

# GPIB操作

このセクションには、GPIB 標準、バス接続、およびプライマリ アドレスの選択に関する情報が記載されています。

## GPIB規格

GPIB は、1975 年に IEEE (米国電気電子学会) によって最初に採用されたハードウェアおよびプログラミング標準を備えた IEEE-488 計測データ バスです。SourceMeter は次の標準に準拠しています。

- IEEE-488.1-1987
- IEEE-488.2-1992

上記の標準では、計測器との間でデータを送受信するための構文、計測器がこのデータを解釈する方法、計測器の状態を記録するためにどのようなレジスタが存在するべきか、および一般的なコマンドのグループが定義されています。SourceMeter もこの標準に準拠しています。

- SCPI 1996.0 (プログラマブル機器用の標準コマンド)

この規格はコマンド言語プロトコルを定義します。IEEE-488.2-1992 よりも一歩進んで、機器のプログラム可能なすべての側面を制御するための標準コマンド セットを定義します。

## GPIB接続

SourceMeter を GPIB バスに接続するには、標準の IEEE-488 コネクタを備えたケーブルを使用します。

1 つの機器に多数の並列接続を可能にするには、コネクタを積み重ねます。接続が確実に維持されるように、各コネクタに 2 本のネジが付いています。

機械的な損傷を避けるため、1 つのユニットに積み重ねるコネクタは 3 つ以下にしてください。

注意 電磁放射による干渉を最小限に抑えるには、シールドされた IEEE-488 ケーブルのみを使用してください。Keithley から入手可能なシールド ケーブルは、モデル 7007-1 および 7007-2 です。

## 主な住所

SourceMeter は、工場出荷時に GPIB プライマリ アドレス 24 が設定されています。ユニットの電源を入れると、プライマリ アドレスが一時的に表示されます。アドレスは 0 ～ 30 の値に設定できますが、同じアドレスを別のデバイスや同じ GPIB バス上にあるコントローラに割り当てないでください (コントローラ アドレスは通常 0 または 21 です)。

プライマリ アドレスは、メイン メニューの [通信] オプション(セクション1 「メイン メニュー」 ) から確認  
および/または変更できます。

## 一般的なバスコマンド

一般コマンドは、DCL など、計測器に関係なく同じ一般的な意味を持つコマンドです。表 14-1に一般バス コマン  
ドを示します。

表14-1  
一般的なバスコマンド

指示	ソースメーターへの影響
レン	次に聞くように指示されたときにリモートになります。
IFC	トーカーとリスナーがアイドル状態になります。
LLO	ローカルキーがロックアウトされました。
GTL	リモートをキャンセルし、SourceMeter のフロント パネル操作を復元します。
ディリ	すべてのデバイスを既知の状態に戻します。
SDC	SourceMeter を既知の状態に戻します。
得る	トリガーを開始します。
SPE,SPD	SourceMeter をシリアル ポーリングします。

## フロントパネルGPIB操作

このセクションでは、メッセージ、ステータス インジケータ、LOCAL キーなど、GPIB 操作の一部  
であるフロント パネルの側面について説明します。

### エラーおよびステータスメッセージ

IEEE-488 プログラミングに関連するエラーおよびステータス メッセージのリストについては、付録 B  
を参照してください。計測器は SRQ を生成するようにプログラムすることができ、コマンド クエリを  
実行して特定のエラー状態をチェックすることができます。

### GPIB ステータス インジケーター

REM (リモート)、TALK (トーク)、LSTN (リッスン)、および SRQ (サービス要求) インジケータは、GPIB バスのステータスを示  
します。これらの各インジケータについては、以下で説明します。

### レム

このインジケータは、機器がリモート状態にあるときに表示されます。機器がリモート状態にあるときは、LOCAL  
キーを除くすべてのフロント パネル キーがロックされます。

REM をオフにすると、機器はローカル状態になり、フロント パネルの操作が復元されます。

注意 LLOが有効な場合、LOCALはロックアウトされます。出力のオン/オフは引き続き有効です。

リモートで操作可能です。ARM:SOUR が手動に設定されている場合、TRIG キーはリモートでアクティブになります。

## 話す

このインジケータは、機器がトーカーアクティブ状態にあるときに点灯します。

## LSTN

このインジケータは、SourceMeter がリスナー アクティブ状態にあるときにオンになります。

## SRQ

このインジケータがオンの場合、サービス要求が生成されています。このインジケータは、シリアル ポール バイトが読み取られるか、SRQ の原因となったすべての条件がクリアされるまでオンのままです。詳細については、[セクション 15 「ステータス構造」](#)を参照してください。

## ローカルキー

LOCAL キーはリモート状態を解除し、機器のローカル操作を復元します。

LOCAL キーを押すと、REM インジケータもオフになり、ユーザー定義のメッセージが表示されていた場合は、表示が通常の状態に戻ります。

LLO (ローカル ロックアウト) コマンドが有効な場合、LOCAL キーも動作しません。

安全上の理由から、LLO では OUTPUT キーは引き続きアクティブになります。

# プログラミング構文

このセクションの情報では、共通コマンドと SCPI コマンドの両方の構文について説明します。ここで説明されていない情報については、IEEE-488.2 および SCPI 標準を参照してください。共通コマンドと SCPI コマンドの詳細については、それぞれ[セクション 16](#)と[セクション 18](#)を参照してください。

## 命令語

プログラム メッセージは、1 つ以上のコマンド ワードで構成されます。

## コマンドとコマンドパラメータ

共通コマンドと SCPI コマンドでは、パラメータを使用する場合と使用しない場合があります。次に例を示します。

*SAV <Nrf>	パラメータ (Nrf) が必要です
*RST	パラメータは使用されていません
:CALCulate1:STATe <b>	パラメータ <b> が必要です
:SYSTem:プリセット	パラメータは使用されていません

注 : コマンドワードとパラメータの間には少なくとも1つのスペースが必要です。  
必須。

角括弧 [ ] — 一部のコマンド ワードは角括弧 ([ ]) で囲まれています。これらの角括弧は、プログラム メッセージに含める必要のないオプションのコマンド ワードを示すために使用されます。例:

```
:INITiate[:IMMediate]
```

これらの括弧は、:IMMediate が暗黙的に指定されており (オプション)、使用する必要がないことを示しています。したがって、上記のコマンドは、次の 2 つの方法のいずれかで送信できます。

```
:開始する
```

または

```
:INITiate:IMMediate
```

オプション コマンドは括弧なしで使用されることに注意してください。プログラムでオプション コマンド ワードを使用する場合は、括弧を含めないでください。

パラメータ タイプ 以下に、一般的なパラメータ タイプをいくつか示します。

<b>                    ブール値-機器の操作を有効または無効にするために使用されます。0 または OFF の場合は操作が無効になり、1 または ON の場合は操作が有効になります。

例 :

```
:CALCulate1:STATe ON Calc 1 の数式を有効にする
```

<名前>                パラメータ名-リストされたグループからパラメータ名を選択します。

例 :

```
<name>= 決して
```

```
= 次へ
```

```
:TRACe:FEED:CONTrol NEXTt
```

<Nrf>                    数値表現形式-このパラメータは、整数 (例: 8)、実数 (例: 23.6)、または指数 (2.3E6) として表現できる数値です。例:

```
:SYSTem:KEY 11バス上からEXITキーを押します
```

&lt;n&gt;

数値-数値パラメータは、NRf 番号または次の名前パラメータのいずれかで構成できます:  
DEFault、MINimum、MAXimum。DEFault パラメータを使用すると、計測器は \*RST デフォルト値にプログラムされます。MINimum パラメータを使用すると、計測器は最小許容値にプログラムされます。MAXimum パラメータを使用すると、計測器は最大許容値にプログラムされます。例:

:ARM:TIMer 0.1 タイマーを 100 ミリ秒に設定します。

:ARM:TIMer DEFaultタイマーを 0.1 秒に設定します。

:ARM:TIMer MINimumタイマーを1ミリ秒に設定します。

:ARM:TIMer MAXimumタイマーを 99999.99 秒に設定します。

&lt;数値リスト&gt;

Numlist —リストに 1 つ以上の数値を指定します。例:

:STATus:QUEue:ENABle (-110:-222) エラーを有効にする -110  
-222まで

&lt;NDN&gt;

非 10 進数値-このパラメータは、値を 2 進数、8 進数、または 16 進数形式で送信するために使用されます。プレフィックスは形式の種類を指定します。

#Bxx...x

#B はバイナリ形式を指定します。

xx...x は 2 進数 (0 と 1 を使用) です。

#Qxx...x

#Q は 8 進形式を指定します。

xx...x は 8 進数 (値 0 から 7) です。

#Hxx...x

#H は 16 進形式を指定します。

xx...xは16進数 (値0

9まで

および A から F まで)。

10 進数値 36 を非 10 進形式で送信する例:

\*ESE #b100100バイナリ形式

\*ESE #q44 8進数形式

\*ESE #h24 16進数形式

山括弧 <> —山括弧 (<>) は、パラメータの種類を示すために使用されます。

プログラム メッセージには括弧を含めないでください。例:

:出力 <b>

<b> はブール型のパラメータが必要であることを示します。したがって、選択したソースを有効にするには、次のように ON または 1 パラメータを指定してコマンドを送信する必要があります。

:出力オン

:出力1

## クエリコマンド

このタイプのコマンドは、現在プログラムされているステータスを要求 (照会) します。これは、コマンドの基本形式の末尾の疑問符 (?) によって識別されます。ほとんどのコマンドには照会形式があります。

:ARM:タイマー? タイマー間隔を照会します。

数値パラメータ (<n>)を必要とするほとんどのコマンドではDefaultも使用できます。

クエリ フォームの MINimum および MAXimum パラメータ。これらのクエリ フォームは、\*RST のデフォルト値と基本コマンドの上限と下限を決定するために使用されます。例:

:ARM:TiMER? デフォルト \*RST のデフォルト値を照会します。

:ARM:TiMER? 最小 許容される最小値を照会します。

:ARM:TiMER? 最大 許容される最大値を照会します。

## 大文字と小文字の区別

一般的なコマンドと SCPI コマンドでは大文字と小文字は区別されません。大文字、小文字、および任意の組み合わせを使用できます。例:

\*RST = \*最初

:データ? = :データ?

:SYSTem:プリセット = :システム:プリセット

注: すべての大文字を使用すると、コマンドの応答が若干速くなります。  
回。

## 長編と短編バージョン

SCPI コマンド ワードは、長い形式または短い形式のバージョンで送信できます。[セクション 18](#)のコマンド サブシステム テーブルには、長い形式のバージョンが示されています。ただし、短い形式のバージョンは大文字で示されます。例:

:SYSTem:プリセット 長文

:システム:圧力 短縮形

:SYSTem:PRES 長文と短文の組み合わせ

各コマンド ワードは長い形式または短い形式でなければならない、その中間の形式であってはなりません。たとえば、:SYSTe:PRESe は不正であり、エラーが発生します。コマンドは実行されません。

## 短縮形式のルール

SCPI コマンドの短縮形バージョンを決定するには、次のルールを使用します。

- コマンド ワードの長さが 4 文字以下の場合、短縮形バージョンは存在しません。例:

- :auto = :auto

4 文字を超えるコマンド ワードには、次のルールが適用されます。

- コマンドワードの 4 番目の文字が母音 (「y」を含む) の場合は、その文字とその後のすべての文字を削除します。例
- :即時 = :imm
- コマンドワードの 4 番目の文字が子音の場合は、その文字を残し、その後の文字をすべて削除します。例:
- :format = :form
- コマンドに疑問符 (?; クエリ) が含まれている場合、またはコマンド ワードにオプションではない数字が含まれている場合は、短縮形バージョンにそれを含める必要があります。例:
- :delay? = :del?
- 括弧 ([ ]) で囲まれたコマンドワードまたは文字はオプションであり、プログラムメッセージに含める必要はありません。

注: コマンドへの応答を最速にするには、常に短縮形を使用してください。プログラムメッセージ

プログラム メッセージは、コンピュータから計測器に送信される 1 つ以上のコマンド ワードで構成されます。各共通コマンドは、先頭にアスタリスク (\*) が付いた 3 文字の頭字語です。SCPI コマンドは :STATus サブシステムに分類され、プログラム メッセージを作成するためにコマンド ワードがどのように構成されているかを説明するために使用されます。

状態	パス (ルート)
:手術	パス
:ENABle <NRf>	コマンドとパラメータ
:有効にする?	クエリコマンド
:プリセット	指示

## 単一コマンドメッセージ

上記のコマンド構造には 3 つのレベルがあります。最初のレベルはルート コマンド (:STATus) で構成され、パスとして機能します。2 番目のレベルは別のパス (:OPERation) とコマンド (:PRESet) で構成されます。3 番目のパスは、:OPERation パスの 1 つのコマンドで構成されます。この構造の 3 つのコマンドは、次のように 3 つの個別のプログラム メッセージを送信することで実行できます。

```
:stat:oper:enab <NRF>
```

```
:stat:oper:enab?
```

```
:stat:プレス
```

上記の各プログラム メッセージでは、パス ポインタはルート コマンド (:stat) から始まり、コマンドが実行されるまでコマンド レベルを下に移動します。

## 複数のコマンドメッセージ

セミコロン (;) で区切られている限り、同じプログラム メッセージで複数のコマンド メッセージを送信できます。以下は、1 つのプログラム メッセージで 2 つのコマンドを示す例です。

```
:stat:oper; :stat:oper:enab <NRF>
```

上記を送信すると、最初のコマンドワードがルートコマンド (:stat) として認識されます。次のコロンが検出されると、パスポインタは次のコマンドレベルに移動し、コマンドを実行します。パスポインタがセミコロン (;) の後のコロンを検出すると、ルートレベルにリセットされ、最初からやり直します。

同じコマンド レベルにあるコマンドは、コマンド パス全体を再入力しなくても実行できます。例:

```
:stat:oper:enab <NRF>; 有効ですか?
```

最初のコマンド (:enab) が実行されると、パス ポインタは構造内の 3 番目のコマンド レベルになります。:enab? も 3 番目のレベルにあるため、パス名全体を繰り返さずに入力できます。:enab? の先頭のコロンはプログラム メッセージに含まれていないことに注意してください。コロンが含まれていると、パス ポインタはルート レベルにリセットされ、ルート コマンドを期待します。:enab? はルート コマンドではないため、エラーが発生します。

## コマンドパスルール

- 各新しいプログラム メッセージは、オプションでない限り (例: [:SENSe]), ルート コマンドで始まる必要があります。ルートがオプションの場合は、次のレベルのコマンド ワードをルートとして扱います。操作を高速化するには、オプション データを送信しないでください。
- プログラム メッセージの先頭のコロン (:) はオプションであり、使用する必要はありません。ただし、最初のコロンを削除すると、操作が最速になります。例:
  - :stat:pres = stat:pres
  - パスポインタがコロン (:) を検出すると、次のコロンに移動します。  
コマンド レベル。例外は、パス ポインタがセミコロン (;) を検出した場合です。セミコロンは、プログラム メッセージ内のコマンドを区切るために使用されます (次のルールを参照)。



- パス ポインターは、セミコロン (;) の直後にコロン (:) を検出すると、ルート レベルにリセットされます。• パス ポインターは下方向にのみ移動できます。上方向には移動できません。上位レベルでコマンドを実行するには、ルート コマンドからやり直す必要があります。

### 同じメッセージで共通コマンドと SCPI コマンドを使用する

共通コマンドと SCPI コマンドは、セミコロン (;) で区切られている限り、同じメッセージ内で使用できます。共通コマンドはどのコマンド レベルでも実行でき、パス ポインターには影響しません。例:

```
:stat:oper:enab <NRF>; *ESE <NRF>
```

### プログラムメッセージターミネータ (PMT)

各プログラム メッセージは、LF (改行)、EOI (終了または識別)、または LF+EOI で終了する必要があります。コンピュータがこの終了を提供しない場合、バスはハングします。次の例は、複数のコマンドのプログラム メッセージを終了する方法を示しています。

```
:outp オン <PMT>
```

### コマンド実行ルール

- コマンドはプログラムに記述された順序で実行されます  
メッセージ。
- 無効なコマンドはエラーを生成し、当然実行されません。
- 複数コマンド プログラム メッセージ内の無効なコマンドの前にある有効なコマンドが実行されます。
- 複数コマンド プログラム メッセージ内の無効なコマンドの後に続く有効なコマンドは無視されます。

## 応答メッセージ

応答メッセージは、クエリ コマンド プログラム メッセージに応答して計測器からコンピュータに送信されるメッセージです。

### 応答メッセージを送信する

クエリ コマンドを送信すると、応答メッセージが出力キューに配置されます。その後、SourceMeter が通信するようにアドレス指定されると、応答メッセージが出力キューからコンピューターに送信されます。

## 複数の応答メッセージ

同じプログラム メッセージで複数のクエリ コマンドを送信すると ( 14-11 ページの「[複数のコマンドメッセージ](#)」を参照)、ソースメータが通信するように指定されると、すべてのクエリに対する複数の応答メッセージがコンピュータに送信されます。応答はクエリ コマンドが送信された順序で送信され、セミicolon (;) で区切られます。同じクエリ内の項目はコンマ (,) で区切られます。次の例は、4 つの単一項目クエリ コマンドを含むプログラム メッセージに対する応答メッセージを示しています。

```
0; 1; 1; 0
```

## 応答メッセージターミネータ (RMT)

各応答は、LF (改行) と EOI (終了または識別) で終了します。次の例は、複数の応答メッセージが終了する方法を示しています。

```
0; 1; 1; 0 <RMT>
```

## メッセージ交換プロトコル

メッセージ交換プロトコルは、次の 2 つのルールに要約されます。

ルール 1. 常に、SourceMeter にコンピュータに送信する内容を伝える必要があります。

機器からコンピュータに情報を送信するには、常に次の 2 つの手順を実行する必要があります。

1. プログラム メッセージで適切なクエリ コマンドを送信します。
2. SourceMeter に話しかけるアドレスを指定します。

ルール 2. 別のプログラム メッセージを SourceMeter に送信する前に、完全な応答メッセージをコンピュータが受信する必要があります。

## RS-232インターフェース操作

注 :RS-232の動作のプログラム可能な側面（ボーレート、データビット、パリティおよびターミネータは、メイン メニューの [通信] オプションから設定します。( [セクション 1 「メイン メニュー」](#)を参照してください。 )

## データの送受信

RS-232 インターフェースは、8 つのデータ ビット、1 つのストップ ビット、パリティなしでデータを転送します。SourceMeter に接続するデバイスでもこれらの設定が使用されていることを確認してください。

^C (10 進数 3) または ^X (10 進数 18) の文字列を計測器に送信することで、データ転送を中断できます。これにより、保留中の操作がすべてクリアされ、保留中の出力がすべて破棄されます。

## ボーレート

ボーレートは、ソースメータとプログラミング端末が通信する速度です。次のいずれかの利用可能な速度を選択します。

- 57600
- 38400
- 19200
- 9600
- 4800
- 2400
- 1200
- 600
- 300

工場で選択されたボーレートは 9600 です。

ボー レートを選択するときは、SourceMeter に接続するプログラミング ターミナルまたはプリンターが選択したボー レートをサポートできることを確認してください。SourceMeter と他のデバイスの両方を同じボー レートに設定する必要があります。

## データビットとパリティ

RS-232 インターフェイスは、偶数、奇数、またはパリティなしで 7 ビットまたは 8 ビットの長さのデータを送受信するように設定できます。パリティなしは、8 データ ビットを使用する場合にのみ有効です。

## ターミネーター

ソースメータは、コントローラに送信する各プログラムメッセージを、<CR>と<CR>の以下の組み合わせのいずれかで終了するように設定できます。

<LF>:

<CR>	キャリッジリターン
<CR+LF>	復帰改行
<LF>	改行
<LF+CR>	改行と復帰

## フロー制御（シグナルハンドシェイク）

コントローラと計測器間の信号ハンドシェイクにより、2 つのデバイスはデータを受信する準備ができているかどうか相互に通信できます。SourceMeter はハードウェア ハンドシェイク (フロー制御) をサポートしていません。

ソフトウェア フロー制御は、XON および XOFF 文字の形式で行われ、RS-232 フロー制御メニューから XON-XOFF を選択すると有効になります。ユニットの入力キューが 1 より大きくなると、計測器は XOFF コマンドを発行します。制御プログラムはこれに応答し、SourceMeter が XON を発行するまで文字の送信を停止する必要があります。SourceMeter は、入力バッファが半分以下になると XON を発行します。SourceMeter は、コントローラから送信された XON と XOFF を認識します。XOFF が発生すると、計測器は XON を検出するまで文字の出力を停止します。受信コマンドは、コントローラから <CR> 文字を受信した後に処理されます。

フロー制御として「NONE」を選択した場合、コントローラと SourceMeter の間で信号ハンドシェイクは行われません。受信側デバイスの準備が整う前にデータが送信されると、データが失われます。

## RS-232接続

RS-232 シリアル ポートは、DB-9 コネクタで終端されたストレート RS-232 ケーブルを使用してコンピュータのシリアルポートに接続されます。ヌル モデム ケーブルは使用しないでください。シリアル ポートは、RS-232 標準の送信 (TXD)、受信 (RXD)、および信号グランド (GND) ラインを使用します。[図 14-1](#) は、RS-232 インターフェイスの背面パネル コネクタを示し、[表 14-2](#) はコネクタのピン配列を示します。

コンピュータが RS-232 インターフェイスに DB-25 コネクタを使用している場合は、一方の端に DB-25 コネクタ、もう一方の端に DB-9 コネクタがあり、まっすぐに配線されたケーブルまたはアダプタ (ヌル モデムではない) が必要になります。

図14-1  
RS-232 インターフェースコネクタ



表14-2  
RS-232 コネクタのピン配置

ピン番号	説明
	未使用
1	TXD、データ送信
2 3	RXD、データ受信
4	未使用
5	GND、信号グランド
6	未使用
7	RTS、送信準備完了
8	CTS、送信可能
9	未使用

注意: CTA と RTS は結びついています。

表 14-3 は、コンピュータ (PC) 上の 9 ピン (DB-9) または 25 ピン (DB-25) シリアル ポート コネクタのピン配列の識別を示します。

表14-3  
PC シリアルポートのピン配置

信号	DB-9ピン番号	DB-25 ピン番号
DCD、データキャリア検出		8
RXD、データ受信	1	3
TXD、データ送信	2 3	2
DTR、データ端末対応	4	20
GND、信号グランド	5	7
DSR、データセット準備完了	6	6
RTS、送信要求	7	4
CTS、送信可能	8	5
RI、リングインジケータ	9	22

エラーメッセージ

RS-232 エラー メッセージについては[付録 B](#)を参照してください。