

## 反射望遠鏡の研究

中 村 要

### 整 形 (2)

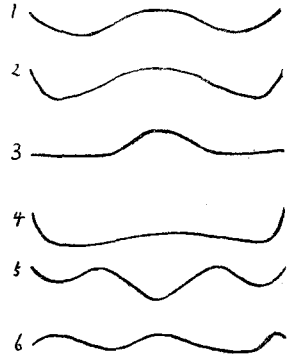
偏 球 Oblate Spheroid

鏡面作業が順調に行はれ、ば鏡面の約8割は偏球になる。球面で研磨せられても冷却後僅かに偏球である事は比較的多い。偏球を球面を通つて整形するには影の立體の示す如く、端を規準として中央の山をさればよい。

偏球をいづつても實鏡上に現れる形状には種々ある。

1. 單純な偏球。
2. 端の反り上つた偏球。横すらし法で谷を常位置に動かしてから整形する。
3. 球面の中央に山のある偏球。極めて早く球面に直る。
4. 球近い端の反上つたものは(2)と同様に取扱ふ。
5. 端が偏球で中央に穴のあるものは往々修正鏡に似て居るが(1)を輪で見ても、除去すれば極めて球面近いものになる。
6. ターンダウンのある偏球。外觀上偏球であつて双曲線の中央に廣い山のあるものご間違ひ易い。整形には双曲線と同様に取扱はないご、完全に修正し難い。通常山を除去してからターンダウンを除く。

整形を進めるご球面を通過するはずである。然し不規則面では明瞭な球面は通過しない。球面近くなれば温度變化による變動に注意し充分球面に



近いと判断してから綿密に拋物線に直す。中心から端まで完全な球面は極めて作り難い。フォーコー試験で言ふ球面は理想的の表面を言ふので完全な球面、拋物線、平面は等しく困難である。

球面をいつても僅かに隋圓である場合を偏球にすれて居る事が多い。端のターンアップ及びダウン其他輪、山、穴等もある。通常球面近くで此れ等を除去し。或は拋物線に至るまでに修正し得る程度まで除去する。

### 球面より拋物線化

球面より拋物線に直すには先づ其の量を考へて見なければならぬ。此の量は數學的に計算の出来る量であつて、口径、焦點距離に従つて異つた値である。其の性質は共通であるから球面と拋物線の差を考へて拋物線化の原理を考へて見たい。球面から拋物線に直すには三種の考へがある。

1. 球面の端を中央に比し多く磨いて、中央の焦點距離を變へずに、拋物線に直す、此れは理論上良いが、實際上端を下げる事は不可能に近く、無理に行へばターンドアウンの發生が多い。
2. 中間に比し、端を中央を磨いて拋物線になる。此れも通常使はない。極めて面積の廣い端を直接に下げる事は幾多の危険を伴ふ。
3. 端の焦點距離を變へずに中央を磨いて拋物線に直す。此れは通常行はれる方法である。中央は端に比し面積が狭いから、比較的早く容易である。

結局我々は規則的な平坦な球面に到達したと假定する。球面から拋物線までは極めて近い。前記の如く量に著しい差があるから拋物線化に要する時間にも著しい差がある。順調に進んだ場合横すらし法で。

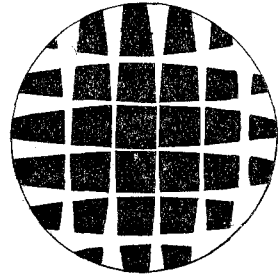
口径	f 數	時間	口径	f 數	時間
5 センチ	15	約10秒	8 センチ	10	2 分
11	10	3 分	15	8	15 分
16	3	7 時間	20	8	25 分

大體以上の標準であるが僅か過しても双曲線になる。小口径長焦點鏡では數秒、數運動を争ふ微妙な制御がある。

### ピッチ盤の切取りによつて拋物線化する方法

ピッチ盤の研削作用は盤面の接着した部分の面積により行はれるのであ

るから、若し故意にピッチの一部を切り取つて研磨作用を減ずれば或る種の整形が行ひ得るはずである。此の原理を利用したものが次の方法である。即ちピッチの溝の巾を圖の如く端に至るに従つて廣ければ偏球或は球面を拋物線に直し得るはずである。



此の方法は1863年キー Key が發表したものであるが、此の創案は有名な ウイス G. With によつたもので共同研究によつて發表されたものであり、多年拋物線化の標準方法として使用されて居る。

此の方法については筆者は餘り經驗がないが使用上の注意を言へば、ピッチを切取つて鏡をおき強壓を加へて出來得れば數時間を経て、ピッチと鏡の密着が完全になつた時始めて行つてよいもので、巧みに行けば作用は早く行はれる。

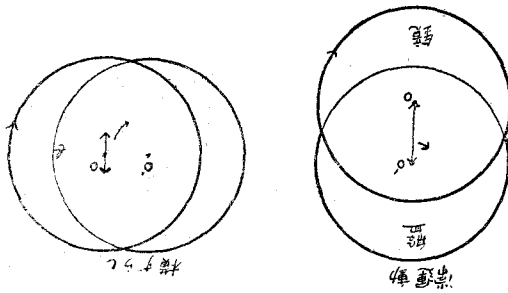
此の方法の危険は盤と鏡の密着如何にある、例へば中央の凹んだピッチに此の方法を使用しては無効である。餘程条件のよいピッチでないか全然反對の作用が起る。又輪が極めて出來易い。出來れば除去出來ない。此の方法で出來る輪は可なり悪質のものである。

缺點は未だ多い。拋物線化が行き過ぎて双曲線になつた時に、此のまゝでは逆行出來ず新しいピッチ盤を作り直さねばならぬ。此れ等は重要な缺點である。

作業に當つては、研磨運動の長短によつて、作用を受ける部分の制御を與へる事が出来る。

#### 横づらし法 Overhung method

ピッチの形狀に變更を加へる事は一つの方法であるが、若し結果に於て成功しなければ、再びピッチ盤を作り直さねばならぬ。ピッチ盤を作り直す事は第一に面倒でもあり又研磨作用の特殊な事情によつて成否を保し難い。ピッチ盤を其のまゝにして鏡面の各部分を自由に修正が出來得れば理想的である。横ずらしは此の目的に適當な一方法であつて、1906年エリソ



ン Ellison が彼の第三號鏡製作に際して考案し1918年頃明白に方法として公表したものである。もつとも此の原理は他で考案し使用した人も

ある様である。

良好なピッチ盤に紅柄液を與へて鏡を右圖の位置において如何なる現象が起るか觀察して見る。鏡の重量は主としてd點にかゝつて此の部分のピッチは黒く見え。紅柄液は向つて左の鏡周に行く。此の位置で運動を行へばb點が最も強く作用を受け、鏡の中心よりbに至るまでが作用を受ける。以上が横すらし法の原理であつて此れを了解の上實地に應用する。すらす方向は右でも左でも都合の良い方向でよい。又如何様に使ふかは作業者の習慣である。明らかに横すらしの量及び壓力、紅柄の量、運動の長短等によつて著しい結果上の差違が出来る。使用法によつて自由に思ふ通りの位置に豫期の効果を收め得るのが横すらし法の特長である。此の方法はピッチの良好な時にのみ有効に使用出来る。例へば運動困難なピッチでは極めて使用し難い。事實上整形時の冷却による、ピッチ盤の變形が最大の難關である。

横すらし法は常に修正量を増加する。従つて双曲線の場合には此の方法は全然無用である。横すらし法は部分的の缺點を極めて修正し易い方法であると共に逆に使用を過せば缺點を作り易い方法である。作り易い缺點は階段中央の穴等である。

使用時の運動方法についてしばしば質問を受ける。一定の規則も方法もない。階段を避ける爲に常に一運動毎に横すらしの量をかえる。又鏡及び盤周の廻轉は通常の運動と同一である。通常運動は電光形の軌跡を畫く、但し位置及び作業の長さは検査の直接の結果である。通常二分毎位に一回づゝ検査を要する。

### 部分研磨 Local polishing

缺點のある通常凸になつた部分を小さい研ぎ盤によつて除去する事は唯れも考へる。又多年研究せられて居る。部分研磨の最大の危険は部分的の穴や研磨盤の角等によつて作る溝である。此れ等は一旦作れば全面盤を使はないとされない。又部分研磨は通常器械研磨には使へるが手で行ふ研磨には上述の危険を切り抜ける事が殆んど出来ないから。不可能に近い事である。要するに運動と研磨盤が作り難い。筆者は特にエリソン其他の経験家に従つて此の方法を使はない様に注意しておきたい。英國の某製作者は此の方法を亂用するから表面には多數の不規則な波が出来て居る。

## 双曲線の修正

### 双曲線の影

双曲線の影は拋物線のそれと位置及び形状が似て居る。ただ其の濃度が異なるのみである。後の拋物線鏡の章で述べるが拋物線の影の濃さは筒々の鏡によつて著しい差がある。又双曲線には其の程度に制限がないから拋物線に極めて近いものは双曲線か拋物線か區別がつかない。影の濃さでは分からないから帶試験によつて知るより方法がない。但し熟練者にまつては影の強さから双曲線であると判断出来る。拋物線の影は極めて薄い。従つて素人が最初拋物線らしい影だと思へば双曲線だと思つてよいのである。影が見えれば拋物線だと教えられて居る事は可なり多い。眼視鏡の影は極めて球面鏡に近いものであるから、若し小刀を左から右に動かして輝いた鏡面に黒い影が出来れば双曲線だと思つてよい。強い双曲線では影だけ強くて光輝部の明るさが餘り減じない。又影の輪廓が明瞭であつて深さが一様で階段がない。

### 双曲線鏡

初心の素人の磨いた鏡には双曲線は多い。某熟練家曰く鏡を六個磨いて磨きを終つた時に球面であれば餘程運がよい。事實上此れ程双曲線は多く無謀の素人では鏡の口径に等しい収差のある圓錐に近い様な猛烈な双曲線を作る人がある。明瞭な整形法の分からなかつた時代には双曲線になれば上げ揺りにもまつて磨き直さねばならぬと恐れられ、種々双曲線になら

ない工風が盡された。現在に於ては双曲線の修正の如きは寧ろ容易な作業に屬する。然し筆者は強い双曲線を作つた程の未熟者が完全に此れを修正し得ることは思はない。事實上球面の出来るピッチ盤でも素人は双曲線にする。双曲線にも種類がある。大別するに。

單純な双曲線 即ち數學的な双曲線で端の良いものは修正し易い。影は拋物線の影が強くなつただけである。

端の悪い双曲線、素人の双曲線にはターンダウンが通常伴つて居る。餘程の忍耐力理解を持たないに良好な状態に直し難い。

球面の中央に穴のある双曲線は可なり多い。一種の双曲線であるが球面に似た取扱が出来るので偽似双曲線と自分では稱して居る。發生原因によつては放置して研磨を續ければ直る程、直し易い。

双曲線を修正するには通常端を標準として修正する。従つて端が完全であるか否かで其の取扱が著しく異なる。双曲線を修正して其のまゝ平坦な曲線のまゝ、拋物線には出来ない。稀には双曲線から直接良拋物線に直る事もあるが通常球面に返つて鏡面を整理後整形するを順序とする。

### 整形方法

横すらし法或は長運動で拋物線化を試み誤つて弱い双曲線になる事は多い。ピッチが變形すれば双曲線に進み易いが、密着がよければ容易に球面になる。要はピッチ盤の形にあるが通常双曲線と取扱を異にする。

双曲線の發生原因はターンダウンと似て居るから後章を参照して頂きたい。第一の方法は原因療法である。

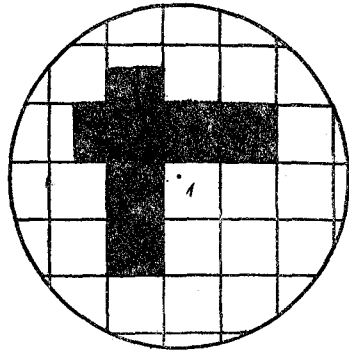
ピッチが軟か過ぎれば双曲線になる事はよく知れて居るから通常堅いピッチにかえて磨く。通常可なり早く球面にもさる。

運動が長過ぎれば双曲線になるから短運動を使ふのも一つの方法であるが短運動は輪を作り易いから注意を要する。素人にはたゞ硝子を早く磨くつもりで無暗に長い運動を使ふ人が多い。

ピッチが堅くとも其の形が悪い爲に双曲線になる事がある。此れはピッチ形の修正で直る。

ピッチ盤の中央を切取つて研磨作用を減じ、中央の焦點距離を徐々に延

長すれば球面にもざるはずである。兎に角中央部を切取れば目的を達し得るのであるが、其の位置廣さにより著しく効果上差違があるので双曲線の種類に従つて使用法が異なる。



單純な双曲線 即ち端の良好なもののはエリソンによつて示された十字切取りが比較的安全である。中央の四角を外して盤面を十字に切取る。中央のもの(1)は餘程の理由の無い限り残しておかないと中央に強い山

が出来る。ピッチ盤がよければ比較的安全であるが、ピッチ盤が悪ければ此れでも双曲線になる。

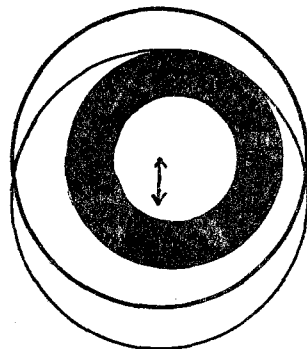
端の悪い双曲線には、中央横に橢圓形の穴を作る。橢圓形の穴の位置により種々の修正が出来る。

中央に穴のある双曲線は偏心的な橢圓孔或は星形の切取りによつて、早く中央に山を作る方法をこる。

要領は端の良否により、中央の山の作り方にあるので筆者は時々場合により種々の切り取り方を行つて居る。例へば中央に山があつた場合、わざわざ中央にピッチを廣く残す方法をこる。長くなるから要領に止めておく。

### 直接方法

何れの方法も效の無い時は次の思ひ切つた方法を使ふ。双曲線は影の立體の示す如く、中間が球面より高いから此れをこる方法を試みる。



圖の様に偏心的な輪の研磨盤 Excentric ring polisher を作る。偏心的に作らないと鋭い凹輪が出来る。運動は鏡の端に輪が来る様に即ち全面にピッチ輪が當る様に動か

す。此の方法は極めて早く球面に近づくが正しい球面は得難く端に強いタ

ーンドアウンミ中央の山が出来る。球面近くなれば研磨盤を作り直して面を整理する。

偏心圓輪の代りに橢圓輪でもよい。

最も強い圓錐の様な双曲線は播り直した方が早いであらうが、修正量が數センチ以内のものは磨いて直せるものである。筆者は未だ曾つて修正量が數ミリ以上の双曲線を整形前に得た事はないから此の點には深い經驗はないが磨いて作つたものは磨いて直せる筈である。

#### 端のターンダウン (端のだれ下り)

鏡の端で急に焦點距離が長くなつて居る。此れを端のターンダウン Turn down of edge と定義する。此の缺點は殆んど大部分の對物レンズ及び凹面鏡が持つて居る缺點であり、其の光學的の價値を定めるものと言つて差支えない。昔の製造者は此の缺點は免れないものだと言つた事がある。又熟練者を除いて此の言葉は今でも通用する。又熟練家の鏡必らずしも端が完全でない。前世紀末に於ては鏡の端を四分ノ一吋で、即ち直徑で半吋播り取るべしと明瞭に書いて居る人もあり、此れ位を絞つて使ふのも普通の事であつた。

鏡を磨くに、少しく冷靜に考へれば鏡の大部分は完全に出来ても、鏡の端が果して正確であり得るやまいふ疑問が起つて良いはずである。少なくとも少しは悪くなるまいふ事は豫期出来る。筆者の經驗によるミターンダウンには二つの區別を要する。表面の角ミ端の輪狀の帶に於ける鏡形である。両者は連続して居るものであるから明瞭な區別はない。又分離する必要はないかも知れない。

表面に金剛砂の傷が一本あつたミすれば傷の兩側は多少なりミ掘れて低くなり溝が出来て居る。此の現象ミは原因が異なるかも知れないが表面の角は幾分餘計に磨かれたり或は播られて絶對的に鋭くはない。如何程技術者でも表面の角は幾分悪いものである。従つて影の試験で見得る鏡周は左周は右周に比し暗いは當然であつて兩方等しいヂフラクションによる光輪は得られない様に思ふ。素人には此れまでターンダウンに加へて、其の存在する事を非難し且つ除去を試みる人がある。



角を如何程完全に保ち得るか？ 此の程度は時々場合によるが、ニュートン輪の検査等によれば良好なものでは端より0.2ミリ、普通0.5ミリの所でソヂウム波長の二十分ノ一(約四萬分ノ一ミリ)以上の缺點はない。實際上良い鏡では両端から約一ミリ播り取れば角に全然缺點がない。想像以上の精巧なものである。

端の帯のターンダウンは此れに連続して起るもので端が部分的に双曲線になったものも考へてよい。素人の鏡では巾が數ミリ、量さして數ミリ乃至數センチに登るものは少なくない。此の缺點も狭い範圍に限られて居ればよいが通常端から約一センチ乃至二センチまで下つて居る。

此の僅かな角の曲りのみに止めて端の缺點を如何程防ぎ得るかは製作上作業者が最も綿密な注意と努力を拂ふものである。成る程端を播り取れば完全に除去されるかも知れないが、通常角は播り取らず製作者が其の技を示すものである。従つて端を廣く播り取つてターンダウンが無いと威張つても技術上から見て缺點がある。又端の完全でない鏡は僅か播り取つても曲線の形狀上完全な曲線とは區別出来る。良鏡では角の曲りのみで僅か一ミリ除去すれば内部は完全な曲線である。此れ等は角と端の區別を要する點である。然し角の曲りを如何にして縮小するか、端のターンダウンを如何にして縮小するか、此れ等は製造者の最も勞力を拂ふ點でもあり價値のある點である。

完全な凹球面鏡があつたならば、小刀で光束を切れば鏡面は一様に消失するか、デフラクションの爲に全周に細い銀線の様な光輪が見える。此の輪は焦點内外で強さを異にする。鏡の角が曲つてくれば左の輪は漸次に弱くなり、反對に右の半輪は明るくなる。強い光源を使ふ場合は半輪の兩側にデフラクション像を伴ふ。ターンダウンが角近くで強ければ左半輪は消失する。然し角の近くが良い程左輪は強くなつて、最も良い場合には左端に光輪が見える。即ち左の光輪は角の鋭さの良い教示である。鏡を相當良く作つて研磨運動をよく行へる人でないならば左角は光らない。

端の角に近い所が悪くなれば光輪は消失し、ターンダウンの増加と共に左端が暗くなる。此れは鏡を作つた人は誰れも経験する事であり目立つて

見える現象である。然し此れだけなれば端を掃り取れば像に影響はない。ターンダウンは著しい場合には目に付くが、軽度のもので像に有害なものゝ素人の目を逃れ易い。例へば角が良好でも星像を見て案外な程ターンダウンのある事がある。小刀を固定させておいては分かり難い。僅かのつもりであつても約一センチ位悪くなつて居る事が多い。通常焦點内外像の比較に小刀を前後に移動し立體の變化を見て検査する。影の試験では軽度のターンダウンは慣れないと見逃し易い。星像検査によればターンダウンは最も分り易い。端の悪いのは意外に影響するから星像検査は此の検査には常に重要である。逆に星像試験によつて整形上重要なヒントを得るのである。

ニュートン環及び影の上から見た端の形状は次の様である。

1. 端の帯は完全で角のみ曲つた場合でニュートン環では干渉縞が曲つて居るか居ないか分からない程鋭い。

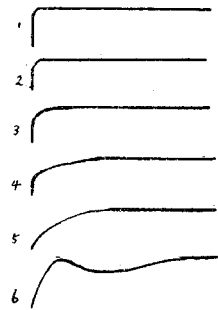
2. 角の曲りが廣くなつた場合。

3. ターンエツチが僅か進んだ場合、角を掃り取れば素人目にターンダウンが無い様に見えるが像は可なり悪い。見落され易い缺點である。

4. ターンダウンが深く内部に及んだもの。

5. ターンダウンが甚だしい場合で時には鏡の中央近くまで悪くなつて居る。

6. ターンダウンにターンアップの伴つたもので修正を誤れば此の状態に達する。(直線は完全な曲線を示す)。(續)



#### 既製變光星寫眞星圖 目錄進呈

A型 小犬座 S, 白鳥座 X, 白鳥座 SS, 白鳥座 Z, 白鳥座 R, 海豚座 T,

B型 小犬座 S, ヘルクレス座 RS, ヘルクレス座 T, 琴座 W, 蛇座 X, 白鳥座 X,  
白鳥座 U, 海豚座 S,

C型 10枚

D型 北冠座 R, 楯座 R,

一枚拾五錢(送料別)送料は一回普通更<sup>B</sup>錢書留<sup>13</sup>錢 天文同好會觀測部