

から説明し、レンズ外の空気中における進行波とエバネセント波の電場強度の計算結果を示した。また、光記録やフォトリソグラフィ、近接場顕微鏡へのSILの応用を紹介し、現在SILのためのマイクロマシン技術を研究していると述べた。コンピュータソフトのアニメーション機能を活用したわかりやすい発表であった。

Plenary Presentationの後は2つのセッションが並行して行われた。会議のトピックのためか、全22のオーラルセッションのうち6セッションが干渉計測に関するもの(解析、低コヒーレンス、偏光、変形計測)であった。S. Park氏は、位相シフト干渉計に高位置分解XYステージを組み合わせて、等価的にCCD検出器のサンプリング周波数を向上させた。被測定物体をXYステージでCCD検出器の画素寸法以下の距離だけ移動させ、干渉縞画像を高分解能で検出するため、大きな段差で位相が急激に変化する物体の形状測定が可能となっている。しかしXYステージに求められる仕様は厳しいと思われる。S. Seebacher氏は、デジタルホログラフィーと多波長再生による等高線描画を組み合わせて、形状と変形計測を同時に行う光学系を発表した。特に小さな物体の測定を目的としたホルダーと組み合わせたシンプルな光学系を構築している。Y. Imai氏は、低コヒーレンス干渉計を利用して水路中の流速分布を測定している。この方法は、従来の方法では困難であった、流れの境

界層での流速分布が測定できるとのことである。

干渉計測以外のセッションでは、K. Hirokawa氏が、複数の独立な画像を混合した画像から元の画像を抽出する独立成分分析の新しいアルゴリズムを提案している。画素値の結合確率密度関数の散布図を線形変換するだけの簡単な手順で、従来のアルゴリズムに比べ、誤差は同等で計算時間を約1/20にした。アルゴリズムの特性を詳しく解析すると、面白い応用が見つかるのではないかと思う。P. G. Halverson氏は、ピコメートルの精度をもつ干渉測定を行うために、チャンネル数6、最大クロック周波数128 MHzの位相計を開発している。多チャンネル位相計のニーズは多いように思われ、かなり関心を集めていた。

ポスターセッションは毎日行われていたが、20件以上の発表があるにもかかわらず、説明時間が1時間とやや短かく感じた。発表件数が多く、プログラムの編成上仕方がなかったのかもしれないが、説明と討論をじっくり行うためには、最低でも1時間半は必要なのではないだろうか。また、国際会議の常かもしれないが、発表取り消しが若干多かったのが残念であった。今後このJoint Conferenceが、参加国数、参加者数とも一層増え、発展していくことを期待する。

最後に、本会議の開催・運営にご尽力くださった実行委員の皆様へ深く感謝いたします。

## 希代の珍器 ——光学機器 (2)——

藤原裕文

(室蘭工業大学工学部)

前回第28巻第7号では望遠鏡や顕微鏡に触れた。本稿では、レンズを通して見るそのほかの希代の珍器、覗き眼鏡、幻灯器、写真鏡などを紹介する。覗き眼鏡や幻灯器は大衆娯楽としてそれぞれ覗きからくりや写し絵に発展し、写真鏡は、感光材料の発明によりその役目を終えて、写真機にとって代わった。ここで、からくりとはひとつの意表をつく仕掛けや仕組みを意味し、機巧、機構、機関などの漢字が当てられている。

遠近法で画かれた絵(眼鏡絵という)を凸レンズで覗いてみる希代の珍器・覗き眼鏡の説明から始めよう<sup>1)</sup>。1646年

に三代将軍徳川家光に献上されたことが、『長崎オランダ商館日記』に記されている。それによると、最も多くの人が集まり喜んで見たのは、透視箱(覗き眼鏡)で、次は時計、茶碗、鏡、らくだ、おうむなどであったという<sup>1)</sup>。ただしこの透視箱は覗き眼鏡ではないとの説もある<sup>1)</sup>。

覗き眼鏡には絵を反射鏡で反射させて視る反射式と直接に絵を視る直視式の2種類がある。司馬江漢が残した覗き眼鏡の引き札(販売広告)<sup>2)</sup>によると、反射式の覗き眼鏡は、「紅毛の画法は生写である。人物山水何でも浮き画であり、(中略)画を逆さまにして下に置き、鏡に映し見ればよい、

山水草木皆生きていようである」と広告されている。反射式の覗き眼鏡で下に置いた人物山水画を覗くと、なにもない空間にその眼鏡絵が浮かびあがってくるという。彼はその覗き眼鏡と覗き絵（自作の銅版画）を携えて、江戸から長崎への道中、各地でそれを披露している。

もうひとつの直視式覗き眼鏡は、箱の一方にはめ込んだ絵を正面から凸レンズを通して見る構造である。この直射式を改良すれば、屋台の中に置かれた絵を多数のレンズを通して多人数で覗くこともできる。これを覗きからくりという。ただ極彩色の絵を拡大して見せるだけでなく、明かりを灯して夜景を見せたり、ストーリーのある連続した絵を見せるなどの工夫がされていて、見世物として発展した<sup>1,2)</sup>。

ドイツ人・キルヒャ (A. Kircher) の発明した幻灯器 (今のスライド映写機) は 18 世紀後半にわが国に舶載された。幻灯器はトウフル・ランタアルとかエキマン鏡と呼ばれていた。大槻玄沢は自著『蘭説弁惑』(1799 年)<sup>3)</sup> の中で、トウフル・ランタアルとは如何なる物かとの問いに対して、「(前略) 前においた小箱の先を透かし、中に火を灯し、その隙間へ硝子に画いた絵を逆さまに入れると、その影は転倒して、向こうの掛け地 (スクリーン) に写り、その形は大きくなる。(中略) 理に暗い人には理解しがたいので、妖燈という<sup>3)</sup>」と答えている。なお、この書物は西洋から渡来したさまざまな事物についての問答形式で書かれた科学啓蒙書である。幻灯器は眼鏡屋で市販されていたというから、人気商品であったに違いない。

理に暗い人には理解しがたい妖燈ではあるが、その結像原理は、たびたび引用してきた書物『窮理通』(1856 年) の「巻の 5 中」の「引力」の項<sup>4)</sup> に解説されている。それを以下に要約しておく。「硝子板に人物花鳥を彩画して、粉壁 (スクリーン) に映す。燭火を錫箱中に入れると、燭光は屈折して凸面硝子レンズ (コンデンサーレンズ) を過ぎて平行し、彩画を照らして、直ちにその影を壁上に映す。さらに凸レンズを置き、彩画の光線を送ると、その影は小さいので、さらにもう一枚凸レンズを置くと、彩画を大きく映す。燭光は明るくないので、凹面鏡を燭後に置く。燭光を凹面鏡の反射熱点 (曲率中心) に置く。燭光は反射の力を借りれば益々明るくなる<sup>4)</sup>。」

1803 年に幻灯師・池田都染らは、幻灯器数台を操って映像に動きをもたせて合成した写し絵を上映した<sup>5,6)</sup>。この映像は人物であれば常人の身長ほどであり、生きていようであるというから、スクリーンの大きさはおよそ 1m×2~3m であろうか、また映像は連続した動きのあるものであろう。これは今の映画の原型と考えてよいが、今の映画

館と違うのは、幻灯器と観客が向かい合い、その間にスクリーン (美濃紙) があることである。上等の幻灯器は軽く引火しにくい桐製であり、光源には植物油に浸した灯芯の束 (後にはランプ) が使われた<sup>5)</sup>。薄い硝子板に画いた絵を数枚はめ込んだ種板が、コンデンサーレンズと伸縮する木筒の先端に取り付けた結像レンズの間に挿入してある。種板には回転や移動ができる別の硝子絵を重ねたりすることもできる仕掛けがある。さらには数台の幻灯器を操って、背景と人物を合成した映像を創りだすなどの工夫もされていた。余談ではあるが、「光学」第 28 巻第 5 号で述べたように、江戸時代から明治時代の前半までは薄い硝子板は大変に高価であった。

19 世紀初期には覗き機関や写し絵などの見世物が大衆娯楽の中心となって流行し、明治の中頃まで続いた。現代のわれわれはテレビやビデオなどの映像を見慣れているが、江戸時代のひとびとにとってはこれらの希代の光の珍器で見た映像はヴァーチャル・リアリティであり、躍動感の溢れたものであったろう。好奇心の旺盛なひとびとは、希代の光の珍術を産業として育成するよりは、娯楽の手段として利用したようである。

次に、ピンホール写真から写真までの映像を記録する装置について、その移り変わりを順を追って紹介しよう。天文学者の渋川春海は『仮名頒曆』(1688 年) の冒頭に、ピンホール写真機による日食を観察する方法を、「日食分は測りがたい。(中略) 穴を穿っておく。日光を通すと、常にその形は皆同じとなる。食のとき日西北の方が欠けると、影は東南の方が欠ける。日北の方が欠けると、影は南の方が欠ける。(中略) これは見るのが容易である<sup>7)</sup>」と紹介している。当時の人々が日食に関心を寄せていたからこそ、その観察方法が頒曆に掲載されたのであろう。

ピンホールの代わりに凸レンズを用いた暗箱が 1646 年に和蘭から舶載された。和蘭語やラテン語では「ドンクル・カアメル」、英語や独語では「カメラ・オブスキュラ」と呼ばれていた。このドンクル・カアメルは写真鏡<sup>3)</sup>と訳出され、『蘭説弁惑』には「(前略) 箱の中に硝子鏡を仕掛け、山水人物を描く器具である。(中略) 写真鏡とは実に所を得た名前である (後略)<sup>3)</sup>」と解説されている。本草学、博物学や医学を志す人たちがその専門家たちにとっては、実物を見て描く生き写し (すなわち写生) は有用であり、絵師たちに生き写しの技術が求められるようになった。こうして写真鏡は絵師たちに重用され、またそれを擬製する人も現れた。その写真鏡は日本には 2 台しか発見されていないという。国産の貴重な写真鏡の一つが、中川フォトギャラリー (京都市北区) に展示されている<sup>8)</sup>。写真鏡の凸レンズ

の焦点距離は約 37 cm で、画角 40° の比較的薄い国産の凸レンズを備えた雲龍模様の暗箱である<sup>8)</sup>。暗箱中に反射鏡を 45° 傾けて置き、光を上側に反射させて、像を上側から観察する構造であるので、像は左右が逆に映る。

江戸時代の末には、写真鏡の画面に感光材料をセットしたダゲレオ (L. J. M. Daguerre) 写真 (ダゲローテープー、銀板写真とも呼ばれる) が舶載された。長崎の上野俊之丞 (しゆんのじよう) (幕末から明治にかけて活躍した有名な写真家・上野彦馬の父) の商い手控え帳に、「ダゲリオテープー揃い。正図を写し取る道具である。1843 年に輸入したが返品し、1848 年に再び取り寄せた」という記録<sup>9)</sup>が残っている。最初のダゲレオ写真を彼から入手したのは薩摩藩であった。

ダゲレオ写真では画像を保存できるがゆえに、上述の写真鏡は姿を消してしまった。ヨウ化銀の感光性を利用しているために、化学薬品の製造や調合が問題であったが、レンズの性能を問題にしなければ、写真機の製作は支障がなかった。川本幸民は『遠西奇器術』(1854 年) を著し、この時代の西洋の最新の科学技術を紹介し、その最初の項目に「直写影鏡ダゲウロテープー」をあてている<sup>9,10)</sup>。ここで直写影鏡はダゲレオ写真のことであり、印象鏡、印影鏡、真写影鏡、写象器などとも呼ばれていた。ダゲレオ写真の短所は、反射像を見るために、鏡のように左右が逆に写ること、露光時間は長いことである。

そのために、ダゲレオ写真の招来からわずか 10 年でコロジオン写真へと発展した。ニトロセルローズをエーテルとアルコールの混合液に溶かし、ガラス板上に塗布したものを、硝酸銀溶液に浸して、濡れているうちに撮影し、現像し終えなければならぬ<sup>9)</sup>。だからこのコロジオン写真は

湿板写真とも呼ばれている。コロジオン写真では、画像は鮮明で露光時間は大幅に短縮できたし、さらにネガから陽画を作る鶏卵紙 (印画紙) も使えるようになった。わが国においても、コロジオン写真法が実用化されて、各地に職業写真師が誕生した。幕末にわが国に写真術が移入されて以来、彼らにより歴史上の重要な人物や事件が記録されるようになったことは特筆すべきであろう。なおコロジオン写真は留影鏡・写真鏡などと呼ばれていた<sup>9)</sup>。

鎖国という時代であったにもかかわらず長崎を通じて輸入された希代の光の珍器は、蘭学者や好事家による受け入れと紹介から始まったとはいえ、やがて庶民に大いに歓迎された。希代の珍器の科学については、始めのころは「理に暗い人には理解できないので妖灯という」というレベルの説明に止まっていたが、江戸時代の終わりころまでには、模作や経験の積み重ねや窮理学への関心の高まりから、幾何光学に基礎をおいた説明が可能になった。 (続)

## 文 献

- 1) 岡 泰正：めがね絵新考 (筑摩書房, 1992)。
- 2) T. スクリーナ著, 田中優子・高島宏訳：大江戸視覚革命 (作品社, 1998)。
- 3) 大槻玄沢著, 菊池俊彦解説：蘭説弁惑 (恒和出版, 1978)。
- 4) 三枝博音編：日本科学古典全書 1 卷 (朝日新聞社, 1944)。
- 5) 小林源次郎：写し絵 (中央大学出版部, 1987)。
- 6) 古川三樹：庶民芸能—江戸の見世物 (雄山閣出版, 1993)。
- 7) 渡辺敏夫：近世日本天文学史上下 (恒星社厚生閣, 1987)。
- 8) 中川邦昭：カメラ・ギャラリー (美術出版社, 1991)。
- 9) 小沢建志：幕末・明治の写真 (筑摩書房, 1977)。
- 10) 川本幸民著, 菊池俊彦解説：遠西奇器述 (恒和出版, 1978)。