

LTO/LTFS 技術・製品のファイルベースアーカイブへの適用

藤原 忍

ファイルベースアーカイブの課題

InterBEE、NAB、IBCなどのイベントを通して多くの方々と会話させて頂いた結果として、ファイルベースアーカイブにおける課題が以下の3点に集約されることがわかってきた。

ファイルサイズ：50Mbpsのビットレートで音声等を含めると1時間分のMXFファイルは27GBとなる。このようなサイズのファイル転送をネットワークだけに頼るのは厳しい場合がある。

ファイル総量：仮に5万時間分のビデオテープをファイル化した場合の総量は1.35PBとなる。このような大量のファイルを全てディスクストレージに保存するのは管理コスト等から現実的ではない。

ファイルベースへの移行時間：蓄積されたビデオテープのファイル化など、移行には年単位での時間がかかる場合がある。小さいシステムから始めて、移行度合に合わせて容量拡張できる仕組みが望まれる。

ファイルベースアーカイブにおける管理コストへの関心は高い。これはファイル化しても、1コンテンツ当りの期待売上値が変わらない以上、そのアーカイブ管理コス

トを上げることは出来ない(収支が合わなくなる)からである。そうすると現在のビデオテープ棚置きアーカイブの現状管理コストを念頭においたシステム設計が必要となる。

LTOとは

IBMはテープストレージ製品に50年以上の経験を持つ。従来の金融等の基幹業務系のテープストレージ製品をベースに、IBMはオープン市場向けにLinear Tape-Open (LTO)を開発した。その仕様はHP、QuantumとともにLTOコンソーシアムにて制定しオープン化している。民生技術から派生した技術ではないという点が高信頼性にもつながっており、すでに全世界でのべ350万台のLTOドライブと1.5億本のLTOテープが出荷され一大市場を築いている(出典：<http://www.lto.org/pdf/LTO%2010%20Year%20Anniversary.pdf>)。大きな市場は、保守部品の確保など、長期保守の上でも有利と言える。

LTOはその名の通り、リニア(直線的)にテープ上にデータを記録する。LTO-5では16トラックヘッドを使うことで16

チャンネル同時読み書きを実行する(図-1)。これが光ディスクなど、シングルピックアップアップ(シングルチャンネル)に比べて格段にデータ転送速度が速い(140MB/s = 1.12Gbps)理由である。LTOではこの16トラックの束をラップと呼び、テープを往復走行させヘッド位置をずらすことで一本のテープに80ラップ記録する。またヘッドユニットも書き込みヘッドと読み出しヘッドをペアにした構造になっており、書きこんだデータを隣の読み出しヘッドで読み出し、リアルタイムでペリファイを実行することで書き込み保証をしている。従来のビデオテープにおけるヘリカルスキャンと違い、テープ走行系がシンプルで、強いテープテンションも必要としないのでテープ切れなどの点でも安心である。加えて、LTOテープコーティングの改良などにより、テープ巻き直しをしなくてもおよそ20年間のテープ保管でもデータ劣化が認められないとのレポートがJEITAから出ている(出典：http://home.jeita.or.jp/is/committee/tech-std/std/jumyou_v2.pdf)。

現在LTO-5(1.5TB/本)のテープ実売価格は1万円前後で、民生用ではない基幹

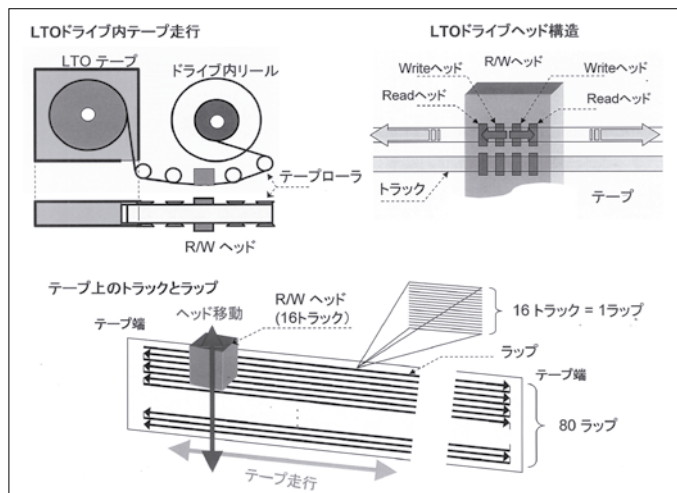


図-1: LTOドライブの仕組み

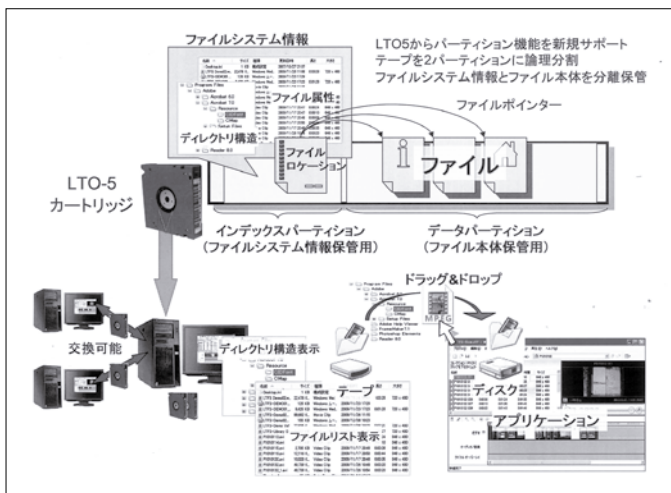


図-2: テープファイルシステム(LTFS)の概要

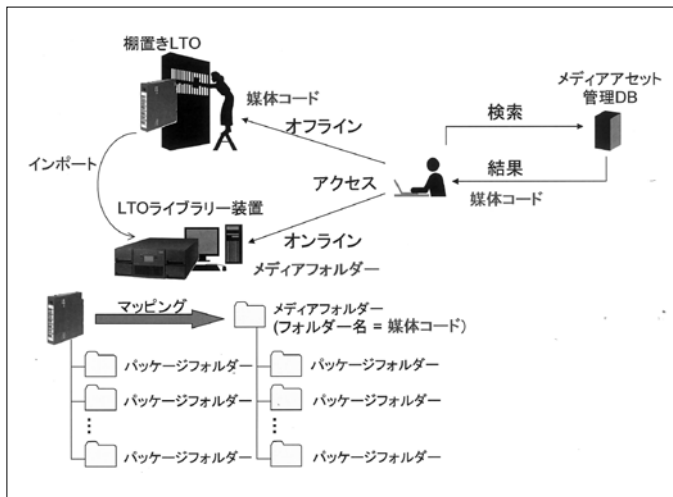


図-3：棚置きとLTOライブラリー併用運用メディアアセット管理

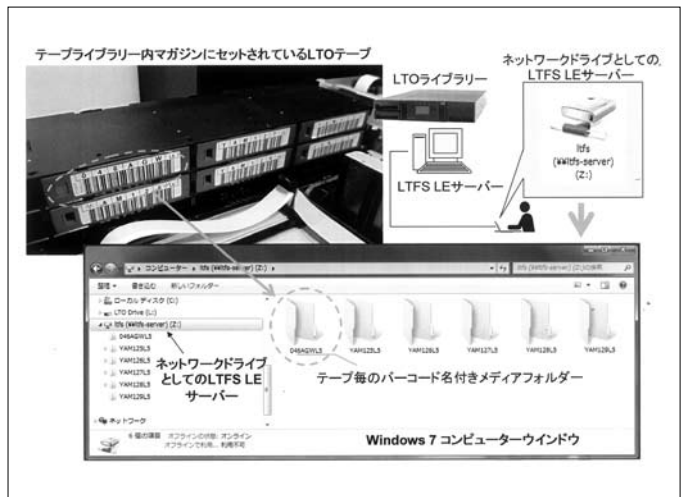


図-4：IBM LTFS Library Edition (IBM LTFS LE)

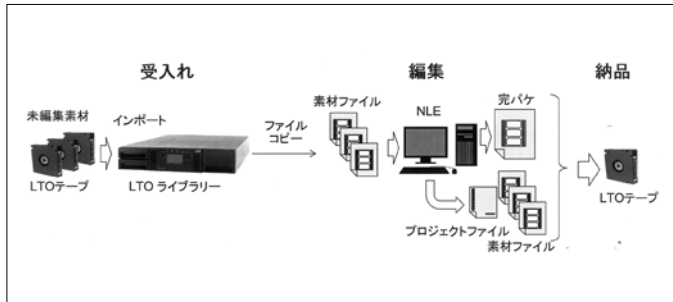


図-5：LTOによる素材受け入れと完パケ納品

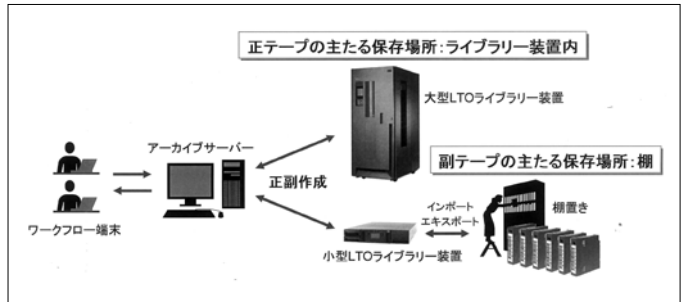


図-6：LTOを使ったアーカイブシステム

業務用技術をベースとしながらもバイト単価が最も安い（7円/GB）ストレージの一つとして扱われている。

LTFSとは

長い間、テープストレージはバックアップソフトウェアやアーカイブソフトウェアの出力先として利用され、それぞれのソフトウェア固有で他と互換性のないフォーマットでデータが書かれてきた。今までは、それで困ることは少なかったが、冒頭で紹介した課題の解決策としてファイルベースの素材・パッケージをLTOで交換すると互換性が非常に重要となる。そこでIBMはLTO-5テープ用のファイルシステムとしてLinear Tape File System (LTFS) を新たに開発した。ファイルシステムを持つことで、LTO-5テープがHDDやDVD同様にOSのデスクトップや商用アプリケーションのファイルメニューからアクセス可能になる。その仕組みは、LTO-5から新たにサポートされたマルチパーティション機能を使っている。LTOテープをインデックスパーティションとデータパーティションに論理分割し、ファイル位置情報や属性情報等のインデックス情報をインデックスパーティションに保存している（図-2）。LTOテープをLTOド

ライブにロードすると、LTFSはインデックス情報を読み出しLTOテープ上のファイルアクセスを可能とするが、インデックス情報がインデックスパーティションに局所的に記録されているためにその読み出し時間が短時間で済むところがテープファイルシステム実用化の肝と言える。

IBMは冒頭の課題をオープンテクノロジーとしてのLTFSの互換性で解決することを目指し、LTFSの技術仕様とソースコード（LinuxとMac）を公開している。その結果、現在IBM以外のベンダーからもLTFSを使ったシステムが提供されており、オープン技術として広く浸透するとともに、様々な局面で利用が既に始まっている。

LTFS LEとは

管理するLTOテープの数が増えアクセス件数が増加すると、LTOテープの棚置き運用に加えてLTOライブラリー装置（テープカート装置）による自動化運用が求められるのは自然である。棚置き運用の場合、従来のビデオテープ同様に媒体コード（バーコード）と媒体内アセットの紐付けがメディアアセット管理の基本となる。メディアアセット管理ツールでのパッケージ検索結果として媒体コードを取得することで、棚から目的のLTOテープを取り出すこと

ができる。棚置きとライブラリー装置の併用運用でも同じメディアアセット管理ツールを使う限り、検索結果として媒体コードが得られ、ライブラリー装置に収容されたLTOテープのアクセスでも媒体コードを用いることが求められる（図-3）。IBMはこの要求に応えるためにIBM LTFS Library Edition (LTFS LE) を開発した。

IBMのLTOライブラリー装置は、LTOテープ収容（インポート）時にLTOテープのバーコードを自動読み取りする。IBM LTFS LEはこの情報を使って、LTFS LEサーバー上にLTOテープ毎のフォルダーを自動作成し、各LTOテープのバーコードをそのフォルダー名とする。これをメディアフォルダーと呼ぶ。結果として、メディアフォルダーリストがLTOライブラリーにインポートされたLTOテープの媒体コードリストになる。IBM LTFS LEは各LTOテープのLTFSボリュームのルートをそれぞれのメディアフォルダーに対応させる。これにより媒体コードがわかればメディアフォルダーが特定できるので、以後のファイルアクセスがLTFS LEサーバーを通して実行可能となる（図-4）。

LTOライブラリー装置では、LTOテープのアクセスに先立ってライブラリー内ロボット機構にコマンドを発行して、アク

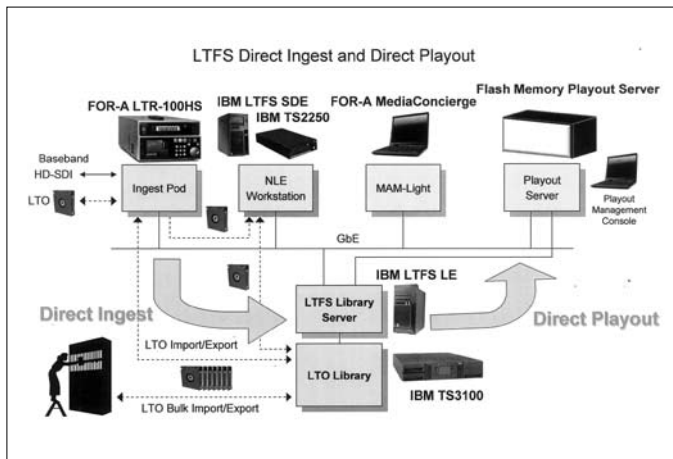


図-7 : NAB2011 Show Pick Hit Award 受賞デモ

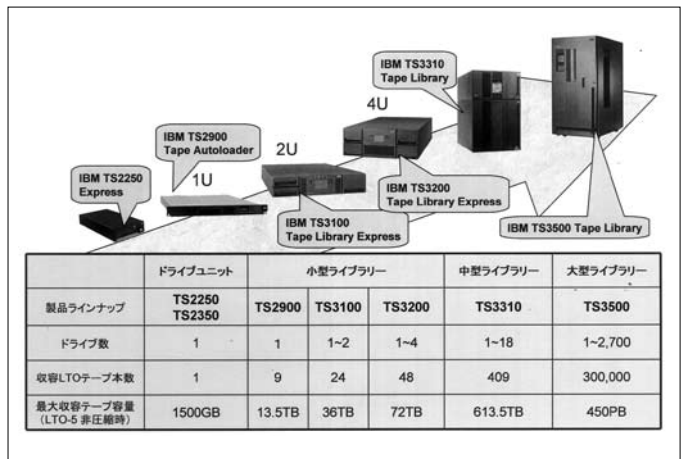


図-8 : IBM System Storage LTO テープ & ライブラリー製品

セス対象のLTOテープをピックアップしLTOテープドライブにロードする必要がある。IBM LTFs LEでは、メディアフォルダー内のファイルをアクセスすることでメディアフォルダーに対応するLTOテープをLTOドライブにロードするようLTFs LEの内部でコマンド発行を実行している。これにより、ユーザーはファイルメニュー上などでのファイル操作だけでロボット機構が制御可能となり、LTOライブラリー運用に対応するためのアプリケーション改修が不要となる。

LTO/LTFs 導入モデル

ここではLTO/LTFsの導入を大きく以下の3モデルに要約して考え、素材・パッケージ転送モデル、アーカイブモデル、ワークフローモデル、それぞれのモデルについて解説する。

素材・パッケージ転送モデル

交換媒体としてのLTOとオープンテクノロジーであるLTFsの組み合わせによるポータビリティにより、素材やパッケージの転送媒体（ブリッジメディア）として利用するモデルである。図-5はそのモデルを表したもので、例えばカメラごとに撮影されLTOテープに保存された未編集ファイル素材を複数本のLTOテープで受け入れ、LTOライブラリーにまとめてインポートする。LTFsを使ってLTOテープ上に記録されたメタデータ等を取得することで編集に必要なファイルを選び出し、NLE環境にファイルコピーを行う。LTFs LEを使えば、LTOライブラリー装置内の全てのLTOテープがフォルダーとしてアクセス可能なので、一度全てのLTOテープをLTOライブラリー装置に収容すれば、以後はファ

イルアクセスだけで、LTOライブラリー内の任意のLTOテープ上のファイルがアクセスできる。

加えて、1本あたり1.5TBというLTO-5テープの容量によって、NLE環境での編集過程で利用される素材ファイルやプロジェクトファイルを、完成パッケージと一緒に一本のLTOテープに保存・転送することも可能となる。このような納品または保存は、以降の再編集作業を容易なものとするであろう。

アーカイブモデル

LTO/LTFsのポータビリティを棚置き管理に適用するモデルである。図-6はそのモデルを表している。アーカイブでは正副2本のLTOテープの作成が求められるのが一般的である。通常状態のリトリブ動作では、正テープのみがアクセスされる。その為、24時間運用を考えるのならばオートメーション化を可能とするために、正テープ全巻のLTOライブラリー装置収容が望まれる。一方副テープは、正テープアクセス障害時の予備と考えるのであれば、棚置き管理が検討される。その場合、副テープ作成用と障害時の副テープアクセス用に小型のLTOライブラリー装置を設置する。棚置きとライブラリー装置収容の比率は運用形態や管理コストなどを考慮して決められる。

ワークフローモデル

素材・パッケージ転送モデルとアーカイブモデルを複合化したモデルである。図-7はそのモデルを表している。このモデルは、ディスクストレージサーバーを実装しないでインジェストからプレイアウトまでエンド・ツー・エンドでワークフローを構成することを特徴とするモデルで、

NAB2011 ShowのIBMブースで展示されPick Hit Awardを受賞することでその有効性が確認された。LTOテープまたはビデオシグナルでインジェストされたパッケージは直接LTOライブラリー装置にインポートされ、MAMの管理下に入る。MAM上で選択されたパッケージは、直接LTOライブラリー装置内のLTOテープからプレイアウトサーバーへと転送される。このモデルは、LTOテープが単にアーカイブ蓄積媒体としてのみではなく、プレイアウトサーバーへのパッケージ送り出し媒体として利用できることを表しているとともに、一般的に配置されるディスクストレージサーバー装置が無くともワークフローが構成可能であることを示している点で高く評価された。

IBM テープストレージ製品紹介

IBMのLTOテープストレージ製品は、図-8にあるようにシングルドライブユニットTS2250/TS2350から、最大30万本のLTOテープを収容可能な大型ライブラリーTS3500まで幅広く揃っている。中間に位置する小型ライブラリーTS2900、TS3100、TS3200は、それぞれ1U、2U、4Uサイズでラックマウント対応可能となっている。また、中型ライブラリーTS3310は拡張ユニットを複数増設することでLTOテープ41本から最大409本まで容量拡張が可能である。これらの製品により、様々な要件に対応した運用システムが構築可能となる。

Shinobu Fujihara
日本IBM (株)