1. 概要と展望

正会員 野村 龍 男[†]

1. ま え が き

3年位前だったか、当学会の出版委員会で、学会の出版物をCD-ROM化することが検討された。某印刷会社の担当者をお願いして、CD-ROMについていろいろ説明してもらった。内容はおよそわかったが、当学会の会員程度の数ではCDを作成しても高くてもどうしようもない、という結論になり、その企画は当面見送ることとなった。筆者も説明会に参加者した一人だが、その時、多少無理してCD-ROMを出版できたとして、何割くらいの会員がそれを見てくれるかな、と内心思ったものである。

それからあまり経たない今日、CD-ROMが急激に普及してきた。その理由は何か、CD-ROMとは一体どんなものか、また、それはどのようにして作成され、どのように応用されているのか、などがこの小特集では取り上げられ、解説されている。本章では、2章以下の内容の理解を助ける意味から、CD-ROMの概要を述べる。

2. 記録メディアにおけるCD-ROMの位置づけ

コンパクトディスク(CD)は1982年市場に出た。以来、急速に普及して1986年には従来のLPレコードを上回る生産量となった。CDは、(1)オーディオ信号がデジタル記録されており高音質である、(2)記録容量が大きくオーディオ信号を最大74分(この時の容量は650MBに相当)再生できる、(3)ランダムアクセスができる、(4)取り外し可能(リムーバブル)であり、かつ小型で持ち運びが容易である、(5)再生専用型ディスクであり、複製による大量生産が可能であるため低価格で配布できる、などの特徴をもっている。

表1 CD-ROMの仕様概要(モード1)

ディスク径(mm)	120
回転数(rpm)	214~500
データ容量(MB)	540
データ転送速度(kB/s)	150
平均アクセス時間(ms)	400
ビット誤り率	$<10^{-12}$
ディスク厚(mm)	1.2

CDは音楽というソフトの入った記録媒体だが、これをコンピュータの読出し専用記録媒体として利用することも当然考えられる。こうした目的のディスクがCD-ROMという名で1983年に発表された。その後1985年には物理的なフォーマットを定めた規格が決まり、1988年には論理フォーマットが規格化された。さらに、この規格は1989年、文字や画像(動画)あるいは音声までも扱えるように拡張され、CD-ROM XAと呼ばれている。

CD-ROMは外形(直径120mm、厚さ1.2mm)、信号の変調方式など、CDと類似するところが多い。すなわち、CD-ROMはCDといくつかの共通する特徴をもつ大容量なデジタルデータの記録媒体である。規格の詳細は2章で述べられるので、ここではCD-ROMドライブの概略を述べる。

CD-ROMには0, 1, 2というモードがあり¹⁾、通常はモード1が使用される。そのドライブの主な仕様を表1に示す。CD-ROMドライブとCDプレーヤとの主な相違点は、(1)CDと比べて符号誤り率が2桁以上小さくなるように誤り訂正が補強されている、(2)アクセス時間の短縮化が図られている、(3)コンピュータと接続するためのインタフェースをもっている、などである。これらのため、ユーザの利用できるデータ量は540MBと減少する。データの転送レートはCDとほぼ同じ150kB/sを標準としているが、最近はこの2~6倍に上げたものが使用される傾向にある。

[†] 静岡理科大学 電子工学科

“Overviews of CD-ROM” by Tatsuo Nomura (Department of Electronic Engineering, Shizuoka Institute of Science & Technology, Shizuoka)

表 2 各種小型リムーバブル記録メディアの諸元

記録メディア	CD-ROM	フロッピー ディスク	リムーバブル ディスク	光磁気 ディスク	データ DAT
媒体寸法(直径)	120 mm	3.5 インチ	3.5 インチ	90 mm	73×54 mm
記録容量(MB)	540	1.4	270	230	1200
転送速度(B/s)	300 k	63 k	2.4 M	2.4 M	170 k
平均アクセス時間(ms)	~300	~350	~25	~50	~20 sec
媒体価格(相対値)	ソフトに依存	1	100	40	10
装置価格(相対値)	1~2	1	3~5	5	10

表 2 は、各種あるコンピュータ用の外部記録装置のうちで記録媒体がリムーバブルなものについて、主な諸元をまとめたものである。この表から、CD-ROM は、転送レートとアクセス時間ではハードディスクや光磁気ディスクに及ばないが、記録容量は大きく、装置価格はフロッピーディスクなみであることがわかる。

ただし、比較の対象としたこれらの装置/媒体は、ユーザが記録可能なものであり、CD-ROM は再生専用であるから、正確な比較はむずかしい。CD-ROM の媒体価格は当然、記録された内容(ソフト)によって異なる。ただ、媒体作製コストは相当低く、300 円前後といわれている。

ところで、CD と名のつく記録メディアはいく種類もある²⁾³⁾。そこで、記録内容をデータ、オーディオ、ビデオの 3 つに分類し、これらのメディアに主として何が記録されているかという観点からを整理したものを図 1 に示す。各ディスクにはそれぞれ規格が定められているか、または提案されていて、相互の関連もなかなか複雑である。図中の CD-DA は、通常のオーディオ用 CD を示す。CD-DA の規格を基本として、文字やグラフィックスなどのデータを記録できるように物理フォーマットを決めたものが CD-ROM の規格である。CD-R は専用の記録装置によって、ユーザが画像や音を書込むことができるディスクである。一度記録すると書換えできないので、追記型と呼ばれる。CD-R は再生専用型ではないので枠外に配置したが、CD-DA や CD-ROM タイトルなどの作成用あるいは写真記録用に使用されるなど、その利用範囲は広がりつつある。なお、フォト CD の作製には CD-R が使用されるので、両者を破線で結んだ。

CD-ROM は、プリマスタリングおよびマスタリングと呼ばれる 2 つの工程を経て作製される。CD-ROM にはデータをはじめ、文字、音声、画像など各種の情報が記録される。それで、まずこれらの各種ソースデータを編集し、これを CD-ROM の規格に基づ

図 1 CD ファミリーの位置づけ

いてコーディングする。これがプリマスタリングである。このためのシステムはデータの入力系、MT(磁気テープ)や磁気ディスク装置(容量は 1 GB 程度必要)とコンピュータからなる編集系および、編集されたデータの出力系の 3 つの系から構成される。このプリマスタリングを終了した後は、CD-DA とほぼ同様なマスタリング工程によりディスクが製作される。ディスクの製造技術は CD とほぼ同じものが使用できる。

さて、CD-ROM を再生するには、CD-ROM ドライブをコンピュータに接続して使用するのが基本である。しかし、さらに軽量で取扱いやすい専用の CD-ROM プレーヤや、家庭用のテレビを表示装置として用いるプレーヤ(テレビトッププレーヤ)もある。ただし、コンピュータもしくは、プレーヤとそれらに対応する CD-ROM は特定されているものが多く、使い勝手の上からは便利とはいえない。なお、CD-I はディスクとプレーヤに互換性をもたせて、この欠点をなく

したものである³⁾⁴⁾。

3. ブームの社会的背景

前述のようにCD-ROMの利用は10年も前から期待されていたものの、意外に普及していなかった。ところが、この2、3年前からブームともいえる急激な普及が始まった。新聞紙上にCD-ROMという5文字が見えない日はないくらいの過熱ぶりである。全世界でのドライブの出荷台数を見ても、1993年に約700万台、1994年には1700万台であり、1995年には2000万台と予想される⁵⁾など、うなぎのぼりに増えている。また図2は、光産業技術振興協会から発表された過去6年のデータをまとめたものであるが、こうしたブームの様子がよくうかがえる。

このブームはひとつの社会現象であり、その原因も複雑で、なかなかつかめない。おそらく以下のようないくつかの要因が重なり合った結果が、今日のブームとなったものと思われる。

まず、全体的な背景としては次のような点があげられる。第一には、生活水準の高い豊かな社会(我が国もそうだが)では「ない」と困るわけではないが、あれば便利」という性格の商品、例えばテレビゲームなどの情緒性商品が求められるという。CD-ROMなどはこうした商品に入るのではないか。第二は、CD-DAが普及し、多くの人が小型のディスク記録媒体は取り扱いやすく、検索性が良いという実感をもっていること。第三には、パソコンが職場や家庭にかなり普及してきたこと。

次に、間接的な要因としてCD-ROMを使用する環境が整ってきたことがあげられる。これに関して次の2点を述べたい。ひとつはパソコンのOSやアプリケ

ーションソフトが大容量化してきたために、フロッピーディスク(FD)では数枚から数10枚を必要とし、パソコンへのインストールが面倒になってきたこと。これを解決するひとつの解はCD-ROMの使用である。実際、CD-ROMによってパソコンにソフトをインストールするケースは増えてきた。こうした状況から、今やCD-ROMはFD、ハードディスクに次ぐ第三のパソコン用外部記憶装置となったともいわれている。ふたつめは、CD-ROMドライブはもともとコンピュータに接続して使用するものであり、パソコンに搭載されるのが自然とも考えられる。1989年にドライブ内蔵のパソコンが発売されたが、今日、CD-ROMの普及やドライブの小型・軽量化とともに、この傾向は加速している。

直接的な要因としては3つあげられよう。第一は、「電子ブック」などの使い易いプレーヤが現れ、その便利さが認識されてきたこと。第二は、CD-ROMドライブの低価格化が進んだこと。例えば、ドライブ価格は1987年頃と比べ約1/10に低下している。第三は、CD-ROMのタイトルが充実してきたこと。その種類は、辞典・辞書、語学、学習、映画、ゲーム、ガイド、カタログなどと、きわめて広範囲である。また、ソフトの対象も、特許のCD-ROM公開公報などの業務用から、エデュテインメントソフトなど、一般家庭の低年齢層にまで広がっている。

上記、第二、第三の要因は、CDの普及過程でみられたCDブームの主要因が、低価格なプレーヤの出現とソフトの充実とであった事情を思い出させる。一方で、前述のCD-Iが期待されるほど普及していない。その主な理由としては、プレーヤの価格設定を低くできなかったこと、ソフトの制作・編集環境の整備が充分でなく、豊富なタイトルが用意できなかったことなどがあげられている。

4. 今後の展望

CD-ROMの特徴は、大容量で検索性が良く、可搬で大量配布可能という点にまとめられる。CD-ROMが便利で有用なパッケージメディアとして広く着実に普及するためには、今後、これらの特徴をどこまで生かし、どれだけ魅力あるタイトルを提供できるにかかっている。

装置(ハード)面から今後を考える。パソコンは、今日、情報家電と呼ばれる家電製品のひとつになった。実際、テレビ受像機の機能を持ち、CD-ROMドライブと書換え可能媒体用ドライブとが内蔵された、いわゆるマルチメディアパソコンが主流になりつつある。

図2 我が国のCD-ROMの生産規模

これにともなって使いやすさも一段と進み、2台目あるいは3台目のテレビという感覚で徐々に家庭に普及するだろう。

ソフトの内容が高精細な動画像を含み、アプリケーションプログラムがより大きくなるなど、記録容量は増える方向にしか進まない。CD-ROMの記録容量を2GB程度とする規格はすでに検討されている。将来は5GB位まで増加すると予想される。また、結果としてドライブのデータ転送速度も高くなる。現在は、すでに150kB/sのドライブは発売されておらず、倍速の300kB/sのものが多く、遠からず4倍速が主流になり、さらに高精細動画まで考えると、6倍速まで高速化されるだろう。また、ドライブのより一層の小型・薄型化、低消費電力化も同時に進められる。

ソフト面から今後を考える。ソフトの分野と種類は増えるが、表示される内容も精巧になり、ゲームソフトなどはますますリアルな画面となろう。およそ、書店に並ぶほとんどの印刷物をCD-ROM化することは可能である。しかし、文字のみではCD-ROMの容量は大きすぎる。したがって、絵、写真、図などを主体とする紙面で構成されるものに、音楽なども加えてCD-ROMに入れることになる。こうした、内容の出版物としては、商品カタログ(電子カタログ)、音楽や映画情報誌、週刊誌といったものがあげられる。

一例ではあるが、1982年頃、通信販売用のカタログをビデオディスクに記録して顧客に配布、商品の注文は電話でという方式が試みられた。その今日版であるオンラインショッピングが始まっている。ただし、ビデオディスクがCD-ROMとなり、電話はパソコン通信に置き代わった。社会基盤が10年前とは大きく違って来た点を考えると、今後は利用が広がる可能性がある。

CD-ROM雑誌は数100円という低価格で、すでに書店で販売されている。週刊誌のCD-ROM化も考えられており、これらに対応できる高速(10枚/sec)な複製装置の開発も進んでいる⁶⁾。

パソコンがさらに普及し、CD-ROMが低価格で制作できるとなると、図や画を多く含む学術雑誌などもCD-ROM化される可能性は高い。「まえがき」で述べた出版企画が現実味を帯びてくる。寝転んで読めない不便さはあるが、検索性が良く、保存スペースも少な

くてすむという利点は大きい。

ところで、将来、通信網が高度に整備されると、パッケージメディアはおおかた不要との考えもある。しかし、通信回線を使用した情報伝送に対する課金を想定すると、現実的でないことがわかる。CD-ROMはやはり相当に低価格な情報伝送媒体なのである。

5. む す び

もはやCD-ROM普及の勢いは、しばらく衰えそうにない。われわれの情報活動がより便利になり、心を豊かにしてくれるマルチメディアのひとつとして成長して欲しいものである。

最後に、CD-ROMがさらに広く利用されるための課題を述べてみたい。第一は、CD-ROMがどのドライブにかけても再生できるようになること。第二は、A4判程度の大きさの薄型で軽量のプレーヤが開発されないか。CD-ROM雑誌を気の向く場所で読んでみたいものだ。第三は、CD-ROMはペーパーレス化に役立ち、したがって森林保護につながるとの考えもある。しかし、一方では、短期間しか使用されないディスクも増えることになる。不要となったディスクをどう処理するのか、といった観点からの検討も重要と思われる。

(1995年4月21日受付)

【参 考 文 献】

- 1) 西岡：“動きだしたCD-I”，テレビ誌，**45**，6，pp.707-714 (1991)
- 2) 田村，夫馬，金井：“CD応用技術”，テレビ誌，**43**，6，pp.587-593 (1989)
- 3) 菅原：“情報家電のマルチメディア”，テレビ誌，**47**，11，pp.1497-1501 (1993)
- 4) 黒田：“CD-Iの特徴とアプリケーションについて”，テレビ誌，**46**，11，pp.1480-1483 (1992)
- 5) 日経バイト，No.129，pp.129-135 (Sep.1994)
- 6) S. Horigome, Y. Miyamura, K. Muraoka, et al.: “Rapid Replication Process for CD-ROM”, Tech. Digest of ISOM'94, WeB4 (1994)

のむら たつお
野村 龍男 昭和42年、広島大学大学院修士課程修了。同年、NHKに入局。昭和45年より、同放送技術研究所に勤務。平成4年より、静岡理工科大学電子工学科教授。光磁気メモリの研究に従事。工学博士。正会員。