



Enterprise Strategy Group | Getting to the bigger truth.™

## ESG WHITE PAPER

# 現代のデータドリブンのビジネスに価値をもたらすテックテクノロジー

IBM and Fujifilm

著者 : Vinny Choinski (ESG Senior Analyst)  
Christophe Bertrand (Senior Analyst)

2021年9月

この ESG ホワイトペーパーは、IBM と富士フイルムの委託を受けて作成されたものであり、ESG の使用許諾を受けて配布されます。

## 目次

はじめに.....	3
新技術の概要.....	4
ハイパースケーラーが現代のデータセンターアーキテクチャに与える影響.....	5
インフラの強化.....	6
ユースケース.....	7
より大きな真実.....	9

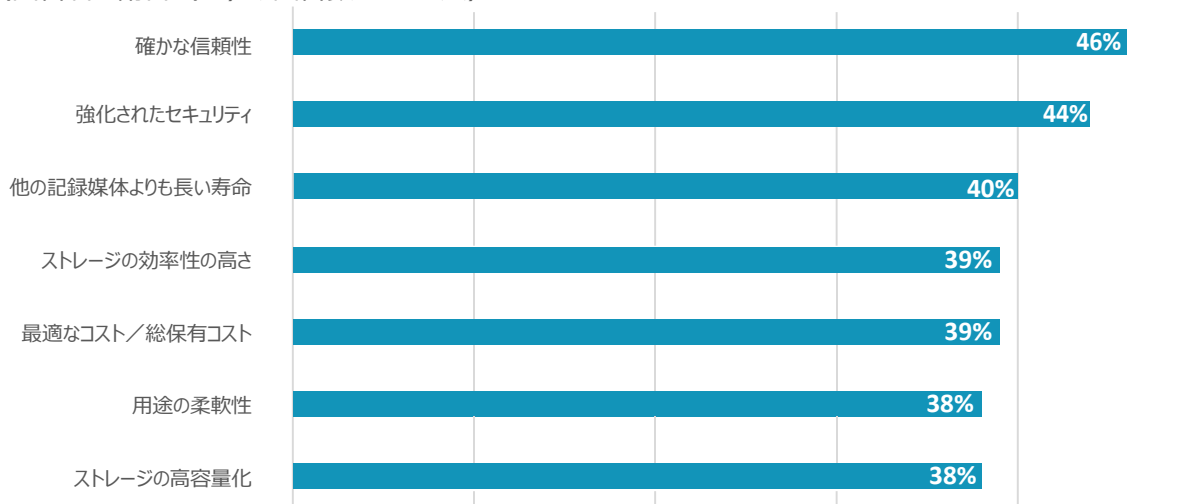
## はじめに

本 ESG ホワイトペーパーでは、テープテクノロジーの新たな進化に焦点を当て、本格的にゼタバイト規模のストレージが必要になった現代において、効果的なデータ保護・保管にテープが極めて重要な存在となっていることを紹介します。企業は大量に生み出されるデータに対処できていないことに加え、総保有コスト、エネルギー消費、サイバーセキュリティ上の脅威、拡張性、信頼性、会社のすべてのデータを効果的に保護する方法といった課題にも対処しなければなりません。多くの場合、テープはこれらの問題の解決策であり、サイバー攻撃に対する最後の砦となります。テープテクノロジーはあらゆる企業のデータ保護とストレージ戦略に重要な役割を果たします。

先日行われた ESG の調査で、参加者にテープテクノロジーのメリットについて質問しました。最も回答が多かったメリットは、確かな信頼性（46%）と信頼できるセキュリティ（44%）でした（図 1 参照）<sup>1</sup>。これらのメリットは、データライフサイクル管理においてテープを使用することの価値として中心となるものです。1952 年に 1 巻あたり約 2MB のデータを記録できるテープが開発されてから、記録容量が 1 巻あたり 20.0TB まで増えた現在に至るまで、テープは常に信頼の置けるソリューションとみなされてきました。オフラインで隔離できるため、適切に取り入れることでサイバーレジリエンスを強化できる強力なセキュリティ要素になります。ESG の調査では、データ保護・保管テクノロジーとしてテープを使用することのビジネス上のメリットとして、テープの総保有コスト、ストレージの効率性、メディアの寿命の項目が、非常に高く評価されました。管理コストが低く、寿命が非常に長いこと、長期的な価値が極めて高いと言えます。これまで着実に増えてきたテープの記録容量は、先日 IBM と富士フイルムから発表されたテクノロジーで、さらに飛躍的に増えることが確実です。2 社が共同開発した画期的な 580TB/巻のテクノロジーは、現在予想されている記録容量を実現するか、あるいはそれを超えることが可能です。

図 1. テープテクノロジーのメリットトップ 7

テープテクノロジーを利用した結果、どのようなメリットを感じましたか？  
（回答者の割合（%）、回答数：303 人）



出典：Enterprise Strategy Group

テープは非常に成熟したテクノロジーですが、今なお進化し続けると同時に、1 ギガバイトあたり 1 ペニー以下のコストで大量のデータを保管できる費用対効果の高い手段である点は変わりません。またテープは、数十年後も読み取り可能であることが証明されているほか、他のストレージソリューションでは難しい取り外しや持ち歩きも容易であるため、物理的に保護できるというメリットがあります。さらに、テープに保管されたデータを盗むには、実際にテープそのものを盗み出し、適切な設備を利用してデータを読み取る必要があります。ESG の調査参加者は、データ保護とアーカイブ戦略の面で、テープを使用・保有することに安心感を得られると回答しています。

<sup>1</sup> 出典：ESG 調査レポート、『[Tape's Place in an Increasingly Cloud-based IT Landscape](#)（クラウド化が進む IT 情勢におけるテープの位置付け）』（2021 年 1 月）

## 新技術の概要

保管が必要なデータの量は、2025年までに世界で約17ZBまで増加すると予想されています。17ZBとは17兆バイトに相当します。この量のデータを保管できる費用対効果の高い手段が必要です。IBMと富士フイルムは先日、新たに開発した580TB/巻の大容量テープのデモにおいて、これまでのデータ記録容量を大幅に上回る、LTOテープの面記録密度の世界記録を更新しました。580TBとは現世代のカートリッジ（LTO8）の約48倍の記録容量であり、テープ1巻にDVD120,000枚相当のデータを保存できることを意味します。このデモでは、面記録密度が317Gb/in<sup>2</sup>（317ギガビット毎平方インチ）の試験テープが使用されました。富士フイルムの研究チームは、ストロンチウムフェライト（SrFe）という全く新しい粒子磁性体を開発し、このような高い記録密度を達成しました。最新世代の磁気テープにはバリウムフェライト（BaFe）磁性体が使われていますが、SrFe磁性体を採用することで、はるかに高い面記録密度が実現できると考えられます。その上、スパッタリングなどの他の塗布法を用いる必要がなく、BaFe磁性体と同じ製造ラインで生産できるため、SrFe磁性体は実用化においてもコスト面で大きなメリットがあります。

図 2. 面記録密度の向上



出典：Enterprise Strategy Group

図 2 の面記録密度の変遷は、テープの記録容量がどのようにしてディスクの記録容量を超えたかを示しています。IBM と富士フイルムのデモは、記録容量の可能性を何年も先になると考えられていたレベルにまで一気に押し上げました。重要なポイントは次のとおりです。

- **面記録密度の向上**：面記録密度 317Gb/in<sup>2</sup>（317ギガビット毎平方インチ）の 580 TB/巻の記録容量を実現

- **新たな磁性体**：使用する磁性体をバリウムフェライト（BaFe）からストロンチウムフェライト（SrFe）に変えることで、面記録密度を上げ、記録容量を拡大。粒子 SrFe 磁性体は粒子 BaFe 磁性体よりも粒子体積が 60%小さいものの、BaFe よりも磁気信号が強く、保管期間を延ばすことが可能
- **高い SN 比（信号ノイズ比）**：超微粒子 SrFe 磁性体をナノレベルで均等に分散し配列する、富士フイルム独自の「NANOCUBIC」磁気テープ技術により、高い SN 比を実現
- **磁気ヘッドの進化**：通常よりも幅狭のトラック（一般的な 103nm に対し 56.2nm 幅）を採用するために、磁気テープが読み取り・書き込みヘッドを移動する際に、より狭い幅で位置決めと位置の維持ができる、新たなサーボテクノロジーを開発

並行して、IBM チームはサーボトラックに事前に記録される新たなサーボパターン、新たなヘッドアクチュエーター、一連のサーボコントローラーといった、新サーボ機構テクノロジーを開発しました。こうして生まれたのが、超高速で移動しながらデータを読み取ることができる、非常に大容量のテープソリューションです。今後数十年間で、ハイブリッドクラウド構築において磁気テープはなくてはならない存在になるため、これは重要かつ革新的な技術と言えます。ハードディスクドライブは面記録密度の超常磁性が限界に達していたため、その進化が課題となっていました。今後は現在はまだ HDD より面記録密度の低いテープ（HDD の 1000Gb/in<sup>2</sup> 以上に対し、テープは 317Gb/in<sup>2</sup>）が主要な記録媒体として、高まりつつある非構造化データのバックアップとアーカイブのニーズに応えていくことになります。INSIC（Information Storage Industry Consortium：情報ストレージ産業コンソーシアム）のテープ面記録密度の向上動向を示すグラフによると、テープの面記録密度は年間 34%で、年間 7.6%の HDD テクノロジーよりも急成長をみせています。

IBM と富士フイルムによる最新のデモは、ハイパースケーラーといった、主にデータストレージテクノロジー事業に携わる企業にとっても重要なメリットを示しています。ハードディスク同様、テープもストレージです。ところが HDD は、IBM と富士フイルムのテクノロジーが実現した高い記録容量を実現することができていません。IBM と富士フイルムが達成した面記録密度のレベルを考えると、新たな LOT テープの技術は、ハードディスクだけでなく、現世代の LTO テープや企業向けストレージテープの進化の予想をはるかに上回る記録容量が実現可能であると言えるでしょう。

## ハイパースケーラーが現代のデータセンターアーキテクチャに与える影響

大量のデータに加え、そのコストも管理しなければならないハイパースケーラーは、テープテクノロジー市場の新たな大口顧客です。ハイパースケール データセンター（HSDC）とは、一般的な企業のデータセンターよりも著しく規模の大きいデータセンターを意味します。ハイパースケール化が進むに伴い、データセンターも変化しています。テープは現代のハイパースケール環境における重要な要素となりました。クラウドハイパースケーラーは、低コストで拡張可能なテープによって、クラウド環境を支え始めています。例えば、このようなハイパースケールの環境では、コールドデータは通常テープに保管されますが、再び利用頻度が上がれば、アクセスしやすいように、そしてクラウドから配信できるように、フロントエンドの Flash のようなパフォーマンス性の高い層に移す必要があるかもしれません。現在、人工知能（AI）、機械学習（ML）、システム自動化ツールを活用し、このような大規模な環境内のデータ配置が最適化されています。エンドユーザーと合意したサービスのレベルを満たし、本番利用や復元の際に適宜データにアクセスできる限り、エンドユーザーの企業は HSDC のどの記録媒体にデータが保管されているかについて気にする必要はありません。

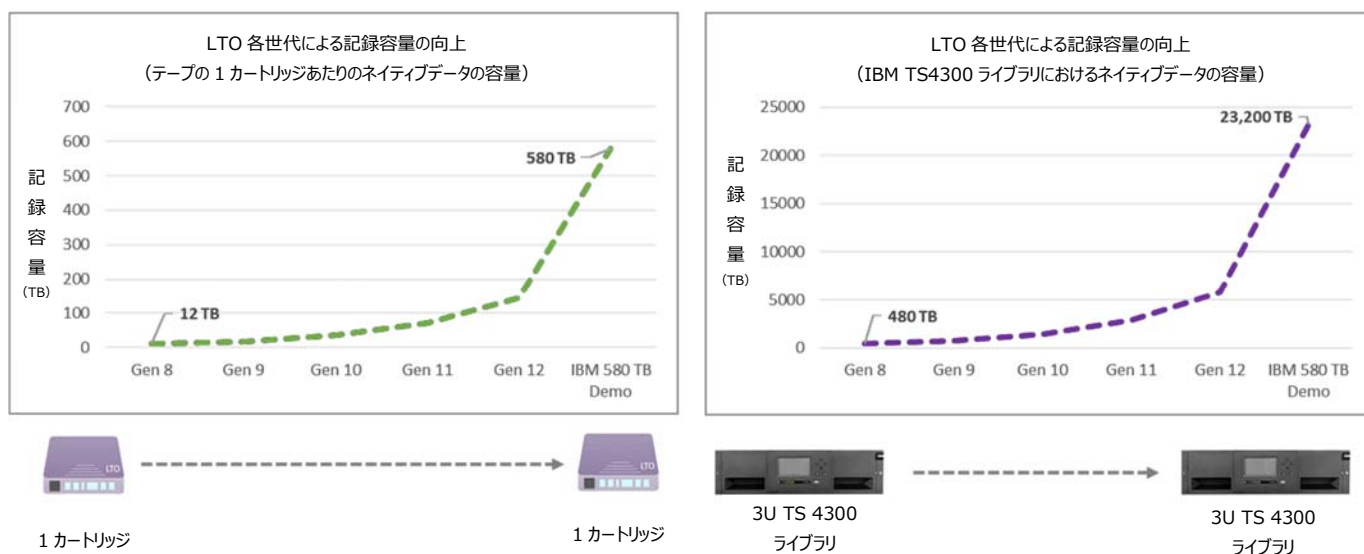
多くの大企業やデータセンターは、コストは下げつつ規模を拡大させる必要があるという、HSDC と同様の課題を抱えています。IT の自動化、IoT、5G、ビッグデータ、ゲーミングといった革新的な新興テクノロジーや新たなビジネス戦略が、データの増加に拍車をかけています。このような環境では、HSDC と同様のコスト管理戦略や階層型ストレージが採用されます。コスト管理やデータ可用性の戦略に不可欠な存在として、テープの重要性が高まっています。これは企業のデータセンターにとっても、最大級のクラウドプロバイダーにとっても同様です。

HDD は、Flash SSD と共に記録容量のスケールアップに重要な役割を担ってきましたが、ハイパースケールストレージの要件やコストの問題から、拡大する際の経済性が重視されるようになってきました。HSDC はテープテクノロジーを活用することで、データの増加、保持、可用性の問題に対応しています。HSDC の大量のデータのほとんどは、すぐにアクセスする必要がないため、テープは最適なストレージメディアと言えるでしょう。新たに開発された IBM と富士フイルムの 580TB/巻テープなど、今後、テープのアーキテクチャが進化すれば、HSDC は極めて重要なデータ資産の保護、アーカイブ能力、記録容量の容易なスケールアップ、総保有コストの最小化、高い信頼性、高速スループット、エアギャップによるサイバーセキュリティ保護などを提供し、さまざまなビジネス目標を達成することができるでしょう。これらのメリットは、HSDC だけでなく、大量のデータや増え続けるデータ量の課題を抱える企業にとっての大きな価値となるでしょう。大規模なデータセンターにとって、テープを利用するという選択は戦略的な取り組みです。データセンターはストレージ戦略を見直し、データの究極的な増加を管理するだけでなく、テープテクノロジーの活用範囲を広げ、コスト削減と効率化を推進しています。

## インフラの強化

LTO テープの開発における、これまでの長い進化の歩みを振り返ると、新たな世代の LTO テープが数年おきにリリースされています。テープやドライブのメーカーは、リリースの度に、より良いパフォーマンス、より大きな記録容量を目指し、ハードルが少しずつ上がってきました。そのように少しずつ上がるハードルをクリアし、第 8 世代 LTO が主流、第 9 世代がリリースされたばかりの現在の状況で、IBM と富士フイルムが、実用化が何年も先だと予想されていた第 12 世代の LTO を超える性能を既に達成してしまったことは特筆に値します。

図 3. インフラライフサイクルの強化



出典：Enterprise Strategy Group

図 3 で比較すると、LTO8 テープ 1 巻には 12TB の非圧縮データ（圧縮データでは 30TB）を保管することができます。これまで LTO テープのロードマップは、非圧縮データの記録容量が 144TB（圧縮データでは 360TB）の LTO12 までが見込まれていましたが、そのリリースは 2029 年の予測でした。IBM と富士フイルムは、予測されている LTO のロードマップが実現可能であることだけでなく、記憶容量も LTO12 に予想される数値をはるかに上回り、580TB/巻まで可能だと実証しました。また、もはや HDD がテープの進化のスピードに追い付いていないことは明らかです。

ESG は、このことが既存のテープライブラリに与える影響に注目しました。テープライブラリは新しいドライブを搭載することで次世代のフォーマットに簡単に対応することができます。図 3 の右図は、テープを 40 巻内蔵できる IBM 3U 4300 テープライブラリのデータを示しています。現在

の第 8 世代のテープドライブでは、非圧縮データは最大で 480TB まで保管できます。そして、IBM と富士フイルムが開発したテープでは、40 巻で 23,200TB まで非圧縮データを保管できるようになります。現時点のテープライブラリと比較しても 48 倍の差が出るのです。

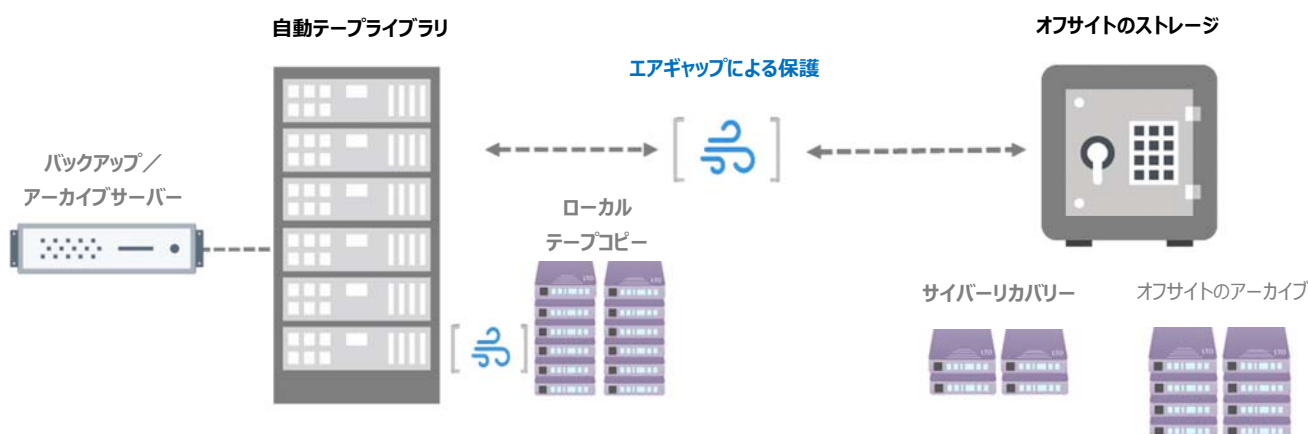
一般的なディスクベースのシステムの場合、このような大規模変更にはシステムのスペックも大幅に上げる必要がありますが、テープシステムは大きな改良をせずとも問題なく、シームレスに運用を続けられます。唯一必要なのは、ドライブを取り出し、新世代のテープドライブに交換することです。これだけで新たな LTO テープをすぐに使用することができます。

また、省エネ性のメリットについても考えてみましょう。データセンターはエネルギーを消費します。一般的に、データセンターの高密度なマルチコアサーバーは 1 時間あたり 500~1200 ワット、HDD は SSD の約 3 倍に相当する約 6~15 ワットを消費します。また、HDD の製造には熱アシストなどのエネルギー効率の悪い工程が含まれます。一方、テープは以前と同じ製造工程とフォームファクターを維持したまま、記憶容量が 18TB/巻から 580TB/巻に伸びました。これは、最終的な 1TB あたりの CO2 排出量を、HDD よりもはるかに削減できるようになります。サーバーの台数を減らし、利用頻度の低いデータをディスクからテープに移動させれば、データセンターは最高の省エネが実現し、企業の CO2 排出量を実質ゼロにする取り組みを促すことになります。このように、テープはサステナビリティの面でもディスクよりも価値が高いと言えます。

## ユースケース

テープストレージ業界がダイナミックに変化しています。現在、エンドユーザーの企業は、複雑な環境で大量のデータを管理しなければならないという課題を抱えています。莫大なデータに高度なアナリティクスを適用することで競争力を得られるようになった現代において、データの価値は上がり、データの保管期間が延びることになります。テープの用途は、小規模なデータセットから、大規模なリアファイルの取り込みへと変化しています。高度なデータライフサイクル管理といった、より戦略的な使い方ができることから、テープはセルフサービスモデルでの非構造化データの統合でより大きな役割を果たしていると言えます。テープは高性能で費用対効果が高いだけでなく、IBM と富士フイルムが実証したように、将来のさらなる進化も約束されています。

図 4. データの保護、アーカイブ、レジリエンス



出典：Enterprise Strategy Group

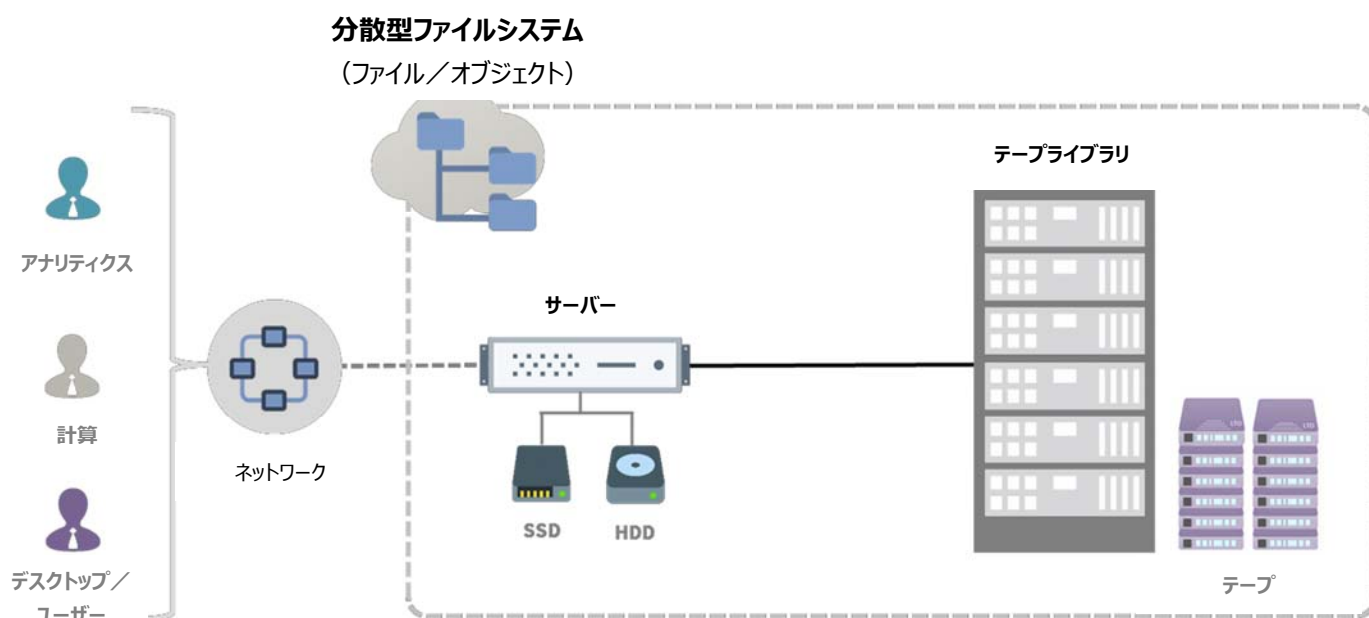
ESG は、データの保護、アーカイブ、レジリエンスに関するテープのユースケースについて検討しました（図 4 参照）。データはあらゆる企業にとって極めて重要な資産であり、バックアップは本番データの最も重要なコピーです。データ量が増えるほど、テープにデータをバックアップする意義が強まります。テープは、より低コストな保管が可能で、各カートリッジからのデータの復元も素早く行えるためです。コンプライアンス、規制、

企業がバナンス上の理由でより長期の保管が必要なデータも、オフサイトへ容易に移動させ、長期にわたり保管できます。テープにはもう 1 つ、サイバーセキュリティの面で重要なメリットがあります。サイバー犯罪の蔓延は、あらゆる規模の企業にとって重要な問題となっていますが、テープには WORM（書き込みは 1 回限りだが読み取りは何度でもできる機能）や暗号化機能もあるため、コンプライアンス、法律、貴重なファイルの保護の観点から安全なストレージ媒体となり、サイバー犯罪の防止に非常に有効です。また、テープのサイバーレジリエンスを描いた図 4 の「エアギャップ」ソリューションは、サイバー犯罪者の不正アクセスを防げるネットワークから遮断されたデータコピーを作成できるソリューションであり、注目を集めています。毎日 24 時間、オンラインの環境にあるディスクや Flash システムはサイバー攻撃の主な標的とされ、常に脆弱な状態にあるからです。

図 5 で、高度なデータ管理の 2 例目のユースケースをご紹介します。このユースケースでは、高度なデータ管理ソフトウェアが、ユーザーが定義したポリシーに基づき、高価なストレージ層から低コストなストレージ層へと自動的にデータを移動させています。ディスクやクラウドを重視するべきだという考えから抜け出せない企業は多いですが、現代のテープテクノロジーの多岐にわたるメリットを活用しない手はありません。

組織全体のデザインをハイパースケール化し始めている企業が増える中、ハイパースケーラーも AWS Snowball や Amazon S3 Glacier などを利用し、クラウド内のテープからデータを行き来させるようになってきました。先述のように、ハイパースケーラーは HDD や SSD のようなはるかに高額なストレージをフロントエンドとしながら、クラウド内でテープを使用しています。テープの記録容量が増大しているため、データセンターの使用面積、ラック専有面積、消費電力、CO2 排出量といった企業の全体的な総保有コストは減少しています。実際、独自の調査によると、テープのエネルギー消費量は同じ記録容量のディスクよりも 87%も少なく、CO2 排出量も 87%減少します。テープの利用を拡大すれば、あらゆる規模の企業にとって経済的なのは明らかです。コスト削減、拡張性、さらには環境への影響の側面は、ハイパースケーラーが開発した手法から学ぶことができます。

図 5. 高度なデータ管理



出典：Enterprise Strategy Group



高精細な 4K/8K 動画、IoT/ICT、ハイブリッドクラウド環境、「ビッグデータ」分析の普及などに伴い、世界のデータストレージ需要は飛躍的に増大しています。スマートマニュファクチャリング、コネクテッドカー、ハイブリッドクラウド環境などの新興テクノロジーを考えれば、データ増加の傾向が続くことは間違いありません。長期的に保管され、滅多に利用されない「コールドデータ」は、現在保管されている全データの約 80% を占めると考えられていますが、アクティブアーカイブ、バックアップ、復元に加え、コンプライアンス、規制、企業ガバナンスに応えるための保管といった面で、コールドデータがビジネスにもたらす価値は高まっています。

企業は IoT に大幅な投資を行っていますが、全 IoT データの 92% が短期間で消失したり、破棄されたりし、ビジネスの成長に使える重要な指標が失われているということに気づいていないかもしれません。テープはそのようなデータの保管量を増やし、IoT への投資価値を増やせる唯一の手段です。また高度なデータ管理では、必要な時にデータにアクセスでき、ビジネスの中断を防ぐことができる上、アクティブアーカイブや、データを活用したビジネス上の賢明な意思決定が可能となります。さらにデータをコストの低いストレージ階層へ移動させることも可能です。概して、企業は経営目標と財政目標のバランスをとろうとしますが、テープはこの戦略に不可欠であり、小規模なデータセンターから大規模なものに至るまで、あらゆる環境のコストを簡単に削減できる手段です。

## より大きな真実


ここで述べた現在のハードディスクの限界は、テープの記録容量がハードディスクの容量を超え、確固とした未来への礎となるということも示しています。IT 専門家の中には、テープがハードディスクよりも問題やエラーが発生しやすい記録媒体であるという誤った認識の人もいるかもしれませんが、実際のところ、高度に進化した現代のテープはディスクよりも信頼性が高い媒体です。ロボットによる自動化で手動の処理を削減するようになった現状においてはなおさらです。現在では、1 巻あたりのデータ容量が大量になったことに加え、読み取り・書き込みスピードに問題なく追いつける磁気ヘッドテクノロジーが登場したことで、サーバー規模のより小さなオートローダーに格納される大量のデータを、直接マルチフレーム構造の自動ライブラリに保管し、ストレージ管理を大幅に向上させられるレベルにまでテープ業界は成熟しました。

現在、テープの記録容量の開発はハードディスクを超えようとしており、ハイパースケーラーや従来のデータセンターが新たに多くのユースケースでテープを採用する傾向に拍車がかかっています。アーカイブやバックアップとその復元のために使われることが主流ですが、テープの記録容量とパフォーマンスが HDD を超えたことで、ユースケースは増え、アクティブアーカイブやライフサイクル管理の中心要素としてテープを使うことが一般的になりました。IBM と富士フイルムが開発した技術はデータセンター環境を大きく改善し、今後テープのユースケースはさらに増え続けるでしょう。580TB データカートリッジはデモの段階ですが、やがて実用化され、現代のテープと合わせて、コスト、記録容量、パフォーマンスに見合う形で採用され、データ管理上のさまざまな課題を解消することになるでしょう。サイバー攻撃を懸念するハイパースケーラーは、ハードディスクに代わる記録媒体としてテープの使用を拡大し、コストやエネルギー消費量を削減しています。記録容量の急速な向上、確かな信頼性、エアギャップを誇るテープは、企業に競争力をもたらす強力なソリューションであり、今すぐにも採用する価値があります。また、繰り返されるサイバー攻撃に企業が対処していかなければならないことを考えると、特にテープのエアギャップソリューションの価値を過少評価するべきではありません。

すべての商標名は、各社に帰属します。本書の記載内容は、Enterprise Strategy Group (ESG) が信頼を置く情報源からの情報に基づいていますが、その情報を ESG が保証するものではありません。この資料には、ESG の見解が記載されていますが、変更される場合があります。本書の著作権は、The Enterprise Strategy Group, Inc. にあります。The Enterprise Strategy Group, Inc. の明示的な同意がない限り、ハードコピー形式や電子的方法などのいずれの方法においても、未承認者に対する複製や転載は、本書の全体または一部に関わらず、著作権法の侵害であり、損害賠償の民事訴訟、および該当する場合は、刑事訴訟の対象となります。ご不明な点がございましたら、ESG Client Relations (508.482.0188) までお問い合わせください。



**Enterprise Strategy Group** は、IT 分野の研究、分析、戦略立案を行っており、世界の IT コミュニティに実用的な詳細情報とインテリジェンスを提供します。

 [www.esg-global.com](http://www.esg-global.com)

 [contact@esg-global.com](mailto:contact@esg-global.com)

 508.482.0188