

ラズベリー・パイ本体と組み合わせてPCM入力をソフトウェアで $\Delta\Sigma$ 再生!

# ハイレゾ&I<sup>2</sup>S伝送対応! 新ラズパイPico DACの製作



第10回 DSD ネイティブ再生対応①…検討編

geachlab

表1 Pico DACの音源再生対応範囲

今回からI<sup>2</sup>S DAC (HAT DAC) モードにDSD音源の再生対応を追加する

量子化ビット数	周波数系列	周波数倍率					
		× 1	× 2	× 4	× 8	× 64	× 128
1ビット	44.1kHz系	-	-	-	-	DSD2.8MHz	DSD5.6MHz
16ビット	44.1kHz系	44.1kHz	88.2kHz	176.4kHz	352.8kHz	-	-
	48kHz系	48kHz	96kHz	192kHz	384kHz	-	-
24ビット	44.1kHz系	44.1kHz	88.2kHz	176.4kHz	352.8kHz	-	-
	48kHz系	48kHz	96kHz	192kHz	384kHz	-	-

USB DACモード PCM再生対応範囲 (16ビット/24ビットの44.1kHz系と48kHz系)  
 USB1.1レート限界線 (16ビット/24ビットの48kHz系)  
 I<sup>2</sup>S DAC(HAT DAC)モード PCM再生対応範囲 (16ビット/24ビットの44.1kHz系と48kHz系)  
 I<sup>2</sup>S DAC(HAT DAC)モード DSDネイティブ再生対応 (今回新たに検討する範囲)

本連載では、自作オーディオDAC (D-Aコンバータ) 基板<sup>注1</sup>、通称「新ラズパイPico DAC」の開発過程を紹介しています。このUSB/HAT DAC基板は、いわゆる市販のオーディオDAC ICを搭載していません。その代わりに、RP2040のハードウェア機能をフル活用してオーバーサンプリングや $\Delta\Sigma$ 変調をソフトウェア実装し、アナログ・ローパス・フィルタ回路と組み合わせることでオーディオDACを実現しています。市販のDACに頼らず、ハードウェアとソフトウェアの創意工夫でDACそのものをDIYすることが、この連載のコンセプトです。ぜひ、新/旧Pico DAC基板をDIYして、RP2040マイコンが奏でる音楽を楽しんでみてください。

VolumioやmoOdeなどラズパイ用オーディオOSは、PCM音源以外にもDSD (Direct Stream Digital) 音源出力に対応しています。市販のラズパイ用HAT

注1: 本連載ではラズベリー・パイPicoやラズベリー・パイ3B/4B/5などの混同を避けるため、表記を次の通り統一します。

基板の正式名称・通称	本連載での表記
Raspberry Pi 3B/4B/5, ラズパイ	ラズパイ本体
Raspberry Pi Pico, ラズパイPico	PicoまたはPico基板
(旧)ラズパイPico DAC	旧基板または旧Pico DAC
(新)ラズパイPico DIY DAC V2	新基板または新Pico DAC

DACの中には、DSD方式本来の音質を引き出すために、DSD音源を無加工で再生する、いわゆるDSDネイティブ再生に対応したものがあります。今回は、新たにPico DACでそのDSDネイティブ再生に対応する方法を検討します。Pico DACの音源対応範囲を表1に示します。

## 1 DSDの概略

DSDの再生音は、PCM (Pulse Code Modulation) よりも滑らか感、アナログ音源に近い空気感、リアルなステレオ感などが得られると言います<sup>(1)</sup>。「感」という感覚的な評価はさておき、個人的にはDSDの構成技術や実装手法に興味があります。Pico DACにDSD再生をソフトウェア実装し、その再生音を体「感」してみたいものです。

ここではまずDSD再生ソフトウェア開発に先立ち、DSDの方式、表記、再生方法、特性、メリット・デメリットなどを調査します。

### ● 音のレベルを粗密として1ビット深度で表現する

DSDは、PDM (Pulse Density Modulation: パルス密度変調) 方式でアナログ音声をデジタル信号化するデジタル・オーディオ・フォーマットの一種で

第1回 THD+N 0.0049%で低ノイズ&amp;低ひずみ! 新基板の設計と製作 (2023年3月号)

第2回 I<sup>2</sup>Sデータ受信対応①…検討編 (2023年4月号)第3回 I<sup>2</sup>Sデータ受信対応②…PIOやDMAを活用して384kHz/32ビット対応/設計&評価編 (2023年5月号)