

# CompactRIO™/LabVIEW™

## スタートアップガイド



**メモ** LabVIEW を初めて使用する場合や、LabVIEW にあまり詳しくない場合は、LabVIEW と CompactRIO の用語について『LabVIEW スタートアップガイド』マニュアルを参照してください。

このチュートリアルでは、LabVIEW で RIO スキャンインタフェースを使用して CompactRIO アプリケーションを開発する方法について説明します。アプリケーションは、シンプルなプロセス制御 VI を作成するために、CompactRIO 再構成可能組込システムを LabVIEW と使用します。このアプリケーションを開発しながら、スキャンインタフェースを使用した CompactRIO アプリケーションの開発に必要な概念とテクニックを学習できます。スキャンインタフェースを使用すると、LabVIEW Real-Time から直接 C シリーズモジュールを使用できます。

チュートリアルには、LabVIEW FPGA インタフェースを使用して CompactRIO システムをプログラムできるオプションのセクションも含まれています。

## 目次

表記規則 .....	2
必要なコンポーネント .....	3
必要なソフトウェア .....	3
必要なハードウェア .....	3
スキャンインタフェースモード用 .....	4
FPGA インタフェースモード用 .....	4
関連ドキュメント .....	4
このチュートリアルでのアプリケーションの概要 .....	5
ハードウェアをセットアップする .....	5
コントローラを構成してソフトウェアをインストールする .....	6
アプリケーション用にプログラミングモードを選択する .....	8
スキャンインタフェースモードでプロジェクトを作成する .....	10
スキャンインタフェースモードで VI を作成する .....	11
タイミングループを構成する .....	11
DO モジュールをパルス幅変調用に構成する .....	12

パルス幅変調を VI に追加する .....	13
DI モジュールを周波数測定用に構成する .....	15
VI に周波数測定カウンタを追加する .....	16
AO と AI を VI に追加する .....	16
VI を実装、テスト、および使用する .....	17
オプション：FPGA インタフェースを使用するアプリケーション を変更する .....	18
シャーシと AI モジュールを FPGA インタフェースモード に設定する .....	18
DMA FIFO を作成および設定する .....	19
プロジェクトにサンプル VI を追加する .....	20
サンプルホスト VI でタイミングループを交換する .....	21
FPGA インタフェースモードでプロジェクトを作成する .....	23
FPGA VI で AI/AO ループを作成する .....	24
PWM ループを作成する .....	26
FPGA インタフェースモードでホスト VI を作成する .....	28
ホスト VI を実行およびテストする .....	30
これまでの学習のまとめ .....	31
サポート情報 .....	32

## 表記規則

本書では、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。



ヒントのアイコンは、ユーザへのアドバイスを示します。



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表します。また、パラメータ名、フロントパネル上の制御器と表示器、ダイアログボックスまたはその一部、メニュー名、パレット名も示します。

### 斜体

斜体のテキストは、変数、強調、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。

このフォントの太字テキストは、画面に自動表示されるメッセージや応答を示します。また、他のサンプルとは異なるコードラインを強調する場合にも使用します。

## 必要なコンポーネント

---

このセクションでは、チュートリアルで使用するソフトウェアとハードウェアが記載されています。また、チュートリアルを完了するために役立つドキュメントも、このセクションに記載されています。

### 必要なソフトウェア

このチュートリアルでは、以下のソフトウェアが必要です。

- NI LabVIEW 8.6 以降
- NI LabVIEW Real-Time モジュール 8.6 以降
- NI LabVIEW FPGA モジュール 8.6 以降 (オプション)
- NI-RIO 3.0 以降

### 必要なハードウェア

このチュートリアルでは、以下のハードウェアが必要です。

- コントローラ用の電源
- イーサネット接続およびケーブル
- アナログ入力 (AI) モジュール 1 台 : NI 9201、NI 9205、NI 9206、NI 9215、または NI 9221
- アナログ出力 (AO) モジュール 1 台 : NI 9263 または NI 9264
- デジタル入力 (DI) モジュール 1 台 : NI 9401、NI 9411、NI 9421、または NI 9423
- デジタル出力 (DO) モジュール 1 台 : NI 9401、NI 9472、または NI 9474

## スキャンインタフェースモード用

- RIO スキャンインタフェースをサポートする CompactRIO コントローラおよびシャーシ
  - cRIO-9073 または cRIO-9074 統合型リアルタイムコントローラおよびシャーシ
- または
  - cRIO-9012 または cRIO-9014 高性能リアルタイム組込コントローラおよび cRIO-9103 または cRIO-9104 再構成可能組込シャーシ

## FPGA インタフェースモード用

- CompactRIO コントローラおよびシャーシ



**ヒント** このチュートリアルで使用されるハードウェアがない場合でも、手順に従ってオフライン構成を実行して CompactRIO を LabVIEW と使用する概念を学習できます。

## 関連ドキュメント

以下のドキュメントには、このマニュアルを使用する上で役に立つ情報が記載されています。

- コントローラとモジュール用の操作手順（ハードウェアに同梱され、[ni.com/manuals](http://ni.com/manuals) でも利用できます）。
- 『LabVIEW ヘルプ』 — 『LabVIEW ヘルプ』を使用すると、LabVIEW のプログラミング概念、LabVIEW の使用手順、LabVIEW の VI、関数、パレット、メニュー、ツール、プロパティ、メソッド、イベント、ダイアログボックスなどのリファレンス情報にアクセスできます。『LabVIEW ヘルプ』には、ナショナルインスツルメンツが提供している LabVIEW ドキュメントのリソースの一覧も記載されています。『LabVIEW ヘルプ』にアクセスするには、**ヘルプ → LabVIEW ヘルプを検索**を選択します。
- 『LabVIEW スタートアップガイド』 — このドキュメントをチュートリアルとして使用して、データ集録および計測制御アプリケーションの構築に使用する LabVIEW のグラフィックプログラミング環境と LabVIEW の基本機能を学んでください。**スタート → すべてのプログラム → National Instruments → LabVIEW → LabVIEW マニュアル → LV\_Getting\_Started.pdf** を選択すると、『LabVIEW スタートアップガイド』の PDF にアクセスできます。
- 『LabVIEW Real-Time モジュールスタートアップガイド』 — このドキュメントでは、RT ターゲットの設定からリアルタイムアプリケーションの作成、デバッグ、実装まで、リアルタイムプロジェクトおよび VI を開発する方法が習得できます。**スタート → すべてのプログラム → National Instruments → LabVIEW → LabVIEW マニュアル →**

LV\_Getting\_Started.pdf を選択すると、『LabVIEW Real-Time モジュールスタートアップガイド』の PDF にアクセスできます。

- 『CompactRIO Reference and Procedures (Scan Interface)』  
—このヘルプファイルは、スキャンインタフェースプログラミングモードでの CompactRIO システムの使用について説明しています。LabVIEW でこのヘルプファイルにアクセスするには、**ヘルプ→LabVIEW ヘルプを検索**を選択し、**目次タブで Real-Time モジュール**を展開して **CompactRIO Reference and Procedures (Scan Interface)** を選択します。
- 『CompactRIO Reference and Procedures (FPGA Interface)』  
—このヘルプファイルは、FPGA インタフェースプログラミングモードでの CompactRIO システムの使用について説明しています。LabVIEW でこのヘルプファイルにアクセスするには、**ヘルプ→LabVIEW ヘルプを検索**を選択し、**目次タブで FPGA モジュール**を展開して **CompactRIO Reference and Procedures (FPGA Interface)** を選択します。
- 『FPGA モジュール』—このヘルプファイルは、LabVIEW FPGA モジュールの使用について説明しています。LabVIEW でこのヘルプファイルにアクセスするには、**ヘルプ→LabVIEW ヘルプを検索**を選択し、**目次タブで FPGA モジュール**を展開します。

## このチュートリアルでのアプリケーションの概要

---

このチュートリアルでは、入力を測定して出力を生成する必要がある工業用制御アプリケーションで使用できる VI を作成します。入力と出力にはアナログまたはデジタルを使用できます。DO モジュールはパルス幅変調に、DI モジュールは周波数測定に構成します。AI モジュールは、AO モジュールからの電圧入力を受信するように構成します。

このチュートリアルでは、スキャンインタフェースモードと FPGA インタフェースモードの両方のプログラミングモードを使用して VI を作成する方法が説明されています。

## ハードウェアをセットアップする

---

以下の手順に従って、このチュートリアルのアプリケーション用にハードウェアをセットアップしてください。

1. 統合型コントローラとシャーシを使用していない場合は、シャーシにコントローラを取り付けます。コントローラを取り付けについては、コントローラの操作手順を参照してください。
2. DO モジュールはシャーシのスロット 1 に、DI モジュールはスロット 2、AO モジュールはスロット 3、および AI モジュールはスロット 4 に取り付けます。

3. 以下のようにモジュールを配線してください。
  - a. DO モジュール上の DO0 を DI モジュール上の DI0 に接続します。
  - b. 必要であれば、外部電源を DO モジュールに接続します。所要電力については、モジュールの操作手順を参照してください。
  - c. AO モジュール上の AO0 を AI モジュール上の AI0 に接続します。



#### メモ

配線と仕様については、モジュールの操作手順を参照してください。電圧範囲または他の入力 / 出力属性がモジュールの配線に不適切な場合は、モジュールの配線を省略して手順 4 に進んでください。その場合もチュートリアルを完了して学習することはできますが、「VI を実装、テスト、および使用する」のセクションの説明のように VI をテストすることはできません。

4. 開発用コンピュータで、コントローラを電源と同じサブネット上のイーサネットネットワークに接続します。コントローラの電源およびイーサネットネットワークへの配線については、コントローラの操作手順を参照してください。

## コントローラを構成してソフトウェアをインストールする

以下の手順に従って、コントローラを構成してソフトウェアをインストールしてください。

1. 開発用コンピュータで Measurement & Automation Explorer (MAX) を起動します。
2. **構成**ペーンの**リモートシステム**でコントローラを選択します。コントローラを構成していない場合は、**0.0.0.0** と表示されます。コントローラが表示されない場合は、開発用コンピュータでファイアウォールを無効にする必要がある可能性があります。
3. **識別**セクションの**シリアル番号**が、デバイスのシリアル番号と一致することを確認します。
4. コントローラのディスクをフォーマットしたくない場合は、インストール済みのソフトウェアとファイルをすべて削除し、コントローラに電源を投入してから手順 9 に進みます。
5. コントローラの **Safe Mode** スイッチを **ON** の位置に設定します。
6. コントローラに電源を投入します。すでに電源が投入されている場合は、コントローラの **Reset** ボタンを押して再起動します。
7. **構成**ペーンの**リモートシステム**でコントローラを右クリックし、**フォーマットディスク**を選択します。表示されたダイアログボックスでは**はい**をクリックします。
8. MAX でディスクのフォーマットが完了したら、**Safe Mode** スイッチを **OFF** の位置に動かし、コントローラの **Reset** ボタンを押して再起動します。

9. **IP アドレスを自動的に取得**ラジオボタンを選択して IP アドレスを割り当てるか、**IP 設定**セクションで**次の IP アドレスを使う**ラジオボタンを選択して固定 IP アドレスを指定します。
10. **名前**フィールドに分かりやすい名前を入力します。
11. **ネットワーク設定**タブの上にある**適用**をクリックすると、MAX がシステムを再起動します。
12. **リモートシステム**の下に新規のシステム名が表示されたらツリーのコントローラ項目を展開し、**ソフトウェア**を右クリックし、**ソフトウェアの追加と削除**を選択します。
13. 使用するコントローラがスキャンインタフェースプログラミングモードをサポートしている場合は、NI スキャンエンジンのサポートが含まれる**推奨ソフトウェアセット**を選択してコントローラにインストールします。コントローラがスキャンインタフェースモードをサポートしていない場合は、**標準の推奨ソフトウェアセット**を選択してコントローラにインストールしてください。推奨ソフトウェアセットのインストール情報が必要な場合は、**ヘルプ**をクリックしてください。
14. MAX がコントローラにソフトウェアのインストールを完了した後に MAX を閉じます。

# アプリケーション用にプログラミングモードを選択する

スキャンインタフェースモードを使用すると、LabVIEW Real-Time から直接 C シリーズモジュールを使用できます。スキャンインタフェースモードで使用するモジュールは**プロジェクトエクスプローラ**ウィンドウでシャーシ項目のすぐ下に表示され、I/O チャンネルはモジュールの下に I/O 変数として表示されます。I/O 変数を使用するには、LabVIEW Real-Time VI に I/O 変数をドラッグアンドドロップしてください。以下の図は、**プロジェクトエクスプローラ**ウィンドウのスキャンインタフェースモードに追加されたデジタル入力モジュールを示しています。

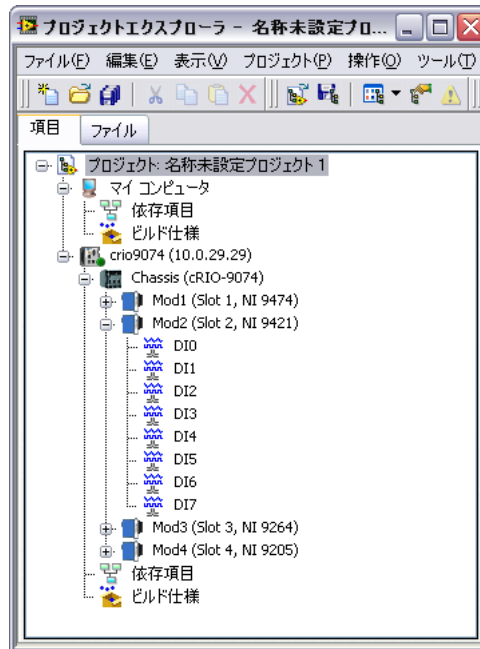


図 1 スキャンインタフェースモードのモジュールを表示するプロジェクトエクスプローラウィンドウ

LabVIEW FPGA インタフェースモードを使用すると、LabVIEW FPGA VI から C シリーズモジュールを使用できます。LabVIEW FPGA インタフェースモードで使用するモジュールは**プロジェクトエクスプローラ**ウィンドウで FPGA Target 項目のすぐ下に表示され、I/O チャンネルは FPGA Target の下に FPGA I/O 項目として表示されます。I/O チャンネルにアクセスするには、FPGA VI で FPGA I/O Node を構成してください。以下の図は、**プロジェクトエクスプローラ**ウィンドウの FPGA インタフェースモードに追加された同じモジュールを示しています。

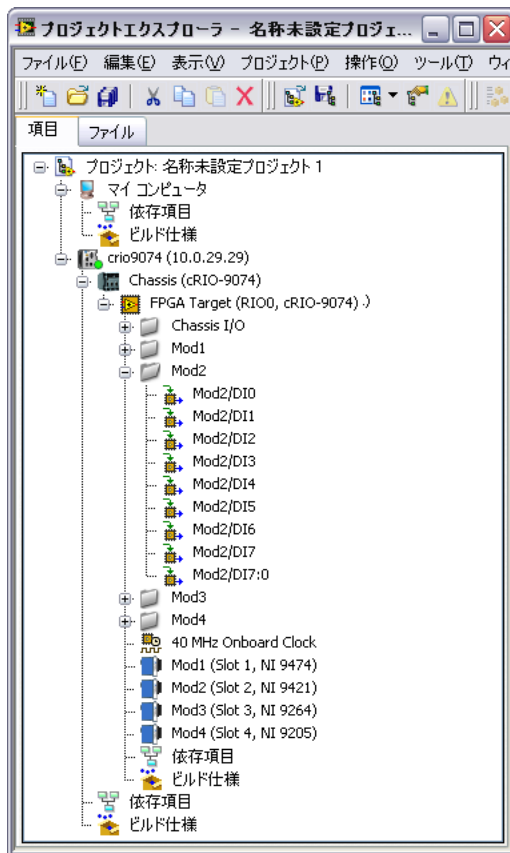


図 2 FPGA インタフェースモードのモジュールを表示するプロジェクトエクスプローラウィンドウ

2つのプログラミングモードについては、『CompactRIO Reference and Procedures (Scan Interface)』ヘルプファイルの「Select Programming Mode Dialog Box」トピックを参照してください。

アプリケーションでスキャンインタフェースモードを使用したい場合は、「スキャンインタフェースモードでプロジェクトを作成する」のセクションに進んでください。FPGA インタフェースモードを使用したい場合は、「FPGA インタフェースモードでプロジェクトを作成する」のセクションに進んでください。

# スキャンインタフェースモードでプロジェクトを作成する

LabVIEW プロジェクトを使用して、開発用コンピュータで VI や、ターゲット、I/O モジュールを管理します。以下の手順に従って操作し、プロジェクトを作成してください。

1. LabVIEW を起動します。
2. スタートアップウィンドウで**空のプロジェクト**リンクをクリックして、**プロジェクトエクスプローラ**ウィンドウを表示します。**ファイル→新規プロジェクト**を選択して、**プロジェクトエクスプローラ**ウィンドウを表示することもできます。
3. **ヘルプ**を選択して、**詳細ヘルプを表示**にチェックマークが付いていることを確認します。このチュートリアルを学習中にブロックダイアグラムの項目についての情報が必要な場合は、詳細ヘルプを参照してください。
4. **プロジェクトエクスプローラ**ウィンドウでトップレベルプロジェクト項目を右クリックし、ショートカットメニューから**新規→ターゲットとデバイス**を選択して**ターゲットとデバイスを追加**ダイアログボックスを表示します。
5. **既存ターゲットまたはデバイス**ラジオボタンが選択されていることを確認します。



**ヒント** ハードウェアを取り付けていない場合は、**新規ターゲットまたはデバイス**ラジオボタンを選択します。物理ターゲットまたはデバイスが存在しなくてもターゲットとデバイスを作成しリスト表示できます。このチュートリアルでは、手順に従って同様のオフライン構成を実行したり、CompactRIO および LabVIEW の使用について学習できます。

6. **Real-Time CompactRIO** を展開します。
7. プロジェクトに追加する CompactRIO コントローラを選択して **OK** をクリックします。
8. LabVIEW FPGA をインストールしている場合は、Select Programming Mode ダイアログボックスが表示されます。**スキャンインタフェース**を選択してシステムをスキャンインタフェースモードに設定します。
9. **継続**をクリックします。LabVIEW がコントローラ、シャーシ、およびすべてのモジュールをプロジェクトに追加します。
10. **Discover C Series Modules?** ダイアログボックスが表示された場合は、**検出**をクリックしてください。
11. LabVIEW がハードウェアの検出を完了した後に、**ファイル→プロジェクトを保存**を選択して、プロジェクトを Tutorial.lvproj という名前で保存します。

# スキャンインタフェースモードで VI を作成する

---

このセクションでは、プロジェクトに追加したモジュールで I/O 変数を使用する VI を作成します。I/O 変数とは、物理 I/O チャンネルに関するシェア変数です。LabVIEW は、スキャンインタフェースモードに追加したモジュールの I/O チャンネルに I/O 変数を作成します。I/O 変数、スキャンインタフェースモード、および NI スキャンエンジンについては、『LabVIEW ヘルプ』の「Real-Time モジュール」ブックを参照してください。

## タイミングループを構成する

タイミングループをスキャンエンジンと同期させることにより、複数の I/O 変数を通し、正確なタイムスタンプを持つデータセットの読み取り / 書き込みが可能になります。以下の手順に従って、タイミングループを構成します。

1. **プロジェクトエクスプローラ**ウィンドウでコントローラ項目を右クリックし、ショートカットメニューから**新規→VI**を選択して空の VI を開きます。
2. VI のブロックダイアグラム上にタイミングループを配置します。
3. タイミングループの **入力ノード**をダブルクリックすると、**タイミングループを構成**ダイアログボックスが開きます。
4. **ループタイミングソース**の**ソースタイプ**で、**スキャンエンジンに同期**を選択します。**ヘルプ**ボタンをクリックすると、スキャンエンジンに同期する情報が参照できます。

5. **ループタイミング属性**で、**周期**を5スキャンに設定します。**タイミン**  
**グループを構成**ダイアログボックスは、以下の図のように表示されて  
いるはずです。

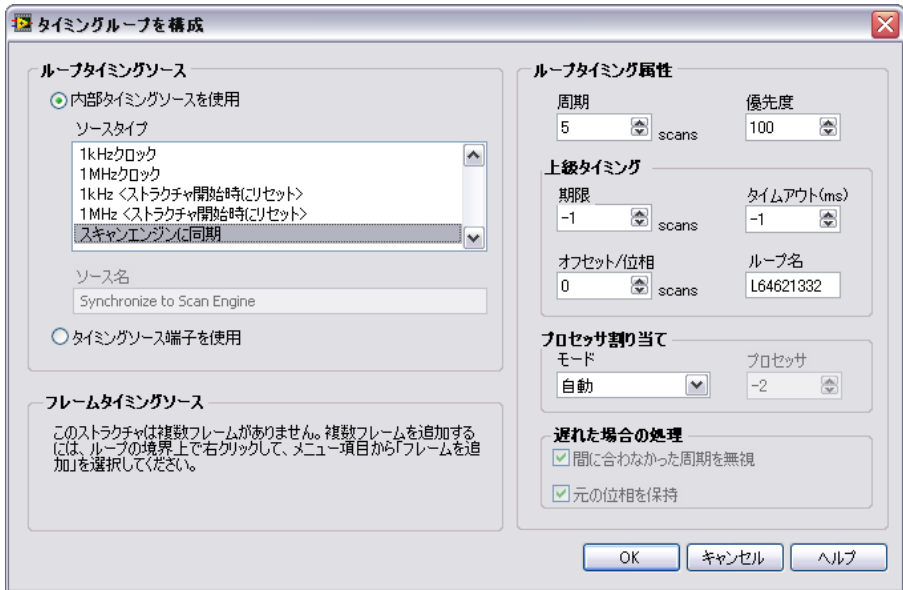


図 3 タイミンググループを構成する

6. **OK** をクリックします。

## DO モジュールをパルス幅変調に構成する

パルス幅変調は、デジタル電圧出力のデューティサイクルを変更して制御アプリケーションのアナログ信号範囲を生成します。パルス幅変調を使用して、DC モータ、ヒーター、電気などのデジタルデバイスでアナログ制御が実行できます。以下の手順に従って、DO モジュールをパルス幅変調に構成してください。

1. **プロジェクトエクスプローラ**ウィンドウで DO モジュールを右クリックし、ショートカットメニューから**プロパティ**を選択して **C Series Module Properties** ダイアログボックスを表示します。
2. **Category** リストで **Specialty Digital Configuration** を選択します。
3. **Specialty Mode** リストボックスで **Pulse-Width Modulation** をクリックします。
4. **Channels** で **PWM0** がハイライト表示されていることを確認します。

5. **Frequency (Period)** で **50 Hz (20,000 μs)** を選択します。**C Series Module Properties** ダイアログボックスは、以下の図のようになります。

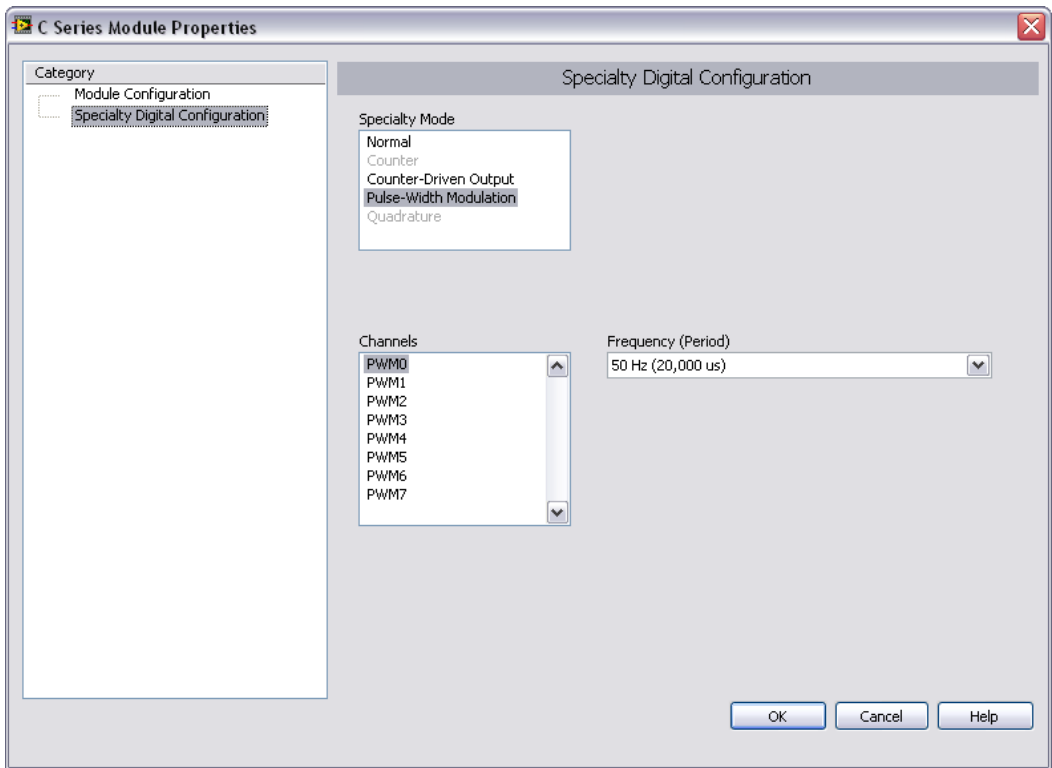


図 4 DO モジュールをパルス幅変調用に構成する

6. **OK** をクリックします。
7. **プロジェクトエクスプローラ** ウィンドウで DO モジュール項目を展開して、モジュールチャンネルの I/O 変数を確認します。LabVIEW がすべての DO I/O 変数を PWM I/O 変数に変更したことに注意します。

## パルス幅変調を VI に追加する

以下の手順に従って、パルス幅変調を VI に追加します。

1. **プロジェクトエクスプローラ** ウィンドウから、**PWM0** I/O 変数を VI のブロックダイアグラム上のタイミングループの内側にドラッグアンドドロップします。
2. ブロックダイアグラム上で、**PWM0** I/O 変数の **PWM0** 入力を右クリックし、ショートカットメニューから **作成→制御** を選択してフロントパネルに制御器を作成します。

3. フロントパネルで、**PWM0** 制御器を右クリックしてショートカットメニューから**プロパティ**を選択し、**数値プロパティ**ダイアログボックスを表示します。
4. **ラベル**の下で、制御器の名前を **PWM0** から **PWM デューティーサイクル**に変更します。
5. **データエントリ**タブを選択して、**デフォルトの制限を使用**チェックボックスのチェックマークを外します。
6. **最小**フィールドの値に 0 と入力し、**範囲外の値への対応**ドロップダウンメニューから**強制**を選択します。
7. **最大**フィールドの値に 100 と入力し、**範囲外の値への対応**ドロップダウンメニューから**強制**を選択します。**数値プロパティ**ダイアログボックスは、以下の図のようになります。

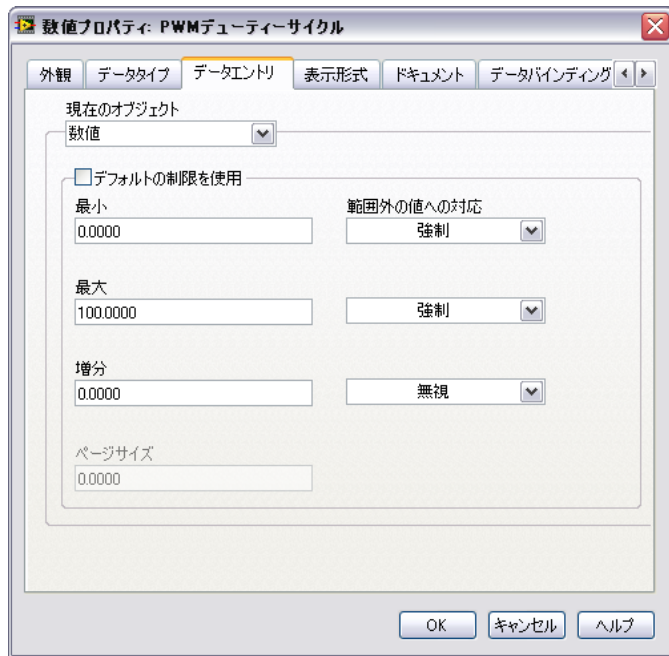


図 5 PWM デューティーサイクルを構成する

8. **OK** をクリックします。
9. VI を **Tutorial.vi** という名前で保存します。

## DI モジュールを周波数測定用に構成する

多くの工業用アプリケーションは、フローセンサ、トルクセンサ、タイマ、モーター駆動アクチュエータなどの周波数出力センサを使用しています。以下の手順に従って、DI モジュールを周波数測定用に構成してください。

1. **プロジェクトエクスプローラ**ウィンドウで DI モジュールを右クリックし、ショートカットメニューから**プロパティ**を選択して **C Series Module Properties** ダイアログボックスを表示します。
2. **Category** リストで **Specialty Digital Configuration** を選択します。
3. **Specialty Mode** リストボックスで **Counter** をクリックします。
4. **Channels** で **CTR0** がハイライト表示されていることを確認します。
5. **Measurement Mode** で **Frequency Measurement** を選択します。 **C Series Module Properties** ダイアログボックスは、以下の図のようになります。

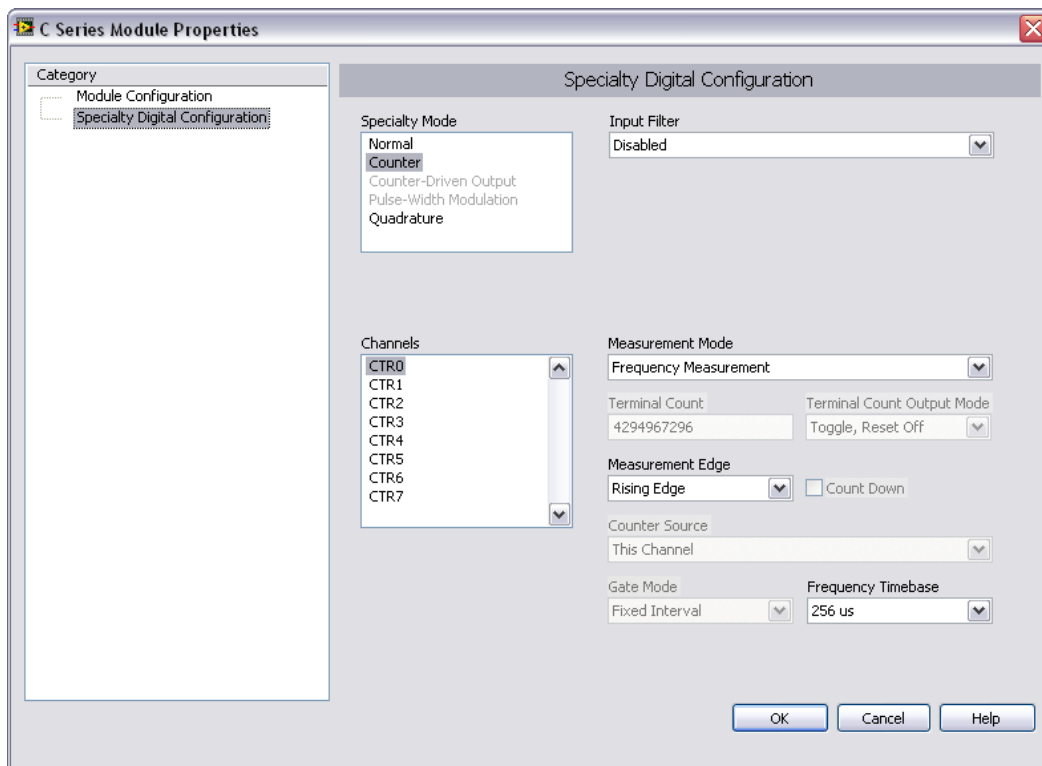


図 6 DI モジュールを周波数測定用に構成する

6. **OK** をクリックします。
7. **プロジェクトエクスプローラ** ウィンドウで DI モジュール項目を展開して、モジュールチャンネルの I/O 変数を確認します。LabVIEW がすべての DI I/O 変数を CTR I/O 変数に変更したことに注意します。

## VI に周波数測定カウンタを追加する

以下の手順に従って、周波数測定カウンタを VI に追加します。

1. **プロジェクトエクスプローラ** ウィンドウから、**CTRO** I/O 変数を VI のブロックダイアグラム上のタイミングループの内側にドラッグアンドドロップします。それを **PWMO** I/O 変数の右側に配置します。
2. ブロックダイアグラム上で、**CTRO** I/O 変数の **CTRO** 出力を右クリックし、ショートカットメニューから**作成→表示器**を選択してフロントパネルに表示器を作成します。
3. **CTRO** 表示器の名前を周波数に変更します。
4. **PWMO** I/O 変数の**エラー出力**端子を、**CTRO** I/O 変数の**エラー入力**端子に配線します。
5. **CTRO** I/O 変数の**エラー出力**を右クリックし、ショートカットメニューから**作成→表示器**を選択してフロントパネルに表示器を作成します。
6. VI を保存します。

## AO と AI を VI に追加する

このチュートリアルでは、CompactRIO の LabVIEW との使用について学習するために、AO チャンネルを AI チャンネルに配線しました。実用的アプリケーションでは、AO チャンネルは物理プロセスでデバイスに電圧を送信し、AI チャンネルはそのデバイスや別のデバイスから入力を受信する可能性があります。アナログモジュールに接続して制御や監視を実行したいデバイスがある場合は、このドキュメントを始点として進めることができます。以下の手順に従って、AO と AI を VI に追加します。

1. **プロジェクトエクスプローラ** ウィンドウで AO モジュール項目を展開して、モジュールチャンネルの I/O 変数を確認します。
2. **プロジェクトエクスプローラ** ウィンドウから、**AO0** I/O 変数を VI のブロックダイアグラム上のタイミングループの内側にドラッグアンドドロップします。
3. **プロジェクトエクスプローラ** ウィンドウで AI モジュール項目を展開して、モジュールチャンネルの I/O 変数を確認します。
4. **プロジェクトエクスプローラ** ウィンドウから、**AI0** I/O 変数を VI のブロックダイアグラム上のタイミングループの内側にドラッグアンドドロップします。それを **AO0** I/O 変数の右側に配置します。
5. **AO0** I/O 変数の**エラー出力**端子を、**AI0** I/O 変数の**エラー入力**端子に配線します。

6. **AO0** I/O 変数の **AO0** 入力を右クリックし、ショートカットメニューから**作成→制御器**を選択してフロントパネルに制御器を作成します。
7. **AIO** I/O 変数の **AIO** 出力を右クリックし、ショートカットメニューから**作成→表示器**を選択してフロントパネルに表示器を作成します。
8. **AIO** I/O 変数の**エラー出力**端子を右クリックし、ショートカットメニューから**作成→表示器**を選択してフロントパネルに表示器を作成します。
9. タイミンググループの右下で条件端子を右クリックし、ショートカットメニューから**制御器を作成**を選択します。
10. ツールバーで**ダイアグラムをクリーンアップ**ボタンをクリックします。ブロックダイアグラムは、以下の図のように表示されます。

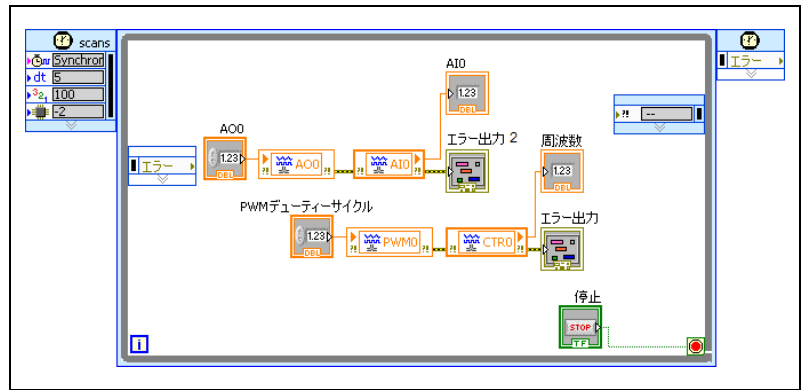


図 7 Tutorial.vi のブロックダイアグラム

11. VI を保存します。
12. プロジェクトを保存します。

## VI を実装、テスト、および使用する

以下の手順に従って、VI を実装、テスト、および使用してください。

1. VI を実行します。LabVIEW は、VI と、VI が使用するすべてのモジュールと I/O 変数をコントローラに実装します。
2. フロントパネル上で **AO0** 制御器の値を変更し、**AIO** 表示器の値が変わることを確認します。
3. **PWM デューティサイクル**制御器の値を変更します。**周波数**表示器の値が常に 50 Hz であることを確認します。

# オプション：FPGA インタフェースを使用するアプリケーションを変更する

一部のアプリケーションでは、測定パラメータが測定された信号の変化特性に適應することが必要です。たとえば、高速動作時に信号が突然バーストする時以外は速度の遅い信号の例を考えてみます。ログするデータ量を削減するためには、バースト発生時と発生後で、アプリケーションは素早くサンプルレートを上げ下げする必要があります。信号の特定部分の測定と分析を行うことで、アプリケーションが変化状況に適應し適切に対応することができます。上記の例だけでなく、さまざまな状況に基づく判断能力（インテリジェンス）と適用性が求められるアプリケーションが数多くあります。LabVIEW FPGA プログラミングは、解析アルゴリズムをアプリケーションに追加することでインテリジェンスと適用性を提供します。

プロジェクトのアナログ入力はシングルポイントデータのみで構成されます。アプリケーションでは、代わりに波形データを集録および解析することをお勧めします。たとえば、アラーム条件が発生した際に、物理プロセスをさらに詳しく監視したり、ある期間のデータの変化を確認する必要があります。アナログ入力データの波形集録を実行するには、LabVIEW FPGA を使用する必要があります。

## シャーシと AI モジュールを FPGA インタフェースモードに設定する

LabVIEW FPGA を使用して AI モジュールをプログラムするには、シャーシと AI モジュールを LabVIEW FPGA インタフェースモードに設定する必要があります。他のモジュールはスキャンインタフェースモードで使用できます。以下の手順に従って、シャーシと AI モジュールを FPGA インタフェースモードに設定してください。

1. **プロジェクトエクスプローラ**ウィンドウでシャーシ項目を右クリックし、ショートカットメニューから**新規→FPGA Target**を選択して**Deploy CompactRIO Chassis Settings?** ダイアログボックスを表示します。
2. **Deploy now** をクリックします。



**ヒント** または、**プロジェクトエクスプローラ**ウィンドウでシャーシ項目を右クリックし、ショートカットメニューから**プロパティ**を選択して**CompactRIO Chassis Properties** ダイアログボックスを表示します。ダイアログボックスを使用してプログラミングモードを選択した後に、シャーシで設定を実装する必要があります。

3. **プロジェクトエクスプローラ**ウィンドウで、AI モジュール項目を**FPGA Target** 項目の上にドラッグアンドドロップしてください。

## DMA FIFO を作成および設定する

FIFO は先入れ先出しメモリバッファです。DMA（ダイレクトメモリアクセス）FIFO は、FPGA VI がホスト VI に直接データ転送することを可能にします。以下の手順に従って、DMA FIFO を作成および設定します。

1. **プロジェクトエクスプローラ**ウィンドウで **FPGA Target** 項目を右クリックし、**新規**→ **FIFO** を選択して **FPGA FIFO Properties** ダイアログボックスを表示します。
2. **Type** には **Target to Host - DMA** を選択してください。



### メモ

FIFO は I/O モジュールが返すデータタイプに設定する必要があります。このチュートリアルで FIFO は NI 9205 用に設定されています。NI 9205 は、デフォルトで符号付き、キャリブレーション済みの固定小数点データを返します。ワードの長さは 26 ビットで、整数ワードの長さは 5 ビットです。他の AI モジュールは異なるデータタイプを返す場合があります。他の AI モジュールが返すデータについては、『CompactRIO Reference and Procedures (FPGA Interface)』のヘルプファイルを参照してください。

3. **Data Type** で **FXP** を選択します。
4. **ワードの長さ** には **26 bits** を選択してください。
5. **整数ワードの長さ** には **5 bits** を選択してください。**FPGA FIFO Properties** ダイアログボックスは、以下の図のようになります。

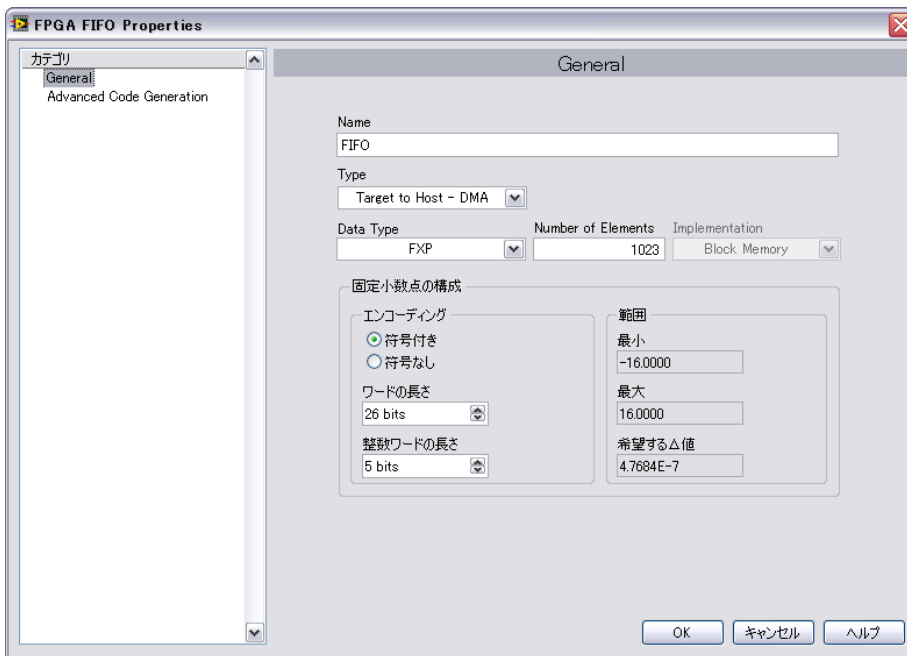


図 8 DMA FIFO を設定する

6. **OK** をクリックします。



**ヒント** DMA FIFO についての情報は、『LabVIEW ヘルプ』で「DMA FIFO」を検索してください。

## プロジェクトにサンプル VI を追加する

このセクションでは、プロジェクトにサンプル VI を追加します。作業を簡略化するために、NI-RIO ソフトウェアがサンプル VI にインストールされています。以下の手順に従って、サンプル VI をプロジェクトに追加します。

1. **プロジェクトエクスプローラ**ウィンドウで、**ヘルプ→サンプルを検索**を選択して NI サンプルファインダを開きます。
2. **ツールキットとモジュール→FPGA→CompactRIO→NI Scan Engine→Getting Started→Using Scan Interface with FPGA Interface.lvproj** をダブルクリックしてください。
3. 新しく開いた**プロジェクトエクスプローラ**ウィンドウで、**RT CompactRIO ターゲット**項目、次にシャーシ項目、そして**FPGA Target**項目と展開します。
4. <Ctrl> を押しながら、**Using Scan Interface with FPGA Interface (FPGA).vi** を **Project Explorer - Tutorial.lvproj** ウィンドウの **FPGA Target** 項目にドラッグアンドドロップします。
5. <Ctrl> を押しながら、**Using Scan Interface with FPGA Interface (Getting Started).vi** を **Project Explorer - Tutorial.lvproj** ウィンドウのコントローラ項目にドラッグアンドドロップします。**プロジェクトエクスプローラ**ウィンドウは、以下の図のように表示されます。

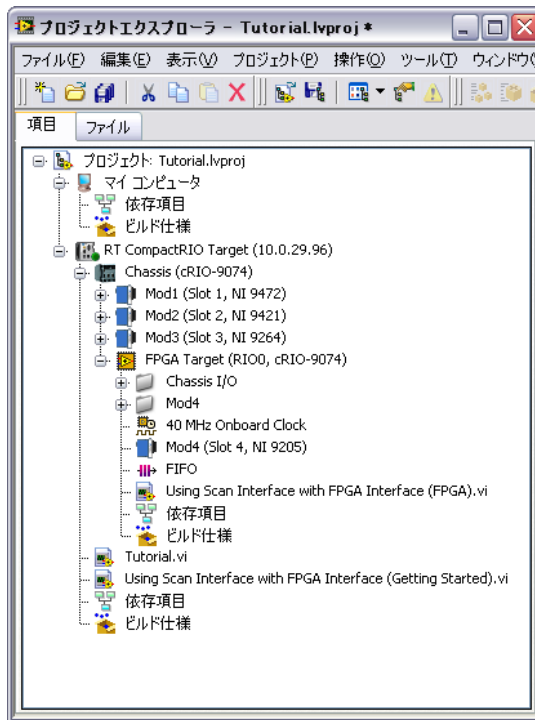


図 9 サンプル VI が追加されたプロジェクトエクスプローラウィンドウ

6. **Project Explorer - Using Scan Interface with FPGA Interface** ウィンドウと NI サンプルファインダを閉じます。

## サンプルホスト VI でタイミングループを交換する

サンプルホスト VI に含まれるタイミングループを、先ほど作成 / 設定したタイミングループと交換する必要があります。以下の手順に従って、タイミングループを交換します。

1. **Project Explorer - Tutorial.lvproj** ウィンドウから **Using Scan Interface with FPGA Interface (FPGA).vi** を開きます。ブロックダイアグラムに不良ワイヤがないことを確認します。
2. **Project Explorer - Tutorial.lvproj** ウィンドウから **Using Scan Interface with FPGA Interface (Getting Started).vi** を開きます。



**メモ** ブロックダイアグラムの上にあるタイミングループは、Tutorial.vi にあるタイミングループと似たものです。**Start Read/Write Control** に配線された **Start** プールがタイミングループにも配線されていることに注意します。

3. タイミングループを削除して、Tutorial.vi. からのタイミングループと交換します。

4. **Start** ブールを新しいタイミングループに再度配線してください。
5. タイミングループで、**AIO** I/O 変数と表示器を削除して不良ワイヤを削除します。AI データ集録は、ホスト VI 内ではなく FPGA VI 内で実行されます。
6. **Open FPGA VI Reference** 関数を右クリックして、**Configure Open FPGA VI Reference** を選択します。
7. Open FPGA VI Reference が FPGA Target¥Using Scan Interface with FPGA Interface (FPGA).vi を開くように設定されていることを確認して、**OK** をクリックします。
8. VI を保存します。
9. プロジェクトを保存します。
10. **プロジェクトエクスプローラ** ウィンドウで **Using Scan Interface with FPGA Interface (FPGA).vi** を右クリックし、ショートカットメニューから **コンパイル** を選択して FPGA VI をコンパイルします。コンパイルが完了するには数分から数時間がかかります。



#### メモ

VI をコンパイルする場合、LabVIEW FPGA Compile Server はスキャンインタフェースモードで使用しているモジュールと通信するために必要なすべての論理を FPGA VI に追加します。ホスト VI を実行する場合は、タイミングループに配線されている Open FPGA VI Reference と **Start** ブールがタイミングループの I/O 変数がデータを返し始める前に FPGA VI を実行します。

11. FPGA VI がコンパイルされたら、Using Scan Interface with FPGA Interface (Getting Started).vi を実行します。



#### ヒント

Using Scan Interface with FPGA Interface (FPGA).vi のコードは FPGA Wizard を使用して生成されます。FPGA Wizard を使用してプロジェクトのコードを生成する情報については、『LabVIEW ヘルプ』の「FPGA Wizard Help」を参照してください。

# FPGA インタフェースモードでプロジェクトを作成する

このセクションでは、「[スキャンインタフェースモードでプロジェクトを作成する](#)」のセクションで作成可能なプロジェクトと VI を LabVIEW FPGA インタフェースモードで作成します。

LabVIEW プロジェクトを使用して、開発用コンピュータで VI や、ターゲット、I/O モジュールを管理します。以下の手順に従って、LabVIEW FPGA プロジェクトウィザードを使用してプロジェクトを作成してください。

1. LabVIEW を起動します。
2. **スタートアップ**ウィンドウの**ターゲット**で、**FPGA プロジェクト**を選択します。**ツール**→**FPGA モジュール**→**FPGA プロジェクト**を選択することもできます。
3. **Go** をクリックします。
4. 表示された **Create New LabVIEW FPGA Project** ページで、**CompactRIO Reconfigurable Embedded System** を選択します。
5. **次へ** をクリックします。
6. **Discover existing system** が選択されていることを確認して**次へ** をクリックします。



**ヒント** ハードウェアを取り付けていない場合は、**Create new system** を選択できません。このチュートリアルでは、手順に従って同様のオフライン構成を実行したり、CompactRIO および LabVIEW の使用について学習できます。FPGA インタフェースモードでのオフライン構成については、『LabVIEW ヘルプ』の「Configuring a Project for a CompactRIO Reconfigurable or Integrated System (FPGA Interface)」トピックを参照してください。

7. **Create New CompactRIO FPGA Project** ページで、使用中のコントローラを選択します。
8. **次へ** をクリックします。

9. **Launch FPGA Wizard when finished** のチェックマークを外し、**終了**をクリックします。表示される**プロジェクトエクスプローラ**ウィンドウは、以下の図のように表示されます。



図 10 新規 FPGA プロジェクトのプロジェクトエクスプローラウィンドウ

10. **ヘルプ**を選択して、**詳細ヘルプを表示**にチェックマークが付いていることを確認します。このチュートリアルを学習中にブロックダイアグラムの項目についての情報が必要な場合は、詳細ヘルプを参照してください。
11. **ファイル→プロジェクトを保存**を選択し、Getting Started.lvproj という名前でプロジェクトを保存します。

## FPGA VI で AI/AO ループを作成する

FPGA VI とは FPGA ターゲット（このアプリケーションでは CompactRIO シャーシ）にダウンロードする VI のことです。FPGA VI を使用して、C シリーズモジュールの I/O チャンネルで読み取り / 書き込みを行います。以下の手順に従って、FPGA VI を作成して AI と AO を追加してください。

1. **プロジェクトエクスプローラ**ウィンドウで **FPGA Target** 項目を右クリックし、ショートカットメニューから**新規→VI**を選択して空の VI を開きます。
2. VI のブロックダイアグラム上に While ループを配置します。

3. **プロジェクトエクスプローラ**ウィンドウで、**Mod4** フォルダ項目を展開します。
4. **プロジェクトエクスプローラ**ウィンドウから **Mod4/AI0** 項目をブロックダイアグラムの While ループ内にドラッグアンドドロップし、その項目用の FPGA I/O Node を作成してください。
5. ブロックダイアグラムで **Mod4/AI0** FPGA I/O Node の下端を下にドラッグして、1つの要素を追加します。
6. 新規の要素をクリックし、ショートカットメニューから **Mod3 → Mod3/AO0** を選択して要素を Mod3/AO0 項目と関連付けます。



**ヒント** アナログ I/O モジュールは、デフォルトでキャリブレーション済みの固定小数点データを返します。FPGA リソースを節約したい場合は、モジュールがキャリブレーションされていないデータを返すように設定できます。**プロジェクトエクスプローラ**ウィンドウで再構成したいモジュールを右クリックし、ショートカットメニューから**プロパティ**を選択して **C Series Module Properties** ダイアログボックスを表示します。**Calibration Mode** で **Raw** を選択した後に **OK** をクリックします。

7. **Mod3/AO0** 要素を右クリックし、ショートカットメニューから**作成→制御器**を選択してフロントパネルに制御器を作成します。
8. **Mod4/AI0** 要素を右クリックし、ショートカットメニューから**作成→表示器**を選択してフロントパネルに表示器を作成します。
9. FPGA I/O Node を右クリックし、ショートカットメニューから**エラー端子を表示**を選択します。
10. FPGA I/O Node の**エラー出力**端子を右クリックし、ショートカットメニューから**作成→表示器**を選択してフロントパネルに表示器を作成します。



**ヒント** このチュートリアルでは、2つの C シリーズモジュールの I/O を操作するために、1つの FPGA I/O Node を使用しています。アプリケーションでエラーの原因を特定する必要がある場合は、各モジュールで1つの FPGA I/O Node とエラー表示器を使用します。

11. While ループの右下で条件端子を右クリックして、ショートカットメニューから**制御器を作成**を選択して**停止**制御器を作成します。
12. 新規の制御器の名前を AI/AO 停止に変更します。



13. ツールバーで**ダイアグラムをクリーンアップ**ボタンをクリックします。ブロックダイアグラムは、以下の図のように表示されます。

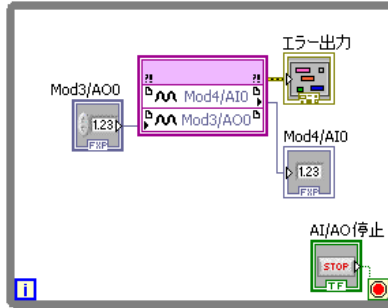


図 11 AI および AO 付 PGA VI のブロックダイアグラム

14. 新規の VI を Getting Started (FPGA).vi という名前で保存します。

## PWM ループを作成する

パルス幅変調は、デジタル電圧出力のデューティサイクルを変更して制御アプリケーションのアナログ信号範囲を生成します。パルス幅変調を使用して、DC モータ、ヒーター、電気などのデジタルデバイスでアナログ制御が実行できます。以下の手順に従って、パルス幅変調を FPGA VI に追加します。

1. ダイアグラムで最初の While ループの上に追加の While ループを配置します。
2. **プロジェクトエクスプローラ**ウィンドウで、**Mod1** フォルダ項目を展開します。
3. **プロジェクトエクスプローラ**ウィンドウから、**Mod1/DO0** 項目をブロックダイアグラムの While ループ内にドラッグアンドドロップします。
4. ブロックダイアグラムで **Mod1/DO0** FPGA I/O Node の周りにフラットシーケンスストラクチャを配置します。
5. フラットシーケンスストラクチャの左枠を右クリックし、ショートカットメニューから**前にフレームを追加**を選択します。
6. Loop Timer VI を新規のフレーム内に配置します。
7. 表示された **Configure Loop Timer** ダイアログボックスで、**Ticks** および **32 Bit** が選択されていることを確認し、**OK** をクリックします。
8. フロントパネルに 2 つの数値制御器を配置し、制御器に Low パルスおよび High パルスとラベルを付けます。
9. ダイアグラムで「選択」関数をフラットシーケンスストラクチャの左に配置します。

10. **Low パルス**および **High パルス**制御器を、「選択」関数の左の While ループ内に移動します。
11. **Low パルス**制御器を右クリックし、ショートカットメニューから **表記法→U32** を選択してデータタイプを 32 ビット符号なし整数 (U32) に変更します。
12. **High パルス**制御器を右クリックし、ショートカットメニューから **表記法→U32** を選択してデータタイプを 32 ビット符号なし整数 (U32) に変更します。
13. **Low パルス**制御器の出力端子を「選択」関数の **t** 入力に配線します。
14. **High パルス**制御器の出力端子を「選択」関数の **f** 入力に配線します。
15. 「選択」関数の出力端子を Loop Timer VI の入力端子に配線します。
16. While ループの左の境界線を右クリックして、ショートカットメニューから **シフトレジスタを追加** を選択します。



**メモ** シフトレジスタは、前回のループの値を次のループへ転送します。

17. **False** ブール定数を While ループの外側に配置し、While ループの左側にあるシフトレジスタに配線します。
18. シフトレジスタ端子を「選択」関数の **s** 入力の左に配線します。
19. 「Not」関数を、While ループ内で **Mod1/DO0** FPGA I/O Node が含まれるフラットシーケンスストラクチャ下に配置します。
20. While ループの左側にあるシフトレジスタ端子を、**Mod1/DO0** FPGA I/O Node の **Mod1/DO0** 入力に配線します。
21. While ループの左側にあるシフトレジスタを「Not」関数の入力端子に配線します。
22. 「Not」関数の出力端子を While ループの右側にあるシフトレジスタに配線します。
23. While ループの右下で条件端子を右クリックして、ショートカットメニューから **制御器を作成** を選択して **停止** 制御器を作成します。
24. 新規の **停止** 制御器に PWM 停止と名前を付けます。



25. ツールバーで**ダイアグラムをクリーンアップ**ボタンをクリックします。ブロックダイアグラムは、以下の図のように表示されます。

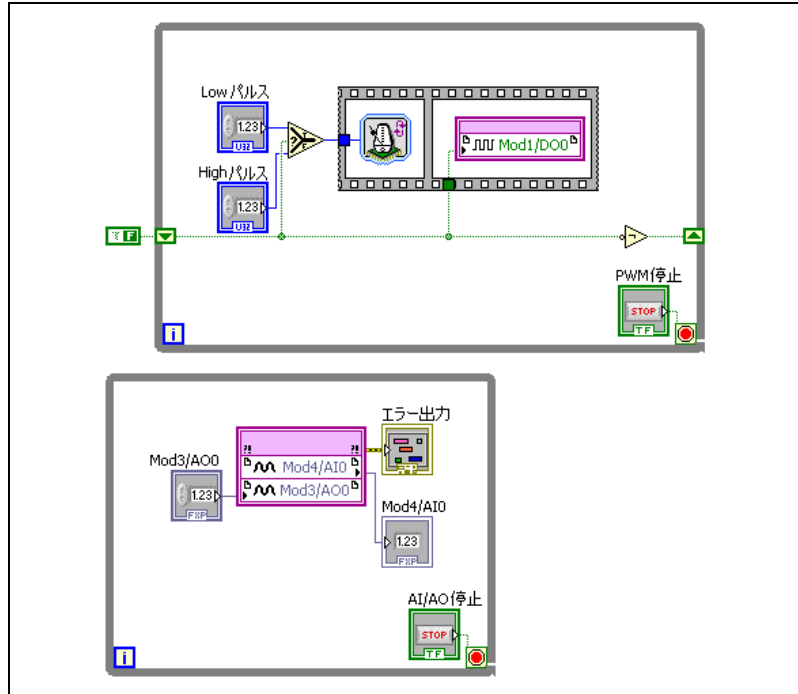


図 12 2つの While ループを持つ FPGA VI のブロックダイアグラム

26. VI を保存します。
27. プロジェクトを保存します。
28. **プロジェクトエクスプローラ**ウィンドウで **Getting Started (FPGA).vi** を右クリックし、ショートカットメニューから**コンパイル**を選択して FPGA VI をコンパイルします。コンパイルは数分で終了することもあれば数時間かかる場合もあります。

## FPGA インタフェースモードでホスト VI を作成する

ホスト VI は FPGA VI と通信します。ホスト VI は、CompactRIO コントローラなどのリアルタイム (RT) ターゲットまたは Windows PC 上で実行できます。以下の手順に従って、ホスト VI を作成します。

1. **プロジェクトエクスプローラ**ウィンドウで**マイコンピュータ**を右クリックし、ショートカットメニューから**新規→VI**を選択します。
2. 新規 VI のブロックダイアグラム上に While ループを配置します。
3. 「Open FPGA VI Reference」関数をダイアグラムで While ループの左に配置します。
4. 「Open FPGA VI Reference」関数をダブルクリックします。

5. 表示された **Configure Open FPGA VI Reference** ダイアログボックスで、**VI** ラジオボタンを選択します。
6. 表示された **Select VI** ダイアログボックスで **Getting Started (FPGA) .vi** を選択し、**OK** をクリックします。
7. **Configure Open FPGA VI Reference** ダイアログボックスで **OK** をクリックします。
8. 「Read/Write Control」関数を、ダイアグラムで While ループ内に配置します。
9. 「Open FPGA VI Reference」関数の **FPGA VI Reference Out** 出力を、「Read/Write Control」関数の **FPGA VI Reference In** 入力に配線します。
10. 「Read/Write Control」関数の **FPGA VI Reference Out** 出力を右クリックし、**FPGA Interface Palette → Close FPGA VI Reference** を選択します。
11. While ループの右側に「Close FPGA VI Reference」関数を配置します。
12. Read/Write Control の **FPGA VI Reference Out** 出力を、「Close FPGA VI Reference」関数の **FPGA Interface In** 入力に配線します。
13. 「Open FPGA VI Reference」関数の**エラー出力**出力を、「Read/Write Control」関数の**エラー入力**入力に配線します。
14. 「Read/Write Control」関数の**エラー出力**出力を、「Close FPGA VI Reference」関数の**エラー入力**入力に配線します。
15. 「Read/Write Control」関数の **Unselected** 要素をクリックし、**Mod3/AO0** を選択します。
16. Getting Started (FPGA) .vi: **Mod3/AO0**、**Mod4/AI0**、**AI/AO 停止**、**Low パルス**、**High パルス**、**PWM 停止**、**エラー出力**にすべての制御器と表示器が表示されるまで、「Read/Write Control」関数を下に展開します。
17. **Mod3/AO0** 要素に制御器を作成します。
18. **Mod4/AI0** 要素に表示器を作成します。
19. **Low パルス**および **High パルス**要素に制御器を作成します。
20. **AI/AO 停止**要素と **PWM 停止**要素の入力端子を、While ループの**停止**制御器の出力端子に配線します。



21. ツールバーで**ダイアグラムをクリーンアップ**ボタンをクリックします。ブロックダイアグラムは、以下の図のように表示されます。

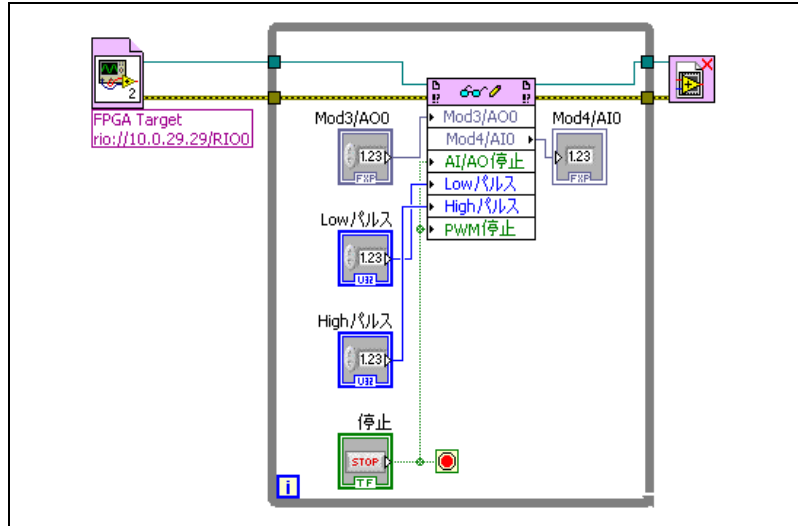


図 13 ホスト VI のブロックダイアグラム

22. VI を `Getting Started (Host).vi` という名前で保存します。
23. プロジェクトを保存します。

## ホスト VI を実行およびテストする

先ほど作成したホスト VI を使用してアプリケーションを制御できます。以下の手順に従って、ホスト VI を実行およびテストしてください。

1. `Getting Started (Host).vi` という名前のホスト VI を実行します。
2. フロントパネルで **Mod3/AO0** 制御器の値を変更します。それに応じて **Mod4/AIO** 表示器の値も変化します。
3. **High パルス** および **Low パルス** 制御器を同じ値に設定します。これによって、デューティーサイクルは 50% になります。DO モジュールに LED がある場合は、チャンネル 0 の LED が点灯するはずですが。



**ヒント** 以下の式を使用してデューティーサイクルを計算できます。

$$\frac{\text{Highパルス}}{\text{Highパルス} + \text{Lowパルス}} = \text{デューティーサイクル}$$

4. **停止** 制御器をクリックして VI を停止します。

## これまでの学習のまとめ

---

このチュートリアルでは、CompactRIO アプリケーションの開発に関する以下の概念が説明されました。

- CompactRIO はスキャンインタフェースモードまたは FPGA インタフェースモードのいずれかで使用するか、または 2 つのモードを組み合わせることもできます。スキャンインタフェースモードで VI を作成および構成する方が若干簡単ですが、FPGA インタフェースモードではより多くのカスタマイズが可能です。
  - スキャンインタフェースと FPGA インタフェースモードの両方を使用する場合は、適切なデータフローと「Open FPGA VI Reference」関数を必ず使用して I/O 変数がデータを返し始める前に FPGA VI が実行されるように設定します。
- 一般的な CompactRIO アプリケーションは、LabVIEW プロジェクトと 1 つ以上の VI から構成されています。
  - FPGA インタフェースモードでモジュールを使用する場合は、プロジェクトに FPGA VI とホスト VI が含まれている必要があります。FPGA VI は CompactRIO シャーシの FPGA で実行されます。通常ホスト VI は CompactRIO コントローラで実行されますが、Windows PC でも実行可能です。
  - **プロジェクトエクスプローラ**ウィンドウを使用して、VI の整理、VI 用設定の構成、CompactRIO デバイスの構成、およびチャンネルエイリアスと I/O 変数の構成を実行できます。
  - FPGA VI を使用して、CompactRIO I/O チャンネルでの読み取り / 書き込みや、FPGA で論理演算の実装を実行できます。
  - ホスト VI を使用して、FPGA VI との通信やデータロギングおよび解析を実行します。
- CompactRIO アプリケーション全体でエラー端子を使用します。ただし、FPGA VI が FPGA と一致しない場合は、FPGA VI のサイズを縮小するためにエラーチェックを無効にできます。

# 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、ni.com/jp/support でサポートリクエストを作成するか、0120-527196（フリーダイヤル）または 03-5472-2970（大代表）までお電話ください。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, チェコ 420 224 235 774,  
中国 86 21 5050 9800, 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,  
ブラジル 55 11 3262 3599, 米国 512 683 0100,  
ベルギー 32 (0) 2 757 0020, ポーランド 48 22 328 90 10,  
ポルトガル 351 210 311 210, マレーシア 1800 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 / 技術を保護する特許については、ソフトウェアで参照できる特許情報 ([ヘルプ>特許情報](#))、メディアに含まれている patents.txt ファイル、または「National Instruments Patent Notice」(ni.com/patents) のうち、該当するリソースから参照してください。