

NI 9237 キャリブレーション手順

このドキュメントでは、NI-DAQmx を使用した NI 9237 モジュールのキャリブレーションについて説明します。このキャリブレーション手順は、測定室で実施されることを前提としています。

このドキュメントでは、プログラミング方法やコンパイラの構成について説明していません。コンパイラ別のプログラミング手順や関数の詳細な説明は、NI-DAQmx ドライバに添付のオンラインヘルプに記載されています。このヘルプファイルは、NI-DAQmx をキャリブレーションコンピュータにインストールする際にインストールされます。

目次

| | |
|----------------------|----|
| 表記規則 | 2 |
| ソフトウェア | 2 |
| ドキュメント | 3 |
| キャリブレーション間隔 | 3 |
| テスト装置 | 4 |
| テスト条件 | 4 |
| キャリブレーション手順 | 5 |
| キャリブレーション手順の概要 | 5 |
| 初期設定 | 5 |
| 検証 | 6 |
| 仕様 | 12 |
| テストの制限値 | 12 |
| 表の参照方法 | 12 |
| 励起設定値 | 12 |
| キャリブレータの出力 | 12 |
| 範囲 | 12 |
| テストポイント値 | 13 |
| 1 年間隔での絶対誤差 | 13 |
| サポート情報 | 14 |

表記規則

このマニュアルでは、以下の表記規則を使用しています。



矢印 (→) は、ネストされたメニュー項目やダイアログボックスのオプションを順に選択する操作を示します。**ファイル→ページ設定→オプション**と表記されている場合は、まず**ファイル**メニューをプルダウンし、次に**ページ設定**項目を選択し、最後にダイアログボックスで**オプション**を選択します。



太字

このアイコンは、注意すべき重要な情報を示します。

太字のテキストは、メニュー項目やダイアログボックスオプションなど、ソフトウェアでユーザが選択またはクリックする必要がある項目を示します。また、太字のテキストは、パラメータ名およびハードウェアラベルにも使用されます。

斜体

斜体のテキストは、変数、強調、相互参照、または重要な概念の説明を示します。また、ユーザが入力する必要がある語または値のプレースホルダも示します。

monospace

このフォントのテキストは、キーボードから入力する必要があるテキストや文字、コードの一部、プログラム例、構文例を示します。また、ディスクドライブ名、パス名、ディレクトリ名、プログラム名、サブプログラム名、サブルーチン名、デバイス名、関数名、演算名、変数名、ファイル名と括弧にも使用します。

monospace 斜体

ユーザが入力する必要がある語または値のプレースホルダを示します。

ソフトウェア

キャリブレーションコンピュータに NI-DAQmx 8.1 以降をインストールします。NI-DAQmx には、デバイスキャリブレーションを実行するソフトウェアの開発を簡易化するための高レベルな関数が含まれています。デバイスのキャリブレーションを行うには、まずキャリブレーションシステムに適切なデバイスドライバをインストールする必要があります。



メモ

システムに NI 9237 を物理的に取り付ける前に、まず NI-DAQmx ドライバソフトウェアをインストールすることをお勧めします。NI-DAQmx は NI 9237 を構成、制御するためのソフトウェアです (ni.com/downloads からダウンロード可能)。

NI-DAQmx は、LabVIEW、LabWindows™/CVI™、Microsoft Visual C++ 6.0、Microsoft Visual Basic 6.0、Microsoft .NET、Borland C++ など、様々なプログラミング言語をサポートしています。

NI-DAQmx ヘッダファイルである `NIDAQmx.h` は、標準ライブラリと同様にアクセス可能です。NI-DAQmx ドライバの使用法の例は、`Program Files\National Instruments\NI-DAQ\Examples` ディレクトリにあります。

ドキュメント

キャリブレーションプログラムの記述にあたり、以下のドキュメントを参考にすることができます。

- 『NI-DAQmx ヘルプ』—計測の概念や、NI-DAQmx の主要概念、すべてのプログラミング環境に適用される共通アプリケーションについての一般情報が記載されています。このヘルプを開くには、**スタート→すべてのプログラム→National Instruments→NI-DAQ→NI-DAQmx ヘルプ**を選択します。
- 『NI-DAQmx C Reference Help』—C 言語に関する参考項目や計測の概念についての一般情報が記載されています。このヘルプを開くには、**スタート→すべてのプログラム→National Instruments→NI-DAQ→NI-DAQmx C Reference Help**を選択します。
- 『DAQ スタートアップガイド』(NI-DAQ 8.0 以降)—Windows 用 NI-DAQmx ソフトウェアおよび NI-DAQmx でサポートされる DAQ デバイスの取り付け方法と動作確認方法が記載されています。このドキュメントを開くには、**スタート→すべてのプログラム→National Instruments→NI-DAQ→DAQ スタートアップガイド**を選択します。



メモ

上記のドキュメントは、NI-DAQmx と共にインストールされます。最新バージョンは、ナショナルインスツルメンツのウェブサイト (ni.com/manuals) からダウンロードできます。

- NI 9237 操作手順—このドキュメントには NI 9237 の使用方法、仕様、端子の割り当てが記載されています。このドキュメントの最新バージョンは、ナショナルインスツルメンツのウェブサイト (ni.com/manuals) からダウンロードできます。

キャリブレーション間隔

NI 9237 は、使用するアプリケーションの測定確度要件で定義されている頻度でキャリブレーションを行う必要があります。ナショナルインスツルメンツでは、完全なキャリブレーション手順を 1 年に 1 度の頻度で実行することをお勧めします。アプリケーションで必要とされる確度を得るために、これよりも高い頻度でキャリブレーションを行う必要がある可能性もあります。キャリブレーション定数の調整は、NI による工場キャリブレーションで行う必要があります。

テスト装置

ナショナルインスツルメンツでは、NI 9237 のキャリブレーションに以下の装置を使用することをお勧めします。

表 1 推奨装置

| 装置 | 推奨モデル | 動作環境 |
|-------------|------------------|--|
| キャリブレータ | Fluke 5700A | この装置の入手が不可能な場合は、高精度電圧ソースを確度 10 ppm、出カインピーダンス 50 Ω 未満で使用してください。 |
| DMM | NI 4070 DMM | この装置の入手が不可能な場合は、確度が 40 ppm のマルチレンジ 6½ 桁 DMM をで使用してください。 |
| シャーシ | NI cDAQ-9172 | — |
| 接続アクセサリ | RJ-50、RJ-50 ケーブル | RJ-50 10 ピンコネクタプラグと RJ-50 ケーブルを使用してください。 |
| ブリッジ補償アクセサリ | NI 9949、350 Ω 抵抗 | NI 9949 ネジ留め式端子アクセサリ 1 つと、許容範囲が 1% 以上の 350 Ω の抵抗 2 つを使用します。 |

テスト条件

装置の接続と環境を最適化するために、以下のガイドラインに従ってください。

- デバイスへの接続ケーブルをできるだけ短くしてください。長いケーブル/ワイヤはアンテナのような働きをするため、余分なノイズが取り込まれ測定結果に影響します。
- デバイスへの接続ケーブルには、被覆された銅線を使用してください。ノイズとサーマルオフセットを除去するためには、ツイストペアワイヤを使用してください。
- 周囲温度を 23 ± 10 °C に維持してください。デバイスの温度は、この周囲温度よりも高くなります。
- 相対湿度を 80% 未満に維持してください。
- 測定回路の動作温度が安定するまで、10 分間のウォームアップ時間を確保してください。

キャリブレーション手順

このセクションでは、NI 9237 の性能を検証する手順を説明します。

キャリブレーション手順の概要

キャリブレーションは、以下の手順で行われます。

1. 「初期設定」—NI-DAQmx でデバイスを構成します。
2. 「検証」—デバイスの現在の動作を検証します。つまり、キャリブレーションを実施する前にデバイスが指定の範囲で動作しているかを検証します。
3. 「調整」—NI にデバイスの工場キャリブレーションを依頼して、キャリブレーション定数を調整します。
4. 「検証」—一定数を調整した後、デバイスが仕様どおりに動作するか検証するために再度キャリブレーションを実行します。

これ以降のセクションでは、1 と 2 の手順について説明します。

初期設定

NI-DAQmx を制御するためには Measurement & Automation Explorer (MAX) デバイスを構成する必要があります。

MAX でデバイスを構成するには、以下の手順に従ってください。

1. NI-DAQmx ドライバソフトウェアをインストールします。
2. モジュール端子に電源が接続されていないことを確認します。システムが危険設置箇所に設置されていない限りは、シャーシの電源はオンにしたままモジュールを取り付けることができます。
3. モジュールを cDAQ-9172 シャーシの空きスロットに差し込みます。
4. MAX を起動します。
5. デバイス名を右クリックして**セルフテスト**を選択し、デバイスの動作確認を行います。



メモ

MAX で構成されるデバイスには、デバイス名が割り当てられます。このデバイス名は、キャリブレーション関数呼び出しの際に DAQ デバイスの識別に使用されます。このドキュメントでは、`dev1` をデバイス名として使用とします。以下の手順では、MAX で表示されるデバイス名を使用してください。

検証

検証とは、デバイスがどれだけ仕様書どおりの動作をしているかを確認する作業です。以下の手順によって、デバイスが時間の経過と共にどれだけ仕様書の値から逸脱しているかを把握し、今後のアプリケーションのキャリブレーション頻度を決定することができます。「[テストの制限値](#)」のセクションの表 4 は、デバイスタイプ別の適切な設定を示しています。検証に際しては、デバイスが表 4 で規定されている範囲で動作しているかを確認します。検証は、すべての入力チャンネルに対して行う必要があります。

デバイスのパフォーマンスをテストするには、以下の手順に従ってください。

1. NI 9949 端子台を以下のように接続します。
 - 各 350 Ω 抵抗の検足部の片方を AI- に接続します。
 - 1 つの 350 Ω 抵抗の 2 つ目の検足部を EX+ に接続します。
 - もう 1 つの 350 Ω 抵抗の 2 つ目の検足部を EX- に接続します。
 - RS+ を EX+ に接続します。
 - RS- を EX+ に接続します。
 - DMM の正の入力を RS+ に接続します。
 - DMM の負の入力を RS- に接続します。
 - キャリブレータの正の入力を AI+ に接続します。
 - キャリブレータの負の入力を AI- に接続します。
 - SC、T+、T- 端子は、接続しないままにします。
 - キャリブレータに、LO に接続されていない独立したガード接続が装備されている場合は、AI- に接続します。

NI 9237 のピン割り当てと信号名については、表 2 を参照してください。
図 1 は、NI 9949 の接続図です。

表 2 ピン割り当てと信号名

| モジュール | RJ-50 ピン | 信号名 | 信号の説明 |
|---|----------|------|---------------|
|  | 1 | SC | シャントキャリブレーション |
| | 2 | AI + | 正のアナログ入力 |
| | 3 | AI- | 負のアナログ入力 |
| | 4 | RS + | 正極リモートセンス入力 |
| | 5 | RS- | 負極リモートセンス入力 |
| | 6 | EX+ | 正極励起出力 * |
| | 7 | EX- | 負極励起出力 * |
| | 8 | T+ | TEDS データ |
| | 9 | T- | TEDS リターン * |
| | 10 | SC | シャントキャリブレーション |

* これらの信号は、NI 9237 の 4 つの RJ-50 コネクタすべてで共有されます。

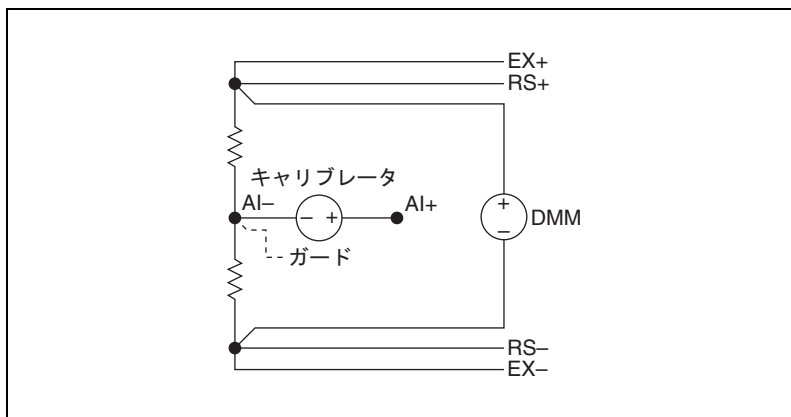


図 1 NI 9949 の接続

2. キャリブレーション電圧を、表 4 に記載されているキャリブレーション出力値に設定します。ナショナルインスツルメンツでは、アプリケーションで使用される値だけを検証するのではなく、すべての値を検証することを推奨します。
3. C 関数を呼び出すには、以下の表で示すように DAQmxCreateTask を使用します。LabVIEW を使用している場合はこの手順を省略してください。LabVIEW では、このタスクが手順 4 で作成されます。

| LabVIEW ブロックダイアグラム | NI-DAQmx 関数呼び出し |
|--|--|
| <p style="text-align: center;">LabVIEW ではこの手順を省略します。</p> | <p>DAQmxCreateTask を以下のパラメータで呼び出します。</p> <p>taskName: <i>AIVerificationTask</i></p> <p>taskHandle: &taskHandle</p> |

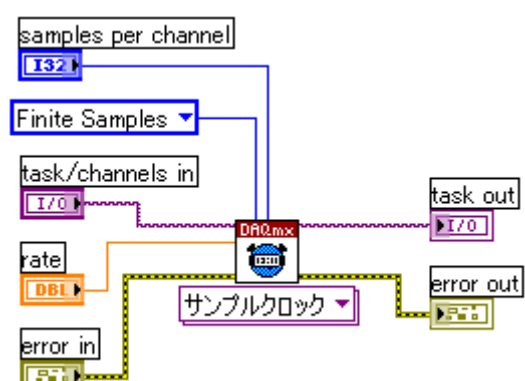
4. 「DAQmx 仮想チャンネルを作成」VI によって、AI 励起付きカスタム電圧チャンネルを作成、構成します（以下の表を参照）。表 4 を参照して、デバイスの最小値と最大値を決定します。



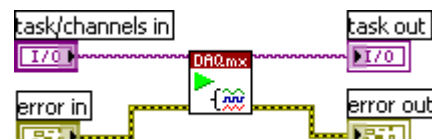
メモ LabVIEW 入力値については、NI-DAQmx 関数パラメータを参照してください。

| LabVIEW ブロックダイアグラム | NI-DAQmx 関数呼び出し |
|---|---|
| | <p>DAQmxCreateAIVoltageChanWithExcit を以下のパラメータで呼び出します。</p> <p>taskHandle: taskHandle</p> <p>physicalChannel: dev1/ai0</p> <p>nameToAssignToChannel: myVoltageChannel</p> <p>terminalConfig: DAQmx_Val_Cfg_Default</p> <p>minVal: -0.025</p> <p>maxVal: 0.025</p> <p>units: DAQmx_Val_Volts</p> <p>bridgeConfig: DAQmx_Val_FullBridge</p> <p>voltageExcitSource: DAQmx_Val_Internal</p> <p>voltageExcitVal:* 2.5、3.3、5.0、10.0 のいずれか</p> <p>useExcitforScaling: TRUE</p> <p>customScaleName: NULL</p> |
| <p>* 励起値には、ステップ 2 で設定したキャリブレーション電圧値に対応する値を使用します。対応する励起設定とキャリブレーション出力値は、表 4 で確認してください。</p> | |

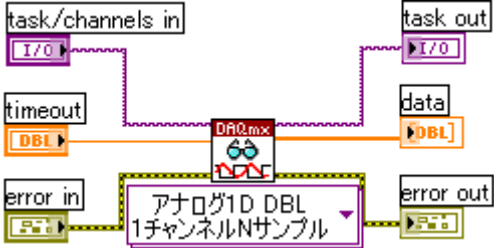
5. 「DAQmx タイミング」 VI によって、電圧集録のタイミングプロパティを設定します（以下の表を参照）。

| LabVIEW ブロックダイアグラム | NI-DAQmx 関数呼び出し |
|---|---|
|  | <p>DAQmxCfgSampClkTiming を以下のパラメータで呼び出します。</p> <p>taskHandle: taskHandle</p> <p>source: NULL</p> <p>rate: 50000</p> <p>activeEdge: DAQmx_Val_Rising</p> <p>sampleMode: DAQmx_Val_FiniteSamps</p> <p>sampsPerChan: 10000</p> |


6. 「DAQmx タスクを開始」 VI によって、集録を開始します（以下の表を参照）。

| LabVIEW ブロックダイアグラム | NI-DAQmx 関数呼び出し |
|---|--|
|  | <p>DAQmxStartTask を以下のパラメータで呼び出します。</p> <p>taskHandle: taskHandle</p> |

7. 「DAQmx 読み取り」 VI によって、電圧データ 10,000 ポイントを集録して平均値を計算します（以下の表を参照）。

| LabVIEW ブロックダイアグラム | NI-DAQmx 関数呼び出し |
|---|--|
|  | <p>DAQmxReadAnalogF64 を以下のパラメータで呼び出します。</p> <p>taskHandle: taskHandle</p> <p>numSampsPerChan: -1</p> <p>timeout: 10.0</p> <p>fillMode: DAQmx_Val_GroupByChannel</p> <p>readArray: data</p> <p>arraySizeInSamples: 10000</p> <p>sampsPerChanRead: &read</p> <p>reserved: NULL</p> |

8. DMM の励起値を取得します。この読み取り値は、手順 4 で入力した各励起値に対して取得する必要があります。
9. 以下の式を使用して上限 / 下限値を計算します。
- $$\text{上限値} = (\text{キャリブレーション出力設定} / \text{DMM 読み取り値}) + \text{表 4 の絶対誤差}$$
- $$\text{下限値} = (\text{キャリブレーション出力設定} / \text{DMM 読み取り値}) - \text{表 4 の絶対誤差}$$
10. 手順 7 の結果と、手順 9 で計算した上限 / 下限値を比較します。平均値がこれらの制限値の間であれば、デバイスはテストに合格したとみなすことができます。
11. 「DAQmx タスクをクリア」 VI によって、集録結果をクリアにします（以下の表を参照）。

| LabVIEW ブロックダイアグラム | NI-DAQmx 関数呼び出し |
|---|--|
|  | <p>DAQmxClearTask を以下のパラメータで呼び出します。</p> <p>taskHandle: taskHandle</p> |

12. すべての電圧値、励起値、チャンネルに対して 2 から 11 の手順を繰り返します。
13. デバイスからキャリブレーションと DMM を接続解除します。

仕様

以下の表の値は、オンボード EEPROM に保存されるキャリブレーションされたスケール係数に基づいています。以下のキャリブレーション仕様は、周囲温度が 23 ± 10 °C であることを前提としています。

表 3 NI 9237 の確度

| 励起設定値 (V) | ゲインエラー | オフセットエラー ($\mu\text{V/V}$) |
|-----------|--------|------------------------------|
| 2.5 | 0.14% | 32.5 |
| 3.3 | 0.12% | 10 |
| 5.0 | 0.14% | 27.5 |
| 10.0 | 0.16% | 45 |

テストの制限値

表 4 は、1 年に 1 度キャリブレーションを実行する場合に NI 9237 が満たしているべき制限値です。

表の参照方法

表 4 は、以下の説明を参照して使用してください。

励起設定値

「励起設定値」は、手順 4 で「DAQmx 仮想チャンネルを作成」VI に入力する電圧値です。

キャリブレータの出力

「キャリブレータの出力」は、検証を目的として NI 9237 にソースとして入力する電圧値です。この値は、「位置」と「値」の 2 つの値の組み合わせで表されます。「位置」は、値のテスト範囲における位置を示しています。「値」は、検証する電圧値を示します。「最大」は最大値、「最小」は最小値、「中間」は中間スケールを表します。

範囲

「範囲」は、入力信号の最大 / 最小電圧範囲です。

テストポイント値

「テストポイント」は、対応するキャリブレーション出力と励起設定において NI 9237 で読み取られるべきおよその電圧値です。

1 年間隔での絶対誤差

「1 年間隔での絶対誤差」は、上限 / 下限値の計算に使用する電圧値です。

表 4 NI 9237 検証テスト制限値

| 励起設定値 (V) | キャリブレーションの出力 | | 範囲 (V/V) | | テストポイント値 (V/V) | 1 年間隔での絶対誤差 (V/V) |
|--------------|--------------|--------|----------|-------|-------------------|----------------------|
| | 位置 | 値 (V) | 最小 | 最大 | | |
| 2.5 | 最大 | 0.055 | -0.025 | 0.025 | 0.022000 | 0.000063 |
| 2.5 | 中間 | 0.000 | -0.025 | 0.025 | 0.000000 | 0.000033 |
| 2.5 | 最小 | -0.055 | -0.025 | 0.025 | -0.022000 | 0.000063 |
| 3.3 | 最大 | 0.073 | -0.025 | 0.025 | 0.022000 | 0.000036 |
| 3.3 | 中間 | 0.000 | -0.025 | 0.025 | 0.000000 | 0.000010 |
| 3.3 | 最小 | -0.073 | -0.025 | 0.025 | -0.022000 | 0.000036 |
| 5.0 | 最大 | 0.110 | -0.025 | 0.025 | 0.022000 | 0.000058 |
| 5.0 | 中間 | 0.000 | -0.025 | 0.025 | 0.000000 | 0.000028 |
| 5.0 | 最小 | -0.110 | -0.025 | 0.025 | -0.022000 | 0.000058 |
| 10.0 | 最大 | 0.220 | -0.025 | 0.025 | 0.022000 | 0.000080 |
| 10.0 | 中間 | 0.000 | -0.025 | 0.025 | 0.000000 | 0.000045 |
| 10.0 | 最小 | -0.220 | -0.025 | 0.025 | -0.022000 | 0.000080 |

サポート情報

技術サポートリソースの一覧は、ナショナルインスツルメンツのウェブサイトでご覧いただけます。ni.com/jp/support では、トラブルシューティングやアプリケーション開発のセルフヘルプリソースから、ナショナルインスツルメンツのアプリケーションエンジニアの E メール / 電話の連絡先まで、あらゆるリソースを参照することができます。

ナショナルインスツルメンツでは、米国本社（11500 North Mopac Expressway, Austin, Texas, 78759-3504）および各国の現地オフィスにてお客様にサポート対応しています。日本国内でのサポートについては、サービスリクエストを ni.com/jp/support で作成するか、0120-527196（フリーダイヤル）または 03-5472-2970（大代表）にお電話ください。日本国外でのサポートについては、各国の営業所にご連絡ください。

イスラエル 972 3 6393737、イタリア 39 02 41309277、
インド 91 80 41190000、英国 44 0 1635 523545、
オーストラリア 1800 300 800、オーストリア 43 662 457990-0、
オランダ 31 (0) 348 433 466、カナダ 800 433 3488、
韓国 82 02 3451 3400、シンガポール 1800 226 5886、
スイス 41 56 2005151、スウェーデン 46 (0) 8 587 895 00、
スペイン 34 91 640 0085、スロベニア 386 3 425 42 00、
タイ 662 278 6777、台湾 886 02 2377 2222、中国 86 21 5050 9800、
チェコ 420 224 235 774、デンマーク 45 45 76 26 00、
ドイツ 49 89 7413130、トルコ 90 212 279 3031、
ニュージーランド 0800 553 322、ノルウェー 47 (0) 66 90 76 60、
フィンランド 358 (0) 9 725 72511、フランス 01 57 66 24 24、
ベルギー 32 (0) 2 757 0020、ブラジル 55 11 3262 3599、
ポーランド 48 22 3390150、ポルトガル 351 210 311 210、
マレーシア 1 800 887710、南アフリカ 27 0 11 805 8197、
メキシコ 01 800 010 0793、レバノン 961 (0) 1 33 28 28、
ロシア 7 495 783 6851

National Instruments, NI, ni.com, および LabVIEW は National Instruments Corporation (米国ナショナルインスツルメンツ社) の商標です。National Instruments の商標の詳細については、ni.com/legal の「Terms of Use」セクションを参照してください。本文中に記載されたその他の製品名および企業名は、それぞれの企業の商標または商号です。National Instruments の製品を保護する特許については、ソフトウェアに含まれている特許情報（ヘルプ>特許情報）、CD に含まれている patents.txt ファイル、または ni.com/patents のうち、該当するリソースから参照してください。