

わが国における光の科学技術史の通観

藤原裕文

(室蘭工業大学工学部)

火と道具の利用という原始技術から派生してきたさまざまな技術は、時代や地域ごとに独自の展開をみせた。その間には、稚拙であったにしろ科学的認識が、技術の中に無意識のうちに生まれたにちがいない。わが国の科学技術を振り返ると、大きな変化を示した時期がいくつかあった。ここではとくに光科学技術の歴史を概観して、この連載を終えたい。

先土器時代には石斧の製作に石材の刃の部分を磨く研磨技法が、さらに縄文時代に入ると、岩石の分割に擦り切り技法が用いられるようになった。擦り切り技法は、縄文時代中期のころから硬い翡翠を加工研磨して大珠などを作るのに応用されはじめた。硬くてきめの細かい石英砂あるいは翡翠の粉末を水で糊状にしたものを媒材にして、溝をつけた玉石にそそいで、石鋸で両面から擦って切り、溝を深くして折って切断する技法や、玉石よりも軟らかい棒あるいは管錐を手でもみ回転させて媒材をそそぎながら穿孔する技法が使われた¹⁾。江戸時代に始まった眼鏡レンズの加工・研磨の技術ひとつをとりあげても、それは原始時代から脈々と続いている。

弥生時代中期のころ、中国や朝鮮から鉄・青銅・ガラスなどの新しい素材と製造技術が移入されて以来、われわれの祖先は竈で風を送り、炭を利用して安定な火力を得る方法、青銅の融点やガラスの軟化点を下げる方法など、生産技術の中から科学的知識を増やしていった。青銅やガラスは彼らが最初に手にした人工材料であり、大量の複製を作る文明を生み出した。このような過程で生まれた高い水準の生産技術の跡は多く残されている。

玉石の分割・研磨・穿孔などの技術と鉄・青銅・ガラスなどの製造技術を習得した後、飛鳥・奈良時代を迎えることになる。この時代に、唐の律令制に倣って律令国家としての体裁が整えられ、そのもとに諸産業は保護育成され

た。結果としてわが国の科学技術は、鉱物の採掘・鑄造・鋳金・ガラス製造などの分野で大いに発展し、奈良時代にひとつの頂点に達した。東大寺の盧遮那仏建立以外にも、ガラス玉の製造に必要な原料・着色材・研磨材・燃料などを定量的に記録した資料『造仏所作物帳』²⁾ (734年)や、平城京の改作に伴い石山寺が造営された際に、同寺からの注文に応じた青銅鏡の見積書『東大寺鑄鏡用度注文』³⁾ (762年)などの記録がある。『造仏所作物帳』²⁾ はガラスの定量的な製造法を記した世界最古の文書である。ガラスの製造には、奈良時代には鉛丹と白石を、また江戸時代では金属鉛と白石を混合して溶融させるという違いがあった。さらに、江戸時代のガラス製造は、鉛を原料にしたという点では中国流の製法であったが、宙吹き法により成型するという点では西欧伝来の方法であった。『東大寺鑄鏡用度注文』³⁾ には、鑄鏡に必要な材料・鑄型の材料・鏡の研磨仕上げ・人数・給料などが記録されている。

国営工房で維持された高度の技術は、律令体制の崩壊とともに廃れてしまった。しかし、その伝統を受け継いだ新しい産業が京都や地方にも興り、生活に必要な技術だけは民間に継承された。鎌倉時代のころから、職人の地位が向上し世間から注目されるようになり、さらに室町時代には彼らの職業の分化が進んだ。これを示す資料として「歌合」がある。二人ずつで決められた題名で和歌を読みあい、優劣の判定を下すというものである。職人を取りあげた「歌合」に登場する職種は、時代が下がるにつれて多くなり、室町時代には鑄造・鏡磨・玉磨き等の新しい職業が生まれている⁴⁾。やがて、新興都市で職人が台頭し、生産方法にも注文生産から商品生産へと変化がみられるようになってきた。

安土・桃山時代から江戸時代中期までは、新しい欧州の科学技術がつぎつぎと伝来し、光の科学技術史上に新たな

E-mail: h-fuji@mmm.muroran-it.ac.jp

展開がみられることとなった。江戸時代をとおして、今日われわれが手にする多くの光学機器のプロタイプがつぎつぎと舶載された。江戸時代中期以後には、中国や和蘭からのガラスの輸入やレンズ製造技術の導入により、眼鏡作りが盛んになってきた。このころから、眼鏡レンズの材料として、水晶だけではなくガラスが用いられるようになった⁹⁾。江戸時代のガラス製造は中国や西欧からもたらされたものであり、古代のガラス製造技術は律令制の崩壊により途絶えてしまった。しかしレンズ製作には、縄文時代中期以来の擦り切り・研磨・穿孔や、奈良時代から続いた金剛砂による玉石の研磨などの伝統技法が生かされている。

江戸時代中期以後、明かりの普及とともに化粧品が商品として生産され、髪飾りの風習が始まり女性の髪型が大型化したことなどの社会的背景があって、鏡の需要が増えた。この需要を満たすために、弥生時代に行われていた踏み返し法という大量生産に向けた製法が復活した¹⁰⁾。これは、実物の鏡の表と裏面半分をそれぞれ粘土質の砂型の上に置き、足で強く踏み固めることにより表と裏面の雌型を作り、両者を合わせた鋳型に青銅を流し込む技法で、鏡を安価に量産できた。江戸時代に入ると、きれいな鏡面の加工や錫メッキの技術が発達し、加工しやすい、錫の含有量が少ない青銅鏡が作られるようになった。さらに江戸時代後期のころから、真ちゅうの製造技術の進歩とその量産化が可能になり、複雑な機構をもつ精密な光学機器も生産されるようになった⁷⁾。

江戸時代中期に8代将軍・徳川吉宗は、緩禁書令(1720年)を発して、実利面を重視した和蘭の近代的科学技術書の輸入や翻訳に努めた。これを契機に蘭学が勃興した。その一方で彼は新規法度(1720年ごろ)の触れ書き⁸⁾をたびたび発して、呉服類・諸道具・書物はいうまでもなく、諸商売物・菓子類においても、新規に巧出することを禁止した。本来は米経済の維持を目的として、贅沢を禁止する法律であったが、改善や発明までも禁止した内容であった。この触れ書きにそれほど規制力がなかったにせよ、明治時代に制定された特許制度(1885年公布・施行)のように、積極的に新規の発明を保護・奨励する法律はなかった。

西洋の近代科学をわが国に紹介した最初の成果は、杉田玄白らの著書『解体新書』(1774年)にみられる。光科学に限定しても、眼球の結像作用と、ものをみる道理を最初に述べたものが、『解体新書』の「眼目編」である⁹⁾。今でいう光学(optics)は、以後明治時代初期まで視学とよばれたことから明らかなように、わが国における光学の起点を『解体新書』に置くことに異論はないだろう。それ以後、自ら実験を試み、光線の屈折や反射を基礎にして、望遠鏡・

顕微鏡・幻燈器・眼鏡などの光学諸器による結像を、定性的にはあるが論じた書物も上梓されるようになった¹⁰⁾。

しかし、光線の屈折実験をとりあげて、入射角と屈折角の測定は行われたが、光線が屈折する際の不変量つまり屈折率には関心が寄せられなかった¹⁰⁾。さらに、光を元素とみなして、光線の反射や屈折の原因を媒質と光素の間の引力に帰すという考え方があった。数式を用いず定性的な議論に止まったことは窮理学全般にいえることであって、窮理学が主として医学の基礎の学問として成立していたことと無縁ではないであろう。

明治時代に入ると、西洋の機械文明の学問的基礎として物理学の導入が始まり、定性的説明に終始した光学もその内容を一変させ、光学機器に触れて実地に自然現象や物質の性質を定量的に測定し数理的に解明するという方法が定着しはじめた。明治時代前期には大学での講義は外国人により外国語で行われていたが、やがて日本人により日本語で行われるようになった。それにともない日本語の物理学用語集の必要性が高まり、1888年に『物理学術語和英仏独対訳字書』が刊行された。また今の日本物理学会の前身である『東京数学会社』(のちに東京数学物理学会と改称)が1877年に発足し、やがて明治時代中期以後には日本人の手による光学の研究論文がこの学会誌、大学の研究報告、啓蒙書あるいは外国の雑誌に発表されるようになった。外国人教師らにより着手され、後藤牧太らや村岡範為¹¹⁾に受け継がれた魔境の研究、長岡半太郎によるブラウンホール回折の数理的研究や土星模型原子の光学的性質の研究、愛知敬一や田中館寅士郎による円形光源による虹の形成に関する研究、中村清二による結晶や金属の光学的性質の研究などが挙げられる¹¹⁾。

明治政府は西洋の産業革命を経験した近代技術の導入に積極的であっただけでなく、国内博覧会などを開催してその普及に努めた。明治時代の初め、朝倉松五郎はウィーンにおいて眼鏡製造技術を習得して研磨機を持ち帰り、小規模ながら眼鏡レンズの一定の品質を維持した量産体制を整えた。しかし光学・精密工業は明治時代には独立した一工業分野に成長するにはいたらなかった。1904年に開催された第5回国産博覧会のレンズに関する審査報告⁵⁾の指摘によれば、「レンズ類のような精巧な出品もあるが、まだ世の中の信用を得るにはいたっていない。拾坪にも足りない製造場に旋盤一個を据え置き、場主一人が幻灯レンズも顕微鏡も作っている。これが日本の首都で唯一のレンズ製造家と思うと、実に赤面のいたりである」と厳しい評価となっている。

光学の教育・研究に携わってから、光の科学技術の発展とその歴史的役割を垣間みる機会を得たが、その主な舞台は欧米であって、日本ではなかった。そこで日本を舞台とした光の科学技術史を知りたいと思った。わが国の科学技術史全般を扱った書物はあるが、光の科学技術を論じた通史は見当たらない。ただ個別の話題を扱ったものが散見しているにすぎない。わが国の科学技術史を論ずるには、光学という狭い分野だけでは適切な材料にならないからであろう。筆者が「光学」に取りあげたものも、結局は光に関する個別の話題となってしまった（「光学」の1999年～2001年の奇数号参照）。掲載できなかった図絵や調査不足のために書き尽くせなかった話題など、数えあげると多い。これらについては、後日機会があれば述べてみたい。

もうひとつ言い訳をさせていただくと、筆者が主に紹介してきたのは産業革命を経験する前の時代を舞台とする光の科学技術であった。産業革命とは農業中心から工業中心の社会への移り変わりを可能としたものと考えれば、光の科学技術の様相もこの革命を前後して大いに異なるに

違いない。浅学の筆者にとって、わが国における光の科学技術の流れを俯瞰するには荷が少々重すぎる。

3年間にわたり貴重な誌面を使わせていただいたことに対し、感謝の意を表するとともに、有益なご意見を寄せてくださった方々に厚くお礼申しあげる。（了）

文 献

- 1) 寺村光晴：日本の翡翠（吉川弘文館，1995）。
- 2) 小林行雄：続古代の技術（塙書房，1992）。
- 3) 小林行雄：古代の技術（塙書房，1998）。
- 4) 石山 洋 解説：江戸古典科学叢書6「絵画の中の職人像」（恒和出版，1977）。
- 5) 白山晰也：眼鏡の社会史（ダイヤモンド社，1990）。
- 6) 青木 豊：和鏡の文化史（刀水書房，1992）。
- 7) 沢田 平：和時計（淡光社，1996）。
- 8) 守 誠：特許の文明史（新潮社，1994）。
- 9) 杉田玄白著，酒井シヅ訳：解体新書（講談社，1998）。
- 10) 三枝博音編：日本科学古典全書6巻（朝日新聞社，1942）。
- 11) 日本物理学会編：日本の物理学史上（東海大学出版会，1978）。