



PowerPlay Early Power Estimator

ユーザーガイド



101 Innovation Drive
San Jose, CA 95134
www.altera.com

UG-01070-4.0

Document last updated for Altera Complete Design Suite version:
Document publication date:

11.0
May 2011



[Subscribe](#)

© 2011 Altera Corporation. All rights reserved. ALTERA, ARRIA, CYCLONE, HARDCOPY, MAX, MEGACORE, NIOS, QUARTUS and STRATIX are Reg. U.S. Pat. & Tm. Off. and/or trademarks of Altera Corporation in the U.S. and other countries. All other trademarks and service marks are the property of their respective holders as described at www.altera.com/common/legal.html. Altera warrants performance of its semiconductor products to current specifications in accordance with Altera's standard warranty, but reserves the right to make changes to any products and services at any time without notice. Altera assumes no responsibility or liability arising out of the application or use of any information, product, or service described herein except as expressly agreed to in writing by Altera. Altera customers are advised to obtain the latest version of device specifications before relying on any published information and before placing orders for products or services.



第 1 章 . PowerPlay Early Power Estimator の概要	
リリース情報	1-1
サポートされているデバイス・ファミリのパワー・モデルのステータス	1-2
サポートされている機能	1-2
第 2 章 . PowerPlay Early Power Estimator の設定	
システム要件	2-1
PowerPlay Early Power Estimator のダウンロードおよびインストール	2-1
消費電力の見積もり	2-2
FPGA デザイン開始前の消費電力の見積り	2-2
PowerPlay Early Power Estimator への情報の入力	2-2
すべての値の消去	2-3
手動による値の入力	2-3
FPGA デザイン作成中の消費電力の見積り	2-3
ファイルのインポート	2-3
FPGA デザイン完了後の消費電力の見積り	2-5
第 3 章 . PowerPlay Early Power Estimator のワークシート	
Main ワークシート	3-1
Input Parameter	3-2
Thermal Power	3-4
Power Supply Current	3-6
Thermal Analysis	3-7
ヒート・シンクを使用していない場合	3-9
ヒート・シンクの使用	3-9
Logic ワークシート	3-12
RAM ワークシート	3-16
DSP ワークシート	3-20
I/O ワークシート	3-23
PLL ワークシート	3-27
Clock ワークシート	3-29
HSDI ワークシート	3-31
XCVR ワークシート	3-33
IP ワークシート	3-37
Report ワークシート	3-39
各電圧レールのスタティック消費電力およびダイナミック電流	3-39
各機能ブロックの省電力のレポート	3-39
パワーアップ電流	3-40
複数の電圧電源用の電源ブレイクアウト	3-40
第 4 章 . PowerPlay Early Power Estimator スプレッドシートの正確さに影響する要因	
トグル・レート	4-1
空気流量	4-2
温度	4-3
ヒート・シンク	4-4

追加情報

改訂履歴	Info-1
アルテラへのお問い合わせ	Info-1
表記規則	Info-2

このユーザーガイドでは、Arria® II、Cyclone® III、Cyclone IV、HardCopy® III、HardCopy IV、Stratix® III、Stratix IV、および Stratix V デバイス・ファミリに対する PowerPlay Early Power Estimator (EPE) のサポートについて説明します。このユーザーガイドでは、FPGA デザインの任意のステージでこのツールを使用する方法についてステップごとの指示を提供します。また、熱解析および FPGA の消費電力に影響を及ぼす要因についても説明されています。デバイス・リソース、動作周波数、トグル・レートおよびその他のパラメータを入力することで、Microsoft Excel ベースの PowerPlay EPE スプレッドシートまたは Quartus® II ソフトウェアの PowerPlay Power Analyzer ツールを使用して FPGA の消費電力を見積もることができます。



アルテラは、この計算結果を消費電力の見積りにのみ使用し、仕様（規格）として使用しないことを推奨しています。消費電力の計算結果は、デバイスの実際のデザインや動作条件、環境などにより大きく影響されますので、デバイス動作中の実際の消費電力を確認することが重要です。



利用可能なデバイス・リソース、サポートされる I/O 規格、その他のデバイス機能について詳しくは、該当するデバイス・ファミリ・ハンドブックを参照してください。



MAX デバイスおよび他の Altera® CPLD 用の PowerPlay EPE のサポートについて詳しくは、[「PowerPlay Early Power Estimator for Altera CPLDs User Guide」](#) を参照してください。


- デザインを作成する前、またはデザイン・プロセス中に消費電力の見積りを実行
- Quartus II ソフトウェアが生成する PowerPlay EPE ファイルを使用して、デバイス・リソースの情報を Quartus II ソフトウェアから PowerPlay EPE スプレッドシートにインポート
- デザインの暫定的な熱解析を実行

リリース情報

表 1-1 に、サポートされているデバイス・ファミリおよびこのユーザーガイドに記載されている PowerPlay EPE スプレッドシートのバージョンを示します。

表 1-1. PowerPlay EPE スプレッドシートのバージョン

デバイス・ファミリ	PowerPlay EPE スプレッドシートのバージョン
Arria II GX	9.1 以降
Arria II GZ	10.1 以降
Cyclone III、Cyclone III LS、および Cyclone IV	9.1 以降
HardCopy III および HardCopy IV	9.1 以降
Stratix III および Stratix IV	9.1 以降
Stratix V	10.0 以降

 ご使用のEPEスプレッドシートはQuartus IIソフトウェアのバージョンに対応しなければなりません。例えば、Quartus II ソフトウェア v9.1 で PowerPlay EPE ファイルを生成する場合、バージョン 9.1 の EPE スプレッドシートを使用する必要があります。

サポートされているデバイス・ファミリのパワー・モデルのステータス

PowerPlay EPE スプレッドシートにおけるパワー・モデルには、暫定的または最終的なものがあります。暫定的なパワー・モデルは変更される場合があります。暫定的なパワー・モデルは、シミュレーション結果、プロセス・データ、およびその他の既知のパラメータによって作成されています。最終的なパワー・モデルは、実際のデバイスに対する相関に基づいて作成されています。パワー・モデルが最終的なものになったら、パワー・モデルへの変更はそれ以上行われないと考えられます。

表 1-2 に、このユーザーガイドで説明したサポートされているデバイス・ファミリのパワー・モデルのステータスが記載されています。

表 1-2. サポートされているデバイス・ファミリのパワー・モデルのステータス

デバイス・ファミリ	パワー・モデルのステータス
Arria II	最終
Cyclone III	最終
Cyclone III LS	最終
Cyclone IV	最終
HardCopy III	暫定
HardCopy IV	暫定
Stratix III	最終
Stratix IV	最終
Stratix V	暫定

サポートされている機能

表 1-3、アルテラの各デバイスのサポートされている機能を示します。


表 1-3. デバイス・ファミリのサポートされている機能

デバイス	Logic	RAM	DSP	I/O	PLL	Clock	HSIO	XCVR	IP
Arria II	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Cyclone III	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—	—	✓
Cyclone III LS	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—	—	✓
Cyclone IV E	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—	—	✓
Cyclone IV GX	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—	✓	✓
HardCopy III	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—	✓
HardCopy IV	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Stratix III	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—	✓
Stratix IV	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Stratix V	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

システム要件

PowerPlay EPE スプレッドシートには以下のものがが必要です。

- Quartus II ソフトウェアをサポートする Windows オペレーティング・システム
- Microsoft Excel 2003 または Microsoft Excel 2007
- Quartus II ソフトウェア・バージョン 9.1 以降 (インポート用ファイルを生成する場合)

 サポートされるオペレーティング・システムについては、アルテラ・ウェブサイトでの「オペレーティング・システム・サポート」のページを参照してください。

PowerPlay Early Power Estimator のダウンロードおよびインストール

アルテラ・デバイス用の PowerPlay EPE スプレッドシートは、アルテラ・ウェブサイトの「PowerPlay Early Power Estimators (EPE) & 消費電力解析」のページで提供されています。契約条件を読んで I Agree をクリックすると、Microsoft Excel ファイル (.xls または .xlsx) をダウンロードできます。

デフォルトでは、Microsoft Excel 2003 および Microsoft Excel 2007 のマクロ・セキュリティ・レベルは **High** に設定されます。マクロ・セキュリティ・レベルが **High** に設定されると、マクロが自動的に実行不可になります。PowerPlay EPE スプレッドシート内の機能を正確に動作させるには、マクロをイネーブルしなければなりません。

Microsoft Excel 2003 のマクロ・セキュリティ・レベルを変更するには、次の手順を実行してください。

1. Tools メニューの **Options** をクリックします。
2. **Security** タブで、**Macro Security** をクリックします。
3. **Security** ダイアログ・ボックスの **Security Level** タブで、**Medium** を選択します。**Ok** をクリックします。
4. Options ウィンドウの **Ok** をクリックします。
5. PowerPlay EPE スプレッドシートを一度閉じてから再度開きます。
6. マクロが含まれているスプレッドシートを開くたびに、マクロを実行するかどうかたずねるポップアップ・ウィンドウが表示されます。**Enable Macros** をクリックします。

Microsoft Excel 2007 のマクロ・セキュリティ・レベルを変更するには、次の手順を実行してください。

7. .xlsx ファイルの左上隅にある **Office** ボタンをクリックします。
8. メニューの下で、**Excel Options** ボタンをクリックします。

9. 左側の **Trust Center** ボタンをクリックします。そして、**Trust Center Settings** ボタンをクリックします。
10. **Trust Center** ダイアログ・ボックスで、**Marco Settings** ボタンをクリックします。**Disable all macros with notification** をオフにします。
11. PowerPlay EPE スプレッドシートを一度閉じてから再度開きます。
12. Office リボンの下にセキュリティ警告が表示されます。**Options** をクリックします。
13. **Microsoft Office Security Options** ダイアログ・ボックスで、**Enable this content** をオンにします。

消費電力の見積もり

PowerPlay EPE スプレッドシートを使用して、デザイン・サイクルの任意時点での消費電力を見積ることができます。デザインを開始していない場合、またはデザインが完了していない場合に、PowerPlay EPE スプレッドシートを使用して消費電力を見積ることができます。完全なデザインの消費電力を見積もるには、PowerPlay EPE スプレッドシートを使用してもかまいませんが、Quartus II ソフトウェアの PowerPlay Power Analyzer を使用することが推奨されています。これは、PowerPlay Power Analyzer が正確な配線および各種の動作モードをより正確に解析できるためです。

FPGA デザイン開始前の消費電力の見積り

表 2-1 に、FPGA デザインを開始する前に PowerPlay EPE スプレッドシートを使用する場合の利点と欠点を示します。

表 2-1. FPGA 設計前の消費電力見積り

利点	欠点
<ul style="list-style-type: none"> ■ FPGA デザインを開始する前に消費電力の見積りを行うことができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 正確さはデバイス・リソースの入力と見積りに依存するが、この情報は（デザインの途中または完了後に）変化することがあり、消費電力の見積り結果の精度が低くなる可能性がある。 ■ 見積り作業に長時間を要することがある。

FPGA デザインを開始する前に PowerPlay EPE スプレッドシートで消費電力を見積るには、以下のステップを実行します。

1. PowerPlay EPE スプレッドシートの Main ワークシートで、Family、Device、および Package のドロップダウン・リストから、ターゲットのファミリー、デバイスおよびパッケージを選択します。
2. PowerPlay EPE の各ワークシートに値を入力します。PowerPlay EPE スプレッドシートのワークシートごとに、クロックや PLL (Phase-Locked Loop) などの異なる消費電力セクションが表示されます。
3. **Total** カラムに、消費電力の見積りが表示されます。


PowerPlay Early Power Estimator への情報の入力

消費電力情報を PowerPlay EPE スプレッドシートに手動で入力するか、Quartus II ソフトウェアで生成される PowerPlay EPE ファイルを読み込むことができます。PowerPlay EPE スプレッドシートの現在の値をすべて消去することもできます。

PowerPlay EPE スプレッドシートを使用するには、デバイス・リソース、動作周波数、トグル・レート、その他のパラメータを入力します。既存のデザインがない場合、デザインで使用するデバイス・リソース数を見積って、その情報を PowerPlay EPE スプレッドシートに入力する必要があります。詳細は、2 ページの「FPGA デザイン開始前の消費電力の見積り」を参照してください。

すべての値の消去

Reset をクリックすると、ユーザーが入力した PowerPlay EPE スプレッドシートの値をすべてリセットできます。

 Reset 機能を使用するには、スプレッドシートのマクロを有効にしなければなりません。スプレッドシートのマクロが有効になっていない場合、ユーザーが入力した値をすべて手動でリセットする必要があります。

手動による値の入力

PowerPlay EPE スプレッドシートの適切なセクションに、値を手動で入力できます。白い、影なしのセルは入力セルであり、変更可能です。各セクションには、デザインに基づいてモジュール名を指定できるカラムがあります。

FPGA デザイン作成中の消費電力の見積り

FPGA のデザインが部分的に完成しているときに、Quartus II ソフトウェアが生成する PowerPlay EPE ファイル (<revision name>_early_pwr.csv) を PowerPlay EPE スプレッドシートにインポートすることができます。<revision name>_early_pwr.csv からの情報を PowerPlay EPE スプレッドシートにインポートした後、最終的なデザインのデバイス・リソース見積り数を反映するようにスプレッドシートを編集できます。

表 2-2 に、部分的に完成している FPGA デザインに対して、PowerPlay EPE スプレッドシートを使用する場合の利点と欠点を示します。

表 2-2. FPGA デザインが部分的に完成しているときの消費電力見積り

利点	欠点
<ul style="list-style-type: none">■ FPGA デザイン・サイクルの早期段階で消費電力の見積りを行うことができる。■ Quartus II ソフトウェアのコンパイル結果に基づいて、PowerPlay Early Power Estimator スプレッドシートに自動的にデータを入力する柔軟性を提供する。	<ul style="list-style-type: none">■ 正確さはデバイス・リソースの入力と見積りに依存するが、この情報は（デザインの途中または完了後に）変化することがあり、消費電力の見積り結果の精度が低くなる可能性がある。■ 見積り作業に長時間を要することがある。

ファイルのインポート

FPGA のデザインが部分的に完成している場合に PowerPlay Early Power Estimator スプレッドシートで消費電力を見積るには、ファイルをインポートすることができます。

ファイルをインポートすることにより、情報を手動で入力する場合に費やされる時間と労力が節約されます。インポートした後で値を手動で変更することもできます。

PowerPlay EPE ファイルを生成するには、以下のステップを実行します。

1. 部分的に完成した FPGA デザインを Quartus II ソフトウェアでコンパイルします。
2. Project メニューで、**Generate PowerPlay Early Power Estimator File** をクリックして、Quartus II ソフトウェアで <revision name>_early_pwr.csv を生成します。

PowerPlay EPE スプレッドシートにデータをインポートするには、以下のステップを実行します。

3. PowerPlay EPE スプレッドシートで、**Import Quartus II File** をクリックします。
4. Quartus II ソフトウェアで生成された PowerPlay EPE ファイルに移動し、**Open** をクリックします。ファイルには `<revision name>_early_pwr.csv` という名前が付いています。
5. 確認ウィンドウで **OK** をクリックし、処理を続行します。
6. ファイルがインポートされたら、**OK** をクリックします。OK をクリックすると、インポートの完了を確認することになります。インポート中にエラーが発生した場合、**.err** ファイルに詳細が記録されます。



PowerPlay EPE のスプレッドシート内の情報を変更する前に、PowerPlay EPE ファイルを PowerPlay EPE スプレッドシートにインポートする必要があります。また、ファイルをインポートした後、すべての情報を確認する必要があります。

Quartus II ソフトウェアからファイルをインポートすると、Quartus II ソフトウェアで指定された Main ワークシートのすべての値が入力されます。これらのパラメータには、以下が含まれます。


- Family
- Device
- Package
- Temperature grade
- Power characteristics
- Core voltage (V)
- Ambient (T_A) or junction (T_J) temperature ($^{\circ}\text{C}$)
- Heat sink
- Airflow
- Custom θ_{SA} or Custom θ_{JA}
- Board thermal model

Ambient or junction temperature、Heat sink、Airflow、Custom θ_{SA} or Custom θ_{JA} 、Board thermal model はオプションのパラメータです。パラメータについて詳しくは、1 ページの「Main ワークシート」を参照してください。

PowerPlay EPE スプレッドシートにインポートされたクロック周波数値 (f_{MAX}) は、Quartus II ソフトウェアで指定された f_{MAX} 値と同じです。それぞれのデザイン要件に合わせて、PowerPlay EPE スプレッドシートの f_{MAX} 値とトグル・パーセントを手動で編集できます。

FPGA デザイン完了後の消費電力の見積り

デザインが完成した場合、アルテラでは、Quartus II ソフトウェアの PowerPlay Power Analyzer を使用することが推奨されています。PowerPlay Power Analyzer で、デバイスの消費電力についての最も正確な見積りが提供されます。PowerPlay Power Analyzer では、配置配線情報の他に、シミュレーション、ユーザー・モード、およびデフォルトのトグル・レート・アサインメントを使用して消費電力が決定されます。

-  消費電力の見積もり、PowerPlay Power Analyzer の使用方法、および Quartus II ソフトウェアによる PowerPlay EPE ファイルの生成について詳しくは、「Quartus II ハンドブック Volume 3」の [PowerPlay Power Analysis](#) の章を参照してください。

この章では、PowerPlay EPE スプレッドシートの各ワークシートに関する情報を提供します。PowerPlay EPE スプレッドシートでは、アーキテクチャ機能に基づいて各ワークシートに情報を入力することができます。また、各アーキテクチャ機能の消費電力を小計し、各セクションにワット (W) で表示することもできます。各アーキテクチャ機能は、次のワークシートに記載されています。

- 1 ページの「Main ワークシート」
- 12 ページの「Logic ワークシート」
- 16 ページの「RAM ワークシート」
- 20 ページの「DSP ワークシート」
- 23 ページの「I/O ワークシート」
- 27 ページの「PLL ワークシート」
- 29 ページの「Clock ワークシート」
- 31 ページの「HSDI ワークシート」
- 33 ページの「XCVR ワークシート」
- 37 ページの「IP ワークシート」
- 39 ページの「Report ワークシート」

Main ワークシート

PowerPlay EPE スプレッドシートの Main ワークシートには、デザインの消費電力と電流の見積りが要約されています。Main ワークシートには、全熱消費電力、熱解析、および電源サイズ情報が表示されます。

図 3-1 に、PowerPlay EPE スプレッドシートの Main ワークシートを示します。

図 3-1. PowerPlay EPE スプレッドシートの Main ワークシート

The screenshot shows the main interface of the PowerPlay Early Power Estimator. It features a top header with the Altera logo and version information (V11.0 B41). The interface is organized into several key sections:

- Input Parameters:** Includes fields for Family (Stratix III), Device (EP3SE50), Package (F484), Temperature Grade (Commercial), Power Characteristics (Typical), and V_{CC1} Voltage (1.10). It also has options for ambient temperature and heat sink configuration.
- Thermal Power (W):** A list of power-consuming components with their respective values. The total power is 0.424 W.
- Thermal Analysis:** Shows calculated values such as Junction Temp (26.5°C), Junction-Ambient temperature (3.90°C), and Maximum Allowed T_A (81.5°C).
- Power Supply Current (A):** Lists current requirements for various power rails, including I_{CC1} (1.10V) at 0.155 A and I_{CCP} (2.50V) at 0.400 A.

Arrows from the text below point to these sections, identifying them as 'Input Parameter information', 'Thermal Power information', and 'Power Supply Sizing information'.

情報の精度は、入力した情報に依存します。また、消費電力は入力したトグル・レートによって大きく異なる場合もあります。次の項では、PowerPlay EPE スプレッドシートの Main ワークシート内の各セクションについて説明します。

Input Parameter

必要なパラメータは、ジャンクション温度を手動で入力するか自動的に計算するかによって異なります。

表 3-1 に、PowerPlay Early Power Estimator スプレッドシートの Input Parameter セクションで入力する必要がある値を示します（図 3-1 を参照）。

表 3-1. Input Parameter セクション情報（その 1）

入力パラメータ	説明
Family	デバイス・ファミリを選択します。
Device	デバイスを選択します。 デバイスが大きくなると、スタティック消費電力とクロックのダイナミック消費電力が増加します。それ以外のコンポーネントの消費電力は使用されたデバイスの影響を受けません。
Package	使用するパッケージを選択します。 パッケージが大きくなると、冷却面が大きくなり、プリント基板との接触点が増加するため、熱抵抗が減少します。パッケージの選択は、ダイナミック消費電力に影響しません。

表 3-1. Input Parameter セクション情報 (その 2)

入力パラメータ	説明
Temperature Grade	<p>適切な温度グレードを選択します。このフィールドは、許容された最大ジャンクション温度のみに影響を与えます。</p> <p>サポートされる温度グレードはデバイス・ファミリごとに異なります。サポートされている温度グレード、デバイスのジャンクション温度の推奨動作範囲について詳しくは、各デバイス・ファミリのデータシートを参照してください。</p>
Power Characteristic	<p>標準的または理論上のワースト・ケース・シリコン・プロセスを選択します。</p> <p>ダイ間でプロセスのばらつきがあります。これは主にスタティック消費電力に影響を与えます。Typical 電力特性を選択すると、デバイスの平均測定値に沿った結果になります。</p> <p>Maximum 電力特性を選択すると、デバイスのワーストケース測定値に沿った結果になります。電源デザインがスタティック消費電力に影響を与えるワースト・ケースのプロセス変動に十分に対応できることを保証するためには、アルテラでは、消費電力見積もりに対して Maximum 電力特性を使用することが推奨されています。</p>
V _{CCL} Voltage (V)	<p>Stratix III デバイスの場合は、V_{CCL} 電圧を選択してください。スピード・グレード-4L のデバイスに対しては、0.9 V または 1.1 V のいずれかです。その他のスピード・グレードのデバイスでは、V_{CCL} 電圧を 1.1 V に設定してください。</p> <p>これは V_{CCL} 電源から電力が供給されるリソースのスタティック消費電力およびダイナミック消費電力に影響します。</p>
Junction Temp, T _J (°C)	<p>デバイスのジャンクション温度を入力します。このフィールドは、User Entered T_J オプションをオンにした場合にのみ使用できます。この場合、ジャンクション温度は提供された熱情報に基づいて計算されません。</p>
Ambient Temp, T _A (°C)	<p>デバイス付近の大気温度を入力します。-40°C ~ 125°C の値を使用できます。このフィールドは、Auto Computed T_J オプションをオンにした場合にのみ使用できます。</p> <p>Estimated Theta J_A オプションをオンにした場合、このフィールドはトップ・サイドの冷却ソリューション（ヒート・シンクありまたはなし）とボード（該当する場合）における熱抵抗と消費電力に基づくジャンクション温度の計算に使用されます。</p> <p>Custom Theta J_A オプションをオンにした場合、このフィールドは消費電力と入力されたカスタム θ_{JA} に基づくジャンクション温度の計算に使用されます。</p>
Heat Sink	<p>使用するヒート・シンクを選択します。以下のいずれかを選択できます。</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ ヒート・シンクなし (None) ■ カスタム・ソリューション (Custom) ■ セット・パラメータ付きのヒート・シンク (15 mm-Low Profile、23 mm-Medium Profile、または 28 mm-High Profile)。このフィールドは、Auto Computed T_J オプションおよび Estimated Theta J_A オプションをオンにした場合にのみ使用できます。 <p>None を選択した場合、ヒート・シンクを選択するとカスタム θ_{SA} の値が更新され、Custom θ_{SA} (°C/W) パラメータではこの値が表示されます。Custom を選択すると、Custom θ_{SA} (°C/W) パラメータに入力した値が使用されます。</p> <p>ヒート・シンクの代表的な例が提供されます。ヒート・シンクが大きいほど熱抵抗が減少するため、ジャンクション温度は低下します。使用するヒート・シンクがわかっている場合は、データシートを参照し、システム内の空気流量に応じて、カスタム θ_{SA} 値を入力します。</p>

表 3-1. Input Parameter セクション情報 (その 3)

入力パラメータ	説明
Airflow	<p>得られる周囲空気流量を lfm (linear-feet per minute) または m/s (1 秒あたりのメートル) 単位で選択します。これらの値は 100 lfm (0.5 m/s)、200 lfm (1.0 m/s)、400 lfm (2.0 m/s) または Still Air です。このフィールドは、Auto Computed T_j オプションおよび Estimated Theta J_A オプションをオンにした場合にのみ使用できます。</p> <p>空気流量が増加すると、ケースから大気までの熱抵抗が減少するため、ジャンクション温度は低下します。</p>
Custom θ_{JA} ($^{\circ}\text{C}/\text{W}$)	<p>デバイスと周囲大気間におけるジャンクションから周囲までの熱抵抗を入力します (単位 $^{\circ}\text{C}/\text{W}$)。このフィールドは、Auto Computed T_j オプションおよび Custom Theta J_A オプションをオンにした場合にのみ使用できます。</p> <p>このフィールドは、消費電力が1ワット増加するごとの周囲温度とジャンクション温度間での増加量を表します。</p>
Custom θ_{SA} ($^{\circ}\text{C}/\text{W}$)	<p>カスタム・ヒート・シンクを選択する場合は、ヒート・シンクのデータ・シートに記載されているヒート・シンクから周囲までの熱抵抗を入力します。データ・シートから引用する値はシステムの空気流量によって異なり、また熱消費電力によっても異なる場合があります。このフィールドは、次のオプションのいずれかをオンにした場合にのみ使用できます。</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Auto Computed T_j および Custom Theta J_A オプション ■ Auto Computed T_j および Estimated Theta J_A オプション、そして Heat Sink パラメータが Custom に設定されている場合 <p>デバイスのトップを通過してジャンクションから周囲までの抵抗を算出するには、Custom θ_{SA} パラメータは、ケースからヒート・シンクまでの代表的な抵抗と、アルテラが提供するジャンクションからケースまでの抵抗と組み合わせます。</p>
Board Thermal Mode	<p>熱解析で使用するボードの種類を選択します。これらの値は None (Conservative)、Typical Board、または JEDEC (2s2p) です。このフィールドは、Auto Computed T_j オプションおよび Estimated Theta J_A オプションをオンにした場合にのみ使用できます。</p> <p>None (Conservative) を選択した場合、熱モデルはボードからの放熱がないものと想定します。その結果、ジャンクション温度は悲観的に計算されます。</p> <p>Typical Board を選択した場合、熱モデルは選択されたデバイスとパッケージに基づく、標準的なカスタム・ボード・スタックの特性を想定します。</p> <p>JEDEC (2s2p) を選択すると、熱モデルは JESDEC51-9 規格で規定された JEDEC 2s2p テスト・ボードの特性を想定します。</p> <p>最終的なジャンクション温度を決定するには、アルテラでは、ご使用のシステムの詳細な熱シミュレーションを実行することを推奨しています。この2つの抵抗熱モデルは初期見積りにのみ使用されるものです。</p>

Thermal Power

熱消費電力とはデバイス内で放散される電力のことです。全熱消費電力は W 単位で示され、デバイスで使用されるすべてのリソースの熱消費電力を合計したものです。全熱消費電力には、待機時およびダイナミック消費電力の最大消費電力が含まれます。



全熱消費電力には、I/O セクションの熱コンポーネントのみが含まれ、外部におけるリファレンス電圧終端抵抗などの熱消費電力は含まれません。

図 3-2 に、全熱消費電力（単位 W）とデバイスのスタティック消費電力（ P_{STATIC} ）を示します。バージョン 11.0 以降の EPE スプレッドシートで、 P_{STATIC} は、I/O スタティック消費電力を含むすべての機能ブロックからのスタティック消費電力が含まれています。各ワークシートの熱消費電力が表示されます。ワークシートの熱消費電力の計算方法を確認するには、選択されたワークシートを表示するボタンをクリックします。

図 3-2. Main ワークシート内の Thermal Power セクション

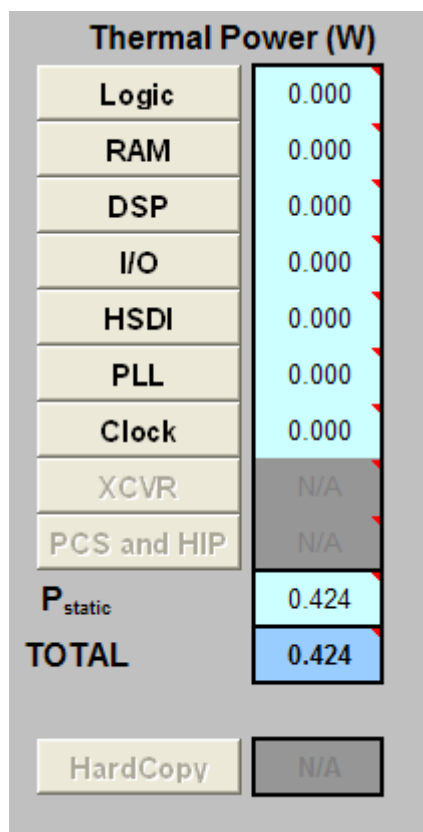


表 3-2 に、図 3-2 に示す PowerPlay EPE スプレッドシート内の Thermal Power セクションの情報が記載されています。

表 3-2. Thermal Power セクションの情報（その 1）

カラム・ヘッダ	説明
Logic	この値は ALM (adaptive logic module) および関連する配線でのダイナミック消費電力を示します。詳細を表示するには、 Logic ボタンをクリックします。
RAM	この値は、RAM ブロックおよび関連する配線でのダイナミック消費電力を示します。詳細を表示するには、 RAM ボタンをクリックします。
DSP	この値は、DSP (デジタル信号処理) ブロックと関連する配線でのダイナミック消費電力を示します。詳細を表示するには、 DSP ボタンをクリックします。
I/O	この値は、I/O ピンと関連する配線での熱消費電力を示します。この熱消費電力には、チップ上の終端された I/O 規格のスタティック消費電力と I/O バンクでの待機時消費電力が含まれます。詳細を表示するには、 I/O ボタンをクリックします。

表 3-2. Thermal Power セクションの情報 (その2)

カラム・ヘッダ	説明
HSDI	この値は、高速差動 I/O に対応するシリアライザおよびデシリアライザ (SERDES) ハードウェアでのダイナミック消費電力を示します。詳細を表示するには、 HSDI ボタンをクリックします。
PLL	この値は、PLL (phase-locked loops) でのダイナミック消費電力を示します。詳細を表示するには、 PLL ボタンをクリックします。
Clock	この値は、クロック・ネットワークでのダイナミック消費電力を示します。詳細を表示するには、 Clock ボタンをクリックします。
XCVR	これは、トランシーバ・ハードウェアでの熱消費電力を示します。この熱消費電力には、未使用トランシーバでの待機時消費電力が含まれます。 詳細を表示するには、 XCVR ボタンをクリックします。この値が N/A の場合、そのトランシーバ・ブロックは選択したデバイスに使用することができません。
PCS and HIP	これは、ギガビット・トランシーバ・ブロックのトランスミッタ、レシーバ・チャネルのフィジカル・コーディング・サブレイヤ (PCS)、およびトランシーバ・ハードウェアの PCI Express® (PCIe®) ハード IP ブロックでの熱消費電力を示します。この熱消費電力には、未使用トランシーバでの待機時消費電力が含まれます。 詳細を表示するには、 PCS and HIP ボタンをクリックします。この値が N/A の場合、そのトランシーバ・ブロックは選択したデバイスに使用することができません。
P _{STATIC}	これは、クロック周波数とは無関係なスタティック消費電力を示します。この消費電力には終端された I/O 規格によるスタティック I/O 電流は含まれません。終端された I/O 規格によるスタティック I/O 電流は、上記の I/O 消費電力に含まれます。 P _{STATIC} は、ジャンクション温度、選択されたデバイス、および電力特性の影響を受けます。
TOTAL	これはデバイスから熱として放散される全電力を示します。これにはオフチップ終端抵抗での消費電力は含まれません。 デバイスの電源レールから引き出される電流については、「Power Supply Current」を参照してください。これはオフチップ・コンポーネントに供給される電流のために異なる可能性があり、その部分はデバイスで熱として消費されることはありません。

Power Supply Current

Power Supply Current(A) セクションには、すべての電源から引き出される電流の見積りが示されます。図 3-3 に、電源電流の推定値の例を示します。

図 3-3. Main ワークシート内の Power Supply Current セクション

Power Supply Current (A)	
I_{CCL} (1.10V)	0.305
I_{CC} (1.10V)	0.094
I_{CCD_PLL} (1.10V)	0.017
I_{CCPT} (2.50V)	0.400
I_{CCA_PLL} (2.50V)	0.003
ICCPD	0.500
ICCIO	0.006
ICXCVR	N/A
I_{CHIP} (0.90V)	N/A

Click buttons for details.

☞ ICCIO 値には、I/O を通してオフチップ終端抵抗に流れ込む電流がすべて含まれています。そのため、ICCIO 値は、レポートされる I/O 熱消費電力より高くなる可能性があります。このオフチップ電流はオフチップで熱として放散され、デバイス温度計算では考慮されないためです。

☞ 場合によっては、レポートされた電源電流はユーザー・モードの電流要件より大きい場合もあります。これは、一部の電源（デバイス・ファミリに応じて）のパワーアップ時に必要とされる電流によるものです。アルテラは、Report ワークシートの Power Supply Current (A) セクションに示された要件を満たすように電源を計画することを推奨しています。ここで、Min Current Requirement（最小電流要件）(A) および User Mode Current Requirement（ユーザー・モード電流要件）(A) が表示されます。

☞ 電源レールは、デバイス・ファミリによって異なります。デバイスがサポートする電源ピンおよび推奨動作範囲については、各デバイス・ハンドブックの「デバイス・データシート」の章を参照してください。

Thermal Analysis

図 3-4 に、Main ワークシートの Thermal Analysis セクションを示します。このセクションには、ジャンクション温度 (T_j)、ジャンクションから周囲までの総熱抵抗 (θ_{JA})、および最大許容周囲温度 (T_A) の値が含まれています。ユーザーガイドにリストされていない熱パラメータ値の詳細については、Details ボタンをクリックしてください。

図 3-4. PowerPlay EPE スプレッドシートの Thermal Analysis セクション

Thermal Analysis	
Junction Temp, T_J (°C)	26.7
θ_{JA} Junction-Ambient	3.90
Maximum Allowed T_A (°C)	95.5
Details	

表 3-3 に、PowerPlay EPE スプレッドシートの Main ワークシート内の Thermal Analysis セクションの情報が表示されます。

表 3-3. Thermal Analysis セクション情報

カラム・ヘッダ	説明
Junction Temp, T_J (°C)	提供された熱パラメータに基づくデバイスのジャンクション温度の見積りを示します。 ジャンクション温度は、チップのトップとボード（選択されている場合）を通して全熱消費電力を放散することによって算出されます。計算の詳細については、 Details ボタンをクリックしてください
θ_{JA} Junction-Ambient	デバイスと周囲大気間におけるジャンクションから周囲までの熱抵抗を示します（単位 °C/W）。 消費電力が 1 ワット増加するごとに周囲とジャンクション間での温度上昇を表します。
Maximum Allowed T_A (°C)	提供された冷却ソリューションとデバイス温度グレードに基づき、最大ジャンクション温度に違反しない範囲でデバイスが対応可能な最大周囲温度（単位 °C）のガイドラインを示します。

ジャンクション温度を直接入力するか、または提供される情報に基づいてジャンクション温度を自動的に計算することができます。ジャンクション温度を入力するには、**Input Parameters** セクションで **User Entered T_J** を選択します。ジャンクション温度を自動的に計算するには、**Input Parameters** セクションで **Auto Computed T_J** を選択します。

ジャンクション温度 (T_J) を自動的に計算する場合は、デバイスの周囲温度、空気流量、ヒート・シンク・ソリューション、およびボードの熱モデルを考慮して、 T_J (単位 °C) を決定します。ジャンクション温度は、デバイス条件と熱条件に基づいて見積られる動作時ジャンクション温度です。

デバイスは熱源と見なすことができ、ジャンクション温度はデバイスでの温度です。デバイスの温度は計測箇所に関係なく一定であると単純化することができます。実際には、温度はデバイスの各部分で異なります。

異なる経路を通じてデバイスから電力が放散する可能性があります。システムの熱特性に応じて、さまざまな経路が大量の電力を放散します。デバイスにヒート・シンクを使用しているかどうかによって電力の放散経路の重要性が異なります。

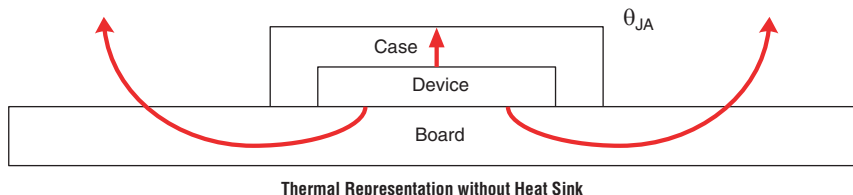
ヒート・シンクを使用していない場合

ヒート・シンクを使用していない場合、電力は主にデバイスから大気中に放散します。これはジャンクションから周囲までの熱抵抗と呼ぶことができます。この場合、ジャンクションから周囲までの熱抵抗経路には重要なものが2つあります。

- デバイスからケースを通過して大気中に放散する経路
- デバイスからボードを通過して大気中に放散する経路

図 3-5 に、ヒート・シンクがない場合の熱放散の様子を示します。

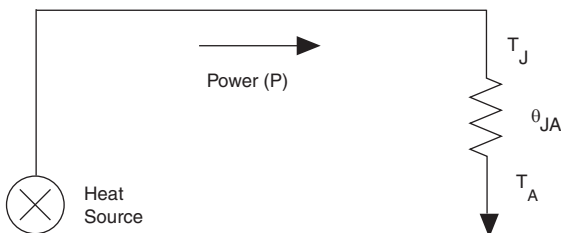
図 3-5. 熱の放散図 (ヒート・シンクがない場合)



PowerPlay EPE スプレッドシートで使用するモデルでは、電力はケースとボードを通して放散されます。 θ_{JA} の値は、ケースを通過する経路とボードを通過する経路を考慮して、異なる空気流量オプションで計算されています。

図 3-6 に、ヒート・シンクがない場合の PowerPlay EPE スプレッドシートの熱モデルを示します。

図 3-6. PowerPlay EPE スプレッドシートの熱モデル (ヒート・シンクがない場合)



周囲温度は変化しませんが、ジャンクション温度は熱特性によって変化します。そのため、ジャンクション温度の計算は繰り返し行われます。

全消費電力は、式 3-1 に示すように、 θ_{JA} 、周囲温度、およびジャンクション温度に基づいて計算されます。

式 3-1. 全消費電力

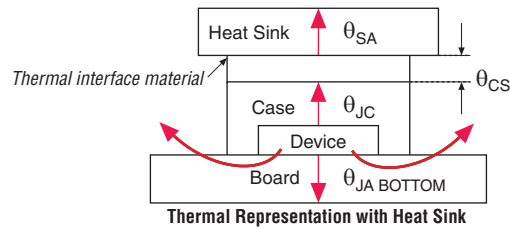
$$P = \frac{T_J - T_A}{\theta_{JA}}$$

ヒート・シンクの使用

ヒート・シンクを使用する場合、電力は主に、デバイスからケース、サーマル・インタフェース材料、およびヒート・シンクを通して放散されます。また、ボードを通過する経路もあります。ボードを通過する経路は、大気への経路に比べてほとんど影響ありません。

図 3-7 に、ヒート・シンクがある場合の熱放散図を示します。

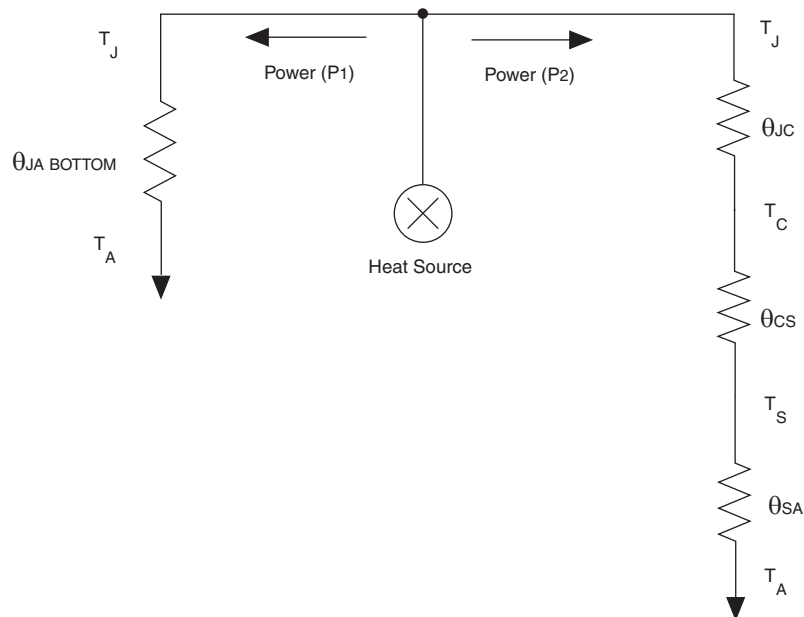
図 3-7. 熱の放散図 (ヒート・シンクがある場合)



PowerPlay EPE スプレッドシートで使用するモデルでは、電力はボードを通して、またはケースとヒート・シンクを通して放散させることができます。ジャンクションからボードまでの熱抵抗 ($\theta_{JA\text{ BOTTOM}}$) は、ボードを通過する経路の熱抵抗のことを指します。ジャンクションから周囲までの熱抵抗 ($\theta_{JA\text{ TOP}}$) は、ケース、サーマル・インタフェース材料、およびヒート・シンクを通過する経路の熱抵抗のことを指します。

図 3-8 に、PowerPlay EPE スプレッドシートの熱モデルを示します。

図 3-8. PowerPlay EPE スプレッドシートの熱モデル (ヒート・シンクがある場合)



PowerPlay EPE スプレッドシートの熱モデルで、 $\theta_{JA\text{ BOTTOM}}$ を考慮する場合は、Board Thermal Model を **JEDEC (2s2p)** または **Typical Board** に設定します。それ以外の場合は、Board Thermal Model オプションを **None (conservative)** に設定します。この場合、ボードを通過する経路は消費電力には考慮されず、より慎重な熱消費電力の見積りが得られます。

$\theta_{JA\text{ TOP}}$ は、ジャンクションからケースまでの熱抵抗 (θ_{JC})、ケースからヒート・シンクまでの熱抵抗 (θ_{CS})、およびヒート・シンクから周囲までの熱抵抗 (θ_{SA}) を加算して算出されます (式 3-2)。

式 3-2. 接合部から周囲空気までの熱抵抗

$$\theta_{JA\ TOP} = \theta_{JC} + \theta_{CS} + \theta_{SA}$$

Input Parameters セクションで選択したデバイス、パッケージ、空気流量、およびヒート・シンク・ソリューションに基づいて、PowerPlay EPE スプレッドシートが $\theta_{JA\ TOP}$ を算出します。

低背、中背、または高背タイプのヒート・シンクを使用する場合は、**Still Air** (無風) または、**100 lfm (0.5 m/s)**、**200 lfm (1.0 m/s)**、および **400 lfm (2.0 m/s)** の空気流量率の値から空気流量を選択します。カスタム・ヒート・シンクを使用する場合は、カスタム θ_{SA} の値を入力します。カスタム θ_{SA} の値に空気流量を考慮に入れる必要があります。したがって、Airflow パラメータはこのケースでは適用できません。これらの値についてはヒート・シンク・メーカーにお問い合わせください。

周囲温度は変化しませんが、ジャンクション温度は熱特性によって変化します。ジャンクション温度が変化すると、ジャンクション温度の計算に使用するデバイスの熱特性に影響するため、ジャンクション温度の計算は繰り返し行われます。

全消費電力は、[ページ 9 の式 3-1](#) に示すように、 θ_{JA} 、周囲温度、およびジャンクション温度に基づいて計算されます。

Logic ワークシート

PowerPlay EPE スプレッドシートの Logic ワークシートの各行は、個々のデザイン・モジュールを表します。デザイン・モジュールごとに、以下のパラメータを入力してください。

- 組み合わせセルック・アップ・テーブル (ALUT) 数
- フリップ・フロップ数
- クロック周波数 (単位 MHz)
- レジスタの数
- トグル・レート
- 平均ファンアウト

バージョン 11.0 以降の EPE スプレッドシートで、省電力 (W) についてはロジックのワークシートに追加されます。39 ページの「各機能ブロックの省電力のレポート」で示すように、より詳細な情報については、リンクは、EPE スプレッドシートのレポートのワークシートに含まれています。

図 3-9 に、PowerPlay EPE スプレッドシートの Logic ワークシートの例を示します。

図 3-9. PowerPlay EPE スプレッドシートの Logic ワークシート

Logic		Return To Main							
Total Thermal Power (W)	0.000								
Estimated LUT Utilization	0.0%								
FF Utilization	0.0%								
Power Saving (W)	0.000			more >>					
High-Speed Tile Usage		Typical Design							
				Thermal Power (W)					
Module	# Combinational ALUTs	# FFs	Clock Freq (MHz)	Toggle %	Average Fanout	Routing	Block	Total	User Comments
	0	0	0	12.5%	3	0.000	0.000	0.000	
	0	0	0	12.5%	3	0.000	0.000	0.000	
	0	0	0	12.5%	3	0.000	0.000	0.000	

表 3-4 に、PowerPlay EPE スプレッドシートの Logic ワークシートの一般的な設定が記載されています。

表 3-4. Logic ワークシートの一般的な設定

入力パラメータ	説明
High-Speed Tile Usage	<p>High-Speed Tile Usage の設定を選択します。この値は、Typical Design、Typical high-performance design、または Atypical high-performance design のいずれかです。</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Typical design は、タイミング・マージンが 10% 以上のデザインを表しています。 ■ Typical high-performance design は、タイミング・マージンのない平均的なデザインを表しています。これらのデザインにはクリティカルに近いタイミング・パスはほとんどありません。 ■ Atypical high-performance design は、タイミング・マージンのない 90 パーセントのデザインを表しています。これらのデザインには多数のクリティカルに近いタイミング・パスがあります。 <p>これは主に、PowerPlay EPE スプレッドシートの Main ワークシートのスタティック消費電力 (P_{STATIC}) に影響します。また、PowerPlay EPE スプレッドシートの Logic ワークシートに入力したロジック・リソースのダイナミック消費電力にもある程度影響します。</p> <p>このオプションは、HardCopy III、HardCopy IV、Stratix III、Stratix IV、および Stratix V デバイス・ファミリでのみ使用できます。</p>

表 3-5 に、PowerPlay EPE スプレッドシートの Logic ワークシートで指定する必要がある値を示します。

表 3-5. Logic ワークシート情報 (その 1)

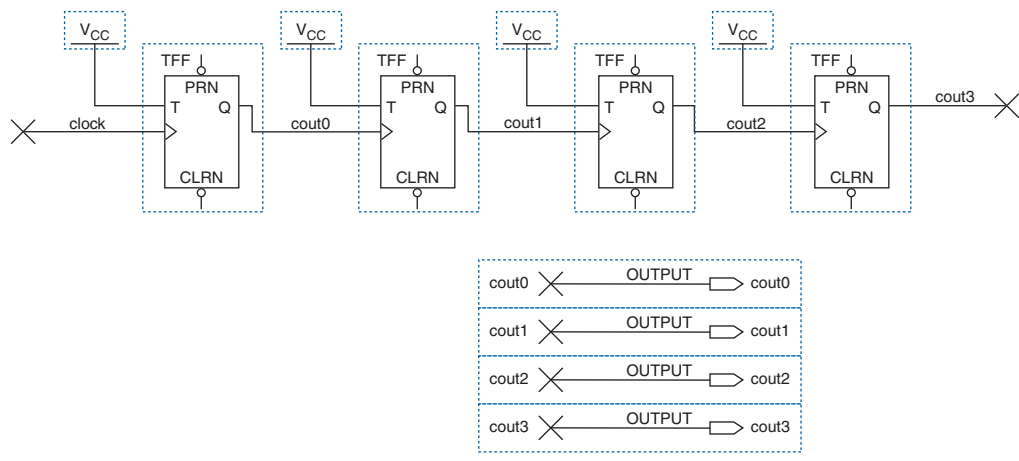
カラム・ヘッダ	説明
Module	デザインの各モジュール名を指定します。
#Combinational ALUTs/#LUTs	<p>組み合わせセルック・アップ・テーブル (ALUT) またはルック・アップ・テーブル (LUT) の数を入力します。</p> <p>この値は Quartus II Compilation Report Resource Usage Summary セクションの組み合わせ ALUT の値になります。</p> <p>Arria II GX、HardCopy III、HardCopy IV、Stratix III、Stratix IV、および Stratix V デバイスの各アダプティブ・ロジック・モジュール (ALM) には、最大 2 個の組み合わせ ALUT が含まれています。小型 ALUT は大型 ALUT よりも消費電力が少なくなりますが、デバイスの適合性は向上します。デザインの ALUT の合計数は、ALM 数の 2 倍を超えてはなりません。</p>
#FFs	<p>このモジュールのフリップ・フロップの数を入力します。</p> <p>この値は Quartus II Compilation Report の Resource Usage Summary セクションの「Register ALUT」と「Dedicated logic registers」の合計になります。</p> <p>クロックのルーティング消費電力は、PowerPlay EPE スプレッドシートの Clock ワークシートで別に計算されます。</p>
Clock Freq (MHz)	<p>クロック周波数を入力します (単位 MHz)。この値はデバイス・ファミリの最大周波数仕様で制限されます。</p> <p>100 MHz でトグルが 12.5% の場合、各 LUT またはフリップ・フロップ出力は 1 秒あたり 1,250 万回 (100 × 12.5%) トグルします。</p>

表 3-5. Logic ワークシート情報 (その 2)


カラム・ヘッダ	説明
Toggle%	各クロック・サイクルでのロジックの平均トグル・レートを入力します。トグル・レートは 0 ~ 100% です。一般に、トグル・レートは 12.5% で、これは 16 ビット・カウンタのトグル・レートです。トグル・レートを低く見積らないよう、これより高いトグル・レートを使用します。大部分のロジックは頻繁にはトグルしないため、50% 未満が現実的なトグル・レートです。 例えば、入力が VCC に接続された T フリップ・フロップ (TFF) は、クロック・サイクルごとに出力のロジック状態を変化させるため、トグル・レートは 100% です (図 3-10 を参照)。
Average Fanout	LUT およびフリップ・フロップの出力によって供給されるブロックの平均数を入力します。
Thermal Power (W)-Routing	配線見積りによる消費電力 (単位 W) を示します。 ルーティング消費電力は配置配線によって異なりますが、配置配線自体はデザインの複雑さに関係します。ここに示す値は、100 以上のデザインでの実験に基づく、代表的なルーティング消費電力を表しています。 デザインで使用される配線に基づく詳細な解析には、Quartus II PowerPlay Power Analyzer を使用します。
Thermal Power (W)-Block	これは ALM の内部トグルに起因する消費電力 (単位 W) を示します。 ロジック・ブロック消費電力は、実装されている機能と各種入力の相対的なトグル・レートに関係します。PowerPlay EPE スプレッドシートでは、100 以上の実際のデザインで観測した動作に基づく見積りを使用します。 デザインの正確な合成に基づく正確な解析には、Quartus II PowerPlay Power Analyzer を使用します。
Thermal Power (W)-Total	これは全消費電力 (単位 W) を示します。全消費電力はルーティング消費電力とブロック消費電力の合計です。
User Comments	コメントを入力します。これはオプションです。

図 3-10 に 4 ビット・カウンタの例を示します。

図 3-10. 4 ビット・カウンタの例



LSB 出力 cout0 を持つ最初の TFF は、クロック・サイクルごとに信号がトグルするため、トグル・レートは 100% です。また、出力 cout1 を持つ 2 番目の TFF は、2 クロック・サイクルおきのみ信号がトグルするため、トグル・レートは 50% です。その結果、出力 cout2 を持つ 3 番目の TFF、出力 cout3 を持つ 4 番目の TFF のトグル・レートは、それぞれ 25% と 12.5% です。したがって、この 4 ビット・カウンタの平均トグル・レートは、 $(100 + 50 + 25 + 12.5)/4 = 46.875\%$ です。

-  サポートされるデバイス・ファミリのロジック・ブロックのコンフィギュレーションについて詳しくは、該当するデバイス・ハンドブックの「ロジック・アレイ・ブロックおよびアダプティブ・ロジック・モジュール」の章を参照してください。

RAM ワークシート

PowerPlay EPE スプレッドシートの RAM ワークシートの各行は、RAM ブロックのタイプ、データ幅、RAM の深さ（該当する場合）、RAM モード、およびポート・パラメータが同じデザイン・モジュールを表します。デザインの RAM ブロックの一部またはすべてのコンフィギュレーションが異なる場合は、それぞれの行に情報を入力します。各デザイン・モジュールに、実装する RAM のタイプ、RAM ブロック数、および RAM ブロック・モードを入力します。

また、PowerPlay EPE スプレッドシートの RAM ワークシートの各行は、物理的に複数の RAM ブロック上に実装可能な論理 RAM モジュールを表しています。PowerPlay EPE スプレッドシートは、入力された論理インスタンスの幅と深さに基づいて、可能な限り最も電力効率に優れた方法で、最少の物理 RAM ブロックを用いて各論理 RAM モジュールを実装します。



RAM ブロック・モードを選択するには、Quartus II コンパイラで RAM を実装する方法を設計者は知っている必要があります。例えば、ROM が 2 ポートで実装される場合、ツール・デュアル・ポート・メモリと見なされ、ROM とは見なされません。シングル・ポート実装と ROM 実装では、ポート A のみが使用されます。シンプル・デュアル・ポート実装とツール・ポート実装では、ポート A とポート B が使用されます。

バージョン 11.0 以降の EPE スプレッドシートで、省電力 (W) については RAM ワークシートに追加されます。39 ページの「各機能ブロックの省電力のレポート」で示すように、より詳細な情報については、リンクは、EPE スプレッドシートのレポートのワークシートに含まれています。

図 3-11 に、PowerPlay EPE スプレッドシートの RAM ワークシートを示します。

図 3-11. PowerPlay EPE スプレッドシートの RAM ワークシート

RAM		Return to Main														Thermal Power (W)		
Total Thermal Power (W)	0.000																	
MLAB Utilization	0.0%																	
M9K Utilization	0.0%																	
M144K Utilization	0.0%																	
Power Saving (W)	0.000	more >>																
Module	RAM Type	# RAM Blocks	Data Width	RAM Depth	RAM Mode	Port A			Port B			Suggested FF Usage	Routing	Block	Total			
	M9K	0	1	1	Simple Dual Port	Clock Freq (MHz)	Enable %	Write %	Clock Freq (MHz)	Enable %	R/W %	Toggle %		0.000	0.000	0.000		
	M9K	0	1	1	Simple Dual Port	0.0	25%	50%	0.0	25%	50%	50.0%	N/A	0.000	0.000	0.000		
	M9K	0	1	1	Simple Dual Port	0.0	25%	50%	0.0	25%	50%	50.0%	N/A	0.000	0.000	0.000		

表 3-6 に、PowerPlay EPE スプレッドシートの RAM ワークシートで指定する必要がある値を示します。

表 3-6. RAM ワークシート情報 (その 1)


カラム・ヘッダ	説明
Module	このカラムには RAM モジュール名を入力します。これはオプションです。
RAM Type	実装される RAM タイプを選択します。 RAM タイプは、Quartus II Compilation Report の Type カラムで確認できます。 Compilation Report で、 Fitter を選択し、 Resource Section をクリックします。 RAM Summary をクリックします。
#RAM Blocks	同じタイプおよびモードを使用し、各ポートに対して同じパラメータを持つモジュール内の RAM ブロック数を入力します。各ポートのパラメータは、以下のとおりです。 <ul style="list-style-type: none"> ■ クロック周波数 (単位 MHz) ■ RAM がイネーブルされる時間の割合 ■ ポートの読み出しに対する書き込み時間の割合 RAM ブロック数は、Quartus II Compilation Report の MLAB カラム、M9K カラム、または M144K カラムのいずれかで確認できます。 Compilation Report で、 Fitter を選択し、 Resource Section をクリックします。 RAM Summary をクリックします。
Data Width	RAM ブロックのデータ幅を入力します。この値には、RAM タイプごとに制限されています。RAM ブロックの幅は、Quartus II Compilation Report の Port A Width または Port B Width カラムで確認できます。 Compilation Report で、 Fitter を選択し、 Resource Section をクリックします。 RAM Summary をクリックします。 ポート A とポート B でデータ幅が異なる RAM ブロックの場合、大きい方のデータ幅を使用します。
RAM Depth	RAM ブロックの深さを入力します。 RAM ブロックの深さは、Quartus II Compilation Report の Port A Depth または Port B Depth カラムで確認できます。 Compilation Report で、 Fitter を選択し、 Resource Section をクリックします。 RAM Summary をクリックします。
RAM Mode	以下のモードから選択します。 <ul style="list-style-type: none"> ■ Single-Port ■ Simple Dual-Port ■ True Dual-Port ■ ROM モードは、Quartus II コンパイラでの RAM の実装方法に基づきます。メモリ・モジュールの実装方法が不明な場合は、アルテラでは Quartus II ソフトウェアにより必要なコンフィギュレーションを使用してテスト・ケースをコンパイルすることを推奨しています。RAM モードは、Quartus II Compilation Report の Mode カラムで確認できます。 Compilation Report で、 Fitter を選択し、 Resource Section をクリックします。 RAM Summary をクリックします。 シングル・ポート RAM には、リード/ライトのコントロール信号を持つポートが 1 つあります。トゥルー・デュアル・ポート RAM にはポートが 2 つあり、各ポートにリード/ライトのコントロール信号があります。ROM は読み出し専用のシングル・ポート RAM です。
Port A-Clock Freq (MHz)	RAM ブロックのポート A のクロック周波数を MHz 単位で入力します。この値は RAM のタイプとデバイス・ファミリの最大周波数仕様で制限されます。

表 3-6. RAM ワークシート情報 (その 2)

カラム・ヘッダ	説明
Port A-Enable %	RAM データおよびアドレス入力でのアクティビティに関係なく、ポート A の入力クロック・イネーブルがアクティブな時間の平均割合を入力します。イネーブルになる時間の割合は 0 ~ 100% です。デフォルト値は 25% です。 RAM の電力は、主にクロック・イベントの発生時に消費されます。リードまたはライト動作が発生しない場合は、クロック・イネーブル信号を使用してポートをディセーブルすると、消費電力を大幅に節約できます。
Port A-Write %	RAM ブロックのポート A がライト・モードになる時間とリード・モードになる時間の平均割合を入力します。シングル・デュアル・ポート (1R/1W) RAM の場合、書き込みを実行していないとき、ライト・ポート (A) は非アクティブです。シングル・ポートおよびデュアル・ポート RAM の場合、ポート A は書き込まれていないときには読み出しを実行します。このフィールドは、RAM が ROM モードの場合は無視されます。 この値は 0 ~ 100% でなければなりません。デフォルト値は 50% です。
Port B-Clock Freq (MHz)	RAM ブロックのポート B のクロック周波数を MHz 単位で入力します。この値は RAM のタイプとデバイス・ファミリの最大周波数仕様で制限されます。ポート B は、RAM ブロックが ROM モードまたはシングル・ポート・モードの場合、または選択した RAM が MLAB の場合は無視されます。
Port B-Enable %	RAM データおよびアドレス入力でのアクティビティに関係なく、ポート B の入力クロック・イネーブルがアクティブな時間の平均割合を入力します。イネーブルになる時間の割合は 0 ~ 100% です。デフォルト値は 25% です。ポート B は、RAM ブロックが ROM モードまたはシングル・ポート・モードの場合、または選択した RAM が MLAB の場合は無視されます。 RAM の電力は、主にクロック・イベントの発生時に消費されます。リードまたはライト動作が発生しない場合は、クロック・イネーブル信号を使用してポートをディセーブルすると、消費電力を大幅に節約できます。
Port B-R/W	トウルー・デュアル・ポート・モードの RAM ブロックの場合、RAM ブロックのポート B がライト・モードになる時間とリード・モードになる時間の平均割合を入力します。シングル・デュアル・ポート・モードの RAM ブロックの場合、RAM ブロックのポート B の読み出し時間の割合を入力します。シングル・デュアル・ポート・モードでは、ポート B に書き込むことはできません。ポート B は、RAM ブロックが ROM モードまたはシングル・ポート・モードの場合、または選択した RAM が MLAB の場合は無視されます。 この値は 0 ~ 100% でなければなりません。デフォルト値は 50% です。
Toggle%	クロック・サイクルごとに各ブロックの出力信号が値を変化させる頻度を表す平均割合は、クロック周波数とイネーブルの割合で乗算され、1 秒あたりの遷移数が算出されます。これはルーティング消費電力にのみ影響します。 50% はランダムに変化する信号に相当します。ランダム信号は半分の時間のみ状態を変化させます。
Suggested FF Usage	MLAB を正しく機能させるために必要なフリップ・フロップの数を表示します。RAM ワークシートの MLAB の消費電力には、フリップ・フロップの消費電力は含まれません。 デバイス・リソースを手動で入力する場合、同じクロック周波数を使用する Logic ワークシートに推奨されるフリップ・フロップの数を追加します。 PowerPlay EPE ファイルからデバイス・リソースをインポートしている場合は、何もする必要はありません。 このフィールドは、選択した RAM タイプが MLAB の場合にのみ有効です。

表 3-6. RAM ワークシート情報 (その 3)

カラム・ヘッダ	説明
Valid Width/Mode	このチェックは、入力したデータ幅または RAM モードが選択した RAM タイプに対応していない場合は不合格になります。各 RAM タイプに使用可能なデータ幅の範囲については、Data Width (データ幅カラム) の説明を参照してください。
Thermal Power (W)-Routing	配線見積りによる消費電力 (単位 W) を示します。 ルーティング消費電力は配置配線によって異なりますが、配置配線自体はデザインの複雑さに関係します。ここに示す値は、100 以上のデザインでの実験に基づく、代表的なルーティング消費電力を表しています。 デザインで使用される配線に基づく詳細な解析には、Quartus II PowerPlay Power Analyzer を使用します。この値は自動的に計算されます。
Thermal Power (W)-Block	これは RAM の内部トグルに起因する消費電力 (単位 W) を示します。 デザインの正確な RAM モードに基づく正確な解析には、Quartus II PowerPlay Power Analyzer を使用します。この値は自動的に計算されます。
Thermal Power (W)-Total	これは指定された入力に基づいて、消費電力の見積りを W 単位で示します。これは RAM ブロックの全消費電力で、ルーティング消費電力とブロック消費電力の合計と同じです。この値は自動的に計算されます。
User Comments	コメントを入力します。これはオプションです。

-  サポートされるデバイス・ファミリのロジック・ブロックのコンフィギュレーションについて詳しくは、該当するデバイス・ハンドブックの「メモリ・ブロック」の章を参照してください。

DSP ワークシート

DSP セクションの各行は、DSP デザイン・モジュールを表します。モジュールのすべてのインスタンスで、コンフィギュレーション、クロック周波数、トグル・レート、およびレジスタ使用率は同じ行では同一です。一部（または、すべて）の DSP またはマルチプライヤ・インスタンスでコンフィギュレーションが異なる場合は、別の行に情報を入力する必要があります。DSP またはマルチプライヤ・モジュールごとに、以下の情報を指定します。

- コンフィギュレーション
- インスタンスの数
- クロック周波数（単位 MHz）
- データ出力のトグル・レート
- 入力と出力がラッチされるかどうか
- モジュールがパイプライン化されるかどうか

バージョン 11.0 以降の EPE スプレッドシートで、省電力（W）については DSP ワークシートに追加されます。39 ページの「各機能ブロックの省電力のレポート」で示すように、より詳細な情報については、リンクは、EPE スプレッドシートのレポートのワークシートに含まれています。図 3-12 に、PowerPlay EPE スプレッドシートの DSP ワークシートを示します。

図 3-12. PowerPlay EPE スプレッドシートの DSP ワークシート

DSP		Return to Main									
Total Thermal Power (W)		0.000									
DSP Utilization		0.0%									
Power Saving (W)		0.000									
		more >>									
								Thermal Power (W)			
Module	Configuration	# of Instances	Clock Freq (MHz)	Toggle %	Reg Inputs?	Reg Outputs?	Pipe-lined?	Routing	Block	Total	
	9x9 Simple Mult	0	0.0	12.5%	Yes	Yes	Yes	0.000	0.000	0.000	
	9x9 Simple Mult	0	0.0	12.5%	Yes	Yes	Yes	0.000	0.000	0.000	
	9x9 Simple Mult	0	0.0	12.5%	Yes	Yes	Yes	0.000	0.000	0.000	


表 3-7 に、PowerPlay EPE スプレッドシートの DSP ワークシートで指定する必要がある値を示します。

表 3-7. DSP ワークシート情報 (その 1)

カラム・ヘッダ	説明
Module	このカラムには DSP モジュール名を入力します。これはオプションです。
Configuration	モジュールの DSP ブロック・コンフィギュレーションを選択します。
# of Instances	<p>コンフィギュレーション、クロック周波数、トグル・レート、およびレジスタ使用率が同じ DSP ブロックのインスタンス数を入力します。この値は使用している専用 DSP ブロックの数とは無関係です。</p> <p>例えば、4 つのシンプルな 9x9 マルチプライヤを FPGA デバイス内の同じ DSP ブロックに実装することができます。この場合、インスタンス数は 4 です。</p> <p>任意のモードでデバイスに適合できるインスタンスの最大数を確認するには、次の手順を実行します。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 該当するデバイス・ハンドブックの「DSP ブロック」、「可変精度 DSP ブロック」、または「エンベデッド・マルチプライヤ」の章を開きます。 2. DSP ブロックの数」の表では、特定の動作モードでデバイスで利用可能な最大 DSP ブロック数を取ります。 3. その最大数を、「DSP ブロックの動作モード」表からの特定の動作モードの「Mult 数」で除算します。 4. 得られた結果は、PowerPlay EPE スプレッドシート内の「インスタンスの数」に使用されます。
Clock Freq (MHz)	モジュールのクロック周波数を MHz の単位で入力します。この値はデバイス・ファミリの最大周波数仕様で制限されます。
Toggle %	<p>各クロック・サイクルでの DSP データ出力の平均トグル・レートを入力します。トグル・レートは 0 ~ 50% です。デフォルト値は 12.5% です。消費電力をより慎重に見積る場合は、これより高いトグル・レートを使用します。</p> <p>また、50% はランダムに変化する信号に相当します (信号が半分の時間で 0 ~ 0 または 1 ~ 1 に変化するため)。これは DSP ブロックで最も重要なトグル・レートと見なされます。</p>
Reg Inputs?	専用入力レジスタを使用して、専用 DSP ブロックまたはマルチプライヤ・ブロックへの入力をラッチするかどうかを選択します。DSP またはマルチプライヤ・ブロックの専用入力レジスタを使用している場合は、 Yes を選択します。入力がラッチされない場合、または ALM または LUT (ルック・アップ・テーブル) のレジスタを使用してラッチされる場合は、 No を選択します。
Reg Outputs?	専用入力レジスタを使用して、専用 DSP ブロックまたはマルチプライヤ・ブロックの出力をラッチするかどうかを選択します。DSP またはマルチプライヤ・ブロックの専用出力レジスタを使用している場合は、 Yes を選択します。入力がラッチされない場合、または ALM または LUT のレジスタを使用してラッチされる場合は、 No を選択します。
Pipe-lined?	専用 DSP ブロックをパイプライン化するかどうかを選択します。
Thermal Power (W)-Routing	配線見積りによる消費電力 (単位 W) を示します。ルーティング消費電力は配置配線によって異なりますが、配置配線自体はデザインの複雑さに関係します。ここに示す値は、100 以上のデザインでの実験に基づく、代表的なルーティング消費電力を表しています。
Thermal Power (W)-Block	これは、DSP ブロックによる消費電力 (単位 W) の見積りを示します。この値は自動的に計算されます。

表 3-7. DSP ワークシート情報 (その 2)

カラム・ヘッダ	説明
Thermal Power (W)-Total	これは指定された入力に基づいて、消費電力 (単位 W) の見積りを示します。これは DSP ブロックの全消費電力で、ルーティング消費電力およびブロック消費電力の和です。この値は自動的に計算されます。
User Comments	コメントを入力します。これはオプションです。

-  サポートされるデバイス・ファミリの DSP ブロックのコンフィギュレーションについて詳しくは、「DSP ブロック」、「可変精度 DSP ブロック」、または「エンベデッド・マルチプライヤ」の章を参照してください。

I/O ワークシート

I/O セクションの各行は、I/O ピンの I/O 規格、入力終端、電流強度、または出力終端、データ・レート、クロック周波数、出力イネーブルのスタティク、および容量性負荷が同じデザイン・モジュールを表します。デザイン・モジュールごとに、以下のパラメータを入力します。

- I/O 規格
- 入力終端
- 電流強度 / 出力終端
- スルーレート
- 差動出力電圧 (VOD) の設定
- 入力、出力、および双方向ピンの数
- I/O データ・レート
- クロック周波数 (f_{MAX}) (単位 MHz)
- ピンの平均トグル・レート
- 出力イネーブルのスタティック確率
- 負荷の容量

バージョン 11.0 以降の EPE スプレッドシートで、省電力 (W) については I/O ワークシートに追加されます。39 ページの「各機能ブロックの省電力のレポート」で示すように、より詳細な情報については、リンクは、EPE スプレッドシートのレポートのワークシートに含まれています。


図 3-13 に、PowerPlay EPE スプレッドシートの I/O ワークシートを示します。


図 3-13. PowerPlay EPE スプレッドシートの I/O セクション

I/O		Return To Main	
Total Thermal Power (W)	0.000		
Off Chip Power (W)	0.000		
I/O Utilization	0.0%		
Power Saving (W)	0.000	more >>	

Power Rails	Voltage (V)	Current (A)
V _{CCIO}	1.2	0.0000
V _{CCIO}	1.25	0.0000
V _{CCIO}	1.35	0.0000
V _{CCIO}	1.5	0.0000
V _{CCIO}	1.8	0.0000
V _{CCIO}	2.5	0.0048
V _{CCIO}	3.0	0.0000
V _{CCIO}	3.3	0.0000
V _{CCIO}	2.5	0.0060
V _{CCIO}	3.0	0.0000
V _{CCIO}	3.3	0.0000

Module	I/O Standard	Input Termination	Current Strength / Output Termination	Slew Rate	V _{IO} Setting	# Input Pins	# Output Pins	# Bidir Pins	Data Rate	Clock Freq (MHz)	Toggle %	OE %	Load (pF)	Thermal Power (W)			Supply Current (A)		
														Routing	Block	Total	I _{CC}	I _{CCIO}	I _{CCIO}
	2.5 V	Off	4mA	0		0	0	0	SDR	0.0	12.5%	100.0%	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	2.5 V	Off	4mA	0		0	0	0	SDR	0.0	12.5%	100.0%	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	2.5 V	Off	4mA	0		0	0	0	SDR	0.0	12.5%	100.0%	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	2.5 V	Off	4mA	0		0	0	0	SDR	0.0	12.5%	100.0%	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	2.5 V	Off	4mA	0		0	0	0	SDR	0.0	12.5%	100.0%	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	2.5 V	Off	4mA	0		0	0	0	SDR	0.0	12.5%	100.0%	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

 PowerPlay EPE スプレッドシートを使用する際、終端抵抗を推奨する I/O 規格 (SSTL、HSTL「高速トランシーバ・ロジック」) でデザインを設計する場合に、外部終端抵抗を使用することが想定されています。デザインで外部終端抵抗を使用しない場合は、終端された I/O 規格と同じ V_{CCIO} と電流強度を持つ LVTTTL/LVCMOS I/O 規格を選択します。例えば、16 mA の電流強度を有する SSTL-2 Class II I/O 規格を使用する場合、PowerPlay EPE スプレッドシートで、I/O 規格に **2.5 V** を選択し、電流強度に **16 mA** を選択する必要があります。

 チップ内終端 (OCT : On-Chip Termination) を使用するには、EPE スプレッドシートで **Current Strength/Output** を選択します。

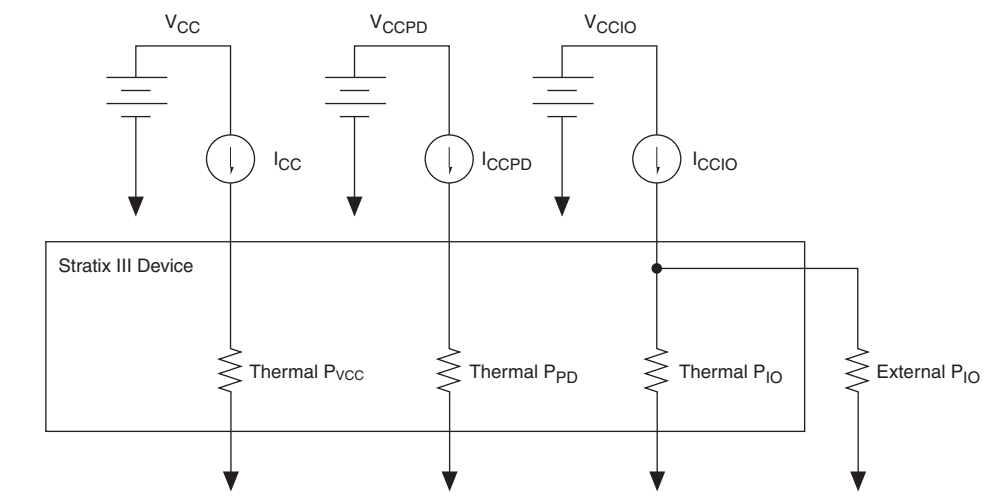
I/O 信号の消費電力として示される値には、熱および外部 I/O 消費電力が含まれています。全熱電力は各電源レールのデバイスでの熱消費電力を合計したものです (式 3-3 を参照)。

式 3-3.

$$\text{thermal power} = \text{thermal } P_{VCC} + \text{thermal } P_{PD} + \text{thermal } P_{IO}$$

図 3-14 に、I/O 消費電力を示します。I_{CCIO} 電源レールには、熱 P_{IO} と外部 P_{IO} の両方が含まれています。

図 3-14. I/O 消費電力の図



V_{REF} ピンはわずかな電流 (通常 10 μ A 未満) しか消費しないので、汎用 I/O ピンの消費電力と比較した場合は無視できます。したがって、PowerPlay EPE スプレッドシートの計算には、V_{REF} ピンの電流は含まれていません。

表 3-8 に、PowerPlay EPE スプレッドシートの I/O ワークシートの I/O 電源レール情報を示します。

表 3-8. I/O 電源レール情報

カラム・ヘッダ	説明
Power Rails	I/O ピンの電源レール。

表 3-8. I/O 電源レール情報

カラム・ヘッダ	説明
Voltage (V)	指定された電源レールに印加される電圧 (V)。
Current (A)	指定された電源レールから引き出される電流 (A)。


表 3-9 に、PowerPlay EPE スプレッドシートの I/O ワークシートで指定する必要がある値を示します。

表 3-9. I/O モジュール情報 (その 1)

カラム・ヘッダ	説明
Module	このカラムにモジュール名を入力します。これはオプションです。
I/O Standard	このモジュールの入力ピン、出力ピン、または双方向ピンに使用する I/O 規格をドロップダウン・リストから選択します。 計算される I/O 消費電力は、I/O 規格によって異なります。終端を推奨する I/O 規格 (SSTL および HSTL) の場合、PowerPlay EPE スプレッドシートでは、外部終端抵抗が使用されることを仮定しています。外部終端抵抗を使用しない場合は、終端された I/O 規格と同じ電圧および電流強度の LVTTTL/LVCMOS I/O 規格を選択します。 ドロップ・ダウン・リストの I/O 規格をすべて確認するには、スクロール・バーを使用します。
Input Termination	このモジュールの入力ピンおよび双方向ピン用として実装する入力終端 (並列 On-Chip Termination [R_T OCT] または差動 On-Chip Termination [R_D OCT]) の設定を選択します。
Current Strength/ Output Termination	このモジュールの出力ピンおよび双方向ピン用として実装する電流強度または出力終端 (直列 On-Chip Termination [R_S OCT]) を選択します。 電流強度と出力終端の両方を同時に使用することはできません。
Slew Rate	このモジュールの出力ピンおよび双方向ピン用のスルーレート設定を選択します。低いスルーレート設定は、スイッチング・ノイズの低減に役立ちますが、遅延を増やすことがあります。
V_{OD} Setting	このモジュールの出力ピンおよび双方向ピン用の V_{OD} を選択します。低い電圧の使用は、ダイナミック消費電力を低減するのに役立ちます。
#Input Pins	このモジュールで使用する入力ピン数を入力します。1つの差動ピン・ペアで1本のピンと見なします。
#Output Pins	このモジュールで使用する出力ピン数を入力します。1つの差動ピン・ペアで1本のピンと見なします。
#Bidir Pins	このモジュールで使用する双方向ピン数を入力します。出力イネーブル信号がイネーブルされる場合、I/O ピンは出力として扱われます。出力イネーブル信号がディセーブルされる場合、I/O ピンは入力として扱われます。 双方向としてコンフィギュレーションされた I/O を出力にのみ使用する場合は、出力バッファがトグルするたびに入力バッファもトグルするため (両方が同じピンを共有する)、出力専用としてコンフィギュレーションされた I/O よりも消費電力が大きくなります。
Data Rate	I/O データ・レートとして、SDR または DDR を選択します。 これは I/O 値が 1 サイクルごとに 1 回 (SDR: Single Data Rate) 更新されるか、2 回 (DDR: Double Data Rate) 更新されるかを示します。ピンのデータ・レートが DDR の場合、データ・レートを SDR に設定して、トグル・レートを 2 倍にすることができます。Quartus II ソフトウェアでは、この方法を使用して情報を出力します。


表 3-9. I/O モジュール情報 (その2)

カラム・ヘッダ	説明
Clock Freq (MHz)	クロック周波数を入力します (単位 MHz)。この値はデバイス・ファミリの最大周波数仕様で制限されます。 100 MHz で、トグル・レートが 12.5% の場合、各 I/O ピンは 1 秒あたり 1,250 万回トグルします。 ($100 \times 12.5\%$)。
Toggle %	各クロック・サイクルにおける入力ピン、出力ピン、および双方向ピンの平均トグル・レートを入力します。クロックは周波数の 2 倍でトグルするため、入力ピンがクロックとして使用される場合のトグル・レートは 0 ~ 200% です。 ピンで DDR 回路を使用する場合は、データ・レートを SDR に設定して、トグル・レートを 2 倍にすることができます。Quartus II ソフトウェアでは、この方法を使用して情報を出力します。一般に、トグル・レートは 12.5% です。より慎重にする場合は、これより高いトグル・レートを使用します。
OE %	以下の平均時間の割合を入力します。 <ul style="list-style-type: none"> ■ 出力 I/O ピンがイネーブルされる時間 ■ 双方向 I/O ピンが出力になりイネーブルされる時間 残りの時間では、以下のことが行われます。 <ul style="list-style-type: none"> ■ 出力 I/O ピンがトライステートになります。 ■ 双方向 I/O ピンが入力になります。 この値は 0 ~ 100% でなければなりません。
Load (pF)	チップ外部のピンの負荷を入力します (単位 pF)。 これは出力ピンと双方向ピンのみが対象となります。ピンおよびパッケージのキャパシタンスは、すでに I/O モデルに含まれています。したがって、オフチップ・キャパシタンスのみを Load パラメータに含めます。
Thermal Power (W)–Routing	配線見積りによる消費電力 (単位 W) を示します。 ルーティング消費電力は配置配線によって異なりますが、配置配線自体はデザインの複雑さに関係します。ここに示す値は、100 以上のデザインでの実験に基づく、代表的なルーティング消費電力を表しています。 デザインで使用される配線に基づく詳細な解析には、Quartus II PowerPlay Power Analyzer を使用します。この値は自動的に計算されます。
Thermal Power (W)–Block	I/O の内部および負荷トグルに起因する消費電力を示します (単位 W)。 デザインの正確な I/O コンフィギュレーションに基づく精度の高い解析には、Quartus II PowerPlay Power Analyzer を使用します。この値は自動的に計算されます。
Thermal Power (W)–Total	これは全消費電力 (単位 W) を示します。全消費電力はルーティング消費電力とブロック消費電力の合計です。この値は自動的に計算されます。
Supply Current (A)–I _{CC}	これは、V _{CC} 電源レールから引き出される電流を示し、内部デジタル回路に電力を供給します。この値は自動的に計算されます。
Supply Current (A)–I _{CCPD}	これは、V _{CCPD} 電源レールから引き出される電流を示し、プリドライブ回路に電力を供給します。この値は自動的に計算されます。
Supply Current (A)–I _{CCIO}	これは V _{CCIO} 電源レールから引き出される電流を示します。この電流の一部は、オフチップ終端抵抗に流れ込む場合があります。この値は自動的に計算されます。
User Comments	コメントを入力します。これはオプションです。

 サポートされるデバイス・ファミリの I/O 規格終端方法について詳しくは、該当するデバイス・ハンドブックの「I/O 機能」の章を参照してください。

PLL ワークシート

アルテラの FPGA デバイスは、一般的な使用のための PLL を備えています。専用のトランスミッタまたはレシーバを使用している場合、LVDS PLL を使用してシリアルまたはデシリアル変換を実行するには、PLL ワークシートで LVDS PLL を指定し、消費電力情報を入力します。

 PLL がソース・シンクロナス SERDES ハードウェアをドライブする場合は、LVDS PLL と呼ばれます。LVDS PLL は、LVDS クロック・ツリーおよびダイナミック・フェーズ・アラインメント (DPA) バスを電圧制御発振器 (VCO) 周波数でドライブします。LVDS PLL で LVDS ハードウェアのみをドライブする場合は、適切な VCO 周波数を入力し、出力周波数を **0 MHz** で指定します。また、LVDS PLL でピンまたはコアにクロックをドライブする場合、出力周波数としてそのクロック周波数を指定します。

PowerPlay EPE スプレッドシートの PLL ワークシートの各行には、デバイスの 1 個以上の PLL が示されます。PLL ごとに最大出力周波数と VCO 周波数を入力します。また、各 PLL が LVDS、左/右またはトップ/ボトムいずれの PLL であるかについても指定します。

バージョン 11.0 以降の EPE スプレッドシートで、省電力 (W) については PLL ワークシートに追加されます。39 ページの「各機能ブロックの省電力のレポート」で示すように、より詳細な情報については、リンクは、EPE スプレッドシートのレポートのワークシートに含まれています。

図 3-15 に、PowerPlay EPE スプレッドシートを示します。

図 3-15. PowerPlay EPE の PLL セクション

PLL		Return to Main					
Total Thermal Power (W)		0.000					
PLL Utilization		0.0%					
Power Saving (W)		0.000		more >>			
This section only estimates power from the PLL control blocks and does not include the power from the PLL clock output networks. Please enter additional parameters in the "Clocks" section.							
Module	PLL Type	# PLL Blocks	# DPA Buses	Output Freq (MHz)	VCO Freq (MHz)	Total Power (W)	User Comments
	Left/Right	0	N/A	0.0	700.0	0.000	
	Left/Right	0	N/A	0.0	700.0	0.000	
	Left/Right	0	N/A	0.0	700.0	0.000	
	Left/Right	0	N/A	0.0	700.0	0.000	
	Left/Right	0	N/A	0.0	700.0	0.000	
	Left/Right	0	N/A	0.0	700.0	0.000	
	Left/Right	0	N/A	0.0	700.0	0.000	
	Left/Right	0	N/A	0.0	700.0	0.000	
	Left/Right	0	N/A	0.0	700.0	0.000	
	Left/Right	0	N/A	0.0	700.0	0.000	

表 3-10 に、PowerPlay EPE スプレッドシートの PLL ワークシートで指定する必要がある値を示します。

表 3-10. PLL セクション情報

カラム・ヘッダ	説明
Module	このカラムには、PLL 名を入力します。これはオプションです。
PLL Type	PLL が Left/Right 、 Top/Bottom 、または LVDS のいずれの PLL であるか選択します。
# PLL Blocks	同じ特定の出力周波数と VCO 周波数の組み合わせを持つ PLL ブロック数を入力します。
# DPA Buses	使用している DPA の数を入力します。DPA は、LVDS PLL にのみ使用できます。
Output Freq (MHz)	PLL の最大出力周波数 (f_{MAX}) を入力します (単位 MHz)。最大出力周波数は、Quartus II Compilation Report の Output Frequency カラムに表示されます。 Compilation Report で、 Fitter を選択し、 Resource Section をクリックします。 PLL Usage を選択し、 Output Frequency をクリックします。 PLL から複数のクロック出力がある場合は、リストされている最大出力周波数を選択します。出力周波数は、SERDES の一部として使用される LVDS PLL の VCO 周波数と同じです。
VCO Freq (MHz)	VCO の周波数を MHz 単位で入力します。VCO 周波数は、Quartus II Compilation Report の Nominal VCO frequency 行に示されます。 Compilation Report で、 Fitter を選択し、 Resource Section をクリックします。 PLL Summary を選択し、 Nominal VCO frequency をクリックします。
Total Power (W)	入力した最大出力周波数と VCO 周波数に基づいて、 V_{CCA} と V_{CCD} を組み合わせた消費電力の見積りを示します (単位 W)。この値は自動的に計算されます。
User Comments	コメントを入力します。これはオプションです。

- サポートされるデバイス・ファミリの I/O 規格終端方法については、該当するデバイス・ハンドブックの「クロック・ネットワークおよび PLL」の章を参照してください。

Clock ワークシート

アルテラの FPGA デバイスは、グローバル、リージョナルまたはペリフェラル・クロック・ネットワークをサポートしています。両者の消費電力の差は大きくないため、PowerPlay EPE スプレッドシートではグローバル・クロックとリージョナル・ネットワークを区別しません。

PowerPlay EPE スプレッドシートの Clock ワークシートの各行には、クロック・ネットワークまたは個別のクロック・ドメインが示されます。デザイン・モジュールごとに、以下のパラメータを入力します。

- クロック周波数（単位 MHz）
- 使用される各クロック・ネットワークの合計ファンアウト
- グローバル・クロック・イネーブルの割合
- ローカル・クロック・イネーブルの割合

バージョン 11.0 以降の EPE スプレッドシートで、省電力（W）についてはクロック・ワークシートに追加されます。39 ページの「各機能ブロックの省電力のレポート」で示すように、より詳細な情報については、リンクは、EPE スプレッドシートのレポートのワークシートに含まれています。

図 3-16 に、PowerPlay EPE スプレッドシートを示します。

図 3-16. PowerPlay EPE スプレッドシートの Clock セクション

Clocks		Return to Main				
Total Thermal Power (W)	0.000					
Power Saving (W)	0.000	more >>				
Domain	Clock Freq (MHz)	Total Fanout	Global Enable %	Local Enable %	Total Power (W)	User Comments
	0.0	0	100%	50%	0.000	
	0.0	0	100%	50%	0.000	
	0.0	0	100%	50%	0.000	
	0.0	0	100%	50%	0.000	

表 3-11 に、PowerPlay EPE スプレッドシートの Clock ワークシートで指定する必要がある値を示します。

表 3-11. Clock セクション情報（その 1）

カラム・ヘッダ	説明
Domain	このカラムにはクロック・ネットワーク名を入力します。これはオプションです。
Clock Freq (MHz)	クロック・ドメインの周波数を入力します。この値はデバイス・ファミリの最大周波数仕様で制限されます。
Total Fanout	このクロックが供給されるフリップ・フロップおよび RAM ブロック、DSP ブロック、および I/O ブロックの総数を入力します。各グローバル・クロック信号およびリージョナル・クロックによってドライブされるリソースの数は、Quartus II Compilation Report の Fan-out カラムに示されます。Compilation Report で、Fitter を選択し、Resources Section をクリックします。Global & Other Fast Signals を選択し、Fan-out をクリックします。


表 3-11. Clock セクション情報 (その 2)

カラム・ヘッダ	説明
Global Enable %	クロック・ツリー全体がイネーブルされる時間の平均割合を入力します。各グローバル・クロック・バッファには、クロック・ツリー全体をダイナミックにシャットダウンするのに使用できるイネーブル信号があります。
Local Enable %	クロック・イネーブルがデスティネーション・フリップ・フロップに対して High になる時間の平均割合を入力します。 ALM のフリップ・フロップに対するローカル・クロック・イネーブルは、LAB ワイドの信号になります。いずれかのフリップ・フロップがディセーブルされると、LAB ワイドのクロックがディセーブルされ、ダウンストリーム・ロジックの消費電力およびクロックの消費電力も削減されます。このワークシートでは、クロック・ツリーの消費電力に与える影響のみモデル化します。
Total Power (W)	これはクロック分配に起因する全消費電力です (単位 W)。この値は自動的に計算されます。
User Comments	コメントを入力します。これはオプションです。

- サポートされるデバイス・ファミリの I/O 規格終端方法について詳しくは、該当するデバイス・ハンドブックの「クロック・ネットワークおよび PLL」の章を参照してください。

HSDI ワークシート


サポートされるデバイス・ファミリ（[ページ 2 の表 1-3](#) を参照）は、高速差動 I/O 規格とインタフェース可能な専用回路を備えています。専用のトランスミッタおよびレシーバは、それぞれシリアライザ・ブロックおよびデシリアライザ・ブロックを備えています。PowerPlay EPE スプレッドシートの HSDI ワークシートは、レシーバとトランスミッタの部分に分かれています。

 PowerPlay EPE スプレッドシートの HSDI ワークシートで計算される消費電力は、トランスミッタ・シリアライザ・ブロックまたはレシーバ・デシリアライザ・ブロックのみ対象となります。トランスミッタおよびレシーバは、ALTLVDS メガファンクションを使用して実装されます。I/O バッファの消費電力は、I/O ワークシートで計算され、PLL の消費電力は PLL ワークシートで計算されます。

PowerPlay EPE スプレッドシートの HSDI ワークシートの各行には、それぞれのレシーバ・ドメインまたはトランスミッタ・ドメインが示されます。トランスミッタ・ドメインおよびレシーバ・ドメインには、以下のパラメータを入力します。

- データ・レート（単位 Mbps）
- トランスミッタ・ドメインおよびレシーバ・ドメイン内のチャンネル数
- トランスミッタ・ドメイン内のシリアライゼーション・ファクタ
- レシーバ・ドメイン内のデシリアライゼーション・ファクタ

トランスミッタ・ドメインおよびレシーバ・ドメインのトグル・レート

 レシーバの消費電力は、DPA 回路を使用するか否かに関係なく一定です。

バージョン 11.0 以降の EPE スプレッドシートで、省電力（W）については HSDI ワークシートに追加されます。[39 ページの「各機能ブロックの省電力のレポート」](#)で示すように、より詳細な情報については、リンクは、EPE スプレッドシートのレポートのワークシートに含まれています。


 [図 3-17](#) に、PowerPlay EPE スプレッドシートの HSDI ワークシートの例を示します。

図 3-17. PowerPlay EPE スプレッドシートの HSDI ワークシート

HSDI		Return to Main				
Total Thermal Power (W)	0.000					
Tx Channel Utilization	0.0%					
Rx Channel Utilization	0.0%					
Power Saving (W)	0.000	more >>				

This section only estimates power within the SERDES blocks and does not include the I/O power nor PLL power. Please enter the appropriate parameters in the "IO" section for I/O power, and "PLL" section for PLL power.


Tx Module	Data Rate (Mbps)	# of Channels	Serialization Factor	Toggle %	Total Power (W)	User Comments
0	0	0	7	50.0%	0.000	
0	0	0	7	50.0%	0.000	
0	0	0	7	50.0%	0.000	
0	0	0	7	50.0%	0.000	
0	0	0	7	50.0%	0.000	
0	0	0	7	50.0%	0.000	
0	0	0	7	50.0%	0.000	
0	0	0	7	50.0%	0.000	
0	0	0	7	50.0%	0.000	
0	0	0	7	50.0%	0.000	
0	0	0	7	50.0%	0.000	
0	0	0	7	50.0%	0.000	
0	0	0	7	50.0%	0.000	
0	0	0	7	50.0%	0.000	
0	0	0	7	50.0%	0.000	

Rx Module	Data Rate (Mbps)	# of Channels	Deserialization Factor	Toggle %	Total Power (W)	User Comments
0	0	0	7	50.0%	0.000	
0	0	0	7	50.0%	0.000	
0	0	0	7	50.0%	0.000	
0	0	0	7	50.0%	0.000	
0	0	0	7	50.0%	0.000	
0	0	0	7	50.0%	0.000	
0	0	0	7	50.0%	0.000	
0	0	0	7	50.0%	0.000	
0	0	0	7	50.0%	0.000	
0	0	0	7	50.0%	0.000	
0	0	0	7	50.0%	0.000	
0	0	0	7	50.0%	0.000	
0	0	0	7	50.0%	0.000	
0	0	0	7	50.0%	0.000	
0	0	0	7	50.0%	0.000	

表 3-12 に、PowerPlay EPE スプレッドシートの HSDI ワークシートで指定する必要がある値を示します。

表 3-12. HSDI ワークシート情報

カラム・ヘッダ	説明
TX/RX Module	このカラムにモジュール名を入力します。これはオプションです。
Data Rate (Mbps)	レシーバ・モジュールまたはトランスミッタ・モジュールの最大データ・レートを Mbps 単位で入力します。
# of Channels	上記のデータ・レートで動作するレシーバ・チャンネル数およびトランスミッタ・チャンネル数を入力します。この値は 0 ~ 156 の整数でなければなりません。
Serialization Factor/ Deserialization Factor	各シリアル・データ・ビットの平行・データのビット数を入力します。この値は 1 ~ 10 の整数でなければなりません。
Toggle %	各クロック・サイクルでの平均トグル・レートを入力します。トグル・レートは 0 ~ 100% です。デフォルトのトグル・レートは 50% です。
Total Power	これは入力されたデータ・レートおよびチャンネル数に基づいて、消費電力の見積りを W 単位で示します。この値は自動的に計算されます。
User Comments	コメントを入力します。これはオプションです。

 サポートされるデバイス・ファミリの I/O 規格終端方法については、該当するデバイス・ハンドブックの「高速差動 I/O インタフェース」の章を参照してください。

XCVR ワークシート

サポートされるデバイス・ファミリ（ページ 2 の表 1-3 を参照）は、専用のエンベデッド回路トランシーバ・チャンネルを備えています。この項はサポートされるデバイス・ファミリをターゲットとしたデザインにのみ適用できます。



Stratix V デバイスの場合、Quartus II ソフトウェア 10.0 でトランシーバに対して PowerPlay EPE ファイルを生成する機能はディセーブルされました。この機能は将来の Quartus II ソフトウェア・リリースに実装される予定です。この情報を手動で入力する必要があります。このセクションで計算される消費電力は、使用されるチャンネルおよびクロック・コントロール・ユニット (CCU) で使用されるすべての回路を含むトランシーバ・ブロックを対象にしています。トランシーバは、ALTGX メガファンクションを使用して実装されます。トランシーバの I/O バッファと PLL の消費電力はこのセクションに含まれます。トランスミッタとレシーバは、100Ω 終端を想定しています。

XCVR ワークシートの各行には、それぞれのトランシーバ・ドメインが示されます。各トランシーバ・ドメインに以下のパラメータを入力します。

- チャンネル数
- 使用されるプロトコル
- 選択された V_{CCA} および V_{CCH_GXB} 電圧 (HardCopy IV GX、Stratix IV GX、および Stratix V のみ)
- 選択された V_{CCL_GXB} 、 V_{CCR} 、および V_{CCT} 電圧
- トランシーバ・ブロックの動作モード
- データ・レート (単位 Mbps)
- V_{OD} 設定
- プリエンファシス設定値
- アダプティブ分散補正エンジン (ADCE)
- パラレル・データ・バスの幅
- 特定のモードでは、バイト・シリアライザ、レート・マッチ FIFO 設定、および 8B/10B エンコーダが使用されているかどうかを指定しなければなりません。

表 3-13. XCVR セクション情報 (その2)

カラム・ヘッダ	説明
V _{OD} Setting	ギガビット・トランシーバ・ブロック (GXB) トランスミッタ・チャンネル PMA の V _{OD} 設定を入力します。トランスミッタは 100Ω の終端抵抗を使用しているもの仮定しています。
Pre-Emphasis Setting-Pre-Tap	トランスミッタが使用する pre-emphasis pre-tap setting を入力します。 このパラメータを入力するには、XCVR Page Mode セクションを detailed に設定します。
Pre-Emphasis Setting-First Post-Tap	トランスミッタが使用する pre-emphasis first post-tap 設定を入力します。 このパラメータを入力するには、XCVR Page Mode セクションを detailed に設定します。
Pre-Emphasis Setting-Second Post-Tap	トランスミッタが使用する pre-emphasis second post-tap setting を入力します。 このパラメータを入力するには、XCVR Page Mode セクションを detailed に設定します。
ADCE	On または Off によって、ADCE を使用するかどうかを選択します。 このパラメータを入力するには、XCVR Page Mode セクションを detailed に設定します。
Parallel Data Width	各 GXB トランスミッタ・チャンネル PCS に入るパラレル・データ・バスの幅、および各 GXB レシーバ・チャンネルを出る PCS パラレル・データ・バスの幅を入力します。 このパラメータを入力するには、XCVR Page Mode セクションを detailed に設定します。
Byte Serializer Used	バイト SERDES を使用するかどうかを入力します。バイト・シリアライザを使用する場合、トランシーバは Double-width モードです。使用しない場合、トランシーバは Single-width モードです。 このパラメータを入力するには、XCVR Page Mode セクションを detailed に設定します。
Rate Match FIFO Used	レート・マッチング FIFO を使用するかどうかを入力します。 このパラメータを入力するには、XCVR Page Mode セクションを detailed に設定します。
8B10B Encoder Used	8B/10B のエンコーダ/デコーダを使用するかどうかを入力します。 このパラメータを入力するには、XCVR Page Mode セクションを detailed に設定します。
Channel Power (W)	これは、すべてのチャンネルの GXB トランスミッタ・チャンネル PMA ブロックおよび GXB レシーバ・チャンネル PMA ブロックの全消費電力 (単位 W) を示します。 この値は自動的に計算されます。
CCU Power (W)	これは、すべてのチャンネルで使用する GBX PLL および制御回路の全消費電力 (単位 W) を示します。 この値は自動的に計算されます。
XCVR Power (W)	これは、チャンネルの消費電力および CCU の消費電力 (単位 W) の合計を示します。 この値は自動的に計算されます。
PCS/HIP Power	これは、すべてのチャンネルの GXB トランスミッタ・チャンネル PCS、GXB レシーバ・チャンネル PCS の総消費電力、および PCIe ハード IP ブロックの全消費電力を示します。この値は自動的に計算されます。
User Comments	コメントを入力します。これはオプションです。

- サポートされるデバイス・ファミリの I/O 規格終端方法について詳しくは、該当するデバイス・ハンドブックの「トランシーバ・アーキテクチャ」の章を参照してください。

IP ワークシート

EPE スプレッドシートのバージョン 11.0 以降には、IP ワークシートを紹介します。IP ワークシートが自動的に簡単に一般的に使用される IP デザインのリソース使用率を記入する IP デザイン入力機能であり、自動的に選択された IP のための適切なリソースを割り当て、電力消費を計算します。

IP ワークシートの各行には、それぞれの IP ドメインが示されます。EPE スプレッドシートのバージョン 11.0 では、サポートされている IP は、さまざまな構成（例えば、x9、x18 の、x36 の、そして x72）の DDR2 と DDR3、QDR II、および RLDRAM II などを含む外部メモリ・インタフェース (EMI) IP です。このような Interlaken、PCI Express® (PCIe®) Gen3、Gen 2、および Gen1、XAUI、SRIO、SDI、10GE、40GE、と 100 GE などのトランシーバプロトコルは EPE スプレッドシートの将来のリリースでサポートされます。

各 IP ドメインに以下のパラメータを入力します。

- IP タイプ
- ビット単位のデータ幅
- MHz 単位のクロック周波数
- イネーブルの割合
- ワット単位の全消費電力

図 3-19 に、PowerPlay EPE スプレッドシートの IP ワークシートの例を示します。

図 3-19. PowerPlay EPE スプレッドシートの IP ワークシート

IP	Return to Main					
Total Thermal Power (W)		0.000				
The resources that belong to specific IP are based on the default configuration of Quartus II MegaWizard.						
Module	IP	Data Width (Bits)	Clock Freq (MHz)	Enable %	Total Power (W)	User Comments
			0.0	50%	0.000	
			0.0	50%	0.000	
			0.0	50%	0.000	
			0.0	50%	0.000	
			0.0	50%	0.000	
			0.0	50%	0.000	
			0.0	50%	0.000	
			0.0	50%	0.000	
			0.0	50%	0.000	

表 3-14 に、PowerPlay EPE スプレッドシートの IP ワークシートで指定する必要があるパラメータを示します。

表 3-14. セクション情報

コラム・ヘッダ	説明
Module	このコラムにモジュール名を入力します。これはオプションです。
IP	特定のデバイス・ファミリのサポートの IP タイプを選択します。各デバイス・ファミリは、別のサポートされている IP アドレスがあります。最新のサポートについては、MegaWizard Plug-In Manager を参照してください。
Data Width (Bits)	インタフェースのデータ幅 (ビット数)。
Clock Freq (MHz)	クロック周波数を入力します (単位 MHz)。有効範囲は 0 ~ 600 Mhz です。
Enable %	選択された IP のイネーブルの割合を入力します。有効範囲は 0% (完全にオフする) ~ 100% (完全にイネーブルにする) です。
Total Power (W)	特定の行の選択された IP にの全消費電力をレポートする編集不可能なフィールドです。
User Comments	コメントを入力します。これはオプションです。

 詳細は、アルテラ・ウェブサイトの「[Altera's External Memory Interface Solution Center](#)」資料ページでのを参照してください。

Report ワークシート

Report ワークシートでは、PowerPlay EPE スプレッドシートからのすべての情報および消費電力の見積もり結果を示します。Power Supply Current (A) セクションでは、電源についての推奨事項を表示します。デザインで使用されるデバイスのすべての電源要件は、Min Current Requirement (A) および User Mode Current Requirement (A) のコラムで説明されています。

各電圧レールのスタティック消費電力およびダイナミック電流

EPE スプレッドシートのバージョン 11.0 以降のためには、User Mode Current Requirement (A) コラムには、各 FPGA の電圧レールに対して別々にスタティック消費電力およびダイナミック電流をレポートします。この強化により、電圧レールあたりの消費電力に関する詳細な情報を提供し、デザインを変更するために、および電力を節約するために、この情報を使用することができます。

図 3-20 に、各電圧レールでのスタティック消費電力およびダイナミック電流を区別するレポート・パネルの例を示しています。

図 3-20. Power Supply Current セクションの区別するスタティック消費電力およびダイナミック電流

	A	B	C	D	E	F
37	Power Supply Current (A)		Min Current Requirement (A)	User Mode Current Requirement (A)		
38				Static Current (A)	Dynamic Current (A)	Total Current (A)
39	l _{cc} (0.90V)		1.000	0.326	0.000	0.326
40	l _{cco_pll} (0.90V)		0.005	0.005	0.000	0.005
41	l _{ccs} (1.50V)		0.009	0.009	0.000	0.009
42	l _{cca_pll} (2.50V)		0.005	0.005	0.000	0.005
43	l _{ccio}		0.004	0.004	0.000	0.004
44	l _{ccio} (1.2V)		N/A	0.000	0.000	0.000
45	l _{ccio} (1.5V)		N/A	0.000	0.000	0.000

各機能ブロックの省電力のレポート

EPE スプレッドシートのバージョン 11.0 以降には、Thermal Power (W) セクションは、各機能ブロックからの省電力をレポートする Power Saving のコラムに拡張されています。また、この Power Saving フィールドは、保存されている電力量を表示する各機能ブロックのワークシートに示されています。

図 3-21 に、Thermal Power セクションで各機能ブロックのための省電力化のレポートの例を示しています。

図 3-21. Thermal Power セクションで各機能ブロックの省電力化のレポート

	Thermal Power (W)	Power Saving (W)
18	Total	5.175
19	Logic	0.776
20	RAM	0.011
21	DSP	0.058
22	I/O	0.339
23	HSDI	0.006
24	PLL	0.005
25	Clocks	0.022
26	XCVR	0.027
27	PCS/HIP	1.517
28	Static	0.228
29		0.067
30		0.412

パワーアップ電流

一部のデバイス・ファミリでは、パワーアップ電流が I/O ワークシートに載っているダイナミック電流より大きな場合もあります。例えば、Stratix III および Stratix IV デバイスの場合、I/O ワークシートでの V_{CCPD} または I_{CCPD} の電流値は、Main ワークシートでの Power Supply Current (A) セクションに乗っている ICCPD 電流値と異なります。「ICCPD」の値は、 V_{CCPD} 電源レールのパワーアップ電流要件です。I/O ワークシートでは、ユーザー・モードの電流要件が表示されています。



アルテラは使用される各電圧源の V_{CCPD} 電源レールに必要な最小電流を提供します。ただし、提供される値は、その電圧源を使用するバンクの数に依存しません。

パワーアップ電流を見積もるには、Report ワークシートを使用して、最小電流要件をユーザー・モード電流要件と比較をします。電源がユーザー・モード要件を超えるパワーアップ電源を有する場合は、最小電流要件がユーザー・モード電流より高いことがあります。例えば、Stratix III と Stratix IV デバイスの V_{CCPD} 電源レール、および Stratix IV デバイスの V_{CCIO} 電源レールです。

複数の電圧電源用の電源ブレイクアウト

Quartus II ソフトウェア V9.0 SP2 以降から、PowerPlay EPE スプレッドシートおよび PowerPlay Power Analyzer はデバイスで使用される各電圧源の最小電流要件を示すようになってきました。 V_{CCIO} の場合、表示される I_{CCIO} の最小電流要件およびデザインで使用される各電圧レールの電流値は同じです。 V_{CCPD} の場合、表示される I_{CCPD} の最小電流要件およびデザインで使用される各電圧レールの電流値は同じです。

これらの値は、デバイス内のすべての I/O ピンが同じ電圧レールによって給電されることに基づいています。したがって、最小電流要件は V_{CCIO} および V_{CCPD} に使用される各電圧レールに繰り返されます。

デバイスおよびデザインの使用状況に基づいて I_{CCIO} および I_{CCPD} の最小電流要件をより正確に見積もるには、次の式を使用することができます。

- 「(V_{CCIO} 電圧によって給電される I/O ピンの数) / (デバイス内の I/O ピンの総数) × (最小電源電流) × (1.10)
- 「(V_{CCPD} 電圧によって給電される I/O ピンの数) / (デバイス内の I/O ピンの総数) × (最小電源電流) × (1.10)

デザインで使用される V_{CCIO} 電圧および V_{CCPD} 電圧ごとにこれらの式を使用します。「 V_{CCIO} / V_{CCPD} によって給電される I/O ピンの数」は、特定の電圧によって給電される I/O バンクにある、使用される I/O ピンおよび未使用 I/O ピンの両方を表します。「最小電源電流」は、消費電力見積もりツールで示された I_{CCIO} および I_{CCPD} の値です。

1.10 のスケール係数は、追加のガードバンドとして提供されており、消費電力の見積もりに含める必要があります。

PowerPlay EPE に表示される見積り値は、多くの要因によって影響を受けます。特に、PowerPlay EPE スプレッドシートでシステムが確実に正しくモデル化されることを保証するためには、トグル・レート、空気流量、温度、ヒート・シンクを正確に入力する必要があります。

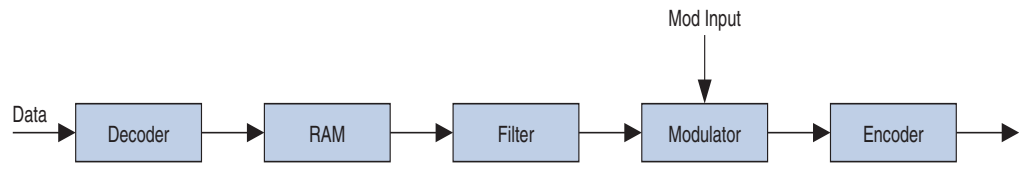
トグル・レート

PowerPlay EPE スプレッドシートで指定するトグル・レートは、表示されるダイナミック消費電力に大きく影響する可能性があります。正確な見積りを得るには、現実的なトグル・レートを入力する必要があります。現実的なトグル・レートを特定するには、FPGA が受け取る入力の種類とそれがトグルする頻度を知っている必要があります。

デザインが完成されていない場合、正確な見積もりを出すには、デザインの個々のモジュールを機能別に分離して、リソースのトグル・レートと併せてリソース使用率を見積ります。これを達成する最も簡単な方法は、以前のデザインを利用して、同様の機能を持つモジュールのトグル・レートを見積ることです。

図 4-1 での入力データはデータ送信用にエンコードされ、トグル・レートは約 50% です。

図 4-1. デコーダおよびエンコーダのブロック図



このケースでは、以下の見積りを行う必要があります。

- データ・トグル・レート
- Mod 入力のトグル・レート
- デコーダ・モジュール、RAM、フィルタ、モジュレータおよびエンコーダのリソースの見積り
- デコーダ・モジュール、RAM、フィルタ、モジュレータおよびエンコーダのトグル・レート

これらの見積りは多くの方法で行うことができます。これまでに同様のモジュールで、ほぼ同じトグル・レートのデータ入力を使用したことがある場合は、その情報を利用できます。一部のブロックで MATLAB シミュレーションを使用できる場合は、トグル・レート情報を取得できます。一部のモジュールで HDL を使用できる場合は、それらのモジュールをシミュレートできます。

HDL が完成している場合、トグル・レートを算出する最良の方法はデザインをシミュレートすることです。トグル・レートの見積りの正確さは、入力ベクタの精度によって異なります。したがって、シミュレーション・カバレッジが高いかどうかを判断すれば、トグル・レート情報がどの程度正確であるかを評価できます。

Quartus II ソフトウェアでは、シミュレーション・ツールから情報を提供すると、デザインで使用する各リソースのトグル・レートを算出することができます。デザインは多くの様々なツールを使用してシミュレートでき、情報は Signal Activity ファイル (.saf) により Quartus II ソフトウェアに渡すことができます。Quartus II PowerPlay Power Analyzer は、最も正確な消費電力の見積りを提供します。Quartus II ソフトウェアからコンマ区切り値ファイル (.csv) を PowerPlay EPE スプレッドシートにインポートして、デザイン完成後の消費電力を見積ることができます。

空気流量

PowerPlay EPE スプレッドシートでは、デバイスの空気流量を指定することができます。この値は熱解析に影響し、デバイスの消費電力に大きく影響する場合があります。正確な見積りを得るには、空気流量を供給するファンの出力ではなく、FPGA での空気流量を正しく算出する必要があります。

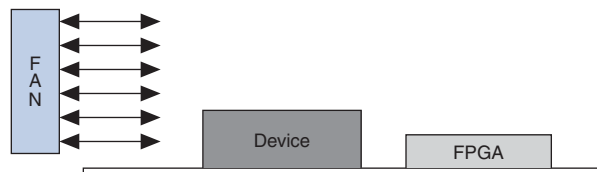
多くの場合、空気流量を供給するファンの近くにはデバイスを配置できません。空気流量の経路はデバイスに達する前にボードの長さを横断する可能性が高く、デバイスに対する実際の空気流量は減少します。図 4-2 では、ファンはボードの端に配置されています。FPGA での空気流量は、ファンにおける空気流量より弱くなります。

図 4-2. 空気流量および FPGA の位置



遮断された空気流量も考慮する必要があります。図 4-3 では、FPGA からの空気流量を遮断しているデバイスがあるため、FPGA に対する空気流量は大幅に減少します。また、ファンからの空気流量が FPGA に達するまでに、ボード上のコンポーネントやその他のデバイスを冷却することもよくあります。

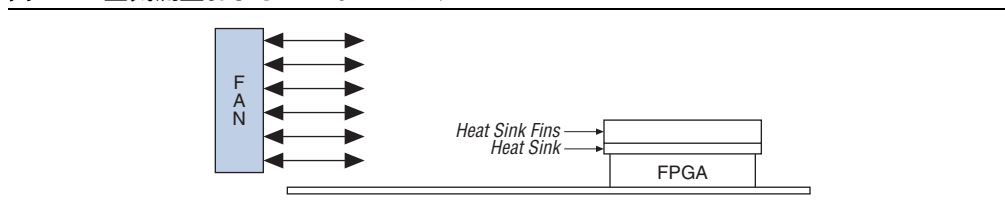
図 4-3. 空気流量とコンポーネントおよび FPGA の位置



カスタム・ヒート・シンクを使用する場合は、空気流量を PowerPlay EPE スプレッドシートに直接入力する必要はありませんが、デバイスでの空気流量を把握したうえで、ヒート・シンクの θ_{SA} を入力する必要があります。ほとんどのヒート・シンクでは、ヒート・シンクの上に空気を流れやすくするフィンが配置されています。

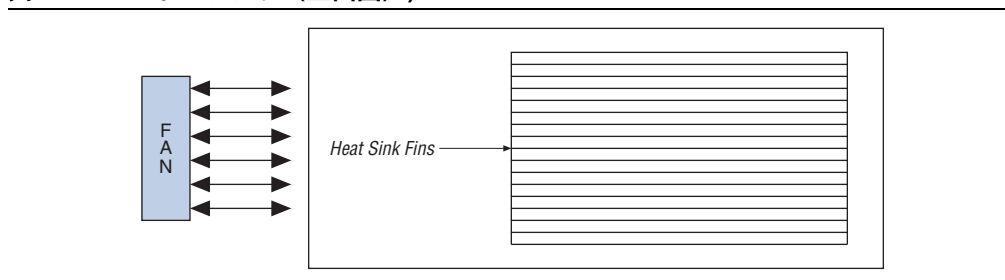
図 4-4 に、ヒート・シンク付き FPGA を示します。

図 4-4. 空気流量およびヒート・シンク



FPGA 上にヒート・シンクを配置するときは、フィンの向きを空気流量の向きと一致させる必要があります。図 4-5 の上面図に、フィンの正しい向きを示します。

図 4-5. ヒート・シンク (上面図)



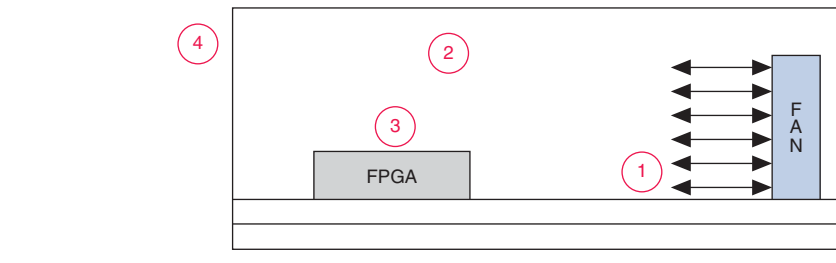
上記の検討事項は、デバイスでの空気流量に大きく影響する可能性があります。PowerPlay EPE スプレッドシートに情報を入力する際は、FPGA における正確な空気流量の値が得られるように、これらの影響を考慮する必要があります。

温度

デバイスの熱情報を正しく計算するには、PowerPlay EPE スプレッドシートにデバイスの周囲温度を入力する必要があります。周囲温度とはデバイス周囲の大気の種類です。この周囲温度は通常、システム外部の周囲温度よりはるかに高くなります。デバイスの周囲温度を正確に表すには、熱電対装置を用いて、できるだけデバイスに近い位置で温度を測定する必要があります。

誤った周囲温度を入力すると、PowerPlay EPE スプレッドシートの消費電力の見積りは大きく変化します。図 4-6 に、ボックス内に FPGA を収めた単純なシステムを示します。この場合、番号が付いたそれぞれの位置によって温度は大きく異なります。

図 4-6. 温度のばらつき



例えば、位置 3 の場合、デバイスの周囲温度は、PowerPlay EPE スプレッドシートに入力するために取得する必要があります。位置 1 および 2 の温度は位置 3 より低く、位置 4 では 25°C 近くになると考えられます。システム内のデバイス付近の温度は、通常は 50 ~ 60 °C ほどですが、大きくばらつくこともあります。PowerPlay EPE スプレッドシートから正確な消費電力を見積るには、FPGA デバイス付近の周囲温度の現実的な見積りを得ることが非常に重要です。

ヒート・シンク

ヒート・シンクを使用する場合、消費電力は式 4-1 および式 4-2 で算出されます。

式 4-1. 総消費電力

$$P = \frac{T_J - T_A}{\theta_{JA}}$$

式 4-2. 接合部から周囲空気までの熱抵抗

$$\theta_{JA\ TOP} = \theta_{JC} + \theta_{CS} + \theta_{SA}$$

θ_{JC} 値は FPGA に固有のもので、データシートから入手できます。 θ_{CS} 値は、ヒート・シンクと FPGA を結合する材料を指し、約 0.1 °C/W になります。 θ_{SA} 値は、ヒート・シンクのメーカーに問い合わせることで入手してください。この値を入手するときは、デバイスに対する適切な空気流量で正しいヒート・シンク情報が解析されていることなど、FPGA の適切な条件に適合していることを確認してください。



ヒート・シンクの情報を確認する方法については、[「AN 358: Thermal Management for FPGAs」](#) を参照してください。このアプリケーション・ノートに記載されている情報は、65-nm FPGA にも適用できます。

改訂履歴

以下の表に、このユーザーガイドの改訂履歴を示します。

日付	バージョン	変更内容
2011年5月	4.0	<ul style="list-style-type: none"> ■ Quartus II ソフトウェア V 11.1 リリースの更新。 ■ 「PLL ワークシート」の項を追加。 ■ 「Report ワークシート」の項を更新。 ■ 表 1-1、表 1-2、および表 1-3 を更新。 ■ 図 3-1、図 3-9、図 3-11、図 3-12、図 3-13、図 3-15、図 3-16、および図 3-18 を更新。
2010年12年	3.0	<ul style="list-style-type: none"> ■ Quartus II ソフトウェア V 10.0 リリースの更新。 ■ Arria II GZ デバイスについての情報を追加。 ■ 表 1-1、表 1-2、および表 1-3 を更新。
2010年7月	2.0	<p>Quartus II ソフトウェア v10.0 のリリースにより、以下を更新。</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Stratix V デバイスを追加。 ■ 「Report ワークシート」を追加。 ■ 1 ページの「システム要件」、1 ページの「PowerPlay Early Power Estimator のダウンロードおよび インストール」、2 ページの「PowerPlay Early Power Estimator への情報の入力」、2 ページの「消費電力の見積もり」を追加。 ■ すべてのワークシートを 1 ページの「PowerPlay Early Power Estimator のワークシート」の章に結合。 ■ ページ2の表1-2、ページ2の表1-3、7-3 ページの表7-2 および 11-2 ページの表 11-1 を更新。 ■ ページ2の図 3-1 を更新。 ■ テキストのマイナーな編集。
2010年1月	1.1	1-2 ページの表 1-2、1-2 ページの表 1-3 を更新。
2009年11月	1.0	初版。

アルテラへのお問い合わせ

Altera® 製品に関する最新の情報については、次の表を参照してください。

お問い合わせ先 (注 1)	お問い合わせ方法	アドレス
技術的なご質問	ウェブサイト	www.altera.com/support
技術トレーニング	ウェブサイト	www.altera.com/training
	電子メール	custrain@altera.com
アルテラの資料に関するお問い合わせ	ウェブサイト	www.altera.com/literature






お問い合わせ先 (注 1)	お問い合わせ方法	アドレス
一般的なお問い合わせ	電子メール	nacomp@altera.com
ソフトウェア・ライセンスに関するお問い合わせ	電子メール	authorization@altera.com

注：

(1) 詳しくは、日本アルテラまたは販売代理店にお問い合わせください。

表記規則

本書では、以下の表に示す表記規則を使用しています。

書体	意味
太字かつ文頭が大文字	コマンド名、ダイアログ・ボックス・タイトル、ダイアログ・ボックス・オプション、およびその他の GUI ラベルを表します。 例：Save As ダイアログ・ボックス
太字	ディレクトリ名、プロジェクト名、ディスク・ドライブ名、ファイル名、ファイルの拡張子、およびソフトウェア・ユーティリティ名を表します。 例：\qdesigns ディレクトリ、d: ドライブ、および chiptrip.gdf ファイル
斜体かつ文頭が大文字	資料のタイトルを表します。例：AN 519: Stratix III デザイン・ガイドライン
斜体	変数を表します。例： $n+1$ 変数名は、山括弧 (<>) で囲んでいます。例：<file name> および <project name>.pdf ファイル
文頭が大文字	キーボード・キーおよびメニュー名を表します。 例：Delete キー、Options メニュー
「小見出しタイトル」	かぎ括弧は、資料内の小見出しおよび Quartus II Help トピックのタイトルを表します。例：「表記規則」
Courier フォント	信号、ポート、レジスタ、ビット、ブロック、およびプリミティブ名を表します。例：data1、tdi、および input。 アクティブ Low 信号は、サフィックス n で表されています。例：resetn コマンドライン・コマンド、および表示されているとおりに入力する必要があるものを表します。例：c:\qdesigns\tutorial\chiptrip.gdf また、Report ファイルのような実際のファイル、ファイルの構成要素 (例：AHDL キーワードの SUBDESIGN)、ロジック・ファンクション名 (例：TRI) も表します。
1.、2.、3.、および a.、b.、c.、など。	順など項目の順序が重要なものは、番号が付けられリスト形式で表記されています。
■ ■	箇条書きの黒点などは、項目の順序が重要ではないものに付いています。
	指差しマークは、要注意箇所を表しています。
	注意は、製品または作業中のデータに損傷を与えたり、破壊したりするおそれのある条件や状況に対して注意を促します。
	警告は、ユーザーに危害を与えるおそれのある条件や状況に対して注意を促します。
	矢印は、Enter キーを押すことを示しています。
	足跡マークは、詳細情報の参照先を示しています。