328-218

理學士 本田親二著

最新天文講話

附ハリー彗星

東京 文昌閣藏版

明治
43. 4. 16

最新天文講話目次

第一編　緒論

第一章　天文學の目的

第一節　難解の天文學……一

第二節　實用の方面……一一

第三節　學術の方面……九

第二章　天文學の問題

第四節　研究の範圍及問題……六

第五節　研究の方法……五

第六節　研究の結果……二

第二編　太陽系

……一頁

第三章　太陽

第七節　太陽と地球……一三
第八節　太陽系……一四
第九節　太陽の距離、大さ、質量……一六
第十節　太陽を構成せる元素……一八
第十一節　太陽の熱……二〇
第十二節　太陽の表面……二一
第十三節　太陽の自轉……二二
第十四節　太陽の黒點……二三
第十五節　斑光……二八
第十六節　コロナ……二八
第十七節　彩球及紅焔……三〇
第十八節　太陽の機械觀……三二
第十九節　太陽は瓦斯體なり……三六
第二十節　太陽面の循環作用……三八
第二十一節　太陽の將來……三九

第四章　水星

第二十二節　惑星の概觀……四〇
第二十三節　ボーデの法則……四二
第二十四節　水星……四四

第五章　金星

第二十五節　金星の概觀……四七
第二十六節　金星の太氣……四九

第六章　地球

第二十七節　地球の形狀及質量……五〇
第二十八節　地球の溫度……五一

第二十九節　地球の太氣……五一
第三十節　地球の運動……五二
第三十一節　星の出沒……五三
第三十二節　四季の空……五五
第三十三節　各地の空……五七
第三十四節　惑星の運行……五八
第三十五節　地軸の傾斜……五九
第三十六節　恒星日及太陽日……六〇
第三十七節　恒星年及回歸年……六二
第三十八節　經度と時間……六四
第三十九節　黄道光……六五
第四十節　對日照……六六

第七章　月

第四十一節　肉眼にて見たる月……六七

第四十二節　月の運動……七〇
第四十三節　月の大さ及質量……七〇
第四十四節　月面の光輝……七一
第四十五節　月面の觀察……七二
第四十六節　月の太氣……七四
第四十七節　月の二山……七六
第四十八節　噴火口……七六
第四十九節　月と地球との比較……七八
第五十節　月面の溫度……七九
第五十一節　月面の變動……八〇
第五十二節　月が地球に及ぼす影響……八一

第八章　食

第五十三節　日食及月食……八三
第五十四節　圓錐影……八五

第五十、五節　日食及月食の特性……八八
第五十六節　食の數……九〇
第五十七節　食の効用……九一

第九章　火星

第五十八節　火星の概觀……九四
第五十九節　火星の兩極……九五
第六十節　火星の太氣及氣候……九七
第六十一節　火星の表面及運河……一〇〇
第六十二節　火星の衛星……一〇四

第十章　小惑星

第六十三節　小惑星の概觀……一〇六

第十一章　木星

第六十四節　木星の外觀……一〇八
第六十五節　木星の形狀及自轉……一一〇
第六十六節　木星の表面、密度、及溫度……一一二
第六十七節　木星の衛星……一一五
第六十八節　衛星の食……一一六

第十二章　土星

第六十九節　土星の概觀……一一八
第七十節　環の性質……一一九
第七十一節　土星の本體……一二一
第七十二節　土星の衛星……一二二

第十三章　天王星及海王星

第七十三節　二星の概觀……一二二
第七十四節　太陽系の生物……一二四

第十四章　彗星及流星

第七十五節　氣紛れの怪物……一二七
第七十六節　彗　星……一二九
第七十七節　彗星の軌道……一三一
第七十八節　彗星の大さ……一三四
第七十九節　彗星の質量……一三五
第八十節　流　星……一三七
第八十一節　流星の數……一四〇
第八十二節　流星の速度……一四二
第八十三節　流星雨及輻射點……一四三
第八十四節　獅子星座流星群……一四五
第八十五節　流星の分離……一四八
第八十六節　彗星と流星との關係……一四九
第八十七節　週期的彗星……一五一

第八十八節　彗星群……一五三
第八十九節　彗星と太陽系との關係……一五四
第九十節　彗星の發達及尾の形成……一五六
第九十一節　彗星の衰頽……一六二
第九十二節　彗星の成分……一六四
第九十三節　地球との衝突……一六六

第三編　宇　宙

第十五章　恒　星

第九十四節　概　觀……一七〇
第九十五節　星　座……一七一
第九十六節　恒星の數……一七三
第九十七節　恒星の光度……一七四
第九十八節　光度に依る恒星の分類……一七六
第九十九節　恒星の距離……一七九

第百節　恒星の固有運動……一八三
第百一節　視線の方向に於ける恒星の運動……一八六
第百二節　星群……一八八
第百三節　太陽の運動……一八九
第百四節　恒星の距離と其光度との關係……一九一

第十六章　雙星及聯星

第百五節　雙星……一九二
第百六節　雙星の軌道……一九三
第百七節　雙星の質量……一九四
第百八節　暗星……一九五
第百九節　複星……一九七
第百十節　分光器的聯星……一九七

第十七章　變光星及新星

第百十一節　變光星……二〇〇
第百十二節　アルゴール型變光星……二〇〇
第百十三節　琴座β星型變光星……二〇三
第百十四節　不規則的變光星……二〇四
第百十五節　新星……二〇五

第十八章　恒星の分類

第百十六節　恒星の色……二一〇
第百十七節　恒星の成分……二一一
第百十八節　恒星のスペクトル……二一二
第百十九節　恒星の分類……二一四

第十九章　星群及星雲

第百二十節　星群及星團……二一六
第百二十一節　星雲……二一七

第百二十二節　著名なる星雲……二一八
第百二十三節　星雲のスペクトル……二二一
第百二十四節　星雲の密度……二二二
第百二十五節　星雲の運動……二二四
第二十章　宇宙の構造
第百二十六節　銀河……二二六
第百二十七節　星辰の分布……二二七
第百二十八節　星の體系……二二九
第百二十九節　吾人と銀河との關係……二三一
第百三十節　星系の大さ……二三二
第百三十一節　銀河の外方……二三三
第百三十二節　空間に於ける光の吸收……二三六
第百三十三節　宇宙の構成……二三七
第二十一章　宇宙の變遷
第百三十四節　過去及未來の問題……二三九
第百三十五節　太陽の變遷……二四一
第百三十六節　星雲説……二四三
第百三十七節　星雲説に對する反對……二四六
第百三十八節　ボーデの法則……二四八
第百三十九節　潮汐の作用……二四九
第百四十節　潮汐の地球に及ぼす影響……二五一
第百四十一節　潮汐の月に及ぼす影響……二五二
第百四十二節　月の過去……二五三
第百四十三節　惑星界に於ける潮汐作用……二五五
第百四十四節　太陽潮……二五六
第百四十五節　ロッヘの限界……二五七
第百四十六節　土星の環……二五八
第百四十七節　星辰の變遷……二五九
第百四十八節　雙星……二六一

目錄

最新天文講話目次

第百四十九節　星雲……二六三
第百五十節　天體の分類……二六四
第百五十一節　宇宙の變遷……二六五
第百五十二節　未決の問題……二六八
第百五十三節　人類の將來……二七二

附錄

第一、ハリー彗星
第一節　ハリー彗星の概觀……二七七
第二節　ハリー氏の小傳……二八一
第三節　過去の出現……二八三
第四節　今回の出現……二九二

第二、天圖の說明……二九九

終

最新天文講話

理學士　本田親二著

第一篇　緒論

第一章　天文學の目的

第一節　難解の天文學　通常天文學といふものは、高尚の學問であつて、普通の人は、中々分らぬやうなものであると考へて居るけれども、それは大なる誤解である。無論學者の取扱つて居る天文學は隨分高尚な數學を用ひ、或は面倒な觀測を行ふてさうして種々の研究を爲すものであるから、普通の人には分り兼ることが或は有るかも知れぬからして、その結果を普及して一般の人に理解せらるゝやうにするのも、必要なる事業であらうと思はるゝ。本書の發行も其幾分の要求を滿たさんが爲に、先づ隗より初めたものである。そこで先づ天文學といふものはどういふものかと云ふと、天體を取扱ふ所の學問であると定義することが出

來る。其天體といふものはどういふものであるかといふと、太陽、月、惑星、惑星の衛星、彗星、流星、恒星及星雲等のものを總稱して言うのである。其等の物に就ての智識は非常に一般の人の間には缺乏して居るやうに思はれる。その原因は種々あるであらうが、先づ日本には學者の數も少いし又その智識を普及する爲の機關も乏しかつたからして、さういふことになつたらうと思はるゝのである。けれど又一般の人が天文學を非常に高遠なる學科であると誤解した結果もあらうと思はるゝ。

天文學は普通の人が必ずしも閑却して差支ないといふやうなものではない。寧ろ社會の總ての方面に於て必要を感じなければならぬものであらうと思はれる。そこて本書は古今の學者の研究した結果を通俗的に一般の人に傳へ天文學の趣味と實用との方面の幾分を紹介したいといふ目的て書くのである。それで此書に於ては六ケ敷數學或は數字を羅列せる觀測の結果の如きものを避けて唯一般の研究の結果を記述して、普及の目的の幾分を遂げたいと思ふ。

第二節　實用の方面

天文學は天體のことを研究するのであるから、地球上の人類には少しも關係して居ない、或は國家の盛衰興亡には何等の影響がないに

閑學のやうに思へる、人があるがそれは甚だ間違つた考と言はねばならぬ。吾々は朝から晩迄天文學の御蔭を蒙らないことはない。

其實用の方面に付て今少し述べて見ると、第一に、吾々は時計を使用しなければ文明の生活を一刻も送ることは出來ない。其時間の勘定の本となる一日といふ時間は我地球が自身の軸によつて一回轉する間の時間てある。所が地球の一回轉する時間はどうして測るかといふと、それは天文の觀測の結果を待たなければならぬ。その爲に我東京天文臺では晴天の夜は常に天體の觀測を行ふて、天文臺にて使用して居る正確なる時計を絕えず訂正して居るのである。其結果を毎日丸の内の午砲の事務所、遞信省、東京郵便局及長崎、神戸、門司の港務部等に電報で知らして居る。それが日本全國の時計の基となるのである。

それから第二に實用の目的になるものは、曆てある。我國の本曆及略本曆は共は伊勢神宮て發行するやうなつて居るが、其原稿は東京天文臺て作るので、非常に面倒な詳しい計算をなした結果てある。第三に地面の測量及測地學の方面に就て、天文學は非常に必要てある。地球上の或地點の位置を定めることは天文學を俟たなければ出來ない。普通地球上の或地點の位置を定める爲めに、經度と緯度の

二つを用ひて現はすのであるが其經度及緯度は地面の上に線が引いてある譯ではない。それは必ず天體の觀測をまつて始めて知られるものである。それで例へば樺太を日本が露西亞と分割する場合に於て北緯五十度を境とすることになつたが其北緯五十度はどういふ風にして分るかといふと、樺太の地面に北緯五十度といふ線が引いてあるのでもなく、地球上何處を探がしても北緯五十度の線といふものは見當らないのであるから、それを定める爲に日本からも露西亞からも天文學者を派遣して天體の觀測をなさしめ、其の結果境界線を定むることが出來たのである。

斯く地球上の位置を極める爲めに必要であるのみならず、もつと重要なる方面がある。それは航海術に於ける應用である。船で航海して太洋の眞中に出て、四方に陸地がまるで見えない時に、船の位置を定めるといふことは天體の觀測に依るより外に何にも方法はない。天體を觀測したる結果其地が東經何度北緯何度といふやうに分つて、それと海圖及び羅針盤と照し合せて、船は航海することが出來るのである。此等の實用の方面の材料は皆天文學の供給する所である。其外日常の經驗に斯學の多くの應用を認める事が出來る。それで吾々が天文學を有しなければ非常なる不便を感ずるといふことは明てある。されば今日の文明が天文學無くして發達し得たといふことは、考へ得られないことてある。其歷史の方面より云ふも天文學は最も古く發達したもので、しかも現今著しく研究の方面の開拓せられたる點より最も新しき學とも云へるのてある。

第三節　學術の方面

所て天文學は常に實用の方面許りを研究して居るのではない。時には實用にもならぬやうな、普通素人が考へると全然空想のやうなものを頗る精密に研究して居ることもあるのてある。それも強ち學者の空想と許りけなす譯には行かぬ。學術といふものは、始め純粹の理屈を研究して、それが跡になつて實用の方面に顯はれることもある。又實用の方面に迫られて、學術の發達した例もある。天文學も今は其兩面から發達しつゝあるのてある。其總てを實用に轉ずることは出來ない。只其一部分が實用に役立つて居るのてある。が、其爲めのみを以て純粹の學術の方面を非難することは出來ない。吾々の滿足の中には單に普通所謂實用的即金錢上の滿足或は肉體上の滿足の以外に智識欲の滿足及趣味の滿足といふものが必要てある。所て智識欲等は必すしも金錢或は周圍の境遇に依て亂さるべきものてはない。唯智識の爲めに智識、即ち純粹の

學術の方面の欲求によつて滿たされることが多いのである。其智識欲の對象として天文學は最廣大なる活動の餘地を吾人に與へて居るのである。吾々が自分の家の間數を知り、自分の國の地理を知り、或は世界の地理を知らなければならぬと同じく、吾々は宇宙の地理を知る必要がある。宇宙の地理を研究するものは天文學である。吾人が宇宙の中に捿息して居る以上は、自分の住家として宇宙を研究したいといふ事は誰でも起すべき慾望でなければならぬ。其智識欲の要求によつて天文學の最大なる而して最終の目的が定るのである。即宇宙全體の構造及び過去將來を詳しく知り盡くすといふ、總ての空間及總ての時間を包含する大問題である。それは吾々の心中に於ける智識の統一の慾望の最大なる發現であると言つても宜いのである。

第二章　天文學の問題

第四節　研究の範圍及問題　それで現今の天文學は如何なる範圍の事柄を研究し、又其中に起る問題は如何なるものであるかといふことを一寸一言して置く必要があらうと思ふ。先きに述べた如く天文學は天體を研究する學問である。然らば天體の如何なる作用を研究するかといふと、大體それを四つに分つことが出來る。

一つは天體の運行の狀態を研究することである。總ての天體は皆靜止して居ることは出來ない、我が地球を始め太陽、惑星等は云ふに及ばず、動がないと普通稱せられて居る恒星も一秒間に何十哩といふ速力で皆動いて居るのである。其動いて居る狀態は其星の周圍の狀況に依て一々變つて居る。だから其の狀態を詳しく研究し又其運行に法則があれば其法則を研究するのが天文學の一の目的である。

第二の目的は天體の形狀大さ及び質量を研究するのである。

第三には天體の構成及其狀態を知る必要がある。構成といふのは天體が如何なる原素から成立つて居るかと云ふ事、それから狀態といふのは天體を構成せる物質の配合の有樣及熱、光、電氣、磁氣等の具合を總稱したのである。

第四に天體の相互の影響即ち引力或は反撥力といふやうな力を研究するのである。我が地球は太陽の引力に依て太陽の周圍を回轉し、月は又地球の引力に依て地球の周圍を回轉する、それから太陽は部下の太陽系を引連れて又他の恒星に向

つて運行しつゝある、彗星の尾は太陽と反對の方向に飛ばされる、それ等の現象は皆天體相互の間に働く引力或は反撥力の關係である。それ等の法則を研究するのが、天文學の一の問題である。

以上述べた四つは大體に就て一般的の考であるが、それから吾々の生活に直接影響をするといふやうな方面から種々の問題が生じて來るのである。それは我が地球の過去及び將來は如何といふ問題てある。是は隨分人類の將來に關係する問題であるからして、天文學的にも又通常生活の上からも面白い問題である。それに連關して太陽系の過去及將來は如何といふ問題もある。即ち太陽系は如何にして成立つたか、又太陽系は今後矢張今迄の狀態を何百萬年以後まで持續し得べきものであるか、或は太陽は現在の熱を何時までも保ち得べきものであるか、といふやうな問題は其中に含まるゝものてある。それから最後に天文學の最大なる問題として吾々の宇宙全體の構成及其存續の時間の問題である。けれども此問題は餘り廣くして、未だ現今の天文學の研究の程度では、其全躰を解決することが出來ないけれども、先づ現今では其端緒を少しく得ることが出來たといふことは事實てある。

第五節 研究の方法

天文學では斯かる問題を研究する爲めに、種々の方法を用ゐる。其方法の基礎として最も使用さるる學科は數學てある。其外物理學、化學、地質學等も其研究に非常に必要てある。天體の運行は重にニユートンの引力の法則に支配せられて居るからして、其運行の狀態を調べる爲には非常に高尚なる數學を使用する必要がある。其種々の天文學の問題を解く爲めに、數學の方が連れられて非常に進歩したこともあり又數學の進歩した爲めに天文學の問題が解けたと云ふことがあつた。即ち數學と天文學は昔から相提携して進んだものてある。それて學術の中で最も高尚なる數學を使用して居るものは天文學てある。それから天體の構造及び其狀態等を調べる爲には物理學及化學の力を借らなければならぬ。各の天體は餘り違つた構成分を有して居ないからして地球の物質の研究が外の天躰に應用せらるゝことも澤山ある。又吾人は惑星運行の法則、曆の計算、彗星の週期等を出す爲めに數學と實際の觀測を合せ用ゐて居る。總ての天躰の研究に共通に用ゐられるのは無論望遠鏡てあるが、望遠鏡は唯星を大きく見せるといふ爲め許りのものではない。種々なる目的に用ゐられる。其目的に從て望遠鏡の構造も種々ある。其目的を少しく擧げて見ると、第一に或る

一定の時間に於ける天體の位置を定めるといふこと、第二天體が或る一定の場所を通過する時間を測定すること、第三天體を大きくして其全體の性質を明かに觀るといふこと、それ抔が觀測の重なる目的てある。

それから近頃寫眞術が大いに天體に應用せられて、著しき成績を收むるやうになつた。寫眞の特色は光を幾らても集積し得るといふ事てある。吾人の肉眼ては一瞬間の光しか觀ることが出來ないが、寫眞の種板を同じ星に向けて何時間も放置して置くといふと、其星の光をだん〳〵集積して肉眼て觀ることの出來ぬやうな薄き光を寫眞に依て觀ることが出來る樣になる場合が多い。其爲めに變光星、星雲等の研究が非常に進んて來たのてある。又彗星及小惑星等の發見も寫眞に依てなされた例も少なくない。其次は物理學の應用として、分光器といふものが天體に應用せらるゝことになつた。分光とは光を三稜の硝子て七色に分析することてあつて其分析した光の中にある黑線等に依つて、吾々は其發光體の中に含まるゝ元素の種類を知ることが出來る。それから天體が吾人の視線の方向に運動する速度も分光器に依て測ることが出來る。其爲めに天體の物理學的及び化學的の性質が此頃餘程明かになつて來た。

第六節　研究の結果

斯る方法に依て研究した結果、吾々はどれ丈の智識を得たかといふとそれは甚だ憫むべきものてある。今日學術界て豫言の出來るものは恐らくは天文學のみてあるかも知れぬ。氣象學抔ても天氣豫報を出すけれども、或は當ることもあるし、當らぬこともあるしするから、極めて正確とは云へない。けれども天文學の豫言は、精確なる法則によつて計算するものてある丈、信用することが出來る。若し其豫言の範圍が現今の如く、宇宙の一小部分に限られずして、全體に及んだならば、吾人は充分の滿足を得ることが出來やうけれど、かゝる事は幾千萬年の後も不可能の事てあらう。吾人の智識の量は其昔ニユートンの嘆息した樣に、單に濱の眞砂の數粒に過ぎない。眞理の大海は洋々として那邊にある。未知に向つて進むのが、人間の慾望て、既知に滿足するのが、人間の安心てあらう。未知に進む前に、既知に休養せねばならぬ。本書はこれより既知の範圍を探り、幾分の安心に資せんとするのてある。

第二篇　太陽系

第三章　太陽

第七節　太陽と地球

總ての人は太陽が吾々の生活に必要であるといふことを能く知つて居る筈である。それで昔から太陽を吾々の神であるといふ風に考へて、崇拜した民族は少くない。例へば、吾國では天照皇大神は日の神と稱え、太陽と、同一化して崇拜し、支那及び印度でも、太陽の崇拜をやつた形迹は隨分見えて居る。埃及の古代は殊に太陽の崇拜が著しく行はれ、其殿堂の遺物が今でも多く見られる。即只今は沙漠の中に半は埋れたる有名なる女面獅身像の如きは冬至に於ける日出の方向に向つて居つて、それを崇拜する爲めに作られたものである。昔は此の如く太陽を神としたけれど、現在の科學ではそれを神とする代りに、總ての地球のエネルギーの本として最も必要なるものとして居る。地球上の自然現象即ち風が吹くとか或は雨が降るとか云ふ樣な事及電氣磁氣の現象等皆太陽の熱の爲めに起るものである。それから吾々の生じたる機械力、即ち蒸汽力或は電氣の機關の如きも、皆太陽のエネルギーの變形したものを、吾々が使つて居るので

ある。又動物及び植物に於ても、其吸ふ所の空氣或は食する所の食物に依りて得る處のエネルギーは、皆太陽のエネルギーの變化して來たものに過ぎない。其外に吾々の用ふる勢力の中で太陽から直接に來ないで地熱の爲めに起る所の現象がある。それは火山或は温泉等に依て現はるゝ熱であるがそれも地球が昔太陽から分れたといふことを事實とすれば、無論太陽の熱の變體であるといふことを考へることが出來る。それて吾々の地球の總ての變化は皆太陽の光と熱の爲めに起るもので太陽の光及び熱がなかつたならば我が地球は恰も死物と同じやうに靜止すべきものであらうと思はれる。

第八節　太陽系　吾々が空に在る所の星を眺めて見ると、それには種々の種類がある。普通に見えるものは、太陽月、惑星、及恒星丈である。其の中て月及び惑星を除いて外は皆恒星であつて、吾々の太陽も其恒星の一つである。所で太陽は恒星の中でどういふやうな位置を占めて居るかといふに、決して他の恒星よりも著しく大きなものではない。外の恒星は非常に距離の遠い爲めに一點として輝いて居るけれども、實際の大きさは吾々の太陽に比して甚だ大なるものもあつて、時には百倍以上に及ぶものがある位である。けれども太陽は地球に非常に近い

爲めにあれ丈の大きさに見えて著しき光と熱とを地球に供給し得るのである。それで今最近の恒星と太陽との距離を擧げて見ると、光が四年五ヶ月かかつて漸く届く位の距離である。光の速度は一秒間に十八萬六千哩である。即光は地球を一秒間に三廻り半することが出來る。その光が四年五ヶ月かかつて漸く届く位の距離であるから最近の恒星迄は非常に距離が遠い。それを里數に直すと非常な巨大な數に上つて吾々は迚も想像することが出來ないから、普通此の如き大なる距離を勘定するには、光の届く年月を以て勘定をするのである。そこてそれを里數に直す爲めには、四年五ヶ月を秒に直して、それに十八萬六千を掛ければ哩數になるのである。最近の恒星までの距離がそれ丈であつて、其次の恒星は光が六年五ヶ月かかる。其次は八年一ヶ月かかる。それ以上數限りなくあるがそれは皆非常なる年月がかかつて届くので吾々が迚も距離を勘定することの出來ぬやうな恒星の數が多いのである。かく恒星と恒星との間の距離は非常に遠いけれども吾々の惑星の世界即ち太陽系に於ては惑星と太陽との距離は、外の恒星との距離とは比較にならぬ位小なるものである。

太陽系の中て最も太陽から遠い星は海王星であるが、其軌道の直徑即ち太陽系全

體の直徑は、四十五億八千三百二十萬哩であつて、光がそれを通過するには八時間と二十分かかる。八時間と二十分と四年五ヶ月とは、迚も比較にならない。太陽系と他の恒星界との間は虛なる空間で、其中には只彗星及流星が往來するのみである。それで吾々の太陽系は、此宇宙の間に孤立して存在して居るものと見ても、差支ないものであらう。而して恒星は自身の光を有するものであるけれど太陽系の各惑星は皆自身に光なく、悉く太陽の光を受けて光つて居るのである。吾地球も其惑星の一である。

第九節　太陽の距離、大さ、質量

太陽と地球との距離を計算する方法は種々あるが、其詳しきことを述べると高尚なる數學の問題になるから、茲には述べぬけれども、其大體の原則を云へば引力の法則を使つてそれを勘定するものである。測量術で距離を計算するには、二つの成るべく離れたる點から目的點を見込む角の差に依て勘定するのである。三角術の應用である。太陽と地球との距離は地球上に取りたる二つの點の距離に比して甚だ大であるから、其方法を直接に用ふることが出來ないので、引力の法則を用ゐて推算するのである。所が地球の軌道は楕圓形であるので、季節によつて太陽との距離に遠近があるから、普通その平均距離を出すことになつて居る。種々の方法で距離を勘定した結果、太陽と地球との平均距離は約九千三百萬哩となつて居る。其間を光は八分二十秒かゝつて、届く。それで吾々は、太陽が東の山から出た瞬間から、八分二十秒の後でなければ其光を見ることが出來ぬのである。其距離を能く分かる爲めに、譬を取つて見ると、一日に一百哩づつ走る自轉車乘りが、今より約一千九百年前即ち基督が生れた頃に地球を出發したと假定して、其自轉車で絶えず太陽を目掛けて走つたとすると、其時から今日までかゝつても地球から太陽までの距離の約四分の三しか行くことが出來ない勘定になる。夫れで其距離が地球上の尺度に比して、著しく大なる事が分る。

距離が分れば、太陽の直徑は、見掛けの大さの觀測によつて勘定することが出來るのである。太陽の直徑は八拾六萬五千哩であつて、それを地球より月迄の距離と比較して見ると太陽が如何に大きいかといふことが分る。地球から月までの距離は四十八萬哩であつて太陽の直徑の約半分位しかないのである。即ち太陽は地球から月迄よりも、もつと遠方迄擴がつて居る大きな球體である。地球の直徑は約七千九百哩位のものであるから、太陽の表面積は地球の約一萬二千倍で、太陽

の容積は地球の約百三十萬倍である。次に、太陽全體の質量を勘定して見ると、其れは地球の質量の約三十三萬倍である。

太陽の比重は水の約一、四倍であつて、丁度石炭の比重と同じ位である。地球の比重は約五、八であるから其の約四分の一にしかならない。太陽は斯く比較的稀薄であるにも拘らず、全體の質量は非常に大きいものであるからして、太陽の面に於ける重力は地球の表面の重力の約二十八倍である。それで若し吾々が太陽の表面に行くことが出來たと假定しても、吾々の身體は二十八倍の重量に感ずるからして其身體の重さで吾々の骨は折れて了ふだらう。所で、そんなに重力が強いならば物質を漸次中心の方に引張つて、比重が段々大になる筈であるけれども、それが地球よりも少ないといふのは、太陽の實質の構造が非常に地球とは狀態を異にして居るからである。即太陽は液體或は固形體でなくして、高熱の瓦斯體であるので、かく小さき比重を有し得るのである。

第十節　太陽を構成せる元素

太陽はどういふ元素から成立つて居るかといふ問題は、唯それを肉眼或は望遠鏡にて見た丈では決定することが出來ない。吾々は其爲に分光器なる器械を使用し、其中の三稜の硝子で光を分析して、七

色の帶を作るのである。其七色の帶中に數萬の黑い線が見える。それは物理學をやつた人は誰も知つて居るフラウンホーフエル氏の線と名くるものである。此線は瓦斯狀になつて居る或元素の中を光が通過する場合に、其瓦斯により、光が一部分吸收さるゝ爲めに生ずるものである。それで地球上て種々の元素に就て實驗して其黑い線の性質を定めて、夫れを太陽の場合と比較すれば太陽に於てどういふ元素が瓦斯狀をなして存在して、黑線を生ずるかといふことを、研究することが出來る。其結果に依ると太陽にある元素は殆ど皆地球にある元素と同じだといふことが分る。それて地球が若し太陽と同じ位の熱度に上つたならば、地球の發する光は矢張太陽と同じやうに分光器に於て現はるゝであらうと思はれる。今太陽に發見せられたる元素を表にして見ると下のやうなものである。

アルミニウム、	ニツケル、	カルシウム、	ポタシウム、	炭素、	
硅素、	銅、	水素、	ソヂウム、		
クロミウム、	コバルト、	マグネシウム、	チタニウム、		
バリウム、	インヂウム、	ストロンシウム、	リシウム、	セリウム、	
ルビジウム、	ウラニウム、	シジウム、	蒼鉛、	バナジウム、	バラ

第十節　太陽を構成せる元素

デウム、グルシウム、カドミウム、モリブデン、イットリウム、スカンヂウム、ジルコニウム、ニヲビウム、ニヲヂミウム、ゲルマニウム、ローヂウム、イルビウム、ヘリウム、

等である。地球上に酸素は隨分澤山あるけれども、それが太陽に存在するか否かといふことは未だ疑問である。

第十一節　太陽の熱

太陽に熱があるといふことは、吾々が日常經驗して居ることである。其爲めに物質が膨脹して比重が輕くなるだらうといふことは、勿論想像さるゝことである。熱が物體を膨脹せしむる性質のあるといふことは、普通の實驗で分ることであるからして非常なる高熱を有つたる物體が著しく稀薄なる狀態になり得るといふことは、明かなことである。若し地球を太陽と同じやうな比重を持たせるやうに熱を上ぼせたならば、地球は今の一倍半位の直徑になり得る筈である。所が熱といふものは一種のエヂルギーであつて、これと溫度と混同するのは間違つて居る。溫度は熱を測る爲めに吾々が定めたる一つの標準であつて人爲的のものである。それで太陽の熱を測るには吾々は溫度を使用しなければならぬ。所で太陽の溫度の勘定は甚だ面倒であつて、實際吾々が太陽に行くことが出來るならば其勘定は左まで困難であるまいけれども、地球上から種々の方法にて測定するといふことは、其測定法の原理の差等に依つて著しき差を來たすのである。

或人は攝氏の千四百度位の熱であるといひ、又突飛な勘定に依ると攝氏の五百萬度位といふやうな人がある。けれども一般に承認せられて居る說に從へば太陽の表面の溫度は約攝氏の五千四百度位らしい。

第十二節　太陽の表面

肉眼で太陽を觀て見ると、それは一樣に光つたる圓板のやうに見えて、其間に何等特別なるものを認むることは出來ないけれども、それを望遠鏡にて見るか、或は寫眞で觀測して見ると、其中に黑い點を見出すことが出來る。それは所謂太陽の黑點と稱するものである。其黑點は必ずしも一つあるのではなくして二つ三つ或はそれ以上澤山あることがある。それから時とすると太陽の緣の所に近く他の太陽の部分よりも少し光の强い部分があることがある。それは斑光と稱するものである。先づ全體から云つて見ると太陽の中心に近い部分は周圍の方よりも少く光が强く見える。太陽の表面には厚い瓦斯の層があるからして其爲めに光が吸收されて緣の方の光は餘計に弱くなる爲に

此現象は起るのである。

第十三節、太陽の自轉

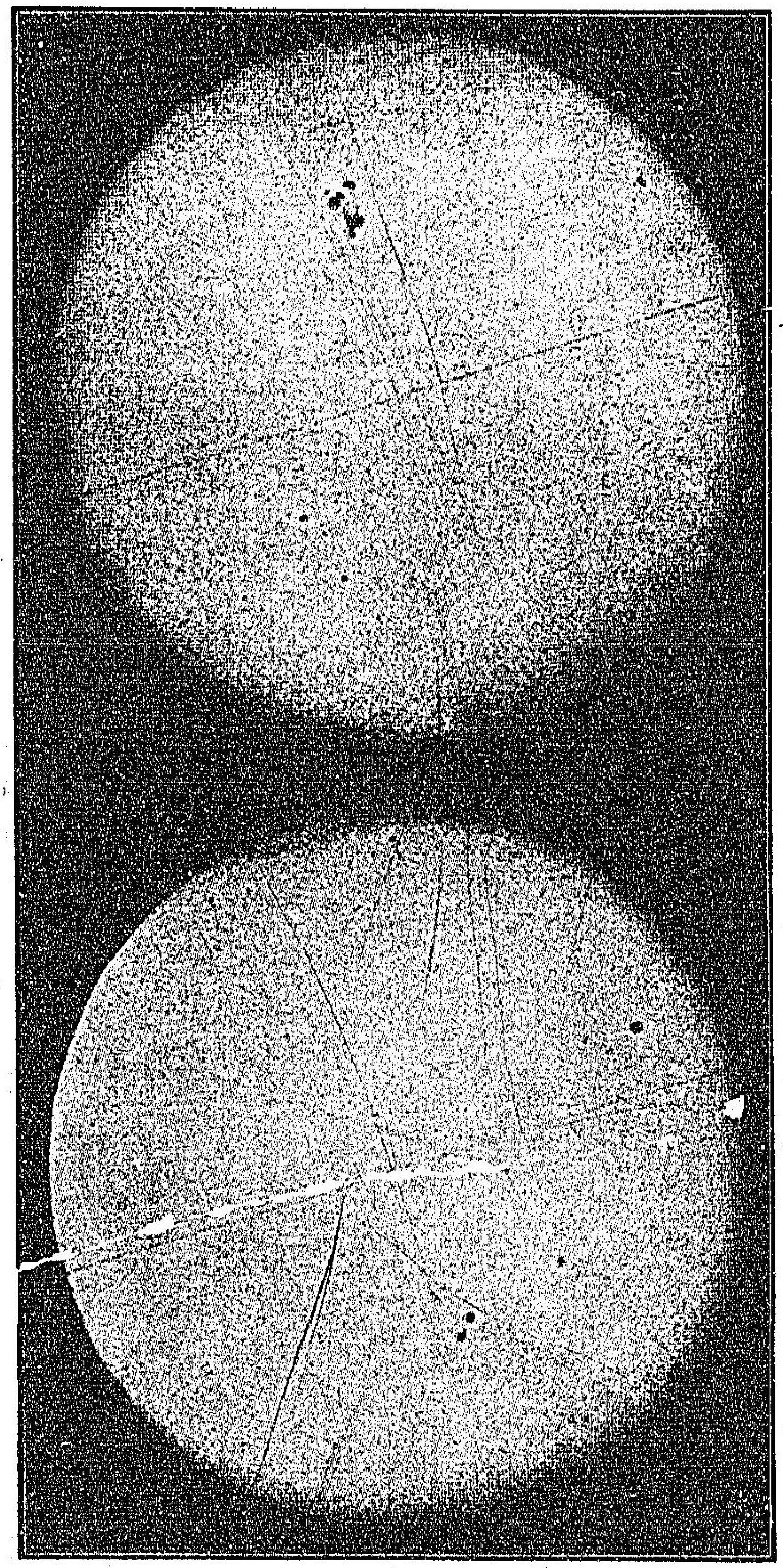
太陽は全く動かずに靜止して居るのではなくて、矢張地球の如く、自身の軸に依りて回轉するものである。其事實は太陽の面に現はれたる黑點の位置が變化することから、始めて知られたのである。黑點は毎日西より東の方に向つて少し宛移動する。其移動する方向及び速度は大抵一致して居るので、それは黑點それ自身が動くのではなくして、太陽が自轉するのであらうといふことは、其黑點の觀測者の氣付いた所である。それに依て研究して見ると、太陽の自轉の軸は地球の軸と並行して居ない。地球から見ると太陽の北極は少しく東西に傾いて居る。又太陽の自轉の週期を黑點の運動から勘定して見ると約二十五日乃至二十八日位の結果を得る。何故に正確に其時間が分らないかといふと、黑點が一回轉する日數は、黑點が太陽の眞中即太陽面の赤道の所に近いか或は赤道の少し上か下かにある時等に依つて、違つて來るのである。太陽の面は地球のやうに固體でなくして、絶えず動搖して居る爲めに、黑點の位置も幾分かずれて太陽全體の自轉の時間と必ずしも一致しないものであるから、さういふやうなことが起るのであらう。普通は太陽の自轉の週期は平均して約二十七日半

としてある。

第十四節 太陽の黑點

太陽の黑點は肉眼で見ることの出來るものがある。西洋ではガリレオが始めて望遠鏡を發明した時に、それで太陽を觀測して之を發見したさうである。けれども其研究は極近年から起つたので、未だ正確に其黑點が如何なる性質のものであるか定めることが出來ない。黑點は常に存して居るけれども一の黑點は永久的に在るものではない。又其位置も時々刻々變化して行く。小さいのになると一週間とか十日位で消えるのもあるし、又出來てから一箇月以上續いて存して居るものもある。其大さは大小種々あるが普通は皆地球の數倍位のものが多いのである。其黑點を望遠鏡で詳しく觀測して見ると、二つの部分から成つて居るといふことが分る。其中心の部分は眞黑になつて居て普通之を核と稱して居る。其核の周圍に薄黑い部分があつて、それから其外の普通の明るい太陽の面に續くのである。

黑點の出る數及び面積は年に依つて非常に變化がある即ち黑點の多い年と黑點の少い年と斯う區別することが出來る。それを統計した結果によると畧々十一



太陽の寫眞（黒點を示す）
（[illegible]）

年目毎に黒點が非常に多くなる年が來るのである。其最も多い年から約五六年經つと又黒點の最も少い年が來てそれから又五六年經つと又最も多い年が來るやうに循環して行くのである。此十一年の週期が、地球上の人事に影響するといふことを考へた人が昔から隨分ある。或人は氣象即ち風とか雨とかゞそれに關係するといつて研究した事があるし又は飢饉のある年が丁度十一年目毎に廻つて來るから黒點と關係して居るといふやうにいふ人もあるが是等のことは少しも正確なる根據はないけれども、黒點が地球の磁力に影響があるといふことは明かな事實である。即ち磁力に時々著しき變動の起ることがある。それは磁氣嵐と稱せられて居る所の現象であるが、詰り磁針の方向が一時非常に狂ふことを云ふのである。それは大抵大なる黒點が太陽の面に現はれて居る時と一致して居る。

それから磁氣の現象に關聯したことで極光といふ現象がある。此現象は大抵磁氣嵐の前後に現はるゝ事が多い。其極光の現はれることも亦太陽の黒點の出現と密接なる關係のあるといふことは疑はれない事實である。然らば何故太陽の黒點の出現が地球の磁力に影響するか、といふ問題は種々の學者に依て研究せら

れたが此頃では下の樣な說が行はれる。即太陽には多くのラヂウムがあつて、其れから電子が著しき勢で四方に飛散する。其一部分が地球に屆いて其爲めに地球の空氣の上層に電氣の眞空放電の現象が起つてそれに依つて極光を起すのである。その電子より生ずる磁力が地球磁氣の基となる。處て黒點は太陽の內部の物質が噴出するものであつて、其所には、多量のラヂウムがあるので、最多く電子を發する、それで磁氣嵐が起ると云ふのである。この說は可なり根據のあるものである。黒點の出現する場所は太陽全體に亘つて一樣であるとは言へない。太陽の中心より自轉の軸に直角に引いた平面が太陽の表面と交る所の大圓を地球の赤道と同樣に太陽の赤道と云つて居るが、其赤道から餘り離れた所には黒點が出ない。それ故に黒點は太陽の自轉と何か關係があるらしい。

それから黒點は如何なる性質のものであるかといふことに就いては、古くから種々の學者が考へた說が隨分あるから茲に其一端を紹介しやうと思ふ。

最初の說は英國にて有名なるウイリアム、ハーシェルと云ふ天文學者の唱へたる學說である。其人の說に依ると、太陽には內部の球の周圍に非常に光の強い二つの層がある。其內部の球體は暗黒なるものであつて、其外部の光のある層が時々裂

けて穴が出來た時に、其内部の球體が見えるからして、それが黒點となるのである といふのである。けれども其説は今殆ど信ずる人はない。

其次にセッキイとフエーといふ二人が唱へて、又最近にプロクターも其れを採用した學説があるが、それは太陽面の内部から瓦斯が噴出してそれが太陽の光つた面の一部分を蔽ふからして其爲めに黒點が出來るのであるといふ説である。

それからフエーは其後又新説を出した。即太陽の黒點といふものは恰も地球の上の旋風に似たやうなものであるといふ説である。太陽の赤道の部分は外の緯度の高い部分に比して回轉の速度は非常に大であるからして、其回轉の非常の大なる部分の氣體の一部が渦巻を生じて、其結果光の一部分が遮られて黒點になるといふのである。けれども黒點に渦巻のやうな形狀を有つて居るものが餘りないからして此説も餘り當てにならぬかも知れぬ。

其後セッキーといふ人が出した説に依ると、黒點は、太陽の内部から噴出したる物質が表面に於て冷却して、再び太陽面に落つる時に、其下の光を遮つて生ずるものであるといつて居る。

第五にロッキャーといふ人の考へた説に依ると、黒點の原因は太陽の内部から起るのでなくして、全く外部から冷えたる物質が太陽の表面に下りてそれが爲めに冷却したる部分が光を遮ぎるのであるといふて居る。けれども此説に依ると、太陽の何れの部分にも均一に黒點がなければならぬことになるが、さういふことはないからして、此説も未だ充分に黒點を説明することは出來ない。

其次にオッポルッエルといふ人の唱へたる説は少し面白い。それは地球上の空氣の運動からして考へた説であるが、太陽の赤道の附近は自轉の速度が非常に早いから、太陽の兩極の方から週期的に氣體が流れて來て、其氣流が段々赤道の方に進んで、冷えて太陽の表面に下る時に、それが内部の高熱の爲に非常に熱せられて、再び上昇する爲めに太陽面に空所を生ずる。其爲めに黒點が生ずるのであるといふて居る。

何れの學説が本統であるか確乎たる所は分らぬけれども、先づ大體から云つて見ると、黒點は凹陷したものであるが、或は噴出したものであるかどつちかだらうといふ説になつて居るが、實際望遠鏡で黒點を觀測して見ると黒點が緣の方に行けば其部分が凹んだやうに見えることがある。けれどもプロクターの如きはそれを否定して黒點は太陽の内部から噴き出てたる瓦斯の爲めに其面の光が蔽は

れて居るので緣にては夫れが噴烟狀に見ゆると主張して居る。何れが眞てあるか未だそれを決定することは出來ない。

第十五節　斑光　望遠鏡で見ると太陽の緣に近く時々著しく輝く部分を認むることが出來る、といふことは先きに述べて置いた。夫れが即ち斑光と云ふものである。斑光は黑點の周圍に現はるることが普通てある。望遠鏡では、太陽の中心に近い所に斑光がある時には、周圍の光輝の強き爲、見ることは出來ぬけれども、近來分光器を使用して寫眞を撮る方法が發明せられて以來、太陽面の如何なる所にも斑光があるといふことが分つて來た。それて其斑光を起すものは何てあるかといふと、太陽に於ては重に水素或はカルシウム、マグネシウム等の斑光が多いのてある。此等の元素が非常に高熱されて瓦斯狀を爲し、直接太陽の面に浮游して居るものらしく思はれる。夫等の別々の元素によつて生ずる斑光の分布の有樣は、分光器と寫眞を適當に使用して寫すことが出來る。其斑光の分布の範圍も、可なり黑點の分布の範圍と一致して居るので、何か其間に密接の關係があるらしい。

第十六節　コロナ　肉眼或は望遠鏡で太陽を見ても、又普通の場合に寫眞に撮つても、唯寫るのは太陽の圓形の表面のみであるけれども、皆既日蝕の時、太陽の本體が、月の爲に全く隱されて仕舞つた場合には、圖に示す如く、太陽の周圍に薄い光が放射せられて居るのを見ることが出來る。其薄き光をば吾々はコロナと名づける。此コロナは日食皆既の際てなければ見ることが出來ないもので、普通の場合には分光器を使用しても、どうしてもそれを見ることが出來ない。コロナの研究は頗る面白いもので、其爲めに日食皆既の際には各國の天文學者が非常に注意して研究するのてある。コロナの形は一定して居らない。或る時には太陽の面から餘り遠くまで擴がつて居らぬこともあり、或る時には非常なる距離まで及んて、殆ど太陽面から二百萬哩位遠方まて擴がつて居ることがある。其の形狀と黑點とが或る關係を有つて居る樣てある。即ち黑點の數が少い時にはコロナは太陽の兩極の部分には擴らないで赤道の部分が非常に擴がり、其れに反して黑點の數が非常に多い時にはコロナは太陽の全體から一樣に放射されて居る。其理由は能く分らない。

コロナを構成せる物質は非常に稀薄なるものであつて、殆ど外の物體が其中を通過しても抵抗を感じない位のものらしい。如何となれば、彗星が太陽に近づくと

きにはどうしても其のコロナの中を通る場合が多いやうであるが、其爲めに彗星の運行に少しも影響した樣なことはないからして餘程稀薄でなければならぬ。彗星の尾は非常に稀薄なる物質であるといふことは總て人が知つて居ることであるがそれさへ殆んど影響されない樣である。コロナの光は自分自身の光であるか又は太陽面からの光の反射であるか、どちらか分らないけれども、斯く稀薄に散布せられたる所の分子が、自身で光を發するといふことは少し考へ難い事實であるから、太陽の光の反射であると云ふ說が有力である。或る人は日食皆既の際にコロナを研究して、コロナには全く熱がない、有つても吾々の地球上の溫度よりも恐らく低いものであらうと云つて居る。

コロナの構成即ちコロナが如何なる元素から成立つて居るかといふことは、之も其光が餘り稀薄である爲めに充分に分析が出來ないが、或人の云ふ如く、コロナには特別なる元素コロニウムといふものがあるといふのは確かなる說ではないのである。

第十七節　彩球及紅焰

彩球といふものも、日食皆既の際に能く見ることが出來るもので、コロナと太陽の表面との間にある所の薄い層であつて、眞紅な强い光をば出す所の部分である、日食皆既の際に此彩球を觀察して居ると、時々其部分から紅焰が噴出されることがあるのを見ることがある。其紅焰の噴出の具合を能く注意して居ると非常に烈しい勢力を以て太陽面から投け出されるものであると云ふ事が分る。時としては二十萬哩位の高さに達することがある。或る時は太陽の面から紅焰が離れて空に浮んで居るやうに見えることもある。其際の紅焰の形の變化は非常に急激であつて、種々なる美觀を呈して恰も花火のやうな狀態を呈する場合が隨分ある。紅焰は太陽の緣のみで見ることが出來るが、夫れは必ずしも日食皆既の場合でなくても、普通の時に分光器を以て觀測すれば、立派にそれを見ることが出來る。紅焰の光は太陽面の光よりも少し薄いので、太陽の中心に近い部分の紅焰は外の周圍の光に遮られて見ることが出來ない。

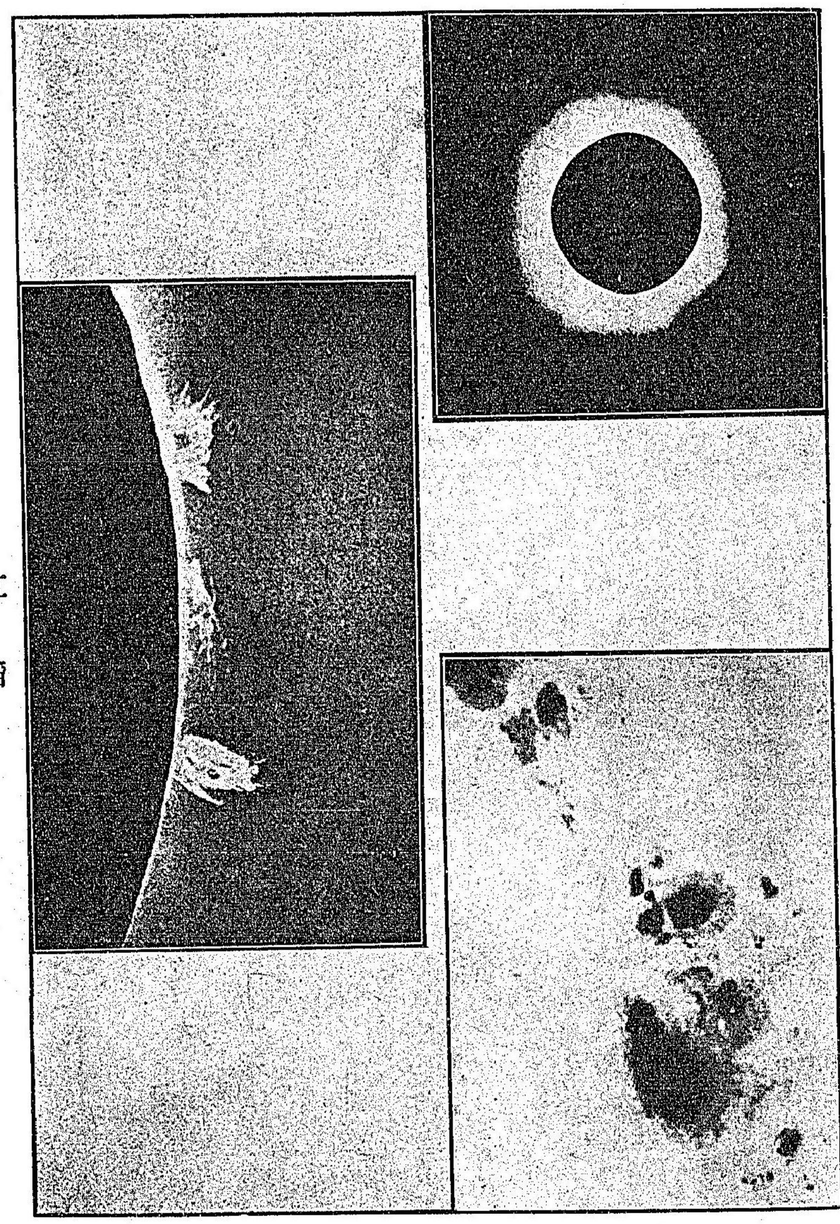
紅焰の出る部分は矢張一種の帶を爲して居て、丁度黑點の有る部分と殆ど一致して居る。それてこれは黑點と一種の關係があるといふことを主張して居る人がある。其說に依ると、紅焰を眞上から眺めると其上部に餘程溫度の低い瓦斯があるから、下の太陽の面の光をば蔽ひ隱くしてそれが即ち黑點となるといふのであるそれで、黑點が太陽の緣に行くと横から見えるので、紅焰となつて現はれると

云ふのである。これには反對説もある。

第十八節　太陽の機械觀

今迄は太陽の部分々々に就て研究したが、今度は太陽を全體として考へて如何にして此大きな塊が活動を續けて行くかといふことを研究したいと思ふ。實際吾々の生命は全く太陽の運命に懸つて居るのであるからして此大機關の研究は吾々の學術上最も必要なる題目であらうと思はれる。

太陽は詰り一つの大なる熱を發する機關と考へて差支ない。それで之を地球上の機關に譬へて、先づ蒸汽機關と比較して見やう。總ての機關を動かすにはそれに要する力が必要である。蒸汽機關の場合に於ては、其力は石炭の中に含まれたるエネルギーから取るのである。即ち石炭に在る潜勢力を燃燒に依つて熱に變じ、其熱を機械力に變じてあれ丈の活動を爲すのである。けれども太陽の場合に於ては少しくそれと狀況を異にして居る。太陽の熱の生ずるのは燃燒に依つて生ずのではない。地球上の火は殆んど皆或る元素と酸素との化合に依るのであるが、太陽の火は決して元素の化合に依て生ずるのではない。太陽自身が非常なる熱量を持て居て其自身の熱の爲めに光るのである。丁度譬へて見れば熱した



る鐵丸が赤色の光を發するやうなものである。斯く熱せられたる物體が常に攝氏の五千四百度位の熱度を續けて行く爲には、何か其熱を補充するものが必要であるといふとは明である。實際吾々の地球及太陽其他の惑星が浮游して居る所の空間は、非常に冷やかなものであつて、或る人の勘定に依ると攝氏の零度以下二千五百度位の溫度であらうといふことである。其中に太陽のやうな非常に高熱の物體が懸つて居て、而かも絕えず光と熱を四方に放散しつゝあるのであるから當然其表面は非常な勢にて冷へなければならぬ。吾々の地球は數百萬年以前から同じ太陽の熱を受けて居るのであるが、歷史あつて以來五六千年に及ぶも、吾々人類は太陽の熱度の變化のみに依つて生ずる地球上の溫度が著しく變つたといふことを認める事が出來ない。無論地質學上の研究に依ると、前に氷河時代なるものがあつたといふ事であるが、其時に果して太陽の溫度が低かつたが爲めにさういふ結果を生じたかといふことは疑問である。先づ吾々の知り得たる範圍内で考へて見ると、太陽の熱の放散量は過去一萬年位の間は增減がなかつたと斷定することが出來る。少しも補充なくして斯かる一定の熱を四方に放散することは出來ぬ筈である。それで其補充の方法はどんなものであらうかといふ問題が

起つて來る。それに就て二つの有力なる說がある。

第一は、流星說である。それは數多の流星が太陽の表面に落ちて摩擦を生じ、夫れに依つて位置のエヂルギーが熱に變じ、以て熱量の補充をなすといふ說である。吾々の地球にも一日に數千萬乃至數億の流星があるので、それと比較して見ると太陽の表面には非常に多數の流星があるであらうといふことは察せられる。けれども吾が地球上に於てはそれ程の流星があるに拘らず、地球の溫度はそれが爲めに殆んど增減しないといふことは事實である。若し太陽に現在、熱を持續する丈の流星が落ちるものと假定すれば其附近の水星或は金星地球等の如きも幾分かそれと同じく流星の爲めに發熱しなければならぬ筈である。殊に水星の如きは其爲めに著しく熱せらるべき筈であるけれども、さういうことは事實上ない。それで此說は事實に違つて居るといふやうな非難も隨分ある。單に勘定の上から考へて見ると、現在の熱を續けて行く爲めには一年に地球の質量の大凡七十四分の一の隕石が一秒間に六百キロメートルの早さで太陽面に落つれば宜しいといふ譯である。けれども一時それ丈の流星があると假定しても、太陽の周圍の空間は絶えず變化しつゝある故、何時も流星の適當なる量のある所をば通行すると

いふことは出來ない筈である。その爲めに流星の少い時には熱が減少し、多い時には熱が上るといふ結果を生ずる筈であるが、太陽の熱は殆ど常に一定して居るから此說は先づ怪しいと思はれる。

第二の說は、獨逸のヘルムホルツの唱へ出した說であつて、最も信用するに足るもので、今は一般の學者の承認する所である。それは太陽は自身の容積の收縮に依つて熱を保持して行くことが出來るといふ說である。太陽の表面の狀態から考へると太陽の內部は著しく高い熱度であるといふことは想像される。さうして內部の瓦斯は非常なる壓力で抑へられて居るから、絶えず膨脹せんとしつゝあるといふことは事實らしい。所で表面は絶えず冷えて段々收縮するからして、其表面の收縮と內部の膨脹と相衝突してそれが爲めに熱を發生ずるのである。然らばどれ丈收縮したならば現在の熱度をば保つことが出來るかといふに、先年物故したる英國のケルヴヰン卿の計算に依ると、太陽の直徑が一センチメートル縮まれば一時間以上現在の熱を支へ得ることが出來るといふ事である。其結果に依ると一年に約九十メートル宛收縮して行けば宜いことになる。所て太陽が實際收縮しつゝあるといふことを吾々が測り得るかといふに太陽の距離は非常に遠く

且太陽の大きさは非常に大なるものであるからして、一年間に九十メートル位収縮したとても吾々は肉眼で明瞭に見ることは出來ないし、又吾々の精巧なる機械でも其度合を測るといふことは出來ない。勿論六千年位前に太陽の大さを正確に測り得たならば今日と比較して幾分か收縮したといふことを測ることが出來たかも知れないが、現今の如き精密なる觀測の機械が出來てから未だ百年足らずの間であるので、それ迄の研究に依りては、未だ太陽の實際收縮したといふ證據を提出することが出來ないけれども、今は殆んど此說を疑ふ人はない。

然らば太陽の光は全體としてどの位のものであるかといふと滿月と其光を比較して見れば約其六十二萬倍、それから恒星の中で吾々に最も多く光を與へる天狼星の約七十億倍の光を吾々に與へて居るものである。それで天空全體を滿月で充たすとしても太陽の光には遠く及ばない。

第十九節　太陽は瓦斯體なり

太陽が漸次收縮する事によつて熱を發生すると云ふ事を眞なりとすれば、吾々は物理學上是非共太陽を瓦斯體であるとしなければならぬ。勿論太陽を分光器で研究しても、太陽の外部が瓦斯體であるといふことは明かに證明せられる。其內部も同樣に高熱の瓦斯體なるべき事は

熱の狀態で推せられるのである。又外の恒星も皆瓦斯體であるといふことも殆ど分つて居る。若し太陽が今後益々收縮して遂に液體或は固體となつたならば其時には現今のやうに單に其收縮に依つて、熱を持續し得る譯に行かない。さうして直ちに冷却して仕舞ふ筈である。それで太陽は是非とも瓦斯體でなければならぬ。それは質量と比重との關係からも考へられる。けれども世人は斯ういふことは殆ど知らない。皆固體である樣に思つて居るのは非常なる間違である。

一體太陽の瓦斯といふものは、地球上の瓦斯の狀態とは著しく違つて居る。何しろ瓦斯の比重が著しく大てあつて、地球上の空氣の殆ど千倍位てあるからして、其等を同樣に考へることは出來ない。況んや其瓦斯の中には銅銀鐵等の金屬も皆含まれて居るのである。斯る元素は非常なる高熱になつて居るからして、勿論化合することは出來ない。皆自身特有の瓦斯となつて太陽面に存在して居るのである。今假りに地球に二十哩位の穴をば縱に眞直ぐに掘り下げるとすれば、其底にある空氣は上層の空氣の壓力の爲に壓迫せられて、殆ど太陽面の瓦斯と同じやうな密度に達することが出來る。それで太陽面上の瓦斯の狀態は恰もさういふやうな狀態であらうと想像される。が其中心に近き部分の瓦斯の狀態は、少

しく想像し難い。

第二十節　太陽面の循還作用

太陽が瓦斯體であるとすれば、其表面の瓦斯は熱を放散する爲め冷えて收縮し段々比重が重くなつて下に沈み內部の熱せられたる瓦斯が又上に浮出る筈である。それは地球上の空氣の運動に比較して考ふることが出來る。又地球の空氣內に雲があると同じやうに太陽の表面にも又冷えた瓦斯が液體の形を取り雲のやうになつて存在して居るのがあるかも知れぬ。實際研究して見るとかゝる層は何時も存在して居て、吾々が通常太陽の面と思つて居るのは、實は其層の表面を見て居るのらしい。其層の表面上から彩球或は紅焰等が噴出して出るものらしい。又コロナは太陽の面から噴出された極微細なる分子が浮游して居るものであらう。其微細なる分子が何故太陽の表面に歸らないかといふと、それは多分光の輻射壓に依つてさうなるものらしい。光はそれに當るものに一種の反撥力を及ぼすものでそれを輻射壓と名づける。それでコロナの分子に太陽の光が當つて、夫れを反撥しやうとする、同時に又太陽の重力は其分子を引き付けやうとして居る。大なる物體では夫れに及ぼす引力の方が光壓よりも餘程強いが分子が非常に小なるものであると引力は著しく少くなるけれども、光の壓力はさまで減じないからして、後には光の壓力の方が引力よりも強くなることがあるのである。其爲めに極く微細なる分子は太陽面に歸へることが出來ずに浮游して居るかも知れぬ。

第二十一節　太陽の將來

太陽は過去數萬年の昔より現在まで、此の如く著しく光と熱とを四方に放散して少しも衰へたといふ色を見せないけれども、それは果して永久に續くものであるかどうか非常なる疑問である。ヘルムホルツの太陽の收縮說を吾々が採用するとすれば、太陽は年々九十メートル宛直徑を縮めて行くのであるから後には著しく形が小さくなつて今迄通りの熱を放散し得ないといふことは當然の結果であらうと思はれる。ニューコム氏は其收縮の度合を勘定して、今より五百萬年の後には太陽の直徑は現在の二分の一になるだらうといふことを豫言して居る。直徑が現在の二分の一となれば、其光熱は著しく弱くなるし其爲めに我地球上の諸現象も著しく力を弱められることは明かなることであらうと思はれる。更に一千萬年の後には、直徑が著しく收縮して、迚も其光と熱に依りて吾々は生存することが出來ぬやうになるであらうと思はれる。即ち太陽の收縮は地球の破滅であつて、同時に吾々人類の破滅である。

其後太陽は漸次暗黒體に變じて、いつまても空間に留まるであらうが、其れが再び光り出す爲には、他の大なる天體と衝突でもしなければ、一寸見込がないらしく思はれる。それは人類の絶えてから先の先の先の話であるから、今こゝで心配することもあるまい。

第四章　水星

第二十二節　惑星の概觀

吾々の太陽系は太陽と數個の惑星及衛星等より成立つて居るものである。惑星は各〻太陽の引力の影響で其周圍を回轉して居るもので、衛星は又惑星の周圍を回轉するものである。此等は各々自身で光を發しない物體であつて、或は地球から見て月の如く滿ちたり缺けたりするやうなものもある、普通大きな惑星の八個をば二つに分ける。其方法に二種あつて、一は其大さの大小に依つて分けるのと、一は地球からの位置に依つて分けるのである。水星、金星、地球、火星を一團とし木星、土星、天王星、海王星を一團とせるのは惑星の大小に依つての分け方である。それから水星及び金星を內惑星といひ、火星、木星、土星、天王星、海王星を外惑星と稱するのは第二の分類である。內惑星は地球の軌道

と太陽との間に其軌道を有するもので、外惑星は地球の軌道の外に其軌道を有するものである。惑星には水星及び金星を除くの外皆幾らか宛の衛星が附屬して居る。今惑星の重なる特徴即ち重力、比重、質量、及び直徑の表を作ると左の如きものである。

	重力	直徑(哩)	比重	質量
水星	0.43	3030	6.3	$\frac{1}{16}$
金星	0.88	7700	4.8	$\frac{1}{1.2}$
地球	1.00	7926	5.6	1.
月	0.17	2163	3.4	$\frac{1}{81}$
火星	0.44	4230	4.0	$\frac{1}{8.1}$
木星	2.6	88300	1.3	$\frac{316}{8.1}$
土星	1.2	73700	0.7	95
天王星	0.9	32000	1.2	15
海王星	0.9	35000	1.1	17

此表に於ては、重力及質量は地球のものを各標準とし、一と取つたので、比重は水の

等容積と比較したものである。

第二十三節　ボーデの法則

惑星の太陽からの距離は、地球と太陽との距離及び惑星が太陽を一週する時間を知れば、引力の法則を使用して勘定することが出來る。其方法は面倒であるからしてここに述べないが茲に惑星の距離に關する面白い一つの法則があるから、それに就て少しく述べる。之れは十八世紀の半ば過ぎに獨逸のボーデといふ天文學者が發見した法則である。此ボーデは後に伯林の天文臺長になつた有名なる人であるといふと、表の如く〇、三、六、そこてボーデの法則といふものはどんなものであるかといふと、表の如く〇、三、六、十二といふやうな風に段々二倍になつて行く數に各四を加へた和が太陽から各惑星迄の距離の比に相當するといふのである。（附錄惑星軌道圖參照）

	ボーデの法則による距離	實際の距離
水星	0+4=4	4
金星	3+4=7	7
地球	6+4=10	10
火星	12+4=16	15
小惑星	24+4=28	28
木星	48+4=52	52
土星	96+4=100	95
天王星	192+4=196	192
海王星	384+4=388	301.

この表では、地球と太陽との距離を十と假定して、夫れに比例して、惑星の距離を取つたのであるが、ボーデの法則に依つて勘定したる數と、實際の距離との比較は海王星を除くの外非常によく一致して居る。ボーデが此法則を發見した時には、未だ火星と木星との間に在る處の數百の小惑星は未だ一つも發見されない時代であつた。それでボーデは自分の法則に依つて是非とも其間に惑星がなければならないと思つたので數人の天文學者と共同して其捜索を始めた。其後英國のウヰリアム、ハーシェルと云ふ有名な天文學者が偶然天王星を發見したので、ボーデは早速其距離を自分の法則に當て嵌めて見た所が表にある通り丁度能く當て嵌つたので、益彼の法則を確むることが出來た。

それでボーデ等は引續いて惑星發見に盡力したけれども、少しも効がなかつた。

所が十九世紀の最初の日即ち一千八百一年一月一日に伊太利の天文學者のピアッヂといふ人が他の目的にて觀測しつゝあつた時に偶然セレスといふ小惑星を發見した。其距離を測定してボーデの法則に當嵌めて見ると丁度甘く一致して居る。即ちボーデの法則には二十八といふ數が出て居るのに、セレスの實際の距離は二七七であるから、よく合ふのである。

セレスの發見後續々小惑星が發見されて、現今は其數が七百許りある。其太陽からの距離は各々差があるけれども其平均數は矢張二十八で、ボーデの法則に能く一致して居る。

此ボーデの法則は實際に何等の合理的の基礎があるのではない。唯數が偶然一致したといふに過ぎないので、何か隱れたる理由があるかも知れないけれども、それは未だ不明である。其後海王星が發見せられて、それに此法則を當嵌めて見ると少し違ふけれど先づ表の如く大躰一致したやうな數が出て來たのである。要するに此法則は記憶し易いと云ふ點からして、重寶なものである。

第二十四節　水星

惑星の中で最も太陽に近い星は即ち此水星である。處が太陽に餘り近い爲めに、太陽の光に遮られてなか〳〵それを見出すことが困難

である。地動說を主張して天文學界を一新した有名なるコペルニクスは、ポーランドで永い間觀測に從事したのであるが其間に一遍も水星を見なかつたそうだ。我國では水星を見る機會は隨分澤山ある。日の出る前或は日の沒した後に太陽に極接近して著しく光を放つ所の星が即水星である。それが朝見ゆる頃は毎日段々光が强くなつて、數日にして太陽に近づいて見えなくなるが、夕方に見える頃には其光は段々毎日減少して遂に太陽の光の爲に見えなくなつて了ふのである。かく見える日數が非常に少いので餘程注意しないと見出すことが出來ない。左に本年中の最も能く見える日を掲げて置く。此等の日の前後數日間は觀望に適するのである。

明治四十三年五月三日　夕
六月二十日　朝
八月三十一日　夕
十月十一日　朝
十二月二十五日夕

水星は惑星の中で最も小さいもので其大さは月より少し大きい位のものである。

其外月と種々の點に於て類似して居る。水星の表面によつて反射せられたる太陽の光の量を種々の場合に測定して見ると、月の面と略々反射の力が同じ位であるといふことが分つた。それから又月と同じやうに、水星は滿ちたり缺けたりするのである。其工合も能く月と似て居る。其他種々の點から考へて見ると、水星の表面は月の表面と同じやうに粗い固體から出來て居て、空氣が極僅かしかないらしい。近頃分光器に依つて研究した結果、水星の表面には空氣と水蒸氣が存在して居るといふことが證明せられたさうだから薄い大氣があるものと考へねばならぬ。

水星の自轉の週期は分らぬが、多分公轉の時間と同じであらうといふ說である。水星が太陽の周圍を一回轉する時間即ち公轉の週期は八十八日餘で其軌道は著く楕圓形になつて居る。其自轉と公轉と週期が同じであるとすれば水星は同じ面を常に太陽の方に向けねばならない。そうすると、水星面の溫度は非常に不思議なものであらうと思はれる、即ち太陽に向つて居る一方の面は永久に晝であつて、而かも太陽に近い時には太陽から受ける熱量が殆ど月が太陽から受ける熱量の十倍位になり、遠い時には月の五倍位の熱を受けるやうになる。それが連續して絶えず熱せらるゝのであるから遂には非常なる溫度に達するであらうと想像される。所て其反對の側は永久に太陽に向ふことが出來ないから、全く永久の夜で、溫度は絶えず減ずる許りであるから、氷點以下百度位に達するだらうと思はれる。勿論空氣があるからして幾らか晝の側の熱を夜の側に傳へることが出來るから、水星が太陽に近い時と遠い時とは幾分溫度が變化する筈である。併し此等のことは水星の自轉の軸が其軌道の面に直角であるといふことを假定して立てた議論であるから、若し水星の回轉軸が地球のやうに幾分か傾斜して居るとすれば、餘程其爲めに溫度の變化がある譯であるけれども大體に於て上に述べたことは變化しないだらう。

水星の面を望遠鏡で見ても其上に著しい斑紋を認むることが出來ない。

第五章　金星

第二十五節　金星の概觀

金星は太陽及び月を除いて見ると、天て最も光り得る星である。普通宵の明星或は明けの明星と稱へて誰も能く知つて居るものである。其光の强い時には晝間でもそれを見ることが出來る。又時には光が

薄くなることもある。金星の光がかく時に依つて違ふのは、地球との距離の關係で變ずるのである。又水星と同じく金星も滿ちたり缺けたりするのである。金星面を望遠鏡で觀察すると、明るい面に暗い斑紋があるけれども其斑紋は頗るぼんやりしたもので、一定の形狀を認むることは出來ない。それで金星の表面の狀態は頗る混沌たるものであらうと思はれる。或る人は金星面に不動の黑點があるけれども餘り當てにはならない。

斯樣に金星の面は朦朧として目標がないからして、金星が自身の軸の周圍に回轉する週期即ち自轉の時間を測ることが非常に困難となるのである。種々の人の研究した結果が色々あるが未だに其自轉の週期は確定しないのである。只今其れに關して略々三つの說がある。第一の說は金星は地球のやうに約二十四時間位で一自轉するといふので第二の說は金星は月と同じやうに公轉する時間と自轉する時間と同一であるといふのである。後の說は大抵の學者に信ぜられたけれども、近頃露西亞のプロコワ天文臺にてベロポルスキー氏の分光器的研究の結果に依ると約十二時間で一自轉するといふことである。けれども之も確定したる說とはいへない。

第二十六節　金星の大氣

何故、斯く金星の表面に永久的の目標を見付けることが出來ぬか、即ち何故に表面の斑紋が何時も朦朧として居るかといふと、金星には一種の空氣があつて、其空氣の中に絕えず雲が澤山あるので、其雲に蓋はれて、金星の實際の表面が見えぬからであらうといふ說が本統らしい。それて金星の內部は著しく高熱のもので、或は未だ其本體が瓦斯狀を爲して居るといふ人もあるけれども、それは未だ俄に信じられない。多分金星も地球と同じやうに殼を有するだらう。けれども其溫度は、地球よりも距離がずつと太陽に近いからして、地球上の溫度よりも非常に高いものでなければならぬ。其上空中を厚い雲が全く蓋ふて居るからして、金星の世界の氣候は非常に複雜のもので、一寸想像することが出來ない。

金星の光は其空氣中に浮游して居る雲の反射に依るものである。雲は非常に能く日光を反射するもので、外の岩とか或は地面とかの反射よりも著しく強いのである。それて金星の光は外の惑星の光と比較して、非常に反射力が大である。先づそれと同じ位の反射力のあるものは土星位のものである。金星に大氣が存在して居るといふことは、金星が太陽と地球との間に挾まつて、三星が殆んど一直線

に並んだ時に望遠鏡で觀測すると、明かに辨別することが出來る。けれども大氣の實質は、地球の空氣と同じやうなものであるか、或は違つて居るかといふことは能く分らない。兎に角其實質は地球の空氣に類似せるものであつて、少し地球の空氣よりも密度が薄いものであると云ふ說が、眞に近いものであらう。

第六章　地球

第二十七節　地球の形狀及質量

地球に關する種々の事項は地文學の研究する所であるからして、この書には只大體のみを記して置くに止めやうと思ふ。地球の形狀は殆んど球形であるけれども兩極の直徑が赤道部の直徑に比して約二十七哩位短いからして實際は少しく楕圓形をなして居るのである。赤道部の直徑の長さは約七千九百二十六哩である。

次に地球の質量は甚大なるもので勿論精密な勘定は出來ないけれども、大體の結果を擧げて見ると、六六、四二〇、〇〇〇、〇〇〇、〇〇〇、〇〇〇、〇〇〇噸である。零が十八付く程の大數だから、一寸想像し難いが、これが他の惑星の質量等の標準となるものであるから先づ、必要である。

第二十八節　地球の溫度

この事も地文學の研究問題である。即晝夜に於ける溫度の差は、地球の自轉により太陽熱の供給の斷續することによりて起り、又四季の差は、地軸の傾斜によりて晝夜の長さに長短あること及太陽の地平線よりの高さに差異あることより起ることとは地文學にて吾人の知る所である。

第二十九節　地球の大氣

吾人は地球の表面に接息して居るけれども、地面は實際の地球の外側ではない。即地球は其固體の部分を包む空氣があつて、吾人は其底に住むて居るのである。其空氣の深さは精密に定めることは困難である。それは空氣の密度は上層に行く程稀薄になつて、實際こゝ迄と云ふ限界がよく分らぬからである。大體の所は大抵五十哩位と云ふことになつて居る。

空氣の種々の現象を研究する學問は、氣象學であつて、天文學の範圍を脫するから、こゝには精しく延べない。けれども吾人は他の天體を見るには、常に空氣を通して觀測せねばならぬので、常に空氣の存在を閑却するとは出來ない。殊に雲霧及塵埃等は著しく天體の觀測を邪魔する者である。東京の如き都會地は煙突等より生ずる塵埃の爲、空氣が汚濁せられるので星の光が著しく薄く見ゆるのである。

空氣の觀測に關する影響中最著しきものは、それが光を屈折することである。そ

れて、天頂にある星は其位置を變えぬけれども、地平線に近き星程空氣の屈折の影響が著しいので、實際の位置よりも少し上の方に見えるのである。其爲に太陽及月の如きは、地平線に近き時には、上下の直徑が、少し短かくなつて見えるのである。それは太陽の上端よりの光と、下端よりの光は屈折の度を異にし、下の方程多く上方に屈折されて見ゆるので、勢ひ上下の直徑が縮むのである。

其外地平線に近き所は、空氣の動搖が烈しいので、其附近に見ゆる星は其光が靜止せずして、風前の燈の如く動搖する樣に見ゆる事が多い。

曙光及黄昏は亦太氣によつて生ずるものである。即空氣中の水滴及塵埃が太陽の光を反射するより起るので、夫れは太陽が地平線下約十八度の所に至るまで繼續するものである。冬は夏よりも太陽が斜に地平線に沒するから、比較的冬の方が黄昏時が長いのである。

第三十節　地球の運動

地球の運動は總ての人が知つて居ることで、自轉と公轉との二つの種類がある。自轉は約二十四時間に地軸によつて一回轉する運動で、公轉は一年即ち約三百六十五日四分の一位の間に太陽の周圍を一回轉する運動である。吾々はどうしても當分地球を離れることは出來ない、即ち吾々は

地球の上に居つて外の天體を觀測するのであるからして外の天體の運動は皆地球の運動の影響を受けねばならぬ。吾々は恰も急走しつゝある汽車に乘つて周圍のものゝ運動するのを觀察するやうなものであるからして、常に自身が運動しつゝあると云ふ事を意識するといふことは他の天體を觀測する上に必要である。更に吾々の太陽系は全體として、宇宙間の一方より他方に向て動いて居るのであるから、其運動まで加へて見ると、地球の運動は非常に複雜なるものとなるのである。他の恒星の位星の變化を觀測する場合には、是非とも是等の運動を考へる必要がある。

第三十一節　星の出沒

太陽及月は東の方から出て西の方に沒するといふことは誰も知つて居る事實であるけれども、其外の星も夫等と同じやうに東から出て西の方へ沒するといふことを知つて居る人は餘り多くなからうと思はれる。けれども少しく空を注意して見ると星が矢張東から西へ動くといふことが分る。先づ南に向つて空を眺めると、正東から出た所の星は約六時間の後、中天に昇り、それから又六時間を經て眞西に沒するのである。太陽及び月の出沒は即それである。正東より少し南の方の地平線から出た星は、中天まで昇り得ないで、少し低く

南方の空に昇り遂に西南の地平線に沒する。其間の時間は常に十二時間よりも少ない。極南の方から出る星になると一寸地平線から出て西に動き、直ぐに沒するのである。

今度北の方を向いて空を眺めて見ると眞東よりも少し北に當れる地平線から出る星は殆ど吾々の頭の上を過ぎて弧形を畫き、十二時間以上の時間を經て又西北の地平線に沒する。更に北の方を見ると、吾々は其處に有名なる北斗七星及び北極星を眺めることが出來る。東京から見ると北斗七星は、北の地平線に沒する事があるけれども其沒する時間は非常に少ない。地平線の空氣が透明である時は、見えない間は殆んど一時間以内のものである。北斗七星よりも少し北極星に近い星は何時も沒するといふことはない。常に北の方の天に輝いて居る。殊に北極星は春夏秋冬何時も殆ど其位置を變へないで見えるのである。精しく觀察して見ると、北方の星は皆圓形の軌道を取て北極星の周圍を二十四時間で一回轉して居るやうに見える。更に注意して見ると北の方の星のみならず南の方の星までも皆北極星と我地球とを連絡して居る軸を中心として回轉して居るものの樣に見えるのである。支那にては、天圓地方といふ言葉がある。今、地が方てあるといふことは誰も信ずる人はないが、天は吾々が見ると恰も半球を伏せたやうに見える。それで吾々は天球といふ名前を附けるのである。總ての恒星は恰も其天球に附着して居るもの、やうで、さうして其天球全躰が北極星と地球とを貫く軸に依て約二十四時間に一回轉するやうに見えるのである。この事は少しく注意して空を眺めて居ると能く分る現象であつて、恒星の日動と名付けられて居る。何故斯く總ての星が二十四時間に一回轉するかといふと、それは星の方て動くのでなくて、地球の自轉の結果に過ぎないのである。即ち地球は地軸の周圍に約二十四時間て一回轉して、其動くもの、上に吾々が居るのであるけれども、吾々が怜も動かぬ物のやうに誤信して居つて、外の天の方が動くやうに感ずるのである。地軸の方向を延長して天球と交つた所が即ち北極星の近傍である。それて北極星は殆ど動かぬやうに見える。北極星は實際の北極とは少し離れて居るので、寫眞て觀察して見ると矢張小さい圓を畫いて廻つて居るのてあるけれどもそれは殆ど肉眼で分らぬ位てある。

第三十二節 四季の空

毎晩續けて星を眺めて見ると同じ時刻に同じ星が同じ位置に見えるといふことはない。段々星の出沒の時間は、ずれて行くのてあ

る。南方の空を數月に亘つて注意して居ると、段々空が移つて行き、新しい星座が日月の經つに從て東の方に現はれ、元見えて居つた星は段々太陽と近づいて其光の爲に見えぬやうになる。かくして一年經つと、又元の星を同じ位置に見ることが出來るやうになる。例へば今年の四月五日午後八時の空と昨年或は明年の同月同日同刻の空とは星の位置が殆ど全く同じてあるのてある。何故そういふ變化があるかといふと、それは地球の公轉の影響てある。即ち地球が太陽の周圍を回轉する爲に地球から見たる太陽の位置が變つて來る。若し假りに地球が動かぬものと吾々が考ふると、恰も太陽が地球の周圍を一年に一周するやうに見えるのてある。實際さう假定しても、何等の差迚へも此場合には起らない。地球から見ると太陽は恒星の間を縫ふて一ヶ年間に丁度空を一回轉するやうに見える。其太陽の歩く道を黄道と名づける。所て晝には星が見えないので、夜間に見える星は常に太陽と殆ど反對の位置に在る者のみてある。それて太陽が段々天球上を移つて行くと、見える星が段々變つて行くのてある。太陽は一ヶ年に一回轉するから。星も丁度一ヶ年目に元見えた星が、同じ時刻に見えるやうになるのてある。此の考は太陽系全體の運動といふことを閑却して居るけれども、それは宇宙の大さに比ぶれば著しく小さい運動てあるから、地球から見たる星の方向に左迄影響を與へないので、省いても影響は先づないのてある。（附錄天圖參照）

第三十三節 各地の空

東京て見たる空と、樺太て見たる空とは同じ日の同じ時刻ても少し違ふのてある。樺太ては、東京て見る事が出來る南の方の星座は見得ないが、東京よりも北極星の位置が高く見え、從て全體の星の位置が少しづゝ變つて見える。東京と名古屋の如く緯度の同じやうな所ては、少し時刻を違えれば殆ど同じやうな空を見ることが出來る。即ち地球上の緯度の變はるに從つて見える星の範圍が違つて來るのてある。北極星の方向は殆ど先づ地軸の方向を現はして居ると見て差支ないからして、北極星の高度を測ると、略其他の緯度が出る勘定になる。それて吾々が段々北に進んて行けば、南の方の星が段々見えなくなつて、北の空が段々高く見えて來るので、地平線下に沒しない星の數が漸次增加してくる。進んて吾々が北極に立つたとすれば、北極星は殆ど頭の上に見えて總ての星は出沒することなく絶えず同じ空の高さを回轉して居る樣に見えるだらう。それから吾々が歩を轉じて赤道の上に來たとすれば、北極星は殆ど地平線の所に沒して、總ての星は東より出て、西に沒し、其間の時間は皆十二時間てある。

更に南方の進むと、北方の空にて吾々が能く見る北斗七星抔は見えなくなつて、其代はりに吾々の北半球に於て見ることが出來なかつた南極の星が現はれる。それは別に不思議なことではない。地球が球體であるからして其上を南北に動けば、地球の自轉と相待ちて、あらゆる方向の空を見ることが出來る筈である。

第三十四節　惑星の運行

恒星は甚だ距離が遠いので、地球が太陽の周圍を廻はる位の運行の距離では殆ど其方向の變化を認むることが出來ない。吾々は普通恒星は全く靜止して居るものであると考へて差支ないのである。それで恒星は殆ど地球の自轉の影響許り受けて一日に一回轉するといふ運動を爲すのみで、其法則は甚だ簡單であるけれども、惑星になるとさうは行かない。即ち惑星は地球と同樣に太陽の周圍を回轉して居るのであるからして、地球から其運動を觀察すると、地球自身の運動と惑星の運動との二つの回轉運動が重り合うて見ゆる理窟になるから、甚だ其位置の變化が面倒になる。それて或惑星の天球上の運動は甚不規則て或は東に動き、或は靜止し、其運行の速度も一定しなくて、遲速があるからして一寸簡單に說明することは出來ない。古の支那人は頗る其運行の說明に困つたもので、これを全く天意の發現と信じそれで人事を占ふやうなことをやつたのである。

惑星の毎月の天空上の位置は日本天文學會で發行して居る天文月報に載せてあるからして、それを見ると知ることが出來る。

第三十五節　地軸の傾斜

地軸とは、地球の自轉の軸、即ち南極と北極とを貫く想像的の軸を稱するもので、其軸の方向は地球の軌道の平面と約六十六度半の傾きを爲すといふことは一般の地理書にも載つて居ることであるが、又其爲めに春夏秋冬の四季の區別も生ずるといふことは多數の人の知れる事實である。若し地軸が傾斜して居なかつたと假定すれば、地球の有樣はどうなるかといふと、ある一地方にては溫度の變化といふことが殆ど無くなつて、熱帶は永久の夏で、溫帶は何時も春で、寒帶は何時も冬のみであらう。そうなると夏や冬がなくて溫帶の人は非常に都合が宜いやうに思ふだらうけれども、變化といふことは生物の發達に非常に必要なることであつて、變化がなければ活動の沈滯を來し、生活の進化といふものは無くなるであらうと思はれる。

又地軸の傾斜の方向は獨樂の軸の如く一定の傾きを有しながら方向を變ゆる等、種々の運動をなすからして、其れによりて、種々天球との關係の變化を起すのてあ

る。夫等は皆複雑なる現象で、唯名前丈を掲げて見ると歲差、章動、及び緯度の變化等は夫れである。此等の現象は皆地軸の方向の變化に依つて起る現象であつて、其理論も、實際の運動も少し高尙で面倒であるから玆には述べないことにした。

第三十六節　恒星日及太陽日

時間の測定の事は、種々面倒なる事があつて、玆に詳しく話すと餘り長くなるので、大體吾人の使用する時間が如何なる所より由來せるかといふ筋道のみを述べやうと思ふ。

時間を測定するには先づ單位を定める必要がある。其單位は一定不變のものでなければならぬ。而して吾人の現今採用せる時間の究竟の單位は、地球が一自轉する間の時間であつて、これを一恒星日と名付ける。これは地球が、自身の軸の周りに三百六十度廻轉する間の時間で、吾人は、それを地球以外の標準即恒星により て知る事が出來る。即ち丁度ある一の恒星が、ある一地點の子午線上に見えた時から、再び其恒星が其地の子午線上に來る迄の時間を測定すればよいのである。所が、同じ恒星でも太陽は恒星日の標準とする譯に行かぬ。外の恒星は地球からの距離が著しく大てあるので、其位置は不動のものとして差つかえはないけれども、太陽は、地球が其周圍を廻轉するので、絕えず少しつゞ其位置を變ずるから甚だ

困るのである。それて太陽がある地の子午線上に來た時から、再び其地の子午線上に來るまでの時間を太陽日と名付けて、恒星日と區別するのである。地球は其間に少し公轉して太陽に對する位置を異にするから、太陽日は恒星日よりも少し長い。

若し地球の軌道が圓であつて、太陽が其中心に位して居つたならば、公轉の速度は四季を通じて同一である筈であるが、實際は楕圓形の軌道であるので、地球と太陽の距離により公轉の速度に變化を及ぼすのである。即太陽に近き時は速度大に、遠い時は遲くなるのである。公轉の遲速は直に太陽日の長さに影響する。恒星日は常に一定して居るのであるけれども、實際日常生活に影響するものは、太陽であるので、太陽日が人間の時間の標準として最都合のよいものでなければならぬ。所で其太陽日の長さは季節によりて一定しないのであるから、かゝる動搖するものを標準として、時計を作ることは出來ない。その要求に應じて生ぜるものが平均太陽日と云ふものである。

平均太陽日は、つまり地球が一樣の速度を以て一年間太陽の周りを廻轉すると假定した場合の太陽日の長さである。嚴密に云ふと平均太陽日の定め方は、面倒な

ものて一口に云へないけれど、大體、上の樣なものだと思へば差支ない。この平均太陽日が吾人が日常使用して居る一日で、それを二十四分したものが一時間である。これが、吾人の時間測定の實際の單位となるものてある。この單位て恒星日の長さを測ると、一恒星日は二十三時五十六分四秒〇九一となる。平均太陽日は、かく人間が天然を平均して作つたものてあるからして、直接天體の觀測より其れを知ることは出來ない。夫れて吾人は先づ恒星を觀測して、恒星時を知り、それを平均太陽時に換算するのてある。これも可なり面倒な手數を要する仕事てあるが、東京天文臺ては、怠らず觀測及計算をなして、時計の精確を維持して居るのてある。

第三十七節　恒星年及回歸年

地球が太陽の周りを公轉して、三百六十度其方向を變ずる間の時間、即精密に一回轉する時間を恒星年と名付ける。太陽が黄道上の春分點と名付くる一點に見ゆる時より、一回轉して再び其點の上に來る時までの時間を一回歸年と名付ける。

若し春分點が、天球上の一定點であつて、全く不動なるものならば、恒星年と回歸年とは共に地球の一公轉の時間となりて、精密に一致すべき筈てあるけれども、春分

點の位置は、地軸の方向の變化に原因せる歲差なる現象の爲に、少しづゝ變るので、回歸年は恒星年に比して少しく短くなるのてある。

一恒星年の長さは約三百六十五日六時九分九秒で、一回歸年は約三百六十五日五時四十八分四十六秒てある。

地球上の赤道の平面を延長して天球と合せしむれば、天球に一の大圓が畫かれる。その大圓を天球の赤道と稱するのてある。赤道と黄道とは同じく大圓て、互に少し傾いて約二十三度半の角をなして居る。この二圓の交叉點が二つ出來るのてあるが、その一點を春分點、一點を秋分點と名付ける。地軸の方向の變化につれて、赤道は絶えず少しづゝ位置を變ずるので、黄道との交叉點たる春分點は一定の速度を以て少しづゝ移動するのてある。

吾人の日常生活に於ける一年なる週期は、それが氣候の變化の週期てあるから有効なのてある。そうてなければ舊曆に閏を入れる必要もなかつた筈てある。所が氣候は太陽の赤道よりの離れ具合に關係する。即北半球にありては、太陽が赤道上にあるときが、春秋て、赤道より北に動けば夏となり、南に行けば冬となるのてある。それて一年なる週期は、赤道を考に入れない譯に行かない。太陽が春分點

より運行して再び春分點に歸るまでの週期は丁度氣候の週期と一致するものである。吾人は故に普通の一年を定めるに一回歸年を用ゐるのである。

所が一回歸年は、精密に日の倍數ではなく、五時間餘の端數があるからして、普通の年は三百六十五日であるけれども、時々閏年を加えて三百六十六日の年があるのは、其端數を補充する爲の策である。

一年を十二ヶ月に分け、其各の日數が色々あるが、其等のことは天文學と關係のないことである。曆は、つまり天文學の事實を基礎として、人類に都合のいゝ樣な週期を與ふるものである。其の詳細は、こゝに省くことにする。

第三十八節　經度と時間

地球が球體であるからして、東京の日中は紐育の夜半であるとは人の知る所である。即同經度の地は同時に正午となるけれども、經度が異なれば、時間も違つて來るのである。地球上は三百六十度の經度に分たれて居るから、それを二十四分すれば、一時間の差を生ずる爲に十五度の經度の差が必要なことが分る。これ等のことは地理學で論ずることであるから詳述する必要はあるまい。又かゝる經度の差を幾部分統一する目的にて各國に標準時の設けがあるが、これは行政及交通の便宜に依るもので不自然なことである。

第三十九節　黃道光

黃道光なる現象は、古くより人の注意したものであつたけれども、未だに其正體の分らない不思議なものである。春の夕、太陽西山に沒して後約一時間を經て黃昏の色漸やく薄らがんとする頃、日沒の地平線より黃道に沿ふて中天まで擴がれる一抹の淡き銀河の如き光を見ることが出來る。これが即黃道光であるが、光が著しく薄き爲、空氣の汚れた所では、見る事が困難である。この現象に關する說明は種々あるけれども、皆正確なる根據のあるものではない。

この光を分光器を用ゐて研究したるライト氏の說は最近のもので、信を措くに足るものらしい。氏の考へによると、太陽は極めて稀薄なる物質の集合にて蓋はれて居るもので、其物質は殆んど地球の軌道以外までも擴がつて、境は明かでないが、全體の形狀は略太陽を中心とせる凸レンズ狀のものらしい。其物質は只太陽の反射光線によりてのみ輝くものでこれが黃道光を生ずると云ふのである。氏は光の分析の結果、太陽の光と類似せることによりて此考を起したのである。

北半球に於て、黃道光の最もよく見らるゝは、二月及三月の夕暮と、九月及十月の朝とである。

夕方に觀測した結果によると、光の中軸は黄道面より一二度北にある様に見える。けれども、これは精密に測ることが出來ないので、何とても思はれるのかも知れない。黄道光の現はれ初むる頃は、其地平線に近き部分の廣さは殆んど四十度位に及ぶのである。それが天頂に近づくに從つて漸次幅を減ずる。太陽が地平線下に沒すること二十五度乃至三十度に達すれば、黄道光は全く見えなくなる。それれて北極に近い處では、隨分永く見る事が出來るのである。

第四十節　對日照　黄道光に似たる現象で、對日照なるものゝ存在することは、この頃漸やく確かめられた。これは太陽と全く反對の方向なる黄道の上に現はるゝ、極く薄き、輪劃のはつきりしない光であつて、月のない空氣のよく澄んだ夜でないと、殆んど見えないものである。この光は又銀河の上にある場合には見えない。バーナート氏の觀察によると、春よりも秋の方が、光が大きくなるそうである。

前には、この光は黄道光の一部分だらうと云ふ説もあつた。又ある人は、これは地球より飛散せる星雲狀の物質で、彗星の尾の如く太陽と反對の方向に放射せられたるものだらうと云ふて居る。これは如何にも面白い説であるが、其確かな證明も、亦其反對の證明も共に困難である。要するに、この現象は、黄道光と同じく、所屬の明ならぬものである。

第七章　月

第四十一節　肉眼にて見たる月　月は地球のたつた一つの衛星である。それが天球を運行する道は太陽の動く黄道と殆ど一致して居つて、支那ではそれを白道と名づけて居る。月に最も著しき現象は、それが滿ちたり缺けたりする事である。又月の面にある薄黑い斑紋は非常に人に興味を與ふる所のものである。今吾人が肉眼で注意して月を觀察して得たる結果を書き上げて見ると下のやうなものである。

第一、月の滿ちたり缺けたりすることは、天球上に於ける月と太陽との距離に依つて變はるものである。即ち三日月の時には太陽と月とが殆ど近接して居るけれども、滿月の時には太陽が西に沒した時に、月は東に出るといふやうに、最も遠く離れて居る。其中間の半月の時には丁度太陽の方向と月の方向との角度は直角位で、太陽が沒する時に、月は中天に位して居る。

第二、月は見た所は球形のものであつて而かも暗體である。即ち自身で光を出すものではなくて、唯太陽の光を反射するものである。それは新月、半月、滿月等の有樣を能く觀察して見ると分るのである。新月の時分には太陽の方向と月の方向とが殆ど一致して居るからして、吾々は太陽に照されたる月の面を殆んど見ることが出來ない。進んで半月となれば、太陽と月との角度が直角になつて居るから、吾々は太陽から照される月の面の半分丈を見ることが出來る。尙進んで滿月になると、太陽と地球と月とは殆ど一直線になるから、吾々は太陽から照されたる月の全面を見ることが出來るやうになつて居る。

所が月の光は必ずしも太陽の光のみの反射ではない。それは新月に近い時に現はれる現象であるが、丁度三日月位の時に月の輝いて居ない部分が薄く光つて形の見えることがある。三日月の部分の半徑は、其薄暗い部分の半徑よりも少し大きく見えて、恰も明るい三日月が薄黑い月を抱いて居るやうに見える。けれどもそれは眼の錯覺であつて、望遠鏡で見ると同じ圓の一部分が光り他の部分が薄暗くなつて居るのである。其暗い部分は太陽の光を直接反射して輝くのではなく、地球面の反射光に依つて月の暗い部分が照さるゝ爲めに起る現象である。即ち新月の時には、月は丁度地球の晝の方の部分に向いて居るから、太陽の光が地球面によりて反射されて、月の暗面を照らすに最都合の好い位置に居るのである。

第三、月は天球を略々二十七日で一回轉する。即ち或一つの恒星の近所に在る時から、段々毎日位置を變じて空を一週して此同じ恒星に近くなる時までの時間が約二十七日餘である。けれども滿月から滿月までの日數は約二十九日半である。何故此二つの週期が違ふかといふと、其れは地球が太陽の周はりを公轉するからである。月は地球の衞星であるから、地球に從て矢張太陽の周圍を回轉する。それて月から見ると太陽の位置が段々と變じて來るからして滿月の時間が少し宛後れることになるのである。

第四、月は何時も同じ半面を地球の方に向けて居る。それは昔から少しも變化して居ないけれども、太陽には種々の面を向けるといふことは月の滿ちたり缺けたりすることに依つて察することが出來る。月が何時も同じ面を地球の方に向けて居るといふことは月が地球の周はりを一公轉すると同時に自身の軸の周圍に一自轉するといふことを證明して居る。即ち月世界の一日は地球の約二十九日半に相當するのである。

第四十一節　肉眼にて見たる月

第四十二節　月の運動

月は地球の衛星であるから、地球の周はりを、殆ど等距離の軌道を畫いて回轉するものである。けれども地球は、同時に太陽の周はりを公轉するからして、月はそれに附いて動かなくてはならない。その爲めに實際月の爲す運動は甚だ複雑となるのである。けれども吾々は地球上に居て觀測するのであるから、地球が靜止して居ると考へて見ると、月の運行の途は地球を焦點とせる、殆ど圓に近い楕圓形の軌道であると考へて何等差支ないのである。月は其軌道を西より東に向つて動くのであるから、其運行の爲めに、一晩毎に月の東の方より出る時刻が約五十一分宛遲れてくる。

月は何時も同じ半面を地球に向けて居るのだけれども、時々少しづゝ前後左右に搖れることがある。其搖れる爲めに少しづゝ隱れたる部分が現はるゝこともあるが、それは週期的のもので又元に歸へるのである。此運動は秤動と名づけるものである。

第四十三節　月の大さ及質量

月の直徑は約二千百六十三哩である。地球から平均の距離は二十三萬八千八百四十哩であるが、其運行の所々に依つて距離は數千哩づゝ變ずるのである。それは月の軌道が本來楕圓形であるのが重なる原因であるが、又太陽及び其他の惑星の引力に依つて、變化さるゝことも多いのである。

地球と月と大きさを比較して見ると、月の直徑は地球の十四分の五、面積は十四分の一、其容積は四十九分の一、質量は八十一分の一である。所で地球の比重は五・六で、即ち同容積の水の五・六倍だけの重さがある。其中地殼を形成せる重なる岩石の比重は二・九である。所で月の比重は三・四であるからして略々地球と同じやうな性質のものであらうといふことが察せらるゝのである。

月の表面の引力は地球の重力の略々六分の一に過ぎない。それで地球上で六斤の重さの物は月では一斤しかないのである。

第四十四節　月面の光輝

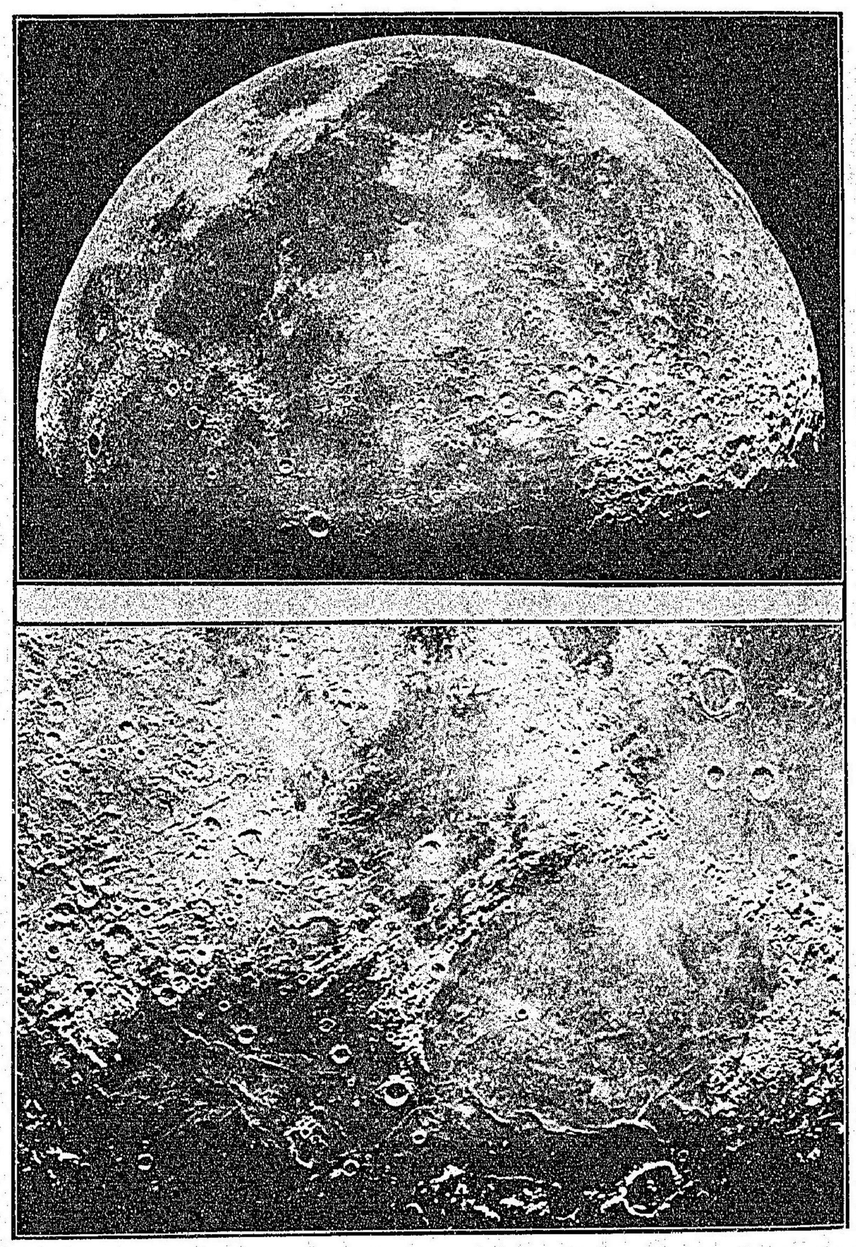
月と地球と似て居るといふことは、其表面が太陽の光を反射する量に依つても亦證明することが出來る。月の面には暗い所と明るい所があるが、それは月の表面を形成せる物質が色々あるから其各が太陽の光を反射する量を異にするので、かゝる明暗を生ずるのである。普通、滿月の反射力は、白い雲或は雪の塊の反射力と同じ樣に思はれるけれども、實際は著しく少ないものである。唯外の空が暗いからして夜は非常に明るく見えるけれども、半月

抔が畫出た時に見ると非常に光が薄いものであることが分る。月面の反射力は地球上の普通の岩石の反射力と略々等しいものである。それでハーシエルは、吾々は人工的に岩石を以て一層明るい月をば拵へることが出來るといふて居る。月の面にある黑い陰に就て、諸民族間に色々の名前が付けられて居る。西洋では月の中に人が居るのだといひ、支那では或は桂の木があるといひ或は猿が米を舂くのであると稱え、印度人はそれを兎であると云ひ、波斯人は、月は鏡であつて、それに地球の影が映つたのであると稱へて居る。

第四十五節　月面の觀察

吾々は是から大空を旅行して月世界に行つて其表面を觀察して見やうと思ふ。月の世界は地球と類似して居る點もあるが、又非常に異なる所もある。地球の表面で最も著しく見える狀態は海と陸との區別であるけれど、月にはさういふやうなものが全くない。即ち海といふ部分が無くて總て岩石から出來たる陸のみである。昔の人は黑く見える所は海であると考へて種々なる名前をつけて居るけれども、實際はそれは乾ける土地である。肉眼で見て月面に明るい所と黑い所があるのは、月の表面の岩石の種類が異なるから起る現象で、即ち其表面の反射率が違ふからである。肉眼で見れば唯暗い所と明

月　半



月の表面

るい所の二つの部分しかないけれども、望遠鏡或は寫眞で見ると、月の表面は著しく異なつて見える。即ち圖に現はれたる如く月の缺けたる緣に近い所には數多の圓形の穴の如きものが見える。是を噴火口と普通名けるのである。此噴火口は月の總ての面に擴がるものであるけれども、實際圖の上では單に一方の緣に近い所のみが著しく見えるのは、日光の影の影響である。太陽が頭の上に來る時には影が全く無くなつて仕舞ふ、斜めてあれば、影が長い。それで太陽が斜めに當る部分だけに影が著しく付いて居て、其影に依てのみ吾々は其處に凹凸があるといふことを知ることが出來るから、其部分だけの噴火口が明かに見えるので、他の部分の噴火口は、影がないので一體に光つて見えて、見別けが付かないのである。月面の晝の部分には太陽は殆ど頭上から照らし朝の部分或は夕方の部分は斜めに影が翳すので、斯くはつきりと噴火口の見える部分は朝或は夕方の月の部分で即ち夜の暗い所に近いのであるといふことは圖て見ると明かなることである。單に個々の噴火口のみならず山脈も所々にある其山脈の工合は地球の山脈と餘程似て居る。最も大なる山脈はアペナイン山脈と名づけられ、外にアルプス、コーカサス抔と名づけられたる山脈もある。地球の山は大抵山脈の一部であつて孤立

したのが少いけれども、月の山はこれに反し、孤立した方が多くて山脈を爲して居るものが少ない。注意して圖を見ると既に平地は夜となつた所に山の頂が日の光を受けて光つて居る部分がある。是は非常に高い山であるといふことを現はして居る。又月の表面の面白いことは大なる噴火口から放射狀を爲して四方に擴つて居る光線である。それは光線と名付けて宜いがどうか分らないけれども、兎に角光つた眞直ぐの線で、夫れが山でも谷でも通り越して、長い時には數百哩の遠方迄及んで居ることがある。例へばコペルニクス山の周圍にもあるし、又最も著しいのはチホ山より放射せるものであつて、是は滿月に近い時に雙眼鏡で月の南極に近い部分を見れば著しく能く見えるものである。

又光線の工合に依つては、月の面に溝のやうなものが見えることがあるそうてある。是は岩の裂け目のやうに見えるものであつて、或人は河の流れたる跡であるといふ人もあるけれども、確かなることは分らない。

第四十六節　月の大氣

月の寫眞を見ると山の影が非常にはつきりとして居る。即ち日の照る半面は明るくして日の照らさない部分は眞暗てある。又其山が平地に投じた影を見ると其境がぼんやりして居らない。之に反して地球

上ては太陽の光は空氣中の雲或は塵埃の爲めに、あらゆる方向に反射せられ分散せられて日の當らない所でも相當に明るいものてある。若し月の面に地球の如く空氣があるとすれば地球と同じやうに太陽の光は四方に分散せられて、日の當らない面も少しは明るくならなければならぬ筈てある。けれども斯く影の明暗の區別が明瞭なる點から考へて見ると月の表面には地球のやうな空氣は決して無いといふことが分る。若し空氣のやうなものがあつても非常に薄いものてあつて到底地球の空氣とは比較にならぬことは明かてある。又月は其運行に依つて外の星を蔽ひ隱くすことがあるとすれば星は月の本體に隱される前に其空氣を透して見えて、其爲に光の方向が屈折されなければならぬ。地球の空氣は斯かる場合に星の光の方向を約一度許り屈折する勘定てあるけれども月の場合では星の方向が一秒の半分でも變化したといふやうな證據を見ることが出來ない。是は全く月の表面に空氣の無いといふ證據にはならぬけれども、兎に角地球の空氣の千分の一よりも小さい密度のものでなければならぬといふことになる。又其外に月面に大氣の無い證據といふのは、月が全く自身の雲て蔽はれたことが無いといふことてある。

第四十七節　月の山

月の表面の引力は地球に比して非常に小てあつて、殆ど六分の一以下であるからして其表面を隆起せしむるに要する力も少して濟む譯である。それて月面の山岳も月の全體の大きさに比して著しく高いやうてある。地球上の山の高さは海面を基として測るけれども、月の面には海がないからして山の高さを測る標準がない。唯其附近の平地からの高さをば知ることが出來る許りてある。月の山の高さを測るには其影の長さをば用ひてやるのてある。即ち影の長さと太陽の方向とに依つて其高さをば勘定することが出來る。其結果を少し擧げて見るとコーカサス山脈は平均六千六百呎位、其最も高いカリプスといふ山は一萬九千呎、アペナイン山脈は一萬八千呎、ライブニッツ及デルフエル山は二萬七千呎に及ぶのてある。即地球上の最高の山と比べて殆ど遜色がない。月の直徑は地球の直徑の約四分の一しかないのに斯る高い山があるといふことは、月の表面が地球よりも餘程凹凸に富んて居ることを示して居る。

第四十八節　噴火口

月の面の特色といふのは噴火口が存在して居るといふことてある。是は寫眞に依つて能く見らるゝものてあるが、又餘り大きくない望遠鏡ても能くそれを觀察することが出來る。それを少しく說明して見ると。

一、噴火口は實際月の表面の凹部て、其周圍は環狀の山て圍まれて居る。其環狀山は平地から著しき急勾配て高くなつて居るが、其內側も又急に低くなつて、噴火口の底は殆ど周圍の平地と同じ位の高さてある。

二、噴火口は大さに比して淺いものてある。アルキメデスといふ噴火口は直徑五十哩に及ぶに拘らず、深さ四千呎位てある。コペルニクスの直徑は五十六哩て、深さ約二萬呎以上即約三哩に及ぶのてある。

三、噴火口中には時々二三の小丘が隆起せるのを見ることがある。其有樣は丁度地球上の火山に能く見る、外輪山と內輪山のやうな風の關係になつて居るけれども、其內部の丘は一般に低くして、外側の高さに達するものは極稀てある。

四、月の噴火口は其形が地球上の噴火口に形が似て居るから、假りに噴火口と名けたものてあつて、今實際に火を噴いて居るものではない。又それが果して噴火口の跡てあるかといふことも疑問てある。けれども種々の點から考察して見ると月も昔は地球のやうな狀態てあつたらしいからして、此等は昔の噴火口の跡て、今は全く死火山になつて居るのを吾々が見て居るといふことは確からしいのてある。

第四十九節　月と地球との比較

今月と地球とを比較して見ると、此二つは始めは同じ母から生れた二人の兄弟で、年を經てから段々違つて來て、遂に甚だしく似寄りの點が少ないやうになつたもののやうである。最も差の著しいのは空氣の有無である。雲、風、雨、雪、露、霜、霰等の現象は皆空氣があるから起る所のものである。吾人が一般に氣候と稱する要素は皆殆ど空氣の賜であるが、月には斯るものは全くない。即ち氣候とも稱すべきは唯單に溫度の變化があるのみである。空氣が無ければ音の傳達といふことは全く出來ない。それで月の面は全く何等の音響も聞えない永久的沈默の狀態にあるのである。又水及び其他の液體も有り得ないのである。若し液體が存在して居るとすれば、それは直ちに蒸發して氣體と爲り、それに依つて空氣を作る筈である。けれども月の表面には斯かるものがないからして、無論水の如きも有り得ないといふことは明かである。それで勿論動植物等の生存して居る望みも全くない。月は全く死灰の如き岩石の大塊といつて差つかへない。

吾々が日中に星を見ることが出來ぬのは、空氣中の塵埃其他のものが太陽の光を反射して、其爲めに星の光が蔽ひ隱される爲である。所が月には全く空氣がない

からして、日中にも太陽と同時に星を見ることが出來る。殊に地球に面せる月の半面では、吾人が地球から見る月の約四倍大の大さの球となつて地球が絕えず暗黑なる中天に輝いて居るのが見えるだらう。そうして月から見たる地球は其自轉の狀態及氣候の變化に連れて種々の美觀を呈するであらうと思はれる。

第五十節　月面の溫度

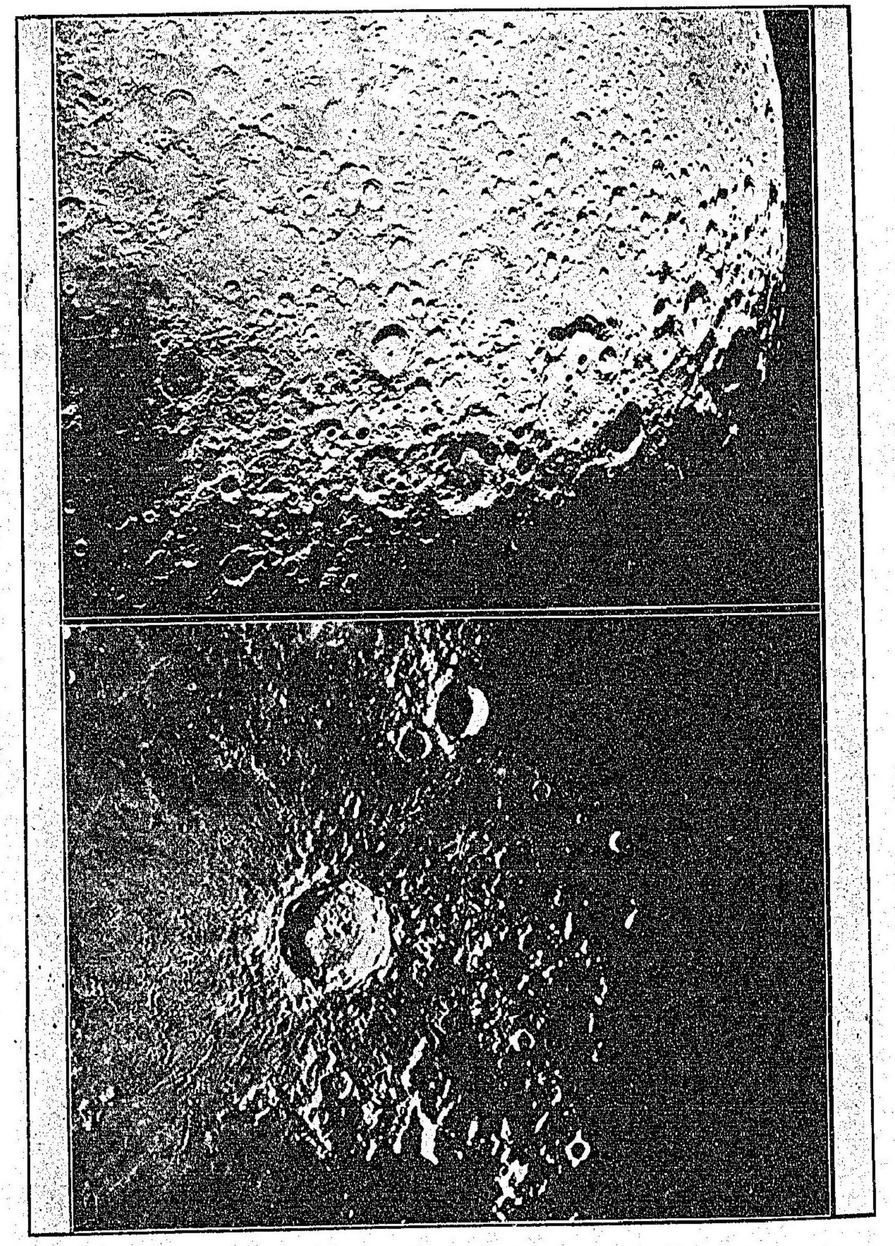
月は全く岩石の塊で其荒寥なることは、地球の砂漠とも比較すべきものであるが、地球上の砂漠の溫度が著しく變化するやうに、月の表面の溫度も甚だ極端に變化するやうである。月の自轉は甚だ遲いから同一の場所が約二週間程相續いて太陽から照さるゝのである。そうして雲や霧抔が無いから太陽の光は常に其猛烈の威を逞しうするので、晝に於ては月の表面は非常に熱せらるだらうと想像される。之に反して其表面が一轉して夜となると二週間の間は全く太陽から照らされないのみならず、晝間に得たる熱は寒冷なる空間に向つて直に放射し盡されて、忽ち非常なる冷却の度に達するであらうと思はれる。地球上では空氣があつて其中に雲や霧があるので太陽の熱を保存するに非常に都合が宜い。殊に太洋の水は著しく溫度を和げる力があるから、晝と夜との溫度の差が左迄著しくはないけれども、斯樣なも

のが全くない所の月の表面では、晝夜に依つて非常なる溫度の差が生ずるのである。加ふるに晝間及夜間の連續する時間が地球に比して二十七八倍も長いからして其溫度の差は殊に著しき筈である。所がそれ等を測定することは非常に困難て、研究した人に依つて其價が非常に違つて居る。近頃ベリーといふ人の研究の結果に依れば月の表面の岩石は日中に溫度が殆ど攝氏の百度以上となる、即ち地球上の最も熱い砂漠と匹敵する位の溫度に昇るが、唯北極或は南極に近い部分は晝でも尙吾々が堪へることが出來るやうな溫度であらう。然るに夜となれば日が沒してから數時間も經たない內に、忽ち攝氏の零度以下となり、暫く經つと零度以下二百度位に達するであらうと云ふて居る。けれども地球上では攝氏の零度以下五十度の氣候といふのは、嘗て西比利亞にあつたばかりで殆ど先づ無いといつても宜い位てある。月の自轉の軸は黃道の面と殆ど直角を爲して居るから、春夏秋冬の區別が殆どない。それて公轉の期間、即月世界の一日といふものが、總ての氣候の變化の週期となるのである。詳しく言へば二週間毎に熱帶と寒帶と替はり替はりに來るやうなものてある。

第五十一節　月面の變動

月は斯く單調なる世界てあるからして、無論其

月の表面、チホ山



コペルニクス山

上に著しき變化がある筈はない。けれども僅かの變動は時々起り得る筈である。即ち夜と晝との交代によつて、月面の溫度は著しく變ずるからして、月の表面の岩石の膨脹及收縮は其都度非常なるものであらうから其爲めに山崩れ等の起ることがあり得べき筈である。斯樣なものを吾々が地球から望遠鏡で觀察し得るかどうかは非常なる疑問であつて、或觀測者の如きは實際そういふやうな變化があつたといふことを報告して居るけれども、それは確とは言へない。地球上であれば水の影響で地面の形が徐々に變化して行くことはあるが月には此の如き影響は全くない。けれども流星は直接月の表面に落下し、地球上の如く空氣と摩擦して消え失せるといふことはないからして直に月面の岩に衝突する筈である。其爲めに多少月の表面を變化せしむることがあるかも知れない。其外月の表面に新しき溝が出來たとか、或は不思議な色が見えたとかいふやうなことを報告する人があるけれども、是等も無論確かなることではない。

第五十二節　月の地球に及ぼす影響

月が地球の氣候及び人事に及ぼす影響に就いては、古來種々の迷信が附着して居るけれども、要するに科學的にいふと、月の地球に及ぼす影響は、其光、熱及び引力の影響の三つに外ならないので

ある。月の盈虛の具合によつて、天氣が變化するとかいふやうなことは、全く迷信に過ぎない。それて其確かな影響に就いて考へて見ると、月の光は無論夜を照らす爲めに非常に都合が宜いが、其熱の量は殆ど太陽の熱に比して論ずるに足らないからして、月の光と熱とに依りて地球上に著しき變化を起すといふことは殆ど不可能てあらうと思はれる。けれども其引力の影響は非常に著しきもので、即ち潮汐の現象はその結果てある。それには太陽の引力の結果も加はつて居るが大部分は月の影響てある。潮の滿干といふことが吾々の氣候其他に種々の影響を與ふるといふことは總ての人が知れることて、其詳しきことは地文學の論ずるところであるからして此處には述べない。唯一つ注意すべきことは、月の引力に依て海水の流るゝ方向は、地球の自轉の方向と反對てあるからして、其潮波と地球の表面と相摩擦して幾分か自轉の速度を弱める樣に働くと云ふ事てある。それて自轉の週期即ち一日の長さが幾分か潮の爲めに遲くなるやうになるのてある。その遲くなる比例は極微細なもので勿論千年や二千年位て分るやうなものてなく一萬年に一秒の何分の一といふやうな少さな數てあらうけれども、それが長い間には著しき影響を地球上に及ぼすかも知れない。けれどもそれが人類に影響を

與へ得るかどうかは疑問てある。其外月の人の心に及ぼす影響即ち文學に顯はれたるが如き方面に就ては、茲に論ずる必要はなからうと思ふ。

第八章　食

第五十三節　日食及び月食

各々の惑星は太陽の光を遮る爲めに其後ろに影を作る。其影は太陽と反對の方向に向つて、空間の或る部分を塞ぐものてある。普通の場合に於ては吾々は其影を見ることが出來ぬけれども、若し其影の內に外の惑星抔が這入る場合には、今迄其惑星が太陽から光を受けて光つてたのが、突然暗くなるので、こゝに食の現象が起る。即吾々は食の現象に依つて影の存在を知ることが出來る。木星、土星及び火星等の衛星は、其惑星を廻はる場合に其陰の爲めに掩ひ隱されて食を起す場合が多い。又木星の衛星は、木星と太陽との間に挾まる時に、木星の表面に影を作る。其爲めに木星の表面に若し觀測者があれば、其時に日食皆既の現象を見得る筈てある。

種々の食の中で、吾々に最も興味を與ふるのは日食及び月食てある。圖に於てI II III IV V VI の各小球は種々の場合に於ける月の位置を示すものてある。若しも

月がVの位置に在つた時には、それは地球の影の中に全く沒して、其處て月食皆既を起すのてある。又月がIIの位置にある時には新月の場合て、其月に依つて生じたる影が、地球の表面のロの部分を蔽ふので、其ロの部分は太陽の光を全く月の爲めに遮られて、其地方に日食皆既を起すのてある。圖によつて直に知らるゝ如く、日食は常に新月の場合に起り、月食は常に滿月の場合に起るものてある。それからVの位置に月があつて、月食が起つた場合には、地球の其方に面せる半面からはどの地點からても、その現象を見ることが出來るけれども、日食の場合は少しそれと有樣を異にする。即ち吾々はロの近傍の極僅かな部分からのみ日食皆既を見ることが出來て、其他の周圍の部分即ロとハとの間及ロとニとの間に於ては、月は僅かに一部分しか太陽の面を掩はないからして其所ては部分食が起るのてある。それからハより北或はニより南の部分に於ては太陽の光は全く遮られて居ないふらして、日食は起らない。月は地球の周圍を回轉するのであるが、今其軌道の平面が圖の平面と直角の方向にあると假定する。所て其平面は地球と太陽を貫く平面即ち黄道の平面とは全く一致して居ないて、少し夫れと角をなすので其爲めに月が、I、II、IV、VI、等の位置を占めることがある。其場合に於ては、食の工合は著しく

變つて來るのてある。

第五十四節　圓錐影

地球が太陽に依つて生ずる影は、圖に示すが如く、地球と太陽とに切線を引いてそれを書くことが出來る。地球も太陽も共に球體てあるからして、地球に依りて生ずる太陽の影は地球を底とせる圓錐形てあるべき筈てある。其頂點は圖に於てはずつと右の方に擴つて紙上に現はれて居ない。それと同じく、月に依りて生ずる影も圓錐形て、圖に於てはそれの頂點は地球の表面の下に沈んて居る樣に見える。此等の影の長さは、地球と太陽との距離及び地球と月との距離からして、直ちに勘定することが出來る。即ち地球の影の長さは地球より太陽迄の距離の百八分の一に等しく、又月の影の長さは地球と太陽との距離の四百分の一に略々等しいのてある。所が月と地球との距離は殆ど地球と太陽との距離の四百分の一てあるから、茲に非常に面白い現象が起る。即月の軌道は著しく楕圓形になつて居て、地球と月との間の距離が、時によりて違ふ爲めに影の頂點は或時は地球に達することがあるし或時は地球まて屆かないことも起るのてある。地球に影が屆く場合には、圖に示すが如く、其部分に日食皆既が起るけれども、若し影が屆かない場合に於ては皆既は起り得ないのてある。其場合に

は特別の部分食が起る。即ちそれは普通金環食と名づくるもので、太陽の眞中の部分丈が月に蔽ひ隱されて其周圍に輪のやうになつて光つた部分が見えるのである。

今迄述べた圓錐影は其中から全く太陽を見ることが出來ない部分であるけれども、其周圍に半陰影と稱する部分がある。それは圖に於て點線で其境を現はしたる部分である。ロとハとの間及びロとニとの間が月に依て生ずる半陰影で、ヘとホとの間が地球に依つて生ずる半陰影である。其ロとハとの間即ち月の半陰影に蓋はるゝ部分に於ては、常に太陽の一部分を月が隱すに止まるので、部分食が起る。又ホとヘとの間に月が入る場合に於て太陽の光の一部分しか受けることが出來ぬので、月の表面は著しく暗くなるのである。日食の際月に依て生ずる半陰影は其直徑が殆ど月の直徑の約二倍位であるので、それを勘定して見ると、約日食皆既の部分の周圍に二千百哩位の幅の影となつて現はれるのである。

月と地球との距離が殆ど月の陰影の長さに等しいからして、日食皆既の際月の地球上に生ずる影の幅は甚だ狹いもので、最も月が地球に近い場合に於てさへも百六十哩より幅の廣いことはない。月の運行によつてその影が地球上を動くのであるが、其全體の長さは一萬哩乃至一萬二千哩位あることがある。月の影が地球上を動く速度は平均一時間に二千哩である。所が實際月の影が地球上の或る地點を動く速度といふものは、著しく其平均の値より大きくなつたり、或は小さくなつたりする。それは月の影が或は眞直ぐに地球の表面に落ち或は斜めに落ちるからさういふことが起るのである。殊に日食が日の出る時或は日の入る前に起る場合に於ては其影は著しく斜に射すからして非常に其速度が違ふのである。殊に地球が自分の軸の周はりに自轉するので、其影の運動の方向は著しく複雜になる。赤道附近に於ては太陽も月も丁度頭の上にあるから、影の速度は著しく規則的で、月の運行の速度より地球の自轉の影響たる、一千哩を引いた丈の速度で一時間に動くのである。それで此部分に於ては最も影の速度が遲いので皆既日食は外の緯度の高い部分よりも熱帶に於て長く見らるゝことが出來るのである。けれども最も都合の宜い場合に於てさへも或る地點に於ける日食皆既の長さは、八分に

超えることはない。ても月の影が地球に觸れてから地球を離れる迄は約五六時間を經過するのが普通てあるけれども、非常なる大速力て通過するのてあるからして、追駈けながら長く見ることは出來ない。

月食の長さは單に地球の影の中に於ける月の位置に關係するのてある。若し月が地球の影の丁度眞中を通る場合に於ては月食皆既が殆ど二時間位も續くのてある。其前後に半陰影に這入る時間もあるから全體としては隨分長いものてあるけれども、若し月が地球の影の端近の部分を通る場合に於ては、それが皆既になつても時間は長くない。又部分食となれば圖に於けるVIの如き位置て僅の間しか食は續かないのてある。

第五十五節　日食及び月食の特性

日食と月食との最も重なる相違は既に前に述べた如く圖に依りて明かに認めらるる事てある。即ちVの位置の滿月が食せらるゝ場合に於ては地球の夜の部分全體から見ることが出來るけれども、日食皆既は殆ど僅かの地球の部分からしか見ることが出來ない。其皆既の部分の周圍に半陰影に蓋はれた部分が少しあつて、其所ては單に太陽の部分食を見ることが出來るのみてある。殊に日食は同じ地點に於て極僅かな時間しか見

ることが出來ないから非常に珍しき現象と言はなければならぬ。

月食に於て面白いことは、月が全く地球の影の中に這入つて仕舞つても、月の表面が薄く輝いて見えることてある。それは地球上の空氣の屈折或は空氣中の塵埃等の反射に依つて月の表面が極僅かに輝される爲めに起るのてある。それは丁度日出或は日沒の際に地平線に近き空が著しく赤くなるのと同樣なる性質の光てあるからして、月食皆既の際の月の面は著しく暗赤色を帶びるのてある。

月が地球の周はりを回轉する軌道即白道の平面は、黄道の平面と一致して居ないから、新月及び滿月の際に常に食を起すことはないのてある。若しも月の軌道面と黄道の平面とが精密に一致して居つたならば、毎月一回宛日食及月食が起るべき筈てある、即ち月の位置は常にの傾斜の爲め、I VI、III IV等の位置を取ることが多いのてある。

黄道と白道とが天球上に於て交はる點を吾々は交軌點と名づける。其交軌點の近所に月が居る場合には日食及び月食は起り易く、其交軌點を離るゝことが遠きに從て日食及び月食は起り難くなるのてある。即ち月が交軌點より離るゝ場合に於てはIII IVの如く地球の周圍を回轉するからして、日月食は全く起らないけれ

ども、或る程度迄交軌點に近づく時には I VI の如き狀態となるからして、日食及月食の部分食を起すことが出來るのである。

第五十六節　食の數

地球が月の軌道の交軌點を通過することは、一年に二回起るのであるからして、其前後の新月の場合には、必ず或る種類の日食が起り得るのである。それで毎年日食は二回は必ずあるのである。而してそれ以上は有り得ない。日食は單に地球上の一部分の現象であるからして、例へば東京に於て何年に一回日食があるかといふことは、此方法では勘定することが出來ない。先づ、ある地で日食皆既を見得ると云ふことは數十年に一遍位のものである。それから月食皆既の方は少しく事情を異にする原因があるから、地球が月の軌道の交軌點を通過したる前後に於ても必ずしも起り得る保證を爲すことは出來ない。時には其場合に起ることがあるけれども或る時は全く一年中無いこともあるのである。日食皆既の二週間前か或は二週間後には月の部分食は何時も起り得るのである。それから月食皆既の前後二週間位の間にはどちらかに常に太陽の部分食が起るのである。昔から食の現象は非常に注意せられて居たから、それを豫報するといふことは隨分早くから發達したのである。古代の印度或はカルデヤ等に於ても數百年間の日食の記錄からして其週期を發見して、それに依つて將來の食の豫言を爲すやうにして居た。カルデヤに於ては其週期はサロスといふ名を附けられて居た。サロスは十八年と十一日の週期であつて即ち二百二十三ヶ月の期間である。其間に或る地點に於て一回づゝ日食が起り得るのである。希臘のメトンといふ人はそれを少しく改良してメトンの循還期といふものを作つたが、それは其後ずつと行はれて居た。近頃に於ては地球及び月の運行の法則が充分に分つたので、食の現象は引力の法則の應用に依つて數學的に計算することが出來るやうになつて來て、唯今はちやんと數理的に食の始まる時間及び位置等も明示し得る樣になつた。其計算は非常に面倒なるもので吾々は其結果を各種の曆に於て見ることが出來る。

第五十七節　食の効用

古代から各地の人々は皆、日食皆既の現象を以て非常に重大なる自然の變化と認めて居たので、まだ人智の開けない時には、此現象は非常に恐怖を以て迎へられたものである。それて種々の迷信がそれに附着して居たのである。けれども、漸次人類の智識が進歩するにつれて、この現象の原因

を能く知ることが出來る樣になつたので、それを曆に載せて豫報する樣になり、從て著しく夫等に附着せる迷信も減じたのである。現今の文明の民の間に於ては、日食及び月食は全く迷信の影響を離れて、單に學術上の興味を以て觀察される樣になつた。天文學者にとつては食の現象は天體の運行が計算の結果とよく一致すると云ふことを證明する證據となつて居るのである。而して其際に種々の面白い現象の研究が出來るからして、大いに貴重視されて居る。殊に日食の場合に於ける研究は重要なるものである。太陽の周圍の部分は太陽自身の光が非常に強い爲めに、僅かの光を有つて居る物體は太陽の光輝に遮られて吾々は見ることが出來ないのである。所が日食皆既の際には、全く太陽の光を蔽ひ隱くすので、其周りに在る極く薄く光る物體を吾々が認む得べき絶好の機會を與へる。それて太陽に近く存在する種々なるものの研究が能く出來る譯である。昔は太陽と水星との間に一つの未知の惑星が存在して居るやうに想像せられて居たので、日食の際には非常に其發見に勉めたものである。或る人は一の小惑星を發見し得たといふ報告をした人があつて名前迄附けたこともあつたけれども、現今の研究では斯かるものが存在して居る確かなる證據を認むることは出來ない。これに反

して太陽の附屬物の研究は、日食皆既の際に於て最も重要なる仕事を天文學者に供給して居る。即ち太陽の彩球、紅焔、及びコロナの研究である。是等は日食の際に最も能く觀測せられ、殊にコロナの如きは其外の場合に於て全く認むることが出來ないのである、日食皆既の時間は其研究の爲めに最も貴重なるものとせられて居る。前に示したるコロナの寫眞は日食皆既の際に寫したものである。金環食及び部分食及び月食は天文學上比較的面白い研究の材料にはならないけれども、夫等も歷史の研究に少し役に立つことがある。即ち歷史上の年代をそれに依つて吾々は確かめることが出來る。過去の日食及び月食の時日は計算に依て非常に精密にそれを知ることが出來るからして、昔の記錄に若し月食或は日食の記事があればそれを照らし合せて、其食の有つた年が今から何年前であるといことを精密に知ることが出來る。其爲めに歷史上の年代に著しき改正をなし得たことは少くない。始めは、西曆の紀元は基督の生れた年としてあつたけれども、食の研究に依て基督の生れた年は紀元前四年てなければならぬと云ふ事が確證されたので、今は其通りになつて居る。此の如く種々の方面に、食は必要なものである。

第九章　火星

第五十八節　火星の概觀

火星は近頃著しく世人の注意を惹いて來て、火星に關する種々の風說が新聞や雜誌に現はるゝ事が多くなつた。或は火星には人類よりも高等なる生物が住んで居るとか、或は夫等の高等なる生物の爲したる大工事が火星の表面に現はれたる運河であるとか、或は火星の生物が吾々に或る一種の方法を以て通信を爲しつゝありとかいふ樣なことを時々見受るやうである。若し是等のことが事實であつたならば、それは甚だ重要なることと云はねばならぬ。けれども是等の結論は殆ど信ぜられない程の確かなる證據の上に立てられたるものが多いやうである。それで玆には先づ疑のない事實から述べて行からうと思ふ。

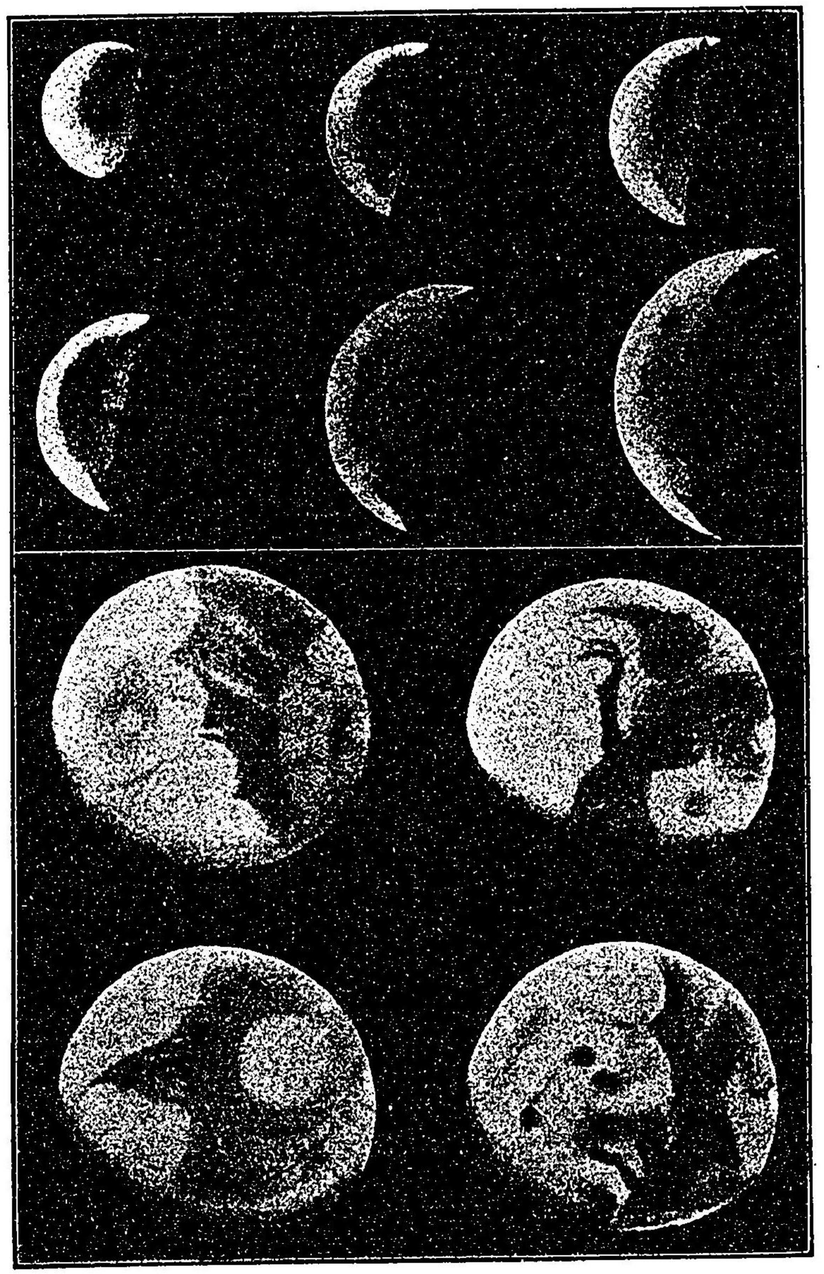
此惑星は地球の軌道の直ぐ外側に其軌道を有するもので、外觀上著しく赤色を呈して居る。普通は一等星位の大きさに輝くけれども、それが地球に近づいた時には其光は殆ど一等星の十倍位に達して、僅に金星がそれより光が强くなり得るのみてある。さういふやうな時には火星の表面を觀察する最も好時機てある。大きな望遠鏡て火星を見ると其表面には薄い斑紋を認めることが出來る。其斑紋は明瞭てはないけれども、兎に角永久的の性質のものらしく見える。圖に於て種々火星の面の斑紋が違ふのは火星が自轉して種々の面を現はすからてある。精密なる觀測に依ると火星は約二十四時間と三十七分に一自轉をなし、其自轉の軸は軌道面と約六十五度十分の角を爲すといふことが分つた。地球の軸の傾斜は六十六度三十三分であるからして、自轉の週期も軸の傾斜も殆ど火星と地球とは類似して居る。即ち火星に於ては地球と同じく晝夜の區別がある。又回轉軸の傾斜に依て生ずる四季の區別も起る筈てある。けれども火星の一年即ち一公轉の週期は約六百八十七日であるからして、殆ど地球の一年の二倍てある。それで春夏秋冬の各も地球の約二倍宛續くのてある。火星の回轉の軸の方向は殆ど白鳥座のα星に向ふて居るからして、此星が火星界の北極星と見做さるべきものてある。

第五十九節　火星の兩極

火星の表面で最も著しき現象は、其兩極に白く見える部分の存在する事てある。續けて火星を觀測すると、其白い部分が或は擴がつたり、或は消えたりすることがある。之を火星の北極に就ていふと、火星の北

半球が夏てある時には、白い部分の面積が段々減じて遂に消えることもある。これに反して北半球が漸次冬に向ふ時には、其白い部分の面積が段々増加して來る。一世紀ばかり前に始めて此現象を詳しく觀察したる英國のウイリアム、ハーシェルは、之を地球の兩極の氷と比較して考へ、火星の表面にも氷があつて、それが夏は溶けて流れ、冬は凍るからして、斯樣なる現象を生ずるのてあらうと言つて居る。此ハーシェルの考は、其頃一般の天文學者が承認したが、若此說が眞てあるとすれば、即ち此極の白い部分が地球の極と同じやうに水より出來たる氷てあるとすれば、火星界の溫度は或は氷點以下となり、或は以上となるものてなければならぬ。けれども此說を採用すると、どうも少し困ることが出來てくる。その理由を下に說明して見やう。

地球の氣候は全く太陽の熱に依るものてあるが、火星とても同樣てある筈てある。さうして火星は地球よりも太陽から離れて居るから、太陽の熱の影響は地球に比して殆ど半分以下に減ずるのてある。それて火星の表面に於て地球と殆ど同樣なる溫度を持續し得るには、太陽の熱を保存する爲の特別なる裝置が必要てあり、又それを經濟的に使用し得る方法を設けなければならぬ筈てある。實際斯かる



火星の表面

火星の雪冠

方法は工夫したら出來ない相談でないかも知れぬけれども吾々は火星の表面に、そんな方法が行はれて居ると云ふ事を信ずる事は出來ない。それて多くの學者は此說を否定するのである。

或學者の說によると、火星界の溫度は、攝氏の零度以下百度乃至二百度であるからして、其兩極の白き部分は、到底地球上の氷と同樣なる性質のものとは云へないと云ふことてある。近頃或學者は、此白き物質は固形の炭酸だらうと云ふ說を出したが、これは單に臆說に過ぎない。ニユーコム敎授の此部分に對する說明は一寸變つて居る。氏は、この白き物質は、地球上の霜の如きものてあつて、氣候の著しく寒冷な時に、火星の表面に薄く凝結し、氣候が少しく暖かくなり出すと、夫れが氷の融解點卽攝氏の零度に達しなくても、火星の太氣が著しく稀薄なる爲に、漸次蒸發して消え失せるものだらうと云ふて居る。この說によると、溫度の低き事と矛盾せずして、よく此現象の說明が出來るが、確說として斷定することは、證據のない事だから出來ない。

第六十節　火星の太氣及氣候

種々の時に火星の面を大望遠鏡にて眺めると、其表面には常に圖にあるが如き黑い斑紋が見える。其斑紋は何時も火星

自身の雲霧等に依りて蓋はれる様な事がないからして、火星の太氣は地球の太氣に比して著しく少量の雲を有するか或は全く雲がないかも知れない。されば火星界は常に晴天て、其表面は晝の間絶えず日光を受けて居るといふことが分る。種々の研究の結果によると、火星の太氣は地球の空氣に比して甚だ密度が小てあるやうてある。地球上の空氣が太陽の熱を保存し種々の氣候の變化の原因となることは明なる事であるが、それと對照して考へると、火星の太氣に雲がないといふこと、及其密度が甚だ小てあるといふことは、著しき影響を火星の氣候に與ふるものてあるといふことが推察される。火星の氣候は決して地球の如く溫和なるものではなからう。

太氣中に雲がないといふことは略二つ位其を生じ得る原因がある。即ち一つは溫度が甚だ低くして、適當の量の蒸氣が其大氣中に存在し得ない爲か、或は火星の表面が著しく乾燥して、其上に蒸發すべき水或は外の液體が無い爲てあるか、孰れかの原因によるものだらうと思はれる。火星の兩極の白い部分が雪の塊てあると考へて居る學者等には後の説を取る人が多い。其人々の説に依れば、兩極の雪が火星界の最も重なる水源となるものてあつて夏に至つて雪が溶ければ其水は平野を濕はし其處に植物が非常な勢て繁茂するが、氣候の變遷に依つて水が凍つてしまうと、夫等の植物が枯れ果てるのてあるといふ樣なことを想像して居る。是は幾分か觀測上の根據もあるのてある。即ち彼等の言ふ所の植物の繁茂の時期は、火星の面が少し綠色を帶びるやうに見えるのてある。所が多になると其色が一體に褪めて來る樣てある。此説の主張者は、火星の表面の永久的斑紋のある所は、水の供給が常に充分てあつて植物が四季を通じて繁茂するやうな所てあらうと云ふて居る。けれども此説は餘り一般に信ぜられない。

近頃ローウェルの研究に依ると火星の太氣は前に述べた通り、地球に比して著しく稀薄てあつてさうして比較的雲が少ないといふ結果に達し、又キャムベルは火星の光と月の光の分拆の結果とを比較して、殆ど其間に著しき差異がないといふことを言つて居る。前述の如く月には太氣がないからして、全く太氣の爲めに光が吸收されるといふことがない。而して火星の光を分拆して見ても、殆ど吸收されたる痕跡がないからして、火星の太氣は著しく稀薄てあらうと推察されて居る。火星の太氣中に幾分の水蒸氣を含むて居るといふことはスライファー氏の研究に依りて分つて居るけれども、其水蒸氣は著しく稀薄なるもので殆ど、論ずるに足

らない位のものであらうと思はれる。

第六十一節　火星の表面及其運河

火星の地球に遠い時と近い時とは、非常に距離が違ふので、火星を研究するに最も適當なる時機は、地球に最も接近したる時であるが、其時は約三千五百萬哩の距離までなり得るのである。

一千八百七十七年の近接の場合に、伊太利の天文學者、スキヤパレリは非常に能く火星を研究し、火星の表面と地球の表面との間の類似を見出さうと努めて、遂に面白い發見をなした。昔から火星の白く光れる部分は陸と見做され、其黒い部分は水と看做されて居たが、其考が誤りてあるといふことは、其後明になつた。實際黒い部分も海ではなくして陸地の一部分てあるのてある。所てスキヤパレリ氏の大發見といふのは、火星の表面に所謂運河といふものをば其時始めて見付けた事てある。此運河は其後學界に於て非常な問題になつたもので、それは火星に在る極めて高等なる動物が作つたものだらう、と云ふ樣な想像説が一時盛になり、今でも主張する人がある。それて其後多くの天文學者は、其運河の研究に從事したけれども、其中の或人は全く其運河を見ることが出來なかつた。又或人は殆ど僅にそれに似た樣な矇朧たるものを認めたに過ぎなかつたが、最もそれを能く觀察し

得たのは亞米利加のローウェル天文臺の觀測者てあつた。スキヤパレリは自身の觀測に基づきて火星の運河の圖を拵へ、又ローウエル天文臺に於ても同樣な圖を作つたが、兩方の圖を比較して見ると、殆ど其間に一致の點を見出す事が出來ない。スキヤパレリの所謂運河は、少し幅の廣いぼんやりしたる帶の如き性質のものてあるが、ローウェルの書いたる運河は、細いはつきりした黒い線て顯はされて居る。それからローウェルの運河はスキヤパレリの圖にあるよりも非常に數が多い。けれどもローウェルの圖の中には、スキヤパレリの圖にある運河が皆出て居るのてはなくて、違つてる所が隨分ある。それから運河の種々の繋き目に圓い池のやうなものが時々あるが、それはローウェルの地圖のみにあつて、スキヤパレリの發見しない所てある。此等の運河は殆ど直線狀になつて居て、非常に其形が幾何學的てあるので實際天然に出來たものでないらしく見ゆるのてある。所て此運河が實際果して有るかどうかといふことは著しく疑問てある。それに對して最初に有力なる反對を唱へたのはバーナードてあつた。此人はローウェル及びスキヤパレリが火星を觀測したと同時に、それ等の人々よりも著しく都合の好い條件の下に、其火星の觀測をなしやした一人てあつた。氏は當時ハミルトン山

上のリック天文臺に居て彼の有名なる三十六吋の望遠鏡を以て火星の觀測を試みたのであつた。リック天文臺は位置も非常に高く、天氣も其邊は著しく好いし、殊にバーナードは有名なる觀測者であつて、且又望遠鏡は當時世界に於て最も精巧なるものと言はれて居るもので、ローウェル及びスキャパレリ等の有せし望遠鏡に比して著しく大きいものであつた。さういふ宜い條件の下にバーナードは充分に注意して火星の面を觀測したのであるが、其面に少しも所謂運河の如き線を見出すことが出來なかつた。無論其際に火星の表面に於て種々の點とか黑い部分とか極細かなものまでバーナードは見ることが出來たのであるけれども、其點及び黑き部分等は皆不規則に表面に散らばつて居るのみで、其間に何等の聯絡を附けることが出來なかつたそうである。それてバーナードはローウェルの觀測を否定して、斯かる運河は存在し無いといつて居る。是等の二人の觀測の結果が、反對になつて居ることは、著しく注意する價がある。それは簡單に唯々眼の過のみとは言へない。スキャパレリにしろ、バーナードにしろ、有名なる觀測者であつて而かも熱心なる學者である。何れを眞とし何れを僞とする譯にはいかない。此點に就て先年死んだ亞米利加のニューコム氏は面白い說を呈出して居る。そ

れは此二人の結果の相違は視覺の心理現象に依るものであらうといふのである。吾々の眼の運動を精密に觀察して見ると、注意の働き工合で、常に一點にのみ向はずして種々の方向に動くものである。而して其動く方向は大抵直線狀を爲すものである。それて不規則なる點が澤山あるものを、極ぼんやり眺める場合に於ては、吾々の眼は其諸點の間に一種の聯絡を見出し、それ等の點が恰も線で繋いである樣に思ふことが多いものである。殊に火星の運河の如きは著しく薄いものであつて、迚も普通の人には如何に精巧なる望遠鏡で眺めても見えない位のものであるからして、眼の斯かる過は著しく影響し得るものであらうと思はれる。それて多分、バーナードの觀測の方が眞て、スキャパレリ及びローウェルの觀測の結果は視覺上の錯覺であらうと思はれる。ニューコムは、この事を實驗によつて證して居る。

又この事に就て、面白い實驗をした人がある。それはセルリ氏であるが、氏は大きな望遠鏡を以て火星を眺めるのと、雙眼鏡を以て月を眺めるのと、丁度表面の工合が同じ位の程度に明瞭に見えるから、其比論によつて實驗を試みたのであつた。即ち雙眼鏡を以て月の表面の種々の斑紋を精密に觀測すると、其間に種々の線が

あるやうに見えるのであるが、大きな望遠鏡で月を見ると前に圖に示したやうなものて何等の線もない。即月は、それを小さく不明瞭にして見れば線が出るのであるからして、火星ももつと大きな望遠鏡が出來て一層精密なる觀測が出來る樣になれば、斯かる線は自然に消滅するものてあらうと云ふのてある。殊に運河が二重になることが時々あるといふことてあるが、其二重になるといふことは非常に疑はしいことて、觀測者に依て或は時に依て屢々變はるのてある。

さういふやうな種々の難點があるから火星の運河の實際存在するといふことは甚だ疑しいことてある。從て之れに依つて火星の高等生物の存在を證明しやうといふことは空想に過ぎないだらうと思はれる。殊に空氣の點から考へても火星の太氣は著しく密度が小てあるからして、迚も水を液體の有樣て長く止めて置くといふことは困難てあらうからして、其點のみからても運河の存在は頗る怪しいのてある。

第六十二節　火星の衛星

一千八百七十七年にワシントンのアサフ、ホールといふ天文學者は、同時に火星の周圍に二つの衛星を發見した。其內火星に近きものはフオボスと名づけらるゝものて、それの軌道は著しく楕圓形を爲し火星

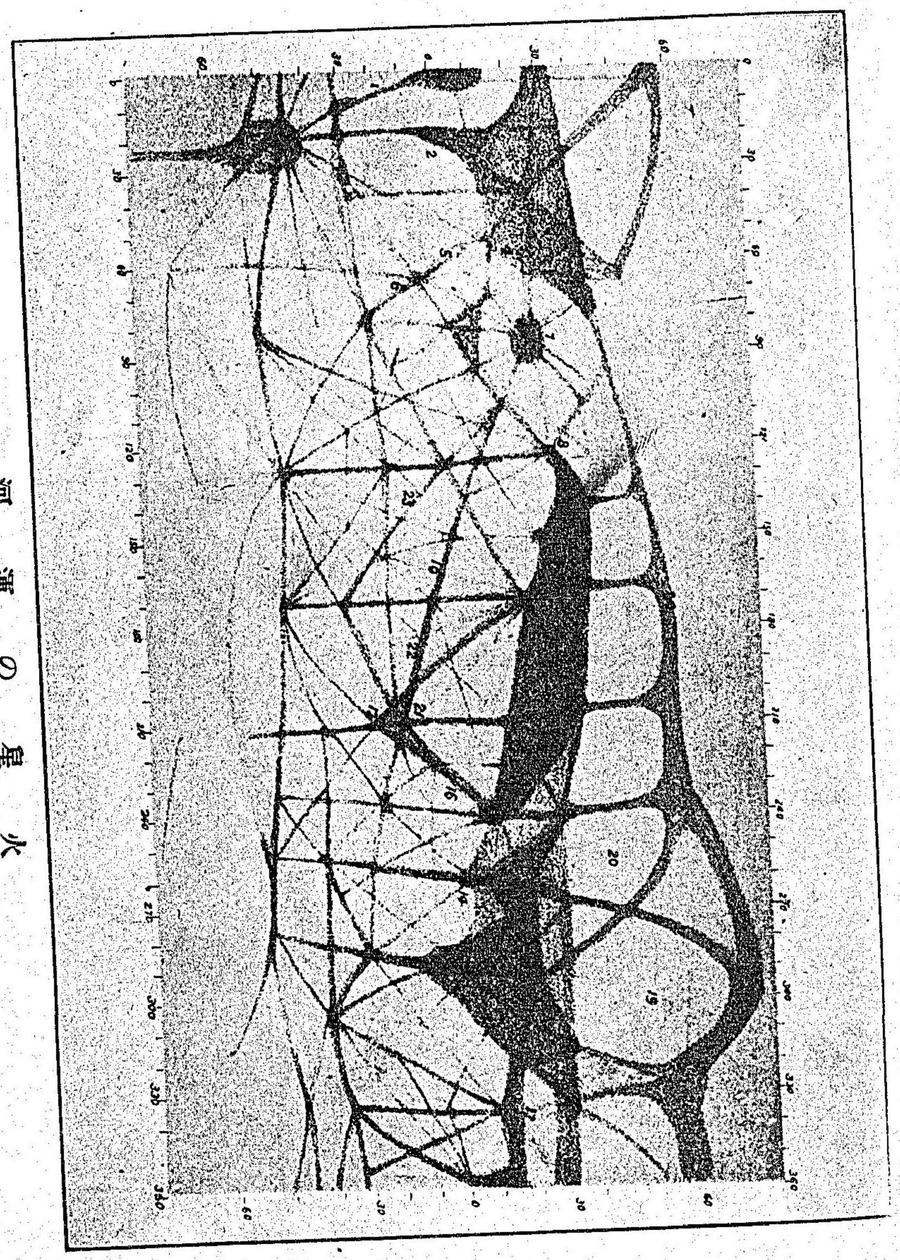


圖　運の星火

を一周はりするに約七時間と三十九分を費すものてある。それて火星の一日に
衛星は三遍位周はる都合になるのてある。それて其衛星は西から出て東に沒ず
るのてある。總て太陽系の衛星は西から東へ惑星を廻るので、月も其一例てる
けれども、月の公轉の速度は、地球の自轉の速度に比して著しく遲いので、東から出
て西に沒する樣に見えるのてある。他の衛星はダイモスと名づけられて居る。
それは其軌道を一周はりするに殆ど三十時間と十八分を費すものてある。即そ
の週期は火星の自轉の時間と餘り大差がないから、此衛星は絕えず火星に附いて
周はるやうなものてある。それて或る一つの地點に於て其衛星が地平線に現はれ
てから沒する迄に約六十時間を費すのてある。其間に太陽に對する方向が種々
變るからして新月、上弦、滿月、下弦、新月といふやうな變化を約二回程繰返へすの
てある。普通の望遠鏡て見ると是等の衛星は、非常に都合の好い時てなければ見
ることが出來ない。さうして其形は非常に小さいので、實際の大さを測定するこ
とは非常に困難てある。其光の量から考へて見ると、其二つの衛星の直徑は共に
六七哩のものてあらうと思はれる。

第九章　小惑星

第六十三節　小惑星の概觀

小惑星といふものは、火星の軌道と木星の軌道との間に群集して居る、數多の小さい惑星の總稱で、今迄發見されて居るのは殆ど七百位ある。それは皆十九世紀の始から今年迄の內に續々發見せられたるものである。大抵小惑星は其形が非常に小さい。始めに發見せられた二三のものは其中で大きいものであつたけれども、それでも月と比較すれば、其面積は月の二十分の一位なものである。即ち小惑星中の最大なるセレスといふ星も直徑四百八十哩位しかない。其外のものはそれの四分の一或は五分の一位のものも多いのである。それで小惑星全體を合せても到底地球或は火星抔の質量に達する程のものでないのである。此等の小惑星は皆太陽を焦點とせる楕圓形の軌道の上を運行するのである。所で是等の小惑星中、著しく人の注意を惹いたものが時々あつた。例へばエロスといふ小惑星があるが、其軌道は著しく外の小惑星と違つて居て、火星の軌道よりも內側に這入ることがあるのである。それで太陽からの平均の距離は火星よりも小さい。即ち都合の好い時には地球に著しく接近する事の出來る星である。それで地球に著しく接近した時に其距離を測ることに依て、吾々は種々重要なる結果を得ることが出來る。其一は地球と太陽との距離を定むるに用ふるのであるが、それは甚だ重要な事で、惑星の距離を定める基となるものであるから、エロスの發見は大いに有益なことであつた。其外其軌道が殆ど木星の軌道と一致して居るものが、三つ許りある。夫等の運行の法則も却々複雜なる問題となつたものである。（附錄惑星軌道圖參照）

小惑星の發見に就ては種々面白い歷史があるけれども、玆にはそれを一々述べる暇がないが、現今は其發見は寫眞術を應用してやつて居る。我東京天文臺でも平山博士の主管の下に小惑星の發見に從事したことがあつて、前後三つ許り發見した。其中の一つは東京と名つけられて居るが他のものは未だ命名の運びに至らない。

是等の小惑星が如何にして出來たかといふことを種々考へた人があつたけれども、未だ適當なる解釋は付かない。或人は是は火星と木星との間にあつた一つの大きな惑星が或る原因によりて破裂し、其破片が斯かる數多の小惑星となつたのであるといふ說を出した。けれども、若し大惑星が破裂して直ぐ其破片が太陽の

周はりを獨立に運行する現今の如き小惑星に變じたとすると、此等の小惑星は皆其運行の途中、一度は必ず破裂した場所に戻つて來るべき筈である。けれども現今の觀測によると、多くの小惑星の軌道には、斯かる一致の點がないからして、此說も頗る疑しいのである。

第十章　木星

第六十四節　木星の外觀

木星は大きさに於ても質量に於ても、太陽系の諸惑星中之に匹敵するものはない。即ち太陽系中最大なる惑星で、外の惑星全躰を一緒にしても、木星より小さいのである。それで地球からは著しく距離が大なるにも拘らず、木星は非常に大きく見え、極小さい望遠鏡でも木星の楕圓形の面を認むることが出來るのである。殊に著しきは木星に附屬せる四つの大きな衛星である。其外未だ小さな衛星が四つあるけれどもそれは大きな望遠鏡でなければ觀ることが出來ない。それに反して大きな四つの衛星は極小さな望遠鏡でも見ることが出來るので、其運行の工合は非常によく觀測されてなか〳〵興味あるものである。

木星は月のやうに滿ちたり缺けたりすることはない。それは地球よりも軌道が外側にあるからして、常に滿月のやうに見えるからである。

小さな望遠鏡で木星の面を望んで見ても、其中に二筋の帶のやうな黑い線があることを認むることが出來る。それを精密に觀測するには、寫眞術が未だ其方面に成功して居ないので、熟練なる觀測者の眼を必要とするのである。此表面の黑い線は一般に木星の帶と名づけられて居る。今圖により其帶を能く觀察して見ると、種々なる場合に於て少し宛、其形及び位置が段々ずれて行くやうに見える。是は時の經つに從て、木星が少しづゝ回轉したといふ證據である。精密なる觀測の結果、木星の自轉の軸は此帶に直角であるといふことが分つた。即ち木星の帶は木星の赤道に平行して居るのである。それから注意すべきは二本の黑い帶が、赤道を中心として兩側に殆ど等距離の所に擴つて居る事である。其外にも多くの帶を吾々は圖て認むることが出來る。

大きな望遠鏡て木星を見ると、其表面は著しく種々の色彩を現はして頗る奇麗である。其重なる二條の帶は赭赤色で、其中間は一般に白く光つて居るが其外の線には紫色鳶色、又は綠色が現はれて居る。圖は望遠鏡て見た儘を書いたので、實際

の位置を倒さまにしたものであるが、其一番下の圖の上部即ち木星の南半球に、卵形の大きな點が畫かれて居るのを見る。是は非常に有名なもので色が赤いから、して普通に大赤點と稱して居る。一千八百七十八年に始めて發見せられたもので、其後十年間位は殆ど注意すべき變化がなかつたが、それから段々薄くなつて來て、千八百九十二年頃それが再び明るくなつたけれども又段々薄らいて來て、千八百九十七年頃になると殆ど見ることが出來なくなつた。

第六十五節　木星の形狀及其自轉

木星を望遠鏡で見ても、又圖て見ても、直ぐ眼に付くことは、其兩極が平たくなつて居るといふことである。極の間の直徑は赤道の直徑に比して殆ど十六分の十五位の比になつて居る。我地球も同樣に平たくなつて居るのであるがそれは殆ど木星に比して論ずるに足らぬ位で、極の直徑は赤道の直徑の三百分の二百九十九位である。何故に木星は斯樣に著しく平たくなつたかといふと、それは自轉の速度が非常に大であるから、斯く赤道部が擴がつたのであると說明せられて居る。木星の大さは、今迄分つた結果に依るとそれの赤道部の直徑は九萬二百哩、兩極の直徑は八萬四千四百哩である。木星の自轉の時間は地球の如くはつきりしたものではない。吾々が太陽で觀察

したやうに、木星に於ては場所に依つて自轉の速度が違つて居る。即ち高緯度の所では殆ど九時間と五十六分で一自轉するにも拘はらず、赤道の部分に於ては九時間と五十分で一自轉するのである。即ち赤道の所は早く廻はる譯である。是はどういふことになるかといふと、詰り赤道の部分丈は非常に廣い流れを爲して居て、殆ど一時間に二百七十哩位の速度を以て東の方に動いて居る事になるのである。一寸吾々の普通の考では一時間二百七十哩の速度といふと、非常に早いやうに思はれるけれども、木星界では星自身が大きいからして左迄驚くべきものではないだらう。加ふるに其木星の赤道の部分の運動は吾々の大洋に於ける海流に比すべきものでなくして、空中に於ける風に比較すべきものである。それて比較的大速力とも言へないのである。

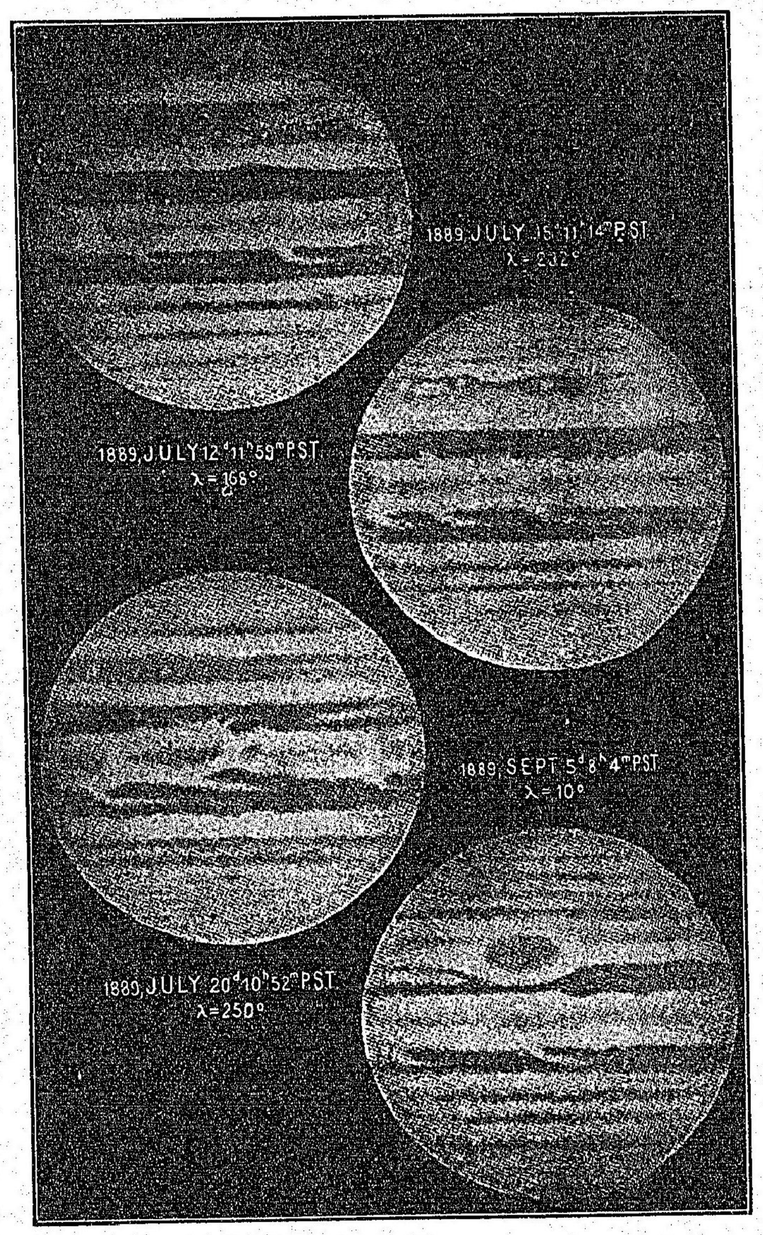
吾々が見て居る木星の表面は實際木星の雲の表面である。雲の上層のみを吾人は見得るのである。勿論其中心には固體の塊があるかも知れないが、吾々はそれを見ることは出來ない。前節に述べた大赤點の如きも、其雲の上を浮遊して居るものらしいからして、それが消えたり又現はれたりするといふことは、敢て不思議なことではない。斯く考ふれば其自轉の時間の一致し得ないといふことも當然

の理と言はねばならぬ。

第六十六節　木星の表面、密度及温度

前に掲げたる木星の圖を能く觀察すれば、其有樣は恰も雲に蔽はれたるが如く見える。而して其狀態は千變萬化する樣であるが、只其間に規則的に見ゆるのは、其雲狀物が緯度に沿ふて互に集まる樣な有樣を呈するとである。即ち木星の表面の帶は皆赤道に平行して居る。又吾々が木星から反射し來たる光の量を測定するに、其反射の量は甚だ多くして、殆ど雪或は地球上の白き雲の反射率と殆ど同一てある。其光を分光器にて觀測すれば、木星の白き部分から反射したる光も、黒き部分から反射したる光も、殆ど同樣なる性質のものてあると云ふ事が分る。けれども所謂帶の部分に於ては、太陽の光線中の青或は菫色の光は吸收されて、著しく赤き色を呈する。其色は殆ど吾々が地球に於て日沒の空に於て見るのと同樣なる色てある。是は太陽の光が木星の空氣內に突入して、其下層より反射せられて出たと云ふ事を示すものてある。故に木星面の黒き斑紋は雲の集積と考へて差閊ない。けれども太氣の深さを測定する手段がないので、其點に關しては全く見當が付かないが、餘程深いと云ふ事は明てある。木星の表面に浮游して居る例の大赤點は長さが二萬八千哩位ある

木星の表面



が、それは周圍の白雲を押し分けて、木星の表面を年々左右に少し宛動くが如く見える。それで、木星の表面は液體で蓋はれて居るものて、赤點はそれに浮遊して居るといふやうな説を出した人もある。實際木星の表面が瓦斯であるか或は液體であるかといふことは、未だ確定しない事であるけれども密度の點から考ふると、瓦斯であるといふ方が穩當らしく思はれる。

木星の密度は甚だ小さくして、水の約一・三倍しかない。それて太陽の密度よりは猶少ないもので、此惑星の大部分が瓦斯或は雲の如きものから出來て居て、極僅かなる固き部分が中心にあるてあらうといふことを思はせる。木星の表面の重力は、其質量及び大さから測定すると、約地球の表面の重力の二・六倍位てある。其重力て表面の空氣を中に引張るからして、太氣の下層の壓迫せらるゝことは非常に著しきものてあつて、其部分は著しく密度が高くなるべき筈てある。實際勘定して見ると其密度の增す比例は表面から十六哩位の處に行けば地球の空氣の密度の約七八倍に達する割合てある。それで若し其比例て數百哩乃至數千哩の深さに達したならば、其所の空氣の狀態は如何なるものてあるか、迚も想像することは出來ない。斯く著しく壓縮されて居て、而かも全體の密度が甚だ小てあるといふこ

とは非常に疑しいことである。其疑を除く爲めに、吾人は木星の內部が非常なる高熱を有するといふことを假定せねばならぬ。斯かる熱度があるとすると、其熱の爲めに木星の內部の物質は著しく膨脹され、それに依りて表面の壓力に對抗して小さき密度を持續することが出來るであらう。多分木星の中心は白熱せられたる瓦斯の狀態であつて、其外部を雲の厚い層が蔽ふて居るので、內部の光は其爲に遮られて外に見えないだらうと思はれる。斯かる狀態を想像すると、吾々は直に太陽と木星との間に著しき類似があることに氣が付くのである。太陽の表面には一種の氣流があるといふことを述べて置いたが、木星の表面にも、內部の熱き氣體と外側の冷たき氣體との間に一種の氣流が存在して居るらしい。さうして夫等の流が雲の狀態に變化を來たして、それが例の帶のやうな狀態を呈ずるものであるらしい。二本の大なる帶の間の部分は丁度太陽の黑點のよく出現する部分と一致して居るのである。斯かる考は必ずしも確かとは言へないので、尙今後の研究を待たねば充分の說明は出來ないふことは明かである。木星の溫度は勿論太陽よりも低いといふことは明かである。それは其表面が太陽のやうに自ら光を放射しないから直ぐわかる。併し木星の內部は灼熱されて殆ど白熱の狀態に達し、其光が時々雲を透して外に現はれるのではないかと想像されないこともない。それは木星の光の反射率が餘り大てあるので、其れに基づいて考えた說であるが、兎に角木星の內部は著しく高溫度てあることは、一般に認められて居ることてある。

第六十七節　木星の衛星

木星の衛星は總計八個あるが、其中て四つだけは其大さが他のものよりも著しく大てあるので、昔から能く觀測されて居る。西曆一千六百十年にガリレオが始めて望遠鏡を發明して、天體觀測に應用した時に、先づ木星を見て、直ちに此等の四衛星を發見したものてある。是等の衛星は、空氣のよい所て、よく晴れた夜、鋭い眼を有つて居る人ならば、肉眼ても見出すことが出來る。勿論極小さき望遠鏡及雙眼鏡の如きものを用ふれば、大抵それを認むることが出來るのてある。所が其後久しく木星の衛星の發見がなかつたが一千八百九十二年にリック天文臺に於て、有名なる三十六吋の望遠鏡を以て、バーナード氏は第五の衛星を發見した。其後引續いて第六、第七の衛星がリック天文臺の、ペリー氏により發見され、第八の衛星は一昨年グリニッチ天文臺のメロット氏によつて發見された。最後の三つは皆寫眞て發見されたので極小さいものてある。

最初の四の衛星の大さは月と比較して殆ど同じ位で、少しは月より大きいのもある。そこで月と同じやうに、是等の衛星は確かに一つの世界を作つて居るのである。けれども地球から非常に遠いので、其表面の狀態を研究することがなか〳〵困難である。大きな望遠鏡を以て觀測しても、其衛星が自轉するといふ證據すら認むることが出來ぬ。其衛星の質量及び比重は甚だ小さいものであつて、月よりずつと小さい。まづ其比重は平均して木星自身の比重より少し大きい位のものである。それて或人は、此等の衛星は地球或は月の如く純粹なる固形體ではなくして、唯岩や石の如きものゝ集合が極粗雜に塊まつたもので、木星の引力に依て其形を絶えず變化しつゝあるものであるといふ說を出した。けれども斯ういふことは事實上殆ど信じ得べからざるものである。或る觀測者は衛星の形が木星の引力の作用に依つて變化するといふことを言つて居るが、少々疑はしい。

第六十八節　衛星の食　木星の衛星は其運行する途中或は木星の後になり或は前になるから、常に木星の投影の間を通過して食の現象を起すのである。又木星と太陽との間を通過する時に、木星の表面に影を作ることがある。其方は餘り重要でないが、衛星が木星の影に這入つて食せらるゝといふことは、昔から觀

測せられたことで、非常に重要なる結果を生じたものである。昔から天文學者は木星の衛星の食の時間を豫言しやうと努めた。衛星が木星を廻はる時間及軌道が能く解つて來てから、それに依つて人々が食の時間を計算したけれども、それが實際と合はないことが多かつた。所が十七世紀に至り和蘭の天文學者のレーメルといふ人が、其食の豫言の外れる原因を非常なる熱心を以て研究した。地球が太陽と木星との間に位して居る場合には、衛星の食は勘定て出した時間よりも前に起るが、木星と地球とが太陽を挾んで反對の側に來た場合には豫言の時間よりも食が常に少し遲れて起るといふことを彼は見出した。この現象は地球が木星に何等かの影響を及ぼす爲てはなくして、木星の衛星の食が起りてより吾人が夫れを見得る迄の時間即ち光が空間を經過する時間に依つて斯る影響が生ずるのであると彼は想像した。即ち地球が太陽と木星との間に居る場合と、地球が太陽を挾んで木星と反對の位置に在る場合とに於ける地球と木星との距離の差は、地球と太陽との距離の二倍丈の差となるのである。それてそれ丈の距離を光が通過する間の時間丈、食の見える時が遲れる勘定になる。それに依つてレーメルは光の速度を始めて勘定した。實際地球が木星に最も近い場合には食が約八分十

八秒丈豫言より早く起り、又地球が木星より最も遠ざかつた時には約八分十八秒丈食が豫言より遅れるので、レーメルは地球より太陽迄光が旅する時間が八分十八秒であると考へ、之れに依つて光の速度は一秒間に約十八萬哩であるといふことを計算したのである。其後地球上にて他の方法によつて實驗したる結果に依ると、光の速度は一秒間に約十八萬六千三百哩位であつて、丁度レーメルの結果と能く一致して居る。序でに木星の重なる衛星の公轉の週期を擧げて見ると下の如くである。

V、	〇、四九八日
I、	一、七七〇日
II、	三、五五四日
III、	七、一六六日
IV、	一六、七五四日

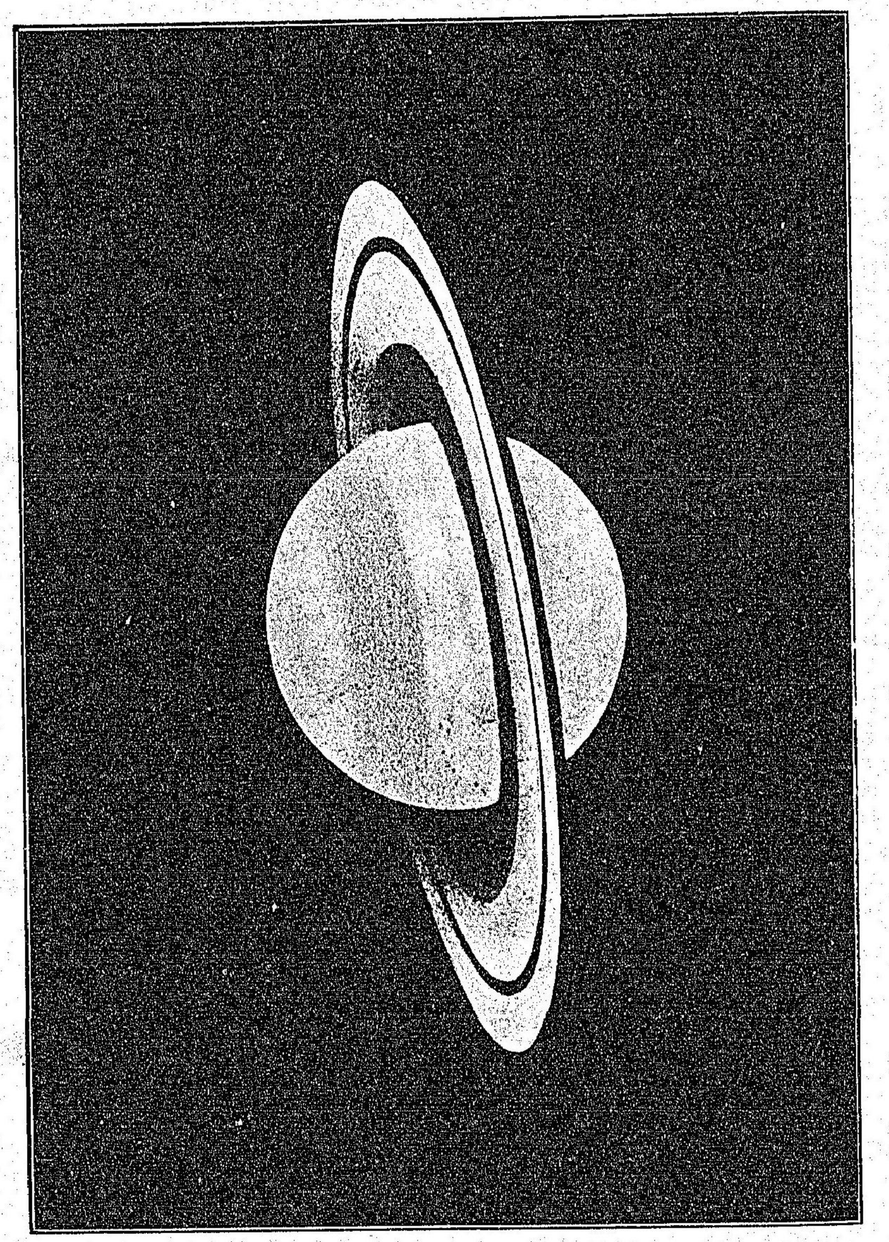
第十二章　土星

第六十九節　土星の概觀

土星は太陽系中木星に次いで大なる惑星である。其質量は木星を除きたる外の總ての惑星の總和よりも大なるものである。此惑星に著しき特徴はそれが環を有つて居ることである。これは外の天體に全く類のないもので、昔の人は土星は耳を有つて居る惑星であるといふやうに述べて居るが、其形が能く分つたのは、約半世紀前フイゲンスの研究の結果であつた。即、環は薄い平たい丸るいものであつて、殆ど土星に接近して見えるけれども、それと觸れては居ない。又其環の平面は地球の軌道の平面と少しく傾斜を爲して居る。其傾斜の爲めに、土星の位置に依つて其環の有樣は時々變つて來るのである。それで吾々は或は其環の上面を見、或は下面を見、或は只其薄き端をのみ見ることもある。最後の場合即ち全く環の平面と黄道の平面とが一致した場合には、吾々は殆ど其環を認むることが出來ない。それは環が非常に薄いからである。

第七十節　環の性質

圖を能く觀察すると、土星の環は三つの層から出來上つて居るといふことが分る。其各層は互に明かに分離して居る。最内端の環は、外の二つよりも色が少しく薄暗くなつて居て、小さい望遠鏡ではそれを認むることが非常に困難である。環の形は觀測に依れば楕圓形に見えるけれども、それは斜めに見る爲であつて、實際は土星の本體を中心とせる圓形のものであらうと



土星

思はれる。其外側の直徑は約十七萬二千哩ある。其厚さは端から見て殆ど見えぬ位であるから、直徑に比して著しく薄いといふことは明かである。それを確かに測ることは無論出來ないが、先づ百哩位の厚さのものであらうと思はれる。力學的研究に依ると、環は固體或は液體のものては有得ない筈である。若し固體或は液體のものであるとすれば、土星の本體の引力の爲めに直ちに破壞されて了はねばならぬ譯である。それて是非とも、環は瓦斯躰てあるか又は小さな流星狀の物躰の集合てなければならぬ。近來キーラー氏はそれを實驗によりて證明した。即ち氏は分光器を用ゐて環が土星の周圍を公轉する速度を決定しやうとしたのてある。若し環が別々の小物躰から形成されて居るものとすれば、引力の法則に依つて環の內部の物躰は外部の物躰よりも非常に早く公轉しなければ、其の位置を保てない筈てある。所が實際キーラー氏の觀測に依ると、內部が外部よりも早い速度て回轉しつゝあるといふ事が明になつた。それて土星の環は皆獨立した微細なる衛星の集合てあつて、其數が非常に多く且つ密着して居る爲め、一面に太陽の光を反射して殆ど固躰の樣な狀態を呈するのてあると云ふことが分つた。土星は其自轉の速度が早い爲めに、著しく極の部分が平たくなつて、赤道の所が出

張つて居る。それて赤道の部分は引力が非常に強い爲めに、環の分子は皆其部分に引付けられるやうになつたのである。即ち環は丁度土星の引力の最も強い平面に集合して居るのである。

それから土星の環が三重に分れて居るといふことの原因に就ては、色々の説明があるが、まだ一定して居ない樣である。内部の薄暗き環の色は果してどうして現はれるかといふと、是は容易に説明される。即外部の環は其内に含まるゝ衛星の分子が非常に密であるから、能く太陽の光を反射するけれども内部の輪は甚だ粗に分子が分布されて居るので、多くの太陽の光を反射することが出來ないから、比較的黒く見えるである。其證據には其環の間を透して、時々土星の衛星を見ることが出來るのである。

第七十一節　土星の本體

土星の本體は殆ど其狀態が木星と同樣なるものである。其赤道部の直徑は七萬六千哩、兩極間の直徑は六萬九千哩、其質量は地球の約九十五倍、比重は太陽系の惑星中最も少いものであつて、水よりも輕く、約〇・七といふ數を示して居る。即ち木星の比重の約半分位にしかない。それても全體の質量が大であるので、表面の引力は地球の一・一八倍である。斯く密度が小さ

いものであるから、土星の本體は木星の場合の如く、内部が甚だ熱せられたる瓦斯にて出來て居て其周圍が雲で蔽はれて居るのであらうと思はれる。又木星と同樣に此惑星も非常に早く自轉する。其週期は約十時間と十四分であるけれども、表面は矢張浮遊して居る雲であるので、其部分々々に依つて自轉の時間が違ふといふことは已むを得ないことである。

第十二節　土星の衛星

土星は十個の衛星を持つて居る。即惑星中で最も多くの衛星を有つて居るものであるが、それは皆著しく小さいので、甚だ大きい望遠鏡で見ないとそれを觀察することが困難である。

第十三章　天王星及海王星

第七十三節　二星の概觀

數千年以前の人も今迄述べた五個の大惑星を知つて居たけれど、天王星及び海王星は近世に至つて漸く發見されて、共に太陽系に屬することが分つたので著しく興味のある惑星である。天王星は一千八百八十一年ウヰリアム、ハーシエル氏が、他の天體の觀測中に偶然發見したものであつて、氏は始めは彗星であらうと思つて居たが、漸次觀測の結果、惑星であることが分明になつた。

海王星の發見も亦著しく趣味のある歷史を持て居る。天王星の運行の觀測の結果を見ると其間に所々變な運動を爲す場所があつて、計算の結果と精密に一致しない。是は天王星の外方にもう一つ惑星が存在して居て、其引力の影響に依つてかかる結果を生ずるのであらうと云ふ考で、英國のアダムス氏及び佛國のルベリエ氏が各々獨立に、其想像的惑星の位置を計算したのである。アダムス氏はそれをまだ望遠鏡で發見しない中に、ルベリエ氏の友人なる獨逸のガルレ氏が、ルベリエ氏の計算の報告に依て千八百四十六年九月二十三日の夜遂に新惑星を發見したのである。これ即海王星で全く理論的に惑星を發見したる最も有名なる一例である。

天王星は四つの衛星を有して居る。總て甚だ薄く見えるもので、別に注意する程のこともないが、只一つ面白い現象がある。外の惑星の衛星は殆ど其惑星の軌道の平面内で運行して居るのであるが、天王星の衛星は殆ど其軌道面に直角なる平面の中に動いて居るのである。海王星も一の衛星を有つて居るが、それも海王星の軌道面と隨分傾斜せる軌道の面を持つて居る。そうして其運動の方向は外の

惑星の衛星と反對で、北から見て時計の針と同樣なる方向に廻はるのである。此現象は甚だ不思議なことで未だ充分に說明が付いて居ない。

天王星及び海王星は餘りに距離が遠いので、其表面を細かに觀察することが出來ないが、分光器に依つて觀測したる結果に依ると、其表面に著しく光を吸收する層があるといふことが分つて居るから、兩星とも濃厚なる大氣を有するらしい。其大氣の成分は能く分らない。二星の密度は土星より少しく大きく、表面の引力はそれより稍小であるが、それに依つて考へて見ると、矢張二星は瓦斯狀を爲して居るもので、木星及土星よりも溫度は低く、漸く液體化仕掛けて居る所であらうと思はれる。

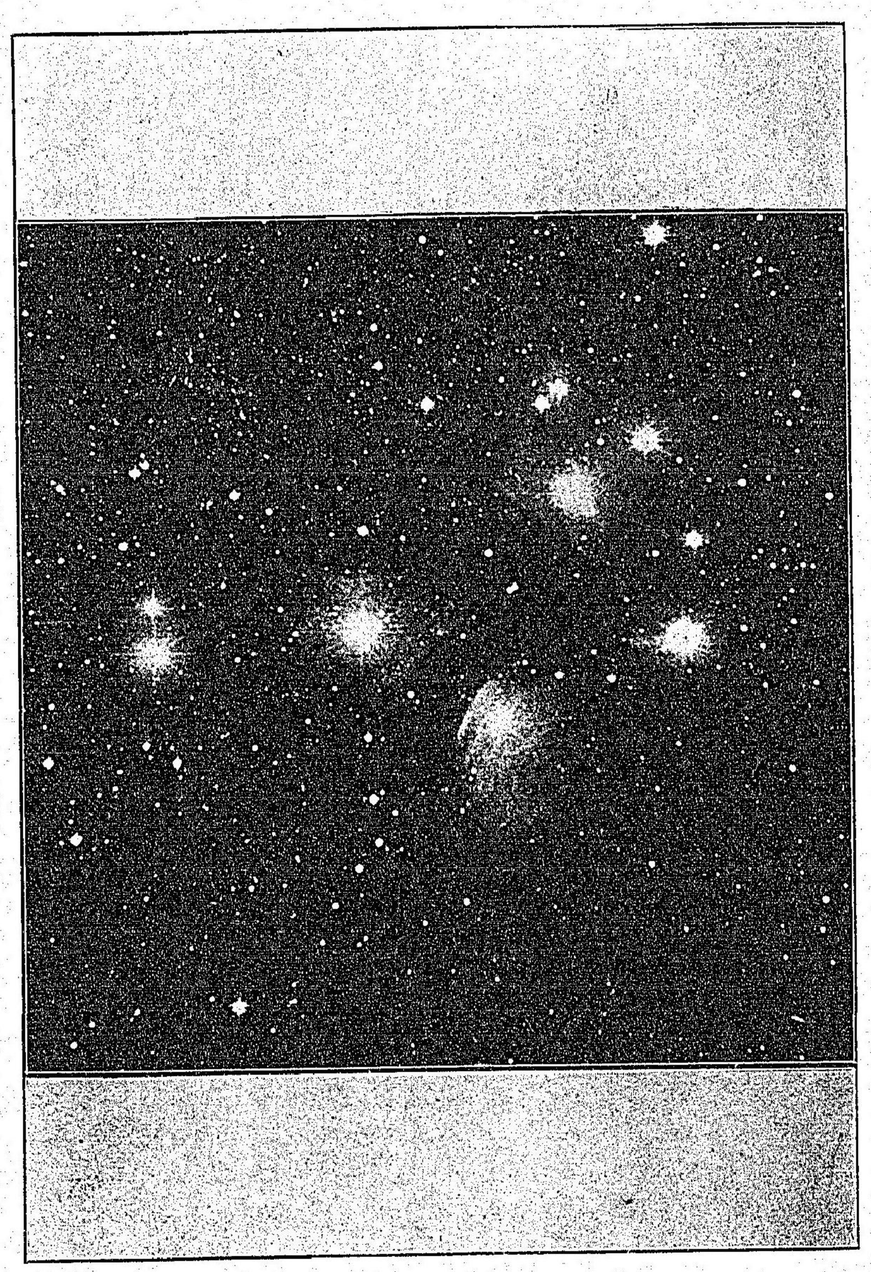
天王星は天氣の好い時には、其位置を知つて居れば、肉眼で見ることが出來る場合があるけれども、海王星は望遠鏡を用ゐなければ、見ることが出來ない。

第七十四節　太陽系の生物

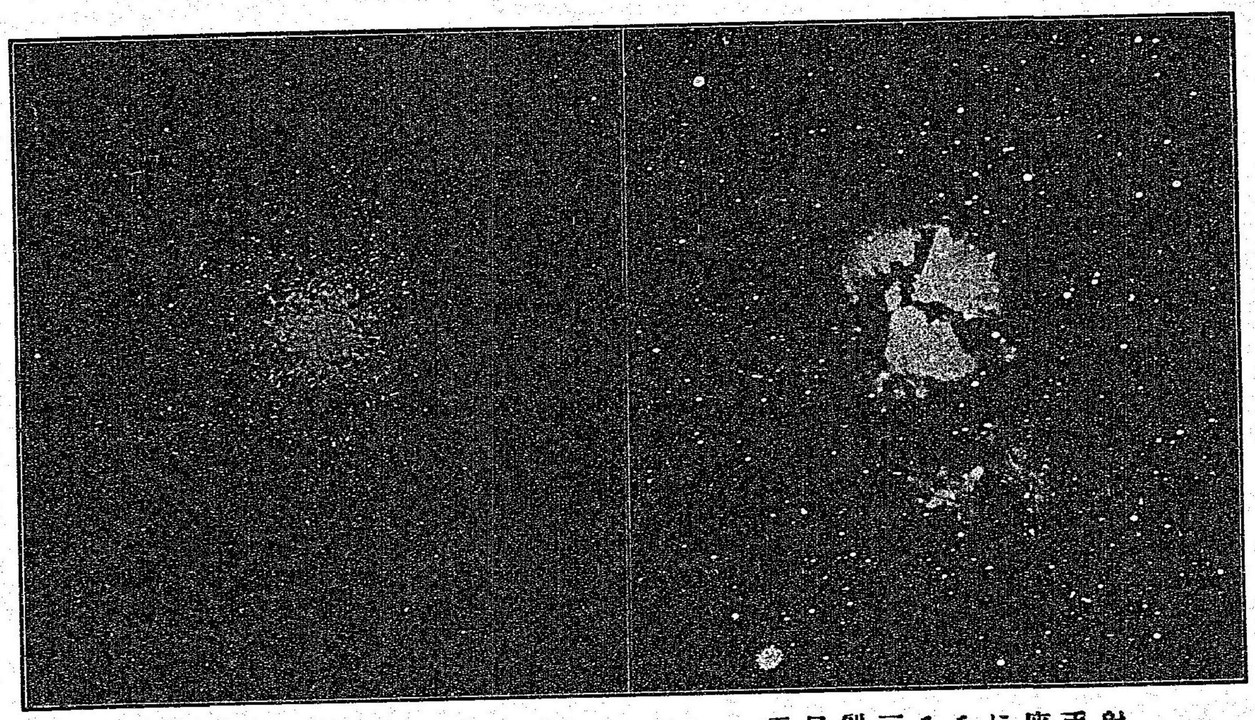
予は是て、太陽系の全體の惑星の話を終つたが、最後に是等の惑星に於て果して生物と名けらるゝものが、存在して居るかどうかといふ大問題を考察して見やうと思ふ。先づ最初に吾々が用ゐて居る生物といふ言葉は頗る意味が曖昧であつて、充分にそれを定義することは困難である

といふことを考へなければならぬ。けれども此處では兎に角吾々が地球の上で知つて居る生物の意味に取るのであるから、若し外の惑星に生物が存在して居ると云へば、其生物は根本の性質に於て地球上の生物と或る類似の點がなければならぬ。即全く同じてなくても、幾分か共通の所がなければならぬ。火星界の生物は地球上の生物とは類似點の無い變つたものであるといふやうなことは意味を爲さない言葉である。如何となれば全く地球上の生物と違つたものであれば、それは最早生物ではなくして何か外の物でなければならないからである。今地球上の生物を觀察して見ると、それは皆原形質と稱する複雜なる化合物から成立つて居るものであるといふことが分る。而してそれは溫度及び濕度の適當なる狀態の下にのみ生存し得るものである。即ち溫度に於ては攝氏の零度より百度迄の間にしか生活することが出來ない。無論或る僅かの時期の間はそれ以上或は以下であつても生命を續け得ることはあるけれども、一般の狀態としては其の溫度の範圍外では生命が滅亡するものであるといふことは明かである。又原形質は水の存在を必要とする。水が無くても少くとも水蒸氣がなければならぬ。即ち濕氣がなければ其生命を持續することが出來ない。それで假りに其外の條件

を除くとすると、生物の存在し得る範圍は濕氣があつて、溫度が零度乃至百度である所でなければならぬ。斯ういふ條件を各の星に當て嵌めて見ると、太陽には無論高熱であるから生物が存在し得ないといふことは明かである。木星及土星については同じやうな非常なる高溫度の熱體であるからして迚も生物は存在し得ないと思はれる。月及び水星に於ては觀測上殆ど太氣がないといふことは分つて居るから、其上では生命に必要なる水の供給が缺けて居る。それで迚も生物の存在し得る見込がない。數多の小惑星に就て考ふるも同樣である。そこで殘るものは金星と火星と木星及び土星の衛星とそれ丈であるが、此等の衛星は殆ど吾々は其狀態を知ることは出來ないが、太氣の存在は不可能らしいから除く方が穩當だらう。金星に於ては、太氣は多くの水蒸氣を含んで居るらしいし、又其溫度は液狀の水が表面に存在し得るのに丁度適當なる位て前に擧げた範圍内であるらしい。けれども金星の表面に生物が存在して居るといふ積極的の證據は何にもない。又箇樣の條件の下に生物が必ず發生し得るといふことも分らないから、吾人は何等の結論をも得ることは出來ない。



ス　バ　ル　星



射手座にある三裂星雲　　ヘルクレス座星團

火星に於ては既に前に述べた如く、温度の狀態が著しき困難を此問題に起すものである。けれども若し温度が吾々の觀察したよりも高くして、極の白い部分が本統の雪であつて、それが夏になりて溶ける位の温度であると假定すれば、其上に生物が存在し得ないといふこともない。けれども積極的の證據は少しもないのである。況んや高等なる生物が火星の上に存在して居るといふやうなことは、唯單に或る一二の天文學者の空想に止まるのである。

まづ全體から觀察して見ると研究の結果は惑星界には地球を除くの外は生物が無いらしいが、唯其中で金星と火星丈は幾分か其條件を滿たすかも知れないと云ふ事になつて來る。

第十四章　彗星及流星

第七十五節　氣紛れの怪物

今迄述べた所の天體即ち太陽、月、惑星及恒星等は、空に比較的永久に存在して居るもので、夫等の物の現在の狀態は、千年や萬年位で眼に見える程變化するものではない。けれども其外に不思議な天體がある。彗星及び流星の如きものが即ち是である。これ等は殆ど思ひ懸けない時、突

然に現はれて來て、極く僅の間丈吾々の眼に映じ、又直に消え、或は視界の外に沒して永久に見ることが出來ないものが多い。斯く彗星及流星は一時的の性質を有つて居るからして、昔の學者は是は天體ではなくして地球の空氣內の現象であらうと想像した。即ち雲、霧、火玉、或は火山から噴出したる煙のやうなものと同樣な性質であらうと考へて居たのである。殊に彗星は人類に危害を與へるもので、惡事の前兆であると云ふ迷信を以て居た。此迷信は東西殆ど軌を一にするもので、現今我日本に於てさへも斯ることを擔ぐ人は少くない。殊に未開の朝鮮人抔は、今年の始めに出た彗星に就て、これが日本が破滅する前兆であるとか何とか迷信を起したそうだ。西洋でも第十七世紀の頃迄斯かる迷信は絕えなかつた。其頃の或る詩人の歌に、彗星は種々の危害即ち、大風、飢饉、疫病、國王の崩御、戰爭、地震、洪水及び不慮の災難等の前兆であると言つて居る。其事を當時は學校の生徒まで信じたものである。

所で彗星が愈々地球上のものでないといふことが分つて、天體の中に編入せられたといふのは、西洋でも餘り古いことではなかつた。それはケプレル等が實際彗星の距離を測つて、月よりも非常に遠いといふことを證明してからの話である。

又同樣にして流星も地球の外から落ちて來るのであるといふことが漸く分つて來た。東洋では昔から、流星は普通の星が流れて落つるのであるといふやうな考があつたが、それは少し西洋よりも進化したる說であるけれども、要するに空想に過ぎない。實際吾々が見て居る恒星は却々落つるやうな近い所に在るものではない。

流星は極めて普通の現象で、晴れた夜能く注意して空を眺めて居ると、大抵一時間に二つ三つ位見出すことは、珍しいことではない。

第七十六節 彗星

彗星は流星に比すれば、稀に現はれるもので、又流星よりも長く見えて居る物である。通常は數週間で見えなくなるのが多いが、大きいのになると數ヶ月間毎晩見える。けれども數年引續いて見えるといふものは未だない。此頃彗星の發見を殆んど專門にやる人が殖えたので、毎年平均四つ位宛は發見されるやうになつたが、夫等は大抵望遠鏡を使はなければ見ることが出來ないものが多い。肉眼で見えるやうな彗星は先づ三年に一遍位の割合に現はるるものである。今年などは正月から突然大きな彗星が現はれるし、又四月になればハリー彗星が見えるといふやうな譯で、彗星に取つては非常に賑やかな年である。

圖に於て澤山の種類の彗星を一緒に集めて置いたのであるが、是に依つて彗星の色々な形を觀察することが出來る。又圖に現はれたる、モーアハウスの彗星の寫眞を見ると、彗星の外に線狀を爲したる星が多く寫つて居る。是は二時間と五十分位露出した寫眞であるが、其間に彗星は左の方に著しき速度を以て絕えず動いて居たので、それに附いて行くやうに寫眞の種板を時計仕掛で廻はす樣にして置いたのである。其爲に動かない恒星が線のやうになつて寫つたのである。それで其線の長さを見ると、寫眞を寫した間に彗星の動いた丈の距離が分るのである。どの彗星を見ても、一方の端が比較的に光が強く、他の端はぼんやり擴つて居る。其光つて居る端の方を通常彗星の頭と名づけ、其反對の方を彗星の尾と名づけて居る。然し彗星の尾は必ずしも常にあるものではない。大きい彗星になると尾を持て居ないものはないけれども、小さいものは、時には唯ぼんやりした塊となつて居て、尾のないこともある。殊に彗星が太陽から遠い場合には、如何に大きなものでも、圓い朦朧たる塊となつて居る。

彗星が常に他の天體と違ふ所は、それがぼんやりして居るといふことである。外の天體に於ては比較的輪廓が明瞭になつて居るけれども、彗星では頭の部分でも

明瞭なる形を認むることが出來ない。今其頭の部分を精密に觀察して見ると、其中に普通の星のやうに輝く小さい部分がある。それは彗星の核と名づくるもので、疑ひもなく彗星の本體である。見た所では、核は固い物質から出來て、外のぼんやりしたる光は皆、それから放射されて居るやうである。寫眞て見ると、核は頭の方に於て、ぼんやりしたる物質から、幾重にも包まれてるのが分る。之れが彗星の覆被と名づけるもので、其間に時々核から線狀に放射されて居る光束を認むることがある。覆被は大きな彗星には何時もあるが、小さなものにはそれを認め得ないこともある。又尾は普通は一本の把のやうに見えて居るけれども、大なる彗星になると、圖の如く二股に分れて、中に空隙を存して居るのが普通である。大きな彗星ても、之れが太陽から非常に隔たつてる場合には、只核を包む圓き星雲狀の外觀を呈するが、それが漸次太陽に近づくに從ひ、種々の部分を生じ、最も太陽に近き時に、最も複雜なる構造を示すものである。

第七十七節　彗星の軌道

ニュートンの發見したる引力の法則に依れば、太陽の引力の影響を受けて動く物體の軌道は、必ず楕圓、拋物線、雙曲線の中の一てなければならない。それて彗星の軌道も無論其中の一てあるべき筈てある。實

際今迄現はれたる四百有餘の彗星を調べて見ると、夫等の軌道は皆類似して居る。即ち大抵の彗星は抛物線の軌道を有するのである。時に雙曲線の軌道を有するものがあつても、其形は殆ど抛物線と類似し又楕圓形の軌道を有するものも、殆ど其形狀が抛物線と類似して居る。惑星の軌道は皆楕圓であるが、其楕圓は殆ど圓に近いものであるけれども、彗星の軌道はこれに反し、皆抛物線に近き軌道のみを持つて居るといふことは面白い現象である。彗星は其軌道の形より考へても、一時的の性質のもので、俄に出現し又直に視界の外に消え失せるものであるといふことが分る。即ち抛物線といふものは線の兩端が相開いて無限の遠方に達するものであるからして、その上を動く彗星は只一時の間、無限の天空の一方より太陽系を訪問し、又直ちに無限の天空は向つて馳せ去る所のものである。それて一度彗星が遠方から太陽の近所に來ても、それが又再び歸つて來るといふ望は殆ど無いのである。

彗星の形狀が種々に變化するといふことは、其彗星から太陽までの距離に影響するのである。即ち太陽から非常に遠い時には、尾の無い唯ぼんやりした、雲の如きものであるけれども、太陽に近づくに從て、其中心の核が明瞭になり、又尾を生じ種々不思議なる發達を爲すのである。さうして其形狀は、太陽に最も近い時が最も複雜となるのである。

ある定まれる三點を通る抛物線は唯一つしかないから、彗星が發見された場合には、觀測者は天球上に於て三晩それを觀測し、其三つの位置に依つて、其軌道の大體を定むることが出來る。

彗星の速度は太陽からの距離に依つて非常に變化するもので、それが太陽に近くなる程增すものである。普通太陽に最も近づいた時には約一秒間に三百哩位の速度で動いて居る。地球が其軌道を運行する速度は一秒間に十九哩位であるから、之れから比べると彗星の速度は非常に早いものである。彗星は質量が甚少てあるから、又地球よりも比較的太陽に近づくからしてそういふやうな速度を生ずるのである。大抵吾々の見たる彗星は最も太陽に近づく時には、地球と太陽との距離の三分の一より三分の四位の間に來るのであるが、時に依ると最も太陽に近づいた時ても、地球の軌道よりも、もつと離れて居て或る時は木星の軌道位の所までしか、太陽に近づき得ないものがある。それは千八百八十五年に現はれたる第二の彗星のやうなものである。けれども斯かる彗星は距離が地球から餘り遠いから、それ

を發見するといふことは中々容易ではない。それて斯かる遠いものは、比較的彗星の大さが大てなければ、吾々に現はれないのてある。それて、吾々が斯かる彗星を發見し得ないからとて、其太陽からの最近距離が非常に遠い所の彗星が無いといふ證據にはならない。彗星が最も太陽に近づいた時でも、其距離が木星土星或は天王星海王星よりも、もつと遠いものがあり得るといふことを信ずることが出來る。又其事は必しも根據のない說てもない。ゲブレルのいふた有名なる言葉に、海中に魚が居るやうに、空中に多くの彗星があるものだ、と云ふのがある。之れは餘り言ひ過ぎたことであるかも知れない。けれどもクライバーといふ人の說に依ると、吾々が發見し得た彗星は、太陽系に這入り込んだ全體の彗星の殆ど百分の二か三位しかないだらうといふ話である。

第七十八節　彗星の大さ

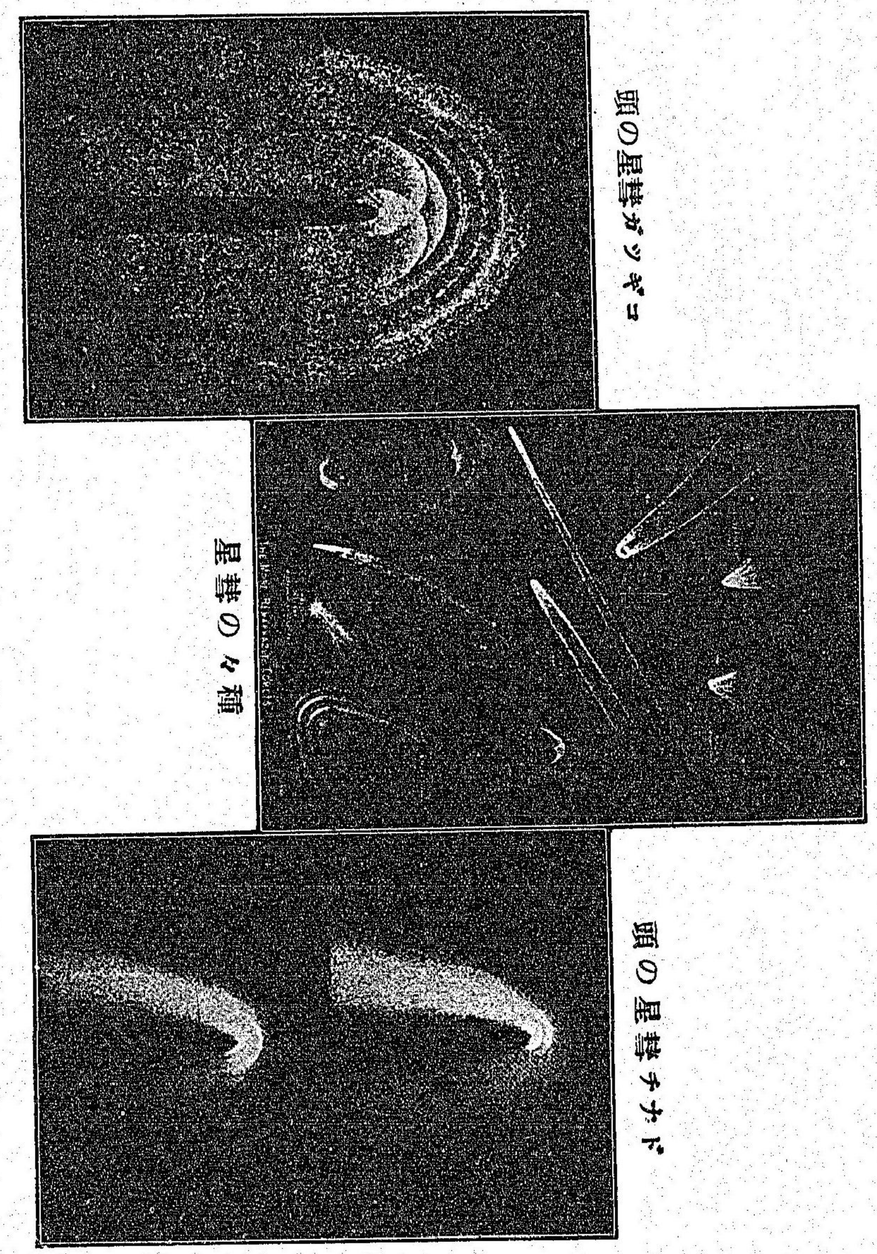
近頃現れた彗星の中て、最も奇麗て、且大きかつたのは、千八百八十二年(明治十五年)に現れた大彗星であつた。その尾は最も長い時に地球と太陽との間に橋を架けることが出來る位の長さに達した。又同じ位の長さの彗星は、千八百四十三年にも現はれた。一千八百八十二年に現はれた大彗星の頭は餘り大きくはなくて、丁度土星の本體の約二倍位の直徑を有つて居た。併しその核は、エルキン博士の觀測に依ると、それが太陽に最も近い時には月と同じ位の大さであつたといふ話である。ドナチ彗星の頭は非常に大なるものてあつて、地球と月との間の空間に一杯になる位あつた。それから一千八百十一年に現れたる大彗星の頭は、殆ど太陽と同じ位の大さてあつた。

此等は大きいのを澤山列べたのてあるが、其外肉眼には見えずして望遠鏡のみて見得る極小さい彗星となれば、其大さも上述のものとは比較にならぬ程小さなものてある。彗星が小さければ小さい程、吾々がそれを發見する機會が乏しいから、先づ地球と同じ位の頭を有つて居る小さな彗星は太陽系に無數やつて來ると想像しなければならない。

第七十九節　彗星の質量

彗星の質量を測るといふことは非常に困難なることて、實際精密に測つた人があるかどうか分らないが、兎に角それは矢張一種の物質から出來て居て、太陽及惑星と相互に引力を及ぼし合ふものてある。此相互引力の結果、兩者の運行に影響を及ぼすといふことが、彗星の質量と惑星の質量とを比較する標準になるのてある。彗星と他の惑星と近接する場合に就て、觀察

して見ると、惑星の方は其爲めに殆ど其軌道を變ぜられるといふことはないけれども、彗星の軌道は惑星の爲めに著しく影響されるのである。所が其影響の比例は相互の質量に反比例するものであるからして、其結果から考へて見ると、彗星の質量は惑星抔に比較しては非常に小さいものであるといふことが分る。勿論月或は水星のやうな小さいものよりも、もつと輕いものである。まづ想像して見ると、大なる彗星の質量でも殆ど地球の質量の一萬分の一有るかないか位のものであらうと思はれる。一千八百八十二年に現はれたる大彗星に就て考へて見ても、其一億哩位の尾を其頭の容積中に、すつかり詰め込んだと假定して、其頭の平均比重を計算して見ると、地球上の空氣の比重の約一千五百分の一より小さいといふ結果になる。實際吾々の實驗に依るとこんな稀薄な空間は殆んど眞空と見て差支ない位のものである。斯く彗星の物質は非常に粗なるもので又輕いものである。又此彗星に就て、比重の小なる事を示す事實が一つある。其年の九月十七日に丁度此彗星が地球と太陽との間に挾つて、地球から見ると彗星が太陽の表面を横切つて通るやうになつて居た。喜望峰に於て二人の學者は彗星が太陽に近づく所をば精巧なる望遠鏡で觀測して居たが、それが太陽の面上を横ぎる際には、彗



頭の星彗ガッギコ

頭の星彗チナド

星彗の々種

星の核は全く見えなくなつて了つたそうだ。彗星の最も密なる部分、即ち其核の部分でさへも吾々が認め得る丈太陽の光を遮ぎることが出來なかつたのである。又彗星が外の恒星等を蔽ひ隱くすやうな場合でも、星の光は彗星の頭を通して明瞭に見ることが出來る。そんなことから考へて見ても、彗星の實質は非常に粗てあるといふことが分る。

第八十節　流星

是より彗星の實質に就て段々研究を進めて行く筈であるけれども、其前に一寸彗星の親類とも稱すべき流星のことを、少しく考察する必要がある。月の無き晴れたる夜に吾々が一時間も空に注意して居ると、其間に少くとも二三の流星を認むることが出來る。其動く方向及び光る工合或は速さ等は各々場合に於て大抵違つて居る。普通の人は、流星は空に見えて居る星が流れて落つるものだと考へて居るけれども、それは著しき間違である。普通見えて居る星は大抵恒星て、それは吾々の太陽と同樣なる性質のもので、非常に遠方にある巨大なるものであつて、それが流れて飛ぶ抔といふことは全く有り得ないことである。流星は外部の空間から地球の空氣内に這入つて來る小さき星の破片とも認めらるべきものである。かゝる破片は、太陽系の浮游せる空間には無數に存在す

るもので恰も地球の空氣内に塵埃があると同樣である。

或る一の流星は全く或る一地方に於てのみ見らるゝものである。それて東京て丁度頭の上に見える流星も、大阪に於ては、それを認むることが出來ない。流星の現象は全く空氣内に起るものであるから勢ひ地方的となるのである。けれども時に依ると、大きな流星が非常な速度を以て、横に飛ぶ爲に、方々の國々て見ゆることがある。明治四十一年の五月二十一日に大阪より以西、中國及び四國等に於て著しく大なる流星を見たといふ報告を得たが、斯かることは非常に珍しき現象である。普通の流星は左まて著しきものではない。それを能く觀測して見ると、其れが光り始める所は約地上七十五哩の高さの所らしい。さうしてそれが或る一定の速度を以て下に落ちて、大抵は五十哩位の高さの所て消えることが多い。大きい奴になると、まだずつと下まて落ちて、時には地球の表面まて落下し、其勢て地中に深く埋まることがある。それは所謂隕石といふもので、詰り大きな流星の燃え殘りの心てある。其成分を分拆して見ると、石と金屬から成立つて居る。普通其中に鐵が能く發見されるが、其外の元素も皆地球上に在るもので、其化合の工合が少しく違つて居る位のものである。全く地球にない元素は未だ隕石中に發見

されない樣てある。

流星が地球に向つて落下して來る速度は非常に早いもので、其速度から考へても、それは地球以内のものてなくして、地球の外から落ちて來たのてなければならぬといふことが分る。若し火山の噴火の場合に噴出されたる燒石に、流星の半分位の速度を與へるならば、それは地球以外に飛び去つて再び歸つて來ないやうになるだらう。斯かる大速力の流星が空間から絶えず地球を襲撃するのであるから、吾々は著しく危險に面して居るのてあるけれども、幸に地球には空氣があつて吾々を保護して居るから、吾々は安心して居ることが出來る。即ち空氣と摩擦することによつて流星は熱を生じ、其爲めに地面に到着せずして、燃え盡して灰となるのてある。若し空氣がなかつたならば、吾々は日夜數億の彈丸の爲めに攻撃されて攻圍中の旅順の狀態よりももつと困難なる事情に陷らざるを得ない筈てある。

流星が大なる速度を有つて居るといふことは、又それと空氣との間に著しく抵抗を生ずることに依つて、證明される。抵抗は摩擦を起し、其運動のエチルギーが熱に變じ、數分にして其熱量は著しく大となり、遂に其周圍の空氣を白熱の狀態に達せしめ、それに依つて流星を溶解し、或は破裂せしめ、或は全くそれを燃え盡さしむ

るのである。其熱の生ずる量は流星の速度の自乘に比例するものである。それで流星の速度が一秒間に一哩位のものであるとしても、尚流星は赤熱の狀態に達し得るのである。けれども實際流星の速度を測つて見ると、三十哩乃至四十哩であるから、それに依つて生ずる熱の量は、赤熱の狀態の殆ど一千倍以上でなければならぬ。それで流星が數秒の後直ぐ白熱の狀態に達して消え失せるといふことは、驚くに足らないことである。吾人の眼に映ずるのは、流星が白熱の狀態となつた後のことである。

第八十一節　流星の數

夕方注意して空を見て居ると、平均十分に一つ位づゝ、一人の人間が流星を見出すことが出來る。段々夜が更けて行くと、流星の數も殖えて來て、午前二時頃には十分間に三つ位宛發見されるやうになる。一人では空の全體を見ることが出來ないし、又高い所と低い所、及前後左右を一緒に見張ることが出來ないから、數人の觀測者で空の各部分を分擔して見て居れば、流星の數は著しく增して來るに違ひない。それから或る一地方の觀測者は其附近の空氣內に落ちて來る流星しか見ることが出來ない。即ち自分の居る處の周圍五十哩乃至百哩四方位に落ちる流星しか見ることが出來ない。地球の全表面は、一人の觀測者が見得る範圍に比して、約一萬倍以上あるから、全地球の表面に落つる流星の數は非常なものでなければならぬ。それで一晩中平均して、一人の觀測者が一時間に見得る流星の數を十四として計算して見ると、一日の中に地球に落つる流星の總數は約一千六百八十萬個となる。是は勿論大體の勘定であるけれども、兎に角地球に一日中に落つる流星の數は數千萬以上であるといふことは明かである。

流星の數は必ずしも季節に依るものでなく、春夏秋冬殆ど毎晩斯かる多數のものが落ちるものであるから、吾々の地球の運行する空間は、全くの眞空ではなくして、斯かる流星の塵が無數に浮游して居るものであるといふことが分る。

流星の個々のものは非常に小さいもので、又大抵は別々に離れて居るものである。又吾々が肉眼で見得る流星以外に餘り小さくて肉眼には全く見えないやうな流星も隨分あるといふことも想像される。實際斯樣なものは時々望遠鏡で空を觀測しつゝある時に偶然現はれることがある。それ迄勘定すれば流星の數は非常に多くなるだらう。

それから前に一寸述べた黃道光の現象は、地球の軌道の內側に擴つて居る、斯かる小さい流星の多數が太陽の光を反射することによつて起るものであらうと云ふ

說もある。

第八十二節　流星の速度

各々の流星は皆引力の法則に從て、それ自身の軌道により、太陽の周圍を廻はる筈である。即ち其軌道は太陽を焦點とせる楕圓か、抛物線か或は雙曲線かでなければならぬ。其軌道の種類は其流星の大さ、及速度等に依つて色々に變化するものであるが、其運行の途中に丁度著しく地球に近接したものが、地球の爲めに引かれて、終に空氣中に落ち、流星となるものであらう。流星の落ちて來る方向は、相隔たれる地點に立てる二人の觀測者の見たる結果を綜合すれば、直ちに知ることが出來るけれども、其速度は容易く見出すことが出來ない。如何となれば、流星は餘り早く出沒するもので、それを前以て豫知することが出來ぬからしてある。併し同じ流星を同じ寫眞の種板の上に、極僅の時間即ち一秒の十六分の一位の時間を間に置いて、二三遍寫して見ると、其速度を測ることが出來る。エルキンといふ人は斯かる裝置に依て流星の速度を測つて約一秒に二十哩乃至二十五哩位のものが多いといふことを報告して居る。是は空氣內に入つてからの流星の速度であるが、空氣に妨げられない前の速度は、その數倍に及ぶかも

知れない。この速度は地球が軌道を運行する速度（一秒間に十九哩）よりも著しく大であるが、それは無論さうなければならぬ筈で、若しさうでないとすれば、夕方に吾々は流星を見ることは出來ない筈てある。夕方に地球に向つて落ちる流星は地球の軌道を動く方向に向つて落つるのであるから、詰り地球の走る跡を追駈けて地球に到着しなければならないのである。それて其速度が地球の速度よりも小さかつた場合には、地球に追ひ付くことが出來ないから、必ず地球の速度よりも大なるものが多くなければならない筈てある。所が朝の空は、丁度地球が進んで行く方向の空であるから、其邊に居る流星は比較的速度の遲いものても、落つるのてある。夕方よりも朝の方が流星の數が多いといふのは其原因てある。夫等のことを種々綜合して研究して見ると、流星は太陽に向つて殆ど一秒間に二十六哩位の速度を以て動きつゝあるといふことが分る。其速度は彗星の太陽からの距離が丁度太陽から地球迄の距離と同じ位の時に有する平均の速度と一致して居る。それて流星の軌道も、彗星の軌道と同じく、抛物線か或は長き楕圓形のものが普通のものであるらしい。

第八十三節　流星雨及輻射點

流星には不思議な性質がある。即無數

の流星が一團となつて、同一の軌道によりて空中を運行することがあるのである。それは一寸空を見て居て著しく澤山の流星が一方の空に現はれる場合に想像することが出來るが、又かゝる流星群は著しく特別なる現象を呈することがあるのである。即ち無數の流星が空のある一點から落ちて來るやうに見えることがある。其狀態は恰も其處の空に孔があつて、其孔から多數の流星が四方に拋げ出されるやうに見えるのである。流星の大部分は必ずしも其點から發するのではないけれども、其光の線を延長すれば總て其の點に合するやうに見えるのである。この現象の說明はさう困難のことではさい。或る一群の流星が地球に接近して、皆地球に向つて平行に落つると考ふれば、各の流星の畫く平行の光線を、地球上の一點から眺める譯になる。それて投影法の理に依り、これ等の平行線は皆一點から發する放射線のやうに見える筈である。即ち平行線の方向を示す所の天球上の一點から總ての流星が放射されるやうに見えるのである。斯かる現象を流星雨と名づけ、其流星雨を發するやうに見える點を輻射點と名づける。斯かる輻射點は隨分澤山あるもので、それに相當する流星群が隨分澤山あるといふことを現はして居る。大抵流星の軌道は楕圓形のもので、其內の或るものは天王星の軌道

以外まで擴かつて居るものもあるけれども、それが太陽に近づく場合には大抵地球の軌道を橫ぎるのである。それが丁度地球の軌道の近所に來た場合に、地球が亦其部分を運行して居ると、流星の一團は地球に向つて一時に落ちて來るので、斯かる現象を生ずるのである。即ち流星群の軌道と地球の軌道との交叉點の近所に於て常に斯かる多數の流星が起るのであるから、ある流星雨の起る日は大抵定つて居るのである。所が大抵の流星雨は毎年其日になると少し宛は現はれるものである。それから考へると流星群の軌道上には到る處に澤山の流星が散布されて居るものらしい。其中で最も著しいのは八月上旬に現はれる流星群である、それはペルセウス星座にそれの輻射點があるので、ペルセウス星座流星群と稱せられて居る。これは其軌道上の至る所に略均一に流星を散布して居るものの最も良い例である。

第八十四節　獅子星座流星群

其外に又少し狀態を異にせる流星群もある。それは獅子座に其輻射點があるので獅子座流星群と稱へられて居る。これは年に依て其放射する流星の數に著しき變化のあるものである。歷史の記す處に依ると一千八百三十三年には此流星雨がメキシコ灣より北亞米利加の東岸

に掛けて非常に能く見えたさうてある。その最も多く現はれたのは十一月の十三日の午前五時頃であつた。其朝太陽が昇つてからも尚ほ流星が止まないで、晝間でも大きな流星が空に見えたさうてある。夜間には肉眼て見ても、同時に二十位宛も大流星が見え、其最も盛なる時には光が非常に強くして、恰も雪の降るやうに見えたさうだ。そんな澤山の流星がしたにも拘はらず、一つも地上に隕石となつて落ちたものはなかつたさうだ。或る人の記錄に依ると、晝過ぎ迄星の落つるのが止まなかつたので、もう空には全く星がなくなりはしないかと非常に心配した、と書いてある。所が其前の年には、極僅かの流星が、佛蘭西に現はれたのみてあつた。色々の事實を綜合して見ると、此獅子座の流星は約三十三年或は三十四年毎に一遍宛非常なる流星を生ずるものらしい。それで獅子座の流星群は、ペルシウス座の流星群のやうに、軌道の各部分に同樣に流星が分布されて居るのではなく、或る一箇所に集積して居る大群があつて、其外の部分は著しく稀薄に流星が分布されて居るといふことが分る。又三十三年乃至三十四年の間に一回、非常な流星があるといふことから察すると、此流星群の本體とも名づくべき流星の大團體は、約三十四年の週期を以てその軌道を一週するものであらうといふことが想像

される。それて其軌道は勿論楕圓形てあるべき筈てある。

流星の軌道と地球の軌道との交叉點を地球が通過する時に、地球と流星群との距離が、太陽と流星群との距離よりも遠い場合には、流星は起り得ないのてある。即ち地球は流星と衝突せずして通過して了ふのてある。所て流星は其運行の途中に、常に惑星の及ぼす引力に依て其軌道の狀態を變へられる。殊に木星、土星及天王星の如き大惑星は、其力が強いので、其爲めに地球に落つべき流星群が、位置を變じて全く地球に近づかないやうになる事が多い。それから又今迄なかつた流星群が、突然それ等の惑星の引力に依つて、地球上に落つるやうなこともあるのである。その最著しき例は獅子座の流星群てある。西曆紀元後第二世紀の始め頃に、一の流星群が無限の天空の彼方より太陽系に向つて突進して來た。其軌道は拋物線て最も太陽に近い時が、木星の軌道の少し內側に這入る位のものてあつたのてある。それて一度太陽に近づけば、又無限の遠方に逃げて行つて、再び來ない筈てあつた。所が不思議なことには、それが永久に太陽系に止まらなければならぬやうな運命に遭遇した。即ち此流星群が漸次太陽に近づいて、天王星の軌道を横ぎらんとする時、恰も天王星が其流星群に近づいて來たので、其引力に依つて流星

群の軌道は著しく變更せられ、其速度が遲くなつてしまつた。それが爲めに流星群の軌道は今迄の通り拋物線でなく、楕圓形となり、全く太陽系に屬する一の流星群となつたのである。其後も木星、土星、天王星等に影響されて、其楕圓形の軌道は少し宛形を變へて行くやうである。それで、今はそれが地球の軌道と十一月に會ふけれども、段々位置を變じて、後には十月頃になると、地球と出會ふやうになるかも知れない。

第八十五節　流星の分離

流星群が非常なる遠方にあつて、まだ太陽系内に入らない頃には、其流星群の各分子相互間の間隔はどれ丈位のものであるか分らないけれども、それが太陽に近づくときは、太陽の引力に依りて生ずる潮汐作用なる現象に依りて、流星の各分子は著しく其距離を隔てられて、分離して了ふのである。それて流星群は非常に擴がつて來て、或は軌道に沿ふて殆ど一樣に分布され、或は軌道の兩側に著しく、はみだして居るやうなこともある。ペルシウス星座の流星群の如きは、其最も宜い一例である。又或る流星群では、其本體は矢張固まつて居るけれども、其一部分が本體から段々拔け出して、恰も尾を引いて居る樣に、軌道に沿ふてずつと長く散布されて居るものがある。それは獅子星座の流星群

の如きもので、其尾は非常に長いので、太陽の近所を通過し終る迄の日數は殆ど三年位かゝるのである。其尾と地球とが出會ふ場合には、僅かの流星しか起らないので、多數の流星を見る爲めには、是非とも其本體が廻つて來る迄の時間を待たなければならない。

第八十六節　彗星と流星との關係

今迄觀察した結果に依ると、流星と彗星とは殆ど同じ樣な軌道を運行して居るやうに見える。殊に或る場合には此二つは同じ軌道を同じ方向に動いて居るとがあるし、又二つが殆ど見分けることの出來ない程よく一致せる軌道を有するやうな場合もある。千八百六十六年に發見されたる一の彗星は、獅子座流星群と同じ軌道を運行し、それが近日點に達したのは、流星群の本體が其點に達したよりも約十ケ月位前であつた。若し其彗星が十ケ月丈遲れたと假定すれば、それは流星群の一部分になつて了ふ筈である。同樣にペルシウス座の流星群も同じ軌道に動いて居る、彗星を持つて居る。此星群は軌道の全體に亘つて流星が散布されて居るのであるから、其中を彗星が運行するといふことは甚だ面白い現象である。殊に最も著しき一例は、十一月の末頃現はれるアンドロメタ座の流星群であつて、それはビーラ流星群と稱せられて居

る。この名稱はピーラ彗星と一致して附けたものである。此彗星は餘り形も大きくなく、軌道も極小さい楕圓形のもので、千七百七十二年から千八百四十六年までの間に何遍も現はれて觀測されたものである。それが千八百四十六年の始め頃に、どういふ原因であつたが分らないが、二つの彗星に分裂した。其後三ヶ月間位は其二つのものが、相伴つて動いて居るのが見えた。其間の距離は地球と月との距離の約半分位であつた。それから其彗星は遠くなつた爲見えなくなつたが、其後六年經つてから、再び地球に近づいた時には、其二つの彗星は前よりも殆ど十倍位の間隔になつて居た。其後何年經つても其彗星は再び現はれて來なかつたが、思ふに段々小さくなつて遂に光を失つた爲、見えなくなつたものらしい。所が此彗星の軌道は頗る面白いもので、地球の軌道と丁度十一月二十七日に地球が占むる位置に於て交叉して居る。それで若し彗星が丁度、十一月二十七日に其點に來る場合にはどうしても地球と衝突すべき筈である。けれども昔から斯かる衝突が起つたと云ふ記錄はないが、併し其時に常に著しく流星が現はれたといふことは注意すべきことである。其流星の數は年に依つて相違があるが、これは多分、前に現はれたピーラ彗星の遺物だらうといふので非常に人々の興味を惹くものである。斯く彗星と流星との間には非常に密接の關係があるのである。

第八十七節 週期的彗星

拋物線の軌道を有する彗星は、一度太陽に近づいても、亦無限の天空に沒して、再び現はれることはないけれども、楕圓形の軌道を通るものは屢々太陽に近づくことが出來る。斯かる彗星は即ち週期的彗星と呼ばるるもので、前節に擧げたピーラ彗星の如きはその例である。又獅子座及ベルセウス座流星群に屬する彗星の如きは、此週期的彗星に屬するもので、斯かるものが殆ど四十位ある。其週期は一定しないが、其内の短かいのは四五年位で、長いのは約一世紀に亘るものがある。ハリー彗星の如きも即ち其一てあつて、週期が比較的長い部類に屬するのである。彗星の普通の軌道は拋物線であるのに、斯かる週期的彗星が楕圓形の軌道を通るやうになつたといふことは、少しく特別なる事情が有るべき筈である。その事は獅子星座流星群が天王星に依つて、太陽系に捕はれるやうになつたのと同樣なる理由によりて生じたのである。彗星も太陽系以外から拋物線の軌道を畫いて太陽系に近づく場合に、其中の大惑星即ち木星、土星、天王星海王星の如きものに引き寄せられて、遂に太陽系内に捕えらるることがあるのである。斯かる場合には常に軌道が拋物線より楕圓に變はるのであるが、

其爲めには彗星の速度が減少しなければならぬ。それて惑星の彗星に及ぼす引力の結果が、彗星の速度を少さくするやうに働らかなければ、其彗星は太陽系に捕はれて週期的彗星となることが出來ない。若し惑星の引力に依つて彗星の速度が早くなるやうな場合には、其軌道は拋物線より變じて雙曲線になり、直ちに太陽系以外に脫出するやうな結果を來たす筈てある。又今まて週期的彗星として知られたるものでも、惑星の斯かる引力の結果に依つて、再び拋物線の軌道に歸つて、太陽系以外に逃げるやうな事が有り得るのてある。それて惑星は彗星を太陽系に止める働きと、太陽系に止まつた彗星を再び外に追ひ出す働きを爲すことが出來る。

ある彗星が、假令ば木星の引力に依つて、其速度を小さくなされて楕圓形の軌道を取るやうになつた場合には、其軌道の最も太陽より隔たれる點即ち遠日點は、木星の軌道の近所にある樣になるから、週期的彗星の軌道を測定することに依つて、其彗星が、どの惑星から捕へられたのかといふことが分る。木星は太陽系中最も質量の大なるものであるから、それに依つて捕へられた彗星は隨分澤山あつて、殆んど三十以上に及ぶのてある。其外土星、天王星、海王星の如きも各々彗星を捕虜に

して居る。斯かる彗星は各惑星の族と普通呼ばれて居る。即ハリー彗星は海王星族のものてある。シュルホフの說に依ると、地球も彗星を九つ位は捕へたといふことてある。

第八十八節　彗星群

今迄述べたことは惑星と彗星との間の關係てあるが其外に注意すべき彗星の團體即ち彗星群と名づけるものがある。それは千八百八十二年に現はれたる大彗星及其仲間が最も良い例てある。此彗星と全く同じ軌道を持つて居る彗星が、少くとも四つは發見された。即ち千六百六十八年の第一號、千八百四十三年の第一號、千八百八十年の第一號及千八百八十七年の第一號等の各彗星は皆千八百八十八年の大彗星と同じ軌道を有するものてある。是等の軌道は純粹の拋物線ではなくして、長徑が非常に長くなつたる楕圓形てある。其形は今迄得たる觀測の結果ては、精密に定むることが出來ないが、多分其軌道は海王星の軌道よりも外に出て居て、少くとも彗星がそれを一回轉するは、五百年以上かかるものらしい。此等の五つの彗星は皆同一のもので、其軌道を一週して、再び歸つて來たものだらうと想像されないこともないが、全く同じてあるといふ事實も能く分らないからして、先づ其中にある二三のものは違つて居ると想像しな

ければならない。是等の彗星が全く同じ軌道を通つて居るといふことは、其等の成立が同じ原因から起つたのであらうといふことも思はせる。

彗星は太陽に近づくに從つて非常に大なる速度を取り、太陽から遠ざかるに從て段々遲くなつて、最も太陽に遠い時には、非常に遲い速度で運行するものであるから、千六百六十八年の彗星と千八百八十二年の彗星とは、太陽の近所を通る時は約二百年以上の時間の差があつたけれども、夫等がずつと太陽より遠い所即ち遠日點の近傍に達した時は、速度が兩方共遲くなるから、後のものが先きのものに比較的近づくことが出來る。遠日點に達した時には、地球より月までの距離の二倍位の距離に二つの彗星があるてあらうと想像される。それで是等の彗星は遠日點にては全く一體となり、再び太陽の近傍に歸へる時には別々のものとして見ないかも知れない。

第八十九節　彗星と太陽系との關係

今迄述べた種々の事實に付て考へて見ると、彗星は矢張太陽系以外に生じたもので、一時太陽系に入つて吾々に姿を見せたといふ丈のものと思はれる。普通彗星の軌道は皆拋物線であるから、大抵無限の遠方から太陽系に向つて突進して來たやうな有樣を呈して居る。又

彗星の軌道の平面は、流星の軌道の平面と同樣に、其向きが必ずしも一致して居ない。吾々の太陽系の各彗星は殆ど同じ平面の中に軌道を有つて居るけれども、彗星の軌道は大抵それと著しき角度を爲して居る。其點丈て考へても彗星と太陽系とは別々の起原のものであらうといふことが分る。太陽系の各彗星は皆太陽の自轉と同じ方向に公轉するのであるが、彗星にはそれと反對の方向に軌道を廻るものが少くないのである。斯く太陽系の法則は餘り彗星に當嵌らないけれども、無論彗星に引力の法則が行はれるといふことは明かである。ニユートンが初めて引力の法則を發見した時には、それを單に太陽系丙に應用したに止つたけれども、唯今は恒星界にも其法則が行はれて居るといふことが分つたからして、彗星に其法則が當嵌まるのも決して不思議てはない。

若し彗星が遼遠なる天空の一方より太陽系丙に來たものとすれば、其彗星の速度は太陽系丙に這入つてから、著しく遲くなつたものであらうと思はれる。如何となれば彗星は惑星の引力に依つて著しく其道を曲げられ、又其間に出會ふ所の流星の分子及び集合體に衝突することに依つて著しく其速度を變へられるからである。千八百九十三年十月頃現はれたるブルークス彗星は其著しき例であるが、

其彗星の尾は非常に曲つて、恰も折れて居るやうな狀態を呈して居た。それは多分流星群と衝突した結果、尾が其樣に曲つたものであらうといふ話である。本年一月に現はれたる大彗星を觀測した結果に依ると又尾が著しく不思議の形をして居た。即ち尾が一樣に光つて居ないで、所々に光が固まつて居る樣に見え、又其形狀は規則的の曲線でなく、恰も二三本の尾を繋ぎ合せてあるやうに見えた。之も流星群抔との衝突に依つてさういふことが起つたのであるかも知れない。又もつと著しき例はエンケ彗星と稱せらるゝ極短週期の彗星の運動である。此軌星は約四十ヶ月で近日點に歸つて來るものであるが、不思議なことには、段々其軌道が縮少して週期が減じて行くのである。それは多分、此彗星の通る空間の及ぼす或一種の抵抗に依るものであらうと言はれて居る。

第九十節　彗星の發達及尾の形成

前に吾々は太陽の引力が流星群に働いて、それに潮汐作用を及ぼし、流星群の各分子を分離させるやうな働きを爲すといふことを述べて置いた。それと同樣のことが矢張彗星に就ても行はれるのである。殊に彗星の分子は非常に稀薄なるもので其力に對しては殆ど抵抗やうなことはない。ロッヘといふ人の計算の結果に依ると、若し彗星が太陽の

近傍で動かないでぢつとして居るものとすれば、太陽の及ぼす潮汐作用に依つて、その一部分は太陽の方に引張られ、一部分は太陽と反對の方向に引張られるやうになつて、兩方に著しき凸起が起る樣になる筈である。それは丁度地球上の海水に起る潮汐の現象と同じであるが、其結果は彗星の分子の中で最も輕き部分が、其凸起せる端から段々分離して逃げ出すだらうといふことである。かゝる太陽の引力の起す潮汐作用は彗星及び流星等に於て認められるゝのみならず、我が地球及び月の如きも其力の爲めに破壞されんとして居るのである。けれども地球抔は其密度が著しく大であつて其各分子間の凝集力が強い爲めに、太陽の力を以てするもそれを引き離して了ふことが出來ないのである。又計算の結果に依ると、流星の大集團が、丁度太陽からの距離が地球と同じ位の所に居るとし、其流星の各々の分子が一グラム宛の重さがあるとすれば、それに働く太陽の潮汐の作用は、若し其分子の平均距離が二ヤード以上になれば、其流星群を引き離して四方に飛散させる丈の力があるのである。それから考へて見ると、彗星の密度も非常に少ないものであるから、其核から太陽の方向及其反對の方向に飛び出して居る稀薄なる物質は、太陽の潮汐作用に依つて飛散し去るものであると相像することが出來る。

實際彗星の尾が太陽と反對の方向に生じ、又太陽の方向には覆被が生ずるといふことは、此作用に依るものらしい。即ち尾と覆被とは出る方向は反對てあるが、同じ作用に依て生ずる現象であるらしい。

前から太陽は彗星の物質に引力を及ぼす外に又一種の反撥力を及ぼすものでなければならぬといふことは分つて居た。實際彗星の覆被は、一旦太陽の方向に放出せる物質が又反對の方向に反撥せられて生ずるもので、又尾も非常に遠距離まで屆いて居るから、是は太陽が彗星の物質に及ぼす潮汐の現象のみでは、說明が出來ない。必ず或る一種の反撥力が存在しなければならなぬ。其反撥力の性質に就て種々の說が起つた。

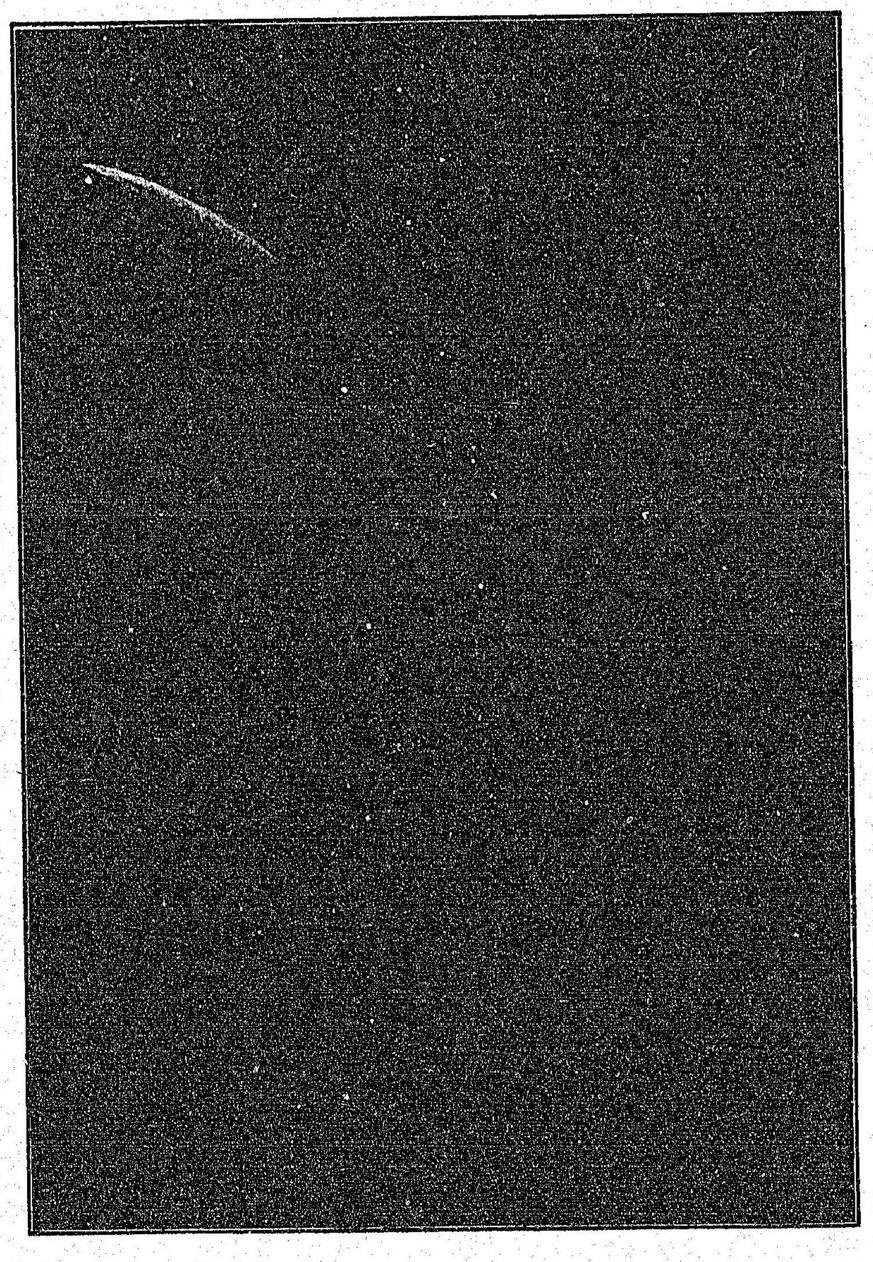
始めに起つた說は、電氣作用であらうといふのである。太陽と彗星とが同一種類の電氣を有つて居るとすれば、夫等の分子は互に電量の相乘積に比例し距離に反比例する力を以て反撥されなければならない。太陽が非常なる電氣を保有して居るといふことは確かである。又彗星の如く分子が粗てあつて、しかも自ら光つて居るやうな物體が電氣を帶びて居ると云ふことは突飛なことてもないので、此說も一時流行したのである。引力は物躰の質量に比例するから、其物躰が大きく

なれば、其の直徑の三乘に比例して增して行くものであるが、電氣に依る反撥力は、電氣が物質の表面のみに宿る故に、表面の面積に比例するものである。それて物躰が大きくなれば引力が增すやうに急激に增すことは出來ないけれども、物質が段々小さくなると、引力が著しく小さくなるに反し電氣の反撥力は徐々に小さくなるから、ある大さの物躰になると遂に引力と反撥力とが平均する樣になる。更に物躰が小さくなると、反撥力が引力よりも强くなり得るのである。そこて極微小なる彗星分子は皆反撥されて尾を形成するものであらうといふのてある。ブレヂヒンといふ露西亞の天文學者は此現象を數學的に研究して、電氣の反撥力に依つて尾を形成するといふことは少しも理窟に適はないことはないといふことを說明して居る。けれども玆に一つの不思議のことがある。太陽の電氣の種類は或は常に一定して居るかも知れぬけれども、總ての彗星に必ず太陽と同じ種類の電氣のみがあるといふことは頗る怪しむべきことてある。時には太陽と反對の電氣を有つて居るものもありさうなものてある。若し斯かるものがあれば、彗星の尾は太陽の方に向ふべきてあるが、實際彗星の尾が太陽の方に向つたものは今迄全くなかつた。それて電氣のみの力てあるといふことが出來ないてはない

が、この説は充分疑ふ餘地があるのである。

それて此頃又新しき説が出た。それは最近の研究に係るもので、光の輻射壓に依りて尾を生ずるといふのである。前から、輻射する光は、それを受ける物體に一種の壓力を及ぼすものであるといふことの、理論的證明は出來て居たけれども、實際それを實驗することが出來なかつたが、近來光學の進歩に伴ふて、遂に其事が實驗によりて證明せらるゝ樣になつた。其力はそれを受ける物體の表面に比例するもので、甚だ微弱なる力であるけれども、物體が非常に小さい場合に於ては、殆ど引力と平均し得る位の物體よりも、もつと小さい物體ては、光の壓力は引力よりも强くなり得るのである。その關係は引力と電氣の反撥力との關係と同樣である。それで彗星の極微小なる分子は、光の壓力に依りて後方に反撥せらるゝといふことは必然の結果で、如何なる場合にも差支なく其理論を應用することが出來る。それて此説は、現今多數の人が疑はないやうになつた。

これから少しく詳しく、尾の出來る道筋を話して見やう。彗星が非常に太陽から離れて居る時には、太陽の光の壓力は甚弱くして、其引力の作用のみが働くからして、彗星は唯圓い塊りとなつて居る。それが段々太陽に近づくに從つて、漸く尾が



彗星ノ尾