テープ消費量より見たビデオテープレコードの 将来展望

正会員 菅 谷 汎†

1. ま え が き

ビデオテープレコード (VTR) は磁気記録技術に支えられ大きく発展した AV 機器といえる。

この VTR が今後どのように発展して行くかを知るには、磁気記録技術の流れを知ることが先決である。これまでも多くの人が磁気記録の限界や将来性を予測して来た。例えば Shannon の情報理論¹⁾を基礎に一定の S/N を条件として将来予測をした例²⁾³⁾が代表的なものであるが、それらの予測は視点がややマイクロであるため、磁気記録技術の流れの本流を見ているとはいえない。

本論文では、VTR に焦点をしぼり、1 時間あたりのテープ消費量というマクロな見方で年代的な推移を調べたところ興味ある予測結果をえたので、ここに報告する。

2. VTR のテープ消費量の推移

これまでに発売された VTR の 1 時間当たりのテープ消費量を調べてみると、VTR の開発の歴史を一望することができる (図 1)。

筆者がこの傾向に初めて気付いたのは VHS が世に出た 1967 年であった。その後、Beta の 2 時間モードも VHS の 4 時間モードもこの線上にあることがわかった⁴⁾。さらに、Beta の 3 時間モードも VHS の 6 時間モードもこの流れに沿っていることがわかり⁵⁾⁶⁾、8 mm Video 規格の決定に大きく貢献した⁷⁾。

一方、画質的には高品位である放送用 VTR につい

て調べたところ、別の流れのあることがわかった⁵⁾⁶⁾。そして、その後、発表された Type L (Betacam), M, M-II VTR もこの流れに沿っていることがわかった⁸⁾。

このように市場で実績をあげてきた VTR のテープ消費量は、画質が一定であれば 10 年間で約 1/10 となる流れに沿って推移しており、画質が向上すると、同じ勾配でテープ消費量の高い方に移向することが図 1 より明確になった。すなわち、画質的にはアナログ放送用 VTR より優れているといわれるデジタル VTR (D印) もアナログ高品位 VTR (H印) も、ほぼこの法則に従っていることがわかる。したがって、市場で成功するためには、同一画質の VTR は、この傾向に沿ってテープ消費量を少なくすることが必要条件と考えられる。

この傾向から、各種 VTR の将来予測ができる。

放送用 VTR は、現在まだオープンリールの Type C が主流であるが、今後の放送事業の合理化、フレキシビリティを考えると、カセット化されると共に、少なくとも数百巻のカセットをカートマシンに入れ、電算機制御で編集し放映して行くことが不可欠と考えられる。

さらに、放送用 VTR のデジタル化とカセット化が絶対条件と考えると、図 1 よりそれぞれの発売時期が予測される。例えば、放送用のデジタル VTR が、VHS カセットサイズで 2 時間記録になるのは 1995 年頃で、19 mm 幅の D-1 カセットサイズの放送用デジタルハイビジョン VTR (DH 印) は 1997 年頃と予測できる。

この傾向は、VTR 開発を行う時に、ある目標仕様を設定すれば、それが何年後に商品化されねばならないかを示すことになり、開発技術者としても見逃すこ

† 九州芸術工科大学

"A Future Prospect of Video Tape Recorder from the Tape Consumption" by Hiroshi Sugaya (Kyushu Institute of Design, Fukuoka)

図 1 VTR の 1 時間あたりのテープ消費量とその発売年度

The tape consumption per hour of every VTR and the available year.

とはできない。例えば、1966 年に開発された Newell 方式 VTR (△印) は BASF 社が家庭用 VTR (LVR) として開発を急いだが、種々の理由で開発が遅れ、商品になったのは 1979 年であった。しかし、この時には、Beta, VHS, VTR は EP モードとなり、テープ消費量で 5 倍のひらきが出ていたこともあり、その後、市場から姿を消した。

もちろん、その頃にはソフトテープ (主に VHS) が世界的に普及し始めたことも、市場参入の機会を失った理由になろうが、その後、売出された 8 mm Video も同様にソフトテープのない状況から出発したが、技術の流れに乗っていたこともあり、現在の隆盛を見ている。

このような見方は危険である、または、一方的であるということもできるが、少なくとも過去 30 年の VTR の歴史を振り返ってみると、見逃すことのできない事実であることは確かである。そして、この流れを実際に歩いて来た筆者にとってみると、いつも、「これで限界かと思っていたが、やっているうちに、その延長線上に次の VTR が見えて来た」という実感も事実であった。

図 1 には参考までにビデオソフトとして徐々に市場に広まりつつあるビデオディスクの面記録密度を示した。ビデオディスクの場合は、主として、トラックピ

ッチを $1 \sim 3 \mu\text{m}$ と狭くできるため、VTR と比べると約 1 桁は面記録密度が高いといえる。しかし、8 mm Video の長時間モード (LP) と初期のビデオディスク (TED) とは、ほぼ同じ面記録密度となっていることは大変興味あることである。

光ディスクの場合は、最短記録波長とトラックピッチが主としてレーザ光の波長で決められるため、次の記録密度向上には、このレーザ光の波長を高調波の利用¹⁰⁾などで半分にし、面記録密度を 4 倍にすることが考えられる。VTR 並みの進歩を考えると、もうそろそろ出てほしい技術であろう。

何故、人々がこのように高い記録密度を求め続けたかを次に述べる。

3. VTR の進歩を支えて来た技術

これまでの説明が、あまりにもマクロであったので、テープ消費量をビデオトラックピッチと最短記録波長に分けてもう少し詳しく同様な考察を行う (図 2)。

過去、実用されて来たすべての VTR は回転ヘッド型であり、現用されているものはすべて斜走型である。さらに、民生用 VTR は、ここ 15 年間すべてアジマス方式が主流であることは図 1 からわかるが、アジマス方式によって、急速にビデオトラックピッチが

図2 図1に示す各VTRのビデオトラックピッチと最短記録波長(相対速度/FMされたホワイトピーク周波数)
The video track pitch and the minimum recordable wavelength (relative tape speed/frequency modulated white peak frequency) of every VTR in Fig. 1.

狭くなり(図2)、これがテープ消費量を10年で1/10にすることに大きく貢献していることがわかる。

一方、最短記録波長の減少は、1900年に磁気記録が、初めて世に出てからこれまで、ずっと苦しみがら続けられて来た命題である。

というのは、磁気記録の殆ど損失(スペース損失、ギャップ損失、自己減磁損失等)がすべて波長に関係しており、なかでもVTRのように同一ヘッドで記録再生することが一般である系においては、スペース損失(SL)は記録再生の往復で効くため、

$$SL=100d/\lambda \quad (\text{dB})$$

ただし、 d :ヘッドとテープ間のスペース、 λ :記録波長

といわれている⁹⁾。つまり、 $1\mu\text{m}$ の波長を記録再生する時、 $0.1\mu\text{m}$ のスペースがあっても10dBの損失になるので、これひとつとってみても記録波長を短くすることが如何に大変かがよくわかる。それでも、図2に示されるように記録波長短縮化の傾向は今なお続いており、過去に何度かもう限界に来たといわれながらここまで来た実績を見ると、まだ当分、この延長線を行くものと思われる。

このような困難があるにもかかわらず、短記録波長、狭トラックピッチを求め続けている理由を図3に

まとめた。これからわかるように、一方では、記録波長を短くすることにより、まずアジマス効果⁵⁾が大きくなるため、小さなアジマス角で充分なクロストークが取れるようになり、時間軸変動も少なくなって画質が安定した。さらに、同じ記録帯域なら小さい回転ヘッドで良いことになり、これが機器の大きさ・重さを飛躍的に小さくした。もちろん、短波長化によるS/Nの低下は大きいものであったが、磁気ヘッド・テープの改良でカバーされた。特に、図1、図2で示すように磁性材料が第一から第三世代に進歩したことは大きい。トラック幅を狭くすることによるミストラッキングの問題は機械精度の向上でカバーしたが、逆に、磁気ヘッドを振って制御するダイナミックトラックフォローイング(DTF)は、変位量が小さくなった分だけ楽になった。そして、何よりもテープ速度が遅くなるため、小さなカセットで充分な記録時間が得られ、早巻き、早戻しも早くなるというおまけまでついた。こうして、VTRの小型化は、材料費が安く、生産性が良く、取扱いが容易ということで、売り易くなり、量産効果によりますます信頼性が向上し、今日の隆盛を見ている。小型化はさらに複合化という効果もあり、カメラ一体型やテレビ一体型でさらに機能が向上している。

図3 記録密度向上が機器の小型化・機能向上に結びつく関係図

The relationship between increase of recording density and improvement of performance in VTR.

そして、これらの技術をマクロに見た結果が、図1に示すテープ消費の推移ということになる。

4. む す び

かなり強引なまとめ方とは思いますが、VTRの30数年の歴史をこのような形に表すと実態とよく合うことは事実である。そして、この傾向の原動力になったのは、機器の小型軽量化による多くの利点が事業と結びついたためといえる。また、磁気記録全般としては、情報の質量共に急増している現状も見逃せない。

今後、このハードの進歩の流れを大きく変える要因があるとすれば、それはソフトの力であろう。例えば、音の磁気記録で画期的なDATもこの流れに沿って開発され、市場に出たのは1987年であったが(図1)、複写をくりかえしても音質が全く低下しないことに危惧をいだいた音楽プログラム保持者の圧力で政治問題となり、種々の規制を受けている。しかし、最後には真に優れた技術が勝つものと信じている。

本論文は、VTRの技術の流れを示しているが、どの技術分野においても、ひとつの大きな流れが存在することが多い。多くの技術分野でリーダーシップを望まれている我が国においては、この技術の流れを求め、流れに合った進歩を続けるために今後ますますの努力が必要と思う。

(1989年10月5日受付)

〔参 考 文 献〕

- 1) C. E. Shannon: "Mathematical Theory of Communications", Bell Sys. Tech. J., **27**, pp. 623-656 (1958)
- 2) D. F. Eldridge: "A Special Application of Information Theory to Recording Systems", IEEE Trans., **AU-11**, pp. 3-5 (1963)
- 3) J. C. Mallinson: "The Next Decade in Magnetic Recording", IEEE Trans., **MAG-21**, 3, pp. 1217-1220 (1985)
- 4) H. Sugaya: "Recent Advances in Video tape Recording", IEEE Trans., **MAG-14**, 5, pp. 632-637 (1978)
- 5) 菅谷 汎: "面記録密度より見た VTR 開発の歩みとその将来", 信学誌, **65**, 3, pp. 296-302 (1982)
- 6) H. Sugaya: "Home Videotape Recording and It's Future Prospects", IERE Proc., **54**, pp. 75-83 (1982)
- 7) 弓手康史: "8ミリビデオの標準化規格案について", テレビ誌, **38**, 3, pp. 219-225 (1984)
- 8) H. Sugaya: "The Video Tape Recorder; It's Evolution and the Present State of the Art of VTR Technology", SMPTEJ., **95**, 3, pp. 301-309 (1986)
- 9) 向江秀明ほか: "テープ・ヘッド接触面観察装置によるドロップアウトの非破壊検出法", 応用磁気誌, **12**, pp. 81-84 (1989)
- 10) 谷内哲夫, 山本和久: "半導体レーザの第二高調波発生", 応用物理, **56**, 12, pp. 1637-1641 (1987)

菅谷 汎 昭和29年、大阪大学理学部卒業。同年、松下電器産業(株)に入社。中央研究所に勤務。主としてVTR関連の磁気記録の研究開発に従事。その後、技術本部やオーディオ・ビデオ本部の技術企画を経て、63年、九州芸術工科大学音響設計学科教授に就任。理学博士。正会員。