CPS/IoT時代のデータ利活用を支える テープストレージソリューション
～データ長期保管事例(JIS規格準拠)～

Revision:0

JEITAテープストレージ専門委員会 副委員長

富士通株式会社　ペリフェラル事業部　ソリューション開発部　部長

橋本　恒二郎

2019年10月17日

自己紹介

JEITA
テープストレージ専門委員会

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 副委員長
橋本　恒二郎（はしもと　こうじろう）

テープストレージ暦:28年
趣味: 洗車と犬の散歩

※資料としてご使用の際は、出典元（当委員会）を明記ください

目次

1. 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. テープストレージ活用事例
5. JEITAテープストレージ専門委員会について

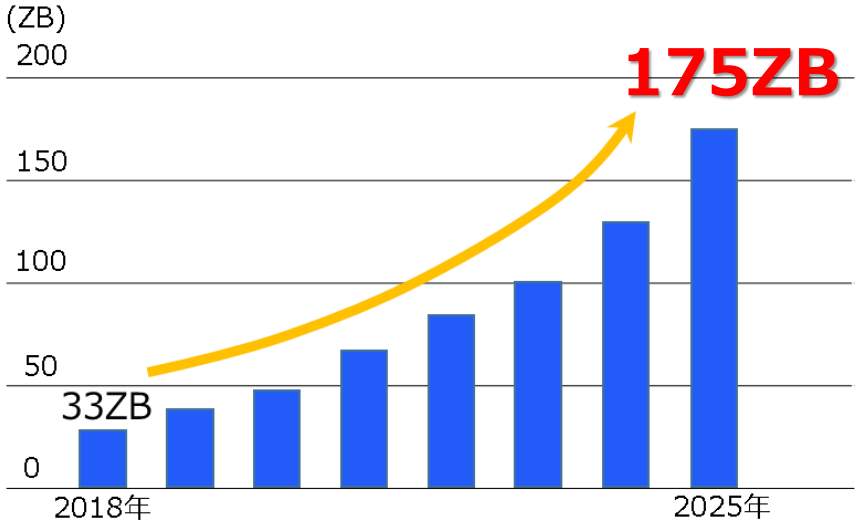
※資料としてご使用の際は、出典元（当委員会）を明記ください

1.デジタルデータの動向

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175ZBに

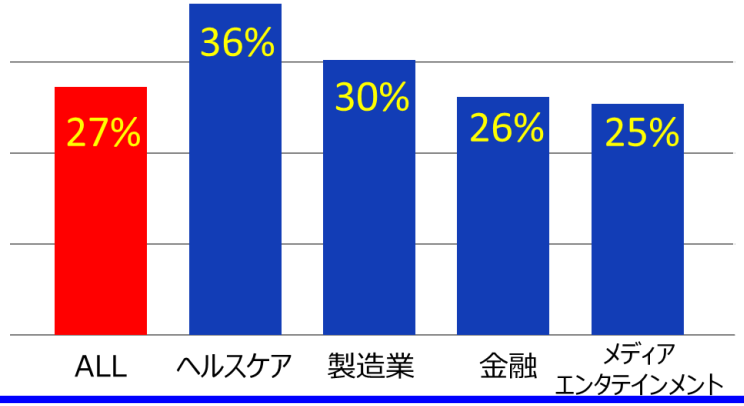
全世界で生成されるデータ生成量



2018年は約33ゼタバイト
2025年には**約175ゼタバイトに急増**

1ゼタ=10^{21}
世界中の砂浜にある砂粒の数に喩えられる

2018-2025年 データ生成量年平均成長率



特にヘルスケア業界や製造業におけるデータが著しく急増すると予測されている。

- **ヘルスケア業界；**診断や高齢者ケアへの活用に向け患者データの生成・蓄積が推進
- **製造業；**IoTデバイスからのデータ収集と活用、およびそれらデータの共有が進展

(出典)IDC「Data Age 2025」(グラフはJEITA作成)

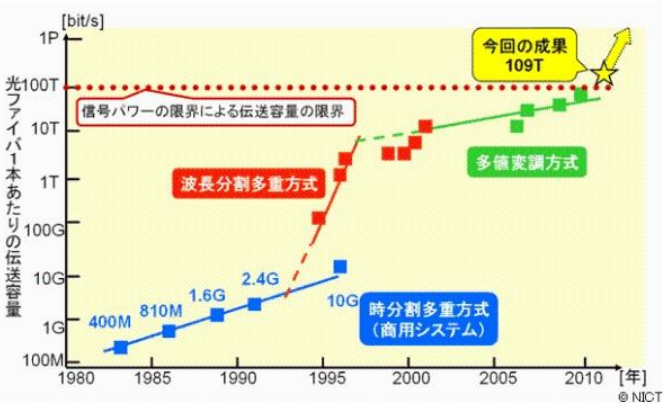
※資料としてご使用の際は、出典元（当委員会）を明記ください

デジタルデータ高速通信の進展

■ 通信技術の急速な進展

固定通信網

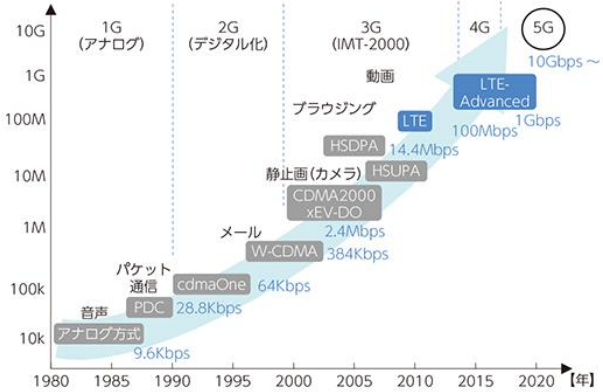
光通信はテラビット領域へ



（出典:情報通信研究機構(NICT)）

モバイル無線通信

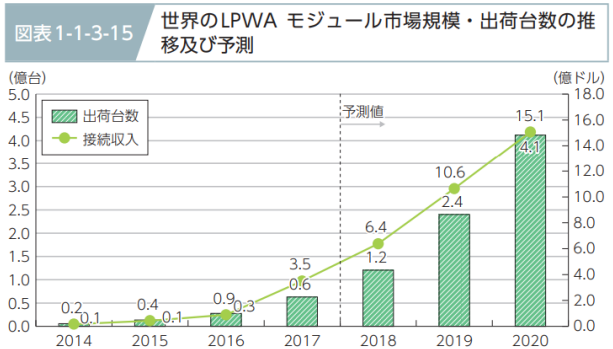
5G通信サービスの開始



（出典:平成27年版 情報通信白書）

IoT無線通信

低消費電力・超広域通信



（出典:平成30年版 情報通信白書）

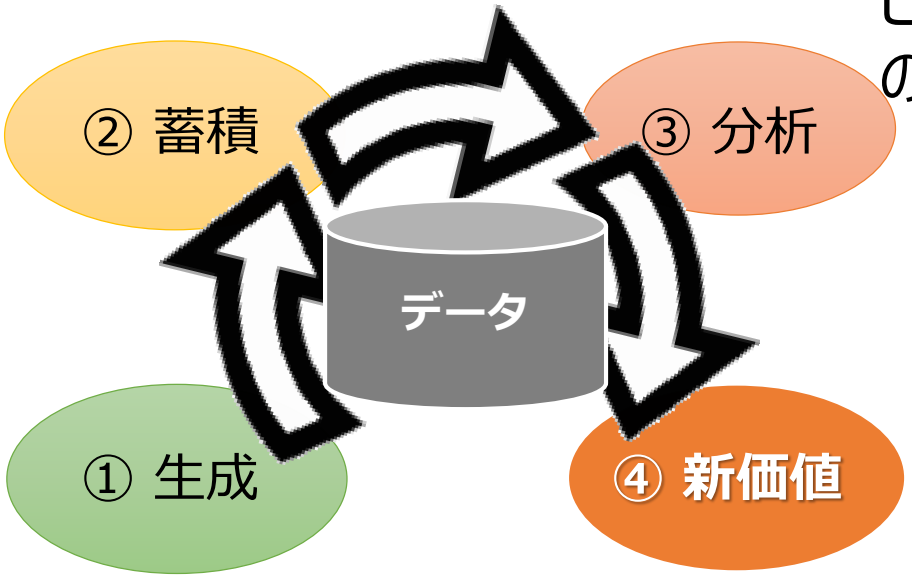
ビッグデータの転送が可能　　**膨大な数のデバイスが同時接続可能**

処理されるデータ、蓄積されるデータも巨大に！

※資料としてご使用の際は、出典元（当委員会）を明記ください

データ主導社会の実現に向けて

■ データ主導社会

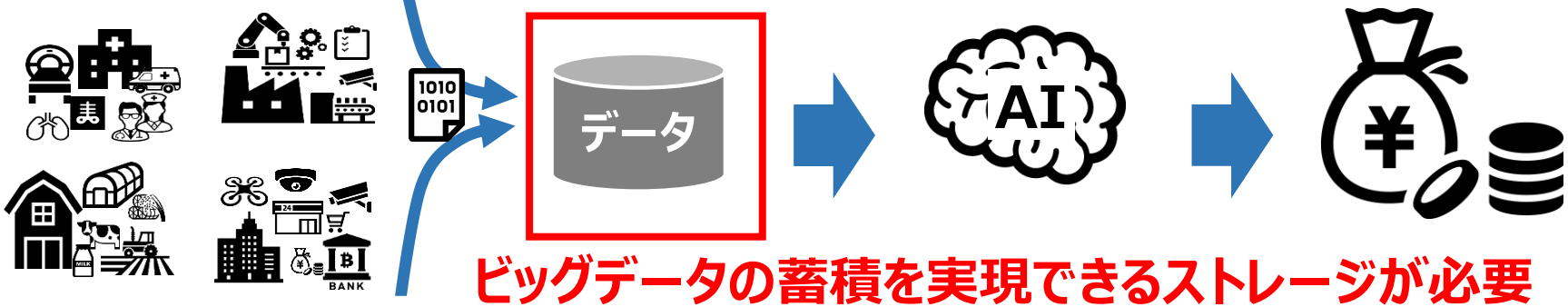


ビッグデータを活用することで経済成長の活性化、社会課題の解決を図る

①ビッグデータを生成し、
②これを蓄積し、
③分析・利活用して、
④新たな価値を創出して活用

換言すると

ビッグデータの生成 → **データの蓄積** → データの利活用 → **新たな利益の源泉**



ビッグデータの蓄積を実現できるストレージが必要

※資料としてご使用の際は、出典元（当委員会）を明記ください

今後の市場特性

お客様の課題

データ利活用に向け膨大に増えるデータを保管

従来型ストレージではコスト高になるため
低コスト型の保管専用ストレージが
必要になってくる

大容量・低コストのテープストレージが活躍

※資料としてご使用の際は、出典元（当委員会）を明記ください

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

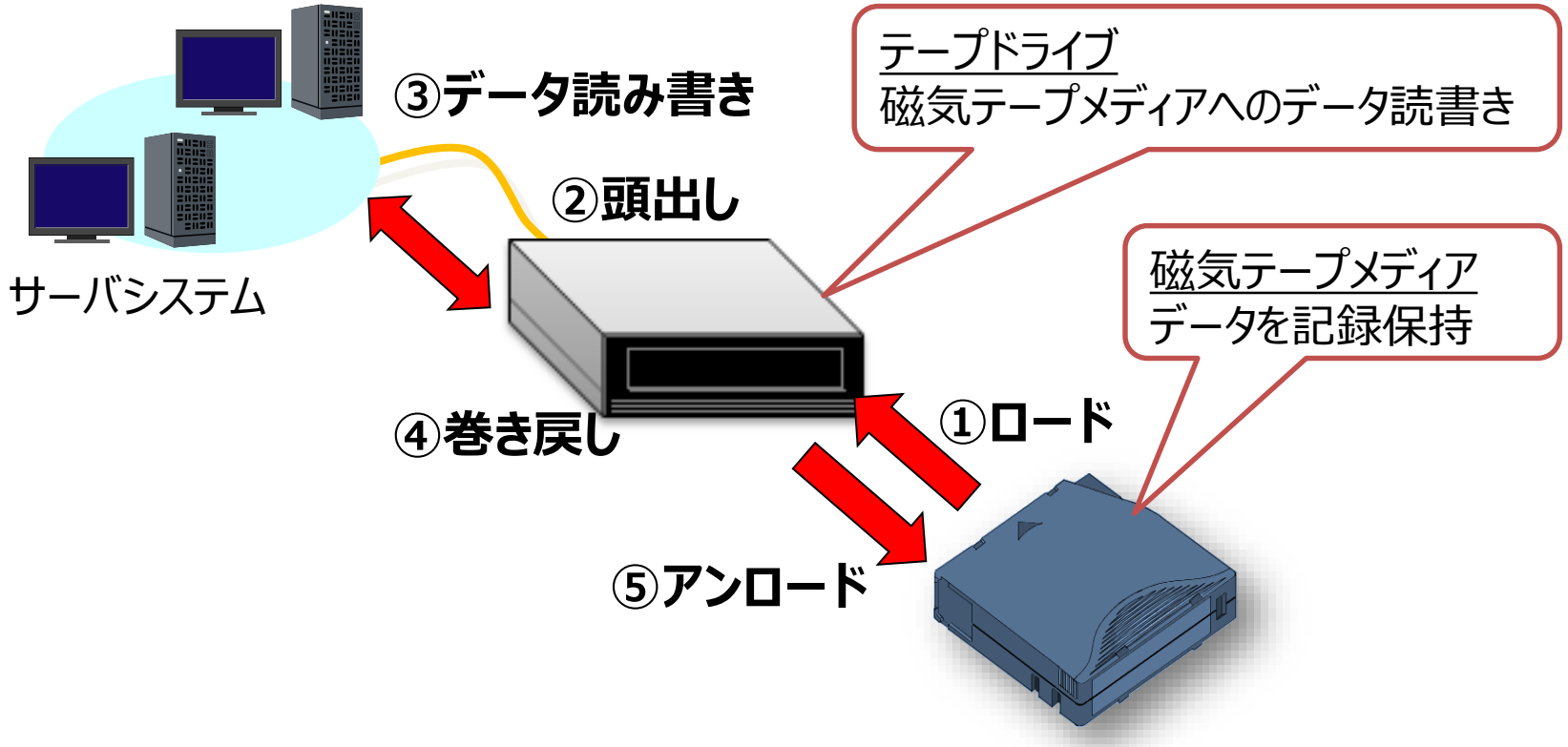
LTO（Linear Tape-Open）
*オープン規格

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

ロード → 頭出し → データ読み書き → 巻き戻し → アンロード

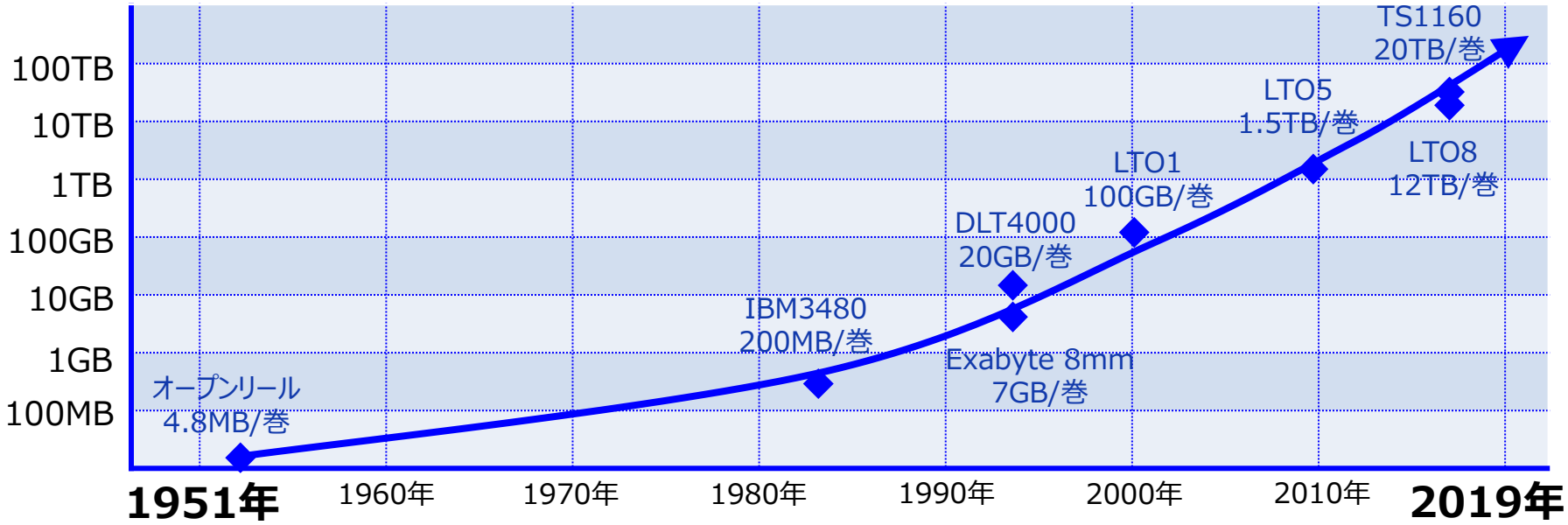


大型システム向けにはロード・アンロードを自動化する**テープライブラリ**が主流
テープメディア搬送用のロボットとテープメディア搭載棚を備える

※資料としてご使用の際は、出典元（当委員会）を明記ください

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。

※資料としてご使用の際は、出典元（当委員会）を明記ください

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

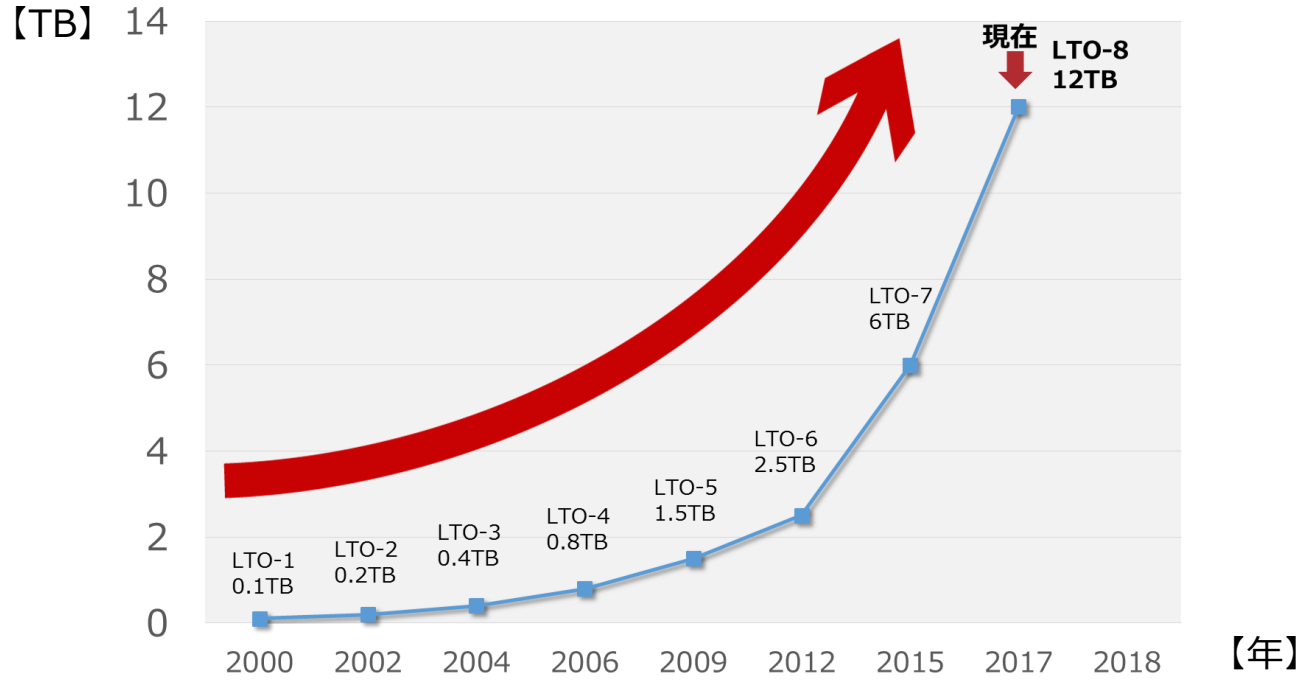
※資料としてご使用の際は、出典元（当委員会）を明記ください

テープストレージの最新技術動向

※資料としてご使用の際は、出典元（当委員会）を明記ください

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)
- 1世代のLTO 1(0.1TB/巻)から17年で120倍
  年率平均30%の向上
- 実証実験で、330TB/巻まで達成しており、今後も容量は伸長



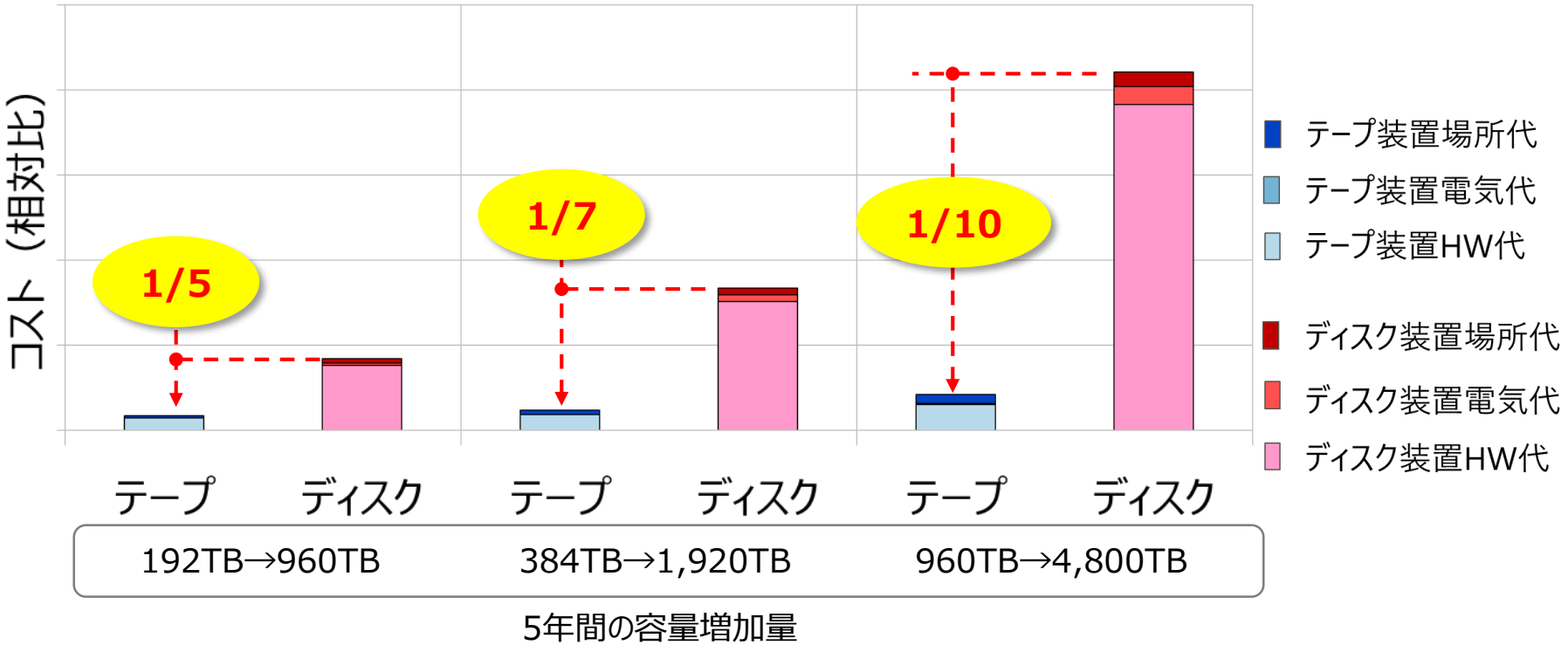
※データは非圧縮時の容量

※資料としてご使用の際は、出典元（当委員会）を明記ください

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



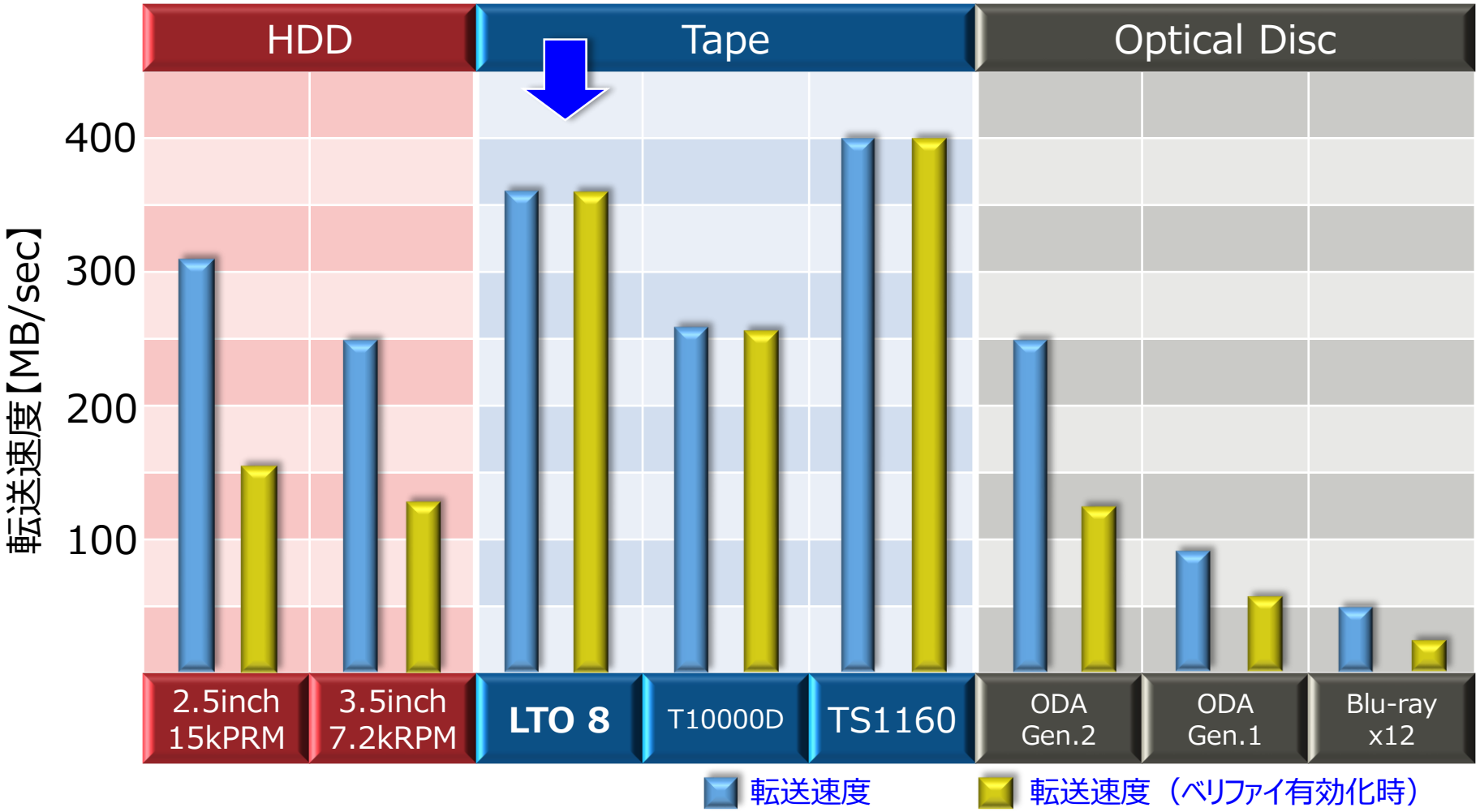
※　テープ装置　　：80巻テープライブラリ、LTO 8ドライブ搭載（非圧縮12TB）
※　ディスク装置　：RAID 6構成、高密度実装タイプ、エコモード、Near Line 12TB HDD

テープストレージの最新技術動向

※資料としてご使用の際は、出典元（当委員会）を明記ください

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)

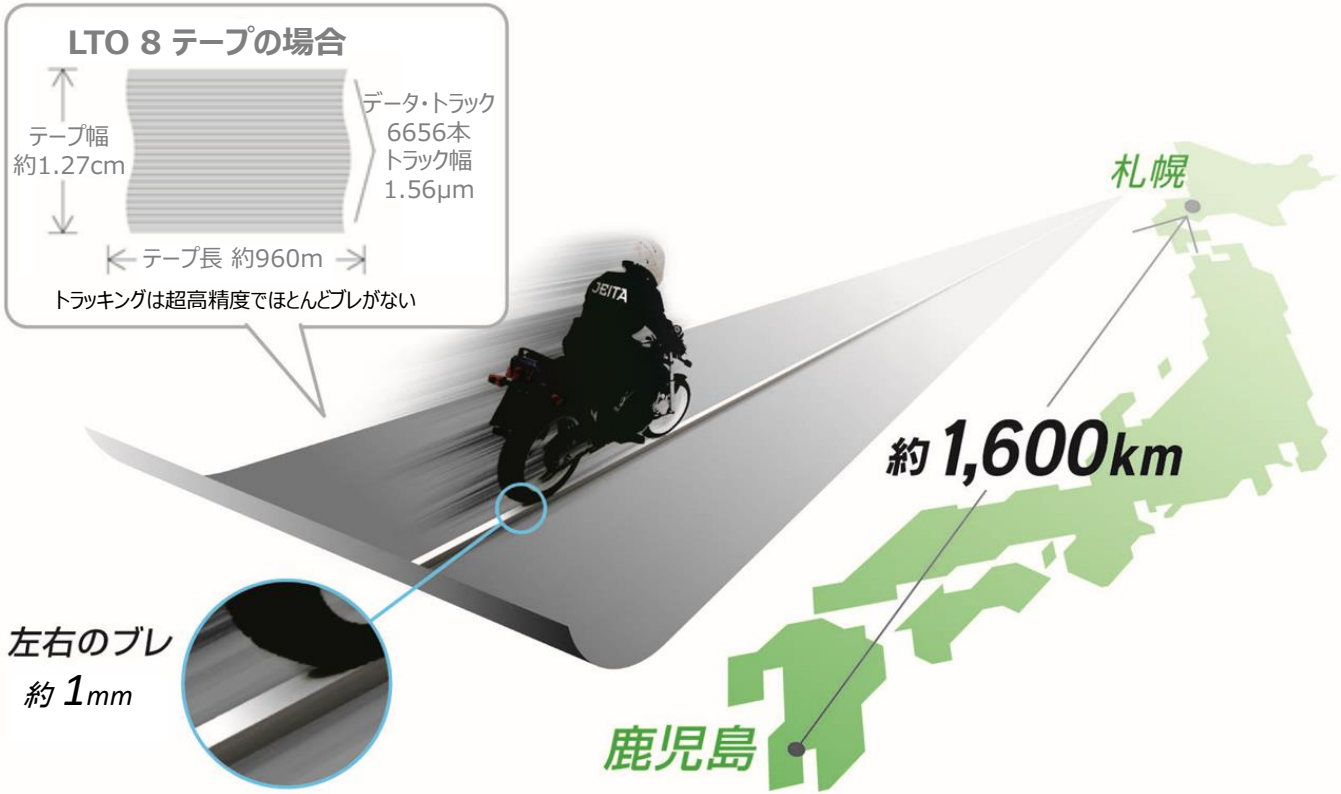


※資料としてご使用の際は、出典元（当委員会）を明記ください

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－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１mm



※資料としてご使用の際は、出典元（当委員会）を明記ください

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

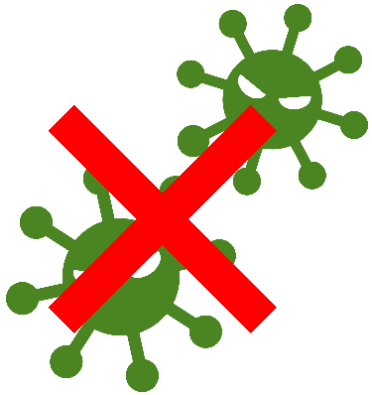
切れる、絡む？

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。

定期的な巻き直しが必要？

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。

カビが生える？



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。

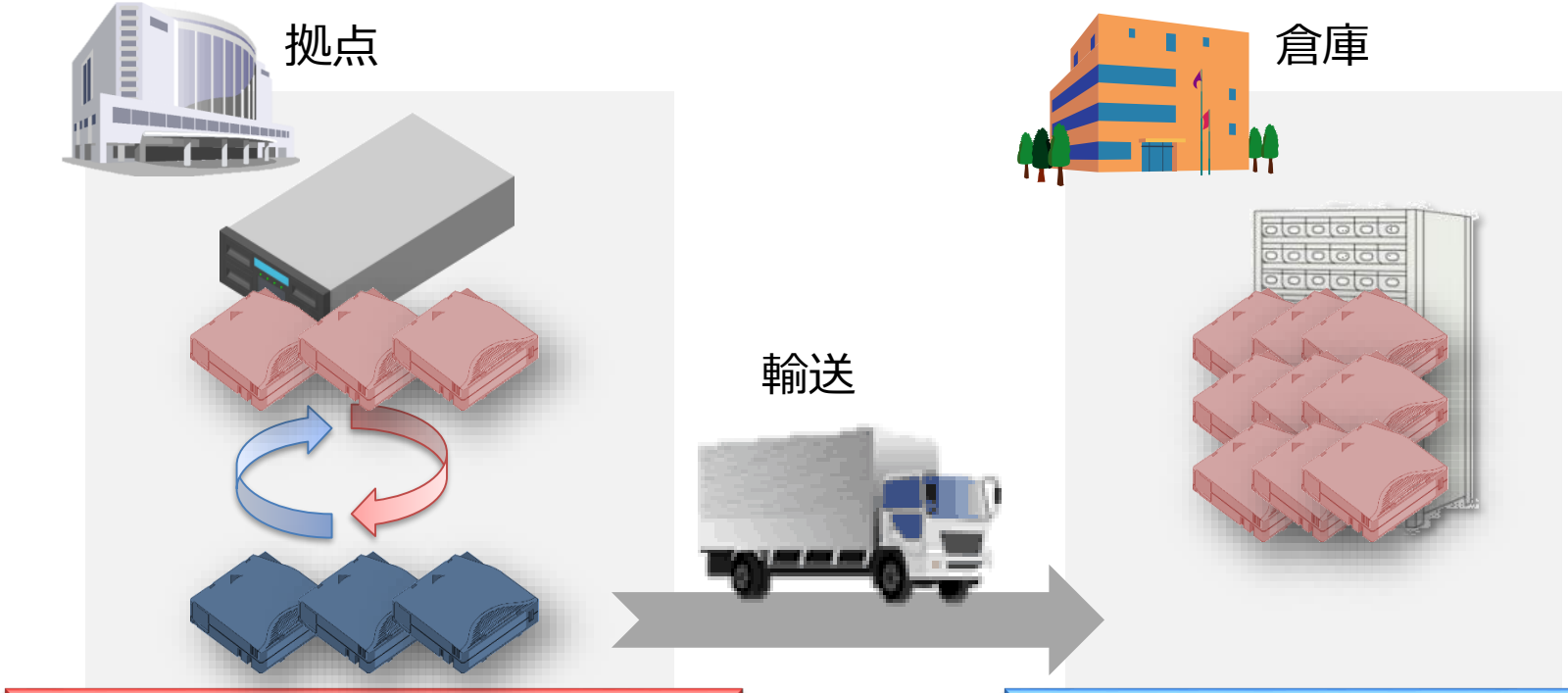
※資料としてご使用の際は、出典元（当委員会）を明記ください

テープストレージの最新技術動向

※資料としてご使用の際は、出典元（当委員会）を明記ください

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



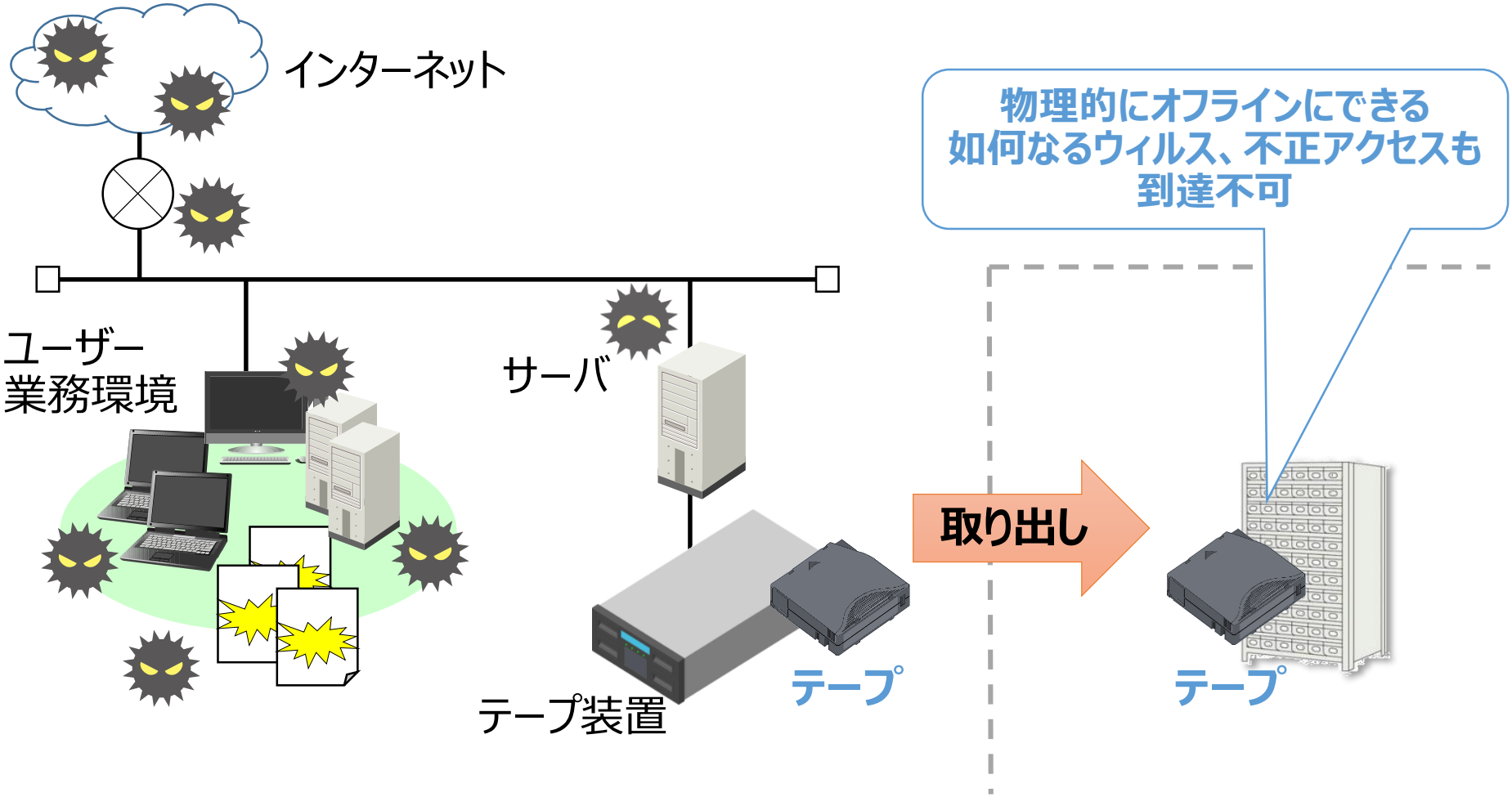
テープメディアを入れ替える
だけで簡単容量追加

ネットワークを使用せず
遠隔地保管

※資料としてご使用の際は、出典元（当委員会）を明記ください

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



※資料としてご使用の際は、出典元（当委員会）を明記ください

テープストレージの最新技術動向

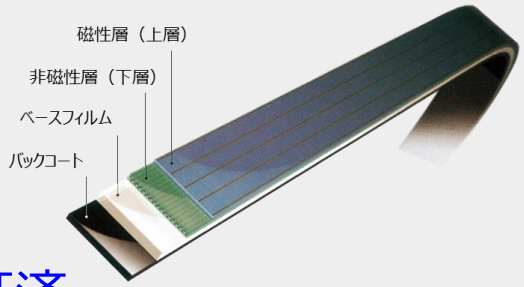
※資料としてご使用の際は、出典元（当委員会）を明記ください

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

※資料としてご使用の際は、出典元（当委員会）を明記ください

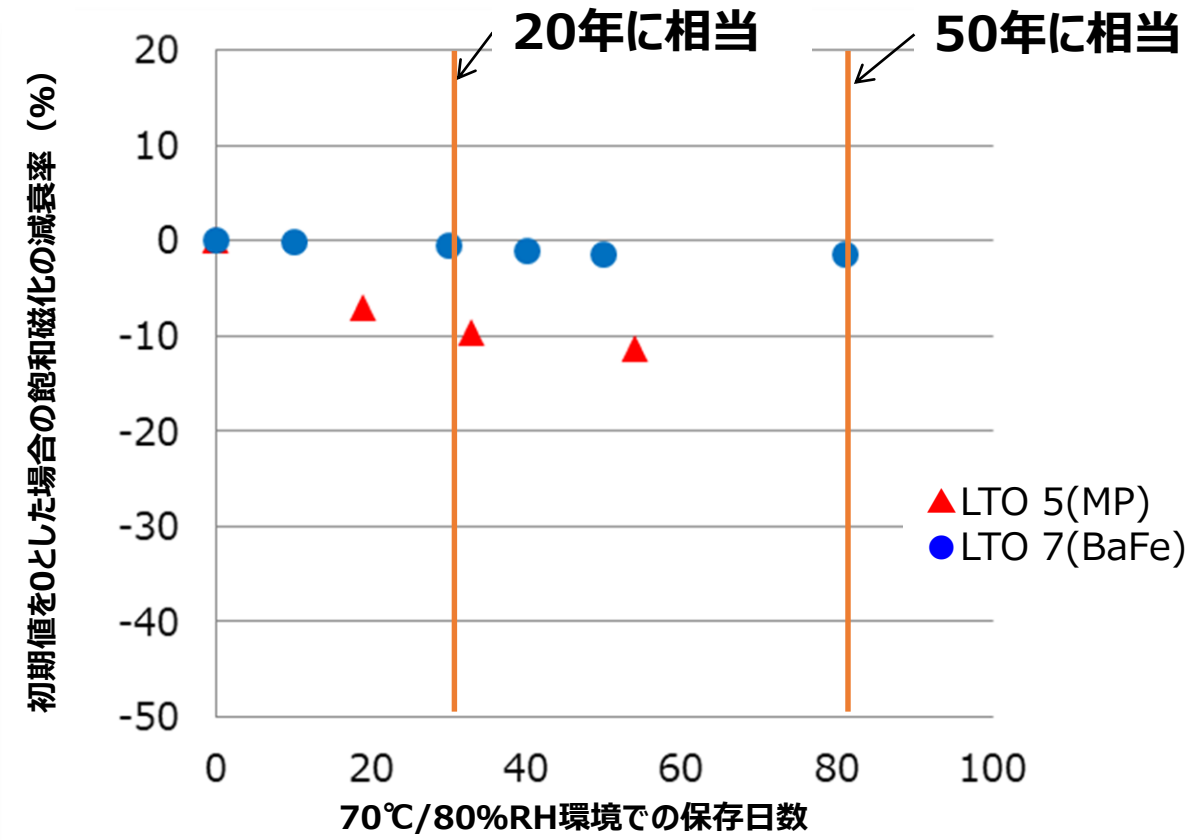
長期保管：長寿命媒体

- 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 8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℃)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

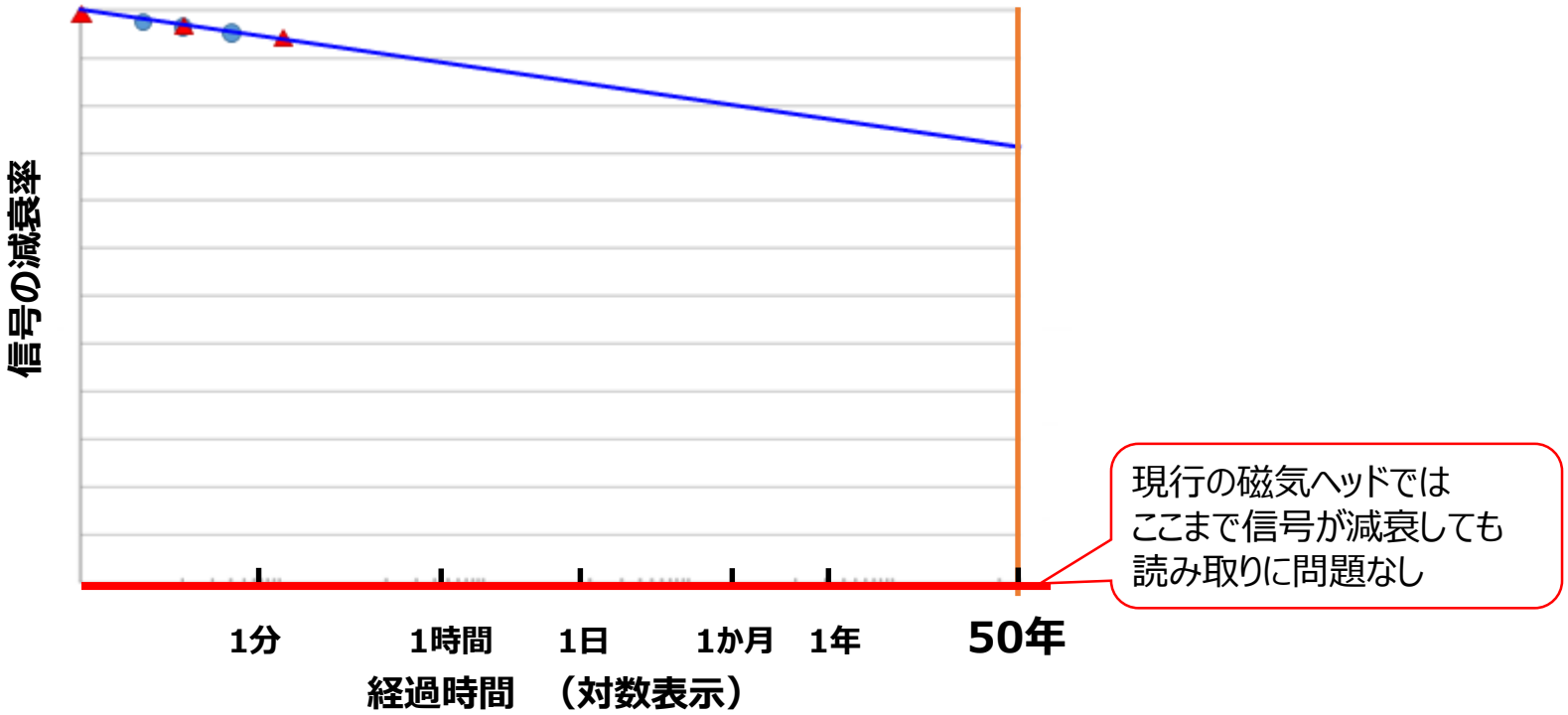
磁気的性能は、室温環境保管50年後でも劣化がほとんどないことを確認



70℃/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

※資料としてご使用の際は、出典元（当委員会）を明記ください

LTFS*の登場による利便性の向上

*Linear Tape File System

■ ドラッグ&ドロップ操作で直接アクセス

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

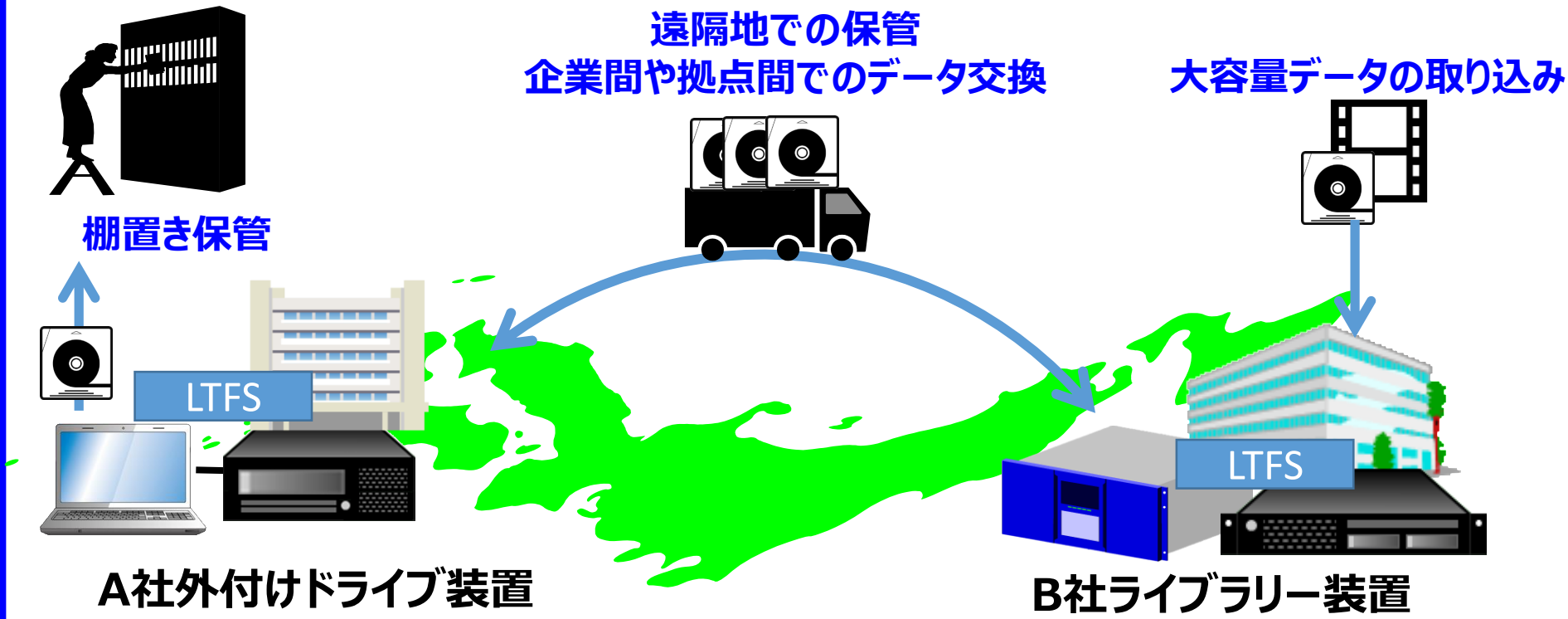
※資料としてご使用の際は、出典元（当委員会）を明記ください

LTFS*の登場による利便性の向上

*Linear Tape File System

■ **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 20919:2016



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

※資料としてご使用の際は、出典元（当委員会）を明記ください

テープストレージの最新技術動向

※資料としてご使用の際は、出典元（当委員会）を明記ください

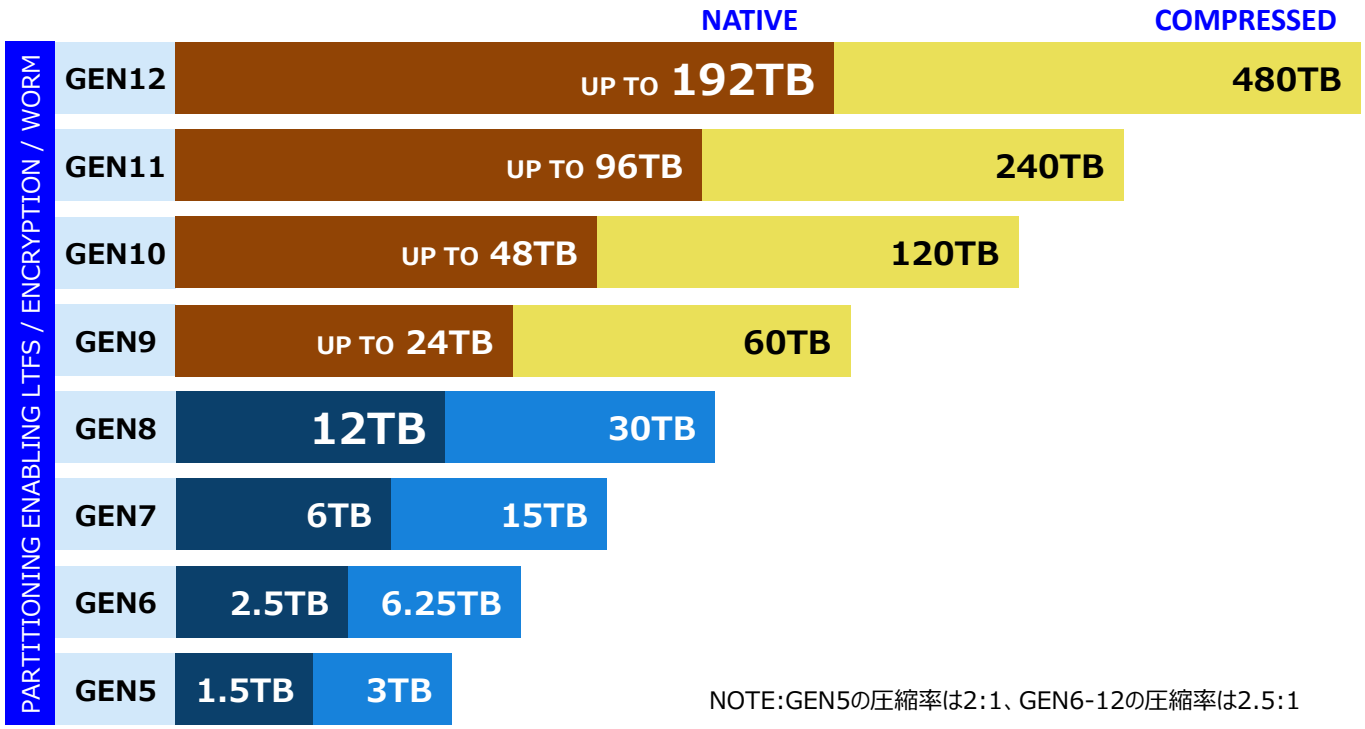
テープストレージの未来

■ 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8世代の約16倍の192TB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/
を参照にJEITAで作成



NOTE:GEN5の圧縮率は2:1、GEN6-12の圧縮率は2.5:1

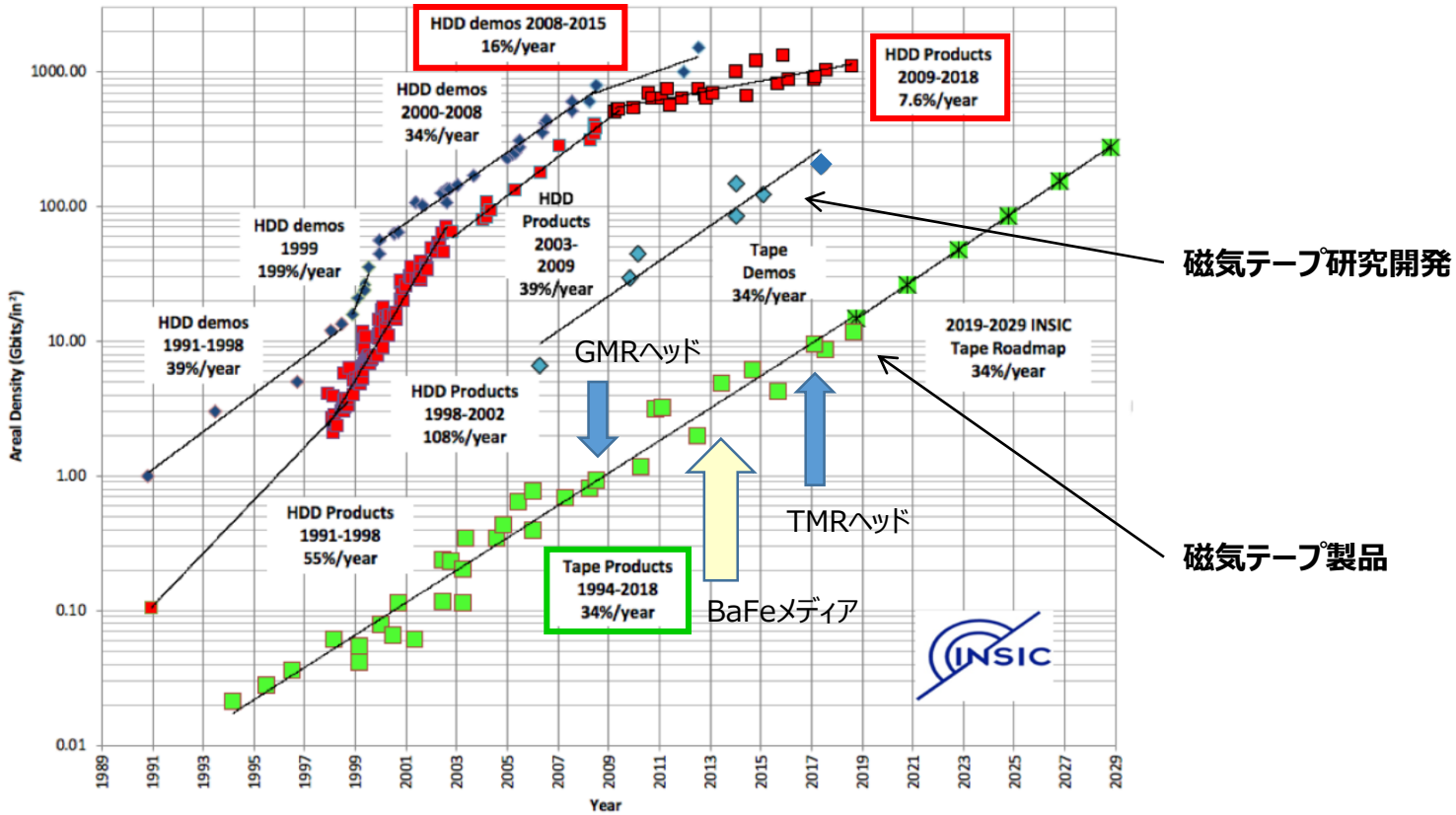
磁気テープは今後も進化を続けていく

※資料としてご使用の際は、出典元（当委員会）を明記ください

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

※資料としてご使用の際は、出典元（当委員会）を明記ください

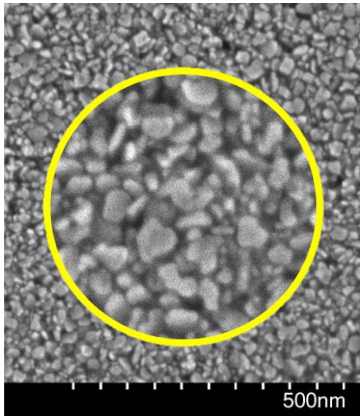
テープストレージの未来

■ 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

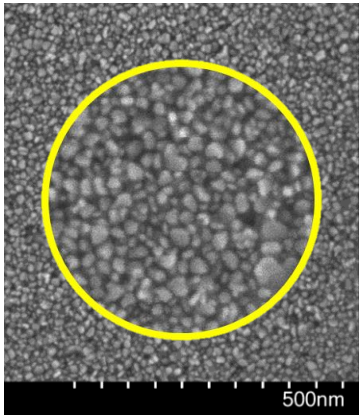
富士フイルムが開発した新たな磁性体（磁気記録素材）テープ1巻あたりの容量を400TBまで向上できる可能性がある

BaFe磁性体(現行)



粒子体積: 1900nm^3

SrFe磁性体(新開発)



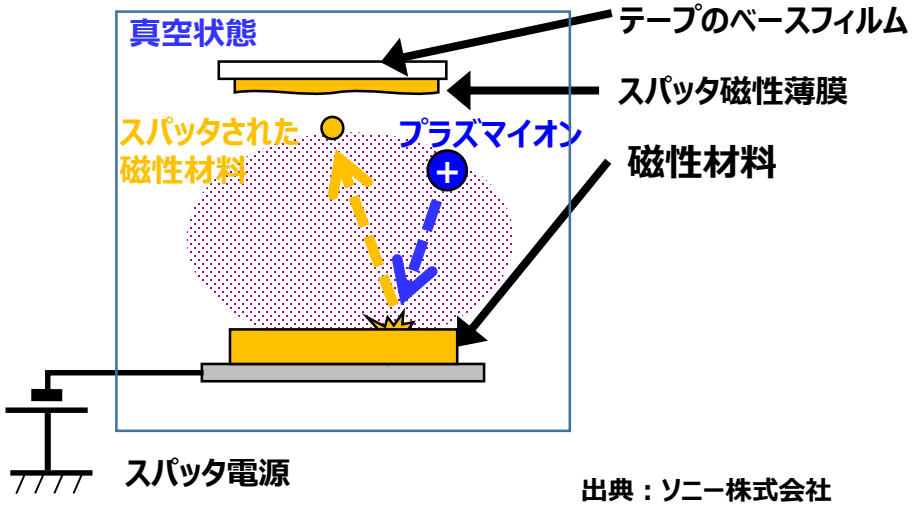
粒子体積: 900nm^3

出典：富士フイルム株式会社

201Gb/in^{2}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/inch^2 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

※資料としてご使用の際は、出典元（当委員会）を明記ください

3.テープストレージの活用方法

バックアップへの活用

■ 古くから、テープストレージは**バックアップ**に活用されてきた

バックアップとは

・不測の事態に備え、大切なデータの複製を作成しておくこと

・不測の事態とは…

ヒューマンエラー

サイバーアタック

ハードウェア障害

災害・テロ

コストはかけたくない

➢ **テープは大容量・低コスト**

速やかにバックアップしたい

➢ **バックアップならデータをまとめ書き**
高速シーケンシャルアクセス可能

様々な脅威の対策をしたい

➢ **遠隔地搬送で災害対策**

➢ **システムから切り離し高セキュリティ**

※資料としてご使用の際は、出典元（当委員会）を明記ください

アーカイブへの活用

■ 近年、ビッグデータ社会における様々なニーズを受けて
テープストレージを使った**アーカイブ**が注目されている

アーカイブとは

・保管したい・しなければならないデータ（原本）を長期間保管していくこと
・たとえばこのようなデータ…

機密情報　カルテ　映画・TV番組　研究・観測データ　監視データ　ファイル

多くのデータを保管したい

➢ テープは大容量

**いつ使うかわからないが
長く取っておきたい**

➢ ランニングコストが低いテープは
長期間データを取っておくのに最適

データを確実に保管したい

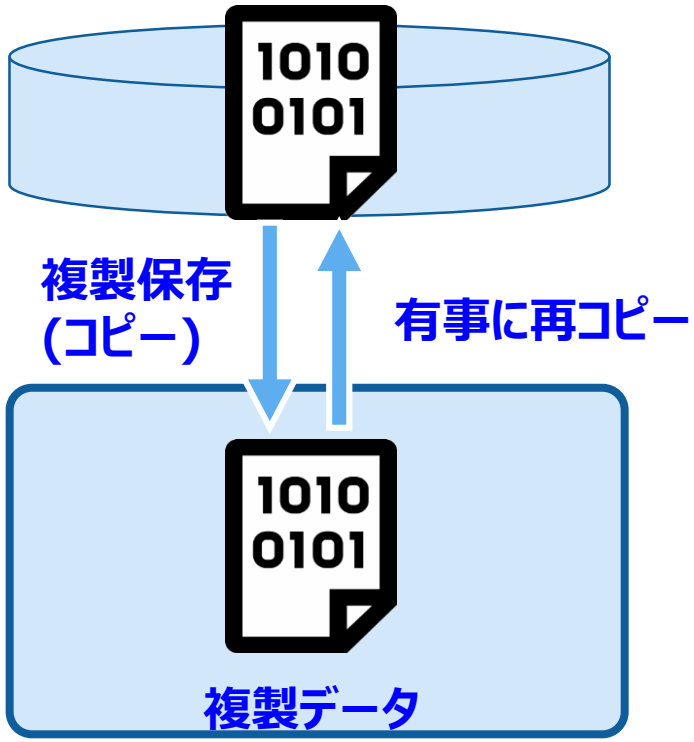
➢ データ書込み・読出しにおける
高い信頼性

4．ビッグデータのアーカイブ

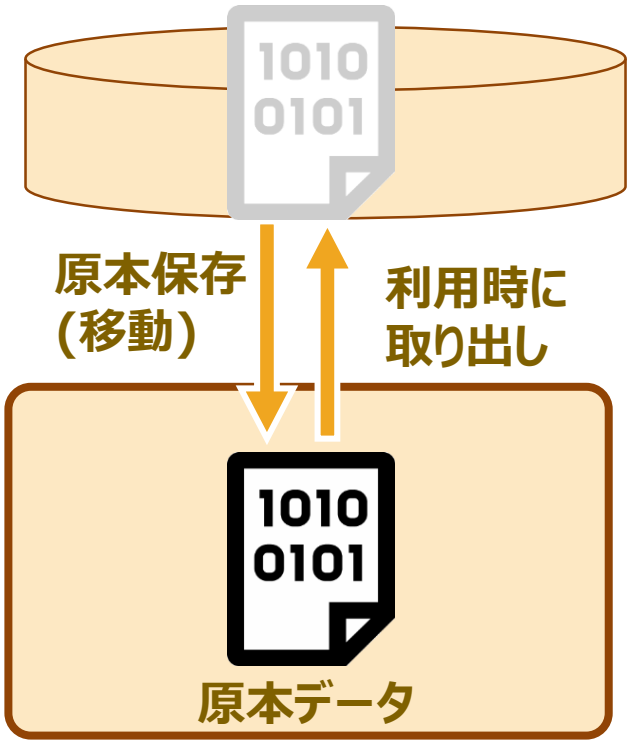
■ アーカイブとバックアップとの違い

バックアップとは
データ保護を目的として原本データの
一時的な複製を作成すること

アーカイブとは
保管/利用を目的として原本データを
永久/長期に保存すること



バックアップ

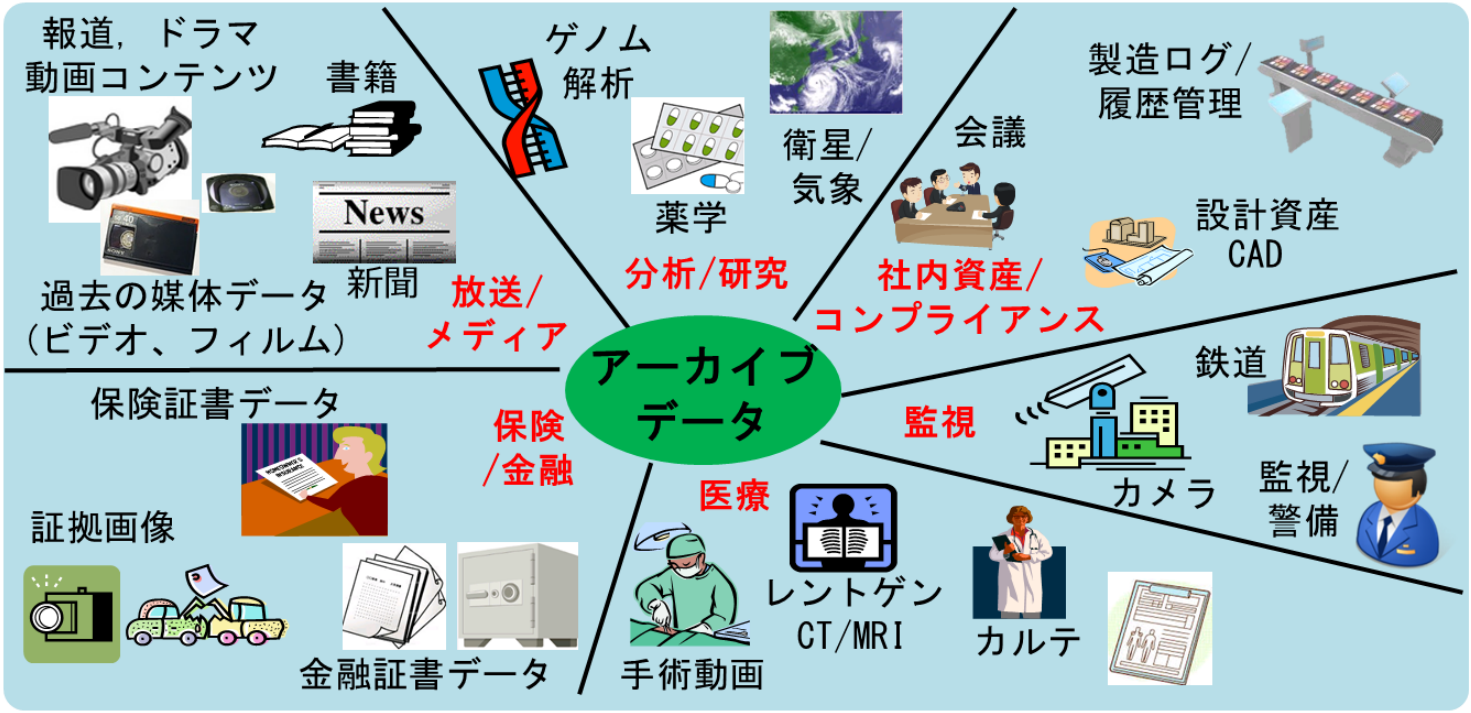


アーカイブ

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

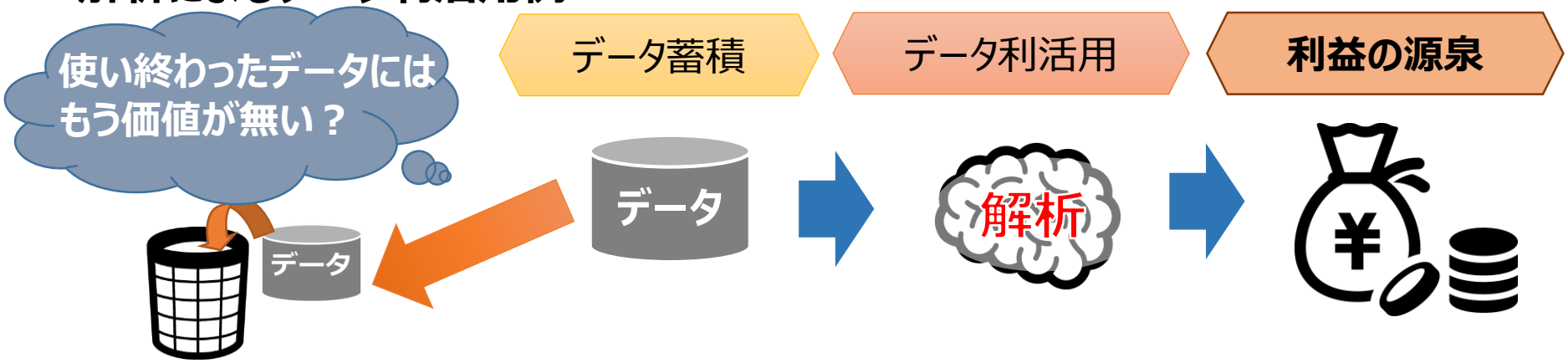
法令順守　記録・証拠　再利用　収益化

※資料としてご使用の際は、出典元（当委員会）を明記ください

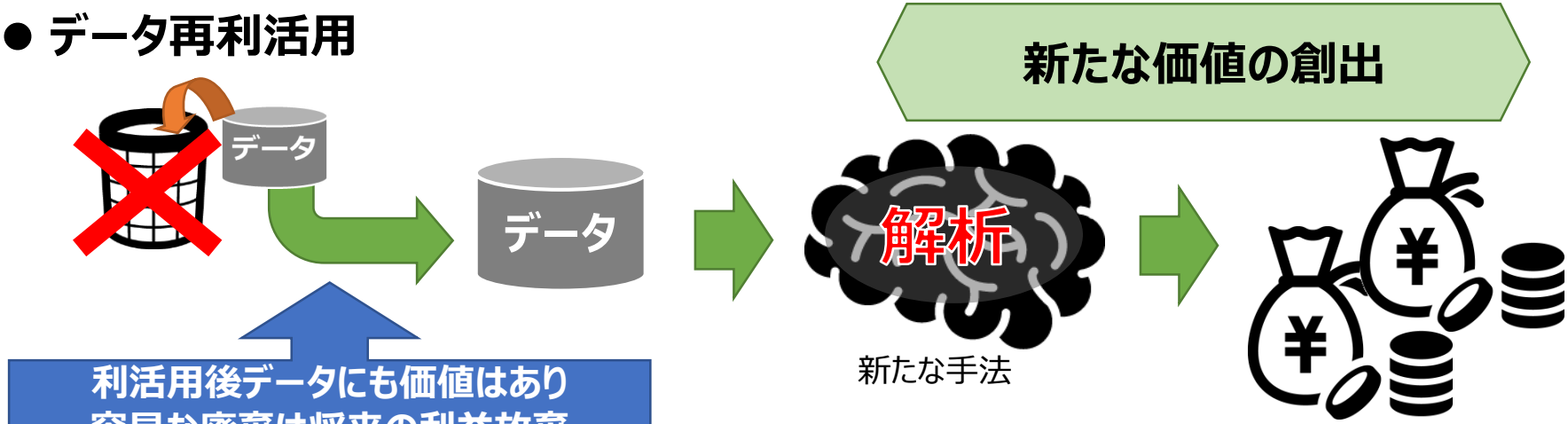
データ利活用のための戦略的アーカイブ

■ データ利活用においても"データ資源"のアーカイブは重要

● 解析によるデータ利活用例



● データ再利活用



利活用後データにも価値はあり
容易な廃棄は将来の利益放棄
＝ 捨てられない

コスト効率に優れるテープが活躍

※資料としてご使用の際は、出典元（当委員会）を明記ください

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

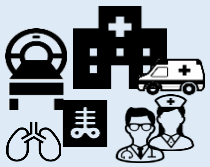
※資料としてご使用の際は、出典元（当委員会）を明記ください

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

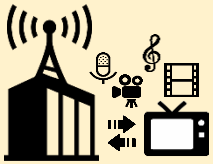
JIS Z 6019 制定の主旨

医療



農業

放送



製造

監視

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

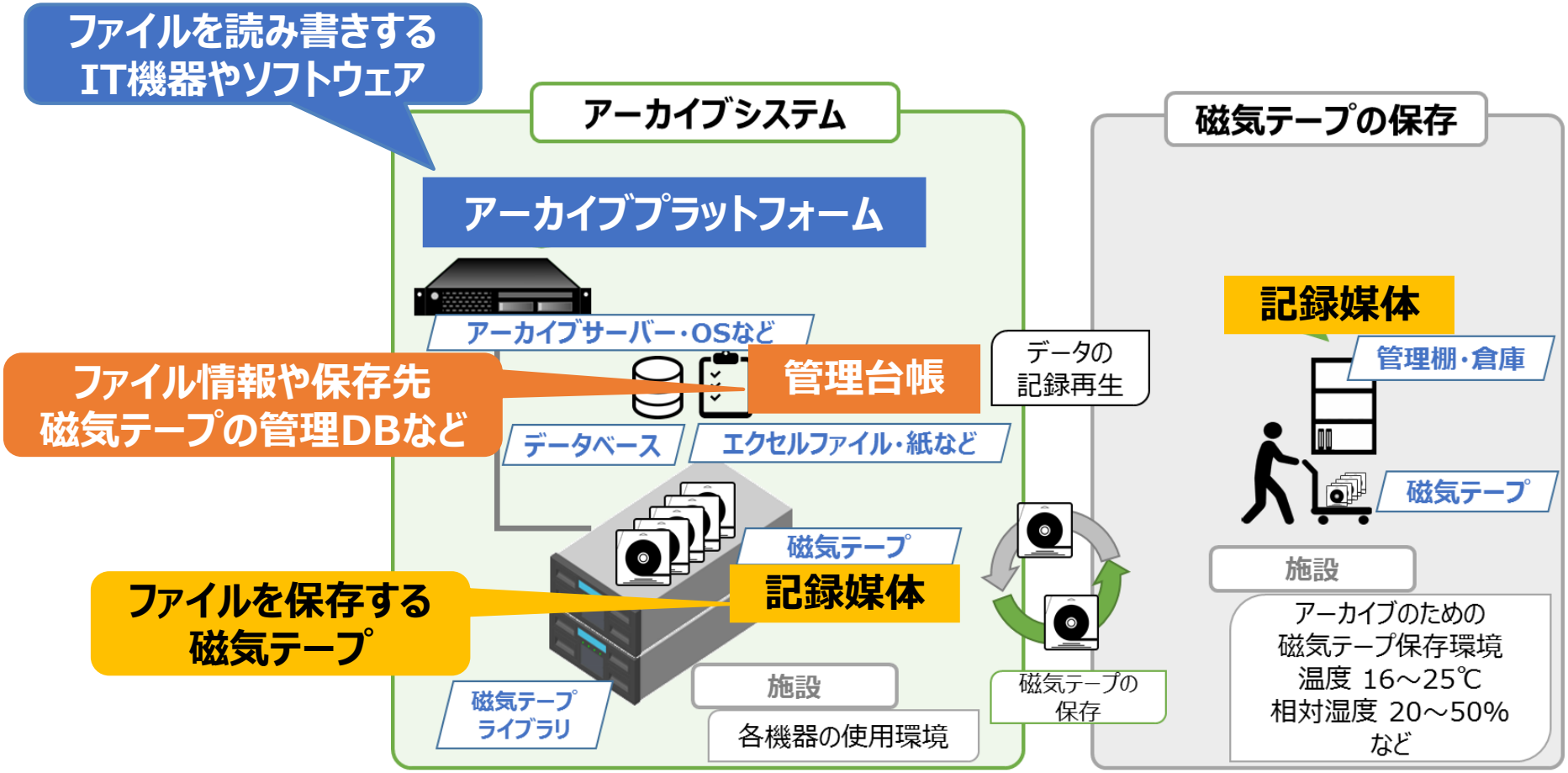
- **アーカイブの専門的な知見（最適なシステム設計、柔軟な運用）を得る**
- **規格準拠により安全・低コストに長期保存を実現できる**

※資料としてご使用の際は、出典元（当委員会）を明記ください

JIS規格におけるアーカイブシステム構成

■ アーカイブシステム構成

JIS規格において**アーカイブシステム構成例**が明確化された



※資料としてご使用の際は、出典元（当委員会）を明記ください

JIS規格における長期保存保証レベル

■ 長期保存保証レベル

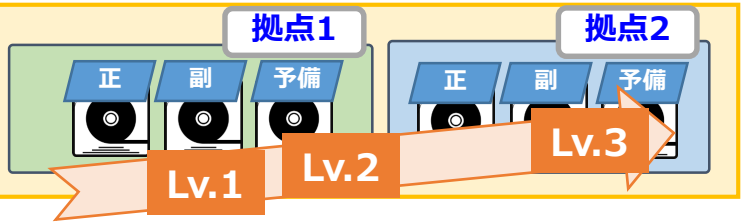
JIS規格において**3項目の視点で保証レベル**が示され、
デジタル情報を長期保存するための運用レベルが定められた

デジタル情報ファイル一致検証

ファイル整合性の要求レベルを運用前に決定
データ不整合に対する耐障害性 ↑

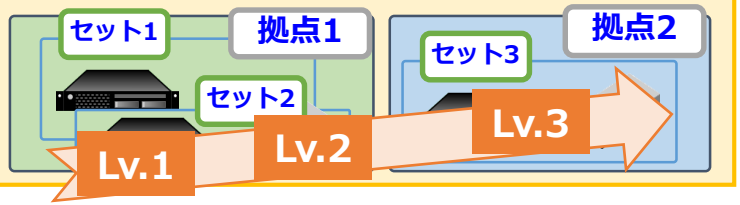
保存ファイル

保存ファイルごとに磁気テープの複製を作成
ファイルの耐障害性・耐災害性 ↑



アーカイブシステム

同一拠点・別拠点にシステムを配置
運用継続のための耐障害性・耐災害性 ↑

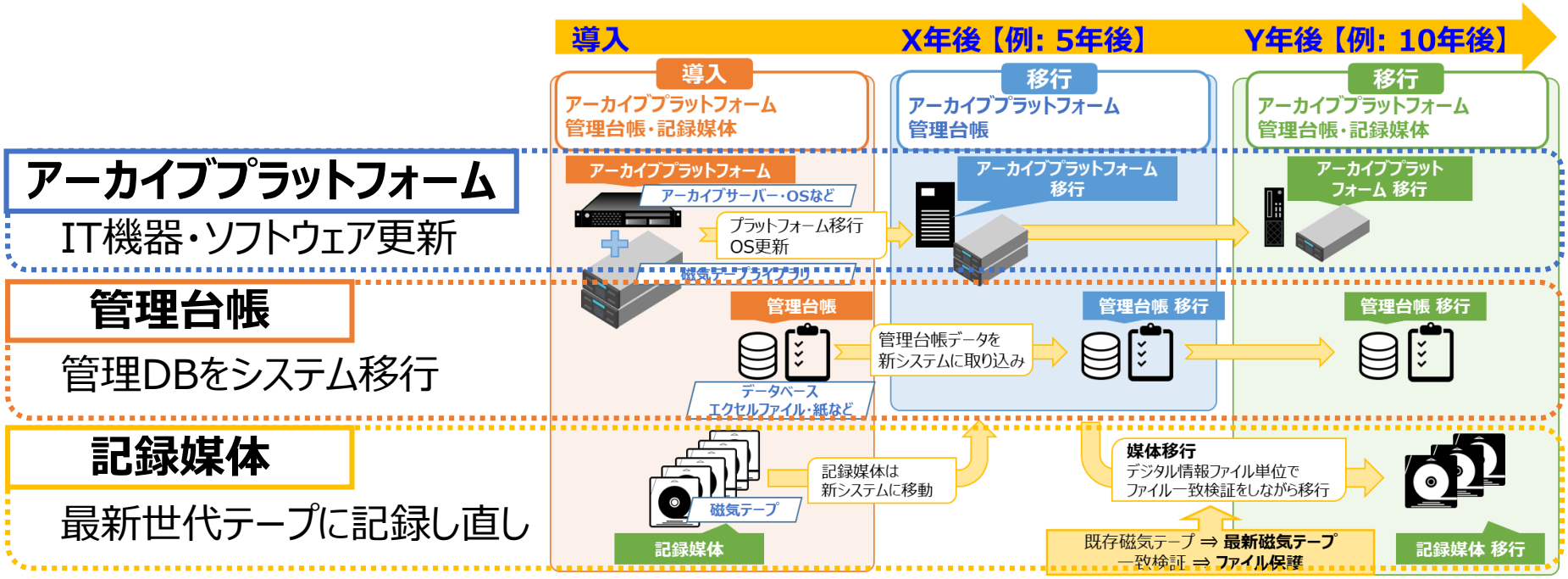


※資料としてご使用の際は、出典元（当委員会）を明記ください

JIS規格によるデジタル情報の長期保存方法

■ アーカイブシステムの移行

JIS規格において**磁気テープを含むシステム全体のマイグレーション**が示され、**デジタル情報を長期保存する方法**が定められた



デジタル情報を安全かつ低コストで長期（数十年～半永久）に保存

※資料としてご使用の際は、出典元（当委員会）を明記ください

4.テープストレージの活用事例
～JIS Z 6019 準拠～

放送局のコンテンツアーカイブ

テレビ放送局のメディア・アセット・マネジメントシステムの構築

◆背景と目的

従来、テレビ放送局では放送番組をVTRテープで保存。
→VTRテープに記録された映像素材をファイル化＋アーカイブすることにより、
長期保管と効率運用を実現。

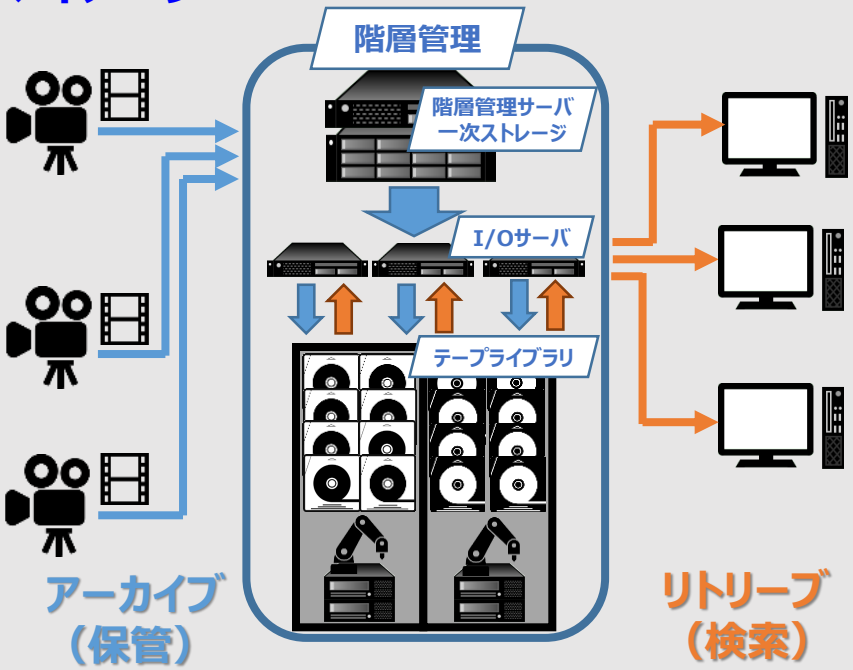
◆課題

・アーカイブとリトリーブを同時運用し
かつ長期保管できるシステムが必要。
・膨大な数の映像素材は検索しづらく、
効率的な運用が難しい。

◆導入効果

・システムと保存ファイルを多重化し信頼性と
運用性の両立→**長期保管を実現**
・ファイル化された映像素材をDB管理により、
容易に検索/編集可能
→**効率的な運用を実現**

◆イメージ



※資料としてご使用の際は、出典元（当委員会）を明記ください

医療画像アーカイブ

増え続ける医用画像データの長期保管

◆背景と目的

CRやMRI,PETなどからの医用画像は、診察や今後の診療計画立案、医用画像診断を行うために、患者の一生分の**医用データを保管**
また、保管されたデータは重要症例として診察に後利用するため**長期に保管**

◆課題

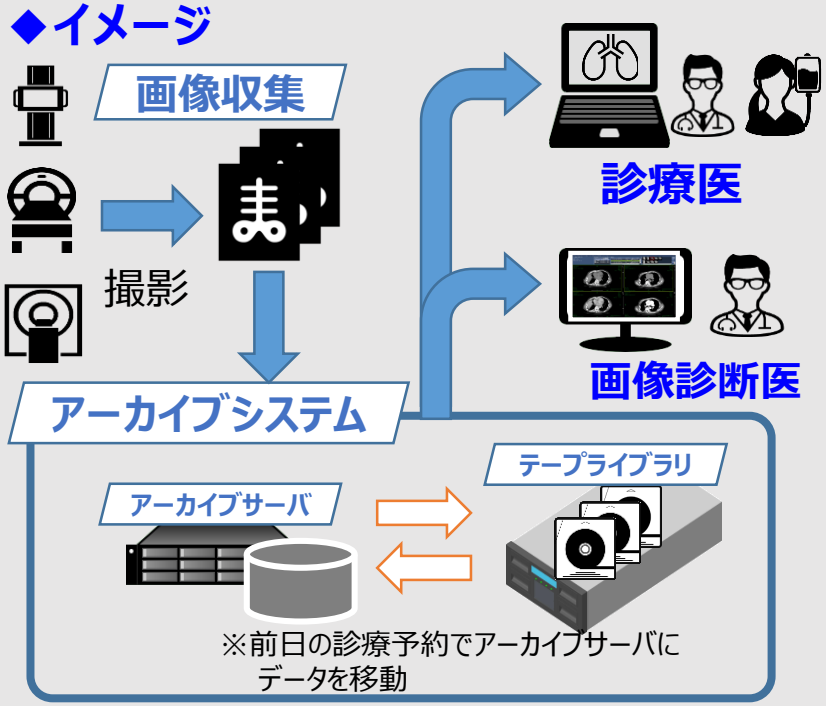
高度医療機器の性能向上により、予想を超えるデータ保存量の増加

- 膨大なデータの運用(保管)コスト
  3年を超えたデータはほとんどアクセスがなく、HDDベースのストレージではコスト高
- 想定以上の容量増加への対応

◆導入効果

- 3年を超過したデータは磁気テープに保管する
  →**コスト低減を実現**
- 磁気テープを追加することで容易に容量拡張
  →**容量増加に対応**

◆イメージ



※資料としてご使用の際は、出典元（当委員会）を明記ください

製造現場のアーカイブ

生産設備点検画像の活用に向けた長期保管

◆背景と目的

生産設備の点検業務をリモートで行うために高解像度画像を取得し、点検に使用した画像は記録として**設備寿命以上の期間保管する**

将来的にはその画像を活用し機械学習による自動点検の実現につなげる

◆課題

・ITシステムの寿命を超えてデータを保管
　※ほとんどの生産設備はITシステムの寿命より耐用年数が長い

・ストレージコストの低減と安全な長期保管

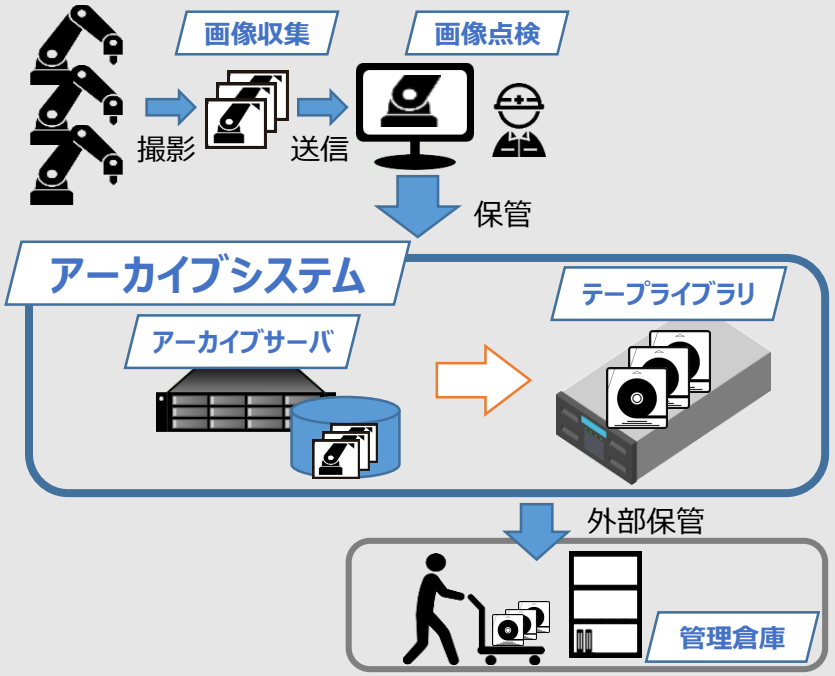
◆導入効果

・JIS規格に準拠したシステム移行方式を適用
　→**ITシステムの寿命を超えた保管運用を確立**

・記録済みの磁気テープを取り出し、テープ追加
　→**安価に容量追加**

・テープは適切な保存環境の管理倉庫で保管（JIS規格準拠）→**安全な長期保管を実現**

◆イメージ



※資料としてご使用の際は、出典元（当委員会）を明記ください

5.JEITAテープストレージ専門委員会について

JEITAとは

■JEITAとは

**一般社団法人電子情報技術産業協（JEITA)は
エレクトロニクス技術や電子機器、情報技術（IT）に関する
業界団体。
2018年度は「Society 5.0の推進」を基本方針として活動。**

団体名(部会)	
統合政策部会	
課題別部会等	先端交通システム部会
	ヘルスケアインダストリ部会
	スマートホーム部会
	デザイン委員会
	国際・通商政策部会
	法務・知財財産部会
	技術戦略部会
	環境部会
	標準化政策部会
	製品安全部会
	企業間EC部会
分野別部会	**情報・産業システム部会**
	AVC部会
	半導体部会
	電子部品部会
	ディスプレイデバイ部会
関西支部	

情報・産業システム部会 委員会
情報政策委員会
情報システム・ディスラプティブ技術調査委員会
情報システム標準化委員会
ソフトウェア事業委員会
ソリューションサービス事業委員会
ITプラットフォーム事業委員会
情報端末事業委員会
PC・タブレット事業委員会
産業システム事業委員会

情報システム標準化委員会 委員会
情報配線システム標準化専門委員会
テープストレージ専門委員会
認識形入力標準化専門委員会
自動認識及びデータ取得技術標準化専門委員会
音声入出力方式標準化専門委員会
情報システム用設備専門委員会

※資料としてご使用の際は、出典元（当委員会）を明記ください

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

※資料としてご使用の際は、出典元（当委員会）を明記ください

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
  ・出展対応WG
  ・他団体交流WG

※資料としてご使用の際は、出典元（当委員会）を明記ください

データ利活用WG

■データ利活用社会におけるテープの有効活用方法を検討

◆データ利活用市場の実態調査とテープ活用の検討

現代の要求に対しテープにこそできるデータ利活用支援を提案していく

◆JIS規格の活用

2018年1月に発行されたJIS規格「磁気テープによるデジタル情報の長期保存方法」
をよりわかりやすく解釈し発信することで
標準化された”データ長期保管方法”の活用普及を図る。

ビッグデータ利活用時代における磁気テープによるデータの長期保存
～JIS Z 6019（磁気テープによるデジタル情報の長期保存方法）とは～

JEITAテープストレージ専門委員会WEBにて公開中！

※資料としてご使用の際は、出典元（当委員会）を明記ください

出展対応WG

■CEATECをはじめ様々な展示会、セミナーへの出展を通し
テープストレージの情報を発信

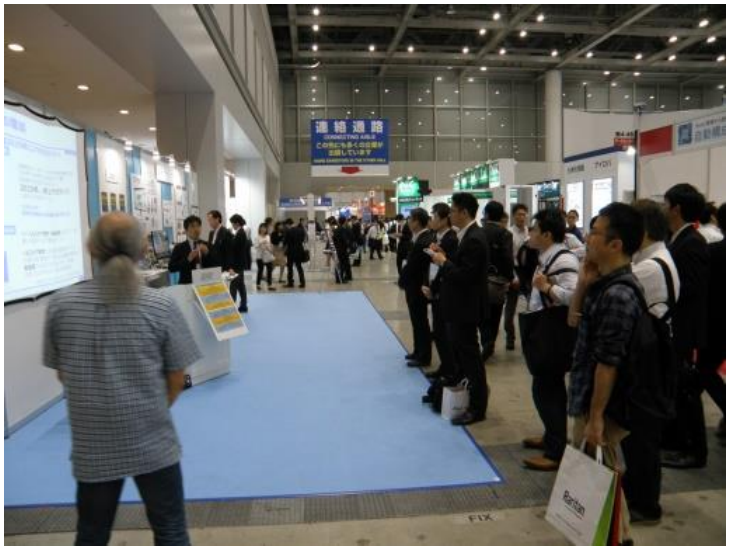
活動実績 （2018-2019）
2018年10月 CEATEC JAPAN 2018
2018年11月 Inter BEE 2018
2019年10月 CEATEC 2019

今後の予定
2018年11月 Inter BEE2019出展予定

他団体交流WG

■Japan Data Storage Forum（JDSF）様との連携活動

- 共同セミナー「新ビギナーのためのストレージ講座」開催
- Data Storage Expo JDSF様ブースでの講演活動



■JEITA他委員会との連携活動

情報システム用設備専門委員会との意見交換会実施

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　**検 索**

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