

反射望遠鏡の話

百 濟 教 猷

今度京都大學にアメリカのブレーシア會社製の直徑十吋の反射望遠鏡が着した。日本では割に少い形だと思ひますから、別に珍しくもないが之を機會として一寸思ひついたらだけ申上るとにしました。しかし天文用望遠鏡のことは何れ詳しく述べたい考で居ますからざつとした程度で止めて置きます。

天文用望遠鏡に屈折式と反射式との二種類ある。第一種、屈折望遠鏡は、本文の目的物ではないのですが、これは筒先にレンズがあつて光を集める者で我國の眼鏡屋に賣つて居る者はこの式である。ガリレオ式とケプレル式とあつて、ガリレオ式は西曆一六〇八年十月二日和蘭の眼鏡屋 Hans Lippershey が發明特許を得たもので筒先玉は凸レンズ、眼元玉は凹レンズであつて普通の双眼鏡の原理と同じ者であり、ケプレル式は一六三七年ケプレルが發明した者で、筒先も眼元も共に凸レンズを用ゐた望遠鏡であ

る。今日の天文用屈折望遠鏡はケプレル式から進歩して來た者である。

所が筒先玉が一枚の凸レンズでは焦點距離をいくら長くしても球狀收左や色收差等の缺點が消え難く、遂に反射望遠鏡を作る方につとめることになつた。ずつと後になつて、一七五八年に英國の光學者 John Dollond がフリント硝子のレンズとクラウン硝子のレンズとを組合はせて大體、像に色が附くのは避けられる事を證明した。これが色消レンズの起りである。勿論歴史的にやかましく言へば英國のホルと云ふ人がドルロンドより二十五年も前に色消レンズを作つて居た。兎に角それ以來天文用屈折望遠鏡は長足の進歩を遂げ、今日活動せる世界最大の屈折望遠鏡は、米國シカゴ大學附屬エルクス天文臺にあつて筒先レンズの直徑が四十吋（即ち三尺四寸程）あり筒の長さも十間以上ある。佛國大博覽會ゴーチエーが出した者はレンズの直徑四十九吋余、焦點距離二百尺もあつたが現今活動して居るのを聞かない。日本にある屈折式の大きな望遠鏡はレンズの直徑八吋で東京天文台のツロートンシムスの赤道儀

のレンズ、ゴーキエー子午環のレンズ、ブレーシャ
ー天體寫眞儀のレンズ等皆八吋である。(尤も長い
ことばかり言へば東京天文臺の五吋水平太陽生眞儀
の焦點距離は三十五尺程ある。)京都大學のザルトリ
ウス赤道儀のレンズは七吋である。

反射望遠鏡は屈折式に於る筒先レンズの代りに筒
底に反射鏡があり之が星の光を集める役をするので
即ち鏡で反射されて出來た像を接眼レンズで擴大し
て見る者である。

光線の屈折率は色によつて違ふことは一六六六年
大物理學者ニュートンが虹の色をこしらへて實驗し
た。それでニュートンはレンズを以て凡ての色の光
を屈折により一點に集めることは不可能だと考へた
(所がドルロンドが後になつて色消レンズを工夫し
たことは上に述べた通りである)が反射の現象は色
に差別なく投射角と反射角と等しいから反射鏡を用
ゐたら像に色がついて不明瞭になるのは免れられる
と思つて遂にニュートン式反射望遠鏡を作つた。望
遠鏡に球面鏡を用ゐたらと云ふ考は大分前からあつ
たが球面鏡では不充分である。

さて反射望遠鏡で人によく知られて居るのは四種
ある。

- | | |
|------------|----------------------|
| 一、グレゴリー式 | (Gregorian type) |
| 二、カッセグレイン式 | (Cassegrainian type) |
| 三、ニュートン式 | (Newtonian type) |
| 四、ハーシエル式 | (Herschelian type) |

此等がどんな形の曲面鏡を使ふのかはつきりと書い
た天文の本は見當らなかつたから少し詳しく述べや
う。(一)は回轉拋物線體の凹面反射鏡と回轉楕圓體
の凹面小反射鏡を用ゐ、(二)は回轉拋物線體の凹面
反射鏡と回轉双曲線體の凸面小反射鏡を用ゐ、(三)
は回轉拋物線體の凹面反射鏡と平面の小反射鏡を用
ゐ、(四)は回轉拋物線體の凹面反射鏡だけ用ゐれば
よい。何れも接眼レンズを用ゐて像を擴大して見る
のである。

一體、一點Sから出た光が一の曲面で反射されて
後必ず一點Sを通る様な曲面を求めると(第一圖A)
フェルマーの最少通路の定理によつて

$$dM(nSP) = 0$$

今の場合屈折率は一定だから通過する路程SPだけ

に依るいふなり

$$dM \overline{SP} = 0 \quad SP + S'P = \text{定数}$$

即ちかゝる曲面は S, S' を焦點とする橢圓を回轉して生ずる凹面である。所が星の場合には光源 S が非常の遠方にあることゝなり橢圓が極限に於て拋物線となる。即ち回轉拋物線體の凹面反射鏡で星の光を S' に集めるのである。 S' に集交する光を更に第二の凹面で反射して S' に反射するには(第一圖B)

$$S'P + P'S' = \text{定数}$$

即ち回轉橢圓體面を用ゐればよい。これがグレゴリー式である。 S' に集る筈の光を凸面で反射して S' に集めるには(第一圖C) $S'P + S'P = \text{定数}$ なる面即ち回轉双曲線體を用ゐればよい。之がカツセグレイン式である。しかし反射望遠鏡では像の歪曲を生ずる所は幾分免れ難い。

さて反射望遠鏡の口径とは拋物線面反射鏡の直径をいふのであるとして、ざつと各式のことを申しますと

一、グレゴリー式(第二圖A)

一六六三年 James Gregory が發表した者で星か

ら來た光を大きな拋物線體の凹面反射鏡(中央に小孔あり)で反射して生じた倒立像を少しはなれた所にある第二の橢圓體の凹面をなした小反射鏡で更に元の方に反射し大鏡の中央の小孔を通つて直立像を作る。それを接眼レンズで擴大して見るので物は直立したまゝ見ゆ、のぞいて居る人は星の方向を向いて居る。此式でグレゴリーは二三作つた相だが現今天文學者に使はれて居ない。

二、カツセグレイン式(第二圖B)

一六七二年 Cassegrain の作つた者でグレゴリー式の變形である。拋物線鏡で反射された光が倒立像を作るまでに其手前の所に置いた凸面の双曲線體の小反射鏡で又反射し、大鏡の中央の穴を通つた所に倒立像を作らせそれを接眼レンズで大きく見るのである。望遠鏡の長さはグレゴリー式に比して小反射鏡の焦點距離の倍位短くなり又鏡面の形作りも易いため盛に用ゐられた。今日世界第二の大望遠鏡であるカナダのガイクトリ天文臺に二三年前完成して活動し始めた直径七十二吋(六尺程)の大反射望遠鏡は双曲線體の小反射(鏡直径二十吋程)を用ゐてカツセグレ

イン式にして使ふことが出来る。其外メルボルン天文臺の直徑四尺の者も矢張り此式である。

三、ニュートン式(第二圖C)

一六六八年 Newton の作つた者で拋物線鏡で反射された光が像を作る少し手前に小平面鏡を四十五度傾けて置き直角に横に反射して筒にあげた穴の所に像を作りそれを接眼レンズで大きく見るのである。光學的にはニュートン式が最もよいが觀測者は横向きになつて一寸不便かも知れぬ。但筒全體を鏡の主軸の方向を軸として回轉し接眼レンズの方面を水平にすることが出来る。製作が簡單でもあり現今廣く用ゐられて居る。京都大學のは即ちニュートン式で鏡の直徑十吋ある。

四、ハシエル式(第二圖D)

ニュートン式では光が二度反射して來るので弱くなると云つて、ハシエルは一回反射で筒先の所に像を作らせ直に接眼レンズで大きく見ることにした。一七八九年直徑四尺の者を作つたが像の形惡く以後あまり使つた人は無い。又觀測者は星を背にして眺める不便がある。

ざつと一通りの形を述べた。此外にも私がおぼねて居る形があるが略して置いてブラキー型を第二圖Eに書いて置いた。これは千八百七十年かに埃國の會社が作り出したものであるが大した像の歪曲を起さないかどうが私はよく知らない。

昔の鏡は銅と錫との合金で作つて磨いた者であつたから光を反射する力が弱かつた。くもつて磨き直すと形は又やり直す必要がある。所が一八五六年頃スタインハイル等が言ひだした方法即ち硝子で鏡を作りその面へ化學的操作で銀を置いて使ひ出してから反射力が増して投射光の九割位反射できる様になつた。今日では凡て硝子に鍍銀した鏡を使つて居る。或寫眞用反射望遠鏡ではニッケルでめつきをするこゝもある。大阪の様な工業都市は空氣中に硫黃の氣があつて銀は直に曇つて來る。何れにしても反射望遠鏡の銀は曇る毎に屢置きかへる面倒がある。それでもレンズより作りやすいために段々大きな反射望遠鏡を作り出した。今日世界で一番大きなものは米國ウイルソン山天文臺のフーカー望遠鏡と云つて反射鏡の直徑百吋(即ち八尺四寸程)ある。反射望

遠鏡は値段が安いために、英國の様に小さい天文臺で木星とか金星とか一つのことばかりやつて居る所の多い國は仲々盛に使はれて居る。又寫眞用にも實視用にも使へる便利がある。しかし缺點もある。視略の中心から少しはなれた所の像は歪曲して居る。(或種の作業には差支ないが)それで今でも天の廣い部分の寫眞を撮るのにはレンズの寫眞望遠鏡を使つて居る。のみならず屈折望遠鏡は一度作つたら殆ど永久である。私は五六吋以下の反射鏡は使はぬ方がよいと思つて居る。

序乍ら拋物線體の凹面鏡の焦點を主焦點、拋物鏡の光を平面鏡で横に反射した焦點をニュートン焦點、凸面双曲線體の鏡で第二反射をして結ぶ焦點をカツセグレイン焦點と名付けて置かう。一つの反射望遠鏡で筒口に近い第二の小反射鏡を平面鏡にしてニュートン式に使ひ、又は凸面鏡にしてカツセグレイン式に使ふなど取換の出来る様にしてあるのがある。それで一つの反射鏡でカツセグレイン焦點でとつた寫眞と云へば、凸面双曲線體反射鏡を使つたのだと云ふことが直に知れる。

天體を大きく寫眞に撮るにはカツセグレイン焦點でうつし、光の弱い者を撮るにはニュートン焦點で

うつすこともある。京都の新望遠鏡は大鏡の中央に穴があいて居ないから主としてニュートン式に使ふのである。

今は世界の天文臺では大きな反射望遠鏡が盛に使はれ、星雲や星團等の立派な寫眞が我々の眼目を驚かして居る。そして光の弱い者になると、星が東から出て西に没するまで追跡して數時間寫眞にとり明晩又其星の方へ向けて蓋をとつて曝露し數夜續けて寫眞を撮ることもある。こんなにしても點の様にうつる星がキッチンと各自の像である所に重つて、少しも毎晩の曝露で二重にも三重にもズレてうつたりしない位現今の望遠鏡やプレートホルダーの附屬裝置が精緻になつて來たのである。

外國で百吋口徑の望遠鏡が活動して居る時勢に、日本は極く小さな器械しか無いとは、よく人が言はれる事である。軍艦で言へば巨砲主義の時代に小銃を振りまはして居る様で威力の點から言へば、テンデ御話にならないのと同じである。しかし目下の所小銃は小銃として使ひ道がある。日露戰爭について「銃後の人」と云ふ言が使はれたが、私は與へられた望遠鏡の達し得る限の最大能力を發揮するためには望遠鏡後の人(The man behind the telescope)其者の質も考へなければならぬと思つて居る。(終)

鏡 遠 望 射 反

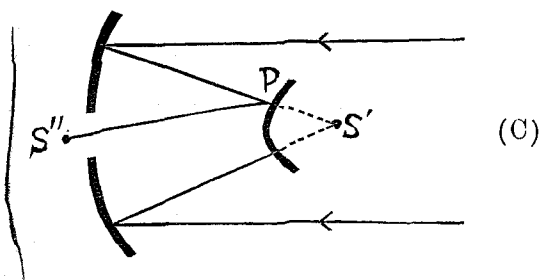
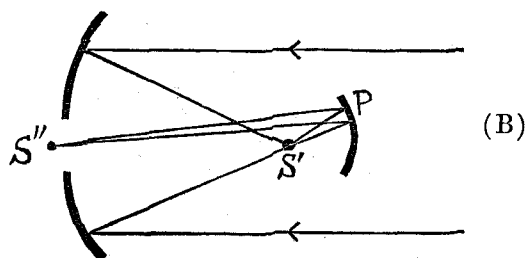
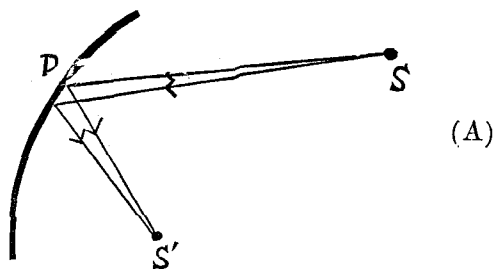
號 番	所 屬 (國 名)	口 徑	備 考
一	ウイリソン山 (米 國)	一〇〇	一九一九年成
二	ザイクトリア (カナダ)	七二	一九一九年成、カセ式
三	ウイリソン山 (米 國)	六〇	一九〇九年据付
四	メルボルン (濠洲)	四八	金屬鏡、カセ式
五	ロトエル (米 國)	四〇	寫眞用
六	ムードン (佛 國)	三九	
七	アン・アボル (米 國)	三七	カセ式
八	ミブルス (智利)	三七	リツク出張所
九	ケムブリヂ (英 國)	三六	元は南ケンシントンに在
一〇	太陽觀測所 (佛 國)	三二	
一一	ツールーズ (佛 國)	三一	
一二	マルセーユ (佛 國)	三一	
一三	ラプラタ (アルゼンチン)	三一	
一四	アレゲニー (米 國)	三〇	キーラー氏記念
一五	ヘルラン (エザプト)	三〇	レイノルド望遠鏡
一六	ヒル (英 國)	三〇	元は南ケンシントンに在
一七	ハイデルベルヒ (獨逸)	二八	寫眞用、ニウトン式
一八	エヂンボロー (蘇 國)	二四	
一九	ハアザード (米 國)	二四	
二〇	エルケス (米 國)	二三	

世界の大望遠鏡一覽 (山本一清編)

鏡 遠 望 折 屈

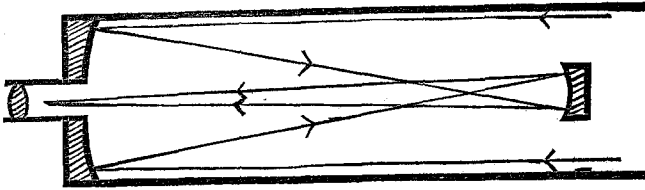
號 番	所 屬 (國 名)	口 徑	備 考
一	エルケス (米 國)	四〇	一八九七年成、眼視用
二	リツク (米 國)	三六	一八八八年成、眼視及寫眞用
三	ムードン (佛 國)	三二	一八八九年成
四	ボツダム (獨逸)	三一	寫眞用
五	ニース (佛 國)	三〇	一八八六年成
六	ブルコフ (ロシア)	三〇	一八八五年成
七	アレゲニー (米 國)	三〇	眼視及寫眞共用
八	グリニッチ (英 國)	二八	眼視及寫眞共用
九	ウィーン (奧 國)	二七	眼視用、一八七八年成
一〇	グリニッチ (英 國)	二六	トムソン望遠鏡、眼視用
一一	ワシントン (米 國)	二六	一八七一年成、眼視用
一二	マコルミク (米 國)	二六	
一三	ケムブリヂ (英 國)	二五	ニウナル望遠鏡、眼視用
一四	ムードン (佛 國)	二四	寫眞用
一五	ハアザード (米 國)	二四	寫眞用
一六	喜望峰 (南亞)	二四	非クトリア望遠鏡
一七	ローエル (米 國)	二四	一八九六年成、眼視用
一八	オクスフォード (英 國)	二四	寫眞用
一九	スプラウル (米 國)	二四	
二〇	パリ (佛 國)	二四	一八八九年成、腕式

圖 一 第



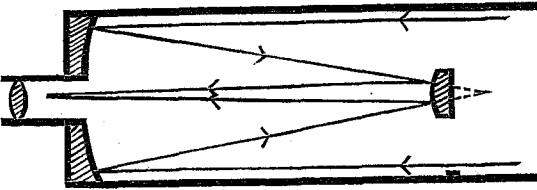
第 二 音

グレゴリ式



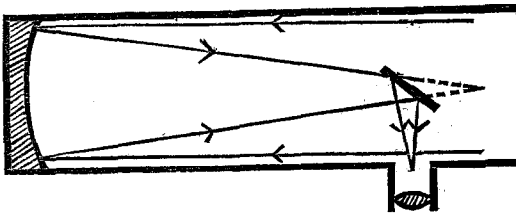
(A)

カセグレン式



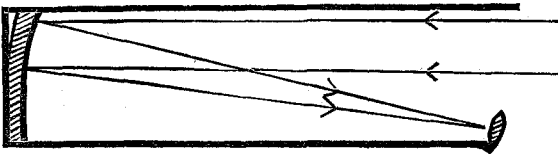
(B)

ニウトン式



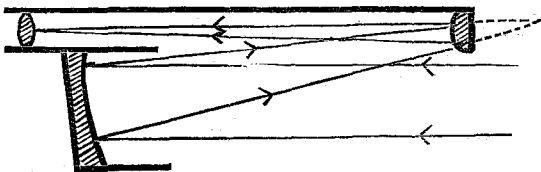
(C)

ハーシェル式



(D)

プラキ型



(E)