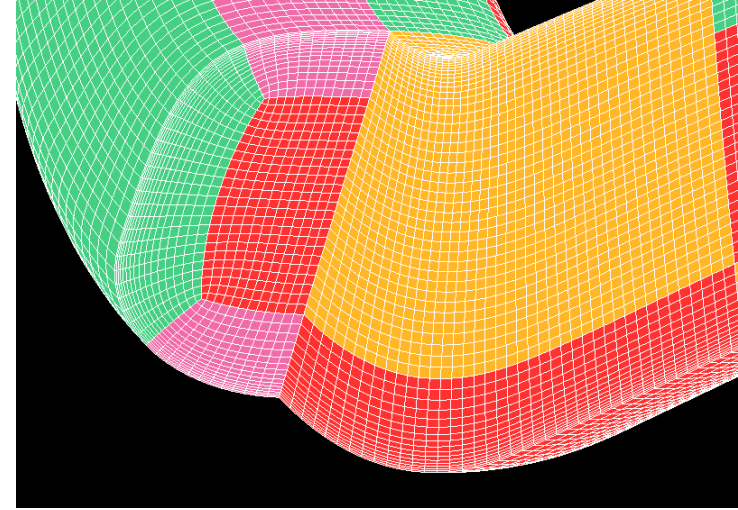
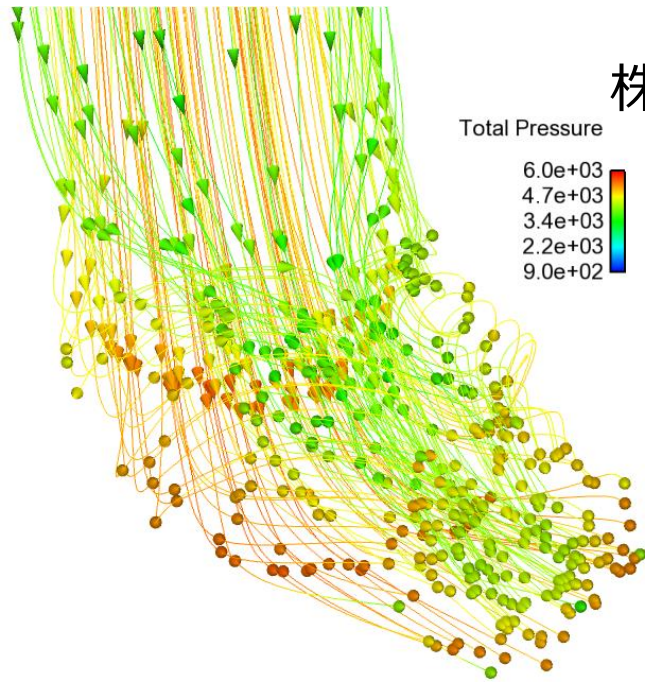


最適化計算での GridPro の活用



第1回 ダクト



株式会社 ウェーブフロント
連成問題研究部

資料の目的

- CFD を使用した最適化計算への **GridPro** の活用方法を紹介します.
- 計算は, 次の3つのソフトウェアを組み合わせて行っています.



- パラメトリックモデルの生成
- 連携するソフトウェアの実行制御
- 最適化



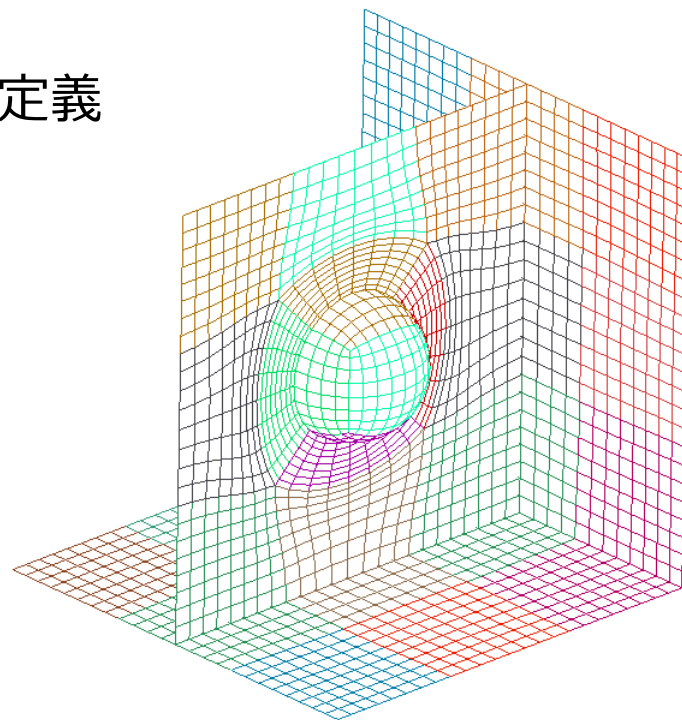
- 計算格子生成



- 流体計算
- 目的関数値の評価

GridPro の概要

- マルチブロックの構造格子ジェネレータ
- 三次元では6面体，二次元では4角形のボリュームセルを生成
- 各ブロックは「IJK」を持つ構造格子
- ユーザーは形状に対して**トポロジー**を定義
- グリッド品質はトップクラス



トポロジーについて

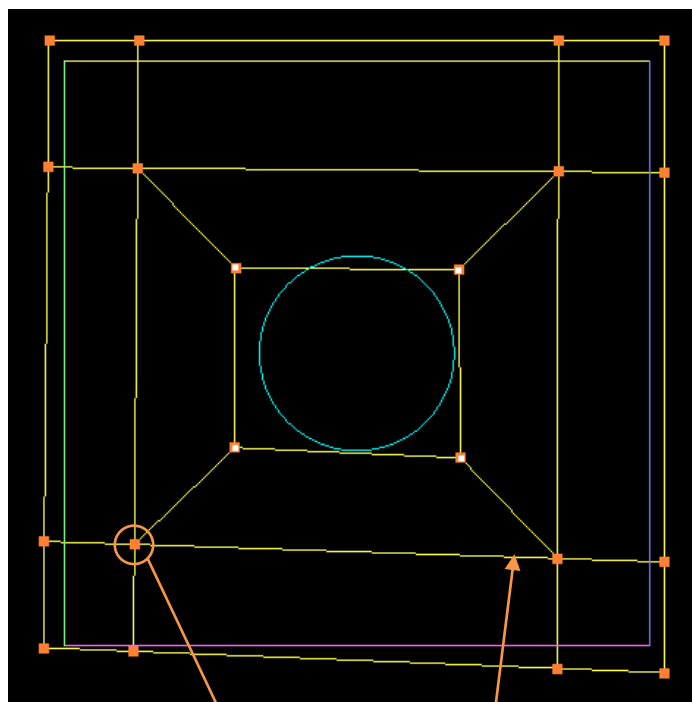
トポロジー

=

ワイヤーフレーム

+

サーフェスと点の対応関係



Corner

Edge

➤ 領域のブロック分割を定義

- 2D の場合： 四角形のブロック
- 3D の場合： 六面体のブロック

➤ 点 (Corner) と線 (Edge) で生成

トポロジーについて

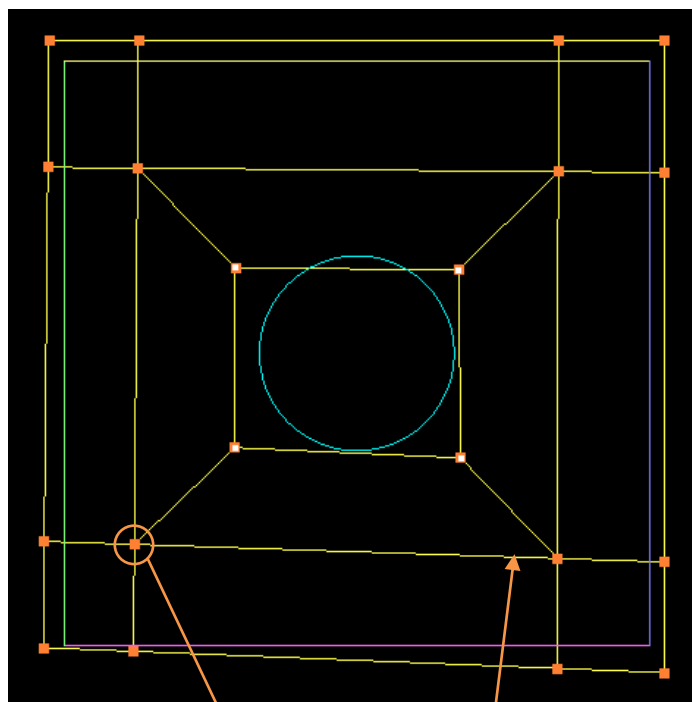
トポロジー

=

ワイヤースケルトン

+

サーフェスと点の対応関係



Corner

Edge

- それぞれの点 (Corner) がどのサーフェス上にあるのを指定

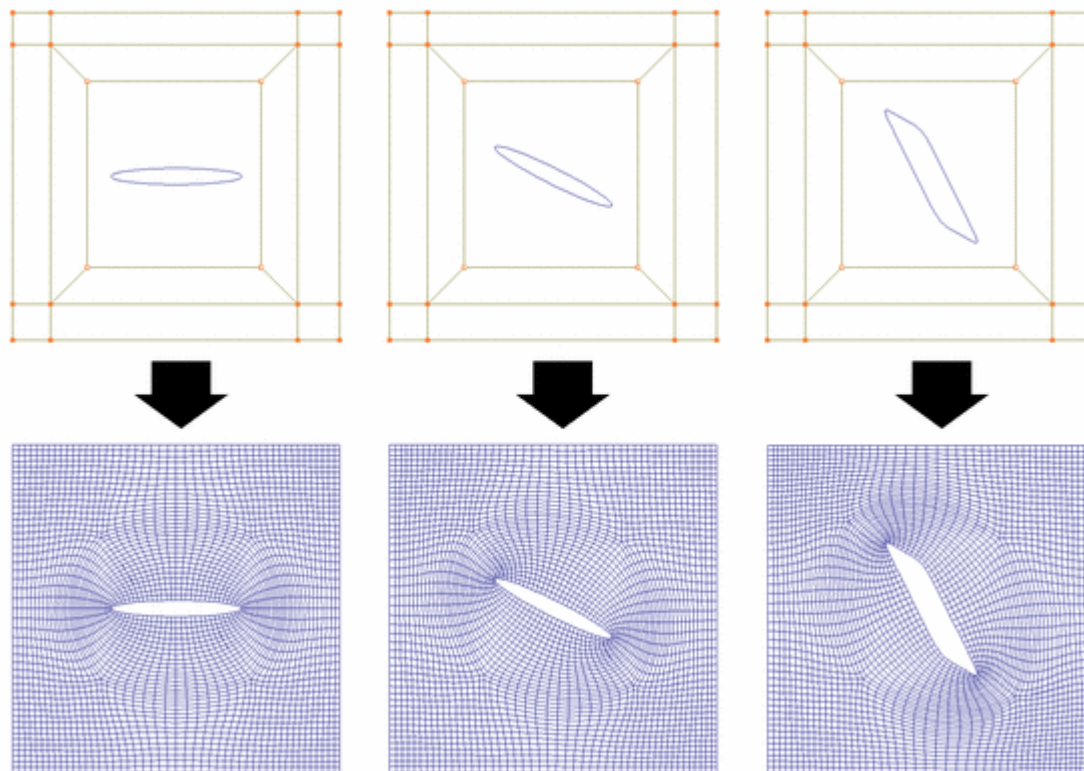
左図では、白いドットの付いている4つの点が円上を移動します。

トポロジーのメリット

トポロジーのテンプレート利用

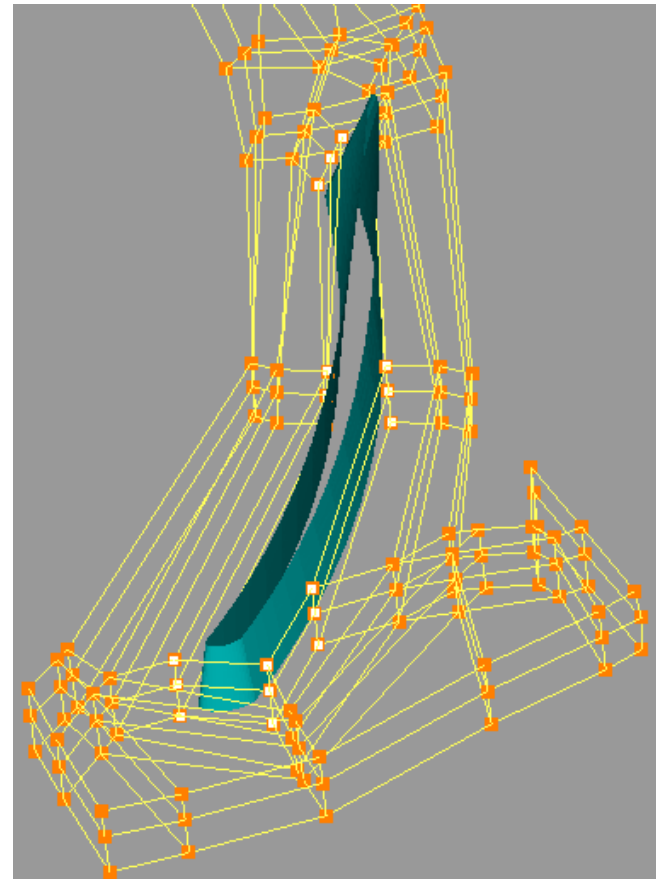
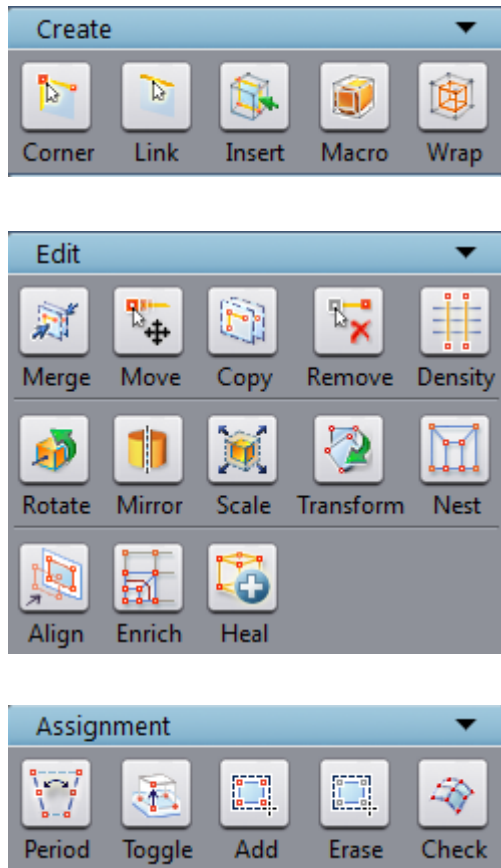
基準形状に対して準備したトポロジーを同種形状に適用することができます。

異なる形状
同一のトポロジー



トポロジーの生成ツール

- **GridPro** には、トポロジーの生成を効率的に行うためのツールが用意されています。



GridPro の最適化計算への活用

➤ **GridPro** は、次の2つの特長により、最適化計算における計算格子生成プロセスの自動化が可能です。

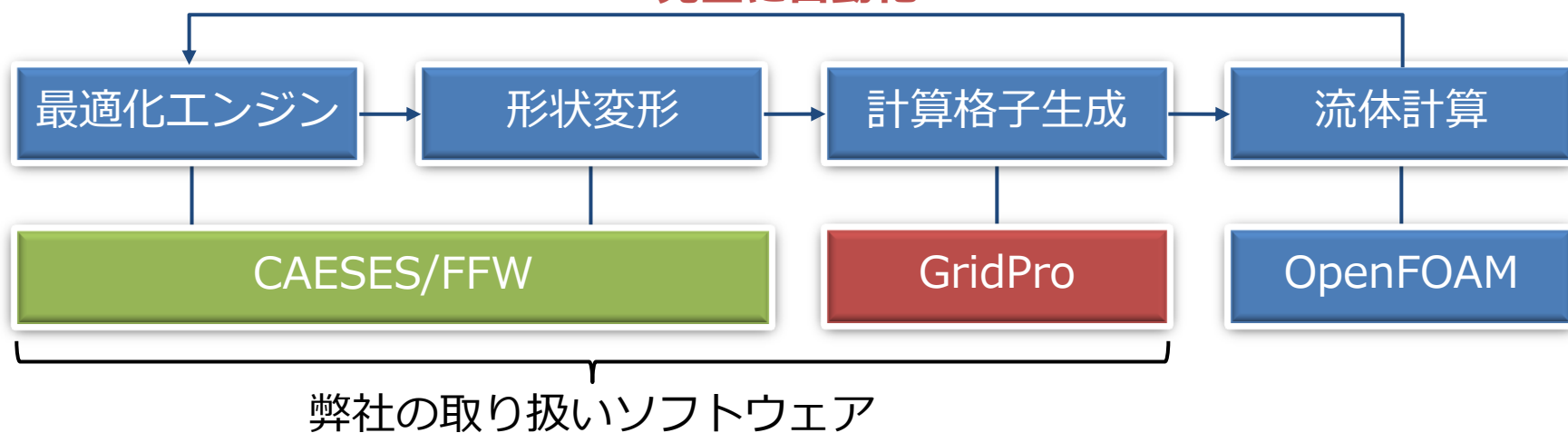
- コマンドラインからの実行が可能
- **トポロジーのテンプレート利用が可能**



- 基準形状に対して設定ファイル (~.fra, ~.sch) を準備
- 変形形状に対しても上記の設定ファイルを使用可能
- 形状データのみ入れ替え

最適化計算のフロー

完全に自動化



- **CAESES/FFW** の最適化エンジンが、パラメトリックモデルの設計変数値を変更し、変形形状を自動生成します。
- **GridPro** は、**CAESES/FFW** が出力する形状データを読み込んで、計算格子を生成し、メッシュデータを出力します。
- 最適化エンジンには、弊社で開発している **Adjoint Solver** もご活用頂けます。

問題設定

- 作動流体：20℃ の水
 - 密度 ρ ： 998.204 [kg/m³]
 - 動粘性係数： 1.0038×10^{-6} [m²/s]
- 入口と出口の断面形状は固定
- 目的関数： 入口と出口間の全圧差

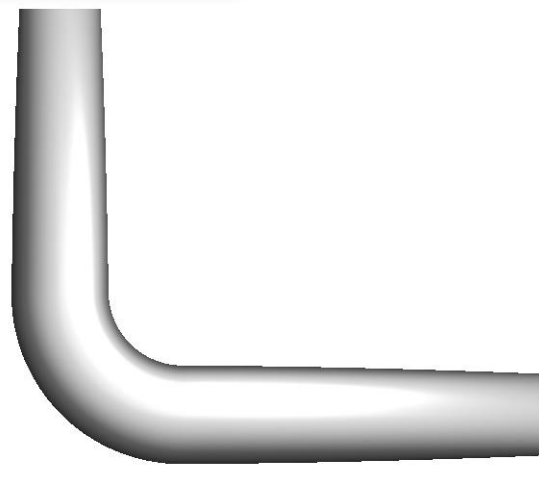
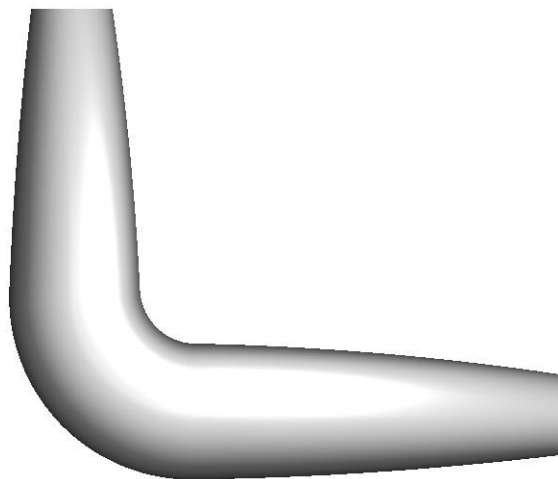
$$I = - \frac{\int_{\text{inlet}} \rho \left(p + \frac{1}{2} u^2 \right) \mathbf{u} \cdot \mathbf{n} d\Gamma}{\int_{\text{inlet}} \mathbf{u} \cdot \mathbf{n} d\Gamma} - \frac{\int_{\text{outlet}} \rho \left(p + \frac{1}{2} u^2 \right) \mathbf{u} \cdot \mathbf{n} d\Gamma}{\int_{\text{outlet}} \mathbf{u} \cdot \mathbf{n} d\Gamma} \quad [\text{Pa}]$$

p : 密度で割った圧力, \mathbf{u} : 流速, \mathbf{n} : 境界の単位法線ベクトル (計算領域外向き)

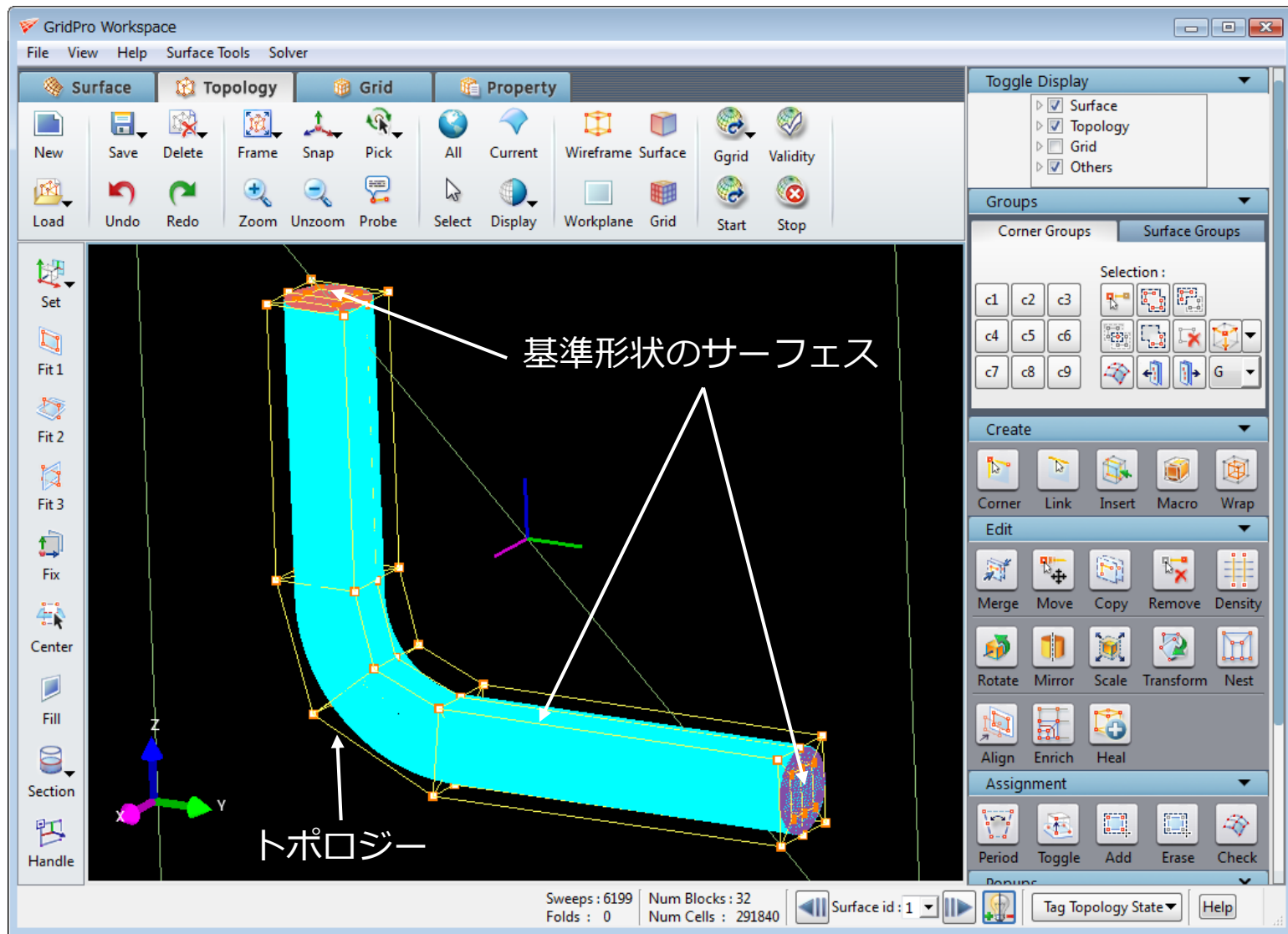
CAESES/FFW | 変形形状のサンプル

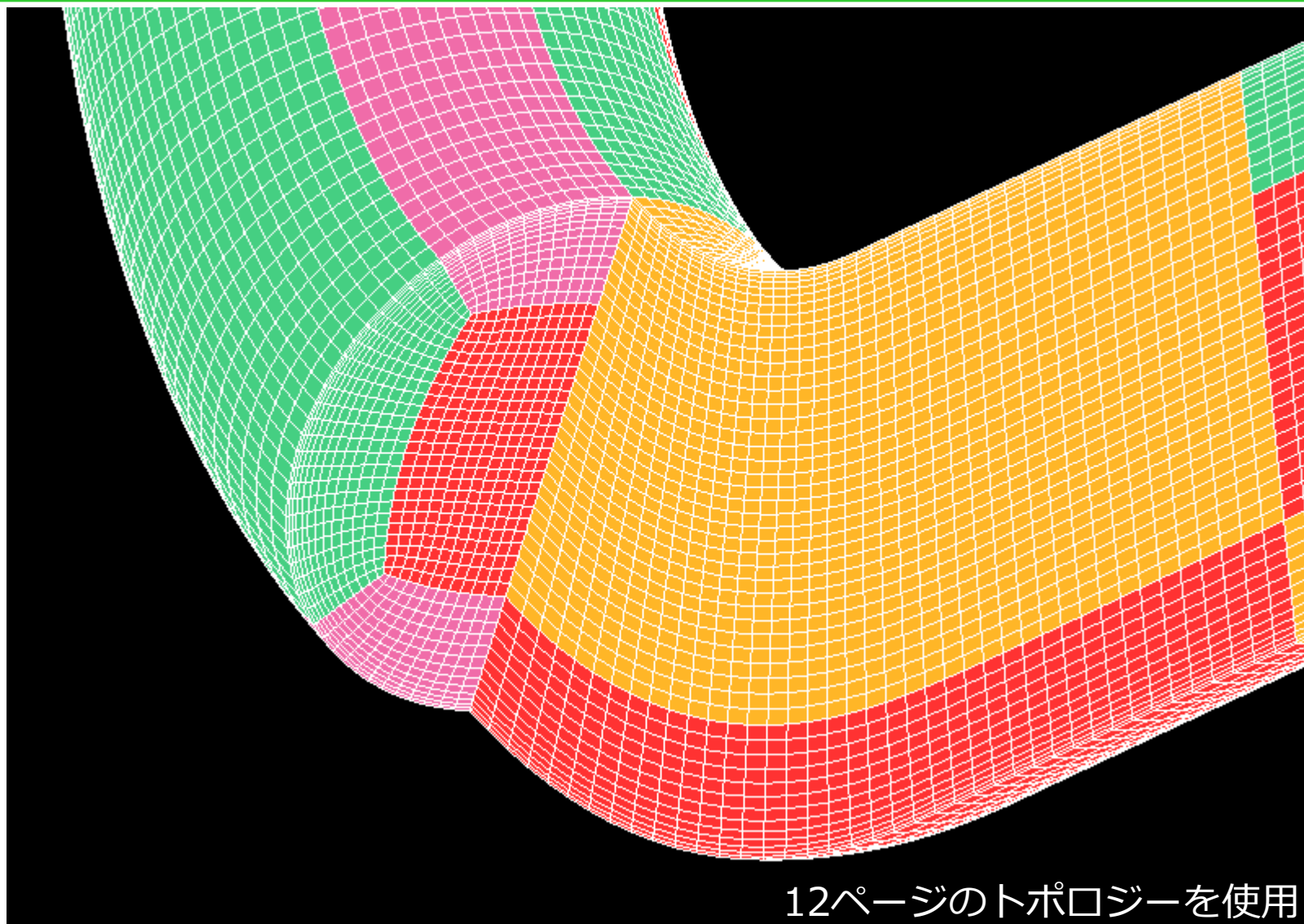


5つの設計変数による変形例



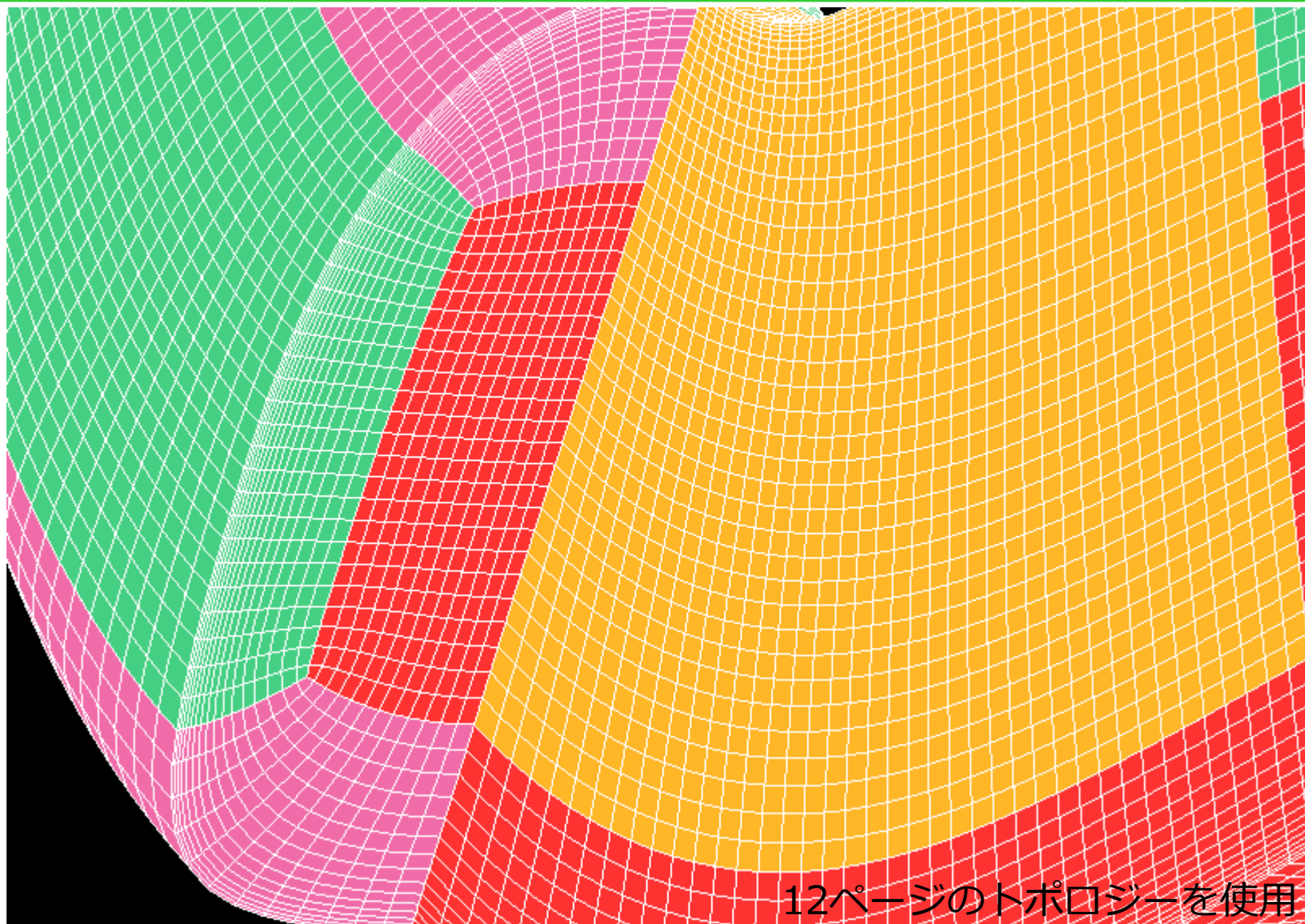
GridPro | 基準形状とトポロジー





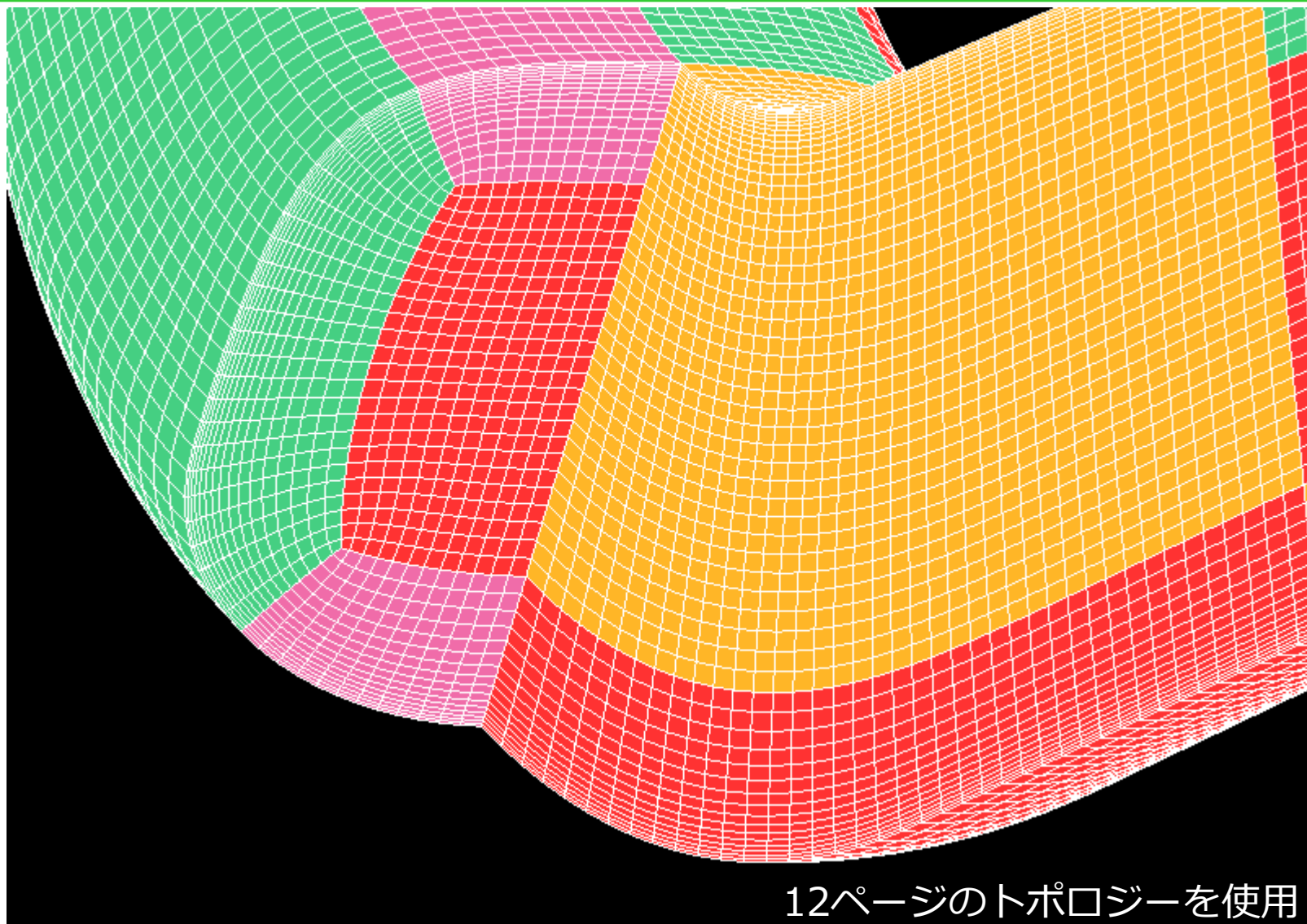
12ページのトポロジーを使用

GridPro | 変形形状の計算格子



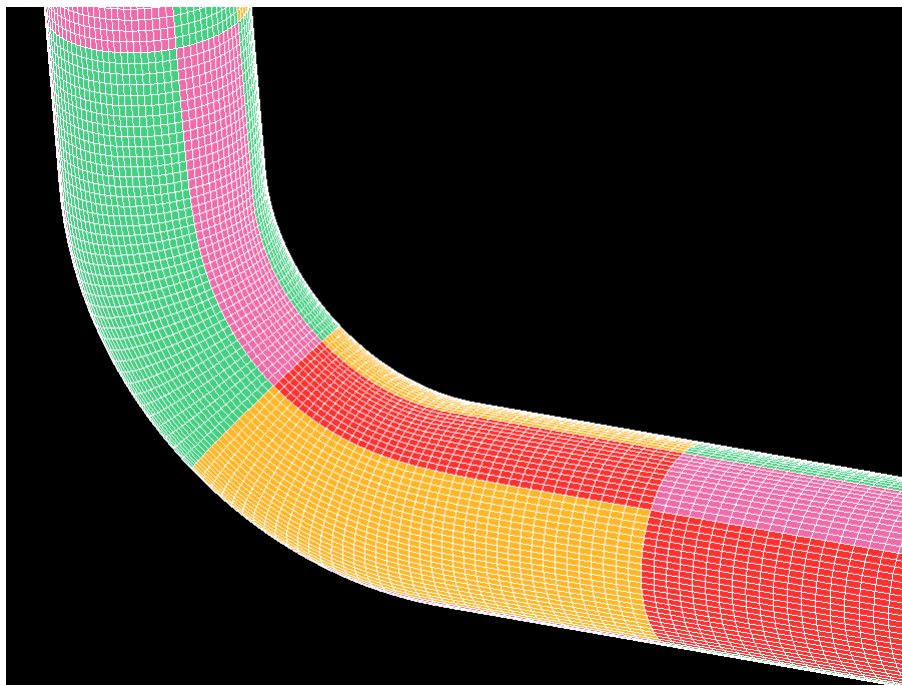
12ページのトポロジーを使用

GridPro | 変形形状の計算格子



12ページのトポロジーを使用

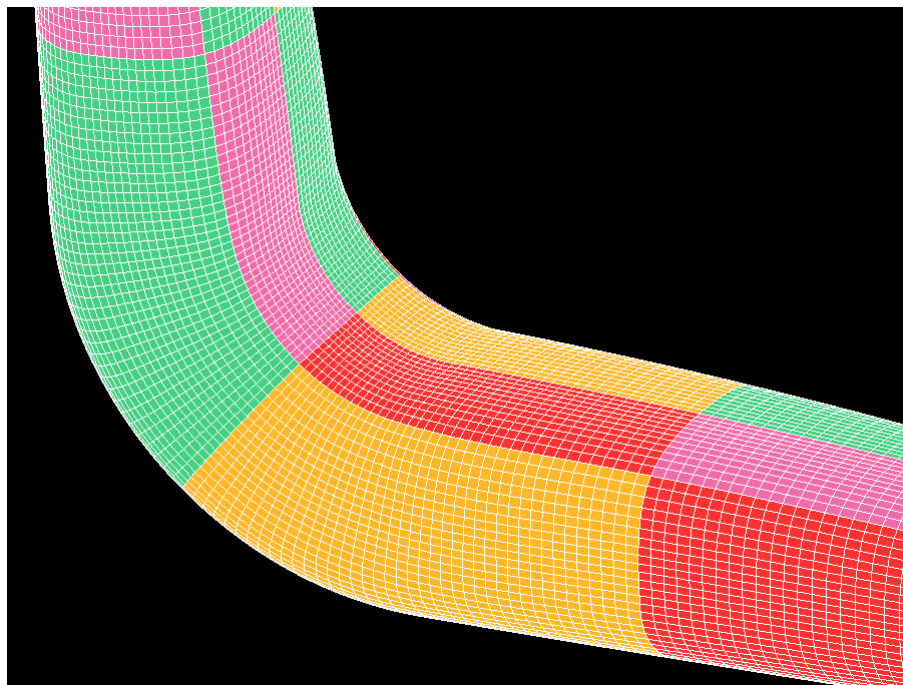
最適化の結果 | 計算格子の比較



基準形状 (baseline)
921.1 [Pa]

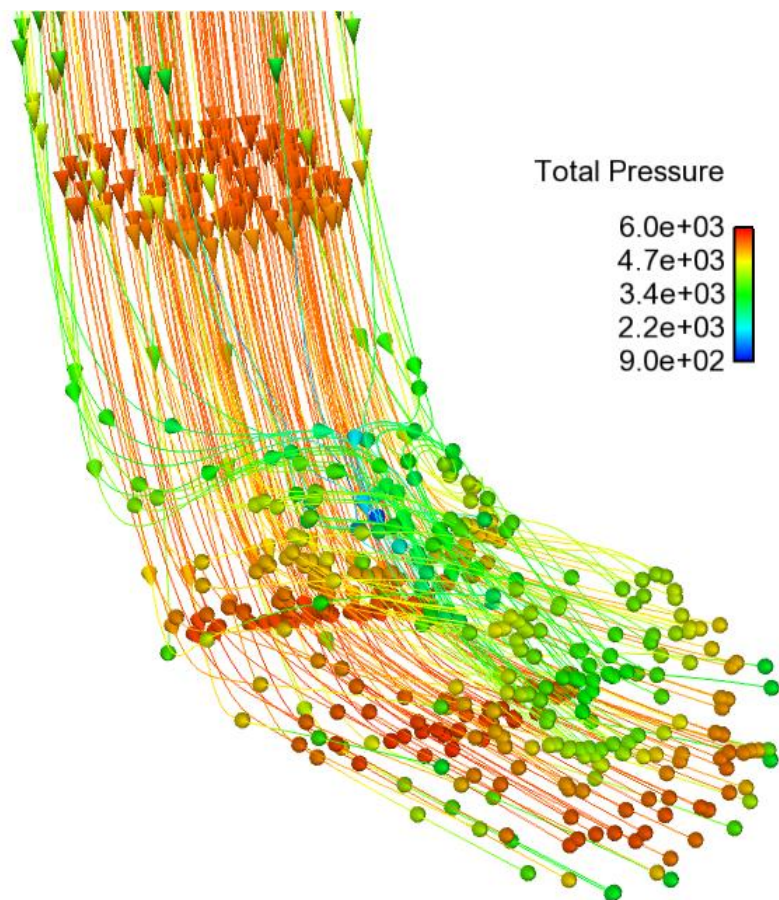


約 55% 減少

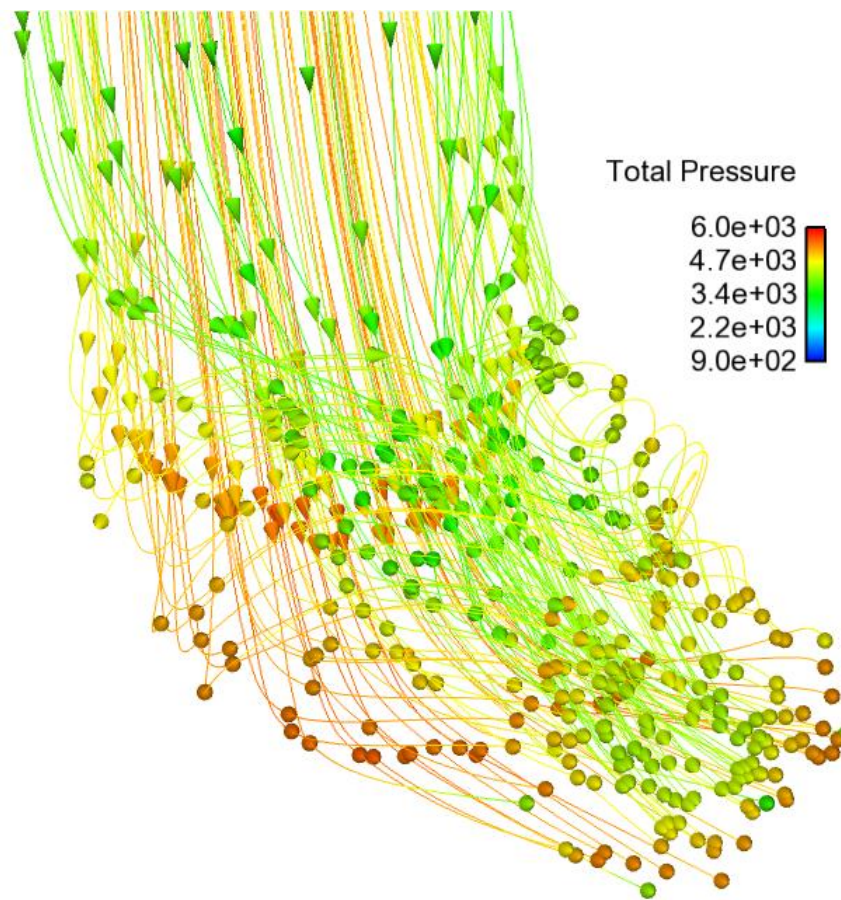


最適形状
418.0 [Pa]

最適化の結果 | 流線

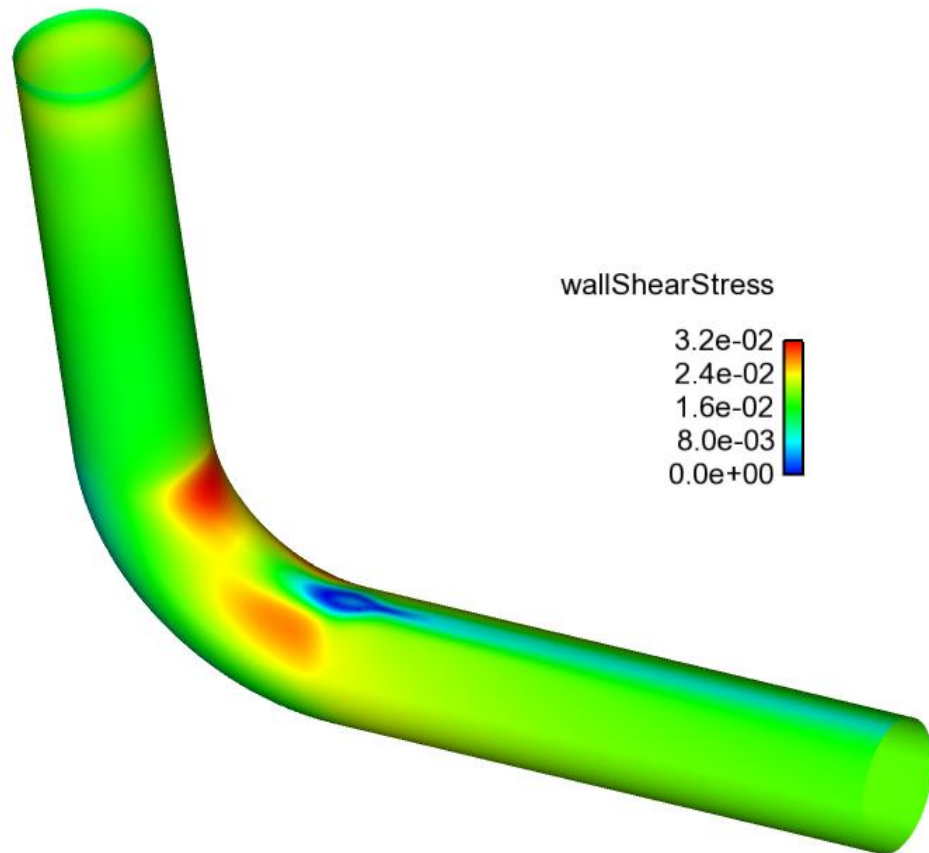


基準形状 (baseline)



最適形状

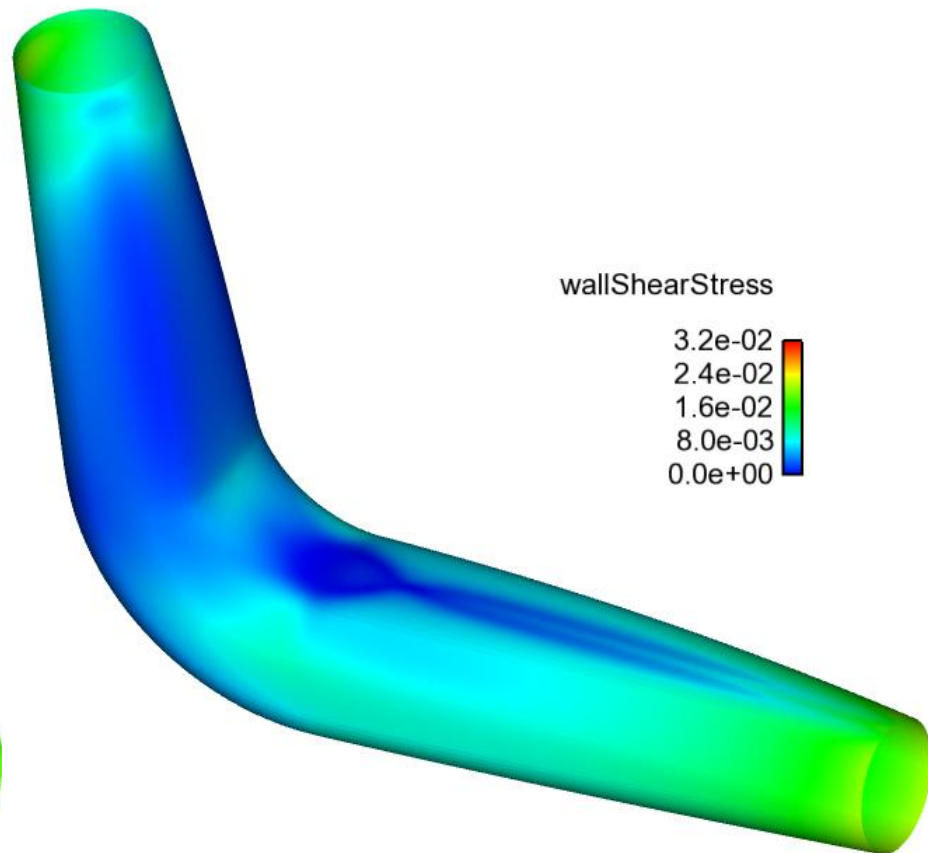
最適化の結果 | 壁面せん断応力



wallShearStress

3.2e-02
2.4e-02
1.6e-02
8.0e-03
0.0e+00

基準形状 (baseline)



wallShearStress

3.2e-02
2.4e-02
1.6e-02
8.0e-03
0.0e+00

最適形状

まとめ

- **GridPro** は、CFD を使用した最適化計算用のグリッドジェネレータとしてご活用頂けます。
- 基準形状に対してトポロジーを定義すれば、変形形状にも同じトポロジーを適用できます。
 - 変形形状に対しても同一の設定ファイルを使用可能です。
 - 形状データを入れ替えるだけです。

**GridPro, CAESES/FFW を
よろしくお願い致します。**