

第3章 教育と情報メディアの歴史

3.1. 教育とメディア

教育の効果を上げるために、教科の内容や単元に応じて、教育者はさまざまなメディアの教材を活用してきている。このような教材には、掛け図やスライドで提示される絵画・図表資料、実物を教室の中に持ち込めない場合に代替の資料として用いられる写真や映画、外国語や演奏などの音響情報を提示するためのレコードや楽器などが挙げられる。最近では、コンピュータグラフィックス機能の発達に伴い、言葉や数式だけでは理解しにくい現象に関して、アニメーションを用いて直感的に把握しやすいように工夫された教材も開発されるようになってきている。

さて、このような教材は、物理的世界に関する情報をアナログ的な手段で、紙に絵の具やインクで描写したもの、フィルム上に光学的に定着したもの、テープに磁気的に記録したもの、あるいは円盤に物理的に刻印したものである。このような教材が近年盛んに使われるようになったのは、印刷技術や複製技術の発達によって上記の資料が安価で大量に作れるようになったためである。しかし、これらの資料はアナログ的な記録方式にもとづいているため、教材の必要な部分のみを再生したり提示したりする事が難しく、授業の流れと無関係な資料をも含めて提示せざるをえない場合が多い。たとえば、音楽の中で特殊な技法について紹介する場合に、レコードの中から、その技法が用いられている部分だけを抜き出して提示することは非常に難しい。録音テープの場合ならハサミで切り出すことが可能であるが、いったん切り取れば、それをもとの状態に復元することはさらに困難なものになる。

このように、アナログ的に記録された資料は加工したり編集したりすることが非常に厄介であるため、教育者や学習者の個性に合わせた形で授業を展開していくときに大きな制約を生じる。一人ひとりの学習者に適切な教材の組み合わせを用意しようとするなら、教師が授業のために費やすエネルギー

は莫大なものになる。図表のような資料の場合には、電子式複写装置の普及により作業は随分楽になる。昔のように、鉄筆で図表をなぞるような作業をしなくても、コピーしたものをハサミと糊でカットアンドペースト（切り貼り）することにより、独自の教材を工夫することができる。しかし、映画やレコードの中に記録された情報に対してはランダムアクセスができないため、このような編集作業は不可能ではないにしても、高額の設定と多大の労力なしに独自の教材を作ることはできない。

ここでポイントとなることは、アナログ情報では情報を Browse したりランダムアクセスしたりするときに、非常に大きな労力と長い時間を要求されるということである。場合によっては、1時間の授業の教材作成のために1ヶ月を費やすような、非現実的な労力を必要とする場合もある。このような労力は映画産業に従事する人がフィルムの編集を行う場合には、労力に見合った報酬を得ることができるために妥当なものと考えられる。しかし、教師の場合は、授業を効率的に運用して行くことが本務なのであり、教材作成にエネルギーの大部分を奪われてしまつては本末転倒になってしまう。したがって、教育環境においては、多少の犠牲を払つても簡単に Browse したりアクセスできる情報が必要になる。

デジタル情報は、検索や複製が非常に簡単にできるため、上記のような利用法には最適の資料であると考えられる。ところが、現実世界はアナログ情報で構成されているため、これをデジタル化して抽出されたデータの中には、現実世界の一部の側面しか記録できないという欠点がある。これは連続量を離散量に置き換える作業であるために避けたい問題であるが、もとの情報の特定の側面に限定すれば、デジタル化された情報からもとの情報を完全に復元することができる。

これまで、デジタル情報が特殊な領域以外であまり利用されてこなかったのは、デジタル情報の表現力が弱かったためである。コンピュータが実用化される以前の段階で、もっともよく利用されたデジタル情報システムは、おそらくモールス信号であろう。モールス信号は長い音、短い音、そして無音

第3章 教育と情報メディアの歴史

の3状態を組み合わせることによって英数字を表現できるようになっている。モールス信号の送受信には、オリジナルの英文をモールス符号にコード化する作業と、受信した信号を元の英文に復元する作業とが必要であるが、信号自体には英数字自体の情報は含まれていない。あくまでも、送信側と受信側が同じコード表を用いてコーディングとデコーディングを行う場合にだけ、正確な情報の交換が可能になる。一方、電話のように音声のアナログ情報を直接伝送する場合には、言語情報のすべての情報が伝送されるため、特別な送受信手続きは必要とでない。

アナログ情報の場合には、伝送に伴う情報の劣化が避けられない。そのため、電話システムでは、伝送経路の途中に中継機や交換機などの高価な設備を設置しなければ正確な情報伝達ができない。これに対して、デジタル信号であるモールス信号では、信号の内容が単純であるため、信号が弱くなったり歪みを生じたりしても、情報内容に影響を与える可能性が少なく、比較的安価で簡易な設備でも通信を行うことが可能である。しかし、この状況もコンピュータの普及とともに大きく変化してきている。それは、たとえば、デジタル電話機のように、オリジナルのアナログ情報が復元可能なほど大量のデジタル情報を、コーディングと復元を行いながらリアルタイムに送受信するようなシステムが、実用的なコストの範囲で実現できるようになったからである。

コンピュータの発達は、これまでアナログ的な手段でしか処理できなかったような情報に対しても、デジタル処理で取り扱える可能性をもたらした。教育環境を取り巻く多くの教材情報についても、この新しい可能性を活用することでこれまでとはとても不可能であったような個性的な教材を簡単に作ることができるようになった。このような教材作成の環境は、情報処理システムの中でもマルチメディアと呼ばれる機能によって実現される。そこで、この章では20世紀に活用されてきたさまざまな教育メディアの歴史を振り返りながら、21世紀に実用化を迎えようとしている新しい教育メディアであるマルチメディアの可能性について紹介して行きたい（マルチメディアについて

は第6章も参照)。

3.2. さまざまな情報の記録メディア

人間の音声は直接コミュニケーションにおいて重要な役割を果たしている。それは、人間の音声が非常に多様な変数（音素、高さ、大きさなど）をコントロールすることができるために、言語という形で短い時間のうちに大量の情報を伝達することができるためである。音声信号の内容は非常に複雑なため、人間以外のほとんどの動物では言語情報を処理できないと考えられている。

人間の音声には伝達距離に限界がある。通常の声量では数百メートル離れるだけで他者との会話を維持することが困難になる。そこで、昔から音声以外の手段によって、遠方まで情報を伝えるための工夫がなされてきた。音響信号を用いたものには太鼓や鐘を使うものがある。相撲のふれ太鼓や時を告げる鐘の音などがこれに相当する。一方、視覚的な信号を用いる情報伝達手段もよく用いられてきた。その例としては、のろし、手旗信号、灯台などが挙げられる。このような伝達手段に共通する特徴は、信号の内容がデジタル化されているという点にある。

デジタル化された情報の伝達は、すでに述べたように発信者と受信者が共通の規約を持ってはじめて成立する。発信者と受信者が通信のために共通な内容の特殊な訓練を受けていなければならないわけである。これは一般大衆にとってこのような通信システムの利用が困難であることを意味している。そこで、だれでも遠距離通信を行うことができることを目的として開発されたのが、ベルとエジソンにより開発された電話機である。電話では音声情報がアナログに直接伝送されるため、特殊な訓練なしにだれでも遠距離コミュニケーションを利用できるのである。

電話機の発明は副産物として、音響情報を固定化して任意の時点で再生する装置を生み出すことになった。エジソンが1876年に発明したフォノグラフは、後にベルリナーによるグラモフォンの発明に受け継がれ、ディスクレ

第3章 教育と情報メディアの歴史

コードが急速に普及していくことになった。その理由の一つは、録音済みレコードを作成する場合に、蝋管と呼ばれたシリンダー状のメディアを用いるフォノグラフよりも、現在のレコードと同じ円盤状のメディアを用いるグラモフォンのほうが圧倒的に有利であったためである。

SPレコードは、シェラックという素材を用いた直径30cmの円盤に約5分の演奏を録音できた。しかし、SPレコードは、プラスチックを素材として1948年に登場した、片面で22分余り録音できるLPレコードに淘汰されてしまった。LPレコードは1957年にステレオ化されることにより、さらに隆盛をきわめた。しかし、これらの acoustic と呼ばれた録音方式は1982年のコンパクトディスク（CD）の登場により衰退していくことになった。

レーザー光線を用いてデジタル信号を読み出すCDの長所は、取り扱いが楽なこととランダムアクセスができることにある。デジタル録音の特徴は、記録面に少々の傷や汚れがあっても音質が劣化しないことと、音響信号の間にインデックス信号を挿入することにより、録音の任意の部分を簡単に呼び出すことができることにある。ちょっとした衝撃で簡単に割れてしまったSPに比べ、丈夫な素材を用いたLPレコードは取り扱いが楽なため大衆的に普及した。さらに、CDはより小型で操作が簡単であるのと、レコードや録音テープのようなアナログ的記録では非常に難しかったランダムアクセスが簡単にできるため、レコードを陵駕する勢いで普及した。つまり、聴きたい時に聴きたい曲が簡単に再生できるという特徴が、強く大衆にアピールしている。

レコードとともに音響信号の記録によく用いられているテープレコーダーは、1898年にパウルセンにより発明されたテレグラフフォンにさかのぼることができる。テレグラフフォンは、マイクロフォンから得られる電気信号の電流変化を鋼鉄線上に磁気変化として記録し、その逆の操作をすることによりもとの音声を復元する、原理的には現在のテープレコーダーとまったく同じものである。初期の録音機は金属ワイヤーを記録媒体に用いたため、ワイヤーレコーダーと呼ばれていた。しかし、ワイヤーレコーダーは音質がよくな

かったため、本格的に磁気録音機が普及したのは、紙テープに酸化鉄の磁性粉を塗布した磁気録音テープが使われるようになってからである。

初期の磁気テープは紙をベースにしていたが、後にプラスチックベースのものが主流になった。いずれにしても、磁気テープは切れやすいものであるが、録音が容易であり機動性にも優れているために、録音作業を主体とする利用には不可欠の装置である。テープの切れやすさという欠点は、逆にテープの切り貼りがしやすく資料の編集が可能であるという長所にもなる。蠟管やSPではダイレクトレコーディングが行われており、演奏家には絶対にミスが許されないという負担がかけられていた。しかし、テープレコーディングでは編集やダビングが容易に行えるため、音響資料の作成のために非常に適していたのである。

磁気テープの性能が向上するとともに、テープには音響信号だけでなく、もっと高周波の信号も記録できるようになった。磁気テープは、コンピュータのデータ保存用やテレビの映像信号などの記録用にも用いられるようになったのである。音響信号に比べて記録する信号の帯域が広がるこれらの記録テープには、録音テープより幅の広いものが用いられたが、VTR用には1インチ、2/3インチ、1/2インチ（VHS、β）、1/3インチ（8ミリ）など様々な規格のテープが用いられている。コンピュータのデータ記録用には1/2インチのものが用いられている。一方、オープンリールのテープレコーダーでは1/3インチのものが、カセットテープレコーダーでは1/6インチ（4ミリ）という細いテープが用いられている。業務用の高性能な機器ではオープンリールの磁気テープもまだ使われているが、カセットケースに格納された磁気テープは取り扱いも簡便であり、テープの破損も起こりにくいのもっともよく普及している。

カセットテープレコーダーは1964年にオランダのフィリップス社が開発したが、日本において特許を公開したため、1970年代に猛烈な勢いで世界的に普及した。カセットテープは単に取り扱いが容易なだけでなく、いつでも適切な録音ができるオートマチックメカニズムの採用や、誤消去を防ぐための

機械的仕掛けなどさまざまな工夫がなされている。そこで、近年になってデジタル方式の録音装置として、DAT (Digital Audio Tape) や MD (MiniDisk) が登場してきているが、カセットテープレコーダーに取って代わるほどの勢いはまだ見られない。



図 3-1 さまざまな磁気テープ

磁気テープは音声や画像が記録できるため、実生活でのさまざまな状況を想定して、実践的な教育が行われる外国語教育には最適のツールである。そのため、外国語教育用の設備には、磁気テープを用いた設備や装置が効果的に活用されてきている。なお、それらについては第4章で説明する。

3.3. 動画の記録

動画像を視覚的に提示することは、エジソンが映画フィルムによる撮影方式を実用化するまでは、回転灯籠のようなからくりによってアニメーションを提示する方法が用いられていた。映画は動きのある画像を提示するためのメディアである。しかし、映画の素材は何万枚にも及ぶ静止画であり、その一つひとつの画像の中に動きに関する情報は一切含まれていない。ところが、それらの画像を急速に、次々と入れ替えて投影するとβ運動と呼ばれる現象により私たちの目には、その画像が連続した滑らかな動作をしているように

見える。

この現象は昔からよく知られていたもので、1896年に作られたフィロスコープの動作原理は本の中でも用いることができる。1820年代に発明されたフェナキストスコープは、スリットの開いた円盤に少しずつ姿勢の変化する絵を描いたものである。この技術は写真術の進歩とともに連続写真という形で映画の前身とも言えるビューワへと発展していった。

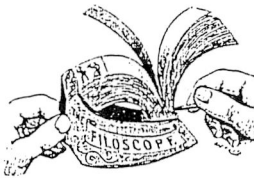


図 3-2 フィロスコープ

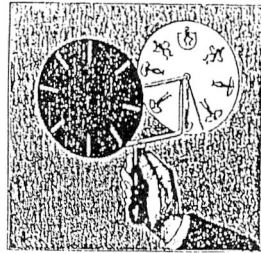


図 3-3 フェナキストスコープ

写真乾板の開発により、数十台のカメラを並べて撮影する連続写真が可能になった。さらに、感光剤を塗布するベースがプラスチックのフィルムに置き換えられることで、はじめて一台のカメラで高速な連続写真が撮影できるようになった。エジソンにより実用化された映画は、初期には主として家庭用と娯楽用に用いられたが、装置が進歩すると、ニュース報道を目的とした映像も撮影された。これらの映画が撮影された本来の目的とはかかわりなく、映画は歴史を映像で再現することができるために、教育や研究の面で貴重な情報を内包している。1927年にトーキーが出現し、1940年代にカラー映画が普及すると映画の持つ情報量は格段に大きなものとなり、さらに多くの映画作品が作られ、大衆に大きな影響を及ぼすようになった。

映画フィルムは最初イーストマンの製品を使っていたため、35ミリフィルムを用いるのが標準である。しかし、この35ミリフィルムは極めて燃えやすく危険なものであった。そこで、1923年にアマチュア向けとして16ミリフィルムが登場したが、それでも映画フィルムは取り扱い方が難しく、映写中に

第3章 教育と情報メディアの歴史

切れたり、動かなくなるといったトラブルがよく起こった。そのため、教育用のフィルムを上映する際には、16ミリフィルムを扱うための資格が必要とされた。

16ミリフィルムは非常に高価であったため、普及版の映写フィルムとして8ミリフィルムが登場し、家庭用によく用いられた。8ミリフィルムは1930年代から約半世紀間使用され、なかでも、シングル8方式はとくに取り扱いが簡単でよく普及した。しかし、これも携帯型ビデオカメラに比べて利便性ではなかに及ばず、1980年代に携帯ビデオが登場すると、間もなく市場から姿を消してしまった。

家庭用ビデオテープレコーダーは、最初からカセット方式で登場した。ビデオは録画も再生もできるが、初期のカメラはモノラル録音とモノクロ録画しかできず、画質も非常に悪いものであったため、主に、テレビ録画と再生用として販売された。ビデオカメラの性能が向上するにつれ、携帯型のビデオ撮影機が用いられるようになった。VHSやβ規格のような1/2インチテープを用いたカセットテープは携帯機には大きすぎるため、その後VHS-Cと8ミリビデオの規格が定められた。現在は、据え置き型ビデオデッキではVHS、携帯型では8ミリ方式がよく用いられている。

ビデオは映画に比べて画素が非常に粗いため、映画の代替になることはまず考えられない。その代わり映画資料をテレビ画面で鑑賞するために、デジタル記録方式で信号を処理できるビデオディスク（レーザーディスク）が用いられてきている。ビデオディスク（VD）は音楽用のCDとほとんど同じ記録方式であり、データの読みだし方式もコンピュータの記録媒体である光磁気（MO）ディスク[†]と同様である。これまでアナログ方式で記録されてきた音や写真や動画を高品位で扱いやすい形で記録するためには、すべて同じタイプのメディアに、デジタル信号の形で記録することになる。

デジタルデータの処理では、前述のようにコード化と解読の手順が一致していないと、データの内容が正確に再現できないという問題点がある。たとえば、音楽記録用のCDと動画記録用のVDではデータのコード化方式も記

録方式も全く異なる。そのために、見た目には CD と VD は非常によく似ているにもかかわらず、お互いに交換して再生することができない。現在、規格化が進められているマルチメディアとは、このような様々なメディアの記録内容を相互に利用できるようにするための技術である。文字、音声、画像、動画など、すべてのメディアのリソースのコード体系の統一により、コンピュータで一括処理して情報を効果的に活用する道が開かれるのである。

3.4. コンピュータの記録方式

コンピュータにはアナログ式とデジタル式の2種類のタイプがあるが、現在よく用いられているのはデジタル式の電子計算機である。数値計算はきわめて退屈な作業である上、計算間違いから逃れることが非常に難しいため、計算作業を自動化したり補助する器具を開発する試みが古くから行われてきた。たとえば、アナログ式の計算補助具としては計算尺がよく用いられてきたし、デジタル型の道具である算盤は現在でもよく利用されている。

デジタル型の計算システムは論理回路の構成が比較的単純であるため、低コストで計算の高速化を達成するためには都合が良い。このような計算システムの原形は、パスカルやバベジによって考案されていた。バベジが19世紀の中頃に考案した解析機関は、現在のデジタル計算機の基本的なシステムをすべて含む優れた着想であった。解析機関には、四則計算を自動的に実行する中枢制御機構（CPU）、数値データをシステムに入力したり出力したりするためのインターフェイス、計算の途中経過を一時的に保存するための記憶機構（メモリ）などが含まれる。

最初の電子式のデジタル計算機は、1946年にエッカートとモークリが作った ENIAC であるとされている。ENIAC は、18,800本の真空管を用いた重量30トンの装置で、1秒間におよそ5,000回の加減算が可能であり、弾道計算のために製作された。ENIACの欠点は、真空管の本数が多く大量の電気を消費し機械のサイズが非常に大きくなることと、計算の手順を6,000個ものスイッチと配線盤を使っていちいち切り替えなければならないことにあった。

第3章 教育と情報メディアの歴史

後者の問題については、フォン・ノイマンがこの手間と時間のかかるプログラム方式を、プログラム自体もデータとして計算機のメモリに格納するプログラム内蔵（ノイマン型）方式と呼ばれる手法に置き換えることで解決した。

ENIACのもう一つの問題点は、1947年のトランジスタの発明により解決された。一般に、真空管式の計算機を第1世代コンピュータ、トランジスタ式の計算機を第2世代コンピュータと呼んでいる。トランジスタ方式の計算機が実用化されると、それを構成する論理素子のほとんどが半導体だけで構成できることから、集積回路（IC[†]）を用いたコンピュータの開発が行われるようになる。そのような過程の中で時代を画するシステムとして1964年に登場したのがIBMシステム/360と呼ばれる汎用コンピュータである。このシステムの登場によりコンピュータの主流は完全にデジタル方式に移行した。初期の集積回路を用いた計算機を第3世代コンピュータと、超大規模集積回路を用いた計算機を第4世代コンピュータと呼び分けているが、基本的なシステムの構成はシステム/360以降あまり変化していない。

コンピュータシステムの質的な変化をもたらしたのは、1975年に登場したマイクロコンピュータである。初期のマイクロコンピュータはコンピュータの基本的回路を構成するICを中心にした組み立てキットの形で発売されたが、すぐにこのようなキットを応用した形でのパーソナルコンピュータが登場するようになった。パーソナルコンピュータのもっとも初期のものは、1977年に発表されたアップルコンピュータのAPPLE-IIやコモドールのPETといった8ビットコンピュータであった。しかし、実用的なパーソナルコンピュータが登場したのは、IBM-PCと呼ばれる16ビットコンピュータが発売された1981年といってもよいであろう。日本では、1982年にNECがPC-9801シリーズを発売し、このシリーズが日本のパーソナルコンピュータの主流となっている。

1964年当時は、大型の汎用コンピュータを核にして、さまざまな目的に共通のシステムを適用するという利用形態が主であった。しかし、ICを用いた小型コンピュータの実用化は、利用者の目的別に特殊化したコンピュータシ

システムを出現させた。現在、利用されているコンピュータシステムは、その規模の大きい順に、スーパーコンピュータ、汎用コンピュータ、ワークステーション、パーソナルコンピュータに分類されている。しかし、ICの急激な進歩に伴い、大規模な計算を超高速に行うために作られたスーパーコンピュータを除いて、他の3種のコンピュータには機能的な差がほとんど無くなってしまい、コンピュータのダウンサイジング (Downsizing) という現象が生じてきている。

コンピュータに入力するデータを保存するために、最初に用いられた媒体は紙である。電子計算機の登場よりはるか以前から、国勢調査などの統計処理の目的で紙カードを用いた自動集計システムが用いられてきていた。コンピュータのデータ入力用にはパンチカードと紙テープがよく使われていたが、パンチカードの規格はホレリスが1880年に定めたものである(図3-3)。パンチカードは1枚に80桁の数字かアルファベットしか記録できないため、非常にかさばるものである。そこで、大量のプログラムやデータを扱う場合には磁気テープが用いられた。磁気テープはビデオテープに用いられているのと同様のテープであり、一連のデータの中から読み飛ばして入力したり、でたらめな順序で読み込んだりするような作業には向いていない。このようなランダムアクセスを行う場合には、記録媒体としては磁気ディスク(ドラム)の方が適している。磁気ディスクには密閉した容器の中で高速にディスクを回転させて大量のデータを格納できるハードディスクと、プラスチックの薄いディスクをケースに入れて少量のデータを収納できるようにしたフレキシブルディスク(一般には、フロッピーディスク:FDと呼ばれている)の2種類に大別される。

磁気ディスクは同心円上にデータを記録できるようにしてあるため、円周と垂直の方向に読みだし位置を移動させて、任意の位置の記録データを高速に読み出すことができる。ハードディスクは大量にデータを収納できるかわりに、記録媒体を交換することができない。一方、FDでは媒体を簡単に着脱できるため、利用者個人ごと又はデータの種別ごとにディスクを使い分ける

ことができる。このように、FDでは媒体の交換がよく行われるので、媒体の物理的な規格が厳密に規定されている。標準的なディスクは直径が8インチのものであるが、現在ではこの規格の磁気ディスクはほとんど使用されていない。最近では5.25インチのディスクから3.5インチのディスクに主流が推移しているところである。

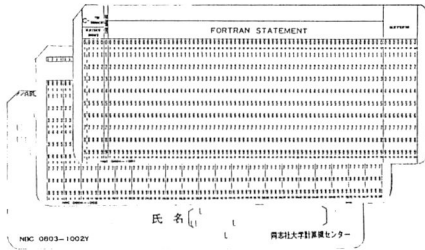


図 3-3 パンチカード

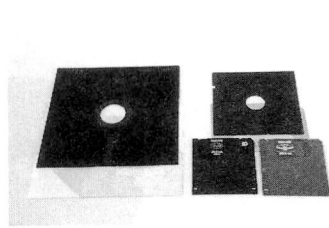


図 3-4 フレキシブルディスク

FDは、熱、磁気、水などの物理的な刺激の影響を受けやすく、記録されているデータの滅失が生じやすいという欠点を持っている。そこで、最近では物理的な刺激に対して安定性の高いレーザー光を用いた記録方式のディスクがよく使われるようになってきている。光ディスクにはさまざまな記録方式があるが、書き換えのできるものとできないものと大きく分けることができる。書き換えができない代表的な媒体はCD-ROM[†]である。これは音楽用のコンパクトディスク（CD）と全く同じ記録方式であり、ディスク上に細かな凹凸をプレス印刷する形でデータが記録される。読み出す時にはレーザー光線を照射して、凹凸にもとづく反射率の変化からデータの有無を知ることができる。

一方、書き換え可能なディスクでは、円盤を扇型のセクターに分けそれぞれに同心円状に記録媒体が配置されているものを用いる。データを書き込む時には記録するデータに応じた方向に磁界をかけながら、磁化したいスポットにだけ強いレーザー光線をあてる。すると、熱せられた特定のスポットだけがかけられている磁界に沿った方向に磁化されることになる。データを読

みだす場合には、弱いレーザー光線をあて、反射して来る光線の特徴がスポットの磁化されている方向にしたがって変化することを利用している。書き換え可能なディスクはその記録方式から光磁気 (MO) ディスクと呼ばれている。MO は5 インチから 12 インチのものが最初に開発されたが、最近では 3.5 インチのものもよく使われている。さらに、利用目的によっては、2.5 インチ (音楽用) や 2 インチ (電子写真用) のディスクも使われている。

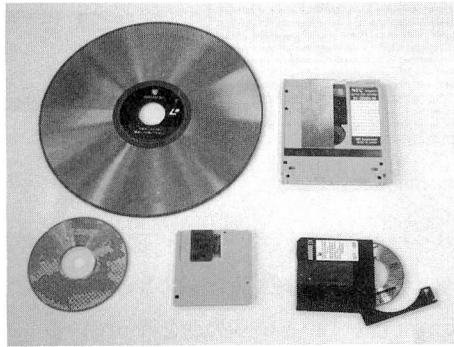


図 3-5 さまざまな光ディスク

光ディスクによるさまざまな記録データを列挙していくと、多くの分野の情報が非常に良く似た方式で記録されていることに気がつく。たとえば、CD と VD はサイズの違いを除けば非常に良く似た形状をしている。また、音楽用の CD もコンピュータ用の CD も、収納されているデータが異なるだけで記録方式は全く同じである。実際に、コンピュータの CD-ROM 読み取り装置で音楽用 CD を演奏させることができる。これは、動画像も、音響信号の記録も、コンピュータのプログラムやデータも、記録媒体の上では全く同列に扱うことができることを示唆している。アナログ方式で記録されていた情報は、フィルムやテープのように、データの種類ごとに全く異なるメディアに固定されていたのに対し、デジタル情報は情報の内容にかかわらず、全く同じ方法で固定することができるのである。

参考文献

ベッカー, J., コーリス, W.R. 1979 情報とコンピューター 文字から
通信衛星まで、 東海大学出版会 (矢崎銀作・小島紀男訳).

岡俊雄 1986 レコードの歴史 — SP から CD まで、 音楽之友社.

通商産業省機械情報産業局新映像産業室 (編) 1992 人間情報社会の実現に
向けて、 通商産業調査会.