



ホログラフィ・ディスプレイの 発展過程を見て

西原 浩

1. はじめに

レーザー光の応用が各方面で盛んになるにつれてレーザー光の波の性質をうまく利用した電子工学の分野が注目されるようになってきた。筆者はこの新しい分野を「光波電子工学」とよんでいる。筆者はこの工学のうちホログラフィの原理を応用した光通信用および光メモリ用デバイスに関する研究をしてきた。

さて、ホログラフィ技術の発展をふりかえてみると、レーザーを用いたホログラフィの研究は1960年ごろに始まり、60年代の終ごろまでは学問的に興味深い対象であるため盛んであったが、当初考えていたほどには応用がすすまず、それ以後は専門家による研究熱はかなり衰えた。ところが面白いことに、60年代末ごろから、今度はむしろレーザーの専門家でない人達による研究がすすめられ、ホログラフィ・ディスプレイとして再び脚光を浴びるようになった。筆者はこのレーザー・ディスプレイのために開発された種々の技術で光波電子工学にうまく利用できるものはないかと、その発展を興味深く注視しているのであるが、本稿ではその発展の経緯に関して考えさせられた2～3の事柄について記述してみたいと思う。

2. レーザー・ホログラフィ

ホログラフィは、普通の写真が光の強弱の分布をフィルムに記録するのに対して、高分解能フィルムを使用して物体光の波面を干渉縞（周期は波長程度）の形で記録する一種の写真技術である。この記録したフィルムまたは乾板のことを「ホログラム」とよんでいる。このホログラムに適当な発散角をもったレーザービームを適当な方向から照明することによって、物体像を元あった位置に立体的に再生することができ

る。

このように立体像がえられるということは、人々にとっては極めて魅力的なことであり、当時も種々のディスプレイへの応用は容易に想いついたのであるが、いざとなると解決しなければならない問題点が多々あった。そのうちの代表的なものは次のようである。

(1) ホログラムの作成にレーザー装置を使用するのはよいとしても、像再生の段階では白色光（たとえば熱電球）が使用できるように工夫できないのだろうか。これはレーザー装置が高価であることと、一般の人が取扱う場合の眼に対する安全性の問題からである。

(2) 白色光再生が可能となると、さらに利点が出てくる。すなわち、室内の照明光あるいは屋外では太陽の光をそのまま利用できることになる。また、レーザー光は干渉性が強いために、再生像にザラザラとした斑点ノイズが現われ、これが視線を変えるとキラキラと光ることなどから、長時間みていると眼が疲労するが、白色光だとこの問題は解消する。

(3) 明るい像をうるためには照明光が効率よく再生光に変換（これをホログラムの回折効率とよいう）されねばならないが、そのためには、ホログラムの記録材料に要求される条件として

- (i) 分解能が 1000本/mm以上であること。
 - (ii) 干渉縞の光強度が濃淡（吸収率変化）ではなく、位相変化（屈折率変化）として記録できるものであること。
 - (iii) 屈折率変化が大きく、かつ材料の膜厚も充分厚い（ $10\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ ）こと。
 - (iv) 現像、漂白過程で膜が収縮しないこと。
 - (v) 安定で、長寿命であること。
- などが挙げられる。

このように、レーザー光再生によるホログラ

フィ・ディスプレイは種々の問題が解決されないと実際に使用するのはむずかしいと1960年代にはみられていた。この状況は日本もアメリカもヨーロッパも同じであった。しかし、その突破口は残念ながらまたしてもアメリカにおいて開かれたのであった。

3. 白色光再生ホログラフィ

まず、1968年に白色光再生方式がポラロイド社のスチーブ・ベントンによって開発された。これは白色光（光源は白熱電燈）でみると光のスペクトルが上下方向に分解されて、ニジ色の像に見えるので、レインボー・ホログラムともいわれ、被写体によっては一種の幻想的な効果をもかもし出す。ブラウン大学のカスティン・シルバー女史はこの手法により、いくつかの作品を作り抽象表現のメディアを試みた。さらに、マルチプレックス社のロイド・クロスは、映画のコマを細長い短冊状内ホログラムにしてこれを円筒状（直径40cm、高さ30cm）のフィルムに記録し、このフィルムを回転させることによって動く立体像のホログラム（マルチプレックス・ホログラム）をつくることに成功した。これによってホログラムのメディアとしての幅が急激に拡大し、宣伝媒体、娯楽用、教育用へと応用が急に広がりはじめた。

わが国のこの方面の状況はというと、60年代の終りごろかなり基礎研究がなされただけで、中断していたが、76年1月に朝日新聞紙上にアメリカの状況が坂根徹夫記者によって報道され、同年5月に西武美術館でアメリカのホログラム作品展示会が開かれたのが直接の動機となって、研究が再開されるといういつもの二番煎じの研究パターンをまたも繰返したのである。

70年代に入ると、ホログラフィック・ディスプレイは宣伝用として街に顔をだすようになり、たとえばニューヨークのグランドセントラル・ステーションではタバコの広告用ホログラムがショーウィンドウに掲げられた。また、娯楽用としては、たとえばガンコーナーの器械にホログラムが利用されるようになった。これは動く三次元標的として人気があるようである。驚いたことに、このホログラムは米国のある会社

で製作されているが最大の買手は日本の某会社であり、4,000個の注文があったとのことである。大阪梅田の阪急百貨店屋上のガンコーナーにあるものも、そのうちの一つであろう。

4. 日本の動き

ともあれ、遅まきながらわが国でも研究が再開され、マルチプレックス・ホログラムを作成する機械が78年1月に完成した。一旦外国で成功したとなると、多額の研究費をだし、もらった方は同様のものを短期間のうちに巧みに作り上げてしまうのはわが国におけるおきまりの図式である。

78年3月に京都レーザーアム公演終了を記念してホログラフィ展があり、このときはすでに米国からの出品物に混じって我が国の作品もみられるようになった。つづいて、その半年後に「世界のホログラフィ展」と名うって、朝日新聞社が新宿の伊勢丹で行なったときの出品物は世界各国から集められた最新の一流作品ばかりであり、芸術的ばかりでなく、ホログラフィ技術的にもその進展に目を見張るものがあった。たとえば、ソ連からきた「ライオンの頭」では、壁面の額（ホログラム）の中に金色の光るライオンの頭が浮彫りのように手前に10数センチも突き出て見えるもの、またフランスからきた「ミロのビーナス像」のホログラムは、幅1メートル、高さ1.5メートルの世界最大のものであり、ほぼ実物大のビーナスの立体像がみえるもの、またパルス・レーザーで撮った「父と子」の自画像、アグネス・ラムをモデルにとったポートレート・ホログラムなどのアメリカの作品にまじって日本のすぐれた作品もみられた。このような啓蒙の効果によって、何事にも好奇心の強い日本人の中にホログラフィに関心をもつ人数が今後ますます増えてくることであろう。

5. ホログラム記録材料

さて、米国なみのホログラムを製作する機械は我が国にも準備できたわけであるが、問題は記録材料である。記録材料として要求される条件は先に記したが、これらの条件を満足する大きさが30cm×100cm程度の記録材料で、かつ購入できるものはコダック社の高分解銀塩フィルム649Fだけである。5cm角程度のものなら



写真1. 1978年8月東京新宿の伊勢丹で開催された「世界のホログラフィ展」の入口風景。会場内は一日中超満員であった。

ば、世界中でもう一社、西ドイツのアグファ・ゲバルト社から入手できる。数年前、筆者は我が国のこの方面の状況を調べるため、我が国の二大フィルムメーカーに問い合わせたことがあったが、「採算がとれそうもないので研究開発は中止した」との返事がえられただけであった。国産で入手できるホログラム記録材料がないのはいかにもさびしいことである。重要な研究を採算の問題だけで中止せねばならないのは、技術大国日本といえども、アメリカ、ドイツなどと比較してやはり余裕がないということなのであろうか。もつとも、大会社であるデュポン社が新しく開発した光重合タイプのホログラム記録材料ホトポリマーを販売開始後2年ほ

どで昨年中止したことなどを教え合わせると、日本の企業ばかりをせめる訳にはいかない。最近日本ではフィルムメーカーに代って重クロム酸ゼラチンなどの記録材料を印刷関係の会社が開発しているようであり期待したいところである。

6. むすび

最近、人々の目につく機会が比較的多くなってきたホログラフィ・ディスプレイの発展の経緯を見ながら、我が国のこの方面での現状と今後の技術発展のあり方について考えさせられたことを思いつくままに書いてみた。生産と技術にたずさわっておられる読者のご批判を願う次第である。

