




Gowin パワーアナライザ ユーザーガイド

SUG282-2.6J, 2024-05-09

著作権について(2024)

著作権に関する全ての権利は、**Guangdong Gowin Semiconductor Corporation** に留保されています。

 **Gowin**、及び**LittleBee**は、当社により、中国、米国特許商標庁、及びその他の国において登録されています。商標又はサービスマークとして特定されたその他全ての文字やロゴは、それぞれの権利者に帰属しています。何れの団体及び個人も、当社の書面による許可を得ず、本文書の内容の一部もしくは全部を、いかなる視聴覚的、電子的、機械的、複写、録音等の手段によりもしくは形式により、伝搬又は複製をしてはなりません。

免責事項

当社は、GOWINSEMI Terms and Conditions of Sale (GOWINSEMI取引条件)に規定されている内容を除き、(明示的か又は黙示的かに拘わらず)いかなる保証もせず、また、知的財産権や材料の使用によりあなたのハードウェア、ソフトウェア、データ、又は財産が被った損害についても責任を負いません。当社は、事前の通知なく、いつでも本文書の内容を変更することができます。本文書を参照する何れの団体及び個人も、最新の文書やエラッタ(不具合情報)については、当社に問い合わせる必要があります。

バージョン履歴

日付	バージョン	説明
2018/01/30	1.2J	初版。
2018/08/16	1.3J	<ul style="list-style-type: none"> ● Vcc/Vccx の値の範囲を更新 ● スクリーンショットを更新。
2018/10/26	1.4J	GW1NZ-1、GW1NSR-2C のサポートを追加。
2018/11/15	1.5J	<ul style="list-style-type: none"> ● GW1NSR-2 のサポートを追加。 ● GW1N-6ES、GW1N-9ES、GW1NR-9ES を削除。
2019/02/25	1.6J	<ul style="list-style-type: none"> ● 動作電圧の構成を更新。 ● VCD File の構成をサポート。 ● IO トグルレートを指定するという設定を削除。
2019/05/17	1.7J	GW1N-1S のサポートを追加。
2020/03/09	1.8J	GW1NRF-4B、GW1NS-4、GW1NS-4C、GW1NSE-2C、GW1NSER-4C、GW1NSR-4、GW1NSR-4C、GW2A-18C、GW2A-55C、および GW2AR-18C デバイスのサポートを追加。
2020/05/09	1.9J	<ul style="list-style-type: none"> ● GW1N-9C、GW1NR-9C、および GW2ANR-18C のサポートを追加。 ● GW1N-2、GW1N-2B、および GW1N-6 を削除。
2020/09/17	2.0J	オートモティブグレードのデバイスのサポートを追加。
2021/06/16	2.1J	<ul style="list-style-type: none"> ● スクリーンショットを更新。 ● チップ動作条件の構成の説明を更新。
2021/08/05	2.2J	<ul style="list-style-type: none"> ● バージョン番号を 1.9.8Beta から 1.9.8 に変更。 ● GPE 消費電力テーブルの使用の説明を追加。
2021/11/02	2.3J	スクリーンショットとその説明を更新。
2022/12/20	2.4J	スクリーンショットとその説明を更新。
2023/11/30	2.4.1J	スクリーンショットを更新。
2024/02/02	2.5J	<ul style="list-style-type: none"> ● 図 4-1 GPA 電力解析レポートを更新。 ● セクション「4.1 Power Messages」を更新。
2024/05/09	2.6J	<ul style="list-style-type: none"> ● 構成画面にジャンクション温度構成オプションを追加。 ● 周囲温度/回路基板温度の設定可能範囲を更新。 ● 消費電力レポートの構造を更新。

目次

目次	i
図一覧	iii
表一覧	v
1 本マニュアルについて	1
1.1 マニュアルの内容	1
1.2 関連ドキュメント	1
1.3 用語、略語	1
1.4 テクニカル・サポートとフィードバック	2
2 概要	3
3 GPA ウィンドウ	5
3.1 GPA ウィンドウの起動	5
3.1.1 構成ファイルの作成/ロード	5
3.1.2 GPA ウィンドウを開く	7
3.2 GPA の構成	7
3.2.1 チップの動作条件の構成	8
3.2.2 信号のトグルレートの構成	10
3.2.3 クロックのイネーブル特性の構成	18
3.3 GPA 電力解析レポートの生成	25
4 GPA 電力解析レポート	26
4.1 Power Messages	27
4.1.1 Configure Information	27
4.2 Power Summary	28
4.2.1 Power Information	28
4.2.2 Thermal Information	29
4.2.3 Supply Information	30
4.3 Power Details	30
4.3.1 Power by Block Type	30
4.3.2 Power by Hierarchy	30

4.3.3 Power by Clock Domain	31
5 GPE	32
5.1 POWER SUMMARY	32
5.1.1 DEVICE	32
5.1.2 THERMAL INFO	33
5.1.3 VOLTAGE SOURCE POWER SUMMARY	35
5.1.4 BLOCK POWER	35
5.1.5 POWER SUMMARY	36
5.2 CLOCK TREE BLOCK POWER	36
5.3 IO BLOCK POWER	37
5.3.1 INPUT & OUTPUT POWER	37
5.3.2 BIDIRECTIONAL & TRI_STATE POWER	38
5.4 LOGIC BLOCK POWER	39
5.5 BSRAM BLOCK POWER	39
5.5.1 SINGLE PORT BSRAM POWER	39
5.5.2 SEMI DUAL-PORT BSRAM POWER	40
5.5.3 DUAL-PORT BSRAM POWER	41
5.5.4 BLOCK ROM POWER	42
5.6 DSP BLOCK POWER	43
5.7 PLL BLOCK POWER	44
5.8 DLLDLY BLOCK POWER	45
付録 A ジャンクション温度の計算原理	46

図一覧

図 3-1 構成ファイルの新規作成.....	6
図 3-2 New GPA Config File ダイアログボックス	6
図 3-3 構成ファイルのロード	7
図 3-4 GPA ウィンドウ	7
図 3-5 General Setting ウィンドウ	8
図 3-6 Rate Setting ウィンドウ.....	11
図 3-7 Net Rate ビュー	11
図 3-8 Net Finder ダイアログボックス	12
図 3-9Net のトグルレートの設定.....	12
図 3-10 設定したトグルレートの削除	13
図 3-11 設定方法の変更	13
図 3-12 トグルレートが空白であることを示すメッセージ.....	13
図 3-13 VCD File ビュー	14
図 3-14 Add Vcd File ダイアログボックス.....	14
図 3-15 Select VCD File ダイアログボックス	15
図 3-16 Select Instance ダイアログボックス	16
図 3-17 波形ファイルの開始時刻と終了時刻の設定	16
図 3-18 VCD ファイルなしとのプロンプトボックス	17
図 3-19 Instance なしとのプロンプトボックス.....	17
図 3-20 Default Rate Setting ビュー	17
図 3-21 Clock Setting ウィンドウ	18
図 3-22 Clock ビュー	18
図 3-23 クロックイネーブルの設定	19
図 3-24 クロックイネーブル設定の削除.....	19
図 3-25 BSRAM ビュー	20
図 3-26 すべての BSRAM のグローバルイネーブルの設定.....	20
図 3-27 BSRAM Finder ダイアログボックス	21
図 3-28 指定の BSRAM のイネーブル設定	22
図 3-29 IO ビュー	22

図 3-30 Port Finder ダイアログボックス	23
図 3-31 IO を指定してイネーブル特性を設定	23
図 3-32 DFF ビュー	24
図 3-33 DFF Finder ダイアログボックス	24
図 3-34 DFF を指定してイネーブル特性を設定	25
図 3-35 GPA 電力解析レポートを開く	25
図 4-1 GPA 電力解析レポート	26
図 4-2 Configure Information	27
図 4-2 Power Information	28
図 4-3 Thermal Information	29
図 4-5 Supply Information	30
図 4-6 Power By Block Type	30
図 4-7 Power By Hierarchy	31
図 4-8 Power By Clock Domain	31
図 5-1 DEVICE	33
図 5-2 THERMAL INFO	33
図 5-3 VOLTAGE SOURCE POWER SUMMARY	35
図 5-4 BLOCK POWER	36
図 5-5 POWER SUMMARY	36
図 5-6 CLOCK TREE BLOCK POWER	37
図 5-7 INPUT & OUTPUT POWER	37
図 5-8 BIDIRECTIONAL & TRI_STATE POWER	38
図 5-9 LOGIC BLOCK POWER	39
図 5-10 SINGLE PORT BSRAM POWER	40
図 5-11 SEMI DUAL-PORT BSRAM POWER	40
図 5-12 DUAL-PORT BSRAM POWER	41
図 5-13 BLOCK ROM POWER	43
図 5-14 DSP BLOCK POWER	44
図 5-15 PLL BLOCK POWER	44
図 5-16 DLLDLY BLOCK POWER	45

表一覽

表 1-1 用語、略語	1
-------------------	---

1 本マニュアルについて

1.1 マニュアルの内容

本マニュアルは **GOWIN** セミコンダクターのパワーアナライザについて説明します。ツールの使用法と消費電力レポートの解析を紹介することにより、ユーザーが消費電力を容易に推定して分析できるようにすることを目的としています。ソフトウェアのアップデートにより、一部の内容が変更される場合があります。

1.2 関連ドキュメント

GOWIN セミコンダクターのホームページ www.gowinsemi.com/ja から、以下の関連ドキュメントがダウンロード、参考できます：

- Gowin ソフトウェア ユーザーガイド([SUG100](#))
- Gowin ソフトウェア クイックスタートガイド([SUG918](#))

1.3 用語、略語

表 1-1 に、本マニュアルで使用される用語、略語、及びその意味を示します。

表 1-1 用語、略語

用語、略語	正式名称	意味
FPGA	Field Programmable Gate Array	フィールド・プログラマブル・ゲート・アレイ
GPA	Gowin Power Analyzer	消費電力の解析
GPE	Gowin Power Estimator	GOWIN パワーエスティメータ
θ_{JA}	Junction to Ambient	チップと周囲環境間の熱インピーダンス
θ_{JB}	Junction to Board	チップと回路基板間の熱インピーダンス
θ_{SA}	Sink to Ambient	ヒートシンクと周囲環境間の熱インピーダンス

1.4 テクニカル・サポートとフィードバック

GOWIN セミコンダクターは、包括的な技術サポートをご提供しています。使用に関するご質問、ご意見については、直接弊社までお問い合わせください。

ホームページ : www.gowinsemi.com/ja

E-mail : support@gowinsemi.com

2 概要

Gowin パワーアナライザ(GPA)は、**GOWIN** セミコンダクターが独自に研究開発したツールです。ユーザーが回路の消費電力を解析し、デザインの性能と信頼性を改善できるよう設計されています。

ユーザーがプロジェクトの実際の状況に基づいて消費電力に影響するチップの型番、動作環境、信号のトグルレートなどのパラメータを設定すると、パワーアナライザはこれらのパラメータに従ってユーザーデザインの消費電力を自動的に予測し、電力解析レポートを生成します。

主な機能：

- 静的消費電力の計算
静的消費電力は、主にデバイスのトランジスタのリーク電流による消費電力です。静的消費電力は、チップの構造、パッケージ、プロセス、電圧などの特性、及びチップの動作環境などの要素によって決められます。
- 動的消費電力の計算
動的消費電力は、チップの正常な動作の際の消費電力です。動的消費電力は、ユーザーの設計に含まれるロジック回路及び回路活動の特性などの要素によって決められます。

主な特徴：

- 静的消費電力に影響を与えるさまざまな要素の設定をサポート
 - ジャンクション温度の設定をサポート
 - 周囲温度の設定をサポート
 - 空気流の設定をサポート
 - ヒートシンクと回路基板の放熱モードの設定をサポート
 - 熱インピーダンスパラメータのユーザー定義をサポート
- 信号のトグルレートを計算するための複数の方法をサポート
 - ユーザーが **IO** と **Net** 信号のトグルレートを指定
 - シミュレーションで生成された波形ファイルに基づいてトグルレ

ートを計算

- デフォルトのトグルレートを指定
- 動作クロック、BSRAM、IO、および DFF のイネーブル特性のユーザー設定をサポート
- 消費電力解析レポートが複数の消費電力解析方法をサポート
 - 電圧タイプ別の消費電力解析をサポート
 - **Block** タイプ別の消費電力解析をサポート
 - 設計階層別の消費電力解析をサポート
 - クロックドメイン別の消費電力解析をサポート

3 GPA ウィンドウ

GPA ウィンドウは、デバイスの情報、動作環境、動作電圧、設計ファイル内の信号のトグルレート、及びクロックイネーブルなどのパラメータを構成することで、設計の消費電力をユーザーがより正確に推算できるようサポートします。GPA ウィンドウの使用例については、『Gowin ソフトウェア クイックスタートガイド([SUG918](#))』を参照してください。

3.1 GPA ウィンドウの起動

GPA ウィンドウを起動する前に、構成ファイル(.gpa)を作成またはロードする必要があります。

3.1.1 構成ファイルの作成/ロード

構成ファイルの作成

その操作手順は以下のとおりです。

1. Design ウィンドウで右クリックし、「New File…」を選択すると「New」ダイアログボックスがポップアップします。
2. 「GPA Config File」を選択して作成します(図 3-1)。
3. 「OK」をクリックすると、「New GPA Config File」ダイアログボックスがポップアップします(図 3-2)。
4. 構成ファイル名を入力し、作成パスを選択して「OK」をクリックします。作成された GPA 構成ファイルは「Design>GPA Config Files」で確認できます。

図 3-1 構成ファイルの新規作成

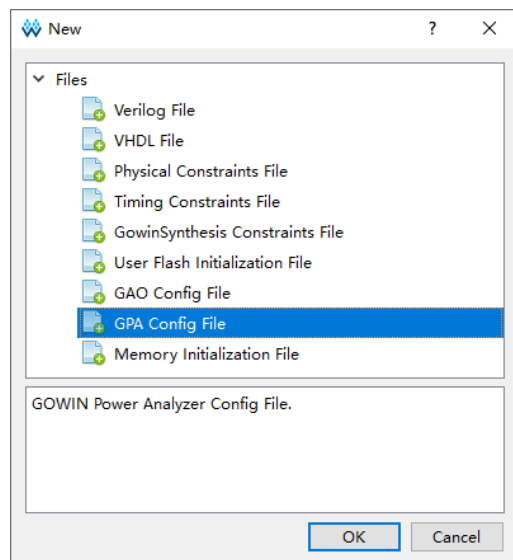
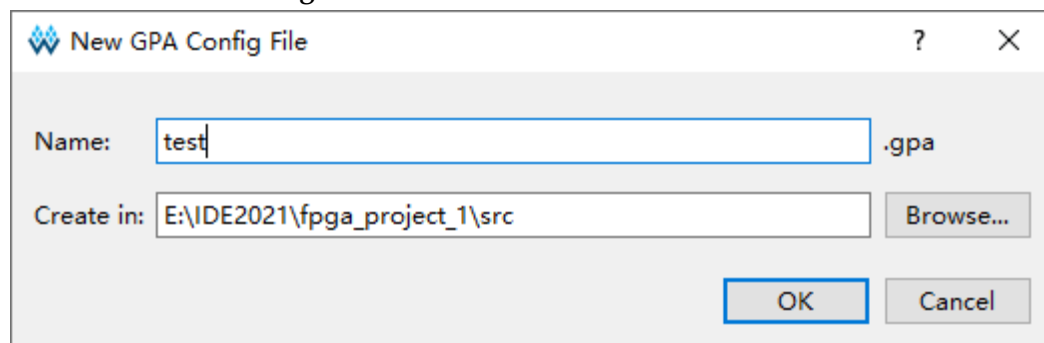


図 3-2 New GPA Config File ダイアログボックス

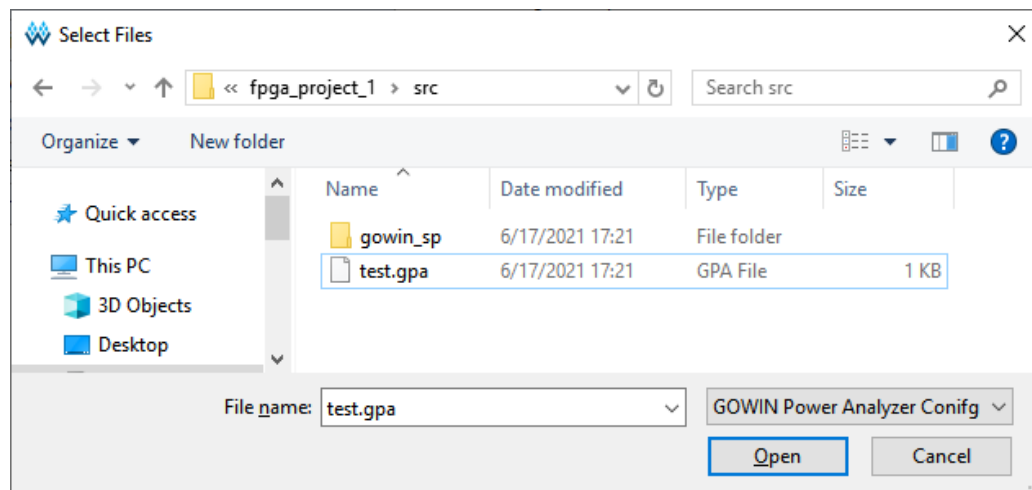


構成ファイルのロード

その操作手順は以下のとおりです。

1. Design ウィンドウで右クリックし、「Add Files…」を選択すると「Select Files」ダイアログボックスがポップアップします。
2. 既存の構成ファイル(.gpa)を選択し、「Open」をクリックします(図 3-3)。ロードされた GPA 構成ファイルは「Design>GPA Config Files」で確認できます。

図 3-3 構成ファイルのロード

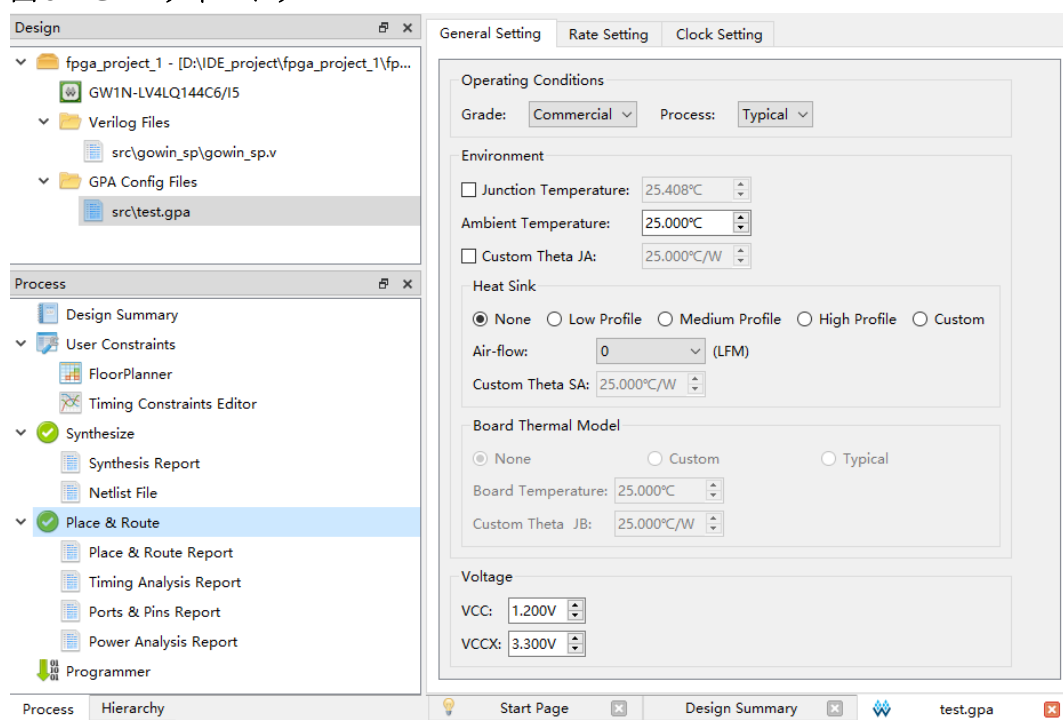


3.1.2 GPA ウィンドウを開く

合成後、**Design** ウィンドウの構成ファイル(.gpa)をダブルクリックすると、その構成ファイルの構成ウィンドウがポップアップします(図 3-4)。

GPA ウィンドウには、「**General Setting**」(チップ動作条件構成用)、「**Rate Setting**」(信号のトグルレート構成用)、および「**Clock Setting**」(クロックイネーブル構成用)のウィンドウが含まれています。

図 3-4 GPA ウィンドウ



3.2 GPA の構成

電力解析の正確性を保証するため、実際の設計に基づき、チップの動作条件、設計ファイルの信号のトグルレート、及び **Clock**、**BSRAM**、**IO**、

DFF などの動作イネーブル特性を設定する必要があります。

3.2.1 チップの動作条件の構成

「General Setting」ウィンドウは、デバイスの動作条件、熱インピーダンス、電圧などの特性パラメータの構成に使用されます。

図 3-5 に示すように、「General Setting」ウィンドウには、デバイスの温度グレードとプロセスを設定するための **Operating Conditions** ビュー、デバイスの動作環境を設定するための **Environment** ビュー、デバイスの動作電圧を設定するための **Voltage** ビューが含まれます。

図 3-5 General Setting ウィンドウ

The screenshot shows the 'General Setting' window with the following sections and values:

- Operating Conditions:**
 - Grade: Commercial (dropdown)
 - Process: Typical (dropdown)
- Environment:**
 - ☐ Junction Temperature: 25.408°C (spin box)
 - Ambient Temperature: 25.000°C (spin box)
 - ☐ Custom Theta JA: 25.000°C/W (spin box)
- Heat Sink:**
 - ☒ None ☐ Low Profile ☐ Medium Profile ☐ High Profile ☐ Custom
 - Air-flow: 0 (dropdown) (LFM)
 - Custom Theta SA: 25.000°C/W (spin box)
- Board Thermal Model:**
 - ☒ None ☐ Custom ☐ Typical
 - Board Temperature: 25.000°C (spin box)
 - Custom Theta JB: 25.000°C/W (spin box)
- Voltage:**
 - VCC: 1.200V (spin box)
 - VCCX: 3.300V (spin box)

パラメータの説明

1. Operating Conditions ビュー

- **Grade** : 温度グレード。コマーシャルグレード(**Commercial**)、インダストリアルグレード(**Industrial**)、およびオートモーティブグレード(**Automotive**)があります。この設定は、デバイスの最低および最高動作温度に影響します。コマーシャルグレードの温度範囲は 0°C ~ 85°C、インダストリアルグレードの温度範囲は -40°C ~ 100°C、オートモーティブグレードの温度範囲は -40°C ~ 125°C です。
- **Process** : プロセス。ティピカル(**Typical**)とワースト(**Worst**)の 2 つのプロセスがあります。

2. Environment ビュー

Environment ビューは、主に、ジャンクション温度、周囲温度、空気流、ヒートシンク、回路基板放熱モードなどチップの動作環境要素の設定に使用されます。動作環境は、主に静的消費電力に影響を与えます。動作環境は **FPGA** チップのジャンクション温度に影響を与え、それによってチップの静的消費電力に影響を与えます。空気流は、主にチップの放熱性能に影響を与えます。ヒートシンクは補助装置を経由したチップの放熱状況を指定するために使用されます。回路基板放熱モードは回路基板を経由したチップの放熱状況を指定するために使用されます。

ジャンクション温度は、周囲温度、チップの消費電力、及び熱インピーダンスによって決められます。ジャンクション温度の計算原理については、付録 A ジャンクション温度の計算原理を参照してください。

Environment のパラメータの詳細は以下のとおりです。

- **Junction Temperature** : ジャンクション温度。単位は℃、値の範囲は、**Grade** に依存します。当該温度グレードでのチップの動作温度範囲です。デフォルトは **25.408℃**です。
- **Ambient Temperature** : 周囲温度。単位は℃、値の範囲は**-60℃ ~160℃**、デフォルトは **25.000℃**です。
- **Custom Theta JA** : ユーザーが指定するチップと周囲環境の間の熱インピーダンス θ_{JA} 。単位は℃/W、値の範囲は **0.001℃/W~100℃/W**、デフォルトは **25.000℃/W** です。
- **Heat Sink** : ヒートシンク。None、Low Profile、Medium Profile、High Profile、および Custom の 5 つのモードがあります。そのうち、None はヒートシンクを使用しないことを表します。この場合、ジャンクション温度に影響する熱インピーダンスは θ_{JA} のみです。Custom は、ユーザーがヒートシンクから周囲環境までの熱インピーダンス θ_{SA} を指定することを表します。Low Profile、Medium Profile、High Profile モードは、 θ_{JA} が GPA によって自動的に計算されることを表します。
- **Air Flow** : 空気流。単位はインチ/分(LFM)またはメートル/秒(m/s)で、インターフェースに表示される単位は LFM です。0 LFM、100 LFM(0.5 m/s)、200 LFM(1.0 m/s)、400 LFM(2.0 m/s)の 4 つのモードがあります。Air Flow が大きいほど、チップから周囲環境までの熱インピーダンスが小さくなり、ジャンクション温度も低くなります。
- **Custom Theta SA** : ヒートシンクと環境の間の熱インピーダンス θ_{SA} 。単位は℃/W、値の範囲は **0.001℃/W~100℃/W**、デフォルトは **25.000℃/W** です。
- **Board Thermal Model** : 回路基板の放熱モード。回路基板放熱モードは、熱が回路基板を経由して外に放散するパスを表すために使用されます。None、Custom、Typical の 3 つのモードを選択できま

す。None は、回路基板の放熱効果を考慮しないことを表します。Custom はユーザーがデバイスから回路基板までの熱インピーダンス θ_{JB} を指定することを表します。Typical はユーザーの指定を必要とせず、チップのパッケージによって θ_{JB} を決定することを表します。

- Board Temperature : 所在する回路基板の温度。
- CustomTheta JB : デバイスから回路基板(junction-to-board)までの熱インピーダンス θ_{JB} 。Board Thermal Model が Custom の場合にのみ指定可能です。

3. Voltage ビュー

- VCC : デバイスのコア電圧。単位は V です。各シリーズデバイスの電圧範囲については、関連 Pinout マニュアルを参照してください。
- VCCX : デバイスの補助電圧。単位は V です。各シリーズデバイスの電圧範囲については、関連 Pinout マニュアルを参照してください。

3.2.2 信号のトグルレートの構成

Rate Setting ウィンドウは、信号のトグルレートの構成に使用され、IO または Net のトグルレートを設定するか、デフォルトのトグルレートを使用することができます。

図 3-6 に示すように、Rate Setting ウィンドウには Net Rate、VCD File、および Default Rate Setting ビューがあります。

各ビューの機能は以下のとおりです。

- Net Rate ビューはユーザー指定の Net のトグルレートの構成に使用されます。
- VCD File ビューはシミュレーションで生成された波形ファイルのロードに使用されます。
- Default Rate Setting ビューは IO と Net のグローバルのデフォルトトグルレートの構成に使用されます。

注記 :

ユーザー指定の Net のトグルレートの優先度 > シミュレーションで生成された波形ファイルの Net のトグルレートの優先度 > グローバルのデフォルト IO と Net のトグルレートの優先度。

図 3-6 Rate Setting ウィンドウ

The screenshot shows the 'Rate Setting' window with three tabs: 'General Setting', 'Rate Setting', and 'Clock Setting'. The 'Rate Setting' tab is selected. It contains a 'Net Rate' section with two radio buttons: '% ' (selected) and 'transition/s'. There are also '+' and '-' icons. Below this is a table with columns 'Name' and 'Value'. To the right is a 'VCD File' section with a table with columns 'Instance', 'File Name', and 'File Type'. Below this table is a checkbox 'Filter glitch on VCD file' with '+' and '-' icons. At the bottom is a 'Default Rate Setting' section with two rows of input fields: 'Default Rate used for IO input signals' (value: 12.50, unit: %) and 'Default Rate used for remaining signals' (value: 12.50, unit: %).

指定 Net のトグルレートの構成

Net Rate ビューは、ユーザー指定の **Net** のトグルレートの設定に使用されます(図 3-7)。**Net** 信号のトグルレートの設定方法には **TOGGLE RATE** モードと **SIGNAL RATE** モードがあります。

「%」をクリックして **TOGGLE RATE** モードを選択するか、「transition/s」をクリックして **SIGNAL RATE** モードを選択します。

図 3-7 Net Rate ビュー

This is a close-up of the 'Net Rate' section. It shows two radio buttons: '% ' (selected) and 'transition/s'. To the right are '+' and '-' icons. Below is a table with two columns: 'Name' and 'Value'.

注記：

- **TOGGLE RATE** モード：Value は信号のトグルレートとクロック周波数の比を表し、単位は%です。
- **SIGNAL RATE** モード：Value は信号のトグルレートを表し、単位はtransition/sです。

Net 信号を選択します。その操作手順は以下のとおりです。

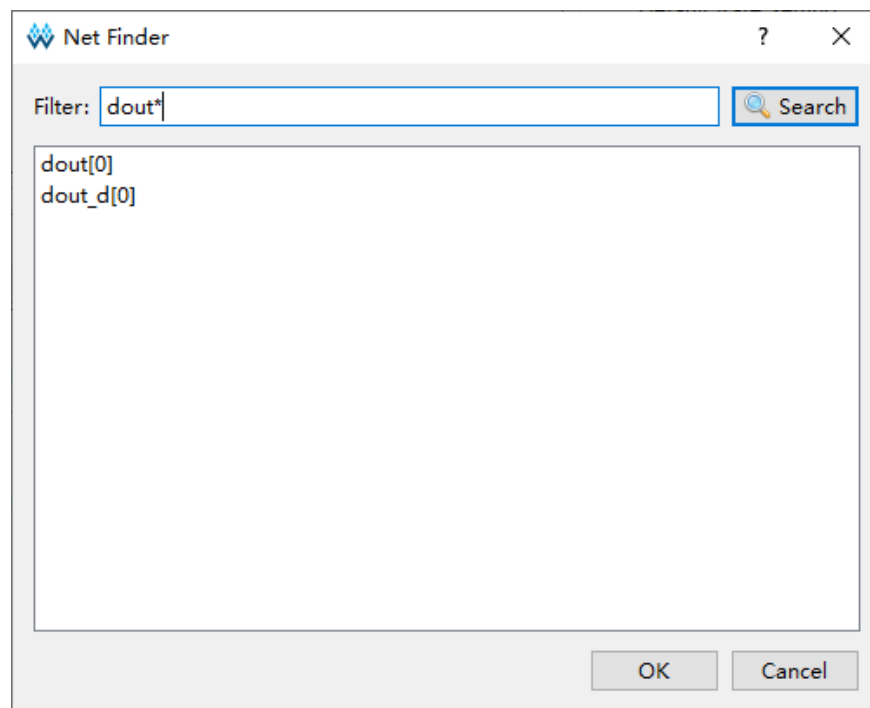
1. 「」をクリックすると、「**Net Finder**」ダイアログボックスがポップアップします(図 3-8)。

2. **Filter** テキストボックスで **Net** の名前を入力し、「**Search**」をクリックします。
3. 表示されるリストから指定したい **Net** を選択します。
4. 「**OK**」をクリックして **Net** 信号の選択を完了します。

注記：

または、表の編集領域で右クリックして「**Add**」を選択します。

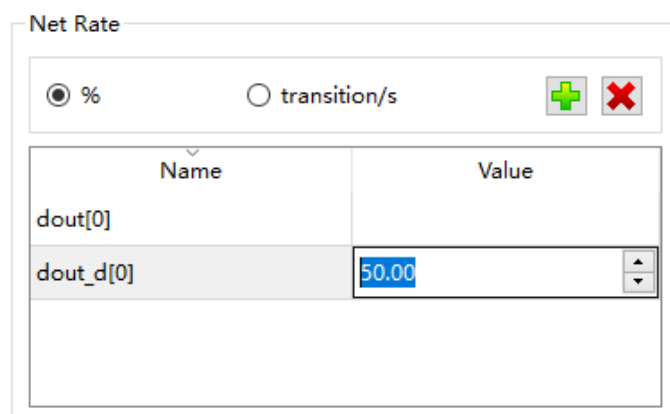
図 3-8 Net Finder ダイアログボックス



注記：

- 「**Filter**」ではワイルドカードがサポートされています。
 - リスト領域は、左クリックによる単一選択、**Shift** + 左クリックまたは **Ctrl** + 左クリックによる複数選択機能をサポートしています。
5. 選択した **Net** 信号は **Net Rate** ビューの表の編集領域で確認できます。指定する **Net** 行の **Value** 列のセルをダブルクリックし、セルに信号のトグルレートを入力します(図 3-9)。

図 3-9 Net のトグルレートの設定




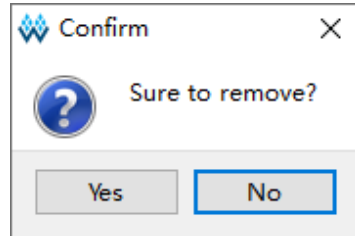
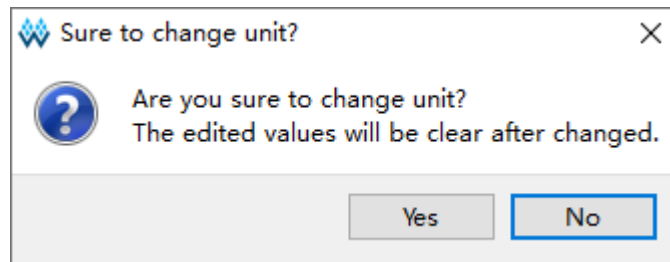
6. 表の編集領域で、削除したい行を選択して「」ボタンをクリックするか、右クリックして「**Remove**」を選択すると、「**Confirm**」ダイアログボックスがポップアップします(図 3-10)。「**Yes**」をクリックすると、この **Net** のトグルレートの設定が削除されます。

図 3-10 設定したトグルレートの削除



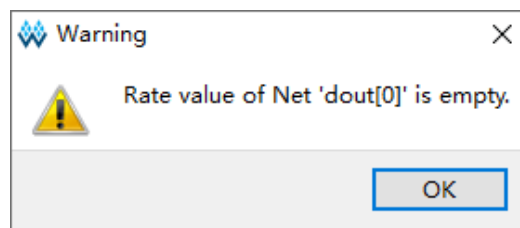
7. 設定済みの **Net** のトグルレートについては、設定方法 **TOGGLE RATE** と **SIGNALRATE** 間の変換はサポートされていません。別の設定方法を選択すると、「**Sure to change unit?**」ダイアログボックスがポップアップし、ユーザーがモードを変更すると設定済みの **Net** のトグルレートが削除されるというメッセージが表示されます(図 3-11)。

図 3-11 設定方法の変更



8. 表の編集領域に追加した **Net** は、その **Value** を設定する必要があります。設定せずに「保存」をクリックすると、トグルレートが空白であるというメッセージがポップアップします(図 3-12)。

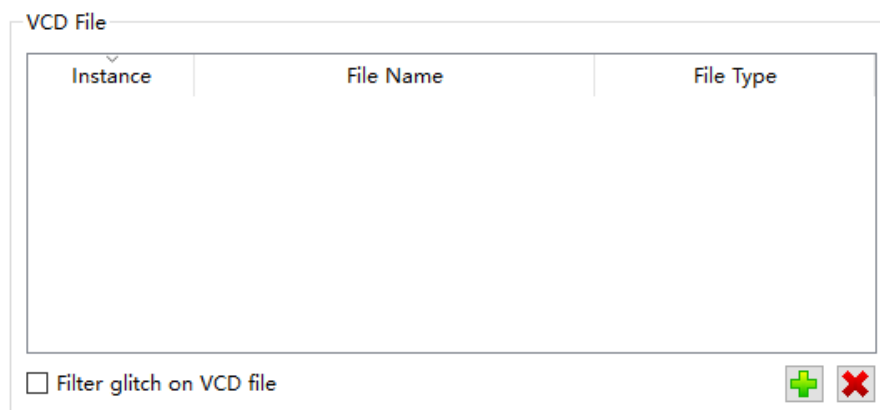
図 3-12 トグルレートが空白であることを示すメッセージ



シミュレーション波形ファイルのロード

VCD File ビューはシミュレーションで生成された波形ファイルのロードに使用されます(図 3-13)。波形ファイルは、**IO** と **NET** のトグルレートを計算するための基礎です。**VCS** または **ModelSim** シミュレーションツールにより生成される 2 種類の波形ファイルがサポートされています：**VCD(Value Change Dump)**ファイルと **SAIF(Switching Activity Interchange)**ファイル。

図 3-13 VCD File ビュー



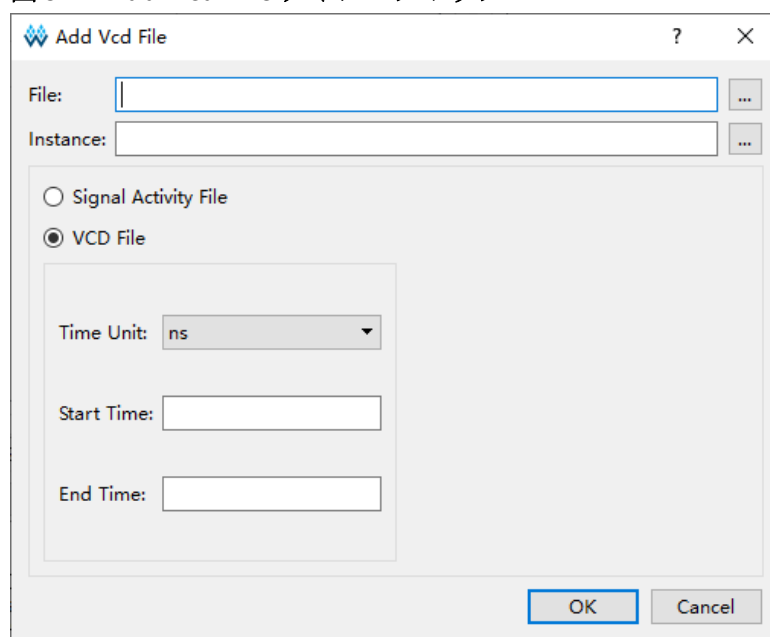
注記：

VCS または ModelSim を使用するには、対応する承認が必要です。

シミュレーション波形ファイルをロードする手順は以下のとおりです。



1. 「」をクリックすると、「Add Vcd File」ダイアログボックスが表示されます(図 3-14)。

図 3-14 Add Vcd File ダイアログボックス



注記：

または、表の編集領域で右クリックして「Add Input File」を選択します。

2. 「File」の右側にある  ボタンをクリックすると、「Select VCD File」ダイアログボックスが表示されます(図 3-15)。ロードする*.vcd または *.saif ファイルを選択し、「OK」ボタンをクリックして波形ファイルの選択を完了します。
3. 「Instance」の右側にある  ボタンをクリックすると、「Select Instance」ダイアログボックスが表示されます(図 3-16)。ロードする

Instance を選択して「OK」をクリックします。

4. 「File」で*.saif ファイルをロードした場合は、「Signal Activity File」、
「File」で*.vcd ファイルをロードした場合は、「VCD File」を選択します。
5. 「VCD ファイル」を選択すると、時間設定エリアがハイライト表示され、VCD ファイルの期間の一部を消費電力解析の基準として設定できます。図 3-17 に示すように、「Time Unit」のドロップダウンボックスをクリックし、ドロップダウン・リストから[s]、[ms]、[us]、[ns]、または[ps]を選択します。「Start Time」テキストボックスに開始時刻を入力し、「End Time」テキストボックスに終了時刻を入力します。
6. 「OK」をクリックして波形ファイルのロードを完了します。設定された Instance 名、波形ファイル名、およびファイルタイプは、VCD File ビューに表示されます。
7. 図 3-13 に示すように、ロードされた波形ファイルのグリッチを除去するには、「Filter glitch on VCD file」をチェックします。現在、このオプションは*.saif ファイルに対してのみ有効です。

図 3-15 Select VCD File ダイアログボックス

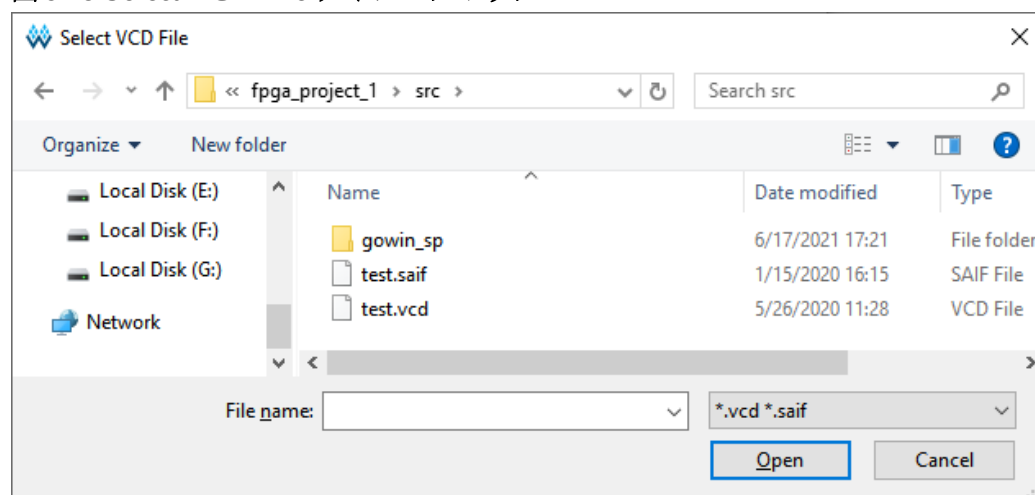


図 3-16 Select Instance ダイアログボックス

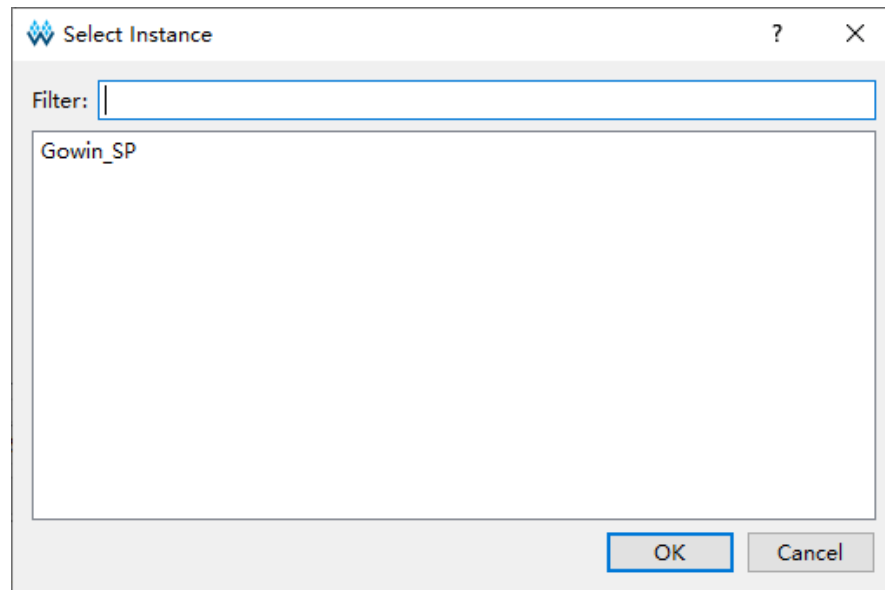
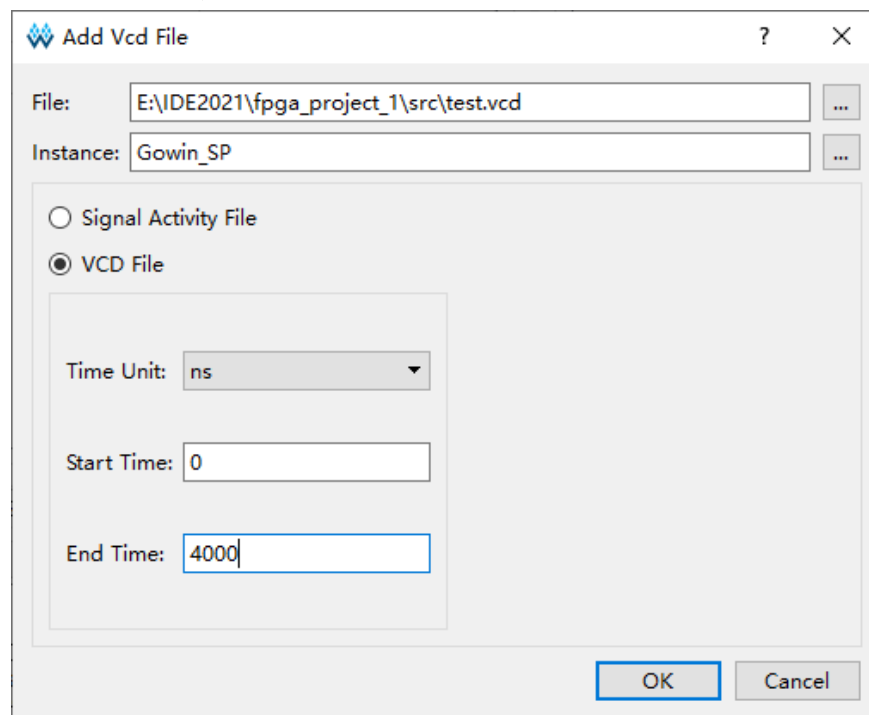


図 3-17 波形ファイルの開始時刻と終了時刻の設定

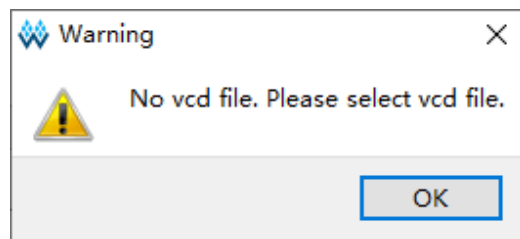


注記：

- 「Signal Activity File」と「VCD File」はロードされるファイルのタイプの指定に使用され、ロードされた波形ファイルのタイプと一致する必要があります。
- 「Signal Activity File」ボタンをクリックすると、Time Unit、Start Time、End Time は設定できない状態になります。

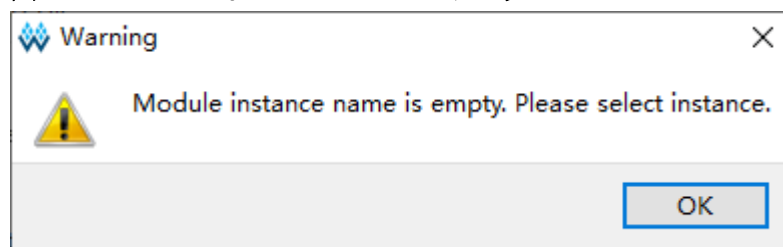
「Add Vcd File」ダイアログボックスで「File」フィールドが空のまま「OK」ボタンをクリックすると、VCD ファイルなしとの Warning プロンプトボックスがポップアップします(図 3-18)。

図 3-18 VCD ファイルなしとのプロンプトボックス



「Add Vcd File」ダイアログボックスで「Instance」フィールドが空のまま「OK」ボタンをクリックすると、Instance なしとの Warning プロンプトボックスがポップアップします(図 3-19)。

図 3-19 Instance なしとのプロンプトボックス



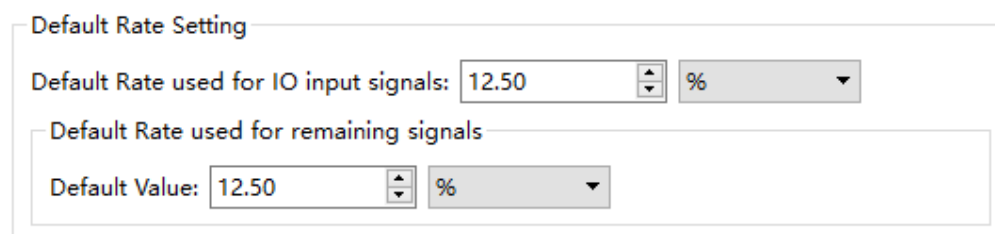
グローバルデフォルトトグルレート構成

Default Rate Setting ビューは、IO と Net 信号のグローバルトグルレートの構成に使用されます(図 3-20)。

Default Rate used for IO input signals テキストボックスで IO 入力信号のトグルレートを入力し、右側のプルダウンボックスをクリックし、プルダウンリストからトグルレートの単位%(TOGGLE RATE モード)または transition/s(SIGNAL RATE モード)を選択します。

Default Rate used for remaining signals->Default Value テキストボックスで IO 入力信号以外の IO と未指定 Net のデフォルトのトグルレートを入力します。右側のプルダウンボックスをクリックし、プルダウンリストからトグルレートの単位%(TOGGLE RATE モード)または transition/s(SIGNAL RATE モード)を選択します。

図 3-20 Default Rate Setting ビュー



注記：

- TOGGLE RATE モード：Value は信号のトグルレートとクロック周波数の比を表し、単位は%です。
- SIGNAL RATE モード：Value は信号のトグルレートを表し、単位は transition/s です。

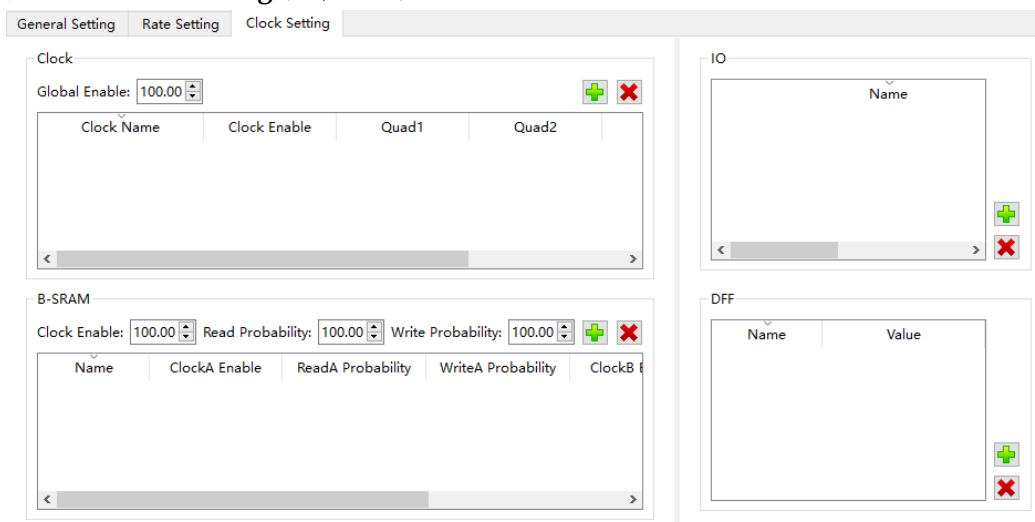
- その他の状況では、各ビューの構成信号のトグルレートの優先度に従って IO と Net のトグルレートを決定します。

3.2.3 クロックのイネーブル特性の構成

「Clock Setting」ウィンドウは、主に動作クロック、BSRAM、IO、および DFF クロックのイネーブル特性の構成に使用されます。

図 3-21 に示すように、「Clock Setting」ウィンドウには、Clock ビュー、BSRAM ビュー、IO ビュー、および DFF ビューがあります。

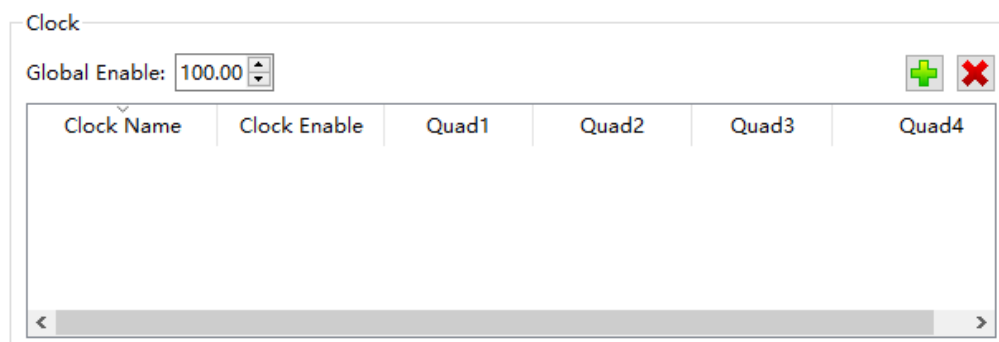
図 3-21 Clock Setting ウィンドウ



動作クロックのイネーブル特性の構成

「Clock」ビューは、動作クロックのイネーブル特性の構成に使用されます(図 3-22)。動作クロックは、SDC タイミング制約ファイルによって指定されます。ユーザーはすべてのクロックにグローバルイネーブル設定を実行したり、クロックを指定してイネーブル設定を実行したり、または象限別にクロックのイネーブル設定を実行したりできます。これらの優先度の順は、象限別の設定 > クロック指定の設定 > クロックのグローバル設定です。

図 3-22 Clock ビュー



操作方法：

1. 「Global Enable」テキストボックスですべてのクロックのグローバル

イネーブル時間の割合を入力します。


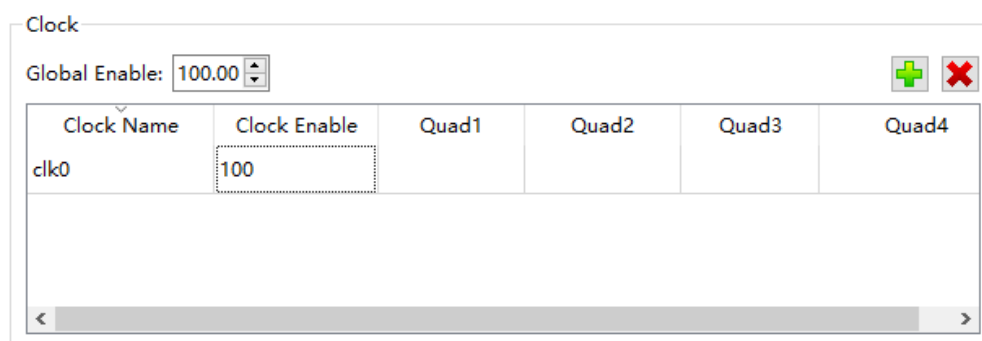
2. 「」をクリックすると、表の編集領域に編集可能な行が増えます(図 3-23)。
3. ある行の「Clock Name」セルをダブルクリックしてクロック名を入力します。
4. 「Clock Enable」セルをダブルクリックしてクロックイネーブル時間の割合を入力します。
5. 「Quad1」、「Quad2」、「Quad3」、「Quad4」セルをダブルクリックし、4つの象限に対してそれぞれクロックイネーブルの時間の割合を設定します。

図 3-23 クロックイネーブルの設定



Clock Name	Clock Enable	Quad1	Quad2	Quad3	Quad4
clk0	100				

注記：

- または、表の編集領域の空白領域で右クリックして「Add」を選択すると、表の編集領域に編集可能な行が追加されます。
- Clock Name は設計ファイル/SDC タイミング制約ファイルにおけるクロック名と一致しなければなりません。


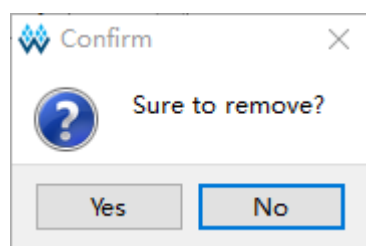
6. 表の編集領域で削除したい行を選択し、「」をクリックすると「Confirm」ダイアログボックスがポップアップします(図 3-24)。「Yes」をクリックすると、このクロックのイネーブル設定が削除されます。

図 3-24 クロックイネーブル設定の削除



注記：

または、削除したい行を右クリックして「Remove」を選択します。

BSRAM のイネーブル特性の構成

BSRAM ビューは、主に BSRAM のクロック及び読み出し・書き込みの動作イネーブル特性の設定に使用されます(図 3-25)。ユーザーは、設計ファイルのすべての BSRAM のクロック及び読み出しと書き込みに対して

グローバルイネーブル設定を実行できます。また、個別の **BSRAM** を指定してイネーブル設定を行うこともできます。なお、1 つの指定 **BSRAM** のイネーブル設定の優先度はすべての **BSRAM** のグローバルイネーブル設定より高いです。

図 3-25 BSRAM ビュー

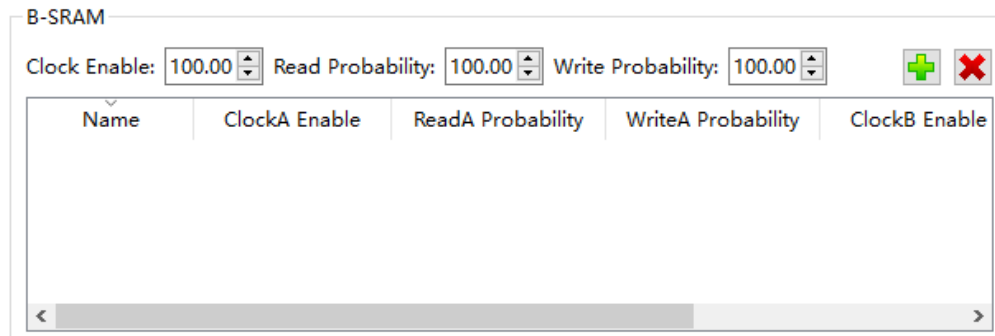
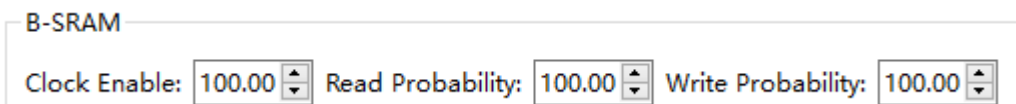


図 3-26 に示される関連設定について説明します。

1. 「Clock Enable」テキストボックスで **BSRAM** の動作クロックイネーブル時間の割合を入力します。
2. 「Read Probability」テキストボックスで **BSRAM** データ読み出し時間の割合を入力します。
3. 「Write Probability」テキストボックスで **BSRAM** データ書き込み時間の割合を入力します。

図 3-26 すべての **BSRAM** のグローバルイネーブルの設定



注記：

- Clock Enable、Read Probability、及び Write Probability パラメータは設計ファイルのすべての **BSRAM** に対して有効です。
- **BSRAM** に読み出し機能が存在しない場合、Read Probability パラメータを無視してください。書き込み機能が存在しない場合、Write Probability パラメータを無視してください。

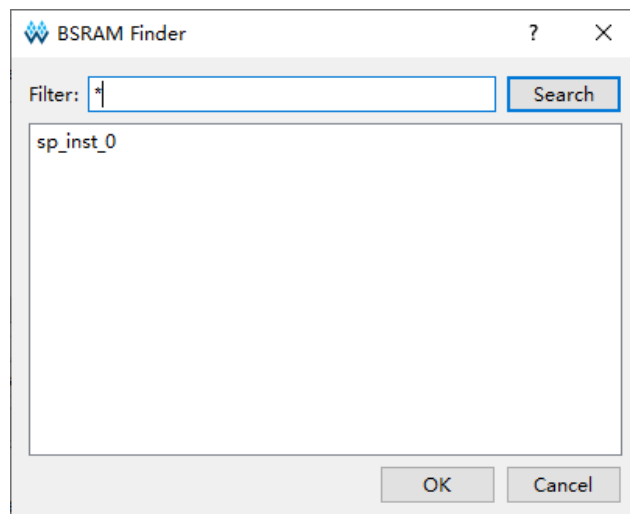
指定の **BSRAM** のイネーブルを設定する場合、まず **BSRAM** を追加する必要があります。

BSRAM の追加

「」をクリックすると、「**BSRAM Finder**」ダイアログボックスがポップアップします(図 3-27)。

1. Filter テキストボックスで **BSRAM** のインスタンス名を入力し、「Search」をクリックします。
2. 表示されるリストから指定したい **BSRAM** を選択し、「OK」をクリックします。

図 3-27 BSRAM Finder ダイアログボックス



注記：

- または、表の編集領域の空白で右クリックして「Add」を選択すると、「BSRAM Finder」ダイアログボックスがポップアップします。
- 「Filter」ではワイルドカードがサポートされています。
- リスト領域は、左クリックによる単一選択、Shift + 左クリックまたは Ctrl + 左クリックによる複数選択機能をサポートしています。

指定された BSRAM のイネーブル設定

追加した BSRAM インスタンス名は BSRAM ビューの表の編集領域に表示されます(図 3-28)。その操作手順は次のとおりです。

1. ある行の「ClockA Enable」セルをダブルクリックして BSRAM の ClockA クロックイネーブル時間の割合を入力します。
2. 「ReadA Probability」セルをダブルクリックして BSRAM の ClockA データ読み出し時間の割合を入力します。
3. 「WriteA Probability」セルをダブルクリックして BSRAM の ClockA データ書き込み時間の割合を入力します。
4. 「ClockB Enable」セルをダブルクリックして BSRAM の ClockB クロックイネーブル時間の割合を入力します。
5. 「ReadB Probability」セルをダブルクリックして BSRAM の ClockB データ読み出し時間の割合を入力します。
6. 「WriteB Probability」セルをダブルクリックして BSRAM の ClockB データ書き込み時間の割合を入力します。

図 3-28 指定の BSRAM のイネーブル設定

B-SRAM


Clock Enable: 100.00 Read Probability: 100.00 Write Probability: 100.00

Name	ClockA Enable	ReadA Probability	WriteA Probability	ClockB Enable	ReadB Probability	WriteB Probability
dpb_inst_0	100	100	50	100	100	50

注記：

- 指定した BSRAM に A ポートの読み出し機能がない場合、ReadA Probability パラメータは編集不可となります。B ポートの書き込み機能がない場合、WriteB Probability パラメータは編集不可となります。
- 指定した BSRAM に B ポートがない場合、ClockB Enable、ReadB Probability、WriteB Probability 列は編集不可となります。

この BSRAM のイネーブル設定の削除

1. 表の編集領域で削除したい行を選択し、「」をクリックすると「Confirm」ダイアログボックスがポップアップします(図 3-24)。
2. 「Yes」をクリックしてこの BSRAM のイネーブル設定を削除します。

注記：

または、削除したい行を右クリックして「Remove」を選択します。

IO イネーブル特性の構成



「IO」ビューは、主に IO の OEN イネーブルと出力負荷などの特性を構成するために使用されます(図 3-29)。


設計ファイルの双方向 Buffer を指定して OEN イネーブルの割合を設定し、入力/出力の消費電力を計算することができます。未指定の場合、デフォルト値 50%を使用します。設計ファイルの TLVDS Buffer を指定して容量性負荷値を設定し(単位は pF)、出力の消費電力を計算することができます。未指定の場合、デフォルト値 5pF を使用します。

図 3-29 IO ビュー

IO

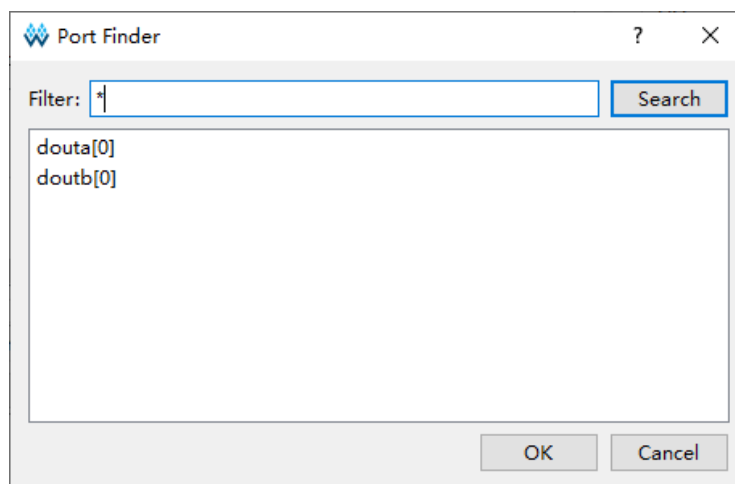
Name	Out Enable	Load Capacity
------	------------	---------------

1. 「」をクリックすると、「Port Finder」ダイアログボックスがポップアップします(図 3-30)。
 - a) Filter テキストボックスで Port の名前を入力し、「Search」をクリックします。

- b) 表示されるリストから指定したい **Port** を選択し、「OK」をクリックします。

図 3-30 Port Finder ダイアログボックス



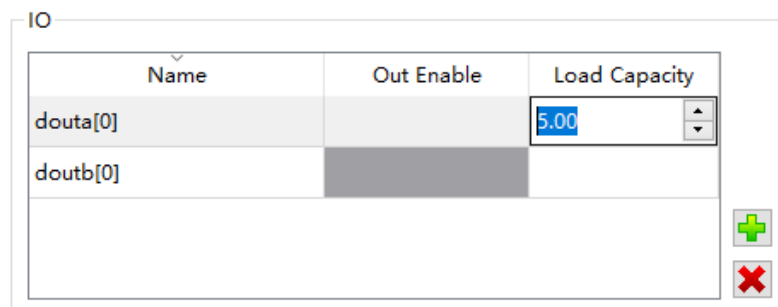
注記：

- または、表の編集領域の空白で右クリックして「Add」を選択すると、「Port Finder」ダイアログボックスがポップアップします。
- 「Filter」ではワイルドカードがサポートされています。
- リスト領域は、左クリックによる単一選択、Shift + 左クリックまたは Ctrl + 左クリックによる複数選択機能をサポートしています。

2. IO を指定してイネーブル特性を設定します

- a) 追加した **Port** 名は IO ビューの表の編集領域に表示されます(図 3-31)。
- b) ある行の「Out Enable」セルをダブルクリックして **OEN** イネーブルの時間の割合を入力します。
- c) 「Load Capacity」セルをダブルクリックして容量性負荷値を入力します。


図 3-31 IO を指定してイネーブル特性を設定



注記：

指定した **Buffer** に **OEN** 機能がない場合、「Out Enable」は編集不可となります。

3. この IO のイネーブル設定を削除します。

- a) 表の編集領域で削除したい行を選択し、「」をクリックすると「Confirm」ダイアログボックスがポップアップします(図 3-24)。

b) 「Yes」をクリックしてこの IO のイネーブル設定を削除します。

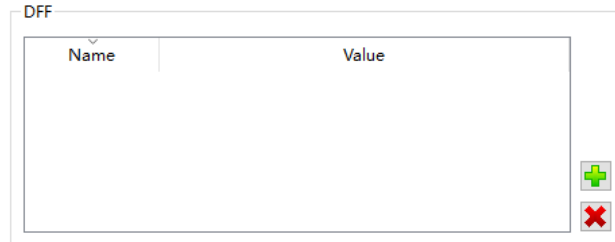
注記：

または、削除したい行を右クリックして「Remove」を選択します。

DFF イネーブル特性の構成

「DFF」ビューは、主に DFF 動作クロックのイネーブル特性の構成に使用されます(図 3-32)。

図 3-32 DFF ビュー



1. DFF を追加します


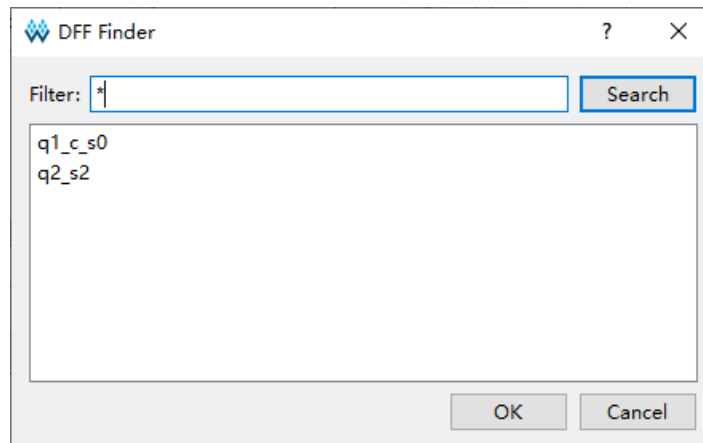
- a) 「」をクリックすると、「DFF Finder」ダイアログボックスがポップアップします(図 3-33)。
- b) Filter テキストボックスで DFF のインスタンス名を入力し、「Search」をクリックします。
- c) 表示されるリストから指定したい DFF を選択し、「OK」をクリックします。

図 3-33 DFF Finder ダイアログボックス



注記：

- または、表の編集領域で右クリックして「Add」を選択すると、「DFF Finder」ダイアログボックスがポップアップします。
- 「Filter」ではワイルドカードがサポートされています。
- リスト領域では、左クリックによる単一選択、Shift + 左クリックまたは Ctrl + 左クリックによる複数選択機能がサポートされています。

2. DFF を指定してイネーブル特性を設定します


- a) 追加した DFF のインスタンス名は DFF ビューの表の編集領域に表示されます(図 3-34)。

- b) ある行の「Value」セルをダブルクリックして DFF クロックイネーブルの時間の割合を入力します。

図 3-34 DFF を指定してイネーブル特性を設定

DFF	
Name	Value
q1_c_s0	100
q2_s2	100


3. この DFF のクロックイネーブル設定を削除します

- a) 表の編集領域で削除したい行を選択し、「」をクリックすると「Confirm」ダイアログボックスがポップアップします(図 3-24)。
- b) 「Yes」をクリックしてこの DFF のクロックイネーブル設定を削除します。

注記：

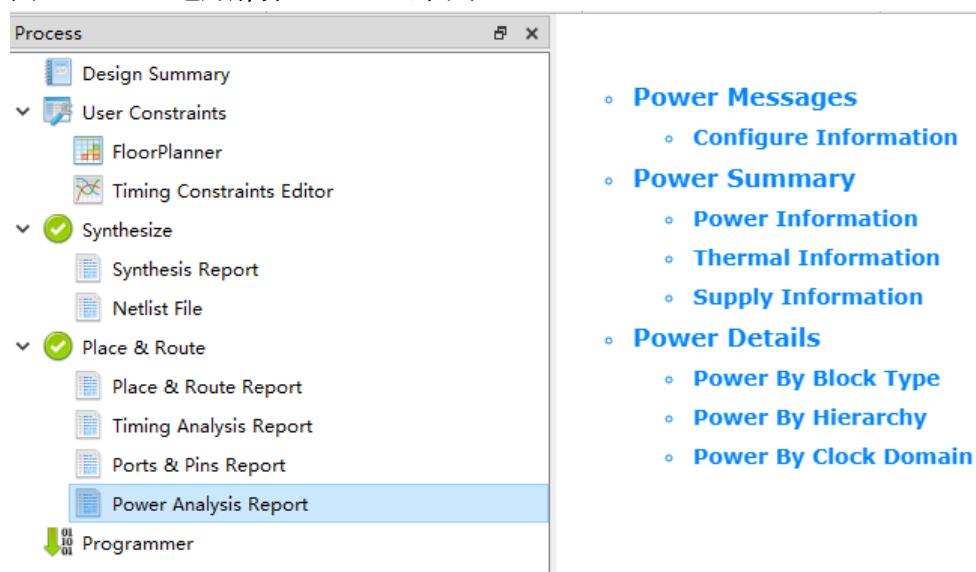
または、削除したい行を右クリックして「Remove」を選択します。

3.3 GPA 電力解析レポートの生成

GPA ファイルの構成が完了した後、「」ボタンをクリックして保存します。Process ウィンドウで「Place&Route」をダブルクリックしてプロジェクト全体の配置配線を行い、GPA 電力解析レポートを生成します。

Process ウィンドウで「Place&Route>Power Analysis Report」をダブルクリックすると、GPA 電力解析レポートがポップアップします(図 3-35)。

図 3-35 GPA 電力解析レポートを開く



4 GPA 電力解析レポート

GPA 電力解析レポートは、ユーザーが設定した消費電力パラメータに従って計算された消費電力の推定結果を示します。これにより、ユーザーは、デザインの消費電力をより簡単に分析できるようになります。

GPA 電力解析レポートは、タイトルナビゲーションとテキストコンテンツの2つの部分で構成されています(図4-1)。タイトルナビゲーションは、レポートのタイトルを階層別に表示し、本文のコンテンツへのハイパーリンクに使用されます。これによって、ユーザーは必要なコンテンツをより迅速に見つけることができます。

電力解析レポートのコンテンツには、主に **Power Message**、**Power Summary**、および **Power Detail** の3つの部分があります。**Power Messages** には、主にデバイスの情報、設計プロジェクトのファイル、および GPA の一部の構成などの情報があります。**Power Summary** には主にユーザーが設定したパラメータと計算された消費電力結果があります。**Power Details** には主にブロックタイプ別、設計階層別、およびクロックドメイン別の消費電力の情報があります。

図 4-1 GPA 電力解析レポート

- **Power Messages**
 - **Configure Information**
- **Power Summary**
 - **Power Information**
 - **Thermal Information**
 - **Supply Information**
- **Power Details**
 - **Power By Block Type**
 - **Power By Hierarchy**
 - **Power By Clock Domain**

Power Summary

Power Information:

Total Power (mW)	7.640
Quiescent Power (mW)	7.030
Dynamic Power (mW)	0.611

Thermal Information:

Junction Temperature	25.200
Theta JA	29.000
Max Allowed Ambient Temperature	84.800

4.1 Power Messages

Power Messages には、電力解析レポートのタイトル(Report Title)、設計ファイル情報(Design File)、物理制約ファイル情報(Physical Constraints File)、タイミング制約ファイル情報(Timing Constraints File)、Gowin ソフトウェアのバージョン情報(Tool Version)、デバイスの型番(Part Number)、デバイス情報(Device)、デバイスのバージョン情報(Device Version。バージョン情報がない場合、この行は表示されない)、電力解析レポートの作成時間(Created Time)、および法的通知(Legal Announcement)が含まれています。

4.1.1 Configure Information

Configure Information は、GPA 構成画面の一部の構成情報を報告するために使用されます(図 4-2)。

図 4-2 Configure Information

Configure Information:

Grade	Commercial	①
Process	Typical	②
Ambient Temperature	25.000	③
Use Custom Theta JA	false	④
Heat Sink	Medium Profile	⑤
Air Flow	LFM_0	⑥
Use Custom Theta SA	false	⑦
Board Thermal Model	Custom	⑧
Board Temperature	25.000	⑨
Use Custom Theta JB	true	⑩
Related Vcd File		⑪
Related Saif File		⑫
Filter Glitches	false	⑬
Default IO Toggle Rate	0.125	⑭
Default Remain Toggle Rate	0.125	⑮

① 温度グレード

② プロセス

③ 周囲温度

④ ユーザー定義 θ_{JA}

⑤ ヒートシンクモード

⑥ 空気流

⑦ ユーザー定義 θ_{SA}

⑧ 回路基板の放熱モード

⑨ 回路基板の温度

⑩ ユーザー定義 θ_{JB}

⑪ ユーザーがロードした vcd ファイルのパス

⑫ ユーザーがロードした saif ファイルのパス

⑬ グリッチのフィルタリング

⑭ IO 信号のトグルレート

⑮ その他信号のトグルレート

4.2 Power Summary

Power Summary には、総消費電力を報告する Power Information、熱インピーダンスなどの情報を報告する Thermal Information、電圧情報を報告する Supply Information などが含まれています。

4.2.1 Power Information

Power Information には、総消費電力、総静的消費電力、および総動的消費電力が含まれています(図 4-3)。

図 4-3 Power Information

Power Information:

Total Power (mW)	1.925
Quiescent Power (mW)	1.354
Dynamic Power (mW)	0.570

4.2.2 Thermal Information

Thermal Information にはジャンクション温度、熱インピーダンス θ_{JA} 、熱インピーダンス θ_{JB} 、および最大許容周囲温度が含まれています(図 4-4)。

図 4-4 Thermal Information

Thermal Information:

Junction Temperature	25.019	①
Theta JA	5.550	②
Theta JB	3.600	③
Max Allowed Ambient Temperature	84.981	④

① ジャンクション ② 熱インピーダンス θ_{JA}
温度

③ 熱インピーダン ④ 最大許容周囲温度
ス θ_{JB}

注記：

- Junction Temperature：ダイの動作温度
- ジャンクション温度がチップの最大許容動作温度より高い場合、ジャンクション温度は赤でマークされます。

4.2.3 Supply Information

Supply Information には、デバイスのコア電圧、補助電圧、IO Bank 電圧、動的電流、静的電流、および消費電力の情報が含まれています(図 4-5)。

図 4-5 Supply Information

Supply Information:

Voltage Source	Voltage	Dynamic Current(mA)	Quiescent Current(mA)	Power(mW)
VCC	1.200	0.208	2.461	3.202
VCCX	2.500	0.085	0.682	1.918
VCCIO12	1.200	0.070	0.016	0.103
VCCIO18	1.800	0.015	0.013	0.050

4.3 Power Details

Power Details は、Block タイプ別の消費電力の Power By Block Type のレポート、設計の階層別の消費電力の Power By Hierarchy のレポート、クロックドメイン別の消費電力の Power By Clock Domain のレポートが含まれます。

4.3.1 Power by Block Type

Power By Block Type は Block タイプ別に設計ファイルに含まれる Block の総消費電力、静的消費電力、及び平均トグルレートを報告します(図 4-6)。Block のタイプには、Logic、IO、BSRAM、DSP、PLL、DQS、および DLLDLIY があります。

図 4-6 Power By Block Type

Power Details

Power By Block Type:

Block Type	Total Power(mW)	Static Power(mW)	Average Toggle Rate(millions of transitions/sec)
IO	1.624	0.296	23.438
BSRAM	2.033	NA	NA

注記：

NA はそのパラメータを考慮しないことを表します。

4.3.2 Power by Hierarchy

Power By Hierarchy は、設計ファイルの階層別に設計ファイルの上層から下層までのモジュールの総消費電力および動的消費電力を報告します(図 4-7)。

図 4-7 Power By Hierarchy

Power By Hierarchy:

Hierarchy Entity	Total Power(mW)	Block Dynamic Power(mW)
top	0.015	0.015(0.015)
top/sub_inst1/	0.008	0.008(0.000)
top/sub_inst2/	0.008	0.008(0.000)

4.3.3 Power by Clock Domain

Power By Clock Domain は、クロックドメイン別に動作クロックの名前、周波数、動的消費電力を報告します(図 4-8)。

図 4-8 Power By Clock Domain

Power By Clock Domain:

Clock Domain	Clock Frequency(Mhz)	Total Dynamic Power(mW)
clk2	100.000	0.053
clk1	100.000	0.072

5_{GPE}

GPE は、表構成の形式で消費電力を計算します。GPE は、チップの型番、動作環境、動作電圧、信号のトグルレート、およびクロックインエーブルなどのパラメータを構成することにより、設計で生成される消費電力をより正確に推定できます。

5.1 POWER SUMMARY

POWER SUMMARY には、主に DEVICE、THERMAL INFO、VOLTAGE SOURCE POWER、BLOCK POWER、および POWER SUMMARY が含まれます。

- **DEVICE** : デバイス情報を構成します。
- **THERMAL INFO** : 周囲温度と熱インピーダンス情報を構成し、ジャンクション温度を計算します。
- **VOLTAGE SOURCE POWER** : 各電圧源の電流と消費電力を表示します。
- **BLOCK POWER** : 各ブロックの総動的消費電力を表示します。
- **POWER SUMMARY** : 各電圧源の総静的消費電力、総動的消費電力、および総消費電力を表示します。

5.1.1 DEVICE

DEVICE の構成は図 5-1 のとおりです。ここでは、チップのデバイス、パッケージ、スピードグレード、およびプロセスなどを構成できます。

図 5-1 DEVICE

DEVICE	
DEVICE	GW2A_55C
PACKAGE	PBGA484
SPEED GRADE	8
PROCESS	WORST
TEMP GRADE	COMMERCIAL

- DEVICE : デバイス情報。
- PACKAGE : パッケージ情報。
- SPEED GRADE : チップのスピードグレード情報。
- PROCESS : ティピカル(TYPICAL)とワースト(WORST)の 2 つのプロセスがあります。
- TEMP GRADE : コマーシャルグレード (COMMERCIAL)、インダストリアルグレード (INDUSTRIAL)、またはオートモーティブグレード (AUTOMOTIVE) を選択します。

注記 :

GW2A_55C はつまり GW2A-55C デバイスです。

5.1.2 THERMAL INFO

THERMAL INFO の構成を図 5-2 に示します。ここでは、周囲温度、空気流、および回路基板の情報を構成できます。

図 5-2 THERMAL INFO

THERMAL INFO	
AMBIENT TEMP (°C)	25
AIR FLOW	0
BOARD	1S0P
θ_{JA} (°C/W)	36.176
JUNCTION TEMP (°C)	30.992

- AMBIENT TEMP : 周囲温度の範囲は-40°C~125°Cで、そのうちコマーシャルグレードのデバイスの周囲温度範囲は 0°C~85°C、インダストリアルグレードのデバイスの周囲温度範囲は-40°C~100°C、オートモーティブグレードのデバイスの周囲温度範囲は-40°C~125°Cです ;
- AIR FLOW : 空気流。単位はフィート/分 (LFM) で、0、100、200、400 などのオプションを選択できます。

- **BOARD** : JEDEC 規格に準拠した PCB ボード。
- θ_{JA} : 熱インピーダンス θ_{JA} は構成できません。熱インピーダンス θ_{JA} は、デバイスパッケージ、空気流、および回路基板によって決定されます。
- **JUNCTION TEMP** : ジャンクション温度は構成できません。ジャンクション温度は周囲温度、チップの消費電力、および熱インピーダンスによって決められます。ジャンクション温度がチップの最大許容動作温度より高い場合、ジャンクション温度セルの背景色は赤になります。

注記 :

赤い三角形にカーソルを合わせると、その項目の意味が表示されます。以下同じ。

5.1.3 VOLTAGE SOURCE POWER SUMMARY

図 5-3 に示すように、VOLTAGE SOURCE POWER SUMMARY には各電圧源の静的電流、動的電流、および総消費電力が表示されます。

図 5-3 VOLTAGE SOURCE POWER SUMMARY

VOLTAGE SOURCE POWER SUMMARY				
	VOLTAGE (V)	ICCQ (A)	ICC (A)	POWER (W)
VCC	1	0.080	0.000	0.080
VCCX	3.3	0.026	0.000	0.086
VCCO 3.3	3.3	0.000	0.000	0.000
VCCO 2.5	2.5	0.000	0.000	0.000
VCCO 1.8	1.8	0.000	0.000	0.000
VCCO 1.5	1.5	0.000	0.000	0.000
VCCO 1.2	1.2	0.000	0.000	0.000

- VOLTAGE : 各電圧源の電圧。VCC、VCCX 電圧を構成できます。単位は V です。
- ICCQ : 各電圧源の静的電流。単位は A です。
- ICC : 各電圧源の動的電流。単位は A です。
- POWER : 各電圧源の総消費電力、つまり静的消費電力+動的消費電力。単位は W です。
- VCC : コア電圧。
- VCCX : 補助電圧。
- VCCO : Bank 電圧。例えば、VCCO 3.3 は、Bank 電圧が 3.3V であることを意味します。Bank 電圧は構成できず、[IO BLOCK](#) の IO_TYPE によって決定されます。

5.1.4 BLOCK POWER

BLOCK POWER : 各サブブロックの総動的消費電力を表示します。

図 5-4 BLOCK POWER

BLOCK POWER	
BLOCK	POWER (W)
CLOCK TREE	0.000
IO	0.000
LOGIC	0.000
BSRAM	0.000
DSP	0.000
PLL	0.000
DLLDLY	0.000

- BLOCK : [CLOCK TREE](#)、[IO](#)、[LOGIC](#)、[BSRAM](#)、[DSP](#)、[PLL](#)、および [DLLDLY](#) があります。各サブブロックをクリックすると、サブブロックの消費電力計算のシートに移動し、消費電力の詳細を確認できます。
- POWER : 各サブブロックの総動的消費電力。単位は W です。

5.1.5 POWER SUMMARY

POWER SUMMARY : 各電圧源の総静的消費電力、総動的消費電力、および総消費電力を表示します(図 5-5)。

図 5-5 POWER SUMMARY

POWER SUMMARY	
QUIESCENT POWER (W)	0.166
DYNAMIC POWER (W)	0.000
TOTAL POWER (W)	0.166

- QUIESCENT POWER : 各電圧源の総静的消費電力。単位は W です。
- DYNAMIC POWER : 各電圧源の総動的消費電力。単位は W です。
- TOTAL POWER : 各電圧源の総消費電力。単位は W です。

5.2 CLOCK TREE BLOCK POWER

CLOCK TREE BLOCK POWER では、クロック周波数、クロック信号の合計ファンアウト、およびクロックイネーブルを構成してクロックツリーの消費電力を計算します(図 5-6)。

図 5-6 CLOCK TREE BLOCK POWER

CLOCK TREE BLOCK POWER				
CLOCK NAME	FREQUENCY (MHz)	TOTAL FANOUT	ENABLE	POWER (W)
	0.000	0	100%	0.000000
	0.000	0	100%	0.000000
	0.000	0	100%	0.000000
	0.000	0	100%	0.000000
	TOTAL POWER (W)			0.000000

- CLOCK NAME : クロックの名前。
- FREQUENCY : クロック周波数。単位は MHz です。
- TOTAL FANOUT : クロック信号の合計ファンアウト。
- ENABLE : クロックイネーブル時間の割合。
- POWER : 各クロックの消費電力。単位は W です。
- TOTAL POWER : すべてのクロックの総消費電力。単位は W です。

5.3 IO BLOCK POWER

5.3.1 INPUT & OUTPUT POWER

INPUT & OUTPUT POWER は、入力 Buffer と出力 Buffer の消費電力の構成に使用されます(図 5-7)。クロック周波数、IO_TYPE、IO データレート、IO トグルレート、容量性負荷、および I/O 数を構成して、IO 消費電力を計算します。

図 5-7 INPUT & OUTPUT POWER

INPUT & OUTPUT POWER									
CLOCK NAME	FREQUENCY (MHz)	IO TYPE	IO DATA RATE	TOGGLE RATE	OUTPUT CAPACITIVE LOAD (pF)	IN PINS	OUT PINS	BANK	POWER (W)
	0.000	LVC MOS18_8mA	SDR	12.50%	0	0	0	0	0.000000
	0.000	LVC MOS18_8mA	SDR	12.50%	0	0	0	0	0.000000
	0.000	LVC MOS18_8mA	SDR	12.50%	0	0	0	0	0.000000
	0.000	LVC MOS18_8mA	SDR	12.50%	0	0	0	0	0.000000
	0.000	LVC MOS18_8mA	SDR	12.50%	0	0	0	0	0.000000
	0.000	LVC MOS18_8mA	SDR	12.50%	0	0	0	0	0.000000
							TOTAL POWER (W)		0.000000

- CLOCK NAME : クロックの名前。
- FREQUENCY : クロック周波数。単位は MHz です。
- IO_TYPE : IO_TYPE および DRIVE。
- IO DATA RATE : IO のデータレート。SDR と DDR を選択できます。
- TOGGLE RATE : IO の平均トグルレート。単位は%です。クロック周波数に対する IO トグルレートの比率を表します。
- OUTPUT CAPACITIVE LOAD : 出力信号に作用する容量性負荷。

- IN PINs : 入力 PIN または差動ペアの数。
- OUT PINs : 出力 PIN または差動ペアの数。
- BANK : I/O が配置されている Bank。
- POWER : 各 IO の消費電力。単位は W です。
- TOTAL POWER : INPUT & OUTPUT POWER での IO の総消費電力。単位は W です。

5.3.2 BIDIRECTIONAL & TRI_STATE POWER

BIDIRECTIONAL & TRI_STATE POWER は、双方向 Buffer とトライステート出力 Buffer の消費電力の構成に使用されます(図 5-8)。クロック周波数、IO_TYPE、IO データレート、IO トグルレート、容量性負荷、出力イネーブル、および I/O 数を構成して、IO 消費電力を計算します。

図 5-8 BIDIRECTIONAL & TRI_STATE POWER

BIDIRECTIONAL & TRI_STATE POWER									
CLOCK NAME	FREQUENCY (MHz)	IO TYPE	IO DATA RATE	TOGGLE RATE	OUTPUT CAPACITIVE LOAD (pF)	INOUT PINs	OUTPUT ENABLE	BANK	POWER (W)
	0.000	LVC MOS18_8mA	SDR	12.50%	0	0	100.00%	0	0.000000
	0.000	LVC MOS18_8mA	SDR	12.50%	0	0	100.00%	0	0.000000
	0.000	LVC MOS18_8mA	SDR	12.50%	0	0	100.00%	0	0.000000
	0.000	LVC MOS18_8mA	SDR	12.50%	0	0	100.00%	0	0.000000
	0.000	LVC MOS18_8mA	SDR	12.50%	0	0	100.00%	0	0.000000
							TOTAL POWER (W)		0.000000
							IO POWER (W)		0

- CLOCK NAME : クロックの名前。
- FREQUENCY : クロック周波数。単位は MHz です。
- IO_TYPE : IO_TYPE および DRIVE。
- IO DATA RATE : IO のデータレート。SDR と DDR を選択できます。
- TOGGLE RATE : IO の平均トグルレート。単位は%です。クロック周波数に対する IO トグルレートの比率を表します。
- OUTPUT CAPACITIVE LOAD : 出力信号に作用する容量性負荷。
- INOUT PINs : 双方向 Buffer、トライステート出力 Buffer PIN または差動ペアの数。
- OUTPUT ENABLE : 出力イネーブルの時間の割合。
- BANK : I/O が配置されている Bank。Bank を設定して、各 Bank の消費電力を確認できます。
- POWER : 各 IO の消費電力。単位は W です。
- TOTAL POWER : BIDIRECTIONAL & TRI_STATE POWER での IO の総消費電力。単位は W です。
- IO POWER : すべての IO の総消費電力、つまり、INPUT&OUTPUT POWER と BIDIRECTIONAL&TRI_STATE POWER でのすべての IO の消費電力。単位は W です。

5.4 LOGIC BLOCK POWER

LOGIC BLOCK POWER を図 5-9 に示します。クロック周波数、LUT, SSRAM, ALU, FF の数、信号の平均ファンアウト、および平均トグルレートを構成して、ロジックの消費電力を計算します。

図 5-9 LOGIC BLOCK POWER

LOGIC BLOCK POWER								
CLOCK NAME	FREQUENCY (MHz)	LUTs	SSRAMs	ALUs	FFs	AVERAGE FANOUT	TOGGLE RATE	POWER (W)
	0.000	0	0	0	0	1	12.50%	0.000000
	0.000	0	0	0	0	1	12.50%	0.000000
	0.000	0	0	0	0	1	12.50%	0.000000
	0.000	0	0	0	0	1	12.50%	0.000000
	0.000	0	0	0	0	1	12.50%	0.000000
	0.000	0	0	0	0	1	12.50%	0.000000
						TOTAL POWER (W)		0.000000

- **CLOCK NAME** : クロックの名前。
- **FREQUENCY** : クロック周波数。単位は MHz です。
- **LUTs** : クロックによって駆動される LUT の数。
- **SSRAMs** : クロックによって駆動される SSRAM の数。
- **ALUs** : クロックによって駆動される ALU の数。
- **FFs** : クロックによって駆動される FF の数。
- **AVERAGE FANOUT** : クロックによって駆動されるロジックブロックの信号の平均ファンアウト。1、2、3、4、および5を選択できます。
- **TOGGLE RATE** : クロックによって駆動されるロジックブロックの信号の平均トグルレート。単位は%です。クロック周波数に対する信号トグルレートの比率を表します。
- **POWER** : 各ロジックの消費電力。単位は W です。
- **TOTAL POWER** : すべてのロジックの総消費電力。単位は W です。

5.5 BSRAM BLOCK POWER

5.5.1 SINGLE PORT BSRAM POWER

SINGLE PORT BSRAM POWER では、クロック周波数、クロックイネーブル、読み出しイネーブル、書き込みイネーブル、データの幅、データ信号のトグルレート、および BSRAM の数を構成して、シングル・ポート BSRAM の消費電力を計算します(図 5-10)。

図 5-10 SINGLE PORT BSRAM POWER

SINGLE PORT BSRAM POWER								
CLOCK NAME	FREQUENCY (MHz)	ENABLE RATE	READ RATE	WRITE RATE	BIT WIDTH	TOGGLE RATE	SPs	POWER (W)
	0.000	100%	100%	50%	1	12.50%	0	0.000000
	0.000	100%	100%	50%	1	12.50%	0	0.000000
	0.000	100%	100%	50%	1	12.50%	0	0.000000
	0.000	100%	100%	50%	1	12.50%	0	0.000000
	0.000	100%	100%	50%	1	12.50%	0	0.000000
						TOTAL POWER (W)		0.000000

- **CLOCK NAME** : クロックの名前。
- **FREQUENCY** : シングル・ポート BSRAM のクロック周波数。単位は MHz です。
- **ENABLE RATE** : シングル・ポート BSRAM のクロックイネーブルの時間の割合。
- **READ RATE** : シングル・ポート BSRAM の読み出しイネーブルの時間の割合。
- **WRITE RATE** : シングル・ポート BSRAM の書き込みイネーブルの時間の割合。
- **BIT WIDTH** : シングル・ポート BSRAM のデータ幅。
- **TOGGLE RATE** : シングル・ポート BSRAM のデータ信号の平均トグルレート。
- **SPs** : シングル・ポート BSRAM の数。タイプは、SP と SPX9 があります。
- **POWER** : 各シングル・ポート BSRAM の消費電力。単位は W です。
- **TOTAL POWER** : すべてのシングル・ポート BSRAM の総消費電力。単位は W です。

5.5.2 SEMI DUAL-PORT BSRAM POWER

SEMI DUAL-PORT BSRAM POWER では、クロック周波数、クロックイネーブル、読み出しイネーブル、書き込みイネーブル、データの幅、データ信号のトグルレート、および BSRAM の数を構成して、セミ・デュアル・ポート BSRAM の消費電力を計算します(図 5-11)。

図 5-11 SEMI DUAL-PORT BSRAM POWER

SEMI DUAL-PORT BSRAM POWER												
PORTA CLOCK NAME	PORTA					PORTB CLOCK NAME	PORTB					SDPs
	FREQUENCY (MHz)	ENABLE RATE	WRITE RATE	BIT WIDTH	TOGGLE RATE		FREQUENCY (MHz)	ENABLE RATE	READ RATE	BIT WIDTH	TOGGLE RATE	
	0.000	100%	100%	1	12.50%		0.000	100%	100%	1	12.50%	0
	0.000	100%	100%	1	12.50%		0.000	100%	100%	1	12.50%	0
	0.000	100%	100%	1	12.50%		0.000	100%	100%	1	12.50%	0
	0.000	100%	100%	1	12.50%		0.000	100%	100%	1	12.50%	0
	0.000	100%	100%	1	12.50%		0.000	100%	100%	1	12.50%	0
											TOTAL POWER (W)	0.000000

- **PORTA** : ポート A のクロック周波数、クロックイネーブル、書き込みイネーブル、データ幅、およびトグルレートを構成します。
- **PORTB** : ポート B のクロック周波数、クロックイネーブル、読み出しイネーブル、データ幅、およびトグルレートを構成します。
- **PORTA CLOCK NAME** : セミ・デュアル・ポート BSRAM ポート A のクロック名。
- **PORTB CLOCK NAME** : セミ・デュアル・ポート BSRAM ポート B のクロック名。
- **FREQUENCY** : セミ・デュアル・ポート BSRAM のクロック周波数。単位は MHz です。
- **ENABLE RATE** : セミ・デュアル・ポート BSRAM のクロックイネーブルの時間の割合。
- **READ RATE** : セミ・デュアル・ポート BSRAM の読み出しイネーブルの時間の割合。
- **WRITE RATE** : セミ・デュアル・ポート BSRAM の書き込みイネーブルの時間の割合。
- **BIT WIDTH** : セミ・デュアル・ポート BSRAM のデータ幅。
- **TOGGLE RATE** : セミ・デュアル・ポート BSRAM のデータ信号の平均トグルレート。
- **SDPs** : セミ・デュアル・ポート BSRAM の数。タイプは、SDPB と SDPX9B があります。
- **POWER** : セミ・デュアル・ポート BSRAM の消費電力。単位は W です。
- **TOTAL POWER** : すべてのセミ・デュアル・ポート BSRAM の総消費電力。単位は W です。

5.5.3 DUAL-PORT BSRAM POWER

DUAL-PORT BSRAM POWER では、クロック周波数、クロックイネーブル、読み出しイネーブル、書き込みイネーブル、データの幅、データ信号のトグルレート、および BSRAM の数を構成して、デュアル・ポート BSRAM の消費電力を計算します(図 5-12)。

図 5-12 DUAL-PORT BSRAM POWER

DUAL-PORT BSRAM POWER													
PORTA CLOCK NAME	PORTA					PORTB CLOCK NAME	PORTB					DPs	POWER (W)
	FREQUENCY (MHz)	ENABLE RATE	READ RATE	WRITE RATE	BIT WIDTH		FREQUENCY (MHz)	ENABLE RATE	READ RATE	WRITE RATE	BIT WIDTH	TOGGLE RATE	
	0.000	100%	100%	50%	1		0.000	100%	100%	50%	1	12.50%	0
	0.000	100%	100%	50%	1		0.000	100%	100%	50%	1	12.50%	0
	0.000	100%	100%	50%	1		0.000	100%	100%	50%	1	12.50%	0
	0.000	100%	100%	50%	1		0.000	100%	100%	50%	1	12.50%	0
	0.000	100%	100%	50%	1		0.000	100%	100%	50%	1	12.50%	0
												TOTAL POWER	0.000000

- **PORTA** : ポート A のクロック周波数、クロックイネーブル、読み出し

イネーブル、書き込みイネーブル、データ幅、およびトグルレートを構成します。

- **PORTB** : ポート **B** のクロック周波数、クロックイネーブル、読み出しイネーブル、書き込みイネーブル、データ幅、およびトグルレートを構成します。
- **PORTA CLOCK NAME** : デュアル・ポート **BSRAM** ポート **A** のクロック名。
- **PORTB CLOCK NAME** : デュアル・ポート **BSRAM** ポート **B** のクロック名。
- **FREQUENCY** : デュアル・ポート **BSRAM** のクロック周波数。単位は MHz です。
- **ENABLE RATE** : デュアル・ポート **BSRAM** のクロックイネーブルの時間の割合。
- **READ RATE** : デュアル・ポート **BSRAM** の読み出しイネーブルの時間の割合。
- **WRITE RATE** : デュアル・ポート **BSRAM** の書き込みイネーブルの時間の割合。
- **BIT WIDTH** : デュアル・ポート **BSRAM** のデータ幅。
- **TOGGLE RATE** : デュアル・ポート **BSRAM** のデータ信号の平均トグルレート。
- **DPs** : デュアル・ポート **BSRAM** の数。タイプは、**DPB** と **DPX9B** があります。
- **POWER** : デュアル・ポート **BSRAM** の消費電力。単位は W です。
- **TOTAL POWER** : すべてのデュアル・ポート **BSRAM** の総消費電力。単位は W です。

5.5.4 BLOCK ROM POWER

BLOCK ROM POWER では、クロック周波数、クロックイネーブル、読み出しイネーブル、データ信号トグルレート、および **BLOCK ROM** の数を構成して、**BLOCK ROM** の消費電力を計算します(図 5-13)。

図 5-13 BLOCK ROM POWER

BLOCK ROM POWER							
CLOCK NAME	FREQUENCY (MHz)	ENABLE RATE	READ RATE	BIT WIDTH	TOGGLE RATE	ROMs	POWER (W)
	0.000	100%	100%	1	12.50%	0	0.000000
	0.000	100%	100%	1	12.50%	0	0.000000
	0.000	100%	100%	1	12.50%	0	0.000000
	0.000	100%	100%	1	12.50%	0	0.000000
	0.000	100%	100%	1	12.50%	0	0.000000
					TOTAL POWER (W)		0.000000
					BSRAM TOTAL POWER		0.000000

- CLOCK NAME : クロックの名前。
- FREQUENCY : ROM のクロック周波数。単位は MHz です。
- ENABLE RATE : ROM のクロックイネーブルの時間の割合。
- READ RATE : ROM の読み出しイネーブルの時間の割合。
- BIT WIDTH : ROM のデータ幅。
- TOGGLE RATE : ROM のデータ信号の平均トグルレート。
- ROMs : ROM の数。タイプは、pROM と pROMX9 があります。
- POWER : 各 BLOCK ROM の消費電力。単位は W です。
- TOTAL POWER : すべての BLOCK ROM の総消費電力。単位は W です。
- BSRAM TOTAL POWER : シングル・ポート BSRAM、セミ・デュアル・ポート BSRAM、デュアル・ポート BSRAM、および BLOCK ROM の消費電力を含む、すべての BSRAM の消費電力。単位は W です。

5.6 DSP BLOCK POWER

DSP BLOCK POWER を図 5-14 に示します。クロック周波数、信号トグルレート、DSP タイプ、および DSP の数を構成して、DSP の消費電力を計算します。

図 5-14 DSP BLOCK POWER

DSP BLOCK POWER					
CLOCK NAME	FREQUENCY (MHz)	TOGGLE RATE	DSP TYPE	DSPs	POWER (W)
	0.000	12.50%	MULT9X9	0	0.000000
	0.000	12.50%	MULT9X9	0	0.000000
	0.000	12.50%	MULT9X9	0	0.000000
	0.000	12.50%	MULT9X9	0	0.000000
	0.000	12.50%	MULT9X9	0	0.000000
	0.000	12.50%	MULT9X9	0	0.000000
	0.000	12.50%	MULT9X9	0	0.000000
	0.000	12.50%	MULT9X9	0	0.000000
	0.000	12.50%	MULT9X9	0	0.000000
			TOTAL POWER		0.000000

- CLOCK NAME : クロックの名前。
- FREQUENCY : クロック周波数。単位は MHz です。
- TOGGLE RATE : DSP 出力信号の平均トグルレート。
- DSP TYPE : DSP のタイプ。MULT9X9、MULT18X18、MULT36X36、PADD9、PADD18、MAULTALU18X18、MAULTALU36X18、MULTADDALU18X18、ALU54D があります。
- DSPs : DSP の数。
- POWER : 各 DSP の消費電力。単位は W です。
- TOTAL POWER : すべての DSP の総消費電力。単位は W です。

5.7 PLL BLOCK POWER

PLL BLOCK POWER では、入力クロック周波数と PLL の数を構成して、PLL の消費電力を計算します(図 5-15)。

図 5-15 PLL BLOCK POWER

PLL BLOCK POWER				
CLOCK NAME		FREQUENCY (MHz)	PLLs	POWER (W)
		0.000	0	0.000000
		0.000	0	0.000000
		0.000	0	0.000000
		0.000	0	0.000000
		0.000	0	0.000000
		0.000	0	0.000000
		0.000	0	0.000000
		0.000	0	0.000000
		TOTAL POWER (W)		0.000000

- CLOCK NAME : クロックの名前。
- FREQUENCY : PLL の入力クロック周波数、単位は MHz です。

- PLLs : PLL の数。
- POWER : 各 PLL の消費電力。単位は W です。
- TOTAL POWER : すべての PLL の総消費電力。単位は W です。

5.8 DLLDLY BLOCK POWER

DLLDLY BLOCK POWER では、入力クロック周波数と DLLDLY の数を構成して、DLLDLY の消費電力を計算します(図 5-16)。

☒ 5-16 DLLDLY BLOCK POWER

[illegible]

- **CLOCK NAME** : クロックの名前。
- **FREQUENCY** : DLLDLY の入力クロック周波数、単位は **MHz** です。
- **DLLDLYs** : DLLDLY の数。
- **POWER** : 各 DLLDLY の消費電力。単位は **W** です。
- **TOTAL POWER** : すべての DLLDLY の総消費電力。単位は **W** です。

付録 A ジャンクション温度の計算原理

ジャンクション温度(T_J)はダイの動作温度であり、周囲温度(T_A)、チップの消費電力(P)、及びチップ自身と外部の放熱特性によって決定します。ダイの温度は、放熱によって外部環境とバランスが取れています。放熱方法にはヒートシンクあり、なしの 2 種類があります。

● ヒートシンクなしモード

このモードは、主に開発ボードとパッケージ・ケーシング(CASE)を経由して熱を放出します。熱インピーダンス(θ_{JA})は単位消費電力に対応する温度上昇を表し、単位は($^{\circ}\text{C}/\text{W}$)です。熱インピーダンスは空気流の影響を受けます。ヒートシンクを使用しない時、消費電力 P と熱インピーダンス θ_{JA} 及び T_J 、 T_A の関係は公式 1 に示すとおりです。

$$P = (T_J - T_A) / \theta_{JA} \quad (\text{式 1})$$

● ヒートシンクモード

チップの熱はパッケージ・ケーシングを経由し、媒体材料を通じてヒートシンクから外部に放散されます。この経路の総熱インピーダンスは θ_{JA} です。また、開発ボードを経由して熱が外部に放散される場合、この経路の熱インピーダンスは θ_{JB} です。

θ_{JA} には、チップからパッケージ・ケーシングまでの熱インピーダンス θ_{JC} 、パッケージ・ケーシングからヒートシンクまでの熱インピーダンス θ_{CS} 、ヒートシンクから周囲環境までの熱インピーダンス θ_{SA} の 3 つが含まれます。その計算式は式 2 に示すとおりです。

$$\theta_{JA} = \theta_{JC} + \theta_{CS} + \theta_{SA} \quad (\text{式 2})$$

ヒートシンクを使用する時、電力 P と熱インピーダンス θ_{JA} 、 θ_{JB} と T_J 、 T_A 、 T_B (ボード温度)の関係は式 3 に示すとおりです。

$$P = (T_J - T_A) / \theta_{JA} + (T_J - T_B) / \theta_{JB} \quad (\text{式 3})$$

