

はじめに

altlvdsメガファンクションを使用することで、Stratix®IIデバイス、HardCopy®IIデバイスまたは Cyclone®II デバイスを使用するときに、外部 PLL(Phase-Locked Loop) をインスタンス化することができます。この外部 PLL は、LVDS モードで動作する fast PLL です。このオプションにより PLL 設定の制御を強化することができます。altlvds メガファンクションを使ってシリアライザ / デシリアライザ (SERDES)回路をインスタンス化するには使用できない帯域幅やダイナミック・リコンフィギュレーションなどの PLL オプションでも使用できます。



特別な PLL 機能を使用しない場合は、外部 PLL オプションを使う利点がないため、altlvds メガファンクションと組み合わせて使用しないでください。

Quartus II プロジェクト

このアプリケーション・ノートで説明するプロジェクトには、外部 fast PLL と altlvds レシーブ・メガファンクション間の接続を説明するデザインが含まれています。デザイン機能を説明するシミュレーション・ファイルを含む ModelSim®プロジェクトは、アルテラのウェブサイトを提供されています。

デザイン・ファイルのダウンロード

この例に対するデザイン・ファイルは、アルテラ・ウェブサイトの資料ページ、または PLL およびクロッキング・デザイン例のページ (www.altera.co.jp/support/examples/functionality/pll-clocking.html) で提供されています。

これらのデザイン・ファイル内の例では、外部 PLL モードで LVDS レシーバを使用しています。

例

次の例では、Quartus®II ソフトウェアの MegaWizard® Plug-In Manager を使用して、altpll メガファンクションと altlvds メガファンクションを生成しています。

この例では、次の動作を行います。

- altlvds メガファンクションと MegaWizardPlug-In Manager を使用して、高速差動レシーバを生成します。
- MegaWizard Plug-In Manager を使用して PLL を生成します。
- ModelSim を使用して高速差動インタフェース・デザインをシミュレーションします。

デザインの詳細

このデザインは、altpll と altlvds の 2 つのメガファンクションから構成されます。このデザインの機能は、シリアル / パラレル変換係数 8 で 4 チャンネルの入力を 32 ビット幅の出力バスへ変換することです。このデザインの目的は、altlvdsメガファンクションと外部PLLの使い方、さらに動作に必要となるaltpllメガファンクションと altlvds メガファンクションの設定を紹介することです。デザイン仕様については、表 1 を参照してください。

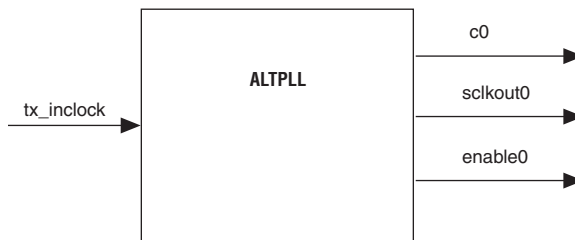
仕様	入力	出力	説明
altlvds	rx_datain[4:0]、 データ・レート 800 Mb/s	rx_out[31:0]	内蔵 PLL なし
altpll	tx_inclock = 100 MHz	c0 = 100 MHz、// コア・クロック sclkout0 = 800 MHz = データ・レート enable0 = イネーブル・パルス	イネーブル・パルス周期はコア・クロックと sclkout0 の 2 つのクロック周期の内の大きい方に対応するため、イネーブル・パルスは 10 ns 内に 1 回発生します。(1)

表 1 の注：

(1) sclkout0 は、VCO クロックに対して -180 度位相シフトしています。

図 1 に、PLL の入力および出力を示します。

図 1. PLL の入力および出力

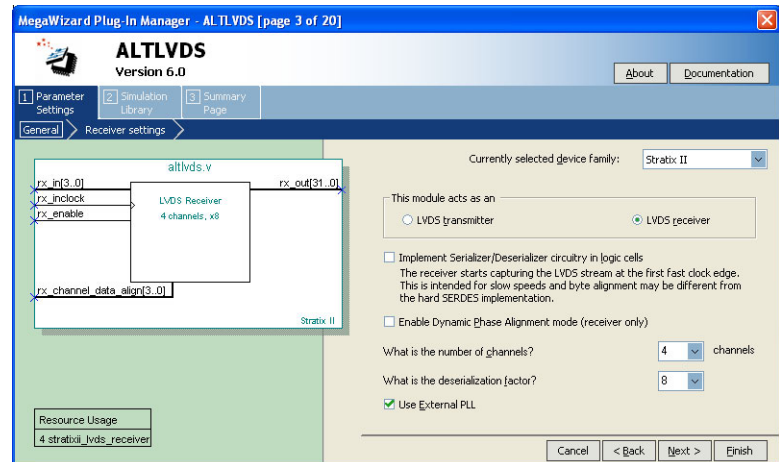


altlvds レシーバの 生成

この項では、MegaWizardPlug-In Manager を使用して altlvds レシーバを生成するための altlvds メガファンクションと altpll メガファンクションの生成方法を説明します。

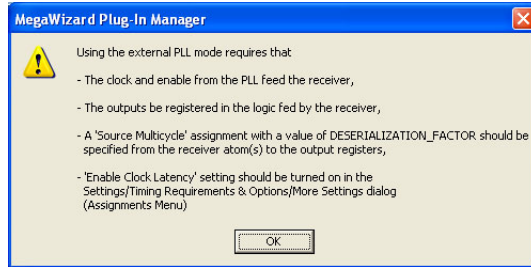
1. Quartus II ソフトウェアを起動します。Tools メニューの **MegaWizard Plug-In Manager** をクリックします。Page 1 が表示されます。
2. **Create a new custom megafunction variation** を選択し、**Next** をクリックします。Page 2a が表示されます。
3. Page 2a の **Installed Plug-Ins** リストの **I/O** から **ALTLVDS** を選択します。**Which device family will you be using?** リストから **Stratix II** を選択します。**What name do you want for the output file?** フィールドに出力ファイル名を入力します。出力ファイル・タイプを選択します。**Next** をクリックします。Page 3 が表示されます (図 2)。

図 2. MegaWizard Plug-in Manager—ALTLVDS、Page 3



4. **Currently selected device family** リストから **Stratix II** を選択します。
5. **This module acts as an** で **LVDS receiver** を選択します。
6. **Use External PLL** をオンにします。altlvds ウィザードを使ってアクセスできない Stratix II fast PLL 機能を利用する場合に、このオプションが必要です。このオプションをオンにすると、ワーニング・ダイアログ・ボックスが表示されます (図 3)。

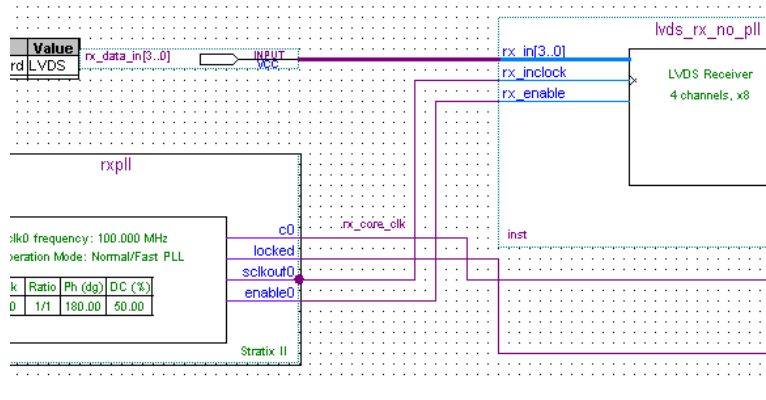
図 3. MegaWizardPlug-In Manager のワーニング・ダイアログ・ボックス



このワーニング・ダイアログ・ボックスは、Stratix II fast PLL 機能を利用する際に必要な条件のリストを表示します。レシーバ出力をレジスタ化しない選択を行う場合には、次の条件が必要です。

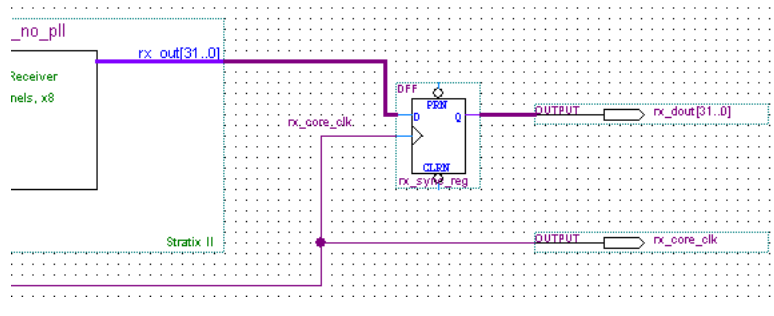
- a. **The clock and enable from the PLL feed the receiver**—PLL の出力ピン sclkout0 および enable0 により、altlvds メガファンクションの入力ピン rx_inclock および rx_enable を駆動します (図 4)。

図 4. altpll と altlvds 間の接続



- b. **The outputs are registered in the logic fed by the receiver**—altpll と altlvds 間の接続で、レシーバから駆動されるロジック内で出力がプリアジスタ化される必要があります。図 5 に、レシーバ出力に追加された同期レジスタ (rx_sync_reg) を示します。

図 5. Sync レジスタを使った altlvds 出力の同期



- c. A 'Source Multicycle' assignment with a value of **DESERIALIZATION_FACTOR** should be specified from the receiver atom(s) to the output registers— レシーバ素子 (`rx_out`) から出力レジスタ (`rx_sync_reg`) まで **DESERIALIZATION_FACTOR** の値でソース・マルチサイクル・アサインメントを指定します。

高速トランスミッタ・クロックから低速同期レジスタへデータが転送されるため、マルチサイクル・アサインメントなしでは、Quartus II タイミング・アナライザは非常に慎重な値でタイミング解析を行います。

`rx_out` データは、800 MHz すなわち 1.25 ns 周期の高速クロック `sclkout0` で駆動されます。syncレジスタは、100 MHz すなわち 10 ns 周期の低速クロック `core_clock0` で駆動されます。デフォルトでは、Quartus II タイミング・アナライザは、データが連続するアクティブ・クロック・エッジ (図 6) で出力 / ラッチされるものと想定しています。

図 6. 非常に慎重なタイミング計算

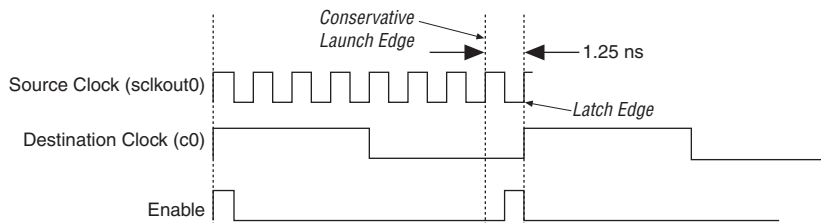
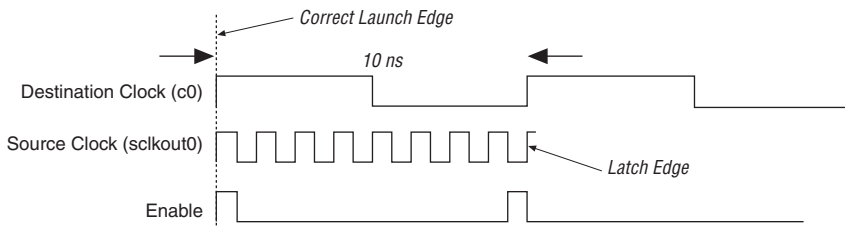


図 6 に示すように、Quartus II ソフトウェアは、altlvds 出力と sync レジスタとの間のデータ転送については、わずか 1.25 ns のみを使用し、デザインを解析しています。これは非常に慎重な解析方法です。イネーブル・パルスによって、高速トランスミッタ・クロックの複数エッジの内の 1 つだけが指定の低速コア・クロック周期に関係することがすでに保証されているためです。これを修正するためには、マルチサイクル・タイミング・アサインメントを Quartus II ソフトウェアに追加して、タイミング・アナライザが使用するエッジを指定する必要があります(図 7)。

図 7. 出力エッジとラッチ・エッジの選択



マルチサイクル値を設定するときは、次の構文を使います。

```
set_instance_assignment -name SOURCE_MULTICYCLE
<DESERIALIZATION FACTOR> -from <register name> -to
<register name>
```

- d. **‘Enable Clock Latency’ setting should be turned on in the Settings/Timing Requirements & Options/More Settings dialog (Assignments Menu)**—外部 PLL モードで altlvds を使用するには、クロック・レイテンシ設定をオンにする必要があります。次の 2 種類のクロック・レイテンシ設定があります。

- Early Clock Latency
- Late Clock Latency



クロック・レイテンシの設定および使用方法については、Quartus II Help を参照してください。

7. ワーニング・ダイアログ・ボックスで、**OK** をクリックします。
8. Page 3 の **What is the number of channels?** リストで、チャンネル数を選択または入力します (数値がリスト内がない場合、チャンネル数を入力することができます)。この例では、シリアル・データ・チャンネル数に **4** を入力します。



ターゲット・デバイス・サイズに対するチャンネル数制限については、Stratix II デバイス・ハンドブックを参照してください。

9. **What is the deserialization factor?** リストからパラレル変換係数を選択します。In this e この例では、パラレル変換係数 (J ファクタ) として **8** を入力します。リストに表示されるパラレル変換係数は、デバイス・ファミリーによって決定されます。**Next** をクリックします。Page 4 が表示されます。
10. 設定をデフォルト状態のままにして、**Next** をクリックします。Page 5 が表示されます。
11. Page 5 で、**Finish** をクリックします。

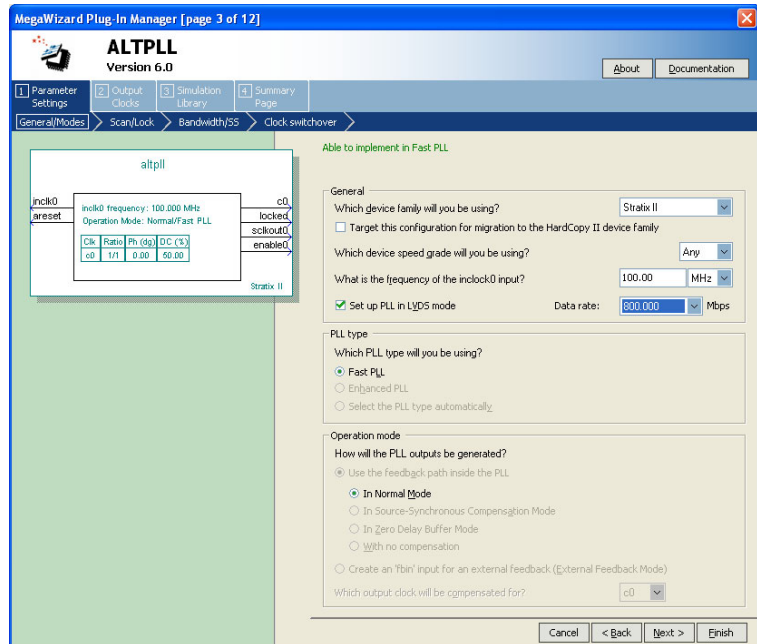
alt1lvds モジュールが構築されます。

altpll メガファンクションの生成

この項では、altpll メガファンクションの生成方法を説明します。

1. Quartus II ソフトウェアを起動します。Tools メニューの **MegaWizard Plug-In Manager** をクリックします。Page 1 が表示されます。
2. **Create a new custom megafunction variation** を選択し、**Next** をクリックします。Page 2a が表示されます。
3. Page 2a の **Installed Plug-Ins** リストの **I/O** から **ALTPLL** を選択します。**Which device family will you be using?** リストから **Stratix II** を選択します。**What name do you want for the output file?** フィールドに出力ファイル名を入力します。出力ファイル・タイプを選択します。**Next** をクリックします。Page 3 が表示されます (図 8)。

図 8. MegaWizard Plug-in Manager—ALTPLL、Page 3



4. **Which device family will you be using?** リストから **Stratix II** を選択します。
5. **What is the frequency of the inclk0 input?** リストに **100.00** を入力して **MHz** を選択します。



sclkout0 の周波数 800 MHz により、入力周波数 200 MHz も生成できます。所要データ・レートが 800 Mb/s であるため、sclkout0 の周波数は 800 MHz になります。

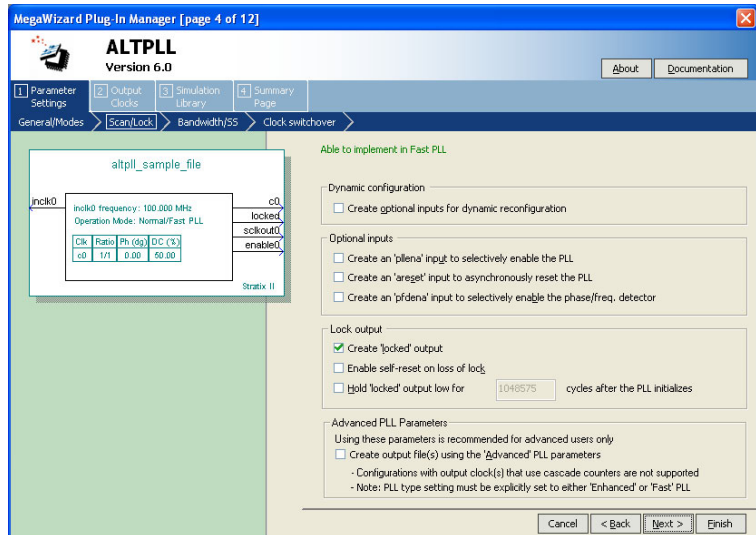
6. **Set up PLL in LVDS mode** をオンにして、**Data rate** リストから **800.00 Mbps** を選択します。
7. **Which PLL type will you be using?** から **fast PLL** が自動的に選択されます。



LVDS mode で PLL が選択されると、fast PLL だけが選択可能になります。

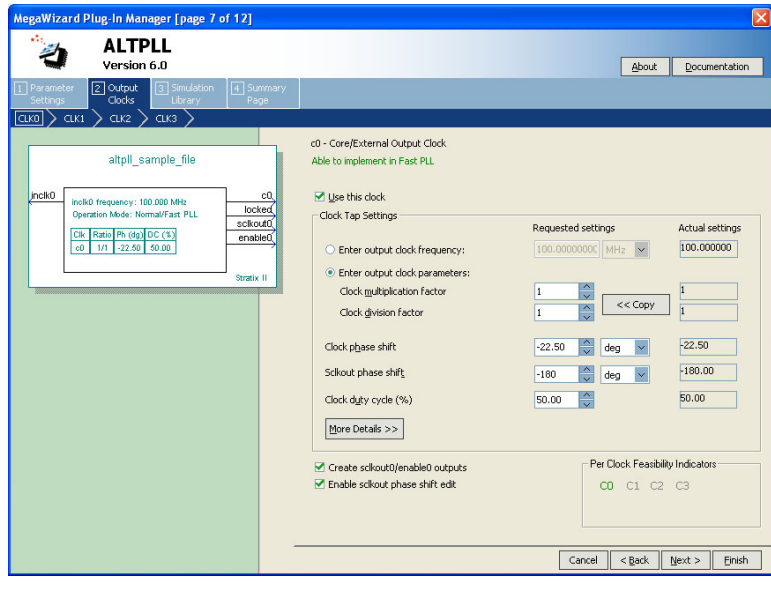
8. **Next** をクリックします。Page 4 が表示されます (図 9)。

図 9. MegaWizard Plug-in Manager—ALTPLL、Page 4



9. **Dynamic configuration** で、**Create optional inputs for dynamic reconfiguration** をオフにします。**Optional inputs** で、全オプションをオフにします。**Lock output** で **Create 'locked' output** をオンにし、**Enable self-reset on loss of lock** と **Hold 'locked' output low** をオフにします。**Advanced PLL Parameters** で、**Create output file(s) using the 'Advanced' PLL parameters** をオフにします。**Next** をクリックします。Page 5が表示されます。
10. Page 5 で、設定をデフォルト状態のままにして、**Next** をクリックします。Page 6が表示されます。
11. Page 6 で、設定をデフォルト状態のままにして、**Next** をクリックします。Page 7が表示されます (図 10)。

図 10. MegaWizard Plug-in Manager—ALTPLL、Page 7



12. **Use this clock** をオンにします。
13. **Clock Tap Settings** から **Enter output clock parameters** を選択します。**Clock multiplication factor** へ 1 を、**Clock division factor** へ 1 を、それぞれ入力します。
14. **Create skkout0/enable0 outputs** をオンにし、**Enable skkout phase shift edit** をオンにします。
15. **Clock Tap Settings** で、**Clock phase shift** に **-22.50** を入力し、**deg** を選択します。**Skkout phase shift** に **-180** を入力し、**deg** を選択します。**Clock duty cycle (%)** に **50.00** を入力します。



出力クロック `skkout0` の位相シフトは、VCO クロックに対して-180 度に設定されます。

コア・クロックの位相シフトは -22.5 度に設定されます。これは、`skkout` の位相シフトをクロック倍率8で除算することにより、式 1 のように計算されます。

$$(1) \quad \begin{aligned} \text{skkout0 frequency} &= \text{input clock} * 8 \\ \text{clock phase shift} &= 180/8 = 22.5 \text{ degrees} \end{aligned}$$



VCO クロックと PLL 出力クロックとの関係について詳しくは、「Stratix II デバイス・ハンドブック Volume 2」の「Stratix II および Stratix II GX デバイスの PLL」の章の「enhanced PLL ハードウェアの概要」の項を参照してください。

16. **Next** をクリックします。Page 8 が表示されます。
17. Page 8 で、設定をデフォルト状態のままにして、**Next** をクリックします。Page 9 が表示されます。
18. Page 9 で、設定をデフォルト状態のままにして、**Next** をクリックします。Page 10 が表示されます。
19. Page 10 で、設定をデフォルト状態のままにして、**Next** をクリックします。Page 11 が表示されます。
20. Page 11 で、**Finish** をクリックします。

altpll モジュールが構築されます。

位相シフトを導入する利点は、データが altlvds ピンに現れた後に sclkout0 の立ち上がりエッジで、入力データを確実にキャプチャできるようにすることです (図 11)。

図 11. 位相シフトを導入する利点 注 (1)

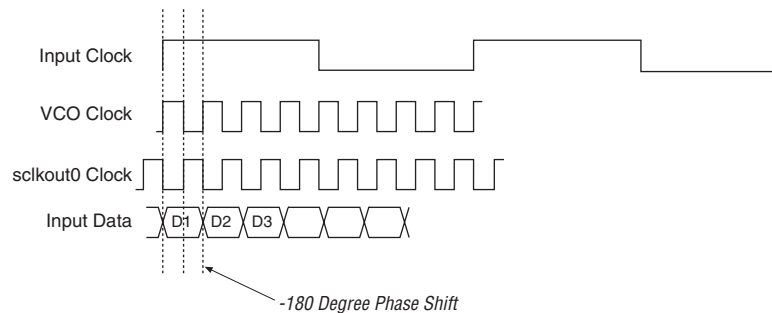


図 11 の注：

- (1) データとクロックは、エッジで揃えられているものと想定します。そうでない場合は、位相シフトを調整します。

シミュレーション

デザイン・ファイル `lvds_pll.zip` を使用して、デザインをシミュレーションすることができます。`lvds_pll.zip` ファイルには次のファイルが含まれます。

- **Quartus_stratixii_extpll.zip**。このファイルには Quartus II プロジェクトが含まれています。
- **Sim_stratixii_extpll_rtl.zip**。このファイルには、ModelSim を使用してゲート・レベルのネットリストをシミュレーションするスクリプト・ファイルが含まれています。このゲート・レベル・ネットリストは Quartus II ソフトウェア・バージョン 5.1 を使って生成され、シミュレーション・モデルは Quartus II ソフトウェア・バージョン 5.1 を参照する必要があります。次の 3 個のスクリプト・ファイルは次のディレクトリ内にあります：
 - **comp_altera_lib.do**。このファイルは、Stratix II コンポーネント用に Altera ライブラリ・ファイルをコンパイルする際に使用します。
 - **comp_gate.do**。このファイルは、ゲート・レベル・ネットリストとテストベンチをコンパイルする際に使用します。
 - **sim.do**。このファイルを使用して、ライブラリとデザインを ModelSim へロードして、デザインを実行します。

ModelSim を使用して RTL ネットリストをシミュレーションするときは、ユーザのシミュレーション・ディレクトリ内にある次のファイルに含まれているスクリプト・ファイルを使用します。

- **Sim_stratixii_extpll_rtl.zip**。このファイルには、ModelSim を使用して RTL ネットリストをシミュレーションするスクリプト・ファイルが含まれていません。
 - **comp_altera_lib.do**。このファイルは、Stratix II コンポーネント用に Altera ライブラリ・ファイルをコンパイルします。
 - **comp_rtl.do**。このファイルは、rtl レベルのネットリストとテストベンチをコンパイルします。
 - **sim.do**。このファイルは、ライブラリとデザインを ModelSim へロードして、デザインを実行します。



詳細は、アルテラ・ウェブサイト (www.altera.co.jp) の「altlvds メガファンクション・ユーザガイド」、`altpll` メガファンクション・ユーザガイド および「Stratix II デバイス・ハンドブック Volume 2」の「Stratix II および Stratix II GX デバイスの PLL」の章を参照してください。