

岩崎俊一博士

垂直磁気記録の開拓と実現

(受賞記念講演テキスト要約)



1. はじめに

2005年5月に日本の東芝から世界初の垂直磁気記録方式ハードディスク装置(HDD)を搭載した音楽プレーヤーが発売されました。垂直磁気記録について私が最初に発表してから28年かかったことになります。その後日米のメーカーからPC用垂直磁気記録HDDが相次いで市販され、垂直型HDDへの転換が急速に進んでいます(図1)。2010年には全てのHDDが垂直磁気記録方式になるといわれています。まさに、水平型から垂直型への技術革新がかつてないスピードで行われているわけで、その量産と市場化の光景を直接見るができるのは発明者冥利に尽きることです。

あらためて研究を振り返ってみますと、私は1950年から磁気記録の研究を始め、情報の記録密度を高めることを主テーマとして行ってきました。メタルテープの発明に始まり、高密度記録理論の構築を行ってきましたが、1975年頃に記録媒体を面に垂直に磁化する方式が記録密度の向上に有効なことに気付きました。それからわずか3年ほどの間に、単磁極型磁気ヘッド、コバルト・クロム合金垂直磁化膜、垂直・水平磁化膜を組み合わせた二層膜媒体という、現在でも垂直磁気記録の基本構成となっているキー

技術を開発し、垂直磁気記録が基本的に可能なことを実証しました。

それ以後は実用化を目指して、研究室の総力を挙げて新しい磁気ヘッド、記録媒体、および記録・再生特性の評価を中心に研究を広げてきました。同時に、この研究のテーマの大きさから、日本学術振興会に磁気記録第144委員会を設け、産学連携の先駆とも言える大学と産業界のオープンな協力機関による研究の推進を行いました。この委員会の研究会は200回を超え、また、垂直磁気記録国際会議(PMRC)を8回主催しています。さらに、本年5月には第9回のPMRCを主催する予定です。

このように、本研究はきわめて長期間かつ広範囲の協力によって発明の目的を達成しました。これは、研究の始めから不動の開発方針を持っていたことによります。このような例は他には少ないのではないかと思います。

2. 研究のフィロソフィー ～相補性～

新しい研究を遂行することでもっとも迷ったことは、磁気ヘッドや記録媒体、記録挙動など多くの問題の中でどの範囲から採り上げていくかという点でした。これは私たちのデータにより、垂直記録への評価が定まり、また、世の中への広がり方も変わってくると考えたからです。当初は減磁という問題に着目して記録密度を増すことに重点を置きました。しかし、考えが深まるにつれて、垂直磁気記録は従来方式である水平磁気記録とは互いに相補的な技術として捉えられることに気付きました(図2)。これは記録したビット(磁化)間に働く力が、水平磁化では反発力が減磁作用を生むのに対し、垂直磁化ではこれが吸引力となり増磁作用を持つという基本的な関係から導かれるものです。

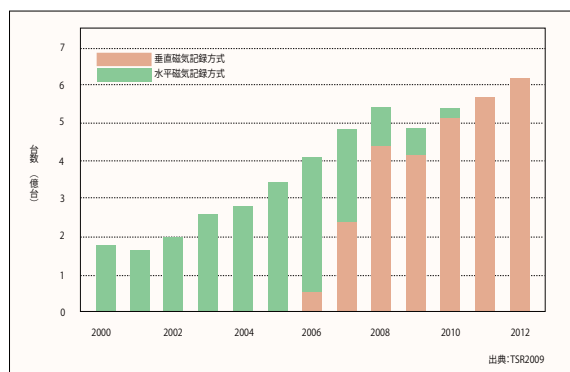


図1 ハードディスク装置(HDD)の世界出荷台数と垂直磁気記録方式の年次推移と予測

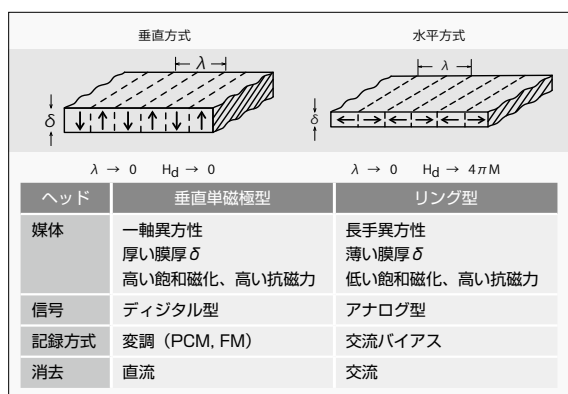


図2 垂直記録と水平記録の相補性

磁気記録には水平と垂直の二つの記録方法があり、私はこの二つの関係を相補的＝コンプリメンタルという言葉で表すことにしました。デュアルという意見もありましたが、コンプリメンタルは単に「二重の」ということではなく、「互いに補足し合って完全にする」という意味です。このコンプリメンタルという考えは、垂直磁気記録を具体的に組み上げていく上で極めて大きな力になりました。従来の水平記録はアナログ型、垂直記録はデジタル型と明確に分けたことも、当時としては大胆な提案でしたが、今では極めて正しい判断だったと考えています。垂直記録と水平記録の相補的な関係を考えると、水平から垂直への転換は、単に記録密度を高めるということ以上に、記録限界が構造的なものから物性的なものへという工学発展の道筋に合致したものと理解できます。

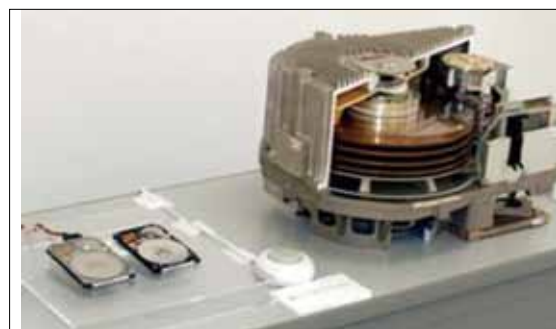
3. 実用化への歩み

以上のように、初期の研究は比較的順調に進みましたが、1990年代になると、磁気記録の中心技術が高密度再生技術に移り、私たちはいわゆる「死の谷」を経験しました。しかし、2000年代に入り、記録密度が100 Gbit/in²に達するとともに、熱減磁による

記録の限界が明らかになり、再び垂直磁気記録への移行が始まりました。この「死の谷」の期間を乗り越える上で、先に述べた産学連携の研究体制が大きな力を発揮しました。

私は当初、垂直磁気ディスクの実用化は1990年代と予想していましたが、それは2005年と遅れてしまいました。しかし、2005年での実現された記録密度は、当初予想した記録密度のトレンドに合致したものでした。垂直、水平両記録方式の記録密度のトレンドを較べると、もし1990年代初めに垂直型への移行を真剣に検討していれば、HDDは他の記録方式に対して今よりも優位な地位を占めることになったと思われます。今後の研究戦略に対する参考例とすべきと思います。

2005年以降多くのメーカーが垂直磁気HDDを市場に出し始め、数年ではほぼ全数が垂直型に移行することが予測されています。これはまさにハードディスク分野でのイノベーションといえます。現在の垂直記録型HDDを25年前の水平記録型HDDと比較すると、重さと消費電力が大幅に低減したのに対し、容量は1,000倍になっています(図3)。このイノベー



現在(左)		1980年代(右)
垂直	記録方式	水平
135g	重さ	35kg
300GB	メモリー量	0.3GB
0.4w	消費電力	600w

図3 新旧ハードディスク装置（HDD）の比較

ションは性能の画期的な向上だけではなく、資源とエネルギーの節約にも大きな効果を持つことを示しています。30 年前に東北大学電気通信研究所の一室で生まれた着想が、今世界の各地に根付いて、私がモットーとする「社会への統合」の一步を踏み出していることを、研究者として心から嬉しく思っています。

4. 垂直記録の意義

垂直型 HDD の生産規模の大きさ（年間 5 億台以上）と変換のスピードからみて、これは従来の工業生産の常識を遥かに超えたものと言えるでしょう。トランジスタですらその工業化のスピードはこのように早いものではありませんでした。これらを実現した理由は、垂直磁気記録の原理の卓越さ、および 25 年以上に亘って組織的研究を続け、さらに学会等を通じて社会的関心をつなぐ努力をたゆまず行ってきたためと考えています。勿論、従来型の記録が性能の限界に達したことも理由の一つです。

垂直磁気記録は、ビット間相互作用の磁氣的吸引力が高密度化を助けるという極めて明白な原理に基づいており、磁気記録の高密度化に対する最も正しい解答といえます。この確信は 1990 年代における所謂「死の谷」の期間中も揺らぐことはありません

でした。

今改めて 110 年に亘る磁気記録の進歩を振り返ってみると、磁気記録は、初期のピアノ線記録、これは長さ方向だけの一次元記録といえます、から、磁気テープ、これは平面内の二次元記録です、を経て垂直磁化を用いる究極の三次元記録に到達したといえます。すなわち、高密度化には最終の形態ですので、今後記録媒体の改善などいろいろあっても、垂直記録という原理は将来も不動と考えられます。

もし、30 年前の垂直記録の発明が無かったら、最近の SSD や光ディスクの追い上げによって、磁気記録は姿を消してしまうか、或いは少なくともメモリ分野における今の主要な地位を失うことになったと思われる。現在、磁気ハードディスク装置 (HDD) は、数百エクサバイト (10^{20} バイト) もの膨大な情報が流通する高度情報化社会を支えています。これは同時に、この膨大な情報を後世に伝える「ロゼッタストーン」の役割を果たすことになります。脳情報や自分の全歴史が数万円で買える HDD に記録できる時代になりました。個人の知識、すなわち価値が、飛躍的に増していく新時代が開けつつあると感じています。それは「IT 文明」ともいえるものです。

※本講演の動画 (46 分) と受賞者紹介動画 (11 分) を
ホームページで配信中
www.japanprize.jp/video.html



記念講演会の様子

<主要研究論文等>

1. S. Iwasaki and K. Nagai, Some Considerations on the Design of High Output Magnetic Tape for Short Wavelength Recording. SCI. REP. RITU., B-(Elect. Comm.), 15, 2, 85, 1963
2. S. Iwasaki and T. Suzuki, Dynamical Interpretation of Magnetic Recording Process. IEEE Trans. On Magn., MAG-4, 3, 269, 1968
3. S. Iwasaki and Y. Nakamura, An Analysis for the Magnetization Mode for High Density Magnetic Recording. IEEE Trans. On Magn., MAG-13, 5, 1272, 1977
4. S. Iwasaki, Y. Nakamura and K. Ouchi, Perpendicular Magnetic Recording with a Composite Anisotropy Film. IEEE Trans. On Magn., MAG-15, 6, 1456, 1979
5. S. Iwasaki, Perpendicular Magnetic Recording. IEEE Trans. On Magn., MAG-16, 1, 71, 1980

<若き研究者たちへのメッセージ>

私の高密度磁気記録の研究で、いま人々の役に立っているのは、メタルテープと今回の垂直記録の二つですが、これらを実現するために行ったことは、

- 先ず先見性のある確かな構想を立てること。
先見性は独自の実験事実と革新技術に対する歴史観から生まれます。
- 次に勇気を持って第一歩を踏み出すこと。
全く初めてのことを実行するには大きな勇気がいります。
- さらにそれを人々の役に立つまで続けること。
このためには多くの協力者、或いは組織が必要になりますが、これも研究のうちです。

皆さんがライフワークに取り組まれるときの参考になれば幸いです。

岩崎 俊一