

## 7. テープストレージの省エネルギー効果

「2050年カーボンニュートラル」脱炭素社会の実現に向けたストレージの有り方

年々、地球温暖化は深刻な問題としてあげられ、その対策が全世界共通の課題となっている。この問題に対して日本政府は国をあげた対策を行い、二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)などの温暖化ガスを2030年度にマイナス26.0%(2013年度比)に削減する目標をあげていたが、2020年10月に日本政府は成長戦略の柱に経済と環境の好循環を掲げ、グリーン社会の実現に最大限注力していくことを訴えた。この中で、2050年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする「2050年カーボンニュートラル」に挑戦し、脱炭素社会の実現を目指すための取り組みを進めることを宣言した。

ここでは、脱炭素社会の実現にむけての対策を進める上で、ITの利用について「Green by IT」と「Green of IT」という2つの観点から、ストレージ製品の低消費電力化、さらにシステムの構成や運用の見直しによる最適化を考える。

### 7.1. 「Green IT」の2つのアプローチ

ITシステムにおける低消費電力化、およびCO<sub>2</sub>排出量の低減を実現する手法には2つのアプローチがある。1つは業務のIT化による効率向上やITシステムによる機器や設備の高度な電力制御などにより、従前よりも環境への負荷を低減する「Green by IT」と言われている取り組みで、文書の作成・管理にIT機器を導入して紙の使用量を減らすペーパーレス化や、テレビ会議などの活用による出張の削減やテレワーク化、通信ネットワークで遠隔地を結んで行う遠隔授業や遠隔医療、住宅やオフィスのエネルギー利用の最適化などエネルギーの利用効率を高めて環境改善を推進していくことである。もう1つは、コンピューターシステムの電力消費や発熱の増大を低減することで、コスト削減と環境対策の両立を目指す取り組みで「Green of IT」と言われる手法である。具体的には、消費電力を抑えた半導体製品の活用や、サーバー統合や仮想化、クラウド化などを活用した機器の台数削減や利用効率の向上などが含まれる。ITにおける情報量とその処理量は拡大の一途にあり、今後も生成されるデータ量は爆発的に増加していくと考えられている。このような状況においては、ストレージ製品の低消費電力化を推進し、さらにストレージシステムの構成や運用を見直し、最適化を図ることが消費電力の削減に効果的であり重要となる。

### 7.2. 事例から考えるストレージシステムの費用削減効果

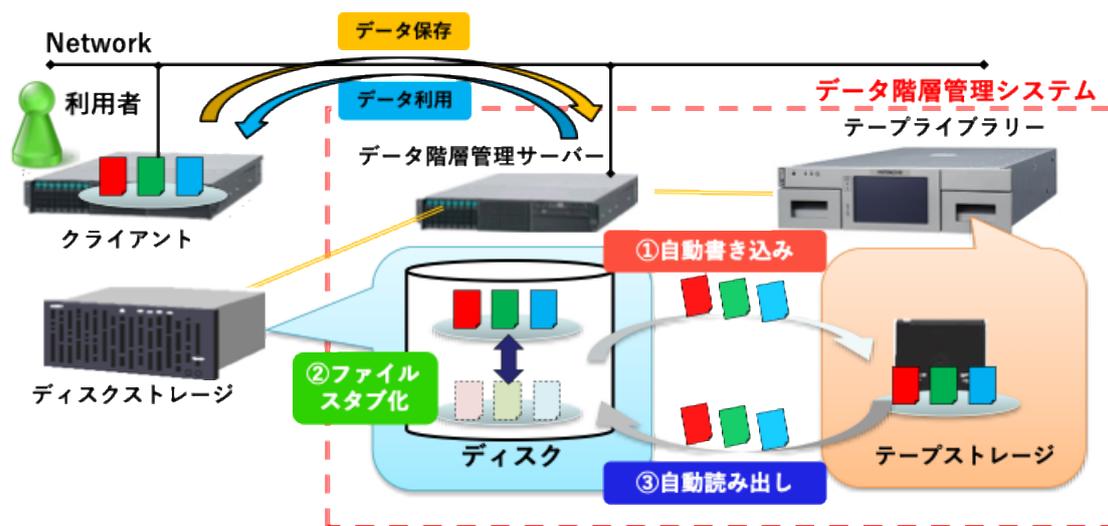
テープストレージは、HDDなどのオンラインストレージに比べ、一般にアクセス性能では劣るものの、記憶容量あたりのコスト、体積、消費電力などにおいて優れている。以下に、テープを用いたストレージシステムの事例とCO<sub>2</sub>削減の効果について説明する。

大量のデータを蓄えるストレージシステムにおいては、データごとに重要度や参照頻度などを管理し、重要度や参照頻度が低いデータを HDD からテープへ移すことにより、システム性能にほとんど影響を与えず、データ保管に要するトータルコストと CO2 排出量を低減することができる。

その一例として、アクセス頻度が少なくなったデータを自動的に安価な媒体に移動する「データ階層管理システム」がある（図1）。このデータ階層管理システムでは、利用者は図中のディスクストレージをファイルサーバーとして使用している。データ階層管理サーバーは、このディスクストレージ内に保存されているデータのアクセス頻度を監視しており、アクセスされなくなったデータを安価な媒体に書き込み

(①)、その後、ディスクストレージ上のデータを管理情報のみに置き換える（データのスタブ化）

(②)。利用者がディスクストレージ上のスタブ化されたデータにアクセスするとデータ階層管理サーバーは、安価な媒体上のデータをディスクストレージに復元し (③)、利用者は復元されたデータを利用する。



動作	内容
①自動書き込み	データのアクセス頻度に応じて自動的にディスクからテープにデータ移動(書き込み)
②スタブ化	ディスク内のデータを管理情報のみにする(データのスタブ化)
③自動読み出し	スタブ化されたデータが使用されるとテープから自動的にデータを読み出す

図1. データ階層管理システムのしくみ

このような「データ階層管理システム」において、安価な媒体として以下の2つを利用した場合のTCO (Total Cost of Ownership) を比較した。

- (1) 「ニアラインHDDを使用したRAID装置(以下、ディスク装置)」
- (2) 「テープライブラリー装置(以下、テープ装置)」

TCOは、後述するハードウェア代、場所代、電気代の合計とし、以下の3通りの容量を5年間保存した場合を試算した。

シナリオ①：毎年192TB、5年間で960TBのデータを保管する場合。

シナリオ②：毎年384TB、5年間で1.9PBのデータを保管する場合。

シナリオ③：毎年960TB、5年間で4.8PBのデータを保管する場合。

TCOの内訳は、以下のとおりで検討した。

(a)ハードウェア(HW)代：媒体を含む装置の購入価格とした。

・テープ装置：LTO-8ドライブを2台搭載した80巻テープライブラリー。毎年必要容量に合わせて収納巻数を増設する。テープ巻数は非圧縮(1巻12TB)で算出した巻数を購入。

・ディスク装置：18TBニアラインHDDを搭載したRAID装置。毎年、必要容量に合わせて増設する。RAIDはRAID-6構成、高密度実装タイプのディスクエンクロージャーを使用した。

(b)場所代：装置が専有する19インチラック1Uあたり月額5,000円で計算。

(c)電気代：装置の消費電力量とそれに伴う空調の消費電力量(装置の消費電力量の70%)の合計に対し、

1kWhあたり月額26.03円で計算した。

・テープ装置：年間の保存容量を365日で分割し、1日当たりの書き込み容量を算出し、ドライブの転送速度から装置の稼働時間を算出し、残りを待機時間とした。装置の消費電力（稼働時／待機時）に稼働時間／待機時間を乗じて消費電力量を求め合算した。

・ディスク装置：アクセス頻度の低いデータが保存されていることを想定して、24時間中23時間はHDDの回転を停止し消費電力を低減する「エコモード」機能を使用する前提で試算した。

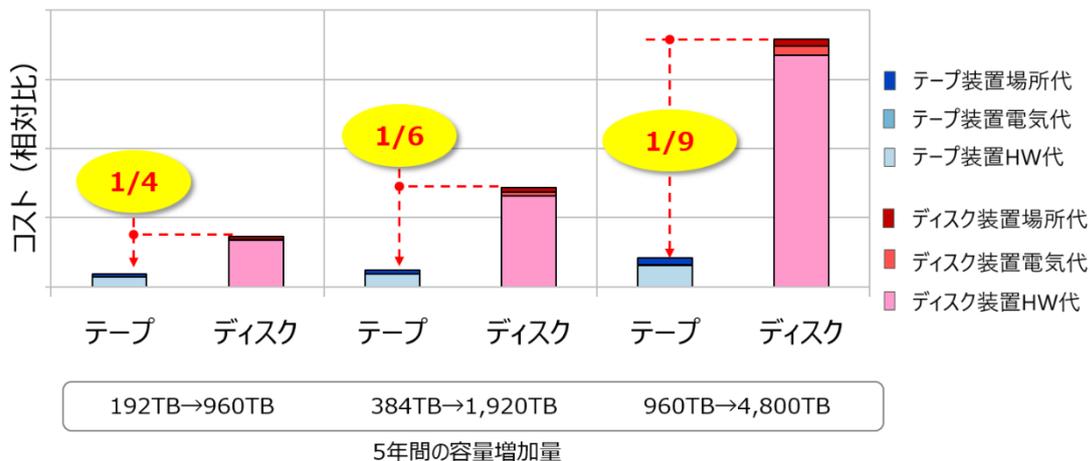


図2. テープとディスクのTCO比較

5年間に掛かる費用は、シナリオ①ではテープはディスクの1/4程度、シナリオ③では1/9程度に圧縮できた。(図2)

### 7.3. 費用削減効果のまとめ

以上のように、アクセスしなくなったデータをテープ装置へ移動することで、5年間に掛かる費用は1/9になる。

実際の運用を考慮すると、さらに多くのパラメータと複雑な計算を必要とするが、上記の想定事例は、おおよその傾向と効果を十分に表していると考えられる。したがって、データの長期保管においては、電力をほとんど消費しないテープストレージを活用することが、費用の削減につながる。

### 7.4. テープ装置の省エネルギー効果

省エネルギー効果の比較として、テープ装置とディスク装置の消費電力量とCO2排出量について比較する。

<消費電力量>

ここでは単純に、装置をいろいろな状態で使用した場合の1日の消費電力量と、稼働時の1年間の電気代を比較した。

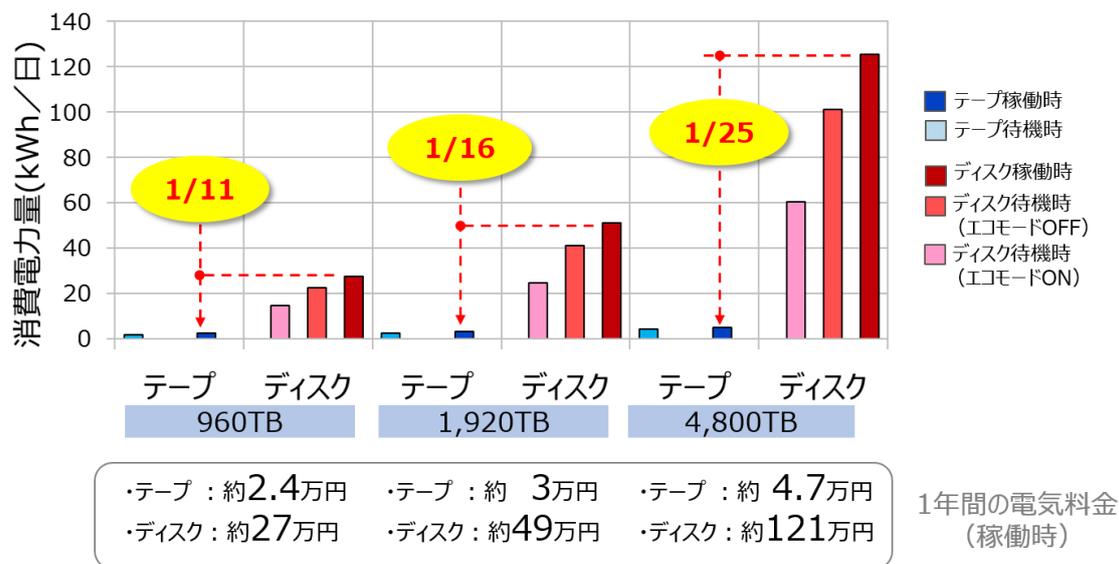


図3. テープとディスクの消費電力量比較

グラフは、容量ごとに、左から・テープ装置の待機時（電源 ON 状態）と稼働時（リード/ライト状態）、・ディスク装置のエコモード ON での待機時（HDD 回転停止）、通常動作での待機時（HDD 回転）と稼働時（リード/ライト状態）の5通りで動かした時の消費電力量（kWh/日）を比較したものである。また、それぞれの装置を1年間稼働（リード/ライト状態）した場合の電気代を試算（1kWhあたり26.4円）した。

稼働状態で比較すると、4.8PBのテープ装置の消費電力量はディスク装置の1/25であった。

<CO2 排出量の削減>

ここでは、前述の消費電力量から算出した CO2 排出量を比較（簡略化のため稼働時のみ）した。

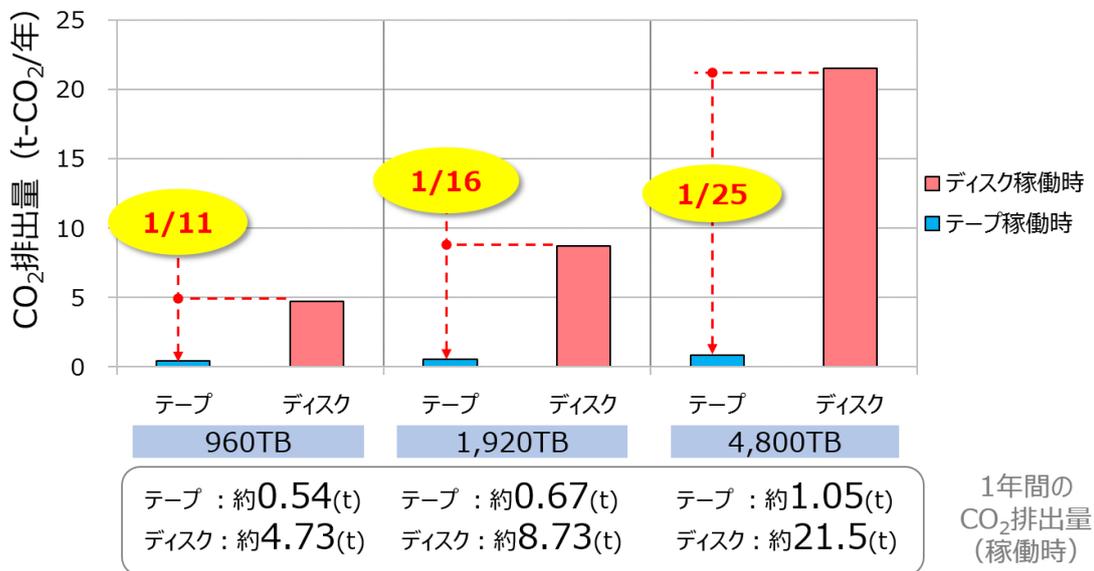


図4. テープとディスクの CO2 排出量比較

4.8PB の容量のディスク装置は1年間に 21.5t の CO<sub>2</sub> を排出するのに対し、同容量のテープ装置はわずか 1t しか CO<sub>2</sub> を排出しない。

7.5. 磁気テープ (LTO) 装置の PC-USB 接続での使用例

現在、磁気テープ装置はデータ階層管理システムのような中～大規模システム向けだけではなく、図 5 のように PC の USB インターフェースに接続して手軽にユーザーの手元で使用することも可能になっている。



図5. PC と磁気テープの USB 接続形態

PC で日々生成されて増加を続けるデジタルデータは、一般的に内蔵または外付けのディスク装置へ保存されるため、電力を消費し CO2 排出にも関係する。PC 環境でのデータ保存もディスク装置に依存すること無く、長期保存のニーズに対して磁気テープを利用することも可能になっており、物理的にネットワークから乖離して取り扱いが出来るエアギャップストレージの磁気テープを有効活用することで、トータルの消費電力量や CO2 排出の削減に貢献できる。

### 7.6. 省エネルギー効果のまとめ

近年になって、テープ装置をディスク装置のようにアクセスできる LTFS のような技術が登場した。これにより、もともと省エネルギー効果が高かったテープ装置をデータの保存先として利用することが容易になった。これは、ストレージシステム全体の消費電力量や CO2 排出量の削減につながり、ひいては地球環境の保護に貢献できると言える。