

第1章 量子化数/サンプリング周波数の基本からUSBオーディオ・クラスまで

デジタル・オーディオ関連規格をスッキリ整理!

河合 一 Hajime Kawai

デジタル・オーディオの原点はCD (Compact Disc) と言えますが、現在までにさまざまなメディアや規格が登場しています。さらに最近では、ネットワーク・オーディオやUSBオーディオなど、PCをベースとしたものも普及しています。ここではデジタル・オーディオの基本からハイレゾ・オーディオの定義、オーディオ用A-D/D-Aコンバータ接続仕様I<sup>2</sup>Sのタイミングについてなど、デジタル・オーディオ関連の規格を整理します。

1982年にCDDA (Compact Disc Digital Audio) が市場に登場して以来、デジタル・オーディオは急速に発展、普及してきました。CDDAの登場以降、さまざまなデジタル・オーディオ・フォーマットが登場し、市場をにぎわしてきました。そして、現在ではオーディオと言えば音楽ソフト、オーディオ機器ともにほとんどがデジタル・オーディオであり、オーディオ・アプリケーションの主流となっています。

ここでは現在のデジタル・オーディオの基本と概要、特徴、各種フォーマットやインターフェース、基幹デバイスなどについて解説します。デジタル・オーディオについての基本的知識から応用に関する概要を把握することにより、FPGAにおける応用例にも適用できるかもしれません。

1. デジタル・オーディオの基本と概要

デジタル・オーディオの理論性能は「量子化分解能」と「サンプリング周波数」の2大要素で決定されます。基本的にはA-D変換、D-A変換における基本要素と同じです。ここではデジタル・オーディオの基本2要素である量子化分解能とサンプリング周波数について解説します。

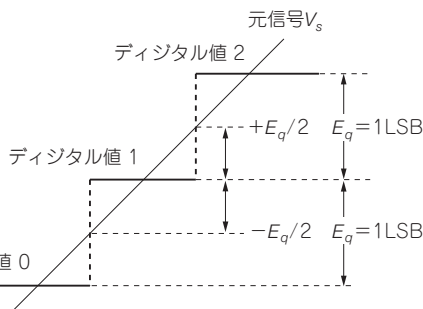


図1 量子化の概念図

● 量子化分解能

量子化分解能 (単位はビット/bit) はデジタル信号の振幅軸レベル情報を決定するもので、図1に量子化の概念図を示します。量子化分解能により次の理論性能を決定します。

• LSB (Latest Significant Bit)

1LSB振幅はデジタル信号の振幅軸の最小ステップで、振幅レベルであり、次式で求められます。

$$1\text{LSB} = \frac{V_s}{2^M - 1} \dots\dots\dots (式1)$$

$V_s$ : フルスケール信号

$M$ : 量子化分解能 (ビット)

• ダイナミック信号に対する量子化誤差

サイン波のようなAC (ダイナミック) 信号に対する量子化誤差 (Quantized Error) は、実効値で計算して求められます。図2にサイン波の量子化の概念図を示します。量子化ノイズ (Quantized Noise) や量子化歪みとも表現され、次式で求められます。

$$N_q = \frac{E_q}{\sqrt{12}} \dots\dots\dots (式2)$$

$N_q$ : 量子化ノイズの実効値

$E_q$ : 1LSB

• 理論ダイナミック・レンジ

上記量子化誤差 (量子化ノイズ) とサイン波信号フルスケール・レベルとの比により、理論ダイナミック・レンジ特性が決定されます。

$$DR = \frac{FS_{rms}}{N_q} = 6.02 \times M + 1.78 \text{ [dB]} \dots\dots\dots (式3)$$

$FS_{rms}$ : フルスケール実効値

$DR$ : 理論ダイナミック・レンジ

上式は途中の計算を省略していますが、結果式 (式3) を覚えておけば特に困ることはありません。ここでのダイナミック・レンジは、あくまでもデジタル領域における理論値であることを理解しなければなり