

# ST 2022-6 と ST 2110 の紹介

Renaud Lavoie 著

## はじめに

本稿の目的は SMPTE 規格 ST 2022-6 と ST 2110 の違いを説明し、それぞれの長所と短所を比較検討し、具体的な使用例をご紹介しますことにあります。

放送のワークフローで IP ストリーミングが使われるようになって以来、さまざまなところからソリューションがいくつか登場していますが、最も古く、最も普及している規格は 2007 年に導入された ST 2022 です。ST 2022 規格の最初のパートは圧縮ビデオ信号用の IP プロトコルをカバーしていますが、2012 年に発表された ST 2022-6 パートが非圧縮ビデオを伝送する方法を確立しました。

ST 2022-6 はネットワークの帯域幅を使いすぎている過去のものだ、と言う人もいるかもしれませんが、ST 2022-6 ワークフローのシンプルさから真に恩恵を受けることができる使用例がいくつかあります。一方、ST 2110 はビデオ / オーディオ / アンシラリー / オーバー IP の世界では新参者ですが、すぐに放送業界の取り組みの焦点となりました。ST 2110 の明確な目標は、従来の SDI ワークフローよりもさらに効率的な IP 制作ワークフローを実現することです。

詳細は YouTube の「Renaud talks IP - 2110 vs 2022-6」をご覧ください。

## 1 SMPTE ST 2022-6

SDI から IP への移行は段階的に行われ、最初に登場したのが ST 2022-6 でした。そのコンセプトは非常にシンプルで、垂直および水平ブランキングを含む全 SDI 情報を IP ネットワーク用にパケット化するというものでした。とても単純です。下図に原理を示します：

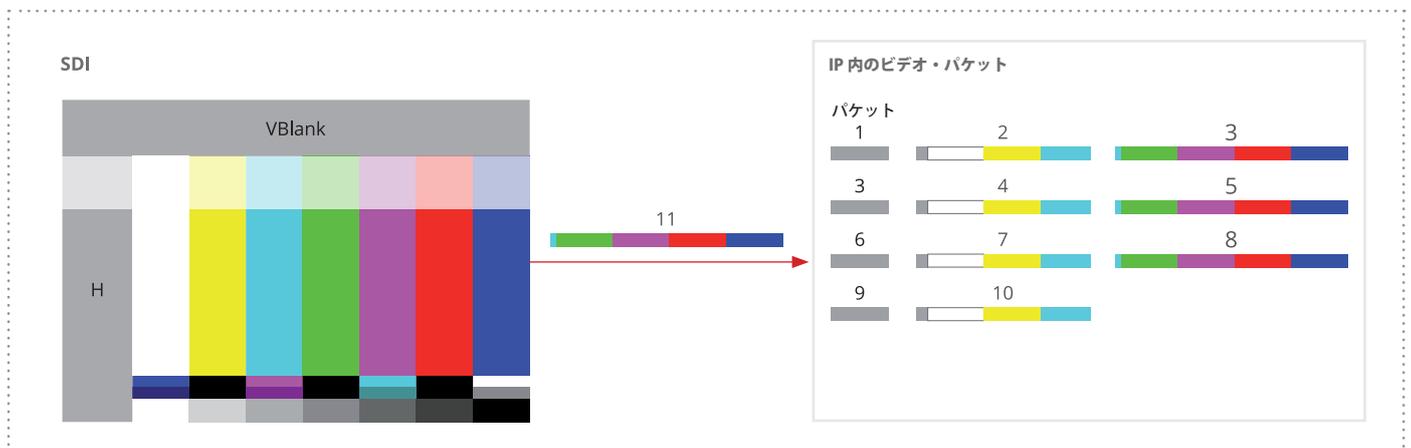


図 1 ST 2022-6 フレームからパケットへ

**注：**一般的な最大伝送単位 (MTU: maximum transmission unit すなわちパケット内の最大データ量) は、イーサネット上で約 1,500 バイトのデータです (IP ヘッダーは除きます)。ST 2022-6 はベンダー間の互換性を確保するためにパケット・サイズを規定しています：

ビデオの輝度値と色差値は 1,376 オクテットのメディア・ペイロードにカプセル化されなければならない。ビデオ・フレームの最終データグラムは、輝度値と色差値で部分的にしか満たされていないため、1,376 オクテットの合計長になるように、追加のヌル・オクテットが付加されなければならない。これは RTP レイヤーのパディングとは見なされないため、RTP ヘッダー内のパディング・ビットはゼロに設定されなければならない。

図 2 SMPTE ST 2022-6 仕様からの抜粋

この抜粋でわかりますように、1,376 オクテットを達成するために、最終パケット (データグラム) のみがヌル・データを持ちます。したがって、全パケットは同じサイズを持つことになります。

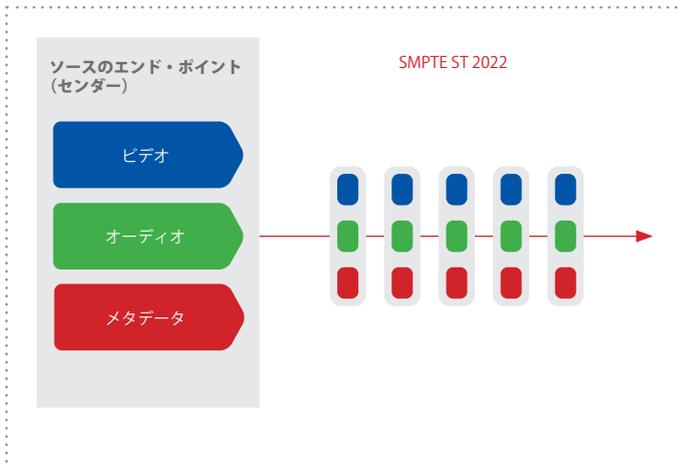


図3 ST 2022-6 パケット生成

ST 2022-6 では、オーディオ、ビデオ、アンシラリは同じフロー（ユニキャストまたはマルチキャスト・ストリーム）を共有します。ST 2022-6 は SDI をパケット化し、その SDI 信号全体を IP パケットにカプセル化するだけです。SDI 信号の総帯域幅は、SDI 総帯域幅の約 3% に追加されるイーサネット・ヘッダーを加えて、ネットワーク経由で送信されます。

ST 2022-6 のもう 1 つの欠点は、エッセンスがすべて一緒になっているため、オーディオのミキシングやシャッフルなどを行うには、SDI オーディオのエンベッダーとディエンベッダーが依然として必要なことです。このシステムに対する唯一の最適化は「ディストリビューション・アンプ (DA)」の削除であり、そのことは、1 つの信号を IP ネットワーク内のマルチキャストを介して複数レシーバーに送信する機能によって、機器リスト内でカバーされています。最後の重要な点は、どちらかと言うと ST2022-6 は伝送の方式ですので、SMPTE は ST2022-6 で同期方式を規定していないことです。全エッセンスが一緒に残っていますので、ビデオ、オーディオ、アンシラリを操作するには SDI に戻る必要があります。

**結論：ST 2022-6 は単に SDI を IP 上でマッピングしたものです。**

## 2 SMPTE ST 2110

ST 2110 は、エッセンスが分離されていた時代、放送の初期にさかのぼります。アナログの世界では、ビデオ、オーディオ、アンシラリは分離されていましたが、デジタル化とシリアル化により、SDI (Serial Digital Interface) 内でエッセンスを組み合わせることが理にかなうようになりました。IP への移行によってこの制約は消え去り、再びエッセンスを分離することがより有意義になっています。音声コントロール・ルームについて少し考えてみましょう：映像ストリームを少しだけ、そして音声ストリームのみを大量に送信すれば済むのに (ST 2110 内の AES67)、どうして大量の映像ストリームを送信しなければならないのでしょうか。下図は IP のビデオ・パケットを示しています。ST 2110 にはブランキングが存在しないことに注意してください。

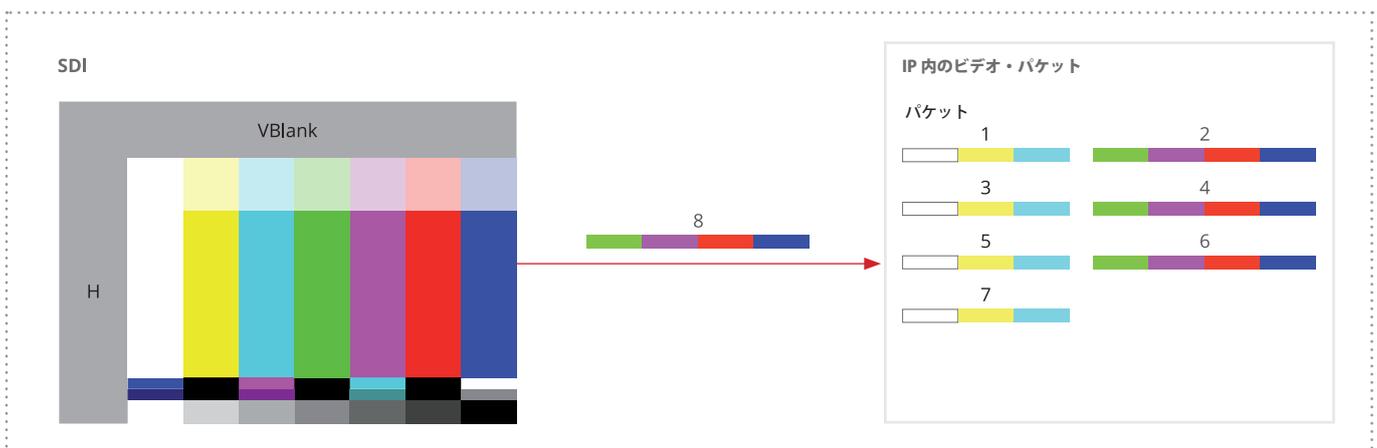


図4 ST2110 のフレームからパケットへ

## ビデオ

ST 2110 パート 20 (ST 2110-20) で最初に定義されたビデオ・エッセンスは、32K ピクセルまでの非圧縮ビデオをカプセル化するための柔軟なパケット化スキームを定義した RFC4175 に基づいています：

このメモは、非圧縮ビデオをリアルタイム・トランスポート・プロトコル (Real-time Transport Protocol : RTP) のペイロード・フォーマットにカプセル化するためのパケット化スキームを規定する。これは、ITU BT.601 のような一般的なテレビジョン・フォーマットや、SMPTE 274M や SMPTE 296M のような SMPTE (Society of Motion Picture and Television Engineers) の標準規格など、さまざまな標準および高解像度ビデオ・フォーマットをサポートする。このフォーマットは、新しいビデオ・フォーマットが開発された場合にも適用でき、拡張できるように設計されている。

図5 RFC4175 の抜粋

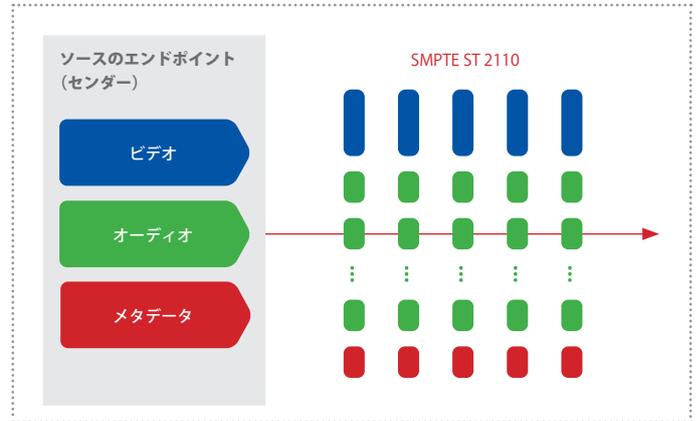


図6 ST 2110 パケット生成

その他、ビデオ用のパートが仕様追加されています。本稿の執筆時点では：

- ST 2110-21：非圧縮ビデオのトラフィック・シェーピングと配信タイミングへの対応

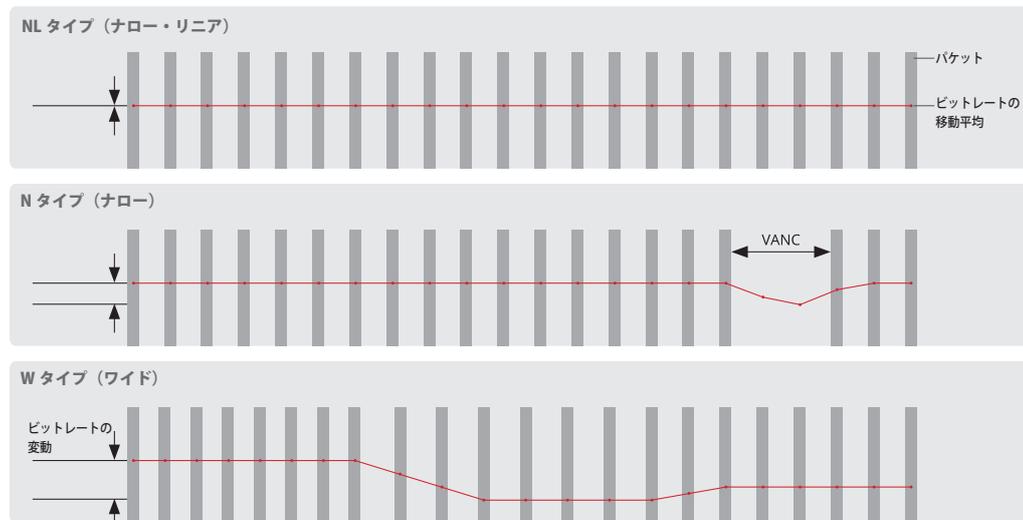


図7 ST 2110-21 で定義されている ST 2110 センダーのさまざまなタイプ

詳細は YouTube の「Renaud talks IP - Wide versus Narrow Sender」を参照してください。

- ST 2110-22：圧縮ビデオ（次節参照）
- ST 2110-23：高帯域幅の単一ビデオ・ストリームを分割する方法に関する推奨慣行。

本文書は、(i) 高帯域幅の単一ビデオ・エッセンス・ストリームを複数の低帯域幅 SMPTE ST 2110-20 トリビュータリ・ストリームに分割する方法、および (ii) これら複数の SMPTE ST 2110-20 ストリームの適切なグループ化とシグナリング（SDP 宣言、アドレス指定規則、RTP タイムスタンプ制約など）を記述する方法を提案する。本 RP は、新しい分解方法を定義する意図はないが、既存のアプローチを参照する。低帯域幅のストリームは、UHD コンテンツ用の 2SI および SD (Square Division) 分解機構——ビデオを低フレーム・レートのストリームに一時的に分解——に従って作成できる。

図 8 SMPTE RP 2110-23:2019

### 圧縮ビデオ (ST 2110-22)

ST 2110-22 は定バイト・レート圧縮ビデオのペイロードを規定します。一般的な選択肢の 1 つは ST2110 上の JPEG-XS です。-22 規格は 32K ピクセル毎に最大 32K ラインのラスターを定義しています。また、ペイロード（圧縮信号）は 4:1:1 から 4:4:4 までの任意のカラー・サンプリングが可能であり、フレーム・レートとビット深度（最大 16 ビット）はフレキシブルにできることが規定されています。これは一般的に使用されている HDR フォーマットの PQ と HLG をサポートしています。

### オーディオ (ST 2110-30, ST 2110-31)

ST 2110-30 は AES67 フォーマットに基づいており、PCM フォーマットの非圧縮音声の伝送に使われます。ST 2110-31 は AES3 のリアルタイム RTP ベースの伝送を規定しており、それはトランスペアレント音声または AES3 フォーマット上の圧縮音声であって構いません。前述の音声コントロール・ルームのように、音声を他のエッセンスから分離することが理にかなっている使用例が多数あります。ここでは音声ストリームを分離することで低コストかつ低帯域幅のスイッチを用いることができます。このような帯域幅の節約によってネットワークの全般的な簡素化が可能になります。

### アンシラリー (ST 2110-40)

ST 2110-40 はアンシラリーを IP で包む方法を示すために RFC 8331 を使います。アンシラリー・データを分離する目的は VANC インサーターの必要性をなくすることです。SDI では、クローズド・キャプションやテレテキスト、その他の VANC データを VANC インサーターで挿入する必要があり、その結果、追加デバイスが多数必要になることがあります。ST 2110-40 はアンシラリーを分離しておくことができますので、システムの複雑さを軽減するのに役立ちます。

下図は ST 2110 でクローズド・キャプションの生成を担当するキャプション・ノードを示しています。トリガーは通常、広告挿入やアンシラリーで使われるその他のトリガーに用いられます。

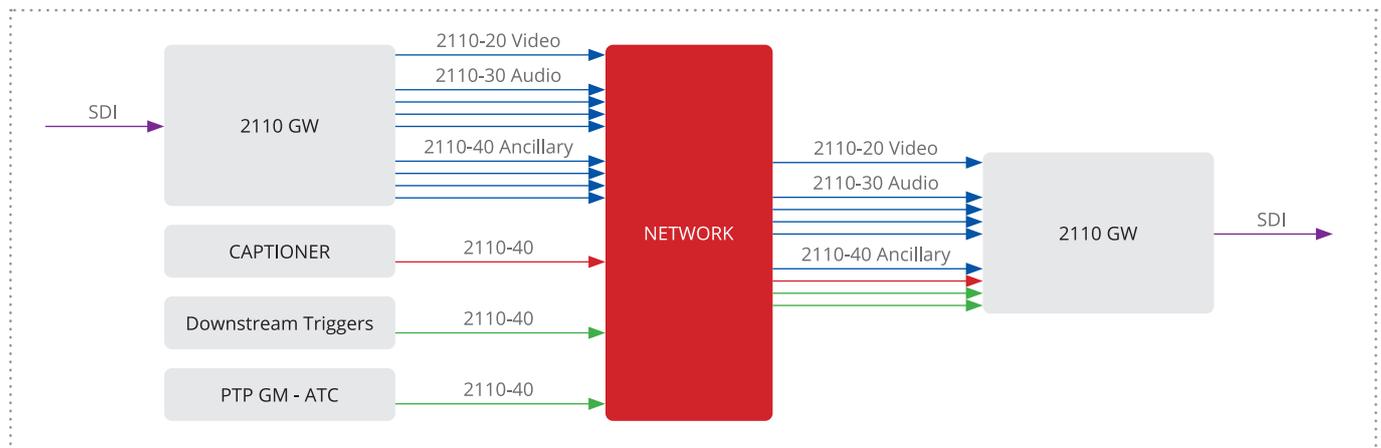


図 9 ST 2110 におけるクローズド・キャプション生成

もう一つの重要な利点は、ST 2110-40 のみを操作する機器、例えばキャプション・プロセッサの場合、スピードと簡素化が得られることです。

その他、アンシラリーのためのパートが仕様追加されつつあります。この文書を書いている時点では：

- ST 2110-41：広告挿入などの重要な情報に対して ST 2110-40 よりも高速にメタデータを送信できるようにする高速メタデータ。

## システム・タイミングと定義 (ST 2110-10)

SMPTE ST 2110-10 は、共通の基準クロックを参照する RTP ベースのエッセンス・ストリームの拡張可能なシステムを定義する文書群です。RTP は RFC3550 プロトコルに基づき、RFC3551 の RTP プロファイルに準拠します。また、ST 2110-10 は IEEE 1588-2008 の PTP (precision time protocol) に基づくシステム・タイミング・モデルと同期を定義します。デバイスがスレーブ状態の場合、デバイス内部クロックは共通基準クロックに同期します。PTP に関する 2 つの SMPTE 仕様があります：

### ST 2059-1 : PTP エポック

メディア・クロックは SMPTE ST 2059-1 に規定される SMPTE エポックにおいてゼロの値を持たなければなりません。

### ST 2059-2 : PTP プロファイル

ST 2110 に準拠するすべての機器は SMPTE ST 2059-2 PTP プロファイルをサポートする必要があります。SMPTE ST 2110-10 仕様から、ST 2059-2 内部のパラメーター範囲は、機器が AES67 準拠機器と音声ストリームを交換できるように、AES67:2015 の制限をサポートするように制約されています。AES は、AES67 メディア・プロファイルと SMPTE ST 2059-2 間のパラメーターの互換性に関する技術報告書 AES-R16-2016 を発行しています。

**結論：ST 2110 は IP 上でエッセンスを分離しています。**

## 3 使用例

ST 2022-6 はビデオ、オーディオ、アンシラリの各データ・エッセンスすべてを単一ストリームで伝送します。これは、音声エッセンスがシステム内の異なる処理で使用されなければならない場合には実用的ではありませんが、送出や伝送ではうまく機能します。これらのエッセンスを単一のストリームにまとめることで、ユーザーは複数のフローやエッセンス間の異なるレイテンシーを気にする必要がなくなります。この伝送方式はまた、SDI ST 2110 がエッセンスの個別伝送を提供するように、パッケージ全体が全エッセンスと共に時間内にデスティネーションに到着することを保証します。これによって、ストリームからオーディオ・エッセンスを抽出するデバイスが不要になり、ネットワーク・リンクのコスト削減と、エッセンスが必要なネットワーク上のデスティネーションにのみ送信される、より柔軟な制作機構が可能になります。

## 4 むすび

最も一般的な 2 つの IP ビデオ規格の基本的な機能の概要をお伝えするのに本稿が役立ちましたら幸いです。ここでは、すべてを含む SDI オーバー IP 規格である ST 2022-6 の基本を簡単にご説明した後に、プロダクション指向の ST 2110 を構成する部分と、同期、エッセンスの分離、さまざまなセンサーのタイプなどの特殊性を見てきました。

一般的に、ST 2022-6 と ST 2110 はどちらもビデオ、オーディオ、アンシラリー・オーバー IP の SMPTE 規格であることを除けば、共通点は多くありません。ST 2022-6 がよりトランスポート・ソリューション、つまり長距離の送出や伝送用であるのに対して、ST 2110 は制作環境で音声のシャッフルやアンシラリーの変更、ビデオの圧縮等、制作を行うための通常の手順をすべて行う必要がある場合に役立ちます。

これら 2 つの規格の詳細については YouTube のプレイリスト「Renaud talks IP」または [riedel.net](http://riedel.net) で新しい記事やホワイトペーパーをご覧ください。

Riedel Communications Japan 株式会社  
〒150-0036 東京都渋谷区南平台町 7-9  
DEN FLAT 南平台 101・204  
Phone: 03-6233-7674

Japanese Translation © 2024 Riedel Communications Japan

