

を探り、星流の速度として毎秒 18.3 軒を得てゐる。銀河面に沿ふ星迄の距離は、近きものは百光年、遠きものは千二百光年に達してゐる。然も三百光年の距離の所に、星が著しく密集してゐるとの結果に達してゐる。又彼れの研究に依れば、プレヤデスが銀河に平行に運動するならば、それ迄の距離は百八十光年となる。

ペルセウス二重星團の距離は、該星團中に存在する四個のヘリウム星から推察すれば、四千七百光年となるもので、之れはニューコムが銀河の距離を見積つた値と一致するものである。又小マゼラン雲迄の距離は七萬五千光年となるとの事で、之れは曾つてヘルツスブルングが他の方法に依つて得た、三萬五千光年と一致するものと見る事が出来る。

前述の計算は、凡て空間に於いて光の吸収がないものとしての論である。若し空間に光の吸収があれば、眞の距離は之等の値よりも更らに大となり、計算値より遙かに遠い所にある事になる。尙彼れは、星の色と其迄の距離に就いて研究する所があつた。吾等は既に色と距離との関係を知つたが、今茲に更に彼れの研究について述べなければならぬ。二星の見掛けの光度等しく、又其スペクトル線も同じである場合には、色の指數は遠距離にあるものほど大であるから

$$\text{色指數} = g + c \times \Delta$$

なる式が近似的に成立すべきものと考へたのである。但し g はスペクトルの種類に依つて異なる恒數で、然も吾等は太陽に近い星に就いて既に其値を求め得たものである。 c は一つの恒數で、 Δ は星迄の距離である。依つて、 c なる恒數を知れば、星迄の距離を算定する事が出来る。

然るに、其後シヤリエーは従來の方法とは全く異なる考への下に、星迄の距離を算定し得る方法を發見し、ヘリウム星に就いて其分布を論じた。或星群中に屬する各星の光度が何れも相等しいものならば、地球から是等の星の任意のもの迄の距離を Δ とし、 m をそれの見掛けの等級とすれば

$$\Delta = R \times 10^{0.2m}$$

なる關係が成立するとの事である。茲に R は見掛けの等級が、0.0 なる星の距離である。 R の値を決定するに當つては、既に材料の備はれる光度五等以上の星百五十個の固有運動及び視線速度を用ひ、4.76 シリオメーターを得た。茲に壹シリオメーターは、地球太陽間の距離の百萬倍で、15.8 光年に相當するものである。此れの絶対光度、即ち一シリオメーターの距離に此星を持ち來る場合の光度は

$$M = -5 \log R$$

から求め得るもので、即ち -3.39 である。

尙彼れは光弱い星には、 R の値として多少小なる値、光強き星に多少大なる値を與へなければならぬ事を發見した。此事は星の實光度が各區分に於いて異なる爲である。彼れは之れを各區分に就いて研究し、大體に於いて B_1 及び B_2 なるスペクトル型の區分が、最大の實光力を有し、 R の値として 7.4 シリオメートルを與ふべきものなるを知り、是に反して、 B_0 、 B_3 、 B_4 なるスペクトル型に對する R の値としては、 3.3 シリオメートルを採用すべきものなる事を知つた。故に各小區分に就いて言ふ時は、 R の値は一定のものである。斯くして、 R の値を知れる上は、各星の見掛の等級 m を知れば、上に得た公式に依つて、各星迄の距離を求める事が出来る。

斯くして算定せる結果に依れば、ヘリウム星は一の集團を爲し、其中心より百五十乃至二百シリオメートル以上となれば、ヘリウム星の分布は極めて稀薄となる。此星團の方向は、赤經 7.7 時、赤緯南 55.6 度で、彼れは此中心點が即ち恒星界の中心點であると考へたのである。該點と我が太陽との距離は 18.2 シリオメートルである。此星團は、銀河の平面上に於ける大さは

其れに直角なる方向に於けるもの、約三倍で、百五十シリオメートルである。而して、彼れの研究に依れば、該星團中に於いて吾人に最も近いものは、四シリオメートルで、エリダヌス座 α 星である。

天體の分布を論ずるには、必ずや天體の距離と方向とを知らなければならぬ。天體の方向は吾人容易に之れを知り得るけれども、其迄の距離を求むる事は極めて困難なる事である。特に昔しにありては、視差を決定して星迄の距離を測定する以外、何等の方法をも知らないものであるから、其困難實に想像にあまうるものである。多くの學者が幾多の困難と戦ひ、視差測定に従事した賜として、今日に於ては五百個程の精確なる星の距離を得、又間接測定に依る結果をも入れる時は、尙多數に昇るけれども、殆んど無限に存在する星の數に比しては、材料極めて貧弱にして、星の正確なる分布は之れを論ずる事は出来ない。今の時代は未だ材料採集の時代なる故に精はしく星迄の距離を測定せねばならない。

星の光はいつまでも續くものではなく、老年となれば遂に暗黒となるとは、之れ吾人の承認し得る所の事柄である。或學者の如きは、宇宙には輝ける星よりも可成り數多くの暗黒星が存存してゐると言つてゐる。

星に暗黒なるものが存在するとすれば、吾等は更に星雲其物にも暗黒なるものゝ存在すると考ふるのは自然の事である。パーナードは種々の點より研究し、星雲にも輝けるもののある如くに、暗黒なるものが存在すると言つてゐる。

全天を寫眞に撮り、之れを見るに、所々に輝ける部分と比較し得べき程の大きさを有する、暗黒部の存在する事を知る。然も此現象は、銀河に於いて著しいものである。吾等は此銀河の暗黒部を特に銀河之穴と呼んでゐる。パーナードは、此暗黒部に就いて研究を爲し、彼れ以前の多くの學者が信じたる觀念、即ち此穴の部分は遙か遠方迄も星が存在しないと云ふ説に反對し、此穴の方向にも輝く星が存在するものであるが、其輝く星と吾人との間に、暗黒なる星雲が存在し、其れが星の光を遮ぎるものと主張した。米國ローエル天文臺のスライフアーは、嘗て蛇遣座 ρ 星を取巻く星雲を分光器にて研究し、其スペクトルは ρ 星と全く同じくして、連続せる帯を示し、氣體星雲に特有なる輝線スペクトルを示した。

若し星雲自身が輝線スペクトルを有するものであるならば、光の大部分は二三の線に集中する故に、四時間の露出に依つて充分種板に感すべきである。然る

に、二十時間でも現はれず、却つて ρ 星と同一のスペクトルを示すを見れば、該星雲は自分自らが光を發するものではなく、 ρ 星の光を反射して光るものとせねばならない。

又獨逸のウオルフは、ケフェウス座の等級 6.8 なる光を有する星を取圍んでゐる星雲は、此星に近い部分が遠い部分より強く輝くものなる事を知り、該星雲は此星の光を受けて輝くものなる事を知つた。尙彼れは此星雲は星に乏しい暗黒區域の北端に位してゐるが、此暗黒區域にも星雲が存在するけれども、星より受ける光が微量なる故に、反射する光線は、吾人が之れを認識する程度以下のものであると推察した。

更にスライフアーの研究に依れば、プレヤデス星雲も反射光に依つて輝くものなる事を知つた。即ち彼れは、該星雲の寫眞的研究の結果に依れば、該星雲は今迄氣體狀星雲と見做されたるにも拘らず、連続スペクトル及びそれの上に水素線ヘリウム線を認めたるも、氣體星雲に特有の輝線は一本も表はれない事を知つたのである。然も星雲のスペクトルは其附近に存在するプレヤデスのスペクトルと甚だ好く似てゐる事を發見し、尙精密なる研究の結果、該星雲のプレヤデスの光を反射して輝くものなる事を確定した。

吾人が前記の考を推し進める時は、銀河の穴は恐らく暗黒なる星雲の存在するものなる事を知る。其外銀河の穴に星雲の存在する事は、此附近に於ける星の運動が、此部分に暗黒星雲の存在する事に依つて説明し得べく、又星の蝕現象に依つて知る事が出来る。尙吾人は暗黒たる部分として、寫眞に寫る部分よりも長く種板を該部分に露出すれば、極めて微弱なる星雲の存在を示す例のある事を思へば、銀河の穴が暗黒星雲に依つて満たされ居るとは、最も自然の事として承認する事が出来る。

尙觀測の結果に依れば、暗黒部の縁に位する星雲の多數は、微弱なる瓦斯スペクトルを有し、又暗黒部の端に星を取巻ける星雲ある場合、其星雲の發するスペクトルは、多くは連続スペクトルを有し、星の光を受けて輝くことは明白である。多くの星の間にある暗黒部が、果して暗黒なる星雲であるならば、該星雲迄の距離は、其れの附近に存する星よりも近いものと考へられる。

吾等は是より更に進んで銀河に於ける星雲の分布を論じ、次いで銀河が其昔し如何にして構成せられたるか、又此後如何になり行くかに就いて論ぜんとするものである。ポーリンの研究に依れば、不規則星雲は

大半銀河の附近に存在するものである。不規則星雲は其形狀名の如く不規則にして、其密度は稀薄なるのみならず、其中に於いて、比較的密度の稀薄なる部分は可成大なる部分を占むるもので、該星雲は何等著しい固有運動を爲さざるものゝ如くである。之れに反して、惑星狀星雲は視線方向に就いて見るも、最も著しい速度を有するものである。ポーリンは、理論的研究に依りて、銀河の附近に於ける密度が銀河の極よりも著しく大なるにも拘らず、此星雲が銀河系に屬せざるものと論斷した。此事實は彼れ以前の多くの學者も注意した所である。而して、彼れは此惑星狀星雲を我銀河系に屬せざる天體として、然も銀河系と對等なる他の世界なりと考へたのである。

我が世界系以外にある世界系の速度が我世界系中にある天體よりも極めて大なる速度にて飛行するは、一見不思議の觀なき能はざるも、こは決して不自然の事ではない。此事は我太陽系内に於ける惑星の運動が、系以外の他の恒星の運動に比し、極めて小なる事に兆しても明かである。アレニウスは、惑星狀星雲十三個に就いて研究し、銀河内にある星雲の平均速度は38.6 軒なるにも拘らず、一般の平均値は26.5 軒に過ぎないものである事を見出した。而して、銀河内にある

五星雲の中、四個は何れも、視線に吾等の世界よりも遠ざかるものである。かくて星雲の速度は銀河を遠ざかるに従つて減少し、行き銀河より五度以上を離れたる位置にある、あらゆる星雲の速度の観測に依つて得た値より、太陽系の速度を減じたるものは、負となる故に、此等は何れも吾人の世界に向つて接近し來る事を知る。

然らば何が故に斯る現象が起るかと言ふに、惑星狀星雲なるものは、我が銀河の外に位せるものなるが、之れが遠遠なる彼方より我が銀河に近づく場合、それ以前非常なる速度を有したるならんも、然も銀河の面に於ける濃厚なる宇宙塵の爲めに抵抗を受け、漸次に角速度を減ずる事と推察される。而して、切線方向に大なる速度を認むる事あらば、星雲が銀河の面に浸入せんとする所に於いて、其軌道を曲げられ、視線速度の小となる爲に生ずるものとせば、理解する事が出来る。斯くの如くに膨大なる星雲が、宇宙塵の抵抗を受け乍ら、然も尙我銀河系に近づく時は、遂に之れに捉はれて運動を中止し、我太陽系の重心の存する銀河の平面内に、靜止的狀態を保持すべきである。之れ我が銀河系に此種の天體が密集する原因である。

螺旋狀星雲に在りては、其分布の狀態全く之れと相

反し、銀河面に稀薄にして、却つて極方面に密集する傾向を有するものである。次にボーリンの説に依れば、星團は銀河の中心附近に多く存在すべしとの事にして、然も該星團なるものは、惑星狀星雲に於いて見る濃厚部、或は環狀星雲の中心に相當するものであるとの事である。然し乍ら、ウオタースの星團の分布圖に依れば、斯る現象なく、銀河面に沿ひて可成平等に分布せらるゝを見る。然し此兩者に於いて一致する事實は、星團は星雲團の縁に位する傾向の存する事である。

螺旋狀星雲が銀河の極附近に於いて、如何にして形成さるゝかを考ふるに、銀河は一つの極めて大なる星雲板なりと考ふれば、其平面の一部に於ける星雲が凝結して恒星を生じ、生じたる恒星は残れる星雲に輻射エネルギーを供給し、斯くして星雲は膨脹し、其速度の大なるものは此中より逸散し去り、極方向に進めるものは茲に集まりて、不規則星雲を形成するに至る。此等の氣體は通常の溫度にありては、エネルギーを輻射せざるが故に、重力の作用のもとに漸次に凝結し行き、濃厚なる氣體塊を生ずるに至る。

又此外恒星より其の輻射壓に依つて排斥せらるゝ、大なる速度を有する微塵もありて、之れが今述べたる星雲の膨脹に依つて飛び出した氣體中に漂流し來る

時は、該星雲を凝結せしめ、相離るゝ事なからしむるものである。漂流せる微塵は、低温度に於いて大した衝突も起らないけれども、長く此部分に漂浪する間には、互に衝突し、漸次に其形體を擴大して、遂には隕石の如きものとなり、更に發展して恒星を生ずるものと考へられる。然も集まれる氣體は初めより相互關係運動を有する故に、重力作用の爲め其密集いよいよ著しいものとなる。而して衝突に依りて、それは頗る廣大なる螺旋狀星雲を形成する事になる。

新星は斯る星雲内に生じたる二つの恒星の衝突に依りて甚だしく熱せられ、熱と光を發して生ずるものにして、此新星は纏て惑星狀星雲となり、更に星團に進化し行くものである。上の如く二星の衝突によりて生ずる惑星狀星雲の平均速度は約十軒位のもので、衝突以前の恒星の速度よりも大なる事は出來ない。故に若し惑星狀星雲にして、恒星の速度よりも大なる速度を有するものならば、それは恐らく恒星の衝突に依りて生じたるものではなく、我が銀河系以外の他の星界より來れるもの、或は其れ自身が一つの獨立なる星界である。銀河の或る部分に限り、特に恒星の密集せる所あるは、之れ恐らく或る程度迄、該部分に星雲質を呼び集めたる他の螺旋狀星雲が、此處に進入し來りたる

ものと考へられる。

銀河の形ちに關し、最も實際を好く説明するものは、銀河が螺旋狀を呈すと言ふイーストンの説である。彼れは、銀河の形ちと光度とを精確に研究し、銀河は決して環狀のものではなく、アンドロメダの星雲或は大熊座の螺旋狀星雲の如く、螺旋狀を呈するものなる事を知つた。銀河中にありて光の最も強いのは鷲座で、光の最も弱いのは其れと正反對なる一角獸座である。而して、我が太陽系は銀河の中心より少しく鷲座の方向に偏つた所にあるものである。銀河は、彼に依れば、數多の足を有するけれども、其中最も著しいものは二枝である。其北方にあるものは琴座に向ひ、蛇遺座を経て漸次に光度を減じ、蝸座より定規座に達し、他の一つの枝と會す。他の一枝は狐座、矢鷲、楯、望遠鏡、祭壇座を経て定規座に至りて、前の枝と會するものである。而して、初めの枝は螺旋狀の渦卷の外方の環に相當し、第二のものは内方の環に相當するものである。故に之れを其南部より見る時は、一の右旋的螺旋の形狀を呈するものである。

カプダインの第一星流中に特に多く存在せるヘリウム星が、吾人の近傍にある星の重心に對して殆んど靜止的狀態を保つ事は、觀測より知り得る所なるが、之

れに對し、エヂントン及びキヤメルはヘリウム星が静止して存在するものであると主張したけれども、カフタインは之れに反對して、若し彼等の言ふが如くならば、ヘリウム星と同距離にある、ヘリウム星よりも尙高齡の星が同様に静止せねばならない事になるから、従つて二つの星流に分れる事は出来なくなると述べてゐる。斯くの如くして、吾人は此現象を如何に説明すべきかに惑ふものである。

然るに、アレニウスは之れに對し次の如く述べてゐる。オリオン座に於ける原始星雲塊は静止するものと見做し得べく、是れに反し、該星雲よりも吾等に近いものは運動するものである。斯くして生ずる二つの星の流れの大なるものは、銀河より逸出し去りたるものにして、小なるものは可成りの初速度にて吾人に向ひ來るものである。ケルヴァインの計算に依れば、太陽に最も近い部分の螺旋の兩枝の間の距離は約 3×10^{14} 光年にして、此部分に含まれる恒星全體の質量は、太陽の 10^6 倍である。故に遙遠なる所より、一恒星の進行し來りて、吾人の星團の縁に達する場合には、其速度每秒百三十三光年となるべく、此れを每秒約二十光年の速度を有する第二星流の星の速度と比較すべくもない。勿論此等の計算は、人に依り多大の相違を來すべけれど

も、然も吾人は尙二星流中に於いて有する速度は、上述の速度と比し得べきものではなく、主として相互の引力に依りて生ずるものなるべしと想像し得るものである。

斯くして吾人は銀河系には、外界より恒星の浸入し來るべきを知れるが、然らば其結果として、銀河系は是等の作用の爲めに、著しく其構造を破らるゝ事にならないかと言ふ疑問が起る。然るに、星が每秒二十光年の速度を有するものとするも、太陽の最も近き螺旋の二枝間を該星が過ぎるには、 10^{10} 年と言ふ驚くべき年數を有するのみならず、ポアンカレーの計算に依れば、銀河の廻轉角速度は、之れを大きく見積つても、千年間に二秒に達しないとの事である。然も彼れの得た此の廻轉角速度は、他の學者の得たる結果の數十或は數百倍である。故に、ポアンカレーの得た大なる値を採用するも、尙此種の運動を觀測に依つて求むる事は不可能の事である。依つて、銀河系が今しばらくの間は、其組成を變化する事なく、現在の有様を持続すると推量するに難くはない。去りながら、該銀河系は、太古以來可成り其構造を變化したるものなるべしと考ふる材料を有するもので、今後幾兆年の間には、此銀河系も次第に解散し去る事勿論である。

第二十八章 宇宙の限界

若し星の距離を測定する事が容易のものであるならば、星辰界の形状及び星辰の分布運動等は、單に勞力の問題となるものである。然るに星迄の距離を測定する事は既に述べたるが如く、極めて困難なる事業である。天文學者が直接その距離を定め得るものは、單に望遠鏡で見得る數百萬の星の中、僅かに數百に過ぎないものである。ゼーリガーは銀河面に對する星の分布を九等星に就いて研究し、銀河に近づくに従つて星の數が増加する事を知つた。然も彼は銀河面に近づくに従つて、星數が増す割合から、九等星のみが宇宙に存在するものと考へた場合の宇宙は、銀河面に垂直な軸を有する扁平な楕圓體である事を知つた。而して、太陽は該宇宙たる星辰の一大集團の略々中心部に位して居るもので、吾等の近傍には比較的星が密集して居ると考へた。

ニューコムはゼーリガーと同じ材料に依つて、太陽は銀河面にはなく、少し其の北方に位して居る事を發

見した。又銀河の附近に多くの星が密集しているのは、實際は此部分も他の部分と同様に分配されてゐるのであるが、只該方面には遠く迄星が存在するものと考へてゐる。然るに、ニューコムは其後尙研究を續け、銀河面は天球の大圓ではなく、 1.75 度だけ南の方に在る小圓である事を知つた。而して、太陽は銀河面に對して如何なる位置に在るかと言ふに、ウォルキ一の研究に依れば、此宇宙はゼーリガーの述べた廻轉楕圓體で、其軸は銀河面に垂直で、然もその長さは銀河面上に於ける軸の二分の一であると假定して居る。宇宙を斯く假定するときは、太陽は星辰界の中央にはなく、極半徑の 0.271 倍だけ北の方に偏し、且銀河面半徑の 0.368 倍だけ白鳥座の方向に偏在するものとの結果に達するのである。而して太陽の該宇宙の中心よりの實際の距離は四百光年である。

然らば宇宙は單に之だけで、此範圍外には何等の星辰も存在しないものであらうか。或は更に大宇宙が存在し、その一員として我が銀河系が存在するのはなからうか。若し大宇宙があるならば、それは有限であらうか又は無限であらうか。之吾人の最も知らんと欲する所の問題である。吾等が今日迄爲したる凡ての知識を總合しても、然も此問題は満足に解決し

得べきものではないと思はれる。然りと雖も、吾人は爲し得ざると稱して之を放棄すべきではない。吾等は貧弱なる材料ではあるけれども、これと假説とを組合せて、出来得る限りこれが説明に移めなければならぬ。

ウィリアムハーシェルは、千七百八十五年宇宙の構造に關して研究する所があつた。即ち彼は宇宙に分布される恒星の密度を相等しいものと假定し、望遠鏡に入つて來る星の數を方向と共に數へ、星の數は銀河に近づくと共に増加する事を知つた。依つて彼は宇宙が銀河に近づくと共に廣くなるものと考へ、宇宙が銀河の方向に引き延ばされた多小偏平なる兩凸レンズ形に似たる物なるべき事を主張した。次にスツルーベは恒星の絶對光度が如何なる星に就いても同一であると假定し、宇宙の形を定めたけれども、其後の研究に依れば、此假定は誤である。

メロツトの研究に依れば、全體の星から受ける光の量は、約九百乃至千個の一等級の星のみが宇宙間に存在する場合に受ける光の量に等しいとの事である。又ニューコムに依れば、一等星約二千個、又カプタインに依れば一等星二千三百八十四個である。然るにキングの研究に依れば、満月の寫眞的光度は -11.2 等で、

上のメロツトの必要とする一等級の星を寫眞的光度に直し、七百個と見るときは、その全體の示す光度は僅かに -6.1 等となる。これを上の満月の場合に比較すれば、 5.1 等級の差を有するものである。五等級の差は、光度にては百倍に相當するものであるから、満月の光度は星全體の光度の約百倍の光度を有するものである。

若し星が空間に一様に分布されて居るものならば、星の光度は距離の二乗に逆比例して減ずるけれども、與へられたる距離にある星の數は、球面内の空間が距離の三乗に比例して増加し、従つて空間の増加は距離の二乗に比例して増加する故に、距離の二乗に比例して増加する事になる。此故に與へられたる距離にある星から、吾人に達する光の總和は、距離に關係なく一定である事になる。従つて、宇宙を無限のものとするれば、宇宙全體から來る星の光の總量も亦無限で、満天一樣に白晝の如くに輝き、我が地球は常に晝でなければならぬ。然るに、事實はこれに反してゐるから、宇宙は有限である乎、然らずんば、星辰の分布は遠方に行くに従つて稀薄となるものであると考へられる。

ニュートンの引力説に依れば、若し宇宙が無限であるならば、その中には無限の物質があるべき筈である

から、それ等の引力の結果、非常に大なる運動を爲す物體が其處此處に存在せねばならない。然るに、斯る大速度を有するものはないから、宇宙は有限であると思はれる。

上の様に考へれば、宇宙は如何にも有限らしいが、此問題に對しては尙深く考へなければならぬ。以上の有限説に於ては、何れも空間に光の吸収がなく、宇宙を絶対に透明のものと考へたけれども、既に論じた様に、空間には微塵が存在し、それが吾人に感知し得る程度のもので考へられるから、吾人は有限説に對して直ちに賛同の意を表する事は出来ぬ。假令空間に微塵が擴つてゐないとしても、尙至る所に星雲が存在してゐて、光を吸収するとも考へられる。

星雲の體積は恒星の體積に比して、實に驚くべき程のもので、恒星全體の面積の二十萬倍位の面積を有するものは珍しい事ではない。故に此等の星雲が星と吾人との間に存在して星の光を吸収するならば、或距離以上の遠くにある星の光は、非常に弱められ、吾人は星あることを認識し得ない事になる。故に有限説も亦疑はしい事になる。實際銀河の或部分は暗黒で、そこには星がないと考へられてゐたが、其後の研究に依れば、其所には星がないのではなく、星と太陽系との間

に暗黒なる星雲が存在するものなる事を知つた。

千九百二年ケルヴィンは此問題について考ふる所があつた。即ち彼は宇宙には太陽程の大きさの星が十億あり、それが全部三千三百光年の距離を有する球内に、一様に分布されてゐるものと考へた。即ち宇宙は該半徑を有する球で、その球以外は凡て星なき空間と考へたのである。斯く考ふる時は、今考へた宇宙の境界に置かれた星は、毎秒毎秒 1.37×10^{-13} 糎の加速度を受ける計算になるから、一年間には毎秒 4.32×10^{-6} 糎の速度を得る事になり、五百萬年後には毎秒 21.6 糎の速度を得る事になる。又現在の宇宙が創造された際に、星が無限の空間に迄も散在してゐたとし、それが引力の作用の爲に集まづて現在の宇宙が造りあげられたものとすれば、星の平均速度は毎秒 50.4 糎とならなければならぬ。又吾等が前記の十億の星を見た場合の面積と、天球全面との比は、空に輝ける星全體の見掛けの光度と、太陽の光度との比に等しく、 4×10^{-13} 程とならなければならぬ。

然るに此等を實際に就いて考ふるに、多くの星の速度の平均は、毎秒二十糎と考へられるから、宇宙は先づ大體に於てケルヴィンの假定した宇宙と同じ階級のもので考へられる。然も無限の遠くにある速度零な

る星が、引力の爲に引き付けられて、我宇宙の限界邊迄來るときは、其速度毎秒九十五紵となる故に、之を逆に考ふる時は、我宇宙内に於て毎秒九十五紵の速度を有するものは、辛じて宇宙外に逃れ去る事が出来る事になる。即ち我宇宙内に於て該速度以内にあるものは、例へ宇宙限界を少しく飛び出したとするも、引力の爲に引き付けられて、再び我宇宙に歸つて來なければならぬ。故に斯る範圍にあるものは、相互關聯して、離れない一集團を形ち造れるものと考ふる事が出来る。

然し吾人は尙此説にも賛同する事は出来ない。此説は其根本に於て或假定を有するもので、吾等は此假定に對して調査する自由を有するもので、吾等はどうしても此廣い空間に、我宇宙のみが存在するとは考へられないのである。吾等は既に第二十二章に於て、螺旋狀星雲迄の距離は數萬光年に達し、然も其速度は恒星の速度に比し極めて大なる事を知つた。故に此等は我銀河系以外の他の星界であると考へられる。アレニウスは宇宙に限界あるものと爲す説は、非哲學的のものであると言つて居る。彼は若し宇宙が有限であるならば、即ち宇宙は恒星の一大集團を爲し、其外方が無限の空間であるならば、過去に於て既に輻射壓の作用に依つて、諸恒星から放散された微塵は無限空間

に消失し去りたる筈であると言つて居る。果して斯くの如くであるならば、宇宙の發展は既に遼遠の昔に於て終局に達し、有らゆる物質及び有らゆるエネルギーは、總て皆消失し盡した筈である。

アレニウスの説に依れば、星雲の稀薄に且寒冷なる氣體狀の部分は、太陽の輻射を吸収し得た熱を、それに衝突する氣體分子に與へ、斯くして温度高まれば膨脹して冷却するものである。その中最もエネルギーに富むものは、其所から逸散し去り、其所は星雲の内部から新たに分子が來つて埋められるものである。斯くの如くにして、太陽から輻射されたるエネルギーは無限空間に浮遊する星雲に依つて吸収されるものである。該星雲は今得たるエネルギーをもて該星雲内に一個或は數個の太陽を造るに至るものである。即ち星雲はエネルギーを貯藏すべき一の機關たるに外ならないのである。斯くして宇宙は不生不滅なる無限の物質を包有し、之に伴ふエネルギーも亦不生不滅なるものである。

第二十九章 生命之分布

吾等は茲に各天體に亘つて一通りの説明を爲し終つたが、然らば我地球上に於けると等しき生物は他の天體に存在せざるかと言ふ疑問が起る。之に對しては種々の議論があり、其研究尙充分ならざる故に、之に對する確答はなし得ないけれども、然も或程度に満足し得る解答は與へ得るものである。吾人は生命の分布を單に太陽系に於てのみ論せずして、全宇宙に亘り其存否の有無に就いて論ぜん事を欲するものである。若し吾等が研究の對象たる星辰其ものに、吾等と同様なる生物の存在するものならば、之に對する興味はそが存在せずして、單に無機物のみより成るものに比し、如何に大なるかを想象し得べく、又大なる感興を呼び起さずにはゐられないものである。

吾が太陽は宇宙に於て何等の特徴を有するものでなく、其質量、光度共に少しも誇るべき點なく、更に又我地球は平凡なる暗黒星の末席に名を列するに過ぎざる物である事を知つた。果して然らば、吾人は此點よ

り推論しては、宗教家の言ふが如くに、我地球のみが特に神に依つて恵まれたるてう幼推なる考より脱し、我地球は太陽系の一惑星なるのみならず、我太陽系も單に宇宙に懸れる一個の世界系たるものと考ふるの如何に公平なる立場なるかを知る。尙又吾人は連星なるものを學び、現今に於ては、宇宙間に於ける殆んど凡ての天體は、我太陽の如く幾多の惑星を従ひ、宇宙間を濶歩しつゝあるものなる事を知る。故に若し此等の惑星に於る氣象的條件が、我地球の如きものあらば、恐らく斯る惑星に生物の存在する事疑なきものと考へられる。

我地球に於ける生命の起原に就ては、種々の學説があり、其等の内何れが眞にして、何れが虚なるか、或は又何れも虚にして他に眞なる事實の存するかは、今尙知り得ざる所の問題である。或人は神が即ち萬物を造りたるものとなすも、斯る説は常に科學的に何等の根據をも有せざる宗教家の主張する所なる故に、吾人は之れに一切耳を借す必要なく、科學的に論ずべきものである。或人は、有機物は凡て無機物より進化せるものなりてう説、即ち進化説を主張するものにして、此は今尙多くの生物學者に依つて信じられつゝある所のものである。

或人は流星説とも言はるべき思想にして、地球以外にある生命ある種子が或方法に依つて我地球に來り、茲に發育を爲せるものと主張してゐる。之も亦或一部の學者に依つて信ぜられつゝある所のものである。但し斯の如きは、單に地球上に於ける生命の起源を説明するのみにて、宇宙に於ける生命の起源を説明するに何等の効果も無い。従て此説は、寧ろ宇宙間に生命を分布する一つの手段を教ふる者と見るべきである。

古人は既に有らゆる生物は皆發生せるものなることを知つた。即ち生あるものは亡び、他の生物之に代り來るものなる事は既に之を知つて居たのである。然も太古に於ては萬物は凡て皆神の手になれるものにして、自分自らの發展に依つて他の或進化せるものに變化し得ざるものなる事を信じてゐたのである。そして之は今も尙該説を深く信ずる者は少くない。即ち彼等は猿が如何に發達すると雖も、それと種類を異にする人類には進化し得ざるものなる事を確く信じて居たものである。リンネは全く之と同様なる思想を有せるものにして、彼は全世界にある生物は凡て其初に神に依つて造られたる種族以外の種族の者はなく、然も其は遺傳の方則に依つて、己が種族と同種のものゝを産み、己が子孫を滅亡せしむる事なしと力説

した。

然るに、ダーウイン出づるに及び、彼の絶大なる努力と豊富なる材料とに依つて、進化論を立し、生物學上に一大革命を起し、舊思想家をして再び立ち得ざる迄に至らしめたのである。彼の主張せる所に依れば、各種族は周圍の條件が時の経過と共に變化する事あれば、其儘にては自分自ら滅亡するの己むなきに至るべき故に、自分自らを變化して之等周圍の條件に適合せしめ、而して自分自らの生命の存續を出來得る限り長からしめんと欲するものである。其變化は短時間に於ては勿論見るべきものなけれども、然も長年月の間には驚くべき程のものとなり、遂に他の種族に變體し行くものである。

斯る見地に依つて考ふれば、吾人は有ゆる生物は凡て極めて簡單なる有機的動物より、種々の方面に發達し來りたる結果に外ならずと考へ得るものである。吾等は次に生命の分布に關する流星説を述ぶるに先だち、我地球上に於ける生物が生活するには、如何なる條件を必要とするやに就いて述べ、尙斯る條件を具備せる天體は、地球以外に存在するや否やに就いて述べんと欲するものである。

我地球が今日生物の生を營むに適する所以は何で

あるか。生物の原形質が生活し、發展し行く爲に必要な條件は、種々の學者に依りて異なり、現今尙研究中に屬する故に、之に對して何々の條件を必要とし、之さへ満足さるゝならば、必ず生物の生活し得べきものなる事を斷言し得ざるも、然も現今一般の學者の認むる條件は、第一地球の表面の溫度が常に或適當の範圍内に於てのみ變化し、其以外に出でざる事である。此適當なる溫度も學者の研究に依りて異なるべきも、先づ零度と四十度とを限界とすべきものである。

斯る適當なる溫度を保ち得るは、之れ地球が太陽より得る輻射と同量のエネルギーを空間に向つて放散しつゝあるが爲である。即ち太陽より得る光と熱との和と殆んど同量のエネルギーを空間に輻射する惑星に非ざれば、斯る惑星は生物の生活を許さざる物なる事明である。何んとなれば、假に或年代に上の如き條件の許に生物が存在し、其時の溫度が假に生物の生活に適するものとするも、太陽より得る熱と自分自らが發散するエネルギーとの差が多大ならば、其差だけづゝの作用に依つて、該惑星は急激に熱せられ、或は冷却し行き、生物は是に適應する如く進化する暇なく暫時にして滅亡するの己むなきに至るが故である。

第二は地球表面に、適當なる密度と組成とを有する

空氣の存在する事である。斯くの如き空氣の存在する事の必要なるは、今更言ふ迄もなく、動物及び植物の吸收作用を營む事にあるもので、即ち動植物は其營養の一部を空氣に取らなければならないのである。尙他の事實、之は恐らく普通人の考へない事であるが、熱を保護する事である。斯る作用を吾等は一般に温室作用と呼んでゐる。之れ太氣は恰も温室に於ける玻璃壁に似たる作用を爲すが故である。太陽の熱線は殆んど見得べき輝線よりなり、それは玻璃壁を自由に通過して、其中にある地面を暖むるけれども、一度地面に當れる熱線は反射する場合、其性質を異にし暗線となる故に、玻璃壁を通過する事は出來ない。故に温室内は暖り、熱の放散は防げらるゝものである。

我大氣の作用も亦此玻璃壁と大體に於て其作用を同じうするものである事は、フーリエー及びプイレに依つて證明せられ、チンダルに依つて實驗的に確められたる所である。斯る作用に與かりて力あるは、水蒸氣及炭酸瓦斯等である。水蒸氣は常に大氣中に幾分含まるゝものにして、之亦生物の生活に必要な事他のものに劣らないもので、此を吾人は第三の條件に加へなければならない。

地球が大氣を含有せず、或は含有するも熱輻射に對

して透明なるものとすれば、地球の表面上に於ける温度は、太陽輻射の強さを假定すれば、ステファンの法則に依つて之を求める事が出来る。今地球が太陽より平均の距離一億四千九百五十萬軒にある場合に、太陽の光線が地球表面に直角に當れる場合、一平方糎に一分毎に 2.5 グラム・カロリーの熱を輻射し來るものと考ふれば、各惑星と太陽との距離として、第十七章の表に於ける實測の値を採用すれば、各惑星の取るべき平均温度は次の結果となる

水星	金星	地球(月)	火星
+178°(332)	+65	+6.5[+6.5(106)]	-37
木星	土星	天王星	海王星
-147	-180	-207	-221

但此場合太陽の温度を六千二百度と假定し、又太陽月間の距離を太陽地球間の距離と等しいものとして計算したものである。水星の項に他の數値 332 を與へたるが、之は水星の自轉週期と公轉週期と相等しき故に、其太陽に面する部分と、太陽に反する部分との温度には極めて大なる差を見るべく、太陽に面する部分の平均温度が即ち三百三十二度にして、太陽に反する面は殆んど絶體零度に近きものである。月の項の 106 も同様の意味を有するものである。

上の計算値に依つて見れば、金星は其表面に大氣が存在せざれば、六十五度となる。然も實際に於ては其表面には水滴を含む大氣存在して、太陽よりの輻射を吸収して内部に至るを防げるのみならず、ツエルネル等の研究に依れば、太陽の輻射光線の殆んど七十六ベルセントを地面に達せざる以前に、空間に反射するものにして、又熱線は其反射之れ以下なるも、可成りの反射を爲す故に、吾人は金星が實際に受ける輻射は、大氣が存在しないものと考へた場合の二分の一と考ふる事が出来る。斯く太陽の輻射が半分となれば、其温度は上の計算値より餘程低き筈である。然るに既に述べたる如く、大氣は温室の役目を爲すが故に、温度は保存せられ、約四十度位のものとして考へられる。故に吾人は、温度及大氣の存在の點のみよりする時は、金星は殊に其兩極地方に於て、生物の存在に適するものなる事を知る。

地球は其昔氣體を爲せる太陽より分離したるなるべしとは既に論じた所である。若之が事實であるならば、地球も其分裂の當時は極めて高温なる赤熱體にして、之が寒冷なる空間中に其エネルギーを輻射する故に、漸次に冷却し、今日の如く表面硬殻を以て包まれるに至れるものと考へられる。地球が赤熱の状態に

在る時には、生物の存在せざる事は勿論である。そして地球上に生物の初めて生活し得るに至つたのは、上に述べたる四十度以下に冷却してからの事と考へられる。

地球表面の硬殻は凡て瓦斯より發展し、液體となり、次いで固體となりて生じたるものであるが、然らば斯る發展に要せし時間は幾何なるかと言ふに、ケルヴィンの計算に依れば、地球が固まりかけた時から、溫度が百度位になるに僅かに百年を要せしに過ぎないとの事である。尙又百度より生物の生活し得る溫度に冷却するに二百年、或は三百年位を要せしに過ぎないとの事である。斯る計算は、元より餘りに信を措き得ざる事勿論であるけれども、然も尙數千年以上を要せざるべしとは想像し得るものである。地球が固まりかけたる溫度は約千度位なるべく、其れより百度に冷却するに、僅かに數百乃至數千年にて足るは、之れ地球が斯く高温なる場合にありては、それが空間に放散する熱量は、太陽より得る熱量に比し遙かに大なるが爲である。

斯る急速なる冷却が地表面に於て行はれたるは、今より幾年以前なるやに就ては殆んど想像するに苦しむ所である。ジヨリーに依れば、太洋が生じてより今

日に至るに約一億年を要したりとなし、又或學者の説に依れば、六十億年、或は二億年を要したとなし、何れが眞なるや之を判断し得ざるも、然も吾人は兎に角水蒸氣が凝結して水となり、太洋を造るに至れる溫度三百六十五度より、現今迄地球が冷却する迄には、驚くべき程の長年月を費せるものなる事を知る。従つて、吾人は太洋の生じたる頃に生物が生じたるものとするも、其年代は之を知る事は出來ない。知るは單に極めて古き年代に於て生じたと云ふ事のみである。地球が三百六十五度より今日迄冷却するに斯る驚くべき程の長年月を要せるは、何故なるかと言ふに、そは地球の溫度が低くなれば、その發散する熱量は、太陽より得る熱量に比し、餘り大ならざる事となり、受熱と放熱と殆んど相等しきが故である。

地球の年齢に關しては、古來種々の研究があるけれども、其結果は何れも驚くべき程の相異を來せるものである。ジヨリーは此問題に就いて研究する所があつた。即ち彼は各地質時代に推積して生じた水成岩の厚さ、及び其水成岩の推積する速さを知るならば、之よりして地球の年齢を計算し得るものとなしたのである。然も各地層の厚さを正確に知る事困難なるのみならず、其推積の速度を知る事は尙一層困難なるも

のである。加ふるに、其推積の速度は岩石に依つて異なり、且其外にも困難が存在するのであるから、斯る方法に依つては正確なる結果は期し得ないけれども、然も尙地球の年齢に對して或觀念を得る事が出来る。

彼の研究に依れば、推積の速度は百年に就き二吋乃至六吋にして、地層全體の厚さは、ソラスに依れば約三十三萬五千呎なる故に、此等の岩石が百年に就き三吋の割合で推積したものと假定すれば、斯る厚さの地層が生ずるには、一億三千四百萬年を要したと言ふ事になる。

尙ジヨリーは海水中に含まれ居る鹽分と、河水に於て鹽分を含む割合を異にする事實に着目して、地球の年齢を計算せんとした。即ち若し海水中に於ける鹽分の量、並びに地球上に於ける有ゆる河より海中に運び去る鹽分の量を知れば、前者を後者にて除して大洋の生じたりし年代を計算し得べきである。研究の結果に依れば、海水中に含まる、ナトリウムの量は 1413×10^{13} 噸にして、地球上に於ける有ゆる河が海中に送るナトリウムの量は、毎年 175×10^6 噸である故に、大海の生成以來此割合で河流が海中にナトリウムを注入し來れるものと考ふる時は、大洋の生じたる年齢は八千七十萬年となる。

又他の方法としては、地球表面に於て生じたる皺に依つて、地球の收縮の度を測り、一方に於ては斯る皺を生ぜしむるには、地球其物が地球内部の冷却作用に依つてどれだけの溫度を降下せねばならないかを計算し、此より其年代を計算する事が出来る。ルズキエに依れば、皺は地球表面の 1.6 ペルセントを占め、此皺を生ぜしむるには、地球半徑は其 0.8 ペルセント丈短縮せねばならない。而して、其溫度は約三百度降下せねばならない事になり、之より計算の結果は約二十億年となる。

有名なるラザフォードの千九百五年の研究に依れば、放射能性を有する鑛物の年齢は、其の中に含まれるヘリウムの存在する量に依つて計算し得べきものである。そは放射能性を有する鑛物は、一定の割合を以つてヘリウムを發生しつゝある事が彼れに依つて明かにされたるが故である。即ち吾等は茲に一年間に發生すべきヘリウムの量及該鑛物とそれの現在有するヘリウムの量を知る時は、之よりして該鑛物が幾何なる年代に造られたるかを知る事が出来る。彼は此方法に依つて、古い時代の鑛物の年齢として、二億四千萬年を得た。又放射能性を有する物質からは鉛を生ずる故に、之に依つても該物質の年齢を計算する事が

出来る。ホルトウツトは始原代として十六億四千萬年を得て居る。

斯くの如くにして吾人は、地球の年代を計算するとき、其方法に依つて著しく異なるを見る。然も其得たる値は小なる値にして一億、大なるものにして二十億以上にも達するものなるが故に、少くとも一億年以前には、既に吾人が今日地球上に於いて認むると大差なき生物の生存せるものなる事を想像し得るものである。

地球の温度は、其表面に大氣なければ、6.5 なる事既に計算したる所である。故に此計算値より、大氣の存在に依つて太陽の輻射が遮られる爲に生ずる温度降下が二十度なるを考へに入れる時は、理論上の値は氷點下十四度とならなければならない。然るに實際は十六度程なる故に、其間に三十度の差を生じた理由を何所に求むべきであるが、アレニウスに依れば、之は温室論に依つて説明し得るとしてゐる。

火星の大氣は非常に薄く、我地球のそれに比し約四分の一、乃至五分の一に過ぎずして、極めて透明なる故に、其温度は可成高い事と思はれる。然るに、火星の兩極には白いものがあり、之が季節に依つて伸縮し且消滅する事實により、其は火星面に於ける雪なりと断定せる事は、既に惑星の章に於て述べたる所である。

故に計算に依る火星の温度は氷點下三十七度であるけれども、實際の温度は恐らく十度内外と推定せらるゝのである。故に火星面は生物の存在に適するものと考へられる。ローエルの説く處に依れば、火星に於ては夏季に綠色の一團を見るが、之は恐らく植物の繁茂せるものと言つてゐる。尙彼は、火星は過去の時代に於て現在我地球に見る如き状態を經過したもので、今は大氣及び水蒸氣が可成に稀薄となり、正に危急存亡の秋に近づき、生物の終局も遠くはあるまいと言つて居る。

他の惑星を見るに、其温度の計算値は何れも著しく低きが故に、其等の温度が全く斯かる温度ならば、生物の存在せざる事は確かである。然るに算定せる温度はむしろ全く信用し得べきものに非ざるものと推察せらる。何んとなれば、其等の惑星は何れも其密度甚だ小にして、全部氣體より成立するものと考へられるからである。木星にありては、其比重殆んど太陽の比重と等しく、且高熱を保ち、深き雲にて蔽はれてゐるものと考へられる。依つて今後は兎に角、今の所生物の存在など思ひもよらざる所である。

他の凡ての惑星も其密度殆んど太陽の密度と大なる差を認めざる故に、此が生物の住家として適せざる

は明かであるに反し、むしろ彼等の衛星の方が、却て生活に適せるものと推察される。木星の如きは其昔可成高温であつた筈であるから、衛星はその輻射を受けて其温度を保持し、生物の生活を可能ならしめた事があると考へられる。尙月に關しては既に述べた所である。

吾等は斯くして、我太陽系にありては生物の生活に適すべしと思はるゝは、單に金星と火星とのみなる事を知つた。然らば生物は太陽系以外、即ち恒星界に存在せざるかと言ふに其を實際に確める事は我太陽系にさへ手の届かないものよく爲し得べき事ではない。然し吾人は之より、恒星に現在の我が太陽系の如きものがあるならば、恐らく生物の存在は確かなりと斷言せんとするものである。

或悲觀論者は次の如くに言つてゐる。恒星にして若し我太陽よりも其質量が小なる場合には、其が惑星に熱と光とを供給し、或時期に生物の生活し得べき或適當の温度を保つべきも、然も斯る小質量の太陽の冷却は割合に急速に行はるゝ故に、生物の生活するに適する良好なる期間は割合に短かく、従つて斯く短かき期間中には、生物がよし發育したとしても、極めて幼稚なる時代に於て早く滅亡の域に達したるものである。

又恒星中には太陽より大なる質量を有するものは極めて稀であるのみならず、太陽と地球との如き良好なる關係にある天體は恐らくない事と思はれるとの事である。然し此事實は其根底に確かなる所がないものであつて、斯る良好なる條件を具備せる星が存在しないと云ふ説明は少しもないのであるから、之はつまり斯る良好なる條件を備へてゐるものがあるだらうと言ふ事と、殆んど同じ意味とも解せられる。

吾等は物理學の法則のみならず、他の科學の凡ての原理は皆我太陽系のみならず、全宇宙に普ねく適用せらるべきものなる事を知つたのである。然も研究の結果に依れば、我太陽よりも大なる恒星は割合に多く、又暗黒星の存在等よりすれば、之等は殆んど凡て惑星を有するものであるから、其中には地球の様な條件にあるものがあると思はれる。況んや前説の如く暗黒星に進化する途中に於て、或期間は生物の生存に適する者にて、地球は目下恰も其状態にある者であるとするならば、殆んど限りなき暗黒星の内には、既に老衰して生物の盡きたる物、或は尙幼にして生物の發生せざる者多數あると同時に、現在の状態にて生物に適當して居る者尠からざるべきは必然の理である。従つて、我地球の生物より遅れ居る世界あると同時に更に進

歩せる生物の住める世界あるべきは推察し得る所である。科學上に於ける凡ての原理が宇宙間に適用せられてゐるのに、生物學の一法則のみが宇宙間に普遍的に行き渡らないで、太陽系の地球のみに適用せらるゝとは、どうしても考へられないものである。

吾等は之より再び前の問題に立ち歸り、生命分布の媒介者としての流星説に就いて論ずる事にする。即ち地球上に於ける生命が地球以外の他の天體より分かたれたるものとすれば、そはそも如何にして地球に達し得るものであるか。リビテルは、空間を漂流しつゝある彗星と同様なる軌道上に運動する流星に炭素の存在するを見、此炭素こそ生物の殘渣に外ならずと考へたのである。尙彼は空間中より來り、地球を掠めて再び空間中に逃れ行く流星は、地球表面の上層を通過し行く時、地球表面の上層に浮遊しつゝある有機體に引力を及ぼして之を捉へ、遠く空間中を飛行し行き、遂に他の天體に行き、該天體が生物の存在に適する場合には、茲に生物の發育を見るに至るべしと考へた。然し斯くの如き事は實際行はるべきものではない。何んとなれば、既に述べたるが如く、流星が我大氣中を通過する場合は、太氣との衝突に依りて非常なる熱と光とを生じ、赤熱状態となり、有機體が假に之に捉へら

れたとしても、直ちに焼き盡さるゝが故である。若し又假に流星に依つて捉へられたとしても、之が空間中を飛行し行き、他の天體に落下する際、該天體の太氣との衝突に依りて焼き盡さるゝ事になる。

アレニウスの説に依れば、或天體より他の天體に有機的種子の飛行し行くは可能なる事にして、其原動力は今迄種々の學者が主張せる流星説に依つては説明し得ざるべく、只輻射壓に依つてのみ説明し得るとの事である。彼はシユウルツシルドの理論的研究及植物學者の研究に依つて、有機的微生物の大きさは、輻射壓の最も強く受くべき範圍と殆んど同等の大きさを知り、遂に斯る微生物が太陽の輻射に依つて地球を逃れ出でたるならば、そが空間を飛行し行き、或適當なる條件の満さるゝ場合には、他の天體に落下し得べき事を論じた。彼は微生物が我地球より出發し、太陽の輻射壓に依つて空間を浮遊し行く場合、如何なる運命に立ち至るやに就いて考へた。彼は該微生物が太陽の輻射壓の爲に空間を遊行し行く場合、吾人に最も近き恒星即ちケンタウルス座 α 星に達するに、九千年と云ふ驚くべき程長き年數を要すべき事を知つた。

故に微生物が空間を遊行して、他の天體に達すべき年數は如何に大なるか想像以上のものと思はれる。

斯る長年月に亘り、微生物は發芽力を保存して、死滅する事なく空間を遊行しつゝある事は、之吾人の最も信じ得ざる所のものである。然るに、彼は古代埃及の墓中に埋められたりし、所謂ミイラ麥が今日に至るも尙發芽力を有したりし事實、及び種々の學者が實驗的に確め、且理論的にも納得し得べき事實、即ち微生物は高熱に逢ふ場合は死滅するものなれども、極めて底き溫度例へば空間の溫度の如き所に於ては、該微生物は發芽力を保存し、長き年月に亘りて死滅せざる事に注意し、微生物が長き年代に亘りて空間を遊行し、他の天體に達し得ば、或良好なる場合に發芽し得べき事、決して怪しむに足らざる事を知つた。

微生物が太陽の輻射に逢ひて空間を遊行する場合、空間が寒冷なる爲に死滅する事なしとするも、太陽の光線其物が殺生作用を爲す故に、其れの爲に死滅を免かれざるべしと思考せらるゝも、然もこはルーの實驗に依れば、單に光線其物のみでは決して殺生作用を有するものではなく、其生物の周圍に空氣が存在する場合に、光線が該微生物に當れば、茲に酸化作用が行はれ、之に依つて死滅を招くものにして、若し空氣のなき場合には、光線其物は何等の殺生作用をも起さざるものである。而して、空間は真空なる故に、空間中に於て微

生物が輻射壓を受くるも、何等殺生作用を及ぼさるゝものではない。

地表に存在せる微生物の種子は、極めて小なるものなる故に、氣流に吹き飛ばされ、重力に逆ふて、遙か天空に昇り得るも、然も其は單に我大氣の上層に達し得るのみにして、決して太陽系以外の空間に達し得べきものではない。然るに、茲に微生物の種子は太陽より來れる負電氣を帶ぶる微分子に依りて、負電氣を帶ぶるに至り、そが他の質點の斥力に依りて、遂に我大氣中を逃げ、空間中に遊行し行くべき事想像に難くはない。アレニウスは微生物の大きさ及び其れの帶電と重力との關係に就て考へ、種子の帶電は其の重力に逆つて、空間中に驅逐するに充分なる強さを有するものなる事を知つた。

斯くの如くにして微生物の種子は、地球を逃れて極寒なる大氣中に逍遙し、幾千年の長年月の間旅裝を解き得ざる故に、其間に大多數のものは發芽力を失ふべきものである。然し稀には其發芽力を保存し行きて、他の星界に行き、終にはその太陽の輻射壓のために遮り止められるゝに至るべきである。即ち是等の種子は地球を逃れ出づる場合と同一輻射壓を受くる場合には、茲に止まり、其より内部に侵入し得ざるべきであ

る。そして斯る限界附近に於て是等の種子が多量に集積し居るなるべく、若し此部分に輻射壓を及ぼさざる惑星が通過し來る時は、種子は該惑星に落下し行くべきである。

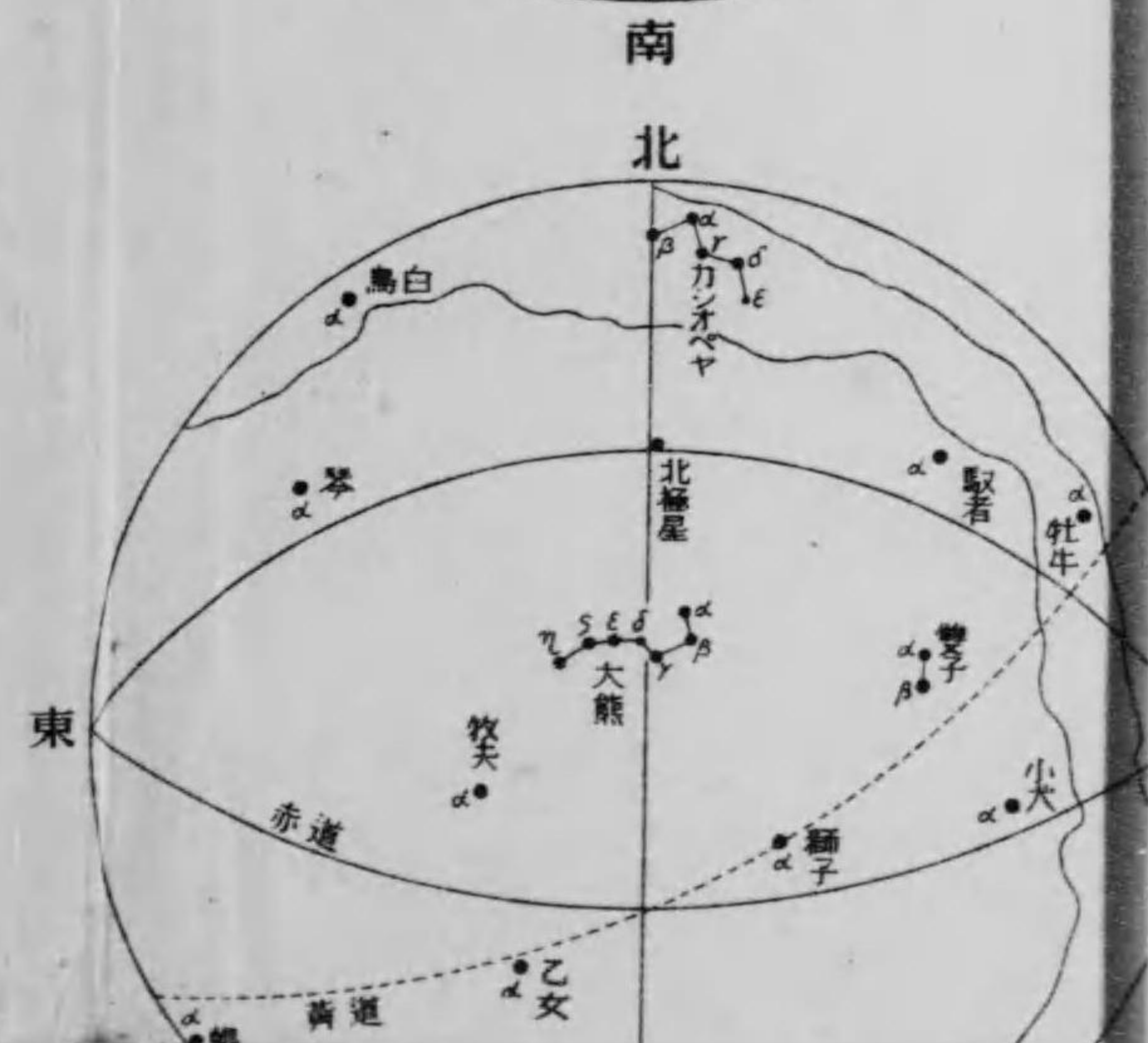
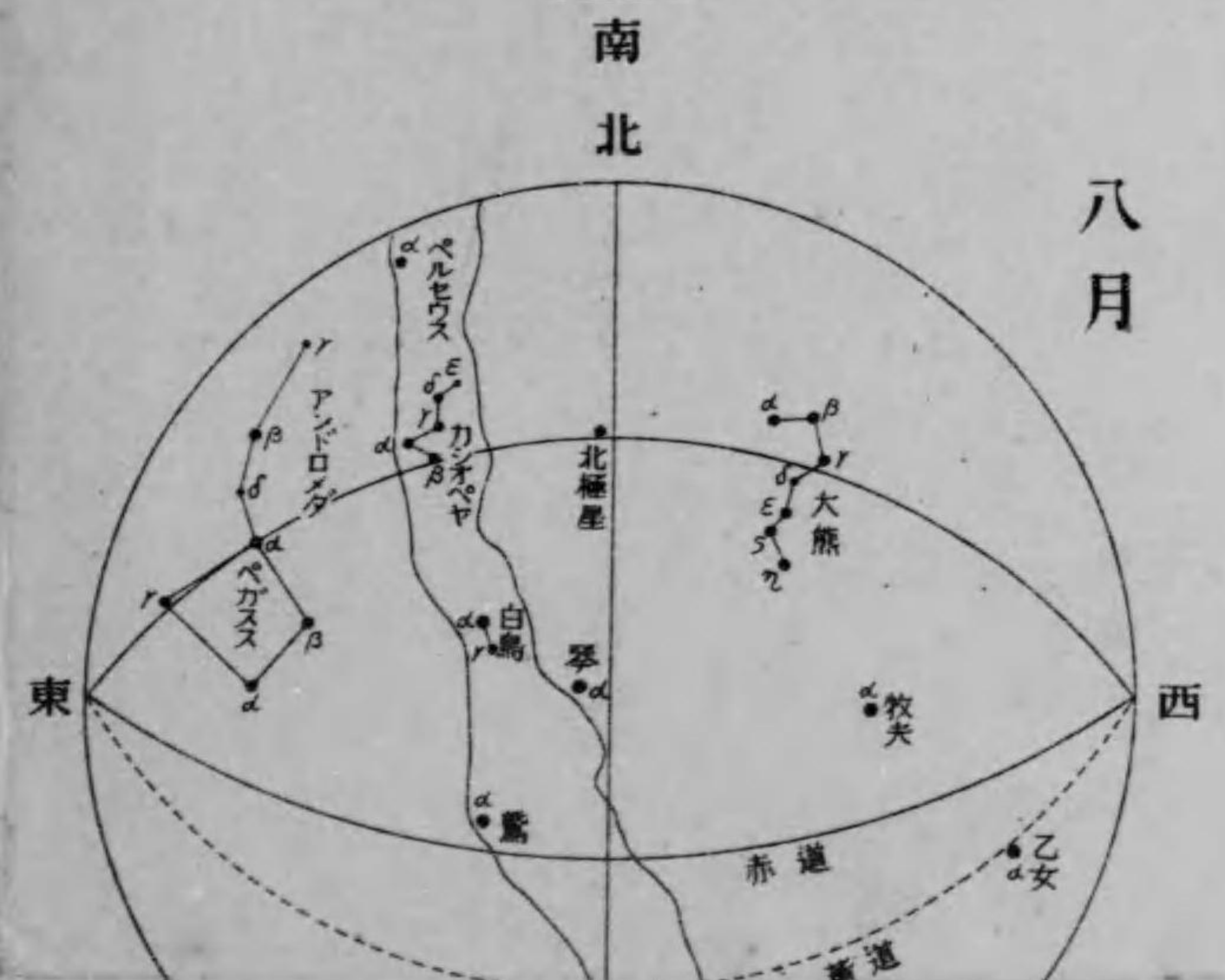
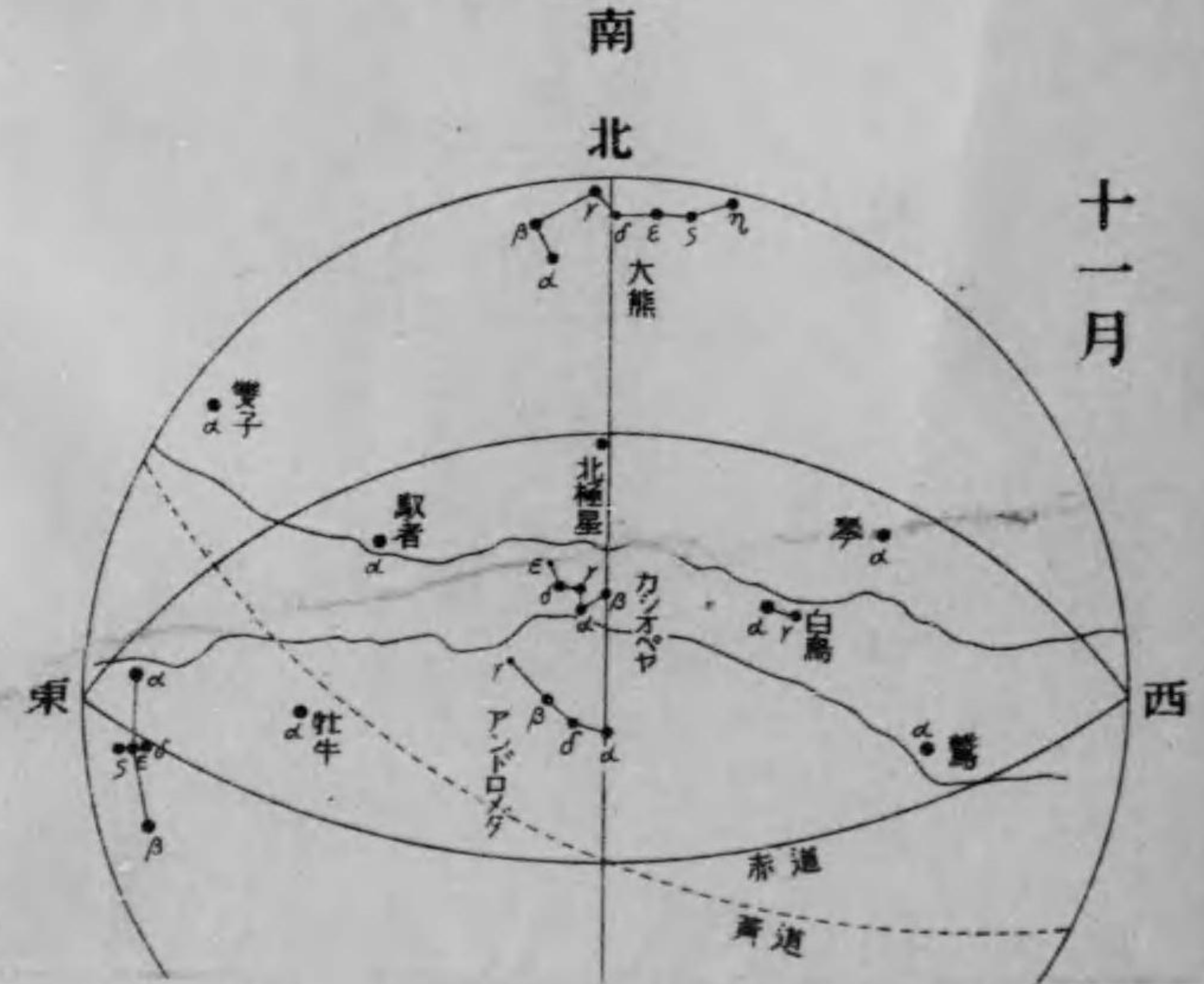
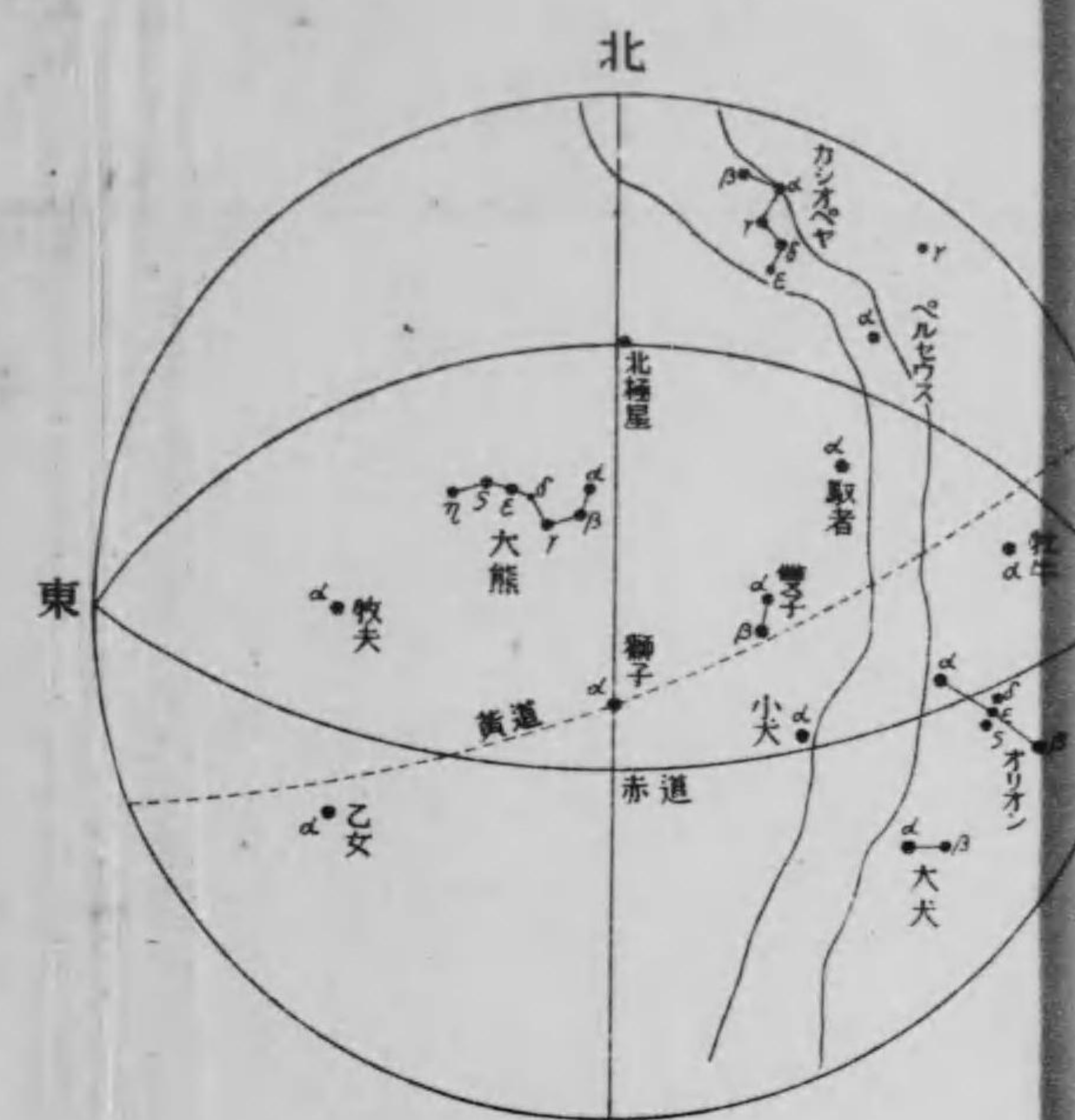
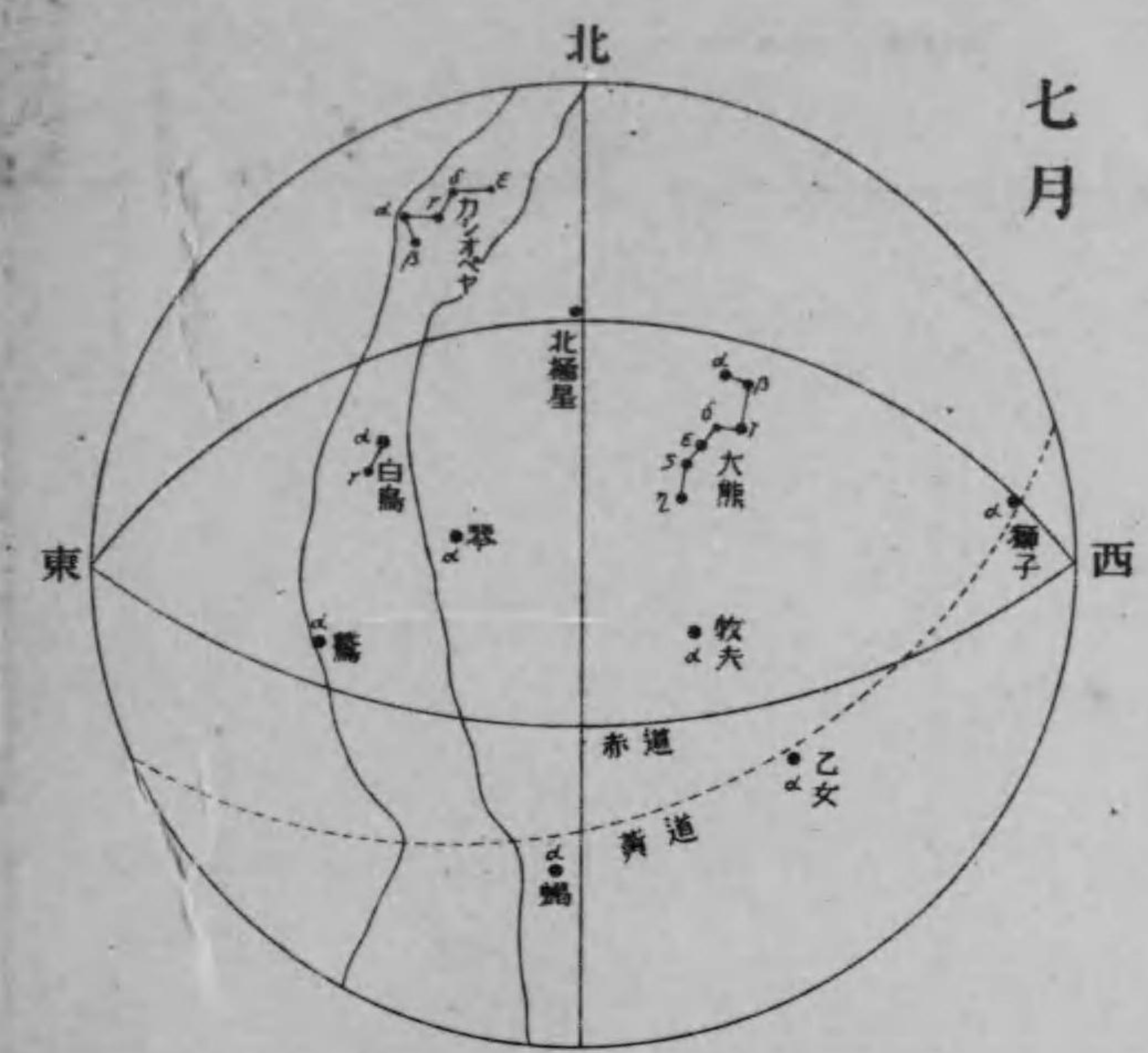
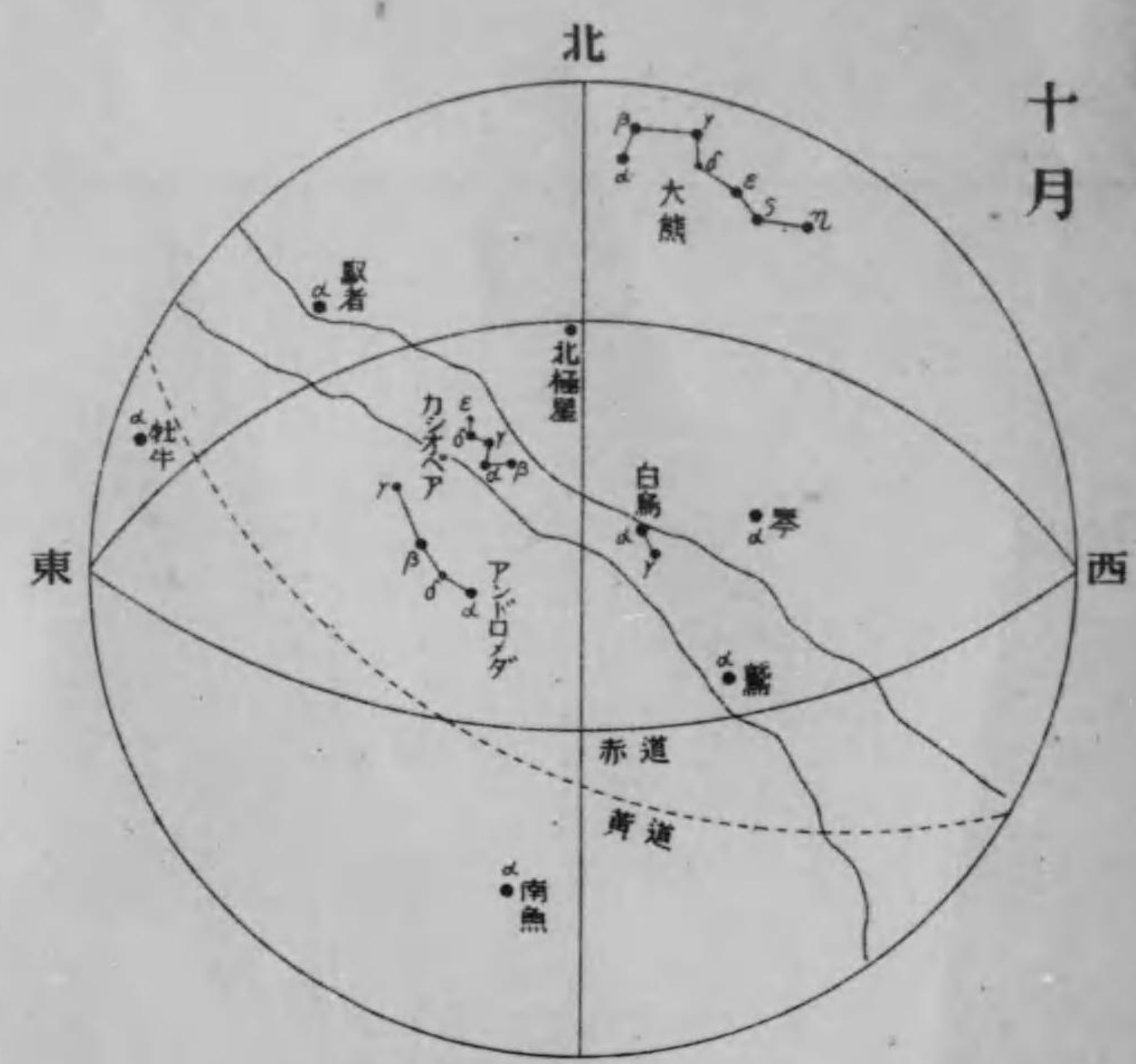
又若し種子が該太陽附近に於て、輻射壓の斥力の爲に再び衝き返さるゝ場合に、偶然にもせよ、該太陽の輻射壓の斥力よりも少しく大なる重さを有する小質點に遭遇する事あれば、そは該太陽に落下し行くべく、其小質點が輻射壓の斥力に釣合ふ所に密集し、遂に惑星に捉へらるべき事あるべきである。而して若し惑星にして良好なる條件を具備する場合には、茲に種子は發芽し生命を開始し、惑星上に於ける有ゆる生命の祖先となるものである。

若し生命が斯る作用の下に、壹天體より他の天體に移り得べきものならば、宇宙間に於ける有らゆる生命は、互に或る關係を有するものにして、我が地球上に於ける生命も、他の天體に於ける生命も殆んど同一經過を踏みて發展し行き、且滅亡し行くものにして、斯る世界に於いての自然科学の法則が、我世界の自然科学の法則と一致するのみならず、倫理道德宗教等に於ても、同一法則の成立するものなるべしと想像される。而して又吾人は宇宙に於ける有機的生命の存在を永久的のものとするものとするものである。

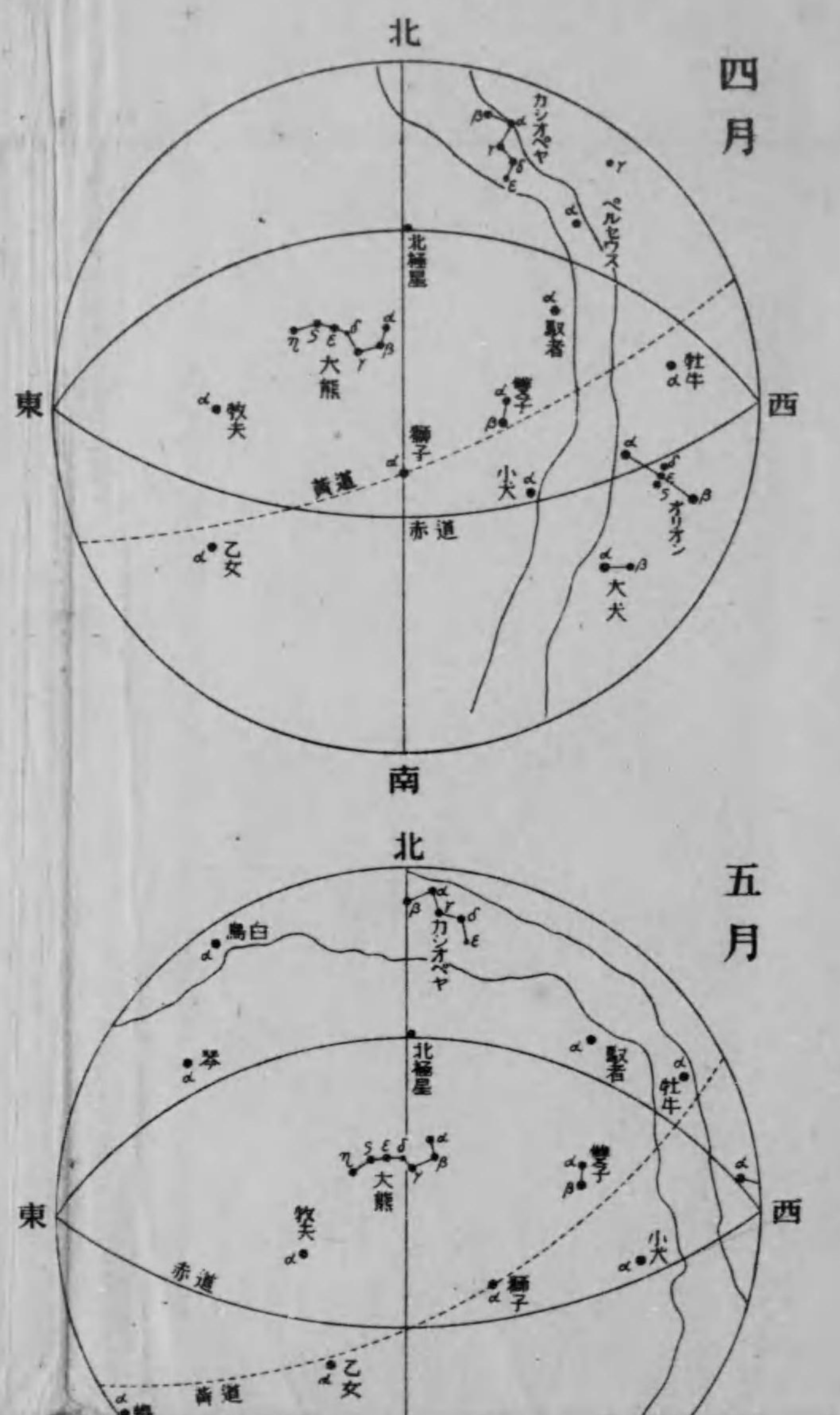
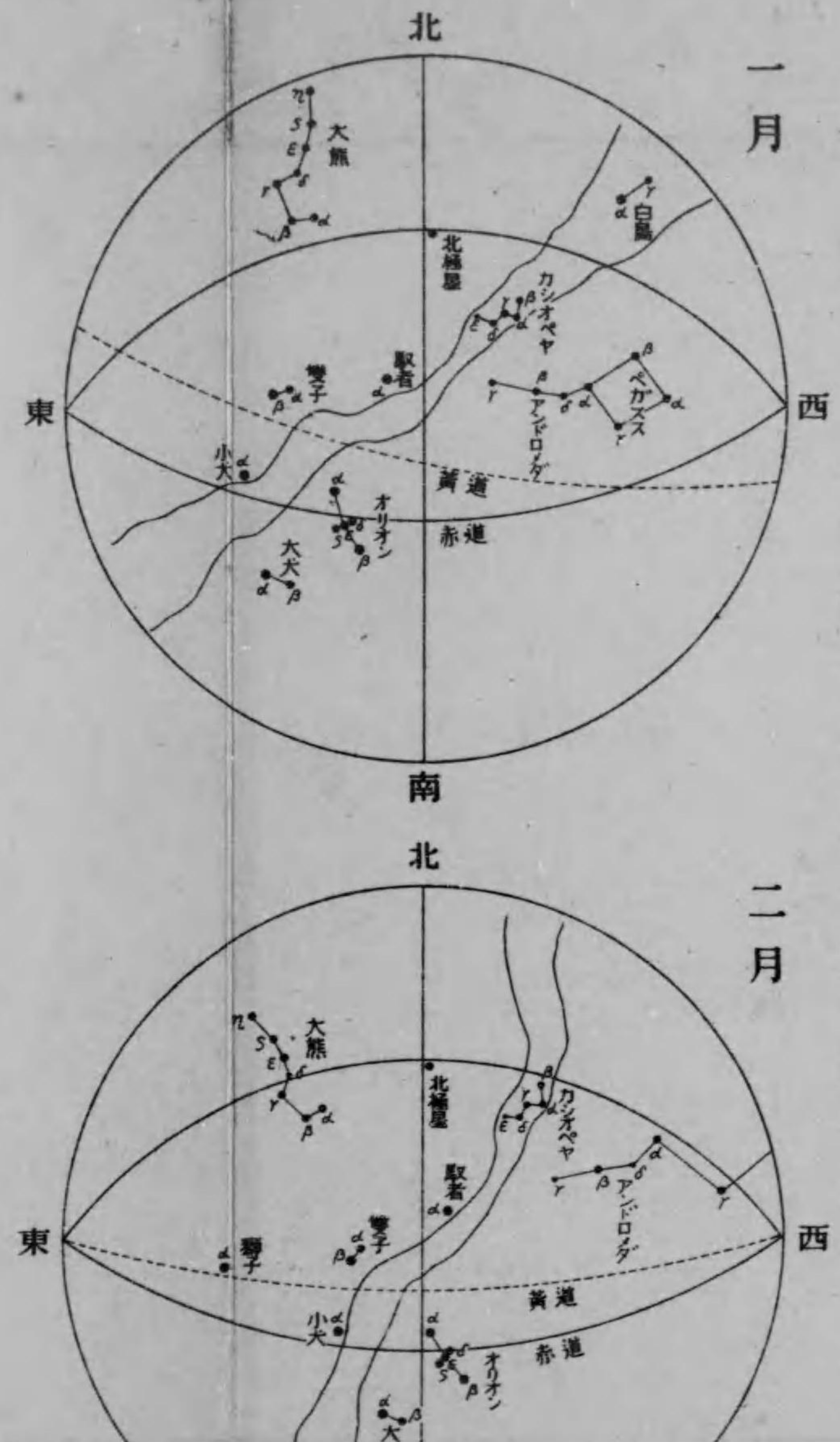
の種子が多量に
放射壓を及ぼさざ
惑星に落下し行く

放射壓の斥力の爲
もせよ、該太陽の輻
射を有する小質點
落下し行くべく、其
に密集し、遂に惑星
而して若し惑星
合には、茲に種子は
る有ゆる生命の祖

體より他の天體に
ける有らゆる生命
て、我が地球上に於
も殆んど同一経過
ものにして、斯る世
世界の自然科学の
徳宗教等に於ても、
と想像される。而
生命の存在を永久



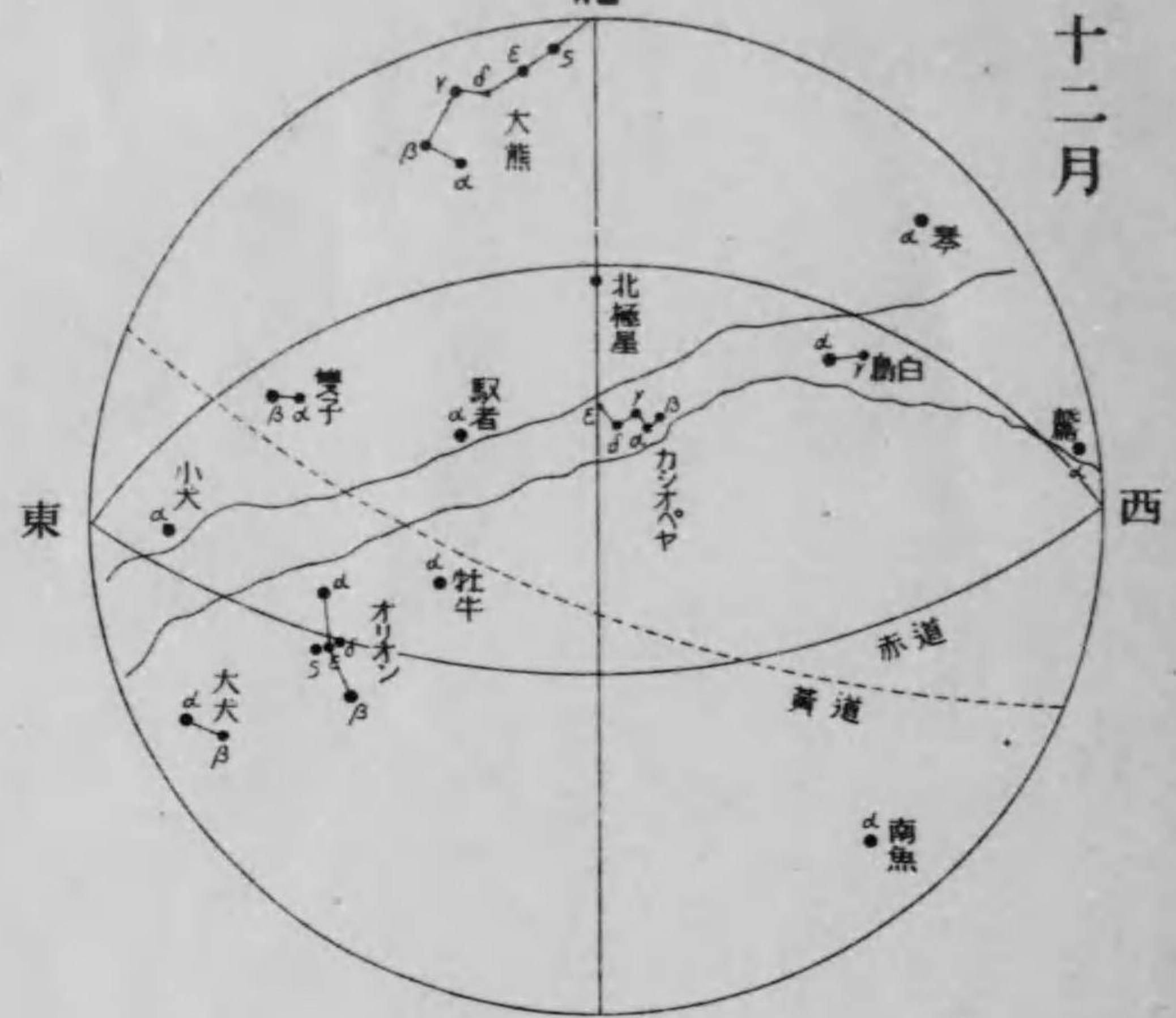
一年中各月一日午後九時に於ける天圖例へば八月とあるは八月一日午後九時
 見ゆる星の配置を示す、但し期日に於て半月遅るれば時刻に於て一時間早く
 後九時と八月拾六日午後八時と七月十六日午後十時とは同一なり。



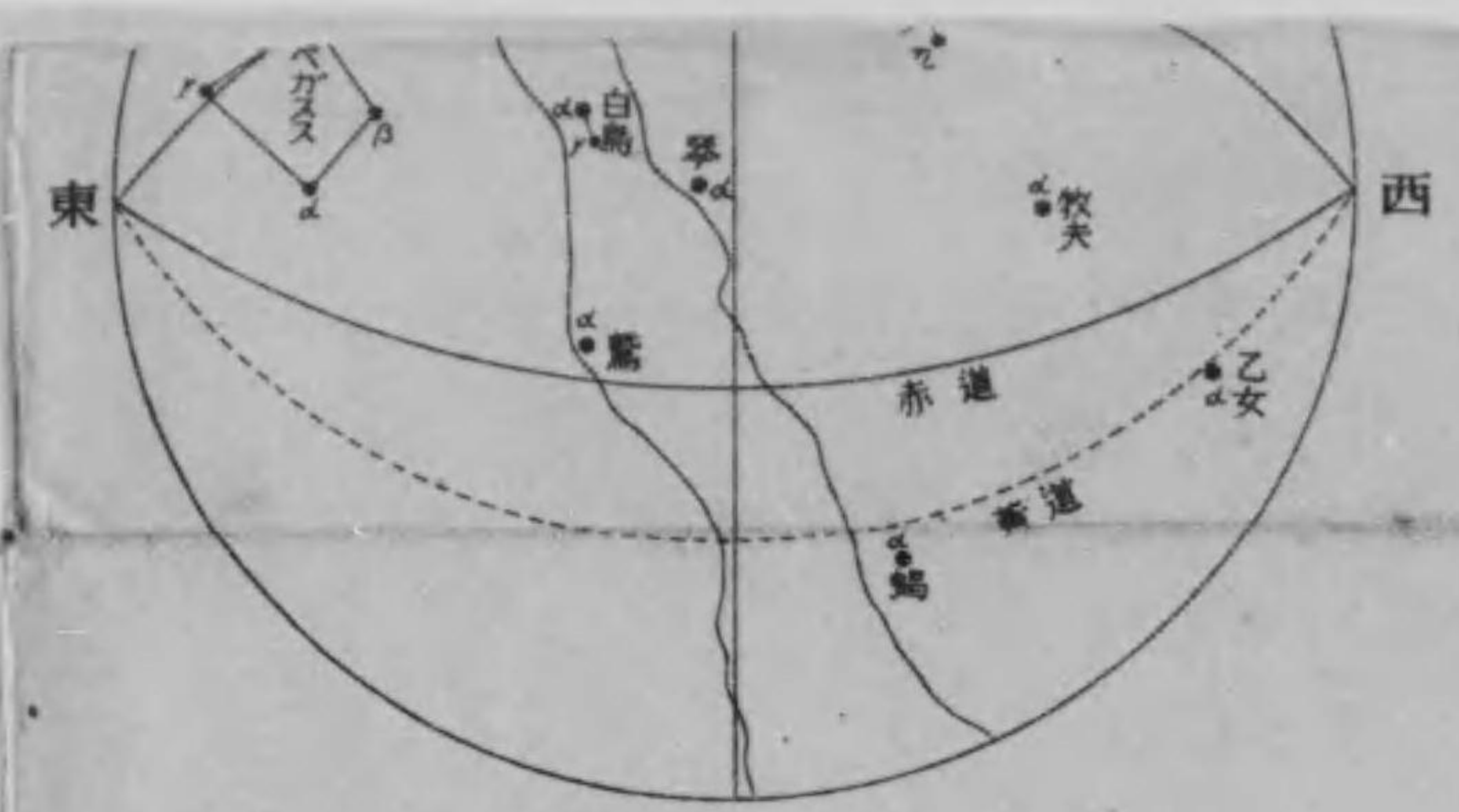


南北

十二月

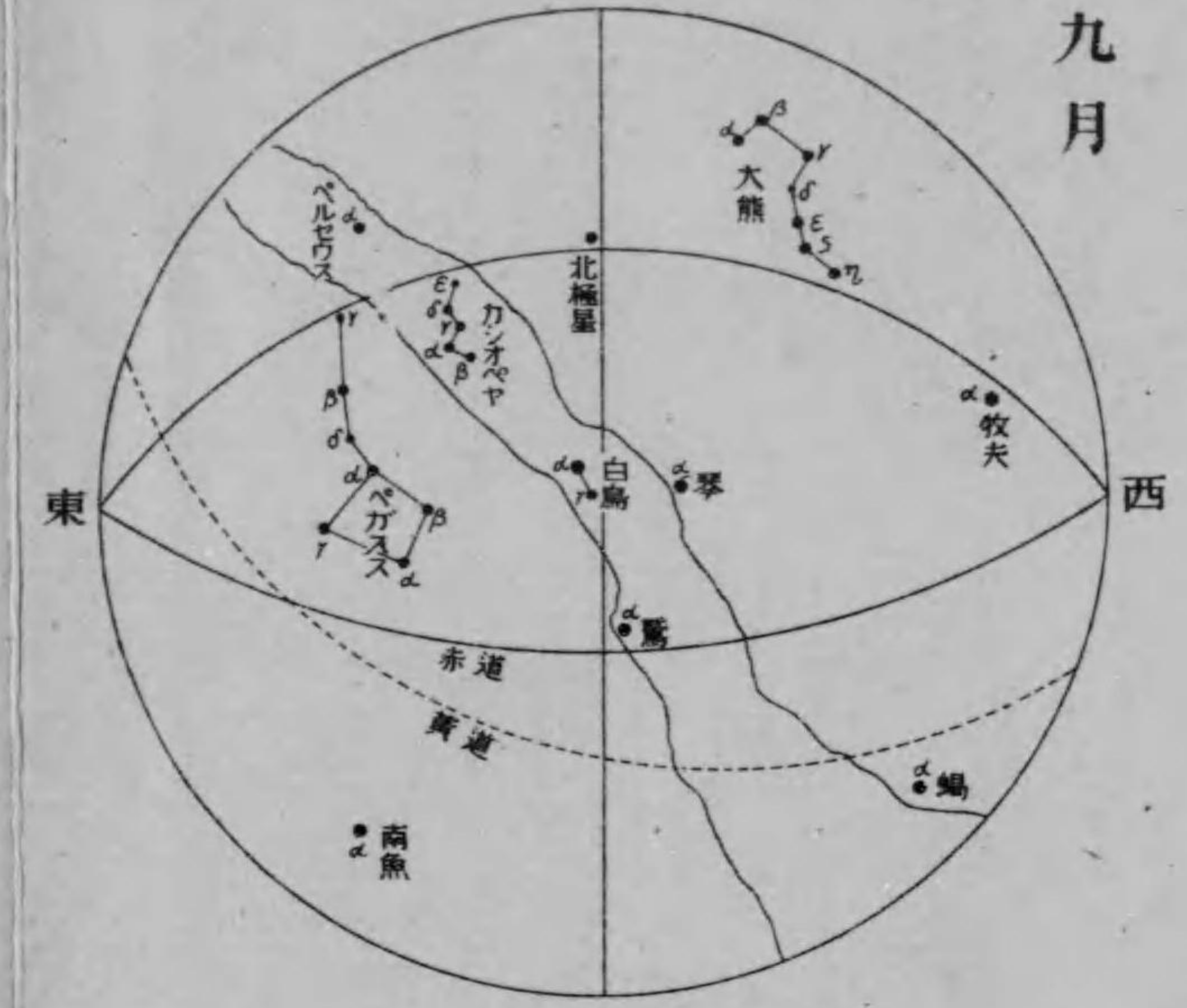


南

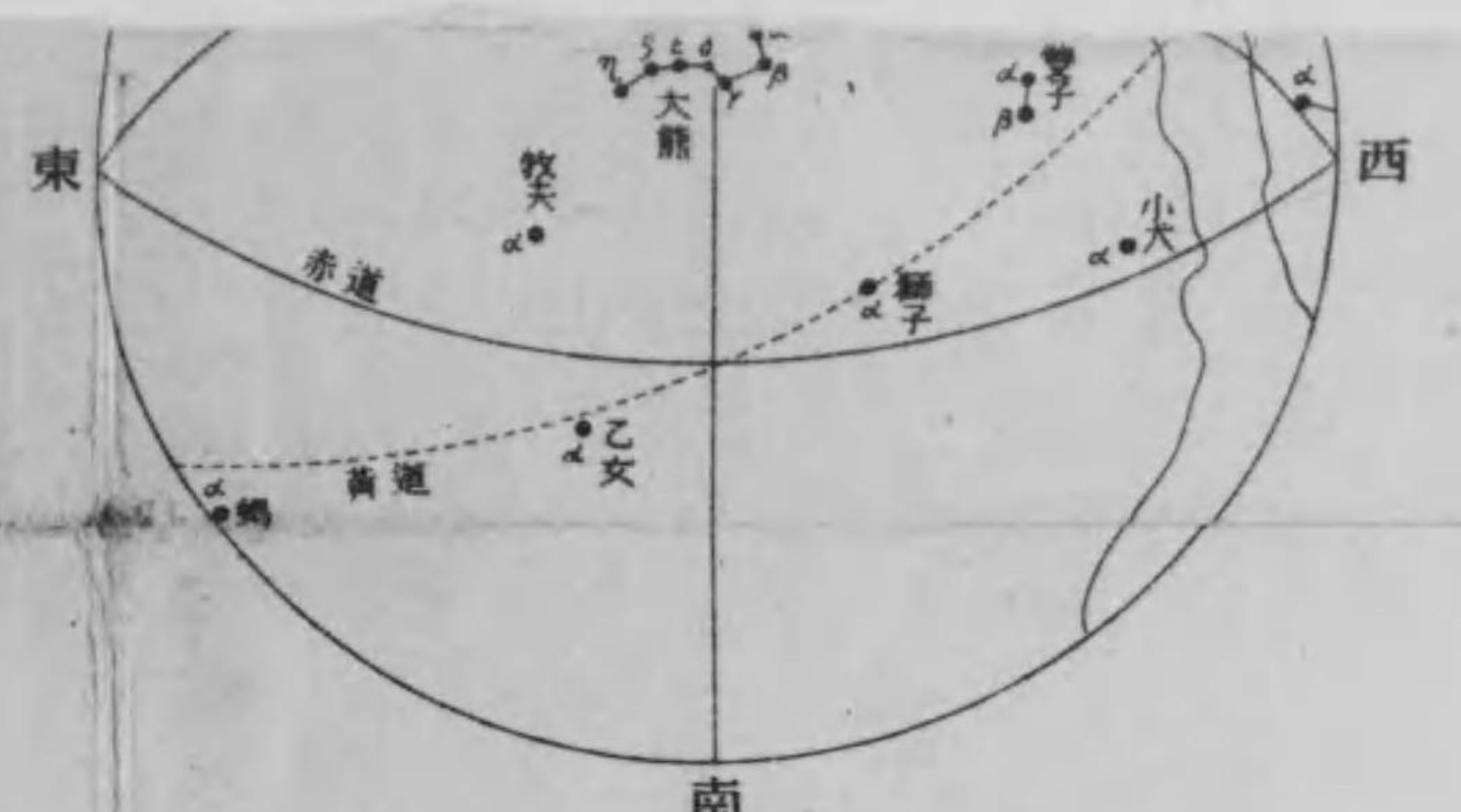


南北

九月

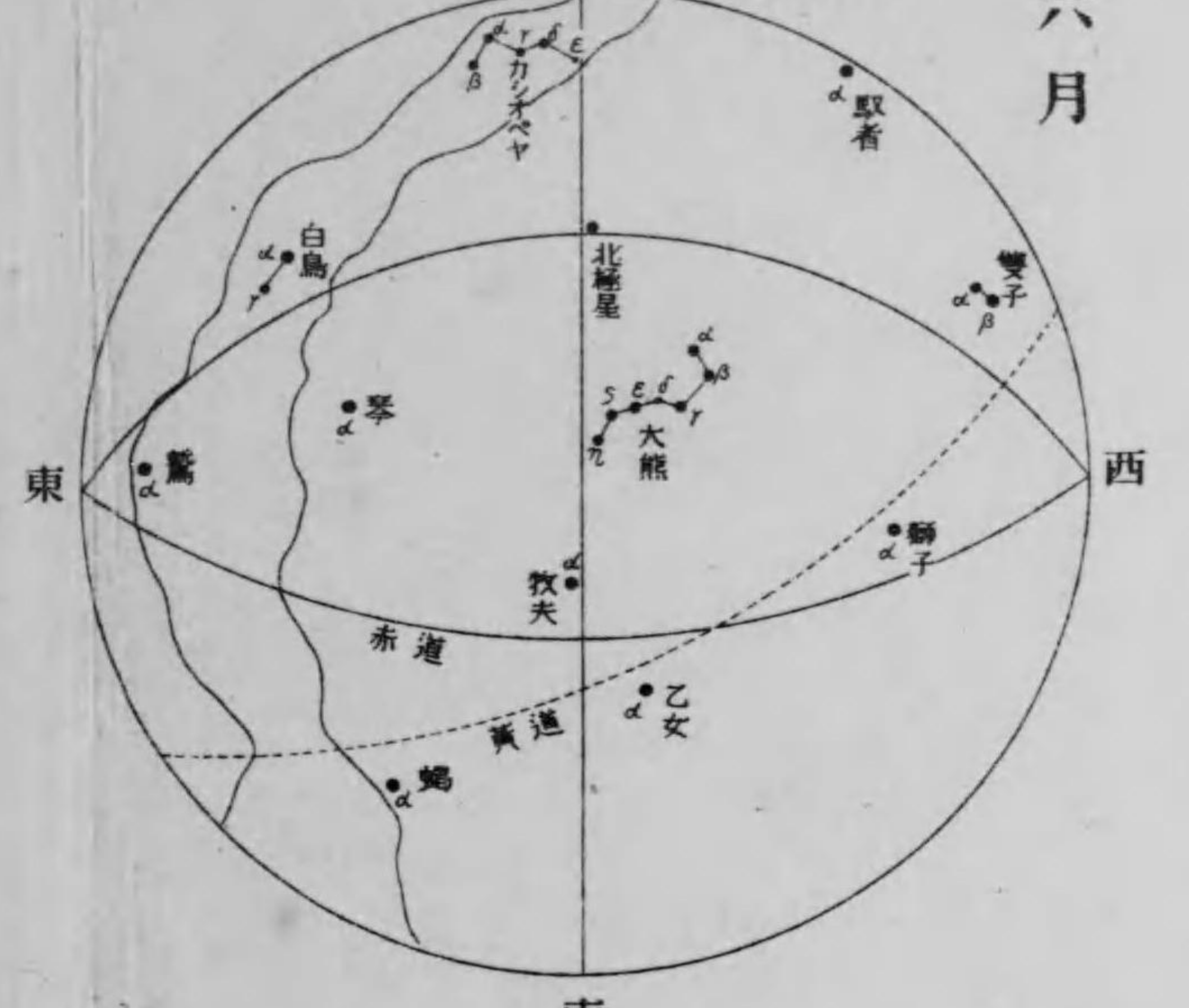


南

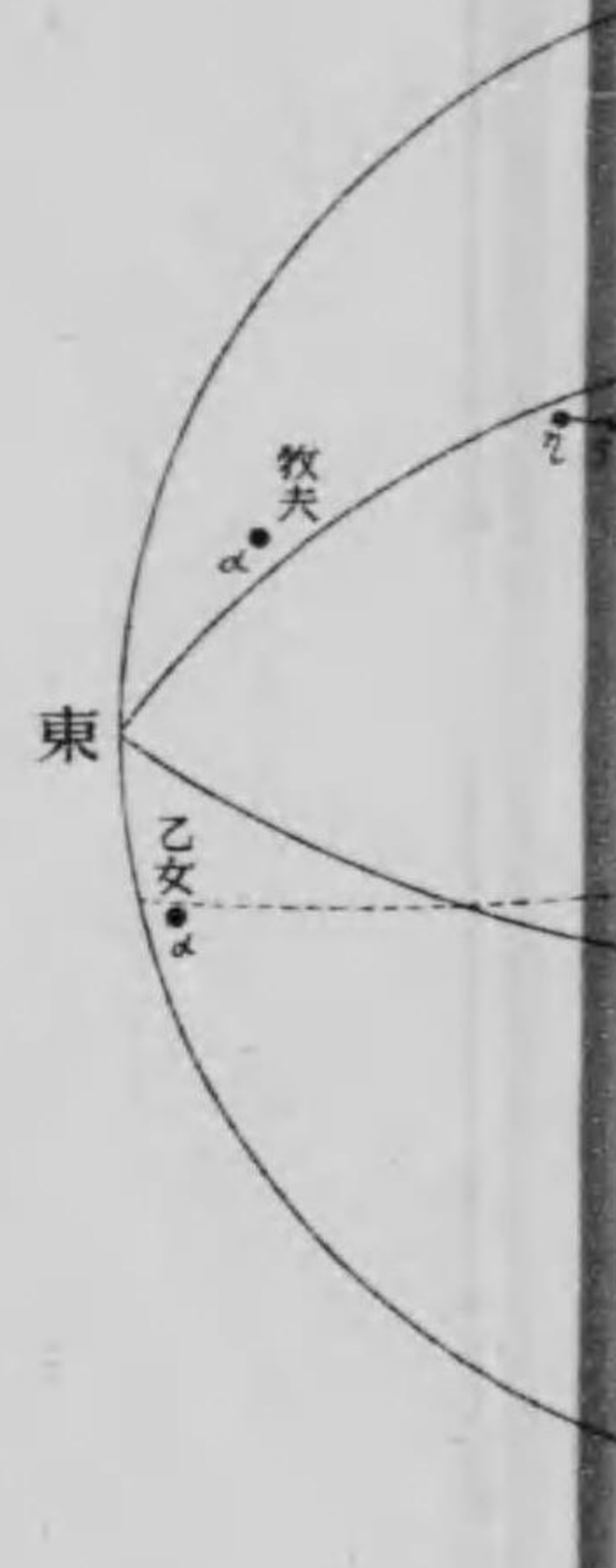
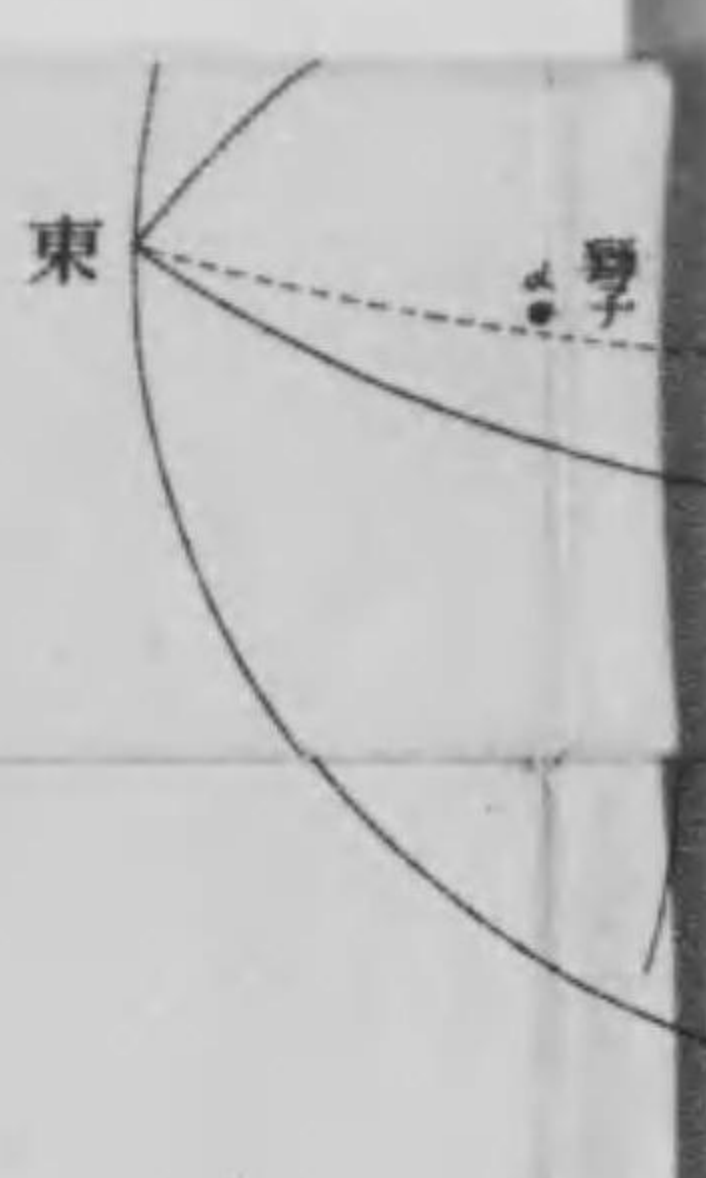


南北

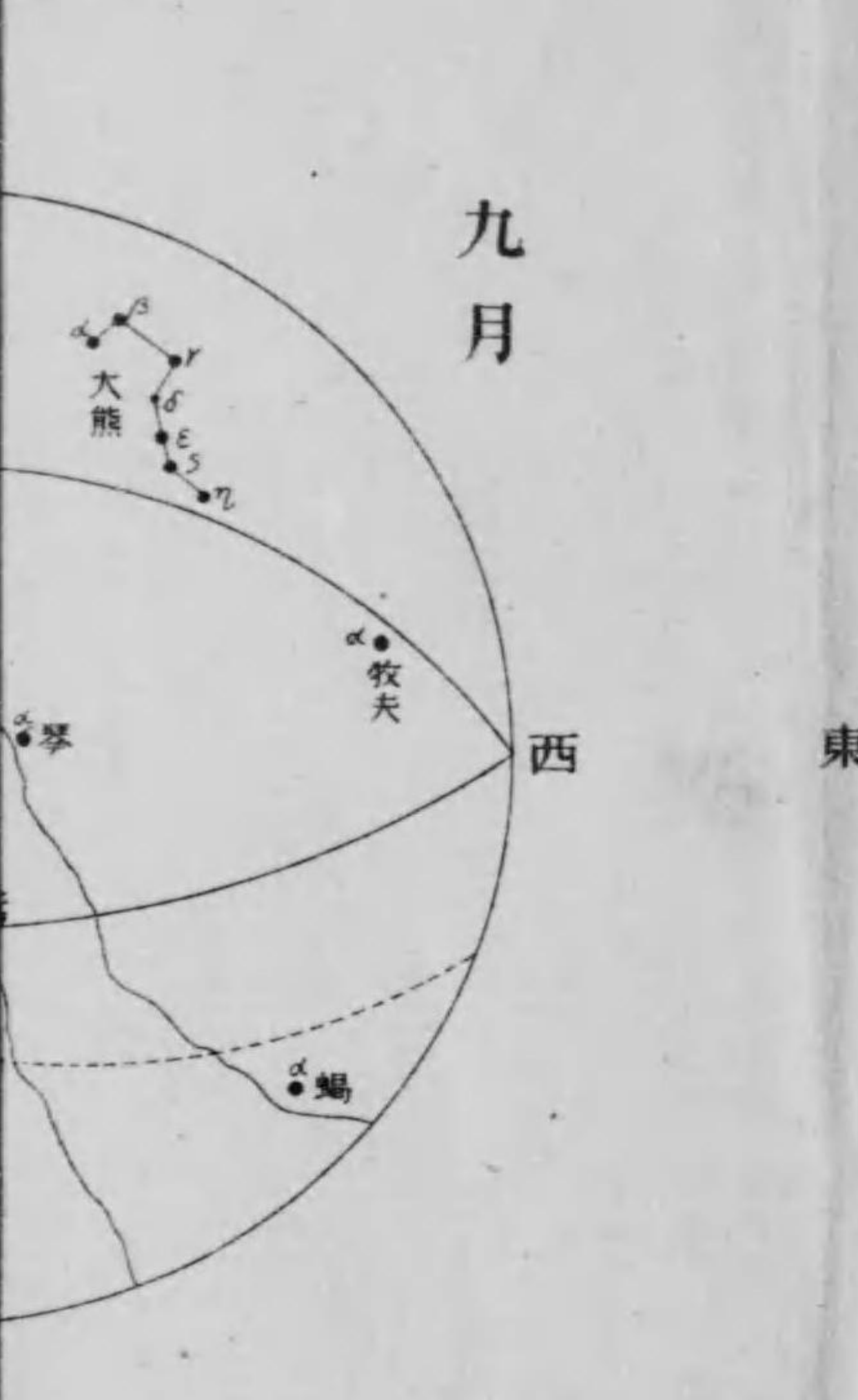
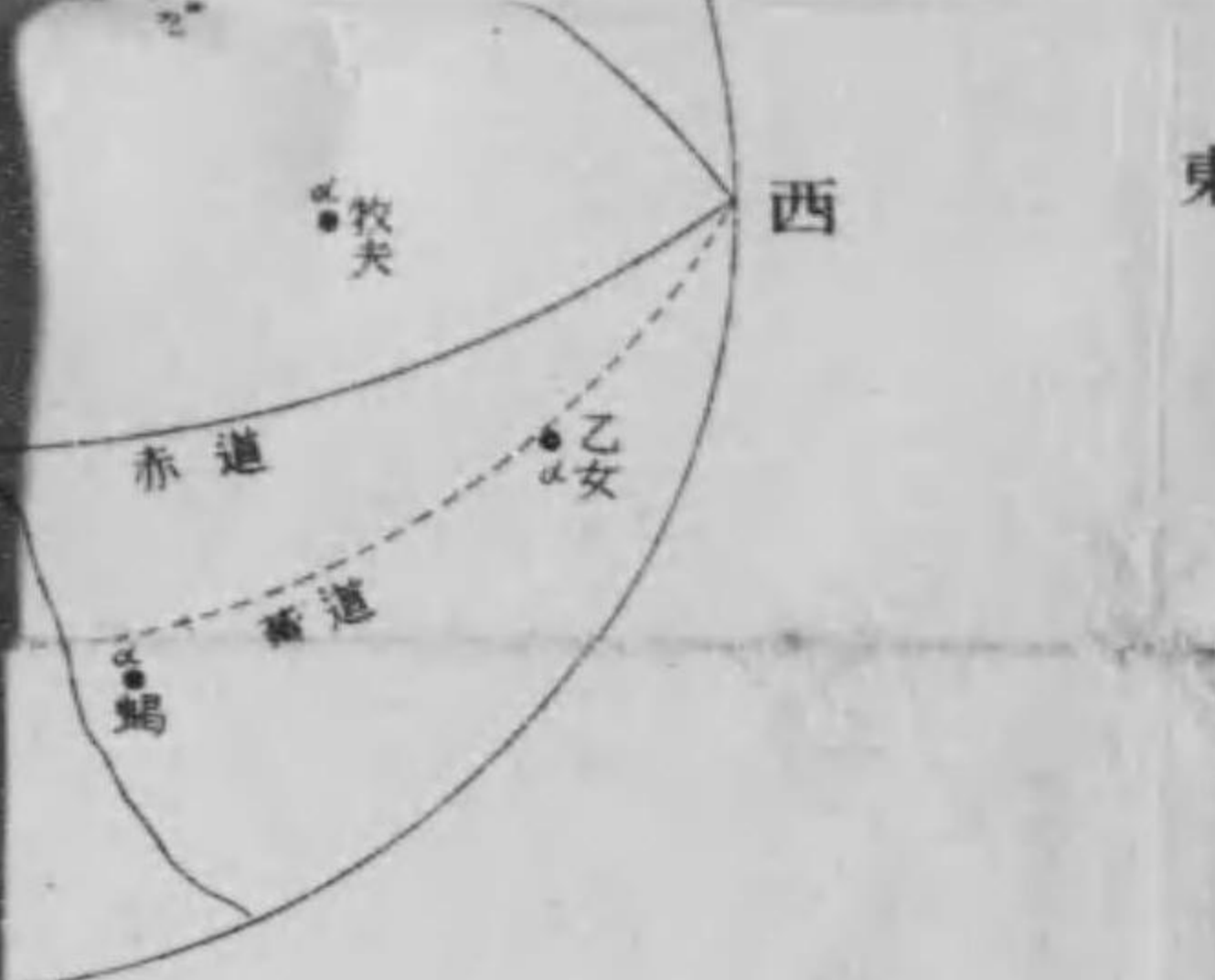
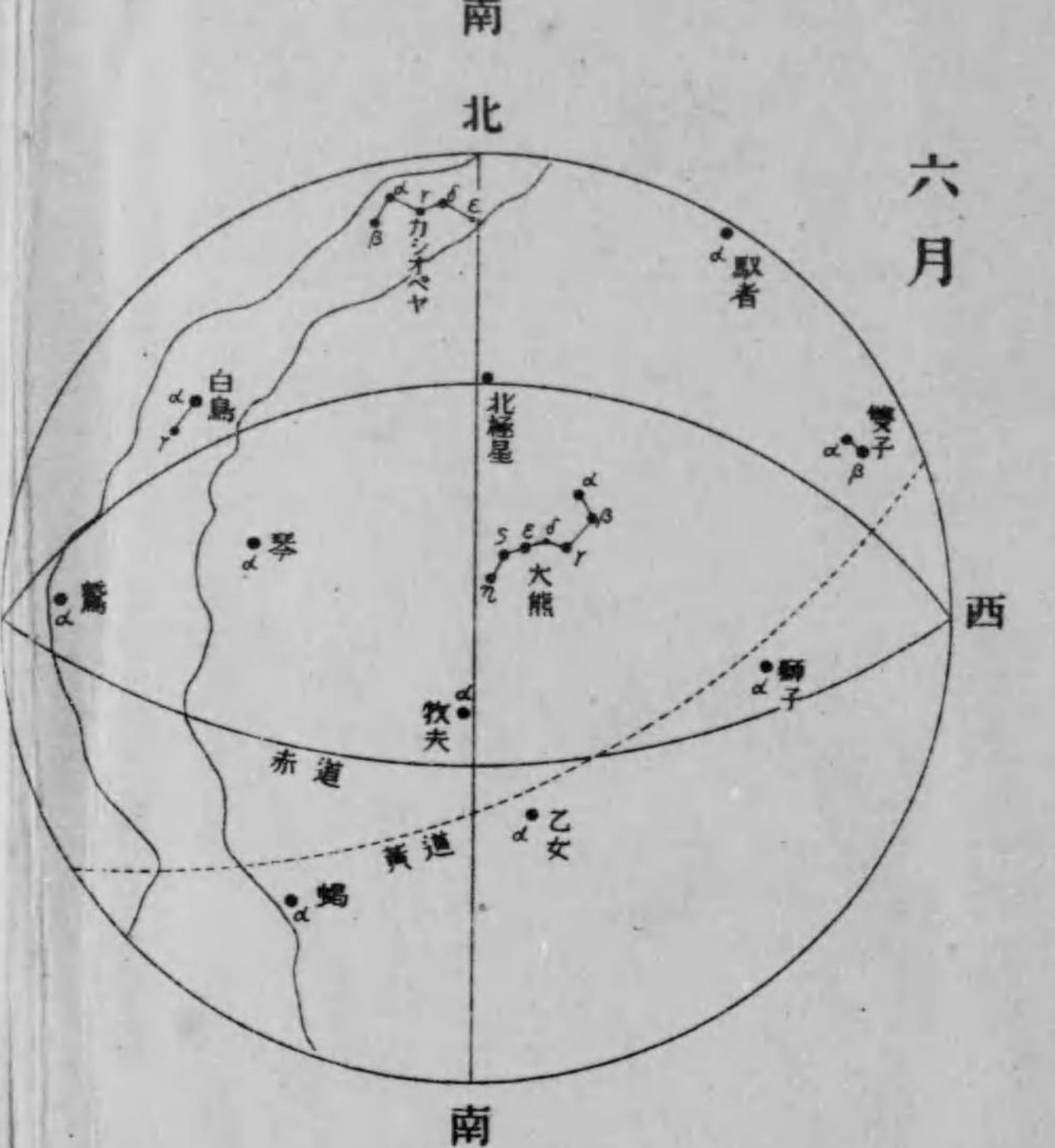
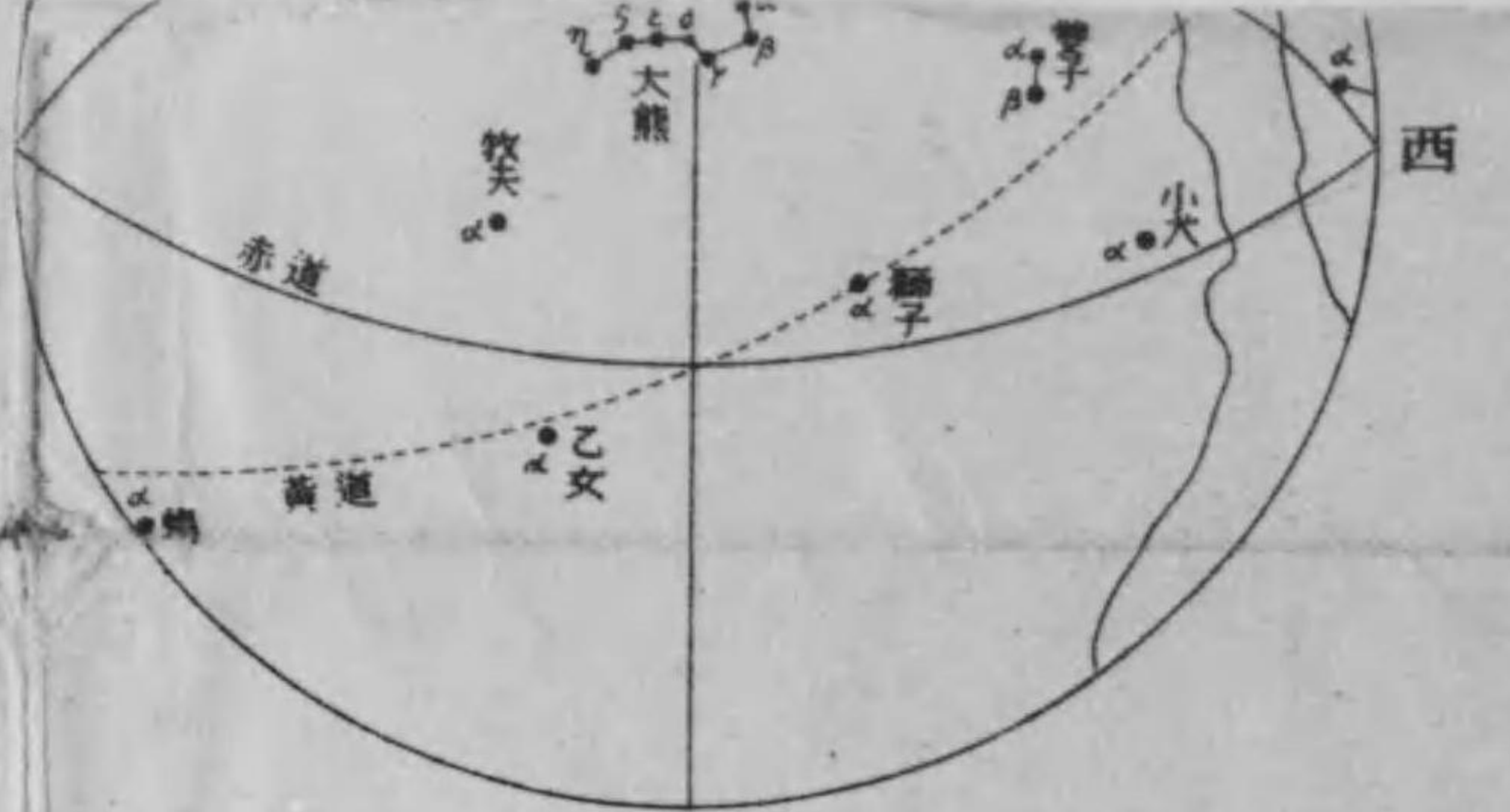
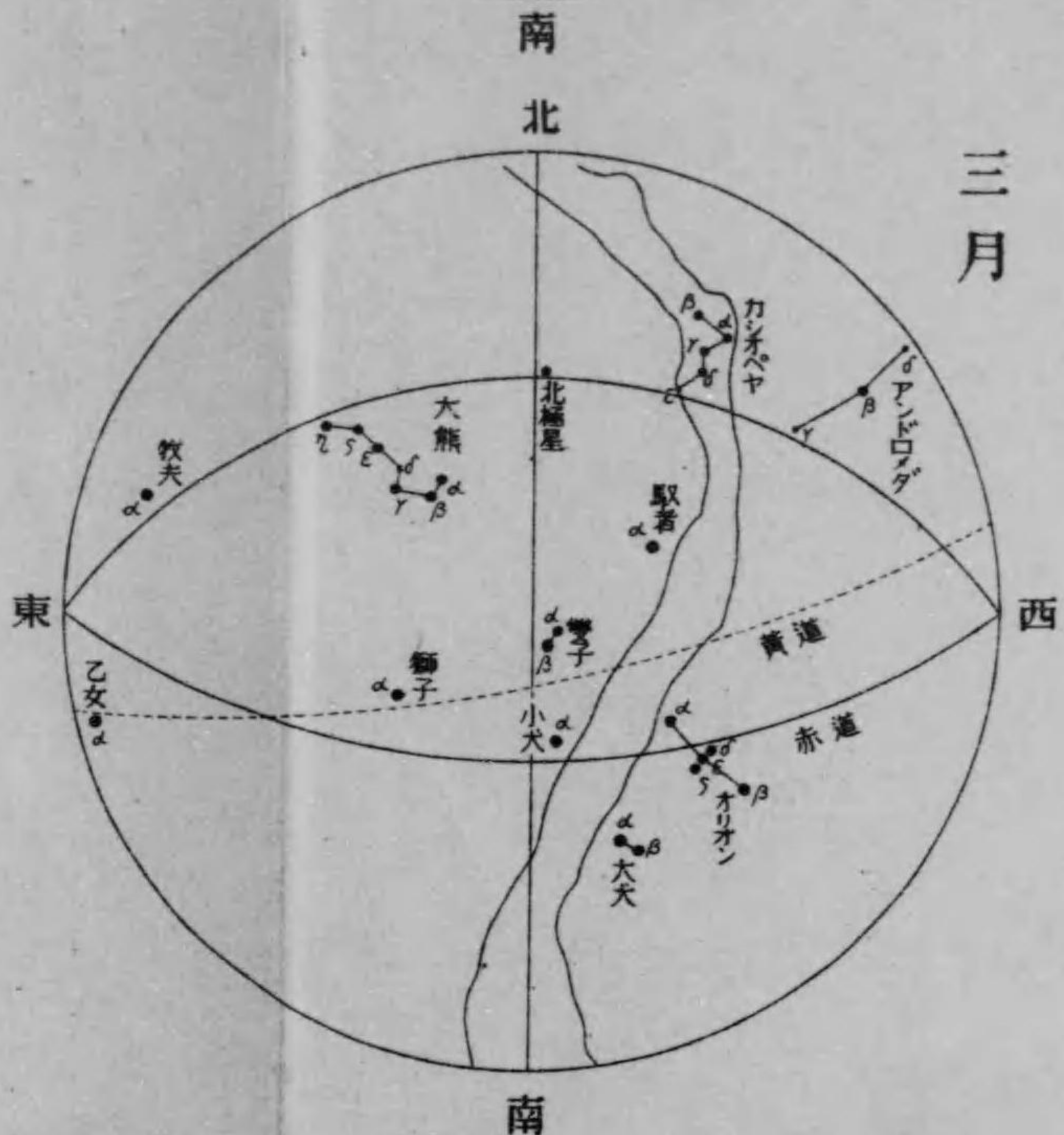
六月



南



八月一日午後九時に仰いて天上を眺めたる際に於て一時間早くなるのみなる故に八月一日午なり。



九月

六月

三月

天 文 學 汎 論 索 引

ア

アインシュタイン Einstein108
 曉の明星..... 7.109
 アダムス W. S. Adams.....
 ... 134. 183. 477. 521. 530. 513. 545. 572
 アボット C. Abbot 70. 89. 93. 97
 天之川..... 8. 187. 571
 暗點星..... 135. 569
 暗黒星の數535
 アンデルソン Anderson528. 532
 アンドロメダ座.....190
 アンドロメダ座の螺旋狀大
 星雲490
 アントニオチ Antoniadi112. 113
 アラビヤ種族442
 アリストートル Aristotelés12
 アルゴール500. 515
 アルゴール座μ星527
 アルゴール式變光星514.574
 アルゴール變光星191
 アルザケル141
 アルフォンスス141
 アルメリ = G. Armellini419
 アレニウス Arrhenius
 152. 563. 583. 588. 596. 610. 615

イ

イーストン Easton587
 遊星7
 イオ122
 一日217. 440
 一年.....4. 217. 274. 440
 一ヶ月447
 戌16
 インネス R. T. A. Innes504
 陰曆447

ウ

卯16
 ウィーヘルト Wiechelt38
 ウィド Witt118
 ウィン Wien68
 ウィンネツケ A. Winnecke...165. 494
 ウィルシング Wilsing505
 ウィルソン Wilson90
 ウィルツ C. Wirtz493
 ヴェリ - Very.....69
 ウォタース585
 ウォルキ - O. R. Walkay591
 ウォルフ M. Wolf581
 ウォルフライエ星530. 531. 538

丑16
 宇宙の形状591
 宇宙の限界590
 雨水447
 午16
 閏月450
 ウワルターズハウゼン Walter-shausen30
 ウエストフアール週期彗星 ...166

エ

エーリー Airy135
 盈虚392
 盈虚の週期396
 盈の自安394
 エヴーシェド Evershed87
 幼年星473, 481
 エディントン A. S. Eddington159, 180, 588
 エンケ彗星163
 エンケ溝129
 エンスリー M. A. Ainslie129
 遠方にあるものゝ温度66
 エビク E. Oepik505
 エリダヌス座491
 エリダヌス座 α 星579
 エロス118, 417
 A型星179, 463, 536
 A型星の運動480

A型星の質量503, 506
 F型星179, 481, 536, 543
 F型星の運動492
 M型星180, 505, 536, 538, 547, 548
 M型星の運動482

オ

オイレル Euler151
 オーガスタス皇帝 Augustus445
 オコンノル J. O'connor475
 乙女座8, 194
 乙女座 α 星508
 大雪447
 大犬座192
 大熊座192, 474
 大熊座 δ 星511
 温室作用603
 温室論610
 オリグイエー C. P. Olivier172
 オリオン座191, 462, 475
 オリオン座 α 星523
 オリオン座入星191
 オリオン座 δ 星509
 オリオン座流星群175
 オリオン星雲488
 オルヅンクラアク Alvan G. Clark501, 503
 オルベルス Olbers115, 153
 オルロフ S. Orloff155

O型星505, 538, 543

カ

カーチス Curtiss492, 493, 510
 カールバウム Kurlbaum68
 皆既蝕426, 429, 437
 カイゼル Kayser113
 海王星7, 134, 163, 604
 海王星外の惑星137
 海王星の衛星137
 降交点315
 高度231, 234, 238
 カヴェンデッシュ Cavendish53
 ガウス Gauss114
 各邊が興へられたる場合に
 角を求むる事203
 下経過230
 下弦316, 395
 假想天體285
 カシオペア座189
 カシオペア座 α 星524
 カシオペア座 γ 星500
 カシニ線128
 瓦斯状星雲487, 490, 492, 494, 496, 538,
 カウリスト122
 ガンマイド122
 何鼓8
 カプティン J. C. Kapteyen ...

.....180, 460, 461, 464,
 470, 475, 478, 490, 545, 575, 588, 592
 髮座560
 カント Kant552, 553
 カントの星雲假説552
 寒露447
 カリントン Carrington93
 ガリレオ Galileo74, 122, 126, 486
 カルデア人436
 ガルレ Galle135

キ

球状星團185
 球面四三角形197
 球面三角形基本の公式193
 球面三角形の極197
 球面三角法197
 球面上に於ける圓の方程式212
 球面凸三角形197
 球面半径214
 舊曆447, 451
 ギオルダノ・ブルノー G. Bruno156
 キーラー J. E. Keelar488, 492
 紀元時から t 時後に於ける
 赤道の位置340
 輝線スペクトル54
 軌道の方程式286
 銀河8, 187, 571
 銀河の足587

銀河の穴.....14. 580
 銀河面の星の分布590
 銀河の形.....587
 蓋外線.....49
 キング E. S. King461. 592
 金環蝕.....429. 437
 金星.....7. 108. 604. 605
 近地點の黄經292
 近點月.....437
 近點年.....593
 逆行.....12. 390
 逆留391
 逆留より順留迄の時間.....392
 キャシニ Cassini80. 109
 キヤメル Campbell
122. 134. 180. 488. 496. 498. 588
 キュリー Curie43. 102
 極.....226
 極光.....76
 極三角形.....202
 駁者座.....101
 駁者座 α 星.....474
 駁者座の新星.....593
 巨星.....525. 546
 キリン座.....471
 矩象.....315
 キルヒホーフ Kirchhoff.....53. 72.

ク

グードリック Goodricke515
 クールヴォアジェ L. Courvoisier
474. 508
 クーロム Coulomb33
 クック A. G. Cook177
 屈折光線の通過すべき曲線
 の方程式252
 屈折率250
 群運動を爲す星478
 群運動を爲す星迄の距離461
 群星運動.....494
 クラビウス Clavius446
 グリーン Green113
 クリスマス158
 クリチンゲル H. H. Krizinger121
 クリニューゲル Kruger477
 クルックス Crookes55
 クレーロー Clairaut21. 157
 グレゴリー法皇 Gregory.....446
 グレゴリー曆447
 クロノメーター.....321
 タロンメリン A. C. D. Crom-
 melin116. 162
 會合週期75. 396
 回歸年274. 309. 343
 光行差355
 光球71. 95

光線屈折の法則.....248
 黄帝2
 黄道.....9. 269. 333
 黄道吉日13
 黄道面に對する惑星の軌道
 面379
 光年457
 光年と視差との關係457
 化合作用99
 化學線.....49
 化學反應98
 火星.....7. 111. 604. 610
 火星の極冠.....112. 113
 火星の自轉週期.....115
 火星の衛星113
 月食.....424. 430. 437
 觀測地から天體迄の距離246
 月日歳差.....328
 環狀星雲487. 586.

啓蝨447
 經度312
 經度の差.....437
 堯帝2. 445
 夏至.....4. 10. 270. 447.
 月章動329
 ケプテウス式 δ 星521
 ケプレル Kepler151. 280. 377

ケプレル之法則 . 280. 321. 387. 416
 ケプレル之問題280. 398
 牽牛星8. 16. 195
 ケンタウルス座 α 星500. 574
 ケンタウルス座 ω 星185. 522
 ケントール14
 ケルヴィン Lord Kelvin
35. 42. 548. 588. 595. 606
 K型星180. 504. 536. 543

コ

合.....315. 424
 合から衝までの時間385
 コールシュター A. Kohlschut-
 ter543
 小犬座 α 星193. 502
 紅焰74. 86. 92
 恒星7
 恒星界179
 恒星月325
 恒星時233. 309
 恒星狀星雲487
 恒星年342
 恒星の赤經赤緯.....369
 恒溫層.....39
 穀雨447
 黒線48
 黒點.....71. 74. 79. 80. 92. 113
 黒點と磁氣嵐との關係76

黒點と磁場との關係.....88
 小熊座.....189
 コップ.....164
 琴座.....195
 琴座RR星.....521
 琴座の環狀星雲.....526
 琴座β星.....195, 500, 519
 琴座β星式變光星.....514, 519
 コペルニカス Copernicus
141, 227, 377, 457
 駒星δ星.....502
 駒座δ星.....500
 小雪.....447
 曆.....2
 コルチエー Cortie.....76
 コロナ.....74, 83

サ

歳差.....14, 37, 274, 333, 349
 最大離角.....395
 朔望月.....325, 448
 三角形の六要素.....198
 三十三回忌.....443
 申.....16
 サロス週期.....430

シ

シー J. J. See.....574
 週期的彗星.....159
 獸帯.....16

秋分點.....264
 シューベール Schaeberle.....122, 502
 シェプレイ H. Shapley
125, 521, 522, 547, 571
 時角.....227, 232
 時間.....216, 430
 色球.....72, 74, 87, 92
 色指數.....181, 465, 577
 四季の始.....447
 子午儀.....237
 子午線.....3
 視差.....241
 時差.....304, 306
 視差等級.....181
 獅子座.....8, 193
 獅子座δ星.....474
 實視連星.....498, 500, 503
 視半徑.....265
 十字座α星.....547
 進化説.....599, 601
 新月.....316, 395
 新星.....527, 529, 581
 新星の空間に於ける分布.....530
 新星の生因.....532
 新星迄の距離.....531
 新曆.....451
 春分點.....233, 268
 春分點の移動.....327
 シヤイネル Scheiner.....505

常溫層.....39
 昇交點.....315
 昇交點の黄經.....400
 正月.....447
 上經過.....230
 正午.....302
 正午砲.....310
 上弦.....316, 395
 章動.....320, 329, 333
 章動の楕圓.....353
 若年星.....180, 546
 ジャンセン Janssen.....87
 シャリエー C. V. L. Charlier
418, 420, 577
 秋分.....4, 10, 447
 シュヴァリエー Father Sche-
 valier.....119
 ジュール Joule.....60
 シュスター Schuster.....76
 主星.....498
 ショック G. A. Shook.....69, 493
 出差.....322
 順行.....389, 391
 春分.....4, 10, 447
 シュワルツシルド Schwarz-
 schild.....152, 461, 472, 615
 順留.....391, 392
 シュミット Schmidt.....95
 ジュリアス皇帝 Julius.....444, 445

ジュリアス曆.....446
 シュルウテル Schröter.....109
 衝.....315, 396, 424
 織女星.....8, 16, 195
 蝕の起る限界.....431
 蝕の週期.....435
 蝕の數.....431
 蝕變光星.....500, 514
 處暑.....447
 ジョンス H. S. Jones.....465
 ジョリー Joly.....43, 606, 607
 シリウス.....16, 109, 192, 444, 474, 500
 シリオメーター.....577
 シレシンガー F. Schlesinger
263, 519

ス

スヴォボダ H. Svoboda.....173, 175
 スキアパレリ Schiaparelli
109, 154, 172
 ステヴンソン W. H. Steavenson.....123
 スツルベ Struve.....592
 ステツピンス J. Stebbins.....511
 ステファン Stefan.....65
 ステファン、ボルツマンの法則
66, 604
 ステルジス Stieltjes.....36
 ストラット J. R. Strutt.....45
 スベクトル.....47, 58, 60

スライファー V. M. Slipher
113. 131. 490. 494. 531. 580. 581
 衰光519
 水星7. 105. 179. 604
 水星の近日点106
 彗星148. 155
 水瓶座流星群175
 水平半径266
 水平面5
 彗星の頭148
 —の運動157
 —の大きさ150
 —の行處161
 —の核148
 —の形148
 —の軌道158. 159. 163
 —の近日点160
 —の光度155
 —のスペクトル149. 154
 —の判別158
 —の捕獲167
 —の密度149
 —の尾148. 151. 153

セ

星雲 .. 486. 487. 489. 494. 542. 492. 597
 星座16
 星辰界の形状590
 星辰發達の順序536. 548

星團185. 486. 523. 585. 586
 星團式變光星514. 521
 生命の起原599
 生命の分布598
 西洋の月名444
 小惑447
 小星の大きさ130
 小彗447
 小マゼラン雲523. 576
 小流447
 小惑星115
 小惑星近日点の分布117
 小惑星の光度118
 小惑星の形状118
 小犬座193. 502
 小熊座189
 小圓197
 小圓の方程式214
 セオファイルス141
 世界共通の標準時308
 赤球74. 87
 赤外線49
 赤經 232. 234. 238. 271. 345. 350
 赤經赤緯を知りて黃經黃緯
 を求むる公式273
 赤經赤緯と時角北極距離と
 の關係234
 赤色星180
 赤道10. 228

赤道地平視差242
 赤道への整約297
 ゼーマン Zeemann60. 92
 ゼーリガー Seeliger464. 50. 591
 赤緯 227. 231. 233. 238. 345. 350
 節447
 絶対屈折率250
 絶対等級545. 546
 攝動321
 節分451
 占星術12
 セレン光度計511
 セレス115

ソ

霜降447
 ソシゲネス Sosigenes444
 ソレゲネスの週期444
 ソラス Sollas608

タ

ダーウィン Darwin37. 601
 ダーウィンの潮汐進化説143
 ターナー H. H. Turner ...78. 89. 471
 太陰曆441
 大角8
 大寒447
 退合395
 タイコブラヘ 227. 280. 377. 457

第三星流472
 大彗447
 大赤點120
 ダイソン F. W. Dyson471
 太白7. 109
 大ピラミッド13
 太陽4. 63. 93. 155
 —型547
 —軌道の長半径290
 —系創造説550
 —系の運動466
 —系の整然たる關係421
 —系を構成する天體相互
 の位置394. 402. 406
 —時301. 303
 —地球間の距離111. 242. 394
 —系に於ける著しい事實 .. 552
 —の運行速度 ..459. 468. 473. 491
 —の大きさ及形状91
 —の温度66. 69. 94
 —の向點468. 492. 491. 494
 —の軌道278
 —の光度70
 —の構造550
 —の實質71
 —の質量65
 —の自轉週期75.84
 —のスペクトル49. 55. 58
 —の成因96

—の絶対光度70
 —の熱源96. 98
 —の比重65
 —の輻射97
 —の平均位置の平面341
 —の本體56
 —表面に於ける重力65
 —迄の距離411
 —層443
 大圓197
 大圓の方程式213
 辰16
 タツトル彗星172
 大犬座192
 大熊座192. 472
 大熊座δ星511

チ

中447
 中央標準時309
 中心差285. 294
 地下増温率40
 地球18. 604. 605
 地球中心の温度40
 地球内部の状態34
 地球の剛性率35
 地球の形18
 地球の公轉速度351
 地球の年代44

地球の年齢607. 607
 地球の比重29
 地球の衛星138
 地球半径28. 265
 地震學38
 地心緯度26
 チタン132
 地動説227. 377. 457
 地方時308
 地平視差242
 チンダル Tyndall603
 長週期變光星514. 524
 チャップマン Chapman183. 572
 チャンパーリン Chamberlin555
 チャルリス Challis135
 直角三角形210
 地理學的緯度26
 G型星180. 473. 536. 543
 G型星の運動482
 G型星の質量503

ツ

ツェルネル Zöllner605
 月9. 138
 月章動329
 月の運動314. 321
 月の黄經320
 月の名443. 453
 ツォーゲル516

月迄の距離406

テ

デアボルン Deat born477
 テーラー Taylor164
 テーラー彗星164
 定性分析54
 デイモス113
 停留12
 デニング W. F. Denning
160. 175. 176. 177
 デブット彗星187
 天球5
 天球の軸226
 電氣現象153
 天體の分布572
 天頂5
 天頂距離223
 天津8
 天底5
 天動説227. 377. 458
 天王星7. 132. 163. 604
 天王星の衛星134
 天降鐵170
 テンベル E. Tempel20
 テンベル彗星173
 天文學的平均太陽303
 天狼星192
 テラン167

デランドル Deslandro90
 δケフェウス式變光星
514. 521. 523. 573

ト

ドーグラス Douglass122
 透視連星498
 冬至4. 10. 270. 447
 時計219. 310
 時計の進率235
 時計の補正值235. 238
 時計の歩度235
 年の始447
 土星7. 126. 146. 163. 604
 土星の輪126. 131
 ドップレル Doppler60. 462
 ドップレルの原理60
 ドナチ Donati165
 トムソン Thomson145
 寅16
 ドライヤー J. L. E. Dreyer487
 ドランプル Delambre208
 ドランプルの公式208
 酉16
 トレミー Ptolemy12. 227. 376

ナ

ナイル河444
 ナシヤン P. Nashan575

南極10

ニ

ニコルソン Nicholson125, 539

ニコルス・ハル Nichols Hull.....152

西3

二十八宿17, 187

二大星流470, 475, 478, 494

日暈270

日出の方角4

日食424, 428, 430, 437

日中3, 302

入梅451

ニューコム Newcomb
..... 102, 107, 151, 417, 590, 592

ニュートン Newton21, 24
..... 107, 151, 153, 157, 172, 181, 377, 506

子

子16

熱線49

年週差322

年週視差454

ノ

ノルドマン Nordman...181, 508, 518

ハ

ハーシェル Herschel
.....80, 132, 134, 330, 503, 527, 571, 592

パーセク545

バーナード Barnard124, 164, 580

ハーパー W. E. Harper.....491

バイエル Bayer.....186

ハイゲンス Huggens.....126, 486

ハイヤデス ...185, 192, 462, 475, 478

卯酉線3

芒種447

紡錘状星雲.....487, 490, 495

方位角222

白色小星雲487

白鳥座.....196, 475

白道.....9, 315, 318

白道と黄道との傾斜320

白道の形.....321

白紋71, 93

白露447

發芽力の保存616

バックルンド Backlund163

萬有引力.....501

半影427

半月週章動330

萬國標準時308

反彩層.....74

ハンスキー M. Hansky76

伴星498

半年週章動.....330

ハンフウレイスマウラア69

ハムル483

パラス116

パリザ J. Palisa.....116

ハルデング Harding116

バルマー Balmer.....540

ハレー Halley.....155, 156, 157

ハレー彗星150, 175

ヒ

ピース Pease530

ピースブレーク G. Van Lies-
braeck502

ピータース Peters501

ビーベルスタイン Béeberstein ...42

ピアヂ Piazzi114

ピエラ彗星163, 172

東3

光の吸収464

光の速度411

光の分散47

ピケリング W. H. Pickering...
..... 112, 122, 131, 160, 179, 182, 463, 511

未16

ヒッベルカス Hipparchus
..... 274, 280, 438

日時計218

一月217, 440

ヒンクス A. R. Hinks573

一辰217

ヒリッパス T. F. R. Phillips121

微惑星説556

ビュイソン Buisson488

B型星179, 452
..... 489, 503, 505, 506, 536, 538, 543, 547

フ

ブーゲ Bouger69

フーリエ Fourier.....40, 603

ファイエ Faye99

ファブリシウス N. C. Fabricius...524

フィリップス Phillips525

プイエ Pouillet603

フォーゲル Vogel488

フォボス114, 145, 146

不規則星團185

不規則短期變光星514, 523

不規則變光星514

輻射歴152, 615

輻射線49

雙子座193

物質の變脱541

分光器的連星498, 508

分光太陽寫眞機90

分蝕426, 430

ブンゼン Bunsen53

分點月325

フラウンホッフ線48

プラスチック Plaskett84

ブラドレー Bradley414

プランク Plank69. 505
 フランク リン Franklin183. 572
 フリッツ Fritz76
 プリニウス Plinius.....2
 プリニンマ - H. C. Plummer
463. 481
 ブルクス W. R. Brooks150. 164
 ブルクス 彗星166
 ブルトン Burton122
 ブルリアルタス141
 プレヤデス185. 576
 プレヤデス 星雲581
 フロエンドリツヒ Freundlich
105. 108
 プロキオン502
 フロト - A. V. Flotuo479

 平均近点距離285
 平均経度342
 平均黄経293
 平均春分点333
 平均赤道332
 平均太陽時304. 309
 平均日中304
 平均夜半304
 平側運動324
 米粒組織71
 標準時308

ベカススの四邊形189
 ヘッカー Hecker.....23. 38
 ベツセル Bessel27. 410. 500. 502
 ベツリン Persin124
 蛇座471
 蛇座座ρ星580
 ハール G. F. Hale...82. 83. 90. 91. 569
 變光曲線514
 變光星513
 偏差322
 ヘンリー Henry108
 ヘリウム星
 179. 463. 536. 574. 578. 587
 ベルグストランド O. Bergst-
 rand133
 ヘルクレス座195
 ヘルクレス座α星524
 ヘルクレス座δ星503
 ヘルクレス座の星團185
 ヘルクレス座μ星520
 ヘルグロツツ Herglotz38
 ベルセウス座190
 ベルセウス座の新星528. 530
 ベルセウス座の星團185. 477
 ベルセウス座β星191
 ベルセウス座ρ星524
 ベルセウス座流星群172. 174
 ベルセウス星群478
 ヘルツスプルン Hertzsprung

..... 474. 576
 ヘルムホルツ Halmholtz101
 ヘルムホルツの収縮説102
 ヘルメルト Helmert.....23. 30
 ベロ - E. Belot.....419

ホ
 ボーデ Bode417
 ボーデの法則115. 118. 417
 ボーリン Bohlin582. 585
 ホール Hall.....60. 113. 137
 ホール効果60
 ボアソン Poisson41
 ボアンカレ - Poincare...24. 418. 589
 ボイル Boyle256
 牡牛座191
 牡牛座入星518
 北斗七星11. 88. 462
 北斗星187
 牧夫座194
 星移り物換り14
 星の色と星迄の距離466
 星の運動
 6. 225. 226. 473. 479. 484. 485
 星の数15. 182
 星の質量546. 547
 星の自動473. 480
 星の寫眞等級180
 星の衝突532. 556

星の速度4.2
 星のスペクトル型179
 星の單弦運動483
 星の分布572. 574
 星の表面光度546. 547
 星の密度546
 星の命名法186
 星の位置223
 星迄の距離
 454. 460. 463. 466. 477. 557
 北極10. 14
 北極距離228
 北極星 ... 6. 14. 16. 187. 188. 275. 508
 北冠座195
 北冠座α星474
 ボッス L. Boos462. 475. 482
 ボフキンス37
 本初子午線307
 ボンス Pons165
 ボンスウインネツケ 彗星127
165. 177
 ボンド Bond.....127
 ボンピリアス皇帝 Numa Pom-
 pilius444
 ボルツマン Boltzmann66
 ボルトウツト Boltwood610

マ
 マーネン A. Van Maanen

.....477. 496. 502
 マイヤー Meyer99
 マクスウェル Maxwell.....131. 151. 555
 マクロラン Maclaurin24
 マゼラン雲490. 530
 マネー C. A. Maney480. 481
 マホメット宗442
 満月..... 316. 318. 395. 396

ニ

己16
 ニイラ 彗.....616
 見掛の正午304
 見掛の日中374
 見掛の夜半304
 三つ星192
 南..... 3
 ミラ 変光星.....500. 524. 525

ム

無定形状星雲487

メ

メシエー Messier149. 487
 メロット Melotte.....183. 592

モ

モールトン Moulton555
 濃気差.....251. 248

木星.....7. 110. 163. 604
 — 族の彗星161
 — の輝點121
 — の光度.....119
 — の形状119
 — のスペクトル121
 — の斑點121
 — の衛星.....122. 124. 131
 モンタナ Montana515

ヤ

ヤコビ Jacoby24
 ヤコビの楕圓體24
 山猫座.....474
 ヤング R. K. Young73. 491

ユ

ユーロツバ122
 ユノー116
 ユリウス年332

ヨ

宵の明星7. 109

ラ

ラインムート Renmuth494
 ラウ H. E. Lau121
 老年星...180. 473. 482. 544. 546. 548
 ラザフォード Rutherford...477. 609

螺旋状星雲 ...487. 490. 491. 494. 559
 ラッセル Russel.....
 134. 137. 479. 537. 543. 547. 574
 ラプラス Laplace34. 552. 554
 ラプラスの星雲説.....418. 554
 ラングレイ Langley69. 97
 ラランド Lalande136

リ

流星.....168. 176. 177
 — 説99. 600. 614
 — と彗星との關係172
 — の軌道172
 — の光度177
 — の輻射點171
 — の尾.....170
 力學的 平均太陽.....293
 リシェー Richer.....21
 離心假説.....280
 離心近點距離282
 立夏447
 立秋447
 立春447
 立冬447
 リヒテル Richter.....614
 リンデマン F. A. Lindemann535
 リンネ Linné.....600

ル

ルー Roux.....616

ルーウイス T. Lewis503
 ルーデンドルフ Ludendorff474
 ルイゼ522
 ルズキ Rudzki609
 ル・ブエリエール Le Verrier135
 ルンマー Lummer ...69. 97. 123. 413

レ

レモンド Raymond.....472
 戻逆振子22
 レオナルド528
 レキセル Lexell132. 150
 曆法の根底440
 レベデフ Lebedew152
 連星.....498
 — の軌道490
 — の光度503
 — の質量503
 — の表面光度.....505
 — の密度505
 連続スペクトル54
 連続スペクトルを有する星
 雲487

ロ

ローゼンベルグ Rosenberg ...
180. 494. 503. 518
 ロマー人.....443
 ローレンツ Lorentz494

ロ - エ + Lowell	— の公轉週期115
..... 113. 130. 133. 137. 569. 611	— の七要素を定むる事397
六分儀223	鷲座α星195
ロシユ Riche146. 559	
ロツキヤ - N. Rockyer	辛
..... 113. 155. 529. 537	亥16
ロツシ Loehye87	緯度10. 312. 290
ロ - ゼンブツシ Rosenbusch30	隕石154. 170
	隕石の成分170
ワ	エ
倭星525. 546	衛星227
黄色星179. 180	— の軌道面の傾斜569
黄緯271	— の逆行568
惑星12. 227. 379. 391	— の公轉週期115
— 軌道の方程式403	— の發生560
— 歳差328	エイトケン Aitken498
— 狀星雲	エリツシユ S. Wellish25
487. 488. 489. 493. 538. 543. 583. 586	
— と衛星との關係143	ヲ
— の運動376. 380. 385	温室作用603
— の黄經黄緯379	温室論610
— の光度109	



大正十一年四月十八日印刷
 大正十一年五月三十日發行

著 者 日下部四郎太
 著 者 菊 田 善 三
 發 行 兼 內 田 作 藏
 印 刷 者
 東京市日本橋區大傳馬町二丁目十六番地

發 行 所
內 田 老 鶴 圃
東京市日本橋區大傳馬町二丁目十六番地
振替東京 壹貳壹四六番
電話浪花 壹參參五番

(秀英舎印刷)

440
KU82

終