

# Vivado Design Suite ユーザー ガイド

## 階層デザイン

UG905 (v2013.4) 2014 年 1 月 6 日



#### Notice of Disclaimer

The information disclosed to you hereunder (the "Materials") is provided solely for the selection and use of Xilinx products. To the maximum extent permitted by applicable law: (1) Materials are made available "AS IS" and with all faults, Xilinx hereby DISCLAIMS ALL WARRANTIES AND CONDITIONS, EXPRESS, IMPLIED, OR STATUTORY, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, NON-INFRINGEMENT, OR FITNESS FOR ANY PARTICULAR PURPOSE; and (2) Xilinx shall not be liable (whether in contract or tort, including negligence, or under any other theory of liability) for any loss or damage of any kind or nature related to, arising under, or in connection with, the Materials (including your use of the Materials), including for any direct, indirect, special, incidental, or consequential loss or damage (including loss of data, profits, goodwill, or any type of loss or damage suffered as a result of any action brought by a third party) even if such damage or loss was reasonably foreseeable or Xilinx had been advised of the possibility of the same. Xilinx assumes no obligation to correct any errors contained in the Materials or to notify you of updates to the Materials or to product specifications. You may not reproduce, modify, distribute, or publicly display the Materials without prior written consent. Certain products are subject to the terms and conditions of the Limited Warranties which can be viewed at <http://www.xilinx.com/warranty.htm>; IP cores may be subject to warranty and support terms contained in a license issued to you by Xilinx. Xilinx products are not designed or intended to be fail-safe or for use in any application requiring fail-safe performance; you assume sole risk and liability for use of Xilinx products in Critical Applications: <http://www.xilinx.com/warranty.htm#critapps>.

© Copyright 2012 – 2014 Xilinx, Inc. Xilinx, the Xilinx logo, Artix, ISE, Kintex, Spartan, Virtex, Vivado, Zynq, and other designated brands included herein are trademarks of Xilinx in the United States and other countries. All other trademarks are the property of their respective owners.

本資料は英語版 (v2013.4) を翻訳したもので、内容に相違が生じる場合には原文を優先します。  
資料によっては英語版の更新に対応していないものがあります。  
日本語版は参考用としてご使用の上、最新情報につきましては、必ず最新英語版をご参照ください。

この資料に関するフィードバックおよびリンクなどの問題につきましては、[jpn\\_trans\\_feedback@xilinx.com](mailto:jpn_trans_feedback@xilinx.com) までお知らせください。いただきましたご意見を参考に早急に対応させていただきます。なお、このメールアドレスへのお問い合わせは受け付けておりません。あらかじめご了承ください。

## 改訂履歴

次の表に、この文書の改訂履歴を示します。

| 日付         | バージョン  | 改訂内容   |
|------------|--------|--|
| 2013/06/19 | 2013.2 | Vivado Design Suite 2013.2 リリース用に変更：<br><br>「 <a href="#">Tcl スクリプト</a> 」から『 <a href="#">Vivado Design Suite チュートリアル：デザイン階層</a> 』(UG946) [ <a href="#">参照 6</a> ] で提供される Tcl スクリプトに関する情報を削除。この情報は、チュートリアルを実行する際に使用されるデザイン ファイルと一緒に提供される README.txt ファイルに含まれるようになりました。  |
| 2013/10/30 | 2013.3 | Vivado Design Suite 2013.3 リリース用に変更：<br><br>「 <a href="#">パフォーマンス目的のデザイン</a> 」に、専用接続が OOC モジュール バウンダリを超えて常に正しく処理されるとは限らないこと、すべての関連エレメントと一緒にパーティション分割する必要があることを追加<br><br>PARENT プロパティに関する情報を「 <a href="#">効率的なフロアプランの構築</a> 」および <a href="#">表 5 Pblock コマンド</a> およびプロパティに追加<br><br>「 <a href="#">Out-of-Context デザインのデザイン ルール</a> 」セクションを追加<br><br><a href="#">表 6</a> コンテキスト コマンドおよびプロパティに、クロック ポートに対してクロックを定義する方法 ( <a href="#">create_clock コマンド</a> ) について情報を追加<br><br>「 <a href="#">インターフェイス ネットの削除</a> 」セクションを削除して、情報を「 <a href="#">OOC チェックポイントの読み込み</a> 」に移動<br><br><a href="#">表 8</a> に lock_design 引数を追加：ロックを解除するには <b>-level</b> パラメーターを指定する必要があります。 |
| 2013/12/18 | 2013.4 | Vivado Design Suite 2013.4 リリース用に変更：<br><br>「 <a href="#">チェックポイント</a> 」の推奨事項に <b>open_checkpoint</b> を追加<br><br>「 <a href="#">OOC チェックポイントの読み込み</a> 」に、 <b>read_checkpoint</b> コマンドで OOC チェックポイントを読み込む際には <b>-cell</b> オプションを使用する必要があるという情報を追加<br><br>「 <a href="#">インプリメンテーション</a> 」の方法 2 の <b>read_checkpoint</b> を <b>open_checkpoint</b> に変更 (2箇所)  |
| 2014/01/06 | 2013.4 | フッターを変更  |

# 目次

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 改訂履歴 .....                     | 3  |
| <b>Vivado 階層デザイン</b>           |    |
| 概要 .....                       | 5  |
| 注意事項 .....                     | 6  |
| チェックポイント .....                 | 9  |
| Out-Of-Context コマンドおよび制約 ..... | 9  |
| 最上位再利用コマンドおよび制約 .....          | 16 |
| Tcl スクリプト .....                | 17 |
| 既知の問題 .....                    | 18 |
| <b>付録 A: その他のリソース</b>          |    |
| ザイリンクス リソース .....              | 19 |
| ソリューション センター .....             | 19 |
| リファレンス .....                   | 19 |

# Vivado 階層デザイン

## 概要

階層デザイン (HD) フローを使用すると、デザインを小さい管理可能なブロックにパーティション分割して個別に処理することができます。Vivado® Design Suite では、パーティション分割されたモジュールを残りのデザインとは関係のない箇所 (out-of context (OOC)) にインプリメントできます。次は、Vivado Design Suite での手法です。

- **モジュール解析**：このフローでは、モジュールを残りのデザインとは別に解析して、リソース使用量を決定し、タイミング解析を実行します。ラッパーまたはダミー ロジックは必要ありません。単にモジュールだけを合成、最適化、配置配線します。フルデザインの場合同様に、リソース使用量解析を実行し、タイミング レポートを検証して、配置結果を確認します。

このフローでは、パーティション分割されたモジュールまたは IP コアがデザインの最上位とは関係のない箇所 (OOC) にインプリメントされます。モジュールは特定のパーツ/パッケージの組み合わせでデバイスの決まった位置にインプリメントされます。I/O バッファ、グローバル クロックおよびその他のチップ レベルのリソースは挿入されませんが、モジュール内にインスタンス化することはできます。この OOC インプリメンテーションの結果は、デザイン チェックポイント (DCP) ファイルに保存できます。

- **モジュール再利用**：このフローでは、最上位デザイン内のモジュール解析フローからの配置配線されたモジュールを使用すること、有効な結果をロックします。タイミング クロージャおよびその他の特定の目標を達成するためにデザインの特定のセクションを繰り返すことができ、その後結果をそのまま再利用できます。

この OOC モジュールを再利用する場合、モジュールピンとインターフェイス ロジックが配置された箇所を把握しておかないと、接続ロジックは正しくフロアプランできません。インポートされた OOC モジュールの保持レベルを選択できるので、必要であれば配置配線を少し変更できます。このフローでは、デバイスのほかのエリアや別のデバイスへの OOC インプリメンテーション結果の移動または複製はまだサポートされていません。

モジュール再利用フローには、2 つのパターンがあります。この 2 つの違いはモジュール制約を構築するメカニズムの違いにあります。コンテキスト制約 (フル デザインでモジュールをどのように接続するか定義) およびタイミング制約は、最上位デザインを 1 つまたは複数の再利用モジュールと問題なく組み合わせる際に重要です。

モジュール再利用には、次のような方法があります。

- **ボトムアップ再利用**：この方法を使用すると、最上位デザインについて何も知らなくても OOC インプリメンテーションが実行され、再利用されます。この OOC 結果を使用して、最上位インプリメンテーションが実行されます。配置配線を介して IP の一部のような検証済みのモジュールを構築でき、1 つまたは複数の最上位デザインで再利用できます。このフローの場合、最上位デザインの詳細はわからないので、コンテキスト制約はユーザーが指定する必要があります。これらは、モジュールの物理的な位置、モジュール I/O の配置の詳細、クロック ソースの定義、モジュールを出入りするパスのタイミング要件、および未使用 I/O に関する情報などを定義するために使用されます。
- **トップダウン再利用**：この方法を使用すると、最上位デザインおよびフロアプランが使用され、OOC インプリメンテーション制約が作成されます。OOC インプリメンテーションを駆動するのは、最上位デザインです。これにより、チーム デザインで、デザイン内の 1 つまたは複数モジュールの合成およびインプリメンテーションを平行に実行できます。チーム メンバーは、アSEMBLされたデザインで対応する結果を再利用して、それぞれの担当部分をインプリメントできます。このフローでは、最上位デザインの詳細 (ピン配置、フロアプラン、タイミング要件) は既知で、OOC インプリメンテーションをガイドするために使用さ

れます。これにより、OOC モジュールのピン制約、最上位の入力/出力タイミング要件、バウンダリ最適化制約すべてが最上位デザインから作成できるようになります。

これらどのフローを使用しても、デザイン全体ではなく、デザインに含まれるモジュールの 1 つのみをインプリメントすることで、インプリメンテーション実行時間を削減できます。これにより、より多くコンパイルできるので、設計時間を削減でき、モジュールベースでタイミングを検証して満たすことができます。また、残りのデザインが完成していなかったり、使用可能でない場合でも、モジュールの作業を進めることができます。

## 注意事項

階層デザイン手法で最適な結果にするためには、特別な注意が必要です。次のセクションでは、Vivado 階層デザインフローでのアーキテクチャ、設計、制約に関して注意すべき点について説明します。

### パフォーマンス目的のデザイン

デザインの残りの部分と関連しない箇所の (OOC) モジュールをインプリメントすると、通常トップダウンフローで実行されるモジュール間の最適化が実行されません。こういった制限のためのパフォーマンス劣化を防ぐには、次のガイドラインに従ってください。

- インプリメントされる OOC モジュールを注意して選択します。デザインのほかのモジュールからは論理的に孤立し、デバイスの連続したエリアに物理的に制約が付けられたブロックを選択してください。
- 選択したモジュールを考慮しつつ効率的な階層を構築します。階層の構造をインプリメンテーションが個別に行えるようにします。デザイン階層は、重要な考慮事項です。デザインがパーティション分割される箇所によっては、結果の質に多大な影響のあることがあります。OOC インプリメンテーション用に適切なモジュールをグループで分類するために、階層を追加または変更する必要のあることもあります。
- モジュール内に完全に含まれるクリティカルパスを下位モジュールまたは最上位モジュールのいずれかに保持します。
- モジュール間の入力および出力にレジスタを付けて、モジュール内の最適化が最大限に実行されるようにし、最も柔軟な配置配線が実行できるようにします。
- コンテキスト制約を定義して、モジュールの使用方法に関する情報を提供します。コンテキスト制約では、最上位でモジュールをどのように接続されるかが定義されるので、さらに多くの最適化および正確なタイミング解析が実行できます。詳細は、「コマンドおよび制約」セクションの「[Out-of-Context デザイン制約](#)」を参照してください。
- 専用接続は、常に OOC モジュールバウンダリをまたがって適切に処理されるわけではありません。関連するデザインエレメントはすべて一緒にパーティション分割する必要があります。たとえば、GTXE または IOLOGIC コンポーネントなどの専用接続が付いた I/O コンポーネントがその例です。詳細は、「[コンポーネント間の専用接続](#)」を参照してください。

### 効率的なフロアプランの構築

OOC モジュールをインプリメントするには、次の要件に従う必要があります。

- 各モジュールのインプリメンテーションに Pblock 制約を含めて、配置を制御する必要があります。Pblock が使用されない場合、アセンブリ段階で配置が競合する可能性があります。
- 各 OOC モジュールの Pblock 範囲は重複しないようにします。最上位デザインに複数の OOC モジュールをインポートする場合は、モジュールがそれぞれデバイスの別の領域を使用している必要があります。
- ネスト化された Pblock (子 Pblock) は、そのネスト化された Pblock の範囲が親 Pblock の範囲に完全に含まれていて、PARENT プロパティが正しく設定されている限り、OOC インプリメンテーションでサポートされます。[表 5 Pblock コマンドとプロパティ](#)を参照してください。

- すべてのクロック バッファ (最上位と OOC モジュールの両方) はロックされる必要があります。OOC モジュールの中のバッファには LOC 制約を付ける必要があります。最上位のバッファの位置は **HD.CLK\_SRC** 制約で識別される必要があります。**HD.CLK\_SRC** 制約の詳細については、11 ページの「Out-of-Context デザイン制約」を参照してください。
- OOC インプリメンテーション結果が使用される場合は、**HD.PARTPIN\_RANGE** または **HD.PARTPIN\_LOCS** 制約を使用して OOC インプリメンテーション中に OOC モジュール ピンをロックしておく必要があります。**HD.PARTPIN\_RANGE** および **HD.PARTPIN\_LOCS** 制約の詳細については、11 ページの「Out-of-Context デザイン制約」を参照してください。

## コンポーネント間の専用接続

専用接続のあるコンポーネントをデザインの同じパーティションに保持することが推奨されたり、必要とされることがあります。OOC モジュールのバウンダリにまたがる専用接続があると、パフォーマンスが落ちたり、インプリメンテーションエラーが発生することがあります。次は、専用接続を含むコンポーネントのリストです。

- **IOLOGIC** および **IOBUF** : ILOGIC または OLOGIC、IDDR、ODDR、ISERDES、および OSERDES に配置されたレジスタから IBUF、OBUF、IBUFDS、OBUFDS、IOBUF、および IOBUFDS を含む I/O コンポーネントへの接続が含まれます。
- **GT** コンポーネント : GTX、GTP、およびそれらの専用 I/O 接続。

デザインの異なるパーティションに相互接続する I/O コンポーネントは配置しないようにしてください。

## IDELAYCTRL グループの使用

OOC モジュール内の IDELAYCTRL グループの使用はサポートされています。OOC インプリメンテーションにより、IDELAYCTRL が挿入されて、その結果が Top にインポートされます。IDELAYCTRL グループを使用する場合は、次の規則が適用されます。

- 複数の OOC モジュール (それぞれに独自の IDELAYCTRL が含まれる場合) は、同じクロック領域を共有できません。
- IDELAYCTRL の付いた OOC モジュールは、100% 保持されません。これは、このバージョンの Vivado における既知の制限であり、今後の Vivado Design Suite リリースで修正される予定です。

## I/O およびクロック バッファ

I/O およびクロック バッファは OOC モジュール内でサポートされますが、使用方法によっては特別な注意が必要なこともあります。

- IO バッファ**：OOC ポートが最上位の I/O バッファに直接接続される場合は、このバッファを OOC モジュール内に移動した方が結果が改善することがあります。インプリメンテーション ツールを使用すれば、I/O コンポーネントが完全に表示されるので、最も効率的に配置できます。ただし、すべての状況においてこれが実行できるわけではありません (たとえば、OOC ポートが最上位の IBUF に直接接続されているのに、IBUF が OOC モジュール以外のその他のロジックも駆動する場合)。このような場合、OOC モジュール内のロジックは **HD.PARTPIN\_LOCS** 制約で制御する必要があります。詳細は、「[Out-Of-Context コマンドおよび制約](#)」を参照してください。
- リージョン クロック バッファ**：BUFR または BUFHCE が OOC モジュール内にある場合、特定の位置にロックする必要があります。これにより、バッファで駆動されるロジックが適切に配置されるようになりますが、BUFR または BUFHCE が最上位デザインに含まれる場合、OOC Pblock がバッファのアクセスよりも多くのクロック領域にまたがるので、さらに多くの情報を提供する必要があります。ネスト化された Pblock は、OOC Pblock で定義された範囲のサブセットである範囲で作成される必要があります。ネスト化された Pblock には、BUFR または BUFHCE で駆動されるすべてのセルが含まれます。この Pblock は次のコマンドで作成できます。

```
create_pblock -parent <parent_pblock_name> <nested_pblock_name>
add_cells_to_pblock <nested_pblock_name> -cells [get_cells -of [get_nets
-segments -of [get_ports [list <clock_port> <clock_port>]]] -filter
"(IS_PRIMITIVE)"]
resize_pblock <nested_pblock_name> -add {SLICE_Xx1Yy1:SLICE_Xx2Yy2}
```

これは、最上位の BUFR または BUFHCE で駆動される各モジュール ポートに対して実行する必要があります。複数の OOC クロック ポートに同じクロック領域のロードが含まれる場合、すべての適用可能なポートは上記の **add\_cells\_to\_pblock** コマンドでリストできます。ネスト化された Pblock の範囲は、最上位インプリメンテーションの BUFR または BUFHCE 位置に対応する必要があります。最上位のバッファ位置と対応する OOC モジュールの Pblock 範囲間が一致しないと、最上位インプリメンテーション中に配線不可能な状態になることがあります。

- グローバル クロック バッファ**：グローバル バッファは OOC モジュール内でサポートされます。BUFR が OOC インスタンス内にあると、クロック ネットが OOC インプリメンテーションでグローバル配線に配線されます。OOC ポートが最上位のクロック ネットで駆動される場合、クロック ネットは OOC インプリメンテーション中には配線されません。クロック遅延/スキューはタイミング概算により判断されます。この場合、**HD.CLK\_SRC** 制約を使用するとタイミング概算が改善できます。この制約により、ドライバーの位置およびタイプがツールに伝わり、CPR (Clock Pessimism Removal) が計算されてタイミング概算が改善します。CPR の詳細は、『Vivado Design Suite ユーザー ガイド：デザイン解析およびクロージャ テクニック』(UG906)[\[参照 1\]](#) を参照してください。

## Out-of-Context デザインのデザイン ルール

表 1 は、OOC デザインをインプリメントする際に実行されるデザイン ルール チェック (DRC) とその DRC をテストするためのデザイン ルールについて示しています。

表 1: 階層デザインのデザイン ルール

| DRC 番号  | 重要度 | デザイン ルール                                     |
|---------|-----|--|
| HDOOC-1 | エラー | リコンフィギャブル モジュールには、定義済みの Pblock が含まれる必要があります。 |
| HDOOC-2 | エラー | HD モジュールでは、一部の Pblock プロパティが定義されている必要があります。  |
| HDOOC-3 | エラー | OOC モジュールの場合、ビットストリームは生成できません。               |
| HDOOC-4 | エラー | セルに対する Pblock 範囲または LOC がありません。              |



## チェックポイント

階層デザインフローでは、モジュール インプリメンテーションの結果をエクスポートおよびインポートするためにチェックポイントが使用されます。チェックポイントは、論理デザイン、物理デザイン、モジュール制約をアーカイブしたもので、デザインを完全に復元するのに必要な唯一のファイルです。

保存されたチェックポイントは、元々生成されていたのと同じパーツ/パッケージ/スピード グレードの組み合わせにのみ読み込むことができます。



**推奨** : 階層デザイン フローで読み込まれるすべてのデータがモジュール インターフェイスで完全に一致するようにするには、`read_checkpoint` コマンドに `-strict` オプションを使用することをお勧めします。チェックポイントの詳細は、『Vivado Design Suite ユーザー ガイド : インプリメンテーション』(UG904) [参照 2] を参照してください。

## Out-Of-Context コマンドおよび制約

階層デザインフローは、現在のところ、非プロジェクト モードのバッチ/Tcl インターフェイス (Vivado IDE (GUI) またはプロジェクト ベースのコマンドなし) でのみサポートされています。スクリプト例およびこのフローの設定手順については、『Vivado Design Suite チュートリアル : 階層デザイン』(UG946) [参照 6] を参照してください。

次のセクションでは、階層デザインフローで使用される特定の `out-of-context` コマンドおよび制約について説明します。階層デザイン フローを実行するためのこれらのコマンドの使用例を示します。各コマンドの詳細は、『Vivado Design Suite Tcl コマンド リファレンス ガイド』(UG835) [参照 3] を参照してください。

### Out-of-Context コマンド

残りのデザインと関係のない孤立 (`out of context`) モジュールを合成またはインプリメントするには、ツールが `out-of-context` モードで実行される必要があります。これ以外の場合、`out-of-context` フローを実行するために使用されるコマンドはほかのフローと同じになります。現在のところ、合成、最適化またはインプリメンテーションでサポートされないコマンドはありません。

#### 合成

このフローでは、複数の合成ツールおよび手法がサポートされます。次は、サポートされるツールのリストです。

- **XST** : パーティション (PMXL ファイル) を使用したボトムアップ合成またはインクリメンタル合成  
注記 : 新しい Vivado デザインには、XST は推奨されません。
- **Synplify** : ボトムアップ合成またはコンパイル ポイント (階層プロジェクトを使用して各ネットリストを生成)
- **Vivado 合成** : ボトムアップ合成のみ



**重要** : ボトムアップ合成は、各モジュールにそれぞれ合成プロジェクトがあるような合成フローのことです。通常は、下位モジュールの自動 I/O バッファ挿入はオフになります。

この文書では、Vivado 合成フローのみについて説明します。Synplify フローに関する詳細は、Synopsys 社の Synplify の資料を参照してください。

このフローの Vivado 合成は、**synth\_design** コマンドを使用してバッチ モードで実行されます。

```
synth_design -mode out_of_context -flatten_hierarchy rebuilt -top <top_module_name>
-part <part>
```

表 2: synth\_design のオプション

| コマンド オプション                        | 説明  |
|-----------------------------------|---|
| <b>-mode out_of_context</b>       | 合成およびダウンストリーム ツールの I/O 挿入が阻止されます。このモードは、 <b>write_checkpoint</b> が使用されるとチェックポイントに保存されます。  |
| <b>-flatten_hierarchy rebuilt</b> | <b>-flatten_hierarchy</b> に使用できる値は複数ありますが、階層デザイン フローの設定には <b>rebuilt</b> が推奨されます。   |
| <b>-top</b>                       | 合成されるモジュールのモジュール/エンティティ名を指定します。 <b>synth_design</b> より前に <b>set_property top &lt;top_module_name&gt; [current_fileset]</b> が実行されている場合、このオプションを使用する必要はありません。 |
| <b>-part</b>                      | ターゲットにするザイリンクス パーツ (例: <b>xc7k325tffg900-3</b> ) を指定します。  |

**synth\_design** コマンドは、デザインを合成して、その結果をメモリに格納します。結果をファイルに書き出すには、コマンドを実行する必要があります。書き出す形式には、EDIF または Vivado チェックポイントのいずれかが推奨されます。次のいずれかのコマンドを使用してください。

```
write_edif <file_name>.edf
write_checkpoint <file_name>.dcp
```

非プロジェクト モードのデザインを閉じて、合成を再実行せずにインプリメンテーションを実行するには、上記のコマンドのいずれかを実行して、合成結果をファイルに書き出す必要があります。

## インプリメンテーション

このセクションでは、OOC フローでモジュール インスタンスをインプリメントするのに必要なコマンドについて説明します。最上位デザインにインスタンス化されたインスタンスが複数このモジュールに含まれ、アセンブリ フローが使用される場合、必要なインプリメンテーション結果を生成するために、それぞれ独自の Pblock 制約の付いた OOC インプリメンテーションが複数必要になります。

**synth\_design -mode out\_of\_context** が以前に実行され、結果がまだメモリに含まれる場合は、インプリメンテーションを直接実行できます。たとえば、次のインプリメンテーション コマンドを使用できます。

- **read\_xdc** (すべての制約がまだ読み込まれていない場合)一部のモジュール レベルの XDC 制約を OOC インプリメンテーションにのみ適用する必要のあることもあります。OOC のみの制約の詳細については、[11 ページの「OOC 専用制約」](#)を参照してください。
- **opt\_design** (オプション)
- **place\_design**
- **phys\_opt\_design** (オプション)
- **route\_design**

メモリにデザインが含まれていない場合は、デザインを読み込む必要があります。これは、次の 2 つの方法のいずれかで実行できます。

- **方法 1: ネットリスト デザインの読み込み**

```
read_edif <file_name>.edif/edn/ngc
link_design -mode out_of_context -top <top_module_name> -part <part>
```

表 3: link\_design のオプション

| コマンド オプション                        | 説明  |
|-----------------------------------|---|
| <code>-mode out_of_context</code> | ネットリスト デザインを OOC モードで読み込みます。ダウンストリーム ツールの特定チェックおよび最適化をオンにします。   |
| <code>-part</code>                | ターゲットにするザイリンクス パーツ (例: <code>xc7k325tffg900-3</code> ) を指定します。  |
| <code>-top</code>                 | インプリメントされるモジュールのモジュール/エンティティ名を指定します。 <code>link_design</code> より前に <code>set_property top &lt;top_module_name&gt; [current_fileset]</code> が実行されている場合、このオプションを使用する必要はありません。 |

デザイン ネットリストを読み込んだ後に `link_design` に `-mode out_of_context` オプションを付けない場合、その後のインプリメンテーション段階でデザインが完全デザインとして処理され、ソースのない信号やロードのない信号がすべて削除されます。`synth_design` または `link_design` の実行中には、OOC モジュールを定義して、モジュール解析フローを実行する必要があります。

- 方法 2: チェックポイントを開く

```
open_checkpoint <file_name>.dcp
```



**重要:** `open_checkpoint` コマンドには、`-mode out_of_context` オプションは使用できません。このモジュールはチェックポイントの一部として保存されるので、チェックポイントを書き出す際にはツールが正しいモードであるかどうかを必ず確認してください。

## Out-of-Context デザイン制約

モジュール解析フローを使用したデザインの場合、次の制約のいずれも絶対に必要というわけではありません。より正確なタイミング解析には、`HD.CLK_SRC` および `create_clock` を使用してください。その他すべての制約はオプションです。

モジュール再利用フローを使用する場合は、これらのコンテキスト制約が重要になってきます。OOC モジュールを含むデザインを問題なくアセンブルするには、これらの制約を使用して、物理リソースが適切に分配され、クロック関係が理解され、モジュール インターフェイスに関する情報が正確に設定されるようにします。各モジュールの制約を設定しておかないと、アセンブリがより困難になります。

### OOC 専用制約

OOC インプリメンテーションに必要な制約の中には、最上位デザインにインポートされると問題となるものがあります。このような状況を避けるため、別の XDC ファイルでこれらの制約を指定して、OOC 使用目的にのみ設定する必要があります。XDC ファイルを OOC フローにのみ使用されるように指定する方法は、2 つあります。特定の XDC ファイルの制約が OOC フローにのみ使用されるように指定すると、これらの制約にマーカーが追加され、それらが OOC 以外のデザインに読み込まれた場合に無視されるようになります。

- 方法 1: `read_xdc` の使用

`read_xdc` コマンドで XDC ファイルを読み込む際に `-mode out_of_context` オプションを使用します。

```
read_xdc -mode out_of_context <file>.xdc
```

- 方法 2: `USED_IN` プロパティ

ファイルが `add_files` コマンドで追加される際に、ファイルにプロパティを設定して OOC でのみ使用されるように指定します。XDC ファイルが使用されるフローすべて (合成やインプリメンテーションなど) を指定する必要があります。

```
add_files <file>.xdc
set_property USED_IN {synthesis implementation out_of_context} [get_files <file>]
```

## 制約の構文

次の表は、out-of-context インプリメンテーションで使用すべきタイミング制約、配置制約、コンテキスト制約をリストしています。これらの制約の多くは、どのデザインフローでも使用できます。詳細は、『Vivado Design Suite ユーザーガイド：制約の使用』(UG903)[[参照 4](#)]を参照してください。



**重要:** トップダウン再利用フローを使用すると、このセクションの制約はすべて自動的に生成されます。これらの制約を生成するスクリプトおよび方法については、『Vivado Design Suite チュートリアル：階層デザイン』(UG946) [[参照 6](#)]を参照してください。

表 4: タイミング制約

| 制約名                                | 説明   |
|------------------------------------|--|
| <code>set_input_delay</code>       | 入力遅延を定義するのに使用して、OOC モジュールで許容される時間を概算します。OOC インプリメンテーションの配置を制御し、最上位のタイミングクロージャを達成しやすくします。   |
| <code>set_output_delay</code>      | 出力遅延を定義するのに使用して、OOC モジュールで許容される時間を概算します。OOC インプリメンテーションの配置を制御し、最上位のタイミングクロージャを達成しやすくします。   |
| <code>create_clock</code>          | OOC モジュールポートのクロックを定義するのに使用します。<br><code>create_clock</code> 制約は、クロックバッファが最上位にインスタンス化されていても、OOC モジュールにインスタンス化されていても、各クロックポートごとに必要です。  |
| <code>set_clock_uncertainty</code> | OOC モジュールへの入力になるクロックのばらつきを定義するために使用します。OC モジュールのすべてのクロックに対して定義して、タイミング解析が正確になるようにします。定義しないと、モジュールがインポートされたときに、パスのタイミングが満たされなくなることがあります。  |
| <code>set_system_jitter</code>     | システムジッター値を定義するために使用します。最上位デザインに基づいてユーザークロックのばらつき ( <code>set_clock_uncertainty</code> ) を定義する場合は 0 に設定する必要があります。0 に設定しておかないと、システムジッターが OOC インプリメンテーションのばらつき計算の要素に入れられ、最終値がユーザーの定義した値とは異なってしまいます。 |
| <code>set_clock_latency</code>     | OOC モジュールへの入力になるクロックのレイテンシを定義するために使用します。この制約は、クロックパス全体が既知ではない場合に、クロック遅延を正しくモデリングするために必要です。   |
| <code>set_clock_groups</code>      | 非同期クロック ( <code>-asynchronous</code> ) または同じグローバルバッファで駆動されるクロック ( <code>-physically_exclusive</code> ) を定義するために使用します。  |

タイミング制約の例

- `create_clock -period 8.000 -name clk -waveform {0.000 4.000} [get_ports clk]`
- `set_input_delay -clock <clock_name> 3.0 [get_ports <ports>]`
- `set_output_delay 5.0 -clock [get_clocks <clock_name>] [get_ports <ports>]`
- `set_system_jitter 0.0`
- `set_clock_latency -source -min 0.10`
- `set_clock_latency -source -max 0.20`
- `set_clock_groups -physically_exclusive -group [clk1] -group [clk2]`
- `set_clock_groups -asynchronous -group [clk1] -group [clk2]`

これらのタイミング制約の範囲は、その OOC モジュール自体に適用されます。OOC インプリメンテーションには、インスタンスへのタイミング、インスタンスからのタイミング、インスタンス内部のタイミングなどすべてが含まれます。これには、フォルスパスおよびマルチサイクルパスなどの特殊なパスも含まれます。

表 5 : Pblock コマンドとプロパティ

| コマンド/プロパティ名                      | 説明   |
|----------------------------------|--|
| <code>create_pblock</code>       | 各 OOC インスタンスの最初の Pblock を作成するために使用するコマンドです。  |
| <code>resize_pblock</code>       | サイト タイプ (SLICE、RAMB36 など) と Pblock のサイト位置を定義するために使用するコマンドです。   |
| <code>add_cells_to_pblock</code> | Pblock に含まれるインスタンスを指定するために使用するコマンドです。通常、個別インスタンスに対する階層レベルを指定します。OOC インプリメンテーションの場合は、セル名を指定する代わりに、 <b>-top</b> を使用して、OOC モジュールの下のセルすべてを指定します。   |
| <code>CONTAIN_ROUTING</code>     | 配線リソースが Pblock に含まれないように配線を制御する Pblock プロパティです。デフォルトの値は <b>false</b> です。Pblock 範囲に完全に含まれるパスのみが含まれます (例: BUFGMUX の範囲がない場合、BUFGMUX を出入りするパスは含まれません。これは BUFGMUX のような多くのコンポーネントで必要とされるビヘイビアです)。                |
| <code>EXCLUDE_PLACEMENT</code>   | 定義された Pblock 範囲内で Pblock に含まれないロジックが配置されないようにするため使用する Pblock プロパティです。デフォルトは <b>false</b> です。このプロパティは OOC インプリメンテーションには影響しませんが、アセンブリ中の最上位ロジックの配置に影響します。アセンブリ中に最適な結果となるので、値を <b>false</b> のままにしておくことをお勧めします。 |
| <code>PARENT</code>              | Pblock 階層を識別するために使用される Pblock プロパティで、値は子 Pblock が完全に含まれる親 Pblock の名前になります。OOC インプリメンテーションを含むネストされた Pblock はすべて <b>PARENT</b> キーワードを使用してモジュール再利用中の動作を正しくしておく必要があります。  |

Pblock コマンドおよびプロパティの例

- `create_pblock <pblock_name>`
- `add_cells_to_pblock [get_pblocks <pblock_name>] -top`
- `resize_pblock [get_pblocks <pblock_name>] -add {SLICE_X0Y0:SLICE_X100Y100}`
- `resize_pblock [get_pblocks <pblock_name>] -add {RAMB18_X0Y0:RAMB18_X2Y20}`
- `set_property CONTAIN_ROUTING true [get_pblocks <pblock_name>]`

Pblock に追加されるセルが **-top** を使用して指定されていることに注意してください。これは、OOC インプリメンテーションでは、OOC インスタンスが最上位になり、OOC インスタンス全体が Pblock に含まれる必要があるからです。**-top** を使用することで、OOC モジュールが最上位デザインにインポートされる際に、Pblock が正しい階層レベルに適切に変換されるようになります。

OOC モジュール内のロジックをフロアプランする場合は、ネスト化された Pblock を使用できます。子 Pblock は完全に親 Pblock 内に含まれる必要があります。Pblock 間の親子関係は、次に示すように **PARENT** プロパティを使用して宣言します。

```
set_property PARENT <parent_pblock_name> [get_pblocks <child_pblock_name>]
```

Pblock プロパティの **PARENT** は別の Pblock を参照するので、制約が処理される順序が重要です。親 Pblock (**-top** を使用) は、それを参照する子 Pblock よりも前に定義する必要があります。

前述のタイミング制約および物理制約だけでなく、OOC インプリメンテーションのコンテキストを定義する制約もあります。コンテキスト制約では、OOC インプリメンテーションがインポートされる最上位の環境を定義します。

表 6: コンテキスト コマンドとプロパティ

| コマンド/プロパティ名                  | 説明  |
|------------------------------|---|
| <b>HD.CLK_SRC</b>            | OOB インプリメンテーションで、クロック バッファが OOB モジュール外で使用される場合に、それをインプリメンテーション ツールに伝えるため使用します。値は、クロック バッファ インスタンスの位置になります。これはクロック ポートに適用され、ポートにはこの制約が適用されるよりも前に定義済みクロック ( <b>create_clock</b> ) が含まれる必要があります。                                       |
| <b>HD.PARTPIN_LOCS</b>       | 配線される指定ポートの特定のインターコネクト タイル ( <b>INT</b> ) を定義するために使用し、 <b>HD.PARTPIN_RANGE</b> の値を上書きします。内部 OOB ロジックの配置配線に影響します。<br>クロック ポートに使用すると、クロックのローカル配線が推測されるので、使用しないでください。<br>専用接続には使用しないでください。   |
| <b>HD.PARTPIN_RANGE</b>      | 指定したピン/ポートを配線するために使用可能なコンポーネント サイト ( <b>SLICE</b> 、 <b>DSP</b> 、 <b>BRAM</b> ) またはインターコネクト タイル ( <b>INT</b> ) の範囲を定義するために使用します。<br>この制約は専用接続を持たないピンまたはポートに対してのみ有効です (例: クロックまたは最上位 I/O パッドへの直接接続など)。これらのピンまたはポートに適用される場合、制約は無視されます。 |
| <b>set_logic_unconnected</b> | 最上位で未接続のままになる指定した出力ポートに対して、追加で最適化が実行できるようになります。   |
| <b>set_logic_one</b>         | 最上位の VCC で駆動される指定した入力ポートに対して、追加で最適化が実行できるようになります。   |
| <b>set_logic_zero</b>        | 最上位で GND で駆動される指定した入力ポートに対して、追加で最適化が実行できるようになります。   |



**重要:** `set_logic` バウンダリ最適化制約を間違っ指定すると、不正なビヘイビアおよびツールエラーが発生する可能性があります。たとえば、出力ポートを OCC モジュールで未接続として定義したのに、実際にはそれが最上位で使用される場合、次のようなエラーメッセージが表示されます。ERROR:[Opt 31-67] Problem:A LUT2 cell in the design is missing a connection on input pin I0, which is used by the LUT equation.

コンテキスト制約の例

- `set_property HD.CLK_SRC BUFGCTRL_X0Y16 [get_ports <port_name>]`
- `set_property HD.PARTPIN_LOCS INT_R_X0Y0 [get_ports <port_name>]`
- `set_property HD.PARTPIN_RANGE SLICE_X0Y1:SLICE_X1Y3 [get_ports <port_name>]`
- `set_logic_unconnected [get_ports <port_name>]`
- `set_logic_one [get_ports <port_name>]`
- `set_logic_zero [get_ports <port_name>]`

モジュール解析フローの場合、デフォルトではインターフェイス ネット (OCC モジュール ポートに接続されるモジュール内のネット) は配線されません。これらのインターフェイス ネットが配線されるようにするには、**HD.PARTPIN** 制約を使用してモジュールをロックする必要があります。配置配線モジュールポート (またはパーティションピン) の配置を素早く取得するには、**HD.PARTPIN\_RANGE** に OCC モジュールの Pblock **SLICE** 範囲の値を付けます。これらのピンのさらに詳細な配置を取得するには、さらに厳密な **HD.PARTPIN\_RANGE** 値を使用するか、明示的な **HD.PARTPIN\_LOCS** 値を指定します。最適なサイトや範囲を決定するには、Vivado IDE で [Device] ビューを開いて、次のアイコンをクリックして配線リソースをオンにします。



拡大すると、**図 1** のように INT の位置が表示されます (この図では見やすくするために配線リソースを非表示にしています)。

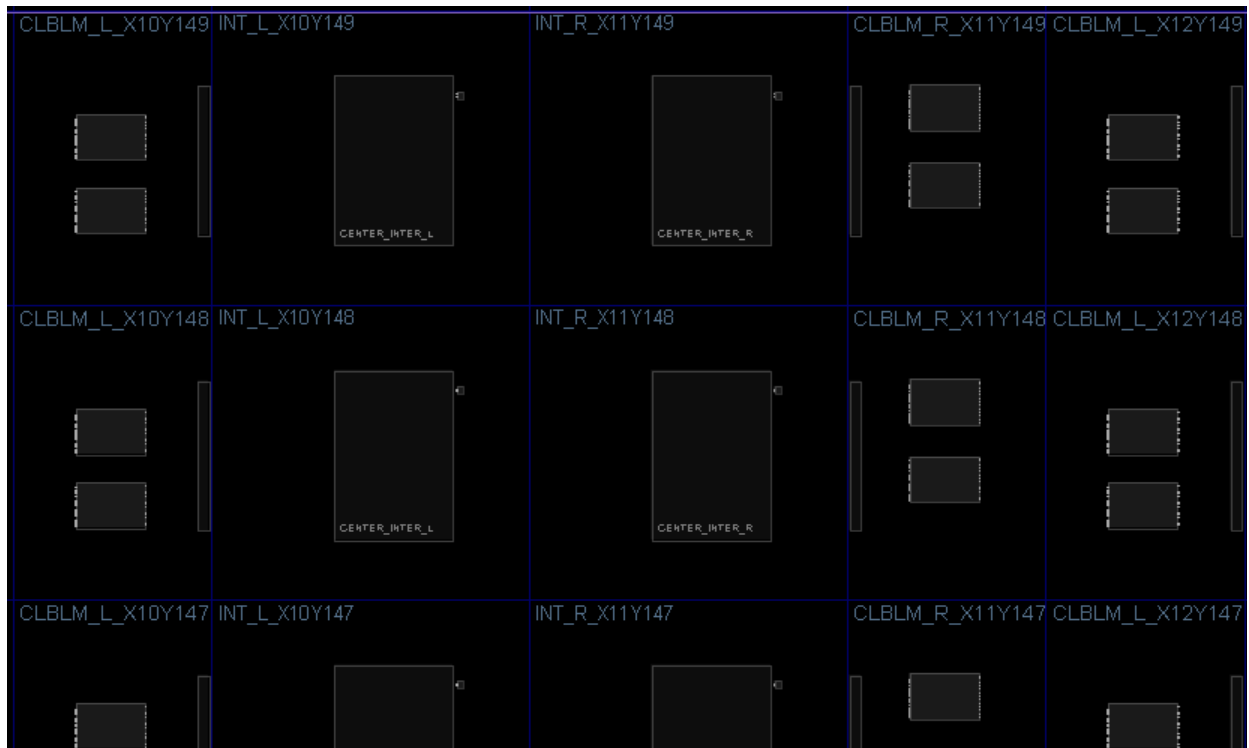


図 1: INT タイルの位置

## 最上位再利用コマンドおよび制約

次のセクションでは、out-of-context インプリメンテーションをインポートする際に最上位で使用されるコマンドおよび制約について説明します。これらのコマンドおよび制約を使用したスクリプト例およびこのフローの設定手順については、『Vivado Design Suite チュートリアル：階層デザイン』(UG946)[[参照 6](#)]を参照してください。

各コマンドの詳細は、『Vivado Design Suite Tcl コマンド リファレンス ガイド』(UG835)[[参照 3](#)]を参照してください。

### 最上位再利用コマンド

アセンブリでは、前にインプリメントしたモジュールをモジュール解析フローから読み込む必要があります。パーティション分割された各インスタンスのチェックポイントは、必ず存在している必要があります。また、それぞれのチェックポイントは最上位デザインに読み込まれ、OOC モジュールごとにブラックボックスが含まれます。OOC インプリメンテーション結果はブラックボックスではないセルには読み込むことができません。これで標準的なインプリメンテーションコマンドを使用して、まだ配置配線されていないデザイン部分をインプリメントできるようになります。

### 合成

パーティション分割されたインスタンスそれぞれに対するブラックボックスを含む最上位ネットリストが必ず必要です。これには、最上位合成に、パーティション分割済みのインスタンスのモジュール/エンティティ宣言が含まれ、ロジックは含まれないようにする必要があります。

最上位合成は、通常すべての最上位ポートで I/O バッファを推論しますが、I/O バッファが OOC モジュールに特にインスタンス化される場合は、ポートごとに最上位合成で I/O バッファ挿入をオフにする必要があります。Vivado 合成でこれを実行する属性は `BUFFER_TYPE = "none"` です。`BUFFER_TYPE` およびその他の合成属性の詳細は、『Vivado Design Suite ユーザー ガイド：合成』(UG901) [[参照 5](#)]を参照してください。

### インプリメンテーション

最上位インプリメンテーションは、次の 2 つの手順を除いて、標準デザインと同じように実行できます。

1. パーティション分割されたインスタンスごとに OOC チェックポイントを読み込みます。
2. 保持レベル (logical、placement、routing) を選択します。

### OOC チェックポイントの読み込み

OOC チェックポイントは、`read_checkpoint` コマンドに `-cell` オプションを付けて読み込みます。最上位デザインは既に関いており、パーティション分割されたインスタンスにそれぞれブラックボックスが含まれる必要があります。

```
read_checkpoint -cell <cell_name> <file> [-strict]
```

表 7: read\_checkpoint のオプション

| オプション名                    | 説明  |
|---------------------------|---|
| <code>-cell</code>        | OOC モジュールの完全な階層名を指定するために使用します。                                      |
| <code>-strict</code>      | セルを置き換えるのにポートが完全に一致する必要があるため、そのパーツ、パッケージ、スピードグレード値が同じかどうかをチェックされます。 |
| <code>&lt;file&gt;</code> | 読み込む OOC チェックポイントを指定します。  |



OOC モジュール インプリメンテーションの結果をインポートしてロックする際、インターフェイス ネットは保持されません。また、最初のトップダウンまたは OOC インプリメンテーション中に生成された PartPin ロケーションはすべて理想的なロケーションではない可能性があり、配線ツールで不必要な制限が課せられることがあります。このため、`read_checkpoint -cell` コマンドでは自動的にインターフェイス ネットの配線が解除され、セルのチェックポイントからの PartPin がすべて削除されます。

## 保持レベルの設定

OOC チェックポイントを読み込んだら、このモジュールの保持レベルを定義する必要があります。

インポートした OOC チェックポイントの配置および配線をロックするには、`lock_design` コマンドを使用します。

```
lock_design [-level <value>] [-unlock] [<cell>]
```

このコマンドを使用する場合、`-level` オプションで次の値を指定すると、保持レベルが指定できます。

- **logical** : 論理デザインを保持します。配置または配線情報は使用されますが、ツールが結果を改善できる可能性がある場合は変更可能です。
- **placement** (デフォルト): 論理および配置デザインが保持されます。配置情報は使用されますが、ツールが結果を改善できる可能性がある場合は変更可能です。
- **routing** : 論理および配置配線デザインが保持されます。内部配線は保持されますが、インターフェイス ネットは保持されません。配線を保持するには、OOC インプリメンテーション中に **CONTAIN\_ROUTING** プロパティが Pblock に使用される必要があります。これにより、OOC インプリメンテーションが再利用される際に配線が競合しなくなります。

必要な保持レベルに関係なく、物理データベース全体は配線も含めてまだ読み込まれますが、ツールで結果が改善できると判断されない限りは、変更されません。

表 8: `lock_design` の引数

| 引数名                       | 説明   |
|---------------------------|--|
| <code>-level</code>       | 保持レベルを指定します。使用できる値は、 <b>logical</b> 、 <b>placement</b> 、または <b>routing</b> 、デフォルト値は <b>placement</b> です。 |
| <code>-unlock</code>      | セルのロックを解除します。セルが指定されない場合は、全デザインのロックが解除されます。ロックを解除するには <code>-level</code> パラメーターを指定する必要があります。            |
| <code>&lt;cell&gt;</code> | ロックされる階層セル名です。セルが指定されない場合は、全デザインがロックされます。  |

## 最上位再利用制約

最上位デザインで OOC モジュールを再利用する場合は、すべての標準的なデザイン制約を適用できます。OOC インプリメンテーションに使用される OOC 制約は、チェックポイントに保存され、デザインに適用可能なときに適用されます。

## Tcl スクリプト

このフローを実行するには、『Vivado Design Suite チュートリアル: 階層デザイン』(UG946) [参照 6] に含まれる Tcl スクリプトを使用します。これらのスクリプトは、チュートリアルを実行する際に使用するデザイン ファイルを含む ZIP ファイルに含まれます。提供されているスクリプトの詳細は、`<Extract_Dir>/Tcl` ディレクトリにある ZIP ファイルの `<Extract_Dir>/Tcl` ディレクトリの `README.txt` ファイルを参照してください。

## 既知の問題

現在の 2013.3 リリースの階層デザインフローに関する既知の問題について説明します。

### グローバル クロック配線の制限

最上位のバッファで駆動されるクロックは、OOC インプリメンテーション中は配線されません。配線の概算が使用されます。HD.CLK\_SRC を使用すると配線の概算は改善されます。OOC モジュール内のクロック バッファは OOC インプリメンテーション中に配線されます。OOC クロックに最適な制約を付けると、このタイミング概算にタイミングの正確な結果が表示されるようになります。必要なインターフェイス制約の例およびそれらの制約を自動生成させる方法については、『Vivado Design Suite チュートリアル: 階層デザイン』(UG946) [参照 6] を参照してください。

### IDELAYCTRL の付いた OOC モジュールの制限

IDELAYCTRL の付いた OOC モジュールはインポートはできますが、ロックできませんので、OOC モジュールは 100% 保持されません。

### 非プロジェクト モードのサポート

Vivado Design Suite の階層デザインは、現時点ではプロジェクト モードではサポートされません。

## その他のリソース

---

### ザイリンクス リソース

アンサー、資料、ダウンロード、フォーラムなどのサポート リソースは、次のザイリンクス サポート サイトを参照してください。

<http://japan.xilinx.com/support>

ザイリンクス資料で使用される用語集については、次を参照してください。

<http://japan.xilinx.com/company/terms.htm>.

---

### ソリューション センター

デバイス、ツール、IP のサポートについては、[ザイリンクス ソリューション センター](#)を参照してください。トピックには、デザインアシスタント、アドバイザリ、トラブルシュート ヒントなどが含まれます。

---

### リファレンス

1. 『Vivado Design Suite ユーザー ガイド : デザイン解析およびクロージャ テクニック』(UG906)
2. 『Vivado Design Suite ユーザー ガイド : インプリメンテーション』(UG904)
3. 『Vivado Design Suite Tcl コマンド リファレンス ガイド』(UG835)
4. 『Vivado Design Suite ユーザー ガイド : 制約の使用』(UG903)
5. 『Vivado Design Suite ユーザー ガイド : 合成』(UG901)
6. 『Vivado Design Suite チュートリアル : 階層デザイン』(UG946)
7. Vivado Design Suite ビデオ チュートリアル (<http://japan.xilinx.com/training/vivado/index.htm>)
8. Vivado Design Suite 資料 ([http://japan.xilinx.com/support/documentation/dt\\_vivado2013-4.htm](http://japan.xilinx.com/support/documentation/dt_vivado2013-4.htm))