

テープによるデジタルデータの 長期保管維持の考え方

Revision : 2.0

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

2026/02

目次

- デジタルデータの概況
- ストレージメディアの進化
- ストレージの今後の要件
- データ保管メディアの特長
- データ長期保管するためには
- データ移行例
- まとめ

デジタルデータの概況

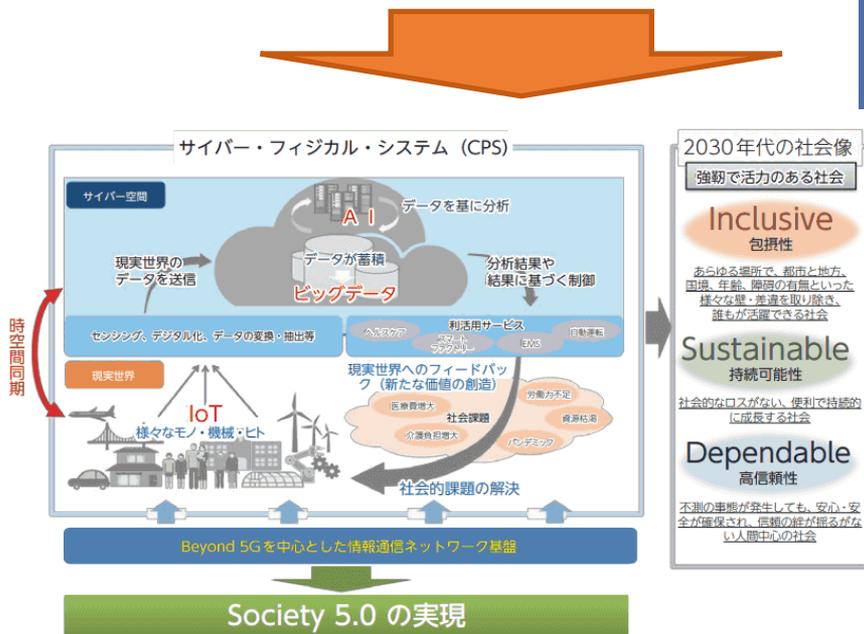
◆市場環境

全世界で流通するデジタルデータ量が飛躍的に増大

米国の調査会社IDCによると、国際的なデジタルデータの生成量は飛躍的に増大しており、**2027年には291.7ゼタバイト**に達すると予想されています。

<https://www.lto.org/cybersecurity/>

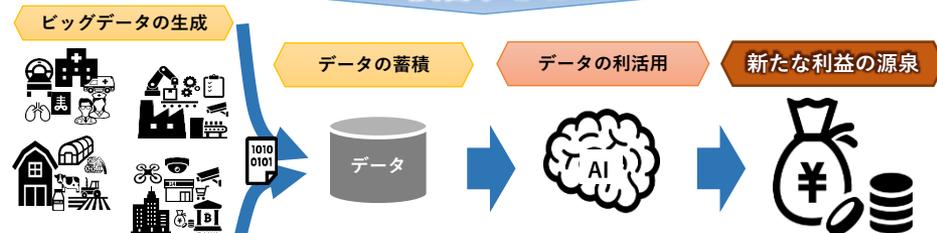
生成されたデータをネットワークでつなぎ活用することでデータ主導型社会を実現



出典：令和2年版情報通信白書

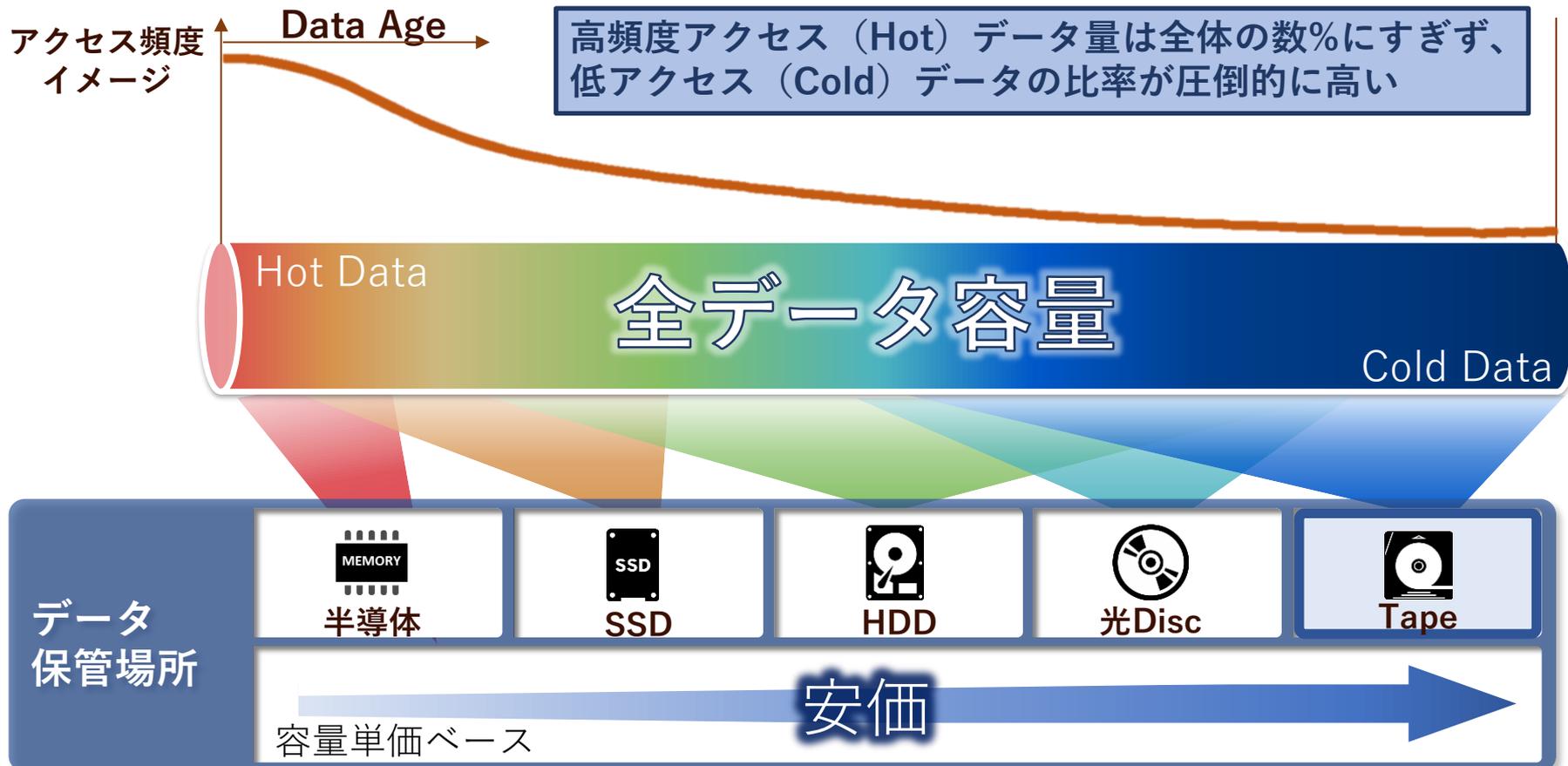


換言すると



デジタルデータの概況

◆データ種類と保管場所

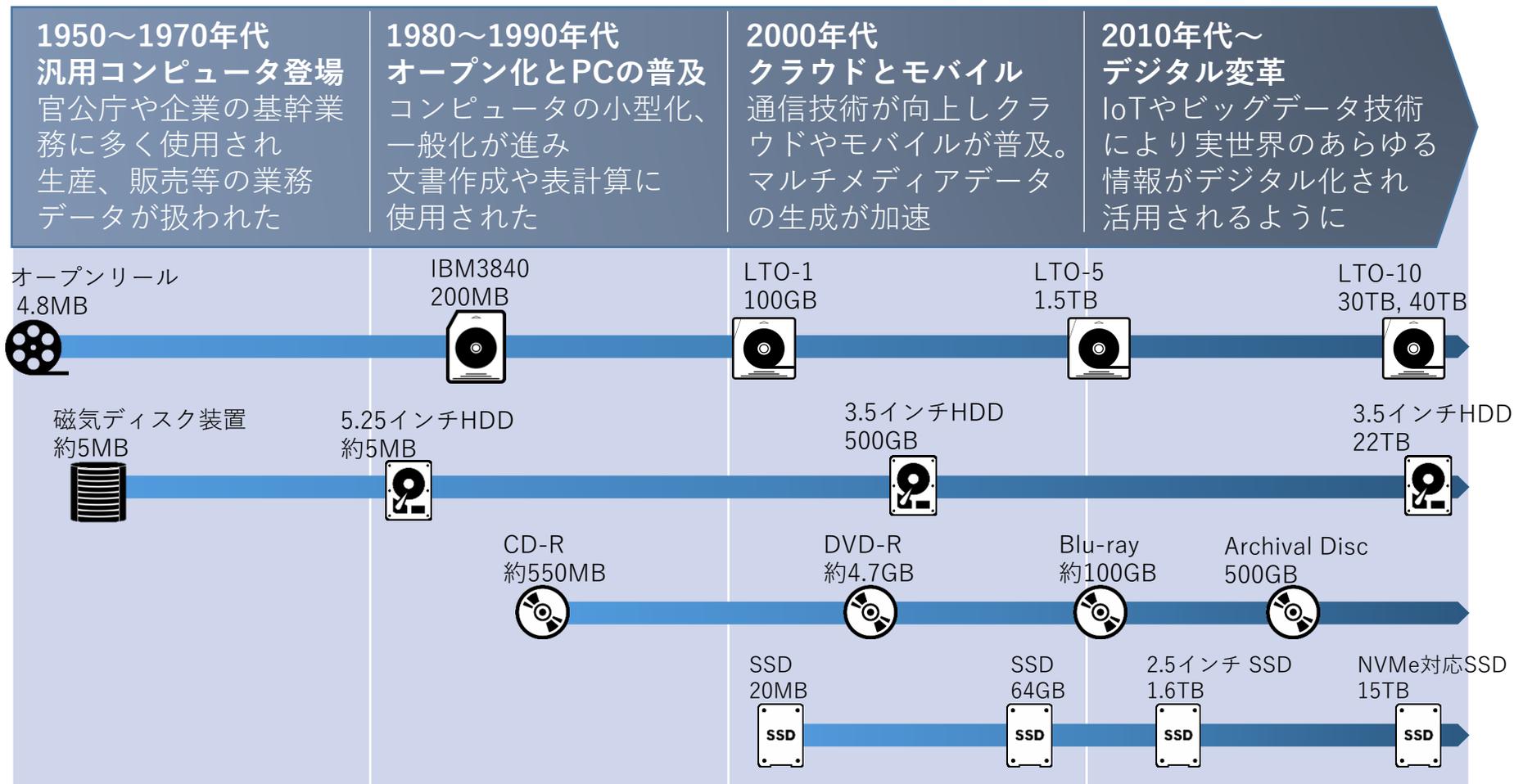


一般的にデータ生成当初はアクセス頻度が高いが時間と共に参照頻度は低下する。アクセス頻度に合わせて保管コストを考慮した記録メディアの選択が重要。

ストレージメディアの進化

◆進化を続けてきたストレージ

時代とともに変化する情報システムやデータ。それに適合するように、ストレージはより小型に、大容量に、高速に進化を続けてきた。



ストレージの今後の要件

◆今後のストレージに求められること

- デジタルデータはどの時代においても貴重な資産であり、長期的に保持したい
- 一方で今後も絶え間なく発展していく情報システムやデジタルデータに対し同じストレージを変わらず使い続けることは現実的ではない…

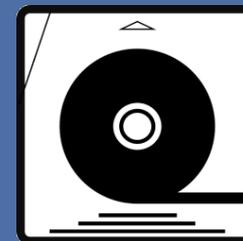
デジタルデータを保持するためにはデータ移行が必要

手法は「データマイグレーション」

要件に適合するストレージは

「テープストレージ」

- ◆過去70年以上前から進化を続けてきた実績
- ◆新技術開発によって示された今後の大きな伸びしろ



本書ではテープストレージの特長と、データを長期的に保持しつつテープストレージをアップデートしていくための手法を紹介します。

データ保管メディアの特徴

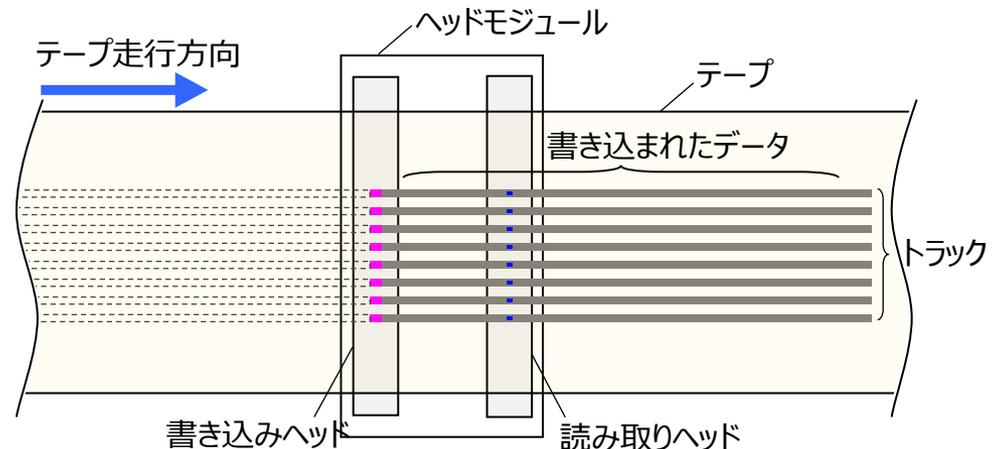
◆ 信頼性を支える技術 -1

LTOにおけるデータ書き込み時のRead While Write機能

データを書き込む時には、ユーザーデータがテープメディアに読み取りが可能な状態で確実に書き込まれることが最も重要。テープドライブは、テープにデータを書き込んだ直後に、今書いたデータがテープから読み取れるかを確認しており、この機能を「Read While Write」と呼ぶ。この機能は、ヘッドモジュールに書き込み用のヘッドと読み取り用ヘッドを備えて、書き込みヘッドで記録したデータをその直後に、読み取りヘッドで正常に書き込まれたことを確認するものとなる。

Read While Write 機能で直前のヘッドが書き込んだデータを読み取ることができた場合に、そのデータが間違いなくテープメディアに記録されていることが確認できる。

一方、読み取りが失敗した場合、テープドライブは書き込みになんらかの問題があったと判断し、読み取れなかったデータをもう一度書き直す。このようなRewrite機能を持つ。



データ保管メディアの特徴

◆ 信頼性を支える技術 -2

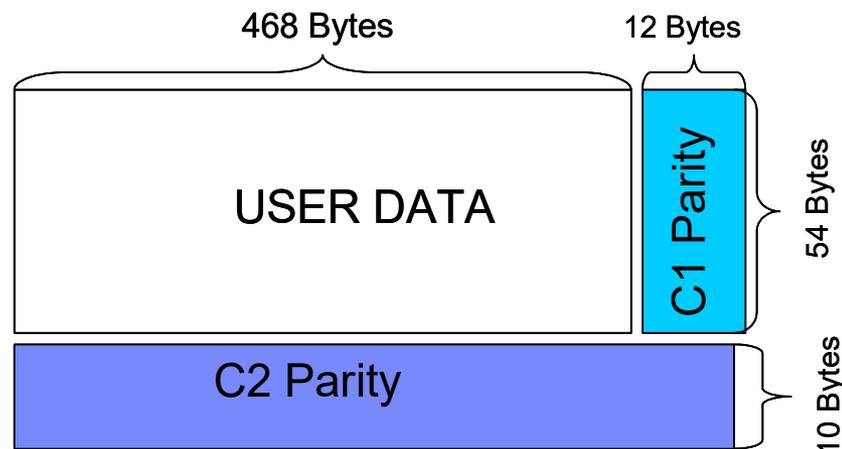
データ読み取り時の技術（ECCの強力なエラー訂正能力）

テープメディアに書き込まれたユーザーデータを、長期間にわたる保管や高温・高湿・埃などの環境条件、衝撃（テープカートリッジをうっかり落としてしまう）などの外的要因により、記録された磁気信号の読み取りが困難になる可能性もある。

そのような場合でも、記録したデータを正確に読み取るための機能の一つとしてECC（Error Correction Code：誤り訂正符号）がある。デジタルデータを扱うストレージにはテープドライブに限らずいろいろな種類のECCが使われるが、LTOのECCは非常に強力なエラー訂正能力で、理論的には、書き込まれているデータの15%が正しく読み取れなくなっても、データを訂正して再生する能力を持つ。

例えば、これらのエラー訂正技術を用いているLTO-7やLTO-8では、修正できないエラーが発生する確率は 10^{19} 分の1程度になる。

これはLTO-8のカートリッジ10万巻以上に記録をしても修正できないエラーが1回しか発生しないということを意味する。



LTO の誤り訂正用 ECC(LTO-1 の例)

データ保管メディアの特長

◆セキュリティ

・エアギャップセキュリティ

ーほぼ全ての機器がネットワークに接続される時代では、ネットワークからデータに直接アクセス出来ないテープメディアを活用した**エアギャップ**セキュリティが重要

ーネットワークを介したマルウェア（ランサムウェア）による外部からの攻撃には、ネットワークから完全に隔離されたテープメディアによる**エアギャップ**状態でのオフライン保管が有効

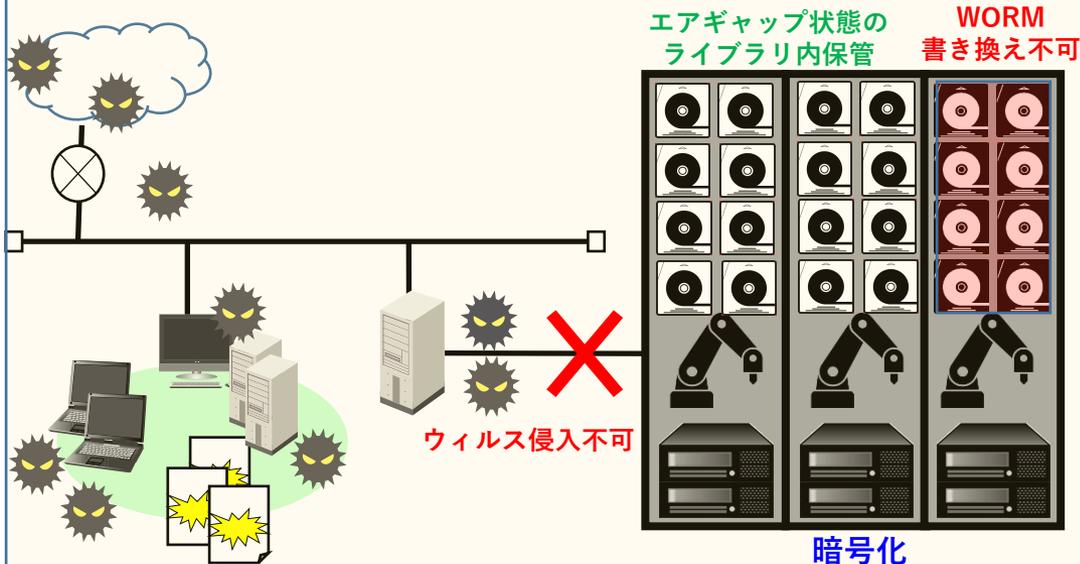
・データ保護

ーWORM（LTO-3以降）
データの読み出しは可能だが、データの消去/上書きが出来ないため、さまざまな監査で必要となる監査証跡の改竄防止に有効

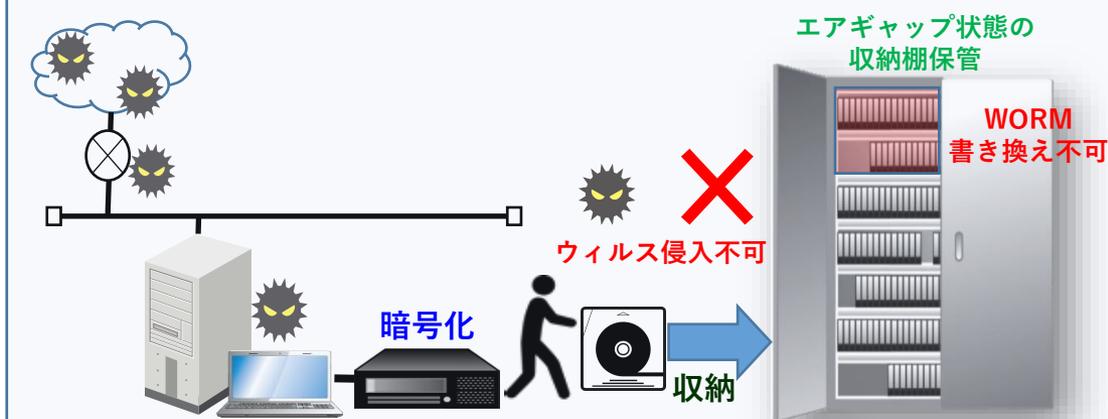
ー暗号化（LTO-4以降）
テープに記録する前(圧縮後)にデータを暗号化することで、万が一カートリッジの紛失や盗難に遭ってもテープメディアに記録されているデータは読み出せなくなるため、情報漏洩を確実に防止

テープメディアのオフライン最終保管形態

①中・大規模システム向け 自動化されたテープライブラリ

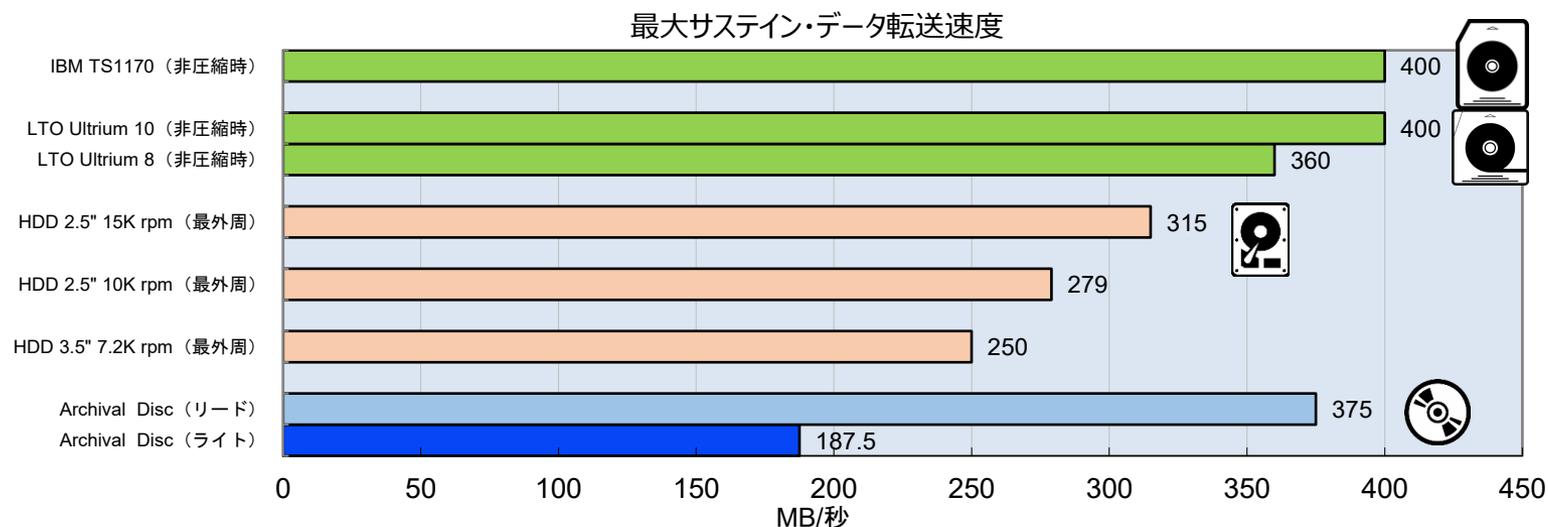
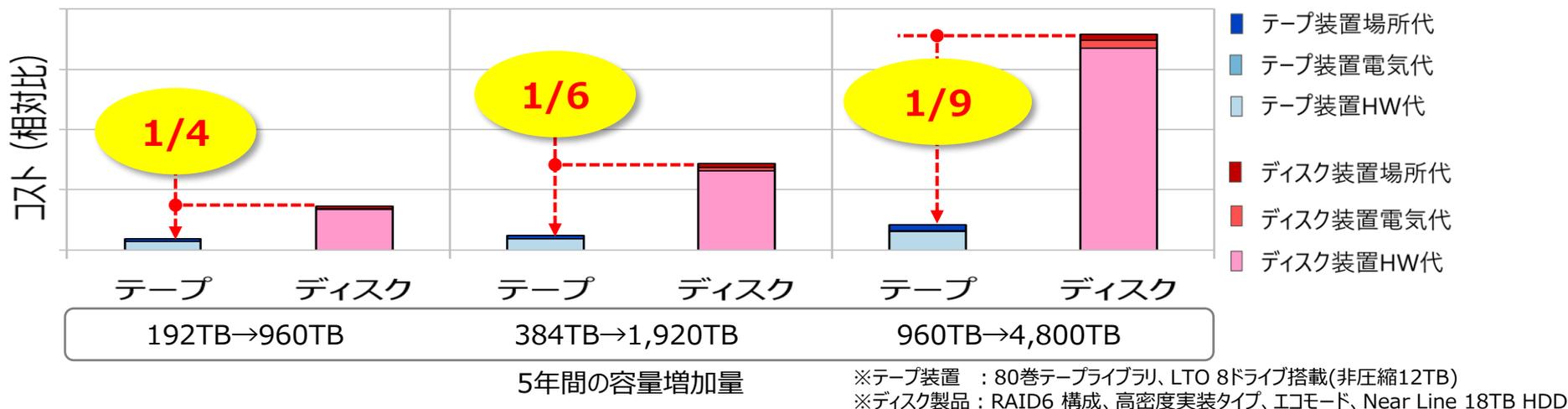


②中・小規模システム向け テープ収納棚でのオフライン管理



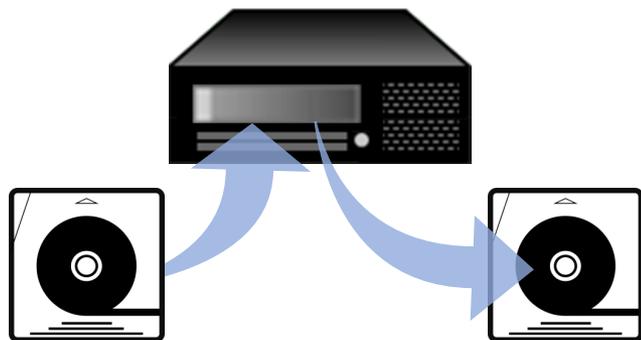
データ保管メディアの特長

◆コスト・速度比較



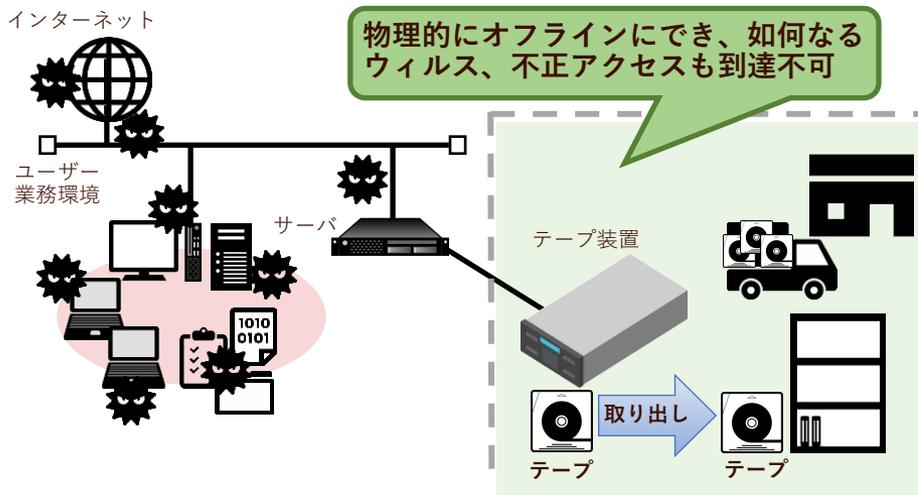
データ保管メディアの特長

◆可搬性



データにアクセス時のみ、テープメディアをドライブに装填して記録／再生を行う装置。

可搬性がある記録メディアが特長の装置



◆可搬性メディアのメリット

- ・エアギャップによるセキュリティ確保
ランサムウェアやサイバー攻撃対策に有効
- ・容易なオフサイト保管
物理的搬送が容易なため、オフサイト保管に有効

データ保管メディアの特長

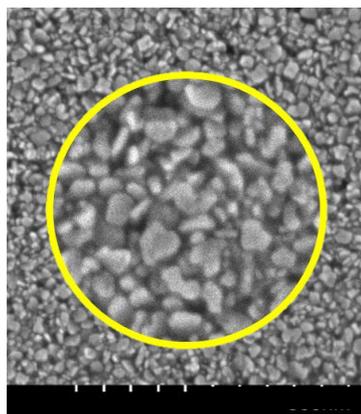
◆テープストレージの将来性

新たな素材や技術の研究・開発も進んでおり、これからも進化を続けていきます。

ストロンチウムフェライト

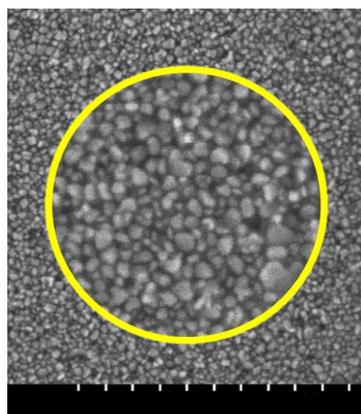
富士フィルムが開発した新たな磁性体（磁気記録素材）
テープ1巻あたりの容量を580TB
まで向上できる可能性がある

BaFe磁性体(現行)



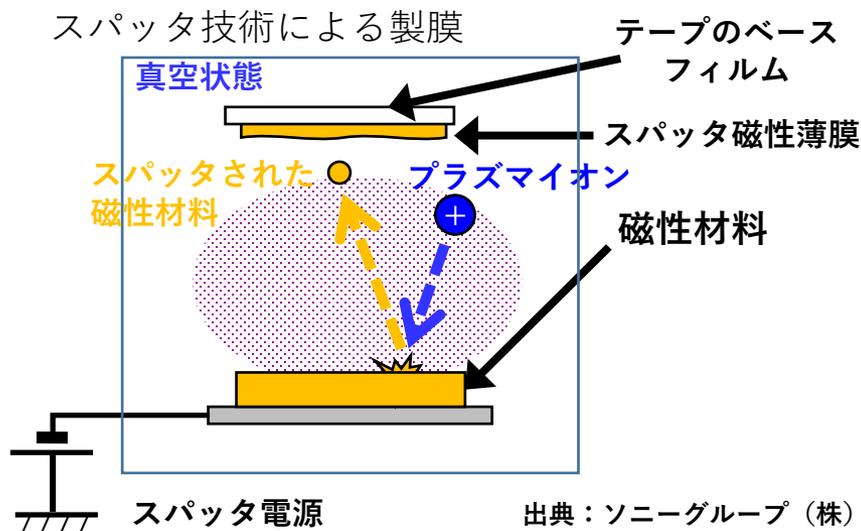
出典：富士フィルム株式会社

SrFe磁性体(新開発)



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



出典：ソニーグループ（株）

データ保管メディアの特長

◆各種メディアの長期保管は？どのメディアでもマイグレーション必要

大切なデータを未来へつなぐ

—今のままでは大切な記録・資産を後世へ引き継いでいけない—



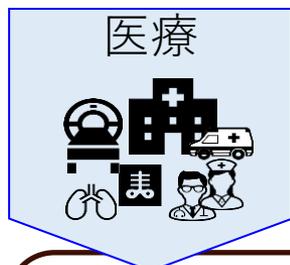
- 各種メディアの読取り機器は、市場への供給や保守が終了
→記録済のメディアを読み取る手段がなくなりつつある。
- メディアの物理的特性や保管環境により酸化、カビ、変形等の劣化
→本来の記録品質が失われたり、読取り不能な状態に陥っているケース
- 取り扱いミスや読取り機器の不具合発生
→記録済データの劣化やメディアの物理的な損傷が発生。

データを正しく読める状態で長期保管することで、後世への伝承、二次利用や再販といったビジネスへの活用、今後の機械学習材料など、さまざまな利活用の価値が創出されていく。

データ長期保管するためには

◆データをアーカイブし続けるには。

⇒ 「JIS Z 6019 磁気テープによるデジタル情報の長期保存方法」



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

データ長期保管するためには

データの保管を
よりコンパクトに・より安全に・より効率良く



データの入れ物の更新
つまり
システム更新&データの移行が必要

古いシステムは…

- ストレージ : 容量が小さい。読み書きが遅い。体積が大きい。
- サーバー : 処理が遅い。故障が増える。
- ソフトウェア : 機能がない。更新版が動かない。脆弱性。

大容量
充電長持ち
12メガトリプルカメラ

新



画像
連絡先
メモ
…
中身は同じ

古

メモリ少ない
充電が減るのが早い
8メガシングルカメラ

身近なスマホで例えると…

データ長期保管するためには

データの移行

ユーザーデータの移行 } 両方が必要
メタデータの移行

ユーザーデータの移行

列挙された2進数の列であるデジタルデータを古いシステムから新しいシステムへ移行する。(物理マイグレーション*)

メタデータ(管理情報)の移行

DB管理・台帳管理・自己記述(Self Describe)などの方法で管理されている。同様に新しいシステムで使用できるように移行する。

ユーザーデータ
デジタルデータそのもの
(例:画像ファイル)



メタデータ
ファイル名・サイズ・解像度・フォーマットなど
(例:Heart001.jpg)

管理情報
管理台帳・データ
ベースなど



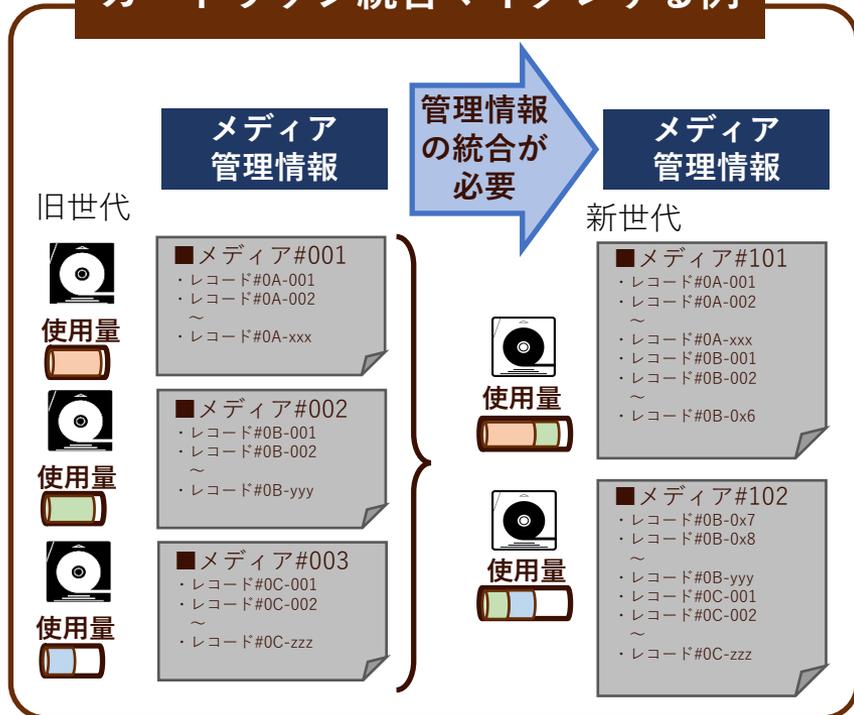
記録

*これに対し、非デジタルデータをデジタル化したり、デジタルデータのフォーマット変換を行うことを、論理マイグレーションと呼びます。

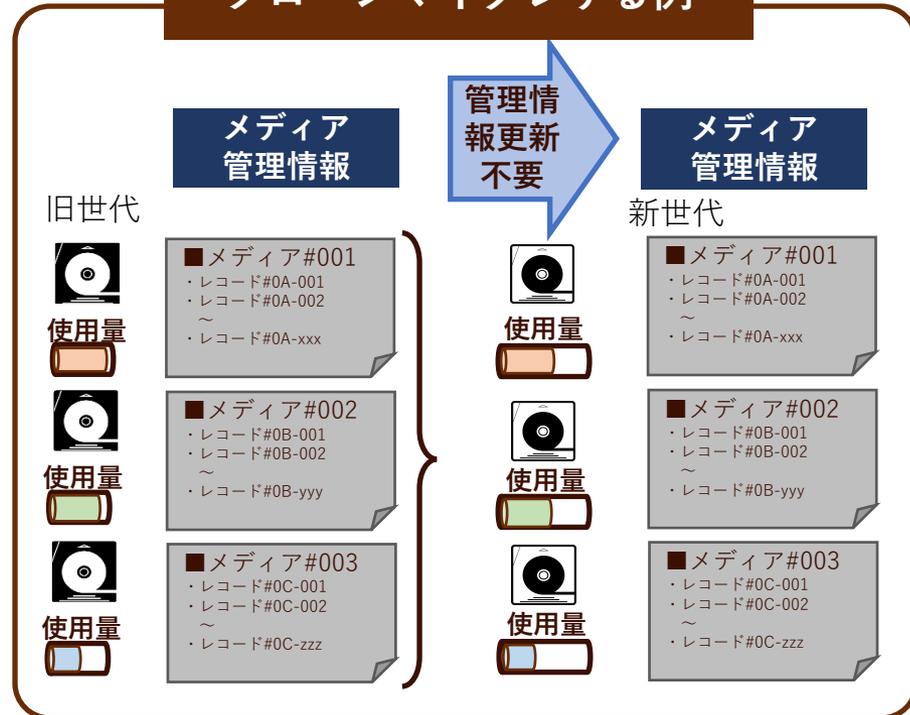
データ長期保管するためには

◆データ移行の方法

カートリッジ統合マイグレする例



クローンマイグレする例



- ・ メリット
カートリッジ巻数の削減が可能
- ・ 考慮点
データの管理情報の見直しが必要

- ・ メリット
管理情報の見直し不要ですぐに使える
- ・ 考慮点
新世代大容量カートリッジの恩恵が得られない

データ長期保管するためには

◆マイ그레이ションによるデータ移行による効果例

20年間で最新メディアに移行する (LTO) vs メディア移行しない (光ディスク) 比較例。

※試算例：200TBのデータが年率25%増加を20年間保管する。

●光ディスクで長期保管

マイ그레이ションは
不要だが、20年後は
1823マガジン
にも

200TB 61マガジン → 17.3PB 1823マガジン

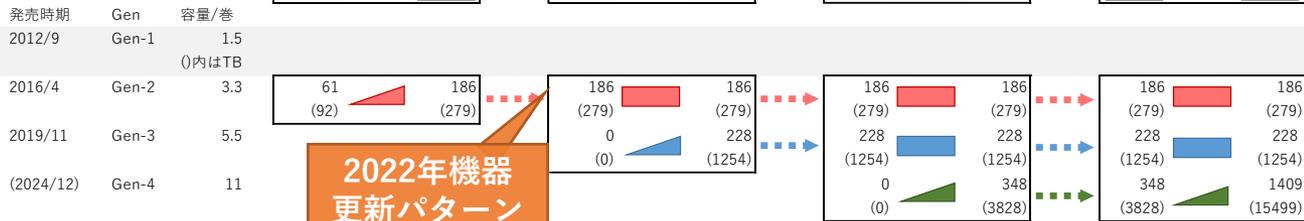
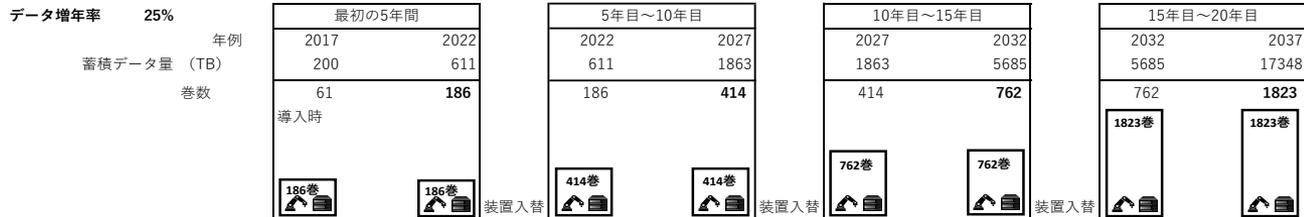


※1マガジン：Disc11枚収納

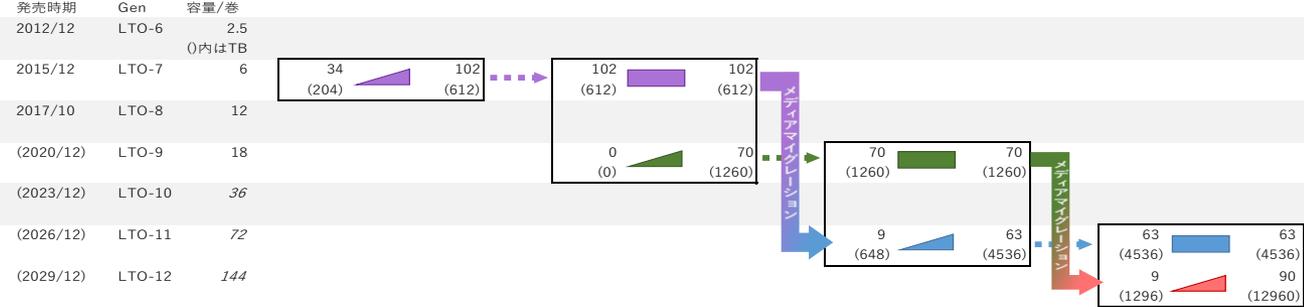
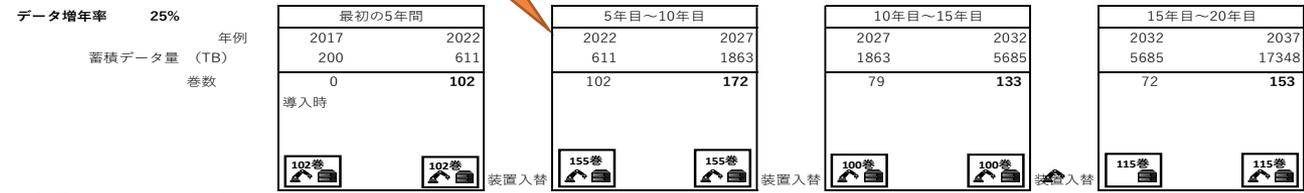
●LTOで長期保管

計画的マイグレーションで、20年後も
153巻程度

200TB 102巻 → 17.3PB 153巻



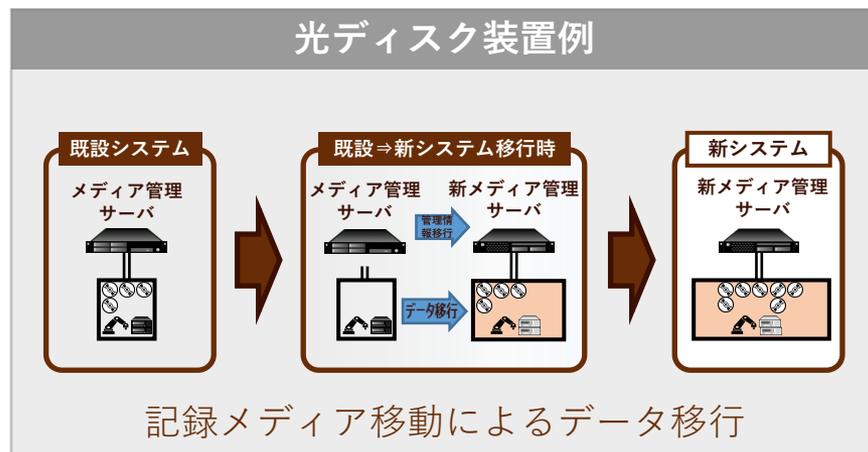
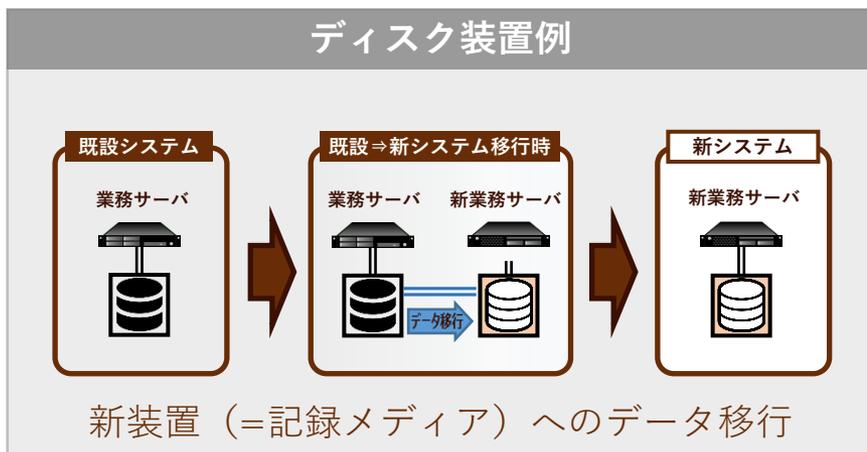
2022年機器更新パターン



データ移行例

◆データ移行例

●一般的なデータ移行代表例



●テープ活用によるデータ移行

新装置 (=記録メディア) へのデータ移行、および記録メディア移動によるデータ移行。

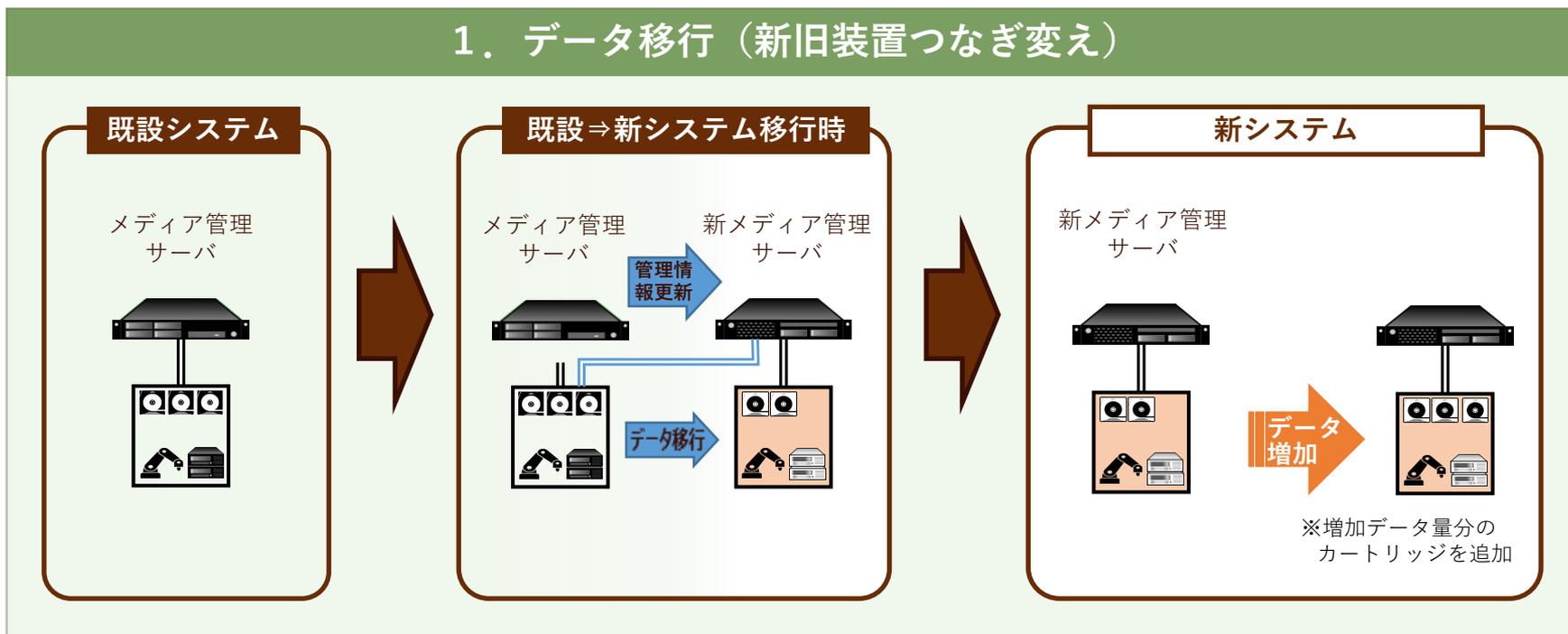
1. 新装置に互換用ドライブと新ドライブを搭載して併用。
2. 新旧装置つなぎ変え
3. メディア変換装置利用

データ移行例

◆データ移行例

●テープ活用によるデータ移行

1. データ移行（新旧装置つなぎ変え）



1. 新旧装置つなぎ変え

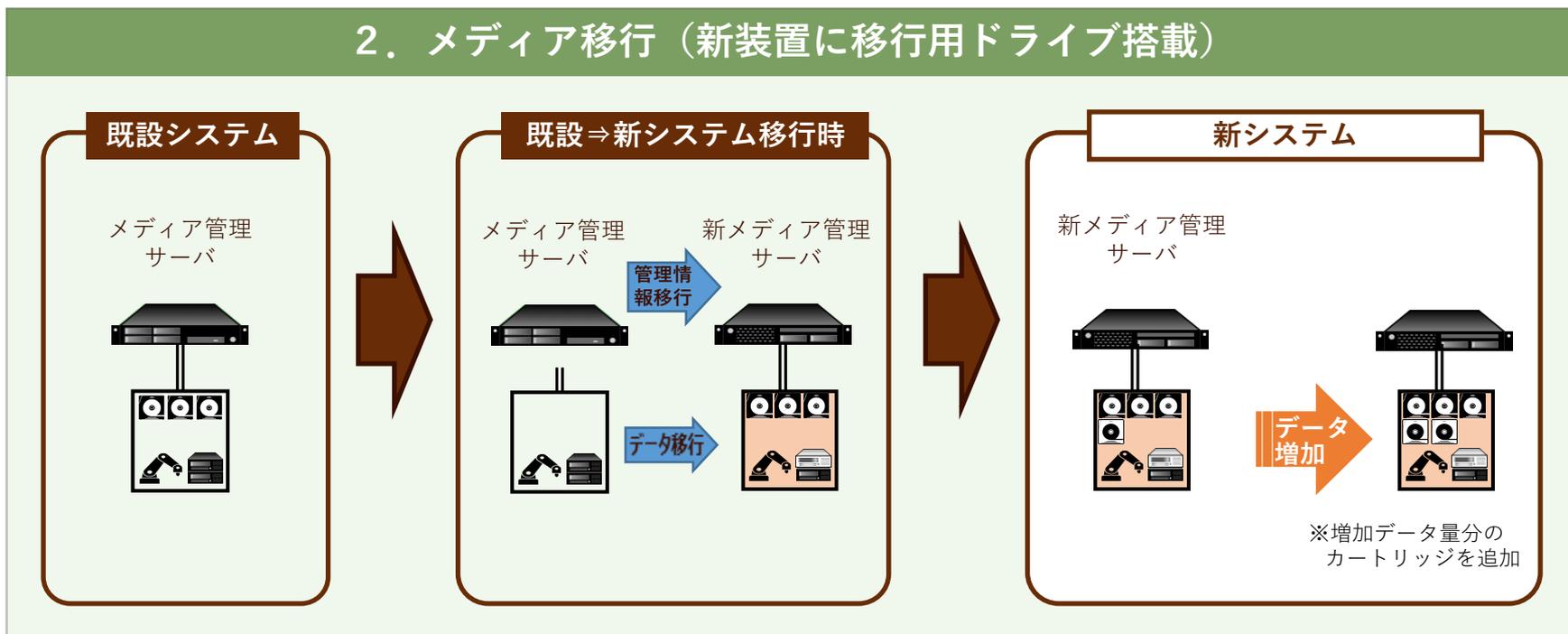
- ① システム更新時期に、新システムに一時的に旧テープ装置を接続する
- ② 新システムでデータ移行とともにテープメディア変換を実施する
- ③ データ移行後は増加したデータ量に合わせてテープメディアを追加して運用する

データ移行例

◆データ移行例

●テープ活用によるデータ移行

2. メディア移行（新装置に移行用ドライブ搭載）



2. 装置に移行用ドライブ搭載

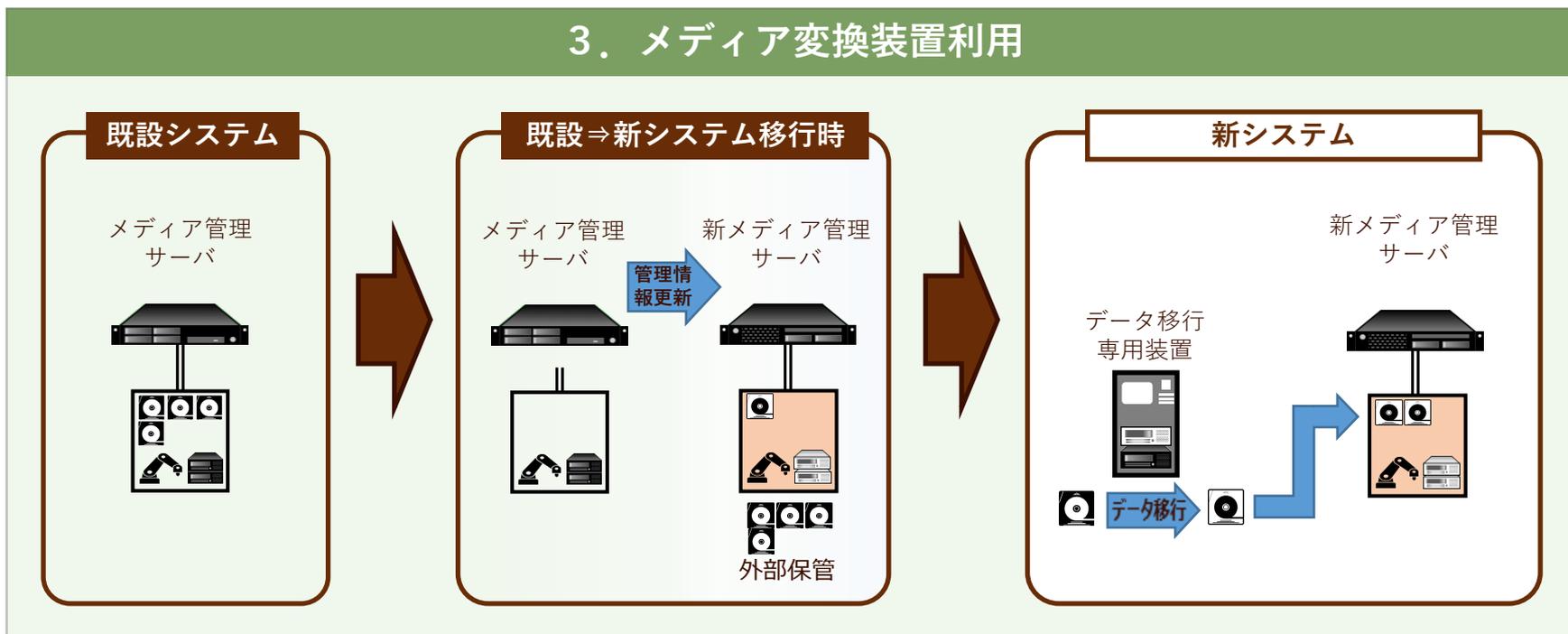
- ① 新システム内に、旧装置で使用していたテープメディア読み出し用ドライブを用意する
- ② システム更新時に、旧テープ装置内のテープメディアを新システムに物理移動する
- ③ 増加データ量に合わせて新世代のテープメディアを追加する
- ④ 新システムで運用しながら旧テープメディアを新世代大容量テープメディアにデータ移行し巻数削減することも可能。

データ移行例

◆データ移行例

●テープ活用によるデータ移行

3. メディア変換装置利用



3. メディア変換装置利用

- ① 新システム内に、旧装置で使用していたテープメディア読出し用ドライブを用意する
- ② システム更新時に、旧テープ装置内のテープメディアを外部保管する
- ③ 必要に応じてメディア変換装置にてデータ移行する
- ④ データ移行した新メディアを新システムの装置に装填して利用継続する

データを長期保管するためには

マイグレーションにより
時代の変化に対応したメディア
で保管維持することが重要。

時代にあったメディア利用で
省スペース・低コスト保管を実現

final page

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