

知っておきたいキーワード

4K伝送のための 12G-SDIとVideo over IP



和田 雅徳†

† 株式会社朋栄 佐倉研究開発センター 研究開発本部 IP開発部

"12G-SDI and Video over IP for 4K Transmission" by Masanori Wada (FOR-A Co., Ltd., Chiba)

キーワード：Square Division (SQD), 2 Sample Interleave (2SI), マッピング方式, SMPTE ST 2022-6, SMPTE ST 2110, SMPTE ST 2082

まえがき

映像業界は高画質化時代を迎えています。4K, 8K, HDR (ハイダイナミックレンジ), 広色域, HFR (ハイフレームレート) など、さまざまな規

格が確立され、より魅力的な、より感動を与える映像表現の実現に向け、取り巻く技術は日々進化しています。

これに伴い、映像伝送技術についても大きな変化が訪れています。12G-SDIとIPの出現です。従来のSDI規格

の延長線上にある12G-SDIと、IT技術を活用したIP。それぞれの違い、特徴は何なのか？ 4K, 8Kシステムを検討する際に避けて通れないこの2つの規格について概要を解説します。

解像度とSDI規格の変遷

SDI (Serial Digital Interface) は、映像をデジタル信号に変えて高速に伝送するための技術として、長らく業界の標準規格として利用されてきました。SD (720 × 480, 59.94i/50i) はSD-SDI (270 Mbps), HD (1920 × 1080, 59.94i/50iまたは1440 × 720, 59.94p/50p) ではHD-SDI (1.5 Gbps),

さらに、HDプログレッシブ映像 (1920 × 1080, 59.94p/50p) では3 Gbpsの伝送技術をそれぞれ確立することで、1本の映像を伝送するための1本のケーブルという関係が成り立ってきました。

では、HDの4倍の解像度となる4K UHD (3840 × 2160, 59.94p/50p) の場合はどうでしょうか？ HDプログレッシブ映像の4倍のデータ量となる

4K UHD映像では、単純計算で12 Gbpsの伝送速度が必要です。しかし、4K UHD映像が誕生した時点では、12 Gbpsで伝送可能なSDI技術は確立されていませんでした。解像度の進化に伝送速度が追いつかなかったというわけです。そこで、3G-SDIの技術を活用しながら、4本のケーブル接続により4K UHD映像を伝送することになりました。

SQD/2SIの二つのマッピング方式

4K UHDの伝送には、3G-SDIケーブルを4本使用して伝送し表示するために、SQD (Square Division) と2SI (2 Sample Interleave) の2つのマッピング方式があります。SQD方式は、4K UHD解像度を「田」の字に4分割

して、分割した部分ごとに3G-SDIケーブルで送る方式です (図1)。3G-SDIケーブルを用いて映像伝送することを前提とした初期の4K UHD製品は、ほとんどの製品でSQD方式が採用されていました。一方、2SI方式は、2ピクセルをサンプルとして1組にして伝送する方式です。奇数ラインは2ピクセルごとに1本目と2本目の3G-

SDI伝送路から交互にデータを表示し、偶数ラインは3本目と4本目の伝送路から交互にデータを表示していくことで、最終的に1枚の4K UHD映像を描画します (図2)。

最終的に表示される4K UHD映像は同じですが、2SI方式の方が映像処理遅延の面で有利です。SQD方式で映像処理を行う際には、

分割した映像それぞれの左上から順番に伝送されていくため、1枚の画像が描き終わってからでない

と画像処理ができません。2SI方式の場合は、4つの信号それぞれが4K UHD解像度の左上から順番に伝送が始まること

から、従来の画像処理プロセスの考え方を踏襲して映像処理ができ、リアルタイム処理に向いています。

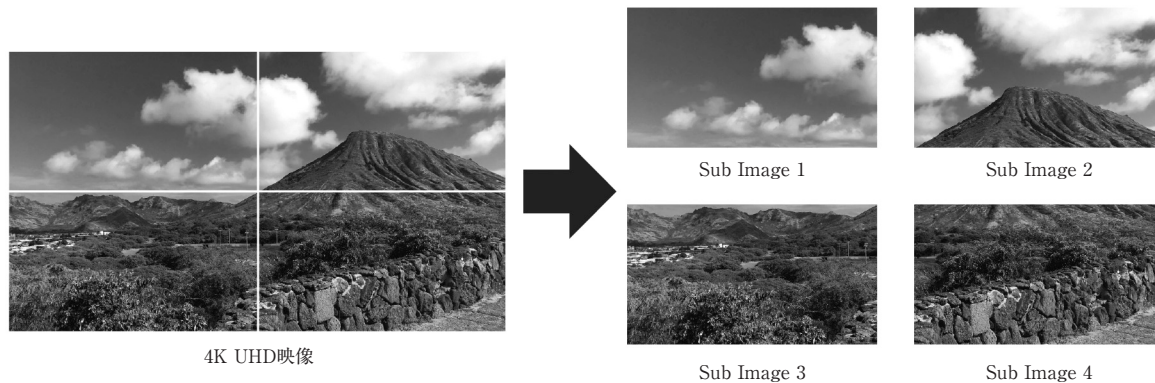


図1 SQD (Square Division) 方式

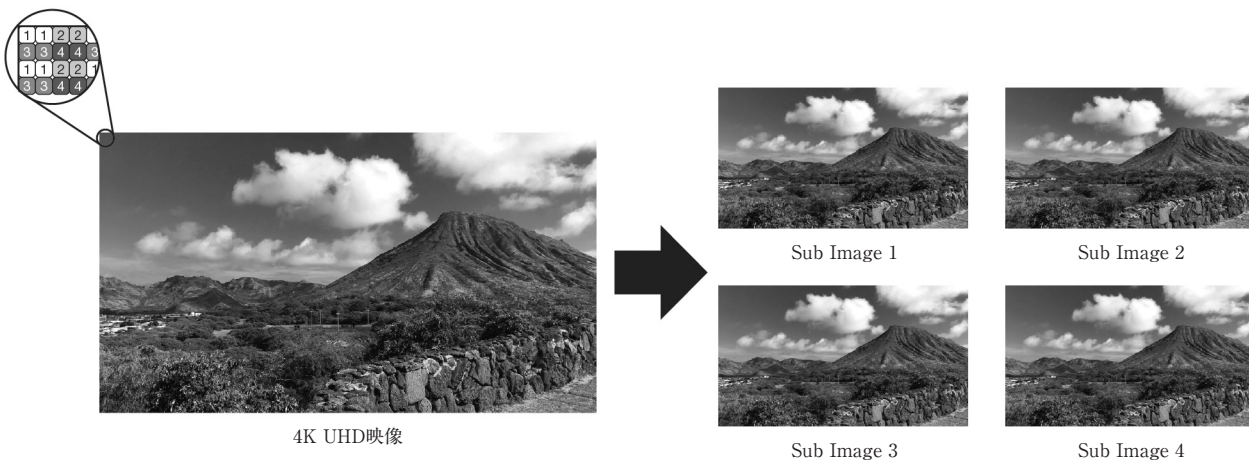


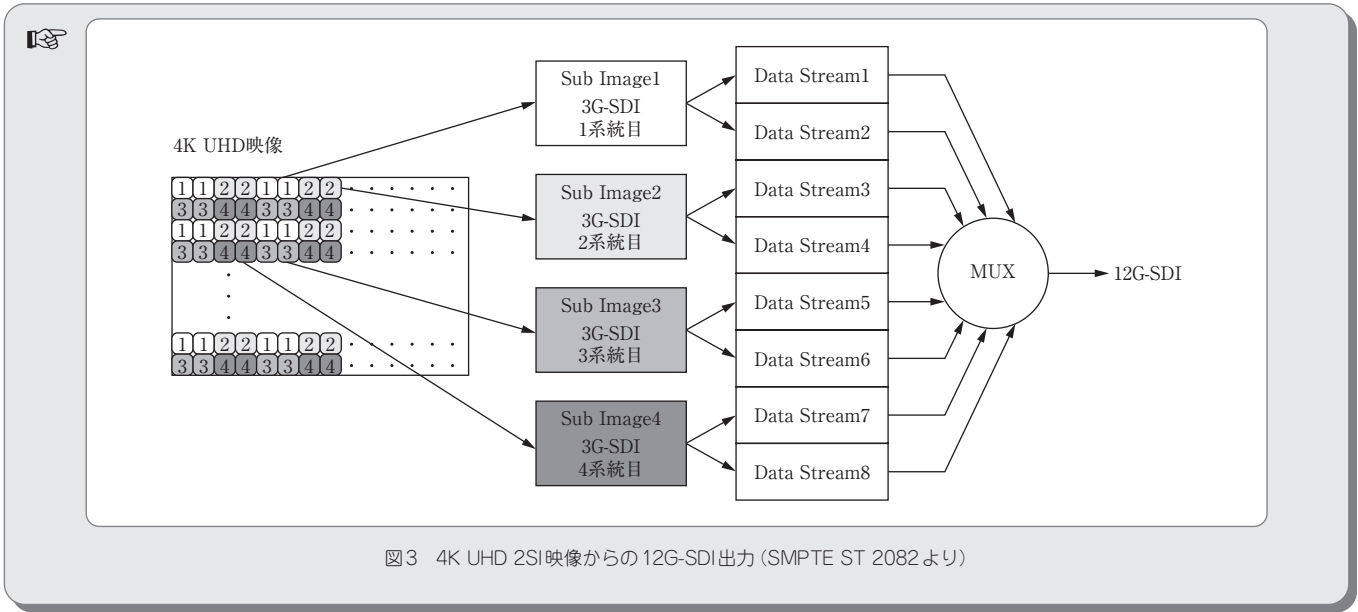
図2 2SI (2 Sample Interleave) 方式

12G-SDIケーブルの登場

4K映像の登場に遅れること数年、技術の進歩により12G-SDI規格がSMPTE ST 2082として確立されました。12G-SDIに対応した部品も登場し、対応製品も増えました。しかし、機器の対応だけでは4K映像を伝送す

るのは困難でした。システム構築のためには3G-SDIケーブルと同等の100m以上の伝送距離の確保が必要不可欠です。12G-SDIは非常に広帯域のため、3G-SDIまでのケーブルでは伝送距離が伸ばせなかったり、正しく伝送できなかったりといった問題が発生してしまいます。

この課題に対しケーブルメーカー各社から12G-SDI対応SDIケーブルが発売され、3G-SDIと同様の伝送距離を実現することが可能になり、ようやく4K UHD映像も1本のケーブルで伝送できるようになりました。なお、12G-SDI内を用いた4K UHD映像の伝送方式は2SIに統一されています(図3)。



SDI伝送をIPで実現した SMPTE ST 2022-6

4K/8Kの高解像度映像を伝送するにあたり、BNCケーブルの本数や伝送距離などの課題が生じて来たこともあって、映像を信号劣化なく長距離を伝送でき、1本のケーブルで複数の映像や制御信号を送ることも可能なIP技術の活用が進みました。

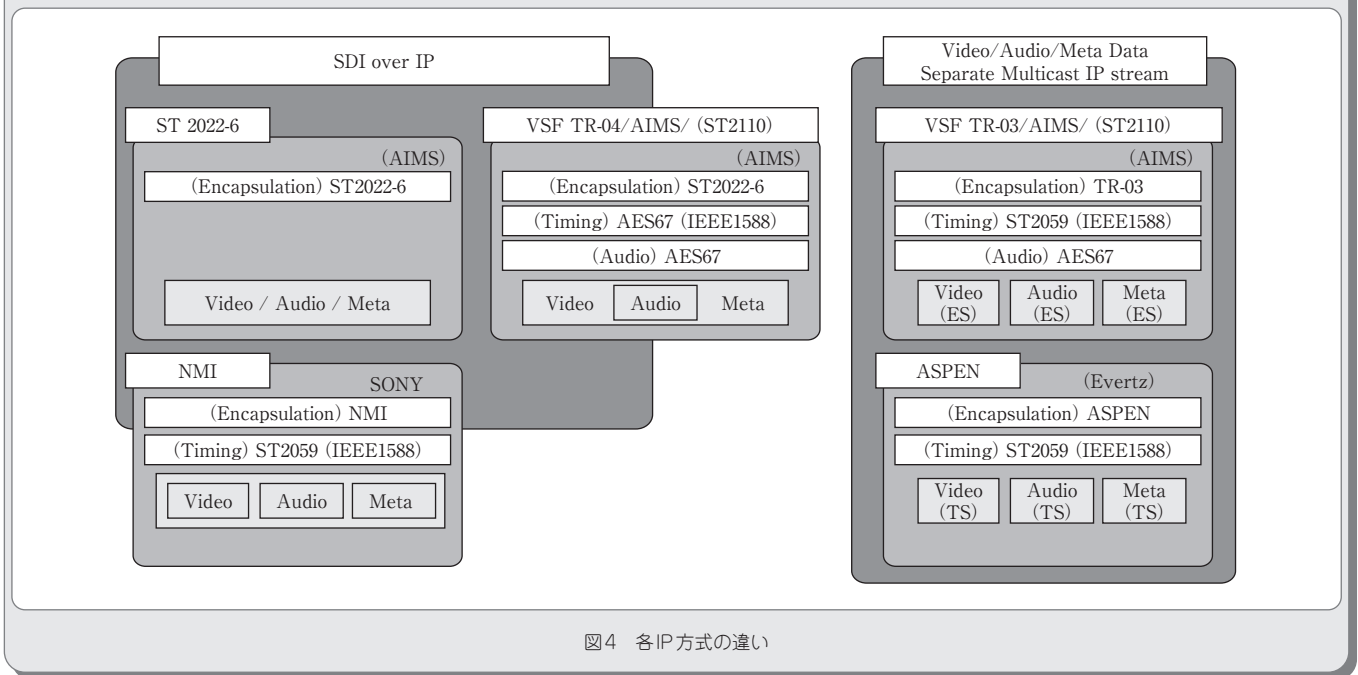
回線事業者とIP回線を契約した場合は、解像度の考慮は不要となり、ファイル伝送や制御信号など自由度が高まります。また、IP接続された部分での

素材や機材の共用化が容易に図れることや、システム拡張の柔軟さなどのメリットもあります。

SDI信号をIP伝送するための規格として、SMPTE (米国映画テレビ技術者協会) がIPパケットを規定したものがSMPTE ST 2022-6です。これに加え、エラー訂正を規定したSMPTE ST 2022-5と、障害が生じたときにシームレスに伝送路を切替えるための規定SMPTE ST 2022-7があり、これらがSDI非圧縮のIP伝送をサポートする基本の規格となっています。

SDI信号の伝送時には、映像信号の

ほか、音声信号、機器制御信号などのアンシラリデータを含めることができます。これと同様に、SMPTE ST 2022-6でも、1つのIPパケットの中に音声信号とアンシラリデータを含め伝送します。しかし、制作ワークフローによっては、映像信号と音声信号、アンシラリデータを別々のIPパケットにしておく方が都合が良い場合もあります。さまざまなケースに応じて、近年はASPEN, AIMS, IP-VRS, NMIなど、カプセル化の考え方の異なるIP方式が提唱されています(図4)。



各IP方式で共通に採用された SMPTE ST 2110

複数のIP方式が混在するとデータのやり取りが煩雑になることから、共通に利用できるIP伝送方式としてSMPTE ST 2110が策定されました。このSMPTE ST 2110は、システム概要を記述するSMPTE ST 2110-10、非圧縮ビデオを規定したSMPTE ST 2110-20、音声を規定したSMPTE ST 2110-30が先に承認を受け、現在はアンシラリデータを規定したSMPTE ST 2110-40についても策定が進められています。今後利用されるIP方式は、長距離伝送に活用する

のか、制作用に利用するのかといった目的に応じて、SMPTE ST 2022-6からSMPTE ST 2110が使い分けられていくことになりそうです。

さて、現在のIP環境は、機器コストと伝送パフォーマンスとのコストバランスから10GbEが活用されています。すでにインターネットのバックボーン環境では400GbEが実現されており、今後IPスイッチやIPルータの低価格化が進むにつれ、25GbEをはじめ、40GbEや100GbEも活用されていくことになります。このように、SDI環境とIP環境の大きな違いは、時代とともに機器が低価格になり伝送帯域も増えていくことにあります。伝送帯域

が低価格で実現することにより、高解像度の映像を複数取り扱いやすい環境が整っていきます。

現状の主要なIP製品では10GbEを活用していますが、これでは12Gbpsを必要とする4K映像を非圧縮で伝送することができません。そのため、視覚的に非圧縮と同等の画質（ビジュアルロスレス）を実現する軽圧縮コーデックを併用することで、10GbEでも4K伝送を実現しています。軽圧縮コーデックには、ビジュアルロスレスを実現しながら転送レートを抑えるために開発したintoPIX社製TICOや、より低遅延の伝送を目指して開発したソニー製LLVCがあります。

SDI環境とIP環境が混在するシステムの今後

ケーブルを接続すれば映像伝送ができるSDI環境と、1本のケーブルで複数の映像を伝送でき、ネットワーク上にあるさまざまな機器を、ケーブルをつなぎ変えることなく利用可能なIP

環境—今後は、その双方を活用していく段階に入りました。ネットワーク上にある機器を利用できるということは、制作スタジオや放送局という建物を超え、機器の設置場所に依存せずに利用が可能になるということでもあります。

その時に、使用できる映像機器がど

こにあるのか、ネットワークの障害が発生したときにどうするのか、複数の映像の同期をどう実現していくのか、さまざまな機器をどう一括して制御していくかということも課題になってきます。現在、自動的に機器を認識して登録するための規格化や、映像信号同期のための規格化も進められています。

むすび

本稿では、高解像度伝送に必要なとなる12G-SDIとVideo over IPについて解説しました。2018年は110°C Sと

BSで4K実用放送が開始され、BS左旋では8K実用放送も始まります。地上波放送ではHD放送が継続されますが、4K連動ネットコンテンツを見据え、素材部分は4Kも活用され始めて

います。今後は12G-SDIとIPの双方を適材適所で使い分けながら、より制作しやすい環境が整えられていくでしょう。

(2017年10月30日受付)



和田 雅徳 (株) 朋栄取締役、佐倉研究開発センター研究開発本部IP開発部部长。各種プロセッサ機器、テロップ/ファイルベース/アーカイブなどのシステムを開発し、現在、システムのIP化/クラウド化に従事。

キーワード募集中

この企画で解説して欲しいキーワードを会員の皆様から募集します。ホームページ (<http://www.ite.or.jp>) の会員の声より入力可能です。また電子メール (ite@ite.or.jp)、FAX (03-3432-4675) 等でも受け付けますので、是非、編集部までお寄せください。(編集委員会)