



コールドストレージ 2018

～エンタープライズオプティカルストレージ躍進の可能性

企画・調査・編集

株式会社ふじわらロスチャイルドリミテッド

〒101-0051 東京都千代田区神田岩本町 2-11-3

第八東誠ビル 4F

Tel: 03-5821-3993

Fax: 03-5821-4030

E-mail: info@fujiroth.com

<http://www.fujiroth.com/>

目次

1. エグゼクティブサマリ	9
1.1. ストレージ容量急増の背景	9
1.2. ストレージ動向の概要	10
1.2.1. 単年度出荷総容量推移	10
1.2.2. 全ストレージ合計の実稼働容量(累積容量)推移	11
1.2.3. コールドストレージの動向	12
2. ストレージ市場の定義と一般動向	12
2.1. 市場の定義(Enterprise と Client)	12
3. ストレージ容量供給動向	15
3.1. ストレージ市場全体とストレージ構成	15
3.1.1. 年間容量供給トレンド	15
3.1.2. 実稼働ストレージ推移	17
3.2. クライアント市場	20
3.3. エンタープライズ市場	20
4. コールドデータ急増の要因	24
4.1. 市場要因	24
4.2. データアクセス頻度による分類	26
4.3. ストレージルール	27
5. コールドストレージの個別動向	29
5.1. Enterprise 及び Client マーケットに使用されるストレージの種類	29
5.1.1. Enterprise storage	29
5.1.2. Client storage	32
6. 今後のストレージ容量供給の個別トレンド	33
6.1. HDD エンタープライズストレージの種別	33
6.1. LTO 容量供給動向(～LTO9)	34
6.2. 光ディスクストレージ容量供給動向	34
6.3. エンタープライズ市場におけるストレージの動向	36
6.4. エンタープライズ市場向けストレージの平均出荷ユニット容量	38
7. 各種ストレージの容量ロードマップと技術動向	40
7.1. 各ストレージの一般動向	40
7.1.1. 各ストレージの容量トレンド	40
7.1.2. 各ストレージの記録密度の向上トレンド	41
7.1.3. HDD 関連 Terminology	41
7.1.4. 記録密度トレンド	41
7.2. HDD 技術動向	42
7.2.1. HDD 技術ロードマップ	42
7.2.2. HDD new technologies	43
7.2.3. He ガス充填	46
7.2.4. HAMR	49
7.2.5. MAMR	57
7.3. LTO 技術動向	63
7.3.1. LTO ロードマップ	63
7.3.2. LTO の互換性	64
7.3.3. LTO 技術動向	64
7.3.4. 特許紛争	67

7.4.	光ディスクストレージ(AD)ロードマップ	68
7.4.1.	光ディスクストレージ 技術動向・課題	69
7.5.	ホログラフィックメモリ研究開発動向	70
7.5.1.	東京理科大 2TB 容量のホログラムメモリ	70
7.5.2.	日立製作所、HLDS	73
7.5.3.	ISOM2016 における Holographic memory 関連発表要約	73
8.	コールドデータとストレージ選択	87
8.1.	“コールド”か“ウォーム”か	87
8.2.	HDD メーカーのマーケティング戦略	88
8.3.	光ディスクストレージシステム 光ディスクの提案例	90
8.3.1.	Configuration-1	90
8.3.2.	Configuration-2	91
8.3.3.	Configuration-3	92
8.3.4.	Configuration-4	93
8.4.	クラウドストレージ	94
9.	市場の可能性	96
9.1.	コールドストレージ拡大に寄与するアプリケーション	96
9.1.1.	データセンタと利用する業種・アプリケーション	96
9.1.2.	Big Science, IoT, SNS	97
9.1.3.	第4次産業革命	97
9.2.	光ディスクストレージの期待される市場	99
9.2.1.	AD の主な動向(特に米国市場)	99
9.2.2.	中国市場動向	101
9.2.3.	中国の主な関連企業群例	109
9.2.4.	中国の光ストレージ研究開発体制	110
9.3.	まとめ	112

図表

FIG. 1	データストレージ容量の急増とその要因	10
FIG. 2	単年度総出荷ストレージ容量推移	11
FIG. 3	累積稼働ストレージ総容量の推移	12
FIG. 4	エンタープライズ/クライアント マーケット	13
FIG. 5	ストレージ種類別容量供給トレンド	17
FIG. 6	全ストレージの容量供給動向	17
FIG. 7	ストレージ種類別 累積容量供給トレンド	18
FIG. 8	全ストレージの実稼働容量(累積容量)トレンド	19
FIG. 9	各ストレージの市場別容量トレンド	19
FIG. 10	クライアント市場の各ストレージの Yearly 容量トレンド	20
FIG. 11	Enterprise Storage Yearly 容量推移	21
FIG. 12	Enterprise Storage Hot/Cold Trend	22
FIG. 13	Enterprise Storage Yearly 数量トレンド	22
FIG. 14	Enterprise Storage Accumulated Capacity Trend	23
FIG. 15	コールドストレージ 急増の背景	25
FIG. 16	自動運転関連のデータ生成	25
FIG. 17	Security Camera Trend in China	26
FIG. 18	コールドストレージ : Data temperature - Storage performance	27

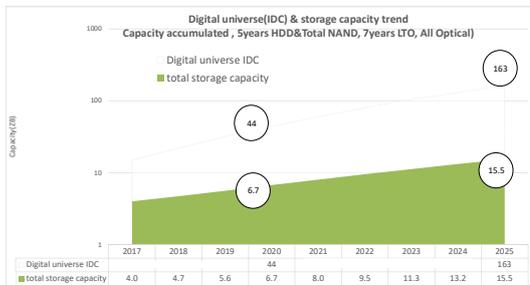
FIG. 19	3-2-1 ルール	28
FIG. 20	コールドストレージ急増要因まとめ	28
FIG. 21	Enterprise storage : HDD	29
FIG. 22	Enterprise storage : Tape	30
FIG. 23	Enterprise storage : Optical disc-1	31
FIG. 24	Enterprise storage : Optical disc-2	31
FIG. 25	HDD-NL の容量供給とドライブ平均容量推移	33
FIG. 26	LTO 容量供給動向	34
FIG. 27	Enterprise OD Trend (AD & existing OD for archive)	35
FIG. 28	AD の容量供給トレンド	35
FIG. 29	2018 年/2025 年のエンタープライズストレージ 出荷容量比率	37
FIG. 30	2018 年/2025 年の累積コールドストレージストレージ容量比率	37
FIG. 31	Average Capacity Shipment Trend of HDD, LTO, Optical disc	38
FIG. 32	12 枚入りディスクマガジン単位の平均出荷容量推移	39
FIG. 33	市場に投入される各ストレージの容量トレンド	40
FIG. 34	各ストレージの Areal density trend	42
FIG. 35	HDD Capacity Trend	43
FIG. 36	ATSC HDD Areal Density Trend	44
FIG. 37	Areal Density Growth by Recording Technology	44
FIG. 38	HDD technologies for capacity increase 1	45
FIG. 39	HDD technologies for capacity increase 2	45
FIG. 40	HGST Ultrastar Hs14 HDD	47
FIG. 41	東芝 14TB HDD	49
FIG. 42	HAMR technology-1	50
FIG. 43	HAMR technology-2	50
FIG. 44	HAMR technology: New material requirement	52
FIG. 45	MAMR : Spin Torque Oscillator (STO)	57
FIG. 46	Spin Torque Oscillator	58
FIG. 47	MAMR を選択した理由	59
FIG. 48	熱による信頼性への影響 MAMR/HAMR	60
FIG. 49	Key values of MAMR technology	60
FIG. 50	Cost : HDD vs SSD	61
FIG. 51	LTO roadmap	63
FIG. 52	LTO 互換性	64
FIG. 53	FUJIFILM 220TB LTO	65
FIG. 54	SONY/IBM 360TB テープストレージが実現可能な技術を開発	66
FIG. 55	Archival Disc ロードマップ	68
FIG. 56	AD ディスクの開発内容 (OCP Japan 2016)	69
FIG. 57	東京理科大 ホログラムメモリー-1	70
FIG. 58	東京理科大 ホログラムメモリー-2	71
FIG. 59	東京理科大 ホログラムメモリー-3	71
FIG. 60	RLL High Density Recording, Problem of RLL High Density Recording	74
FIG. 61	RLL Turbo Code, Necessity of Servo System for Reference Beam Angle	75
FIG. 62	Servo System for Reference Beam Angle, Performance of Servo System for Reference Beam Angle	76
FIG. 63	Test-bed, Experimental Result of High Density Recording	77

FIG. 64	Our Target	78
FIG. 65	Our Strategy for positioning hologram, Detect positioning error signal	79
FIG. 66	Experimental results(verify the concept), Experimental results(positioning control)	80
FIG. 67	Dual-Channel Polarization Holography, Polarization-Sensitive Polymers and Photo-Induced Birefringence by Selective Photo-Reaction	81
FIG. 68	Increasing Data Capacity, Increase of Memory Capacity	82
FIG. 69	Experimental Result, Storage Data Capacity Estimation	83
FIG. 70	Square roots of efficiencies, Our model for the reactions	85
FIG. 71	The diffraction efficiencies for the multiplexed holograms	86
FIG. 72	Collision between HDD and optical disc	87
FIG. 73	System Configuration-1	90
FIG. 74	System Configuration-2	91
FIG. 75	TAPE を使用する例	92
FIG. 76	Configuration-3	93
FIG. 77	Configuration-4	94
FIG. 78	Data Center と関連業種	96
FIG. 79	ドイツ・米国における IoT	98
FIG. 80	freeze-ray at CES2016 press conference	99
FIG. 81	Optical Disc Archive (SONY)	100
FIG. 82	CEICloud (中経云数据存储科技(北京)有限公司) 事業内容、及び IDC (Beijing Yizhuang data center of CEICloud)	103
FIG. 83	CEICloud (中経云数据存储科技(北京)有限公司) 光ディスクストレージ ライブラリシステム	104
FIG. 84	中国におけるビッグデータ総合試験地域	105
FIG. 85	中国のビッグデータ関連企業	105
FIG. 86	データレイク	106
FIG. 87	freeze-ray of Panasonic in China	107
FIG. 88	Panasonic Partners	108
FIG. 89	SONY Partners	108
FIG. 90	光ディスクライブラリ関連企業	109
FIG. 91	カテゴリ別主要企業	109
FIG. 92	SNS 関連企業	110
FIG. 93	Government management system on information preservation in China	111
FIG. 94	Wuhan Optics Valley	111
FIG. 95	Enterprise コールドストレージ Yearly Shipping Capacity Trend	112
FIG. 96	Total Accumulated Enterprise コールドストレージ Trend	113
FIG. 97	AD 市場供給推移 容量/枚数	114
Table 1	ストレージ種別とアプリケーション	13
Table 2	HDD 用途と平均出荷容量	14
Table 3	Client 端末とストレージ種類	32
Table 4	HDD と Optical Disc を使った主なアーカイブシステムの転送速度	88
Table 5	DELL EMC Isilon シリーズ主な製品の仕様	89
Table 6	Cloud Storage (Archive / 一般)	95

市場調査レポート 「コールドストレージ 2018」の要約

HDD・SSDは5年、LTOは7年、光ディスクは50年として、毎年の出荷容量を累積した容量を実稼働容量と推定できる。使用環境に応じて実際に稼働しているストレージ容量として扱う。左図は、全てのストレージを上記のルールで累積した結果である。

想定されるデータ総流通量と累積稼働ストレージ容量の推移



Cold Storage 2018 株式会社ロスタチャイルドリミテッド

として扱う。左図は、全てのストレージを上記のルールで累積した結果である。

2018年では4.7ZB、2020年では6.7ZB、2025年で15.5ZBが実稼働容量となる。

2018年から2025年までの実稼働ストレージ容量は、CAGRで18.6%である。

個別のストレージの実稼働ストレージ容量は、HDDの比率の大きさ、SSDの成長率の高さは、年次の容量供給の傾向と同様であるが、累積年数の長いLTOとODのグラフ上の存在感は年次比で増す。HDDに関しては、クライアント市場向けの伸長は鈍いが、エンタープライズ市場では大きく伸長する。これは、後に詳述するNear-Line HDDの成長によるものである。

全ストレージ実稼働容量(累積容量)動向

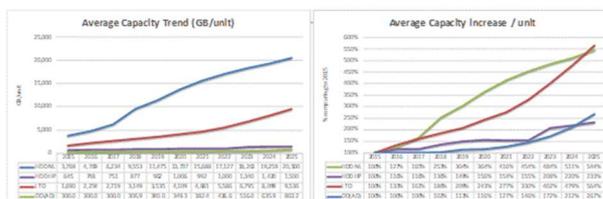


Cold Storage 2018 株式会社ロスタチャイルドリミテッド

NAND Flashは、クライアント用途とエンタープライズにおけるハイパフォーマンスティアで急成長し、HDDは、エンタープライズのコールドストレージ用途で大きな成長を続ける。

エンタープライズにおけるHDD、LTO、光ディスクの、ユニット当たりの年間平均出荷の推移を示す。ここでは、光ディスクはデータセンタ向け仕様のADディスクのみを対象とした。最も単位容量の大きなHDD-NLの平均ユニット出荷容量は、2018年で9.6TB/unit、2025年には20.5TB/unitとなることが予測される。それぞれのストレージの2018年-2025年の容量増加のCAGRは、

Enterprise Storage :Average Capacity Trend

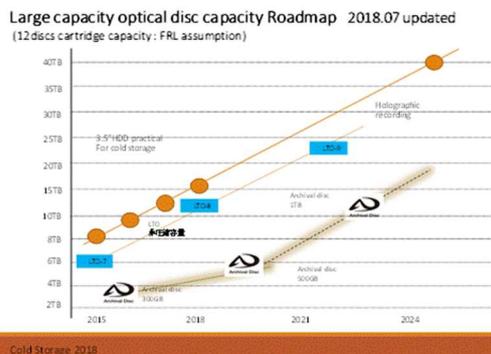


Cold Storage 2018 株式会社ロスタチャイルドリミテッド

- HDD-NL 11.5%
- LTO 16.8%
- OD(AD) 14.7%

となり、HDD-NLとともに、LTOや光ディスクなどのリムーバブルストレージの容量増加が特に期待される。

各ストレージの今後の容量トレンドをまとめた。HDD の 2018 年 16TB 以降は、面密度向上トレンドからの推測である。2025 年に 40TB を実現できるならば、HDD が今後も Near-line Storage 分野で中心的存在であり続ける。光ディスクストレージは、AD の動向を載せている。1TB 以降の動向に関しては、Holographic recording などの方式にて 3TB/disc 以上を実現することが必須となる。Holographic recording を実用化するとすれば、将来的に 20-30TB の実現性が同時に問われることとなる。



HDD 技術動向の項から抜粋

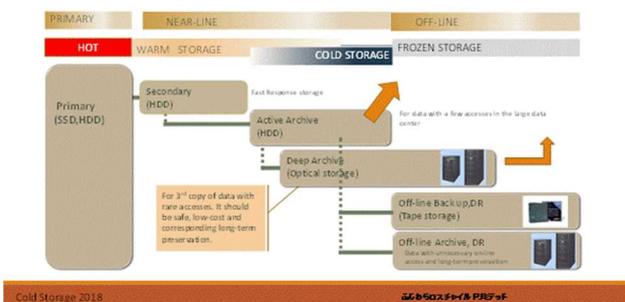
2017 年に WD から MAMR 技術の実用化の発表があった。ATSC による 2016 年に発表された技術ロードマップには反映されていない。MAMR は 2025 年には、10Tb/in² の技術開発が可能とみている。HAMR 技術は・・・NFT を、ダイオードレーザ、導波路、および適切なカプラからなる光供給システムと共に使用する。通常、 $\lambda \sim 800 \text{ nm}$ のダイオードレーザが使用される。HAMR HDD は、ヘッドの書き込み磁極付近にスピントルク発振器 (STO) を置いてマイクロ波を発生させ、・・・STO の製造技術と「Damascene プロセス」と呼ばれる独自のヘッド成形技術を柔軟に組み合わせ、高信頼性と大容量を実現した小型 STO を搭載するヘッド構造を開発した。・・・

ホログラフィックメモリ技術動向から抜粋

光ディスクの大容量化としてホログラフィックメモリは、アーカイバルディスクの次のステップとして期待できる技術であり、日本では日立製作所 (開発は中止)、JST による宇都宮大学・東京大学・HLDS のグループ、及び NEDO による開発は既に終了したが東京理科大学が Holographic recording 開発を継続している。中国では、北京工科大学が中心に開発を進めている。中国では、大容量コールドストレージに対するニーズが旺盛であり、・・・研究開発投資に意欲的で、・・・20TB/disk 程度の可能性が望まれる領域である。

重要データを長期間、低コストに保存する光ディスクストレージの活用方法である。図の中央にある Deep Archive は near-line storage の形式で使われる。さらに、Off-line Archive の形式で DR(Disaster Recovery)を行うケースもある。

アーカイブ システム 構成例
大規模研究所などの例



中央にある Deep Archive は near-line storage の形式で使われる。さらに、Off-line Archive の形式で DR(Disaster Recovery)を行うケースもある。

光ディスクの低ビットコスト、長期保管信頼性、低消費電力などの特徴を十分に生かす方式であり、政府、金融、企業等におけるデータアーカイブの利用方法として期待されている。

中国市場動向からの抜粋

2016年1月、e-Hualu は京津冀区域のひとつである天津市にデータセンタを建設することを発表し、すでに一部稼働している。このデータセンタのストレージの総容量は2000PB

を超える。パナソニックは、2017年に、容量にして200PBのAD 300GBによる光ディスクアーカイブシステムを同データセンタに納品したとしており、……

現在 e-Hualu は中国国内の30の省、自治区、行政区で事業を展開しているが、今後、これらの区域に…… e-Hualu による光ディスクアーカイブシステムの採用が注目される。



「コールドストレージ 2018」

114 ページ

株式会社ふじわらロスチャイルドリミテッド
〒101-0032 東京都千代田区岩本町 2-11-3 第八東誠ビル 4F

Tel: 03-5821-3993
Fax: 03-5821-4030
Email: info@fujiroth.com

禁無断転載

2018年8月発行

価格：ハードコピーのみ 50 万円

電子ファイル付き 55 万円