



# Embedded Code Generation DEMO MODEL

**A simple model to get started with the TI C2000 TSP**

TI C2000 TSPを使用するためのシンプルなモデル

Last updated in C2000 TSP 1.6.1

# 1 はじめに

このデモでは、Texas Instruments(TI) C2000マイクロコントローラ(Microcontroller: MCU)をPLECS CoderおよびTI C2000 Target Support Packageとともに使用方法を示すシンプルなモデルを紹介します。

このモデルは、"28069"、"280049"、"28377S"、"28379D"、"280039"、"28P650DK9"の6つの異なるサブシステムに分かれています。各サブシステムは、対応するTI C2000 LaunchPadターゲット ハードウェアに個別にデプロイできます。次章では、モデルの簡単な説明と、シミュレーションする方法について説明します。

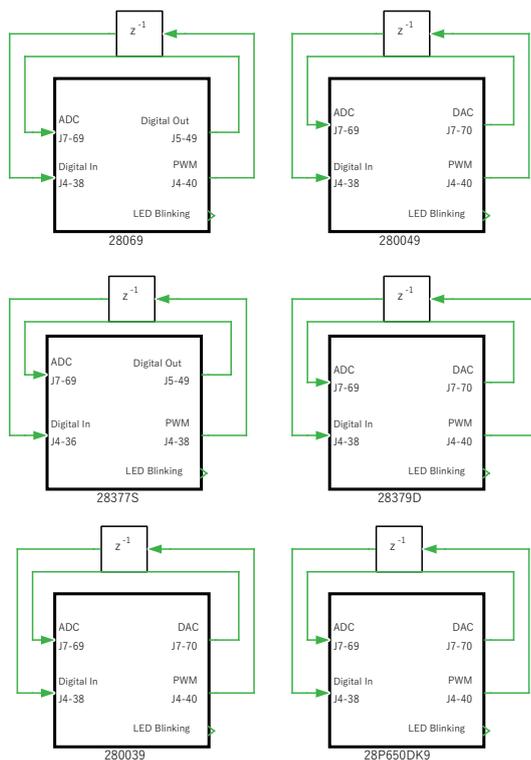
## 2 モデル

最上位レベルの回路図には、[図1](#)に示すように、6つの個別のサブシステムが含まれています。"28069"というラベルのサブシステムはTI 28069 LaunchPad [\[1\]](#)用に構成され、"280049"というラベルのサブシステムはTI 280049C LaunchPad [\[2\]](#)用に構成され、"28377S"というラベルの付いたサブシステムはTI 28377S LaunchPad [\[3\]](#)用に構成され、"28379D"というラベルのサブシステムはTI 28379D LaunchPad [\[4\]](#)用に構成され、"280039"というラベルの付いたサブシステムはTI 280039C LaunchPad [\[6\]](#)用に構成され、最後に"28P650DK9"のラベルの付いたサブシステムはF28P65x LaunchPad [\[5\]](#)用に構成されています。

各サブシステムはコード生成が有効になっており、サブシステムブロックの外側の枠線が太くなっています。このステップは、PLECS Coderを使用してサブシステムのモデルコードを生成するために必要です。この設定は、サブシステムを選択し、**編集** -> **サブシステム**メニューから**実行の設定...**を開いて、**コード生成機能の有効化オプション**を選択することで構成されます。

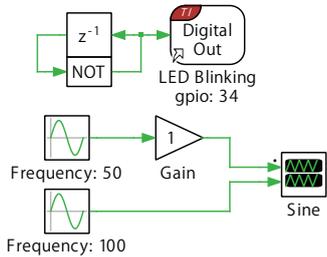
生成されたコードは、MCU上の基本サンプル時間で実行されます。このサンプル時間は、モデル方程式の連続状態がどのように離散化されるかを定義します。サンプル時間は、**Coder** -> **Coderオプション...**ウィンドウ-> **タスクタブの離散化ステップサイズ**によって構成されます。このモデルでは、各サブシステムの離散化ステップサイズは100  $\mu$ sに設定されています。

図1: 6つのサブシステムがあるトップレベルの回路図



各サブシステムには、TI C2000 Targetコンポーネント ライブラリのDigital Outブロックを使用してLaunchPad上のLEDを点滅させ、PLECSスコープで測定される2つの正弦波を生成する簡単なモデルが含まれています(図2を参照)。

図2: LEDを点滅させて正弦波を生成する回路



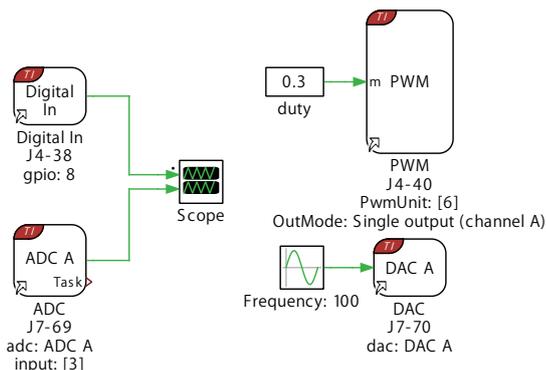
MCUのパルス幅変調器(Pulse Width Modulator: PWM)ペリフェラルは、図3に示すようにPWMブロックによって構成されます。このブロックへの入力としてデューティー比が提供されます。**Carrier type**と**Carrier frequency**パラメータは、PWMブロックのパラメータウィンドウの**全般**タブから設定できます。また、PWMブロックは、パラメータ ウィンドウの**Output**タブからSingle output on channel A(チャンネルAの単一出力)を生成するように構成されています。

PWM出力をジャンパ線を介してデジタル入力に外部接続すると、生成された PWM信号を感知してモデル環境で使用できるようになります。このためにDigital Inブロックを使用します。

アナログ信号は、MCUのアナログ - デジタル(ADC)ペリフェラルを構成することで検出されます。同様に、アナログ信号は、280049、28379D、および280039 LaunchPadデバイスで使用可能なデジタル - アナログ(DAC)ペリフェラルデバイスを使用して生成されます。

このモデルでは、DACブロックを使用してアナログ信号を生成し、次に ADCブロックを使用して信号を感知し、外部ジャンパ線を使用して適切なピンを接続します。オプションの操作で、ADCおよびDACブロックのパラメータウィンドウから、各チャンネルのスケーリング係数とオフセット係数を設定します。

図3: 280049、28379D、280039でPWMおよびアナログ波形を生成する回路

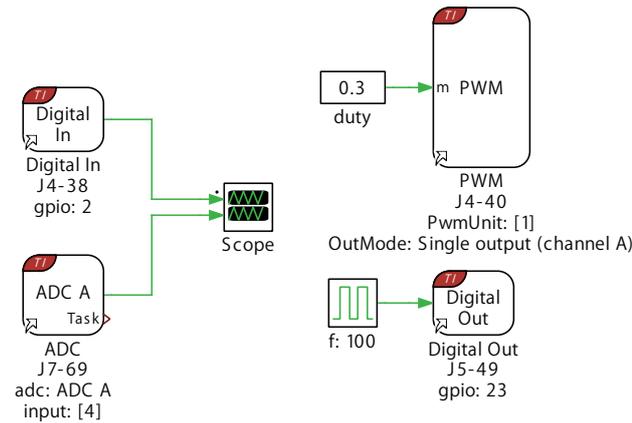


28069および28377S LaunchPadにはDACペリフェラルがないため、図4に示すように、アナログ信号の代わりにパルス発生器のデジタル信号がADCに供給されます。

### 3 シミュレーション

各サブシステムは、対応するTI LaunchPadハードウェアのターゲット固有のコードに直接変換できます。

図4: 28069と28377SではDACブロックはDigital Outブロックに置き換える



**注意** 続行する前に、LaunchPadデバイスのDIPスイッチの位置とジャンパ構成が正しく設定されていることを確認してください。各LaunchPadデバイスのガイダンスは、TI C2000 Target Support User Manual[7]の"C2000開発キットのプログラミングに関するヒント"セクションに記載されています。

### 3.1 MCUをフラッシュ

サブシステムをTI MCUにアップロードするには、以下の手順に従います:

- 目的のMCUをUSBケーブルを介してホストコンピュータに接続します。
- **Coder** -> **Coderオプション...**ウィンドウの**システム**リストから、目的のMCUを選択します。
- **ターゲット**タブのドロップダウンメニューから適切なターゲットを選択します。次に、**General**サブタブで、必要な**Build type**を選択します。
- 次に、**Build type**でBuild andを選択し、**Build configuration**でRun from FlashまたはRun from RAMのいずれかを選択し、**Board type**でLaunchPadを選択して、**ビルド**をクリックします。

正しくプログラムされていれば、LaunchPadボード上のLEDが点滅します。

Code Composer Studio(CCS)に精通している上級ユーザー向けには、Generate code into CCS projectオプションがあります。TI C2000 Target Supportパッケージには、projectsというタイトルのフォルダが含まれています。フォルダ内には、各MCU用に事前に構築されたCCSプロジェクトを含むZIPアーカイブがあります。ZIPアーカイブを解凍し、ZIPアーカイブを解凍し、CCSプロジェクト内のcgフォルダを見つけて、そのパスを**CCS project directory**フィールドに入力し、**ビルド**をクリックします。必要なMCUサブシステムのコードが自動的に生成されます。その後、通常のCCSプロジェクトと同様にプロジェクトのビルドとデバッグを進めます。詳細な手順については、TI C2000 Target Support User Manual[7]の"クイックスタート"セクションを参照してください。

### 3.2 ハードウェアの接続

続いて、目的のMCUのジャンパ線を使用して、以下にリストされているピン番号を接続します。

- **28069:** J4-40をJ4-38に、J7-49をJ7-69に接続
- **280049:** J4-40をJ4-38に、J7-70をJ7-69に接続
- **28377S:** J4-38をJ4-36に、J7-49をJ7-69に接続
- **28379D:** J4-40をJ4-38に、J7-70をJ7-69に接続
- **280039:** J4-40をJ4-38に、J7-70をJ7-69に接続

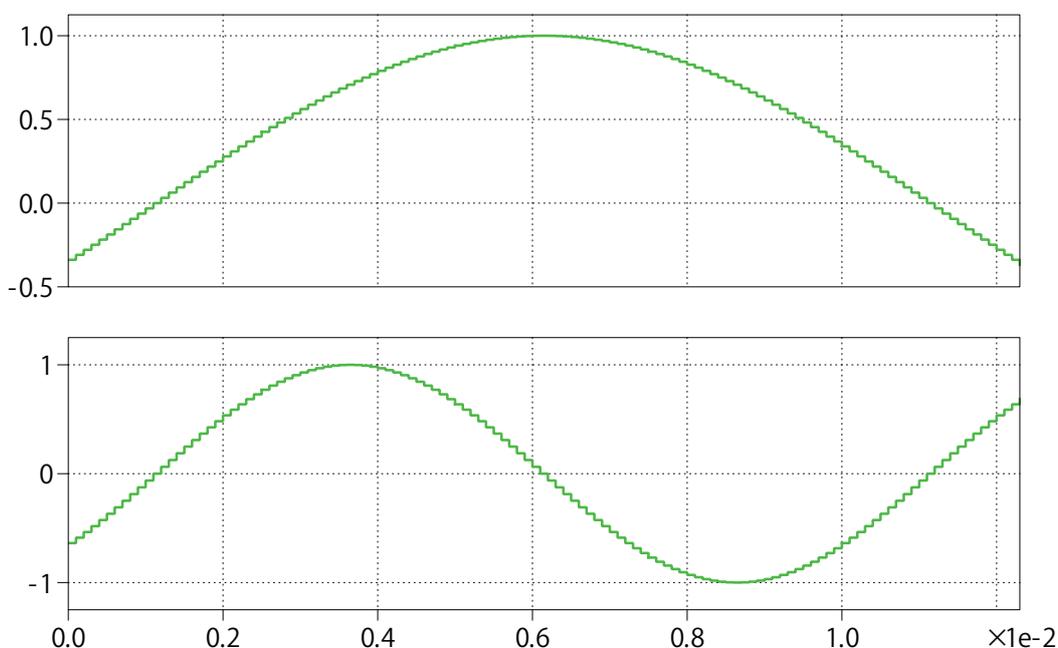
### 3.3 外部モード

生成されたコードがC2000ターゲット上で実行されると、ユーザは外部モードに入り、PLECSスコープのリアルタイム波形の更新を確認しながら、特定のシミュレーションパラメータを変更できます。以下の手順はターゲットデバイスへの接続方法の概要を示しており、さらなるデバッグの詳細についてはユーザマニュアル[7]の"外部モードの開始"セクションに記載されています。

- まず、**Coder -> Coderオプション...**ウィンドウの左側にある**システム**のリストから、目的のMCUを選択します。
- 次に、**外部モード**タブで、**ターゲットデバイス**フィールドの横にある  アイコンをクリックして、**ターゲットデバイス**を選択します。
- 最後に、**接続**をクリックし、**自動トリガを有効化**をクリックして、サブシステムのPLECSスコープでテスト結果を確認します。

生成された正弦波形は、[図5](#)に示すように、"Sine"というラベルの付いたPLECSスコープで表示しています。キャプチャしたPWM信号とADC信号は、[図6](#)と[図7](#)に示すように、目的のMCUのサブシステム内にある"Scope"というラベルの付いたPLECSスコープで表示しています。目的の**ターゲットチャンネル**のトリガレベルは、**外部モード**タブから設定します。

図5: 28069で生成した正弦波形



#### パラメータのインライン化

モデルを構築する前に、**Coderオプション...**ウィンドウの**パラメータのインライン化**タブにある"例外"リストにコンポーネントを追加すると、ターゲットデバイスの特定の値をリアルタイムで変更できます。今回は"Gain"および"duty"というラベルの付いた値を、外部モードを介してターゲットデバイスに接続し、変更できるようにします。パラメータの変更は、有効になるとすぐにPLECSスコープのトレースに反映されます。

## 4 まとめ

このモデルは、TI C2000 MCUをプログラムして、外部モードに接続する方法を示し、また単純なモデルを使用してパラメータのインライン化機能を示しています。

図6: 28069でキャプチャしたPWMおよびADC信号

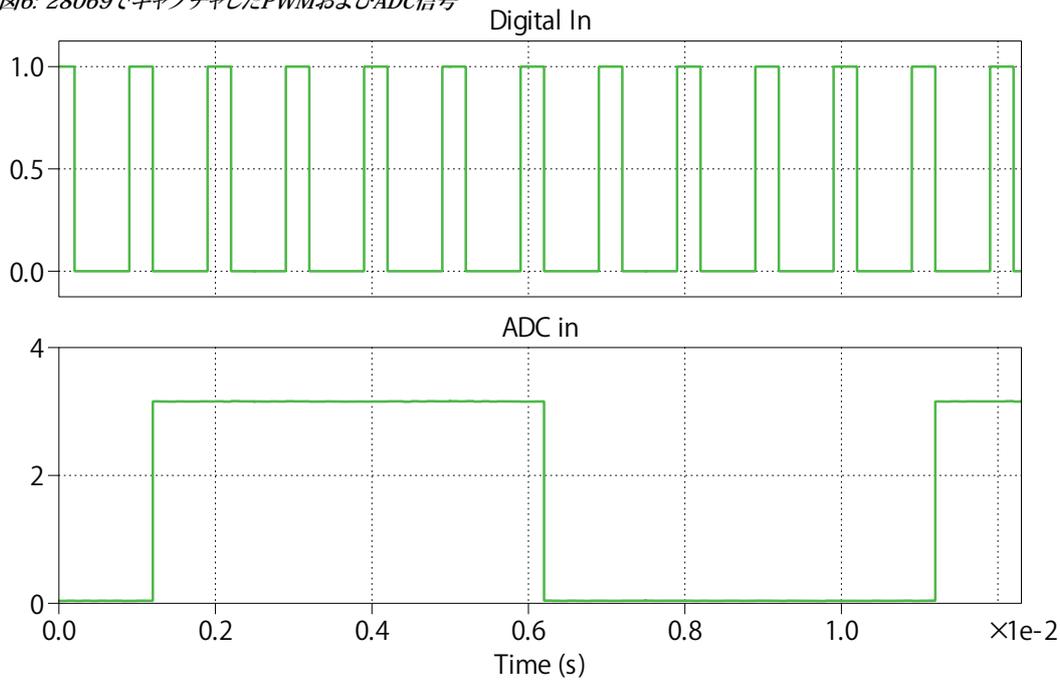
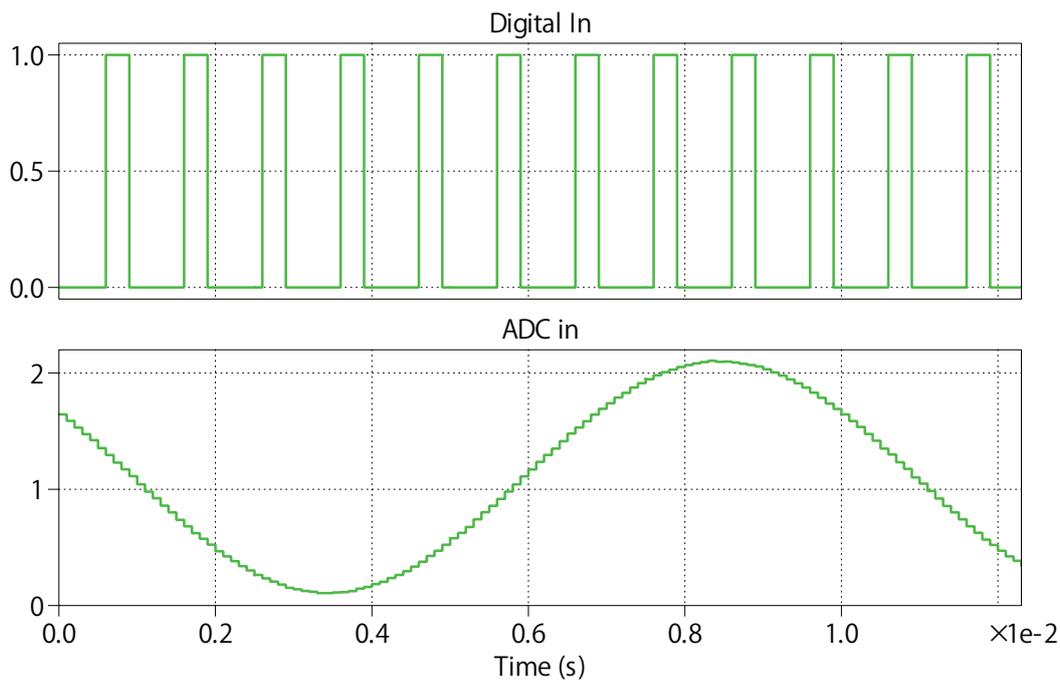


図7: 280049でキャプチャしたPWMおよびADC信号



## 5 参考文献

- [1] TI C2000 Piccolo MCU F28069M LaunchPad Development Kit  
URL: <http://www.ti.com/tool/LAUNCHXL-F28069M>
- [2] TI C2000 Piccolo MCU F280049C LaunchPad Development Kit  
URL: <http://www.ti.com/tool/LAUNCHXL-F280049C>

- [3] TI C2000 Delfino MCUs F28377S LaunchPad Development Kit  
URL: <https://www.ti.com/lit/pdf/sprui25>
- [4] TI C2000 Delfino MCUs F28379D LaunchPad Development Kit  
URL: <http://www.ti.com/tool/LAUNCHXL-F28379D>
- [5] TI C2000 F28P650DK9 LaunchPad development kit  
URL: <https://www.ti.com/tool/LAUNCHXL-F28P65X>
- [6] TI C2000 F280039C LaunchPad development kit  
URL: <http://www.ti.com/tool/LAUNCHXL-F280039C>
- [7] PLECS TI C2000 Target Support User Manual  
URL: <https://www.plexim.com/sites/default/files/c2000manual.pdf>  
日本語マニュアル: <https://adv-auto.co.jp/products/plexim/manual.html>

改訂履歴:

C2000 TSP 1.2	初版
C2000 TSP 1.4.5	Webのリンクを更新
C2000 TSP 1.6.1	280039C LaunchPadターゲットのサポートとを追加



Pleximへの連絡方法:

+41 44 533 51 00

Phone

+41 44 533 51 01

Fax

✉ Plexim GmbH

Mail

Technoparkstrasse 1

8005 Zurich

Switzerland

@ info@plexim.com

Email

<http://www.plexim.com>

Web



計測エンジニアリングシステム株式会社

<https://kesco.co.jp>

*Embedded Code Generation Demo Model*

© 2002–2023 by Plexim GmbH

このマニュアルに記載されているソフトウェアPLECSは、ライセンス契約に基づいて提供されています。ソフトウェアは、ライセンス契約の条件の下でのみ使用またはコピーできます。Plexim GmbHの事前の書面による同意なしに、このマニュアルのいかなる部分も、いかなる形式でもコピーまたは複製することはできません。

PLECSはPlexim GmbHの登録商標です。MATLAB、Simulink、およびSimulink Coderは、The MathWorks、Inc.の登録商標です。その他の製品名またはブランド名は、それぞれの所有者の商標または登録商標です。