

RZ/T1 モーションコントロール・ソリューションキット 入門ガイド

R12AN0037JD0105
Rev.1.05
2019.07.31

要旨

本書では、RZ/T1 モーションコントロール・ソリューションキットに付属の各種ケーブル（モータ/エンコーダ、電源供給、ホスト通信ケーブル）とボード（RZ/T1 モーションコントローラ）の接続方法、ユーザインタフェースソフトウェア（RZ/T1 モーションコントロールユーティリティ）のインストール方法、モータの回転制御、モーションパラメータの変更方法、およびモーション精度を示すグラフの表示方法について説明します。また、デュアルコア用のサンプルプログラムおよび EtherCAT® サンプルプログラムの使用方法についても説明します。

目次

1. ハードウェアのセットアップ：RZ/T1 モーションコントローラへの接続.....	4
1.1 ロジック電源およびモータ電源の接続.....	4
1.2 モータ巻線の接続.....	5
1.3 エンコーダの接続.....	6
1.4 ホールセンサの接続.....	7
1.5 RS232 通信ケーブルの接続.....	8
1.6 JTAG インタフェースの接続.....	9
1.7 Ethernet インタフェースの接続.....	10
1.8 電源投入確認.....	11
2. RZ/T1 モーションコントロールソフトウェアの実行.....	12
2.1 RZ/T1 モーションコントロールファームウェアプロジェクトのビルド.....	12
2.2 ソフトウェアのセットアップ：RZ/T1 モーションコントロールユーティリティのインストール.....	20
2.3 ホールセンサとエンコーダフィードバックの確認.....	23
2.4 設定パラメータの確認.....	24
2.5 サーボを使用しないモータ回転.....	26
2.6 サーボ制御.....	27
2.7 モーションスコープの使用法.....	30
2.8 モーションエラーからの復帰.....	34
3. デュアルコアによる LED 点滅プロジェクト.....	36
3.1 「RZ_T1_init_ram - Debug」プロジェクトの使用法.....	37
3.2 デュアルコアデバッグの準備.....	38
3.3 QSPI フラッシュ関連の変更点.....	41
3.4 デュアルコアのデバッグ実行.....	43
4. EtherCAT サンプルプログラムの実行.....	46
4.1 TwinCAT®3 のインストール.....	46

4.2 EtherCAT スレーブスタックコードの生成.....	49
5. 製品出荷状態への復帰.....	61

はじめに

本ソリューションキットに関するいくつかの注意点を以下に示します。

- 本ソリューションキットに同梱のサンプルプログラムと IAR ツールチェーンは、相互に正常に動作することを確認しています。Web サイト上でサンプルプログラムや IAR ツールチェーンのバージョンアップが公開されている場合でも、その新しいバージョンにて本パッケージ内のソフトウェアコンポーネントと混同して使用しないようにお願いします。
- ソフトウェアを更新する場合はパッケージごと更新しますので、異なるバージョンのパッケージのソフトウェアコンポーネントと混同して使用しないでください。
- 付属の CD には、本ソリューションキットがリリースされた時点での最新のソフトウェアとドキュメントが同梱されています。最新のソフトウェアとドキュメントについては、当社ホームページにてご確認ください。

1. ハードウェアのセットアップ : RZ/T1 モーションコントローラへの接続

本ソリューションキットを使用するために、まず、電源、モータ、エンコーダ、通信の各種ケーブルを接続します。本章の手順に従って、付属の各種ケーブルおよびモータをボード（RZ/T1 モーションコントローラ）に接続してください。なお、各評価において、すべての接続が必要ではありません。

1.1 ロジック電源およびモータ電源の接続

ロジック電源の電圧は、12V~24V DC に設定してください。コントローラがアイドル状態のときの消費電力は 0.18A 程度ですが、接続しているエンコーダやセンサー等の負荷によっては、0.30A まで上昇することがあります。

付属のモータは、24V での動作を想定しています。電源は、図 1-1 に示すように、インバータボード上の 5 ピンコネクタ J2 を介して接続します。本ソリューションキットには、J2 への 5 ピン接続プラグと電源接続ケーブルを付属しています。ロジック用とモータ用で、個別に電源供給することを推奨します。

通常、モータ電源の電圧は 48V を超えないようにしてください。また、（負荷に依存する）消費電流は 8A を超えないようにしてください。電流がこの上限値を超えると、インバータは電源を遮断します。なお MOSFET は、モータ巻線間のショートに対しても耐性があります。

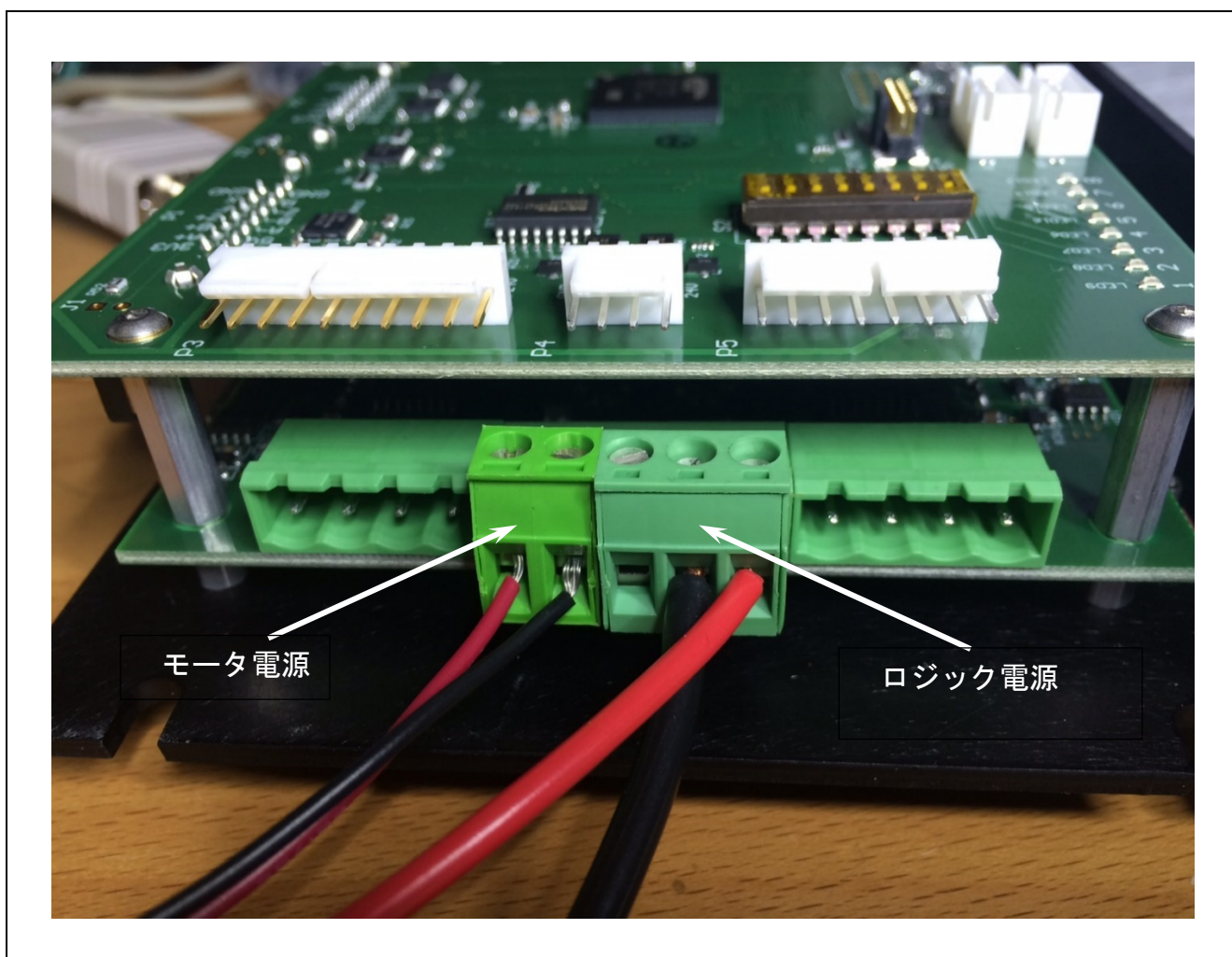


図 1-1 電源コネクタ（J2）接続

1.2 モータ巻線の接続

モータ巻線は、インバータボード上の J1 または J3 に接続します。付属のモータを接続する場合、第 1 チャネルに相当する左側のコネクタ (J1) を選択します。追加のモータ (本ソリューションキットには付属していません) がある場合、そのモータは第 2 チャネルに相当する右側のコネクタ (J3) に接続することができます。付属のモータは、接続の際に端子の割り当てを設定する必要がなく、すぐに接続、使用することができます。

図 1-2 に、モータ巻線の接続位置を示します (実際のケーブルの色は異なる場合があります)。

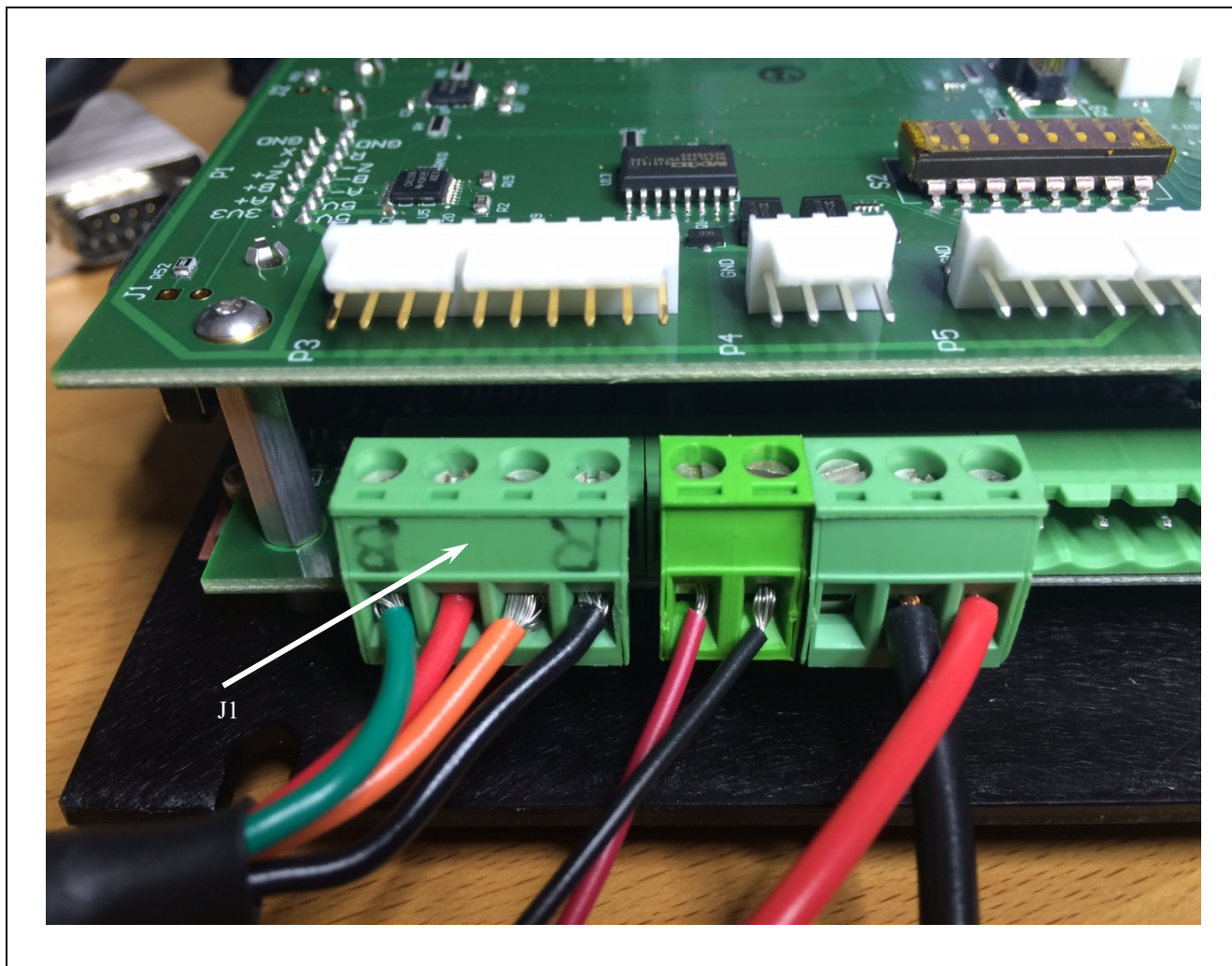


図 1-2 J1 へのモータ巻線の接続 (実際のケーブルの色は異なる場合があります)

1.3 エンコーダの接続

付属のエンコーダは、D-sub 15 ピン (DB15) コネクタを介してコントローラボード上の P1 に接続します。追加のエンコーダ (本ソリューションキットには付属していません) がある場合、そのエンコーダはコントローラボード上の P2 に接続することができます。

図 1-3 に、コントローラボードの P1 の位置を示します。付属のエンコーダはモータと一体になっており、すぐに接続、使用することができます。

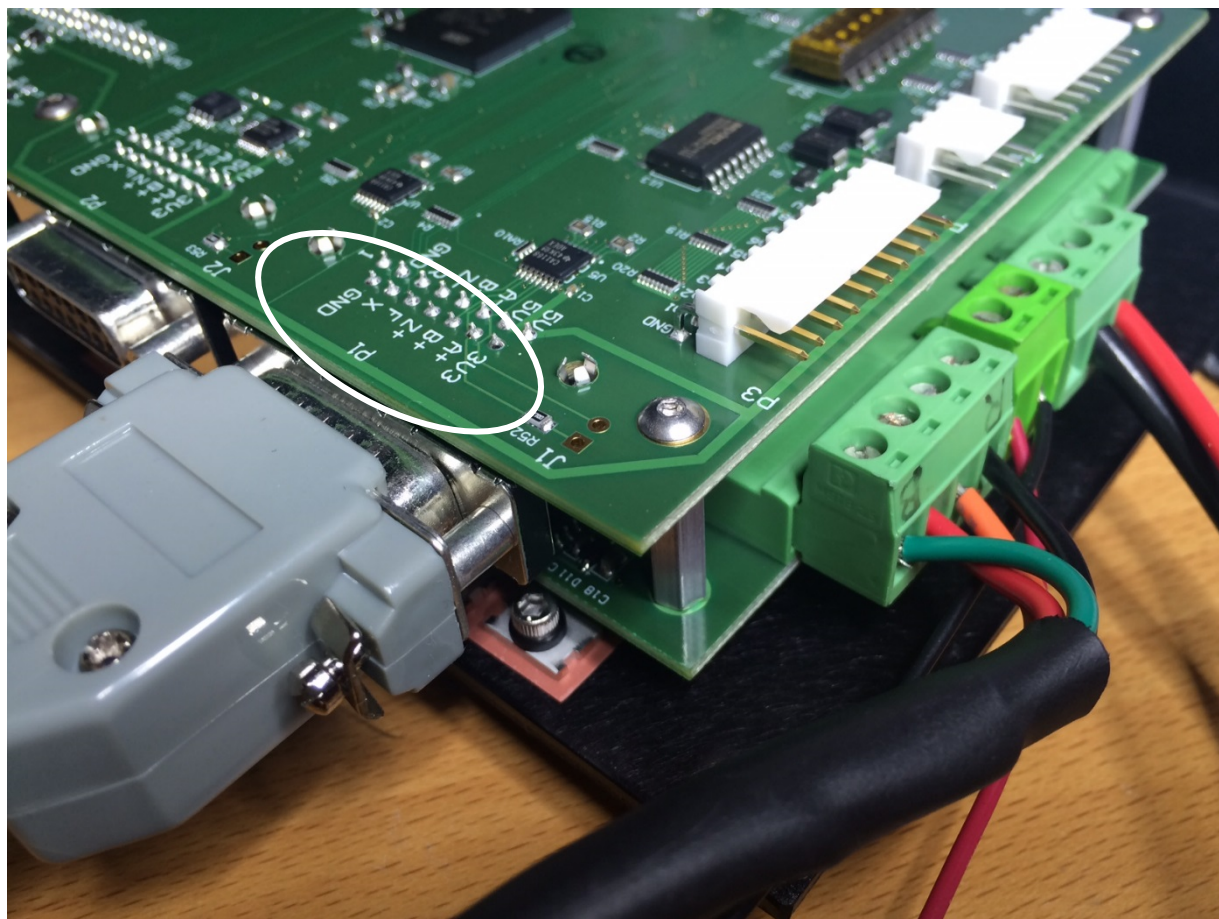


図 1-3 エンコーダの接続

1.4 ホールセンサの接続

本ソリューションキットでは、ホールセンサをボードに接続する方法として、コネクタ P5 に接続する方法と、P1 に接続したエンコーダとともに接続する方法があります。どちらの接続を有効とするかは、DIP スイッチ S2 の 0 番ピン (S2-0) の設定で決めることができます。

- S2-0 = ON: P1 経由で接続
- S2-0 = OFF: P5 経由で接続

付属のモータは、P5 経由でホールセンサを接続します。図 1-4 のように接続し、その際に S2-0 が OFF にセットされていることを確認してください。実際のケーブルの色は図 1-4 の写真の色とは異なる場合があります。また、写真では表示されていませんが、付属ケーブルにはシールド接続部が存在します。

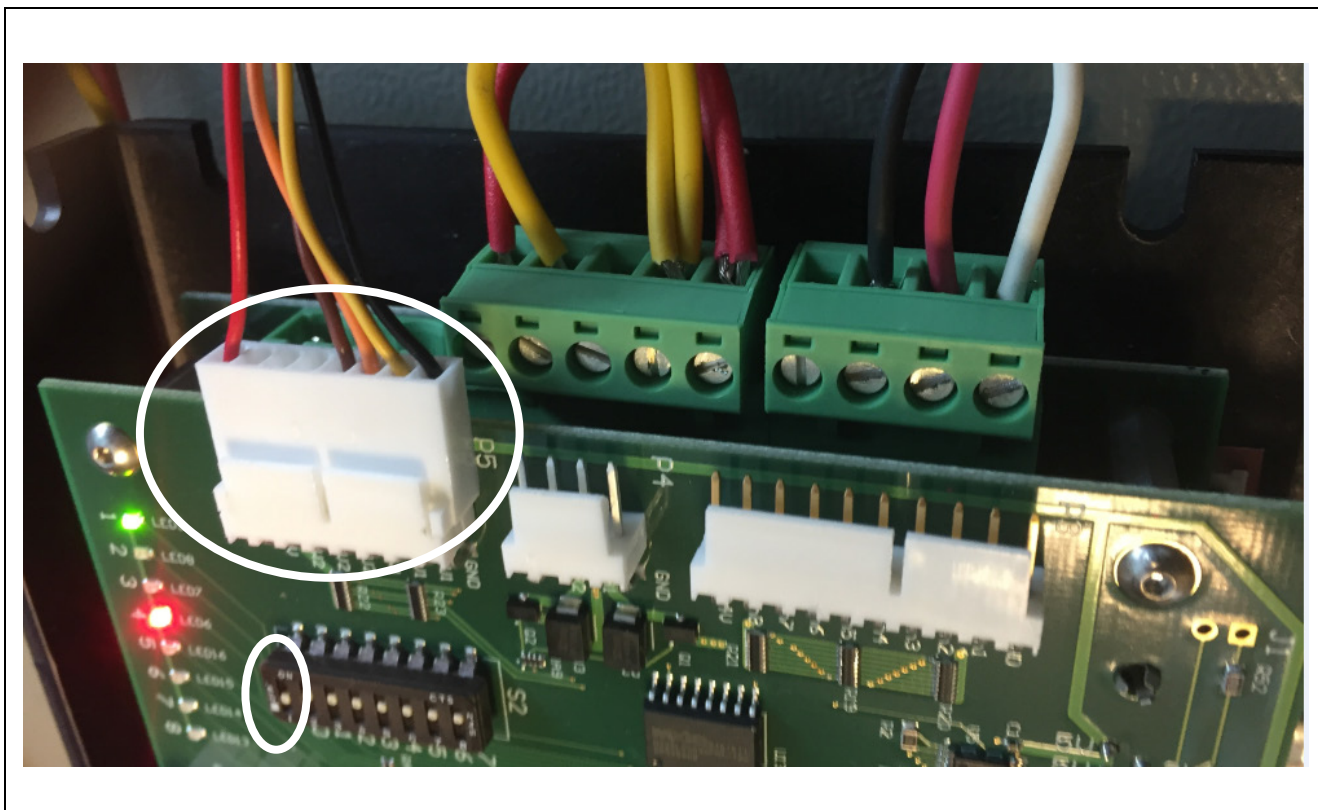


図 1-4 ホールセンサの接続 (実際のケーブルの色は異なる場合があります)

1.5 RS232 通信ケーブルの接続

コントローラボードの P11 で使用するシリアルインタフェースを介してホスト PC との通信接続を行います。通信ケーブルはストレート結線による RS232 インタフェース（オスメスの D-sub 9 ピン（DB9）コネクタ）を使用します。この通信ケーブルは、本ソリューションキットに付属されています。お使いの PC がシリアルインタフェースに対応していない場合は、シリアル-USB 変換ケーブルを使用してください。図 1-5 に、シリアルインタフェースの接続写真を示します。

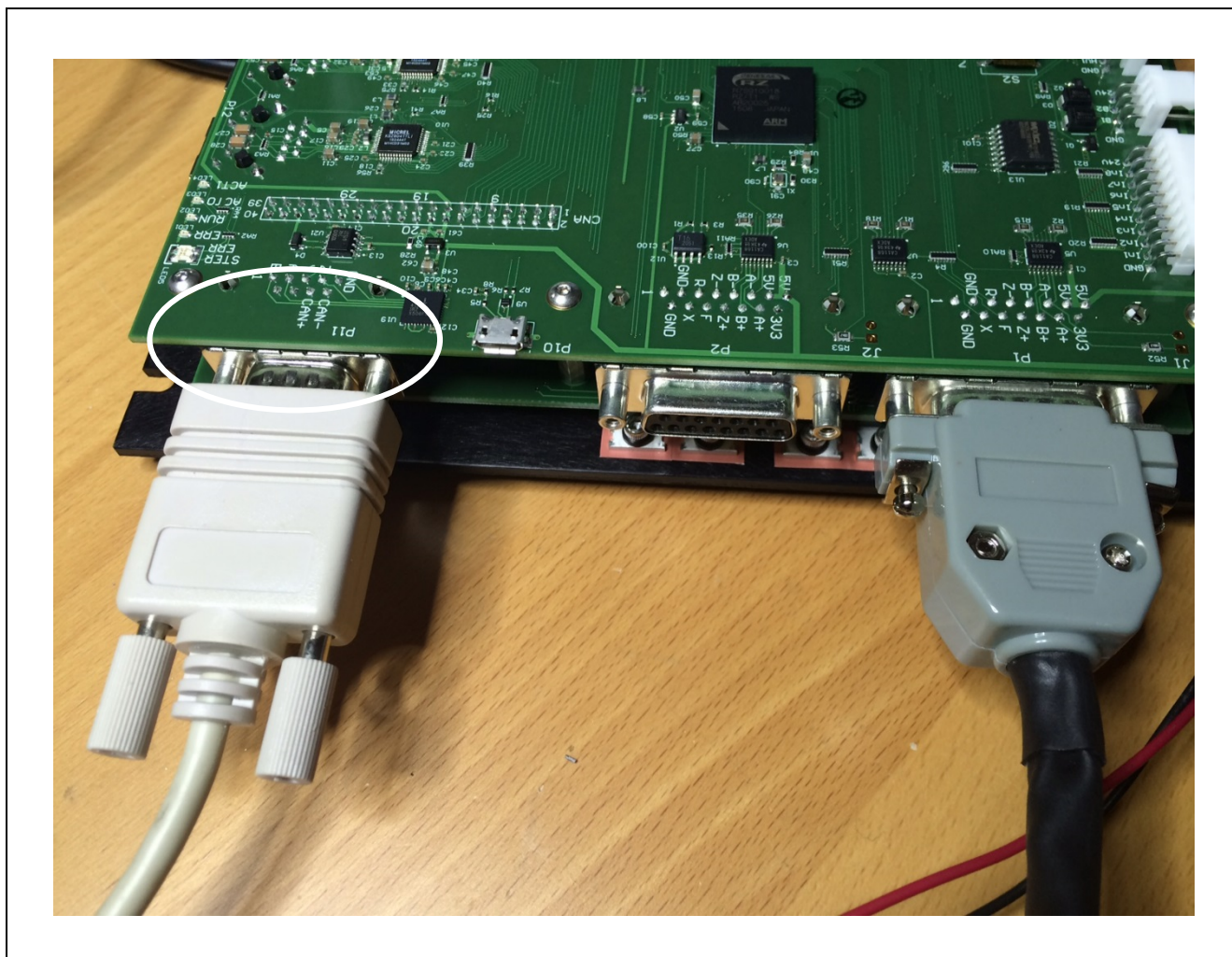


図 1-5 ホスト PC とのシリアル接続

1.6 JTAG インタフェースの接続

本接続は、デバッグによる開発評価を行う場合、または新しいファームウェアをダウンロードするときに行います。JTAG コネクタには IAR 社指定の MIPI20 コネクタを採用しています。コネクタは2極で、ピン間隔は 1.27mm ピッチとなっています。

本ソリューションキットには、IAR 社の I-jet Lite デバッガが付属しています。本デバッガは、図 1-6 のように、コントローラボード上のコネクタ P9 に接続します。

【注意】 コネクタを差し込む際は、ピンが曲がらないように注意してください。

【注】 本ソリューションキットボードには、モータを制御するためのソフトウェア（モーションコントロールファームウェア）が出荷時に書き込まれているため、モータを回転させるのに JTAG 経由のファームウェアダウンロードは不要です。それ以外の動作（デュアルコア動作や EtherCAT 通信）を行う際には、JTAG 経由でサンプルプログラムのダウンロードを行う必要があります。

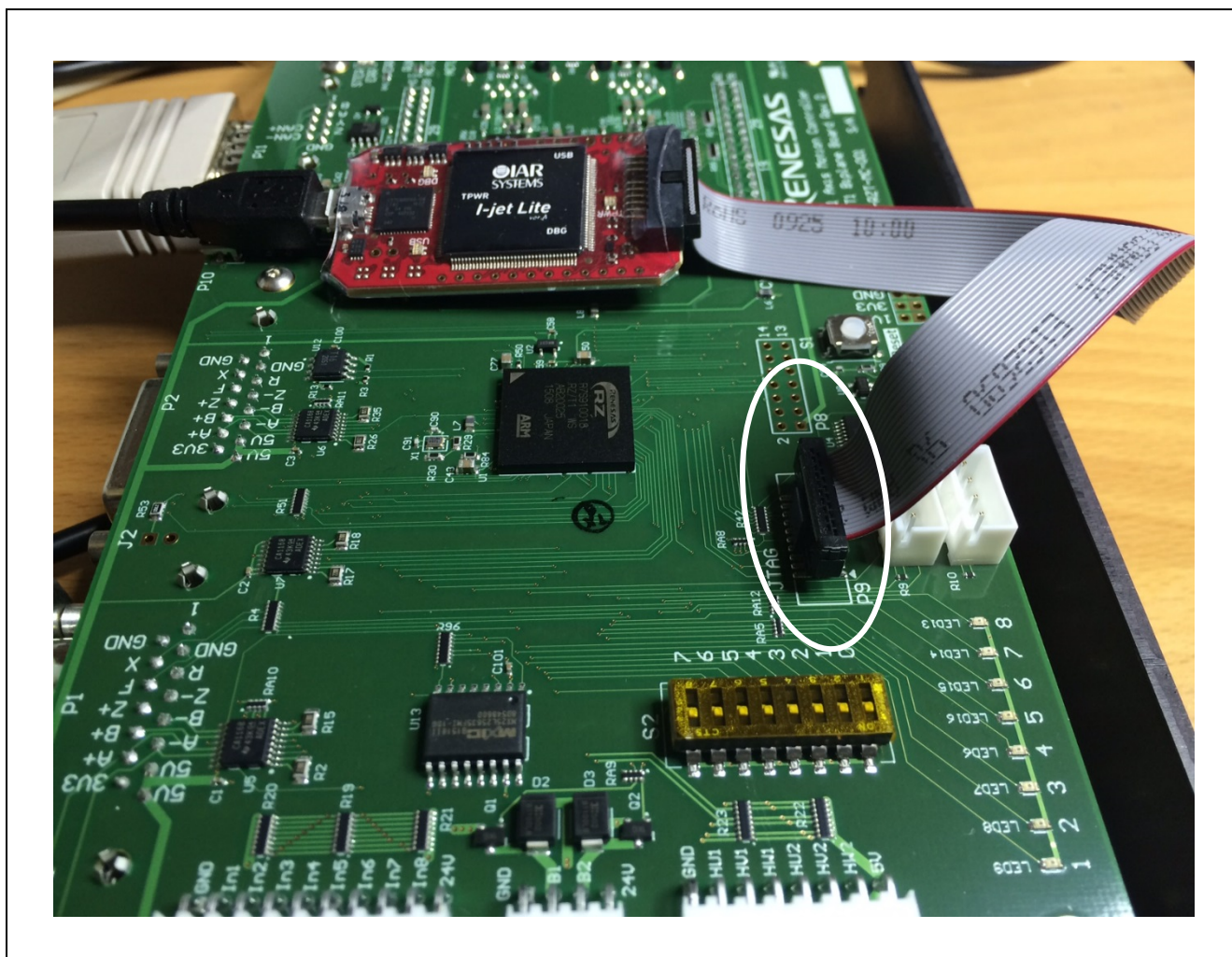


図 1-6 ハードウェアデバッガ接続

1.7 Ethernet インタフェースの接続

PC または PLC への Ethernet 接続には、2つの RJ-45 コネクタ (P12、P13) のいずれかを使用します。EtherCAT サンプルプログラムを実行する際にはいずれのコネクタも使用できます。

【注】 Ethernet 接続は、EtherCAT サンプルプログラムを実行する場合にのみ必要です。それ以外の動作 (デュアルコア動作やモータの回転) には、本接続は不要です。

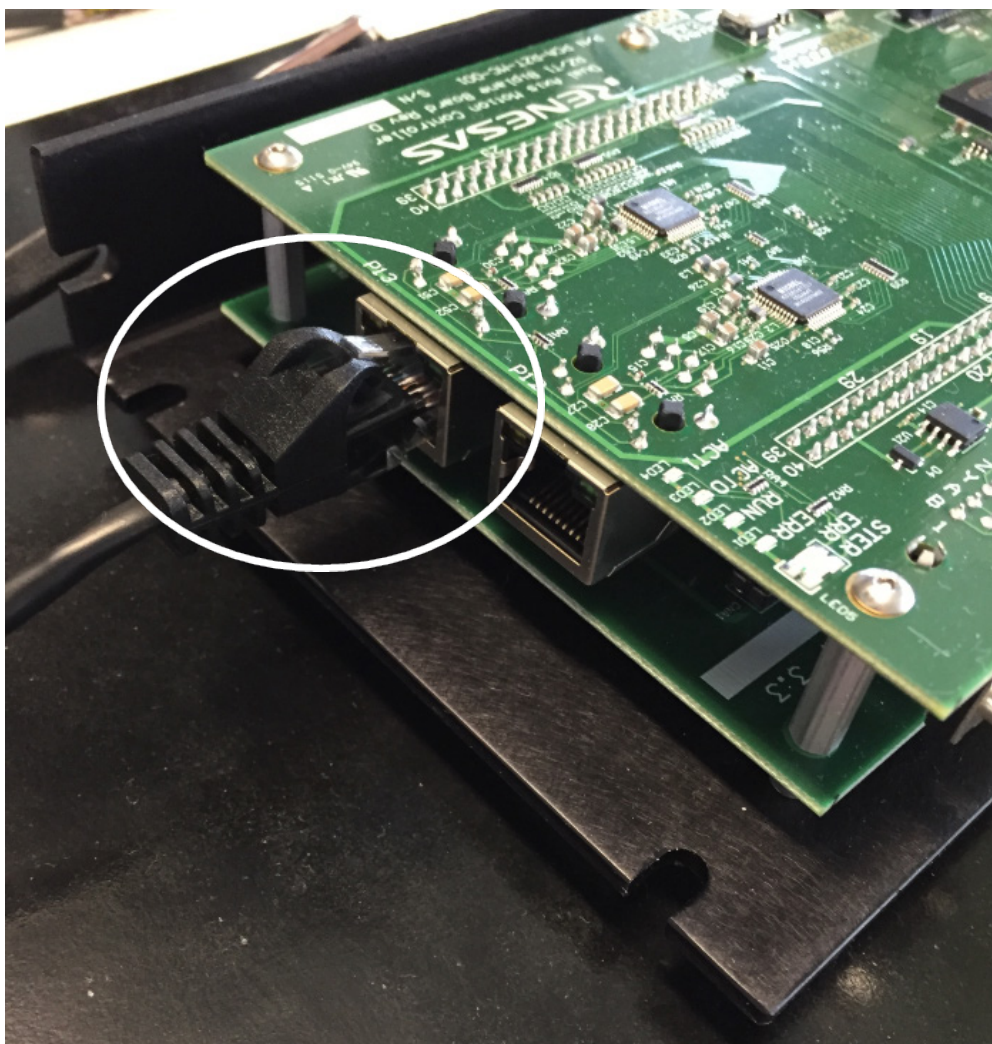


図 1-7 Ethernet 接続

1.8 電源投入確認

本ソリューションキットボードには、出荷時にモーションコントロールファームウェアが書き込まれています。ロジック電源を投入すると（詳細は1.1節を参照）、図1-8のように、LEDの#1~#4（ボード上のLED6~9）が点灯します。このうち、LEDの#2は1秒間隔で点滅し、#7はさらに速く点滅します。

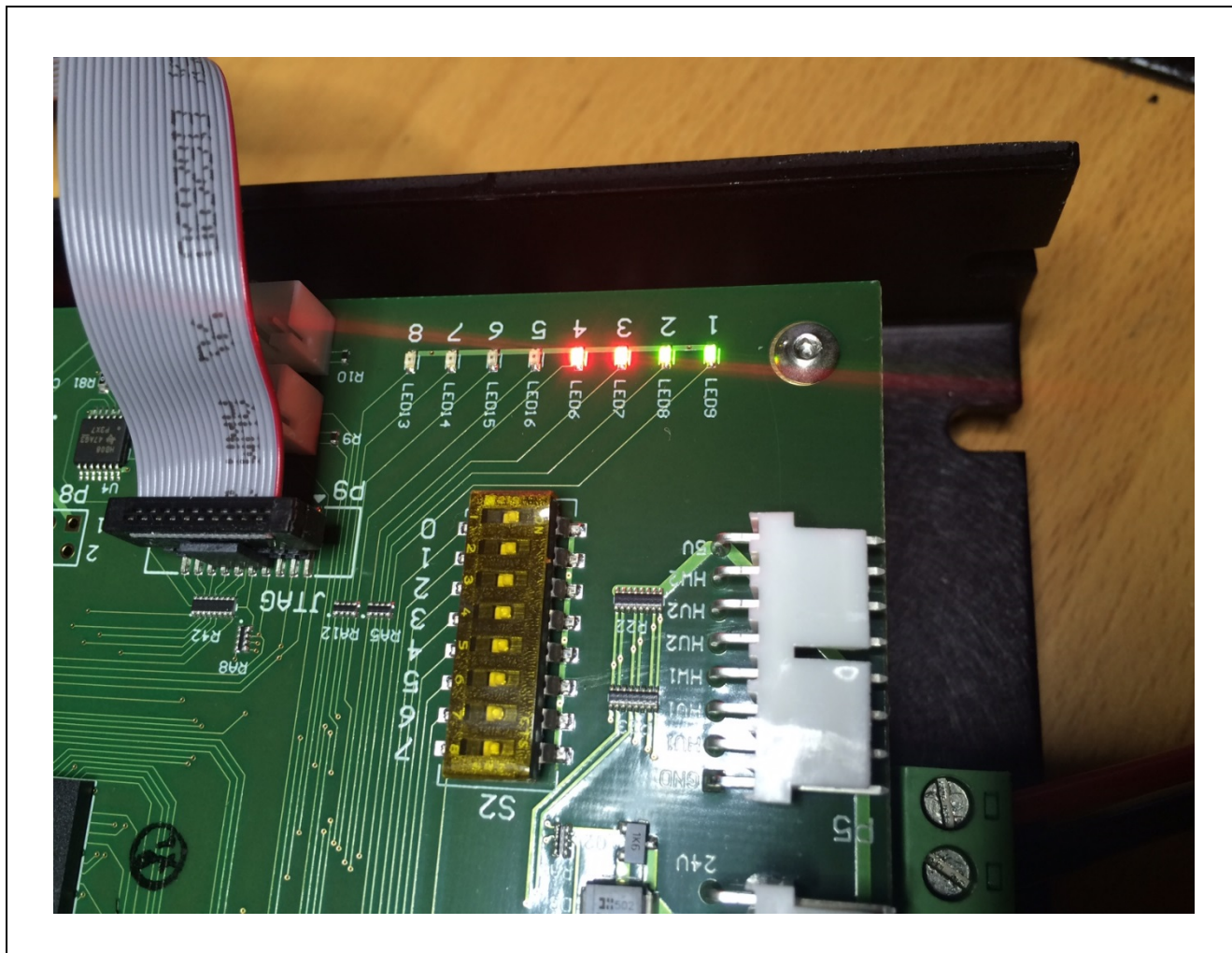


図 1-8 電源投入後のコントローラボード上のLED

2. RZ/T1 モーションコントロールソフトウェアの実行

本章では、モーションコントロールファームウェアパッケージとホスト PC 上で使用するユーザインタフェースソフトウェア（RZ/T1 モーションコントロールユーティリティ）の使用方法について説明します。

- 【注】**
1. RZ/T1 モーションコントロールソフトウェアを実行するためには、1.1~1.5 節に記載されているすべての接続を行い、ロジック用およびモータ用電源を接続する必要があります。ここでは、Ethernet 接続は不要です。
 2. 本章に記載のスクリーンショット画面は、本ソリューションキットご購入時に付属されている最新版のソフトウェアとバージョンが異なり、実際の画面とは表示内容が異なる場合があります。
 3. 本ソフトウェアは出荷時にボードに書き込まれており、電源投入後に自動的に起動するため、2.1 節に記載の手順を省略できます。本ソリューションキットボードで他のサンプルプログラムを実行した場合は、5 章の手順か、または 2.1 節の手順を実施してください。

本ソフトウェアのプロジェクトは「EtherCAT 経由のモーションコントロール」プロジェクトとして統合、提供されています。ここでは、本プロジェクトのモーションコントロール機能についてのみ説明します。プロジェクトのすべての機能に関する情報は、「アプリケーションノート：RZ/T1 ソリューションキットを使用した EtherCAT 経由のモーションコントロール」（R01AN3968JJ）を参照してください。

2.1 RZ/T1 モーションコントロールファームウェアプロジェクトのビルド

2.1.1 IAR EWARM を使用する場合

2.1.1.1 IAR EWARM へプロジェクトをロード

【注】 本書では IAR EWARM のバージョン 8.22.2 を使用していますが、バージョンが更新されている場合があります。プロジェクトは最新のバージョンでは試行していないため、最新のバージョンで問題が発生した場合にはバージョン 8.22.2 に戻してください。

IAR EWARM は、ご使用のコンピュータにインストールされている必要があります。インストールしていない場合、IAR EWARM インストールパッケージに同梱の関連ドキュメントの手順に従って、インストールを実施してください。

Windows のスタートメニューから、「すべてのプログラム」->「IAR Systems」->「IAR Embedded Workbench for ARM 8.22.2」->「IAR Embedded Workbench」を選択し、EWARM を起動します。

IAR EWARM 画面で、「File」->「Open」->「Workspace」を選択し、以下のディレクトリにあるワークスペースファイル「Biplane.eww」をダブルクリックしてプロジェクトを開きます。

```
\\Biplane_EtherCAT_Vx.xx_multi_yyyymmdd\Cortex-R4\prj\iar
```

次に、「Project」->「Rebuild All」を選択し、ビルドを実行します（ワーニングが発生しますが、無視します）。図 2-1 に、ビルド実行時の画面を示します。

2.1.1.2 IAR EWARM におけるサンプルプロジェクトの実行

サンプルプロジェクトのビルドが完了したら、図 2-2 に示すように、「Download and Debug」ボタン (1) をクリックした後、「Go」ボタン (2) をクリックします。これにより Cortex®-R4 コアが動作を開始します。RZ/T1 ソリューションキットボード上のユーザ LED で動作が開始したことを確認できます (LED8 と LED14 が点滅を繰り返します)。

Cortex-M3 コア用コードは、Cortex-R4 のプロジェクトの一部になっており、Cortex-R4 により Cortex-M3 のワーキングメモリにコピーされます。また、Cortex-R4 は Cortex-M3 のリセットを解除します。そのため、Cortex-R4 を起動すると、Cortex-M3 コアと Cortex-R4 コアの両方でプログラムの実行が開始されます。ただし、Cortex-R4 コアを停止しても、Cortex-M3 は引き続き動作します。

すべてのプログラムコードがデバッガ経由でフラッシュに格納されると、プログラムの実行は次回以降の電源投入後に自動的に開始します。

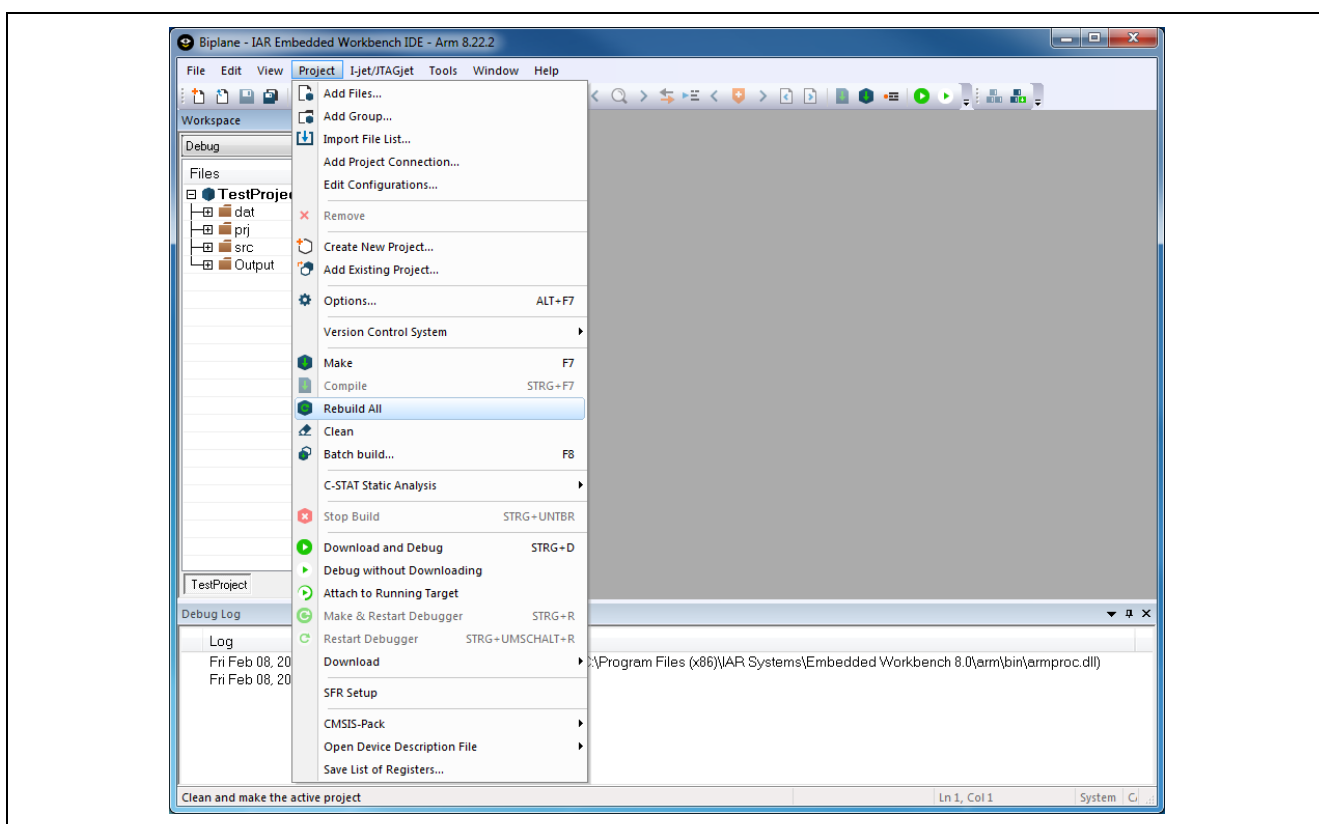


図 2-1 EWARM におけるプロジェクトビルド

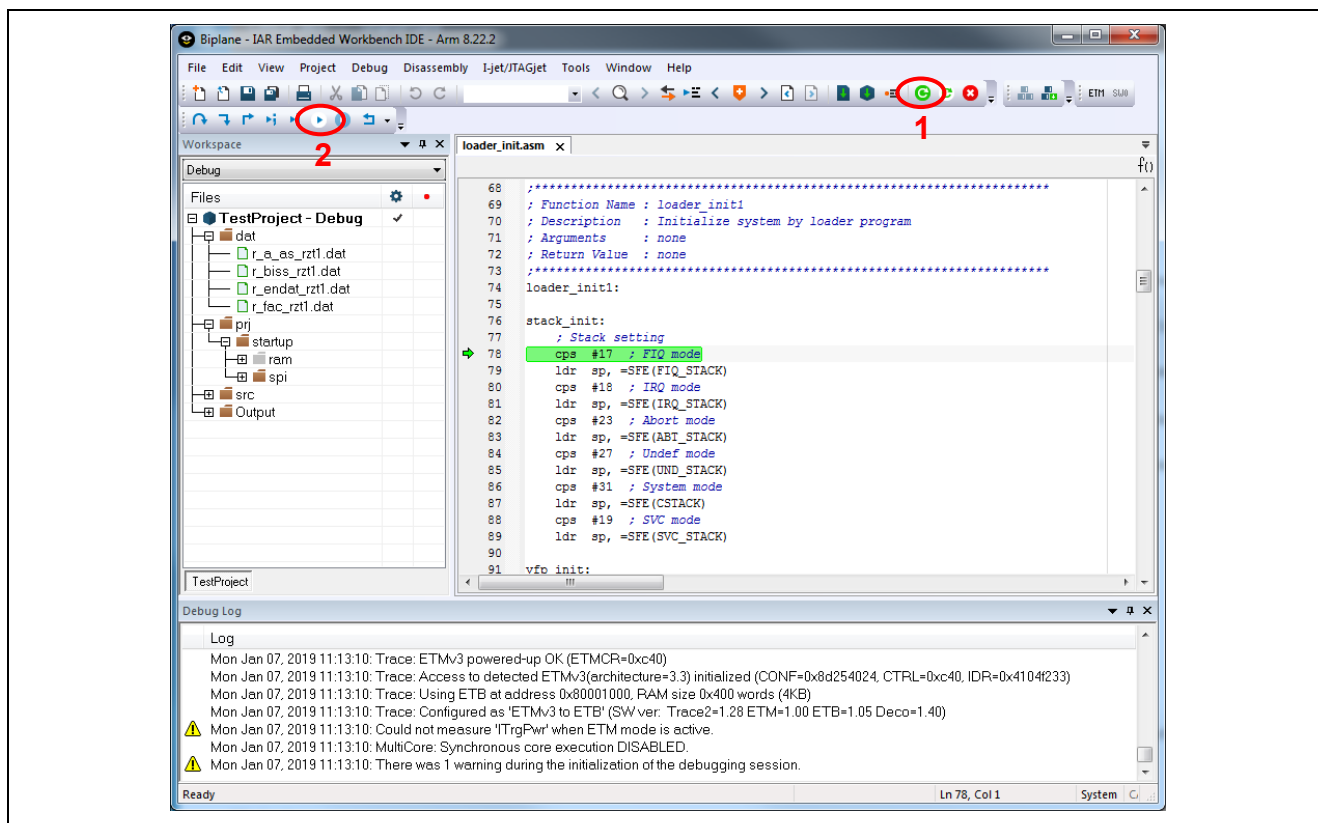


図 2-2 EWARM におけるプロジェクト実行開始

2.1.2 Renesas e² studio を使用する場合

2.1.2.1 Renesas e² studio へプロジェクトをロード

【注】 本書では Renesas e² studio のバージョン 7.0.0 を使用していますが、バージョンが更新されている場合があります。プロジェクトは最新のバージョンでは試行していないため、最新のバージョンで問題が発生した場合にはバージョン 7.0.0 に戻してください。

Renesas e² studio は、ご使用のコンピュータにインストールされている必要があります。インストールしていない場合、Renesas e² studio インストールパッケージに同梱の関連ドキュメントの手順に従って、インストールを実施してください。

(1) e² studio プロジェクトを解凍

PC のローカルディスク上で、Biplane_EtherCAT_Vx.xx_multi_yyyymmdd.zip を解凍します。

【注】 本マニュアルでは、プロジェクトを「C:\data\RZT1」に展開したケースを示します。

(2) e² studio を起動

Windows のスタートメニューから、「すべてのプログラム」->「Renesas electronics e²studio」->「e²studio」を選択し、e² studio を立ち上げます。

(3) 新規ワークスペースの作成

「Workspace Launcher」ダイアログで、プロジェクトを展開したフォルダを選択します。

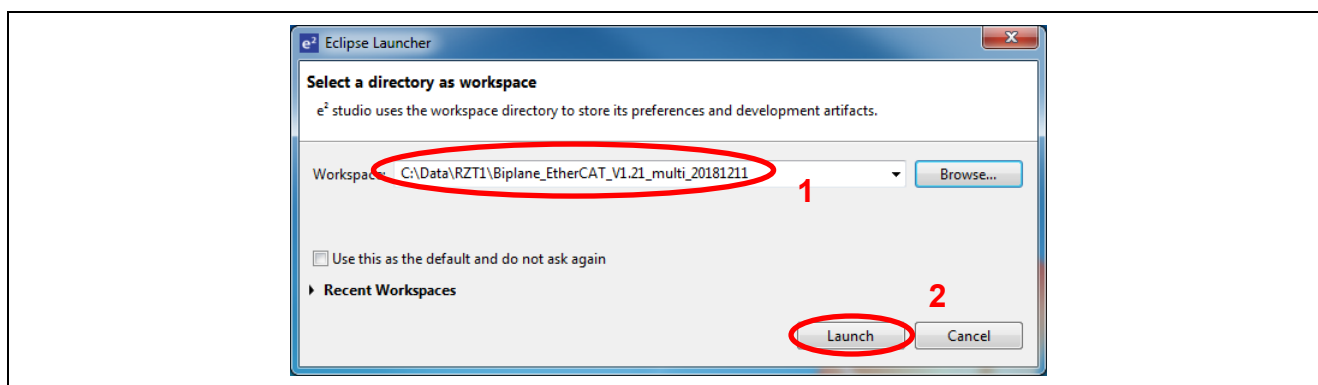
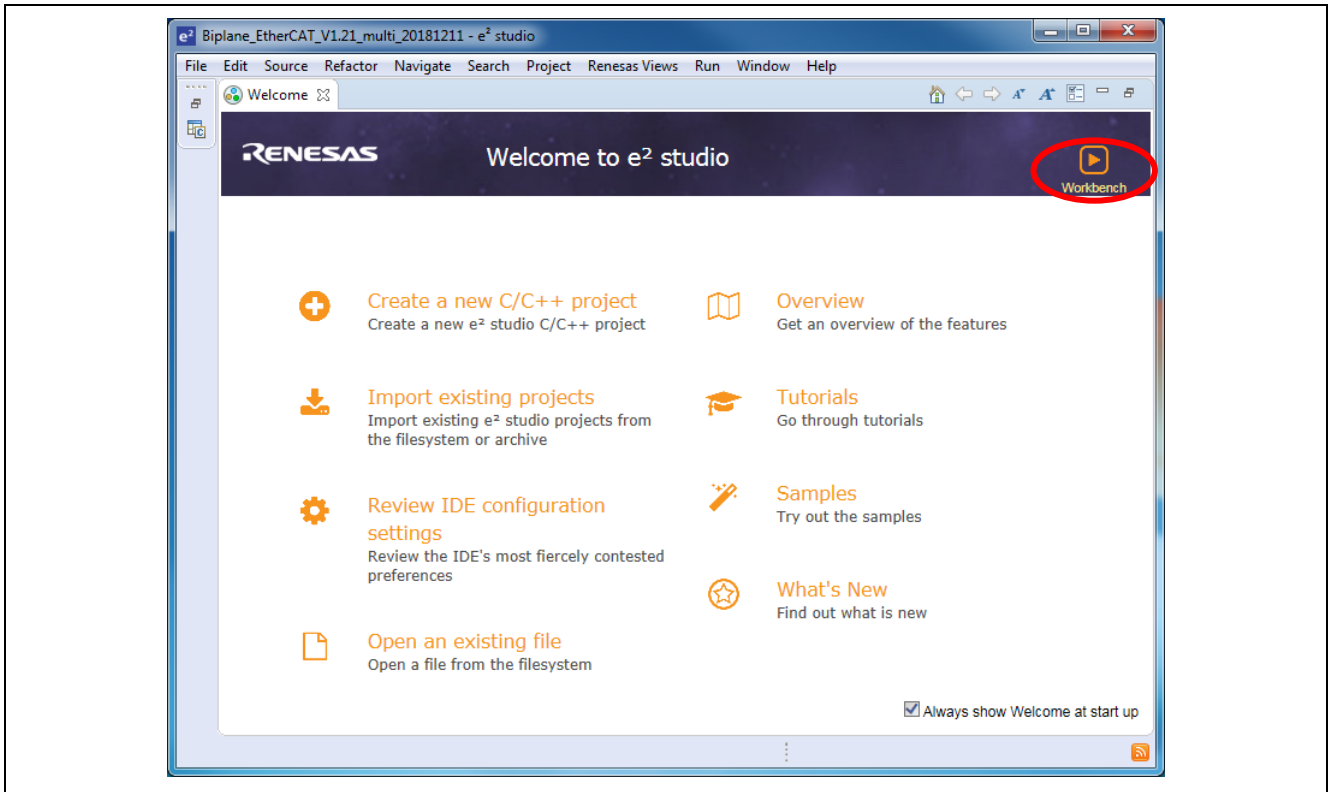


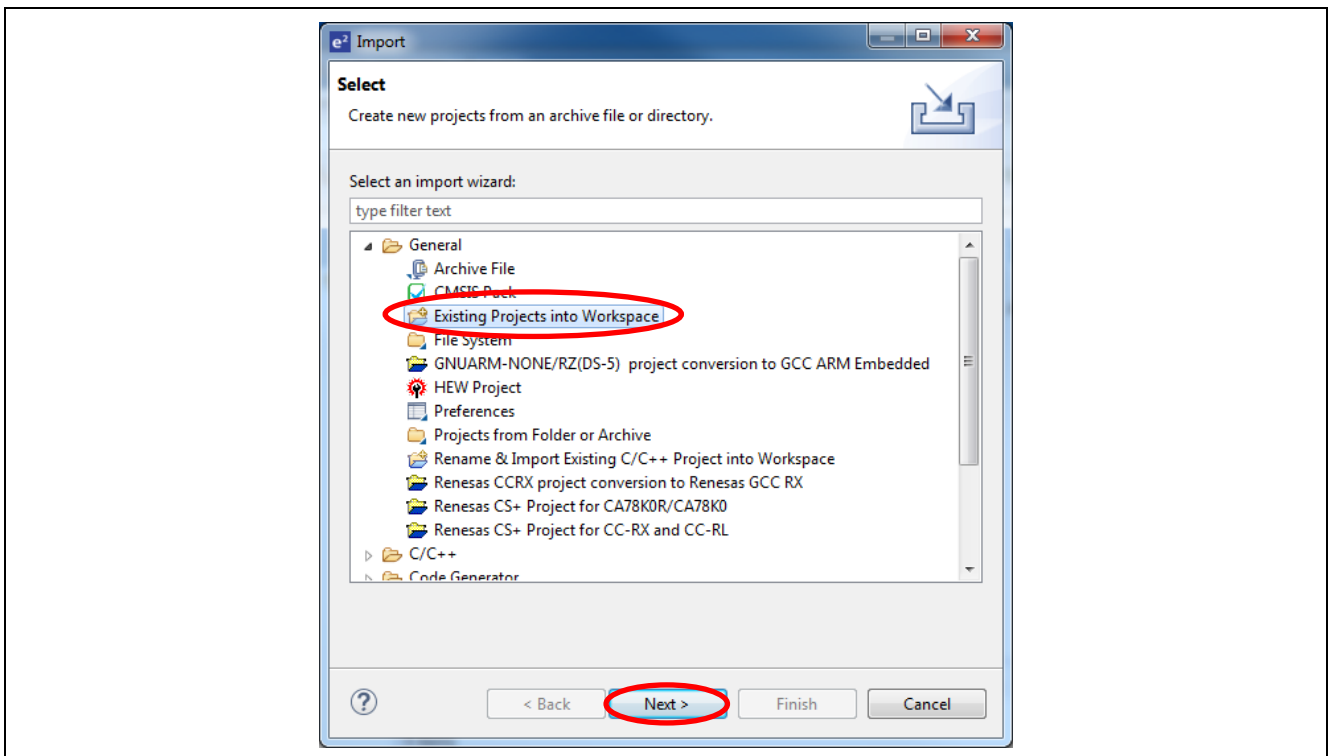
図 2-3 e² studio 「Workspace Launcher」ダイアログ

e² studio が立ち上がり、「Welcome」画面が表示されます。図 2-4 に示すように、画面右上の「Workbench」アイコンをクリックし、ワークベンチに直接移動します。

図 2-4 e² studio 「Welcome」 画面

(4) サンプルプロジェクトのインポート

ワークベンチ画面が表示されたら、「File」メニューから「Import...」を選択し、「Import」ダイアログを開きます。「Existing Projects into Workspace」->「Next」を選択し、次のインポート手順に進みます。

図 2-5 e²studio インポート手順 1

次のダイアログ（図 2-6）で、オプションの「Search for nested projects」にチェックが入っていることを確認し（1）、プロジェクトを展開したディレクトリをルートディレクトリとして選択してください（2）。プロジェクトの一覧が表示されますので、すべてのプロジェクトにチェックを入れ（3）、「Finish」ボタンをクリックします（4）。

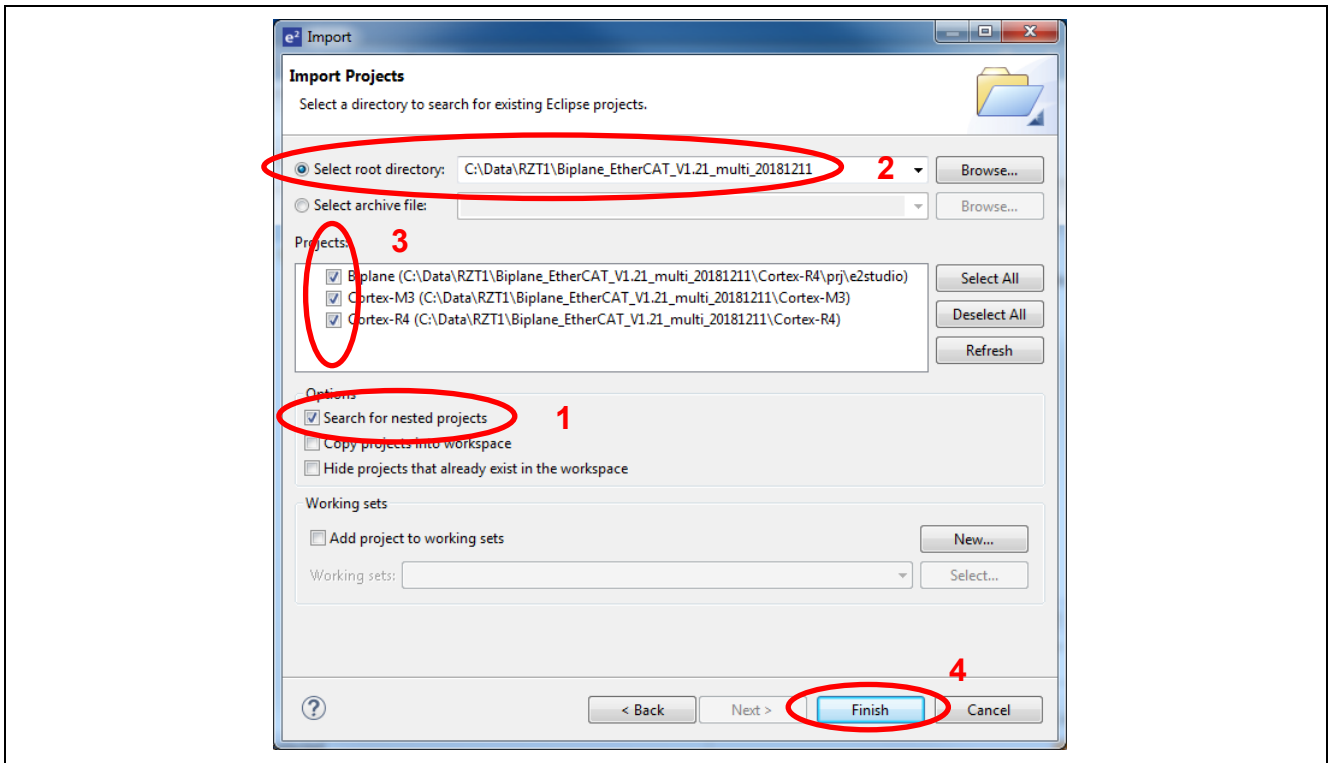


図 2-6 e²studio インポート手順 2

(5) サンプルプロジェクトのビルド

e²studio の「Project explorer」画面で、「Biplane [HardwareDebug]」を右クリックして「Build Project」を選択し、サンプルプロジェクトをビルドします。

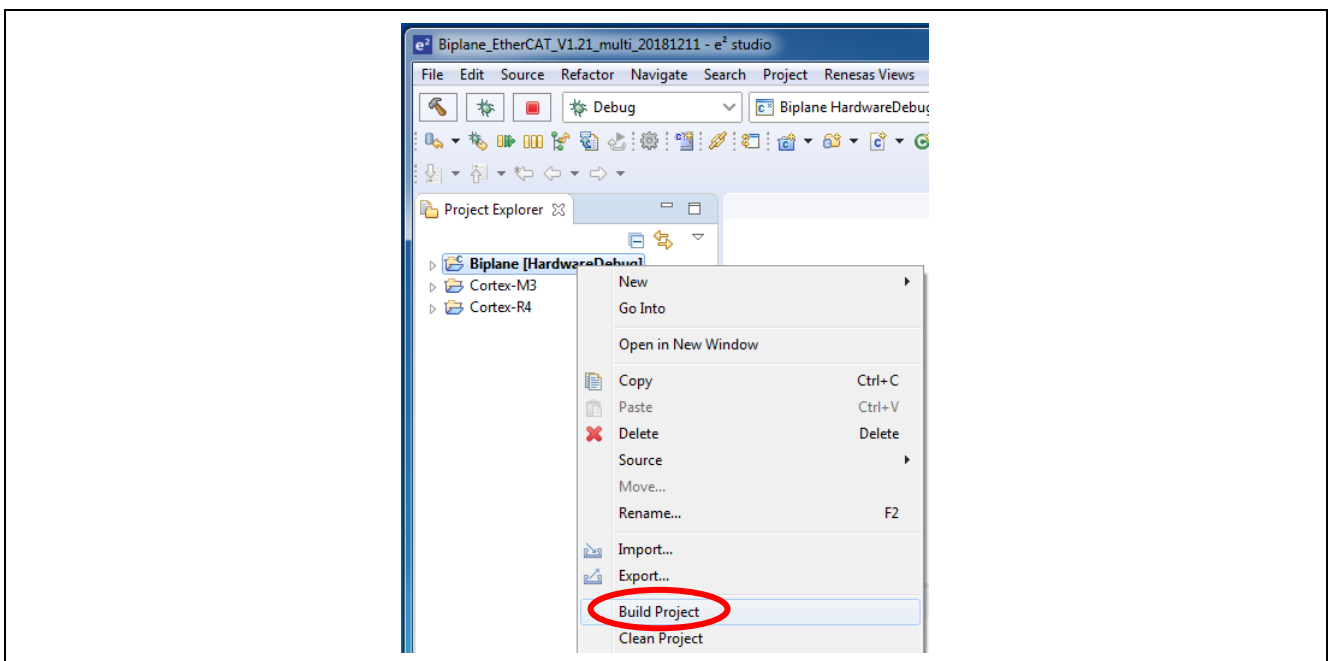
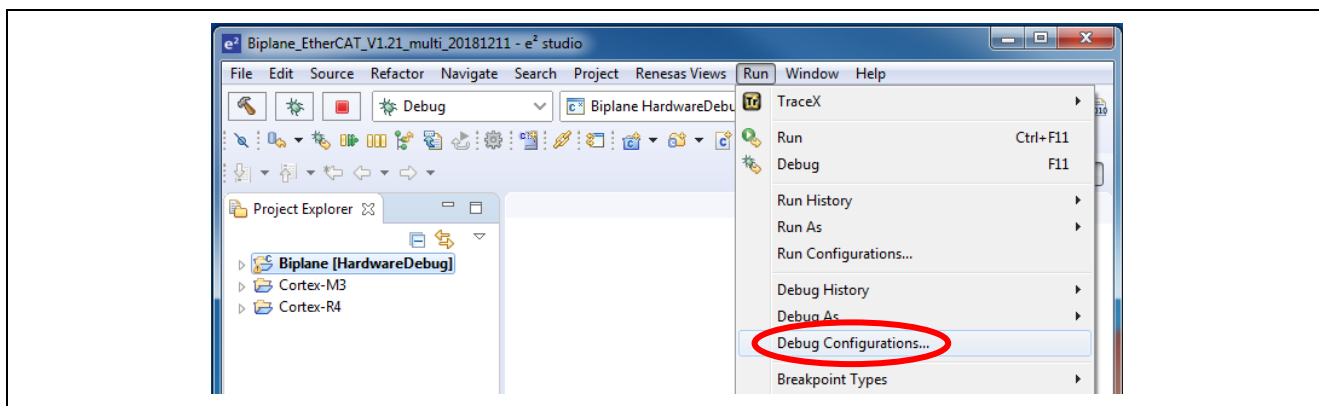


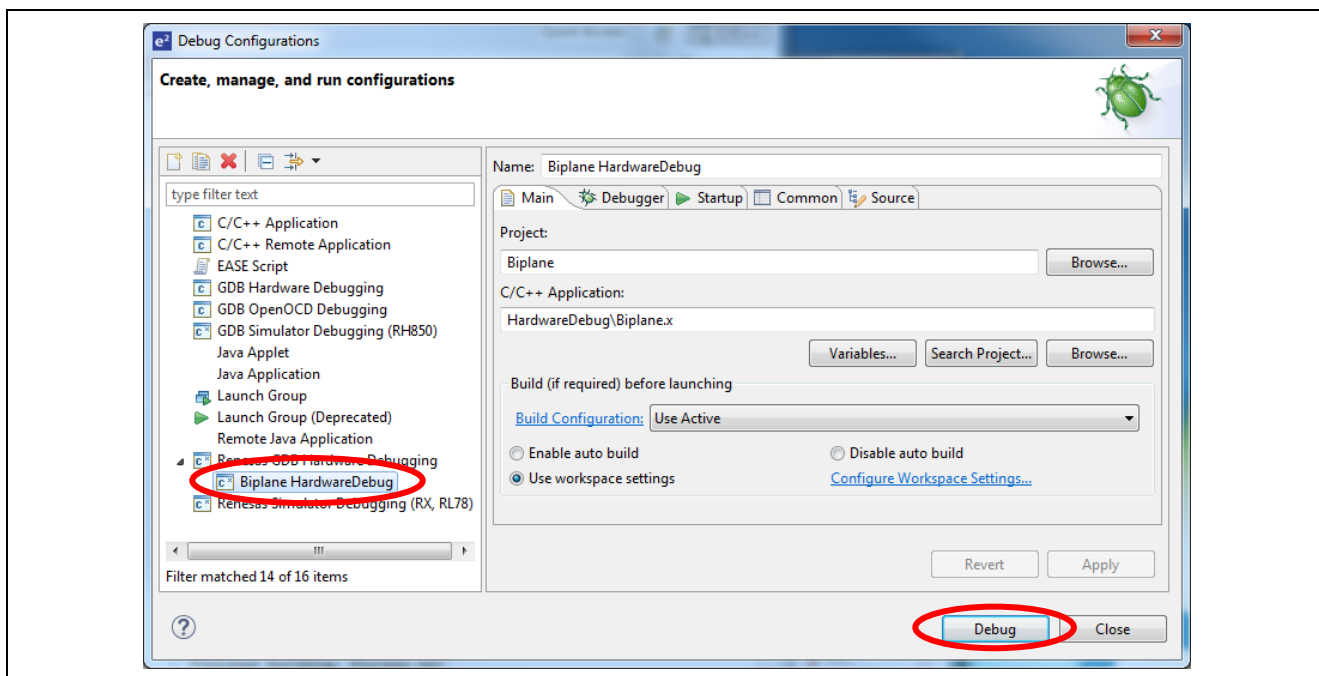
図 2-7 サンプルプロジェクトのビルド

2.1.2.2 Renesas e² studio におけるサンプルプロジェクトの実行

サンプルプロジェクトのビルドが完了したら、図 2-8～図 2-10 に示す手順に従ってサンプルプロジェクトを実行します。「Run」メニューから「Debug Configurations」を選択すると、図 2-9 に示すダイアログが表示されます。

図 2-8 e² studio におけるプログラム実行開始手順 1

「Debug Configurations」ダイアログで「Renesas GDB Hardware Debugging」を展開し、「Biplane HardwareDebug」を選択します。「Debug」をクリックしてダイアログを閉じます。デバッグパースペクティブへ切り替えるか尋ねられますので、「Yes」を選択します。必要に応じて、「Remember my decision」にチェックを入れてください。

図 2-9 e² studio におけるプログラム実行開始手順 2

e² studio がデバッグパースペクティブに切り替わったら、図 2-10 に示すように「Run」ボタンをクリックします。プログラム実行が自動的に開始され、main()関数の手前で自動的に停止します。ここで、もう一度「Run」をクリックします。RZ/T1 ソリューションキットボード上のユーザ LED で、Cortex®-R4 コアが動作を開始したことを確認できます (LED8 と LED14 が点滅を繰り返します)。

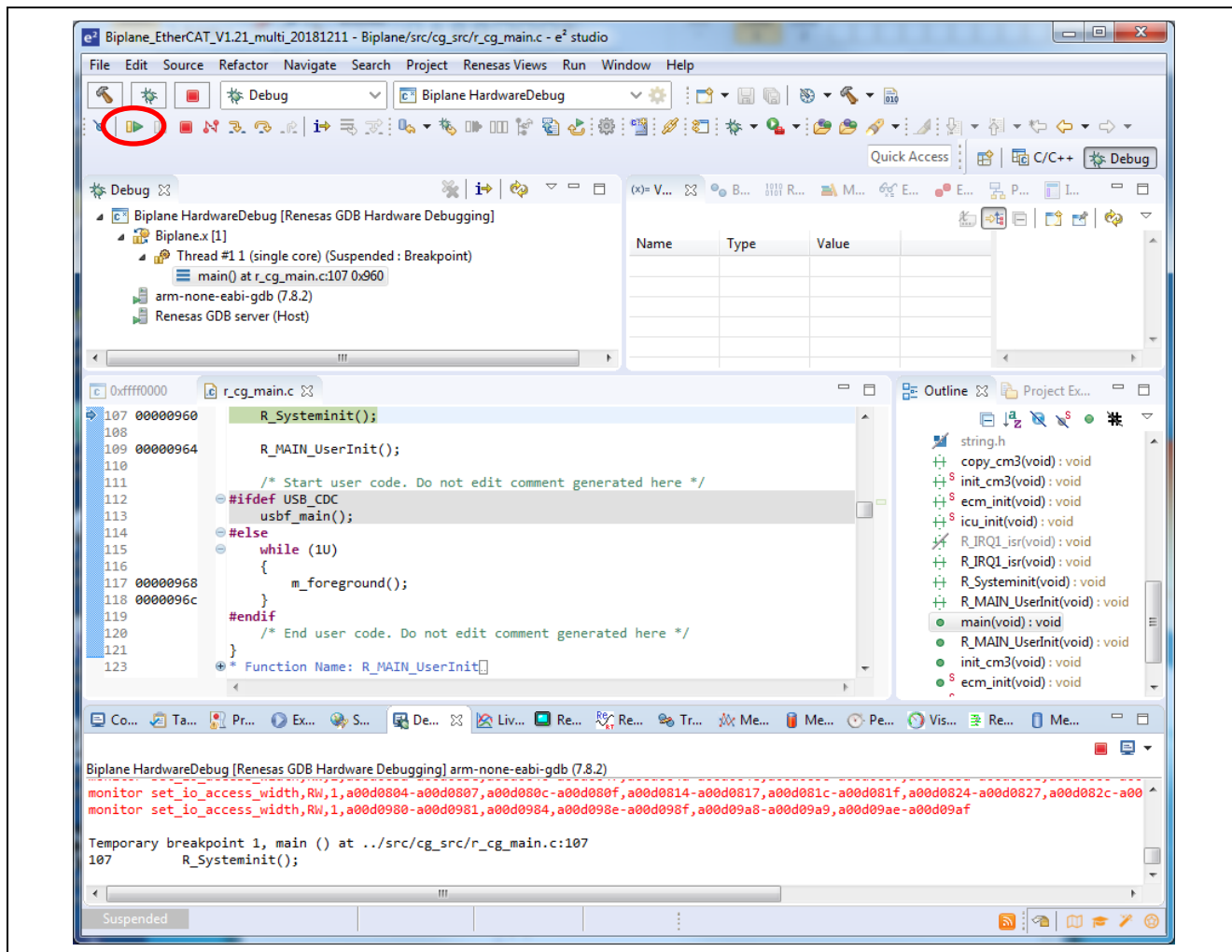


図 2-10 e² studio におけるプログラム実行開始手順 3

Cortex-M3 コア用コードは、Cortex-R4 のプロジェクトの一部になっており、Cortex-R4 により Cortex-M3 のワーキングメモリにコピーされます。また、Cortex-R4 は Cortex-M3 のリセットを解除します。そのため、Cortex-R4 を起動すると、Cortex-M3 コアと Cortex-R4 コアの両方でプログラムの実行が開始されます。ただし、Cortex-R4 コアを停止しても、Cortex-M3 は引き続き動作します。

すべてのプログラムコードがデバッガ経由でフラッシュに格納されると、プログラムの実行は次回以降の電源投入後に自動的に開始します。

2.2 ソフトウェアのセットアップ: RZ/T1 モーションコントロールユーティリティのインストール

RZ/T1 モーションコントロールユーティリティ (RZ/T1 Motion Control Utility) は、Windows XP から Windows 10 までのすべてのバージョンに対応しています。必要に応じて Microsoft.NET 4.0 をインストールしてください。

インストールは、以下の方法で行えます。

- Setup.exe ファイルを実行
- RZ_T1_Utility.msi ファイルを実行

いずれの方法でインストールした場合でも、最初に図 2-11 に示すダイアログ画面が表示されます。

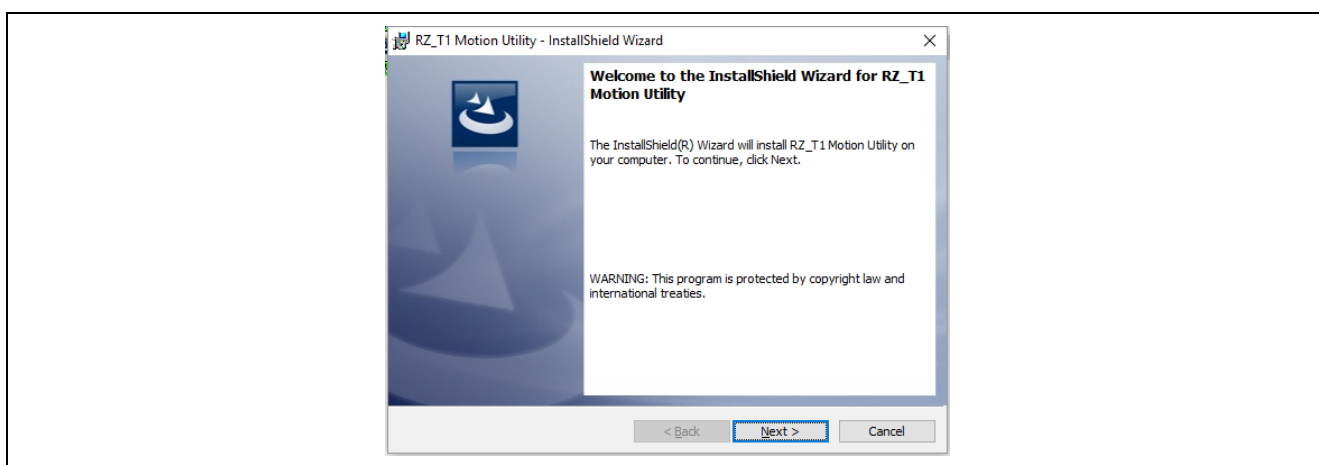


図 2-11 RZ/T1 Motion Control Utility インストール画面

「Next」をクリックすると、図 2-12 に示すように、インストール先のフォルダを指定する画面に移行します。インストール先はどのフォルダでも問題ありませんが、デフォルトで指定されているフォルダを推奨します。

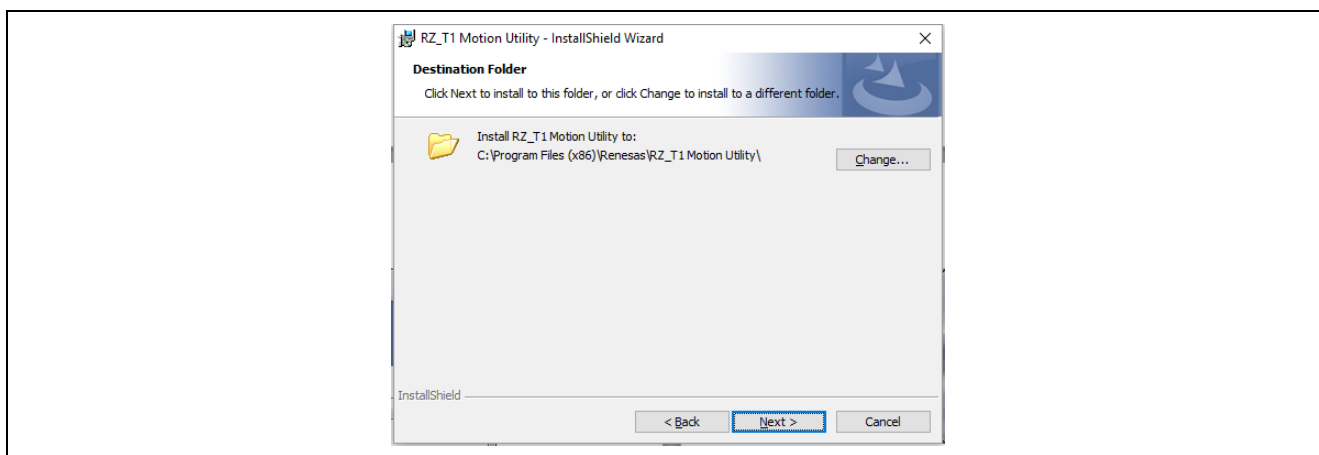


図 2-12 インストール先フォルダ指定画面

「Next」をクリックしてインストールを開始します。インストール完了後、RZ/T1 Motion Control Utility が起動します。起動すると、以下の画面が表示されます。

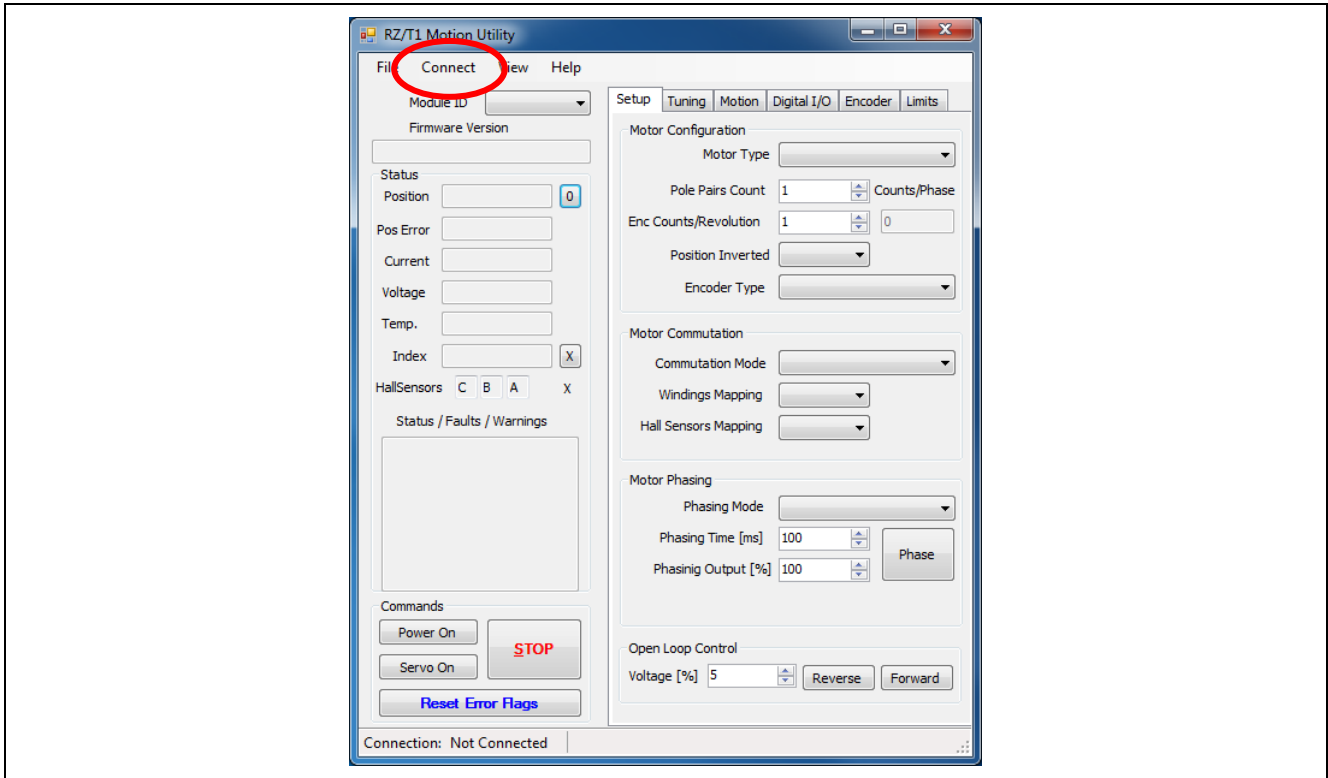


図 2-13 RZ/T1 Motion Control Utility 起動画面

メインメニューから「Connect」をクリックし、RZ/T1 モーションコントローラとの通信に使用するシリアルインタフェースを選択します。「RS232」タブを選択し、図 2-14 に示すドロップダウンリストから接続するシリアルポート番号を指定します。ポート番号は、MS-Windows 上のデバイスマネージャで確認してください。

【注】 シリアルポート名は、あらかじめ定義されたドロップダウンリストから選択します。リストに該当のシリアル COM ポート番号がない場合、任意の番号を入力可能です。

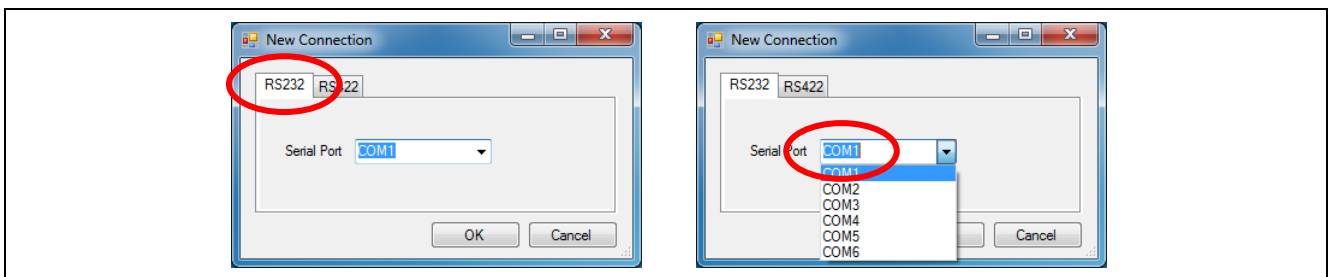


図 2-14 シリアル COM ポート番号の選択

接続先のシリアル COM ポートが確定すると、「RZ/T1 Motion Utility」画面は図 2-15 のように表示され、画面左下で接続が確立されたことを確認できます。

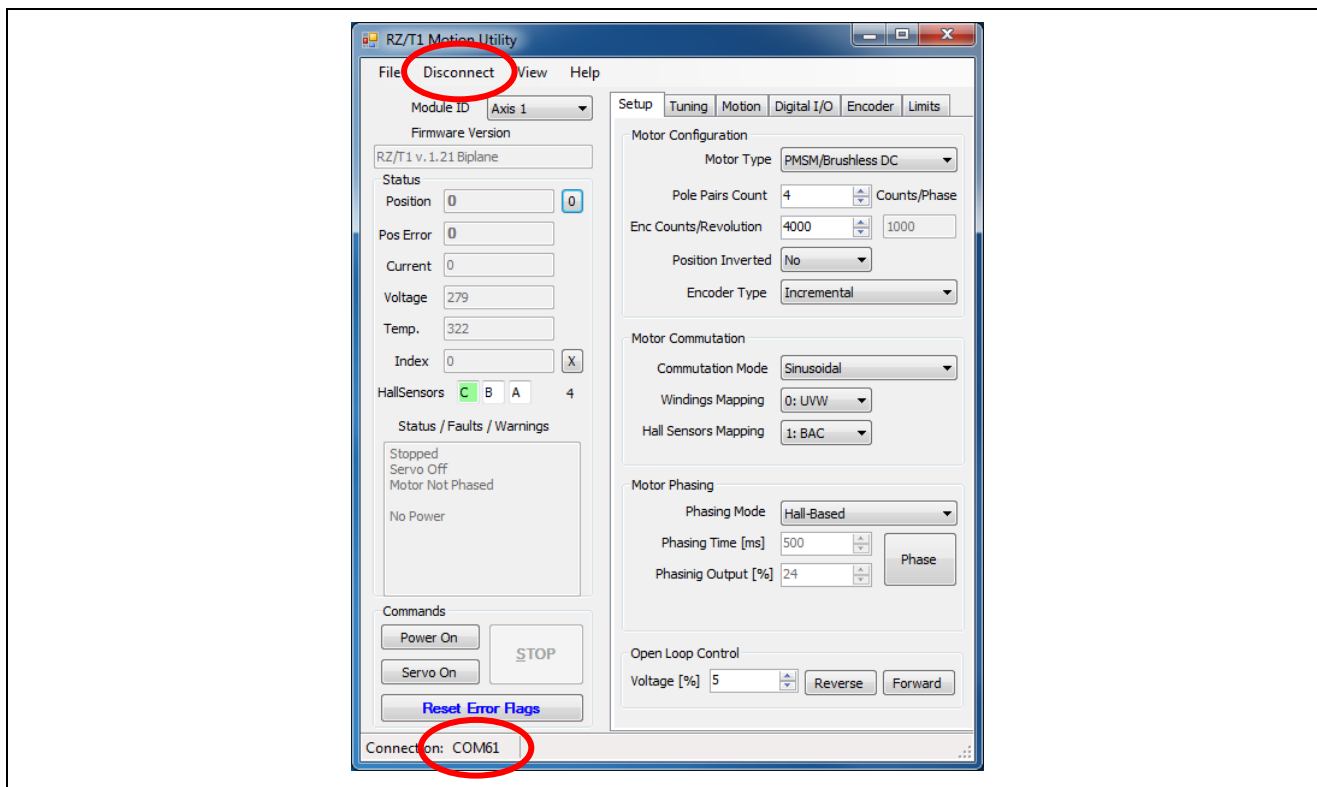


図 2-15 シリアル接続の確立

メインメニューの「Connect」表示が「Disconnect」になり、接続ポートが画面左下に表示されます。ポート番号はお使いの PC によって異なります。

2.3 ホールセンサとエンコーダフィードバックの確認

モータの軸を手動で回して、図 2-16 の「Position」の数値が変化することを確認します。数値が変化していれば、エンコーダの接続動作は正常です。

また、「Hall Sensors」の表示内容（「A (U相)」、「B (V相)」、「C (W相)」）も変化し、そのうち少なくとも一つが緑色の表示になっていることを確認します。表示がすべて白 (OFF=Low 入力) または緑 (ON=High 入力) になっている場合は、図 1-4 に示すように、ボードの DIP スイッチ (S2) の 0 番ピン (S2-0) を OFF にセットしてください。

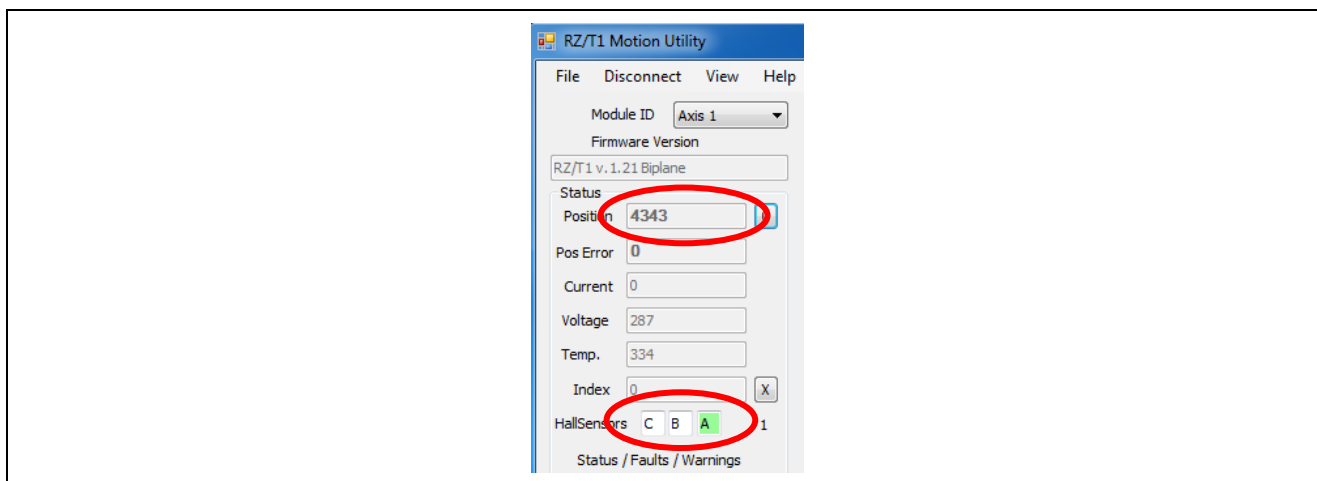


図 2-16 エンコーダとホールセンサの制御

2.4 設定パラメータの確認

本ソリューションキットのモーションコントロールファームウェアは、各種モータタイプおよび設定に対応しています。「RZ/T1 Motion Utility」画面上のタブで所望のパラメータ入力が可能です。また、「Setup」で設定する内容は、「File」メニューにて読み込みと同様に保存することが可能です。

本ソリューションキットではモータ用の設定パラメータとして、同梱の CD に「Speeder.Motion.180219.mtr」ファイルが格納されています。「File」メニューから「Import」を選択し、このファイルを本ソフトウェアに読み込んだ後、すべての設定パラメータが正しく格納されていることを、以下の各項目（2.4.1～2.4.4）に従って確認してください。

2.4.1 モータ設定の確認

「Motor Type」、「Pole Pairs Count」、「Enc. Counts / Revolution」の各パラメータが、図 2-17 と同じ値になっていることを確認します。

【注】 上記パラメータは、付属のモータとエンコーダの特性を反映しています。付属のモータ以外の製品を使用する場合、これらのパラメータを適宜変更する必要があります。

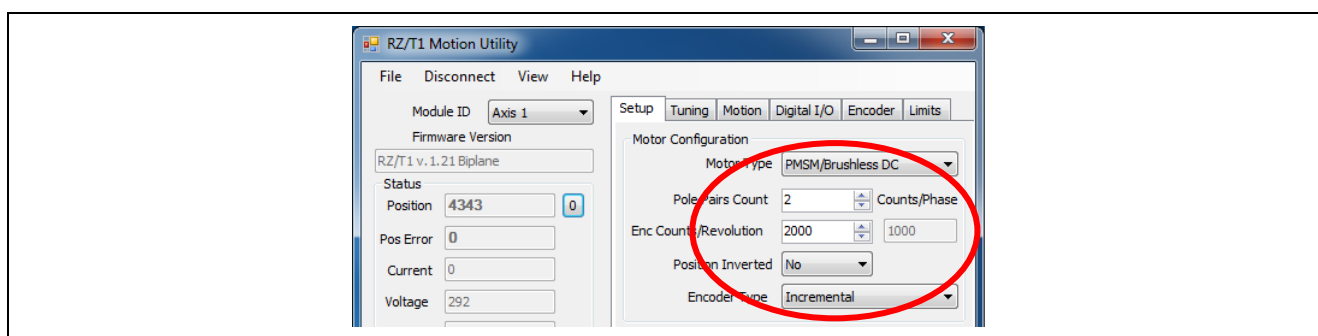


図 2-17 モータ設定の確認

2.4.2 モータの整流パラメータの確認

モータの整流パラメータが図 2-18 のように設定されているか確認します。

【注】 上記パラメータは、モータの現在の配線とホールセンサの電流経路を反映しています。付属のモータ以外の製品を使用する場合、これらのパラメータを適宜変更する必要があります。

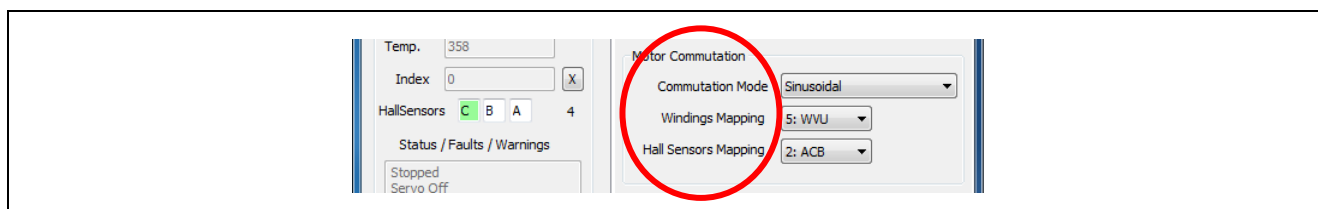


図 2-18 モータの整流パラメータ

2.4.3 モータの位相パラメータの確認

モータの位相パラメータが図 2-19 のように設定されているか確認し、「Phase」をクリックします。

【注】 本ソリューションキットのホールセンサに合わせた値が設定されています。モータの回転動作に支障がない場合、「Phasing Mode」を「Algorithmic」に設定します。

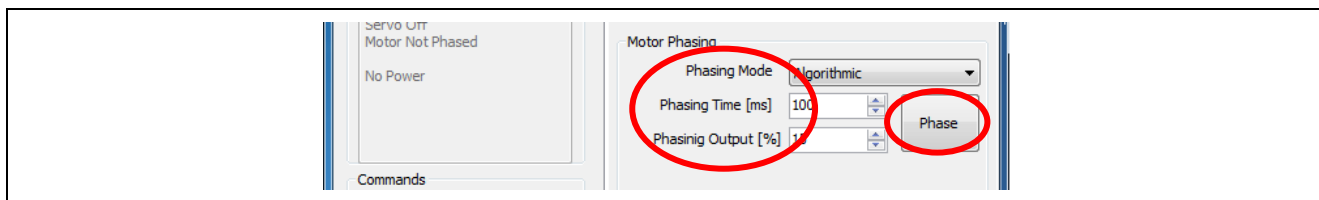


図 2-19 モータの位相パラメータ

2.4.4 モーションコントローラ調整値の確認

位置、速度、電流ループのコントローラパラメータの設定を確認することも重要です。これらのパラメータも、モータパラメータ (.mtr) ファイルに格納されています。.mtr ファイルをインポートすると (2.4 章参照)、「Tuning」タブのパラメータが図 2-20 のように表示されます。

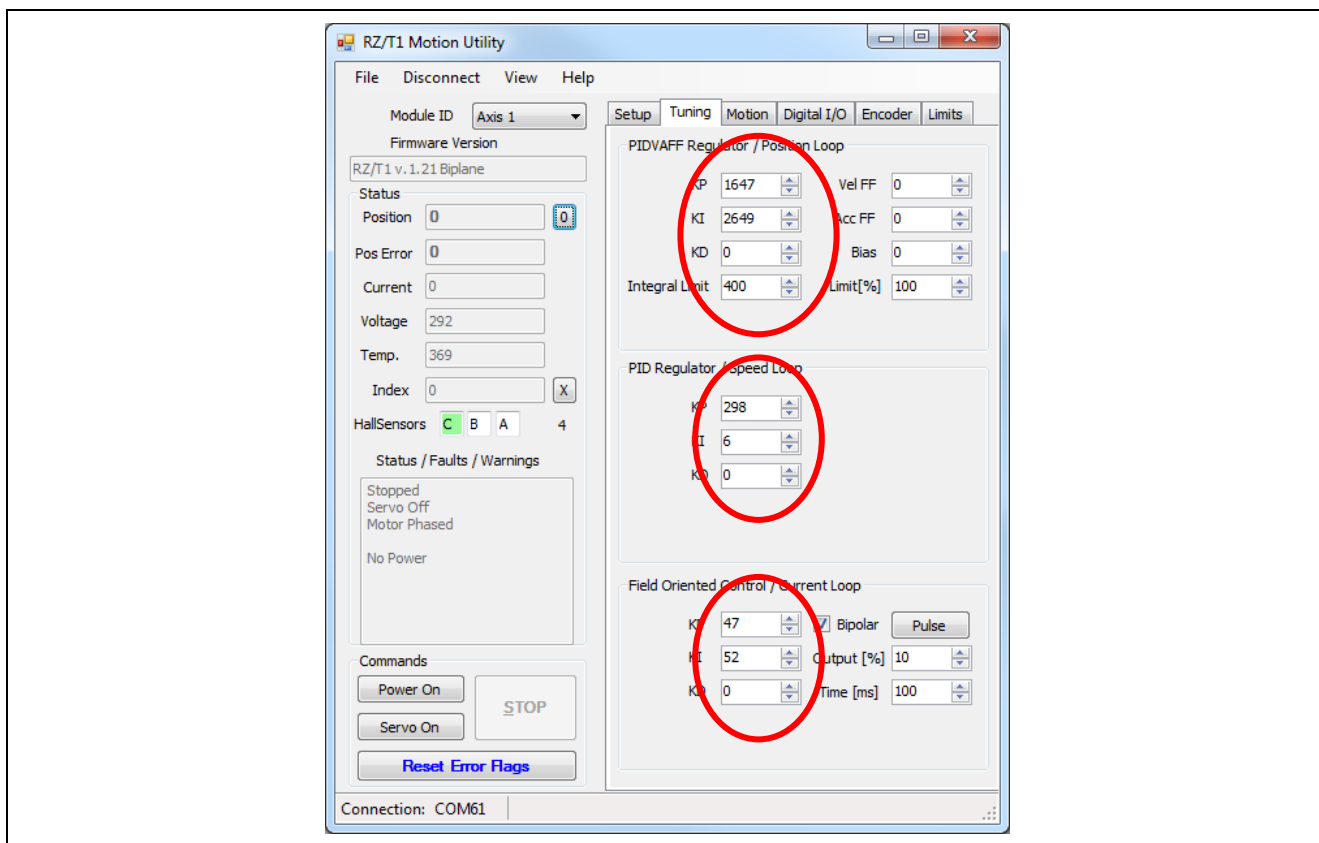


図 2-20 モーションコントローラ調整パラメータの確認

2.5 サーボを使用しないモータ回転

画面左下に、モータへの電源を制御する2つのボタンがあります。最初に、図 2-21 に示すように「Power On」ボタンをクリックします。

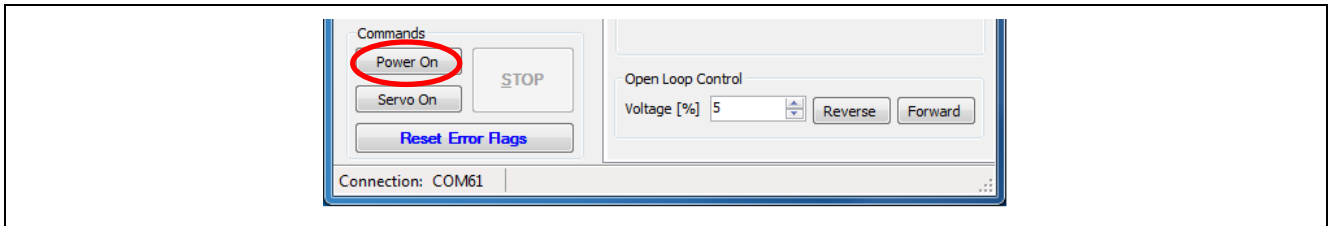


図 2-21 「Power On」ボタンの使用

「Power On」を押下後、コントローラボード上の LED7 が消灯することを確認してください。これはインバータの電源供給に問題がないことを示します。

モータをオープンループで回転させる設定は、「Setup」タブで行います。図 2-22 の「Forward」（または「Reverse」）ボタンをクリックすると、モータが回転し始めます。

【注】 「Forward」ボタンをクリックすると、エンコーダからの位置情報（「Position」の値）が増加します。数値が変化しない場合、「Phase」ボタンで再度モータ位相を調整してください。それでも変化しない場合は、実際の配線またはモータパラメータに合わせて設定パラメータを変更する必要があります。

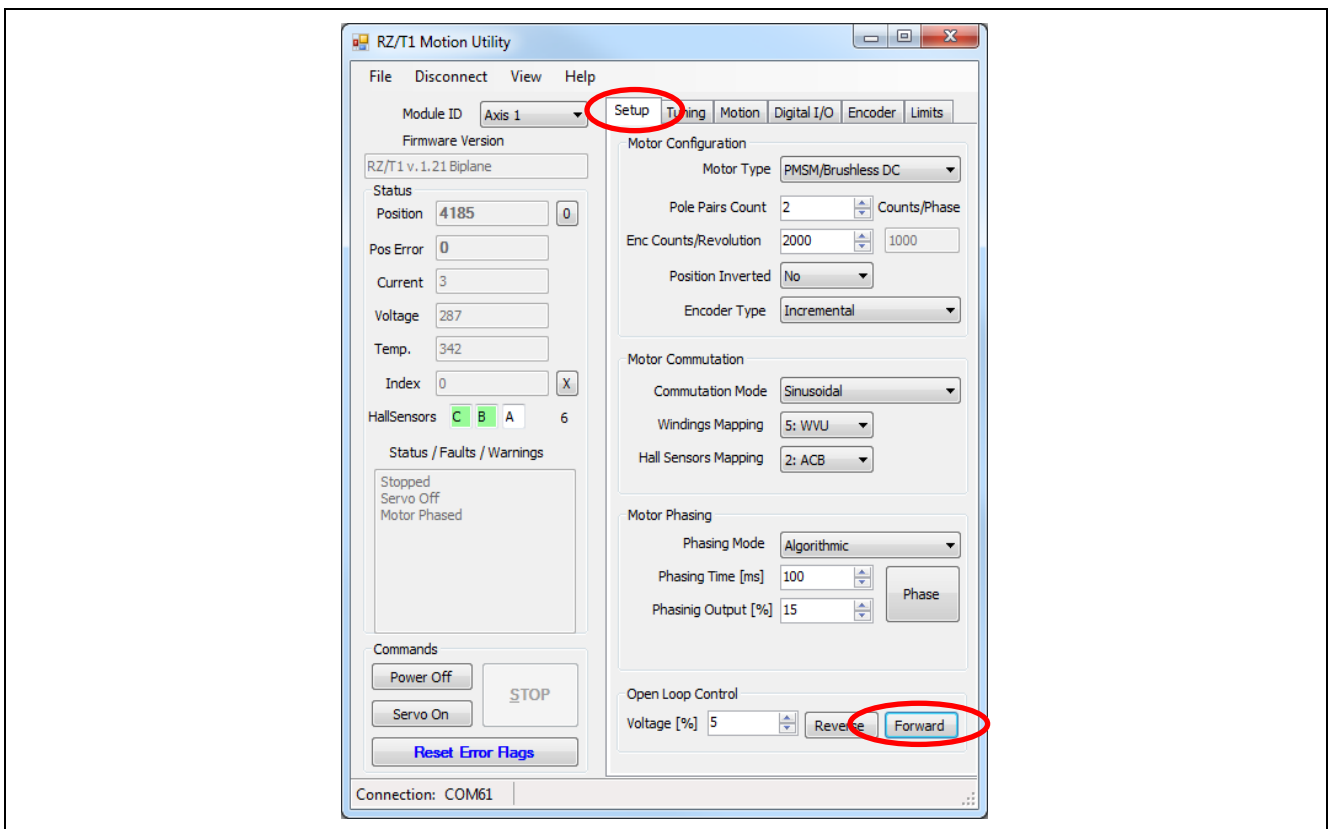


図 2-22 モータを正回転させる場合

2.6 サーボ制御

サーボ制御を行うためには、「Motion」タブを開き、「Servo On」をクリックします。

【注】 この時、モータの軸は手動回転できません。これは、サーボ制御が安定状態で、正常に動作していることを意味します。

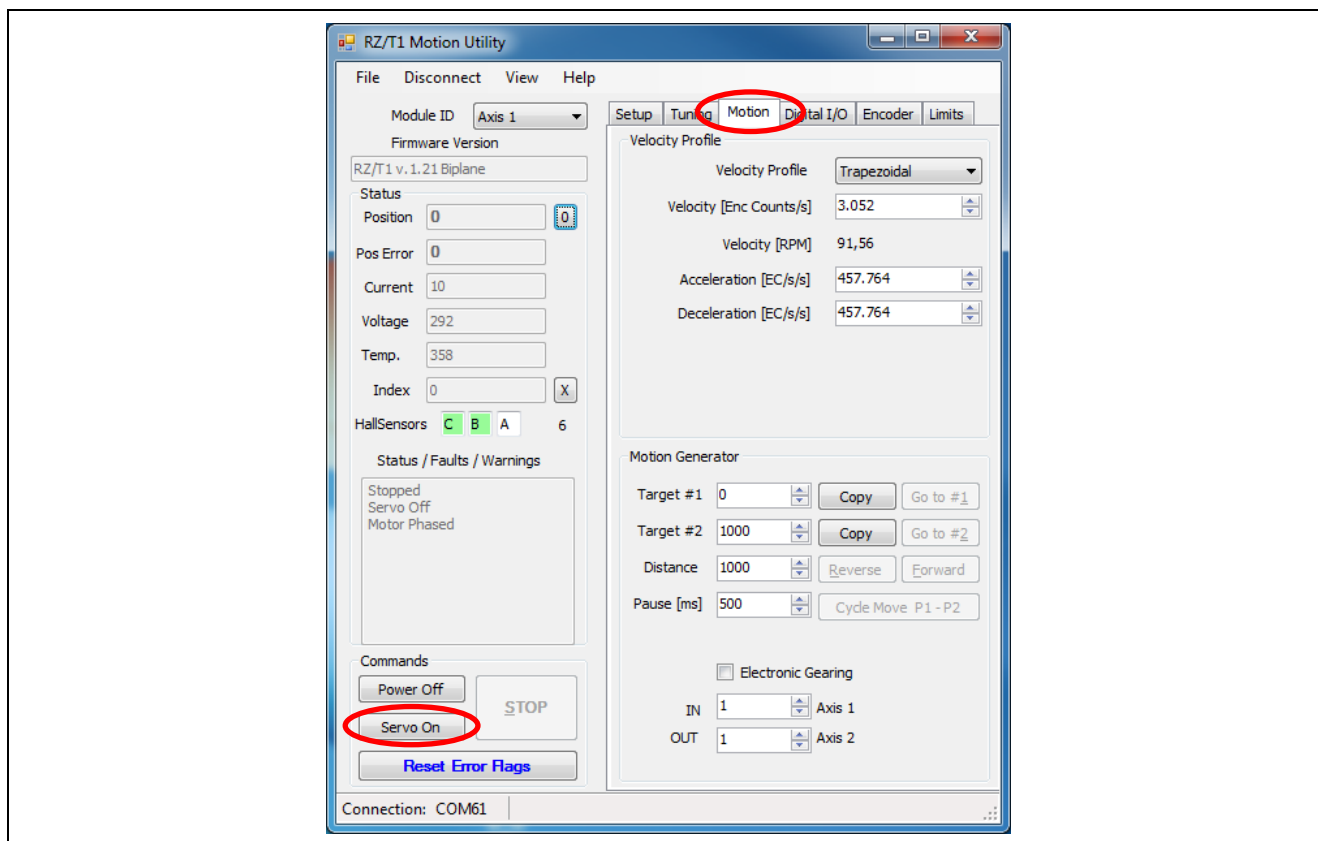


図 2-23 サーボ制御の始動

2.6.1 相対または絶対位置への動作実行

「Motion Generator」にあるボタンを使用して、相対または絶対位置への動作を開始します。「Target #1」および「Target #2」のフィールドに、2点の目標位置を入力可能です。設定値は手動入力またはマウススクロールで変更可能です。また、「Copy」ボタンをクリックすると、現在位置が反映されます。図 2-24 の「Go to #1」または「Go to #2」ボタンをクリックすると、それぞれ設定した位置まで軸が回転します。

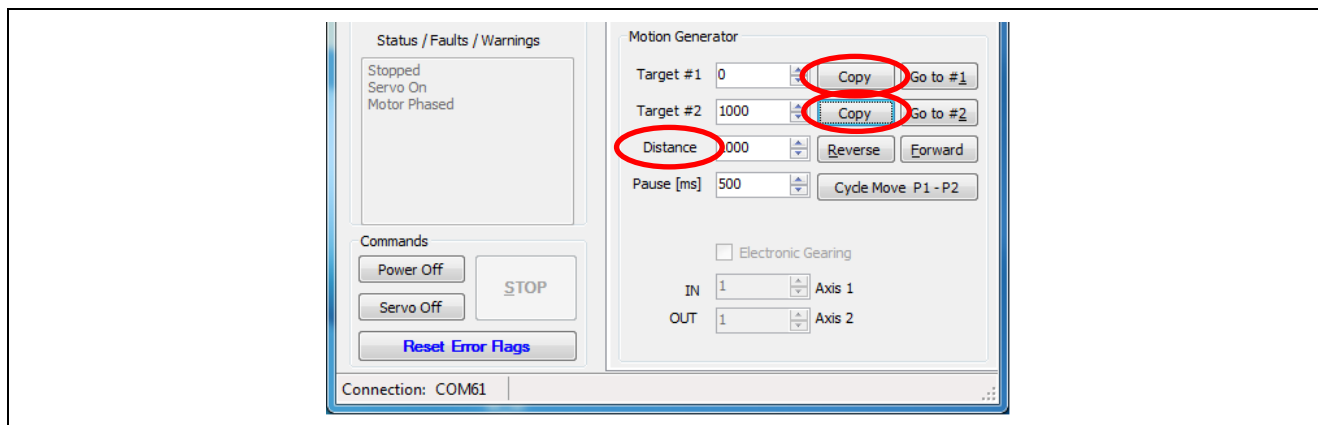


図 2-24 絶対位置への動作

また、「Distance」フィールドに値を設定し、「Reverse」または「Forward」をクリックすると、設定した相対位置まで反転／正転方向に軸が回転します。

【注】 設定した目標位置まで回転することを確認してください。

2.6.2 回転速度および加速度の変更

速度と加速度を変更する場合、「Velocity Profile」の設定値を変更します。設定した絶対位置または相対位置への回転を繰り返す場合は、速度および加速度が変化することを確認してください。

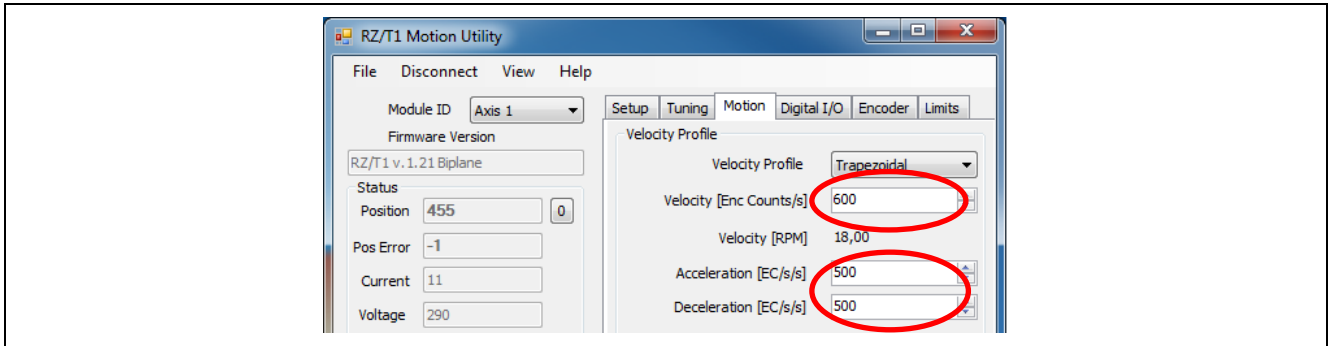


図 2-25 速度および加速度の変更

【注】 設定の変更によって制御エラーが発生したり、インターロックが作動すると、サーボ制御が停止し、後続のコマンドは無視されます。この場合、「Servo On」ボタンをクリックすることで、サーボ制御を再開できます。

2.6.3 2点間の周期回転

2点の目標位置を設定し、2点間で周期回転を行うことが可能です。例えば、図 2-26 に示すように、2点間の距離が 10000 カウントになるように2点の位置を入力し、「Cycle Move P1 - P2」をクリックすることで、モータは2点間で周期回転を行います。

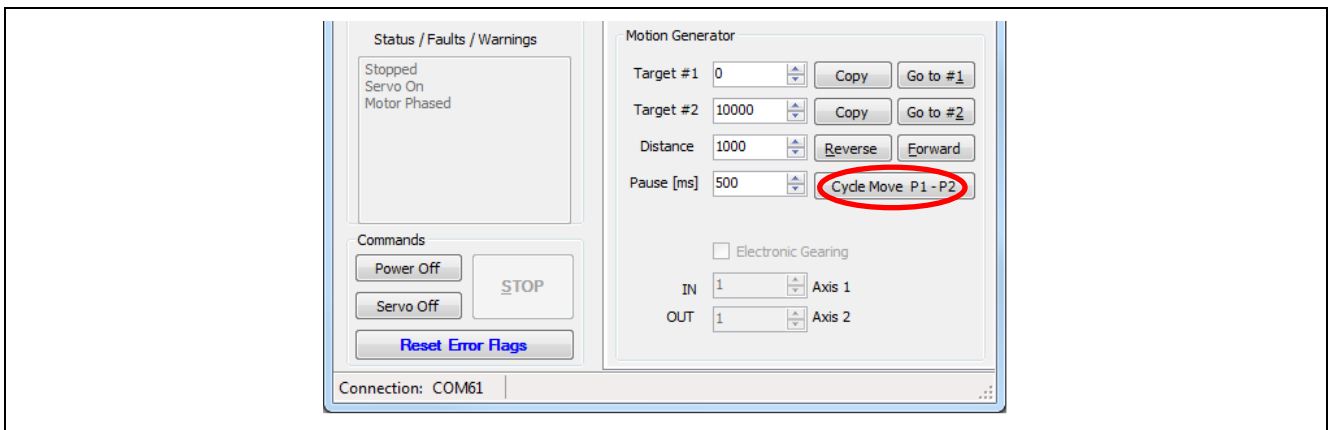


図 2-26 周期回転の実行

2.7 モーションスコープの使用方法

RZ/T1 モーションコントロールユーティリティには、コントローラパラメータの調整を行うための統合オシロスコープ機能があります。「View」メニューの「Motion Scope」を選択し、モーションスコープを開くと、図 2-27 に示す画面が表示されます。

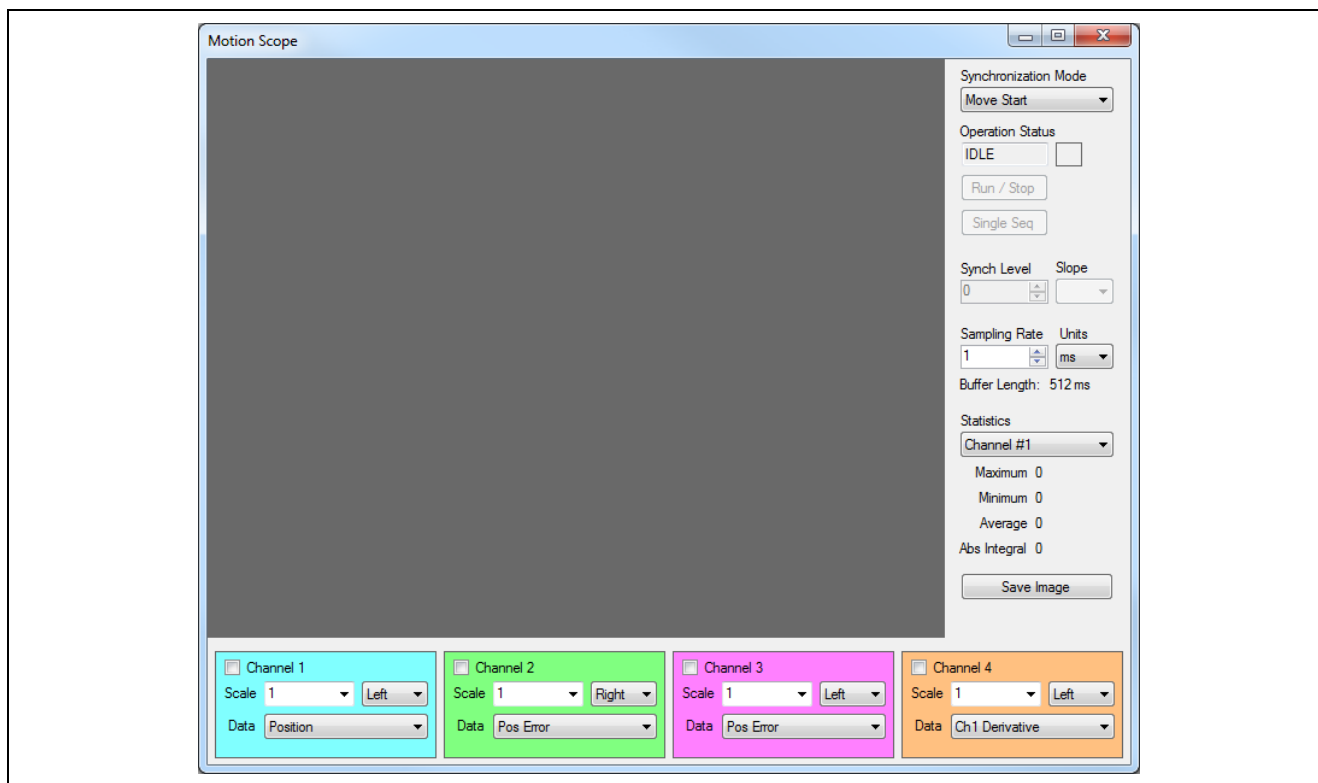


図 2-27 モーションスコープの開始画面

外観は4チャンネルのオシロスコープの画面に似ています。各チャンネルで各種特性データを選択、表示できます。

2.7.1 モーションスコープのチャンネル設定

ここでは、図 2-28 に示すように、チャンネル1とチャンネル2の設定を行います。

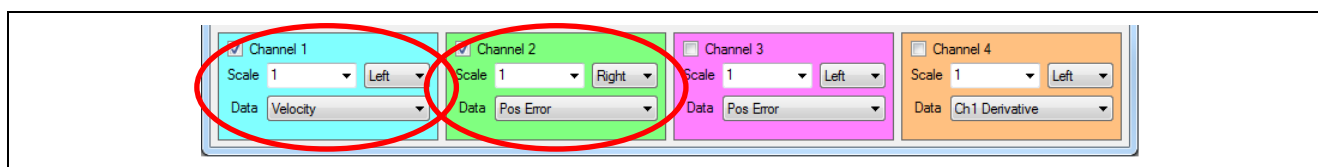


図 2-28 モーションスコープのチャンネル1と2の機能選択

GUI を起動後、シリアル接続を行い、「Speeder.Motion.180219.mtr」ファイルをインポートした後に設定されるコントロールパラメータの位置 0 と位置 1000 間のモーション動作を 1 サイクル実行すると、図 2-29 に類似した画面が表示されます。

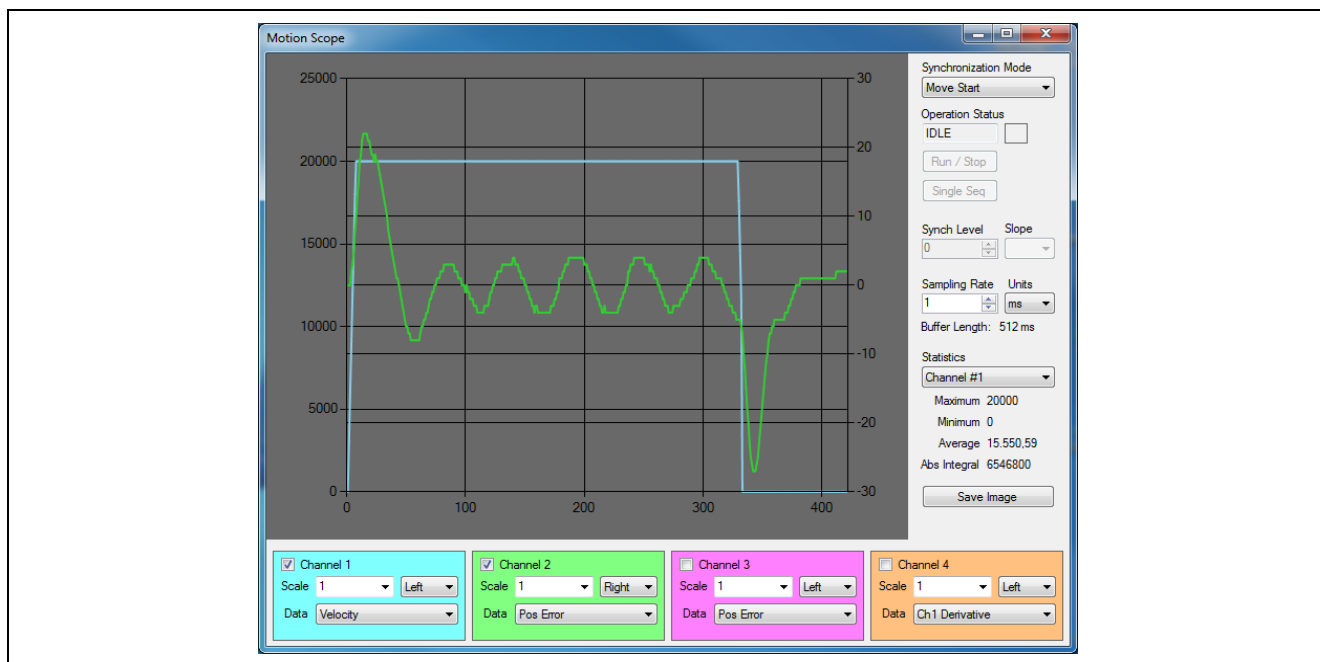


図 2-29 1 サイクル動作実行後のモーションスコープ表示画面

「RZ/T1 Motion Utility」画面で速度を 30000（およそ 10 倍速）に、モーション動作を 10000 エンコーダカウントに変更すると、図 2-30 のように、グラフの速度と位置誤差が変化します。速度、位置誤差ともに変位が大きくなっていることがわかります。

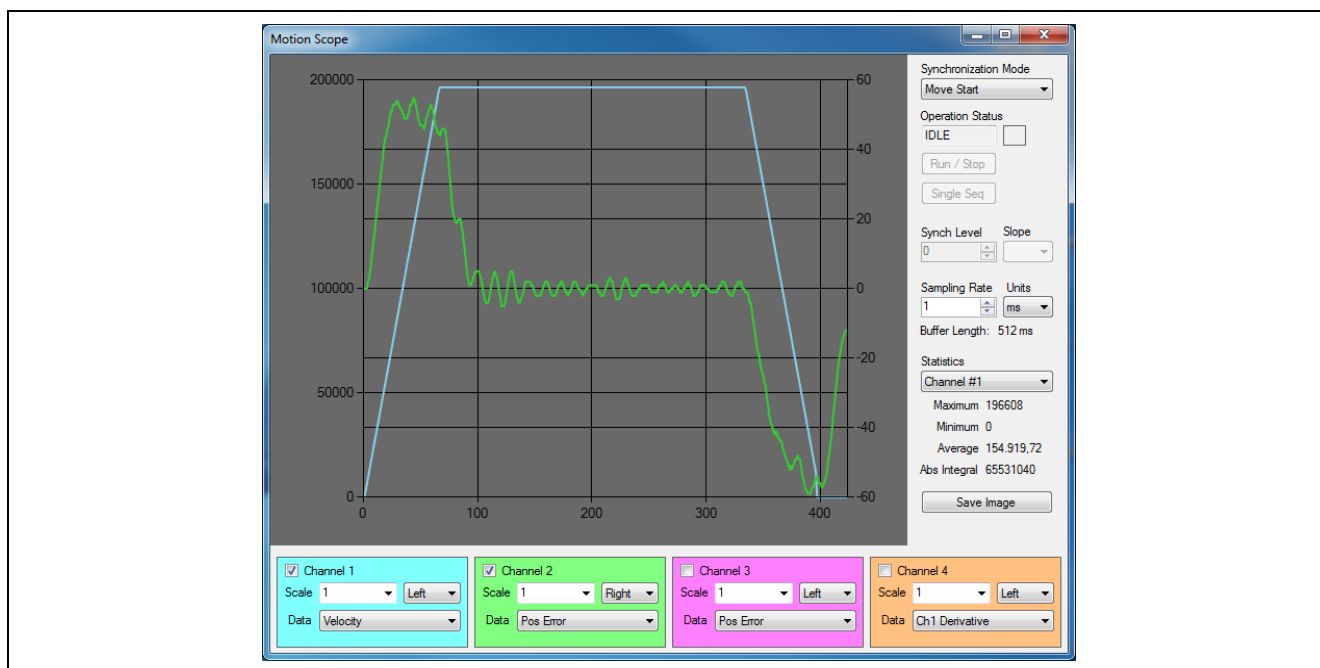


図 2-30 速度および加速度変更後のモーションスコープ表示画面

2.7.2 PID パラメータの変更

制御アルゴリズムの PID パラメータを変更することで、位置誤差を大きく変化させることができます。本項では、この変化を確認できるようにいくつかの例を紹介します。

2.7.2.1 各 PID ゲインの評価

2.7.1 項の設定を保持した状態で、「RZ/T1 Motion Utility」画面の「Tuning」タブに移動し、図 2-31 に示すように「KP」パラメータ値を 1647 から 500 に変更します。

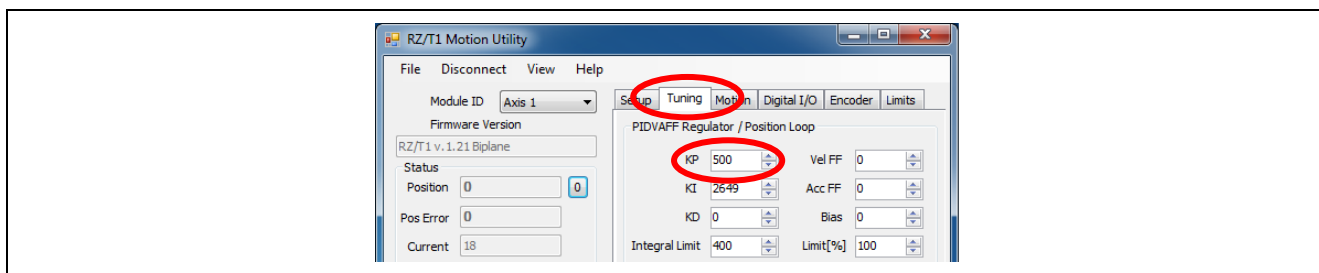


図 2-31 「KP」パラメータ値の変更

モーションスコープ表示画面で、実際の動作が完了した後、位置誤差の振幅がより大きくなっていることが確認できます（図 2-32）。

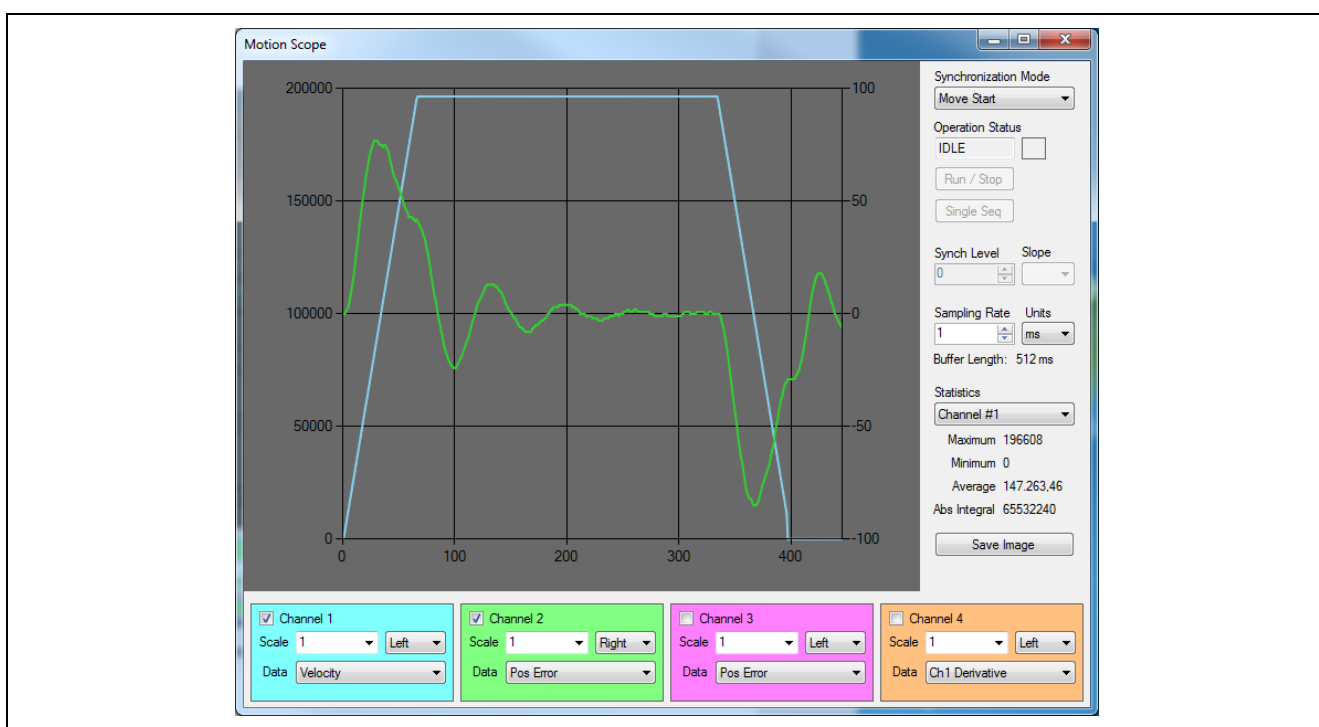


図 2-32 「KP」パラメータ変更後のモーションスコープ表示画面
(実際の画面と異なる場合があります)

次に、図 2-33 のように「KI」パラメータ値を 500 に変更します。KP と KI のパラメータを変更したことで、モータの回転音にも違いが現れることに注意してください。

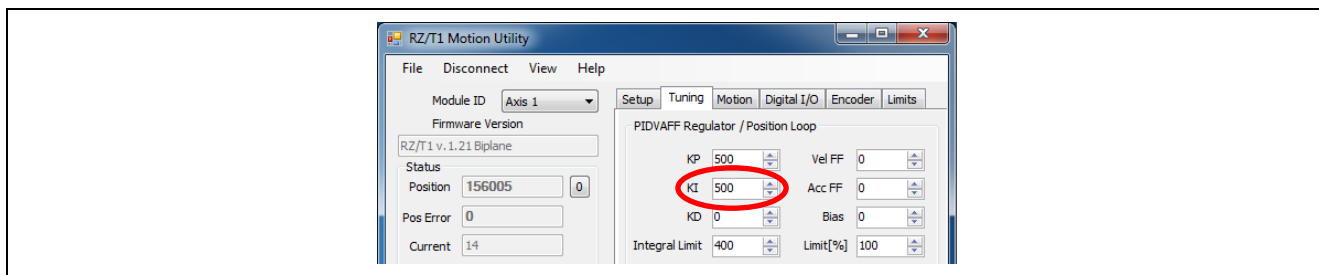


図 2-33 「KI」パラメータ値の変更

図 2-34 のモーションスコープ表示画面では、さらに大きな位置誤差が反映されています。上記の例と同様、位置誤差の振れは 0 付近でなくなっています。

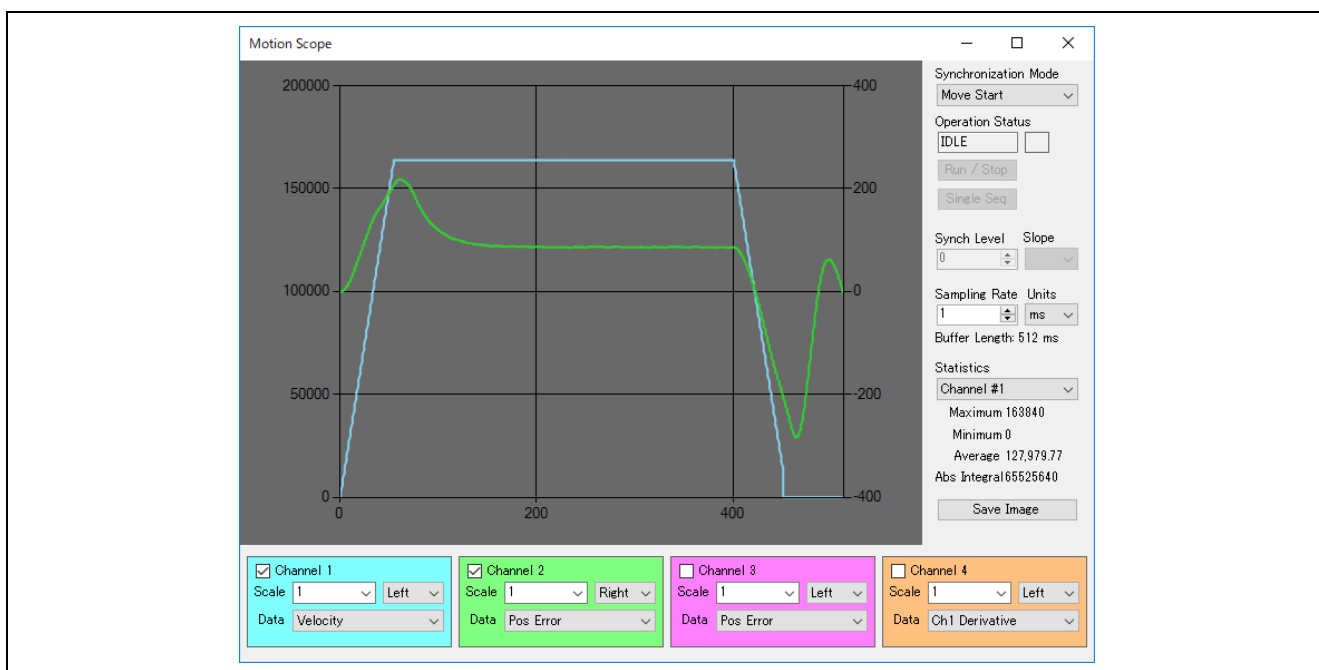


図 2-34 「KI」パラメータ変更後のモーションスコープ画面
(実際の画面と異なる場合があります)

2.8 モーションエラーからの復帰

本節では、位置誤差の最大値を小さくしてエラーを発生させます。図 2-35 に示すように、「Limits」タブにある「Max Position Error」の値を 10 に設定します。この値を超えると、動作が停止し、ステータスにエラーが発生したことが表示されます。

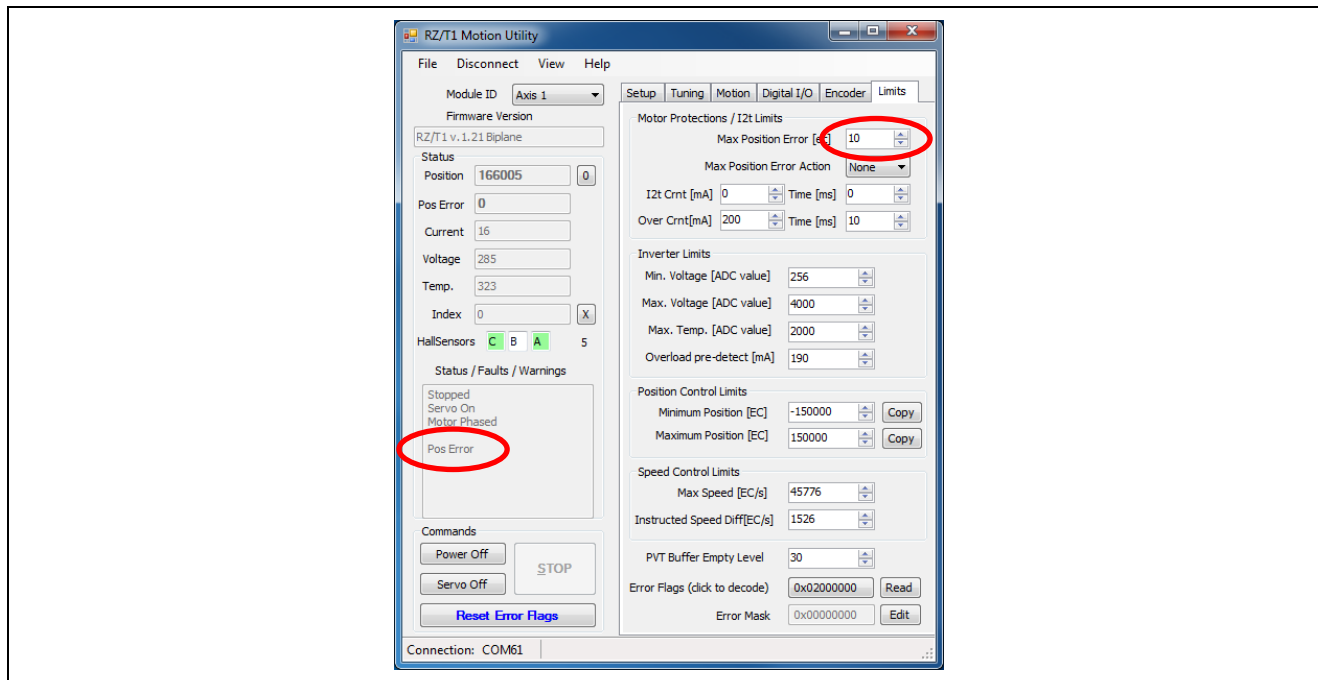


図 2-35 位置誤差の最大値の変更

ここで、図 2-36 に示すように、「Max Position Error」の値を 800 に戻してから「Servo On」ボタンをクリックすると、エラーから復帰します。RZ/T1 モーションコントロールファームウェアの命令および機能の詳細は、「RZ/T1 グループ モーションコントロールユーティリティ ユーザーズマニュアル」(R01US0208JU) を参照してください。

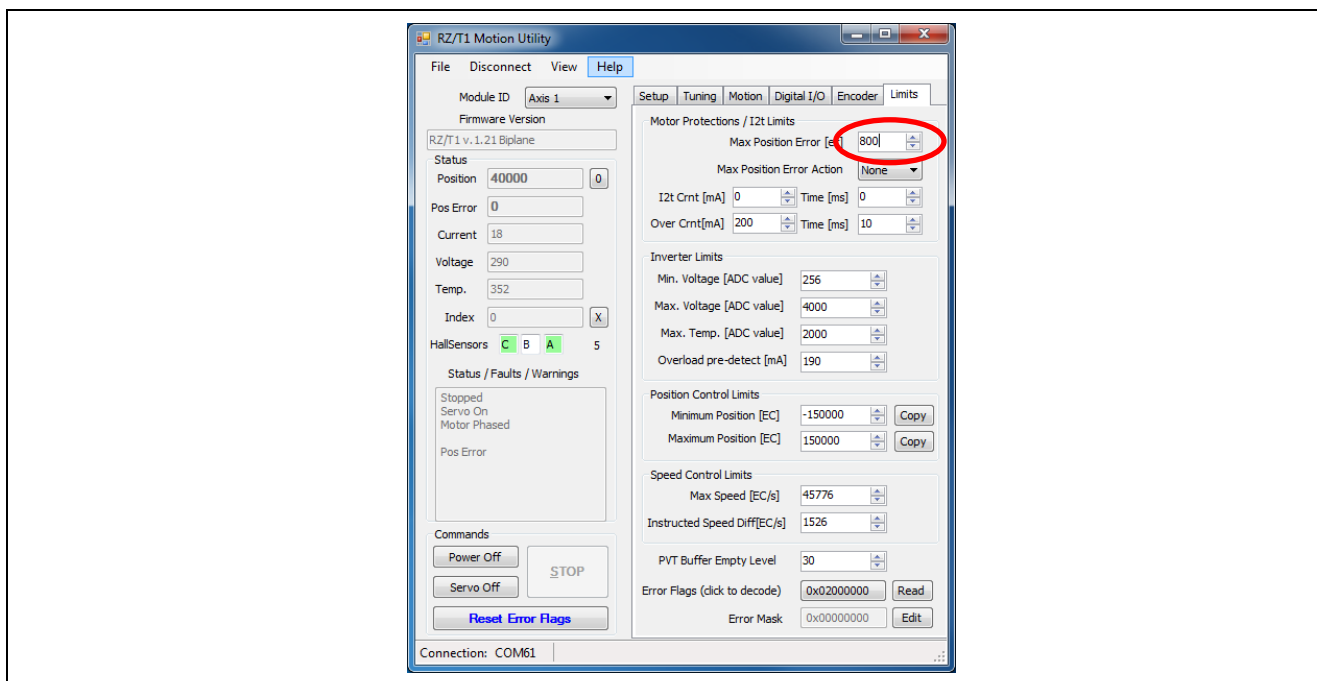


図 2-36 モーションエラーからの復帰

3. デュアルコアによる LED 点滅プロジェクト

RZ/T1 の仕様を理解するためには、基本的なプログラムを動作させることが有効です。本章では、本ソリューションキット付属の CD に収録されているサンプルプログラムを起動する方法について説明します。このサンプルプログラムは、RZ/T1 RSK+評価ボード (RTK7910018C00000BE) 用のプログラムをベースにいくつかの変更を行い、CD に収録しています。本プログラムでは 2 つの LED を点滅させますが、そのうちの 1 つは RZ/T1 の Cortex-R4 コアにより制御され、もう一方は Cortex-M3 コアにより制御されます。

【注】 本章のスクリーンショット画面は IAR EWARM のバージョン 8.22.2 を使用しています。これよりも新しいバージョンの IAR EWARM を使用する場合、画面の表示内容が若干異なる可能性があります。

CD から、PC 上の作業ディレクトリにプロジェクトをコピーします。そして、図 3-1 に示すように、ワークスペースファイル「RZ_T1_init.eww」をダブルクリックしてプロジェクトを開きます。これにより EWARM が起動し、異なるバージョンのサンプルプロジェクトへのアクセスが可能になります。

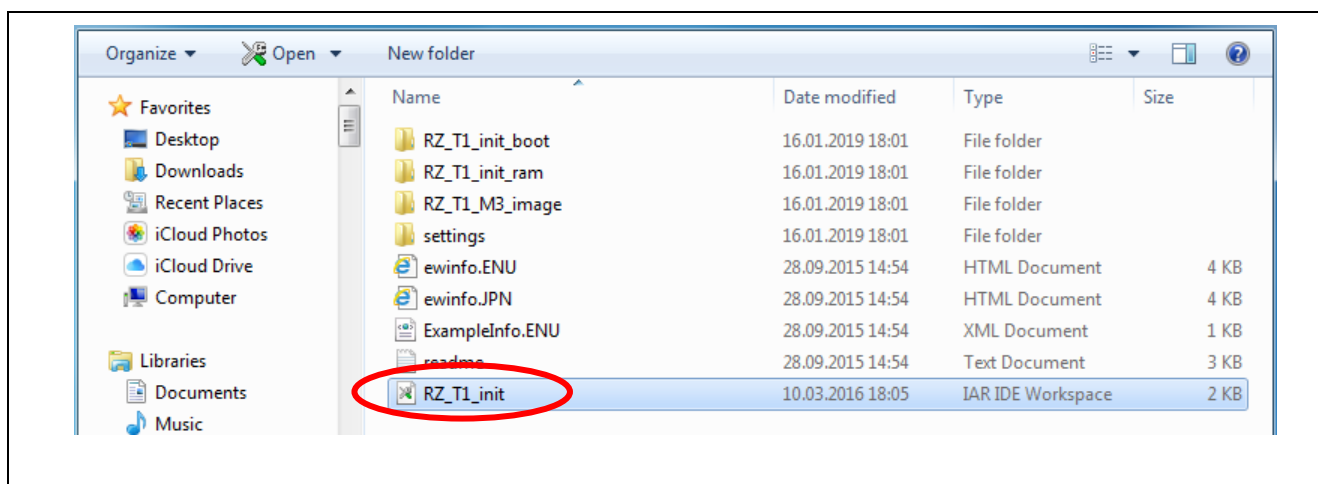


図 3-1 サンプルプロジェクトを開く

IAR EWARM 上でプロジェクトが開き、EWARM 画面上に図 3-2 に示すサンプルワークスペースのサブ画面が表示されます。

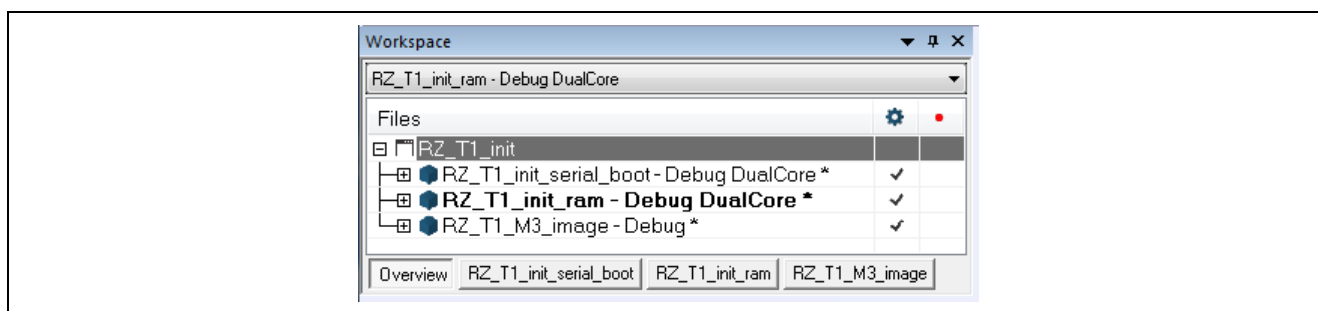


図 3-2 プロジェクト概観

「RZ_T1_init_serial_boot - Debug」と「RZ_T1_init_ram - Debug」は、RZ/T1 の Cortex-R4 コア用のプロジェクトです。前者は QSPI フラッシュ上でプログラムを起動するためのプロジェクトで、後者は内蔵 RAM 上で実行するためのプロジェクトです。「RZ_T1_M3_image - Debug」は、産業 Ethernet 通信用のハードウェアアクセラレータを使用しない、Cortex-M3 コア専用のプロジェクトです。

3.1 「RZ_T1_init_ram - Debug」プロジェクトの使用方法

本節では、本ソリューションキットボードでサンプルプロジェクトを実行するための方法を説明します。ボードには、あらかじめ以下の接続を行う必要があります。

- 付属の 5 ピンコネクタを 12~24V の DC 電源に接続し、インバータボード上のコネクタ J2 に差し込みます。これにより、本ソリューションキットボードの制御部に電源が供給されます。
- 付属の I-jet Lite デバッガをコントローラボード上のコネクタ P9 に接続し、USB ケーブルをホストコンピュータの USB ポートに接続します。

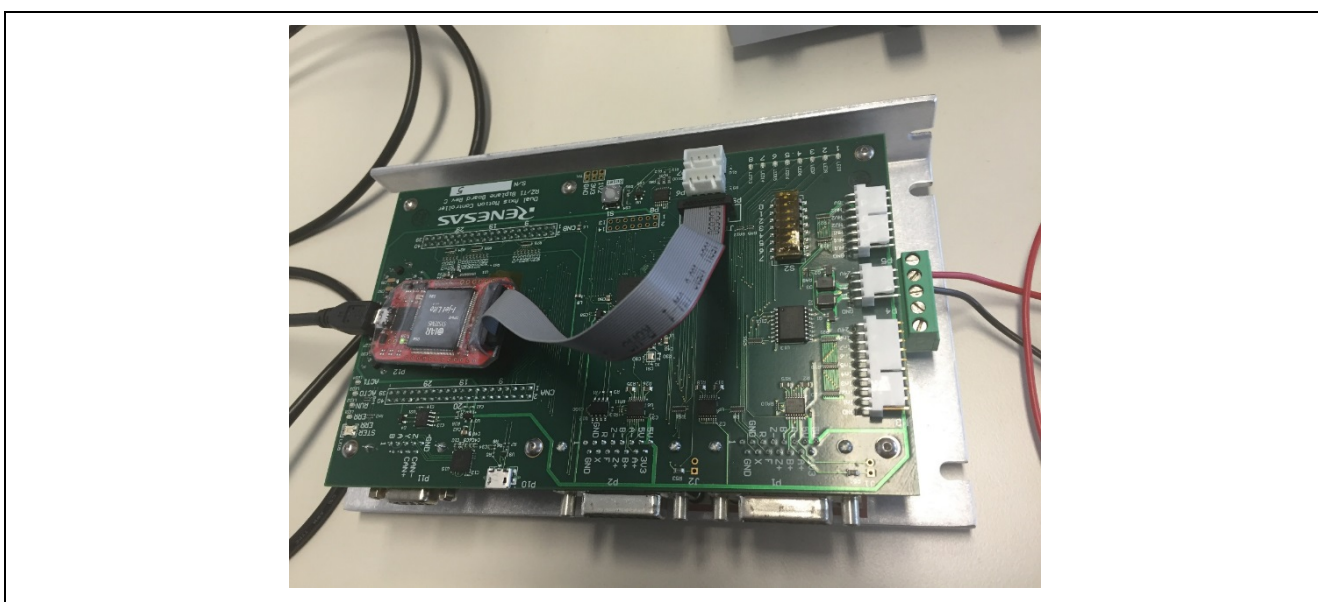


図 3-3 LED 点滅サンプル実行のための接続

「RZ_T1_init_ram - Debug」のプログラムをビルドおよびダウンロードする準備ができた後、図 3-4 に示すように、ワークスペース内の「Debug」を選択し (1)、「Download and Debug」ボタンをクリックすることで (2)、「Cortex-R4 コアの動作が実行されることを確認してください。「Run」ボタンをクリックすると (3)、コントローラボードの LED9 が点滅を開始します。

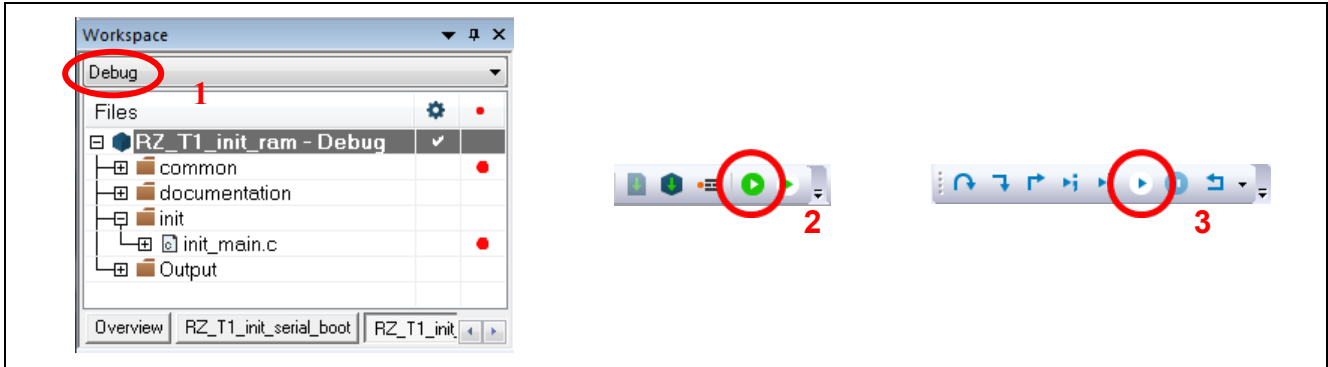


図 3-4 Cortex-R4 コア用のプロジェクトオプションおよび「Download and Debug」ボタン

【注】 プログラムを修正し、使用する LED を変更することが可能です。以下の表では、本ソリューションキットボード上の LED と接続先の RZ/T1 ポートを示しています。

LED 番号	RZ/T1 ポート
LED9	P46
LED8	P45
LED7	P44
LED6	P43
LED16	P42
LED15	PT5
LED14	PT1
LED13	PT3

3.2 デュアルコアデバッグの準備

本ソリューションキットボードに実装されている RZ/T1 はデュアルコア (R-IN Engine 搭載) 品です。RAM 実行用のサンプルプログラムでも、デュアルコアのデバッグを行うことが可能です。図 3-5 に示すように、ワークスペース内のビルド構成「Debug DualCore」を選択することにより、デュアルコアに対応したプロジェクト設定への変更が可能です。コードは同じですが、いくつかのパラメータが設定変更されます。

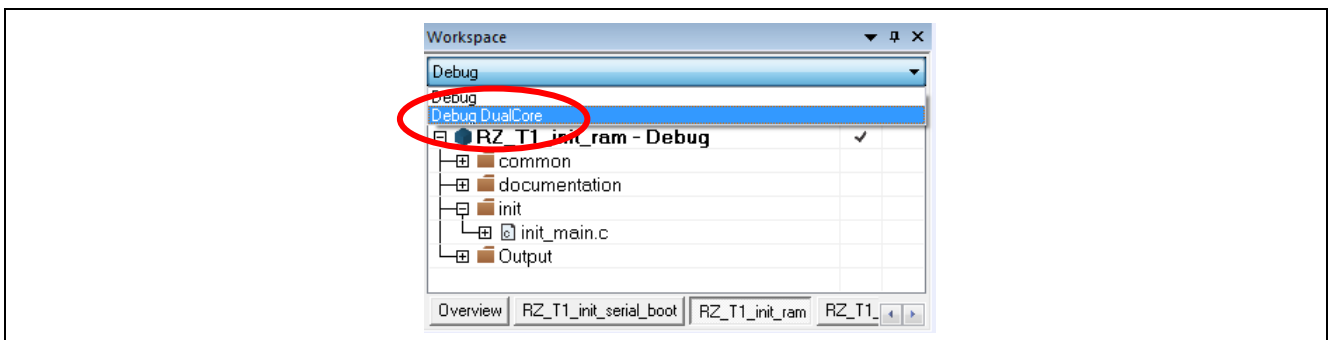


図 3-5 デュアルコアプロジェクトの選択

ここでは、RZ/T1 のデュアルコア動作について説明します。RZ/T1 のデュアルコア（R-IN Engine 搭載）品は、リアルタイム処理用に Cortex-R4 プロセッサを、さらに各種産業 Ethernet 規格を使用して通信を行う R-IN Engine としての Cortex-M3 コアを提供します。Cortex-R4 はメインコアとしてリセット解除後のブート処理などを行います。その間 Cortex-M3 コアはリセット状態で、Cortex-M3 のコードのコピーやリセットの解除は Cortex-R4 がすべて行います。このため Cortex-M3 のバイナリファイルは Cortex-R4 の実行ファイルとしてまとめて扱われます。これらの関係を図 3-6 に示します。

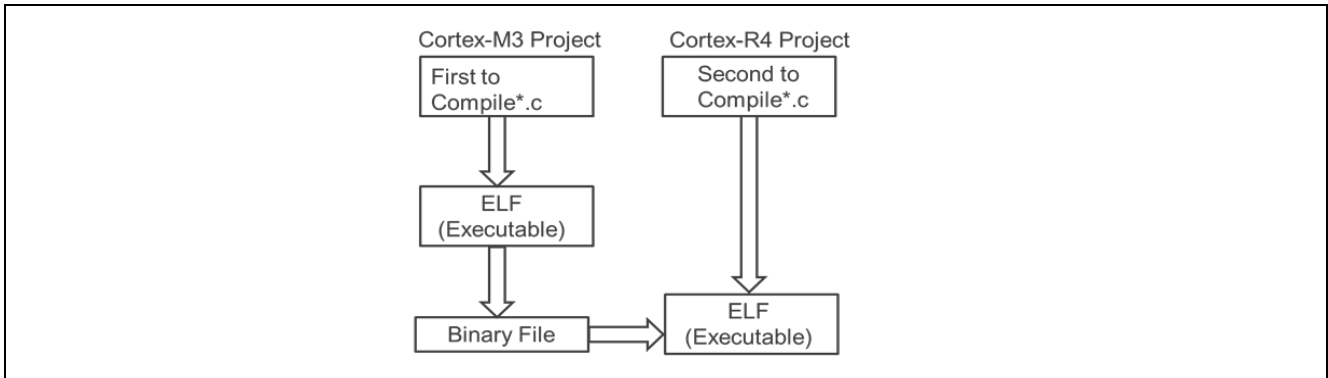


図 3-6 デュアルコア動作のためのソフトウェア処理

Cortex-M3 プロジェクトは Cortex-R4 プロジェクトに含まれているバイナリファイルに変換されます。サンプルプロジェクトではその設定がすでに用意されています。EWARM メニューバーの「Project」->「Options...」を順にクリックすると、図 3-7 の「Option」画面が開きます。「Linker」と「Debugger」項目にて、Cortex-M3 プロジェクトとの関連設定内容を確認することができます。

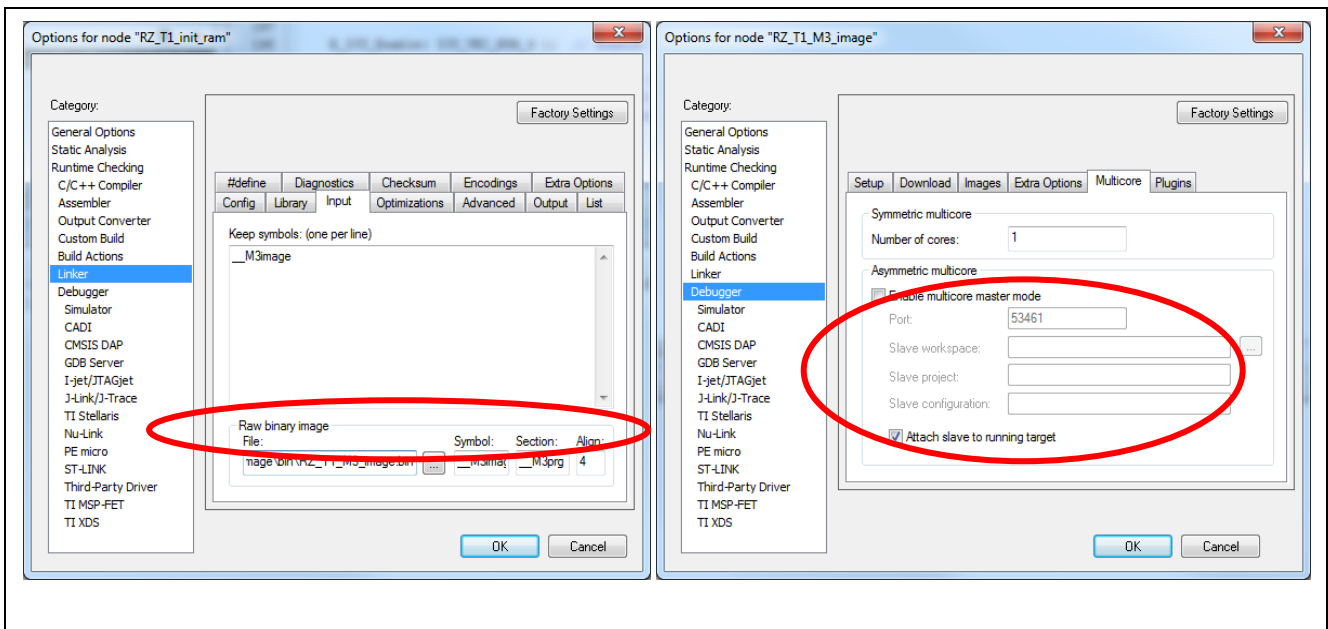


図 3-7 デュアルコアプロジェクトの「Linker」と「Debugger」オプション

これらの設定では、Cortex-M3 のプログラムは Cortex-R4 のプログラムコード内に組み込まれており、Cortex-R4 はそのコードを初期化処理の一部として、Cortex-M3 用の拡張内蔵 SRAM にコピーします。またリセット解除後は、Cortex-M3 コアはリセット状態を保持します。リセット解除を行うためには、以下のように SWRR2 レジスタの値を Cortex-R4 より設定する必要があります。

```
Core wake up.  
#ifdef DUAL_CORE  
  
    /* release M3 */  
    SYSTEM.PRCR.LONG = 0x0000A502U;  
    SYSTEM.SWRR2.LONG = 0;  
  
#endif
```

上記コードは、Cortex-R4 のプログラムコードに含まれており、main 関数 (init_main.c) の先頭に記述されています。

【注】 IAR EWARM のバージョン 7.80.x 以降をご使用の場合、プロジェクトオプション設定の「Debugger」->「Multicore」タブの中に新たに追加されている「Attach slave to running target」（スレーブを実行中のターゲットにアタッチ）の項目にチェックが入っていることを確認してください。チェックされていない場合はチェックを入れて、「OK」ボタンをクリックしてください。

3.3 QSPI フラッシュ関連の変更点

IAR EWARM では、外付けフラッシュメモリへ書き込むためのフラッシュダウンロード機能を有しますが、対象のフラッシュメモリの仕様によってはオプション設定の変更が必要となります。例えば、RZ/T1 RSK+評価ボードと本ソリューションキットボードは QSPI フラッシュの容量が異なります。RZ/T1 RSK+評価ボードは 512M-bit、本ソリューションキットボードは 256M-bit です。このため、本ソリューションキットボードでは、IAR EWARM インストール時に RZ/T1 RSK+評価ボードに提供されるフラッシュローダファイルを使用することができません。

本ソリューションキット付属の CD には、「IAR.EWARM.flashloader.support」ディレクトリに 4 つのフラッシュダウンロード用ファイルが収められています。これらのファイルを IAR EWARM インストールディレクトリにコピーする必要があります。IAR EWARM のインストール先がデフォルトで選択されている場合、以下の場所に格納されます。

C:\Program Files (x86)\IAR Systems\Embedded Workbench 8.0\arm\config\flashloader\Renesas

コピーされたファイルは、本ソリューションキットボード用「RZ_T1_init_serial_boot」プロジェクトのビルド時に使用します。ビルドの過程で適切なフラッシュサポートファイルが使用されるように、一部のプロジェクト設定を変更する必要があります。

「Workspace」画面で、「RZ_T1_init_serial_boot」タブを開き、「Debug Dualcore」を選択します（画面は図 3-5 に類似）。EWARM のプロジェクトオプションを開き、「Debugger」->「Download」タブを選択し、図 3-8 に示すような設定変更を行います。そこでは、「Use flash loader(s)」と「Override default .board file」のボックスにチェックが入っていることと、またボードファイルのパスが本ソリューションキットボード用のフラッシュサポートファイルが格納されているフォルダを指していることを確認します。

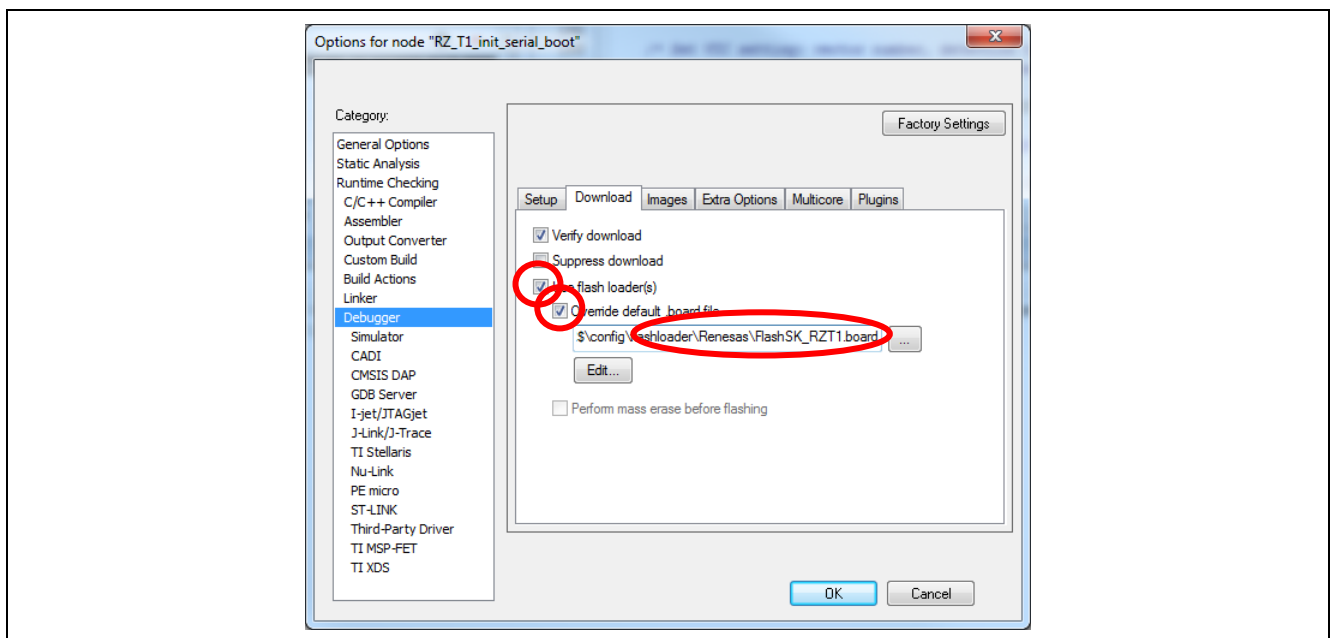


図 3-8 デバッガダウンロードオプションの設定変更

また、図 3-9 に示すように、「Options」->「Debugger」->「Setup」タブにて .mac ファイルを変更する必要があります。前述の設定変更と同様に、IAR EWARM ファイル構造プロジェクトの .mac ファイルを、LED 点滅プロジェクトなど本ソリューションキットボードを対象とするプロジェクトに使用、設定する必要があります。

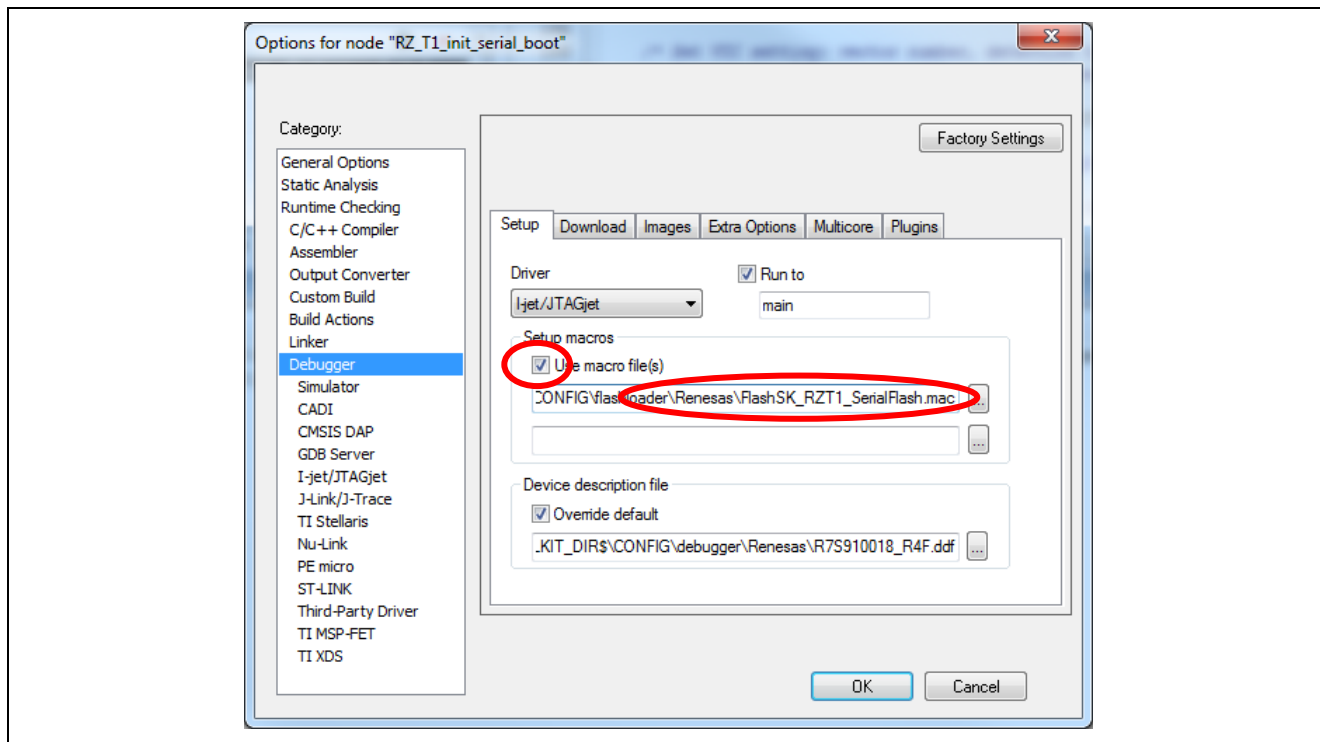


図 3-9 デバッガセットアップオプションの変更

3.4 デュアルコアのデバッグ実行

IAR EWARM の「Download and Debug」をクリックすることで、プログラムコードをターゲット（※使用するプロジェクトがフラッシュダウンロード版「RZ_T1_init_serial_boot」の場合は QSPI フラッシュ、RAM 実行版「RZ_T1_init_ram」の場合は RZ/T1 の内蔵 RAM）にダウンロードすることができます。設定の変更に伴い、一部のプロジェクトコンポーネントがリビルトされます。図 3-10 に示すように、ダウンロードの進捗を示すプログレスバーが表示されます。

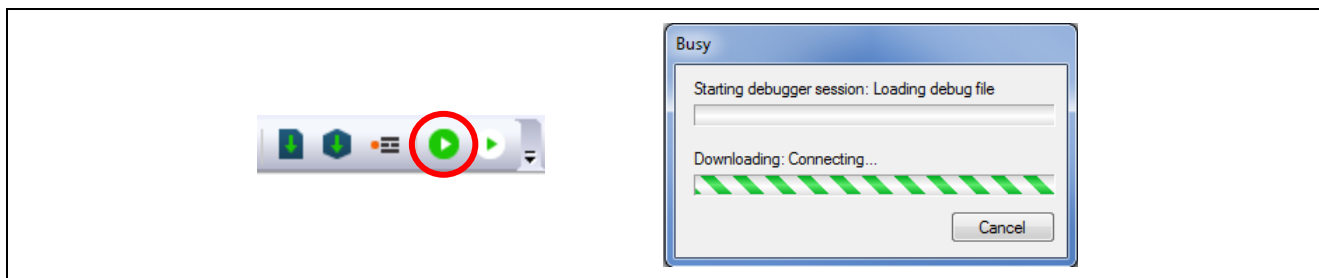


図 3-10 サンプルプロジェクトのダウンロード

図 3-7 で指定したオプションが有効な場合、2 つ目の IAR EWARM が、RZ/T1 の Cortex-M3 コア用の「Slave」として自動的に立ち上がり、元のウィンドウは RZ/T1 の Cortex-R4 コア用の「Master」として使用されます。さらに、両方の EWARM に、マルチコアデバッグ専用の同期実行／同期ブレークに対応した制御用アイコンが追加されます。

2つのEWARMは、タイトルバーまたはそれぞれのコアの状態表記により区別することが可能です。図3-11にその例を示します。

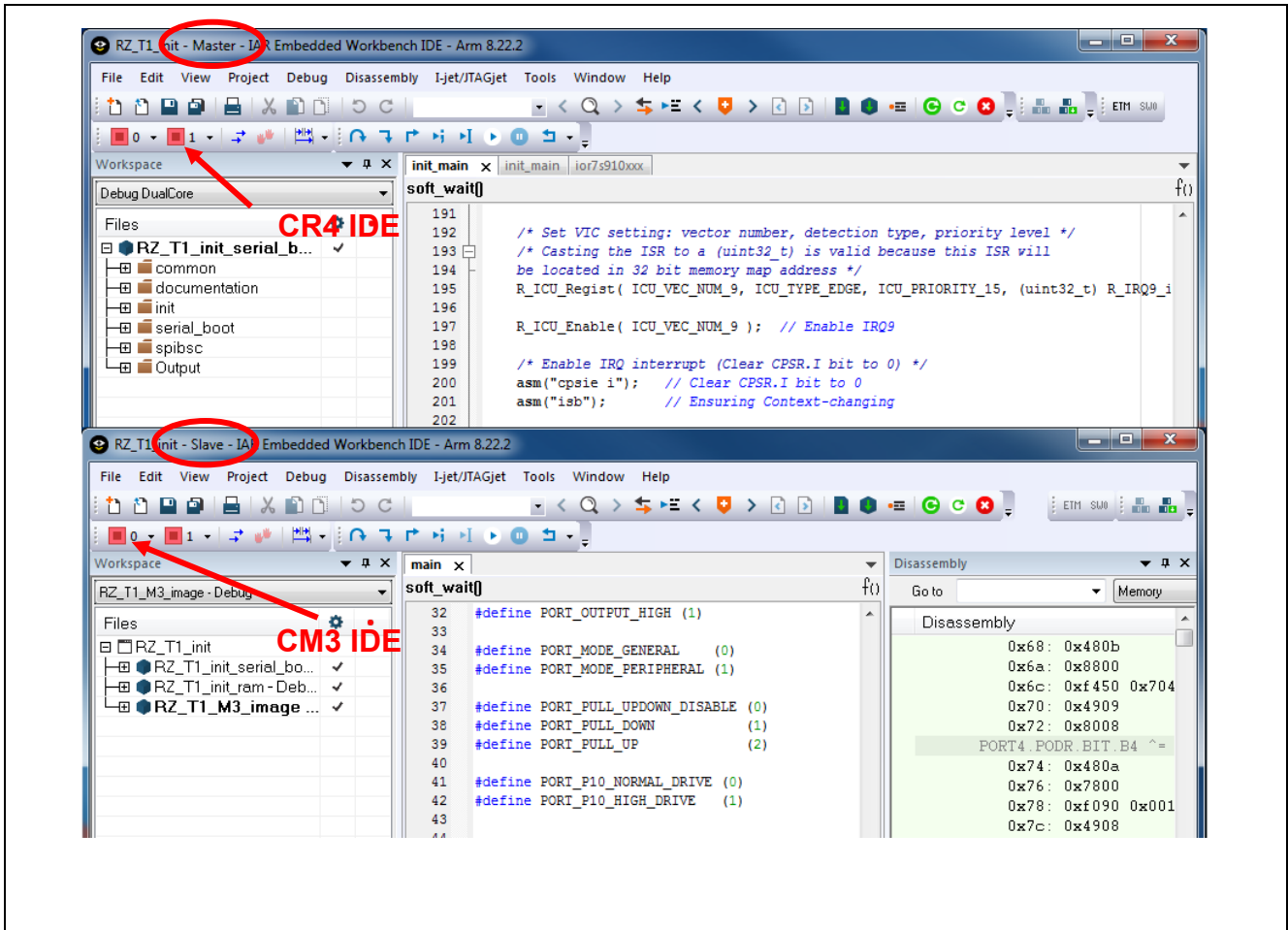


図 3-11 2つのEWARMの区別

図3-14の左側に示す同期実行開始用のアイコン「すべてのコアを開始 (Start all cores)」をクリックし、両方のコアに対し実行開始を行います。同期実行中に両方のコアを停止する場合は、図3-14の右側に示す同期実行停止用のアイコン「すべてのコアを停止 (Stop all cores)」をクリックします。これらの操作は、どちらのコアのEWARMで実施しても問題ありません。

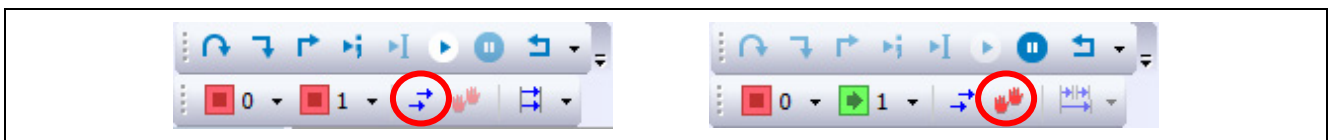


図 3-12 両方のコアでの実行開始および停止

その後、図 3-12 に示した同期実行開始用のアイコンボタン「すべてのコアを開始 (Start all cores)」をもう一度クリックします (これは、RZ/T1 の両方のコアを同期させるために必要です)。このとき、LED9 と LED7 が点滅を開始します。一方で、両方のコアに対しそれぞれブレークポイントを設定することにより、独立した動作確認 (およびデバッグ) を容易に行うことができます。ブレークポイントは、所望のプログラムライン上でダブルクリックすることで簡単に設定することができます。図 3-13 に、各コアに設定されたブレークポイントを示します。

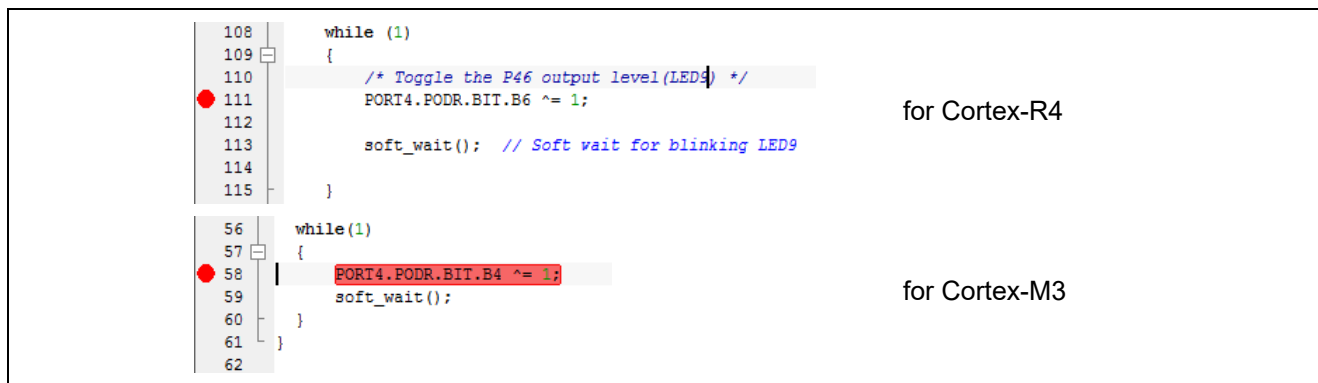


図 3-13 RZ/T1 の各コアにブレークポイントを設定

【注】 ブレークポイントは、各コアに対応するそれぞれの IAR EWARM 上に設定されていることを確認してください。

ブレークポイントを設定し、各コアの動作が停止した後、各コアの動作を個別に再開することで、各コアがそれぞれ制御する LED の点滅を確認することが可能です。図 3-14 は、ブレークポイントで停止した Cortex-R4 コアの状態を示しています。この後、「Go」ボタンをクリックすることで、Cortex-R4 コアのみ動作を再開することができます。

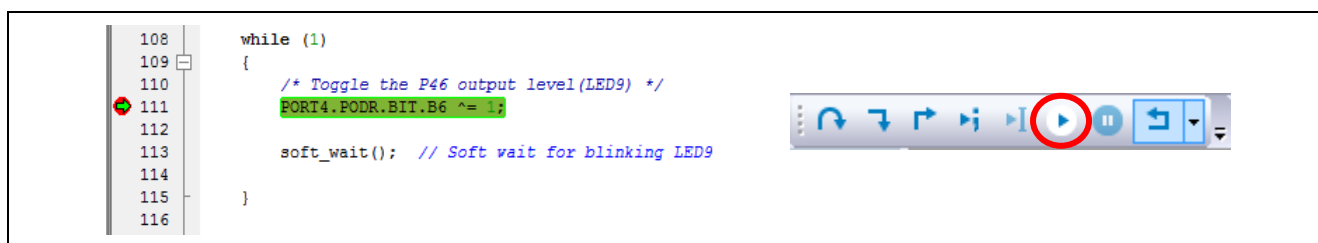


図 3-14 Cortex-R4 (Master) 側 EWARM でのブレークポイント設定および実行開始

4. EtherCAT サンプルプログラムの実行

本章では、EtherCAT サンプルプログラムの実行方法について説明します。プログラムを実行するための準備として、TwinCAT®3 ソフトウェアをインストールする必要があります。このソフトウェアを使用することで、PC を EtherCAT マスタとして扱い、PC のネットワーク接続を利用して EtherCAT スレーブと通信することが可能です。

4.1 TwinCAT®3 のインストール

TwinCAT®3 は簡単な操作でインストールできます。TwinCAT®3 は以下のページからダウンロードできます。

<http://www.beckhoff.com/english/download/tc3-downloads.htm?id=1905053019883865>

スクリーンショット画面や操作方法は、ソフトウェアのバージョンの変更に伴い、予告なく変更される場合があります。上記 URL にアクセスすると、図 4-1 に示す画面が表示されます。

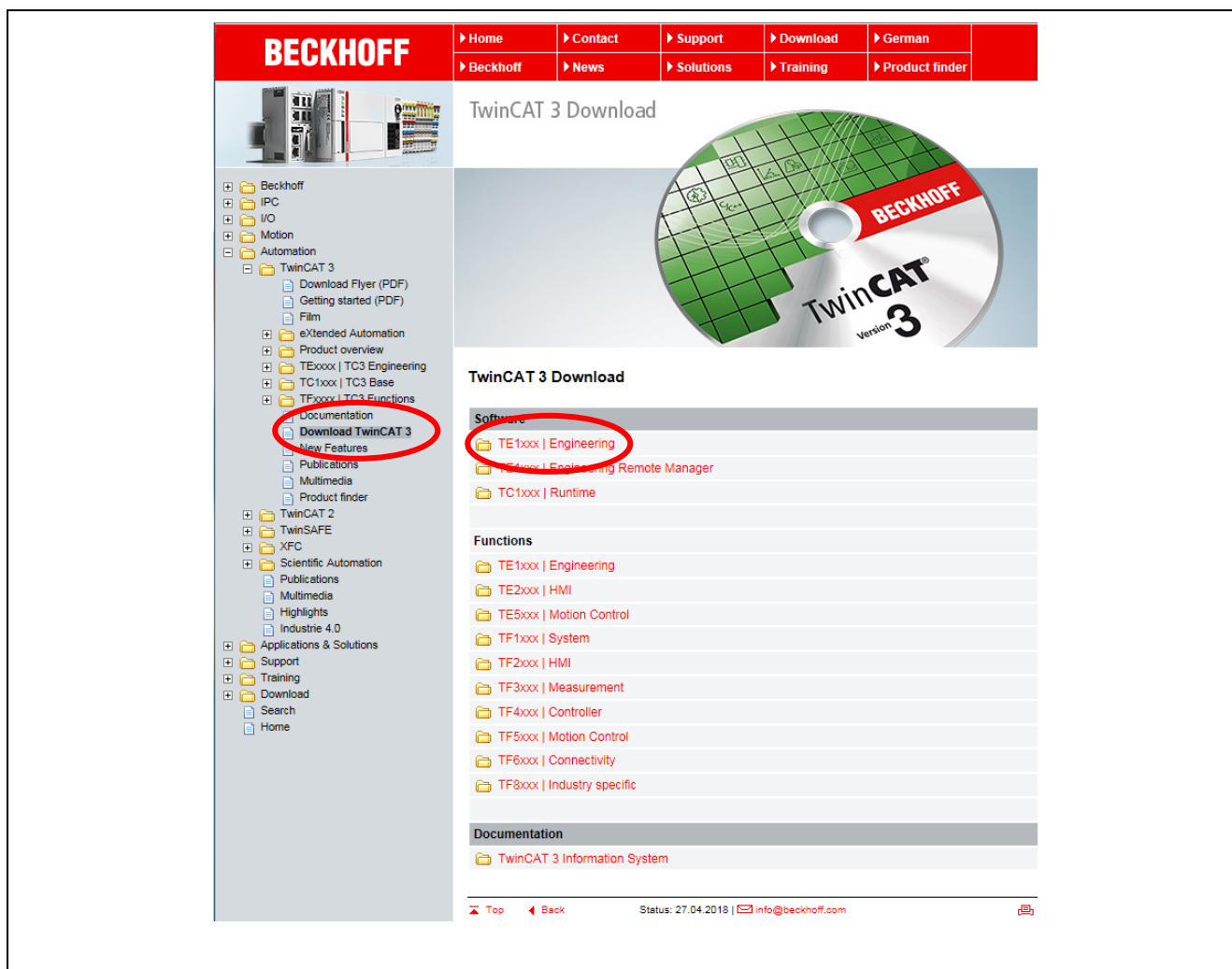


図 4-1 TwinCAT®3 ダウンロードページ

ソフトウェアパッケージ「TE1xxx|Engineering」を選択し、ダウンロードします。ユーザ登録していない場合は、ゲストとして登録し、ダウンロードします。登録は無料です。登録後、ダウンロードページへのリンク先の URL が記載された電子メールが届きます。ダウンロードが完了したら、PC に TwinCAT®3 をインストールします。インストールは各手順に従って行ってください。以下にインストール時の推奨事項を示します。

- インストール時にシリアル番号の入力を要求されますが、シリアル番号のフィールドは空白のまま構いません。
- 「Select Installation Level」ダイアログでは「TwinCAT PLC - IEC 61131-3 PLC System」を選択します。
- 「Select Installation Type」ダイアログでは「30 days demo version」を選択します。(30 日を超えても EtherCAT サンプルプログラムは使用可能です。)
- すべての機能をインストールします。
- インストール先のディレクトリは「C:\TwinCAT」を推奨します。

インストール後、インストールが正常に行われたかどうか確認するため、TwinCAT®3 のネットワークアダプタを選択します。TwinCAT®3 を起動し、スタートアップ画面の「TwinCAT」メニューから「Show Realtime Ethernet Compatible Devices」を選択してください (図 4-2)。

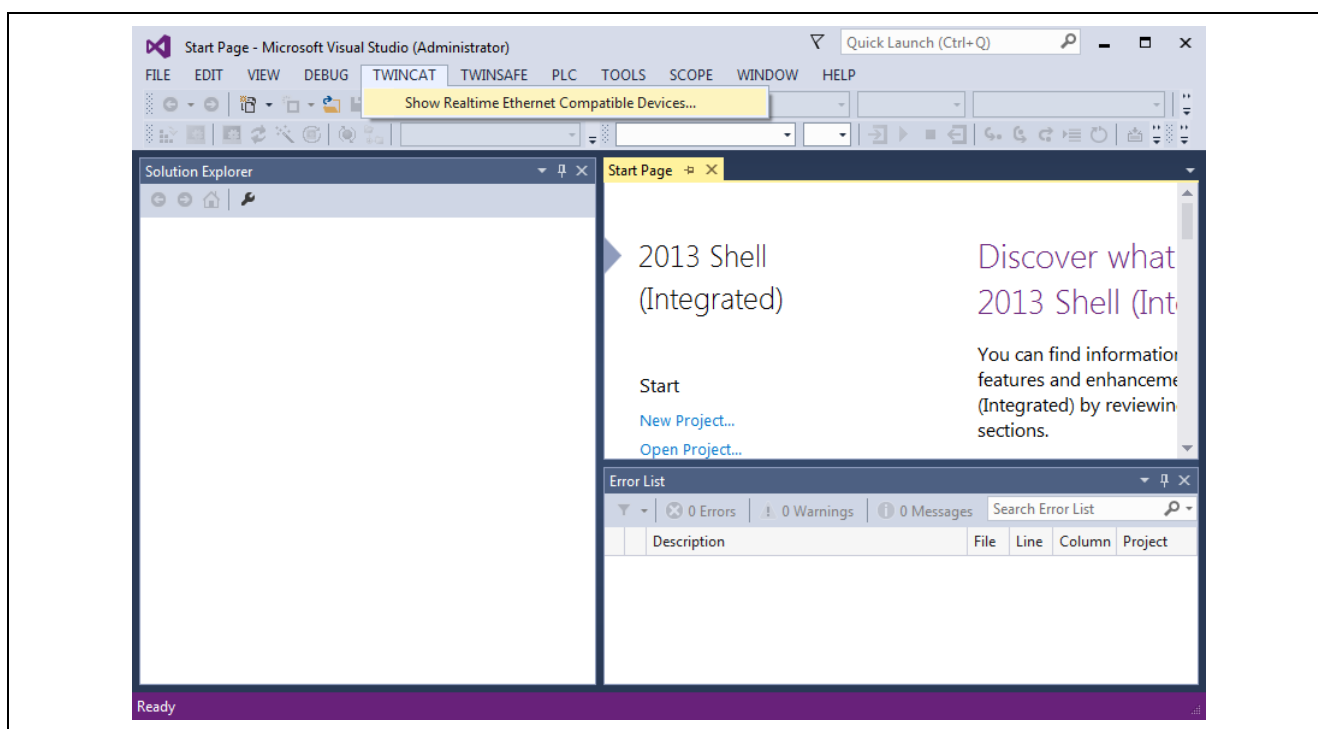


図 4-2 TwinCAT®3 に利用可能なネットワークアダプタの確認

TwinCAT®3 に、お使いの PC 内のネットワークアダプタの一覧がカテゴリ別に表示されます。図 4-3 に示すように、「Compatible devices」以下に利用可能なアダプタが少なくとも 1 種類以上表示されますので、そのうちの 1 つを選択して「Install」をクリックしてください。選択したネットワークアダプタが「Installed and ready to use devices (realtime capable)」以下に移動します。

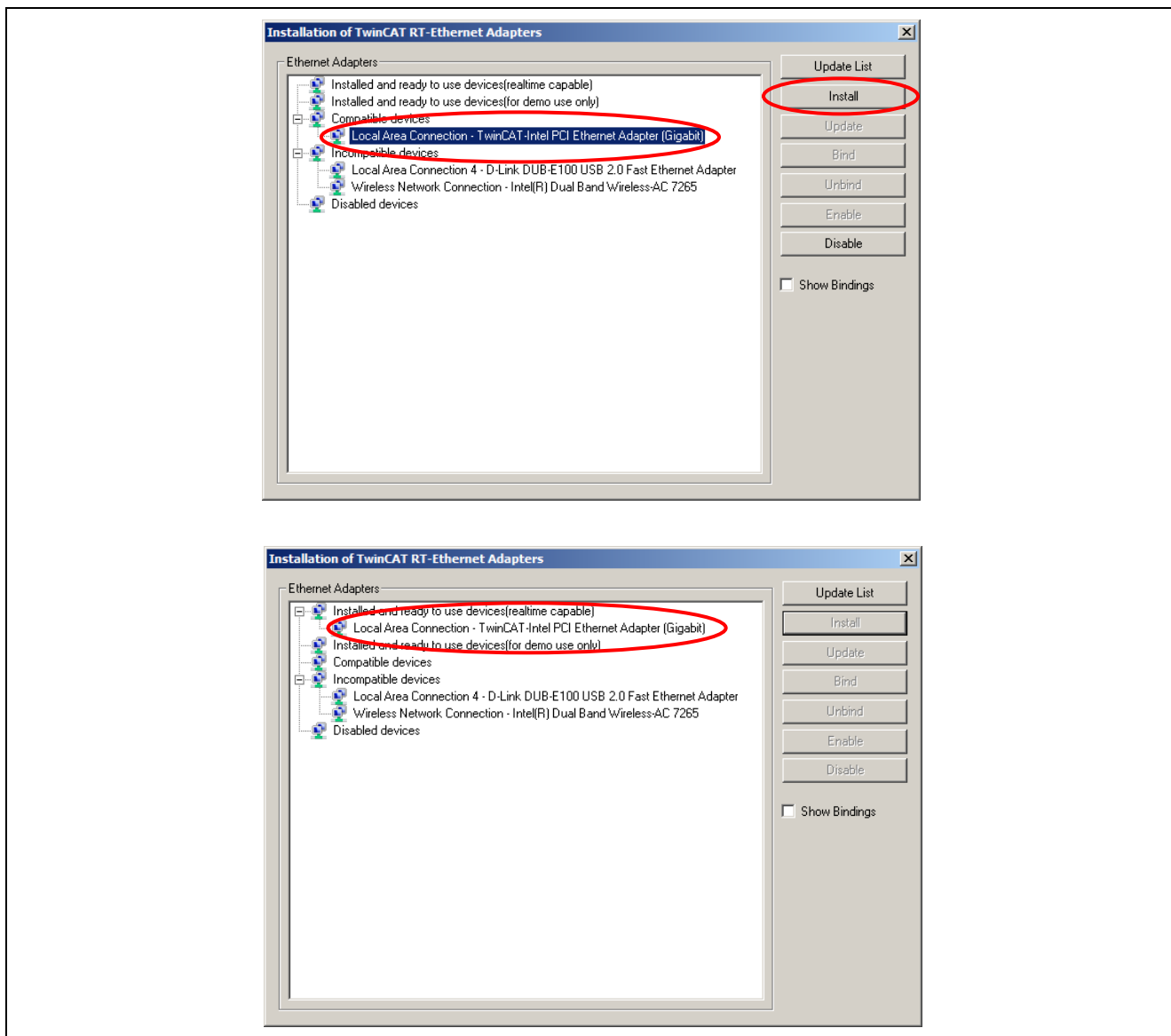


図 4-3 互換ネットワークアダプタの選択

なお、以下に示すように、TwinCAT®3 を起動する際には、管理者権限で実行してください。

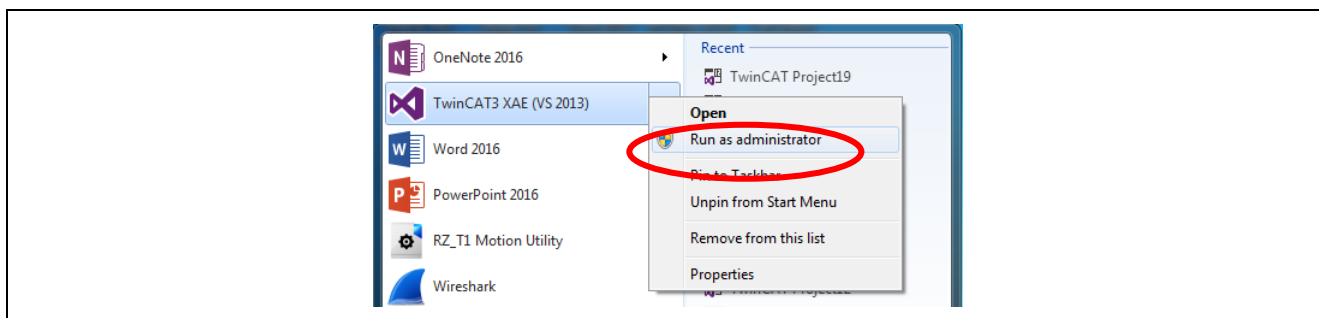


図 4-4 TwinCAT®3 の管理者権限での実行

4.2 EtherCAT スレーブスタックコードの生成

EtherCAT 通信を実行するためには、Beckhoff 社提供の特定のコード生成ツールを使用して EtherCAT スレーブコードを生成する必要があります。スレーブコードの生成は、スレーブのプロパティを記述した「.xml」ファイルをベースに行われます。

はじめに、Beckhoff 社の以下の Web サイトから、SSC ツールをダウンロードします。

<https://www.ethercat.org/en/products/54FA3235E29643BC805BDD807DF199DE.htm>

上記 URL にアクセスすると、図 4-5 に示すページがブラウザに表示されます。ページの一番下にある「SSC Download」をクリックすると、ログイン情報の入力が必要となりますので、最初に EtherCAT Technology Group (ETG) へ Membership 登録を申請してください。なお、Membership 登録は無料です。

The screenshot shows the product page for the EtherCAT Slave Stack Code (SSC) ET9300. The page features the EtherCAT Technology Group logo at the top left. Below the logo is a navigation bar with tabs for HOME, NEWS, EVENTS, PRESS, CONTACT, and MEMBER AREA. The main content area includes a breadcrumb trail: Development Systems, Tools > Slave Stacks. The title is 'EtherCAT Slave Stack Code (SSC) ET9300'. The description states: 'The EtherCAT Slave Stack Code (SSC) is an example source code in ANSI C supporting both the µC and the SPI interface. The code serves as a development base for implementation of EtherCAT in devices with own processor.' A 'Features' section lists capabilities such as EtherCAT handling, ESM, DC, Mailbox, and various protocols (CoE, FoE, EoE, SoE, AoE). A red circle highlights the text: 'The Slave Stack Code can be requested for free via the following link: → SSC Download'. On the right side, there is a 'Company' section for Beckhoff and a 'Further Information' section with links to design guides, code downloads, and evaluation kits.

図 4-5 EtherCAT スレーブコードのダウンロード

インストール後、SSC ツールを起動し、「File」メニューから「New」を選択します。「Import」をクリックすると（図 4-6 の 1）、SSC ツールで使用する設定ファイルを参照できます。ここでは、以下のディレクトリの EtherCAT サンプルプログラムのファイル構造にある「Renesas_RZT1_config.xml」ファイルを使用します。

```
...\\an-r01an3071jj0110-rzt1-ethercat\workspace\icarm\Cortex-M3\Device\Renesas\RIN_Engine\Source\
Project_Dual\EtherCAT_SSC_DC+hwas\RenesasSDK\CONFIG
```

「New Project」ダイアログが図 4-6 のような表示になります。

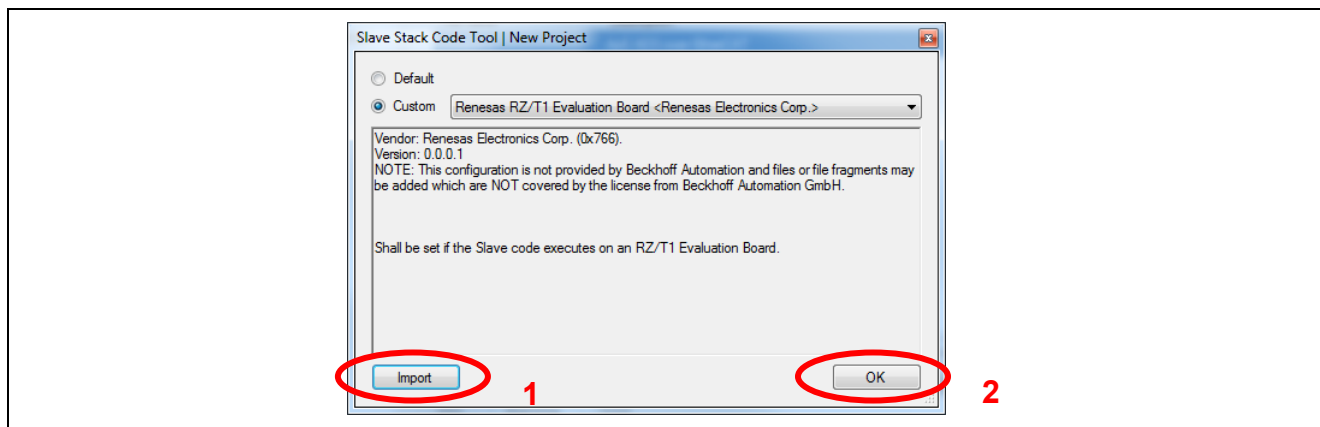


図 4-6 SSC ツール設定ファイルのインポート

「OK」をクリックすると（図 4-6 の 2）、「renesashw.c」ファイルをプロジェクトに追加するよう求められます。このファイルは、以下のディレクトリにあります。

```
...\workspace\icarm\Cortex-M3\Device\Renesas\RIN_Engine\  
Source\Project_Dual\EtherCAT_SSC_DC+hvos\RenesasSDK
```

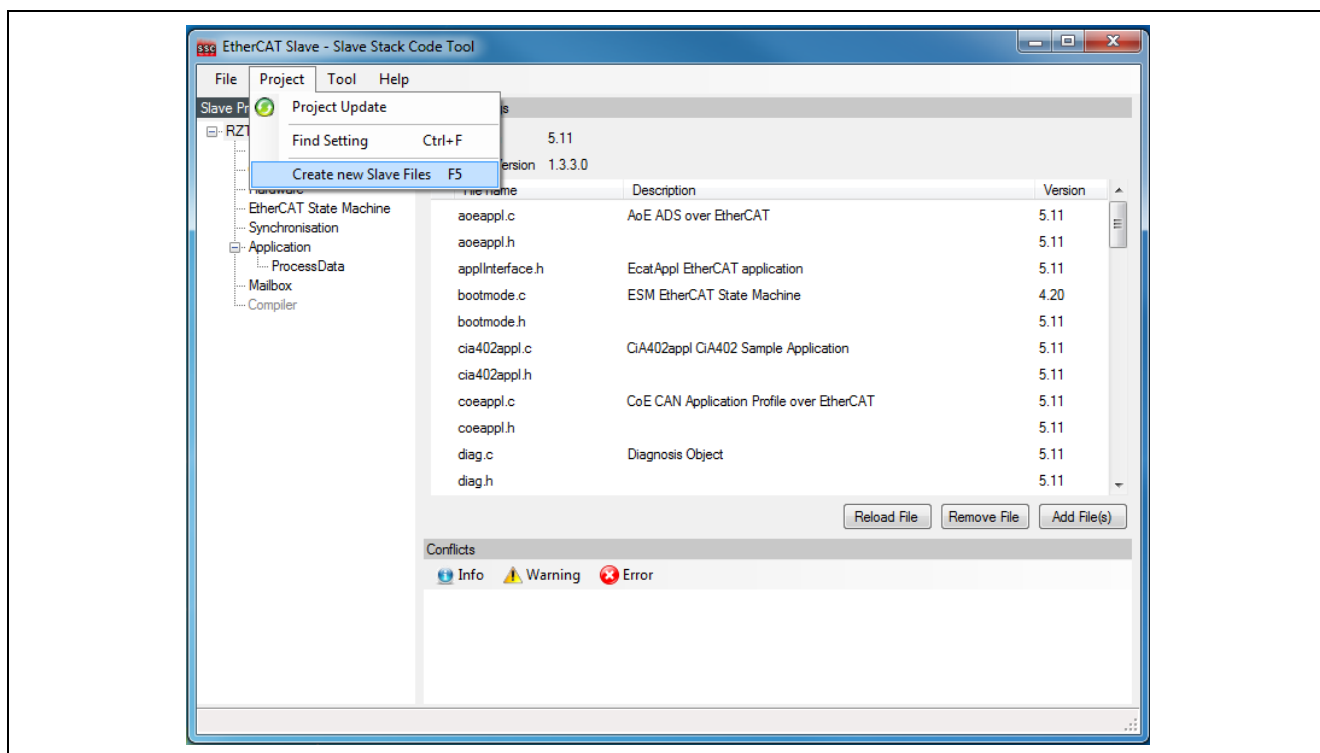


図 4-7 EtherCAT スレーブスタックコードの生成

「Project」->「Create new Slave Files」を選択し（図 4-7）、「Start」をクリックすると、EtherCAT スレーブスタックコードが生成されます。画面に「New files created successfully」と表示され、プロジェクトを保存するよう求められます。

ここまでの設定で、IAR EWARM 上で EtherCAT プロジェクトを実行するための準備は完了です。

最後に、Cortex-M3 コア用のプロジェクトをコンパイルするために必要なファイルを生成します。以下のディレクトリパスにあるワークスペースファイル「main.eww」をダブルクリックして、Cortex-M3 コア用のプロジェクトを開き、プロジェクトをビルドします。

```
...\\an-r01an3071ejxxx-rzt1-ethercat\workspace\icarm\Cortex-M3\Device\Renesas\RIN_Engine\Source
\Project_Dual\EtherCAT_SSC_DC+hvos
```

これで、Cortex-M3 用のバイナリファイルが生成されます。

図 4-8 に、Cortex-M3 用のバイナリファイルが Cortex-R4 のプロジェクトにどのように統合されるかを示します。

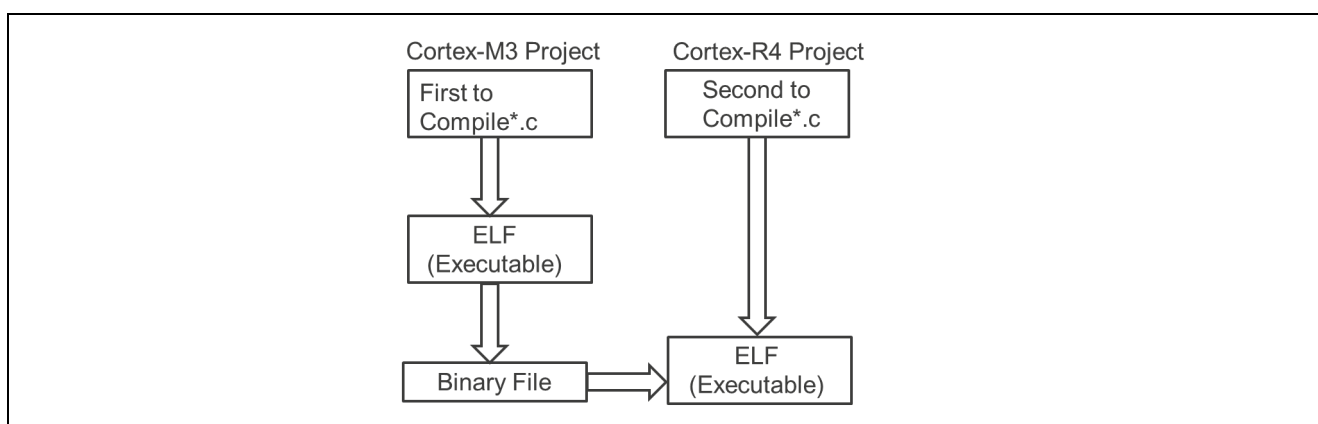


図 4-8 Cortex-R4 プロジェクトへの Cortex-M3 コード統合

【注】 本章で使用されているサンプルコードは、本ソリューションキットボードとは別の RZ/T1 評価ボードである RZ/T1 RSK+評価ボード用の、変更を加えていないサンプルコードです。本ソリューションキットボードにプロジェクトを適用するには、付属の CD に収録されている「main.c」ファイルを以下のディレクトリにコピーしてください。

```
...\\an-r01an3071ej0100-rzt1-ethercat\workspace\icarm\Cortex-R4\EtherCAT_SSC_DC\src\sample
```

その後、以下のディレクトリパスにあるワークスペースファイル「RZ_T1_shm_boot.eww」をダブルクリックして、Cortex-R4 用のプロジェクトを開きます。

```
...\\an-r01an3071ej0100-rzt1-ethercat\workspace\icarm\Cortex-R4\EtherCAT_SSC_DC
```

「RZ_T1_SHM_serial_boot」を選択し、ファイルをコンパイル後、ターゲットにダウンロードし、プログラムの実行を開始します。このとき、RZ/T1 ソリューションキットボードのイーサネットポートがお使いの PC の TwinCAT®3 用のネットワークアダプタに接続されていることを確認してください。選択したイーサネットポートによって、「LA P12」または「LA P13」の LED が数秒後に点滅を開始します。

次に、RZ/T1 を EtherCAT スレーブデバイスとして制御するために TwinCAT®3 を設定する方法を説明します。

はじめに、TwinCAT®3 を起動します。プログラムが開始されたら、「File」メニューから「New」->「Project」を選択します。「New Project」ダイアログで、「TwinCAT XAE Project」を選択し、「OK」をクリックします。

次に、ネットワーク上の EtherCAT デバイスを TwinCAT®3 ソフトウェアに取り込みます。「RZT1-R EtherCAT demo [DC].xml」ファイルを、以下のディレクトリから「...C:\TwinCAT\Io\EtherCAT」にコピーします。

```
...an-r01an3071jj0110-rzt1-ethercat\workspace\icarm\Cortex-M3\Device\Renesas\RIN_Engine\  
Source\Project_Dual\EtherCAT_SSC_DC+hvos\RenesasSDK\ESI_File
```

続いて、図 4-9 に示すように、「TWINCAT」メニューから「EtherCAT Devices」->「Reload Device Descriptions」を選択します。

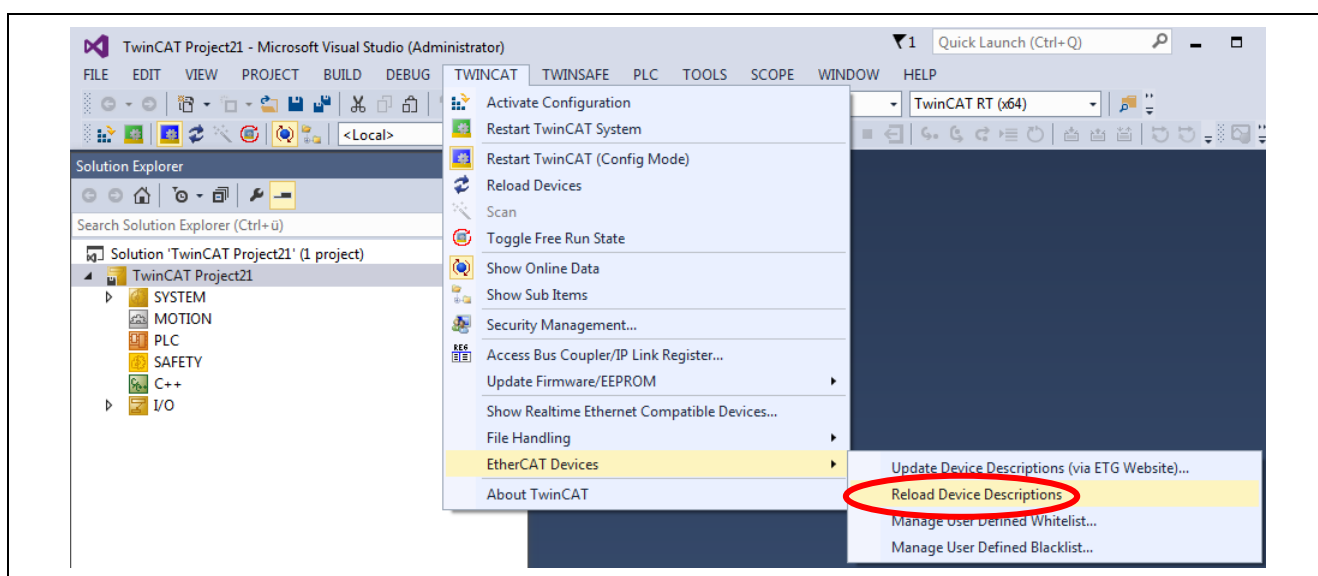


図 4-9 .ESI ファイルのリロード

次に、図 4-10 に示すように、「I/O」を展開して「Devices」を選択し、右クリックで「Scan」を選択します。TwinCAT®3 により、PC のネットワークポートに接続されている EtherCAT デバイスが検索されます。

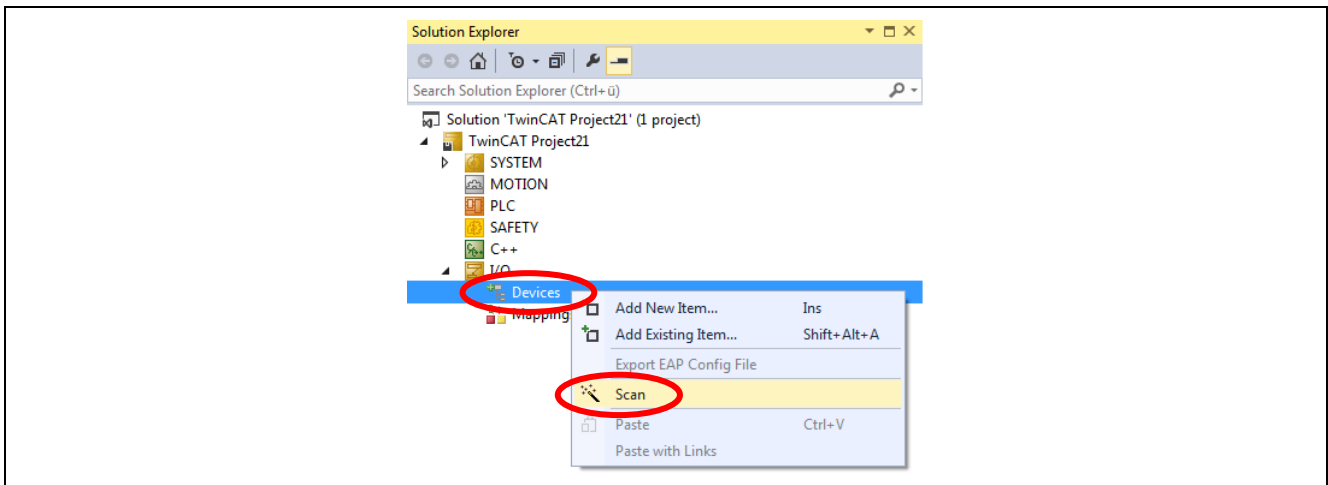


図 4-10 「Scan Devices」機能の選択

TwinCAT®3にて新しいデバイスを発見した場合、その旨を通知するダイアログが起ち上がります。新しいデバイスを選択し、「OK」をクリックします。ここで、TwinCAT®3より、「Scan for boxes」（ボックスのスキャン）を行うかどうか訊かれますので、「Yes」をクリックします。なお、継続してワーニングが発生した場合も「OK」をクリックしてください。

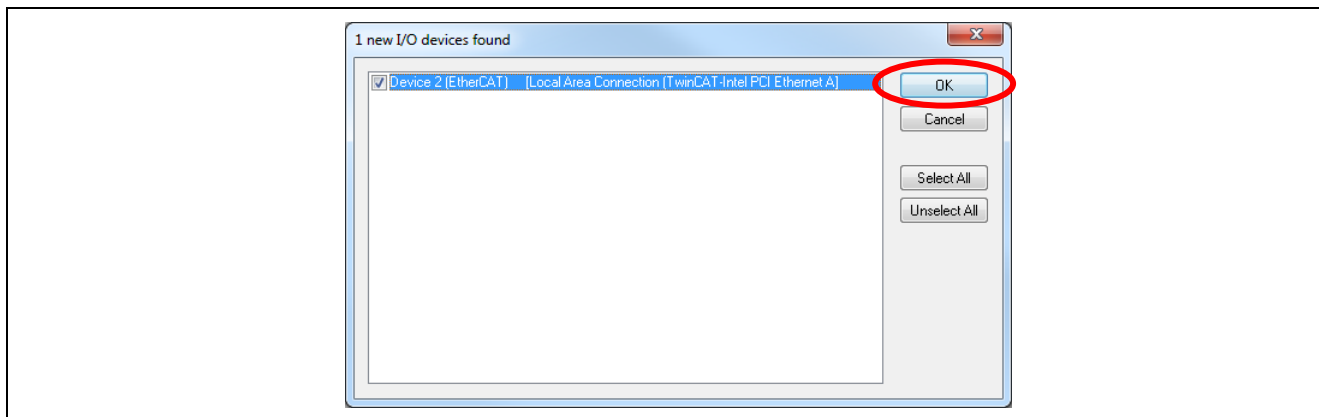


図 4-11 デバイス検索結果の表示ダイアログ

SW から設定を求められたら、「NC」を選択します。最後に、図 4-12 に示すように、「Free Run」オプションを有効にするため「Yes」を選択します。

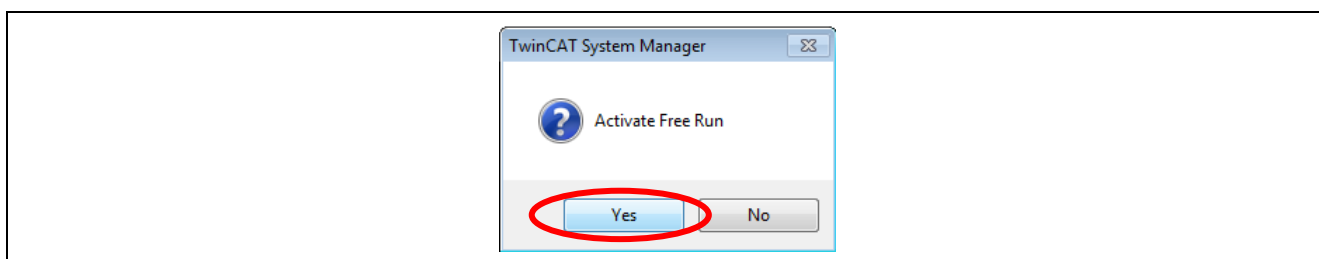


図 4-12 「Free Run」オプションの実行

TwinCAT®3の「Error List」画面にエラーメッセージが表示されます。また、RZ/T1ソリューションキットボード上のEtherCATに関連したLEDが、エラーを知らせます。

次に、以下に示すスクリーン画面にて、E²PROM の初期化方法を説明します。EtherCAT スレーブデバイスは、E²PROM に識別データを保持します。識別を適切に行うために、E²PROM は初期化を一度行う必要があります。

TwinCAT[®]3 System Manager にて、先ほど実施した「Scan for boxes」（ボックスのスキャン）プロセスで発見された新しい「Box」をダブルクリックします。すると、TwinCAT[®]3 上で、新しい画面に複数のタブが表示されます。図 4-13 に示すように、「EtherCAT」タブ内の「Advanced Settings...」を選択します。

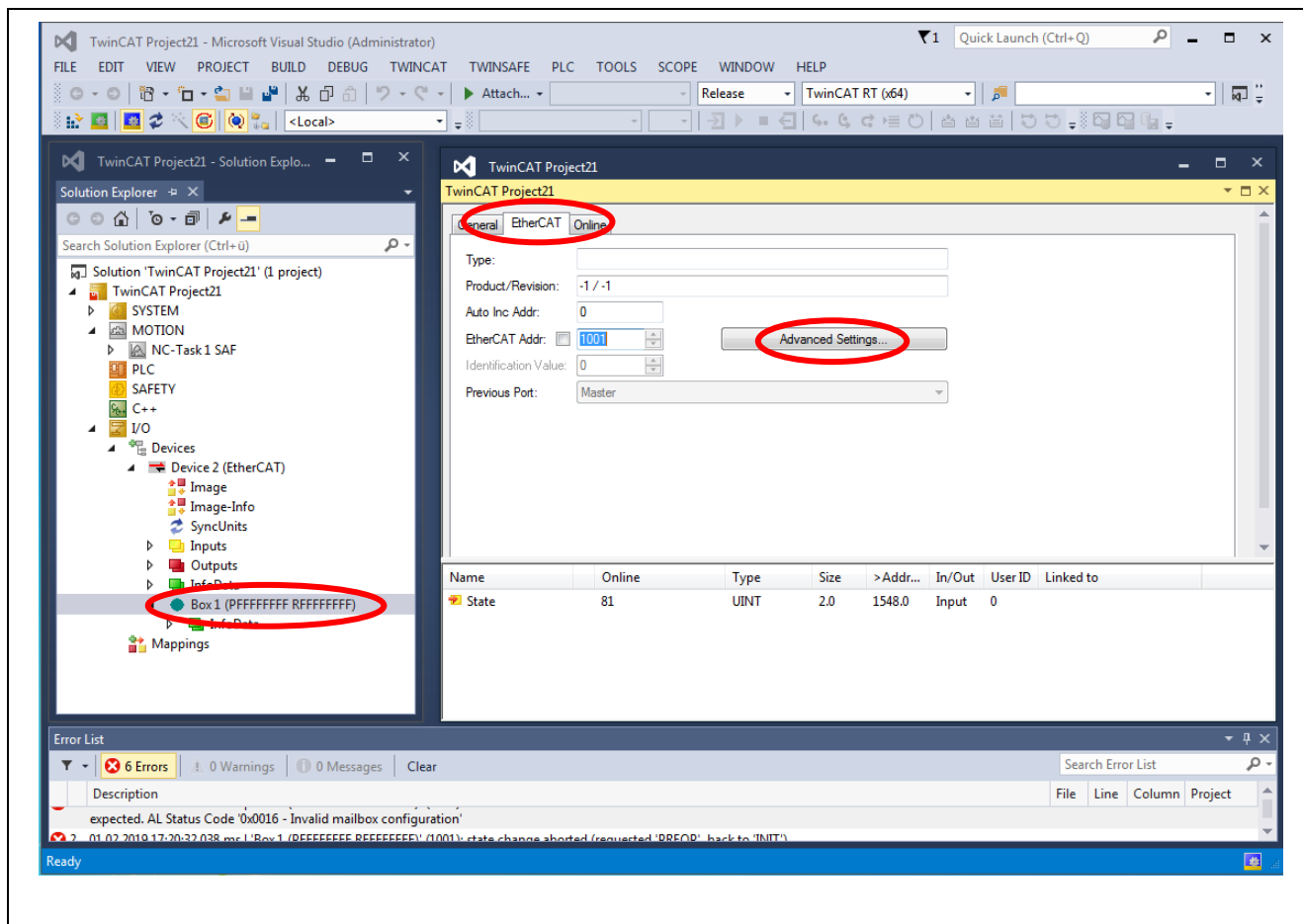
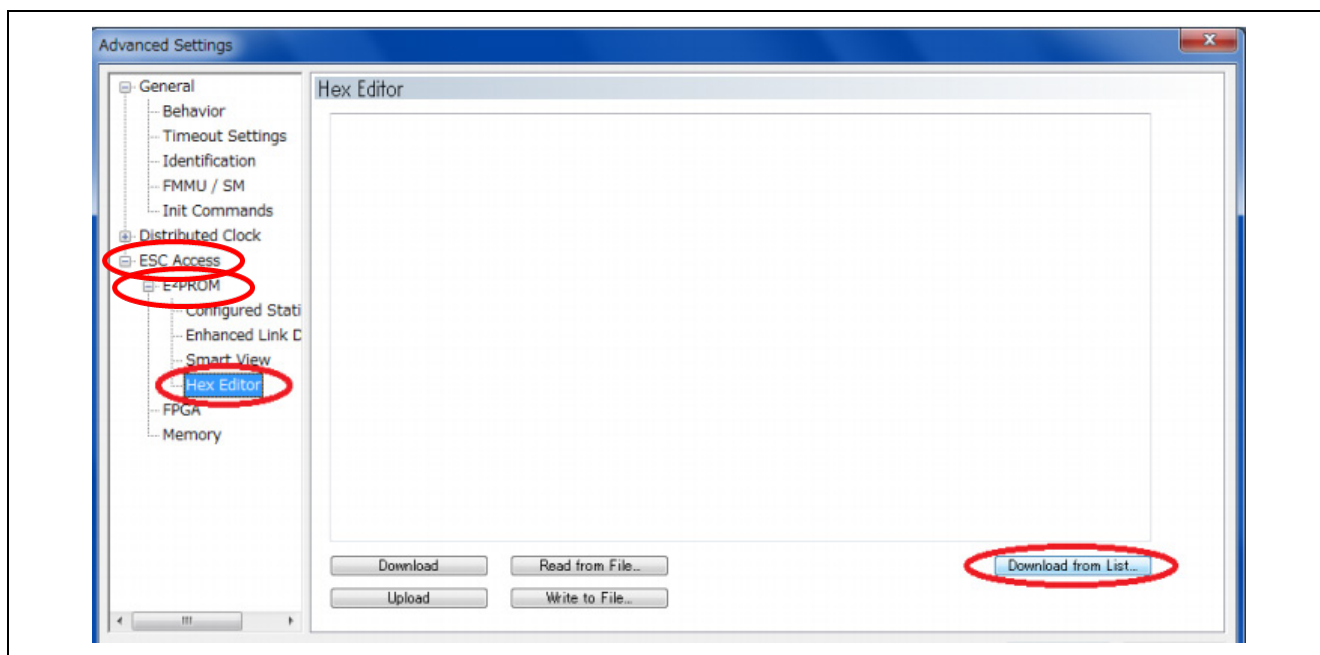


図 4-13 E²PROM 初期化の準備 (1)

「Advanced Settings」のダイアログが表示されたら、図 4-14 に示すように、「ESC Access」の「E²PROM」を展開し、「Hex Editor」を選択した後、「Download from List...」をクリックします。

図 4-14 E²PROM 初期化の準備 (2)

ここで、E²PROM へのダウンロードを可能にするオプションを設定します。オプションから「RZ/T1-R EtherCAT demo [DC]」を選択し、「OK」をクリックします。

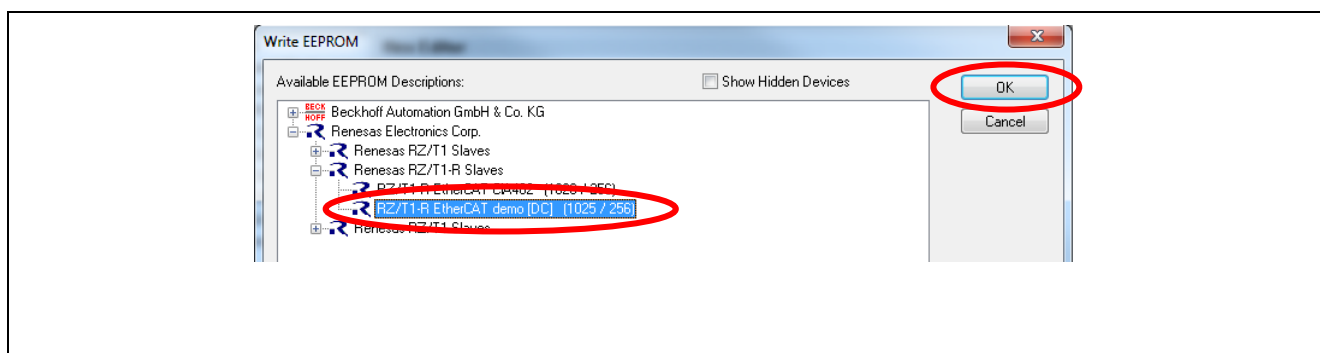


図 4-15 ダウンロードオプションの選択

選択された E²PROM の内容がダウンロードされたら、E²PROM の準備は完了です。

ここで、適切な識別データで新しいデバイスを表示するために、「Scan Devices」プロセスを再度実行します。図 4-16 に示す手順に従って、「Devices」を展開したときに表示される「Device n」をスキャンします。続いて、図 4-17 に示すように、「Copy All」をクリックして、新しいボックスを「Configured items」のリストにコピーし、「OK」をクリックします。

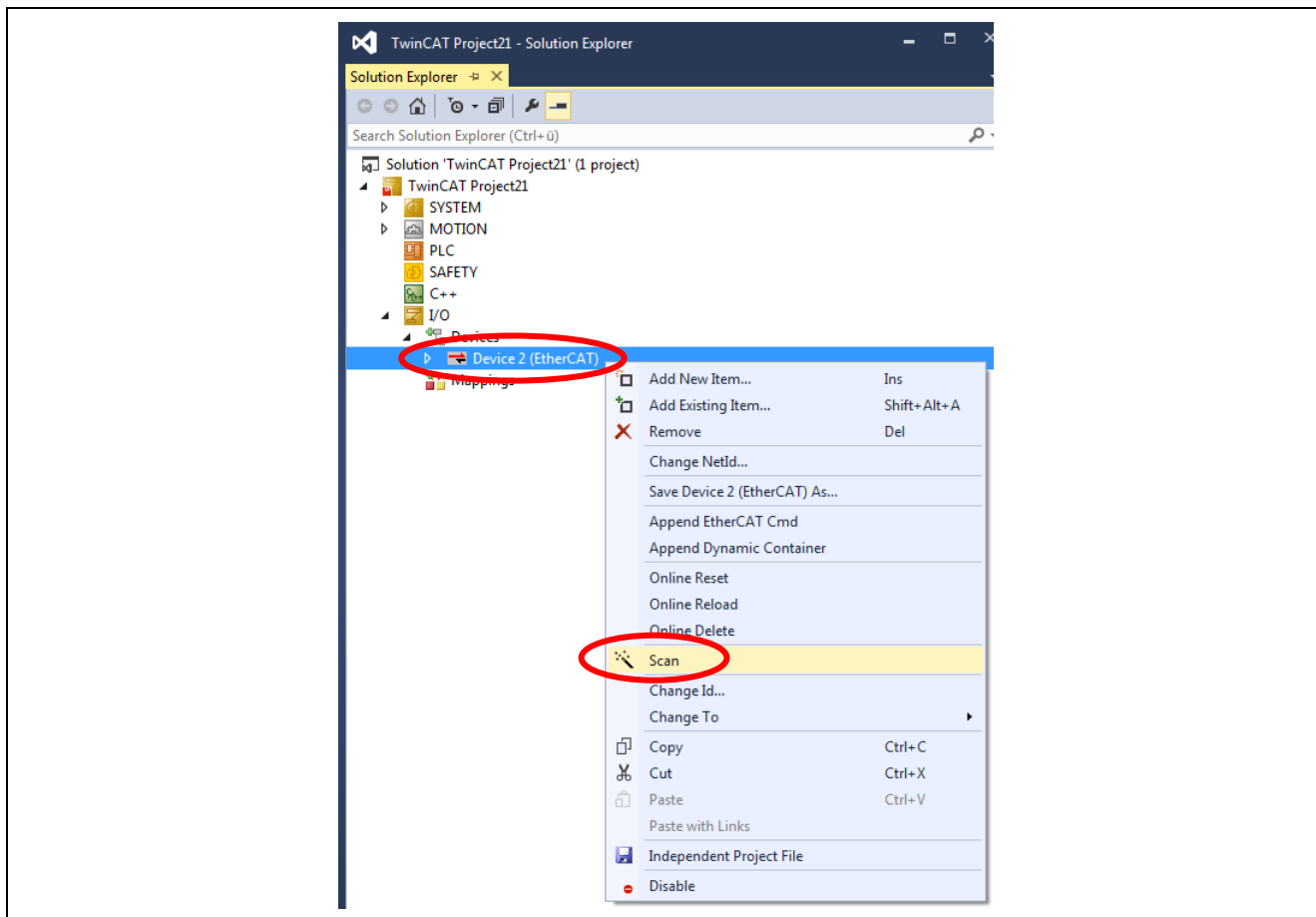


図 4-16 「Scan Devices」の再実行

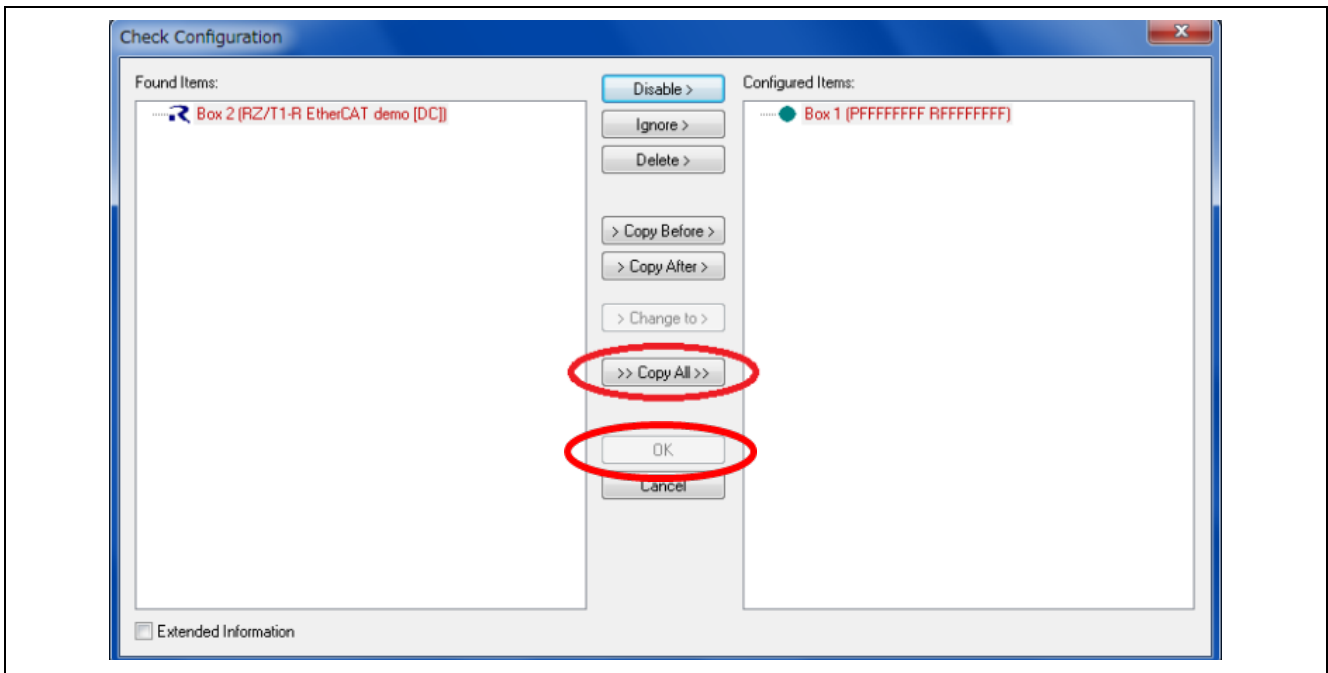


図 4-17 実際のネットワークに新しいボックスをコピー

TwinCAT®3 System Manager のディレクトリツリーに新しいボックスが表示されます。図 4-18 に示すように、新しいボックスを選択して、「Online」タブにて「OP」（動作可能）状態であるか確認します。

動作可能状態ではない場合、「TWINCAT」メニューから「Restart TwinCAT (Config Mode)」を選択し、I/O デバイスをロードするため再度「Yes」をクリックし、さらに Free Run を有効にするために「Yes」をクリックします。

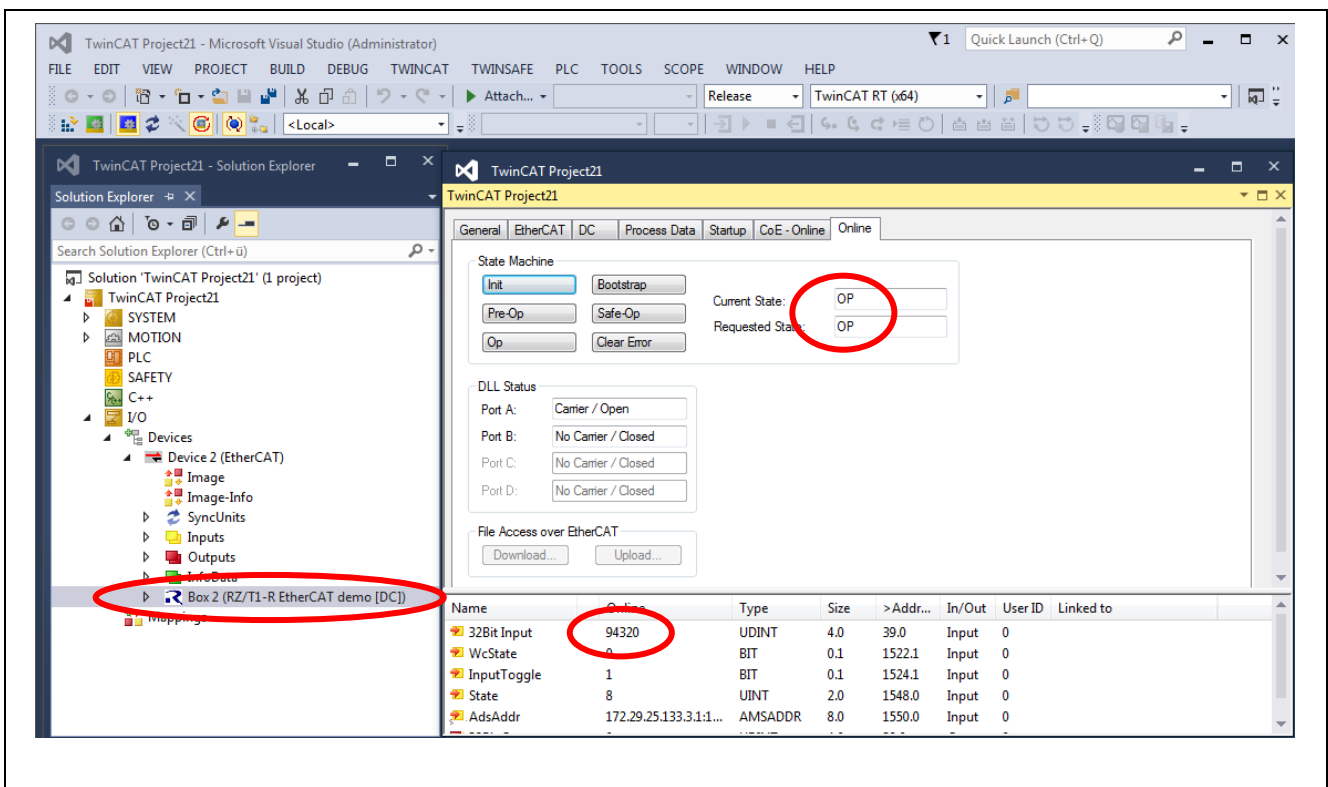


図 4-18 新しいボックスの状態確認

EtherCAT ネットワークが作動し、PC 上で実行中の TwinCAT®3 と RZ/T1 上で実行中の EtherCAT スレーブとの間でデータ交換が可能になります。これは、「Online」画面（このカウンタは実際には RZ/T1 上で動作する）に表示される 32 ビット入力値で確認することができます。また、EtherCAT スレーブに出力されるデータを変更することで確認することも可能です。

そのためには、TwinCAT®3 にて、スレーブとしての RZ/T1 を示すボックスを展開し、データ出力プロセス「RxPDO」を展開して「32Bit Output」を選択します。以下の図に示すように、「Online」タブの「Write」ボタンをクリックして表示される「Set Value Dialog」画面にて、4 ビットの値を入力します。

すべての設定が正しく行われた場合、「RxPDO」->「32Bit Output」を選択して値を変更することで、スレーブデバイスへの出力を変更することが可能です。

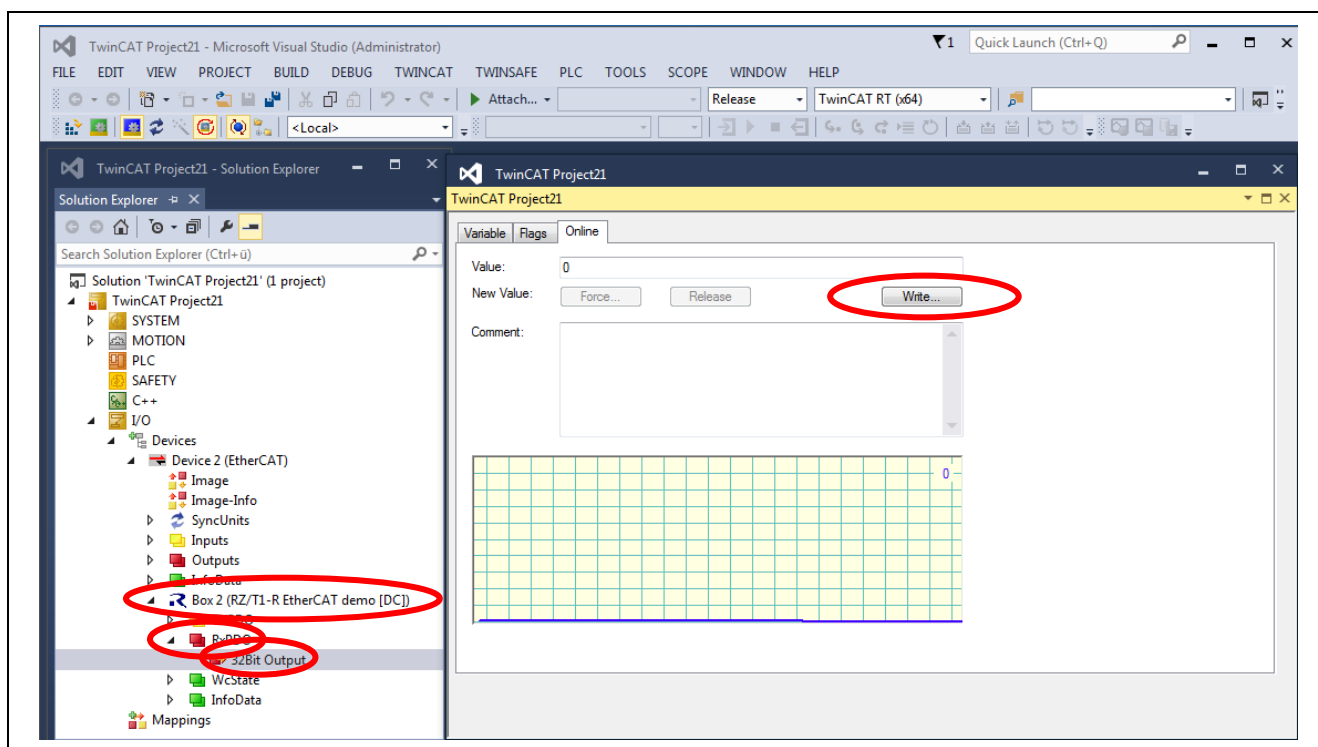


図 4-19 EtherCAT スレーブデバイスへのデータ書き込み

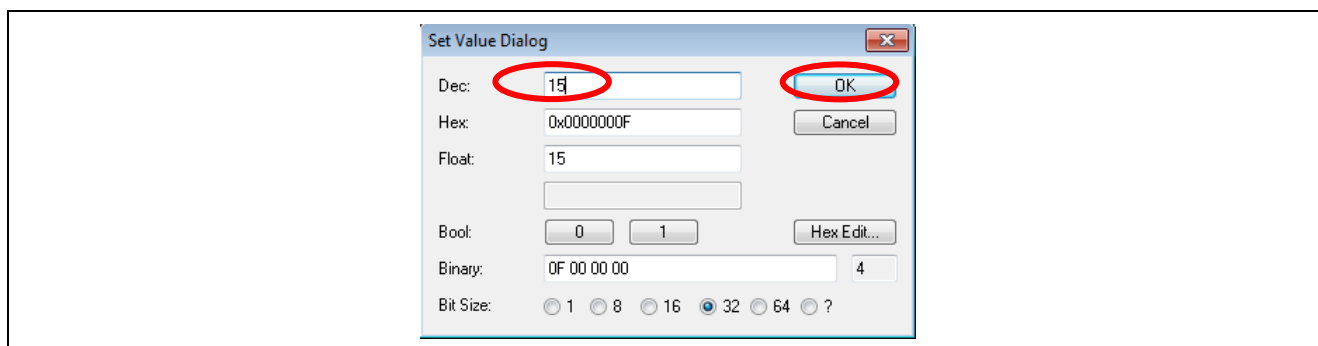


図 4-20 EtherCAT スレーブデバイスへの書き込み値の設定

図 4-20 に示すように、書き込み値を 15 にした場合、本ソリューションキットボード上の LED13～LED16 が点灯します（図 4-21）。書き込み値を 5 に変更すると、LED13 と LED15 のみが点灯します。

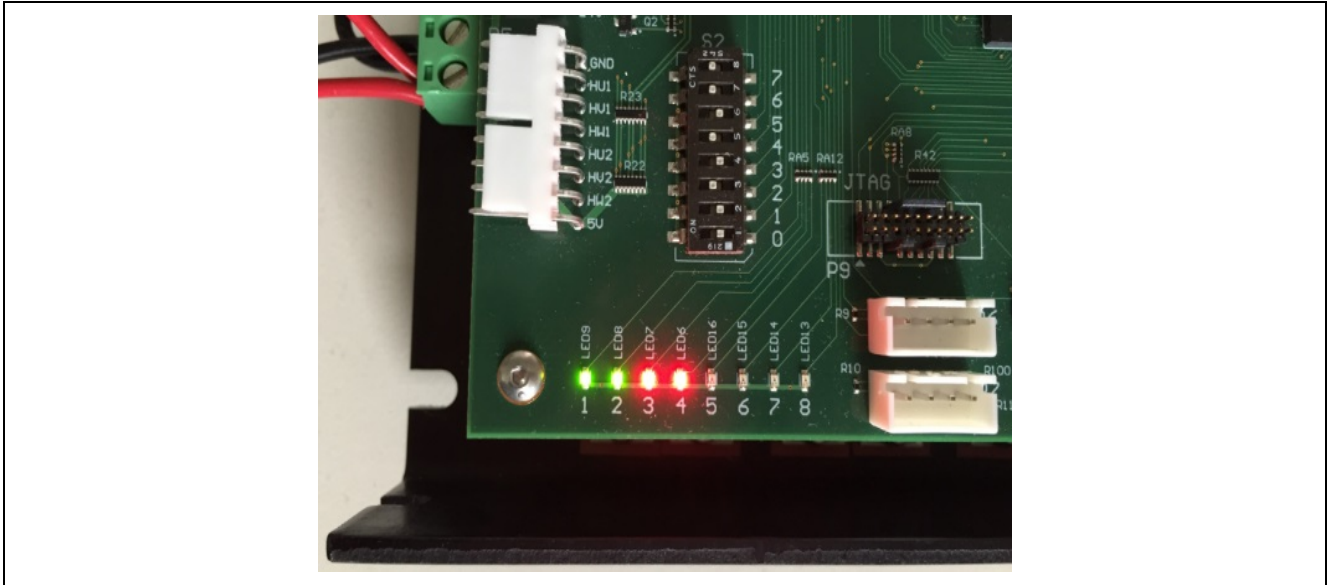


図 4-21 書き込み値を「15」にした場合の LED 表示

5. 製品出荷状態への復帰

本章では、本ソリューションキットボードが製品出荷時と同じ状態になるよう、シリアルフラッシュにモーションコントロールファームウェアを書き戻す場合の方法について説明します。

本ソリューションキットボードは、モーションコントロールファームウェアを書き込んだ状態で出荷されていますが、本書で説明しているサンプルプログラムをシリアルフラッシュから実行する場合、モーションコントロールファームウェアは上書きされます。これを元の状態に戻すには、他のサンプルプログラムを使用する場合と同様に、EWARM で任意のプロジェクトを起ち上げて、本ソリューションキット付属の IAR I-jet Lite をボードに接続します。図 5-1 に示すように、「Project」メニューから「Download」を選択し、「Download file...」をクリックします。

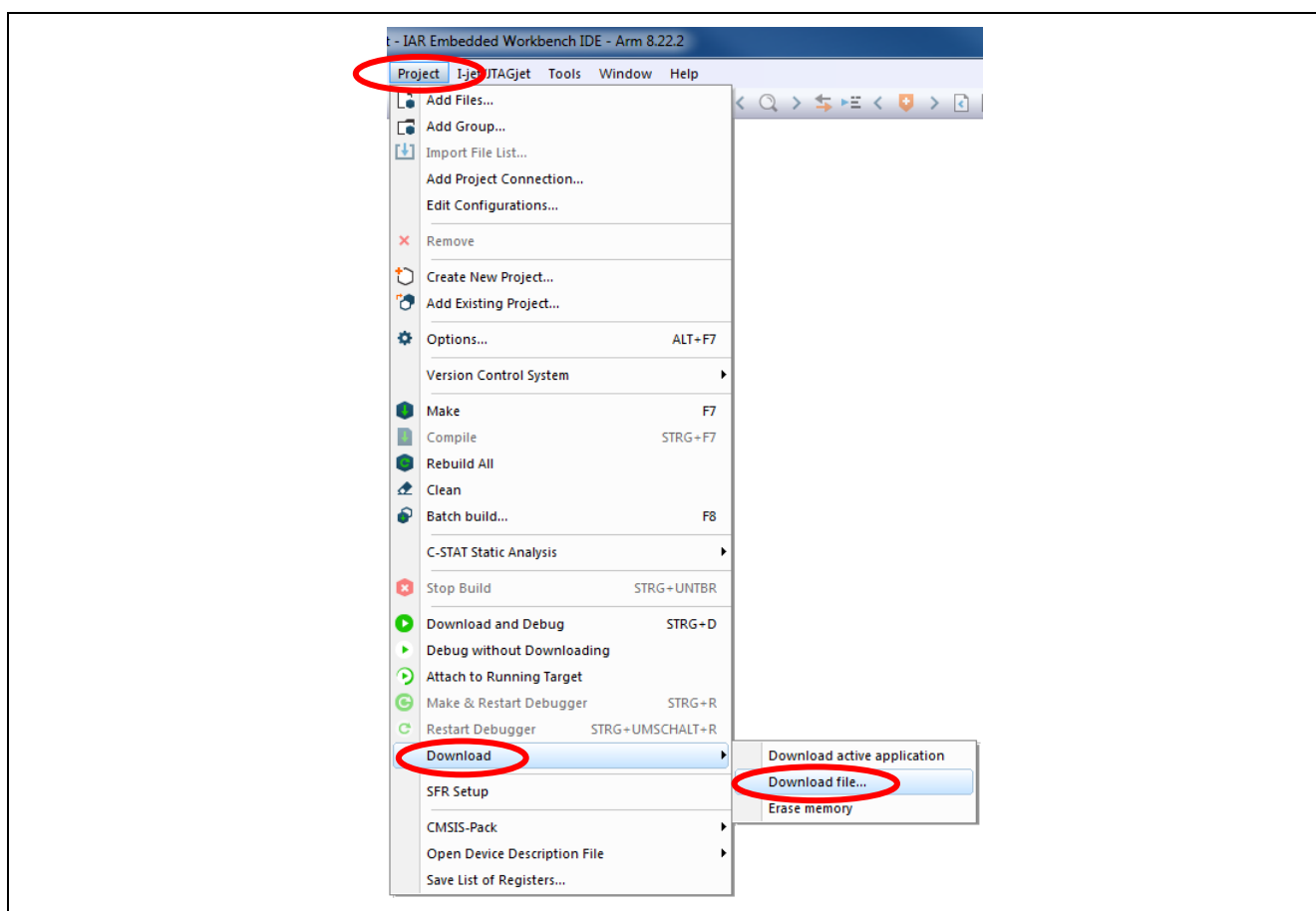


図 5-1 「Download File」機能の選択

ここで、ファイルを開くためのダイアログが表示されますので、付属の CD に格納されている「TestProject.out」ファイルを選択します。

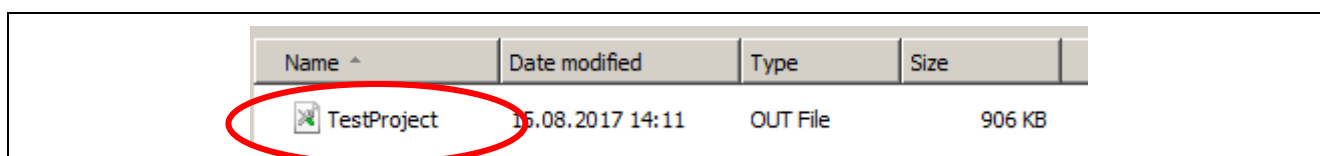


図 5-2 ダウンロードするファイルの選択

ここで、図 5-3 のようなエラーメッセージが表示されますが、「OK」をクリックします。シリアルフラッシュへのダウンロードが開始されます。

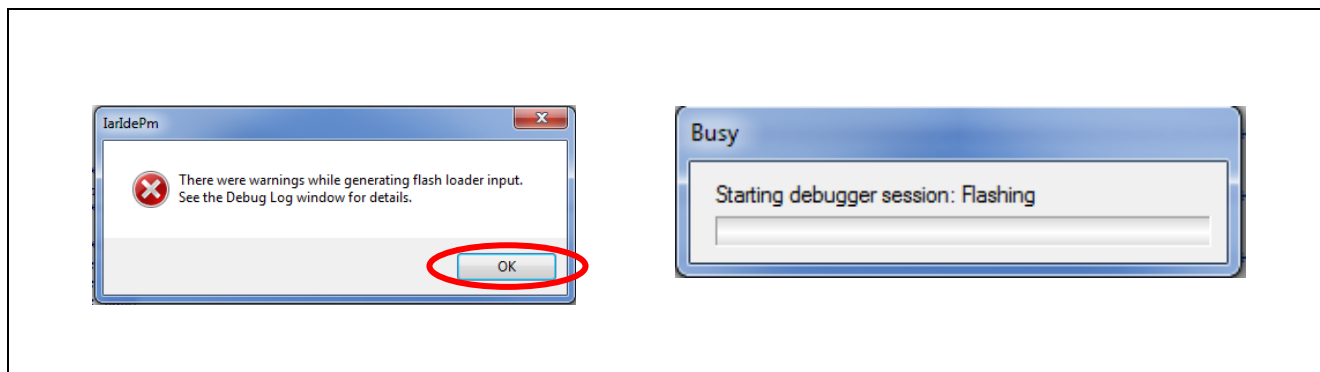


図 5-3 プログラム書き込みの開始

モーションコントロールファームウェアの書き込みが成功したかどうか、以下の手順でチェックが可能です。

- ボードの電源を切る
- IAR I-jet Lite を取り外す
- ボードに電源を再投入する

ボードへの電源再投入後、ボード上の LED のうち、LED9、LED7、および LED6 が点灯し、LED8、LED14 が点滅することを確認してください。これは、モーションコントロールファームウェアが正しく書き込まれていることを示しています。

ホームページとサポート窓口

ルネサス エレクトロニクスホームページ

<http://japan.renesas.com/>

お問い合わせ先

<http://japan.renesas.com/contact/>

すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.04	2018.08.21	—	初版発行
1.05	2019.07.31	全体	IAR Embedded Workbench のバージョンを変更、TwinCAT のバージョンを変更
		全体	画面差し替え
		11	1.8 電源投入確認 LED#7 の記述を追加
		12	2.1 RZ/T1 モーションコントロールファームウェアプロジェクトのビルド 各節・項番号とタイトルを追加
		12	2.1.1.1 IAR EWARM へプロジェクトをロード プロジェクトのディレクトリを変更
		13	図 2-1 タイトル変更
		14	図 2-2 タイトル変更
		15-19	2.1.2 Renesas e ² studio を使用する場合 追加
		25	2.4.3 モータの位相パラメータの確認 本文を修正
		25	2.4.4 モーションコントローラ調整値の確認 追加
		26	2.5 サーボを使用しないモータ回転 節タイトルを変更、「2.6 オープンループでのモータ動作」と統合、本文を修正
		27	2.6 サーボ制御 本文を修正
		28	2.6.1 相対または絶対位置への動作実行 本文を修正
		29	2.6.3 2点間の周期回転 本文を修正
		30	2.7 モーションスコープの使用方法 本文を修正
		30, 31	2.7.1 モーションスコープのチャンネル設定 本文を修正
		32, 33	2.7.2.1 各PID ゲインの評価 本文を修正
		34, 35	2.8 モーションエラーからの復帰 本文を修正
		38	3.1 「RZ_T1_init_ram - Debug」プロジェクトの使用方法 本文を修正
		41, 42	3.3 QSPI フラッシュ関連の変更点 本文を修正
		43-45	3.4 デュアルコアのデバッグ実行 本文を修正
		46-48	4.1 TwinCAT®3 のインストール 本文を修正
		—	4.2 トラブルシューティング 削除
49-60	4.2 EtherCAT スレーブスタックコードの生成 本文を修正		

製品ご使用上の注意事項

ここでは、マイコン製品全体に適用する「使用上の注意事項」について説明します。個別の使用上の注意事項については、本ドキュメントおよびテクニカルアップデートを参照してください。

1. 静電気対策

CMOS 製品の取り扱いの際は静電気防止を心がけてください。CMOS 製品は強い静電気によってゲート絶縁破壊を生じることがあります。運搬や保存の際には、当社が出荷梱包に使用している導電性のトレーやマガジンケース、導電性の緩衝材、金属ケースなどを利用し、組み立て工程にはアースを施してください。プラスチック板上に放置したり、端子を触ったりしないでください。また、CMOS 製品を実装したボードについても同様の扱いをしてください。

2. 電源投入時の処置

電源投入時は、製品の状態は不定です。電源投入時には、LSI の内部回路の状態は不確定であり、レジスタの設定や各端子の状態は不定です。外部リセット端子でリセットする製品の場合、電源投入からリセットが有効になるまでの期間、端子の状態は保証できません。同様に、内蔵パワーオンリセット機能を使用してリセットする製品の場合、電源投入からリセットのかかる一定電圧に達するまでの期間、端子の状態は保証できません。

3. 電源オフ時における入力信号

当該製品の電源がオフ状態のときに、入力信号や入出力プルアップ電源を入れしないでください。入力信号や入出力プルアップ電源からの電流注入により、誤動作を引き起こしたり、異常電流が流れ内部素子を劣化させたりする場合があります。資料中に「電源オフ時における入力信号」についての記載のある製品は、その内容を守ってください。

4. 未使用端子の処理

未使用端子は、「未使用端子の処理」に従って処理してください。CMOS 製品の入力端子のインピーダンスは、一般に、ハイインピーダンスとなっています。未使用端子を開放状態で動作させると、誘導現象により、LSI 周辺のノイズが印加され、LSI 内部で貫通電流が流れたり、入力信号と認識されて誤動作を起こす恐れがあります。

5. クロックについて

リセット時は、クロックが安定した後、リセットを解除してください。プログラム実行中のクロック切り替え時は、切り替え先クロックが安定した後後に切り替えてください。リセット時、外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックで動作を開始するシステムでは、クロックが十分安定した後、リセットを解除してください。また、プログラムの途中で外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックに切り替える場合は、切り替え先のクロックが十分安定してから切り替えてください。

6. 入力端子の印加波形

入力ノイズや反射波による波形歪みは誤動作の原因になりますので注意してください。CMOS 製品の入力がノイズなどに起因して、 V_{IL} (Max.) から V_{IH} (Min.) までの領域にとどまるような場合は、誤動作を引き起こす恐れがあります。入力レベルが固定の場合はもちろん、 V_{IL} (Max.) から V_{IH} (Min.) までの領域を通過する遷移期間中にチャタリングノイズなどが入らないように使用してください。

7. リザーブアドレス（予約領域）のアクセス禁止

リザーブアドレス（予約領域）のアクセスを禁止します。アドレス領域には、将来の拡張機能用に割り付けられている リザーブアドレス（予約領域）があります。これらのアドレスをアクセスしたときの動作については、保証できませんので、アクセスしないようにしてください。

8. 製品間の相違について

型名の異なる製品に変更する場合は、製品型名ごとにシステム評価試験を実施してください。同じグループのマイコンでも型名が違くと、フラッシュメモリ、レイアウトパターンの相違などにより、電気的特性の範囲で、特性値、動作マージン、ノイズ耐量、ノイズ輻射量などが異なる場合があります。型名が違う製品に変更する場合は、個々の製品ごとにシステム評価試験を実施してください。

○Arm®およびCortex®は、Arm Limited（またはその子会社）のEUまたはその他の国における登録商標です。

All rights reserved.

○EtherCAT®は、ドイツBeckhoff Automation GmbHによりライセンスされた特許取得済み技術であり登録商標です。

○TwinCAT®は、Beckhoff Automation GmbHによりライセンスされた登録商標です。

○IEEEは、the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.の登録商標です。

○その他、本資料中の製品名やサービス名は全てそれぞれの所有者に属する商標または登録商標です。

ご注意書き

1. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器・システムの設計において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合には、お客様の責任において行ってください。これらの使用に起因して生じた損害（お客様または第三者いずれに生じた損害も含まれます。以下同じです。）に関し、当社は、一切その責任を負いません。
2. 当社製品、本資料に記載された製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズム、応用回路例等の情報の使用に起因して発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権に対する侵害またはこれらに関する紛争について、当社は、何らの保証を行うものではなく、また責任を負うものではありません。
3. 当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
4. 当社製品を、全部または一部を問わず、改造、改変、複製、リバースエンジニアリング、その他、不適切に使用しないでください。かかる改造、改変、複製、リバースエンジニアリング等により生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
5. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」および「高品質水準」に分類しており、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使用されることを意図しております。

標準水準： コンピュータ、OA 機器、通信機器、計測機器、AV 機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット等

高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通制御（信号）、大規模通信機器、金融端末基幹システム、各種安全制御装置等

当社製品は、データシート等により高信頼性、Harsh environment 向け製品と定義しているものを除き、直接生命・身体に危害を及ぼす可能性のある機器・システム（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの等）、もしくは多大な物的損害を発生させるおそれのある機器・システム（宇宙機器と、海底中継器、原子力制御システム、航空機制御システム、プラント基幹システム、軍事機器等）に使用されることを意図しておらず、これらの用途に使用することは想定していません。たとえ、当社が想定していない用途に当社製品を使用したことにより損害が生じても、当社は一切その責任を負いません。

6. 当社製品をご使用の際は、最新の製品情報（データシート、ユーザーズマニュアル、アプリケーションノート、信頼性ハンドブックに記載の「半導体デバイスの使用上の一般的な注意事項」等）をご確認の上、当社が指定する最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他指定条件の範囲内でご使用ください。指定条件の範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障、誤動作の不具合および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
7. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めていますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は、データシート等において高信頼性、Harsh environment 向け製品と定義しているものを除き、耐放射線設計を行っておりません。仮に当社製品の故障または誤動作が生じた場合であっても、人身事故、火災事故その他社会的損害等を生じさせないよう、お客様の責任において、冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、お客様の機器・システムとしての出荷保証を行ってください。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様の機器・システムとしての安全検証をお客様の責任で行ってください。
8. 当社製品の環境適合性等の詳細につきましては、製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。かかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、当社は、一切その責任を負いません。
9. 当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器・システムに使用することはできません。当社製品および技術を輸出、販売または移転等する場合は、「外国為替及び外国貿易法」その他日本国および適用される外国の輸出管理関連法規を遵守し、それらの定めるところに従い必要な手続きを行ってください。
10. お客様が当社製品を第三者に転売等される場合には、事前に当該第三者に対して、本ご注意書き記載の諸条件を通知する責任を負うものとしたします。
11. 本資料の全部または一部を当社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを禁じます。
12. 本資料に記載されている内容または当社製品についてご不明な点がございましたら、当社の営業担当者までお問合せください。

注 1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサス エレクトロニクス株式会社およびルネサス エレクトロニクス株式会社が直接的、間接的に支配する会社をいいます。

注 2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注 1 において定義された当社の開発、製造製品をいいます。

(Rev.4.0-1 2017.11)

本社所在地

〒135-0061 東京都江東区豊洲 3-2-24（豊洲フォレシア）

www.renesas.com

お問合せ窓口

弊社の製品や技術、ドキュメントの最新情報、最寄の営業お問合せ窓口に関する情報などは、弊社ウェブサイトをご覧ください。

www.renesas.com/contact/

商標について

ルネサスおよびルネサスロゴはルネサス エレクトロニクス株式会社の商標です。すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。