

1. まえがき

HDD 業界は整理統合が進み、HDD メーカーは米国のWDC (Western Digital)、STX(Seagate)、日本の東芝の3 社だけとなった。市場環境は、SSD(Solid State Drive)に押され、記録容量ベースはともかくとして、出荷台数ベースでは右肩下がりとなっている。そのような状況のなかでも、米国の2社は下図のように過去には見られなかった好業績を上げている。残存者利益を享受しているのである。

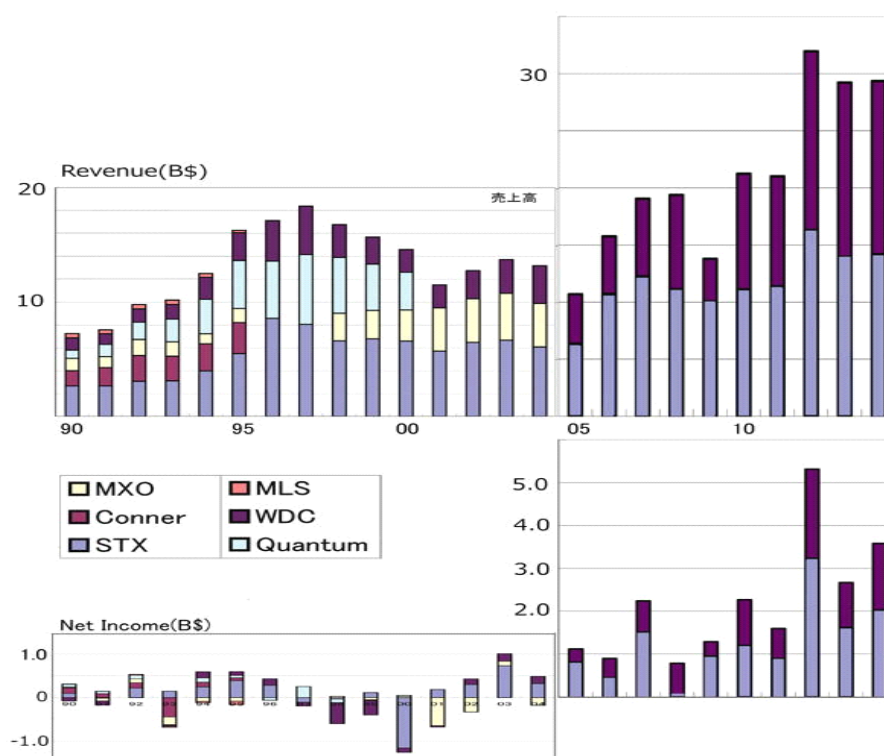


図1 Nasdaq 上場HDD メーカーの業績の推移

2005年5月、東芝は世界に先駆けて垂直磁気記録方式のHDDを上市した。1977年、東北大学の岩崎教授が提唱して以来、突破口が開けず、一時は業界の関心が離反したかに見えていた技術開発の成功はディスク技術に関するブレークスルーが大きい。なかでも日本勢の活躍：日立製作所(ディスク部門)、富士電機、昭和電工の貢献が大きい。

昭和電工は1998年秋、東芝に対して共同研究を申し入れ受け入れられたが、東芝が準備したプラットフォームにおいて昭和電工のディスクの研究開発陣は短期間に特筆すべき成果を挙げた。これは原因追究に値する。

ところが、HDDの死命を制する技術である垂直磁気記録の立上げで優位に立ちながら、ビジネス面において、日本勢は苦戦をしている。この報告では、このことについても事実を紹介し、その理由と、困難ではあるが、その対策についても考えてみたい。

2. ビジネスで負ける下地

山下、仲森¹⁾はHDD業界における日本勢の開発の足跡を辿り、技術で勝ってビジネスで負ける原因に迫った。技術史としても興味深い資料である。とくに早大逢坂教授らの記録ヘッド用磁性膜の開発の部分は圧巻だ。これは開発現場を具に見た山下氏の功績だろう。ビジネス論としても一読に値する。ただし、ディスクに関する技術論、ビジネス論の各論において違和感を感じさせる事実認識や解釈が目につく。ここでは、長期間ハードディスク(HD)ビジネスの第一線にいた筆者の認識を述べてみたい。

日本勢では、2008年富士通、2012年日立GSTが撤退し、東芝を残すのみとなった。東芝はHDD事業単独の業績を公表していないが、調査会社の情報によれば、シェアは15%程度(2014年)と米国の2社に比べて苦戦をしている。

米国の2社はHDDの専門メーカーといえる。最近ではSSDにも進出しているが陸続きの事業展開である。また基幹部品であるディスクおよびヘッドに関しては、2社とも内製している。内製の動機は好況時の基幹部品の確保であった。東芝はディスクとヘッドの研究をしているが内製はしていない。効率の悪いビジネスモデルと言えよう。

最大の問題点は専門でないことである。HDDは総合電機、ディスクは総合化学が多かった。総合化学や総合電機では、トップの最大関心事は一般に別にある。したがって事業に対する理解も表面的。意思決定も月並みで遅くなる。しかし、この問題は「専門・非専門」論で片付けられるほど単純ではない。2002年、IBMのHDD部門を買収して設立された日立GSTは時期的には米国のWDC、STXとならんで残存者利益を享受してもおかしくない立場にあった。しかし、好業績の米国の2社に対して、赤字に苦しみ、2008年によく営業利益で黒字化し、2012年にはシナジー効果なしとしてWDCに売却された。

一般に、体質改善の好機は買収直後である。IBMの赤字事業を買収したのだから、即ドラスティックな体質改善策を講じなければならない。しかし、「草食」体質の日本企業には「肉食」体質の米国企業のようなドライな人事管理が不向きであることは想像に難くない。

※1) 山下らは昭和電工がディスクメーカーとして相対的に健闘している理由として専門メーカーだからとしている。日本勢には専門メーカーなんて一つもなかった。昭和電工が健闘した理由はトップダウンの事業だったからである。

2007年、米国最後の独立系ディスクメーカーKomagがWDCに身売りした。これにより、ヘッドに次いでディスクも内製が主体の部品と化した。ビジネス環境が大きく変わるこの買収劇に対して日本のディスクメーカーは無策であった。これも「草食」体質のなせる業であろうか？ 垂直統合HDDメーカーの購買政策は不足分だけの外部購入である。不況時には買わない。買う気にさせるには内製にはない性能が必要である。独立系ディスクメーカーは垂直磁気記録の立上げの成功だけでなく、後継プログラムにおいてもリードし続けなければならなかった。しかし、磁気記録の限界が迫っている・・・Komagはこのような事業環境の変化を先読みしたのであろうか。

日本勢だけとなった独立系ディスクメーカー(昭電、富士電)およびヘッドメーカー(TDK)

は、極端に言えば、苦戦をしている東芝頼みということになった。

クロスライセンス網も大きな問題である。ただし、当初、保険的存在であったこのシステムが特許制度を形骸化するほどの存在になるとは誰も予測できなかったろう！

3. 技術で勝てた背景

図2 はHDD における記録密度の伸びの推移を表している。MR(磁気抵抗)ヘッドの導入とGMRヘッドへの展開、信号処理技術(PRML)の進展により面内記録が驚異的な記録密度の伸びを示した時期、面内記録の限界が迫り記録密度の伸びが落ちた時期、垂直磁気記録の導入による記録密度の伸びが回復した時期、単純な垂直磁気記録では記録密度が伸びなくなった現在の様子が覗える。

垂直磁気記録は、1977 年東北大学の岩崎教授の提唱以来、業界の注目を浴びていた。1989 年には米国のCenstor が“MicroFlex”ヘッドを引提げてこの方式のHDD 開発に乗り出した。しかし、ディスクの磁性結晶は垂直に配向されていなかった。単磁極ヘッドという考えは現在と同じでも、信頼性の上で問題のある接触型であり、垂直磁気記録の特長を出せず、1995 年に撤退した。一方、1991年IBMが実用化したMRヘッドは、後にノーベル賞を受賞した巨大MR効果を利用したGMRヘッド(1997)へと展開し、面内記録は全盛期を迎えた。垂直磁気記録は冬の時代を迎えたが、日本勢は研究を継続していた。GMRまでのヘッド技術はIBMが牛耳っていた。HDDの技術開発の主導権は米国勢が握っていたと言える。“奇妙”なことに、ディスクに関してはIBMの存在感は希薄だった。※)因みに昭和電工は該社の特許を一つも使用していなかった。IBMは1999年、基板全面ガラス化という独自路線を歩み始め、ドル箱のハイエンドのシェアを落とし、2002年、事業を日立に売却した。なお、HDD専業ではなく、しかも超優良企業であったIBMのなかでは、赤字化即撤退を意味したに違いあるまい。

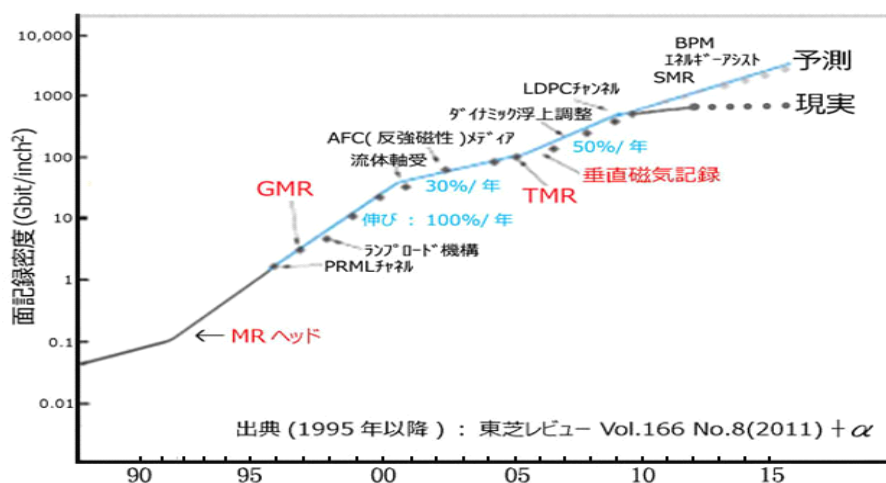


図2 記録密度上昇の推移

Censtorの失敗があり、しかも学会報告でも顕著な進展はなく、IBMを含めて米国勢は垂直磁気記録の実用化には熱心でなかった。しかし、記録密度の上昇と共に熱揺らぎの影響が大きくなり、面内記録の限界が迫っていることは自明であった。そして、日本では、各

社各様、細々とながらも研究が行われていた。ここで、垂直磁気記録を実用化するには、すでにスピントロニクス時代に突入していたヘッド技術ではなく、遅れていたディスクサイドのドロドロとした問題解決が必要であったことを強調しておく。読取りヘッドの開発において顕著な業績を残したIBMが、ディスク開発ではそれほどでもなかったのは、ドロ臭さに起因しているのではなかろうか。なお、書込みヘッド用の磁性膜の製法は早大逢坂教授らの圧勝である。また、読取りヘッドと書込みヘッドの技術進歩は面内記録、垂直を問わず有効である。

1998年秋、昭和電工は東芝に対して垂直磁気記録の共同研究を提案し受け入れられた。なお、ディスク・サプライヤーが複数存在する状態で、1社だけと共同研究をするということは異例のことかもしれない。しかし、サンプルワークの窓口は他社(HOYA、富士電)に対しても開かれていた。共同研究をしているとは言え、成功しなければ買ってもらえない、ということは暗黙の了解事項であった。

2000年のInter Mag において、日立製作所は垂直磁気記録において、実験室レベルながら、52.5Gbps(1平方インチ当りのギガビット)を達成したと発表し、業界に一大センセーションを巻き起こした。

東芝-昭和電工の共同研究開発も急速に進展した。2001年には、東芝は早くも垂直磁気記録方式のHDDを搭載したノートパソコンによるフィールドテストを開始した。そして2005年5月、世界で初めて垂直磁気記録方式のHDD(記録密度133Gbps)を上市した。

ところで、この共同研究が如何に素晴らしい成果を挙げたかについては次のことから覗える。昭和電工の直接の担当者がディスクだけにせよ2名であったのに対して、垂直磁気記録HDD開発およびそれ以降の技術開発のために設立されたSTXのPittsburgh 研究所にはドクターだけでおよそ70名いたのである。

4. 垂直磁気記録HDDを成功させた要素技術

垂直磁気記録を成功させた特許には次のようなものがある：①NiW層上にCoCrPt等を成長させ磁化容易軸を垂直ならしむる特許(日立、昭電-東芝)、②CoCrPt等-SiO₂のグラニューラー構造特許(富士電)²⁾、③垂直記録膜の上にCap層を設けグラニューラー構造の磁性膜の保磁力のバラツキを抑える特許(昭電-東芝)³⁾、④磁性膜の下にRu膜をつけることでS/Nを改善する特許(富士電)⁴⁾。⑤磁気回路中の軟磁性層にRu層を挿入することによるスパイクノイズの低減特許(日立)⁵⁾。これらのうち、①については、当初は必ずしもこの特許が用いられていたわけではない。②については、面内記録時代から公知の概念であったので成立までに時間が掛かったが、磁性結晶の磁気絶縁にCrの偏析が利用できない垂直磁気記録において顕著な効果を発揮した不可欠の技術なので特許性に疑いはない。③はグラニューラー構造における保磁力のバラツキを抑えるのに効果的で、量産には不可欠の特許であり現在も使われている。④もS/N比改善に効果が現れ現在も使用されている。⑤はヘッドの工夫によって使わなくなったメーカーもあるが、依然として使用されている。

※2) 山下らは東芝の田中陽一郎氏の言葉としてではあるが、磁気絶縁の方策として酸素の

導入を上げている。実用化されたのは、酸素添加法ではなく酸化物(SiO₂)添加法であった。また、スパイクノイズ対策として軟磁性層を20層積層したことを上げている。積層すればノイズが低減することは統計学の示すところである。しかし20層の積層は工程的にみて現実的ではない。これを解決したのはRuの挿入という化学的手法であった。田中氏は垂直磁気記録一番乗りの最大の功労者の一人である。氏の立場はオーケストラで言えば“指揮者”である。実際に“演奏”したのはディスクメーカーなのだ。

当時、②～⑤の特許を回避しての立上げは困難であったのだ。何れもディスクに関する特許であり、また日本メーカーによる発明であることに注目したい。2000年当時、垂直磁気記録において、業界を大きくリードしていた日立が実機の上市に関して東芝に比して1年もの遅れを取った理由は何だったのか。信頼性を重視する会社の性格から推して慎重を期したとも考えられる。技術面について消去法でいけば、③の効用に気付かなかつたためと推察される。垂直磁気記録という概念はすでに岩崎教授によって発明されている。量産化に成功してこそ初めて技術革新と言える。

なお、後から立ち上げたHDDメーカーは、東芝のHDDからディスクを取外し解析すれば、容易に「正解」を知ることができたはずである。米国勢が特許を出願していても後発なので強い特許があるとは思えない。

5. 日本勢の特許が知財として機能しなかった背景

現在、全てのHDDは垂直磁気記録方式を採用している。しかも上述の5件の特許は現在も有用である。それにも拘らず、日本勢は技術の優位性をビジネスに活かすことができているとは言い難い。米国の2社だけで約3兆円の売上を上げているのに対して、2014年の東芝のシェアは15%程度と言われている。※)それどころではない。撤退を検討しているとの観測記事が新聞(2016年2月8日付け日経)に載った(東芝は否定)。東芝にとってデータセンター用の3.5インチアルミ基板ディスク・ドライブは富士通のHDD部門買収以降であり不馴れな製品であることは否めない。一方、得意としている2.5インチのガラス基板ディスクドライブはビットコストの点で3.5インチに対抗できない、という事情があるにせよ、何故、苦戦をしているのか。日本勢は特許をビジネスで活かすことが出来なかったのか！

HDDメーカーの間には、クロスライセンス網が張り巡らされている。事業に係る安全保障条約である。一時はHDDメーカーと部品メーカーとの間にもあった。技術面で米国にリードされていた日本勢はクロスライセンスを唯々諾々として受け入れていたように思われる。内製の脅威が認識され始めてからは筆者はクロスライセンス契約の更新を取り止めたが、ディスクメーカー(部品メーカー)は顧客に対する権利の主張に関して腰が引けていた。買ってくれなくても顧客は顧客という呪縛があった。※)日本のHDD/HDメーカーは、技術開発に成功しても業界に事実上無償公開されるも同然の事業環境の中で、技術者は懸命になって技術開発に励んでいたのである。小生もマネージャーとして同じ振る舞いをしていたのである。このような悲劇(喜劇?)を避けるために、経営陣はクロスライセンスのもつ意味をしっかりと認識すべきである。技術開発に携わる研究者・技術者も企業に属している意

味を忘れてはならない。

6. プラットフォーム・マネジメント

垂直磁気記録が立上がる前後、立上げに不可欠なディスクに関する特許を保有または出願していた日立、東芝、富士電機、昭和電工が、垂直磁気記録のHDDを製造販売する新会社を作ったとしよう。開発段階から共同の研究開発機構が発足していれば、特許は全て新会社のものとなる。そうでなくても、上記5社の何処かとクロスを結んでいないHDDメーカーは、当該会社の同意なく特許を使うわけにはいかない(このケースは実際に存在した)。つまり技術開発の成果をビジネスに活かせるのである。しかし、これは結果論であり現実には空論に近い。

山下らは企業と大学が参加する技術研究組合の創設を前提とし、特許を一括で保有し戦略的運用をする専門機関の創設を提案した。プラットフォームの開設提案である。確かにこのような機関で逢坂教授らの発明の特許管理をしていけば、本人にも大学にも多大な富をもたらしたはずである。

HDDの技術開発に関するプラットフォーマーには、東北大学の関連する研究室、CMUのDSSC、シンガポールのDSI、日本のSRCなどがある。しかし、こうしたプラットフォームにはそれ自身制約がある。例えば、東北大学のXX研究室と共同研究をする企業があれば、別の企業は当該研究室を敬遠するだろう。複数の企業が参加するプラットフォームは秘密保持の観点から、参加目的は当らず触らずの委託研究/共同研究か情報収集になり易い。※)産学共同が叫ばれてから久しい。しかし、発展しているとは言い難い。HDDに関して、早大の逢坂研究室、東北大の一部の研究室のような魅力あるプラットフォームは例外的な存在であった。これには産業界にも責任があるが、安定した身分制度に安住する大学側の方の責任がより大きいのではなかろうか。HDDに関しては、官主導のプラットフォーム(BPMなど)は機能しなかった。一般に、国のプロジェクトは陽の眼を見なかったものまで「成功」と総括されることが多い。失敗は失敗としてきちんと受け止めてこそ“NEXT”が期待できるのである。

逢坂研究室とNEC、東芝と昭和電工の共同研究も一種のプラットフォームと言える。そして本当に機能した。後者の場合、東芝にディスク内製の意思がないことから昭和電工は全てをオープンにすることができた。そして昭和電工の化学系研究者が本当に欲しい情報、あるいは持っていなければならない情報が田中陽一郎氏という卓越した研究開発統括者により有機的に入るようになったことが大きい。昭和電工の研究者・技術者の着眼点も素晴らしかった。彼ら自身も、効果的な発明をなしたが、東芝からの情報に加えて他特許や文献を頼りに、いち早く不可欠な要素技術を特定し、その技術を盛り込んだディスクを現実に作り上げたのである。既存技術に足らざるを付け加えただけのことかもしれない。仮に何も付け加えなくても、必要不可欠な特許を特定し組み合わせただけでも特許性があると信ずる。

このようなタイプの技術開発は今後ますます増えてくるだろう。足らざるを補えば先行

特許とのクロス利用が可能となる。なお、他社特許をあまり気にせず済んだのは、皮肉なことに、クロスが存在、あるいはクロスを許容する土壌のお陰である。共同研究の成功により、昭和電工は東芝に対する主要ベンダーの地位を確立した。そして2.5 インチ-1 枚で500GB のHDD までは、垂直磁気記録一番乗りの余効もあり先頭を走ることができたようだ。しかし、磁気記録による記録密度上昇の限界が迫ってきている現在、技術開発力の優位性を顕在化させるのは難しくなっている。

HDD に陸続きの製品コンセプトで、完成させればHDD の暫しの復権に繋がる技術の候補は限られている。世界中の叡智を集めて成功させて欲しいものである。

7. 考察

この報告のなかで紹介した事柄は、化学系企業一般の方々には奇異に感じられるかもしれない。しかし、現実起きたことなのである。将来も起きることだろうから対策を考えたいということでもない。将来、起きることは別の形態をとっていると考えているからである。筆者の願いは、このような「史実」を語り継ぎ、将来起きるであろう新しい「X」に対する感受性を研ぎ澄まして欲しい、ということである。

また、東芝-昭和電工連合の成功は、東芝の素晴らしいプラットフォーム・マネジメントと、昭和電工の担当者の鋭い感受性と研究開発推進能力が噛み合った結果である。めったにあることではない。しかし、これも実際に起きたことなのである。このようなことは当事者の資質に関わることであり、法則化して記述することは困難であろう。しかし、プラットフォームがあったからこそ起きたのだ！

ビジネス戦略の構築のためのプラットフォームも必要である。しかし、技術開発ほど簡単ではない。例えば、本文中で触れた、日立(ディスク部門)、富士電機、昭和電工(他にHDDメーカーとしての日立、東芝、ヘッドメーカーのTDKも加わるべき)の企業合同など空論に近い。具体的な方法論を述べるのは難しいが、高い知性と鋭い感性を持った当事者(とくに経営者)がカバーして不完全なプラットフォームであっても機能させて欲しいものである。

なお、HDD における垂直磁気記録の実用化は産業界における世界的業績である。米国のComputer History Museum に記録として残される作業が進行中と聞いている。技術律速は主としてディスクにあったこと、その解決に大きく貢献したのが日立のディスク部門、富士電機、昭和電工であったことを強調して結びとする。

(文献/特許文献)

- 1) 山下勝己、仲森智博著 逢坂哲彌監修「なぜ技術で勝ってビジネスで負けるのか」日経BP(2015)
- 2) 特許第4583345号(富士電機デバイステクノロジー；2001年原出願/2010年登録)
- 3) 特許第4185391号(昭和電工、東芝；2003年出願、2008年登録)
- 4) W02005/088609(富士電機デバイステクノロジー；2005年国際出願・公開)
- 5) 特許第3350512号(日立製作所；2000年出願/2002年登録)

以上