

■第2話 研磨加工の20世紀前半までの技術展開

埼玉大学名誉教授
(株)河西研磨技術特別研究室 代表取締役
河西 敏雄

古代から19世紀に至るまでの研磨の進歩について、前回のVoice of CMPで取り上げてきた。本来ならば、資料・古文書などをもとにすべきである。しかし現実には、これらの原語の文献などの入手は容易なことではなく、仮に入手できたとしてもこれらを解説するとなるとこれも難しい。従ってこれまでに多くの人手を経た翻訳文や逸話などの言い伝えを引用して話題にしてきた。

古い話に戻るが、研磨は天体望遠鏡の製作だけを支えてきたわけではない。多くの光学システム・部品の製作でも必要とされてきたことは確かである。学問としての波動光学が19世紀にほぼ完成されたと言われるのは、透明なガラスが入手できたことに加え、高精度形状を鏡面上げができたことが大きな理由である。当時は現在のような光学部品の既製品があるはずもなく、ユーザである物理学者が発案した研究上必要な光学部品を自らの手で磨いていた。また弟子や下働きの作業者を使っていたようでもあり、大切な磨きの技能が他に漏れることを避け、彼らを大事にしたとも言われている。

天王星を発見したHerschellは18世紀の終わりに口径1.2mの反射望遠鏡を完成・発表しているが、このときも商業的理由で加工法や加工条件などはノウハウとして公表していない。それまでに何人かの物理学者が様々な研磨機を提案し、スケッチなども示してきた。彼らの力をもって研磨運動などを扱ったならば、研磨の理論解析が完成できたかも知れない。さらにお互いの交流があれば研磨について体系付けることもできたであろう。しかし当時は、残念なことに研磨だけでなくものづくりそのものが技能の固まりとされ、学問に類するものとして扱われていなかった。科学・技術が進歩した今日でも、研磨技能の技術化が遅れているという指摘があるように、当時も研磨は扱いづらいものであり、難しい加工法であったことは間違いない。研磨が学問から一歩も二歩も離れたところの現場経験を十分に積んだ技能者の仕事とされるのは、当時から続く研磨の宿命であったと言える。

そのような状況にあっても学問としての光学は、研磨の奥義を究めた者の手の恩恵を受けながら20世紀を迎えることになる。我が国は文明開化を経て、いまだ西欧文明を取り入れることに力を注いでいた時代である。西欧との研磨技術の交流は受入一方であって現在とは大きく異なる。ガラスの鏡面研磨のメカニズムは、ラッピングの延長にあって微細砥粒や軟質工具による微小材料除去、表層の流動と凹部への埋め込み、それに化学作用などであり、現在では、それらの比率が工作物、砥粒、加工液、工具、その他研磨条件によって決まり、CMPを含めて様々な研磨を特徴づけてきている。しかし当時は、研究者らがこれらの基本になるメカニズムに関する諸説を提案して主張し合っていた。

ところで我が国は、特異な研磨の発展を遂げることになる。日露戦争(1904-1905)の日本海戦のとき、「東郷平八郎司令長官が戦艦三笠の艦橋で身動きせずにはツァイス社製プリズム双眼鏡を覗いたまま指揮を執った」という有名の話があり、兵器に通じる光学機器の製作を支える研磨はますます重視されることになる。我が国の近代的な研磨技術は、この日露戦争後に海外より導入されたと言ってもよいかも知れない。

(株)ニコンの社史によれば、1917年に日本光学工業(株)が設立され、レンズ研磨、ガラス素材、測定機等の小企業を吸収して双眼鏡などの生産を始めている。1921年に研磨技術のレベルアップを実現するため、ドイツより研磨技術者8名を招聘したという記録がある。現在、レンズ研磨工業で多用されているレンズ研磨機の原型は、ドイツのオスカー社製レンズ研磨機である。招聘技術者よりも先に輸入されていたのではないかと想像される。このオスカー社製レンズ研磨機を完全に使いこなすこと、また周辺技術を手に入れることなどと併せて人材育成を進めるための招聘ということになる。

兵器産業を支えることになった研磨技術は、その後、海外技術の導入と陸海軍関連企業の努力によって高度化が進み、各種光学ガラスの製造技術向上と共に、ベンガラによるピッチポリシングが鏡面研磨の主要技術になっていく。そこには徒弟制度があり、技能重視、門外不出の世界であった。しかし限られた企業内では、技能・技術の普遍化のための実技教育もあったと聞く。

ところで研磨関連業界では、現在、この「オスカー」の名称が一人歩きしているように

思える。類似構造の研磨機に対して「オスカータイプのレンズ研磨機」の表現は許される。しかし「…タイプ…」 「…式…」を抜いてあたかもオスカー社製研磨機のような表現や、別形式の研磨機にもかかわらず往復運動を導入することを「オスカーを入れる」といった表現には、抵抗を感じる。そこでオスカー社製研磨機について調査し、精密工学会学術講演会の「生産原論セッション」で話題にしてきたことを述べてみたい。

これまでに研磨関連の研究に携わって来られた大先輩の方々から「オスカー」の名称について、会社の名前であるとか、機械の開発者の名前であるとか、単純に愛称で命名したとか……様々な意見をいただいた。しかし、何れも憶測の域にあり、証拠になるようなものもなく長いこと曖昧のままに過ごしてきた。

ドイツ名のオスカーには「Oscar」と「Oskar」が使われており、電話帳を見たところ両者ともその数に大差がなく、むしろ後者の方が多く感じられた。また、「切削・研削・研磨用語辞典(1995 初版)」でもオスカータイプレンズ研磨機の名に後者が用いられている。しかし調査の結果、正しかったのが「Oscar」であり、そこに引き着くまでの経過は以下の通りである。

最初に砥粒加工研究会の会誌を初版から順次調査していくことから始めた。この会誌は、筆者の研磨に関する研究に着手する先鞭をつけていただいた故織岡貞二郎先生から引き継いだものである。たまたまそれらの会誌と共に紐綴じされていたガリ版刷りの142ページにわたるテキスト「指導基準技第15号、光学レンズ・プリズム製造技術指導基準、昭和27年4月、中小企業庁」が目に入った。執筆者は日本光学工業、東京光学、オリンパス光学工業、小西六写真工業、機械試験所の重鎮の方々であり、我が国の研磨技術の遅れを指摘し、研磨技術等の高度化のための詳細がまとめてある。テキストの外観写真と写真ページのオスカー社製6連研磨機を図1に示す。そこには機械構造説明とそれをもとにした国産の小型のオスカータイプの8連レンズ研磨機の紹介もあった。オスカー社製の研磨機は、単にモータ駆動になっているだけでも全自動と称しているなどその写真がいかにも古い時代のものであることを匂わせるものであった。写真拡大を行い、多少の画像処理を行ったところ、図名「Bild 44. Altere vollautomatische Schleif- und Poliermaschine (全自動ラップ・ポリシ機)」が明らかになり、さらに研磨機を構成するアングルの一部に白ペンキで書かれた「OSCAR AHLBERNDT BERLIN SO.36」が浮き出てきた。早速にドイツのショット社のガラス加工機械技術責任者に問い合わせたところ、オスカー社製研磨機と思われるが、「SO.36」は不明。ドイツでも特許等でオスカー研磨機を引用しているが、どうして日本でこのような調査が必要なのかという質問と、図面から原本名を見つけ出して教えて欲しいという要望が来た。テキストの執筆者のひとりが機械試験所所属であったので、産業技術総合研究所の数名の職員の協力を得て同所図書館所蔵の調査を行ったが、原本らしきものはどうも見当たらない。しかしこの調査で大きな収穫もあった。「Schleif- und Poliertechnik, Handbuch, Verlag von M.Krayn, Berlin, 1935」のなかに放物面ラッピングの専用機の写真があり、図2のようなその鋳造ベッドに「OSCAR AHLBERNDT SCHUTT BERLIN D.R.P」が銘示されていたことである。それとは全く別に精密機械 Vol.3 (1936)に青木保先生の欧米視察報告があり、その最初の訪問企業が何と驚いたことにOscar Ahlberndt Maschinenfabrik für Optik社であった。オスカー社が実在した。しかもそのときのオーナーはAlfred Schutt Ingenieur氏であり、セカンドネームのSchuttが上記のハンドブックの写真の機械ベッドの銘のなかに追加されていた。こうなると「Oscar」は、まだ未確認のままであるが、当社の創始者あるいは初代の社長の名前であった可能性もでてきた。このほか報告書には、当時、日本からのオスカー研磨機の輸入が減ったことにやや不満げな発言があったことが記載されていた。それだけ我が国において国産のオスカータイプレンズ研磨機が普及してきていたと言える。なおガリ版刷りのこの指導基準は、翌昭和28年には「レンズ・プリズムの工作技術、中小企業庁編」として洗練され、活版印刷になって応用物理学会光学懇話会から発行されていて同所図書館に置かれている。

20世紀の半世紀を過ぎ、第二次世界大戦も終わった直後のレンズ・プリズムなどの光学部品製造や研磨技術に関する総合技術書の代表的なものに「Prism and Lens Making, 2nd Edition (1951), F. Twyman, プリズム・レンズ工作法の研究、富岡正重、山田幸五郎訳(1956)」があり、国内では「光学部品研磨技術(1949)、吉田正太郎」がある。前書は英国Hilgar-Watt社の技術、後書は旧陸軍造兵廠大宮製造所の技術をもとにしたものである。いずれもプリズムやレンズの研磨を含む製作技術・技能とそれを支える周辺技術やノウハウが記載されている。レンズ研磨機は、上皿の往復運動が英国特有の直線上の運動に対し、我が国の場合、オスカータイプを引き継ぐ円弧上の

運動の研磨機である。また、最近問題になっている研磨砥粒の酸化セリウムについては、英国では既に入手していてベンガラに比べて加工能率が高いが品質は劣ると記載されていた。一方我が国では、酸化セリウムには触れていない。しかし後年に出版された「レンズとプリズム、その研磨の実際(1985)、吉田正太郎」には、1933年ころから酸化セリウムが研磨に試用されており、数名の工員は使用経験があったようである。この酸化セリウムはまもなくベンガラに置き換わる。

第2次世界大戦後の日本の精密産業の一端を平和産業であるカメラ業界が担うことになる。これまで企業間の技術交流が閉ざされて門外不出とされた研磨技術・技能は、その頃から企業間で技術交流が行われるようになった。当時のカメラ工業技術研究組合(現(社)日本オプトメカトロニクス協会)はこれに大きな役割を果たしており、技術講座「光学素子加工技術」は研究組合時代から現在まで50数年にわたって毎年開催されてきている。

1950年以降、研磨技術の発展には著しいものがある。これについては次回で扱うことにする。

@@@



図1 S42年テキストとオスカー社製レンズ研磨機

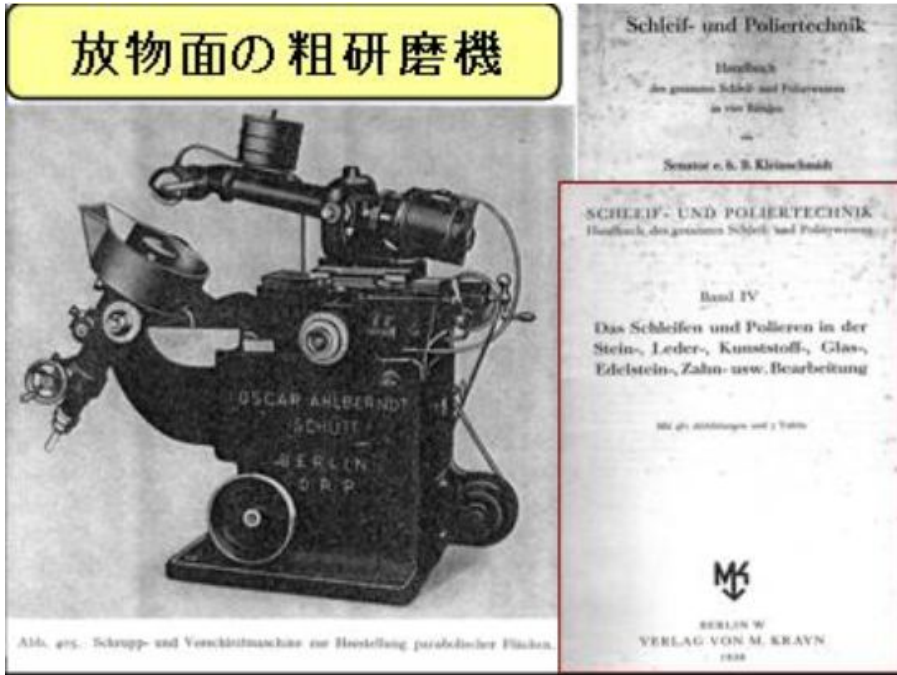


図2 オスカー社製放物面加工機