

反射望遠鏡の智識 (12)

京都帝國大學天文台

中 村 要

星 像 検 査

暗室内の検査で作つた鏡も最後の目的である星像検査によつて確かめる。此の検査は鏡の實際上の結果を見るには誰れにも分かり易い。暗室試験を充分了解し得ない人には星試験が最もよく最後の修正は星で行ふが便利であると言ふ人も珍らしくはない。星は明るい恒星。二重星がよいが、晝間には人工星を使ふ。黑色の硝子球を約百米の遠方におけば太陽の光を反射して其の一部に輝いた光點が出来る。此れが夜間の輝星と同一な像を與える。晴天には通常遠方の電柱上の電燈碍子が此の目的に適當である。

検査用の接眼レンズ

接眼レンズは色消のもの、出来得ればオルソスコピック接眼レンズがよい。焦點内外像の検査を行ふに當つてハイゲンス接眼レンズを使えば其の球面収差の爲に或る軽度の双曲線のみが完全な像を與えるのであるから、惡く言へば接眼レンズの球面収差の研究を行ふのと同様である。ハイゲンス接眼レンズで完全だと言つても甚だ當にならない。

倍率は焦點内外像を見るには f8 鏡に 5 ミリが最もよく、9 ミリでは多少低過ぎる。デフラクション像の構造を見るには通常 3 ミリのものを要求する。接眼レンズの缺點を鏡の缺點と誤解する事が多い。例へば接眼レンズで現れる視野の彎曲、像の著色、コマ等は此れである。

検査は焦點像、焦點内外像、及び二重星によつて行ふ。此れには鍍銀すれば便利であるが 15 セン鏡なれば硝子面のまゝで口徑 3 センチの望遠鏡の集光力があり 9 等星が見えるから大體の検査は出来る。

我々の検査するのは光學的の像であるから、像は幾何學的の像の様に鮮鋭なものでない事を念頭にをく必要がある。又空氣の動搖の爲に鮮明な像

稀にしか見る事が出来ない。光軸修正は常に最も完全に行はねばならぬ。又検査は常に視野の中央で行ふ必要がある。

デフラクション像

星像は光學的の像であつて或る大きさのあるデフラクション像を示す。デフラクション像の中央の圓盤像は角の 11.6 秒。を口径のセンチ數で割つたもの即ち 11 センチ鏡では 1.05 秒に近い。f10 の鏡で焦點に於て 0.006 ミリに近い。もつこも此の徑は決定的なものでなく一等星になれば可なり大きくなる。



完全なデフラクション像は中央に圓形のボタンの様な圓盤像があり、少し離れて圓形の環がある(1)。星が明るい程環の數を増す。中央の圓盤像は像が良い程鮮明であつて收差の少いものでは白い

ボタンが暗に輝いて居る様である。環は成るべく光が弱く數が少ない方がよい。デフラクション像がよく見えるものなれば實用上良いが完全であるいふ證明にはならない。口径があり、鏡面の一部でも良ければデフラクション像は出来るものであるから其の鮮鋭さに注意を要する。

鏡面が不良で收差があればデフラクション像の中央の圓盤像は弱くなり輪は數も強さも増す(2)。更に收差が増せば焦點が點像でなくなり廣がつた像になる。遊星像を見れば可なりほんやりして居る。景色を見てほんやりして見える様になれば餘程悪いものである。

反射望遠鏡特有の現象として、光線の中央に斜鏡の影がある。此の存在は廻折現象を起して圓盤像を弱め第一輪を強くする。従つて多少異なる點もあるが球面收差が多少存在するに似た様な影響を星像に示す。斜鏡が鏡徑の五分ノ一或は以下なれば實用上殆んど影響ないが、四分ノ一になれば相當強く影響し、三分ノ一では星像は強く亂され、二分ノ一では實用にならない。像には此の影響を考えねばならぬが、一般に斜鏡の爲に反射望遠鏡の像では輪が屈折の小口径のものに比しやゝ強い。然し屈折望遠鏡の像も多少口径が大きい場合には色收差の爲に反射差がない様である。

焦點の鋭さ

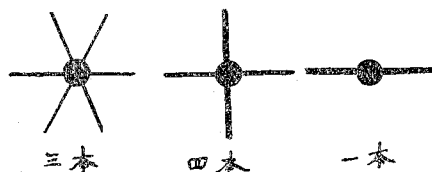
焦點の鋭さも像の良否を見るに良い標準になる。星像或は寧ろ遊星像がよいが、球面収差が少い程鮮明な像の見得る範囲が狭い。例へば良鏡に於ては鋭い焦點から接眼レンズが 0.1 ミリずれても像は完全にほける。然し球面収差が多ければ接眼レンズが多少動いても尙ほ像が見え所謂焦點が深い場合によれば數ミリの範囲にわたつて見える。もつこも此れは焦點比により著しい差違がある。

星 像

視野に一等星を入れて焦點を合はせる。恒星の周りには僅かの光が散光さして残るが視野は出來得る限り暗い方がよい。視野の暗さ即ち散光の有無は硝子面の研磨状態に可なりの關係がある。砂孔が多數残つたり多數の傷があれば星の周りが霧のかゝつた様に明るい。砂孔の認め得ないまで光澤よく完全に磨けたものでは星は明るく視野は極めて暗い。此の點に良好な研磨が有意義になる。例へば月を見ても月は銀白色であるが外の周りは極めて暗い。研磨の良否は像に直接の影響は少いが明るい天體を觀察するには可なり影響がある。

發 射 線

反射望遠鏡の像には特有の附屬物がある。此れは輝星から一直線に發射した様に見える光線である。斜鏡を釣つてある支持線 Support によつて起



るものであつて支持線が直線の一本であれば二本、三本なれば六本四本なれば四本現れる。此方向は支持線に直角な方向に廻折現象によつて現れる恒星では細い線であるが遊星では其の徑だけの巾がある。従つて發射線は凹面鏡に原因はない。一本太い棒で支持されて居る時には星像の兩側に廻折スペクトルが現れ、例へば金星の兩側に薄い金星が出来る。通常、一等星以上の星にのみ見える。双曲線鏡では焦點外で發射線が平行な二本に見える。

コマ Coma

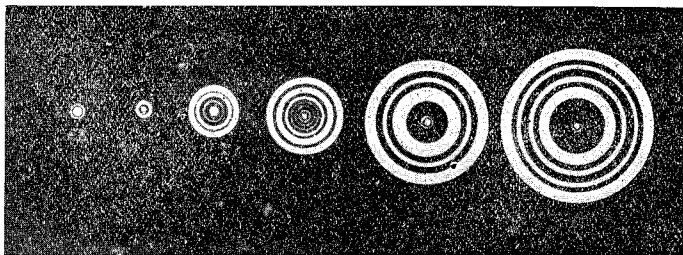
視野の像は端まで良いものでない。光軸の中央だけ完全であつて光軸を離れれば像が悪くなる。此れは對物レンズに於ても同様であるが屈折の $f15$ に比し反射は $f8$ であるから視野は可なり曲る。

視野は中央が焦點が最も長く、端に至るに従つて短かく視野が曲つて居る。光軸を離れた像はコマミアスチグマチズムを示す。端で焦點を合はせるに焦點内で光軸から垂直の方向に焦點外で光軸の方向に焦點内外像が延長する。視野の中央で焦點を合はせるに視野の外方に向つて尾が出来る。

但し視野の中央では眞圓の像でなくて、若し視野の中央で尾が出来れば光軸修正の不良に基き鏡に缺點はなく取扱上に缺點がある。ニュートン式のコマは縮小出来ず短焦點鏡程甚だしい。 $f10$ 鏡では目につかず $f8$ でも少いが $f7$ になると急に増加して、 $f3$ になれば眼視像が實用にならない。

色

反射望遠鏡の像は完全な色無しである。紫色が現れれば大部分の原因は接眼レンズにあつて、ラムスデン接眼レンズに於ても最も強い。色の現れる原因には大氣の屈折作用内眼の缺點等がある。斜鏡にプリズムを使つた場合プリズムの直角が悪ければ分光された像が現れる。即ち像の一方は紫で片側は赤である。



焦點内外像の検査

焦點内外像は反射望遠鏡のものは光線の中央に斜鏡がある爲に屈折望遠鏡のものに著しい差がある。色収差がないから白色の心持の良い像が出来て内外共等しい鋭さの明瞭な干涉縞が現れる。然し斜鏡の口径に對する比

例によつて著しい差違がある。例のものは筆者自作の8.8センチ鏡 f9.5 のもので平面は口径の四分の一である。焦点内5ミリ所では内周と外周が強くて中間に二本の干涉縞がある。4ミリに近づくに中間の干涉縞が一本になり内周が強くなり、3ミリで内周が輪に分解を始め、内周は消失して同心の輪を作り(2ミリ)輪は一本一本収縮して焦点内0.5ミリでは中央に一點のある輪になり、焦点にて廻折像を示し同じ順序で焦点外に至る。完全な鏡は輪一本の強さ、現れ方まで内外同形に出来る。干涉縞が一部分で数が多いとか不平等な現れ方をするのは鏡面に輪の存在する事を示すのであつて原因と結果を理解し、整形に利用するのには可なりの苦心を要する。(圖は焦点より5,4,3,2, 0.5 ミリの點の外観を示す。)

焦点内外像は完全に對稱的であるのを理想とするが、多くの場合理想に止まる。如何程熟練家でも完全に對稱的なものは金銭によつて得るものでもなく、又作らうとして作れるものではない。事實上筆者の極く少數此の條件に適するものはあつた。我々は多少前後對稱を缺くのをもつて満足しなければならずは、此の條件に近い變化を見れば鏡は極めてよいものである。

検査に際する我々の着眼點は外周及び内周である。例ばターンダウンのある鏡では内像の外周は甚だ不鮮明であるか外像の外周は常に鋭い。又内周は焦点内では甚だ太いが外周は弱く甚だしい場合に焦点近くで消失する。

次に干涉縞であるが、焦点外像では常に鮮明であるが内像では通常比較的弱い。ターンダウンが強いとか或は鏡形が亂れて居れば内像の輪は甚だ不鮮明か或は見えない。

以上は箇々の鏡が寧ろフォーコー試験以上の鮮鋭さをもつて示すものであつて、筆者の整形に對する考えも主として此れより養はれたのであり、讀者も多少進めば必ず綿密に研究せられるべき事である。

實用上完全であるといふ鏡と筆者の標準に對して一つの定義を與えておかう。

焦点内外像は通常相當對稱的であつて、通常内像の周りは外に比し、不鮮明である。焦点内及び外に於て内周及び外周の中間に二本の干涉縞が見

える位置で内周外周及び輪が鮮明に見えれば實用上の良鏡である。

以上の標準に達するには製作者が意外な事件に度々出會ふ事と思ふ。焦點内外像の内周及び外周は鏡の端及び斜鏡部分の鏡形によるものである。技術が進めば對稱像及内周及び外周の現れ方を整形により制御出来る。筆者自身は此の點について深い趣味を持つて居る。整形の方針上製造者自ら學ばなくてはならない極めて重要な技術上の表現である。筆者自己の考えは餘りに面倒であるから述べないが數十箇の鏡を綿密に研究し製作せられれば此の境地は了解し得る事と思ふ。要するに像に條件をつけ條件通りに作るのが主眼である。

焦點内外像がほぼ對稱的であれば拋物線に近い事は分かるが、球面或は双曲線では如何なる像が出来るか。

双曲線、双曲線鏡は過修正であつて中央よりも端の焦點距離が長い。焦點の内側では焦點は近づくに外周が弱く内周が強くなつて中央が明るく核を作る、焦點外では中央が穴になつて双曲線の度が強ければ焦點を可なり外れた所で強い光輪が出来る。遊星を見れば焦點の少し内側でも像が見える。又斜鏡の穴は焦點内では外より鮮明であるが小さい。

偏球々面等の負修正鏡の内外像は双曲線のそれと全然逆になる。斜鏡の穴による判断は誤り易く、場合によるに逆を考える事がある。

アステigmatism

焦點内外像が橢圓形に延長し其の方向が直角をなし、デフラクション像が鮮明でない。即ち焦點が二點にある様な外觀を呈する。原因は甚だ多い。

先づ最初に觀測者の目を調べねばならぬ。焦點を外して低倍率を使ひ接眼レンズに對し目を廻して其の延長方向を調べる。目について方向がかわれば原因は目にある。目による缺點は可なり多い。筆者の右眼は可なり亂視がある。f8 鏡に12.5ミリの接眼レンズで尙ほアステigmatismが認め得る。目によるアステigmatismは倍率が高い程影響が少い。

鏡面に原因のあるものは鏡を廻せば其れについて延長方向が廻轉する。普通の方法で作つた鏡には此の缺點は甚だ稀である。對物レンズには比較

的多い缺點である。不良の硝子材、薄い硝子材には起り易い。

鏡の保持方法の悪い爲に起る事も多い。凹面鏡は硝子の歪曲には甚だ敏感であつて、鏡セル(金具 Cell) が小さ過ぎて僅か硝子 がしまつたこか或はネジ一本強過ぎて起り勝ちなものである。此の點に對して素人の粗製のセルは危険である。

光軸修正の方法が悪い場合も可なり多い。種々の筒の工作上の不備から光軸が良いつもりでも出來易い。

斜鏡に原因のある事も多い。殊に直角プリズムは最良質のものでないに出來る事が多い。平面が僅か凸であれば焦點内垂直(IV)焦點外水平(OH)の方向に延長する。凹平面では逆である。鏡を廻轉しても方向が同一である。又平面の外力による歪曲で起る事もある。

筆者の経験から言へば反射鏡では凹面鏡に原因するアスチグマチズムは皆無に近い。若し星像に現れればマウンティングの構造の何等かの缺點に起因するものである。

二重星の分離による検査



等光



不等光

望遠鏡の能率検査には二重星がよい。望遠鏡で見分け得る接近した二重星の限度は口径によつては一定であつて其の限度は

ドーズの限度と呼ばれ前述の11.5秒をセンチ口径數で割つたものである。此の限度は決定的のものでなく11センチ鏡で6-7等星に當る。経験上言へば或る口径のもので焦點内外像が圓では對稱的であれば等光の二重星は限度まで見えるのが當然であつて見えねば経験が足りないか目が悪いのである。見易さに差はあるけれど可なり双曲線のものでも極限まで見える。

星像を見て先づ星像の延長した方向を求め、次に二重になつて居るか否かを見るのであつて、延長も認めないで見えないとは言くない。

不等光の二重星は鏡の良否の良い試験星になる。例へば白鳥 α や、駁者 θ は良好な對物レンズ或は鏡では空氣さへ良ければ苦もなく見えるが、收差の多い鏡では口径にかゝらず見難い。此れ等は輪 γ 伴星像 δ 重る爲に見難いのである。又著しく不等光のオリオン座 β の如きものはターダウ

ンのある鏡では見難い。

種々の検査上の経験から大體次の様な事が分かる。像の最も良いのは鏡面の平坦なものであつて、僅か双曲線でも平坦でさへあれば、輪や帯誤差の多い拋物線に近いものに優つた鋭い像が出来る。双曲線といつても單純な双曲線でターンダウン、輪の全然存在しないものを意味する。星像の觀察から整形上の有力なる知識を得る事が出来る。

試 験 星 表

口徑	星 名	赤 徑	赤 緯	a	b	位置角	距離
センチ		時 分	• °	等	等	0	″
5	牧夫 ϵ	14 42	+27 23	2.7	5.1	331	2.7
ク	オリオン ζ	5 37	- 1 59	2.0	4.2	156	2.5
ク	琴 ϵ^2	18 42	+39 32	5.1	5.4	117	2.3
ク	オリオン β	5 11	- 8 17	0.3	6.7	202	9.5
7	山猫 12	6 40	+59 31	5.3	6.2	108	1.8
8	ペルセウス 85	2 48	+52 41	7.1	7.3	304	1.6
9	牡羊 ϵ	2 55	+21 2	5.6	5.6	203	1.4
ク	オリオン 52	5 42	+ 6 25	6.2	6.2	207	1.5
10	オリオン η	5 24	- 2 28	3.8	4.8	80	1.4
ク	白鳥 δ	19 43	+44 57	3.0	7.9	294	1.8
13	獅子 ω	9 21	+ 9 23	5.9	6.7	129	1.0
14	牧夫 ζ	14 38	+14 3	4.4	4.8	136	0.8
15	蟹 ζ	8 8	+17 53	5.6	6.3	270	0.8
20	アンドロメダ γ^2	1 59	+41 58	5.4	6.6	109	0.6
23	北冠 η	15 20	+30 33	5.6	6.1	110	0.5

ウイスの試験法

有名な故ウイスの試験法は幸ひカルザーによつて發表された。先づ人工星によつて検査する。順序は、

1. 白球の反射點(輝星の像と等しい)

2. 黒球の反射點(像が弱くて像の検査に都合がよい.)
3. 硝子の圓柱に表はれる直線像.
4. 最後に恒星によつて検査する.

以上の試験で完全であれば満足である.

アーキングの人工二重星の検査

英の營業家アーキングから筆者に示された未發表の方法である. 硝子壁の厚さ50分の1吋(0.5ミリ)の球を約100米遠方において六分の一時の接眼レンズで見る. 光は硝子の表裏で反射されて強弱二個の人工二重星の像が出来る. 此れを見て検査する. 二人工星の距離は分解能力の極限に近いから種々の點から検査出来、六分の一時(4ミリ)の接眼レンズが完全に使へねば良いものではない.

以上は實用上の能率を見るには適當ではあるが單に參考に止める.

完成鏡の處置

焦點距離

整形を終れば正確な焦點距離を決定しておく必要がある. 帶板の最内部のものをこつて焦點を求め、同時に人工星と小刀を鏡より正しく等距離に置く次に卷尺或は物指して鏡の中心より、人工星及び小刀の中間までの距離を測れば其の二分の一が求むる焦點距離である、但し凹面鏡の焦點距離は夏冬温度によつて變動するから一ミリまでは信頼出来ない. 五ミリ乃至一センチが實用上適當であらう.

凹面鏡の裏面は透明がよい、或は楕硝子がよい. 此れは明らかに製造者の立場によつて異なる. エリソンによる裏面は透明なまゝがよい. 透明なまゝである場合、鏡を二回通過して反射される光はあつても極めて微量で殊に鍍銀時に裏面が透明なのは甚だ便利である. 此れも一箇の理由である又現時の大口徑鏡は裏面を磨いて鍍銀し、防温の目的に供して居る.

裏面は光學平面であれば最もよい. 必らずしも磨かなくとも平面に近いもの或は極めて長半徑の球面でもよい. 板硝子の面は可なり亂雑であるから、此の意味に於て同大の硝子と播合せて平坦な面を作つておくのも有用である. 又鏡の裏面が播硝子であれば外部からの熱の侵入が播硝子で分散

せられる事もある。事實上、素人には鏡を裏向けにして見えないと言つた人もあるので播硝子にすれば誤が起らない。

製作後磨き直しを豫期する時は透明なまゝの方がよい。筆者は自己の立場から播硝子にして居るが播硝子を濕して裏面から表面の状態が知り得る程度の細かな播硝子にしておきたい。(300番程度)

鏡と署名

對物レンズには通常金具に製作所が記名してあるが硝子には稀には特殊な青インキで記名してある位である。英國の中古品では往々金具の記名は其のまゝでレンズの不良品と交換されたものもあるこの事である。對物レンズでは若し書くにすればレンズの周圍である。

反射鏡も個人製作者の作つたものは通常種々な目的で署名がしてある。凹面鏡では幸ひ裏面が此の目的に使用出来る。署名の字體は言ふまでもなく他者の真似の出来ない種類のものである。筆者は自己の立場から番號、製作年、焦點距離、硝子の種類等を記入して居る。記號は製作した時には不用のものであるが數十年を経て始めて有用になるものである。

硝子に文字を書くのは通常ダイヤモンドの硝子切りを使う。硝子切りは硝子を切らずに傷だけ付けるものでないと言ふ。相當切れるものでは切口から破損の心配がある。

署名のある鏡は一般に責任のあるものと考えてよいから無暗に他者が修正すべきものでない。又署名のあるものは製作者が作業を續けて居る間は製作者に原因する故障が起つたり或は不完全な事が分れば通常無料で修正或は交換が行はれて居る位責任のあるものである。

賣 品

6 吋半 アーウイニング製反射望遠鏡 接眼レンズ五個付き、價格約 230 圓・神戸市生田町四丁目一七 森下助次郎宛

4 吋半 反射望遠鏡 微動運動・ファインダー等完備 中村鏡 西村製作所・マウンティング 新品 アイピース無し 160 圓 天文臺中村要宛

3 吋 オットー望遠鏡 中古品・價格 約 200 圓 天文臺中村要宛