

521
18



始



259/19
カ

52/18

天 文 之 智 囊



東京 天文 臺

古 川 龍 城 著

ロエールの寫生

火星の運河

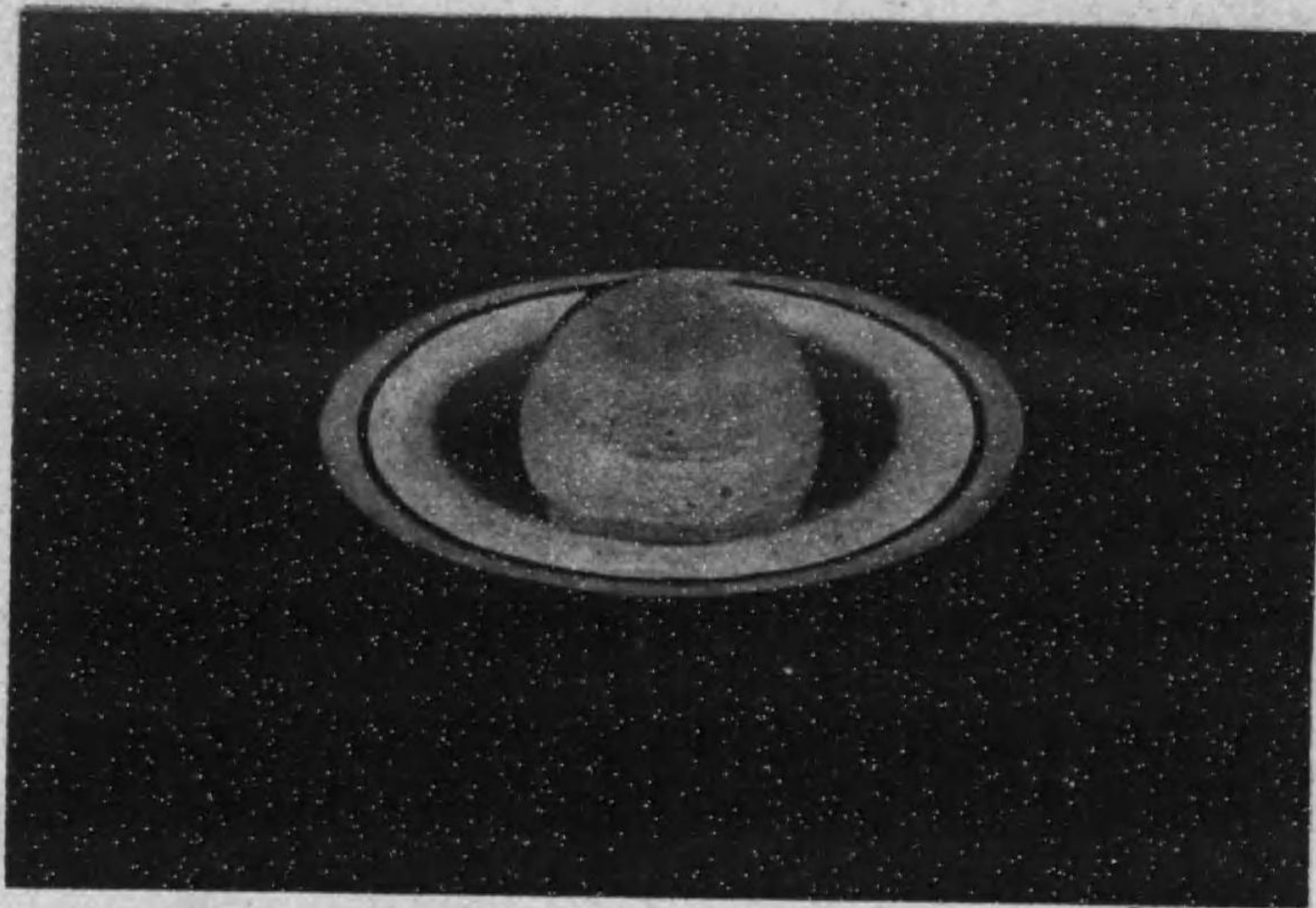


(一四七頁を照)

□ 東京 中央 興 館 發 版 □

大正
12. 3. 15
丙午

太陽系中の二大偉觀



上圖は米國ボーンサイド、ホッターの描ける土星。



下圖は同國アルフレッド、ローデームの描ける火星である。

■ 新 國 民 理 學 叢 書 ■

■■■ New National Science Library ■■■

本叢書は、誰でも開きたい様な「問」、而して開かれても返事に困る様な「問」の總てを集め、趣味ある挿圖により親切に面白く説明して居る。之からの國民を作る爲、學校及び家庭に必備の叢書である。

- | | | | |
|-----|------------|-----|-------|
| 第一篇 | 生物界之智囊植物篇 | 全一册 | 〔十三版〕 |
| 第二篇 | 生物界之智囊動物篇 | 全一册 | 〔十二版〕 |
| 第三篇 | 自然界之理化智囊 | 全一册 | 〔十二版〕 |
| 第四篇 | 日常生活界之理化智囊 | 全一册 | 〔九版〕 |
| 第五篇 | 生理衛生界之智囊 | 全一册 | 〔七版〕 |
| 第六篇 | 天文界之智囊 | 全一册 | 〔新刊〕 |
| 第七篇 | 鑛物界之智囊 | 全一册 | 〔新刊〕 |
| 第八篇 | 家事界之智囊 | 全一册 | 〔近刊〕 |
| 第九篇 | 化學工業界之理化智囊 | 全一册 | 〔近刊〕 |

はしがき

彼の野邊に咲く堇の花の匂を嗅ひて誰か陶醉しない者があらうか。彼の駒鳥の森に囀る音を聞いて誰か恍惚たらざる者があらうか。況んや晴夜、紺碧の空を背景として降るが如く、滴るが如く、麗はしくも輝くかすくの星辰を仰いで、誰か此の大自然の妙なる技工に驚異の眼を睜らない者があらうか。げに無窮の空の深淵から仄かな瞬きをしながら吾等の棲む世界をさし覗く是等恒河の沙も啻ならぬ無数の星を眺めては、何人も幽玄な微妙な而も高遠な感に打たれ、つくづく天地の宏大無邊なる事に想到するであらう。

著者は元より淺學菲才、此の無限大の宇宙の結構に就き云々す

るは甚だ僭越の限りであるが、少年時代から止み難き欲求に依り、總べてを排斥し、閑却し、そして獨りで學んだ所を聊か江湖同學の士に披瀝し、學べば學ぶ程、滾々として盡きせぬ斯の天文趣味の鼓吹を試みようと思ひ立ち、筆を執つたのが即ち本書となつた。

本書は主として初等・中等教育に携はる人々の参考にもと思ひ編んだのであるが、足らぬながらも材料を成るべく系統的に配置し、比較的無味乾燥な事項も必要あれば洩らさず包容する主義を採つた。而して亦趣味的事項及び斯學最近の進歩發展に就いても聊か留意して記述した。されば教育者の参考に資するのみならず、初めて天文学の一般を正規に學ぼうと志す人々の手引として恰當のものと思ふ。要するに極めて深遠な學理を有する天文学を出来るだけポピュラー化した所に、少しは著者の苦心と

本書の特色があるを思ふ。

夫れから總べて科學の研究には、實驗や觀察の必要な事は今更暇々するまでもないが、附録の一部に簡単な實地觀測法を載せて置いたのも特色の一つであらうと思ふ。

著者の見聞の狭き、到底獨力を以て本書を編する事は不可能であつたので、幾多先輩の援助を蒙つた。取り別け東京天文臺の理學士百濟教猷氏、理學士神田茂氏、井上四郎氏及び海軍造兵廠の近藤徹氏から幾多の貴重な材料を與へられた事を茲に深く感謝する次第である。

大正十二年二月

著者識

天文界之智囊 目次大綱

第一篇 總論

第一章	天文學の意義	一
第二章	天球の説明	五
第三章	天文用器械	一六
第四章	天體の距離の測定法	四一
第五章	大氣の屈折と光行差	四八

第二篇 太陽系

第一章	太陽系の概観	五二
第二章	地球の運動	五九
第三章	月の運動	七〇
第四章	曆	七五
第五章	食	八六
第六章	惑星の運動	九一
第七章	萬有引力	九七
第八章	惑星の状態	一〇六
第九章	衛星	一一〇
第十章	太陽	一二五
第十一章	水星	一二五
第十二章	金星	一二八
第十三章	地球	一三三
第十四章	月	一三八
第十五章	火星	一四三
第十六章	小惑星	一四四
第十七章	木星	一五九
第十八章	土星	一六三
第十九章	天王星	一六七
第二十章	海王星	一六九

第二十一章 彗星……………一七二

第二十二章 流星と隕石……………一八四

第三篇 恒星界

第一章 總論……………一九七

第二章 星座及び星名……………二〇二

第三章 星の等級……………二〇六

第四章 恒星のスペクトルと色……………二〇八

第五章 恒星の運動……………二一〇

第六章 恒星の距離……………二二二

第四篇 宇宙論

第一章 星辰の發展……………二二六

第二章 宇宙の構造……………二四二

附 錄

一、天文學研究の參考書……………二五二

二、望遠鏡について……………二五四

第二十三章 黃道光と對日照……………一五五

第七章 恒星の組成……………自一九七
至二〇五

第八章 變光星と新星……………二二五

第九章 重星……………二二八

第十章 星雲……………二三五

第十一章 星團と銀河……………二三八

第三章 宇宙外の宇宙……………自二二六
至二四二

三、素人に出来る觀測法……………二五五

— 目次大綱終 —

天文界之智囊 總目次

第一篇 總論

第一章 天文學の意義

天文學の定義……………一

天文は何を目的とするか……………二

天文學は人生に有用である……………二

天文學の種類……………三

一、球面天文學……………三

二、實地天文學……………三

三、天體力學……………四

四、天體物理學……………四

天文學は面白いものか……………四

昔の天文學は何を研究したか……………五

第二章 天球の説明……………五

天はどんな形に見えるか……………五

第三章 天文用器械

天は何故に青いか……………六

天には底があるか……………七

日月星辰はなぜ出沒するか……………七

星の位置はどうして決めるか……………七

高度と方位角……………八

方位は如何にして發見するか……………九

赤經と赤緯……………九

黃道とは何か……………二

白道とは何か……………二

黃經と黃緯……………二

銀河とは何か……………二

銀經と銀緯……………二

各座標間の關係……………三

晝夜と、没しない星があるか……………四

日月は何故地平線近くて大きく見えるか……………五

空の果てと野の果てと一所になる理由……………一六

望遠鏡には二種の區別がある……………一六

屈折望遠鏡の構造……………一七

一、遠くの物體の廓大される理……………一七

二、色收差を除く法……………一七

三、球面收差を除く法……………一九

反射望遠鏡の構造……………二〇

天文望遠鏡は天球の廻轉と共に動く……………二〇

世界各國の望遠鏡……………二〇

望遠鏡の手製法……………二〇

雙眼鏡でも役に立つか……………二六

プリズム入の雙眼鏡は何の役に立つか……………二六

望遠鏡發達の歴史……………二六

- 子午儀.....二七
- 六分儀.....二九
- 測微尺.....三〇
- ヘリオメートル.....三三
- 天文用の時計.....三三
- 日時計は何の役に立つか.....三四
- 天體寫眞はどうして撮影するか.....三五
- 素人でも天體の撮影が出来るか.....三五
- 分光器.....三六
- 分光寫眞儀.....三六
- 分光太陽寫眞儀.....三七

第二篇

第一章 太陽系の概観

- 太陽系には幾種類の天體があるか.....三二
- 太陽系の廣さは幾何か.....三二
- 惑星の表及び其の説明.....三三
- 一、惑星の本體の表.....三三

第四章 天體の距離の測定法

- 地球球面上の距離はどうして測るか.....四二
- 地球と月との距離.....四三
- 地球と惑星・太陽との距離.....四四
- 恒星の距離.....四五
- 視差.....四六
- 光年.....四六
- 天體の見掛けの直径.....四七
- 天體の實際の直径.....四七

第五章 大氣の屈折と光行差

- 地平線下の日月が何故に見えるか.....四八
- 春分・秋分の日は何故に晝夜が同長でないか.....四八
- 霧氣差.....四九
- 波船はなぜ上流に向けるか.....四九
- 雨天に自転車で走るとなぜ顔に雨滴が當るか.....五〇
- 光行差.....五〇

太陽系

二、惑星の軌道の表

- 衛星の数は幾つあるか.....五七
- ボーアの法則.....五八
- 太陽系は誰が定めたか.....五八
- 太陽系の廣さは此の上擴張されないか.....五八

第二章 地球の運動

- 地球の自轉.....五九
- 地球が自轉する證據.....五九
- どんな天體でも大抵自轉する.....六〇
- 星の日週運動.....六〇

恒星日の起原

- 眞太陽日.....六一
- 平均太陽日.....六一
- 晝夜の出来る理由.....六三
- 地球の公轉.....六三
- 地球の軌道は楕圓である.....六四
- 楕圓の描き方.....六四
- 軌道上の各點.....六五
- 一、分點と至點.....六五
- 二、近日點と遠日點.....六五
- 恒星年.....六六
- 回歸年.....六六
- 近點年.....六六
- 地軸の傾斜.....六七
- 地球上の各帶.....六七
- 四季は如何にして出来るか.....六八
- 一、支那傳來の法.....六八
- 二、氣象學用の法.....六八
- 三、西洋の法.....六八
- 四季の區分法と溫度.....六八

地球は一時間に何里走るか

- の冬は地球が太陽に遠いから寒いのではない.....六九

第三章 月の運動

- 月は地球を廻る.....七〇
- 月の距離.....七〇
- 白道とは何か.....七一
- 月は自轉する.....七一
- 月は何時も半面のみを現はす.....七二
- 黄道と白道との關係.....七二
- 一個月の種類.....七二
- 月にはなぜ盈虚があるか.....七三
- 三日月の時、月の暗黒面が見えるのは何故か.....七三
- 上弦と下弦との見別け方.....七四
- 月の秤動.....七四
- 夏と冬と何れが満月は高いか.....七五

第四章 曆

- 時間の基礎は地球の自轉である.....七五
- 時の觀測法.....七五
- 恒星時と太陽時との換算法.....七六
- 標準時.....七九
- 日附變更線.....八〇
- 太陽曆の組立.....八〇
- 太陰曆の組立.....八〇
- 月の異名.....八二
- 全國にどうして時を知らせるか.....八三
- 二十四節氣の説明.....八三
- 雜節の説明.....八四
- 新曆の利便.....八四
- 干支五行の類.....八四
- 曆日方位に關する迷信.....八五
- 曆制を簡單にしたい.....八五

第五章 食

- 陰影の二種類.....八六
- 地球と月との影の長さ.....八六
- 月食の黃道限界.....八七

サロス週期とは何か……………八八
 月や星は他の星を掩蔽する事……………八九
 日月食は何の役に立つか……………八九
 日食中にどんな現象が起るか……………九〇
 月食中にどんな現象が起るか……………九〇
 金星や水星の太陽面經過……………九一
 恒星界の食……………九一

第六章 惑星の運動

ケプレルの法則……………九二
 惑星の軌道の要素……………九二
 内惑星と外惑星……………九三
 會合週期と合と衝……………九三
 順行と逆行と留……………九四
 外惑星は西から東へ動く……………九五
 惑星の盈虚……………九六
 水星や金星の一番大きく見える時……………九六

第七章 萬有引力

ニュートンの法則……………九七

引力はなぜ距離の自乗に反比例するか……………九七
 引力に依り太陽と諸惑星は何故に合一しないか……………九八
 軌道の色々な形はどうして出来るか……………九八
 地球の軌道はなぜ楕圓か……………九九
 獨樂の軸の圓錐形を畫く理由……………九九
 歳差……………九九
 章動……………九九
 攝動……………九九
 潮汐は如何にして起るか……………一〇〇
 潮汐の干満は如何にして測るか……………一〇一
 太陽と月とに因る潮汐の比較……………一〇一
 海濱に於ける潮汐の現象……………一〇三
 汐干狩……………一〇三
 天體の質量はどうして測るか……………一〇三
 一、地球の質量を測る法……………一〇三
 二、月の質量を測る法……………一〇四
 三、太陽の質量を測る法……………一〇四
 四、惑星の質量を測る法……………一〇五
 五、恒星の質量を測る法……………一〇五

第八章 惑星の状態

惑星は固態か液態か……………一〇六
 表面の重力……………一〇七
 惑星の反射能率……………一〇八
 惑星が太陽から受ける光熱の量……………一〇八
 惑星の表面の温度の測り方……………一〇九

第九章 衛星

衛星の数は幾つあるか……………一〇
 惑星にはなぜ衛星があるか……………一〇
 衛星には大氣があるか……………一一
 衛星の大きさ及び軌道の要素……………一一
 惑星より大きい衛星……………一二
 逆行する衛星……………一二

第十章 太陽

太陽の大きさ……………一一
 太陽は自轉するか……………一一
 太陽の温度はどの位か……………一二

太陽では何が燃えて居るのか……………二六

今から千年前と千年後とは太陽の温度がどう變るか……………二六

日光は何故に七彩の色があるか……………二六

太陽面上の諸現象……………二七

一、光 球……………二七

二、色 球……………二七

三、黒 點……………二七

黒點の週期……………二九

黒點を簡易に観測する法……………二九

黒點と地上との現象は何か關係があるか……………二九

一、磁氣嵐……………三〇

二、極 光……………三〇

三、其の他の關係……………三二

太陽のスペクトル……………三三

太陽中にはどんな元素があるか……………三三

コロニウム……………三三

ヘリウム……………三三

太陽の分光寫眞……………三三

太陽周圍氣中の物質の高さを知る法……………三三

黒點は渦動して居る……………二四

都市計畫と日光……………二四

日光の利用法……………二五

古人の太陽崇拜……………二五

第十一章 水星

水星は見難い惑星である……………二五

水星の大きさ……………二六

水星の盈虚……………二六

水星は自轉するか……………二六

水星に大氣があるか……………二六

水星の表面……………二七

水星の太陽面經過……………二七

近日點の前進……………二七

水星内に惑星があるか……………二七

第十二章 金星

明の明星・宵の明星……………二八

金星の大きさ……………二八

金星の盈虚……………二八

金星の自轉……………二九

金星は白晝見えるか……………二九

金星の太陽面經過……………二九

金星の温度はどの位か……………二九

金星に大氣があるか……………二九

金星の表面……………二九

金星には生物が居るか……………二九

生物が居るとしたらどんな物が居るか……………二九

第十三章 地球

地球の形状と大きさ……………三〇

経度と緯度……………三〇

地圖上で東西の方向を注意せよ……………三〇

経度はどうして測るか……………三〇

緯度はどうして測るか……………三〇

地球の大氣の高さ……………三〇

地球の内部はどんな状態か……………三〇

地球の内部は何故に燃えるか、酸素は……………三〇

何處から供給されるか……………三〇

他の惑星から見ると地球は光つて居る……………三〇

第十四章 月

地球は尾を引いて居るか……………一三
 地軸はなぜ傾斜して居るか……………一三
 月の大きさ……………一三
 月面の山と海……………一三
 月の火山は現時噴火するか……………一三
 月の温度……………一三
 月の大気……………一三
 月には植物があるか……………一三
 上弦・下弦の見別け方……………一三

第十五章 火星

人氣物の火星……………一三
 火星の大きさ……………一三
 火星の自轉……………一三
 火星の大気……………一三
 火星の大気はあつても稀薄である……………一三
 火星の温度……………一三
 火星に運河があるか……………一三

第十六章 小惑星

彗星はどんな質のものか……………一七
 火星の海陸の状態……………一八
 火星にはどんな生物が棲むか……………一九
 火星の人類は地球の人類より大きいか……………二〇
 火星の生物の生活状態……………二〇
 火星人の知識ほどの位か……………二一
 火星の四季……………二二
 火星の衛星……………二三
 小惑星の発見の話……………二四
 小惑星の軌道……………二四
 一、離心率の大きいもの……………二五
 二、傾斜角の大きいもの……………二五
 三、太陽からの距離の近いもの……………二六
 四、太陽からの距離の遠いもの……………二六
 小惑星の大きさ……………二六
 小惑星の效用……………二七
 小惑星の起原……………二七
 小惑星の軌道に間隙のある理由……………二八

第十七章 木星

木星の大きさ……………一九
 木星の自轉……………一九
 木星の帯……………一九
 木星の大気……………二〇
 木星の大赤點……………二〇
 赤點が飛び出して衛星となつたとの説……………二〇
 木星の表面と内部との状態……………二一
 木星の衛星……………二二
 光の速度の発見の由来……………二二

第十八章 土星

人目を驚動せしめる土星……………二二
 土星の大きさ……………二三
 土星の自轉……………二三
 土星の色と表面……………二四
 土星の環……………二五
 環は微小固體の集合である……………二五
 一、マクスウェルの推論……………二六

二、キラーの観測……………二六
 環の間隙の理由……………二六
 土星の衛星……………二七

第十九章 天王星

有史以來初めて発見された惑星……………二七
 天王星の大きさ……………二七
 天王星の自轉……………二七
 天王星の表面……………二八
 天王星の衛星……………二九

第二十章 海王星

海王星は誰が発見したか……………二九
 海王星の発見と理論天文学の功績……………二九
 海王星の大きさ……………二九
 海王星の自轉……………二九
 海王星の表面……………三〇
 海王星の衛星……………三〇
 海王星外に何惑星があるか……………三一

第二十一章 彗星

彗星の壯觀……………二二
 古人はなぜ彗星を恐れたか……………二二
 彗星の形状……………二三
 彗星の大きさ……………二三
 彗星は何かから出来て居るか……………二三
 彗星の軌道……………二四
 ハリ彗星再歸の豫告……………二五
 彗星の尾はなぜ太陽と反對の方向に………二六
 離るか……………二六
 彗星の占領……………二六
 彗星の群族……………二七
 地球と彗星とは衝突するか……………二七
 彗星の質量……………二七
 彗星の塵散……………二七
 彗星の起源……………二八
 有名な彗星……………二八
 流星の現象……………二八
 流星は何處から飛んで来るか……………二八

第二十二章 流星と隕石

流星は何から出来て居るか……………二八
 流星の尾は何か……………二八
 星が飛んだら天の星は種切れになりは………二八
 せぬか……………二八
 流星の大きさと數……………二八
 流星の色と形……………二八
 流星の爆音……………二八
 流星の速度……………二八
 流星の多く出る時刻……………二八
 流星の高さ……………二八
 流星雨の壯觀……………二八
 流星の輻射點の説明……………二八
 流星群……………二八
 流星群と彗星との關係……………二八
 流星群の軌道を決定する方法……………二八
 附、流星の観測を勧誘する……………二八
 隕石は天界の物質……………二八
 隕石は何處から落ちて来るか……………二八
 隕石の地球に落ちない物は何處に落ち………二八
 て行くか……………二八

隕石の概観 一九一
 隕石は何かから出来て居るか 一九二
 隕石の落下地はどんなになるか 一九三
 世界中で一番大きい隕石 一九三
 日本の隕石の記録 一九三
 附、火の玉は果して化物か 一九四

第三篇 恒星界

第一章 總論

天體の種類 一九七
 恒星は何故に閃々するか 一九八
 恒星は晝でも見えるか 一九八
 恒星は運動するか 一九八
 恒星の組成 一九九
 恒星の分布 二〇〇
 恒星の大きさ 二〇〇
 恒星の光度 二〇〇
 恒星の變光 二〇〇

附、天火とは何か 一九四
 附、火柱が立つとは何の事か 一九四
第二十三章 黄道光と對日照
 ぼんやりした黄道光 一九五

黄道光は何時かよく見えるか 一九五
 黄道光の正體は何か 一九五
 附、黄道光の観測は誰でも出来る 一九六
 對日照とはどんな物か 一九六
 對日照の正體は何であるか 一九六
 地球には尾があるか 一九六

第二章 星座及星名

恒星の集團 二〇〇
 星雲とは何か 二〇〇
 銀河 二〇〇
 天の星座とはどんなものか 二〇一
 星の名稱 二〇一
 特別名稱の星 二〇一
 星座はどうして覺えるか 二〇一
 北斗七星と北極星 二〇一
 星圖の必要 二〇二

第三章 星の等級

何等級の星とどう云ふ事か 二〇二
 光比とは何か 二〇二
 恒星の等級は何を標準とするか 二〇七
 絶対等級 二〇八

第四章 恒星のスペクトルと色

恒星のスペクトル 二〇八
 セッキの分類法 二〇八

第五章 恒星の運動

ハーヴェードの分類法 二〇九
 恒星の色 二一〇
 恒星の位置は不變でない 二一〇
 固有運動と視線速度 二一〇
 ドップレルの原理 二一一
 大なる固有運動と視線速度とを有する星の表 二一一

第六章 恒星の距離

恒星の距離は見掛けの大きさに關係しない 二二二
 相對視差とは何か 二二四
 分光器で距離を測定する方法 二二四

第七章 恒星の組成

恒星の質量及び密度 二二五
 恒星の實質は何か 二二六
 恒星の光輝には差異があるか 二二六
 恒星の温度はどの位か 二二七

第八章 變光星と新星

恒星の直徑 二二七
 變光星の發見 二二八
 變光星の變光曲線 二二八
 變光星の分類 二二九
 一、アルゴル種變光星 二二九
 二、短週期變光星 二二九
 三、長週期變光星 二二九
 四、不規則變光星 二二九
 變光星の原因 二二九
 暗黒星の實在 二二九
 變光星の素人觀測法 二二九
 有名な新星の記録 二二九
 新星の變光曲線 二二九
 新星はどうして起るか 二二九
 一、衝突説 二二九
 二、星雲没入説 二二九
 三、自爆説 二二九
 新星と銀河 二二九

第九章 重星

新星の星雲化 二二七
 重星とはどんなものか 二二八
 聯星 二二八
 分光器的聯星 二二八
 距離と位置角 二二八
 聯星の軌道 二二七
 恒星界にも引力則が行はれて居る 二二八
 聯星系の質量 二二八

第十章 星雲

星雲は肉眼で見えるか 二二八
 星雲と星雲説 二二八
 星雲の種類 二二八
 一、瓦斯狀星雲 二二八
 二、螺旋狀星雲 二二八
 星雲の形狀 二二八
 星雲の運動 二二八
 一、固有運動 二二八

二、視線速度……………二二〇

三、内部旋轉……………二二二

星雲の距離……………二二二

星雲の變光……………二二三

星雲の寫眞はどうして取るか……………二二三

第四篇

宇宙論

暗黒星雲があるか……………二二五

第十一章 星團と銀河……………二二五

『卵の話』……………二二三

肉眼でも見える星團……………二二三

星雲と星團との區別……………二二三

星團中の變光星……………二二三

星團の形狀……………二二三

銀河は果して河流か……………二二三

銀河の通る星座……………二二三

七夕の傳説と天の川……………二二三

銀河の構造……………二二三

第一章 星辰の發展

地球はどうして出来たか……………二二六

生物の進化……………二二六

月と地球……………二二七

地球と月との過去の關係……………二二七

月は遂に地球に落下する……………二二八

火星の世界は今や危機に瀕してゐる……………二二八

天體の破裂……………二二九

星雲説……………二二九

微惑星説……………二二九

第二章 宇宙の構造

星辰の發展……………二二〇

星の年齢……………二二〇

太陽系の移動……………二二〇

恒星界の流れ……………二二〇

天體の分布……………二二二

銀河系……………二二二

螺旋狀星雲と銀河系……………二二二

空間の吸收物質……………二二三

恒星には惑星が附屬するか……………二二三

第三章 宇宙外の宇宙

宇宙島の説とは何か……………二二四

螺旋狀星雲は恒星の前身ではない……………二二四

螺旋狀星雲の構造……………二二四

螺旋狀星雲が宇宙外の宇宙なる證據……………二二四

一、螺旋狀星雲中に新星の出現する事……………二二七

二、固有運動の小さい事……………二二七

三、銀河に近く密集しない事……………二二八

空間は何處まで擴つて居るか……………二二八

天文学と人生……………二二九

附録

一、天文学研究の参考書

和文ではどんな本が宜いか……………二五三

英文ではどんな本が宜いか……………二五三

星圖はどれが宜いか……………二五三

二、望遠鏡について

望遠鏡は何處で買ふか……………二五四

小形の望遠鏡は何圖位か……………二五四

稍大きい望遠鏡は幾らするか……………二五四

望遠鏡の手製法……………二五四

第一類……………二五四

第二類……………二五五

第三類……………二五五

三、素人に出来る觀測法

太陽黑點の觀測法……………二五六

彗星の搜索法……………二五六

流星の觀測法……………二五八

黄道光の觀測法……………二六〇

變光星の觀測法……………二六〇

新星を發見せよ……………二六一

總目次終

別圖寫眞版目錄

口繪、太陽系中の二大偉觀、土星と火星。(三色版)……………(挿入の頁)

一、米國エルケス天文臺に於ける屈折大望遠鏡。(一圖)……………卷頭

二、米國キルソン山天文臺に於ける反射大望遠鏡。(一圖)……………三

三、太陽の黒點群及び黒點群を取巻く水素羊毛斑。(六圖)……………六

四、北極地方に現れる極光の壯觀。(一圖)……………四〇

五、満月及び上弦の月。(二圖)……………三〇

六、火星、木星、土星。(三圖)……………一四六

七、金星の傍を通らんとするハリ彗星。(一圖)……………一八三

八、ハリ彗星の壯觀。流星雨の壯觀。(二圖)……………一八八

九、米國シカゴ博物館に於ける隕石陳列室。(一圖)……………一九三

十、中秋初夜の星座一覽。(一圖)……………二〇四

十一、アンドロメダ星雲。オリオン星雲。(二圖)……………二三八

十二、泉星雲と環狀星雲。(二圖)……………三三〇

十三、星雲中の暗黒物質。(一圖)……………三三二

十四、ヘルクレス座及び獵犬座にある球狀星團。(二圖)……………三三四

十五、白鳥座に於ける銀河の一部。(一圖)……………三三六

十六、獵犬座螺旋狀雲の内部旋轉。(一圖)……………三四八

天文界之智囊

古川龍城著

第一篇 總論

第一章 天文學の意義

【天文學の定義】何人と雖も此の宇宙間に起る諸種の現象を観察する時は其の原因を闡明し、其の説明を企てようとし、ない人は無いであらう。此の欲求から生れ出した學問が理學であつて、其の中幾多の分科に別かれ、物理學は總べての事柄に涉つて廣く擔當して居るが、生物の生活現象は一種特別であるから生物學の分擔する所となり、地面に關した事は礦物學、地質學が研究の任に當り、物質の組成に就いては化學の司る所となつた。天文學は専ら天空に現出する諸現象を攻究するのであるが、一口に言へば、天文學は星と天との學問である。



宇宙物理學

とした方が分かりよい。そして氣象學や地球物理學海洋物理學地震學測地學などの類似學科と引き括めて宇宙物理學と云ふ至つて範圍の廣い學科を組立て、居る。

天文學の效果

【天文學は何を目的とするか】天文學の第一の目的とする所は言ふ迄もなく諸々の天體の運行大に組成等を研究し、引いて此の宇宙全般に涉る所の構造を考へ、尙進んで過去及び現在未來に通じて進化發展の大勢を観察するに在る。而して其の研究の中途の副産物として曆術が生れ、航海術測量などが現はれて來て、大に人類の文化に貢獻する所があつた。夫れから此の學科を大體學ぶと、夫れ以前に比して吾々誰でもが懐抱する人生觀が一大變化を來たして、大に眼界が廣くなり、日常の些事に齷齪たらない様になつて、世の中を悠々と送り得るやうになる。

【天文學は人生に有用であるか】右の様な次第であるから、どうしても正鵠を得た人生觀に辿り着かうとするには宗教哲學藝術など許りでは大に缺陷があつて、逆も根柢のしつかりしたものにはならない。是非とも理學殊に天文學の一般に通じなければ圓滿完全なる人生觀に到達することは出來ぬ。尤も之は精神的方面の効能を述べこののであるが、實利的の方面にも幾らかの利益を齎す事は前項の如くであるが、併し實を言へば餘り他の物理學や化學の様には大きい

日光の利用

貢獻のないのは學科の性質として止むを得ない所と諦めなければならぬ。天上界と人間界とは多大の懸隔があるのは昔の人も認めて居た。が、茲に特別大書して置かねばならぬ事は、人類が次第に繁殖して地面を蔽ふ様になれば、石炭石油を焚き盡くし、水力を利用し切つた後、動力の源を何に求めて其の苦境を脱するかと言ふに、夫は潮汐と日光の利用とに活路を開く事であらう。然らば潮汐を起す原因たる月光熱を供給する本尊たる太陽の研究も將來は實利的にも最重要の事となり、潮の落差の大なる海岸、日光の烈しき供給ある熱帶の乾燥地が、從來の石炭の産地の工業殷盛の場所を壓倒するに至るであらう。

【天文學の種類】一口に天文學と言つても中々範圍が廣く、色々な方面に分かれて居る。其處で研究上の便宜の爲め、大凡次の如くに分類する。

一、球面天文學 先づ吾々の夜間見て居る諸種の天體は見掛け上等距離にあるものと假定し、而も夫等が天なる背景に附着して居る如き觀があるから天空は球面であると思像する事が出来る。そして總べての星は此の天球面に運動すると見做して、論ずる一分科を球面天文學と云ひ、球面三角法は正に其の根柢を爲すものである。

二、實地天文學 天體觀測器の理論及び其の取扱方及び種々な觀測法に就いて攻究し、觀測した記録を整理して目的物を算出する方法を論ずる一分科である。其の他時や経緯

1927. 7. 16.
4. 20

叙述的天文學
理論的天文學
宇宙開闢論

度の測定航海者に必要なる観測等をも研究する。

三、天體力學

ニュートンの引力の法則を應用して天體の運行を論ずる部分で、過去の観測から推理して將來の變化をも豫言する、至つて高尚にして有興味な學科である。

四、天體物理學

以上三分科に比して比較的近代に發達した所のもので、各天體の物理的状態や、化學的成分等を決定し、其の運動をも推知する事の出来るもので、天體測光學、天體寫眞學、天體分光學等に細別され、目下迅速な勢を以つて發達しつつある。

以上はその主要なものであるが、尙天文上の事實や原理を秩序正しく記述する叙述的天文學、實地天文學に對比する理論的天文學、宇宙の進化發展を論ずる宇宙開闢論等があり、更に宇宙開闢論は宇宙構造論と宇宙發展論に別れる。

【天文學は面白いものか】どんな學問でも趣味を以て熱心にやれば甚だ愉快であるが、取り分け天文學は吾々の手も足も届かない遙に遠い彼方の空にある諸々の天體を望遠鏡で、又は分光器寫眞器などで心行くまで精査考覈するもので、天界の神秘も科學の力の前に續々其の正體を現はし來り、限りなき人類通有の好奇心は十分に満足され、面白い事此の上ないものである。太陽面上の大活動、金星や火星の生物、土星の奇異な環、天の川、千變萬化の形狀に吾人を眩惑せしめる星雲、突然大空の一方に龐大な體軀を巨鯨の如く横へる彗星等は如何に無心な人々の耳目をも惹くに力餘りあるものであらう。周到な計算の下に規定

宇宙外の宇宙

天文學と氣象學の區別

天球

の時日に姿を現はす週期的の彗星見えない暗黒體の存在の立證、扱ては一管の筆を以つて机上の計算により發見された惑星、是等の説明を聞かうとするには是非天文學の知識を必要とする。

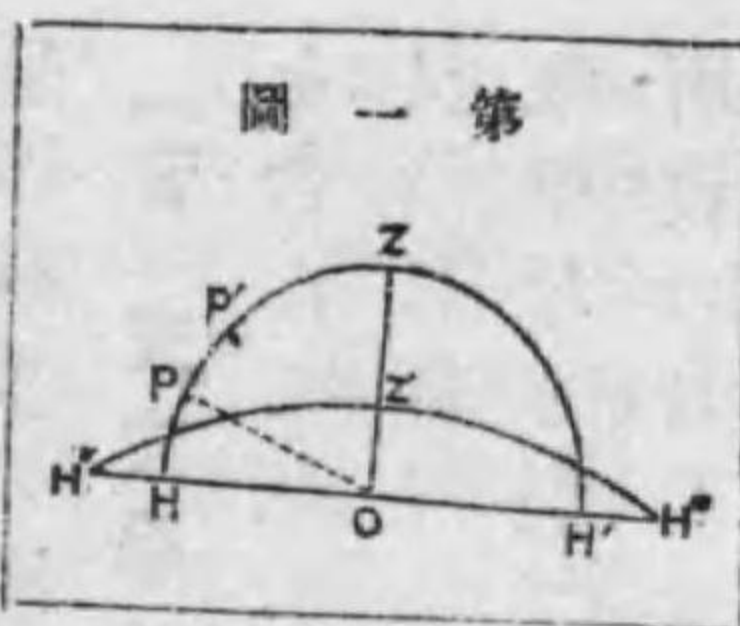
殊に最近唱道される我が宇宙の外に別箇の宇宙の存在する説は、在來の宇宙有限説及び宇宙無限説の論據を搖がし、人智の究極に到達したかの觀がある。是等幾多の興味多き事項は以下章を追うて記述しようと思ふ。

【昔の天文學は何を研究したのか】昔の天文は現今で云ふ天文學の外に氣象學を含んで居たのみか、陰陽術・占筮術其の他のいかさまな物をも混淆して居た。又曆に關する事は天文學の最も重要な部分とされて居た。今でも天文學と氣象學なる似て非なる兩學科を混同して天文學者に明日の天氣豫報を聞き、測候所員に日月食の事などを問合はす人があるが、氣象學は地面から僅かしか離れない氣象圈内の現象を研究する學問で、天文學はもつと遙かに離れた天上界の現象を研究する學問であるから混同せぬやうにしたい。

第二章 天球の説明

【天はどんな形に見えるか】日常吾々の見て居る天の形は略半球狀であつて之を天球と名け、其の裏面から眺めて居るのであるが、實際野外に立つて一渡り

天空を平たく見る原因



第一圖

天空を見廻すと正確な球面とは如何にしても見えない。地平の方に遠く、頭上の方が近く、感ぜられ、丁度碗か鍋を伏せた様な恰好に見受けられる。之はどうか云ふ譯かと言ふに、實は吾人は天球面上に見える物の地平からの高さを大きく見積る癖がある。例へば白晝に於て數名の人々に頭上と地平とを見させ、丁度其の中央の邊を指摘せよと言ふと、當り前ならば四十五度の高さの邊を示すべきに、大抵は二十二度半のあたりを中央と見誤つて居る。夫が天空を平たく感ずる原因となるのである。何故かと言ふ上圖に於てOを觀測者、H'H'を地平、Zを頭上とし、弧ZHの中央をPとすれば、其の點は正に高さ四十五度である。處が人の眼にはPが四十五度には映ぜず、夫より低いP'が恰も四十五度の高さに相當して見える。實際Pは二十二度半しか無いのである。其處で實際天空はH'Z/H'の如く低く見える。

【天は何故に青いか】日光が地球の大氣中に入ると青色以外の波長の光は通過し去るが、比較的波長の短い青色光は其の中の塵埃や水滴の爲め擴散せられて空一面が青く輝くから青く見えるのである。若し地上に大氣が無かつたら日光の擴散される事もなく空は青くならぬであらう。而して白晝、星の光は何等の支障なく見えるであらう。

天とは何か



第二圖

【天には底があるか】海や湖の深い事をよく底が無いと云ふが、實際吾々の頭上を覆ふ天蓋は決して境界面のあらう筈がなく、無限の彼方に何處までも擴延して居る。屢天地と云ふ言葉が使はれるが、地は一つの表面であるが、天は決して表面でも何でも無く茫漠として甚だ捕捉し難い廣大無邊のものである。

【日月星辰はなぜ出沒するか】日月と云はず惑星、恒星其の他如何なる天球面上の現象でも悉く東の地平線から現はれて、西の地平線下に沒するのは何故かと云ふに、古人は唯目に見る儘に天が一晝夜に一廻轉するのであると解釋して居たが、之は大きな誤りである。實は此の地球が廻轉するのであつて、天の方は依然静止して居るのである。丁度汽車の窓から外の景色を見ると、其等が迅速な勢で後方に去るが如く見え、自己の運動を閉却するのと同じである。

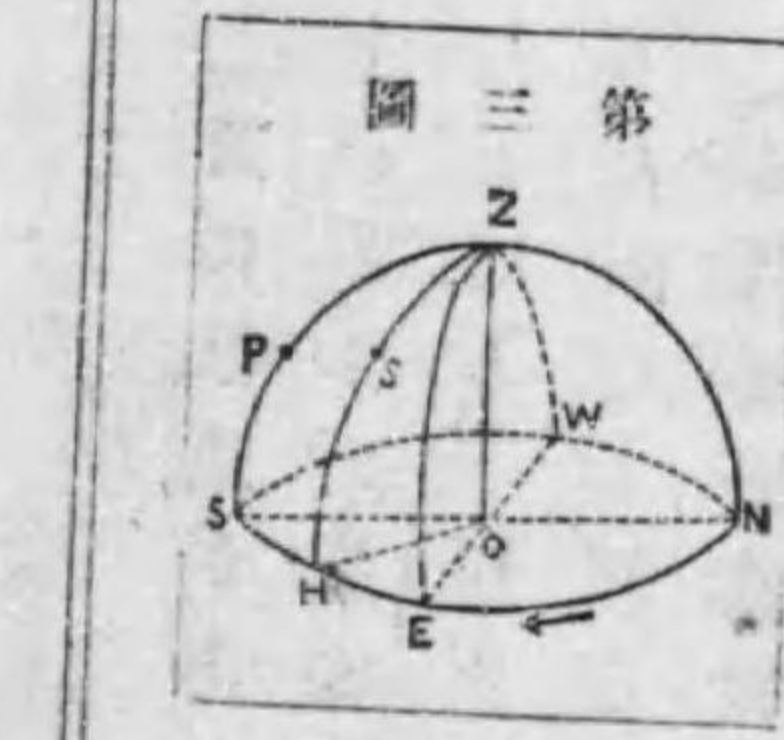
【星の位置は如何に決めるか】平面上に於て點の位置を言ひ表はすには第二圖の如く任意の點Oから右へ直線OXを引き、又上方へOYを伸ばし、XOYの角が直角であるとする。而して今與へられた點Pの位置を決定するにはPからOXとOYへ垂線PXとPYとを引き、其の長さを言へば則ちPの位置は明かになる。Oを原點、OXを横軸、OYを縦軸と名け、PYの價を横座標、PXの價を

座標法

縦座標と言ひ、斯かる方法を座標法と云ふ。横と縦との座標がりとるとの點と

云へばOから右へ五單位Oから上へ三單位を取る事第二圖の如くし、其の端から各垂線PX、PYを引けば、其の交点Pが求める點の位置となる。球面上に於ても斯の如き座標法で點の位置を示す。地球上では赤道は横軸に當り、グリニッチを通る子午線は縦軸と見做し得る。そして緯度は縦座標に、又經度は横座標に、該當する。地球上に輝く星の位置も亦此の様な方法で表示する事が出来る。

【高度と方位角】 觀測者の立つ地面の天球と切り合ふ大圓を地平線と名け、頭の眞上を天頂、足の眞下を天底と稱へる。又地軸の北方を天球まで延長し、天球面との交点を天の北極、同様に天の南極も出来る筈である。而して天頂、天の兩極を通過する大圓を子午線と云ふ。蓋し之は正確に南北の方向を含む故、北方は十千の初めの子に當り卯は東、午は南、酉は西となるから子午線の名がある譯で、天頂を通り子午線に直角な大圓を卯酉線と云ふ。今星の位置を言ひ表はす



一つの方法は其の星と天頂とを通る大圓が子午線となす角を方位角と云ひ、其の大圓の中、星と天頂との弧の長さを天頂距離、星と地平線までの長さを高度と云ふ。斯かる方法で星の位置を決定する事を高度方位角の座標系と云ふ。第三圖に於てNE、SWは地平線、Zは天頂、Pは北極、Sは星、Hは星と

地平線
天頂と天底
天の北極
子午線
卯酉線
天頂距離
高度

天頂とを通る大圓と地平線との交点Oを觀測者の位置とする。然らば次の關係が出来る。

$ZS = \text{天頂距離}$ $SH = \text{高度}$ $\angle NOH = \text{方位角}$

方位角は北・東・南・西へと測る。
【方位角は如何にして發見するか】 全く方位角の見當さへ附かぬ時は、北極星を見出しさへすれば夫が北であることが直ぐ分かる。(其の方法は後節に記す) 元來此の星は實際の北極から僅か一度十四分離れて居るのみで大體の方位角を決めるには十分である。又居住地の方位角を確實に知り置くには、春分・秋分の兩日に限り太陽の出る時、又は没する時は眞の東西でかるから其の日に當つて東西を決定して置くのも亦便利である。

【赤經と赤緯】 高度方位角も一つの座標法であるが、天球が時々刻々に廻轉する結果、星の座標も絶えず變化して不便な場合が多い事から、他の座標を考へ、此の不便を除く必要が起つた。夫が赤經・赤緯の方法である。先づ地球の兩極が天まで伸びて天の兩極となつた事は前述したが、今度は地球の赤道面を擴張して天球面と交らせる。すると一つの大圓が出来る、之を天の赤道といふ。已に天球面にも兩極と赤道とが出来れば、次に緯度・經度と同じ性質の座標法に依り之を赤經・赤緯と呼ぶ。經度は英國グリニッチ天文臺を通る經線を零度とし、東

天の赤道

時角

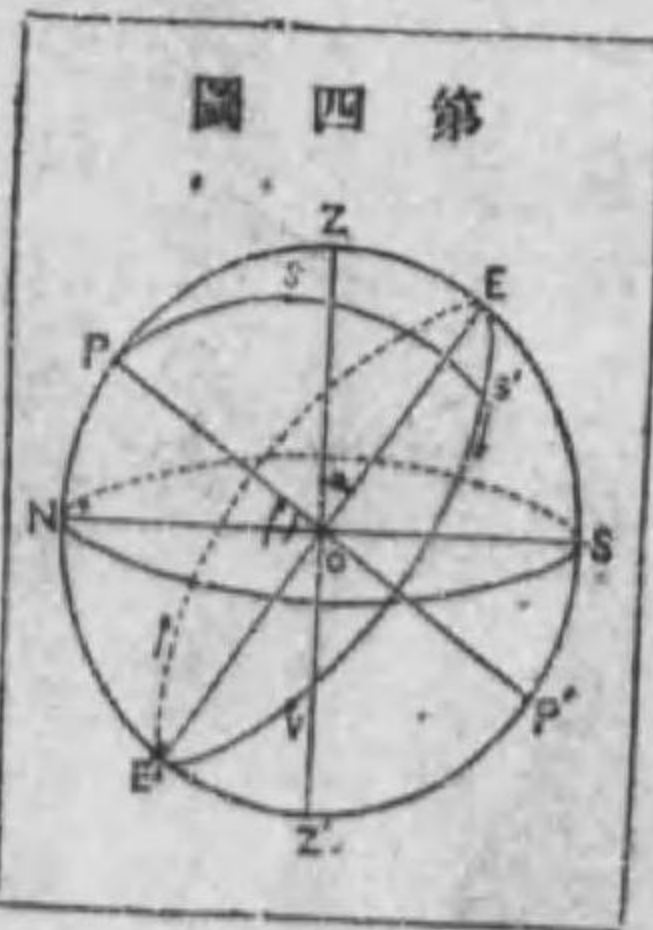
時圈

北極距離

北極の高さと緯度との關係

西に百八十度まで測るが、赤經は赤道上の一點春分點(春分の日太陽が其處に來る)を零度とし、東へ東へと數へ三百六十度で一廻轉する。東へ數へるのは北極から見れば、針と反對の方向に進む事である。赤緯の方は赤緯北幾度赤緯南幾度と呼び、又は北を十、南を一と云ふ事もある。

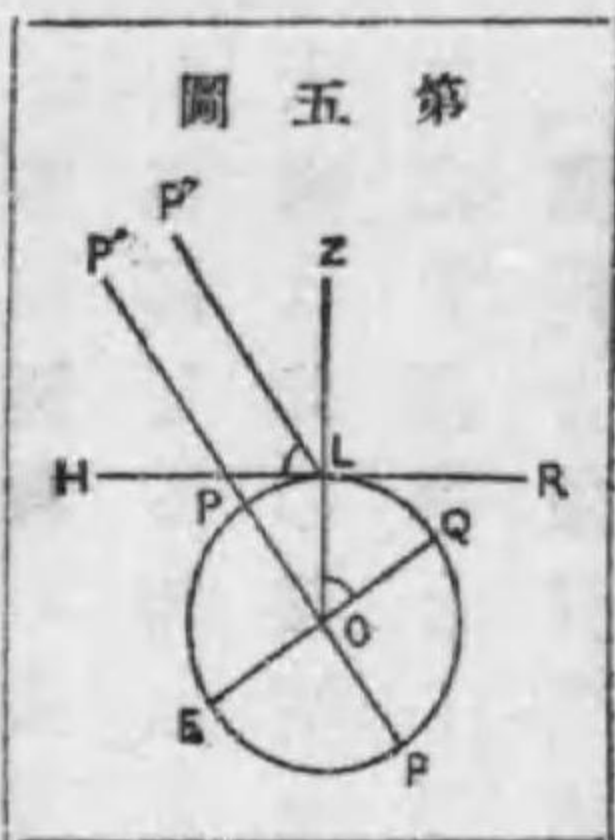
赤經に似た座標で時角と云ふのがあつた。夫は星が丁度或る地の子午線へ來た時零度とし、時と共に星が西へ遷ると、時角が殖える様になる。星の時角を表はす大圓を時圈と云ふ。赤經及び時角は弧度の代りに時間で言ふのが普通であつて三百六十度と言はず二十四時と云ふ。夫で一時間は一五度に當り、一度は時間の四分に當る。第四圖に於てOは觀測者の位置、ZNZ'は子午線、SNは地平線、而してNは北、Sは南である。又Zは天頂、Z'は天底、Pは北極、P'は南極、E、E'は赤道である。Vは春分點で天球は矢の方向に廻轉する。又P、s、s'は或る星を通る時圈で、sは星sは時圈と赤道との交點である。然る時はs、s'は其の星の赤緯(北)で、Vは赤經である。E、s'は時角を表はす、又P、Sを北極距離と稱へる。北極距離は赤緯の餘角である。何となれば兩角は共に角Z、O、Pの餘角であるから。其處で、



第四圖

北極の高度は其の地の緯度に等しい。

事になる。此の説明は次の様な圖で屢諸書に載せてある。圖で圓は地球を示し、Oは中心、Q、O、Eは赤道、Lは觀測地、Pは北極、H、L、Rは地平線、Zは天頂である。然らばPの延長方向P'も、又Lから見た北極P''も天の北極が無遠慮にあるから、並行して居る。然らば角Z、L、P''は角L、O、P'に等しく、従つて角L、O、Qと角P''、L、Hとは等しい。夫は共に等しい角の餘角であるからである。角L、O、Qは其の地の緯度で、角P''、L、Hは北極の高度である。



第五圖

【黄道とは何か】地球は恒に同一平面上で太陽の周圍を廻轉し、一年間で一週する事は誰でも知つて居る處である。そして地球の赤道面を天球面まで伸ばして天の赤道を作つた様に、軌道面をずつと擴げて天球面に交らした大圓を黄道と云ふ。

【白道とは何か】序でに言ふが、月が地球を廻轉して一つの軌道面を作り、其の面を天球面に交らした大圓を白道と名ける。

【黄經と黄緯】黄道は赤道とは二三度二七分二四秒だけ傾斜して居る。其處で此の黄道を赤道の如くに標準とし、兩極を設け、黄經、黄緯と云ふものを作つて一つの座標系とする。黄經は矢張り春分點を零度として東へ進み三百六十度

黄道と赤道との傾斜

天の川

て終るが、之は時間では言はない。黄緯の方には矢張り南北の區別がある。此の座標系は日月及び惑星の運動を論ずるに必要であつて恒星の方には餘り使はない。太陽は何時も此の黄道上を運動し黄緯は零度で、黄經は一年即ち三六五日五時四八分四六秒を費して零度から増加して又零度に歸る。月及び惑星も大抵又此の黄道邊を彷徨して遠くは行かない。之は惑星や月の軌道面が殆ど一致して居るからである。春分點と秋分點は赤道と黄道との交點であつて兩方とも赤道上にあると同時に又黄道上にもある事になる。

【銀河とは何か】晴夜戶外に出て天空を仰ぐと、吾々は燦々と光る星辰の間を白い薄い連続した帯が長く走つて居るのを見掛けるであらう。あれは天の川（又は銀河）と言ひ、昔は天上を流れる川とても想像して居たが決して川でも水でも無く、實は無數の微星の集群であつて、望遠鏡で見ると個々の星に別れて終ふ。此の銀河なる物は近頃恒星分布の基準面となるものである事が發見され、總ての天體は此の銀河面に密集し、これを遠ざかるに従ひ、漸く稀薄になつて行く。故に之を標準として又一つの座標系が成り立つ。

【銀經と銀緯】銀河を赤道の如く見做し、銀經・銀緯なる一組の座標を作り、恒星界の研究に使用すれば色々便利がある。そして銀河の兩極には總べての種類天體が非常に疎に散らばるゝ觀がある。

銀河と赤道との傾斜

銀河の北極はクロンメリンの研究に従へば一九〇〇年の位置が赤經一二時四二分三七秒（一九〇〇年）赤緯北二七度三二分零秒で、赤道と銀河との傾斜は、因つて六二度二八分となる。但し赤經赤緯は後章に述べるが年々少し宛其の價が變化するから、何時でも何年の位置と斷る必要がある。銀經零度は未だ規定されて居ないが赤道と銀河との交點の一を採用してもよいが、其の交點は年々變化があるので中止し、光輝強く且つ固有運動（恒星の見掛の運動）の極めて小さい白鳥座（アルファ）星の様なものを通る銀經線を採用するが宜からう。

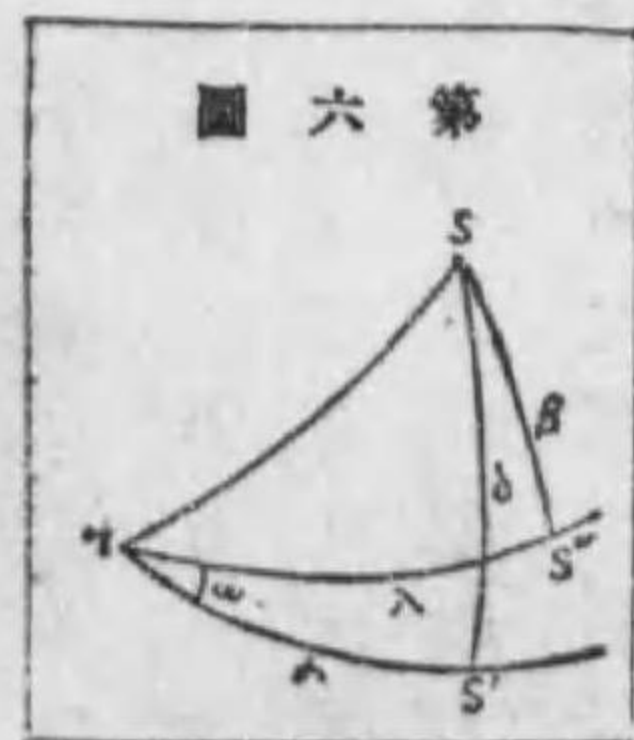
【各座標間の關係】先づ各種の座標を一々言葉で高度とか方位角とか言ふより簡単な符號で呼ぶ方が便利であるから次に之を記す。

- 高度 h 天頂距離 Z 方位角 A 黄經 λ 黄緯 β
- 赤經 α 時角 t 赤緯 δ 北極距離 ρ 銀經 A 銀緯 D

斯く符號を定め置き、扱つて一つの座標を知つて之を他のものに變換するにはどうしたら宜いかと云ふに夫れは何でもない。第六圖に於て γ を春分點とし、 $\gamma S'$ を赤道、 $\gamma S''$ を黄道、 S を星、 $S S'$ を S を通る時圈、 $S S''$ を S を通る黄經線とする。されば

$$S S' = \delta \quad \gamma S' = \alpha \quad S S'' = \beta \quad \gamma S'' = \lambda$$

$$\angle S' \gamma S'' = \text{赤道と黄道との傾斜} = 23^\circ 27' 24'' \approx 23^\circ 5'$$



第六圖

此の圖は總べて球面上の三角を論ずるので平面とは違ふ。今S星の α, δ を知り之を λ, β に變換しようとするれば球面三角形 SrS' を解く必要がある。夫れは丁度平面三角形を解くと同じこととて、先づ $\angle S'Sr$ は直角であるし、 δ, α は既知量従つて斜邊 Sr 、角 SrS' が分かる。次に三角形 SrS'' も亦 S'' 角が直角であるから、後は一邊と一角を知らればよい。其處で斜邊 Sr は今求めた所で、角 SrS'' は

$$\angle S'rS'' - \text{黃道と赤道との傾斜} = \angle S'rS''$$

として求めるのである。角 SrS'' は今求めたもので、傾斜角は圖で ω としてあるもので、二三度半である。其處で目的の λ, β が出て来る。

今實地計算をしようと思へば、球面直角三角形の公式を應用して、

$$\cos S'r = \cos \alpha \cos \delta \quad \tan S'rS'' = \tan \delta / \sin \alpha$$

次に $\angle S'rS'' - \omega = \angle S'rS'$

$$\sin \beta = \sin S'rS'' \sin S'r$$

$$\tan \lambda = \cos S'rS'' \tan S'r$$

之で α, δ から λ, β が計算された譯である。其の他高度方位角でも何でも讀者自ら工夫して計算せられよ。尙十分座標法を研究するには、どうしても球角三角法の一般に通じて居なければならぬ事を一言して置く。

【晝夜とも没しない星があるか】赤道以外の地球上の各地では天の極が其の

天中

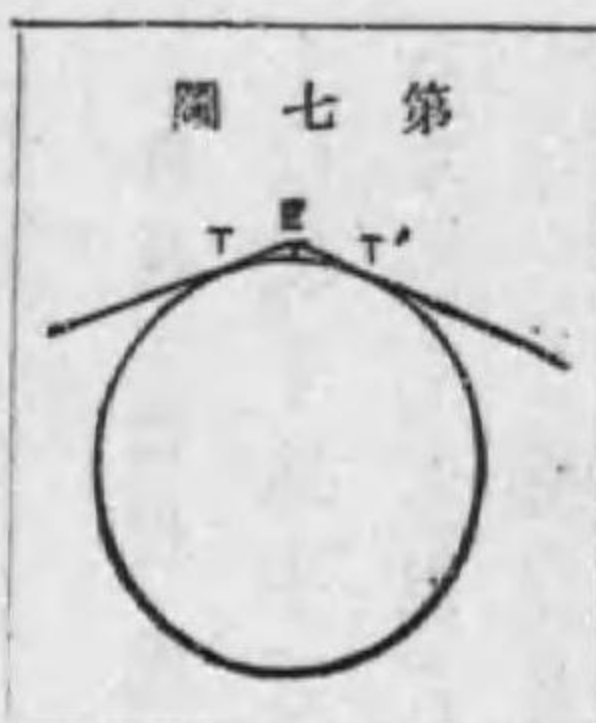
永久に見えない星

日週圈

地の緯度だけ地平線から起き上つて居るから、極から其の地の緯度の度数以内の距離にある星は上方に天中(星が子午線に)入つた瞬間に入る時でも又下方に天中する時でも皆永久に吾々に見える、即ち晝夜とも没しない。北半球で言へば星の赤緯が北である時、観測地の緯度の餘角より大きい時常に見え、同時に赤緯が南である時、夫が緯度の餘角より大きかつたら、永久に地平線下に動いて吾々には見えぬ事になる。其處で赤道上では總べての星が出没し、極の上では其の極の屬する天の半球の星だけしか見えぬ星の日週圈(星が毎日運)は地平線に並行して居る。だから極近くに住む人はど見えない星が多くなり、天文觀測には不便である。此の點に於て本州中部地方は英佛獨露伊の歐洲諸國に優り、米國の南部と匹敵して居る。

【日月はなぜ地平線近く大いに見えるか】前に説明した如く、吾々の眼には天頂近くは低く、地平近くは遠く感ずる。然るに日月の直徑は依然として同じ大きさであるから、天頂に小さく、地平に大きいと了解するのである。なぜ地平近の物體が大きく頭の上の方が小さく思はれるかは、吾々の眼の體の姿勢又は眼窩に對する變位に基くらしい。之は日月のみならず、三つ星でも、何でも仰いで見る場合は何時も小さく感ずるのである。讀者は之に就き色々の場合に於ける實驗を試みられたい。

【空の果と野の果と一所に理由】 前に天には底のない事を説いたが、夫は主として上方の意味とし、今度は側方を見渡すとき、空の果ては正に野の果て又は海の果てと相交つて地平線をなして居る事を説明しよう。第七圖に於て圓を地球としEを人の眼の高さとすれば、其の人の左方はETで視界を一部遮られ夫れ以下は見えず、同様に右方はET'で限られて居る。其のET、E'T'などの線の方向が即ち天空と會する様に思はれ、夫が空の果て、野の果てとなるので、別に其處に境界線の様なものは無いのである。頭上の雲が漸次南方へ行くとすると次第に低く、遂に空の果てに没する如く見えるのは、地面上の高さは變らないが一地から見ると高度が次第に低くなり、遂に前圖のET線以下に去るからである。



第七圖

第三章 天文用器械

本章に於ては諸種の天文用の器械を簡單に説かうと思ふ。そして其の原理の物理學に屬するものでも、之を物理書に譲らす成るべく洩らさず説述する方針である。

【望遠鏡に二種の區別がある】 天文に用ゐる望遠鏡には二種の全然異なつた構造を有するものがある。一を屈折望遠鏡と云ひ、他を反射望遠鏡と云ふ。後

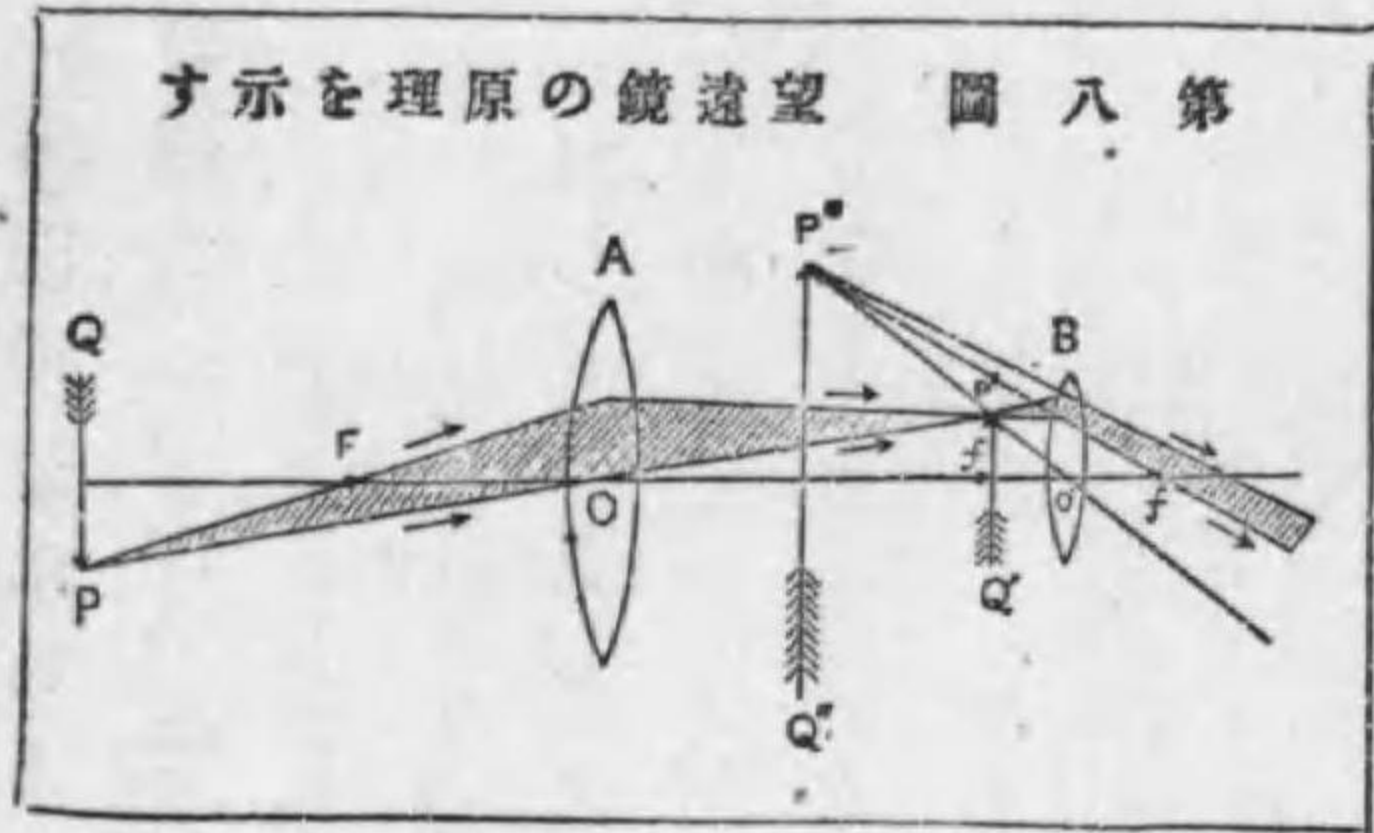
屈折望遠鏡
反射望遠鏡

者は前者よりも製造法が容易であるので随分大きいものが出来たが、此の二種は異なつた物であるから其の大きさを比較するのは無意味である。四十時の口径の屈折望遠鏡より、百時の口径の反射望遠鏡の方が大きいには違ひないが、全く其の機能を異にするから、一方が他より大きいと喜んで見た所で始まらない。恰も八寸の蚯蚓を捕へたより一尺の蛇を捕へた方が手柄であると威張つたら皆其の愚を笑ふであらう。蚯蚓として八寸のものは稀有に屬し、蛇として一尺

のものはさらに居る、此處を間違へぬ様注意を要する。

【屈折望遠鏡の構造】 硝子其の他の透明體で作つたレンズの中、凸レンズは一方から來た光を收斂して其の焦點に實像を作り、凹レンズは光を散開して其の焦點に虚像を作る。望遠鏡は此の性質を利用して作つたものである。

(一) 遠くの物體の廓大される理 圖に於てAを對物レンズと云ひ、Bを接眼レンズと云ふ。今左方にPQなる矢があるとする、夫はAを通つて右方にP'Q'なる實像が出來、其の實像をBの焦點fの極く少し内側に入れると廓大されてP''Q''なる大きい虚像が出來る。其處で望遠鏡を見た像の視角と、直接見た視角との比を倍率と名ける。今此



第八圖 望遠鏡の原理を示す

の倍率を求めよう。物体の視角は略 $Q \cdot O \cdot P$ (O は A の中心)と見て差支なく、又像の視角は $Q' \cdot O' \cdot P'$ (O' は B の中心)であるから、

$$\text{倍率} = \frac{\angle P'O'Q'}{\angle P'OQ} = \frac{1}{2} \frac{\angle P'O'Q'}{\angle P'OQ} = \frac{\angle P'O'f}{\angle P'Of} = \frac{\angle P'O'f}{\angle P'Of}$$

但し F は A レンズの、又 f は B レンズの焦点である。そして f/P' は O/f に比して小さいから O/f を半径とする圓の弧の一部、又 $f/P'O'$ は f に比して小さいから O'/f を半径とする圓の弧の一部と見做してもよいから、

$$\angle P'Of = f/P' = \tan P'Of = \frac{f/P'}{fO}$$

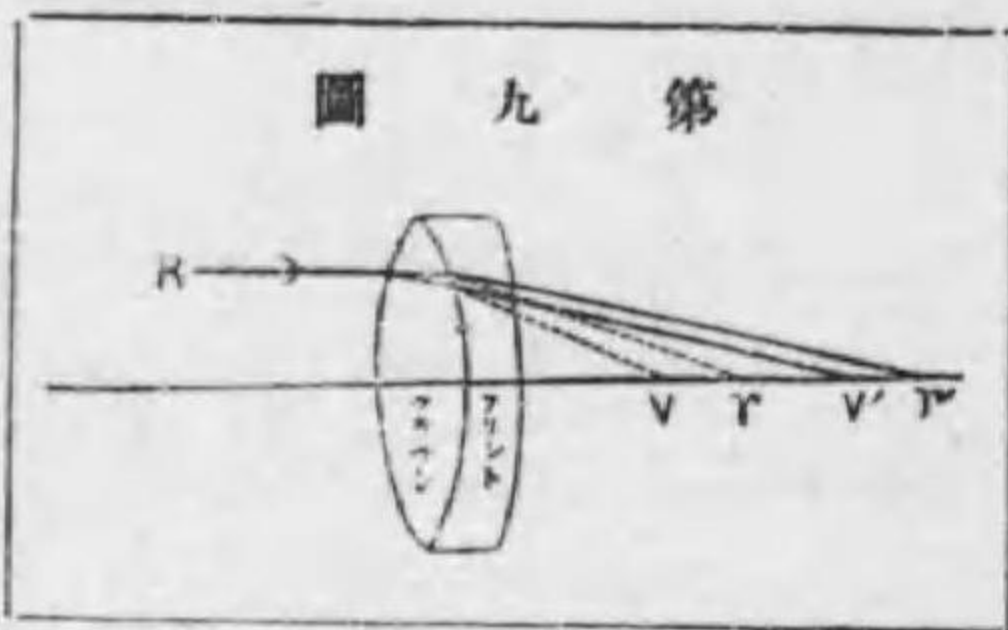
$$\angle P'O'f = f/P'O' = \tan P'O'f = \frac{f/P'O'}{fO}$$

$$\therefore \frac{\angle P'O'Q'}{\angle P'OQ} = \frac{\angle P'O'f}{\angle P'Of} = \frac{f/P'O'}{fO} \bigg/ \frac{f/P'}{fO} = \frac{fO}{fO} = 1$$

望遠鏡の倍率

即ち望遠鏡の倍率とは、
對物レンズの焦点距離を接眼レンズの焦点距離で割つたものに等しい。
事になる。

(二) 色収差を除く法
レンズに光線を通過せしめると、莖色は屈折率が大きいから多く屈折し、之に反し赤色に近寄るほど少く屈折するから、物体の像は正しく一點に集まらない。此の現象をレンズの色収差と云ふ。此の缺點を除

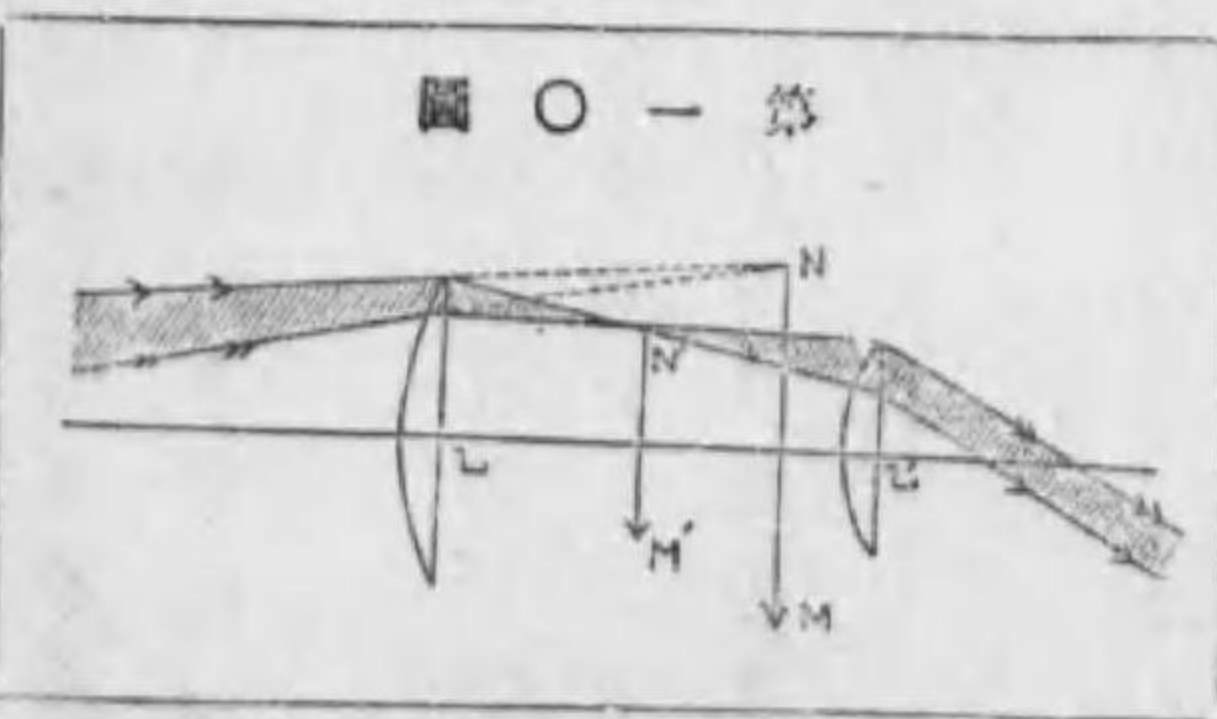


第九圖

くには、色消しレンズたるクラウン硝子の凸レンズとフリント硝子の凹レンズとを適當に組合せたものを用ひ、屈折率はフリント硝子の方がクラウン硝子より大きく、此の兩レンズを適度の彎曲に作り密接せしめるのである。圖に於て R なる光線が先づ凸レンズを通過し、且つ分散されて莖色は v 、赤色は r に焦点を作るべき筈の處、第二の凹レンズに入り、レンズは總べての厚みの多い方へ光線を屈折せしめるから、 v に莖色、 r に赤色の像を作らしめる事になり、色収差を去る事が出来る。

(三) 球面収差を除く法
レンズには色収差の外、球面収差

として、レンズの縁を通る光線は比較的レンズに近く焦点を作り、中心を通るものは遠く焦点を作るために像をボヤリさせる不便がある。但しレンズの開き(點に於て合む角)が十度か、十二度迄は此の憂はないが、夫れ以上になるとボヤリする。此の缺點を除くには二枚の平凸レンズを組合せて對眼レンズを作る事下圖の如くすればよい。對物レンズを通つた光線が L を通る時比較的縁の方ほど強く屈折せられ $M'N'$ に焦点を結び、そして L' に入る際光線は上下顛倒して居るか



第一〇圖

何となれど、FKを結ぶとYはIに於て交はりIMを結んだIMB線はMに於ける切線である。(其の理は解析幾何) 今三角形FMIとKMIとを比較するに、

$$MK = MF$$

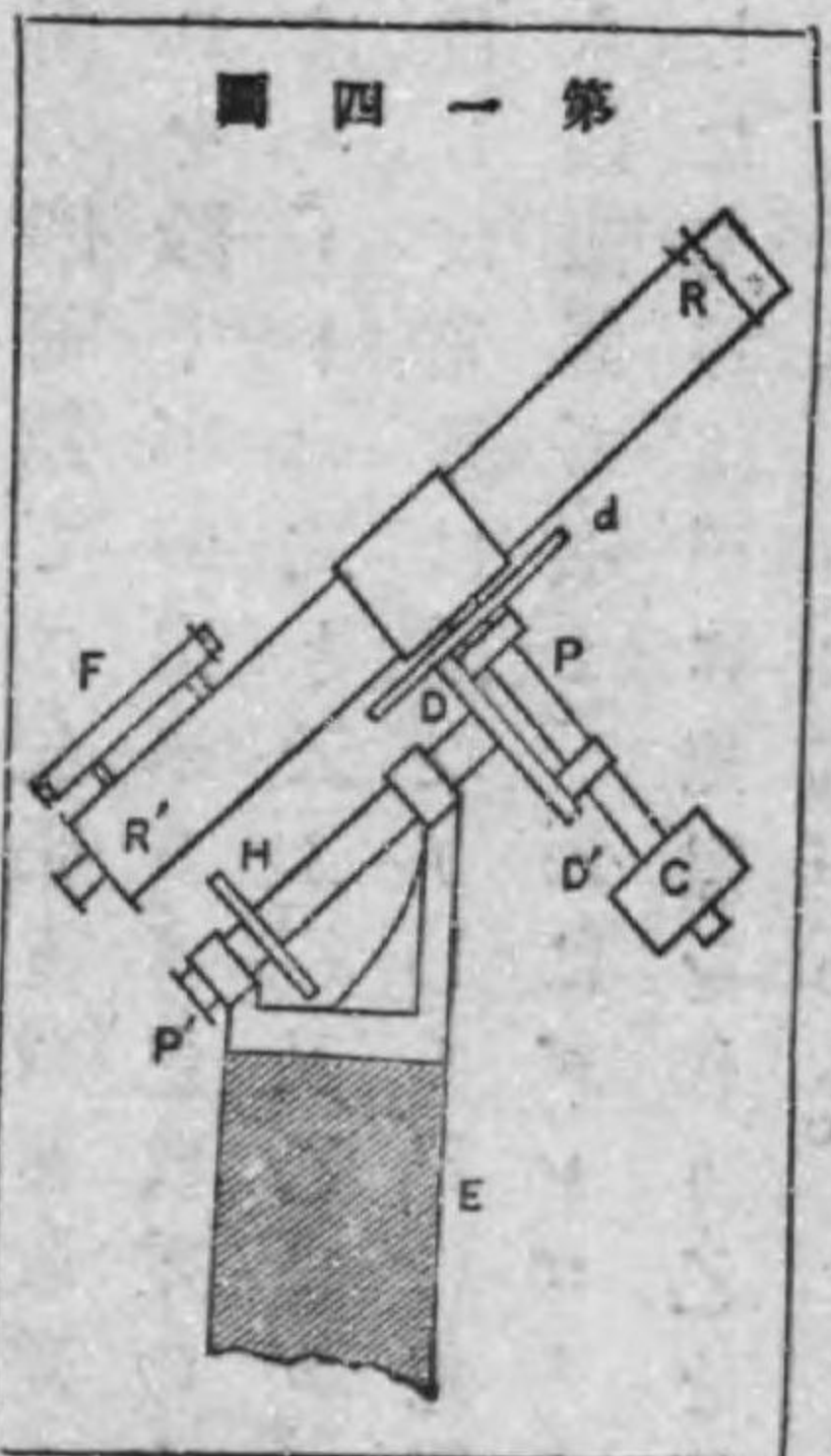
$$MI = 共通$$

$$KI = FI \quad (\Delta FKI \text{ 及び } \Delta FDI \text{ について } DK \text{ に平行な } OI \text{ は } FD \text{ を } OF \text{ に等分するから従つて } FK \text{ を } FI \text{ に等分する})$$

$$\angle FMI = \angle KMI = \angle SMH \text{ となり、結局角 } FMI \text{ が角 } HMS \text{ に等しくなる。夫は入射光線は反射光線と法線又従つて切線と同一の角をなすと云ふ法則に適つて居る。}$$

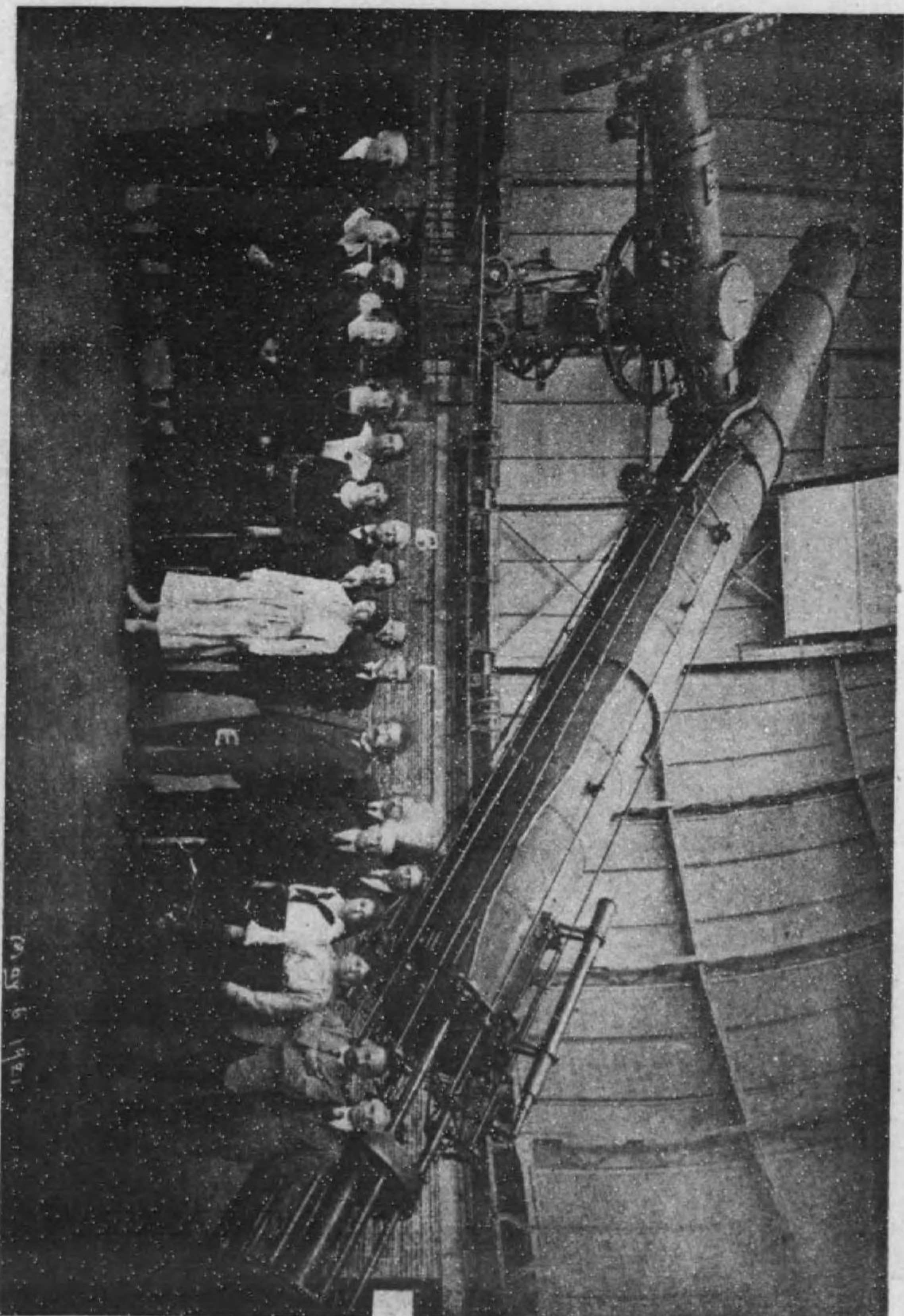
【天文望遠鏡は地球の廻轉と共に動く】望遠鏡で地上の山や河を見る時は夫れは静止してゐるから鏡口を動かす必要はないが、人や車馬を望む時は其の進行方向に絶えず眼鏡を跟着て行かねばならない。日月星辰等の天象を見る場合其等は時々刻々東から西へと廻轉して静止する事は無い。其處で吾々が若し目指す天體に折角望遠鏡を差し當て、も其の精細を見極めない中に早くも天體は視野から逸して又々追跡するの煩を繰返すのは誠に愚な事である。だから望遠鏡を星と同じ角速度で廻轉する様に拵へたら非常に便利である。時計仕掛けて斯かる装置にしたものを赤道儀と云ひ、天文用のものは屈折反射兩鏡ともに皆此の装置になつ

赤道儀



第一四圖

鏡遠望折屈大るけ於に臺天文ケルH國米 (一第圖別)



シガラの富豪エルクスの寄附したもので、對物レンズは焦點距離五十八呎中央四吋、端三吋半の厚さを有し、重量は六十貫目餘ある大望遠鏡である。此の寫眞は一九二一年五月六日相對性原理のアイゼンシュタインが同臺を訪問した時撮影したもので、圖中のEはアイゼンシュタインは長長プロスト、Bは天體寫眞の大家バリーナードである。

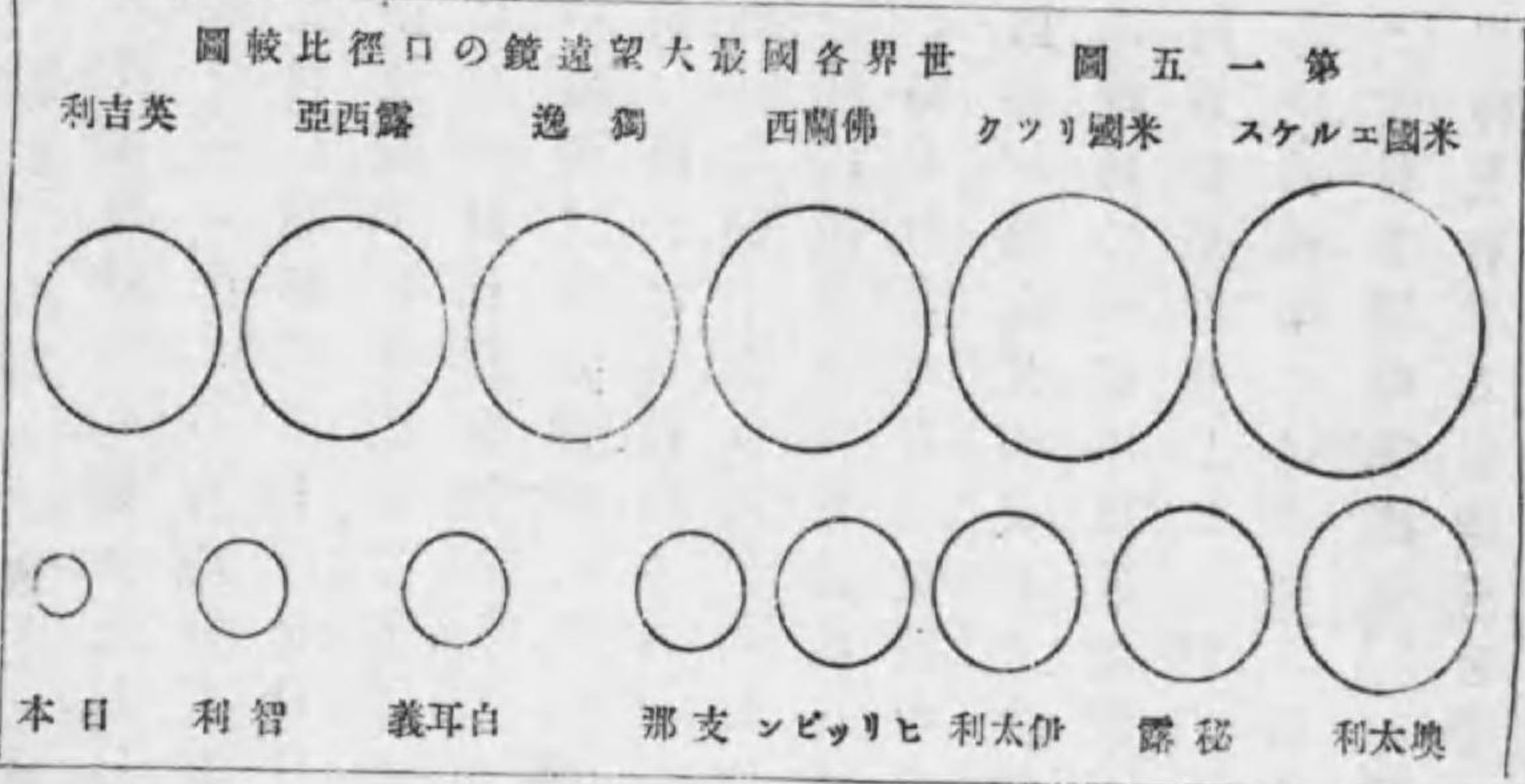
緯軸

赤緯軸

指導鏡

て居る。右圖Eは地上に築いた臺で、其の上に地軸に並行した軸、即ち其の地の緯度丈地面から起き上り、且つ其の地の子午線内にある軸P'P'を据付け、之を極軸と名け、夫れ自身時計装置で廻轉する様拵へてある。又極軸の上端に夫れに直角に廻轉するD'D'を付け、赤緯軸と云ふ。赤緯軸の上端に又直角に廻轉する望遠鏡R'R'を装置する。其處で全部出來上つたのである。先づ臺Eの中に設けた時計仕掛を動かし初めれば極軸P'P'は動き出す。此の極軸は丁度地球が一廻轉すると同時に矢張り一廻轉する様にしてある。今望遠鏡を任意の星に向け終れば、其れ自身及び赤緯軸を止め捻ぢてしかと固定し、其の儘放置すれば時計の動く限り、星は何時迄も望遠鏡の視野内に靜止する如くなる。天體寫眞の様に數分乃至數時間の露光を要する作業は此の時計仕掛に依つてのみ完成し得るのである。又圖中Fは指導鏡とて小形の望遠鏡で之は比較的廣い天の部分が見え、先づ夫れで大體の見當を極め、然る後大きい方ので覗く。夫れから赤緯軸の一端には望遠鏡があるが、他端には其重量と等しいCなる重錘を付け、兩方を平均せしめて置く。其他極軸にはHなる目盛りを施せる環を付け、星の赤經赤緯軸にはdなる目盛り環を付け、星の赤緯を読み取る様に出來て居る。

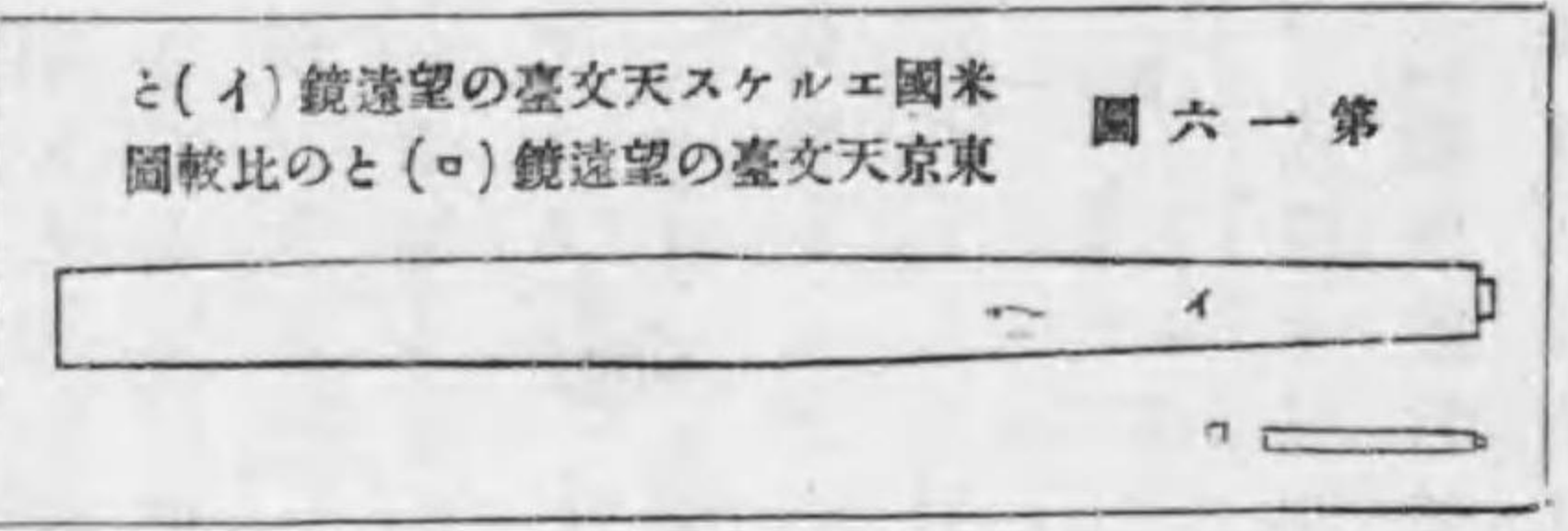
【世界各國の望遠鏡】一體世界の各國が經營する幾多の天文臺には、どれ程の口徑を有する望遠鏡を備へ付けて居るか、先づ口徑二〇吋以上の屈折望遠鏡を



表及び圖で示すならば次の通りである。

口径【國】	口径【天文臺】	口径【國】	口径【天文臺】	口径【國】	口径【天文臺】
四〇米	エルケス	二七埃	キンナ	二四米	ローエル
三六米	リツク	二六英	グリニツチ	二四獨	ハンブルグ
三三米	リツク	二六米	ワヤントン	二三米	ハルステット
三三佛	ムードン	二六米	マツコルミツク	二二英	カルトンヒル
三二獨	ボツダム	二五獨	ノイエバーベル	二二伊	エトナ
三〇佛	ニース	二五英	ケンブリツヂ	二一英	パツキンナム
三〇露	ブルコロ	二四佛	ムードン	二〇伊	エンボロー
二八米	アレゲネー	二四米	ハーブード	二〇米	チヤンパローリン
二九佛	パリ	二四南阿喜	望 仰	二〇米	スミソニア
二八英	グリニツチ	二四英	ラドクリツフ	二〇	比利賓 マニラ
二八獨	トレプトー	二四佛	バ		

以上は二十吋以上の總べての屈折望遠鏡の表であるが、二十吋以上を持たない國々の最大望遠鏡を次に表示する。



口径【國】	口径【天文臺】	口径【國】	口径【天文臺】
一八	亞爾然	一三	瑞典
一六	支那	一三	智利
一五	西班牙	一三	アルセリア
一五	葡萄牙	一三	土耳其坦
一五	希臘	一三	澳大利亞
一五	白耳義	一二	印度
一五	加奈陀	一〇	和蘭
一五	墨西哥	八	日本
一四	伯刺西爾	七	諾威
	丁抹		東
			クリスタヤニア

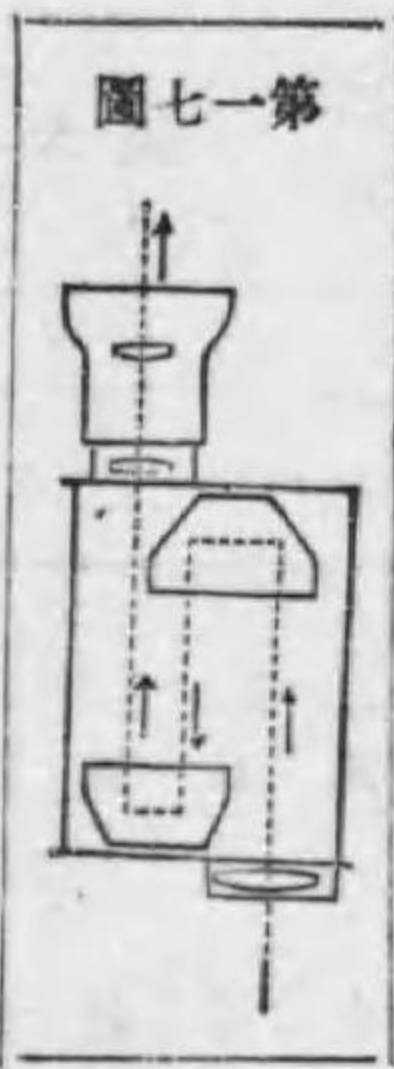
我國のは實に最下位から二番目である。(尤も神戸測候所で十二吋のものを買入れると聞いて居るが)如何にも慨嘆に堪へぬ次第である。

【望遠鏡の手製法】 望遠鏡を手製にするのは興味が多い事、又最も經濟的である。其處で眼鏡舖に就き焦點距離の長い凸レンズと短い凸レンズとを購ひ、ボール紙を折り曲げて筒とし、其の兩端に嵌めればよい。尤も嵌め方や筒の長さは自分で適當に工夫せねばならない。(附録参照)

レンズの製作法は一寸面倒であるが、夫をも自製しようとする特志家は、土橋八千太氏の「品鏡磨成法」(天文月報第九卷第九號)を學ばれたら必ず出来よう。(此の雜誌は一巻づつ纏めて古い分も必ずあるから以下度々此の雜誌の記事を引用する) 場合があるから一寸書き添へて置く。

【**雙眼鏡でも役に立つか**】 雙眼鏡は筒が二本になつて居るから倍率の小さい割合に價が高いが、天文觀測以外色々な役に立つから、是非一挺を備へて置くべきである。雙眼鏡は視野が廣く光度五、六等の變光星を觀測するには獨特の長所がある。(委しくは第三篇變)。雙眼鏡でも相當に見えるものは、太陽の黒點に、月の表面大きい星雲に星團、二重星の或るもの等相當に使用する範圍は廣いものである。

【**プリズム入の雙眼鏡の特長**】 雙眼鏡の倍率を増さうとするには勢ひ、對物レンズの焦點距離を増さねばならぬが、筒が長くなつて携帯に不便である。其處で上圖の如く筒内に二つのプリズムを



短い筒で長い距離を作る法

挿入して全反射の理を利用すれば、比較的短い圓筒で長い焦點距離を造る事が出来る。圖に於て光線は同じ筒内を三回も通過し、三倍の長さの筒を用ゐると同じ効果がある。

【**望遠鏡發達の歴史**】 一六〇八年に和蘭のアムステルダムに住む眼鏡舖ハンス、リッパーシエーの子供が或る日凸レンズと凹レンズとを持ち出して遊んで居る

中に、レンズを組合せると遠くの物が大きく見える事を發見した。夫れをガリレオが聞いて今のガリレオ式望遠鏡を作り、早速天體に應用して若干の發見をした。ジョン・ド・ロンド(一七五八年)は屈折望遠鏡の缺點とする色收差と球面收差とを同時に除く法を案出し、ギナンド(一七九〇年)は今まで最も造り難しとして居たフリント硝子の大形のものを作るに成功した。赤道儀装置を時計仕掛で動かす法は、ロバート・フック(一六七四年)の考案である、現今の大望遠鏡は皆之を採用して居る。そして段々口径の大きい物が出来、リッパ天文臺の三十六吋(一八八八年)やエルケス天文臺の四十吋(一七八九年)が竣功した。其の後バリーで直徑五十吋のレンズが拵へられたが、完成するに至らなかつた。

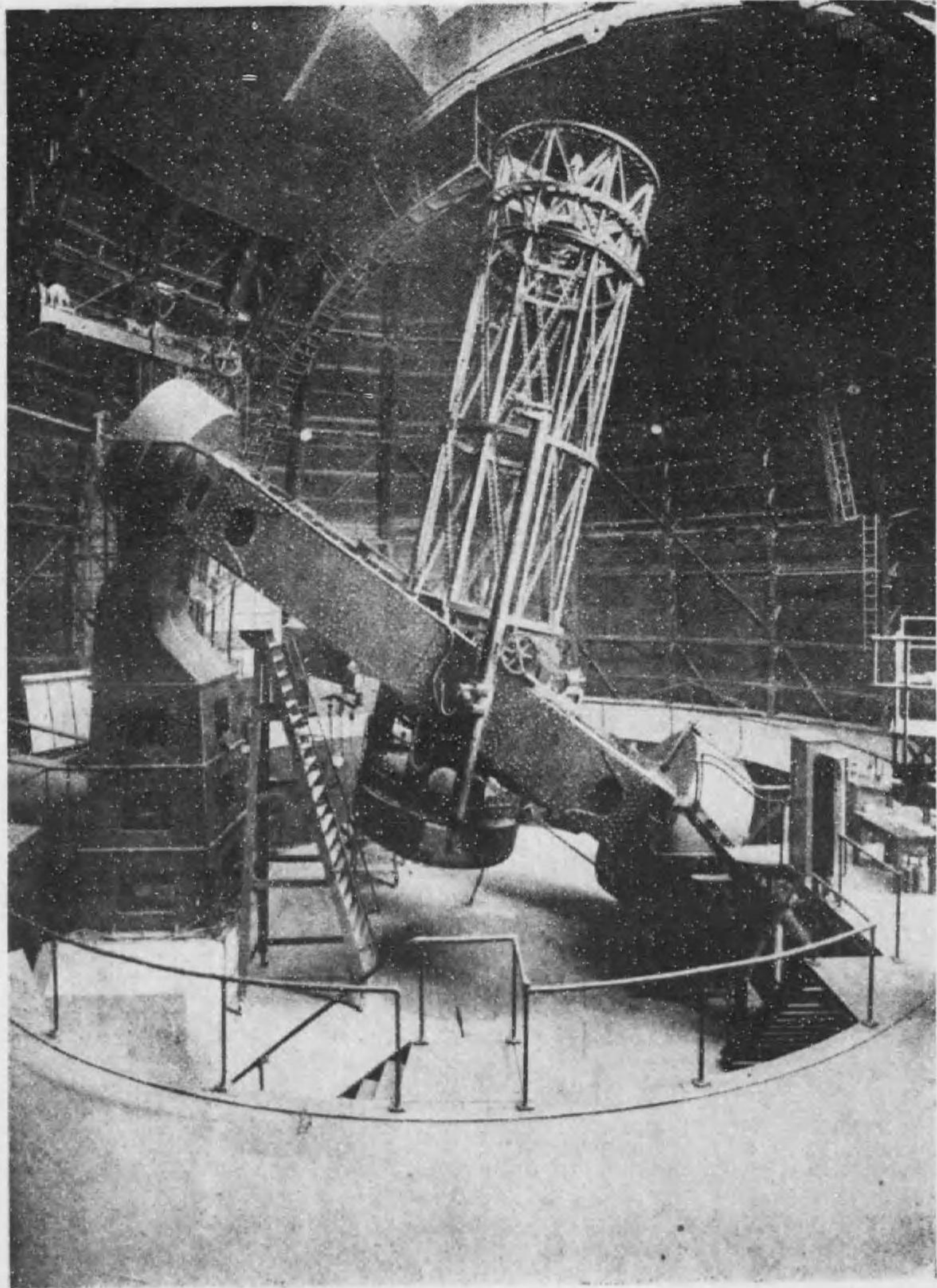
反射望遠鏡はマーセン(一六三九年)が其の原理を發明し、初めは金屬の凹面鏡を用ひたが、フーコー(一八五七年)は硝子に鍍銀する方法を創めて大に反射力を増し、キルソン山天文臺の六十吋(一八九〇年)加奈陀ドミニオン天文臺の七十二吋(一九〇一年)、井ルソン山天文臺の百吋(一九〇一年)が出来上つた。尙近頃シャトルのフライ天文臺で百二十吋のもの造つて居る。(天文月報第三卷第八號、理學士關口吉氏の「望遠鏡發達文臺に就て」の歴史)及び同第十二卷第九號、河合章二郎氏の「帝國の天」による。

尙望遠鏡の事に就いては、理學界第十九卷第五號、拙稿「天文用の望遠鏡」及び同誌第二十卷第三號、拙稿「反射望遠鏡」を一讀されたい。

【**子午儀**】 星の高度とか方位角、又は子午線を通過する時刻を測る器械を經緯

(二 第 圖 別)

鏡遠望射反大るけ於に臺天文山ソル井國米



反射鏡として世界最大のもので百吋ある。實に偉大なる装置である。同臺には此の外に、尙ほ六十吋のものもある。又シヤトル市では百二十吋、佛國パリでは百吋のものを作るといふ。

子午環

子午儀

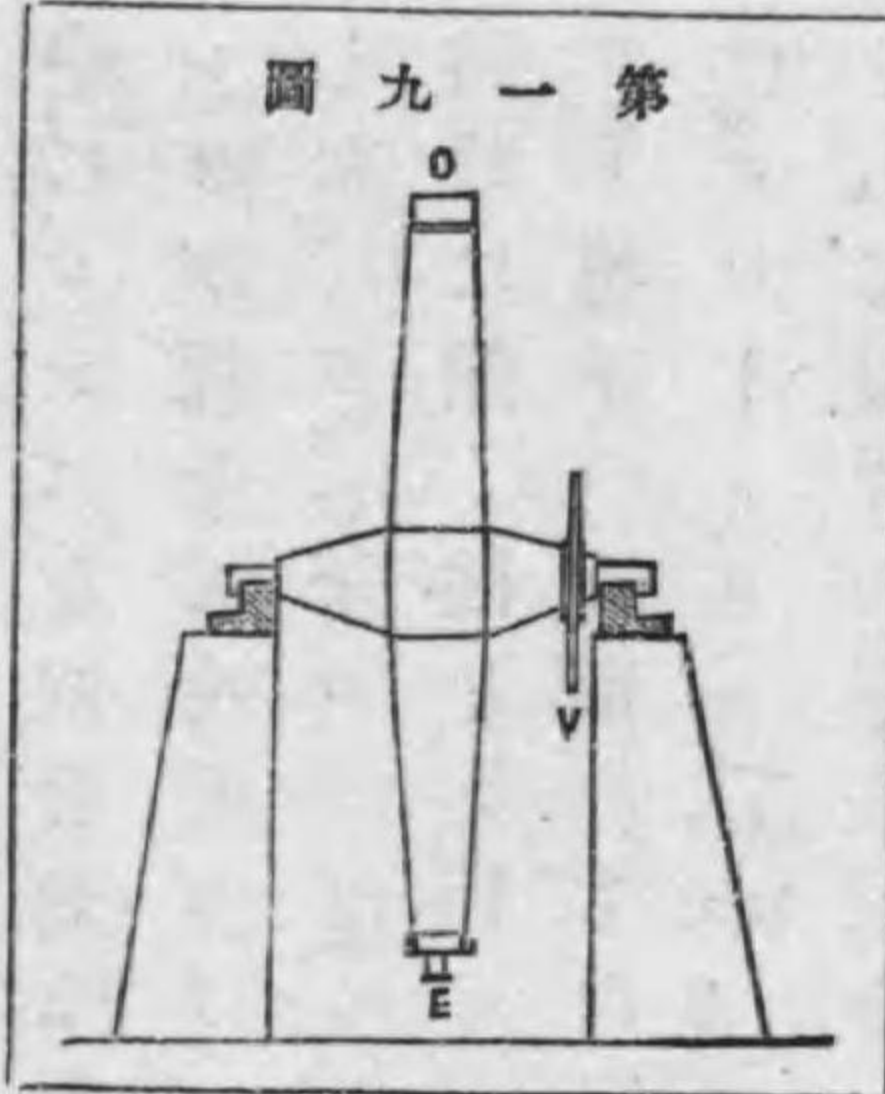
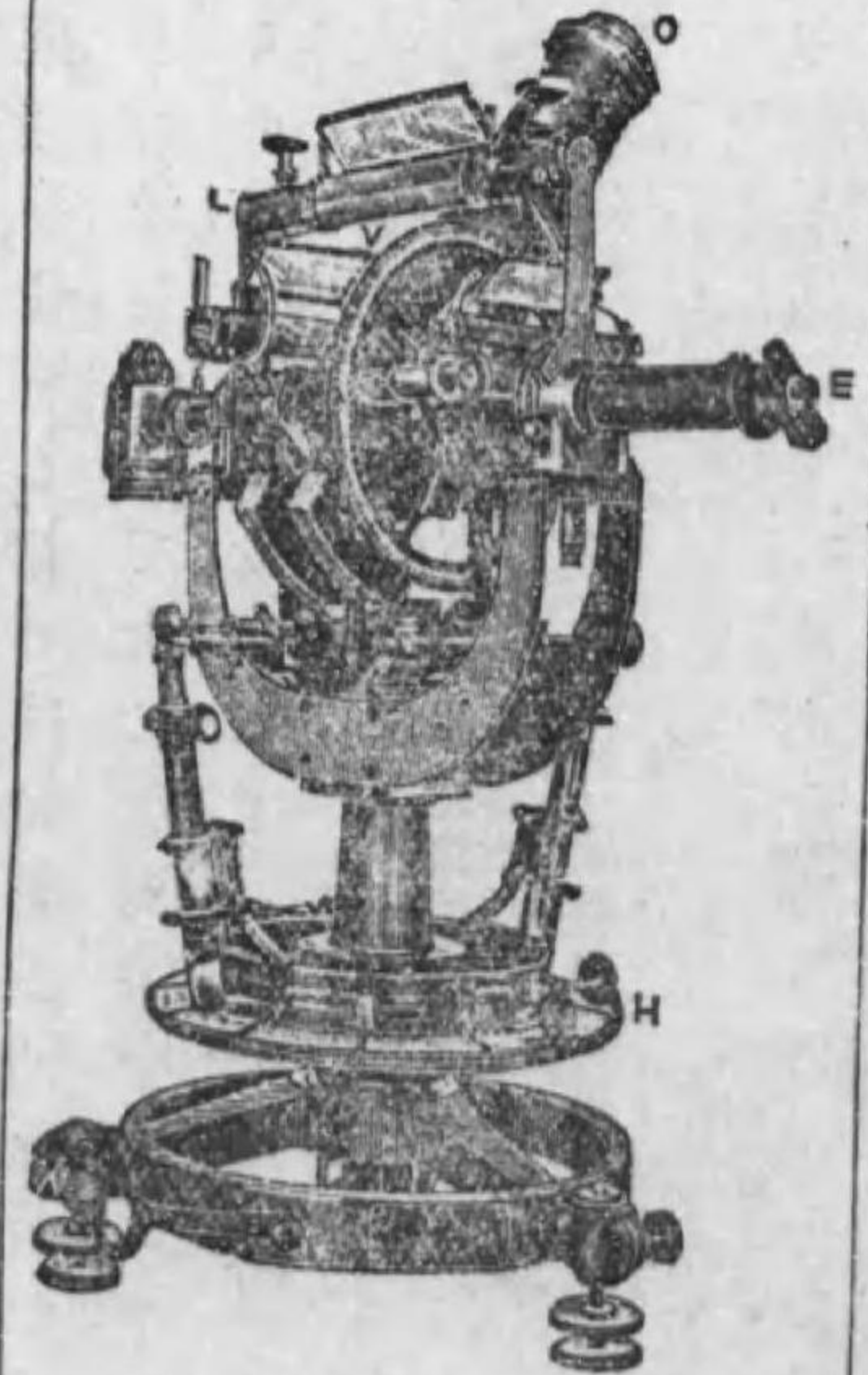


圖 九 一 第

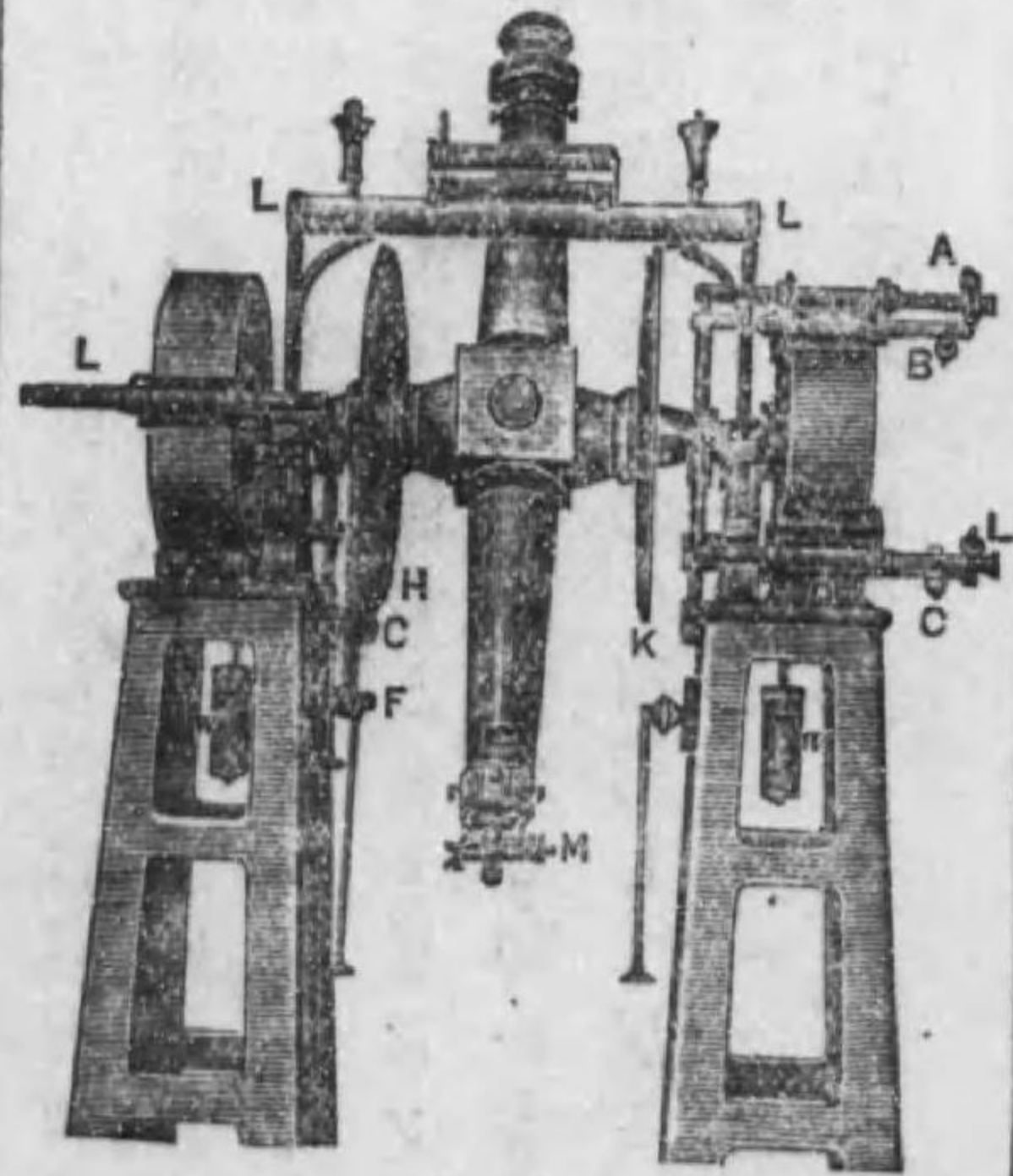
儀と云ふ。圖に於てHなる圓環に目盛を施し方位角を読み得る様にし、又Vなる圓環の目盛は高度が分かる。Lは水準器で、星の光はOから入り筒内で直角に反射され、Eから覗く様に拵へてある。
右の器械で水平の方向に廻るのを固定し、唯垂直面にのみ廻轉し得る様に工夫したものを子午儀と稱へ第一九圖に於てVは垂直の目盛りせる圓環O

Eが望遠鏡でEから覗くのである。子午儀には色々な形状のものがあり、携帯用の小形のものもあれば子午環と

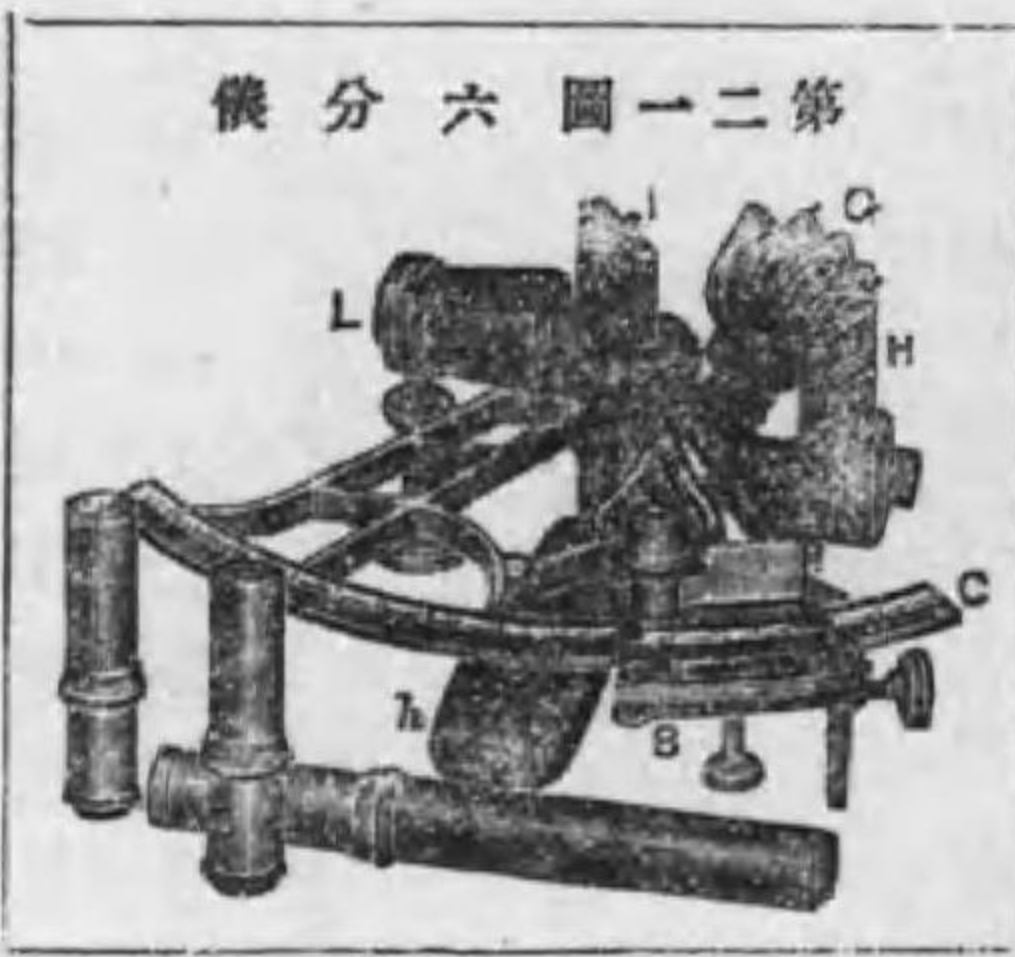
儀緯經 圖八一第



環午子 圖〇二第



て頗る大仕掛の器械もある。



【六分儀】任意二點間の角、例へば恒星と恒星との角距離、又は太陽と地平線との角距離を測定するには、六分儀なる器械を用ゐる。即ち第二圖の如くCなる目盛環は六十度あり、之を更に二分して百二十度とし、hは器械を握る部分で、全體の重量は片手でも持ち得る程である。Iは目盛環の中心にある鏡で、指標鏡と呼ばれ、Tは望遠鏡、Gは日光を薄める色ガラス、Hは上半透明、下半鏡となつた地平鏡、Bは目盛りを読む爲めに動かし得る指標桿である。傍にある三筒の圓筒は差換へ用の望遠鏡である。

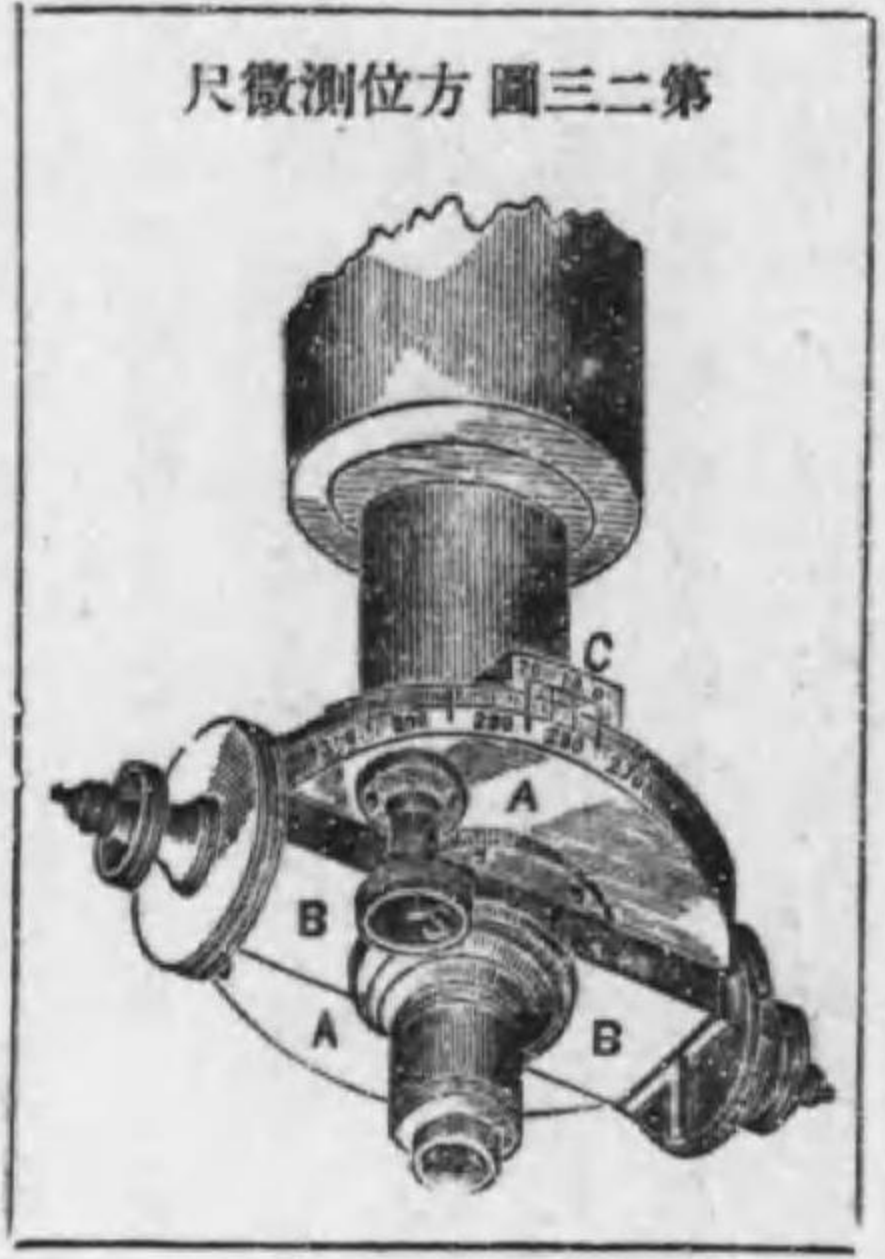
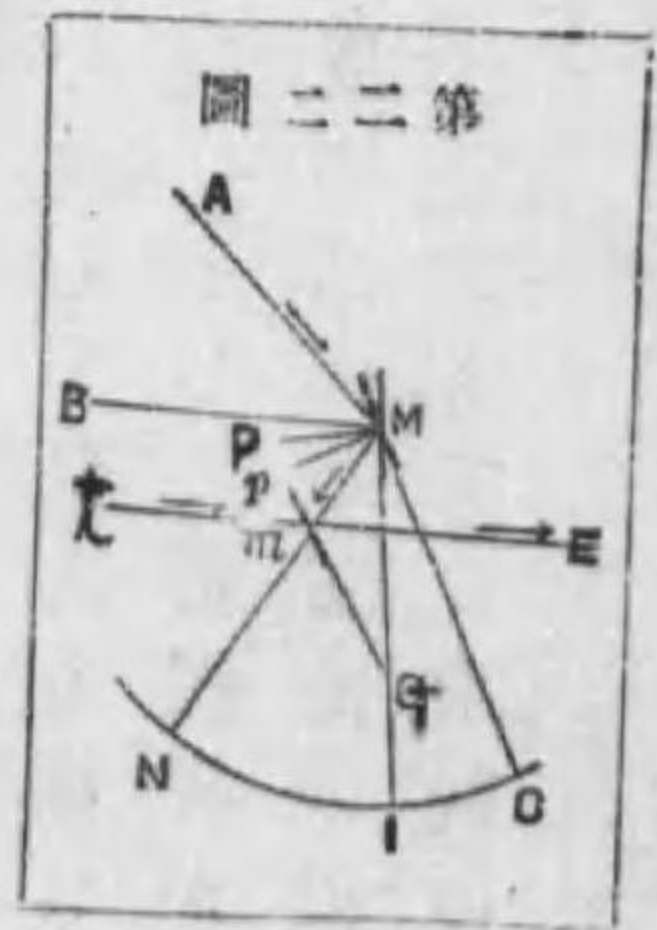
使用法は器械の右方に測るべき二點P、Qがあると、Pは地平鏡Hの上方透明部を通つて望遠鏡内に入り、Qは一旦指標鏡Iに反射され、Hの下方の鍍銀部で又反射され、遂に望遠鏡裡に入り来るので、斯く兩點とも一致して見える様に加減するのは指標桿Bを動かすと共にIが動くからである。そして指標桿が右方零度から左方幾度まで移動したかを讀み取り、其の角度の二倍が實際の價である。だから初めから一度を半分にして假に之を一度とし二倍する手數の掛からない様工夫してある。

其の理由は下圖に於てONは目盛り、Mmは指標鏡と地平鏡で、Eは望遠鏡である。指標桿MOが零度を指す時はMとmとは平行して居る。今一つの點から來た光がAMの方向であるとするとM鏡を適當に動かして、其の光はAM、Mm、mEの方向に反射されて、他の一點tから直接にm鏡の透明部を通つて來たtEなる光と共に望遠鏡内に入る。其の際指標桿を動かして得た角OMIは二點間の角の半分である。今Mからmtに平行にMBを引けば角AMBが得られ、夫れは求める角である。次にM點からM、O、M、Iに垂線PM、P、Mを作れば $\angle PMP = \angle OMI$ となる。然るに $\angle BMG = \angle tFM = \angle EmC = \angle DmM = \angle FmM$ であるから

$$\begin{aligned} \angle PMm &= \angle PMB = \angle PMP + \angle PMB \\ \angle PMm &= \angle PMA = \angle AMB + \angle PMB \\ \therefore \angle PMp &= \angle AMB - \angle PMP, \angle PMm - \angle PMm = \angle PMP \\ \therefore \angle AMB &= 2\angle PMP = 2\angle OMI \end{aligned}$$

最後の式で二點間の角は目盛り環上に二分の一となつて現はれる事が分かつたであらう。

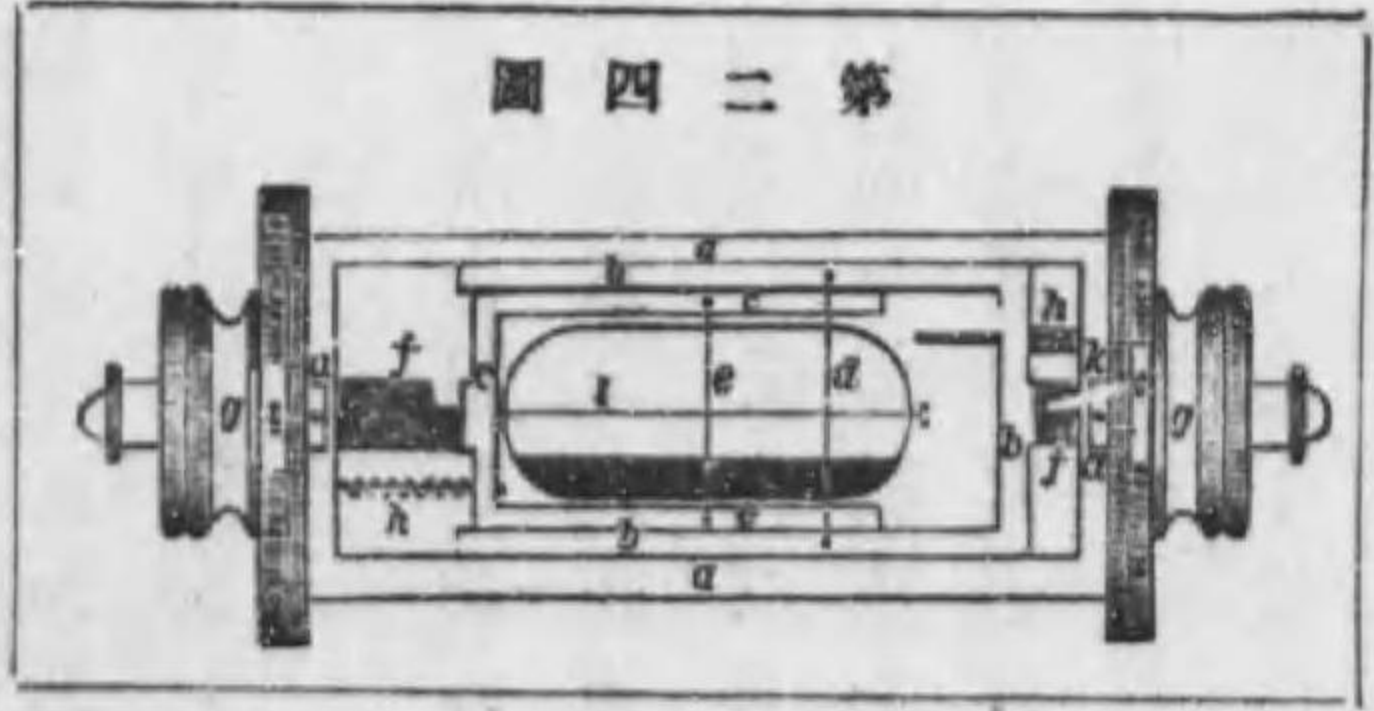
【測微尺】色々な形の測微尺は多くは赤道儀に装置して用ゐられるが、其の中



最も普通なものは方位測微尺と稱へられ、上圖に示す様なものである。そして夫は望遠鏡の眼を當てる方に締め付けられる小形の機械である。夫には常に二、三本の平行な線が固着されて居るが、一本だけは直角になつて居る。第二四圖は其の内部の構造を示すが、e線が即ち直角のものである。又形に張り付けられた線は目盛りのして

ある頭部と共に精密に造られた螺旋で動く事が出来る。そして前に張つてあるd線と色々な距離に置く事が出来る。其處に設けられて居る尺度と又螺旋の頭の目盛りとで讀む事も出来る。前の圖のBなる箱には測微尺が入れてあり、之は望遠鏡の軸の廻りに廻轉して求める位置に置く様になつて居る。そしてd線を赤道に平行して置く。

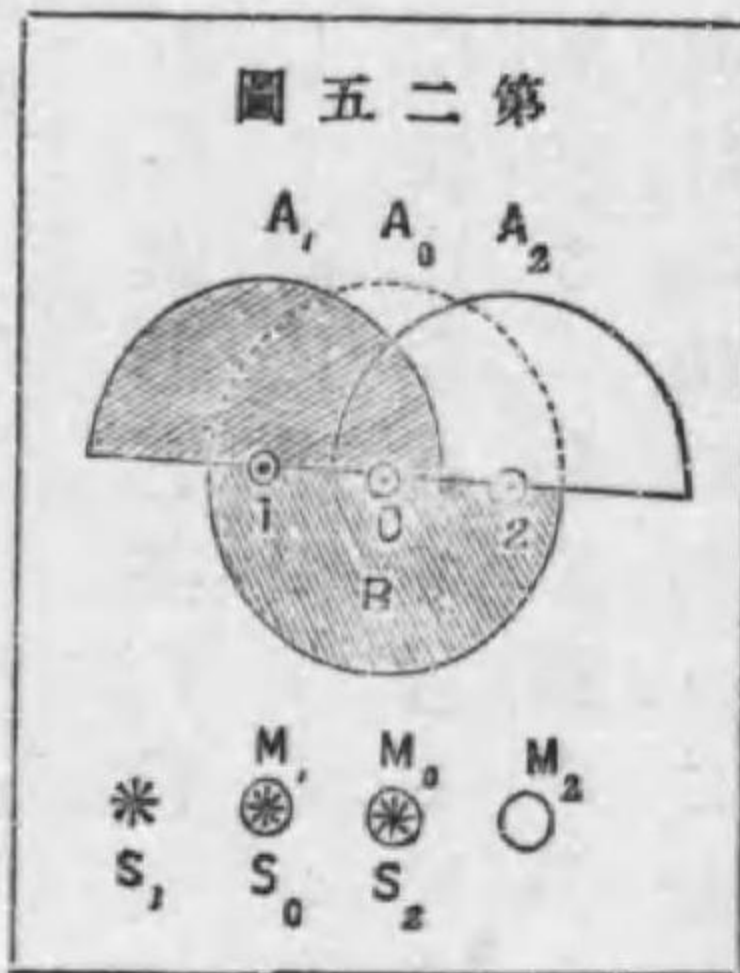
其處で二つの星の僅かな距離はeとdとの離れ加減で知り、次に第二三圖のAなる環の目盛りで二星をつなぐ方向の位置角(主なる星の子午線と兩星を連結する線との間の角、北から東へ測る)を讀む。斯様にして二星が視野の内であれば其の距離は秒まで讀取る事が出来る。



位置角

ヘリオメーター

其の読み取りは三十分まで出来るが十分細かい所まで知り得るものは五分乃至十分を最大限とせねばならぬ。併し一分以上はどうも此の器械には適合しないから夫れ以上になると次に記すヘリオメーターを用ゐる。



第二五圖

尺は測微螺旋と云ふものを用ゐる。機械は赤道儀装置となつて居て、中心の分割線はどんな方向にも任意に向ける事が出来る。

例へば火星と恒星との距離を測るには分割線と兩星とを結ぶ線とを一致させる。圖の如く恒星はS₁に、火星はM₁に、望遠鏡の視野内に見える。此の時は兩方の半レンズが中心一致して居るから、一つの星は一つの像しか作らない。Bはレンズの下半部、A₁が中心が一致した時の上半部である。處て上半部を左方

火星と恒星との距離を測る一例

へ移動して火星と恒星との像を一致せしめた際は、火星はM₁の位置でS₁の恒星に重なり、恒星はS₁に行く。其の時上半部の中心は1である。同様に又上半部を右に動かして、上半部の作る恒星の像を下半部の火星の像と一致せしめれば、恒星はS₂に、火星はM₂に來り、中心は2となる。10又は02は二星間の距離である。此の際下半部の作る火星と恒星の像はM₂とS₂に静止して決して動かないのである。

【天文用の時計】天文に用ゐる時計は柱時計と同一の構造で、唯温度の影響を除く爲め補整振子、又はアンバー(温度に依り膨脹しない金属)の桿で振子を吊るしてある。又濕氣や氣壓の影響をも防ぐ爲め、全體を硝子の箱で密閉し、中の空氣を大部分排除してある。そして通常地下室に靜かに置いてある。併し此の構造の時計は持ち歩くに不便であるから、又他にクロノメーターとして懐中時計と略ぼ等しい造り方の時計を箱に入れ(第二圖)携帯に便利に造つてある。

クロノグラフとは廻轉する紙上にペンを觸れしめ、其のペンは時計と連絡せる磁

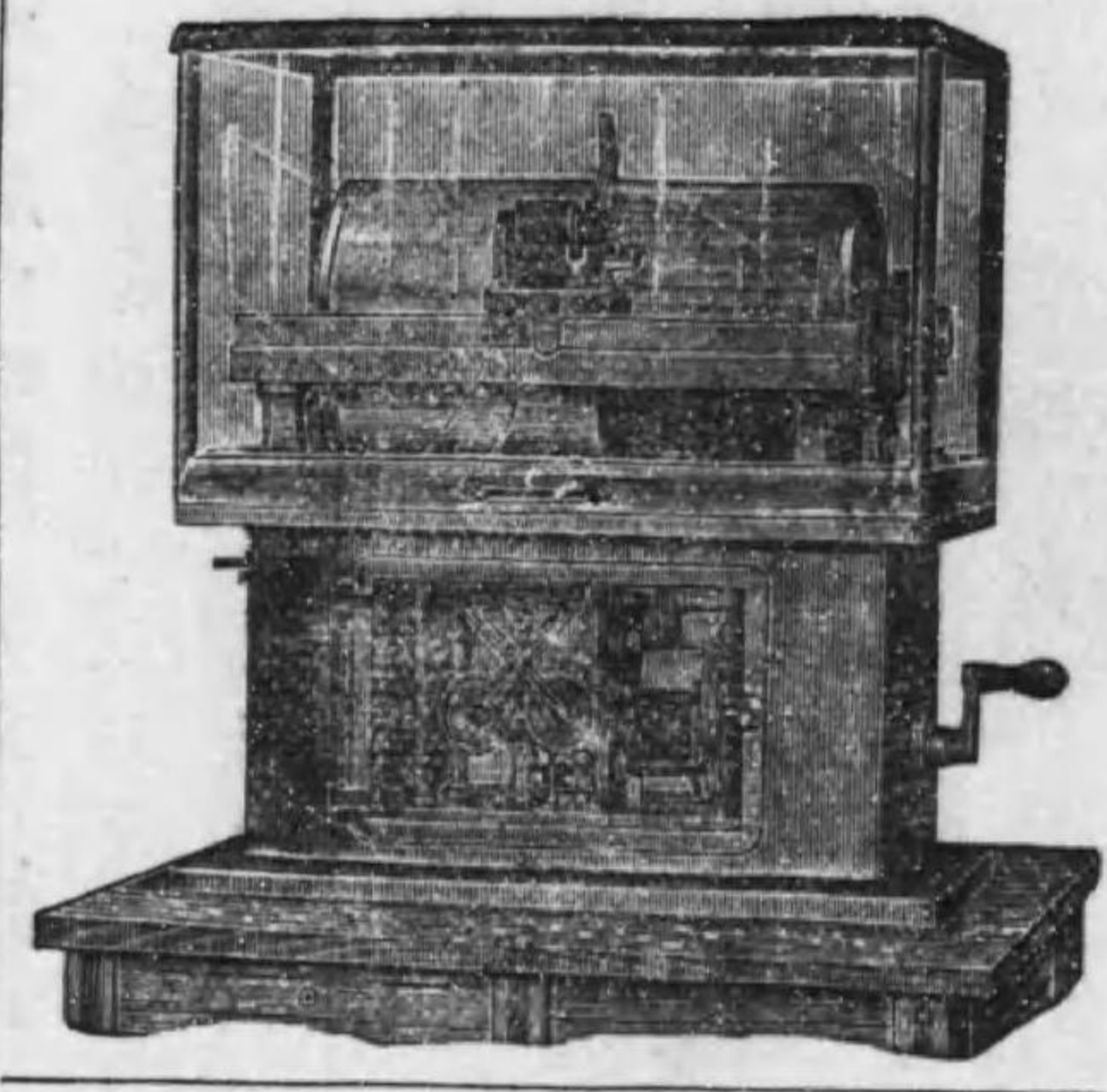
第二六圖 ロックメーター



クロノメーター

クロノグラフ

第 二 七 圖 フラグボックス



石が一秒毎に電流を送られると、電磁石に吸
收され、紙上に描く直線に小凸起を印する仕
掛けて、天體観測中必要な時に鍵を押せばべ
ンが動いて秒の凸起の間に一つの標を附け
る様にしてある器械である。第二七圖の下
部は紙を巻き附けてある圓筒を動かす時計
仕掛けて、上方の同筒は廻轉しながら右方に
少しづつ移動する。

ち地軸と平行な棒を作れば太陽の光に依て出来る棒の水平面上の影で略時刻
が分かるので、昔時計のない時代には使はれたが、今では餘り役に立つ物では無
い。太陽が丁度其の地の子午線に入つた時は、棒の影は南北を指し、其の時刻は
十二時ではなく、本曆に書いてある毎日の太陽の南中時刻から東京と其の地の
經度差(時で表)を東京から西なれば加へ、東なれば引けばよい。例へば大正十一
年九月一日の日南中は十一時四十一分十六秒で、京都の日南中は兩地の經度差

日時計の見方

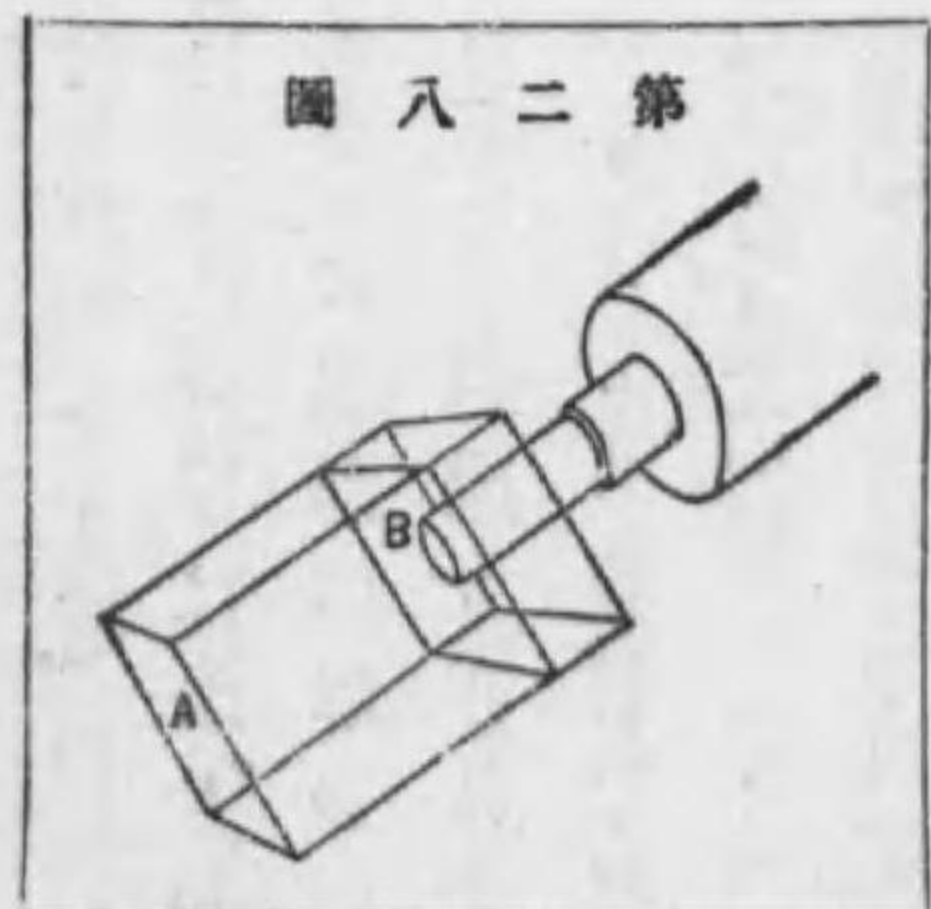
十五分五十五秒(各地の經度は矢張り本曆にある)を加へ十一時五十七分十一秒と出て来る。
但し經度差を加減する事は大體の價を見る時だけにしか間に合はない。

【天體寫眞(天體の寫眞を撮るには、是非とも時計仕掛を附けた赤道儀装置を要する。地上の靜物と異なり天球面上の諸現象は時々刻々廻轉して止まないから、一瞬時に寫す物は宜いが、相當に時間を要して寫す物は其の運行と同一歩調で動く装置が要る。夫には望遠鏡の接眼鏡を除いて暗箱を附け、其の中に乾板を入れ、ば宜い。尤も普通使用の望遠鏡は肉眼に感ずる部分丈の光線を集める様にしてあるので、寫眞に感ずる光線は必ずしも一點に集中しないから特別の工夫を要する。】

【素人で、天體の撮影が出来るか】先づ望遠鏡があつたら、赤道儀の簡單なものを手製にし、之を望遠鏡を結び付け、時計仕掛の代りに手で徐ろに動かす。其の望遠鏡の背の上に普通の寫眞機を取り附けて、蓋を明け乾板を天體に向け、一方望遠鏡に眼を當て、絶えず目的物が視野の中心から外れない様に手で望遠鏡を動かして寫せば撮れる。

又もつと天體を廓大して寫すには、下圖の如く接眼鏡の後方に暗箱を附けて寫すと宜い。Aに乾板を嵌め、B

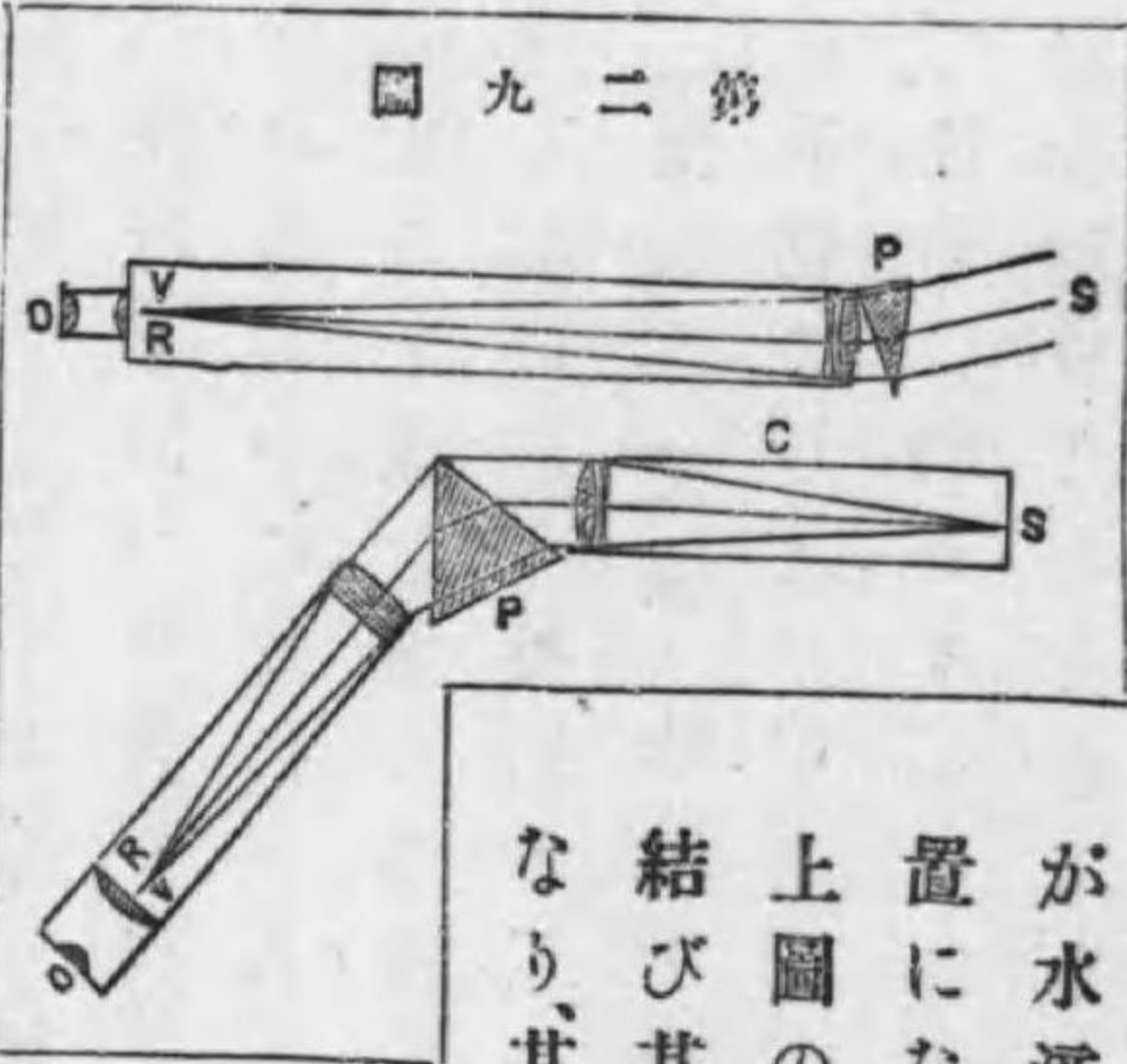
第 二 八 圖



の仕切りに於て開閉する装置を工夫し、任意時間の露光をするのである。

【分光器】三角柱の硝子(プリズム)に日光を通すと綺麗な七色に見える事は誰も知つて居る。空中に虹が現はれるのも、雨降り揚句に樹枝に懸つた水滴の鮮かに光るのも、朝又は夕太陽を背にして口から霧を吹いた時に見える彩環も亦日光

分光器



第二九圖

が水滴に依て分解される結果である。プリズムの複雑な装置になつてよくスペクトルを現はす器械を分光器と云ふ。上圖の下方で一旦望遠鏡で廓大された星の像はSで焦點を結び其處にある細隙を通過しCなる視準器で平行な光線となり、其處を出てPなるプリズムで分解され、Bなる望遠鏡に入りRに赤色、Vに靑色のスペクトルを現はせば、夫れをOなる接眼鏡から覗くのである。上方は天體から来る光Sは最初にPなるプリズムで分解され、夫れをOなる接眼鏡で見るので大に簡單である。斯かる置き方のプリズムを對物プリズムと云ふ。

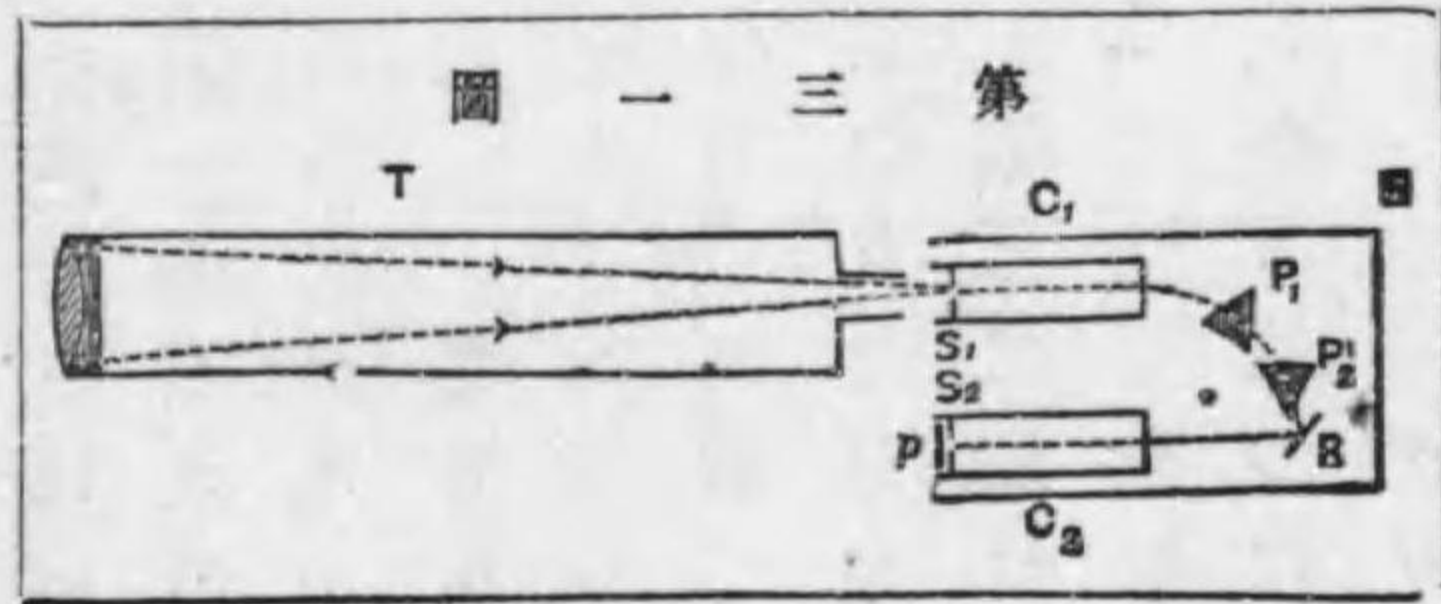
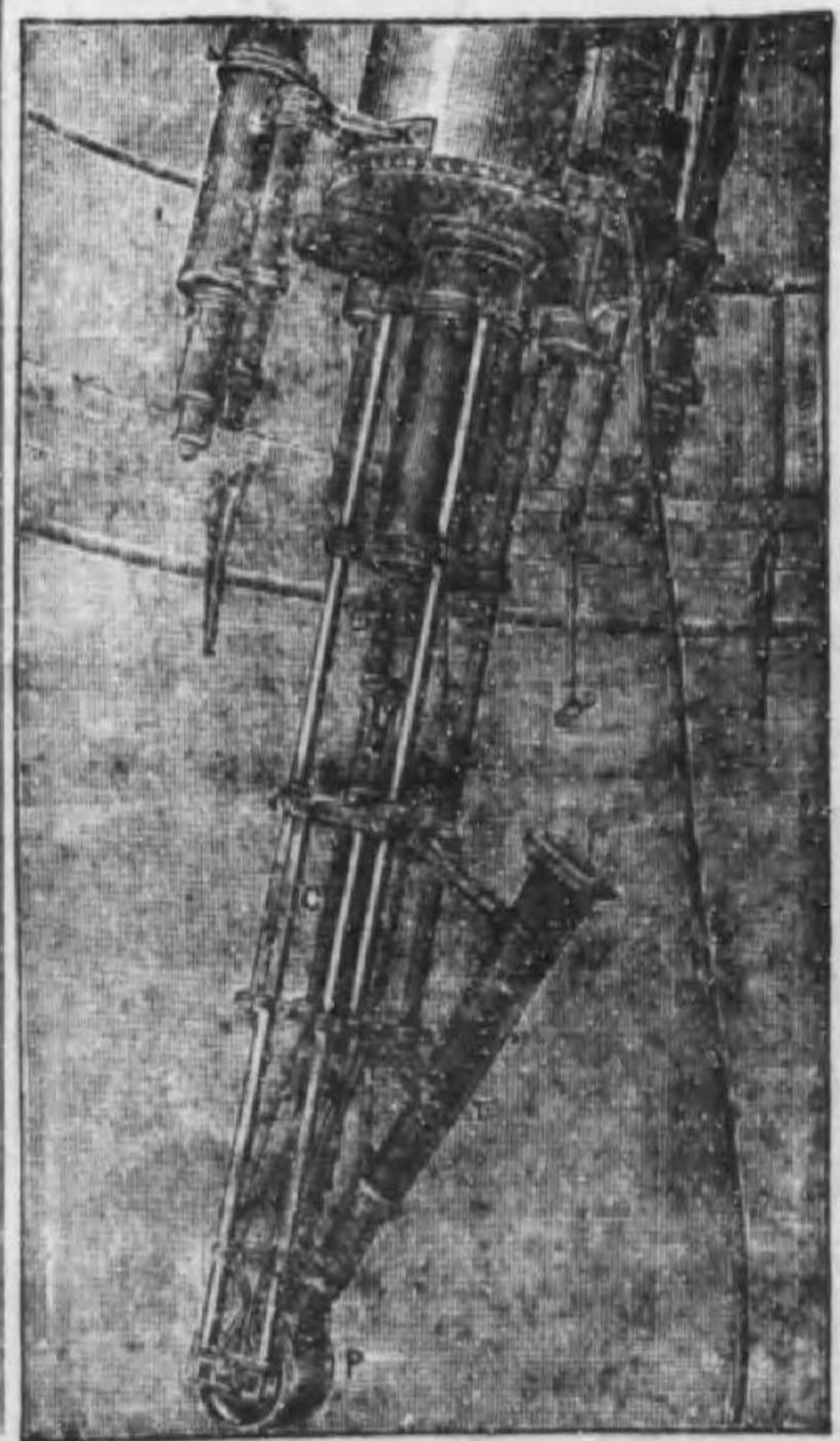
【分光寫眞儀】分光器に依つて作つたスペクトルを直に撮影する器械を分光寫眞機と云ふ。第三〇圖が夫である。Oは望遠鏡の接眼鏡、Cは視準器、Pはプリズム、Tは暗箱、Pは乾板を挿入する所である。光の幽かな星は二夜も三夜も

對物プリズム
分光寫眞儀

續けて撮影するのである。

【分光太陽寫眞儀】此の器械は一八九二年頃米國のヘールと佛國のデランドルとが殆ど同時に考案したもので、太陽表面をば或る波長の光だけで寫すために二個の細隙を設けた一種の分光寫眞儀である。即ち第一細隙で太陽面の一部分の光を通過させてスペクトルを作り、次に其の中の望む波長の光線のみを通過せしめる第二細隙を設け、其處に寫眞乾板を置くと太陽面の其の部分は今求め

第三〇圖 分光寫眞儀



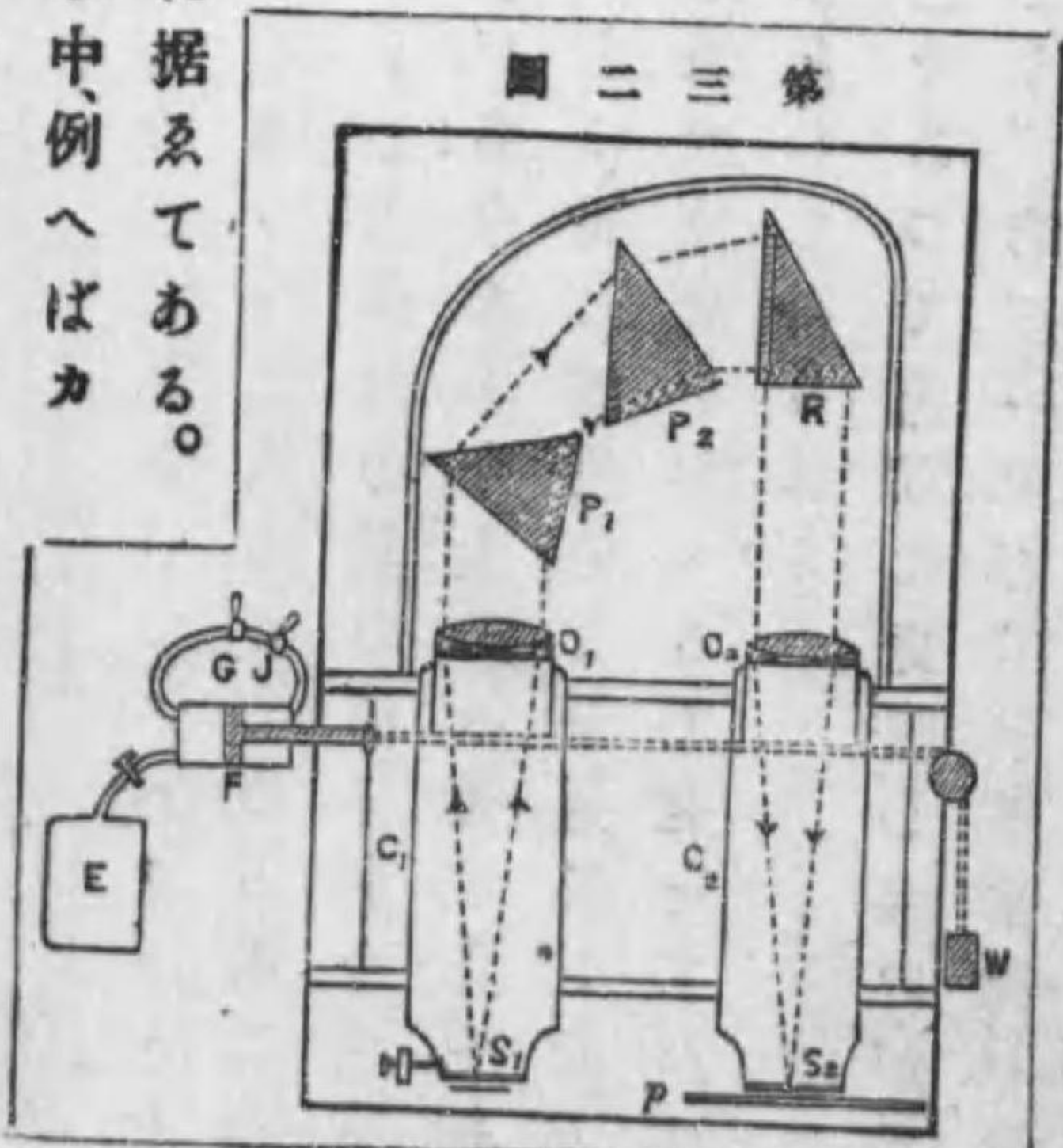
第三一圖

分光太陽寫眞儀

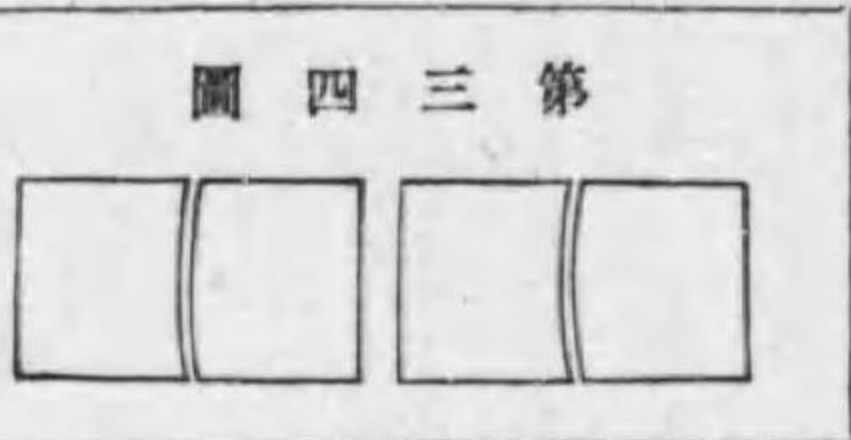
る所の波長の光で撮影する事が出来る。今太陽の像が第一細隙上を動くと共に、第二細隙が常に同じ波長の光を通過させる様に寫眞板と第二細隙との關係的位置を變へる工夫をすれば、太陽全面は細隙の撮影の總和として得られる。分光太陽寫眞儀の構造は色々あつて簡単に説明し難いが、普通の者を取つて圖解して見よう。第三一圖でTを望遠鏡、Hを

今述べる器械とする。望遠鏡を通つた光は第一細隙 S_1 の上に太陽の像を作る。其の一部の光が S_1 から視準器 C_1 を経てプリズム P_1 、 P_2 、 \dots で分散され、 R で反射され、 C_2 なる暗筒を過ぎ、 S_2 なる第二細隙面上にスペクトルを作る。其處で第二細隙で其の中の求める波長の光だけ通過させて乾板 P に撮影される。

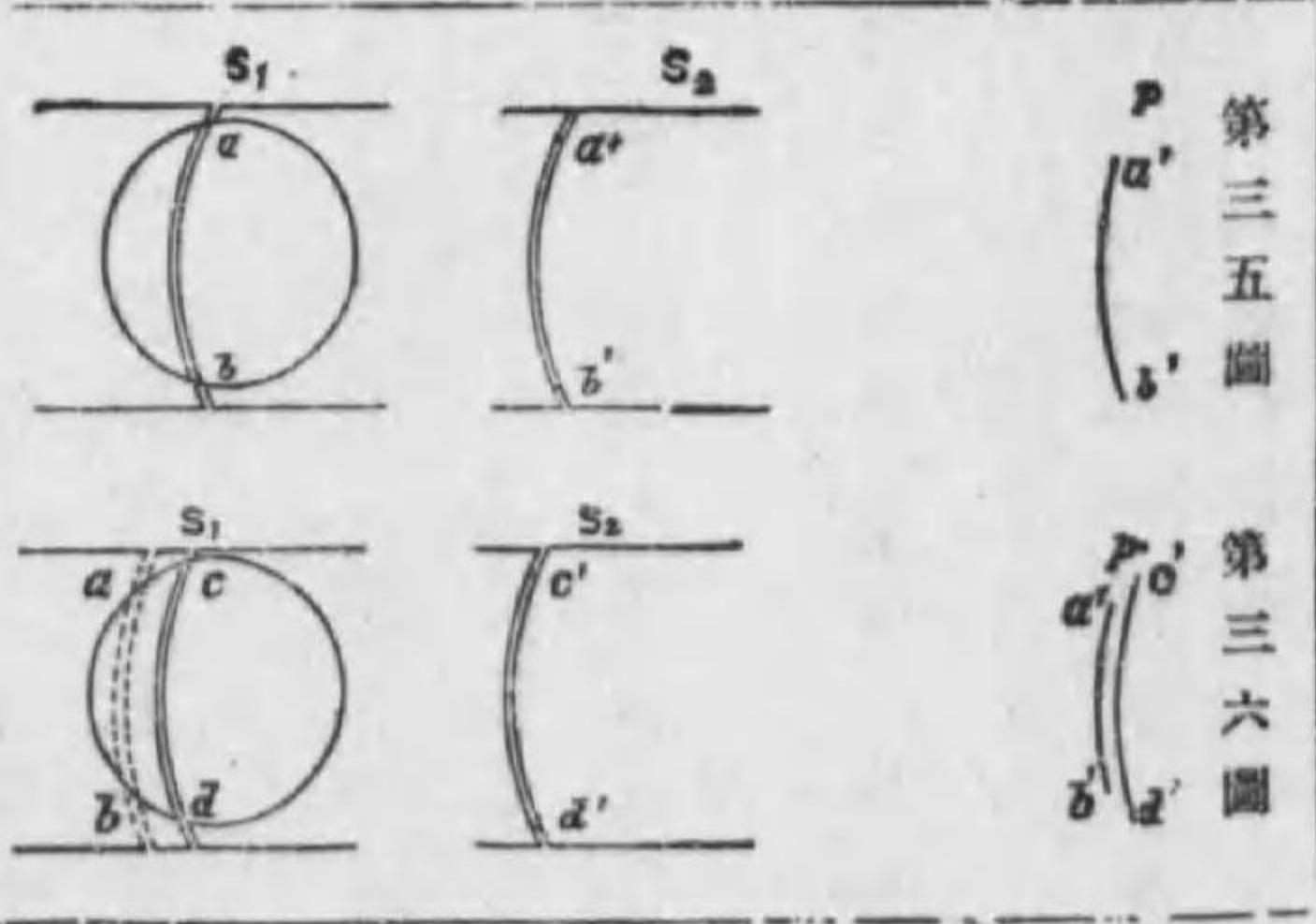
第三二圖は H の部分を詳解したもので、 C_1 、 C_2 は同じ焦点距離のレンズ O_1 、 O_2 を有し平行に据えてある。 S_1 から入つた光が S_2 の面に作るスペクトルの中、例へばカルシウムの K 又は H 線とか、何か一つの線だけが S_2 細隙を通る様に S_2 細隙の位置を据ゑると、 S_2 に密接して置いた寫眞板上には細隙の像が寫る。



細隙の形は中々むづかしい。たとひ第一細隙が直線の形をして居ても作られるスペクトルの線は彎曲する事第三三圖(之はプリズム、ス、ハ、ト、イ、ニ、在、ル、現、象、の、問、題、で、あ、る)の如くであるから第二細隙が其のスペクトルの或る線だけを通過するためには、其の線と同じ曲り方に作らねばならぬが、是で



は太陽全面が正圓に寫らない。研究の結果第一細隙第二細隙共に或る度の曲り方をした彎曲細隙を使ふと太陽が圓く寫つて来る。彎曲の凸の方をプリズムの稜の側に据ゑ付けるので、第三三圖の場合にはプリズム通過後 R で反射して居るから、第一細隙は第三四圖左方の如く第二細隙も右方の如くすればよい。(全く鏡で反射しなれば右方兎に角彎曲細隙を作つて第三五圖に於て太陽像の上で S_1 が a 、 b の部分を通過させると S_2 に依り乾板 P の上には a' 、 b' の如く細い線が寫る。扱て太陽像及び



乾板を固定し器械 (S_1 、 P_1 、 P_2 、 R) のみを移動して、 S_2 も同じく動いて P 上には a' 、 b' の隣りに d' 、 d' の如く(第三六圖参照)寫るのである。分光太陽寫眞はつまり相連続せる a' 、 b' 、 d' 、 d' の集積したもので第三七圖の如く出來て居る。若し a 、 b の部分に全部カルシウムならで所々缺けて居ると、強く光つて居る所があれば、乾板 P 上に映ずる像は第三八

羊毛斑

圖の如く濃淡又は斷續が出来る。斯かる細像が幾つも連つて分光太陽寫眞を形成すれば屢寫眞で見る如く(三別參照)羊毛斑などが寫つて来る譯である。第三九圖は斷續した線の集りて説明上 $a' b' d' d'$ は間隔を離して畫いたが實

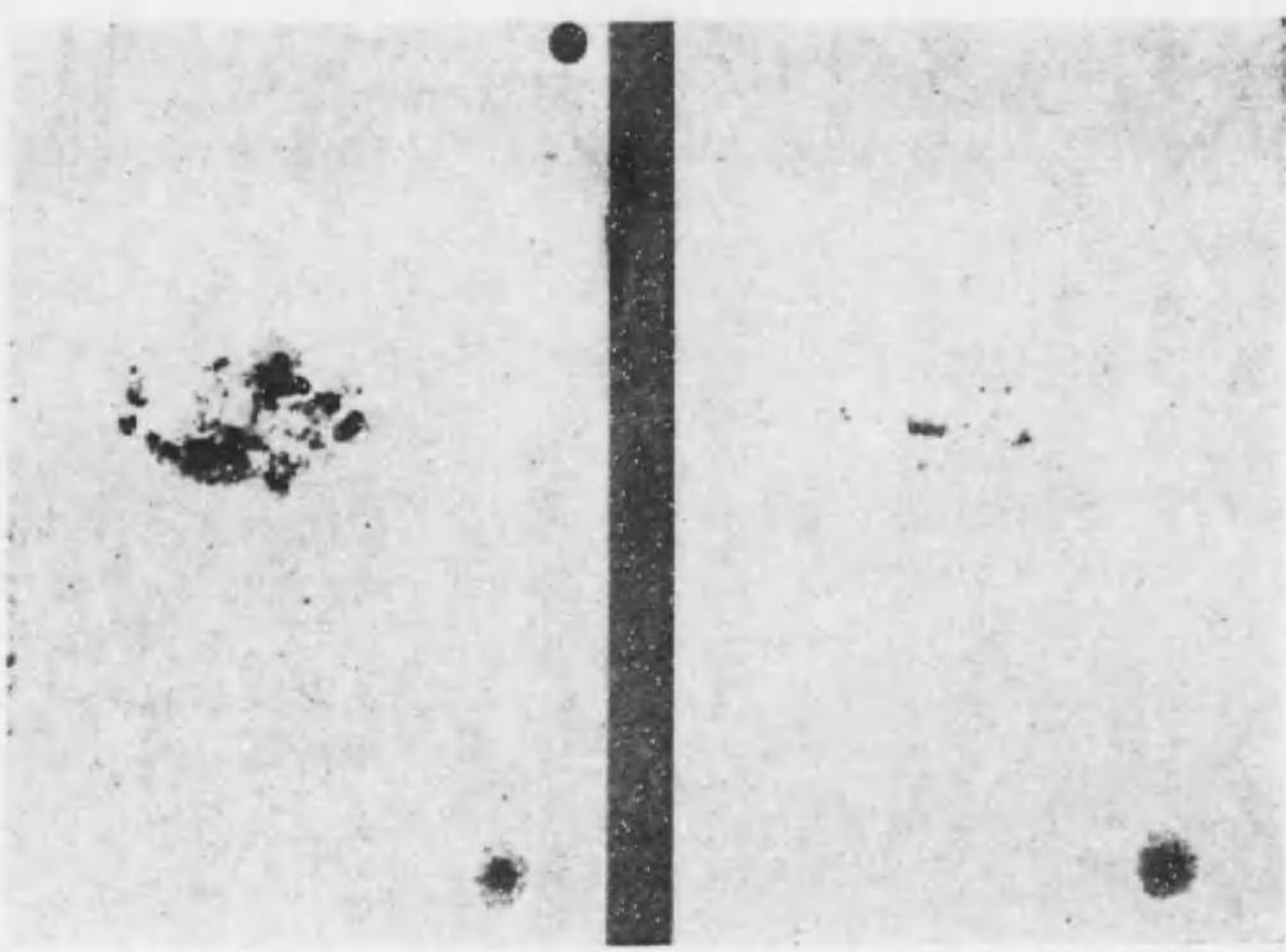


は之は連續的に映ずるから恰も一度に太陽全面を撮影したるが如く思はれるも、太陽の一端から他端まで S_1 が動くの一分間掛かるものとしたら例へば同圖で A 端が某日午前一〇時一分の撮影なれば B 端は午前一〇時二分頃の狀態が撮影されて居る譯である。此の中央時を普通分光太陽寫眞の撮影時とする。

なぜ $S_1 S_2$ の動き方を速くしないかと云へば、速くすると $a' b' d' d'$ の如きは細く且つ弱くして寫りにくいからである。併し望遠鏡が大きくて S_1 上に投ずる太陽像の光が強くと寫眞板の感光度が速ければ $S_1 S_2$ を迅速に移動しても構はない譯である。

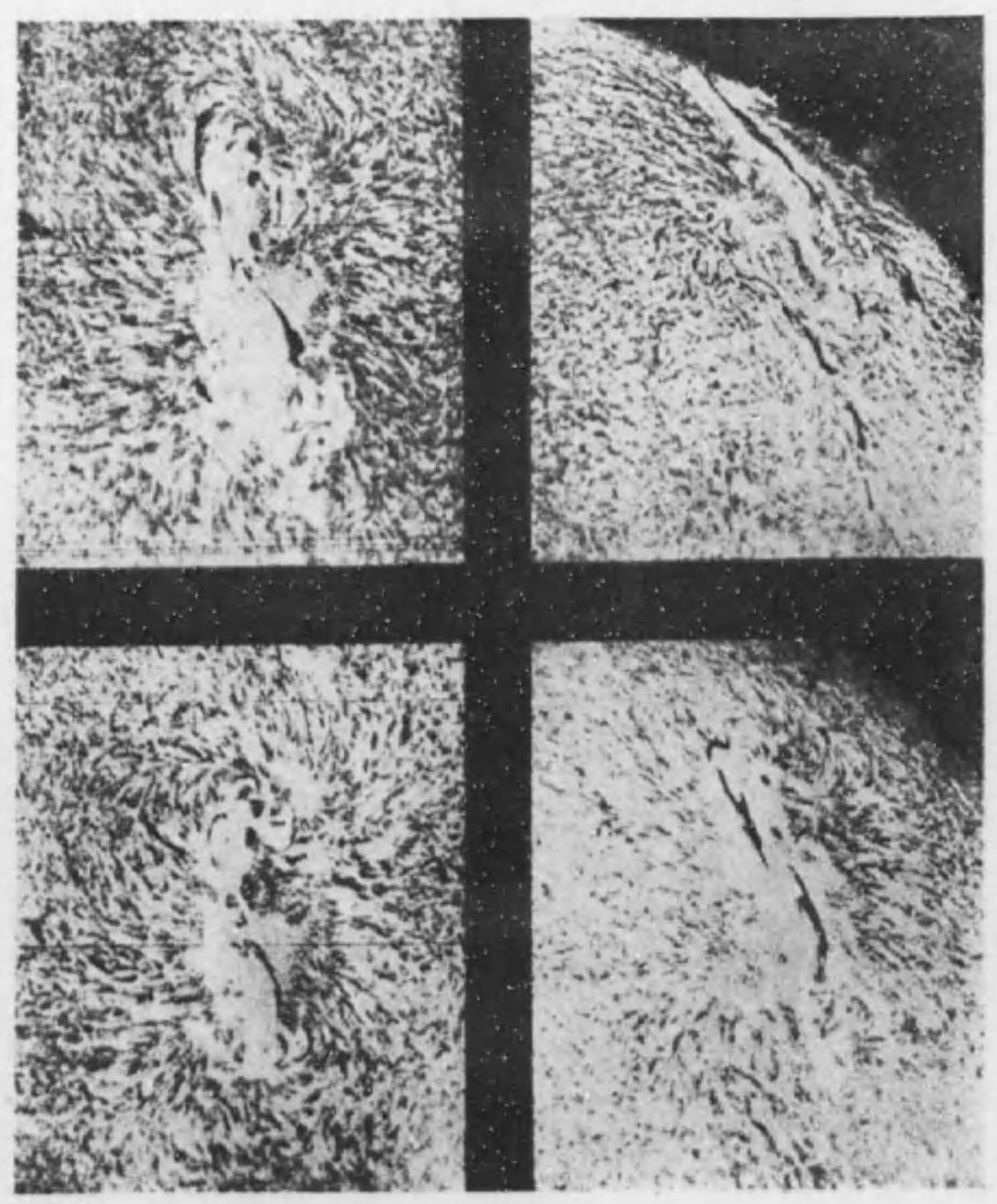
太陽の像及び乾板 P は固定させて細隙及びプリズムの全装置を等速に移動せしめるためには、重錘 W を吊るし器械の運動を水時計に依つて調整するのである。即ち第三二圖で F はピストンであつて中に水(少しグリセリンを混じ)を入れ、撮影に際し、重量 W を吊す時は器械が徐に動く。其の動くのを等速にする

(三 第 圖 別)
群 點 黒 の 陽 太



上圖左は黒點群の短時間露光、右は之より二十四時間五分を経て撮影したもの、左圖上端の黒點は比較のため地球の大きさを黒點に比例して附けたのである。

斑毛羊素水く巻取を群點黒の陽太



一九一五年八月三・五・七・九の四日間に亘り、太陽の南西部の廣大な黒點群を取巻く水素羊毛斑を、水素の赤線(He)で撮影したもの、實に一種の壯觀である。



【地面上の距離はどうして測るか】 天體の距離の測定方法を論ずるに先だち、地面上に於て達し得られない地點の距離は如何にして知り得るかを述べよう。上圖でBに人があり、夫より右方のCに至るまでの里程を知らうとすれば途中何等の障礙物が無かつた時は直接に尺を以て其の長さを測りさへすれば、直ぐ分かる道理

第四章 天體の距離の測定法

爲め水をGJの如き細い所を通すのである。Jは穴の大きい活栓で、Gは測微活栓とて穴が小さい。若しG活栓を閉ちて置く時は水はピストンの兩側に在つて動く能はず、撮影を初める時、GJを開くと水は流動を許され、Fは動く事を得る。Fと全装置と連なれる故($R(S_1 O_1 S_2 P_1 P_2)$)の全装置が靜かに横に移動するのである。移動の速さは活栓の穴を大きくし又は小さくする事に依つて調整する。此の他分光太陽寫眞儀には、第三細隙を附けて更に太陽面上の元素の上層下層分布など細かい事を調べるのにも使はれて居る。

【附記】 此の分光太陽寫眞儀は近頃盛んに使はれ、取つた分光寫眞は書物や雜誌に屢掲載されるが、此の器械の構造は邦文の書にも歐文の書にも餘り解説されたものがないので、特に東京天文臺の理學士百濟敏猷氏に御願ひして、解説をして頂き今茲に載せた。同氏に深く感謝する。

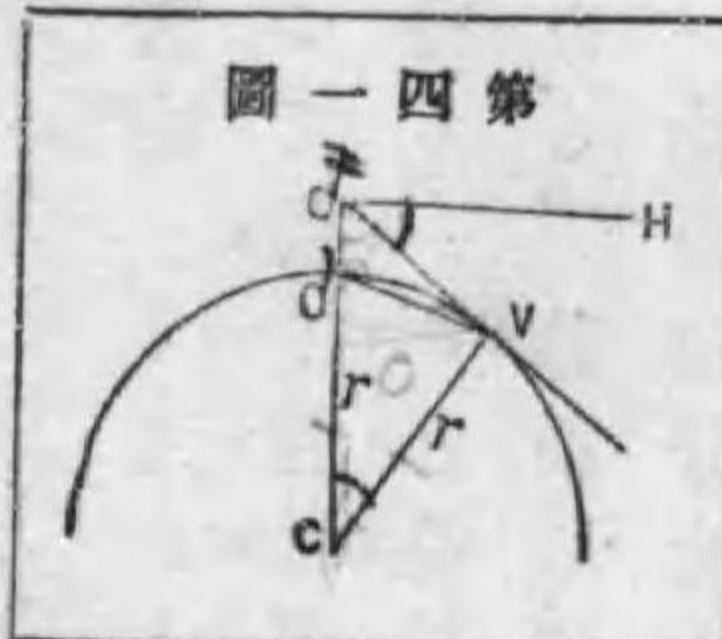
であるが、若しBから上方(とは言ふもの、ABCとも)Aまでの距離を測らうとする場合、中途に於て何か越え難い妨害があるとか、又面倒な場合は間接に測り知る事が出来る。夫れはBC間の距離を既に知つたとして、次に角CBA、及び角BCAを測れば、一邊と二角の知れた三角形は全部解く事が出来るからBAは無論、角BACも邊ACも忽ち机上の計算から出て来るので、天體の距離も亦斯かる原理を應用したに過ぎないのである。

序でに一邊と二角を知つて他の二邊と一角を知る方法を述べようなら、第四〇圖に於て角A、B、Cに對應する三邊を夫れ々々a、b、cとすれば、

$$A = 180^\circ - (B + C) \quad \text{として三つの角は直ぐ分かり、次に}$$

$$\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C}$$

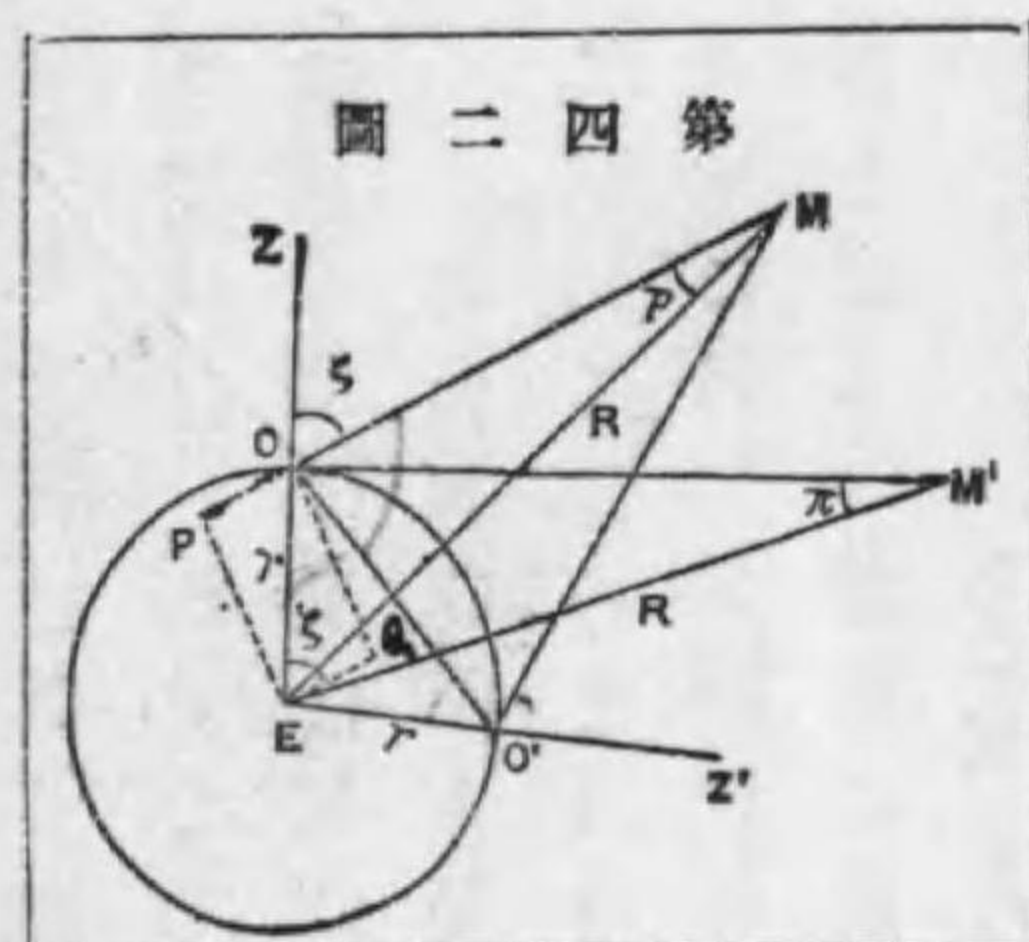
と云ふ公式から、は既知であるから、忽ちa、bを算出する事が出来る。



【地球と月との距離】今吾が地球と最も手近な天體なる月との距離を測る前に前圖で云へばBCの長さに相當する一邊を先づ知らねばならぬ。其の基本となる一邊を基線と云ひ、地球月間の距離の測量の基線は地球の半径である。夫れで地球の半径を測るには或る山の高さを知り、夫から分かるのである。上圖で圓を地球とし、O'を山の高さとし、Cを地球の中心、OH

をO'に直角な線とする。扱て今山頂に登り、遙か海面と天空との接する線とOHとの爲す角を測り、之をHOVとする。V點は即ち天と水との接する線上の一點である。そしてOVはVの切線である。O'C、V'Cを結ぶ。之は共に地球の半径で相等しく、rを以て表はす。今三角形O'CVに於てC角はHOV角に等しく、又夫は二等邊三角形であるから、C'O'V角、O'VC角の和が知れ、そして兩角は相等しいから分かる。されば三角形O'VO'に於いてO'O'は既知、O'O'V角、O'VO'角は接角が分かつたから共に分かる。其處でO'Vが知れ、次にO'C及びV'Cが同時に知れる。夫は今求める地球の半径である。

三角法で説明するなら $\frac{OC}{CV} = \frac{r}{r + O'O'}$ として $\sin O'CV$ から直ぐrの計算される事が了解出来る。



次に上圖に於て圓を地球、Eを其の中心とせよ。O'O'を同一子午線の二點、Z、Z'を夫れ等の天頂、Mを月とすれば、三角形O'E'O'に於て角O'E'O'は兩地の緯度から知り(符號が等しければ和、異なるれば差)O'E、O'E共々に地球の半径で既知に屬する。夫でO'O'の長さが分かる。次に三角形M'O'O'で、O'O'邊は今知れ、角M'O'O'はMの天頂距離、M'O'Zを實測すればよい。何故なれば

地平視差

$$\angle MOO' = 180^\circ - (\angle MOZ + \angle EOO') \text{ であるから}$$

$$\text{同様に } \angle M'O'O = 180^\circ - (\angle M'O'Z + \angle E'O'O)$$

其處でMO、又はM'O'が知れる。次に三角形MOEに於てMO、OEは既知、角MOEは角MOO'と角O'Eとの和として得られるからMEは知れる。夫が即ち求める地心と月との距離である。

次に月Mが観測地Oに對し水平の方向OM'に來た時、角OM'EをMの地平視差と云ふ。前圖に於て

$$\angle ZOM = \epsilon \quad \angle OME = \phi \quad \angle OM'E = \mu$$

としMOをOPまで延長し、夫にEから垂線EPを下し、又EからMOに平行にEQを引き、夫へ垂線をOから下しQに於て交はらしめる。されば

$$\angle ZOM = \angle OEQ = \epsilon \quad EP = OQ$$

又 $EO = EO' = r \quad EM = EM' = R$

とすればrは地球の半径でRは地心と月との距離である。さて

$$\frac{EP}{R} = \frac{r}{R} \cdot \frac{EP}{r} = \frac{r}{R} \cdot \frac{OQ}{r}$$

$$\sin \phi = \sin \epsilon \sin \pi$$

即ちrとことを知ればπ(地平視差)が分かつて來る。月のπは五十七分と測られた。

【地球と惑星、太陽との距離】

惑星の中で最も地球に近づくのは金星であるが、夫は生憎接近した時は太陽と同方向となり甚だ観測に不便である。故に金星に次で最も近く來る火星を利用し、先づ其の時の距離を恰も月のものを測つたと同様にして測る。次にケプレルの第三法則の云ふのを使つて各惑星、太陽の距離を出すのである。夫れは各惑星の平均距離の三乗と公轉時間の二乗との比は一定である、と云ふので、前者をa、後者をT、又一定數をKとすれば、

$$\frac{a^3}{T^2} = K$$

となる。今地球の距離と公轉時間をa₁、T₁とし、火星の夫れをa₂、T₂とすれば次の式が成り立つ。

$$\frac{a_1^3}{T_1^2} = \frac{a_2^3}{T_2^2}$$

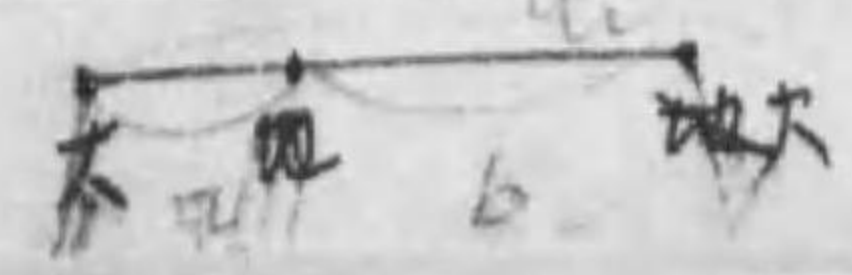
となりT₁、T₂は観測から知り得。地球、火星間の、太陽と一直線となつた時の距離をrとすれば、 $a_1 \parallel a_2$ となるから前式

は結局未知數がa₁一つのものとなり、夫れが分かるのである。又各惑星の太陽からの距離は、例へば木星の距離をa₃、公轉時間をT₃とすれば、

$$\frac{a_1^3}{T_1^2} = \frac{a_3^3}{T_3^2}$$

からa₃は分かる。尤もT₃は他の方法から既に知れたものとする。(尙詳しくは天文月報第六卷第六號、理學博士平山信氏「太陽」の距離に關する新研究を参照されたい。得る處が多からう)

【恒星の距離】 恒星の距離を計算するには非常に遠くて、到底地球の半径は基線とするに足りないから、地球、太陽間の距離を基線として測らねばならぬ。前の第四二圖に於てEを太陽とし、圓を地球の軌道、Mを恒星とし、OZ、O'Zは太陽



年週視差

と反對の方向とすれば、丁度地球上から月の距離を計算すると同じ様な工合に實行する事が出来る。(尙進んで詳細を知らうと思ふ人々は天文月報第七卷第十十一・十二號理學士小倉伸吉氏「星の距離」を参照されたい)

【視差】前に地平視差なる言葉を用了たが、恒星の距離を論ずる場合には夫に類したものを年週視差と云ふ。即ち年週視差とは、恒星を地球の軌道上の一點の切線の方向に見た時と、太陽から見た時とになす角である。普通單に視差と言へば大抵年週視差、即ち恒星の距離の事である。

光年

【光年】恒星の距離は莫大にして吾人の日常使用する里や籽の單位では複雑過ぎて到底表はし難いから、もつと大きい距離を表はすには夫に相當した大きい單位を使ふのが便利である。前の視差は其の價が距離に正比例しないから一般人に取り餘り重寶なものではない。其處で光が一年間に通過する長さを單位に取り之を光年と云ふ。光は讀者既知の如く、一秒間に二九九、八八七籽即ち大凡三十萬籽走るが、夫が一年間に行く距離であるから想像するだに頭が感亂して甚だ考へにくい。其處で一番近い恒星は、 α セントリーとて四・三光年の距離であるが、最も遼遠な天體になると一千萬光年も向ふにあるのがある。實に此の空間の無邊無際限なるには驚歎せずには居られない。尙章を追うて順次に此の人類の驚異の的たる洪大なる宇宙の結構に就き詳細説明する。

扱て視差を知つて光年に直すには次の式を用ゐればよい。視差一秒の星の

最遠距離の大體

視半徑

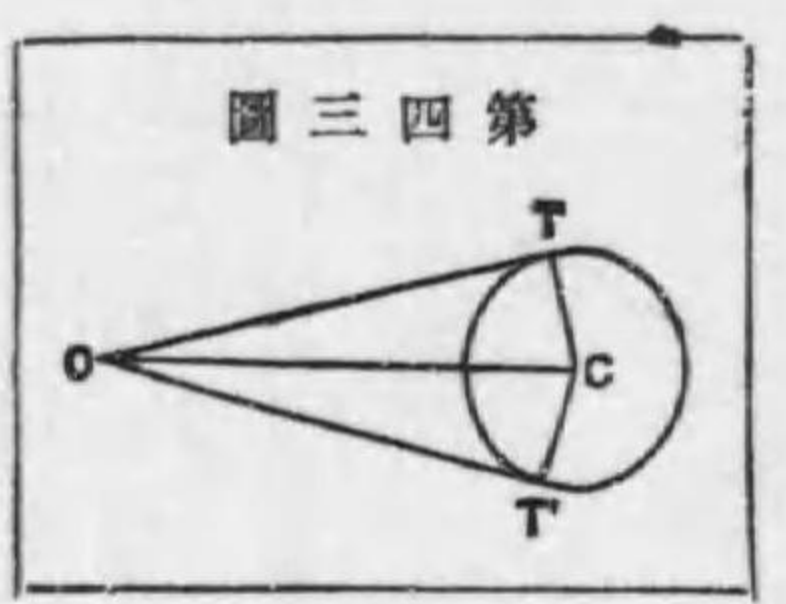
距離は三・二六年であるから、

$$\text{光年} = \frac{3.26}{\text{視差}}$$

視差は秒を單位とする。例へば α セントリーは視差 〇・七六秒であるから上式を使つて四・三光年と出るのである。

【天體の見掛の直徑】各天體の見掛けの直徑を測る事は何でもない。前に述べた測微尺やヘリオメートルで實際に其の直徑を測定すればよいので、普通は其の半徑を角度で言ひ表はし之を視半徑と云ふ。

【天體の實際の直徑】天體の實際の直徑は其の距離が知れて居る場合にのみ求め得られるので、上圖で圓を天體とし、Cを其の中心、Oを觀測者とする。Oから右方の天體の直徑はOから夫れへ切線OT、OT'を引けばT、T'角が夫れて、TOC角が視半徑である。其處でOCなる距離が分かれば直角三角形TOCで、角TOCは既知であるから實際の半徑TCが知れる。



哩であるから半徑rは

$$\frac{TC}{OC} = \sin TOC$$

$$238840 = \sin 16' 11''$$

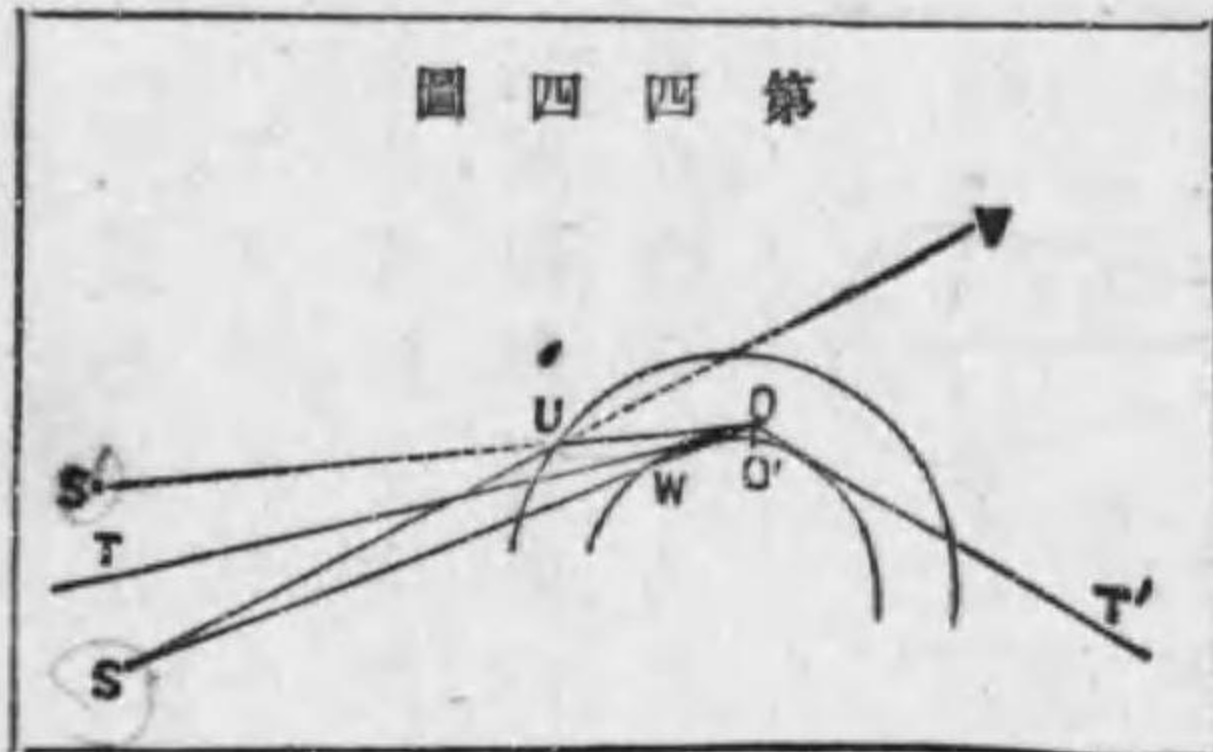
から得られ、其の直徑はrの二倍で、實際二一六三哩である。

一つ實例を挙げよう。月の視半徑は十五分三十四秒、距離は二三、八八四〇

第五章 大氣の屈折と光行差

【地平線下の日月がなぜ見えるか】我が地球を取り巻く大氣は地平線の少し下の月や日を浮き上らせる作用があり、吾人が何物の遮る者の無い廣野又は海面上で旭日の上縁が少し見えたと思ふのに拘らず、實際は猶其の下に在るのである。其の理由は上圖に於て内圓を地殻、外圓を大氣の限界とすれば地面上O O'なる高さの人にはOから地殻への切線O T、O' T'以上の天空の部分が見え、夫れ以下は決して見えない筈であるが、今Sの所に太陽があり、夫を見るにはO Sを結ばなければならぬが、生憎夫は地表面Wで遮蔽されて見えないう譯であるが、茲に大氣が地面に冠さつて居るとSからS Uの方向に進んだ光線が當り前ならば猶一直線にU Vの方向へ去るのであるが、大氣の爲め屈折を受けU Oの進路を取ると丁度Oなる人の眼に太陽が恰もS'にあるかの如く感ずるのである。日没の際とても亦同様であつて實際地平線下に没し去つた日月の像を尙望見し得るので結局晝間が少々長くなる勘定である。

【春分・秋分の日なぜ晝夜同長で無いか】春分・秋分の時期に限り太陽は赤道上

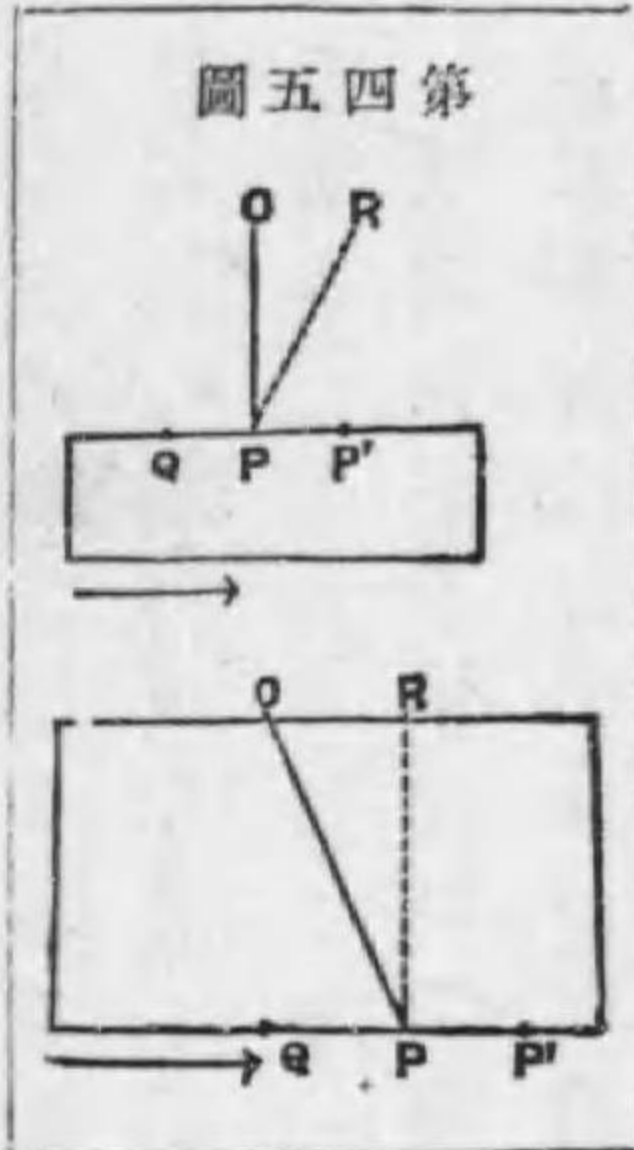


圖四四第

に位置し、其の赤道は地上の緯度の如何に拘らず必ず半分を地平上に、半分を地平下に分つたもので、そして一晝夜に一回轉するから、其の上にいる太陽も亦一晝夜の丁度半分の時間だけ地平線上に在るべき筈で晝夜同じ時間とならねばならぬ譯であるが、太陽が光線を屈折する故に、どうしても晝間が長くなつて居る。例へば大正十一年三月二十一日は春分であるが晝間十二時八分、夜間十一時五十二分である。尙毎年の本暦を見れば一年中の晝夜の時間等が詳しく分かる。

【濛氣差】前記の如く大氣は各天體を少々上に浮き上らせる作用をなす。實際の方向と眼に見える方向との差を濛氣差と云ふ。濛氣差は地平線上十度まで位は非常に大きく、地平線近くでは三十六分もあり、其の直徑が其の價より小さい日や月は全體が地平線の直ぐ上に在つても、實際は全體が直ぐ下にあるのである。

濛氣差



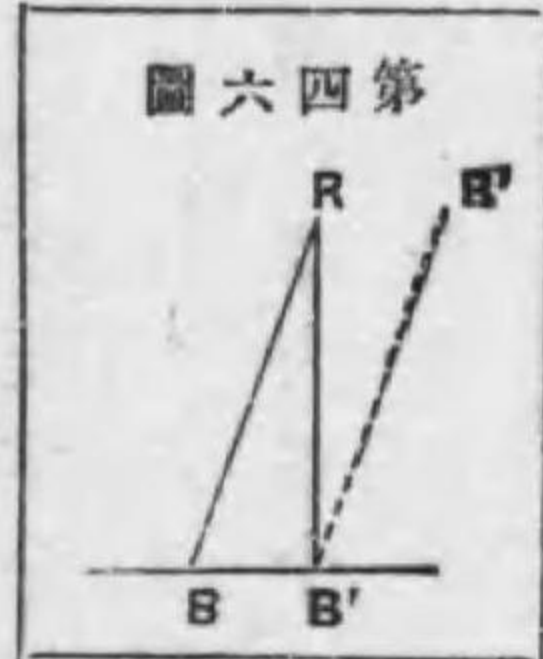
圖五四第

【渡船はなぜ上流に向けるか】圖の上圖矩形は右方に進行しつゝある汽車を上方から見下したものとす。そして鐵道の傍に立つて居る人が列車に垂直に護謨毬(秒と違つて書かない)を投げ付けたとすると静止して居ればPに當る筈であるが、其の時Pは既にP'に進み、後方のQがPの位置に来て、毬の衝擊を受けるであらう。

若しQが窓でなく顔であつたら、夫はOから垂直に投げられたとは感ぜず、稍前方P Rの方向から飛んで来た様に思ふであらう。之は一寸考へても分かる事である。

又同圖下方平行の二線は川の兩岸と思ひ給へ。然る處Oを發した渡船が垂直に對岸Qを目掛けて漕ぎ行くと案外Qには行かず、稍下流のPに到着して困る事がある。田舎の渡場で斯かる出来事は始終人目に觸れて居る處である。其の際Pの岸では船は矢張り直角にR Pの方向からやつて来た様に思はれ、Pを通る水は、船出發の際Qを流れて居、又Pを流れて居た水は既にPに去つて居る。上圖も下圖も同じ理由であるから讀者宜しく比較熟考されたい。

【雨天に自轉車で走る時、顔に雨滴が當るか】圖で空中を落下しつゝある雨滴をR、地上を疾走しつゝある自轉車をBとする。今雙方とも運動して丁度B'で邂逅

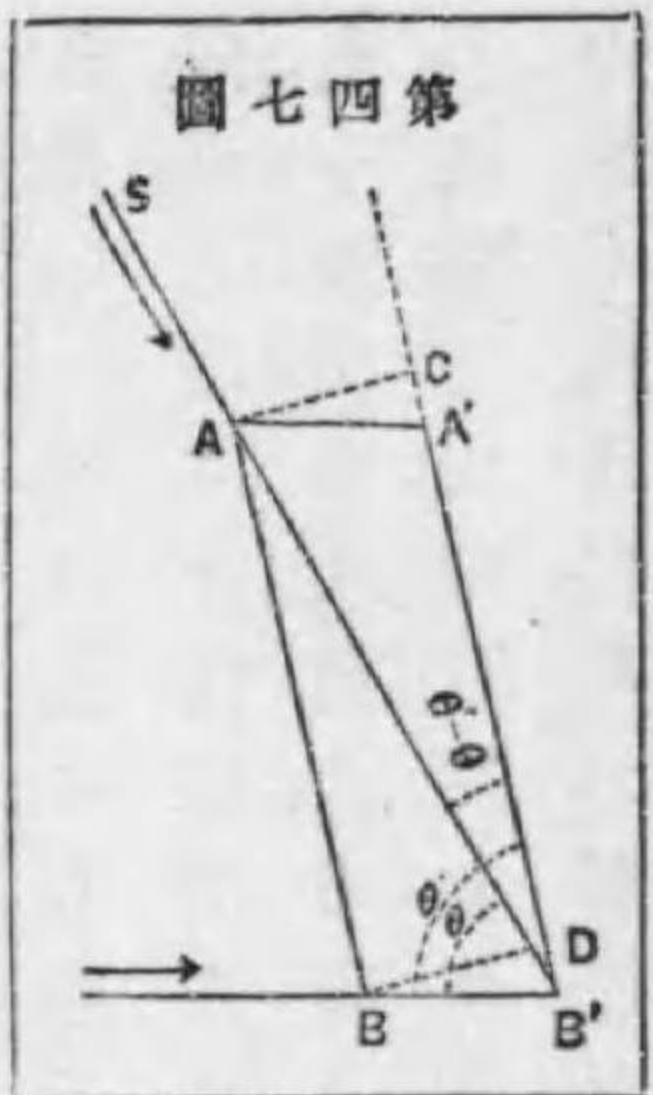


したとすれば、車上の人の顔には雨が直上でなくR' B'の方向から打つ如く感ぜられるであらう。其の方向の定め方はR B'とB B'とのなす平行四邊形の對角線B' Bの方向と同じである。角R' B' Bは直角と否とに關係なくR' B'の方向は求め得られる。

【光行差】前二項の例の如く進行しつゝある物體へ到着する物は、少し其の進行方向へずれて来た様に見える。實際来た方向とずれて来た如く感ぜられる

光行差

方向との差を光行差と名け、前圖では角R B' R'が夫である。



上圖に於てB B'を一秒間に地球の進行する大き及び方向とし、Sを恒星の在る方向、A B'を一秒間にS星の光の進行する大き及び方向とする。然ればA B'、B B'の爲す平行四邊形の對角線A Bは見掛けの星の位置を示す。今B'からA Bに平行にB' A'を引き、B'から

とAからと、B' A'に夫々垂線B D、A Cを引く。そして
 $\angle A B' B = \theta$ $\angle A' B' B = \theta'$ $\angle A' B A = \theta - \theta'$
 とすれば、 $\theta - \theta'$ は正に光行差である。又 $A B' = v$ $B B' = v'$ とすれば、

$$\frac{\sin(\theta - \theta')}{\sin \theta'} = \frac{AC}{A B'} + \frac{BD}{B B'} = \frac{B B'}{A B'} = \frac{v}{v'} \quad (BD = AC)$$

右の公式から光行差を知る事が出来る。光行差は黄道の平面内に在る星では唯一年に往復する直線を畫き、黄道の極に在る星は圓を、又其の中間に位する星は橢圓を描き、夫が黄道に近い程細長い形になり、橢圓の長徑(第二章參照)は常に二〇・四九二秒である。第四十八圖は各黄緯に於ける恒星の描く橢圓である。



第二篇 太陽系

第一章 太陽系の概観

【太陽系には幾種類の天體があるか】我が太陽系の中心には太陽が鎮座し、其の周圍に八箇の惑星、千餘箇の小惑星、二十六箇の衛星、土星の環、彗星、流星、黄道光及び對日照等中々種類は澤山ある。本篇に於ては是等各種天體の運動及び状態、大き等に就き章を追うて詳細述べようと思ふ。

【太陽系の廣さはどの位か】太陽系の諸天體が占領して居る空間は吾々地球上の尺度と比較すれば絶大であると言へるが、全宇宙の大きさに比較すれば實に粟の一粒ほどにも當らない。通常最外側の海王星の軌道の直径を以て太陽系の廣さを代表するが、夫は五十五億八千三百二十萬哩である。地球の軌道を一秒間十八萬六千哩の速度の光が通過し終るに十六分半を要するが、海王星の軌道は八時間二十分を費さないと通り抜けられない。太陽系の直径は上記の如く、地球自身の直径七千九百十三哩とに比較するに莫大な距離であるが、最近の恒星αセントーリに至る距離が四光年三個月(即ち二千五百五十億哩)あることに

太陽系の直径

欠

欠

公轉週期
會合週期

衛星の数は
二十六ある

るが、夫れで軌道の細長さの度合が分かる。大きい價ほど細長い。公轉週期とは太陽を一週するに要する時間、會合週期とは太陽と地球と惑星の一つが同一の形勢を作るに要する時間、例へば太陽地球火星が其の順に一直線上(詳しくは地球と火星とが同じ時)に來り、再び此の位置に來る間の長さで夫は一年と三二一・七三三日である。

太陽及び地球からの距離は、最大最小又は平均の價を百萬哩單位で掲げた。若し里程に換算したかつたら、 0.4098 を掛ければよい。すると例へば太陽地球間の平均距離は三八、〇三〇、〇〇〇里ほどになる。軌道速度は一秒間の價を哩で表はす。

以上二表は惑星に關する有ゆる定數を集めたもので、之を諸種の方面に利用する事が出来る。例へば地球を一とした直徑で各惑星の大きさを紙上に畫いて見るも面白く、會合週期の一つを知つて將來の時期を推算するのも面白い。但し各價は計算者の異なる事又は新舊に依つて多少相違のある事を諒せられたい。

【衛星の数は幾つあるか】水星金星には衛星はなく單獨で嘸ぞ淋しからう。地球には月があり、火星に二木星に九、土星に十、天王星に四、海王星には一つある。夫は今日まで發見されたもので、或は未だ残つたのがあるかも知れない。此の

外土星には彼の有名な環が取り巻いて居るが、之は連続したものでなく、個々の固體であるから矢張り無数の小衛星の集團と言つてもよい。

「ボーデの法則」今0、3、6、12等の段々二倍になる數を書き列べて4を加へ、次に各惑星の平均距離を地球を10として表はしたものと比較すると、上表の如く第一行の數字は實際の距離、第二行の數字は今作つたもので雙方可なりよく一致して居るのを見る。尤も海王星は餘程差がある。これはボーデの法則と稱へられて居るが、此の法則の出來た頃は小惑星も、又天王星海王星も發

ボーデの法則

4	3.9	水星
7	7.3	金星
10	10.0	地球
16	15.2	火星
28	—	小惑星
52	52.0	木星
100	95.4	土星
196	191.8	天王星
388	300.5	海王星

見されない前で、小惑星のあるべき位置が空であつたので、人々が奇異の感に打たれて居たが、聽て夫等の發見と共に、此の法則の價値が上つた。併し何故に斯かる關係があるかは未だ説明されない。

「太陽系は誰が定めたか」土星までの惑星がある事は古代に於て知られ、誰が發見したと云ふ事はなく、天王星は英國のハーシェル、海王星は英國のアダムス、佛國のルゼリエーの豫言に依り發見された。夫て太陽系の廣さは海王星の發見と共に決定したものと見做し得る。

「太陽系の廣さは此の上擴張されないか」太陽系の最外惑星は海王星を以て

終るかと言ふに、未だ其の外側に惑星のありさうな證據がないでもない。だから太陽系の廣さは絶對的に決定さるべきものではない。

第二章 地球の運動

地軸

「地球の自轉」我が萬物を保有生存せしめる此の大地は球狀體で、常に均齊な速度を以て廻轉して居る。其の廻轉軸の事を地軸と稱へ、一廻轉に要する時間は23時56分4.1秒である。

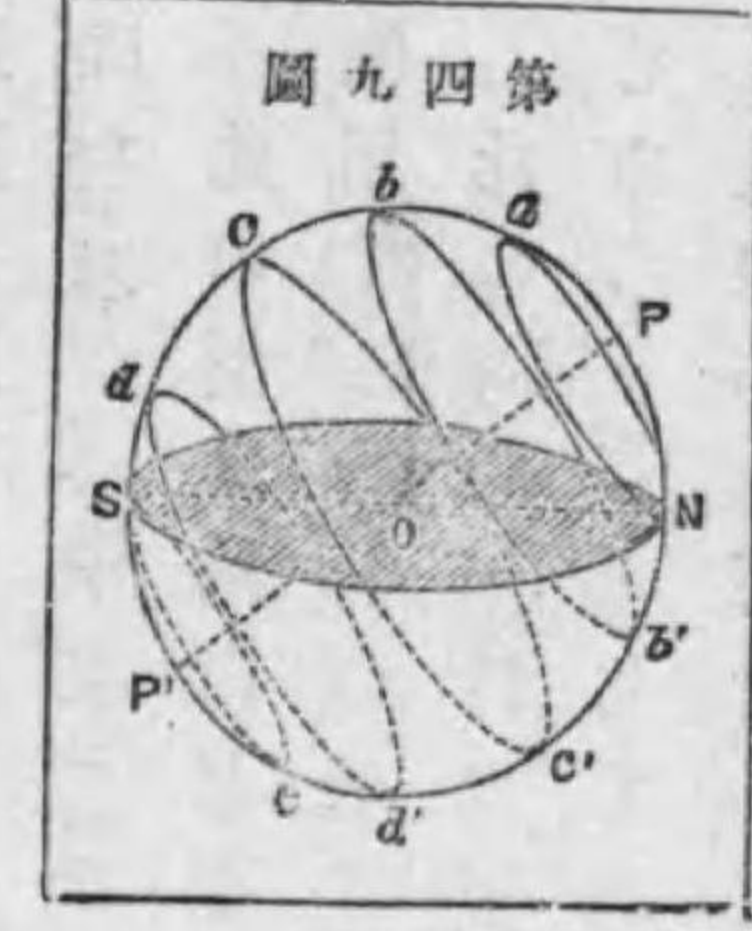
自轉

此の價は殆んど不變のもので、吾人の時間を取扱ふ基礎となる。吾人の日常生活使用する時計の示す時刻は總べて、地球の一廻轉の時間から算出したもので、若し此の時間が時々變る様な事があれば、時間の計算上甚だしき不便を感ずる事であらう。而して地球の自ら廻轉する事を自轉と云ふ。

「地球が自轉する證據」色々の方法で證據だてられるが、本書の姉妹書「自然界の理化智叢」に詳説されてあるから、今は其の主なる五例を記して置く。(一)諸天體が地球を一週する周期は相等しい。(二)地球の重力は赤道地方よりも極地方に於いて大きい。(三)風の進路は低氣壓の進路よりも少しく偏する。(四)落下する物體は少し東偏する。(五)振子の振動の方向が廻轉する。尙其の外にも方法はあ

【どんな天體が大抵自轉する】 日月でも惑星と云はず衛星でも小惑星でも自轉しないものは一つもない。彗星は其の本體が曖昧模糊たる物であるから判然しない。夫から太陽系外の恒星でも矢張り廻轉して居るであらう。其の他螺旋狀星雲の旋轉も近頃發見されたが、夫は後章に述べる。

【星の日週運動】



日週圖

圖九四第

地球が自轉する結果、天球は反對の方向即ち東から西へ間斷なく廻轉する事になる。其處で日月星辰の出沒が起る圖に於て外圓を子午線、Oを觀測者とし、又SNを地平線、P、P'を兩極とすれば、a、N、b、M、c、d、d'、d、S、e等の小圓(大圓)は皆其の圓上にある星の日週運動の跡で、日週圖と呼ぶものである。そしてa、Nから北の星は晝夜とも地平線下に沒する事がないと同時にS、e以南の星は永久に吾等には見えなるといふ面白い現象に注意を要する。角PONは其の地の緯度に等しく、即ち此の半球の星の赤緯が其の地の緯度の餘角より大きい時は晝夜共沒しない。緯度をφとすれば、 $90^\circ - \phi > \delta$ は星の赤緯とすれば、右の如き式の時は星は見え續けてあつて、同様に南半球の星は $90^\circ - \phi < \delta$ の如き時は永久に見えない。例へば館山(千葉)修善寺の北、静岡富田(三重)京都倉敷(岡山)釜山などを通る北緯三十五度の地では赤緯五十五度以北の星例へば北極

恒星日

眞太陽日

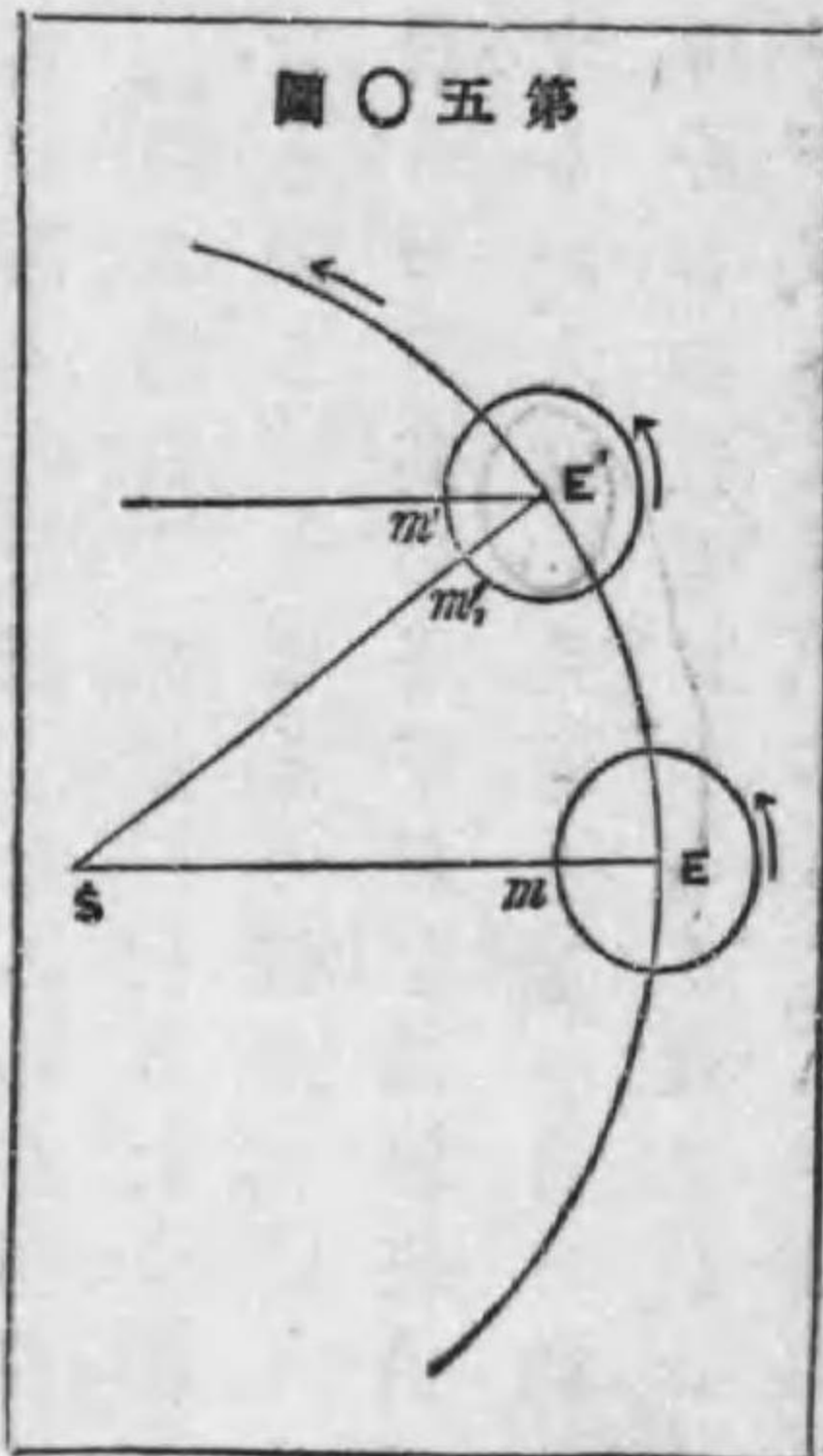
星カシオペア、北斗七星の大部分は出沒せず、赤緯南五十五度以南の星例へば最近星αセントーリ、大小のマゼラン雲等は永久に地平線上に姿を出さない。唯天球中での第二の輝く星カノプスは辛うじて見得るに過ぎない。

夫から赤道上にある星は、丁度日週圖が半分だけ地平線上に現はれて居るから半日だけ出て、半日だけ沒して居る。αセチ、三つ星の中の最北星、γグリーゼ、δグリーゼ、εグリーゼ等は、大凡赤道の近くにある。太陽も春分秋分の日

に限り赤道上に來るから晝夜平分になるのは前に述べた。【恒星日の起原】地球の自轉時間は前に述べた様に二三時五六分四一秒で之を一恒星日と云ふ。其の理由は恒星は殆ど動かないものとして、或る恒星が某地の子午線を通過し再び歸つて通過する時間を測つて一自轉時間を知る故、其の測定の標識となるのが恒星であるから恒星日と名づけたのである。

【眞太陽日】恒星の代りに太陽が子午線を通過して再び戻り來る時間を眞太陽日と云ふ。夫は前の恒星日より少しばかり長い。何となれば恒星は靜止して居るから、其の子午線を二回經過する間の長さは精密に地球の自轉週期と一致するが、太陽は黄道上を一日に約一度足らず東へ移動するために昨日の位置より今日の位置は少しく東に動いて居るから夫だけ、地球が餘計に廻轉しないと子午線へ太陽が來ない。猶圖解すれば次圖でSを太陽、E、E'を或る日の地球の

恒星日より
太陽日の長
い理由



尚地球太陽を結ぶ直線ES上に來ない。猶角度で $m'E'm'$ だけ廻轉せねばならぬ。之で恒星日より太陽日の長い理が分かるであらう。猶 $E'm'S$ 線と $E'm'$ 線とは平行である。

【平均太陽日】地球が毎日太陽に對し同じ角度だけ動くものとすれば、眞太陽日は一年中同じ長さを保つ譯であるが、實は夫が時季により相違があるから一寸面倒になつて來る。前圖に於て角 ESE' が何時も等しい時は、從て角 $m'E'm'$ も亦等しいが、若し其の角がより大きい時は、 $m'E'm'$ も亦從て大きくなり一太陽日は不等になつて終ふ。事實に於て十二月末は近日點を地球が運動し速度が大きくなるから一晝夜の長さが増し、六月末は遠日點を通り、速度が小さくなるから一晝夜が短くなる。曆書に依て其の頃の太陽の南中(子午線經過の中、天の時)

刻と翌日の夫とを調べて見れば分かる。

併し夫では甚だ日常使用に際し不便であるから、一年中を平均して平均太陽日なるものを作り、二十四時間を以て週期とする。之が世間一般に用ゐられて居る意味の一日である。

【晝夜の出来る理由】太陽が地平線上に上つて來るから晝となり、又地平線下に没するから夜となるのであるが、實際に於ては地球が太陽の方向に半面を向け、或る地域が其の半面に含まれて居れば晝となり、反對の暗黒面中に在れば夜である事は分かり切つた事である。

【地球の公轉】地球は自轉するのみならず太陽の周圍を廻轉する。之を公轉といふ。其の周期は惑星の本體の表にもある通り一年と〇〇〇六日で、詳しくは三六五日六時九分九秒である。之を又一恒星年と云ふ。第一篇第五章で説いた光行差は正しく地球公轉の證據である。若し公轉しないものならば光行差と云ふ様な現象は決して起らない。

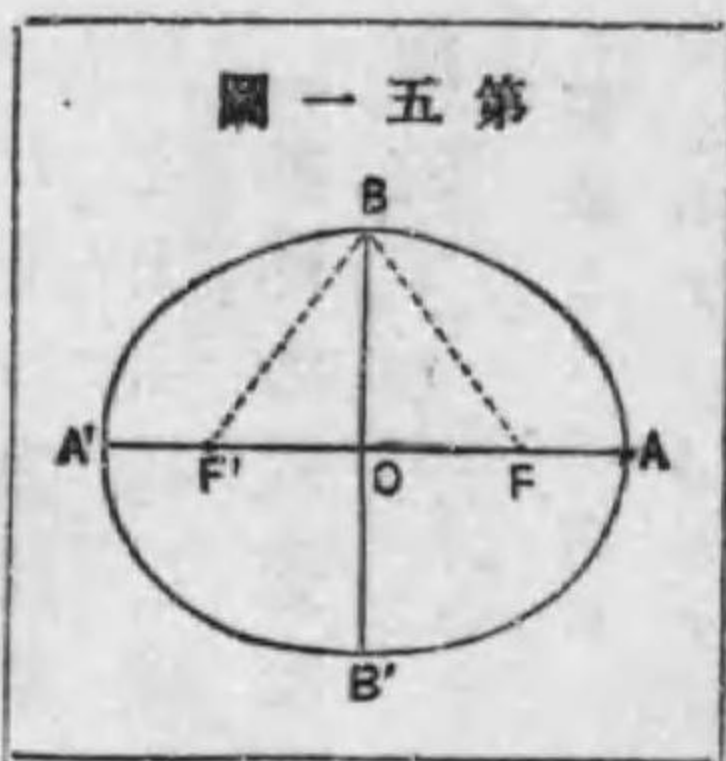
【地球の軌道は橢圓である】地球の軌道は橢圓である。今橢圓に就き少しく解説する。

橢圓とは二點からの距離の和が常に等しい點の軌跡である。次圖に於て二點をD、D'とし、他の點をB又はAとすれば、

平均太陽日

公轉

恒星年



圖一五第

$$c = \sqrt{a^2 - b^2}$$

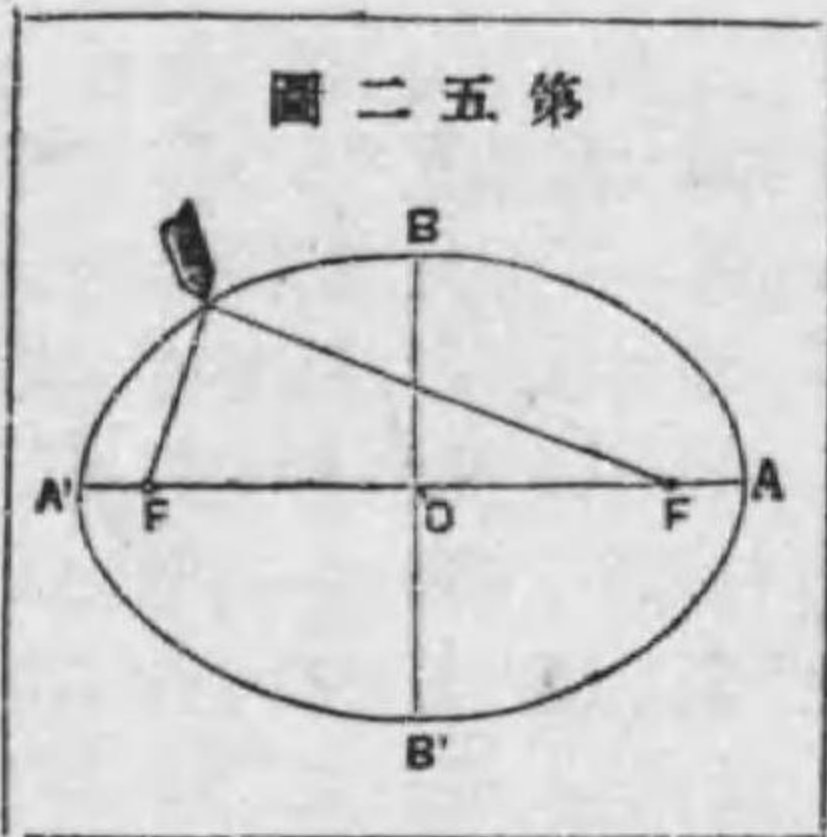
$$e = \frac{c}{a} \quad \text{離心率} = \frac{c}{a}$$

となる。又 F, F' の中点を橢圓の中心 F, F' を焦點、 F, F' を通り周に終る直線を長徑、中心を通り長徑に垂直にして周に終る直線を短徑と云ふ。又 O, F を O, A で割つたものを離心率と云ひ、其の價が大きい程、橢圓は細長くなる。但し離心率は 1 より大きい事はない。前圖に於て

$$OA = FB = a \quad OF = c \quad OB = b$$

とすれば三角形 OBF は直角三角形であるから

【橢圓の描き方】 橢圓を描くのは圓の場合の様に簡單なものではない。今次に三つの方法を説明しよう。

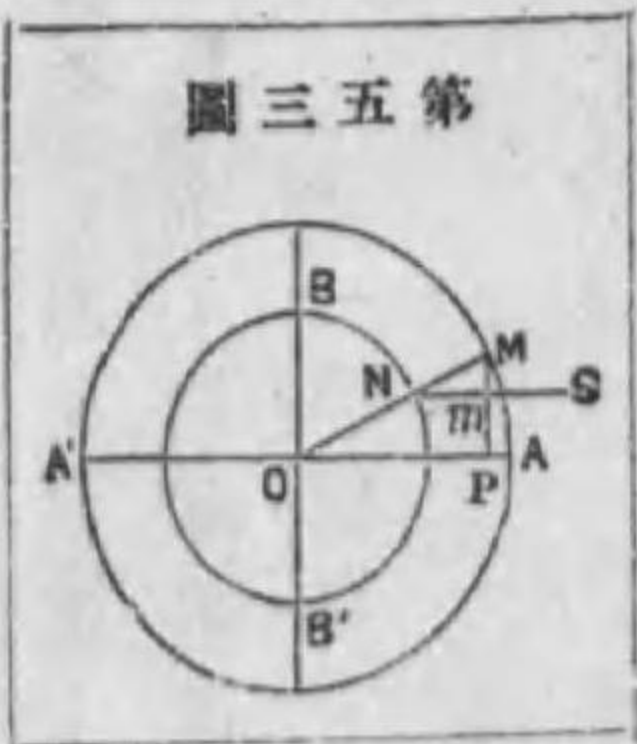


圖二五第

【第一の方法】 先づ離心率 (示す) の價を與へられた時、夫を例へば 0.8 とすれば上圖の如く O を中心として OA を 1 とし、 OF を 0.8 とし、左方へも同様に OF', OA' を取り、次に 2 なる長さの糸を F, F' に兩端を固定し、糸を鉛筆で緊張しつゝ廻轉すれば所望の橢圓が得られる。今は a を 1 としたが、若し a に他の數値を與へれば、

$$OA = a \quad OF = ce = 0.8a \quad \text{點 } O \text{ 距 } = 2a$$

となる。因に圓は橢圓の特別な場合で、即ち OF を段々零に近附けると橢圓も亦漸次圓に近接し、零となれば遂に圓となるのである。



圖三五第

【第二の方法】 先づ a, b が與へられたら、其れから前のなる式から c を計算する。次に第五三圖の如く O を中心として a 及び b なる半径の圓 OAA', OBB' を描く。 O から任意の方向に直線 ONM を引き、二圓との交点を N, M とし、 N から OA に、 M から OB に平行線 NS, MP を引けば其の交點 m は橢圓上の一點である。
 m 點の如きものを澤山作れば橢圓は得られるが、第一法に比べてだ甚煩しい。但し糸を用ひないのを特長とする。他にも糸を用ひない方法があるが略する。又此の方法の説明は稍煩雜だから省く。

【軌道上の各點】 地球の軌道は正しく橢圓であつて太陽は焦點の一に位して居る。次に軌道上の各點に就き説明しよう。

春分點
秋分點
夏至點
冬至點

一、分點と至點 地球の軌道を擴展して天球面に投影した大圓を黃道と云ふ事は前に述べたが、すると天の赤道に於て二つの點と交叉する。其の點を分點と稱へ、分點の中太陽が黃道上を南半球から北半球に移る際のもの、春分點、北半球から南半球に移る際に通る方を秋分點と云ふ。次に兩分點を結ぶ直線に垂直にして且つ太陽を通る直線が、黃道と交る二つの點を至點と稱へ、春分點の次に來るものを夏至點、秋分點の次に來るものを冬至點と稱へる。

二、近日點と遠日點 地球の軌道の長徑の兩端にある二點で、其中太陽の居る焦點に

近日點
遠日點

近い方を近日點、遠い方を遠日點と稱へる。言ふ迄もなく近日點では最も太陽に近く且つ大きく見え、遠日點では總べてが其の反対である。

第五四圖で橢圓を地球の軌道、Fを太陽の居る焦點F'を然らざる焦點とすれ

各點の期日表

春分點	三月二一日頃
夏至點	六月二二日頃
近日點	一月一日頃
秋分點	九月二一日頃
冬至點	十二月二二日頃
遠日點	七月一日頃

ば近、春等の軌道上の文字は皆近日點、春分點等を現はす。春分點と近日點との角距離は惑星の軌道の表に近日點黃經として二八〇度二一分餘として掲げて置いた。



圖四五第

【恒星年】恒星年とは前述した通り、地球が真に其の軌道を一週する時間て、三六五日六時九分九秒である。惑星の軌道の表の公轉週期は皆之と同性質のものである。

【回歸年】後に述べるが春分點(從つて夏至、秋分、冬至の三點も)は歳差なる現象の爲め軌道上を地球の進行方向と逆の方向に移動する。從て春分點に歸つて來る地球の週期は一恒星年よりも早く三六五日五時四八分四六秒である。之を一回歸年と稱し、吾人の日常使用する一個年の時間は之である。

【近日點】近日點も亦春分點と同様靜止せるものてなく、一年につき一一・二五

秒づつ地球の運動と同方向に移動するから、地球が近日點を出て再び其處へ戻つて來る時間は一恒星年よりも長く、之を一近日點年と云ひ、三六五日六時一三分四八秒である。

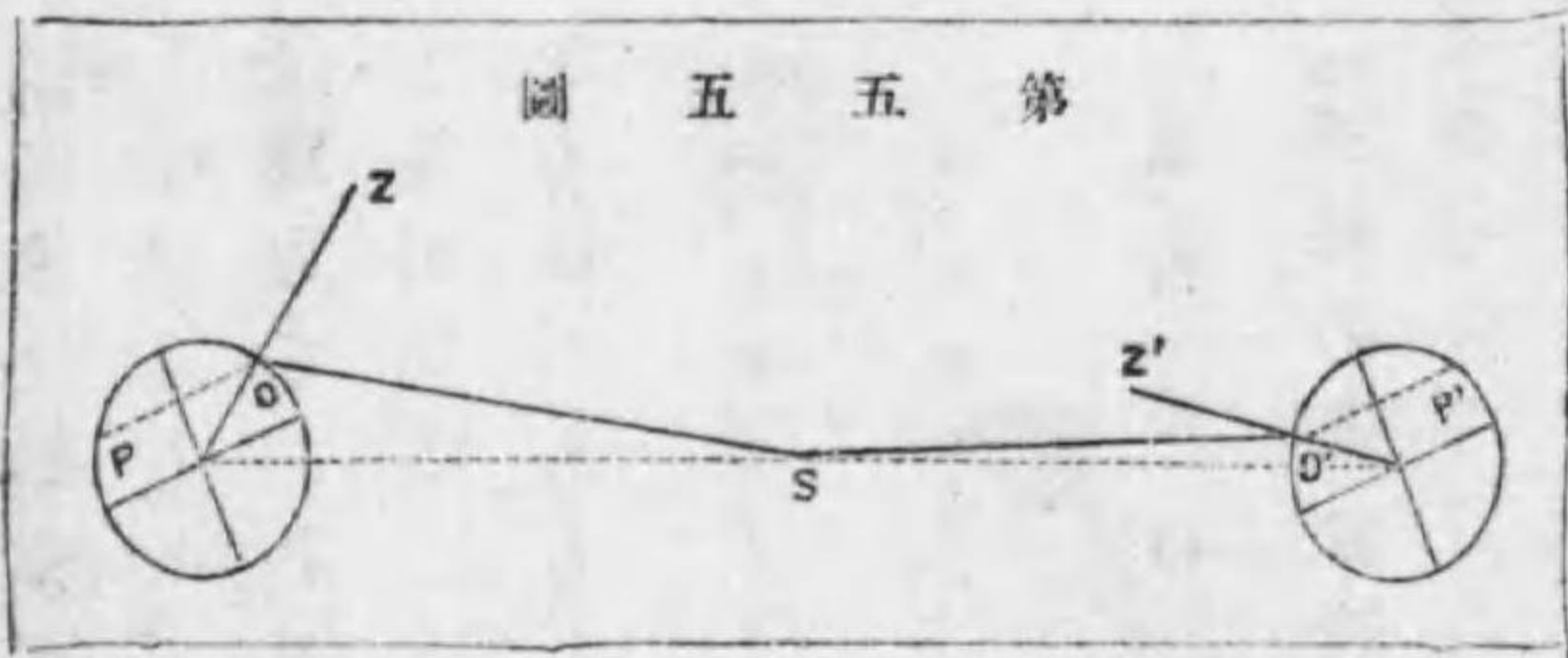
【地軸の傾斜】

惑星の本體の表にも掲記した如く、地球の廻轉軸は其の軌道面に約二十三度半の傾斜をして居るから、例へば北緯三五度の地では夏至に於ては圖の右方O'の如く太陽の天頂距離は $33.5^\circ - 23.5^\circ = 11.0^\circ$ の小なるものとなり、夏至が來る。又左方の冬至の時期にはO'地では $33.5^\circ + 23.5^\circ = 57.0^\circ$ と云ふ様な大なる天頂距離となり、太陽は地平線から餘り高く上らない。其等の原因は皆地軸が傾斜して居るからである。

【地球上の各帶】

赤道から南北二三・五度までの地帶を熱帶と云ひ、太陽は一年間に二回子午線經過の際、天頂に來る。次に二三・五度以北及び以南で、緯度が $90^\circ - 23.5^\circ = 66.5^\circ$ までの地方を温帶(南北に)次に六六・五度以北及び以南から極までの地方を寒帶と云ふ。温帶では太陽は決して天頂に來ることなく一日の中で夜又は晝ばかりの時は無。寒帶では一日の中晝夜の差が非常に大きい。

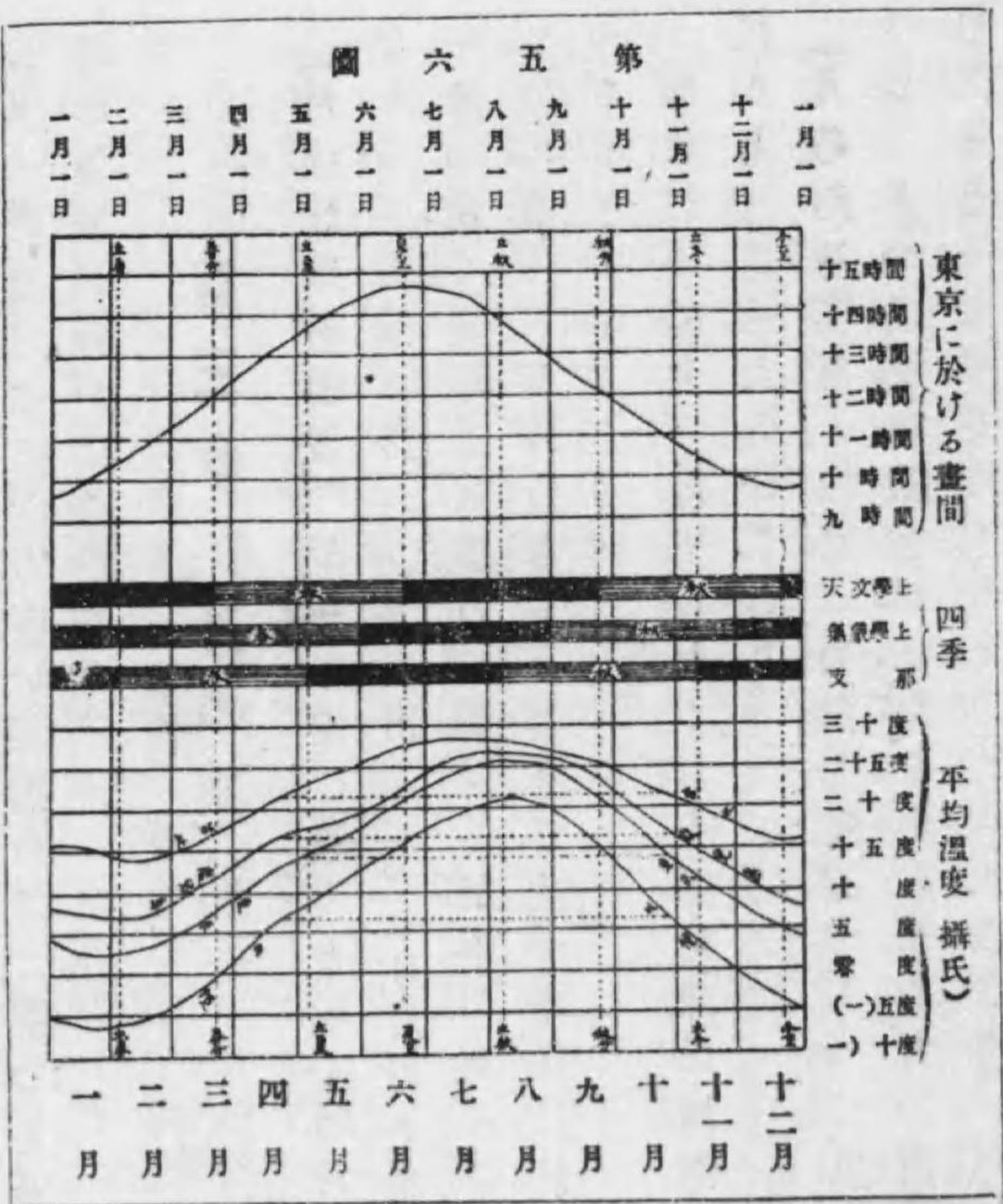
圖五五第



【四季は如何にして出来るか】四季は地軸が太陽の方向に向くか否かに依つて生ずるもので、結局太陽の子午線通過の際の高度の大小如何に因る。併し温帯地方でこそ四季の截然たる區別もなし得られるが、寒帯や熱帯では殆ど確然と區別することが出来ない。北半球に於ける四季の區別法には昔から次の如き方法がある。

- 一、支那傳來の法
 - 春 春分を中心とする三個月
 - 夏 夏至を中心とする三個月
 - 秋 秋分を中心とする三個月
 - 冬 冬至を中心とする三個月
- 二、氣象學用の法
 - 春 三・四・五の三個月
 - 夏 六・七・八の三個月
 - 秋 九・一〇・一一の三個月
 - 冬 一二・一・二の三個月
- 三、西洋の法
 - 春 春分から夏至まで
 - 夏 夏至から秋分まで
 - 秋 秋分から冬至まで
 - 冬 冬至から春分まで

【四季の區分法と温度】以上三種の方法で、第一の支那のもの是最も理論的で完全なものである。二は統計上丁度一個月が完全に四季の何れかに納まるので便利がよく、氣象學上に用ゐられる。三は時候によく適合して居る。次圖は東京天文臺長理學博士平山信氏の(天文月報第二卷第八號掲載)三種の四季區分法と内地各地方の温度の關係である。天文學上の四季は三、前項ので氣象學上は二、支那の法に依て居る。立春とは冬至と春分との中間で、立夏以下も之に準ふ。理論上各地とも夏至が一番温度高かるべき筈であるが、日光が地球を温め、夫で地



上の氣温の昂騰するには若干の時日を要する。夫故實際は立秋の邊が却つて熱さを感じずる譯である。

【地球は一時間に何里走るか】惑星の軌道の表で見ると一秒間の軌道の速度は太陽に近い程速く、遠い程遅い。水星が二三乃至三五哩であるのに、海王星では三四哩ほどしか走らない。されば巨砲の砲弾の速度〇四九七一哩(八百)に比し尙甚だ大なる事が分かる。地球は一八五哩て之を一時間の里數に換算すると二萬七千三百里弱となる。以て其の速度の絶大なることが分かる。

【冬は地球が太陽に遠いから寒いのでは無い】誰でも一寸考へると冬は地球

が太陽に遠くなつて寒くなるのだらうと想像するが實は左様ではなく、太陽の高度が低いから寒いのである。尤も太陽に近ければ無論暖かく、北半球では近日點が冬期に来て、太陽に近い時に冬となるから聊か氣温が緩和され、南半球では其の際夏となるから暑い原因が二つ重なる事となる。故に大體に於て北半球の氣候が聊か温和であると云へる。

第三章 月の運動

【月は地球を廻る】 晴夜上空に皎々と輝く明月は心なき田夫野人の眼にも少なからず美感を與へる事であらう。「日月の光明」日月天に輝くなどと昔から一般に親しまれて居る月に關する記事の爲め二章を割かう。一章は即ち本章で他は第一三章月である。其處で先づ本章に於ては専ら月の運動に就いて述べる事とする。

地球が太陽を一週する如く、月も亦地球の周圍を廻轉する。そして其の週期は二七三二一六六日である。

【月の距離】 月の軌道は矢張り橢圓であつて、其の焦點の一に地球が居る事になる。従つて遠地點と近地點とが出来、前者の距離は二五一、九四七哩で、後者は二二五、七一九哩、平均すると二三八、八四〇哩(九七、八〇哩)となる。月は多くの天體の

遠地點
近地點

白道

中で地球に最も近いものであるが、但し彗星が極めて地球に接近した場合其の尾部と地球とは接觸する事がある。されば月より一層近づく譯である。

【白道とは何か】 地球の軌道面を天球迄延長すると一つの大圓となると同様に、月の軌道面を擴張して天球面と交會せしめた大圓を白道と云ふ。つまり月は天球上白道を西から東へと日日進行して止む事はない。白道と黄道とは五度九分の傾斜をして居る。

【月は自轉する】 地球や太陽が自轉する様に月も亦自轉する。而して其の週期は丁度地球を一廻轉する週期に等しく二七日餘である。何故に此の二週期が一致して居るかは第六章萬有引力の章に解説しよう。

【月は何時も半面のみを現はす】 右に述べた結果として月は恒に同じ半面のみを地球に見せて、其の裏面を少しも現はさないのは研究上甚だ不便である。見られないものを見ようとするのが人間の本性であるが、吾人は地上に棲息する以上決して月の背面を見得ないのを最も残念に思ふ。

其の故は吾人が若し圓形の競馬場の中心で見物する時、馬が何の方面に来ても其の同じ半面しか見られないと同じである。然るに競馬場の外側の一地點で見れば馬の前後左右とも一渡り見える。即ち馬は馬場を一廻轉すると同時に自分も亦一廻轉して居るのである。若し月が少しも自轉しなかつたな

交線
交點

恒星月
朔望月
交點月
近點月

各種の月の
比較

らば吾々は月の全面を隈なく見得るであらう。

【黄道と白道との關係】黄道と白道とは前述の如く五度九分の傾斜をして居る。そして夫れは一直線で交る。此の直線を交線と云ひ、交線と天球との交りを交點、其の中月が天の南半球から天の北半球へ昇る際の交點を昇交點、其の反對に天の北半球から天の南半球へ降る際の交點を降交點と云ふ。

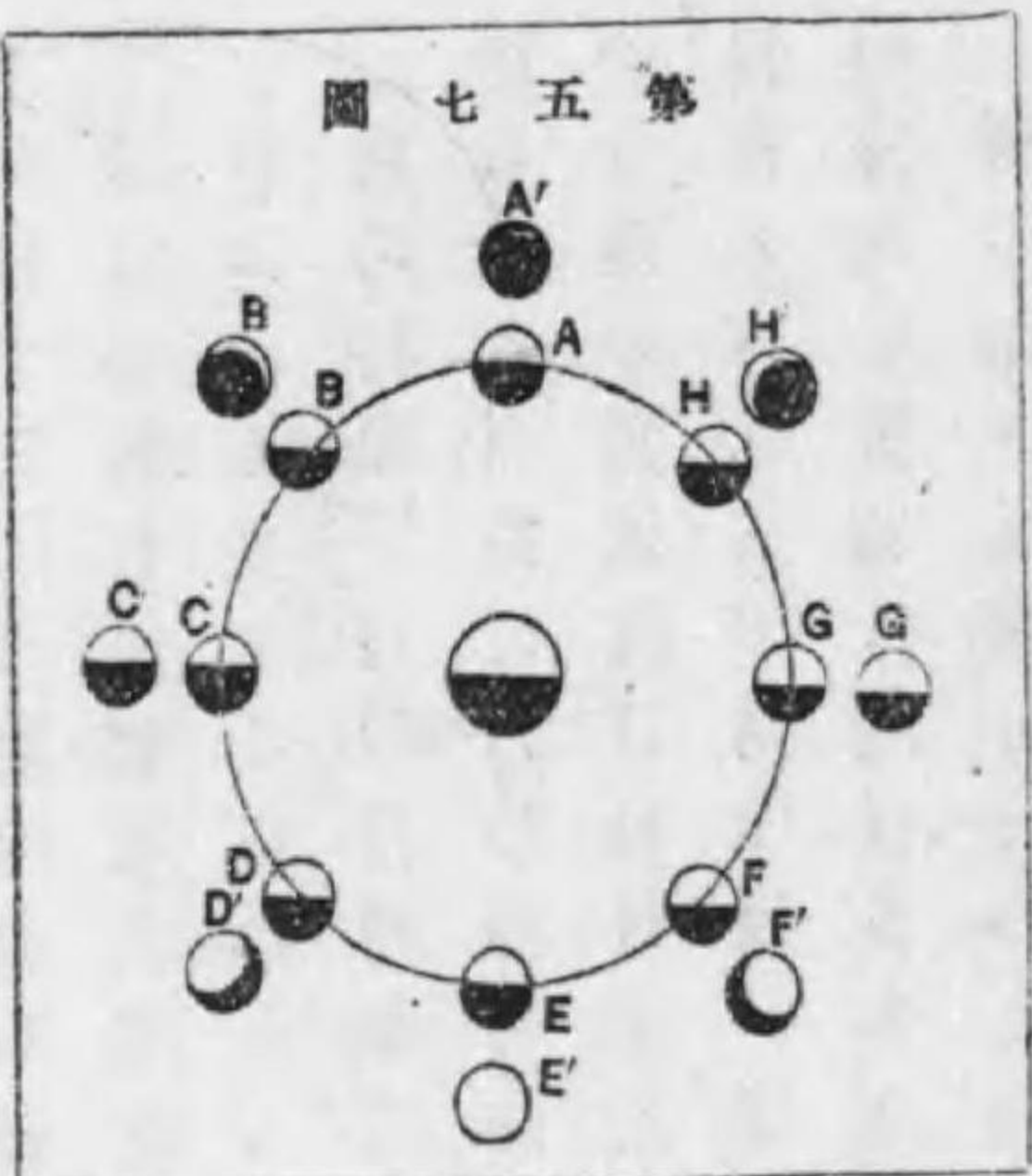
【一ヶ月の種類】月が實際地球を一廻轉する週期を一恒星月と云ひ、又満月から満月、或は新月から新月までの時間を一朔望月、交點から又元の交點に歸るに要する時間を一交點月、次に近地點から近地點に歸る時間を一近點月と云ふ。左に各種の月の比較表を示す。

一恒星月	二七・三二・一六六日	一交點月	二七・二二・二二日
一朔望月	二九・五三・〇五八九日	一近點月	二七・五五・四六〇日

恒星月と朔望月との關係は恰も恒星日と太陽日との關係に等しく、若し地球が静止するものとすれば兩者は一致すべき筈のものである。次に交點は白道上を時針と同方向に廻轉し、一八六六年を以て一週するから一交點月は一恒星月より短くなる。近地點は時針を逆の方向に大凡九年を以て一週するから一近點月は一恒星月より長くなる。

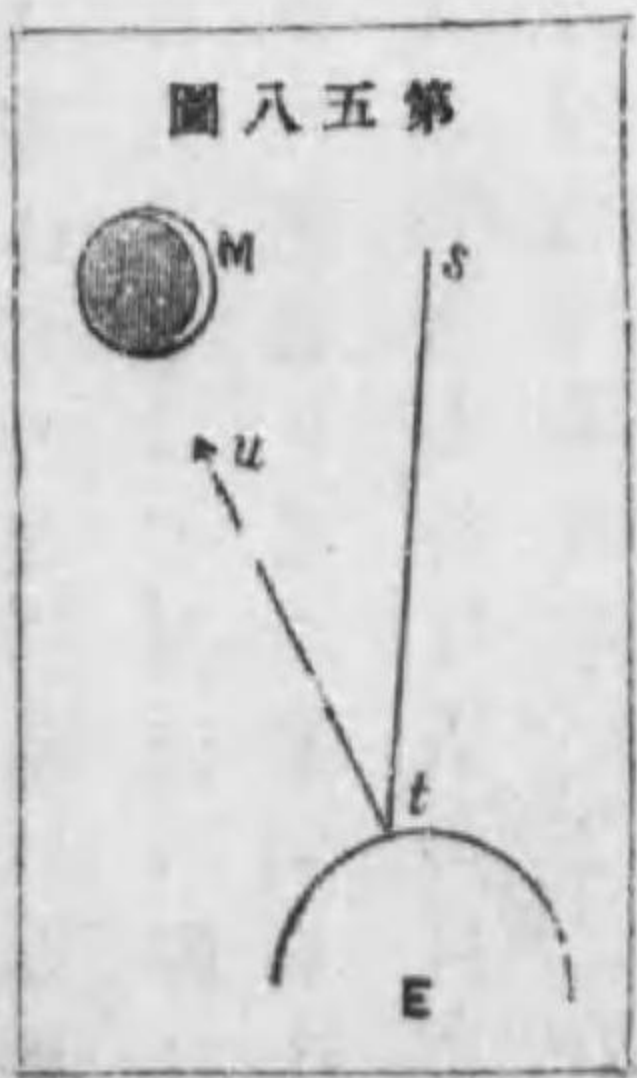
【月には、なぜ盈虚があるか】圖に於て中央の小圓を地球とし、其の周圍の軌道

新月と満月



次にF、G、HではDCBと正反對の部分のみ見える。又Cを上弦、Gを下弦と稱する。

【三日月の時月の暗黒面は何故か】下圖のEを地球Mを三日月の位置にある月とする。今太陽の光が上方から照らすと、例へばsの如き一つの光線は地球上で反對され、uの方向を取つて月に至る。之から又月の暗黒面から反射されて地球上の人の目に映ずる様になる。



を月が廻轉し、太陽は上方から照らすものとする。

従つて月は唯上半部のみ照らされ下半部は暗黒である。今、月が丁度太陽と同方向Aの如き位置にあるとすると、地球からは唯其の暗黒面のみ見られ、Aの如く新月となる。次に月がBの位置に來る時は三日月形を呈する事Bの如く、Cでは半分のみ輝く面を見る事が出來、夫はCの如く、Dでは大部分光つて見える事Dに示すが如く、Eでは太陽と正反對の位置でEの如く満月を呈する。

上弦の月

△【上弦と下弦との見別け方】先づ上弦から説明すると、月が子午線近くに昇つた時夫に向つて右半部の輝くのが上弦で、其の時刻は日暮れてある。夫から漸次夜半までに其の缺けた線を上向けつゝ、西の地平線に没するので、月出の際は反對に下向きである。此の缺けた直線の線を弦に輝いた圓弧を弧に譬へてある。月出から南中までは大體に於て下向いて居るが、夫は白晝で餘り人の目に觸れない。南中から月没までの上向いて居る時は、丁度夕方から夜半でよく輝いて人目につき易いから上弦と名けたのであらう。

下弦の月

下弦の月は夜半に弦を上向けて出て、朝には垂直となつて天中し、正午に弦を下向けて入る。夜半から朝までは人々がよく寝静まつて居るから弦が上向いて居ても知らず、朝起きて見ると淡い有明月が天中して居り、夫からそろそろ弦を下向けて没する時のみ人の目に附き易い。之を下弦と云ふ。

△【月の秤動】月の自轉軸は白道の軸と六度半餘の傾斜をなして居るから、地球から見ると時に月の極の向ふ側を見得る事がある。又月の軌道は橢圓であるから其の角速度は日日一定ではなく、近地點では速く、遠地點では遅い。そして自轉の方は其の角速度が等一である結果、廻轉速度の大きい時は少しく月の進行方向の後側に於ける裏面が見え、遅い時は前側の裏面が見える事となる。斯の如き現象を秤動と名け、月の表面の五九%は見る事が出来、残りの四一%

秤動

のみ永久に地球上の人の眼に觸れない事になる。

【夏と冬と何れが満月は高いか】満月は丁度月が太陽と反對の方向に來た時起きるもので、冬至前後は太陽は至つて低く照らすので、反對に満月は高く中天に冴え、夏至のあたりでは之に反し、満月は南方に低く輝くことになる。要するに夏の満月は低く、冬の満月は高く、春と秋とは其の中間である。

第四章 曆

【時間の基礎は地球の自轉である】長さの單位が一米であつて、夫は白金の棒で作り萬國米同盟度量衡局に保管されて居るさうであるが、時間の單位は人工に依る事が出来ないから、之を地球の自轉時間に基礎を置かなければならぬ。夫は前述の通り二三時五六分四一秒であるが、之と別に此の自轉週期を二十四に等分したものを一恒星時と呼び、更に六十分して一分、其の又六十分の一を一秒とも名ける。或る地方で丁度春分點の天中した時を其の地方の地方恒星時の零時とし、次に地球が十五度廻轉した時が一時、又二時三時と數へて行く。即ち春分點の時角が地方恒星時に相當するのである。

【時の觀測法】吾々が任意の時刻に地方恒星時を知らうとするには、既に赤經の知られて居る恒星の天中を觀測すればよい。例へば赤經一時三〇分の恒星

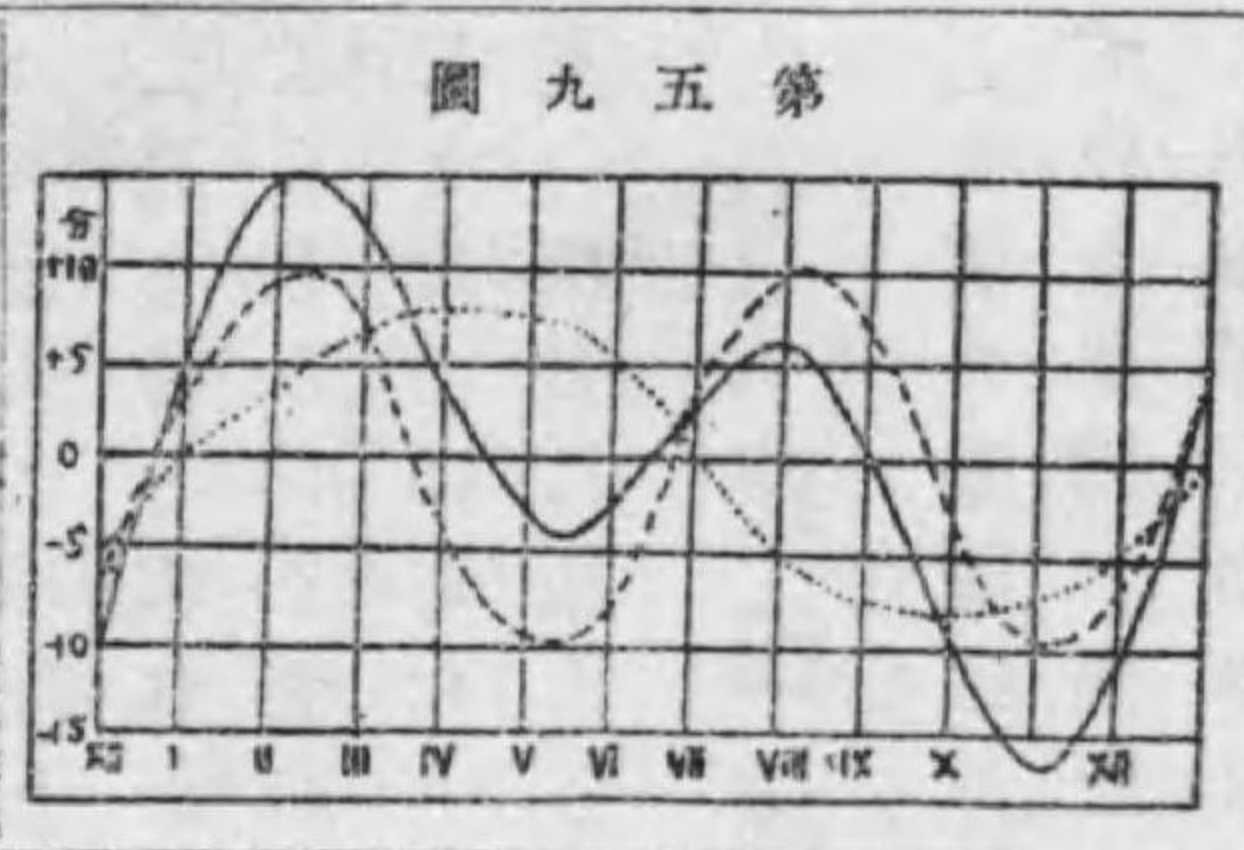
恒星時

地方恒星時

の子午線を通過する瞬間には其の地の地方恒星時は正に一時三〇分であらねばならぬ。なぜなれば恒星の赤経は春分點から起算した角度であるからである。所が一々星の天中を觀測するのは面倒であり、且つ晝間は困難である所から時計が發明され、其の時計の一廻轉するのが地球の自轉に眞似して出來て居るから地方恒星時零時の時、時計を零時とし、其處で運轉を初めさせると任意の時の地方恒星時は一々恒星に依らずして一見直ぐ分かる様になつた。併し如何に時計を精密に造つても多少の遅速が出來て精密を期し難い。之には時々

赤經の知れた恒星の子午線經過を觀測して、其の差異を知り、且つ進率を計算して置けばいつでも頗る精密に地方恒星時を知る事が出来る。

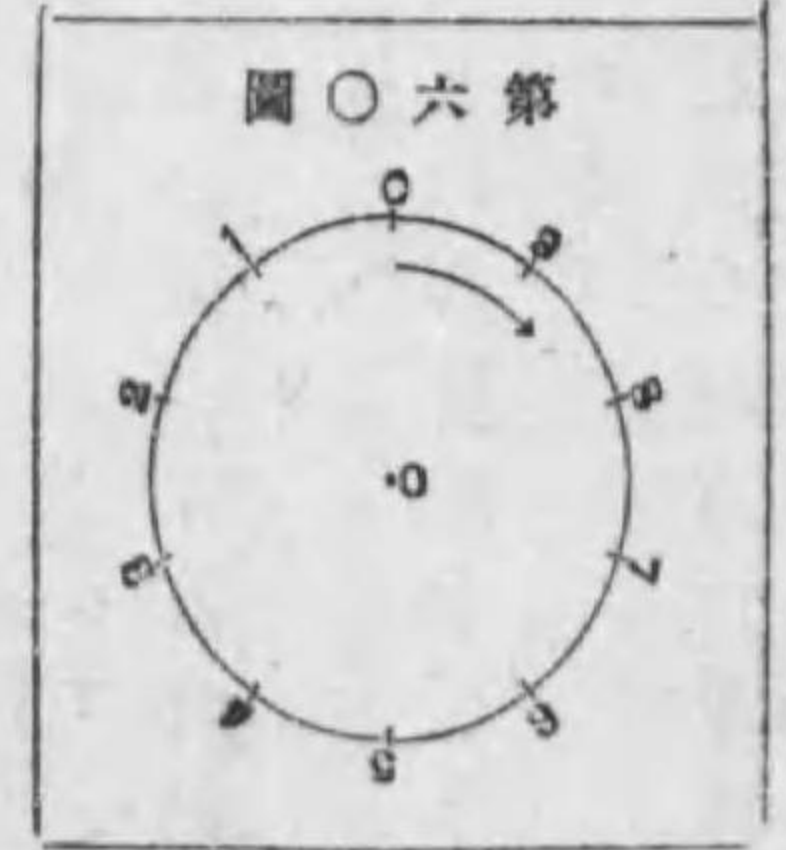
△「恒星時と太陽時との換算法」太陽が或る地の子午線を通過して後再び通過する時間を一眞太陽日と稱へる事は前に述べて置いたが、夫は一年中長短があつて實地の役に立たないから、一年中の眞太陽日を平均して平均太陽日と呼び、夫が二四時間から成り立つて居る事も亦前述の通りである。扱て之は如何にして拵へたかと言ふに、實際太陽は黄道上を見掛け上不等の速度を以つて進行するが、今假



圖九五第

りに太陽が赤道上に等速運動をなすものとし、其の假想太陽が天中する時間の長を平均太陽日と言ふので、また實際の太陽の黄經と、假想太陽の黄經との差を時差と云ふ。第五九圖に於て點線は眞太陽の黄經から太陽の平均黄經を引いたもの、破線は眞太陽の赤經から眞太陽の黄經を引いたもの、實線は平均太陽の赤經を表はしたものである。

夫から太陽日と恒星日との關係を説明しよう。下圖の圓を天球の赤道とし中心Oに地球があるとす。今事件を簡單にする爲め、太陽が赤道上を1, 2, 3の方向に動き、十時間を以て一週するとし、天球は矢の方向に廻轉し一時間に一廻轉するとする。扱てOとを連ねる線を子午線とする。今或る時刻にOが廻轉し出すとしたならば、一時間



圖〇六第

後には又矢の方向を廻つて元の位置に戻つて來るであらうが、其のOの所に居た太陽が同時に赤道上を動き出したとすれば、天球の一廻轉した時に去つて1の位置に來るであらう。即ち太陽は一時間と一〇分の一經過しなければ子午線に來ない。斯くして太陽が赤道上を一週するに要する時間は十一時間を要する。十一時間に天球は丁度十一回廻轉するであらう。

今之を實際の場合に當て嵌めると、天の赤道上を假想の太陽が一廻歸年間に

時差

太陽日と恒星日の關係

一週し、其のものが三六五・二四二・二回天中する間に天球上の一定點は三六五・二四二・二回天中する事になる。其處で

$$365.2422 \text{ 平均太陽日} = 365.2422 \text{ 恒星日}$$

だから一恒星日は二三時五六分四〇九〇六秒となる。

恒星時を平均太陽時に換算する方法

其處で地方恒星時を平均太陽時に換算しようとするならば、先づ其の日のグリニッチに赤道上を平均速度で動く假想太陽(平均)の天中する時刻(地方恒星時)を求め、次に東經一三五度とグリニッチとの經度差九時間に太陽の動く角度(時表)一分二八・七秒を引けば、即ち其の日の東經一三五度で、平均太陽の天中する時刻(地方恒星時)が得られる。

夫から與へられた地方恒星時から其の地と東經一三五度との經度差を引き(其の地が一三五度よ)其の際東經一三五度の地方恒星時を求める。

次に東經一三五度に平均太陽の天中する時刻から、同所に於ける地方恒星時を引けば、求める時刻が恒星時の單位で出て来るから之を平均太陽時に換算すれば宜い。

一例を挙げると一九二二年五月二日の午前で恒星時一時二三分〇秒を平均太陽時に直すには、其の地が京都であるとすると、經度は九時三分三秒三となるから、先づ

時	分	秒	註
2	38	27.9	當日グリニッチに平均太陽の天中する時刻
1	28	7	グリニッチと東經135度の差の時間に太陽の動く角度
2	36	59.2	東經135度に平均太陽の天中する時刻
1	23	00.0	與へられた地方恒星時
3	8	0	東經135度と京都との經度の差
1	19	52.0	其の際東經135度に於ける地方恒星時
2	36	59.2	
1	19	52.0	
1	17	7.2	其の際東經135度に於ける平均太陽の時角
12	00	00.0	午前であるから12時から引く
1	16	54.6	1時17分7.2秒を太陽時に直したるもの
10	44	5.4	求める答

即ち一〇時四四分五四秒と出た。其の日のグリニッチの平均太陽の天中する時刻は天體曆に依らねばならず、又其の地の經度は本曆に依るか、自ら概算してもよい。因に恒星時と太陽時との關係は次の如くである。

恒星時	太陽時
1時 =	59分50.1704秒
1分 =	59.8362秒
1秒 =	0.9973秒

△【標準時】太陽が天中するのは經度に依つて違ふから、某地の正午は夫から約十五度東では午後一時、又約十五度西では午前十一時であつて、場所に依り異つて居る。だから廣い範圍に涉つて時刻を一定するのは不便である。即ち或る

標準時

471946
16
32
26

範圍を限り夫々異なる時刻を定めた方が日常生活上に便宜が多い。其處で本邦の大部分及び朝鮮では東經百三十五度に平均太陽の天中した時を正午と定める。斯様に一定區域に行はれる時刻を標準時と稱へる。本邦の大部分に使用されて居るものを中央標準時と云ひ、グリニッチより九時間進んで居る。又臺灣八重山及び宮古群島關東州などでは東經百二十度を標準時とし、グリニッチより八時間進んで居る。之を西部標準時といふ。

【日附變更線】地球の日附は平均太陽がグリニッチを通る子午線上に來た時、即ち東經又は西經百八十度が夜半となつた時に其處から初めて變り、次々に傳へて地球を一週りする。故に日本から經度百八十度を越えて東へ行く時は日附を一日引き、西から廻つて百八十度を越える時は一日加へて置かぬと曆日が合はなくなる。

【太陽曆の組立】概して言へば一回歸年が太陽曆の單位となつて居る。其の一回歸年は丁度平均太陽日の倍數とならず三六五日五時四八分四六秒と云ふ端數となるから、一と先づ端數を切捨て、三六五日を一年とする。さうすると其の端數の五時四八分四六秒が四年間に凡そ一日となるから四年目毎に閏を置いて一年を三六六日とする。斯かる制定法の太陽曆をユリウス曆といふ。之は古昔羅馬の皇帝ユリウス、ケイザルの時代に出來たから此の名がある。

ユリウス曆

閏年

併し五時四八分四六秒は、正確に言へば四倍すると一日に少し足りないから四百年間には時期が三日進み過ぎることになる。だから四百年間に三回だけは閏年(三六六日)を省くことにすると、略曆日と季節とは違はない事になる。即ち次の法則による。

閏年を置く法

グレゴリー曆

西洋紀元年數の四で割り切れる年を閏年とする。但し其の年數の終りに零が二つ付く年は四百で割り切れる年のみを閏年とし、割り切れない年は平年とする。

斯かる制定法の太陽曆をグレゴリー曆と云ふ。制定者たる羅馬法王の名を採つたものである。本邦では現時次の如き勅令を發布して此の曆法を採用して居る。

神武天皇即位紀元年數の四を以て整除し得べき年を閏年とす。但し紀元年數より六百六十を減じ、百を以て整除し得べきものの中、更に四を以て其の商を整除し得ざる年は平年とす。(明治三十一年五月十一日勅令第五十號)

夫から一年を十二個月に別ち、又其の月には大小がある事などは言ふ迄も無い。又今の一月一日は何を意味するかと言ふに、別に春分點や近日點を基準にした譯でもなく、唯昔シーザルの時代に、ソシセニースと云ふ天文學者が月と地球との關係を參照して決定したもので、現時夫が近日點に接近して居るのは唯偶然の結果に過ぎないのである。

【太陰曆の組立】太陰曆は朔望月と回歸年とを組合せたもので、朔望月(二九日三四分)を十二倍して三五四日八時四八分三六秒となるのを、端數を切り棄て、

三五四日を一個年と定めたものである。

處が一回歸年は三六五日五時四八分四五四秒で、十二朔望月は三五四日一二時四四分三秒であるから、一年の中に一〇日一七時四分四一秒餘の不足が出来から、閏月を置いて季節に違はない様にする。之は三年目に一つか五年目に二つかを置く。結局月の昇交點が一週する時日一八年七個月に七つの閏月を置く事となる。正月元旦は冬至を過ぎてから後に當る朔となつて居て、季節に一致して居ない。

附月の異名

十二の月に夫々文學的の異名が附いて居て、一寸面白いものである。即ち臘月れつげつ（二月）如月にょげつ（三月）彌生やよひ（四月）皀月せつき（五月）水無月みなづき（六月）文月ふみつき（七月）葉月はつき（八月）長月ながつき（九月）神無月かんなづき（十月）霜月しもつき（十一月）師走しはふせ（十二月）などといふが、何れも舊曆の月に適したもので、新曆の月には當て嵌まらない。

【全國に、どうして時を報ずるか】我が國で使ふ時刻は、皆東京天文臺で觀測したものを報告せられ、之で初めて知るのである。夫は電線を使用し、東京の一等郵便局を経由させ、毎日正午三分前に天文臺で電線を繋ぐと、電流が通じて郵便局の電鈴が鳴り出す様にしてある。すると同局員が同局を経由する凡ての電線を通信器から離し、自動報時器へ接ぎ替へる。すると各地の郵便局の電鈴は正午まで一齊に鳴り響いて居る。即ち此の電鈴の鳴りが止んだ時が正午である。

る。だから正午まで三分間の電信線は、皆此の報時機に統一され各地の電信の發着は杜絶する。

尤も正確な時計と子午儀とがあり、且つ其の地の經度が分かつて居れば、直に中央標準時を知る事は容易な事である。現に京都帝國大學神戸の海洋氣象臺長崎縣港務部及び仁川觀測所臺北測候所などでは獨立にやつて居る。

【無線報時の方法】以上の如く有線電信の法に依ると、海上の船舶又は陸地でも電線の架設してない所は其の便益を享ける事が出来ない。無線電信を使つて此の不便を除く様になつた。

夫は東京天文臺と船橋の無線電信局との間に普通の電線を架け、中央標準時の午後九時を期し、直接時計からの信號が同局の送信用繼電器に依り、何等人手を借らず發信が出来。斯くして船橋局の電波は約一千哩の遠きまで達し、西方は臺灣及び支那沿岸、東方は米國行汽船が四晝夜航續するまでは、此の恩恵に浴する事が出来る。近來各地の測候所などでも地震の發震時刻を正確に知るため受信装置を設けた所がある。

②【二十四節氣の説明】陰曆の日附では到底季節と一致しない所から、古人は窮餘の策として一年を二十四に等分し、陰曆の日附には伴はないが、太陽の一年間の運動にはよく一致する節氣なるものを拵へた。即ち春分・清明・穀雨・立夏・小滿

芒種夏至小暑大暑立秋處暑白露秋分寒露霜降立冬小雪大雪冬至小寒大寒立春雨水驚蟄の二十四で之を太陽曆にして見ると大凡一定した日附になる。早晚廢滅すべきものであらうが此の中で春分夏至等の名稱は天文學上の術語として使はれて居るから永久に残るであらう。

〔雜節の説明〕二十四節氣の外に太陰曆には土用半夏生入梅八十八夜二百十日社日等色々な名目のものがあつて夫々氣候を代表して居たが今は總べて太陽曆の日附で言ひ表はせば十分であるから現代人は斯かる餘計なものを記憶する必要はない。

新曆の利便 新曆(即ち太陽曆)が舊曆(即ち太陰曆)に比し如何に便利且つ簡明であるかは昔て理學博士國枝元治氏が天文月報第五卷第五號に發表された「新曆の利便」なる一文に盡くされて居る。其の文中の第一表には二十四節氣等が明治三十六年乃至四十五年まで十箇年間新曆の日附で表はされて居るが、其の中の例へば春分は三月二十一日若しくは二十二日と定まつて居る。然に同年數の間舊曆の日附で表はされたものは

明治36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
1124	115	1116	1127	119	1119	1130	1111	1122	113

と即ち明治三十六年には二月二十四日、翌年は二月五日と甚だ差が多い。然るに新曆は日附其のものが變て氣候を表はして居るから農家に取っては頗る便利であるのに、古い慣習に因はれ舊曆に頼らなければ農業は營み得ないかの如く誤解して居る者が多いのは慨嘆に堪へない次第である。

子午線の意味
卯酉線

る。

千支五行の類 千支とは十千十二支の事で、一々名稱を擧げるまでもない。五行とは木火土

金水の總稱で昔は之から萬物が生じたと思つて居た。其等を方位又は月日に配して人の吉凶禍福を占つたものであるが、其の方法は煩雜極まるもので、一つとして科學的根據のあるものが無い。因に子午線の意味は北を子、東を卯、南を午、西を酉とし、其の中南北を通るから子午線と名けたので東西を通るものは卯酉線と言はれて居る。

曆日方位に關する迷信 結婚・葬儀・旅行・建築等に日柄を選び、方位を慮るのは古からの風習であるが、皆殆ど科學的の根據も理由もないものであるから、茲に摺説するの煩を避ける。吉日とか凶日とかは元來あるものでない。「思ひ立つたが黄道吉日」として大に勤勞した日が吉日で、然らざる日が凶日である。

曆制を簡易にしたい 元來一年とか一日とかは自然的のもので、改變する事は出來ないが太陽曆の一箇月は甚だ無意味なもので廢止して通日を用ひるがよい。即ち平年ならば一日から三百六十五日まで數へれば月と云ふ餘計なものを記憶する煩がなくてよい。從來の毎月の收入決算等は二十日目とか三十日目とかにして少しも不便はない。次に七曜日も全廢して五の日に休むとか又六の倍數とか七の倍數とかの日を休む事にするがよく、日月火水等を記憶するのは誠に記憶力の浪費である。

七曜は記憶の浪費
一日中の午前午後も止めて二十四時制にするがよいが、本當は思ひ切つて十進法を採用し、一日の十分の一を一時其の十分の一を一分と云つた調子に結局メートル度量衡法に倣へば實際に都合がよいと思ふ。

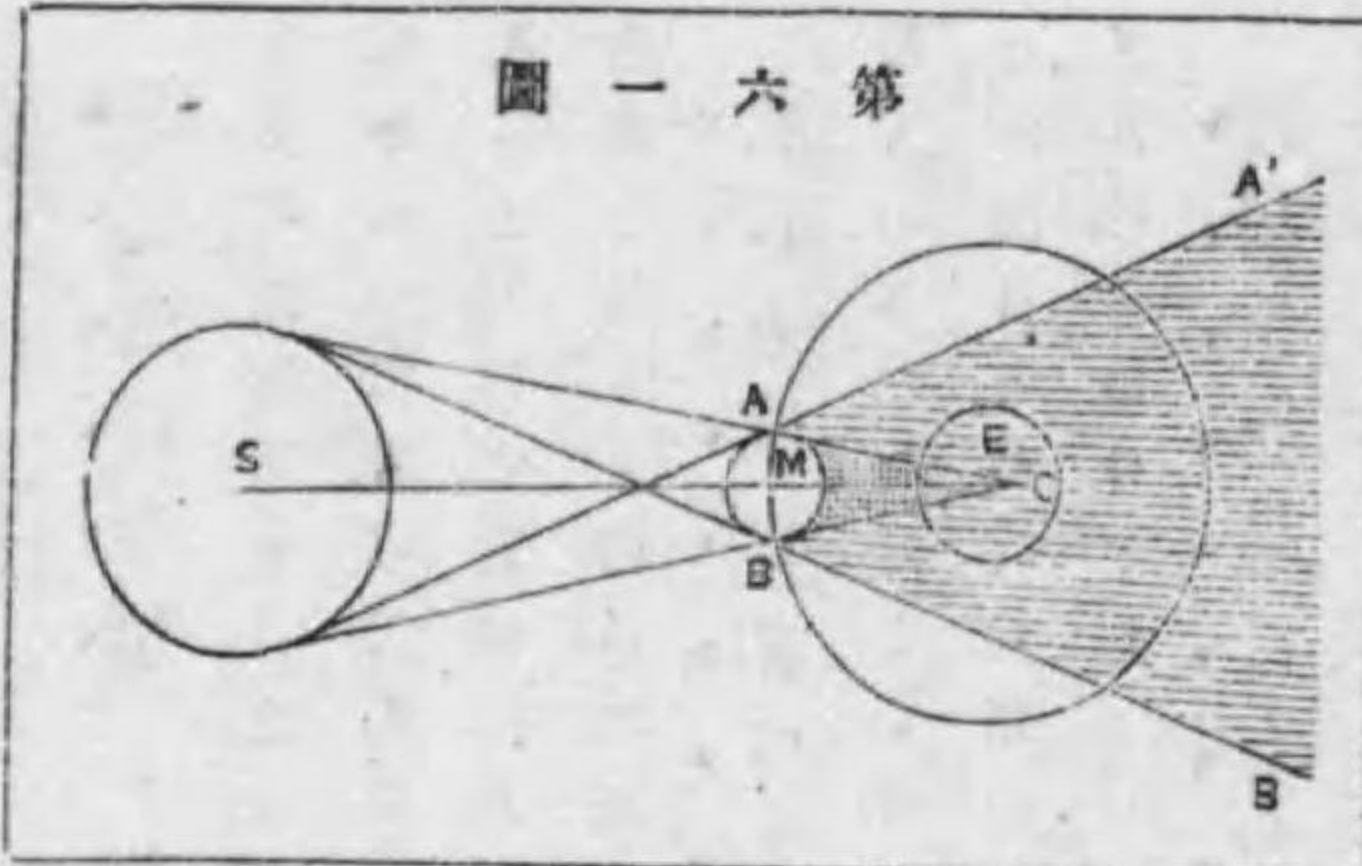
第五章 食

日食
月食

【陰影の二種類】日月の食は誰の目にもよく映ずるから、他の天文現象と異なり一般人士の熟知する所である。古い本邦の記録を辿るに、日食では日本書紀に推古天皇の三十六年三月戊申に之を記録し、月食では同じ書の皇極天皇の二年五月乙丑にあつた由書かれて居る。共に本邦としては最古のもので、古代に於ても相當に注目されて居た事が知れる。

初て食の現象を論ずるに當り陰影に二種類ある事を説かう。夜間室内に二本の蠟燭を點すと人の影が二様に襖に映る。そして其の影の重なつた所は一層暗く見える。同様にして太陽が地球又は月を照らすと、夫は一點から光を發するのでなく、發光點は面積を有つて居るから、比較的薄い影と又比較的濃い影とを作る。前者を半影、後者を本影と云ふ。食に當りては此の二つの影が色々の現象を惹き起す原因となる。

【地球と月との影の長さ】月が太陽に照らされると、月の後に半影と本影との二種の影が出来る。圖のSは太陽M



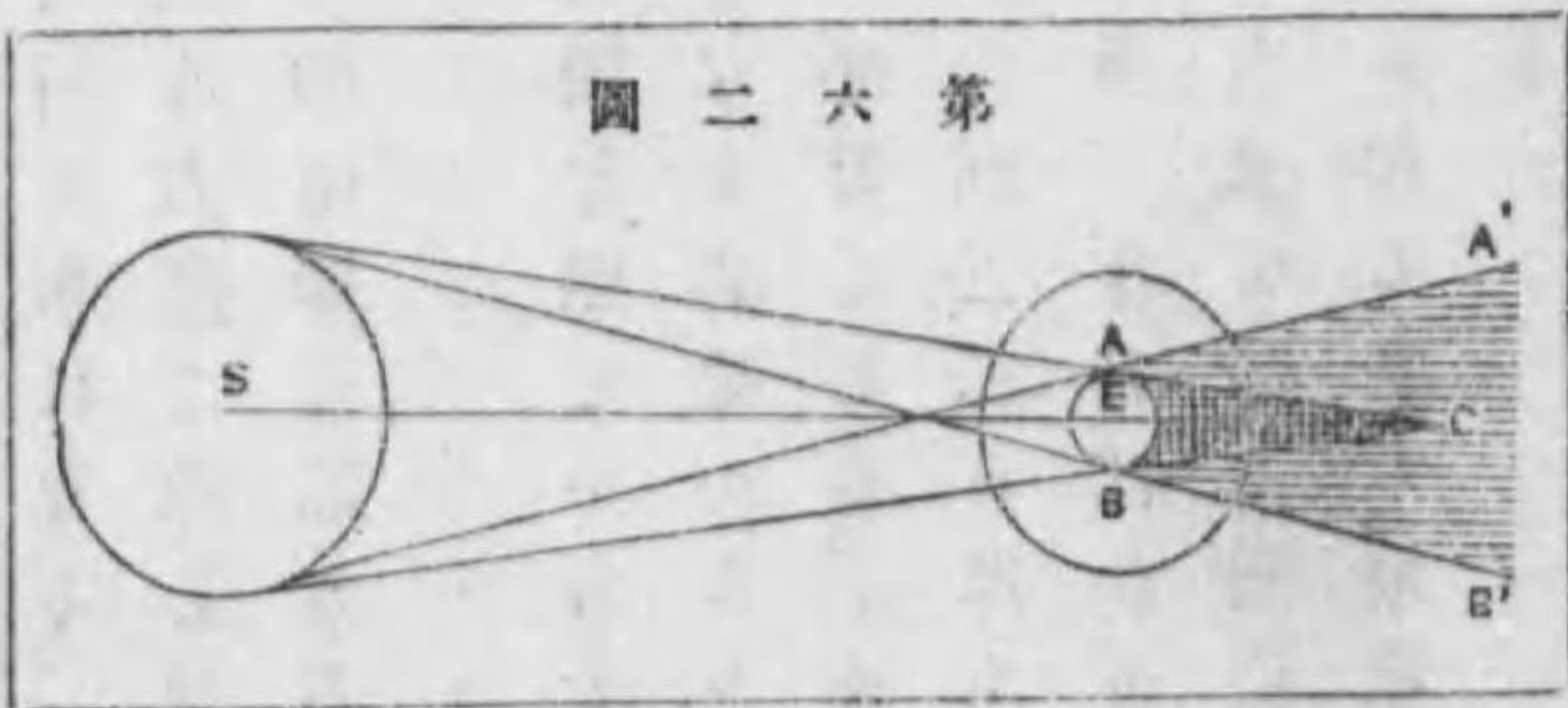
圖一六第

半影と本影

は月、Eは地球とすれば本影はABCで半影はA'B'A'である。そして本影の長さは四十四萬五千哩程あり、半影は無限に長く延びて居る。

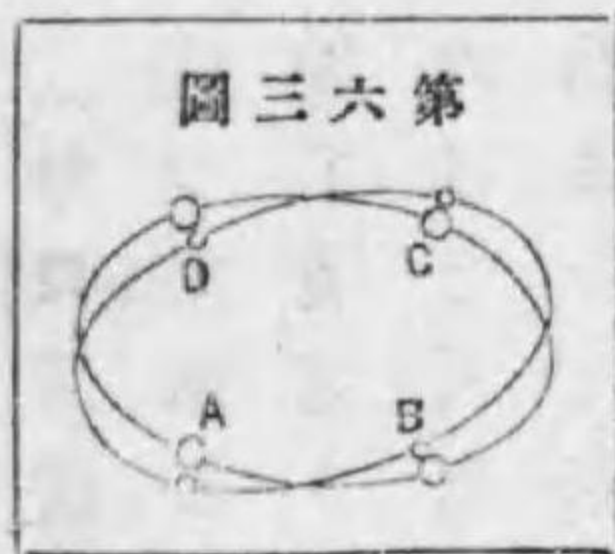
次に第六二圖に於てSを太陽、Eを地球とすれば、ABCは地球の本影で、A'B'B'C'は半影である。而して本影の長さは平均八十萬哩ある。

【月食の黄道限界】若し月が始終黄道上を運行して居れば、朔望毎に日月食が起きるけれども、月の動く天球上の道即ち白道と黄道とは五度九分の傾斜をなして居るから、實際に於ては白道と黄道との交點の邊に朔又は望が起らなければ食とならない。第六三圖で二つの橢圓は白道と黄道との交叉を表はし、月と地球の蔭がABCDの如く接したとすれば、夫



圖二六第

黄道限界



圖三六第

より内部で影と月とが合(黄經の等しなる意味)になれば月食が起り、夫より外部では起らない。此の際月の半徑は一六分で、地球の影の月の軌道での切口は四〇分である。そこで交點から一〇・五度の以内で合となれば食が起り、一〇・五度より大きければ食は起らない。之を月食の黄道限界と云ふ。

サロスの週

【サロス週期とは何か】太陽・地球が或る配置上に来り、又再び同様の配置に戻つて来るには一八年一一日を要する。之をサロス週期と言つて既に古代に於て發見された所である。今其の理由を説明しよう。元來太陽は三六五・二五六日で天を一週するから、一日の角速度は 0.9856 度で、又黄道と白道との交點は一八・六年に太陽の運動と逆の方向に一週するから、一日に 0.530 度逆行し、故に太陽と交點とは毎日其の和 1.0386 度だけ離れて行く事になる。夫て雙方が合となり再び次の合となるには、 360 度を 1.0386 度で除した商で三四六・六二日となる。夫から月が合から合に来るのは、一朔望即ち二九・五三〇日である。

其處で今地球上で同じ形勢の食が起る條件は、一つは或る時間を経てから太陽又は地球の影が交點に戻つて来ると同時に月も亦共に合となる必要がある。結局三四六・六二日と二九・五三〇日の最小公倍数に近い日数が必要である。夫て前者を一九倍して六五八・五七八日、後者を二三三倍して六五八・五三二日即ち共に一八年一一日ばかりになる。處が精密に言ふと、兩者の差異が半日ばかりとなるから全然等しいと言ふ事は出来ない。又日數に端數が出来て居る關係上一サロスの後でも經度一二〇度西に偏つた地方に同一の食が起るから、地球上一定點では餘り同じ有様の食を見る譯には行かない。

掩蔽 經過

【月や星は他の星を掩蔽する】月が他の惑星や恒星を隠す事がある。之を掩蔽と云ふ。又惑星が恒星を掩蔽する事もある。其の他太陽面上を金星や水星の通る事もある。之を經過と云ふ。又惑星が其の衛星を食する事もあれば、遠く去つて恒星界に行つても光輝ある星が暗黒な其の伴星の爲めに光りが急激に減ずる現象もある。此の様に食現象は中々廣く宇宙間に行はれて居る。

【日月食は何の役に立つか】日月食は現象其のものが人目を惹くのみならず天文学上から云つても相當に利用し得るもので、殊に太陽や月の運動を研究するには是非参考となすべきものである。太陽の視運動は簡單であるから餘程確かな推算も出来るが、月の方は非常に複雑である爲め、正しく其の位置を計算する事は中々難事業である。月は太陽や惑星の引力の影響を被り、其の運動は常に攪亂され勝ちで、折角苦心して作り上げた推算表も兎角外れて困るが、其の場合古い日月食の記録があると、照合して誤差を正すに非常に便利である。

而して食は古い年代の誤りを正すにも亦有力なもので、例へば基督は西暦元年に生れた事になつて居るが、食の記録から推すと夫は紀元前四年であるとの事である。又皆既日食の際は平生見えない太陽の雰圍氣を見る事が出来る。故に天文学者は、皆既日食地に研究のため出張する。例へば明治二九年の日本の皆既日食には佛のテランドルと云ふ有名な學者がやつて来た。(尚皆既日食に就ては太陽の)

章に詳説する

部分食
皆既食

金環食

【日食中にどんな現象が起るか】月は天球上西から東へ移動するから従つて其の影が太陽面を食し始めるのは必ず向つて右方即ち西に面した方からである。但し日月の位置の關係上少し上又は下に偏る場合が多い。日面全部を食するに至らない時は之を部分食と云ひ、全部を蔽つて終つた時を皆既食と云ふ。元來皆既食は月の影が左程大きくないから、餘り長く續かず七分四〇秒の繼續は最も好都合な場合である。太陽が全部隠れると其の周圍にある薄光の瓦斯が忽ち現はれ甚だ目覺ましい壯觀を呈する。そして四邊暗憺となり、氣温も下り一種悽愴の氣に襲はれるとの事である。「源平盛衰記」に「壽永二年閏十月一日（西曆一一八四年）源平が水島の合戦に俄に皆既に近い日食が起り、源氏の兵共夫とは氣附かず世の中が俄に闇になつたのは何事であらうと吃驚して遁れ去つた」との記事がある。又月の影が非常に小さくて太陽の中心を通る時は、太陽の縁邊だけを輪狀に残す事もある。之を金環食といひ、最も美しい食現象である。

【月食中にはどんな現象が起るか】月食は地球の影へ西から來た月が没入するから、大體左手即ち東の縁から食せられる。部分食と皆既食の二種があるが、金環食は出來ない。皆既食に際し不思議にも隠された筈の月面が薄く赤銅色に光る事は、既に讀者も見た事があると思ふが、之は地球の大氣を通過する月光

が大氣の屈折作用を受け、其の中でも殊に餘計屈折される赤色部が偶々影の中に入り込んで月面に當るので、又時々左程赤く光らない時は大氣中に雲霧が漫延して日光を通さなかつたからである。處が其の赤色面も望遠鏡で覗くと左程赤くなく灰白色に見えるが、其の理由はまだ解決されて居ない。

【金星や水星の太陽面經過】兩惑星とも時に依ると黒點となつて太陽面を經過する事があるが、此の時は太陽の距離を測定するに便利であるため、天文學者は見遁がさない様にして居る。

恒星界の食 アルゴールと云ふ恒星は、一定の週期を距て、急に減光する事がある。之は暗黒星に蔽はれるからである。斯かる種類の恒星は他にも例があり之を食變光星と云ふが、詳しい事は後章變光星の部に譲る。

第六章 惑星の運動

【ケプレルの法則】惑星の運動を説くには是非ともケプレルの法則を擧げねばならぬ。此の法則は次の三項から成り立つて居る。

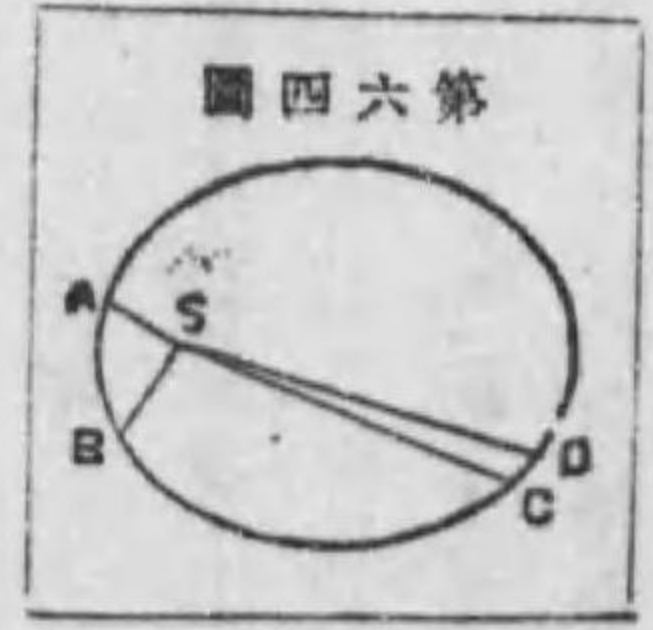
- 一、各惑星の軌道は其の焦點の一に太陽を有する橢圓である。
- 二、各惑星の動徑（惑星と太陽とを結ぶ直線）は等しい時間に等しい面積を畫く。
- 三、各惑星の週期の平方は是等と太陽との平均距離の立方に正比例する。

右の中第一則は楕圓は二つの焦點があり、太陽は其の中の一つに位置する事を示し、第二則は圖の如くSなる太陽の周圍を楕圓を畫いて運行する時SABなる太陽の近傍の面積とSCDなる太陽から比較的遠い際に畫いた面積とが等しいとすれば、ABを行く時間と、CDを行く時間とは等しい事となる。畢竟太陽の近傍では早く動き、遠くでは遅く動く事になる。第三則は式で現はすと、或る惑星の平均距離を a_1 とし、週期を T_1 とし、第二の惑星のを a_2 、 T_2 とし、順次同様の符號を附けると、

$$\frac{a_1^3}{T_1^2} = \frac{a_2^3}{T_2^2} = \dots = K$$

Kは定數とする。若し地球の平均距離を距離の單位とし、又週期の方をも地球のを單位に取ると、Kは1となり、

$$a^3 = T^2 \quad a^3 = T^2 \quad \dots$$



【惑星の軌道の要素】惑星の軌道は少し宛黄道面に傾斜をして居る事は前の「惑星の軌道の表」中にある如くである。夫て惑星が黄道の南から北へ移る時の交点を昇交點、北から北へ移る際の交点を降交點と云ふ。又軌道の中で最も太陽に近い點を近日點、遠い點を遠日點と云ふ。即ち近日點とは軌道をなす楕圓の長徑の端の中焦點に近い方を云ひ、遠日點は遠い方を云ふ。又或る惑星の近

昇交點
降交點
近日點
遠日點

起時

内惑星

外惑星

會合週期

日點通過の時刻、又は任意の黄經に在る點の時刻を知れば、夫から任意の時刻に於ける其の惑星の軌道上の位置を推算する事が出来る。斯かる時刻を起時と云ふ。

「惑星の軌道の表」には起時點の黄經を第一行に掲げ、夫は一八五〇年一月一日の位置で、次には昇交點と近日點の黄經を記し、斜角として地球の軌道面と惑星の軌道面とのなす傾斜を列べてある(離心率は前に述べて置いた)。公轉週期とは地球の恒星年に當るもので、會合週期は次節に説明する。太陽から地球からの距離の行は説明する迄もなく、軌道の速度はケプレルの第三則に依り太陽から遠い程緩かである。

【内惑星と外惑星】地球よりも太陽に近い惑星(水星金星)を内惑星と云ひ、地球よりも太陽に遠い惑星を外惑星(火星木星土星以下)と云ふ。内惑星と外惑星とは地球上から見た視運動の有様が非常に異なつて居る。

【會合週期と合と衝】地球と太陽と一惑星とが或る形をなし、再び同様の形に立ち戻る週期を會合週期といふ。例へば火星と地球と太陽とが一直線に並んで後、再び同様な状態になるが如く、之を式に現はすと、會合週期をS、地球の公轉週期をP、火星のをP'とすれば、地球は火星より早く一公轉を終るからPはP'より小さい。所で一廻轉即ち三六〇度を廻るには一日の角速度は $360^\circ/P$ 、 P' で火

星の場合は $360^\circ + P$ となり、兩星が一日に離れる角度は、

$$\frac{360^\circ}{P} - \frac{360^\circ}{P'} \quad \text{であるべき筈である。夫が丁度三六〇度離れて地球が火星に追ひ付くには、}$$

$$360^\circ \div \left(\frac{360^\circ}{P} - \frac{360^\circ}{P'} \right) = S \quad \text{となり、約すると、}$$

$$\frac{1}{P} - \frac{1}{P'} = \frac{1}{S}$$

となる。丁度時計の長短針が共に十二時で重なり、次に再び重なるのは何時かとの問題と同じ譯である。其の際は

$$1 \div \left(1 - \frac{5}{60} \right) = 1^{\text{h}} 5^{\text{m}} \text{ 餘}$$

となる。これは屢算術の間

題として出て来るものである。

内惑星の場合は地球より速度が大きいから、

$$\frac{1}{P'} - \frac{1}{P} = \frac{1}{S}$$

となり、 P' が其の週期を代表する。内

惑星太陽地球の順に一直線となつた時を外合、太陽内惑星地球の順に一直線になつた時を内合と云ふ。又地球から見て内惑星が最も太陽から離れた時を最大離隔と呼び、金星



第五六第 最大離隔 外合と内合

合と衝

矩

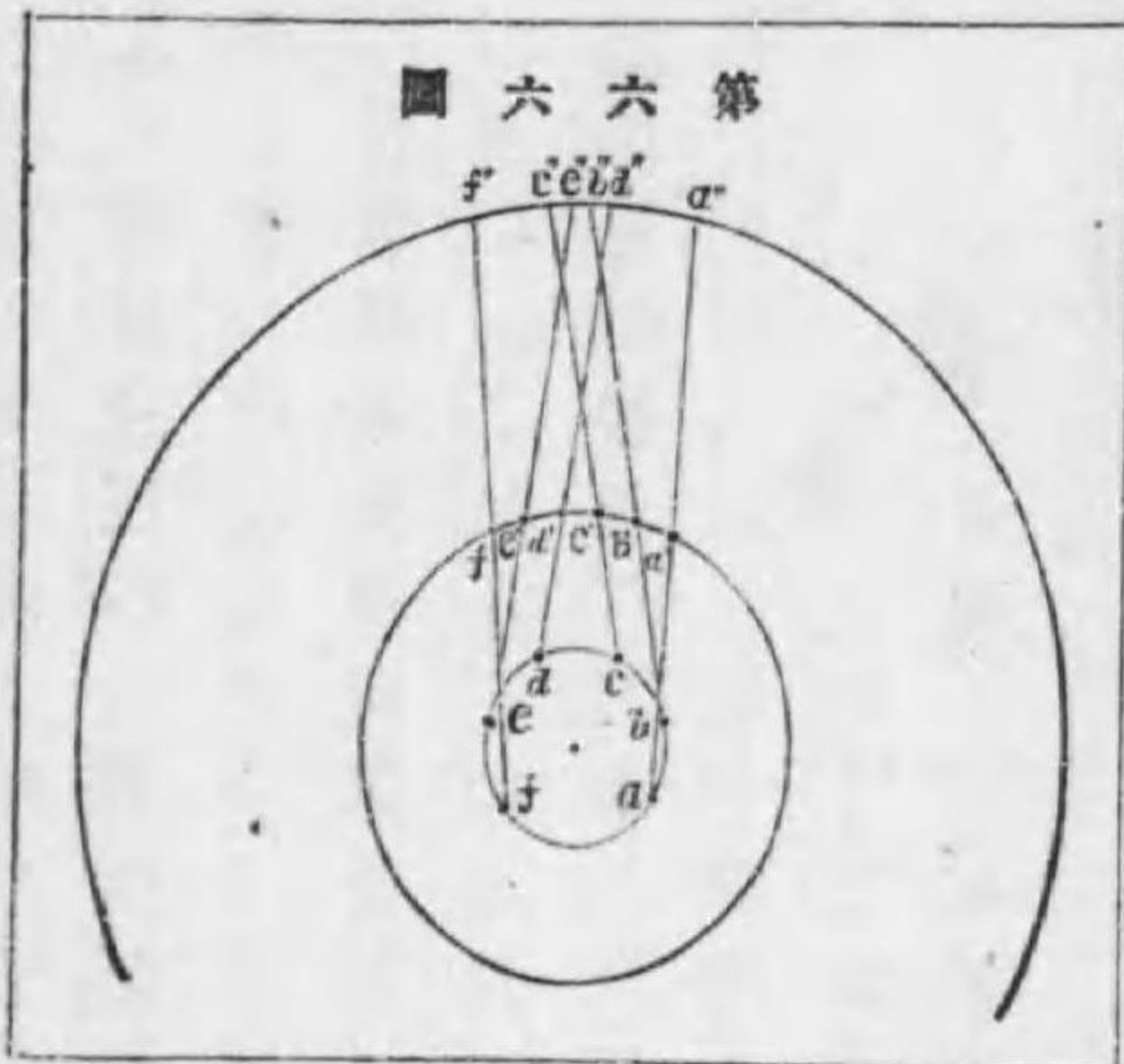
順行と逆行 留

では四六度、水星では二八度を超えない。

外惑星太陽地球の順に一直線となつた時を合、又太陽地球外惑星の順に一直線に並列するを衝と云ふ。火星の衝は最も名高いものである。次に外惑星地球太陽が直角となる時、之を矩(但し圖には舊式の衝)と云ふ。其等の有様は第六五圖を見れば一目瞭然である。

【順行と逆行と留】惑星は日月の如く簡単に西から東へ運行するものでなく、時には反對の方向に移動する事もある。前の運動の方向を順行と云ひ、後のを逆行と云ふ。又一時一所に停滯する事もあるが之を留と云ふ。三者共に地球と惑星との位置の關係上起り、留は地球運動の方向が偶々惑星の在る方向と一致する場合に起る。

今圖に於て中心に太陽があると、次の圓を地球の軌道、次の圓を外惑星の軌道、最外圓を天球とする。地球が $a b c d e f$ の如く運行すれば、外惑星は速度が緩慢であるから夫よりも短い距離 $a' b' c' d' e' f'$ の如く動き、夫が天球面に投影せられて $a'' b'' c'' d'' e'' f''$ の如く順行するが、 c'' から次の d'' までは逆行し、又 $e'' f''$



第六六第

と順行に戻つて次第に天球を東進する。

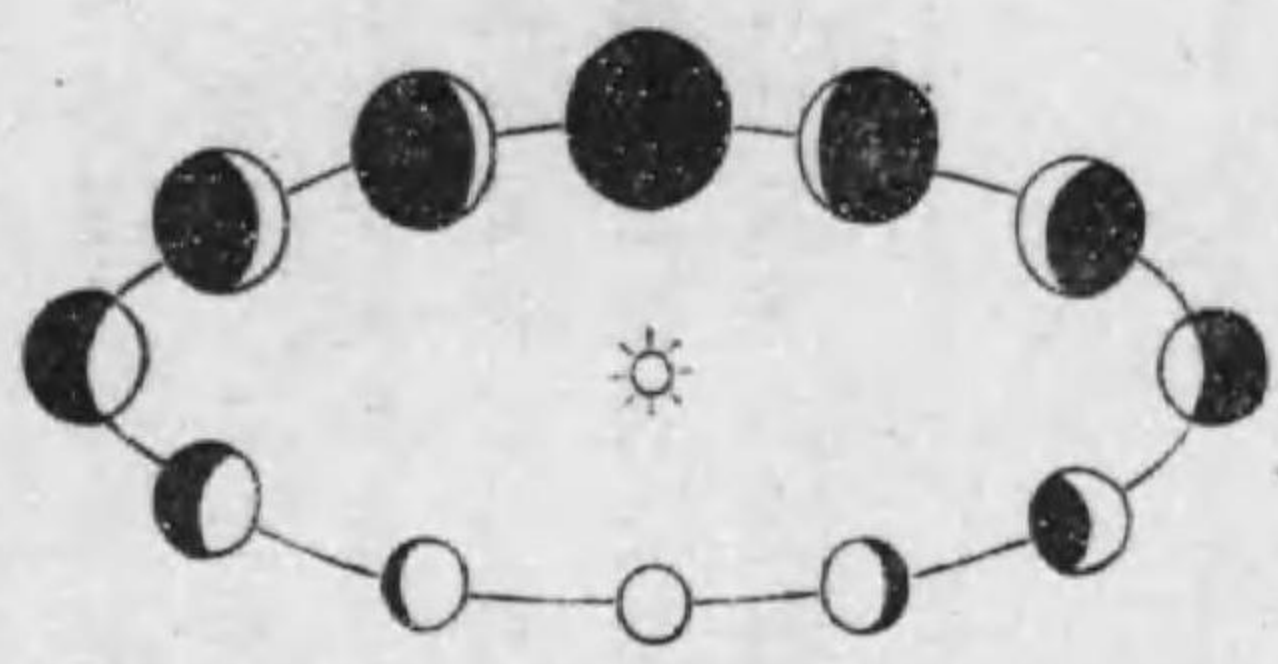
【外惑星は西から東へ動く】けれども外惑星は大體に於て西から東へくると行き、衝の前後だけ一寸逆行をやり、逆行の始めと終りだけ留となる。「續日本紀」に、養老四年正月庚午熒惑逆行とあるは、古の天文學者の目にも之が止まつたのであらう。熒惑とは火星の事を指す。

【惑星の盈虚】月が二九・五日に三日月から満月、又満月から新月と圓半圓鎌形の種々相を呈すると同様に、内惑星たる水星も金星も色々の形狀に變化し、且つ月の場合と異り、其の視直徑も種々に増減する。「惑星の本體の表」にもある通り水星は四・五秒から一・一五秒迄、金星は一・九秒から六・二秒まで變る。第六七

圖は金星の盈虚と其の視直徑の變化する有様を示す。

【水星や金星の一番大きく見える時】外惑星ならば衝或は其の近傍で最も大きく見える筈であるが、内惑星の最も接近した時、即ち内合では全く暗黒となつて少しも見えない。金星に於ては太陽との角度が三九・五度で内合に近い方の時最大光輝を呈する。「續日本紀」に、養老六年七月巳卯太白（金星のこと）晝見とあるのは是て、金星が最大光輝を放ち晝

第六七圖 (太陽は中央)



最大光輝

間ですら見えた事を記したのである。新聞紙上で時々白晝星が見えたとの記事を散見する事があるが、矢張り是である。

第七章 萬有引力

【ニュートンの法則】ニュートンの發見した引力の法則は、誰でも知る通り二つの物體の相乗積に正比例し、又距離の自乗に反比例するものである。此の法則を適用すると、諸の天體運動の現象がよく闡明される。

【引力は距離の自乗に反比例する】一つの物體から發する引力は上下四方何れの方へも平等に分布され、之が總和は如何なる距離に於ても同じ事である。例へば一なる距離で引力を受ける面は一を半径とする球面で、其の全面積は半径の自乗に圓周率を掛けたもの、即ち $4\pi r^2$ である。若し r なる距離で受ける場合は面積は $4\pi r^2$ となり、前の球面の面積の r^2 倍となつても、引力の總和は依然同様であるから、單位面積に於ては引力の強さは r^2 分の一となる。即ち前者の單位面積の引力の強さを 1 、後者の夫を a とし、距離は前者を r 、後者を R とすれば、 $I : a :: 1 : R^2$ となる。音の強さ、照度及び電氣、磁氣の強さ等も皆距離の自乗に反比例して減ずるのは、元來球面の面積が距離の自乗に正比例して増加すると云ふ所に根據があるからである。

【引力が太陽と諸惑星と合一しないか】夫は太陽には引力があり、惑星には遠心力があるからである」と普通に言はれて居るが、實は惑星は創成當時一定の速力と方向とを與へられて居るので、さる場合は慣性の法則に依り他から何等力の加はらない時は一直線上を不變速度で進行すべき筈であるが、太陽の引力に依り直線ではなく楕圓周上を廻轉する事になつたのである。若し初めに速度を與へられなかつたならば、惑星は迅く太陽面上に墜落すべき筈である。尙一層速度の大なる場合は離心率が愈大きくなり、遂に拋物線雙曲線となり、速度の無限大なる時は太陽の引力作用を受けず一直線に走り去るべき理である。

【軌道の色々な形は、どうして出来るか】前節の通り、初めに與へられた速度の大きいもの程離心率が大きい、八惑星は略ぼ似たものであるが、金星の 0.007 は最小で、水星の 0.206 は最大を示して居る。小惑星の中では一九二〇年のH Zと云ふのが 0.609 で、惑星と比較すると驚くべき大きさである。週期的彗星(楕圓軌道を畫くもの)の中のテンペル第一は 0.402 で却つて小惑星よりも小さい價を示して居る。元來彗星は大部分拋物線又は雙曲線軌道で、偶、楕圓軌道のものがあつても極めて離心率が大きい、中には小惑星のよりも小さいものがあるのは奇とすべきである。兎に角、楕圓、拋物線、雙曲線の順に次第に天體の初めに得た速度の大きい事を表はして居る。

【地球の軌道は、なぜ楕圓か】前節の如く初めの速度の爲め色々な形の軌道を畫くに至つたのであるが、地球の軌道がなぜ現在見る如き離心率を有する形を持つに至つたかは、初めに現在の形となる様な速度を與へられたからである。

獨樂の軸の圓錐形を畫く理由、總べて廻轉する物體は成るべく其の廻轉面を變へまいとする傾向がある。自轉車でも靜止する時は倒れるが、疾走する場合は決して倒れない。獨樂でも机上に廻轉しつゝある間は倒れないが、次第に勢力の減するに従ひ、机上に倒れようとする傾向が起さる。すると又倒れまいとして遂に獨樂の軸は獨樂と同じ方向に圓錐形を作つて廻轉するに至る。地球は自轉軸の方向に短く赤道の方向に扁平であるから、太陽の引力は傾斜せる地軸を成るべく軌道面に垂直にさせようとする。何となれば極より赤道部が突出せるにより、夫を引いて軌道面の方向に向けようとするからである。

【歳差】右の如き作用の爲め地軸は矢張り獨樂の廻轉軸の如く圓錐形を畫き、且つ夫は自轉の方向に反して居る。斯の如き作用を歳差と稱し、軸が一廻轉するに二五、八〇〇年を要する。其の爲め赤道面と黃道面との交點即ち春分點及び秋分點が逆行(時計の方向)するから、一恒星年よりも一回歸年が短くなるのである。分點の逆行は一年に五〇・二秒で、又地軸は黃道の極を中心として二三度二七分の半徑を持つて圓を畫く。

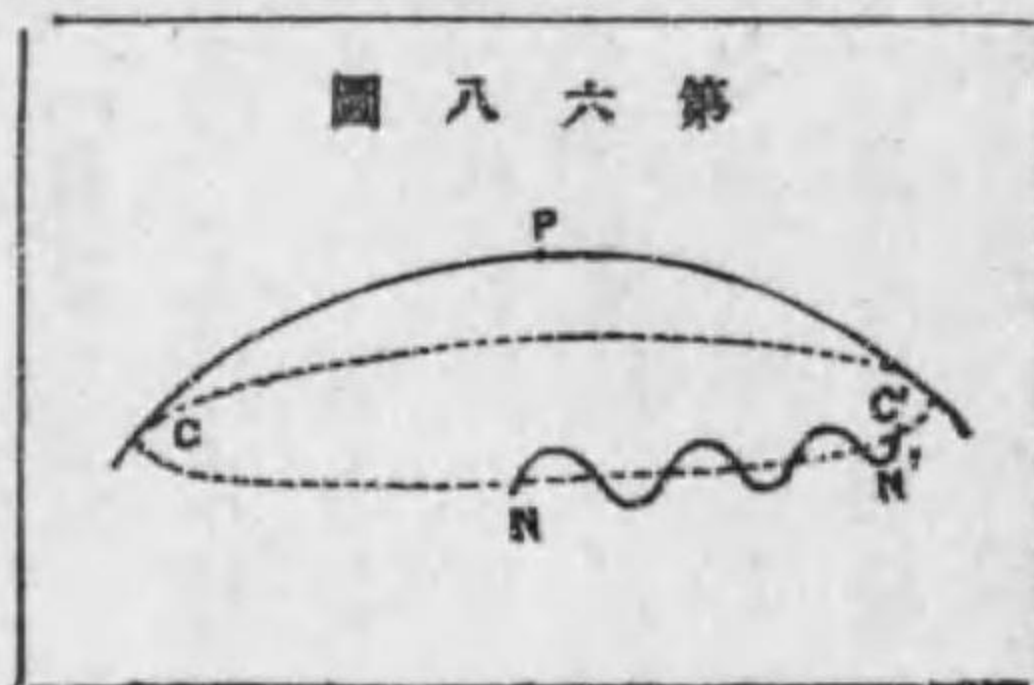
歳差の現象の爲め年々星の赤經赤緯は變化するから、精密を要する場合は何年の價の赤經赤緯なるかを附け加へないと不完全である。又黃經も變化する

歳差

章動

攝動

潮汐

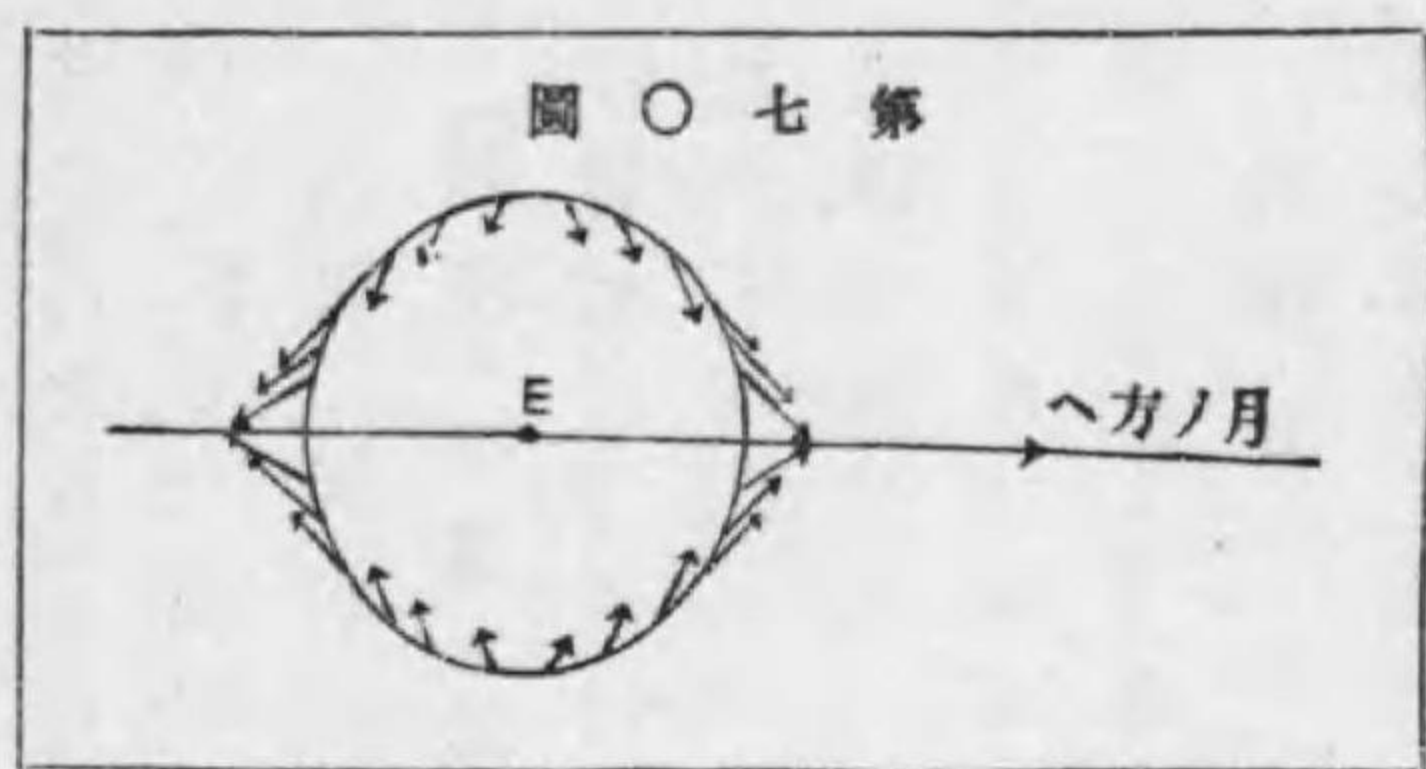


圖八六第

が黄緯の方は別段増減はない。
 【章動】天の兩極は前節の如く黄道の極を中心として半徑二三度二七分の小圓を畫く事を述べたが、さうすると圖のPを黄道の極とすると、C、C'の様な點線で示した圓であるべき筈であるが、尙他に太陽及び月が別種の引力作用を及ぼし一八六六年を周期とし、半徑九・二秒の小さい圓を畫かせるに依り、實際は同圖のN、N'の様な蛇行線となつて進行する。斯かる現象を章動と稱へる。

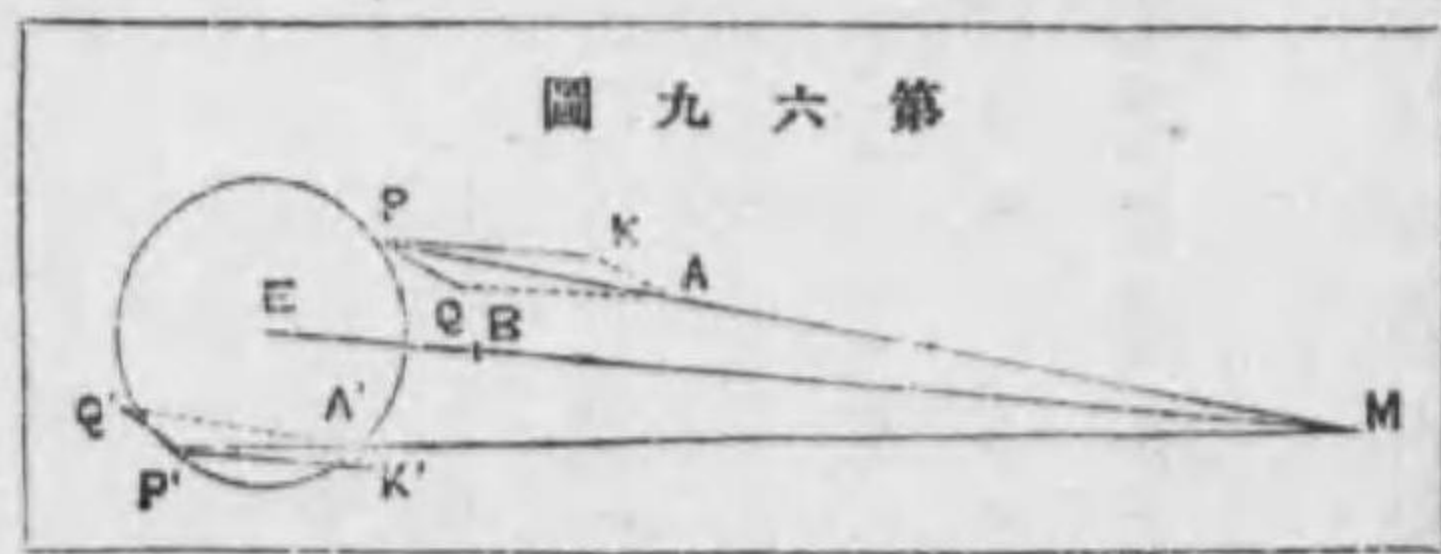
【攝動】地球と月とは相互の引力作用により廻轉して居る故、相當の推算を施せば任意の時に於ける月の位置が得られる筈であるが、實際に於ては太陽の引力も亦働いて攪亂作用を起すから、何時も推算位置から外れて居る。此の攪亂作用を一般に攝動と名ける。惑星にも亦隣りの惑星が攝動の影響を蒙らせ、位置の推算が複雑となる。彼の天王星に及ぼす攝動から、天王星外にも一惑星がある」と豫言され、其の結果海王星が発見されたのは有名な話である。夫から彗星の軌道の形や週期等が時々變るのも、亦其の彗星に近づいた惑星の攝動の結果である。

「潮汐は如何にして起るか」海水の週期的干満即ち潮汐現象が月の日週運動



圖〇七第

と關係ある事は古人の既に注目した所で、陰曆を守る人々は陰曆の日附と潮汐との間に連絡ある事も其の守成の理由の一として居る。潮汐は矢張り引力の法則で説明されるもので、一種の攝動である。下圖のEを中心とする圓は地球を表はし、Mは月の位置とする。若し地球が完全な固體であつたら月のために牽引されてEがBまで來り、全體が夫に連れて移動するから潮汐は起らない。然るに地表面は大部分水を以て蔽はれて居るから、例へばPなる點はPMの方向に引き寄せられ、其の大きさはPAはEBより大きい。何となればPはEより月に近いからである。次にPAなる動き方は分解して其の一分力をEBに平行且つ等しくすれば、他の分力はKA即ちPQとなる。其處でP點は地表面上PQの方向に移動且つ昇騰する事になる。今度はEより遠いP'點を考へるに夫はPMの方向にP'A'だけ引張られ、且つ夫はEBよりは遠いから従つて短い。扱てP'からEBに平行に且つ同長にP'K'なる一分力を引けば他の分力はK'A'即ちP'Q'となり、矢張り移動すると



圖九六第

と。其處でP點は地表面上PQの方向に移動且つ昇騰する事になる。今度はEより遠いP'點を考へるに夫はPMの方向にP'A'だけ引張られ、且つ夫はEBよりは遠いから従つて短い。扱てP'からEBに平行に且つ同長にP'K'なる一分力を引けば他の分力はK'A'即ちP'Q'となり、矢張り移動すると

共に高まる。即ち月の方向と其の反對の方向とが同時に満潮となるのは此の理に因る。地球の表面上各地で斯かる作圖をすれば第七〇圖に示す如く、皆矢の方向に海水は上下する。

自記驗潮器

【潮汐の干満は如何にして測るか】 先づ海水の全く干上らない海中に直径一尺程の筒を立て、其の下端に近い孔から海水を出入せしめ、以て筒の内外の水面を等しくする。次に筒内の水面に浮子を浮べ、これに糸を附け、他端は上にある滑車に掛け、錘を吊して置く。今糸の中途に鉛筆を附け、其の尖端が時計仕掛で廻轉する紙面に觸れしめて置く。然る時は水面の昇降に伴ひ鉛筆は紙面に曲線を畫いて行く。斯かる装置を自記驗潮器と云ふ。

【太陽と月とに因る潮汐の比較】 今地球の半径を一とすれば、地球の表面から太陽に至る距離は二三、四八一であつて、月までの距離は僅かに五九となる。次に又地球の質量を單位にとると、太陽の夫は三三〇、〇〇〇で、月は〇・〇一二三である。故に太陽から地球に及ぼす引力は近い方では $330000 + (23483)^2$ で、遠い方では $330000 + (23483)^2$ となる。月の場合では $0.0123 + (59)^2$ が近い方で、 $0.0123 + (59)^2$ が遠い方である。之により太陽に比し月の引力の影響は非常に大きい事が知れる。

新月又は満月の頃は太陽と地球と月とが一直線上にあるから、日月兩方の作

用で潮の干満が著しく、又上弦下弦の頃は互に其の効果を消し合ふので干満の度が著しくない。

【海濱の潮汐の現象】 大洋にあつては潮流の速度が一時間に五〇〇哩から九〇〇哩に達するが、狭い海では大に減殺されて僅に七哩になる事もある。併し海水の高さは大に増加し、彼のファンデー灣の如きは二一米にも達するが、大西洋や太平洋の沿岸では僅々一米位である。又潮流は大河を遠く溯る事があり、アマゾン河では五四〇哩、揚子江の冬期では三〇〇哩にも及ぶと云ふ。

沙干狩 とは引汐時の海濱で魚を捕つたり介殻を拾ひ集めて遊ぶ事で、特に陰曆三月三日の干潮を大沙と稱し、沙干狩に行く者が多い。此の遊びは春から夏へ掛け、長閑な日には何時でも興味あるものである。

【天體の質量は、どうして測るか】 通常天體の質量を言ひ表はすには地球を單位とする場合が多いから、先づ地球の質量を計る方法を略記し、次に日月惑星から恒星の計り方を述べる。

一、地球の質量を測る法 山岳法として山岳の兩側で重錘の偏倚を測する法もあり、又振り秤・精密な天秤等を用ゐる方法等もあるが、詳しくは物理書を見るか又「自然界之理化智囊」に譲り、唯密度は五・五で水の五倍半ある事と、其の總重量は六六四、二〇〇、〇〇〇、〇〇〇、〇〇〇、〇〇〇噸即ち 6642×10^6 噸と記憶して置けばよい。

二、月の質量を測る法

凡そ二個の天體が相互の引力で廻轉する時は各天體共通の重心の周りに廻轉するもので、地球と月との場合でも實際は月が地球を廻轉するのでなく、共通の重心を廻轉するので、夫は地球の中心から二、八八六哩で矢張り地球の内部にある。そして又重心からの距離は質量に反比例するから圖のE、Mを地球及び月とし、且つ夫々の質量を代表せしめるとする。OO'を兩者の中心、Cを重心とすると、

$$E:M = CO':OC$$

$$M = E \times \frac{OC}{CO'}$$

其處で

$$OC = 2886 \text{ 哩}$$

$$CO' = 238840 \text{ 哩} - 2886 \text{ 哩} = 235954 \text{ 哩}$$

$$\therefore M = E/81.7$$

即ち月は地球の約八二分の一の質量となる。

三、太陽の質量を測る法

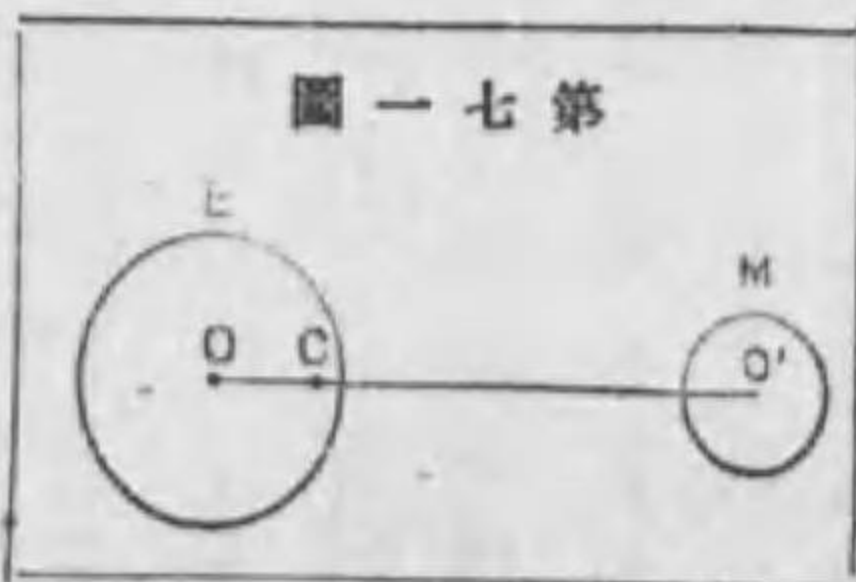
m_1 と m_2 とを地球と月の質量、又其の廻轉の週期を P とし、平均の距離を a とし、 k は引力に關する常数とすれば、力學の上から

$$P = \frac{2\pi a^3}{k\sqrt{m_1 + m_2}}$$

の如き式が出来る。

同様にして太陽と地球・月との場合にも此の式が當て嵌まる。 P' を地球の週期、 M を太陽の質量とすれば

$$P' = \frac{2\pi a^3}{k\sqrt{M + m_1 + m_2}}$$



圖一七第

前式を後式で割り、更に自乗すれば

$$\frac{P^2}{P'^2} = \frac{(M + m_1 + m_2)a^3}{(m_1 + m_2)a'^3}$$

となり、此の中 M の外は皆既知數であるから従つて M 即ち太陽の質量が分かる筈である。

四、惑星の質量を測る法

前記の如く地球と月との一組の間には、

$$P = \frac{2\pi a^3}{k\sqrt{m_1 + m_2}}$$

なる關係があるが、同時に他の惑星と衛星との間に於ても週期を P' 、主星の質量を m'_1 、衛星の質量を m'_2 とし、 a' を距離とすれば、

$$P' = \frac{2\pi a'^3}{k\sqrt{m'_1 + m'_2}}$$

となり、前式を後式で割り且つ自乗すれば、

$$\frac{P^2}{P'^2} = \frac{a^3}{a'^3} \cdot \frac{m'_1 + m'_2}{m_1 + m_2}$$

から $m'_1 + m'_2$ 即ち主星と衛星との合計の質量が出て来るが、通常衛星は其の主星たる惑星に比して非常に軽いから零と

見做して差支ない。衛星の無い水星や金星には少々都合が悪いが、其の惑星が他の惑星又は近傍を通過する彗星に及ぼす擾動から逆に質量を計算するのである。

五、恒星の質量を測る法

恒星の中には聯星とて、二つの星が共通の重心の周圍に廻轉するものがあるが、斯かるものに限り、夫が距離が分かつて居れば二星の質量の合計は算出される筈である。何となれば週期 P は觀測の結果から、又兩星の間隔 a は地球と此の系統との距離が既知の場合に觀測された角距離から分かる。さうすれば惑星の質量を求めると同じ式から出て来る。尙實例は第三篇恒星界の『二重星』の章下に記述する。

地球はよく光る

【惑星の反射能率】「惑星の本體の表」にある通り木星や金星・土星は大きく、水星・火星は小さい。此の價は地球の夫を一としたのでなく、受ける光の總量を一とし、其の内幾何を反射するかを計算したもので、反射能率の大きいもの程濃密な雲に蔽はれて居る事が推察される。惑星の表面の空に雲く雲霧は鏡の様によく反射するから、其の視直徑に比して割合に明るく輝く。彼の明の明星又は宵の明星と稱して世人に知られて居る金星が、薄明中他の恒星の影も見えない時に煌々と輝くのは其の反射率の大きい事を示して居る。然るに火星などよしや大氣を保有しても甚だ稀薄であるから、反射光は一旦其の地表面に當る爲めあの様に光が弱く赤く輝くのである。總べて岩石は反射の能力が弱いものであるが、地球は外部から見たら常に雲が漂ひ、又大洋には反射力の割合に強ひ漫々たる海水を湛へて居るから、随分よく光る事であらう。月世界から見た地球の満月(?)は蓋し一大美觀であらう。

【惑星の太陽の受光熱の量】總べて光は發光體と夫を受ける方との距離の自乗に反比例して減ずるものである。最近の水星から太陽を見ると、地球で見たよりも其の直徑が二・六倍大きく見え、八三・二分であるが、最遠の海王星から見ると、地球から見た三・二分の約三十分の一の一分七秒で、金星が最も地球に近寄つた時の價に近いものとなる。

ステファンの法則

其處で地球を單位として各惑星の太陽から受ける光熱の量を求めるには、地球の量を1とし、惑星例へば火星の夫をrとし、又地球の距離を1とすれば火星は一・五であるから、 $r:1::1.5^2:1^2$ 此の式から火星の受ける量は地球の四割餘である事が分かる。

【惑星の表面の温度の測り方】ステファンの法則に依れば、暗黒體の輻射は其の絶対温度(攝氏零度を二七三度とする)の四乗に比例するから、今惑星は太陽から受けた全部の熱量を輻射するとして、各惑星の表面温度を地球の夫を標準として測る式を作るならば、次の如くなる。但しrを地球の輻射量、r'を或る惑星の輻射量、tを地球、t'を同じ惑星の絶対温度とする。

$$r:t^4::r':t'^4$$

之を書き換へて、

$$\sqrt[4]{r':r} = \sqrt[4]{t':t}$$

とし、地球の輻射rを1とし、tに地球の一年間の平均絶対温度二八八・三度を入れ、惑星の輻射は地球を單位として太陽からの距離の二乗に反比例するとし、火星ならば0・四三とする。今例を火星に取るならば、

$$\sqrt[4]{1:0.43} = 238.3:t$$

となり、tは二二四・二度となり、之を普通の温度に引き直せば負五八・八度となる。斯うしてどの惑星の表面温度でも推測する事が出来るが、若し或る惑星の内部

に高熱を保有して居たら、もつと表面温度が昇る事は勿論である。

第九章 衛 星

【衛星の数は幾つあるか】衛星が太陽系内に幾つあるかと云ふに、先づ水星金星には共に一つもなく寂しいが、地球には月と云ふ衛星が唯一つだけ附随して居る。火星には二個、木星には九個、土星には最も多く一〇個、天王星には四個、海王星には一個だけあり合計二十七個と算せられる。所が衛星の總数が二十七個と限つた譯ではなく、又今後或は發見されるかも知れない。而して土星の衛星には環が附屬して居るが、之は連続した環でなく、個々の固態の集群したもので、矢張り極く小さい衛星の一群と了解してもよい。丁度太陽系中で火星と木星との間に千個餘の小惑星の一群が廻轉して居る様なものである。唯小惑星は太陽から距離が相當に遠くに拘らず、環は土星の直ぐ側を廻つて居るの相違があるだけである。

【惑星にはなぜ衛星があるか】衛星は未だ惑星が混沌として凝固しない創成時代から間もない頃、惑星の赤道部が其の自轉の爲めに漸次隆起し、遂に分離して出來たものであると推測されて居る。即ち月は地球の分身であると同様に、他の衛星も亦皆其の主惑星の分身であらう。此の事に就いては第四篇宇宙論

で詳説する。

【衛星には大氣があるか】衛星小惑星又小形の惑星たる水星などは其の表面重力が小さいために氣體を長く引き止めて置く事が出來ぬ。元來氣體の動力説に依れば、分子がどれも皆其の質量と温度とに従つて激烈な運動をして居て、且つ分子同士の衝突などがあり、其のため或る者は平均以上、或る者は平均以下の速度で動く。かくて或る限界以上の速さになると遂に其の天體の表面から氣體は續々逃避して終ふ。現に我が地球に最も近い月の表面には跡方もなく大氣が消失して、何時見ても明瞭な表面を露出して居る。これと同様に他の小形天體には一つも大氣の存在を立證するものがない。

【衛星の大軌道の要素】見易からしめる爲に之を表にして次頁に示したが、此の表に就き少しく解説を試みよう。名稱のあるものは名稱と且つ番號とを併記し、番號のみものは無名として置いた。此の番號は凡そ發見の順で距離の遠近を表はさない。距離は主星からの平均距離で、直徑は言ふ事はなく、離心率は其の衛星の軌道の離心率で、惑星の表の所で説明した。質量を各其の主惑星のものを單位としたもので、惑星の如く地球を單位としたものではないが、月だけは例外である。黄道面即ち地球の軌道面との傾斜角をも併記すると良いが、煩しいから省いた。週期の主惑星の軌道面との傾斜角をも併記すると良いが、煩しいから省いた。週期

衛星の表の
説明

月にも大氣
はない

の表

【黄道との傾斜】	【離心率】	【直 徑】	【質 量】
5度 9分 40秒	0.055	2162哩	主星-1 0.013
26 17.2	0.022	35	?
25 47.2	0.003	10	?
2 20 23	0.005	100	?
2 8 3	0	2500	?
1 38 57	0	2100	0.00001688
1 59 53	0.001	3550	0.00002323
1 57 00	0.007	2960	0.00008844
28 56	0.156	100	0.00004248
31	0.025	40	?
148 52	0.33	?	?
?	?	?	?
28 30	0.019	600	0.000000
28 4	0.005	800	0.000000
28 41	0	1200	0.000001
28 4	0.002	1100	0.000002
28 23	0.001	1500	0.100004
27 40	0.029	3500	0.000212
39 6	0.23	30	?
27 15	0.129	500	?
18 28	0.028	2000	0.00001
175 5	0.166	50	0.000012
97 58	0.020	500	カラ
98 21	0.010	400	
98 2	0	1000	マデ
98 17	0	800	?
142 40	0.007	2000	?

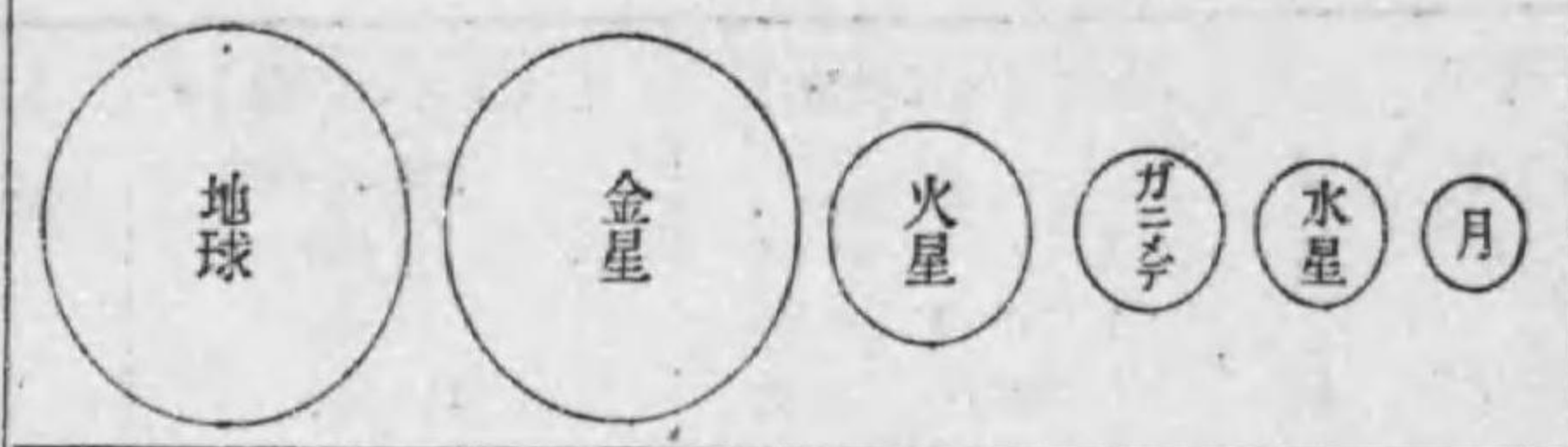
は實際其の主惑星を一週するに要する時間で、月で言へば一恒星月に相當したものである。
 【惑星よりも大きい衛星】一般に衛星は惑星に比して其容積質量とも甚だ小さいのが普通であるが、衛星の表にもある通り木星の第三第四衛星は其の直徑が三五〇哩^{二九六}、三〇〇哩^{二九六}、三〇〇哩^{二九六}あつて水星の直徑二、七六五哩を越え

衛 星

【主 星】	【名稱又は番號】	【主星との距離】	【週轉週期】
地球	月	238,840哩	27日 7時 43分
火星	1 フォボス	5,850	0 7 39
	2 デイモス	14,650	1 6 18
	5 無 名	112,500	11 57
	1 イオ	261,000	1 18 28
	2 ユーローパ	415,000	3 13 14
	3 ガニメデ	664,000	7 3 43
	4 ガリスト	1,167,000	16 16 32
	6 無 名	7,185,000	253.4日
	6 "	7,403,000	265.0
	7 "	14,000,000	789
木星	8 "	15,000,000	3年
	1 ミマス	117,000	0日 22時 37分
	2 エンセラダス	157,000	1 8 53
	3 テチース	186,000	1 21 18
	4 ザオネ	238,000	2 17 41
	5 レア	332,000	4 12 25
	6 チタン	771,000	15 22 41
	10 セミス	906,000	20 20 0
	7 ハイペリオン	934,000	21 6 39
	8 ジャムツス	2,225,000	79 7 54
天王星	9 フェーベ	8,000,000	546.5日
	1 アリアル	120,000	2日 12時 29分
	2 ウムブリアル	167,000	4 3 28
	3 チタニア	273,000	8 16 56
	4 オベロン	365,000	13 11 7
海王星	1 無 名	221,500	5 21 3

て居る。火星の衛星は二つとも至つて微々たるもので、直徑が三五哩に一〇哩といふ誠に可愛らしいものである。第七三圖は各種の惑星衛星小惑星の大きさを比較したものである。
 【逆行する衛星】惑星衛星等の運動方向が黄道の北方から見て、時計と同様の方向に運動すれば逆行、反対の方向に運動すれば順

第七三圖 惑星と衛生の大きき比較



行と云ふ事は前に述べたが、各惑星は皆順行するのみならず、黄道との傾斜が甚だ少ないに拘らず、衛星の或る者には此の傾斜角が甚だ大きいものがある。今此の傾斜角を段々大きくして遂に九〇度に達せしめれば、最早順行、逆行の別がなくなり、一直線上を往復する事になり、尙九〇度を越えた場合は逆行となり、實際の傾斜角は、 i を初めに與へられた傾斜角とすれば、 $180-i$ となる。例へば木星の第八衛星の傾斜角は凡そ一四九度であるから逆行であるが、實際の黄道面との角度は四一度である。土星の第九衛星及び天王星、海王星の全部の衛星は逆行して居る。(之は後篇で説くが、ラプラスの星雲説に取
りては、餘り都合の宜くない動き方である)

第十章 太陽

太陽は實に我々生物の生命の依つて發する根源であつて、生物の繁茂は元より、雲霧の起り、河水の奔湍するも皆其の原因は上の諸種の現象、例へば磁氣嵐、極光の出現等と關係ある事が確められ、尙暴風、淋雨、雷霆又は年の豊凶等にも影響がありはしないかと學者が研究しつゝある。

動力源としての太陽

又將來燃料が缺乏して動力の源を失はうとする曉は、太陽熱を利用して其の急を救はうとする考案が徐々に攻究されて居る。斯うなると天文學も學者の閑事業の域を脱し、全く吾人の生活問題にまで波及して來る。そこで本章には吾人に無限の恩恵を垂れて居る此の太陽の一般に就いて説くこととする。

【太陽の大きさ】見た所では其の直徑は平均三二分の光球であるが、實際の直徑は正に地球の一〇九倍で、容積は一、三〇〇、〇〇〇倍あり、質量は割合に少なく三三二、〇〇〇倍である。従つて比重は地球が五五であるのに、太陽は一四しかなく、至つて軽いものである。

【太陽は自轉するか】地球や他の惑星が自轉する如く、太陽も亦大凡二六日又は二七日で一廻轉し、其の自轉軸の北端は凡そ赤經一八時四四分、赤緯北六四度の邊である。所がどうして其の自轉の週期を知るかと云ふに、夫は表面上に現はれる黒點の移動を観測して知るのであるが、不思議な事には赤道の邊に出た黒點は極に近く出た黒點よりも早く動く。之は太陽は固態でなく流態であるから表面の各部分が地球などの様に均齊に廻轉しないからであらう。

【太陽の温度はどの位か】太陽の光は地球上に於て夫に直角の平面に一分間一平方糎に對し一九五カロリーの熱を與へる。又其の實際の温度は攝氏の六〇〇〇度内外で、人工で造り得る最高温度たる電氣爐の三〇〇〇〇度に比し遙か

太陽も終には冷却する

に高い。
【太陽では何が燃えて居るのか】太陽の中では水素とかヘリウムとか又鐵など云ふ元素が皆赤熱されてあの様に目眩く輝くので地上の何物を持つて行つても忽ち焼き盡されて終ふであらう。然らば其の光熱は何處から供給されるかと云ふ事は甚だむつかしい問題で、元來夫だけの分量を保有して居るのであると言ふより仕方がない。丁度地球内部の地熱が地球の出來始めから有ると同様である。夫て次第に時代が経過すると、幾ら高温度の太陽でも徐々に冷却するのは免れ得ない所であらう。

【今から千年前、千年後は太陽の温度がどう變るか】一寸むつかしい問題であるが、要するに太陽とても永久に現在の如く赫々たる光輝を續ける譯には行かない。早晚消滅する事は少しも疑ひがないが、夫が幾千萬年後か幾億年後か中々見當が附かない。従つて今から千年前に温度がどれ程で、現在は夫よりどれ程下つたか、又千年後はどれ程まで下るか計算は困難である。

【日光は何故に七彩の色があるか】總べて日光に限らず固態や液態を白熱状態に達せしめると、赤端から葦端に至るまで連續したスペクトルを現はす。太陽の本體も亦液態か固態であらうから斯く大體に於て連續したスペクトルを造るのである。(詳しくは後節に譲る)

光球を見る法

【太陽面上の諸現象】太陽面及び其の周圍を観察すると、色々な現象を目撃する事が出来る。今之を次に述べる。

一、光球 太陽は直接に肉眼で見ると、硝子片を油煙で燻らして見るか、又は眼鏡を用ゐる際には矢張り燻らした硝子を隔て、見ないと眼をいためる。尤も其の像を上圖の如く望遠鏡の後方に



取り付けた白い厚紙に投影させ、前端は周圍を紙で取り巻き餘計な日光が後方の射影面に當らない様にする。よい。斯くすると太陽の光る圓が見える。此の光る圓を光球と名づける。處が光球を撮影して見ると中心及び其の附近は明るい、周邊に近づくに従ひ次第に暗くなつて見える。之は太陽は相當に深い霧圍氣に包まれて居るから、中心邊から來る光は霧圍氣中を短く通り、縁に近い部分は長く通らねばならぬために、光を多く吸収されるからである。地平線近くの星像がぼんやりし、天頂近くの星が明瞭であるのも亦此の理に因る。

二、色球 既皆日蝕の際に日を蔽ふた月の影の周圍を取り巻いて美しく輝く光の環である。

三、黒點 時々太陽面に出現するものである。之を見るには前記の如く望

火の環

法
黒點を見る

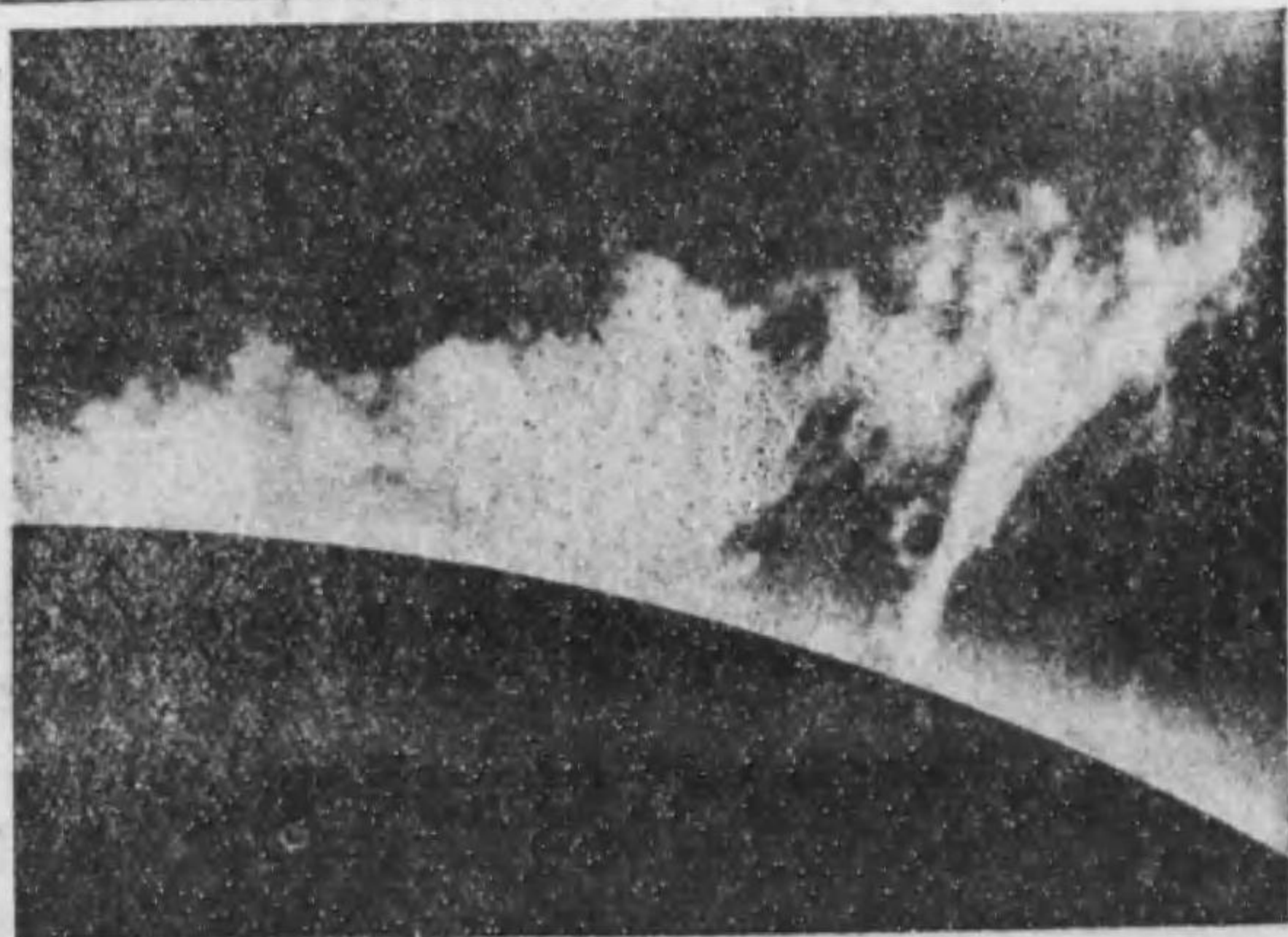
第七五圖 太陽の黒點



遠鏡の接眼鏡の後方に衝立様のものを拵へて見るが宜い。又は長さ一間計りの細長い暗箱を木で作り、一端に小孔を穿ち太陽の方に向けると、他端の内側に直径凡そ五分六厘の太陽の像が映ずる。之を小孔の側に又小孔を穿つて覗けば黒點がよく見える。黒點は二つの部分から成り立ち、中心の暗い部分を本影、周囲の薄暗い暗分を半影と云ふ。其の直径は數千哩か

ら數萬哩に達し、單獨に現はれる事と又群をなして現はれる事とある。

上圖は一九二二年三月二日著者が寫生したもので、各本影の周圍に半影が取り巻き二十個が集まつて一群をなして居る。黒點は皆太陽の西の縁に現はれて東へ移動し背面に隠れ、又



第七六圖 太陽面の凄じい紅焰

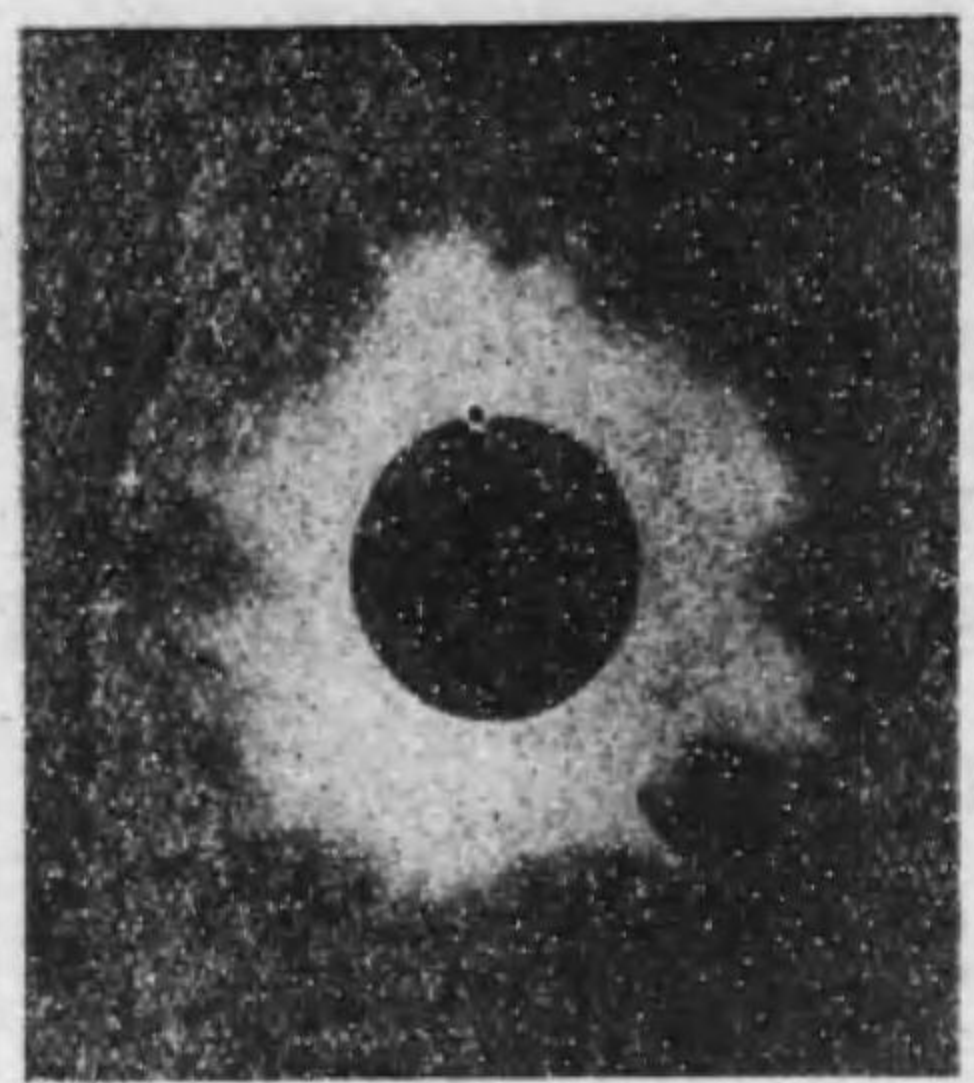
再び西端に出現する事がある。

四、白[△]紋[△] 太陽の縁邊に來た時よく見えるものである。

五、紅[△]焰[△] 色球の所々に高く噴騰するものを紅焰と云ひ、僅かの時間に莫大な高さまで上昇する事がある。

五十萬哩もある紅焰

第七七圖 ナロコ



第七六圖は一九一九年五月廿九日の皆既日蝕に際し撮影されたもので、最も高く噴騰した時は五十萬哩にも及び、實に太陽の直径八六六、四〇〇哩に比して其半ば以上に達したとの事である。六、コ[△]ロ[△]ナ[△] 皆既日蝕の際、廣く太陽を取り巻く薄光が見えるが、之をコ[△]ロ[△]ナ[△]と云ひ、主として赤道の平面附近に高く射出し居り、極附近には短い。コ[△]ロ[△]ナ[△]は一種特別の元素から成り立つて居り、地球上には其の例がない。

【黒點の週期】 黒點は何時も同じ様に出現するものでなく、多く見える年と少ししか見えない年とあるが、古い記録から調べ出した處に依ると、一一一三年程で極大及び極小を繰返す事が知れたが、之はさまで規則正しいものではない。それから極小を過ぎて後、現はれ初める場所は南北兩緯度とも高い方からして

ナルフの
相關數

次第に赤道に近づくに従ひ數を増し、最後には赤道近くてぼつり／＼現はれて終熄し、再び高緯度から初まる。

黒點の増減を計算するには、ナルフの相關數(r)を用ゐる。今を以て觀測者と使用した望遠鏡とに關する常數とし、 g を黒點群、 f を群中の黒點數と孤立した數との總量とすれば、 $r = k(10g + f)$ となる。

【黒點を簡易に觀測する方法】太陽面を觀望するには前述の如く燻らした硝子片を透して肉眼で見ると、又は望遠鏡に色硝子を當てて見るか、又は望遠鏡で出來た像を衝立に射影するか、然らざれば暗箱を作つて覗くかするが宜いが、小さい黒點を検出しようとするには、矢張り望遠鏡を透して見るか、又は射影しないとならない。そして毎日其の數を勘定して置けば、其の消長を判斷する事が出來て面白い。

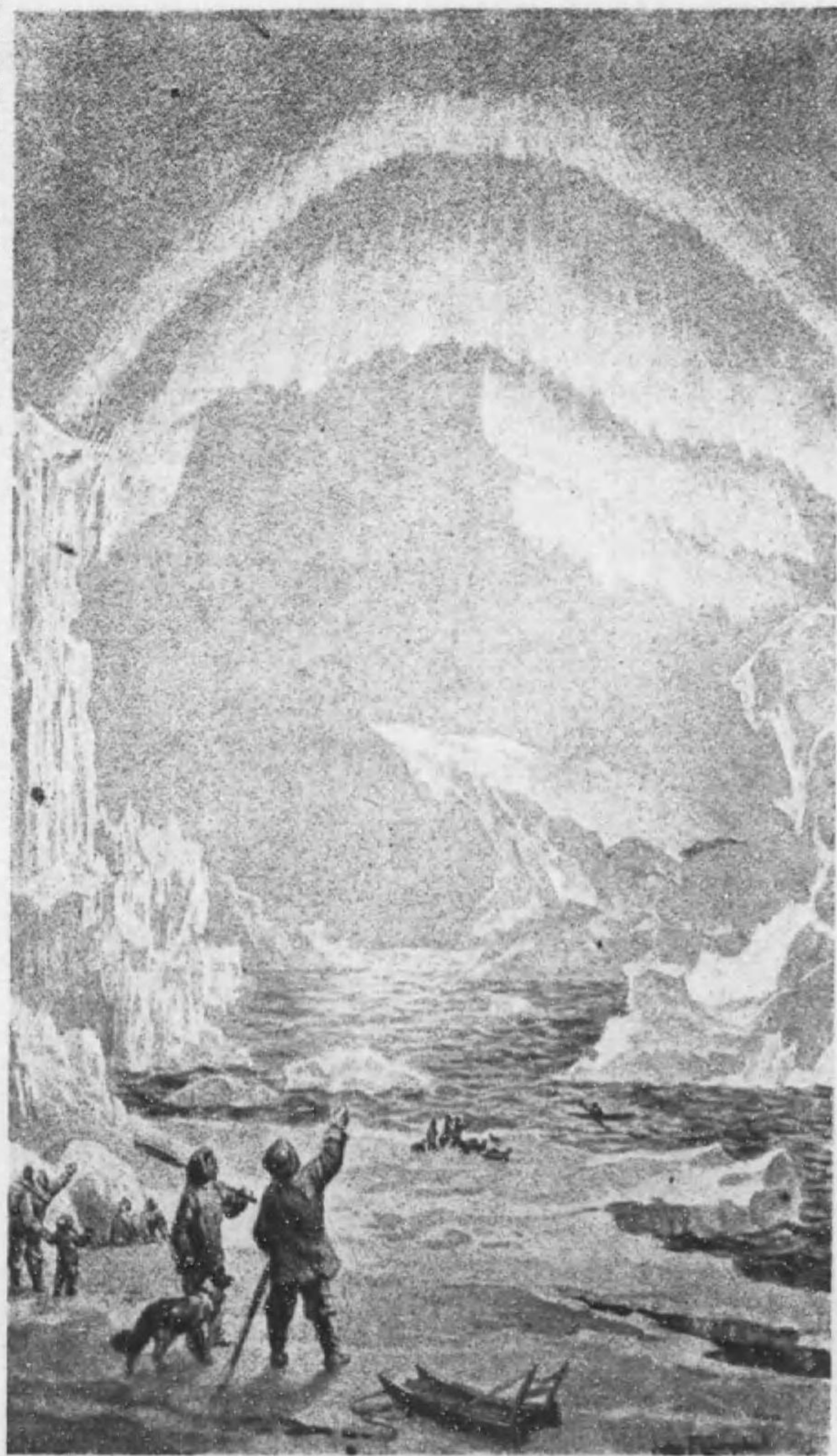
「黒點と地上の現象は何か關係があるか」太陽の活動即ち黒點等の出現は、我が地球に如何なる影響を及ぼすかと云ふ問題は、學者間に種々研究されて居る。其の中磁氣嵐及び極光等は確に關係のある事が判明したが、種々の氣象現象又は生物の消長等まで果して何等かの連繫あるか否かは、他に多くの原因もある事として俄に斷定する事は出來ないが、左に各項を別々に説明する。

一、磁氣嵐

磁針の方向は斷えず變化するもので、日日の變化及び一年又は

(四 第 圖 別)

光 極



屢北極地方に出現するもので、之は極にのみ起る光學的現象である。圖の中央氷海の左右に突凡たるは氷山で、今しも雲表高く現れたる極光の壯觀を、エスキモー人が眩惑の眼を睜つて仰視して居る所である。

極光

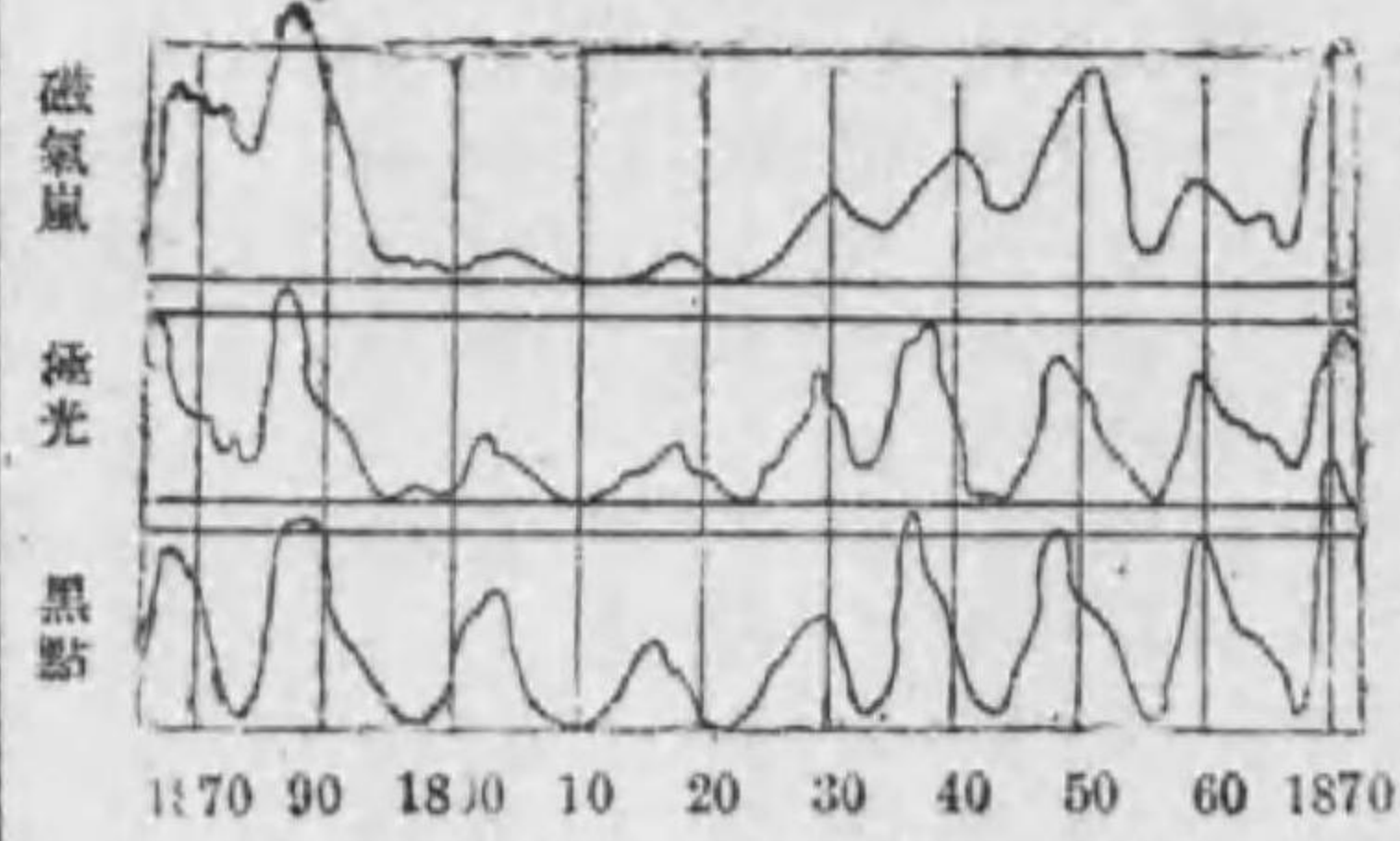
降雨・暴風

永年の變化等種々の週期があるが、これ以外に時々突然急激な變化を受ける事がある、之を磁氣嵐と云ふ。磁氣嵐は太陽に黒點の多い時に最も激しく、少ない時は緩かであるため確かに關係があると認められて居る。

二、極光 地球の兩極に近い地方には極光(別圖)とて空の一方に種々奇態な一連の薄光が現はれる事があつて、我が國からも嘗て見られた事があつた。此の光も亦黒點の多い時には頻繁に現はれ、少ない時には稀に現はれる。下圖は黒點と磁氣嵐と極光との消長を表はした圖であるが、之により三者同一の形勢にあることが知れる。

三、其の他の關係 或る地方の降雨暴風等氣象學上の諸現象が、黒點の週期一年餘を週期として増減盛衰がありはしないかとの推測は、屢諸學者に依つて稱へられ、且つ研究された處であるが、何分にも氣象現象の原因は甚だ複雑なものであるため、未だ決定が與へられないが、恐らく黒點の現滅も確かに其の要因をなすであらうと云はれて居る。従つて長期天氣豫報なども黒點の觀測を基

第七八圖 磁氣嵐と極光と黒點の消長の示す



礎として將來或は爲し得るに至るかも知れない。

又一九二一年五月十四日の夜から翌朝へ掛け、北米各地では強烈な磁氣嵐があり、極光の出現があり、且つ地中電流の變調があつて、電信電話が大部分不通となり、海底電信にも故障を生じ、紐育市に於ては十五日朝變壓器から火災を起し、更に中央停車場の信號装置が操縦不能となつて列車の運轉を停止するに至り、數千の乗客は停車場に停滯し大なる騷擾を醸したと云ふが、(天文月報) 恰も其の時は太陽面上に大黒點の一群が出現した時であつたと云ふ。之によると黒點は電氣の装置にも亦影響を及ぼす事が察せられる。

【太陽のスペクトル】 日光を分光器で分析すると、大體連續せるスペクトルを現はす事は世人に熟知されて居るが、仔細に其のスペクトルを検査すると、無數の細い暗線が横斷して居るのを知る。之は何を意味するかと云ふに、連續せるスペクトルは固態又は液態の發するもので、暗黒な線は夫を取り巻く比較的溫度の低い瓦斯態の存在を證明して居る。そして其の暗線の位置に依つて太陽の周圍を包被する瓦斯態の何元素に屬するかを知る。之はキルヒホッフの原理、凡ての瓦斯は之を白熱せる時發すると同一の光線を、冷却する時に吸收するものである。

と云ふ所から判斷するのである。(尙分光術の詳細は恒星の所で説明する)

【太陽中の元素があるか】 スペクトル分析の結果、太陽雰圍氣中に在る元素は次の如くである事が分かつた。此の表は線の強さの順に排列してある。

カルシウム・鐵・水素・ナトリウム・ニッケル・マグネシウム・コバルト・珪素・アルミニウム・チタン・クロミウム・ストロンチウム・マンガン・バナジウム・炭素・スカンジウム・イトリウム・ジルコニウム・モリブデン・ランタン・ニオブウム・パラヂウム・ネオヂウム・銅・亞鉛・カドミウム・セリウム・ベリリウム・ゲルマニウム・ロヂウム・銀・錫・鉛・エルビウム・カリウム。

而して有るか無いか判然しないものは、次の如くである。

ルテニウム・ラウフラム・白金・蒼鉛・インヂウム・オスミウム・水銀・トリウム・タンタル・イリヂウム・タリウム・ウラン。

之によつて太陽も地球と殆ど同一の元素から成立つて居る事が分かる。

【コロニウム】 前項にはないが、太陽のコロナは一種特別の元素から成り、地球上では未だ之に相當する線を發する物質が發見されない。故に假にコロニウムと名づけられてある。

【ヘリウム】 之も始めは地球上で發見されなかつたが、後に大氣中に存在する事が分かつた。ヘリウムとは太陽素といふ意味である。

【太陽の分光寫眞】 前に既に述べた様に分光太陽寫眞儀を以て日光を二度細

羊毛斑

隙を通過せしめると、日光スペクトル中の任意の暗線を以て太陽全面の寫眞を取らざる事が出來て、元素の分布の様相が一見して分かる。そして各元素が太陽面上に斑紋状をなして浮遊して居るものを羊毛斑と名づける。

茲に日光スペクトル中の暗線にはA・B・C・Dなど云ふ名稱が附けてあり、又水素の各線にはH_αとかH_β・H_γとか云ふ風に名づけてもある。

【太陽雲團氣中の物質の高知法】 處が一つの暗線も細かに調べると複雑な暗線及び輝線に分離さるべきもので、精密な器械を以て各別の分光寫眞を取り得る。其の中、中心に近いもの程下層に在つて強い壓力を受けて居り、兩側のもの程上層に浮んで居て、比較的弱い壓力を受けて居る。其處で太分光陽寫眞儀を以て任意の元素が大陽面上に如何なる分布状態に在るかを知るのみならず、任意の各層に在るもの、形勢をも察知する事が出来る譯である。

【黒點は渦動して居る】 黒點附近の分光寫眞を見ると、其の渦動して居る有様がよく分かる。丁度地球表面上の低氣壓に似たもので、又夫が磁場をなして居る事が知れた。

都市計畫と日光

新たに都市を設計するには、土木建築業者ばかりには任して置かれぬ事がある。夫は日射の問題で、日光が細菌を撲滅する事は何人も知る處で、室内は隅々に至るまで日射の完全に行き届く様にせねばならぬ。之が爲めには家屋の四隅を東西南北の方向に向

はしめ、従つて道路は西南から東北に、又西北から東南に走らしめるがよい。若し從來行はれた様に道路を東西又は南北に開通させると、夫に沿つた家屋の北壁は半年以上に涉つて日光を受けない事になる。夫から建築物の高さも相當に考慮して隣家の日光を遮る様な事は避けしめねばならない。(天文月報一三の一)

日光の利用法

古來日光は乾燥などに利用されて來たが、將來石炭が缺乏し、水力が利用され盡した時は、工業の原動力は勢ひ太陽熱の利用に頼るであらうが、其の際には供給の豊富な日光を集めて燃料に代へる工夫が必ず案出されるであらう。従つて石炭の産地が工業の中心地となつた様に、熱帯の乾燥地が工業股脈の地となるに至るであらう。

古人の太陽崇拜

太陽が吾人生物の生命の源泉である事を知つてか知らずにか、古來何處の民族でも太陽崇拜の風習があつたらしい。現に今でも毎朝旭に向つて敬虔な態度で合掌禮拜する人々がある。太陽は神でも佛でもなく、一個の白熱球であるから禮拜の必要もない筈であるが、太陽あるが故に人生が幸福に送られるといふ點から感謝の意味を以て合掌するのかも知れぬが、若し之を迷信的に拜するならば甚だ理由のない事である。

第十一章 水星

【水星は見難い惑星である】 惑星の中で最も太陽に近く、又最も小さい容積を持つて居るものは水星である。其の容積が木星の衛星よりも小さい事は既に述べたが、最大離隔は二八度で、何時も此の角度以内で太陽に前後して出沒する

から、普通には餘り目に觸れない天體である。支那では辰星と稱へ五星の一として古くから知られて居た。

【水星の大きさ】水星の直徑は二、七六五哩で、地球の〇・三八倍しかない。月は〇・二七倍であるから夫より稍大きい位のものである。質量は地球の二〇分の一で、表面重力は〇・三八倍ある。



第九七第 水星の直視の徑變化圖

【水星の盈虚】水星は太陽を週つて内合の際は四八、〇〇、〇〇、〇〇哩となり、外合の際は去つて一三七、九一〇、〇〇、〇〇哩となり、其の間盈虚を繰返すことは月に似て居る。視直徑は四五秒から一一・五秒まで變化する。圖は其の大きさと盈虚との變化する割合を示したものである。

【水星は自轉するか】他の惑星は地球と似た週期を以て自轉するが、此の水星に限り其の自轉週期は公轉週期と同一の八八日である。即ち太陽に接近して居るため其の潮汐摩擦力が大きく、自轉を妨げられ、遂に斯かる結果に陥つたのであらう。

【水星に大氣があるか】水星の反射率は〇・一七と云ふ至つて小さい價であるから、其の表面は裸出して居て恐らく大氣が包被して居ないであらう。月の反射率は〇・一三で水星の夫とよく似て居る。

半面は熱く
半面は冷い

【水星の表面】水星は永久に其の半面を太陽の方に向けて居るから、其の半面は絶えず熱せられて非常な温度に昇り、反對に太陽に向はない半面は絶えず温度が下降して攝氏氷點下一〇〇度とか二〇〇度とか迄に至るであらう。大氣があれば幾分此の差異が緩和されるけれども、無いために何時も極熱と極寒との半面を有して居る事であらう。

以上の如き有様で太陽に面する半面では多くの物質が溶解され、又蒸發して寒冷な裏面へ流れ行けば、此所では又何物も悉く凝固して永久に固態に化して居るであらうから、其の表面はいたく荒廢して甚だ殺風景なものであらう。されば若し此の星に接近して表面を觀測すれば、月以上に無味乾燥なものであらうと思はれる。ローエルの描いた水星の見取圖には、上圖の如く數條の線條を認めてある。

第八〇 水星のローエルの描いた見取圖



【水星の太陽面經過】水星が其の軌道の交點を通る時、内合となれば丁度月の場合に月食が起るのと同じ趣で太陽面の經過が生ずる。近い將來に於ては一九二四年五月七日及び一九二七年十一月九日に此の現象を見る事が出来る。【近日點の前進】水星は近日點の前進が計算したよりも實際に於て進み過ぎるのは如何なる原因か不思議がられて居るが、或る人はニュートンの引力法則の

ゲルカン

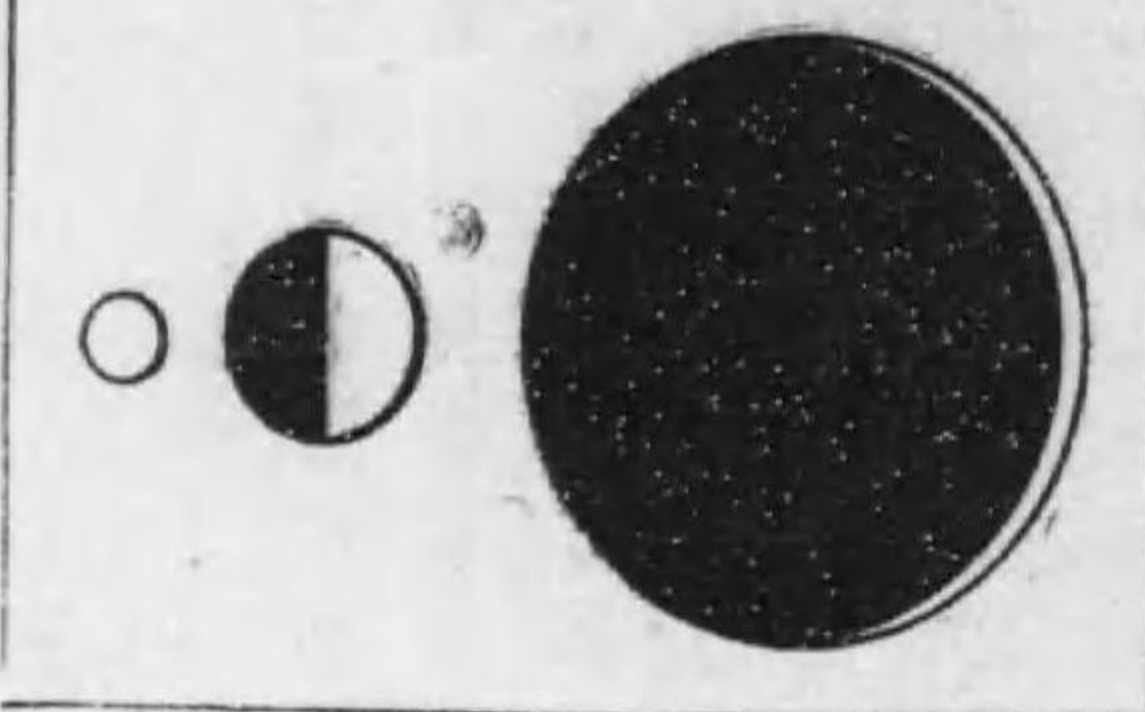
不完全に歸し、或る人は水星の内部に惑星があるのでは無いかと疑を起して居たが、最近相對性原理が稱へられてから之で説明が附くとされて居る。
【水星内に惑星があるか】前項の如き理由で、水星内の惑星は皆既日蝕の際など念入りに搜索され、一時は發見の報もあつたが、實際は未だ確かに認められた人はない。此の假想惑星には、**ゲルカン**と云ふ名まで附けられてある。

第十二章 金星

親しみ深い金星

【**明の明星宵の明星**】金星は此の様な名稱で一般人に親炙されては居るが、名稱が二つある所から別々のものと解されて居るのは可笑しい次第である。(支那名では太白)夜通し暗い空に光つて居た星の數々が、日出前の薄明の爲め片端から埋没されて行く際、獨り最後まで踏み止まつて曉の青空に燦々勇者は實に此の金星である。又夕陽西に落ち野邊に働く人々の夕餉の煙立ち上る我が家をさして急ぐ頃、**真先驅**けて西の空に輝き出すのも亦此の金星である。斯様に親しみ深い金星に就き、著者は出来るだけ委細に本章に於て説明しようと思ふ。
【**金星の大きさ**】金星の直徑は七、八二六哩で、地球の直徑と伯仲の間にある。容積は地球の〇・九二倍で、質量は〇・八二倍ある。比重は地球の五・五に對し四・九で、どの點からも惑星中地球と此の星とは全く雙生兒の觀がある。

金星の直徑の變化 圖一八第



金星は水星と同じく地球の内側に廻轉し、内合の際は最も接近し、外合には最も遠くなる。従て其の視直徑は著しく變化する。圖は其の視直徑の變化と共に盈虚する割合を示したものである。

【**金星の盈虚**】金星は肉眼で見ただけでは分からぬが、望遠鏡で覗くと圓形に見えるのは外合附近だけで、月の如く常に其の光る面は増減して居る。のみならず其の視直徑も六二秒から九五秒まで變化する。外合は圓形、最大離隔の時は半圓形、内合の際は全く暗黒となり何も見えない。

【**金星の自轉**】金星は水星の如く其の自轉と公轉との週期が等しいとも言はれて居るか、近世の觀測では矢張り地球によく似た週期を以て自轉して居ると見做されて居る。即ち二三時二一分二一秒で一自轉して居る。

【**金星は白晝見えるか**】金星は何時が最も光つて見えるかと云ふに、内合の前か又は後三六日頃で、白晝でも注意すると肉眼に映ずる。屢新聞紙上で晝間星の見た事を報ずるのは此の金星の最大光輝に達したのを見たもので、古い記録にも「太白晝見ゆ」の記事がよく掲載されてある。

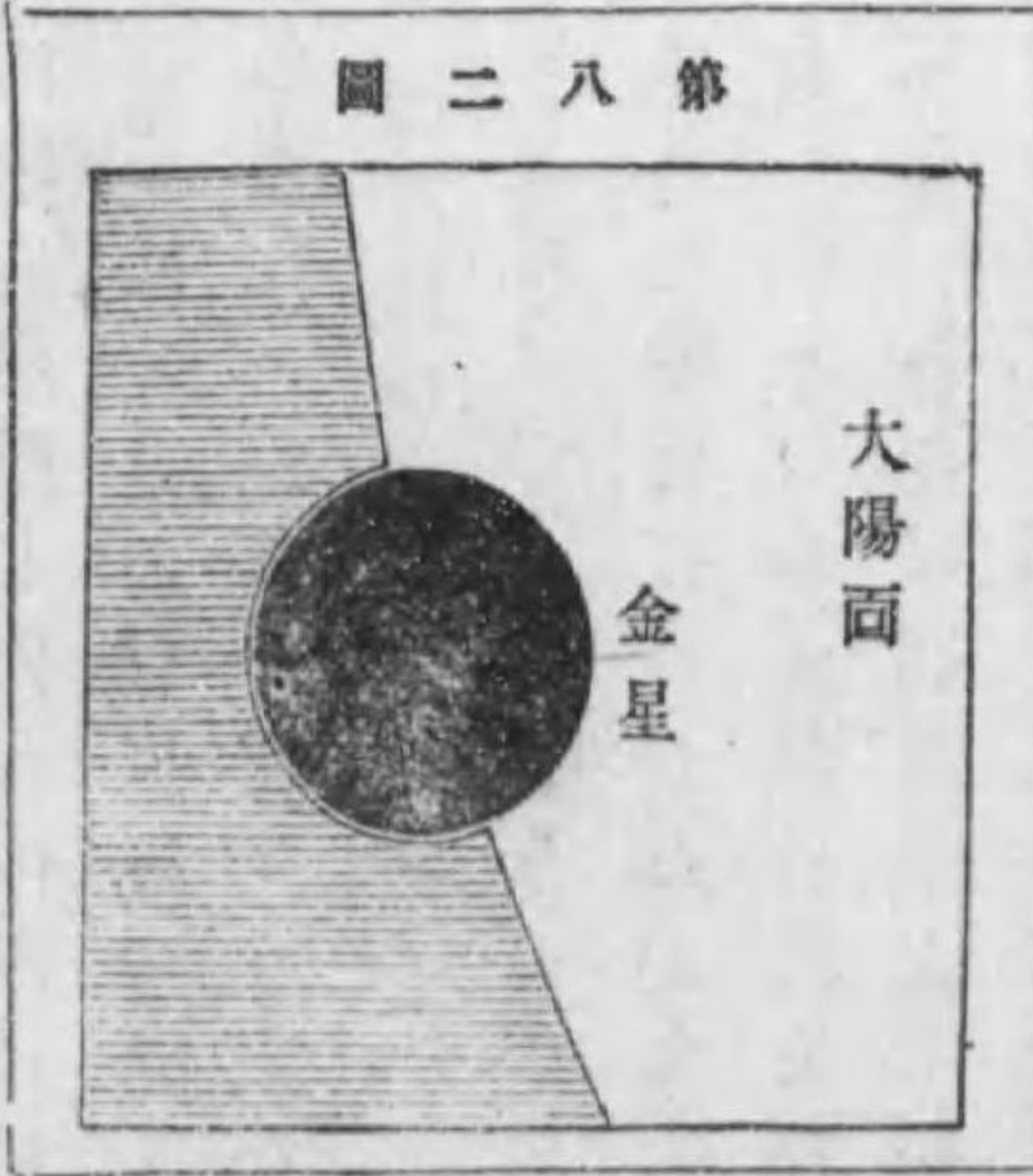
【**金星の太陽面經過**】金星は又水星の如く太陽面を經過する事があるが、水星

の様子に屢経過する事はない。一八八二年十二月六日に起つたのが最近のもので、将来に於ては二〇〇四年と二〇一二年の二回にあるが、八年目毎に起る。此の経過を利用して太陽の距離を測定する事が企てられたが、餘り好結果を得なかつた。

金星は暑い

【金星の温度は、どれ位か】 太陽から地球まで九二、九〇〇、〇〇〇哩あるに比し、金星は六七、二〇〇、〇〇〇哩しかないから、太陽の光熱を受ける事も亦地球より大きい。其の平均温度は攝氏の六五度で、地球の六五度に比し甚だ大きいものである。但し地球の温度は大氣のないものとしての計算で、事實はもつと大きい。そして日光を受ける量は地球の一九倍である。

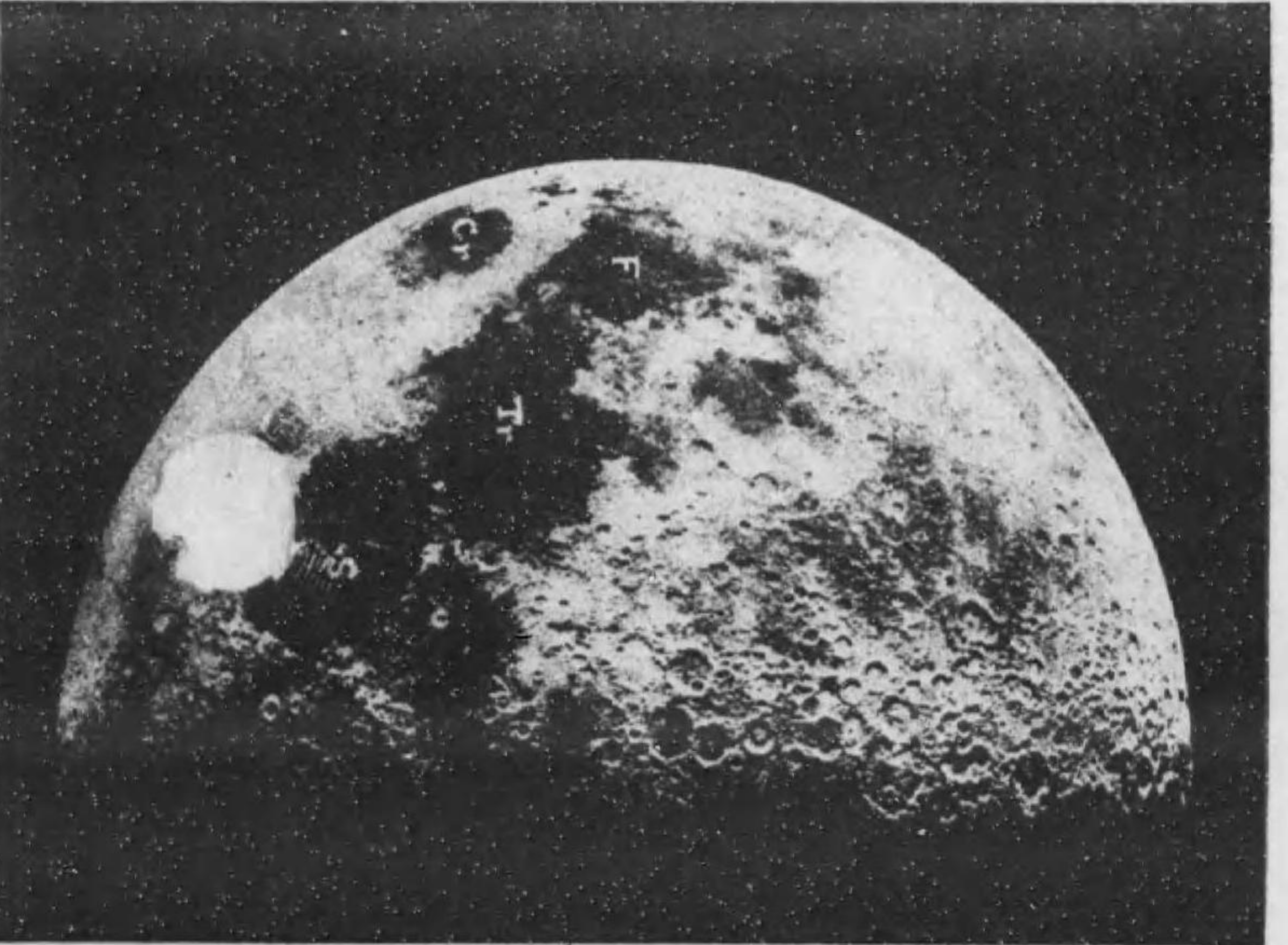
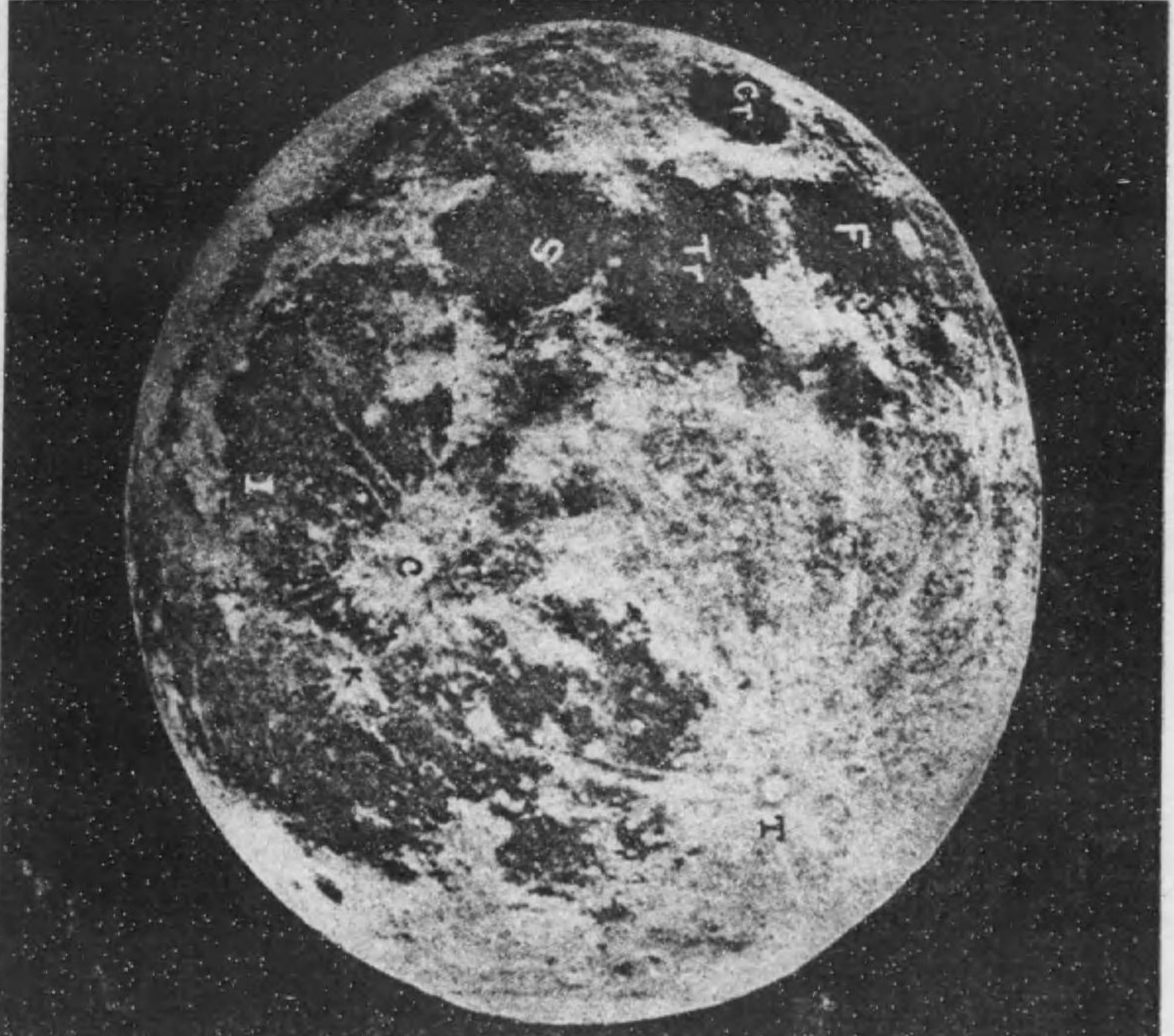
【金星に大氣があるか】 金星の大氣は甚だ濃厚で、其の反射能率が地球の〇・五に對し〇・七二と云ふ大きい價で實に鏡の如く反射すると云つても差支はない。そして金星が三日月形を呈した時、其の尖端を越えて細長い光が延びて居るのが見られるが、之は正に大氣の存在する證據である。次に金星が太陽面を経過しようとして將に入る



圖二八第

月 滿 (五 第 圖 別) 月 の 弦 上

月には圖中の如く、Tチホ山、Cコペルニク山、Rケアブレ山、Gr危の海、F機師の海、Tr和の海、S晴の海、I雨の海など色々地名が附けられてゐるが、上弦にはチホ山等の山の影が隠れて、海の部のみが見えて居る。



時又は出る時に右圖の如く暗黒な金星面の周圍に光の輪が取り巻いて見える事もある。之も亦大氣の存在する證據となるべきものである。
又地球の大氣よりも遙に多量の水蒸氣を含み、其の地上の總べての物が露にびつしより濡らされて居る事であらう。斯く水蒸氣の豊富のため、其の上空には常に密雲が漂ひ、時を遷さず沛然たる大雨が降下し、恐るべき暴風が其の野山に荒れ狂うて居るかも知れない。其のために地球にも優れて山嶽や溪谷の崩壊は迅速に行はれて居る事と思はれる。



星 金 圖 三 八 第

【金星の表面】金星の表面は水星や月の如く流體を有しない天體に比し大に平滑であらうが、望遠鏡では唯其の大氣の表面を見得るのみで、海陸分布の状態などは到底透し見る事は出来ない。其の表面に色々な斑紋を見た人もあるが、多分固定したものではないであらう。上圖は金星の寫真であるが、すべて金星の寫真は皆朦朧として寫るから、寧ろ望遠鏡を通じて見た所を寫生する方が明瞭である。

【金星には生物が居るか】金星面は地球面より以上二倍近くも日光に浴する

四季の循環が地球よりも早い

を得、又水分も潤澤にあり大氣も濃厚なものがあるとしたならば、地球以上に生物の棲家として適當なものであらねばならぬ。金星の一年は二二四日で、其の軌道面と赤道面との傾斜は五三度餘であるから、四季の循環は地球よりも早く來て、夏冬の温度の差は頗る烈しい。總べてが地球よりも激烈である。従つて若し其處に生物が棲むとしたら粗大なもの許りであらう。

古代の地球

【生物が居るとしたら、どんな物が居るか】そこで若し生物の棲む事を假定したならば、如何なる種類の物が居るであらうか。恐らく我が地球の前世界に甦つて見物するが如き觀があるであらう。即ち我が地球の中世代たる三疊紀に高く天を摩する公孫樹の繁茂せる大森林に、雨を含める疾風の音凄まじく、或は又現今の石炭の原植物たる幾抱へもある大形羊齒類の足の踏み入れ所もない様に茂り、降つて侏羅紀から白堊紀に入つては、長さ七〇尺の梁龍リギロサウルス、さては一〇〇尺もある載域龍アトラントサウルスなどが、或は蛇々たる巨軀を水邊に横たへ、或は兀として海面上に長頸を擡げる有様を先づ讀者は想ひ起す必要がある。

現代の金星

金星の現代も或は又斯様な形態に在るのでは無からうか。譬ひ其處に存在する水や大氣やが少々其の成分を異にして居るからとて、生物は其の環境に適應すると云ふ自然の法則を持つて居るから、生存が出来ないと速斷する事を許さない。

將來の金星人

扱て今後幾千萬年或は幾億年後、地球が全部其の地熱の放散を終へ、有ゆる生物が絶滅し、有ゆる流動體が逃避し去り、又は凝固した頃、漸次金星上の生物は進化し來り、吾人人類の如き、或は是れ以上の叡智ある動物が生れ出で、素晴らしく、大きい望遠鏡を作り上げ、第一に地球の衝を利用して其の表面を仔細に觀察し、「前時代は知らず今や地球は全然凝固冷却して火山の噴煙雲霧の霰霰又は海水の澎湃たる如き何等の表情を示さず」と結論を下すかも知れぬ。

第十三章 地球

【地球の形状と大きさ】地球に就いての委細は、各學科の擔當する所で、必ずしも天文學者の説明を俟たない。そこで本章に於ては水星や金星と同じく地球を一つの惑星として唯大體の説明に止めて置く。

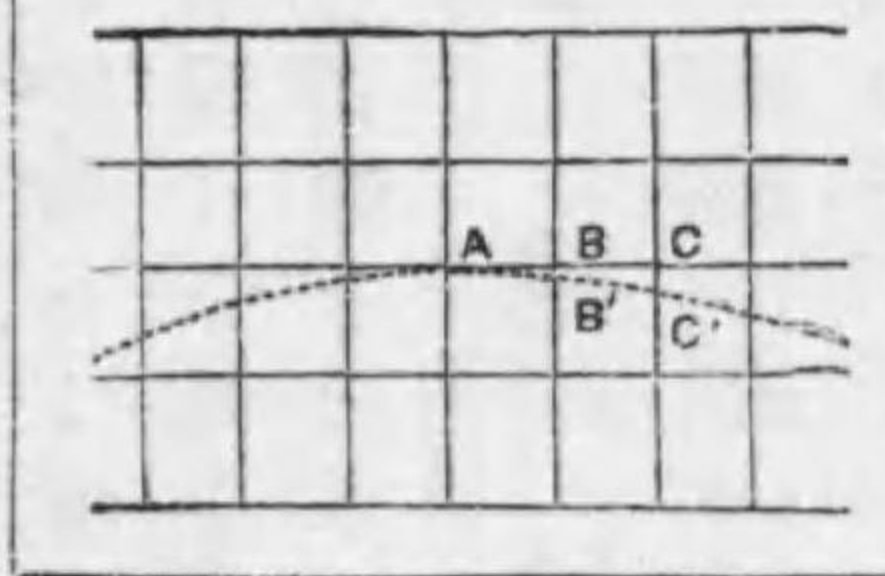
地球の形状は概して言へば球形であるが、詳しく言ふと廻轉橢圓體である。廻轉橢圓體とは橢圓の一つの軸(地球の場合)の周りに其の橢圓を廻轉せしめて得る形で、其の廻轉軸を含む切り口は常に橢圓で、夫に直角の切り口は何時も圓である。そこで地球の短軸即ち地軸の長さは七、八九九哩で、長軸即ち赤道の直徑は七、九二六哩である。そして赤道の周圍は二、四、八九九哩ある。其の密度は五、五二で水星と共に甚だ大きい價を示して居る。

【經度と緯度】地球表面上の位置を示すには經度緯度なる座標を用ゐる事は誰でも知つて居る。經度は英國グリニッチ天文臺から各東西へ一八〇度まで測る。一八〇度には東西はなく一致して居る。緯度は赤道を零度として南北へ各九〇度まで測り九〇度は兩極であつて一點をなす經度線が皆大圓であるに拘らず、緯度の線は零度は大圓、九〇度は一點で、其の間の各線は小圓である事に注意を要する。

【地圖上で東西の方面を注意せよ】



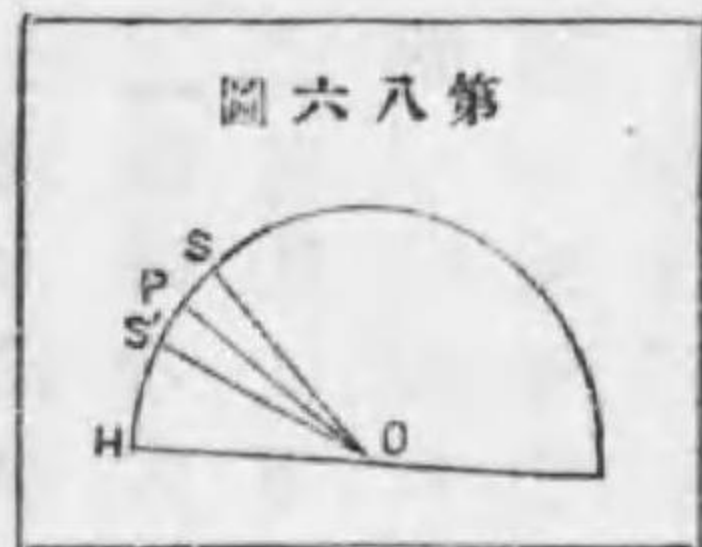
圖四八第



圖五八第

此處で一吋地圖を使用する人々の注意せねばならない事は、第八四圖の如く赤道から等緯度にある線A B C線の或る點Aから見ればB又はCは正しく東方に在る様に思へるが、夫は大した間違である。尤もAから同じ經線上の點は北極の方向にあれば北方、南極の方向にあれば南方に相違ない。何となれば之は大圓であるからである。然るにA B C線は小圓である。Aを通り其の經線に直角な大圓はA B' C'である。つまりB Cは正東にはなく少し北極の方即ち北方にある。第八五圖の如きメルカトル式の地圖になると一層誤り易いから注意を要する。

【經度はどうして測るか】或る地の經度と夫より東方に當る地との經度の差を知るには、前の地で恒星時計を精密に一致せしめ置き、次に其の中の一を他の地に運搬する。夫から或る恒星が其の地の子午線を経過する時の時刻を読み取り置き、次に又同じ星が前の地で子午線を経過をやる時刻を読み取る。すると其の時刻の差は正に兩地の經度の差を時間で表はしたことになる。例へば東方の地で一恒星が一〇時に子午線經過をなし、次に西方の地で同一の星が一時間二〇分に同じ事をしたとすると、同地の差は一時二〇分、之を度に換算すれば一時間は一五度に相當するから丁度二〇度となる。グリニッチと各地と斯の如き比較をすれば直ぐ其の地の經度は出て来る。他に色々な方法もあるが原理は同じである。



圖六八第

【緯度はどうして測るか】其の地の北極の高さは其の地の緯度に等しいから、北極の高さを測れば緯度が出て来る道理である。但し南半球では南極の高さを測る。圖に於てOを觀測者とし、Pを北極とし、Pの附近の星が上天中した時Sに来るものとし、其の高度を θ とする。又同一の星が下天中した時の位置をS'とし、其の高度を θ' とする。然らば此の極の高度即ち角POHは

$$\angle POH = \theta + (\theta - \theta')/2$$

と云ふ式から簡單に出る。是れ即ち其の地の緯度である。
【地球の大氣の高さ】空氣の高さは割合に小さいもので三哩半も垂直に昇れば密度は半減し、七哩に至れば又其の半分程になつて終ふ。あの青空に軽く浮動して居る白雲は一〇哩から一二哩を限度とするから、水蒸氣の漂ふ大空は凡そ一二哩までと云ふ事が出来る。

窒素層
水素層

次に流星の輝き初める高さは一〇〇哩から五〇哩まである事が分かつた。即ち稀薄な氣態は此の邊迄も擴がつて居るであらう。大氣の各層を下方から順次に言へば一二哩までが氣象現象の起る層で、夫から四〇哩又は五〇哩までは黄昏の起る層、地上からこれ迄を窒素層と名づけ、窒素を多分に含んで居る。夫から一五〇哩迄は水素があるとされて居るから水素層と言ひ、極光などは此の層に起る。之から上三〇〇乃至四〇〇哩迄は太陽のコロナの成分をなすコロニウムと云ふ假想氣態のある層で、矢張り一種の極光が此の層に現はれる。大氣の全質量は地球全體の二〇萬分の一位であるが、此處に大氣の逸散と云ふ事を附け加へる必要がある。大氣中の各分子は非常な高速度で、思ひ／＼の方向に運動して居るもので、温度の上昇するに従ひ愈速度は大きくなる。そして地球上で一秒間に七哩以上の速度を有するものは、地球の引力では到底引き止める事が出来ず、遙か大空の彼方に逸走して終ふ。處が氣態の分子では七哩

大氣の逸散

以上の速度を出すものもあるので、地球は絶えず其の保有する大氣の一部を失ひつゝある次第である。

莫大な壓力

【地球の内部はどんな状態か】地下を深く掘つて下れば百尺乃至百五十尺毎に攝氏の一度づつ温度が増し、中心近くに行けば非常な熱度となり、多分七千度か一萬度位はあるであらう。扱て内部に於ける物質は皆斯かる高熱のため溶解して液態となつて居るかも知れないが、之に就き色々の説が提出されて居て、未だ何とも決定しないが、唯莫大な壓力の下にある事だけは肯定されて居る。地球全體の比重は五・五で、表面の岩石は二・七位であるから、内部は五・五以上の比重の物質で出来て居る筈である。或は比重と剛さが鋼鐵に似て居る所から地球は大部分鐵から出来て居るのでは無からうかと言はれて居る。

【地球の内部は何故に燃えるか、酸素は何處から供給されるか】通常燃えると酸素が他の物質と化合する場合に光熱を輻射するを言ふのであるが、地熱は地球創成當時から存在する熱で、別に物質が燃焼するからではない。又岩石中に含まれて居るラヂウムなどは自然に發熱するから、斯かる物質が地熱の一原因となつて居るかも知れない。従つて地熱は酸素の供給を受けずとも依然其の温度を保持し得るのである。

【他の惑星から見ると地球は光つて居る】例へば金星に人類が居るとし、金星

月世界の不思議の痕跡

第八七圖は其の表面の大體であるが、實際月面は是れ以上複雑を極めて居る。水の泡の様な物は普通噴火口の遺跡と見做されて居る。ありし昔、月が今の様に凝固しない頃内部の高溫強熱の溶解物が盛んに膨脹噴騰して月面に無數の出口を作つたのが、今見る痘痕かぶたの様なものである。そして噴火口の邊一帶は丁度地上の夫の如く盛り上つて山を成して居る。此の圖にもあるがチホ山と云ふのは最も目に着く山で、奇妙な事には其處を中心にして白い放射狀の線が八方に射出して居り、山と言はず谷と言はず乗り越えて伸長して居る。一種の岩石か或は割れ目か甚だ合點の行かない代物しろものである。

コペルニクス山は直徑五六哩で、ケッセル山と共に矢張り白い放射物が出て居る。(其の他幾つかの小圓は火口で夫々名稱があるが略して置く)夫から薄暗い部は海と想像され、豊饒の海とか神酒の海、乃至危あやふの海晴の海などと面白い名がある。別圖第四で見る通り満月の寫眞を見れば海と稱する部分は黒く現はれ、全體で蟹の一本の跡と甲羅とから成り立つと想像するとよい。其の他アルプス、カウカサス、アペナインなどの山脈もある。

【月の火山は噴火して居るか】月の火山は地球の火山の如く實際熔岩や瓦斯が噴出して出來たものか否か分らぬが、先づ大體同様な原因から出來たものと見做されて居る。扱て古代に於ては無論何物かが噴出したであらうが、現時に

月から白煙が立ち登る

月世界は春秋がない

於ては餘り活動もしない。恰も死火山の様な状態になつて居るであらう。處が或る一流の學者は噴火口から薄煙りの立ち上るのが見えると稱して居るが、事實ならば面白い現象であるが、多くの學者は月は全然冷却せる死塊なりとして餘り深い注意を拂つて居ない。

【月の溫度】月は太陽との距離が略ぼ地球と等しいから同溫度の筈であるが、色々表面の事情を異にするためにさうは行かない。第一大氣がないから氣候が緩和されると云ふ事がなく、或る一部分は二週間以上太陽に照らされて極端に暑くなり攝氏の一〇〇度以上にも昇り、太陽と反対側は二週間以上全く暗黒であるから、溫度は著しく下降して氷點下一三〇度—一六〇度位になるであらう。即ち月面の氣候は極寒と極熱との二季から成り中庸の溫度がない。故に若し生物が居たら極めて住み心地の悪い所であらうと思ふ。

【月の大氣】月には水大氣等一切の流動體がない。其の證據に月面は何時眺めても綺麗に晴れて居て、且つて曇つた事がない。又月が恒星を掩蔽する際は若し大氣があれば先づ其の大氣で星を隠し之を朦朧たらしめるのみならず、其の光を屈折して幾分月から遠ざからしめる傾向がなければならぬが、未だ嘗て此の現象がない。而して其の表面の峻峻な所を見ても風化作用が行はれない事が察知される。

月には瓦斯がない

月は元或は大氣を保有したかも知れぬが、月面では毎秒一六哩以上の速度を有する物體は之を引止める事がむづかしい。所が瓦斯の分子では夫以上の速度を有する物があるから、是等は逸早く月面から逃げ出したであらう。つまり水星や又他の衛星が裸である如く、月も亦何等の瓦斯の衣を着て居ないであらうと思はれる。

【月には植物があるか】一派の學者は月面には猶若干の大氣や水が殘留し、小規模の湖や池がある。従つて表面の一部が時々變色するのは植物の生育繁茂又は凋落するのであらうと言つて居るが、學界では認められない。併し實際斯かる變遷が今尙月世界に行はれて居るとしたら大に研究すべき價值がある。

【上弦下弦の見分け方】上弦の月は上る時に弦を下向け、天中する時は垂直に、没する時は上向けて居るが、大體右方が光つて居ると思へばよい。下弦の月は出る時弦が上向き、天中する時には垂直になり、入る時は下向く。上弦の月は夕方天中して夜半に弦を上に向けつゝ没する。而も出る時は下向きであるが、正午であるから人目に觸れない。下弦の月は夜半に上向きに出て、曉に天中するが、多くの人は就眠して居るため知らず、朝起きて見ると弦を下向けつゝ、徐々に西へ廻るから下弦と云ふのである。

附 二〇。六。夜待の月。は實際三つに見えるか。

一般に二十六夜待と云つて陰曆の七月

上弦の月
下弦の月

二十六日の夜月の出る際、三つの月が並び上ると稱し、之を三尊の來迎と名づけ、迷信家、好事家等は賑々海上に舟を漕ぎ出し禮拜するが、斯かる現象は無論幻覺であつて、初めから三つ出るものと確信して見ようとするから、三つにも四つにも見えるのである。即ち恐怖しつゝ、暗夜野路などを行くと桔尾花が幽靈に見えるのと同理である。

第十五章 火星

【人氣物の火星】火星がなぜ惑星の中で一番人氣を呼ぶかと言ふに、夫は衝の時に最も地球に接近し、思ひの儘天文學者の研究に任せるからである。(金星は星よりも地球に近づくが、其の時は暗黒面を地球に向けるから、何の役にも立たない。故に表面の研究は火星程行届いて居ない。)而も伊太利の天文學者スキアパレリが火星に運河が見えると言ひ出し、之に有力な天文學者が賛成した爲め一層喧しくなり、運河が開鑿された以上其の仕事をした人類が居なければならぬ事になり「火星との通信」と云ふ問題が屢々新聞種となつて人の視聽を惹いて居る。

【火星の大きさ】火星は惑星中、水星に次いで小さいもので、直径は四、三三二哩、容積は地球の〇・一五二倍、質量は〇・一〇八倍しかない。此の様に小さい天體ではあるが、地球との距離が比較的近いために、衝の時から前後人目を惹く程著しく輝くのである。

火星との通信

【火星の自轉】其の表面上に見える數個の暗い斑條から自轉週期が算出された。其の値は地球のものに酷似して居るが、稍長く二四時三七分二二・五七秒である。數時間引續き其表面を觀望して居ると、斑紋などの位置が變つて行く。其の移動方向は東から西へ向つて居る。

【火星の大氣】火星に大氣があるか又全く無いかとの問題は、惹いて生物の存否を決定する有力な論據となるので、昔から熱心に研究されて居る。先づ第一に火星面を觀望すると其の南極にも亦北極にも白い可なり廣い面積のある事に氣が附く。之を極冠といふ。極冠は火星の氣節に依つて消長がある。例へば南半球の極冠は其處が夏に當る時縮小し、冬に當る時増大する。若し地球の極地方の雪原を地球外から見たらどんなに見えるかを想像したら、矢張り此の極冠の如きものであらう。夫て極冠を氷原と認める事は強ちこぢ附けてもない。既に水分が有るものとしたら夫が蒸發して大氣となるであらう。

又時々其の表面が薄い雲狀物に蔽はれる事があるが、之も大氣の存在を示して居る。其の他時々白い點が出現するが、之は高い山の頂の雪が消え残つて見えるのであると想像されて居る。

斯く云ふと如何にも火星には大氣が充滿して居る様に思へるが、又其の反對説も隨分ある。月の項でも述べた様に、火星が恒星を掩蔽する際若し大氣が

極冠

火星の高山の雪

るならば、先づ星をばかし然る後隠すべき筈であるが、事實さる事はなく、又火星の光を分析して見ると、若し水蒸氣でもあれば吸収線が出来る筈であるが、色々研究して見ても吸収線は見付からないと云ふ様な理由で、極端な人は絶対に火星は裸出して居るであらうと唱へて居る。

【火星の大氣は、あつても稀薄である】併し月などと違つて火星面が絶対の眞空であるとは思へない。先づ極く稀薄な大氣はあるらしい。ローエルは六四耗ほどの氣壓はあるだらうと言つて居る。其處で先づ不十分ながらも、月や水星とは異ひ、火星には或は生物を哺む可能性もあるかも知れないと云ふ一縷の望が繋がれて居るのである。

【火星の溫度】火星は地球に比し太陽から一倍半も離れて居るから日光の恩恵に浴する事も甚だ少なく、其の表面の單位面積に就て言へば地球の四三%に過ぎない。従つて一年の平均溫度も攝氏氷點下三九・五度である。けれども時には氷點以上に昇る所も無論あらうが、火星上では氷點の時に水が凝結するかどうか分らない。恐らく氷點の遙か下の溫度で凝結するであらうと思ふ。

【火星に運河があるか】火星に運河があると云ふ事を初めて言ひ出したのは伊太利のスキアパレリ(一七八七)である。彼が望遠鏡で火星の表面を觀望中、大陸と目せられて居る橙赤色の表面に、暗綠色の線狀が縦横に交叉し、其の端は海と

見做されて居る暗灰色の部分に終るのを発見した。そして彼は之を運河であると思つた。運河と運河との交點は小さい圓形の區域(湖だと)があると言つた。米國のローエルは時に運河が二重にも見えると言つて居る。



火星觀測に
便利の時

總べて火星の表面を研究するには、其の衝の際を最も便利とする。上圖は一九二二年中の地球と火星との相互の位置を示したもので、内圓と外圓とは地球の軌道と火星の軌道とを示し、兩圓の黒點を結び付け數字を附記して居るのは百萬哩の單位の距離が各月中央の日附の位置である。遠近等の文字は遠日點近日點の意味で一九二四年(大正十三年)七月二十九日には火星の近日點の近くで衝が起るから觀測には非常に好都合である。

スキアパレリの外、此の運河存在説を肯定した人には、佛蘭西のフランマリオン、米國のビケリング(第の)ローエル等があつて夫々熱心な研究を積んで運河の實在を力説した。第八九圖はローエルが二四吋の望遠鏡により描いた圖で、幾條もの線は運河を寫生したものである。

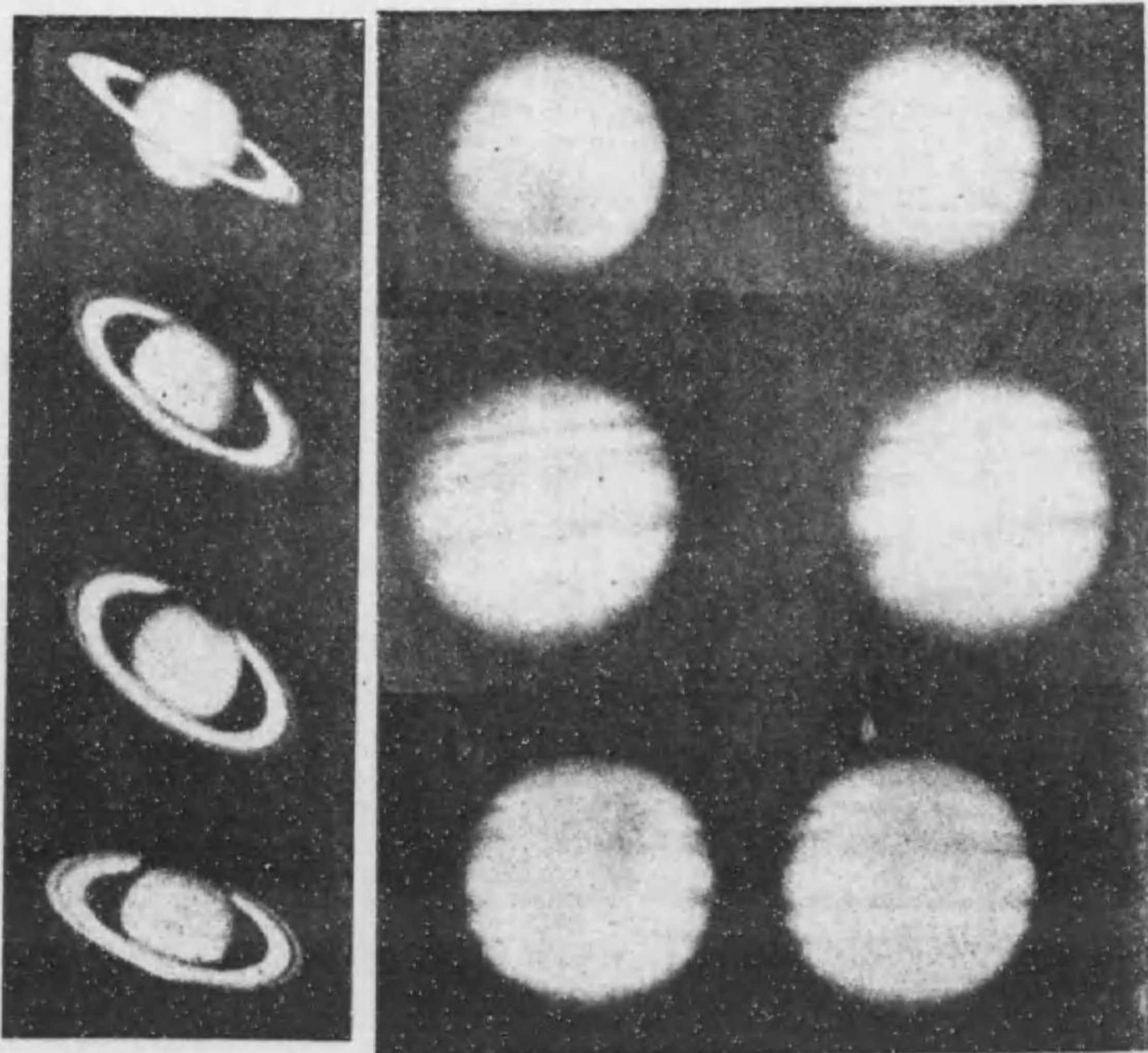
(六第圖別)

星 火



一九〇九年十月五日米國キルソン山天文臺の六十吋の反射鏡で撮影した火星、右上方にある白き瘤の如きものは、南極の白冠である。

星 土



木星(右圖)には幾條かの横線がある。其の赤道(中央)の帯は白く、南北の帯は褐色に輝いて居る。土星(左圖)が其の環に取り巻かれて居る有様、兩惑星とも寫眞。

火星の運河
は一種の幻
覺か

星火るあの河運 圖九八第



生寫のセエーロ

であるが、運河は一筋もない。之から察すると運河の存在は大に怪しくなるが、兎に角尙ほ研究の餘地はあると思ふ。

【極冠は、どんな質のものか】火星の運河が曖昧なものであるからとて、此の極冠まで有耶無耶の物と誤解してはならない。極冠は可なり小さい望遠鏡にても判然と見える。而も極から二五度乃至三五度迄擴がり、其の伸縮は僅々二三日の間に著し

所が此の運河は一種の幻覺で決して實在するものでないと、大望遠鏡の取扱者は悉く運河説を非認して居る。即ち比較的小口径の望遠鏡に見えるならば大望遠鏡には一層判然と映ずる筈であるが、決して見た者がない。第九〇圖は佛蘭西ムードン天文臺の三三吋望遠鏡で、アントニアデの観測して描いたもの

星火い無の河運 圖〇九第



極冠は雪か

くある事がある。而して冬期は少しも縮小せず、春になり掛けると徐々に溶解し初める事、丁度地球の白雪の降り積つたのが段々融解するのと同じ状態である。時に極冠の消え行く途中、中央が先へ溶けて端の方が後になる事があるが、察するに其の端の方は比較的高い地方であるらしい。火星は決して平坦な表面であると速断は出来ない。其處で極冠は地球面を掩ふ雪と同じ性質のものとして置くのが一番妥當である。

【火星の海陸の状態】火星の表面の色彩は大體橙赤色であるが、こは表面に在る岩石の色で、此の岩石中には赤い酸化鐵の如きものを含んで居るであらう。夫から薄暗い所は稍青味を帯んで居るが、赤い部分が陸地を想像されて居る。對し、此の部分は海とされて居る。無論地球上の大洋とは趣を異にするであらうが、若し火星が水分を保有して居るならば、或は沼地の如き所であらうか。前の第九〇圖に在るシルチス、メーヰル（大なる洲の意）の如きは最も著しい海？であるが、果して漫々たる水があるかどうか覺束ない。

此の薄暗い海と海との間には例の幾條かの運河が開通し、濕氣の比較的豊富な所から季節に依り植物が繁茂し、又凋落するから運河の幅が變化する事もある。そして海と稱へられて居る部分は、沼澤地で水産植物が繁殖して居るから稍青く見えるのだと運河論者は言うて居る。實際此の通りであつたら誠に興

火星の海

味の多い事である。

【火星には、どんな生物が棲むか】火星の世界には足らぬながらも水や大氣がある事は想像しても滿更無理ではない。然るに一步進めて此の氣壓の小さい且つ寒い表面に生命の宿れる事を推定するのは随分大膽な事、多くの學者の躊躇し、或は排斥する所である。即ち天文學者間の問題にはならない程、根據の薄弱な推測であるけれども、絶対に生物が生存しないと云ふ決定的論據は亦決して何人も握り得ない所である。否、寧ろ斯かる地球に等しい状態に在る惑星には生物の何等な者位が棲息して居るだらうと假定した方が自然的ではあるまいか。併し其の生物の種子は何處から來た……などとは問はぬがよい。地球とても生物の祖先は何處から來たか分らないけれども、實際眼前に見る通り數限りもない夥しい生物が地上に充溢して居る。恐らく生物は無機物から進化したのかも知れぬ。して見れば此の火星の生物の起原は心配しくなてもよいが、扱て現在此の極寒にして乾き切つた表面に果して生育し得られるか否か大に疑はしいが、生物はよく其の境遇に應化する物で、殊に植物の胞子などは寒冷にも乾燥にも随分辛抱するとの事であるから、多分火星にも何等かの形態を備へた植物が動物かが生存して居るかも知れぬが、夫はどんな形態の物が全く想像が附かぬ。

【火星の人類は、地球の人類より大きいか】生物の有無は未だ強ち絶望でもないが、人類が居るかとの問題になると益々質問が素人臭くなつて来る。即ち生物の體制は其の棲む環境により千變萬化して適應するから、地球と同じ環境でない火星に、同じ人類や動植物が生育すると考へるのは如何にも淺薄な想像である。同じ哺乳類でも水中をもぐる鯨や海豚の類は四肢が鰭の如く變化し、空中を驅ける蝙蝠は前肢が翼状をなし、木に攀ぢる猿猴は四肢共に物を攫む。之は單に一例に過ぎないが、兎に角生物體の變化は烈しくして端倪が出来ぬことを考へたならば、火星にも亦人類があるかなどとの問は出ない筈である。

けれども假に人類めいた者が居るとすれば、火星の容積は地球の〇・一六倍しかないから、丁度大洋には大魚が游泳し、池沼には小魚が潜むと同様に大きな人類は出来ぬであらう。けれども火星は早く冷却凝固し、進化の過程は地球よりも一段早かつたから、今生き残つて居る人類は遙に智能が優れて、大規模の運河なども掘りかねまいものでもない。早く開けた人類は遅く開けた者より伶俐であらうとの推測は滿更無理でもないが、生物には進化と云ふ事もあれば又退化もあるから、或は火星人は退化して居るかも知れない。

【火星の生物の生活状態】斯かる標題を掲げると愈々生物が居ると決定した様に思はれるが、矢張り何處迄も假定の上に立脚しての話である。地球に比し

火星の生物の想像

此の世界は酷寒状態にあるからいくら寒冷に馴れて居るとは言へ、矢張り日光を慕うて其の赤道近傍は雪白の平野なる兩極地方に比較すれば、遙に殷賑を極めて居るであらう。池沼には色々繊細な水産植物が淡泊な花瓣を開かせて居るやら、水中には小魚が器用に遊ぎ廻り、其の有様は誠に平穩で何の競争も軋もない。火星人は無暗に殺生をせず、地球人の如く他の生物は勿論同胞をさへも虐げ、己れ一人快樂を貪るが如き残忍な事は此の世界には流行しない。人も獸も魚も漸次縮まり行く、自己の世界の運命を透観して唯與へられた各々の生を享樂し、其れで満足して居る。不老長生の方法など求め探す様な愚物も居ないであらう。

【火星人の知識は、どの位か】其處で假想的人類なる火星人は終末に近い憐れむべき運命の下にある事を自覺して居る。そして諦め切つた生活をして居るであらうから、脳髓は退化所が、大に進歩して萬事の研究が地球人より遙に勝れて居ると想像したい。飛行機一つ造るにも大氣の極めて稀薄な此の世界では容易の業ではなからう。尤も比重が〇・三八倍であるから總べて物の重さは非常に軽い。總じて言へば物質の少ない此の世界では萬事儉約せねばならず、無藝大食の徒は甚だ禁物である。

翻つて我が地球人の生活状態を通觀したらどうであらう。徒に頭數のみ等

火星人の知識は進んで居る

比級數を以て殖え、怠惰無能の輩のみ充溢し、物の役に立つ代物は寔に曉天の星である。是等無用の輩が地上を吾が物顔に跋扈し、森林を荒廢せしめ、石炭を掘り盡し、可憐な禽獸の類を殲滅する。實に寒心の至である。須らく火星人を模範として節約を主とし、謙遜にして簡易なる生活法に改め、子孫の濫造を慎み、優生學の教へる所に従ひ、人生の幸福を増進したいと思ふ。

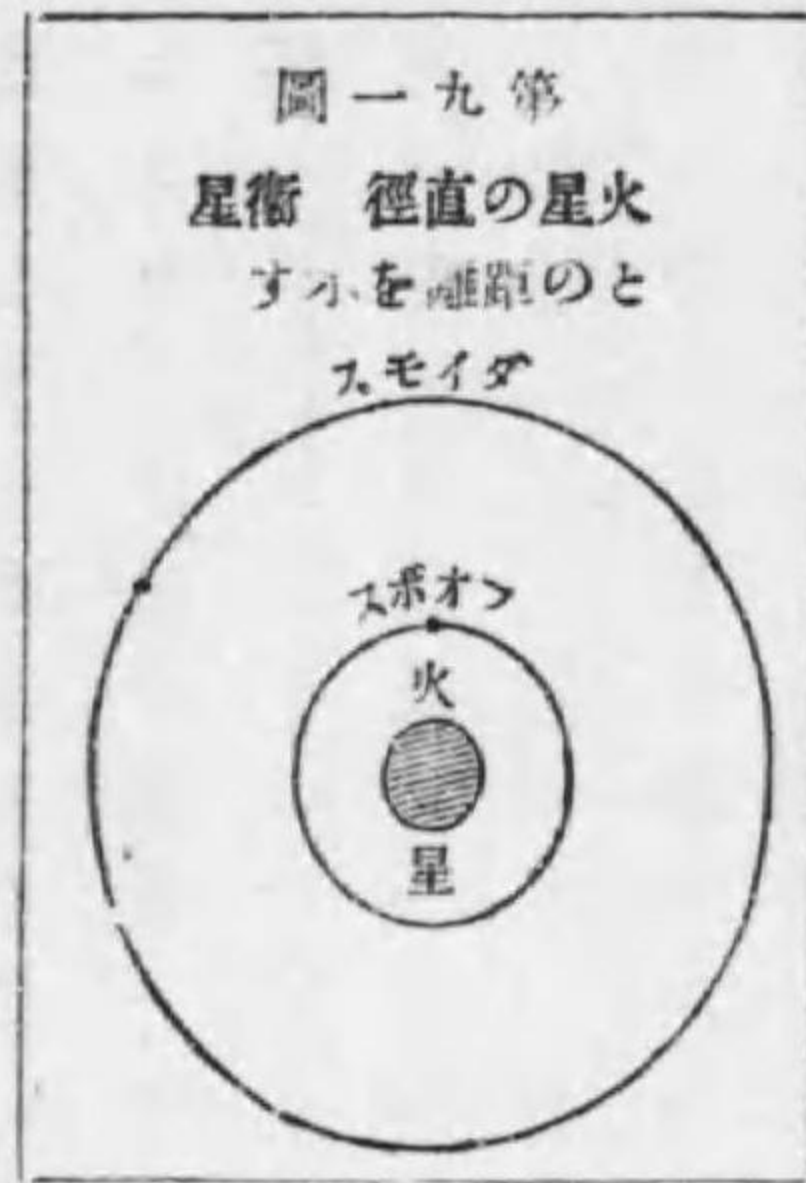
【火星の四季】地球の一日が二三時五六分であるに對し、火星は二四時三七分餘であるから、一日の長さは地球と大した懸隔はない。併し一年の方になると地球は誰も知る通り三六五日四分の一であるが、火星の方は六八六日半で非常に長い。但し六八六日半は地球の一日の長さで測つたので、本當は火星の一日の長さで言ひ表はさないと面白くない。其處で一公轉時間に幾自轉するかと言ふ言葉に直すと、地球は三三六・二四回、火星は六六・九七回となり、何れにしても長い一年である。随つて春夏秋冬も皆長くゆつくりしたものである。茲に一寸斷つて置くが地球上でも四季の區別は温帯だけ通用するもので、熱帯や寒帯に當て嵌まらないのと等しく、火星でも此の通りである。火星軸は其の軌道面に二三度半ばかり傾いて居て、よく地球の價と似て居るから四季の變化の具合も亦軌を一にして居る。

火星には四季がある

夫て火星の温帯地方で言ふならば、春もあれば夏も來るであらう。四季の循

環に従つて雨雪も少ないながら降つたり止んだり、生物界にも夫々の消長榮枯が循環して居るであらう。尙熱帯地方は温度が時に氷點以上に上る事があり、森林の繁茂も見られ、偶には驟雨の降り注ぐ事もあらうが、寒帯地方は永久の沈黙區域で、一もとの高山植物の開花も覺束なからうと思はれる。

【火星の衛星】火星には極めて小さい二個の衛星が附隨し、内側のをフォボス、外側のをダイモスと云ふ。直徑は前者は三五哩、後者は一〇哩と推定されたが、も



つと小さいかも知れない。火星の直徑が四、三三九哩ある所、フォボスは五、八五〇哩の近くに廻轉し、ダイモスは一四、六五〇哩の邊に廻轉して居る。圖は火星の直徑と衛星との距離の割合を示す。フォボスは七時三九分、ダイモスは三〇時一八分で主星を一廻轉する。其處で火星の自轉週期は二四時三七分であるが、フォボスは夫より早く廻轉するから火星が西

の空に上り、東の空に没する結果となり、眞運動と視運動とが一致して居る。ダイモスは東天に昇る事は上るが火星の自轉の角速度と自己の廻轉の角速度とが餘り違はず、且つ方向が相反して居るから東から出て西に没する迄約三日を要する事になる。

第十六章 小惑星

セレスの発見
パラス外二個の発見

アストレアの発見

寫眞術應用の発見法

【小惑星発見の話】 ボーデの法則に依ると火星と木星との間に一惑星が存在するだらうと云ふので幾多の天文學者が各搜索に従事した所、遂に其の発見の榮譽は伊太利のピアジが擔ふ事となつた。そして最初に発見された天體はセレスと云ひ、他の惑星とは似ても附かない小さいものであつた。時に一八〇一年一月一日であつた。次いで一八〇二年三月二日にオルバースが第二の小惑星パラスを発見し、一八〇四年にはジュノー、一八〇七年にゼスタが發現されて、暫く中絶した。初めは一惑星を發現しようとしたのであるが、豫期に反して斯く幾つかの小形の惑星が續々出て來たので、一つの惑星が破裂して多くの物になつたのであると信ずる者もあつた。其の後三八年も経つてから(即ち一八四五年)アストレアが現はれ、續いて幾個かの星が發現されるに至つた。併し小惑星を發見するに當り、夫が果して目的の物か又は他の恒星かを調べるには其の運動するを見て初めて知るるので、中々に手数を煩はしたが、一八九一年獨逸のヨルフに依り寫眞術が應用せられるに至り、極めて容易なものとなつた。即ち寫眞機を恒星の運動と同じ速度で動かしながら天空を撮影すると、恒星は點となり小惑星は運動するから短い直線となつて乾板上に出て來る。此の簡單な方法で、現今

では是等小惑星の數は一千個を越えるに至つた。

【小惑星の軌道】 小惑星は言ふ迄も無く其の軌道は火星と木星との間にあり、其の太陽からの距離は火星の軌道外五千萬哩から木星の軌道内八千萬哩に至る。中には火星の軌道の内側に來るものもあれば、又木星の軌道の外側まで遠く廻るものもある。

一、離心率の大きいもの 小惑星の軌道は離心率が概して大きく惑星の二倍と云ふ平均になつて居るが、數多い事であるから千差萬別である。中には零

(発見の順序)	(名稱)	(離心率)
七一	九番 アルベルト	〇・五四〇
八八	七番 アリシダ	〇・五三三
一九〇	八年 DW	〇・四七四
六九九	九番、ヘラ	〇・四二二

のものもあれば、惑星中で最大の離心率を有する水星の價〇・二〇五六二の二倍を越えるものもある。上表は離心率の大きいもの四つを示す。外に近來もつと大きい離心率のものが發見された。上表中一九〇八年DWとあるは其の年内に發

見されてDWなる文字を頂き、未だ番號の仲間入りをして居ないものである。

二、傾斜角の大きいもの 惑星中で黄道との傾斜角の最大なのは水星で七度であるが、小惑星の中には中々大きいものがある。下表は大きい傾斜角

(発見の順序)	(名稱)	(傾斜角)
一九〇	七年 WD	四八・二〇度
二	番 パラス	三四・六九度
五三	一番 セルリナ	三四・五八度
五九	四番 ミレイル	三二・七〇度

を有するものである。
尤も近來大きい價の角を有するものが発見されたが四八一度までには達しない。

(発見の順序)	(名稱)	(平均距離)
四三三番	エロス	一・四五八三
	火星	一・五二三三
一九一六年	ZJ	一・九七〇七
四三四番	フンガリア	一・九四四〇

三、太陽からの距離の近いもの、多くの小惑星の中太陽からの平均距離の甚だ近いものがあり、中には火星よりも更に近いものがある。上表は火星を含めて四個のもの、地球太陽間の平均距離を1として計算した平均距離を示す。

四、太陽からの距離の遠いもの、多くの小惑星の中太陽からの平均距離の甚だ遠いものがあり、中には木星よりも未だ遠いものがある。下表は木星を含めて四個のもの、地球太陽間の平均距離を1として計算した平均距離を示す。

(発見の順序)	(名稱)	(平均距離)
	木星	五・二〇六
五八八	アキレス	五・三六一
六二四	ヘクトル	五・四八八
八八四	ブリアムス	五・五五八

セレス	四八四哩
パラス	三〇四哩
エスタ	二四三哩
エノー	二八哩

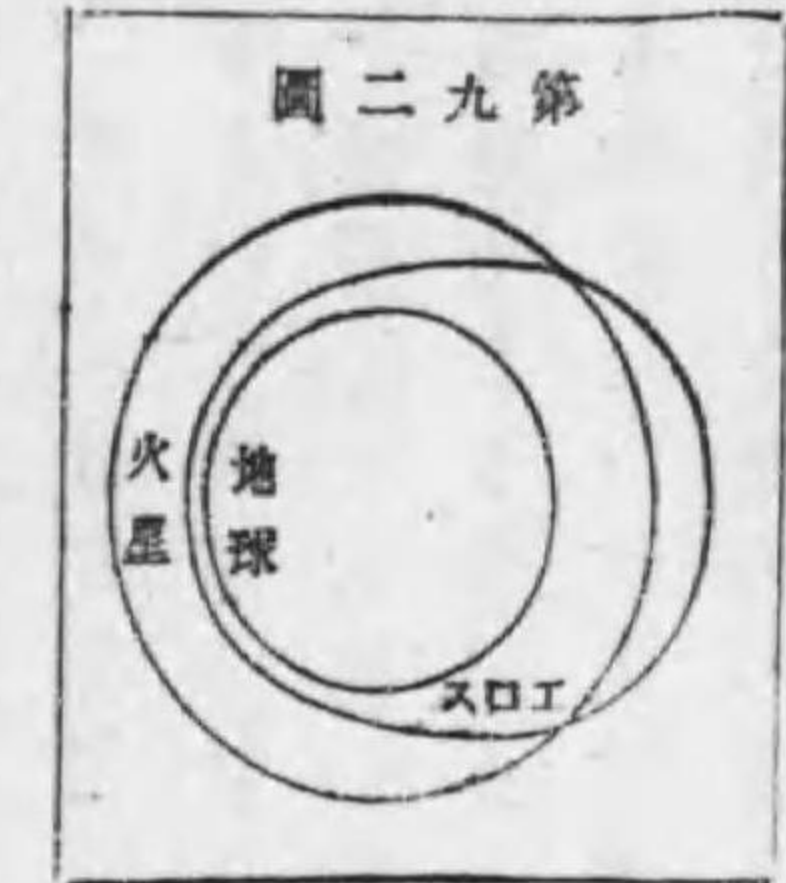
【小惑星の大きさ】小惑星は皆小形のもの計りて肉眼で見えるものは稀れである。従つて其の直径を計る事は困難であるが、上表の四個が辛うじて測定が出来た。其の外は分からないが、大部分は一〇〇哩以下で、中には一〇

哩位のものもある。小惑星の全體の質量は地球の三千分の一以下であらうから個々の質量の小さい事が推測される。

【小惑星の効用】惑星の中にも上述の如き小さいものがある事が分かり、且つ其の離心率や傾斜角が惑星に比べて遙に大なるもの、ある事も判明して吾人の知識が擴張された。そして是等小惑星の軌道の研究は惑星の場合に起らない運行の問題を惹き起して天體力學に資する所があつた。

遠日點	一五、五〇〇、〇〇〇哩
近日點	一五、三〇〇、〇〇〇哩
平均	一五、四〇〇、〇〇〇哩

火星の平均距離一四一、五〇〇、〇〇〇哩よりも此の天體の方が小さいから地球に近い譯である。圖は地球とエロスと火星の軌道を描いたものであるが、之



で見ると火星とエロスとの軌道は交叉して見えるけれども、エロスの軌道は地球の夫に一度も傾斜して居て、實際は圖の如く交る事はない。夫てエロスが最も好い條件の下に地球に接近すると、一三、五〇〇、〇〇〇哩まで来るから確かに火星より近い。エロスの公轉週期は一七六六年で、會合週期は二二二二年である。

エロス

エロスの變光

エロスは直徑二〇哩にも足りない小惑星であるが、右の如く甚だ地球に接近するので、火星の代りに精確に地球との距離を測定し、次いでケプレルの第三則を應用して太陽の距離を算出するに最も都合の小惑星である。此の星が近頃變光する事が分かつた。反射率の異つた部分が交る／＼地球に見えるのかも知れないが、未だ實際の原因は不明である。兎に角此の一つの小惑星の價値は残り全體の小惑星よりも優れて居るかも知れない。

【小惑星の起原】ボーデの法則に依ると、火星と木星との間に一惑星の存在する事が推測されるが、扱て實際發見して見ると一個の惑星にあらで一千個を越える多くの小惑星であつた。其處て一派の人々は元來此の處に一大惑星があつたのであるが、何等かの作用で破裂したのでは無いかと主張した。けれども如何なる原因で破裂したか其の説明に困つて居る。又一説には各惑星の創成期に當り此の邊にも出來得る筈であつたのが、近傍に木星と云ふ巨大な惑星が居て著しい攝動作用を及ぼした爲め、遂に一體を形成し得なかつたとも言はれて居る。或は左様かも知れない。

【小惑星の軌道に間隙の理由】各の小惑星の軌道を其の平均距離に依つて排列して見ると、種々疎密の部分が出来来る。然るに丁度其の隙間に小惑星が廻轉して居るとすれば、夫は木星の週期の二分の一とか、五分の二とか言ふ簡単な比

をなして居る。結局斯かる比をなす小惑星があるとするれば、度々木星に接近して其の攪亂作用を受けるから、其處に居堪らず他へ移動して終ふのであらう。土星の環にも斯かる現象を認めたと主張する人がある。(土星の章參照)

第十七章 木星

【木星の大きさ】木星は惑星の中で最も大きく、直徑は地球の一一倍あり、容積は一、三〇九倍もある。質量は割合に小さいが、夫でも三一七七倍はある。従つて其の引力も強く小惑星の軌道に影響を及ぼす事は前述の通りで、又接近した彗星の軌道を著しく變形せしめる。

【木星の自轉】木星は平均九時五四分で一自轉をするが、之を測るには其の表面の斑條等の移動を見るのであるが、實際に於ては赤道地方は早く、極の方は遅く廻轉する。是により考察すると木星の赤道附近では大嵐がして居ると考へられる。つまり極に近い方と赤道に近い方との自轉速度の違ふ事は赤道地方の流體が自轉方向へ奔流して居るからである。木星は地球や火星の様に表面が未だ凝固しないのである。

【木星の帯】別圖第五の木星の寫真で見る通り、其の赤道に並行して幾條から横紋が見える。中央に在る赤道の帯は白く輝き、其の南北に同じ位の幅の褐色

木星の大嵐

と此の惑星には大氣の無い事が察せられる」と云つた様な決定を與へるかも知れない。嗚呼人間は自分一個人の死後の事さへ想像すると悲しく、憐ない感じを催すに、況んや此の全世界の死後に想到し、他の隣世界人の研究の材料になる事など思ひ巡らすと、聊か考へさせられる様な氣になる。

【木星の衛星】ガリレオが初めて望遠鏡を作り第一から第四までの衛星を発見し、其の後第五が発見された。之は先の四個よりも内側に在る。又次に四個のものが発見されたが、何れも前の五個より外側を廻轉する。此の中第三衛星は水星よりも大きい。夫から第八と第九の二個は逆行する。又第八衛星は木星を一週するに七四〇日、第九衛星は三年程も掛かる。(衛星の表参照)

【光の速度の発見の由來】木星の第一から第四までの衛星は大凡そ木星の赤道の平面内に廻轉し、其の平面と地球の軌道の平面とは又少ししか傾いて居ないから、衛星は度々食せられる事になる。處が木星の衝の頃より、合の頃に起る食は何時も計算した時刻より遅れるので、丁抹の天文學者レーメルは之は木星から來る光が地球の軌道の直径を過ぎるに時間を要するからであると判断した。之が抑も光の速度の発見された初まりで、實に一六七五年である。現今では他の方法で精密に觀測され、一秒間の速度が一八六、三二四哩である事が分かつた。

光の速度の
発見者

第十八章 土 星

土星の奇觀

【人目を聳動せる土星】天體の數多くある中で色々人の好奇心を唆るものがあるが、火星などは説明を聞いて初めて興味を起す様な次第であるし、色々形態の面白い星雲などは數時間の乾板の露光により薄い光を集めて初めて其の本體が判明するに至るのであるが、土星こそ何等の説明も装置をも俟たず、唯望遠鏡裡に映じ來る其の外観を見たゞけて、誰しも其の奇觀否美觀に吃驚するであらう。夫は何故かといふに、土星には其の本體を取り巻いて光り輝く環状物があるからである。斯かる光の環は他の天體には全く見られないのみならず、水星や金星の如く一個の衛星すら所有しない惑星が有るのに、之は又十個と云ふ豊富な衛星を附隨せしめて居るので、宛然太陽系を縮小した觀がある。差し當り環は小惑星に相當する。口繪の上圖の如く夜の空に輝く此の土星系は誠に天上界の偉觀を極めたものである。

【土星の大きさ】土星の直径は七四、一六三哩で、正に地球の九・一七倍もあり、其の容積は七六〇倍、質量は九四〇七倍ある。太陽系中では木星に次ぐ大きい惑星である。

【土星の自轉】土星は木星と同じく其の表面の斑紋の廻轉から自轉週期を計

土星は進化の初期にある

算し、一〇時一四分である事が知れた。けれども木星の場合と同じく極に近い方は之より自轉週期が長い。斯く部分に依つて自轉週期の異なるのは赤道附近の物質が流動するからである。之により土星も亦進化の過程の初期にある惑星である事が推測される。

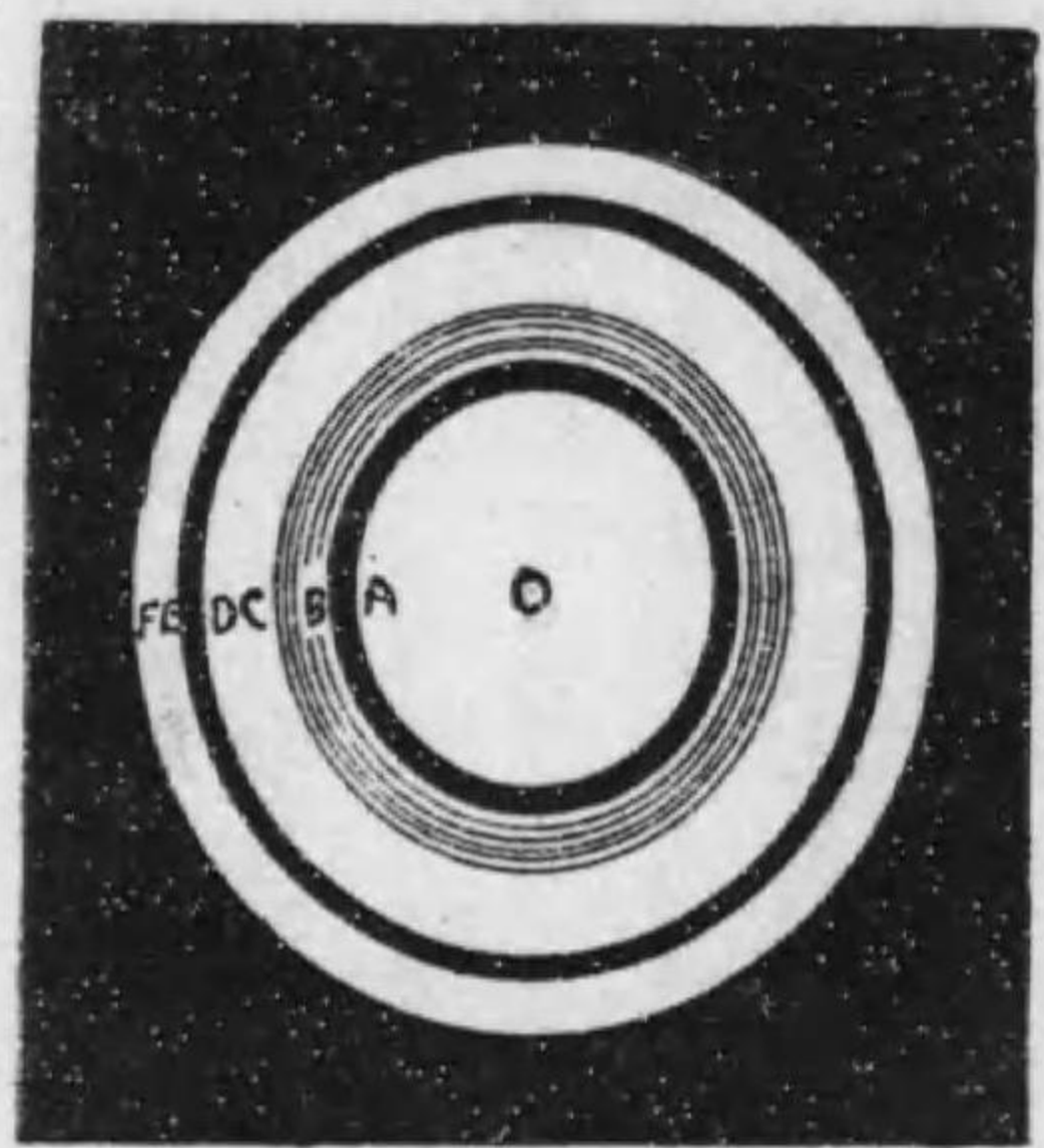
土星は最も若い星

【土星の色と表面】土星は普通肉眼で見た所火星の赤色木星の白色に對し、稍黄色を帯びて見える。されば肉眼で識別する際此の特色は大に役に立つ。反射率は〇・七二であるから甚だ強く、其の表面が濃密な大氣に掩はれて居る事も分かる。比重は〇・六二と云ふ驚くべき軽いもので、水よりも更に軽い所から全體が固態の部分は殆ど無く、木星と等しく液態の本體に漸次比重の小さい液態から氣態が折り重なつて居るのであらうと言はれて居る。而も其の表面は頗る混沌状態を呈して居るので、極く精密に言へば固定した斑紋は一つも見られず、惑星中で最も若い天體であらうと思はれる。

土星の赤道面は其の軌道面に二六度四九分の大きい傾斜をして居るから、四季の變遷は殊の外烈しからう。而して自轉速度が大で密度が小さいから、其の赤道部は著しく膨脹し、自轉軸の六九、八七〇哩あるに對し、赤道直径は七六、四七〇哩あり、其の差は正に六、六九〇哩である。だから小形の望遠鏡で覗いても其の扁平な事が分かる。

縮小環

第九四圖 土星系の諸面



【土星の環】土星の環は三層から成つて居る。第九四圖で中央の圓は土星體で其の赤道の半径O Aは三八、二三五哩ある。次に幅五、八六五哩即ち圖のA B

の空間を越えて薄暗い環、之を縮小環と云ひ、其の幅B Cは一〇、九〇〇哩ある。夫から空間を明けず直ぐ續いて内側の光環C Dが幅一八、〇〇〇哩ある。此の次には空間D Fがあり、發見者の名に因み、カシニの分界と云ひ二、二四〇哩ある。次は外側の光環E Fで幅一、〇六〇哩ある。そして環の厚さは非常に小さく五〇哩内外であらう。此の環は地球の軌道面に對し二八度の傾きを以て居て、環と地球との色々の位置に依り、環の比較的上方から見える事もあれば、又地球が環と同一平面に入り、殆ど其の存在を認め得ない事もある。又餘程下方から見ると、環と同一平面に入らず、環は微小固體の集合である。光る内外の二環は、外觀が丁度連続した固體の如く見受けられるが、事實は左様でなく、微小の衛星の無數に集まつたものである。

一、マクス、エルの推論

マクスエルは、力學的研究の結果、此の環は連続した固體で