Cosmo-Z DAC
チャープ波形出力方法

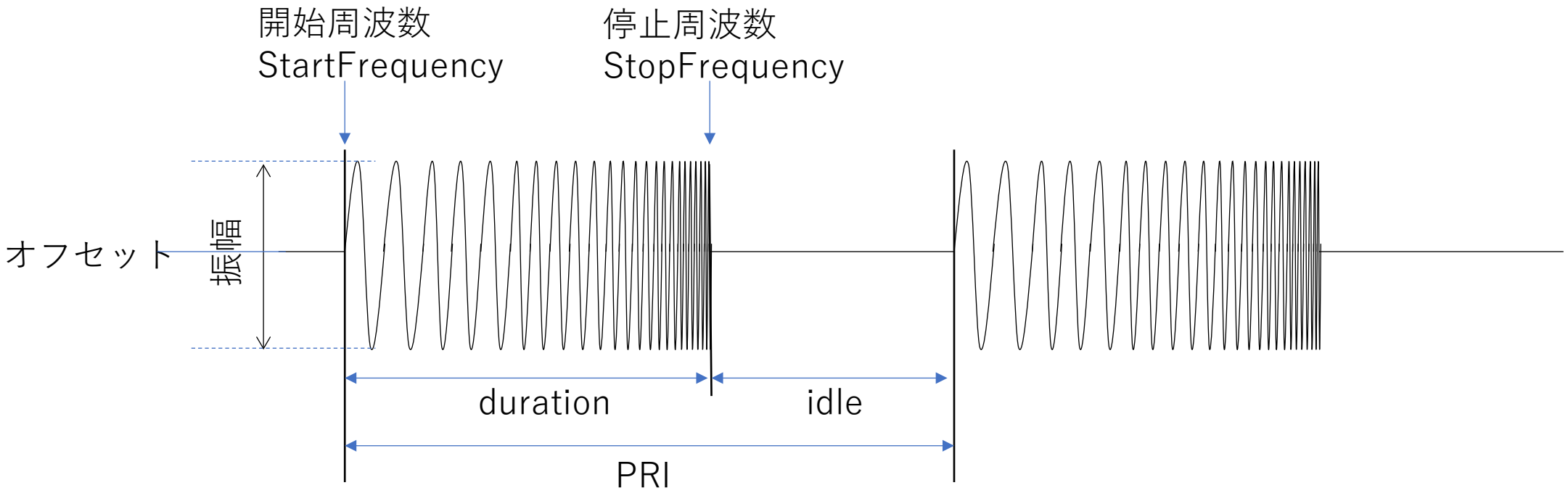
2026/10/28

特殊電子回路株式会社

(C)2026 Tokushu Denshi Kairo Inc.

チャープ波形のパラメータ

- チャープ波形を特徴づけるパラメータは以下のとおりです



Pulse Repetition Interval：パルス繰り返し間隔
Pulse Repetition Frequenry：パルス繰り返し周波数

PRI = duration + idle
PRF = 1/PRI

(C)2026 Tokushu Denshi Kairo Inc.

チャープ波形を出力するコマンド

- cosmoz dac <ch> chirpコマンドを使います。

```
Usage:
  cosmoz dac <ch> chirp on              - チャープ出力を有効化します
  cosmoz dac <ch> chirp off             - チャープ出力を無効化します
  cosmoz dac <ch> chirp show            - 現在の状態を表示します
  cosmoz dac <ch> chirp <parameters> - パラメータを指定して設定します

Arguments:
  <ch>                  チャネル番号      1または2
  <parameter>           波形パラメータ    詳細は次ページ
```

(C)2026 Tokushu Denshi Kairo Inc.

パラメータの解説

Parameters:	
start <frequency>	- 開始周波数を指定します
stop <frequency>	- 停止周波数を指定します
pri <time>	- 繰り返し周期を時間で指定します
prf <frequency>	- 繰り返し周期を周波数で指定します
duration <time>	- パルス持続期間を時間で指定します
idle <time>	- パルス休止期間を時間で指定します

(C)2026 Tokushu Denshi Kairo Inc.

パラメータの設定の詳細

- パルスの繰返し周期は、PRI(時間)またはPRF(周波数)で指定し、どちらで指定しても構いません。両方指定した場合は後から指定したほうが有効になります。
- パルスの幅は、PRIとdurationで指定します。PRIとidleで指定することもできます。両方指定した場合は後から指定したほうが有効になります。
- 周波数の単位はHzで、k,Mの補助単位が使えます。
- 時間の単位はsecです。u,mの補助単位が使えます。

(C)2026 Tokushu Denshi Kairo Inc.

コマンドの例

```
cosmoz dac 1 chirp start 100k stop 400k pri 100u duration 10u
```

DACのCH1からチャープ波形を出力します。PRIは100マイクロ秒で、10マイクロ秒出力して90マイクロ秒休止します。

```
cosmoz dac 1 chirp start 100k stop 1000k prf 1k idle 0
```

DACのCH1からチャープ波形を出力します。100kHz～1MHzまでスイープを1kHzの繰り返し周波数で動作します。

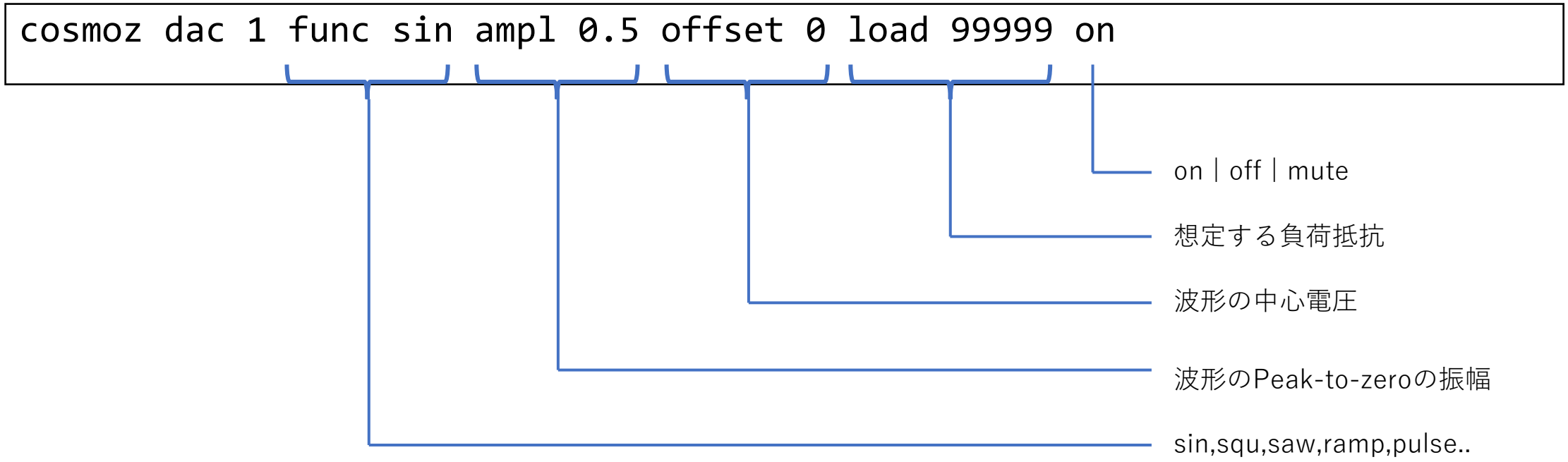
```
cosmoz dac 1 chirp stop 10M
```

チャープの終了周波数を10MHzにします。それ以外のパラメータは変更しません。

(C)2026 Tokushu Denshi Kairo Inc.

ベース波形の設定

- チャープ機能は周波数をスイープさせますが、その振幅、波形、オフセット、負荷抵抗、ON/OFFは別途指定する必要があります。



(C)2026 Tokushu Denshi Kairo Inc.

電源ONで自動的に起動する方法

- Cosmo-Zの/home/share/setupに、波形を生成するコマンドを記述しておくことで、電源ON時に自動的に波形が出力される。
- 例

```
#!/bin/sh
cosmoz regwr 0 0x4000
preamp bbbb
cosmoz adc freq 125
cosmoz adc reset
cosmoz trig or
cosmoz dac 1 off load 99999
cosmoz dac 2 off load 99999
cosmoz dac 1 func sin ampl 0.5 offset 0  on
cosmoz dac 1 chirp start 0 stop 40M pri 333.3u duration 100u
```

- FANの自動動作
- AFEの設定 ゲイン1,50Ω
- ADC周波数を125MHzにする
- ADCをリセット
- グローバルトリガをORトリガに
- 高負荷抵抗を想定
- 高負荷抵抗を想定
- ベースとなる波形の設定
- チャープの設定

(C)2026 Tokushu Denshi Kairo Inc.

チャープ停止後の動作

- cosmoz dac 1 chirp offでチャープを停止した後は、start周波数での連続動作となります。
- start周波数を0にした場合は、周波数は0で、波形は一定値となります。

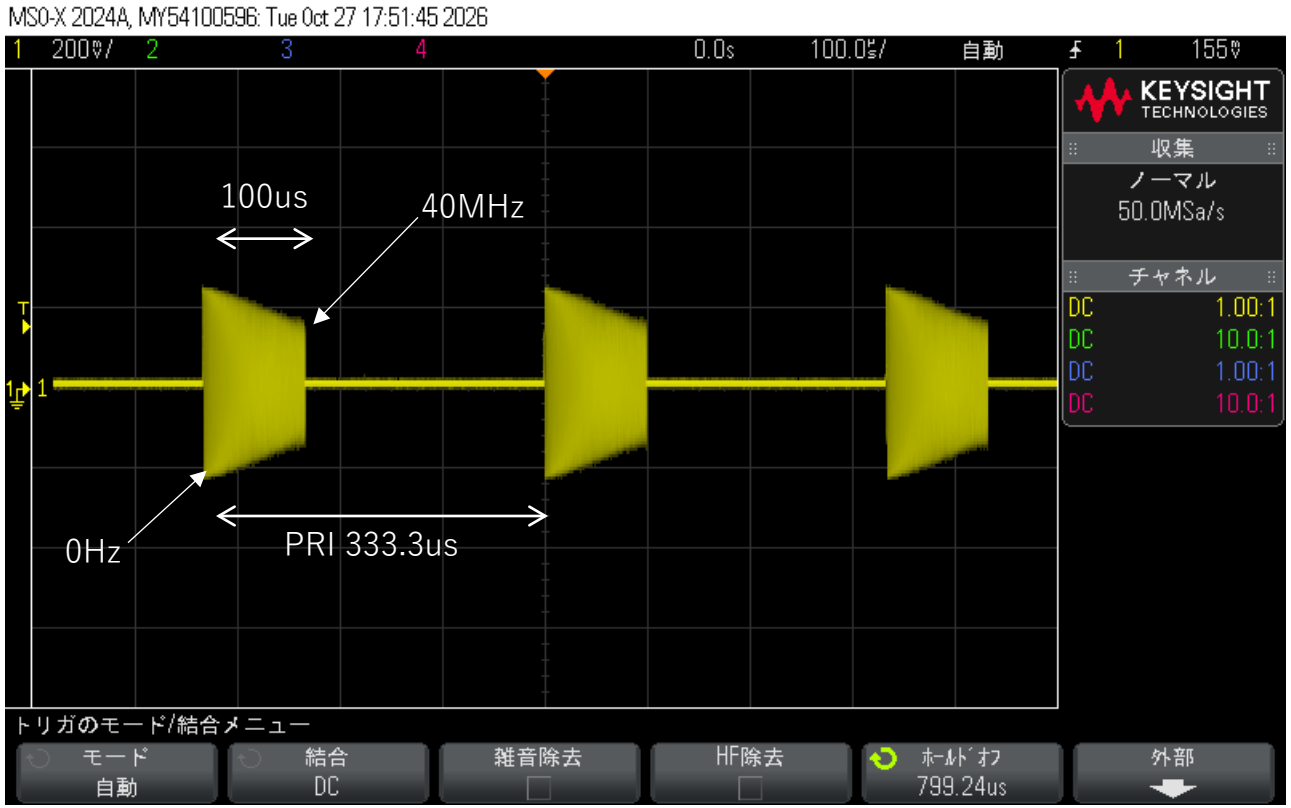
(C)2026 Tokushu Denshi Kairo Inc.

コマンドと波形の例

(C)2026 Tokushu Denshi Kairo Inc.

出力波形の例1

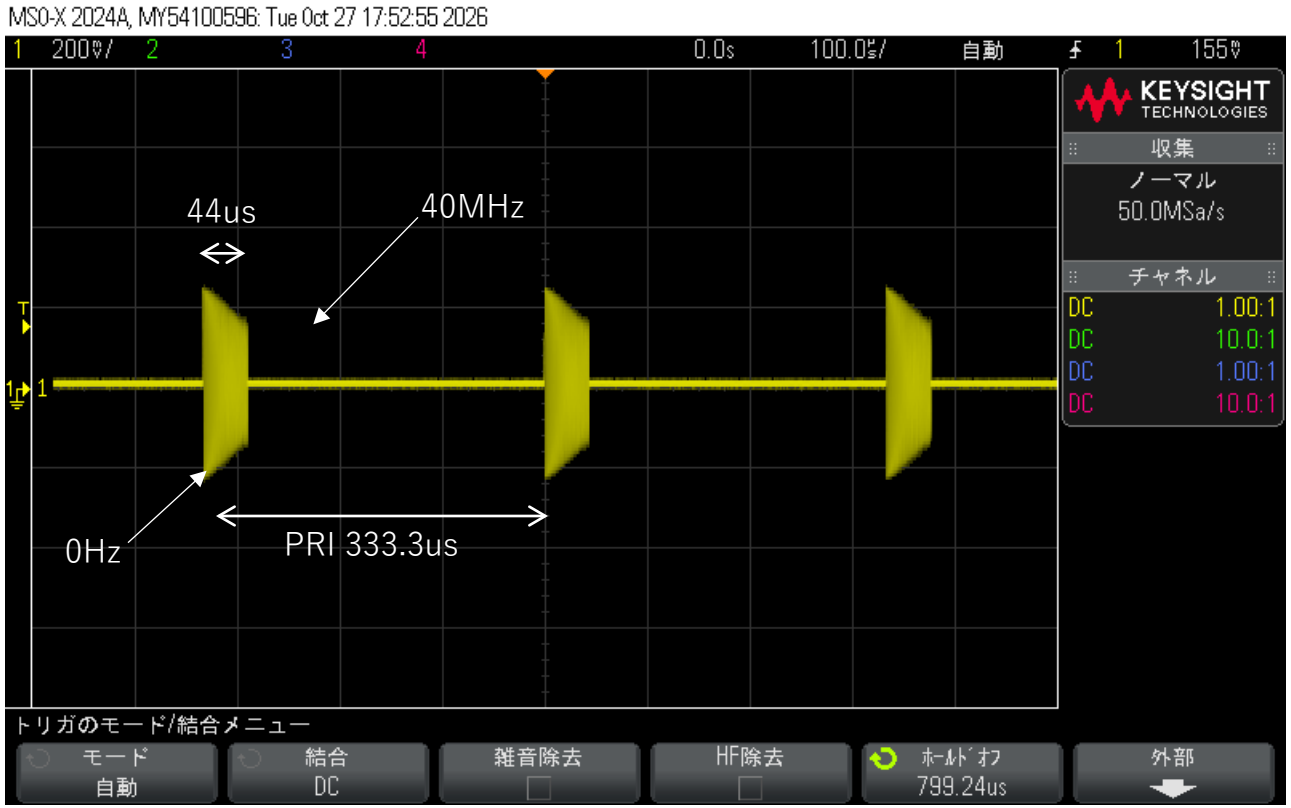
```
cosmoz dac 1 chirp start 0 stop 40M pri 333.3u duration 100u
```



(C)2026 Tokushu Denshi Kairo Inc.

出力波形の例2

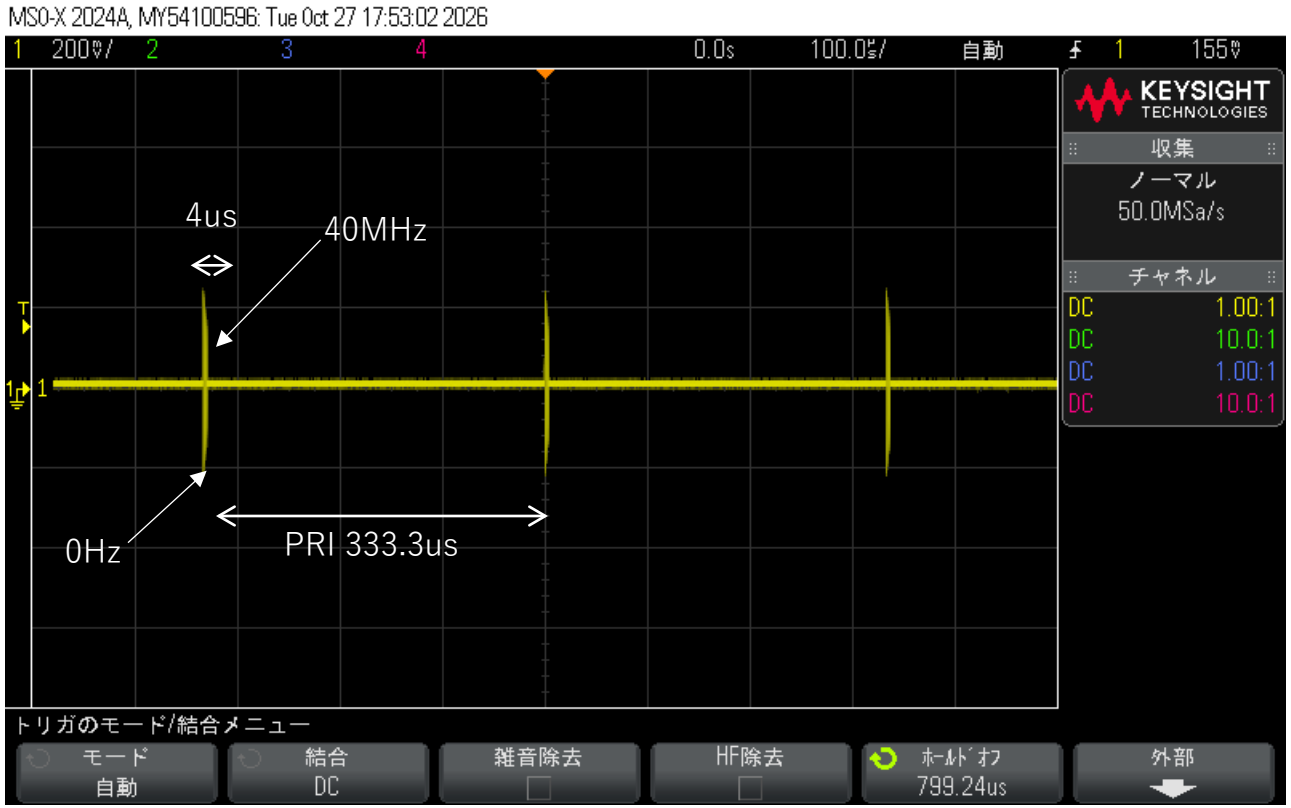
```
cosmoz dac 1 chirp start 0 stop 40M pri 333.3u duration 44u
```



(C)2026 Tokushu Denshi Kairo Inc.

出力波形の例3

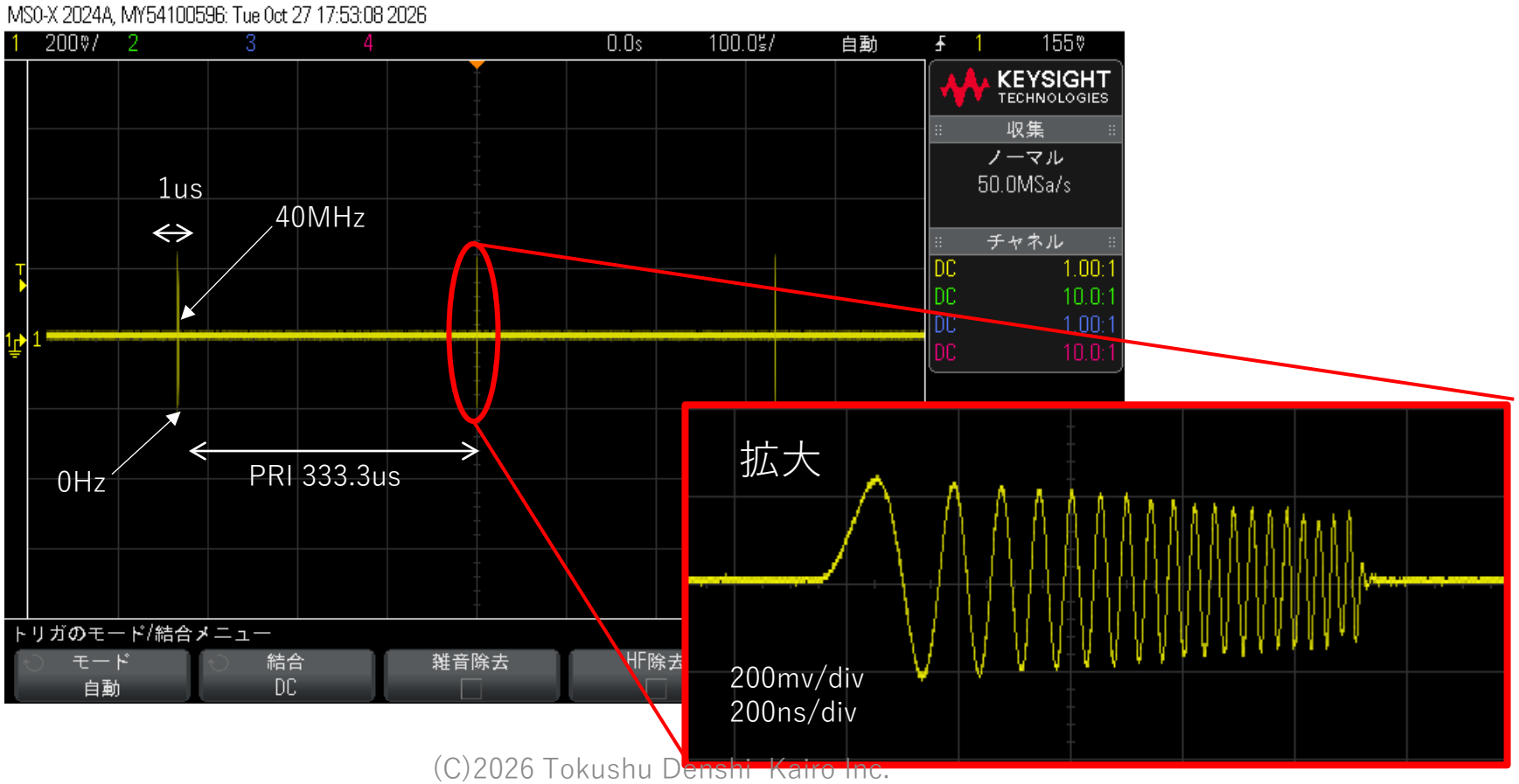
```
cosmoz dac 1 chirp start 0 stop 40M pri 333.3u duration 4u
```



(C)2026 Tokushu Denshi Kairo Inc.

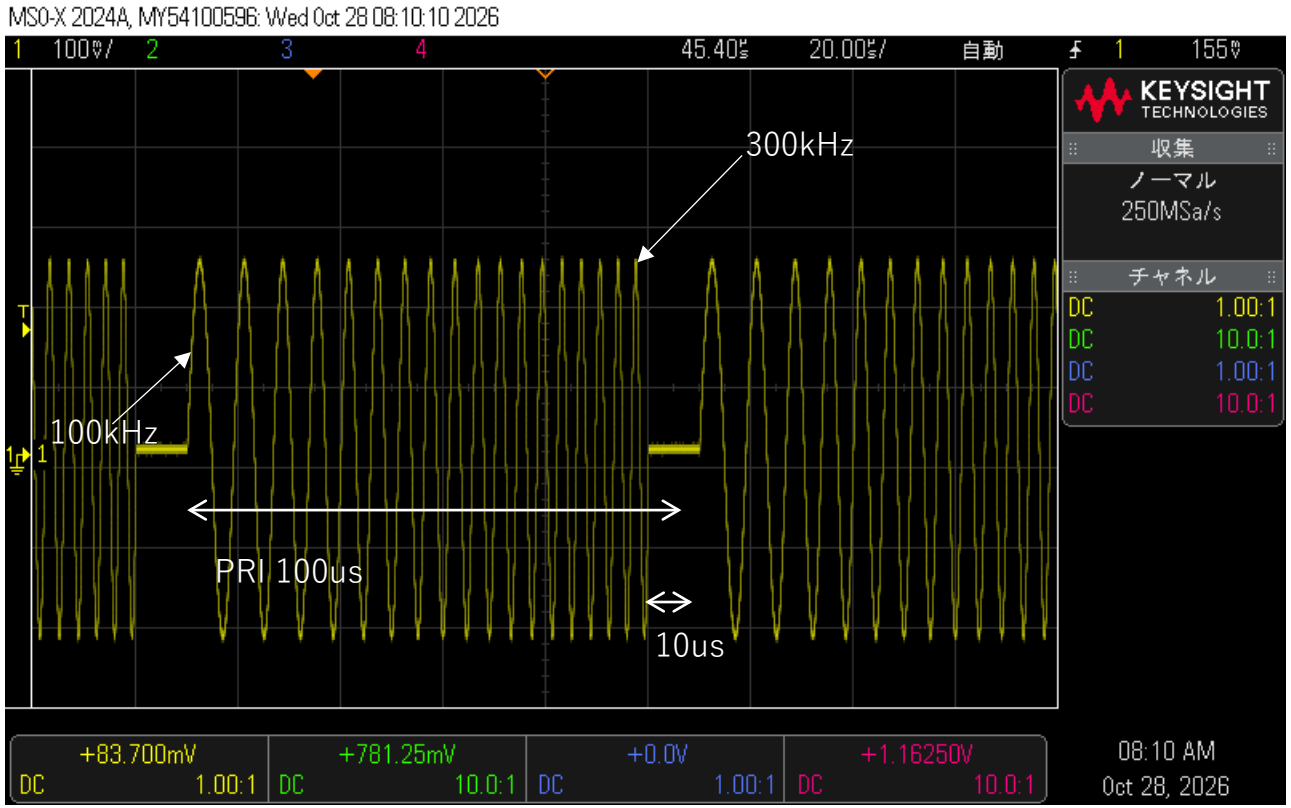
出力波形の例4

```
cosmoz dac 1 chirp start 0 stop 40M pri 333.3u duration 1u
```



出力波形の例5

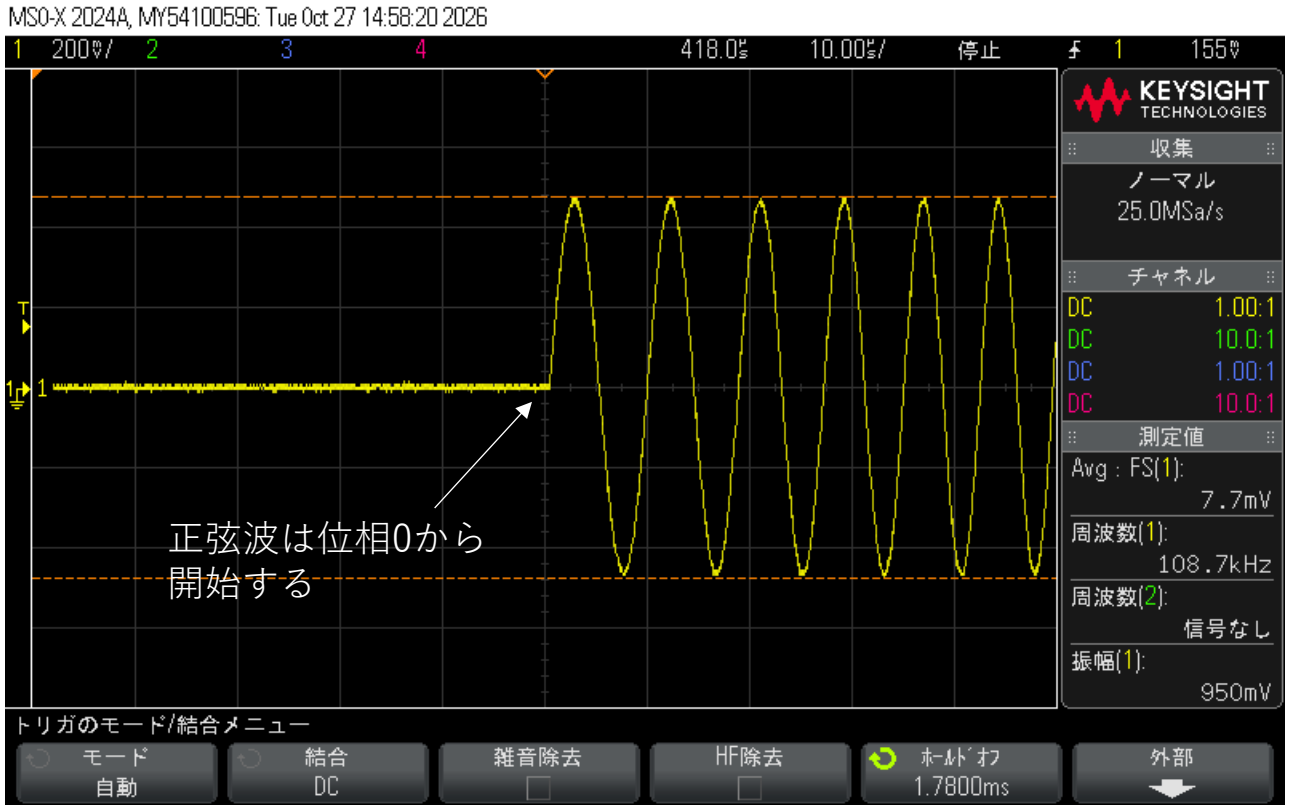
```
cosmoz dac 1 chirp start 100k stop 300k pri 100us idle 10us
```



(C)2026 Tokushu Denshi Kairo Inc.

出力波形の開始部

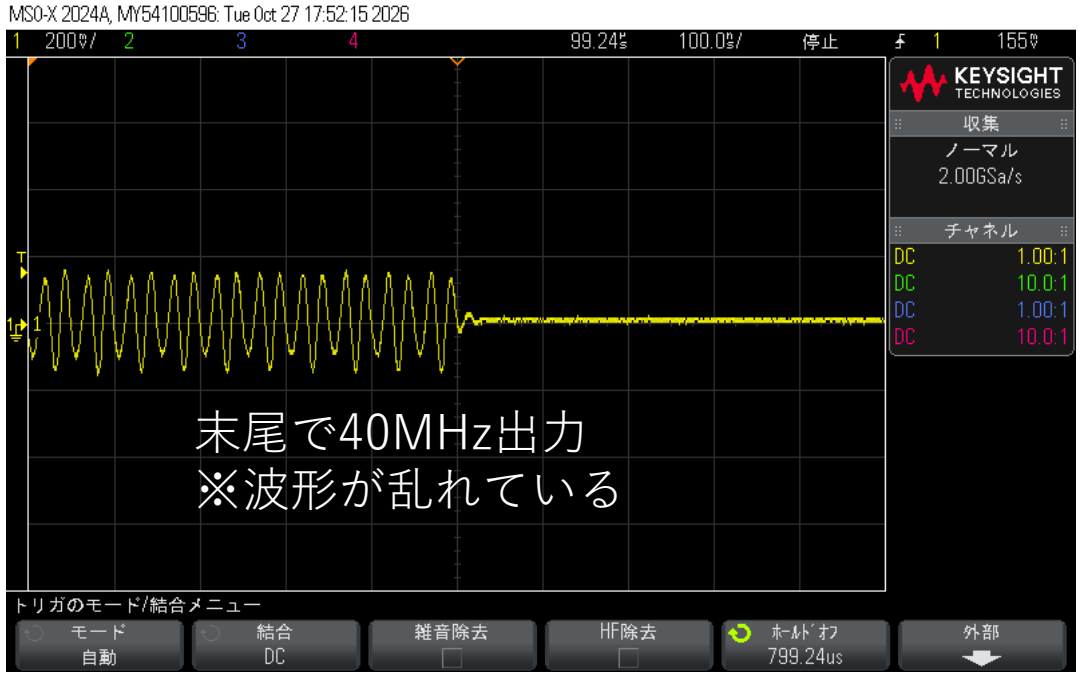
```
cosmoz dac 1 chirp start 0 stop 40M pri 333.3u duration 100u
```



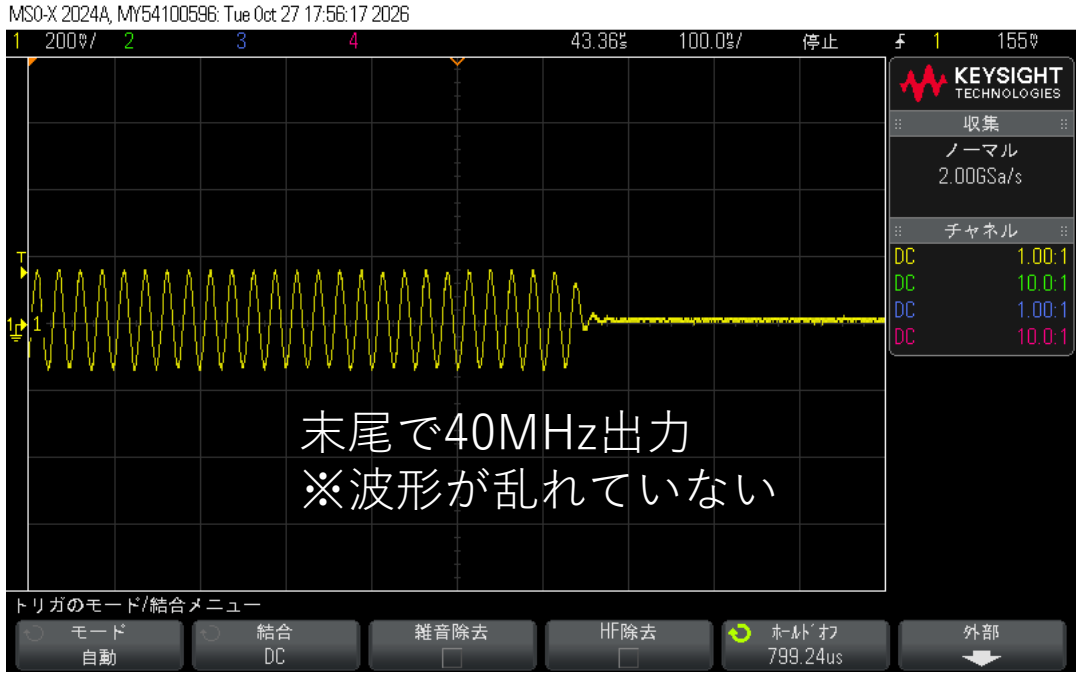
(C)2026 Tokushu Denshi Kairo Inc.

サンプリング周波数の影響

- サンプリング周波数が高いほうが、高周波において良好は波形が得られる。（ナイキスト周波数付近では波形は汚くなる）



サンプリング周波数100MHz



サンプリング周波数125MHz

(C)2026 Tokushu Denshi Kairo Inc.

MATLABからの操作

(C)2026 Tokushu Denshi Kairo Inc.

MATLAB使用のための準備

- Cosmo-ZはMATLABの拡張プログラムを作成し、Windowsからリモート操作ができます。
- MATLABからアクセスするには、DLL、ライブラリファイル、ヘッダファイルが必要です。
- まず、https://cosmoz.jp/files/libcsz20261028.zipをダウンロードし、中にあるlibcsz.dll, libcsz.lib, cosmoz.hを取り出して適当なフォルダに保存してください。
- リモート操作とMATLABに関する説明、およびサンプルプログラムは、 https://cosmoz.jp/tutorial/matlab.html にあります。

(C)2026 Tokushu Denshi Kairo Inc.

MATLABのためのコード例

- 下記のコードを実行すると、Cosmo-Zのバージョンと現在の温度が表示されます。

```
% MATLABのDLL読み込み機能をオープンする
loadlibrary('libcsz.dll','cosmoz.h');
% Cosmo-ZにTCP/IPで接続するため、csz_openを呼び出す。
% 第３引数のINTERFACE_TCPIPがうまく行かない場合は、2を指定する
% 第４引数はホスト名result = calllib('libcsz', 'csz_open', INTERFACE_TCPIP, 'cszmini');
if ~result
    disp('エラー：Cosmo-Zへの接続に失敗しました。');
    unloadlibrary('libcsz');
    return;
end
% FPGAバージョン情報を調べる
version = calllib('libcsz', 'csz_fpga_version');
fprintf("FPGA Version=%08x¥n",version);
% Cosmo-Zの温度を読み取る
tempe = calllib('libcsz', 'csz_xadc_tempe');
fprintf("Currnet temperature=%f¥n",tempe);
% TCP/IPの接続を閉じるresult = calllib('libcsz', 'csz_close');
% MATLABのDLL読み込み機能を閉じるunloadlibrary('libcsz');
```

DAC操作のための関数

- 以下の関数で波形の各種パラメータを設定し、出力をONにします。DAC_FUNCTYPEにはDAC_SIN(=1)を指定します
- 関数の引数は、コマンドでの操作と同じです。

```
void csz_dac_set_ampl(int ch,double ampl);
void csz_dac_set_offs(int ch,double offs);
void csz_dac_set_functype(int ch, DAC_FUNCTYPE type);
BOOL csz_dac_set_freq(int ch, double freq);
BOOL csz_dac_set_duty(int ch, double ratio);
void csz_dac_set_load(int ch,int impedance);
BOOL csz_dac_set_funcopt(int ch, int option);
void csz_dac_on(int ch);
```

(C)2026 Tokushu Denshi Kairo Inc.

チャープ操作のための関数

- チャープ操作をMATLABから行うには、以下の関数を使用します。
- 関数の引数は、コマンドでの操作と同じです。

```
void csz_dac_set_chirp(int ch, double start_hz, double stop_hz, double pri_sec,
double duration_sec, BOOL on);
```

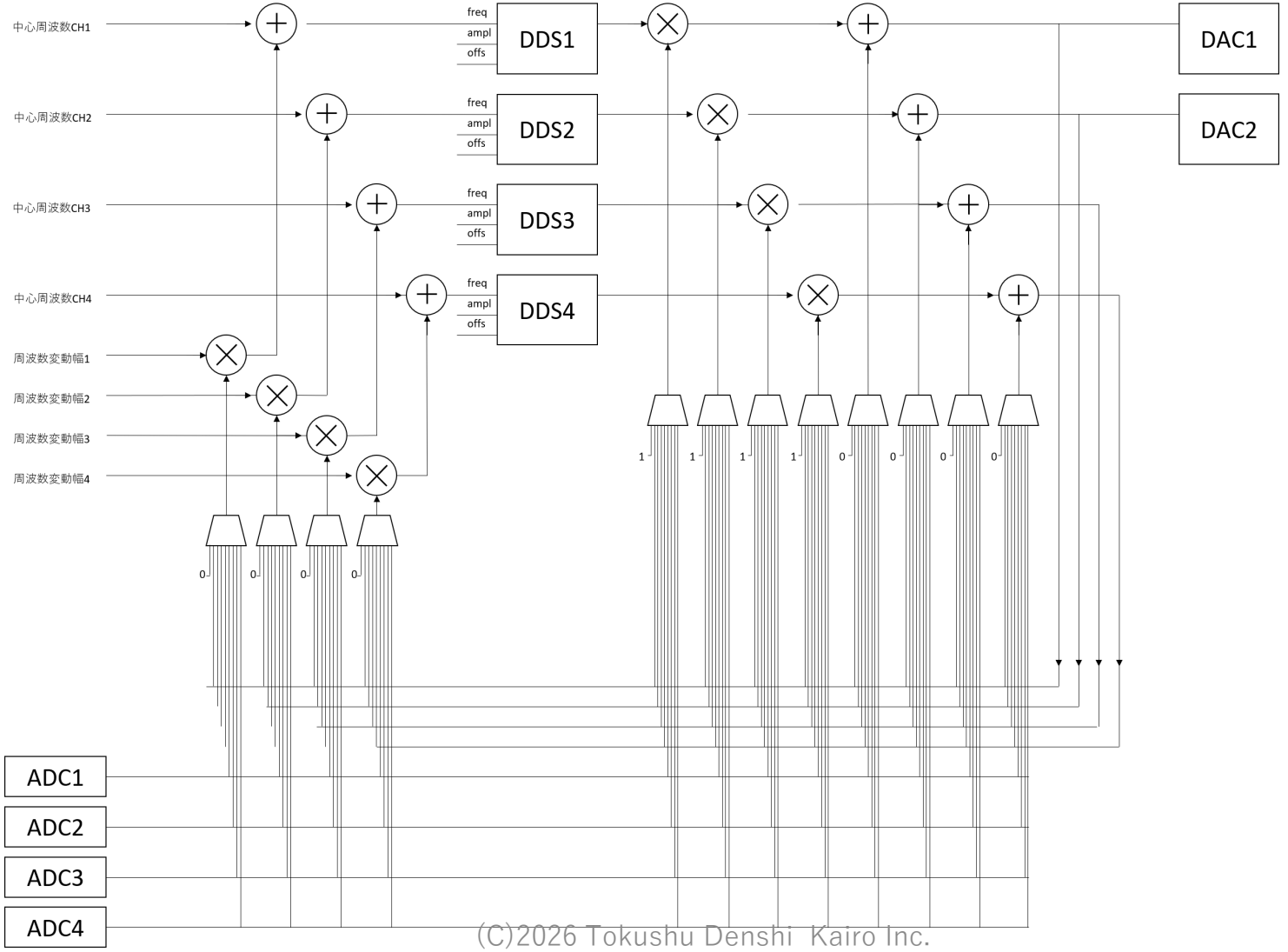
(C)2026 Tokushu Denshi Kairo Inc.

内部機能解説と応用機能

この章の内容は開発中のものであり、予告なしに変更される場合があります

(C)2026 Tokushu Denshi Kairo Inc.

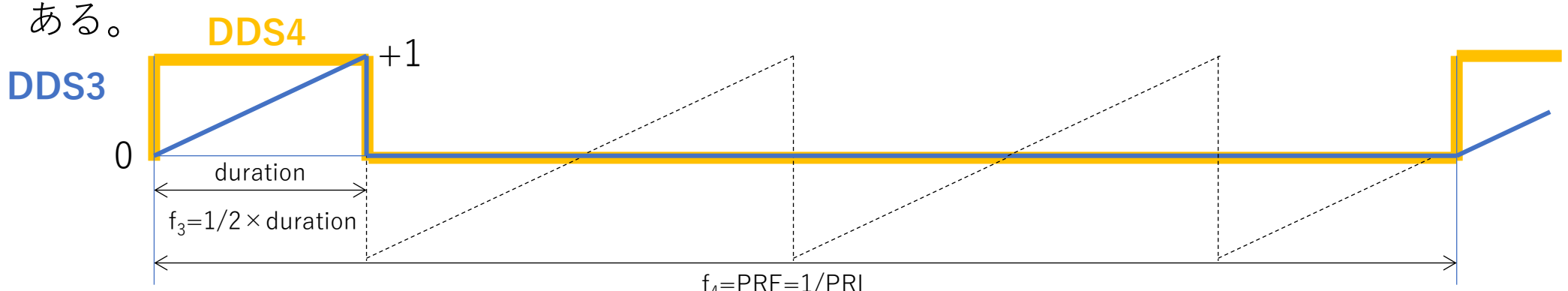
波形生成機能の構成図



(C)2026 Tokushu Denshi Kairo Inc.

動作の解説

- Cosmo-Z MiniのFPGAには4つのDDSがある。DDS1,2はDAコンバータが接続されていて、アナログ信号を出力可能である。DDS3,4はチャープ波形を作るために内部的に用いられる。チャープ波形の生成では、DDS3がのこぎり波を生成し、DDS4はパルス波を生成する。
- DDS3が作り出したのこぎり波は-1～+1で変化する。位相0で出力0なので、開始時には出力は0である。のこぎり波の周波数を1/(2*duration)とすることで、0～+1ののこぎり波を作り、それを用いてDDS1をFM変調する。DDS3の波形はDDS4によってAM変調される。
- DDS4はパルス波を作り出す。パルス波の周波数は1/PRIであり、duty = duration/PRIである。



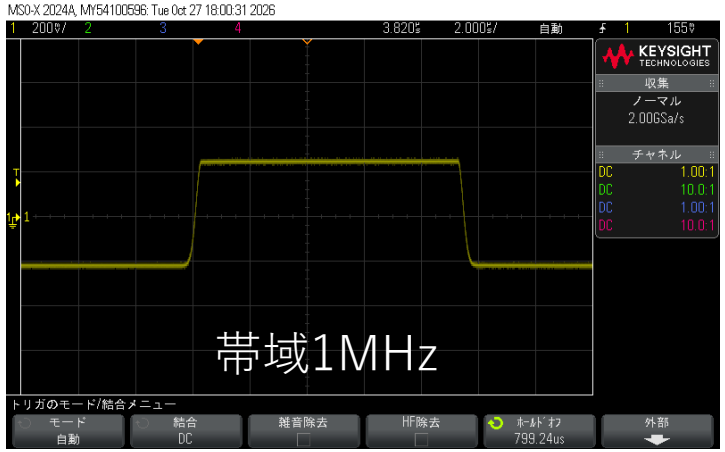
(C)2026 Tokushu Denshi Kairo Inc.

ガウシアンフィルタとの組み合わせ

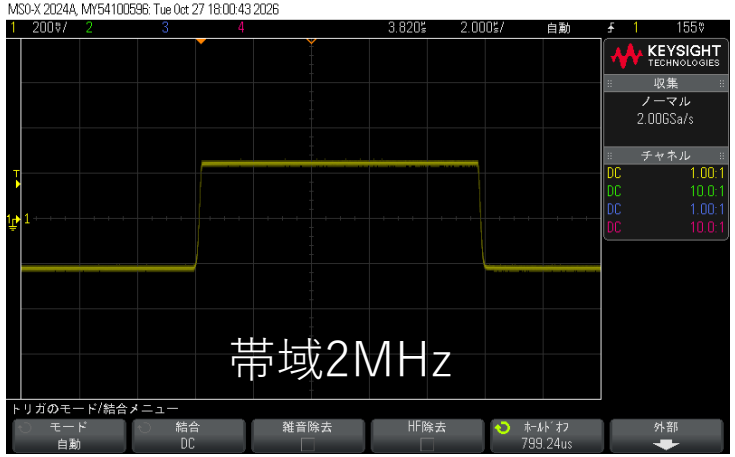
- レーダー波では帯域制限のためにガウシアンフィルタと組み合わせることがあります。
- ガウシアンフィルタは、パルスの立ち上がり部分をガウシアン形状で滑らかにするものえす。
- DDS4のパルス波にガウシアンフィルタを組み合わせることで、チャープ波形の立ち上がりと末尾を滑らかにすることができます。

(C)2026 Tokushu Denshi Kairo Inc.

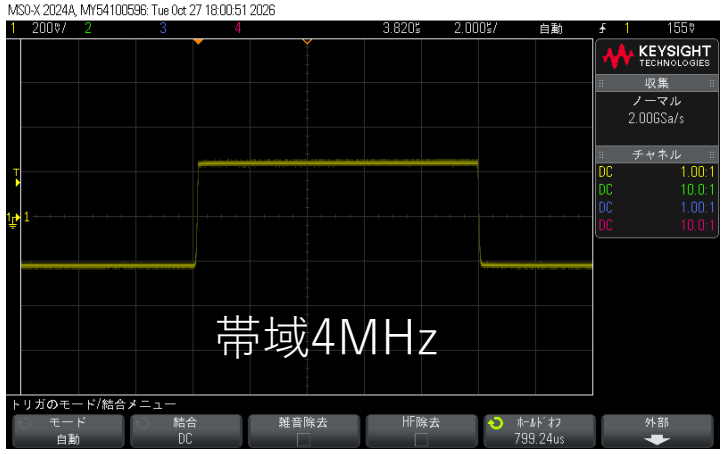
ガウシアンフィルタの波形



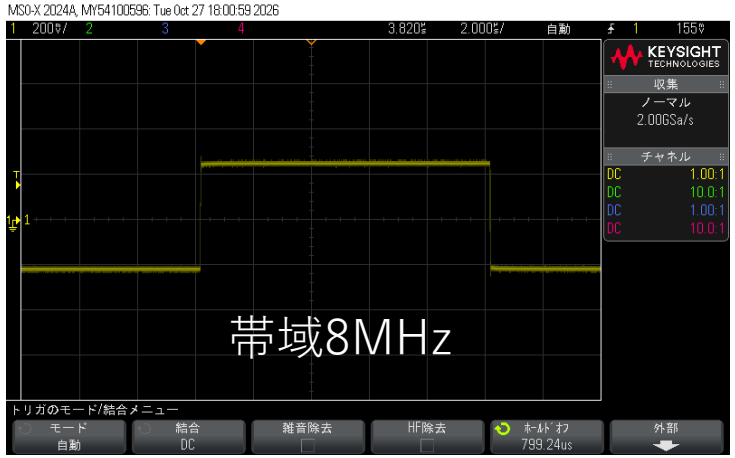
cosmoz dac 1 func pulse freq 10k duty 10 fopt 1



cosmoz dac 1 func pulse freq 10k duty 10 fopt 2



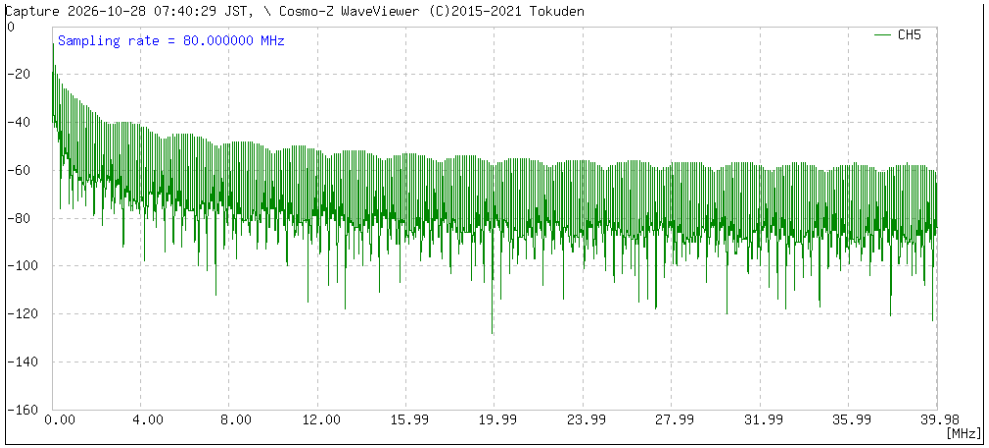
cosmoz dac 1 func pulse freq 10k duty 10 fopt 4



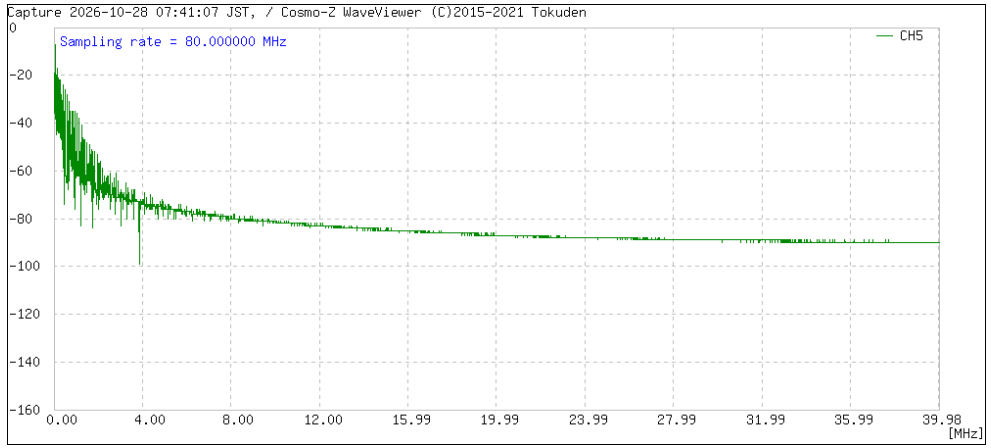
cosmoz dac 1 func pulse freq 10k duty 10 fopt 8

(C)2026 Tokushu Denshi Kairo Inc.

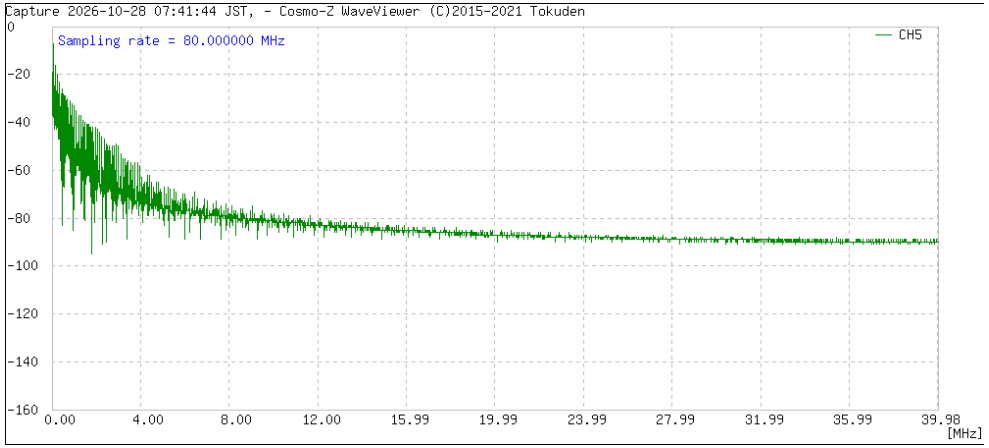
ガウシアンフィルタの帯域制限効果



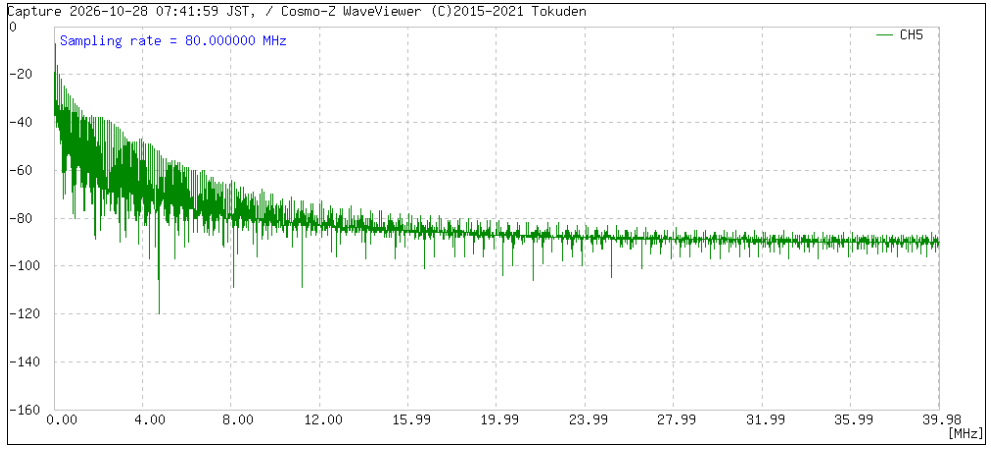
50kHz矩形波　帯域制限なし



50kHz矩形波　帯域1MHz



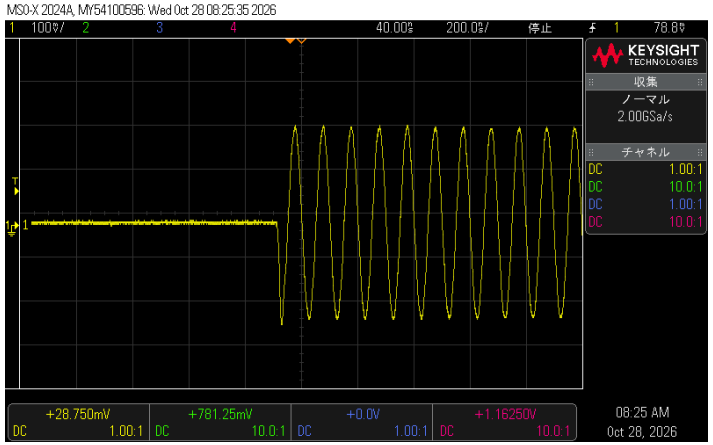
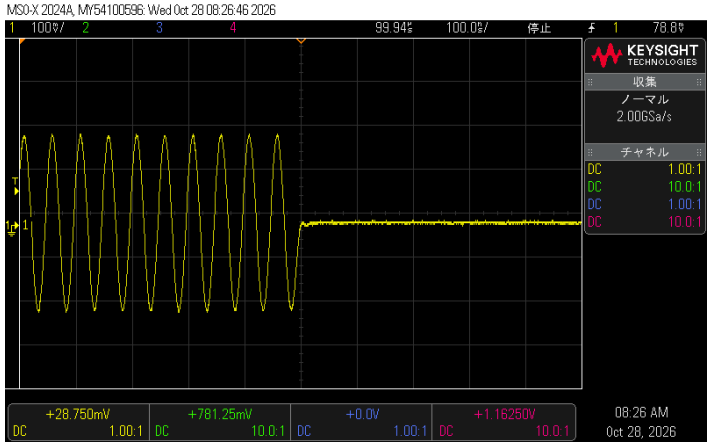
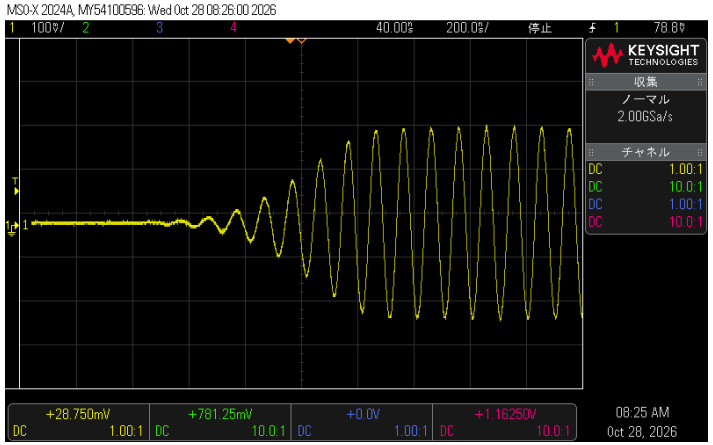
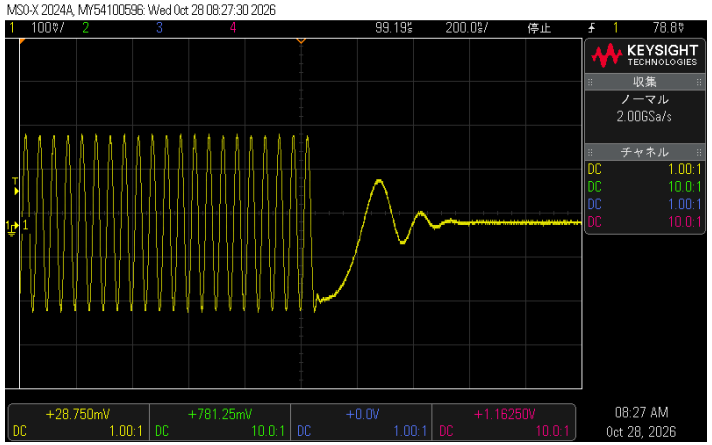
50kHz矩形波　帯域2MHz



50kHz矩形波　帯域4MHz

(C)2026 Tokushu Denshi Kairo Inc.

DDS4に帯域制限を適用

	チャープ開始部	チャープ終了部
帯域制限 なし		
帯域制限 あり(1MHz)		

(C)2026 Tokushu Denshi Kairo Inc.