

2016年7月4日

# 『IoT時代の省エネ型ストレージ』

～テープストレージの最新技術とその活用による省エネ貢献～

一般社団法人 電子情報技術産業協会  
情報・産業社会システム部会  
技術企画・標準委員会  
テープストレージ専門委員会  
長谷川文彦(富士フイルム)  
fumihiko.hasegawa@fujifilm.com



---

# IoT時代の大容量ストレージ

# ICT進化による社会・経済の構造変化

IOT

M2M

ビッグデータ

CPS

SOCIETY 5.0

超スマート社会

DEEP LEARNING

AI

インダストリー4.0

データ駆動型社会

SNS クラウド ヘルスケア ゲノム分析 創薬 モビリティ 自動運転車

エネルギー管理 ネットワークセキュリティ対策 監視カメラ

⇒ データが社会・経済変化を起し、新ビジネスを生み出す！

⇒ データ駆動型社会・大容量データ蓄積時代の到来！

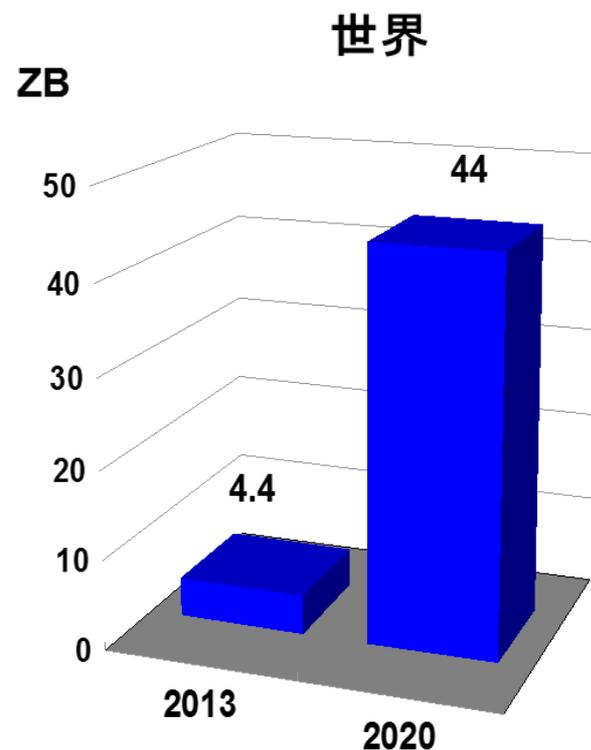
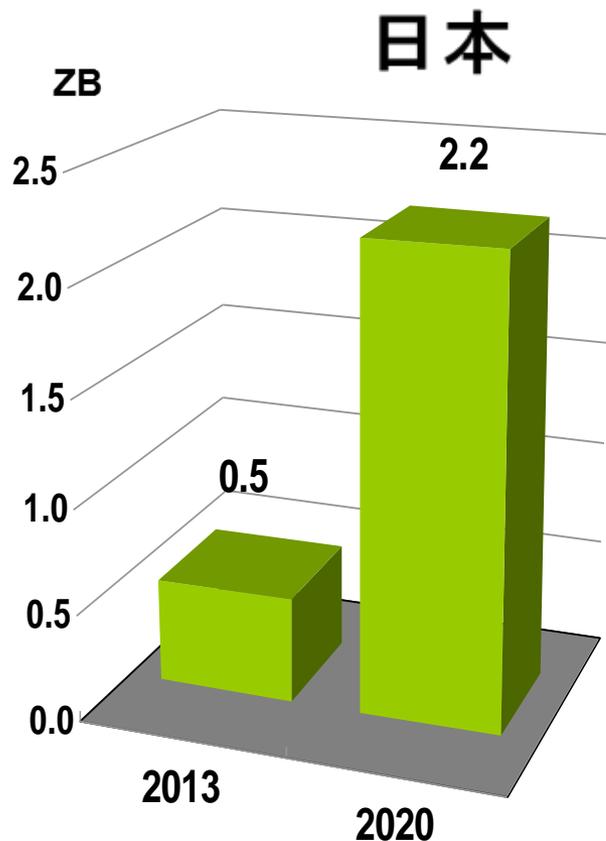
⇒ 大容量データは「廉価・簡単・安全」に保存したい！

⇒ 事業者からは保存のTCO削減は重要！

⇒ 社会からは、保存に要するエネルギー削減は重要！

# デジタルデータの飛躍的増加

流通デジタルデータ量は、0.5ZB(2013年)から2.2ZB(2020年)の4.4倍に! (国内)



出典 : IDC's Digital Universe, 「The Digital Universe of Opportunities: Rich Data and the Increasing Value of the Internet of Things」  
Sponsored by EMC (2014年4月)

# 様々なデータが価値を生む新しい時代に！！

## データの積極的蓄積

- ✓ 解析技術が進化し、データの再利用で新発見があるかもしれない。  
当面の分析は終わったが、データさえがあれば、将来新しい発見があるかもしれない。(創薬・動物実験データ、医療データ、ゲノムデータ等)
- ✓ 法規制が変わり、データを蓄積しておけば将来貴重な情報が得られるかもしれない。
- ✓ 自社では役にたたないが、他社では役に立つかもしれない。

『データの蓄積』が新しい社会・経済構造を変える！

⇒膨大なデータを何にどうやって

「廉価・簡単・安全」に保存するのか？

# デジタルデータの長期保存

デジタルデータを長期に保存するには？

保存期間は単なる媒体寿命で無く、システム寿命で決まる。

システム寿命：記録媒体寿命、記録再生機器、OS、アプリケーション等ソフトウェアの保守期間等を総合的に考えたもの。

- ✓ 10年を越して情報を確実に保存するには、10年毎に新しいシステムへ情報を移行するのが望ましい。
- ✓ 将来性を考慮した使い易いかつ廉価なシステムの選択が重要である。
- ✓ 磁気テープ媒体は、実績と加速評価で30年以上の寿命が確認されており、システム寿命から見ると十分に長い。
- ✓ 10年を越した場合、システムによってはデータ移行が難しくなったり、多額の費用がかかる場合がある。

# 記録媒体の期待寿命(参考)

記録媒体	劣化の主要因	期待寿命
石(ロゼッタストーン)	風化	数千年
紙(中性紙)	劣化、虫食い	数百年
紙(酸性紙)	酸による劣化	数十年～百年
白黒フィルム	ゼラチン劣化、TACベースの加水分解	数十年
カラーフィルム	色素の劣化	数十年
マイクロフィルム(PET)	ゼラチン劣化	数百年
磁気テープ	保持力劣化、バインダー加水分解等	数十年～
磁気ディスク(HDD)	メカ故障、パーツの劣化等	数年～
光ディスク	反射膜の劣化、樹脂の加水分解、記録素材の劣化、ハードコーティング層の劣化等	数十年～
半導体	電荷のリーク	数年～

出典：磁気テープへのデジタルデータの長期保存（日本写真学会誌 Vol.71, No.2）

# デジタルデータの保存可能期間

	メディア	システム (ハードウェア)	システム (ソフトウェア)
保存期間	メディアがデータを保存していること。(媒体寿命)	メディアからデータを読み出し、システムのバッファ内に格納できること。	読み出したデータを意味のある情報に変換するやり方がわかっている。
3年	通常使用可能	保存で使ったハードウェアが使用可能	対応ソフトウェアで使用可能
10年	テープ・光ディスクなら読み出し可能。	新製品は無くても、動作するものが残っている可能性が高い。	上位互換システムで読み取れる可能性が高い
30年	テープ・光ディスクなら読み出し可能という資料もある。	<u>通常、残っていない。</u>	<u>標準フォーマットならデコードの方法が残っている。</u>
100年	<u>電子媒体では難しい。</u>	残っていない	テキスト・ビットマップならデコード可能か？

JEITA テープストレージ専門委員会 長期保存分科会による想定であり、実際のケースにおいて必ずしも当てはまるものではありません。

# 大容量・長期間保存ならテープストレージ

## ■ 小容量や短期間保存なら他のオプションもある

- ✓ 光ディスク
- ✓ HDD
- ✓ 半導体メモリー
- ✓ クラウド



## ■ 大容量・長期間保存なら磁気テープ (廉価、安心、高信頼性、長期保存性)

- 省エネ、高信頼性、大容量、高速データ転送、長期保存寿命(実績かつ加速評価)、廉価とメリットが大きい。
- 「災害対策」や「サイバー攻撃対策」としてデータの遠隔地保存にも向いている。
- 更に大容量の将来のロードマップが発表されている。(LTO G10 (48TB/巻))



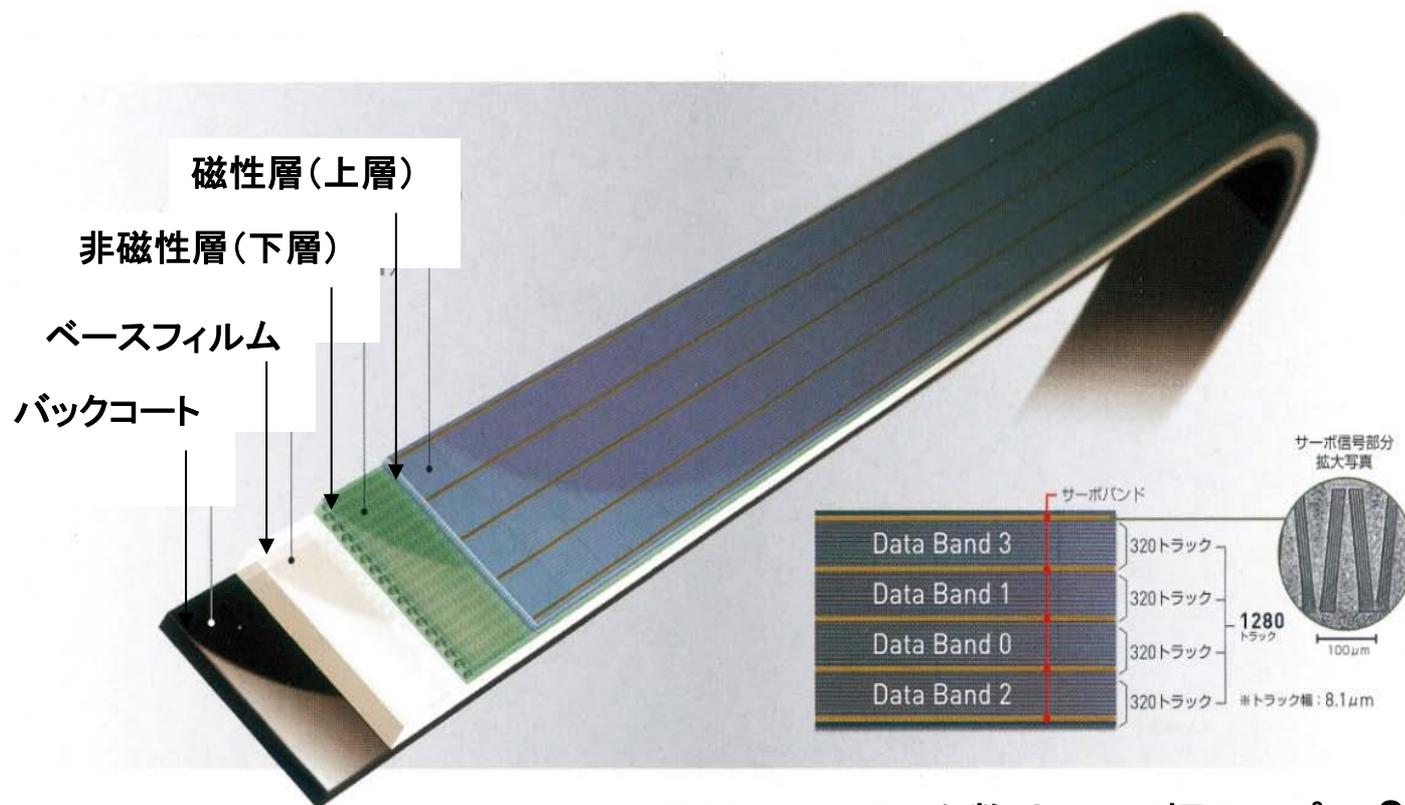
- ・ 6TB/巻 (LTO G7)
- ・ 10TB/巻 (IBM TS1150)



# テープストレージの最新技術

# 磁気テープの構造

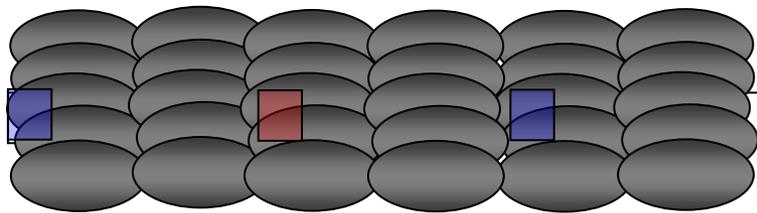
## 高密度(大容量)化技術・保存安定性向上技術



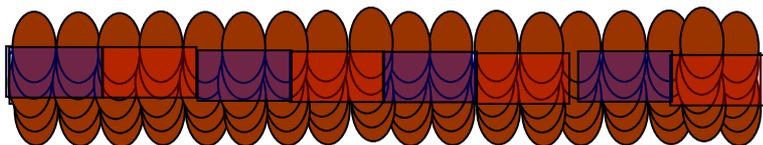
LTO G7のトラック数は、1/2”幅テープに **3,584本** !

# メタル磁性体の高密度(大容量)化の限界

磁気テープは、磁性粒子を磁化してビットセルを作る



高密度化のためにビットセルの大きさを小さくさせるが、



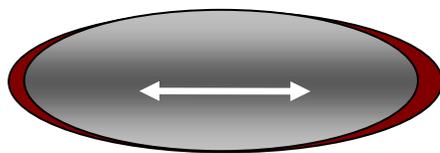
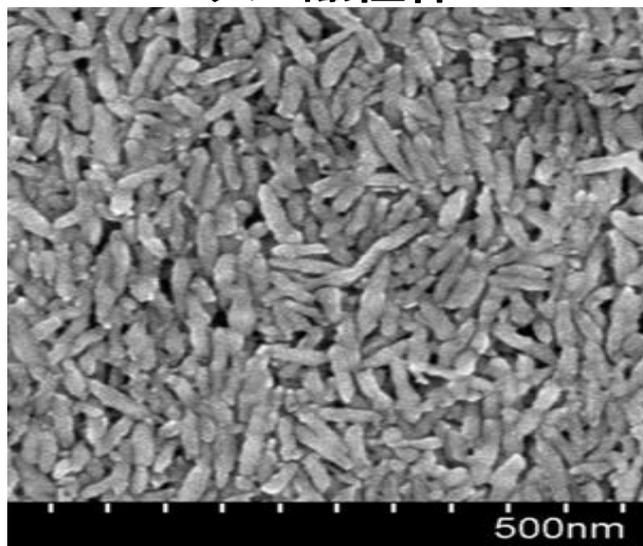
小さくさせ過ぎると、信号を保持する力が低下してしまう。

⇒ この課題を打破するため、  
メタル磁性体に変わる新しい磁性体が必要

出典：富士フイルム

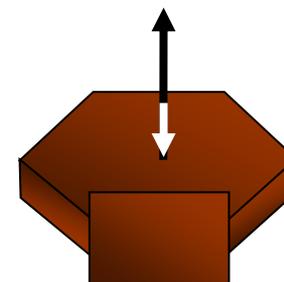
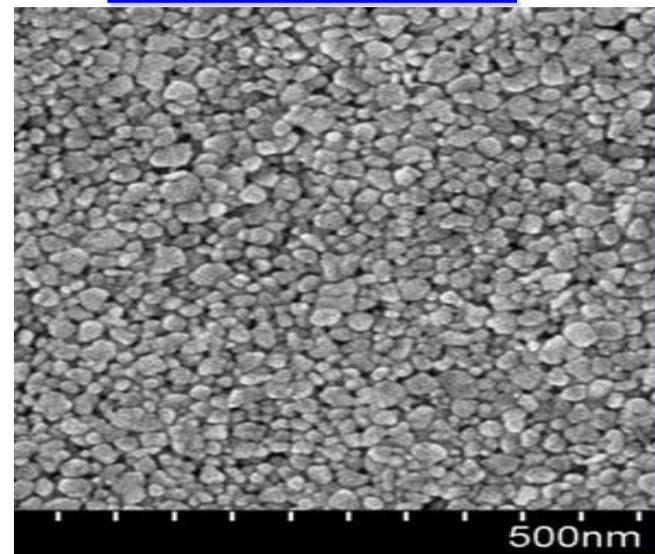
# BaFe磁性体を使った新しいテープの誕生

メタル磁性体



- ◆ 微細化のため細くすると保磁力が低下する。
- ◆ 酸化防止保護膜が薄くなる(錆びる)

BaFe磁性体

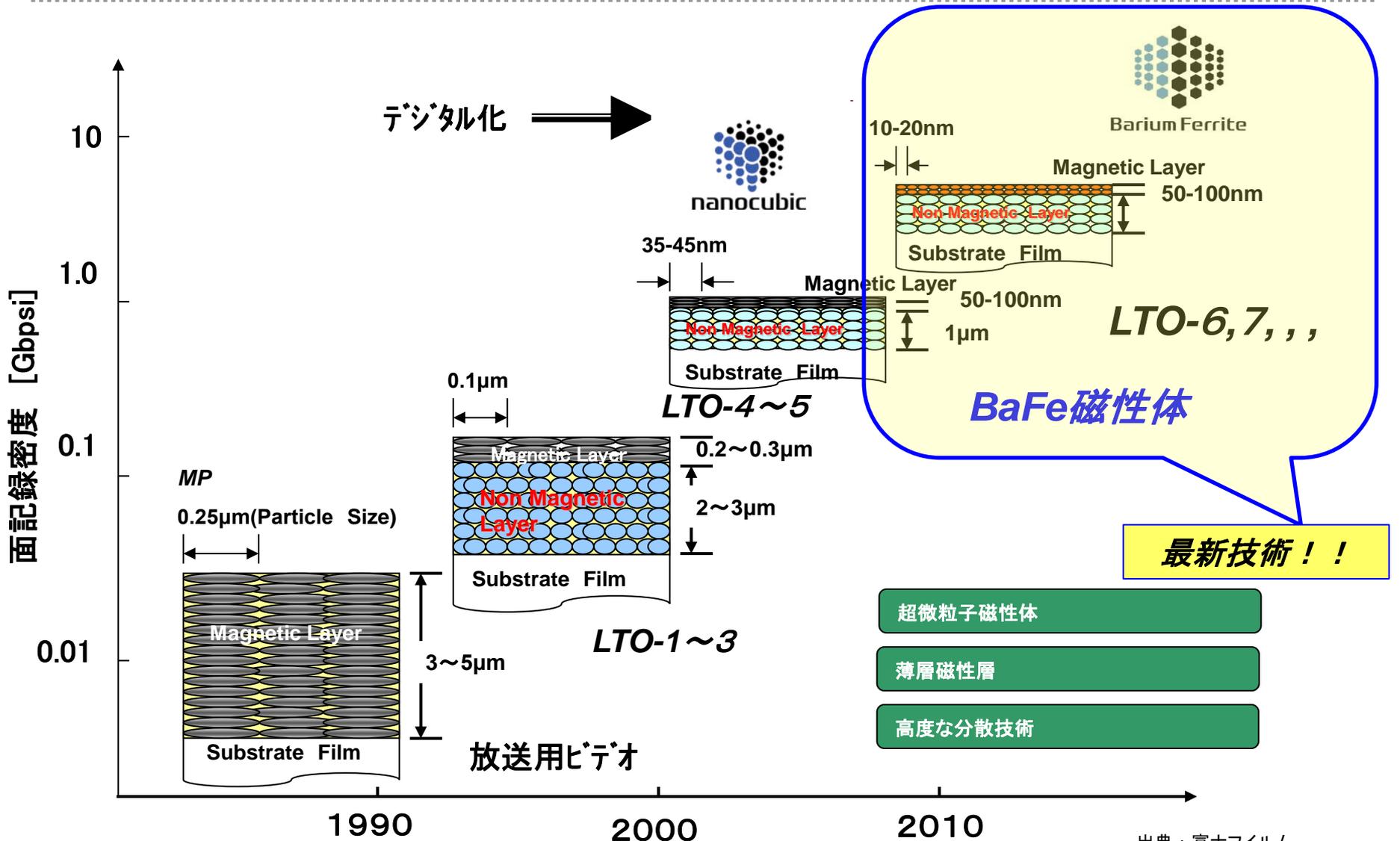


- ◆ 微細化しても保磁力は形状に依存しない。
- ◆ 錆びない・超長寿命(元々酸化物)

出典：富士フイルム

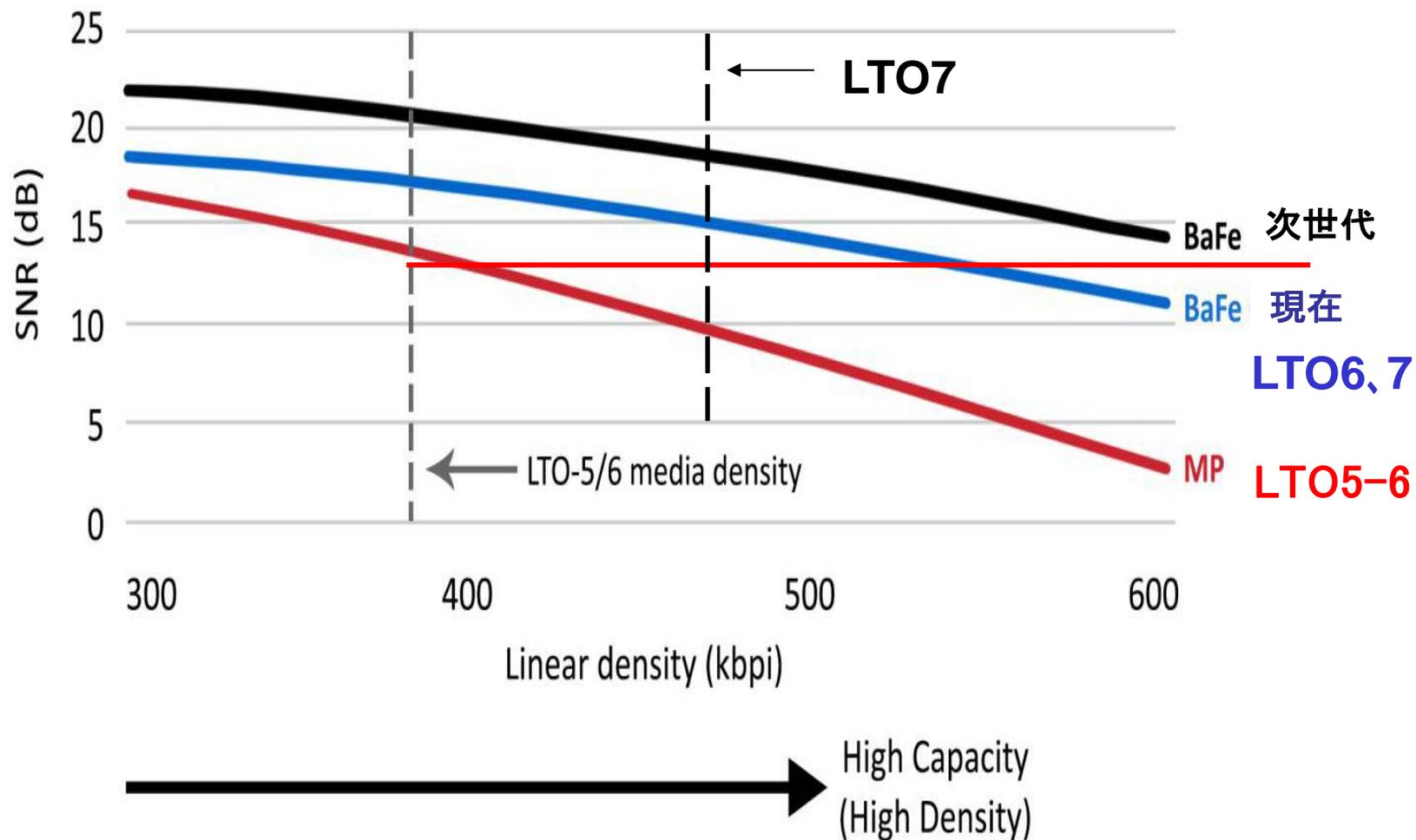
# 磁気テープ技術の変遷

微粒子化・薄層磁性層化・高度分散



出典：富士フイルム

# BaFe磁性体によるSNRの大きな進化

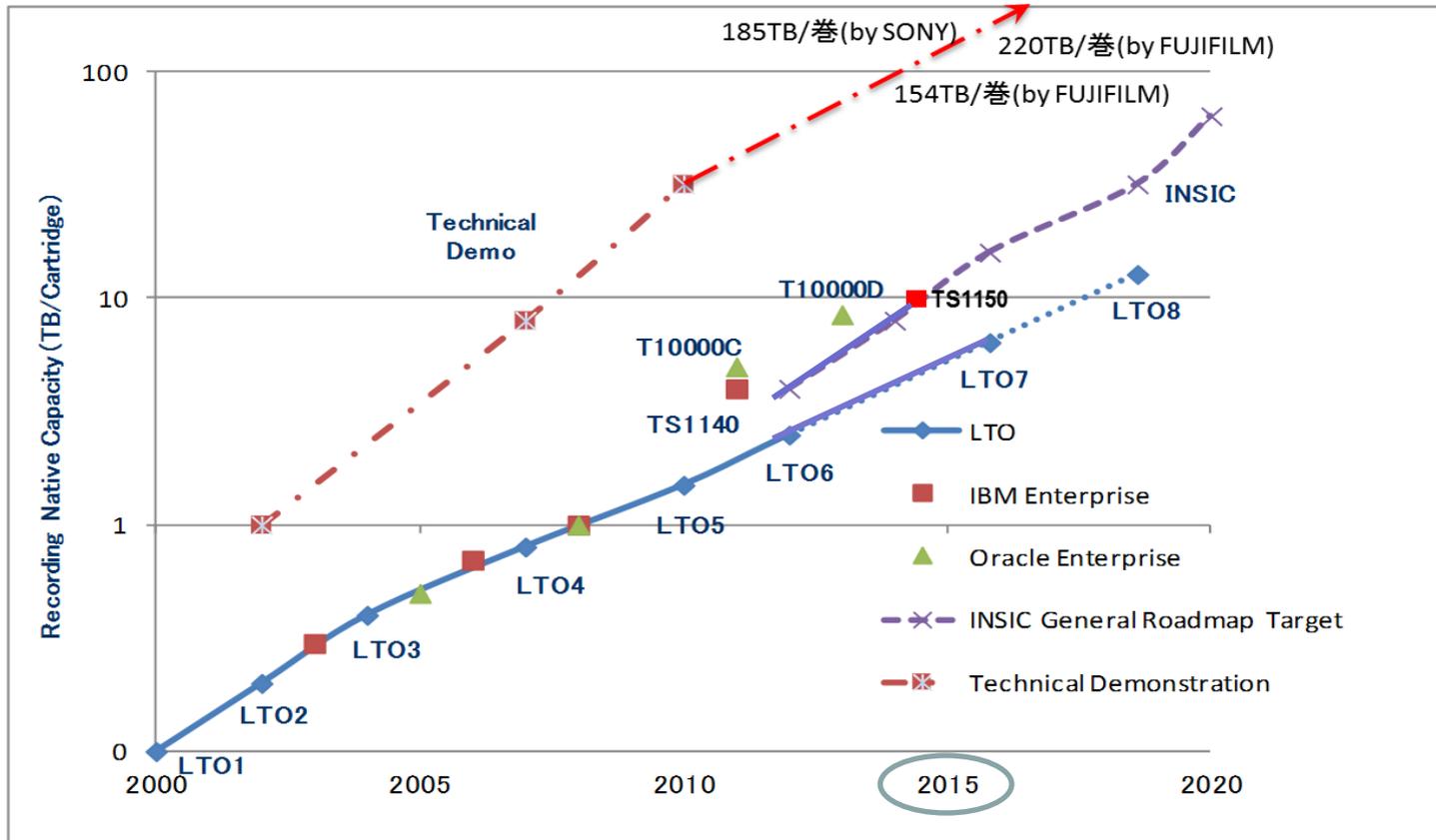


SNRの記録密度依存性

出典：富士フイルム

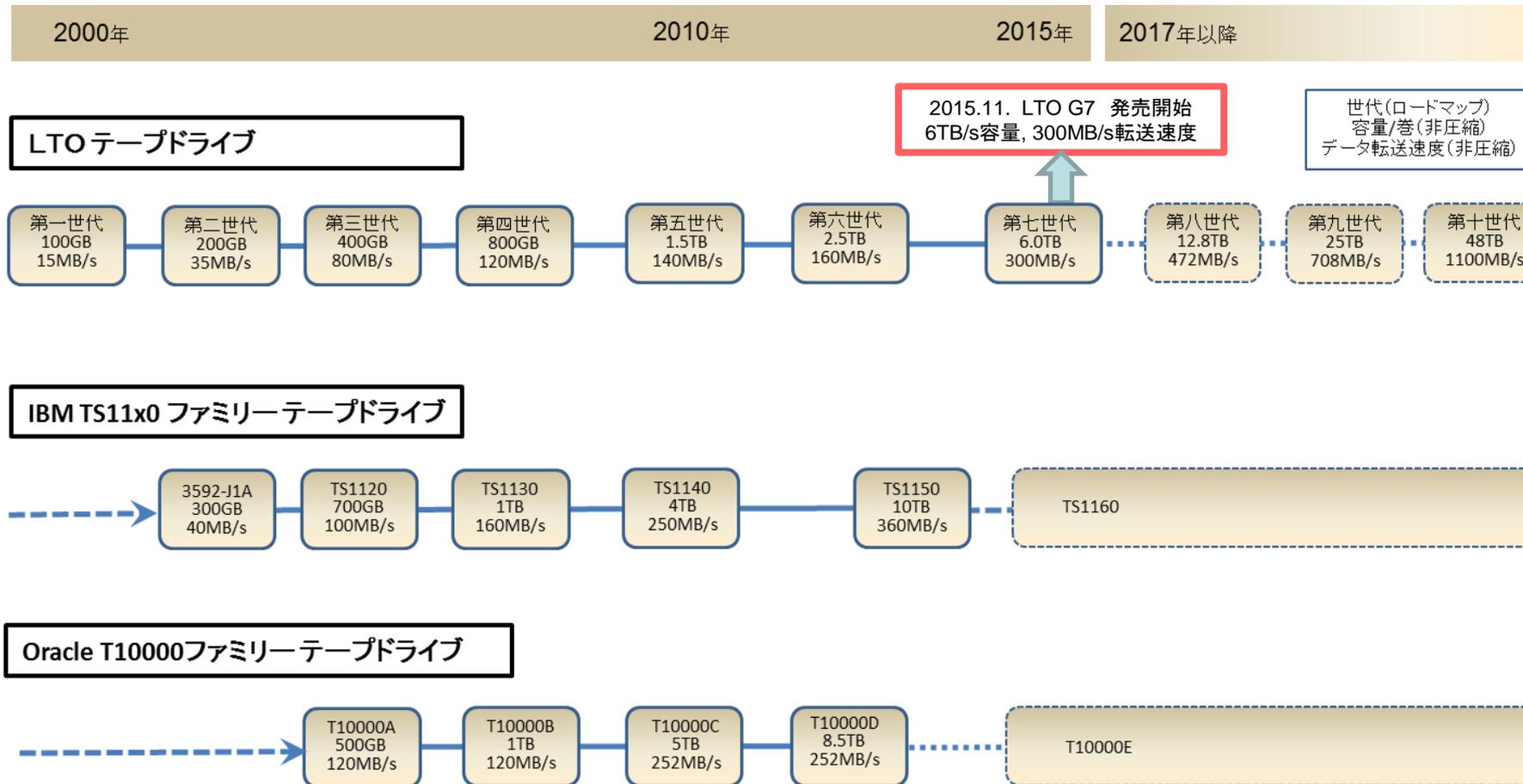
# テープストレージの将来性(研究成果)

200TB/巻程度の大容量カートリッジの研究が二社で発表され、研究は精力的に継続されている。



出典: クラウド/ビッグデータ時代のテープストレージの新しい可能性(Febuary 2014), SONY News Release(April 2014), FUJIFILM News Release(May 2014)

# 磁気テープの将来性(製品ロードマップ)

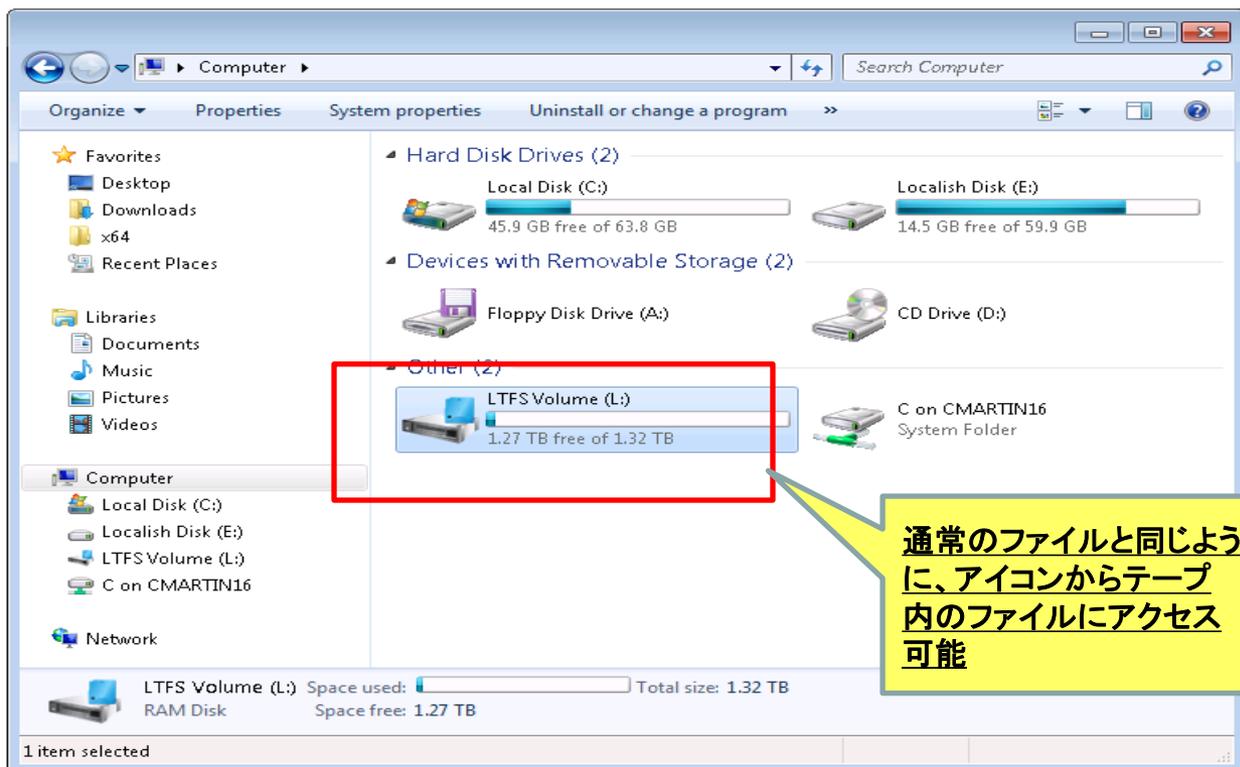


# テープの使い勝手を向上させる新しい技術

Linear Tape File System (LTFS) などの新しい技術により、テープストレージの使い勝手が向上している。

- “LTFS” 機能
- テープオープンフォーマット【ISO規格(ISO/IEC 20919:2016)】
  - テープを外付けHDDやUSBメモリーのように使える

“LTFSの操作画面例”



# テープストレージの最新機能と仕様

- ✓ データ改竄が出来無い「WORM テープカートリッジ (\*)」機能
  - (\*) Write Once Read Many
- ✓ テープドライブ自体での暗号化システム機能(特別なソフトウェア不要)
- ✓ Read After Write機能による高信頼性。データをライトしながら同時にベリファイし、エラーがある閾値より大きいと再ライトを行う。
- ✓ HDDより優れたエラーレート (出典: file://cfs-01/HOME0/10082110/Desktop/LTO\_Get\_The\_Facts\_10\_15.pdf)

## PUBLISHED VALUES FOR BIT ERROR RATE (BER)

Tape drives		
Midrange (typical LTO-7 Ultrium drive)	Hard Error Rate	1 x 10 <sup>19</sup> bits
Disk (FC, SAS, SATA)		
Enterprise FC/SAS	Hard Read Errors per Bits Read	1 sector per 1 x 10E <sup>16</sup> bits
Enterprise SATA	Hard Read Errors per Bits Read	1 sector per 1 x 10E <sup>15</sup> bits
Desktop SATA	Hard Read Errors per Bits Read	1 sector per 1 x 10E <sup>14</sup> bits

(1x10<sup>-19</sup>)

- ✓ 高容量: 6TB~10TB/巻(非圧縮)
- ✓ 高速転送レート: 300MB/s以上で高速HDDと同等以上。



---

# テープストレージの省エネルギー効果

# 「廉価(TCO減)」=「省エネ」 ストレージ

データストレージの省エネが低炭素社会実現から重要である。

- DCの消費電力量は、国全体の1%(約100億Kwh)
- 企業内IT機器も含めると、国全体の2%程度

## データセンター市場と消費電力量の推移



### データセンター市場と消費電力量の推移

- データセンター市場と消費電力量の伸びは、毎年5%程度で継続して増加。
- 今後も、引き続き増加が見込まれており、データセンターの消費電力量の増加が大きな課題。

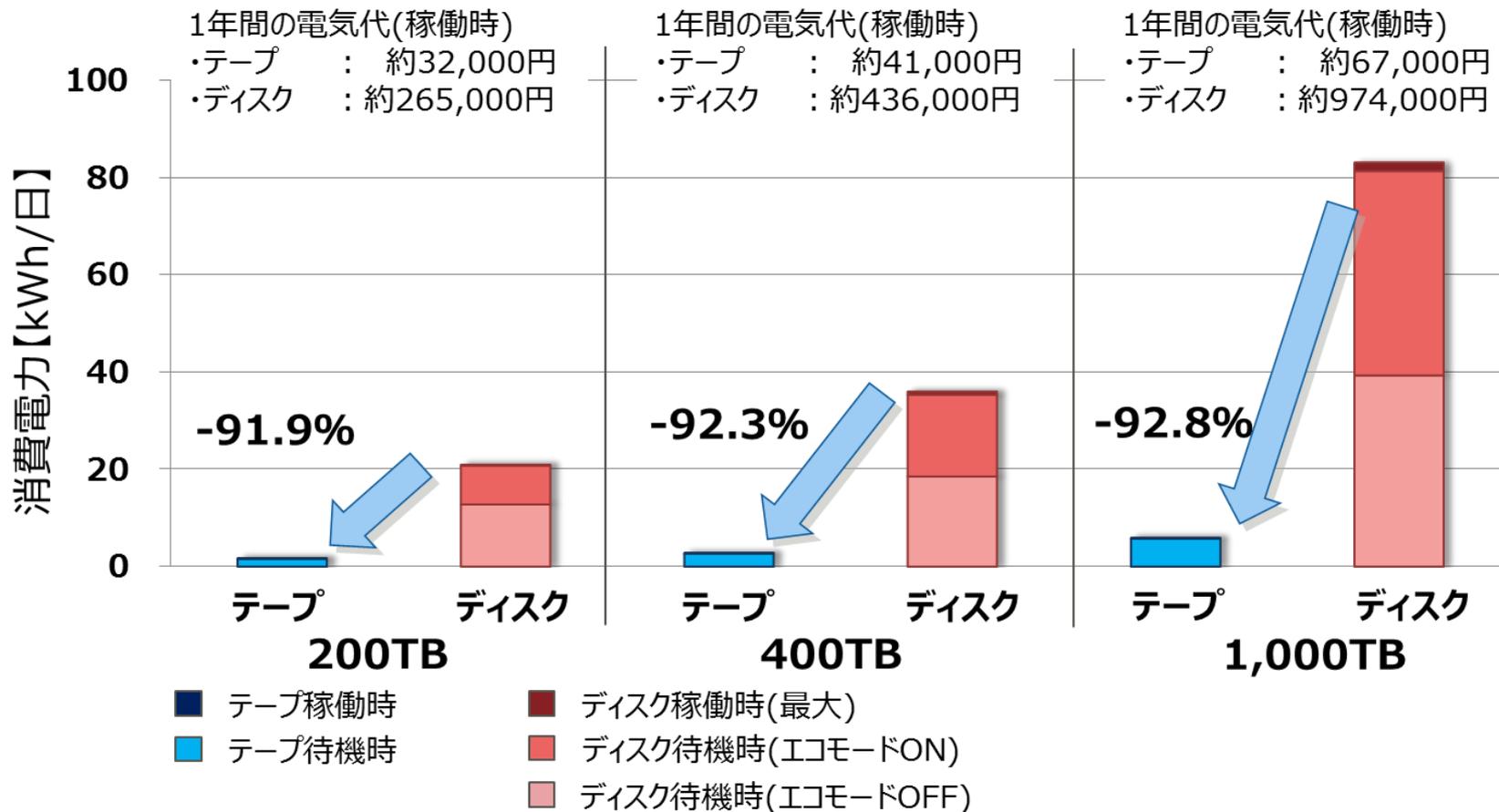


【補足】  
我が国の年間総消費電力量  
:約1兆kwh  
データセンターの消費電力量合計  
:約100億kwh (全体の約1%)

出典: データセンター市場と消費電力・省エネ対策の実態調査2012年版  
(株式会社ミック経済研究所)

# テープストレージの優位性比較 (消費電力)

## テープストレージの消費電力量はディスク製品の約8%



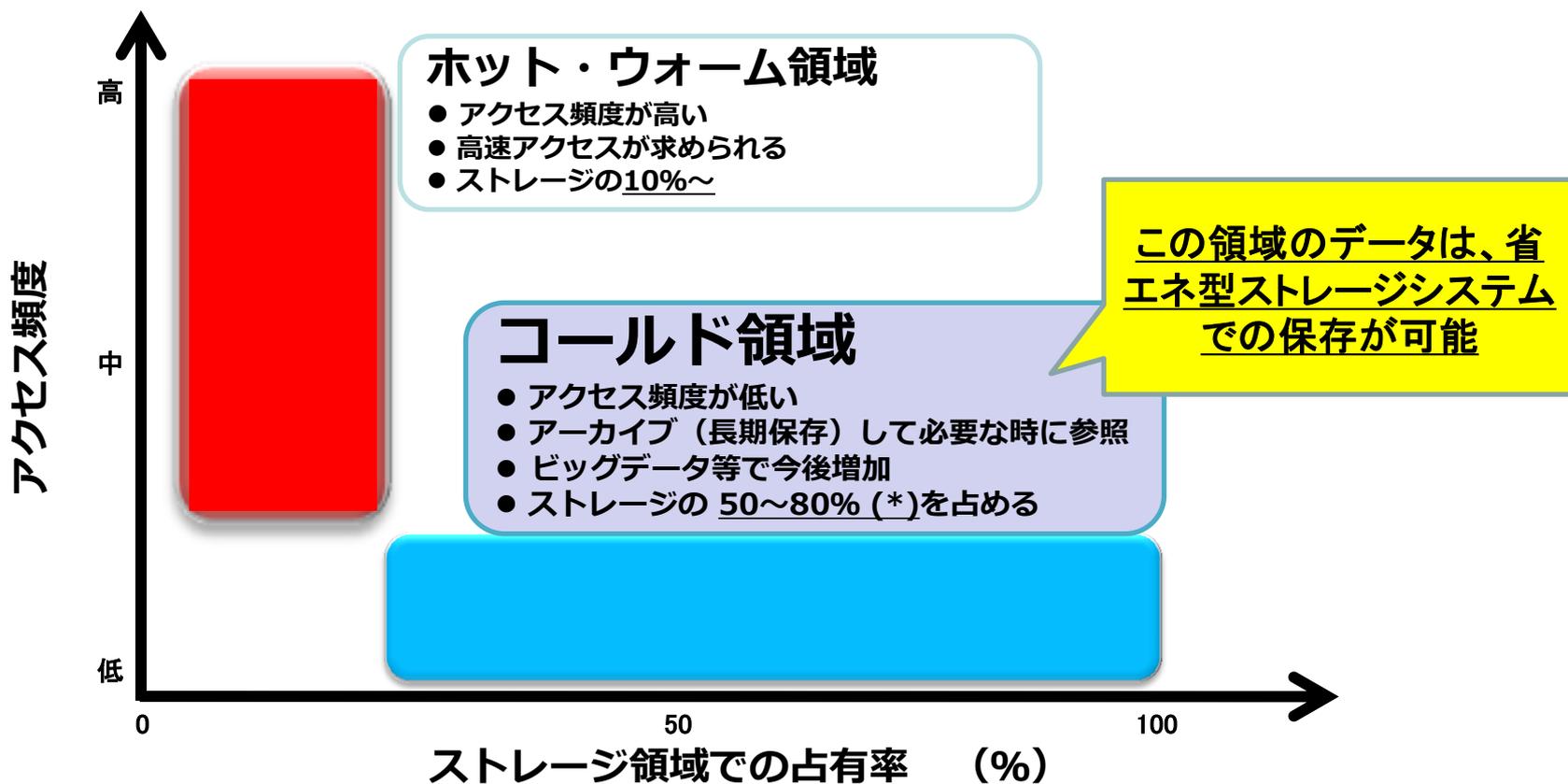
テープ製品 : 80巻テープライブラリ、LTO6ドライブ搭載(非圧縮2.5TB)

ディスク製品 : RAID6構成、高密度実装タイプ、エコモード設定、Near Line HDD(6TB)搭載

# ストレージ内のデータの属性

ストレージされているデータの大半は、アクセス頻度が低くかつアクセスに数分の時間が許されるコールド領域に属する。

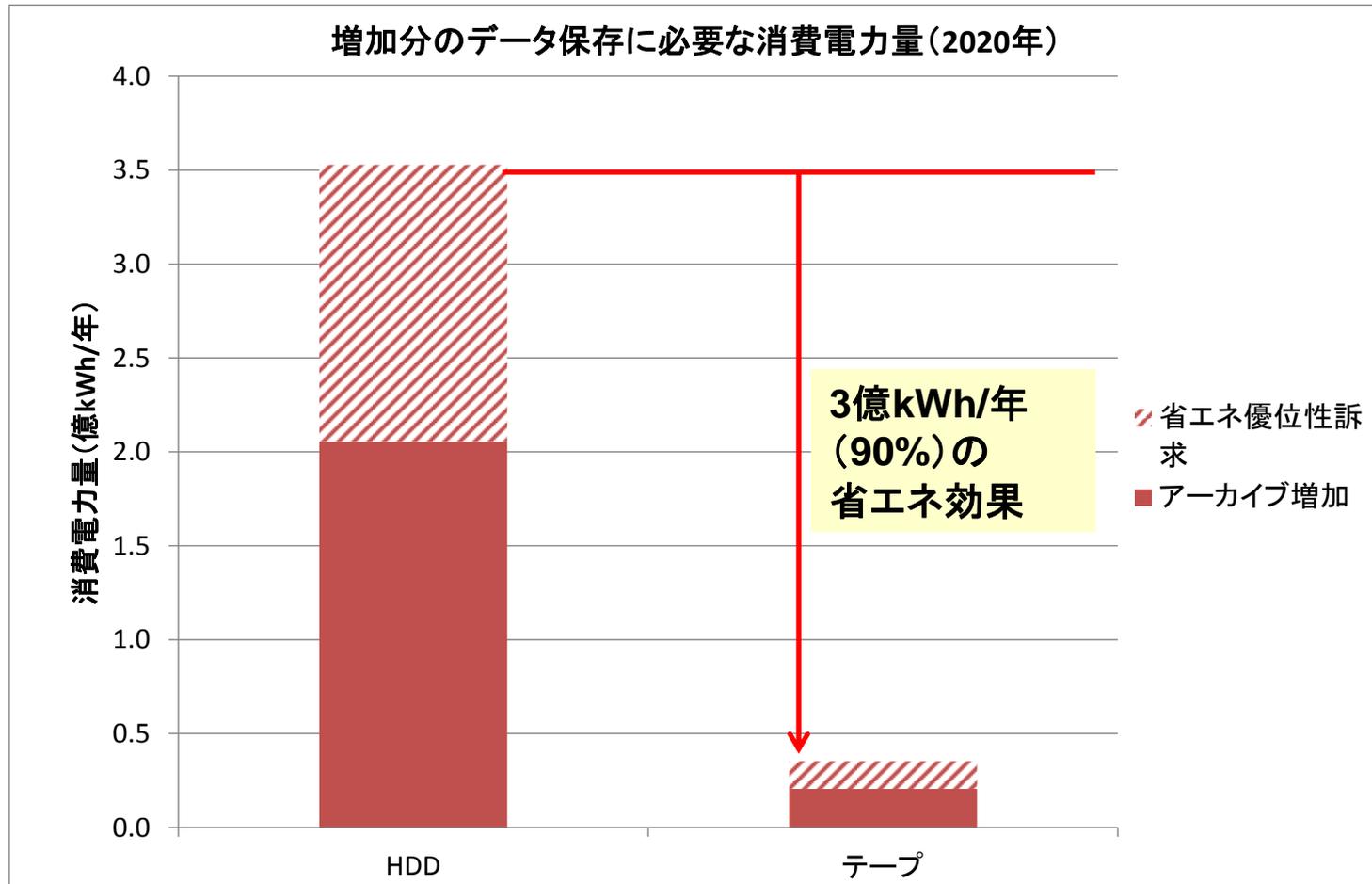
このコールド領域のデータは省エネ型ストレージでの保存が可能。



(\*) 出典：50%~75% : The Archival Upheaval by Fred Moore President of Horison (2014.9.)  
85% : Commentary © 2014 Mesabi Group LLC (April 2, 2014)

# テープストレージの省エネ貢献

コールドデータをテープストレージへ保存することを促進することにより、2020年に約3億kWh/年の省エネ効果が期待できる。



# テープストレージの「簡単・便利」活用事例

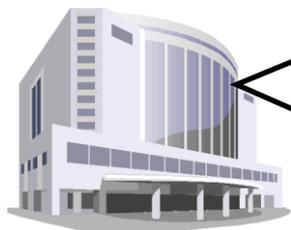
- ◆「HDD」と「テープストレージ」のお互いのメリットを組合わせ！
- ◆「廉価、容易、安全」な省エネ型長期ストレージシステムを実現！

# ディスクとテープの組み合わせたモデル(一例)

ホット・ウォームデータをサーバにおき、コールドデータをテープストレージに保存すると大幅な省エネが可能となる。



# 【1PBモデル】システム構成例「省エネ効果」



1PB規模システム サーバ/ストレージ 構成例



x サーバ 15台

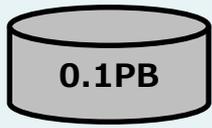
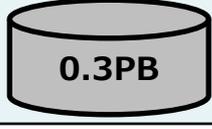


x ディスクストレージ(計 1PB)

ディスクストレージ トータル1PB=200TB x5ユニット



200TBx5ユニット = **約45,990kWh/年**

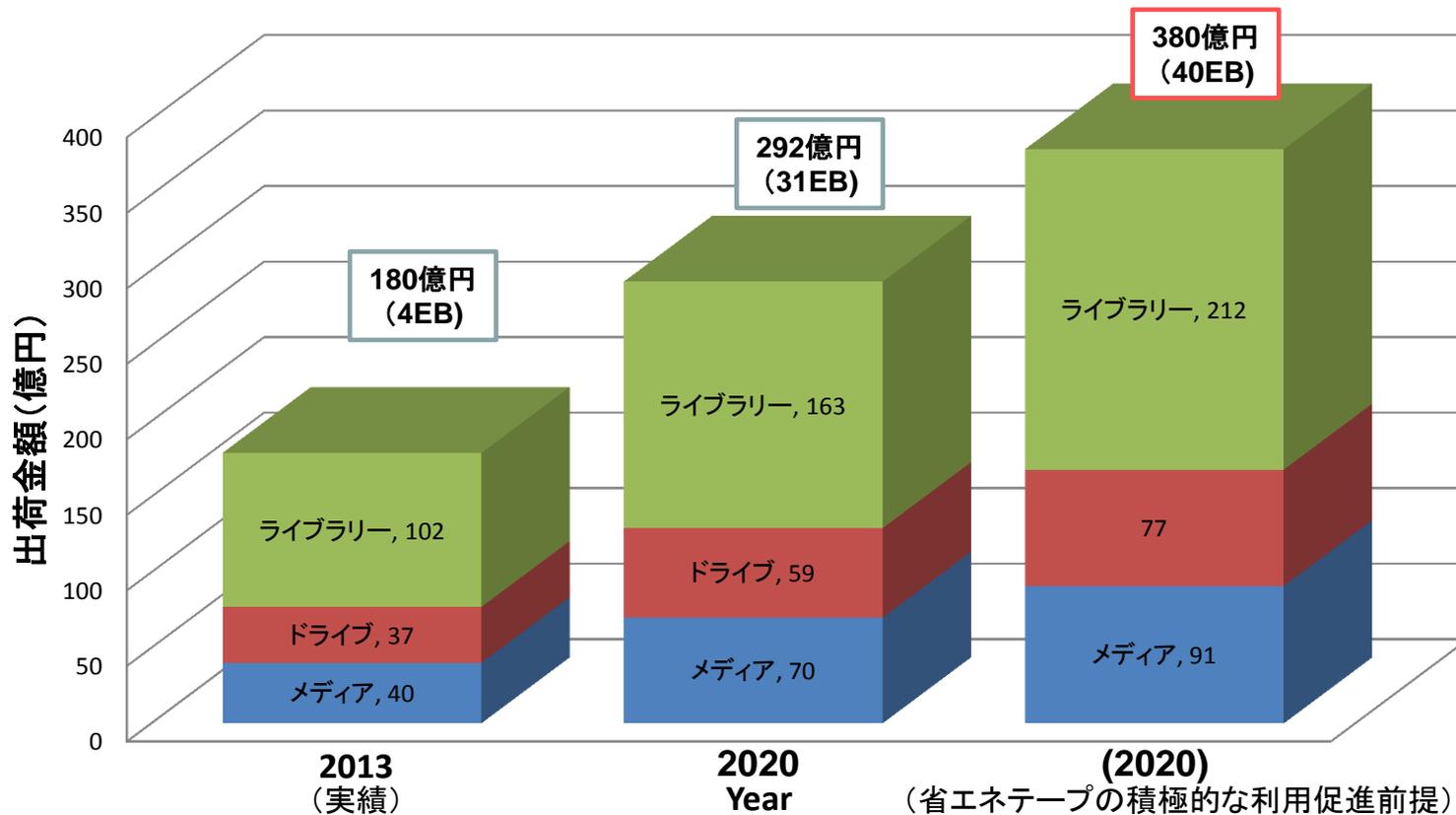
#	ディスク容量	テープ容量	比率/トータル容量	CO2排出量
組合せ パターン1	 0.1PB	+  0.9PB	ディスク(1):テープ(9) (トータル 1PB)	<b>約7,397kWh/年</b> (83.9% 低減)
組合せ パターン2	 0.2PB	+  0.8PB	ディスク(2):テープ(8) (トータル 1PB)	<b>約11,685kWh/年</b> (74.6% 低減)
組合せ パターン3	 0.3PB	+  0.7PB	ディスク(3):テープ(7) (トータル 1PB)	<b>約15,973kWh/年</b> (65.3%低減)

# テープストレージの出荷額予測

テープの省エネ優位性訴求により、

**テープストレージの出荷金額は2020年に約380億円**  
(メディア91億円、ハード289億円)に増加すると予測(記録容量で4EB→40EB)

テープストレージ出荷金額予測(国内)



出所: JEITA

ご聴講、ありがとうございました。