

547

9



始



36

54

9




著 藏 新 城 新

京都帝國大學教授
理 學 博 士



京 都
龍谷大學出版部



RYUKOKU UNIVERSITY
PAMPHLET SERIES, I

最近 宇宙進化論十講

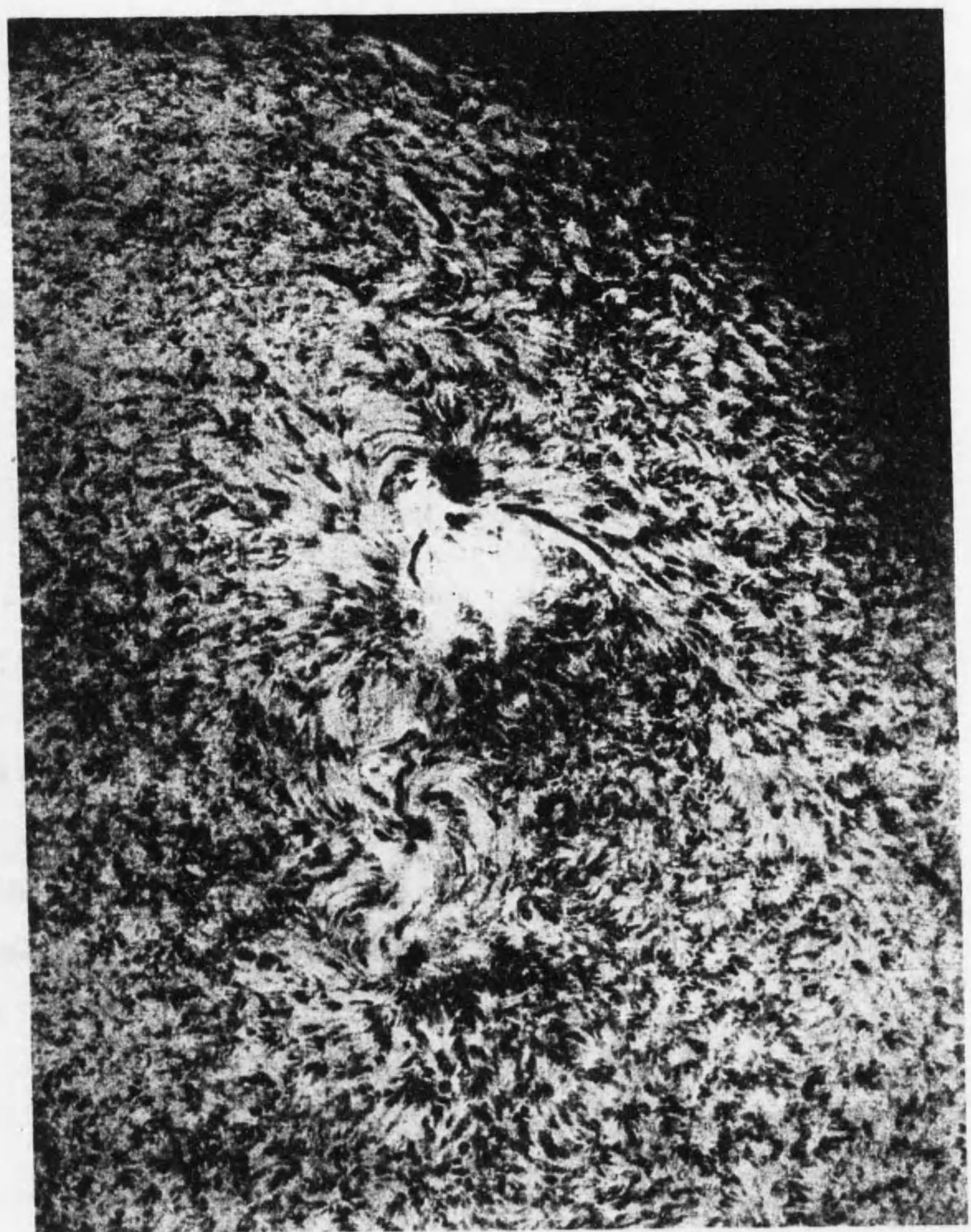
新城新藏著

京都帝國大學教授
理學博士

大正
14. 11. 3
內交

京都龍谷大學
出版部發兌

太陽の黒點現象



大
樹
心
黑
熊
皮
象

パンフレット・シリーズ

刊行に就て

學問界たると事業界たると、其の何れなるかを問はず、自己の愛する眞理に、其の一生を捧ぐる者の誰しもが、泌みくゝと感ぜず、に居れない事は、唯一存在の無限に廣く且つ長きに亘れるに引換へ、我々人生の餘りに狭く又短い事である。永劫に其の果てを見盡し得ない悲哀を感じつゝも、尙其れへの衷なる志向を忘れ兼ね、纔かに寸尺を以て無限を量らんとする事は、寧ろ兒戯にも等しからんと思ふが、併し是無くしては、一日として己が生存の充足を感じ得ない我々は、又其れへの限りなき愛執を禁じ

得ないのである。

狭い學理探究の純一に生きる者の一生存は、現實の人生にとりては、必ずしも華やかな或物を見せはしないが、一個の存在を通して湧き出づる眞理の泉は、曠漠たる人心の秘奥を潤ほさすには措かない。轉變窮りなき現實にありて眞理自らの世界を求め、以て現實を反照しつゝ、安易の境地に隣人と俱に住せん事は、我々人生のアルファであり又オメガである。之を外にしての人生や學問は、第一次的のものではあり得ない。

新思想の送迎に違なき我が國の思想界は、今や各自の搖ぎなき自覺の基礎に立てる殿堂建立の大事業に取掛らんとして居る。此の時に當つて我々が、優れたる幾多の書を容易く手にす

る事の出来るのは、最も喜ばしい事の一つである。さりながら是等の多くは、黄白とりく、其の美を競つて、我々をして其の取舍選擇に迷はしめる。のみならず、歴史的に國民思想を支配せる學團一流の領域を、本より末に、粗より細に、系統的に探究するの利便を與ふるものは、餘りに多しとはせられない。

當今一部の人士間に、叢書の内容價值が云何に論せらるゝにしても、其れを以て必ずしも總ての叢書に當籤める事は出来ない。殊に西歐諸國の大學又は民間に於て刊行せらるゝパンフレット・シリーズが、如何に目醒ましく新鮮味と着實性とを以て活動せるかは、廣く一般の認むるところである。今是等の切なる欲求によつて我が出版部がものする今時の叢書は、其の内容

多く精神文化學的方面に於ける最近の研究成果を、一般人に理解し易からしめんが爲に極めて平易に、しかも光ある叙述の下にそれ〴〵の部門に於ける學問的系統を追ひつゝ、一般讀書子の前に見えんとするものである。

故に本叢書の執筆者は、何れも現代一流の専門大家であり、且又之を手にする人々の物質的負擔を出來得る限り輕からしめる事に依つて、本叢書刊行の使命たる擴張大學と、家庭大學の實を完うせん事を期するものである。

大正十四年九月一日

龍谷大學出版部長 小山法城

最近宇宙進化論十講目次

第一講 天文學大觀

- 一 序 論.....(一)
 - 宇宙進化論の地位.....天文學の成立.....曆の必要.....航海天文學
 -太陽の研究.....宇宙構造論.....宇宙進化論
- 二 曆.....(五)
 - 月.....旬と週.....觀象授時.....辰.....十二辰.....二十八宿.....
 - 十九年七閏の法.....曆法學.....東西兩洋と印度
- 三 星 占.....(一八)
 - 占星術と五行說.....九星.....宿曜說.....陰陽道
- 四 宇 宙.....(二〇)
 - 構造.....須彌說と蓋天說

五 航 海……………(二)

航海の發達と天文學……………(コロンブスの亞米利加發見……………英國航海法調査委員會の懸賞募集)……………緯度を知る方法……………經度を知る方法……………(時計と月)……………天文臺の設置……………月の運動の理論的研究

第二講 地球

一 概 說……………(二五)

二 地球構成の要素……………(二六)

水成岩と火成岩……………比重……………内部と外層との相違……………パイヘルトの説……………内部液體説

三 密度の分布……………(二六)

之を知る三方法……………1 外部よりの壓迫……………月の引力に依る變化。
2 地軸の變動。 3 震動……………地震……………傳波狀態……………縱波・横波と表面の波

四 海陸の分布……………(三一)

等重平衡……………プラットの説……………ウエグネルの大陸移轉説

五 空 中……………(三一)

氣象圈……………空氣の温度……………輻射平衡……………等温圈

六 自然現象……………(三五)

氣象變化……………噴火と地震……………空中地中兩蒸氣機關と其產物……………水成岩・沙・火成岩……………地史學による研究

第三講 月と太陽

A、月

一 概 說……………(三九)

二 表 面……………(四〇)

水も空氣もなし……………圓形の粒

三 公轉と自轉と相等し……………(四二)
ダアールウインの潮汐進化論

B、太陽

一 概 説……………(四四)

二 地球との距離の測定……………(四五)

三 太陽 熱……………(四六)
太陽熱常數……………スペクトル分析

四 動力の問題……………(四七)
火力と水力……………石炭の總量……………太陽熱の利用

五 太陽熱に就いての問題……………(四九)
太陽スペクトルの黒線

六 黒 點……………(五〇)

七 廻 轉……………(五一)
縞

八 黒點に關する諸問題……………(五三)
黒點の増減……………黒點の太陽熱……………黒點と光線……………短波徑

九 週 期……………(五五)

第四講 太陽系

一 構成の諸星……………(五六)
遊星……………衛星……………小遊星……………彗星……………流星……………特徴……………Bode の
法則

二 運 動……………(五六)
橢圓運動……………ケプレルの法則……………ニュートンの引力説……………引力の
法則……………速さと引力との關係……………秩序整然たる太陽系

三	木	星	.....	(六三)	
		木星の地位.....	木星族.....	構成		
四	火	星	.....	(六四)	
		カナル.....	人類棲息説.....	大氣の存在と温度		
五	小	遊	星	(六六)	
六	彗	星	と	流星	(六七)
		彗星の尾.....	流星群.....	ビーラー彗星.....	流星の落下數	

第五講 恒 星

一	等	級	.....	(七〇)
		光度に依る.....	一等の差(二・五倍).....	視光度
二	數	量	.....	(七一)
		計算による數量.....	無限に増すか有限か(分布は有限なり)	

三	距	離	.....	(七四)	
		視差.....	アルファケンタウリ.....	年視差.....	パーセック.....	光年
		永年視差.....	分布状態.....	銀河系	
四	星	雲	.....	(七五)	
		渦状星雲.....	距離に就ての問題			
五	光	.....	.....	(七六)
		眞光度.....	光の種類.....	連続スペクトル.....	黒線.....	赤黄・白色星
六	表	面	の	温度	(八〇)
		温度と眞光度との關係.....	質量との關係.....	進化の道程		

第六講 連星と變光星

一	連	星	の	種類	(八四)
		現視連星.....	分光連星.....	帶蝕連星		

二 連星の質量.....(八)

質量の比(大差なし).....一ツ球の星と二ツ球の星.....四種の分
類(質量の比に依る).....一廻轉に要する時間と質量との關係.....
廻轉運動量

三 天體の根本現象.....(九)

光熱輻射の現象.....廻轉現象

四 變光星.....(九二)

變光の理由.....Miller氏の報告.....その種類.....帶蝕變光星.....
短週期變光星.....Pulsation theory と Eccentric Nucleus
theory.....長週期變光星.....進化の道程

五 新星.....(九六)

一種の變光星なり

第七講 理論的研究

一 瓦斯球の内部の状態を規定する三條件.....(一〇〇)

二 熱の傳はり方.....(一〇一)

傳導.....對流.....輻射.....地球の場合.....太陽の場合.....Schwarz
schild.....Eddingtonの研究.....質量の大小と温度

三 廻轉流體の形.....(一〇三)

廻轉速度と形狀變化.....分裂.....密度の分布と分裂様式

四 廻轉運動量.....(一〇五)

公式.....流星團の廻轉運動量.....連星系と單星系

五 流星の存在.....(一〇七)

無數なり.....太陽の黒點・土星の環.....暗黒星雲

第八講 在來の天地開闢説の批評

10

- 一 古代の開闢説……………(110)
創世紀等の神話……淮南子・日本書記の説……蓋天説……須彌山説……蓋天・須彌山二説の類似
- 二 近代の開闢説……………(113)
理論的の説……ニュートンの引力説とカントの説……ラブラースの星雲説……プラネテシマル説……志築忠雄の混沌剖判圖説……三
大考……靈の眞柱……佛國曆象編……佛教創世紀
- 三 ラブラース説に對する批評……………(114)
同平面方向の廻轉……矛盾の事實
- 四 チェンバリンとモウルトンの説に對する批評……………(117)
フレより生ずる塊……一平面運動……矛盾の事實……太陽に捉はれたる説

五 新 説

流星團の密集と廻轉運動……廻轉運動量……太陽系の成立……衝突干涉……自然進化……早く固つたものと固らぬもの

第九講 結 論

- 一 地球の成立と月……………(113)
冷却と月の分離……水蒸氣の作用……海陸の別……水成岩生成……月の噴出口……水に依る變化
- 二 生物の進化……………(115)
アミーバ……古生物學……有機化合物の進化……炭酸瓦斯
- 三 地球の變化……………(116)
噴火時代……氷河時代……地球は衰滅せず……循環説
- 四 生物の存在……………(119)
プロクターの説……星に於ける生物存在説……必要條件(温度の

11

制限・紫外光線・水・酸素)遊星……運動量と質量……火星……結語。

第十講 唯一世界

一 世界……………(一三二)

二 三千世界……………(一三三)

三 進化論……………(一三五)

四 宇宙進化論……………(一三六)

五 地球と火星……………(一四一)

六 結尾……………(一四三)

附 録

七夕物語

一 傳説……………(一)

二 考證……………(四)

三 牽牛と河鼓……………(六)

四 西と東……………(一〇)

五 現代天文學より見たる解釋……………(一三)

口 繪 太陽の黒點現象(コロタイプ)

裝 幀……………南留太郎氏

最近宇宙進化論十講

理學博士 新城新藏著

第一講 天文學大觀

論



私は天文學は人類發達の歴史上最初に開けた學問であると思ふ。今宇宙進化論を講ずるに當りその第一講として、宇宙進化論は天文學全體の中の如何なる地位にあるかを論じようと思ふ。

第一講 天文學大觀

抑々天文学は如何なるものであるかを知るにはその發達の歴史を見るのが最も便利である。私の見る所では全く人生の利用厚生の爲めに生れ進歩發達し來つて今日の所謂天文学は成立したのである。

而してその歴史は最も古く種々の方面に涉つてゐるから目次に項目を分つておいた次第である。

人間の有史以來の文明は農業文明であつた。農業文明の初期に當りこの農業をして成功せしめよく發達せしめた主なる原因は、春夏秋冬の變遷を正しく知らしむる曆の力であつたのである。支那、埃及、カルデア等に古代文明が早く發生したのは、この天文学により早くからよき曆が作られてゐたからである。更に云へば、曆があつたから早く古代文明が發達したのであるとも言へる。支那に於ける最も古い書物は堯典であるが、この書物の内容は如何にして正しく春

夏秋冬の季節を定めるかを示したものである。思ふに四千年前の支那にあつては、一年四季の季節を誤らずして五穀豐饒なれば天下は太平無事であつたらうから、當時にあつては陰陽を司る事即ち天文学が帝王の主なる職分であつたと見ゆる。斯の如き必要より天文学は發達し來り、紀元前五・六世紀迄は如何にしてよき曆を作るかその全目的で、そのために絶えず努力し來つたものである。かくて紀元前五・六世紀に至つては、首尾よく其目的を達し、最早一々空の星を見ずとも、机上に於て計算によつて季節の推定が出来る様になつた。その後更に研究を進めんとして横道に入り星占を始め、紀元前四五世紀頃より近世に至るまで、東西兩洋を通じて行はれ來つたのである。

天文学の第二の進歩は十四・五世紀頃より航海が盛になり、遠洋航海を安全ならしめんがためには船の位置を正確に知る必要があつてこれが航海天文学の發

生した所以である。更に近世十九世紀の中葉よりエネルギー説が物理学より發生し、地球上に於ける凡ての活動は、太陽の熱エネルギーに基くものであることが知れて來たので、然らば太陽はその實質如何、如何にして熱を發射するか、又永久不變なるや否やが問題となつて來た。

或學者の如きは、古より世の治亂興亡は、從來の史家の言ふ表面的史實のみに依らず、太陽の熱に依る氣象の永年變化が暗々裡に其の大勢を左右して居りはしないかとさへ疑つて居る。かゝる意味より太陽の研究は盛となり、それが天文学の重要な部分を占むるに至つた。太陽を研究するには、太陽そのもの、研究と同時に、天にある多數の恒星を研究することが有效である。何となれば、恒星は太陽と同種のものであるから、この意味より宇宙構造論、宇宙進化論が開けて來たのである。然し是等を根本的に究むるには物體の性質如何。物

體を温度壓力等に對し極端の状態に處理して研究しなければならぬが、局られたる吾人の能力、及びこの小さな地球上にては、それは不可能であるが、恒星の内部にありては温度は極めて高く壓力も非常に大きいから、是等の場合に於て考ふれば明になる、此の意味に於て、宇宙は大きな實驗室と言ふ可きである。要するにその初に曆が生れ、時代の進歩と共に天文学は次第に諸方面に發達して來たものである、此の發達を今少し詳しく述べて見ようと思ふ。

二 曆

天文現象を人類が始めて利用したのは日の盈昃によつて日を數へたことである。電燈のある今日とは違ひ、夜のあかりのない時は、満月の夜は自然に明るく、暗夜は暗いから、なる可く月光利用法を考察して、月の盈昃に應じて日常の仕事のプランを立て、行く様にしてゐた。而して満月より満月迄、または暗

から暗迄は三十日若しくは二十九日半を要するから、これを三分又は四分して日を數へる習慣が存してゐたらしい。三分したものは今日の旬である、即ち月の初十日を上旬、中十日を中旬、終を下旬とし、旬の第一日を甲、第二日を乙と順次命名したものが十干の始まりであらう、十干は古代にあつては十日と云ひ支那の殷の時代より始まつてゐた。次に四分とは、(一)月の暗より上弦、(二)上弦より満月、(三)満月より下弦、(四)下弦より暗への分割であつてこれが現今の週の始まりである。是等十干も週も今日にあつては連続的に用ひられてあるが、その初めは不連続的のものであつて、凡て月に關係して、例へば前週の終りは何であらうと月が變れば又初めに返してゐたものらしい。西洋で週の初めは舊約聖書の創世紀に見えて居るから西曆紀元前七・八世紀の時代に既に用ひられたもので、カルデアや或はその東方地方に於て創案されたものご考へるが

今日の研究では未だ定説はない。孰れにするも紀元前十世紀乃至十五世紀頃から十干、旬、週の痕跡を認める事が出来る、是れ即ち月光利用法に依つて天文学を利用した時代である。

次には農業の爲の一年四季の分割法である、今日我々は只日を數へておれば四季自ら明となるが、昔、一年が三百六十五日四分一である事を知らない時代にあつては、今は一年の凡そ何れの季節であるかを判定するのに頗る苦しんだものらしい。例へば、時計なくして夜中に目を覺ました時には全く時刻を想像する事が出来ないのと同然である。支那の古史には曆の判定がよく間違つて二ヶ月も季節を違へた例が少くない、かくては農業に大影響を及ぼすから、一年の季節を成る可くよく知る曆を作らうと心懸けたのである。古來支那に於ては大陰曆を用ひてゐたから一ヶ月の長さは平均29.5306日である、是を一年十二ヶ

月に積算すれば

$$29.5306^{\text{H}} \times 12 = 354^{\text{H}}$$

となり、更に一年を十三ヶ月として積算せば

$$29.5306^{\text{H}} \times 13 = 384^{\text{H}}$$

となり、正しき一年 $365\frac{1}{4}^{\text{H}}$ に比すれば、前者はより短く、後者は長きに過ぐ、故に或年は十二ヶ月とし、或年は十三ヶ月とせねばならぬ、然るに如何なる年に閏月を如へるかは頗る困難な問題であつた。一年の長さを決定する爲にはたゞ寒暖暑熱の變化のみに依つて確定する事が出来ない、然らば何を標準として之を定む可きか、人類は永年の経験に依つて夕空の模様、曉の星の位置等に依て略之を知る様になつた。例へば、銀河が我々の頭上に現れる時は夏なりと知るが如きは昔から一般に知られてゐる通である。此は東西兩洋共に夙に知られて

ゐた方法で、埃及に於ては最も光の強いシリウス (Sirius) (支那名、天狼) が曉、東方に現れる時を年の始めとしてをり、カルデアの古では、曉、カペラ (Capella) が東方の空に見ゆる時を年始としてゐた。古記録に依れば古代支那に於ては、時と所を異にするに従つて、種々の星を標準としてゐたらしく、この標準星を辰と呼んでゐる、一體此の辰と云ふ字には古來、星辰、時辰、北辰、辰己、日辰、辰星等何れがその眞の意味なるや判定に苦しむ程幾多の意味を有してゐる。この澤山の意味を有してゐる事は大變に興味深い事で、その意味の變遷を研究すれば古代に於ける支那天文學史がわかる程である。二千五百年程前の春秋左傳中には「多く寡人に辰を語れ同じき事なし、何をか辰と言ふ」對へて曰く「日月の交會、是を辰といふ」といふ問答が載せてある。此の一事を以つてしても如何に早くから辰と云ふ字に多くの意義があつたかと察せられる。

此の答の方は當時の辰の意味で、辰の本來の意味ではない。春秋公羊傳中に

大火 爲_ニ大 辰_ト

伐 爲_ニ大 辰_ト

北極 爲_ニ大 辰_ト

とあり、後漢の何休、これに註して、辰は民に時の早晚を示すものであると言つてゐる。此が偶々辰の本來の義を傳へて居るのではないかと思はれる、公羊傳中三様の大辰を擧げてゐたのは、或る時には大火を標準とし、或時には伐を又或時には北極を標準としてゐた事を示してゐるものと思ふ。

大火とは夏の夕方、南方に赤く輝く大きな星であつてこれを夏(五月)の標準としてゐる。即ち古書に「五月大火中」と云へるはこれである。この星の左右に連なる一群の星を結び付けてみれば動物の形に見ゆる所より、西洋ではScorpion

(天蠍)と呼び、支那にては龍と稱してゐる。抑々古來支那人の尊ぶ龍は地上の動物より來たものではなく、この大火より轉化したものであると思はれる。説文に龍は春分にして空に上り秋分にして地中に落つと言へるもの、偶々此の消息を語つて居るものと言へる。大火が龍の胸の位置に當るころから又心と言ひ、殷商時代を通じて季節を定むる主なる標準の星とし、後には殷の守本尊となつたらしく商星とも呼んでゐる。更に後に至りては大火が辰を占有するに至つたから大火即ち辰と解せられ、辰を龍(タツ)と訓せられ、十二支中に加せられるやうになつた。

次に伐とは三ツ星の事である。西洋ではこれを稱してオリオン(Orion)(參)と云ひ、冬季夕方に東の方に現はれる。古人は夕方にこの星の東方に見へる時節を冬の真中(十一月)としてゐた。この星は三つ列んでゐる所から參と呼ば

又その形が矛に似てゐるから、**戌**又は**參伐**と言つたのである。現今では、**戌**、**伐**は各々意味を異にしてゐるが、古代にありては同一文字であつた。此星は主として三晉地方の人々によつて用ひられたものと見え、後には晉星と呼ばれ晉國の守本尊とさへせられた。參と商との如しとは一方は冬、他方は夏に現はるゝ星である所より、同じ道を歩みながら永久に會せない場合に用ふる熟語として知られてゐる。

北極とは今日に於けるそれとは異り、北斗七星を云へるものである。この星は北極の周圍を巡る所より、日没後に於ける七星の向きの如何に依つて四季を推定して來た。これ即ち一年の季節を定めるから大辰と言ふのである。又北に位する故に北辰とも呼ばれ、支那にありては少くとも五千年以前より北部地方に於て用ひられたものであらう。

是等を辰といひ、いづれも觀象授時の目的のために用ひられて居つたものである。かく種々の辰を用ひて時々その季節を定め、一定の曆法なるものを有してゐなかつた。一ヶ月は月が見へ初めてから日を數へ、次の月の見へ始める迄を一ヶ月としたが、斯く定めた月には番號の代りに符牒に依て月を呼んでゐた。これが十二支の起源で古は十二辰と云つてゐた。初めの月を**子**(子)の月、五月を辰の月としてゐる、是大火の現はれる眞夏の候であるから大火即ち辰を轉用して月の名としたものである。十一月を**戌**の月としたのも**參伐**より取り來つた名である。殘餘の月に就ては各々その季節より名付けたものらしく、十月を**酉**(酒のいれもの)の月と呼び、四月を**卯**(四)の月とした、**是**を**卯**の月とすれば數詞の四と混用するの恐れあるより**卯**としたもので、之を動物の**兔**としたのは餘程後代の事で、かくの如く月に符牒を付けたのは今より凡そ三

千年程前般の時代の事の様に思ふ。

更に周代に至りては月を利用して季節を正確に定める事を始めた。月が太陽から遠ざかつて行くに従ひ、上弦より満月、満月より下弦と吾々の頭上に輝く三日月の明の始めて見ゆる月の立つてゐる日を周以前には一日(月立)としてゐたが、この時代に至つてこれを二日分逆算し太陽との合致する日を想定してこれを朔ツイメチとした。



朔の字は即ち此の消息を自ら物語つてゐる。即ち月に關して並るとの義である。而して恒星天に對しての一ヶ月は約二七・三日であるから、これを二十八日と見て豫め想定してをいた右の如き空の圖を二十八分して、之を月の宿としたのが二十八宿であつて、前述の左傳の日月之交會を辰とふ云と云へるは即ちこの逆算した朔の位置を指してゐる。

纏て西紀前六百年頃春秋の中期に於て天文学は更に發達を遂げ日中の影の長さによつて季節を計るやうになつた。即ち最も長い時は冬至であると判断するので、この影の長さを測るために地面に垂直に立てたる棒のことを土圭といふ。土圭使用以來季節の測定は大に精確になり一年は365.25日なる事も漸く分つて來た、是等の事は春秋二百四十年間の記事に依つて明かである。かくして此の頃になつて十九年間に閏を七つ入れる可き事を知るに至つた。即ち平年十二ヶ月

を十二年間と閏年十三ヶ月を七ヶ年合算すれば

$$12^{\text{月}} \times 12 + 13^{\text{月}} \times 7 = 235^{\text{日}}$$

となる、一ヶ月は29.5306^Hなる故日數に換算せば

$$29.5306^{\text{H}} \times 235 = 6939.688^{\text{日}}$$

となり、十九ヶ年を一ヶ年365.2422^Hとして換算せば

$$365.2422 \times 19 = 6939.602^{\text{日}}$$

となり、其の日數は兩者略々一致してゐる、即ち十九年の長さ

$$12^{\text{月}} \times 12 + 13^{\text{月}} \times 7 = 235^{\text{日}}$$

となる、この事は支那に於ては春秋の中頃(西紀前六百年頃)よりわかりかけて來たらしい、春秋の終頃に至れば可成り正確に閏が數へられてゐる。孟子は紀元前三百年頃の人と思はれるが、既に「天の高き、星辰の遠きも苟も求むるに

其道を以てすれば千歳の日至も以て致すべし」と言うて居る。惟に此の時代には計算に依つて千年後の日至もこれを知る事が出來ると云ふ程曆法が進歩してゐたのであある。西洋に於ては紀元前四百三十二年に Meton が十九年法を發見し、紀元前三百三十四年には Callipos が七十六年法を唱へてゐる。

古代の曆法の研究を利用して歴史的年代を正確に定むることが出来る。今より三千年前の年代は大抵何處の歴史でも曖昧なもので是を定むるには多くは曆法學の助けに依らなければならぬ。

印度に在つても古代には十二支二十八宿の事が行はれてゐた。或學者の如きは支那に行はれたる十二支二十八宿の説は印度より輸入せられたる思想であることさへ主張し、或はカルデイヤよりの輸入思想ではなからうかことさへ言つて居る人もあるが自分の考では元より印度の古代歴史は不明であるが支那には獨立

に此の思想が發達したものであらうと思ふ。又カルデアには斯る思想の存在してゐた痕跡は認められない。十二支も二十八宿も共に古く支那に起つて、歴史的に支那印度の交通の確められて居るよりはずつと以前に、或は紀元前五、六世紀以前の頃に支那から印度に傳はつたものであらうと思はれる。いづれにしても此の十二支と二十八宿との支那及び印度に於ける歴史を研究すればこれに依りて上代に於ける支那印度間の交通の如何を確かめることが出来るであらう。

三星 占

西紀前五六世紀頃に漸く確に一年の季節の變化を知ること成功した古代の人は其の後更に進みて天空の星の觀測に依つて國家、個人の運命並に洪水等の天災も豫知し得るものであらう等と考へ出して來た。天には凡そ五つの遊星が

あつて、その存在せる位置の如何に依りて是等の運命天災も定まるものだと考へたのである。これを占星術Astrology云々。支那にあつては此の五つの遊星の代りに木火土金水の五要素を數へ、五要素の組合せや消長に依りて、天の星も地上の萬物も一切のものが活動してゐるのだと考へた、斯る思想即ち所謂五行説は一般には餘程古くより行はれてゐた様に言はれてゐるが、私の研究に依れば戰國時代の中葉より漢代までの間に成立したものであるらしく、西洋に於ける占星術も凡そ紀元前五、六世紀頃に成立したものではないかと思ふ。

九星とは五行説と八卦説とを合糅したものであつて或は後漢時代より説かれてゐたものであるかも知れないが、實際に行はれたのは隋時代に入つてからであらう。

宿曜説は宿曜經の翻譯せられた唐時代より支那に輸入せられた迷信であつて

これが日本へ渡來して五行説と加つて所謂陰陽道となつたのである。

四 宇 宙

人智蒙昧の時代にあつては宇宙の神祕、天然現象の怪異こそ彼等原始人の最も謎とする所であり、従つてその本質を究めんとする事は彼等の衷心欲する所であつた。古いものは全く神話と見るべきものであるが、少しく筋道の立つたものは、支那に於いては戰國時代以後に見ゆるもの、印度に於ては須彌説である。印度の須彌説は印度人の雄大なる空想であつて、佛教以前の思想を佛教に取り入れたものと見られてゐるが、或はその頗る整然たるを以て見れば佛教以後に發達した考が後から佛經中に取り入れられたものではないかとも疑はれる。支那に於てこれとよく似た思想に蓋天説なるものがあり、印度の須彌山説よりの移入であると説く者もあるが、私は獨立して成立した思想であると考へる。

五 航 海

長い間星占等の横道に入つてゐた天文學は、近世航海の發達するにつれ長足の進歩を來した。熱帯地方より歐州へ食物を運ぶ必要から遠洋航海が盛になつたのであるが、その航海を安全にする爲には、船の位置を正確に知る事が必要であつた。

今航海の不安であつた一例をあげるとコロンブスが米國を發見した千四百九十二年である。然しその時は西印度のバハマ島に到着したのである。即ち西班牙から西へ行つたに過ぎない、而もコロンブス自身は地球を半以上も廻つて印度に到着したと思つてゐたのである。かくの如く大洋中に於て船の位置が分らなくては安全なる航海は望まれないのである。今一つの例を挙げると、千七百十四年英國に於て航海法調査委員會なるものが設けられ結局懸賞問題とし

て考案を募る事とし30^哩、40^哩、60^哩以内迄正確なる位置を知り得る方法を案出したものに對して、夫々1000(鎊)15000(鎊)20000(鎊)の賞を與ふる事とした。是等に依りても大太平洋中で船の位置を知る事の必要が如何に痛切に感せられてあつたかを知るのである。

扱て緯度を知る事は比較的容易である。それは北極星の高度、若しくは正午に於ける太陽の高さを計るもよい、併し經度を計る事は困難である。例へば大平洋を航海してゐる船が日本からどれ程東へ行つてゐるかを知る事は容易ではない。圓き地球表面の各地に於てそれ〴〵の子午線面に太陽が來りて南中したる時を以て正午として居るのであるから經度を知らんとするには、時間がどれ程異なるかを知ればよい譯である、即ち同じ瞬間に於ける其の船の時間とグリニッチの時間との差を知ればよいのである、それにはこゝに於て今グリニッチの

時間が何時なるかを知ればよい、今日なれば、此は容易な事である、即ち無線電信によればよいのであるが昔はグリニッチに於て合せた正確な時計を船中に大切に保管して置き、而してその土地の時間は直ぐ分るからそれと比較して知つたのである。

今一つの方法はグリニッチと共同に見ゆるものを用ふればよい譯である。これには月を用ひた。月は一晝夜に1³⁰。動くから豫め月の運動を計算して正しき表を作つておけばグリニッチの時を知り是に依つて位置を知つたのである。即ち正確なる時計か、月の運動の正確なる表かを作つておけばよい。扱て月の運動を知るには、天文台が必要である、グリニッチ、パリスの天文台は斯の如き必要に迫られて出來たのである。是等は月の運動を詳しく知る爲であつたが、月の運動は中々複雑であつて、目的は容易に達せられなかつた。(然し千七百六

十五年にはクロノメートルを考案し先の懸賞に當選した人があつた。月の運動を正しく知ると云ふ事から月の後にある星の位置を観察する事が行はれた。又一方に於ては二年も三年も先の月の運動が観察されなければならぬから、こゝに於て月の運動の理論的研究も次第に盛となつた。かのニュートンは實に此の時代の人である。

第二講 地球

一 概 説

大體を言へば地球は半徑6400km.なる球である。その球の中程の半分が鐵の玉で、その外部が岩石から成るとせられてゐる、その平均比重は5.5である。この球の表面には大陸、海、大山脈等の凸凹があるが、然し高さも深さも10km.以内のものである、かく表面にそれ丈の凸凹がある爲めにその影響は内部にも及んでゐるが、然しそれは120km.にて終つてゐる。地球を包んで居る空氣は400又は500km.迄認められ、その中雨、風、雲等一切の氣象變化の起るのは10km.迄である。是等に就て今少しく細説して見たいと思ふ。

二 地球構成の要素

第一に地球が如何なるものから成立して居るかは直接に穴を掘つて見ればよい譯であるが、それは出来ないことであつて、世界に於ける最も深い穴は2km.である、次には地層をなしてをる岩石があり、これに依つていくらか深い所迄推察する事が出来る。然しこれも10km.までの所であつてそれより以下は怪しくなる。表面の近くには水成岩、その下には火成岩があり、其の下は火成岩と略々同じものであらう。表面の岩石は ρ_{10} の比重であり、地球全體は ρ_{10} の比重であるから、いづれ内部に密なるものがあるに相違ない、これが如何になつてゐるかゞ問題になつてゐた。少し古い時代には内部に入るに従ひ次第に密になつてゐるのだらうとせられてゐた。しかし吟味して見ると或る程度迄は壓迫によつて密度が増加するが、それ以上はさうはいかない。こゝに於て内部のもの

と外部のものとの質が異なるのではなからうかと唱へる者が出た。これは1897年に Wiechert が説へた所である、此の人は更に1907年に新しい材料によつて前説を確めた。それは地震現象の傳播状態から研究したのである。今日では此人の説が廣く行はれてゐる様である。密度分布の問題と關聯せる問題は地球の内部がごろ／＼してゐるかどうかといふ事である。此の説は以前には可成り廣く行はれてゐた。地球は全體固體なるか、内部は液體なるか、若し固體ならばどれ位の固さか、物體を固體液體等に分つて見ると（容積に對しては容積彈性率、形態を變ずる時反撥する性能を形態彈性率と云ふ）固體は形態彈性率を有してゐる。即ち液體は容積彈性率のみで、形態彈性率を有しないが、固體は容積彈性率と形態彈性率の兩方を有してゐるのである。

三 密度の分布

然らば地球は如何、此の問題を解く爲めに今日迄用ひられてゐる方法に三種ある、是れは常識にて爲すと大體同じである。護謨球の内部が空なるか充塞してゐるかを見るのと同じである。故に先づ球をつぶして見る如く大なる力で地球をつぶして見ればよい、然し是れは人力では出来ないが我々はそれを實驗する事が出来る。我々は月の引力に依りて潮がさしひきすことを知る、則ち月の引力の差によりて潮がさしひきする事はよく知れる所であるが、同じ力は地球全體に及んでゐるのであるから若し地球の全體が水の如きものであるならば潮のさしひきは見えない譯である。非常に大なる月の力を以て地球を壓迫してゐるが地は水ほど形を變じない。故に潮のさしひきによりて吟味すると、地球の固さを知る事が出来るのである。又正確なる機械に依つて地の變化を知る事

も出来る、此は今より十五、六年前に成功した。日本に於ても志田教授が成功した、斯様な月の引力に對應する具合に依りて地球の固さを知るのである。

今一つの方法は球を廻轉して見る様に地球の廻轉運動を吟味して見ると、地球内部の有様を察する事が出来る。地球の回轉軸は永久に變らないかと云ふに少しつゞ變動するのである。然らばそれは如何に變動するか、此の變動の具合を計ると地球の固さを知る事が出来る、地軸の位置が變動すれば地球上に於ける地點の經度緯度の値が異なる、然しそれが如何に變するかは大問題であつて二十五年已前即ち千九百年から萬國の學者が調査しつゝあるのである。我が國にては岩手縣水澤に觀測所が設けられてゐる。

更に一つの方法は之を叩いて見る事である。これに依つてその振動を見るのである（固いものは振動が早い）地球の場合にも是に大きな打撃を與へて見れ

ばよい、人間の力にては叩いても知れたものであるが、幸か不幸か、地震がある。地震は表面近くにて震動が起りこれが四方に及ぶのである。一ヶ所に地震が起つた時に、それが四方に如何に傳播して行くか、是も近頃明となつた。一方に於ては是に依りて地震を豫防する事を爲し、他面にはこれに依りて地球の内部が如何になるかを研究するのである。これに依りて又地震を豫知する事が出来るかも知れない。

大體一ヶ所に起る地震は三種の方法にて傳播する。第一は内部の縦波（其の所に起れる收縮膨脹の状態が進行する音、空氣等の波がそれである。これを粗密の波とも言ふ）、これは瓦斯體、液體、固體の中をも傳はる、第二は形の變化の波が横の波となつて傳はる（横の波とは分子の振動が横に振れるものを言ふ）これは形態彈性率を有するもので、空氣、水の中は傳はらない、此の中縦の波が

早く傳はり次は横の波である、第三は表面の波であつて水の場合に似てゐる。此の速度は横波と殆ど同じである。但し道が一は表面、一は中を通るから距離の相違に依つて表面の波は遅く到着するのである、即ち第一に縦波、第二に横波、第三に表面の波が到着するのである。これが第一初期微動、第二初期微動及び主要動として感ぜらる。是に依りて傳達の仕方に三種ある事を知る。此の三種の傳播に依りて密度の分布即ち固さを知るのである、地球全體は鋼鐵の固さ位である。故にごろ／＼ではあり得ない、即ち大體内部の半分が鐵で8.0、これを包む外部の半分が岩石で3.0であると云ふのが質量の分布である。

四 海陸の分布

表面海陸の分布が内部に迄影響してゐないかが、近頃明になつた。それは等重平衡(isostasy)の状態である。即ち表面に大なる山脈のある所は下は稀薄とな

り、上が海なれば下は密となる。上の差丈け下で消却する、畢竟山が出来海が出来たのは海を取つて山へ持つて行つたのではない。此の事は今から七十年程以前に印度の三角測量が済んだ時に英國の Pratt が唱へし所にてヒマラヤの下は他の所よりは密度が少であらうと云つた。當時はその反對に山脈の下は壓力に依て密度が大であると考へる人もあつたので、此の説は信せられなかつたが其後 Nansen が北極地方にて振子に依り北氷洋の氷上にて重力を計つた。北氷洋は深さ4000m. あり其時陸地にて計つたのと同じであつた。又今より二十年前に Hecker が船の上にて重力の強さを計る事を發明した。その結果陸上にも海上にても引力は同じである事が明となつた。是等の實驗に依つて Pratt 氏の説は認めらるゝに至つたのである。此の事實を如何に見るか、それは山の方は持ち上げ海の方は壓してゐると見ればよい、これを地球が老衰して皺がよつた

とすれば説明が出来ない、まだ地球は元氣であるから膨脹して山が出来たと見る可きである。

又最近 Wegener の考では我々の大陸は比較的軽いものが重いものゝ上に浮いてゐるのである。かく考へればこれにても説明が出来るので、長い間にはあちらこちらに動くかも知れない(此の彼の説を大陸移動説とも云ふ)——(歐州と米國とはひつついてゐたものであらう、南米ブラジルの肩の所と亞弗利加の西北の突出と相合ふ)——この Wegener の説が果して正しいかどうかは未だ明かでない、尙今後の研究に俟たねばならぬ。

五 空 中

更に空中の方を見ると地球の方面から 10km. は氣象の起る範圍となる。水蒸氣は昇りて雲となり、更に昇りては氷雲となる、夏の白雲は卷雲 (Cirrus) と云

ふ、これが水の結晶より成る事は Halo の現象から説明する事が出来る。卷雲は7km. 或は8km. 迄しか昇らない、故に大體10km. 以上には氣象の變化はない譯である——(赤道にては16km. 或は17km. 極にては7km. 或は8km.)——此の範圍は絶えず攪きまわされてゐる、此の間に於ける空氣の温度は空氣を十分攪きまはした時の状態、即ち對流平衡といふ場合に相當して居り、乾いた空氣ならば理論上1km. 昇る毎に10°C. 下る筈である。然し空氣には水蒸氣あるが爲めに實際には6°C. 或は5°C. の差で下る、最も上は55°C. である、それ以上の空氣は下からは攪き混せられない、此の邊の空氣は太陽から直接の熱と、地球から反射したるものとの兩種の輻射熱に依りて温度を有す、これを輻射平衡といふ。この部は變化極めて徐々であつてこれを等温圏と言ひ10km. の處迄を氣象圏或は對流圏と云ふ。

六 自然現象

扱て此の間に於ける變化、自然現象は雜多であるが、主なるものは二つである、即ち、一は地球表面より上に起るものにてこれを氣象變化と言ひ、他は地下に起るもの即ち噴火地震であつて是れが主なるものである。而も此の二つはいづれも蒸氣機關の如く考へる事が出来る、蒸氣機關とは釜の中の水が熱に依り蒸氣となりて膨脹し、再び收縮して元の水に歸るのであるが、其の間に一部は機械的エネルギーとなつて種々の働をなし、一部は元の熱に戻る、それと同じく、空中蒸氣機關に於てポキラーに當るものは海であり、石炭の熱は太陽の熱に當る。而してその爲に昇る水蒸氣は凝縮して雲となり、更に雨となり河となり、再び海に歸る。其の間一部のエネルギーは風となり、水力電氣となつて機械的に働く。而して此の空中蒸氣機關は年々歳々怠らず働いてゐる、又地面

下に於ける變化は先づ大海の水が浸み込むが、滲み込んで行けば地面以下では1km.毎に30°C.の割合で温度が高まり10km.下れば300°C. 100km.下れば3000°C.となる。斯の如く高温度従つて高壓力の水蒸氣となるが、それは少しの隙間もあらば逃れんとして、構造の弱い所を覘つて行くのである。而して其の時岩石を溶し或は押し退けて進み、その爲に地震が起り、比較的淺い所では噴火が起るのである、而して水は元に還る。此の空中蒸氣機關と地中蒸氣機關とが主なる現象である。

我々は此の蒸氣機關の中に住んで居る。三界は火宅の如しと云はるゝが、物質的に見ても又實に左様である。此の二つの蒸氣機關が今日働いてゐるのみならず昔から働いてゐたのである、その長い間に彼等は何を生産したであらうか今日に遺れるものは決して少くない、即ちそれは水が地上にあるものを海へ流

して行き、その泥は海中に沈んで、これが幾千年も過ぎては水成岩となる、是は層を成してゐる筈であつて、是を積み重ねて見ると100km.となる、今一は流れ行く途中水に溶けるものがあれば溶して持つて行くのである、溶け易きものは、ごし／＼溶して海へ運ぶ、かの海の鹽は岩石の中の溶け易きものを海へ運んだものである。

是等は空中蒸氣機關の産物である。地下の夫も昔は今よりも遙に盛であつたらう、昔は大仕掛な噴火が屢々あつた。多くの火成岩は地中蒸氣機關が出したものである。是に依つて水成岩の層が傾斜し又は斷層を生じてゐる、要するに海陸の分布の出來てゐる事は此の二つの蒸氣機關の産物であらう（數億年間に於ける）。

又地史學に依つて知る如く、幾多の生物も、幾千萬年の歳月に依りて進化し

發達したのであらう。我々が斯の如き長い間の歴史を有するが故に、水成岩が100km.の層を有する事はそれ丈の歴史を有する事なるが故に之れを讀む事を得るならば、それに依つて過去幾千萬年の歴史を知る事が出来るのである。水成岩には生物の遺骸があり、又水成岩中に含まるゝ生物の分布は歴史的記録であつて是は又同時に地球の變化のみならず太陽の過去をも研究する材料となるのである、例へば水成岩の最も古いものは中に氷河の痕跡がある。即ち幾億萬年以前に氷河があつたと思はれるのである。然らば今の地球の温度と大差のなかつた事を知り、これに依つて太陽の如何なりしかを研究し得るのである。

第三講 月と太陽

A 月

一 概 説

月は地球の半径の六十倍の距離に於て地球の周りを廻轉せる天體であつて、而かも地球に最も接近したものである。地球と月との距離は地球上にて成るべく相離れた二點より月を眺めた角度によつて測定することが出来る。従つてその角度と距離が解れば、その容積も亦容易に測定することが出来るのである。即ち、月の容積は地球の其れの五十分の一であつて、又質量は八十一分の一である、故に比重は $\frac{3}{5}$ 餘で地球の比重(5.5)より稍小である。

二表 面

月の表面には水もなく空気も無い、空気の無いことは星が月に掩蔽する時、何等變色することなく、而かも突然に隠れるのによつても知られるであらう。又月の表面に雲のかゝつた事はない。これ等は理論上容易に説明しうるものである。一體地球の表面では一秒に二哩以上は地球以外に脱出して、それ以内の物のみ永久に止まるのである。而して有限の大きさの物では此速さで飛ぶものは皆無であるが、瓦斯體の分子には屢々かゝる速力を有する物があつて、水素の如きは地球に残留するか、しないかの、速力をもつてゐる。以上の理由によつて月は地球より小なれば引力も微弱であるから、従つて少し速く運動する水蒸氣空氣等の瓦斯體の分子は總べて散逸して仕舞ふのである。故に此等の瓦斯體はたとへ地球上には存在しても、月には存在しないのである。

月の表面には圓形の粒の如きものが認められる。太陽に照らされたる影の長さの變化によつて其の高低を計れば、中には高さ一萬尺、二萬尺餘のものもあつて、此は略ぼ地球上の噴火口と同様のものである事が知られたが、此は如何にして生じたかと云ふ問題が以前から重要なものとされてゐる。而して二説が提出されてゐる。

A 月の表面に粒状に見ゆる圓形のもものは天より月の表面へ落ち來つた物の穴である。

B そは正しく噴火口の跡である。

以上の二説を批判すればA説よりもB説の方が遙かに有力な説と云はなければならぬ。しかし此の説の難點として、若し噴火口の跡とすれば、月には水が無いのに如何にして噴火口の跡が出來たるかを詰問する者が有るのである。し

かし此の説の提出者は、然り月には現在は水は無い、けれどもそれは引力が弱きがために長き時の間に次第に失つて現在無くなつてゐるので、其始め月が地球から分れた時には水を有して居り、その水が逸出する際に盛んなる噴出をなしたものであらうと答へてゐる。

三 公轉と自轉相等し

よく月を観察すれば月は絶えず吾人に同一の面を向けてゐる。その理由は地球の周囲を廻る公轉と自轉とが等しいからである、而してこの事實は決して偶然的なものでなく必然的の根據がなくはならぬ。この點に就いて數學的研究を試みたのがジョージ・ダーウキン(George H. Darwin—Charles Darwinの息)であつて、即ち彼の潮汐進化論である。彼に依れば、月が太古液體であつた時代、月の公轉と自轉とは著しく異つてゐたが、漸次潮汐の摩擦に依つて月の廻

轉を遅くして、現在の如く公轉と自轉とが等しくなつたものであると説き、之を數量的に證明したのである。

尙ほ、ダーウキンの説に依つて、古代は地球と月とは相接近したものであつたが、潮汐の摩擦の影響のたびに次第に離れて現在の如き状態になつたものと知ることが出来、或は元來月と地球とは同一物であつたとも推察し得るのである。又ダーウキンの計算によれば月と地球とが分離してから現在の如き程度に離れるまでにはたとへ摩擦が最大限に働いたとしても、尠くとも五千三百萬年を要する筈である。是等を他の天體にも類推して潮汐の關係が如何にも偉大な力を有してゐる事驚くに堪へもぬのがあると説くのがダーウキンの潮汐進化論である。

B 太陽

一 概 説

上空高く太陽を仰ぐ時、心胸濶然として、なほ偉大雄大の感をうるものがある。あの炎々たる太陽は地球より 150,000,000km. の距離にある。光は一秒時に 300,000km. の速力を有するものであるから、太陽より地球に光が達するのに八分二十秒時を要する。

太陽の半径は地球の半径の百九倍であつて、即ち 700,000km. である。容積は地球の百三十萬倍、質量三十萬倍である。故に比重は $\frac{1}{4}$ で地球の四分の一に當る。

太陽の温度は表面に於ては約六千度にして、内部は幾百萬度と想像されてゐる。試みに地上に於ては如何程の熱を作り得るか、強壓力の下に電弧を作れば

約五千度までは達することが出来るが其れ以上は不可能である。さすれば太陽の熱が如何に高度であるかを知る事ができるではないか。

二 地球との距離の測定

次に起る問題は太陽と地球との距離は如何にして測定し得るかと云ふことである。しかも此の問題は天文学上あらゆる大さを計算する基礎となるべきものであるから、出来るだけ精密に測定することを要する。地球の半径が太陽にもつ角度を測ればよいのであるが、しかし其の角度は ∞ であつて、餘りに小なる爲めにこれを直接に測ることは頗る困難である。故に現在ではもつと地球に近接せるものを測り、其れによつて太陽との距離を計算してゐる。即ち二年毎に、地球に近づく火星の距離を測る事に依つて地球と太陽との距離を知るのである。尙ほ之れと同じ理由によつて火星よりも接近する度の大なる Eros 星に

よつて測る事勿論である。

三 太陽熱

太陽の表面の温度は、太陽より地球上に受ける熱量によつて普通測定するのであつて、太陽の熱が地球上に達する以前に於て一平方糎を直射すれば、一秒に受ける熱量は二カロリーであり、此を太陽熱常數と云ふ。凡て高温度の物體が四方に發散する熱量は、其の温度の四乗に比例するものであるから今太陽の出す熱の總量から太陽表面の温度を推算する事が出来る。

次に太陽の温度を計る他の方法として太陽の出す光の色に依るものがある、即ち温度が上昇すれば赤色が次第に白色化せられるから、熱光をスペクトルに分解して研究を進むれば、太陽の温度も容易に知る事を得るのである。

四 動力の問題

偕、こゝに興味ある問題を説いてみたい。それは動力の問題である。地球上に於いての大部分の活動はその根源を太陽の熱に受くと云ふことは特筆するまでもない。而して近年着々と進歩して來た文明の諸機械を見るに、その多くが動力を使用する物であることを看過する事は出来ない。計算によれば現在世界に使用されつつある全動力の總數は約一億二千萬馬力であるが、今この動力は如何にして供給されてゐるか云ふに、一億二千萬馬力の中、一億五百萬馬力は實に火力（石炭）によるもので、残りの一千五百萬馬力が水力によるのである。而して現今石炭は年十三億噸採掘されて、その内三億噸は他の使用に供せられ十億噸餘が火力の爲に使用されつつあるのである。今計算による地球の石炭の總量は七兆四千億噸とすれば今後六千年間は存在し使用し得ると云ふも、

動力の要求は年々次第に増加しつつある故に、その倍加率を年々五分づゝの割合とせば、二十年毎に二倍となり、すべてを計算すれば今後百二十年にして地球上の石炭は根絶するであらう、かくの如くに論ずれば、吾人は現今の文明の利機を増大し保持して行く爲には、如何にもして他に動力の根源を發見せねばならぬ。この問題に對しては、水力を益々開發使用すれば足るとなす説もあれど、世界中のすべての利用し得べき水力は、總量七億五千萬馬力で、しかも動力としてはその三分の一位を使用し得るものと見なければならぬ。されば水力も動力の問題を解決してしまふことは出来ない。結局太陽熱に考へを及ぼさねばならなくなる。

吾人が太陽より地球上に受ける熱量はこれを動力に換算すれば千五百萬馬力の千五百萬倍程である。換言すれば地下にある石炭の總量を燃やして發生しう

る熱量を七日間分で補充することが出来る程の熱量であつて、それが半分は空氣中に吸収されて地上に達するのは半量位としても、その熱量の如何に大なるかを知る事が出来、又これが利用の益々急務なることを痛切に感ずるのである。

五 太陽熱に就ての問題

次に太陽の熱は如何なる物から成立するか、またそれは如何なる變化をなすか、太陽そのものは如何にして熱を出してゐるかを考究しなければならぬ。

太陽の光をスペクトルに分つてみると連続スペクトルがあつて、その中に多くの黒線が現れてゐる。其黒線は即ち太陽の上層にある温度の割合に低い瓦斯體の吸収線である。この線を吟味すれば太陽表面附近にある瓦斯體を知る事が出来るのであつて、其れは地球上に存在する物質とほゞ同様なものである。

六 黒 點

太陽の表面を観察すれば、時々大小不等の黒點が現はれるのを見る。この黒點は西暦一六一〇年頃ガリレオ(Galileo)が始めて発見したものと稱せられるが支那にては二千年前既に之を知つてゐたと傳へられる。即ち淮南子(西暦紀元前一六四年頃の著書)に『日中有踰烏』とあるは、太陽の表面に黒點あるを意味したものである。又楚辭の中に太陽と烏の話があるが、此は必ずしも黒點であるとは云はないが淮南子と共に黒點の有ることを指したもものと思はれる。

抑も黒點は如何なるのもで、如何にして發生するものかといふことは太陽の本體を研究するに就て最も肝要なる問題であるが、一九〇八年アメリカのウイロンソン山上の天文臺に於て、特殊の方法で撮影した寫真に於いて、黒點は要するに太陽面上に時々發生する大規模の渦卷である事が発見された。なほ多くの

學者の研究によつて黒點附近の運動の状態などが次第に知れて來たが、黒點が如何にして發生するかといふ事に就いて未だ定説がない。

七 廻 轉

西洋方面で黒點の発見後間もなく黒點は太陽の表面上に次第に移動するもので、而かもそれは全く太陽の自轉に依るものである事が知られたのであつた。太陽の廻轉は頗る特異な現象である。今日までの研究に依れば、廻轉は赤道の處では二十五日を要し、それより兩極に別れて行くに従ひ漸次に廻轉が遅くなり、三〇度の處では二十六日、四〇度の處では二十七日、九〇度の處では約三十日で一廻轉してゐるのである。即ち中央では早く兩極では最も遅く廻轉してゐる。この現象は木星にもあつて、木星には二つの縞があり、赤道附近では九時五十分で一廻轉するが少し南北へゆくと九時五十六分で一廻轉する。

此等の現象に對しては種々の異説があるが、太陽全體としての廻轉は九〇度の處にて約三十日で一廻轉すると云ふのが最も正當とする所で、場處に依つて廻轉所要時間に差がある如く見ゆるのは、表面氣流に原因するのである。即ち太陽の表面には廻轉と同じ方向に流るゝ氣流があつて、その氣流は赤道近くでは速く、赤道を遠ざかるに従つて遅く動くものと見るべきものであらう。

何故に斯の如き前進氣流が絶えず太陽の表面に存在して居るか、又其氣流の詳細なる状態は如何といふことも共に學界未定の問題であるが、私は是は太陽面に於ける流星落下の結果として容易に説明する事が出来ると思ふ。太陽の周圍には無数の流星が浮遊して居る筈であるが、是等の流星の大部分は太陽の強大なる引力に制馭されて、大體土星の輪の如くに、太陽のまはりを右廻りに廻つて居るであらうと思はれる。しかも太陽附近に於て其の表面より離れて、其の

引力で太陽の周圍を廻つてゐるものは一秒400km.の速さを有する筈であるが、太陽の表面そのものは一秒2km.の速さで廻つてゐるのであるから、太陽周圍の多くの流星が太陽の表面に落ち込む事の結果は、太陽表面、殊に赤道附近に可なり速さの前進氣流を生ずべき筈である。なほ黒點の發生も、太陽表面に於ける斯の如き氣流の必然的結果として生じたる渦卷に過ぎないと思はるゝのであるが、其發生に關する詳細の状況は尙今後の研究にまたなければならぬ。

木星には黒い縞があり、土星にも黒い縞があるが、此等も同様の現象の結果とみる事が出来る。尙ほ現に土星には輪があるが此れは多くの流星の群である事は理論上からも又觀測によつても確かめられたことである。

八 黒點に關する諸問題

次に黒點に就いて不思議な現象は太陽の黒點は十一年毎に増加し又減少する

事である。この理由についても種々の説が主張されてゐるけれども、未だ吾人の満足すべき説は無い。

又、この黒點が多い場合には太陽の地球に及ぼす熱は強く、黒點が少ない場合はその光熱は比較的微弱であると稱せられる。此れは太陽の表面には白斑紅焰（水素の熱せられたもの）等があつて、黒點の多い時には此等が多く且強くなる故である。畢竟黒點は渦巻であるから太陽内部の高温度の物質を表面に導き出す故に、その表面の温度が高くなるのであらうと思はれる。

是等の黒點と太陽表面の温度及び其れが地球に及ぼす影響等の關係の問題に對しては、幾多の主張があるが多くは信するに足らぬものである。而かも此の問題は頗る複雑で簡単に片付けるわけには行かぬ。なほ今後の慎重なる研究を要する問題である。

太陽の表面に黒點が多い時は太陽より受ける熱量も多くなるがその光の種類も異なるのであつて、紫色の光線、即ち短波長の部分が多くなるのである。この短波長は化學的作用を起す働きもあるが、電氣的作用にも富んでゐて、上層の稀薄なる大氣を陰と陽のイオンに分ける作用を有してゐて、これがために眞先に地球の磁氣状態に影響する。またこれらの分けられたるイオンは水蒸氣の凝結する心になるのでこれがために雲の量、雨の量に影響するのである。

九 週 期

最後に一言したい事は、太陽の表面が十一年を週期とする變化の外に、なほ幾百年の週期の變化をしてゐるかも知れぬと想像されない事もないと云ふ事である、併しこの研究は未だあまり試みられてゐない。この問題に就いては最近アメリカのハンチントン(Huntington)などが研究をしてゐる。

第四講 太陽系

一 構成の諸星

太陽系は極く大體の事を云へば、中心に太陽があつて強大な熱と光を發して居る。其の周圍には圓軌道を描いて水、金、地、火の比較的小なるものと木、土、天王、海王の大なるものがある。水、金、火、木、土の五は古くから知られて居たもので、支那では辰、太白、熒惑、歲、填(鎮)と云つて五行にあてはめて居る。五行説の起つたのも、此が其の起源を爲して居るのであらう。西洋方面では、之に日月を加へて七とした。西紀一七八二年にHerschelが是迄の五に更に天王星のあることを發見して貴族に列せられた。西紀一八四六年Leverrierが計算に依つて發見したものが即ち海王星である。

今日では八つのものが殆ど同平面に於て廻轉して居る。尙此等の星に従屬して廻轉してゐるものが種々あつて總計二十七の衛星がある。其の外に未だ火星と木星との中間に小遊星と稱せられるものが約一千個もある。其他少くとも幾百と稱せられる彗星及び流星群と無數の浮浪流星とが集つて太陽系を構成して居る。普通には八の大きな遊星のみを數へ舉げて居るが其外に今述べた如く小さなものが數多あつて私の述べんとする宇宙進化論は此の小なる方の部分が根本をなして居る。

この集團の特徴は、

- 一、中央に物質集中すること。
- 二、物質の分布が大體に於て平面分布なり。
- 三、八つの主なるもの、距離は略簡單なる割合となつて居る(〇、三、六

一二、二四、四八、九六、一九二、三八四、の各々に四を加へたる割合)此の法則を Bode の法則と云ふ。彼が此の法則を發表した時は、未だ天王、海王並に小星も發見されては居なかつたが太陽の周圍に地球並に水金火木土のあることは古から判明して居た。

二 運 動

遊星は他の恒星の固定的なるに對して、移動的であるが爲めに惑星とも稱へられたのであつて、此が運動の説明としては、二世紀に Ptolemy が圓運動を爲し、夫々複圓運動をなすものと説明した。けれども、後世に至つて之では説明し得ないことなつて、橢圓運動の如く考へられた。Kepler が出づるに及んで三個條に纏めた。

一、總ての遊星は太陽を中心として橢圓運動をなすこと。

二、運動の速さは距離の遠い處では遅く、近い處では速い。夫は丁度其半徑の描く面積が相等しくなる様に動く。

三、諸星の距離及び周期を假に r と T とせば r^3 は T^2 とに正比例して居る。而して諸星は何故に橢圓軌道を描くやと云ふに就いて、ニュートンは此が説明を試みて、斯かる運動は遊星が太陽から牽かれる爲であつて、其の引く力は太陽からの距離に逆比例するものであるとの一の法則的綜合をしたのである。即ち假りに此の引力と云ふものがなければ諸星は決して太陽の周圍に橢圓運動を起す筈なく他に飛び去る事であらう。然るに事實は之に反して橢圓軌道を描いてゐるのは、太陽からの絶へざる牽引力に依るのであると云ふにあつた。ケプレルが觀測から見出した前記三ヶ條の結果を數學的に處分して、それからこの引力の強さは距離の二乗に逆比例するものであることを發表した此れ恰も西

紀一六八七年の事である。尙この引力の法則を地球にも及ぼして太陽が地球を牽く如く、地球も亦月を牽くのではあるまいかとの考から研究して遂に地球と月との間にも亦此の法則を適用することの出来る事を發見した。次で太陽が地球を、地球が又月を牽くとすれば他の一切萬物の關係は如何との疑問を有して居た時適々林檎の落下を見て地球の中心より月並に林檎に至る距離を比較計算し、月の落ちる分量と林檎の落ちる分量とは丁度其距離の自乗に逆比例することを見出した。又是より先西紀一六八〇年に出現した大彗星の觀測書をも檢して其彗星の運動も亦同じく太陽の引力によることを確かめ、遂に宇宙の萬物は距離の自乗に反比例して相引くとの結論に到達した。此説を許すことになれば太陽の周圍を廻轉する事が容易に説明し得られる。

太陽から距離の自乗に反比例する力にて引かれて居れば、一般的には太陽を一

の焦點とする二次曲線を書く筈であるが、速さと引力との關係にて或は双曲線或は拋物線、或は楕圓、或は圓に近き楕圓などを書くものである。我が地球は太陽のまわりに殆んど圓に近き楕圓を書いて居るが、地球と太陽との距離は凡そ一五〇、〇〇〇、〇〇〇^米籽である。夫で地球が軌道を廻る一秒間の速さは、

$$\frac{150000000 \text{ 米} \times 2\pi}{365.24 \times 86400} = 30 \text{ 米}$$

となる。この圓運動の時の速さの一、四倍が双曲線軌道と楕圓軌道との境目である。即ち速さと引力との關係で、毎秒の速度四十二^米籽を境として、夫より以下ならば悉く楕圓を描き、四十二^米籽ならば拋物線を描き四十二^米籽以上ならば双曲線を描き、若し無限に大ならば毫も引力に影響せられずして、引力圏外に飛去つて終ふ。然るに地球の速度は三〇^米籽であるから太陽を中心として常に圓を描くのである。速さと引力との關係で種々の軌道を書くことは地球の周圍に在

つても同様で、この場合には毎秒の速度は一一籽が境目であつて、夫以上のものは地球の引力圏外に飛去り、以下のものは地球引力圏内に止まる。即ち小銃弾の約一〇倍以上の速度のものにして初めて此が圏外に飛び去るのである。さて太陽系の出来たばかりの頃には或は極限已上のものがあつたかも知れない、けれども夫等は總て飛び去つて終つて今日では夫已下の諸星が残つたわけである。今夫等残れるものを調べて見ると、

- 一、總ての軌道が殆んど同一平面上に在る。
- 一、廻り方が總て右廻りである。
- 一、離心率が殆んど零である。
- 一、遊星の自轉が右廻りである。

等に於て諸星が一致してゐる。而して又遊星を廻る衛星の場合に在りても同様

である。斯く我が太陽系が如何にも秩序整然として居るのは何故なるか、多くの天地開闢説は皆この點を説明する事に苦心して居る。即ちKant(1775), Laplace(1796), Chamberlen-Moulton(1901)等の説皆然りであるが、熟々吟味すれば秩序整然たるのも長き時の間の自然の結果として説明することが出来る。あまりに此點のみに執着して居つては正當の宇宙進化論が理解し得られぬであらう。

三 木 星

次に、太陽系に於ける諸星中尤も注意すべき木星に付いて言へば、木星は太陽に次いで大きく約 $\frac{1}{1000}$ にあたり副王の地位を占むべきもので Bode の法則も太陽と木星との影響に依るものと云はれて居る。即ち、太陽先づ生じ、木星之に次ぎ他の諸遊星の距離は太陽と木星との關係によつて定まつたものと見る事が出来る。殊に小遊星の分布の如きは明に木星の影響によると云はれて居る

彗星中には元は外に在りしもので遂に木星に捕獲せられたものがある。木星族と稱せられて居るものが即ち夫れである。木星の質量は太陽に比して $\frac{1}{1000}$ 、直徑は $\frac{1}{10}$ 、其密度は $\frac{1}{4}$ で内部は瓦斯體の密なるものか液體かならんと云はれて居る。兎に角表面は瓦斯體で、吾人に見ゆるものは唯濃厚な瓦斯體若しくは雲の様なもののみである。廻轉の速さは赤道方面に於ては速く、赤道に平行なる縞の見ゆるのは太陽の黒點現象と全く同じ現象であらうと思はれる。

四 火 星

次に火星は月に次いで地球に近いもので、今年（大正十三年）の八月頃最も近くに来ると云はれて居る火星の表面には直線模様が見ゆる。此はカナールと稱せられて居るが、或人は之を運河だらう而して人間も其處に住んで居るだらうと想像し、近くはまた火星から無線電信が來た等と稱する人さへある。此の

火星に運河ありと考へた頃は恰も地球上に於てもスエズ運河の出來た頃で從て我心を以て他を推したものに過ぎない。Wellsが火星から地球征伐等の小説を書いたのは實に面白いが、要するに地球上に於ける我々の心で彼を想像し居るものに過ぎない。一體生物の發生し發達する爲には幾多の條件を必要とする。我が地球上にても始めて生物が發生してより人類が生ずる迄には何千萬年何億年を要したか知れない。よしや火星に生物があるとしても、それが丁度地球上に於ける生物と平行して進化し、常に同一の程度に發達し來たとは到底考へられない。今火星からの光を分析すると其の一部が水蒸氣の爲めに吸収せられて居る事が分かる。依つて火星には水蒸氣の在ることは事實であつて、水蒸氣あれば従つて大氣の在ることも事實であるが火星自體の質量は地球の僅に $\frac{1}{10}$ に過ぎないから、大氣も極めて稀薄で表面の温度も非常に低く、太陽から受くる熱

量は $\frac{1}{(1.5)^3}$ に過ぎない、即ち計算に依れば火星表面上の気温は攝氏の (-40°C) 零下三四十度で空氣も稀薄で水量も乏しく、之を地球上で云へばヒマラヤ山嶺に相當すると思はれる。夫故斯かる處では生物が発生し得られやうとは思へない。

五 小遊星

次に小遊星は火星と木星との中間に在つて、約一五〇年前 Boie の法則の缺陷を補ふ爲に色々さがしたが遂に不成功に終つたので此は多分元あつたものが大爆發と共に消失して終つたものと解釋して居た處が一八〇一年一月一日に小遊星を發見し、次ぎに第二、第三、第四と發見せられ遂に今より約三〇年前から寫真を利用して以來今日に至るまでに約一千個ばかり發見した。尤も大なるものは直徑一〇〇〇籽のもので、最近發見のものには僅々一〇籽位のものもある。

る。夫等は總て其の趣を異にして居るが其の全部を合するも我が地球の $\frac{1}{1000}$ 若しくは $\frac{1}{2000}$ に過ぎない今日學者中にもなほ是等の小遊星はもと一つの遊星があつてそれが分裂したのだらうと云ふ意見の人もあるが、此は寧ろ反對で集りて一つの遊星になればなるべき筈のものが集合に先立つて木星にかき散されたと考へる方が至當であらう。

六 慧星と流星

次に慧星であるが之迄見付かつた大部分の慧星は拋物線を描いて居る。夫故以前は太陽系に屬するや否やの問題がかなり盛であつたが最近では太陽系に屬するものとの説に一致した。而して輻射壓の爲めに長く尾を引くもので其頭は流星群なりと云はれて居る而して各星は非常に小さなものにして未だ嘗て慧星のために遊星の運動が妨害せられたる事も無き故に慧星の質量がどれ程小なる

かは末だ判らない。次に流星群はそれが地球に近づけば地球上に一夜に多く流星が落ちる事がある。かゝる現象を流星雨と云ふ。春秋の中にも流星の雨の記事があるがしかし此は屢々ある事である。此の流星群も彗星も同質のものである。唯其の鹿密の別に依るのである。例へば Beta 彗星の如は一八二六年に發見せられ次いで一八三二年に現はれ、一八三九年には見ないで一八四六年に至つて地球に非常に近く來つて、二つに分裂し、一八五二年には別個の軌道を描く二彗星となつた。一八七二年非常な流星雨のあつた際辛じて發見せられたが夫已來見なくなつて終つた。毎年十一月の廿六七日頃に流星の雨の現象を呈するアンドロメダ流星群はこのビラ彗星の名残である。一般に流星の落ちるのは随分多い之を統計上に見れば我が地球上に一晝夜に落ち込む流星の數は實に二千萬にも達する。此が大きには色々あつてニューヨーク博物館保存のものは

三十六噸に達して居るが大抵は空中にて消滅して終ふ。私の計算によれば一晝夜に地球上に落ちる流星の總質量は約二〇〇萬噸である。流星の數を二〇〇〇萬とすれば一個の流星の大きさは平均百粒となる筈である。其速さは一〇乃至三〇粒である。春の日、落日の後に見ゆる黄道光は疑もなく太陽の周圍に在る流星の反映であると思はれる。太陽系内にある流星の總額は大約地球の質量の $\frac{1}{10}$ 位に及ぶ事と思ふ。

第五講 恒星

一等 級

前回までにて地球及び太陽系について述べたから、今からは、更らに廣い星の世界について述べよう。晴れた夜には吾々は多くの星を見るけれども肉眼で見ることの出来る星は案外少数であつて、總計約六千程である。一度に見得る星の數は凡そ、その半分以下である。

肉眼で見得る約六千の星の中で、その光度に依つて等級をつけて一等星から六等星までとし、辛じて肉眼で見得る程度のもを六等星となす。之を數量的に一層細かく吟味すれば、一等星の中程と六等星の中程との光輝を比較すると略百倍の差がある。そこで約百倍の差を五等の差と定む。依つて一等の差は

$5\sqrt{100}$ 即ち百を五乗根に開いた數即ち $2.512\dots\dots$ となる。で一等星は二等星より、二等星は三等星より約二倍半強いこととなる。更らに望遠鏡によつて見れば七等星から二十等星位まで見ることが出来る。更らに同じ等級星についても細かく區別して例へば一・一、一・二、一・三等の様に區別す。又何れを一等星にとるか云ふ標準は豫め約束によつて之を定む。斯う云ふ風にして吾々の見た所で定むる光の強さを光度 (Magnitude) 或は視光度 (Apparent magnitude) と云ふ。

二 數 量

次に星の數は如何程あるかと云ふに天全體を完全に寫真にとりてその數を勘定した人がある。その結果に依ると、(寫真光度)

一等星以上の數

一一

二等星	”	三八
三等星	”	一一一
四等星	”	三〇〇
五等星	”	九五〇
六等星	”	三一五〇
七等星	”	九八五〇
八等星	”	三二二六〇
.....
十七等星	”	五四、九〇〇、〇〇〇
.....
二十等星	”	二二四、〇〇〇、〇〇〇

此の中十七等星までは勘定したのであるが、それ以下は今までの割合によつて計算して出した数である。世界最大の望遠鏡では、一時間乃至二時間かければ二十等星はほゞ寫る。

そこで問題は段々微かなるものを數へてゆくか、又は望遠鏡を段々大きくしてゆけば、星の數は無限に増すであらうか、或は又有限なものであらうか、是れは昔から論議されて來た問題である。若し假に星は到る處同様に分布されてつて、吾々が只一點にをつて觀察するとせば視野の半徑を十倍にすれば星の數は千倍となり、その星の光度は百分の一程微かなものを含むこととなる。そこで光度が百分の一になる所まで計算すると星の數は千倍となる理である。即ち等級が五等下れば星の數は常に千倍の割合で増加する理である。五等下つて千倍になる理であるから、一等下るについてはその數は $5 \sqrt[4]{1000} \cdot 4$ 即ち約四

倍となる筈である。所が實際はずつと下ると三倍或は二倍位づゝしか増加せずこれから来る結論は星は到る所同様には分布されてゐないか、又は途中に光を吸収する物質があるかの二つの中の一つとなる。然るに虚空の中に光を吸収する物質の存否については十年程前に盛に論議されてゐたが、かゝる物質はないと決定したのである。そこで分布は有限である。

三 距離

尙かゝる見た所だけの星を論ずるのでは徹底しないから星の距離を測定することを論ぜねばならない。この距離は甚だ遠いので、これを測ることは昔しの人には不可能のことであつたので、彼等は種々勝手な想像をしてをつたのである。かゝる距離を今日如何にして決定するかと云ふに大體次ぎのやうだ。先づ地球の軌道の兩極端から星を眺めると、その星の遠近によつてずれ方が相違す

る筈である。即ち比較的近い星はずれ方が大きい筈である。今最も距離の近い星をとつて考ふれば太陽と地球との距離 150,000,000km. を底邊とせる三角形の頂角は $0.76''$ である、即ちアルファケンタウリ (α Centauri) 星は南半球で見ゆる一等星で最も近い星である。換言すれば 150,000,000km. の二十八萬倍遠い星が最も近い星と云ふこととなる。この $0.76''$ を視差 (Parallax) 或は年視差 (Annual parallax) と云ふ、星の距離を示すには視差又はその逆数を用ふる、この視差一秒である程の距離を一パーセック (Parsec) と云ふ。即ち一パーセックは 150,000,000 の約二十萬倍の距離である。太陽に最も近い α Centauri 星までの距離がこの位であるから、他の星と星との距離も亦推量できよう。また Parsec で表はす代りに光年を以て表はす。光は一秒間に 300,000km. 通過しその光が一ケ年の間に通過する距離を一光年 (Light year) と稱す。一パーセックの距離を

光年に換算すると三・二六光年に當る。で最も近い星も四光年半の距離にあることとなる。

距離を測定するに尙他の方法がある。即ち太陽系全體が年と共に移動してゆくから、ある年に見た星の位置と數年後に見た星の位置は變つてくる。この時近い距離にある星は必ず見て見ゆる。この間の視差を永年視差と云ひ、之れによりて距離を測定するのである。

かくの如くしてその距離を正確に測定せられた星の數は一千足らずである。又その他の簡便方法を以て測定した星を加へてその距離の略正確に知れてゐるものは約三千位である。その他の大多數の星とを合せた分布を見れば十億乃至二十億の星と云はれてゐる。宇宙全體はほぼ楕圓體狀に分布され吾々の太陽は略その中心に近い所にある。この楕圓の長徑を光が通過するのに一・二萬年を要

する。短徑の方はその七・八分の一である。で吾々が空を見たとき長徑の方には星が密集して見ゆる、この密集して見ゆる範圍は帶狀になる、これが所謂銀河である。この星全體の集團を銀河に因んで銀河系(Milky way System or Galactic System)と云ふ。

四 星 雲

これらの星の外に點に見えずに擴がりをもつた星雲(Nebula)と云ふものがある。そのうちで渦狀星雲(Spiral Nebula)が多數であつて最大の望遠鏡で見得るものが百萬位ある。これらの星雲がどの位の距離にあるか、即ち前述の銀河系の中にあるか、外にあるか問題となるのである。十年程以前には、それ等は前述の銀河系外にある他の銀河系であると考へられてゐた。即ち星の分布は有限なれどもかゝる多くの銀河系、即ち渦狀星雲の分布を考ふれば更らに大

なる組織は無限であると考へられたのである。今日も猶かくの如く考ふる人もあるが最近はこれ等をも總括したもう少し大なる範圍を前述の橢圓體とする説が提唱されて來た。然しそれは今のところ何れとも決定し難い問題である。

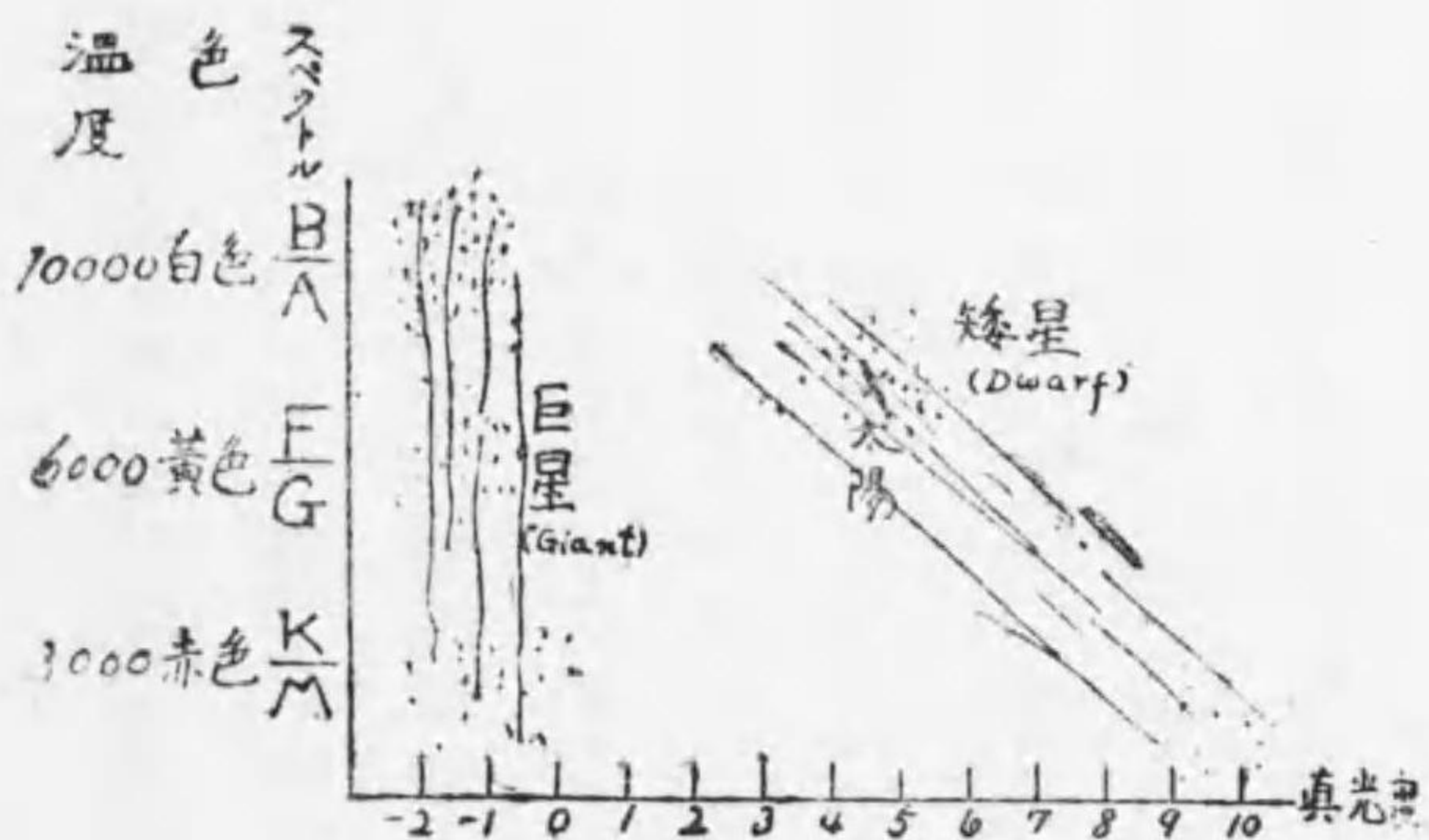
五 光

然乍ら星自身の光の強さは如何、即ち一定の距離に於ての光の強さ如何、かかる光度を眞光度 Absolute Mag. と云ふ。十パーセツク即ち地球と太陽との距離の二百萬倍の距離に於ける時の光度を眞光度と云ふ。故に一々の星についてその距離が分ればまた同時にその眞光度が分るのである。今、我が太陽も二百萬倍の距離に遠ざければ現在の光度の $\frac{1}{(200000)^2}$ になる。で我が太陽の眞光度は五・五等である。

星の眞光度が分ればその星が如何程の光と熱の量を放射するか分る理であ

る。

次に光の種類(色)は如何、嚴密に云へばその光をスペクトルに分けて、その各部分の光の強さを吟味すればよいのである。星の光をスペクトルに分けて見れば、丁度太陽の光の如く赤より紫に到る連続スペクトルであつて、その間に黒い線が幾條も見ゆる。この黒いのを吸収線と云ふ。強い温度の高壓力のガス體から出る光は連続スペクトルとなる。その表面にある弱い温度のガス體が此光を吸収するからスペクトルに黒線を生ずるのである。今、鐵を熱すれば始めは赤くなり次に白くなる。即ち温度が高くなるに従つて漸次に赤より紫に擴がる。故に光の色に依つてそのもの、出す温度が分る。星の光を色に依つて分けて赤色星、黄色星、白色星の三段位に分つ。かく分かつてはわが太陽は黄色星の部に入る。



六 表面の温度

次に星の表面の温度を見れば赤色星は三千度から四千五百度位、黄色星は四千五百度より七千五百度、(太陽の表面の温度は六千度位) 白色星は八千度より一萬五千度位である。

星の光の量と質との関係如何、その關係を圖示せば上の如くなる。

圖に依つて分る如く、赤色星には光の非常に強いものと非常に弱いものとあつて、その中間に位するのがないのである。

黄色星についても亦大體さうである。白色星にはかゝる差がない。そこで表面の温度が同じければ、單位面積より出す熱は同じであるべきである。今赤色星に就いて云へば光の強さに約十等の差がある。即ち光の總量は10000倍の差である。故に星の大きさは直徑に於て百倍の差があるのである。で一等星と十等星との大きさの關係は次の如くなる。

	直徑の比	表面積の比	容積の比
一等星	1000	10,000	1,000,000
十等星	1	1	1

星の質量は三倍や五倍位の差はあらうが餘り大した差はない。だから巨星の時期にあるものは密度が小で矮星のそれは大である。これは一九一三年に米國のラッセルが云ひ出した事で、今日では多くの事實によつて證明され殆んど疑

ひを容れない事實である。これによつて天體の進化の道程が疑ひなく分る。即ち始めは大なる容積だったが、内部引力に依りて漸次收縮し、かく密集する爲めに、位置のエネルギーが運動のエネルギーとなり、それが熱のエネルギーとなる。即ち熱を發散しつゝ、自らも又温度が高くなる。かく發散する熱量は自らの温度の四乗に比例するから、温度の上昇に伴ひ密集に依る熱が發散する熱を補ひ得ざるに至つた時に、最も高い熱を出してをるのであつて、それ以後は温度は次第に下降し密集し乍らも發散する熱の量は少くなるのである。吾々の太陽は最高温度の時期を過ぎて既に下り坂にある。が下り坂必ずしも悲觀するに及ばないのである。即ちかゝる時期にあるが故に周圍に生物が發生し得るのである。星の質量の大なるもの程、その高温度は高くなるのであるから、凡ての星が皆同一の道を辿るのではない。

因みに巨星と矮星の主なるものについて、光度、視差等の關係を圖示せば次の様である。

Giants

Star	vis Mag.	Paralax	abs. Magn.	Spk.	Diam. $\odot=1$
μ Gemini	3.2	0".026	+0.3	Ma	68
Aldebaran	1.1	055	-0.2	K5	50
Arcturus	0.2	095	+0.1	K0	25
γ Draconis	2.9	019	-0.7	G5	22
α Leporis	2.7	018	-1.0	F0	9
Regulus	1.3	033	-1.1	B8	5
β Centauri	0.9	037	-1.3	B1	4

Dwarfs

Sirius	-1.6	0".376	+1.3	Ao	2.0
procyon	0.5	304	+2.9	F5	2.0
λ Serpentis	4.4	086	+4.1	Go	1.5
11 Leo.min.	5.5	140	+6.2	Ko	1.5
61 Cygni	5.6	303	+8.0	K5	1.1
Lakaille 9352	7.6	290	+9.7	Ma	0.9
Lallande 21185	7.6	0".414	+10.7	Mb	0.6

第六講 連星と變光星

一 連星の種類

次に連星と變光星のことを述べよう。

多くの星を吟味すると光ることは太陽の如くであるがその周囲には太陽に對する地球に相當するものがあるかどうかはよく分らない。然るに多くの星の中には自ら光る二つ球の星がある。これ即ち連星といふもので一つのシステムをなして共同の重心の周りを廻つてゐる。この種の連星はその數非常に多く就中望遠鏡を以て視得るものを現視連星 (Visual binary stars) といふのであるが、米國のリック觀測所のエイチケン Aitken 氏は三十六吋の望遠鏡を以て、一等星より九等星までの凡ゆる星十萬を一々吟味して見たら、その結果は五六〇〇の

連星のあることを發見した。即ち平均十八の星の中には一つの連星が存在してゐる割合である。これは三十六吋の望遠鏡で測定したのであるが、更により大なる望遠鏡を用ひて觀察したならばより多くの連星を發見したことであらう。

次に望遠鏡では餘り互ひに接近してゐて二つ球には見へないが、やはり二つ球の星がある筈である。かゝる連星はスペクトルにてその光を分析して見るとスペクトルに現はるゝ光波の黒線が二本に分れ而も或時は分れ或時は一所になつたりするのを見る。これは明かに連星の二つの星が相關聯して廻轉する證據であつてこれを分光連星 (Spectroscopic binary stars) と云ふ。この星の數に就いてはリック觀測所の調査によると任意に一〇〇〇の星を取つて調査した結果その四分一は分光連星であり、又その中白色星だけにありては三分の一、更に白色B型の星にてはその二分の一がこの連星に屬して居つたといふ。

帶蝕連星、星によつては時によりその光りに強弱の變るものがある、その中で二つの星の一つが他の星の周圍を廻轉する時、その軌道面が丁度吾々の地球と水平にある爲に吾々の視線と二つの星とが一直線上にある時には光が弱く、然らざる時は強く見ゆるものがある。この種の連星を帶蝕連星といひその數は百五十ばかり知られて居る。

これら各種の連星を調査して見るとその數は可なり多く、星全體の四分の一或は三分の一を占めてゐることが分る。

二 連星の質量

連星系の二つ球の質量（即ち大きさ）の割合はその重心が決定して居れば、各より重心までの距離の反比例が各星の質量の割合となる。又分光星に就てもその質量の比を知ることが出来る。即ち光線が大きく分れる方は質量小であつ

て、分れ方の小さいものは質量大である。これまでの研究の結果によれば、連星系の二つ球の相互の質量の比は約一—〇・五であつてその大きさには大差がないやうである。吾々の太陽系に於ては最も大きい質量を有してゐる木星すら太陽の千分の一であるから、自ら光熱を有せず太陽の熱によつて光つてゐるのであるが、連星は互ひに同じ位の質量を有してゐるから同様に光つてゐる。故に地球上に於て古來「天に二日無し」と云ふ諺も連星の世界にはその眞理性を失ふことゝなる。しかし連星系の場合には二つ球が一個の重心を中心として互ひに廻轉してゐるのであるから、その周圍に安定した軌道を書いて廻つてゐる遊星は恐らく存在しないであらう。即ち天に二日ありと認め得る如き地球狀のものは存在して居らないであらう。

一つ球の星と二つ球の星とは一見甚だしくその趣を異にしてゐる様に思はれ

るが、熟思ふにこれは全く種類の相異と云ふよりは寧ろ程度の相異であると考えられる。つまり凡ての恒星を實質的に分類して見ると、

- 一、遠隔連星系
- 二、近接連星系
- 三、擬似連星系
- 四、單星系

の四種となるのであらうと思はれる。

遠隔連星系とは連星の二個の星が遠く離れてゐるものであり、近接連星系とは近接してゐるものである。今こゝに擬似連星系と云ふのは連星の一方の質量の他の質量に對する比が一〇對一、乃至二〇對一位のものであつて、大なる方は見ゆるが小なる方は見えないから宛かも一個の星が廻轉してゐる様に見ゆる

ものを云ふのである。然し學理上より云へば他の引力なき所に單獨に一個の星が廻轉するといふ道理はあり得ないから、吾人の眼には見えないが、他に相手の連星があることは確かである、かくの如きものを名けて今こゝに擬似連星系と名けたのである。次に單星系とは吾々の太陽系の如きものであつて、一つの星の他の星に對する質量の比が一〇〇〇對一以下に屬する如きものである。光る球が唯一つである事から云へば單星系であり、自ら光らないものが光る星のまわりを廻轉して居ることから云へば遊星系とも稱することが出来るであらう。かく考へ來ればこの四種類の區別は實質的種類の相異ではなくして、全く程度の差である事が知らるるのである。

連星系に就ては其二つ球の間の距離と相互回轉の週期とが知れれば、其質量及び回轉運動量を計算することが出来る。一回轉するに要する時間は最も早い

ものは一日以下にて回轉するものもあり、最も長時間を要するものは、幾萬年も要するものもある。二つ球の間の距離の確かに知れて居るものは極めて僅かである。その計算はA、Bを各星の質量としaをA、B星間の距離、PをBのAを一回轉するに要する時間とすれば、

$$A+B = \frac{a^3}{P^2}$$

となる。この計算式によつて約五六十個の連星に就いて計算したる結果によれば、大抵の星の質量は大差なく吾が太陽の十倍もあるのは餘程大きい方であり、五分の一位のものは小さい方であつて、十分の一位も小さいものは殆んどない云つてよい。又概して云へば白色星は他の星に比して約三倍程大きい。

又その廻轉運動量(Angular Momentum)も容易に計算することが出来る。例へば一の廻轉體に就ては其質量と廻轉速度と廻轉半径の自乗との積は其廻轉運

動量であつて、これは質量と、もに永久不變のものである。自分は五年程前に凡そ八十六の連星系に就いて調査してみたが大體、

連星系	..... 一〇
擬似連星系	..... 一
太陽系	..... 〇、〇二三

の結果を得た。この計算の結果は非常に重要なもので、此は逆に次の如くに解釋すべきものであらうと思ふ。即ちそれらの恒星は當初から有して居つた。回轉運動量の大小によつて種々なる進化の経路を取るもので、廻轉運動量の大きなものは二つ球の連星系に進化し中等程度のもは擬似連星系となり、始めから回轉運動量の小なるものが、我が太陽系の如き單星系に進化するに至つたものである。

三 天體の根本現象

凡そ天體の成立如何を考ふる前に、凡べての天體に共通なる、また主要なるものは何であるかと云ふに、その根本現象は何れの星も凡て多量の熱と光を發散すると云ふこと、及び廻轉せるものであらうと云ふことである。従つて宇宙進化論を研究せんとするに當りては、先づこの二つの主要事實の現状が如何なるものであるかを充分に吟味して見なければならぬ。

第一に現在恒星の光熱輻射の現象は如何といふ問題は一九一三年にラッセルが始めて巨星矮星の事實を發表し、一九一七年に至りエジントン (Eddington) が是を土臺として理論的に研究したものであるが、第二の廻轉現象の方は、上述した如く連星系と單星系との比較研究によりて明かにさるべきものである。

四 變光星

次ぎには變光星 (Variable Star) の事を一言せん。變光星とは星の光りの強さが時によつて變化するものを云ふ。光の強さが一等級變るとはその強度に於ては二、五倍、従つて五等級の變光は一〇〇倍變ることとなる。實際に就いて見ると、一等級變るものは多々あり五等級以上變光するものすら少ない、即ち熱や光の強さが何百倍にも強くなつたり弱くなつたりする星がある、が一體こんな現象は如何にして起るのだらうか、このことを研究しうるならば星内部の實質、構造は自ら分明する筈である。一體變光星に就いては最近まで觀測は不十分であり、原因、理論等も餘り研究せられてゐなかつたが、一昨年獨逸にて出版せられたミュラー氏 (Müller) の *Geschichte und Literatur der 1687 Veränderlichen Sterne, 1921* は從來の觀測を綜合した報告である。これによると一九一五年迄に觀測された變光星の數は一六八七であり之に一昨年迄の追加が

三〇〇種ある。そして一六八七の變光星を次の如くに分類して居る。

A. Irregular Var.	(不規則)	—	201*
B. Long period Var.	(長週期)	—	677
C. Short-period Var.	(短週期)	—	235
D. Algol-type Var.	(帶蝕)	—	162
E. Antalgori type Var.		—	11
F. U Gem-type		—	3
? Unknown	(未詳)	—	398
			1687

この中、Dに屬するものの模範的のものはアルゴール星で、



のやうな變光曲線を示し三日弱の時間に光を變ずるものである。此は實質的變光星でなくて蝕に依つて起るものである。即ち原因は星そのものにあるのでなくて吾々が恰も正面から見てゐるから蝕を起すのである。以下E、F及?の變光星についてはこゝに詳説しない。

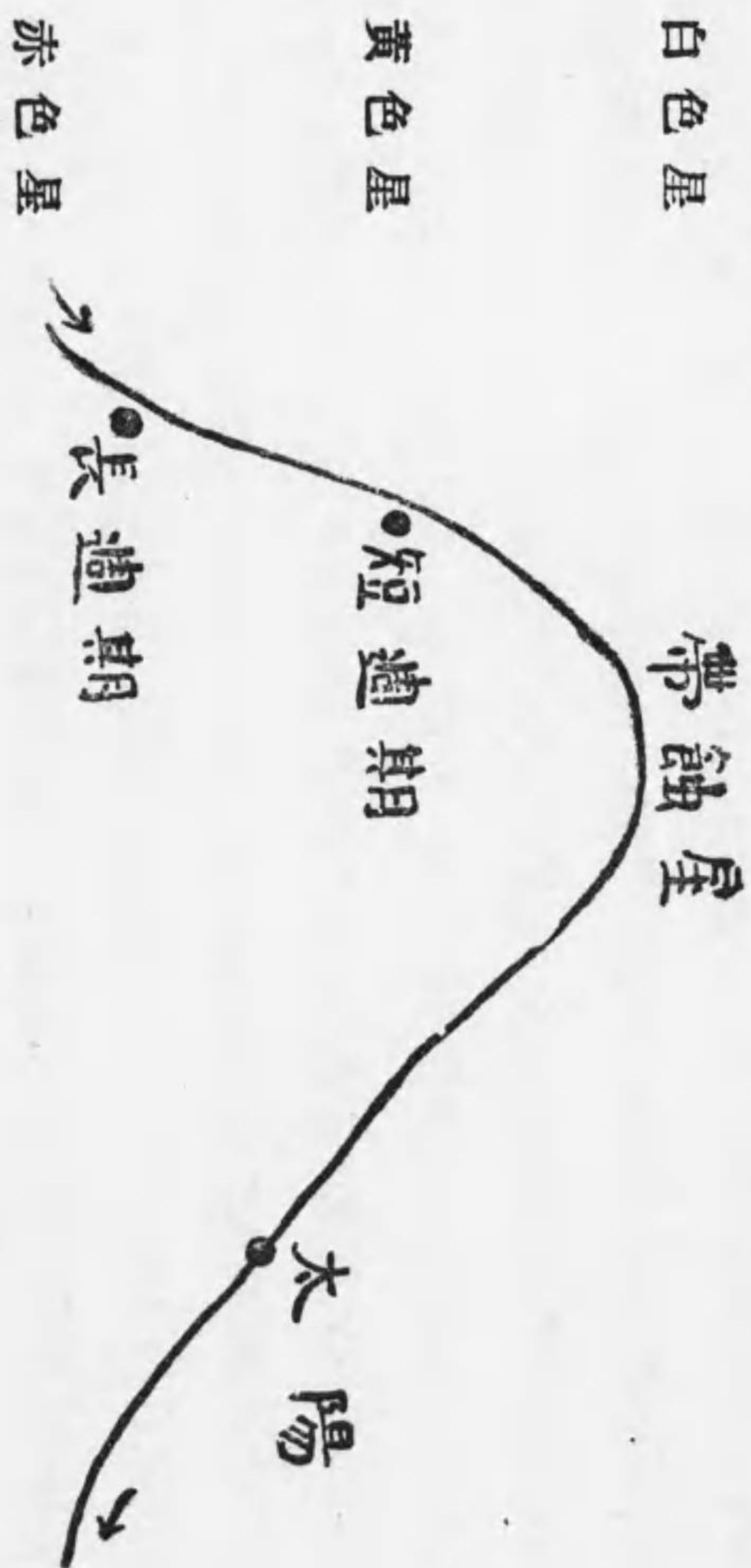
Cは、



の様な變光曲線を示し、五日乃至十日位の週期で一等級内外の程度で變化する

のである。スペクトルによると線は二本に見えないで、一本のものが左右に動くのみであつて、光の最も強いのは發光體が吾々に近寄りつゝある時で、之に反する時には光は弱いのである。如何にして斯くの如き變光が起るかはその近年の學界の大問題である。今より十年程前に米國のシャプレー氏 (Shapley) は所謂 Pulsation theory を説き「此は二つ星では無くてスペクトルに線が一本しか見えない所から見ると大きな星が收縮したり膨脹したりしてゐるものであらう」といふ説を出して、現今では之に賛成してゐる學者も随分あるのであるが私はエクスセントリック・ヌクレウス・セオリー (Eccentric Nucleus theory) を説くので、即ち大きなかたまりの中に中心を離れて密集した心核がある爲であると思ふのである。その心核が吾々の方へ向いた時には強く光り、之に反すれば弱い様に見るのである、此はデルタ ケファイ (δ Cephei) を模範型とする「ケフ

ワイ型變光星」で巨星期の中程にあり、直径は太陽の十倍乃至二十倍位で容積は幾千倍かあるものだと思はれる。次にBであるが、此は多くは赤色星で三百日乃至五百日位を週期として五等以上も變光する。即ち光が幾百倍といふ程甚



しい變化をするもので、その原因如何は重要な問題であるが比較的廣く行はれてゐるのは中より瓦斯體が週期的に噴出するのであらうとの説であるが私は之もやはり前の離心的心核説で説かうと思ふのである。此は巨星即ち進化の程度の最も早い時期にあるのであるから、壓迫の無い所噴出も爆發もないわけである。AはBに似たもの等を含んでゐるが、未だその研究はまとまつてゐないから説明を略しておく。それで進化の過程を圖示して見ると前圖の如くなるのである。變光星の研究によつて他の星を研究する事が出来る。太陽の如きは進化の可なり進んだ時期にあるから、變光することも少ないが近い所にあるものだから研究には便利である。

五 新 星

時々新星 (Nova) が現はれるといふことは昔から著しく人の注意を引いたも

ので、古き記録にも時々新星の記事がある。此は今迄無い所に突然光の強い星が見るのである、是れ光の弱い爲めに見えなかつた星が急に強い光を出すので、一種の變光星であつて、特に銀河方面に多いのである。近年の研究によればこの新星の中その我々よりの距離を知り得たものが十一計りあつて、その中變光前の眞光度の分つたものが九個ある。さうしてその九の中で巨星四、矮星五である所から見て新星は巨星にも矮星にも起り得る現象なる事を知るのである。此の點から此の現象は星内部の原因によるものでなくて外部の原因である事が分るので、従來噴出説と星が暗黒星雲に衝突して表面が熱せられる爲に光を發するといふ説と二説行はれてゐるが、前者は已に取るに足らない説であるから今は後説の方がよいと思ふ。

第七講 理論的研究

一 瓦斯球の内部の状態を規定する三條件

以上で事實の大體を述べ了つたから、これらを土臺として、將來は如何になり行くか、今少しく理論の方面を述べて見よう。多くの天體は高温度の瓦斯體のかたまりである。そこで瓦斯體の大なる塊が其ものゝ引力で一團となれるとすれば、其の内部の温度、壓力、密度はいかなる状態にあるであらうか、これについては高等數學を用ひなくてはならないが、これを知るには三つの必要條件がある、

- (1) 内部の任意の一點に於て、上のものゝ目方を其場所の壓力で支へてゐる事

- (2) 瓦斯體の壓力と密度と温度との關係(P. V & T)

- (3) 内部に於ける熱の傳はり方

これら三の方程式がわかればそれにより内部の状態を容易に推定することが出来るのである。

二 熱の傳はり方

一體熱の傳はり方には三通りある、(1)傳導(Conduction)(2)對流(Convection)

(3)輻射(Radiation)の方法である。瓦斯體の球なる場合は内部は壓力高くしたがつて密度が大である、かゝる場合には傳導で傳るものが最も大である。表面に近くに從つて對流が大なりと考へられ、その最外側は對流よりも輻射が大なりと思はれる。例へば地球の場合には内部より外部への熱の傳はり方はほとんど傳導により、地球を包む空氣の部の傳はり方は地球表面より十軒までは對

流により夫れ以上の高いところは大部分輻射によるのである。丁度瓦斯體の大なる塊もこれに類するのであつて、中心は傳導、中は對流、表面近くは輻射が主となるのであらうと考へられる。輻射は温度の四乗に比例する。

今若し瓦斯體の内部における熱の傳はり方は對流によるものと假定して計算する時は、其結果は太陽の場合には吾々が實際見る状態に合致しない事がある。然るに一九〇六年に至り獨逸人シュワルツシルド (Schwarzschild) は太陽の表面近き所の熱の傳はり方は輻射によるものが其重なる方法であると唱へた。この計算によれば吾々が太陽を見る状態と殆んど一致するのである。一九一七年英人エッジントン (Eddington) 更に夫を擴張して内部の方にも主として輻射によりて傳はり、加ふるに輻射の爲の壓力が頗る大なるものであるとし、上のものゝ目方を支ふるは其部のガス壓力に加ふるに輻射壓 (Radiation-Pressure)

を以てしたるものなる事を主張したのである。此エッジントンの計算によつてラッセル(一九一三)の巨星矮星の事實を理論的に證明する事が出來たのである。なほその研究によれば、質量の大なるものは温度のずつと高いところまで昇つてから矮星となり、小なるものは低いところで矮星となるのである。又我太陽の $1\frac{1}{7}$ 以下のものはいくら昇つても三千度以上に上らず、其光が薄くて見えない事が分るのである。また之れに反して太陽より質量が非常に大なるものは内部の温度が高くなり四方に出す熱量大となり、随つて輻射壓も又大となり少しでも廻轉すれば二に分裂して了ふ。事實の視察によるも百倍も大なるものはなく、廿倍位なものが稀にあり大體は似たやうなものである、此の事がエッジントンの研究によつて明かとなつた。

三 廻轉流體の形

次にこれらのものが廻轉すれば如何に變化するかを考察して見よう。この理論上の研究は困難であるが、なるべく問題を簡單にして、今全體一樣の密度のものとしてそれが一の軸の周りを廻轉するとせば、廻轉液體の形は如何なる形となるか、これも簡単な様であるが、なか／＼困難である。大體を云へば廻轉が早くなると楕圓形となる。然らばどこまでも平たくなるかといふに或程度までであつて（扁平楕圓體 Maclaurin 形）、それ以上には平たくならないで一方に尖つた形となる（これを葉卷形 Jacobi 形といふ）、これもある程度まで、もつと早くなれば瓢形（Pear shaped）となり、更に廻轉速度が早くなれば遂に二個に分裂するのである。（かゝる分裂様式をラブラース式分裂に對してポアンカレ又はダルウインの分裂様式と稱してよい）即ち密度の分布が一樣に近い時はポアンカレ、ダルウインの分裂様式となり、密度が中心に集中せ

る時はラブラースの分裂式となるのである。

四 廻轉運動量

次に廻轉運動量に就いて少しく述べて見よう。二つのものが互に共同重心を轉る場合に、各個の自轉の廻轉運動量に相互の公轉の廻轉運動量を加へたるものは、この系統の總廻轉運動量であつて、この系統に對して外部の影響のなき限りこの廻轉運動量は永久に不變である。

今假りに吾が太陽或は星の成立以前には無數の流星が集りて成れる集團であつたと考へる時に、各粒は全然不規則な種々雑多な運動をなせるものなりと考ふる時に、斯の如き流星團が何等かの廻轉運動量を有するや否やといふに、今大數計算法（Probability）によりて大體の計算をする事が出来る。各の粒を假に質量 m とし數を n とす、流星團の總質量 nm を M とし、其平均廻轉半徑を K と

し、各粒の運動の速さの二乗平均をCとすれば、此の集團のもつ廻轉運動量は $H = \sqrt{\frac{3}{n}} C \cdot K \cdot M$ である。若しこれが流星團の代りに瓦斯體(小さき分子よりなる)ならば $H \approx 0$ なるが故に $H \approx 0$ である。

宇宙のすべてを通じて總ての天體は廻轉運動量を有して居るが、然らばかゝる廻轉運動量の起原は如何。

太陽の質量を單位とし太陽より地球に至る距離を長さの單位とし、一年を時の單位とすれば廻轉運動量の大きさは、多くの連星系は、一〇、乃至二〇、擬似連星系は一、吾が太陽は〇、〇二三であるから、例へば今太陽になるべき原始流星團を假想し、これを $H = \sqrt{\frac{3}{n}} C \cdot K \cdot M$ なる方程式に入れると、 $0.023 = \sqrt{\frac{3}{n}} C \cdot K$ となるのである。今試みにKを 10^5 とし $C = 1 \left(\frac{5 \text{ km}}{\text{sec}} \right)$ とすれば、 $n = 10^{10} \times 3 \times \frac{1}{(0.02)^2} = 10^{14}$ となる。 $m = \frac{M}{10^{14}}$ の一粒は直径 20 km. 位のものとなる。

即ち直径約 20 km. 位の流星が 10^{14} 程集りて尨大なる流星團をなし、其各流星が平均一秒時 5 km. の速さで勝手に運動して居つたとすれば、かゝる流星團は〇、〇二三の廻轉運動量を有する筈で、やがては丁度我が太陽系の如きものに進化し得る筈である。又 $H = \sqrt{\frac{3}{n}} C \cdot K \cdot M$ の式により、各流星が大粒なるか又は活潑に運動する時は其流星團の廻轉運動量が大となる筈で、従つて流星團の中には回轉運動量大なるものもあり小なるものもある、大なるものは連星系となり小なるものは我太陽の如く一つ球となりて發達するのである。

五 流星の存在

此説を裏付ける爲めには流星が虚空の中に非常に多くある事を述べなければならぬ。先づ手近かな所にては我が地球上には日々間斷なく流星が落下して居る。この流星の大きさを昔は砂粒の如く小なるものと見てゐたが私は平均大砲

弾位の大きさのものと思ふ。流星の一晝夜に我が地球におち込む分量は約二百萬噸位であらうと思ふ。

流星は地球に落下する如く太陽にも落下する筈である。太陽の表面には時々黒點が発生するが、これは無数の流星が落下し、其表面に盛んなる前進氣流を生じたために所在に起る渦卷である。木星の附近にも多くの流星あるを知り、土星には流星が環をなして附屬してゐる。火星と木星との間には一千の小遊星があるが、これは流星中の大粒のものと見るべきものであらう。かく吾が太陽系に有する流星の數は實に無數である。この流星は太陽系を造つた滓が残れるものと考ふべきであらう。

更に太陽系以外をみるにこゝに多くの群をなして流星があるのを知るのである、暗黒星雲 (Dark nebula) がある。これは自ら光を出さないけれども他をかぐす事によつて、又他の恒星の光を反射することにより、又は他の星がこの中に突入した爲めに非常に多量の熱を出しこれによつて照らされる等の事情によつて其存在を示すのである。一九〇二年にペルセウス (Perseus) 座の新星が見えた。すると間もなくこの周圍に星雲が見えそれが擴がつて行つた。これはもどからあつたのが衝突によつて光を出し光によつてもどからあつたものが照されたのである。一九〇二年の現象はこの最も明かなる例である。かくの如き事實から見れば非常に多數の暗黒星雲がある。私はこの暗黒星雲が密集して太陽や星を生じたのであると思ふ。しかし今の暗黒星雲が將來太陽等に進化するかは別個の問題である。(現存のものは残されたる敗殘者である。)

策八講 在來の天地開闢説の批評

一 古代の開闢説

何等かの形で時代相應の開闢説を持つ事は自然の要求である。古代の開闢説は神話で、ユダヤに傳つた創世紀は舊約聖書にあり、支那では先秦時代に、我國では古事記にある。此等は皆神話と云ふべきもので眞面目に論ずるに足らぬ。次の時代になると支那では前漢時代の淮南子にあり、其一部は我國日本書紀の中に取り入れられてある。これと殆ど同時代に蓋天説あり。これは周髀算經にあつて、土地は中高で天はこれに平行して蓋ふと説くのである。これは普通周時代のもので傳へられるが、余は戰國漢時代のもと思ふ。この時代と對すべきものは印度の須彌山説である。其成生の説明は成住壞空の循環論である。こ

れは大樓炭經（西晋）長阿含經（後秦）起世經（隋）起世因本經（隋）等に説いてあるが内容は殆ど同じである。尙これを精しくするものには立世阿毘曇論（陳）俱舍論（唐）ありて多少差異あるも大體に於て此等は皆同じものである。以上は佛説としてあるがそう古いものとは思はれない。又或る點に於て此等の一部に希臘より入つた考へがある。この點よりしても釋尊時代より以後のものと思はる。この外に摩登伽經（吳）舍頭諫太子二十八宿經（吳）大集經（高齊）あり。これ等の中に十二支、二十八宿、七曜、十二宮等が書いてある。この中の七曜の順序及び十二宮の神の説明は確かに西方の天文学に基いたものである。須彌山説は蓋天説と似てゐるから支那の蓋天説は印度より傳つたものだらうとする者もあるが、そうまでは似てをらない。私は印度支那別々に類似の説が出來

たものとしたい。この時代のものとしては印度の宇宙循環論が規模雄大にして組織ある説と思ふ。他の何れの國を見ても當時かゝる立派な説はない。

二 近代の開闢説

近世に入り色々の事が知れ、太陽系の遊星の運動等も次第に明かになつて來たので稍理論的開闢説が生じた。一六八七年にニュートン(Newton)が引力説を出して、太陽系が引力系であることは明かになつたが、其組織が如何にも秩序整然として居るので、其成立を説明せんとせるものが一七五五年のカント(Kant)説である。一七九六年にはラプラーズ(Laplace)が説を出しておる。カント説は粒々の集團が廻轉し始めたと云ふに對しラプラーズのは瓦斯體が廻り縮まると共に多くの遊星を分離したと云ふ。これをネブラー假説(Nebular hypothesis)と云ふ。ラプラーズは數學の大家であるので、其の説は近年に至るまで

信せられてゐた。十九世紀の中頃より色々の説が出た。一九〇一年にチエンバリン(Chamberlin)とモウルトン(Moulton)がプラネテシマル説(Planetesimal)を唱へ今日まで及んでゐるが、今日になつて見れば不都合の點が少なからずある。最近多くの事實が発見されたのであるから、全く新しい説が立てられねばならぬ。

我國にてはラプラーズと時代を同じくして志築忠雄の「曆象新書」がある(一八〇二)。これは西洋の天文を譯述したもので、其附録に「混沌剖判圖説」がある。これは彼自ら作つた天地開闢説であると思ふ。其説はラプラーズよりもカント(Kant)の説に近い。彼はカント及ラプラーズの説を見てゐまいと思ふが恰も時を同じくして似た説を提出せるものと思はる。其他一七九一年に服部中庸の「三大考」、一八一二年に平田篤胤の「靈の眞柱」があるが、兩者何れも古代

の神話を理窟附んとしたもので、同じ様な無理な考である。同時代に釋圓通の「佛國曆象編」(一八一〇)がある、これは印度の須彌山説を受けたもので西洋の説は正しくないとしてある。この外、佐田介石の「佛教創世紀」があるが、皆須彌山説で時代遅れの説たるを免れない。吾人はラブラリス説以後のものを評せんとするのである。

三 ラブラリス説に對する批評

ラブラリスによれば、高温度の瓦斯球が四方に光熱を發散するに従つて温度降下し、縮少を來し、從て廻轉早くなり赤道方面に膨れ出し、遂に其一部分が分離して海王星、天王星、土星等となつた。故に此等の星は同じ平面で右廻りに廻轉して整然としてゐる事が出来る。ラブラリスの説により一通り説明出来るが缺點は其説が餘りに整然し過ぎたる點にある。ラブラリスによれば、凡ての星

は正しく同じ平面で同方面に廻轉してゐなければならぬ筈であるが事實は是に反したるものがいくつも發見されて來た。第一に木星の衛星九あり、其中の八番九番の星は逆廻りをなし、土星の衛星十の中、第九も逆廻りをなし、次に天王星の衛星四は直角に廻り、海王星の衛星一は逆廻りをなす。此等はラブラリスの説では説明出来ない。第二に小遊星の中には、かなり軌道の面の傾斜したものが、楕圓が、つたものもある。水星についても同様である。これをどう説明するか。



第三に火星に衛星が二つある。内側の衛星は、火星の周圍を七時三十九分に一廻りするのに、火星の自轉は二十四時間三十七分を要する。これによつて見

れば自轉の方が遅い。ラブライスの説では自轉の方が早く衛星の方が遅くなければならぬ。これ明に矛盾である。同じ事が土星に就ても云へる。土星は輪を有するが其輪の内側は五時間にて廻るが、土星の自轉は十時十四分である。第四に太陽は太陽系全體の質量の99.86%であるが、太陽廻轉の軸が太陽系全體の廻轉面に直角なる線より七度傾く、この説明をどうするか。第五に理論上より云へば始めから中央密集が多くなければラブライス式の分裂は起らない、第六に廻轉運動量は始めも今も同じでなければならぬ。然るにラブライスによれば初めの廻轉運動量は大きくなりこれは計算があはしない。これを強ひてあはさんとすれば初から全質量の99.86%程も中央に集つてゐたとせねば計算があはしない。これはどうするか。第七に多くの星雲はラブライスの考へた様なガス状星雲ではない。以上の事でラブライスの説は成立し難いと云はねばならぬ。

四 チェンバリンとモウルトンの

説に對する批評

一九〇一年米國地質學者チェンバリン、同じく理論天文學者モウルトンの二人ありてチェンバリンは地質學上の見地よりラブライスの瓦斯球論を排し天文學者のモウルトンと共同して新説を出した。其説によれば太陽は始めは單獨の星であつたが永遠なる過去の或時代に他の星とすれ違て運動したことがあつたと思はれる。これが互に近づく時に、潮汐と同様にフレが起り、次第に甚だしくなつて遂に、大噴出を來し、相手の星が過ぎ去つた後に、恰も一の渦状星雲の如き状態をなして居つたが、これがかたまつて夫々廻り出し諸種の遊星となつた。この小なるかたまりをプラネテシマルと云ふ。故にこの運動は一平面運動である。この考へ方は地質學者の方面にはかなりよく信せられてをる。

我國にもこの説が輸入され、中等教科書にもこの説が新しきものとして採用されてゐる。然しこの説も色々の點で矛盾がある。第一に、若し上述の如くして出来たものならば太陽に近き方に大きな星が出来、外側に小さいものが出来ねばならぬ筈である。實際はこれに反す。外側は二百倍位も大である。第二に、太陽系中に彗星も含まると見ねばならぬ。彗星の軌道は著しく傾斜して居るのがあつて、我が太陽系の物質分布は嚴密に平面分布ではない事を示す。これをどう説明するか。第三に、若し太陽が一かたまりであつた時に廻轉せず、他のものとすれ違った時に廻轉が起つたとすれば太陽の軸は直角でなければならぬ。然るに七度傾く。これ亦矛盾なり。第四に、太陽が始より廻轉をなし、他とすれ違ふことにより廻轉が加つたものとすれば、其軸は軌道の面と遠た角でなければならぬのに僅に七度しか傾かぬ。第五に、二つの恒星が運動の際にすれ違ふ

は甚だ稀なる事である。太陽系を特殊の除外例とでも見るより外はない。第六に太陽系を説明出来ても連星系をどうして説明するか。無限大の距離より走つて来たものが一緒になるには何等かにより其勢が弱められねばならない。これには連星系を説明することが出来ない。第七に、今日空に見る百萬の渦状星雲は皆太陽系より遙に大で太陽系成立の雛形とすべきものではない。以上の如き多くの矛盾がある。要するに従來の諸説は大體より見ると太陽系の組織整然たる廻轉を説明するに捕はれ過ぎてをる。

五 新 説

眞正なる天地開闢論を案出するには、我が太陽系だけに執はれずに、太陽と同種類なる幾億の恒星系にも着目しなければならぬ。これ等の恒星は多量の熱光を發散し及び廻轉することは共通である。この二つの共通なる大問題をどう

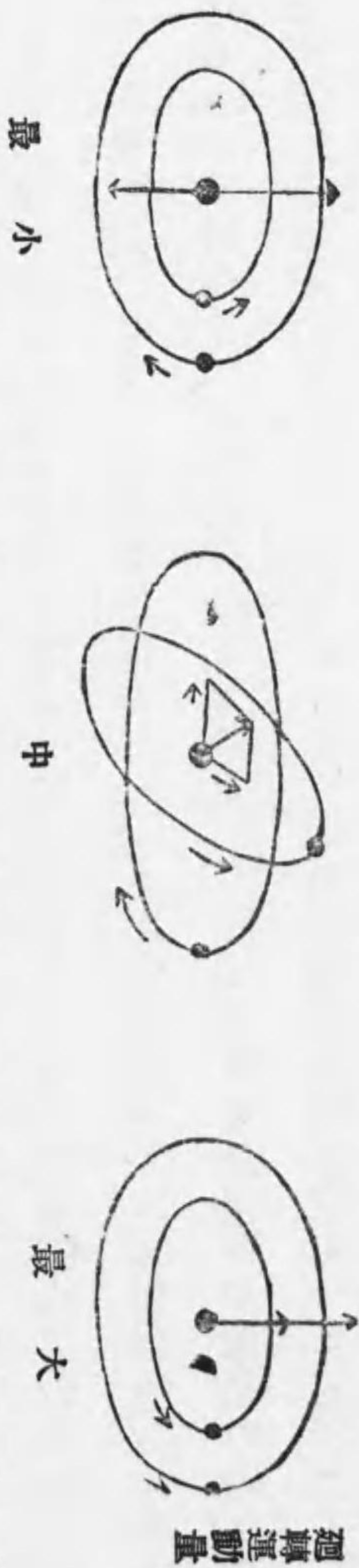
てそれを十分に説明し得る様な説を案出しなければならぬ。熱光に就いては巨星、矮星の事實によりて殆ど疑もなく明かである。始め老なるものより發して相互引力によりて、次第に密集したるものとして説明が出来る。但し、この爲には其始は瓦斯體でも流星の集團でもかまはない。たゞ廻轉運動の起源を考へれば始は老なる流星の集團であつたものと見なければならぬ。瓦斯球の密集では廻轉運動を生じないが、流星團が密集すれば自ら廻轉運動を生ずるからである。其廻轉運動量は $H = \sqrt{\frac{3}{2} C K M}$ なる式によつて與へられる。當初の流星團の狀況如何によつてHに大小があり其大なるものは連星系に發達し、小なるものは單星系に發達したものである。かくして我が太陽系の場合にはHが小なので中央の一つに集つて單星となつたが、其周圍にとり残されたものが多くの遊星に塊まり、やがて中央太陽のまわりに運動を起したので、始めはこの

運動には逆もあらう。不規律になり其中に衝突もあつたらうが多くの衝突や干渉の結果として遂に今日の如き状態に整頓するに至つたものである。衝突により運動のエネルギーは減じ熱となり四方に發散する。

H——廻轉運動量、E——運動のエネルギー

H=Constant. Eは次第に減少する。逆に云へば同じEに對してHが最大なる

如き運動状態に落ち付く筈である。これが進化の方向である。



大きな物は整然と運動し小さいものは不規則になる。かく考ふれば、今日太

陽系で見ると如き整然は自然に進化したものと見られる。早くより大なる團體にかたまつたものは太陽木星等である。遠く離れて、まだ充分固らないものが彗星・流星群でまだ原始的状態を維持してをるのである。かゝる散漫のものは大なるものに近づくとき次第に分裂するので、今日現存する流星群や彗星の如きは永久鞏固なる團體に進化することなく、寧ろ次第に散逸に歸すべき運命を有して居るのであらう。

第九講 結

論

一 地球の成立と月

前來諸所に於て陳べし如く、我が地球の如きは中央の大部分が太陽と成りたる時、地方的に残つた一部分が一局部に集合せるものである。地球は小團體なりし爲め、其生じたる熱も比較的小なるものであつたがそれでも全體に融解せる程度であつたと考へられる。而して是は濃厚なる炭酸瓦斯と水蒸氣とを以て圍まれてゐたと思はれる。冷めて收縮するに従つて廻轉の速さは加はり遂に二分して月が生じたと思はれるのである。月は最初地球と接近してゐたけれども、時と共に次第に遠く距り現在の如くなつたのである。即ちジョージ・ダーウイン(George Darwin)が力學的研究によつて發表せし潮汐進化論(Tidal evolution)が力學的

lution) である。分れた地球は漸次表面が凝固して岩石となり、此は不良導體であるから早く冷却し、水蒸氣は凝縮して雲雨となつたのである。地殻に降つた雨は低き所に停溜し深くなると共に水壓によつて其底部を壓するのみならず内部に浸入せし水が高温度高壓力の水蒸氣となつて、壓力の輕少なる地點を突破つて吹き出し、是が幾度か繰返さるる間に海陸の別を生ずるに至つたと考へられるのである。それと同時に太陽より受くる熱によつて、水の循環を起し水成岩等を生成するに至つたことは既に前に述べし如くである。

月は分裂當時、相應の水も炭酸瓦斯も有してゐたけれども、引力弱き爲め其等は虚空に飛散してしまつた。内部の水は爆發力強きに關らず表面の重力大ならざる爲に盛んに噴出を續けて多くの噴火口を残して冷却を仕終へたのである。其は月の表面に見ゆる大きな數多き噴火口によつて明瞭である。斯く月及

び地球の變化を考ふるに其の動因をなすものは水である。又水の循環によつて地殻の冷却をも早めたのであらうし、地球の變動も比較的早く平穩となつたのであらうと思はれる。

二 生物の進化

地球表面の現象が平靜となるに従つて無機物が有機化合物となり生物となる。生物はアミロバの如き極く下等なものより漸次高等なものに進化せるものである。其は水成岩の中に残れる動物の遺骸の跡によりて認め得るものである。即ち地球の進化と共に古生物學(Paleontology)が認むる所である。無機化合物が有機化合物となるには媒介がなければならぬが、極く古き間は太陽の光化學作用によつて有機化合物が生じたのであらう。有機化合物は極く僅かな刺戟によつて變化する。殊に生物にありては著しきものである。此を名つけて不安定の

状態に在るといふ。静穩に赴くに從つて不安定の状態に在るものは次第に進化發達するのである。斯くて有機には幾萬の種類を生じて複雑に進化してゐる。地球の周圍を巡つてゐた炭酸瓦斯は炭素と酸素とに分れて前者は地下にある多量の石炭となり後者は現在大氣中の酸素となつてゐる。

三 地球の變化

初めて生物アミーバが現はれて以來の年代を地層によつて推定するに一二億年ではなからうか。其後地球には屢大變化が行はれた。例へば噴出時代などが度々ありて、其當時まで漸次進化した生物にして其種族を絶滅したものが多くある。又屢、氷河時代 (Glacial age) があつた、擴れる範圍はかなり廣いもので、其が原因として種々の説が唱へられてゐるけれども吾人の見る所では噴出時代に伴ふものらしい。何者噴出によつて空中に微塵が多くなり、之を中心と

して水蒸氣が集り、尙其が他の水蒸氣を集めることを促進するから、雲の分量は今日の五十パーセントよりは少しく大なるものであつたであらう。雲多ければ溫度降り濕氣多くして氷河を作り易い。氷河時代は古代にも近代にもあつた。亦此氷河によつて絶滅せられた生物が多く、斯る大變動の災厄を幸に免れ得たものが我々人間に進化したのである。昨年關東に起つた地震を以て地球が收縮して遂に衰滅に歸せんとするものと驚く人があるけれども過去に於てはより一層激烈なものが幾回となく起つたのである。尙又地球は漸次其水量を減じて沙漠となり遂に火星の如く絶滅に歸すと云ふ人もあるが是も亦間違つた考へである。現時諸所に沙漠の存するは水蒸氣の移動する方向が異つたばかりで或地方では多くの雨量を見るのである。我々は最近氷河時代を経たことなれば假りに幾分乾きつゝあることをいふも差支はないが、幾何年時を経ても決して

月又は火星の如くにはならぬものである。何者、地球表面の温度は地球内部の熱に由らず太陽の熱に由るのであるから太陽の熱の存する限りは地球上の温度は持続せられる。而して太陽の將來の壽命は少くとも幾億年といふ間は光つて居るものと思はれる。

今一つの考へは地球が循環的に變るとするものである。例へば佛教の説く成住壞空、又は西洋のアレニユウス (Arrhenius) の云ふ、黒くなりたる星が他と衝突して若返ることを循環的に繰返へすとする説の如きは多く地球寂滅の物足りなき點より考へ出したものである。此等の説の起つた當時は星の壽命が幾何なるかも判明せず、又後者の説が發表せられた頃は太陽の壽命が二千萬年位とせられてゐたのである。今日の如き極短期間でも十億年であるから循環はせずして次第に寂滅に至るものであらう。

四 生物の存在

地球以外に果して生物の存在する所があるか。周圍の状況によりて生物が發生するものとせば地球以外にても條件が具備せば發生すべきが自然である。四十年前プロクター (Proctor) の通俗天文学を書ける Plurality of worlds, Other worlds than ours. が廣く讀まれ、他の星にも生物の存在が考へられてゐたのである。今日尙かゝる考を抱く人々があるけれども有機化合物が存在するには攝氏百度以下の温度でなければならぬ。普通我々は CHON の四元素の種々なる組合せによりて高等なる種々の生物を産み出したのであるから百度以上では、此等の化合物の分解が免れないのである。硫黄等の化合物よりは生じないかの問題は別である。攝氏百度以下及其の程度に於ても制限がなければならぬ。尙又無機より有機に變化するには振動の早き紫外光線の強きものがなければ

ばならぬ。又水と酸素とを要す。我々が想像し得る以外にも存し得るかも知れないが、之も亦別問題であるは無論である。斯る條件を充す場所が果して幾何あるか。若しありとせば遊星であり、中心の太陽が相當温度の高きものでなければならぬ。多くの星の中には二つ球の星あるが此等は時々距離を異にするが故に是を巡る遊星は存在し得ないのである。故に一球でなければならぬ。Hの大小により二又は一となるものであるからHは適當なものでなければならぬ。

又M質量が小さければ問題とはならぬから之も適當なものでなければならぬ。遊星が地球より小なる時は水も空氣も飛散を免れない。距離が地球と太陽との如き關係でなくば冷熱共に宜しきを得ず、又炭酸瓦斯と水とを以て包まれておなければならぬ。以上の諸條件を具備する事は非常に困難な事である。而も此等が總て満足せられた上に、地球上に於けるが如く平穩なる状態が何億年

といふ長年間持續されねばならぬ。斯る總ての條件が總て満足せらるゝ星は他に絶無とは云ひ得ざるも存在の可能性は頗る少ないのであるから地球が恐らく唯一の場所であらう。火星が問題となるけれ共質量は地球の $\frac{1}{9}$ ならば空氣・水等を引き付ける力は薄弱で、距離は一・五二なれば温度は (-37.0) となり、氷河に閉され流動の水はなく、恰もヒマラヤ山嶺の如き状態なれば生物の進化は到底考へ得られないのである。

以上によりて吾人は周圍の如何なるものなるかを略知り得た。即ち總てが原因結果によりて説明し得られないものは存しないのである。吾人の務は有限の智識を以て自然界を研究し太陽の熱を利用するに至るは人間百年の計である。物質的には我々の地球より外に我々の居るべき所はなく之を以て吾々の力によつて極樂境に改造するを終極の目的とするのである。

第十講 唯一世界

一世 界

世界といふ言葉は、こゝには人の住む區域といふ意味に用ひる。佛典に用ひてあるのも要するに斯の如き意味と見て差支ない。英語で (World) ウォールドといふのもほゞ同様の意味である。

今より四百餘年前にアメリカ大陸が発見された時、これを新世界と呼んだがしかし今日よりして見れば、コロンブスの発見以前、幾千年又は幾萬年の昔に或はベーリング或はグリーンランドを経て、所謂舊世界との交通があつたことは疑ぶべくもないので、新舊兩世界は決して二つの世界ではなく、實は始めから一つの世界であつたものと見なければならぬ。

これに反し、今若し火星に生物乃至人類が居るとすれば、火星と我が地球とは、今日までは全く交通がなかつたので、これは明らかに我々の世界とは異なるたる他の世界である。更に虚空には我が太陽と匹敵すべき光る星が幾十億といふ程存在して居るので、若し其等の光る星の周圍に我が地球の如き遊星が附屬して居り、其表面に生物の住む場所があるとすれば、それ等も亦それ〴〵異なるたる新らしき世界である。生物の住み得べき場所は、我が地球以外にいくつも、或は無數に存在して居るのであらうか。

二 三千 世界

佛典に三千世界といふ考がある。例へば立世阿毘曇論や俱舍論に見わたる所によれば、一の須彌山のまわりに四大洲があり、日月が廻つて居り、かくして生物や人類の生息して居る一區域が一の世界で、斯の如きもの、千個の集團を

小千世界と名け、其千倍を中千世界、更にまた其千倍を大千世界と名け、これらを一括していふときは三千大千世界と稱へるといふので、其構想の雄大なる實に驚嘆の至りに堪わぬ。或は佛教以前から印度にあつた考かも知れないが如何にも組織整然たる所を以て見れば寧ろ新らしく、佛教以後に組み立てられ後から佛典の中へ取り入れられたものかとも思はれる。

西洋方面では斯の如き雄大なる考は古い所には見ぬ。漸く今より二百年前にスウェデンボルグに始まり、次でカントやランベルトに右に類似の考が見えて居るに過ぎないが、十九世紀に至りて空にある無数の星が盡く皆我が太陽と同種類のものなることが確かに知れて來たので、類推によりて定めし其等のものゝまわりにも我が地球の如く生物の住居に適する場所があるであらうと想像さるゝ様になり、斯くして多少の根據を有する「衆多の世界」といふ考は數

十年來盛んに天文學者によりて宣傳さるゝに至つたものである。

三千世界若くは衆多の世界といふ考は一應は面白い。或る時代には慥かにこれによりて人の知見を廣め、頑迷執着の念を破つた効能があつたであらうと思はれる。併し事實上衆多の世界は果して存在して居るであらうか。今日の科學は果してそれを認むるであらうか。

三 進 化 論

進化論の立場より考ふれば、我が地球以外に我々と没交渉に發達したる生物の世界があると想像することは、頗る容易ならぬ重大事件である。

我が地球上における生物の進化は、古生物學及び地史學の研究によりてほど其大體が明かになつてゐるのであるが、原始的生物が漸く見はじめから今日の如き我々人類に進化するまでには凡そ幾千萬年といふ遼遠なる年代を要した

もので、やゝ人間らしき骨格を具ふるに至つたものが見始めから少くとも幾十萬年を経過して居るのである。

斯の如き遼遠なる年代を要する進化の經過が凡ての世界で丁度同様であるといふことは到底あり得ない。しかも地球以外の生物の世界が盡く皆我が世界より後れたるものであれば敢て心配するには及ばないが、天體進化の程度の差は數十萬年數百萬年乃至數千萬年の遅速があるものと見なければならぬので、多くの世界の中には我が世界に比して數十萬年、數百萬年も進みたるものがあるものと覺悟しなければならぬ筈である。

斯の如きことは想像するだけでも恐ろしい。顧みれば所謂文明の利器なるものは盡く皆晩近の産物である。電燈は僅に四十年、無線電信は三十年、飛行機は二十年以來のものである。この趨勢を以て將來を推せば、今後三十年五十年

乃至百年二百年後の進歩は殆ど想像の及ぶ所に非ずといはなければならぬ。況んや數百年數萬年乃至數百萬年も進歩せるものは、恰も虫けらよりして我々を見るが如く、我々より見れば殆ど全智全能の神の如きものと見なければなるまい。大體に於て道德的にも勝れてゐることは疑ないであらうが、しかし勝手氣儘の意志を有することは生物の本然である。多くの中にはねぢけたるものや惡魔の如きものもないとは限らない。

勝手氣儘の意志を有する全智全能の生物が、幾億萬となく虚空に存在し、其神通力によりて絶えず我々の世界を攪亂しつゝあるものとすれば、我々は一日と雖も安んじて生きて居らるるであらうか、因果律による科學的探究などは全然不可能で、我々は惡魔の奴隸として一日の生を偷むより外はないであらう。たゞに科學が不可能であるのみではない、惡魔の奴隸に對しては宗教の如きも

亦決して成立し得ない。我々はアニミズムの昔にかへり戦々兢々、心靈なき動物として存在し得るに過ぎまい。

幸にもこれを事實に徴するに、歴史あつて以來數千年、文化發達の跡を顧みれば一步／＼科學的に自然界を征服し、心靈の自覺向上も亦著しい。これによつて見れば、我が地球以外に、我々と没交渉に發達したる生物の世界は恐らく存在して居らぬのであらう。我々は意を安じてよいのかも知れぬ。

四 宇宙進化論

生物進化論によりて事を斷せんとする前に、先づ生物進化に適する場所が宇宙間にどれ程あるかを考へて見なければならぬ。

我々の知れる生物は皆有機化合物から成つて居るが、有機化合物といふのは水素酸素炭素窒素の複雑なる化合物で、僅かの外界の變化にあへば容易に分

解し變化する化合物である。畢竟外界の變化に對し鋭敏なるが故に微妙なる生物の作用をも營み得るのであるが、それ故に又外界の狀況が僅に異なる場所にも存在することが出来ない。例へば温度に就ていへば、攝氏百度以上の場所には多くの有機化合物は存在し得ない、なほ無機物から有機化合物を生じ、やがて生物を生ずるに至つたのは必ずや化學作用に富む強烈なる光に照らされて居つたためと考へなければならぬのを以て見れば、生物存在の場所は、太陽の如き高温の天體の周圍に附屬せる低温の遊星の表面でなければならぬ。

虚空に光つて見ゆる恒星は、盡く皆我が太陽と同種類のもので、其總數は百億にも達するであらうといはれて居るが、しかし是等百億のものが我が太陽と全く同様で其まわりには皆我が地球と同様のものが附屬して居るものと速斷してはならぬ。

百億もある恒星の中、其總數の三分の一乃至二分の一は二つ球の星である。殆ど同じ質量の甲乙二つの光る太陽が相互に共同重心のまわりに廻りつゝ一の系統をなして居るので、即ち連星と稱するもので、更に可なりの部分は、二つ球ではあるが、甲に比して乙は十分の一若くは二三分の一なので、甲のみが光つて見えて乙は光らない、所謂擬似連星と稱するものもある。残りのものが我が太陽の如く一つ球で、單星と稱するものである。連星及び擬似連星のまわりには、遊星は全く附屬して居らぬであらうと思はれるので、問題になるのは單星の場合ばかりである。

其始めは尨大なる流星の集團の如きものが、次第に密集して出来たもので、廻轉能率の大なるものは連星となり、少しく小なるものは擬似連星となり、更に小なるものが單星となつたものと思はるゝのであるが、單星の場合と雖も、

全質量が少しも残らず一つの塊りに密集するといふことは有り得ないことで、中央に出来た大塊が太陽となり、其附近に局部的に出来た小塊が、木星や地球の如き遊星となつたものである。

斯くして局部的に出来た圓塊に大小不同あることは當然であるが、地球に比して三百倍も大きければ、木星の如く今なほ全部温度の高きガス體若くは液體であり、地球に比して八十分の一の小塊であれば、月の如くに、大氣や水蒸氣を引き付けておくだけの引力がない。更に又、中央の太陽より遠ければ寒冷に過ぎ、近ければ温熱に過ぎ共に生物の發達に適しない。

斯の如く數へ擧げて見れば、丁度注文にかなひて、生物の發達に適する場所は、億萬の中に一つ、絶えて無くして稀れに有るといふ程のものであらう。

五 地球と火星

手近かな所で火星が問題になる地球のすぐ外側で木星のまわりを廻つて居るので、太陽からの距離が地球の一倍半、従つて太陽から受くる熱も少なく、其表面の温度は平均攝氏零下三四十度位であらうと思はれる。

其質量は地球の九分の一なので其周圍にガス體を引き着ける引力が可なり弱い。空氣も水蒸氣もあるにはあるが、頗る稀薄であることは疑もない。僅に存在する水は大氣の稀薄なること、寒冷のため、一部は氷、一部は水蒸氣として存し、液體の水は一滴もないのではあるまいかと思はれる。

地球上に於ける生物進化の跡を顧みれば、水の潤澤であつたことが甚だ重要な役目をなして居る。しかも時として空中及び地中に於ける水の分布が少しく調節を失したがために、屢所謂氷河時代なるものを現出し、これがために氣候の激變に堪はずして中途にして絶滅に歸した種屬も少なくないので我々人類

は幸にも幾度から危機を切り抜けて今日の程度まで進化したものである。

これらの事情に顧みれば、寒冷にして水と空氣との供給の貧弱なる火星の表面には、恐らく生物は全然發生し得なかつたであらうし、又よしや發生したとしても極めて低級なる種族に止まり、我々高等動物に比すべき程のものには毛頭發達し得ないこと、思はれる。

六 結 尾

宇宙は廣大で、太陽の數は百億もあるが、併し生物の住み得べき場所は甚だ稀れである。或は我が地球以外には一つもないかとも思はれる。

三千世界とか衆多の世界といふことは、これを假想して思考鍊磨の方便とすることは或は妙であるかも知れないが、思ふに實在のものではない。

億萬に一つの稀有なる場所を占め、しかもなほ幾千萬年の間に幾度か襲來し

たる多くの危機を切り抜けて今日の程度までに進化したる我々人類は、決して再び他に見ることの出来ないものであらう。我々人類はたゞに地球表面上に於ける生物の首脳であるのみならず實に全宇宙を主宰すべき唯一の靈長であると思はれる。

附
録

七夕物語

一、傳説

牽牛織女の七夕物語は普く人口に膾炙して居る。夏の夕涼がてらに仰いて大空を望めば、天頂を横ぎつて南北に亘れる天の河の兩岸に接して目立つて光つて居る二つの大星がある。西北の方のは織女星で、東南の方は牽牛星である。頃しも陰曆七月七日の夕、上弦の月は丁度南方天の河の下流にかゝつて居る。折柄飛び來れる鵲を以て橋となし天の河を渡つて、兩星が相聚會すと見たのは誠に自然的なロマンズである。

このロマンズを歌つた詩や歌は和漢の文學を賑はして居り、この話に基いた七夕の星祭は、公の儀式として、又民俗の行事として近年に至るまでも行は

れて居つたのであるが、熟思ふに、此の物語はその傳來頗る古く、その意味は頗る深長であるので、其の來歴を尋ねれば、古來天文學の狀況を察するに有力なる材料となすことが出來、その精神を味へば、これによつて東洋古代の文明の真相に接することが出來るであらうと思はれる。七夕物語の明記されて居るのは、西曆四世紀頃晋代の荆楚歲時記に、

七月七日爲牽牛織女聚會之夜

とあるが最も古いらしいが、四庫全書總目提要の淮南子（西紀前百六十年前漢時代のもの）の部に、

然白居易六帖、引烏鵲填河事云、出淮南子、而今本無之、則尙有脫文也

とあり、又唐の韓鄂の歲華紀麗に、

風俗通云、織女七夕當渡河使鵲爲橋

とあり（風俗通義は後漢代のもの、今の流布本右の如き文なし）、又宋の鄭樵の天文略には、

臣按、張衡之牽牛織女七月七日相見者即此也（張衡は後漢の人）

とあるのを以て見れば、この話が既に前漢時代にあつたことは確であらう。なほ漢代のものといはれて居る古詩に、

迢々牽牛星、皎々河漢女、織々擢素手、札々弄橫杼、終日不成章、泣涕零如雨、河漢清且淺、相去復幾許、盈々一水間、脈々不得語

とあり、溯りては春秋時代の小雅大東に、

維天有漢、監亦有光、跂彼織女、終日七襄、雖則七襄、不成立報章、皖彼牽牛、不以服箱、

とあり、又殷末周初のことを記せるものと思はるゝ夏小正に、

七月、漢案戸、初昏織女正東郷

とあるのも何れも其話に關係ある如く思はるゝので、牽牛織女のロマンスは少くとも今より三千年前の周初の頃からあるものと思はれる。

二、考 證

非常に古い傳説などで、長い間の變遷に就て詳細に調べて見れば、諸方面の參考に資すべきものが尠くない。

第一には天の川を漢又河漢、天漢など、稱へてゐることである。漢と云ふのは支那では漢水といふ揚子江の支流の名である。川に見たてることには不思議はないが、地上の漢水の名が先で、天の川を漢に見立てたか、又は天上の川を始めから漢と名づけ居つたので、後に地上の方を漢水と稱ふるに至つたか、支那

文化が漢水地方に及んだのは比較的古くはないと思はるゝので、先後の順序の研究が古代の文化状態に關し有力なる材料となるのであらうと思はれる。

第二には、たなばたの牽牛星は、支那の天文書では河鼓と稱へて居り、牽牛なる名稱は其南に當りて黃道二十八宿の一なる牛宿に與へてゐることである。たなばたの兩星は物語の性質上、天の川の兩岸に接せる二つの大星であることは毫も疑ふの餘地がないので、この事實は支那の星の名が七夕物語の出來た後の某時代に變じたといふ事、及び著しき星の名を變ずることは頗る混亂を起すものなるに拘はらず、これを斷行せるには相當に重大なる理由があつたものと思はなければならぬといふことを示してゐるものである。

第三には、唐以後の文學の士の牽牛織女を歌へる詩には凡て皆、牽牛を河の西とし、織女を河の東とし、東西相反してゐるのは甚だ滑稽といはなければな

らぬ。

第四には、七夕物語の精神と天文学の發達との關係は頗る意味深長である。是等の諸項中、第一に就ては私は未だ定説を持たない。或は七夕物語は漢水地方に起つたものと見るべきであるかも知れない、なほ今後研究の機を得たいと思つてゐるのであるが、第二項以下に就ては次に一應の解説を試みて見たい。

三、牽牛と河鼓

支那の書物で恒星の位置を記載せる天文書の最も古きものは、紀元前百年頃に出來た史記の天宮書であるが、これには「牽牛を犠牲となす。其北は河鼓、河鼓の大星は上將、左は左將、右は右將なり。婺女。其北は織女、織女は天女の孫なり」とあり。こゝに牽牛と婺女とは黄道二十八宿の牛宿と女宿で、河鼓といつてゐるのは、たなばたの牽牛星のことである。更に紀元前三四百年頃の

戰國時代に出來たと思はるゝ爾雅の釋天の部には、黄道十二次の一なる星紀に就て「星紀は斗牽牛なり」といふて居り、牽牛は明かに二十八宿の一なる牛宿を指してゐるに拘はらず、其後の方に「河鼓之を牽牛と謂ふ」といつてゐる。これは「河鼓のことも亦牽牛と稱へる」とか又は「河鼓は近頃まで牽牛と稱へて居つた」といふ程の意味であらふと思ふ。

是等の記録によつて見れば、たなばたに牽牛星を河鼓と稱ふるに至つたのは天宮書や爾雅よりは以前であるが、それより餘り距たらぬ時代であらうと想像することが出来る。

この事は印度の廿八宿と支那の二十八宿とを比較研究するに當りて頗る重要な意義を有するものである。二十八宿といふのは黄道附近の著しき星を目印として、周天を二十七乃至廿八宿に區分して、月の位置の變更を追跡する爲に

設けたものであるが、印度のものも支那のものも、共に大體同様の星を選んで居るので、これは決して偶然に一致したものでなく、必ずや一方にて作りたる二十八宿が他に傳はつたものであることは疑もないのであるが、其兩者の相異なる點の主なるものは、印度の二十八宿の中には織女、牽牛を取り入れてあることである。この兩星は共に黄道にては可なり離れて居るので特別の理由がなければ黄道二十八宿の中に取り入れらるゝ筈のものではないのである。

要するに牽牛織女の兩星は黄道を距ること可なり遠いにも拘らず、印度の二十八宿には現にこれを含んで居り、支那の二十八宿も整理以前にはこれを含んで居つたと見るべきで、この事實は二十八宿の起原が牽牛織女の傳説の行はれて居つた地方と密接の關係あることを暗示して居るものである。

思ふに二十八宿は始め周初の頃に支那で案出されたものであり、當時支那で

は牽牛織女の物語が既に普く人口に膾炙して居り、兩星は民族的親しみを持つて居つたので、黄道を距ること少し遠きに過ぐるにも拘らず、これを二十八宿中に取り入れたので、印度へはこの古き形が其儘傳はりて今日に及び、支那では其後天文觀測法の發達に伴ひ、餘りに黄道より遠きものを存するは不便なので、戰國時代頃に整理を試みたものであらう。實際に牽牛の代りに黄道方面に見立てたる宿には牽牛の名を譲り、在來の古牽牛には多少緣故ある名稱（多分或地方に於ける名稱）なる河鼓と云ふ名を附し、織女の代りに黄道方面に見立てたるものには、婺女又は須女（織女の下婢と云ふ意）と云ふ名を與へ、在來のものには其儘織女の名を保有せしめて居つたものである。

斯の如くに考ふれば、偶々七夕物語の存在して居るが爲に、支那の二十八宿は戰國時代に一度整理されたものであることが明らかになるのであり、その整

理の事實は又直に二十八宿の起原及び傳來に關し有力なる研究資料を提供して居るものである。

四、西 と 東

杜甫の詩に、

牽牛出_二河西、織女處_二其東、萬古永相望、七夕誰見同云々

と云うて居るのは明かに西と東とを誤つて居る。この詩が先例になり唐以後の詩に歌へるものは盡く皆西と東とを誤つて居るのであるが、殊に甚しいのは、事文類聚に引用せる焦林大斗記に、

天河之西有_レ星、煌々興_レ參俱出、謂_二之牽牛、天河之東有_レ星、微々在_二氏之下、謂_二之織女、

とあるが、參と牽牛とは天の反對の方面にあるので、同時に見ゆることは殆ど

ない、織女は氏の方などにはない。この焦林大斗記の如きは假に論外としても、多くの人に吟味さるべき詩の中に、誰でも一寸夏の夕の空を仰げば直に明かなることを公々然と反對に歌つて居るのは、餘りにひどいと思はれるのであるが、斯の如き明白なる誤を生じた所以を考ふるに恐らく二つの理由がある。

第一には文選に、晋の陸機の詩、

擬_二迢々牽牛星、

昭々清漢輝、粲々光天步、牽牛西北廻、織女東南顧云々

と云ふのがある。此詩の三四句の意味は牽牛が西北の方を、織女が東南の方を觀て居るとも、又は牽牛は西北の方に織女は東南の方に居るとも取れる。陸機の考では定めし夏小正に「織女正しく東嚮す」とある句を聯想して、織女は西北の方から東南の方を顧みて居ると云ふ積りであつたかも知れないが、この文

選の詩が廣く歌はれて居る間に意味を反對に視解され、杜甫に至りては明かに「牽牛河西に出て、織女其東に處る」と云ふ様に動きが取れない誤に陥つたのであるまいか、一度杜甫ほどの大家に誤られて後は、凡ての文人がその響みに倣うて、盡く同じ誤を繼承するに至つたのも、支那の如き傳説を重んずる國に於ては免れ得なかつたことかも知れない。

第二には、空は一晝夜に一廻轉するので、それ自身には方位が無い筈であるが、支那では便宜上、牛女の邊が地下に没し丁度西北に當る頃の位置を標準として、黄道に東西南北の方位を附して居る。従つて夏の夕に向つて見るのとは正反對に、牛女に向つて右が東、左が西になつて居る。斯の如く夏の夕に現實に見た即景とは正反對になつて居るにも拘はらず、便宜上に設けた方位に従つて机上の想像で「牽牛河西に出づ」と詠んだかも知れない。

思ふに右の二つの理由は相共に作用して居つたかも知れない。何れにしても現實を離れて餘りに紙上の傳統に拘はれ過ぎた弊を暴露して居るので、こゝにも不立文字を唱へる必要がある。

五、現代天文學より

見たる解釋

七夕物語が三千年來の古傳説なることを利用して、これを歴史的研究の資料とすることや、又は長き間の

七夕物語



傳統が動もすれば陥り易き情弊を明かに暴露して居ることを指摘して、文學の士の參考に供することなどは畢竟枝葉の問題である。我々は進んで根本的に素朴なる七夕物語の本來の精神を味はつて見なければならぬ。

現代天文學の見るところによれば、空に見ゆる恒星は皆一つ／＼我が太陽と比類すべきものである。我が宇宙は斯の如き恒星が幾億乃至幾千億ほど相集まりて成れるもので、是等の恒星は廣袤幾萬光年（光が通過するに一年を要する程の距離を一光年と稱へる）の間に扁平楕圓體狀に散布して居る。我が太陽はほゞ其中心に近き邊にあるので、扁平體の遠く擴がれる方面に望みたるものが即ち天の川で、天の川の光は畢竟微かに見ゆる星が遠くまで連りて其光の集積して見ゆるものに外ならぬ。

要する我が宇宙は天の川即ち銀河方面に延び扁平體狀の集團なのでこれを銀

河系とも稱へて居る。我が太陽や牽牛星、織女星の如きも其實質に於ては天の川の糠星と異なる所はないのであるが、偶々我々に近きが爲に大きな太陽や又は大きな星となつて見えて居るのに過ぎない。

銀河系を成せる幾億の恒星は單に偶然相遇ふて一時的の烏合集團を成して居るのが我が銀河系である。

これを小にしては、我が太陽が其周圍を廻つて居る地球、火星、木星等の遊星や、多くの小遊星、彗星、流星群など相集りて太陽系なる一の集團をなして居るのも又全く相互引力の爲で之に依つて永久崩れざる恒久的團體をなして居るのである。更に小にしては我が地球が幾多の噴火や地震に遇うても崩れず假りに混天魔王が金剛杵を以て之を搗いても壊はれざる一大塊をなしてゐるのも又全く相互引力の爲である。

一言にして云へば天地位を定め、日月星辰長へに天に輝いてゐるのも全く物質間相互引力の爲に外ならぬのであるが銀河の兩岸に接して相對立せる二つの大星をして相引かしむる七夕物語は、畢竟宇宙成立のこの根本事實を表徴せるものと見るべきであらう。

天文學發達の歴史より見れば、其始めは四五千年の昔、農業文明の初期に當りて四季の變化を示し、よき曆を作ることの必要上から起つたもので、北斗や二十八宿などはこの目的の爲に觀測されたものなのであるが、紀元前五六世紀頃に至りてはこの第一期の問題は漸く卒業し、孟子の所謂「千歳の日至も坐して致すべし」と云ふ確信を有する程になつたので、更に一步を進めて一年の週期以上に幾年幾十年乃至幾百年に亘る氣象の循環、又は世運の隆替などを天文によりて知らんとして努力したのであるが、この問題はあまりに困難なる、若

しくは無理なる問題であつたので、遂に西洋方面では占星術、支那では五行説と云ふ様な邪道に陥るに至つたものである。牽牛織女の七夕物語は此間にありて曆法の爲でもなく、全く人情自然の發露してなれる美しき物語である事は、實に稀代の珍と云はなければならぬ。

更に思ふに人間社會の成立も又我が大宇宙の成立と相比較すべきものではなからうか。人間社會は決して單に幾億の人間が累々として相雜居せる烏合の集團でない。古來幾多の民族的戰爭や、幾多の階級的鬭争にも崩れず大魔王の惡戯にも壞れずして成立してゐるのは必ずや人間相互の同情仁愛の念が互に相引いて成立の根本要素を成しゐるが爲に相違ない。

人の心を種として天上界のロマンスを組立てるのも星辰界の現象に基いて人心の趨く處を察するのも畢竟歸する所は一である。七夕物語が三千年の壽命

を有して今尙普く宣傳されてゐる所以のものは、蓋し星辰界と人間とを通じてその成立の根本の機微に觸れて居るが爲に外ならぬ。三千年の昔に斯の如き物語を有して居つた事は實に東洋文明の誇と云はなければならぬ。

大正十四年十月十五日印刷
大正十四年十月廿一日發行

定價 金壹圓五拾錢



著 者 新 城 新 藏

發 行 者 小 山 法 城

印 刷 者 藤 澤 淨 圓

京都市下京區辨願寺七條上ル龍谷大學内
京都市上京區問之町通二條上ル

發行所

京都市下京區
龍谷大學出版部

電話 下二三三六番
振替口座大阪五四三六一番

K 36





終

