

NI 9211 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 9211 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することができます。

NI 9211 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。ナショナルインストルメンツでは、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。

目次

| | |
|------------------------|----|
| 表記規則 | 2 |
| ソフトウェアとドキュメントの要件 | 2 |
| ソフトウェア | 2 |
| ドキュメント | 3 |
| キャリブレーションの要件 | 4 |
| テスト装置 | 4 |
| テスト条件 | 4 |
| キャリブレーションの手順 | 4 |
| キャリブレーション手順の概要 | 4 |
| 初期設定 | 5 |
| 検証 | 5 |
| アナログ入力ゲインの検証 | 6 |
| アナログ入力オフセットの検証 | 9 |
| 仕様 | 12 |
| デバイステストの制限値 | 13 |
| 表を使用する | 13 |
| レンジ | 13 |

| | |
|-----------------|----|
| テストポイント..... | 13 |
| 1 年間隔での制限値..... | 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。たとえば、**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。



このアイコンは、注意すべき重要な情報を示します。

太字

太字のテキストは、メニュー項目やダイアログボックスなど、ソフトウェアでユーザが選択またはクリックする必要の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、プログラムサンプル、構文例を表します。また、ディスクドライブ、パス、ディレクトリ、プログラム、サブプログラム、サブルーチンなどの名称、デバイス名、関数、操作、変数、ファイル名および拡張子の引用にも使用されます。

ソフトウェアとドキュメントの要件

このセクションでは、キャリブレーションで必要となるソフトウェアドキュメントについて説明します。

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 9211 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 9211 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 ヘッドファイルである 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 9211 操作手順』—デバイス固有の機能の説明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の要件

テスト装置

ナショナルインスツルメンツでは、NI 9211 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。

- Fluke 5700A キャリブレータ。この装置の入手が不可能な場合は、高精度電圧ソースを 10 ppm の確度で使用してください。
- NI cDAQ-9172 シャーシ。

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の手順

このセクションでは、NI 9211 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レンジ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。

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。「[デバイステストの制限値](#)」のセクションの表は、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、キャリブレーション前にデバイスが表 4 と 5 で規定されているレンジ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。

アナログ入力ゲインの検証

デバイスのアナログ入力ゲイン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 が NI 9211 用に提供している接続アクセサリと、キャリブレータとデバイスの接続方法については、表 1 を参照してください。

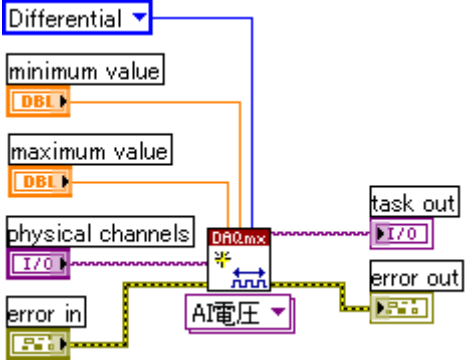
表 1 NI 接続アクセサリ

| デバイス | 接続アクセサリ | 接続手順 |
|---------|------------------------------------|--|
| NI 9211 | NI 9932 ストレインリリーフ & 高電圧ネジ留め式端子コネクタ | キャリブレータの正の出力端子をデバイスのすべての正の出力端子（ピン 0、2、4、6）に接続し、キャリブレータの負の出力端子をデバイスのすべての負の出力（ピン 1、3、5、7）と COM（ピン 9）に接続します。キャリブレータにガード接続が装備されている場合は、COM には負の出力端子ではなくガード接続端子を接続します。 |

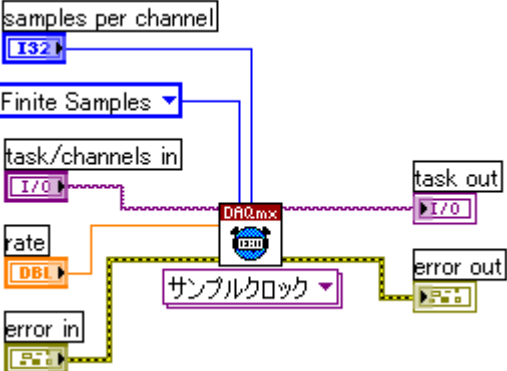
2. キャリブレータ電圧を、表 4 に記載されているテストポイント値に設定します。ナショナルインスツルメンツでは、アプリケーションで使用される値だけを検証するのではなく、すべての値を検証することを推奨します。
3. C 関数を呼び出すには、以下の表で示すように DAQmxCreateTask を使用します。LabVIEW を使用している場合はこの手順を省略してください。LabVIEW では、このタスクが手順 4 で作成されます。

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

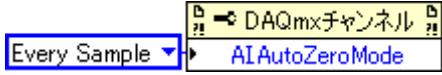
4. DAQmxCreateAIVoltageChan (「DAQmx 仮想チャンネルを作成」VI) によって、NI-DAQmx の AI 電圧チャンネルを作成、構成します (以下の表を参照)。表 4 を参照して、デバイスの最小値と最大値を決定します。

| NI-DAQmx 関数呼び出し | LabVIEW ブロックダイアグラム |
|---|--|
| <p>DAQmxCreateAIVoltageChan を以下のパラメータで呼び出します。</p> <p>taskHandle: taskHandle physicalChannels: dev1/ai0 nameToAssignToChannel: myVoltageChannel terminalConfig: DAQmx_Val_Cfg_Default minVal: -0.08 maxVal: 0.08 units: DAQmx_Val_Volts customScaleName: NULL</p> |  |


5. DAQmxCfgSampClkTiming (「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)。

| NI-DAQmx 関数呼び出し | LabVIEW ブロックダイアグラム |
|---|---|
| <p>DAQmxCfgSampClkTiming を以下のパラメータで呼び出します。</p> <p>taskHandle: taskHandle source: NULL rate: 7.14 activeEdge: DAQmx_Val_Rising sampleMode: DAQmx_Val_FiniteSamps sampsPerChan: 50</p> |  |

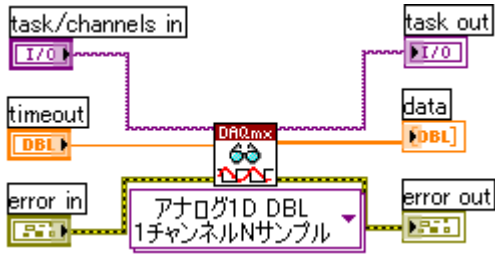
6. DAQmxSetChanAttribute (DAQmx チャンネルプロパティノード) によって、NI-DAQmx のオートゼロを有効にします (以下の表を参照)。

| NI-DAQmx 関数呼び出し | LabVIEW ブロックダイアグラム |
|---|--|
| DAQmxSetChanAttribute を以下のパラメータで呼び出します。 taskHandle: taskHandle channel: "" Attribute: DAQmx_AI_AutoZeroMode Value (Autozero on): 10164 |  |


7. DAQmxStartTask (「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)。

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

8. DAQmxReadAnalogF64 (「DAQmx 読み取り」VI) によって、電圧データ 50 ポイントを集録します (以下の表を参照)。

| NI-DAQmx 関数呼び出し | LabVIEW ブロックダイアグラム |
|---|--|
| DAQmxReadAnalogF64 を以下のパラメータで呼び出します。 taskHandle: taskHandle numSampsPerChan: -1 timeout: 10.0 fillMode: DAQmx_Val_GroupByChannel readArray: data arraySizeInSamples: 50 sampsPerChanRead: &read reserved: NULL |  |

9. 集録した電圧値の平均を計算します。結果として得られた平均値を、表 4 の上限値および下限値と比較します。平均値がこれらの制限値の間にあれば、デバイスはテストに合格したとみなすことができます。
10. DAQmxClearTask (「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)。

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

11. すべてのチャンネルとすべての値に対して 3 から 10 の手順を繰り返します。
12. デバイスとキャリブレータの接続を解除します。

アナログ入力オフセットの検証

デバイスのアナログ入力オフセット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. 0 Ω の短絡回路とデバイスの正の端子、負の端子、COM を銅線で接続します。
2. 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 3 で作成されます。

| NI-DAQmx 関数呼び出し | LabVIEW ブロックダイアグラム |
|--|-----------------------|
| DAQmxCreateTask を以下のパラメータで呼び出します。 taskName: AIVerificationTask taskHandle: &taskHandle | LabVIEW ではこの手順を省略します。 |

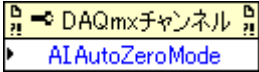
3. DAQmxCreateAIVoltageChan (「DAQmx 仮想チャンネルを作成」VI) によって、NI-DAQmx の AI 電圧チャンネルを作成、構成します (以下の表を参照)。表 5 を参照して、デバイスの最小値と最大値を決定します。

| NI-DAQmx 関数呼び出し | LabVIEW ブロックダイアグラム |
|---|--------------------|
| <p>DAQmxCreateAIVoltageChan を以下のパラメータで呼び出します。</p> <p>taskHandle: taskHandle physicalChannels: dev1/ai0 nameToAssignToChannel: myVoltageChannel terminalConfig: DAQmx_Val_Cfg_Default minVal: -0.08 maxVal: 0.08 units: DAQmx_Val_Volts customScaleName: NULL</p> | |


4. DAQmxCfgSampClkTiming (「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)。

| NI-DAQmx 関数呼び出し | LabVIEW ブロックダイアグラム |
|---|--------------------|
| <p>DAQmxCfgSampClkTiming を以下のパラメータで呼び出します。</p> <p>taskHandle: taskHandle source: NULL rate: 7.14 activeEdge: DAQmx_Val_Rising sampleMode: DAQmx_Val_FiniteSamps sampsPerChan: 50</p> | |

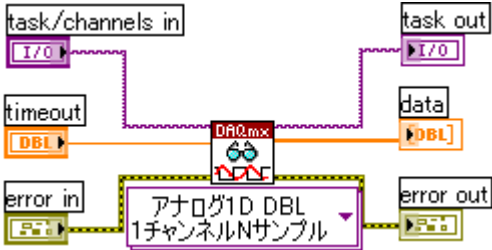
5. DAQmxSetChanAttribute (DAQmx チャンネルプロパティノード) によって、NI-DAQmx のオートゼロを設定します (以下の表を参照)。表 5 を参照して、オートゼロを各サンプルまたはなしのいずれかに設定します。

| NI-DAQmx 関数呼び出し | LabVIEW ブロックダイアグラム |
|--|--|
| DAQmxSetChanAttribute を以下のパラメータで呼び出します。 taskHandle: taskHandle channel: "" Attribute: DAQmx_AI_AutoZeroMode 値 (オートゼロオン) : 10164 値 (オートゼロオン) : 10230 |  |


6. DAQmxStartTask (「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)。

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

7. DAQmxReadAnalogF64 (「DAQmx 読み取り」 VI) によって、電圧データ 50 ポイントを集録します (以下の表を参照)。

| NI-DAQmx 関数呼び出し | LabVIEW ブロックダイアグラム |
|---|--|
| DAQmxReadAnalogF64 を以下のパラメータで呼び出します。 taskHandle: taskHandle numSampsPerChan: -1 timeout: 10.0 fillMode: DAQmx_Val_GroupByChannel readArray: data arraySizeInSamples: 50 sampsPerChanRead: &read reserved: NULL |  |

8. 集録した電圧値の平均を計算します。結果として得られた平均値を、表 5 の上限値および下限値と比較します。平均値がこれらの制限値の間にあれば、デバイスはテストに合格したとみなすことができます。
9. DAQmxClearTask (「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)。

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

10. すべてのチャンネルとすべての値に対して 2 から 9 の手順を繰り返します。

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 2 NI 9211 の確度

| ゲインエラー | オフセットエラー |
|--------|------------|
| 0.05% | 20 μ V |



メモ

表 4 と 5 のデバイスのテスト制限値には、50 Ω までの出カインピーダンスの不確かさが加味されています。出カインピーダンスが 50 Ω より大きいキャリブレータを使用する場合は、表 3 を参照して不確かさを加算してください。

表 3 出カインピーダンスによるエラー

| ゲインエラー | オフセットエラー |
|--------------------|----------------------------|
| 0.05 ppm/ Ω | 0.07 μ V ppm/ Ω |

デバイステストの制限値

表 4 と 5 は、1 年に 1 度キャリブレーションを実行する場合に NI 9211 が満たしているべき制限値です。

表を使用する

表 4 と 5 は、以下の説明を参照して使用してください。

レンジ

「レンジ」は、入力信号の最大 / 最小電圧レンジです。

テストポイント

「テストポイント」は、検証する入力 / 出力電圧値です。この値は、「位置」と「値」という 2 つの値の組み合わせで表されます。「位置」は、テスト値のテストレンジ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。

1 年間隔での制限値

「1 年間隔での制限値」の列には、テストポイント値の「上限値」と「下限値」が表示されています。つまり、デバイスのキャリブレーション間隔が 1 年以内の場合、テストポイント値はこれらの上限値と下限値の間になければなりません。

表 4 NI 9211 のゲイン検証用アナログ入力値

| 範囲 (V) | | テストポイント | | 1 年間隔での制限値 | |
|--------|-------|---------|-----------|------------|------------|
| 最小 | 最大 | 位置 | 値 (V) | 下限値 (V) | 上限値 (V) |
| -0.080 | 0.080 | 最大 | 0.075000 | 0.0749425 | 0.0750575 |
| -0.080 | 0.080 | 最小 | -0.075000 | -0.0750575 | -0.0749425 |

表 5 NI 9211 のオフセット検証用アナログ入力値

| 範囲 (V) | | テストポイント | | 1 年間隔での制限値 | | オートゼロモード |
|--------|-------|---------|----------|------------|-----------|----------|
| 最小 | 最大 | 位置 | 値 (V) | 下限値 (V) | 上限値 (V) | |
| -0.080 | 0.080 | 中間 | 0.000000 | -0.0000200 | 0.0000200 | 各サンプル |
| -0.080 | 0.080 | 中間 | 0.000000 | -0.0000200 | 0.0000200 | なし |

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。