

東京瓦斯電気工業株式會社製のプリズム双眼鏡について

西城 恵一・中島 隆

国立科学博物館理工学研究部 〒169-0073 東京都新宿区百人町3-23-1

Prism Binoculars Made by Tokyo Gas and Electric Corporation

Keiichi SAJO and Takashi NAKAJIMA

Department of Science and Engineering, National Museum of Nature and Science,
3-23-1 Hyakunin-cho, Shinjuku-ku, Tokyo 169-0073, Japan

Abstract A newly acquired prism binoculars is confirmed a product made by Optical factory of Tokyo Gas and Electric Corporation from the mark printed on the binoculars. The optical factory of Tokyo Gas and Electric Corporation is established and started in Taisyo 7 (1918) as second optical company according to the national military policy. But actual products of this company are not clear by now. After detailed study of the binoculars and comparison with two binoculars made at that time, one by Fujii Optical Works, which is a predecessor of Nippon Kougaku Kogyo, a first optical company founded to the national policy, and the other is made by Nippon Kougaku Kogyo, we can found technical characteristics of Takabayashi Optical Factory, a predecessor of The optical factory of Tokyo Gas and Electric Corporation. Genealogy of optical technology at that time is also given in this paper.

Key words: binoculars, domestic product, technical background, optical industry

1. はじめに

第一次世界大戦の勃発と連合国側へのわが国の参戦は、わが国に原料の光学ガラスから光学製品（光学兵器を中心とする）までが生産できる、総合光学企業である日本光学工業株式会社の設立を促すことになるが、それは海軍首脳部の強い意向が反映したものであり、第一国策光学企業の誕生であった¹⁾。

設立当初、日本光学工業株式会社（以下、日本光学）の光学技術の出発点となったのは吸収合併した合資会社藤井レンズ製造所であり、合資会社藤井レンズ製造所（以下、藤井レンズ）の双眼鏡・望遠鏡類は第一次世界大戦勃発以降、連合国側の英、露、仏、豪諸国（米国参戦後は米国にも）にその性能が評価されたことから、まとまった量が輸出され、日本光学設立後もこれらの製品群は順調な販売が続いていたが、当時の日本海軍首脳部が期待していた、軍備拡張計画の艦艇に搭

載すべき測距儀、潜望鏡の日本光学での国産化は遅々として進まず、遂に海軍内部には光学兵器の技術向上に第二国策光学企業を設立し、競争原理を導入することで局面を打開しようとする動きが現れることとなった²⁾。

その対象となったのが東京瓦斯電気工業株式会社である。それまで同社は光学とは全く接点が無かったことから、既存の光学工場である高林製作所を買収し、レンズ、プリズムなどの研磨技術を吸収、また光学設計技術を持つ海軍技術者など、外部の技術者を招聘して、測距儀の試作を開始したのであった³⁾。

しかし、測距儀は完成し海軍が購入したものの、大戦後の軍縮によって追加発注もなくなったことから、東京瓦斯電気工業株式會社（以下、瓦斯電）の光学産業参入は中途で頓挫し、瓦斯電光学工場は短期間の操業で閉鎖されたため、瓦斯電製の光学機器についての資料は非常に乏しいものであった。

これまで入手できた文献資料から、瓦斯電の光学技術の母体である高林製作所では光学仕様は不明であるが、プリズム双眼鏡が製造され⁴⁾、また瓦斯電の光学工場でも口径だけは判るものの、形式不明の双眼鏡が製造されていたという⁵⁾、極めて断片的なことだけは判明していた。

筆者の一人である中島は以前、市場から瓦斯電製の双眼鏡と疑われるものを入手していたが、この双眼鏡が瓦斯電製であることを確定できる情報を入手したことにより、双眼鏡の確定が行えただけでなく、これまで知りえた極めてわずかな事実と双眼鏡に表示された文字情報をあわせてことで、瓦斯電の双眼鏡の全体像の一端が見え始めてきたものであった。

さらに瓦斯電製の双眼鏡が確定できたことで、これまで全く製造時期等に関して判断ができなかった、別の複数の双眼鏡の技術系統もいくらかは判明した。

本稿では瓦斯電・日本光学両社の光学技術の系統の違いを対照しながら、瓦斯電の双眼鏡の光学的特質を、光学的技術系統を異にする日本光学製の同様の光学仕様の双眼鏡と比較検討する。

2. 複数の国策光学企業の出現の時代的背景

第二次世界大戦終結前、わが国の光学産業はほとんどが軍需に依存しており、第一次世界大戦を契機として、光学産業の発展過程には大きく軍部の意向が介在していた。日本海軍内部の意向によって世界的にも例が少ない、原料の光学ガラスから製品までの一貫生産が可能な総合的光学企業である日本光学が、三菱財閥の資本により誕生したのは、第一次世界大戦中の大正6年である。日本光学は、日露戦争以降の度重なる海防計画の変更を経て、当時計画策定が完了した、戦艦8隻巡洋戦艦8隻を中核とする海軍軍備増強計画「八八艦隊案」で建造される艦艇に搭載される光学兵器を、その原料も含めて完全国産化するために設立された。

搭載される光学兵器の中で最も重要とされたものが、艦載砲煩兵器の射撃の基準となる、目標までの距離測定に使用される測距儀と、射撃諸元を機械的に計算する射撃方位盤であり、次に重要だったものが海中の潜水艦の艦内から海面上を観察するため使用される潜望鏡である⁶⁾。そのことを端的に示したのが第一次大戦中に行われた英独

艦艇間の戦闘であるユトランド沖海戦で、大きく数で劣るドイツ艦隊は優勢な英艦隊に対し、性能で勝る測距儀などの光学兵器を搭載していたことで互角以上の戦闘能力を発揮した⁷⁾。またこの戦闘では新兵器であった潜水艦についても、ドイツ海軍が大きな戦果を挙げ得たのは、潜水艦自体の優秀性だけでなく、潜望鏡の優秀さによるものでもあった⁸⁾。

第一次世界大戦では光学技術の最先端国であるドイツとわが国が戦争状態となったことで、優秀なドイツ製光学機械の輸入が停止しただけでなく、光学機械の最重要素材であり、世界市場でも最高級品質と認知されているドイツのショット社製ガラス（生産地名を付しイェナガラスとも称される）の入荷も途絶した⁹⁾。

こうした世界的政治・軍事情勢を背景に設立された日本光学は直ちに操業を開始したが、製品の製造が順調に推移したのは、当初、新会社の光学技術の根幹となった、合併した藤井レンズから生産が継続されていた双眼鏡類（ガリレオ式も含め）、照準用望遠鏡類であり、好調な出荷が続き売り上げで会社の経営の根幹となっていた¹⁰⁾。しかし最重要品の測距儀に関しては操業開始後数年間、試作された測距儀の性能は海軍の期待に応えられず、海軍納入の検査試験に容易に合格することがなく、また潜望鏡の技術の状況も同様で海軍の要求を満たすことは無かった¹¹⁾。

翌大正7年、海軍高級幹部の中の一部（日本光学設立に動いたのとは別なグループ）は停滞する日本光学の測距儀製作の状況に号を煮やし、光学技術を短時間で発展させ、国産の高性能の測距儀の出現を促すため、競争原理に基づき新たに充実した資本、技術で、十分日本光学に対抗できる第二の国策光学企業の説立に動いた。具体的な設立の手順としては、既存の光学工場を大手の機械メーカーへ吸収する方式が採られた。幾多の企業経営者への慫慂の結果、明治43年操業の重機械メーカーで、軍用品の生産でも実績があった瓦斯電（社長 松方五郎）が、既存のメガネを中心としたレンズ類のメーカーである高林製作所を買収し、その光学技術を取り込み、日本光学とは異なり専業ではないものの、第二の国策光学企業となった。瓦斯電の光学工場は当初、本郷区向ヶ丘弥生町三（現、文京区弥生）の高林製作所がそのまま使用された¹³⁾。

3. 黎明期から国策光学企業設立時までの 光学技術の系譜

3.1 朝倉～高林系

明治6年ウィーンで開催された万博参加を機にウィーンに派遣され、ヨーロッパ流の最新式眼鏡レンズ製造法を伝習し、当時の最新技術と新式研磨機を持ち帰った朝倉松五郎から始まり、弟子である高林銀太郎が大きく発展させるのが、「朝倉～高林系」と称すべき、江戸期からの奉公・徒弟制度が色濃く存在している技術系統である。この系統はまた、個人的な関係性が強固に現れる。

江戸四谷伝馬町（現、新宿区四谷）の玉屋小間物店朝倉家の養子である松五郎は幼少期、珠磨き職の他家で奉公、修業したことから、朝倉家伝来の家業である小間物商に加え、珠磨き職も明治維新前から併営していたが、維新後には神祇官祭事用の玉石加工品の取り扱いで宮内省御用達に指定されていた¹⁴⁾。

海外研修派遣に松五郎が選抜される要因には、宮内省御用達となっていたことが大きかったといわれている¹⁵⁾。松五郎の外国研修出発の前年、10歳であった高林銀太郎が玉屋小間物店で奉公をはじめ始めるが、松五郎の外国出発前には既に、銀太郎は若年ながらもよく働き、機転も利くことから可愛がられ、松五郎が外国渡航中で店主不在となっていた玉屋では、若年の使用人ではあっても重用もされていて貴重な人材であったという¹⁶⁾。

明治7年、半年間の伝習を終え帰国した朝倉松五郎は家業を眼鏡店に改め、伝習した技術を「玉工伝習録」として記述、持ち帰って麹町区山下町（現、千代田区内幸町一丁目）の内務省博物局内に据え付けられた、官有の機械である最新式研磨機でレンズ製造の研究を開始するものの、明治9年卒中により突然逝去してしまう。最新式のレンズ製造技術に強い興味を持っていた高林銀太郎は、松五郎在世中から博物局に出向き、レンズ製造の研究を独自にも行っていた。奉公先の主人の突然の逝去という重大事態に、若干14歳ながら朝倉眼鏡店の運営に加わり、明治11年頃には世間で故朝倉松五郎の代人とまで認知されるに至っていた¹⁷⁾。明治15年、松五郎から直接最新式の研磨技術の伝承を受けていた、工場の先輩職工2名が暇を取ると、代わって製造現場も取り仕切って、掛けめがねレンズの製造と店舗経営の両面で、実質的に松五郎亡き後の朝倉眼鏡店を支え、切り盛り

することとなった¹⁸⁾。従って、高林銀太郎の技術は朝倉が伝えた技術そのままではなく、その技術を基礎としながらも、独自の工夫、改良が加えられている。これは後年独立後の高林製作所が高い技術的評価を得ていたゆえんである。明治19年には、それまでは全く輸入に頼っていた非球面度の強い乱視用レンズ（シリンドルレンズ）の初めての工業的国産化と、専用研磨機の製作に成功し、国内めがねレンズ製造業者間では、新技術の開発者としての評価を受けている¹⁹⁾。またその前には、農商務省の藤島常興技師（ウィーン万博に朝倉と同行、精密機械伝習担当者）の依頼により、養蚕用に必要とされる500倍まで拡大できる顕微鏡の試作を行っていたが、これは成功しなかった²⁰⁾。

高林は明治21年には朝倉眼鏡店を離れ、東京四谷信濃町（新宿区）に自身の新工場を開設し、同時に松五郎が国内にもたらした研磨機を基にして独自に新式のレンズ研磨機を自製し、工場の体制を整えようとする。しかし翌年、在京の老舗大手眼鏡店数店の意向を受けこの工場は閉所し、大手眼鏡店から合同拠出された資金で東京府下滝野川（現、北区滝野川）に設立されたメガネレンズ製造工場、合資会社眼鏡社に技師長格で迎えられた²¹⁾。ところが明治25年、同社は運営がうまく行かず解散となり、高林銀太郎はより高級なメガネレンズと、さらにそれ以上の機械類として高級な光学機器の製造を企図して、本郷区向ヶ丘弥生町三番地に新工場を開設し、高林製作所が誕生する²²⁾。その後はレンズ溶着法による多焦点メガネレンズの製造、平板ガラスの熱処理によるメニスカスレンズ製造法の開発に成功し、またレンズ研磨機の動力源を石油からガスへ変更するといった機械設備の改良も行っている²³⁾。

明治末期には工場の技術進歩のためドイツから著名メーカーの一流のレンズ工作機械類、光学測定器など各種の機材を輸入するばかりでなく、人材の募集、育成にも意を用い、当時の社会環境、企業規模からすれば珍しく、理系の大学新卒者複数の採用も行っていた²⁴⁾。

高林製作所の製品についての記録は少なく、双眼鏡に関しては第一次世界大戦勃発後、窓ガラスと同質の青板ガラスと通称される、鉄イオンを含むケイ酸ソーダガラスを加工したプリズムを使った双眼鏡を、わが国と同じ連合国側であった帝政ロシアに輸出していたことを示す、断片的な情報が残されているだけである²⁵⁾。これは光学ガラス

が国内で枯渇したことの一つの表れであると考えられるが、反面、高林製作所には多くの素材のストックがあり、ドイツからの輸入途絶にも十分対応できたとの記録があることから²⁶⁾、出来るだけ代用品を使い手持ち原料の温存をはかったものか、あるいは双眼鏡自体の品位が軍用といった高級品を志向したものでなかったことも考えられる。

最盛時、工場の人員規模（工具のみで）は150名以上に達しており、現存する資料からは時期は異なるものの、東京小石川（現、文京区小石川）の陸軍東京砲兵工廠精機製造所光学工場、同業他社へなど、複数の人材移動、独立自営が記録されている。工場が買収される大正7年までは結果的に、レンズ類の製造業界（以下に記述する藤井レンズ製造所を除く）への、レンズ研磨技術を保有する人材の供給源としての役割も果たしていた²⁷⁾。

わが国でのプリズム双眼鏡の生産は明治42年、陸軍東京砲兵工廠精機製造所光学工場（以下、砲兵工廠）製の「森式双眼鏡」6倍23.5mmに始まる²⁸⁾。そのレンズ、プリズムなどへのガラス加工の光学研磨技術の現代化は、度重なる砲兵工廠技術者（職能としての工具）の海外派遣による技術習得で現代化は行われていたが、ガラス加工の基本的技術のほとんどは高林製作所に発するといえる。

3.2 藤井レンズ系

「朝倉～高林系」と対照的な存在が藤井龍蔵・光蔵兄弟が経営していた藤井レンズの技術系統である。

蔵前高等工業学校出身で海軍技師であった藤井龍蔵は、海軍在職中から光学機械に強い関心を持ち、イギリス、ドイツなどのヨーロッパ出張に際しては公務遂行の傍ら、光学理論、光学作業実務などに関する文献書籍の収集を行い、イギリスでは同国製として初めて完成したばかりの双眼鏡を入手し、高級光学機器の国産化を図ろうとしていた。

明治41年、海軍を退官した龍蔵は、東京帝国大学工科応用化学科出身で愛知セメント取締役でもあった弟の光蔵の協力のもと、東京市麻布区龍土町（現、港区六本木7丁目）に試験的にレンズ研磨工場を開設、翌年、芝区三田豊岡町（現、港区三田5丁目）に本格的工場を建築移転し、合資会社藤井レンズ製造所を設立、操業を開始した²⁹⁾。当初、工場の技術進歩の意味も含め、陸軍の光学兵器の補修作業などを行っていたが、研磨

作業実務を獲得するまでには至っておらず、実務は牛込（現、新宿区）の加藤嘉吉工場に外注していた³⁰⁾。光学技術では、ドイツの光学技術関係雑誌などの情報で独学研究を重ね、ドイツ流の研磨技術を習得したことにより、研磨作業の社内化に成功した。また同時に光学設計技術（レンズの光学設計）も習得し、ドイツから最新式の研磨機や光学測定器、塗料、塗装機材を輸入して製品の品質の向上を目指した。明治44年には待望の高級光学機械として“ビクトル号”双眼鏡8倍20mmを完成した³¹⁾。

藤井レンズ製造所の技術は、先ず藤井龍蔵自身が作業を行ったうえで技術を習得し、それを直接、作業を行う研磨作業未経験の職工に伝授した。工場技術者の募集でも旧来の技術を保持した人物は全く採用していないのは、旧来の技術に限界があると藤井が強く意識していたためであった。

その後双眼鏡の機種を増加させ、機械構造もドイツ流の水密構造としたことで軍用双眼鏡としての方途が確立し、わが国陸海軍だけでなく、第一次世界大戦開戦の結果、双眼鏡の欠乏に悩む連合軍側軍隊への輸出が開始されているが、納入に際しては各国から係官が来日し検査が行われ、軍用基準に合格している。これは国産光学機械が性能を認識されて輸出された最初の事例であって、わが国の光学産業史にとって特筆すべき出来事である。輸出に当たって最も効果的であった出来事は、検査用として英国陸軍に提出された双眼鏡が高い評価を受け、連合軍隊用の軍用双眼鏡の輸出の見返りとして、それまでドイツ製に依存していたため枯渇した光学ガラス（仏・英製）の入手が可能になったことである³²⁾。

藤井レンズの双眼鏡は、製造を開始した明治44年から大正6年末日に日本光学に吸収されるまでの比較的短い期間に、口径、倍率、の相違だけでなく、合焦機構の差異などにより、多くの機種が出現している。光学仕様が異なる双眼鏡が容易に開発できたのは、対物レンズと接眼レンズの収差補正をそれぞれ単独で行ったことで、その組み合わせによって新機種が生み出したことが大きな要因であった³³⁾。

順調に双眼鏡類の販売が伸長したことで、工場規模は拡大し、人員も増加して、日本光学設立時には従業員総数は150名に達しており、女子工具も少なからず存在していた³⁴⁾。

藤井レンズの光学ガラス部品の製造技術、海軍

部内での光学設計技術が進んでくると、より高級な光学機器で兵器装備の要である測距儀の光学部品の製造が海軍から藤井レンズに下命され、機械部品は海軍用計器で実績のあった、合資会社東京計器製作所が製作し、国産の艦艇搭載用測距儀の試作が両社協同で開始されることになる。これが日本光学設立への準備段階であった³⁵⁾。

藤井レンズは日本光学に吸収され消滅したが、技術系譜では直系にあたる、藤井レンズ出身者によって設立された井上光学工業合資会社（後、井上光学工業株式会社）では、藤井レンズと同様の光学仕様、外観を持った製品が、その後も長く昭和初期まで継続生産されていた³⁶⁾。

4. 確定できた瓦斯電製の双眼鏡の概要と推定可能な事柄

これまでに知りえた瓦斯電製の双眼鏡に関する情報は、昭和3年の天文雑誌「天界」No. 105誌上に掲載された記事が唯一のものであった。その記事は、当時京都帝国大学理学部宇宙物理学教室中村要助手の研磨による口径15センチの対物レンズを装備した、本格的なドイツ式赤道儀架台の屈折式天体望遠鏡の製作の経緯を記録したものである。その中で、天体の搜索用に使われるファインダーに、市場に流出している旧瓦斯電の廃止された光学工場で作られた、双眼鏡用の口径40mmのレンズが使われたと記録されている³⁷⁾。

筆者の一人である中島は数年前、市場で外観形状が双眼鏡としては古い形態を持ち、光学仕様の表示も古い双眼鏡によく見られる、倍率を示す×8

とだけ彫刻されている双眼鏡を入手した。図1・図2にこの双眼鏡を示す。倍率を示す文字表示は通例とは異なり、眼幅（無限遠視時の両眼の瞳孔間距離）間隔の数値を表示してある、通称「陣笠」と呼ばれる部品にある。

しかし、最も注目すべきは鏡体の左側カバーに彫刻された、広げられた鳥の翼を思わせるロゴマークとT.G.E.Coの文字である。本機の製造社の確定にはこのロゴマークが決定的な役割を果たし、瓦斯電製の双眼鏡と確定した。瓦斯電はその後に大きな変遷を経ているが、現在、車輛技術の後継



図2. 左右鏡体カバーに表示された文字とロゴマーク



図1. 東京瓦斯電気工業株式会社製双眼鏡 8×20



図3. 瓦斯電のロゴマーク（1917年製TGE-A型車両ボンネット先端部，野地一樹氏撮影）

会社である日野自動車株式会社の日野工場に保存されている瓦斯電製の車両には、図3のような双眼鏡と同じロゴマークがつけられている。

一方、右側鏡体カバーにはAとNo. 3の文字が彫刻されており、左側鏡体カバーの文字も含め、書体は活字体ではなく装飾性が加えられ筆記体風という特色がある。

他に特に眼を引く外観上の特色としては、対物側中心軸端に周囲に滑り止め加工を施した直径の大きな締め付けネジの頭部があり、中心軸の回転運動に抑制を与え、固定するための機構となっている。この中心軸の締め付け機構は国内外の何れのメーカーを問わず、採用していたメーカーでもやがては省略されてしまう古い機能であり、鏡体の高さ（対物側と接眼側鏡体両カバーの間隔）が口径に比べて大きいこと、接眼部の滑り止め部分の「ななこ」と呼ばれる部分の直径が小さいこともまた、双眼鏡としては技術的に古いことを現している。

瓦斯電製双眼鏡8倍機の光学仕様、秤量と外観・機構上の特色をまとめると以下のとおりである。

口径20.73 mm（実測）倍率8倍（陣笠の表示）
見掛け視野40°弱（実測）

横幅148 mm，厚さ43 mm（ともに眼幅63 mmで）高さ104 mm（視度0）重量470 g

鏡体構造：対物，接眼両側に鏡体カバーを持つ，所謂Z型鏡体

眼幅合わせ：左右鏡体から伸びる前後の腕部で構成される中心軸の回転運動による

合焦機構：左右単独回転式（ヘリコイド式）時計回転近→遠 焦点目盛なし

外装塗色：黒色艶あり

鏡体外装：黒色本革

表示文字：塗装処理と彫刻加工後に白色塗装入れ

同左鏡体カバー：ロゴマーク，社名英字略表記

同右鏡体カバー：A No. 3

同陣笠：倍率表示×8，眼幅表示線範囲56~74，長表示線と表記の数字は60と70

視度表示：接眼ななこ部，文字表示0±5，視度線表示0~±10

このように瓦斯電製と確定できた双眼鏡の口径

は20.73 mm（公称値としては21 mmである可能性もある）であり，倍率が8倍である。既述した「天界」誌上の記事にある，双眼鏡用レンズの口径が40 mmであったことと照らし合わせれば，口径に違いを持たせ，さらに倍率に差異を持たせて双眼鏡製品のシリーズ化が行われていた可能性を推測させるものである。本機の倍率は8倍であるが，大正2年には砲兵工廠で三七式双眼鏡（6×24）の国産化が行われており，また海軍では藤井レンズ製天佑6倍30 mmを採用していたこと^{38）}，そして当時双眼鏡の最大用途が軍用ということを考え合わせれば，より倍率が低い6倍機の存在は否定できない。口径40 mm機の存在を考慮すれば，本機の右鏡体カバーの表示のAの文字はシリーズ中の最小口径機種を表し，No. 3はシリーズ中の倍率8倍を規定したものと考えられる。しかも口径20 mmと口径40 mmではシリーズ化としては口径の開きが大きすぎ，その中間値を持った機種は天佑と同じになることであるから，口径30 mm機種の存在は確実に考えるべきである。陸軍用まで範囲を広げれば，三七式双眼鏡に口径を合わせた6倍の24 mmあるいは25 mm機が存在することも否定すべきではないと思われる。したがってシリーズ化機では例えばB No. 2（7×30）や，既に藤井レンズ製で海軍が多く使用していたのと同じものになるB No. 1（6×30）といった機種の存在が，少なくとも計画段階にはあったものと思われる。

以上の推定はNo. 3をシリアルナンバーと考えることから展開したものであるが，シリアルナンバーとしたとしても，複数機種の存在は確実である。瓦斯電製双眼鏡の全体像の把握には，別種・別個体の発見が待たれる。

5. 内部を含めた各種部分の構造の特色

5.1 金属部の機械的特色

本機の鏡体はアルミを主成分とする金属鋳物で，ビス類，プリズム押さえ板，中心軸とその関連部品は鉄材であり，外装の本革，見口のエボナイトを別にすれば，鏡体に取り付けられる部品類は何れも真鍮製である。

ビス類，プリズム押さえ板などの外気に触れる鉄材部品にはメッキ，塗装がおこなわれている。真鍮部品の必要箇所には，化学処理による黒染め加工が行われている。一方，アルミ鋳物の鏡体内部は全く塗装が行われていないが，そのため鋳肌の

状態、中子分割の状況、プリズム座面の切削加工の仕上げなどが判断できる。

図4に内部の様子を示す。鏡体の内部で特徴的なのは、プリズムが置かれる托板が2枚あり、プリズムは間隔を離して設置されていることから、内部が3等分されているようにも見られることである。このようにプリズムが間隔を開けて置かれているのは、口径比が大きい対物レンズが使用されている双眼鏡であるためである。この構造は当然、レンズ設計上からのことであるが、プリズム相互の間隔を大きくすることで折り返し効果を増して光路の短縮を図り、形態寸法の縮小化を考慮したからである。これも双眼鏡としては古い技術によったものの証拠である。

鏡体の端面（鏡体の機械的厚みと同じ）には数字が刻印されているが、対物側は両側とも数字は2であるが、接眼側では左側97、右側は一文字欠落（プリズム投入のための切削加工による）しており、確実な判読は無理であるが、97か63であると思われる〔図5-A～D〕。

端面全域にわたる切削加工による平面出しは行



図4. 対物側から見た内部構造 プリズム下左側に位置決めの加締め痕

われていない。対物側では対物枠部、接眼側では接眼外筒部それぞれで、ねじ込まれる部品の直径より幾分大きく加工されているだけである。未加工部分では鋳肌が内部よりずっと細いため、省略されたものと推定されるが、手作業で鏝がけ程度の加工は行われていた可能性も否定できない。細部を観察すると左側接眼部では鋳減りがあり、右鏡体接眼側では切削された平面より絶対量は小さいものの、突出した部分がある。この部分の性能への影響については後述する。

鏡体カバーの鏡体への取り付けには、丸皿頭マイナスのビスがカバーそれぞれに3本ずつ（合計12本）使われているが、ビスの頭はカバー面に対して飛び出し高さがいくらかでも少なくなるように、ネジ部分の直径に対して通常より頭径の小さいものが使われ、また鏡体カバーはそのネジの頭に対応して、皿皿状に加工されている。カバーの厚さは0.8mm強あり、プレス加工で打ち抜くと同時に周辺の折り返しが行われたものと思われる。比較的厚みがある素材からの打ち抜きであるが、周辺の折り返し部分の湾曲箇所にも皺の発生は観察されない。内側部分は黒染めされており、カバー内部からは平面度の修正が行われた痕跡はなかった。鏡体カバーの加工程度は良好である。

対物部ではレンズを取めた対物枠の外側に、さらに装飾用の飾り枠がねじ込まれており、対物側鏡体カバー固定の役も担っている。

一般的に口径20mm超クラスの双眼鏡の対物部分では、レンズ枠自体も含めて偏芯円筒状（厚さが一定範囲内で連続的に変化する）のエキセン環（偏芯環）構造を内外で二重として嵌め合わせ、最外部の枠金物（偏芯加工はされない）の内側にまた嵌め合い構造とした、ダブルエキセン環式といわれる構造になっている。この構造では内外の偏芯加工されたリングを最外部に対してそれぞれ回転させることは結果的にレンズの位置を平行移動したことになるため、左右の視線の軸を合わせられるわけであるが、本機の場合では、対物枠部は鏡体カバー押さえを兼ねた単なるねじ込みの二重構造で調整構造を持たない。

本機の左右視線の軸合わせのための調整作業は、プリズムとプリズム座面の間に薄い箔（通例は0.04mmの錫箔が多用される）を挟み、プリズムを座面に対して傾斜させることで調整を行うのである。

調整作業は対物部、接眼部は仮組み立てで鏡体



図5-A. 左鏡体接眼側の打刻印



図5-C. 左鏡体対物側の打刻印



図5-B. 右鏡体接眼側の打刻印



図5-D. 右鏡体対物側の打刻印

に取り付け、カバー未装着で行われるが、箱では重ねることで段階的にはプリズムに傾斜を与えことはできるものの、連続的な量ではないため、微調整には箱の大きさのうちプリズムの長手方向（箱の幅でプリズム押さえとほぼ同じ長さ）と直角にあたる、箱の縦の長さで調整するしかなく、熟練と手間を必要とし、生産性からは良い方式ではない。調整完了後は改めて本組み立てが行われるが、そのときには本機でも残存が確認できる防

水用の油土（粘土状）を鏡体カバーの装着時に充填し、改めて接眼部の組み立て直し、対物部を装着して本格的な最終組み立てが終了する。本機が如何なる理由でこの軸調整方式を採用したかを示す根拠は、構造上からは確認できない。

接眼側でも接眼部外筒はカバーの固定も兼ね、本体にねじ込まれているのは対物側と同様である。

左右の接眼部は6条の多条ねじによる回転運動で接眼部が伸縮して合焦する、単独調整式を採用



図6. 限度まで分解した接眼側（上・中列）と対物側（下列）の部品

しているが、この構造は水密としやすいため、軍用向きの構造である。これも本機の双眼鏡としての本来の方途を窺わすものである。

しかし本機では視野絞り部品が脱落（未装着の可能性あり）しているため、焦点目盛の有無は判断できない。

接眼部の回転に対する抜け止めは、回転運動に対する微細なピラミッド状の突起の滑り止めのローレット加工（通常、菱目と呼ばれる加工）を行った部分にねじ込まれている、視度を表示した部品によるもので、接眼外筒の端面のツバ（広がり）の直径がその内径より大きく作られていることによる。したがって接眼外筒を鏡体にねじ込む前に、視度表示金具に接眼外筒を通しておく必要があるため、視軸の調整と最終組み立てが煩雑な作業となるのである。

視度表示部品は抜けとめの役割を持つため、合焦運動の回転方向性から、通常のねじとは固定のための回転方向が反対の逆ネジである。

接眼部の6条の多条ネジは、潤滑グリスを洗浄した上で組み立て方を6通りすべて変えて組み立てても、摺動感触はほとんど差がないことから、加工精度は想定以上に良好であった。多条ねじ切り専用加工機の導入が考えられる。

対物部と接眼部の分解部品を図6に示す。

5.2 ガラス部品の特色

対物レンズは真鍮製の枠に収められ、後方よりネジ環で固定されるが、固定用のネジ環の表面処理は本体外装と同様の黒色塗装であり、艶消しではない。レンズ枠には光軸上の厚さ1.85mmで内側に遮光線加工したリングが、最初に納められて

いるが、対物レンズの焦点距離の製造誤差の吸収がここで行われたものと考えられる。

対物レンズは素材外径22.4mm、中心厚さ5.5mmの接着2枚合わせで、最終面は一見平面と思えるほど曲率が極めて大きい弱凸面である。周囲は通例のとおり黒塗り加工されているが、第一面の面取り加工幅がレンズ径に対して0.8ミリ弱あり、大きいことが特色である。工作上からは第一レンズ面と枠との間に充填される油土が確実になるようにとの配慮であろう。また第二レンズの周辺部厚さは2.8mmあることから、第一レンズが屈折率、分散とも低いクラウン系ガラスであり、第二レンズが高屈折率、高分散のフリント系ガラスと推定される。両レンズは接着されているが、気泡は無く接着加工は良好である。白紙上にレンズを置くと多少の黄色い着色があることが感じられるため、時代的にも素材的にも接着に用いられたのはバルサムと考えられる。以上のレンズ細部の寸法は右側対物レンズによるものである。なお面取りの量は左側も同量である。

接眼レンズの構成は、物体側レンズは1枚、眼側は貼り合わせられた2枚レンズで、2群3枚構成の通称ケルナー型と呼ばれる形式である。光線の通過順に最初の面と最終面は平面になっており、見掛け視野は40°弱である。物体側レンズは中央の厚さ3.5mmで、外径16.8mm、貼り合わせレンズの中央の厚さは4.5mm、面取り部分を除き有口径は4.3mmである。組み立てられたレンズ系の中央でのレンズ間距離は15.5mmであり、数値のきりが良いことから考えれば、測定器で簡単に測りやすいことを主眼として作られたものといえる。ガラス内部、接着物質（対物と同じバルサムと推定される）とも気泡は含有していない。

プリズムは対物側と接眼側で大きさにわずかな違いを持たせてあり、光路直径の減少が考慮されていて、さらに対物側では対物枠がねじ込まれるため、対物枠との接触を回避するように、直角を構成する稜線から側面に掛けて斜めに切削されている。周囲の摺りの仕上げは均質で粒度240番ほどの研磨砂による摺り加工が行われていると推定される。

プリズムで特筆すべきなのはその着色で、顕著ではないが白紙上では極めて薄い緑色を感じる。双眼鏡をじょじょに傾けながら、接眼部から射出瞳形状の変化を観察しても、全反射現象は視野最周辺でも完全であって問題はないが、対物レンズ

の口径比が大きいことを考慮すれば、恐らくプリズムの材質は光学ガラスではなく、いわゆる青板ガラスだと推定される。

プリズムは2個を直交状態に置くことによって結像は完全に180°反転するが、専用のプリズム位置角測定器(ACE OPTICAL Co. No. 38)で測定したプリズムの直交角度誤差は、右側で10'弱、左側で30'程度(方向性は逆)と差はあるが、左右単独の場合ならば現代のJIS規格でも許容範囲内である(両方では方向性が逆であり、左右合算となるため許容されない)。

6. 像 質

像質について検討は本機単独で行うだけでなく、口径、倍率が同じで、視野の広さで若干差がある、藤井レンズ製VICTOR No. 5と日本光学製EXCEL No. 5も加えて行ったが、当初、瓦斯電製双眼鏡は左右視軸の方向性に許容範囲以上の誤差があり、左右の像が重ならず、軸の調整作業が不可欠であったため、本来と同様の調整法で以下のように修正を施した。図7に本機と比較機を示す。

本機は入手時既に度重なる分解を経ていたことが、ネジの頭のつぶれ具合やプリズムの入れ違い、押さえ金具の位置誤装着などから判断できたが、左右の視軸の調整がプリズムと座面との間に箔を挿入する方式であったにも関わらず、

箔も脱落しており、軸は全く狂った状態であった。像質の確認のため、改めて0.05 mm厚の真鍮箔を用い調整を行ったが、接眼カバー未装着状態では左右の視軸は許容誤差範囲内にあるのに、カバーを装着すると軸が合致していないという状況が起こった。結局、鏡体端面のわずかな部分的突



図7. 像質を比較対照した、ほとんど同じ光学仕様の藤井製のVICTOR No. 5(左端)と日光製EXCEL No. 5(右端)

出部によってカバーが傾くのが原因であった。そのため、突出部と同じ厚さになるよう、真鍮箔(0.05 mm 2枚)を部分的に鏡体とカバー間に挿入し、接眼部がカバー無しで鏡体に固定されたのと同じ状態である、傾斜が無い本来の状態になるようにすることで、調整作業を完了したのであった。

本機の像質でまず気づくのは、やはり像に薄い緑色を加えられているように見えることである。また着色には黄色の傾向も感じられることから、レンズの接着剤であるバルサムの影響が考えられる。ただ影響がバルサム自体の色の強さなのか、バルサムの厚さなのかは判断できなかった。

着色を除けば中心領域(視野の中心から周辺部へかけての20%)は良好で、8倍機として必要とされる分解力は確保されていると思われる。低コントラストの対象ではやはり着色の影響が大きいが、見えていないわけではなく、見えにくい状態というべきである。

点光源の結像状況の変化からは、視野20%から40%の中央領域でもほとんど変化は無く、像面の湾曲が感じられ始めるのは中間領域(40%から60%)からで、以降は周辺領域(60%から80%)から最周辺領域(80%から視野環まで)へとじょじょに増えていく。視野環付近では点像だと内方コマ収差が見えるが、改めて焦点を合わせ直すと、点像が見られることから、結像の性質としては素直な性質を持つものの範疇に入っている。視野周辺でも物体の周囲に色が見える倍率色収差は実用上感じられないといえる。

直線が視野周辺で歪む歪曲収差は極めて弱い。樽型と呼ばれる状況を示す。

比較機では両機とも視野の着色は感じられない。両機の差異は視野の広さで、VICTOR No. 5が見掛け視野で4ないし5°ほど広くEXCEL No. 5は普及機としての存在と考えられる。本機の視野の広さはその中間である。点光源を藤井レンズ製と日本光学製の比較機で見た場合、藤井レンズ製VICTOR No. 5ではコマ収差は視野環付近でもほとんど感じられないが、日本光学製EXCEL No. 5機では実量として多いため見えるが、それでも本機よりは少ない。

像面の湾曲も比較機両機が本機に若干ではあるが勝っている。比較機両機とも歪曲収差は本機とは反対の糸巻き型で絶対量はそれより少ない。

3機の比較から本機を端的に評価すれば、視野の着色が無ければ中心像では比較機にそれほど劣

ることは実用上無いといえるが、視野周辺への変化は絶対量が多いことから、総合的に今一步比較機に及ばないというべきである。

以上の像質に関する事柄からは、本機の光学設計技術は未完の段階にあったものと考えられる。

ただし前述したように瓦斯電の双眼鏡には機種増加の可能性があることは否定できず、また本機が試作段階ならばその後の改良も考えられないことではないため、本機のみの実視の観察から瓦斯電の双眼鏡技術全般を評価するのは早計である。この点からも別個体、別機種の発見が待たれるのである。

7. 同形状の別個体機の存在

瓦斯電製の双眼鏡が確定できたことで、これまで全く詳細不明な双眼鏡の出自が判定できるかもしれないという可能性が新たに浮上した。光学仕様と外観形状が瓦斯電製双眼鏡とほぼ同じ別個体の双眼鏡を筆者の一人の中島は2台所有しているが、1台はSTARのブランドと×8の表示が鏡体カバーにあるものであるが、他の1台は×8と倍率のみが表示され、その他には全く製造者を特定できる情報は表示されていないものである。ただ両機ともプリズム材質が青板ガラス製であることと、その着色が瓦斯電製双眼鏡より著しいという特徴をもったものである。機械部品では瓦斯電製双眼鏡の製造技術の方が高いことが部品類の比較から判定できる。図8に本機とSTAR機を並べて示す。

すでに記述したように高林製作所では瓦斯電吸収前、青板ガラス製プリズムを用いた双眼鏡を製造していたという事実があることから、この両機とも高林製作所と考えられ、そうでないとしても強い関係を有するものと考えられる。

これまで存在が確認できた同形状の双眼鏡には



図8. 全く同じ外観のSTAR×8(右側)は光学仕様も同一

菊水の紋章を刻んだものや、ZENITHの表示があるものがある。

残念ながらこの2機種については外観を観察しただけであり、もしプリズムが青板ガラスで作られたのであれば、製造時期は大正3年8月の開戦以降である。ただいづれにしろ、現在は確定できるだけの資料の蓄積が無く、推定に留まる段階である。

光学ガラスの供給は大正8年6月に日独講和が成立すると復活している³⁹⁾。

8. 瓦斯電製双眼鏡8×A No.3の製造時期

現在、存在が確認されている瓦斯電製双眼鏡は本機1台だけで、その製造時期は外観形状がほとんど同じでプリズム素材に青板ガラスを使用した高林製作所製と思われる同一光学仕様機も存在していることから、本機の製造時期は瓦斯電光学工場の創設時と考えられる。

本機の技術水準は、高林製作所時代の光学、機械設計のまま、ガラス部品、機械部品の精度を向上させたものと思われることから、製造時期が瓦斯電光学工場創設時ということ裏付けているものである。

ただ、前述した口径40mmのレンズを装備した双眼鏡も存在していたことは窺われるから、本機は当面の技術温存のための試作機として製造されたとも考えられ、その後、光学設計の改良が計られた新製品が製造された可能性は否定できない。

瓦斯電光学部門では大正10年に本来の設立目的である測距儀の設計が完了し、直ちに組み立てに入ったが、大正12年には光学作業現場を大森工場に移していることから⁴⁰⁾、設備、人員を測距儀の完成のため全て投入したことは十分考えられることである。

したがって瓦斯電製双眼鏡は大正7年の光学工場吸収時にそれまでの製品製造を継続した形で始まり、大正12年に終了したものであろう。

9. ま と め

後年(昭和7年)今度は陸軍の意向で第二国策光学会社として東京光学機械株式会社(現、株式会社トプコン)が服部時計店の資本を背景に設立されるが、その時吸収され光学技術の母体となったのは、高林製作所出身の勝間貞治が双眼鏡類を

製造していた、大正5年創業の勝間製作所であった。また大正7年東京西巢鴨（豊島区西巢鴨）に設立された梶原熊雄経営の旭光学合資会社（後、旭光学工業株式会社 現、株式会社ペンタックス）も経営者は高林製作所の出身であった。

以上の2社は朝倉～高林系技術系譜の中でも、その後の大きな技術的發展でわが国の光学産業の中で確固たる地位を築いた大企業の例であるが、メガネレンズ製造業者には多くの朝倉～高林系の技術系譜を見出すことが出来る⁴¹⁾。

技術は時代によって進化を遂げるが、国内に光学技術が広まるには高林製作所から瓦斯電へと続く技術系譜が直接的、または間接的にその初期段階で、より高度な技術の受容母体として大きな役割を果たしたことは確実であって、今後さらにその技術系譜の調査は必要である。

瓦斯電製の双眼鏡は技術面から言えば、同時代の存在である藤井～日本光学（技術の初期段階としての）のものと比べ、外国からの先進技術導入の新しさ、時間差で格差が生じたのは当然といえることである。しかしながらその技術系譜のその時点での実証的存在であることから考えれば、わが国の光学産業の発達過程において、その存在は決して軽いものではないといえるのである。

謝 辞

本研究は文部科学省科学研究費特定領域研究、課題番号18046018の一部を用いて行われた。記して謝意を表す。

参考文献と注

- 1) 1932, 『日本光学工業株式会社二十五年史』日本光学工業株式会社55～60ページ
- 2) 1955, 『光学兵器を中心とした日本の光学工業史』光学工業史編集会編67, 68ページ
- 3) 注2)と同じ 67, 68ページ
- 4) 大坪指方, 1977, 『東京眼鏡レンズ史』103ページ
- 5) 中村 要, 1928, 「改發氏の純國産15センチ望遠

鏡」天文同好会（現、東亜天文学会）機関紙「天界」No. 105

- 6) 注2)と同じ 9～11ページ, 126, 127ページ
- 7) 注2)と同じ 3ページ, 651ページ
- 8) 注2)と同じ 174, 175ページ
- 9) 注1)と同じ 78～90ページ
- 10) 注1)と同じ 64～68ページ
- 11) 1960, 『四十年史』日本光学工業株式会社 474, 475ページ
- 12) 注2)と同じ 67, 68ページ
- 14) 注4)と同じ 28, 29ページ
- 15) 注4)と同じ 29ページ
- 16) 注4)と同じ 50ページ
- 17) 注4)と同じ 54ページ
- 18) 注4)と同じ 54ページ
- 19) 注4)と同じ 55ページ
- 20) 注4)と同じ 55ページ
- 21) 注4)と同じ 55, 56ページ
- 22) 注4)と同じ 56ページ
- 23) 注4)と同じ 56, 57ページ
- 24) 注2)と同じ 68ページ
- 25) 注4)と同じ 103ページ
- 26) 注4)と同じ 104ページ
- 27) 注4)と同じ 57, 58ページ
- 28) 西城恵一・中島 隆, 2006, 国産第一号プリズム双眼鏡の確定と技術的背景」国立科学博物館研究報告E類, Vol. 29, pp. 15–28.
- 29) 藤井龍藏, 1943. 『光學回顧録』41～46ページ
- 30) 注4)と同じ 70ページ. また, 注1)と同じ 20ページ
- 31) 注29)と同じ 41～46ページ
- 32) 注29)と同じ 246～257ページ
- 33) 注1)と同じ 435ページ
- 34) 注1)と同じ 24ページ
- 35) 注1)と同じ 3ページ
- 36) 注1)と同じ 735ページ
筆者の一人 中島の所蔵双眼鏡と調査資料：未刊
- 37) 注5)と同じ
- 38) 1914, 『プリズム双眼鏡の選択』藤井レンズ製造所
- 39) 注2)と同じ 27ページ
- 40) 注2)と同じ 68ページ
- 41) 注2)と同じ 77ページ, 81, 82ページ