

# 天文月報

號九第卷貳第

月二十年二十四治明

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)  
明治四十二年十一月二十九日印刷 明治四十二年十二月一日發行

## 天文と氣象と

理學博士 木村 榮

世の中には、天文學と氣象學とを一所に混同して考へて居て、天文を學んだ人に明日の天氣を尋ぬる人が随分多い。先づ第一、天文臺と氣象臺とを東京の同一役所と思ひ込み、天氣豫報の爲め氣象臺のありかが能く世間に知れて居るから、天文臺も同じ所にあると思つて居られる人が澤山あります。尤も夫れには無理もない。明治八年八月から、只今の麴町區竹橋内の中央氣象臺のある所に、内務省所屬の地理局測量課があつて、そこで測地、天文、編曆、氣象の四つとも司つたものだが、明治二十一年六月になつて、麻布飯倉町に以前からあつた海軍觀象臺を東京帝國大學理科大學附屬天文臺と直した時から、天文と編曆との事業は全く獨立して、其天文臺の仕事となり、同時に測地事業は參謀本部へ移され、竹橋内では只氣象事業ばかり司どる事になつて、其時に地理局氣象課と名前が更つた。後又二十三年八月に中央氣象臺とかわつた。併し現今の様に文部省の所管になつたのは、二十八年四月の事だ。此様な譯で、只今も天文臺は麻布飯倉、中央氣象臺は麴町竹橋内にあるのである。

さて、それから天文學と氣象學との區別はどうかと申しますと、是れは大變違つて居る。ごく通俗に申せば、天文學は雲の上、氣象學は雲の下に起る現象を研究する學問と申しても、左したる間違ひはありませんが、詳しく學術的に

申しますれば、天文學は宇宙に存在する日、月、星辰、地球等の、所謂天體の運行及性質を研究する學問で、其中で人間生活上直接に必要なものは、正確の時刻を知り得ることと、編曆の事及通商上缺くべからざる航海術杯の方です。猶他に地圖、海圖の製作の基礎たる、地球の形狀及大さを測定する測地學も、非常に天文學の助けが必要なのです、それに反し、氣象學は只我地球を圍む大氣の状態を論して、其中に起る現象を攻究する學問で、人間は其大氣の中に何時も生活して、天氣の變化に不斷支配されて居るから、氣象學の方は天文學より一般の人には必要の感じが多く、隨て趣味も多い。氣象學の中でも、特に人生に適切な事項は各地に現はれる氣象と、其地理的關係及農事、産業、衛生に對する影響を研究するところの氣候學と、將來起るべき天氣を豫知する豫報學とであります。

是れから天文と氣象との相互的關係を目的的に述べましょう。凡て天體の中で、氣象に直接大關係を持つて居る者は、太陽である事は誰れでも知つて居る。則ち氣象現象の動源は大抵太陽の輻射なのである。又地球の公轉及自轉も、氣象變化の主なる原因をなして居る。則ち、氣象要素中、日毎及年毎の變化は、全く此地球と太陽との相互の位置變遷の爲である。又太陽自轉日數と雷雨の週期と一致して居ると云ふ事を統計した人もあり、又太陽の黒點の多寡は雨量と密接の關係を持つて居て、黒點の最少及最多の期に雨量多く、特に最少の時に多く降ると云ふ事である。又印度洋南部の颶風頻繁な時は、

CONTENTS;—Prof. Dr. H. Kimura: On the some Relations between Astronomical and Meteorological Phenomena—K. Ogawa: On the Aurora.—J. Takahashi: On the Calendar—Heights of meteoric Fire-Balls—Figure of Earth and Isostasy—Fire-Ball observed—Astronomical Club Notes—Occultation; Ephemeris—Planet-Notes for December—Visible Sky.

太陽黒點の最多の期であるとの事實も知れて居る。斯く太陽は氣象上に非常に働けけれども、太陽以外の天體ではそんな物が無い。月即ち太陰は、我々に近いから氣象の上にも働さそうに思はれるが、今迄の研究では十分正確な關係が見出されない。先づ怪やしなから、是迄研究された事を申しますと、月光は雲を排除する力を持つて居ると申す學者が許多あります。併し又一方では、獨國ホツタム杯では、其反對に満月の夜が一番多く曇るとして、此説を否認して居ります。又歐羅巴では、月の齡と暴風雨の週期と關係あることを、統計的に證明したる人も澤山ありますが、其結論は皆相互に違つて居る。或人は暴風の多い時期は新月の直ぐ後なりと云ひ、或人は自分の處では上弦下弦の時に多くて、新月の直ぐ前に最も少ないと云ひ居る如く、色々の説があつて一定しません。兎に角、太陰の氣象に及ぼす影響は、よし有つたにしても、普通には感ぜぬ位、纔かなものだと言ふ事だけは確であります。

次に天文上に、氣象の影響するのは如何なる點に於てするかと申しますと、氣象上に太陽の影響する様に、著しく且明かなことはありません。けれども、一帯天文を觀測する場所は地表面で、外は大氣で圍まれて居るのに、天體は皆大氣以外に遠く離れて居るから、我々から天體を見るには、是非とも大氣を透してなくてはならぬ。ところで、天體より來る光線が空氣中を通ると、物理學の法

則に従ひ、屈折する、其屈折も、垂直に對する傾斜に因て違ひ、又空氣の溫度壓力、水蒸氣飽力の多少に因てもわかる。又其光線の強さも、空氣の吸收作用を受けて減ずる、殊に薄き雲杯ある時は、又格別である。又氣温の日毎及年毎の變化は、大に天文器械に影響して其常數を變ぜしめ、又大氣の上昇又は下降の流ある際は、天體の望遠的影像を震へて見せしむる等、天文觀測も非常に氣象の影響を受けて居る。併し一般に氣象の變化の劇しき所は、地表面に近い所であるから、成るべく高い山の上で觀測しますと、氣象劇變の影響を減じ、正確なる觀測をする事が出来るに因て、近頃は各國競争で、高山天文觀測所を設けて居る。當水澤でやつて居る仕事の緯度變化杯は、大に氣象の影響を蒙て居る。四季に因て極及赤道に於ける堆雪融水の移動、南北兩半球及海陸兩所に於ける氣壓の變化杯は、地軸變化の年周期に影響する様である。又四季に因て、大氣の等壓線の地平面に對する傾斜の變化ありとすれば、光線屈折の差より緯度變化の年周期を引き起すが如く、見ゆるのである。彼様な譯だから、氣象學の研究發達は、大に天文學の研究を助くる者である。

最後に、私の水澤に於て研究せる雲と星像の善惡との關係を述べましよう。此星像と申しますのは、恒星の望遠鏡の焦點に出來た影像の意味で、肉眼で見たのと少しく工合が違ひます。そこで、影像は或時には其光り甚だ強くないが、非常に丸く、周邊鮮明で、小さ

な星は全く針の先きの様に見え、或時は光り強く光彩を放ち、周圍にデフラクシヨン環を描き、又時としては大なる星でも、光り非常に弱く、併し大さは前きの二つの場合より遙か大きく、周圍甚だ不鮮明、且つ不規則で、小さな星杯は大さは割合に廣さも、光り弱き爲め、殆んど見る事出來ず丁度薄い墨で、日本紙に點を打ちたる様に、チラケて見ゆる。斯様に星が善く見えたり悪しく見えたりするのは、空氣の波動の大小と、望遠鏡の對物玉の大きさによると論じた人もあるが、私は是れ殆んど皆雲の爲めであると斷言するのである。尤も星の震ひて見へるのは、空氣の上昇や、下降の流の爲めであるに相違ないが、非常に鋭尖に見へたり、又チラカリて見へるのは、雲の爲めと考へます。何と申しますと、星の靜動は星像の善惡と一致しません。星の悪く見へる時でも、非常に靜かな時あり、善く見へる時でも、震へること往々あります。又雲の種類に因て其斷片の所々に散在せる時杯は、其隙間から見ますと善くて、一寸でも其薄き斷片にかかると忽ち悪くなる。又同時に天の或る一方では、星像皆善くて、他の部分では皆悪しき場合も屢々あります。斯様な事實から見ましても、星像の善惡は空氣の波動でなくて、雲の働きてあると云ふ方適當と思はれます。尤も雲と申しても、非常に種類の多い者で、眞黒な厚き雨雲から、極薄き白い吉野紙の様なものもあり、又肉眼では一寸見へないでも、實際あり得る者も随分ありま

すが、一面に覆ふた低い雲の場合は、観測が出来ないから、此研究には只薄雲か又は切れ切れの雲丈しか役立つたないのである。是れからは雲の種類と、星像との關係を簡単に申します。

上層雲たる巻雲及巻層雲を透して見る星像は、一般に良く又静である。

中層雲中、巻積雲及び積巻雲は、殆んど天空一面を覆い、肉眼では星一つも見へぬ時でも、望遠鏡では立派に見へて、殊に鋭尖で、静かて全く針の先きの様で、丁度大きな星の大きさを減らせる爲め、人工的に望遠鏡の對物玉の前へグレンツを置いたのと全く同じく見へるのである。のみならず、斯様な時に観測したものよりは、緯度の價は誠に平均に近い善い物が出る。

次に中層雲中の下にある層巻雲の出ると、薄くとも殆んど透して見へぬのである。

最後に下層雲の中で、層積雲は観測中非常に屢々現はれる。殊に發達したる低氣壓通過の後、天候恢復の場合に多い。此雲は斷片で厚い塊が多いが、又極薄き切れとなつて、所々に散在して居る事も屢々である、此薄き切れ雲か、又塊りの縁でも透して見ますと、星像尤も悪敷、恐ろしくチラカリて光り、非常に弱く、又一般に靜穩でない。従つて、緯度の價は平均より非常に離れて出る。誠に観測者を取つて厄介な雲である。併し層積雲の中でも、斑形の種類なれば、一般に可なり宜しい。尤も此雲は常に普通の層積雲の様に、

永い間同形を繼續せぬので直ぐ判る。

低氣壓通過後でも、雨雲の薄いつれの出る時は、透しては見へぬが、他の處では、星像可なり宜しい。又低氣壓の中心で晴れる場合も、同様可なり宜しい。

高氣壓で全く雲なく、地表面に近く霧の發生せんとする傾きある様な濕つぽい時は、星像尤も宜しいが乾燥して居る時は、餘り宜しくないのである。

概して申せば高氣壓で雲のない時は勿論だが、上層雲や、中層雲の出る時、則ち低氣壓の來る前には、星像一般に甚だよく見へるが低氣壓の過ぎた後、直ぐに星の見へる時には、切れ切れの層積雲が頻繁に出て、星像が甚だ悪い。尤も低氣壓も、當水澤邊では日本海方面を通ると、南東方東京邊より金華山沖を通ると、又稀に南方仙臺地方を通り抜けるとの三通りありますが、其中でも日本海通過の場合が、一番悪く、他の二つの場合は、一般に悪くなくと極つて居る。

凡て是等の事實によつて、星像観測から、氣象上に關する次の結果が得られました。

第一、星像宜しき時は、天候悪しくなる憂があり。

第二、星像悪しき時は、天候追々恢復するの見込あり。

第三、低氣壓の右後には、層積雲多く、左後には其雲少なく顯はれる。

第四、低氣壓の中心で、晴れた時は、其局部に雲が少ない。

第五、地面に近い所が濕つぽい時は、上の方に雲なく、乾いた時は上の方に雲がある。

第六、降雨の俄かに降れた場合には、縦ひ肉眼的雲のない様でも、實際は極く薄い下層雲があるのである。

第七、雲は高くなるに従ひ、層が薄く且巻積雲や、積巻雲は殊にそれを構成する分子間の隙き間、下層雲に較ぶれば、遙かに大きいそこで層積雲の星像を悪しくするのは、デフラクション現象や、不規則な屈折の爲めらしい。

第八、凡て波狀雲の出る場合には、星光の屈折、全く普通とかわらないから、其時分の氣層も、別に特別の情態でないのである。

此最後の研究は、既に判つて居た事柄が多けれども、是れに因つて天文の方から、天氣の變り工合が多少豫報出來、又雲の種類も區別が出來ると云ふ事が判りました。一方には、又天文學者中에서도、變光星杯の研究者には、雲の種類に因つて星像の大小強弱ある事を知て置く事、非常に肝要な事と思ひましたから、天文と氣象との題の下に此事も書き添へたのである。

## 極光の話(二)

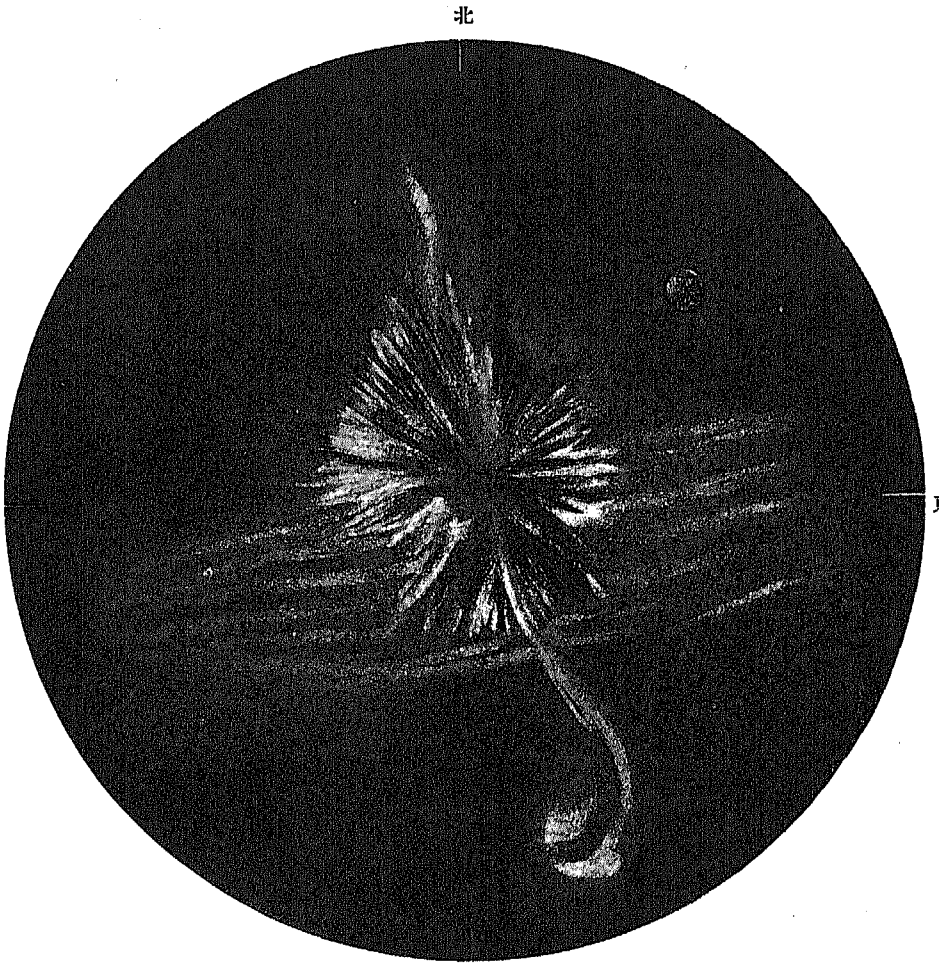
小川 清彦

北光の高さ。北光の形が擴がつたもので、且つ變化するため、位置を確定する事が六ヶ

敷い。従て北光の高さに就いて確定した智識がない。尤も高緯度の地に早く、低緯度の地に高いのは極まつて居る。報告に高さ何度とあるが、それが目測であるのならまづ當てにならぬと言つてもいい。むしろ斯様な場合にはチャンと恒星と云ふ立派な目標があるのだから、何星から何星に亘ると云ふ風に言へる様にして貰いたいのである。幾千萬尺には實以て閉口せざるを得ぬ。さてグリーンランドでバオルゼンの測定は〇六一吉米乃至六八吉米であつた。その南部には子午線幅四度に亘つて、大氣の上端から地面に至るまで北光の現はれる所がある。北極探検者の談によると、虹橋が一足飛びで届き相な近い所に現はれた事もある相で、幕状北光が船と山の間に見へたと云ふ事もあり。中には船が北光に包まれたとか云ふ話もある(エルムス聖火を間違へたのだとも云へなからふ。)獨逸ではシルベルシユラグの測定八

四吉米、マイランのは七四〇吉米、イエッセは伯林附近で一三二吉米と出した。那威ではヌールデンシユルドの結果平均一九〇吉米、プ

ラギーはボセコップでの平均高を一〇八吉米とした。又カナダのトロント(北緯約四〇度)附近でハギー、ラムスデンの同時観測による



果其他を概括すると、まづ北光の高さは二〇吉米乃至九〇〇吉米と見られる。今回の北光の事はよく分らぬが札幌で四十度に認められた帯を酒田で十度に認めたと假定して見ると、高さは一〇〇吉米となり、其位置は札幌の北三十里の邊に當る勘定になる。

可視領域及び等頻線

イソチヤスメ(等災線)とは極光を見る平均度数が等しい點を繋ぎつけた曲線で、磁極を取巻いて居るものである。是を等頻線と名けやう。南光には出來て居ないが、北光には、ルーミスやフリッツの熱心に研究したお蔭で能く知れている。圖中磁極を周くつて幾重にもある卵形の太い線がそれである。曲線に沿ふてある數字は其線上で一年間に北光を見得べき平均回数である。〇・一とある線上では十年に平均一回しか見られぬ割合である。磁極が偏よつて居るために同緯度の地方でも、歐洲では屢々見られるのに、我國では九で見られない事になつて居る。併し、かく等頻線が科學嫌ひな東洋を御免蒙つて居るのは偶然とはいへ一寸面白い事である。兎に角そのため樺太では五年に一回位のものである相だ。尤も外側の

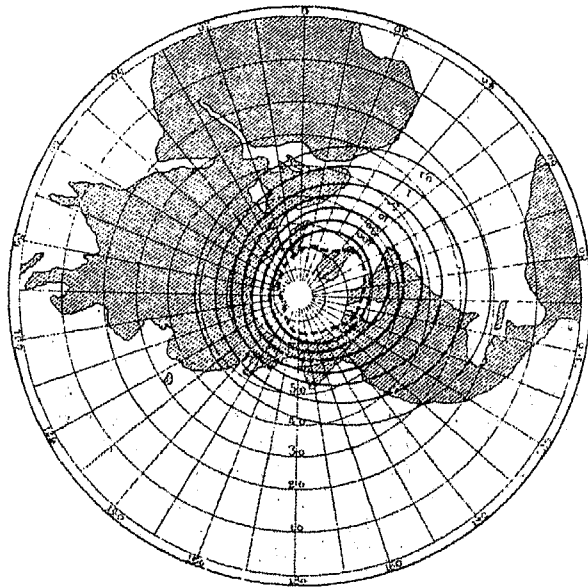
と美しい虹橋の幅二四吉米、高さ二六六吉米であつた。ガルレが花笠の観測から得た結果は一〇乃至一三〇吉米であつた。以上の結

線以外では決して見られぬかと云ふに、左様ではない事は断るまでもない。一八七二年のは印度のボンベイ、埃及のカイロ、米國のフロリダを經過する線を界として其北側では見る事が出来たのだ。此印度では屢々見るので、現にセイロンでは北光の事を佛光と稱へている相である。此七十二年の我國で見へた等であるのに、誰も見た人は無かつた様だ。それから我國の古記録には夫れと覺しきものあるや否やと云ふ問題は、中村清二博士の調査によると、否定的の者である。私の手元には今ないから何とも言はれぬが、光物飛行とか云ふ條目の下に押込まれて變装した北光の記事が少なくとも二三は隠れて居り相なものとは誰でも考へる事であらう。さて尤も内部にあたる等頻線は地球上北光が最も頻繁に出現する地であつて、其中心はまづ磁極と一致している。大體極圈に沿つて居るので、其内方にある點の曲線は中性線と名けられる。最大頻度線以南の地方では北光は常に之を北方に認める、然るに中性線内の地方では北光は常に南方に出現するのである。そして其境界たる中性線上では、極光は東西南北何れの方面にも出現する。同時に南と北に出現する事もある。最大頻度線より内方にも、頻度は減少して行くのである。

**等頻線の變位** 等頻線の週期的變位を論じたものがある。けれども信を措くには餘りに材料が乏しいと言はねばならぬ。でこんな事を研究した人もあると云ふ事だけを断はつて

おく。  
**極光の色** ある色の出現する度数は約其色の屈折係數に反比例する相である。それで赤と黄が普通となつて、靑色は只北光蒸氣に認める許りだ。綠色が單獨に出現する事は先づない。

第四圖



**北光の外観と場所の關係** スエーデンのメーデルデンシエルドが、千八百七十八年、歐亞大陸北洋航路發見の有名な探檢旅行の際、此事を注意した。彼が北東シベリヤに冬籠中、幕狀北光は殆んど認めなかつた、そこで極光と場所の關係ある事に想到したので、彼は自分の實見に、他の觀測者のをも引き入れて其外

觀に従ひ、北光領域を五帯に分けた。これは北米の真中の子午線に方り西經百度ばかり、北緯八十二三度の邊りにある、スエーデンシエルド點と呼ばれる一點を中心として、ほぼ同じ間隔(平均七度)を持つた五箇の同心圓からなつてゐる。此中心點は磁極と一致しない。内圓の地方では美しい北光は先づ目撃しないと云つてよい。大抵は斷雲狀のもので南方に現はれる。第二域では北光は虹形をなすものが多い。放光はある事もない事もある。これは模範的のタイプである。第三域では虹は高く殆んど天頂を摩す許りに現はれる。第四域は放光を發射する北光の活動舞臺である。第五域に至つて吾々は幕狀北光を最も頻繁に認める、これはスコットランド、スエーデンから歐亞の北岸地方を包み米にあつてはアラスカの南部から、カナダの南部を貫通している地帯である。ポールゼンが冬期グリーンランドのゴットハーブで見たものは、三百八十二日間に虹狀二百六十一、幕狀三十七、弧立放光百六十、花笠三十六、類似のもの二百八十四見たとある。ゴットハーブは第三第四域の境界あたりにある。

**氣象學上の曲線との關係** 最大頻度線は、地球上年平均溫度零度と十度の同溫線の間に包まれてゐる。レムストレームによると、又暴風の達し得べき最北界線が殆んど此最大頻度線と一致してゐる。

**極光出現頻度の變化** 極光の出現は數多の週期的變化に左右せられて居る事が發見され

た。此方面の研究に於て吾人の智識は、フリッ教授に負ふ所が少くない。彼が昔の紀錄から蒐集して作つた觀測目錄によると、此事實ある事がよくわかる。此極光出現回数を左右する週期については、マイラン、ベルグマン、ヘスリン、パツフ等の研究がある。パツフは百年毎に繰り返す變化がある事を認め、今日知れて居る所では、北光の出現には日變化月變化年變化及び長年變化がある。そして此變化の各週期は地磁氣の變化等に見ると同一である事は、是等の現象を支配する主力が同一物であり、従つて是等の間には密接なる關係がある事を確信せしめる。

日變化 日變化を表はす曲線を作つて見ると 一日の極大は夜半前一二時頃にある事がわかる、是れは極圏以南の地の事である。そこでは晝間は出現しても認められぬから只夜の間だけの事がわかるのみである。日變化を明かに認めるには極圏内の地で半年間の長夜がある地の觀測に俟たねばならぬ。且つそこでも雲の日變化 薄明などの影響を考へて更正を加へる必要がある。スピツベルゲン(七十七度乃至八十度北緯)では、極大が午後二時四十分極少が午前七時四十分頃となつてゐる。フリッの研究によると極大が中歐地方(北緯五十度邊)では午後九時頃である。六十度の邊では九時半乃至十時頃で、七十度邊りでは十時半頃にある相である。

スエデンの極地停留場の觀測によると、長夜には午後四時頃光輝最も著しい。朝九時頃

では普通の虹の弧の代りに、マバラな光斑を認めるのみだ。

月變化 シュニット及びブリズナルの研究によつて、地磁氣の有する二十五六日の週期變化が、極光にも矢張ある事を發見した。これが太陽の自轉時間と同一であるのは、見通がす可らざる事實だ。米人ヴィーデルは二十六日六時四十分なる週期を見出した。エクホルム及びアレニウスがスエデン、ノルエー及び南光についての研究によるとそれには二十五日九二九を週期とする著しい變化がある。尤も斯の如き變化は何處にでもあると云ふのではない。アイスランドやグリーンランドには著しくない。北米には全く之を認めない相だ。

此と同じ週期を有する他の現象がある。驟雨、空中電氣などがそれだ、然るに黒點には毫も其様なものの痕迹をも認めない。それで此月變化は太陽面上の定點の作用に依ると考へて居るものもある。

年變化 ヌーデンシエルの内部の二域は他と關係を異にしてゐる。觀測は大部分此後者から探つたのである事を注意しなければならぬ。紐育で長年に亘る觀測によると、極光の各月出現の数は

|     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 一月  | 二月  | 三月  | 四月  | 五月  | 六月  |
| 76  | 86  | 106 | 125 | 83  | 79  |
| 七月  | 八月  | 九月  | 十月  | 十一月 | 十二月 |
| 100 | 122 | 131 | 110 | 74  | 60  |

夜間に長短ある事は此數に影響を及ぼすであらう。夫れにも關らず次の事は明かに認め

られる即ち年變北にあつては春及び秋に極大夏と冬に於て極少なる事である。只夏の極少だけは尙疑を存する餘地がある。トロムホルトがノルウェーでの觀測及び其他の記録によると、北光出現回数並びに百分率は

|      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|
| 一月   | 二月   | 三月   | 四月   | 五月   | 六月   |
| 7.55 | 7.61 | 8.20 | 4.21 | 2.7  | 0    |
| 七月   | 八月   | 九月   | 十月   | 十一月  | 十二月  |
| 12.8 | 12.9 | 13.9 | 7.1  | 0.5  | 0    |
| 七月   | 八月   | 九月   | 十月   | 十一月  | 十二月  |
| 7    | 1.92 | 6.57 | 7.86 | 7.40 | 7.25 |
| 0.1  | 3.3  | 11.2 | 13.3 | 12.6 | 1.3  |

夏至頃は連日の日射又は薄明のために觀測がなす。

他の場所にも同様の關係がある。是れによつて此同じ様な變化は場所に無關係なる事がわかる。南緯四十度あたりで南光を觀測した結果も、北半球と同じ月に極大極少を示す事を告げる。この極光の最も頻繁なのは、春と秋(三、四月及び九、十月)であり、その最も少なのは冬と夏(十二、一月及六、七月)である事は確定した事實と言つていい。そして地磁氣の變化が又此通りである。此事實は極光の年變化が太陽の高度に直接關係のない事を告げる。無論距離などには無關係だ。これに解釋を試みた人は三四人ある。エリスは地面の太陽に照らされる面積の變化に伴ふと説いてゐる。つまり、彼は極光の原因を太陽光線に求めてゐるのだ、此面積は春分秋分の時に最大で、夏至、冬至の時に最少であるから、よく極光出現の頻度の變化に響應してゐる。

兩ロッキヤアは極光の原因を太陽の極地方の攪亂に歸している。それで極光は太陽の極地方を地球から見た投射面の積の大小によると考へている。然るに太陽の南極は三月六日頃北極は九月五日頃地球に最大面積を見せる。六月五日十二月六日頃は中間の位置を占め、南北平等に地球に對している。つまり三月九月の下旬に地球の太陽赤緯は最大で、六月十二月の下旬に最少であるから是れ亦よく事實を説明し得べしと云ふのである。然るに近時の説によるとロッキヤアの結果は正しいが、極光の原因は太陽の極地ではなく、むしろ太陽黒點の領域にあると考へねばならぬ。

兩論者の考へた現象が同日月になつてゐるのは、天帝が吾々を惑はさうとして悪戯をしてゐるのだと思はれぬ事もない。但しエリスの面積説はロッキヤアの極地説が諸づかれぬと同様、年變化の説明としては矢張諸づかれぬ所があると思はれる。けれども有力な學説が確立されぬ迄は、色々の假説が對立して現はれるのは止むを得ぬ事で、研究の興味も亦かう云ふ所から起つて來るのである。けれども茲の年變化の二つの極大中、秋のが春のよりも大なるものであるならば（一般に左様信ぜられてゐる通り）エリスのよりもロッキヤアの結果の方が眞に近いと言はねばならぬ。（但し考へ方はちがふ）。太陽赤道南北十度の域では北側の方が南のよりも斑點、白紋の頻度大なるからである。そして赤道附近で云へば此頻度は赤道上で最少なのである。

## 世界各國に行はるゝ 曆法に就きて

高橋 潤三

第一卷第二號に於て田代君が「時」を人の生活上重要なものとして、述べられた。時の考へを擴けた曆の必要なことは云ふまでもない。されば古來各國種々な曆法を創作して夫れを使用し來つたのである。之等曆法を大別すると太陰曆太陽曆の二つに分けられる。太陰曆には月の運動のみを考へて作つた純粹のもの。季節に合せる爲めに即ち太陽の運動をも考へ合して作つたものとの二つがある。而して此純粹の太陰曆の中にも種々な曆法があつて其數は中々少なくない。太陽曆は太陽の運動のみを考へて作つたものである。太古は皆純粹の太陰曆を用ひたらしい。羅馬の昔時に於ては始め一年の長さを三百四日としたものを用ひ、後に三百五十五日に擴げ更に又開月を挿入して三百六十六日としたことなどがある。

大等の曆法を一々説明することは中々容易の業でないから、爰には現今使用せられて居る二三の曆法に就いて大略を説明し、而して來年に於ける其等の各曆の比較對照表を掲げて見よう。

現今世界に於て使用せられて居る重なる曆は、第一にグレゴリオ曆、第二ユリウス曆、第

三回々曆（マホメット曆）第四清國曆である。グレゴリオ曆は重なる國々が一般に用ひて居るもので、ユリウス曆は露國が用ひ、回々曆は「トルコ」「ベルシャ」「アラビヤ」等の諸國に使用せられ、清國曆は清國で使用する。我日本國が本年まで曆面上に附記してあつた舊曆も、亦此曆法である。先づ此第二のユリウス曆から説明しよう。此曆は太陽曆であつて、ユリウス、セーザーの創製したものである。耶蘇紀元前四十五年一月一日即ち我が國崇神天皇五十二年十二月二日（日曜日）壬午の日を以て始まり、俗に西洋の舊曆と云ふて居る。此曆法は一回歸年（第一卷第二、第四號に田代君が記載された「時の話」の中にあるから省く）を三百六十五日四分の一と考へ、曆年の長さを平年三百六十五日とし、四年毎に閏年を配置し、三百六十六日と定めたのである。即ち三年の後に一閏年を置けば、四年毎に曆年と回歸年とが合ふやうにしたのである。諸ユリウス曆を永年用ひて居る間に、天文

學の進歩と共に、一回歸年が三百六十五日二四二二であることを知つて、こゝに羅馬教王グレゴリオ第十三世が耶蘇紀元千五百八十二年我國天正七年、前のユリウス曆に差が十日あるとを覺り改曆を行なつた。而して其年の十月五日を十五日とした。之が即ちグレゴリオ曆と云ふので前のユリウス曆に對して所謂新曆と云はれてゐる。此曆法は一曆年の長さを平年三百六十五日とし四年毎に閏年を配置し三百六十六日とするまでは前のユリウス

曆法と同じである。異なる點は百年毎に閏を置かず。四百年毎に又一つの閏を置くのである。だから前のユリウス曆は四百年に百の閏年があるのであるが、之には四百年間に丁度九十七の閏年が配置してあることになつた。居る。即ち前者と後者との間には四百年毎に三日の差を生ずるのである。猶此グレゴリオ曆を委しく説明すれば、曆年の長さが百年三百六十五日であるから、其回歸年との不足差が〇・二四二二二日ある。之が四年積ると〇・九六八八八日となつて、殆ど一日に近い。だから、四年毎に、一日を加へて、閏年三百六十六日とする。さすれば、此に又過剩差〇・〇三一二二日を生ずる。此過剩差が二十五回増加して、百年目になると〇・七七八日となり、又一日に近い、そこで百年毎を平年とする。そうすると、又此に不足差が〇・二二二二日だけ出来る。之が四つ集まると〇・八八八日となつて即ち又一日に近い値となるから、四百年毎を閏年とするのである。而しても又〇・一一二日の不足差が出来る。併し此差は四千年目に漸く一日餘りの不足差を生ずるに過ぎぬのである。此曆法が定められてから、歐洲諸國では大概之を使用することになつた。其使用し初めた年號を掲げると、次の通りである、

耶蘇紀元一五八二年に、イタリー、スペイン、ポルトガル、佛蘭西、デンマーク、オランダの中部諸洲、

同一五八三年に、スキッツルランドの舊教を奉ずる諸州、

同一五八四年に、獨逸の舊教を奉ずる諸州、  
同一五八六年に、ポーランド、  
同一五八七年に、ハンガリー、  
同一七〇〇年に、獨逸の新教を奉ずる諸州及オランダの北部、  
同一七〇一年に、スキッツルランドの新教を奉ずる諸州、  
同一七五二年に、英國、  
同一七五三年に、スキューデン、  
などである。此外漸次に諸國で使用し始め、我國が明治六年以降用ふる太陽曆も此曆法である。

次ぎは回々曆であるが、此曆はマホメットがメッカから逃亡した日、即ち耶蘇紀元六百二十二年六月十六日我國推古天皇三十年六月三日(金曜日)癸丑の日を紀元として起算した純粹の太陰曆である、即ち季節に合ふように太陽を注意する等のことなしに、近い新月から起算する十二の太陰月で、曆年が組立られて居る。此の曆は又三十年で元に戻る様になつて居る。其十九箇年を平年三百五十四日とし、残りの十一年を最終の月に一日加へて閏年三百五十五日としてある。だから、曆年の平均の長さは三百五十四日三十分の十一、或は三百五十四日八時四十八分である。それで平均太陰曆月は此長さを十二分すると、二十九日三百六十分の百九十一或は二十九日十二時四十四分となる、此平均曆月の値は天文學の平均太陰月と殆ど三秒しか差はないのである。此差は二千三百年で、漸く一日に達するに過ぎない。平年閏年を見出すには、與へられた年號の數を三十で割る。其割り切れた場合は取りのけ、夫れに残りがあつた場合に其剩餘が

2, 5, 7, 10, 13, 16, 18, 21, 24, 26, 29,  
等になつたときは、閏年とし、其他は皆平年とすればよいのである。こういふ風に、此曆法は太陽に無關係であるから、季節には合ふ。初めの年が合て居ても、年々少しづつずつて来る。而して殆ど三十二年と二分の一日に再び合ふ様になるのである。次は清國曆であるが、支那では耶蘇紀元前二十世紀以前の昔から、ユリウス曆と同じ様に、一回歸年を三百六十五日二五を用ひて、三ヶ年は三百六十五日、四ヶ年は三百六十六日とした曆法を用ひた。うである。其以後は又確に種々の曆法を用ひたのであらうが、秦火で亡びて漢の時代即ち紀元前三百六年頃より前の事は凡て知ることが出来ない。漢から以後は又種々の曆法を用ひ、中には回々曆などを使用した時代もあつた。たそうであるが、大概太陽の運動をも考へに入れた太陰曆を使用したのである。而して夫れに用ひた回歸年の長さ及び太陰月の長さも、改曆の度毎に少しづつ異なつて居るが、太陽の運動に付ては太陽が冬至から次の冬至に來る間の日數を、太陽の影の長さで測つて安心して居たのださうである。明末に至つて西洋の曆法が輸入せられて、餘程完全した曆法が出來上り、之が崇禎曆である。清朝になつてから、其始め康熙年中には歴象考成など



明治四十三年各種曆ノ對照表

| 七値 | グレゴリオ曆   | ユリウス曆       | 回々曆         | 清國曆         |
|----|----------|-------------|-------------|-------------|
| 土  | I 1 1910 | XII 19 1909 | XII 19 1327 | 宣統元年十一月小二十日 |
|    |          |             | 29          |             |
| 火  | 11       | 29          | I 1 1328    | 初三日         |
|    |          |             |             | 31          |
| 木  | 13       | I 1 1910    | I 2         | 二十二日        |
|    |          |             |             | 14          |
| 金  | 14       | II 1        | II 1        | 初三日         |
|    |          |             |             | 1           |
| 火  | II 1     | 19          | II 3        | 二十日         |
|    |          |             |             | 10          |
| 木  | 10       | 28          | III 1       | 初三日         |
|    |          |             |             | 12          |
| 土  | 12       | 30          | III 2       | 二十二日        |
|    |          |             |             | 14          |
| 月  | 14       | II 1        | IV 1        | 初三日         |
|    |          |             |             | 1           |
| 火  | III 1    | 16          | IV 3        | 二十日         |
|    |          |             |             | 11          |
| 金  | 11       | 26          | V 1         | 初三日         |
|    |          |             |             | 13          |
| 日  | 13       | 28          | V 4         | 二十二日        |
|    |          |             |             | 14          |
| 月  | 14       | III 1       | VI 1        | 初三日         |
|    |          |             |             | 1           |
| 金  | IV 1     | 19          | VI 5        | 二十日         |
|    |          |             |             | 10          |
| 日  | 10       | 28          | VII 1       | 初三日         |
|    |          |             |             | 12          |
| 火  | 12       | 30          | VII 6       | 二十二日        |
|    |          |             |             | 14          |
| 木  | 14       | IV 1        | VIII 1      | 初三日         |
|    |          |             |             | 1           |
| 日  | V 1      | 18          | VIII 7      | 二十日         |
|    |          |             |             | 9           |
| 月  | 9        | 26          | IX 1        | 初三日         |
|    |          |             |             | 11          |
| 水  | 11       | 28          | IX 9        | 二十二日        |
|    |          |             |             | 14          |
| 土  | 14       | V 1         | X 1         | 初三日         |
|    |          |             |             | 1           |
| 水  | VI 1     | 19          | X 9         | 二十日         |
|    |          |             |             | 7           |
| 火  | 7        | 25          | XI 1        | 初三日         |
|    |          |             |             | 10          |
| 金  | 10       | 28          | XI 11       | 二十二日        |
|    |          |             |             | 14          |
| 火  | VII 1    | 18          | XII 1       | 初三日         |
|    |          |             |             | 7           |
| 金  | 7        | 24          | XII 11      | 二十日         |
|    |          |             |             | 9           |
| 木  | 9        | 26          | XII 29      | 初三日         |
|    |          |             |             | 14          |
| 土  | VIII 1   | 19          | XII 11      | 二十二日        |
|    |          |             |             | 5           |
| 月  | 5        | 23          | I 1 1911    | 初三日         |
|    |          |             |             | 8           |
| 日  | 8        | 26          | I 19        | 二十日         |
|    |          |             |             | 14          |
| 木  | IX 1     | 19          | I 19        | 初三日         |
|    |          |             |             | 4           |
| 日  | 4        | 22          | I 19        | 二十日         |
|    |          |             |             | 6           |
| 火  | 6        | 24          | I 19        | 初三日         |
|    |          |             |             | 14          |
| 水  | X 1      | 18          | I 19        | 二十日         |
|    |          |             |             | 3           |
| 土  | 3        | 20          | I 19        | 初三日         |
|    |          |             |             | 6           |
| 木  | 6        | 23          | I 19        | 二十日         |
|    |          |             |             | 14          |
| 金  | IX 1     | 19          | I 19        | 初三日         |
|    |          |             |             | 1           |
| 火  | 1        | 20          | I 19        | 二十日         |
|    |          |             |             | 2           |
| 水  | 2        | 22          | I 19        | 初三日         |
|    |          |             |             | 4           |
| 月  | 4        | 22          | I 19        | 二十日         |
|    |          |             |             | 14          |
| 木  | XII 1    | 18          | I 19        | 初三日         |
|    |          |             |             | 2           |
| 金  | 2        | 19          | I 19        | 二十日         |
|    |          |             |             | 4           |
| 日  | 4        | 21          | I 19        | 初三日         |
|    |          |             |             | 14          |
| 水  | I 1      | 19          | I 19        | 二十日         |
|    |          |             |             | 1           |

云ふ書物が出来、時憲曆法を使用して猶完全になつて来た。現今用ひて居るのは即ち此法であつて、光緒八年以降、萬年曆法を用ひて居るが、矢張時憲曆と同じ方法のもので、唯其曆元を改めたばかりである。韓國の舊曆や、我が日本國が本年まで舊曆と稱して曆面に掲載したのも、亦此法と同様のものである。唯清國の北京と我國東京との經度に、殆んど一時二十七分ばかりの差がある爲に、曆月の大小に異同があつたり、閏月の配置が一月前後する場合が出来るのみである。來年のものにはありては、差異は少くもなく爰に掲げたる對照表の、清國曆の欄に記載してあるものと同一である。

此曆法を委しく説明するのは大に困難の事であるから、其大略の所を述べよう。全體此曆法は月の運動を考へて作つた曆を太陽の運動に關係する季節に調和させようとするのであるから、曆を編むと云ふ點からは面白からうが、随分六ヶ敷い仕事である。それで何う云ふ風に考へたかといへば、支那人は昔から十九の回歸年が、殆ど二百三十五の太陰月に等しいと云ふことを覺つた。而して十九年を一週りとして、其中で適宜に定めた七つの年に閏月を入れて、十三の太陰曆月で組み、残りの凡ての年を十二の太陰曆月で組み上げた。而して此太陰曆月の長さを、朔のある日から次の朔のある日迄の日數とした。閏月の配置の仕方は、朔と朔との間に中氣(曆面上に「某月節」、「某月中」とある其「某月中」と云ふ日

を中氣と云ふ)が含まれぬとき、其曆月を閏月と定めるのである。斯様にすれば季節にも追いついて行かれるし、回歸年にも合ふ様に出来て居るのである。

以上述べ來つた各種の曆法の曆月は、ユリウス曆とグレゴリオ曆とは全く同じで、十二箇で成立つて居る。又曆月の大小は現今使用の太陽曆の通りである。回々曆も前に述べた通り、十二の太陰曆月で成り立つて、其大小は大を三十日、小を二十九日として、隔月に配置してある。獨り最終の月ヅルヘデー(月の名)は平年二十九日、閏年三十日として居る。清國曆は前に云ふ通り、十二ヶ月の年もあれば、十三ヶ月の年もあつて月の大小も亦定まらない。

諸爰に掲げたる表は來年即ち明治四十三年に於ける以上各種曆の對照表である。

表中各曆の欄内にある I II III IV ..... 等は、月の名の代りであつて、歐洲では大概似よつて居るが、各國皆異なつて居るから、一掲げるとは出来ない、回々曆のは次に配して置う。此表で見ると、我が明治四十三年四月十日はグレゴリオ曆で、千九百十年四月十日、ユリウス曆の三月二十八日、回々曆の千三百二十八年第一レビ二十九日、清國の宣統二年三月初一日であつて又金曜日である。

|       |      |
|-------|------|
| 我國    | 回々曆  |
| I 一月  | モハレム |
| II 二月 | サファル |

|       |       |      |      |       |      |       |       |      |      |
|-------|-------|------|------|-------|------|-------|-------|------|------|
| XII   | XI    | X    | IX   | VIII  | VII  | VI    | V     | IV   | III  |
| 十二月   | 十一月   | 十月   | 九月   | 八月    | 七月   | 六月    | 五月    | 四月   | 三月   |
| ヅルヘデー | ヅルガデー | シユアル | ラマダン | シヤーバン | レゼツブ | 第二ヅマダ | 第一ヅマダ | 第二レビ | 第一レビ |

彗報

◎大流星の經路 デニング氏は、昨今兩年中現はれたる大流星二十三箇を、各地に於て觀測したるものより其經路を求め、發光點及び消滅點の高さ、經路の長さ、速度、方向等を計算し之を最近のAN誌に載せたり。之に由りて見れば、

|        |     |    |    |
|--------|-----|----|----|
| 發光點の高さ | 一〇三 | 五五 | 七四 |
| 消滅點の高さ | 六五  | 一八 | 四五 |
| 經路の長さ  | 一五五 | 三二 | 七六 |
| 一秒間の速度 | 四八  | 一一 | 二七 |

にしてペルセイヅ(毎年八月十日頃ペルセイヅ座ヲ星附近より發射するもの)に屬する八箇の流星の平均速度は他の流星の速度より著るしく大にして、平均三十七哩に達す。尙ほ同氏の列擧したるもの内、光度の最大なりし

は昨年七月二十八日現はれたるものにして、殆んど月と同等の光を放ち、今年二月二十二日現はれたるものの光輝は其二分の一に過ぎざりしも光芒は三時間以上残留せりといふ。(ひ、き)

◎地球の形状及び大きさ 米國商業労働務省の下にある測量部にて、今年永き間測量せる結果より、地球の形状、大きさ及び地殻中特種の状態等に關する研究せる結果を公にせり。此は大板百七十八頁(外數多の圖を添)の大部にして、未だ之を精讀せざるも、其大要を左に摘記す可し。

此事業は計算を始めてより、五箇年を経て公にするを得たるものにして、専ら米國合衆國內に於ける鉛直線のフレの測定に基けるものなり、即ち重力測定の結果とは別なりと云ふ。今之が研究の要項をあぐれば、

(一)此處に論じたる面積は頗る大にして、緯度に於ては十八度五十分、經度に於ては五十七度七分に達せり。

(二)五百七箇の天文測量の結果を利用せり。

(三)是等の天文上測定せる點は、一等三角點と相關聯せしめたるのみならず、三角測量は一の連絡せる系統をなせるは言ふまでもなし。

(四)計算方法は、通例のものとは異れり。

(五)各天測點より四千二百二十六軒以内の地形の、不規則なるが爲め起れる影響を勘定に入れたり。

(六)地球表面内、密度の配布の状態に伴はれ、

自ら起り來る鉛直線の變化する影響については、精細に其存否を決定せる上、之を算用せり。

(七)かくして北米合衆國一箇國丈の結果より得たる地球の大きさが、著しく精密なる價を供せり。

更に結論の要點を摘記すれば、次ぎの如し。上に示せる合衆國內の各測點に於ける鉛直線のフレより求め得たる、最も實らしき結果として、地球の赤道及極の半徑は次ぎの如くなれり。

赤道半徑 六、三七八、二八三米

極半徑 六、三五六、八六八米

されば之を最近クラークの研究結果に比較すれば、前者に於て三十四米、後者に於て三百五十三米の差を見るのみに過ぎず。又後者が前者に比して十倍程大なるを以て、楕率に於てはクラークのものよりも遙かにベツセルの値に近し。

合衆國內地に於ける鉛直線のフレの觀測結果を考へ、更に他の國にて行へるものと照せば、地球表面以内比較的之に近き部分に於ける密度には、之が配布の概則ありて、此部分の密度と表面の高さとの關係を示すものなるを教ふるに似たり。かくて一方には地勢によりて起るフレが表面内、而かも之に近き部分の密度の變化に伴はるゝフレと相和するに至る可し。

此の如き假定の下に計算せるものは、之を考へずして、單に地勢の影響のみを考へたる場合よりも、遙かに一致せる結果を與ふ。

地球の外部は數哩の厚さを有する固體の地殼にして、其内部にある一層密度の大なる液體の層の上に位すとの説は、合衆國にはあてはまらず。(一斤)

◎火球を見る 麻布K O・生より報告ありて曰く、十一月十七日午後六時五十一分頃散歩の歸途市兵衛町のある坂上の曲り角にて偶然一火球を見たり。余の認めたる時は大熊座の星と。星との稍上方にて西より東に向ひ水平に緩かに運動し同座の上方三度ばかりの點を過ぎ突然姿をかくせり。黄白色にして直徑八分位。尾あり長さ約半度程にして薄光を放ち、恰かも彗星の如き様を呈せり、全長二十五度流れ行ける跡には何等の遺物をも見ざりし」と。

日本天文學會定會(記事は次號に譲る)の際、會員大脇桓次氏より次ぎの報告を得たり、十一月十七日午後六時五十三分府下豊多摩郡戸塚村舊神田上水沿岸俗稱「マワシメ」にて觀察、色赤き大流星が女子大學屋上より地平線に平行して南方へ飛ぶ長さ十二三度途中分裂すること三回、

## 天文學談話會記事

第六十回、十一月十八日午後天文臺内に開會、來會者は平山博士外九名。

福見理學士は近着のAN誌上に發表せる獨逸ミニューヒ天文臺長ジョーリゲル氏の空間に於ける星の分布についてと云ふ論文を紹介せり。これは數式上で論じ、最後に觀測の結果と比較して論じたるものなり。

十二月の惑星だより

水星 月の初めは太陽の附近にあれば見ることを得ざるも中句以後は日没後観望するを得ん三日太陽と順合をなし五日遠目點を經過す位置は蝸座より中句射手座に移る

金星 依然舊の明星たり射手座より中句山羊座に移動す三日太陽と最大離隔となり東四七度一八分にあり十六日夜半月と合にして月の北二度五〇分にあれど没後にして見ることを得ず

火星 日没後約八時間の観望に適す位置は魚座にあり木星 日出前約四時間の観望に過ぎず乙女座にあり夜半前

土星 魚座にありて逆行す二十一日留となり後順行に復す火星と同じく日没後直に観望することを得月との合は二十一日午後六時にして月の北一度四〇分に接近す

天王星 尙射手座にあり日没後約三時間の観望に適すれど海王星と共に光度小なれば肉眼にて見ることを得ず水星との合は二十八日午後五時にして水星は南一度四三分に接近す

海王星 尙天王星の反對の位地獅子座にありて逆行を經繼す月との合は二十八日午前五時半月の北四度〇九分にあ

り(田代)

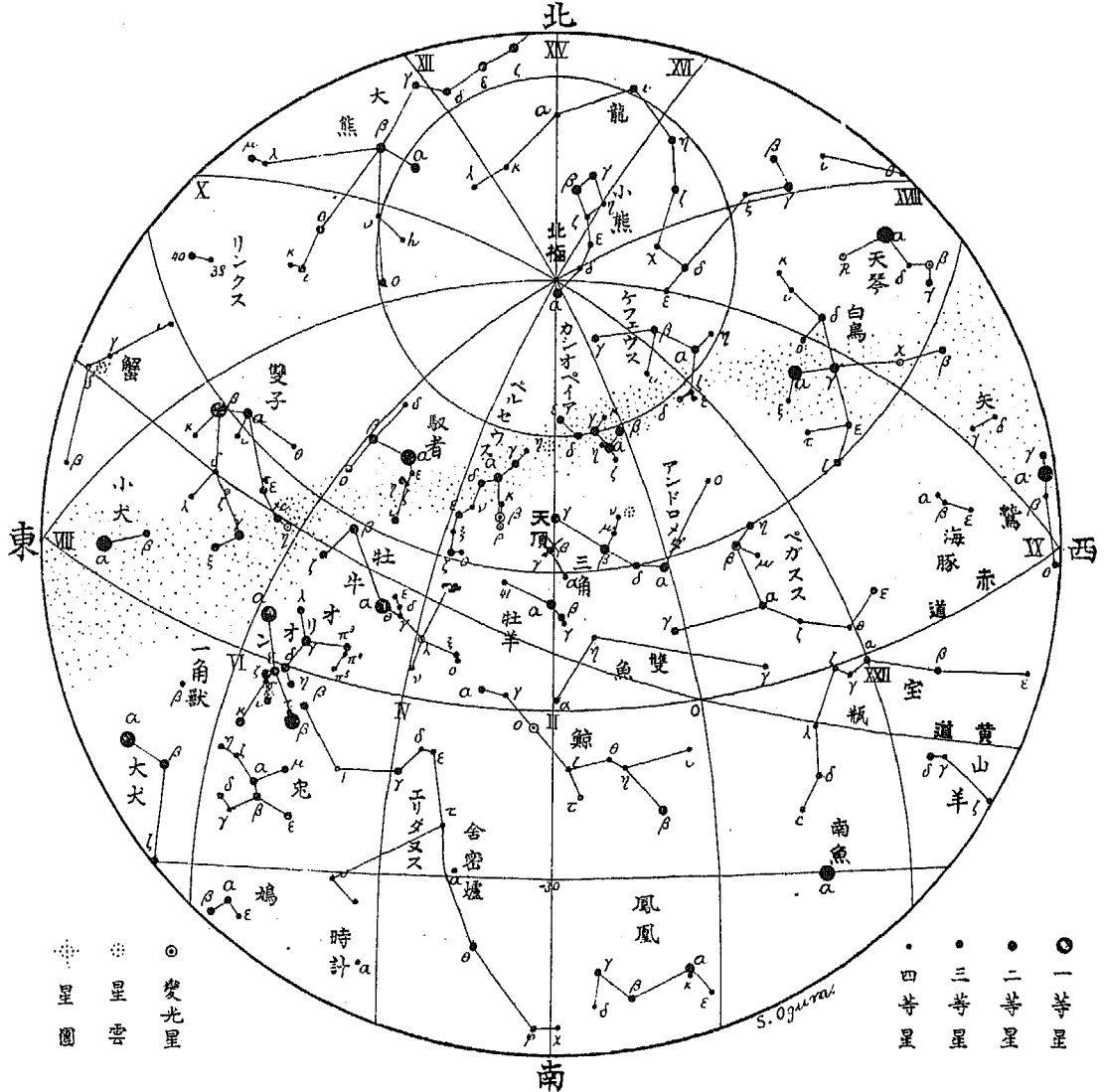
東京で見ゆる星の掩蔽

Table with columns: 番號, 月日, 等級, 潛入, 出現, 點の度, 中央の角, 標準天文時, 中央の角, 標準天文時. Rows for stars 1, 2, 3, 4.

- 星名: 1 33 Ceti, 2 f Piscium, 3 μ Leonis, 4 B.D. -11°60'32"

天の月二十

時七後午日一十三 時八後午日六十 時九後午日一



Vertical text on the left side containing publication information, including dates and publisher names like '東京市麻布區飯倉町三丁目拾七番地東京天文臺構内'.

### 三角函數公式

$$\sin^2 a + \cos^2 a = 1$$

$$\tan a = \sin a : \cos a$$

$$\cot a = \cos a : \sin a$$

$$\sec^2 a = 1 + \tan^2 a$$

$$\operatorname{cosec}^2 a = 1 + \cot^2 a$$

$$\sin \operatorname{vers} a = 1 - \cos a$$

$$\cos \operatorname{vers} a = 1 - \sin a$$

| 函數<br>角           | Sine         | Cosine       | Tangent      | Cotangent    | Secant                       | Cosecant                     |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------------------------|------------------------------|
| $\pm a$           | $\pm \sin a$ | $\pm \cos a$ | $\pm \tan a$ | $\pm \cot a$ | $\pm \sec a$                 | $\pm \operatorname{cosec} a$ |
| $90^\circ \mp a$  | $\pm \cos a$ | $\pm \sin a$ | $\pm \cot a$ | $\pm \tan a$ | $\pm \operatorname{cosec} a$ | $\pm \sec a$                 |
| $180^\circ \mp a$ | $\pm \sin a$ | $-\cos a$    | $\mp \tan a$ | $\mp \cot a$ | $-\sec a$                    | $\pm \operatorname{cosec} a$ |
| $270^\circ \mp a$ | $-\cos a$    | $\mp \sin a$ | $\pm \cot a$ | $\pm \tan a$ | $\mp \operatorname{cosec} a$ | $-\sec a$                    |
| $360^\circ \mp a$ | $\mp \sin a$ | $\pm \cos a$ | $\mp \tan a$ | $\mp \cot a$ | $\pm \sec a$                 | $\mp \operatorname{cosec} a$ |

$$\sin a = \sqrt{1 - \cos^2 a} = \frac{\tan a}{\sqrt{1 + \tan^2 a}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \cot^2 a}} = \frac{\sqrt{\sec^2 a - 1}}{\sec a} = \frac{1}{\operatorname{cosec} a}$$

$$\sqrt{1 - \sin^2 a} = \cos a = \frac{1}{\sqrt{1 + \tan^2 a}} = \frac{\cot a}{\sqrt{1 + \cot^2 a}} = \frac{1}{\sec a} = \frac{\sqrt{\operatorname{cosec}^2 a - 1}}{\operatorname{cosec} a}$$

$$\frac{\sin a}{\sqrt{1 - \sin^2 a}} = \frac{\sqrt{1 - \cos^2 a}}{\cos a} = \tan a = \frac{1}{\cot a} = \sqrt{\sec^2 a - 1} = \frac{1}{\sqrt{\operatorname{cosec}^2 a - 1}}$$

$$\frac{\sqrt{1 - \sin^2 a}}{\sin a} = \frac{\cos a}{\sqrt{1 - \cos^2 a}} = \frac{1}{\tan a} = \cot a = \frac{1}{\sqrt{\sec^2 a - 1}} = \sqrt{\operatorname{cosec}^2 a - 1}$$

$$\frac{1}{\sqrt{1 - \sin^2 a}} = \frac{1}{\cos a} = \sqrt{1 + \tan^2 a} = \frac{\sqrt{1 + \cot^2 a}}{\cot a} = \sec a = \frac{\operatorname{cosec} a}{\sqrt{\operatorname{cosec}^2 a - 1}}$$

$$\frac{1}{\sin a} = \frac{1}{\sqrt{1 - \cos^2 a}} = \frac{\sqrt{1 + \tan^2 a}}{\tan a} = \sqrt{1 + \cot^2 a} = \frac{\sec a}{\sqrt{\sec^2 a - 1}} = \operatorname{cosec} a$$

$$\sin \frac{1}{2} a = \sqrt{\frac{1 - \cos a}{2}}$$

$$\cos \frac{1}{2} a = \sqrt{\frac{1 + \cos a}{2}}$$

$$\sin 2a = 2 \sin a \cos a$$

$$\cos 2a = \cos^2 a - \sin^2 a$$

$$\tan \frac{1}{2} a = \sqrt{\frac{1 - \cos a}{1 + \cos a}}$$

$$\cot \frac{1}{2} a = \sqrt{\frac{1 + \cos a}{1 - \cos a}}$$

$$\tan 2a = 2 \tan a : (1 - \tan^2 a)$$

$$\cot 2a = (\cot^2 a - 1) : 2 \cot a$$

$$\sin n a = n \sin a - \frac{n(n^2 - 1^2)}{3!} \sin^3 a + \frac{n(n^2 - 1^2)(n^2 - 3^2)}{5!} \sin^5 a - \dots, n \text{ 奇數ノトキ}$$

$$= \cos a \left\{ n \sin a - \frac{n(n^2 - 2^2)}{3!} \sin^3 a + \frac{n(n^2 - 2^2)(n^2 - 4^2)}{5!} \sin^5 a - \dots \right\}, n \text{ 偶數ノトキ}$$

$$\cos n a = \cos a \left\{ 1 - \frac{(n^2 - 1^2)}{2!} \sin^2 a + \frac{(n^2 - 1^2)(n^2 - 3^2)}{4!} \sin^4 a - \dots \right\}, n \text{ 奇數ノトキ}$$

$$= 1 - \frac{n^2}{2!} \sin^2 a + \frac{n^2(n^2 - 2^2)}{4!} \sin^4 a - \dots, n \text{ 偶數ノトキ}$$

$$\sin(a \pm \beta) = \sin a \cos \beta \pm \cos a \sin \beta$$

$$\cos(a \pm \beta) = \cos a \cos \beta \mp \sin a \sin \beta$$

$$\sin a + \sin \beta = 2 \sin \frac{1}{2}(a + \beta) \cos \frac{1}{2}(a - \beta)$$

$$\sin a - \sin \beta = 2 \cos \frac{1}{2}(a + \beta) \sin \frac{1}{2}(a - \beta)$$

$$\sin a \sin \beta = \frac{1}{2} \cos(a - \beta) - \frac{1}{2} \cos(a + \beta)$$

$$\cos a \cos \beta = \frac{1}{2} \cos(a - \beta) + \frac{1}{2} \cos(a + \beta)$$

$$\sin^2 a - \sin^2 \beta = \cos^2 \beta - \cos^2 a = \sin(a + \beta) \sin(a - \beta)$$

$$\cos^2 a - \sin^2 \beta = \cos^2 \beta - \sin^2 a = \cos(a + \beta) \cos(a - \beta)$$

$$\tan(a \pm \beta) = (\tan a \pm \tan \beta) : (1 \mp \tan a \tan \beta)$$

$$\cot(a \pm \beta) = (\cot a \cot \beta \mp 1) : (\cot \beta \pm \cot a)$$

$$\cos a + \cos \beta = 2 \cos \frac{1}{2}(a + \beta) \cos \frac{1}{2}(a - \beta)$$

$$\cos a - \cos \beta = -2 \sin \frac{1}{2}(a + \beta) \sin \frac{1}{2}(a - \beta)$$

$$\sin a \cos \beta = \frac{1}{2} \sin(a + \beta) + \frac{1}{2} \sin(a - \beta)$$

$$\cos a \sin \beta = \frac{1}{2} \sin(a + \beta) - \frac{1}{2} \sin(a - \beta)$$

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)  
明治四十二年十一月二十九日印刷明治四十二年十二月一日發行

東京市麻布區被倉町三丁目拾七番地東京天文觀臺內  
東京市麻布區被倉町三丁目拾七番地東京天文觀臺內  
東京市麻布區被倉町三丁目拾七番地東京天文觀臺內

東京市神田區美土代三丁目三十一番地  
東京市神田區美土代三丁目三十一番地  
東京市神田區美土代三丁目三十一番地

# 製圖諸器械製作所

## 登 録 商 標



米國コロンブス  
世界博覽會 銅牌

聖路易萬國大博  
覽會 銅牌

第五回内國勸業  
博覽會 褒賞

凱旋紀念内國製  
產品博覽會 銀牌

京都こども博覽  
會 二等賞

韓國京城博覽會 三等賞

長野主催一府十  
縣聯合共進會 四等賞

東京勸業博覽會 三等賞

凱旋紀念東京五  
二共進會 進步銅牌

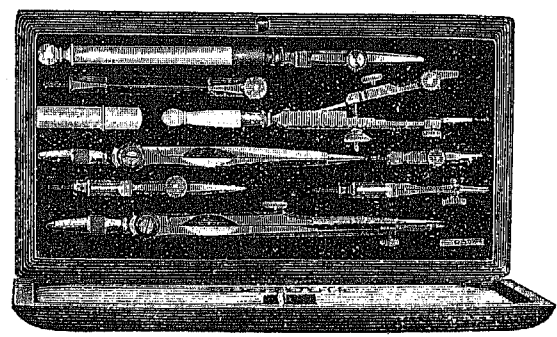
第四回京都全國  
五二品評會 銀牌

東京市神田區佐久間町三丁目

東京高等師範學校  
東京砲兵工科學校

### 御用 司武川菊三朗

電話距離電話下谷 二〇四三番



大原撰コハン六號

## 廣 告

本會は天文學の進歩及び普及を圖る爲め毎  
ハ一回雜誌天文月報を發行して之を會員に配  
布し且つ弘く之を發賣す、天體現象中特に奇  
異なるものに關しては臨時號を發して迅速に  
之を報知すべし

本會定會は學術講演等の爲め毎年四月及び  
十一月に之を開く猶時宜により臨時會を開く  
ことあるべし

會員たらんとするには姓名現住所職業及び  
生年月を明記し一ヶ年分若しくは夫れ以上の  
會費を添へ申込むべし、特別 員たらんとす  
るには紹介者二名を要す

會費は特別會員一ヶ年金貳圓或は一時金貳  
拾五圓通常會員一ヶ年金壹圓とす、會費は毎  
年四月一ヶ年分を前納すべきものとす、便宜  
數年分を前納するも差支なし

新に入會せる會員には會費納付期間の既  
刊雜誌(殘部ある限り)をも送附すべし

振替貯金にて送金の節は必ず口座登記料金  
貳錢を送金額に加へらるべし

質問には會員に限り應ずべし、但し往復葉  
書使用若しくは三錢郵便切手封入の事、一般  
に有益と認むる質問には月報紙面にて回答す  
べし

明治四十二年十二月 日本天文學會