

国立天文台・天文情報センター・特別客員研究員 中桐正夫

*7吋半 (19 cm) 中村要のレンズの検証

神戸にあった射場天体観測所の機材一切が1946年に東京大学東京天文台(国立天文台の前身の一つ)寄贈されたことに関する記事をいくつも書いてきた。射場天体観測所の主力望遠鏡の一つに7吋半屈折赤道義望遠鏡があり、この望遠鏡には天体写真儀2台が同架されていた(写真1)。この写真はアーカイブ新聞にも何度も登場している。この望遠鏡の対



写真 1

物レンズと思われる口径19cmのレンズを発見(?)したという記事をアーカイブ室新聞第704号に書いた。今回は国立科学博物館の協力を得て、その検証を行った。残念ながら中村要が製作したものである確証は得られなかったが、国立科学博物館の中島隆氏によれば、証左はないがほぼ間違いなく中村要製作のレンズであろうという報告書をいただいた。

以下、中島隆氏のレポートを掲載する。彼のレポートには写真がないので随所に必要と思われる写真を入れ、多少の語句の修正を行った。

「国立天文台三鷹の存在するあるレンズについて」

日本天文研究会 中島 隆

○あるレンズ

昭和の一時時代から終戦頃にかけて、国内で個人が開設した施設であったが、充実した機材設備を誇っていた天体観測所が神戸にあった、射場天体観測所である。戦後、この観測用機は本館の焼失などによって観測機材が窮乏状態となっていた

旧東京天文台(現：国立天文台三鷹キャンパス)に寄贈され、活用されたといわれている。

現在、国立天文台では、かつて使われていた機材を補修し、展示することで、日本の天文学の発達と観測の歴史を社会に公開しているが、射場天体観測所から寄贈された機材は、備品台帳に登録されるような正規の手順に準拠したものではなかったことから、廃棄が確認できたものは例外として、その多くは現状では不明となっている。

ところがその一方、天体望遠鏡そのものではないが、重要部品である対物レンズ(写真2)のみが、由緒不明で残存している例があった。

国立天文台で歴史的機材、設備の補修、整備を中心となって進めている中桐(国立天文



写真 2

台特別客員研究員)は、レンズの有口径、概測焦点距離から、これを中村要が射場保明のために製作したものと推定した。しかし、分解を行わない状態では決定的な確証とはならないことから、分解確認の作業の必要性を感じていた。

この話を聞き、趣旨に賛同し分解作業を行うことを申し出たのが、日本天文研究会に所属する会員の野路一樹(東日本天文資料センター)と中島隆(国立科学博物館理工学研究部理化学グループ:非常勤)である。(以下、文中に登場する人物の敬称、肩書きは省略)

野路は長年、機械加工の現場経験があり、また中島は多くの双眼鏡、望遠鏡の分解清掃を手掛け、また旋盤やフライスといった工作機械による加工を始めている。この両名はあくまで個人的な興味に基づいて、中桐の了解を得てから、今回、分解作業を手がけたもので

ある。

○必要とする作業

光線が透過するレンズでは、有効に何らかの情報を文字またはマークとして記入できる箇所は“コバ”と呼ばれるレンズ側面だけである。したがって先ず現状が、分解ができる状態かどうかを確認し、特に問題が無いようであれば分解を実行することが三者で合意された。またレンズ面の内、第一面は汚濁がひどいことから、清掃は必須であることも同様であった。

○分解作業の実際

分解作業を行ったのは三鷹市所在の国立天文台内にある、中桐の研究室兼実験室である。日時は2014年1月10日で、作業開始時刻はほぼ14時、一応作業を終了し終えたのが18時ころであった。分解の主には中島があたり、野路は諸般の作業が順調に行われるよう、助手的な立場で支援し、またこの間分解作業の前から行っていた撮影を継続した。

分解の実行(写真2)にあたっては、外され掛けた状態のフードを完全に分離したうえで、細部を十分観察してレンズ枠構造の把握と認識を行い、分解作業続行の可否を

写真 2



判断した。その結果、フードの分離だけではコバの観察は十分に出来ないこと、分解も可能との判断が得られたことから実際の分解に着手した。この時点で第一面は白濁したような半透明状態に見え、汚濁は細かい砂や土埃にわずかな粘着性のある油分が混じっているようなものと観察された（写真39）。したがってレンズ面に対する拭き作業は、汚濁物質を徹底的に剥離後でなければ、拭き傷の発生は避けきれないことも想定できた。



写真3

フードが分離できた時点での観察では、レンズは挿入式の押え環金物で押えられてレンズ枠金物に収められている。このレンズ枠金物は光軸修正機構を設けた枠受け金物に嵌り込まれる構造ということである。光軸修正用のネジ孔が枠受け金物に6箇所開けられていたが（写真4）、いずれもネジ孔であり、相互の位置関係から3本一組の調整ネジは120度間隔の3箇所あって、両側は引きネジ、中間のネジは押しネジで、ネジによる調整作業は接眼側から行われるよう設定されていたものと考えられる。しかし現在この構造を確定できる、鏡筒は見つかっていない。また光軸修



写真4

正ネジの位置から推定して、本来の鏡筒直径はフードと同じ程度と思われる。レンズ枠金物とレンズ押さえ環金物には、イコールマーク（写真5）の合わせ印がそれぞれ付けられており、同様のマークがセル受け金物にも存在していることから、鏡筒本体先端部にある筒先の金物にもあったことが推定できる。

以上に記述した構造から、本来ならばレンズ枠金物を枠受け金物から外した後に、レンズをレンズ枠金物から取り出してコバの観察に移るのが順当な分解手順であ



写真5



写真 6

るが、この時点ではレンズ枠は完全に枠受け金物に挟み込まれていないにもかかわらず、固着状態で分解不能であった。そのため、レンズ押さえ環金物を外したうえで、柔軟な紙を敷いた長さが十分にある円筒の上に、レンズのみがちょうど乗るように金物全体の位置を加減しながら、レンズ枠金物を下方にゆっくりと下げて（写真 6）、レンズを下から押し出す形で取り出し、さらに安定状態に置き直した上でコバを詳細

に観察したものである。

○ レンズ単体化で判明した事柄 レンズ面清掃前

レンズが単体となり、安定した状態で置けることになったことから、コバだけでなく、レンズ面についてある程度詳細な観察が可能となった。その結果、レンズの面取り加工の存在とその位置から、レンズ構成は 2 枚であることが確実となった。

しかし、レンズ製作者判定のために決定的に最も役立つはずの文字、記号の類はなく、我々 3 人が確認できたコバにある有意の書き込みと思われるものは、鉛筆で書かれたものと思われる、レンズの合わせ印のみであった。



写真 7

合わせ印は 2 種類あり、光軸方向と平行になっている明瞭な（イコール）マークが 1 箇所、斜めに記入され明瞭度がずっと下がって消えかけているものが 1 箇所、逆 V 字状（光線の収束状況とは逆（写真 7））のものがコバの円周でほぼ均等位置に 3 箇所だけであった。他に何らかのマークと見えなくも無いものもあつたが、極めて薄く不鮮明不明瞭で、何らかの結論を得るようなものではなかった。なおコバの加工状況から、摺りに使われたのは通常の加工につかわれるものより細かい、400 番相当の砂と推定される。またレンズ外径は二枚で非常に良く合わされており（写真 8）、実質的には全く

写真 8



いものもあつたが、極めて薄く不鮮明不明瞭で、何らかの結論を得るようなものではなかった。なおコバの加工状況から、摺りに使われたのは通常の加工につかわれるものより細かい、400 番相当の砂と推定される。またレンズ外径は二枚で非常に良く合わされており（写真 8）、実質的には全く

同じといい得る。

他に特記して置くべきなのは、最終面のコバ部分に、研磨に使われたと思われる紅柄が残留していることである。他の面に対応するコバには、このような物質の残留が認められないことから、一旦完成状態となったレンズは何らかの理由によって最終面のみ再度研磨され、コバの清掃なしで組み上げられたものと判断される。あるいは製作以降、他者によることも考えられるが、研磨に紅柄が常用されていたのは終戦後しばらくまでであり、以降、木辺成麿など特定の人物を除いて紅柄の常用者はいない。

最終面の再研磨については、この面にのみ存在する面取り部分の小さな欠け(カンあるいはハマグリ：研磨作業現場の職人用語)の底に、やはり紅柄の残留が確認できることからも確実である。

清掃作業実行前のレンズ面、特に第一面は既述のように汚染がひどい状態であり、結像状況によった光学性能判定も考えなければならないことから、レンズ面の清掃作用を実行することになった。

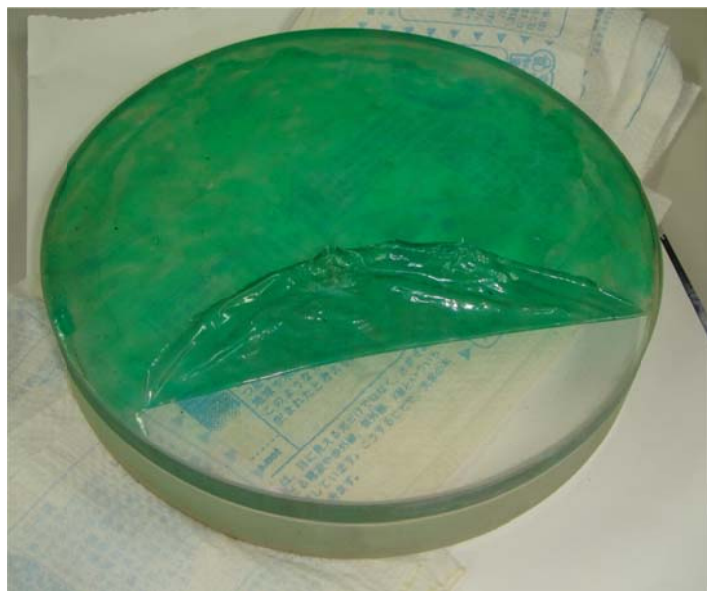


写真 9

“マスキングゾ
ル改” (商品名) という、乾燥硬化型(溶液が乾燥後皮膜状となる)の液剤を利用したものである(写真 9)。広い範囲では塗料に分類されるこの溶液は、微量の有機溶剤は含むものの、基本的には水溶性で、引火性はなく使用しやすいことから中島は多用しているものである。液状では緑色系で不透明であるが、乾燥後の皮膜化では色調はほぼ同じでありながら、透明感が現れることが特徴で、皮膜化状態の判断が付けやすいことも多用理由の一つである。この液剤はガラス製容器入れられ、蓋の内側には刷毛が内蔵されており、実際の作業においてはその刷毛で液をレンズ面に置くように、できるだけ擦らずに塗れば、後は皮膜化を確認し、剥がすだけである。第一面にはこの作業は 3 回連続して行われ、3 回目の塗布液が乾燥し皮膜化後、皮膜をレンズ面保護として剥がさずに、レンズ全体を反転し(ひっくり返して)、最終面の清掃を同様に 2 回連続して行った。

○ レンズ面清掃作業の実際

レンズが単体化したことで、清掃作業上では進捗が期待できるものであるが、結果からいってもその通りであった。

レンズ面の清掃作業も分解引き続き中島が主務であった。中島はコーティングの行われていない面に自身が通常行う、剥離法と呼ぶ方式で、レンズ面に存在している塵埃を除去した。これは市販されているプラモデルの塗装に使われる“マスキングゾ

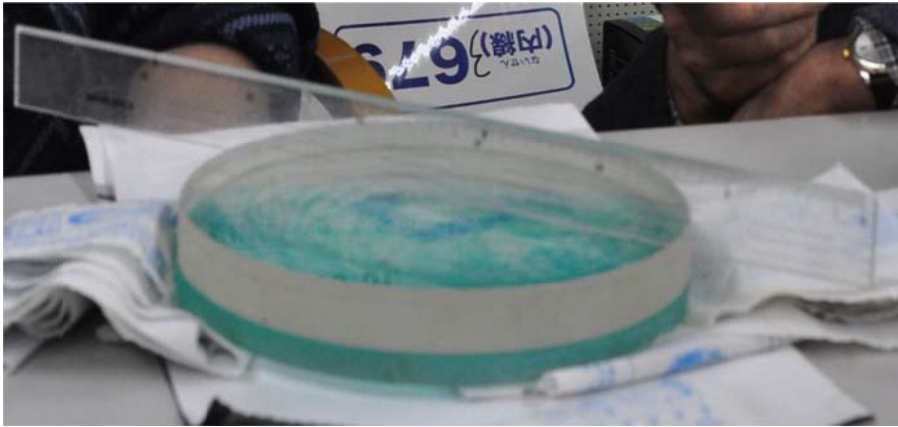


写真 10

この定規はレンズ面で立ったままであった。この状態で中央部を観察しても隙間の存在は確認できなかったことから、最終面は平面であることが確認でき、反射光からもかなり平面性が良好であることが判断できた（写真 10）。

この後、アルコールを浸潤させた柔軟な紙によってレンズ拭きを 2 回繰り返し、最終面の清掃は完了した。その際、高音の摩擦音が発生し、またレンズ面を紙で直にさわった感触から、レンズ面の研磨が極めて滑らかであるとの印象を中島は持った。

そしてもう一度レンズ全体を反転させ清浄な紙の

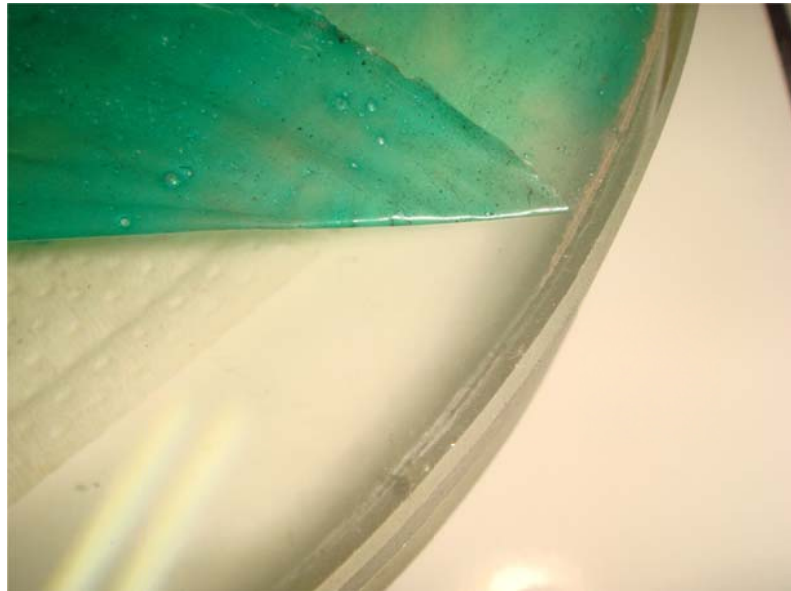


写真 11

上に安置した上、第一面の皮膜を除去後、同様のレンズ拭き作業を行った。この際にも摩擦音の発生が起きており、最終面同様の滑らかな研磨面であることを中島は感じた。

○ レンズ面清掃後に判断できたこと

清掃作業によってレンズ面の透過度は大きく向上したことから、最終面を下にした状態のまま再度レンズ面越し(第一面から)に観察を行った。また清掃を行った面自体の観察も行った。第一面、最終面ともレンズ表面の研磨状況は艶が良く、またレンズ面の欠けは最終面に一箇所だけであることが確認できた。最終面に存在する欠けは極めて小さく、レンズ枠金物で隠されてしまうため、実用上の影響は全くない。

傷については第一面の周辺近くに断続的で円周状に続くものがある（写真 11）。これは加工時に付いたものではなく、レンズを取めたままで、セル受け金物を分離せずに全体が重

最終面の皮膜を剥離後、面の曲率(カーブ)の状態を確認するため、手近にあった厚さ 2mm、長さ 30cm のほどの樹脂製直線定規を当て見たところ、手放しでも

たいまま反転状態で置いたことから、レンズ押え環金物がレンズ面に強く押し付けられたことによって生じたものであることが、傷の痕跡の位置とレンズ押え環金物内径から判断できる。第二面と第三面間には幾つか塵埃の混入が認められる。第四面には斑点状の淡い痕跡が幾つかあるが、形状などから黴の発生痕であると思われる。他の面に同様の痕跡は無いように伺えた。

第二面と第三面に関しては、清掃前からレンズ間に間隔を保持するための間隔環、あるいはレンズ箔(通常は錫箔)らしきものは見えなかったが、清掃後、何も無いことが確定できた。また第二面と第三面で通常は発生するニュートンリングも見つけられなかった。そのため中島はこの両面はオプチカルコンタクトされているものと即断しそうになったが、第一面越しに見える天井の蛍光灯の反射像から判るレンズ面の数は4面であることは、コバの状況も含めて確実である(写真12)。

現状で両レンズは円周状に極めて細い範囲(直径方向)で密着しているものとの結論となった。この状態では中心でのレンズ間隔は数ミリといった実量であり、レンズ箔に類するものも無く、また最終面が平面ということも考え合わせれば、極めて特殊な構成であると断言せざるを得ない。仮定に基くものであるが、適切なテストによってこのレンズが現状で天体望遠鏡の対物レンズということが確定された場合、光線追跡という光学理論に基づく工業的手法によらずに作られたもの



写真 12

である可能性が極めて高い。工業的手法によって量産される口径が20cmクラスのレンズでは、ブラウンフォーフェル(ブラウンホーファー)が発案した、軸上球面収差最小、適切な条件下での色収差最良補正、視野周辺部のコマ収差実用上の最小という諸条件を勘案すれば、レンズ面は2枚レンズ構成の場合、それぞれ異なる上、最終面は平面となることは、例としてほとんど無い。

そのようなこともあって、このレンズの第二面と第三面の曲率の確認は必須であった。そのため、レンズ清掃作業中にレンズが分離できないか、ある程度中島は実験的に横方へ力をくわえてみたが、分離することはなかった。この状態から想像できることは、おそらくレンズ同士が作る隙間内は外部より低圧状態にあり、大気圧によってレンズ同士は加圧されて固着した状況になっているということである。この状態は極めて不安定であること

は想像に難くなく、レンズの分離作業で隠されている第二面と第三面の曲率は判断できるようになることは確かであるものの、この状況を変化させ接触状態を変えたとき、それによってレンズ自体を破損する可能性は捨てきれない。そのようなリスクを犯してまで曲率を確認しても、そのことと現状で判ることだけでは、レンズ製作者の特定には直接至らないこともまた確かである。したがって今回、レンズの分離作業は見合わせることで三者の意見は一致した。

レンズの素材ガラスについて、中島は第一レンズの極めて機微な着色(帯色)を作業中、指摘した。これは第二レンズとの比較で判断できることである。この点から言えばガラスはドイツのショット社の精良品というランクではないことは確実である。

以上の記述したことから考えるべきは、実際に天体像を試みる必要性が強くなったことである。レンズ面の一応の清掃も完了したことからいえば、ともかく実際に天体像を見た上での結像性能の判断が可能となり、レンズ自体の性能に基く価値が決められることだけは確かとなったことである。

○ 各種金属部品から判ること

レンズを収めたレンズ枠(レンズセル)金物は真鍮製で、側面 3 箇所 120 度間隔には長円形に開けられた孔があり、レンズ押さえ環金物と関連して多少は押え圧の調整ができる構造である。レンズ押さえ環金物はレンズ枠金物と同材質で、前側からレンズを押え、側面には 3 箇所 120 度間隔で、レンズ枠金物側面 3 箇所の長円孔(写真 13)を貫通してビス止めするためのネジ孔がある。

写真 13

レンズ枠金物と押え環金物には位置合わせのため、＝のような刻印(おそらく打刻印)が相対する位置にそれぞれ一箇所ずつある。なお、レンズをレンズ枠金物に正規の状態で収めたとき、長円孔とレンズ押さえ環金物の止めビスの頭の位置関係から、レンズ押さえ環金物はレンズを直接押す構造で、スベ



ーサーのようなものは元々なかったことも判定できた。レンズとそれを収めるレンズ枠間のクリアランスの設定は良好であり、レンズ枠金物からレンズの取り出し、収納でも特に問題は起きなかった。レンズ押さえ環金物の取り外しでは最初、レンズ枠金物とレンズ押さえ環金物間に塵埃が詰まり、分解箇所確定が行いにくかったが、周囲清掃後に行った分解、挿入では問題ない精度で加工されていることが感知できた。レンズ枠金物とレンズ押さえ環金物に加工されたローレット（写真 13）はフード隠される部分ではあるが、仕上げの程度が特に良好である。また各部分の仕上がりもレンズ枠の特定の一箇所除き良好であった。この特定箇所はレンズ枠下端外周部に旋削されたネジ部分で、ネジは山の形状からインチネジということが即断できるが、ねじ山自体には細かい浪打が見られ、一見、不適切な切削と思われる。特に野地はこの加工に苦言を呈した。片や中島はレンズ枠からレンズを取り出した状態で、レンズ組み込みのための確認作業中、それまで固着状態だったネジが容易に動くことに気が付き、分解していた。このことから、ネジ部の浪打状態には加重状態での緩みとめが考慮された加工の可能性を考えた。

そのレンズ枠金物が挟み込まれているのが枠受け金物で、鉄製である。各部分の厚みが十分あって強度には全く問題はないものの、自重は重い。また鉄材であるため、全体に発錆があるものの、イコールマークの合わせ印の存在は確認できた。フードも含め光学的に必要な箇所には艶消し黒色塗料が塗られている。また外部は元々、黒色であったがその後、特に厚く灰色塗料が塗られており、塗料が剥離脱落していることからベースの色と、その後の塗色との関係が伺える。なお、真鍮部品には化学的黒色加工（黒付け）が塗装前に行われていた。

○ まとめ

コバに記載された情報からレンズの製作者を確定する目論見は、結局、有力な情報がなく、出来なかった。一方、レンズが取り出せたことから、実用状況まで清掃できたことは大きな進歩と考えられる。また、そのレンズ曲率、構成、あるいは面の研磨状態など、工業的に製作されたものとは大いに異なる、極めて特異なレンズであることもまた以上、記述したとおりである。さらにレンズの有口径がほとんど類のない、いわば半端な数値であることもそれに加えておくべきである。以上のことから中島はあくまで個人的な感想意見ではあるが、極めて高い確率でこのレンズは中桐が想定したとおり、中村要が射場保明のため製作したものと考えられるとの結論に達した。これを打ち消すような事実は、今回詳細に検討したレンズおよびその関連分からは感知できなかった。

以上、今回の作業に関して、諸般の事実を列記し、それに基く結論を記述した。以上の文章は 2014 年 1 月 12 日と 14 日の両日に中島隆が作成したものである。

これらアーカイブ新聞の記事にお気づきのことがあれば、編集者中桐にご連絡いただければ幸いです。中桐のメールアドレスは、arcnaoj@pub.mtk.nao.ac.jp