

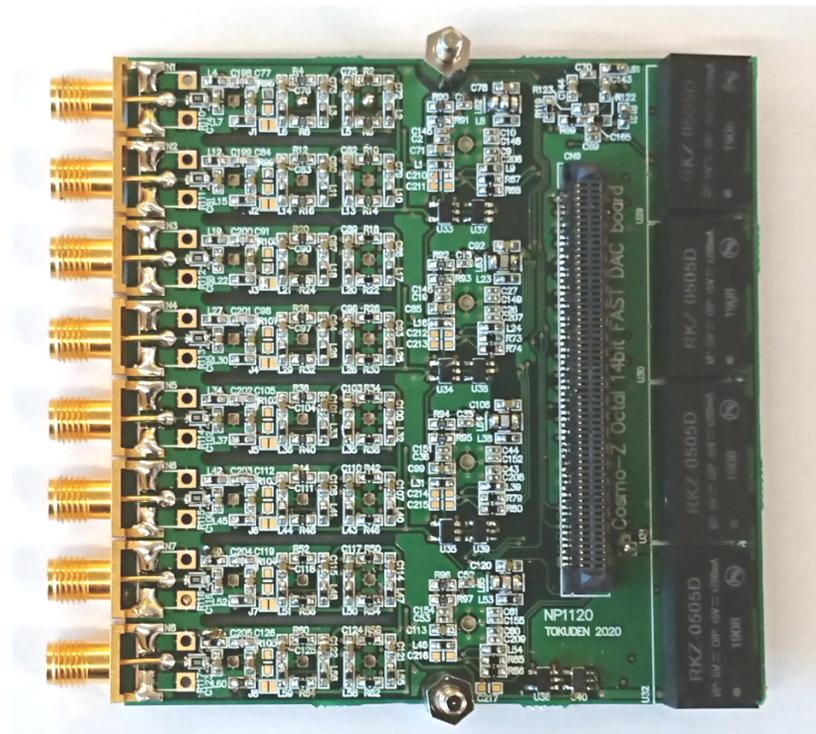
# Cosmo-Z DAC使用方法

2024年7月19日

特殊電子回路株式会社

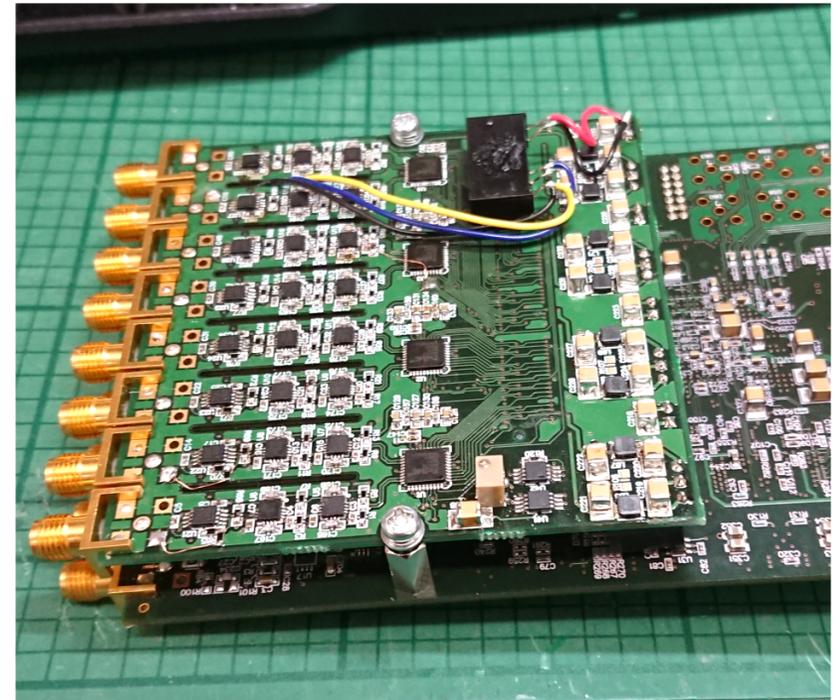
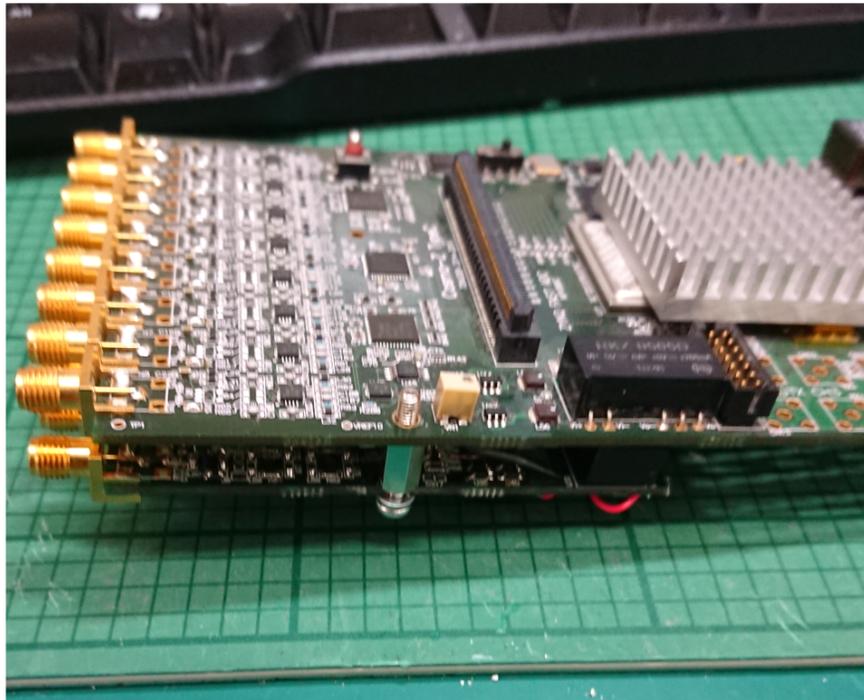
# はじめに

- この文書では、NP1120C 8ch高速 DACボードの使用方法について解説します。



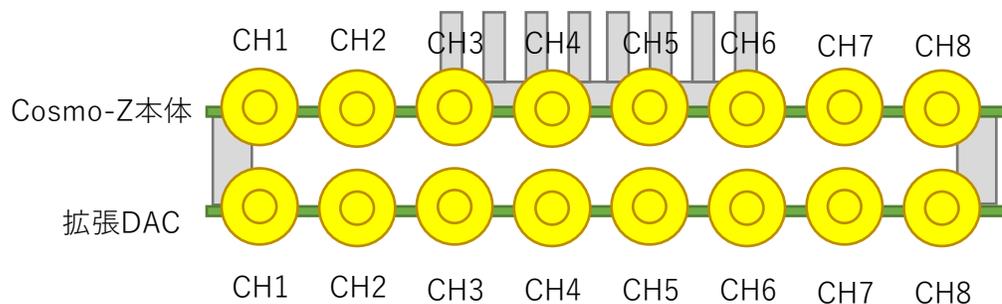
# 取り付け方

- Cosmo-Z本体の裏側に、Cosmo-Z DACを取り付けてください。
- このとき10mmスペーサを利用して確実に固定してください。



# チャンネル番号と電圧スケール

- チャンネル番号と出力電圧スケールは以下のようになっています



出力レンジは、出力がオープンの場合の電圧範囲を示します。  
50Ωの負荷を接続した場合には半分の-0.5V~+0.5Vになります。

CH	出力レンジ	カットオフ周波数	出力インピーダンス
1	-1.0V~+1.0V	60MHz	50Ω
2	-1.0V~+1.0V	60MHz	50Ω
3	-1.0V~+1.0V	60MHz	50Ω
4	-1.0V~+1.0V	60MHz	50Ω
5	-1.0V~+1.0V	60MHz	50Ω
6	-1.0V~+1.0V	60MHz	50Ω
7	-1.0V~+1.0V	60MHz	50Ω
8	-1.0V~+1.0V	60MHz	50Ω

# FPGAの更新

- ① Cosmo-Zの電源を入れ、USB接続でログインします  
(もしくはSSHでログインし、sudo suとcd /rootを実行します)
- ② LANケーブルを接続してインターネットに接続し、以下のコマンドを入力します  
./update-cosmoz usedac
- ③ FPGAを書き換えるかどうか聞かれるので、yesと入力します。
- ④ 自動的にDAC対応FPGAデザインと、ファームウェアがダウンロードされます。
- ⑤ rebootとコマンドを入力します
- ⑥ 再起動したら /cosmoz.elf fpgav と入力し、
- ⑦ FPGAのバージョンが0x24071713と表示されれば成功です。

```
root@cosmoz:~# /cosmoz.elf fpgav  
fpga=24071713, drvver=0, date=2070002, firmver=20240705
```

# 操作方法

- /cosmoz.elf にDACコマンドが追加されており、以下のコマンドで操作します

`/cosmoz.elf dac チャンネル番号 [func <形状>] [freq <周波数>] [ampl <振幅>] [load <インピーダンス>] [offset <オフセット>] [duty <デューティ比>][on] [off]`

- Cosmo-Z拡張DACの場合チャンネル番号は1~8です。Cosmo-Z Miniの場合1~2です。
- 形状には**sin**(正弦波) **squ**(矩形波) **ramp**(三角形) **saw**(のこぎり波) **pulse**(パルス) **dc**(直流) **noise**(疑似乱数) **user**(ユーザ回路からの信号)が使用できます
- 周波数はHz単位です。小数点とM,kの補助単位が使用可能です
- 振幅はV単位です。小数点とmの補助単位が使用可能です
- インピーダンスは、DAC出力を受け取る回路のインピーダンスを指定します。例えば、50を指定するとDACは2倍の電圧で出力します。受信回路が入インピーダンスの場合はOPENを指定してください。
- オフセットはオフセット電圧です
- デューティ比はパルス波形の場合のみに用います。単位は%で小数点を使用可能です。
- on/offを指定することで、波形のON/OFFを指定できます

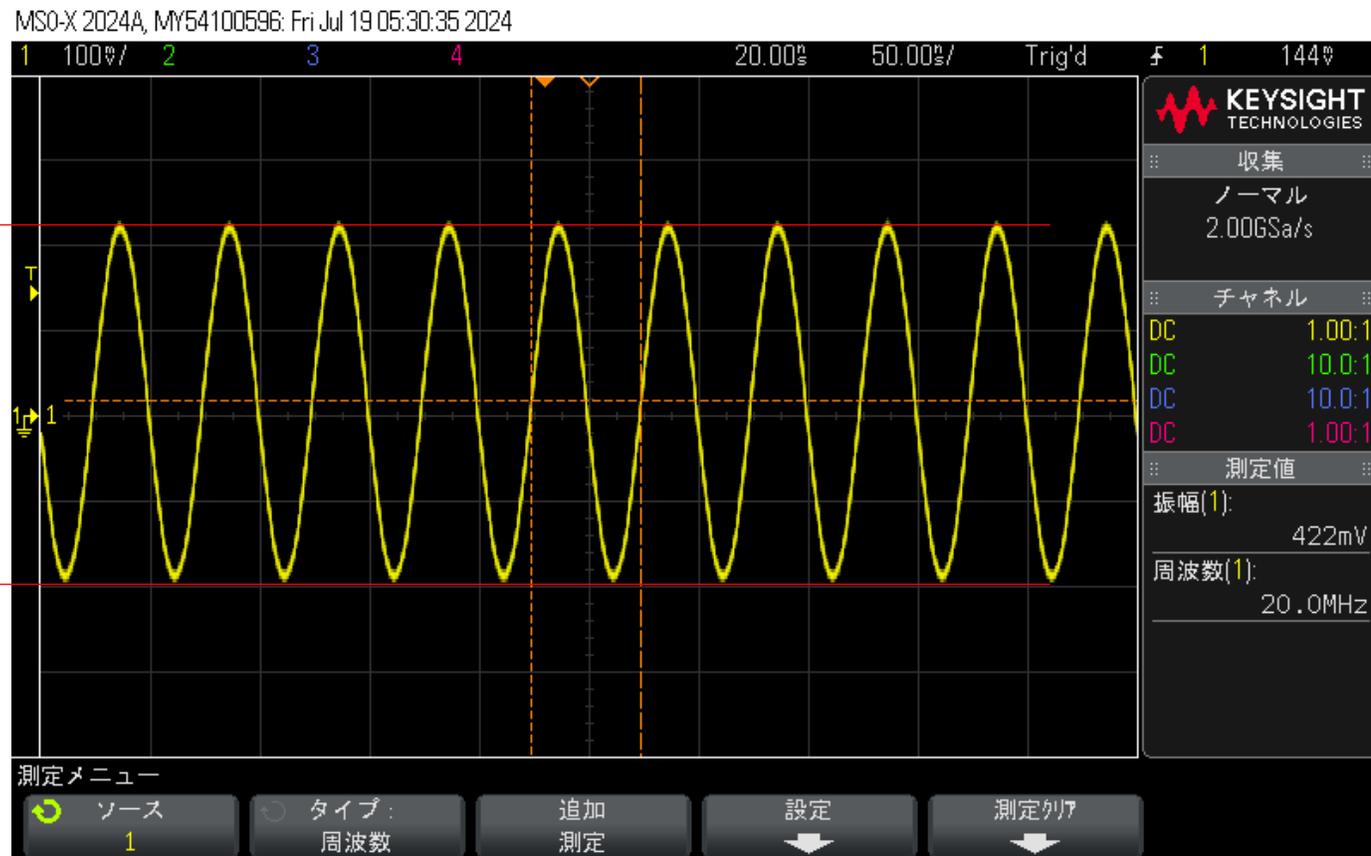
# 操作方法の補足

- funcでDCを指定した場合、amplではなくoffsetで電圧を制御します
- amplで指定する電圧は、出力に指定された負荷インピーダンスが接続された場合の振幅（peak-to-zero）を示します。
- デフォルトでは、振幅0、周波数0、funcなし、load OPENなので波形は出力されません。何らかの波形を出力するためには、func、freq、ampl、onを設定する必要があります
- func noiseを指定した場合は疑似乱数です。freqで指定したタイミングごとに出力電圧が更新されます。
- DAC出力はADCCLKのタイミングで更新されます。adc freqコマンドで周波数を変更した場合は、DAC出力の周波数が変わってしまうため、dac <ch> freqコマンドで周波数を設定しなおしてください。
- サンプリング周波数が高いほうが、出力波形は滑らかになります。
- 現在のバージョンでは、オフセットはプラスとマイナスが逆になっています。例えば、offset -0.2と指定した場合、0.2Vのオフセットが出力されます。

# 波形出力例 1 (正弦波)

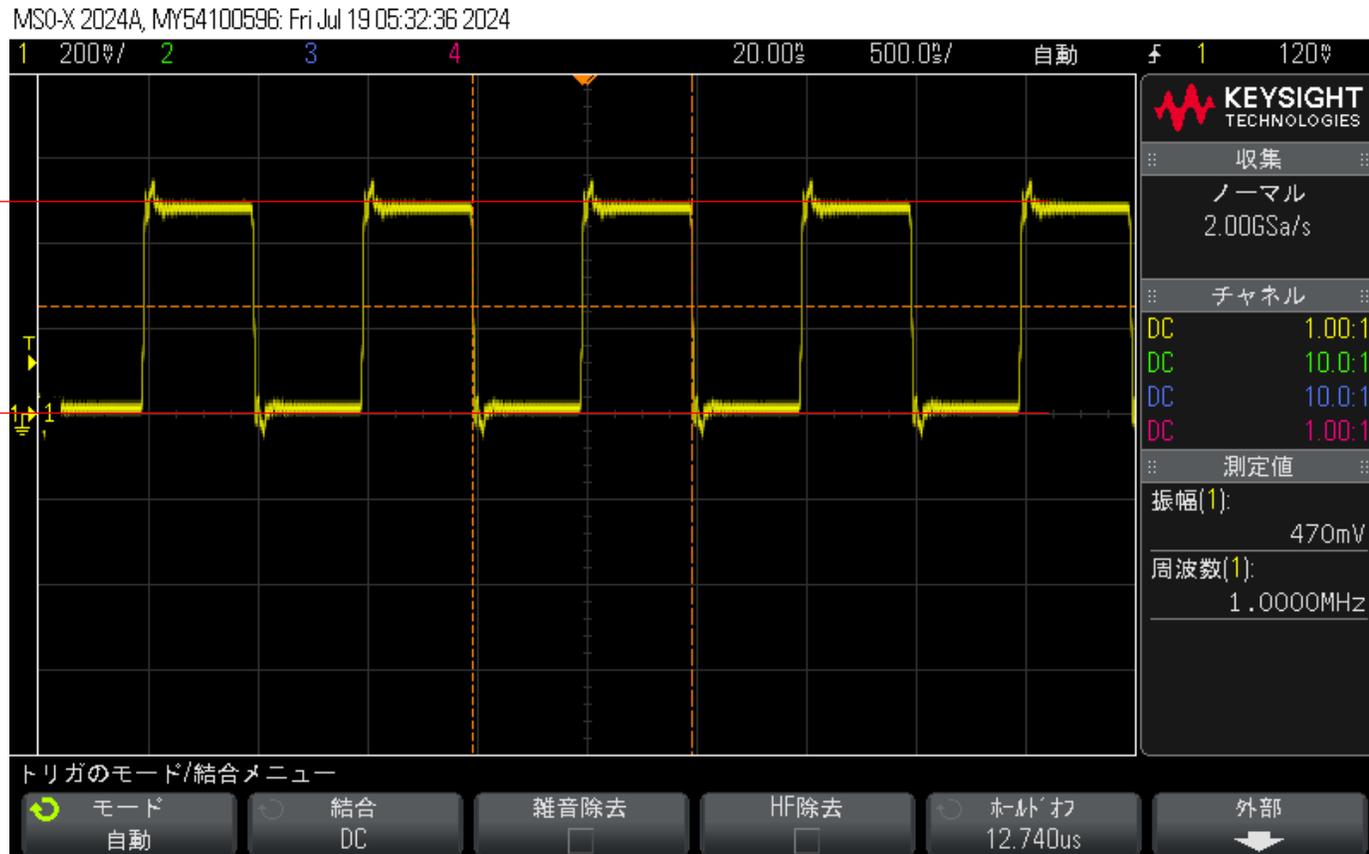
/cosmoz.elf dac 2 func sin freq 20M ampl 0.3 offset 0 load OPEN on

振幅は  $\pm 0.3V$   
中心は  $-0V$   
になります



# 波形出力例 2 (矩形波)

/cosmoz.elf dac 2 func squ freq 1M ampl 0.25 offset -0.25 load OPEN on



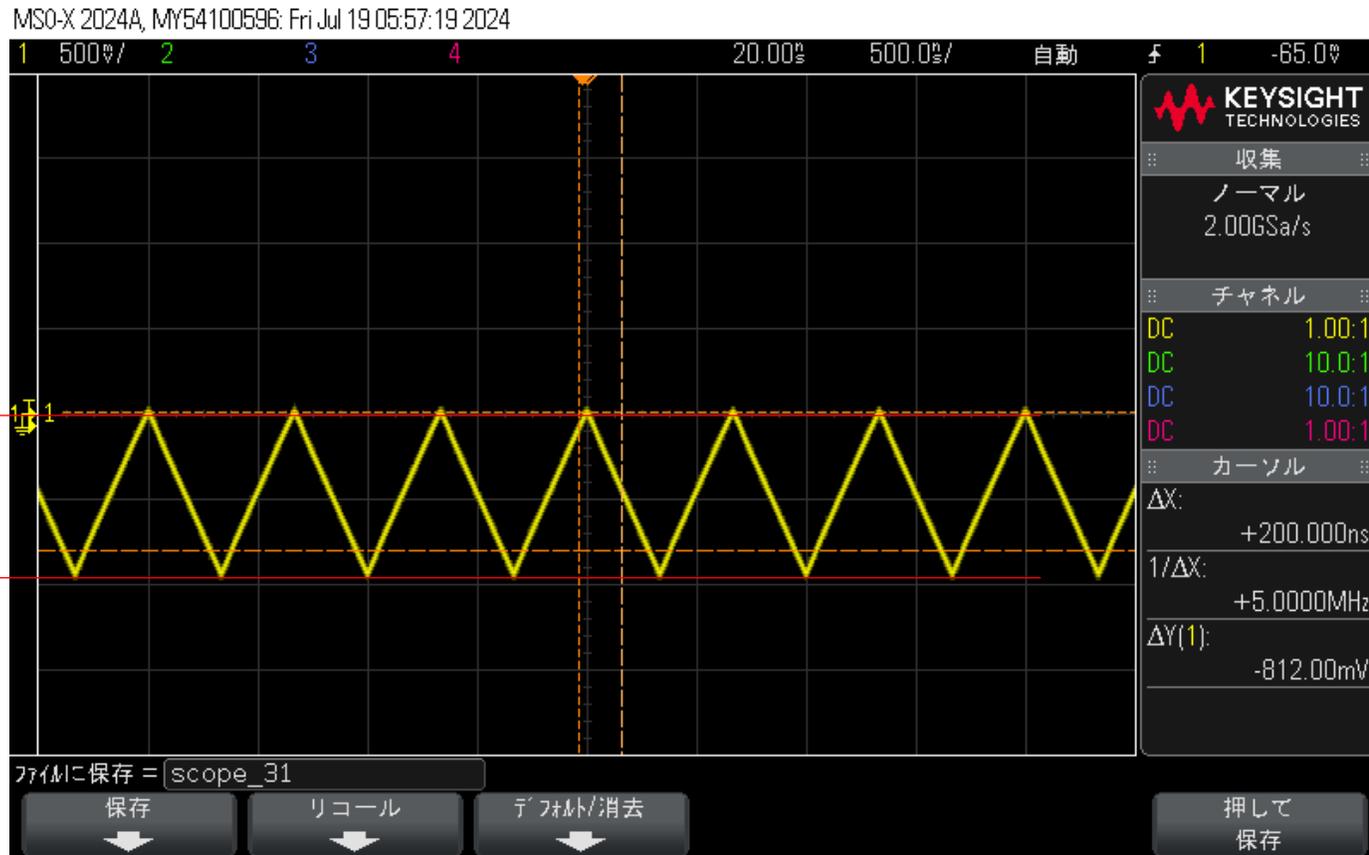
振幅は  $\pm 0.25\text{V}$   
( $0.5\text{Vpp}$ )  
中心は  $0.25\text{V}$   
になります

矩形波はデューティ比50%のパルス波と同等です

# 波形出力例 3 (三角波)

/cosmoz.elf dac 2 func ramp freq 1.5M ampl .5 offset .5 load OPEN on

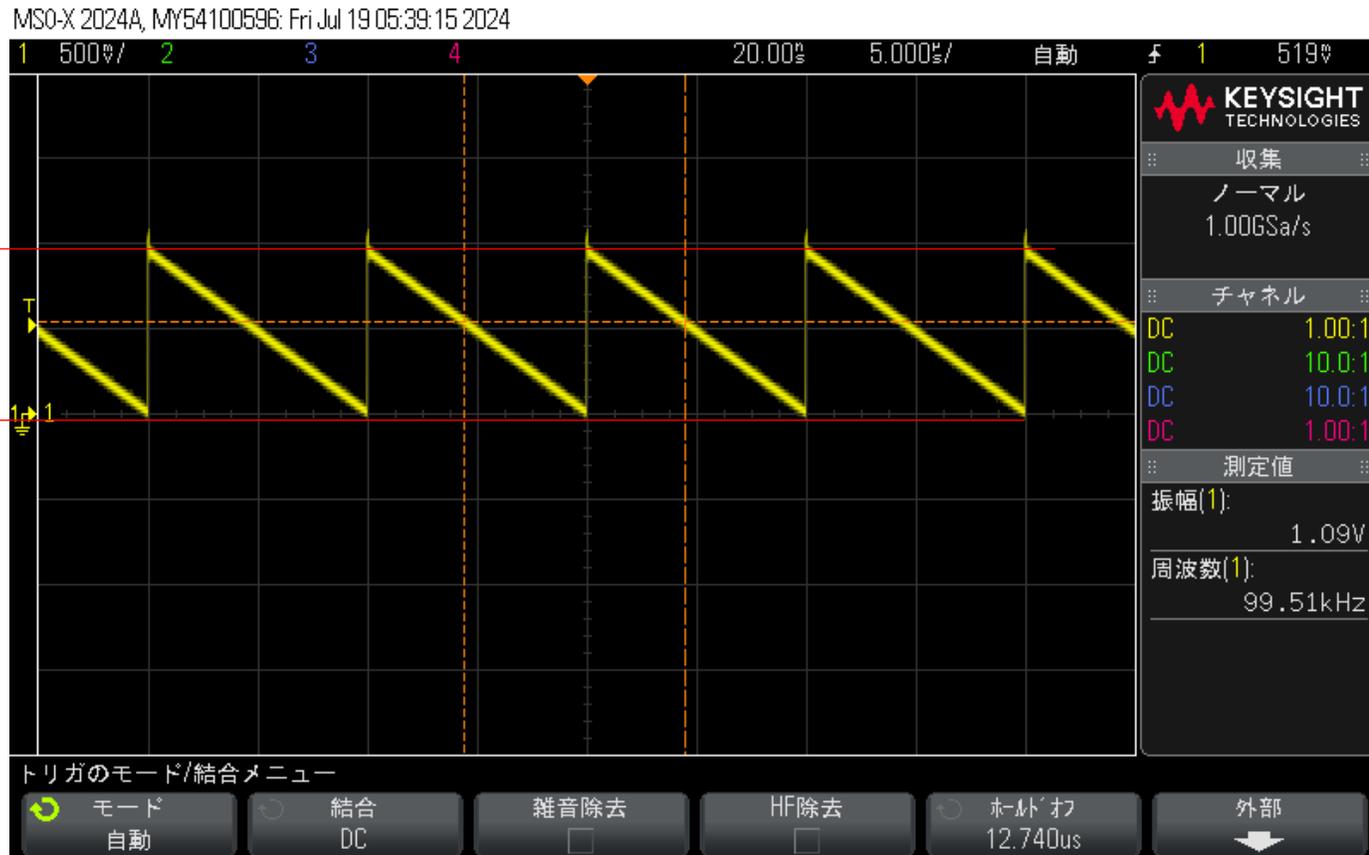
振幅は  $\pm 0.5V$   
(1Vpp)  
中心は  $-0.5V$   
になります



# 波形出力例 4 (のこぎり波)

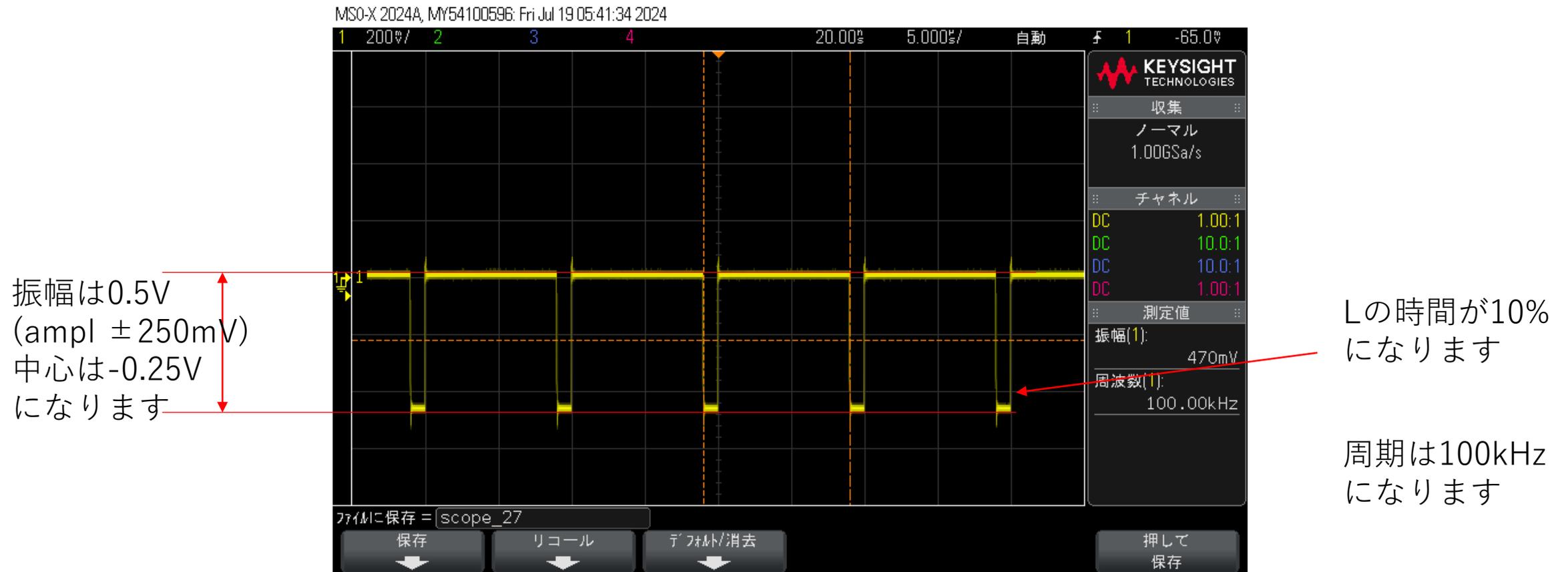
/cosmoz.elf dac 2 func saw freq 100k ampl 0.5 offset -0.5 load OPEN on

振幅は1.0V  
(ampl ±500mV)  
中心は-0.5V  
になります



# 波形出力例 5 (パルス波)

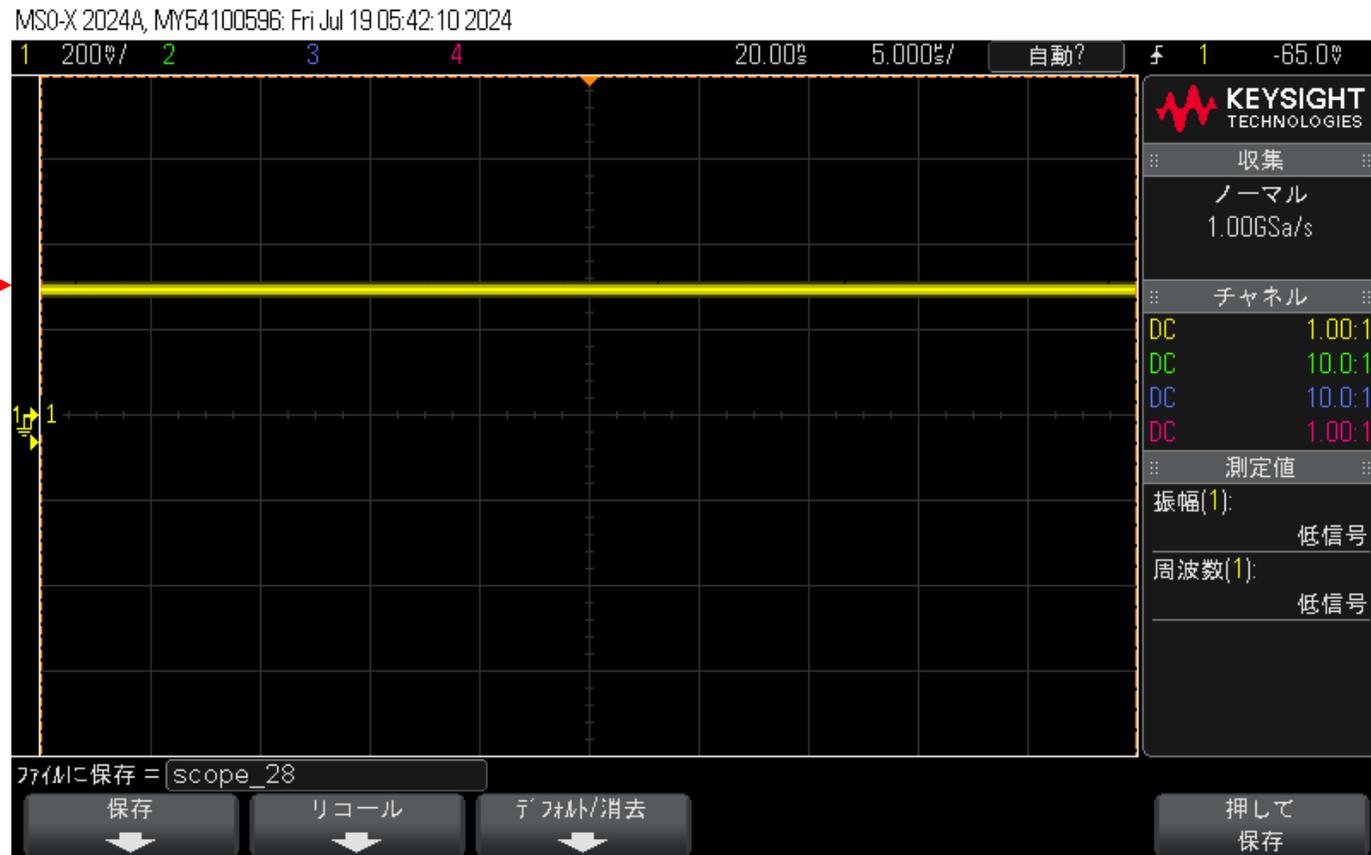
/cosmoz.elf dac 2 func pulse freq 100k ampl 0.25 offset 0.25 duty 10 load OPEN on



# 波形出力例 6 (DC)

/cosmoz.elf dac 2 func dc offset -0.3 on

0.3Vを  
出力します



# 波形出力例 7 (疑似乱数)

/cosmoz.elf dac 2 func noise freq 5M ampl 0.25 offset 0 on

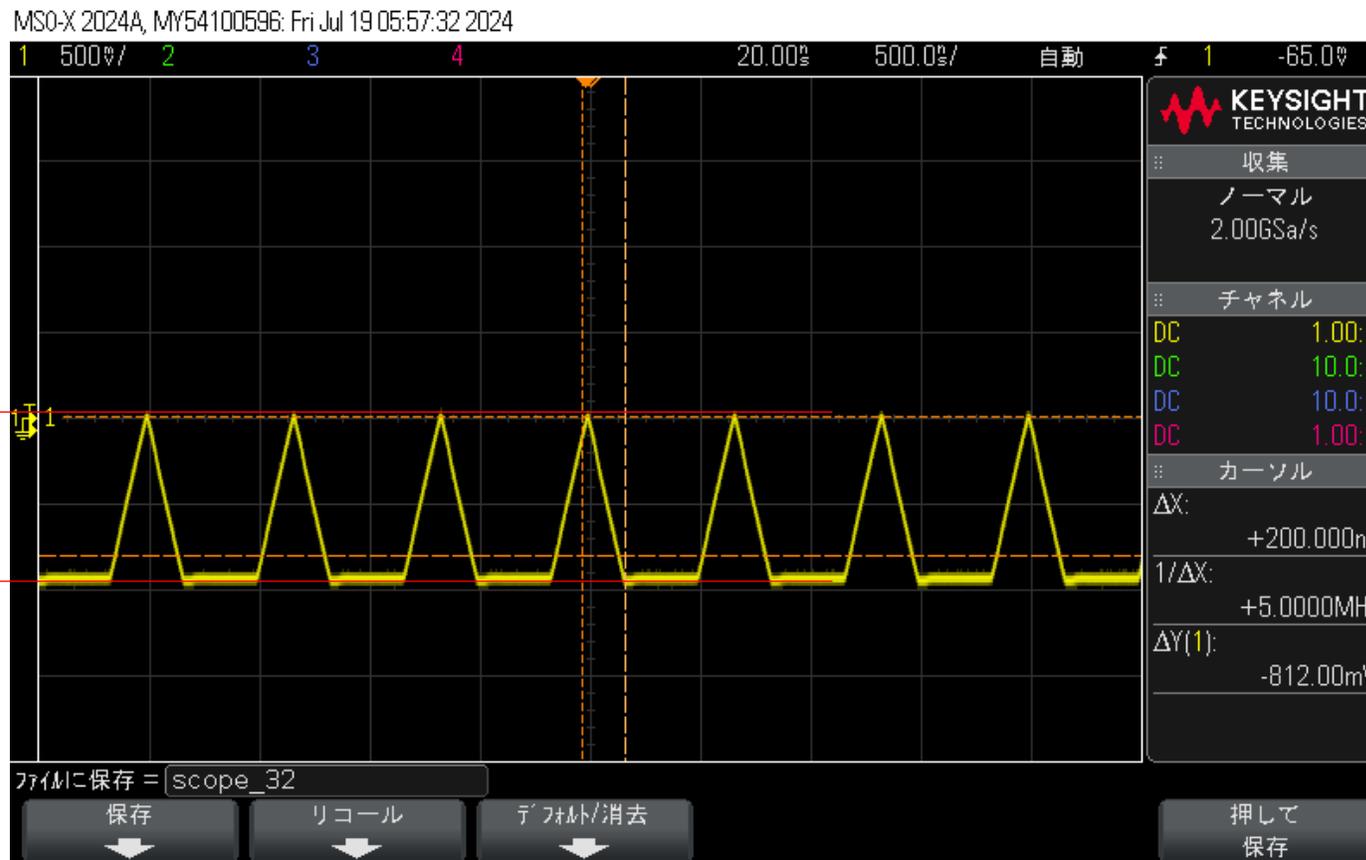
最大電圧が  
±0.25Vに  
なります



(C)2024 Tokyo Shy Denchi Kairo Inc. 波形の更新レートが5MHzになります

# 波形出力例 8 (クリッピング)

/cosmoz.elf dac 2 func ramp freq 1.5M ampl 1 offset 1 load OPEN on



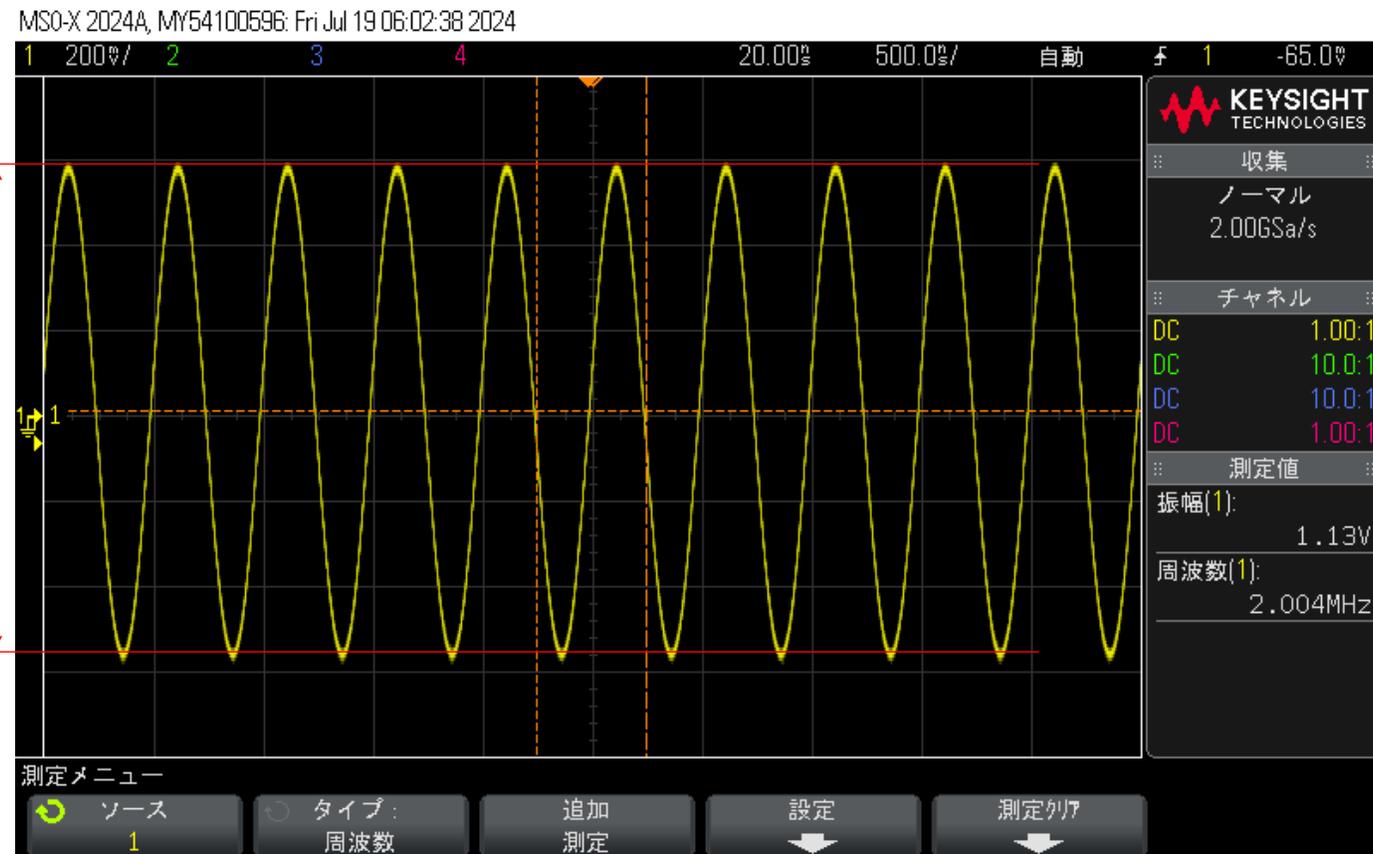
-1Vを中心とした  
振幅2Vpp( $\pm 1V$ )  
ですが、-1V以下は  
出せないため、  
クリッピングされて  
います

# 波形出力例 9 (load設定間違い)

```
/cosmoz.elf dac 2 func sin freq 2M ampl 0.3 offset 0 load 50 on
```

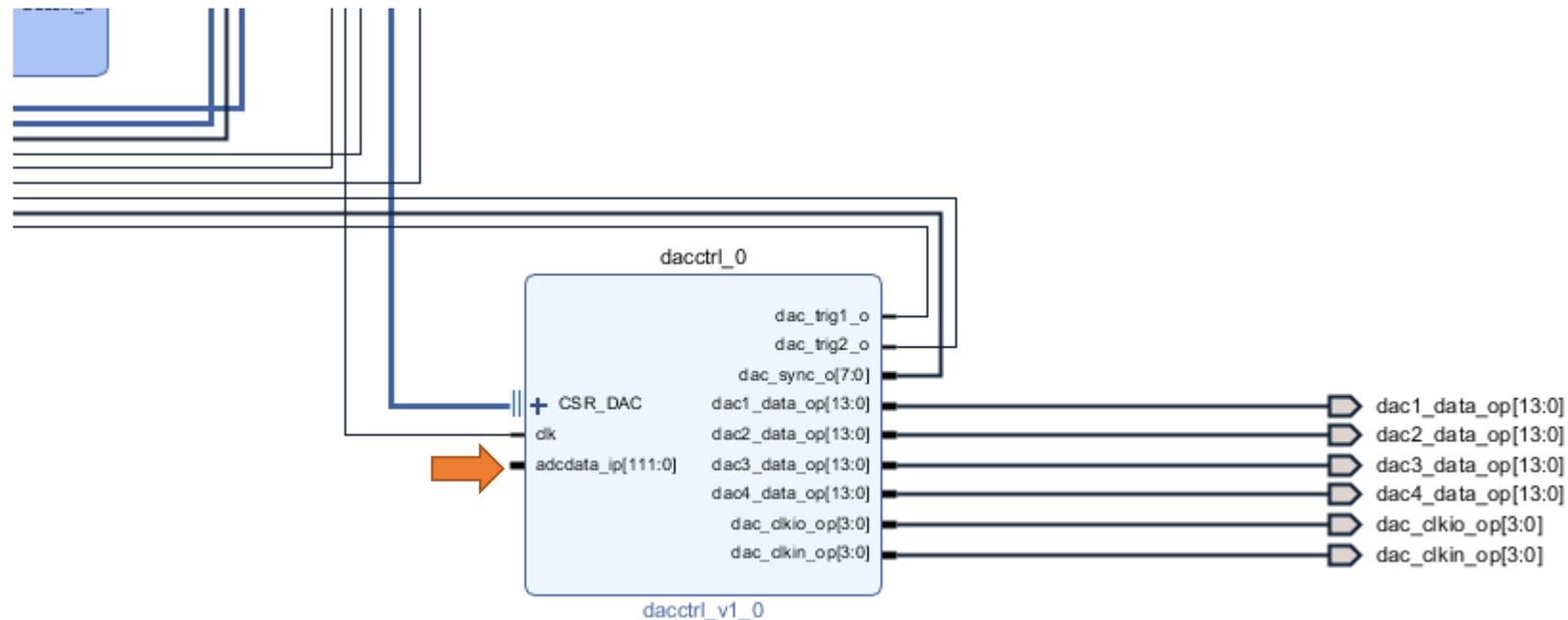
オシロスコープ  
(高インピーダンス)  
を接続している場合に  
load 50を指定して  
いるため、2倍の振幅  
が観測されています

$$0.6\text{Vpp}(\pm 0.3\text{V}) \times 2 = 1.2\text{Vpp}$$

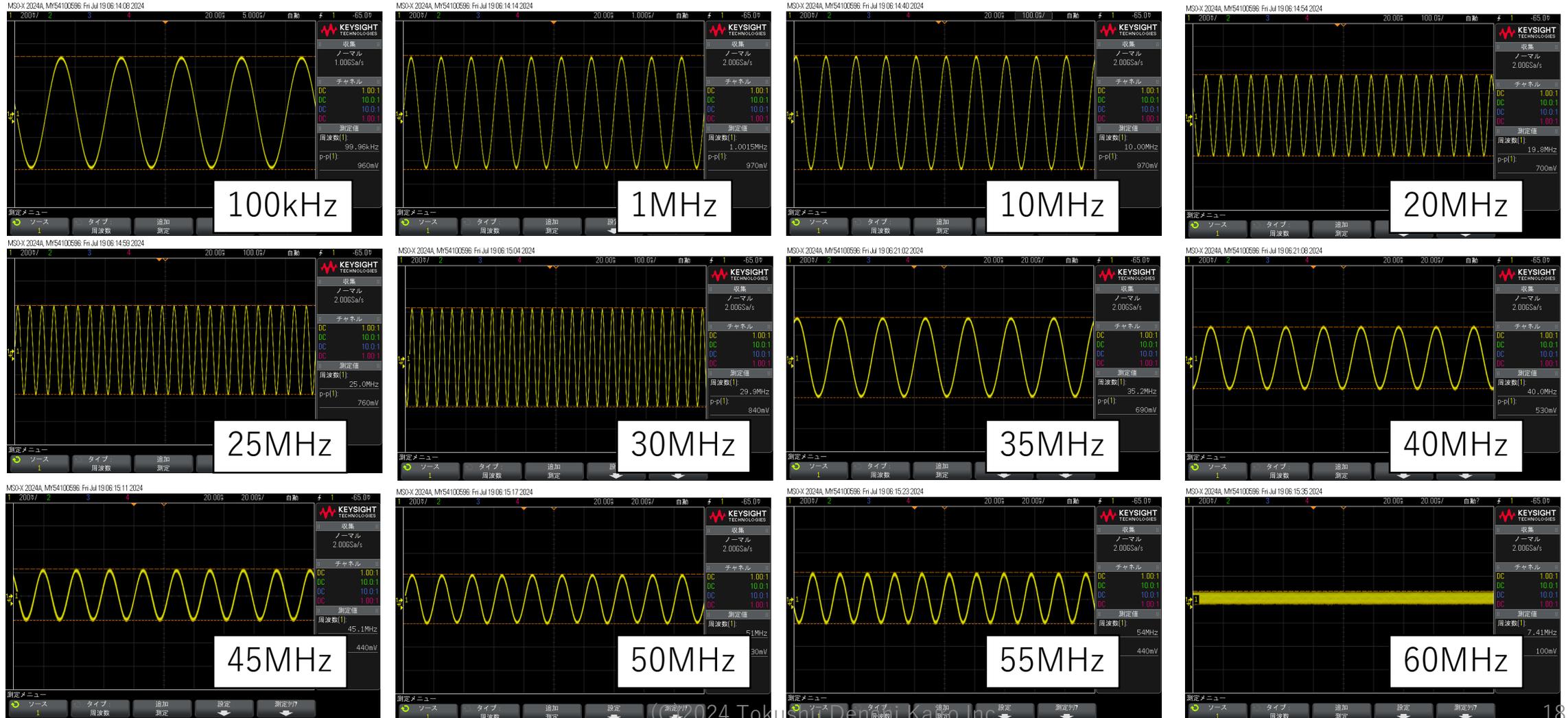


# ユーザ波形出力

- func userでユーザ波形を選択した場合、dacctrl IPコアのadccdata\_ipポート (AXI Stream)から入力された波形が出力されます。  
詳細はお問合せください。



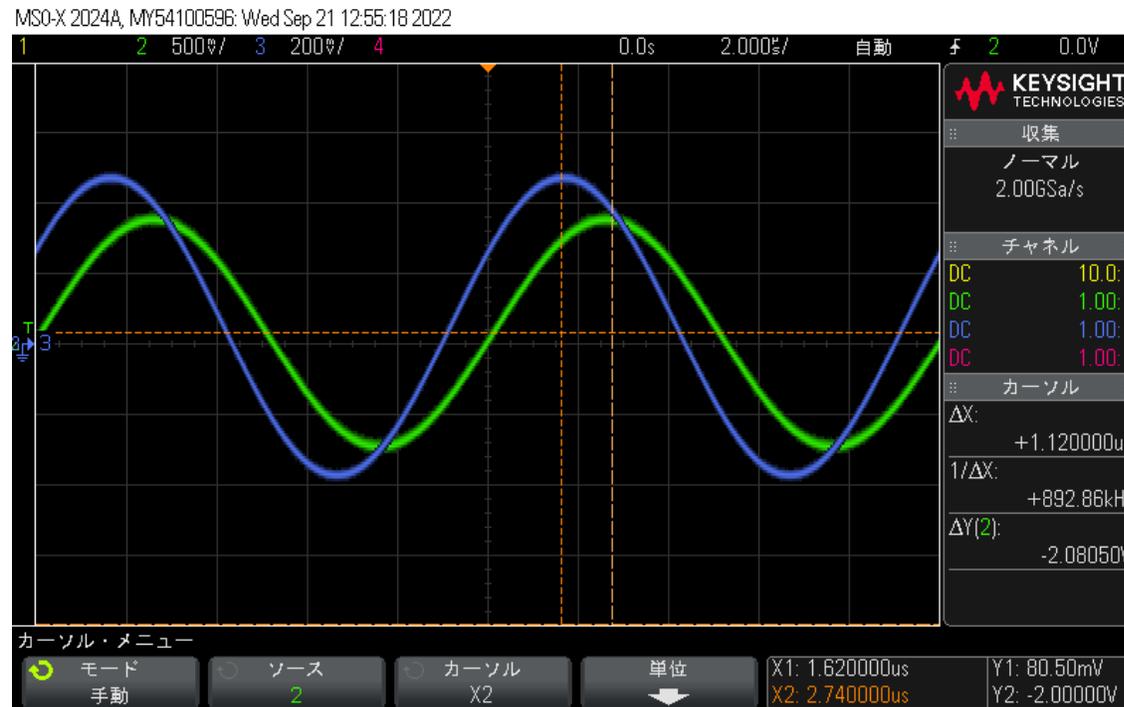
# 周波数特性



カットオフ周波数60MHzの5次チェビシェフフィルタが使用されています

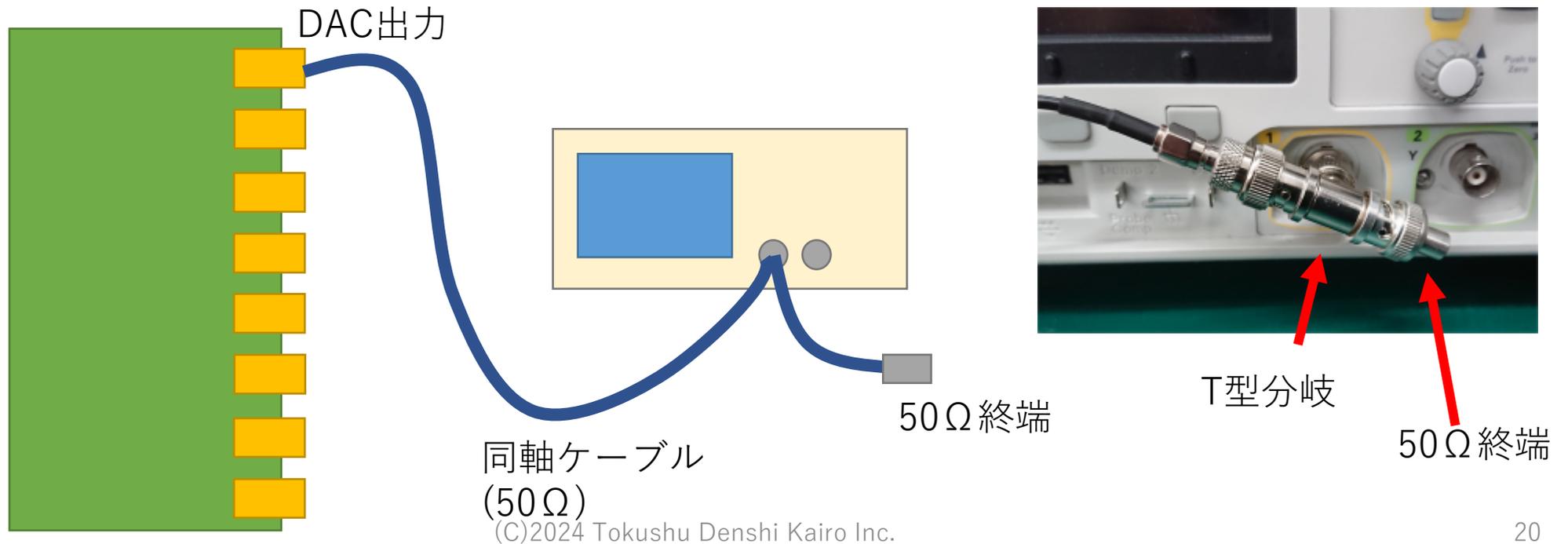
# ADC-DACパススルー特性

- Cosmo-ZのADCでサンプリングした波形をDACからそのまま出力した場合、遅延時間は約 $1.12\mu$ 秒で、歪率は $-80\text{dB}$ (劣化なし)となります。

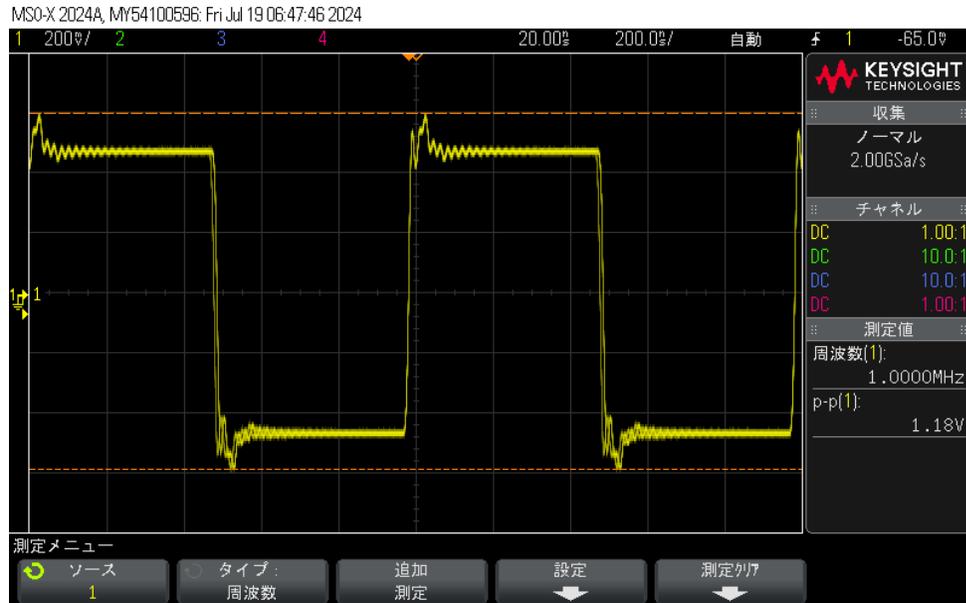


# 終端について

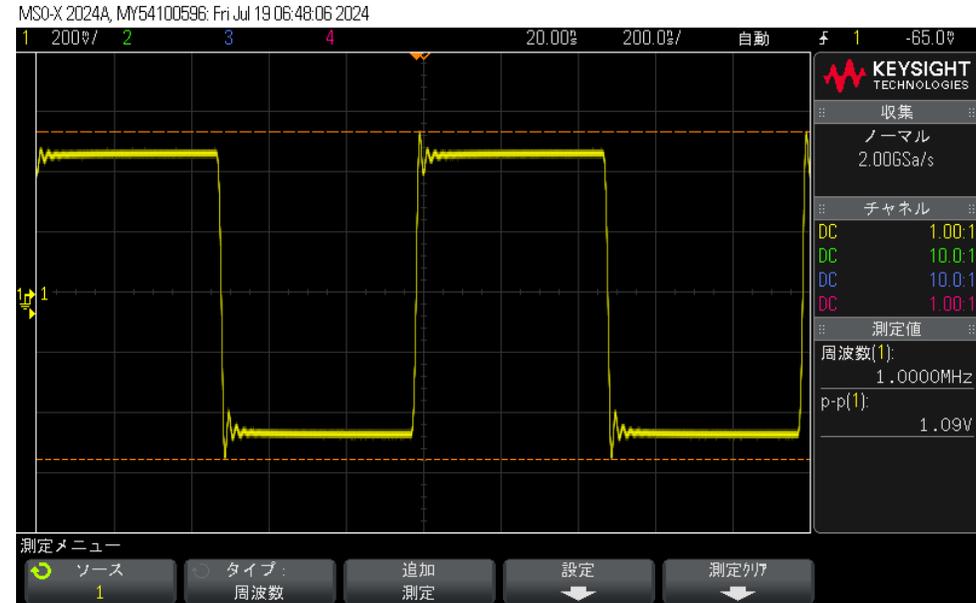
- 矩形波（あるいは階段状に変化する信号）を出力する場合、受信側機器において50Ωで終端してください。終端しない場合は反射によって波形が乱れます。



# 終端抵抗の効果



終端抵抗なし(1Vpp 1MHz)



終端抵抗あり(1Vpp 1MHz)

# その他の注意点

- 出力タイミングはDDSで生成しているため、必ずしも正確な値にはなりません。DDSのカウンタは30bitで、ADCクロック(80MHz,100MHz,125MHz)でカウントアップします。ADCクロック周波数とDDS周波数分解能の関係は以下のとおりです。
  - 80MHz・・・0.074Hz
  - 100MHz・・・0.093Hz
  - 125MHz・・・0.116Hz
- **本装置は最大で±5Vを出力する能力があります。設定の間違いや誤動作、誤操作、ノイズなどにより予期しない高電圧や負の電圧が出力されても、接続された機器が壊れないように十分な対策をしてください。**  
**例えばレーザーダイオードなどの壊れやすい部品を駆動する場合は、直接ドライブすることは避け、保護回路を必ず挿入してください。**
- DACボードを使用する場合は、拡張ADCボードは本体上側に接続します。
- DACボードを使用する場合は、トリガ拡張ボードはご利用いただけません。