

# 国産第一号プリズム双眼鏡の確定と技術的背景

西城 恵一・中島 隆

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

## Determination of First Domestic Prismatic Binoculars and its Technical Background

Keiichi SAJO and Takashi NAKAJIMA

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

**Abstract** A newly found prismatic binoculars is determined as a so-called “Mori-type” binoculars, which is the first domestic product in Japan, after detailed comparison with two binoculars certainly produced at Tokyo artilleryman arsenal at early Taisyo era and from consideration by literatures. In addition, we consider the technical background where these binoculars appeared and the influence given to the domestic optical industry at that time.

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

### 1. はじめに

双眼鏡は2本の同型の望遠鏡を平行に置いて、両眼で遠方の物体を拡大して見る器械である。双眼鏡は望遠鏡の発明(1608)後、ほど無く生まれた。発明当初の望遠鏡の光学的なレンズ構成(ガリレオ式:凸レンズの対物部と凹レンズの接眼部)とそれを2本平行に並べた双眼鏡では、そのまま結像は正立している特長はあるもの、倍率を高めていくと視野が加速度的に狭くなるということ、対物・接眼レンズ間に焦点が結ばれないために、測定用の目盛を記したガラス板を焦点位置に挿入して定量的な測定ができないという短所が存在した。その2つの短所を改善するため、接眼レンズも凸レンズの形式にあらため(ケプラー式)、凸レンズ同士を組み合わせた望遠鏡・双眼鏡の光学系では避けられない像の倒立(180°回転)を、プリズム内での光線反射を複数回行わせることで正立像になるように、プリズムを内蔵した双眼鏡がプリズム式双眼鏡(プリズム双眼鏡ともよばれる)である。

現在一般に見られるプリズム式双眼鏡(以下、

双眼鏡と略記)が工業製品として市販されたのは19世紀末である(1894.独, ツァイス社)。わが国では、日清・日露戦争で軍用として多くの双眼鏡を輸入した後、ようやく明治44年(1911)日本光学工業(現ニコン)の前身の一社である藤井レンズ製造所によって製造された双眼鏡が、一般民生品として市販されることになった。一方、下記で詳述するように、旧日本陸軍(以下、日本陸軍または陸軍という)は日露戦争時ツァイス社の双眼鏡を大量に輸入して制式採用するとともに、東京砲兵工廠に精器製造所を設け、光学兵器の修理等とともに双眼鏡の試作を行っていたことが文献により知られており、双眼鏡が一般民生品として市販される以前に、同所で陸軍内部の専用品(軍用品)として製作された可能性があった。

本論文では新たに著者の一人(中島)が市場より入手したプリズム式双眼鏡について、その機材としての特徴を、当時に製造されたことが確実な東京砲兵工廠製の双眼鏡と比較し、また文献によって検討した。その結果この双眼鏡は、国産最初のいわゆる森式とよばれる双眼鏡であることが確認された。図1にこの双眼鏡を示す。本論文で

はまた、この双眼鏡が出現した技術的系統とその後の国内光学産業に与えた影響を考察する。

## 2. 文献と東京砲兵工廠の技術系統

我が国の光学産業史、特にプリズム式双眼鏡に関連し、その国産第一号機の出現に言及した文献自体はそれほど多くなく、しかも出現時点で記録された文献資料の存在については、現在その資料の存在自体の確認も出来ない。しかし出版年が比較的新しいものでも、国産の双眼鏡の始まりとそれに関連した事項について何がしかの言及が見られ、直接的な資料ではないものの、補完的資料と捉えることが出来る文献資料を表1に示す。以下で、これらの文献について述べるときは文献資料番号を用いる。



図1 森式と同定した双眼鏡

当時、双眼鏡に最大の需要があったのは軍用目的であったが、国産最初の民生品（用途を問わず商品として誰でもが購入可能）の双眼鏡出現時期と機種の特定に関しては、文献資料No. 1により明治44年2月、合資会社藤井レンズ製造所によって製作された、ピクトル号8倍20mmと確定しても問題は無いと考えられる。文献資料の写真から図2にこの双眼鏡を示す。当時の国防にとって重要な問題であった兵器製造の外国からの独立という観点から、プリズム式双眼鏡の市販国産機の出現が旧日本海軍（以下、日本海軍または海軍という）の大きな注目を引いたことから考えれば、それまでは国産品であって一般に市販されており、購入が可能な製品が存在していなかったことは確実である。ところが一方、当時の陸軍関係者間には同じ状況を、海軍関係者ほど大きく評価する動きが見られなかったことは、後の議論の際に注目しておかなければならないことである<sup>1)</sup>。

文献資料No. 2に、日清戦争末期にドイツ駐在武官による相当数の双眼鏡の国内への持ち込みと頒布に関して、陸軍将校に双眼鏡購入希望者が続出したことが記述されている<sup>2)</sup>。

また同じ資料には、その後の日露戦争開戦に際しては、ドイツのツァイス社の正規代理店である小西本店（後、小西六写真工業）が、ツァイス社だけでなく同じドイツのゲルツ社、イギリスのロス社の双眼鏡を軍用として多量に輸入し、さらに、合名会社玉屋商店は新たにツァイス社の国内副代理店となり、多量のプリズム双眼鏡、砲隊鏡を陸軍に納入し、陸軍はこれを三七式双眼鏡、あるいは

表1 国産第1号双眼鏡関連文献

文献名（書籍の題名）	著者および発行所（者）	出版年	内容による分類	資料番号
「光学回顧録」	藤井龍蔵 日本光学工業株式会社産業報国会	昭和18年	回想録	No. 1
「光学兵器を中心とした日本の光学工業史」	同編集会	昭和30年	業界資料	No. 2
「双眼鏡と共に50年」	大木富治 光学産業新聞社	昭和39年	回想録	No. 3
「明治工業史 火兵・鉄鋼篇」	社団法人工学会、財団法人啓明会	昭和4年	産業史	No. 4
「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	昭和17年	社史	No. 5
「写真とともに百年」	小西六写真工業株式会社	昭和48年	社史	No. 6
「東京眼鏡レンズ史」	大坪指方 池谷良平出版	昭和52年	回想録	No. 7

\* 文献資料No. 3は完本としてではなく、同書の10ページから47ページまでの複写物が、資料として入手することができている。文献資料No. 6には、日露戦争当時の双眼鏡の国内需要及び供給に関する状況について言及がある。文献資料No. 7には、明治6年にウィーンで開催された万国博覧会を契機として、技術伝習の結果もたらされた近代的技法を源流とする、掛け眼鏡用レンズ研磨法の国内伝播に関して、あまり系統的ではないが紹介している。

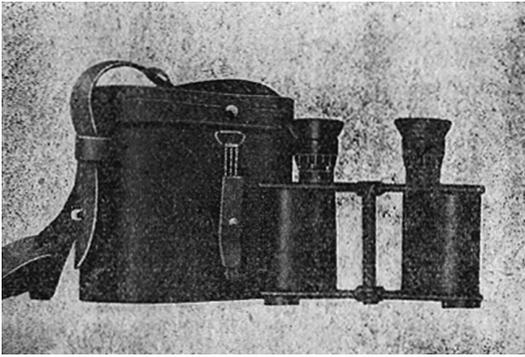


図2 藤井レンズ製造所製「ピクトル号」8倍  
20mm

は三七式砲隊鏡として制式採用していることが記されている<sup>3)</sup>。

さらにツァイス製双眼鏡を制式採用したのと同様に、小石川（現、東京都文京区後楽園一帯）にあった東京砲兵工廠には仮設ではあるものの、精器製造所が設けられている。この仮設精器製造所の目的は沿岸防備砲台用測定器として明治20年から整備が開始されたオードワール式（応式）測遠器と、明治25年から整備が開始された、より高度なブリチャリニー式（武式）測遠器の、各々の電気関連部品の製造をはじめとし、光学部品の修理と、更に一步進んで各測遠器関係部品だけでなく、比較的製造が容易と思われる既に制式化されている軍用光学機材の製造までを企図したものであった。さらに陸軍は日露戦争終結後の明治39年に至って本格的に組織を改変し、電気、光学など4つの工場群からなる精器製造所としており、光学工場としては、新たに煉瓦造り3階建ての工場施設を設け、運用を開始している<sup>4)</sup>。

この光学工場長には英国で眼鏡（旧軍用語で一般的には双眼鏡を含めて望遠鏡類を指す）製造を履修した砲兵工廠技手を任命した。また、実際の作業現場の職長には、明治6年ウィーン万博の開催に際して海外での朝倉松五郎（明治9年没）の伝習によって導入された、研磨機による最新式眼鏡レンズ製造法を、当時の徒弟制度の下で習得している人材を東京四谷の朝倉眼鏡店レンズ工場から招聘し、その実務経験に基づき必要工作機材、物資の海外からの調達などが行われている<sup>4)</sup>。東京砲兵工廠での双眼鏡製造に関しては、「明治38年、6倍プリズム双眼鏡を外国から持ち帰ったものがあり、砲兵工廠で之を研究して、双眼鏡を製

造しようと試みた。」とあり、同記述にはその後の砲兵工廠内での動きとして「大正3年頃、制式プリズム双眼鏡を試作した。」とある<sup>4)</sup>。

また同文献には日露戦争中の東京砲兵工廠精器製造所の活動について、「明治37~38年（注、日露戦争期間）の間は、一般兵器の整備に多忙を極めたため、光学兵器の修理作業は一時中止せられ、（後略）」とあるため、前出の6倍双眼鏡の試作が開始されたのは、仮に明治38年中ではあったとしても日露休戦後のこととも考えられる<sup>4)</sup>。

別の有力な文献資料No. 3には、この文献の筆者の経験として、明治44年に陸軍工科学校の生徒として東京砲兵工廠を見学した際のことが以下の通りに記述されている。

「そして翌年<sup>5)</sup>、双眼鏡を製造している精器製作所<sup>6)</sup>というところに見学に行った。当時、日本の陸軍が使用していた双眼鏡は日露戦争の末期に、ドイツ、フランス、イギリスから買入れたものを軍用に供していたもので型はいろいろであった。大体において歩兵用は六倍、砲兵は八倍と十二倍を制式として使用していたが同じ倍率でも型がいろいろでは整備がしにくい、そこで時の所員で森秀雄という砲兵大尉が「森秀雄双眼鏡」と名付けて設計した六倍二十四ミリ歩兵用という双眼鏡の試作中のものを見せて貰った。これは、英、仏、独の型のよいところだけを集めて作ったものだが、結局は寄せ集め設計によるもので試作の域を出なかった。だが暫定的に三七式双眼鏡として軍工場<sup>7)</sup>で細々ながら生産されていたようである。<sup>8)</sup>また試作を実際に行った「森秀雄」なる人物については、当時の東京砲兵工廠精器製造所光学工場に所員として森秀雄（陸軍将校、階級不明）の名が見られる<sup>9)</sup>。

以上の事柄から、日本陸軍東京砲兵工廠精器製造所光学工場で試作の域とは言ってもプリズムを内蔵した双眼鏡の生産が開始されたのは、最大幅として明治38年から44年までの間と推定され、またその倍率は6倍であり、口径は制式採用されたツァイス製双眼鏡より大きい24mmである。

さらにこの時期を確定できるのが文献資料No. 4で、「明治三十八年三月（中略）プリズム双眼鏡一部の試製に着手す。」<sup>10)</sup>、また「明治四十二年二月（中略）創めて観測所用方向鏡三七式双眼鏡発火機配電盤を製作す。」<sup>11)</sup>とあることから、日露戦争中ではあるものの、部分的あるいは部品的であっても日本国内で始めて双眼鏡の製造が企図さ

れたのは明治38年3月と断定でき、実際の製造時期は明治42年2月である。また前述した文献資料No. 2にある大正3年頃という記述とに時間差が存在することは注意しなければならない。そして具体的にその双眼鏡の特色としてあげられるのは、「すでに輸入、実用されていた英、仏、独の形のよいところだけを集めて作ったものだが、結局は寄せ集め設計によるもので、試作の域を出なかった」<sup>12)</sup>と半ば伝聞の形で記述されている。

東京砲兵工廠精器製造所の技術系統が上記で指摘したとおり、朝倉松五郎によって海外で伝習された技術を基盤としていることは確実であるが、さらに陸軍が行った各種沿岸砲台用測遠器の維持や修理技術取得のための技術系将校（砲兵科将校を主体として）または技術職員（陸軍技師、陸軍技手、あるいは職工という当時としては身分制度として下位の人まで）の海外技術習得派遣により<sup>13)</sup>、より最新でより高度な製造技術と、それに見合った検査用具、工作機械が導入されたことで、試作規模ではあっても、高い耐久性と光学性能と機能（陸軍仕様に合致したガラス板製焦点目盛板「以下、目盛板」を装着することも含めて）が求められる軍用双眼鏡の生産が可能であったことは十分考えられる。

### 3. 森式双眼鏡

#### 3.1 東京砲兵工廠製の双眼鏡

東京砲兵工廠精器製造所で試作製造が行われた双眼鏡が、戦闘の主力と当時考えられていた歩兵科将校用6倍ということは、文献資料No. 2, No. 3からも明確である。

現在、東京砲兵工廠で製造されたものと判別できる双眼鏡は、同一機種2台が確認できており、この2台の双眼鏡は外観上全くの同形である（図3）。この同形の2台の右眼側鏡体カバーには、小銃などの兵器にも表記されている明治29年制定の東京砲兵工廠の徽章（図4。三弁花状のマーク）<sup>4)</sup>があることで、東京砲兵工廠製双眼鏡と断定できる。口径と視野（実・見掛けのいずれも）の表記はないものの倍率のみが「×6」と彫刻されており（図5）、左眼側鏡体カバーに彫刻されているのはナンバー「No. XXXX」表示であって、それは800番台半ばと1700番台始めであった。このナンバーは製造時のシリアルナンバーであると推定される。またこの双眼鏡の外観形状、左右視軸の調整方式



図3 東京砲兵工廠製「三七式双眼鏡」2台

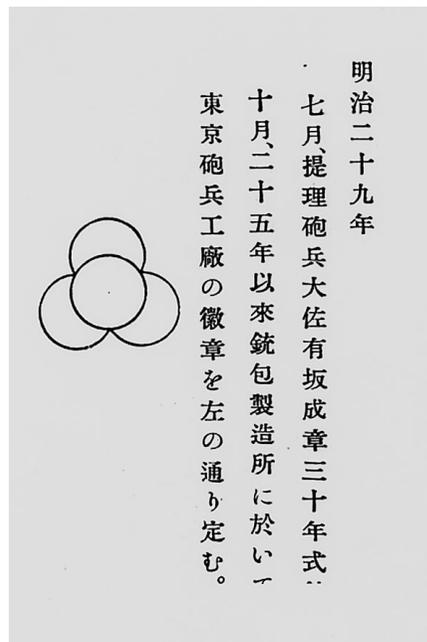


図4 東京砲兵工廠の徽章

（平行度調整のための）と中心軸の緊定構造は、明治45年に出現したツァイス製6倍24mm左右単独式焦点調節機（民生用品にはTelexの固有名があり、ドイツ軍用ではDF6×24と表示されている<sup>15)</sup>。）と酷似している。図6にこれらを並べて示す。合焦（ピント合せ）方式は防水機能を維持しやすく、軍用としては通例である、左右別々に合焦する接眼レンズ単独繰り出し式であり、光学仕様は6倍という歩兵科将校用双眼鏡に合致し、口径は24mmである。

以上の諸点から、この同一機種2台の双眼鏡は

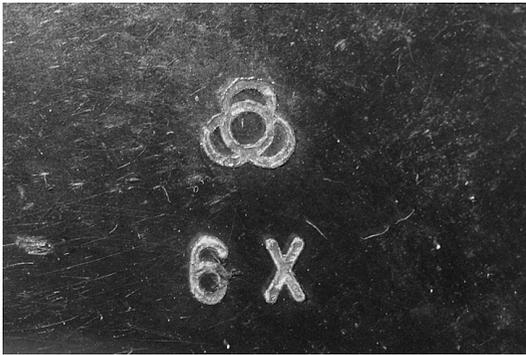


図5 双眼鏡カバーに彫刻された東京砲兵工廠の徽章と倍率



図6 東京砲兵工廠製「三七式双眼鏡」(左)とツァイス製DF6×24(右)

ツァイス製6倍24mm(軍用機種名DF6×24, 民生品機種名Telex)に範をとったものであり、明治45年に出現したツァイス製6倍双眼鏡最新型を前述のように大正3年に至って、国内の東京砲兵工廠で「三七式双眼鏡」として、最新型と同一品の生産を行ったものと思われる。

また国産化に当たっては明治37年制式化されたツァイス製「三七式双眼鏡」が、6倍18mmであったのにも拘らず、口径が大きい機材を範として製造が行われたことから、最新型双眼鏡の装備ということだけでなく、制式化については、外国製品による「三七式双眼鏡」制式化当初は倍率のみの指定であり、口径はあまり考慮されていなかったことも窺わせる。

この国内で製造された「三七式双眼鏡」の右側接眼内部には、後の大正13年に制式化され、終戦まで多くのメーカーで製造された、「三七式双眼鏡」の次世代の陸軍歩兵科将校用制式双眼鏡である、6倍24mm実視野10°弱(製造会社によって若

干異なる)の「十三年式双眼鏡」(別称は制式六倍双眼鏡、略して制六とも呼ばれる)に装着されたものと表示形式が同一の、日本陸軍の仕様に合致した表示形式の目盛板が装着されている。「十三年式双眼鏡」は倍率、口径、実視野、目盛板の仕様が規定されているが、口径24mmの双眼鏡で倍率6倍に対して実視野10°弱という広さがあったことは、当時世界的に見ても画期的である。それを別にしても、「十三年式双眼鏡」に装着された目盛板の表示形式は実視野の大きな違いに関らず、上記東京砲兵工廠製の双眼鏡と、目盛の間隔、数値表示など全く同一である。目盛が表示するのは「ミル」あるいは「密位」(みりい)と呼ばれる単位で、旧日本陸軍では円周360°を6400等分したものであり、各国陸軍(時期によっても)でそれぞれ異なるが、旧日本陸軍で用いられた分割法が最も細かい<sup>6)</sup>。以上の目盛に関する事項からは、焦点にガラス製目盛板の存在があり、その表示形式が「十三年式双眼鏡」と同様であれば、用途が日本陸軍の歩兵科将校用双眼鏡と確定するための要件となる。「十三年式双眼鏡」と東京砲兵工廠製「三七式双眼鏡」の目盛板の写真を図7a,bに示す。写真では撮影距離を同一としたため目盛板の大きさ、目盛の間隔に実寸上の違いがあるが、目盛自体の表示形式は同一であり、接眼レンズを通して実視した場合、接眼レンズで拡大された目盛は同一の大きさで見ることができる。このことから「十三年式双眼鏡」と東京砲兵工廠製「三七式双眼鏡」(以下、国産「三七式双眼鏡」)では接眼レンズの焦点距離に違いがあることが解る。また実際の目盛の刻み方(間隔)が細かい「十三年式双眼鏡」の接眼レンズの拡大率が大きいことから、接眼レンズの焦点距離は国産「三七式双眼鏡」に比べて短いことも解る。「十三年式双眼鏡」では対物レンズと接眼レンズの短焦点化が行われていて、プリズムの間隔は鏡体内部を2つに分割する座板1枚分(座面加工でさらに薄い)の厚みだけであり、接眼レンズの見掛け視野も画期的に拡大されていることから、「三七式双眼鏡」に比べてより高度な光学設計が行われたことが解り、光学技術の発達から製品開発時期の前後も判断できるものである。

東京砲兵工廠精器製造所光学工場は関東大震災によって甚大な被害をこうむることになるが、大震災以降光学工場の規模が大幅に縮小された後の一時期、製造期間、数量は多くないものの、「十

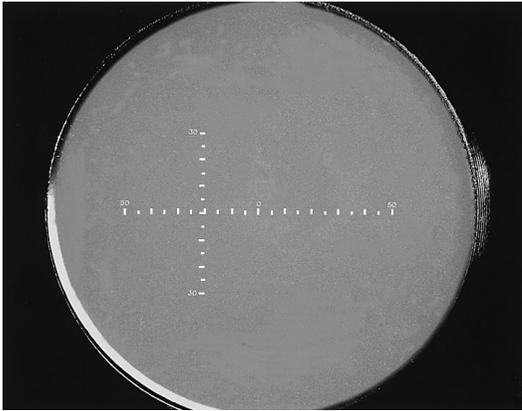


図7a 「十三年式双眼鏡」の目盛板

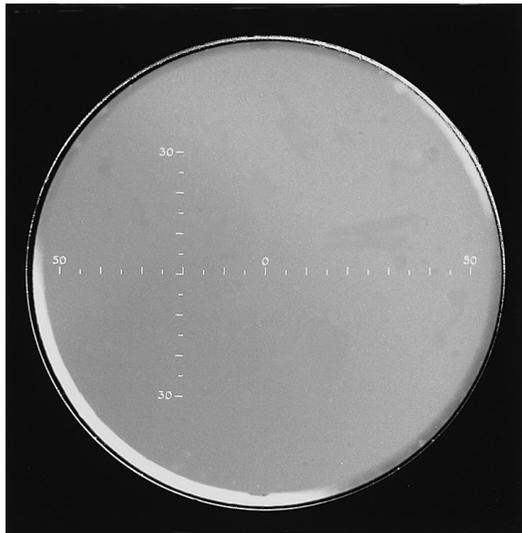


図7b 国産「三七式双眼鏡」の目盛板

三年式双眼鏡」の製造が行われていたことも文献資料No. 3には記述されている<sup>17)</sup>。

光学技術に関しては、国産「三七式双眼鏡」の接眼レンズの各面（外部から判断できる箇所）を外観から観察すると、反射によって判断できるレンズの曲率（カーブ）の比較では、ツァイス製双眼鏡（DF6×24）と国産「三七式双眼鏡」2台は、接眼部のレンズ各面の曲率が近似していることが解る。一方、対物レンズに関しては反射光から判断できるレンズの曲率は、国産「三七式双眼鏡」は2台で多少異なり、国産「三七式双眼鏡」と今回比較した機種DF6×24（DF6×24あるいはTelexの後期型にあたり、対物レンズ外枠金具の構造と

外観に、初期型との相違箇所がある）はまた異なっている。このことは国産「三七式双眼鏡」製造開始時点以降、ツァイス製品自体に変化（光学系の改良、ガラス素材の供給状況の変化といった原因で）の可能性があるが、国産「三七式双眼鏡」出現当時の東京砲兵工廠光学工場の光学系設計技術の状況判断のためには、でき得る限り初期の国産「三七式双眼鏡」と同時期のDF6×24との比較検討が必要であると思われる。この時期は第一次大戦勃発直後にあたり、ドイツからの光学ガラス輸入が途絶しているが、上述の条件での比較に於いて、レンズ曲率に肉眼で違いが解る程度の差が存在すれば、東京砲兵工廠で国内に存在する光学ガラスを使用して、独自の光学設計が行われたことの証明となるものと考えられる。大正3年には東京砲兵工廠において、東京帝国大学教授中村清二理学博士を講師として、幾何光学の講座が開設されていることは留意すべきである<sup>18)</sup>。

国産化にあたっては、当時の最新型の明治45年に出現したツァイス製双眼鏡（DF6×24）をかなり忠実に再現したものと言い得るが、明治37年当時に制式化されたツァイス製双眼鏡と同一品の生産でなかったことは、ツァイス製6倍双眼鏡の光学仕様の変化（口径の拡大、すなわち夜間性能の高度化）に対応したものと思われ、短期的には6倍18mm機（Feldstecker6）に対しては今後の部品供給の円滑化ははかれないものの、性能的に優越する機種数の増大といったことに主眼が向いていたとも考えられる。またツァイス製DF6×24の開戦時に於ける装備数がかなり進んでいた可能性も否定できない。最新型の国産化では装備の高度化と、あるいは交戦状態となって部品補給が困難となったことへの対応策といった、多くの軍事上の利点あったことが想像できる。さらに当時の最新型である機材の完全国産化は、光学機材製造技術の取得、確立という意味からも極めて有意義であったはずである。

東京砲兵工廠製の国産「三七式双眼鏡」の年間生産量、総生産量は現在のところ資料が発見できず確定できていないが、前述の事実、文献資料No. 3の記述によれば国産「三七式双眼鏡」の製造期間は、大正3年から13年までと推定できる。また文献には試作との表現が見られるが、生産台数はかなりの数に上ると考えられ、付加されたナンバーは実生産番号と見てよいはずである。

この双眼鏡（ナンバー1700番台機）の秤量は、

幅 152.5 mm (日本人成年男子の平均値である眼幅 63 mm 時), 高さ 103.0 mm (接眼レンズ最短時), 厚さ 48.0 mm (眼幅 63 mm 時) で, 重量は 478.8 g である。

### 3.2 森式双眼鏡の特定

著者の一人(中島)が最近市場から入手した双眼鏡が, その外観の特徴からきわめて古い形式のものであることから, 詳しく調査を行った。その結果, 以下に述べるように, この双眼鏡が文献資料 No. 3 にいう「森式双眼鏡」であることが確定した。

その特徴としてあげられる項目には次の諸点がある。接眼部の焦点調節方式は左右別々に行う単独式で, 外観的には接眼レンズと中心軸間の距離が短く, 少しではあるが横方向の大きさが国産「三七式双眼鏡」と比べて小さい(図8)。また対物レンズ枠先端から接眼部見口部分までの大きさ(全高)は国産「三七式双眼鏡」とほぼ同じで, 外観上比較的全高が大きい印象をあたえる。その他には本来, 明確に表示されるべき製造者と倍率, 口径, 視野(実または見掛け)といった光学仕様, シリアルナンバーが通常が表示位置である鏡体カバーに見当たらない。

最も重要な製造時期の判定素因としては, 機械構造的には中心軸緊定金具の形状寸法が小さく, その過剰緊定を解除するためにピンを差込み回転させるための穴が存在することである。本機の該当箇所設計, 工作では, ツァイス製双眼鏡「DF6×24」よりさらに古い, 同社製品の Feld-stecker6 (6 倍口径 18 mm) と同様である(図9)。この点から, 本機が前出の国産「三七式双眼鏡」に比べ, より古い形態であることは明白である。

また焦点位置には前記の国産「三七式双眼鏡」



図8 「森式双眼鏡」(左)と国産「三七式双眼鏡」(右)

と全くの同一とみなせる目盛板が装着されている(図10)が, その表示形式が数字のデザインを含めて, 国産「三七式双眼鏡」と同じである。上記の「十三年式双眼鏡」, 国産「三七式双眼鏡」と, 本機の目盛板の表示が同じであることから, 本機は陸軍歩兵科将校用双眼鏡との結論が得られる。目盛板写真は同一距離で撮影したもので, 国産「三七式双眼鏡」と寸法的にも同等である。

本機の製造者等を示す情報が表示されているのは, 左右の眼幅距離を表示する, 通称「陣笠」と呼ばれる部品にあって, その加工方法も彫刻ではなく, 小さな刻印を打って表示されている。打刻印と判断できる根拠は, 刻印を打った時に加工面に対して刻印に傾きがあったため, 文字あるいはマークの現れ方が部分的であり, 太さが一定でな



図9 「森式双眼鏡」(左)とツァイス製 Feld-stecker6×18 (右)の緊定金具

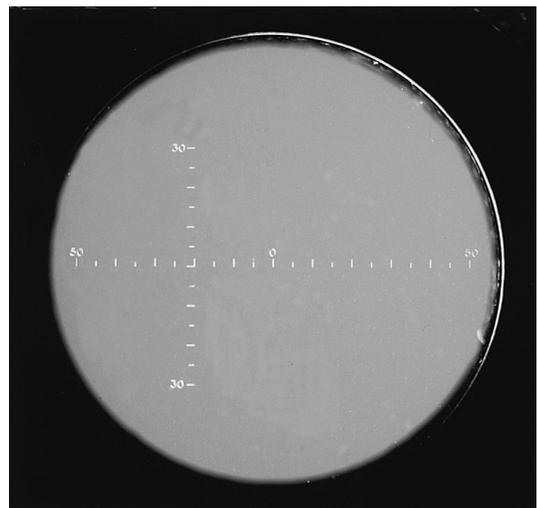


図10 「森式双眼鏡」の目盛板



図11 「森式双眼鏡」の陣笠



図12a 上部の刻印

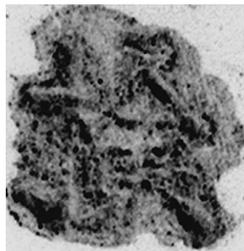


図12b 「検」の文字

いことである。打刻印は5つあり、上部1箇所、中間部2箇所、下部2箇所であるが、肉眼、あるいはルーペなどで容易に判読できるのは、中間部左の「手」と右の「中」、下部左の「検」(検の旧字体)か「検」、右の「セ」(片仮名のセ)である(図11)。上部の1箇所は腐食等もあって判読には困難をきたしたが、画像処理を行って、ほぼ判読が可能となった。その結果、この打刻印は東京砲兵工廠の徽章の刻印の上に、「検」の刻印を、少しずらした状態で傾いて(加工面に対して直角からずれて)二重打ちしたものと推定できる。画像処理後の上部のマークと「検」の文字を図12a, bに示す。

以上の諸点から本機は資料No. 3で記述されている「森式双眼鏡」と考えられ、打刻印の「手」「中」より本来の名称あるいは仮称は「手中双眼鏡」で、「セ」は精器製造所製を表し、「検」あるいは「検」の刻印があることで検査に合格した完成品と考えられる。

### 3.3 森式双眼鏡の諸元とその特色

この「森式双眼鏡」の秤量は、幅143.5mm(眼幅63mm時)、高さ106.5mm(接眼レンズ最短時)、厚さ51.5mm(眼幅63mm時)で、重量は447.5gである。

本機の外観には口径、倍率、実視野の光学仕様の表示がないため、実測した口径は23.5mm、倍率は射出瞳径の実測値で口径の実測値を除いた値から、6倍と測定できる。

実視野は約7°弱ほどで、目盛板を右側接眼内部に持ち、数字デザインなどの目盛板自体の仕上げ方は国産「三七式双眼鏡」と同一であり、実視野もほぼ同様である。

製造者、機種名称等の表示は「陣笠」への打刻印で、前記のように東京砲兵工廠精器製造所製、名称(用途としての表示も否定できない)は「手中双眼鏡」と推定される。鏡体部の外装には黒色の本革(牛革と思われる)が貼られている。

鏡体はアルミ鋳物製、衝撃を受けやすい鏡体カバー、摩擦がおこる接眼レンズ部分の摺動部品はいずれも真鍮製、その他の小部品は用途、位置などを考慮して真鍮材、アルミ材、鉄材(パネ材も含め)が使い分けられている。カバーは真鍮版をプレスにより全周折り返して打ち抜き、鏡体への装着ではカバー周囲の折り返し部分が、鏡体を包み込むように装着される。一方、当初制式化された「三七式双眼鏡」であるツァイス製Feldstecher6(6倍口径18mm)の場合、単なる平板である鏡体カバーは、鏡体端面に対しては突き当てるだけでビスによって固定されており、単純な方式である。したがって防水性確保の点からは「森式双眼鏡」のほうが後代の技術要素を持っている。

カバーを固定するビスは鉄材か真鍮材、見口はエポナイト製で、必要箇所には外装に艶のある黒色塗装、内部と部品には艶消し黒色塗装、あるいはメッキが行われている。

内部構造、特にレンズ部品で特色としてあげられることは、レンズを金物枠の固定するための加締め作業(以後、カシメ)が行われていないことである。特に接眼レンズの構造では最も眼に近いレンズを金枠にカシメることで、レンズの金枠への位置固定を確実にして水密(防水機能)の確保を容易にし、またこの加工によってレンズ周囲にはレンズ面から金物の突出部分がなくなるため、清掃作業が極めて容易になるのであるが、反面、固定作業は熟練を要し、加工失敗によってはレン



図13 接眼部の構造 「森式双眼鏡」(左)と国産「三七式双眼鏡」(右)

ズ破損も考えられるため、生産規模が小さい試作では敬遠したものと推定される。以降の製品である国産「三七式双眼鏡」では、接眼レンズの眼側レンズは専用の金枠にカシメられ、金枠はさらに接眼レンズ金物本体にねじ込まれ固定されている。接眼部を分解して比較した図13で、左が森式双眼鏡、右が国産「三七式双眼鏡」である。

また接眼部の完全な分解と検討は部品の固着があって完全には行えなかったものの、国産「三七式双眼鏡」とはかなり異なる構造を持っていることが確認できる。接眼部で視度を表示するための部品の微調整がこの構造では行えないことは確実であり、構造的には国産「三七式双眼鏡」と大いに異なる箇所である。

ガラス部品のうち、対物レンズは2種の光学的性質（屈折率、分散）の異なるガラス材からなるレンズを貼り合わせてあり1群2枚構成で通例通り、接眼レンズは物体側のレンズは1枚、眼側のレンズはやはり光学的性質の異なるガラスから作られた、2枚のレンズを貼り合せてある、2群3枚構成のレンズからなる、通称ケルナー型と呼ばれる構成である。対物・接眼ともレンズの構成自体は国産「三七式双眼鏡」と同じである。レンズの貼り合せには通常のように、バルサムが用いられているものと思われる。

プリズム部分の特色としては、プリズム台座になる座板が内部に2枚あって、鏡体内部は三層構造になっており、プリズムは間隔を空けて方向性を直角にして向かい合わせの形で置かれている状態である。この形態は国産「三七式双眼鏡」でも同様であるが、対物レンズの焦点距離が比較的長い、旧態の双眼鏡にある構造で、プリズムの構成間隔を大きくすることで、光路の折り返し効果を

増やし、対物枠先端・接眼レンズ見口端間の形態的長さ（全高）の短縮を目指したものである。プリズムの外部加工では直角部分に内部構造との接触を防ぐための削り落とし加工が行われ、装着箇所による削り落としの形状差もつけられている。またプリズム周囲には黒塗り加工がおこなわれていることがあげられる。双眼鏡の先進国であるドイツを例では、内部迷光を減少させるためのプリズム側面の黒塗りは、当初は行われていたものの、最終組立時の清掃において作業を煩雑困難にするため、歴史的に比較的早い段階で黒塗り作業は省略されている。従って本機の手本となった機種が、古い加工法で仕上げられていた可能性がある。あるいは理想的な双眼鏡を創出するため、あえて煩雑な作業であっても遂行したとも考えられる。

プリズムの位置決定は結像の完全な180°反転と、左右の視線の軸の固定を堅固にするために重要であり、通例としては長円のプリズム形状より少し大きく切削加工した同形のプリズム座面の2箇所湾曲部の少し外側（切削加工部から少し離れた位置の未加工部）に、先端のある鑿（たがね）を軽く打ち、未加工部に凹部を作ることによって、凹んでいる切削加工部から高い未加工部への、座面に対して直角の位置関係を持つ立ち上がり部分が、位置が規定されたプリズムの側面に軽く接触するまで行われる。打点はプリズム周囲の湾曲した形状部分の中心位置から測って90°ほどの開きを持った2箇所に分かれ、それが両湾曲部で行われるため、合計4箇所であるが、本機の加工もほぼ同様である。プリズムの交差角度誤差（正立像からの倒れを引き起こす誤差）は倍率を考慮して許容範囲にあり、切削加工には座面切削専用工作機、角度調整には専用測定機の導入が窺われる。

プリズムの押さえ金具（通称十字架）はメッキされたバネ鋼で、装着位置の違いにより形状に違いがあって、装着箇所に対応する数字が打刻されており、形状、コルクを当て物とした押さえ方、押さえ圧力とも問題がない。

しかし本機のプリズムの位置決めのカシメ加工の精度は、同一の作業現場から生産されたはずの国産三七式双眼鏡と比べ、手際のあまり良くない加工や多少緩めの加工が行われていることから、「森式双眼鏡」を試作した時点では、技術階梯は未だ完成の域に到達してはいなかったことを窺わせる。

ただしアルミとガラスには熱膨張率にかなり違いがあるから、軍用双眼鏡として厳冬期の中国大陸東北部といった使用環境の温度状態を考慮したものと思われなくもない。

本機のプリズム部分で重要な点は、左右鏡体の軸の調整が、プリズムと座面の間に金属箔（通常錫箔）を挿入してプリズムを傾ける、プリズム傾斜方式であることである。

双眼鏡の軸の調整方法としては幾つかの方式が存在するが、金属箔挿入方式はその他の方式に比べ煩雑な作業で、調整量の判断（金属箔の必要枚数）が行いにくく、錫箔の挟み込み作業・プリズム押さえ金具の固定と解除を繰り返しながら、軸の検査を頻繁に行わなければならないために、生産性の点からは問題ではあるが、左右の対物レンズを結果的に平行移動させて、左右それぞれの視線の軸を中心軸に合わせるための機構であるダブルエキセン環（二重偏芯環）方式よりも、部品点数が少なくなり、対物レンズ枠固定時の枠の不測回転（軸調整の変化）が防止できることから行われたものと推定される。またエキセン環が対物レンズの金属部品の構造にあることで避けられない、対物レンズ部の金物の直径の増大も回避できる。

箔の挿入は一箇所だけで複数枚を重ねてあるが、軸の調整は十分許容範囲内にあることから、プリズム自体の加工精度、座面の加工精度、鏡体部分の軸関連箇所の加工精度、対物部・接眼部の取り付け精度の何れもが十分に良好と思われる。図14にプリズム座面と箔を示す。

その他の特色としては、上記に指摘した以外にも内部の金属部品、あるいは外部から遮蔽される鏡体の部分には、数字の打刻印が多く見られることがあげられる。金属部品の組み合わせ加工精度は良好であるが、左右同形であっても左右交換が



図14 「森式双眼鏡」のプリズム座面と錫箔



図15 「森式双眼鏡」打刻印

不可能の部品も存在することから、現物合せ加工が多く行われた結果、打刻印が多用されたものと推定される。部品の位置、構造上打刻の衝撃が許されないところには、先端のある硬い工具で数字や位置指定などの書き込みが行われている。打刻印には文字の大きさに違いがあり、図15に示すように鏡体には大きな1の打刻印があることから、第一生産ロットとも考えられる。

接眼部の合焦のための構造は、通例通り接眼レンズ本体が回転することで伸縮する、回転ヘリコイド方式であって、接眼部外筒には6条のメスの多条ネジが、接眼レンズ本体金物にはそれに対応するよう6条のオスの多条ネジが切削されているが、外筒に対して本体を回転して入れ替えると、固くて円滑な運動ができない組み合わせが存在することから、専用の多条ネジ切削盤といった専用機の導入は、生産開始当初はなかったものと推定される。文献資料からは試作で終始した機材との表現が見られるが、対物・接眼それぞれのレンズ

の直径から推量すると、本機の場合にはレンズの単品研磨，特に接眼レンズでは実際には不可能であり，10個，20個といった相応数の集合研磨でなければ加工が行えないことから，生産数量は100機の単位に達するものと考えられる。

#### 4. 考 察

「森式双眼鏡」の我が国の光学産業にとっての歴史的意義としては，文献資料No. 3の記述に明治44年にはこの「森式双眼鏡」が試作品として「暫定的に三七式双眼鏡として軍工場（注，東京砲兵工廠精器製造所光学工場）で細々ながら生産されていた」こと，明治44年まで過去からの継続状態を表現する記述があり，文献資料No. 4には「明治四十二年二月，（中略）創めて観測所方向鏡三七式双眼鏡発火機配電盤を製作す。」とあることから，試作という生産状況であり，用途が限定された軍用品とはいえ，藤井レンズ製造所製ピクトル号8倍20mm機に先行する，国産の第1号プリズム双眼鏡と断定できる。

一方，文献資料No. 4にある「明治三十八年三月（中略）プリズム双眼鏡一部の試製に着手す。」の記述にも注目しなければならない。特に「一部の表記が何を指すかが問題であるが，それは正立プリズムであると思われる。双眼鏡に用いられるガラス部品のうち，プリズムではガラスの大きさ（完成時の寸法的許容誤差）以外に，各平面が構成する角度の精度も重要な要素であり，プリズム平面自体の精度が良くても角度に誤差が大きい場合は組み立て・調整が困難な状態になってしまう場合があり得る。特に「森式双眼鏡」のようにプリズムを傾けて左右の視線の軸を一致させる場合はプリズムの加工精度の良し悪しは大きく影響する。明治42年2月に「森式双眼鏡」の製造が始められ，精度的には十分当初から製造技術の高さが表れた裏には，明治38年以来的研究，技術的研鑽があったものと思われる。特に注目して置かなければならないのは「森式双眼鏡」の製造に先立って明治41年8月製造が開始された「三八式野砲表尺」（文献資料No. 2では三八式表尺眼鏡）であり，光学仕様にはそれほどの特色を持っていないが，正立プリズムには，プリズムの中でもさらに製造が困難な「レーマン型ダハ（屋根型）プリズム」（以下，レーマン型プリズム）が用いられていることとである。その製造に当たっては殊更

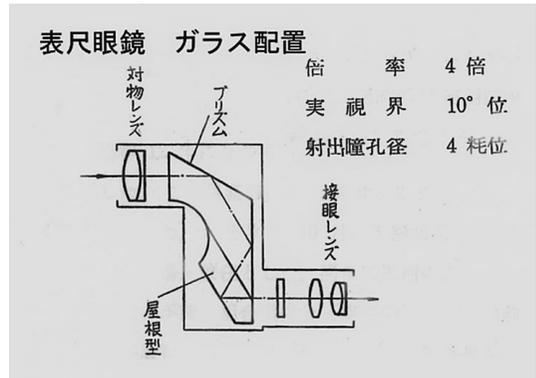


図16 「三八式表尺眼鏡」ガラス配置図

問題となることが記録されておらず，順調に製品化が行われたことを窺わせるのは重要である<sup>19)</sup>。図16にそのガラス配置図を示す。

文献資料No. 2にある「（前略）明治38年，6倍プリズム双眼鏡を外国から持ち帰ったものがあり，砲兵工廠で之を研究して，双眼鏡を製造しようと試みた。」との記述には，製造者，機種名などはなく，また上記文献資料No. 4の記述も同様であるが，ここで言われている双眼鏡は，当時としては特殊なプリズムを用いたものであった可能性が否定できない。同時代，ドイツのヘンゾルト社は，一般の双眼鏡に用いられるポロ（開発者の名前）I型と呼ばれる直角二等辺三角形プリズム2個を組み合わせた正立機構より格段に加工が難しい，ダハ（ドイツ語で屋根）面（直角に交わる2平面からなり，稜線部分の面取りは許されない）を持ったプリズムで，構成様式が異なる数種のダハ型正立プリズムを用いた双眼鏡をすでに製品化しており，その中で唯一の「ガラスブロッカー一体構造」である「レーマン型プリズム」は，その一体構造として製造できるが故に，正立システムとして「三八式野砲表尺」にも用いられているのである。当時の砲兵兵器の強い発砲衝撃に耐え，砲と照準用観測機材である「三八式野砲表尺」の軸線の保持を確実にするためのプリズムシステムは，一体構造という特色からはその外に存在しない以上，陸軍の光学兵器としては双眼鏡以上に整備が急がれていた「三八式野砲表尺」に「レーマン型プリズム」の採用には強い必然性が存在していた。その東京砲兵工廠での製造開始は明治41年8月であり，双眼鏡製造開始に先立つこと半年前にあたり，より高度な製造技術を必要とする機材の製造が先

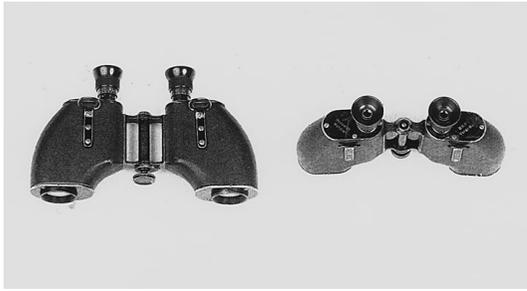


図17 ヘンゾルト社製6倍26mm「レーマン型プリズム」内蔵双眼鏡外観

行し、製造に際しての特別の問題の存在が確認できないことは、その時点での相応の技術の蓄積を窺わせるものである。以上の諸点を考慮すれば、明治38年に開始された「双眼鏡一部の研究」で対象とされた双眼鏡の機種種の推定に関しては、何がしかの示唆が得られているものと思われる。さらに外国の文献資料<sup>20)</sup>にはヘンゾルト社の当時の「レーマンプリズム」を用いた双眼鏡の外観写真が掲載されているが(図17)、その双眼鏡の接眼部の外観が「森式双眼鏡」と類似しており、対物レンズの有効径もツァイスFeldstecher6より大きい26mmで、倍率に関しても6倍であることは暗示的である。「森式双眼鏡」のプリズムの加工精度が良好である技術的背景には、上述のような事柄が想定されるものである。

「森式双眼鏡」の外観を他機種と比較する場合、他機種種の製造年代を考慮しなければ、ツァイス製のDF6×24より、ライツ社の同じ光学仕様のDF03(6倍24mm)に近く、「森式双眼鏡」には携行時(ケース収納時)にケースを含めた重量、大きさを最小限にするための配慮があったものと推定できる(図18)。合焦動作のために指で挟んで回転する接眼部分(通称ナナコ)は前述した、後の時代の国産「三七式双眼鏡」と比べてより直径が大きく、ヘンゾルト社製双眼鏡6倍26mmによく似ており、国産「三七式双眼鏡」より操作性が良い。また接眼部自体の直径が大きいことで、接眼部外筒が鏡体のカバーを固定するための押さえの役割も果たしているが、ツァイスのDF6×24、国産「三七式双眼鏡」ではこのような構造になく、接眼部が鏡体カバーの固定要素にはなっていない。これも、前記した文献資料No.3の記述にある「英、仏、独の型のよいところだけを集めて作った」に対応している。



図18 「森式双眼鏡」(左)とライツ製DF03 6×24(右)

双眼鏡の性能の最大重要事項である結像性能は本機の場合、国産「三七式双眼鏡」に比べても、それほど遜色を感じない。ただし、国産「三七式双眼鏡」と同様にツァイス社製6倍24mm機の光学構造を忠実に再現したものでないことは注意しなければならない。なぜならばツァイス製で6倍24mmという光学仕様の機材が出現するのは、前述のように明治45年で、それ以前、同名品(Telex)はあったものの口径は21mmであり、この口径の小さい6倍21mmのTelexが登場したのは明治40年のことである。それ以前の日露戦争開戦時に存在したツァイス製6倍双眼鏡は1機種であり、これは制式化された「三七式双眼鏡」そのものであり、その口径は18mmだからである。

したがって「森式双眼鏡」は当時としては倍率の割に大口径機種ということが言える。この点には勿論、旧日本陸軍が夜間奇襲戦闘を重視したといった戦術上の要求があったとも思われるが、口径については前述のヘンゾルト社製双眼鏡が6倍26mmであったことも種々の関連を窺わせる。ところで当時歩兵科将校用双眼鏡が6倍であったのに対して、砲兵科将校用双眼鏡の倍率が8倍であることにもまた注目すべきであると思われる。この頃のツァイス製で8倍の機種の場合、その口径は24mm乃至25mmであり(改良によって変更)、この8倍24mm機種は砲兵科将校の手持ち双眼鏡として、すでに制式化され重用された事実もまた閉却できない。可能性として存在することは、倍率は異なっても、口径を合致させた機材を揃えることで、装備の充実の容易化、補給の容易化といった事柄を、既に「森式双眼鏡」の製造開始段階で考慮されていた可能性を示唆しているように思われる。

「森式双眼鏡」が光学性能ですでに一定の水準に到達していたことは、結果として当時の軍用双眼鏡として光学性能では十分にその価値を保持しているものと思われるが、現在の時点ではレンズ設計といったことが行われたどうかの確認はできていない。当時の技術水準から推定すれば、優良な現品の忠実な再現といったほうの現実性が高いと思われるが、そうであった場合でも、基本となった機材の有無についての確実な情報は入手できなかった。

その後生産される国産「三七式双眼鏡」は、原型となったツァイス製6倍24mm機(DF6×24)との互換性確保と、優秀な光学機能を保持した機材の装備を軍事上の主目的として、忠実に再現したものとみえるが、「森式双眼鏡」の場合は「よいところを集めた」ということから、口径の増大化も含めて、理想的な双眼鏡を創出するための研究、努力といったものが感じられる。

歴史的には「森式双眼鏡」は国産プリズム式双眼鏡としては最初の製品ではあったもので、その後の経緯では試作段階で終始している事実があるが、その理由は制式採用された外国製「三七式双眼鏡」と共通部品が少なく、装備したとしても互換性が確保されないためであろうと推定される。また中心軸と鏡体を連結する、羽根と通称される部分が、厚み、最小幅とも「三七式双眼鏡」と比べ寸法上小さく、構造的な脆弱感を陸軍関係者に与えたものとも考えられる。

「森式双眼鏡」あるいは国産「三七式双眼鏡」の何れもが相応の光学性能を持ち、外国の優秀品に比べて決定的な遜色を感じられない製品精度を当初から現出させたことは、我が国では双眼鏡製造技術のうち、部品加工、組立調整の技術が、外国からの断片的ではあっても技術導入の結果によって、かなり早くから完成していたことの表れであり、当初目的とした高度技術の国産化といったことへの、製造現場の実践的な技術の蓄積が有効に作用したことも窺える。そのためのレンズの曲率測定、プリズムの角度測定といった完成品の光学的測定の技術の蓄積も同様である。

一方、我が国の光学設計技術は実質、藤井龍蔵の独学から始まり、東京砲兵工廠でも別個に陸軍関係者への教育が始められるが、実際に即した実用性のある設計技術が世界的水準に到達するのは、日本光学工業株式会社に招聘されたドイツ人技師からの直接指導までの時間差が存在する。し

かしその時間差は、後年の「十三年式双眼鏡」を設計し、製品化するには大正11年、日本光学工業株式会社によってであり、その設計の実務担当者はドイツからの招聘技術者の技術指導を仰いだとはいえ、世界的にも類例のない実広角視野の双眼鏡を完成したことから考えれば、その後の我が国の光学技術の発達には爆発的とも表現でき、限定的ではあるものの、一部、双眼鏡の光学仕様では既に大正10年代に世界的水準、あるいはそれ以上の位置に到達していたことを示している。

東京砲兵工廠は関東大震災で大きな人的、物的被害を被り、特に光学工場は軍縮といった社会環境にも伴って、軍需品生産の民間依存といった変化により規模が大きく縮小し、多くの現場関係者が民間へと移動し独立したことは、結果的に日本に光学産業界を生みだし、その後、日本光学工業株式会社に招聘された8人のドイツ人技師によって齎された先進のドイツの設計、製造技術が、徐々にではあるが国内に伝播して行った時、新たに光学産業界に第二期の双眼鏡メーカーが出現する時期を迎える。東京砲兵工廠光学工場と、そこから生みだされた双眼鏡は試作品であったとしても、その後に我が国の産業史の中で光学工業が比較的短期間に発展を遂げ、光学日本とまで言われたことの、最初の、しかも大きな出発点となったと考えられる。

## 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。

## 本文注記

- 1) 文献資料No. 1 五、光学工場の創立P43~P45
- 2) 文献資料No. 2 第7篇 技術事項P574
- 3) 文献資料No. 2 第5篇 一般光学器械P414
- 4) 文献資料No. 2 第7篇 技術事項P575~P576
- 5) 明治44年のこと
- 6) 精器製造所の誤り
- 7) 東京砲兵工廠精器製造所光学工場のこと
- 8) 文献資料No. 3 第一部 双眼鏡と初対面してから終戦までP12
- 9) 文献資料No. 2 第7編 技術事項P575
- 10) 文献資料No. 4 火兵篇第十篇第一章P307
- 11) 文献資料No. 4 火兵篇第十篇第一章P309

- 12) 文献資料No. 3 第一部 双眼鏡と初対面してから終戦まで P12
- 13) 以下などに記される . 文献資料No. 4 火兵篇第十篇第一章 P304  
文献資料No. 5 第一章 創業時代 (大正六年より大正十二年まで) P53  
文献資料No. 2 回想篇 P674
- 14) 文献資料No. 4 火兵篇第十篇第一章 P305
- 15) Feldstecker Hans T. seeger Bresser Optic Hamburg 1989
- 16) 科学画報 誠文堂新光社 昭和18年7月号 特集 光学兵器
- 17) 文献資料No. 3 第一部 双眼鏡と初対面してから終戦まで P20, 21
- 18) 文献資料No. 2 回想篇 P675
- 19) 文献資料No. 2 第2編 陸軍光学兵器 P253
- 20) 注15) と同じ