

概要

Tutorial
TU0106 (v1.6) April 20, 2008

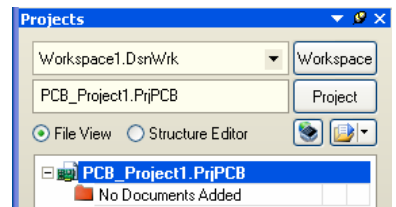
このチュートリアルでは、アナログフィルタデザインの回路図を作成して、回路シミュレーションをセットアップします。設定、解析の実行、を回路図上でを行い、結果を波形アナライザで表示するまでをカバーします。

このチュートリアルでは、回路シミュレーション解析を実行するために回路図を作成することから始めます。最初に新規プロジェクトファイルを作成してから空白の新規回路図シートを追加します。

新規プロジェクトの作成

チュートリアルを開始するには、新規 PCB プロジェクトを作成します:

1. メニューから **File » New » Project » PCB Project** を選択するか、または **Files** パネルの **New** の項目にある **Blank Project (PCB)** をクリックします。もし、このパネルが表示されていない場合は、ワークスペースパネルの下部の **Files** タブをクリックします。
あるいは、Altium Designer Home Page (**View » Home**) の **Pick a Task** の項目の **Printed Circuit Board Design** を選択してから **New Blank PCB Project** をクリックします。



2. **Projects** パネルが表示されます。新規のプロジェクトファイル (PCB Project1.PrjPCB) がここに No Documents Added としてリスト表示されます。
3. **File » Save Project As** を選択して、新規のプロジェクトファイル (拡張子 .PrjPCB) の名称を変更します。ファイル名を Filter.PrjPCB と入力し、プロジェクトの保存先を指定し、**Save** をクリックします。

次に空のプロジェクトファイルに追加する回路図を作成します。この回路図は、フィルタ回路になります。もし、回路図を作成する時間が無い場合は、Altium Designer がインストールされている場所の Examples\Circuit Simulation\Filter フォルダに保存されている類似のプロジェクト (Filter.PrjPCB) を開きます。

新規回路図シートの作成

新規の回路図シートを作成するには、次のステップを実行します:

1. **File » New » Schematic** を選択します。回路図エディタのデザインウィンドウに Sheet1.SchDoc という空白の回路図シートが表示され、**Projects** パネル内のプロジェクト名が表示されている下の **Source Documents** に回路図シートのアイコンが表示されます。
2. **File » Save As** を選択して、新規の回路図ファイル (拡張子 .SchDoc) の名称を変更します。ハードディスク上で回路図を保存したい場所を指定し、ファイル名の項目で Filter.SchDoc と入力して **Save** をクリックします。

回路図の作成

図 1.Filter.SchDoc

に示すフィルタ回路を作成します。 Before we can run a simulation, the schematic must contain components with SIM models attached, voltage sources to power the filter, an excitation source, a ground reference for the simulations and some net labels on the points of the circuit where we wish to view waveforms. シミュレーションを実行する前に、回路図に付属の SIM モデルを持つコンポーネントやフィルタに供給する電源ソース、入力ソース、グランドシンボル、そして波形を表示したい場所にネットラベルを配置する必要があります。

チュートリアルこの項目では、コンポーネントを配置し、それらの属性を設定してからワイヤを接続します。

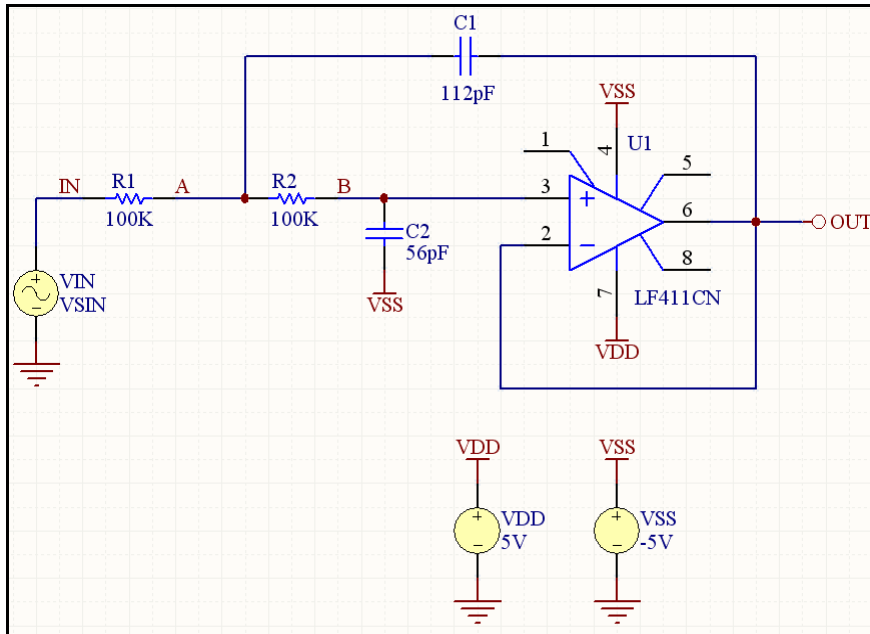
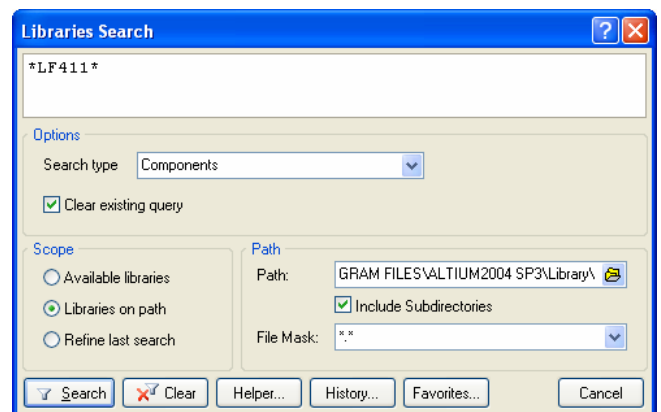


図 1.Filter.SchDoc

コンポーネント配置とライブラリの読み込み

最初に LF411CN というオペアンプのコンポーネントを検索します。

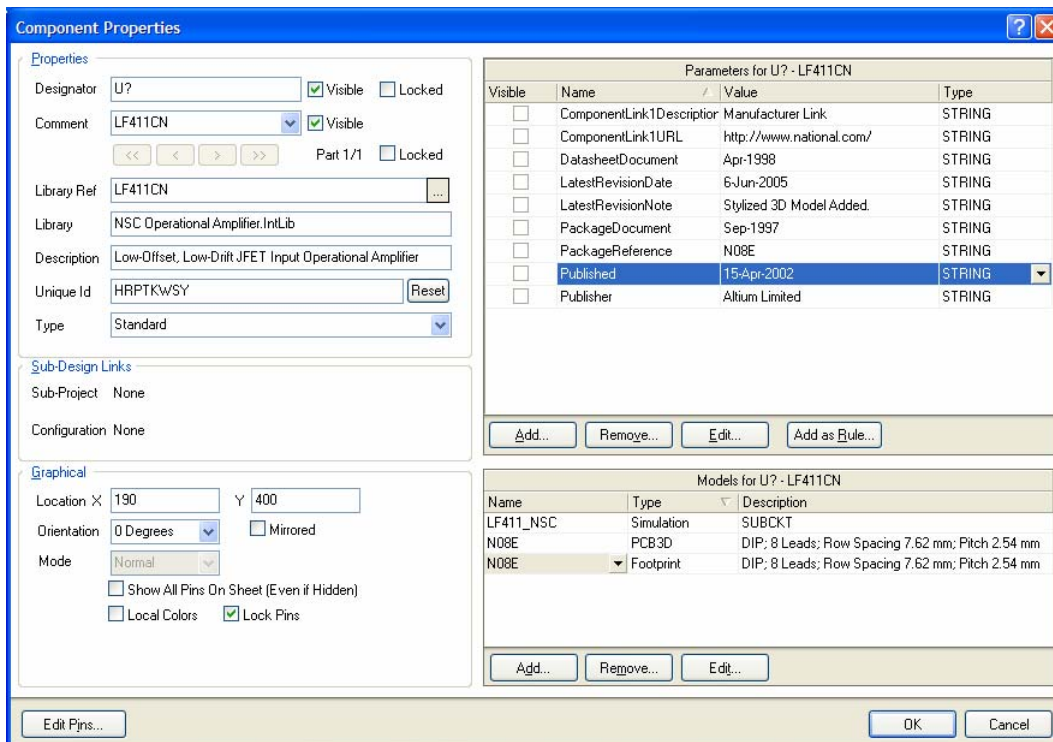
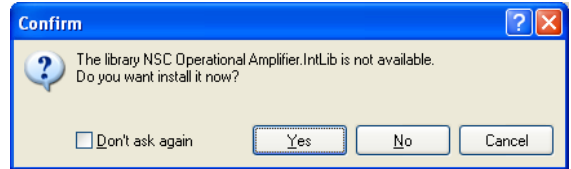
1. **Libraries** タブをクリックして **Libraries** ワークスペースパネルを表示させます。
2. **Libraries** パネルの **Search** ボタンを押すか、**Tools** » **Find Component** を選択します。 *Libraries Searches* ダイアログが開きます。
3. **Scope** を **Libraries on Path** に設定し、**Path** の欄でこれから検索するパスが指定されているか確認します。インストールの際、デフォルトディレクトリを適用した場合、パスは、C:\Program Files\Altium Designer\Library\になるはずですが、必要ならば、フォルダアイコンをクリックし、ライブラリフォルダを確認します。**Include Subdirectories** オプションが有効 (チェック) になっていることを確認します。
4. LF411 に関連するすべての部品を検索する為に、 *Libraries Search* ダイアログの上部のテキスト入力欄に *LF411* と入力します。*(アスタリスク)は、メーカーごとに異なる接頭辞や接尾辞が挿入されていることを考慮して使用するワイルドカードです。
5. **Search** ボタンをクリックすると検索が開始され、検索結果が **Libraries** パネルに表示されます。必要なコンポーネントは、NSC Operational Amplifier.IntLib ライブラリに保存されています。



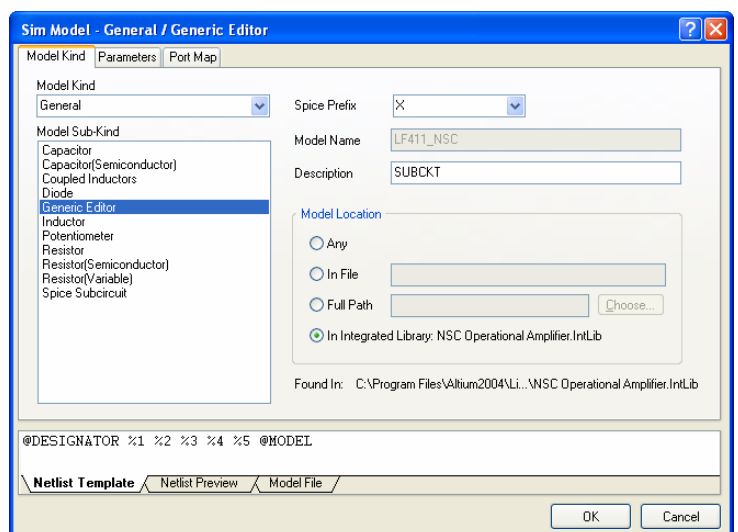
シミュレーション用コンポーネントの配置

最初にオペアンプ U1 のコンポーネントを回路図に配置します。回路の一般的なレイアウトに関しては、図 1 に示した回路図を参照してください。

- Libraries パネルの Components リストで LF411CN を選択し、**Place LF411CN** ボタンをクリックします。あるいは、コンポーネント名をダブルクリックします。
- ライブラリが登録されていない場合、*Confirm* ダイアログが表示されます。
- ライブラリを登録するには、**Yes** をクリックします。オペアンプのシンボルがカーソル上に現れます。今は、部品の配置モードになっています。
- 回路図に部品を配置する前に、まず、その属性を編集します。オペアンプがカーソルにある時に **TAB** キーを押して *Component Properties* ダイアログを表示させます。



- ダイアログの **Properties** セクションに、最初のコンポーネントデジグネータの値を設定します。**Designator** の項目に U1 と入力してください。
- 次に、シミュレーションを実行する時に使用する **SIM** モデルを確認します。このチュートリアルでは、回路シミュレーション用の推奨モデルが既に含まれている統合ライブラリを使用します。*Component Properties* ダイアログの **Models** リストの LF411_NSC を選択します。そして、**Edit** をクリックし *SIM Model - General / Generic Editor* ダイアログを表示します。
- モデルファイルパス名が、NSC Operational Amplifier.IntLib 統合ライブラリで検索され、設定されていることに注目してください。



Defining & Running Circuit Simulation Analyses

Model File タブをクリックし、モデルファイルの内容を表示させます。もし、モデルファイルが見つからない場合は、エラーメッセージがこのタブに表示されます。

```
*/
*LF411 LOW OFFSET, LOW DRIFT JFET INPUT OP-AMP MACRO-MODEL
*
* connections:
*      non-inverting input
*      inverting input
*      positive power supply
*      negative power supply
*      output
*
*SUBCKT LF411_NSC 1 2 99 50 28
*
Netlist Template Netlist Preview Model File
```

Altium Designer のシミュレータサポートは、Spice 3F5 モデルと PSpice モデルの大半です。

8. (**Netlist Template** タブをクリックして表示される) Netlist Template にモデルファイルからのデータが表示され、その内容を **Netlist Preview** タブをクリックして確認することができます。

```
@DESIGNATOR %1 %2 %3 %4 %5 @MODEL
XU1 <3> <2> <7> <4> <6> LF411_NSC
Netlist Template Netlist Preview Model File
```

OK をクリックして、すべてのダイアログを閉じます。

これで回路図シートにオペアンプを配置する準備ができました。

9. もし、図 1 の回路図を参照する場合、U1 がカーソル上にフローティングの状態であるシンボルを反転して配置されていることに注意してください。オペアンプの方向を垂直に反転するには、配置する前に Y キーを押します。シート上でコンポーネントを配置する場所へ移動し、左クリックするか **ENTER** を押して回路図に配置します。
10. 右クリックまたは **ESC** キーを押して、部品配置モードを解除します。

新規SIMモデルファイルの追加

回路シミュレーション (.ckt や .mdl ファイル) で使用する SPICE モデルは、Altium Designer がインストールされている場所の Library フォルダの統合ライブラリ内に保存されます。正しい拡張子をそれぞれのモデルタイプに使用してください。例えば、SPICE .subckt は * .ckt ファイルでないと見つけられなくなり、SPICE .model は * .mdl ファイルでないと見つけられなくなります。


Model Name は、SIM モデルファイルへリンクさせるのに重要ですので、適切なモデル名であることを確認してください。Altium Designer の統合ライブラリ内の既存のモデルファイル名を検索するには:

1. **Libraries** パネルの **Search** ボタンをクリックします。Libraries Search ダイアログが表示されます。
2. 供給されたライブラリで利用できるすべてのシミュレーションモデルを検索するには、次のクエリを入力します:

HasModel('SIM','*',False) と入力し、**Search** ボタンをクリックします。

更に、クエリにより詳細な情報を追加することにより、検索範囲を狭くすることができます。例えば、LF411 に関するモデルだけを検索するには、次のクエリを使用します:

HasModel('SIM','*LF411*',False)

 クエリの詳細については、Query Helper (Libraries Search ダイアログの **Helper** ボタンをクリック) を使用するか、[TRO110 クエリ言語リファレンス](#) を参照してください。

3. 検索結果が Libraries パネルに表示されます。

既に統合ライブラリのコンポーネントに供給されているモデルではなく、その他のモデルをデザインで使用したい場合があるかもしれません。この場合、メーカーから入手したモデルファイルをデザインのプロジェクトファイルにコピーすることをお勧めします。

その他の統合ライブラリに属するシミュレーションモデルを使用したい場合:

1. 必要なモデルを含む .Intlib ファイルを開きます (**File** » **Open** を選択し、ソースライブラリを抽出します)。
2. 出力フォルダ(統合ライブラリを開いた時に作成されたフォルダ)からプロジェクトを含むフォルダに、モデルファイルをコピーします。それから、このモデルを追加し、必要ならば Sim エディタを使用して修正することができます。

試しに、Altium Designer がインストールされている場所の Examples\Circuit Simulation\Filter フォルダに保存されている他の SPICE モデル (LF411C.ckt) を追加します。

1. LF411C.ckt をコピーし、Windows エクスプローラを使用して、作成したプロジェクトファイルが存在するフォルダにこのファイルを貼り付けます。
2. **Projects** パネル内のプロジェクト名 (Filter.PrjPCB) を選択して、右クリックし **Add Existing to Project** を選択して、プロジェクトにモデルファイルを追加します。モデルファイルを選択し **Open** をクリックします。SPICE モデルファイル

(LF411C.ckt) が、**Projects** パネル内の Libraries\AdvancedSim Sub-Circuits フォルダ下のプロジェクトに追加されます。

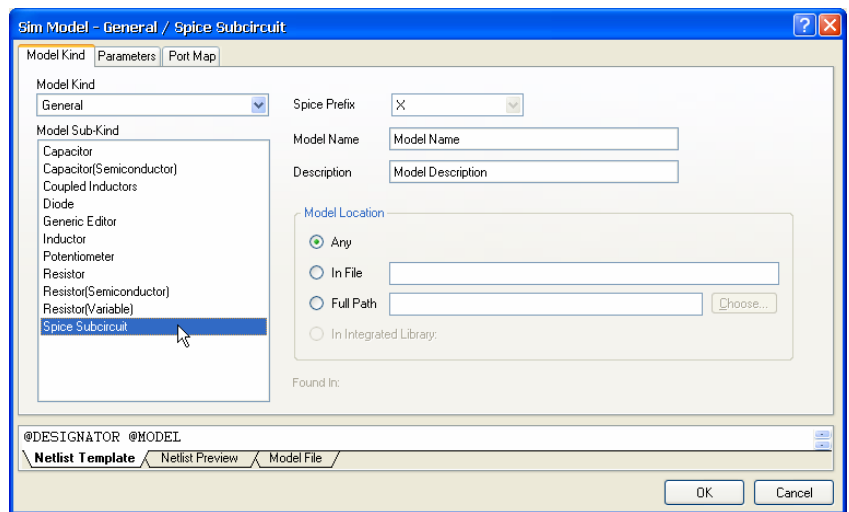
これで回路図内のコンポーネントへモデルを追加することができます。もし、必要ならば回路図ライブラリのこのコンポーネントへモデルを追加することもできます。

3. オペンプ(U1)をダブルクリックして、*Component Properties* ダイアログを開きます。**Models** の項目で設定されている SIM モデルを削除します。削除するには、SIM モデルを選択して **Remove** をクリックし、Confirm ダイアログで Yes をクリックします。
4. Models List の項目の **Add** をクリックして *Add New Model* ダイアログを表示させます。
5. Model Type のドロップダウンリストから **Simulation** を選択し、**OK** をクリックします。*SIM Model – General / Generic Editor* ダイアログが表示されます。
6. Model Sub-Kind リストから **Spice Subcircuit** を選択して Spice Prefix を X に設定し、Model Location の項目を表示します。ダイアログ名は、Model Sub-Kind に変更されます。

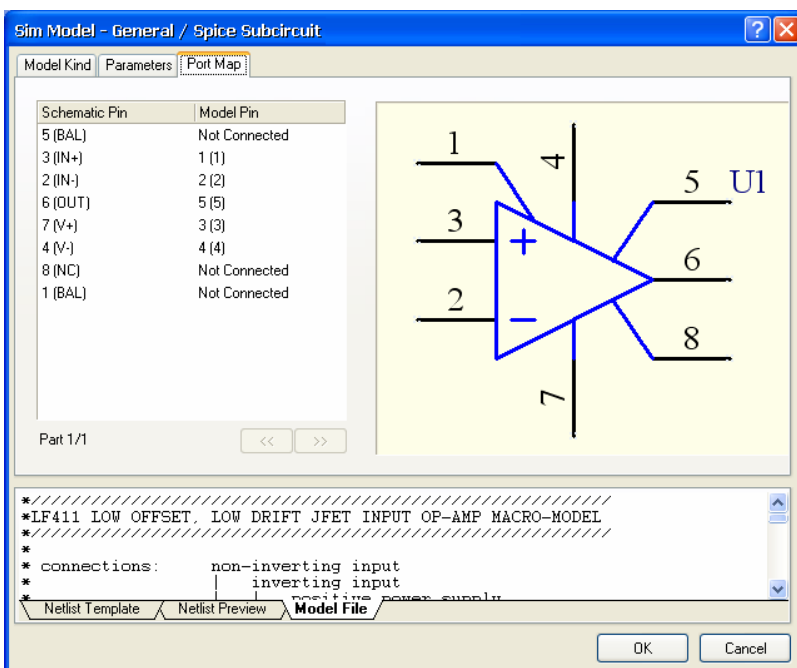
7. Model Name の項目に LF411C と入力します (拡張子は必要ありません)。一致するモデルをすべての有効なライブラリから検索する為、Model Location は **Any** に設定します。

Altium Designer は、一致するモデルが見つかるとすぐにモデルの検索を停止します。統合ライブラリに関連付けられていないモデルについては、プロジェクトに追加したモデルファイルを検索します。更に、*Options for Project* ダイアログ (**Project » Project Options**)の **Search Paths** タブ内で設定されている Search Paths で見つかったモデルファイルを検索します。この例では、project フォルダに保存されているモデルファイル (LF411C.ckt) を検索します。

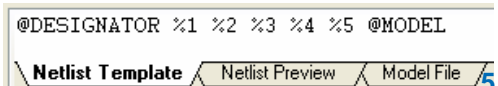
モデル検索で一致するモデルが見つからない時は、**Model File** タブにエラーが表示されます。プロジェクトをコンパイルすると、エラーは **Messages** パネルに表示されます。



8. 最後の段階は、新しいモデルが回路図コンポーネントのピン番号と一致しているかピンマッピングを確認することです。*SIM Model – General / Spice Subcircuit* ダイアログの **Port Map** タブをクリックします。



9. Model Pin ドロップダウンリスト (上図のダイアログ参照) から一致するピンを選択して、元の SIM モデル (LF411_NSC) に使用されているピン番号と同じになる様、ピンマッピングを修正します。



Defining & Running Circuit Simulation Analyses

ピン番号の順番は、**Netlist Template** タブで確認します。このモデルの指示は、1, 2, 3, 4, 5 であることに注意してください。

これらは、**Model File** タブに表示される .SUBCKT ヘッダーと対応します。これらの番号は、このモデルファイルでの設定で、他のモデルでは同じように一致するとは限りません。

```
*Sngl LoOffset LoDrift JFET OpAmp pkg:DIP8 3,2,8,4,6. pkg:CAN8 3,2,8,4,6.
*
* Connections:
*           Non-Inverting Input
*           Inverting Input
*           Positive Power Supply
*           Negative Power Supply
*           Output
*
.SUBCKT LF411C 1 2 3 4 5
C1 11 12 3.498E-12
C2 6 7 15E-12
DC 5 53 DX
DF 54 5 DX
```

Port Map タブの **Model Pin** 欄で、1(1), 2(2), 3(3), 4(4), 5(5), とリスト表示されます。最初の番号が、モデルピン番号で (Netlist Template の %1, %2, など)、サブサーキットヘッダーに対応するノード名 / 番号は、括弧で囲まれます。

Schematic Pin	Model Pin
5 (BAL)	5 (5)
3 (IN+)	3 (3)
2 (IN-)	2 (2)
6 (OUT)	Not Connected
7 (V+)	Not Connected
4 (V-)	4 (4)
8 (NC)	Not Connected
1 (BAL)	1 (1)

Original pin mapping

サブサーキットヘッダー内の実際の番号は、重要ではありません。重要なのは、Spice ネットリストに表示される接続の順番です。これらは、.SUBCKT のヘッダー内の順番 (例えば、Non-Inverting Input (IN+)、Inverting Input (IN-)、Positive Power Supply (V+)、Negative Power Supply (V-)、そして Output (OUT)) と一致する必要があります。

ネットリストヘッダーは、各ピンの機能について記述されています。それらを適切な回路図ピンにリンクさせる為にこの情報を使用します。例えば:

Schematic Pin	Model Pin
5 (BAL)	Not Connected
3 (IN+)	1 (1)
2 (IN-)	2 (2)
6 (OUT)	5 (5)
7 (V+)	3 (3)
4 (V-)	4 (4)
8 (NC)	Not Connected
1 (BAL)	Not Connected

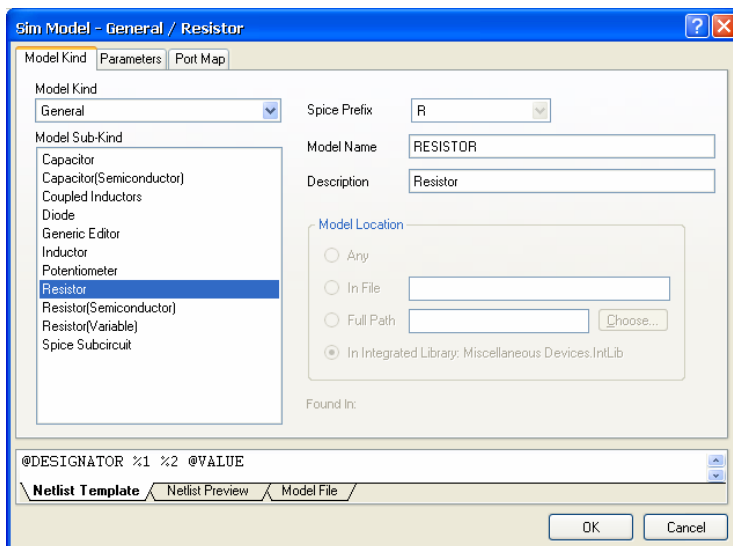
Modified pin mapping

- 1(1)は、+ input (Non-Inverting Input)ですので、回路図ピン 3(IN+)にリンクさせます。
 - また 5(5)は、Output ですので、回路図ピン 6(OUT)にリンクさせます。
10. ピンマッピングを修正したら、**OK** をクリックしてすべてのダイアログを閉じます。シミュレーションを行う為に、Filter 回路図の設定を続けます。

シミュレーション用の抵抗の設定

次に 2 つの抵抗を配置します。

1. **Libraries** パネルで、Miscellaneous Devices.IntLib ライブラリがアクティブになっていることを確認します。
2. ライブラリ名の下フィルタの項目に `res1` と入力しフィルタを設定します。
3. コンポーネントリストの **RES1** を選択し、**Place** ボタンをクリックします。カーソル上に抵抗のシンボルが表示されます。
4. **TAB** キーを押して、抵抗の属性を編集します。ダイアログの **Properties** 内で、最初のコンポーネント識別子の値を **Designator** フィールドに `R1` と入力して設定します。
5. 抵抗のパラメータの項目を設定します。設定は、回路図上に表示され、このチュートリアルの後半で回路シミュレーションを実行する時に使用します。Value パラメータは、一般的なコンポーネント情報に使用されますが、ディスクリートコンポーネントは、シミュレーションを行う時にそれを使用します。
もし、コンポーネント属性に既存パラメータとして Value が無い場合は、パラメータリストの **Add** ボタンをクリックし、*Parameter Properties* ダイアログを表示させます。Name に Value、Value に `100k` と入力します。String が、パラメータタイプとして選択されていて、Value の **Visible** ボックスにチェックが入っていることを確認してください。OK をクリックします。
6. ダイアログの **Properties** の項目で **Comment** の項目をクリックし、ドロップダウンリストから **=Value** スtring を選択し、**Visible** のチェックをはずします。Altium Designer では、Comment 欄をパラメータの内容で置き換える「間接的参照」をサポートしており、(パラメータの Value と Comment の項目で) 値を 2 回入力する必要はありません。このデータは、2 回入力しなくても PCB と部品表に転送することができます。
7. **Models** リストで SIM モデル (RESISTOR) を確認します。Models リストでモデル名を選択し、**Edit** をクリックして *Sim Model - General/Resistor* ダイアログを表示させます。このタイプの抵抗は、モデルファイルは必要とせず、Value パラメータで入力した Netlist Template の Value を参照します。

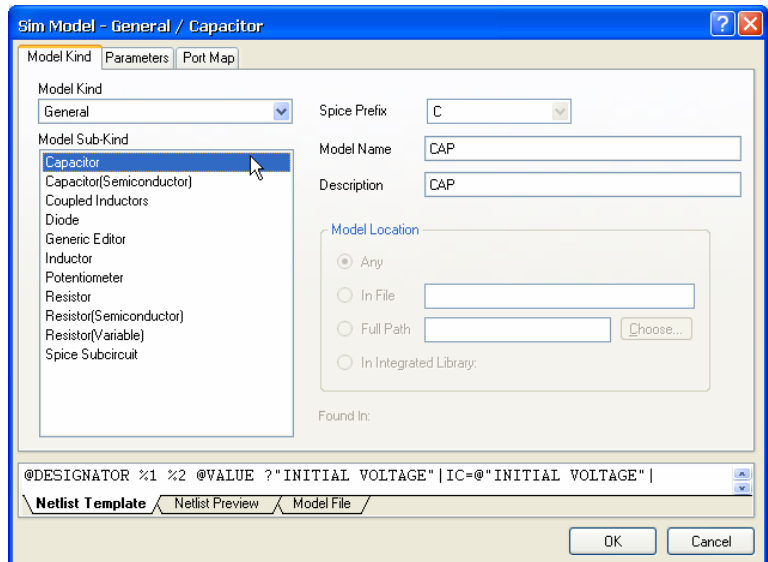


- OK をクリックしてダイアログを閉じ、*Component Properties* ダイアログに戻ります。OK をクリックします。
8. 抵抗を配置する位置を決めて (図 1 の回路図参照)、左クリックまたは **ENTER** を押し、部品を配置します。
 9. 次に `R2` の抵抗を配置します。そのまま続けて配置すると、デジグネータは自動でインクリメントされます。
 10. 抵抗を配置した後に、右クリックまたは **ESC** を押して部品配置モードを解除します。

シミュレーション用のコンデンサの設定

次に 2 つのコンデンサを検索し、配置します。

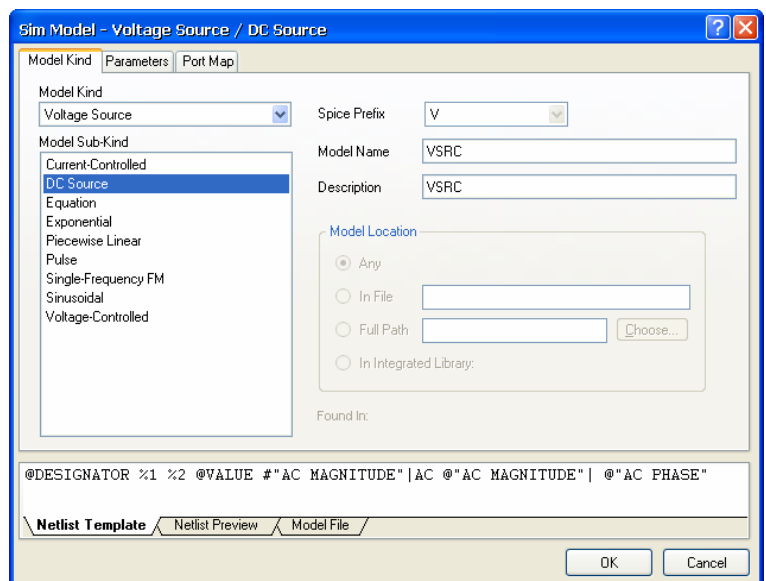
1. コンデンサの部品は、**Libraries** パネルで既に選択されている Miscellaneous Devices.IntLib ライブラリにあります。**Libraries** パネル内のコンポーネントのフィルタ欄に cap と入力します。コンポーネントリスト内の **CAP** をクリックし、**Place** ボタンをクリックします。
2. **TAB** キーを押して、コンデンサの属性を編集します。*Component Properties* ダイアログの Properties の Designator 欄を C1 と設定します。
3. Value パラメータの Value の項目を 112pF に変更します。**String** が、パラメータタイプとして選択されていて、Value の **Visible** ボックスにチェックが入っていることを確認してください。
4. ダイアログの **Properties** の項目で Comment の項目をクリックし、ドロップダウンリストから=Value スtring を選択し、**Visible** のチェックをはずします。
5. 統合ライブラリから **Models** リストに追加されている SIM モデル (CAP) を確認します。Models リストでモデル名を選択し、**Edit** をクリックして *Sim Model - General / Capacitor* ダイアログを表示させます。このコンデンサは、モデルファイルを必要とせず、Value パラメータからの Value を参照します。
6. **OK** をクリックして、*Component Properties* に戻ります。**OK** をクリックすると配置モードに戻ります。
7. 抵抗の配置と同じ方法で、2 つのコンデンサを配置する位置を決めて配置します。C2 は 56pF に Value を変更し、スペースキーを押してシンボルを回転し、配置します。
8. 右クリックか **ESC** を押して、配置モードを抜けます。



電源の追加

シミュレーションを行う時に必要である、デザインに供給する電源を追加します。

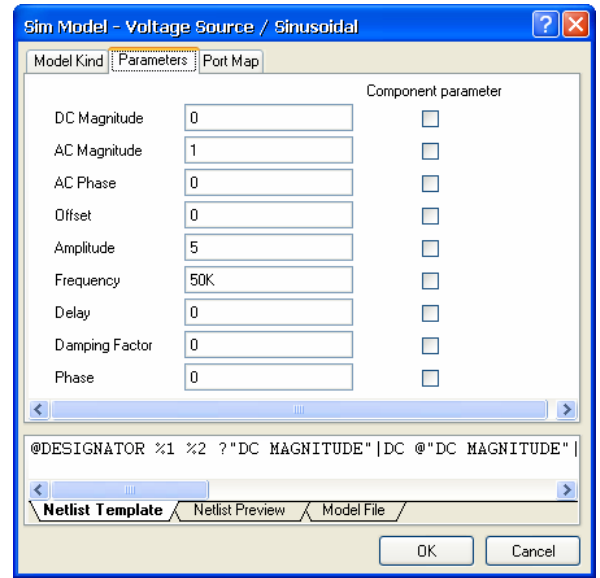
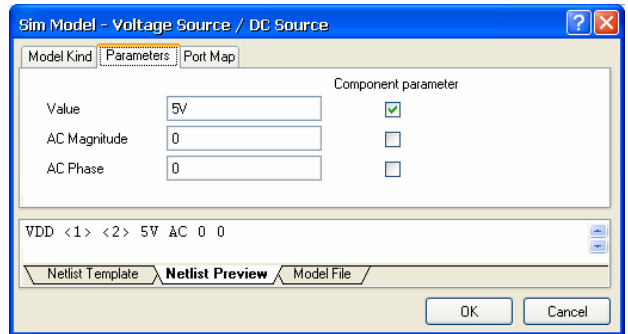
1. 最初に VDD 電源を配置します。**Libraries** パネルで VSRC コンポーネントを検索し、Available Libraries リストに Simulation Sources.IntLib ライブラリを追加します。他のシミュレーションライブラリが、Altium Designer をインストールした場所の Library\ Simulation フォルダに保存されていることに注意してください。
電源を配置する際に、**TAB** キーを押して属性を編集します。
2. *Component Properties* ダイアログの Models リストで SIM モデル (VSRC) をクリックし、**Edit** をクリックします。*Sim Model - Voltage Source / DC Source* ダイアログで、Model Kind が **Voltage Source** に、Model Sub-Kind が **DC Source** に設定されていることを確認してください。
3. **Parameters** タブをクリックし、必要な電圧値を設定します。Value の項目に 5V と入力し、**Component Parameter** オプションをチェックします。チェックを入れると、自動で *Component Properties* ダイアログのパラメータに 'Value' が作成されます。他の項目は、0 に設定しておいてください。**OK** をクリックし、すべてのダイアログを閉じます。回路図上でクリックし、この電源を配置します。右クリックか **ESC** を押して、配置モードを抜けます。



- 次にモデルファイルパラメータの Value を -5V に設定して VSS の電源を配置します。
- 最後に Simulation Sources.IntLib からサイン波 (Sinusoidal Voltage Source : VSIN) を追加します。配置する前に TAB キーを押して、属性を編集します。この例では、1KHz から 50KHz に周波数を変更します。Component Properties ダイアログで、Models リストの SIM モデル (VSIN) をクリックし、Edit をクリックします。

Sim Model - Voltage Source / Sinusoidal ダイアログで、Model Kind が **Voltage Source** に、Model Sub-Kind が **Sinusoidal** に設定されていることを確認してください。

- Parameters** タブをクリックし、必要な電圧値を設定します。Sim Model - Voltage Source / Sinusoidal ダイアログ (右図) を参照して、パラメータ値を入力してください。Netlist Template は、この情報を使用して評価され Netlist Preview に表示されます。
OK をクリックしてすべてのダイアログを閉じ、クリックして回路図にこの電源を配置します。右クリックか ESC を押して、配置モードを抜けます。
- 回路図を保存します [ショートカット **Ctrl + S**]。



パワーポートの追加

図 1 を参照して、Filter 回路図にパワーポートを追加します。


- Place** » **Power Port** を選択します。TAB を押して、Power Port ダイアログで属性を設定します。
- コンポーネントのピンに付けられたポートについては、対応するネット名 (例えば、VSS) を入力し、Style を **Bar** に設定します。OK をクリックし、左クリックか ENTER を押して、パワーポートを配置します。配置中にポートを回転するには、スペースバーを使用します。
- パワーポートの配置を続けます。電源(VIN、VDD や VSS)にパワーポートを追加する際に、Style を **Power Ground** に、Net を GND に設定します。OUT ポートは、Net を OUT に、Style を **Circle** に設定します。
- パワーポートを配置し終わったら、右クリックか ESC を押して配置モードを解除します。

メニューバーからパワーポートを配置するには、View » Toolbars » Utilities を選択して、必要なパワーポートのボタンをクリックしてください

回路の配線

配線は、回路の様々なコンポーネント間の接続を作成する作業です。回路図の配線を行うには、図 1 を参照してください。

1. ワイヤ配置モードにするには、**Place** » **Wire** [ショートカット P, W]を選択するか、*Wiring Tools* ツールバーから **Wire** ツールをクリックします。


 回路図の配線に関する詳細は、チュートリアル[TU0117 PCB設計入門](#) を参照してください。

2. ワイヤ配置モードを解除するには、右クリックするか ESC を押します。

ネットとネットラベル

シミュレーションを実行する為の最後の操作は、表示したい信号を容易に確認できるように回路上の適切な場所にネットラベルを配置することです。チュートリアルの回路で注目する信号は、IN と OUT ネットです。OUT ネット名が OUT パワーポートから読み込まれている一方、IN ネットは、ネットラベルで認識されます。図 1 のように必要なネット上にネットラベルを配置するには:

1. **Place** » **Net Label** [ショートカット P, N]を選択し、**TAB** を押してネットラベル名を入力します。クリックしてネットラベルを配置します。

 ネットラベルの配置に関する詳細は、チュートリアル[TU0117 PCB設計入門](#) を参照してください。

2. 右クリックか、**ESC** を押すと、ネットラベルの配置モードを抜けます。
3. **File** » **Save** [ショートカット F, S]を選択してボードを保存してください。**Projects** パネルでプロジェクト名を選択して右クリックし、**Save Project** を選択して同様にプロジェクトを保存します。

プロジェクトのコンパイル

プロジェクトのコンパイルは、デザインドキュメントの描画や電気的なルールエラーを確認します。*Options for Project* ダイアログ (**Project** » **Project Options**) の **Error Checking** や **Connection Matrix** タブで既に設定されているデフォルトのルールを使用します。

1. Filter プロジェクトをコンパイルするには、**Project** » **Compile PCB Project** を選択します。
2. プロジェクトがコンパイルされると、警告やエラーが **Messages** パネルに表示されます。エラーがある場合は、回路を見直し、すべての配線や接続が正しいか確認してください。

解析の設定

Altium Designer では、回路図から直接シミュレーションを実行することが可能です。チュートリアルの次の項目では、Filter 回路で作成された出力波形をシミュレートします。

シミュレーションは、**Simulate** メニューコマンドを使用するか、**Mixed Sim** ツールバー (**View** » **Toolbars** » **Mixed Sim** を選択して表示される) の適切なボタンをクリックして設定し実行します。

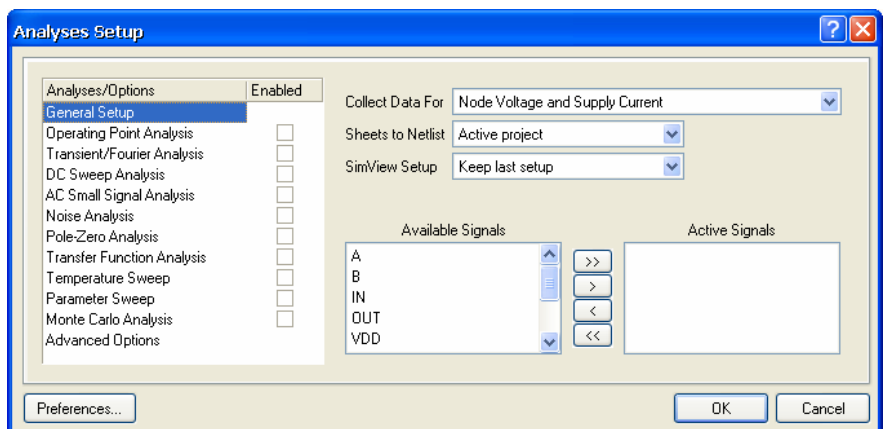


1. 回路図エディタで *Filter.SchDoc* を開いて、**Design** » **Simulate** » **Mix Sim** を選択するか、または **Mixed Sim** ツールバーの **Setup** アイコン  をクリックし *Analyses Setup* ダイアログの **General Setup** ページを表示させます。回路図で警告やエラーがある場合、**Messages** パネルに表示されます。*Analyses Setup* ダイアログを閉じ、問題点を修正します。そして、再度、**Setup** ツールを選択する前に **Messages** パネルを閉じます。

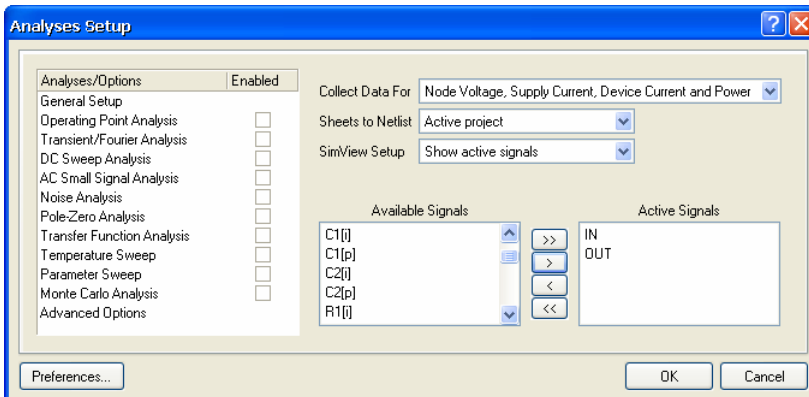
すべてのシミュレーションのオプションは、ここで設定します。シミュレーションの範囲(ネットリストを出力するシート)やシミュレーションが完了する時に自動で表示される信号(Active Signals)、シミュレーションで実行したい解析形式を含みます。これらのオプションは、プロジェクトファイル(保存した時)に保存され、シミュレーションが実行される時に使用される SPICE ネットリスト (*.nsx) の作成に使用されます。

2. 最初に計測したい回路のノードを設定します。

Collect Data For の項目で、リストから **Node Voltage, Supply Current, Device Current and Power** を選択します。このオプションでは、シミュレーションを実行中に計算したいデータの形式を定義します。すなわち、各ノードでの電圧、各電源の電流と各デバイス電流・電力のデータが保存されます。**SimView Setup** を **Show Active Signals** に設定します。



3. **Available Signals** の項目で、**IN** と **OUT** の信号名をダブルクリックします。各信号をダブルクリックすると、信号名が **Active Signals** の項目に移動します。また、信号リスト上でクリックしマウスをドラッグするか、信号をクリックしている間 **SHIFT** と **CTRL** キーを使用して、**Available Signals** リストから複数の信号を選択することができます。選択後、> ボタンを使用して **Active Signals** リストに信号を移動します。Active Signals のシミュレーション結果は、シミュレーションが実行された時、自動で波形解析画面に表示されます。



詳細なヘルプを表示させるには、各解析設定ページで F1 を押します。

4. (Analyses/Options の項目にリスト表示された) 各解析形式は、Analyses Setup ダイアログの各ページで設定されます。各解析の設定ページをアクティブにするには、解析名をクリックしてください。

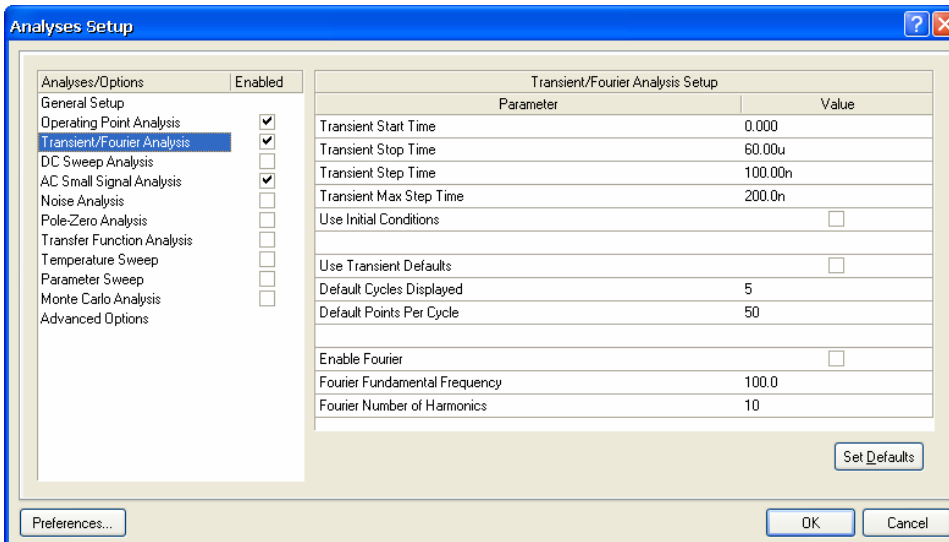
過渡／フーリエ解析の設定

過渡／フーリエ解析は、ユーザが指定した時間間隔で過渡出力変数（電圧、電流または電力）を計算し、オシロスコープに表示されるような出力を作成します。

動作点解析は、Use Initial Conditions オプションが有効で無い限り、回路の DC バイアスを定義する為に 過渡解析より先に自動で実行されます。もし、このオプションが有効ならば、DC バイアスは回路に定義した初期状態から計算されます。初期状態は、回路図内の各適切なコンポーネントに、または、回路に .IC デバイスを配置して定義することができます。

50kHz の入力ソースを 6 周期表示するには、波形画面で表示が 60u になるように設定します。

1. Analyses Setup ダイアログ内の **Transient/Fourier** オプションが有効になっている（チェックが入っている）ことを確認してください。もし、Transient/Fourier Analysis Setup ページが自動で表示されない場合、Analyses/Options リスト内の **Transient/Fourier Analysis** をクリックしてください。



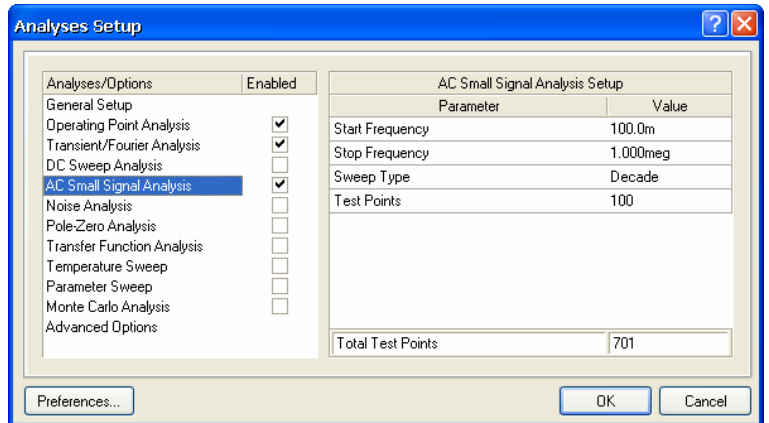
2. **Use Transient Defaults** オプションが無効になっていることを確認してください。これで過渡解析パラメータを変更することができます。
3. シミュレーション画面を 60u に指定するには、**Transient Stop Time** を 60u に設定します。
4. **Transient Step Time** の項目を 100n に設定します。これは、シミュレーションが 100ns の地点ごとに計算されることを表します。
5. シミュレーション中の実際のタイムステップは、収束と必要な精度を満たす為に自動で変更されます。Maximum Step の項目は、タイムステップサイズの変化を制限しますので、**Transient Max Step Time** を 200n に設定します。

AC小信号解析の設定

AC 解析は、周波数関数として小信号の AC 出力変数を計算し、回路の周波数応答を示す出力を作成します。AC 小信号解析で要求される出力は、通常、伝達関数（例えば、電圧利得）です。


回路図には、SIM モデルで AC Magnitude パラメータの値が設定された AC ソースが少なくとも 1 つ必要です。AC Magnitude の値、周波数と振幅についてはサイン波ソース (VSIN) のパラメータで既に設定しています。詳細については、電源ソースの設定を参照してください。

1. *Analyses Setup* ダイアログで、**AC Small Signal Analysis** オプションが有効になっていることを確認してください。
2. 上図のようにパラメータ値を入力します。
3. この解析が実行されると、回路の DC バイアスを決定する為に動作点解析が先に実行されます。その後、信号ソースは振幅が固定された正弦波ジェネレータに置き換えられ、指定した周波数範囲内で、**Test Points** と **Sweep Type** の値を元に解析されます。

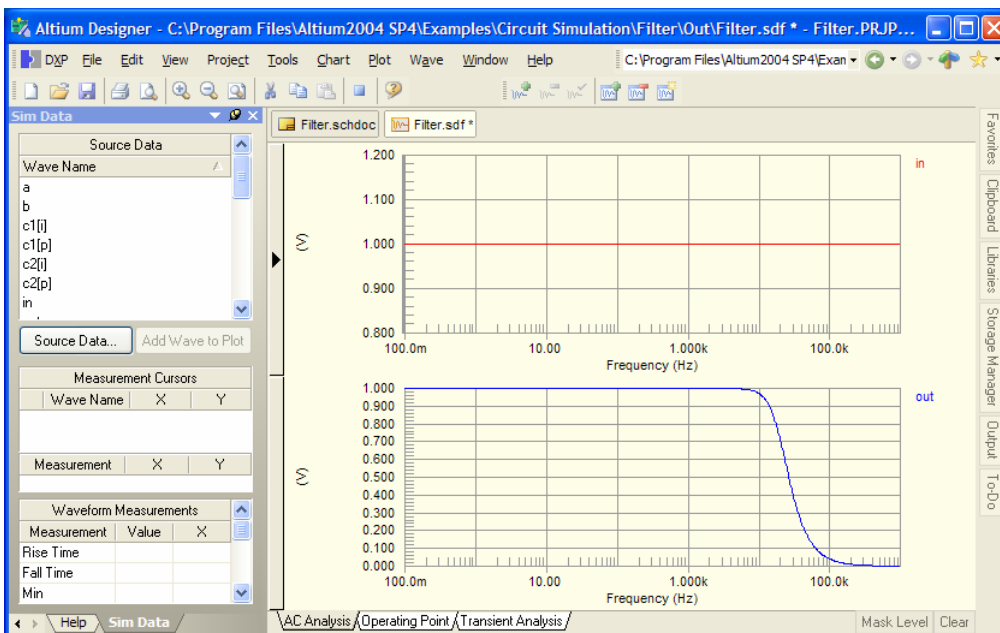


シミュレーションの実行

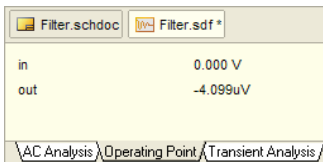
これで設定を有効にした解析を実行する準備ができました。

今後は、毎回 *Analyses Setup* ダイアログで入力せず、**Mixed Sim** ツールバーの **Run Mixed Signal Simulation** ボタン  をクリックするだけでシミュレーションを実行できることに注意してください。

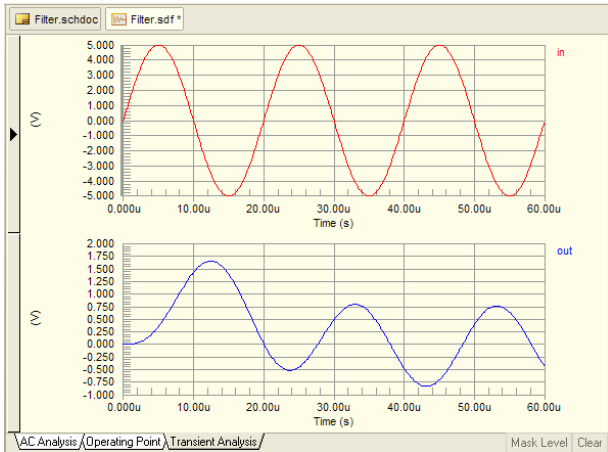
1. シミュレーションを実行するには、*Analyses Setup* ダイアログの下部にある **OK** ボタンをクリックします。
SPICE ネットリストの生成、または実際のシミュレーション過程中に作成された警告やエラーは、**Messages** パネルに表示されます。次に進む前にエラーを修正してください。
2. 回路にエラーが無ければ SPICE ネットリスト (*.nsx) が作成されシミュレータに渡されます。ネットリストは、シミュレーションが実行される度に再生成されることに注意してください。
3. シミュレーションが開始され、シミュレーションデータファイル (*.sdf) が開きます。各解析の結果は、SimData エディタの波形解析画面で個別のチャートとして表示されます。動作点解析は、回路の DC バイアスを定義する為に最初に行われます。Waveform Analysis window:SimData Editor Circuit simulation:SimData Editor
4. シミュレーションが終了すると、以下の図のような出力を確認できるはずです。




AC 小信号解析波形



動作点解析 過渡解析波形

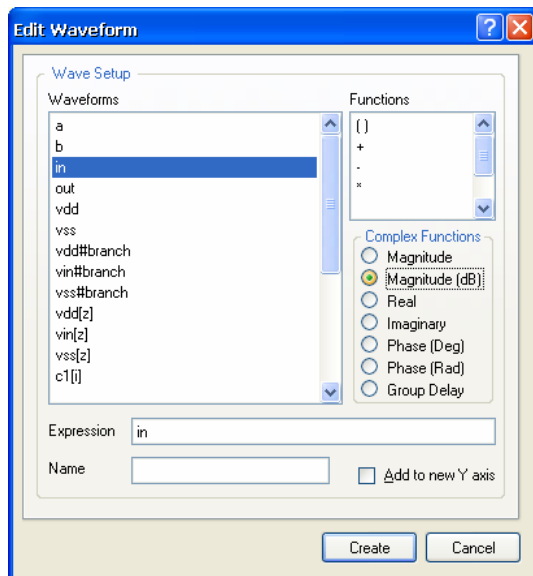


過渡解析波形

 波形アナライザとSim Dataパネルの使用方法の詳細については、[TU0113 シグナルインテグリティ解析の実行](#) の内の *Using the Waveform Analysis Window* を参照してください。波形表示とパネルの操作は両方のツールで同じ画面を使用します。

ボードプロットの作成

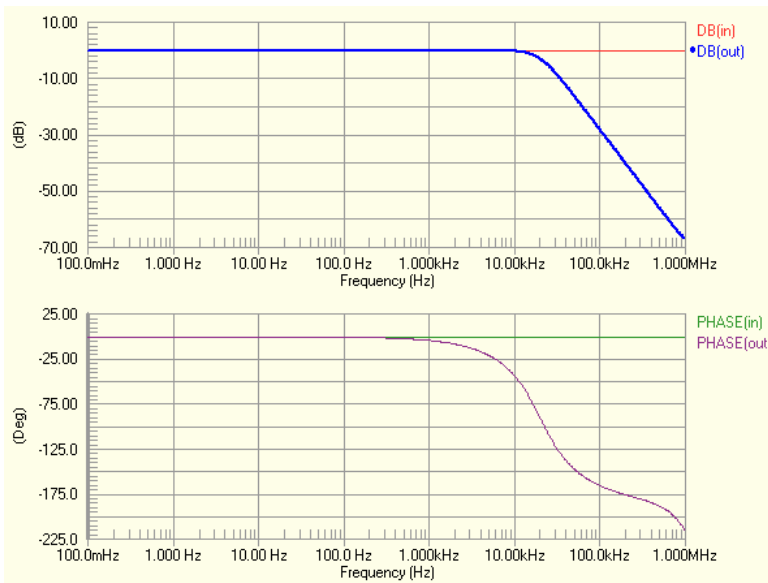
ボードプロットは、周波数の対数関数として2つの曲線（利得と位相の対数）で構成されています。Y軸はデシベル（dB）の利得と、位相をリニアにプロットし、X軸はLogスケールでいくつかの周期を持つチャートが作成されます。各周期は、周波数の10の因数を表します。このボードプロットは、*Edit Waveform* ダイアログで利用できるWaveform機能を使用して作成することができます。



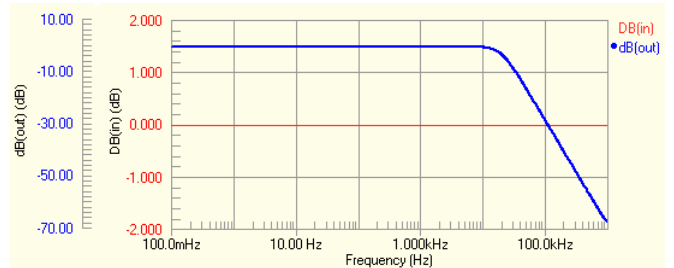
1. 波形解析画面の **AC Analysis** タブに、dB(in), dB(out), PHASE(in), PHASE(out)を表示します。
2. 波形解析画面で、ネット in をクリックします。選択したネットを右クリックし、**Edit Wave**（または、**Wave » Edit Wave**）を選択します。*Edit Waveform* ダイアログが表示されます。選択した波形の形式が **Expression** の項目に表示されます。
3. Complex Functions リスト（例えば、Magnitude (dB)）から機能を選択します。プロット上で dB(net_name) の波形（例えば、dB(in)）を見るには、**Create** をクリックします。
4. dB(out)を作成するには、プロット上で右クリックし **Add Wave to Plot** を選択します。*Edit Waveform* ダイアログと同じ方法で設定できる *Add Wave to Plot* ダイアログが表示されます。
5. 2番目のプロットに PHASE(in)と PHASE(out)を作成するには、4.の操作を繰り返してください（*Add Wave to Plot* ダイアログの Complex Functions の項目は、Phase (Deg)を選択します）。



Defining & Running Circuit Simulation Analyses



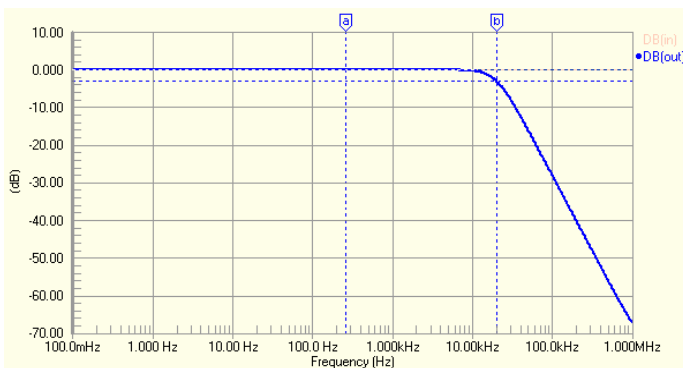
6. これらの波形は必要に応じ、*Edit Waveform* ダイアログの **Add to new Y axis** を選択することで、異なる Y 軸を追加表示させることができます。追加した Y 軸を削除する場合、この軸にプロットされたすべての波形と波形に付けられた計測カーソルも削除されますので、注意してください。Undo 機能はありません。新たに Y 軸を追加した場合、右側に表示されます。



計測カーソルの使用

計測カーソルを使用して、3dB の位置を指定してみます。

1. **DB(out)** のネット名をクリックして、波形解析画面の波形を選択します。
2. 右クリックし、**Cursor A** (または、**Wave** » **Cursor A** を選択します) を選択します。マーカーをドラッグして、カーソル A をローパスの部分に移動します。
3. 右クリックし、**Cursor B** (または、**Wave** » **Cursor B** を選択します) を選択します。**Sim Data** パネルの **Measurement** の項目で **B-A = -3** と表示される位置になるようにカーソル B を移動します。



4. **Sim Data** パネルの **Measurement Cursors** の項目のカーソル B の X 値を確認してください。3dB point = 20kHz であることが分かります。

Measurement Cursors			
Wave Name	X	Y	
A	DB(out)	259.29	-77.643u
B	DB(out)	20.267k	-3.0863
Measurement	X	Y	
B - A	20.007k	-3.0862	
Minimum A . . B	-3.0863		
Maximum A . . B	222.20u		
Average A . . B	-720.54m		

5. カーソルをクリアするには、カーソルマーカーを選択し、右クリックして **Cursor Off** を選択します。

パラメータスイープ解析の実行

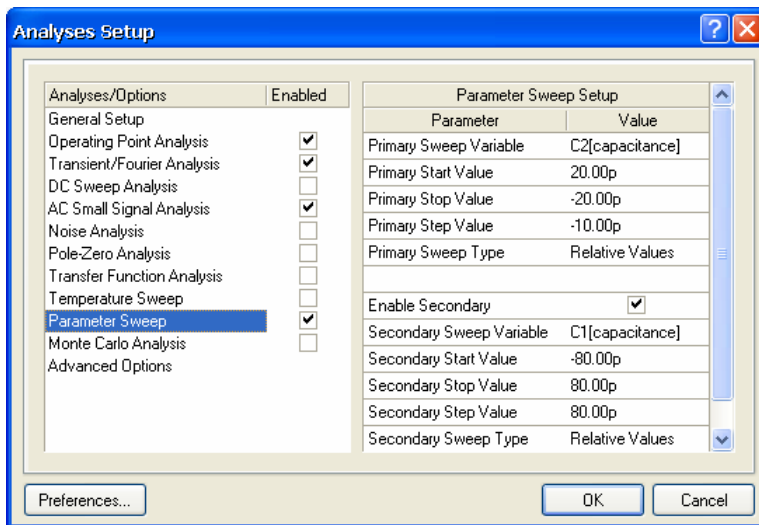
いくつか解析を設定し、実行しましたが、次に周波数応答でいくつかのコンデンサ／抵抗の値を変更した結果を見る為にパラメータスイープを設定してみます。

パラメータスイープ解析は、定義した指定した範囲でデバイスの値をスイープさせます。パラメータスイープ解析を実行するには、AC、DC または過渡解析のどれかを有効にする必要があります。有効にした解析は、パラメータスイープして複数回シミュレータが実行されます。

この解析は、基準のコンポーネントの値とモデルパラメータを変更することができますが、サブキットデータは、解析中変更できません。

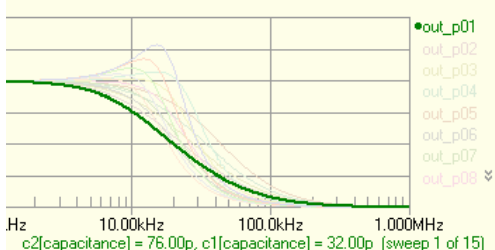
1. **Filter.SchDoc** タブをクリックして、デザイン画面で回路図を利用できるようにします。**Design » Simulate » Mixed Sim** を選択します。*Analyses Setup* ダイアログの *General Setup* ページの **Show Active Signals** が選択されていることを確認してください。
2. *Analyses Setup* ダイアログの *Analyses/Options* の項目で **Parameter Sweep** をクリックして、この解析形式を有効 (Enabled にチェックを入れます) にします。
3. *Primary Sweep Variable* の項目でスイープさせる為のパラメータを入力します。この例では、プライマリ スイープパラメータをドロップダウンリストから選択して **C2 [capacitance]** にします。
4. *Primary Start Value* を 20p に、*Primary Stop Value* を -20p に設定して、スイープの値の範囲を定義します。*Primary Step Value* を -10p に設定して、増加ステップを定義します。
5. *Primary Sweep Type* オプションを **Relative Values** に設定します。*Primary Start Value*, *Primary Stop Value*, *Primary Step Value* の項目で入力した値は、パラメータの既存またはデフォルトの値に追加されます。
6. **Enable Secondary** をクリックして、*Secondary Sweep Values* を追加します。セカンダリ パラメータを定義した場合、プライマリ パラメータは、セカンダリ パラメータの各値でスイープされます。

Secondary Start Value を -80p に、*Secondary Stop Value* を 80p にして **C1 [capacitance]** のセカンダリ スイープを設定します。*Primary Step Value* を 80p に設定し、増加ステップを定義します。*Secondary Sweep Type* を **Relative Values** に設定します。



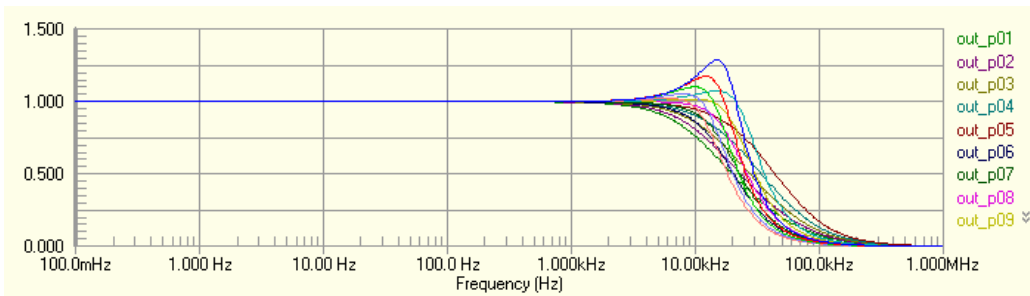
7. **OK** ボタンをクリックして、シミュレーションを実行します。各プライマリ スイープは、波形解析画面の **AC Analysis** と **Transient Analysis** タブ内の新しいプロットに <net_name_p<sweep_number> の表記 (例えば、out_p01) で波形として表示されます。

詳細情報を表示するには (例えば、out_p01 をクリックすると、プロットの下にスイープ情報が表示されます)、スイープパラメータ名をクリックしてください。

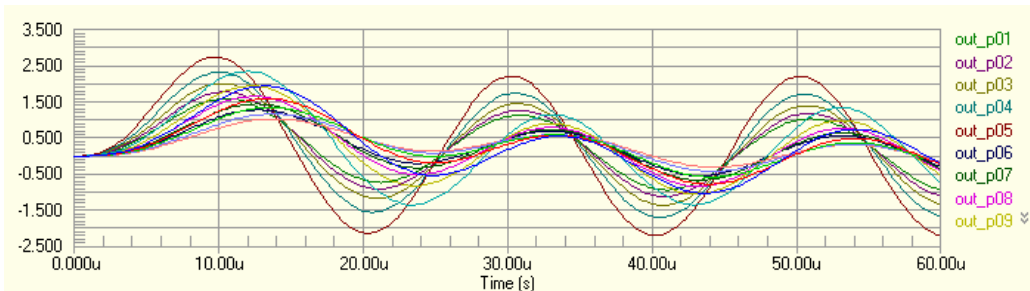


以下の図で、このパラメータ スイープによってカットオフ周波数の周りの周波数応答を大きく変化させることが判ります。

Defining & Running Circuit Simulation Analyses



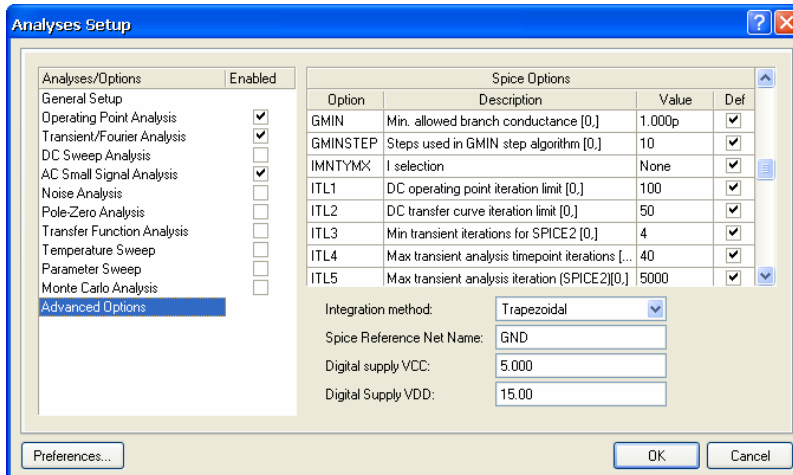
AC Analysis タブでのパラメータスイープ結果



Transient Analysis タブでのパラメータスイープ結果

アドバンスオプションの使用

Analyses Setup ダイアログの **Advanced Options** のページは、エラーの許容度や繰り返し制限のようなシミュレーション計算を達成する為に設定できる SPICE 内部のオプションのリストになっています。



SPICE オプションの値を変更するには (例えば、ITL1 の繰り返しの値) :

1. 変数 (例えば、ITL1) を選択します。Value の項目に新しい値を入力するか、表示される矢印スクロールをクリックして値を選択します。
2. **Enter** を押すか、他の項目をクリックすると、デフォルト (Def) オプションが無効になります。

また、このページから異なる積分方法を選択することができます。例えば、回路デザインに予期しない高周波の発振がある場合、標準的な積分法の Trapezoidal (台形法) から Gear (ギヤ法) へ変更することができます。台形法は、比較的早く正確ですが、ある条件下で振動する傾向があります。理論上、高次ギヤ法の方が、結果はより正確ですがシミュレーション時間が長くなる欠点があります。

シミュレーション用のSPICEネットリストの使用

他の回路図キャプチャツールと組み合わせて Altium Designer シミュレータが使用できるように、SPICE ネットリストから直接、シミュレーションを実行することができます。これを行うには:

1. プロジェクトファイル(.PrjPcb)にネットリストを保存します。これでシミュレーションセッション中の設定情報を保存することができます。設定情報は、回路図を含むプロジェクトと同じ方法でプロジェクトファイルに保存されます。プロジェクトファイルは、P-CAD から最初にシミュレーションを実行する時に自動で追加されることに注意してください。もし、ネットリストがフリードキュメントとして開いた場合、設定情報は、Altium Designer に保存されません。
2. Altium Designer シミュレーションエンジンは、設定情報と同様にコンポーネント情報、デザイン接続、モデルデータを含んだネットリストが必要です。もし、ネットリストにシミュレーション設定情報が無い場合、**Simulate » Setup** を選択すると新しいネットリストが<original filename>_tmp.nsx という名称で作成されます。このファイルは、元の.nsx ファイルからのネットリスト情報とプロジェクトファイルからの設定情報を含みます。

もし、ネットリスト中にシミュレーション情報がある場合、シミュレーションはネットリストを変更しないで直接、実行されます。これは、ネットリストで直接、設定を変更したいユーザには役立ちます。もし、ネットリストに設定情報が既に含まれている場合、*Analyses Setup* ダイアログを使用して、設定情報を追加または設定できないことに注意してください。

もし、ネットリストにシミュレーション設定情報が無く、プロジェクトに回路図ドキュメントがある場合、ネットリストは、回路図ドキュメントとプロジェクトの設定情報から再生成されます。これは、ネットリストから設定情報を削除してシミュレーションを行おうとした場合にのみ発生します。

3. 一度、設定情報が無いネットリストをプロジェクトに追加すれば、**Simulate » Setup** を選択して解析を設定することができます。
4. シミュレーションを実行するには、メニューから **Simulate » Run** を選択します。シミュレーション波形は、.sdf ドキュメントに表示されます。
5. 次回シミュレーションを実行する時に上書きされないように、ネットリストファイルの名称を変更してください。

シミュレーションの詳細については、[TR0113 シミュレーションモデルと解析のリファレンス](#)または [TR0117 デジタル SimCodeリファレンス](#)を参照してください。



回路図からネットリスト(.nsx)を作成するには、回路図がアクティブドキュメントであることを確認してください。Design » Netlist For Project » XSpice を選択するか、または Mixed Sim ツールバーの Generate XSpice Netlist アイコンをクリックしてください。

更新履歴

Date	Version No.	Revision
9-Dec-2003	1.0	New product release
17-Feb-2005	1.1	Updated for SP2 including Libraries Search queries.
30-Jun-2005	1.2	Updated for Altium Designer SP4.
12-Dec-2005	1.3	Path references updated for Altium Designer 6
23-Jan-2006	1.4	Updated reference to PSpice model support
18-Mar-2008	1.5	Updated Page Size to A4.
20-Apr-2008	1.6	Updated path references.

ソフトウェア、ハードウェア、文書、および関連資料

Copyright © 2008 Altium Limited. All Rights Reserved.

以下の注意書きとともに提供される文書とその情報は、様々な形による国内、海外の知的財産権の保護 - 著作権の保護を含むがそれに限定されない - が目的です。この注意書きの閲覧者には、非独占的なライセンスが付与されており、このような文書とその情報を、その用途について規定している使用許諾契約書(エンドユーザライセンスアグリーメント)に記載の目的のために使用することができます。いかなる場合においても、あなたにライセンスされた文書から、あるいはその他の手段を利用して、リバースエンジニア、逆コンパイル、複製、配布、派生物の作成を行うことは、明白に規定された同意書による許諾を得ない限りできません。かかる制限条項が遵守されない場合、罰金や実刑を含む民事罰と刑事罰の対象となることがあります。しかしながら、バックアップの目的に限り、提供される文書のまたは情報を一個だけ記録に残し、オリジナルコピーが不能の場合のみ、その複製にアクセスし、利用することは許可されます。Altium、Altium Designer、Board Insight、CAMtastic、CircuitStudio、Design Explorer、DXP、Innovation Station、LiveDesign、NanoBoard、NanoTalk、OpenBus、Nexar、nVisage、P-CAD、Protel、SimCode、Situs、TASKING、Topological Autorouting、およびそれぞれに対応するロゴは、Altium Limited またはその子会社の商標または登録商標です。本書に記載されているそれ以外の登録商標や商標はそれぞれの所有者の財産であり、商標権を主張するものではありません。