

第4章

3D-SDIに関する規格の詳細

～データ・フォーマットおよびマッピングを規格するSMPTE 425Mを中心に解説する～

黒毛利 学

ここでは、3G-SDIに関する規格の概要について解説する。SDIに関する開発を行う際には、SMPTEが定める規格を十分に理解してから取り掛からなければならない。(編集部)

HD-SDIを搭載した機器を設計する場合、市場で実績のあるHD-SDI専用のICやシリアルライザ/デシリアルライザのIPコアを備えたFPGAを利用することによりSMPTE規格を意識する必要がありませんでした。エンジニアは、シリアルライザへ入力するデータ、デシリアルライザから出力されるデータを理解するだけでシステムを設計できました。

現在3G-SDIについては、第2章で紹介したシリアル→パラレル変換およびパラレル→シリアル変換を実現するデバイスがありません。実際に機器を開発するためにはFPGAなどでこの部分を設計しなければなりません。しかし、実際のパラレル・データは、RGBまたは YC_bC_r の10ビットまたは12ビット・データであり、データ・ストリームに多重する形ではありません。従って、FPGAを設計するエンジニアは、マッピング^{注1}方式を理解しておかないと、

- データをどのように分配・多重するのか
- どのように分離するのか
- どのような順番でデータが流れてくるのか

を理解できません。ここでは、3G-SDIにおけるビデオやオーディオ・データなどの多重方法が、HD-SDIとはどのように違うのかを理解します。HD-SDIで使っていた資産

注1：マッピングとは、10ビットのデータ・ストリームに対して、どのように10ビットまたは12ビットのデータを配置するのを示している。 YC_bC_r またはRGBのデータを、どのような順番で分配、配置、伝送するのを示している。

を、そのまま流用できるものと変更が必要なものに整理できます。HD-SDIのシステムを3G-SDIのシステムへとスムーズにアップグレードできます。

● SDIの開発はSMPTEに準拠していることが大前提

3G-SDIに限らず、SDIはかなり厳しく規格化された信号です。異なるメーカーの機器を接続した場合でも正常に動作するために、伝送する信号の品質ならびにフォーマットが厳しく決められています。異なるメーカー間の接続性を保障するために、SDIインターフェースを持つ機器は「SMPTE準拠」である必要があります(表1)。

SDIは、もともと放送局で使用される非圧縮の映像データを伝送するために規格化されました。放送局で使用されている機材は、伝送しているビットが一つでも欠けたり、システムがエラーを起こしたりしてはいけません。もしシステムの中に規格違反のものがあって、映像にノイズがでてしまったり、画像が止まったりしてしまったり、放送事故となり、大問題となります。放送機器で使用するレベルである「SMPTE準拠」の機器の開発に携わるエンジニアは、規格を十分に理解しておく必要があります。

● 物理層とデータ・フォーマット、マッピングの規格

3G-SDIにおいて、信号振幅、信号の立ち上がり/立ち下がり時間などの物理層についての規格はSMPTE 424Mで、データ・フォーマットおよびマッピングについてはSMPTE 425Mで規格化されています。これらは2006年に発行された規格であり、SMPTEのWebページから購入できます。

Keyword

マッピング、ジッタ、SMPTE 424M、ユニット・インターバル、SMPTE 425M、Level A、Level B、ペイロード



ここでは、SD-SDI や HD-SDI との比較を交え、3G-SDI の規格の詳細を説明します。

3G-SDI は、基本的には HD-SDI の規格を踏襲したものです。特に物理層の仕様(SMPTE 424M)は、HD-SDI の規格値を倍にしたようなものです。ジッタについては、伝送速度に対しての割合(UI 換算)としては大きくなっています。規格として楽になったように見えますが(HD-SDI は 0.2UI, 3G-SDI は 0.3UI), 伝送速度が速くなっているため、絶対量(時間換算)は厳しい値なので注意が必要です。詳細は後述します。

SMPTE 425M で規定されているデータ・フォーマットならびにマッピング方式は、HD-SDI を倍速にしたもの(1080p50/59.94/60)もありますが、12 ビット伝送のものや、Dual Link HD-SDI を 3G-SDI に変換するもの、2 系統の HD-SDI を 3G-SDI に変換するものがあります。

1. 物理層に関する規格 「SMPTE 424M」の詳細

SMPTE 424M は、シリアル伝送の電氣的な仕様について規定しています。また、2 本のデータ・ストリームを 1 本のデータ・ストリームにまとめる際の規則を規定しています。

規格化されている項目は、SD-SDI や HD-SDI と同じように、振幅、立ち上がり/立ち下り時間、立ち上がり/立ち下り時間差、DC オフセット、リターン・ロスなどです。

振幅は $800\text{mV} \pm 10\%$ 、DC オフセットは $0.0\text{V} \pm 0.5\text{V}$ 、オーバーシュートは 10% で、SD-SDI や HD-SDI と同じです。立ち上がり/立ち下り時間(20% ~ 80%)は、HD-SDI (270ps)の半分の 135ps 以下、時間差は 50ps 以下と規定されています。

リターン・ロスは、5MHz から 3G-SDI の半分の周波数

表1 SD-SDI(SMPTE 259M)とHD-SDI(SMPTE 292M), 3G-SDI(SMPTE 424M)の比較

(a) 出力側

項目	SD-SDI(SMPTE259M)		HD-SDI(SMPTE292M)		3G-SDI(SMPTE424M)	
	143MHz	270MHz	1.485GHz	1.4835GHz	2.97GHz	2.967GHz
ビット・レート	143Mbps	270Mbps	1.485Gbps	1.4835Gbps	2.97Gbps	2.967Gbps
振幅	800mV ± 10%					
オーバーシュート	10%以下					
立ち上がり(20% ~ 80%)	0.4ns ~ 1.5ns		270ps 以下		135ps 以下	
立ち下がり(20% ~ 80%)						
立ち上がりと立ち下がりの時間差	0.5ns 以下		100ps 以下		50ps 以下	
アラインメント・ジッタ	0.2UI 以下		0.2UI 以下		0.3UI 以下	
タイミング・ジッタ			1.0UI 以下		2.0UI 以下	
直流	~ 50mV					
直流オフセット	0V ± 0.5V					
出力, リターン・ロス	15dB 以上 (5MHz ~ 143MHz)	15dB 以上 (5MHz ~ 270MHz)	15dB 以上 (5MHz ~ 1.485GHz)		15dB 以上(5MHz ~ 1.485GHz) 10dB 以上(1.485GHz ~ 2.97GHz)	
インピーダンス	75 Ω					

(b) 入力側

項目	SD-SDI(SMPTE 259M)		HD-SDI(SMPTE 292M)		3G-SDI(SMPTE 424M)	
	143MHz	270MHz	1.485GHz	1.4835GHz	2.97GHz	2.967GHz
入力インピーダンス	75 Ω					
出力, リターン・ロス	15dB 以上 (5MHz ~ 143MHz)	15dB 以上 (5MHz ~ 270MHz)	15dB 以上 (5MHz ~ 1.485GHz)		15dB 以上(5MHz ~ 1.485GHz) 10dB 以上(1.485GHz ~ 2.97GHz)	
Input superimpose interfering signal DC	± 2.5V					
~ 1kHz	2.5V _{p-p}		-		-	
~ 5kHz	2.5V _{p-p}					
1kHz ~ 5MHz	100mV _{p-p}		-		-	
5MHz ~ 10MHz	40mV _{p-p}		-		-	
5kHz ~ 27MHz	-		100mV _{p-p}			
27MHz ~	-		40mV _{p-p}			