

CEATEC 2021 ONLINE コンファレンス [Ch2-004] カーボンニュートラルな社会を支える テープストレージソリューション

Tape storage solutions to support a carbon neutral society

Revision:1.0

一般社団法人 電子情報技術産業協会

テープストレージ専門委員会 委員

日本アイ・ビー・エム株式会社 東京ソフトウェア&システム開発研究所・システムズ開発 部長

香取 勝喜(Katsuyoshi Katori)

2021年10月20日 11:00~12:00

自己紹介



発表団体

一般社団法人 電子情報技術産業協会(JEITA)の一委員会
大きな価値を秘めながらも未だ知名度が低い
テープストレージを普及させるためテープストレージ開発、
販売ベンダが集結し活動中

発表者

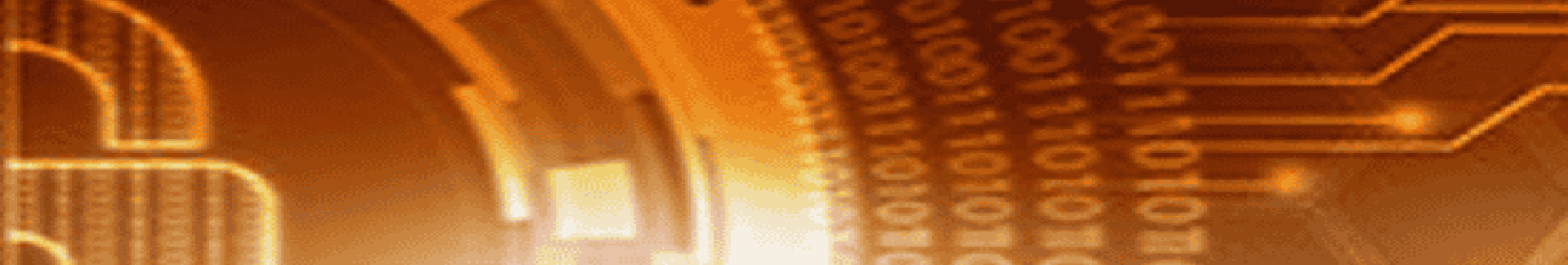
テープストレージ専門委員会 委員
香取 勝喜(かとり かつよし)

ストレージ歴(ディスク/テープ): 20年以上
趣味: 空手(二段・松濤館流)、テニス(最近ははじめました)



目次

1. カーボンニュートラル社会とデジタルデータの動向
2. テープストレージとは？
3. テープストレージの活用方法
4. カーボンニュートラル時代とテープストレージ
5. JEITAテープストレージ専門委員会について



1.カーボンニュートラル社会と デジタルデータの動向

カーボンニュートラルへの意識の高まり

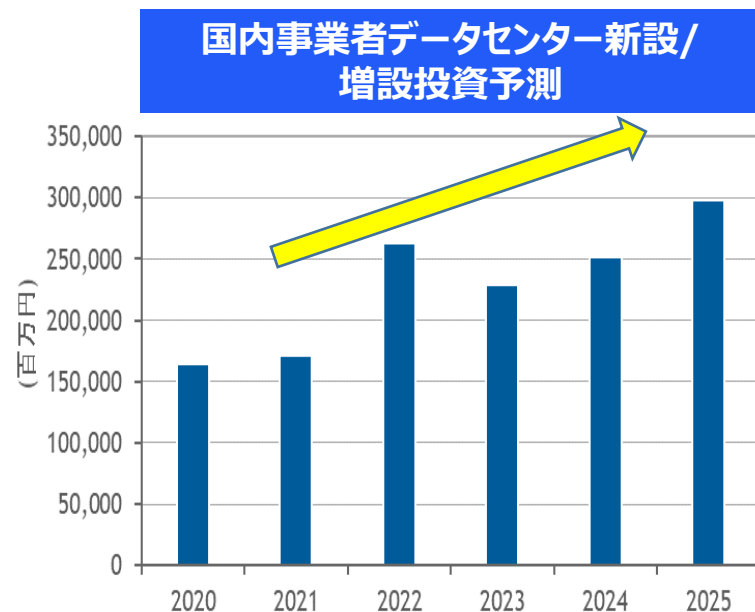
- ◆2020年10月、日本政府が2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指すことを宣言。
- ◆世界のデータセンター事業者も、カーボンフリーエネルギー調達に積極的に取り組んでいる。

○データ通信量が増える中、データセンターの消費電力も増大。
※大規模データセンターの集中立地で、80万kW(大型火力発電なみ)
「デジタルインフラを巡る現状と課題」より 2021年4月 経済産業省

○仮にデータセンターの省エネが進まない場合、将来的に、データセンターが日本全国の10%以上の電力を消費することになる可能性。

総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会（2021年1月27日、第36回）

一方で、国内事業者データセンター新設/増設投資は今後さらに増加する見込み。
→より省エネを意識した対応が必要。

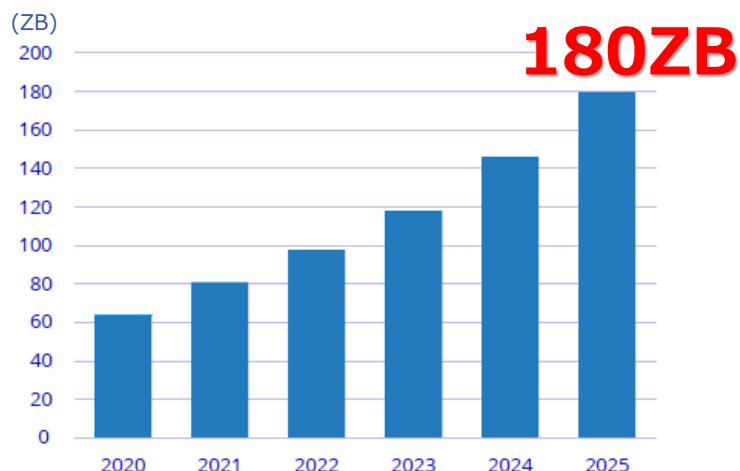


(出典) IDC Japan, 6/2021

デジタルデータの急増 “ビッグデータ”の時代へ

◆全世界で1年間に生成されるデジタルデータ量は180ZBに

全世界で生成されるデータ生成量



(出典) IDC Japan, 5/2021

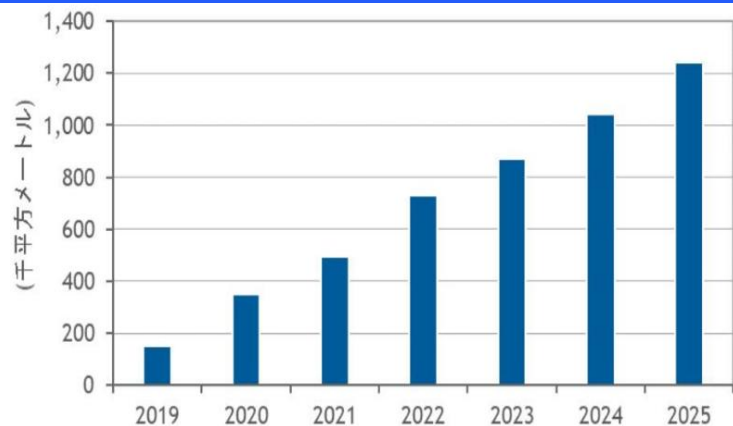
2020年は約62ゼタバイト

2025年には約**180ゼタバイト**に急増

1ゼタ=10²¹

世界中の砂浜にある砂粒の数に喩えられる

国内データセンター(*)の延床面積予測



(出典) IDC Japan, 5/2021

データ生成量が増える中、
データセンターの延床面積も増大。

2020年末に約246万平方メートル

2025年には約340万平方メートルに

⇒**東京ドーム72個分**に匹敵する面積に

(*)サーバー室面積5000平方メートル以上で、
電力供給量が1ラックあたり6キロボルトアンペア以上

※本資料を引用される際は、出典元（JEITA テープストレージ専門委員会）を明記してください。但し、本資料が引用している図等（出典元記載）の再利用に関しては、当委員会での責任は負いかねます。適切な対応をお願いいたします。

カーボンニュートラルを意識したニューノーマルな社会へ

◆デジタルインフラが抱える課題

デジタルデータ資産の増加・大容量化

デジタルデータ資産の増加により、データセンターの消費電力が増大。データセンター等のデジタルインフラ整備において、いかに電力コストを下げるかは重要な要素。



→大容量に膨れ上がるデータを省エネで保管

セキュリティ

ランサムウェアによる石油パイプラインの停止など、生活に関わる重大な事例が発生。



→ネットワークを介したサイバーアタックからの防御策が必要

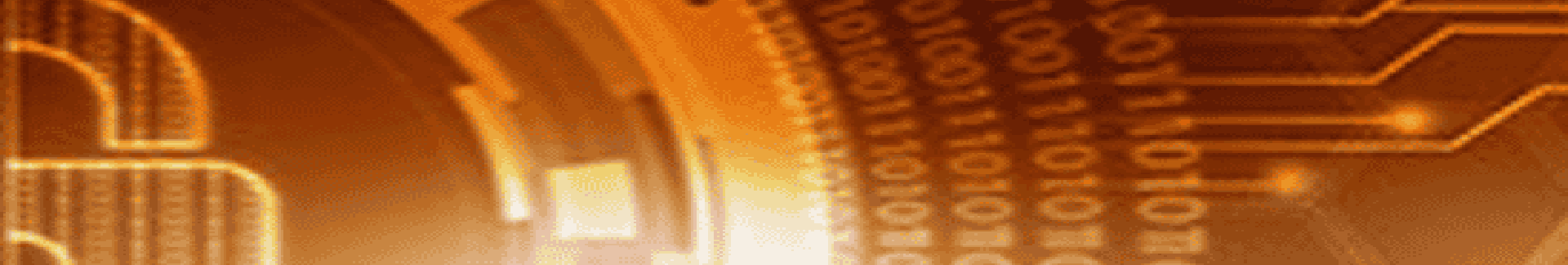
コンプライアンス

法規制により、特定のデータを一定期間保存することが必要。エビデンス、リスク管理のために長期間データを保存。



→安全に、長期間データを保存する必要性

大容量・低消費電力のテープストレージが活躍！



2. テープストレージとは

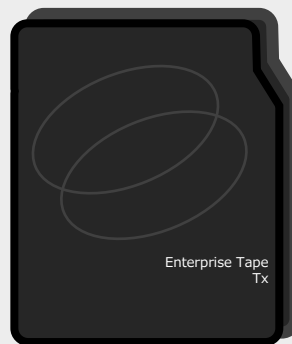
テープストレージとは

- ◆磁気テープメディアを使ってデータを記録・保管する
コンピュータ用ストレージの1種

主な磁気テープメディア



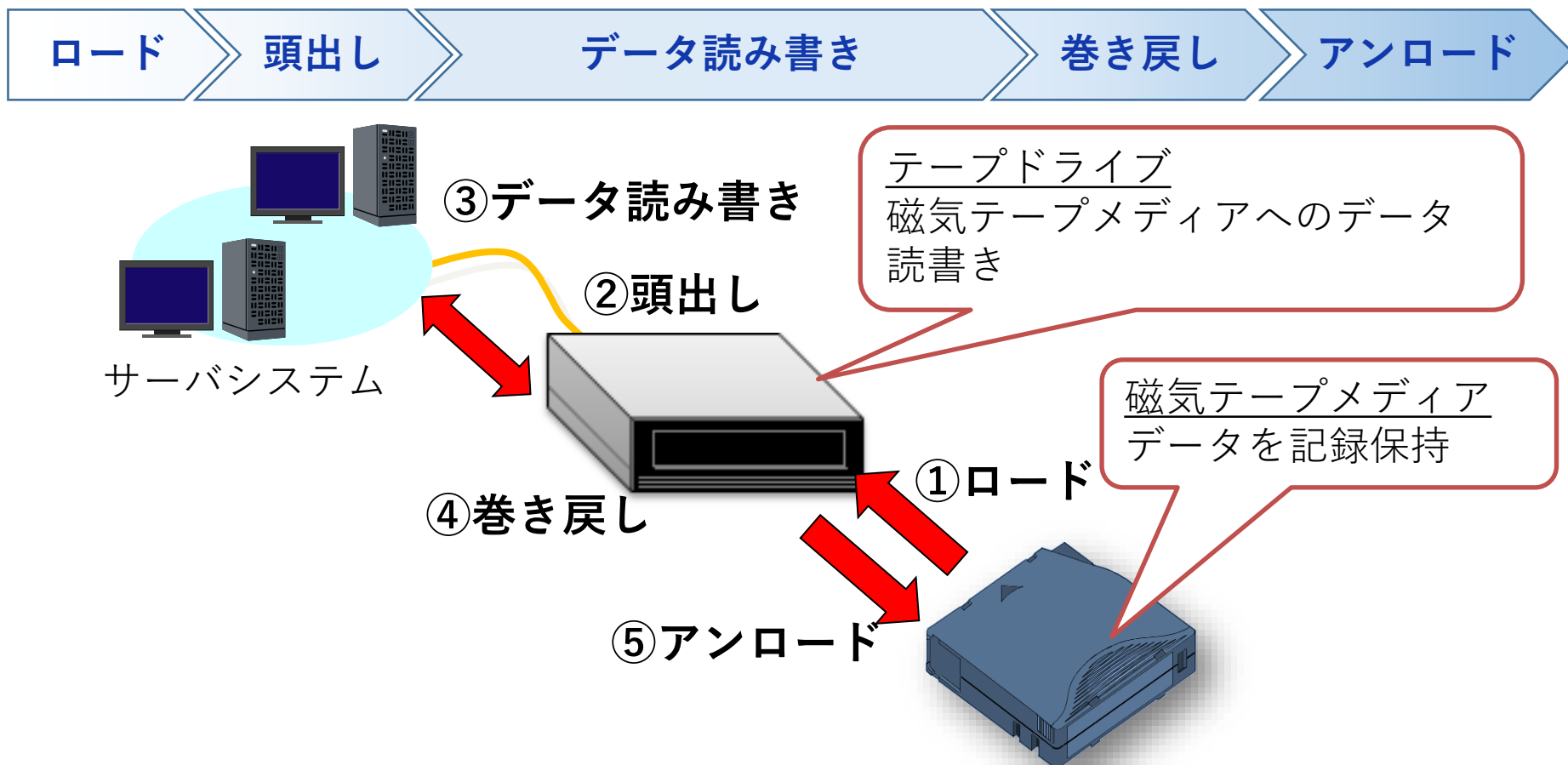
LTO (Linear Tape-Open)
*オープン規格



エンタープライズ
テープ

テープストレージのデータ読み書き手順

◆データ読み書きの手順はビデオテープに近い



大型システム向けにはロード・アンロードを自動化する**テープライブラリ**が主流
テープメディア搬送用のロボットとテープメディア搭載棚を備える

テープドライブの構造



テープドライブの構造

LTO テープドライブ



LTO テープカートリッジ

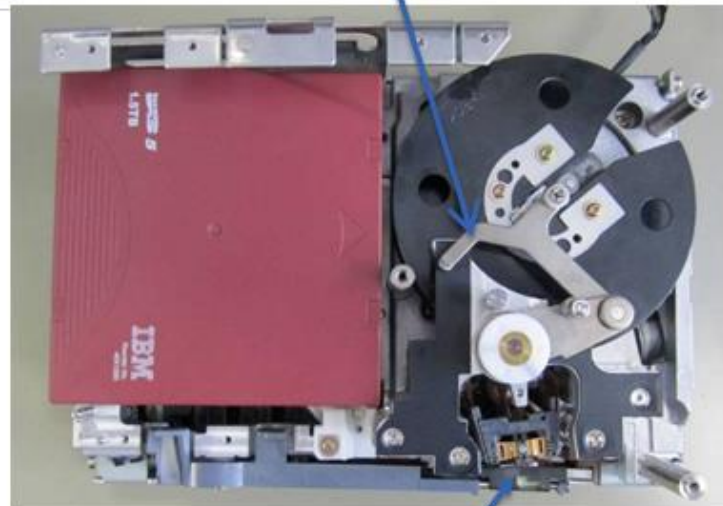


シングルリール
テープピンによるテープ引き出し



テープリールとスピンドルモーターとの勘合
リール軸ギザギザ

テープピン引き出しアーム



IBM

Read/Writeヘッド

テープローラー



出典：日本アイ・ビー・エム株式会社

テープドライブの構造



ドライブ内部構造

ドライブ内テープリール

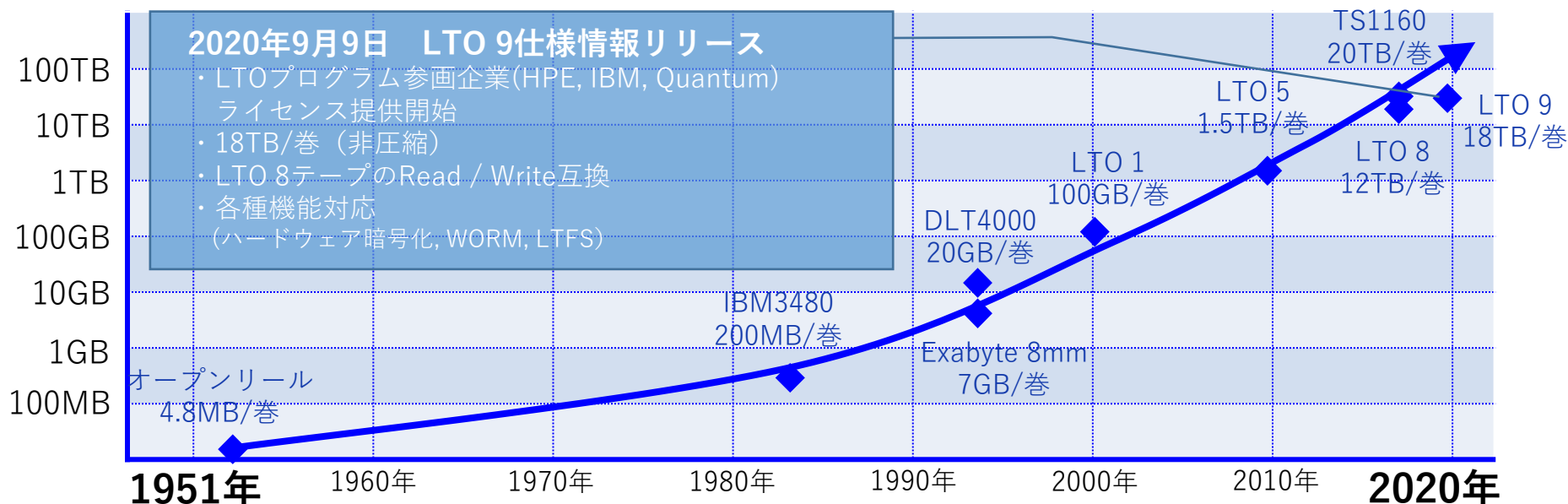
カートリッジ・テープリール用モーター
リール軸ギザギザ



出典：日本アイ・ビー・エム株式会社

テープストレージの歴史

◆テープストレージの登場は70年近く前まで遡る



テープストレージの登場

1951年UNIVACから商用として登場
テープがストレージの主役に

テープライブラリの登場

各社からテープライブラリが登場し、テープの大容量化、自動化が進む
HDDの普及によりテープはオフサイト保管やバックアップ用途へ

LTO規格の登場

容量、転送速度、品質が飛躍的に向上
2017年には1巻当たり12TB(非圧縮)に到達

テープストレージの歴史は古いが
今も最新鋭のテクノロジーが適用され、進化し続けている。

今も最前線で活躍するテープストレージ

◆世界の最先端企業がテープ活用事例を公開

- Google: 2011年 Gmail障害の復旧でテープが活躍
2011年2月一部ユーザのメールが消失する障害が発生。新バージョンのソフトウェアにより、ハードディスクに取得されていたすべての複製コピーが破損するという事態が起きた。Googleではテープからデータの復旧に成功、事例を公表した。
※ストリートビューでデータセンタ内を見ることができます。
<https://www.google.com/about/datacenters/inside/streetview/>
- NASA: 科学技術データの保管にテープを使用
1060PB（DVD2億枚分）ものデータをテープに記録、保持している
- Microsoft: Microsoft Azureにテープを活用
Azureのアーカイブ層に長期的なストレージソリューションとしてテープを活用

テープストレージの最新技術動向

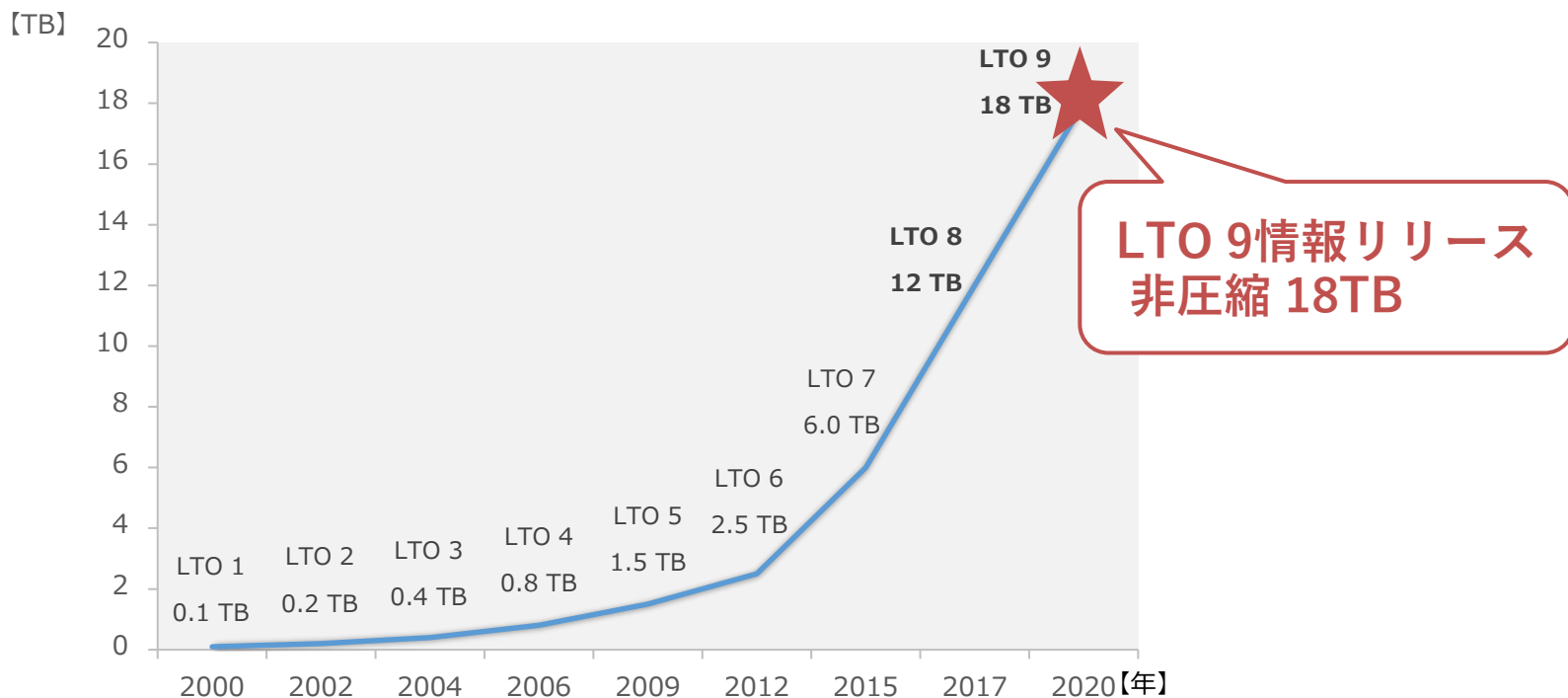


テープストレージの最新技術動向



大容量：磁気テープの容量変移

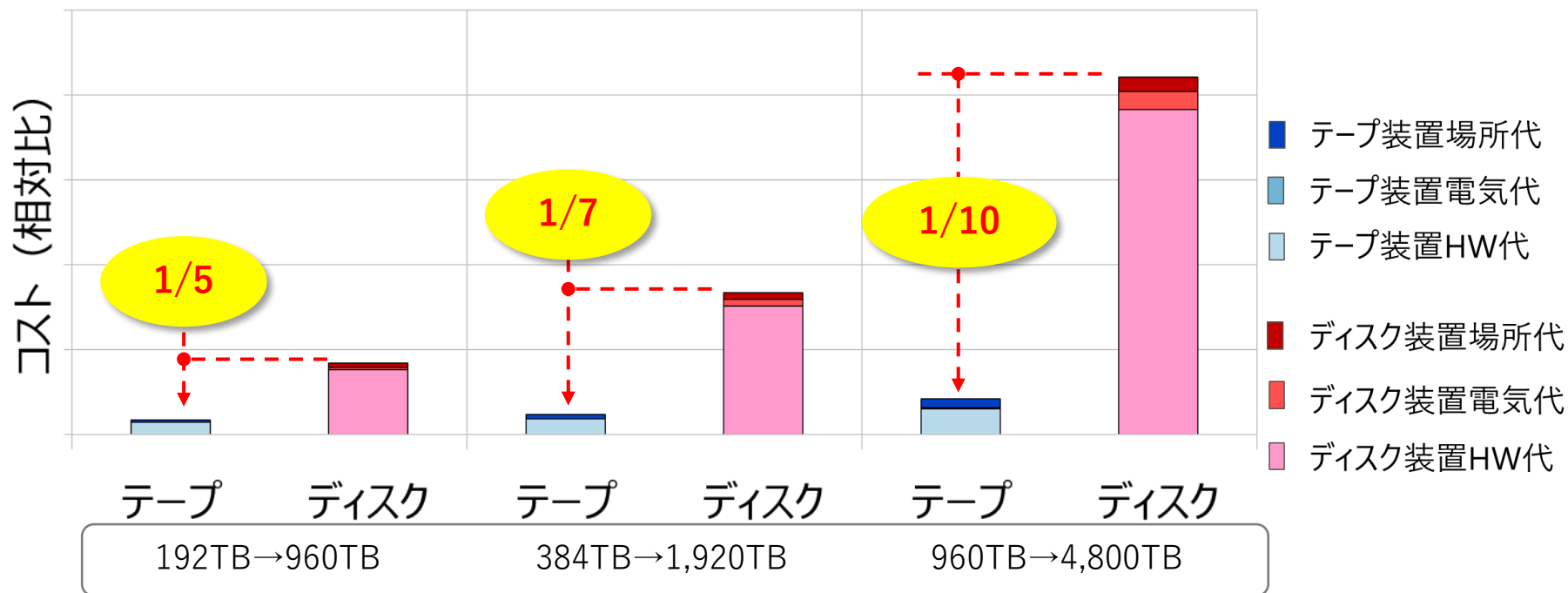
- ◆2017年10月に8世代のLTO 8が登場。1巻あたり12TB(非圧縮)
2020年9月には第9世代のLTO 9が発表された。1巻あたり18TB(非圧縮)
- ◆エンタープライズ向けTS1160では1巻あたり20TB(非圧縮)
- ◆1世代のLTO 1(0.1TB/巻)から17年で180倍 年率平均30%の向上
- ◆実証実験で、580TB/巻相当まで達成しており、今後も容量は伸長



低コスト

◆テープ装置のTCO※削減効果は圧倒的 ※Total Cost of Ownership

◆テープは省エネ！ランニングコストも大幅低減可能



5年間の容量増加量

※ テープ装置 : 80巻テープライブラリ、LTO 8ドライブ搭載 (非圧縮12TB)

※ ディスク装置 : RAID 6構成、高密度実装タイプ、エコモード、Near Line 12TB HDD

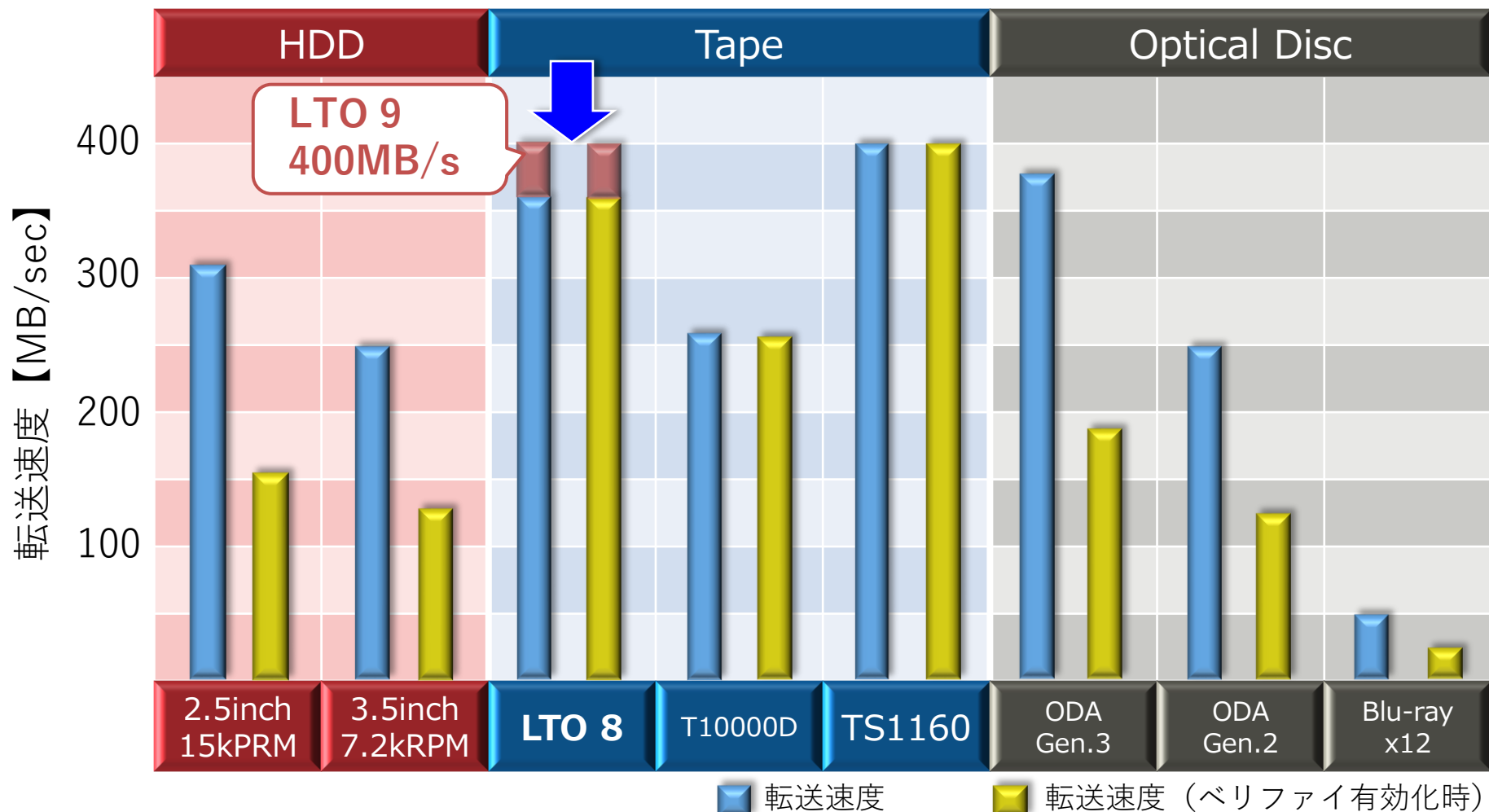
テープストレージの最新技術動向



高性能：高転送性能

◆LTO 8の性能は、HDDを上回る性能を持っている

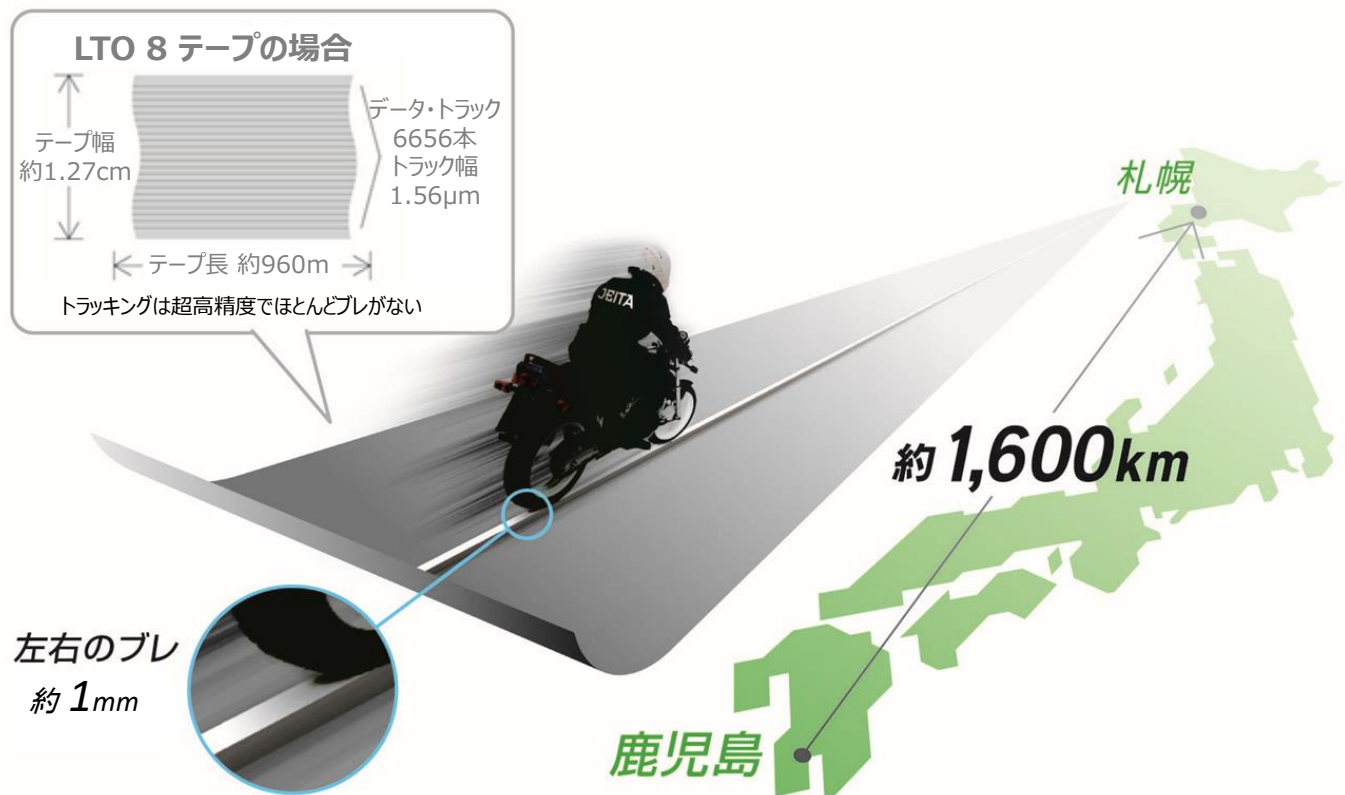
*LTO 8のデータ転送性能は360MB/s(フルハイトドライブ:非圧縮時)



信頼性：信頼性を支える技術

◆テープの信頼性を支えるサーボのトラッキング技術

サーボのトラッキング精度を「鹿児島ー札幌」間の直線距離（1600km）の道路で例えると、道路上の直線でのブレは、**約 1 mm**



信頼性：昔とは違うテープの常識

◆テープストレージ技術の進化による品質向上

テープにまつわる不安のほとんどは過去の話

切れる、絡む？

定期的な巻き直しが必要？

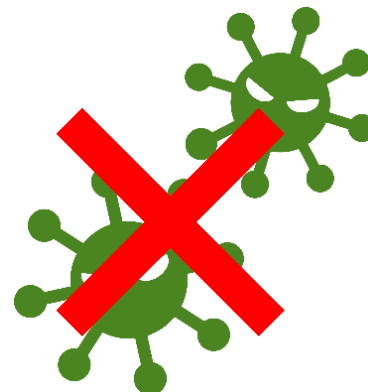
カビが生える？



テープメディアとドライブ双方の技術革新により**物理ダメージ発生は大幅減**。



テープ素材の改良により**テープ貼りつきや磁気転写の心配は全くありません**。



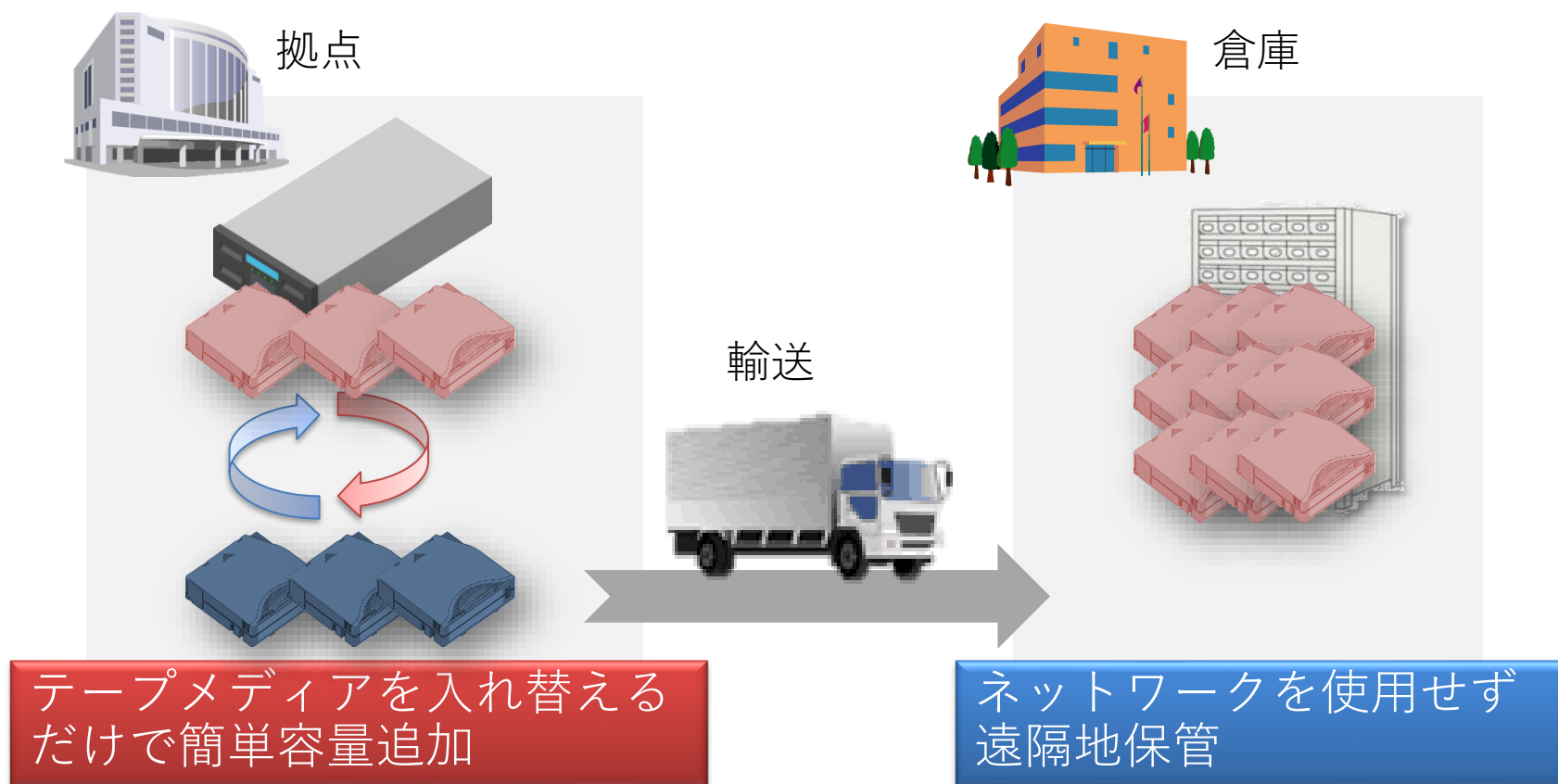
密閉構造のカートリッジ、テープ素材の改良によって**カビの心配もありません**。

テープストレージの最新技術動向



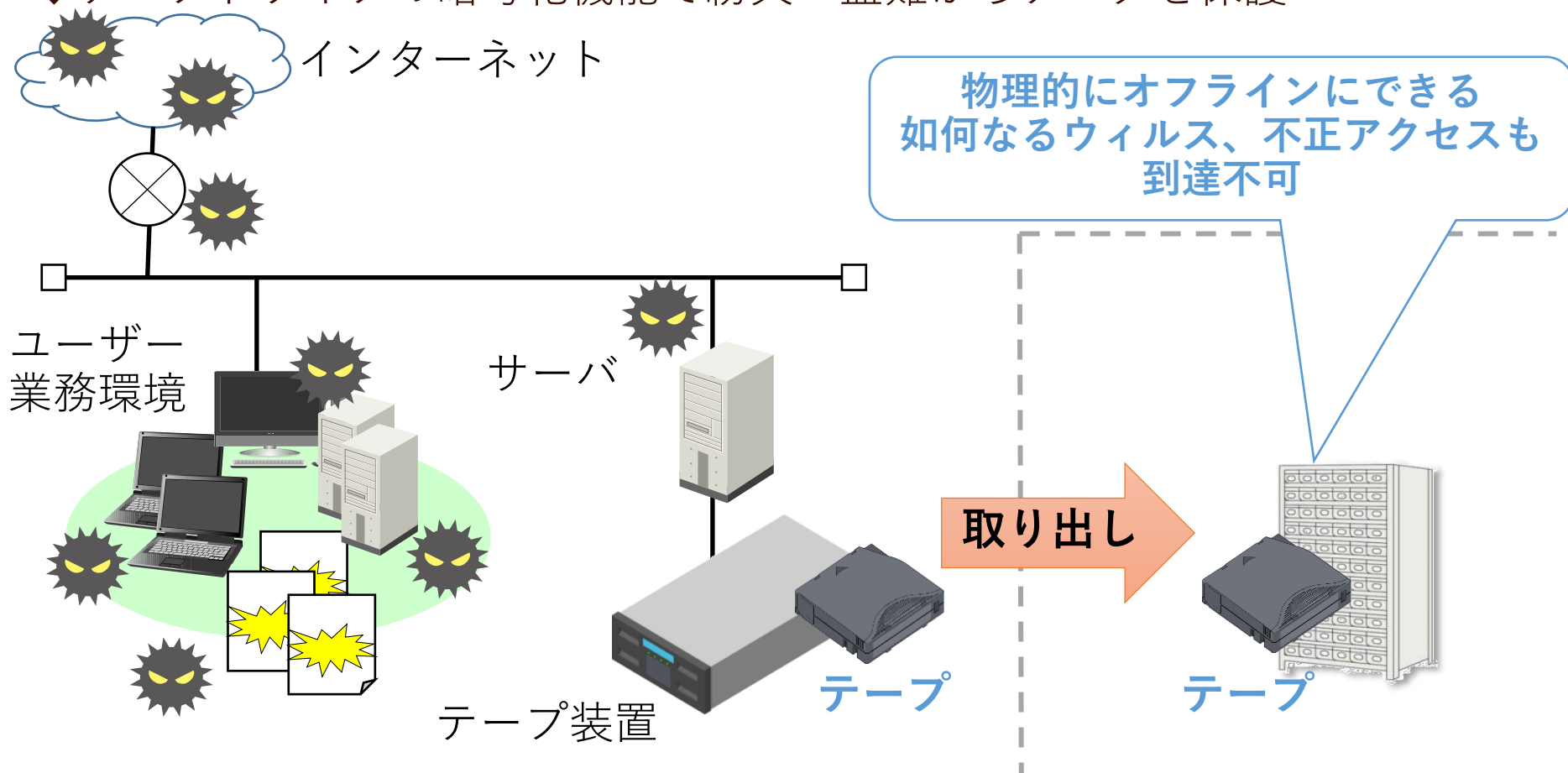
可搬性

- ◆装置から取り出してオフラインにすることが可能
- ◆データ大容量化への対応や災害対策を簡単に実現



セキュリティ

- ◆エアギャップセキュリティを簡単に実現
- ◆重要なデータをネットワークから完全に隔離
- ◆テープドライブの暗号化機能で紛失・盗難からデータを保護



テープストレージの最新技術動向

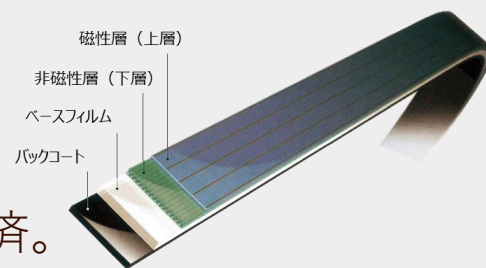


長期保管/長期供給性：長寿命、標準化

長期保管

- LTOテープカートリッジの磁気テープは、室温環境保管20年後でもその品質にほとんど劣化がないことを検証済。
- データを記録する磁性体(BaFe)については、少なくとも50年以上磁気的性能の劣化がないことも検証済。

※検証レポートはJEITAテープストレージ専門委員会Webサイトに掲載中



長期間のデータ保管を可能にする耐久性

長期供給性

- LTOは複数の企業が参画されるコンソーシアムにより、磁気テープからテープドライブ、記録フォーマットまで標準化
- テープドライブはIBM社、HPE社、Quantum社
磁気テープは富士フイルム社、SONY社で開発、供給

標準化されているからベンダーロックインがない

長期保管：長寿命媒体

- 2013年度に公開した、LTO 5(MP磁性体)の寿命試験から5年が経過したことから、市場で主流となっているLTO 7(BaFe磁性体)のテープ寿命を2018年に検証した。

最新のLTO 9においてもBaFe磁性体のため本結果が適用可能

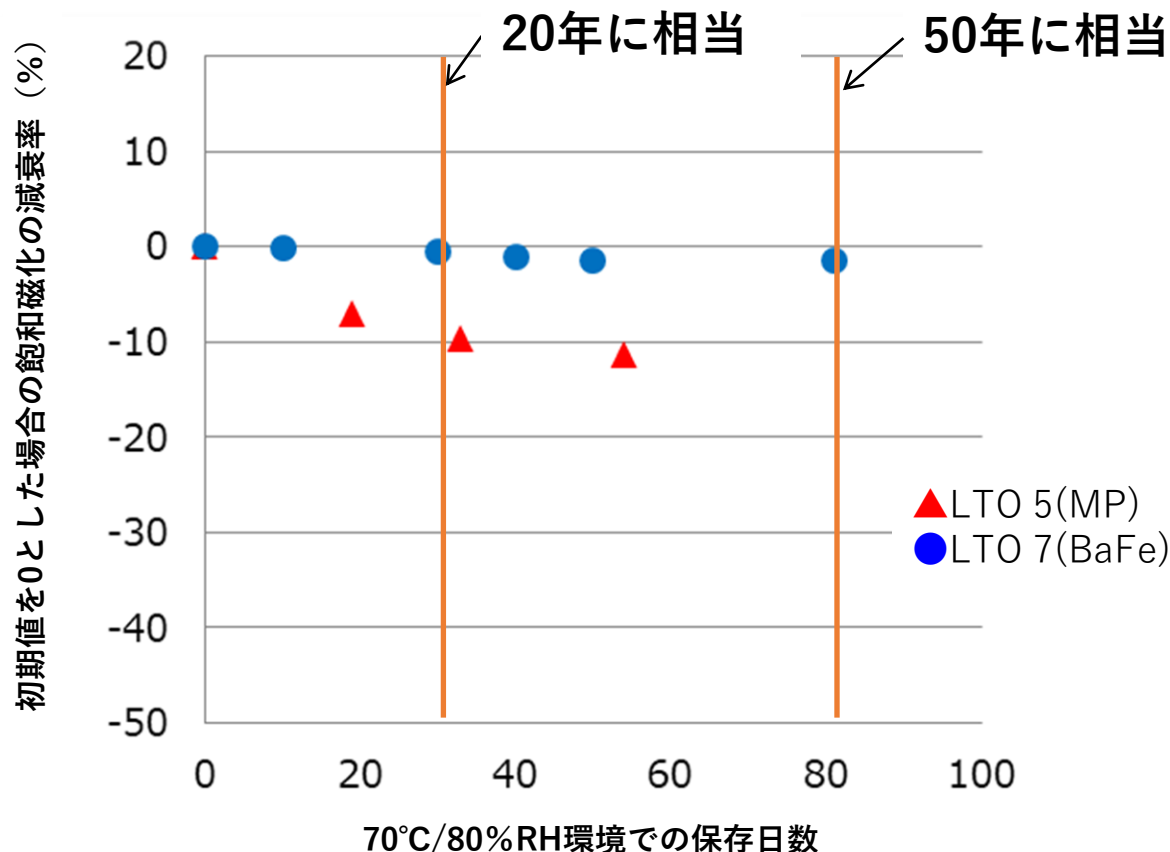
- 検証にあたっては①飽和磁化の経時安定性、②再生信号の減衰率、2つの評価アプローチを実施。
- LTO 7の飽和磁化の経時安定性は、LTO 5より良好な結果となり、また、**再生信号の減衰率は50年以上、信号の読み取り品質に影響がない**ことが確認された。
- これらから、保管環境(25°C)では、**磁気的な性能においては、少なくとも50年以上の寿命推定**が検証できた。

※検証レポートはJEITAテープストレージ専門委員会[Webサイト](#)に掲載中

長期保管：長寿命媒体

LTO 7の飽和磁化の経時安定性

磁気的性能は、室温環境保管50年後でも劣化がほとんどないことを確認

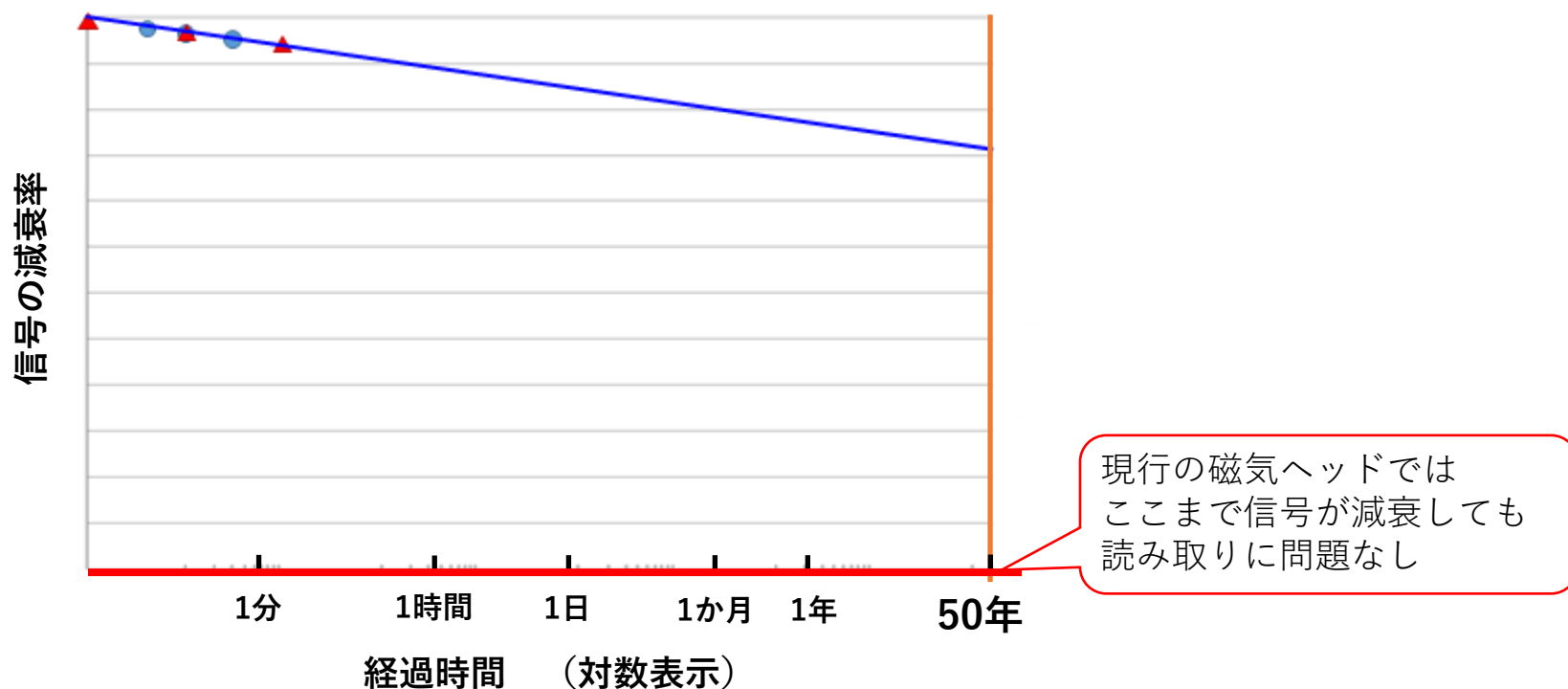


70°C/80%RHという高温高湿条件で実施した保存テストの飽和磁化の経時安定性を検証。

LTO 7では、50年相当時点の劣化率も非常に小さい結果であった。

長期保管：長寿命媒体 LTO 7の再生信号の減衰率

再生信号品質は、少なくとも50年以上 問題ないことを確認



信号の減衰率(decay rate)は、経過時間が10倍進むごとに、約0.03dBずつ減衰していくことを検証。

LTO 7 の50年後の減衰率は0.3dBとなり、信号読み取り品質は、50年以上問題ないと推定できた。

(富士フイルム学術論文*より、再生信号が0.5dB減衰しても、エラーレートはほとんど変化しないことが確認されている)

テープストレージの最新技術動向



LTFS*の登場による利便性の向上

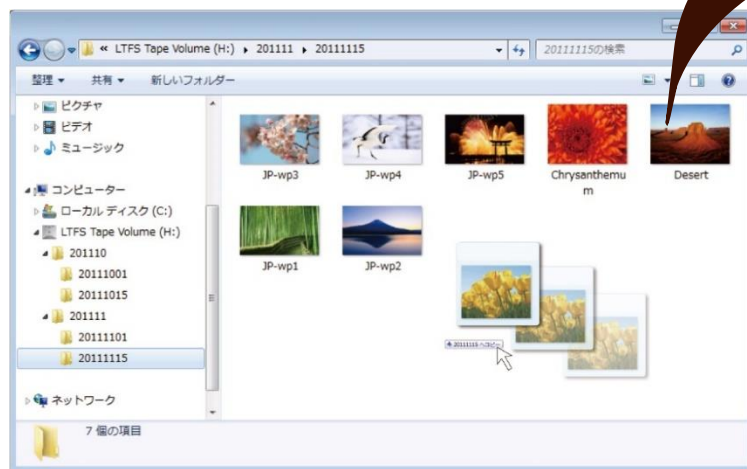
◆ドラッグ&ドロップ操作で直接アクセス

*Linear Tape File System

LTFSはテープ専用のファイルシステム

LTOテープをあたかもハードディスクやUSBメモリなどと同様に取り扱うことができるため、GUI上のマウス操作でファイルのテープへの書き込みが可能

データをLTOテープ
へアーカイブ

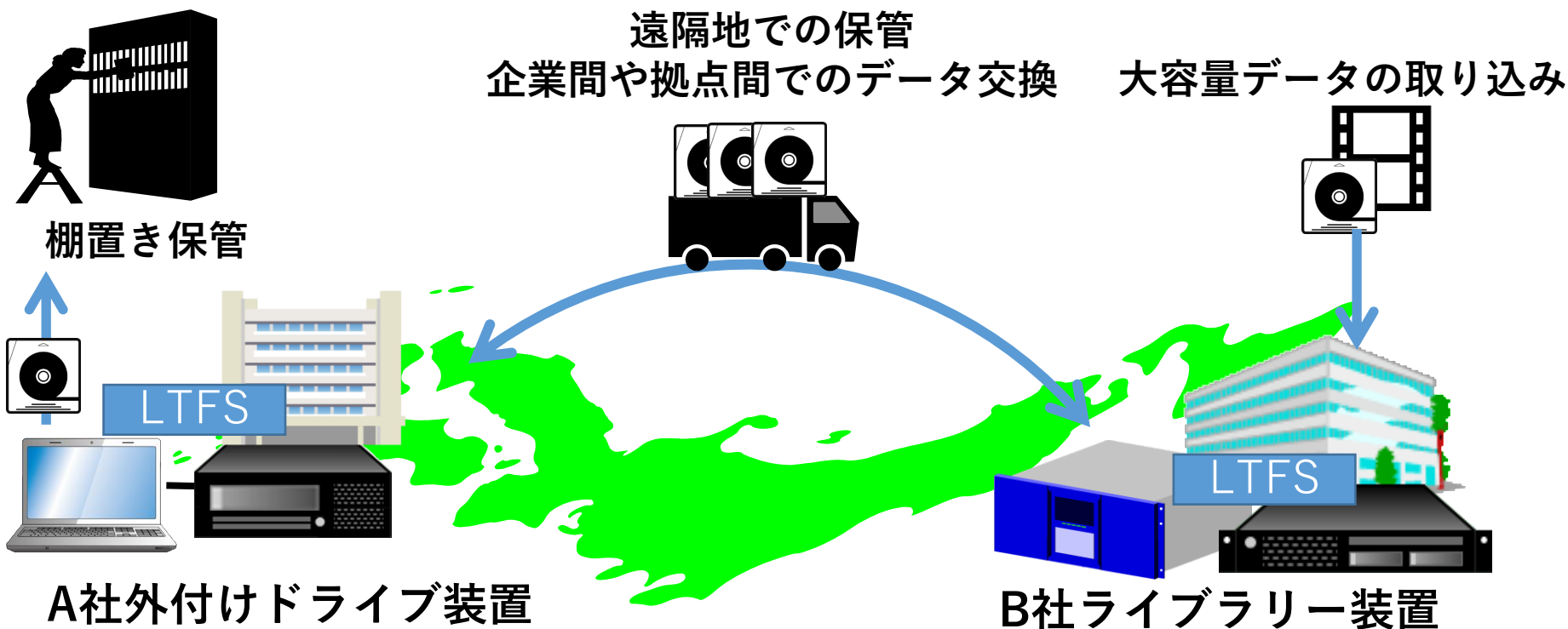


ドラッグ&ドロップ

データを編集する場合はHDDへリストア

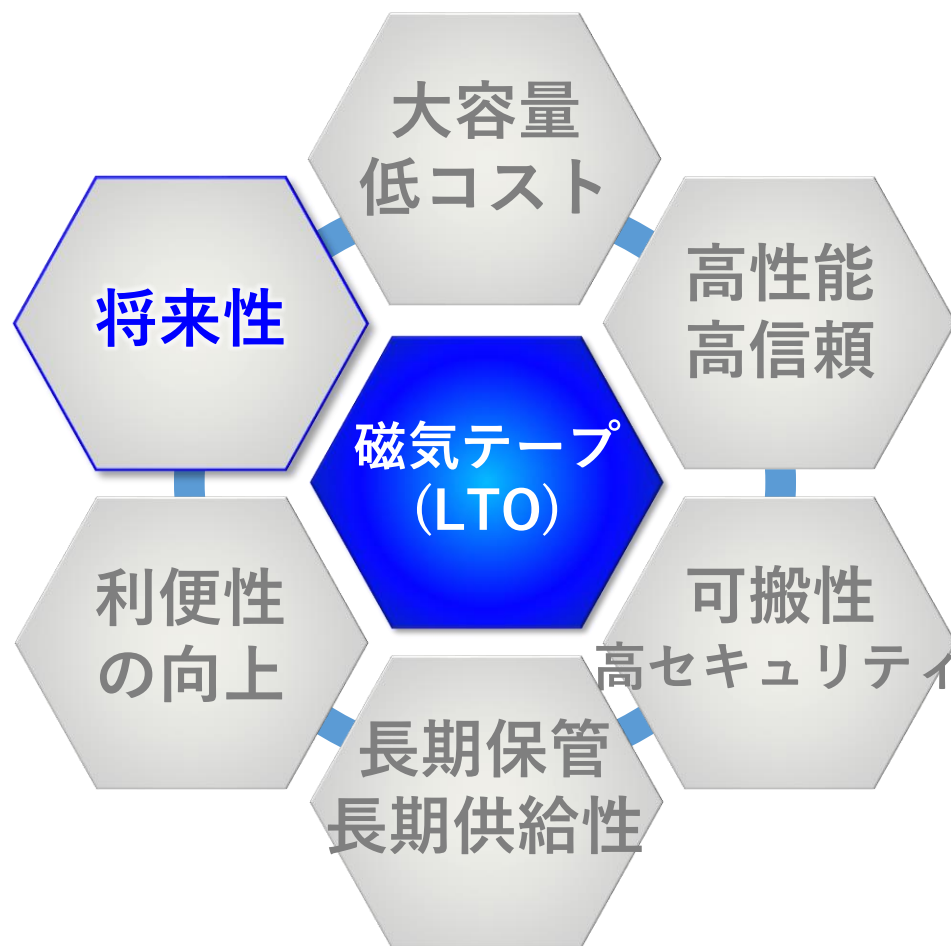
LTFSの登場による利便性の向上

- ◆国際標準フォーマットだから長期保管もデータ共有も安心
ISO/IEC 20919:2021



異なるメーカーのテープ装置でもデータの読み取りや書き込みが可能
異なるOS環境(Windows/Linux/macOS)で作成されたデータの読み取りや書き込みが可能

テープストレージの最新技術動向



テープストレージの未来

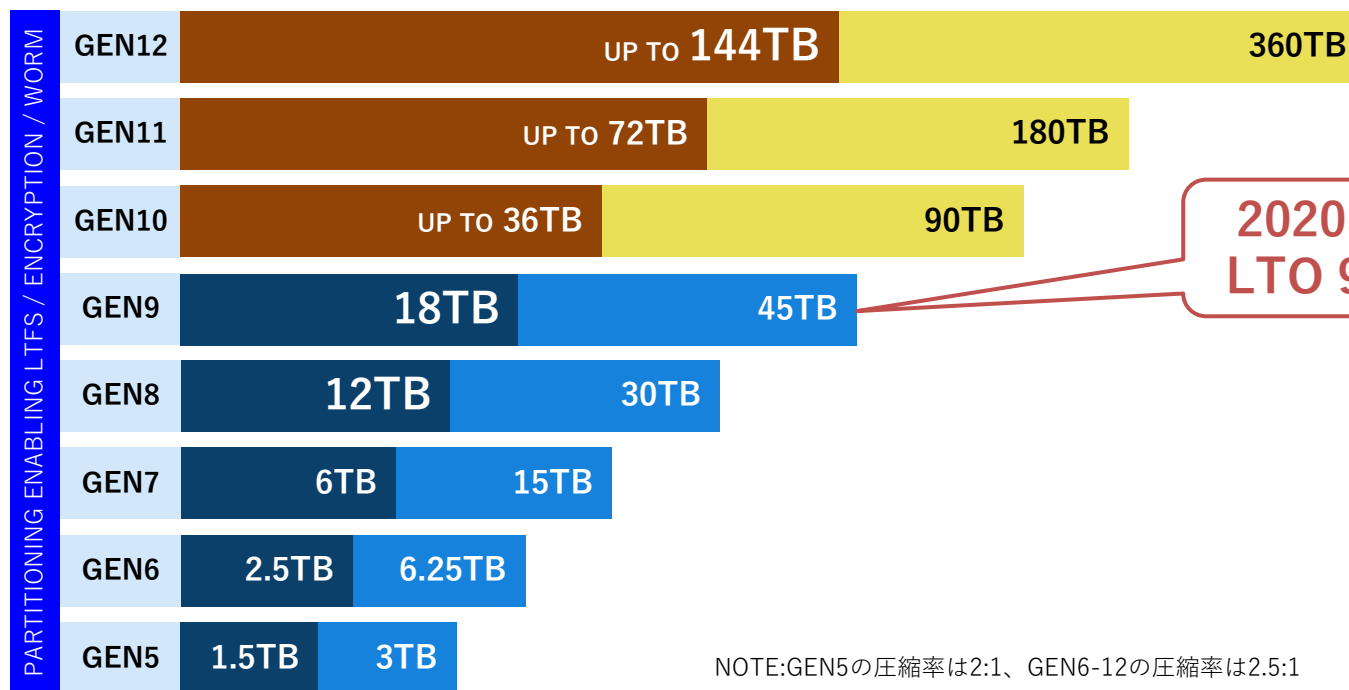
◆LTOは第12世代までのロードマップが公開されている

- 第12世代では第9世代の約8倍の144TBまで到達することが見込まれている

LTO ULTRIUM ROADMAP

※ URL: <http://www.lto.org/technology/what-is-lto-technology/>
を参考にJEITAで作成

	NATIVE	COMPRESSED
--	--------	------------

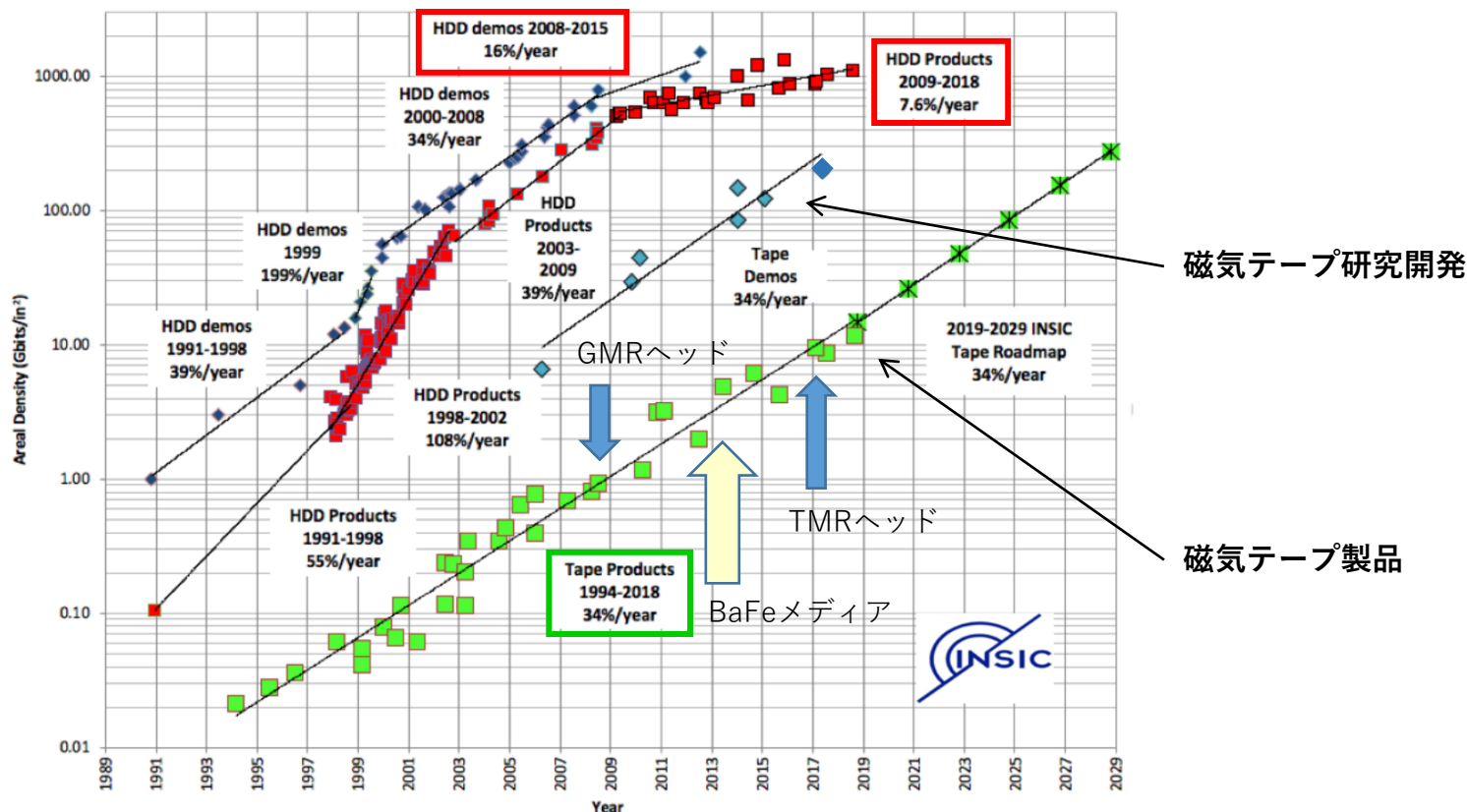


磁気テープは今後も進化を続けていく

磁気テープ技術の成長

◆磁気テープは成長速度を維持し大容量化を続けている

出典：INSIC 2019 Areal Density Trends. Hard Disk Drive, Tape Product and Tape Technology Roadmap



磁気テープは、＜面記録密度＞を高める技術開発により更なる大容量化が期待できる
磁気テープ製品の面記録密度伸び率は1994年から現在まで34%/yearを維持している
HDD製品においては、2009-2018は7.6%/yearになっている

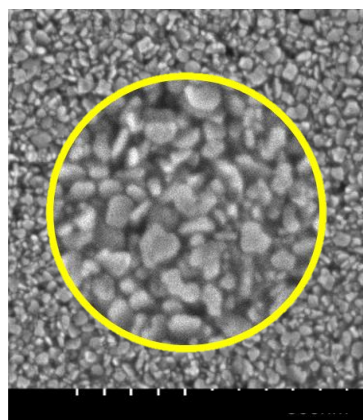
テープストレージの未来

◆新たな素材や技術の研究・開発も進んでいる

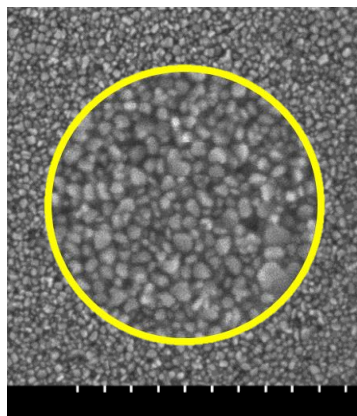
ストロンチウムフェライト

富士フイルムが開発した新たな
磁性体（磁気記録素材）
テープ1巻あたりの容量を580TB
まで向上できる可能性がある

BaFe磁性体(現行)



SrFe磁性体(新開発)

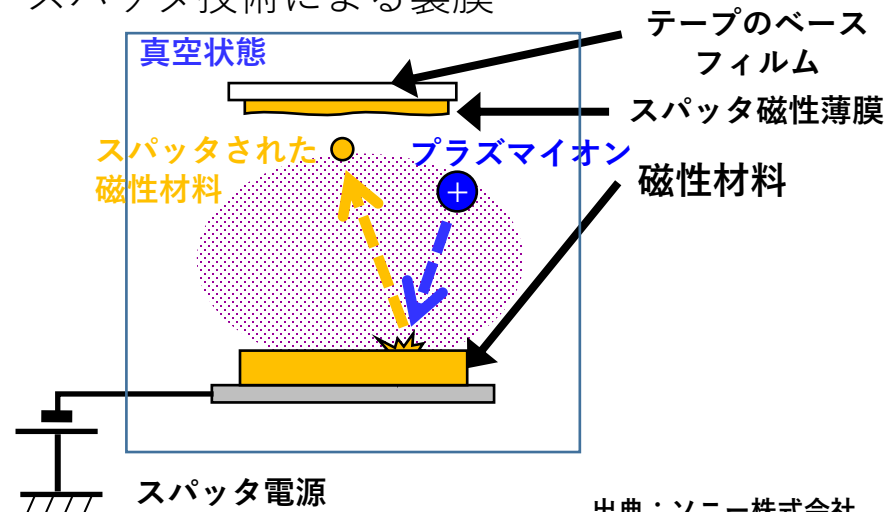


出典：富士フイルム株式会社

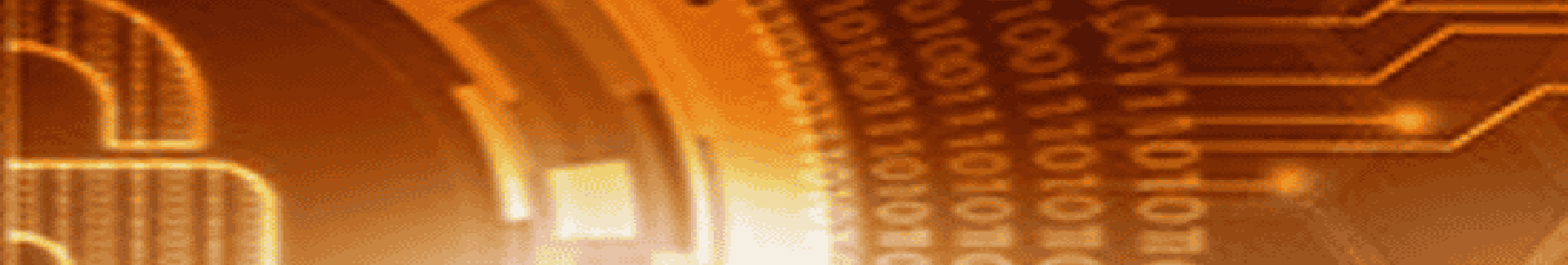
201Gb/in²スパッタテープ

ソニーとIBMの共同研究により
面記録密度201Gbit/inch²
1巻330TBを実現する磁気テープ
ストレージ技術を開発

スパッタ技術による製膜



出典：ソニー株式会社



3. テープストレージの 活用方法

広がるアーカイブ市場

◆アーカイブの市場や要求は急速に拡大
様々な業界で消せない・消したくないデータが増加



アーカイブの動機も多様化

法令順守

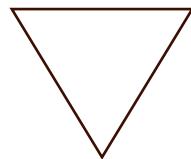
記録・証拠

再利用

収益化

テープストレージによるアーカイブ実現

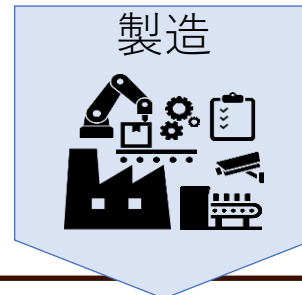
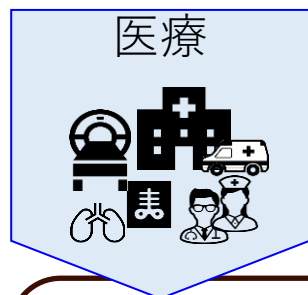
どのようにテープストレージを使用すれば
データをアーカイブし続けていくことができるか？



JIS Z 6019
**磁気テープによるデジタル情報の
長期保存方法**

磁気テープでのアーカイブがJIS規格化

JIS Z 6019 制定の主旨



大量のデータを長期に保存し、高速処理する新時代が到来

ビッグデータ・IoT・AI時代 ➡ 高度情報化社会

社会ニーズ

デジタル情報を長期にアーカイブする方法に関する標準仕様の制定

磁気テープによるデジタル情報の長期保存方法を規定する規格
アーカイブシステム構成や運用方法を明確化

メリット

- ・アーカイブの専門的な知見（最適なシステム設計、柔軟な運用）を得る
- ・規格準拠により安全・低コストに長期保存を実現できる

※JIS Z 6019の解説資料はJEITAテープストレージ専門委員会[Webサイト](#)に掲載中

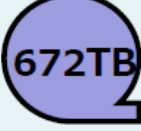


4.カーボンニュートラル時代と テープストレージ

カーボンニュートラルを支えるテープストレージ

CO2削減に最適なテープストレージ

磁気テープの省エネ性（1PBのデータセンターモデル）：サーバ15台、ストレージ1PBの場合
ディスクに比べ省電力でデータ保管が可能（省電力/CO2 最大▲86.7%削減）

#	ディスク容量	テープ容量	比率/トータル容量	CO ₂ 排出量
組合せ パターン1	 96TB +  864TB	ディスク(1):テープ(9) (トータル 約1PB)	約1.15t/年 (86.7% 低減)	
組合せ パターン2	 192TB +  768TB	ディスク(2):テープ(8) (トータル 約1PB)	約1.98t/年 (77.0% 低減)	
組合せ パターン3	 288TB +  672TB	ディスク(3):テープ(7) (トータル 約1PB)	約2.81t/年 (67.4%低減)	

出典：JEITAテープストレージ専門委員会2018：
file:///C:/Users/10098010/Downloads/20180725112832_4IrRd6WeFi.pdf

カーボンニュートラルを支えるテープストレージ

カーボンニュートラル社会で増加するデジタルデータの経済的保管、利活用のために

テープストレージをご活用ください

デジタルデータ資産の増加・大容量化

- LTOドライブの**容量向上**は継続
- 性能向上で**処理時間も短縮**
- テープライブラリで**大容量・自動化**が可能
- 大容量データ保管に**電力ゼロ**
- 自動でデータを管理でき**設置場所が自由**

セキュリティ

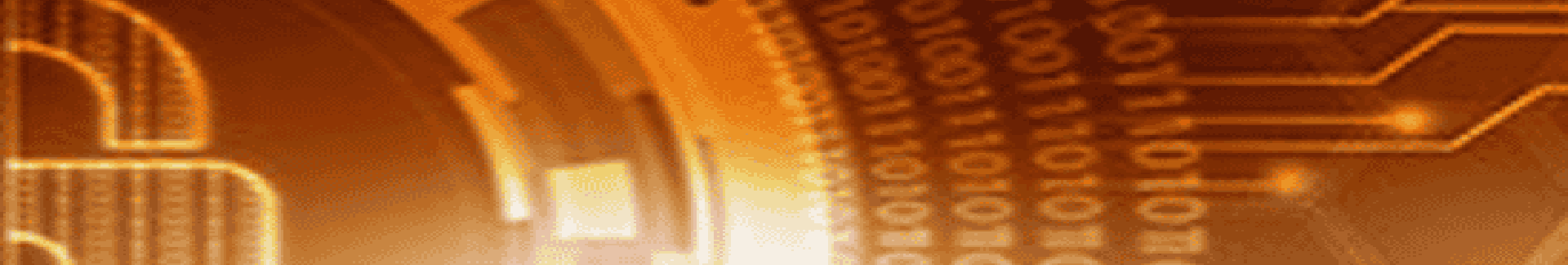
- **エアギャップ**によるネットワークを介したサイバーアタックからの防御
- **テープドライブ暗号化**でデータの盗難、紛失からデータを保護

コンプライアンス

- 法規制に対応する**メディアの長期保管**が可能
- **WORM**(Write Once Read Many)カートリッジでデータの改竄を防止



**テープは
地球にもエコ！
経費にもエコ！**



5. JEITA テープストレージ 専門委員会について

JEITAテープストレージ専門委員会の紹介

JEITAテープストレージ専門委員会の活動

ベンダの枠を超えて、テープストレージに関する情報発信と提供の継続



◆2021年度参加企業

ソニーグループ（株） 日本アイ・ビー・エム（株） 日本電気（株）
（株）日立製作所 富士通（株） 富士フイルム（株） （株）ユニテックス

マーケティング分科会

テープストレージの認知度向上活動全般

◆最新技術動向の発信

テープストレージの最新技術動向を技術資料としてまとめ
JEITAテープストレージ専門委員会のWebサイトで発信

◆テープストレージのマーケット調査および普及活動

3つのワーキンググループで活動

- ・データ利活用WG
- ・展博出展対応WG
- ・他団体交流WG



ご静聴ありがとうございました

テープストレージについてもっと知りたい方は
こちらへ！



JEITAテープストレージ専門委員会

<https://home.jeita.or.jp/cgi-bin/about/detail.cgi?ca=1&ca2=292>

JEITA

一般社団法人 電子情報技術産業協会

テープストレージ専門委員会
Tape Storage Technical Committee