ISO/IEC国際標準

# 4K・8K映像配信を支える 次世代メディア伝送技術MMT

ISO/IEC動画像国際標準MPEGで、次世代メディア伝送規格MMT(MPEG Media Transport)の標準化が進んでいます。本稿では、NTT未来ねっと研 究所提案の誤り訂正符号を中心にMMTについて説明するとともに、MMT のユースケースとして、4K・8K映像コラボシステムについて紹介します。

やまぐち たかひろ かかち たかゆき

仲地 孝之 /山口 高弘

とのむら よしひで 外村 喜秀 /藤井 竜也

NTT未来ねっと研究所

# MMT標準化の背景

メディア伝送規格として幅広く利用 されているISO/IEC動画像国際標準 MPEGのシステム規格MPEG2-TS (Transport Stream) \*1の標準化から 約20年が経過し、コンテンツ配信の環 境が大きく変化しています. 映像 フォーマットは多様化する一方, HDTV (High Definition Television) の本格的な普及を迎えて、4K・8Kな ど高解像度なものへと移行してきまし た. さらにコンテンツを利用する端末 や、伝送路もインターネットから専用 線,携帯電話網,無線LAN,放送ま で多様化しています.このような背景 の下、MPEGでは高効率映像符号化 HEVC (High Efficiency Video Coding) の規格化と並行して、さま ざまな伝送路でのメディア伝送に対応 する新しい伝送規格として、MMT (MPEG Media Transport) (1)の標準 化を進めてきました. NTT未来ねっ と研究所では、これまでデジタルシ ネマ, ODS (Other Digital Stuff)\*2, スーパーテレプレゼンスなど, 具体的 なアプリケーションを念頭に4K映像 伝送の研究開発を進めてきましたが、 コア技術である誤り訂正符号および階

層化処理技術の普及を目指して, MMTの議論に当初から参画し、標準 化に貢献してきました.

# MMTの概要

MPEG2-TSは、映像や音声などコ ンテンツを構成するメディアを単一の 固定長パケットに多重化します. 同じ コンテンツを多数のユーザへ届ける放 送などには適した方式です。しかし現 在. 映像フォーマットや伝送路は多 様化し、MPEG2-TSは標準化時には 想定していなかった用途で用いられ ています、MMT標準化の議論が始 まった2009年当初、MPEG2-TSを用 いた4K・8K映像伝送ではTSパケッ トの大きさが適さないことが指摘さ れ, SVC (Scalable Video Coding) やMVC (Multiview Video Coding) などのマルチレイヤ符号の複数伝送路 での伝送が困難だという問題がありま した、また、伝送品質確保のために誤 り訂正符号などの必要性が議論されて いました。これらを背景として、既存 のメディア伝送方式の課題と新たなメ ディア伝送方式の必要性が認識され. MMTの標準化が開始されました. そ の後、MMTはHEVCと3D Audioを組 み合わせた新たな標準規格である MPEG-Hのシステム部分となり、標 準化が進められました. MPEG-Hの 全体像を図1に示します。MPEG-H OPart1, Part10, Part11, Part12 がMMTの規格です.

MMTの基本構成を図2に示します. MPEG-H Part1<sup>(2)</sup>では、メディア配 信に関して、①メディアのカプセル 化、②ネットワーク配信、③制御メッ セージを規定しています. MMTは MPEG2-TSが対象とする領域のみな らず、IETF (Internet Engineering Task Force) が定めるRTP (Realtime Transport Protocol) などの領 域も対象としています. パケット長は 可変であり、IP伝送と親和性が高く、 音声・映像・ファイルなどの多重化も 単一または複数に自由に設定できま t. UTC (Coordinated Universal Time) \*3ベースのタイムスタンプや MMTシグナリングによる制御メッ セージにより、多種多様な機能を提供 します. また、伝送品質確保のために

- MPEG2-TS:現行の地上デジタル放送など で利用されているMPEG2のメディア伝送 規格です.
- \*2 ODS:映画以外の映像コンテンツの劇場へ のストリーミング配信サービスです.
- \*3 UTC:協定世界時. 世界共通の時間の1つ で、MMTではタイムスタンプの情報として 利用することができます.

図3に示す誤り訂正符号を規定し、パケットロスに対する伝送の信頼性を向上させています。MPEG-H Part1では共通のシグナリングフォーマット、MPEG-H Part10<sup>(3)</sup>で誤り訂正符号のアルゴリズムを規定しています。さらにMPEG-H Part11では、表示レイアウト制御を行うコンポジション情報(CI)が規定されています。ディスプレイ内やマルチディスプレイ上での、

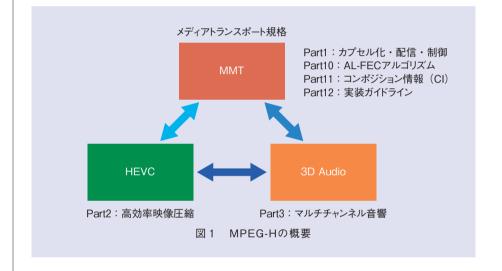
コンテンツの配置位置や表示時間の指定ができます.これらは、いずれもMPET2-TSにはない新しい特徴です.

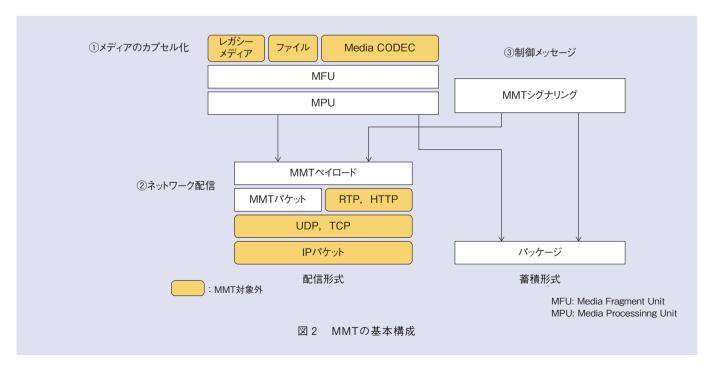
### 強力な誤り訂正符号

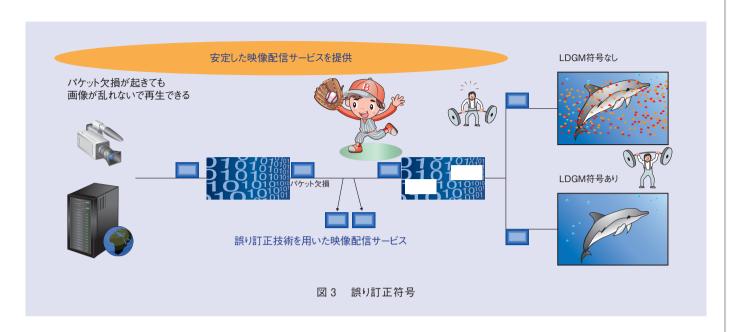
MPEG-H Part10では、さまざまな 伝送路でのパケットロスに対応するた めに、リードソロモン符号\*4やNTT 未来ねっと研究所が提案したLDGM (Low Density Generator Matrix) 符

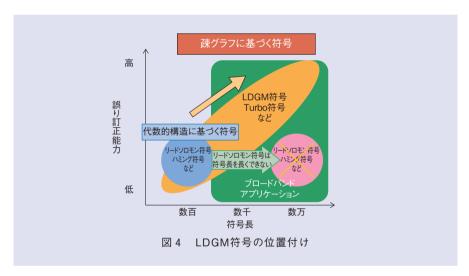
号など、複数のAL-FEC (Application Layer-Forward Error Correction) 方式の誤り訂正符号アルゴリズムを規 定しています. 個々の誤り訂正符号は. エラー回復特性, 演算量の観点から一 長一短があります. リードソロモン符 号は代数的構造に基づく符号で広く用 いられており、低ビットレートでは優 れたエラー回復特性を示します. しか し、符号長を長くすることが難しいた めに、理論限界値を与えるシャノンの 通信容量\*5に迫ることができず、十 分なエラー回復特性を得ることができ ません、それに対して、LDGM符号 は疎グラフに基づく符号で、符号長を 長くすることでシャノンの通信容量に 迫ることができ、特に4K・8Kなどの 高ビットレート映像の伝送に適した方 式となっています (図4).

- \*4 リードソロモン符号:バースト誤り検出・訂正用のブロック符号方式の1つです.
- \*5 シャノンの通信容量:エラーが発生する通 信路での伝送容量限界です.符号長を長く しないと迫ることができません.









LDGM符号は図5に示すようにパリティ検査行列H\*6に三角行列(LDGM構造)を持つ線形符号ですが、NTT未来ねっと研究所提案のMMTで規定するLDGM符号では、メッセージパッシングアルゴリズム(MPA:Massage Passing Algorithm)と呼ばれる方法に準最適化された行列を使用することで、少ない演算で効率的に誤りを訂正することが可能となっています。また、MPAおよび最尤復号(MLD:Maximum Likelihood Decoding)の双

方で優れた復号性能を引き出すことが できるイレギュラー行列を用いること ができます.

さらにMMTのLDGM符号では、新 しい2つのアルゴリズムを規定してい ます.1つはサブパケット・インタ リーブLDGM符号<sup>(4)</sup>です.従来の LDGM符号は、エラー回復特性に関 して、高ビットレートでは優れた特性 を示しますが、低ビットレートでは劣 る欠点がありました.サブパケット・ インタリーブLDGM符号では、高ビッ

トレート領域のみならず低ビットレー トでのエラー回復特性を改善し、低演 算量を保持しつつリードソロモン符号 に匹敵する特性を示します. もう1つ は、階層型LDGM符号<sup>(5)</sup>です。一般に LDGM符号は符号長を長くすること ができる反面、SVCやJPEG2000な どの階層符号化へ適用した場合は、部 分復号を行うとエラー回復特性が悪く なる欠点がありました. 階層型 LDGM符号は、階層符号化されたデー タの階層性を損なうことなく効率的に 誤り訂正を行える構造となっていま す. なお、サブパケット・インタリー ブLDGM符号と階層型LDGM符号は、 互いに独立ではなく同時に用いること ができます.

#### MMTを用いたユースケース

MMTの機能は多岐にわたります. 代表的な機能を図6に示します. AL-

\*6 パリティ検査行列H:生成行列とともに線 形符号を構成する重要な行列です.LDGM 行列では,生成行列とパリティ検査行列Hの 関係式を基に誤りの訂正を行います. FECを用いることにより4K・8Kなどの高ビットレート映像を、IP共用網を介して安定して伝送することができるのは大きな特徴です。その一方、UTCベースのタイムスタンプと音声・映像・ファイルなどの多重化が柔軟にできる機能を利用して、パブリックビューイングやマルチ画面を用いた超高臨場感TV会議など大画面映像を多くのユーザと共有しつつ、個別ユーザはタブレット端末でマルチアングル

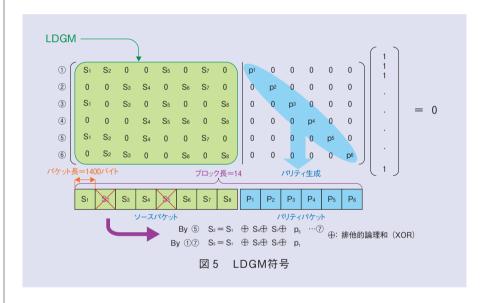
映像など好みに応じたコンテンツを大 画面映像と同期\*<sup>7</sup>して視聴すること も可能です. 通信と放送を用いたハイ ブリッド伝送でも, このようなサービ スを実現することが可能となります.

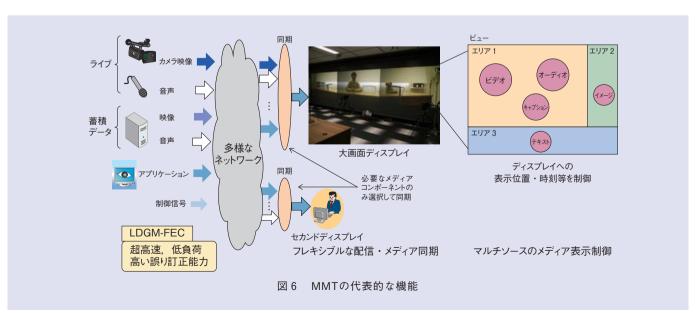
# コンテンツ協調制作プラット フォームへのMMTの適用シナリオ

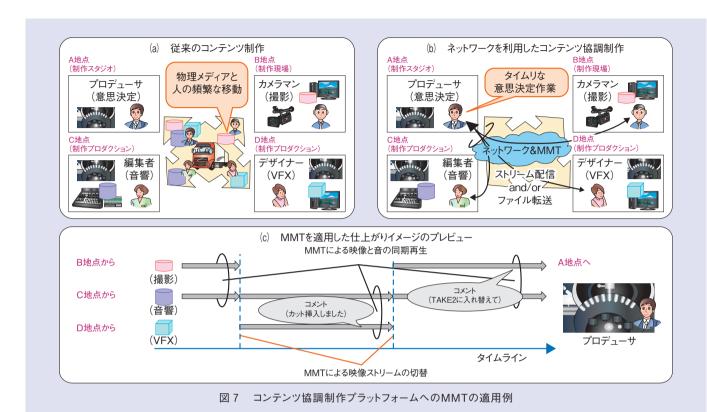
近年、ハリウッド映画など大型コンテンツの制作現場では、実写撮影を担当するプロダクション、VFXを担当

するプロダクション, 音響を担当する プロダクション等が、分業して作業を 行っています。従来は、**図7**(a)に示す ように、プロデューサ等が、撮影、映 像・音響作成・編集の仕上げチェック を行うために、人とコンテンツの入っ た物理メディアの頻繁な移動が必要で した. 図7(b)に示すように、多地点 の制作拠点間をネットワークで結び、 MMTによるコンポーネントの同期伝 送・再生が利用できるようになると. 図 7 (c)のように、遠隔地のプロデュー サが、異なる拠点にある素材レベルの 実写映像、VFX、音響等を組み合わ せて仕上がりイメージのチェックを行 うことができるようになったり、仕上 がりイメージと同期させたタイムライ ン上でのコメントを共有したりするこ ともできるようになります. すなわち. 物理メディアや人の頻繁な移動が不要 となり、仕上げ・チェック作業を共同

\*7 同期: UTCベースのタイムスタンプが利用できるため、複数経路で伝送したメディア間の同期が可能ですが、同期の仕方は標準化の対象外となっています.







で実施することで、編集者にリアルタイムに修正点をフィードバックするなど、プロデューサのタイムリな意思決定が可能になり、コンテンツ制作工程が効率化されるようになります<sup>(6)</sup>.これらは、MMTを利用するユースケースの一例であり、今後MMTの機能を利用した新しいサービスの創出が期待されています。

## 今後の方向性

NTT未来ねっと研究所では、4K・8K映像をより多くのユーザに利用いただくために、これまでに培ってきた高信頼映像伝送技術を発展させて、複数のベストエフォート型の共用網を介した安定伝送、ネットワークやユーザ利用環境の変化に即時に対応できるネットワーク接続技術など高信頼・高機能化へ向けた研究開発を進めていき

ます.

#### ■参考文献

- (1) 仲地: "次世代映像プラットフォームとMMT 標準化動向," 第26回情報伝送と信号処理 ワークショップ, 2013. 11.
- (2) ISO/IEC FDIS 23008-1: "Information technology - High efficiency coding and media delivery in heterogeneous environments -Part 1: MPEG media transport (MMT)," 2014.
- (3) ISO/IEC DIS: "23008-10 Information technology - High efficiency coding and media delivery in heterogeneous environments -Part 10: MPEG media transport forward error correction (FEC) codes," 2013.
- (4) 外村・白井・北村・仲地・藤井・貴家:"動画像配信のための下位互換性を考慮したパケットレベルLDGM符号の構成と理論解析,"信学論(A), Vol.J93-A, No.3, pp.212-215, 2010.
- (5) Y. Tonomura, D. Shirai, T. Nakachi, T. Fujii, and H. Kiya: "Layered Low-Density Generator Matrix Codes for Super High Definition Scalable Video Coding System," IEICE Trans. on Fundamentals, Vol.E92-A, No.3, pp.798-807, March 2009.
- (6) T. Nakachi, Y Tonomura, and T Fujii: "A Conceptual Foundation of NSCW Transport Design Using an MMT Standard," ICSPCS 2013, Gold Coast, Australia, Dec. 2013.



(上段左から) 仲地 孝之/ 山口 高弘 (下段左から) 外村 喜秀/ 藤井 竜也

MMTを利用した高信頼・高機能化技術の研究開発を進め、4K・8K映像配信技術ならびにサービス普及に貢献したいと考えています。

#### ◆問い合わせ先

NTT未来ねっと研究所 メディアイノベーション研究部 TEL 046-859-2589 FAX 046-855-1284 E-mail nakachi.takayuki@lab.ntt.co.jp