

## 商用化を迎えたVideo over IP技術とその経済圏

Video over IPは技術面でもビジネス面でも、まさにいま夜明けを迎えています。標準規格の発刊が2018年に見込まれており、各メーカーは競い合うように規格準拠を謳っています。放送局でも急速に関心が高まっており、北米や欧州はもとより、日本での放送機器展でも特集セッションが組まれるようになりました。本稿では多くの関係者が期待する技術であるVideo over IPについて説明します。

### 3.1 あらゆるものがIPに

インターネットが普及期に突入してから既に20年とも30年とも言われます。この間、様々なメディアがIPをインフラとして用いるようになりました。印刷技術を用いてきた新聞や雑誌、書籍などのメディアはかなり早い段階からWorld Wide Webに取り組んでいます。電話という技術が従来の回線交換型ネットワークからIPへその基盤を移したことも、エポックメーキングな出来事として記憶されるでしょう。これまでの「電信電話会社」が「通信事業者」に姿を変えた(変えざるを得なかった)瞬間だったからです。ラジオはストリーミング技術を応用することで、IP上でのメディアとしての存在を確立しつつあります。テレビジョン放送も、積極的にIPテクノロジーを獲得しようとしています。テレビリモコンの「dボタン」でお馴染みのデータ放送は、2013年にハイブリッドキャストへと進化した時点でストリーミング技術を採用しました。また4K/8K放送は放送波そのものがIPのフォーマットになっています。このように多くのメディアがIP技術を獲得、活用しはじめています。

この流れの中で最大、かつ最後のものが「映像・音声信号」です。それもストリーミング技術では扱われてこなかった、圧縮されていない音声・映像信号そのもの(「ベースバンド」とも呼ばれます)が、IPの上に乗ろうとしているのです。

### 3.2 ベースバンドと同軸ケーブル

このベースバンドはどのようなところで取り扱われているか。メインとなるユーザは放送局やスタジオです。このような環境では信号品質を可能な限り確保することが好まれます。例えば放送局の場合、放送波となって電波になる前の段階で、映像信号は圧縮されてしまいます。この最終段までは、映像信号の品質は高く保たれる必要があります。圧縮プロセスにノイズ成分が多い映像を投入すると、どうしても映像品質は劣化するからです。逆にいえば、視聴者がテレビジョンで視聴している映像は、元々は相当品質の高いものなのです。こうした環境では映像信号の物理伝送メディアとして同軸ケーブルが使われてきました。同軸ケーブルを断面で見ると、内部導体を絶縁体が包み、その外に外部導体、一番外側に保護被覆が覆う形になっています。これまで高周波を伝送するためによく用いられてきており、またノイズに強い耐性を持っています。しかし同軸ケーブルはその特性上、より多くの電気信号を伝送したい時、長距離に伝送しようとする時には、電気信号の減衰に備えてケーブルの径を大きくする必要があります。

同軸ケーブルを使った映像伝送規格としては「SD-SDI(270Mb/s, 1990年)」「HD-SDI(1.5Gb/s, 1998年)」「3G-SDI(3Gb/s, 2002年)」「6G-SDI(6Gb/s, 2015年)」が規定されてきました。これらはSMPTEで策定されたもので、Serial Digital Interfaceという名前が付いています。4K放送で実施されるのは每秒60フレームですので、每秒30フレームまでの6G-SDIでは対応できません。そこで「12G-SDI」という4K対応の伝送フォーマットが2017年に規定されています。4Kの現場では12G-SDIが使われることになるでしょう。

実は現状では3G-SDIを4本束ねて4Kの映像を伝送する手法も使われています。しかし同軸ケーブルが4本ともなると、取り回しが

規格名	映像信号(画角とフレームレート)	ビットレート
HD-SDI	1080i30	1.485Gbps
3G-SDI	1080p60	2.97Gbps
6G-SDI	2160p30	6Gbps
12G-SDI	2160p60	12Gbps

表-1 SDIの種類と帯域

大変になってしまいます。あくまで過渡的な手段として用いられているもので、いずれ12G-SDIへの移行が求められるでしょう。

しかし12G-SDIは、大容量データを伝送するために距離を伸ばすことができず、取り回しが不十分になるという問題があります。概ね数十メートルといった距離しか届きません。そこでメーカ各社は12G-SDIの開発に着手すると同時に、次世代の物理伝送メディアとして光ファイバに着目しました。今後4Kや8Kの普及を考えると、いずれ同軸ケーブルでは十分な帯域が賅えなくなることは明らかです。既に通信業界では光ファイバの利用は一般的になっていますので、これは自然な選択だったといえます。そしてその際、光ファイバの上位プロトコルとしてEthernetそしてIPが選択されたというわけです。EthernetもIPも十二分に普及している技術であり、かつ今後の発展の余地があります。独自のプロトコルを生み出すよりも、既存の「今ここにある技術」を採用する。その方がより簡単かつより早い時期に、光ファイバによって手に入る大容量伝送を具現化できると踏んだわけです。

### 3.3 SMPTEでの標準化

2017年、Video over IP関連のキーワードになったのは「SMPTE ST 2110」という規格です。最終的な発刊は2018年と見込まれていますが、本命となる規格と捉えられています。まだ発刊されていないにもかかわらず、リリース時の対応を謳うメーカが急速に増えています。それほどまでに業界内での期待値が高い規格といえるでしょう。

SMPTEとはThe Society of Motion Picture and Television Engineersの略語です。米国映画テレビ技術者協会と訳されますが、発刊する規格は米国のみならず世界中に大きな影響を与えます。つまり、グローバルスタンダードを担う標準化団体の役割があります。

SMPTE ST 2110は"Professional Media Over Managed IP Networks"と銘打たれた規格です。プロフェッショナルメディアとは放送局などで用いられる技術であることを意味しています。また管理されたIPネットワークとは、インターネットではなくクローズドな網を想定していると考えられます。このST 2110は複数の規格より構成されており、"protocol suite"とも呼ばれています。つまりST 2110はVideo over IP規格として集大成となることが予測されます。

ST 2110に先行する技術として、メーカによる独自のVideo over IP実装がありました。メディアグローバルリンクスのIP-VRS(IP Video Routing System, 2008-)、Evertz MicrosystemsのAspen(2013-)、SonyのNMI(Networked Media Interface, 2014-)がそれで、どちらも既に市場にリリースされ実用に供されています。これらの各社は他社に先駆けて技術開発を進めたが故に、独自の規格を策定せざるを得なかった事情があります。これらは現在でもST 2110に先行する機能を持っています。しかしEvertzはSMPTE ST 2110への対応をアピールし始めましたし、Sonyも2110対応ゲートウェイやCCUをデモ展示・発表しています。先行するメーカは自らの技術とST 2110

規格番号	規格名	概要と特徴
2110-10	System Overview	System timing model & Session Description
2110-20	Uncompressed Video	Based on RFC 4175 32k x 32k, 4:2:2, 4:4:4, HDR (PQ, HLG) etc.
2110-30	PCM Audio	Based on AES67
2110-21	Traffic Shaping	
2110-22	Compressed Video	TBC
2110-31	AES3 Transparent Transport	Includes compressed audio
2110-40	Ancillary Data	Captions, subtitles, time codes, active format description, dynamic range, etc.

表-2 SMPTE ST 2110の公表されている規格一覧

との融和によって生まれるメリットの追求が課題でしょうし、後発のメーカーは標準化の大きな流れにあって自らの特色をいかに磨くかがテーマになっていくでしょう。

2110の開発にあたっては、こうした先行技術の存在にも助けられたに違いありません。既にプロダクトレベルで動いている技術があったからこそ、標準化への確信と意欲が湧き上がったのではないかと想像します(先行技術を持つ側からすれば、今さら…という気持ちもあることでしょうし、逆に自らの行動の正しさが確認されたという思いがあるかも知れません)。

SMPTEはこのST 2110の規格化にあたり、既存の規格を有効に利用するアプローチを採っています。具体的にはIETF(The Internet Engineering Task Force)のRFCに対する参照です。

RFCで策定された規格の中に、マルチメディア通信のために開発されたプロトコルがあります。RTP(Real-time Transport Protocol)です。RTPはVoIP(Voice over IP)などでの多数の実績があり、様々なデータペイロードを扱うことができる拡張性があります(実際にはデータフォーマットごとに規定策定し、RFCを発刊していくことになります)。またマルチキャストとも親和性があり、事実多くのマルチキャストアプリケーションで使われてきました。こうした背景を持つRTPは、Video over IPにとってもう一つのプロトコルだったわけです。

オーディオはVideo over IPよりもIP化では先行していました。Ethernetのフレームにそのままオーディオデータを載せた規格はCobraNETがあり、これらがAudio over IPの原型といえるでしょう。そしてIPを利用するようになったDante

	Sony IP Live	Evertz Aspen	VSF TR-03 (SMPTE 2110)	VSF TR-04	SMPTE 2022-5/6	IntoPix TICO
Uncompressed Video	NMI	RDD 37 Video PES	RFC 4175	SMPTE 2022-6	Yes	SMPTE 2022-6
Uncompressed Audio	NMI	SMPTE ST 302 Audio PES	AES67 / RFC 3190	AES67 / RFC 3190	Embedded	SMPTE 2022-6
Compressed Video	LLVC	No	No	No	Opt JPEG2K	Yes
Metadata	NMI	SMPTE ST 2038 Meta PES	IETF RTP Proposal	SMPTE 2022-6	Embedded	SMPTE 2022-6
Forward Error Correction	Frame Aligned	No	No	No	Not Aligned	No
Independent Packetization	NMI	TS over SMPTE 2022-2	Yes	No	No	No
Registration and Discovery	Plug & Play (NDCP)	JSON-RPC	AMWA IS-04	AMWA IS-04	No	No
Connection Management	Sony IP Live System Manager	Evertz MAGNUM	AMWA IS-05	AMWA IS-05	No	No
Timing / Sync	SMPTE 2059	TS PCR/PTS	RFC 4566 (SDP)	RFC 4566 (SDP)	No	No
COTS IP Switch	Yes	No	Yes	Yes	Yes	Yes
SMPTE Standard	RDD 34 (LLVC) RDD 40 (NMI) RDD 38 (NDCP) SMPTE 2059 (PTP)	RDD 37 (ASPEN)	VSF Recommendation (SMPTE 2110 in Process)	VSF Recommendation	SMPTE 2022-5/6	RDD 35 (TICO)
Interoperability	Guaranteed	Demonstrated	Demonstrated	Demonstrated	Demonstrated	Within TICO Family
Endpoint Validation	Sony Testing Lab	No	No	No	No	No

表-3 Nextera Video社によるVideo over IP Comparison\*1

\*1 Nextera Video, "Video over IP Comparison"(http://www.nexteravideo.com/resources)。

(Digital Audio Network Through Ethernet)。このプロトコルはAudinateによって2006年に発表されると人気を博し、日本でもYAMAHAなどが採用しています。しかしこの技術はプロプライエタリなもので、ライセンスが必要でした。続いて2011年、Ravennaが登場します。RavennaはDanteに比べるとより標準的な技術が使われているのが特長です(ラベンナはフィレンツェ出身の詩人ダンテが客死した街の名前です)。そしてAudio Engineering Societyによって2013年にはAES67(AES standard for audio applications of networks - High-performance streaming audio-over-IP interoperability)が登場し、Audio over IPの標準化がなされました。しかし現状でもDanteやRavennaはかなり混在して使われている状況です。

マルチキャストは1986年、RFC988として発刊された技術です。IPはパケットのヘッダにIP source address情報とIP destination address情報を持ちます。IP addressは一意に1つずつノードに割り振られますので、通信は1対1で行われる

ことを想定しています。この通信の方式をユニキャストと呼びます。しかしマルチキャストはIP destination addressに「host group」という概念をあてはめることで、送信者と受信者を1対他の関係にすることを実現しています。このhost groupというのは、例えて言えばテレビのチャンネル、ラジオの周波数のようなものです。そのグループに属するという手続きを踏んだ全員が、同じデータを同時に受信できると思えば良いでしょう。このためにhost group用に特別なIPアドレスが割り当てられています。

マルチキャストは一時期インターネットでも期待された技術で、世界規模での実験も多く行われていました。放送型アプリケーションには最適なものと考えられたからです。1994年にローリングストーンズがライブコンサートの模様をマルチキャスト中継したことは、今では伝説となっています。IJJも、IJJ4Uの接続サービスにおいてマルチキャスト受信オプションを提供したことがありました。

Video		Audio	Ancillary
2110-20	2110-22	2110-30	2110-40
非圧縮ビデオ	圧縮ビデオ	PCM音声	SMPTE ST 291
RFC4175	今後策定	AES67	RFC発刊待ち
RTP RFC3550			
UDP RFC768			
IPv4 RFC791 (IPv6 RFC8200)			
Ethernet			
物理層			

図-1 SMPTE ST 2110とRFCの関係を階層構造で示したもの

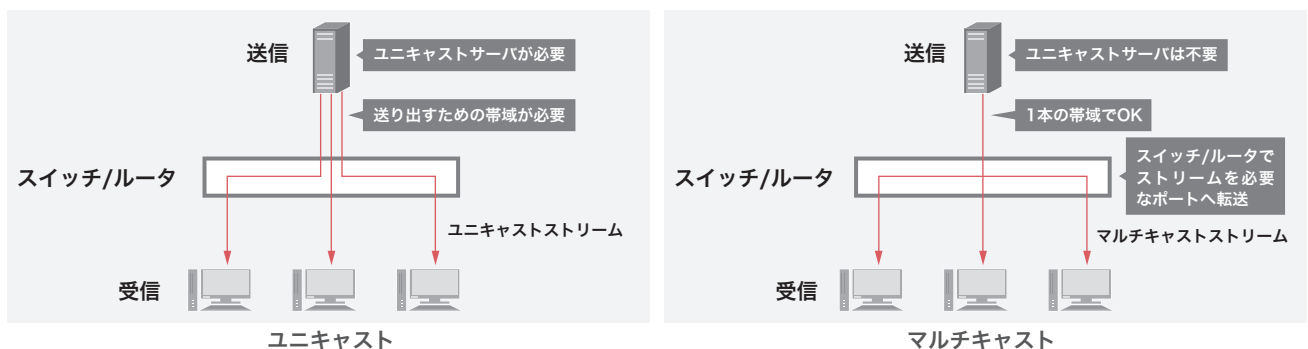


図-2 ユニキャストとマルチキャストの比較



その後マルチキャスト技術はインターネットにおける相互接続の手法などがうまく解決できず、幅広く普及することはありませんでした。しかしクロードなネットワーク環境を前提とすれば、現状でも有効性が高い技術といえます。放送制作の現場ではまさにこの「1対他」の伝送が行われているからです。1台のカメラで撮影された映像は要所要所で分岐していきます。SDIの世界でもルータと呼ばれる装置があり、SDIの入力を電氣的に分配し、指定されたポートへ出力する役割を担っています。このフローはマルチキャストの挙動にそっくりなのです。

### 3.4 国際放送機器展での動向

放送業界において国際的なコンベンションといえばNABShowとIBCが有名です。NABShowは毎年4月にLas Vegasで開催され、10万人規模の参加者を集めます。一方IBCは毎年9月に

Amsterdamで開かれ、来場者は5万人を越えます。それぞれ北米と欧州での放送業界事情を反映するため、ショーとしての雰囲気はやや異なります。メーカーからすると約半年ごとに最大規模のコンベンションが巡ってくるため、それぞれのタイミングで新製品や機能リリースの発表が行われるなど、開発やマーケティングのマイルストーンとなっているようです。

そのNABShowとIBCでも、Video over IP技術は次世代の技術として脚光を浴びています。Video over IP機器の総合接続検証デモンストレーションである「IP Showcase」がIBC2016、NABShow 2017、IBC2017と引き続き開催されており、業界の注目を集めています。40を越えるVideo over IP機器メーカーが相互接続検証のために集い、互いの機器の接続性を観客に対して展示したのです。



図-3 IBC2017でのIP SHOWCASEの様

標準規格を採用するメリットの1つに相互接続性が挙げられます。様々な接続もできるようになるはずで、IPもSDIも元々そうした価値観と実績を持っていましたので、Video over IPでも相互接続性は当然のように期待されています。とはいえなかなかそう素直に接続が成功するものでもありません。規格書にはどうしても隙間があり、実装には個別の判断が存在し、メーカー機器間での挙動にギャップが生まれてしまうからです。

このIP Showcaseではコンベンション開催に先立ちホットステージが準備されており、技術者が「合宿」状態で缶詰になって検証する体制が組まれています。複数のメーカー同士で検証をする機会など普段ではあまりありませんので、こうした機会はメーカーにとってもチャンスと捉えられているそうです。

### 3.5 なぜ、IPが採用されるのか

そもそも、IPのメリットとは何か。「双方向性」「多重化」「相互接続」という点が、SDIにはないIPの利点です。インターネットで発展してきたIPの観点ではどれも当たり前のことですが、放送機器にとっては新たな機能を獲得することになります。1本の光ファイバ(1芯もしくは2芯)を使えば、送信側と受信側の関係を固定する必要がなくなります。また、やはり1本の光ファイバを通じて複数の映像や、他のメディアを扱うことができるようになります。例えばオーディオやインカム、Webを使ったカメラの遠隔操作など、撮影にまつわる映像・音声・制御のすべてをIPで一本化することができるようになります。

更に、IPのメリットとしてネットワークとネットワークの接続が比較的簡単にできることが挙げられます。この相互接続に、ネットワーク間の物理的な距離は問題とされません。例えば光ファイバの減衰を補償するために伝送装置を区間ごとに設置するなど、遠距離接続に必要な問題解決は低レイヤーの技術に任ずることができます。IPとしては距離を意識する仕組みになっていないため、遠隔地接続が簡単にできるようになるのです。もちろん遠距離になればなるほどIPパケットの伝送に必要とされる時間は伸びてしまいますが、これはIPに限った話ではありません。

また、SDI代替の技術としてだけIPが取り上げられているわけではありません。CDNやOTT、現場からのモバイル中継やFPUのIP化、PCによる編集システムや局システムなど、幅広い分野で既にIP技術が用いられています。電波で発射される放送波ですら、4K/8K放送からIPのフォーマットが採用されています。IP化のメリットが及ぶ範囲は同軸ケーブルからの乗り換えだけに留まりません。局のシステムやワークフローすべてがIPの上で稼働するようになるのです。

そういう観点では、IPを取り巻くエコシステムそのものの存在が、IPを選ぶ理由になるかもしれません。IP技術の発展は今後も続くでしょう。仮にSMPTEが新しいプロトコルを考案していたとしても、IPよりメリットがある、あるいは広範囲に使われる保証や確信がない限り、マーケットは支持しなかったかもしれません。

### 3.6 IPの応用例～リモートプロダクション

IPのメリットを応用した例が「リモートプロダクション」という形で提案されています。遠隔地にあるベニュー(会場)からIPネットワークを用いて中継をしようというコンセプトです。現状では放送局は中継車とクルーをベニューに派遣して番組を制作しています。しかしこの手法では、例えばオリンピック・パラリンピックなど同時に複数のベニューで競技が実施されている場合、どうしても制約が生まれてしまいます。中継車の台数は限られていますので、その数に合わせて中継する競技を選択しなければなりません。

しかしカメラは既にリモートでの操作に対応しています。向きはリモート雲台で制御できますし、絞りやピント合わせは現状でも遠隔操作が主流です。現場のカメラマンは、カメラの向きしか意識していないことがあるのです。それ以外の操作は中継車の中でビデオエンジニアと呼ばれる技術者がモニターを見ながらカメラ機能进行操作しています。それならばいっそのこと、カメラからの映像出力を直接IPネットワークに接続してしまえば良い。その映像をIPで運び、番組を制作している局舎内のサブスタジオに届けてしまおう。すると、ベニューに出向くクルー

を最小限にしてしまえる。大多数のスタッフはサブスタジオに詰めたまま番組制作が可能になるだろう、というわけです。

現在ではスポーツ中継には2～3台から多くて数十台のカメラが現場に設置されます。もちろん台数が必要とされるような競技では、引き続き中継車とクルーがベニューに派遣されることになるでしょう。しかし少ないカメラ台数でも競技の動きが追いかけることができ、かつ演出上の問題が少ないのであれば、リモートプロダクションの意義は高まると思われます。もちろん現場に十分な帯域を持つ光ファイバを引き込まなければなりません。現状でもメジャーなベニューにはその用意があることが多いです。この光ファイバを使ってEthernetとIPを運ぶようにすれば、潤沢な帯域のIPネットワークが現れます。放送局でもリモートプロダクションへの関心は高く、今後PoCや導入が活発になっていくでしょう。

### 3.7 本格化するPoCと案件

IJでもVideo over IP技術の普及促進を加速すべく、2015年よりPoC(Proof of Concept)を実施してきました。IJのバックボーンには100GbEの導入が進んでいます。帯域の観点では4Kの映像を数本流すことは問題ないと思われました。しかしVideo over IP技術に取り組み始めた当初は疑問がありました。汎用的なIP装置で構成されているIJのバックボーンを用いて、ロスやディレイにセンシティブな4K映像を伝送することができるのか？

こうした疑問を解決するには、畢竟、試してみるほかありません。そこで、東京飯田橋のオフィスから大阪を経由して戻ってくる仮想ネットワークを構築しました。バックボーンとアクセス光ファイバ、そしてMPLSルータを用いています。このネットワークを流れるトラフィックはIJの他のサービストラフィック

IP Live: System Diagram (Booth Connection)

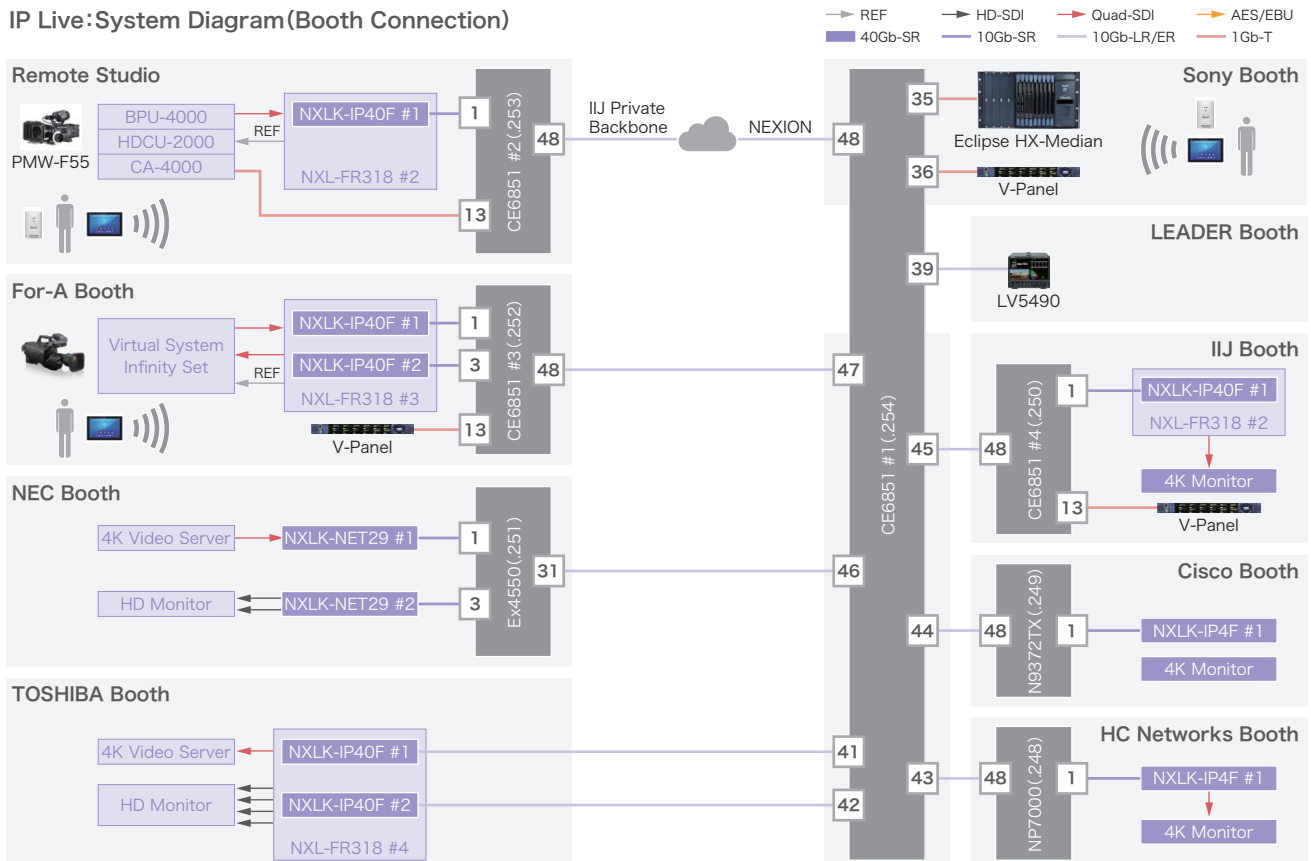


図-4 Inter BEE 2017におけるリモートプロダクションの例  
IJ飯田橋オフィスを見立て(図中左上)、幕張メッセのSonyブース、IJブースとネットワークで接続する



とは区分されて転送されますが、下位レイヤーで用いている専用線の帯域は共有しています。完全に専用線で構築してしまっただけではコストが高くなること、IIJとしてバックボーンを用いない実験にはあまり興味がないためです。

そしてこの環境を用い、協力いただけるメーカ各社とPoCを進めてきました。HDもしくは4K映像を1本ないし複数本流すという実験がメインとしています。またメーカによっては更にPTPやAudio over IPの実験も同時に実施をしています。そしてこれらのPoCはほぼ問題なく成功を収めています。IIJでPoCを開始した頃はまだIPへの移行を確信している関係者はそれほど多くありませんでした。特にユーザは得体の知れないIPという技術に疑心暗鬼だったように記憶しています。こうした方々に新しい技術の可能性を説いて回っていた時期でしたが、この状況はしばらく続きました。

当初筆者は4Kへの対応がIP化のタイミングになると考えていました。4Kは単純計算でHDの8倍のデータ量があります(画素4倍、フレームレート2倍)。これは、4Kを導入した際にすべての区間の伝送路において必要となる帯域が8倍になることを意味します。HD向けに設計・構築された伝送路には、4K信号を伝送するだけのキャパシティがありません。新しく4K対応するための伝送路を設計したときに、IP技術の採用検討が進

むのではないかと思われたのです。ところが欧米では、HDのVideo over IP化が盛んです。4Kを待つことなしにIPのメリットを享受しようという考えなのです。なぜ、と問うと「将来的にコストメリットにつながる」「4Kを待たず、今からIPに着手しておくべき」という意見が多いようです。もっともな話に聞こえますが、投資のタイミングを考えると微妙な感じもあります。この辺りは放送局の投資についての彼我の差があるのかもしれない。極端な話としては、IP化のメリットは？という自問に「Because we can」というスライドで答えたプレゼンテーションを見たことがあります。一種のジョークでしょうが、技術者らしい回答だなと感じました。

IIJはPoCにより経験を積むと共に、メーカとの知識共有を図っていきたくらいがあります。IPでできることを伝えると同時に、正確なナレッジとより質の高いノウハウを作り出していきたくらいです。実際、広域ネットワークを使った実験の経験があるメーカはほとんどありませんでした。PoCで取得したデータはメーカにも提供し、フィードバックを実施しています。またエンドユーザにPoCを見学してもらうことも推進しています。実際のネットワークを使ったデモンストレーションは非常に効果的であり、セールス・マーケティング的にも大きな評価をいただいています。

時期	PoC内容
2015年7月	Sony IP Live。4Gbpsx2本を飯田橋→大阪→飯田橋へ伝送。Video over IP最初の試験となった。
2015年8月	Evertz ASPEN。4K甲子園の映像をグランフロント大阪から飯田橋へ伝送。
2016年6月	PFU QG70 + NTT-IT StreamMonitor。1.5Gbps HD映像を飯田橋→Interop会場へ伝送。
2016年10月	Sony IP Live。新規開発のモード検証。飯田橋→大阪→飯田橋へ伝送。
2016年11月	Sony IP Live。Inter BEE会場内でIIJブースとSonyブースを接続。
2017年2月	MediaLinks IP-VRS。HD/4K映像伝送実験。飯田橋→大阪→飯田橋へ伝送。
2017年6月	Sony IP Live。本格的な映像機材(リモートカメラ、オーディオコンソール)を含めたデモンストレーション。
2017年6月	Embrionix。映像IP変換SFPを用いたHD伝送。飯田橋→大阪→飯田橋へ伝送。
2017年6月	LAWO V_remote4 + セイコー TS-2950。HDおよび4K、64chマルチチャンネルオーディオ伝送。PTP相互接続実験。
2017年11月	NHK放送技術研究所。2017NHK杯フィギュアにて、大阪から東京への8K伝送実験をNHK技研が実施。 IIJはこの実験に対しプライベートバックボーンを提供(10GbE x 5本)。8KはDualGreen 24Gbps。

表-4 IIJにおける代表的なPoC

このようなPoCの成功には、全レイヤーのネットワーキング実践が必須です。当然、ネットワークレイヤーだけでなく映像、音声の技術的知識も必要とされます。PoCを数多く経験して感じています。機材を設置して、必要とされる設定を投入し、すべての結線を完了させても、最初はうまくいかないことがほとんどです。なぜ映像が届いていないのか、再生されないのか。様々な理由が考えられます。ルータやスイッチの設定ミス、バグ、トラフィック溢れ、コミュニケーションミス、誤解、などなど。起き得ることのすべてが発生すると思っておいて間違いがないほどです。それらを根気よく、1本1本捩れた紐を解きほぐしていく努力と時間が必要です。マルチキャスト技術の知識はもちろんIP、Ethernetなどのネットワーク知識、更には光ファイバケーブルの物理的特性など、エンジニアとして持てるナレッジを総動員させる必要があります。ケーブルの差し間違えで映像が映らないというのもよくある話です。PoCはトライ&エラーの繰り返しですから、どうしても考慮洩れやミスが発生することは避けられません。こうした些細な点に気づくことができる資質も必要です。しかし、こうしたPoCで発生したミスやエラーは、すべてがこの後への「ギフト」です。

### 3.8 圧縮技術

4Kの場合、非圧縮映像の伝送には12G-SDIを必要とします。つまり12Gbpsの帯域が要求されるわけで、Ethernetの世界で普及している10GbE1本では送りきれません。そこで放送機器業界では25GbEへの移行というメッセージを出し始めています。これならば1本のネットワークインタフェースで4k非圧縮映像を送れるようになります。しかしこのメッセージが有効に働くにはもう少し時間がかかると思われます。イーサネットスイッチの25GbE対応とコスト低減にはもう少し時間がかかりそうだからです。

非圧縮映像は遅延や画質の面で優れているのですが、より多くの帯域を必要とします。そこで圧縮技術の導入によって、帯域の圧縮を図る動きがあります。この分野では既にいくつかの圧縮技術が登場しています。

- ・ JPEG2000:既に標準化されている圧縮技術
- ・ VC-2:BBC R&Dが開発し、SMPTE ST 2042として標準化されている
- ・ LLVC:Sonyが開発。Low Latency Video Codecの略。SMPTE RDD 34として参考図書出版されている
- ・ Tico:IntoPixが開発。現在JPEG-XSとして標準化作業中

これらの圧縮方式はどれも"Visually Lossless"と呼ばれています。圧縮を経てすべてのデータがそのまま取り出せる可逆圧縮ではありません。完全なデータはどうしても復元不可能な非可逆圧縮ではあるものの、「見た目には問題なし」というものです。(ですので厳密な意味での"lossless"とはいえないのですが、一種のマーケティング用語でしょう。)この「問題がない」とはつまり、圧縮による画質劣化や遅延がその後の編集作業に影響を及ぼさないことを意味します。HEVCなどの高圧縮技術と異なり、「伝送のために軽く圧縮する」という意味合いで「軽圧縮」、非圧縮と高圧縮の中間にあるため「メザニン」などとも呼称されます。おおむね、4K映像の伝送レートを半分から1/4程度まで圧縮することを目的とした方式です。

こうした圧縮技術は各企業が特許を所有していることもあり、標準化作業においてもそれぞれの思惑が影響するだろうと言われています。どの技術が標準規格になるか、あるいはどの規格をmandatory, optionalとするのかなど、様々な議論が戦わされる可能性があります。

### 3.9 事例と今後のVideo over IP技術の発展

前述したIP Showcaseでは回を重ねるごとに、実際の事例紹介が増えてきています。特に屋外での中継(Outside Broadcasting)に用いられるOB Van, OB Truckと呼ばれる中継車の内部ではIP化がかなり進行しています。中継車内の映像ネットワークは内部で一旦完結するからで、新しい技術を導入しやすいのです。日本でも既に中継車へのIP技術導入が進んでいます。



日本国内では2017年に入り大きなシステム構築案件の発表が続きました。Perform JapanはDAZNのデジタルライブスポーツプロダクションセンターのためにEvertzを採用しました。またSonyのIPルーティング設備は静岡放送やスカパーJSATなどに相次いで導入されています。

Video over IP技術の浸透やロードマップを描く動きもあります。The Joint Task Force on Networked Media(JT-NM)がそのような活動をカバーしています。このJT-NMはAMWA(The Advanced Media Workflow Association)、EBU(The European Broadcasting Union)、SMPTE、VSF(The Video Services Forum)による合同アクティビティで、リファレンスアーキテクチャやロードマップを発刊しています。"JT-NM Roadmap of Networked Media Open Interoperability"は現状の位置付けと将来の技術発展を示すもので、業界内で広く共有されています。これによると現在は第1フェーズの「SDI over IP」と第2フェーズの「Elemental flows」が完成しつつある段階です。今後は第3フェーズの「Auto-Provisioning」と第4フェーズの「Dematerialized

facilities」が控えています。Auto-Provisioningはリソースマネジメントのオートメーション化を目的としており、現在AMWAがワーキンググループを作り規格策定が進んでいます。

AMWAの活動はNMOS(Networked Media Open Specifications)として、以下の3つの策定が進んでいます。

- ・ IS-04:Discovery and Registration Specification
- ・ IS-05:Device Connection Management Specification
- ・ IS-06:Network Control Specification

この中でも野心的なのはIS-06でしょう。

1. Discovery of Network Topology and Discovery of endpoint devices that are connected to the Network Switches
2. Create/Retrieve/Update/Delete Network Streams (Flow Management)
3. Monitoring and Diagnostics

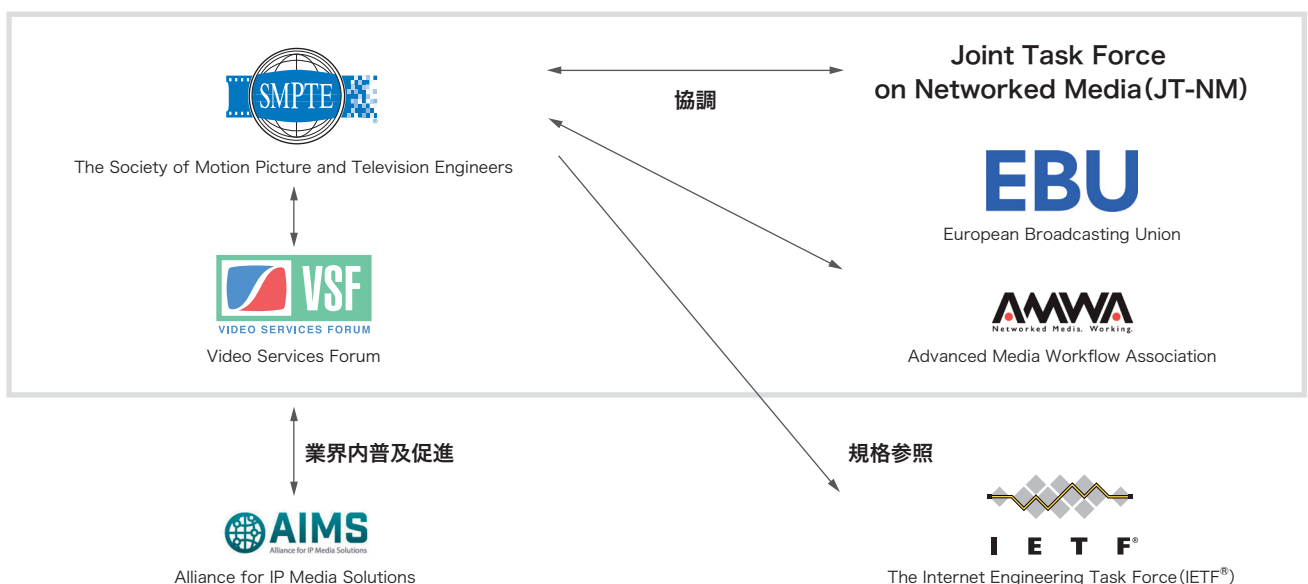


図-5 各標準化団体の関連

IS-06はこの3点の機能をカバーするものになる予定です(現状は1の部分に着手しているそうです)。主にコントローラからネットワーク装置に対するAPIに相当しますが、SDN的なアプローチと考えて良いかと思います。アプリケーション層からダイレクトにネットワーク層へとAPIでアクセスする発想そのものは、EvertzもSoftware Designed Video Networkというコンセプトで訴えていました。大きく異なるのは、IS-06は標準を狙っているということです。したがって多くのネットワーク装置メーカーの賛同を得る必要があります。ARISTAは既にIBC2017で積極的な姿勢を見せていました。他のメーカーもいずれ対応を明らかにしてくるでしょう。

AMWAの活動の中では、セキュリティについても問題意識が高まっているそうです。セキュリティについての討議がVideo over IP関連のどのコミュニティで成されるべきかはさておき、必要な議論には違いありません。

セキュリティが扱う範囲は非常に多岐に渡るため、どの分野をどのような観点でカットするかは今後の議論が必要になるでしょう。一例として、伝送されるIPデータの暗号化が挙げられるでしょう。閉域網を流れるデータだからといって暗号化をしなくても良い、とは限らないはずで、IPの世界ではIPsecと呼ばれる、汎用的にIPパケットを暗号化する仕組みがあります。またRTPに対して暗号を施すSRTP(Secure Real-time Transport Protocol)という規格もあり、どちらもRFCとして出版されています。しかしVideo over IPとしてどのような技術を採用するかは、まだまだ議論も始められていないようです。

IJとしてこのVideo over IP技術をどう応用してマネタイズして行くかは、これからの検討課題です。バックボーンの利用はもちろんですが、データセンターあるいはクラウドとの結合が大きなテーマになると考えています。放送局からの発信がCDNやOTT、更にはハイブリッドキャストや4K/8K放送など

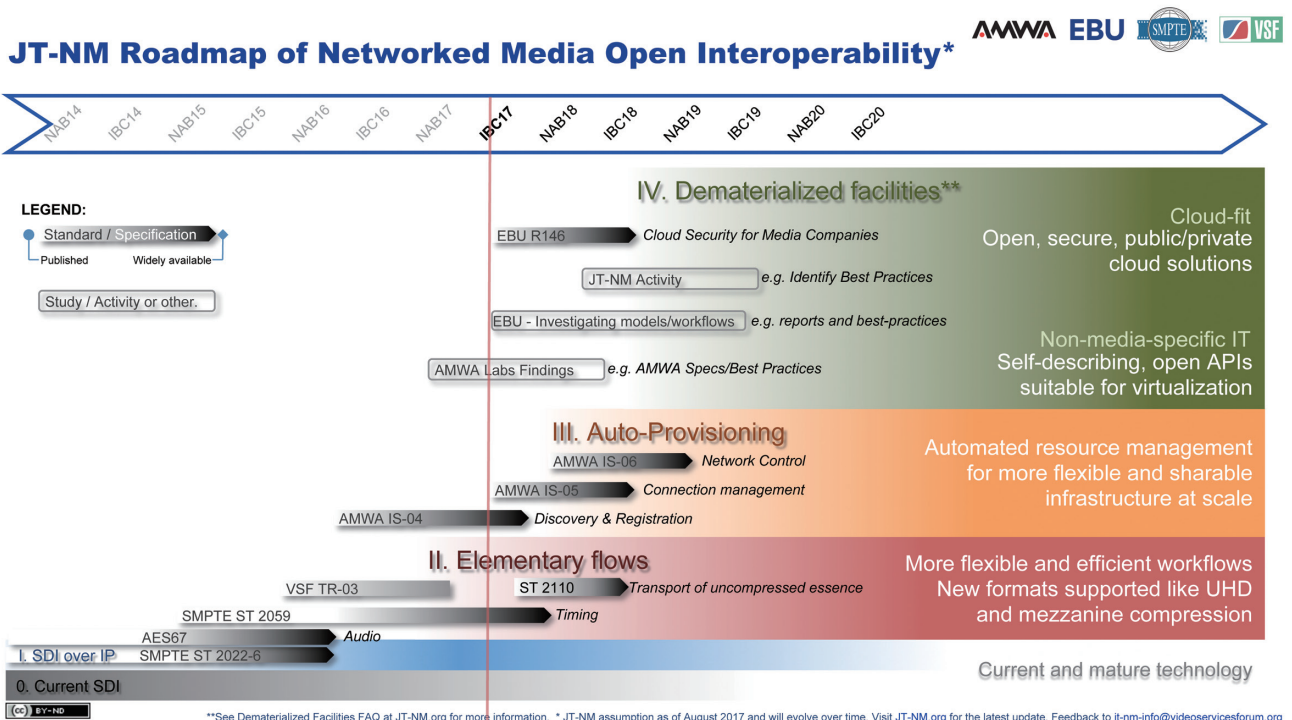


図-6 JT-NMによるJT-NM Roadmap of Open Interoperability(August 2017)\*2

\*2 Joint Task Force on Networked Media(JT-NM) ([http://www.jt-nm.org/documents/JT-NM\\_Networked\\_Media\\_Roadmap\\_of\\_Open\\_Interoperability\\_1708-FINAL.pdf](http://www.jt-nm.org/documents/JT-NM_Networked_Media_Roadmap_of_Open_Interoperability_1708-FINAL.pdf))。

によりどんどんIP化されていく中、Video over IPへの移行がどのようなメリットをもたらすかを、幅広く議論していくこととなります。

また放送局にとってはIP技術の習得が大きなテーマになるでしょう。テクノロジーカンパニーとしての放送局業務において、IPは既に切っても切り離せない技術になっているはずです。映像の編集作業はビデオテープによるものから「ファイルベース」と呼ばれるPCソフトウェアによるものに替わってきています。ノンリニア編集ソフト(Adobe PremiereやApple Final Cut Proなど)を使うために、大容量のストレージと作業用のPCはネットワーク化されています。既に業務に深く入り込んだネットワークがあるわけで、IPの観点からするとVideo over IPは新しいアプリケーションに過ぎないとも言えます。いずれにせよIP技術の理解なしにVideo over IP技術の理解はなく、エンジニアとして習得すべきものとなっていくでしょう。

また、日本でも相互接続検証を立ち上げることが必要です。IJでもPoCを通じて経験を蓄積していますが、これは広く共有されるべきものだと考えています。多くの参加者を募り、全員でひとつの目標のためにオペレーションする。案件ではないので

大胆な設定も可能でしょうし、あれやこれや試してみることもできるでしょう。それには、こうした相互接続検証の場を設けることが一番です。そうした観点で、IJでは「VidMeet」というイベントを開始しました。Video over IP技術について公開の場でのレクチャーやデモの機会はまだ限られているのが現状です。Video over IP市場はこれから熟成していく段階にあり、必要な人(ニーズ)に必要な人(知恵)が出会う必要があると感じています。ユーザとメーカ、ソリューションプロバイダとの出会い、実地デモ、そして議論ができる場を意図しています。

この初回イベントは「VidMeet1」として、2017年10月4日に第1回を開催しています。100名を超える参加者に対し3つのレクチャー及びデモンストレーションを実施しましたが、非常にポジティブな意見をいただきました。VidMeet2も2017年12月11日の開催を予定しており、引き続き積極的な参画をお願いしたいと考えています。

Video over IP技術は、技術が立ち上がる黎明期特有の期待感に溢れています。新しい技術の獲得と進展に心が躍り、エンジニアリングそのものが問われる。新しい業界の知己が増え、新鮮な気持ちでディスカッションできる。エンジニアとして、そんなエキサイティングな時間を過ごしています。



執筆者:

**山本 文治** (やまもと ぶんじ)

IJ 経営企画本部 配信事業推進部 シニアエンジニア。

1995年にIJメディアコミュニケーションズに入社。

2005年よりIJに勤務。主にストリーミング技術開発に従事。同技術を議論するStreams-JP Mailing Listを主催するなど、市場の発展に貢献。