



慶應義塾大学ビジネス・スクール

株式会社東芝

— ハードディスクドライブ事業の生産戦略(C) —

HDD 世界出荷台数の激減

電子情報技術産業協会（JEITA）の発表によれば、2014年のHDD世界出荷台数は前年比プラス2%の5億6,370万台であり、4年ぶりのプラス成長となった（付属資料1）。フォームファクター別に見ると、3.5インチは前年比マイナス2%の2億4,055万台であった一方、2.5インチは前年比プラス5%の3億2,314万台であった。3.5インチはデータセンターなどで使われるサーバー用の需要は伸びているものの、デスクトップPC向けの需要が減少した。2.5インチはWindows XPのサポート終了に伴うPC用途の下支えや、プレイステーション4発売による特需、外付けHDDの堅調な伸びなどからプラス成長となったと考えられている。また、JEITAは同時に2017年の世界出荷台数の見通しを5億3,255万台と発表していた。

しかし、2015年は予想されていなかったほどの急激な出荷の落ち込みが見られた。その主な原因は、Windows XP特需の反動やスマートフォン等の普及に伴うPCの売上不振、および代替品のSSDへの切り替わりである。特にSSDについては、HDD大手の関係者が「年5ポイントのペースでシェアを奪われている^[1]」と語っている。また、成長が期待されたサーバー向け用途も、思うほどの伸びを見せなかった。

2015年上半期までの時点では、HDDの世界出荷台数は2010年代後半までは漸減トレンドながらも、5億台の大台は割れないとの予想が大勢を占めていた。例えば、磁気ディスクの外販メーカーとして最大のシェアを持ち、東芝にとっても重要なサプライヤーである昭和電工は、2014年12月の時点で2015年の世界出荷台数を5億5,400万台、2017年は5億3,100万台と予想していた（付属資料2）。

[1] 「パソコン用HDD下落」（『日本経済新聞』2015年3月11日）

本ケースは慶應義塾大学大学院経営管理研究科の坂爪 裕教授の指導の下、同修士課程（M37）の浅利 恒太が公表資料を基に作成した。本ケースはクラス討議の資料として用いるためのもので、経営管理の良否あるいは関係者の判断の適否を示唆するものではない。

本ケースは慶應義塾大学ビジネス・スクールが出版するものであり、複製等についての問い合わせ先は慶應義塾大学ビジネス・スクール（〒223-8526 神奈川県横浜市港北区目吉4丁目1番1号、電話 045-564-2444、e-mail: case@kbs.keio.ac.jp）。また、注文は <http://www.kbs.keio.ac.jp/> へ。慶應義塾大学ビジネス・スクールの許可を得ずに、いかなる部分の複製、検索システムへの取り込み、スプレッドシートでの利用、またいかなる方法（電子的、機械的、写真複写、録音・録画、その他種類を問わない）による伝送も、これを禁ずる。

Copyright © 浅利恒太、坂爪 裕（2015年12月作成）

調査会社のテクノ・システム・リサーチは、2015年の出荷台数を5億6,000万台と予測していた^[2]。米国のストレージ専門調査会社であるTRENDFOCUS社も、2019年まで5億台～6億台の規模で台数が漸減していくと予測していた（付属資料3）。

ただ、HDD用スピンドルモーターで高いシェアを持つ日本電産は、2015年3月期の決算説明会（4月22日）において、2015年は5億1,800万台、2020年には4億5,000万台という厳しめの見通しを示していた（付属資料4）。更に2016年3月期第2四半期の決算説明会（10月22日）では、2015年は4億6,800万台、2020年には3億9,800万台と予想を下振れさせた（付属資料5）。この数字に基づけば、2015年のHDD市場は出荷台数ベースで前年比約マイナス17%と急激に縮小したことになる。同時期にテクノ・システム・リサーチも、2020年に3億8,700万台という予測を明らかにした^[3]。このような急激な市場の落ち込みに対して、HDD業界関係者が強い危機感を抱いたことは言うまでもなく、ストレージ市場全体を巻き込んだ業界再編を迎えることになる。

ストレージ業界構造の変化

2015年現在も、HDD市場はWestern Digital社、Seagate社、東芝の3社による寡占状態が続いている。市場全体としてのシェア（2015年第1四半期）は、Western Digital社が44%、Seagate社が40%、東芝が16%であり、垂直統合メーカーの二強体制に大きな変化は見られない（付属資料6）。なお、エンタープライズ向け市場ではSeagate社が49%と半分近いシェアを握っており、東芝は11%のシェアしか獲得できていない。磁気ディスクメーカーの営業担当者によれば、HDD業界は技術障壁が高く、中国・韓国勢が新規参入することは非常に難しいと考えられているという^[4]。大手2社の売上高は2015年に入ってから出荷減に伴い下落傾向にあるものの、粗利益率は引き続き20%台を確保している（付属資料7）。HDD店頭価格もギガバイト当たり3円前後で下げ止まっており、業界再編による寡占化の影響が継続していることを裏付ける（付属資料8）。

だが、今後の市場の落ち込みを考えれば、HDDに依存し続けることはリスクが大きいと言える。そこで2015年10月21日、Western Digital社は半導体メモリー大手の米SanDisk社を買収することを発表した^[5]。買収価格は約190億ドルで、これはSanDisk社の前日終値に15%のプレミアムを上乗せした水準である^[6]。この買収発表の同時期に、東芝はNAND型フラッシュメモリーを製造する四日市工場の「新・第2製造棟」へSanDisk社と共同設備投資を行う契約を締結したことを発表

^[2] 「パソコン用HDD下落」（『日本経済新聞』2015年3月11日）

^[3] 「HDD縮小、体制転換急ぐ」（『日経産業新聞』2015年10月23日）

^[4] ケースライターによる取材に基づく。

^[5] 前掲「HDD縮小、体制転換急ぐ」

^[6] 「米ウエスタン・デジタル、サンディスクを190億ドルで買収」（『ロイター』2015年10月22日）
（<http://jp.reuters.com/article/2015/10/21/sandisk-m-a-western-digital-idJPKCN0SF1W020151021>）

しており^[7]、両社の合併事業は継続する。アナリストの堀内義章氏は、「今回の買収は東芝も合意の上。東芝とサンディスクのフラッシュメモリーの販路を広げるために、メリットがあると判断したのではないかと」の見方を示している^[8]。

Western Digital 社の動向の背景には、買収発表の約 3 週間前に同社へ約 38 億ドルを出資して 15% の株主となった中国国策ファンド・紫光集団の意向が働いていると言われている^[9]。紫光集団は 2015 年 7 月に半導体メモリー大手の米 Micron Technology 社に 230 億ドルで買収を提案したばかりで^[10]、米国の政治的圧力によって交渉が中断していた所であった^[11]。また、紫光集団は Western Digital 社へ 1 名取締役を派遣することが明らかになっており^[12]、もし Western Digital 社による買収が許可されれば、「紫光は（中略）子会社のサンディスクの重要経営事項に関わることができるようになる^[13]」（IHS グローバル主席アナリスト・大山聡氏）。一方、Seagate 社もかつてサムスン電子の HDD 事業を買収した経緯から、「サムスンの SSD 事業と距離を縮める可能性がある^[14]」（堀内義章氏）と推測されており、ストレージ業界全体としての構造変化が予想される。その中で、これまで HDD と SSD の統合ストレージ戦略を推進してきた東芝の今後の判断も注目される。

部品サプライヤーの寡占化

2015 年 6 月、サムスン電機は HDD 用スピンドルモーター事業から撤退することを発表した^[15]。元々、サムスン電機は業界で最も小さなシェアしか持っていなかったが（付属資料 9）、2012 年にアルファナテクノロジーを 1,472 億ウォン（約 110 億円）で買収してシェアを拡大させた^[16]。既にサムスン電子の HDD 事業が Seagate 社に売却された後のことであったが、サムスン電機が 2.5 インチ向けを得意としているのに対し、アルファナは 3.5 インチ向けが得意で補完関係が見込まれたこともあり^[17]、プレーヤーが少ないモーター事業では高収益が見込めると言われていた^[18]。だが、世界的な競争力を備えること

^[7] 株式会社東芝 2015 年 10 月 21 日付プレスリリースより。

(http://www.toshiba.co.jp/about/press/2015_10/pr_j2102.htm#PRESS)

^[8] 「東芝を巻き込む、ストレージ業界再編の荒波」（『東洋経済 ONLINE』2015 年 11 月 11 日）

(<http://toyokeizai.net/articles/-/91830?page=2>)

^[9] 「東芝、本気度問われる役員提訴」（『日経ビジネス』2015 年 11 月 2 日号）

^[10] 「米マイクロンに買収提案 中国半導体、2 兆 8400 億円で」（『日本経済新聞』2015 年 7 月 14 日）

^[11] 前掲「東芝を巻き込む、ストレージ業界再編の荒波」

^[12] 「紫光集団、4500 億円出資」（『日本経済新聞』2015 年 10 月 2 日）

^[13] 前掲「東芝を巻き込む、ストレージ業界再編の荒波」

^[14] 「HDD 市場縮小が早まる可能性も!? WD、サンディスク買収の余波」（『ニュースイッチ』2015 年 10 月 24 日）
(<https://newsswitch.jp/p/2456>)

^[15] もっと！コリア HP 「サムスン電機、HDD 用モーター事業から撤退... 事業構造の再編」
(http://mottokorea.com/mottoKoreaW/Business_list.do?bbsBasketType=R&seq=23435)

^[16] 「HDD 部品製造の日本企業 サムスン電機が買収」（『日本経済新聞』2012 年 3 月 17 日）

^[17] 「HDD モーターのアルファナ サムスン電機が買収」（『日経産業新聞』2012 年 3 月 19 日）

^[18] 前掲「HDD 部品製造の日本企業 サムスン電機が買収」

は難しいと判断して事業撤退を決定した^[19]。元々アルファナの工場であったタイ東北部の工場は閉鎖し、約 2,500 人の従業員全員を解雇することを発表している^[20]。

HDD 磁気ヘッド唯一の外販メーカーである TDK は 2015 年 11 月、磁気ヘッド用サスペンションメーカーである米 Hutchinson Technology Incorporated 社を買収することを発表した^[21]。買収額は 1 億 2,600 5 万ドルから 1 億 4,000 万ドルとなる見込みである^[22]。記録密度向上のための重要部品であるサスペンションで Hutchinson の技術を取り込み、事業競争力を強化することが狙いと見られる^[23]。磁気ヘッド用サスペンションのサプライヤーは TDK、Hutchinson、ニッパツ、サンコールの 4 社しか無く、TDK は約 4 割のシェアでトップと言われているが、今回の買収によって更にシェアをアップさせることになる^[24]。

10

国内外付け HDD 市場への浸透

HDD 大手 2 社は、今までシェアを獲得できていなかった日本国内の外付け HDD 市場にも販売網を構築しようとしている。大手 2 社は、日本以外の国では自社ブランドで外付け HDD を販売し、世界全体で 4 割前後のシェアを有していると推測される（大手 2 社の出荷構成は付属資料 10。このうち、
15 「Branded」が外付け HDD の販売を意味する）。だが、日本では大画面テレビやレコーダーに外付け HDD を接続してテレビ番組を録画する利用形態が広く普及しているため、周辺機器メーカーが高いシェアを確保してきた^[25]。Gfk データによれば、国内の外付け HDD 市場の販売金額シェア（2014 年）は、1 位のバッファロー（41%）と 2 位のアイ・オー・データ機器（27%）が圧倒的なシェアを持ち、3 位の Lacie（12%）、4 位の東芝（9%）以下を大きく引き離している（付属資料 11）。Western Digital
20 社は傘下の WD 社のシェアで 4%、Seagate 社は 2012 年 8 月に買収合併した仏 Lacie 社（国内では 2010 年からエレコムが独占販売）と併せてシェア 13% に過ぎなかった。

そこで 2014 年 7 月、Seagate 社はエレコムと国内代理店契約を締結し、外付け HDD 製品の販売・サポート業務を委託した^[26]。ただし、今回の提携は外付け HDD 製品のみであり、エレコムや Logitec のブランドで販売している内蔵型ネットワーク対応 HDD 製品は、従来通り Western Digital 社の製品を

25 ^[19] 前掲「サムスン電機、HDD 用モーター事業から撤退... 事業構造の再編」

^[20] Newsclip HP 「サムスン電機、タイ東北の HDD モーター工場閉鎖」
(<http://www.newsclip.be/article/2015/07/20/26302.html>)

^[21] TDK 株式会社 2015 年 11 月 2 日付プレスリリースより。
(http://www.tdk.co.jp/news_center/press/201511022073.htm)

^[22] TDK 株式会社 2015 年 11 月 2 日付プレスリリースより。
(http://www.global.tdk.com/news_center/press/files/pdf/20151102_en.pdf)

^[23] 「米 HDD 部品を買収 TDK、技術取り込み」(『日本経済新聞』2015 年 11 月 3 日)

30 ^[24] 同上。

^[25] IT Media HP 「アイ・オーが演出する！ 世界トップシェア HDD メーカーの“日本市場拡大計画” (1/2)」
(<http://www.itmedia.co.jp/pcuser/articles/1505/25/news002.html>)

^[26] INTERNET Watch HP 「エレコム、Seagate と国内代理店契約を締結、外付け HDD 製品を販売」
(http://internet.watch.impress.co.jp/docs/news/20140722_658985.html)

主に採用するという。

続いて、2015年4月には Western Digital 社がアイ・オー・データ機器と外付け HDD 製品の国内販売代理店契約を締結した^[27]。今後、家電量販店などアイ・オー・データ機器が持つ幅広い販売チャネルを活用することで、WDとアイ・オーを合わせてバッファローを抜き、シェア1位を目指すことが狙いである。アイ・オー・データ機器代表取締役社長の細野昭雄氏は今後の展開について、「アイ・オー・データ機器ブランドの外付け HDD では、録画向けなど日本固有の需要に特化した市場に注力していきます。WDブランドの外付け HDD は、Mac ユーザーに対して Mac 専用モデルの訴求や、高機能な付属アプリケーションなどの付加価値を重視するユーザーに訴求していきたいです」と語っている。また、クラウド時代にあっても「大切なのはデータです。フラッシュメモリーだって（中略）その辺に置いておいたら、データは5年ぐらいしか持ちません。また、HDD だって破損する可能性がある。ドライブというのはトラブルがゼロではない商品です。だから、データを安全に移行できる仕組みが重要になってきているのです」とユーザーが信頼性の高い外付け HDD 製品を求めるニーズを説明している^[28]。

SSD 市場の展望

今後の減少トレンドが予想される HDD に対して、SSD の出荷台数は増加トレンドが続くと見られている。テクノロジージャーナリスト&アナリストの福田昭氏によれば、その大きな理由は次の3点であるという。①メディアタブレットのストレージはほぼ全てが SSD であること、②ノート PC で HDD を SSD に置き換える動きが強まること、③ SSD の記憶容量当たりの価格が継続的に低下していくこと、である^[29]。半導体の調査会社 Objective Analysis によれば、SSD の世界出荷数量は2013年に約5,000万台だったが、2016年には3倍の約1億5,000万台に拡大し、2019年には4億台強に達すると予測されている（付属資料12）。

2014年12月、東芝セミコンダクター&ストレージ社の成毛康雄社長は「SEMICON Japan 2014」において、「東芝セミコンダクター&ストレージ社の事業戦略～Human Smart Communityの実現に向けて～」と題した講演を行い、NAND 市場はギガバイトベースで年30～40%伸長しており、特に SSD 向けは年50%伸長していることを説明した（付属資料13）。そして、2015年以降はギガバイト単価の接近によってエンタープライズシステムのフラッシュ化が進展し、2025年にはニアライン HDD を凌ぐ超大容量 SSD が安価に実現するとの見解を示した（付属資料14）。

^[27] IT Media HP 「WDとアイ・オーで外付け HDD 市場シェアトップを目指す」
(<http://www.itmedia.co.jp/pcuser/articles/1504/15/news159.html>)

^[28] IT Media HP 「アイ・オーが演出する！世界トップシェア HDD メーカーの“日本市場拡大計画” (2/2)」
(http://www.itmedia.co.jp/pcuser/articles/1505/25/news002_2.html)

^[29] EE Times Japan HP 「福田昭のストレージ通信 (15)：2019年までのストレージ市場を展望する (後編) (2/3)」
(http://eetimes.jp/ec/articles/1506/19/news018_2.html)

TRENDFOCUS 社は、SSD 全体で見ると 2015 年 5 月初めの時点でギガバイト単価が約 0.4 ドルであると推定しており、今後も NAND の製造コスト低減が順調に進んだ場合、2019 年にはギガバイト単価が 0.15 ドルにまで低下する見通しだとい^[30]。別の予測では、現状の HDD のテラバイト単価が約 1.5 万円、SSD が約 5 万円とまだ HDD にコスト優位性があるものの、SSD は年間 15% のペースで単価が低下しているため、HDD が更なるコスト低減策を図らない限り、追いつかれるのは必至だと指摘されている^[31]。

NAND の進化

東芝は、NAND 型フラッシュメモリー事業でサムスン電子と世界トップを争っている（付属資料 15）。四日市工場で 2011 年から稼働してきた「第 5 製造棟」は、市場動向を見極めながら、その時々¹⁰に最適な生産スペースを確保するという観点から建屋を 2 期に分けて建設することとしていた。2013 年 7 月、スマートフォンやタブレット、エンタープライズサーバ向け SSD などを中心に需要が増加傾向にあり、中長期的にも市場拡大が見込まれることから、第 2 期分の建設を行うことを決定した^[32]。2014 年 4 月には、回路線幅が世界最小である 15 ナノメートル（ナノは 10 億分の 1）品の量産を開始した^[33]。当初は「第 5 クリーンルーム棟（第 1 期）」で全体の 5% 未満の割合で生産を行うとされていたが^[34]、2014 年 9 月に「第 5 クリーンルーム棟（第 2 期）」が竣工し、15 ナノメートル品の量産を開始した^[35]。15 ナノメートル品は、従来の 19 ナノメートル品（第 2 世代）と比べて 3 割小型化した半導体チップを生産でき、データの伝送速度が 3 割向上するという。また、半導体ウェハの生産効率も高めることができる。当時、Micron Technology 社と韓国 SK ハイニックスが 16 ナノメートル品、サムスン電子が 19 ナノメートル品をそれぞれ量産していた。

微細化競争で出遅れていたサムスン電子は、微細化から積層化（チップを重ねて容量を増やす）に舵を切った。2014 年 5 月には、中国陝西省西安で最先端の 3 次元 NAND 型フラッシュメモリーを生産する新工場を稼働させた^[36]。当初投資額は 23 億ドルで、生産能力は非公表だが市場の状況などを見て生産設備を増やし、総投資額を最大 70 億ドルにまで増やす計画である。

^[30] EE Times Japan HP 「福田昭のストレージ通信（15）：2019 年までのストレージ市場を展望する（後編）（3/3）」
（http://eetimes.jp/ee/articles/1506/19/news018_3.html）

^[31] 「DRAM は大容量キャッシュに NAND の高密度化は 10 年続く」（『日経エレクトロニクス』2015 年 8 月号）

^[32] 株式会社東芝 2013 年 7 月 2 日付プレスリリースより。
（http://www.toshiba.co.jp/about/press/2013_07/pr_j0201.htm?from=RSS_PRESS&uid=20130702-2557#PRESS）

^[33] 株式会社東芝 2014 年 4 月 23 日付プレスリリースより。
（http://www.toshiba.co.jp/about/press/2014_04/pr_j2302.htm#PRESS）

^[34] 「線幅 15 ナノの NAND 型 東芝、フラッシュを量産」（『日経産業新聞』2014 年 4 月 24 日）

^[35] 株式会社東芝 2014 年 9 月 9 日付プレスリリースより。
（http://www.toshiba.co.jp/about/press/2014_09/pr_j0901.htm#PRESS）

^[36] 「サムスン、中国工場稼働 最新 3D 技術で半導体」（『日本経済新聞』2014 年 5 月 10 日）

西安工場は米国テキサス州のオースティン工場に続く、2番目の海外半導体工場となる。サムスン電子の3次元 NAND の回路線幅は 10 ナノメートルで、平面型に比べて書き込み速度が上がる一方、消費電力は大幅に減少するという。ただし、東芝代表取締役社長（当時）の田中久雄氏は、「サムスンさんは既に（中略）『3D NAND』の量産に踏み切っていますが 32 層程度の構造です。これならば、我々が量産開始した平面構造の 15 ナノ品の方が生産性が高いと見ています。（中略）2016 年度は 3D NAND の量産も開始しますが、我々は 48 層まで積み上げる計画です」と語っている^[37]。

同月、東芝も 3 次元 NAND の専用設備設置の拡張スペース確保のため、SanDisk 社と共同で設備投資を行うことで合意し、四日市工場の「第 2 クリーンルーム棟」を建て替えることを発表している^[38]。投資総額は最大 5,000 億円とされている^[39]。2015 年 3 月には、世界初の 48 層積層 3 次元 NAND (BiCS) 16 ギガバイト品のサンプル出荷を開始した^[40]。東芝セミコンダクター&ストレージ社の吉川進メモリ技師長によれば、「48 層まで重ねることによって平面の NAND と同じ生産コストが視野に入り、製品化を決めた。（中略）48 層まで製品化しなかったのは、2 次元でコスト優位性があったからだ」という^[41]。同年 8 月には記憶容量が 2 倍の 32 ギガバイト品も製品化し、9 月からサンプル出荷を開始した^[42]。

3 次元 NAND をめぐる競争は加速しており、Micron Technology 社は「この先の微細化のメリットは少ない」として開発の軸足を 3 次元 NAND に移しており、2015 年後半からシンガポールの第 10 工場での製造を開始する予定であることを表明した^[43]。SK ハイニックスも、2015 年 9 月までに 36 層積層 3 次元 NAND の出荷を開始することを明らかにした^[44]。2016 年には 48 層積層品も実用化する方針である。

^[37] 「編集長インタビュー テレビも PC も続ける [東芝社長] 田中久雄氏」(『日経ビジネス』2014 年 8 月 25 日号)

^[38] 株式会社東芝 2014 年 5 月 14 日付プレスリリースより。
(http://www.toshiba.co.jp/about/press/2014_05/pr_j1401.htm#PRESS)

^[39] 「メモリー競争、次の次元へ」(『日経産業新聞』2014 年 5 月 15 日)

^[40] 株式会社東芝 2015 年 3 月 26 日付プレスリリースより。
(http://www.toshiba.co.jp/about/press/2015_03/pr_j2601.htm)

^[41] 「東芝 3 次元メモリー 『BiCS』」(『日経産業新聞』2015 年 4 月 9 日)

^[42] 株式会社東芝 2015 年 8 月 4 日付プレスリリースより。
(http://www.toshiba.co.jp/about/press/2015_08/pr_j0402.htm)

^[43] 「米半導体マイクロン 業績好調」(『日経産業新聞』2015 年 2 月 18 日)

^[44] 「3 次元メモリー参入 SK ハイニックス 36 層、9 月までに」(『日経産業新聞』2015 年 7 月 24 日)

HDD の技術動向

SSD の追い上げに対抗すべく、HDD 関係各社も高容量化と低コスト化の努力を続けており、両者の激しい技術競争が今後も継続することは確実であると言える。以下にそれぞれの動向を記す。

5

昭和電工の磁気ディスク新製品

2014 年 10 月、昭和電工は現行の世界最大容量である 3.5 インチ 8 テラバイトの HDD に自社の第 7 世代製品が採用されたことを発表した（付属資料 16）^[45]。続けて、2015 年 2 月には 2.5 インチとして世界最大となる、1 枚当たりの記録容量が 750 ギガバイトの第 8 世代製品の出荷を 3 月から開始することを発表した^[46]。2015 年 12 月には 3.5 インチ 10 テラバイトヘリウム充填 HDD（後述）に、第 8 世代製品が採用されたことを発表した^[47]。

10

HGST のヘリウム充填 HDD

15

Western Digital 社陣営の HGST 社は、ヘリウムガスを装置内に充填することによって、容量を従来の 1.5 倍となる 6 テラバイトに高めた 3.5 インチ HDD を 2013 年から出荷開始した^[48]。空気より分子が小さいヘリウムの充填によって、ディスク周辺に発生する乱流が小さくなり振動が抑えられる分、ディスクを薄くすることが可能になり、ディスクの搭載枚数を従来の 5 枚から 7 枚に増やすことができた。また、空気抵抗の減少によってモーターの消費電力も抑えられ、従来に比べてアイドル時で約 23%の消費電力が削減されたという。ヘリウム充填のためにボディを密閉した副次的なメリットとして、湿気やホコリなどの侵入を防ぐことによって、動作の安定性と耐久性も向上している^[49]。2014 年 11 月には更に容量を増やした 8 テラバイト品の出荷を開始^[50]、2015 年 6 月には更にシングル磁気記録方式（後述）を採用した世界最大容量の 10 テラバイト品の出荷を開始した^[51]。ヘリウム充填 HDD は 3.5 インチ品に

20

25

^[45] 昭和電工株式会社 2014 年 10 月 3 日付プレスリリースより。
(<http://www.sdk.co.jp/news/2014/14053.html>)

^[46] 昭和電工株式会社 2015 年 2 月 5 日付プレスリリースより。
(<http://www.sdk.co.jp/news/2015/14740.html>)

^[47] 昭和電工株式会社 2015 年 12 月 11 日付プレスリリースより。
(<http://www.sdk.co.jp/news/2015/15704.html>)

^[48] 「ヘリウムで振動抑える HDD」（『日経パソコン』2013 年 11 月 25 日号）

^[49] IT Media HP 「HGST の技術者が明かす『ヘリウム充填 HDD』と『NVMe 対応 SSD』の実力」
(<http://www.itmedia.co.jp/pcuser/articles/1505/07/news056.html>)

30

^[50] ASCII.jp HP 「ついに 8TB 到達！ HGST からヘリウム充填 3.5 インチ HDD 登場」
(<http://ascii.jp/elem/000/000/950/950456/>)

^[51] PC Watch HP 「HGST、容量 10TB のヘリウム充填 HDD を出荷開始」
(http://pc.watch.impress.co.jp/docs/news/20150609_706101.html)

限定されているが、HGST の技術者はその理由を「小型 HDD を搭載するデバイスでは大容量に対する需要が少なく、ヘリウムガスモデルを用意する必要性がない^[52]」ためと説明している。

シングル磁気記録方式

2011 年～2014 年にかけてディスクの記録密度の伸びはほとんど止まっていたが、新たな技術であるシングル磁気記録方式（Shingled Magnetic Recording）の実用化によって再び大容量化が進むことが期待されている（付属資料 17）。シングル磁気記録方式とは、磁気ディスク上のトラックの間隔を狭め、屋根板（Shingle）のように重ねて配置することによって面密度を高める技術であり、瓦記録方式とも呼ばれる（付属資料 18）。高価な部品開発を必要とせず、トラック構成や記録単位などを工夫することによって記録密度を向上させることができるため、低コスト大容量の HDD に適している^[53]。Seagate 社が 2014 年に初めてシングル磁気記録方式を採用した 3.5 インチ品（5 テラバイト）を一般向けに発売開始した^[54]。Seagate 社の第 1 世代品では、面密度を従来製品より 25% 向上させることに成功し^[55]、1.25 テラバイト / 枚のディスクを 4 枚搭載している。2015 年 2 月には、1.33 テラバイト / 枚のディスクを 6 枚搭載した 8 テラバイト品を発売した。当時 HGST が発売していた同容量のヘリウム充填モデルの実売価格が 7 万円台中盤～後半だったのに対し、その半値近い価格を達成してコスト優位性をうかがわせた^[56]。

TDK の熱アシスト方式ヘッド

磁気ヘッドのサプライヤーである TDK が熱アシスト方式のヘッドを開発し、Seagate 社に供給を行って 2016 年から熱アシスト HDD が量産される見通しであることが、2014 年 10 月に報道された^[57]。これにより、記録容量は現行の 2 倍以上にできるという。熱アシスト方式とは、レーザー光によって記録ビットを局所加熱し、保磁力が弱まった瞬間に記録ヘッドから出る磁束で記録していく方式である（付属資料 19）。

^[52] 前掲「HGST の技術者が明かす『ヘリウム充填 HDD』と『NVMe 対応 SSD』の実力」

^[53] 下村和人「HDD の大容量化をけん引する瓦記録技術」（『東芝レビュー』Vol.70 No.8、2015 年）

^[54] AKIBA PC Hotline! HP「新たな大容量技術『SMR』採用の 3.5 インチ HDD が発売、Seagate 製」（http://akiba-pc.watch.impress.co.jp/docs/news/news/20141107_674928.html）

^[55] Seagate 社 HP より。（<http://www.seagate.com/jp/ja/tech-insights/breaking-area-density-barriers-with-seagate-smr-master-ti/>）

^[56] AKIBA PC Hotline! HP「Seagate の 8TB HDD が遂に発売、実売 3.7 万円で他社の半値」（http://akiba-pc.watch.impress.co.jp/docs/news/news/20150205_687134.html）

^[57] 「HDD 容量 2 倍に TDK データセンター効率化」（『日本経済新聞』2014 年 10 月 7 日）

東芝の磁化反転技術

2015年7月、東芝はマイクロ波磁界を用いることによって多層の磁性体の磁化の向きを、層を選択して反転させる新技術を実証したと発表した^[58]。この磁化反転技術は、磁気記録に応用できる基本的な技術であり、記録層を多層化（3次元構造）したHDDや磁気メモリー、磁気テープなど高密度磁気記録製品への応用が期待されるという（付属資料20）。東芝は2025年頃を目標に3次元磁気記録の実現を目指すとしている。

10

15

20

25

30

^[58] 株式会社東芝 2015年7月7日付プレスリリースより。
(http://www.toshiba.co.jp/rdc/detail/1507_01.htm)

付属資料 1 HDD 世界出荷台数の実績と見通し

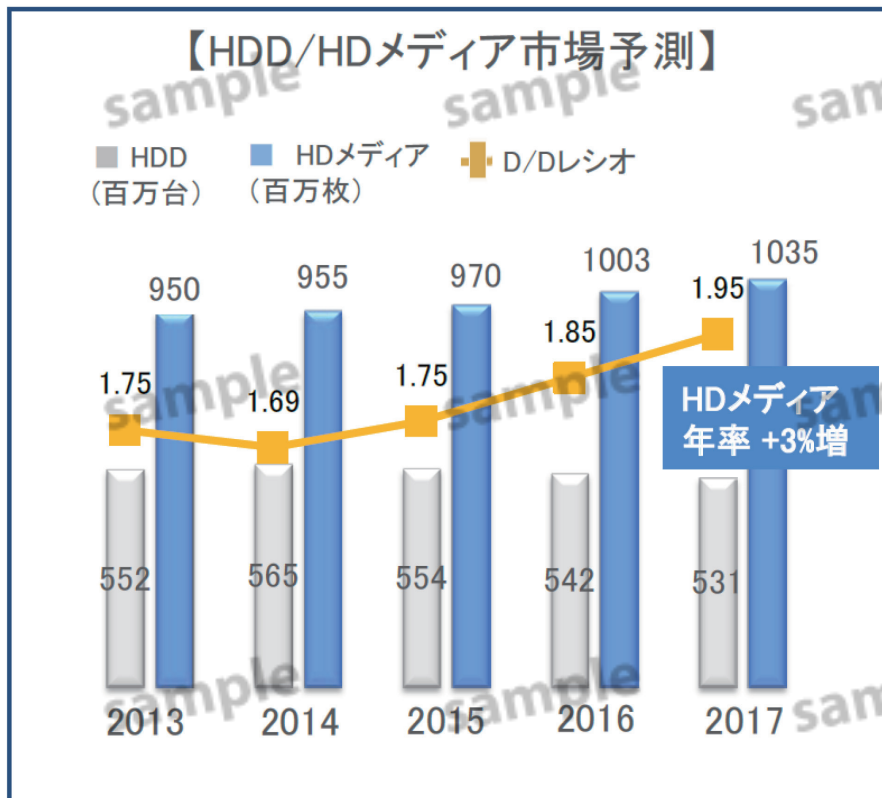
(単位:千台)

	2014 年	2017 年
3.5 インチ	240,553	233,269
2.5 インチ	323,147	299,282
全体	563,700	532,550

※四捨五入のため、合計は必ずしも一致しない

出典：JEITA プレスリリース (http://release.nikkei.co.jp/attach_file/0383251_01.pdf) を基に作成

付属資料 2 HDD 世界出荷台数の予測（昭和電工）

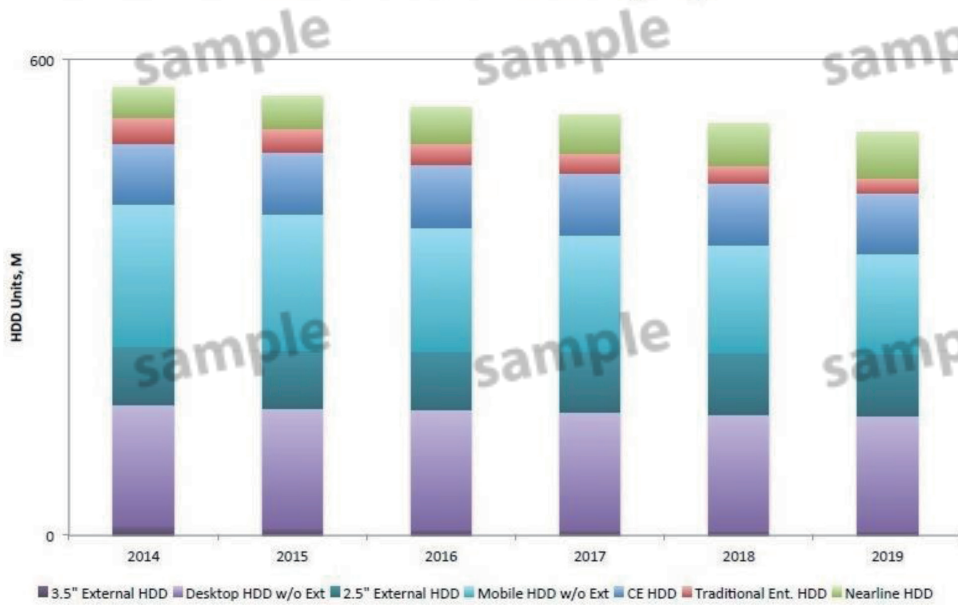


出典：昭和電工 HP

(http://www.sdk.co.jp/assets/files/ir/library/pdf_presentation/20141212.pdf)

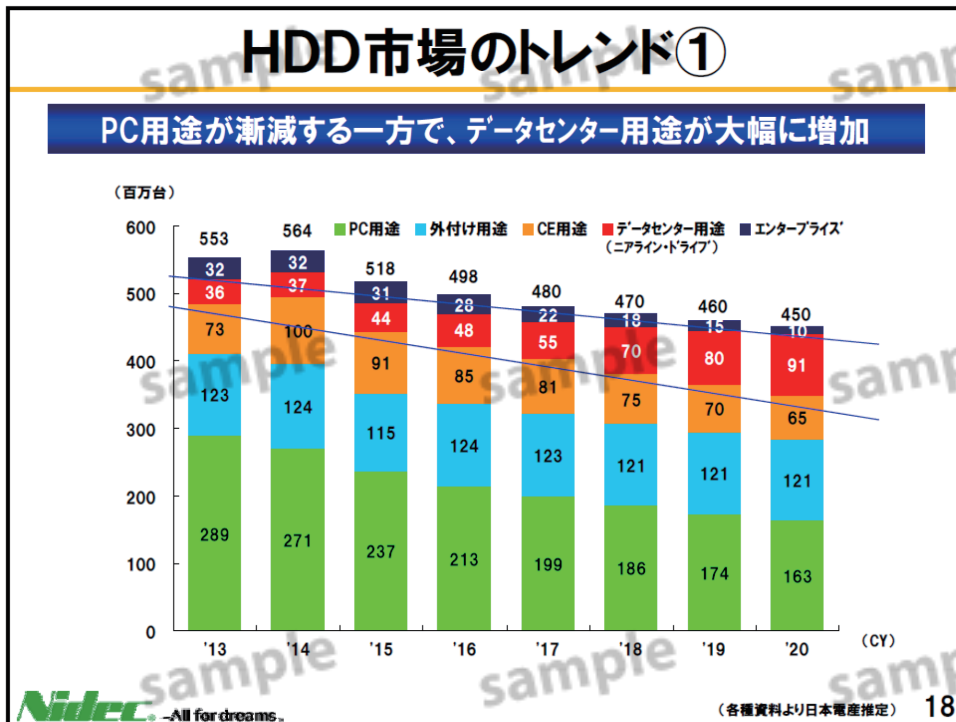
付属資料 3 HDD 世界出荷台数の予測 (TRENDFOCUS 社)

HDD Forecast, Units (M)



出典: EE Times Japan HP 「福田昭のストレージ通信 (14) : 2019 年までのストレージ市場を展望する (前編) (1/2)」
 (http://eetimes.jp/ee/articles/1506/16/news009.html)

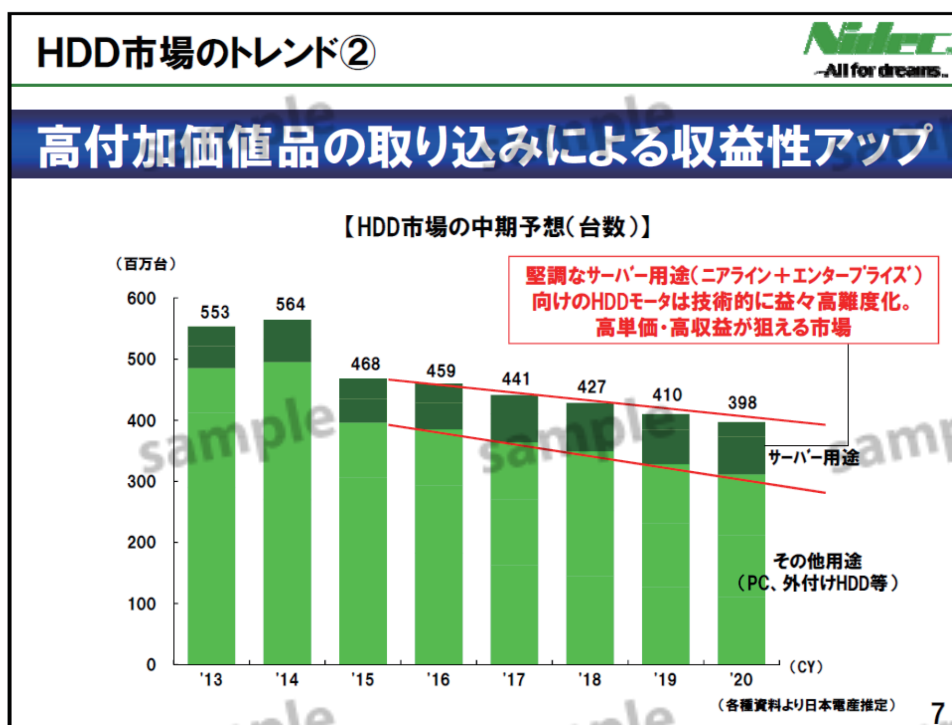
付属資料 4 HDD 世界出荷台数の予測 (日本電産①)



出典: 日本電産 HP

(http://www.nidec.com/~media/nidec-com/ir/library/earnings/archive/pdf/2015/Q4_1.pdf)

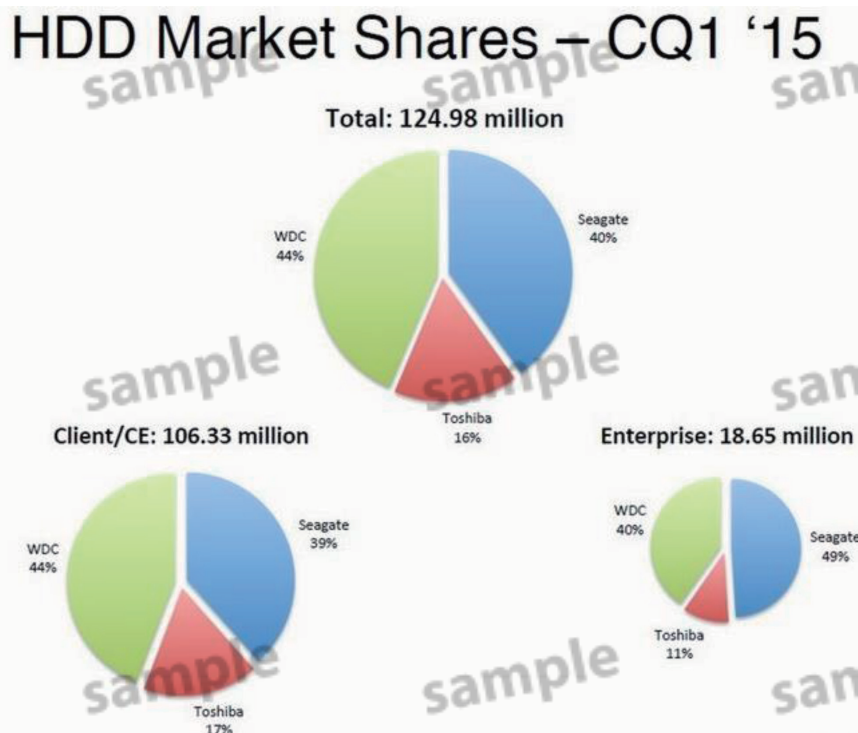
付属資料 5 HDD 世界出荷台数の予測（日本電産②）



出典：日本電産 HP

(http://www.nidec.com/~media/nidec-com/ir/library/earnings/archive/pdf/2016/Q2_1.pdf)

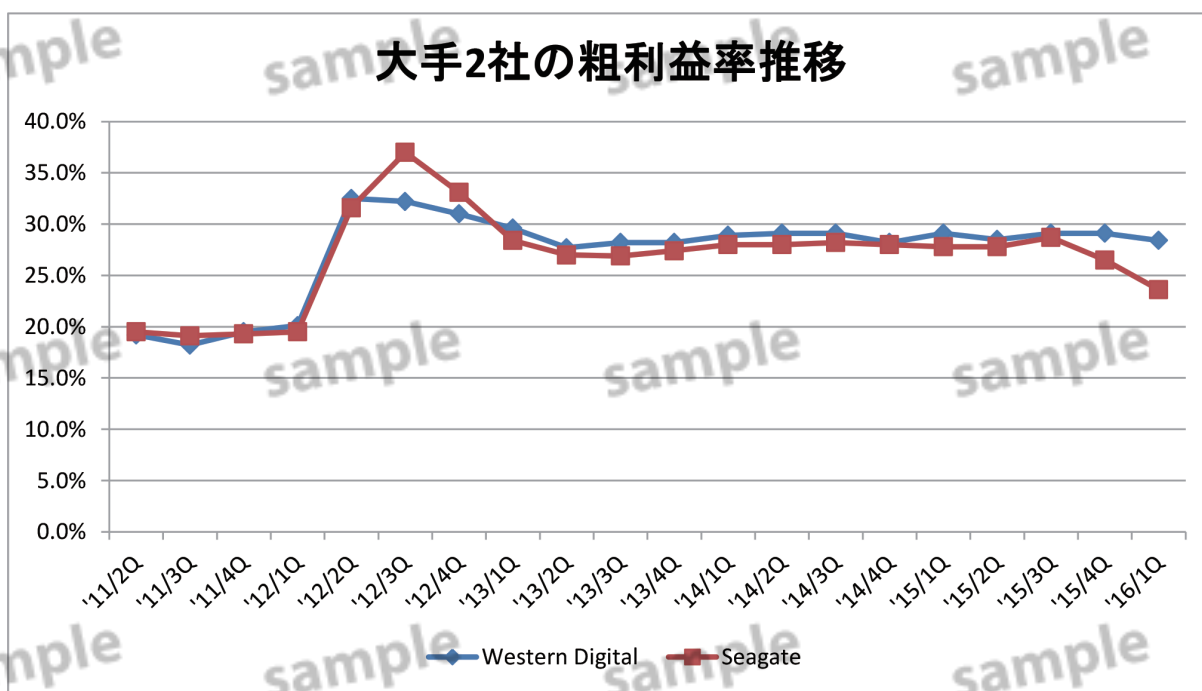
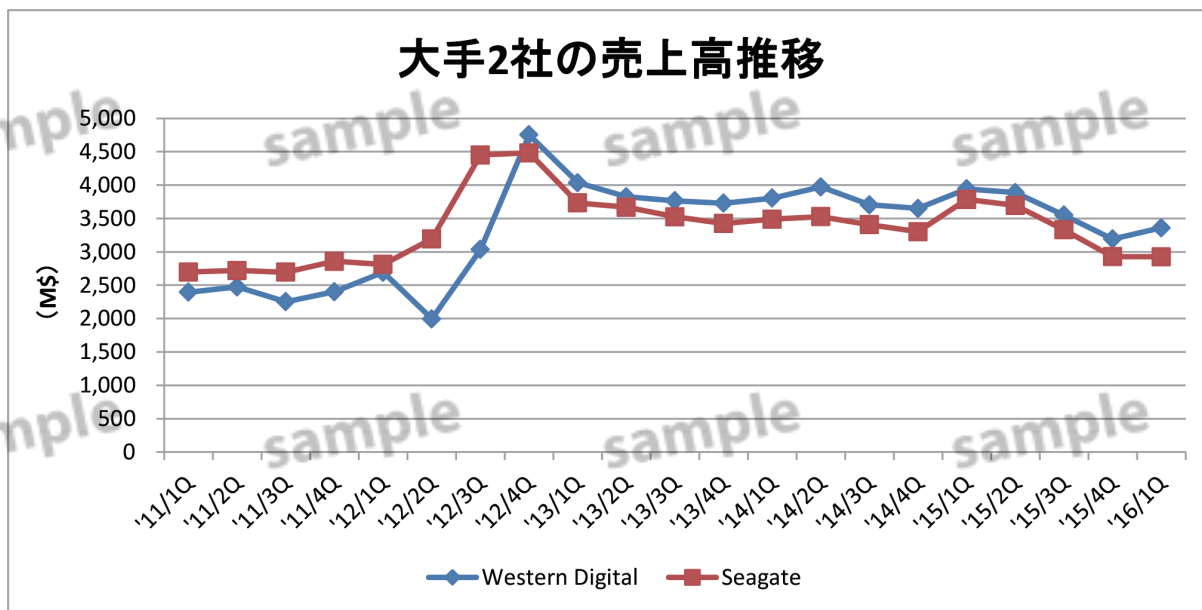
付属資料 6 HDD 世界市場シェア（2015 年第 1 四半期）



出典:EE Times Japan HP「福田昭のストレージ通信 (14):2019 年までのストレージ市場を展望する (前編) (2/2)」

(http://eetimes.jp/ee/articles/1506/16/news009_2.html)

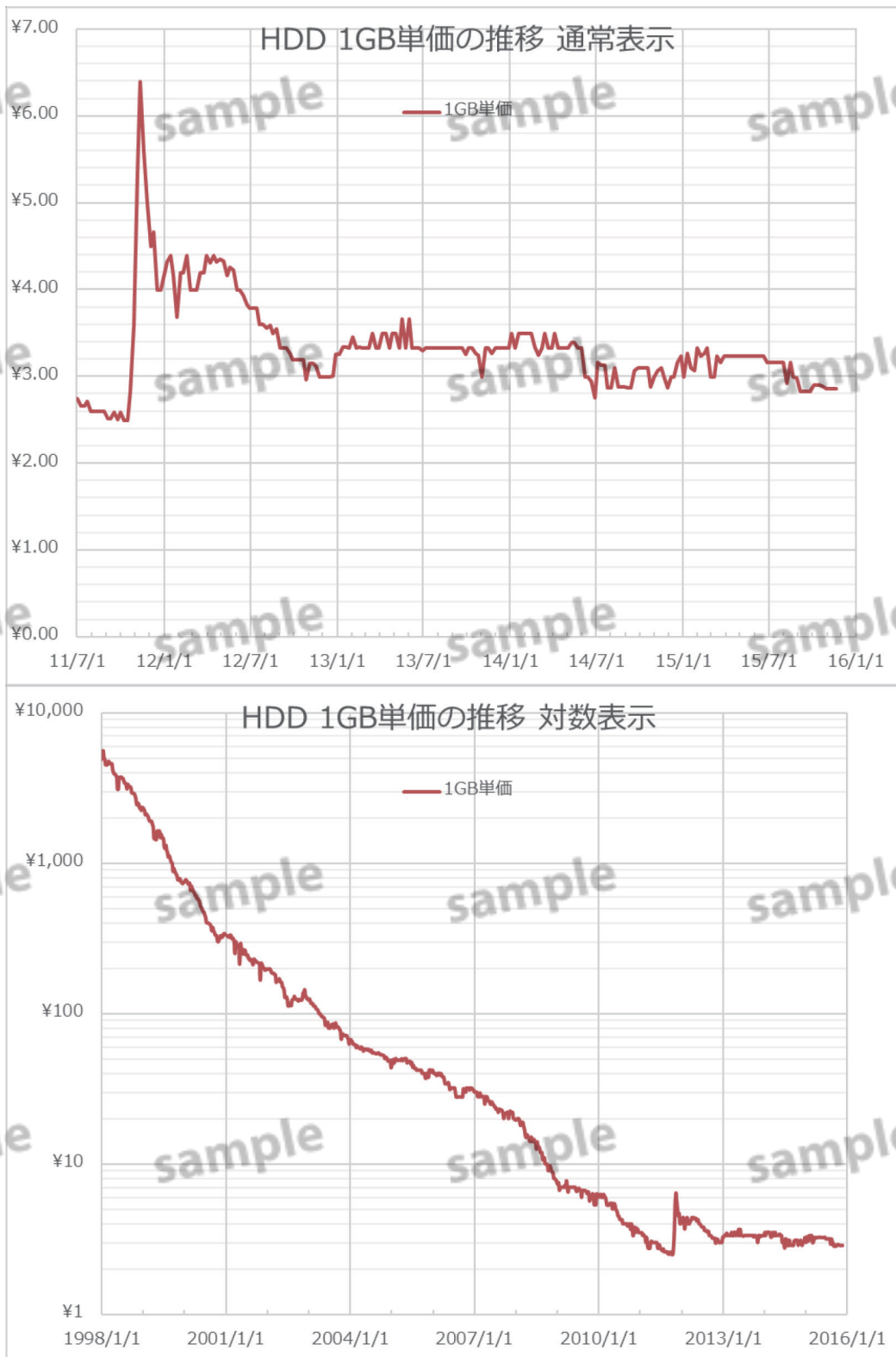
付属資料 7 HDD 大手 2 社の損益推移



※2社ともに6月決算

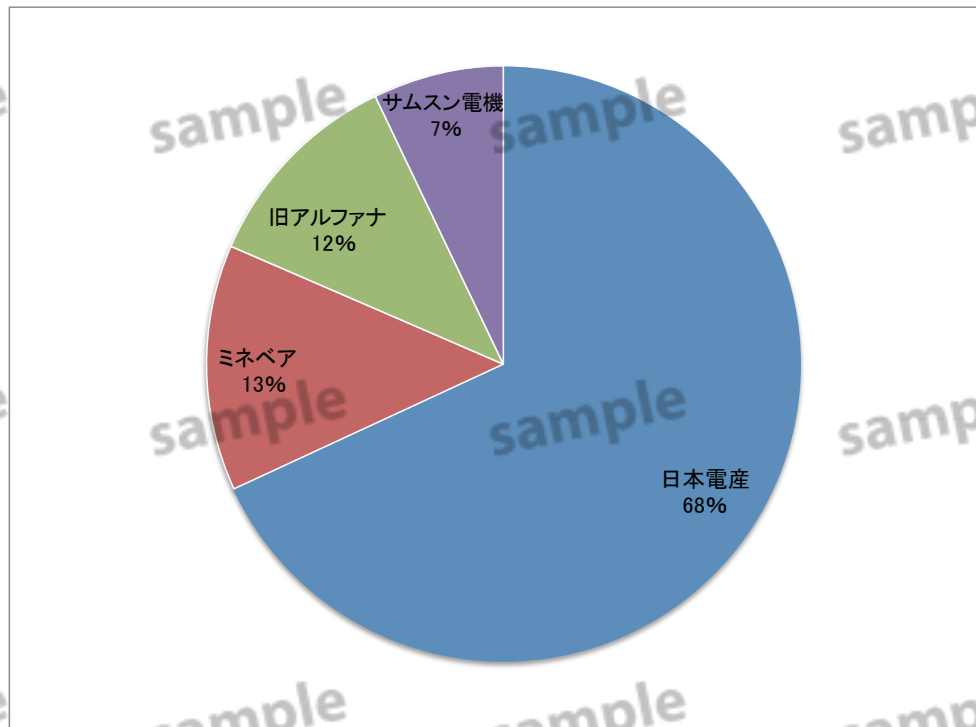
出典：各社 HP および Annual Report を基に作成

付属資料 8 HDD 店頭価格推移



出典：サハロフの秋葉原レポート (<http://www2s.biglobe.ne.jp/~sakharov/research/hddup1.png>)

付属資料 9 HDD 用スピンドルモーターのシェア（2013 年第 1 四半期）

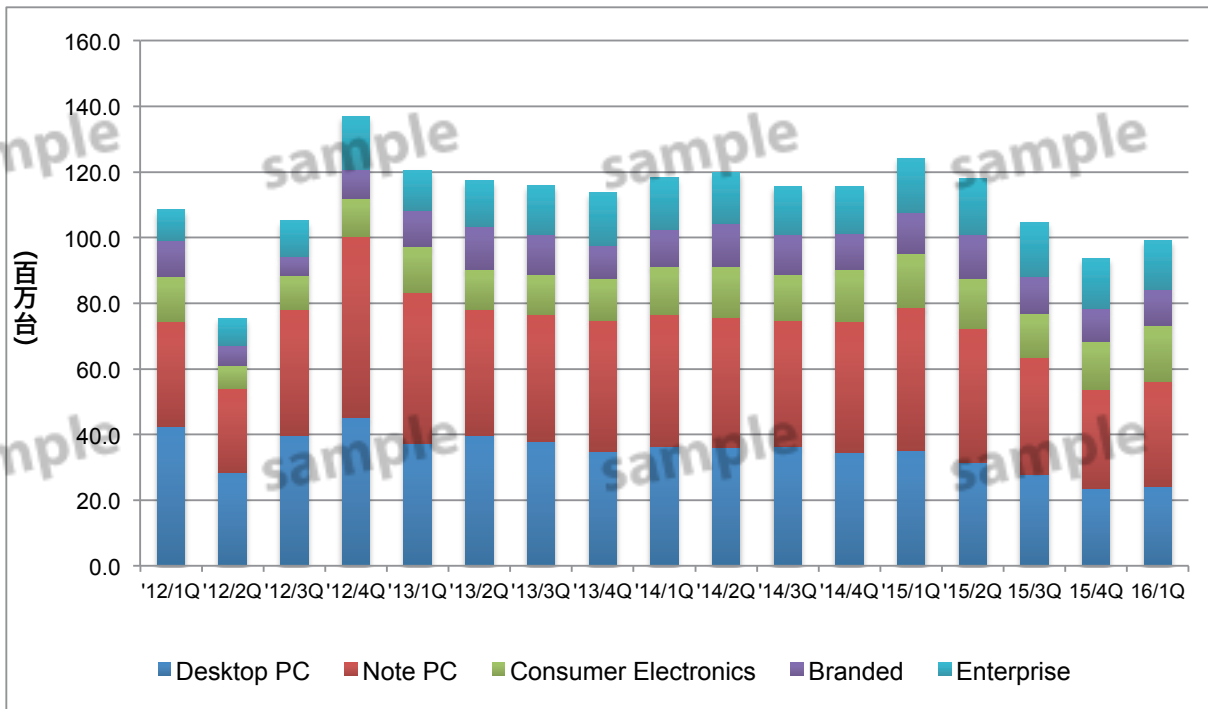


出典：堀内義章「HDD の最新業界動向」（2013 年 7 月 26 日）
(<http://snia-j.org/docs/education/20130726-6.pdf>)

付属資料 10 HDD 大手 2 社の出荷構成

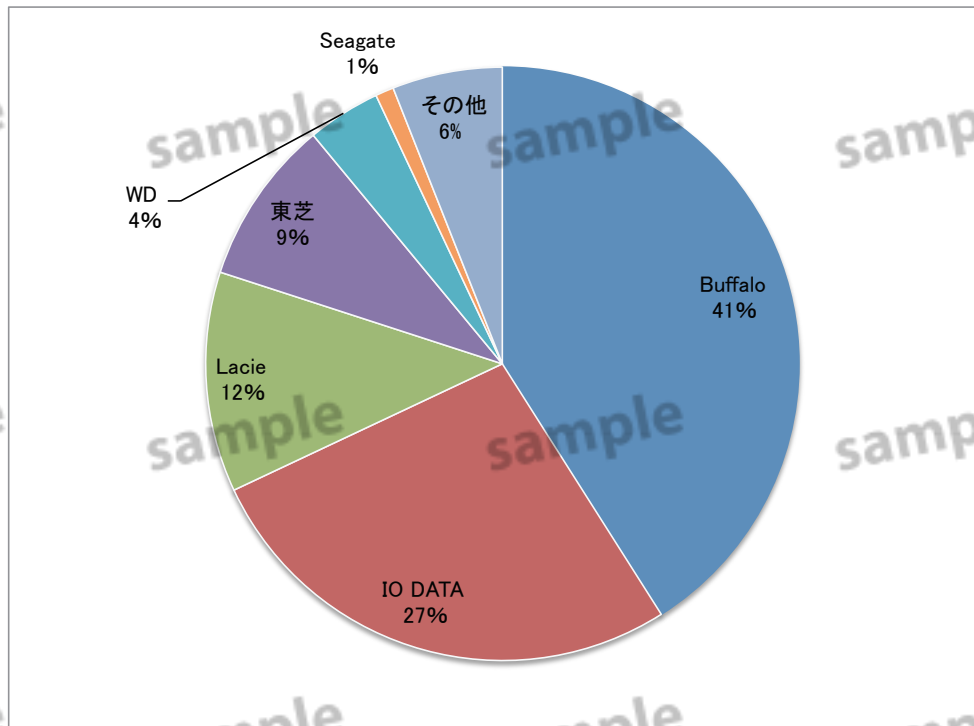
(単位:百万台)

	'12/1Q	'12/2Q	'12/3Q	'12/4Q	'13/1Q	'13/2Q	'13/3Q	'13/4Q	'14/1Q	'14/2Q	'14/3Q	'14/4Q	'15/1Q	'15/2Q	15/3Q	15/4Q	16/1Q
Desktop PC	42.3	28.5	39.8	45.1	37.2	39.6	38.0	34.8	36.4	36.0	36.4	34.6	35.0	31.4	27.8	23.5	24.1
WD	21.6	11.4	16.0	21.2	16.8	17.7	18.4	16.2	17.3	16.8	16.6	16.2	16.3	15.4	13.5	11.6	11.7
Seagate	20.7	17.1	23.8	23.9	20.4	21.9	19.6	18.6	19.1	19.2	19.8	18.4	18.7	16.0	14.3	11.9	12.4
Note PC	32.2	25.4	38.2	55.2	46.2	38.6	38.5	40.1	40.1	39.6	38.2	39.7	43.6	40.9	35.6	30.1	32.2
WD	19.6	9.8	18.1	32.8	25.9	21.3	21.5	24.0	22.9	22.7	21.8	22.9	23.4	21.2	18.8	15.5	15.8
Seagate	12.6	15.6	20.1	22.4	20.3	17.3	17.0	16.1	17.2	16.9	16.4	16.8	20.2	19.7	16.8	14.6	16.4
Consumer Electronics	13.5	7.2	10.5	11.6	13.8	12.1	12.3	12.6	14.7	15.5	14.0	16.0	16.5	15.4	13.4	14.9	17.0
WD	7.2	2.4	3.6	4.2	8.0	6.5	6.5	6.5	8.5	8.8	8.6	10.9	10.5	9.3	8.6	9.1	11.5
Seagate	6.3	4.8	6.9	7.4	5.8	5.6	5.8	6.1	6.2	6.7	5.4	5.1	6.0	6.1	4.8	5.8	5.5
Branded	11.3	6.2	5.6	8.8	11.0	13.1	12.2	10.1	11.2	13.2	12.2	10.8	12.5	13.2	11.2	9.9	10.8
WD	7.1	3.2	2.9	5.0	5.8	7.1	6.5	5.3	6.1	7.0	6.3	6.0	6.8	7.2	6.1	5.2	5.6
Seagate	4.2	3.0	2.7	3.8	5.2	6.0	5.7	4.8	5.1	6.2	5.9	4.8	5.7	6.0	5.1	4.7	5.2
Enterprise	9.3	8.1	11.0	16.4	12.3	13.9	14.7	16.1	15.9	15.6	14.8	14.5	16.6	17.1	16.6	15.4	15.0
WD	2.4	1.7	3.6	7.9	6.0	6.6	7.2	7.9	7.8	7.8	7.1	7.1	7.8	8.0	7.5	7.2	7.2
Seagate	6.9	6.4	7.4	8.5	6.3	7.3	7.5	8.2	8.1	7.8	7.7	7.4	8.8	9.1	9.1	8.2	7.8
Total	108.5	75.4	105.1	137.0	120.5	117.3	115.8	113.7	118.3	119.9	115.6	115.6	124.1	117.9	104.6	93.7	99.0
WD	57.8	28.5	44.2	71.0	62.5	59.2	60.2	59.9	62.6	63.1	60.4	63.1	64.7	61.0	54.5	48.5	51.7
Seagate	50.7	46.9	60.9	66.0	58.0	58.1	55.6	53.8	55.7	56.8	55.2	52.5	59.4	56.9	50.1	45.2	47.3



※2社ともに6月決算、'12/2Q('11/10～12月)はタイ洪水の影響による出荷減
 出典：各社決算資料を基に作成

付属資料 11 国内外付け HDD 市場シェア (2014 年販売金額)



出典 : IT Media HP 「WDとアイ・オーで外付け HDD 市場シェアトップを目指す」
(<http://www.itmedia.co.jp/pcuser/articles/1504/15/news159.html>)

付属資料 12 SSD 世界出荷台数の推移



EE Times Japan HP「福田昭のストレージ通信 フラッシュメモリーの現在(1):NAND フラッシュと SSD の市場動向(2/2)」
(http://eetimes.jp/ee/articles/1510/09/news034_2.html)

ストレージ

**NANDは年30-40%のGB伸長
(SSD向けは年50%伸長)**

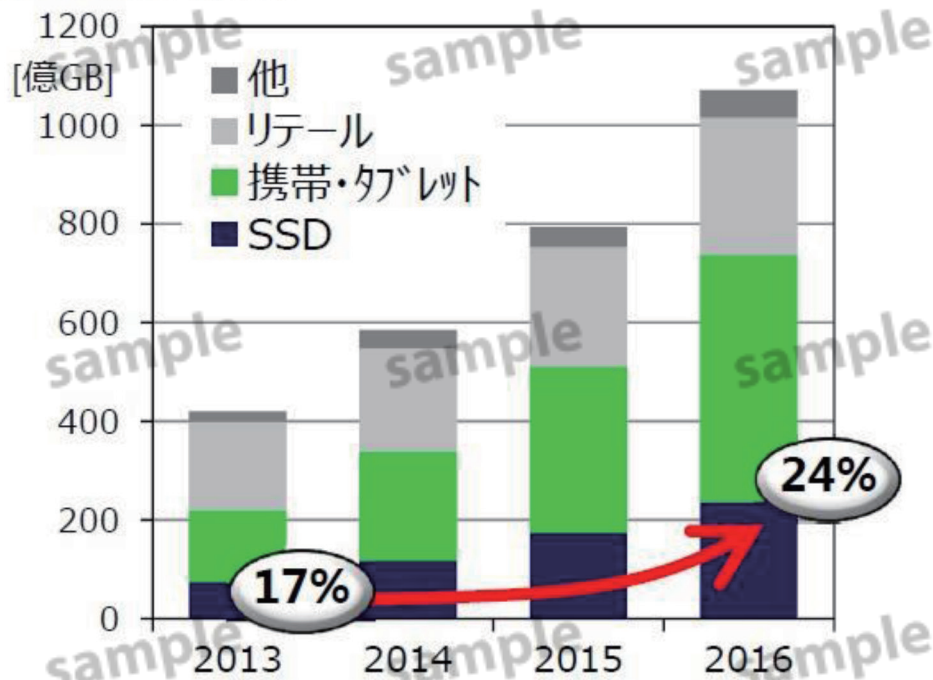
エンタプライズ向け拡大

- ・ データセンターストレージのFlash化

スマートデバイスの成長

- ・ スマートフォン・タブレット・ウェアラブル端末

■ NAND市場(GB)

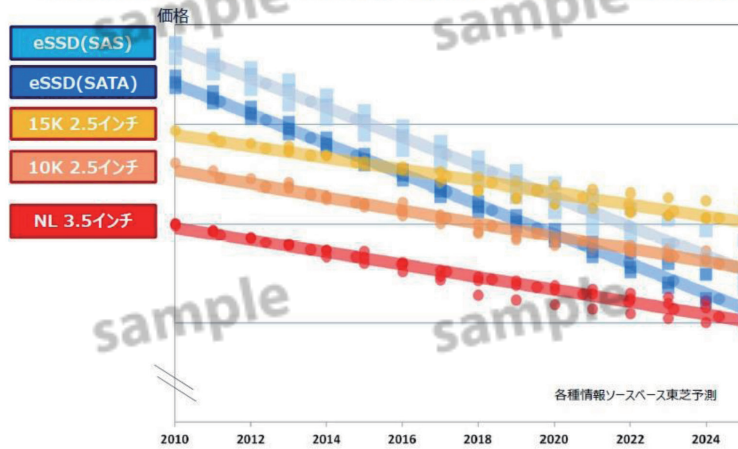


出典：SEMICON Japan HP

(http://www.semiconjapan.org/ja/sites/semiconjapan.org/files/docs/SPR3_10_TOSHIBA_Yasuo%20Naruke.pdf)

加速するエンタープライズシステムのフラッシュ化

15年以降、15K/10K 高性能HDDのSSD置換加速の可能性

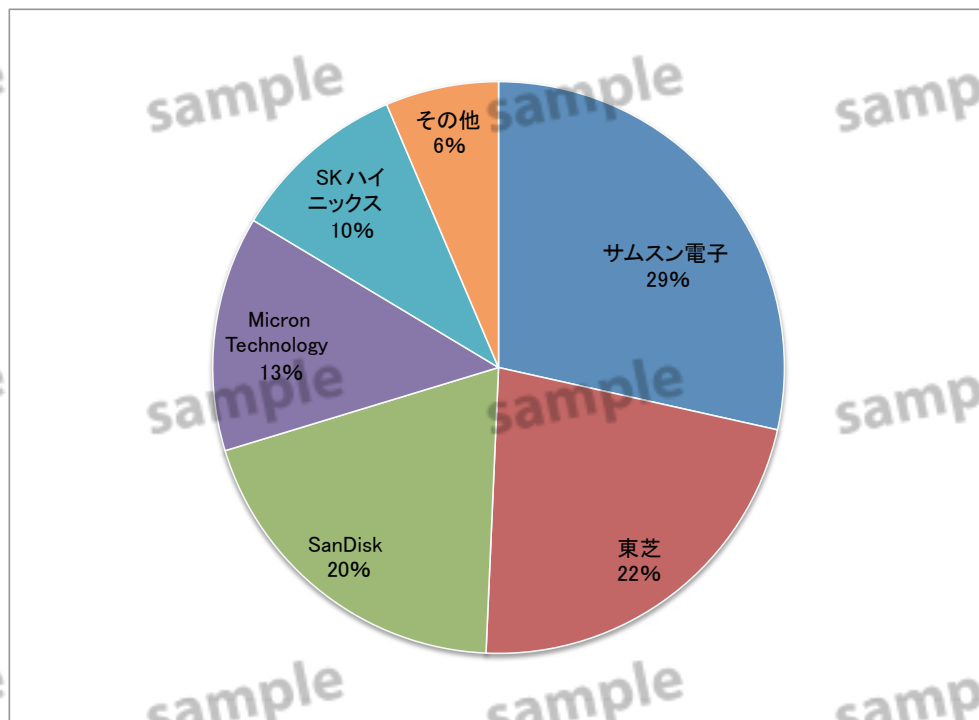


- ~ 2014 : 一部のユーザが高性能化(IOPS)のため、MLCベースのSSDを採用
- 2015 ~ : コスト接近に伴い、15Krpm置換え加速。一部10Krpmも置換え始まる
- 2025 ~ : NL-HDDを凌ぐ超大容量SSDが安価に実現

出典 : SEMICON Japan HP

(http://www.semiconjapan.org/ja/sites/semiconjapan.org/files/docs/SPR3_10_TOSHIBA_Yasuo%20Naruke.pdf)

付属資料 15 NAND 型フラッシュメモリー市場シェア (2014 年)



※ 出荷額 : 318 億 8,900 万ドル (前年比 +5.5%)

出典 : 「世界シェア 50 品目」 (『日経産業新聞』 2015 年 7 月 6 日) を基に作成

付属資料 16 昭和電工における垂直磁気記録方式 HDD の区分

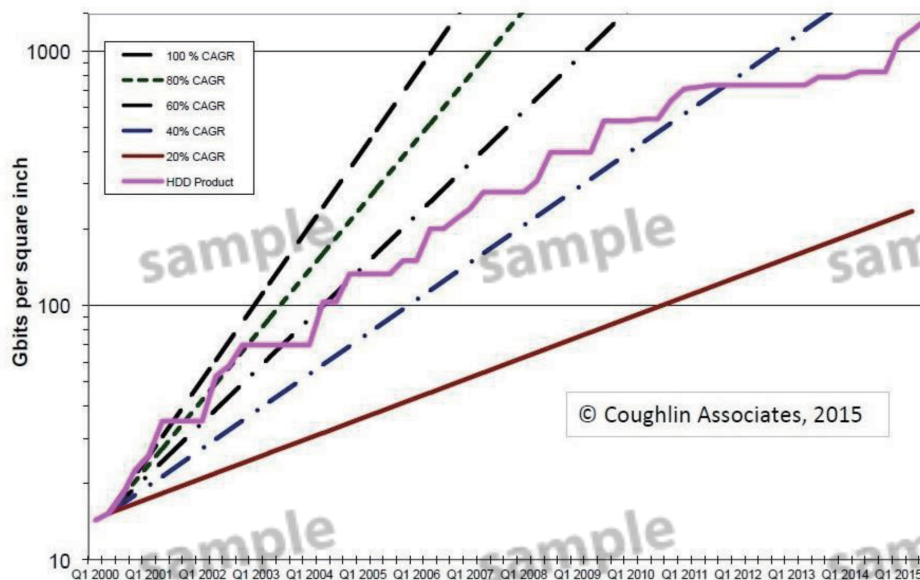
(単位:ギガバイト/枚)

世代	2.5 インチ	3.5 インチ
第 1 世代	80	160
第 2 世代	120	250
第 3 世代	160	334
第 4 世代	250	500
第 5 世代	334	750
第 6 世代	500	1,000
第 7 世代	670	1,100~1,300
第 8 世代	750	1,300~1,500

出典：昭和電工 HP (<http://www.sdk.co.jp/news/2015/15704.html>)

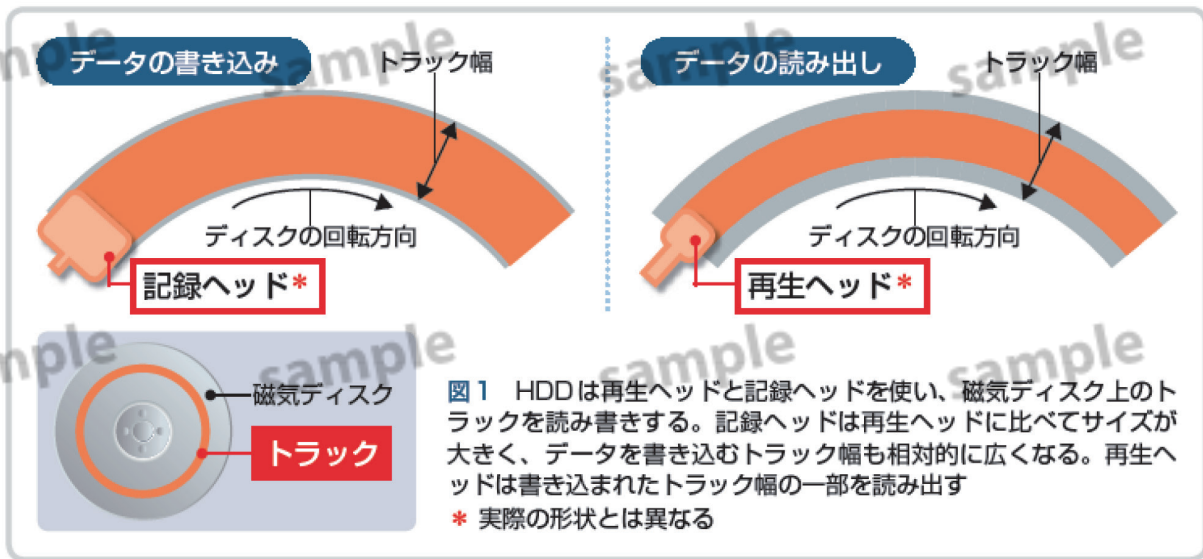
付属資料 17 四半期ごとの HDD 記録密度の推移

Actual Quarterly Announced HDD Product
AD Charts

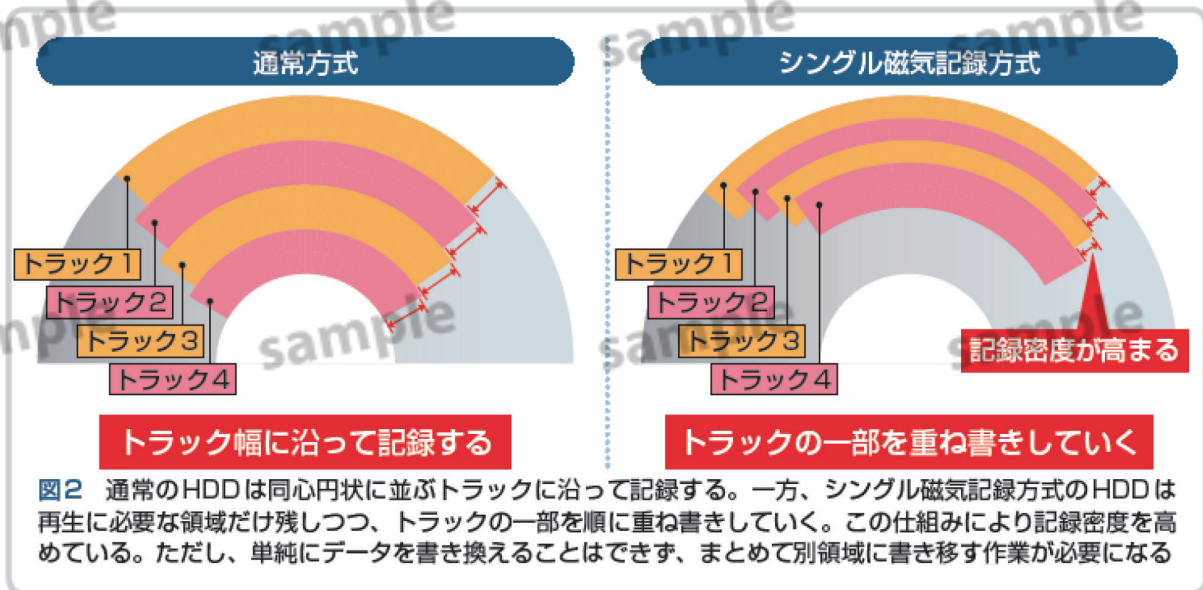


出典：PC Watch HP 「10TB の大容量 HDD を実現した『SMR 技術』登場の背景」
(http://pc.watch.impress.co.jp/docs/column/semicon/20150930_723207.html)

●HDDは記録と再生でトラック幅が異なる



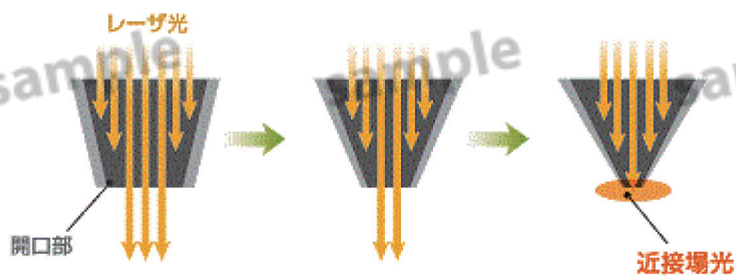
●トラックの一部を重ね書きすることで記録密度を高める



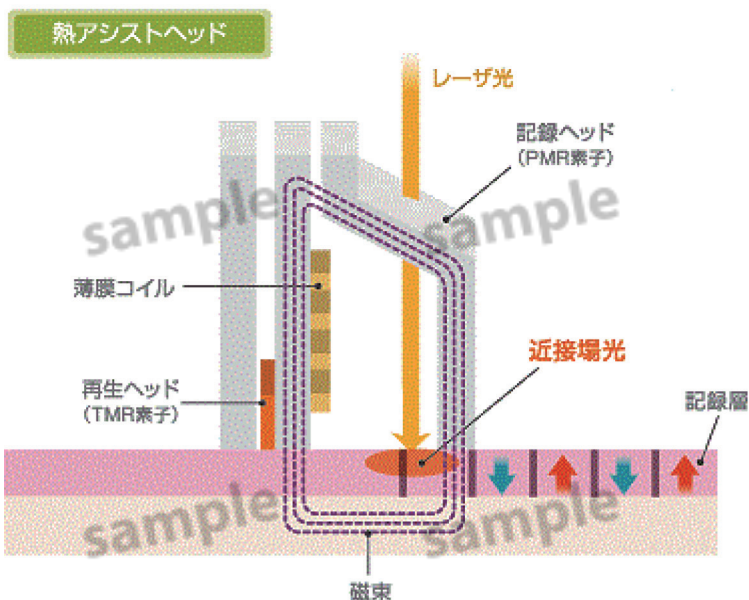
出典：「KEYWORD シングル磁気記録」(『日経パソコン』2014年3月10日号)

付属資料 19 熱アシスト記録技術のイメージ

次世代HDDのための熱アシスト記録技術

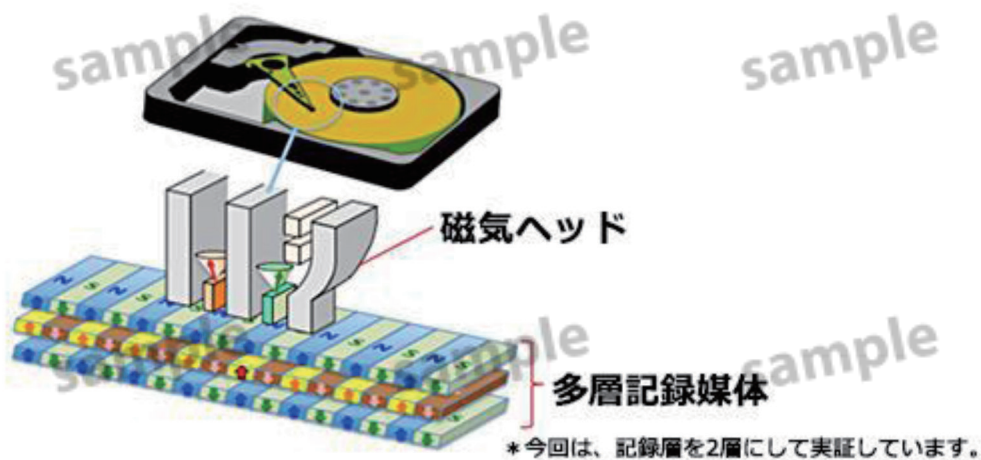


レーザー光が飛び出す開口部を波長以下にしていくと、レーザー光は外部に飛び出さず、開口部にまとまわりつくような近接場光となる。

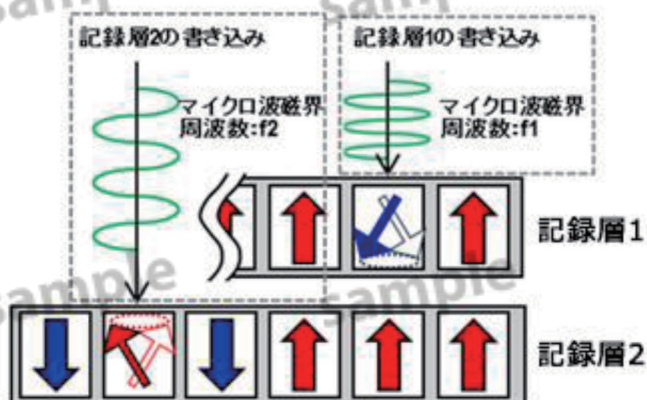


出典：TDK HP (<http://www.tdk.co.jp/techmag/inductive/200908/index2.htm>)

付属資料 20 多層磁気記録に関する新技術の模式図



多層記録ハードディスクの模式図



今回実証した多層記録方式の模式図

強磁性共鳴周波数の異なる層を多層化する

出典：東芝 HP (http://www.toshiba.co.jp/rdc/detail/1507_01.htm)

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

不 許 複 製

慶應義塾大学ビジネス・スクール
