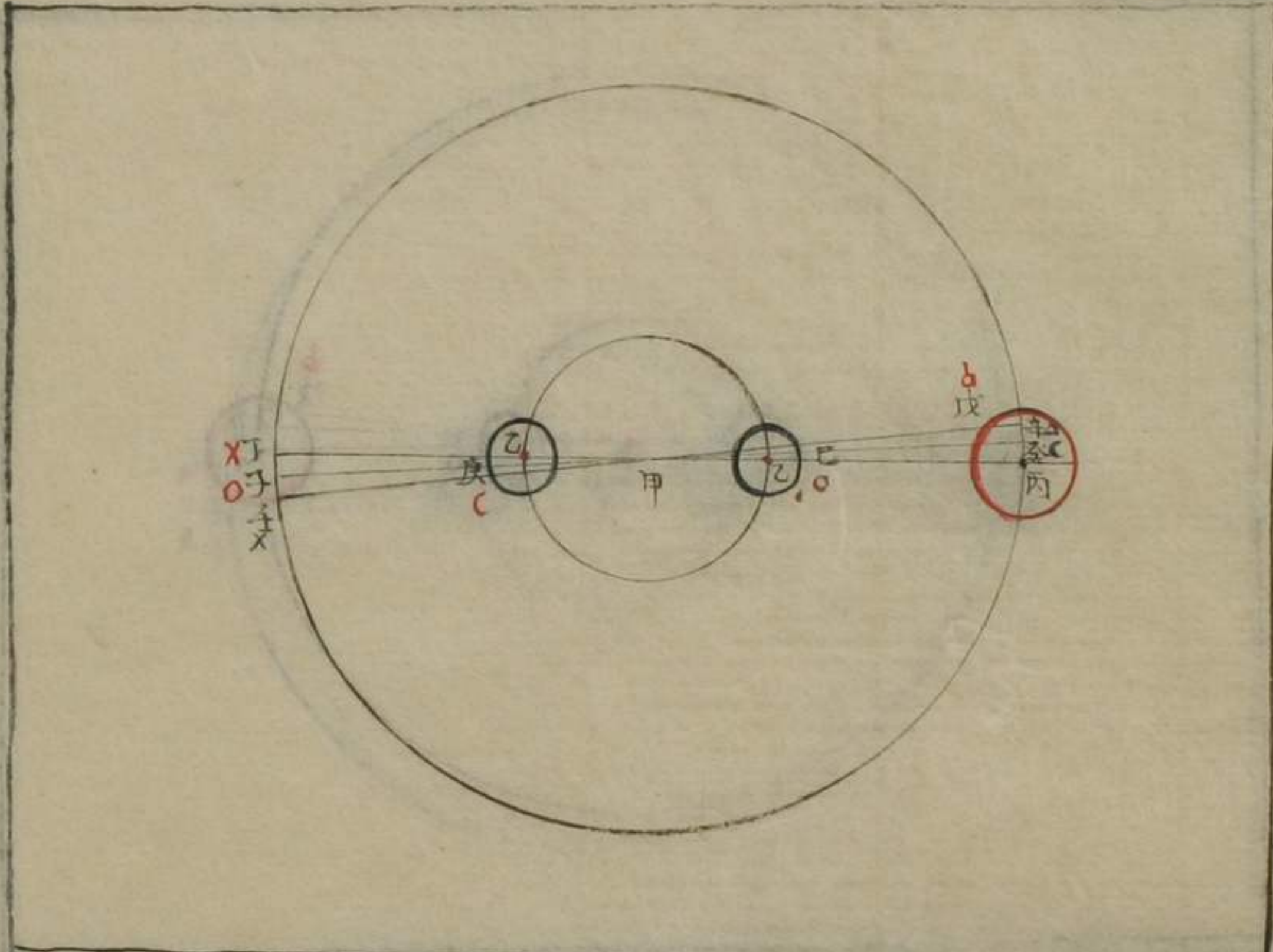


在戊月。在己。或在庚。則日之實行度在辛。相對之度在壬。而辛丙及壬丁皆為加均。乃實行過於平行之度。月之實行度朔在癸。望在子。而癸丙及子丁亦皆為加均。乃實行過於平行之度。故以辛丙加均與癸丙加均相減。餘辛癸弧為



兩實行相距之度。亦即實朔距平朔之度也。以壬丁加均與子丁加均相減。餘壬子弧為兩實行相距之度。亦即實望距平望之度也。此日之加均大於月之加均。故日實行在月實行之前。而實朔望在平朔望之後。必計月得若干時分。

朔望有平實之殊



而後行過辛癸弧及壬子
 弧始能與日相會相對故
 以辛癸弧及壬子弧變為
 時分以加平朔望而得實
 朔望也若日之加均小於
 月之加均則日實行在月
 實行之後而實朔望在平
 朔望之前即以實行相距
 之時分減平朔望而得實

朔望用時

太陽與太陰實行相會相離
 時刻按諸測驗猶有數分
 用時也蓋實朔望因兩
 刻則仍以平行所臨之

朔望其理亦同也。

朔望平實之殊

朔望用時

太陽與太陰實行相會相對為實朔望。但實朔望之時刻按諸測驗猶有數分之差。或早或遲。差至一刻。以其猶非用時也。蓋實朔望固兩曜實會實對之度而推算時刻則仍以平行所臨之位為時。皆依黃道而定。今推平行與實行既有盈縮差則時刻亦有增減。又時刻以赤道為主而黃道赤道既有升度差則時刻亦有進退。故必以本時太陽均數與升度差俱變為時分以加減實朔望之時刻為朔望用時。乃與測驗暗合。

此即日躔時差加減之理也。

[Faint bleed-through text from the reverse side of the page]

求日月距地與地半徑之比例

太陽太陰距地之遠近日躔月離地半徑差篇言之
詳矣。願求地半徑差止用最高最卑中距三限而交
食之日月視徑以及影徑影差則逐度不同且太陰
在最高兩弦尤高太陰在最卑兩弦尤卑交食在朔
望其高卑皆不及兩弦故欲求日月逐度之高必先
定最高最卑中距之地心線今依日月諸輪之行
求得太陽在最高距地心一〇一七九二〇八_{本天半徑}
加本輪半徑減均輪半徑其與地半徑之比例為一與一千一百

求日月距地與地半徑之比例十二

六十二。詳日躔曆理。中距距地心一〇〇〇六四二一。求均

數時並求太陽距地心之邊即得。其與地半徑之比例為一與一千

一百四十二。最卑距地心九八二〇七九二。本天半徑減本

均輪半徑加均輪半徑。其與地半徑之比例為一與一千一百二

十一。太陰在最高朔望時距地心一〇一七二五〇

〇。本天半徑加負圈半徑減均輪半徑。又減次輪半徑。又減次均輪半徑。又減次均輪半徑。即得。俱詳月離二三均數圖。

其與地半徑之比例為一與五十八又百分之十一

六。中距朔望時距地心九九二〇二七三。求初均數時並求太

陰距地心之邊內減次均輪半徑即得。蓋朔望時無二三均。但距地心少次均輪半徑耳。其與地

半徑之比例為一與五十六又百分之七十二。詳月離地

半徑差篇。最高最卑皆以此為比例。最卑朔望時距地心九五九二五

〇〇。本天半徑減負圈半徑加均輪半徑。又加次輪半徑減次均輪半徑即得。其與地半

徑之比例為一與五十四又百分之八十四。如求太

陽在最高前後四十度距地心與地半徑之比例。則

以太陽最高距地心一〇一七九二〇八為一率。一

千一百六十二為二率。太陽在最高前後四十度之

距地心線一〇一三九八八為三率。得四率一千

一百五十七。即當時日距地與地半徑之比例也。求

求日月距地與地半徑比例十三

月距地之法。做此。

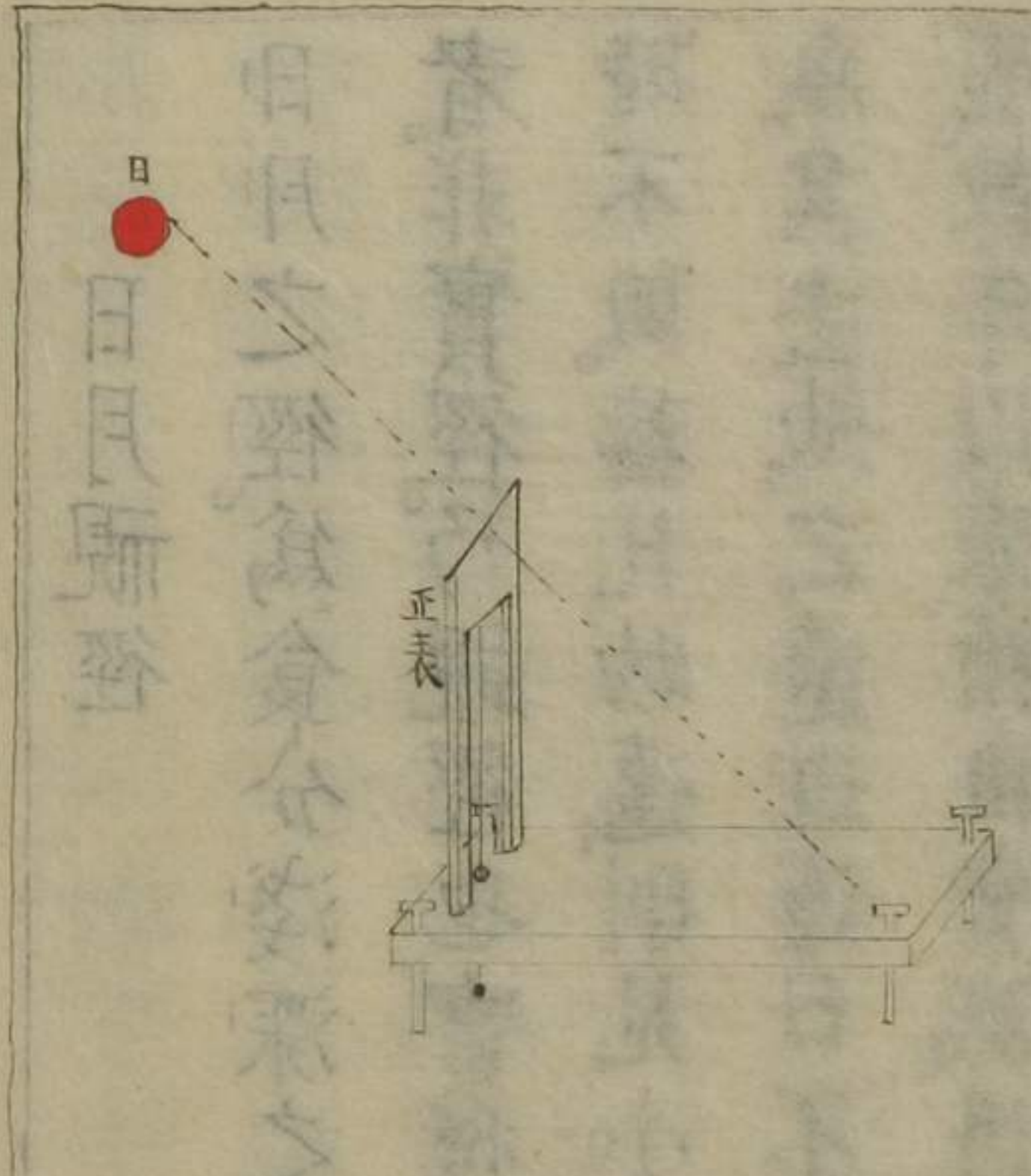
[Faint bleed-through text from the reverse side of the page, including the characters '半徑之月' and '與正十六'.]

日月視徑

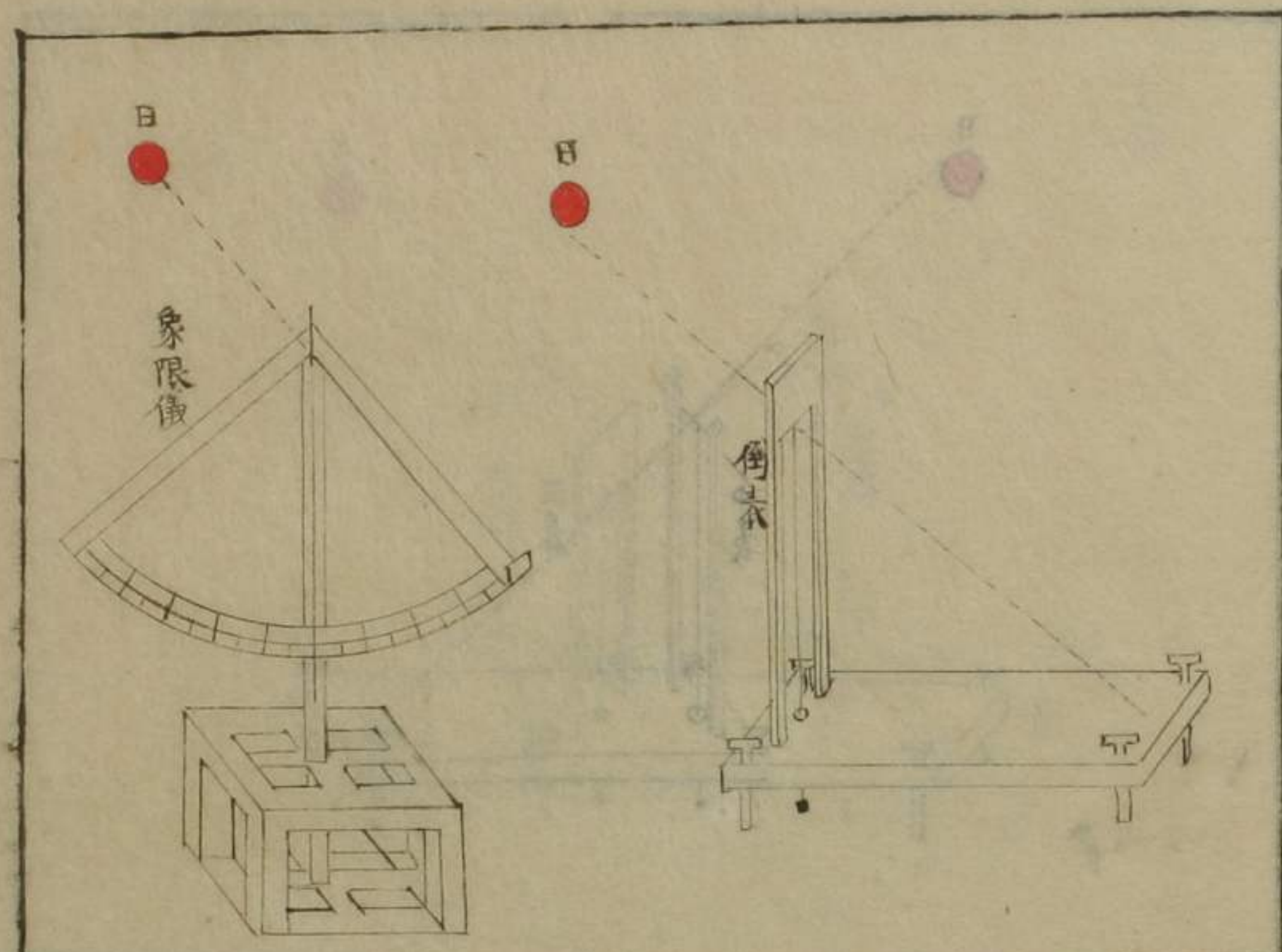
日月之徑為食分淺深之原。所門甚大。但人目所見者。非實徑。乃視徑也。實徑為一定之數。而視徑則隨時不同。蓋凡物遠則見小。近則見大。日月之行有高卑。其去地之遠近逐日不同。故其視徑之小大亦不等。數年以來。精推實測。得太陽最高之徑為二十九分五十九秒。最卑之徑為三十一分零五秒。比舊定日徑最高少一秒。最卑多五秒。朔望時。太陰最高之徑為三十一分四十七秒。最卑之徑為三十三分四

門字疑當作明

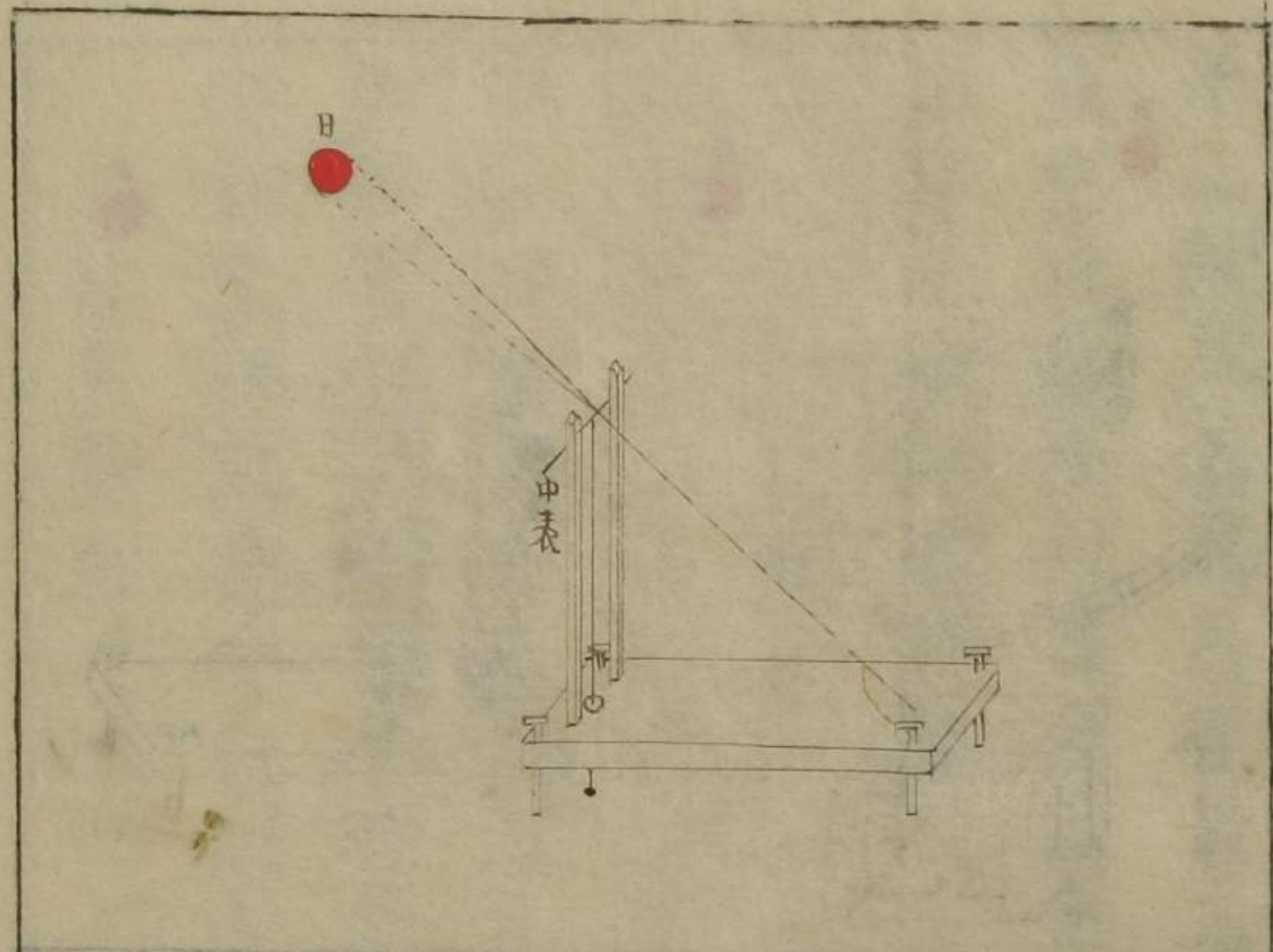
十二秒。比舊定月徑最高多一分一十七秒。最卑少五十八秒。而以日月高卑比例推算。今數為密。茲將測算之術詳著於篇。



測太陽徑一法。用正表。倒表。各取日中之影。求其高度。兩高度之較。即太陽之徑也。蓋正表之影。乃太陽上邊之光射及表之上邊。其所得為太陽上邊距地

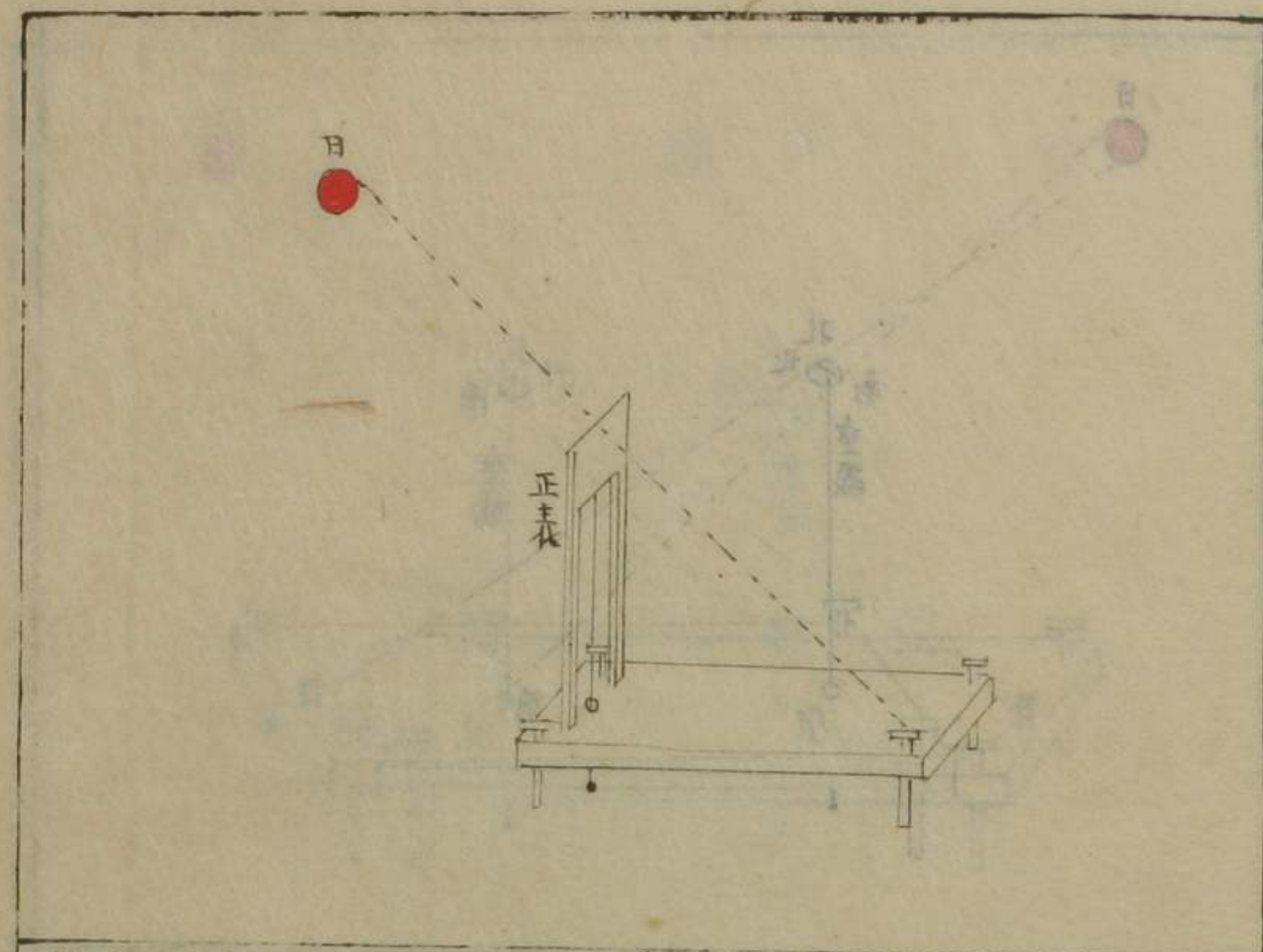


平之高度。倒表之影。乃太陽下邊之光射及表之下邊。其所得為太陽下邊距地。平之高度。故兩高度之較。即太陽之徑也。一法。用儀器測得太陽午正之高度。復用正表測影。亦求其高度。兩高度之較。即太陽之半徑也。蓋儀器



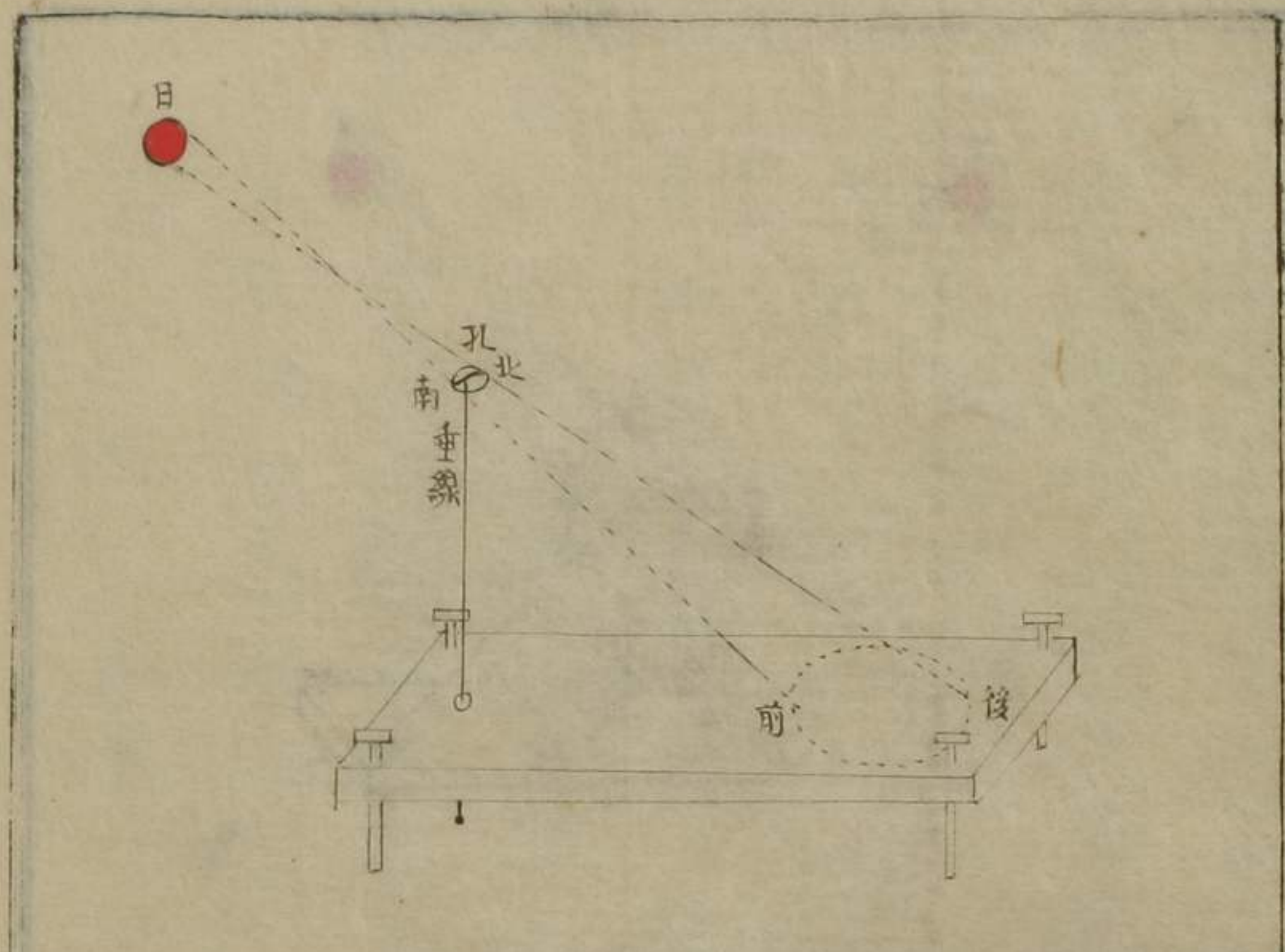
所得者。太陽中心之度。表影所得者。太陽上邊之度。故兩高度相較。即得太陽之半徑也。

一法。用中表正表。各取日中之影。求其高度。兩高度之較。即太陽之半徑也。蓋中表係橫梁。上下皆空。太陽上邊之光。射橫梁之下。

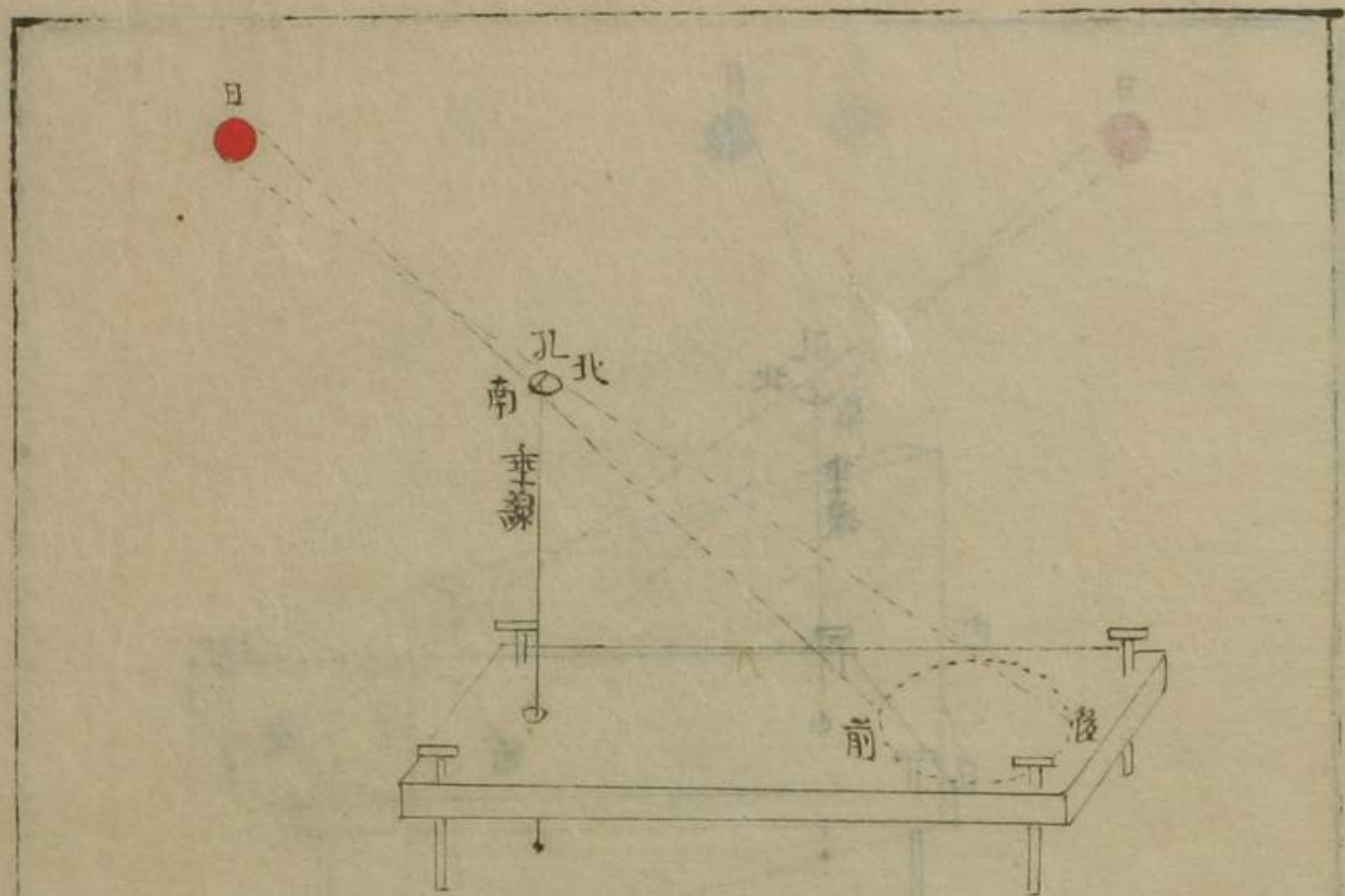


面。太陽下邊之光。射橫梁之上。面其所生之影。必當太陽之中心。故以中表所測之高度。與正表所得太陽上邊之高度相較。即得半徑也。

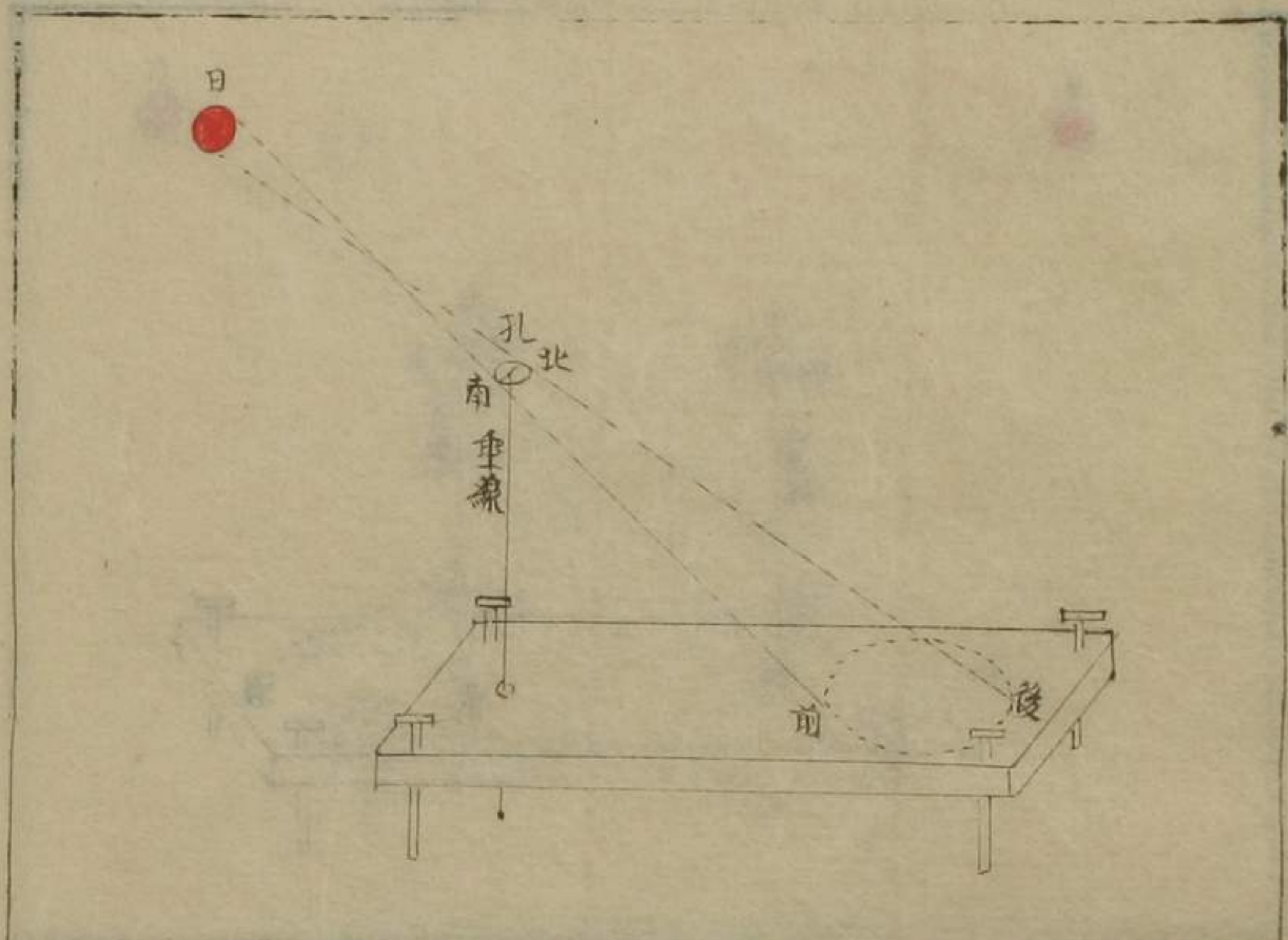
一法。治一暗室。令其甚黑。於室頂上開小圓孔。徑一寸。或以透日光。孔面頂平。不



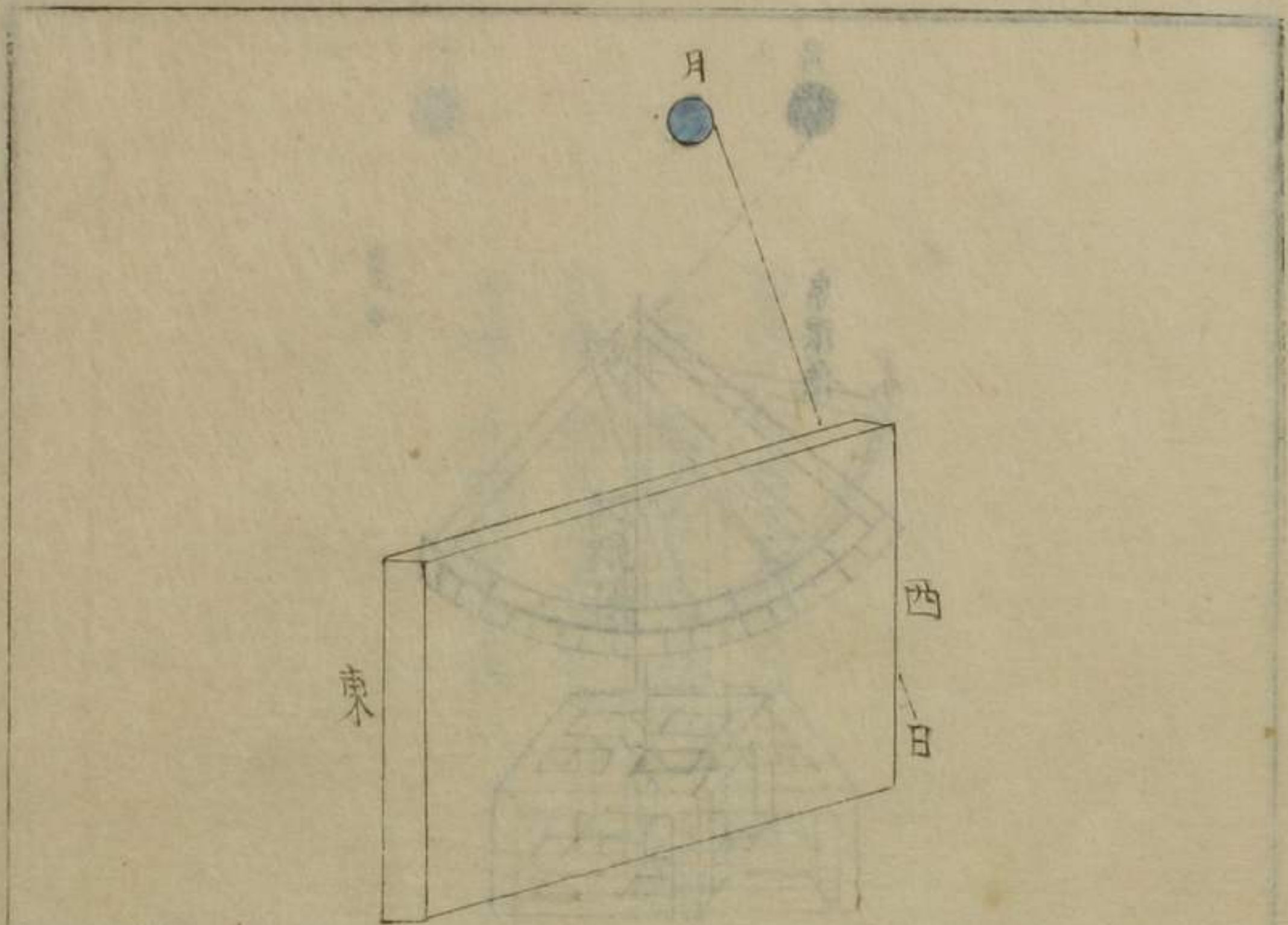
可欹側。室內置平案。孔中
 心懸垂線。至案中線。正午
 時。日光射於案上。必成橢
 圓形。爰從案上對垂線處。
 量至橢圓形之前後兩界。
 垂線至前界。加孔之半徑。
 為前影。垂線至後界。減去
 孔之半徑。為後影。乃以垂
 線即孔距案面。為一率。前後影



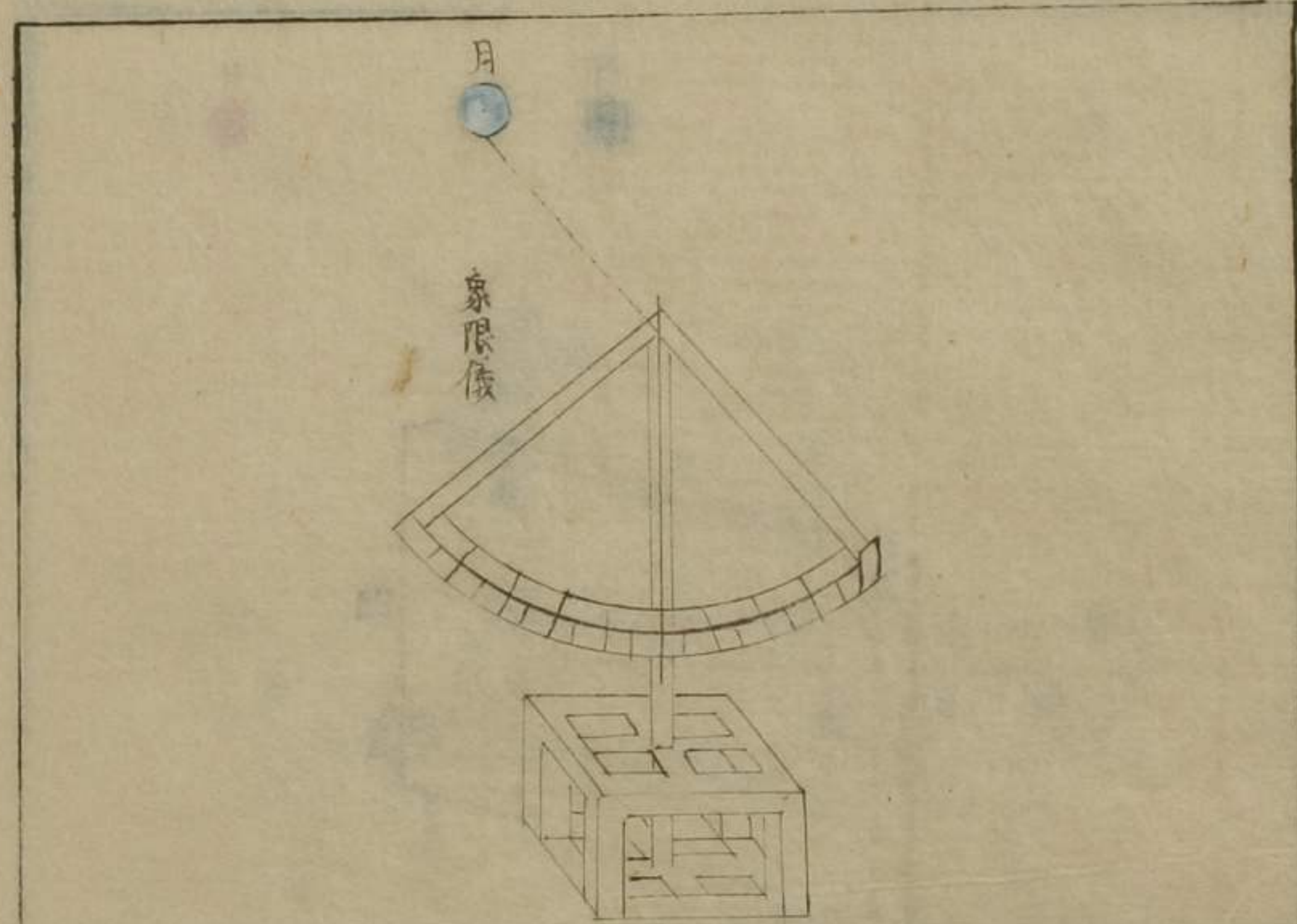
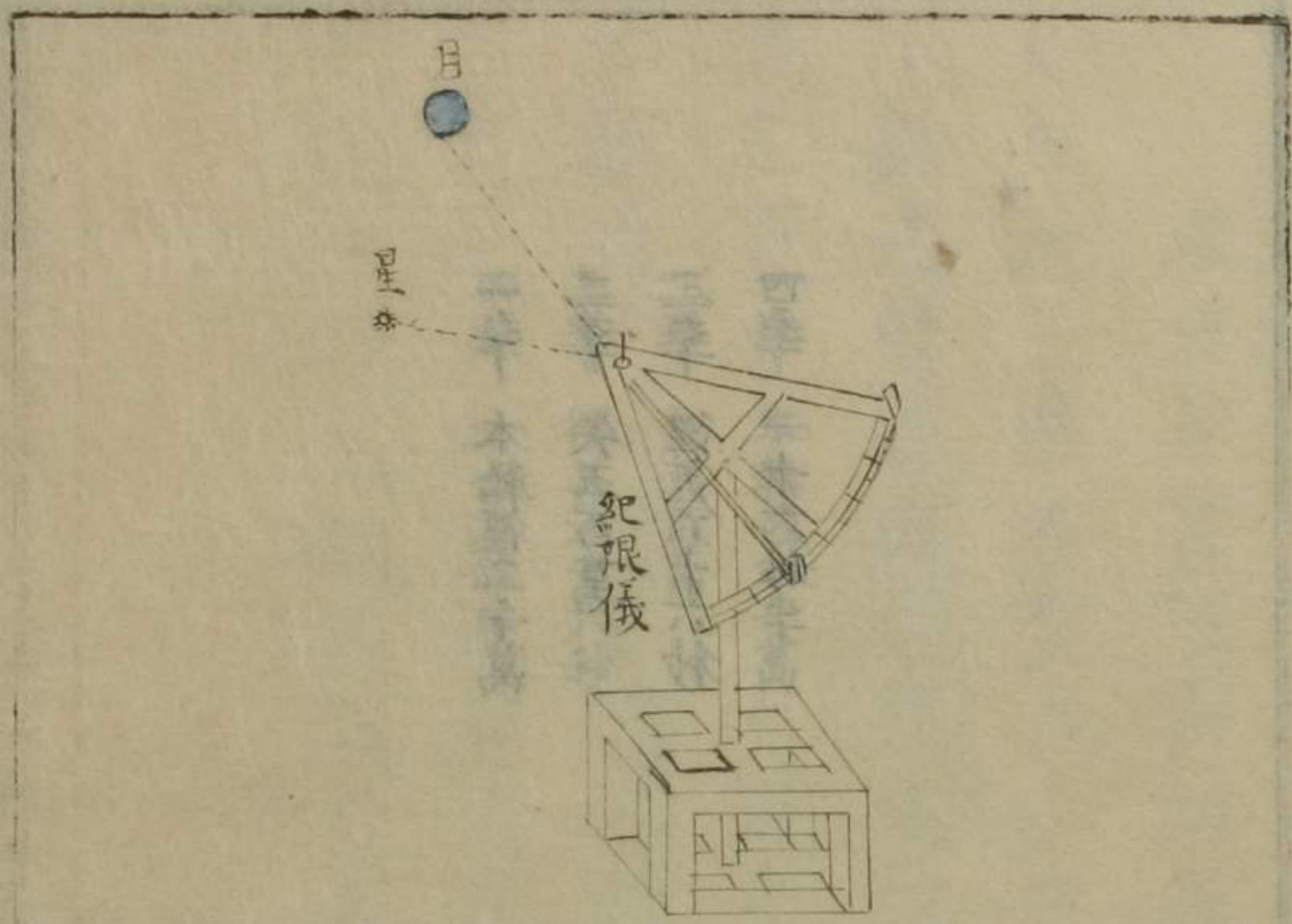
各為二率。半徑一十萬。為
 三率。得四率。並查八線表
 之餘切線。得前後影之兩
 高度相減之較。即太陽之
 全徑也。蓋太陽上邊之光。
 從孔南界射入。至案為橢
 圓形之前界。與正表之理
 同。太陽下邊之光。從孔北
 界射入。至案為橢圓形之



後界與倒表之理同。故兩高度之較。即為太陽之徑也。至於前後影必加減孔之半徑者。因量影時。俱對孔之中心起算。然前影則自孔之南界入。在中心之前。而後影則自孔之北界入。在中心之後。較之中心並差一半徑。故必須加減



半徑而後立算也。測太陰徑一法。春秋分望時。用版或墻為表。以其西界當正午線。人在表北。依不動之處。候太陰之西。周切於正午線。看時辰表。是何時刻。俟太陰體過完。其東周。離正午線。復看時辰表。是何時刻。乃計太陰



過正午線。共得幾何時刻。以時刻變度。每時之四分內減本時分之太陰行度。餘即太陰之徑也。

一法。兩人各用儀器候太陰當正午時。同時並測。一測其上弧高度。一測其下弧高度。兩高度之較。即太陰之徑也。

一法。用附近恆星。以紀限儀測其距太陰左右兩弧之度。其兩距度之較。即太陰之徑也。
 以上諸法。逐時測量。即得太陽太陰自高及卑之各半徑。以立表。又法。不用逐時測量。止測得最高最卑時之兩半徑。相減。用其較。

- 一率 本輪徑二千萬
- 二率 矢五百萬
- 三率 徑差六十六秒
- 四率 一十六秒半

數與本輪之矢度為比例。即可得高卑間之各半徑數也。如太陽最高之徑為二十九分五十九秒。最卑之徑為三十一分零五秒。相差一分零六秒。化為六十六秒。今求距高卑前後六十度之視徑。則命本輪徑為二千萬為一率。六十

求日月實徑與地徑
日月地三體各有大小之
小新法曆書載日徑為地
徑之百一率 本輪徑二千萬
二率 矢五百萬
三率 徑差六十六秒
四率 一十六秒半

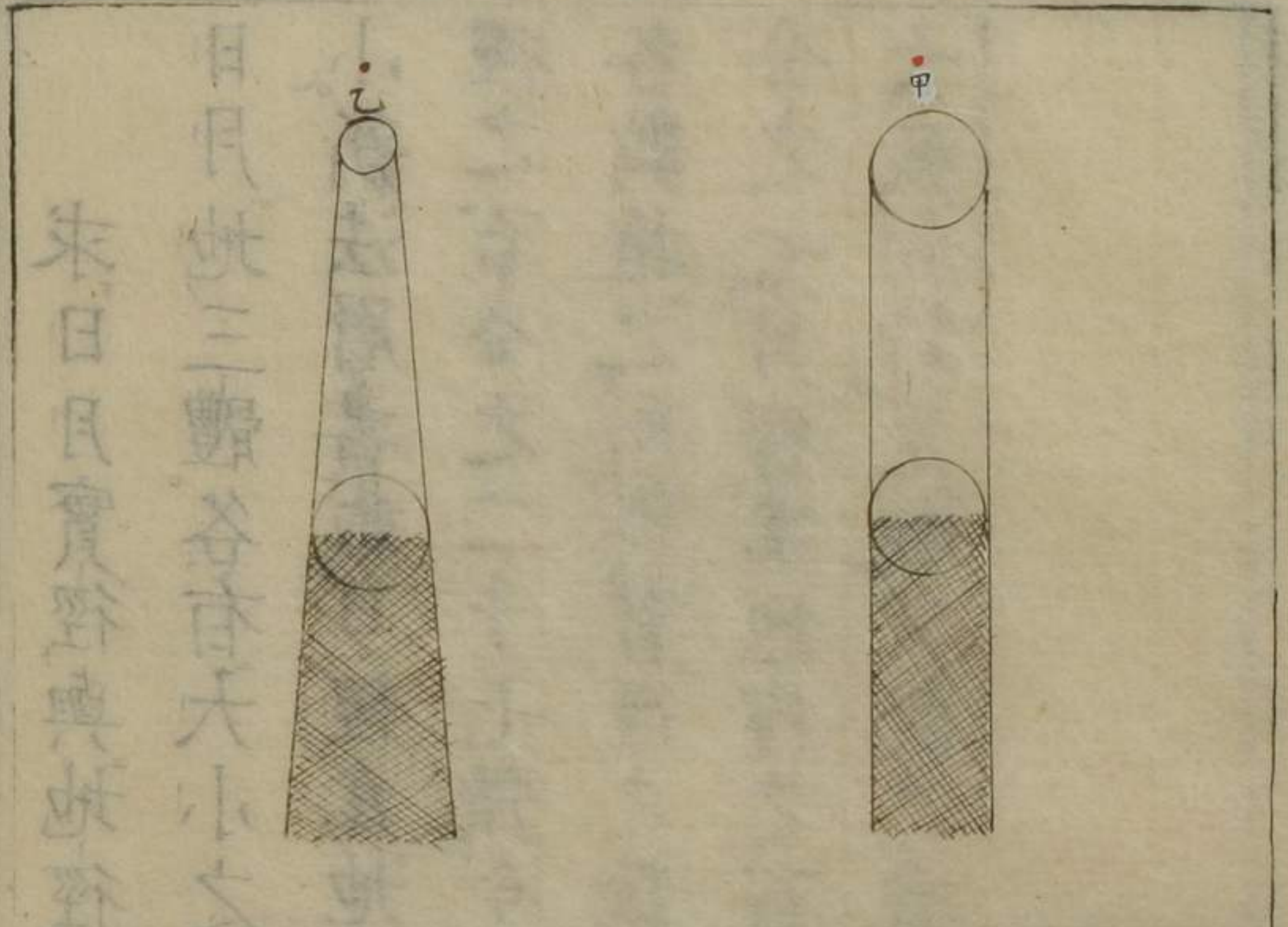
度之矢五百萬為一率。徑差六十六秒為三率。得四率一十六秒半。以加最高之徑二十九分五十九秒。得三十分一十五秒半。為最高前後六十度之視徑。以減最卑之徑三十一分零五秒。得三十分四十八秒半。為最卑前後六十度

之視徑也。太陰之法並同。

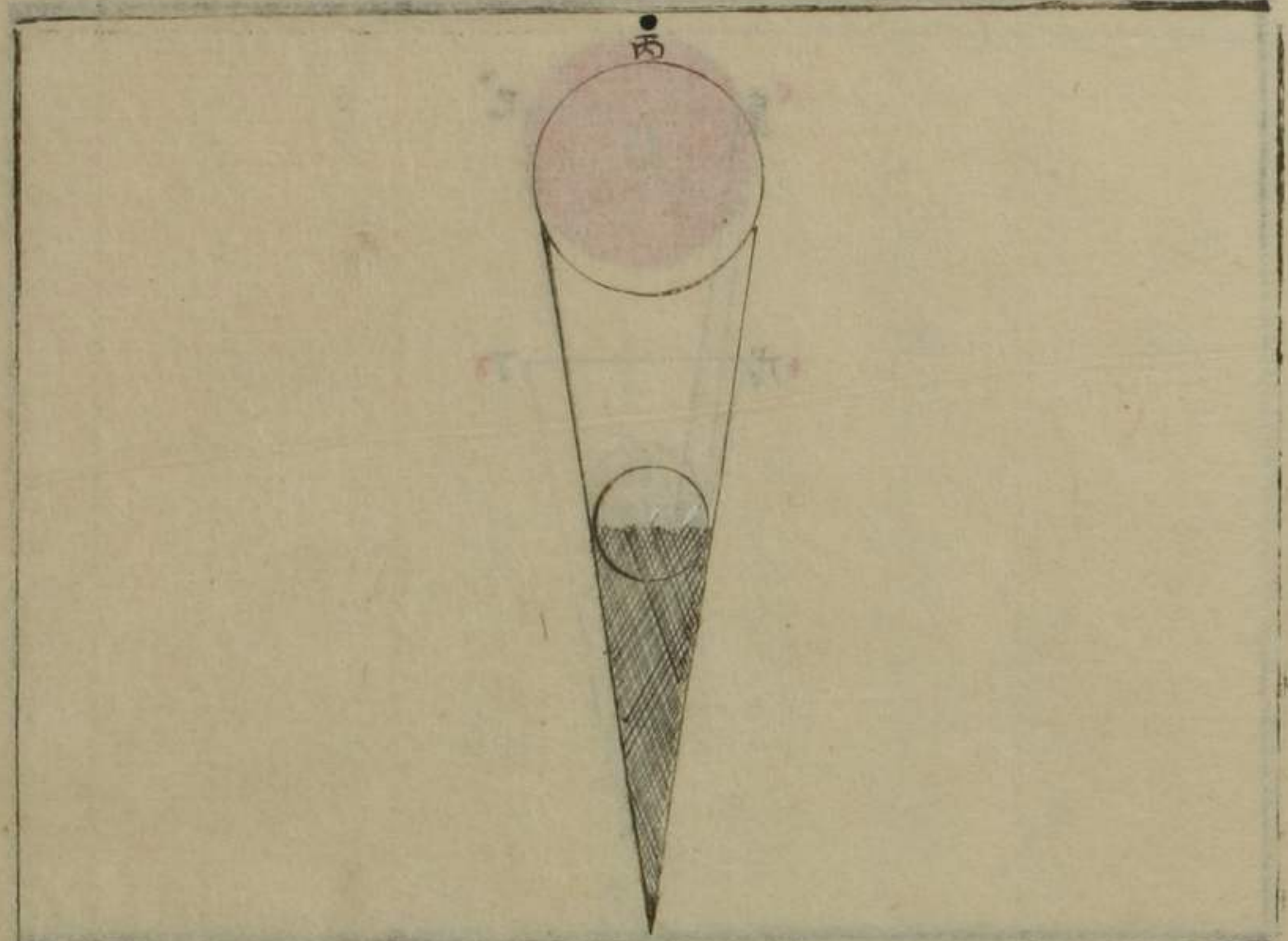
求日月實徑與地徑之比例
日月地三體各有大小之比例。日最大。地次之。月最
小。新法曆書載日徑為地徑之五倍有餘。月徑為地
徑之百分之二十七強。今依其法。用日月高卑兩限
各數推之。所得實徑之數。日徑為地徑之五倍又百
分之七。月徑為地徑之百分之二十七弱。皆與舊數
大致相符。足徵其說之有據而非誣也。

求日月實徑與地徑之比例

凡明暗兩體相對。明體施
光。暗體受之。其背即生黑

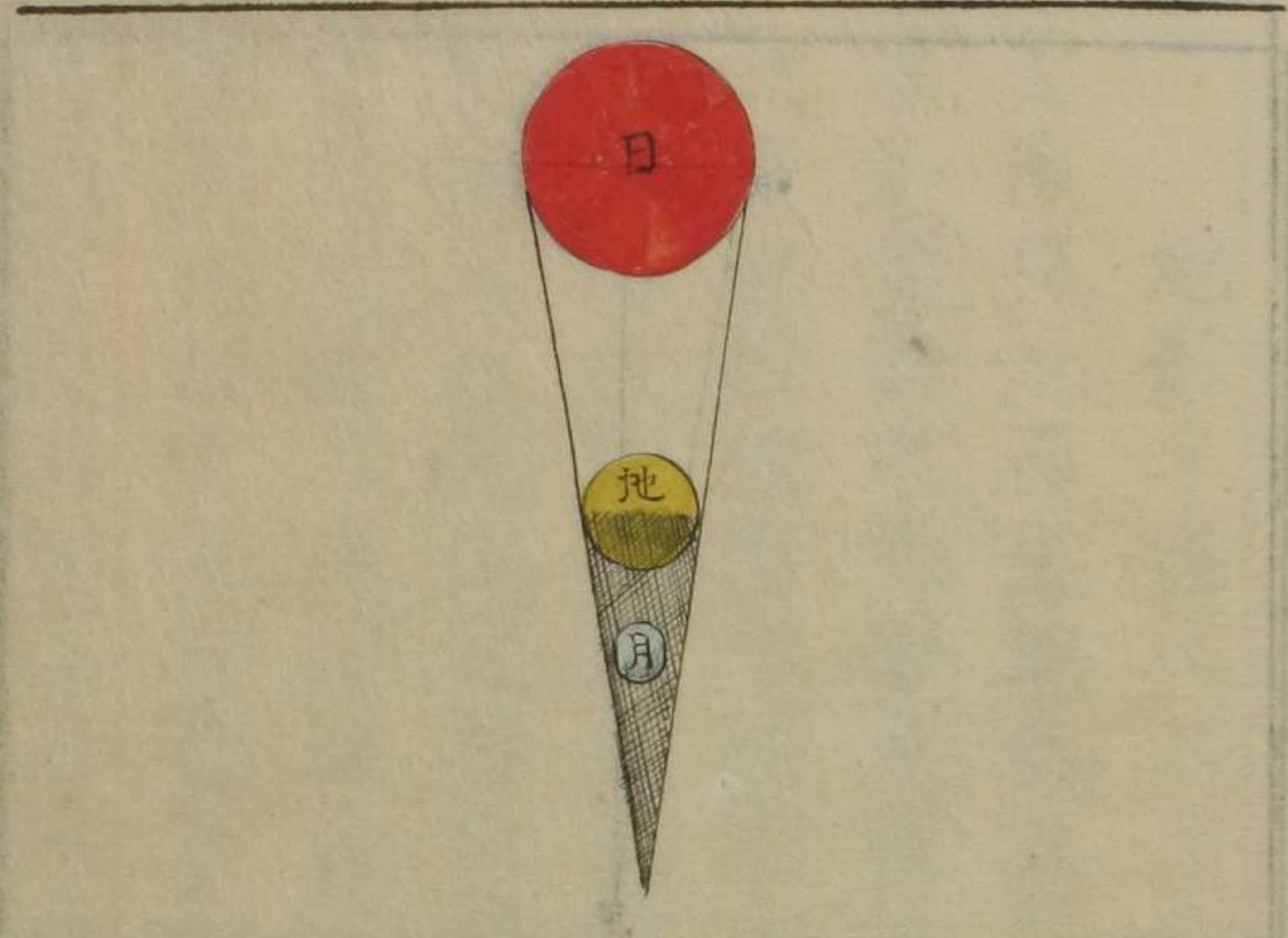


影若兩體同大則其影成
 平行長圓柱形其徑與原
 體相同其長至於無窮而
 無盡也如甲圖然若明體
 小暗體大則其影漸大成
 圓墩形其徑雖與原體相
 同其長至於無窮其底之
 大亦無窮也如乙圖然惟
 明體大暗體小則其影漸



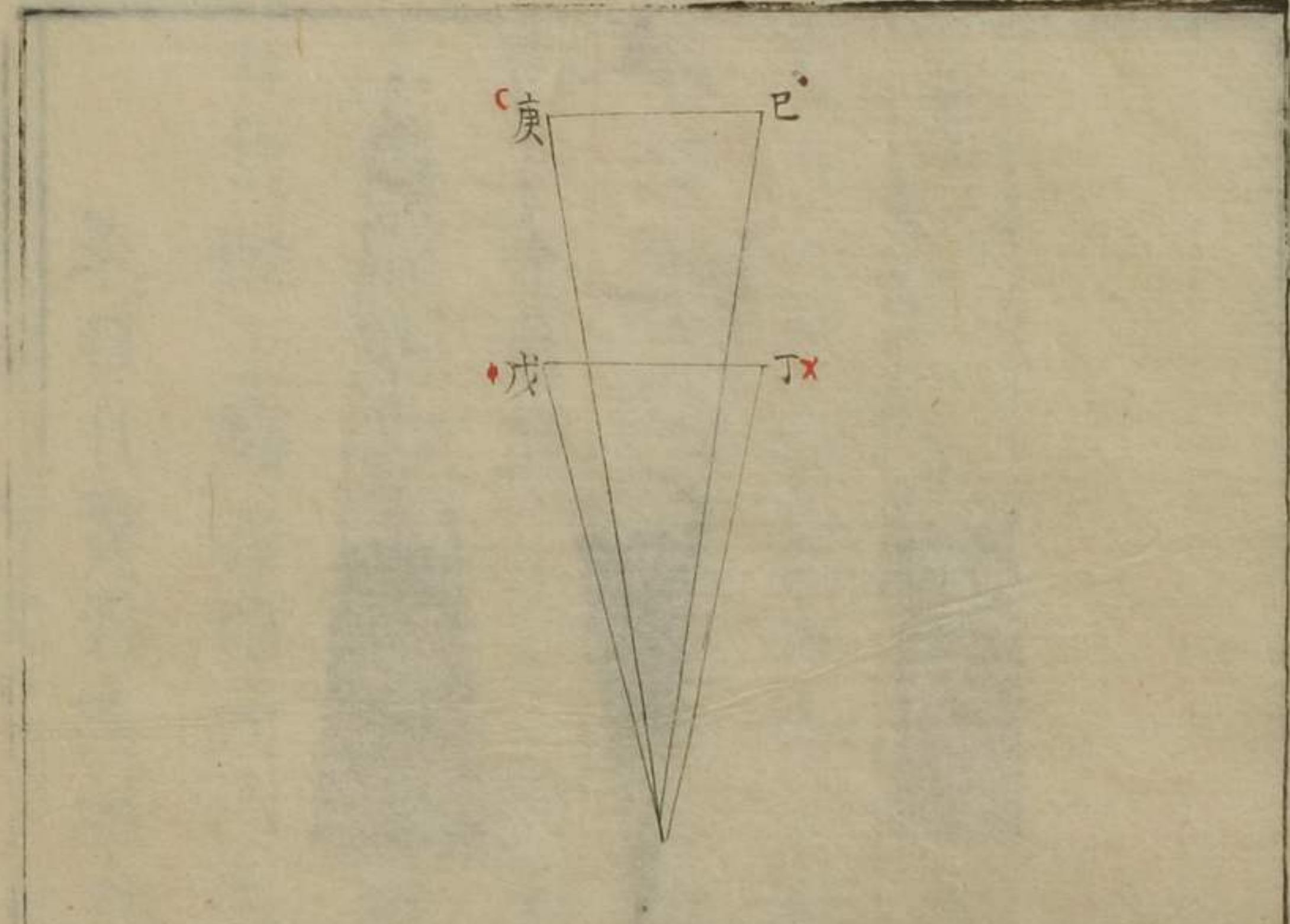
小成尖圓體其徑與原體
 等其下漸小而盡成銳角
 如丙圖然使日小於地或
 與地等則地所生之影宜
 如甲乙兩圖其長無窮今
 地影不能掩熒惑何況歲
 星以上諸星是地影之長
 有盡必如丙圖而日之大
 於地也其理明矣又凡人

求日月實徑與地徑之比例

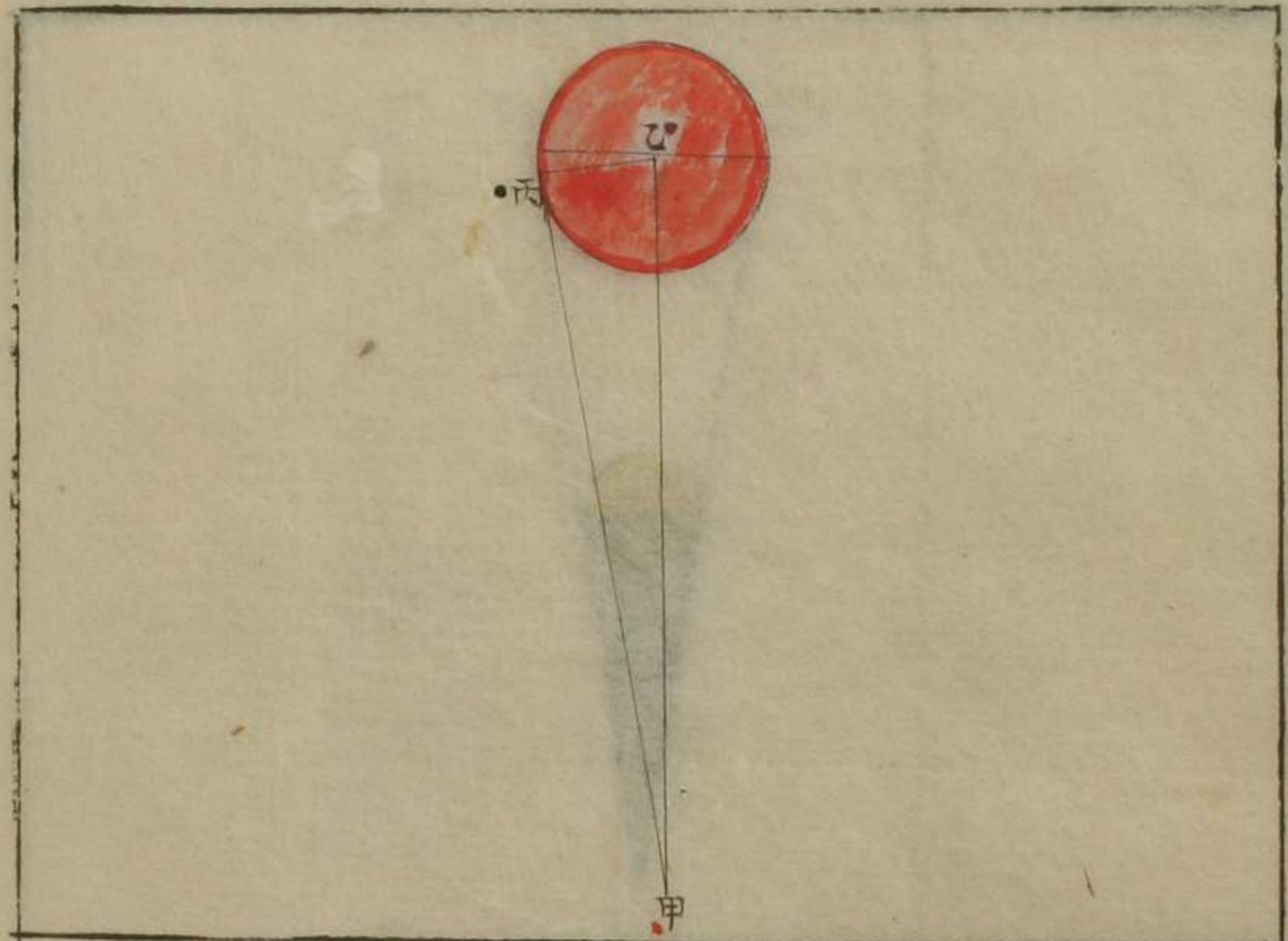


去地甚遠。月去地甚近。則月必小於日也。可知矣。夫地徑小於日。而地影之徑又漸小於地。月過地影。則食。食時月入影中。多歷時刻。而後生光。則月必小於地影。月既小於地影。則其必小於地也。又勿疑焉。求日實徑之法。如圖甲為地

求日實徑與地徑之比例



目視物。近則見大。遠則見小。如丁戊與巳庚。兩物同大。人目視之。成兩三角形。丁戊近目。其兩腰短。故底之對角大。巳庚遠目。其兩腰長。故底之對角小。若去人目有遠近。而視之。若等。則遠者必大。近者必小。今仰觀日月。其徑畧等。而日



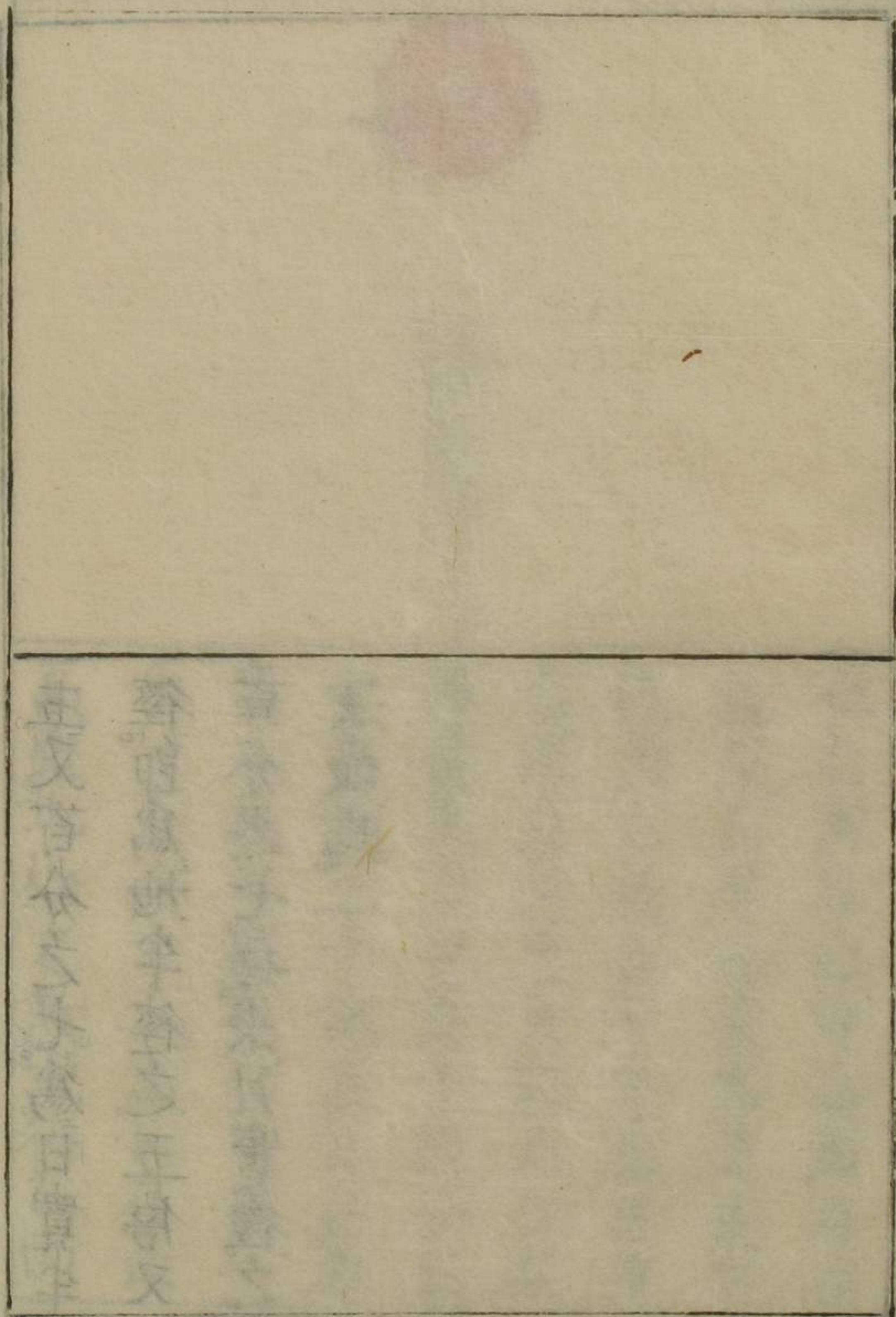
心。乙為日心。甲乙為兩心
 相距。乙甲丙角為日視半
 徑角。乙丙為日半徑。用甲
 乙丙直角三角形。此形有
 丙直角。有甲角十四分五
 十九秒三十微。為日在最
 高之視半徑。有乙甲邊一
 千一百六十二。為日在最
 高距地心之數。求得乙丙

地影半徑

太陽照地而生地影。太陽
 深食時之久。皆皆視地
 非輕也。但地影半徑之太

五又百分之七。為日實半
 徑。即為地半徑之五倍又
 百分之七也。求月實徑之
 法。做此。

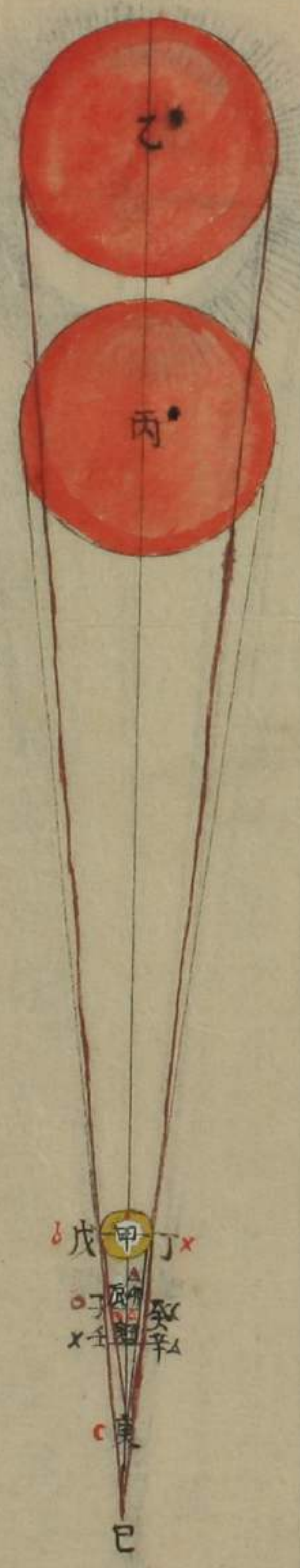
地影半徑。內含是地。太陽距地最高。太陽光射此
 太陽照地而生地影。太陰過影而生薄蝕。凡食分之
 淺深。食時之久暫。皆視地影半徑之大小。其所係固
 非輕也。但地影半徑之大小。隨時變易。其故有二。一
 緣太陽距地有遠近。距地遠者。影巨而長。距地近者。
 影細而短。此由太陽而變易者也。一緣地影為尖圓
 體。近地處。而遠地細。太陰行最卑。距地近。則過影之
 處。其徑大。行最高。距地遠。則過影之細處。其徑小。
 此由太陰而變易者也。今依太陽在最高所生之大



影為率而以太陰從高及卑各距地心之地半徑數求其相當之影半徑為影半徑表復求得太陽從高及卑所生之各影各求其太陰在中距所當之影半徑俱與太陽在最高所生之太影相較餘為影差列於本表之下用時以太陰引數宮度查得影半徑復以太陽引數宮度查得影差以減影半徑即得所求之地影實半徑也

太則照此而
此景半
如圖甲為地球乙丙皆為太陽乙為最高丙為最卑
高丙為最卑太陽從最高乙發光則地

影長大為丁巳戊從最卑丙發光則地影短小為丁庚戌太陰遇丁巳戌大影而在最高辛則其所當之影徑如辛壬



在最卑癸則其所當之影徑如癸子若太陰遇丁庚戌小影而在最高辛則其所當之影徑如丑寅在最卑癸則其所

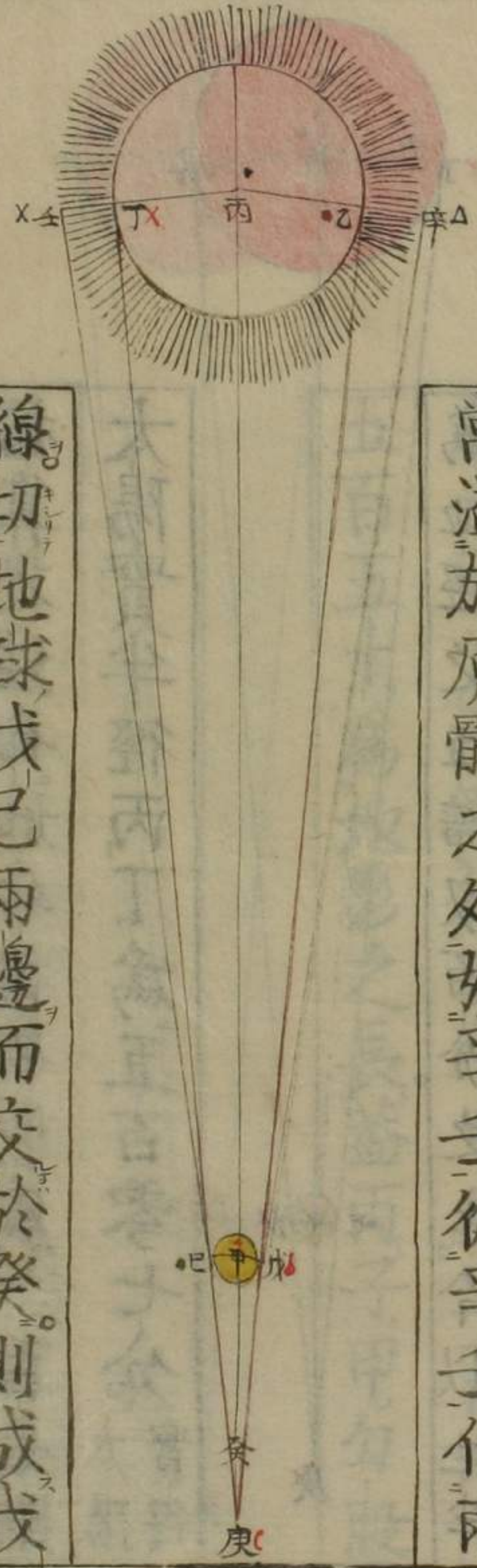
當之影徑如卯辰其兩半徑之較為辛
丑與癸卯是所謂影差也。
求地影半徑有二法。一用推算。一用測

量。而推算所得之數。比測量所得之數。
常多數分。蓋因太陽光大能侵削地影
故也。如甲為地球。乙丙丙丁為太陽實



半徑。從乙丁作兩線。切地球戊己兩邊
而交於庚。則成戊庚己影。然太陽光芒
常溢於原體之外。如辛壬。從辛壬作兩

線。切地球戊己兩邊。而交於癸。則成戊
癸己影。而小於戊庚己影。論其實。則推
算之數為真。欲合仰觀。則測量之數為

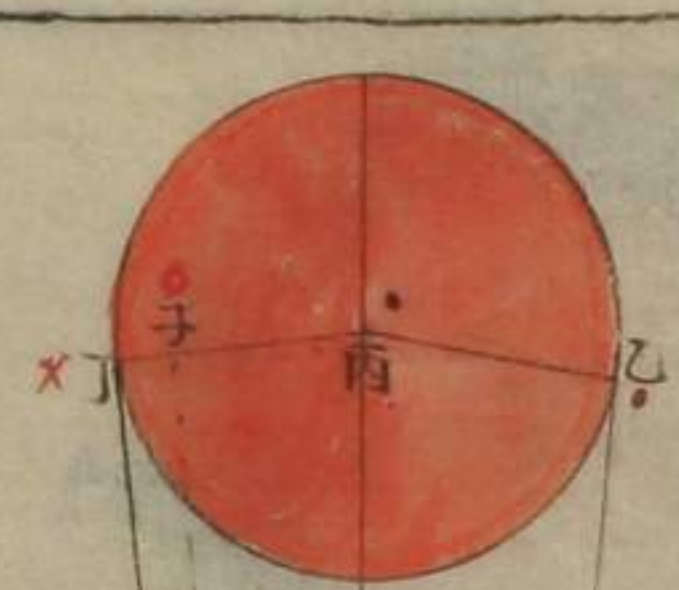


準故地影表所列之數皆小於推算之數也。

推算之法命地半徑甲己為一百分則太陽實半徑丙丁為五百零七分。

太陽實徑

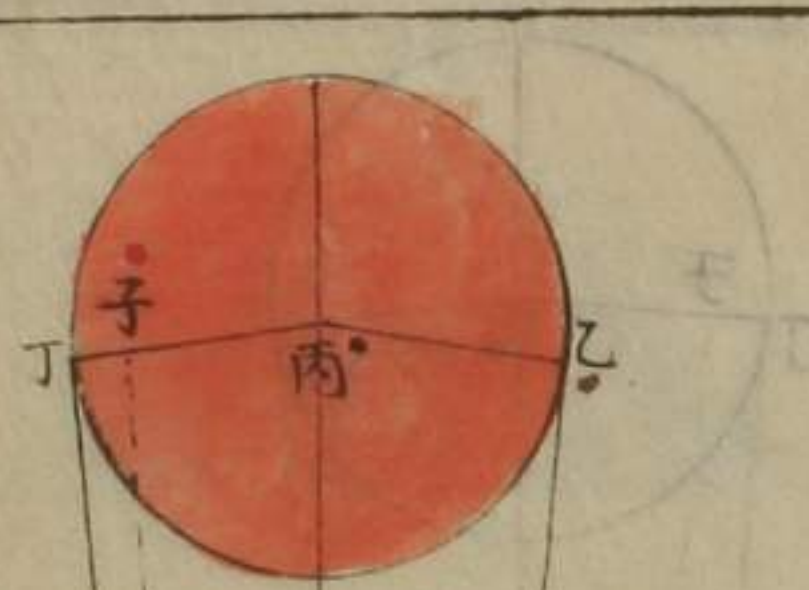
為地徑之五倍又百分之七。今以地半徑為一百分則太陽實半徑為五百零七分。以甲己與丙丁相減餘丙子四百零七。乃以丙子四百零七為一率太陽在



甲 乙

庚

最高距地心之丙甲一十一萬六千二百。即地半徑之一千為一率。甲己地半徑一百為三率。得四率甲庚二萬八千五百五十為地影之長。蓋丙子甲勾股



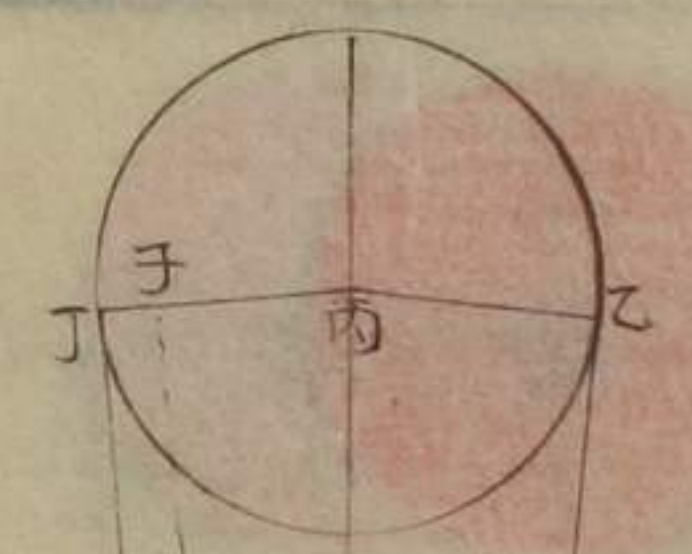
甲 乙

庚

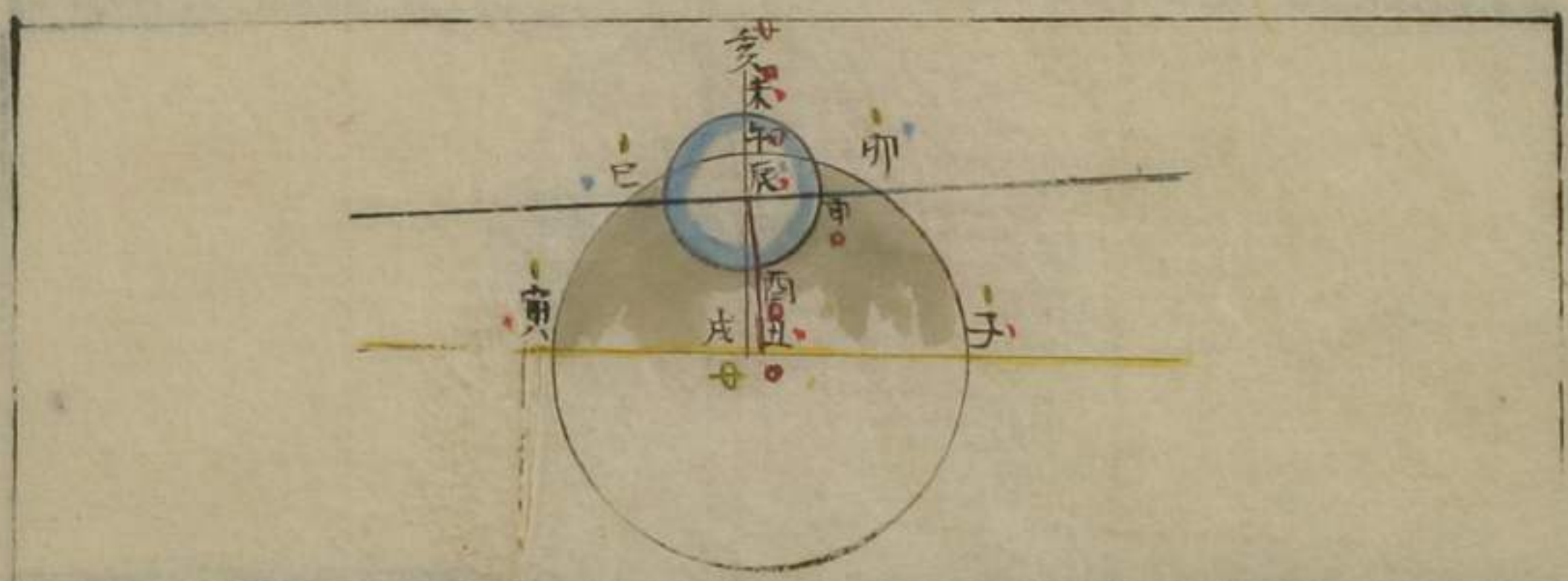
形與甲己庚勾股形為同式形。故其相當各界皆可為比例也。既得甲庚地影之長。乃求得甲庚己角一十二分零二

秒又於甲庚地影之長內減去太陰在中距朔望時距地心之甲丑五千六百七十二。即地半徑之五十六倍又百分之七十二餘一萬二千八百七十八為丑庚。於是用丑庚寅

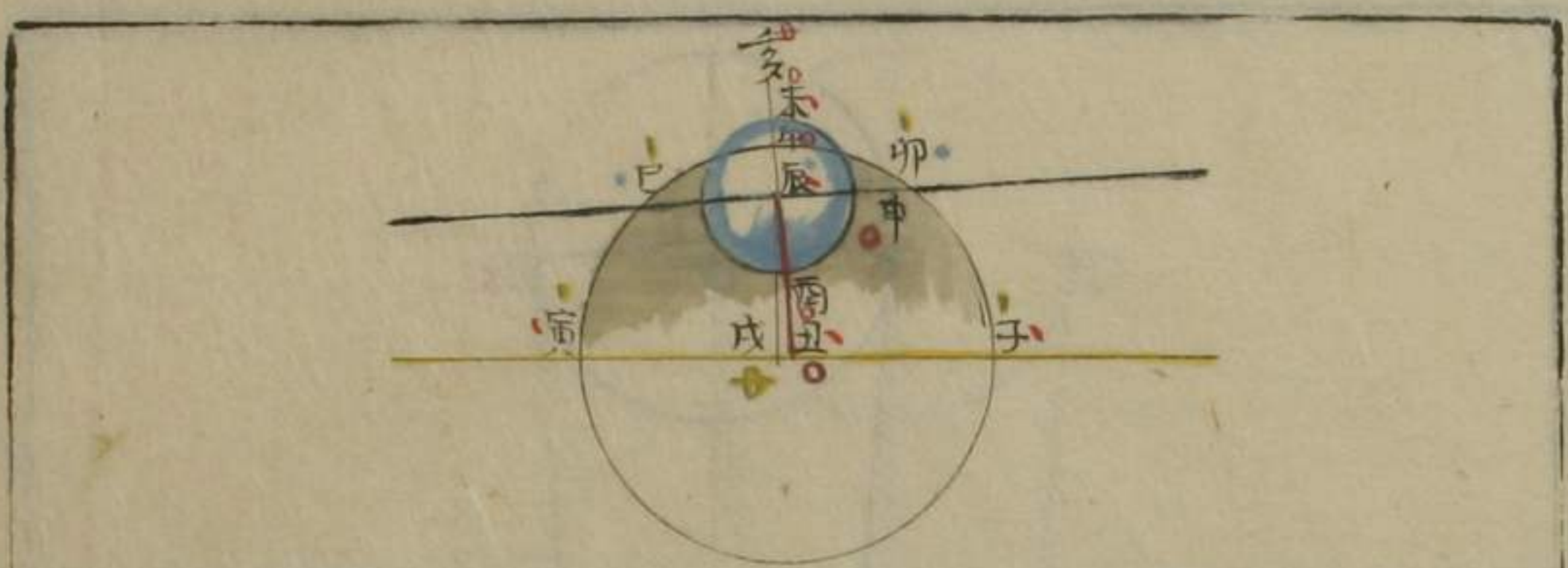
直角三角形求得丑寅八十有餘。又用甲丑寅直角三角形求得甲角四十八分三十四秒為太陰在中距時所過地



影之半徑。查地影半徑表為四十四分四十三秒多三分五十一秒。測量之法如康熙五十六年丁酉八月十七日月食其實引為二宮二度四十分零三秒。距地心五十七。地半徑零百分之四十一。測得緯度在黃道北三十六分一十八秒。月半徑為一十六分一十秒。食分為二十三分三十秒。乃以黃道緯度三十六分一十八秒求得白



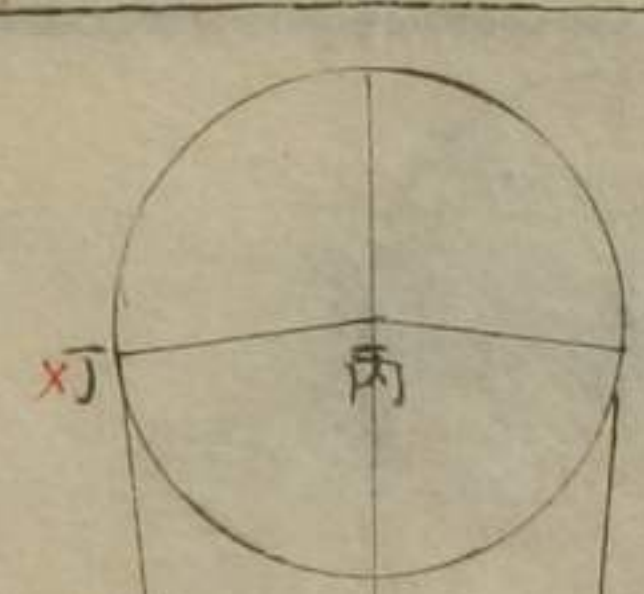
道緯度三十六分二十六秒。為食甚距緯。與食分二十三分三十秒相加。得五十九分五十六秒。內減月半徑一十六分一十秒。餘四十三分四十六秒。為地影半徑。查地影半徑表。為四十三分五十四秒。相差八秒。乃本時太陽之影差也。表數乃太陽在最高之影。如圖子丑寅。為黃道。卯辰巳為白道。卯子寅巳為地影。午丑為地影半徑。未申酉為月。未



辰為月半徑。月行白道。從卯至辰。距地影心丑最近。是為食甚。午酉即為食分。辰戌為黃道緯度。辰丑即白道緯度。用辰丑戌正弧三角形。此形有辰角。與黃白交角等。有戌直角。有辰戌邊。求得辰丑為食甚距緯。以午酉食分與辰丑距緯相加。成亥丑。內減與月半徑未辰相等之亥午。餘午丑。即為地影之半徑也。推算所得之數。既大於測量所得之數。

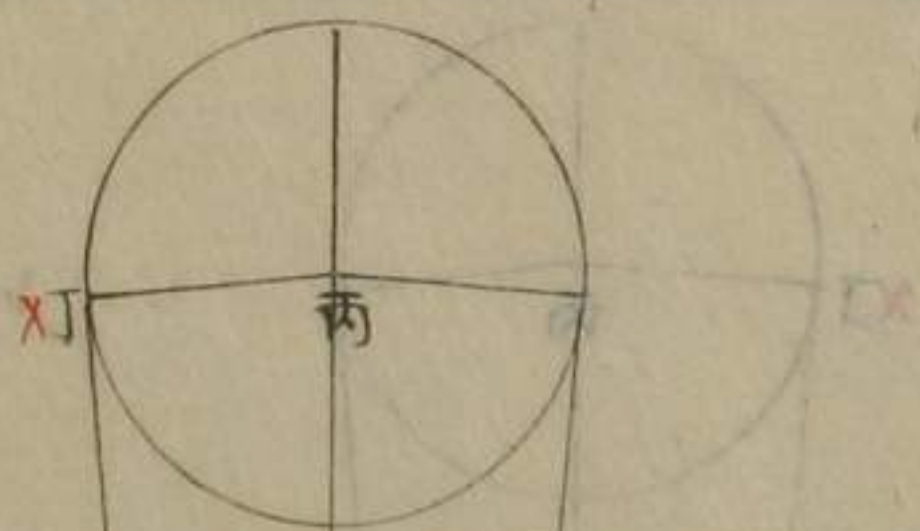
則太陽光大之能侵削地影可知矣。然
 不得太陽之光分。雖逐時測量。又有影
 差雜於其內。則地影之大小。終不能得
 其真。今立法以太陰在中距之地影半
 徑四十四分四十三秒為準。前測月食
實引二宮
三度近中距。而其影畧與表
合。故以中距之地影為準。求太陽之
 光分。命地半徑甲己為一百分。則太陰
 在中距朔望時距地心之甲丑為五千
 六百七十二。丑甲寅角即為四十四分

四十三秒。用甲丑寅直角三角形求得
 丑寅為七十三小餘七八。甲寅為五千
 六百七十二小餘四八。又用甲己寅直
 角三角形。己為求得己甲寅角為八十
 八度五十九分二十四秒。於象限內減
 去己甲寅角。又減去丑甲寅角。餘一十
 五分五十三秒為卯甲己角。乃用卯甲



已直角三角形。已為直角。求得甲卯為一百
 又千分之一。甲卯內減去與丑寅相等
 之甲辰餘二十六小餘二二一為辰卯。
 於是卯辰寅勾股形。辰寅與卯甲
甲辰等與卯甲

庚勾股形為比例。得甲庚二萬一千六
 百三十二。即地影之長。又以甲己庚勾
 股形與丙丁庚勾股形為比例。得丙丁

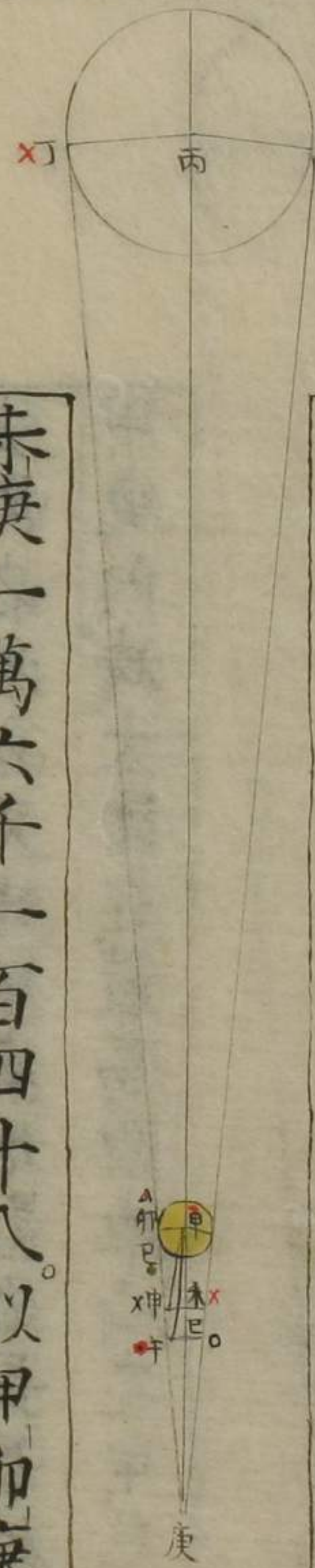


六百三十七。即太陽之光分為地半徑
 之六倍又百分之三十七也。既得丙丁
 太陽之光分。又得甲庚地影之長。乃於
 甲庚內減去太陰在最高距地心之甲己

五千八百一十六。餘已庚一萬五千八
 百一十六。以甲卯庚勾股形與已午庚
 勾股形為比例。得已午七十二小餘一

三角形求得甲角四十六分四十八秒
 為太陰在最卑所過地影之半徑。比舊
 表最高多一十三秒。最卑少一十二秒。
 蓋舊表固由實測。要亦準於太陰之高
 卑。今測太陰之在最高。較舊數為稍卑。
 故月徑大而影徑亦大。太陰之在最卑。
 較舊數為稍高。故月徑小而影徑亦小。
 然月徑約以三十分為十分。影徑差一
 十二秒。食分止差四秒。固不失為密合。

一。又用甲巳午直角三角形求得甲角
 四十三分一十三秒。為太陰在最高所
 過地影之半徑。於甲庚內減太陰在最
 卑距地心之甲未五千四百八十四餘。
 未庚一萬六千一百四十八。以甲卯庚
 勾股形與未申庚勾股形為比例。得未
 申七十四小餘六五。又用甲未申直角



况影徑隨月徑而大小尤不致舛謬也。於是隨時太陰距地心之地半徑數各與地影之長相減以求得地影之半徑線。又各求其相當之角即得太陰隨時之影半徑以立表。

求影差之法用太陽在最高所生之長影求得太陰在中距時所當之影半徑四十四分四十三秒為率而以太陽在最卑所生之短影亦求得太陰在中距

所當之影半徑為四十四分零八秒相差二十五秒為太陽最高最卑兩限之影差其餘影差俱依此例推之。

御製曆象考

交食曆理

太陰食

月食分秒

月食五限時刻

見食先後

定食先後

推食先後

御製曆象考成上編卷七

交食曆理二 專論月食

太陰食限 影半徑相切即入食之限故以兩半

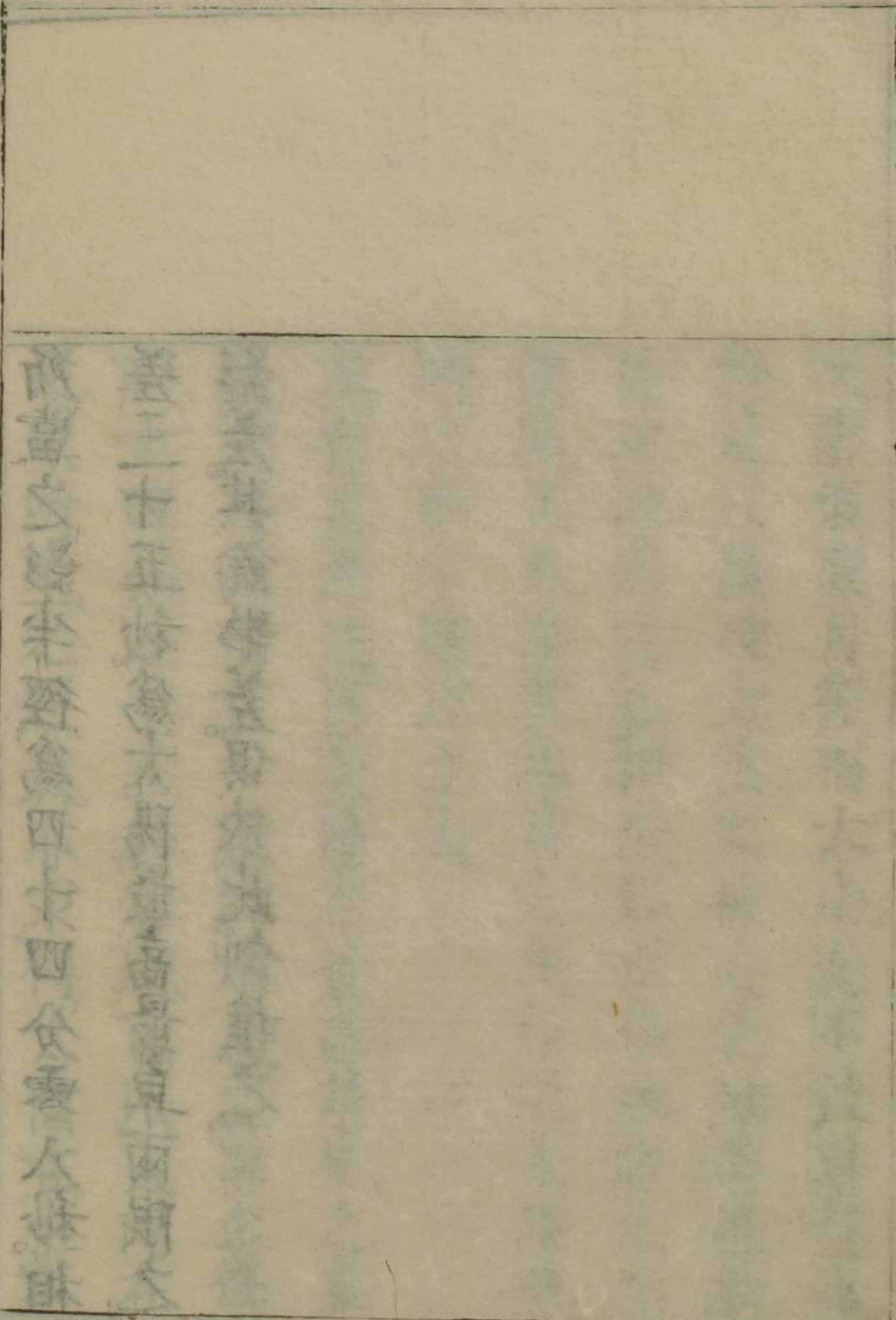
徑相月食分秒 黃白兩道之距離度而求其相切

經月食五限時刻 度一十六分四十五秒為食之

見食先後 一或一十六分五十五秒為食之

定月食方位 食之方位不常定也

繪月食圖 繪月食圖



其食限之始也 若玉為入食限之始也 交食曆理二 專論月食 太陰食限 影半徑相切即入食之限故以兩半 徑相月食分秒 黃白兩道之距離度而求其相切 經月食五限時刻 度一十六分四十五秒為食之 見食先後 一或一十六分五十五秒為食之 定月食方位 食之方位不常定也 繪月食圖

諸氏食圖

日月食圖

日月食圖

日月食圖

日月食圖

日月食圖

交食觀野二

專論日食

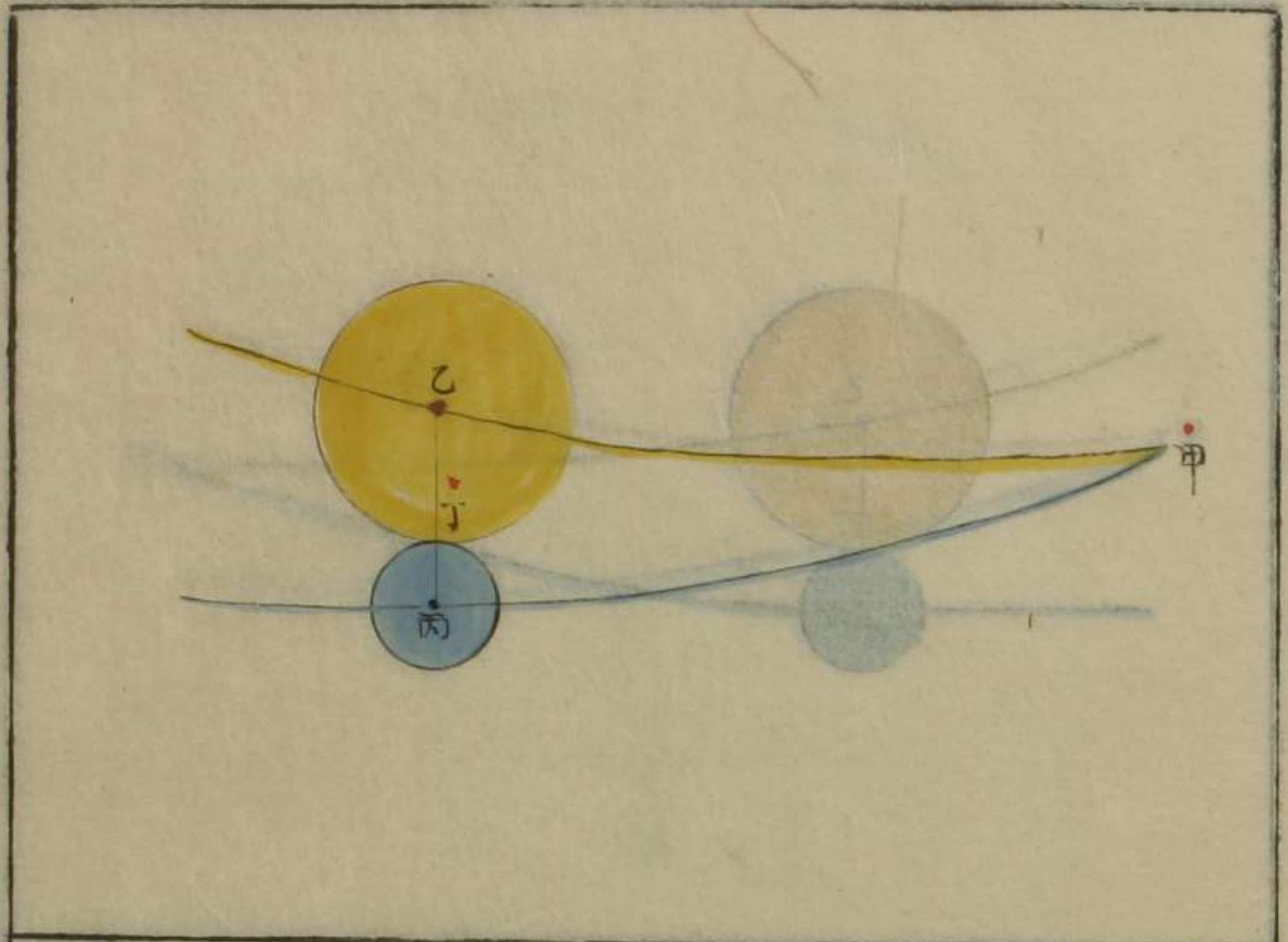
論日食觀野二專論日食

太陰食限

食限者推太陰交周度距交若干為入食限之始也。太陰半徑與地影半徑相切即入食之限故以兩半徑相併之數當黃白兩道之距緯度而求其相當之經度得距交一十一度一十六分四十五秒為必食之限距交一十二度一十六分五十五秒為可食之限蓋必食者無不食可食者或食或不食也二者皆實望之限若論平望其限尤寬得距交一十四度五十四分即為有食之限矣解之如左。

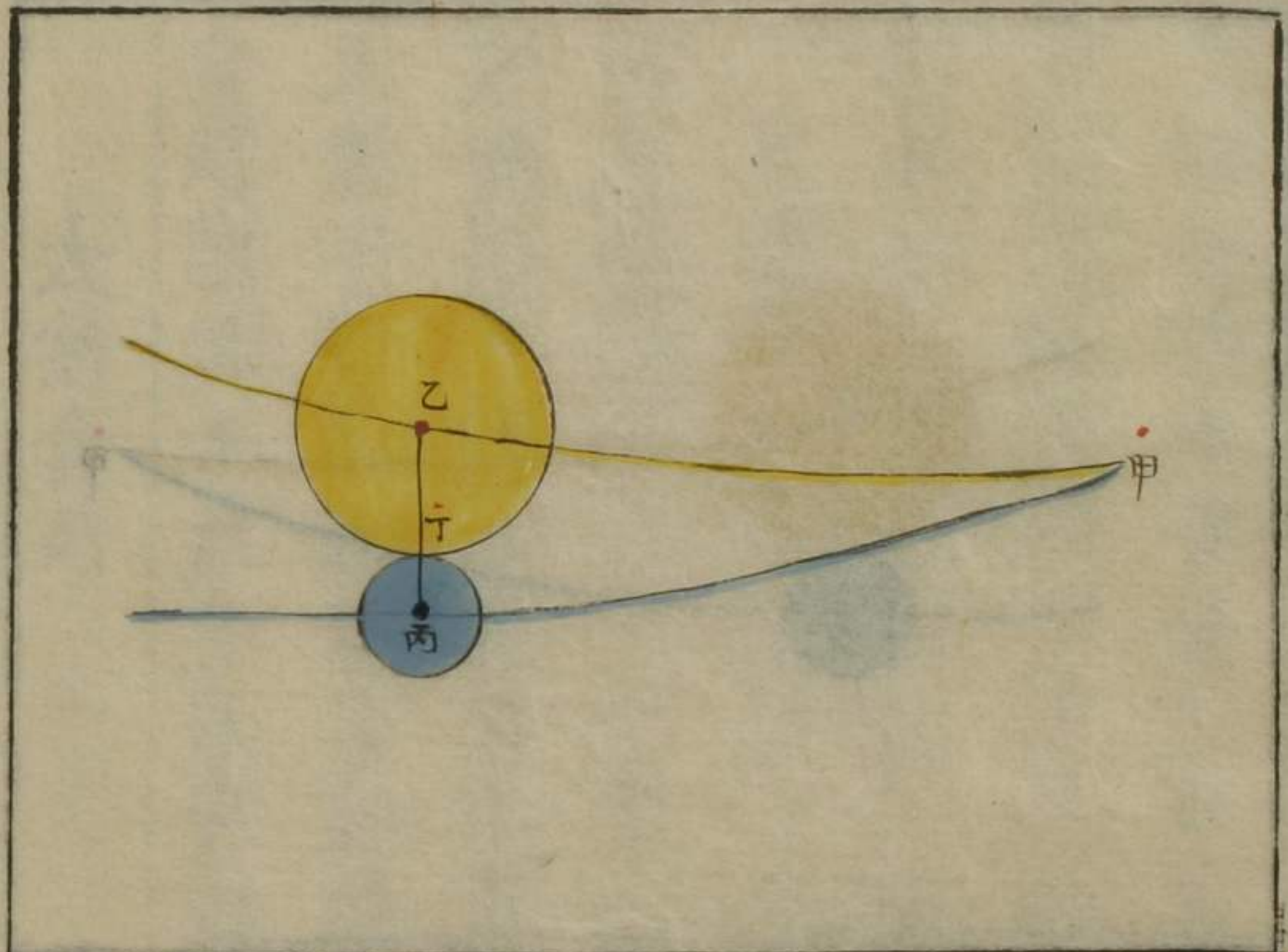
十四分... 太陰食... 黃白... 大距... 食... 太陰食... 黃白... 大距... 食... 太陰食... 黃白... 大距... 食...

地影半徑最小者四十二分三十八秒。太陰半徑最小者一十五分五十三秒。三十微相併得五十八分三十一秒三十微。黃白距緯度在此數以內者月必食。以此數當距緯求其經度則用黃白大距四度五十八分三十秒之正切與

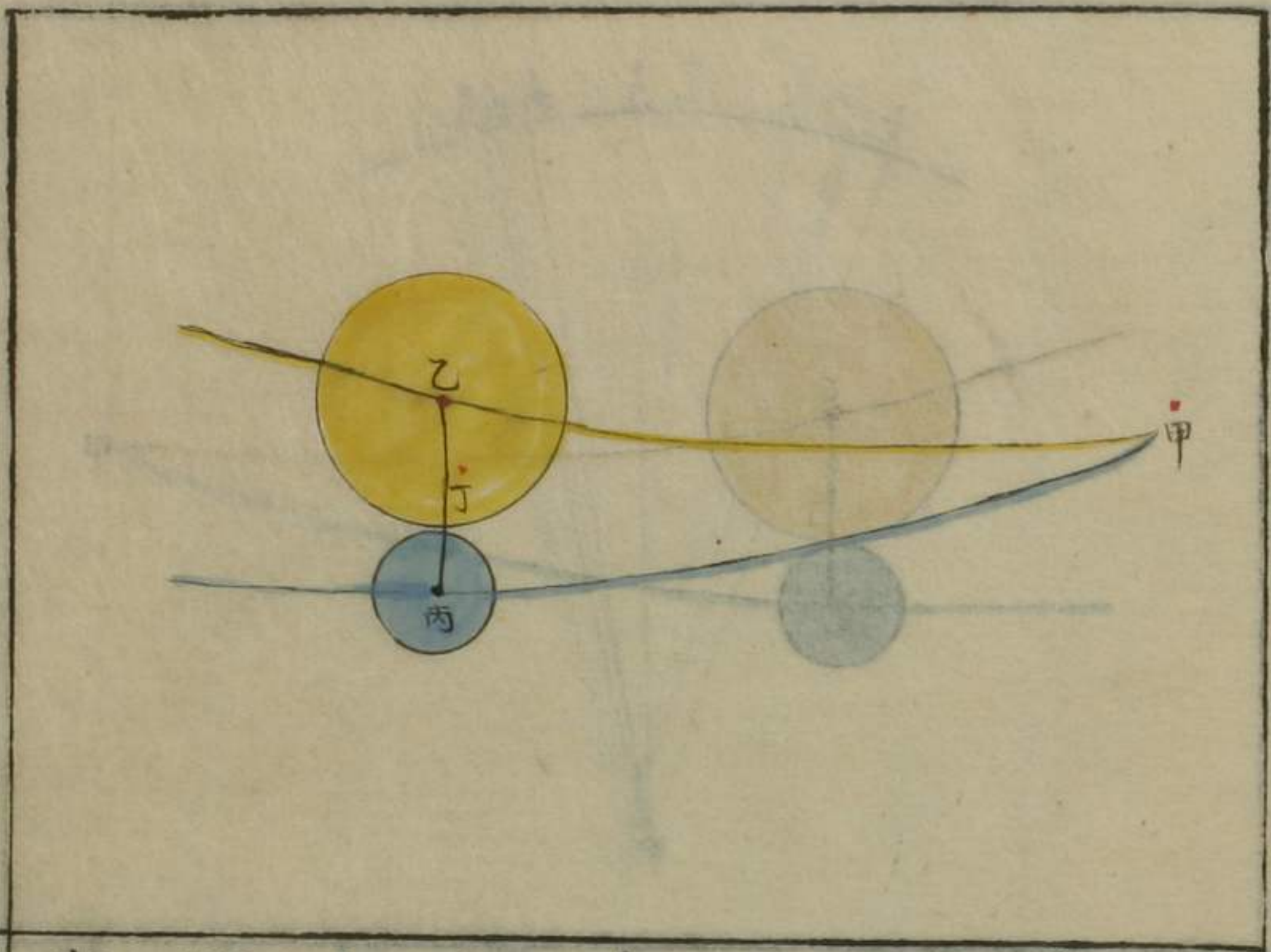


半徑為比例。即得一十一度一十六分四十五秒。為必食之限。如圖。甲乙為黃道。甲丙為白道。甲為二道之交。乙為地影心。丙為月心。兩周相切於丁。乙丁丙為兩半徑之共數。若距度在此數以內。則月周侵入地影內。而見食。故用甲乙

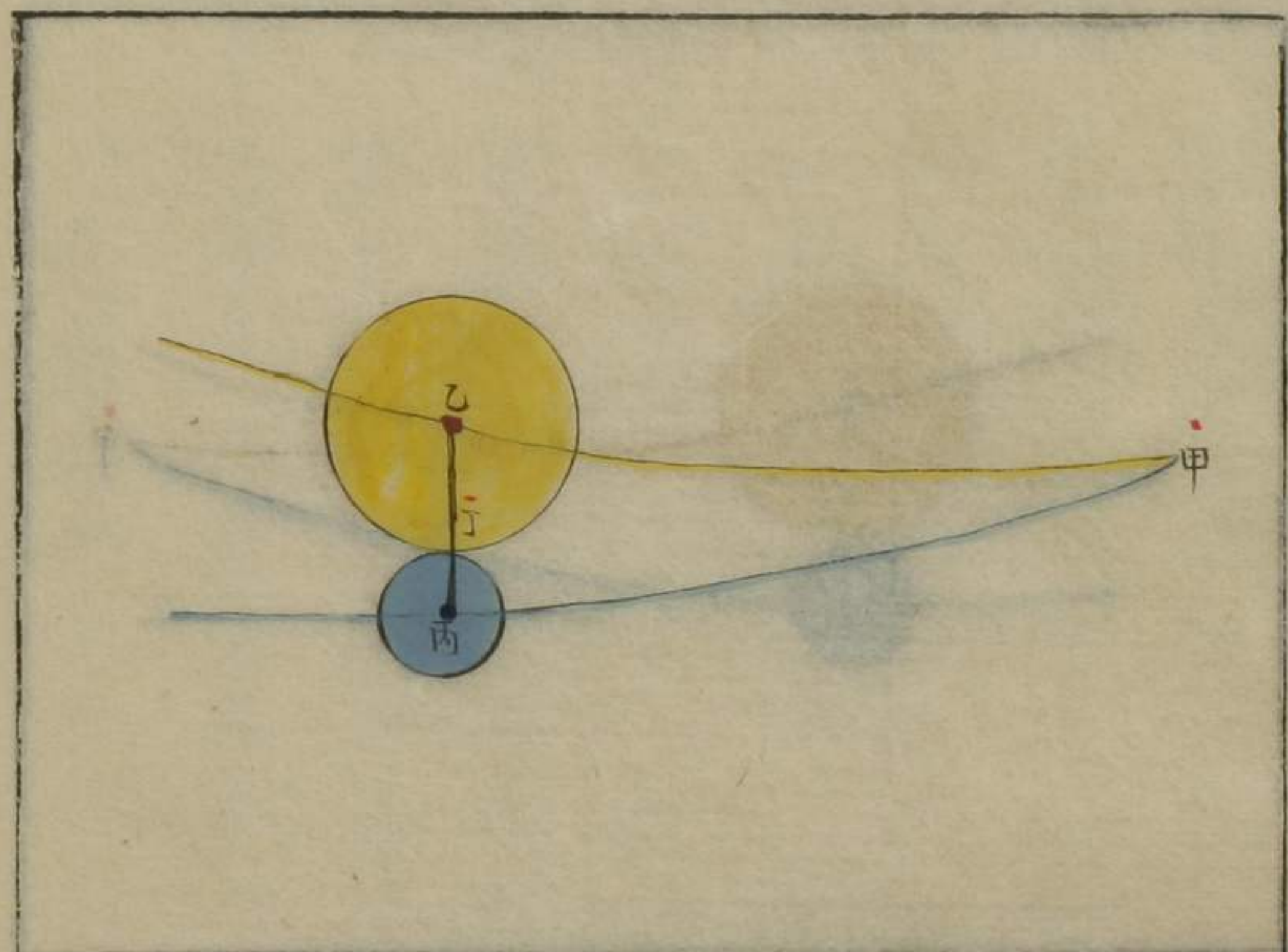
太陰食限



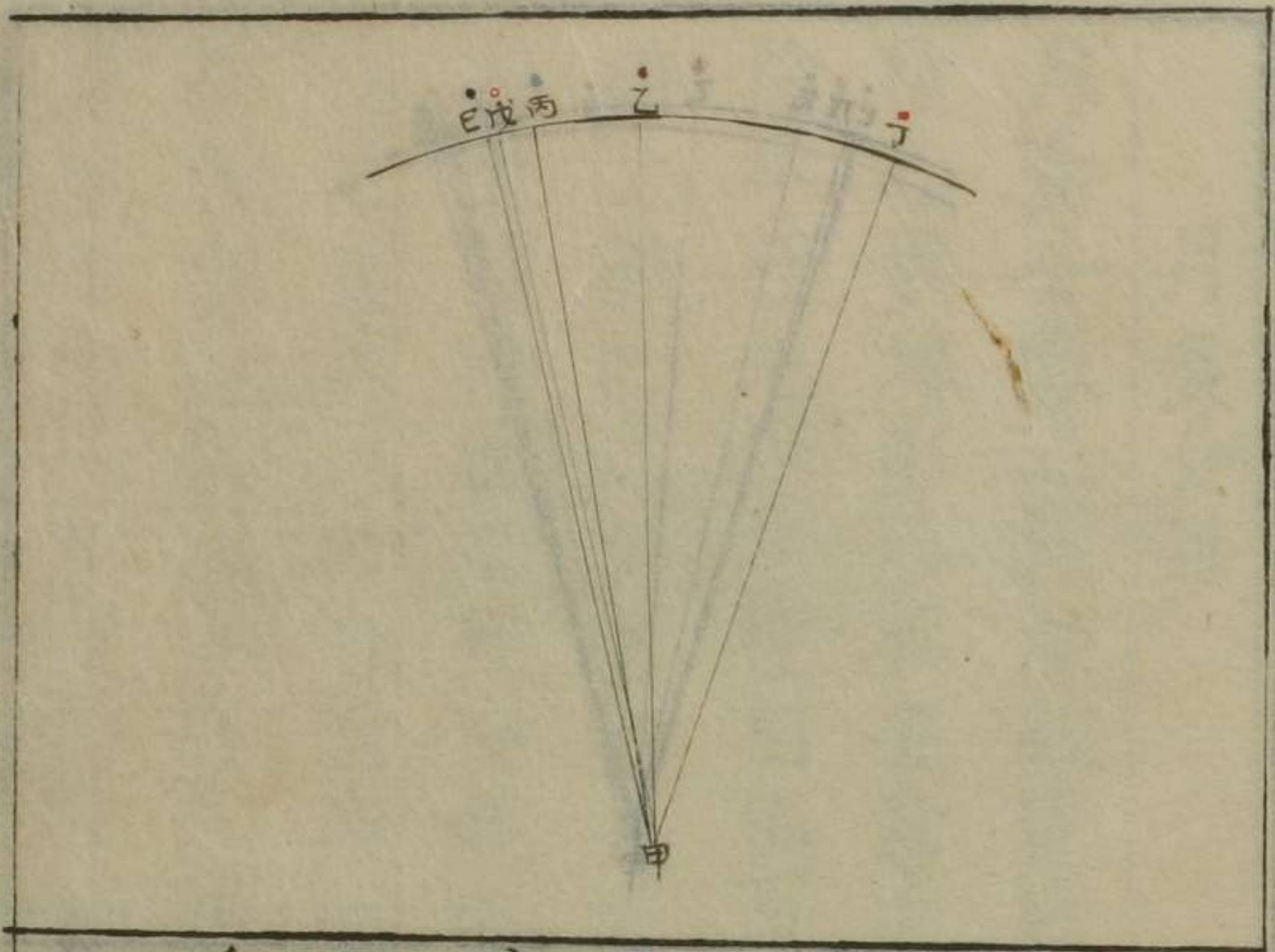
丙正弧三角形。求甲丙交
周度距交若干。此形有丙
直角。有甲角黃白大距度
四度五十八分三十秒。有
乙丙兩半徑相併五十八
分三十一秒三十微。今以
甲角正切與半徑之比。同
於乙丙距緯正切與甲丙
經度正絃之比。而得二十



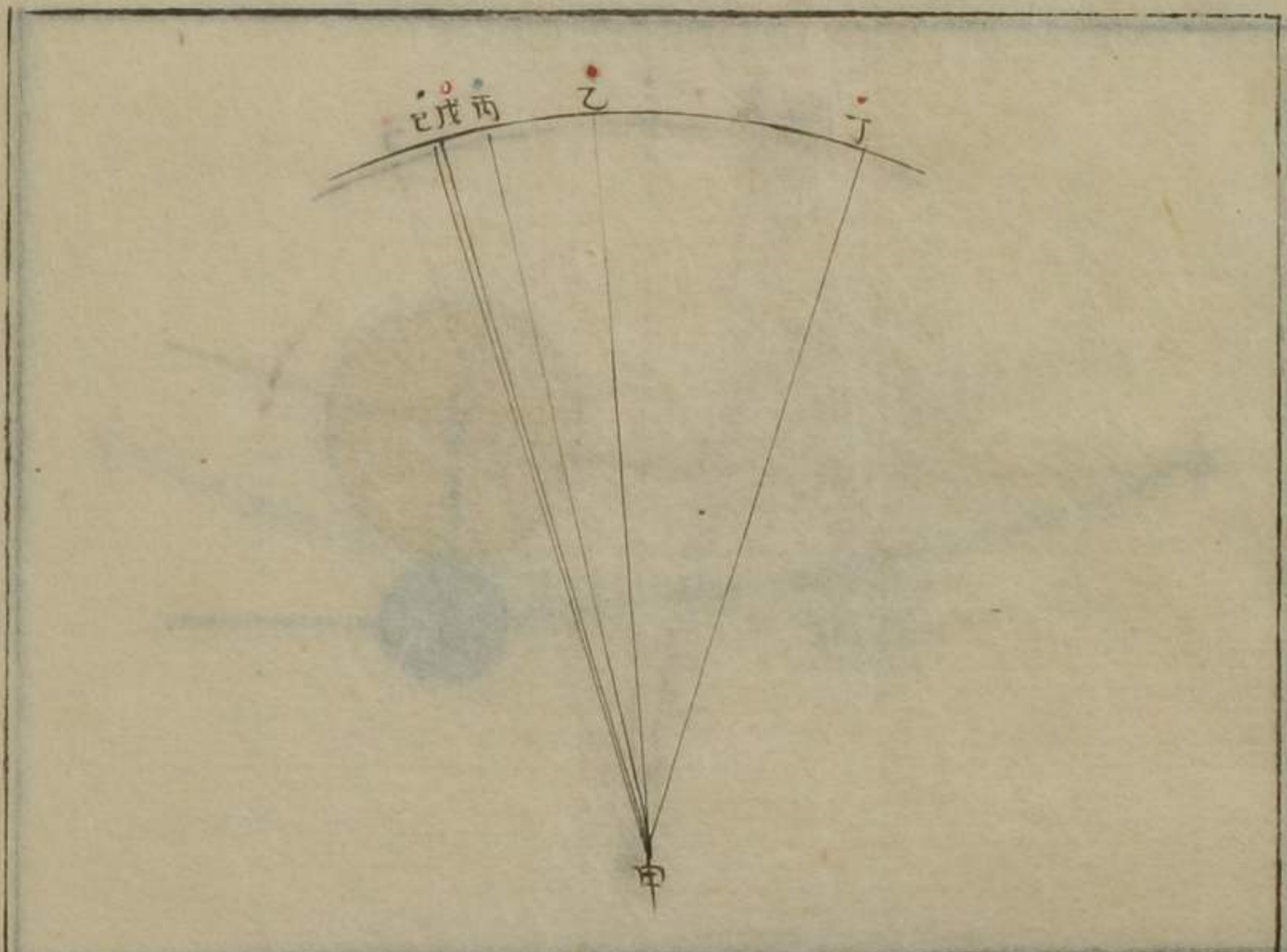
一度一十六分四十五秒
為甲丙距交之度也。
地影半徑最大者。四十六
分四十八秒。太陰半徑最
大者。一十六分五十一秒。
相併得一度零三分三十
九秒。黃白距緯度在此數
以內者。月可食。以此數當
距緯。按前法求經度。得一



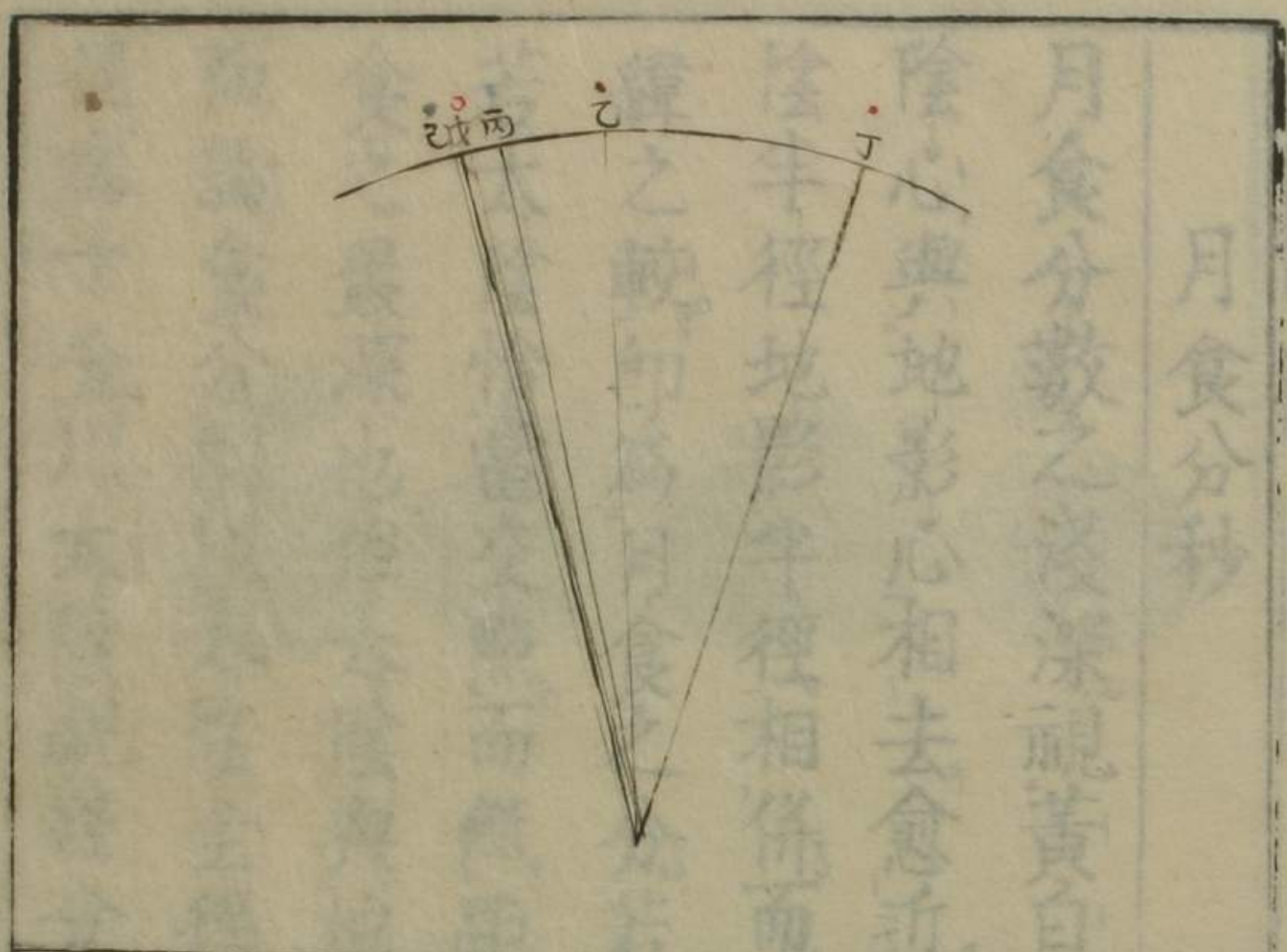
十二度一十六分五十五
 秒為可食之限。其或不食
 者何也。蓋必兩半徑俱最
 大而後得食。若有一半徑
 畧小。即兩周不得相切。而
 不食矣。平望之限。又寬於
 實望之限。而為二十四度
 五十四分。何也。蓋太陽最
 大之均數二度零三分一



十一秒。太陰最大之均數
 四度五十八分二十七秒。
 相併得七度零一分三十
 八秒。為兩實行相距最遠
 之度。如圖甲為地心。乙為
 黃道上平望之點。日之實
 行正對之度在丙。乙丙弧
 為二度零三分一十一秒。
 月之實行度在丁。丁乙弧



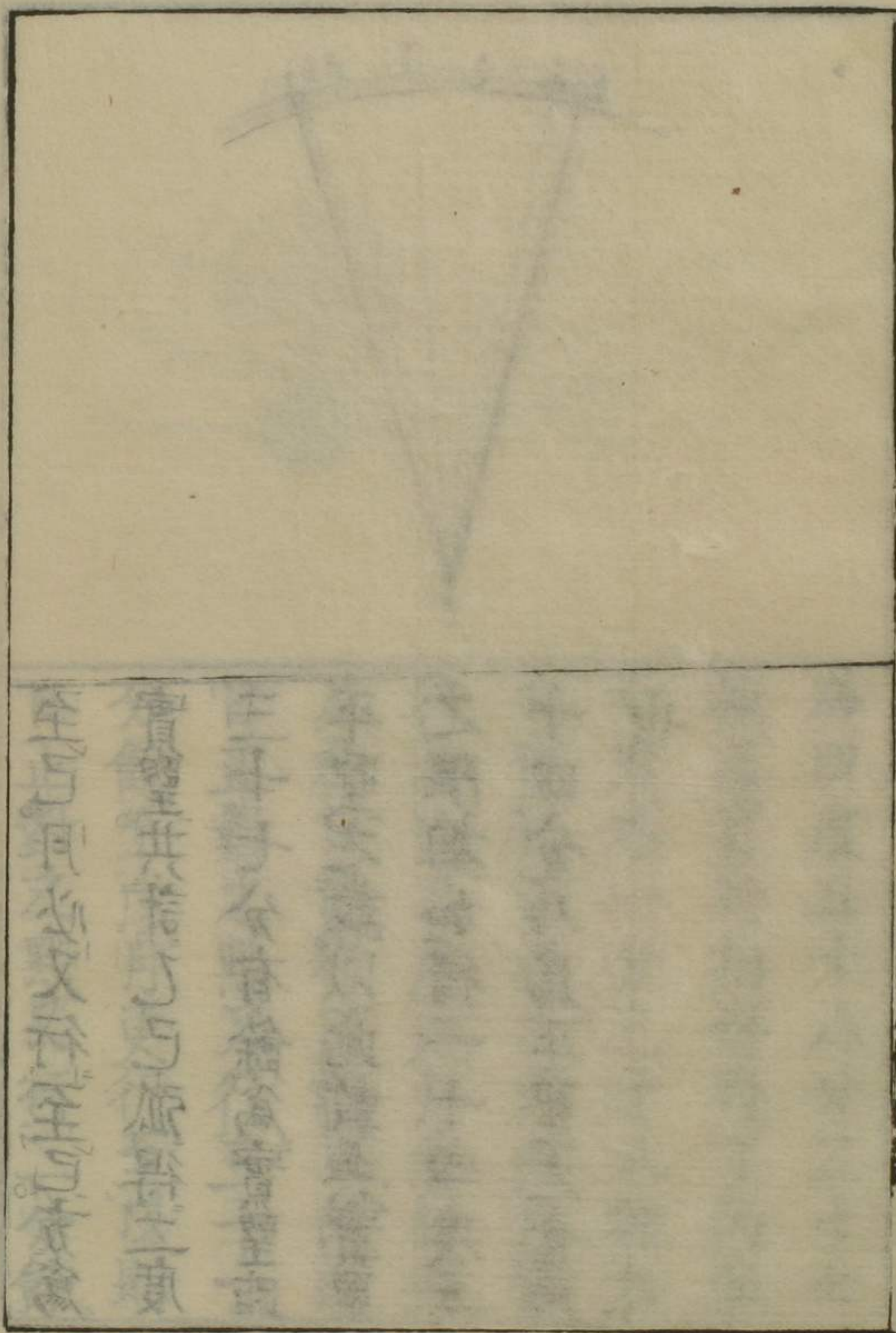
為四度五十八分二十七秒。兩實行相併得丁丙弧七度零一分三十八秒。為日實行正對之點。與月實行相距之度。迨月實行逐及於日實行正對之丙。則日正對之點。又行三十一分餘。至戊。月更行至戊。則日正對之點。又行二分餘。



月食分秒
陰心與地影心相去愈近
陰半徑地影半徑相併而
陰之軌切於月食之
至己。月必又行至己。方為實望。共計乙己弧得二度三十七分有餘。為實望距平望之數。以此數與實望之限相加。得一十四度五十四分。乃為平望之食限也。

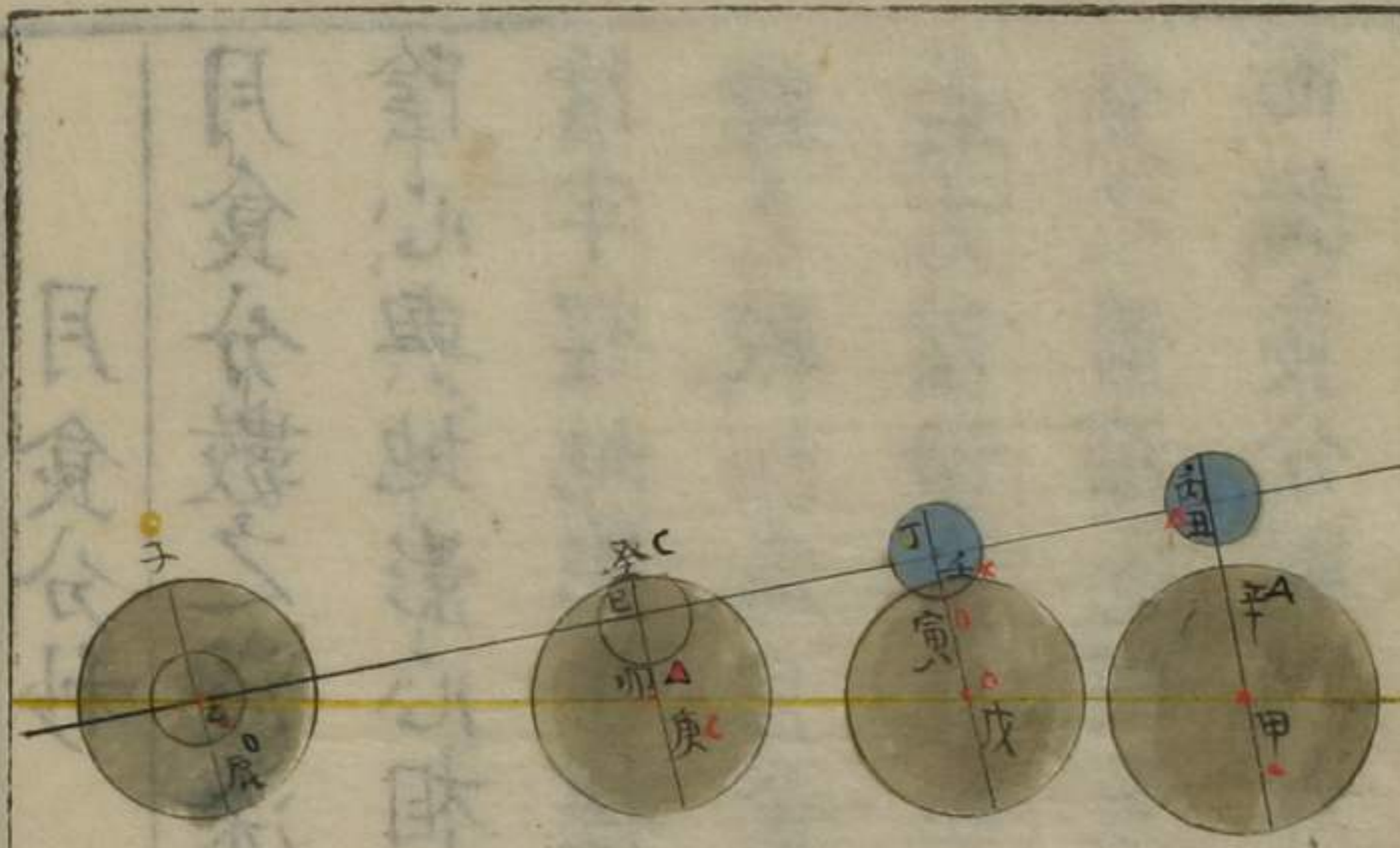
月食分秒

月食分數之淺深視黃白距緯之多少。距緯愈少。太陰心與地影心相去愈近。則太陰入影愈深。故用太陰半徑地影半徑相併而與距緯相較。併徑大於距緯之較。即為月食之分。若併徑小於距緯。則月不食。若太陰恰當交點。而無距緯。則併徑全為食分。為月食之最深也。但太陰與地影之半徑分秒。皆係弧度。而論食分。則以太陰全徑直線計之。其法命太陰全徑為十分。以太陰視徑分秒與併徑距緯之較之比。

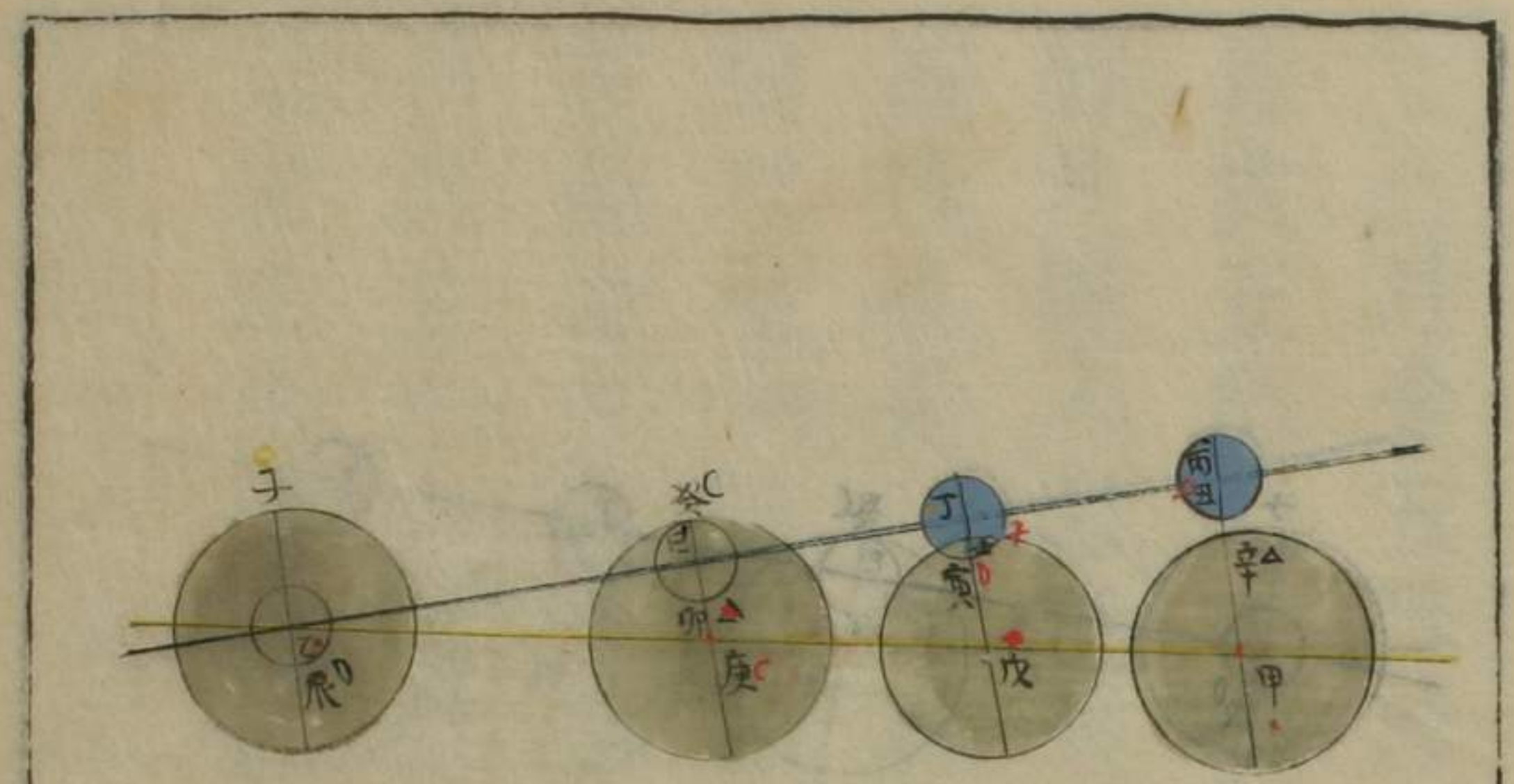


此圖說明月食之原理。上方為地球之影，下方為月球。兩圓心之連線與兩圓交點之連線，構成三角形。此圖用以說明月球距地球影之距離與月食分數之關係。

無距緯者。即同於太陰全徑與食分之比也。

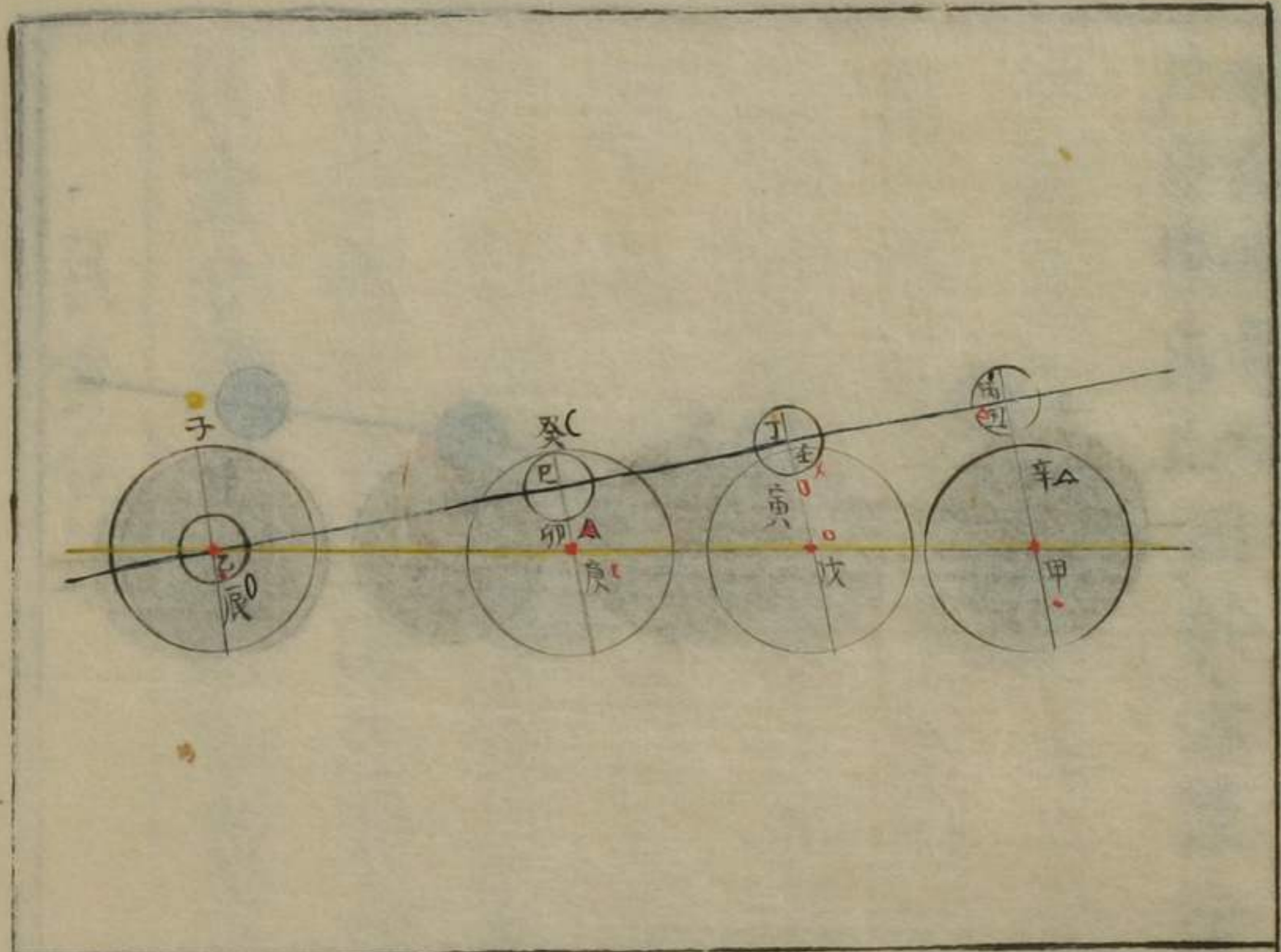


如圖。甲乙為黃道。丙乙為白道。乙為一道之交。丙甲丁戊己庚皆為黃白距度。辛甲壬戌癸庚子乙皆為地影半徑。丙丑丁寅己卯乙辰皆為太陰半徑。如太陰心在丙。地影心在甲。丙丑寅甲兩半徑相併。小於

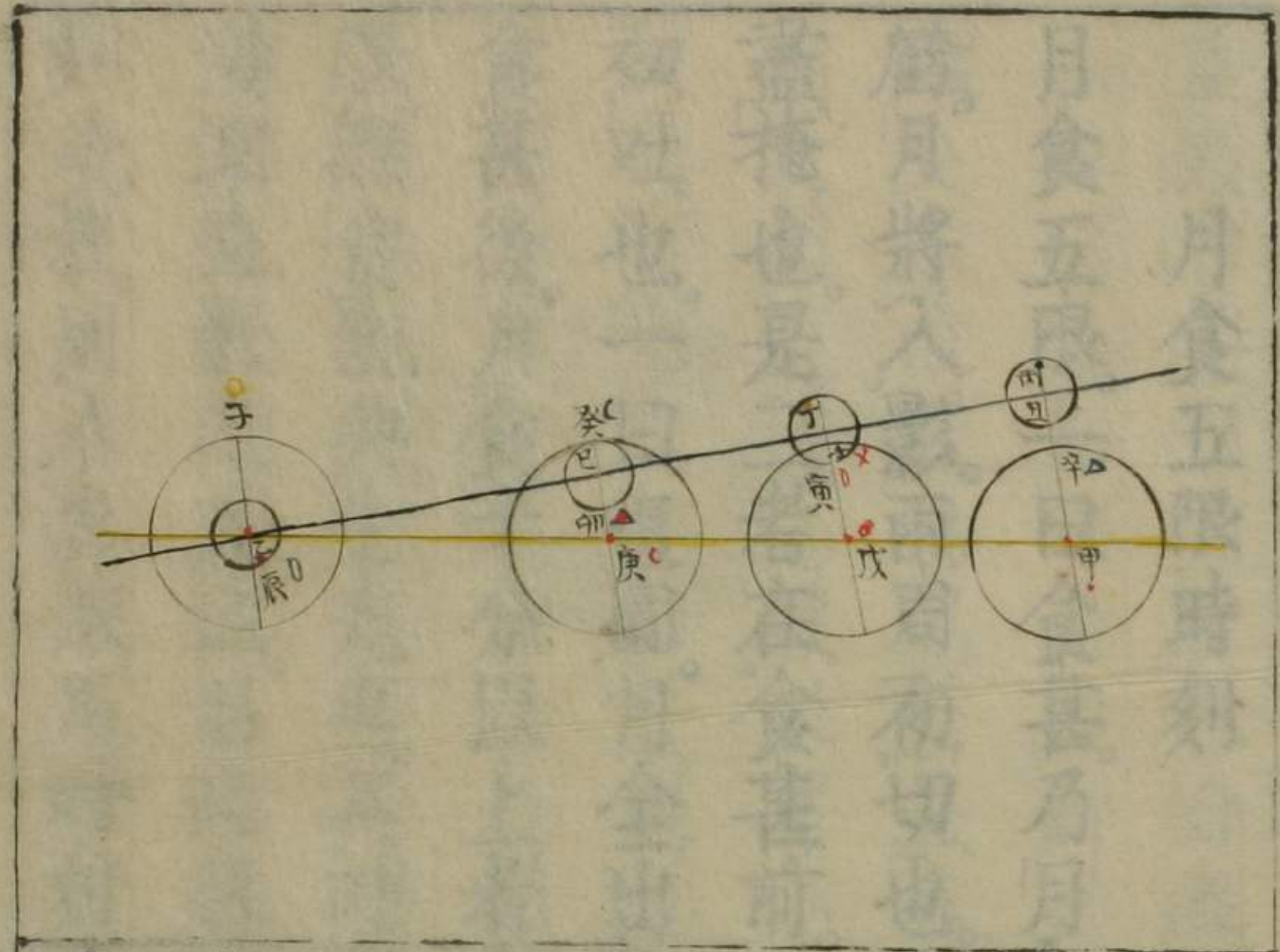


丙甲距緯。則太陰不入於影。故不食也。如太陰心在丁。地影心在戊。丁寅壬戌兩半徑相併。大於丁戊距緯。其較為壬寅。即太陰入影之分也。又如太陰心在己。地影心在庚。己卯癸庚兩半徑相併。大於己庚距緯。其較為癸卯。與太陰全

月食分秒



徑相等。即太陰入影之分。此為月食十分。蓋月體全入影中。纔食既而即生光也。又太陰恰當交點。全無距緯。太陰心地影心相會於乙。即以子乙乙辰兩半徑相併。為太陰入影之分。月食遇此。其食分為最深也。設太陰在最高。其視半



徑一十五分五十三秒三十微。地影半徑四十三分一十三秒。相併得五十九分零六秒三十微。乃以太陰視徑三十一分四十七秒。為一率。併徑五十九分零六秒三十微。為二率。太陰全徑十分。為三率。得四率一十八分三十七秒。為

月食五限時刻。初，月將入影，兩周初切也。一曰，食甚。乃月入影最深之限也。一曰，初虧。月將入影，兩周初切也。一曰，食既。月全入影，其光盡掩也。是二者在食甚前。一曰，生光。月將出影，其光初吐也。一曰，復圓。月全出影，兩周方離也。是二者在食甚後。月食十分以上者，有五限。十分以下者，止三限。無食既與生光也。其時刻之多寡，則由於入影之淺深。過影之遲速。蓋距緯有寬狹。寬則入影淺，而時刻少。狹則入影深，而時刻多。又月與影之半徑各有



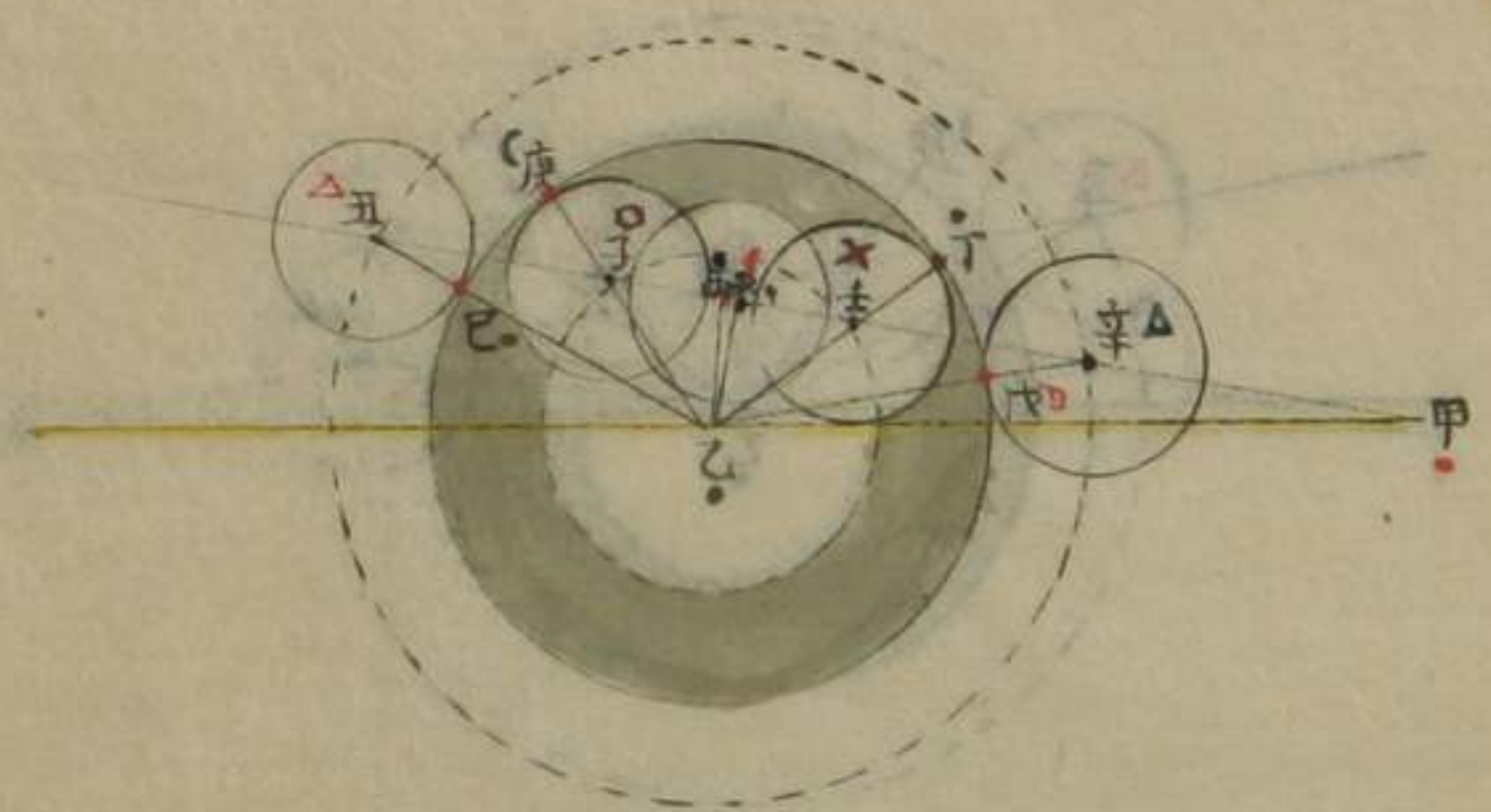
月食之最大分也。

月食之最大分也。一曰，初虧。月將入影，兩周初切也。一曰，食甚。乃月入影最深之限也。一曰，初虧。月將入影，兩周初切也。一曰，食既。月全入影，其光盡掩也。是二者在食甚前。一曰，生光。月將出影，其光初吐也。一曰，復圓。月全出影，兩周方離也。是二者在食甚後。月食十分以上者，有五限。十分以下者，止三限。無食既與生光也。其時刻之多寡，則由於入影之淺深。過影之遲速。蓋距緯有寬狹。寬則入影淺，而時刻少。狹則入影深，而時刻多。又月與影之半徑各有

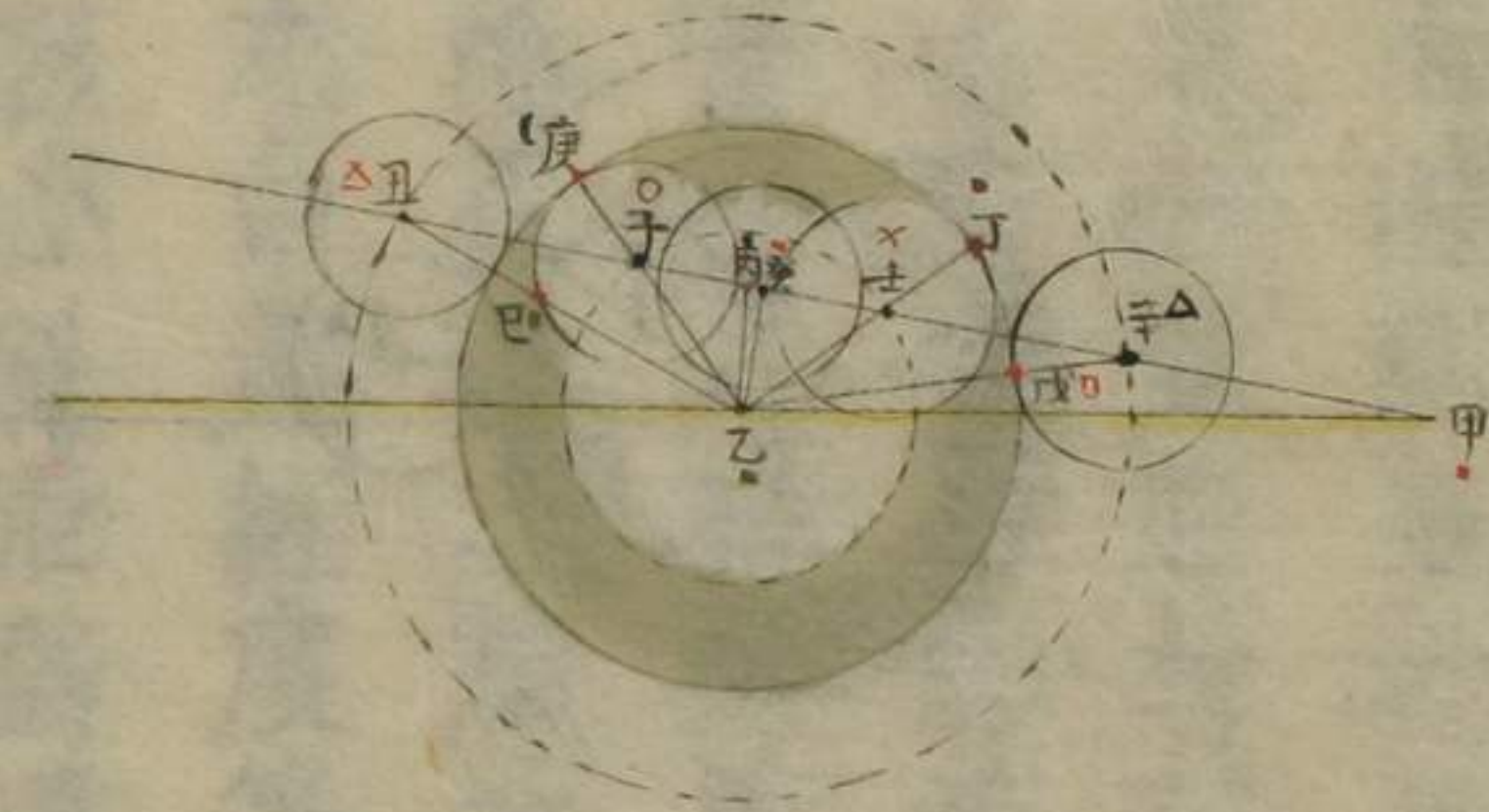
小大。月大影小則過影速而時刻少。月小影大則過
 影遲而時刻多。抑且自行有遲疾。遲則出影遲疾則
 出影速。故雖距緯同。半徑同。而自行不同。即時刻亦
 不同也。其食甚前後各限相距之時刻恒等。而食甚
 又非實望之時。所差雖微。而理則實異。夫地影之心
 即太陽正對之點。地影心距交之黃道經度與月心
 距交之白道經度等。是為東西同經。即為實望。然月
 心與影心斜距猶遠。惟從白極出弧線過影心至白
 道與白道成直角。月心臨此直角之點。乃為食甚。蓋

惟此時月心與影心相距甚近。食分最深也。

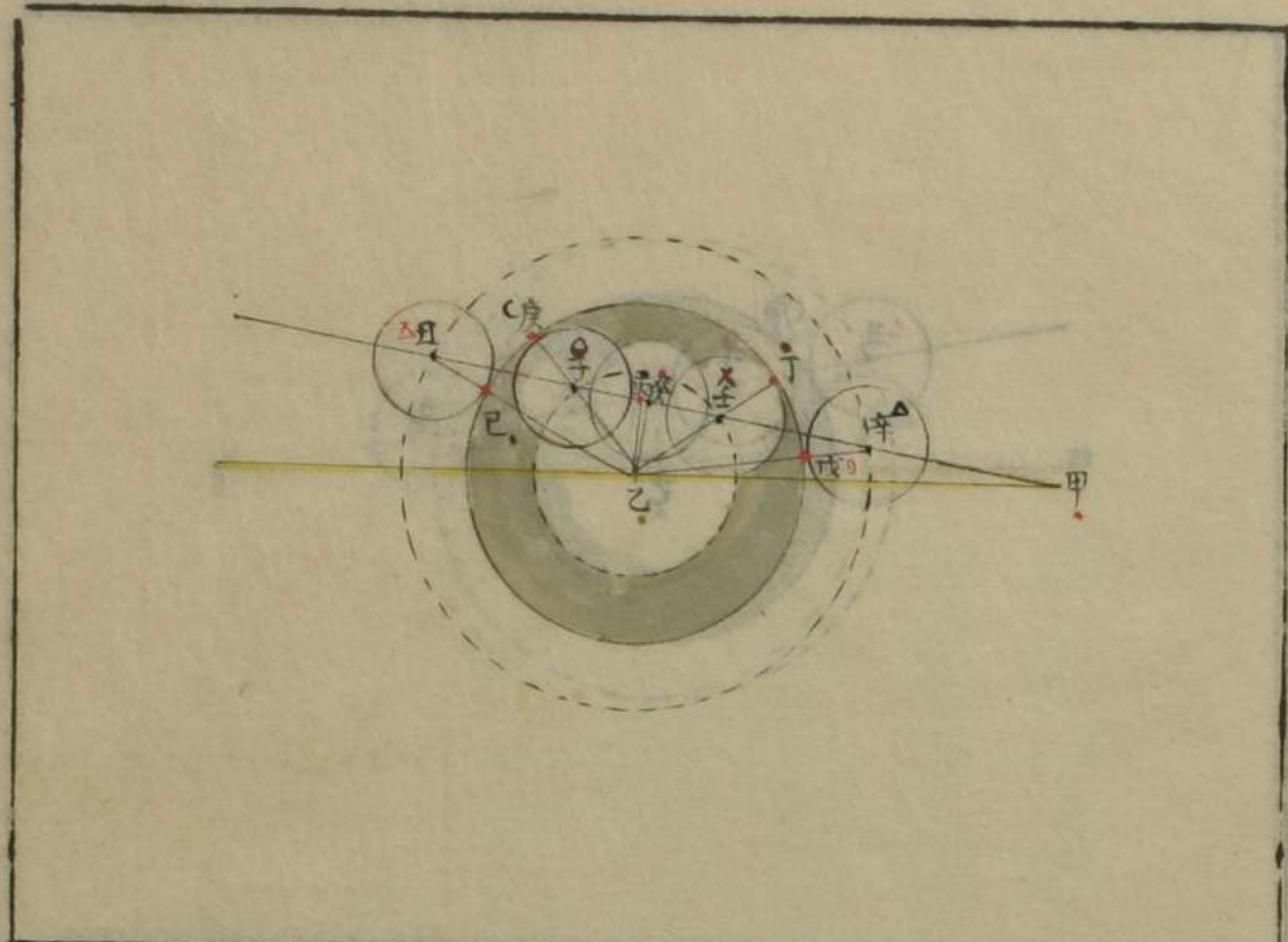
如圖。甲乙為黃道。甲丙為
 白道。甲為交點。丙為實望
 之度。丁戊己庚為地影。乙
 為影心。甲乙與甲丙等。辛
 壬癸子丑為五限。月心所
 在辛為初虧。戊為初虧之
 點。壬為食既。丁為食既之
 點。癸為食甚。癸乙為食甚



此圖與前圖同

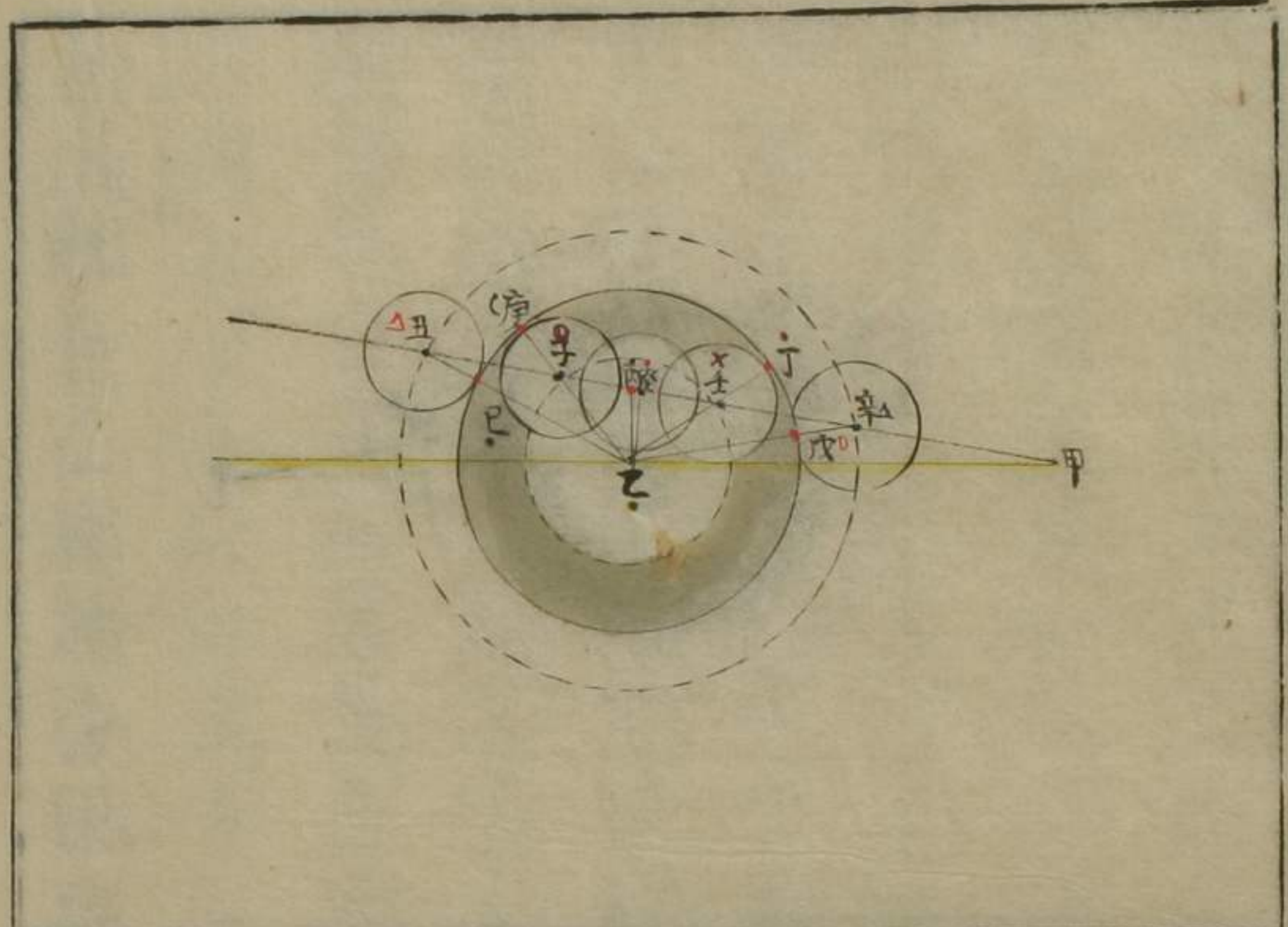


距緯較丙乙為近。此線引長必過白極。故與白道成直角。子為生光。庚為生光之點。丑為復圓。己為復圓之點。癸丙為食甚距實望之弧。辛癸為初虧距食甚之弧。與復圓距食甚之癸丑弧等。壬癸為食既距食甚之弧。與生光距食甚之

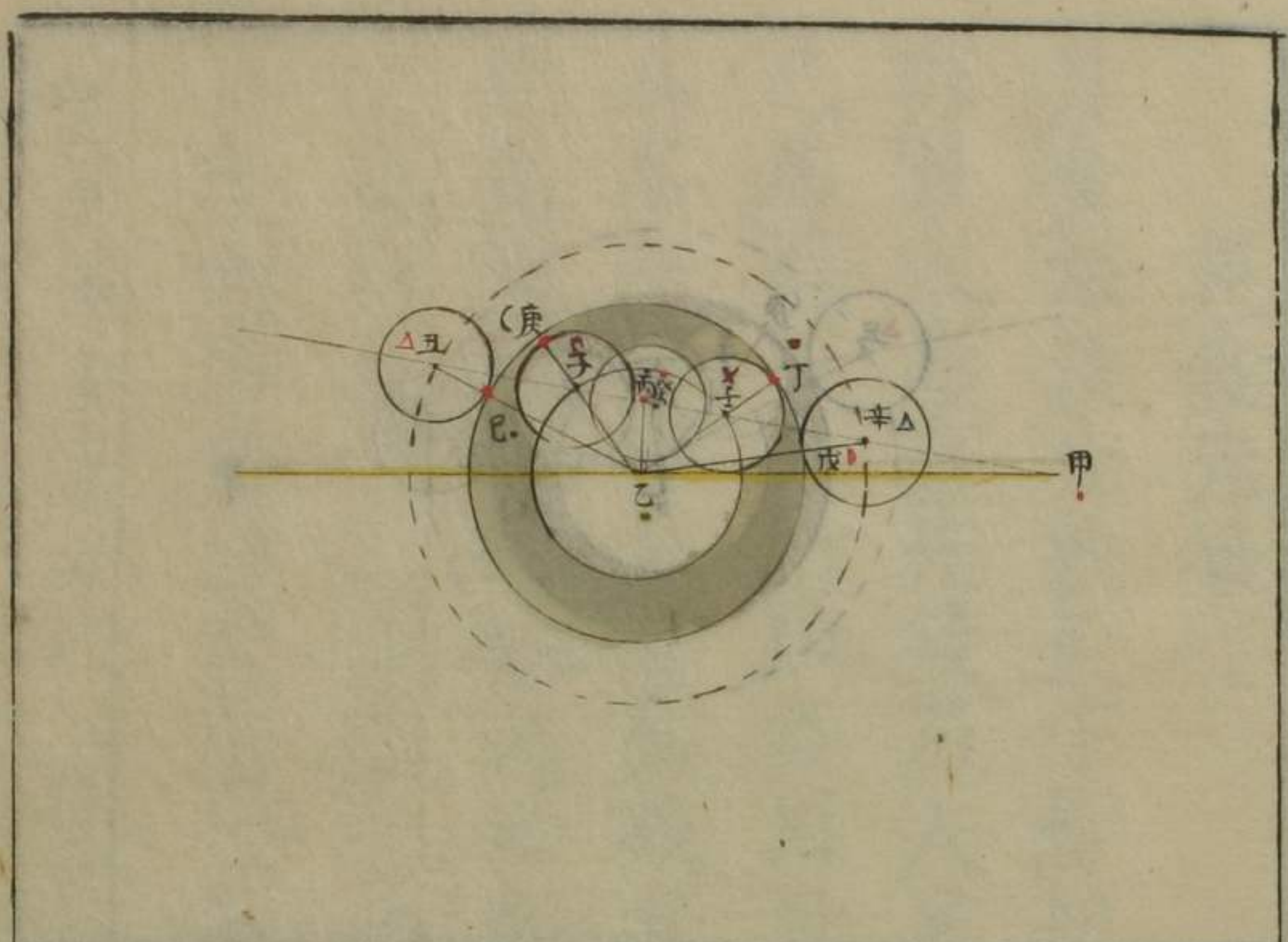


癸子弧等。故求得食甚前兩限距食甚之時刻。以減食甚時刻。得食甚前兩限之時刻。以加食甚時刻。得食甚後兩限之時刻也。若以丙為食甚。則丙乙之距大於癸乙。必非入影最深之處。而前後各限之距俱不相等矣。

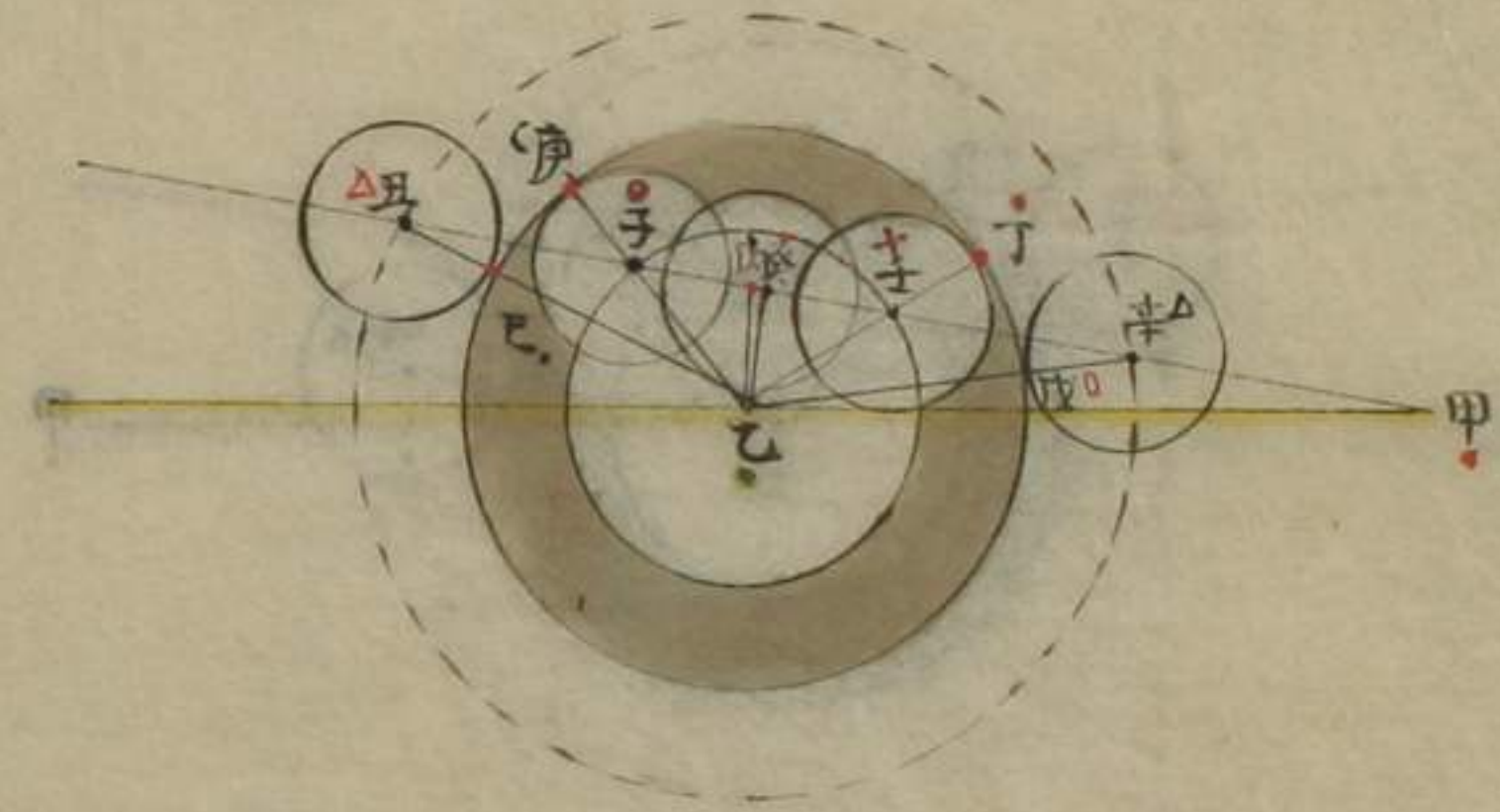
月食五限時刻



推食甚時刻。求癸丙弧法。用乙甲癸正弧三角形。此形有癸直角。有甲角。有甲乙黃道度。與甲丙交周度等。求得甲癸。以甲癸與甲丙相減得癸丙。乃用變時法。以一時之月實行與一時之比。同於癸丙度分與時分之比。即得時之若干。



分秒。而得癸丙弧。為食甚距實望之時分。加減實望時刻。即得食甚之時刻矣。推初虧復圓時刻。用辛乙癸正弧三角形。此形有癸直角。有癸乙弧。有辛戊月半徑與戊乙影半徑相加之辛乙弧。求得辛癸為初虧距食甚之弧。亦用一時



之月實行比例得時分。以減食甚時刻。得初虧時刻。以加食甚時刻。得復圓時刻也。

推食既生光時刻。用壬乙癸正弧三角形。此形有癸直角。有癸乙弧。有丁壬月半徑與丁乙影半徑相減之壬乙弧。求得壬癸為食

見食先後

月食深淺分數天下皆同。非月入影有先後。乃人居之為時。隨人所居。各以日為子午。而平分時刻。故其

既距食甚之弧。亦用一時之月實行比例。得時分。以減食甚時刻。得食既時刻。以加食甚時刻。得生光時刻也。

見食先後

月食深淺分數。天下皆同。而虧復各限時刻不同者。非月入影有先後。乃人居地面有東西也。蓋日之所之為時。隨人所居。各以見日出入為東西。日中為南。為子午。而平分時刻。故其地同居一子午線者。雖南北懸殊。北極出地。高下不同。而時刻不異。若東西易地。雖北極同高。而西方見食必先。東方見食必後也。凡東西差一度。則時差四分。今以京師為主。視各省之子午線。在京師東者。以時差加。在京師西者。以時差減。皆加。

見食先後

十五

見食先後
十四

減京師各限時刻。為各省各限時刻也。是故欲定各省之時刻。必先定各省之子午線。而欲定各省之子午線。非分測各省之月食。其道無由也。

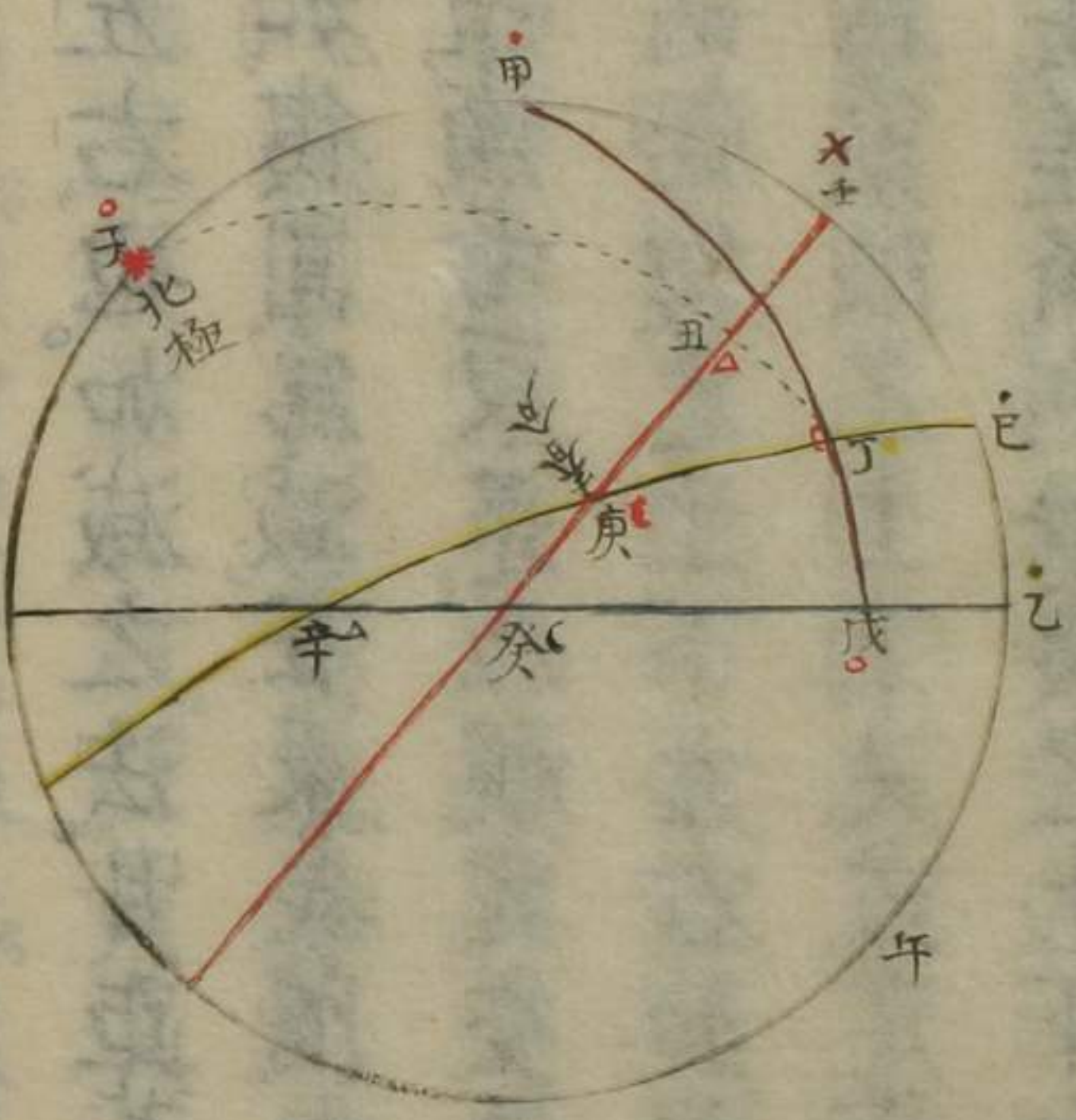
非月人遠言。夫天不皆同。而測於各則。故其不同。昔月食。必在初虧。正東。復圓。正西。此東西南北。主黃道之經緯。言非謂地平經度之東西南北也。惟月實行之度。在初宮。六宮。初度。望時。又為子正。則黃道經緯之東西南北。與地平經度合。否則黃道升降。有邪正。而加時距午。有遠近。故兩經緯。迥然各別。而所推之東西南北。必不與地平之方位相符。不如實指其

月食共錄

定月食方位

歷來曆書。定月食初虧復圓方位。距緯在黃道北。初虧東南。復圓西南。在黃道南。初虧東北。復圓西北。食八分以上。則初虧正東。復圓正西。此東西南北。主黃道之經緯。言非謂地平經度之東西南北也。惟月實行之度。在初宮。六宮。初度。望時。又為子正。則黃道經緯之東西南北。與地平經度合。否則黃道升降。有邪正。而加時距午。有遠近。故兩經緯。迥然各別。而所推之東西南北。必不與地平之方位相符。不如實指其

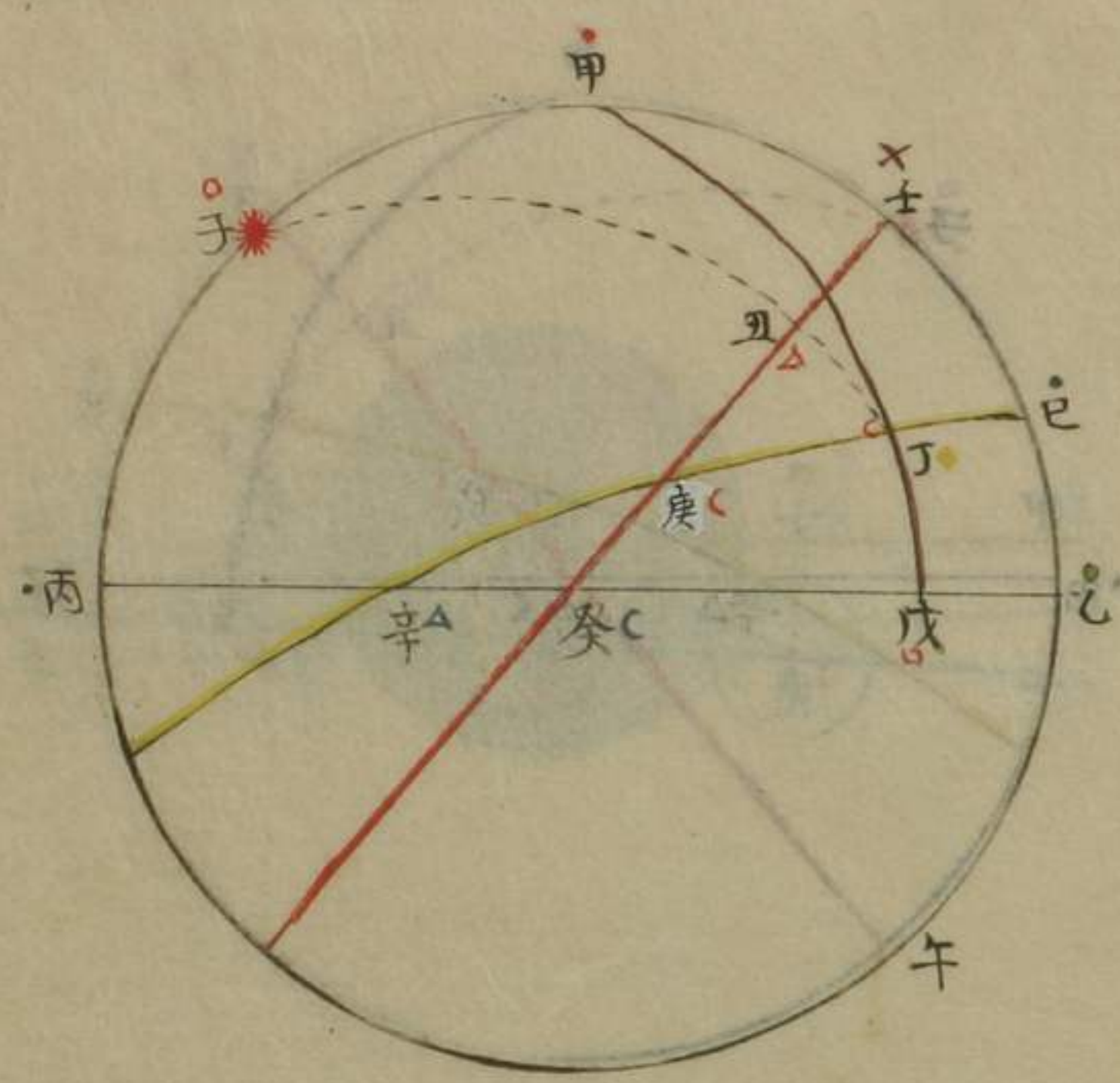
在月體之上下左右。爲衆目所共覩。乃爲親切也。其法。從天頂作高弧。過月心至地平。卽分月體爲左右兩半周。又平分爲上下兩象限。卽成左上。左下。右上。右下。四象限。而黃道在地平上之半周。亦平分爲東西兩象限。乃於初虧復圓二限。各求其黃道交高弧之角。若月當黃道無距緯。而交角滿九十度。則初虧正左。復圓正右。在黃道西象限。而交角在四十五度以上。初虧左稍偏上。復圓右稍偏下。交角在四十五度以下。初虧上稍偏左。復圓下稍偏右。在黃道東象限者。反是。若月在交前後有距緯。則又須求得緯差角。與高弧交角相加減。爲定交角。然後可定其上下左右也。加減之法。月距黃道北。而在西象限。初虧爲加。復圓爲減。在東象限。初虧爲減。復圓爲加。月距黃道南者。反是。乃視定交角爲相加者。在九十度以內。則虧復之上下左右如前論。若過九十度爲鈍角。則易象限之上下。又或定交角爲相減者。而交角內減去差角。則虧復之上下左右如前論。若差角內減去交角。則易象限之左右也。



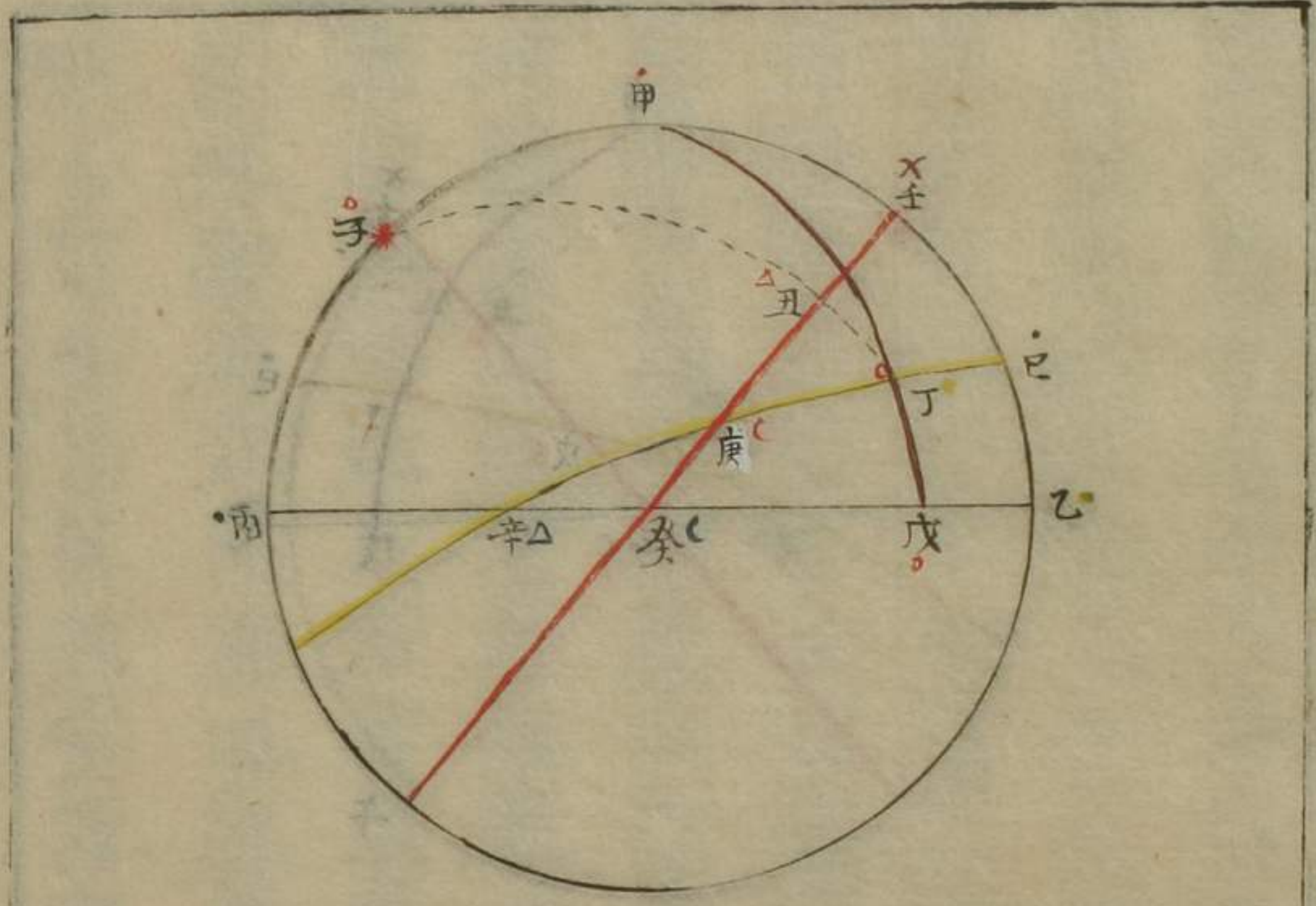
交角與黃道高弧交角。如圖。甲
乙丙為子午規。甲為天頂。
乙丙為地平。甲丁戊為高
弧。己庚辛為黃道。壬庚癸
為赤道。庚為春分。子為北
極。子丑丁為過極經圈。丁
庚為月距春分黃道度。丑
庚為月距春分赤道度。壬
丑為月距正午赤道度。

甚時太陽距
子正赤道度。壬庚為春分
距正午赤道度。月實行度
在丁。求黃道與高弧相交
之下角。先用庚辛癸斜弧
三角形。求黃道交地平之
辛角。此形有庚角為春分
角。有癸角為赤道高減半
周之餘。有庚癸春分距地
平弧為春分距正午之餘。

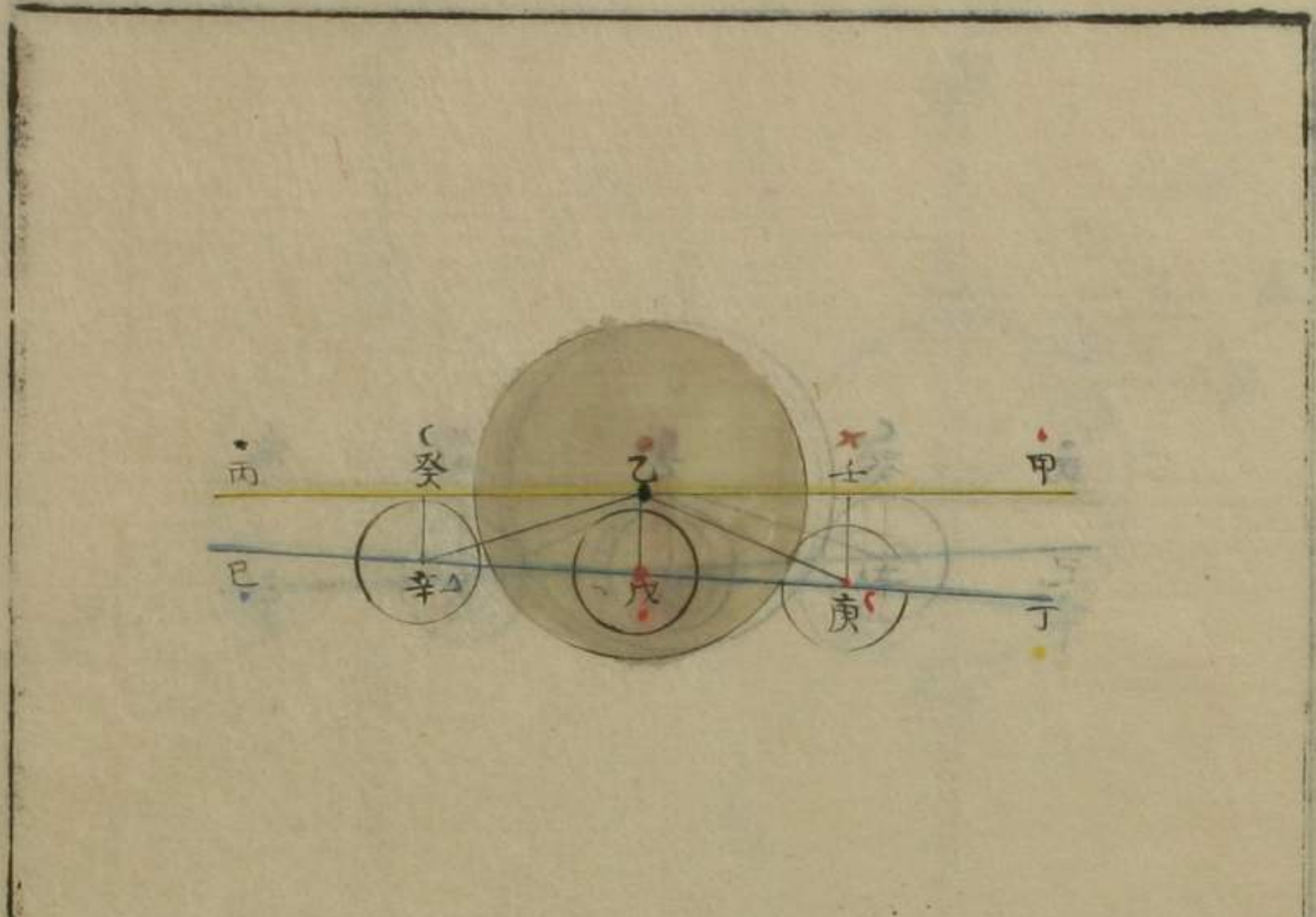
甚時太陽距
子正赤道度。壬庚為春分
距正午赤道度。月實行度
在丁。求黃道與高弧相交
之下角。先用庚辛癸斜弧
三角形。求黃道交地平之
辛角。此形有庚角為春分
角。有癸角為赤道高減半
周之餘。有庚癸春分距地
平弧為春分距正午之餘。



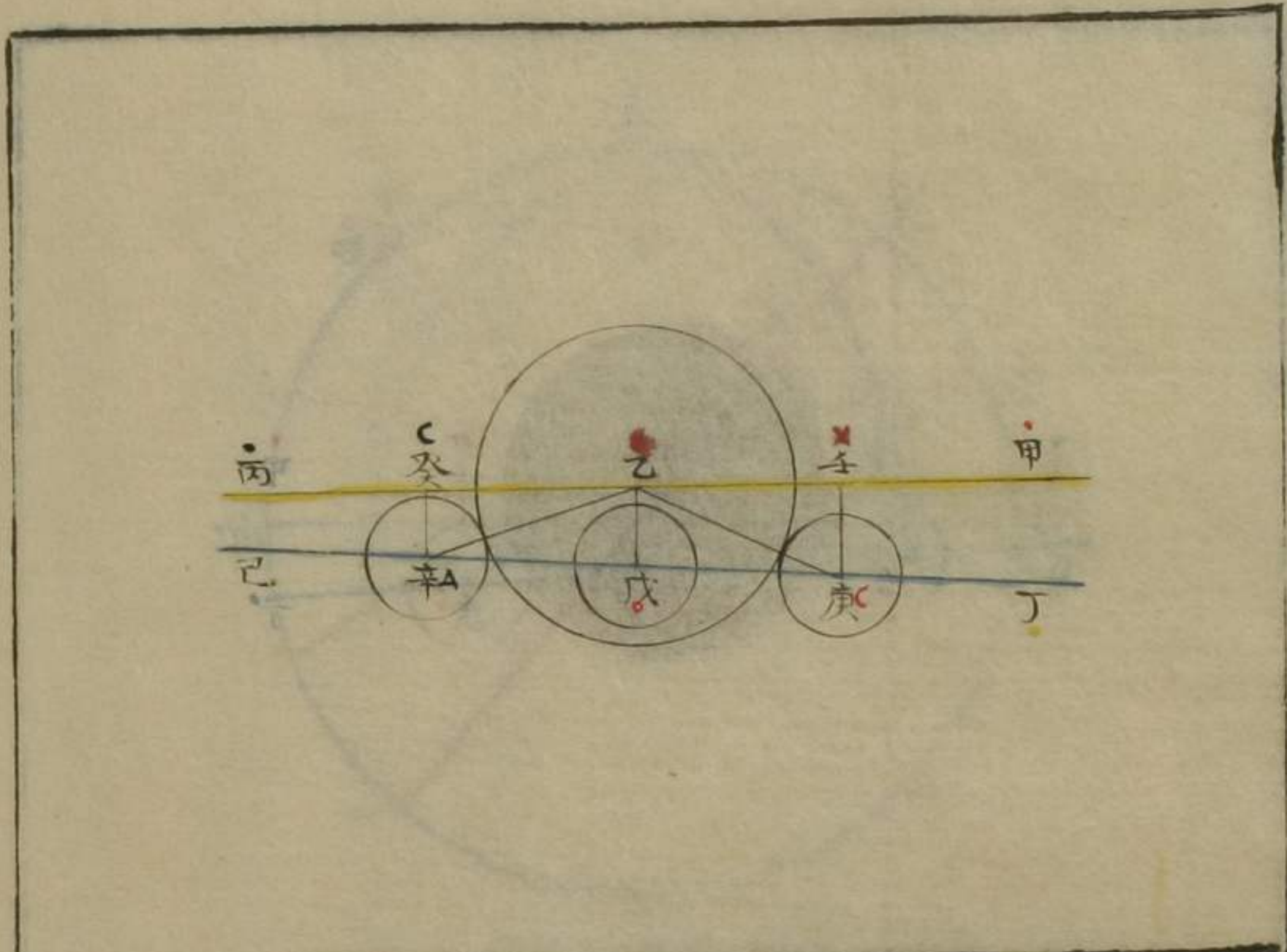
定月食方位



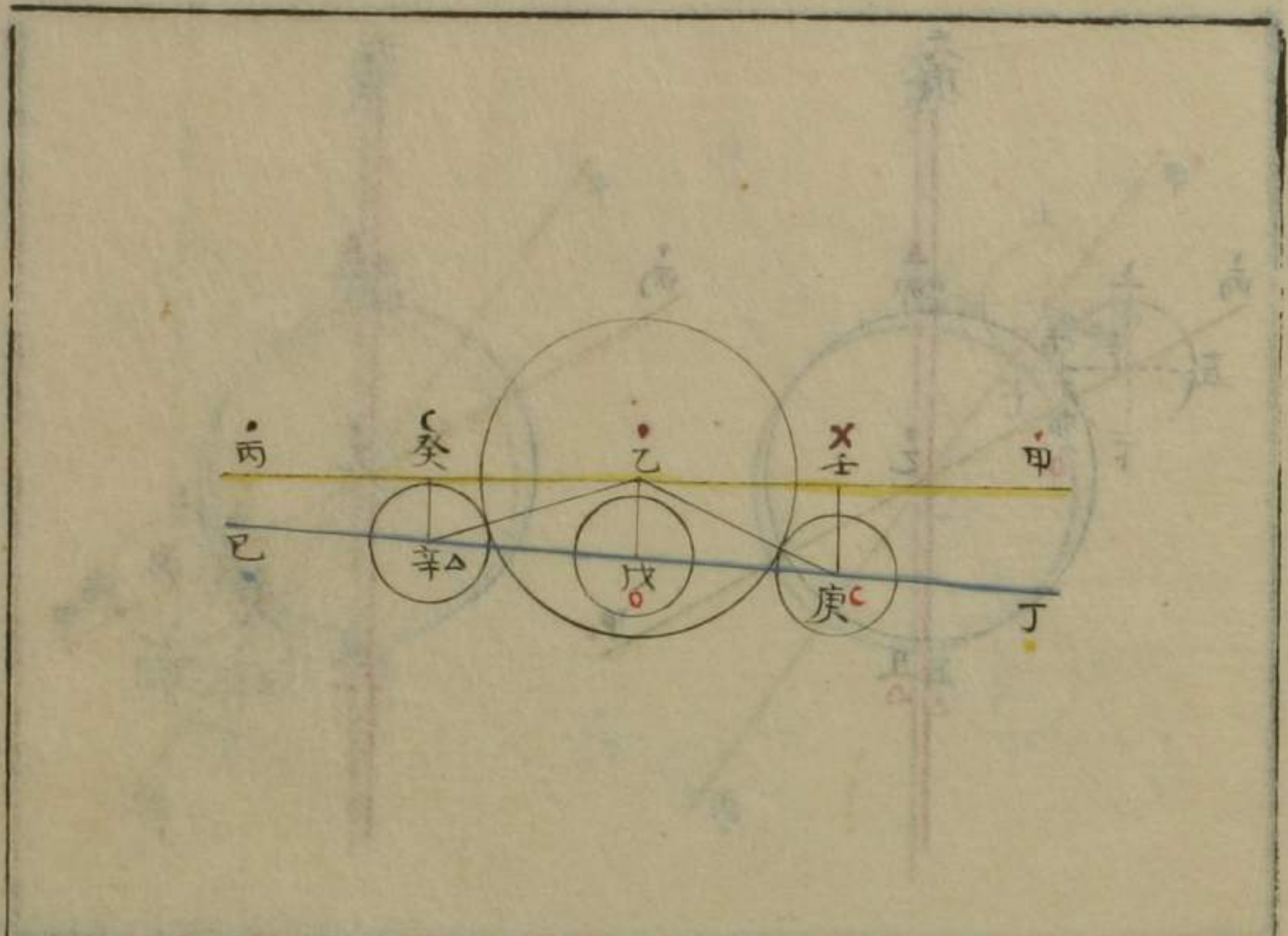
求得辛角為黃道交地平
 之角并求得庚辛弧為黃
 道距地平之邊乃以丁庚
 月距春分度與庚辛弧相
 加得丁辛弧因用丁辛戊
 正弧三角形求丁角此形
 有丁辛弧有辛角有戊直
 角即求得丁角為黃道與
 高弧相交之角也



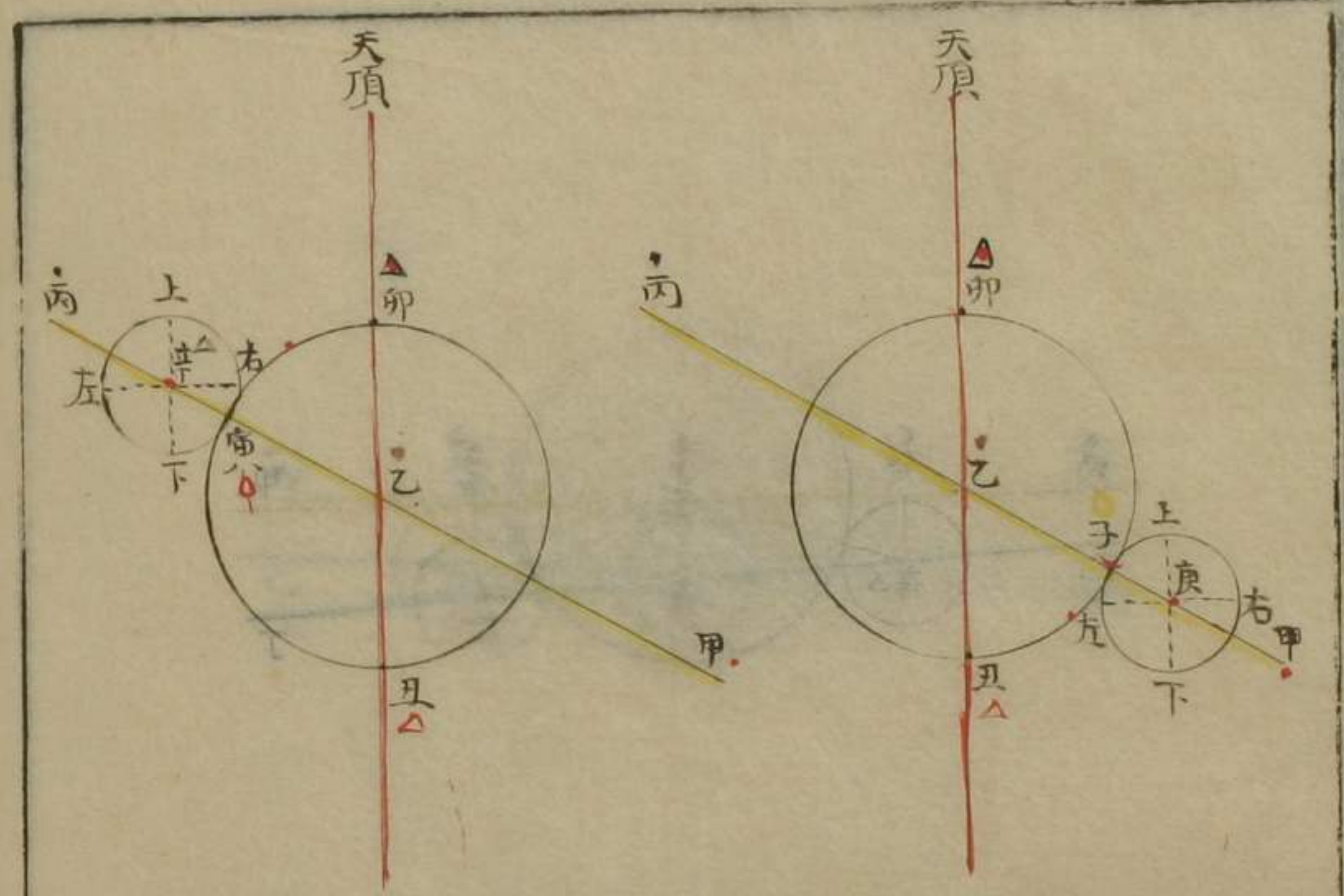
緯差角者初虧復圓時月
 與地影兩心相距之線與
 黃道相交之角也如圖甲
 乙丙為黃道丁戊己為白
 道乙為地影心庚戊辛皆
 為月心乙戊為距緯即食
 甚時兩心相距之數乙庚
 為併徑即初虧時兩心相
 距之數壬庚為距緯乙辛



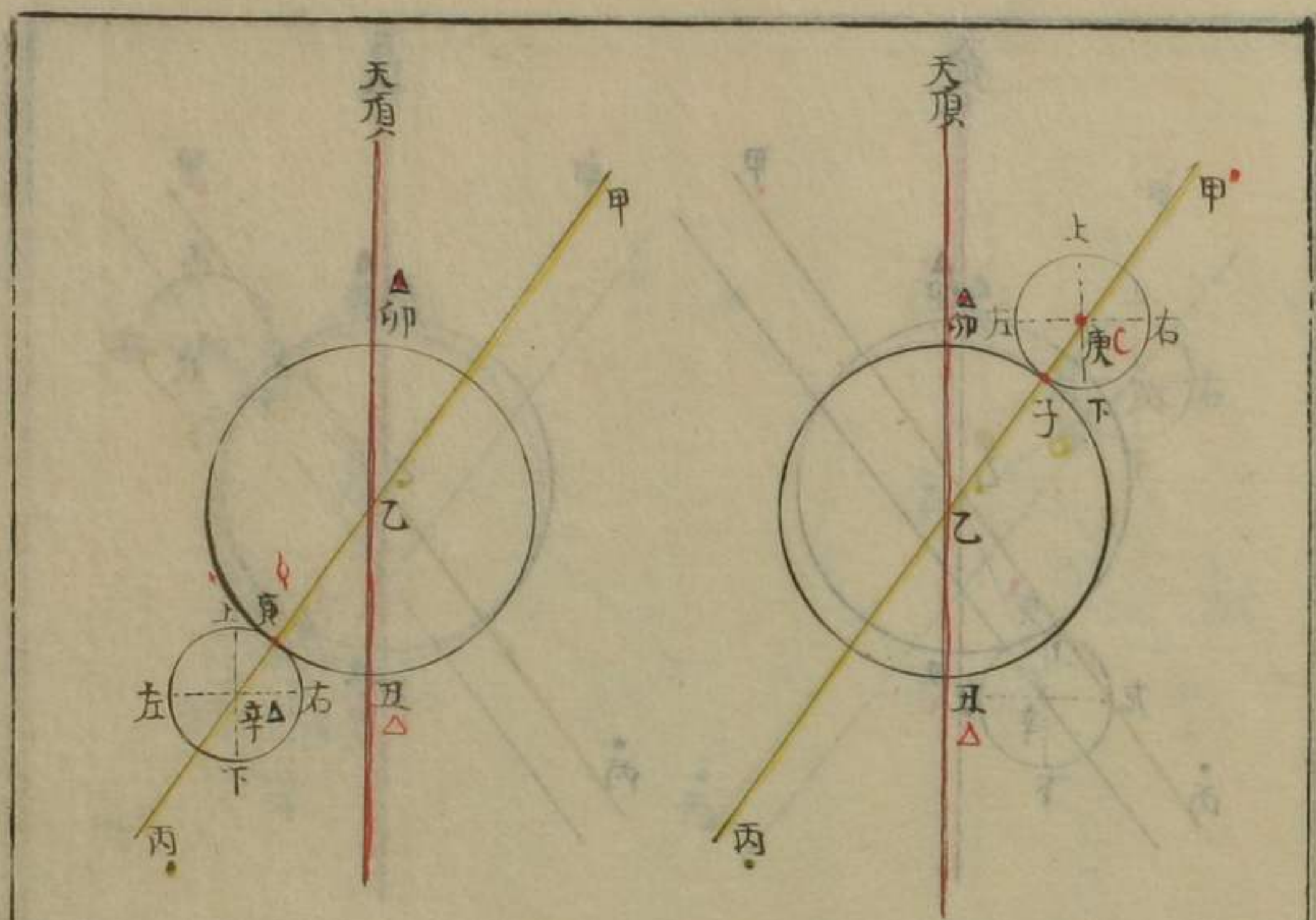
亦併徑。為復圓時兩心相距之數。癸辛為距緯。如月適當黃道無距緯。則初虧復圓時兩心相距之線與甲乙丙黃道相合。而無差角矣。因有緯度。故乙庚兩心相距之線與甲乙丙黃道相離。即成甲乙庚角。乙戊之距愈寬。其差角愈大。



也。法以乙庚併徑之正弦與初虧距緯壬庚之正弦為比。同於半徑一千萬與乙角之正弦為比。即初虧之緯差角也。又以乙辛併徑之正弦與復圓距緯癸辛之正弦為比。同於半徑一千萬與乙角之正弦為比。即復圓之緯差角也。

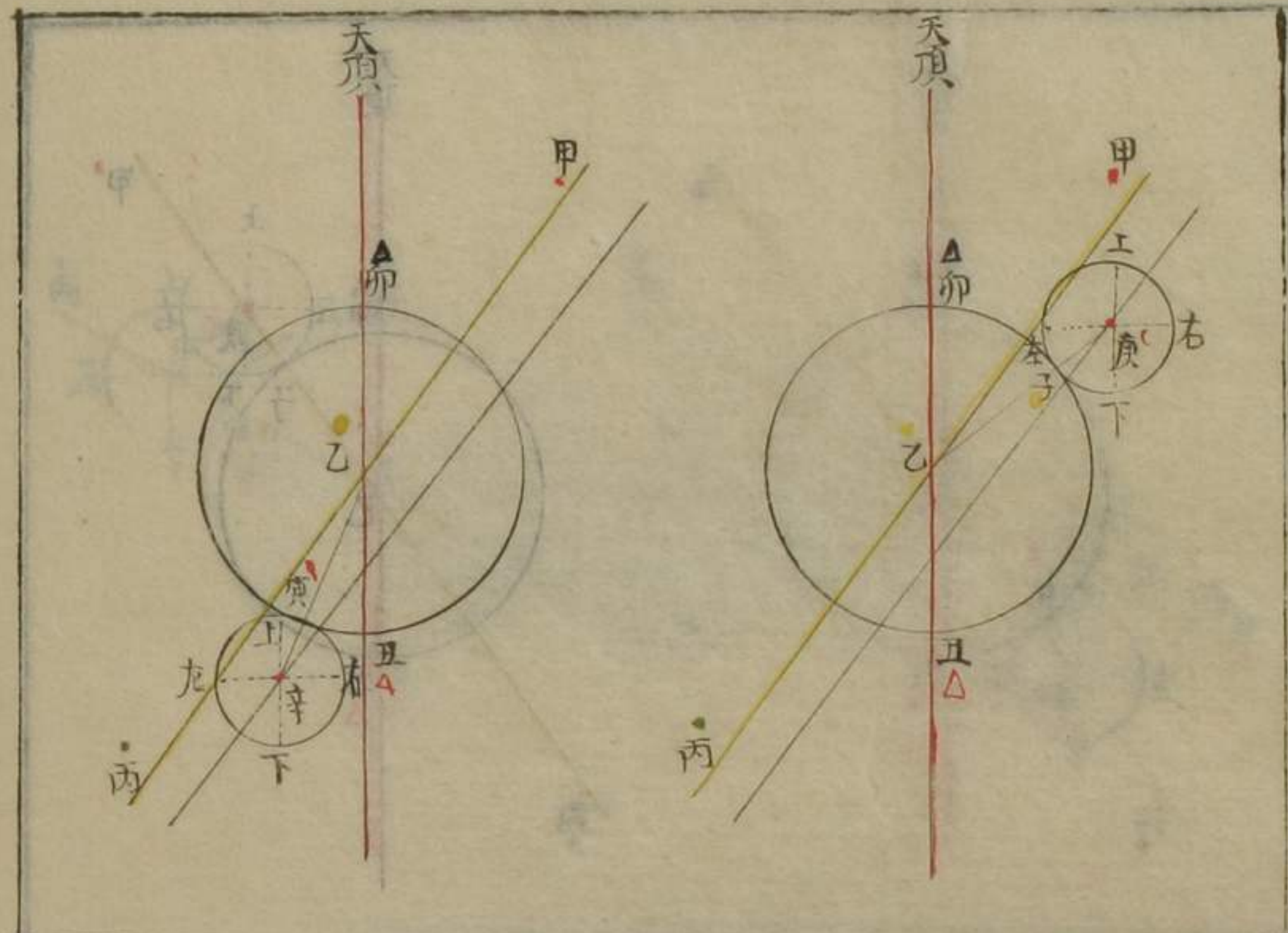


月正當交點無距緯。則無緯差角。如圖甲乙丙為黃道一象限。庚為初虧月心。辛為復圓月心。如在黃道西象限。則黃道左昂右低。而甲乙丑或丙乙卯交角在四十五度以上。故初虧子點在月體之左。稍偏上。復圓寅點在月體之右。稍

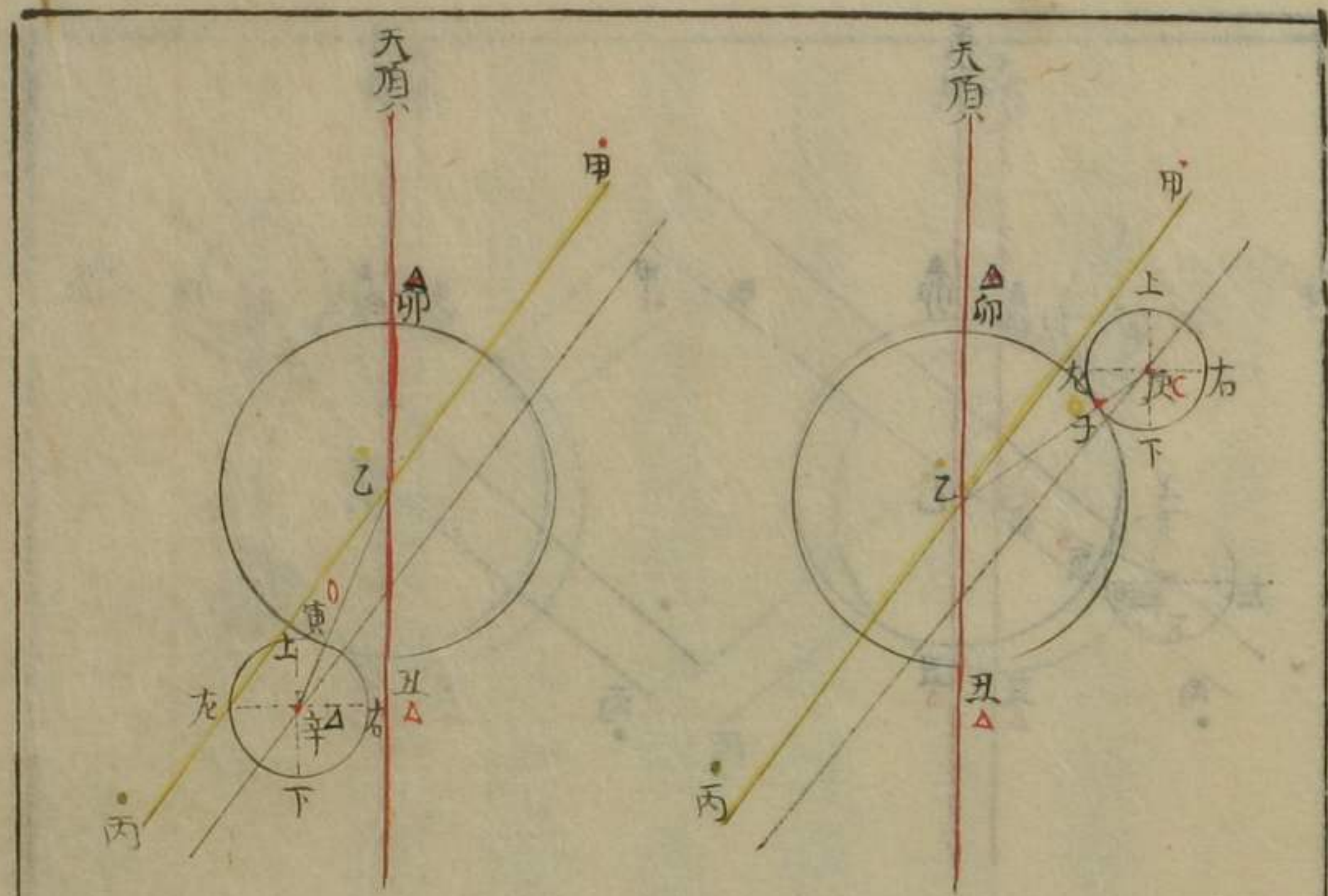


偏下也。如交角在四十五度以下。則初虧為上。稍偏左。復圓為下。稍偏右。若在黃道東象限。則黃道左低右昂。而甲乙卯或丙乙丑交角在四十五度以下。故初虧子點在月體之下。稍偏左。復圓寅點在月體之上。稍偏右也。如交角在四十五度以上。則初虧為左。稍偏下。復圓為右。稍偏上。

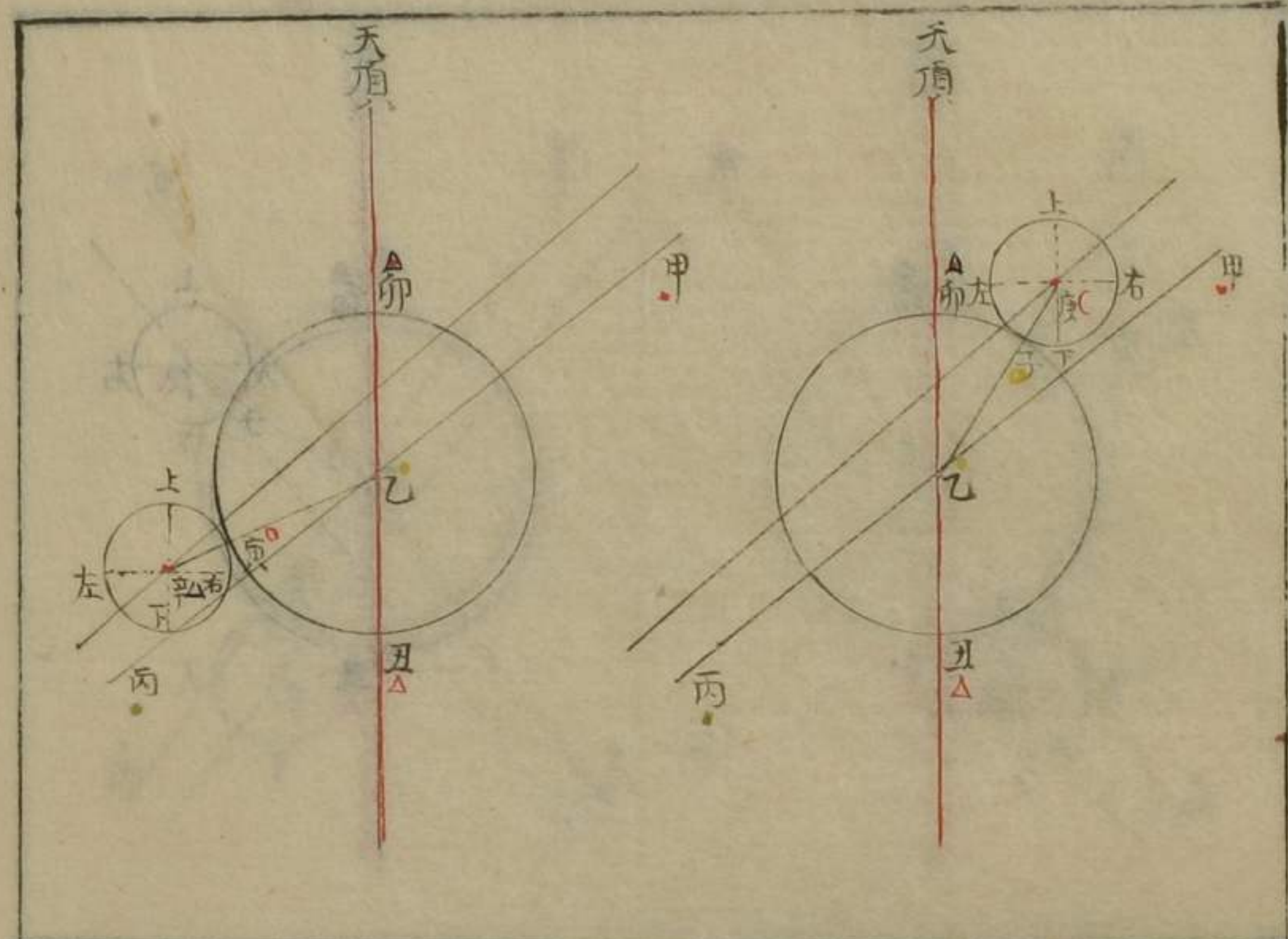
定月食方位



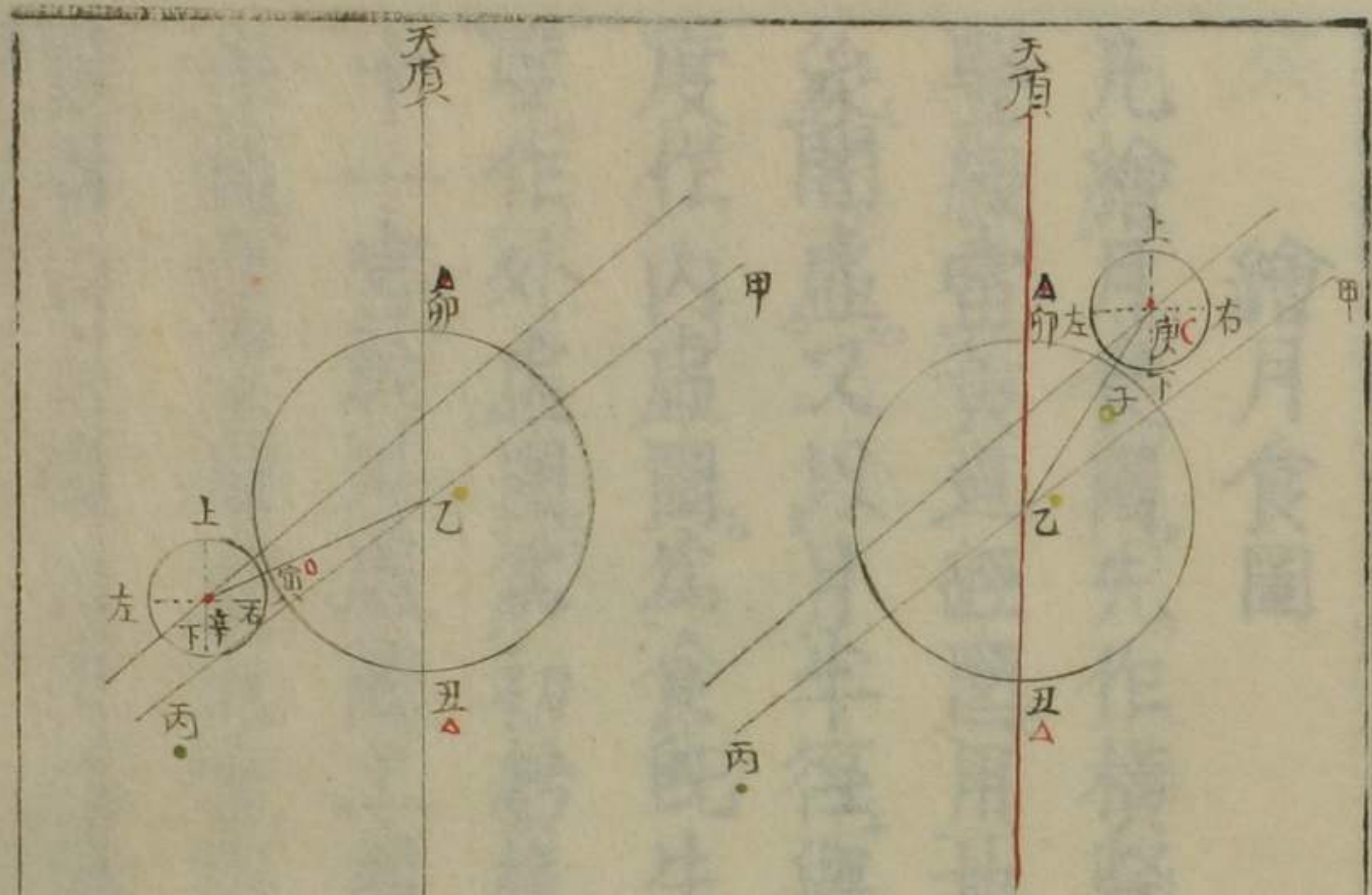
如月距黃道之南而在黃道東象限。如圖甲乙卯或丙乙丑為黃道交高弧之角。庚乙甲為初虧緯差角。辛乙丙為復圓緯差角。因月距黃道之南。初虧時宜以庚乙甲緯差角與甲乙卯交角相加。得卯乙庚為定交角。在四十五度以上。



故初虧子點在月體之左稍偏下。復圓時須以辛乙丙緯差角與丙乙丑交角相減。餘丑乙辛為定交角。在四十五度以下。故復圓寅點在月體之上稍偏右也。若在黃道西象限。則初虧之緯差角為減。復圓之緯差角為加。與此相反。



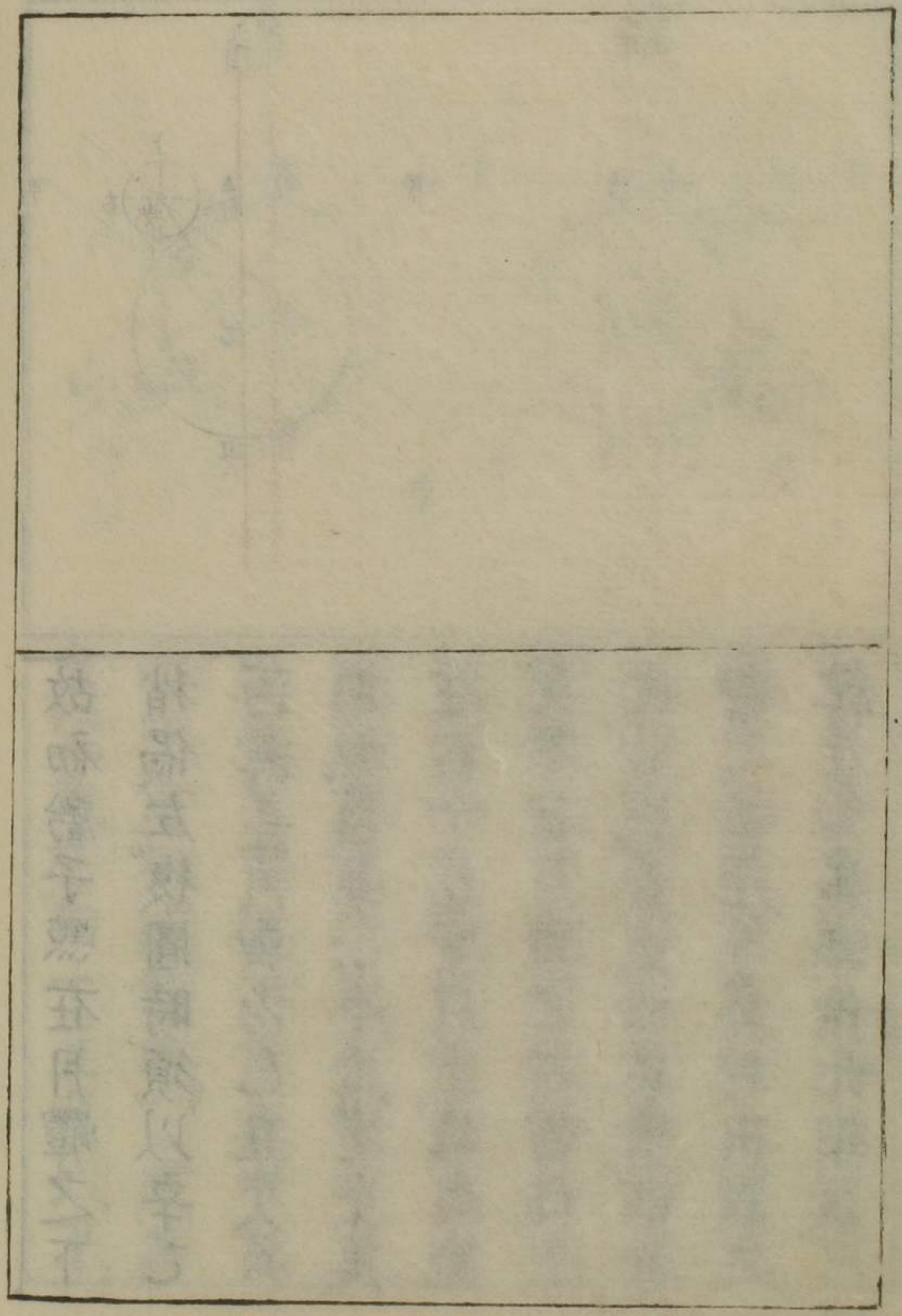
如月距黃道之北。而在黃道東象限。如圖甲乙卯或丙乙丑為黃道交高弧之角。庚乙甲為初虧緯差角。辛乙丙為復圓緯差角。因月距黃道之北。初虧時宜以庚乙甲緯差角與甲乙卯交角相減。餘卯乙庚為定交角。在四十五度以下。



故初虧子點在月體之下。稍偏左。復圓時須以辛乙丙緯差角與丙乙丑交角相加。得丑乙辛為定交角。在四十五度以上。故復圓寅點在月體之右。稍偏上也。若在黃道西象限。則初虧之緯差角為加。復圓之緯差角為減。與此相反。

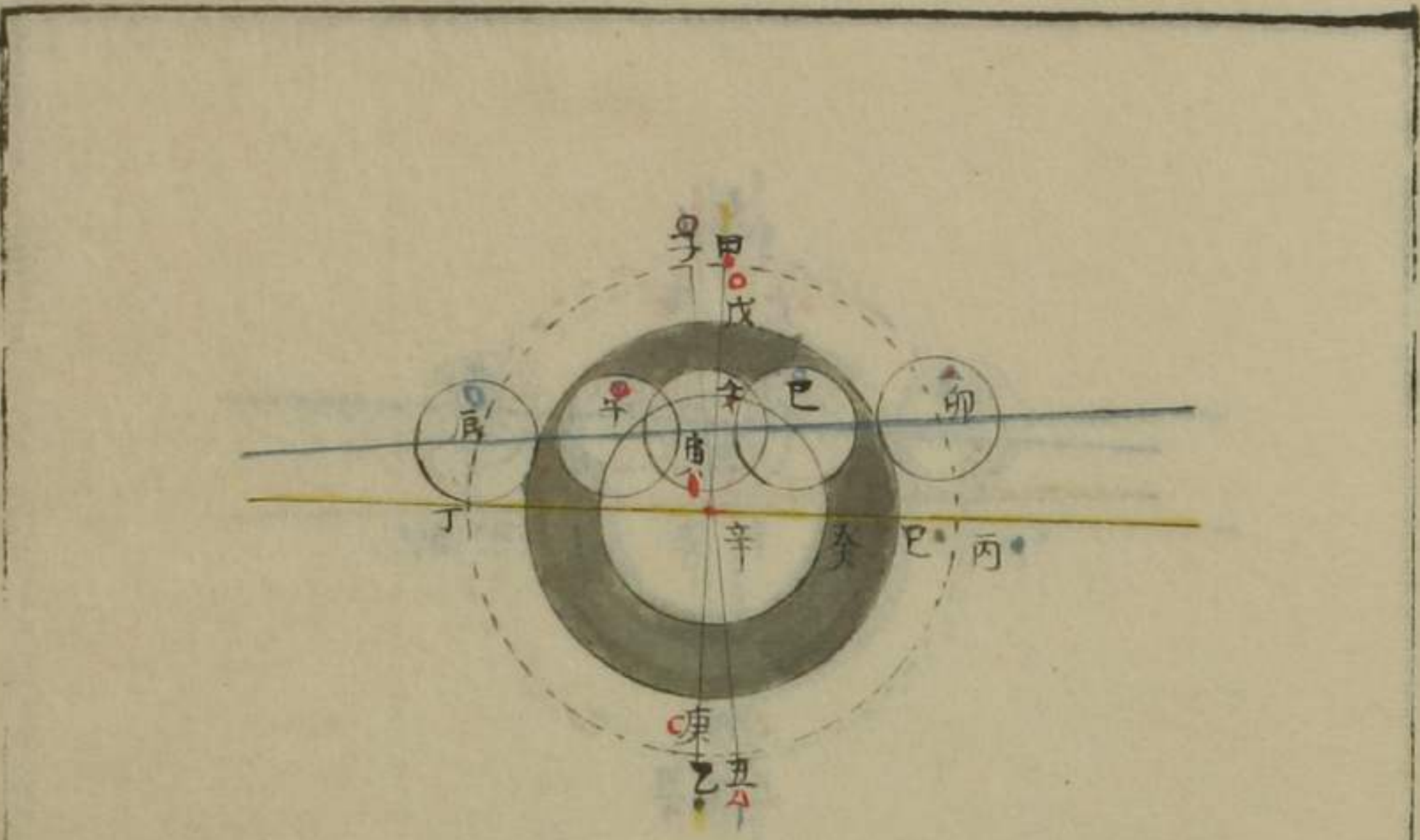
繪月食圖

凡繪月食圖。先作橫豎二線直角相交。橫線當黃道。豎線當黃道經圈。用地影半徑為度。於中心作圓。以象闇虛。又以月半徑與地影半徑相減。用其餘數為度。作內虛圈。為食既生光之限。又以兩半徑相併為度。作外虛圈。為初虧復圓之限。次視實交周在初宮十一宮。於外虛圈上。周黃經線右。取黃白大距五度。作識。實交周在五宮六宮。於外虛圈上。周黃經線左。取黃白大距五度。作識。乃自所識作線。過圈心。至外

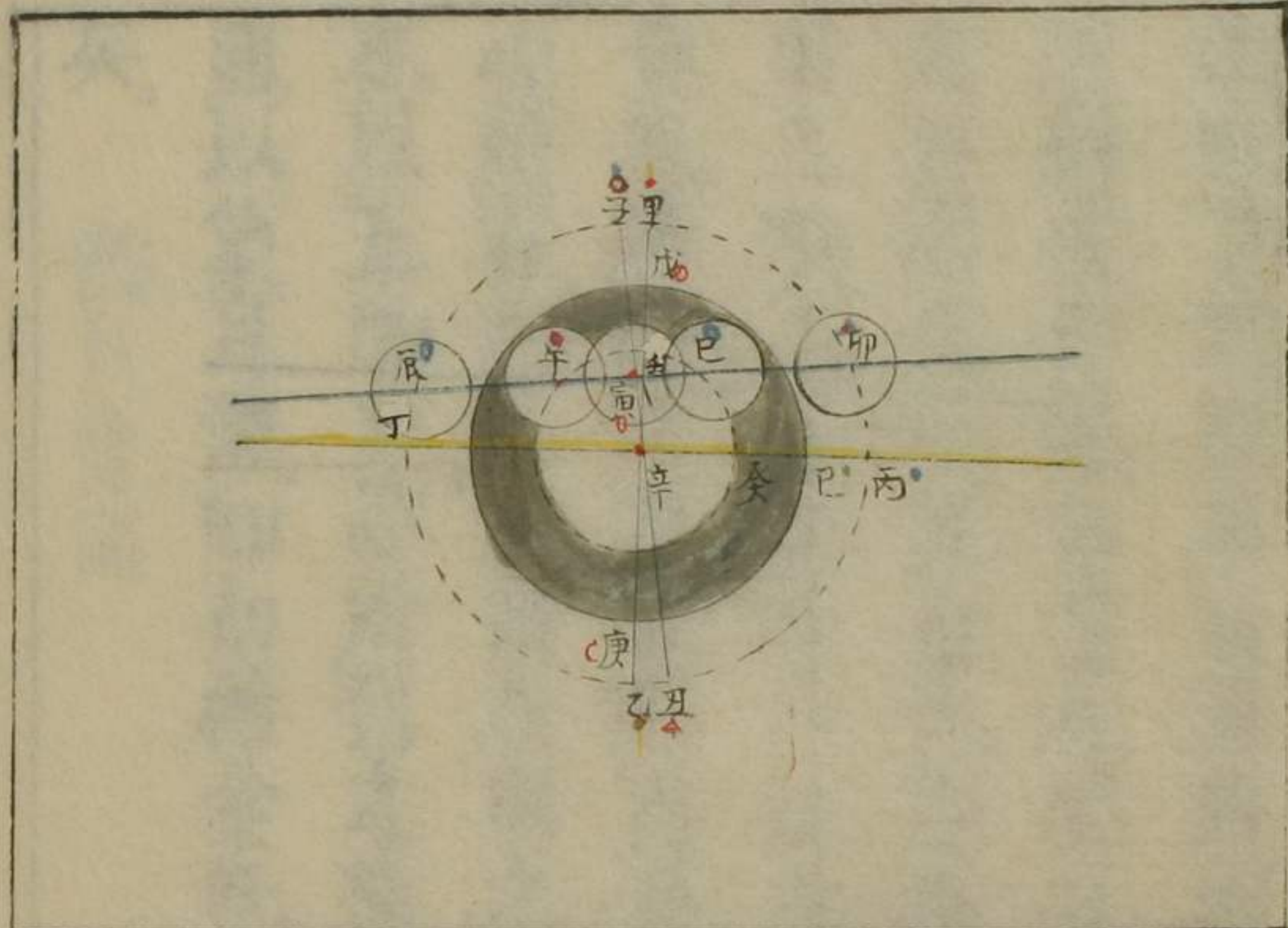


虛圈下周。卽爲白道經圈。於此線上自圈心取食甚
 距緯度作識。卽食甚時月心所在。從此作橫線與白
 道經圈相交成直角。卽爲白道。而白道割外虛圈右
 周之點。乃初虧時月心所在。割內虛圈右周之點。乃
 食既時月心所在。割內虛圈左周之點。乃生光時月
 心所在。割外虛圈左周之點。乃復圓時月心所在也。
 末以五限月心所到之點爲心。月半徑爲度。作各小
 圓。以象月體。卽初虧食既食甚生光復圓之象。俱備
 矣。

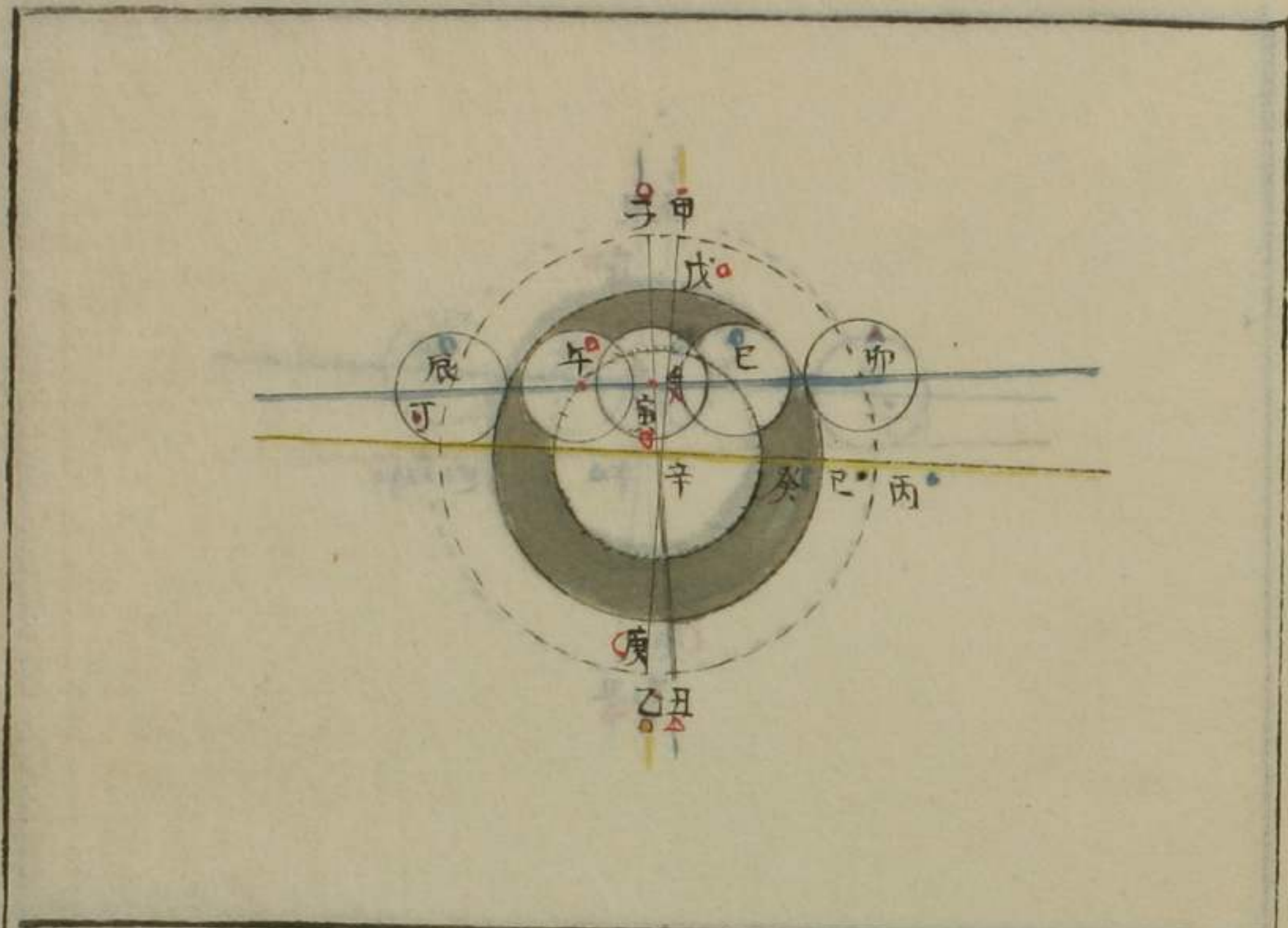
繪月食圖



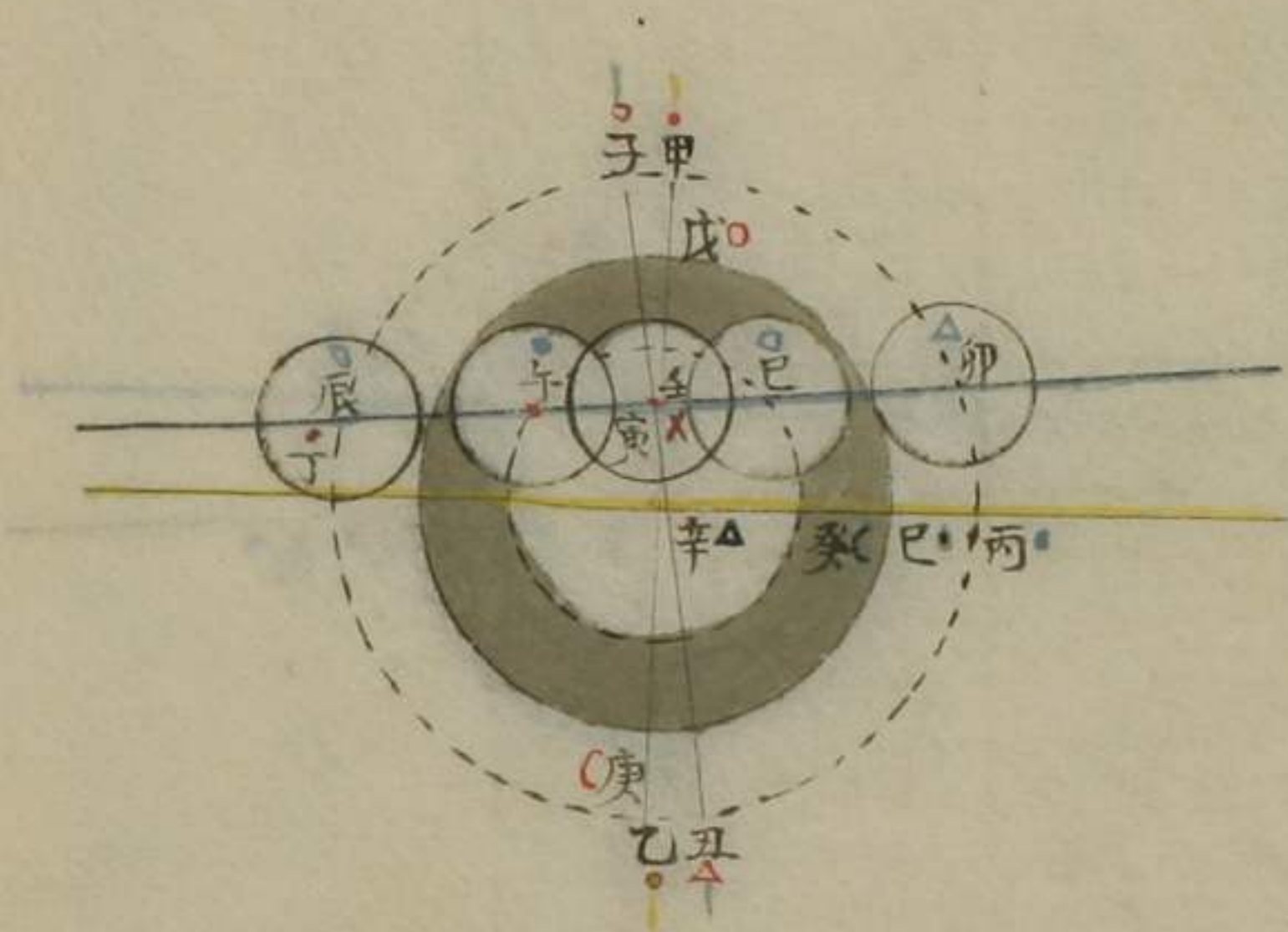
如圖。甲乙豎線如黃道。經
 圈。丙丁橫線如黃道。戊己
 庚圈爲地影。甲丙乙丁外
 虛圈爲初虧復圓之限。其
 丙辛半徑爲月與地影兩
 半徑相併之數。壬癸內虛
 圈爲食既生光之限。其癸
 辛半徑爲月與地影兩半
 徑相較之數。設實交周五



宮或六宮。則於外虛圈上
 周甲乙經線之左。取黃白
 太距五度。如子。從子作線。
 過圈心辛。至下周丑。為白
 道經圈。於子丑白道經圈
 上。自圈心辛。向上。取食甚
 距緯度。如寅辛。此寅點。即
 食甚時月心所在也。此以
 周五宮為例。其緯在北。故
 自圈心辛。向上。取寅點。若



實交周是六宮。其緯在南。
 則自圈心辛。向下。取寅點。
 乃從寅取直角作卯辰線。
 與子丑白道經圈相交。即
 為白道。而白道割外虛圈
 右周卯點。為初虧限。割內
 虛圈右周巳點。為食既限。
 割內虛圈左周午點。為生
 光限。割外虛圈左周辰點。
 為復圓限。於卯巳寅午辰



五點各為心。月半徑為度。作圓以象月體。即見月心在卯。其周正切闇虛。而光將缺。是為初虧。月心至巳。其體全入闇虛。而光盡掩。是為食既。月心至寅。其體深入闇虛。兩心相距甚近。是為食甚。月心至午。其體將出闇虛。而光初吐。是為

生光。月心至辰。其體全出闇虛。而光纔滿。是為復圓也。

