

**FG410/FG420  
任意波形 / ファンクションジェネレータ  
ユーザズマニュアル (応用編)**

---

## はじめに

このたびは **FG410/FG420 任意波形 / ファンクションジェネレータ**をお買い求めいただき、ありがとうございます。

電気製品を安全に正しくお使いいただくために、まず、次の「**安全にお使いいただくために**」をお読みください。

### ●この説明書の注意記号について

この説明書では、次の注意記号を使用しています。機器の使用者の安全のため、また、機器の損傷を防ぐためにも、この注意記号の内容は必ず守ってください。

---

**⚠ 警告** 機器の取扱いにおいて、使用者が死亡又は重傷を負うおそれがある場合、その危険を避けるための情報を記載しております。

---

**⚠ 注意** 機器の取扱いにおいて、使用者が傷害を負う、又は物的損害が生じるおそれを守るための情報を記載しております。

---

### ●この説明書の章構成は次のようになっています。

この製品本体の取扱説明書は、基本編と応用編の2分冊で構成されています。外部制御（GPIB, USB）についての説明は、別冊になっています。

初めて使用する方は、基本編「1. 概 説」からお読みください。

#### 基本編

1. 概 説  
この製品の特長および簡単な動作原理を説明しています。
2. 使用前の準備  
設置や操作の前に行なければならない大事な準備作業について説明しています。
3. パネル面と入出力端子  
パネル面の各スイッチ、入出力端子の機能・動作について説明しています。
4. 基本操作  
基本的な操作方法について説明しています。
5. 設定の保存と呼び出し  
設定の保存方法と呼び出し方法について説明しています。
6. 初期設定一覧  
初期設定内容について記載しています。
7. 仕 様  
仕様（機能・性能）について記載しています。

#### 応用編

1. パラメタ可変波形の詳細  
パラメタ可変波形の各パラメタの意味と波形例について説明しています。
2. 任意波形を作成するには  
パネル面から任意波形を入力、編集する方法について説明しています。
3. 2チャンネル器の便利な使い方（FG420のみ）  
2チャンネルの設定を連動させる方法について説明しています。
4. 複数台を同期させるには  
この製品を複数台接続して多相発振器を構成する方法について説明しています。
5. 外部周波数基準を使うには  
外部の周波数基準を利用する方法について説明しています。

6. シーケンス発振を使うには  
シーケンス発振の設定と操作方法について説明しています。
7. ユーザ定義単位を使うには  
ユーザが独自に設定できる単位について説明しています。
8. ユーティリティのその他の設定  
表示や操作の細かい設定方法について説明しています。
9. トラブルシューティング  
エラーメッセージと故障と思われるときの対処方法を説明しています。
10. 保 守  
動作点検と性能試験の方法について説明しています。

## 安全にお使いいただくために

安全にご使用いただくため、下記の警告や注意事項は必ず守ってください。  
これらの警告や注意事項を守らずに発生した損害については、当社はその責任と保証を負いかねますのでご了承ください。

なお、この製品は、JIS や IEC 規格の絶縁基準 クラス I 機器（保護導体端子付き）です。

### ●本機器の用途

本機器は、サイン波や方形波の他、様々な電圧波形を発生する機器です。これらの目的以外には使用しないでください。

### ●外観の確認

外観に以上が認められた場合は、本機器を使用しないでください。

### ●取扱説明書の内容は必ず守ってください。

取扱説明書には、この製品を安全に操作・使用するための内容を記載しています。

ご使用に当たっては、この説明書を必ず最初にお読みください。

この取扱説明書に記載されているすべての警告事項は、重大事故に結びつく危険を未然に防止するためのものです。必ず守ってください。

### ●必ず接地してください。

この製品はラインフィルタを使用しており、接地しないと感電します。

感電事故を防止するため、必ず「電気設備技術基準 D 種（100Ω 以下）接地工事」以上の接地に確実に接続してください。

3 極電源プラグを、保護接地コンタクトを持った 3 極電源コンセントに接続すれば、この製品は自動的に接地されます。

この製品には、3 極・2 極変換アダプタを添付しておりません。ご自身で 3 極・2 極変換アダプタを使用するときは、必ず変換アダプタの接地線（緑色）をコンセントのそばの接地端子に接続してください。

### ●電源電圧を確認してください。

この製品は、取扱説明書（基本編）の「2.3 接地および電源接続」の項に記載された電源電圧で動作します。

電源接続の前に、コンセントの電圧が本器の定格電源電圧に適合しているかどうかを確認してください。

### ●おかしいと思ったら

この製品から煙が出てきたり、変な臭いや音がしたら、直ちに電源コードを抜いて使用を中止してください。

このような異常が発生したら、修理が完了するまで使用できないようにして、直ちにお求めの当社又は当社代理店にご連絡ください。

### ●ガス雰囲気中では使用しないでください。

爆発などの危険性があります。

### ●カバーは取り外さないでください。

この製品の内部には、高電圧の箇所があります。カバーは絶対に取り外さないでください。

内部を点検する必要があるときでも、当社の認定したサービス技術者以外は内部に触れないでください。

### ●改造はしないでください。

改造は、絶対に行わないでください。新たな危険が発生したり、故障時に修理をお断りすることがあります。

### ●設置場所

・本機器は屋内で使用する製品です。屋外では設置または使用しないでください。

・本機器が異常または危険な状態になったときに、直ちに電源コードを外せるように設定してください。

## ●安全関係記号

製品本体や取扱説明書で使用している安全上の記号の一般的な定義は次のとおりです。



### 取扱説明書参照記号

使用者に危険の潜在を知らせるとともに、取扱説明書を参照する必要がある箇所に表示されます。



### 感電の危険を示す記号

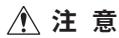
特定の条件下で、感電の可能性のある箇所に表示されます。



### 警告記号



機器の取扱いにおいて、感電など、使用者の生命や身体に危険が及ぶおそれがあるときに、その危険を避けるための情報を記載しています。



### 注意記号



機器の取扱いにおいて、機器の損傷を避けるための情報を記載しています。

## ●その他の記号



コネクタの外部導体が、筐体に接続されていることを示します。



コネクタの外部導体が、筐体から絶縁されていることを示します。

ただし安全のため、接地電位からの電位差は 42Vpk 以下に制限されていることを示します（この製品は接地して使用しますので、筐体電位は接地電位に等しくなります）。

## ●廃棄処分時のお願い

環境保全のため、この製品を廃棄処分されるときは、産業廃棄物を取り扱う業者を通して処分してください。この製品には、バッテリーは使用されていません。



## 目次

はじめに .....	I
安全にお使いいただくために .....	III
目次 .....	VI
1. パラメタ可変波形の詳細 .....	1
1.1 分類について .....	1
1.2 各パラメタの意味と波形例 .....	2
1.2.1 概説 .....	2
1.2.2 定常正弦波グループ (Steady Sine Group) .....	3
1.2.3 過渡正弦波グループ (Transient Sine Group) .....	9
1.2.4 パルス波形グループ (Pulse Group) .....	13
1.2.5 過渡応答波形グループ (Transient Response Group) .....	19
1.2.6 サージ波形グループ (Surge Group) .....	23
1.2.7 その他の波形グループ (Others Group) .....	25
2. 任意波形を作成するには .....	28
2.1 基本的な事柄 .....	28
2.2 任意波形の作成・編集画面の表示手順と画面の概要 .....	29
2.3 新しく任意波形を作るには .....	30
2.4 簡単な任意波形の作成例 .....	31
2.5 作った任意波形を出力するには .....	32
2.6 作った任意波形を保存するには .....	32
2.7 任意波形の保存に必要なメモリ容量を知るには .....	32
3. 2チャンネル器の便利な使い方 (FG420のみ) .....	33
3.1 チャンネル間で設定をコピーするには .....	34
3.2 2チャンネルに同じ設定を行うには .....	36
3.3 チャンネル間で位相同期を行うには .....	37
3.4 両チャンネルの周波数を同じ値に保つには (2チャンネル連動 2相) .....	38
3.5 周波数の差を一定に保つには (2チャンネル連動 ツートーン) .....	40
3.6 周波数の比を一定に保つには (2チャンネル連動 レシオ) .....	42
3.7 差動出力を得るには (2チャンネル連動 差動) .....	44
4. 複数台を同期させるには .....	45
4.1 接続方法は .....	45
4.2 同期操作を行うには .....	47
5. 外部周波数基準を使うには .....	49
5.1 外部周波数基準を使う目的 .....	49

5.2	外部周波数基準信号の接続と利用方法	49
6.	シーケンス発振を使うには	51
6.1	シーケンス発振の例	51
6.2	基本的な事柄	53
6.3	ステップ内での処理の流れ	59
6.4	設定と操作の手順	60
6.5	画面の概要	64
6.6	ステップ制御パラメタの個別説明	66
6.7	シーケンス作成のヒント	67
7.	ユーザ定義単位を使うには	70
7.1	ユーザ定義単位とは	70
7.2	ユーザ定義単位で表示, 設定するには	70
7.3	ユーザ定義単位を定義するには	71
8.	ユーティリティのその他の設定	73
8.1	リモートインタフェースの選択 [Remote]	73
8.2	表示の設定 [Display]	73
8.3	モディファイノブと項目移動方向の設定 [Modify Direction]	73
8.4	操作音の設定 [Sound]	74
8.5	自己診断 [Self Check]	74
8.6	製品情報の表示 [Information]	74
9.	トラブルシューティング	75
9.1	電源投入時のエラーメッセージ	75
9.2	実行時のエラーメッセージ	76
9.3	変調のコンフリクトメッセージ	80
9.4	スイープのコンフリクトメッセージ	81
9.5	バーストのコンフリクトメッセージ	82
9.6	シーケンスのコンパイルエラーメッセージ	83
9.7	故障と思われる場合	84
10.	保 守	85
10.1	概 要	85
10.2	動作点検	87
10.3	性能試験	88
10.3.1	周波数確度の試験	88
10.3.2	正弦波 振幅確度の試験	89
10.3.3	DC オフセット確度の試験	89
10.3.4	正弦波 振幅周波数特性の試験	90
10.3.5	正弦波 全高調波歪率の試験	91

10.3.6	正弦波	高調波スプリアスの試験	91
10.3.7	正弦波	非高調波スプリアスの試験	92
10.3.8	方形波	デューティ確度の試験	92
10.3.9	方形波	立ち上がり時間, 立ち下がり時間の試験	93
10.3.10		2相時チャンネル間時間差の試験 (FG420のみ)	93
索引			94



# 1. パラメタ可変波形の詳細

## 1.1 分類について

パラメタ可変波形は種類が多いので、6つのグループに分類されています。

パラメタ可変波形の選択画面（基本編「4.5 パラメタ可変波形を使うには」）で、波形のグループを選択すると、そのグループに含まれる波形から、出力する波形を選択することができます。



6つのグループは、次の通りです。

なおこれらのグループ名は、使用の便宜を図るためにこの製品で独自に命名したものです。同様に、各波形名、各パラメタ名も一部のものを除き、この製品で独自に命名したものです。いずれの名称も、この章での説明も、どの波形をどのように使うかを制限するものではありません。

### ■ 定常正弦波グループ (Steady Sine Group)

正弦波を元にして作られた波形です。繰り返し出力することを想定しています。

### ■ 過渡正弦波グループ (Transient Sine Group)

正弦波を元にして作られた波形です。シーケンス発振において、連続正弦波の先頭または末尾の1周期として使用することを想定しています。

### ■ パルス波形グループ (Pulse Group)

パルス形状の波形です。

### ■ 過渡応答波形グループ (Transient Response Group)

系の過渡応答を模擬した波形です。

### ■ サージ波形グループ (Surge Group)

サージ信号を模擬した波形です。

### ■ その他の波形グループ (Others Group)

上記グループ以外の波形です。

### 1.2 各パラメタの意味と波形例

#### 1.2.1 概説

各波形について、その概説、各パラメタの意味、波形例を説明します。

波形の例は、波形メモリに描かれている 1 周期分の波形を表わしています。波形の極性は正転 (Normal) です。振幅範囲は波形によって異なり、その波形を使う際に一般的と思われる振幅範囲にしてあります (初期設定値です)。

縦軸の  $\pm 1$  が、波形メモリの振幅フルスケール  $\pm FS$  に対応します。

横軸は時間軸で、1 周期分の時間を 1 としています。横軸は位相軸  $0 \sim 360^\circ$  でもあります。

1 周期分の時間を「基本周期」、その逆数を「基本周波数」とここでは呼んでいます。それぞれ、その波形全体の発振周期、発振周波数です。

#### ✓ Check

パラメタの設定によっては、波形が消えることがあります。  
戻し方が分からない場合は、中央のソフトキー [Reset] を押してください。各パラメタ値が工場出荷時の値に戻ります。極性と振幅範囲は変更されません。

## 1.2.2 定常正弦波グループ (Steady Sine Group)

### a) 不平衡正弦波 (Unbalanced Sine)

#### ■概説

正弦波の前半半周期と後半半周期の振幅を独立して変えられる波形です。

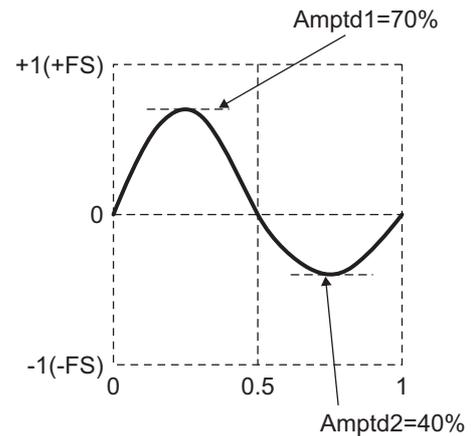
応用例

- ・ プラス側とマイナス側でゲインの異なる系の出力波形の模擬
- ・ 全波整流波形, 半波整流波形の模擬

#### ■各パラメタの意味

振幅範囲が  $\pm FS$  の場合の例で示します。

- ・ 前半振幅 (Amptd1)
  - 前半半周期の振幅です。
  - 100% のとき, 元の正弦波の振幅になります。
  - 可変範囲:  $-100.00\% \sim 100.00\%$
- ・ 後半振幅 (Amptd2)
  - 後半半周期の振幅です。
  - 100% のとき, 元の正弦波の振幅になります。
  - 可変範囲:  $-100.00\% \sim 100.00\%$



各振幅を変えると波形の上下ピーク値が変化することに注意してください。

また, 前半振幅と後半振幅が異なるときは, 1 周期の平均値がゼロになりませんので, DC 分が発生することに注意してください。

#### ■波形例

極性, 振幅範囲は総て Normal (正転),  $\pm FS$  です。

Amptd1=100 Amptd2=50	Amptd1=-50 Amptd2=-100	Amptd1=100 Amptd2=0	Amptd1=100 Amptd2=-100

## b) 飽和正弦波 (Clipped Sine)

### ■概説

正弦波の振幅の上下がクリップした波形です。

応用例

- ・ 入力クランプ回路によりクリップした波形の模擬
- ・ 電源電圧で飽和したアンプ出力波形の模擬

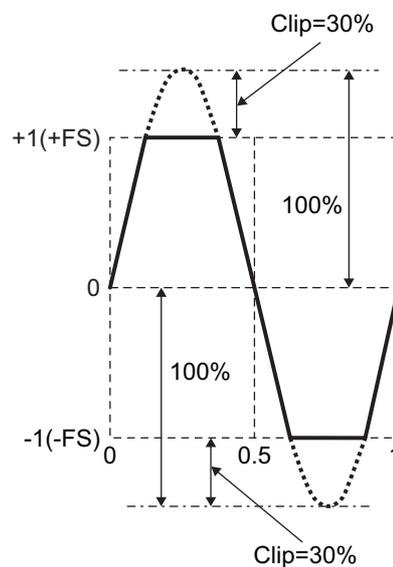
### ■各パラメタの意味

振幅範囲が  $\pm FS$  の場合の例で示します。

#### ・ クリップ率 (Clip)

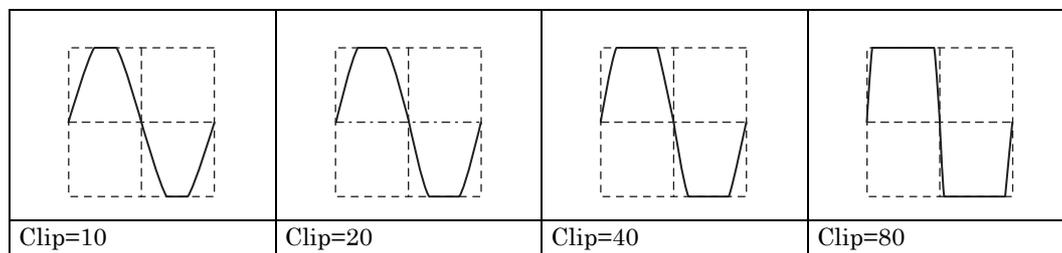
- 元の正弦波の上下をクリップする比率です。
- 元の正弦波のピーク値を 100% としています。
- 0% のとき元の正弦波になります。
- 可変範囲 : 0.00% ~ 99.99%

ピーク値は  $\pm FS$  に固定されています。



### ■波形例

極性, 振幅範囲は総て Normal (正転),  $\pm FS$  です。



## c) CF 制御正弦波 (CF Ctrl Sine)

## ■概説

正弦波の  $90^\circ$  と  $270^\circ$  近傍のみを抜き出して、振幅を拡張した波形です。

応用例

- ・コンデンサインプット型整流回路の電流波形の模擬

## ■各パラメタの意味

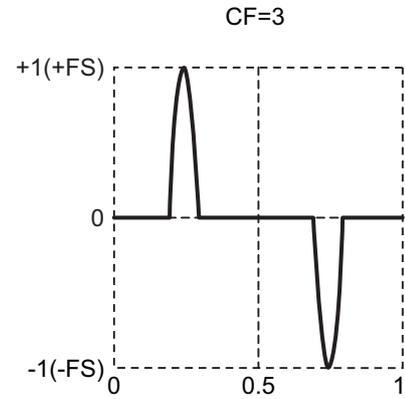
振幅範囲が  $\pm FS$  の場合の例で示します。

- ・クレストファクタ (CF)

クレストファクタは、ピーク値/実効値を表わす値です。1.41 のとき、ほぼ元の正弦波に等しくなります。

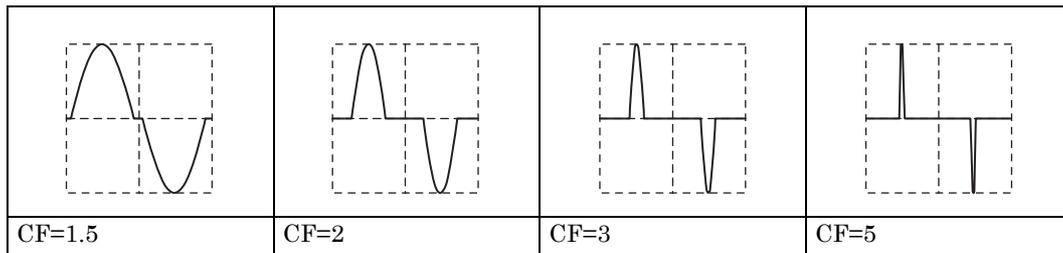
可変範囲 : 1.41 ~ 10.00

ピーク値は  $\pm FS$  に固定されています。



## ■波形例

極性、振幅範囲は総て Normal (正転),  $\pm FS$  です。



d) 導通角制御正弦波 (Angle Ctrl Sine)

■概説

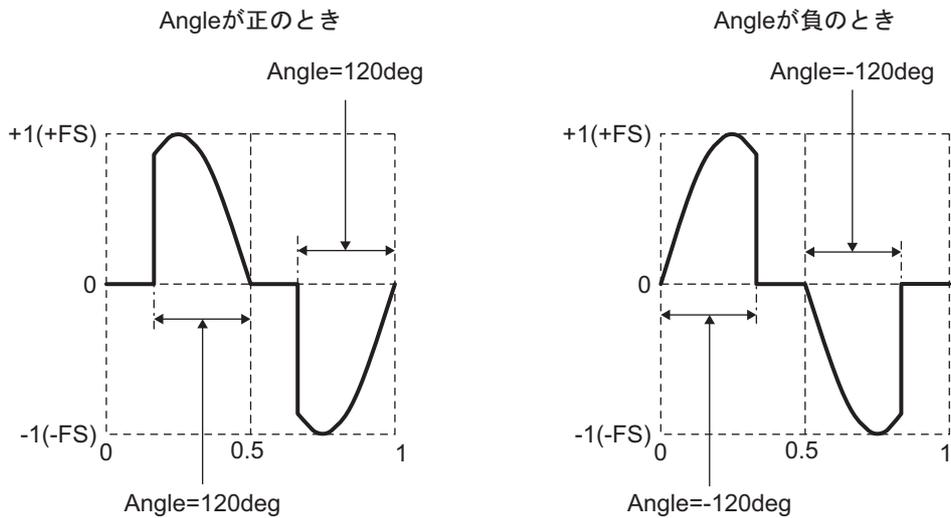
正弦波の各半周期の後方または前方の一部分のみを抜き出した波形です。

応用例

- ・サイリスタ制御波形の模擬

■各パラメタの意味

振幅範囲が± FS の場合の例で示します。



・ 導通角 (Angle)

正のときは正弦波半周期の後側から導通角分抜き出した波形になります。

負のときは正弦波半周期の前側から導通角の絶対値分抜き出した波形になります。

可変範囲：-180.00° ~ 180.00°

元の正弦波の振幅は、± FS に固定されています。導通角の値によっては、振幅が± FS 以下になることに注意してください。

■波形例

極性、振幅範囲は総て Normal (正転)、± FS です。

Angle=45	Angle=150	Angle=-45	Angle=-150

## e) 階段状正弦波 (Staircase Sine)

## ■ 概説

階段状の正弦波です。

応用例

- ・ UPS (無停電電源) 等の擬似正弦波出力波形の模擬

## ■ 各パラメタの意味

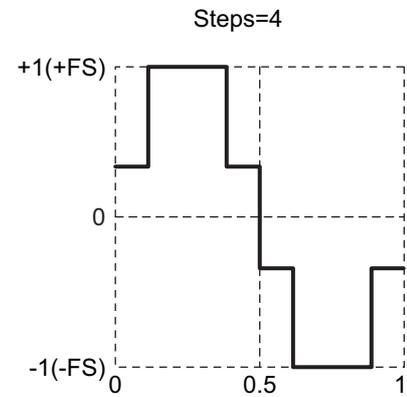
振幅範囲が  $\pm FS$  の場合の例で示します。

- ・ 段数 (Steps)

値の個数です。右の例では4値の擬似正弦波になります。

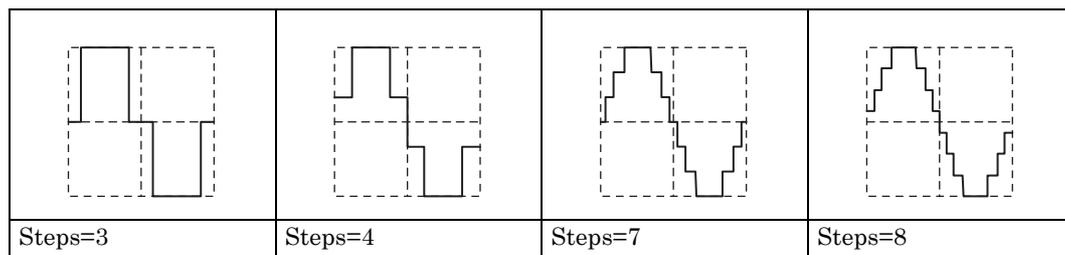
可変範囲 : 2 ~ 100

ピーク値は  $\pm FS$  に固定されています。



## ■ 波形例

極性, 振幅範囲は総て Normal (正転),  $\pm FS$  です。



## f) 複数周期正弦波 (Multi-Cycle Sine)

### ■概説

正弦波を複数周期，連続させた波形です。

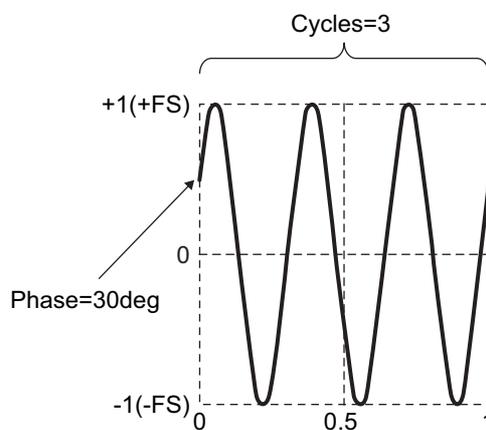
応用例

- ・ バースト波の代用

### ■各パラメタの意味

振幅範囲が± FS の場合の例で示します。

- ・ 周期数 (Cycles)  
基本周期 1 周期の中に含まれる周期数です。  
可変範囲 : 0.01 ~ 50.00
- ・ 開始位相 (Phase)  
開始位置の位相です。  
基本周波数の上記周期数倍の周波数における位相です。  
可変範囲 :  $-360.00^\circ \sim 360.00^\circ$



ピーク値は± FS に固定されています。

### ■波形例

極性，振幅範囲は総て Normal (正転)，± FS です。

Cycles=3 Phase=0	Cycles=2.5 Phase=0	Cycles=3 Phase=-90	Cycles=2.5 Phase=-90

### 1.2.3 過渡正弦波グループ (Transient Sine Group)

#### a) 投入位相制御正弦波 (On-Ph Ctrl Sine)

##### ■概説

投入時に傾斜を伴う正弦波です。

応用例

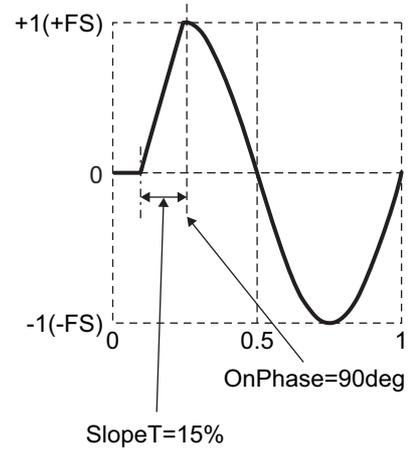
- ・ 立ち上がり／立ち下がり時間が制限された交流電源装置出力波形の模擬

##### ■各パラメタの意味

振幅範囲が  $\pm FS$  の場合の例で示します。

- ・ 投入完了位相 (OnPhase)  
この位相から元の正弦波が始まります。  
可変範囲： $0.00^\circ \sim 360.00^\circ$
- ・ 投入傾斜時間 (SlopeT)  
ゼロレベルから投入完了位相の振幅まで、この時間をかけて直線的に振幅が変化します。  
可変範囲： $0.00\% \sim 50.00\%$  (基本周期基準)

元の正弦波の振幅は、 $\pm FS$  に固定されています。投入完了位相の値によっては、振幅が  $\pm FS$  以下になることに注意してください。



##### ■波形例

極性、振幅範囲は総て Normal (正転),  $\pm FS$  です。

OnPhase=90 SlopeT=10	OnPhase=120 SlopeT=20	OnPhase=150 SlopeT=20	OnPhase=270 SlopeT=10

b) 遮断位相制御正弦波 (Off-Ph Ctrl Sine)

■概説

遮断時に傾斜を伴う正弦波です。

応用例

- ・ 立ち上がり／立ち下がり時間が制限された交流電源装置出力波形の模擬

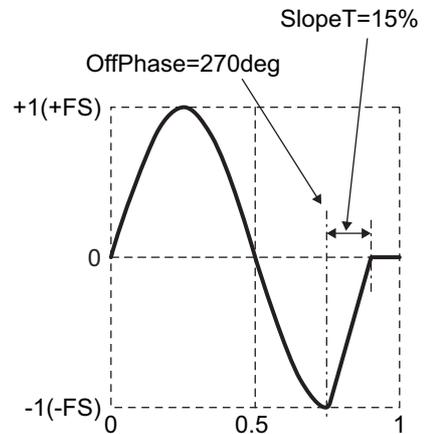
■各パラメタの意味

振幅範囲が± FS の場合の例で示します。

- ・ 遮断開始位相 (OffPhase)
  - この位相で元の正弦波が終了します。
  - 可変範囲 : 0.00° ~ 360.00°

- ・ 遮断傾斜時間 (SlopeT)
  - 遮断開始位相の振幅からゼロレベルまで、この時間をかけて直線的に振幅が変化します。
  - 可変範囲 : 0.00% ~ 50.00% (基本周期基準)

元の正弦波の振幅は、± FS に固定されています。遮断開始位相の値によっては、振幅が± FS 以下になることに注意してください。



■波形例

極性、振幅範囲は総て Normal (正転), ± FS です。

OffPhase=90 SlopeT=10	OffPhase=210 SlopeT=20	OffPhase=240 SlopeT=20	OffPhase=270 SlopeT=10

## c) チャタリング投入正弦波 (Chattering-On Sine)

## ■概説

投入時にチャタリングを伴う正弦波です。

応用例

- 出力開始時にスイッチまたはリレーのチャタリングを伴う交流電源装置出力波形の模擬

## ■各パラメタの意味

振幅範囲が± FS の場合の例で示します。

- 投入開始位相 (OnPhase)
 

この位相から元の正弦波がチャタリングを伴って入り始めます。それ以前は、ゼロに固定されています。

可変範囲：0.00° ~ 360.00°
- チャタリング回数 (ChatterN)
 

オン/オフを繰り返す回数です。最初がオンです。オン、オフそれぞれ同じ時間幅で繰り返します。

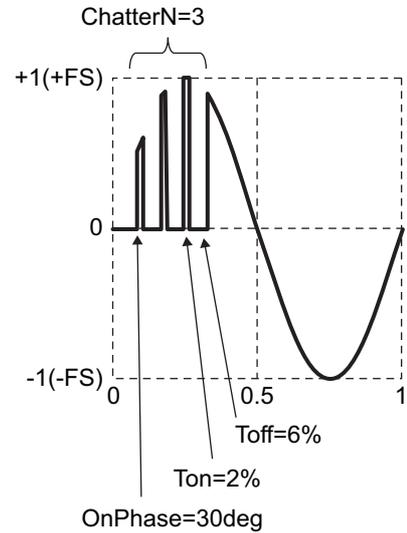
可変範囲：0 ~ 3
- オン時間 (Ton)
 

チャタリング 1 回のオン時間です。

可変範囲：0.00% ~ 20.00% (基本周期基準)
- オフ時間 (Toff)
 

チャタリング 1 回のオフ時間です。

可変範囲：0.00% ~ 20.00% (基本周期基準)



元の正弦波の振幅は、± FS に固定されています。各パラメタ設定によっては、振幅が± FS 以下になることに注意してください。

## ■波形例

極性、振幅範囲は総て Normal (正転), ± FS です。

OnPhase=30 ChatterN=0 Ton=2 Toff=6	OnPhase=30 ChatterN=1 Ton=2 Toff=6	OnPhase=30 ChatterN=2 Ton=2 Toff=6	OnPhase=30 ChatterN=3 Ton=2 Toff=6

### d) チャタリング遮断正弦波 (Chattering-Off Sine)

#### ■概説

遮断時にチャタリングを伴う正弦波です。

応用例

- 出力停止時にスイッチまたはリレーのチャタリングを伴う交流電源装置出力波形の模擬

#### ■各パラメタの意味

振幅範囲が± FS の場合の例で示します。

- 遮断開始位相 (OffPhase)
 

この位相から元の正弦波がチャタリングを伴って切れ始めます。

可変範囲: 0.00° ~ 360.00°
- チャタリング回数 (ChatterN)
 

オフ/オンを繰り返す回数です。最初がオフです。オン, オフそれぞれ同じ時間幅で繰り返します。

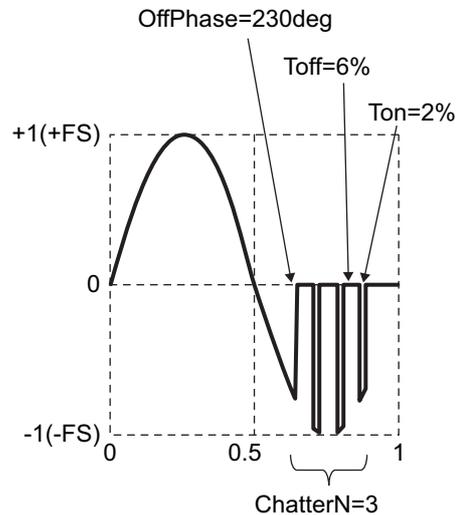
可変範囲: 0 ~ 3
- オン時間 (Ton)
 

チャタリング 1 回のオン時間です。

可変範囲: 0.00% ~ 20.00% (基本周期基準)
- オフ時間 (Toff)
 

チャタリング 1 回のオフ時間です。

可変範囲: 0.00% ~ 20.00% (基本周期基準)



元の正弦波の振幅は、± FS に固定されています。各パラメタ設定によっては、振幅が± FS 以下になることに注意してください。

#### ■波形例

極性、振幅範囲は総て Normal (正転), ± FS です。

OffPhase=230 ChatterN=0 Ton=2 Toff=6	OffPhase=230 ChatterN=1 Ton=2 Toff=6	OffPhase=230 ChatterN=2 Ton=2 Toff=6	OffPhase=230 ChatterN=3 Ton=2 Toff=6

## 1.2.4 パルス波形グループ (Pulse Group)

### a) ガウシヤンパルス (Gaussian Pulse)

#### ■概説

ガウス分布波形です。

#### ■各パラメタの意味

振幅範囲が  $0/+FS$  の場合の例で示します。

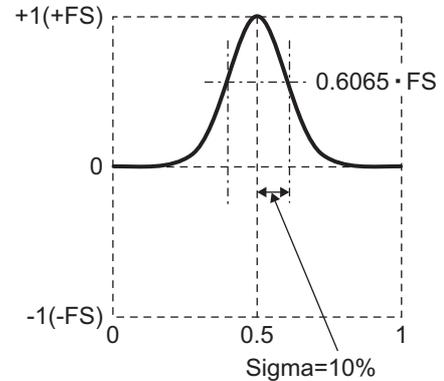
##### ・標準偏差 (Sigma)

ガウス関数の  $\sigma$  です。

可変範囲 : 0.01% ~ 100.00% (基本周期基準)

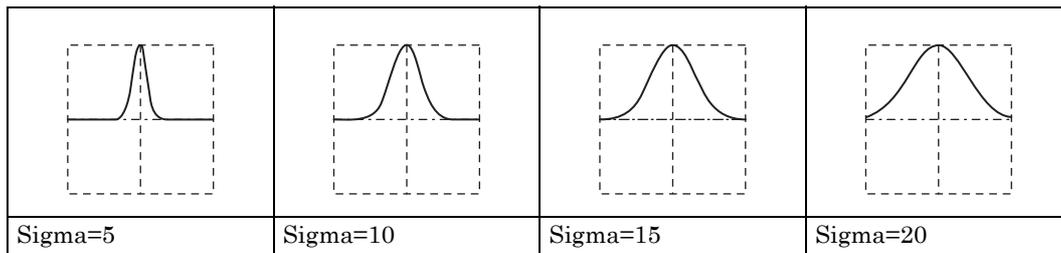
ピーク値は横軸中央で  $+FS$  に固定されています。

先頭, 末尾はゼロまで下がりません。標準偏差が大きいほど, 先頭, 末尾がゼロレベルから浮き上がることに注意してください。標準偏差が 16.47% 以下のときに, 先頭は  $0.01 \cdot FS$  以下になります。



#### ■波形例

極性, 振幅範囲は総て Normal (正転),  $0/+FS$  です。



#### ■備考

半値幅は,  $2 \cdot \text{Sigma} \cdot \sqrt{2 \cdot \ln(2)} \approx 2.35 \cdot \text{Sigma} (\%)$  になります。

横軸を  $x$ , 縦軸を  $y$  とすると, 次の式で表わされます (振幅範囲が  $0/+FS$  の場合)。

$$y = FS \cdot \exp\left(-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{100}{\text{Sigma}} \cdot (x - 0.5)\right)^2\right)$$

## b) ローレンツパルス (Lorentz Pulse)

## ■概説

ローレンツ波形です。

## ■各パラメタの意味

振幅範囲が  $0/+FS$  の場合の例で示します。

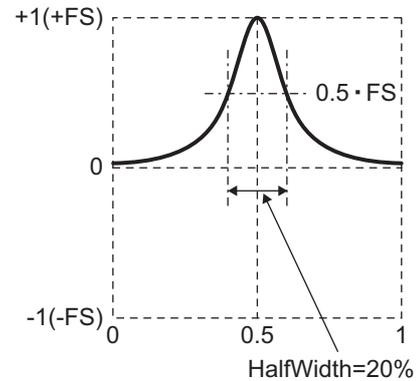
## ・半値幅 (HalfWidth)

ローレンツ関数の半値幅です。

可変範囲 : 0.01% ~ 100.00% (基本周期基準)

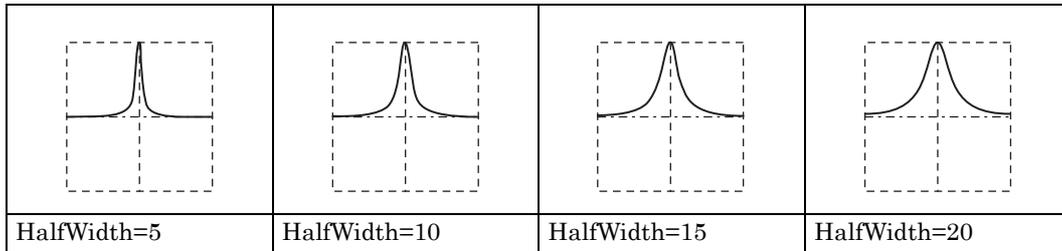
ピーク値は横軸中央で  $+FS$  に固定されています。

先頭, 末尾はゼロまで下がりません。半値幅が大きいほど, 先頭, 末尾がゼロレベルから浮き上がることに注意してください。半値幅が 10.05% 以下のときに, 先頭は  $0.01 \cdot FS$  以下になります。



## ■波形例

極性, 振幅範囲は総て Normal (正転),  $0/+FS$  です。



## ■備考

横軸を  $x$ , 縦軸を  $y$  とすると, 次の式で表わされます (振幅範囲が  $0/+FS$  の場合)。

$$y = FS \cdot \frac{1}{1 + \left( \frac{200}{\text{HalfWidth}} \cdot (x - 0.5) \right)^2}$$

## c) ハーバサイン (Haversine)

## ■概説

$\text{Sin}^2$  パルスです。正弦波の  $-90^\circ$  から  $270^\circ$  の範囲にオフセットを乗せた波形です。

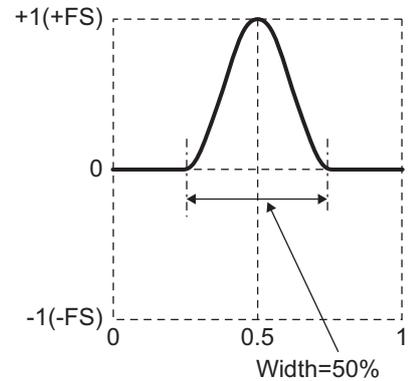
## ■各パラメタの意味

振幅範囲が  $0/+FS$  の場合の例で示します。

## ・幅 (Width)

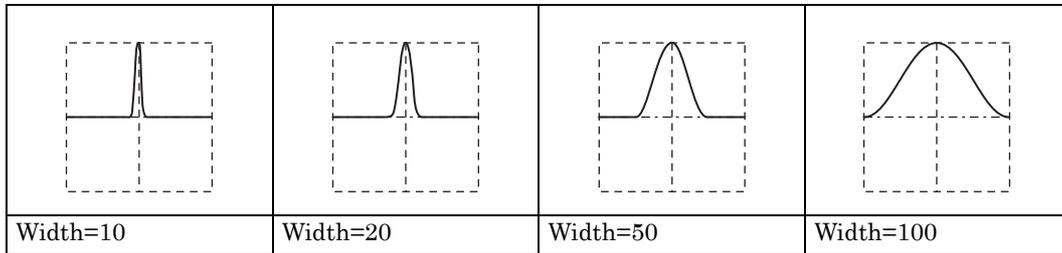
- $-90^\circ$  から  $270^\circ$  の範囲の正弦波の 1 周期幅です。
- これ以外の範囲は、ゼロレベルに固定されています。
- 可変範囲 : 0.01% ~ 100.00% (基本周期基準)

ピーク値は横軸中央で  $+FS$  に固定されています。



## ■波形例

極性, 振幅範囲は総て Normal (正転),  $0/+FS$  です。



## ■備考

半値幅は,  $\text{Width} / 2$  (%) になります。

横軸を  $x$ , 縦軸を  $y$  とすると, 次の式で表わされます (振幅範囲が  $0/+FS$  の場合)。

$x$  が,  $0.5 \pm \frac{\text{Width}}{200}$  の範囲において

$$y = \frac{FS}{2} \cdot \left( 1 + \cos \left( 2\pi \cdot \frac{100}{\text{Width}} \cdot (x - 0.5) \right) \right)$$

d) 正弦半波パルス (Half-Sine Pulse)

■概説

正弦波半周期パルスです。正弦波の 0° から 180° の範囲の半周期波形です。

■各パラメタの意味

振幅範囲が 0/ + FS の場合の例で示します。

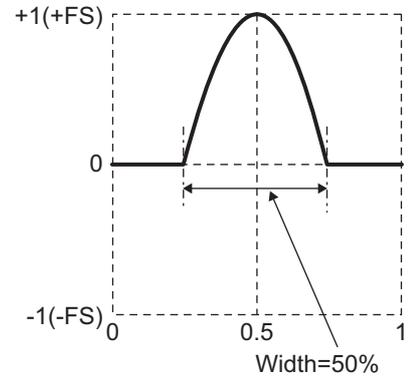
・幅 (Width)

正弦波の 0° から 180° の範囲の幅です。

これ以外の範囲は、ゼロレベルに固定されています。

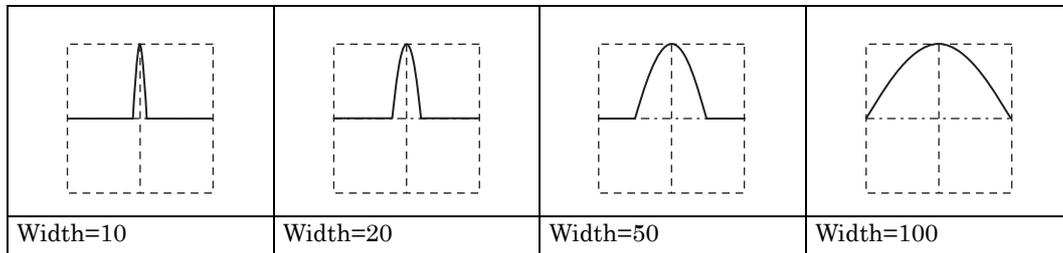
可変範囲 : 0.01% ~ 100.00% (基本周期基準)

ピーク値は横軸中央で + FS に固定されています。



■波形例

極性, 振幅範囲は総て Normal (正転), 0/ + FS です。



■備考

半値幅は,  $2 \cdot \text{Width} / 3$  (%) になります。

横軸を x, 縦軸を y とすると, 次の式で表わされます (振幅範囲が 0/ + FS の場合)。

x が,  $0.5 \pm \frac{\text{Width}}{200}$  の範囲において

$$y = \text{FS} \cdot \cos\left(\pi \cdot \frac{100}{\text{Width}} \cdot (x - 0.5)\right)$$

## e) 台形パルス (Trapezoid Pulse)

## ■概説

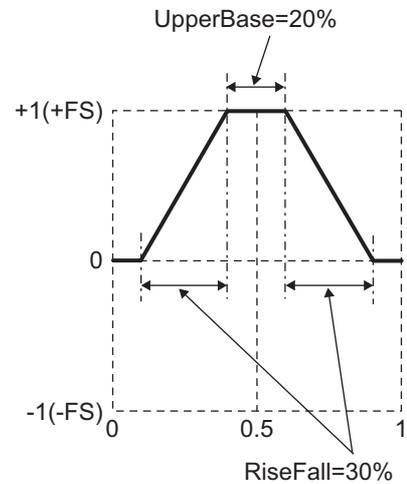
台形波形状パルスです。

## ■各パラメタの意味

振幅範囲が  $0/+FS$  の場合の例で示します。

- ・ 傾斜幅 (RiseFall)
  - 各斜辺の幅です。
  - 可変範囲 : 0.00% ~ 50.00% (基本周期基準)
- ・ 上底幅 (UpperBase)
  - 上底の幅です。
  - 可変範囲 : 0.00% ~ 100.00% (基本周期基準)

ピーク値は横軸中央の上底部で  $+FS$  に固定されています。  
傾斜幅の 2 倍と上底幅の和が 100% を超えると、先頭、末尾はゼロ以上になることに注意してください。



## ■波形例

極性, 振幅範囲は総て Normal (正転),  $0/+FS$  です。

RiseFall=25 UpperBase=50	RiseFall=20 UpperBase=20	RiseFall=0 UpperBase=20	RiseFall=20 UpperBase=0

f) Sin(x)/x

■概説

Sin(x)/x 波形です。sinc 関数と呼ばれます。

■各パラメタの意味

振幅範囲が ± FS の場合の例で示します。

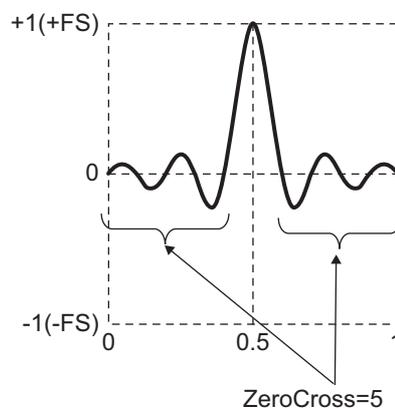
- ・ ゼロクロス数 (ZeroCross)

片側のゼロクロス数です。

可変範囲 : 1 ~ 50

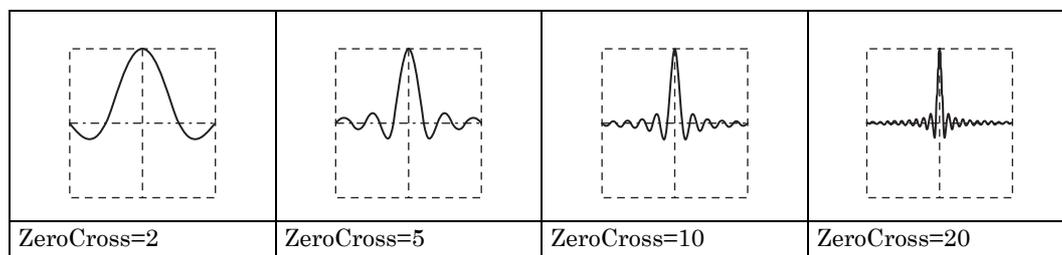
ピーク値は横軸中央で + FS に固定されています。

おおよそ、基本周波数のゼロクロス数倍の周波数帯域を持ちます。



■波形例

極性、振幅範囲は総て Normal (正転), ± FS です。



■備考

横軸を x, 縦軸を y とすると, 次の式で表わされます (振幅範囲が ± FS の場合)。

$$y = FS \cdot \frac{\sin(2\pi \cdot \text{ZeroCross} \cdot (x - 0.5))}{2\pi \cdot \text{ZeroCross} \cdot (x - 0.5)}$$

## 1.2.5 過渡応答波形グループ (Transient Response Group)

### a) 指数立ち上がり (Exponential Rise)

#### ■概説

1次LPFのステップ応答波形です。

応用例

- ・1次遅れ系のステップ出力波形の模擬

#### ■各パラメタの意味

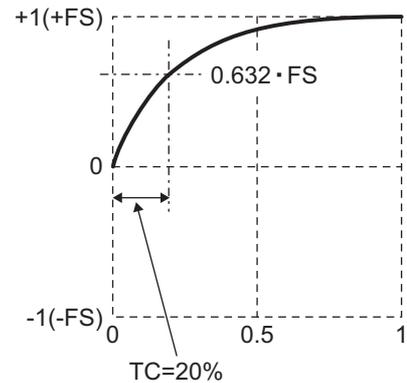
振幅範囲が  $0/+FS$  の場合の例で示します。

- ・時定数 (TC)

指数関数の時定数です。

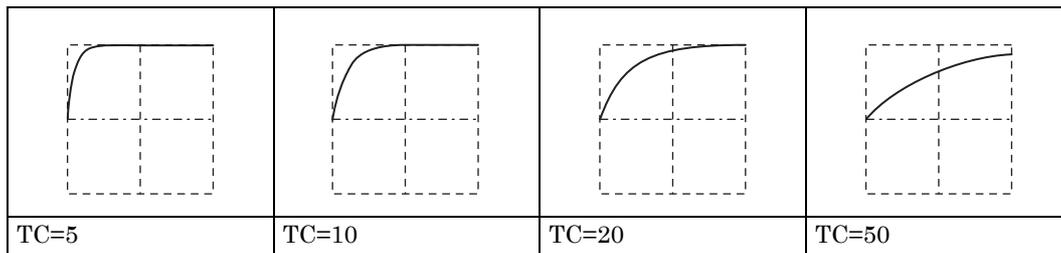
可変範囲：0.01% ~ 100.00% (基本周期基準)

時間無限大での振幅を  $+FS$  としています。末尾は  $+FS$  まで上がりません。時定数が大きいほど末尾の値は小さくなることに注意してください。時定数が 21.71% 以下のときに、末尾は  $0.99 \cdot FS$  以上になります。



#### ■波形例

極性、振幅範囲は総て Normal (正転),  $0/+FS$  です。



#### ■備考

横軸を  $x$ , 縦軸を  $y$  とすると、次の式で表わされます (振幅範囲が  $0/+FS$  の場合)。

$$y = FS \cdot \left( 1 - \exp\left(-\frac{100}{TC} \cdot x\right) \right)$$

**b) 指数立ち下がり (Exponential Fall)**

■概説

1次 HPF のステップ応答波形です。

応用例

- ・ 1次進み系のステップ出力波形の模擬

■各パラメタの意味

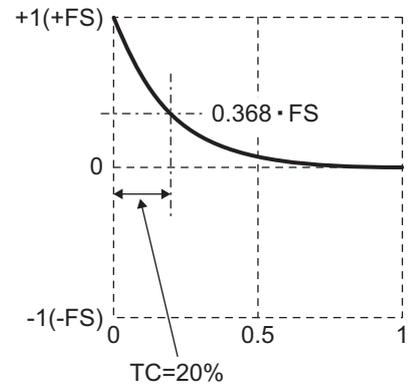
振幅範囲が 0/ + FS の場合の例で示します。

- ・ 時定数 (TC)

指数関数の時定数です。

可変範囲：0.01% ~ 100.00% (基本周期基準)

先頭は +FS から始まりますが、末尾はゼロまで下がりません。時定数が大きいほど末尾のオフセットは大きくなることに注意してください。時定数が 21.71% 以下のときに、末尾は 0.01・FS 以下になります。



■波形例

極性, 振幅範囲は総て Normal (正転), 0/ + FS です。

TC=5	TC=10	TC=20	TC=50

■備考

横軸を x, 縦軸を y とすると, 次の式で表わされます (振幅範囲が 0/ + FS の場合)。

$$y = FS \cdot \exp\left(-\frac{100}{TC} \cdot x\right)$$

## c) 2次LPF ステップ応答 (2nd Ord LPF Step)

## ■概説

2次LPFのステップ応答波形です。

応用例

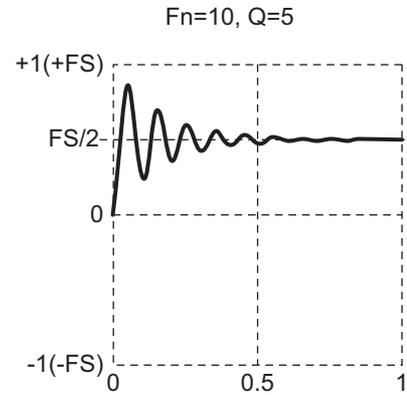
- ・ リンギングやオーバシュートを伴う伝送系のステップ出力波形の模擬

## ■各パラメタの意味

振幅範囲が  $0/+FS$  の場合の例で示します。

- ・ LPFの自然周波数 ( $F_n$ )  
振動成分の周波数は、 $F_n$  より低くなります。  
可変範囲：1.00 ~ 50.00 (基本周波数基準)
- ・ LPFのQ ( $Q$ )  
 $Q$  が0.5のとき、振動成分は無くなります。  
可変範囲：0.50 ~ 50.00

時間無限大での振幅を  $FS/2$  としています。ピーク値は  $+FS$  未満です。



## ■波形例

極性、振幅範囲は総て Normal (正転),  $0/+FS$  です。

$F_n=5$ $Q=0.5$	$F_n=5$ $Q=1$	$F_n=10$ $Q=5$	$F_n=15$ $Q=20$

## ■備考

振動周波数は次式で表わされます (基本周波数基準)。

$$F_n \cdot \sqrt{1 - \frac{1}{4 \cdot Q^2}}$$

d) 減衰振動 (Damped Oscillation)

■概説

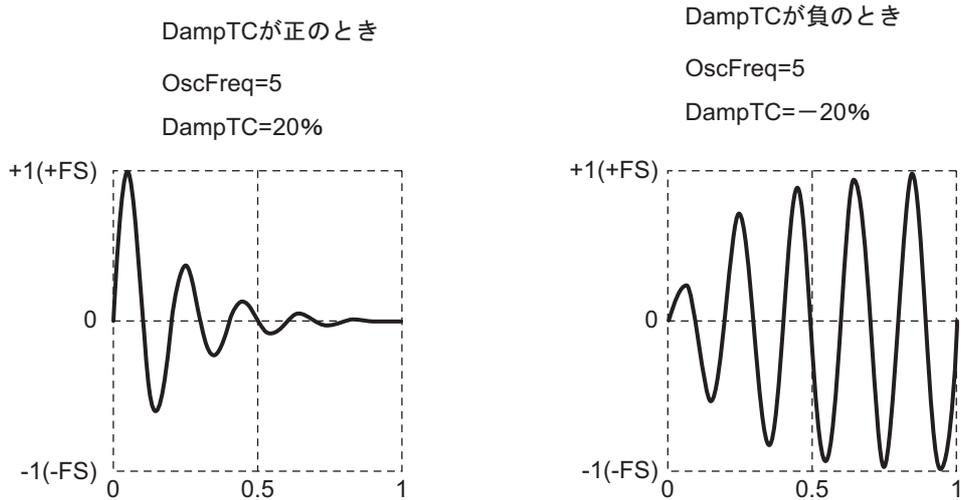
指数立ち下がりて振幅が減衰する振動波形です。指数立ち上がりて振幅が増加する振動波形も作れます。

応用例

- ・ 振動を伴うパルス応答波形の模擬

■各パラメタの意味

振幅範囲が± FS の場合の例で示します。



- ・ 振動周波数 (OscFreq)  
可変範囲 : 0.01 ~ 50.00 (基本周波数基準)

- ・ 減衰振動時定数 (DampTC)  
正のときは、この時定数で指数関数的に振動が減衰して行きます。  
負のときは、この時定数で指数関数的に振動が増加して行きます。  
可変範囲 : -100.00% ~ 100.00% (基本周期基準)

減衰振動時定数が正のとき、ピーク値は+ FS に固定されています。  
減衰振動時定数が負のとき、時間無限大での振幅を± FS としています。

■波形例

極性、振幅範囲は総て Normal (正転), ± FS です。

OscFreq=5 DampTC=10	OscFreq=10 DampTC=20	OscFreq=5 DampTC=-10	OscFreq=10 DampTC=-20

## 1.2.6 サージ波形グループ (Surge Group)

### a) 振動サージ (Oscillation Surge)

#### ■概説

減衰振動を伴うサージ波形の模擬です。

1次 HPF と 2次 LPF の縦属接続回路のステップ応答波形です。

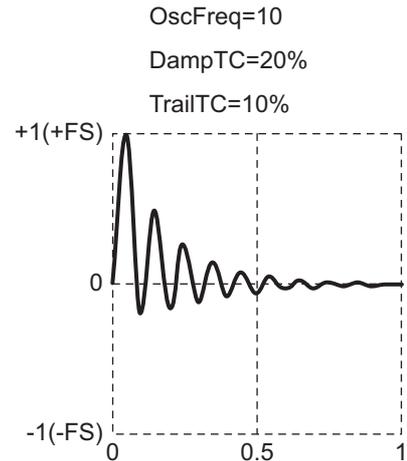
応用例

- ・ 電源に重畳するサージ波形の模擬
- ・ 電源の突入電流波形の模擬

#### ■各パラメタの意味

振幅範囲が  $\pm FS$  の場合の例で示します。

- ・ 振動周波数 (OscFreq)
  - 可変範囲: 0.01 ~ 50.00 (基本周波数基準)
- ・ 減衰振動時定数 (DampTC)
  - 振動成分の振幅は、この時定数で指数関数的に減衰して行きます。
  - 可変範囲: 0.01% ~ 100.00% (基本周期基準)
- ・ 立ち下がり時定数 (TrailTC)
  - 振動成分を除いた波形の減衰時定数 (1次 HPF の時定数) です。
  - 可変範囲: 0.01% ~ 100.00% (基本周期基準)



ピーク値は  $+FS$  に固定されています。振幅はマイナス側にも振れることに注意してください。

#### ■波形例

極性、振幅範囲は総て Normal (正転),  $\pm FS$  です。

OscFreq=10 DampTC=20 TrailTC=5	OscFreq=10 DampTC=20 TrailTC=30	OscFreq=10 DampTC=5 TrailTC=20	OscFreq=10 DampTC=30 TrailTC=20

b) パルスサージ (Pulse Surge)

■概説

パルス状のサージ波形の模擬です。振動成分を持ちません。

応用例

- ・ 車載バッテリーの過渡電圧波形の模擬

■各パラメタの意味

振幅範囲が 0/ + FS の場合の例で示します。

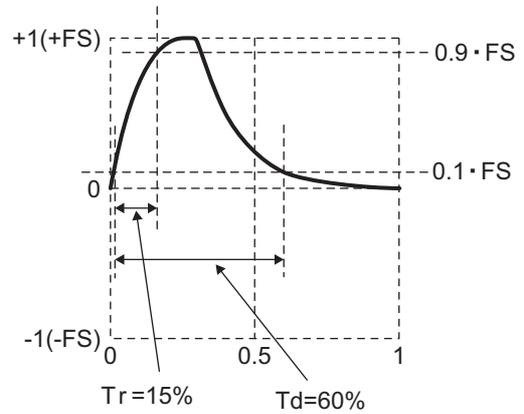
- ・ 立ち上がり時間 (Tr)
 

振幅がピーク値の 10% から 90% まで立ち上がる時間です。

可変範囲 : 0.01% ~ 100.00% (基本周期基準)
- ・ 持続時間 (Td)
 

振幅がピーク値の 10% 以上になるパルス幅です。

可変範囲 : 0.01% ~ 100.00% (基本周期基準)



ピーク値は + FS に固定されています。

末尾はゼロまで下がりません。持続時間が大きいほど、末尾はゼロレベルから浮き上がることに注意してください。

■波形例

極性、振幅範囲は総て Normal (正転), 0/ + FS です。

Tr=1 Td=20	Tr=20 Td=50	Tr=5 Td=30	Tr=5 Td=80

■備考

約  $1.839 < Td / Tr$  を満たしていないと、所定の波形になりません。

### 1.2.7 その他の波形グループ (Others Group)

#### a) オフセット付き台形波 (Trapezoid with Offset)

##### ■概説

振幅方向にオフセットのある台形波です。

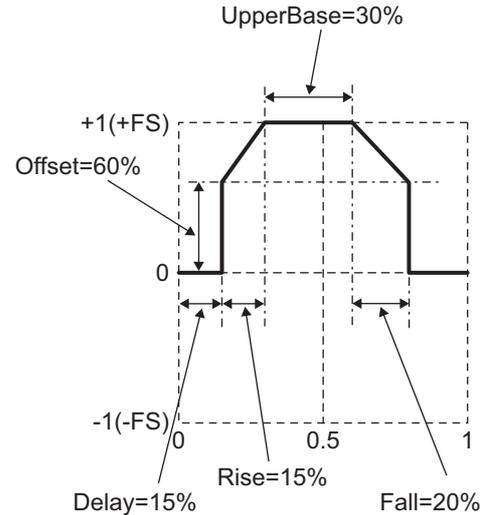
応用例

- ・ スイッチング電源回路の各部電圧，電流波形の模擬

##### ■各パラメタの意味

振幅範囲が  $0/+FS$  の場合の例で示します。

- ・ 先頭遅延 (Delay)  
台形波の立ち上がり開始位置です。  
可変範囲：0.00% ~ 100.00% (基本周期基準)
- ・ 立ち上がり傾斜幅 (Rise)  
立ち上がり部分の幅です。  
可変範囲：0.00% ~ 100.00% (基本周期基準)
- ・ 上底幅 (UpperBase)  
上底の幅です。  
可変範囲：0.00% ~ 100.00% (基本周期基準)
- ・ 立ち下がり傾斜幅 (Fall)  
立ち下がり部分の幅です。可変範囲：0.00% ~ 100.00% (基本周期基準)
- ・ オフセット (Offset)  
台形全体の振幅方向オフセットです。可変範囲：0.00% ~ 100.00%



ピーク値は上底部で  $+FS$  に固定されています。

##### ■波形例

極性，振幅範囲は総て Normal (正転)， $0/+FS$  です。

Delay=15 Rise=10 UpperBase=20 Fall=30 Offset=0	Delay=15 Rise=40 UpperBase=0 Fall=0 Offset=60	Delay=15 Rise=0 UpperBase=20 Fall=30 Offset=0	Delay=20 Rise=40 UpperBase=0 Fall=0 Offset=0

b) ハーフサインエッジパルス (Half-Sine Edge Pulse)

■概説

立ち上がり時間, 立ち下がり時間, パルス幅デューティが可変のパルス波です。

立ち上がり, 立ち下がり形状は, 標準波形のパルス波と同じハーフサイン形状 (正弦波の半周期) です。シーケンス発振では標準波形のパルス波が使用できませんので, 代わりにこの波形を任意波に読み込んで使用します。

■各パラメタの意味

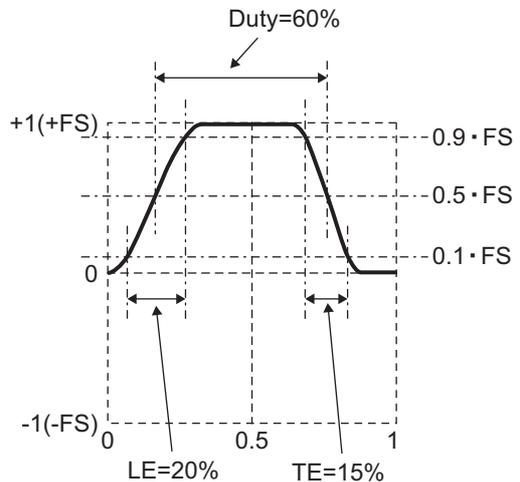
振幅範囲が 0/ + FS の場合の例で示します。

- 立ち上がり時間 (LE)
 

振幅がピーク値の 10% から 90% まで立ち上がる時間です。  
可変範囲: 0.00% ~ 100.00% (基本周期基準)
- 立ち下がり時間 (TE)
 

振幅がピーク値の 90% から 10% まで立ち下がる時間です。  
可変範囲: 0.00% ~ 100.00% (基本周期基準)
- デューティ (Duty)
 

振幅がピーク値の 50% 以上になるパルス幅デューティです。  
可変範囲: 0.00% ~ 100.00%



ピーク値は + FS に固定されています。

■波形例

極性, 振幅範囲は総て Normal (正転), 0/ + FS です。

LE=10 TE=20 Duty=40	LE=30 TE=5 Duty=60	LE=10 TE=10 Duty=20	LE=10 TE=0 Duty=70

■備考

次式の関係を満たしていないと, 所定の波形になりません。

$$(LE + TE) \cdot 0.85 \leq Duty \leq 100 - (LE + TE) \cdot 0.85$$

## c) 底面基準ランプ波 (Bottom Referenced Ramp)

## ■概説

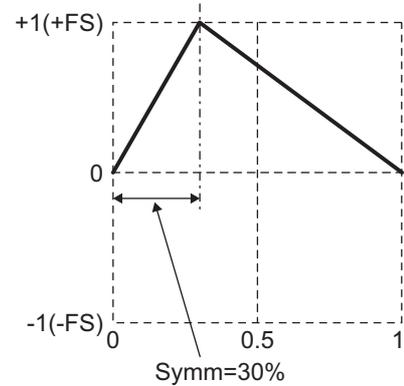
底面レベルを基準とするランプ波です。

## ■各パラメタの意味

振幅範囲が  $0/+FS$  の場合の例で示します。

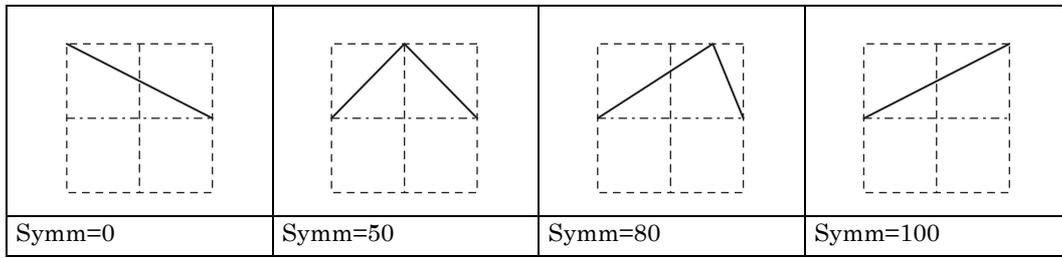
- ・シンメトリ (Symm)  
立ち上がり部分の比率です。  
可変範囲 : 0.00% ~ 100.00%

ピーク値は  $+FS$  に固定されています。



## ■波形例

極性, 振幅範囲は総て Normal (正転),  $0/+FS$  です。



## ■備考

シンメトリが 0% の場合を除いて, 位相ゼロ度は, 底面レベルに固定されています。

一方, 標準波形のランプ波では, 位相ゼロ度は, 振幅のゼロ中心位置に固定されています。

☞ 基本編「4.4.16 ランプ波のシンメトリを設定するには」

## 2. 任意波形を作成するには

### 2.1 基本的な事柄

任意波形を作成する方法には、主に次の2通りがあります。

- 附属の任意波形作成ソフトウェアを使って PC 上で作成する。
- パネル面から波形データを入力する。

ここでは、本体パネル面の操作で任意波形を作成する方法について説明します。  
その前に、この製品の任意波形についていくつかの点を理解しておく必要があります。

#### ■ 2種類のデータフォーマット

この製品の任意波形のデータには次の2種類があります。

##### • 配列形式

波形メモリのアドレスに対応したデータ列そのものです。

オシロスコープで取り込んだ波形をそのまま任意波形とするような場合です。

オシロスコープで取り込んだ波形は、附属の任意波形作成ソフトウェアを使って、この製品に転送することができます。

配列形式のデータはパネル面から作成・編集することはできません。

配列形式の波形長は、4K ~ 512K ワードです ( $2^n$ ,  $n=12 \sim 19$ )。

##### • 制御点形式

指定の点（制御点）の間を直線補間して波形を生成します。

個々のメモリアドレスのデータ値を直接指定することはできません。

比較的単純な任意波形なら、パネル面から手作業で作成・編集することができます。

制御点形式の制御点数は、2 ~ 10,000 点です。

作成する波形の時間軸方向は1周期を0 ~ 1に、振幅方向は±1（波形メモリの±FSに相当）に固定されています。

#### ■ 任意波形の保存場所

任意波形のデータの保存場所は、次の2つがあります（512K ワード長の出力波形メモリとは別です）。各メモリは、FG420 では2チャンネル共用です。

##### • 保存用メモリ

任意波形を保存しておくための不揮発性メモリです。

最大128波、総量4Mワード（8192Kバイト）の任意波形を保存することができます。

配列形式、制御点形式のいずれでも保存することができます。

保存に必要なメモリ容量については、☞ P.32

##### • エディットメモリ

制御点形式の任意波形を作成するための揮発性メモリです。制御点の個数は、2 ~ 10,000 点まで変えることができます。

パネル面から任意波形を作成・編集するときは、このエディットメモリ上のデータを操作することになります。エディットメモリ上で扱える波形は、ひとつのみです。

#### ■ 出力する任意波形の選択

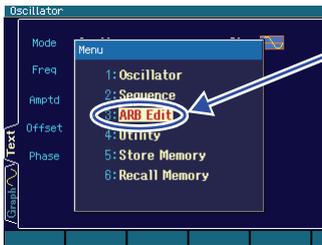
Oscillator 設定画面で、出力波形に任意波形を選択すると、保存されている任意波形の中から出力する波形を選択することができます。このとき選択できる波形は、上記の保存用メモリに保存されている波形のいずれか、またはエディットメモリに入っている波形です。

選択した波形は、最大 512K ワード長の出力波形メモリに書き込まれます。

エディットメモリを出力波形に選択しているときは、作成・編集中の波形がそのまま出力に現れます。

## 2.2 任意波形の作成・編集画面の表示手順と画面の概要

任意波形の作成・編集は、ARB Edit 画面で行います。



トップメニューで [ARB Edit] を選択し、ENTER キーを押します

1. MENU キー (MENU) を押すとトップメニューのウィンドウが開きます。そこで [ARB Edit] を選択し、ENTER キー (ENTER) を押してください。これで、ARB Edit 画面が開きます。

2. ARB Edit 画面には、2 種類の表示フォーマットがあります。

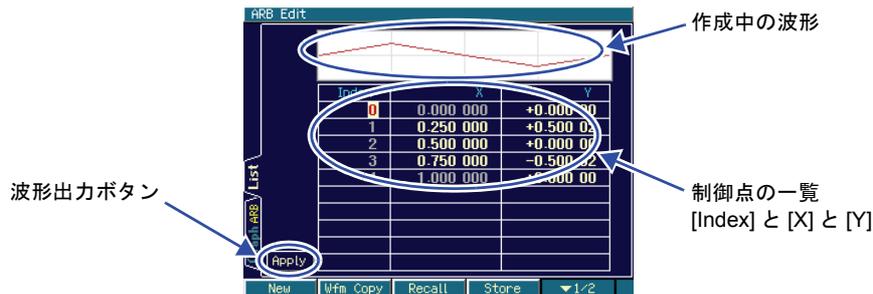
値が並んで表示されるリスト表示と、グラフ表示です。画面左端のタブで切り換えることができます。

[Index] は制御点の番号で、先頭が 0 です。先頭は  $X=0.000000$  に固定されています。また、末尾は  $X=1.000000$  に固定され、先頭と末尾の Y 値は同一値になります (同一の点です)。

出力波形がエディットメモリの任意波形に設定されている場合は、作成中の波形がそのまま出力に現れます。他の波形に設定されている場合は、[Apply] ボタンを選択して ENTER キー (ENTER) を押すと、出力波形の設定がエディットメモリの任意波形になり、作成中の波形が出力されます。

### ■ リスト表示

リスト表示では、作成中の波形と制御点の一覧が表示されます。各制御点の X 値と Y 値を設定して波形の形を作ります。

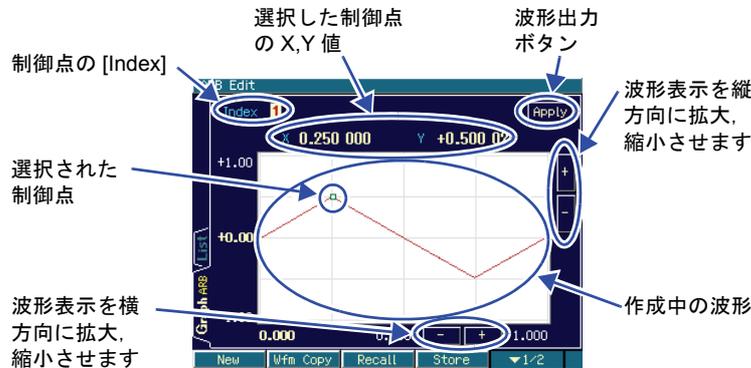


### ■グラフ表示

グラフ表示では、作成中の波形が大きく表示されます。選択したひとつの制御点の X 値と Y 値が表示されます。

リスト表示同様に、各制御点の X 値と Y 値を設定して波形の形を作ります。

波形表示は、横軸、縦軸共、選択した制御点を中心に拡大することができます。



### ■ソフトキー

1 段目（右端に [ ▼ 1/2 ] と表示されています）

[New] : エディットメモリをクリアし、初期状態にします。

[Wfm Copy] : 標準波形をエディットメモリにコピーします。

[Recall] : 既に保存されている制御点形式の任意波形をエディットメモリにコピーします。

[Store] : エディットメモリ上の波形を保存します。

2 段目（右端に [ ▼ 2/2 ] と表示されています）

[Index -1] : [Index] の値をひとつ減らします。

[Index +1] : [Index] の値をひとつ増やします。

[Delete] : 選択された制御点を削除します。

[Insert] : 選択された制御点とそのひとつ前の制御点の間の中央に、新たな制御点を挿入します。

## 2.3 新しく任意波形を作るには

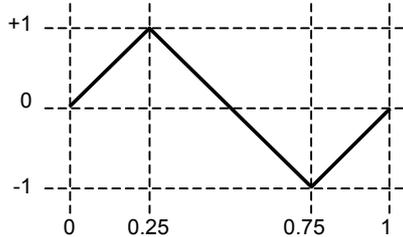
新しく任意波形を作る方法は、次の 3 通りがあります。

- 全く新規に作成する  
まず、ソフトキー [New] を押して、エディットメモリをクリアします。それから、制御点の入力を行います。次の項で作成例を説明します。
- 標準波形を元にして、それを修正して作成する  
まず、ソフトキー [Wfm Copy] を押して、標準波形をエディットメモリにコピーします。それから、制御点の修正を行います。制御点の操作方法は、全く新規に作成する場合と同じです。  
ただし、標準波形のノイズ、DC はコピーすることができません。また、方形波、パルス波は、デューティを維持した理想的な方形波としてコピーされます。
- 保存されている任意波形を元にして、それを修正して作成する  
まず、ソフトキー [Recall] を押して、保存されている制御点形式の任意波形をエディットメモリにコピーします。それから、各制御点の修正を行います。制御点の操作方法は、全く新規に作成する場合と同じです。

## 2.4 簡単な任意波形の作成例

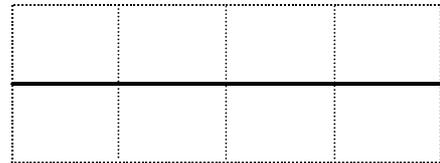
ここでは、簡単な任意波形を実際に作成してみます。リスト形式の表示で説明します。

作成する任意波形は、次のような三角波です。この波形の制御点数は 3 点ですが、ここでは、制御点数を最初 2 点から始め、途中で追加して 3 点に増やします。



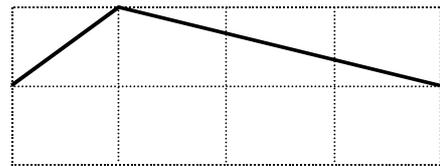
1. ソフトキー [New] を押し、制御点数を 2 に設定すると、次のような設定になります。

Index	X	Y
0	0.000000	+0.00000
1	0.500000	+0.00000
2	1.000000	+0.00000



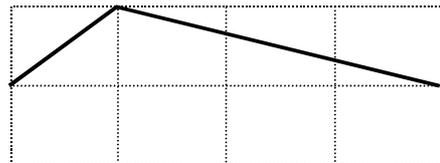
2. Index=1 の設定を、X=0.25, Y=+1 に変更します。

Index	X	Y
0	0.000000	+0.00000
1	0.250000	+1.00000
2	1.000000	+0.00000



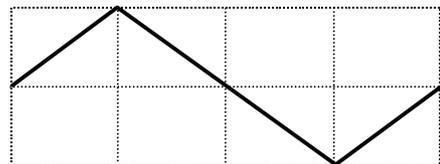
3. 末尾の行 (Index=2, X=1) の Y 値の欄を選択し、ソフトキー [Insert] を押します。新たに、X=0.625000, Y=+0.49998 の制御点が作られます。Y の値は  $\pm 32767$  を  $\pm 1$  とする 16 ビット分解能で丸められた値が表示されます。

Index	X	Y
0	0.000000	+0.00000
1	0.250000	+1.00000
2	0.625000	+0.49998
3	1.000000	+0.00000



4. Index=2 の設定を、X=0.75, Y=-1 に変更します。これで完成です。

Index	X	Y
0	0.000000	+0.00000
1	0.250000	+1.00000
2	0.750000	-1.00000
3	1.000000	+0.00000



### ✓ Check

- ・X 値は、その前後の制御点に挟まれた範囲を超えて変更することはできません。
- ・Y 値は 16 ビット分解能で丸められた値になります。
- ・Y 値をステップ状に変化させたい場合は、隣り合う X 値の変化幅を最小の 0.000001 に設定してください。

## 2.5 作った任意波形を出力するには

画面上の [Apply] ボタン (FG420 では, CH 別) を選択して, ENTER キーを押してください。  
出力波形の設定がエディットメモリの任意波形になり, 作成中の波形が出力されます。  
出力波形がエディットメモリの任意波形に設定されている場合は, 作成中の波形がそのまま出力に現れます。

## 2.6 作った任意波形を保存するには

ソフトキー [Store] を押すと, 保存のためのウインドウが開きます。1 ~ 128 の間の適当なメモリ番号を選択し, 保存操作を行ってください。波形に名前を付けることもできます。

## 2.7 任意波形の保存に必要なメモリ容量を知るには

不揮発性メモリに保存できる最大容量は, 最大 128 波形または最大 4M ワード(8192K バイト)です。  
配列形式, 制御点形式それぞれを保存するときに必要なメモリ容量は, 次式で求められる K バイト数になります。

配列形式 :  $(2 \times \text{波形長 (ワード)} + 768) / 1024$  (小数点以下切上げ)

制御点形式 :  $(8 \times \text{制御点数} + 768) / 1024$  (小数点以下切上げ)

配列形式の任意波形の保存に必要なメモリ容量を次表に示します。

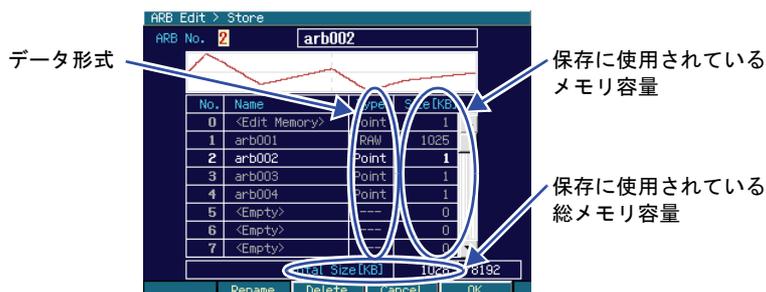
波形サイズ	4KW	8KW	16KW	32KW	64KW	128KW	256KW	512KW
保存に必要なメモリ容量	9KB	17KB	33KB	65KB	129KB	257KB	513KB	1025KB

制御点形式の任意波形の保存に必要なメモリ容量の例を次表に示します。

制御点数	2	10	100	300	1,000	2,000	5,000	10,000
保存に必要なメモリ容量	1KB	1KB	2KB	4KB	9KB	17KB	40KB	79KB

任意波の選択画面 (呼び出し, 保存時も共通です) では, 波形の番号 [No.] と名前 [Name] の他に次の項目が表示されています。

- データ形式 [Type] : 配列形式の波形は [RAW], 制御点形式の波形は [Point] と表示されています。0 番のエディットメモリは制御点形式なので, [Point] と表示されています。
- 保存メモリ容量 [Size] : 1 ~ 128 番の任意波については, 保存に使用されているメモリ容量が K バイト単位で表示されています。0 番のエディットメモリについては, 保存した場合に必要なメモリ容量が K バイト単位で表示されています。
- 総保存メモリ容量 [Total Size] : 1 ~ 128 番の任意波の保存に現在使用されている総メモリ容量が K バイト単位で表示されています。0 番のエディットメモリのサイズは総容量には含まれません。



## 3. 2チャンネル器の便利な使い方（FG420のみ）

2チャンネル器であるFG420は、各チャンネルをそれぞれ独立した2つの発振器としても使用できますが、設定や動作を連動させて使用することもできます。

2チャンネル器特有の機能として次のものがあります。

- パラメタコピー機能

片方のチャンネルの設定をもう一方のチャンネルにコピーすることができます。  
または、各チャンネルの設定を入れ換えることができます。☞ P.34

- 2チャンネル同値設定機能

振幅やDCオフセットなどの各種値を2チャンネル同じ値に設定することができます。出力オン／オフ操作などもいっしょに行うことができます。☞ P.36

- 位相同期機能

各チャンネルの発振位相を初期化することができます。2チャンネル独立動作で連続発振モードのときに使用します。☞ P.37

- 2チャンネル連動 2相機能

同一周波数と同期関係を維持することができます。周波数変調、周波数スイープ時も同一周波数と同期関係を維持するよう制御されます。☞ P.38

- 2チャンネル連動 周波数差一定機能

周波数差を一定に保ったまま、周波数を変えることができます。周波数変調、周波数スイープ時も周波数差を維持するよう制御されます。☞ P.40

- 2チャンネル連動 周波数比一定機能

周波数比と同期関係を一定に保ったまま、周波数を変えることができます。周波数変調、周波数スイープ時も周波数比を維持するよう制御されます。☞ P.42

- 2チャンネル連動 差動出力機能

同一周波数、振幅、DCオフセットで逆相波形を出力することができます。変調、スイープ時も逆相波形を維持するよう制御されます。☞ P.44

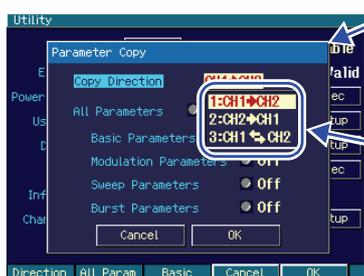
### 3.1 チャンネル間で設定をコピーするには

チャンネル間の設定のコピーは Utility 画面で行います。



Utility 画面で [Parameter Copy] を選択し、ENTER キーを押しします

1. Utility 画面で [Parameter Copy] を選択し、ENTER キー **ENTER** を押しします。



パラメタコピーのウィンドウが開きます

コピー方向を選択します

2. パラメタコピーのウィンドウが開きますので、[Copy Direction] 欄を選択し、ENTER キー **ENTER** を押しします。コピー方向の選択肢リストが開きます。コピー方向は、CH1 から CH2 へ [CH1 ⇒ CH2]、CH2 から CH1 へ [CH2 ⇒ CH1]、CH1 と CH2 の入れ換え [CH1 ⇔ CH2] の 3 通りから選べます。希望の方向を選択し、ENTER キー **ENTER** を押しします。

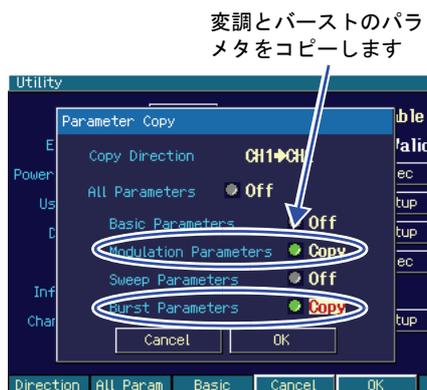
3. 次に、コピーするパラメタの種類を選択します。

コピーするパラメタの種類は、総てのパラメタ [All Parameters] とするか、個々の発振モードのパラメタから選択します。個々の発振モードのパラメタには、連続発振モードのパラメタ [Basic Parameters]、変調発振モードのパラメタ [Modulation Parameters]、スイープ発振モードのパラメタ [Sweep Parameters]、バースト発振モードのパラメタ [Burst Parameters] の 4 種類があります。

希望のパラメタの種類を選び、ENTER キー **ENTER** を押しすると、コピー対象に設定され、[Copy] と表示されます。もう一度、ENTER キー **ENTER** を押しすると、コピー対象から外され、[Off] と表示されます。



総てのパラメタをコピーします



変調とバーストのパラメタをコピーします



[OK] を選択し  
ENTER キーを押すと  
コピーが行われます

4. 以上の設定が終わったら、ウインドウ下部の [OK] を選択し、ENTER キー  を押します。コピーが実行されます。

コピーを行わない場合は、ウインドウ下部の [Cancel] を選択して ENTER キー  を押すか、または CANCEL キー  を押します。

#### ■ 備考

[Basic Parameters], [Modulation Parameters], [Sweep Parameters], [Burst Parameters] を総てコピーしても、[All Parameters] のコピーとは同じにはなりません。

以下の項目は、[All Parameters] のコピーのときのみコピーされます。

- 出力オン / オフ状態
- 発振モード
- 外部加算設定
- ユーザ単位定義
- 起動時出力オン / オフ設定
- 総ての波形の波形パラメタ設定（[Basic Parameters] のコピーでは、現在コピー元で使用中の波形についてのみ、波形パラメタ設定がコピーされます）
- 振幅 / DC オフセット設定かハイレベル / ローレベル設定か

## 3.2 2チャンネルに同じ設定を行うには

### ■手順と動作

まず、Utility 画面で 2 チャンネル同値設定機能をオンに設定します。

次に、同じ設定を行いたい項目の設定を行います。片方のチャンネルに対して設定を行うと、他方のチャンネルの同じ項目が同じ設定になります。周波数、位相、振幅、DC オフセットの他、発振モード、波形などにも適用されます。また、出力オン/オフ、バーストのトリガ、スweepの開始/停止操作などにも適用されます。

2 チャンネル同値設定機能をオフに戻すまで、この機能は有効です。

### ■2チャンネル同値設定機能をオン/オフするには

2 チャンネル同値設定機能のオン/オフは Utility 画面で行います。

Utility 画面で [Both] を選択し、ENTER キー **ENTER** を押すと、[Off] から [On] に切り換わります。これで 2 チャンネル同値設定機能がオンになります。

[Off] に戻すときは、もう一度 ENTER キー **ENTER** を押してください。



Utility 画面以外では、CH1/CH2 キーを 2 秒以上押すことによって、オン/オフを切り換えることができます。

### 3.3 チャンネル間で位相同期を行うには

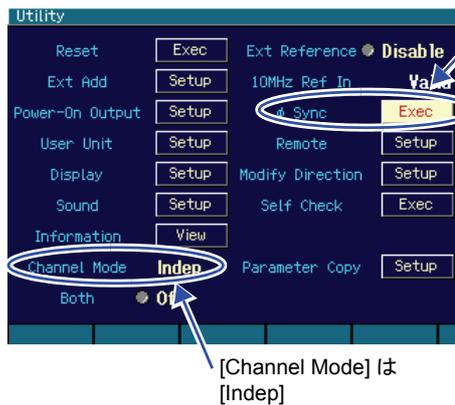
2チャンネル同値設定機能によって、周波数、位相を同じ値に設定しても、二つのチャンネルの出力波形の位相関係はその都度変わります。位相を揃えるためには、位相同期操作が必要です。

この同期操作は、2チャンネル独立動作（チャンネルモード設定が独立 [Indep]）のときに使用するためのものです。

常に同一周波数または周波数比を保ち、位相同期状態を必要とする場合は、2チャンネル連動機能を使用してください。☞ P.38, P.42

複数台同期については、☞ P.45。

#### ■同期操作を行うには



まず、チャンネルモードを独立にし、両チャンネルの周波数設定を同じにしてください。

同期操作は Utility 画面で行います。Utility 画面で [φ Sync] を選択し、ENTER キー (ENTER) を押します。これで、位相同期が実行されます。このとき、両チャンネル共、発振を一旦停止しますので、位相は一時的に不連続になります。

#### ■同期操作後の位相関係

同期操作によって、各チャンネルの発振位相が初期化されます。出力波形の位相差は、各チャンネルの位相設定の差になります。

同期操作を行っても、その後、周波数を変更すると、同期関係は失われます。必要ならその都度、同期操作を行ってください。

#### ■動作の制約

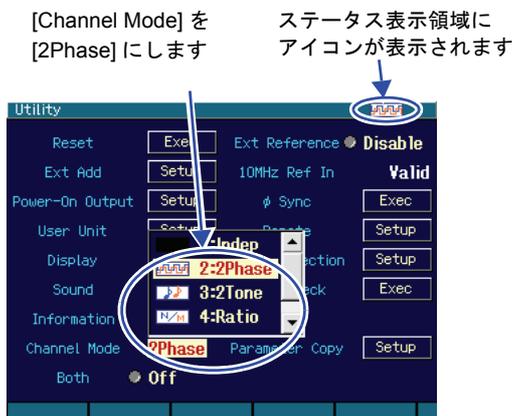
同期操作には次表に示す制約があります。同期操作は、2チャンネル独立動作のときに使用します。無効の場合でも、同期操作の行くと両チャンネル共、発振を一旦停止します。

項目	制約内容
波形	ノイズ、DC には無効です
変調発振モード	FM, FSK には無効です
スイープ発振モード	周波数スイープには無効です。ゲーテッド単発スイープには無効です。
バースト発振モード	無効です
シーケンス発振モード	使用できません

### 3.4 両チャンネルの周波数を同じ値に保つには (2チャンネル連動 2相)

チャンネルモードが2相 [2Phase] のときは、両チャンネルの周波数を同じ値に保ったまま、同期関係を維持しながら、周波数を変えることができます。チャンネル1の周波数変更に関連してチャンネル2の周波数が自動的に変更されます。周波数変調、周波数スイープ時も連動します。ただし、バースト発振、ゲーテッド単発スイープは行えません。

#### ■ 2チャンネル連動の選択は



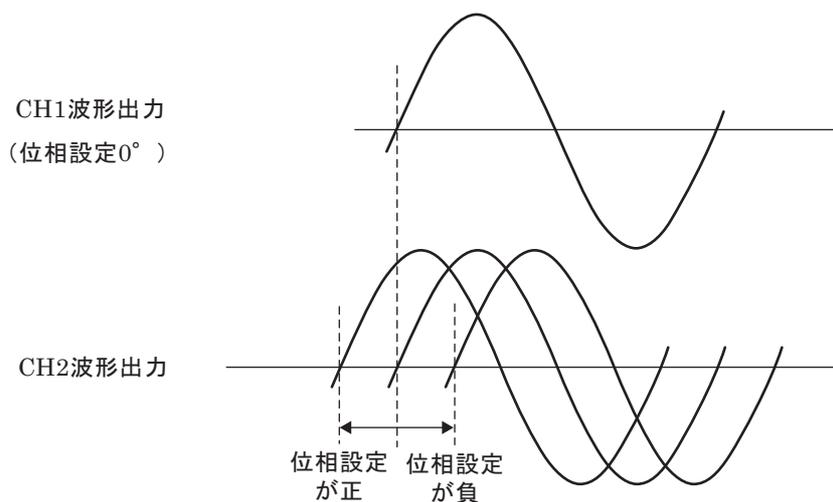
Utility 画面でチャンネルモード [Channel Mode] を、2相 [2Phase] に設定します (通常は独立 [Indep] になっています)。これで、2相発振になります。

両チャンネルの周波数は等しくなり、自動的に位同期が行われます。周波数を変更しても同期関係は保たれます。周波数変調、周波数スイープ中も同一周波数と同期関係が保たれるよう制御されます。2相発振では、チャンネル1のみ、周波数に関わる設定を行うことができます。

#### ■ チャンネル間の位相差を変えるには

Oscillator 設定画面で、各チャンネル別に位相を設定できます。チャンネル間の位相は、各位相設定の差になります。

通常は、位相の基準とするチャンネル、例えばチャンネル1の位相を  $0^\circ$  に設定し、チャンネル2の位相設定のみを変更します。このとき、チャンネル2の位相設定が、チャンネル1を基準としたチャンネル2の位相になります。次図のように、チャンネル2の位相設定が正ならば、チャンネル2はチャンネル1より先行し、負ならばチャンネル1より遅れます。



### ■動作の制約

同一周波数と同期関係を維持するために、次表に示す制約があります。

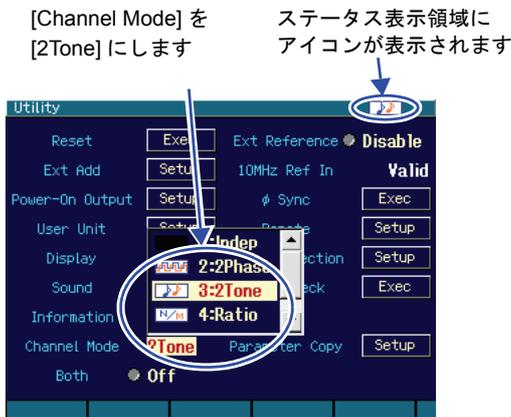
項目		制約内容
波形		ノイズ, DC は使用できません
変調発振モード	FM	両 CH 共 FM。ピーク偏差共通。 変調源は内部のみ。内部変調波形, 内部変調周波数共通。
	FSK	両 CH 共 FSK。ホップ周波数共通。 変調源は内部のみ。内部変調周波数共通。
	PM	両 CH 共 PM。変調設定は各 CH 独立。
	PSK	両 CH 共 PSK。変調設定は各 CH 独立。
	AM	両 CH 共 AM。変調設定は各 CH 独立。
	DC オフセット変調	両 CH 共 DC オフセット変調。変調設定は各 CH 独立。
	PWM	両 CH 共 PWM。変調設定は各 CH 独立。
スイープ発振モード	周波数スイープ	両 CH 共周波数スイープ。 スイープファンクション, スイープ範囲, スイープ時間, スイープモード共通。 ゲーテッド単発スイープ不可。 単発スイープ時のトリガ源, スイープ用内部トリガ発振器共通。外部トリガ源は CH1 側のみ有効。
	位相スイープ	両 CH 共位相スイープ。スイープ設定は各 CH 独立。
	振幅スイープ	両 CH 共振幅スイープ。スイープ設定は各 CH 独立。
	DC オフセットスイープ	両 CH 共 DC オフセットスイープ。スイープ設定は各 CH 独立。
	デューティスイープ	両 CH デューティスイープ。スイープ設定は各 CH 独立。
バースト発振モード		使用できません
シーケンス発振モード		使用できません

変調, スイープ時は, 両チャンネルが同じタイプの変調, スイープになります。他方のチャンネルが変調 (FM, FSK 以外), スイープ (周波数スイープ以外) を必要としない場合は, そのチャンネルの変調幅, スイープ幅をゼロに設定して使用してください。

### 3.5 周波数の差を一定に保つには (2チャンネル連動 ツートーン)

チャンネルモードがツートーン [2Tone] のときは、両チャンネルの周波数差を一定に保ったまま、周波数を変えることができます。チャンネル 1 の周波数変更に連動してチャンネル 2 の周波数が自動的に変更されます。周波数変調、周波数スイープ時も連動します。ただし、バースト発振、ゲーテッド単発スイープは行えません。

#### ■ 2チャンネル連動の選択は



Utility 画面でチャンネルモード [Channel Mode] を、ツートーン [2Tone] に設定します (通常は独立 [Indep] になっています)。これで、周波数差一定発振になります。

両チャンネルの周波数差が一定に保たれます。周波数変調、周波数スイープ中も周波数差が一定に保たれるよう制御されます。周波数差一定発振では、チャンネル 2 の周波数を直接設定することはできません。

#### ■ 周波数差を設定するには



Oscillator 画面で、チャンネル 2 の [ΔFreq] で周波数差を設定します。チャンネル 2 の周波数は、チャンネル 1 の周波数に、この周波数差を足した値になります。

### ■動作の制約

周波数差を維持するために、次表に示す制約があります。

項目		制約内容
波形		ノイズ, DC は使用できません
変調発振モード	FM	両 CH 共 FM。ピーク偏差共通。 変調源は内部のみ。内部変調波形, 内部変調周波数共通。
	FSK	両 CH 共 FSK。ホップ周波数は周波数差に従う。 変調源は内部のみ。内部変調周波数共通。
	PM	両 CH 共 PM。変調設定は各 CH 独立。
	PSK	両 CH 共 PSK。変調設定は各 CH 独立。
	AM	両 CH 共 AM。変調設定は各 CH 独立。
	DC オフセット変調	両 CH 共 DC オフセット変調。変調設定は各 CH 独立。
	PWM	両 CH 共 PWM。変調設定は各 CH 独立。
スイープ発振モード	周波数スイープ	両 CH 共周波数スイープ。 スイープ範囲は周波数差に従う。 スイープファンクション, スイープ時間, スイープモード共通。 ゲーテッド単発スイープ不可。 単発スイープ時のトリガ源, スイープ用内部トリガ発振器共通。外部トリガ源は CH1 側のみ有効。
	位相スイープ	両 CH 共位相スイープ。スイープ設定は各 CH 独立。
	振幅スイープ	両 CH 共振幅スイープ。スイープ設定は各 CH 独立。
	DC オフセットスイープ	両 CH 共 DC オフセットスイープ。スイープ設定は各 CH 独立。
	デューティスイープ	両 CH デューティスイープ。スイープ設定は各 CH 独立。
バースト発振モード		使用できません
シーケンス発振モード		使用できません

変調, スイープ時は, 両チャンネルが同じタイプの変調, スイープになります。他方のチャンネルが変調 (FM, FSK 以外), スイープ (周波数スイープ以外) を必要としない場合は, そのチャンネルの変調幅, スイープ幅をゼロに設定して使用してください。

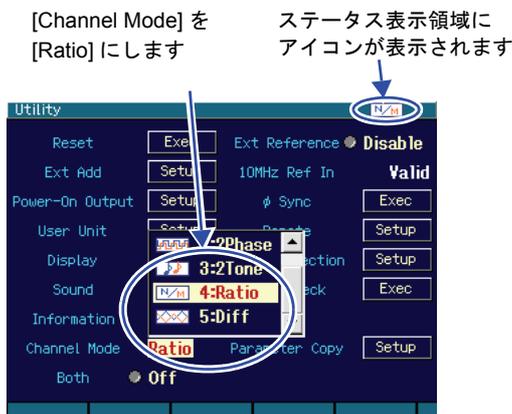
FSK におけるホップ周波数の周波数差は, ホップ周波数の設定分解能に制約されます。

周波数スイープで対数スイープを選んだ場合, チャンネル 1 は対数スイープを行いますが, チャンネル 2 は周波数差一定で追従しますので, 対数スイープにはなりません。

### 3.6 周波数の比を一定に保つには (2チャンネル連動 レシオ)

チャンネルモードがレシオ [Ratio] のときは、両チャンネルの周波数比を一定に保ったまま、周波数を変えることができます。チャンネル1の周波数変更に関連してチャンネル2の周波数が自動的に変更されます。周波数変調、周波数スイープ時も連動します。ただし、バースト発振、ゲーテッド単発スイープは行えません。

#### ■ 2チャンネル連動の選択は



Utility 画面でチャンネルモード [Channel Mode] を、レシオ [Ratio] に設定します (通常は独立 [Indep] になっています)。これで、周波数比一定発振になります。

両チャンネルの周波数比が一定に保たれます。周波数変調、周波数スイープ中も周波数比が一定に保たれるよう制御されます。周波数比一定発振では、チャンネル2の周波数を直接設定することはできません。

#### ■ 周波数比を設定するには



Oscillator 画面で、チャンネル2の [Ratio(N)], [Ratio(M)] で周波数比を設定します。チャンネル2の周波数:チャンネル1の周波数が、N:Mになります。周波数比を変更すると、両チャンネル共、発振を一旦停止しますので、位相は一時的に不連続になります。

### ■動作の制約

周波数比を維持するために、次表に示す制約があります。

項目		制約内容
波形		ノイズ, DC は使用できません
変調発振モード	FM	両 CH 共 FM。ピーク偏差は周波数比に従う。 変調源は内部のみ。内部変調波形, 内部変調周波数共通。
	FSK	両 CH 共 FSK。ホップ周波数は周波数比に従う。 変調源は内部のみ。内部変調周波数共通。
	PM	両 CH 共 PM。変調設定は各 CH 独立。
	PSK	両 CH 共 PSK。変調設定は各 CH 独立。
	AM	両 CH 共 AM。変調設定は各 CH 独立。
	DC オフセット変調	両 CH 共 DC オフセット変調。変調設定は各 CH 独立。
	PWM	両 CH 共 PWM。変調設定は各 CH 独立。
スイープ発振モード	周波数スイープ	両 CH 共周波数スイープ。 スイープ範囲は周波数比に従う。 スイープファンクション, スイープ時間, スイープモード共通。 ゲーテッド単発スイープ不可。 単発スイープ時のトリガ源, スイープ用内部トリガ発振器共通。外部トリガ源は CH1 側のみ有効。
	位相スイープ	両 CH 共位相スイープ。スイープ設定は各 CH 独立。
	振幅スイープ	両 CH 共振幅スイープ。スイープ設定は各 CH 独立。
	DC オフセットスイープ	両 CH 共 DC オフセットスイープ。スイープ設定は各 CH 独立。
	デューティスイープ	両 CH デューティスイープ。スイープ設定は各 CH 独立。
バースト発振モード		使用できません
シーケンス発振モード		使用できません

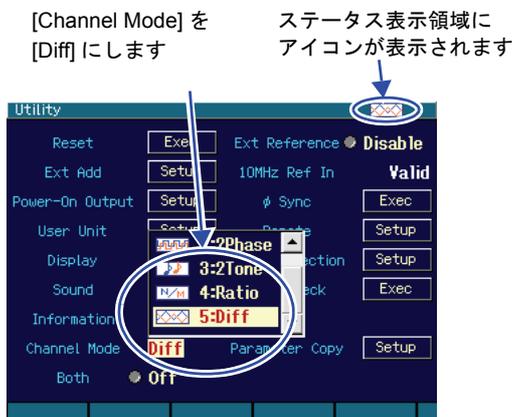
変調, スイープ時は, 両チャンネルが同じタイプの変調, スイープになります。他方のチャンネルが変調 (FM, FSK 以外), スイープ (周波数スイープ以外) を必要としない場合は, そのチャンネルの変調幅, スイープ幅をゼロに設定して使用してください。

FM におけるピーク偏差および FSK におけるホップ周波数の周波数比は, それぞれの周波数設定分解能に制約されます。

### 3.7 差動出力を得るには (2 チャネル連動 差動)

チャネルモードが差動 [Diff] のときは、両チャネルが差動出力を保ったまま、設定を変えることができます。チャネル 1 の設定変更連動してチャネル 2 の設定が自動的に変更されます。各種変調、スイープ時も連動します。ただし、バースト発振、ゲーテッド単発スイープは行えません。

#### ■ 2 チャネル連動の選択は



Utility 画面でチャネルモード [Channel Mode] を、差動 [Diff] に設定します (通常は独立 [Indep] になっています)。これで、差動出力発振になります。

両チャネルの周波数、位相、振幅、DC オフセット設定は等しくなり、逆相波形を出力します。各種設定を変更しても差動出力関係は保たれます。各種変調、各種スイープ中も差動出力関係が保たれるよう制御されます。差動出力発振では、チャネル 1 のみ、設定を行うことができます (1 チャネルの発振器として振舞います)。

#### ■ 動作の制約

差動出力を維持するために、次表に示す制約があります。

項目	制約内容
波形	ノイズ、DC は使用できません
変調発振モード	変調源は内部のみ
スイープ発振モード	ゲーテッド単発スイープ不可。外部トリガ源は CH1 側のみ有効。
バースト発振モード	使用できません
シーケンス発振モード	使用できません
外部加算	使用できません

#### ✓ Check

出力の DC オフセットは、両チャネル、同一値、同極性です。AC 分については差動出力になりますが、DC 分については、差動出力にはなりません。

## 4. 複数台を同期させるには

複数台の FG410、FG420 を同期させると、最大で 12 相発振器（FG420 が 6 台のとき）を構成することができます。各相は独立して位相や振幅を変えることができます。

周波数は全器、全チャンネル共通の値に設定してください。

### 4.1 接続方法は

同期の基準となる FG410 または FG420 をマスター器と呼びます。その他の FG410 または FG420 をスレーブ器と呼びます。

#### ■使用するコネクタ

背面パネルの外部 10MHz 周波数基準入力（10MHz REF IN）と周波数基準出力（REF OUT）を使用します。

#### ■接続に使うケーブル

ケーブルの種類：特性インピーダンス 50Ω の BNC コネクタ付き同軸ケーブル（RG-58A/U 等）  
ケーブル長の制限：機器間 1m 以下、総延長 3m 以下

#### ■接続方法

2 通りの接続方法（接続方法 1 と接続方法 2）があります。

台数が多い場合は、接続方法 1 の方が、スレーブ器間の時間差を小さくできます。ただし、同軸ケーブルの他に、T 型ディバイダ、50Ω 終端抵抗器が必要です。

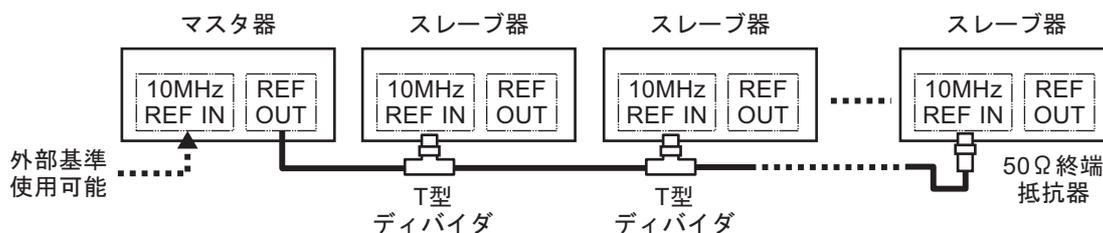
接続方法 2 は、同軸ケーブルだけで接続できますので簡単です。ただし、スレーブ器間の時間差が接続方法 1 よりも大きくなります。また、最大接続台数も接続方法 1 より少なくなります。マスター器の周波数基準は、内蔵の水晶発振器または、外部の 10MHz クロックのいずれでも使用できます。外部の 10MHz を基準として使用すると、スレーブ器の周波数も外部の基準と同じ確度になります。

#### • 接続方法 1

マスター器の基準出力をスレーブ器の基準入力に T 型ディバイダを用いて並列に接続します。末端のスレーブ器の基準入力には、50Ω の終端抵抗器を使用します。

スレーブ器間の時間差は接続ケーブル長（約 6ns/m）に依存します。

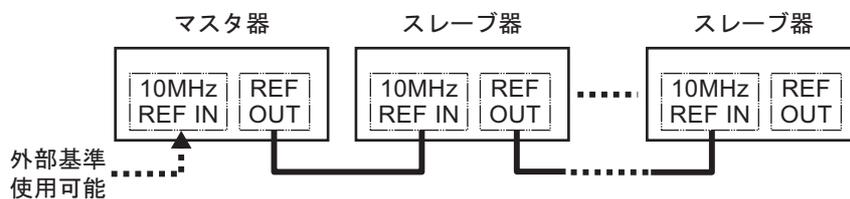
マスター器、スレーブ器を合わせて、最大 6 台を接続することができます。



- **接続方法 2**

マスター器、スレーブ器の基準出力を次段のスレーブ器の基準入力に接続します。  
スレーブ器間の時間差は機器内部の遅延（約 25ns）と接続ケーブル長（約 6ns/m）に依存します。

マスター器、スレーブ器を合わせて、最大 4 台を接続することができます。



## 4.2 同期操作を行うには

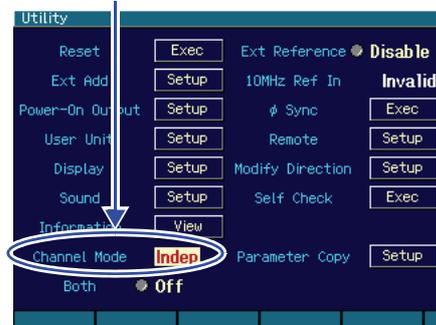
### ■同期操作を行う前に

マスター器とスレーブ器の接続が終わったら、次のように設定します。

#### マスター器

- 2チャンネル独立動作または2相動作 (Utility画面でチャンネルモード設定が独立 [Indep] または [2Phase]) にします (FG420のみ)。
- マスター器の周波数基準を外部とする場合は、外部周波数基準を有効に設定します (Utility画面で外部基準を [Enable] に設定します)。 P.49
- 各チャンネルの周波数を複数台同期動作で使用する周波数 (全器、全チャンネル共通) に設定します。

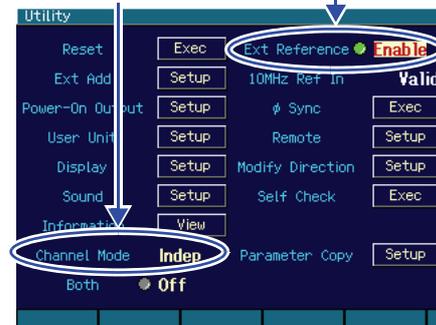
[Channel Mode] は [Indep] または [2Phase] に設定 (FG420のみ)



#### スレーブ器

- 2チャンネル独立動作または2相動作 (Utility画面でチャンネルモード設定が独立 [Indep] または [2Phase]) にします (FG420のみ)。
- 外部周波数基準を有効に設定します (Utility画面で外部基準を [Enable] に設定します)。
- 各チャンネルの周波数を複数台同期動作で使用する周波数 (全器、全チャンネル共通) に設定します。

[Channel Mode] は [Indep] または [2Phase] に設定 [Ext Reference] は [Enable] に設定 (FG420のみ)



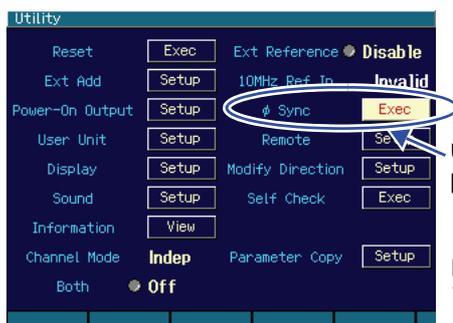
総てのスレーブ器が、外部周波数基準で動作していることを確認してください。画面上部のステータス表示領域に [Ref] アイコンが点滅せずに表示されていれば、外部周波数基準で動作しています。

外部周波数基準で動作していれば、[Ref] アイコンが点滅せずに表示されます



### ■同期操作を行うには

同期操作は、マスタ器で行います。



Utility画面で [φ Sync] を選択し、ENTERキーを押すと、位相同期が行われます

同期操作はマスタ器のUtility画面で行います。

Utility画面で [φ Sync] を選択し、ENTERキー [ENTER] を押します。

これで、位相同期が実行されます。

このとき、総てのチャンネルが、発振を一旦停止しますので、位相は一時的に不連続になります。

位相同期が行われると、各器にメッセージが表示されます。

### ■同期操作後の位相関係

同期操作によって、各チャンネルの発振位相が初期化されます。出力波形の位相差は、各チャンネルの位相設定の差になります。

同期操作を行っても、その後、周波数を変更すると、同期関係は失われます。同期関係が失われても、何もメッセージは表示されません。必要ならその都度、同期操作を行ってください。

マスタ器とスレーブ器、スレーブ器同士を接続しているケーブルを外すと同期関係は失われます。また、チャンネルモード、外部周波数基準の設定を変更しても同期関係は失われます。

### ■動作の制約

同期操作には次表に示す制約があります。無効の場合でも、同期操作を行うと全チャンネルが発振を一旦停止します。

項目	制約内容
波形	ノイズ、DC には無効です
変調発振モード	FM, FSK には無効です
スイープ発振モード	周波数スイープには無効です。ゲーテッド単発スイープには無効です。
バースト発振モード	無効です
シーケンス発振モード	使用できません

# 5. 外部周波数基準を使うには

## 5.1 外部周波数基準を使う目的

この製品は内蔵された水晶発振器を周波数の基準にしていますが、外部の 10MHz クロックを周波数の基準とすることもできます。

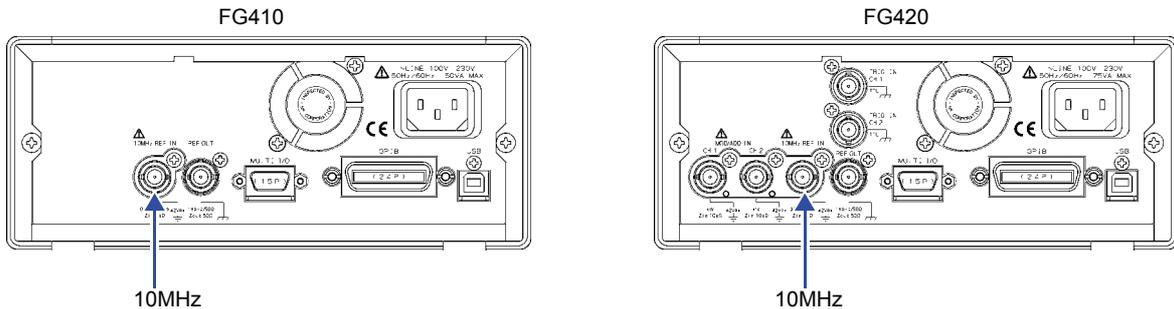
一般に、外部の周波数基準は次のような目的で使用されます。

- この製品に内蔵された周波数基準より精度の高い周波数基準（例えばルビジュームの周波数標準器など）を使って、周波数の確度、安定度を向上させたい。
- 他の機器と共通の周波数基準を用いて、周波数確度を共通にしたい。
- 他の FG410 または FG420 と同期を取りたい。この複数台同期動作については P.45。

## 5.2 外部周波数基準信号の接続と利用方法

### ■ 10MHz 信号を接続するには

背面パネルの外部 10MHz 周波数基準入力 (10MHz REF IN) BNC 端子に、外部の 10MHz の信号を接続します。



入力特性は、次の通りです。

入力電圧	0.5Vp-p ~ 5Vp-p
最大許容入力	10Vp-p
入力インピーダンス	1k $\Omega$ , AC 結合
入力周波数	10MHz ( $\pm 0.5\%$ ( $\pm 50$ kHz))
入力波形	正弦波または方形波 (デューティ 50 $\pm$ 5%)
信号 GND	筐体および各 CH 波形出力から絶縁されています (最大 42Vpk)

入力インピーダンスは 50 $\Omega$  ではありませんので、もし反射が問題になるようであれば、終端抵抗器をご使用ください。

外部 10MHz 周波数基準入力の信号グラウンドは筐体から絶縁されています。このため、周波数標準器との接続においてグラウンドループによるノイズの影響を受けません。FG410、FG420 を複数台同期接続する場合も、グラウンドループによるノイズの影響を受けません。

ただし、いずれの場合も、感電を避けるためフローティング電圧は最大 42Vpk (DC+AC ピーク) 以下に制限されます。

## 5. 外部周波数基準を使うには

フローティンググラウンド接続時の注意については、基本編「3.3 フローティンググラウンド接続時の注意」。

**警告** 感電を避けるため、筐体から絶縁された BNC コネクタのグラウンドと筐体間に 42Vpk (DC+AC ピーク) を超える電圧を加えないでください。  
また、同様に感電を避けるため、筐体から絶縁された BNC コネクタ群相互のグラウンド間に 42Vpk (DC+AC ピーク) を超える電圧を加えないでください。ここで BNC コネクタ群とは、共通のグラウンドに接続された複数の BNC コネクタを指します。  
この電圧を超えると、内部の電圧制限素子が働き電圧を抑えようとしますが、加えられた電圧が大きいと、この製品を焼損する場合があります。

**注意** 筐体から絶縁された BNC コネクタのグラウンドと筐体間に電位差がある場合、BNC コネクタのホット側と筐体間を短絡しないでください。この製品を破損する場合があります。

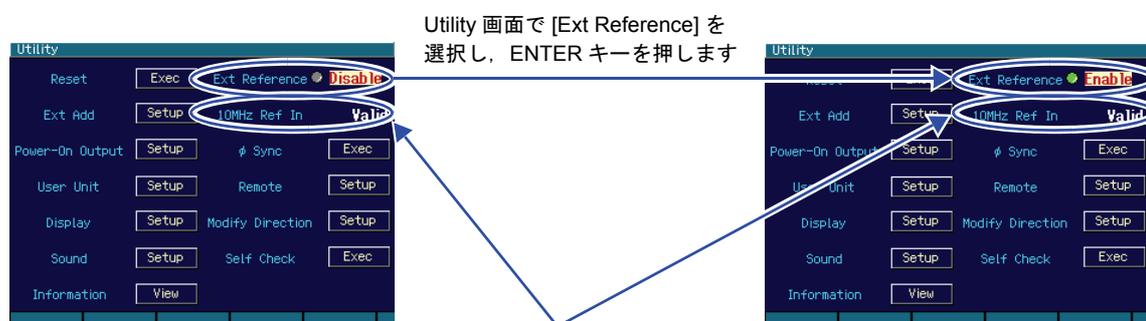
**注意** BNC コネクタのグラウンド間に電位差がある場合、BNC コネクタのグラウンド間を短絡しないでください。この製品を破損する場合があります。

### ■外部周波数基準を有効にするには

外部周波数基準は、Utility 画面で有効/無効を切り換えることができます。

Utility 画面で [Ext Reference] を選択し、ENTER キー (ENTER) を押すと、[Disable] から [Enable] に切り換わります。これで、外部周波数基準が有効になります。

[Disable] に戻すときはもう一度 ENTER キー (ENTER) を押してください。



利用可能な周波数基準が入力されていれば、[10MHz Ref In] の欄に [Valid] と表示されます。そうでない場合は [Invalid] と表示されます。

[Ext Reference] の設定が [Enable] で、[10MHz Ref In] の状態が [Valid] であれば、この製品は外部 10MHz 周波数基準端子に入力された信号を、周波数の基準として動作しています。

ただし、もし途中で外部周波数基準信号が途切れると、自動的に内蔵の周波数基準に切り換わります。その後、外部周波数基準信号が復帰すれば再び外部を周波数の基準として動作します。

周波数基準として何を使用しているかは、画面上部のステータス表示領域に常に表示されています。

現在の周波数基準が外部ならば [Ref] アイコンが表示されます。基準入力の状態が [Invalid] ならアイコンが点滅します

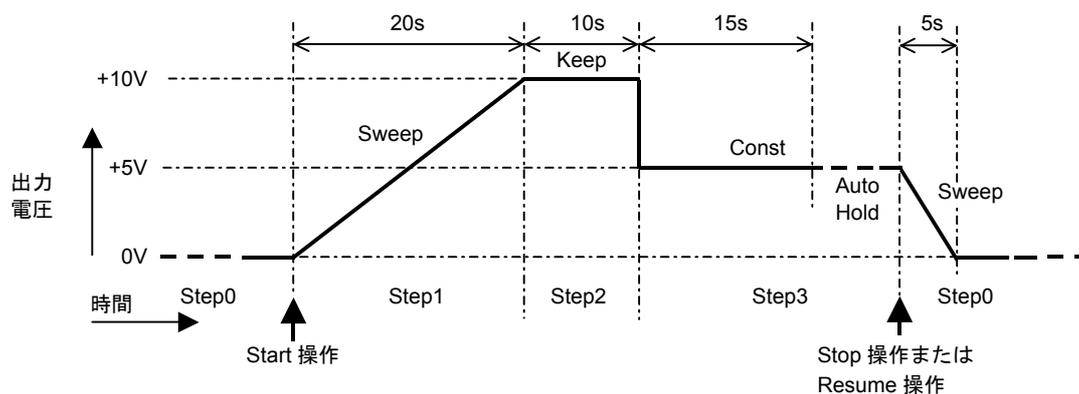


# 6. シーケンス発振を使うには

## 6.1 シーケンス発振の例

シーケンス発振の簡単な例として、直流電圧を次図のように段階的に変えるシーケンスを組んでみましょう。

(最初に Utility 画面で初期設定に戻してください。)



シーケンスは次のように設定します。

ステップ番号	ステップ制御パラメタ		ステップ内チャンネルパラメタ
0	Time:5s	StopPhs:Off StepCode: 任意	Fctn:DC Offset:0V Action:Sweep
1	Time:20s	AutoHold:Off StopPhs:Off StateB:Off EventB:Off JumpTo:Off StepTerm:Continue StepCode: 任意	Fctn:DC Offset:+10V Action:Sweep
2	Time:10s	AutoHold:Off StopPhs:Off StateB:Off EventB:Off JumpTo:Off StepTerm:Continue StepCode: 任意	Fctn:DC Offset: Action:Keep
3	Time:15s	AutoHold:On StopPhs:Off StateB:Off EventB:Off JumpTo:Off StepTerm:End StepCode: 任意	Fctn:DC Offset:+5V Action:Const

ステップ遷移順に動作を説明します。

### Step 0

シーケンスが開始される前とシーケンスが終了したときの出力設定です。

この場合、DC 0V の状態で、シーケンスが開始されるのを待つことになります。

[Time] と [Action] はシーケンス停止時のみに有効ですので、後の方で説明します。

### Step 1

シーケンスが開始されると、Step1 に移行します。[Time] が 20s, [Offset] が +10V, [Offset]

の [Action] が [Sweep] なので、20s の時間をかけて、0V から +10V まで直線的に出力電圧を上げて行きます。  
20s 経過し +10V まで上がると、[StepTerm] が [Continue] なので、次の番号の Step 2 に移行します。

### Step 2

[Time] が 10s, [Offset] の [Action] が [Keep] なので、10s の間、前の Step1 の最終値つまり +10V を保持します。  
10s 経過すると、[StepTerm] が [Continue] なので、次の番号の Step 3 に移行します。

### Step 3

[Time] が 15s, [Offset] が +5V, [Offset] の [Action] が [Const] なので、15s の間、一定値つまり +5V を維持します。Step2 から Step3 に移行するときに、出力電圧は +10V から +5V に急変することになります。  
15s 経過すると、[AutoHold] が [On] なので、そのままの状態ですぐ待機します。  
その後、停止操作が行われると、Step0 に移行します。  
[StepTerm] が [End] に設定されているので、リジューム操作でも Step0 に移行します。  
もし、[StepTerm] が [Continue] に設定されていると、リジューム操作で Step4 に移行してしまうので注意してください。

### Step 0

[Time] が 5s, [Offset] が 0V, [Offset] の [Action] が [Sweep] なので、5s の時間をかけて、+5V から 0V まで直線的に出力電圧を下げて行きます。  
5s 経過し 0V まで下がると、その状態で待機します。このとき、開始操作を行えば、また同じシーケンスを繰り返すこととなります。

## 6.2 基本的な事柄

シーケンス発振を使用する上で、知っておく必要がある事柄について説明します。

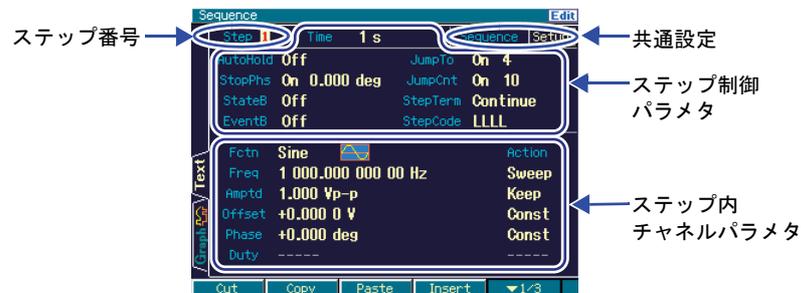
### a) シーケンス発振と通常の発振の違い

シーケンス発振は、通常の発振（連続、変調、スイープ、バースト）とは独立した、別個の波形や周波数、振幅設定で動作します。シーケンス発振と通常の発振では、それぞれ別々の発振器として動作すると考えてください。

### b) ステップ制御パラメタとステップ内チャンネルパラメタ

シーケンス発振には、大きく分けて次の2種類のパラメタがあります。

- ステップ制御パラメタ  
シーケンス発振は、複数のステップの連なりで構成されます。ステップの流れを制御するのがステップ制御パラメタです。ステップの続行時間や次に移行するステップを定めます。便宜上、ステップ同期コード出力の設定も、ステップ制御パラメタに含まれています。
- ステップ内チャンネルパラメタ  
各ステップ内の出力状態を定めるパラメタです。波形、周波数や振幅などの基本的なパラメタと共に、それらがステップ内でどのように変化するかを定めます。



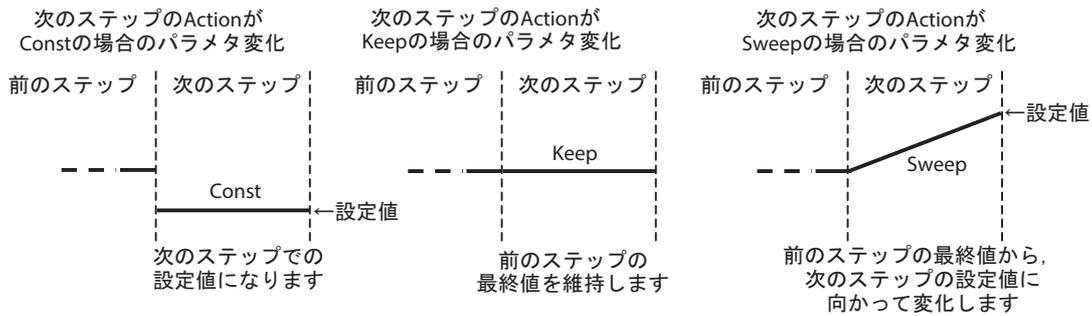
### c) ステップ内のパラメタ変化パターン

波形以外のステップ内チャンネルパラメタは、ステップ内での値の変化に、次の三つのパターンがあります。これを Action 設定と呼んでいます。波形には Action 設定はなく、常にそのステップで設定されたものになります。

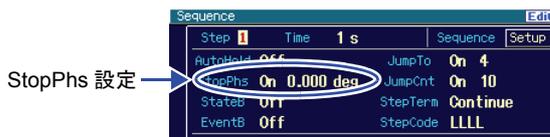
- 一定 [Const]  
そのステップで設定された値に固定されます。
- 保持 [Keep]  
そのステップに移行する直前の値を保持します。つまり、前のステップの状況によって、値が変わります。  
Action 設定が [Keep] になっていても、パラメタ値の設定を行うことができますが、シーケンス実行時には無効です。

・ スイープ [Sweep]

そのステップに移行する直前の値から、そのステップで設定された値まで、ステップ時間をかけて直線的に変化します。つまり、そのステップ内でステップ時間経過後に、設定された値に到達します。開始値は、前のステップの状況によって変わります。



d) ステップ終了時の位相 [StopPhs]

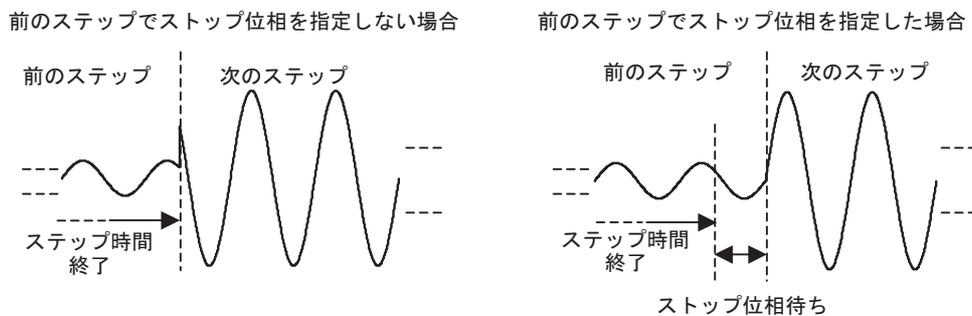


通常は、所定のステップ時間が経過すると、発振位相とは無関係に次のステップに移行します。しかし、例えば波形を 1 周期完結させてから次のステップに移行したい場合、終了時の位相（ストップ位相）を指定することができます。

ただし、FG420 ではチャンネル 1 の位相に対してのみ有効です。チャンネル 2 のストップ位相を指定することはできません。

ストップ位相を指定すると、所定のステップ時間経過後、出力設定を保持したまま（この間はスイープを行いません）、指定の位相に達してから次のステップに移行します。結果的に、実際のステップ時間は、指定のステップ時間よりも長くなります。次のステップとの間は、ストップ位相の設定に関わらず位相連続で繋がります。

ステップ間で振幅を急変させる場合、ストップ位相を指定したときと、しなかったときの例を次図に示します。ストップ位相を指定した場合の位相設定値とストップ位相設定値は共に  $0^\circ$  の例です。いずれの場合も、ステップの変わり目で位相は連続しています。



ここで指定するストップ位相は、発振の基準位相（DDSの発振位相）における位相値です。実際の出力に現れる終了位相は、そのステップの位相設定値をストップ位相設定値に加えたものになります。通常は、どちらも  $0^\circ$  に設定しておけば、1周期完結してから次のステップに移行します。このとき、波形の末尾の振幅値で終わるのではなく、波形の先頭 ( $0^\circ$  位置) の振幅値で終わります。

なお、波形が方形波の場合は、ストップ位相の設定はできませんが、ストップ位相を待たずに、次のステップに移行します。また、波形がノイズ、DCの場合も、ストップ位相の設定はできませんが、無効です。

### ✓ Check

- ・ストップ位相設定は、方形波、ノイズ、DCには無効です。
- ・指定ストップ位相を約 200ns (1kHz で  $0.072^\circ$  相当) 過ぎてから次のステップに切り替わります。FG420 のチャンネル 2 は、そこからさらに約  $3.7\mu\text{s}$  遅れて次のステップに切り替わります。
- ・ストップ位相指定が有効なステップを一度でも通過すると、それ以降、FG420 のチャンネル 2 のステップ変化は、チャンネル 1 より約  $3.7\mu\text{s}$  遅れたままになります（シーケンスが終了するまで、解消も累積もされません）。

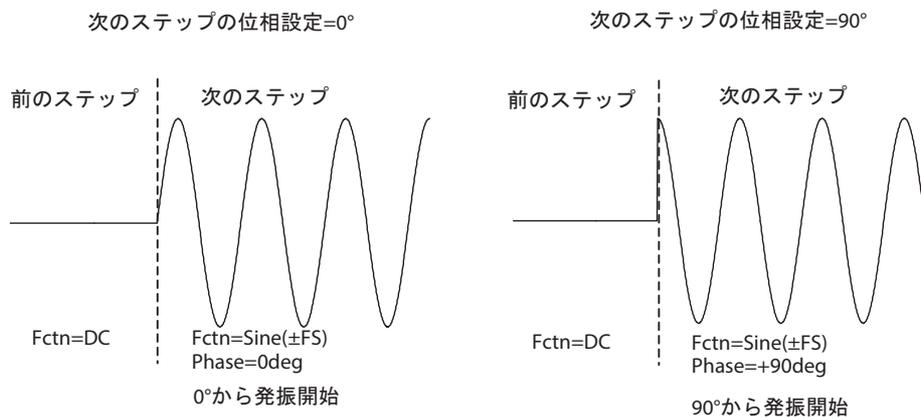
## e) ステップ開始時の位相



前のステップの波形が DC またはノイズだった場合、次のステップは位相  $0^\circ$  から発振を開始します。

この位相  $0^\circ$  は、ステップ終了時の位相（ストップ位相）と同じく発振の基準位相（DDSの発振位相）における位相値です。実際の出力に現れる開始位相は、そのステップの位相設定値になります。通常は、位相を  $0^\circ$  に設定しておけば、 $0^\circ$  から発振が開始します。

DC の次のステップが正弦波で、位相設定が  $0^\circ$  のときと  $90^\circ$  のときの例を次図に示します。



### ✓ Check

開始位相を指定したいときは、その前のステップを DC にします。

## f) ふたつのブランチ

パネルからの操作や外部の信号に依って制御の流れを変えることができ、これをブランチと呼んでいます。例えば、被試験器の状態変化によって別のステップに移行するといった使い方ができます。

ブランチには、次の二つがあります。

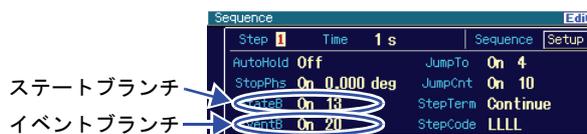
- ステートブランチ [StateB]

マルチ入出力コネクタ (pin14) からの信号により、指定先のステップに分岐します。☞P.58  
ただし、マルチ入出力コネクタからの信号をチェックするのは、そのステップの指定のステップ時間経過後 (ホールドさせられていた時間は除く) のみです。☞P.59

- イベントブランチ [EventB]

ソフトキーまたはマルチ入出力コネクタ (pin11) からの信号により、直ちに指定先のステップに分岐します。ストップ位相が設定されていても無視します。

例えば、異常検出時の退避処理などに利用することができます。



## g) 開始前と終了時のステップ 0 番

シーケンスを開始する前の待機状態のステップを 0 番ステップとしています。また、0 番ステップはシーケンス終了時の状態でもあります。通常の発振モードからシーケンス発振モードに移行したときには、0 番ステップの出力状態になります。

特別なステップなので、ステップ制御パラメタに設定できる項目と意味が他のステップと異なります。

ステップ制御パラメタに設定できるのは、以下の 3 項目のみです。

- ステップ時間：シーケンス開始時には、この時間を待つことなく、次のステップ (通常は Step1) に移行します。この時間は、シーケンス終了時に、パラメタをスイープさせて終わる場合に有効になります。0 番ステップのステップ内チャンネルパラメタの設定にスイープがある場合、この時間をかけてスイープを行います。☞P.54
- ストップ位相：シーケンス開始時、ここで指定された位相になるまで待ってから、次のステップ (通常は Step1) に移行します。方形波、ノイズ、DC に対しては無効です。
- ステップ同期コード出力：0 番ステップのステップ同期コード出力です。

ステップ内チャンネルパラメタの Action 設定は、一定 [Const] とスイープ [Sweep] のみで、保持 [Keep] はありません。つまり、開始時と終了時は必ず同じ出力設定になります。

## h) 使える波形の制限

シーケンス発振で使用できる波形は、正弦波、方形波 (デューティ可変範囲は標準、拡張いずれでも可)、ノイズ、DC、任意波形に限定されます。

ランプ波、パラメタ可変波形を使用したい場合は、ARB Edit 画面で、任意波形にコピーし、事前に任意波形として保存しておいてください。シーケンス発振の中で、ランプ波のシンメトリやパラメタ可変波形の各パラメタを指定することはできません。

パルス波形の波形を使用したい場合は、パラメタ可変波形のハーフサインエッジパルスを任意波形として保存して使用してください。

### i) 波形のサイズ

シーケンスで使用する波形は、ステップ実行の度に波形メモリに書き込まれる訳ではありません。シーケンス実行に先立ち、コンパイルを行った時に 512KW の波形メモリ（チャンネル当り）に展開されます。したがって、使用する波形の種類が多いと、ひとつの波形に割り当てられるメモリサイズは必然的に小さくなります。ただし、DC と方形波（デューティ可変範囲が標準、拡張に依らず）は、ステップ実行時に生成されますので、波形メモリを使用しません。また、同じ波形は何回使っても必要なメモリサイズに変化はありません。使用する波形の種類は、最大 128 に制限されます。

次の点にご注意ください。

- 割り当てられるメモリサイズが小さくなると、制御点形式の任意波形で急峻な変化が多い波形では、その特徴が失われる場合があります。
- 配列形式の任意波形でサイズが大きい波形を使用すると、他の波形に割り当てられるメモリサイズが減少します。

各波形に割り当てられるメモリサイズは次表のようになります。

波形	サイズ	サイズ調整
DC	0 W	固定
方形波	0 W	固定
正弦波	4KW, 8KW, 16KW, 32KW, 64KW, 128KW, 256KW, 512KW	可変
ノイズ	32KW	固定
任意波形（制御点形式）	4KW, 8KW, 16KW, 32KW, 64KW, 128KW, 256KW, 512KW	可変
任意波形（配列形式）	4KW, 8KW, 16KW, 32KW, 64KW, 128KW, 256KW, 512KW	固定

パラメータ可変波形、方形波、パルス波、ランプ波を任意波形にコピーすると、制御点形式の任意波形になります。

ノイズは常に 32KW で使用され、サイズは固定です。ただし、出力するときに同じパターンを繰り返す訳ではありません。

配列形式の任意波形は、USB または GPIB から転送された波形サイズのまま使用され、サイズは固定です。

正弦波と制御点形式の任意波形は、512KW から上記固定長の波形サイズ総量を引いた、残りのメモリに割り付けられます。メモリの空き加減と波形の数に応じて、波形サイズは調節されます。ただし、可変長の波形各々に割り付けられるメモリサイズは総て同一になります。

制御点形式の任意波形は、単純に間引かれるのではなく、できるだけ波形の特徴が残るようにメモリに展開されます。

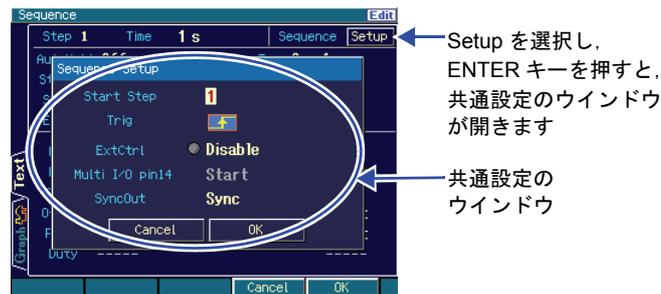
ご注意：初期設定では総てのステップの波形が正弦波、ステップ終端が [Continue] になっています。そのまま、任意のステップで 512KW の配列形式の任意波形を指定すると、波形メモリに正弦波を割り当てる余裕がないため、コンパイル時にエラーになります。512KW の配列形式の任意波形を使用する場合は、他に波形メモリを必要とするステップを経由しないように、シーケンスを組んでください。

### j) チャンネル連動（FG420 のみ）

ステップ制御パラメータは、2 チャンネル共通です。2 チャンネル共、同じステップを遷移して行きます。ただし、ストップ位相はチャンネル 1 側でのみ制御しますので、チャンネル 2 のストップ位相は必ずしも希望の値にはなりません。また、ストップ位相指定が一度でもあると、それ以降のチャンネル 2 のステップ切換わり時間は、チャンネル 1 より約 3.7  $\mu$ s 遅れたままになることに注意してください。

一方、ステップ内チャンネルパラメータは各チャンネル独立して設定できます。

## k) シーケンスに共通の設定



以下の項目は、ひとつのシーケンスの中で共通の設定になります。

- 開始ステップ [Start Step]
 

0 番ステップの次に何番のステップに移行するかを指定できます。通常は、1 番に設定します。
- 外部トリガ極性 [Trig]
 

外部トリガ入力 (BNC 端子) をシーケンス開始トリガに使用する場合、その極性を指定します。使用しない場合は、**Off** に設定します。  
FG420 では、チャンネル 1 側のトリガ入力端子のみが有効です。
- 外部制御 [ExtCtrl]
 

マルチ入出力コネクタからの信号で、シーケンスの開始、停止、ホールド/リジューム、ブランチを制御したい場合に許可します (**Enable** に設定)。マルチ入出力コネクタを使用しない場合は、禁止に設定します (**Disable** に設定)。☞P.62
- マルチ入出力コネクタの pin14 割り当て [Multi I/O pin14]
 

マルチ入出力コネクタの pin14 は、シーケンスの開始 (**Start** に設定) またはステートブランチ (**StateBranch** に設定) のどちらかの機能に割り当てることができます。☞P.62
- 同期出力 [SyncOut]
 

同期/サブ出力端子に、波形同期信号を出すか (**Sync** に設定)、ステップ同期コードの LSB を出すか (**StepCode(LSB)** に設定) を選択します。ステップ同期コードについては、☞P.66。適当なステップの同期コードの **LSB** を **H** に設定して出力させると、それをトリガ源にして、オシロスコープでシーケンスの簡易チェックを行うことができます。

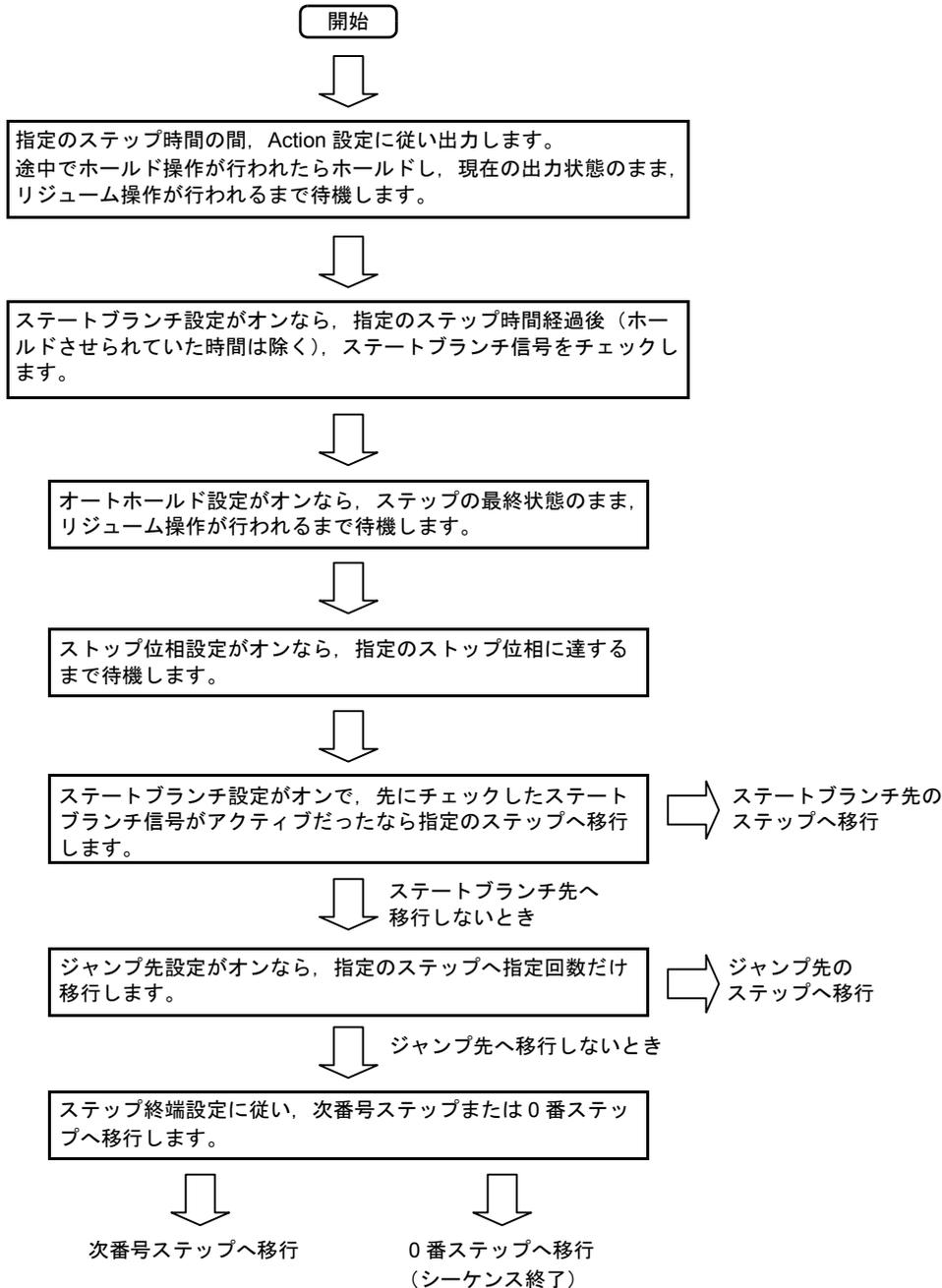
マルチ入出力コネクタについては、☞ 基本編「3.2.7 マルチ入出力 (MULTI I/O)」。

## l) その他の制限

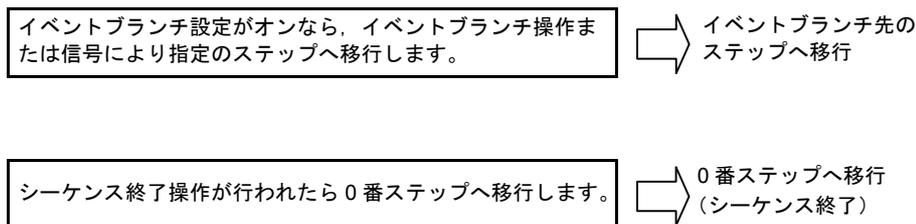
- 振幅レンジは、シーケンス全体の最大出力レベルによって自動的に決定されます。シーケンス実行中にレンジ切り替えは発生しません。
- 外部加算機能は強制的にオフに設定されます。
- 振幅、DC オフセットの負荷インピーダンス条件は、**Oscillator** 画面で設定した値が使用されます。

## 6.3 ステップ内での処理の流れ

ひとつのステップ内での処理の流れを、次図に示します。



ステップ内での流れに依らず、イベントブランチ、終了操作により、次のような遷移が発生します。



## 6.4 設定と操作の手順

## a) シーケンス発振モードへ移行するには



トップメニューで [Sequence] を選択し、ENTER キーを押します

1. MENU キー **MENU** を押すとトップメニューのウィンドウが開きます。そこで [Sequence] を選択し、ENTER キー **ENTER** を押してください。
2. シーケンス発振モードへの移行を確認するダイアログが表示されますので、[OK] を選択して ENTER キー **ENTER** を押してください。これで、シーケンス発振モードへ移行します。  
シーケンスの作成・編集画面が表示され、0 番ステップの出力設定になります。

## b) シーケンスの作成・編集を行うには

既に保存してあるシーケンスを利用する場合は、ソフトキー [Recall] を押して、使用するシーケンスを選択します。

新規に作成する場合は、1 ステップずつ設定を行って行きます。

設定内容を流用したい場合は、ステップ制御パラメタとステップ内チャンネルパラメタの設定を丸ごとコピー、ペーストしたり、ステップ内チャンネルパラメタだけをコピー、ペーストすることができます (ソフトキーを使用します)。

編集時は、選択したステップの内容が出力されます。

シーケンスの作成・編集画面では、画面右上隅に [Edit] と表示されています。シーケンスの作成・編集画面でのソフトキーの項目は次のようになります。

## [Edit] 状態におけるソフトキー

## 1 段目

Cut	Copy	Paste	Insert	▼ 1/3
-----	------	-------	--------	-------

現在表示中のステップ番号のステップパラメタ (ステップ制御パラメタとステップ内チャンネルパラメタの両方) をコピー、ペースト、あるいはステップそのものをカット、インサートすることができます。ステップをカット、インサートしても、各ステップで参照しているステップ番号 (ジャンプ先, ブランチ先) は変更されません。

## 2 段目 (Text 画面または, FG420 の Single, Dual 画面)

Step -1	Step +1	CH Copy	CH Paste	▼ 2/3
---------	---------	---------	----------	-------

[Step +1], [Step -1] で、ステップ番号の増減を行います。

[CH Copy], [CH Paste] で、現在表示中のステップ番号のステップ内チャンネルパラメタをコピー、ペーストすることができます。FG420 では、アクティブなチャンネルに対して機能します。

## 2 段目 (Graph 画面)

Step	AutoScale	TRC Setup		▼ 2/3
------	-----------	-----------	--	-------

[Step] で、ステップ番号の入力欄が開きます。

[AutoScale] で、グラフ表示の縦軸スケールが飽和しないように調整します。

[TRC Setup] で、表示項目、表示スケールの設定画面が開きます。

## 3 段目

Compile	Reset	Recall	Store	▼ 3/3
---------	-------	--------	-------	-------

[Store], [Recall] で、シーケンスの保存、呼び出しを行います。

[Reset] で、シーケンス設定を総て初期値に戻します。

[Compile] で、シーケンスを実行可能な状態にします。

## c) シーケンスの実行準備を行うには

シーケンスを呼び出したり、作成・編集を行っただけでは、まだシーケンスを実行できる状態になっていません。

[Edit] 状態でのソフトキー [Compile] (コンパイル) を押すと、設定内容が適切かどうかチェックされ、波形データの割り付けや最適な出力レンジ設定が行われ、シーケンスが実行可能な状態 (Ready) に移行します。

コンパイルの結果、実行上不都合な設定が発見されると、エラーメッセージが表示されます。コンパイルが正常に終了し、シーケンスが実行可能な状態になると、画面右上隅に [Rdy] と表示されます。この状態でのソフトキーの項目は次のようになります。

## [Rdy] 状態におけるソフトキー

Start			Edit	
-------	--	--	------	--

[Start] で、シーケンスの実行を開始します。

[Edit] で、シーケンスの作成・編集画面に戻ります。

なお、作成・編集したシーケンスは、電源を切ると消えてしまいますので、必要に応じて保存しておいてください。[Edit] 状態でのソフトキー [Store] を押すと保存設定のウインドウが開きます。保存は [Compile] 操作を行う前でも後でも行うことができます (ただし [Edit] 状態においてのみ)。

## d) シーケンスを実行するには

[Rdy] 画面でのソフトキー [Start] を押すと、シーケンスの実行が開始されます。

シーケンスが始まると、画面右上隅に [Run] と表示されます。この状態でのソフトキーの項目は次のようになります。

## [Run] 状態におけるソフトキー

	Stop	Hold	EventBra	ImmedStop
--	------	------	----------	-----------

## e) シーケンスを途中で一時停止するには

[Run] 状態でのソフトキー [Hold] を押すと、シーケンスが一時停止し、そのときの出力状態のまま待機します。[Hold] 状態でのソフトキー [Resume] を押すと、再開します。

ホールド中は、画面右上隅に [Hold] と表示されます。この状態でのソフトキーの項目は次のようになります。

## [Hold] 状態におけるソフトキー

Resume	Stop		EventBra	ImmedStop
--------	------	--	----------	-----------

## f) イベントブランチを行うには

[Run], [Hold] 状態でのソフトキー [EventBra] を押すと、イベントブランチが発生します。そのとき実行中のステップでイベントブランチがオンに設定されているならば、指定のステップに移行します。

### g) シーケンスを終了するには

[Run], [Hold] 状態でのソフトキー [Stop] を押すと、シーケンスが終了し、Step0 に移行します。画面右上隅には [Rdy] と表示され、いつでもシーケンスを再スタートできます。

### h) ストップ位相やスweepを待たず、シーケンスを直ちに強制終了するには

[Run], [Hold] 状態でのソフトキー [ImmedStop] を押すと、ストップ位相待ちやスweepを行うことなく、直ちにシーケンスが終了し、Step0 の設定に切り換わります。

### i) 再度、シーケンスを編集するには

[Run], [Hold] 状態でのソフトキー [Stop] を押すと、シーケンスが終了します。終了後、[Rdy] 状態でのソフトキー [Edit] を押すと、再びシーケンスの作成、編集を行うことができます。

シーケンスを実行するためには、再度、[Edit] 状態でのソフトキー [Compile] を押す必要があります。

### j) 通常の発振モードに戻るには

トップメニューで [Sequence] 以外 (例えば、[Oscillator]) を選択し、ENTER キー  を押してください。シーケンス発振モードから抜けることを確認するダイアログが表示されますので、[OK] を選択して ENTER キー  を押してください。これで、通常の発振モードへ移行します。

シーケンス発振モードにおいては、トップメニューの他の項目を表示させることは、通常の発振モードへ移行することを意味します。

### k) 外部ロジック信号でシーケンスの開始、停止、一時停止を制御するには

共通設定にある外部制御 [ExtCtrl] を許可 [Enable] に設定すると、背面パネルのマルチ入出力コネクタへの TTL レベルロジック入力でシーケンス操作を行うことができます。☞P.58

外来ノイズによる誤動作を防ぐため、外部信号による制御を使用しないときは禁止 [Disable] に設定しておくことをお勧めします。

マルチ入出力コネクタおよびそのピン割り当てについては、☞ 基本編「3.2.7 マルチ入出力 (MULTI I/O)」。

外部トリガ入力 (BNC 端子) では、シーケンス開始操作のみが行えます。☞P.58

以下の操作を行うことができます。

#### ■シーケンスの開始

[Rdy] 状態での立ち下がり入力で、シーケンスを開始します。[Run], [Hold] 状態では、無効です。

#### ■シーケンスの停止

[Run], [Hold] 状態での立ち下がり入力で、シーケンスが終了し、Step0 に移行します。

#### ■シーケンスのホールド/リジューム

[Run] 状態での立ち下がり入力で、シーケンスが一時停止します。一時停止中つまり [Hold] 状態での立ち上がり入力により、一時停止したところからシーケンスが再開されます。

#### ■シーケンスのイベントブランチ

[Run], [Hold] 状態で、イベントブランチがオンのステップにおいて、立ち下がり入力で、イベントブランチが発生します。指定のイベントブランチ先ステップに移行します。

### ■シーケンスのステートブランチ

[Run], [Hold] 状態で、ステートブランチがオンのステップにおいて、ローレベル入力で、ステートブランチが発生します。指定のステートブランチ先ステップに移行します。ローレベル入力をチェックするタイミングについては、[P.59](#)。

マルチ入出力コネクタから、シーケンスの開始とステートブランチの両方の制御はできません ([P.58](#))。マルチ入出力コネクタをステートブランチに使用する場合は、シーケンスの開始操作には外部トリガ入力 (BNC 端子) を使用してください。

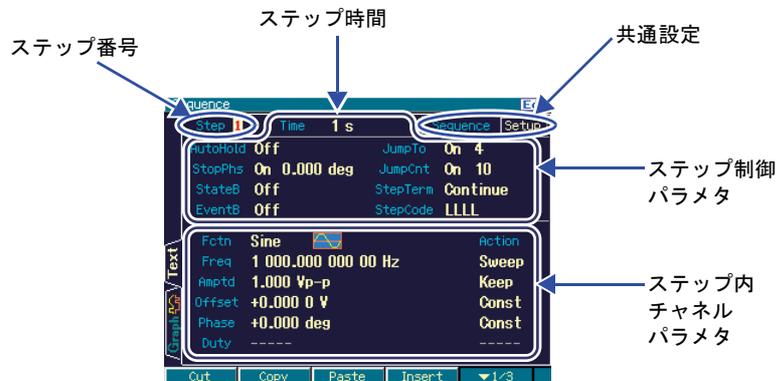
#### ✓ Check

- ・マルチ入出力コネクタからの、開始、停止、イベントブランチ操作は、約 0.2ms ~ 2ms の遅れとバラツキが発生します。
- ・外部トリガ入力からの開始操作は、波形出力に対しては約  $4.5\mu\text{s} \pm 10\text{ns}$ , DC 出力に対しては約  $6\mu\text{s} \sim 7\mu\text{s}$  の遅れとバラツキが発生します。マルチ入出力コネクタからの開始操作よりも高速に動作します。

## 6.5 画面の概要

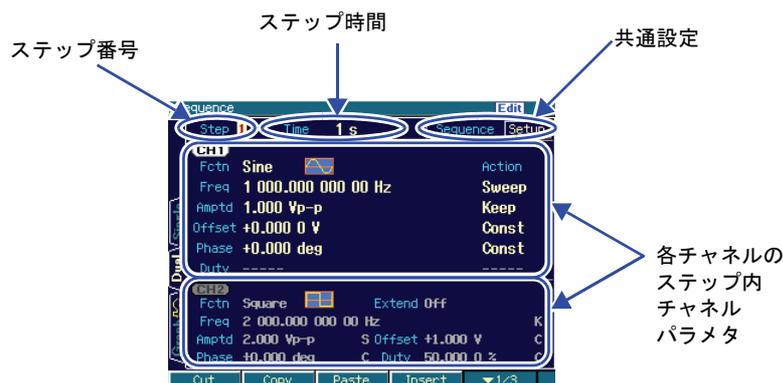
## ■ テキスト表示 [Text](FG410) または [Single](FG420)

1 ステップ分のステップ制御パラメタと 1 チャンネル分のステップ内チャンネルパラメタを同時に表示します。



## ■ 2チャンネル同時表示 [Dual](FG420のみ)

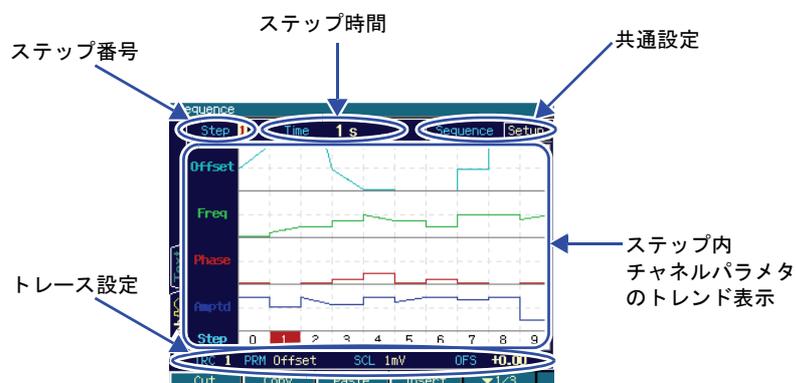
1 ステップ分のステップ内チャンネルパラメタを 2 チャンネル同時に表示します。ステップ制御パラメタはステップ時間のみが表示されます。



## ■グラフ表示 [Graph]

4つのステップ内チャンネルパラメタについて、ステップ進行に伴うトレンドを表示します。ただし、ステップが0番から番号順に進行した場合のトレンドです。ジャンプやブランチにより番号順に進行しない場合の状況は表示されません。

どのトレースにどのパラメタを表示するかは、トレース設定で変更できます。



トレース設定として表示される [PRM] は表示項目, [SCL] はトレース枠の縦幅です。[OFS] は、周波数・振幅・デューティについては、トレース枠の下側位置の値を示し、オフセット・位相については、トレース枠の中央の値を示します。

2段目のソフトキー [TRC Setup] では、4つのトレースの設定とグラフの配色をまとめて変更することができます。

2段目のソフトキー [AutoScale] は、グラフ表示の縦軸スケールが、未使用ステップも含めて飽和しないように調整します。

### 6.6 ステップ制御パラメタの個別説明

#### ステップ時間 [Time]

ステップの続行時間を設定します。

#### オートホールド [AutoHold]

通常はオフに設定します。

指定のステップ時間経過後、次のステップに移行せずに待機するなら、オンに設定します。被試験器の状態をステップごとに確認しながら次に進みたいときなどに便利です。

リジューム操作またはリジューム信号を受け付けると、処理が再開されます。

#### ストップ位相 [StopPhs]

オンに設定すると、そのステップの終了時の位相を指定することができます。

指定のステップ時間経過後、指定の位相に達してからこのステップを終了します。

☞P.54

#### ジャンプ先 [JumpTo]

オンに設定すると、そのステップの終了後に移行するステップを指定することができます。

ジャンプ回数 [JumpCnt] を指定することにより、同じステップを繰り返すループを構成することができます。

#### ジャンプ回数 [JumpCnt]

オンに設定すると、ジャンプ先 [JumpTo] で指定したステップに何回ジャンプするかを指定することができます。[Inf] に設定すると、無限回の繰り返しになります。

なお、同じステップが繰り返される回数は、ジャンプ回数+1になることに注意してください。

#### ステートブランチ [StateB]

オンに設定すると、マルチ入出力コネクタ (pin14) のステートブランチ信号をチェックし、信号がアクティブならば指定のステップに移行します。ただし、ステートブランチ信号をチェックするのは、そのステップの指定のステップ時間経過後 (ホールドさせられていた時間は除く) のみです。

☞P.56, P.59

#### イベントブランチ [EventB]

オンに設定すると、ソフトキーまたはマルチ入出力コネクタ (pin11) のイベントブランチ信号をチェックし、信号がアクティブならば指定のステップに移行します。

☞P.56, P.59

#### ステップ終端 [StepTerm]

そのステップの終了後、次番号のステップに移行 [Continue] するか、0番ステップに移行してシーケンスを終了 [End] するかを指定します。

#### ステップ同期コード出力 [StepCode]

そのステップにいる間、マルチ入出力コネクタに出力する 4-bit のロジック信号を設定します。右端を D0(LSB) とします。

マルチ入出力コネクタについては、☞ 基本編「3.2.7 マルチ入出力 (MULTI I/O)」。

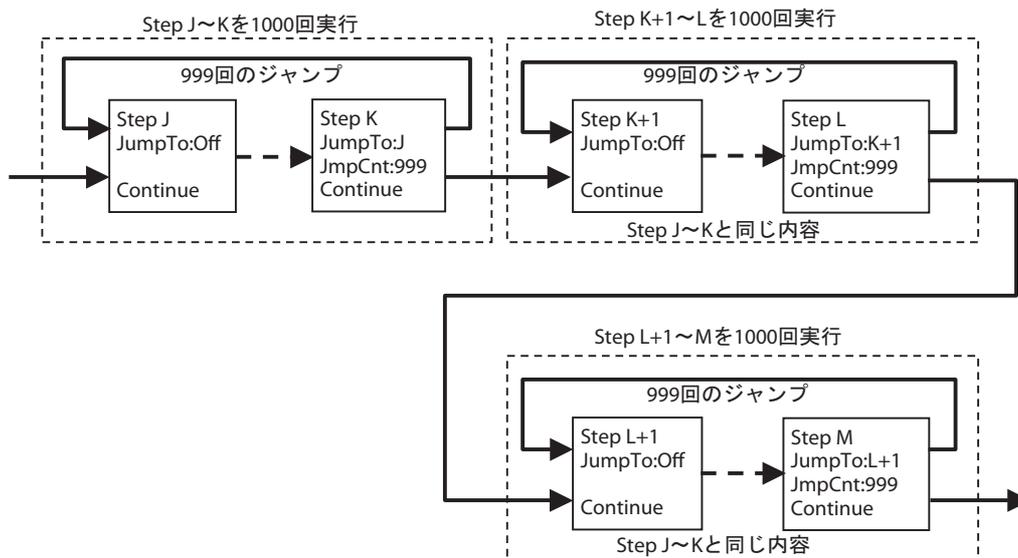
D0(LSB) は、同期/サブ出力端子に出力することができます。☞P.58

## 6.7 シーケンス作成のヒント

### a) 同じパターンを 1000 回以上繰り返すには

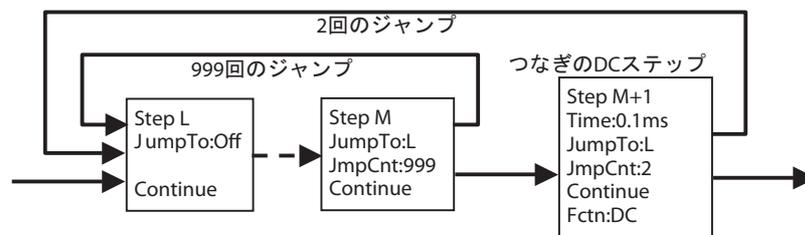
ジャンプ回数の最大設定値は 999 ですので、同じステップパターンの繰返しは最大 1000 回になります。繰返しを 1000 回より大きくするためには、例えば次のような方法があります。ここでは、3000 回繰返しを行う場合について説明します。

#### ■同じパターンを並べる



同じ内容のステップは、ソフトキー [Copy], [Paste] を使用すると簡単に作成することができます。同じ内容のステップを作成後、必要個所のみを変更します。

#### ■つなぎのステップを入れて多重ループを構成する



適当な直流の休止期間を間に挟んでも問題ない場合、最短時間である 0.1ms のステップを入れて多重のループを構成します。これによって、内側のループの整数倍の繰返しを行うことができます。このようなつなぎのステップを追加することにより、何重にもループを構成することができます。ただし、次の点に注意してください。

- ・ DC の次のステップは、位相が初期化されます。☞P.55
- ・ つなぎのステップの繰返し分だけ、全体のステップ時間が伸びます。

## b) 片極性波形の応用（振幅とオフセットの両方を同時に変えるとき）

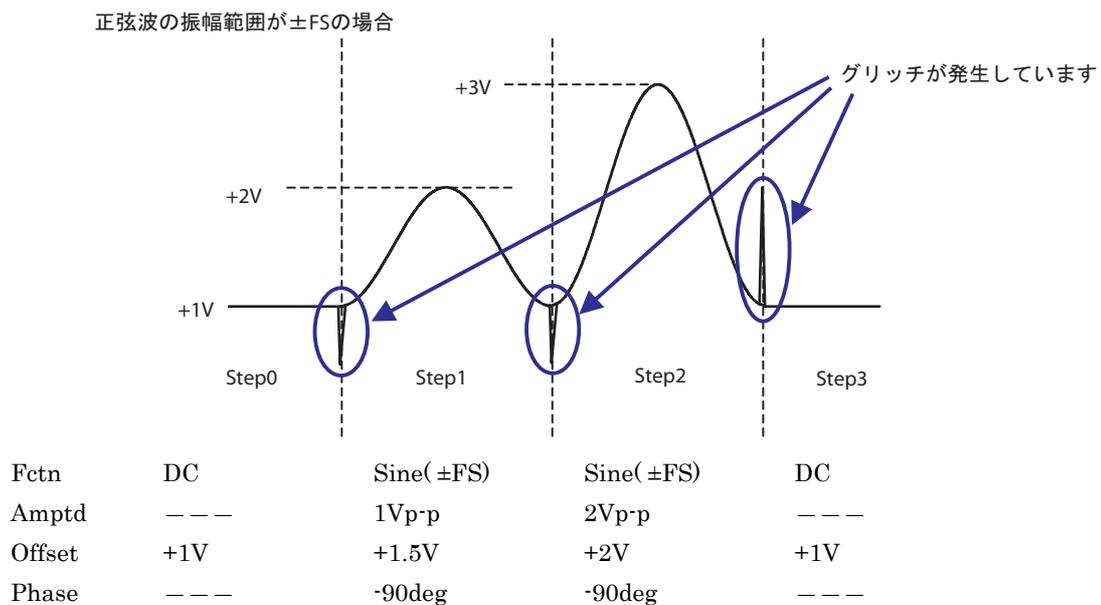
波形の振幅範囲が  $\pm FS$  に設定されている場合、ステップ間で振幅と DC オフセットの両方を変更すると、ステップの変り目で意図しないグリッチが発生することがあります。これは、振幅と DC オフセットの変更を完全に同時には行えないからです。通常、振幅の変更が先に発生し、これがグリッチになります。

このような場合、片極性波形を使用（振幅範囲を、 $0/+FS$  または  $-FS/0$  に設定）すると、問題を解決できる場合があります。

次図のように波形の下側の電圧が固定されている場合のシーケンスを例にとって説明します。波形は、正弦波を  $-90^\circ$  から 1 周期ずつ、振幅を変えて出力するものとします。正弦波の前のステップを DC にしておけば、正弦波のステップは指定した位相から始まります。また、1 周期で完結させるには、ステップ時間を 1 周期より短く設定して、ストップ位相  $0^\circ$  に設定しておきます。

正弦波の振幅範囲を  $\text{Norm} \pm FS$  にした場合の波形とステップ内チャンネルパラメタを以下に示します。振幅、オフセット、位相はいずれも一定値指定 (Const) です。ステップ制御パラメタの記述は省略しています。

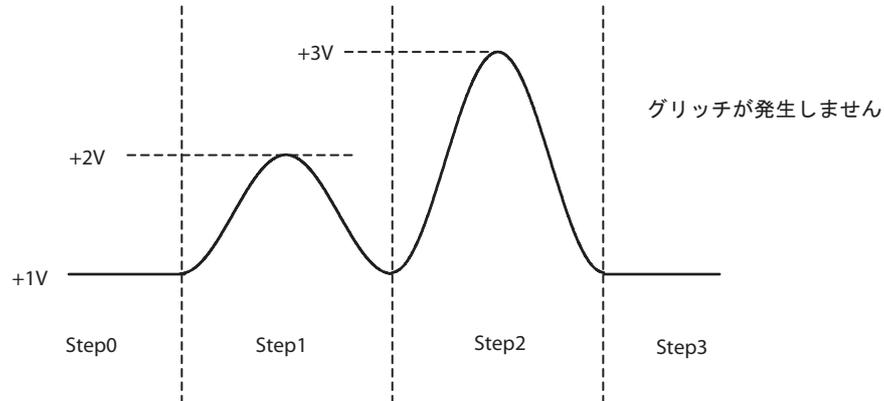
正弦波の振幅範囲が  $\pm FS$  の場合



この場合、ステップの変り目で振幅と DC オフセットの両方が変化しますので、グリッチが発生してしまいます。

次に、正弦波の振幅範囲を Norm 0/+FS にした場合の波形とステップ内チャンネルパラメタを以下に示します。振幅、オフセット、位相はいずれも一定値指定 (Const) です。ステップ制御パラメタの記述は省略しています。

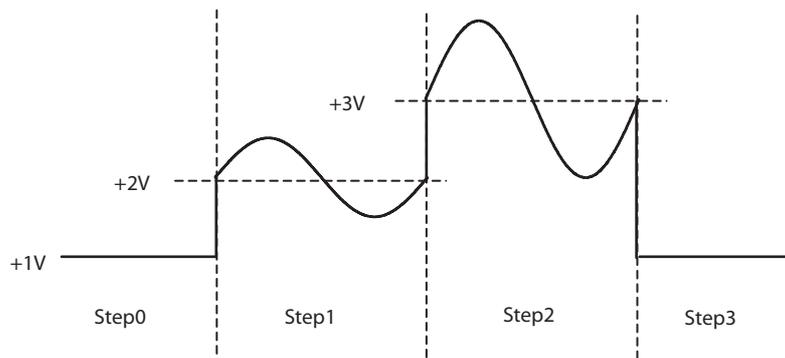
正弦波の振幅範囲が 0/+FS の場合



Fctn	DC	Sine(0/+FS)	Sine(0/+FS)	DC
Amptd	---	1Vpk	2Vpk	---
Offset	+1V	+1V	+1V	+1V
Phase	---	-90deg	-90deg	---

この場合、ステップの変わり目で振幅のみが変化しますので、グリッチは発生しません。

波形の振幅範囲が  $\pm$  FS であっても、次図のような場合は、ステップ間で振幅と DC オフセットの両方を変えても問題になりません。これは、波形のレベルがゼロのタイミングで振幅と DC オフセットを変更しているからです。



Fctn	DC	Sine( $\pm$ FS)	Sine( $\pm$ FS)	DC
Amptd	---	1Vp-p	2Vp-p	---
Offset	+1V	+2V	+3V	+1V
Phase	---	0deg	0deg	---

# 7. ユーザ定義単位を使うには

## 7.1 ユーザ定義単位とは

例えば、周波数を Hz で設定する代わりに、rpm（1 分間あたりの回転数）で設定することができます。あるいは、電圧の代わりに機械的な偏移量、パワーアンプ出力後の出力電圧などに換算して設定したりすることができます。

これらの相互換算式を定義すれば、後は一般の単位と同じように使用することができます。この製品では、これらの単位をユーザ定義単位と呼びます。

ユーザ定義単位を使用できるのは、次の 6 個のパラメタです。

周波数、周期、振幅、DC オフセット、位相、デューティ

## 7.2 ユーザ定義単位で表示、設定するには

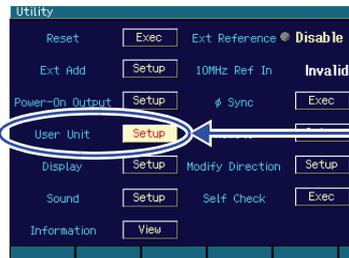


各パラメタの入力欄が開いたときに、右端の単位にカーソル置くと、上下キー   またはモディファイノブ  により単位を変更できます。ここに表示される単位名称は任意に設定することができます。単位を変更しても表示単位が変わるだけで、実際の出力値は変化しません。

## 7.3 ユーザ定義単位を定義するには

### ■設定画面

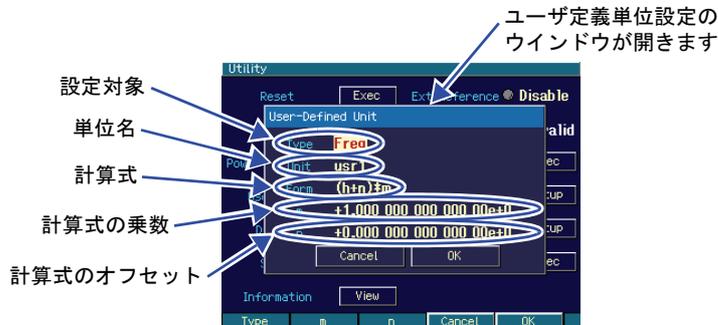
設定は Utility 画面で行います。



Utility 画面で [User Unit] を選択し、ENTER キーを押します

- Utility 画面の [User Unit] 欄を選択し、ENTER キー  $\text{ENTER}$  を押します。

- ユーザ定義単位設定のウィンドウが開きます。各項目を選んで、ENTER キー  $\text{ENTER}$  を押すと設定を行うことができます。対応するソフトキーを押して入力欄を開くこともできます。



このウィンドウで設定できるのは、次の項目です。

#### 設定対象 [Type]

周波数、周期、振幅、DC オフセット、位相、デューティから選択します。

#### 単位名 [Unit]

単位の名称を最大 4 文字で設定します。カーソル位置に 1 文字ずつ、上下キー  $\uparrow$   $\downarrow$  またはモディファイノブ  $\odot$ 、またはテンキーにより入力します。

#### 計算式 [Form]

単位換算の計算式を、 $[(h+n)*m]$  と  $[(\log(h)+n)*m]$  のいずれかから選択します。ここで、 $h$  は設定対象の元の値です。この式で換算された値が、実際にユーザ定義単位を使用するとき画面に現れる設定値になります。

$h$  の単位は設定対象によって、次の表に示すように定められています。

設定対象	$h$ の単位
周波数	Hz
周期	sec
振幅	振幅範囲が $\pm FS$ なら $V_{p-p}$ 振幅範囲が $0/+FS$ , $-FS/0$ なら $V_{pk}$ いずれも指定の負荷インピーダンス条件での値
DC オフセット	V 指定の負荷インピーダンス条件での値
位相	deg
デューティ	%

## 7. ユーザ定義単位を使うには

log は底が 10 の常用対数です。DC オフセット、位相のように負になり得る値に log の計算式を使用する場合は注意が必要です。ユーザ定義単位に変更する前の値がゼロだと、log を使用したユーザ定義単位に切り換えたとき、“-Inf” と表示されます。同様に、ユーザ定義単位に変更する前の値が負だと、log を使用したユーザ定義単位に切り換えたとき、“Over” と表示されます。

計算式の乗数とオフセット [m], [n]

選択した計算式での乗数  $m$  とオフセット  $n$  を設定します。

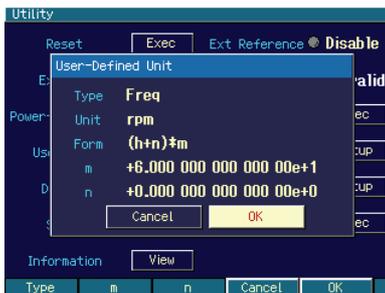
各パラメタを設定したら、ウインドウ下部の [OK] を選択し、ENTER キー **ENTER** を押してください。

### ✓ Check

ユーザ定義単位を使用しているときは、乗数、オフセットの設定によっては、設定分解能が粗くなる場合があります。

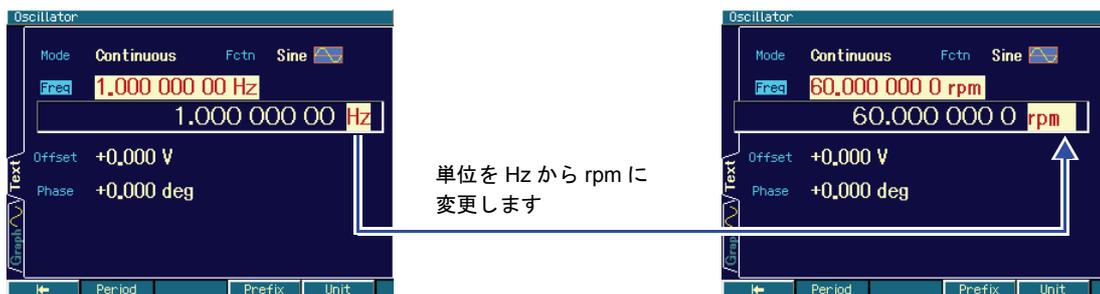
### ■周波数を rpm で設定するには

例として、周波数 1Hz が 60rpm として表示、設定できるようにするには、次のように設定して、[OK] とします。



Type : Freq  
Unit : rpm  
Form :  $(h+n)*m$   
 $m : 60$   
 $n : 0$

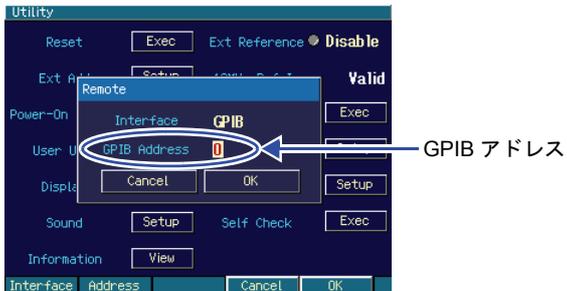
次に、Oscillator 画面で周波数の入力欄を開き、単位を Hz から rpm に変更します。



これで、rpm 値で表示、設定できるようになりました。

## 8. ユーティリティのその他の設定

### 8.1 リモートインタフェースの選択 [Remote]

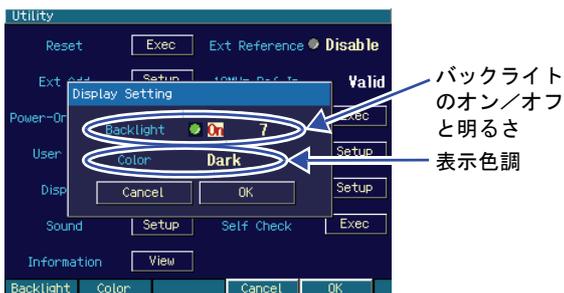


外部制御のインタフェースを USB または GPIB から選択します。

USB を選択した場合は、USB ID が表示されます。

GPIB を選択した場合は、GPIB アドレスを 0 ～ 30 の範囲で設定します。

### 8.2 表示の設定 [Display]

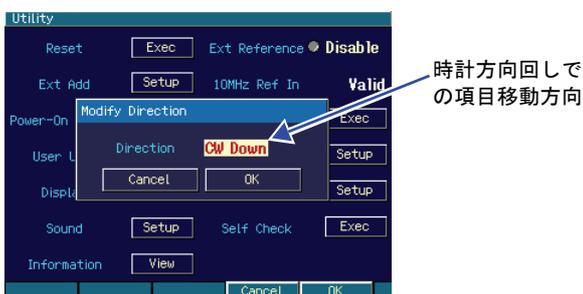


バックライトのオン/オフと、オンのときの明るさを設定します。

表示色調は、暗い地に明るい色の文字で表示するか、明るい地に暗い色の文字で表示するかを切り換えられます。

バックライトをオフにして表示が見えなくなったときは[MENU]キーを長押しすると、強制オンにできます。

### 8.3 モディファイノブと項目移動方向の設定 [Modify Direction]



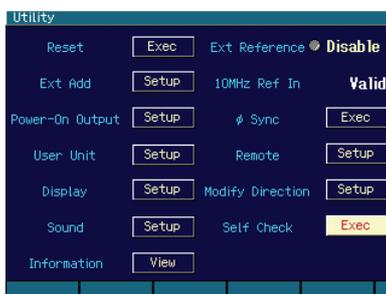
発振モードや波形の選択肢リストが表示されている状態で、モディファイノブを時計方向（CW）に回したときに、項目の選択が下方方向に移動するか、上方方向に移動するかを選択します。

## 8.4 操作音の設定 [Sound]



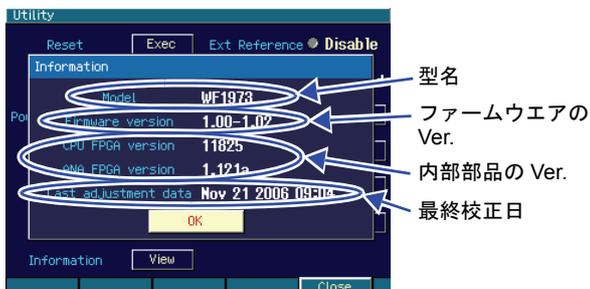
キー操作やモディファイノブ操作, エラー時などに発生するビープ音を出すか出さないかを設定します。

## 8.5 自己診断 [Self Check]



内部状態のチェックを行います。実行する前に、電源ケーブル以外の総てのケーブルをこの製品から外してください。もし、問題があるようでしたら、当社または販売店までお問合せください。

## 8.6 製品情報の表示 [Information]



この製品の情報の表示のみで、設定する項目はありません。

# 9. トラブルシューティング

## 9.1 電源投入時のエラーメッセージ

電源投入時には自己診断が行われ、異常があるとエラーメッセージが表示されます。故障の場合は、当社または販売店までご連絡ください。過熱でシャットダウンした旨の表示が出る場合は、設置環境に無理がないか（この製品が過熱するような周囲温度環境にないかどうか）ご点検ください。

### Hardware initialization failed

内部のエラーです。本器の故障です。

### OSC-Block error

内部のエラーです。本器の故障です。

### RAM error

内部のメモリエラーです。本器の故障です。

### ROM error

内部のメモリエラーです。本器の故障です。

### Last shutdown caused by overheat

前回の電源オフは、内部の過熱のために発生しました。  
使用環境、本器の状態を確認してください。

### Output not turned on due to overload

起動時の出力設定はオンでしたが、同期／サブ出力の過負荷を検出したので、出力はオンになりませんでした。  
出力端子が外部の電圧源に接続されている可能性がありますので、接続を確認してください。過負荷状態を解除してから、出力をオンにしてください。

### Output overload detected; Output turned off

起動時の出力設定に従い出力は一旦オンになりましたが、波形出力または同期／サブ出力の過負荷を検出したので、出力はオフになりました。  
出力端子が外部の電圧源に接続されている可能性がありますので、接続を確認してください。過負荷状態を解除してから、出力をオンにしてください。

### 9.2 実行時のエラーメッセージ

実行時のエラーメッセージは、主に設定が出力可能範囲を超えている場合に表示されます。例えば、方形波を出力しているときに、周波数を 30MHz に設定しようとする、エラーが表示され、周波数は方形波の最高周波数に設定されます。

また、内部の過熱や出力の過負荷に対してもエラーメッセージが表示されます。

ここでは、ダイアログウインドウに表示されるエラー番号順に説明します。

#### 12005 : Internal overheat detected

内部が過熱しています。

周囲温度が高過ぎるか、本器が故障している可能性があります。本器の電源をオフされることを推奨します。

#### 14006 : Internal temperature too high; Auto-shutdown will occur

内部の過熱が限界に達しましたので、本器の電源は自動的にオフされます。

周囲温度が高過ぎるか、本器が故障している可能性があります。

#### 22017 : Function changed to Sine by changing Channel Mode

波形がノイズまたは DC のときに 2 チャネル連動モードを選択したので、該当チャンネルの波形は正弦波に切り換われました。

#### 22018 : Mode changed to Continuous by changing Channel Mode

バーストモードにおいて 2 チャネル連動モードを選択したので、連続発振モードに切り換われました。

2 チャネル連動モードではバーストモードは使用できません。

#### 22019 : Modulation Source changed to Internal due to Channel Mode

2 チャネル連動モードの都合により、変調源が内部に切り換われました。

2 チャネル連動モードを選択すると、変調のタイプに依らず、変調源は一旦内部に設定されます。チャンネルモードが 2 相、周波数差一定、周波数比一定の場合、FM、FSK の変調源は内部に制限されます。他のタイプの変調源に制約はありませんので、再度設定を行ってください。チャンネルモードが差動の場合、変調の種類に依らず変調源は内部に制限されます。

#### 22020 : External addition turned off by changing Channel Mode

外部加算を使用しているときに、チャンネルモードに差動を選択したので、外部加算はオフになりました。

差動モードでは外部加算を使用することはできません。

#### 22021 : SwpMode changed to Single by changing Channel Mode

スイープ発振のモードがゲーテッド単発のときに、チャンネルモードに 2 相、周波数差一定、周波数比一定、差動を選択したので、単発スイープに切り換われました。

2 チャネル連動モードでは、ゲーテッド単発スイープは使用できません。

#### 22022 : Mode changed to Continuous by changing Function

変調、スイープ、バーストモードにおいて、現在の発振条件に適合しない波形を選択したので、連続発振モードに切り換われました。

例えば、正弦波で FM 中に、波形をパルスに変更すると、パルスでは FM ができないため、連続発振に切り換わります。パルスで PWM を行いたい場合は、変調モードに変更した後で、変調タイプを PWM に変更してください。

**22024 : Start-locked occurred due to setting conflict**

変調、スイープ、バーストモードにおいて、動作設定が不適切なために所定の発振を開始できません。

左端のソフトキー [?] を押すと、不適切な項目に関するメッセージが表示されます。

**22025 : SyncOut selection changed to Sync by selection of external modulation**

内部変調から外部変調に切り換えたので、同期 / サブ出力には基準位相同期 [Sync] が割り当てられました。

同期 / サブ出力に、変調同期 [ModSync]、変調波形 [ModFctn] が選択できるのは、内部変調のときだけです。

**22028 : Edge time changed due to Width**

現状のエッジ時間 (LE, TE) では指定のパルス幅時間の実現できないので、エッジ時間を小さくしました。

パルス幅時間はエッジ時間よりも優先度が高くなっています。

**22029 : Edge time changed due to Duty**

現状のエッジ時間 (LE, TE) では指定のパルス幅デューティが実現できないので、エッジ時間を小さくしました。

パルス幅デューティはエッジ時間よりも優先度が高くなっています。

**22030 : Edge time and/or Width changed due to Frequency**

現状のエッジ時間 (LE, TE)、パルス幅時間では、指定の周波数が実現できないので、エッジ時間、パルス幅時間を変更しました。

周波数は、エッジ時間、パルス幅時間よりも優先度が高くなっています。

**22031 : Edge time and/or Duty changed due to Frequency**

現状のエッジ時間 (LE, TE)、パルス幅デューティでは、指定の周波数が実現できないので、エッジ時間、パルス幅デューティを変更しました。

周波数は、エッジ時間、パルス幅デューティよりも優先度が高くなっています。

**22032 : Selected ARB is missing; Edit Memory ARB assigned**

指定の任意波は存在していないので、代わりにエディットメモリの任意波が割り当てられました。

以前使用していた任意波が、使用していない間に削除されてしまったときに起こります。なお、任意波は番号によってのみ識別されます。

**22033 : Too narrow or too wide Duty specified; Amplitude may decrease or pulse may be lost**

デューティの設定が非常に小さいかまたは大きいので、振幅が小さくなったり、パルスが消失する恐れがあります。

デューティ可変範囲が拡張の方形波において、ハイ側またはロー側のパルス幅が約 8.4ns より狭くなると、このような現象が発生します。

**22034 : Frequency reduced due to Function**

波形に合わせて、周波数が低い値に変更されました。

波形によって周波数の上限は異なります。

**22035 : Duty changed due to Extend-Off**

方形波のデューティ可変範囲を標準に変更したので、デューティが周波数で制限される値に変更されました。

デューティ可変範囲が標準の場合、周波数によってデューティの可変範囲が変化します。

### 22036 : Duty changed due to Frequency

方形波のデューティ可変範囲が標準なので、デューティが周波数で制限される値に変更されました。

デューティ可変範囲が標準の場合、周波数によってデューティの可変範囲が変化します。

### 22037 : High level changed due to Low level

出力可能範囲の都合により、ローレベルの変更によってハイレベルも変更されました。

### 22038 : Low level changed due to High level

出力可能範囲の都合により、ハイレベルの変更によってローレベルも変更されました。

### 22039 : Not acceptable due to another CH limitation

2チャンネル同値設定において、他方のチャンネルの制約のため、指定の設定は行えませんでした。

### 22040 : Frequency and/or DeltaFreq changed due to Function

チャンネルモードが周波数差一定のとき、波形の上限周波数に合わせて、周波数、周波数差が変更されました。

### 22041 : Frequency of CH1 changed due to DeltaFreq

チャンネルモードが周波数差一定のとき、周波数差を維持するため CH1 の周波数が変更されました。

周波数差は、CH1 の周波数よりも優先度が高くなっています。

### 22042 : Frequency changed due to Function

チャンネルモードが周波数比一定のとき、波形の上限周波数に合わせて、周波数が変更されました。

### 22043 : Frequency of CH1 changed due to Ratio

チャンネルモードが周波数比一定のとき、周波数比を維持するため CH1 の周波数が変更されました。

周波数比は、CH1 の周波数よりも優先度が高くなっています。

### 22044 : Output not turned on due to overload

同期／サブ出力の過負荷を検出したので、出力はオンになりませんでした。

出力端子が外部の電圧源に接続されている可能性がありますので、接続を確認してください。過負荷状態を解除してから、出力をオンにしてください。

### 22149 : Modulation Source of CH2 changed to Internal by changing CH1 or CH2 setting

FSK または PSK において CH2 の変調源が CH1 外部に設定されていましたが、CH1 または CH2 の設定変更に伴い、CH2 の変調源が内部に切り換わりました。

CH2 の変調源を CH1 外部に設定できるのは、CH1 と CH2 が同じ変調タイプで、CH1 の変調源に外部が選択されている場合のみです。

### 22150 : Trigger of CH2 changed to Internal by changing CH1 or CH2 setting

スイープまたはバーストにおいて CH2 のトリガ源が CH1 外部に設定されていましたが、CH1 または CH2 の設定変更に伴い、CH2 のトリガ源が内部に切り換わりました。

CH2 のトリガ源を CH1 外部に設定できるのは、以下の条件において、CH1 のトリガ源に外部が選択されている場合のみです。

- CH1 と CH2 が同じスイープタイプ。CH1 と CH2 が同じスイープモード（連続スイープは除く）。
- CH1 と CH2 が同じバーストモード（オートバーストは除く）。

**23045 : Data out of range; Data discarded**

設定範囲外の値を設定しようとしたので、入力された値は破棄されました。

**23129 : MOD/ADD IN connector used by external addition now**

外部変調 / 加算入力コネクタは現在、外部加算用に使われています。外部変調と同時に使用することはできません。

**23130 : MOD/ADD IN connector used by external modulation now**

外部変調 / 加算入力コネクタは現在、外部変調用に使われています。外部加算と同時に使用することはできません。

**23133 : Output overload detected; Output turned off**

波形出力または同期 / サブ出力の過負荷を検出したので、出力はオフになりました。  
出力端子が外部の電圧源に接続されている可能性がありますので、接続を確認してください。過負荷状態を解除してから、出力をオンにしてください。

**23134 : Self Check failed; Auto-shutdown will occur**

セルフチェックが不合格でした。電源をオフします。  
本器が故障している可能性があります。

**32004 : Not able to delete this ARB; This ARB is in current use**

現在出力中あるいは使用中の任意波を削除することはできません。  
変調発振モードにおいては、内部変調波形として使われている任意波も削除することはできません。

**35005 : File-system error**

内部のエラーです。本器の故障です。

**60001 : Sequence under editing not stored; Shutdown?**

編集中のシーケンスはまだ保存されていません。  
電源を切ると消えてしまいますので、必要なら保存を行ってください。

**60002 : ARB waveform under editing not stored; Shutdown?**

編集中の任意波はまだ保存されていません。  
電源を切ると消えてしまいますので、必要なら保存を行ってください

**61056 : Data beyond lower limit; Value clipped to lower limit**

下限値を下回る値を設定しようとしたので、下限値に設定されました。

**61057 : Data beyond upper limit; Value clipped to upper limit**

上限値を上回る値を設定しようとしたので、上限値に設定されました。

**61058 : Zero data not allowed**

ゼロ値が設定できないパラメタです。

**61059 : Invalid operation**

無効な操作です。任意波の編集で、制御点を挿入できないところに挿入しようとしています。

**61060 : Invalid operation**

無効な操作です。任意波の編集で、削除できない制御点を削除しようとしています。

### 9.3 変調のコンフリクトメッセージ

設定が不適切なために指定の変調が実行できない状態（コンフリクト状態）のとき、ソフトキー [?] を押すと表示されるメッセージです。不適切な設定内容について説明しています。

#### HopFreq beyond upper limit for current Function

FSK において、ホップ周波数が、現在の波形で出力可能な範囲を超えています。  
ホップ周波数を低くしてください。

#### MOD/ADD IN connector used by external addition now

外部変調 / 加算入力コネクタは現在、外部加算用に使われているので、外部変調に使用することができません。  
外部加算をオフにしてください。

#### Modulated peak or bottom value out of range

FM, PM, OFSM, PWM において、[ キャリアの値 + 偏差 ] または、[ キャリアの値 - 偏差 ] が、出力可能な範囲を超えています。  
キャリアの値を変更するか、または偏差を小さくしてください。

#### Modulated peak or bottom phase out of range

PSK において、[ キャリアの値 + 偏差 ] が、出力可能な範囲を超えています。  
キャリアの値または偏差を小さくしてください。

#### Modulation Type not compatible with current Function

変調タイプが現在の波形に適合していません。例えば、正弦波に PWM を指定しているような場合です。  
変調タイプを変更してください。

## 9.4 スイープのコンフリクトメッセージ

設定が不適切なために指定のスイープが実行できない状態（コンフリクト状態）のとき、ソフトキー【?】を押すと表示されるメッセージです。不適切な設定内容について説明しています。

### Frequency beyond upper limit for Gated sweep

周波数がゲーテッドスイープの上限周波数を超えています。  
周波数を低くしてください。

### Gated sweep not available for DC

DC 波形でゲーテッドスイープはできません。  
スイープモードを連続か単発に変更してください。

### Start value out of range

スタート値が出力可能な範囲を超えています。  
出力可能な範囲に変更してください。

### Stop value out of range

ストップ値が出力可能な範囲を超えています。  
出力可能な範囲に変更してください。

### Sweep Type not compatible with current Function

スイープタイプが現在の波形に適合していません。例えば、正弦波にデューティスイープを指定しているような場合です。  
スイープタイプを変更してください。

### 9.5 バーストのコンフリクトメッセージ

設定が不適切なために指定のバーストが実行できない状態（コンフリクト状態）のとき、ソフトキー【?】を押すと表示されるメッセージです。不適切な設定内容について説明しています。

#### **BrstMode not compatible with current Function**

バースト発振のモードが現在の波形に適合していません。例えば、ノイズにトリガバーストを指定しているような場合です。

バースト発振のモードを変更してください。

#### **Frequency beyond upper limit for current Function**

周波数が現在の波形の上限周波数を超えています。

周波数を低くしてください。

## 9.6 シーケンスのコンパイルエラーメッセージ

シーケンスをコンパイルした結果、実行不可能な設定が見つかったときに表示されるメッセージです。

### Amptd-Offset conflict

CH:N Step:M

Amptd (Step K) - Offset (Step L)

チャンネル N のステップ M で、振幅とオフセットが相互制約を満たしていません。振幅はステップ K で、オフセットはステップ L で設定されています。

振幅またはオフセットを小さくしてください。

### Fctn-Freq conflict

CH:N Step:L-M

チャンネル N のステップ L と M の間で、周波数が波形の上限を超えています。

周波数を低くしてください。

### Fctn-Freq-Duty conflict

CH:N Step:M

Freq (Step K) - Duty (Step L)

チャンネル N のステップ M で、方形波の周波数とデューティが相互制約を満たしていません。周波数はステップ K で、デューティはステップ L で設定されています。

周波数を低くするか、デューティを 50% に近づけてください。

### Selected ARB is missing

CH:N Step:M

チャンネル N のステップ M で指定された任意波は存在していません。

別の任意波を指定してください。

### Selected ARB loading failed

CH:N Step:M

チャンネル N のステップ M で、任意波の読み込みが出来ませんでした。

内部のエラーです。本器の故障です。

### Too complex to check

複雑過ぎてチェックを行うことができませんでした。

シーケンス構造の単純化を行ってください。

### Too many or too large Functions used

使用されている波形の数が 128 を超えているか、総量が 512KW を超えています。

波形の数を減らしてください。あるいは、配列形式の任意波のデータ点数を減らしてください。

☞ P.57

## 9.7 故障と思われる場合

異常と思われるときは、下記の処置を行ってみてください。それでも回復しないときは、当社または販売店にご連絡ください。

内 容	考えられる原因	処置	参照ページ
電源が入らない	定格範囲外の電源を使用している	定格範囲内の電源を使用してください	基本編「2.3 接地および電源接続」
	外来ノイズ等によって誤動作している	良好な条件の場所に、設置してください	基本編「2.2 設置」
パネル操作ができない	リモート状態である	ローカル状態にしてください	—
	キーやモディファイノブが劣化している	当社に修理をお申し付けください	—
出力レベルがおかしい	周囲温度、周囲湿度が動作保証範囲でない	仕様の範囲内の環境で使用してください	基本編「2.2 設置」
	十分なウォーミングアップをしていない	電源投入後、30分以上のウォーミングアップを行ってください	—
	DC オフセットが加わっている	DC オフセットを 0V にしてください	基本編「4.4.8 DC オフセットを設定するには」
	ユーザ定義単位が使われている	標準的な単位を選択してください	基本編「4.4.7 振幅を設定するには」
	負荷インピーダンス機能が使われている	設定を Hi-Z にしてください	基本編「4.4.12 負荷インピーダンスを設定するには」
外部制御による設定ができない	異なるインタフェースの設定になっている	使用するインタフェースと一致するようにしてください。	P.73
	GPIB アドレス、USB ID がプログラムと異なっている	GPIB アドレス、USB ID がプログラムと一致するようにしてください	P.73
	他の機器と同じ GPIB アドレス、USB ID になっている	他の機器と重ならないような、GPIB アドレス、USB ID にしてください	P.73
取扱説明書のとおりにならない	設定初期化を実行していない	説明は設定初期化後を前提にしています 設定初期化を実行してください	基本編「4.3.8 初期設定に戻すには」
	操作対象チャンネルが逆	CH 1 か CH 2 かを確認してください	基本編「4.3.6 CH1/CH2 切り換えキーとアクティブなチャンネル (FG420 のみ)」
バックライト消灯していて表示内容が読めない	バックライトを消灯設定にしている	MENU キーを長押ししてバックライトを強制点灯してください	基本編「4.2.3 トップメニュー / a) トップメニューを表示するには」 もしくは、基本編「4.3.7 Utility 画面でできること / b) Utility 画面の構成 / 表示器設定」

# 10. 保 守

## 10.1 概 要

### ■作業内容

機器を最良の状態でご使用いただくためには、下記のような保守が必要です。

- 動作点検 機器が正しく動作しているかをチェックします。
- 性能試験 機器が定格を満足しているかをチェックします。
- 調整, 校正 定格を満足していないときは、当社で調整または校正を行い、性能を回復させます。
- 故障修理 それでも改善されないときは、当社で故障の原因や故障箇所を調べ、修理します。

この取扱説明書には、容易に行うことができる動作点検、性能試験の方法を記載しています。より高度な点検、調整、校正や故障修理については、当社または販売店までお問い合わせください。



### 警告

機器の内部には高電圧の箇所があります。カバーは取り外さないでください。機器内部の点検は、危険防止に精通している訓練されたサービス技術者以外の方は行わないでください。

## ■使用機器

動作点検、性能試験には、下記の測定器が必要です。

	必要性能	推奨機種	使用目的
デジタル マルチメータ	AC 電圧 TrueRMS 確度：± 0.1% (1kHz ~ 100kHz) DC 電圧 確度：± 0.1%	Agilent 3458A	100kHz 以下の AC 電圧測定、DC 電圧測定
パワーメータ および パワーセンサ	100kHz ~ 30MHz 5 $\mu$ W ~ 250mW (-23dBm ~ +24dBm) 確度：0.02dB 分解能：0.01dB	R&S NRVS, NRV-Z5	100kHz 以上の AC 電圧測定
ユニバーサル カウンタ	確度：0.1ppm	Agilent 53131A Opt 010 (高安定 TB)	周波数、デューティ、チャネル間時間差測定
オシロスコープ	300MHz 以上 2GS/s, 50 $\Omega$ 入力	Agilent DSO6032A	立ち上がり、立ち下がり時間測定
スペクトラム アナライザ	10kHz ~ 1GHz 分解能：100Hz	Agilent E4411B Opt 1DR (狭 RBW)	高調波、非高調波スプリアス測定
BNC ケーブル	特性インピーダンス：50 $\Omega$ 長さ：1m	RG-58A/U	—
BNC(f)-バナナ 変換アダプタ	—	—	デジタルマルチメータの バイディングポストに BNC ケーブルを接続する ため
BNC(f)-N(m) 変換アダプタ	特性インピーダンス：50 $\Omega$	—	スペクトラムアナライザに BNC ケーブルを接続する ため
BNC(f)-N(f) 変換アダプタ	特性インピーダンス：50 $\Omega$	—	パワーセンサに BNC ケーブルを接続するため

## 10.2 動作点検

### ■動作点検前の確認

動作点検の前には、下記の事項を確認してください。

- 電源電圧は、定格範囲内か。
- 周囲温度は、0 ~ +40 °Cの範囲内か。
- 周囲の相対湿度は、5 ~ 85%RH（ただし、絶対湿度 1 ~ 25g / m<sup>3</sup>）の範囲内か。
- 結露していないか。

### ■機能チェック

#### ●電源投入時のチェック

電源投入時に、エラー表示が出ないことを確認してください。

エラー表示が出たとき ➤ P.75

また、電源投入時に異常な表示になったときは、一度電源を切り、5秒以上待った後、再度電源を投入してください。

#### ●自己診断

Utility 画面で [Self Check] を実行してください。

➤ P.74

#### ●主要機能のチェック

誤設定を防ぐために、最初に設定初期化を行ってください（Utility 画面で [Reset] を実行）。次に、FCTN OUT を、特性インピーダンス 50Ω の同軸ケーブルを使用してオシロスコープに接続し、出力を観測してください。

この状態で、下記の項目について設定を何回か変更してみて、正常に機能しているかをチェックしてください。周波数など、数値を設定する項目では、テンキー、モディファイノブの両方で操作を行えば、より確実なチェックになります。

- ・ 波形（ショートカットキー FCTN キー **FCTN**）
- ・ 周波数（ショートカットキー FREQ キー **FREQ**）
- ・ 振幅（ショートカットキー AMPTD キー **AMPTD**）
- ・ DC オフセット（ショートカットキー OFFSET キー **OFFSET**）
- ・ 出力のオン／オフ (**OUT**)

#### ●GPIB, USB のチェック

主要機能のチェックの項で実施した設定変更の一部を GPIB, USB から行い、同じ出力変化になることを確認してください。

この際、画面上部のステータス表示領域に [GPIB] または [USB] と表示されることを確認してください。

また、ステータス表示領域に [GPIB] または [USB] と表示されている状態でソフトキー [Local] を押すと、先のステータス表示が消え、ローカル状態に戻ることを確認してください（ローカルロックアウトでないとき）。

## 10.3 性能試験

### ■性能試験

性能試験は、この製品の性能劣化を未然に防止するため、予防保守の一環として行います。

性能試験は、この製品の受入検査、定期検査、修理後の性能確認などが必要なときに実施してください。

性能試験の結果、仕様を満足しないときは修理が必要です。当社または販売店にご連絡ください。

### ■性能試験前の確認

性能試験の前には、下記の事項を確認してください。

- 電源電圧は、定格範囲内か。
- 周囲温度は、+20 ~ +30 °Cの範囲内か。
- 周囲の相対湿度は、20 ~ 70%RHの範囲内か。
- 結露していないか。
- 30分以上のウォーミングアップを行ったか。

### ■性能試験前の準備

- 使用する信号ケーブルは、特性インピーダンス 50 Ω、RG-58A/U 以上の太さ、長さ 1m 以下で、両端に BNC コネクタが付いている同軸ケーブルを使用してください。
- 50 Ω 終端が指定されている項目では、接続する測定器の入力インピーダンスを 50 Ω に設定してください。
- 50 Ω 入力に設定できない機器は、測定器の入力に 50 Ω 終端器（フィードスルーターミネータ）を取り付けてください。
- 最大約 24dBm（振幅設定が 20Vp-p / 開放のとき）の信号を測定します。測定器の許容入力を超えないように、必要に応じて別途同軸アッテネータを使用してください。特にパワーメータ（パワーセンサ）、スペクトラムアナライザは破損し易いので注意してください。
- 各試験項目の設定内容には、設定初期化を行い（Utility 画面で [Reset] を実行）、出力をオン（）によって LED を点灯）にした上で、さらに変更する項目を記載してあります。

#### 10.3.1 周波数確度の試験

接 続 : FCTN OUT → ユニバーサルカウンタ入力（50 Ω 終端）  
同軸ケーブルを使用してください。

設 定 : 設定初期化の後、周波数 1MHz、振幅 10Vp-p / 開放に設定します

測 定 : ユニバーサルカウンタを周波数測定モードにして、周波数を測定します。

判 定 : 下記の範囲内であれば、正常です。

ただし、最大 ± 1ppm / 年まで経年変化することがありますので、出荷時より 1 年経過したものは、± 4ppm 以内（999.996kHz ~ 1.000004MHz）まで劣化している可能性があります。

定格範囲
0.999997MHz ~ 1.000003MHz

### 10.3.2 正弦波 振幅確度の試験

- 接続 : FCTN OUT → デジタルマルチメータ (AC 電圧 TrueRMS 測定)  
同軸ケーブルを使用してください。
- 設定 : 設定初期化の後、振幅は下表によります (周波数は 1kHz に設定されています)。
- 測定 : 各波形における出力電圧を、実効値で測定します。
- 判定 : 下記の表の範囲内であれば、正常です。

振幅設定 (負荷開放値)	定格範囲
20Vp-p (7.071Vrms)	7.000Vrms ~ 7.142Vrms
5Vp-p (1.768Vrms)	1.749Vrms ~ 1.786Vrms
3Vp-p (1.061Vrms)	1.049Vrms ~ 1.072Vrms
1Vp-p (0.3536Vrms)	0.3493Vrms ~ 0.3578Vrms
0.3Vp-p (0.1061Vrms)	104.3mVrms ~ 107.8mVrms
0.1Vp-p (35.36mVrms)	34.29mVrms ~ 36.42mVrms
0.02Vp-p (7.071mVrms)	6.293mVrms ~ 7.849mVrms

### 10.3.3 DC オフセット確度の試験

#### ■ DC のみ

- 接続 : FCTN OUT → デジタルマルチメータ (DC 電圧測定)
- 設定 : 設定初期化の後、波形を DC に設定します。DC オフセット設定は下表によります。
- 測定 : 出力電圧を、直流で測定します。
- 判定 : 下記の表の範囲内であれば、正常です。

DC オフセット設定 (負荷開放値)	定格範囲
± 10V	± 9.895V ~ ± 10.105V
± 3V	± 2.965V ~ ± 3.035V
± 1V	± 0.9850V ~ ± 1.0150V
0V	-5.000mV ~ +5.000mV

#### ■ AC+DC

- 接続 : FCTN OUT → デジタルマルチメータ (DC 電圧測定)
- 設定 : 設定初期化の後、発振モードをバースト発振、バーストモードをゲート、トリガを外部の Off に設定します (正弦波の発振が 0 度で停止しています)。振幅設定は下表によります。DC オフセット設定は 0V のままです。
- 測定 : 出力電圧を、直流で測定します。
- 判定 : 下記の表の範囲内であれば、正常です。

振幅設定 (負荷開放値)	定格範囲
6.4Vp-p	-37.00mV ~ +37.00mV
3.5Vp-p	-22.50mV ~ +22.50mV
1.3Vp-p	-11.50mV ~ +11.50mV

## 10.3.4 正弦波 振幅周波数特性の試験

## ■ 100kHz 以下

接 続 : FCTN OUT → デジタルマルチメータ (AC 電圧 TrueRMS 測定, 50Ω 終端)  
同軸ケーブルを使用してください。

設 定 : 設定初期化の後, 振幅設定と周波数設定は下表によります。

測 定 : 各周波数における出力電圧を, 実効値で測定します。

判 定 : 各振幅設定について, 1kHz での測定値を基準にした各周波数での誤差分が下記の表の範囲内であれば, 正常です。

振幅設定 (負荷開放値)	1kHz での測定値	50kHz での誤差	100kHz での誤差	各振幅での 100kHz での 誤差を以下のように置きます
20Vp-p	基準値	± 0.1dB	± 0.1dB	X1(dB)
5Vp-p	基準値	± 0.1dB	± 0.1dB	X2(dB)
3Vp-p	基準値	± 0.1dB	± 0.1dB	X3(dB)
1Vp-p	基準値	± 0.1dB	± 0.1dB	X4(dB)
0.3Vp-p	基準値	± 0.1dB	± 0.1dB	X5(dB)
0.1Vp-p	基準値	± 0.1dB	± 0.1dB	X6(dB)

## ■ 100kHz 以上

接 続 : FCTN OUT → パワーメータ (パワーセンサ)  
同軸ケーブルを使用してください。最大約 24dBm の信号を測定します。パワーセンサの許容入力を超えないように, 別途同軸アッテネータを使用してください。

設 定 : 設定初期化の後, 振幅設定と周波数設定は下表によります。

測 定 : 各周波数における出力電圧または電力を測定します。

判 定 : 各振幅設定について, 100kHz での測定値を基準にした各周波数での誤差分が下記の表の範囲内であれば, 正常です。デジタルマルチメータで先に測定した 100kHz での誤差分  $X_n$  ( $n=1 \sim 6$ ) を判定範囲に加味します。  
例えば,  $X_1=-0.05\text{dB}$  のとき, 20Vp-p, 5MHz での判定範囲は,  $-0.1\text{dB} \sim 0.2\text{dB}$  になります。

振幅設定 (負荷開放値)	100kHz での測定値	300kHz での誤差	1MHz での誤差	5MHz での誤差	10MHz での誤差	20MHz での誤差	30MHz での誤差
20Vp-p	基準値	$-X_1 \pm 0.15\text{dB}$	$-X_1 \pm 0.15\text{dB}$	$-X_1 \pm 0.15\text{dB}$	$-X_1 \pm 0.3\text{dB}$	$-X_1 \pm 0.3\text{dB}$	$-X_1 \pm 0.8\text{dB}$
5Vp-p	基準値	$-X_2 \pm 0.15\text{dB}$	$-X_2 \pm 0.15\text{dB}$	$-X_2 \pm 0.15\text{dB}$	$-X_2 \pm 0.3\text{dB}$	$-X_2 \pm 0.3\text{dB}$	$-X_2 \pm 0.5\text{dB}$
3Vp-p	基準値	$-X_3 \pm 0.15\text{dB}$	$-X_3 \pm 0.15\text{dB}$	$-X_3 \pm 0.15\text{dB}$	$-X_3 \pm 0.3\text{dB}$	$-X_3 \pm 0.3\text{dB}$	$-X_3 \pm 0.5\text{dB}$
1Vp-p	基準値	$-X_4 \pm 0.15\text{dB}$	$-X_4 \pm 0.15\text{dB}$	$-X_4 \pm 0.15\text{dB}$	$-X_4 \pm 0.3\text{dB}$	$-X_4 \pm 0.3\text{dB}$	$-X_4 \pm 0.5\text{dB}$
0.3Vp-p	基準値	$-X_5 \pm 0.15\text{dB}$	$-X_5 \pm 0.15\text{dB}$	$-X_5 \pm 0.15\text{dB}$	$-X_5 \pm 0.3\text{dB}$	$-X_5 \pm 0.3\text{dB}$	$-X_5 \pm 0.5\text{dB}$
0.1Vp-p	基準値	$-X_6 \pm 0.15\text{dB}$	$-X_6 \pm 0.15\text{dB}$	$-X_6 \pm 0.15\text{dB}$	$-X_6 \pm 0.3\text{dB}$	$-X_6 \pm 0.3\text{dB}$	$-X_6 \pm 0.5\text{dB}$

### 10.3.5 正弦波 全高調波歪率の試験

- 接 続 : FCTN OUT → スペクトラムアナライザ  
同軸ケーブルを使用してください。最大約 24dBm の信号を測定します。スペクトラムアナライザの許容入力を超えないように、別途同軸アッテネータを使用してください。
- 設 定 : 設定初期化の後、周波数を 20kHz に設定します。振幅設定は下表によります。
- 測 定 : 7 次までの高調波スプリアスを測定し、全高調波歪率を計算で求めます。  
基本波 20kHz を基準にした、7 次までの高調波スプリアスの相対値を、X2 ~ X7(dBc) とおくと、全高調波歪率 THD は次式で求められます。

$$\text{THD} = \sqrt{10^{\frac{X2}{10}} + 10^{\frac{X3}{10}} + 10^{\frac{X4}{10}} + 10^{\frac{X5}{10}} + 10^{\frac{X6}{10}} + 10^{\frac{X7}{10}}}$$

X2 ~ X7 は、それぞれ 40kHz, 60kHz, 80kHz, 100kHz, 120kHz, 140kHz の相対レベルです。

基本波との相対レベルが安定するまで、スペクトラムアナライザの入力アッテネータを大きくしてください。

- 判 定 : 下記の表の範囲内であれば、正常です。

振幅設定 (負荷開放値)	全高調波歪率
20Vp-p	0.2% 以下
3Vp-p	0.2% 以下
1Vp-p	0.2% 以下

### 10.3.6 正弦波 高調波スプリアスの試験

- 接 続 : FCTN OUT → スペクトラムアナライザ  
同軸ケーブルを使用してください。最大約 24dBm の信号を測定します。スペクトラムアナライザの許容入力を超えないように、別途同軸アッテネータを使用してください。
- 設 定 : 設定初期化の後、振幅設定と周波数設定は下表によります。
- 測 定 : 5 次までの高調波スプリアスの最大値を測定します。  
基本波との相対レベルが安定するまで、スペクトラムアナライザの入力アッテネータを大きくしてください。
- 判 定 : 下記の表の範囲内であれば、正常です。

振幅設定 (負荷開放値)	周波数設定 100kHz における、5 次までの最大高調波スプリアスレベル	周波数設定 1MHz における、5 次までの最大高調波スプリアスレベル	周波数設定 10MHz における、5 次までの最大高調波スプリアスレベル	周波数設定 30MHz における、5 次までの最大高調波スプリアスレベル
20Vp-p	-60dBc 以下	-60dBc 以下	-43dBc 以下	-30dBc 以下
3.5Vp-p	-60dBc 以下	-60dBc 以下	-50dBc 以下	-40dBc 以下

### 10.3.7 正弦波 非高調波スプリアスの試験

- 接 続 : FCTN OUT → スペクトラムアナライザ  
同軸ケーブルを使用してください。最大約 24dBm の信号を測定します。スペクトラムアナライザの許容入力を超えないように、別途同軸アッテネータを使用してください。
- 設 定 : 設定初期化の後、振幅設定と周波数設定は下表によります。
- 測 定 : 非高調波スプリアスの最大値を測定します。
- 判 定 : 下記の表の範囲内であれば、正常です。

振幅設定 (負荷開放値)	周波数設定 100kHz における、最大非高 調波スプリアスレベ ル	周波数設定 1MHz に おける、最大非高調 波スプリアスレベ ル	周波数設定 10MHz における、最大非高 調波スプリアスレベ ル	周波数設定 30MHz における、最大非高 調波スプリアスレベ ル
20Vp-p	-60dBc 以下	-60dBc 以下	-50dBc 以下	-45dBc 以下
3.5Vp-p	-60dBc 以下	-60dBc 以下	-50dBc 以下	-45dBc 以下
1Vp-p	-60dBc 以下	-60dBc 以下	-50dBc 以下	-45dBc 以下

### 10.3.8 方形波 デューティ確度の試験

- 接 続 : FCTN OUT → ユニバーサルカウンタ (50Ω 終端)  
同軸ケーブルを使用してください。
- 設 定 : 設定初期化の後、波形を方形波、振幅 20Vp-p / 開放に設定します。デューティ可変範囲設定、周波数設定、デューティ設定は下表によります。
- 測 定 : ユニバーサルカウンタをデューティ測定モードに設定します。ユニバーサルカウンタのトリガレベルは 0V に設定してください。また、ジッタにより測定値がばらつくので (特にデューティ可変範囲が拡張のとき)、平均化してください。
- 判 定 : 下記の表の範囲内であれば、正常です。

#### ■ デューティ可変範囲標準

周波数	デューティ		
100kHz	1% 設定時 0.9% ~ 1.1%	50% 設定時 49.9% ~ 50.1%	99% 設定時 98.9% ~ 99.1%
1MHz	5% 設定時 4% ~ 6%	50% 設定時 49% ~ 51%	95% 設定時 94% ~ 96%
3MHz	40% 設定時 37% ~ 43%	50% 設定時 47% ~ 53%	60% 設定時 57% ~ 63%

#### ■ デューティ可変範囲拡張

周波数	デューティ		
100kHz	1% 設定時 0.9% ~ 1.1%	50% 設定時 49.9% ~ 50.1%	99% 設定時 98.9% ~ 99.1%
1MHz	5% 設定時 4% ~ 6%	50% 設定時 49% ~ 51%	95% 設定時 94% ~ 96%
3MHz	40% 設定時 37% ~ 43%	50% 設定時 47% ~ 53%	60% 設定時 57% ~ 63%

### 10.3.9 方形波 立ち上がり時間, 立ち下がり時間の試験

- 接 続 : FCTN OUT → オシロスコープ (50Ω 終端)  
同軸ケーブルを使用してください。
- 設 定 : 設定初期化の後, 波形を方形波, 周波数 1MHz, 振幅 20Vp-p / 開放に設定します。  
デューティ可変範囲設定は下表によります。
- 測 定 : 波形を観測し, 立ち上がり / 立ち下がり時間を測定します。
- 判 定 : 下記の表の範囲内であれば, 正常です。

デューティ可変範囲	立ち上がり時間, 立ち下がり時間
標準	17ns 以下
拡張	17ns 以下

### 10.3.10 2相時チャンネル間時間差の試験 (FG420 のみ)

- 接 続 : CH1 FCTN OUT → ユニバーサルカウンタ 入力 1 (50Ω 終端)  
CH2 FCTN OUT → ユニバーサルカウンタ 入力 2 (50Ω 終端)  
同じ長さ, 同じ種類の同軸ケーブルを使用してください。
- 設 定 : 設定初期化の後, チャンネルモード 2PHASE, 振幅 20Vp-p / 開放, CH2 の位相 180deg, 周波数 10MHz に設定します。波形の設定は下表によります。
- 測 定 : ユニバーサルカウンタを入力1→入力2間のタイムインターバルモードにして, CH1, CH2 間の時間差を測定します。ユニバーサルカウンタのトリガレベルは入力 1, 2 とも 0V, トリガ極性は入力 1, 2 とも立ち上がりに設定してください。測定値がばらつくので, 平均化してください。
- 判 定 : 下表の範囲内であれば, 正常です。

波 形	定格範囲
正弦波	30ns ~ 70ns
方形波 (デューティ可変範囲標準)	30ns ~ 70ns
方形波 (デューティ可変範囲拡張)	30ns ~ 70ns

# 索引

## 英数字

2チャンネル器の便利な使い方	33
2Phase	38
2Tone	40
2相	38
2チャンネルに同じ設定を行う	36
Both設定	36
Diff	44
Ratio	42
位相差を変える	38
位相同期を行う	37
同じ設定を行う	36
差動出力を得る	44
周波数の差を一定に保つ	40
周波数の比を一定に保つ	42
周波数を同じ値に保つ	38
設定をコピー	34
チャンネル間で位相同期を行う	37
チャンネル間で設定をコピーする	34
チャンネル間の位相差を変える	38
ツートーン	40
同期操作	37
パラメタコピー	34
レシオ	42
42Vpk	IV
GPIB	73
USB	73

## あ

安全関係記号	IV
安全にお使いいただくために	III

## え

エラーメッセージ	75
コンフリクト	80, 81, 82
シーケンス	83
実行時	76
スweep	81
電源投入時	75
バースト	82
変調	80

## お

応用編	I
-----	---

## か

外部周波数基準を使う	49
外部周波数基準を有効にする	50
ステータス表示	50
接続と利用方法	49
外部制御	I

## き

基本編	I
-----	---

## こ

項目移動方向（モディファイノブ）	73
故障と思われる場合	84

## し

シーケンス発振を使う	51
Action設定	53
一時停止する	61
一定（Action設定）	53
イベントブランチ	56, 59, 66
イベントブランチを行う	59, 61
オートホールド	59, 66
開始時の位相	55
開始ステップの設定	58
外部加算機能	58
外部制御の設定	58, 62
外部トリガの設定	58
片極性波形の応用	68
画面の概要	64
強制終了する	62
共通の設定	58
グリッチ	68
コンパイル	61
再編集する	62
作成・編集を行う	60
シーケンスモードへ移行する	60
実行準備を行う	61
実行する	61
ジャンプ	59, 66
終了する	62
振幅レンジ	58
スweep（Action設定）	54
ステートブランチ	56, 59, 66
ステップ0番	56
ステップ開始時の位相	55

ステップ時間	59, 66
ステップ終端	59, 66
ステップ終了時の位相	54, 66
ステップ制御パラメタ	66
ステップ同期コード	58, 66
ステップ内の処理の流れ	59
ステップ内のパラメタ変化パターン	53
ストップ位相	54, 66
制御パラメタ	66
制御パラメタとチャンネルパラメタ	53
設定と操作の手順	60
多重ループ	67
チャンネルパラメタ	53
チャンネル連動	57
通常の発振との違い	53
通常の発振モードに戻る	62
同期コード	58, 66
同期出力の設定	58
トレースの設定	65
波形のサイズ	57
波形の制限	56
負荷インピーダンス設定	58
ブランチ	56
変化パターン	53
ホールド	61
保持 (Action 設定)	53
マルチ入出力コネクタの割り当て	58
例	51
自己診断	74
<b>せ</b>	
製品情報の表示	74
<b>そ</b>	
操作音の設定	74
<b>と</b>	
トラブルシューティング	75
<b>に</b>	
任意波形を作成する	28
新しく作る	30
エディットメモリ	28
作成・編集画面	29
作成例	31
出力する任意波形の選択	28
制御点形式	28
作った波形を出力する	32
作った波形を保存する	32
データフォーマット	28
配列形式	28

保存に必要なメモリ容量	32
保存場所	28

## は

廃棄処分時のお願い	IV
パラメタ可変波形の詳細	1
2nd Ord LPF Step	21
2次 LPF ステップ応答	21
Angle Ctrl Sine	6
Bottom Referenced Ramp	27
CF Ctrl Sine	5
CF 制御正弦波	5
Chattering-Off Sine	12
Chattering-On Sine	11
Clipped Sine	4
Damped Oscillation	22
Exponential Fall	20
Exponential Rise	19
Gaussian Pulse	13
Half-Sine Edge Pulse	26
Half-Sine Pulse	16
Haversine	15
Lorentz Pulse	14
Multi-Cycle Sine	8
Off-Ph Ctrl Sine	10
On-Ph Ctrl Sine	9
Oscillation Surge	23
Others Group	25
Pulse Group	13
Pulse Surge	24
Sin(x)/x	18
Staircase Sine	7
Steady Sine Group	3
Surge Group	23
Transient Response Group	19
Transient Sine Group	9
Trapezoid Pulse	17
Trapezoid with Offset	25
Unbalanced Sine	3
オフセット付き台形波	25
階段状正弦波	7
ガウシヤンパルス	13
過渡応答波形グループ	19
過渡正弦波グループ	9
減衰振動	22
サージ波形グループ	23
指数立ち上がり	19
指数立ち下がり	20
遮断位相制御正弦波	10
振動サージ	23

正弦半波パルス .....	16
その他の波形グループ .....	25
台形パルス .....	17
チャタリング遮断正弦波 .....	12
チャタリング投入正弦波 .....	11
定常正弦波グループ .....	3
底面基準ランプ波 .....	27
導通角制御正弦波 .....	6
投入位相制御正弦波 .....	9
ハーバサイン .....	15
ハーフサインエッジパルス .....	26
パルスサージ .....	24
パルス波形グループ .....	13
複数周期正弦波 .....	8
不平衡正弦波 .....	3
分類 .....	1
飽和正弦波 .....	4
ローレンツパルス .....	14

定義する .....	71
ユーザ定義単位で表示, 設定する .....	70

## リ

リモートインタフェースの選択 .....	73
----------------------	----

## ひ

表示の設定 .....	73
-------------	----

## ふ

複数台を同期させる .....	45
ステータス表示 .....	47
接続方法 .....	45
同期操作を行う .....	47

## ほ

保守 .....	85
2 相時チャンネル間時間差の試験 .....	93
DC オフセット確度の試験 .....	89
周波数確度の試験 .....	88
使用機器 .....	86
正弦波 高調波スプリアスの試験 .....	91
正弦波 振幅確度の試験 .....	89
正弦波 振幅周波数特性の試験 .....	90
正弦波 全高調波歪率の試験 .....	91
正弦波 非高調波スプリアスの試験 .....	92
性能試験 .....	88
測定器 .....	86
動作点検 .....	87
方形波 立ち上がり時間, 立ち下がり 時間の試験 .....	93
方形波 デューティ確度の試験 .....	92

## も

モディファイノブと項目移動方向の設定 .....	73
--------------------------	----

## ゆ

ユーザ定義単位を使う .....	70
------------------	----

## 履歴

2014年4月	初版
2016年1月	2版
2017年10月	3版

---

## お願い

- ・取扱説明書の一部又は全部を、無断で転載又は複製することは固くお断りします。
  - ・取扱説明書の内容は、将来予告なしに変更することがあります。
  - ・取扱説明書の作成に当たっては万全を期しておりますが、内容に関連して発生した損害などについては、その責任を負いかねますのでご了承ください。
- もしご不審の点や誤り、記載漏れなどにお気づきのことがございましたら、お求めになりました当社又は当社代理店にご連絡ください。
-