

第 18 章 フロアプランニング

18.1 各種リソースの配置指定方法

FPGA への実装フローとして、殆どのケースでフロアプランニングは不要です。必要になるのは、実装デザインのクロック周波数や I/O タイミングなど、相対的にタイミング要件が厳しく、かつリソース使用率が高いためにツールにとって配置配線処理にとっての自由度が限られるようなケースが典型的なものです。一般的には、LPF 制約に加えて論理合成ツールへの制約設定と、各ストラテジー・オプションの変更という対処で満足できる結果を得られない場合に於いて、フロアプランニングを検討するのが妥当なアプローチです。

Lattice Diamond でのフロアプランニング、すなわちデバイス内部の各種リソースに対する配置位置の指定を、フロアプラン・ビュー (Floorplan View) で行います。フリップフロップ (レジスタ) や LUT などのロジックリソース (スライス) と、PLL や EBR などのマクロとは指定方法が異なりますので留意が必要です。

Lattice Diamond ではマッピング (Map Design) プロセスの前にフロアプラン指定を行います。或いは、フロアプラン指定を変更後はマッピングから再実行されます。

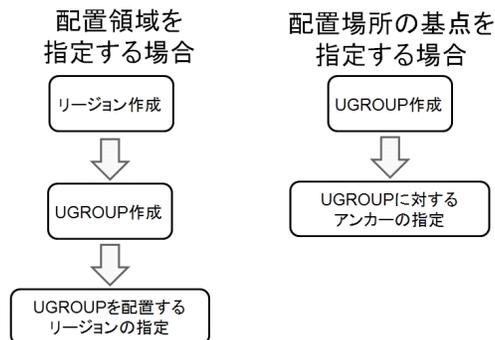
- ・ マクロは個別に配置指定を行うことができます
- ・ ロジックリソースはグループを作成し、そのグループの配置指定を行います。単一のレジスタを配置指定をする場合でも、まずレジスタ 1 つのグループを作成し、その配置を指定します
- ・ マクロとロジックリソース混在のグループを作成し、そのグループに対して配置指定を行うこともできます
- ・ レジスタと LUT をそれぞれ二つ含んだものを「スライス」と呼んでいます。スライス 4 つのまとまりを「PFU」と呼びます。FPGA ファブリックは PFU 単位で行 (Row) と列 (Column) の番地が割り振られています (“R19C22” など)

ロジックリソースのグループ作成方法および配置指定方法 (フロアプランニング) を第 18.2 節で、マクロの配置指定方法を第 18.3 節で、それぞれの配置指定の制約ファイルへの記述方法を第 18.4 節で記述します。

18.2 フロアプランの手法と手順

フロアプランニング手順は、UGROUP (“Universal GROUP”) すなわち ”配置指定を行うレジスタや LUT 等のグループ” の作成と、配置位置の指定の 2 ステップよりなります。配置位置の指定には、”リージョン” と呼ぶ配置領域を作成する方法と、”配置領域の基点となるスライス” (アンカースライス) を指定する方法の 2 つがあります (図 18-1)。

図 18-1. フロアプランニングの手順

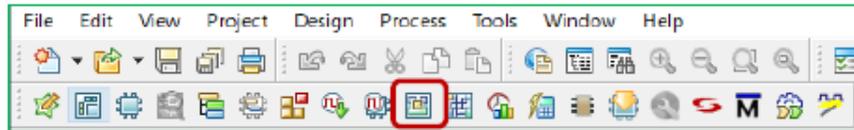


註：本 Lattice Diamond 日本語マニュアルは、日本語による理解のため一助として提供しています。作成にあたっては各トピックについて可能な限り正確を期しておりますが、必ずしも網羅的あるいは最新でない可能性や、オリジナル英語版オンラインヘルプや各種ドキュメントと不一致がある可能性があります。疑義が生じた場合は技術サポート担当者にお問い合わせ頂くか、または最新の英語オリジナル・ソースを参照するようお願い致します。

18.2.1 リージョンの作成

リージョンの作成は、まず (Translate Design プロセス完了後に) Diamond ツールバーからアイコン  をクリックしてフロアプラン・ビューを起動します (図 18-2)。またはメニューバーから [Tools] → [Floorplan View] を選択しても起動できます。

図 18-2. フロアプラン・ビューの起動



立ち上がるフロアプラン・ビュー上のどこかを右クリックするとメニューが表示されます。このメニューから [Create] → [REGION...] を選択します (図 18-3)。この後マウスをドラッグして囲む範囲が 1 つのリージョンとなります。範囲選択を行うとリージョンのパラメータ設定ウィンドウが起動します (図 18-4)。

図 18-3. 新規リージョン作成の開始

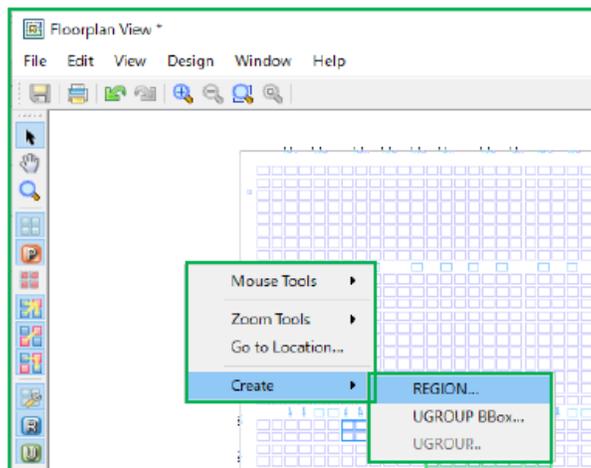
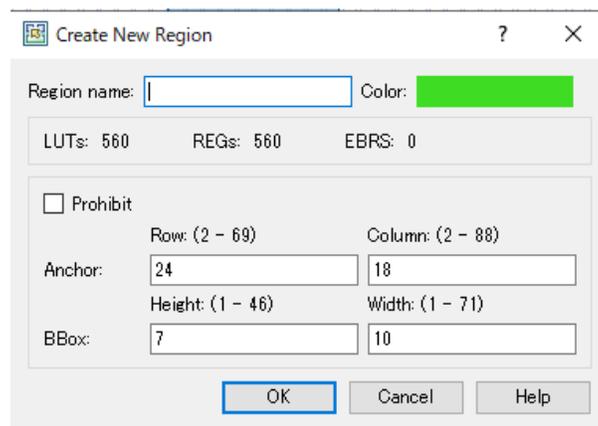


図 18-4. リージョン作成のパラメータ設定ウィンドウ

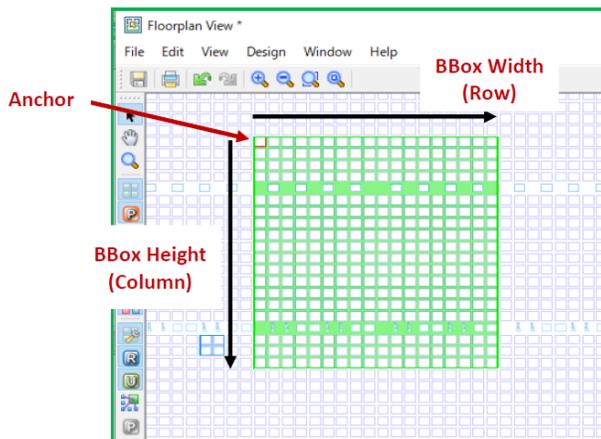


「Region Name」セルには一義的なリージョン名を入力します。「Color」セルでは、フロアプラン・ビュー上のリージョン表示色を指定します。色表示セルをダブルクリックすると、色選択ウィンドウ (“Select Color”) が起動しますので、必要に応じて変更します。

「Prohibit」は、このリージョンに何もリソースを配置させない場合にチェックを入れます。

「Anchor」セルはこのリージョンの左上の角になる PFU の位置 (PFU 番号)、「BBox」セルはリージョンのサイズです ("Bounding Box")。この後、作成したリージョンへのリソース配置指定をスプレッドシート・ビューで行います。また、アンカーや BBox 値はスプレッドシート・ビューで変更できます。

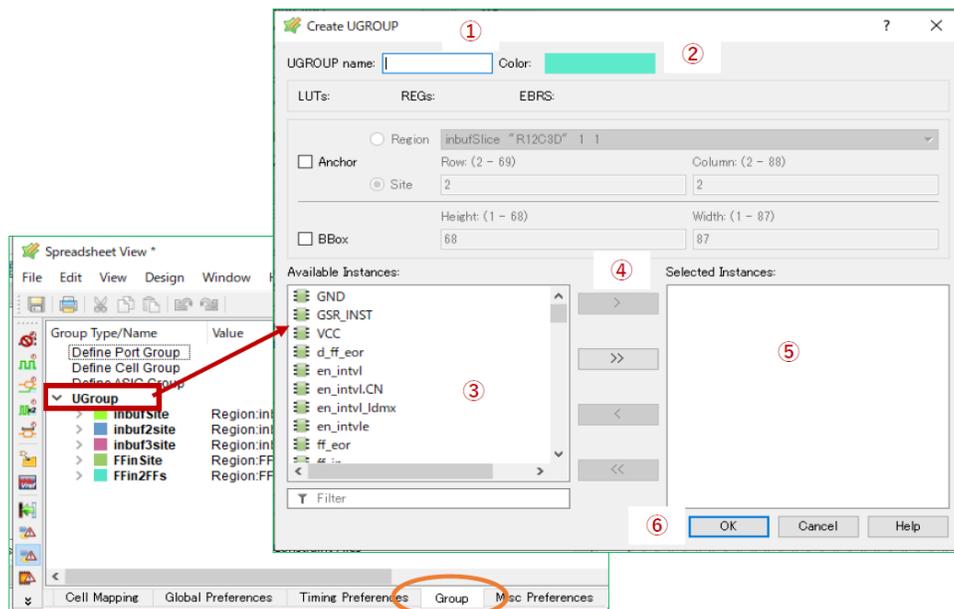
図 18-5. リージョンの定義



18.2.2 UGROUP の作成

配置指定の対象となるリソースのグループ「UGROUP」を作成するためには、論理合成 (Translate Design) プロセスまで実行した後、スプレッドシート・ビューを起動します。

図 18-6. UGROUP の作成

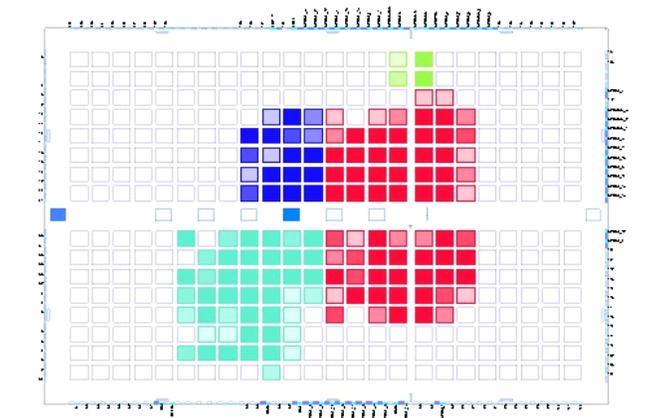


スプレッドシート・ビューの [Group] タブを選択し、"Group Type/Name" カラムの [UGroup] をダブルクリックすると "Create New UGROUP" ウィンドウが表示されます。或いは [UGroup] を選択してから右クリックし、"New UGroup" を選択しても同じです。

「UGROUP Name」セル (図 18-6 ①) に任意のグループ名を入力します。「Color」セル (図 18-6 ②) の表示色は、当該 UGROUP が配置配線後にフロアプラン・ビュー上で表示される色です。色表示部分をダブルクリックすると立ち上がるウィンドウで、色を変更することができます。

配置指定を行うリソースを「Available Instances」枠 (図 18-6 ③) の中から選択します。ここにはモジュールやレジスタ等のプリミティブのインスタンス名が表示されています。グループに入れるインスタンス名を選択し、『>』ボタン (図 18-6 ④) をクリックします。「Selected Instances」枠 (図 18-6 ⑤) に表示されているインスタンス名がグループに含まれるインスタンス名です。

図 18-7. UGROUP 指定のみの配置配線結果の例



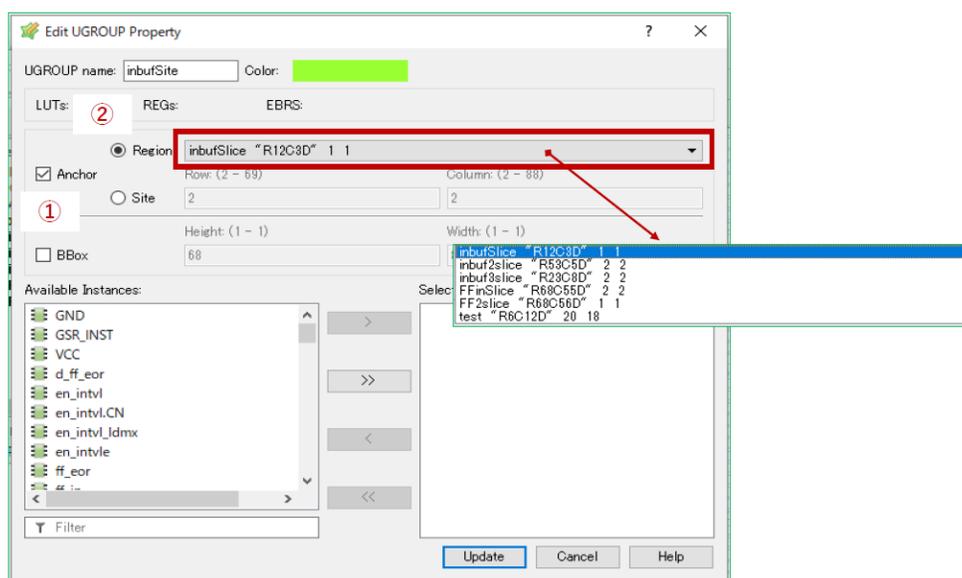
UGROUP を作成するのみの場合は、ここで『OK』 (図 18-6 ⑥) をクリックして終了します。配置位置を指定しなくても、UGROUP 指定に含まれるリソースは、相互に近接して配置されます。配置する位置指定を行う場合は、第 18.2.3 項のステップを実行後、『OK』 をクリックします。

18.2.3 UGROUP の配置指定

18.2.3.1 リージョンによる配置指定

事前にリージョンを作成していれば、配置するリージョンを選択・指定できます。UGROUP 作成時は図 18-6 の "Create UGROUP" ウィンドウで、作成後でも図 18-6 左のスプレッドシート・ビューの表示で "UGroup" セクション下にリストされている、作成済みのグループをダブルクリックすると立ち上がる "Edit UGROUP Property" ウィンドウで行います。

図 18-8. 作成済リージョンを UGROUP に指定する例



作成後に指定する例を図 18-8 に示します。まず① Anchor と② Region にそれぞれチェックを入れます。”Region”表示の右側でプルダウン操作によって作成済みリージョンを選択できるようになりますので、その中から指定します。

1つのリージョンに複数のグループの配置指定を行うこともできます。また、リージョン内のリソース数に対して配置指定を行うグループのリソースが多い場合でも、この時点ではリソース数の計算を行わないためエラーにはなりません。しかし、配置配線プロセスでエラーになりますので、リージョンへの配置指定は、事前にある程度のリソースを見積もってから行うようにします。

18.2.3.2 アンカースライス指定による配置指定

配置指定のリージョンのような完全な領域ではなく、領域の起点となる左上隅のアンカースライスを指定することによる配置指定もできます。

”Edit UGROUP Property” ウィンドウで Anchor (図 18-8 ①) と Site (図 18-8 ② Region の下) にチェックを入れます。”Site”表示の右側セルにスライス番号 (Row、Column 番号) をそれぞれ入力します。

スライス番号は、デバイス (底面ではなく) 上面から見た状態で左上隅が基準になっています。Row は横方向、Column は縦方向で、どちらも番号は必ず 2 から始まります。終わりはデバイスのサイズによって異なります。選択できる数値の範囲は ”Edit UGROUP Property” ウィンドウに表示されています。

18.2.3.3 リージョン指定とアンカースライス指定の違い

これまでに二通りの配置指定方法を説明しましたが、それぞれにはメリットとデメリットがあります。

表 18-1. 配置指定方法のメリットとデメリット

配置指定方法	メリット	デメリット
リージョン指定	配置場所が厳格で指定したリージョン内にしか配置されない	配置指定したグループのリソース数がリージョン内のリソース数より多いと配置配線でエラーになる
アンカースライス指定	リソース制限がないため配置配線でリソース不足のエラーにならない	配置場所があまり厳格ではない

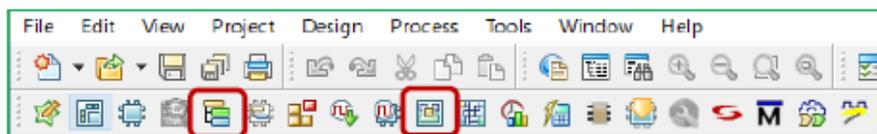
18.3 マクロの配置指定

以下のマクロは UGROUP を作成しなくても個別に配置指定を行うことができます。

- ・ PLL / DLL
- ・ EBR (ブロックメモリー)
- ・ DSP ブロック (演算回路)
- ・ PCS (SERDES) マクロ

これらのマクロの配置指定には GUI ツールのネットリスト・ビュー (Netlist View) とフロアプラン・ビューを使用します。それぞれツールバーからアイコン  と  をクリックして起動させます (図 18-9)。

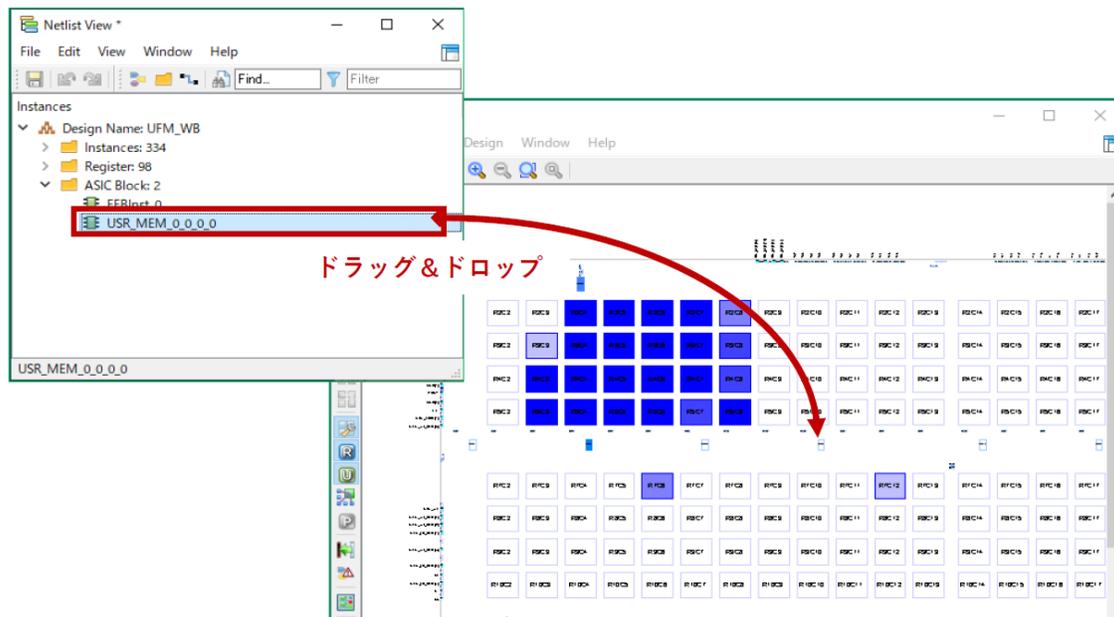
図 18-9. ネットリスト・ビューとフロアプラン・ビューの起動アイコン



マクロの配置指定には、両方を同時に表示させる必要があります。共にデタッチして独立したウィンドウとして表示させるか、表示を分割して両方が同時に表示されるようにします (操作方法の詳細は第 23 章 GUI カスタマイズをご参照ください)。

配置指定するマクロの指定はネットリスト・ビュー上で行います。ツールバーのアイコン  をクリックすると "Instances" 表示になり、インスタンスのリストが表示されます (図 18-10)。インスタンス名のリストはツリー構造になっており、マクロは "AISIC Block" ツリーを展開すると表示されます。

図 18-10. マクロの選択と配置指定例



配置指定は、ネットリスト・ビューに表示されているマクロ・インスタンスをフロアプラン・ビュー上の配置位置へドラッグ&ドロップします。マウスのドラッグ中はフロアプラン・ビュー表示は操作できませんので、あらかじめフロアプラン・ビュー上で配置する場所を決めてウィンドウ内に表示するようにしておく必要があります。ドラッグ中は、カーソル印が配置できるリソース上にある場合のみ "+" に変化します。また、ドロップが成功すると当該リソースが赤色に変化します。

一度配置したマクロの配置を変更する場合は、再度同じ方法で別の場所を指定します。フロアプラン・ビュー上で配置されているリソースをつかんで配置箇所を変更することはできません。

18.4 設計制約ファイルへの記述方法

これまでに記述したように GUI ツールによって配置指定をすると、テキスト形式の LPF 制約ファイルに書き出されます。テキストエディターで直接 LPF を編集して、配置指定の変更や追加などの編集を行うことができます。

18.4.1 UGROUP 作成の LPF 記述

UGROUP 作成の LPF 制約ファイルでの記述は以下の例のようになります。

- 記述ルール {}内は必要なインスタンス数だけ繰り返し記述
 UGROUP "任意のグループ名" {BLOCKNAME インスタンス名} ;
- 記述例
 UGROUP "grp_example"
 BLKNAME BUFAA/CNTRLAA/pr_ffowen_un1_mpuwen_0_a2
 BLKNAME BUFAA/CNTRLAA/pr_ffowen_un3_mpuwen_i
 BLKNAME BUFAA/CNTRLAA/pr_full_fall_en_un3_sr_spiwen_shift_i

```
BLKNAME BUFAA/CNTRLAA/pr_mpurdreq_shift_un2_mpurw_0_a2
BLKNAME BUFAA/CNTRLAA/pr_spirdvalid_un6_s_spirdreq_fall_i
BLKNAME BUFAA/CNTRLAA/pr_spirdvalid_un6_sr_spirdreq_rise_shift ;
```

18.4.2 リージョン作成の LPF 記述

リージョン作成の記述は以下の例ようになります。

-- 記述ルール

```
REGION "任意のリージョン名" "アンカースライス番号" PFU 数 (縦) PFU 数 (横) DEVSIZ;
(PFU はスライス 4 つより構成されています)
```

-- 記述例

```
REGION "rgn_spi" "R2C14D" 13 4 DEVSIZ;
```

18.4.3 配置指定

18.4.3.1 UGROUP のリージョンに対する配置指定

UGROUP を配置するリージョンを指定する場合は、以下のように記述します。

-- 記述ルール

```
LOCATE UGROUP "UGROUP 名" REGION "リージョン名" ;
```

-- 記述例

```
LOCATE UGROUP "grp_spiaa" REGION "rgn_spi" ;
```

18.4.3.2 UGROUP のアンカースライス指定

UGROUP を配置する領域のアンカースライスを指定する場合は、以下のように記述します。

-- 記述ルール

```
LOCATE UGROUP "UGROUP 名" SITE "基点スライス番号 (※)" ;
```

※ スライス番号の最後のアルファベットは必ず D です。

-- 記述例

```
LOCATE UGROUP "grp_mpuaa" SITE "R4C4D" ;
```

18.4.3.3 マクロの配置指定

マクロを配置する場所を指定する場合は、以下のように記述します。

-- 記述ルール

```
LOCATE COMP "マクロ名" SITE "配置場所" ;
```

-- 記述例

```
LOCATE COMP "U1_testpll/PLLInst_0" SITE "PLL3_R6C1" ;
```

18.5 RTL ソースファイル内での記述方法

Verilog HDL の場合は RTL ソースファイルで直接配置指定を行うことができます。通常は UGROUP 設定程度であり、アンカースライスや BBox 指定をすることは殆どありません。基本的に (サブ) モジュールをグループとして指定します。

以下に UGROUP 指定のみの例を示します。

Verilog HDL 例（インスタンス名は "rotate_1"）

```
rotate rotate_1 (q, reg_out, clk, r_l, rst) /* synthesis UGROUP="rot_group" */ ;
```

（以下モジュール記述）

次の例は BBox サイズとアンカー位置も HDL 内で指定する場合は。

Verilog HDL 例

```
rotate rotate_1 (q, reg_out, clk, r_l, rst) /* synthesis UGROUP="rot_group"  
HULOC="R5C10D" BBOX="5,5" BBOXTYPE="DEVSIZE" */ ;  
// pragma attribute rotate_1 UGROUP rot_group  
// pragma attribute rotate_1 HULOC R5C10  
// pragma attribute rotate_1 BBOX 5,5  
// pragma attribute rotate_1 BBOXTYPE DEVSIZE  
// pragma attribute rotate_1 hierarchy preserve
```

--- *** ---