

なる。勿論、此の大距離が果して實測と一致するや否やは、今日の器械能率不十分のために直ちに検査することが出来ない。だから、此うした「理論的の宇宙」を認めたい人は認め、認めたくないければ認めなくても好い自由を人々は今持つてゐるのである。只、こゝに附言すべき一事は、シルバースタイン氏の計算した此の「宇宙」が、今日の天體観測から想像し得る超銀河の大宇宙を容れて、尙ほ綽々たる餘裕を有することである。

宇宙の進化とは、要するに天體群の進化である。天體個々の標準的進化道程が、所謂「巨星矮星の理論」に従ふものであることが略々信するに足る以上、銀河宇宙の各員は結局矮星ばかりになつて了うといふことを豫想しなければならぬ。しかし、それは可なり素人臭く急ぎ過ぎた結論である。銀河系一個の運命として考へて見ても、系内の星々の配列や運動が將來如何に變化し行くか。此うした總括的問題が、個々の星の變化と同時に解決せられなければならぬ大問題である筈である。と同時に、また、銀河宇宙が今日の状態に至つたまでの開展順序も宇宙進化論の立場からは熱心に攻究せられなければならない。幸ひにジーンズ氏の研究は、銀河宇宙が渦形星雲から發達したものであること又、渦形星雲は更に一層原始的なガス雲から進化したものであることを明らかにした。

## 第四章 天文臺と其の設備

人は多く天文の話しを好むが、それも要するに月の形や火山の話のきいたり、金星や土星の眞相といつたやうなものを知つて喜んだり、せいゝ恒星の距離や運動やスペクトルや、星雲の寫眞を見て喜ぶといふ程度の人が大多數である。中には一直線に宇宙の進化とか構造とかの高尙な問題へ走る人も可なりあるが、其れ等の人々も一通りの學説をきいた上に、其の學説の論據となつてゐる天文上の事實や關係を二つ三つ見せられると、もはや其れで満足して引き下がる。——ところが、自分が思ふに天文の本統の興味といふものは決して此うした程度では味へないのであつて、それ位な安易な知識満足で終るならば、それは、いはゞ、幼兒が「一番星をみつけた」と言つて喜ぶのと大差は無い。天文の妙味は、どうしても、天文觀測の人と術とに觸れなければ駄目である。昔しも今も同様「何々の星を誰が見た？」「それを彼れは何時如何して發見した？」「何年間の苦心の後に確證を得た？」「研究の動機は何？」「機械は何を使つた？」「使つたレンズは誰れの作か？」……かう言つた風に、一々の天文學者の名に馴染み、

觀測の機械と方法の能率を判斷し、個々の天文臺の氣分や精神などを辨へることにより、天文研究上の新發見や新消息が盡きない興味となるのである。其の中でも、天文趣味のため必要なことは人と望遠鏡と天文臺とを知ることである。「何所の誰が何の機械で研究した？」といふ風の興味——それが無ければ、實は天文を語る資格が無い者と言はなければならぬ。純な天文趣味を解してゐる人は皆同感であらうが、天文學者の心持ちでは、一個々の天文臺そのものが一つの人格を持つてゐる。又、望遠鏡も一つ一つ「人」である。それだけ、天文上の觀測や發見は人と器械とに連想を持つてゐる。同じ月の寫眞でも、バリーのアンリ兄弟が撮つたものと、リック天文臺の「三十六吋」機で撮つたものと、キルソン山の「百吋」鏡で撮つたものとは感じが違ふ。本書では、學者の列傳は別に載る筈であるから、こゝには只、天文臺と其の設備を記さう。

### 第一節 望遠鏡

レンズを持ち、光りを受けて、結んだ焦點像によつて其の持ち前の役割を演じて行くことか考へれば、吾々の肉眼だつて立派な一つの望遠鏡である。口径僅かに四分の一「吋」だけれども、明るい星ならば立派な觀測も肉眼で出来る。現

に幾千年の永い間、人々は此の肉眼のみを武器として天文を観測してゐたのだ。それが、今から漸く三百年前になつて始めて「望遠鏡」に席をゆづるやうになつたがため、早くも今の世の人は肉眼の能力を忘れて了つて、望遠鏡が無ければ天文研究は絶望であるかの如く考へるやうになつたのは飛んだ誤解と言はねばならない。しかし、一旦、望遠鏡といふものが作られて見れば、其の偉力は、とても、肉眼の及ぶところでない。數百年も論争の種となつた地動説と天動説との優劣問題が、ガリレオの手製した御もちや見たいな望遠鏡の一夕の観測によつて解決されたなどは、實に、永い肉眼の功績を馬鹿にして了つたほどの痛快なデモンストレーションであつた。

### 一、屈折式と反射式——發明、發達、分類、將來の進歩豫想

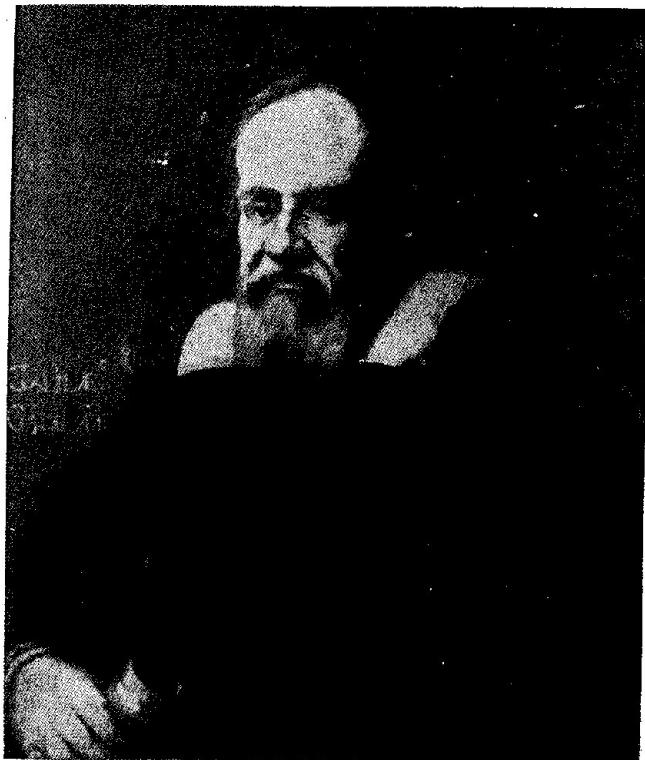
望遠鏡を始めて天空に向けたのはガリレオであるが、しかし望遠鏡そのものを發明した人は彼れガリレオでは無いと傳へられてゐる。なるほど其れは一理であつて、一六〇八年にオランダのめがね師ハンス・リバーシーが偶然のことから凸レンズと凹レンズとを筒の兩端に付け、それで始めて遠方の物を近く見ることに成功したのである。其の翌年ガリレオは此の發明の噂

をイタリーに居て聞き、すぐに光線屈折の學理を考へて、やはり、一つの望遠鏡を作つた。だから、全く最初の發明者で無いかも知れないけれど、他人の作つたものを目前に見ないで、學理を考へて手製したといふ事情から言へば、ガリレオも亦發明者の一人と數へて差支へないかも知れない。

とにかく

ガリレオは此の最初の望遠鏡を以つて、木星の衛星を發見し、金星の三日月形を發見し、太陽の黒點を發見し、月の山と海とを發見し、

第二四百四十四圖

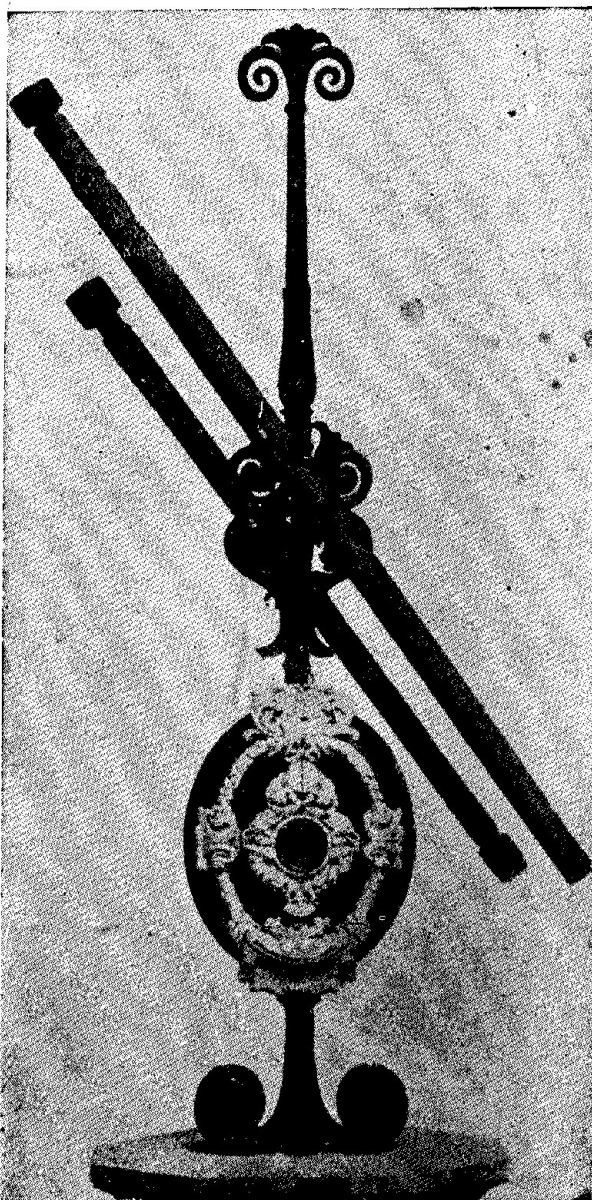


イレリガ・オレリガ  
河銀 陽太 星上 星木 星金 月 てし明發を鏡遠望  
人偉たい開を學文天新 し成を見發大ていにつに等

と接眼レンズの焦點とが共通であるから、此の共通焦點に物を置けば、その物と遠方の景色とを同時に見ることが出来るから比較研究などのためには非常に便利で、とてもガリレオ流の望遠鏡では真似の出来ない藝當であり、遂に十七世紀の中頃から多くの天文家たちが皆ケプレル型を使ふやうになつた。ハイゲンスは此の型の十二尺といふ長さの望遠鏡で一六五五年に土星の衛星チタンを發見し、

の倍率に過ぎなかつたのだから。ガリレオが最初の望遠鏡を作つて間もない頃、ケプレルは凸レンズばかり二つ組み合せて

もガリレオ流の望遠鏡を作つて間もない頃、ケプレルは凸レンズばかり二つ組み合せて



鏡遠望のオレリガ

星衛四の星木 來以年九〇六一はオレリガで鏡遠望の此  
た見を等形の星金 相眞の河銀 點黒の陽太 山の界世月

知つた。  
ケプレル式の望遠鏡は、對物レンズの焦點距離と接眼レンズの焦點距離との比が倍率を表はす數値になるのであつて、倍率の大きい望遠鏡が愈しい場合には兩レンズの焦點距離を、一は長く一は短かくするに限るのであるが、當時

鏡であつたし、又、彼れがテチスとデオネとを發見した時にはカムバニに作つて貰つた百三十尺の望遠鏡を使つた。ブラドレーが一七二二年の末に金星の直径を測つたのは實に二百五十尺の長ものであつたといふ。かうして無茶に長いものが考案されると、いよく之れを使用する

レンズで望むといふやり方であつた。しかし、こんな無理な方法でも色んな大發見をやり遂げた當時の天文家たちの苦心を思はねばならぬ。  
光りの屈折を應用するため、レンズを使つた望遠鏡の色んな不便を見て、全く此の式の器械には斷念し、鏡面の反射光線の理を望遠鏡に應用しやうと思ひ立つたのも可なり早い頃の人々であつた。最初には、グレゴリーが大小二つの凹面鏡を用ゐて星の像を焦點に結び、之れを接眼鏡で擴大するといふ原理を案出したが、グレゴリー自身は器械製作に餘り得意ではなく、又、好い補助者も無かつたので、遂に此の案は誰にも實行されなかつた。

はレンズの色消し法を知らなかつた時代であるから、無暗に短かい接眼レンズを作ることも出来ず、止むを得ず、人々は對物レンズの焦點を長くする苦心をしたものである。前に記したハイゲンスの長さ十二尺の望遠鏡は倍率が略五十倍であつたが、其の後、ジョブニ・カシニが土星の衛星レアを發見したのは長さ三十五尺の望遠

場合に、それだけ、取り扱ひに困難が起つて來るので、十八世紀始め頃の天文家たちの苦心は大きかつた。勿論、何百尺といふ長さの望遠鏡に筒を作ることも不可能であつたので俗に「空中望遠鏡」と呼ばれた通り、全く筒無しの中であつた。そして只、對物レンズを高い樹の上か又は塔の上に懸けて、こちらから其れを接眼

形では無く、大凹鏡で反射した星の光りを小さな平面鏡で受けて直角に外へ出し、そこで接眼的に観るといふ型を考案し、自分が小さなものを製作して學士院へ寄附したりした。ニウトンは、種々研究の後、鏡面の材料として錫と銅との合金の或る一種が良いことを知り、其の磨き方やみがき方なども工夫した。仕事かむづか

しいので拋物鏡は斷念し、只、球面鏡で満足してゐるが、彼は鏡を使ふがため色収差の無いことのみに満足し、球面収差を消す心配はしなかつた。——とにかく、此の型で、ニウトンが學士院に寄附したものは倍率三十八倍の望遠鏡であつて、金星の三日月形や木星の衛星などは容易に見えたといふ。

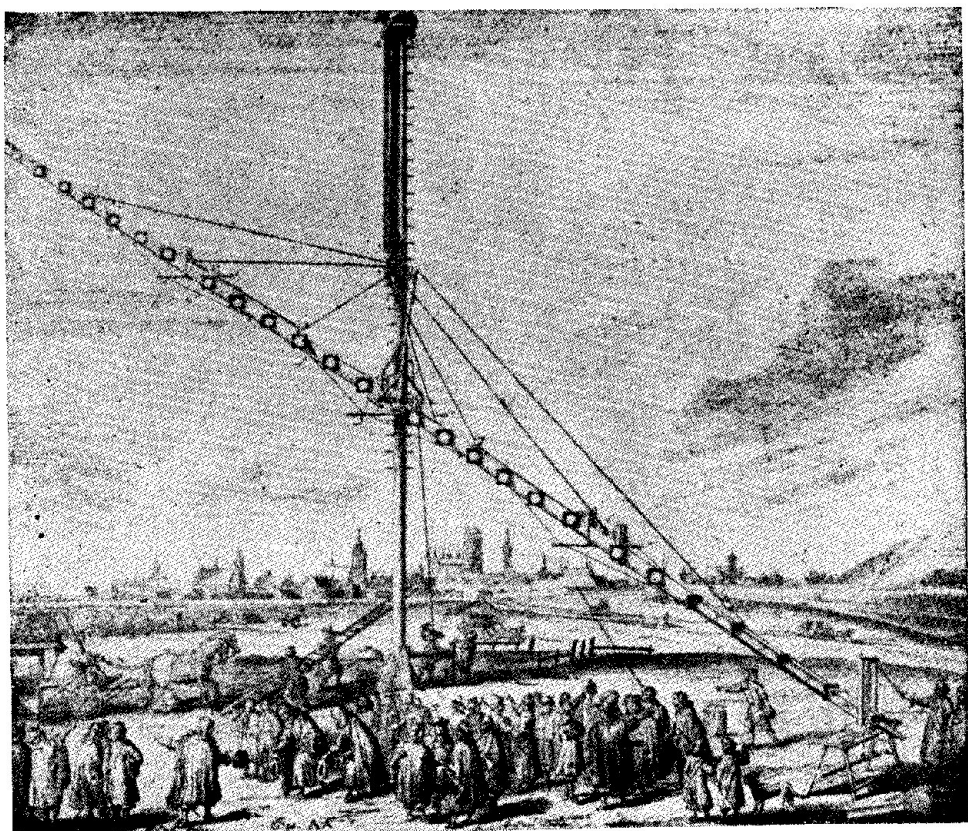
ニウトンと同時代に、フランスにカスグランといふ人がゐて、グレゴリ式を改良した反射望遠鏡を考案した。之れは大凹鏡の焦點の近くに、凹鏡の代りに凸鏡を置く式であつて、望遠鏡全體の大きさが割合に短かく、又、製作がし易いので後には此の型が大に流行するやうになつた。そしてニウトン式のものも暫く忘れられなくなり見えたが、一七二三年(かの六分儀の發明者として有名な)ハドレイが直径六吋、焦點距離六十二吋半といふ大きなニウトン式の反射鏡を製作して英國學士院に持つて來たので、グリニチの天文家たちは、非常に之れを賞讃した。此の望遠鏡は二百三十倍の倍率を持ち、ハイゲンスの百二十三尺空中望遠鏡を凌駕するとの評判であつた。此の事があつて後、英國にはいよく望遠鏡製作業といふ新しい職業が出來、殊にゼームス・シヨートは拋物鏡や楕圓鏡を作ること成功して、可なりの財産を作つたと傳へられてゐる。

クラウン硝子とフリント硝子を組み合せて色消しレンズを作ること成功したのは望遠鏡製作上に一大革命を齎した。これで「レンズは色収差があるから到底駄目」といふニウトン以來の障害が取り除かれ、良いガラスさへ手に入れれば、短かくて倍率の大きい望遠鏡を作ることが出來ると知れて來たので、人々は又ケプレル流の屈折式望遠鏡を作ることに努力した。

しかし、色消しの學理は發見されたが、實際にドロンド流のレンズを作ることは、未だ可なり重大な難關があつた。中にも、大きなフリント硝子を得ることばかしくなかつた。十八世紀の末に、スキス國とは當時の工業發達の程度から言へば非常に困

難であつた。僅か二吋か三吋のフリント板を作ることすらも殆んど不可能に近いと言はれてゐた。そのため、やはり屈折望遠鏡の製作は進歩が

圖 六 十 四 百 二 第



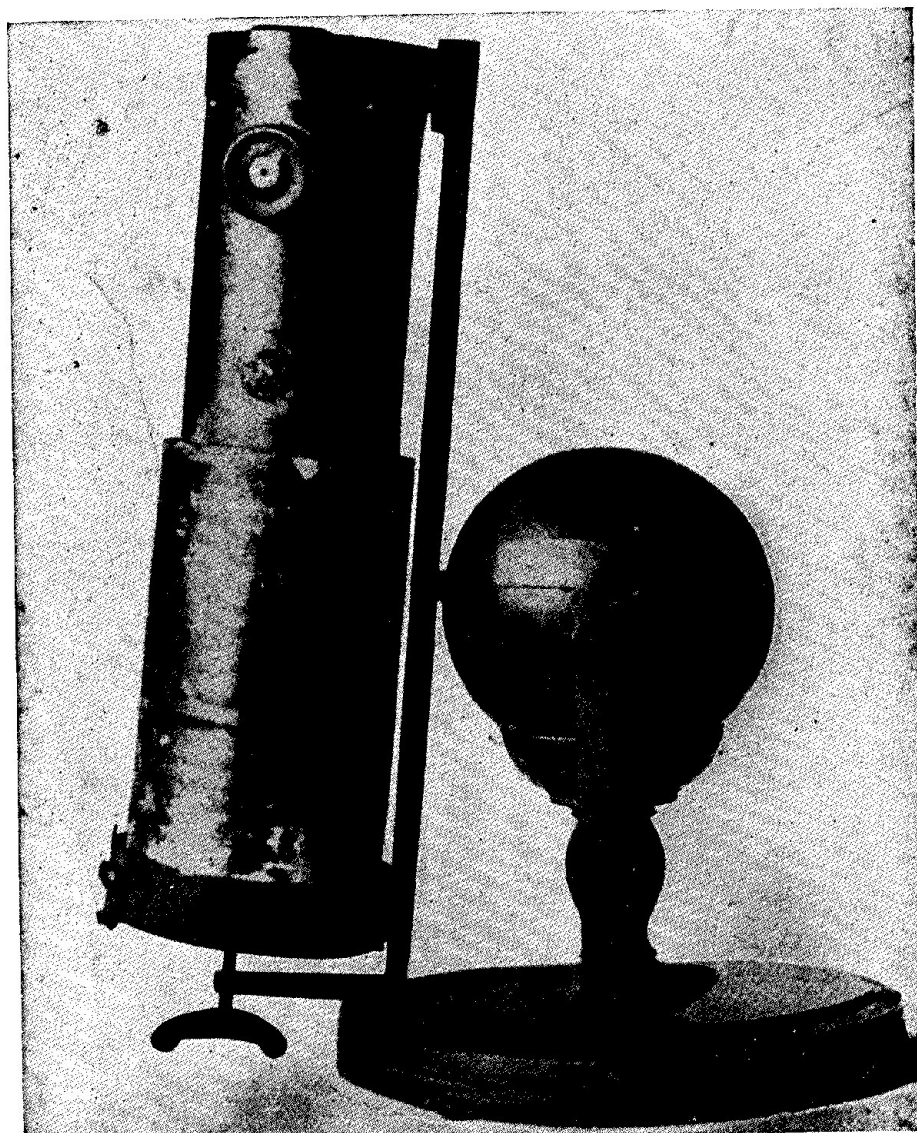
鏡 遠 望 の 代 時 紀 世 七 十

るあで鏡遠望な大長の時たし測観體天がスウリゴへでヒチンダ歐北はれ之

のギナンといふ人が大きなフリント硝子を作る

ことに研究を凝らし、家財を傾け、妻子を貧困に陥れてまでも、日夜苦心慘憺したが、一七九九年に至つて、漸く四吋乃至六吋ぐらゐの疵無

は反射鏡の方が屈折鏡よりも頼もしく思はれ、中にも、キリアム・ハーシエルは音楽教師から鏡磨きに轉職して好きな道を努力した結果、遂に



しを作ることに成功し、パリに持ち出してラランド等の天文家を驚かした。

此ういふ風だから、やはり實際観測家として

は素晴らしい反射鏡がどしどし作られることになつた。ハーシエルの記録によると、

一七七三年 反射鏡の製作を始め

ニウトンの反射望遠鏡の製作

今尚英の國のヨルソサエイトに所蔵されてゐる

一七七四年 長さ五呎半の望遠鏡完成

一七七五年 口径六吋半長さ七呎の鏡成る、既に能率は當時世界第一、後年之れで天王星発見

一七七七年 十呎鏡成る

一七七八年 十呎鏡改良

一七八二年 三十呎鏡の計畫

一七八三年 口径十九吋、長さ二十呎の望遠鏡成り、後年之れで天王星の二衛星発見

一七八三年 四十呎鏡の計畫

一七八五年 口径四呎、長さ四十呎鏡の工作開始

一七八九年八月 四十呎大望遠鏡成る

此の最後の大望遠鏡は鏡だけでも二千五百ポンドといふ重量のもので、何人も思ひ及ばないやうな大きな器械であるが、構造の上からもハーシエルは此の望遠鏡に一つの新しい考案を實行した。それまで彼らは常にグレゴリー式の反射望遠鏡を用ゐてゐたのであるが、グレゴリー式は大小二つの鏡面を使ふため、星の光りが弱められ易く、微光の天體を見るのに非常に困難であつたので、新しい大四十呎には小さい鏡を使はないうことに改め、其の代りに大凹鏡の底を少しく傾けて、其の焦點に直ぐ接眼鏡を當てる式に改めた。これにより望遠鏡の光力は非常に増大し、完成後まもない九月十七日には土星の最内部にあるミーマスとエンセラダスの二衛星を発見するに至つた。——此の四十呎

の式を俗にハーシエル式反射望遠鏡と呼ぶ。

前記ギナンのフリンツ硝子製作秘法が十九世紀の始めドイツに傳へられて、發達した結果、一八一七年の末、フラウンホーフェルが九吋半の色消しレンズを作り上げ、これで行シアのドルバト天文臺のために當時世界第一の屈折望遠鏡を作つたのは學界を驚かせた。これによつて屈折鏡の將來は再び明るいものとなつた。其の後、年を追ふてレンズの製作術は發達し、遂に十九世紀末米國のオルヴァン・クラークが直徑四十吋の大レンズをシカゴ大學のために磨き上げるに至つて頂點に達した。

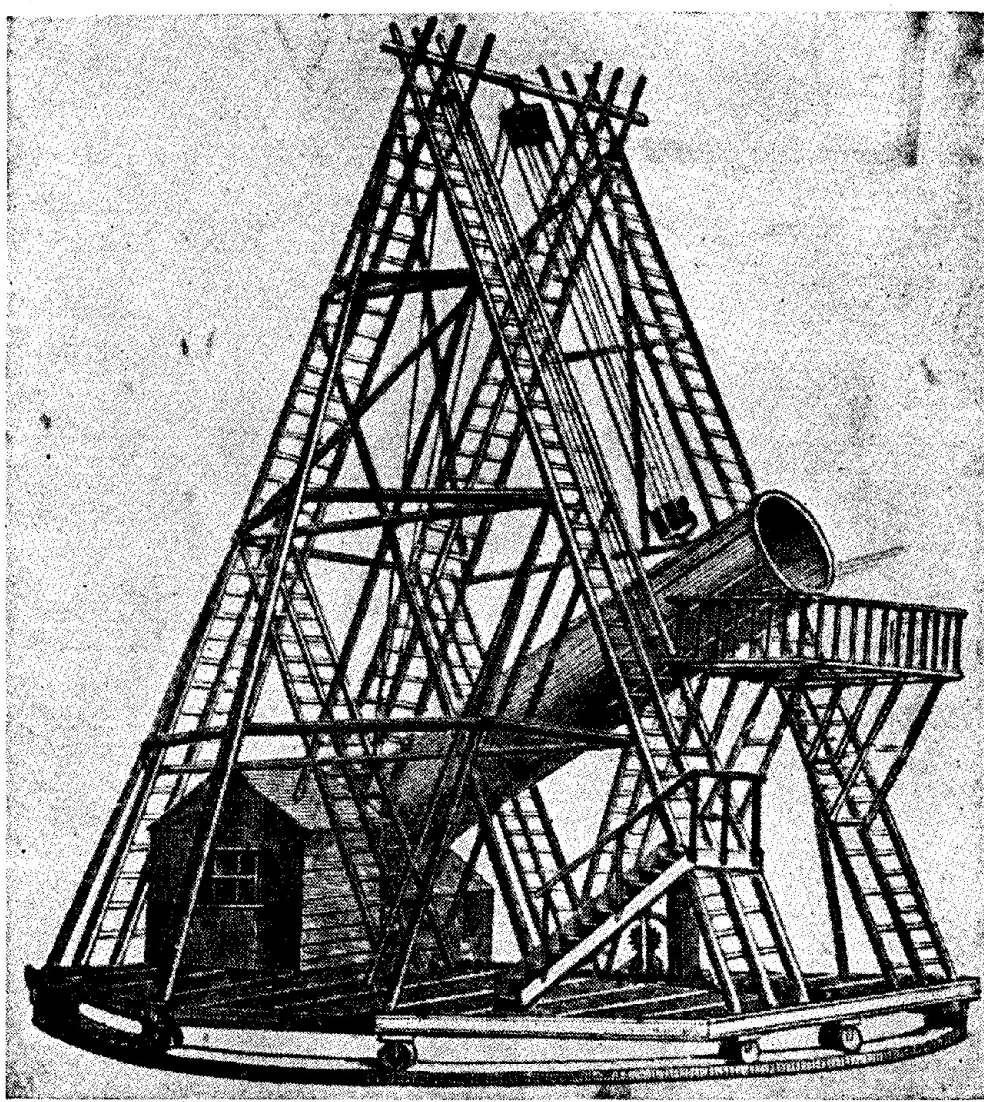
かうして、フラウンホーフェル以後は屈折鏡の勢ひが復活して來たのに、反射鏡の方では、前記ハーシエルの大四十呎にして、又、其の後のラツセルの二十呎やロス卿の六十呎望遠鏡にしても、大きさは大きい、やはり金屬鏡面に固有な缺點が付き纏つて、今一息の解決が出來なかつた。例へば、鏡の面は光線の反射能力といふものが最も大切な問題であるのに、長い間之れを使つてゐるうちには自然に鏡面が曇り始め、之れを修理するがためには全く始めから之れを磨き直さなければならぬといふ面倒があつた。そして、磨き直せば従つて焦點距離も變ることになり、その他可なり面倒な

第 二 百 四 十 八 圖

問題が多かつた。之れに比べると、レンズは、一旦作られた其のまゝで殆んど永久に使用が出来るのであるから、事情さへ許せば人が皆屈折

うに人には思はれた。

ところが、また茲に一轉機が來た。それは、一八三五年にリービヒが硝子面に鍍銀する化學



ハルシーの四十四呎望遠鏡

所ハルシー式最大型でつた之れはハルシーの光學二星を發見した

の望遠鏡を慾しがつたのは無理もない。それで、十九世紀の中頃には反射望遠鏡の前途が暗いや

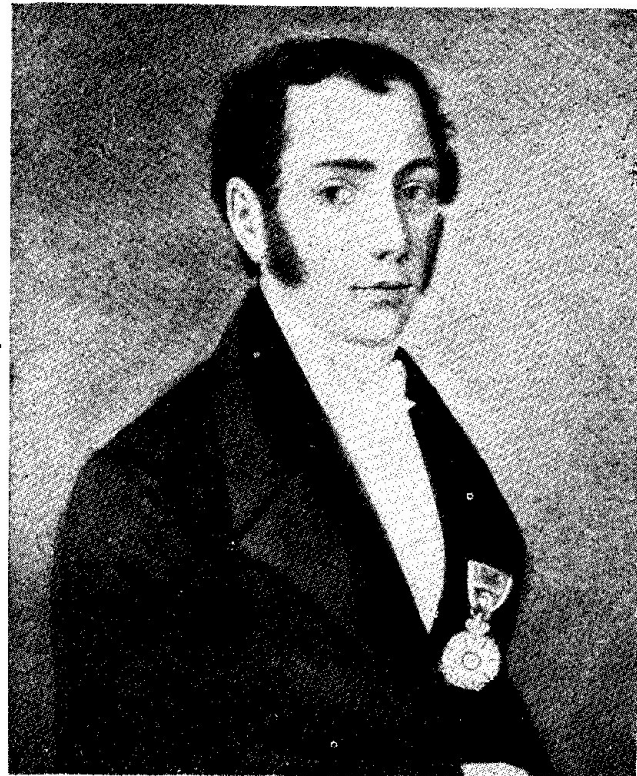
方法を發明したことがあるが、これが一八五七年頃、シタインハイルとフコーとによつて天文

反射鏡の製作に應用される道を拓いたがため、材料が容易に手に入る事、鏡面を簡單に磨き得る事、鍍銀の方法の手軽な事、それに、天體物理學上の理由から、光線を色別けに取り扱ふレンズよりも一様に取り扱ふ鏡面の必要なこと、更に最近には天體の寫眞を撮ることの必要上、反射望遠鏡が又々勢ひを盛り返して來た。殊に最近には、ハルソン山や平

クトリアあたりに第二は驚嘆するばかりの大きな反射鏡が出来上つて、とても屈折鏡の眞似の出来ない仕事をどしどしやつてゐる。

かうして、屈折望遠鏡と反射望遠鏡との競争史は誠に面白い天文發達史の一面である。各々が幾度も難關にぶつつかつて、前途が悲觀され他に席を譲るかと思つて、又、意外な所から運命を復活して來ること、恰も人間の奮闘史を讀むやうに興味がある。今、右に述べた部分から重要なエボックを書き抜いて並べて見ると、

年代	屈折望遠鏡	反射望遠鏡
一六〇九年	ガリレオ望遠鏡の創作	
一六三〇年	ケプレル式望遠鏡の實現	
一六六三年		グレゴリ反射望遠鏡の發明
一六六八年		ニウトン式の發明
一六七二年		カスグラン式の發明



ルエフーホンウラフ

僅か三十一年の間に、この天才は、太陽、木星、土星、金星、火星、水星、地球、月の天體の位置、距離、光度、色、温度、組成、構造、運動、起源、進化、消滅、など、あらゆる天文學の分野に、著大な功績を挙げた。

一七五七年	ドロンド色消法を發明	ハイシエル式の發明
一七八九年	フラウンホーフェルの成功	シタインハイルの成功
一八一七年		
一八五七年		
一八九七年	ヤーキース四十吋成る	キルソン山の百吋成る
一九一八年		

望遠鏡は、構造上から、前記の如くレンズを使ふ屈折式と、鏡を使ふ反射式とに大別するが、尙、細かくは左の如くに分けられる。

- 屈折望遠鏡
  - ガリレオ式
  - ケプレル式
- 反射望遠鏡
  - グレゴリー式
  - ニウトン式
  - カスグラン式
  - ハイシエル式

望遠鏡の原理は、星から來る光線を、屈折か又は反射によつて観測者の手近かの一焦點に集め、更に其れを廓大するといふことにある。中にも、焦點に光を集める事が最も大切な點であるが、普通、屈折式としては凸レンズを用ゐる、反射式として、凹面鏡を用ゐる。

ガリレオ式の屈折鏡は對物レンズの焦點に集まらうとする以前の光線を接眼凹レンズで平行光線に直して了う構造になつてゐる。倍率は兩レンズの焦點距離の比率で言ひ表はせるのであるから對物レンズの焦點を成るべく長くし、接眼レンズの焦點を成るべく短かくすれば、高倍率のものになるのであるが、實際は、視野が小さいのと、主要焦點に比例尺を置いたりして觀測することが出来ないため、今は天文學上には殆んど用ゐない。しかし、兩レンズの間には自然に色収差を弱める關係が成立してゐるのと、望遠鏡全體が比較的短かい形で所謂輕便なため、双眼鏡としては今日も尙ほ大に役に立つて