

天文月報

號七第卷貳第

月十年二十四治明

明治四十一年三月三十日 第三種郵便物認可 (毎月一回一日發行)
明治四十二年九月二十八日印刷 明治四十二年十月一日發行

宇宙有限説に就いて

理學士 平山 清次

先頃物故したニコムムの著書の中に *The Stars, a Study of the Universe.* (一戸直藏君譯。星辰天文學)と云ふのがある。其中に記載してある事柄の中で、讀者の感興を惹起するものの一は、宇宙有限説であらう。此説は久しい以前から、世に現はれて居つたに拘らず。餘り人の注意を惹かなかつたが、一度ニコムムの著書に載つて以來、大に天文學嗜好者の好奇心を高め、種々なる意見や、新しい研究の結果が、之に就いて續々發表さるゝ様になつた。此の如き問題は空想と云へば空想であるが。種々の天文現象と關聯して、中々面白いと思ふ所から、自分も亦次の如く有限説の主要と、現時に於ける其價値とを記述する事となつた。

ハッパ氏の調べに據れば、宇宙有限説の開祖は、瑞西のシュゾー(一七五〇年頃の人)と云ふ人で、其理由は判然せぬが、兎に角「宇宙を無限とすれば、天球は全面、太陽を以て輝かねばならぬ」と云ふ、有限説の論據を發見した人なさうである。始めてそれを具體的に證明したのは、オルバースであるが、オルバースは其爲めに、空間の完全に透明なる事を要する所から、宇宙を有限であるとは言はず、反對に空間が光を吸収する物でなければならぬと、主張して居る。ニコムムの説はオルバースの論から轉化したもので、現今の智識に基づけば、吾人

は未だ空間に光の吸収を認むることが出来ぬ故に、將來の研究がそれを打破する迄は、宇宙を有限と認めねばならぬと云ふ事である。

宇宙を無限とし、空間を完全に透明であるとすれば、何故に天球は全面太陽を以て輝かねばならぬか、先づそれを證明して見やう。オルバースの證明は天體が重なつた場合に少しく不明瞭になるが、次に掲ぐるものは其點に就いて確であると思ふ。

圖に於て、 E を地球とし、任意の方向 EE' に無限の直線を出したと考へる。次に此直線を軸とし、任意の半徑 EP を以て無限の圓嚮を作り、其圓嚮を E より始めて等距離に軸と垂直なる平面、 P_1, P_2, P_3, \dots 等を以て、區劃した者と考へる、各平面の間の距離は、任意に近く取る事が出来るに依つて、各の區劃の中の天體を、其區劃と次の區劃との境の平面に、垂直に投影しても、天體と天體とは重ならぬと見做す事が出来る。此の如く投影した面積の和を、圓嚮の底の面積を單位として、それぞれ $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ とすれば各の區劃に於て軸と平行なる任意の直線が、天體に衝き當たらぬ事の「プロバビリチー」は、それぞれ

$$1 - a_1, 1 - a_2, 1 - a_3, \dots, 1 - a_n, \dots$$

となる、故に圓嚮の軸、又はそれと平行なる直線が無限に到るも全く天體に衝き當らぬ事の「プロバビリチー」は、其定理に由り、
 $(1 - a_1)(1 - a_2)(1 - a_3) \dots (1 - a_n) \dots$
と云ふ無限乘積に等し。 $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n, \dots$ 等は、零か或は一より小なる正數であるによつて、右の無限乘積は

CONTENTS :—Dr. K. Hirayama : Is the Universe Finite?—Prof. J. C. Kapteyn : Recent Researches in the Structure of the Universe (translated by N. Ichinohe)—Dr. N. Ichinohe : On the Compilations of a Nautical Almanac, in our Country—Lowell's 40 inch Reflector—Simon Newcomb and his Life-Work—Mars, at the Last Opposition—Venus, as Abode of Life—Occultations : Ephemeris—Planet-Notes for October—Visible Sky.

$$a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n + \dots$$

なる無限級数の和が、 ∞ になる時零に等しい。

さて、實際の場合に、此級数が如何なる性質の物であるかと云ふ

に、第一我々は、天體

の配置と地球より其

天體迄の距離との間

に何等の關係を認む

る事が出来ぬ。故に

右の級数の或項と次

の項とは、全く獨立

と考へられねばなら

ぬ、次に又此級數に

は、零でない所の項

が、無限になければ

ならぬ。何故なれば

若し其數を有限とす

れば必ず最終のもの

がなければならぬ、

さうすれば其項に相

當する區劃より外には、全く天體が無い事と

なり、宇宙が無限であると云ふ假定に背くか

らである。無限級數の和は故に ∞ となり。

従て前の無限乘積は零になる。即ち地球より

引き出した任意の直線が無限に到るも、全く

天體に衝き當らぬ事の「プロバビリティー」は零と

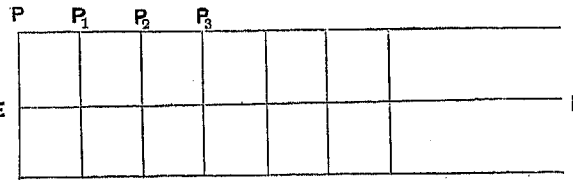
なり、言へ換へれば其直線は「早く早く必ず天

體に衝き當る、即ち空間が完全に透明ならば

何れの方向にも隙間なく天體が見ゆると云ふ

事になる。

第一圖



天體は發光體と暗體との二種に大別さる、

故に、前の無限直線が衝き當る所の天體も、

亦此二種の中の一つでなければならぬ。然ら

ばそれが發光體である機會と暗體である機會

との比は、幾何になるかと言ふに、慥かに發

光體全體を別々に一つの平面上に投影した

面積の和と暗體を投影したものとに等し

いが、我々は未だ、宇宙全體に就いて此比を

計算する丈の智識を持たぬ。それに就いて只

最も適當と思ふ事は、我太陽系を標準に採り

太陽を一つの平面上に投影した面積と惑星等の

天體を投影したものとに比を以て、求めんと

する比と假定する事である。さうすればそれ

は殆んど百分の二に等しく、従て結論は

宇宙を無限とし、空間を完全に透明なるも

のとし、且つ宇宙に於ける發光體と暗體と

の割合を、數及び大きさに就いて太陽系に於

ける割合に等しと假定すれば、天球面の百

分の九十八は太陽面の光と同じ強さの光を

以て輝かねばならぬ。

となる。百分の九十八と云ふ割合は、殆んど

全部と云ふ意味に等しい。故に「シェゾー」の所

謂「全面太陽を以て輝かざる可らず」と云ふ結

論は、惑星の如き暗體を考へて尙ほ正しいも

のと言はねばならぬ。

勿論、實際に我々が天體から受くる光の量

は、全面の太陽より受くるものに比して非常

に少いもので、殆んど茲に之を比較する必要

を認めないが、試に計算して見やう。ニコニ

コンムの推算に據れば、恒星等の天體より

受くる光の總量は、大約六百の零等星より受

くる量に等しく、且つ恒星としての太陽の等

級は 10^{10} 等に當る。それに由つて計算す

れば、恒星界の天體より受くる光の總量は、

太陽より受くるもの、大約九千萬分の一に等

しく、尙ほ又天球の上の太陽の面積と、天球

の全面積との比は、太陽の視半徑を十六分と

すれば、十八萬五千分の一になる。故に全面

の太陽より受くべき光の量に對して、實際に

受くるものは、太陽を加へても僅かに十八萬

分の一弱、太陽を除けば實に 10^{-10} と云

ふ小さい數になる。此等の比と百分の九十八

とは實に雲泥の差である。

大體、之が宇宙有限説の要點であるが、此

外に猶一つ他の方面より主張さるゝ有限説が

ある。それは宇宙引力の法則を基礎とするも

ので「宇宙を無限とすれば二つの物體の間の

潮力は無限大となり、其爲めに惑星は皆太陽

より、地球上の物體は皆其表面より飛散せざ

る可らず」と云ふのである。此説は、十五年前

に始めて、ナハリヒテン誌に現れたものであ

るが、昨年の「ポピュラー・アストロノミー」誌に

も見えて居る。然るに此第二のものに對して

「ファッス」と云ふ人が指摘して居る通り、元

來此議論には根本的誤謬があるのである。

(此誤は甚だ陥り易い性質のものであるから

念の爲めに記載して置かう。)それは、潮力

が無限大になると云ふ事にあるので、普通、

潮力と云へば C なる第三の物體が其引力の

差に由り A B なる二つの物體を相互に離す如

く働く力を云ひ、而して其強さは、二點よりC迄の平均距離の三乗に反比例するものと考へられて居る。此關係に基いて、無限の宇宙に存在する無限の天體の及ぼす力を計算すれば、其合力は無限大となり、前の如き結論に達するが、それが誤であると言ふのは、同じ圖に於てCの如き位置に在る物の及ぼす力が、普通の潮力と反對にA Bなる二つの物體を引き寄せる如く働く事を考へぬからである。此誤は球殻の引力が其内部に働かぬと云ふニュートンの定理に照らしても明かである。

有限説の論據と言へば、それで唯一つ前の全面太陽論のみとなる。従て其眞否は一に全面太陽論の假定の如何に由つて定まるわけで、精しく言へば其假定と實際との差違が、結論に影響しない程度のものであるかどうかに由つて決するわけである。今前に述べた二つの假定

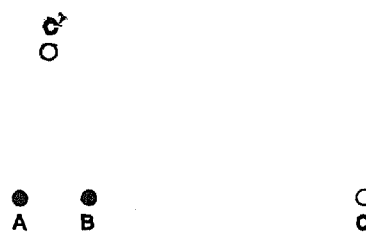
- 一、空間の完全に透明なること
- 二、發光體と暗體との割合は、數と大いさに就いて太陽系に於ける割合と等しいことが果して其條件に適するかどうかを、吟味して見やう。

第一の假定は、エーテルが光の波からエネルギーを吸収しないと云ふ事で、其眞否の判断は純正物理学に屬する事であるから勢ひ物理学者の意見に従はねばならぬ。物理学者が此吸収のない事を保證する間は勿論それに依らねばならぬ。尤も空間を充たす所の物

質をエーテル許りでなく、多少の瓦斯も加はつて居るとすれば、少しく事柄が變つて来る。さうすれば遠い恒星、即ち一般に小さい、或は固有運動の少ない恒星のスペクトルの中には、種類の暗線が認められねばならぬ。此事は未だ何人にも發見されぬ許りでなく、假に此の如き現象があつたとし

第二圖

ても、其爲めに全面太陽論の根本的に破壊さるゝ患がない。何故なれば瓦斯では、到底光線の全部を吸収することが不可能で、少くも其一部分は完全に殘されねばならぬ、故に天球は全面其殘されたる光を以て輝き、スペクトルの中には其光線が、太陽のスペクトルに於けると同じく輝かねばならぬからである。



第二の假定は暗體の大きさ及び數に關するものであるが、先づ其大きさに就いて言へば、流星、衛星、小惑星及び大惑星と云ふ順で、其上に猶近年の研究に依り恒星と比較し得べき大暗體の存在する事が明になつた。アルゴ

ル種變光星の伴星は其實例で、視線速度の研究により主星の變光は伴星の蝕に起因することが證せられた。そこで我々の問題に就き、第一に起るべき疑問は、宇宙を無限とし、無限の光を吸収する物を、此如き恒星大の暗體としてはどうかと云ふ事になる。さうすれば前に述べたプロベリチーの理論に由り、現在の天球面を説明するに必要な暗體の數は、發光體の十八萬倍乃至 11×10^{12} 倍でなければならぬ。然かも此等の倍數は暗體が全く光を反射しないと云ふ假定に由つて計算したものであるから、惑星等の如く幾分それを反射するものとすれば、大約二割程多くの數を要することになる。恒星大の暗體がそれ程多く存在すると云ふ事は、甚だ疑はしいが、假にさうした所で、他に重大なる障害がある爲め、結局大暗體を以て、天球面の現狀を説明せんとする事は不可能になる。其障害と云ふのは、恒星の光が斷へず變らねばならぬ事で、精しく言へば、天體には必ず多少の固有運動がある、それに由つて、恒星の前面には斷へず暗體が移動するであらう。さうすれば、其表面は全部或は一部層暗體に依りて、光を掩はれねばならぬ。それによつて比較的近距离に在るものを除く外、恒星は總て不規則變光星として、吾人の眼に映じなければならぬ事になる。

然るに、此障害は暗體の大きさを減ずると共に、減ずべきもので、流星の如き小なる物に至つては、最早何等の變光作用を恒星に及ぼす

事が出来ぬ。恒星は近距離に在る流星により一時其光を遮らるゝ事があらう。然れどもそれは、只に一瞬間の現象に過ぎぬから、其爲めに恒星は、閃光と同じ現象を呈するとも、斷じて數分間或はそれ以上に續く變光を受くることが出来ぬ。遠距離に在る多數の小暗體は、空間に於ける其密度を一定と見做し得べき限り、恒星の光を變じない事が明である。それであるから、次に起るべき問題は、(一)無限の光を吸収して、我々が目撃する如く、(二)天球面を暗黒ならしむる爲めに、幾何の小暗體が必要であるか、(三)それ丈の流星、又は類似の天體が、實際に存在し得べきかと云ふ事になる。

第一の問に答ふる爲めに、平等に空間に散在する一定の大きさの暗體が、どれ丈の吸収作用をなすかを計算して見やう。地球より一の恒星迄の距離を D とし、半徑 r なる球形の暗體が、 s 立方米突の空間に一個づゝ存在するものとすれば、恒星より地球に向つて進む光線が、全く暗體に衝き當らぬ事のprobabilitiesは、

$$s = (1 - \frac{\pi r^2}{s^2})^{\frac{D}{r}}$$

となり、 r を s に對して非常に小なるものとすれば、

$$s = e^{-\frac{\pi r^2 D}{s^2}}$$

(但し e は自然對數の底數)となる。恒星より來る光線は $\frac{1}{s}$ 丈吸収せられ、 $\frac{1}{s}$ 丈地球に達する事で、今假に s を百米突とし、 r を

一珊瑚とし、 D をそれぞれ一、十、百、千、萬光年とすれば、

1 光年	$s = 0.9993$	$1 - s = 0.0007$
10	0.9926	0.0074
100	0.9283	0.0717
1000	0.4754	0.5246
10000	0.0006	0.9994

となる。百吉米(二十五里)立方と云ふ廣い容積の中に、半徑一珊瑚の物體が、唯一個存在すると云ふ事は、何等の意味を實際に持たぬ様であるが、塵積つての諺通り、一千光年の距離に在る恒星はそれに依りて其光の二分の一以上を吸収せられ、一萬光年の距離に在るものは、殆んど其全部を吸収されて、餘す所僅に一萬分の六に過ぎない。

$$s = 0.0000003$$

恒星迄の距離 D を二萬光年とすれば

となり、空間が完全に透明ならば、其距離に於て一等星大に輝くべき恒星も、之によりて十七等の微星となり、 D を三萬光年とすれば、二十五等星となるべきで、結局二萬光年以上の距離に在る天體は全く見えぬと言ふてよい事になる、此限界が、實際に於て果して正しいかどうか、天文月報第一卷の九號及び十號に論じてある通り、恒星の距離測定は甚だ不確實なるものである爲、恒星の密度が不明であるので到底是の正否を判定する事は出来ぬが、余輩の推測をして誤ならしめば、此限界は大略地球の現状を説明するに十分であらう。そこで、實際にそれ丈の小暗體が宇宙に存

在するかと云ふ、第二の質問が起る。半徑の一珊瑚と云ふ大きさは、普通の流星の大きさと大差なからう。さうすれば、我々の假定は百吉米立方に、平均一個づゝ流星が存在すると云ふ事になる。地球が公轉に依りて二十四時間中に通過する容積は、 33×10^{21} 立方米突であるから、同じ時間中に大氣中に入る流星の數は、前の假定に依りて三億餘(百吉米立方 10^{21} 立方米突)でなければならぬ。公轉の外に猶、琴座に向ふ太陽系全體の運動を考ふれば、平均五億程にならねばならぬ。然るに實際同じ時間中に、大氣中に入る流星の數は、流星觀測者の説に従へば、一千五百萬乃至二千萬で五億と云ふ數には及ばざること遠である。尤も望遠鏡によりて視得べき小流星の數は、數億に上ると云ふ事であるが、半徑一珊瑚の流星は決して流星中の小なるものではなからう。勿論肉眼に映ずる丈の光を發すべきである。それ許りでなく、流星の密度は太陽の附近に於ても、太陽又は恒星より遙かに遠い、空間に於ても同一であるとは考へられぬ、要するに百吉米立方に平均一個づゝ普通の流星が存在すると云ふ假定は、實際に有り得べからざる事になる。

流星に依りて、天球面の現状を説明するとが如斯不可能に了るとすれば、結局我々は小暗體説をも拋棄せねばならぬかと言ふに、決してさうではなからう。百吉米立方に一個づゝ半徑一珊瑚の暗體が存在すると云ふ事は、前に得た算式に依り其効果に於いて一吉米立

方に一個づつ半徑十ミクロン（一密米の百分の一）のものが存在すると云ふ事に等しく、更に又十米立方に百分の一ミクロンの微體が、同じく一個づつ存在すると云ふ事に等しい。百分の一ミクロンと云ふ長さは、光の波長よりも數十倍小なるもので、光學上如斯微體は同等に各種の光を吸収するものでない。ロード、レーリーの定理に依れば、此吸收量は、波長の四乗に反比例すると云ふ事で、波長の短い光線は長いものより餘程多く吸収される、紫外線の如きは赤色線より十倍以上多く吸収されると云ふ事になる（日中空の青く見ゆること、及び朝夕太陽の赤く見ゆる事は、此定理に由りて説明せらる）それであるから、若し空間に如斯小暗體が無數に存在するならば、遠い恒星のスペクトルは比較的青色又は紫色に弱くなければならぬ。此事は既に（天文月報第二卷第二號及び第五號雜報）カプタイン及びチーホフの兩氏に依つて發見せられた事柄で、カプタイン氏は同一種の恒星に就いて、紫色線又は紫外線に乏しきものは比較的小なる固有運動を有すること、チーホフ氏は小なる恒星の光に、比較的紫色線又は紫外線の量の少い事を發見した。此等の事實は何れも遠い恒星の光が、波長の短い光線に乏しい事に歸着するので、無數の微粒體の空間に存在することは、殆んど疑ふ可らざる事となつた。

カプタインやチーホフの研究は、思ふにアルゴール種變光星の研究と相俟つて、暗體の

大きさの無制限である事を示すもので、大小各種の暗體が其大きさに就きて、連續的に宇宙に存在すると云ふ事は、最早疑ない事實であらう。之に由つて一の想像が浮ぶ。既に論じた如く、種類の大きさの暗體、假令ば流星大の物許りて現在の天球面を説明し得ないのは、暗に他の種類の暗體、即ち恒星乃至流星大の物、又は流星より小なる物の影響も、亦輕視すべからざるもので、各種の暗體が各幾割づかの光を吸収し、全體として天球面を現在の如く暗黒ならしむる事を示すものではあるまいか。

終局の疑問は、大きさに就いて無制限なる暗體の全體としての吸収が、現に視る天球面の状態を説明するに足るかと云ふ事である。之に對する確答は、現今の智識の到底企て及ばざる所ではあるが、種々論じ來つた結果に依り、其見込の存する事丈は確であらう。宇宙有限説の論據は結局これに由つて薄弱になつたと云ふ事が出来る。

暗體に關する各種の研究は、近世天文学の特色である。暗星の外に暗黒なる星雲が存在するであらう、銀河の附近所々に散在する暗黒部を説明するに、實際天體が存在しないと云ふよりも、暗黒なる星雲の如き物に遮られて、遠方の天體が見えぬと言ふ方が至當であると云ふ説がある。強ひて宇宙有限説を主張せんが爲には、此の如き説をも反駁する必要があるのであらう。

宇宙の構造に關する

最近研究

カプタイン教授述

一戸直藏譯

緒論

余はハースル父子の本國なる英國に於て、宇宙の構造に關し、諸君に語り得ることを無上の光榮と信ずるのである。現今に於ても、尙彼等のなせる大事業星數算定は無比の好材料にして、星辰界の組織に關し何か或學説を立て様とする人は、必ず此内に必要なる材料を見出す次第である。御存知の通り、星數算定法は同じ望遠鏡を漸次天空中種々の部分へ向け、是等各部分に於て望遠鏡の視場に見はれて居る星を一々算へたものである。所で此材料から導かれた一事實は、甚だ顯著なものであるにより、特に諸君の注意を乞はねばならぬ。即ち望遠鏡で夜間空を見ると、其外觀が如何にも整然たる規律を示すのを認むることである。肉眼を以て之を望むと、銀河が殆ど大圓に沿ふて、全天空を取巻いた白い帶狀をなして居るが、ハースルの大望遠鏡で見ると、此處には實に夥しい星が存在して居る。銀河の兩側では、次第に星の群集が粗になつて、遂に銀河の兩極に近づくと、天空上最も星の少ない所に達するのである。

我等は此現象に就いて、一層精細に注意し

て見様と思ふ。今望遠鏡を取り、先づ銀河の一部シリウス星の近傍に向け、夫れから段々と銀河の北極即ち髮座の邊へ動かし、其間星の密度が如何であつたかを注意すると、上に申した様に、星の数が規則正しく變化することを確かめるが、更に同じ方法を順次に銀河から段々と、其南極の方へ動かせば矢張り、同様に漸次に銀河から極へ星の密度が減少することを認め得るのである。諸銀河から同じ距離にある天空中の各部分の星数を比較すると、大體何處も望遠鏡の視場中へ入込む数は同一である。従て話を換へて言へば、星の密度は銀河緯度に従ふて變化するが、銀河緯度は餘り大なる影響をなさない。されば恒星系を研究する他の人々に倣ひ、吾等も今銀河緯度を度外視し、獨り星数の銀河緯度と共に變化する具合を注意することと致しませう。かくするのは勿論第一次の概算には充分である。實際に於ては銀河緯度と共に多少の變化をなすもので、特に銀河面で之が著しい。併し銀河面でさへも、想像した程烈しいものではないから、銀河緯度を度外視しても甚だ實際に近い結果を得るのは勿論である。

銀河の組織

諸ハーシルの星數算定の教ふる所は、單に天空の見掛上の事實であるが、一體恒星界の眞組織は如何なるものであらふか。望遠鏡を銀河へ向けると、澤山の星が見えるが、夫れが實際其邊がストルーベ氏の主張した様に、其部分に星が密集して居る爲めであらうか。將

た老ハーシルが考へた様に、銀河の部分が、他の部分よりも遠方まで星が存在して居るのが、同じ視場へ投影されるので、其様な現象を呈するのであらうか。

今假りに、吾等は實際スペースを旅行すると想像して見る。即ち、例へばカシオペア座の方へ光線の速さで進むと、餘り年を経ぬ間に或星に近くであらふ。併し其方向を變化せず、眞直ぐに益々進むと、種々の星が交る交る次第に近づいては遠ざかり、又近づいては遠ざかるであらふ。底て此等の星を可なりの距離、例へば地球太陽間の距離から見ると如何に見えるであらうか。そうすると、此等はストルーベの假定した様に凡ての星が同じ光輝を呈して居るであらうか。若し果してそうであるとすれば、我太陽程輝いて居るか、それともそれよりも光輝が少いであらふか。將たより大であらふか。或は然らずして是等數多の星が各異なる光輝を呈して居るものであらふか。かりに不等のものであるとすれば、其内何程が太陽よりも強光で、何程がより弱いてあらふか。更に一層精細に、太陽の一〇〇倍、一〇〇〇倍、一〇〇〇〇倍等の光輝を呈するものが、各全數の幾割で、太陽に等しさのもの、其一〇分の一、一〇〇分の一、一〇〇〇分の一等のものが、各全數の幾割であるか、要するに此等の混合の性質は如何であるか。最後に混合の規則はどんなものであるか。所て何はともあれ、吾等は益々同一方向へ旅行するとして見れば、星の密度が何處も同じ状態であり、

同様に粗に散在して居るだらうか、或はさもなく或時——それは多分數世紀旅行した後だらう——の後に、星の密度が減じ始め、恒星界の極限が段々と近くなることを示すであらうか。此様な現象があると、實際極限が存在して、夫を越えようと、最早星もない、全然空の所となるだらうか。ハーシルは實際此様な極限が存在して居ると考へたのである、然のみならず、彼の望遠鏡は其極限まで達し、最も遠き星をも見得たと想像した。彼の有名な板狀説は此等の假定の上に築かれたものである。

吾等は以上申述べた若干の問題を、一個のものにまとめて次の如くすることが出来る。即ち、星辰の群集の度或は密度が、更に換言すれば、一定の容積——例へば、一百光年立方——内にある星の数が、我太陽系からの距離の變ずると共に、如何様に變化するであらふか。

所が此様に縮めた問題が、上に述べたよりも一層多くの問題を含んで居る。今まで想像した分は、銀河の中に位するカシオペア座の方向へ、眞直に進行したのであるが、今度は、銀河てふ帯から多少離れた、プレアデス群の方向へ、又更に遠い北冠座の方向へ、或は銀河から最も遠い髮座の方向へ、眞直に旅行したならば、如何なる現象を認めるであらうか。實際吾等が銀河から等しい距離にある部分を見ると、其外觀が同じである。従てスペースに於ける此部分も、多分大した差が

ないのであらふと推論せられる。それで吾々の問題の解決をなす方針として、

銀河緯度の異なる各部分に就いて、別々に、星辰密度と混合の状態が、太陽系からの距離に従ふて、何の様な變化を示すかを、吟味すれば宜しいことになる。併しなから、現今までの材料は至て不充分で、とても之から思はしき結果を導くことが出来ない。されど、近き將來には大體精密に、此問題を解決するに充分な位の材料を求め得ることと信ずる。現今でさへも、銀河系の平均状態とも稱し得る、或種の結果を導くことが出来るのである。此場合に採用する論法は、後に申上げる一層一般の問題を論ずるに、用ふるものと大差ないが、吾等は此場合に次の様な二ツの省略をなさうと思ふ。

第一、混合の状態が、全系を通じて、同様であると假定する。

第二、各々異なる銀河緯度の部分を別々に論じなう。

此様にして得た、星辰密度の變化が、實際吾等がスペースを、或定った方向へ眞直に旅行する際、遭遇するものと異なるに相違ないが、而かも吾等が天空の至る所を旅行して、實見した總結果の平均とも見得るものである。私の今日述べんとする所は、此様な具合にして、第一には混合の法則を發見すること、第二には太陽系から距離の異なるに従ふて、星辰密度の變ずる平均法則の發見である。若し時間が許すならば、最後に此研究を

進めるに際し、導いた二三の制限及び之等をさけるに如何にすべきかに就き、數言丈述べたいと思ふ。所が、此研究をなすに當り、吾等は逆ても天空を旅行して歩く譯に參りませんが爲め、勢ひ、人爲的方法に依頼せざるを得ないのである。



(影撮蓋天文) 圖の河銀

距離の決定

宇宙の構造を研究するに際し、若し吾等は星の方向を決定することを得ると、同様の容易さを以て、是等の距離をも決定し得るならば、宇宙の構造の研究は至て簡單なるものであります。即ち、其場合には測定した位置と距離とによつて、各の星の空間に於ける比較的的位置を知り得る爲め、星辰配置の模型を作

ることが出来る、すると、之に依て吾等は宇宙の構造の詳細を研究することが出来るのである。所が、實際がどうであるかと言ふのに、多くとも一〇個の星を除いては、個々の星の距離に就いて、全然知り得ないのである。然らば、此の如き困難を來す原因が、何であるかと尋ねるのに、距離を測る原理其者に存するのであります。吾等が外界にある事物を目撃致した時、獨り其方向を知り得るのみならず、其もの、距離をも知ることの出来るのは、實に吾等が二個の眼を有して居るが爲めである。所が、二個の眼さへ有して居るなら、如何なる距離をも辨別することが出来るかと言ふのに、必ずしもそうでない。此力も自ら制限されて居り、數百間以上の所には、充分に利かない。其理由は外でもない、兩眼の間の距離が測らんとする距離に比して餘りに小なる爲めである。底で種々の器械が考案されて、人爲的に兩眼の間の距離を増加し、數哩の距離をも評價することが出来る様になつた。尙一層大なる距離を辨別する爲めに、各の眼を寫眞の原板に置き換へたと考へると、是れて天體の一個、即ち月の距離をも、辨別することが出来るのである。即ち、今は同一の瞬間に、一方では喜望峰の天文臺、又一方ではグリニチの王立天文臺で、月と其近傍の星の寫眞を撮つたものとし、是等の寫眞を立體寫眞鏡の前に置いて見ると、吾等は明かに月が空間に浮いて居るのを見得るのである。即ち其距離を辨別することが出来る。

所が此方法を採用しても、月に次いで遠い天體、惑星や、太陽の場合には、是等は空間に浮いて見えないので、再び距離測定の困難を生ずるのである。其理由たるや、地球表面上の距離が、如何に大きくとも、是等の測定をなす場合に、眼の間の距離として採用するには、餘りに小さ過ぎると言ふことである。夫れにも係らず、天文學者は忍耐に忍耐を重ね、非常に精密な且つたくみな方法を利用して、立體寫眞的の測定を行ひ、太陽の距離を知ることが出来た。兎に角、現今では其距離の千分の一以内の誤差で、其距離を知つたと言ふてもよいと思ふ。一旦太陽と地球との距離が知れば、惑星相互の距離の間の關係から惑星個々の距離をも知ることが出来る。

それで太陽系のもものは、知り得るとして、恒星其者の距離になると如何であらうか。言ふまでもなく、是等のものゝ距離は、太陽の距離を數十萬倍したものと又は遙かに以上である。其様に遠い恒星の距離を測るに當り、地球上の長さを兩眼間の長さにした所で、とても目的を達し得ないのは知れ切つて居る。所が、太陽の距離が知れたので、今度は眼と眼との距離を、地球上で得られるものの、二萬四千倍のものに擴大することが出来た、即ち地球が永い間に運動する軌道の長さが分つたから、今度は、其軌道の直径を兩眼の距離として、採用することが出来る。若し六ヶ月相離れた時刻に、其近傍の寫眞を撮ると、今度は光線の速さで殆ど十六分かかかる

距離の兩端から見た様になるのである。此様に眼の距離を増してさへも、是等の寫眞を立體寫眞的に浮かして見ることが出来ない。只特別の場合に、大望遠鏡で撮つたものから、やつと立體寫眞の氣はいを見出し得るに過ぎない。而かも、天文學者は、此様にして得た寫眞を極精密に測定したものから、直接に、立體寫眞的現象以上の大なる距離を、測ることが出来たのである。而かも此様な方法を以てしても、僅かに一百個程位しか其距離を定め得ない。立體的に見得ぬ程遠い所にあることは、英國のヘース君が作つた立體寫眞圖を見ると分るであらう。同君が詮議した結果によると、星の距離を立體寫眞で見得る様にするには、眼の距離を地球の軌道の直径の一萬九千倍にしなければならぬ相である。どうかして、眼の距離を今より一層増加する工夫がありますまいか。(未完)

我國の編曆事業に就いて

一 戸 直 藏

余は、さきに、韓國觀測所で、日用便覽と稱する。曆及其他の事項を掲載した書を出版された時に、之を紹介する序に、我國の曆に就いても、多少愚見をもちしたことがある。然るに、近頃大に吾等の意を強うするに足る、一事實が現はれた。と言ふことは、新聞でも報道されてあつた通り、海軍教授で、且

つ水路部にも關係を有せらるゝ吾等の先輩、芦野敬三郎氏が編曆事業視察の目的を以て、歐米に行かれたことである、日本の曆が、西洋流を採用してから、一段の進歩をなしたことは言ふまでもないが、それが明治二十三年以降殆ど何等の進歩もなく、今日に及んだと言ふことは、萬事大に進歩した時期から見れば、如何にも進み方が遅い様に思はれないでもない、が、是れと言ふのも、曆の進歩が其様に必要でないのも、事實であつたかと思はれる。必要のないものに、莫大の費用を供する程、馬鹿げたことはない。勿論此間に、時に對する一般の注意は大に綿密になり、航海や測量なども行はれて居つたから、是等の方面から、曆の必要が大に認められて來たのは確かであるが、これまで測量をなすに當りても、又航海するに當りても、英國の政府が、永らく學者に研究させ、且つ毎年多くの學者の苦勞を経て、出版される航海曆を用ふることになれて居た爲め、之を比較的安價で求めさへすれば、穴勝ち、日本で此種の曆を作らないでも、當座の役に立つのである。西洋文明を輸入した第一期には、之よりは仕方がないであらう。しかも時は漸く熟したと見えて、海軍の方で、航海の必要上、自國で航海曆を出版せねばならないと云ふことを感じて來た、聞く所によれば、數年以前から、英曆の焼直し然たる航海曆を印刷して居るとの話である。是丈でも、如何に我海軍が、自國の航海曆を得るに熱中して居るかが分る。熱中

したと云ふことは、勿論必要が起つて來た爲めであらふ。此熱中の結果として、芹野教授の歐米視察となつたと見れば、我國學術の進歩の爲め、喜ばねばならない。天文學者が、商業や、海軍の爲めに力を盡すことが出来る様になり、今まで何處の山の仙人が、迷ふて此浮世に出て、來たのか位に思はれて居るのが、矢張り國家が開展の爲め、多少なりと力を盡し得るとすれば、天文學者に取りても満足に至りである。

所が、今日の所では、何年から我國で編纂した航海曆を見ることが出来るかは、勿論知り得ない。只僅かに其曙光を認め得たに過ぎない、底で今後如何にしたなら、編曆を成可く早く出來し、且つ最も完全に近いものにして得るかを、研究する必要があると思ふ。航海曆を編することは、一人や、二人の力では中々出來るものでない、西洋諸國で編したものを燒直しするのなら、造作もないが、日本の航海曆に一種の新機軸を示さうとすれば、數多の學者の考究を経て、其基礎を確定せねばならない。そして之を最も良好にするには、委員會の様なもの組織して、天文臺や、測量部や、水路部などの有力者が、互に日本の學術發展、測量や航海に必要で、且つ便利なるものを考究し、一定の方針を立て、愈々之が編輯を舉行したら、良からうと云ふ、考を以て居らるゝ方がある。是れは甚だ穩當な仕方であらふと思ふ。海軍で編輯すれば航海用に流れ、天文臺でやれば、とかく學術の方に

偏し易い。加ふるに、現今では東京帝國大學で編曆をやつて居るが、是れは便利上の話で、英國、米國、獨逸及佛國の様に、別に編曆局を置いて宜しいことであらふ。或は其方が本統であるかも知れない。大學附屬の天文臺は、大概研究を主として居ると思ふ。大學の目的は、常に現代を指導する人々を作るのが主眼ではなく、將來の社會を如何に開展せしむ可きかを、研究する學者を養成するにあると思ふ。そうすると、天文の方面なども之と同様で、天文學を一層進歩させ様との希望の下に、研究や觀測をする所を大學に置いて、現今までの知識を應用して、國家の爲めにする部分は、別に他に置くのが最も順序であらふと思ふ。併し種々の都合で、編曆を大學の天文臺でやるのも、必ずしも悪くはないであらふ。何れにしても、此際天文學者が、測量や、航海に直接關係ある人々と相談して、最も良い曆を作ることに力を盡したいものである。

航海曆の編輯てふことから、回想せらるゝのは、保井春海氏が宣明曆を廢して、自ら新製した曆を採用することに就いて、上書した當時のことである。今當時のことを一寸記して見やう。

我日本の曆は、推古天皇十二年に、漢の曆法を採用してから、天體の現象と合ふ様に、時々矢張り支那人の作つたものを用ゐて來た、所が、宣明曆が清和天皇の時採用されてから、八百二十餘年の間行はれたので、算定し

たる時に日月の食が現はれないことが、度々重つて來た。時に、春海が之を遺憾なることとし、岡野井玄貞や、池田昌意などに學び、又自ら發明した所によりて、一種の曆を作り且つ三十五歳の時、上表して改曆を乞ふたのである。しかも採用されず、再び四十五歳の時、

請革曆表

臣保井算誠惶誠恐、頓首再拜言、治曆明時、人皇以來、立日官、而平曆數、願諸四海、以授人時、其爲德也、大矣哉、欽惟方今矜育黎庶制法設度、復無不足、可謂海內治平、道義之秋也、而曆學獨不顯、晴昧無聽、妄以傳妄、謬以承謬、尙矣、實昭代之一缺事也、臣聞、曆數一差、寒暑過候、耕失時、農桑無利者矣、是以唐堯正曆象、周公測日景、前聖之所重焉、

本朝五改曆矣、臣曾受星學於岡野井玄貞、而後累年、立表測晷、正知所頒行之宣明曆、後於天二日矣、今精于天文、則陰陽頭安部泰福、喻于古矣、有松田順象者、審於曆數矣、伏案與達天文曆學者、議之正曆象、節氣朔望無差、則風雨時、天人和、澤被天下、永施後世乎、臣逢聖明之時、得列于厩馬之後、實大幸也、竊一日、犬馬之齒、填於國恩之萬一、亦不可得、獻芹之私志、拳々不已、越位上言、敢陳區々、垂仁採納焉、抗表實誠恐誠惶、頓首頓首

天和三年十一月冬至日

と云ふ上書をなしたので漸く改曆をやる、と云ふ輿論を起すことが出来たのである。所が、改曆するとしても、何を採用すべきかが、第二の問題となつた。春海は『曆書雖多而是皆異國之曆法而與本朝異處則不可無其差、况假西土之法以可施用之於我中國哉』と論じ。日本で作つた曆を應用す可しと主張した。而かも衆議決せず、遂には明の大統曆を採用して、改曆の詔となつた。此の如くにして、漸く保井氏の初志の一部が達せられたと言ふものゝ、彼の日本が自國の曆法を採用す可しと言ふ、主張を貫くことが出来なかつた、十數年絶へず盡力した彼は、之にも屈せず、三度上書して、遂に人々を動かして、自ら作つた正しき曆法を採用せしむることを得たのである。此が即ち貞享曆である。貞享曆の頒行は、日本の曆法に取りて一大革命と言はざるを得ぬ。茲に最も注意すべきは、保井春海の一度定めた目的は、何處まで離さないと言ふ、堅忍不拔の精神と、當時陰陽頭と重職にあつた安部泰福と云ふ當時三十歳前後の青年が、老いたる人々の反對にも係らず、保井氏を輔けたことである。

春海の後、我國では明治六年、太陽曆を頒行するに至るまで。改曆を行ふても、常に自國の人々が作つたものを採用して今日に至つたのである。

編輯する様になるだらふと言ふ曙光を認める様になつた。曙光が前よりあつたが、是れが一般の人々に見える様な時となつた。是れは小さい様に見えて、而かも國家に至大のものである。若し出来得可くんば、保井春海の二百年祭が來らぬ前に、確たる計畫のまゝならんことを希望するのである。是は我國曆界の偉人に對する、最も良き供物であるであらふ。

雜報

◎ロエル天文臺の新星遠鏡 火星研究の熱心家にして、自らロエル天文臺を設置せる同氏は、更にアルヴァン、クラーク會社に依頼し、一個の大なる反射望遠鏡を作りたりと云ふ。之に就き、オブザルヴェトリ誌の報ずる所によれば、其口径は四十吋にして、焦點距離は十八呎四吋なり。之を作るに用ゐたる玻璃は、厚さ七吋にして、重さは九百七ポンドなり、さればホルモン氏の反射望遠鏡よりも、餘程厚さを以て、安定の度も割合に良好なる可しと。其構造は一方には、惑星の撮影をなすが爲め、又一方には星雲及恒星の撮影用に供せらるゝ様に、企圖せられたり。前なる目的をみたす爲めには、更に百五十四呎及七十五呎の焦點距離を有する反射鏡を用ゐる。カシグリアン式となし、後なる目的の爲めには、ニュートン式として用ふることにせりと云ふ。此望遠鏡を容るる室は、地下六呎に掘りさげ、其上に半球狀の屋根を作れり、此

の如くせる理由に二個ありと云ふ、第一には、風をさくりに良好なること、第二には反射鏡及筒の膨脹、又は收縮等の爲めに起る、星影の變形を避けん爲、温度を一様ならしむるにあり。

此望遠鏡の大きさは、リック天文臺のクロスレー望遠鏡に比すれば大なるも、ウイルソン山太陽觀測所の六十吋のものに比すれば、遙かに小なり、されど、フラグスタッフの地にて晴朗なる夜々、星影の安定なる夜々、惑星の研究が一層進めらる可きを信ず。(一斤)

◎ニューコム教授と事業 既に報じたる如く、世界の偉人ニューコム教授は七十四歳を一期として、七月十一日に永眠せられたり。氏の訃音の傳はりし頃は、同氏が月の研究の概要を英國王立天文學會月報に掲載せし(天文月報第二卷第一號)より、餘り月を重ねざりし時なりしを以て、同氏が終生の事業とせる月の研究が果して完成せしか如何は、いたく吾等の心に感ぜられしことなるが、近頃聞く所によれば、彼は死の間近きまで勉勵せし結果、幸に之を完成し得たりと云ふ。教授が餘命甚だ短縮せるを聞くや、此研究の結果を安全に出版するに就き、大に心を悩まされしが、カーネギー學院々長ウッドワード氏は、此點に於て保證を與ふることを得たるを以て、教授は安心して瞑目せりと云ふ。吾人も此報に接して、喜しく思ふものあり。(一斤)

◎火星の昨今 火星は今年最も都合よき衝の一に當りしを以て、惑星研究家に取ては、

八九十月等は最も貴重なる時たり。思ふに、フランマリオン、ローエル等は言ふまでもなく、リック、エルケス等の人々には、熱心に觀測せられ居ること、信ず。之に就き會員諸君には、然らば我國唯一の天文臺が、此好機會に際し、如何なる計劃をなし、既に如何なる結果を得たりやと問ふものあらむ。余も之を尤もなる問なりと考ふ。而かも不幸にして、諸君を満足せしむる答をなすこと能はざるを遺憾とす。スキアバルリ氏が水道を發見したるは、ミラン天文臺の八時半の望遠鏡を以てなり。されば八時の望遠鏡とても、之を用ふる人の熟練と勉勵との如何によりては、何等かの結果を求め得可きは論を待たず、我東京天文臺に於ても、八時の望遠鏡 六時の望遠鏡及び五時望遠鏡等あるを以て、火星に關し、何事をもなし得ざるにあらず。而かも火星はスキアバルリの新發見後、大にしては四十時のエルケス望遠鏡、三十六時のリック望遠鏡、二十四時のローエル望遠鏡其他數多の望遠鏡等によりて大に研究せられたるなり。今日火星の研究と云へば、既に數十年以前決せられたることを復習的に見ることにあらずして、大なる望遠鏡を以て、研究せる微細なる事實の研究にありて、存するなり。故に我國の天文臺の現今の設備が、火星の研究てふ至てデリケートなる方面の研究の計劃を許すや、如何は、諸君の一考によりて明かなる可し。吾等は火星がほこり顔に、美光を示すを見る時、全く研究てふ心をやめて、諸大家の研

究が此好機會に於て八時の望遠鏡にても認め得らるゝかを、注意するの外なきなり。一私人の天文臺にてさへ、二十四時の望遠鏡を有し、更に四十時の反射望遠鏡を新製せりと聞く。軍人にきけば一等國なりと云ふ日本國の學術界は、八時の望遠鏡を以て満足せざる可からざるや、あはれと言ふも程こそあれ。我等は此小望遠鏡を以て晴れたる夜火星を見たり。見物せり。其結果は甚だ良好なりし夜は、四百倍程に擴大することを得たり。而かも其際見得たる所は、極の近くに白雪の冠あると、白き一面の内に多小暗褐色の所の見ゆるに止れり。とても水道も、運河も、認むるに由なし。之を以て、諸君及び吾等の待ちかねたる火星の地球に最も近ける時の觀測結果、否な見物結果と申さば、定めて失望せらるゝならんも、今日の所之文しか記載し得ざるなり。諸君幸に諒せよ。他日外國の天文臺の結果が、天文學の研究報告に表はれ來る時、之を報ずることとせん。(一戸)

◎生物の住居としての金星 火星に生物が存在するとの單純なる説にあらで、靈智ある生物の存在てふことが云々せらるゝ際、多くの人々によりて、以前にも唱へられたる如く、近頃ヘンケルなる人、上題の如きものを、ノレデ六月號に掲げたり。事新しさものならねど、其要點を摘めば、次の如し。此惑星はヤング氏の言へるが如く、凡ての點に於て、地球と双生女子の如く、相似たり。其距離が地球よりも小なるを以て、太陽より受くる熱量が大なるも、大氣が地球のものよりも一層濃厚なるを以て、其表面に於ける温度は、左程に高からざる可し。自轉の週期に關しては、諸説一定せざるも、二十三時半と云ふが正しからん。即ち地球の一日よりも幾分か小なり。一ケ年は二百二十五日なり。而かも其大さの如きは殆ど地球と等しく、七千七百哩なり、又其質量は地球の場合の約四分の三なるを以て、其表面に於ける重力の如きも、地球と甚しき差を示さず。其表面も觀測せる所によれば、此は觀測の困難なるが爲め、充分思はしき結果なきも。月の如く盈虚を示す點より、自身は他の惑星の如く、光を放たざるを知り得可く、又三日月の如く鎌形を呈する頃、極の末端に輝けるものを見ることあり。又時には其近傍が多少ふくれたる様に見ゆることある等の現象より、極の所に白雪の存在を證し得可きか、又山の存在をも知り得可きか。又時々其表面上に暗黒なる班紋を見ることある等より、海陸等の分布を想像し得可し。大氣の存在は、勿論、水蒸氣の存在も分光器にて證せられたり。又時には太陽の光を受けざる極の近傍が、多少輝きて見ゆるより考ふれば、極光のあるにあらずや。此の如き惑星に生物の存在し居るならんと想像するは、火星の場合よりも、一層有力ならん。只金星には衛星なし。地球の生物に夜光の球なる月に類するものなきに似たるも。此は地球自身が其役目を演じ居るならんと。(一戸)

十月の惑星だより

水星 月の初めは日没後僅に見るを得れど中旬以後は曉天の觀望に適す十三日太陽と退合をなし二十二日近日點を經過し二十八日最大離隔をなし西方一八度三一分にあり位置は乙女座にありて逆行し二十一日留となり後順行に復す

金星 依然舊の明星として四天に輝く十五日近日點を經過す天秤座より中旬蠍座を経て蛇遺座に入る十三日午後八時蠍座δ星(二等五)と合となり同星の北〇度〇七分に接近す

火星 尙略太陽の反對の位置にあれば觀望頗る便なり雙魚座にあれども月初は鯨座に接近し中旬以後は最も寶瓶座に近づく二十七日留となり順行に復す

木星 太陽との角距離小なれば觀望時間短しと雖月末には曉天に於て約二時間見ることを得ん位置は乙女座にあり

土星 雙魚座中を逆行す太陽と反對の位置にあり十四日太陽と衝となる觀望に宜し土星の環の傾斜は稍減小して十一度餘となれり

天王星 日没頃既に中天にあり射手座中を進行す月との合は二十一日午後七時半にして月の北二度四九分にあり

海王星 天王星と反對の位置雙子座中にあり二十三日留となり後逆行す月との合は七日午前三時半にして月の南四度にあり。(田代)

東京で見ゆる星の掩蔽
十月十六日より十一月十五日迄
帆足・小倉・田代計算

番 號	月 日	等 級	潜 入		出 現			
			中 標 天	央 時 分	頂 の 角	中 標 天	央 時 分	頂 の 角
1	X 25	6.3	時 11	分 29	336	時 12	分 19	233
2	26	4.7	5	56	98	7	5	279
3	27	4.6	7	55	122	8	50	201

星 名

1. B. D. -11^o 6032
2. 30 Piscium
3. 33 Piscium

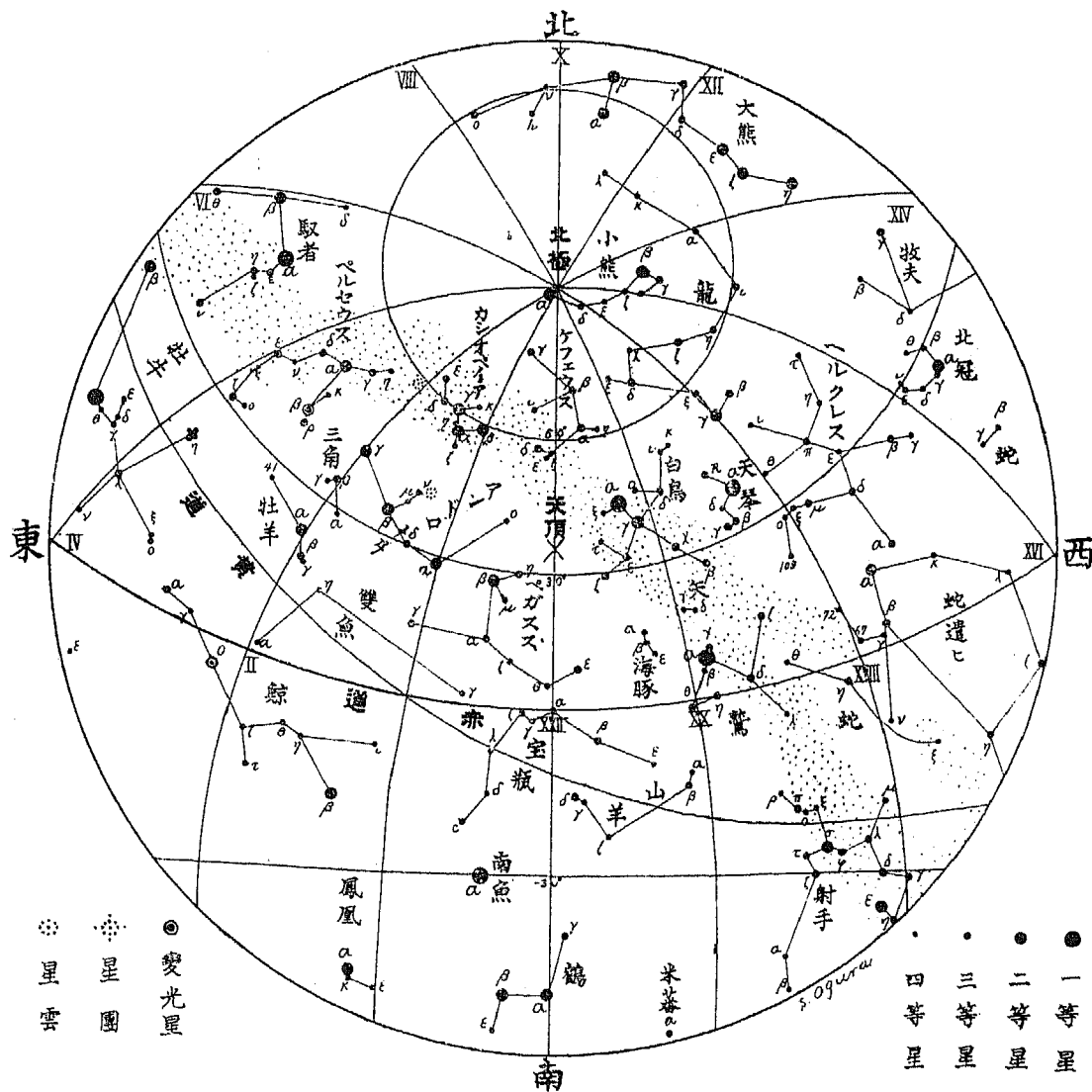
備考 頂點よりの角は時計の針の動く方向に反對に數ふ。

天の月十

時七後午日一十三

時八後午日五十

時九後午日一



明治四十二年九月廿八日印 刷
明治四十二年十月一日發行
明治四十二年三月三十日第三種郵便物認可(毎月一冊一日發行)

(定價壹部 金拾五錢)

東京市麻布區飯倉町三丁目拾七番地東京天文臺構内
編輯兼發行人 入本 三丁目拾七番地東京天文臺構内
東京市麻布區飯倉町三丁目拾七番地東京天文臺構内
發行所 日本天文學會
(振替貯金口座一三五九五)

東京市神田區美土代町二丁目一番地
印刷所 島田 連太郎
東京市神田區美土代町二丁目一番地
印刷所 三秀會

東京市神田區表神保町
上田屋書店
東京市神田區表神保町
東京市神田區表神保町
東京市神田區表神保町