

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



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: 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 2022/10

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



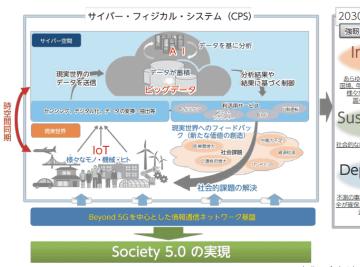
2018年は約33ゼタバイト



2025年には約180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

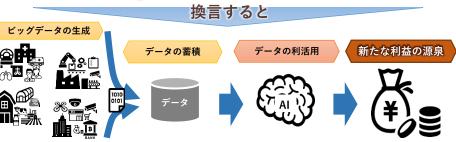
生成されたデータをネットワークでつなぎ 活用することでデータ主導型社会を実現





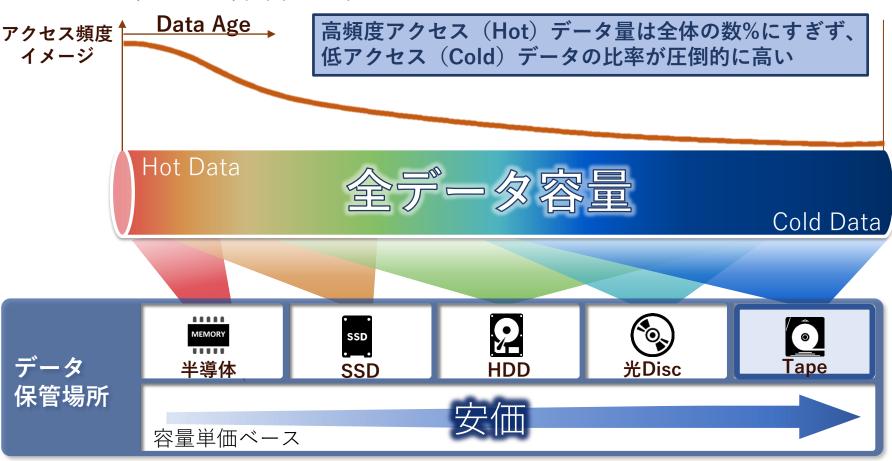


- ①ビッグデータを生成し、
- ②これを蓄積し、
- ③分析・利活用して、
- ④新たな価値を創出して活用



デジタルデータの概況

◆データ種類と保管場所

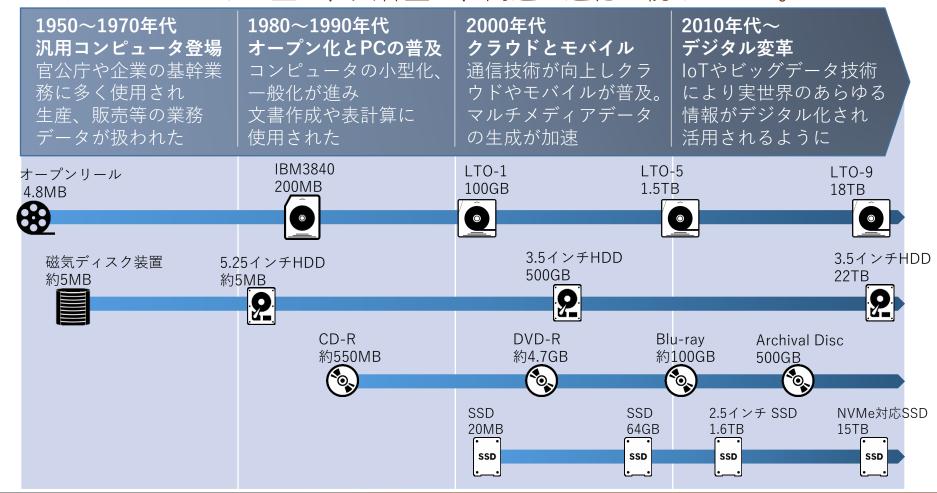


一般的にデータ生成当初はアクセス頻度が高いが時間と共に参照頻度は低下する。 アクセス頻度に合わせ保管コストを考慮した記録メディアの選択が重要。

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



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。

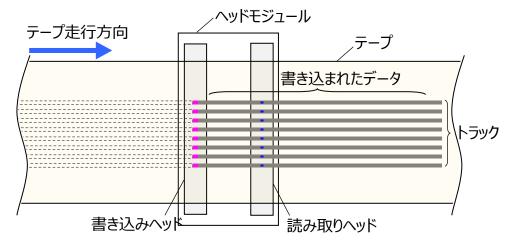
◆信頼性を支える技術 -1

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。



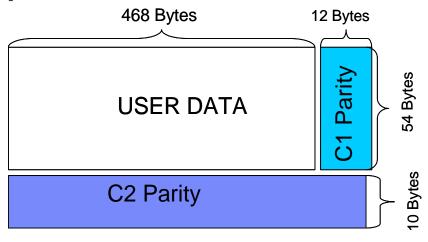
◆信頼性を支える技術 -2

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)

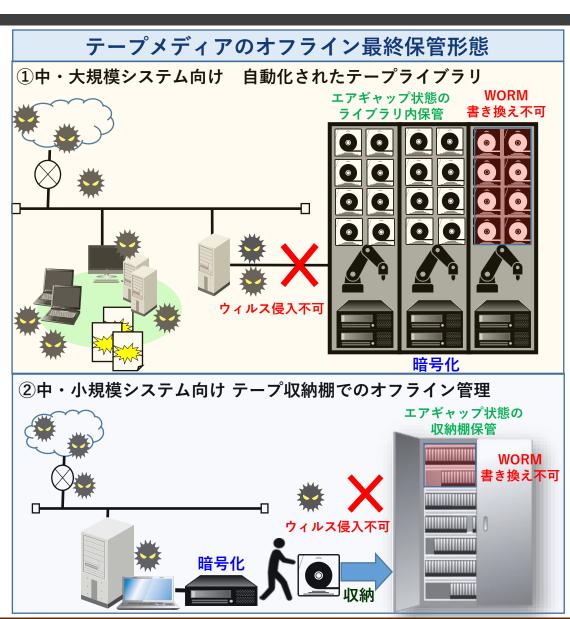
◆セキュリティ

・エアギャップセキュリティ

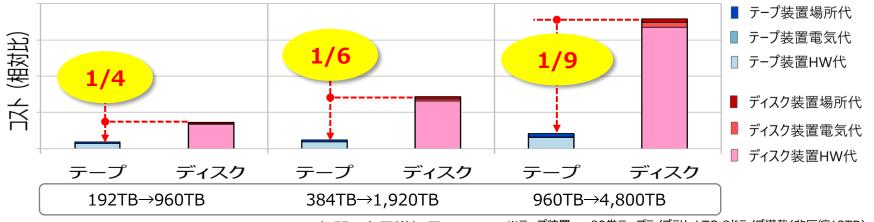
- ほぼ全ての機器がネットワークに接続される 時代では、ネットワークからデータに直接 アクセス出来ないテープメディアを活用した エアギャップセキュリティが重要
- ネットワークを介したマルウェア (ランサム ウエア) による外部からの攻撃には、ネット ワークから完全に隔離されたテープメディア によるエアギャップ状態でのオフライン保管が 有効

・データ保護

- -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
- 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

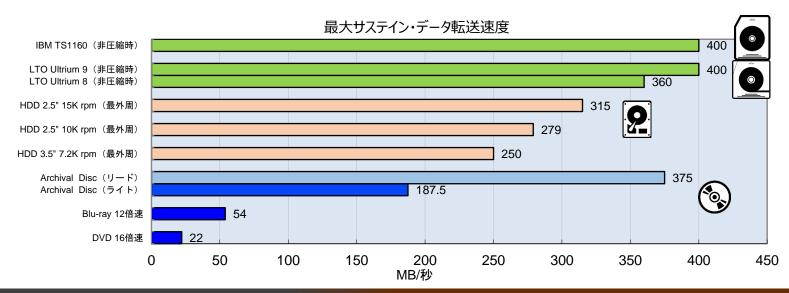


◆コスト・速度比較



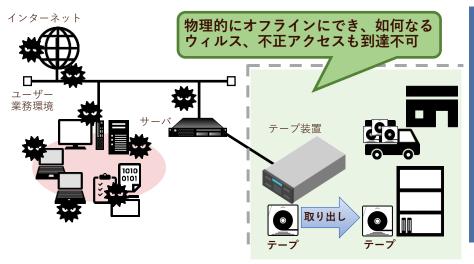
5年間の容量増加量

※ディスク製品: RAID6 構成、高密度実装タイプ、エコモード、Near Line 18TB HDD



◆可搬性





◆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アタック対策に 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

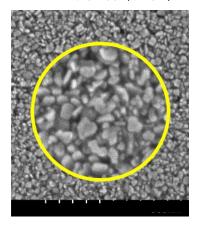
◆テープストレージの将来性

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

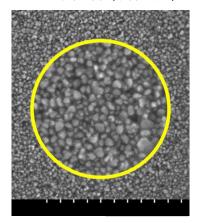
富士フイルムが開発した新たな 磁性体(磁気記録素材) テープ1巻あたりの容量を580TB まで向上できる可能性がある

BaFe磁性体(現行)



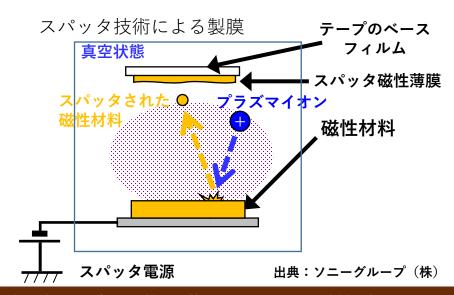
出典:富士フイルム株式会社

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



◆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 二 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。



身近なスマホで例えると…

データの移行

ユーザーデータの移行

メタデータの移行

両方が必要

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。

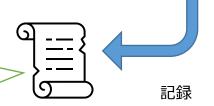
ユーザーデータ

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)



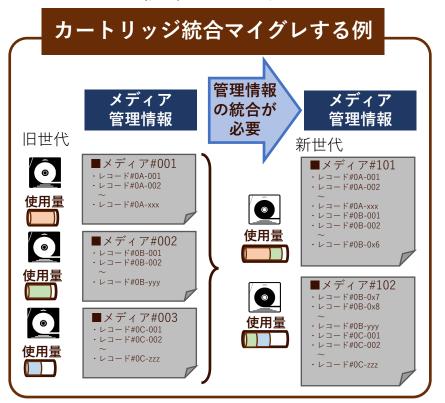
管理情報

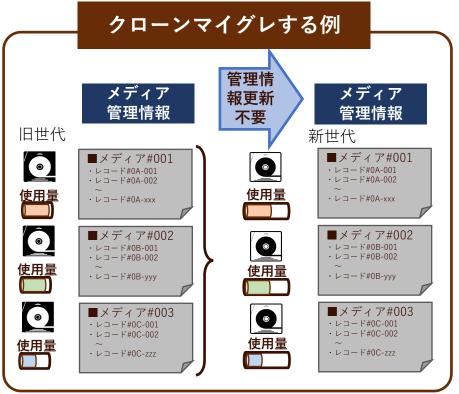
管理台帳・データ ベースなど

* 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。

2022 Tape Storage Technical Committee

◆データ移行の方法





- 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 新世代高容量カートリッジの恩恵が得られない

◆マイグレーションによるデータ移行による効果例

20年間を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。



マイグレーションは 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

20年後





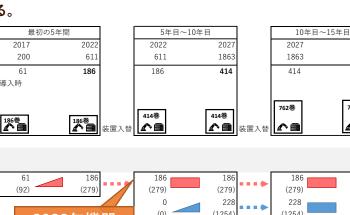
(2023/12)

(2026/12)

(2029/12)

LTO-11

LTO-12





611

102



100#

2032

5685

762

762巻

(279)

15年目~20年目

5685

762

(279)

1823巻

203

17348

1823

(279)

228

(1254)

1409

(15499)

17348

153

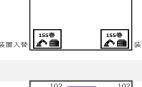
115巻

1823巻

	0	
	導入時	
	102巻	1
拳		
2.5		
ТВ		
6	34	-

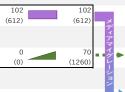
36

144



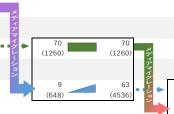
611

102



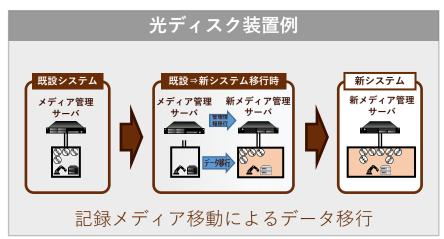
1863

172



- ◆データ移行例
 - ●一般的なデータ移行代表例



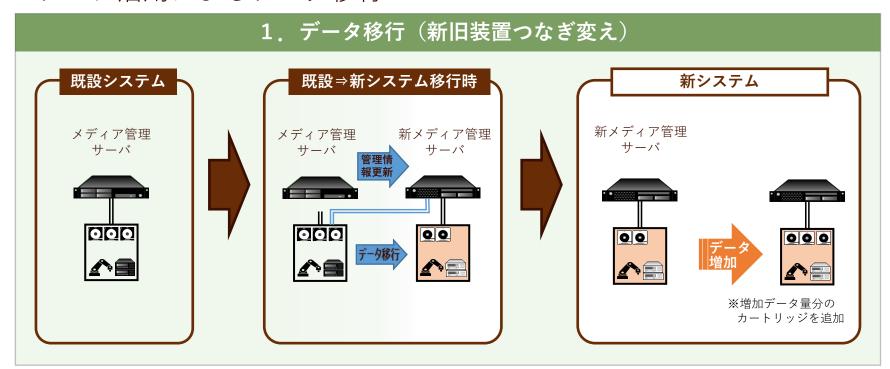


●テープ活用によるデータ移行

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

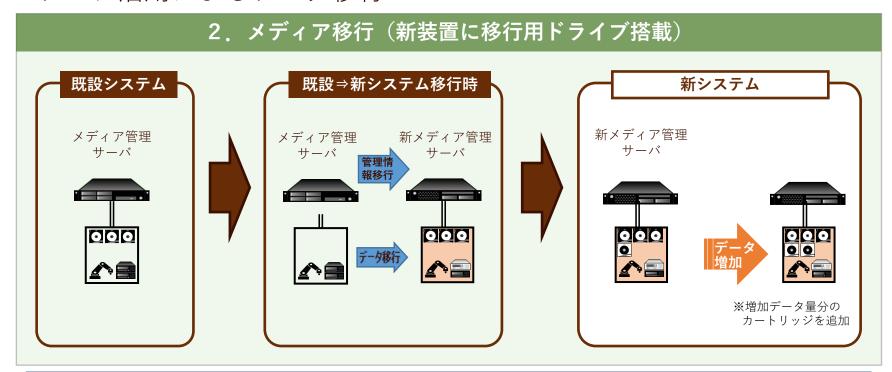
- ◆データ移行例
 - ●テープ活用によるデータ移行



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

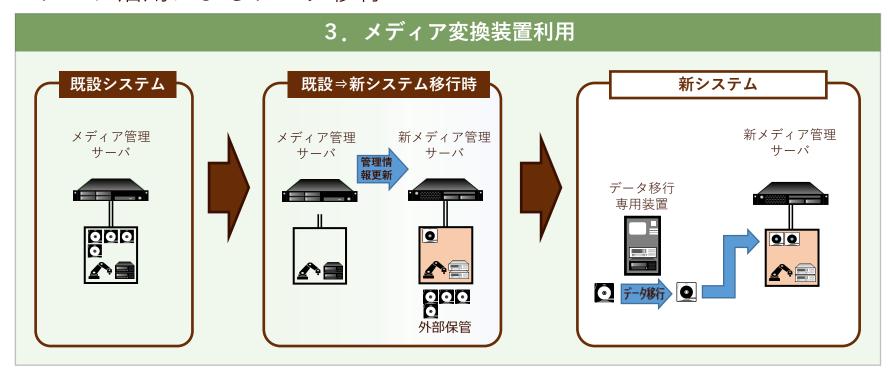
- ◆データ移行例
 - ●テープ活用によるデータ移行



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高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
 - ●テープ活用によるデータ移行



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

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

