

1. ニューメディア時代のディスプレイ

NHK放送技術研究所テレビ方式研究部

主任研究員 杉 浦 幸 雄

NHK 技研の杉浦です。きょうは「ニューメディア時代のディスプレイ」ということで、お話をさせていただきます。私、NHK の技研の方で、テレビ方式研究部というところにおりまして、いまハイビジョンの研究開発に当たっております。ちょっと前は高品位テレビと言っておりましたが、最近はハイビジョンという呼び方をしております。その関係で、いろいろディスプレイのことでメーカーさんなんか、無理な注文を言ったりしております。そこできょうは画像ディスプレイを中心に話してみたいと思います。

ディスプレイというのは、非常に種類が広くて、話を始めると時間が幾らあっても足りないということもありますし、何と言ってもディスプレイで一番むずかしいのは画像ディスプレイではないかということで、画像ディスプレイを主にまとめてみたいと思います。

きょうは、ガラスの専門家の前でお話するというので、素人がガラスの話をしては仕方がないので、ディスプレイの一般論をお話して、その中でガラスに関連した部分で、少しでもお役に立てばと思っています。

ガラスといいますと、すぐレンズということ、われわれは連想するのですが、テレビジョンの研究をやっていると、日頃は余り気にはしないのですが、ガラスと切っても切れない縁があるということに気がつきます。これはテレビジョンの研究が始まって以来、レンズというものが常にシステムの中に取り入れられているからです。最近のカラーカメラは、電気回路が非常に技術的に進歩しまして、画質がよくなっているのですが、最終的な画像はディス

プレイに表示して人間が見るということであり、ディスプレイが悪かったら、全然システムとして評価されなくなってしまうということ、われわれとしては、厳し過ぎるというか、常に最新技術で、一番いいディスプレイを物にしたいということで日ごろ研究開発を行っているわけです。

ディスプレイの中で、現在は CRT (カソード・レイ・チューブ)、いわゆるブラウン管ですが、これが画質的にはチャンピオンだということを、何とか脱皮しなければならないと思っています。しかし大変原理的にすぐれた方式で、それが相変わらず使われております。ほかにどういふディスプレイデバイスがあるのかというと、昔からある CRT、蛍光表示管、LED、プラズマディスプレイ、エレクトロルミネッセンス、それからレーザー、などが、みずから光を出すデバイスです。液晶、エレクトロオプティックなもの、それからエレクトロクロミックがいわゆるライトバルブ方式です。光源は別にありまして、光をコントロールするというものであります。デバイスとしては、まだほかに細かいものはたくさんあると思いますが、比較的テレビジョンのディスプレイに使えそうなものという、こんなところではないかと思えます。

では、このデバイスをどういふふうに組み立てて、ディスプレイとして設計するかということになるわけですが、一つは直視形、これは直接デバイスなりディスプレイの面を目で見るといふタイプです。それともう一つは、レンズを介してスクリーンに投写するという投写形です。

直視形の方では、たとえば CRT を使ったもので、これは最近ますます進歩しています。CRT のディスプレイ装置の方向として、一つに細かい情報をディスプレイする高精細度化があります。これはコンピュータ 端末なんかでは、非常に細かい文字をたくさん表示するというようなことで、研究されているわけです。もう一つは、大画面化ということで、何とか大きなものをつくりたいということで、いまつくられているのが 40 インチ程度のディスプレイです。この二つの方向があるかと思います。

あともう一つ、ポケットテレビみたいなコンパクトなディスプレイというものも検討されていますが、画質的に言いますと、余り小さいのはいい画質を得るのはむずかしいというのが現状だと思います。

それから直視形で LED もありますが、これもたくさんの LED を並べるとむらが出るとか、なかなかディスプレイとしてはむずかしい面が多いわけです。

その次はプラズマディスプレイです。これは比較的将来画質的にすぐれたものが出るのではないかということで、盛んに研究されています。

次は液晶ですが、これもつくば科学博で液晶を使ったディスプレイがデモされました。最近、かなり技術的に上がってきてまして、画質もよくなってきているのですが、高精細度ということから言うと、いま 1 歩ということではないかと思います。

それから投写形としては、CRT の画像をスクリーンに投写するタイプがあります。投写するときにスクリーンの前面から投写して、反射する画像を見るというものと、透過形のスクリーンで、後ろから投写して前から見るというタイプがあります。前面投写式というのは、余り大きいスクリーンだとなかなか明るいディスプレイにならず、大体 200 インチぐらいのところではいまはとまっています。背面投写式は、比較的大画面でも光を有効に使えますので 400 インチまでできております。

それからライトバルブですが、これがまたい

ろいろタイプがありまして、比較の実用になっているのが、油膜に電子ビームで書き込んで、シュリーレン光学系で変調された画像を投影するというもので、光源は別にあるわけです。これは 1 本の管でカラーが出るようになっているものと、赤、青、緑、3 本の管を使うものと、2 種類があります。

このほかにライトバルブとしてはエレクトロオプティックスのタイプがあります。これは電気光学効果を使って投影するものです。

それからもう一つが、レーザーです。これは非常に画質がよくて、恐らくいまの CRT の直視形に比べても、画質は一番いいんじゃないかというものです。ただレーザーの効率というのが非常に悪いものですから、大きな画面で明るい画像をつくらうとしますと、相当の電力が必要になります。たとえば 30 kW とか、物すごい電流を流さなければいけないので、そういう意味で実用的ではないわけです。ただ画像の標準といえますか、画質評価用には十分使えるものだと思います。

ディスプレイの最近の傾向としましては、先ほど言いましたように、コンピュータ 端末の関連で、グラフィックディスプレイが普及してきております。それから最近、文字放送も行われておりますが、そういった意味で、キャラクターディスプレイの研究が進んでおります。また、ディスプレイの装置の中で、たとえば赤、青、緑の重ね合わせの問題とか、周辺のフォーカスの問題とかがありますが、いま大変ディジタル回路、ディジタルテクニックがいろいろ出てきておりまして、ディジタル的に重ね合わせをコントロールするとか、いろいろな補正ができるようになってきたので、非常に画質が上がってきているという特徴があります。また、昔は、投写形ディスプレイで、レンズで像を投写するものについては、ありきたりのレンズを組み合わせてつくったというような時代が、かなり長く続いてきました。しかし、それでは画質がよくなれないということで、後でお話ししますが、投写形用の特別のレンズが設計されてつくられるようになってきています。スクリーン

についても、ありきたりのものではなくて、テレビジョンのプロジェクターとして必要なスクリーンの構造を考えてつくようになってきております。

画像ディスプレイということですと、かなりむずかしい面が多いのですが、高精細度のディスプレイの例について、ちょっとお話ししてみたいと思います。

まず、普通のテレビジョンの画像です。いまの放送に使われているのは525本のテレビの画像です。

つぎにハイビジョン（高品位テレビ）の画像です。このテレビジョンは、走査線数が1,125本ですから、普通のテレビの倍以上の走査線があります。全体の情報量としては5倍くらいあるわけで、こういう情報をディスプレイするためには、どういうディスプレイが必要なのかということを、少し考えてみたいと思います。

文字放送の例ですが、いま普通に放送されている文字放送があります。

また、密度を倍にした文字放送があります。現在まだほとんど出てないのですが、将来は525本のもので、倍密度のディテールの情報が送られてくることになります。これに対応するディスプレイというのは、技術的にはほとんど問題ないというところにいっているわけですが、将来ハイビジョンのシステムで、たとえばこういう文字情報が送られてきたときには、ディスプレイとしても一段と高い性能が要求されてくるのではないかと思います。

画像ディスプレイで画質を云々する場合の項目としては、当然のことながら解像度とか階調、グレースケールがどういうふうに再現されるか、それからコントラスト、白と黒の比が十分取れるかどうか、それから色再現、ディスプレイの明るさ、そのほかに画面の一様性とか、ノイズがあるかないかというようなことがあります。こういうものを評価するために、いろいろなディスプレイをわれわれのところで試作したことがあります。

たとえば27型（対角線が27インチということ）のシャドーマスクの構造がないモノクロの

ディスプレイで、走査線数が2,000本以上、毎秒送る像数も30コマから500コマまで変えられるというようなもの、それからインターレース比もいまの飛び越し走査以外にもいろいろ変えられるようなものをつくりまして、いろいろな条件でテストをしました。それでいまのハイビジョンの規格を決めたわけです。昭和49年とか50年の話ですが、研究の結果が出た時点で、実際にこういうディスプレイがほしいと言ったときに、まだそういういいディスプレイがありませんでした。そこで、カラーで大きなディスプレイをつくってみようということで作られたのが、45型のワイドディスプレイだったわけです。これは走査線数が1,125本で、あとはいまのテレビの規格と同じですが、こういうものをつくってみました。

図1は歴史的な意味しかありませんが、26インチのブラウン管を3本配置しまして、ハーフミラーで合成したものです。技術的に非常にむずかしい点は、たとえば画面の継ぎ合わせの部分のむらが出ないようにとかいう工夫が、いろいろ必要だったわけです。やばったい感じのディスプレイだったわけですが、世界で初めてこういうものができたということで、研究の進展に役立ったわけです。

そういうようないろいろなことをやりながら、決めた仕様が、ハイビジョンに最低限必要だろうというレベルのもので（表1）。サイズは、横が1.4mで縦が0.8m、水平画角にして30度くらいということですから、40イン

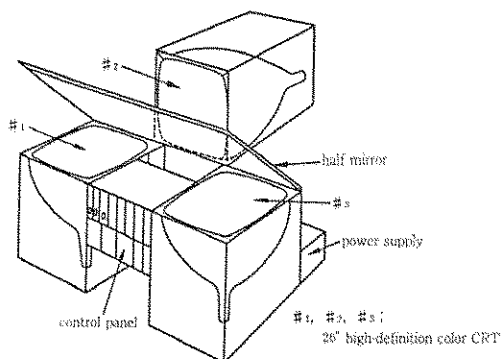


図1 3管式ディスプレイの構造

表 1 望ましいディスプレイの仕様

サイズ	縦0.8m, 横1.4m
推奨視距離	3H(2.4m) H:画面高
水平画角	30度
明るさ	150cd/m ²

チ以上, 50 インチ, 60 インチというものが必要だということがわかったわけです。

表 2 ハイビジョン (高品位テレビ) の規格

走査線数	1125本
アスペクト比	5:3
インターレース比	2:1
フィールド周波数	60Hz
映像信号帯域	
輝度信号 (Y)	20MHz
広帯域色信号(Cw)	7.0MHz
狭帯域色信号(Cn)	5.5MHz

表 2 は, いま規格化が進められているハイビジョンの規格です。走査線数が 1,125 本で, 画面の縦横比が 5 対 3, インターレースはいまのテレビと同じで, 1 本おきに走査線を飛ばして送るというものです。それからフィールド周波数が 60 Hz, あと映像信号の帯域が, 輝度信号と色信号と, こういうものを規格として提案したわけです。

その後, いまの経過を踏まえて, 実用的なディスプレイとして 30 インチ型とか 26 インチ型, 最近では 40 インチという大きなものが開発されてきたわけです。

たとえば現行テレビのディスプレイとハイビジョンのディスプレイとどのくらい違うかということを図 2 に示します。上が標準テレビ用で, シャドーマスクが大きいわけです。それにディスプレイしたときの文字がこんなにぼやけてほとんどわかりません。ハイビジョンの方はシャドーマスクを細かくしまして, 走査線数も多いということで, こういうしっかりした文字が読めるという違いがあります。

CRT の直視形について言えば, いまのとおりでございます。しかし 40 インチというのは, いまつくられているディスプレイで一番大きいのですが, 非常に重たい。装置全体が 170kg ぐらいあるということで, なかなか実用的な意味

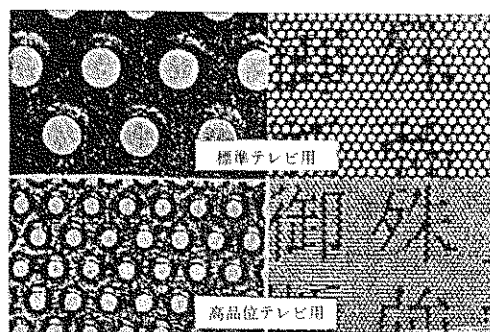


図 2 シャドーマスクの形状と漢字の見え方の違い

では使いにくいものです。実はもっと大きいディスプレイが必要でないかとわれわれは考えておきまして, それ以上はということになりますと, CRT を大きくするという手もあるのですが, 小さいブラウン管の絵をスクリーン上に投影したらどうかということで, 開発されているのが投写形のディスプレイであります。

投写形には二つありまして, 一つは前から投写してスクリーンで反射した画像を見るものです。それからスクリーンから言えば背面投写ということになるのですが, ブラウン管の画像をミラーで折り返してスクリーンに投影して, 透過光を見るという二つの方法があります。反射形というのは, 周りから光が飛び込むと, コントラストが低下してしまうので, 明るいところでは見られないわけです。それに対して背面投写形は, 明るい部屋でも光が戻ってこないわけ

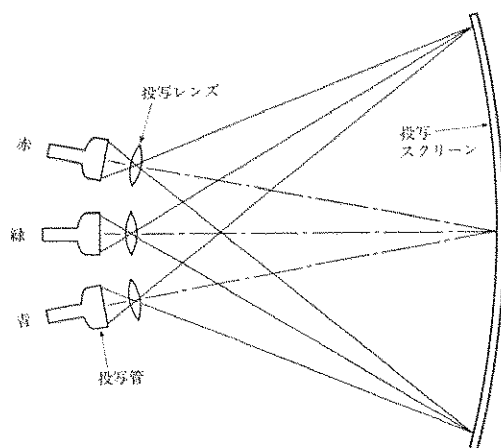


図 3 3 管式投写形ディスプレイの構成

ですから、比較的明るい部屋で見ることができるといこと、それから折り曲げができますので、比較的コンパクトに装置としてまとめることができるという特徴があります。

図3は前面投写式ですが、三つのブラウン管の絵をレンズで重ね合わせるということで、比較的幾何学的な歪みが出やすいということで、完全に重ねるのはなかなかむずかしい。しかし先ほど言いましたように、ブラウン管の偏向をデジタル的にコントロールして、歪みを補正して三つの像がちゃんと重なるようにするというようなテクニックが最近確立されておりますので、非常にやりやすくて画質が上がってきています。

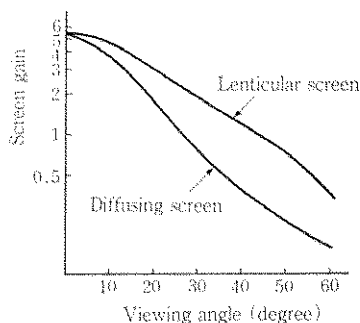


図4 レンチキュラー型と拡散型スクリーンの拡散特性

もう一つ、前面から見ますが、画角が広がると周辺が暗くなるとか、色がつくとかという問題が出てきます。これは、一つはスクリーンの問題があるわけですが、もう一つは、どうしてもレンズで投影すると、周辺が暗くなるという問題も含まれています。図4はスクリーンの指向性をあらわすものです。画角に対して、中心は明るいけれども、周辺になると、普通の拡散スクリーンだと非常に低下してしまうということで、レンチキュラーを使いますと、かなり改善されるというデータです。

そういうことをしながら最適なものを検討してできたのが、図5にあるようなディスプレイです。これは構造的には先ほどの図と同じで、画面のサイズとしては55インチ相当になりますが、こういうものが実際につくられているわけです。

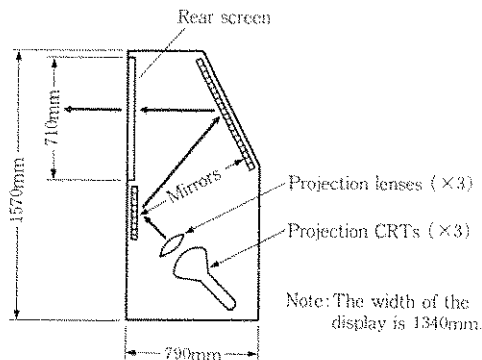


図5 新投射型ディスプレイの構造

もう一つはつくば科学博で使われたハイビジョンのプロジェクターで、スクリーンの横幅が8m、高さが4.8mという非常に大きい。対角線で400インチ相当ですが、そういう巨大スクリーンをつくって、後ろから投影して、前から見るわけです。明るさを稼ぐために、ブラウン管を12本使っています。これは非常に重ね合わせが大変です。人手で一々やるのは大変なので、自動化をしているのですが、重ね合わせのためにスクリーンの位置にテレビカメラを置いて、光をはかりながら重ね合わせをしていく。自動コンバージェンスと言っておりますが、こういうものを使いまして、特性を維持するわけです。

このディスプレイの諸元ですが、管は12管使いまして、投写距離は14mです。投写管にはシュミットレンズを使っております。その辺の設計は、投写距離14mに合わせて設計されております。出力光束が1,550lmということは、かなりテレビジョンのディスプレイとしては明るいということです。

ハイビジョンの大画面のディスプレイというのは、先ほど言いましたようなCRTの前面投写方式と、背面投写方式が考えられるわけです。しかし、将来は、余り奥行きがなくて、壁に掛けられる、いわゆる壁掛けテレビ、そういうものが大きな画面で、家庭に入れる場合に必ず必要になってきます。そういうことでいろいろと検討が進められているわけです。

ひとつはプラズマディスプレイです。放電形と、ほかの平面パネルとしてできそうなもの

を、幾つかの項目について、問題あるとか、非常にむずかしいとか、そういう評価をしたものです。プラズマディスプレイというのは将来的に非常に向いているのではないかということで、NHK の研究所を初め、このプラズマディスプレイのパネルが壁掛けテレビとして盛んに研究がされているわけです。

将来的に、どの程度の目標を持ったらいいかということで、これは研究目標といえますか、将来のイメージということで、画面寸法が大体 50 インチ前後、もうちょっと大きい方がいいことはいいのですが、そのぐらいを目標にしています。走査線数としても、ハイビジョンの 1,125 本をクリアするものです。ほかは大体普通のディスプレイに要求されるものに準じているのですが、こういう目標を掲げて、現在研究が進められております。

さて、プラズマディスプレイの一例をあげますと、前面ガラスと後ろのガラス、その間に電極を埋め込んで、スペーサーである間隔を保持して、蛍光体を光らせるというものです。これはいろいろなやり方があり、詳しくはあとでお話があると思います。

CRT は、御存じのとおりシャドーマスクがあり、蛍光体はドットで塗り分けられているわけです。それに対して放電パネルというのは、なるべく光る面積を大きくしようということで、ロスの部分が少ないような構造になっているわけです。

現在どの程度のものができているかといえますと、これは 8 インチのパネルと 16 インチのパネルのものができております。16 インチで言えば、セル数が 320×240 ということで、525 本の走査線よりもちょっと少ないですが、これはカラーですから、先ほどの配置からいまして、グリーンが、特定のラインに必ず出てきます。赤とブルーは 1 本おきに配置されているということで、解像度を支配するグリーンは、解像度がいいようになっておりまして、そういう意味ではその半分ぐらいが走査線数に対応するというような感じになると思います。セルのピッチがいまのところ 1mm, 0.5mm という試作

のパネルもありますが、かなり密度が上がってきております。問題は 16 型でも 7fL で、効率がまだ非常に悪いという段階ですから、消費電力を抑えられると余り明るくできないというようなレベルで、効率の改善を重点に開物が進められているわけです。

ガラスとディスプレイということで、若干話をしたいと思います。最初は御存じのとおりシャドーマスクタイプのブラウン管で、周りが当然ガラスでできています。ガラスは非常にかたくて、真空にも耐えるということで、昔からこれが使われているというわけです。先ほど言いましたように、40 インチのディスプレイなどを考えた場合に、表示面積が大きくなるということは、偏向角が同じだったら、奥行きも当然かなり大きくなるわけです。そうしますとブラウン管自身の重さが大体画面の大きさの 3 乗に比例してふえるというような感じになるわけです。

対角線で考えた画面サイズ、たとえば 40 インチというとき重さが 90 kg ぐらいになるのですが、やっぱりこの辺が一つ大きさを制限されるところではないかと思います。先ほど言いましたリアプロジェクションタイプ、背面投写形ですと、ブラウン管はそんなに小さくなくてもいいわけで、ある程度の画面サイズになると、直視形と投写形で投写形の方が有利になってくることがあるわけです。そういう意味で、ある程度以上の大きさのものは、背面投写形の可能性が強まってきます。

投写形を考える場合に、先ほど触れましたが、投写レンズが重要な要素になります。昔はガラスのレンズが使われていたのですが、ガラスだと球面収差を補正する、ほかの収差も補正しなければならないということで、少なくとも 5 枚ぐらいのレンズを組み合わせる必要があるということで、非常に高価で重たいということで困っていたわけです。最近はプラスチックが非常に普及してきまして、たとえばこれと同じような性能のものを、プラスチックで、しかも非球面を使って収差を補正するという技術を取り入れた結果、3 枚でできるようになっていま

す。それで非常に安いということです。それからまたプラスチックだけではなくて、中にガラスのレンズをはさむというようなものも開発されておりまして、こちらの方が恐らく性能的にすぐれていると思います。そういうようないわゆるハイブリッドも可能になってきています。

先ほどの 400 インチのプロジェクター、それに使われている投写管は反射形で、電子ビームで走査して、蛍光体を光らせて、その光を反射鏡で反射して投影するわけですが、出口のところにシュミットレンズとメニスカスレンズがありこれはプラスチックですが、そういうレンズを置いて、所定の距離にプロジェクションできるようにしてあるということで、ここにもプラスチックが使われているわけです。

400 インチのスクリーンの構造ですが、大きなスクリーンで、近くから見ると画角が物すごく大きくなるわけで、そうしたときに、周辺が非常に暗くなる、あるいは色がつくということで、周辺の光量を何とか減らさないで済むようにということで考えられたのが、このスクリーンであります。これは大きなスクリーンの一部分ですが、かまぼこレンズ、レンチキュラーのレンズを組み合わせて、2枚を張り合わせて使います。後ろ側のレンチキュラーは、球面が離れているということで、ここにミソがあります。周辺の光量がレンズ効果で端の光も真ん中の方に折り曲げられてくるということで、非常に一様性のいいスクリーンとなっております。

観客席側から光が入った場合に、レンズではないところに当たった光が戻ってくると、非常にコントラストを低下させるわけで、その縁のところにシャドーマスクで言うブラックマトリックスと同じような処理をして、反射光が出ないようにしております。

つぎは 3 本つなぎの 45 型のディスプレイで、継ぎ目があるわけです。ですけれども、当時としては非常に絵を評価するのに役立ったディスプレイで、たとえば動く絵なんか出したときには縦線がとまって見えるということで、気にはなったのですが、非常に有効な使い方ができたのではないかと思います。

つぎは CRT タイプで、これは全部ハイビジョンの話ですが、26 インチ、30 インチ、40 インチのタイプのものがあります。こういうディスプレイが勢ぞろいしたということです。

つぎは 40 インチの画面ですが、画質の方は見ないでいただいて、この女の子に比べてもらうと、かなり大きいことがわかります。ブラウン管としては巨大という感じがして、われわれもできるまでは、どういう絵になるかというのは余りピンとこなかったのですが、実際にできると、やっぱりこれはすばらしいという一語に尽きるのではないか。やはり 40 インチになりますと、画像のディテールがすごくよく見えるということで、入ってくる信号の良し悪しもすぐに判定できるようになります。

40 インチを茶の間で見たときのイメージですが、やはりかなり大きくて、絵としてはいいのですが、実用のときを考えると、将来は壁掛けテレビの方に行くのではないかとということになるわけです。

110 インチのスクリーンを用いた前面投写式のプロジェクターがあります。CRT から投写して見るわけですが、これも比較的投写形としては画質がすぐれております。

つぎは 55 インチの背面投写式で、中にブラウン管があって折り曲げて投影しているわけですが、画面サイズとしては 55 インチですが、かなりコンパクトな感じにまとめられています。

これはつくば科学博で使われた 400 インチのディスプレイは、プラネタリウムの客席で見るのですが、対角線が 400 インチということです。

このプロジェクターの投写管で 6 管しか並んでいませんが、実際にはこれの倍の 12 管並べて投影するわけです。

つぎは 16 インチのプラズマディスプレイパネルです。

最後に、私が日ごろ考えている希望を言わせていただいて終わりにしたいと思います。これからのガラスとして、どういうものが欲しいかということです。プラスチックが非常に普及し

表 3 光学ガラスと光学プラスチックの物理常数の比較

材 料	屈 折 率	分 散	比 重	膨 脹 率
BK7 ガラス	1.517	64.2	2.5	$0.7 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$
ポリメチルメタクリレート	1.49	57.0	1.18	$7 \times "$
ポリスチレン	1.59	30.9	1.06	$8 \times "$

てきていますが、残念ながらまだ光学ガラスのような使い方ができないという状況で、使いにくい部分もあるわけです。たとえば BK7 という普通の光学ガラスですが、それに比較して、代表的なプラスチックでありますポリメチルメタクリレートとポリスチレンというもので、物理数を見てもみると、(表 3)屈折率は似通ったところなんです。光学ガラスの方がもっと広い範囲に屈折率が分散しているわけで、収差補正にはいろいろの材料が選べるわけです。そういう意味で種類がもっと必要ではないかと思えます。それから色分散が、できればない方がレンズがつくりやすくなります。あたりまえの話ですが、そうでないとすれば、分散特性もガラスに近いものが数がそろわないと非球面を組み合わせても、最終的に特性の良いレンズが設計しにくくなります。大変細かい話になるかもしれませんが、もっとそういった意味で種類が必要になると思います。

問題は、やはり膨脹率です。ガラスに比べて 1 けたぐらい膨脹が大きいわけですから、そういう意味では温度特性にも影響してきますし、そういった意味で、たとえばこれはプラスチックとガラスの合いの子みたいなものができればいいのではないのでしょうか。

たとえば、軽いガラスということ言えば、われわれテレビカメラにレンズをつけているわけですが、いまテレビカメラの本体の方が非常に小さくなってきていまして、昔はテレビカメラにレンズをつけるというイメージだったのですが、いまはレンズにテレビカメラをつけるという状況で、レンズが非常に大きいのです。そこが何とかならないかということで、たとえばズームレンズは非常に枚数が多くどうしてもガラスでつくると大きくなってしまいます。レンズをたとえばフレネルレンズ、プラスチックで

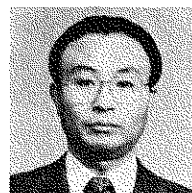
つくったフレネルレンズのようなもので構成されるようになれば、非常に安くコンパクトにもなり、そういうものができればと、日ごろよく思うわけです。

ガラスとプラスチックの合いの子といいますと、ガラスとプラスチックの良い所をミックスした“グラスティックス”というようなものができれば、しかもつくり方が、射出成型でレンズができるような、そういうものができてくれば、かなりレンズのイメージも変わってくるのではないかと思います。甚だ勝手なことを申し上げましたが、終わりにさせていただきたいと思えます。ありがとうございました。

質問 さっきお話しになった壁掛けテレビというお話、それはどういう形のものを、いまお考えでしょうか。

杉浦 やはり大きさとしては 40 インチ程度ですから多分いまの 40 インチのものであれば、ハイビジョンで最小限の大きさが確保されたということになると思いますので、家庭の中に入れるものとしては、その程度のイメージのものを考えておるわけです。

〔筆者紹介〕



研究所テレビ方式研究部主任研究員。

杉浦幸雄(すぎうらゆきお)
昭和 38 年東京電機大学工学
部電気工学科卒業
昭和 33 年 NHK 入局、フィ
ルム送像、フィルム録画機器
の研究開発、レーザー応用の
研究に従事。現在同放送技術