Technical
Survey

技術解説

MXF規格の概要

正会員 成 見 淳†

最新のIT技術を活用した放送設備の検討において、さまざまな機器間でコンテンツを流通させることが可能な標準的なファイルフォーマットが求められている。MXFは、標準化されたファイルフォーマットの一つであり、その標準インタフェースとしての期待も高まりつつある。本稿では、MXF規格に用いられている各要素技術と、MXFの概要について紹介する。

キーワード：MXF, UMID, メタデータ, KLVコーディング

1. ま え が き

MXF (Material eXchange Format) とは、番組素材などをファイル化したうえで、放送局などで交換することを目的とした伝送用ファイルフォーマットである。これまでの放送設備は、カムコーダ、VTR設備、編集設備などテープを中心とした媒体による設備設計が中心となっており、SDI (Serial Digital Interface) 信号によるインタフェースによって統一されていた。しかし近年のトレンドとしては、テープ媒体によらない機材が登場しつつあり、魅力的な機器もしばしば見受けられる。これには、ハイビジョン信号という大量のデータに対しても、パソコン等のIT機器の処理能力が向上したことによって、放送設備の開発が可能となってきた背景がある。昨今、これらのIT技術を放送分野に積極的に活用しようという考え方があり、このIT化の中でコンテンツファイルの交換をネットワーク上やメディア上で実現できるようなフォーマットの開発が必要となっていた。

MXFは、当初Pro-MPEGフォーラムという規格化団体でAAF (Advanced Authoring Format) のサブセットの位置づけで検討・開発されていた。その後、MXF規格をSMPTEに提案することで標準化を進めてきた。

2. KLVコーディング方式

MXFのフォーマットを理解していくうえで重要なのが、KLV (Key-Length-Value) コーディング方式である。KLVとは、図1に示すような構成となっている。Keyの部分には、Valueに格納されたデータが何であるのかを識別する情報が記述されている。その識別情報の一覧は、SMPTEメタデータ辞書に記載されている。したがって、Keyの部分でSMPTEメタデータ辞書に照らしてみれば、Valueの中身が

何であるのかを知ることができる。

この例では、番組のメインタイトルを表現した場合を説明している。したがってKeyは、

060E2B34010101010105020100000000

であり、実際のメインタイトル名をバイナリー表現したものがValueに格納されることになる。

3. MXFの基本フォーマット

MXFの基本フォーマットは、図2に示すように、ヘッダ、ボディ、フッタによる極めて一般的な構成になっている。ヘッダには、MXFの特徴であるメタデータを格納できる。ボディには、映像、音声などの要素を格納できる。

MXFは図2のような論理的な構成を持つが、その一方で物理的な構成であるパーティションという区切りを持つ。パーティションは、ファイルの物理的な区切りであり、例えるならば、伝送のためにパケットで区切るようなものと同じものである。パーティションで区切られたものをパーティションパックと呼ぶ。

4. MXFのFile PackageとMaterial Package

MXFでは、Packageという概念が存在する。わかりやすい例を挙げると、カメラで収録した素材を、File Packageと呼ぶ。これらの素材ファイルをノンリニア編集機で編集する場合には、いわゆる非破壊編集が行われる。タイムライン上で編集された素材は、構成する素材ファイルとそれらのIN点、OUT点の情報で表現される。

File PackageとMaterial Packageの関係を図3に示す。

この図で示したFile Packageは物理的なファイルであるが、Material Packageは、物理的なファイル (File Package) にリンクする情報を持っている出力タイムラインの情報といえる。

これらのPackageには、UID (Unique Identifier) と呼ばれるIDがつけられる。UIDは、UMID (Unique Material

† NHK 技術局番組施設部

"Outline of MXF Standard" by Atsushi Narumi (Engineering Administration Department, Program Engineering Division, NHK, Tokyo)

図1 KLVコーディング方式とSMPTE辞書の関係

図2 MXFファイルの論理構成とパーティション

図3 File PackageとMaterial Packageの関係

図4 UMIDの概要

Identifier) であり、SMPTE330Mで規定されている。UMIDの概要を図4に示す。

素材番号にはMACアドレスなどの機器固有の情報が入る。位置情報にはGPSデータによる情報が入る。UMIDは、コンテンツが生成された場合に自動的に付与されることが

前提となっている。したがってUMIDは、付与対象のコンテンツが、どの装置によって、いつ、どこで、誰が生成したのかという情報によって、ユニークなIDを表現していると言える。

MXFの中では、File PackageおよびMaterial Packageともに、UIDに対しては基本UMIDを用いている。

5. MXFのヘッダメタデータ

MXFには、プラグインにより外部のメタデータを付加す

図5 階層構造の概要

ることができる特徴がある。このメタデータを付加することそのものが、運用的なメリットになるのかどうかについては、応用範囲やメタデータの活用方法にもよるのでここでは言及しない。

メタデータには、Structuralメタデータ（ファイル構造を記述するメタデータ）とDescriptiveメタデータ（ファイル内容を記述するメタデータ）の2種類がある。Structuralメタデータは、ラッピングされている複数のファイル要素間の時間軸上の関係や画像サイズ、画像レートといった情報を記述している。Descriptiveメタデータは、意味のあるシーンなどに対する人物の氏名を記述したりするものである。Structuralメタデータは、MXFファイルに一つのみ存在する。Preface Setから始まる一連の階層構造を持ち、ボディ部に含まれている各々のファイル構造の結合関係を示している。概要を図5に示す。

6. OPパターン

MXFには、Operational Patternというものがある。このパターンには、いくつかの種類があるが、代表的なものとして、OP1aとOP-ATOMの二つの例を挙げる。

OP1aは、映像と音声などが細かくインターリーブされた形で構成されるもので、OP1aのMXFファイルは、転送受けにおいて、時差再生が可能になるなどの特徴を持つ。送ることができるファイルは、一つのMXFファイルで1コンテンツのみとなる。

OP-ATOMは、映像のみを送るといったような、MXFファイルでラッピングするファイル単位での転送である。したがって、OP1aのような時差再生は不可能である。送ることができるファイルは、一つのMXFファイルで、映像のみまたは音声のみといったような1エッセンスデータとなる。

映像と音声のデータに対して、フレーム単位で区切った場合における、OP1aおよびOP-ATOMのファイル転送の概要を図6に示す（図はイメージであり、実際には、ファイル

図6 OP1aとOP-ATOMの違い

転送のプロセス等においてパケット化されたりするため、この図のようにフレーム単位での扱いで転送されるとは限らない。

各OPパターンと各映像、音声素材の関係を図7に示す。

図では、File Package (FP) とMaterial Package (MP) の関係も記載している。MXF規格では、OP1aやOP-ATOM以外のOPパターンも用いることができる。その中には、複数の番組素材を一括してMXFファイルにするようなOP-2aのようなものも含まれている。

7. GC (Generic Container)

MXFでは、GCと呼ばれるラッピング用のコンテナがある。このコンテナには、さまざまなものがラッピングできる。主なものを図8に示す。GCは、Content Package (CP) の列で構成されるものであり、そのCPは、System Item, Picture Item, Sound Item, Data Itemの四つのItemで構成することができる。また、四つのItemをまとめて、Compound Itemと呼ぶ。一つのCP中には同じ種類のItemを複数持つことはできない。各Itemは時間単位で区切られた127個までのElementを持つことができる。GC、CP、ItemおよびElementの関係を図9に示す。図では、フレームマッピング方式（1フレームずつラッピングする方法）を表現している。フレームマッピングは、GC内に複数のCPを持つ構成となる。

この場合の実際のGCを、Key、Lengthを含めて表現すると図10のようになる。図を見るとKLV構造が連続している。このようにMXFは、KLV構造によって構成されたファイルフォーマットであることがわかる。

8. ラッピング

MXFのラッピングには、すでに述べたフレームマッピングの他にクリップマッピングというものがある。クリップマッピングは、映像を1フレームずつラッピングするフレームマッピングと異なり、映像フレームをまとめてラッピ

図7 各OPパターンと素材の関係

図8 GC関連の規格（主なもの）

図9 GC, CP, Item, Elementの関係

図10 フレームマッピングにおけるCGの構成例

ングするものである。

これらのラッピングの方法に対して、相互接続性を確保することが重要であるため、以下のポイントを満たすことが望ましい。

(1) 各CPは同数の素材 (Element) を持つ

(2) CP内における素材 (Element) の順序は同一でなければならない

(3) CPにおいて各素材 (Element) は同一尺とする

(4) 各CPは時間基準となる素材 (Element) を持つ

(5) 各CPの尺は基準となる素材 (Element) の整数倍となる

図11 クリップマッピング時のGC内の構成例

図12 クリップマッピングによるGCの構成例

(6) 同期した素材 (Element) は同一のCP内にグループ化
 図11に示すように、クリップマッピングではGC内のCPは一つとなる。このクリップマッピングによって、図12に示すように、複数のフレームをまとめてKLVエンコーディングすることで、データ量の増加を抑えることができる。

9. 一般的な構成イメージ

MXFの規格について述べてきたが、一般的にはどのようなイメージとなるのか図13に示す。図に示すように、MXFでは、ファイル冒頭のヘッダメタデータにDescriptiveメタデータを入れることができる。これには、DSM-1 (Descriptive Metadata Scheme-1: SMPTE380M) という実際に規格化されているものがある。

10. サブ素材 (字幕など)

サブ素材については、現在どのようにラッピングするべきか検討されているところであると思う。極めて簡易な手法ではあるが、字幕データなどいわゆるVBIに重畳されているデータは、映像フレームに対してすでに同期しているため、簡単にData ItemとしてMXFにラッピング可能であると思われる。

11. 運用面から見たMXF

MXFはオープンなラッピングフォーマットである。しかし、どのようなデータでもユーザがコンテンツ運用できるような万能ファイルフォーマットではない。MXFにする

図13 一般的なMXFファイルの構造

図14 MXFファイルとMXFデコーダ

ことで、どの装置でもコンテンツ（映像・音声等）を用いることが可能となるわけではないのである。その理由は以下のとおりである。MXFにラッピングされたデータが特殊な加工（例えば映像圧縮）をされている場合に、元に戻す方法を知ることができないと、ただの意味のないデータになってしまう。

図14に示したのは、MXFファイルをMXFデコーダを通してデータを得る流れであるが、「データA」が特殊な加工をされている場合に、元に戻す方法を持っていないければ、

図15 標準フォーマットと固有フォーマットのコンテンツ交換の違い

データAは利用することができない。これでは何のためにMXFファイルにラッピングする必要があるのかという話になってくる。

これは、あるアプリケーションで作成したファイルを、別のアプリケーションを搭載していないPCで受け取った場合に、不明なファイルとなり開くことさえできないことと類似している。コンピュータの世界では、当然のことではあるが、映像や音声を扱う上では、これは非常に不便である。

なぜならば、映像や音声といったものは、そもそも放送用途の標準的な圧縮フォーマットがすでにいくつか存在しており、特殊な圧縮フォーマットにしなければならない理由がユーザ側に特に見当たらないからである。それどころか、特殊な圧縮フォーマットであるがゆえに、異なるメーカーの機器間で、本来ならばファイルコピーで済むところを、

わざわざベースバンド信号に変換する必要が出てくる。これを示したのが図15である。

このように特殊な固有フォーマットの場合には、ファイルコピーのメリットである高速転送や試写の省力化などを実現することが困難である。

MXFが異なるメーカー間でのファイルの互換性をとるために作られたとするならば、その理念を最大限に尊重するためにも、ラッピングされる各種データは可能な限り標準的なものであることが極めて重要である。

12. む す び

さまざまな技術が用いられているMXFは、次世代の標準的なインタフェース仕様として用いられるようになってくると思われる。しかし、MXFの中身はさまざまなバリエーションが存在しているため、単にMXFといっても具体的な内容を指定しなければ、相互接続は難しいであろう。しかも、その相互接続は異なるメーカー設備間で求められるであろうから、ユーザ側もMXFに対する理解を深めておくが必要になると予想される。MXF規格の詳細については、電波産業会 (ARIB) から「MXF規格の解説」が出版されているので、必要な方は参考にいただきたい。

(2007年2月28日受付)

成見 淳 1990年、愛媛大学工学部電気工学科卒業。同年、NHK入局。高松放送局、放送技術局を経て、現在、技術局にて、放送設備の整備業務に従事。正会員。