

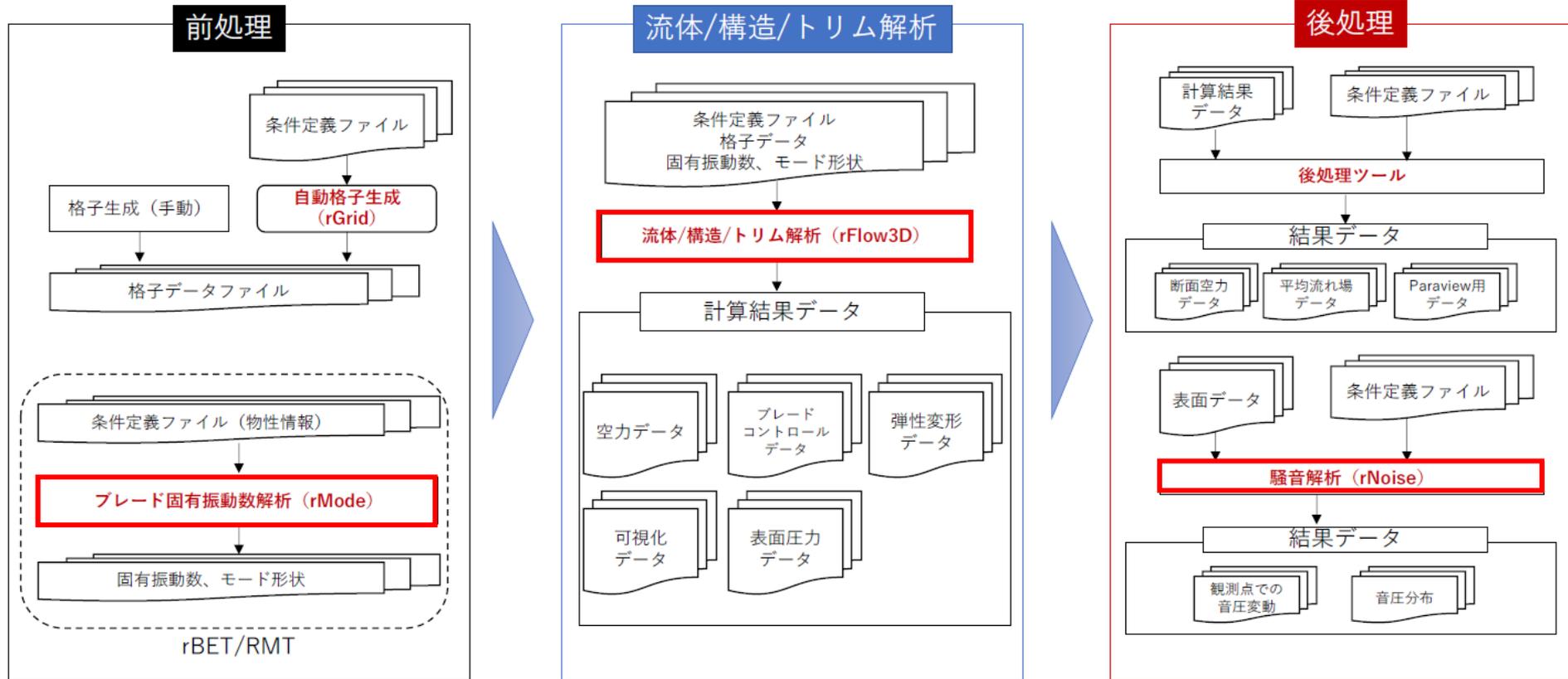
# rGrid

## ~rFlow3D用自動格子生成ツール~

国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構  
航空技術部門 航空環境適合イノベーションハブ  
回転翼機高速化技術チーム  
木村 桂大

# rFlow3Dの機能一覧

ブレードの物性値（質量、剛性分布など）から弾性変形のモードを予測する：rMode  
 弾性変形の考慮や飛行条件の模擬（トリム）機能を備えたCFDソルバー：rFlow3D  
 CFDで得られた圧力分布等から音の伝播を予測する騒音解析ツール：rNoise



# 前処理・後処理のサポート

rFlow3Dは流体解析・構造解析・音響解析と多くの機能を持ち、幅広い解析が可能

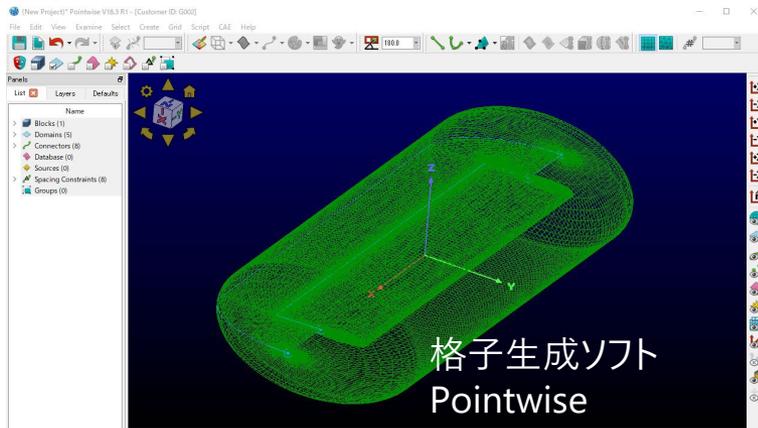
ただし・・・

CFD解析には、別途**格子生成・可視化ソフト**が必要（Pointwise, tecplotなど。高価！）

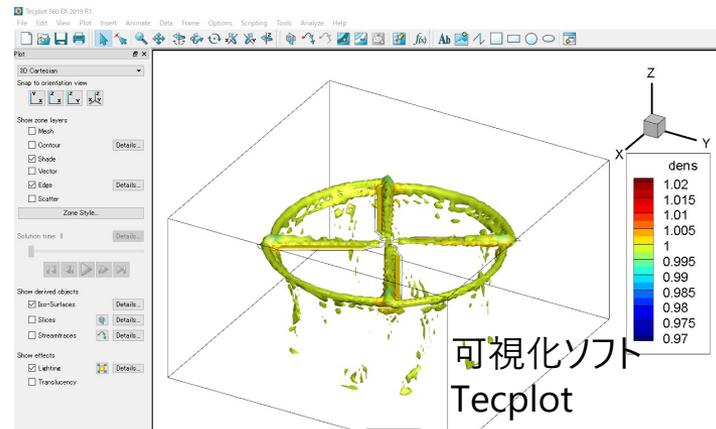
(1) **専用格子生成ツール（rGrid）**の開発

(2) フリーの可視化ソフトへの対応

により導入障壁を低く・使いやすく



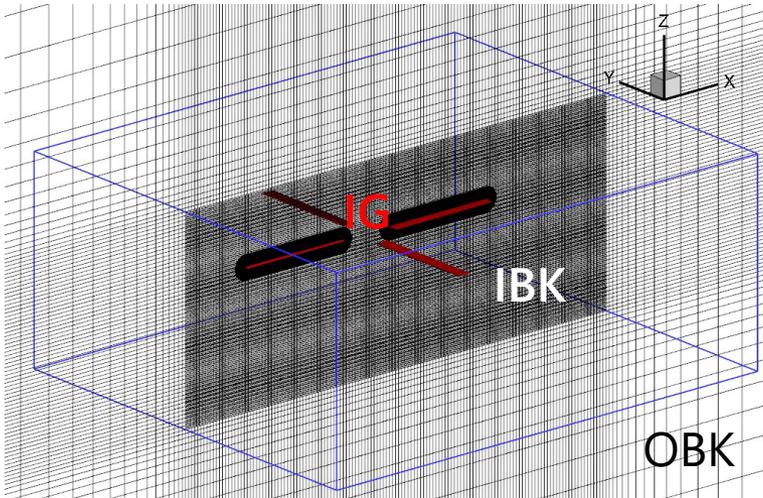
専用自動格子生成  
ツール rGrid



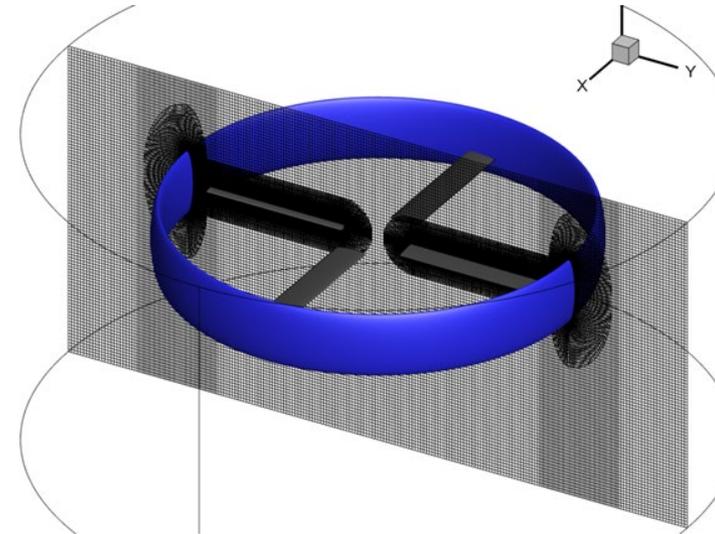
フリー可視化ソフト  
paraview

# rGridによる格子作成例

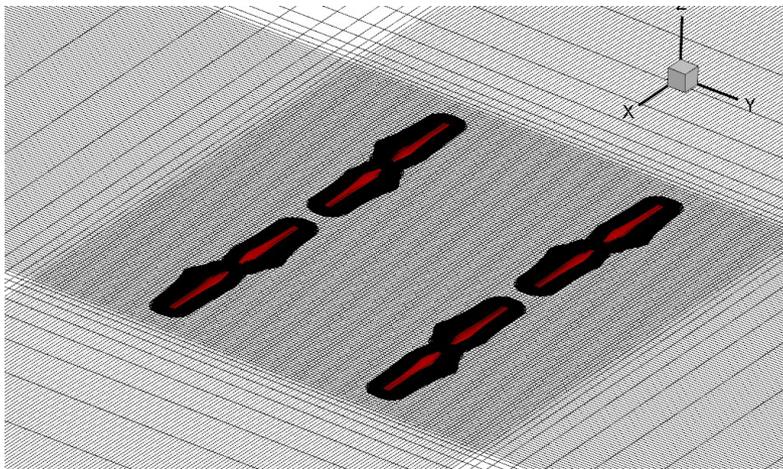
## ✓ ヘリコプター



## ✓ ダクトドロータ

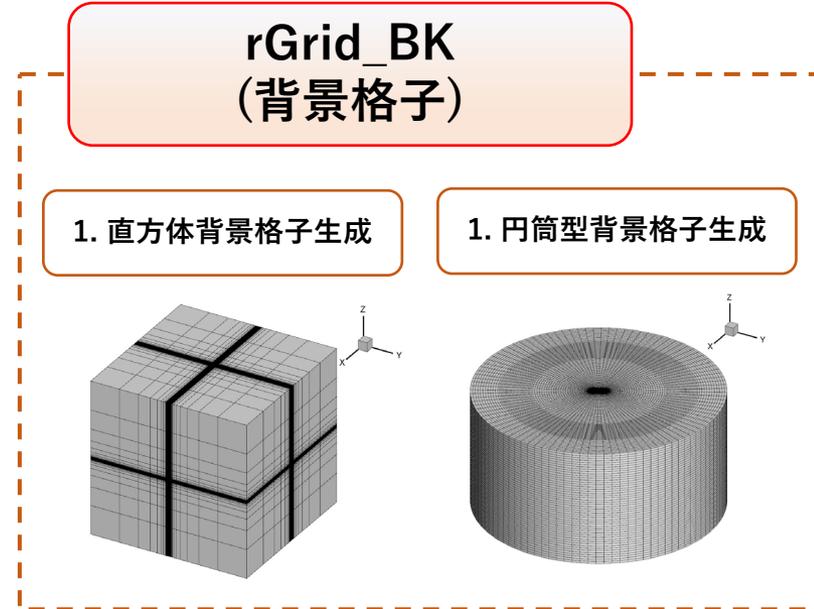
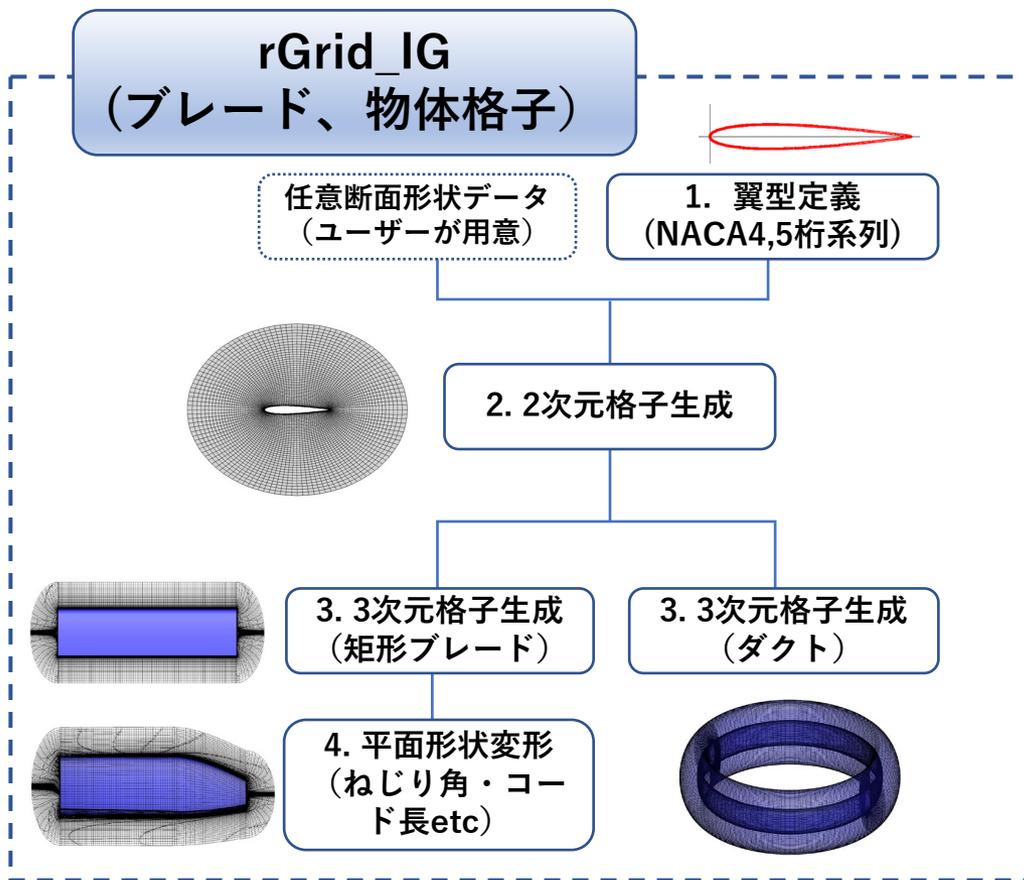


## ✓ ドローン



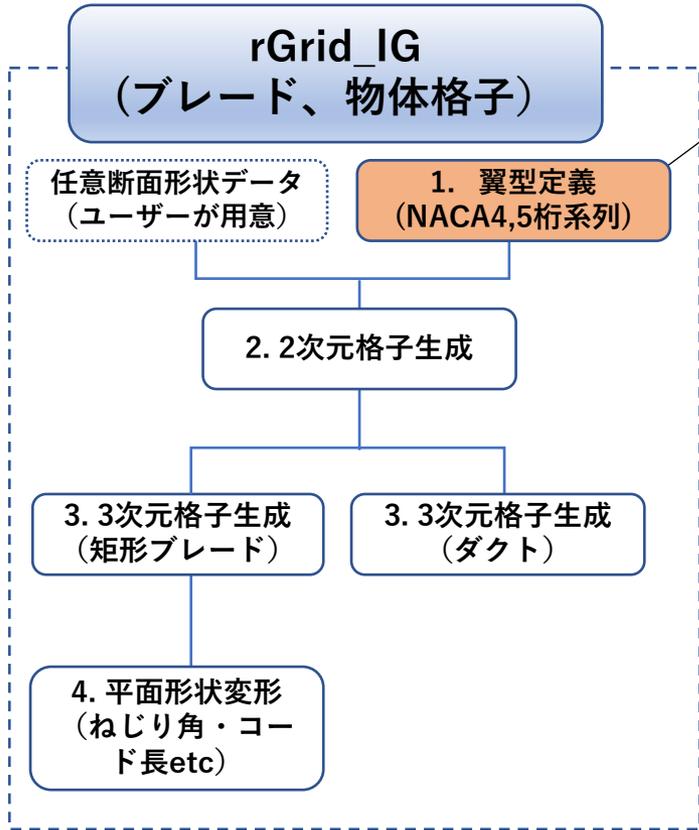
- ✓ rFlow3Dでは重合格子系のセットを扱う
- ✓ rGridでは
  - 外側背景格子 (OBK)
  - 内側背景格子 (IBK)
  - ブレード格子/ダクト格子 (IG)
 が作成可能
- ✓ 胴体格子は現状作成不可

# rGrid機能一覧



✓ 物体周りの格子を作成するIGファミリーと背景格子を作るBKファミリー

# rGrid\_IG : 翼型定義

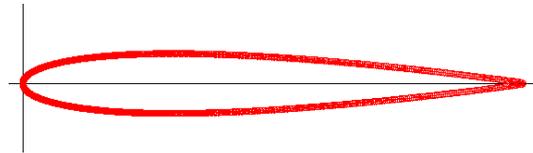


NACA4digits.exe, NACA5digits.exe

```

    NACA4digits
    File Edit View State Window Help
    Graphic1
    INPUT NUMBER OF POINTS ON WING SURFACE (<= 1001) :
    1001
    INPUT NACA 4-DIGITS SERIES WING PARAMETERS
    INPUT (MAXIMUM THICKNESS)/CHORD T (0.12?) :
    0.12
    INPUT (MAXIMUM ORDINATE OF MEAN LINE)/CHORD M (4412=>0.04) :
    0
    INPUT CHORDWISE POSITION OF MAXIMUM ORDINATE P (0.4?) :
    0
    input x-dist. factor m(=2.0?) :
    1.8
  
```

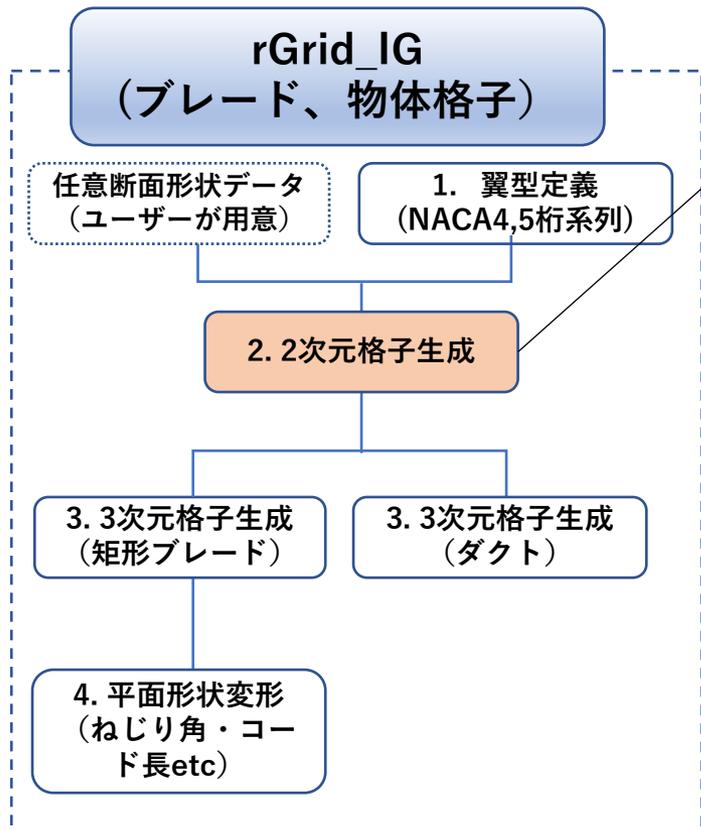
操作画面



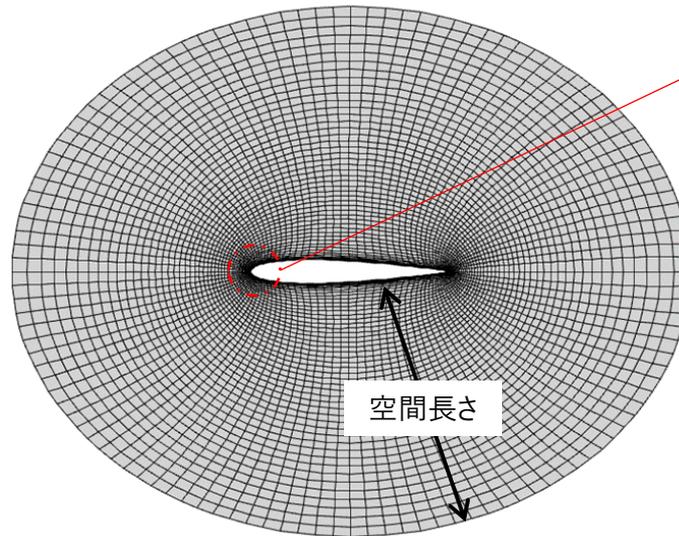
出力例  
(NACA0012)

- ✓ NACA0012、NACA23012などの4桁、5桁の番号の情報から翼型の点群データを出力するモジュール
- ✓ NACA系列以外の翼型形状についても点群データを準備すれば以降の格子生成ツールの利用が可能

# rGrid\_IG : 2次元格子生成



OH2D\_Gridgen.exe

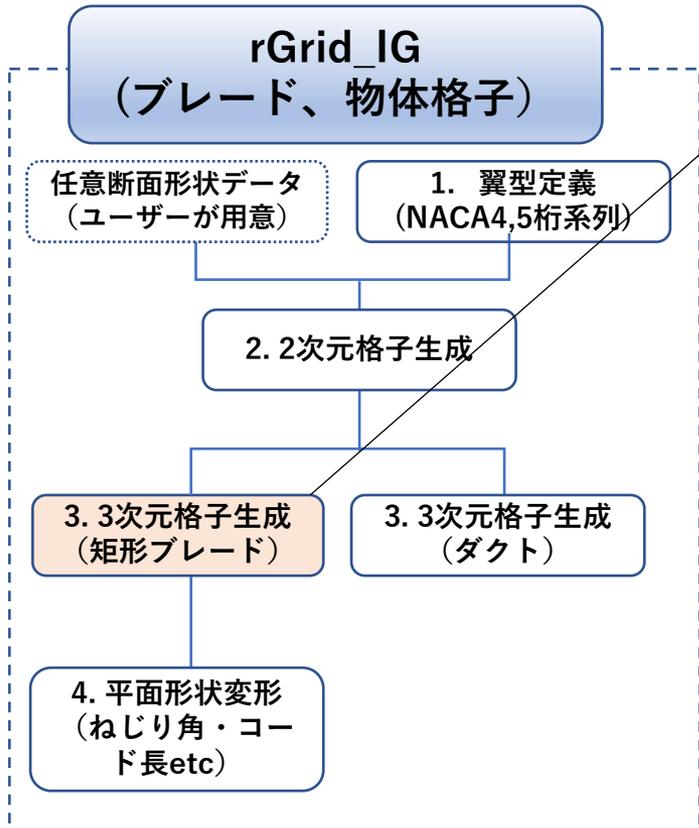


2次元格子外観

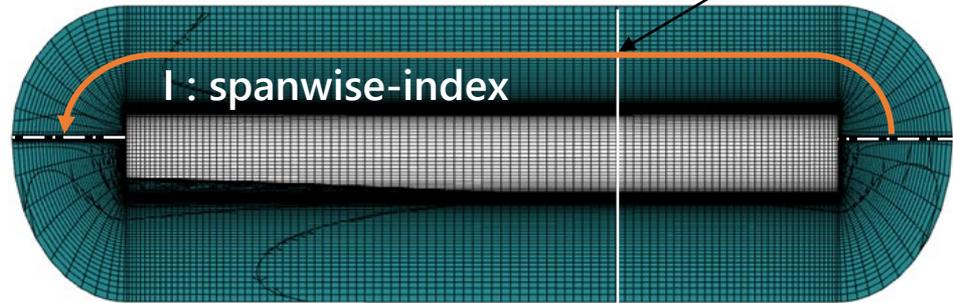


- ✓ 用意した翼型形状・断面形状データから2次元格子を作成
- ✓ 物体周りの空間長さや格子幅について設定可能 (これらのパラメータの設定についてもカリキュレーターの用意あり)

# rGrid\_IG : 3次元格子生成 (ブレード)



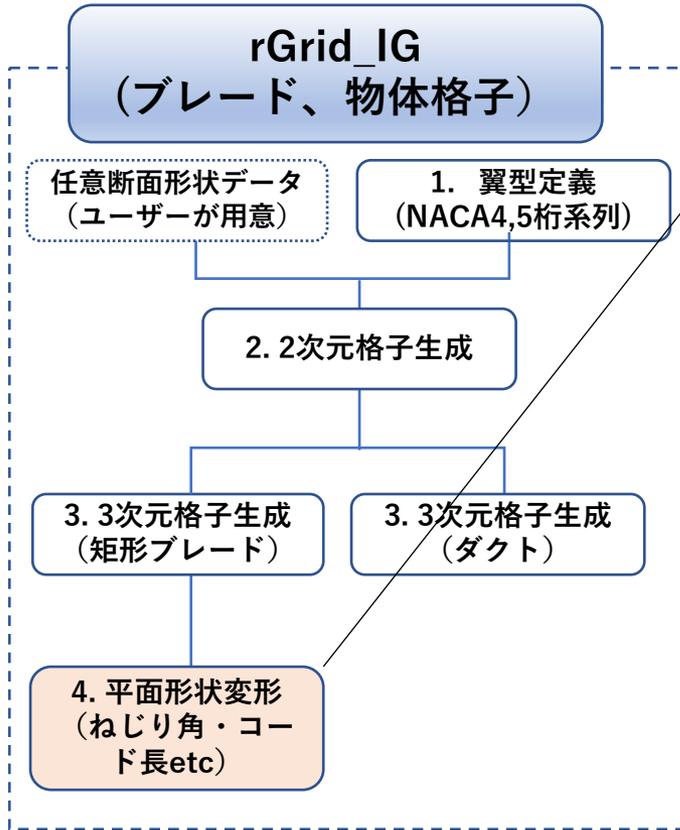
SOH3D\_Gridgen.exe



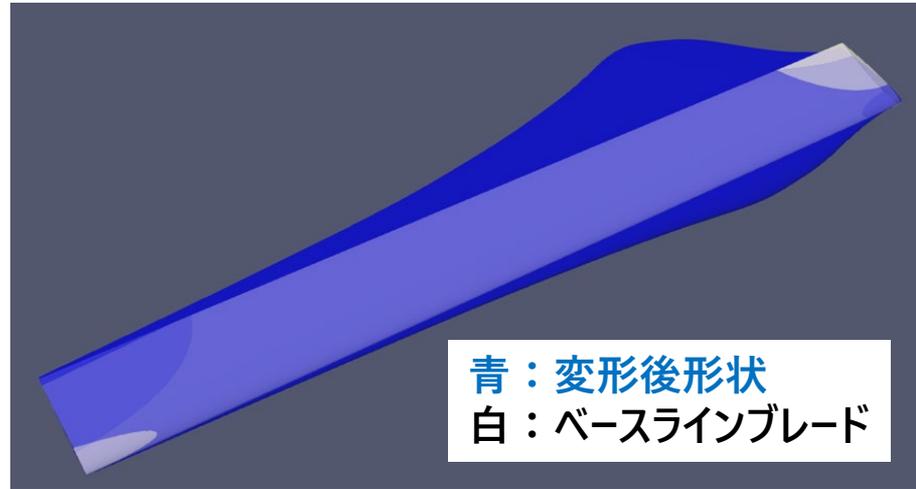
3次元格子 (ブレード) 外観

- ✓ 2次元格子をスパン方向に並べていくことで3次元格子を作成
- ✓ 翼端・翼根は特異点 (線) に集まるように成長
- ✓ 格子点数や翼端・翼根周りの格子解像度を調整可能

# rGrid\_IG : 平面形状変形

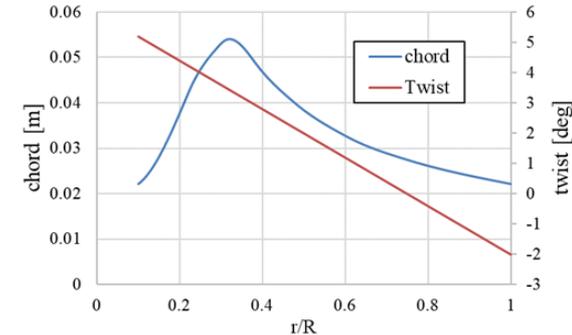


## Blade\_Modification.exe



変形ツール使用例

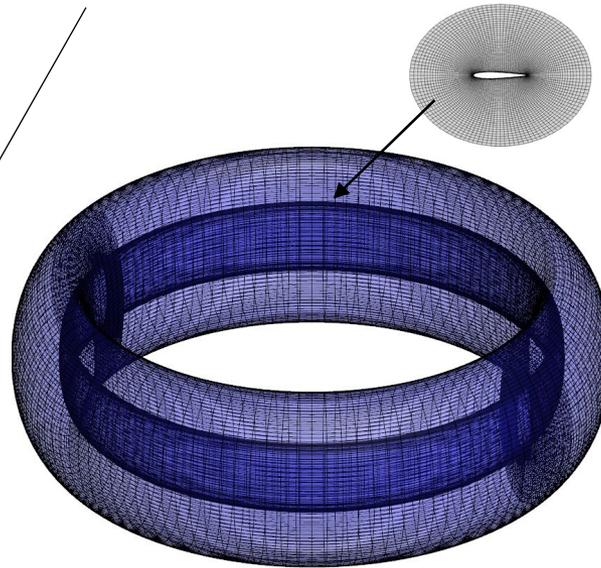
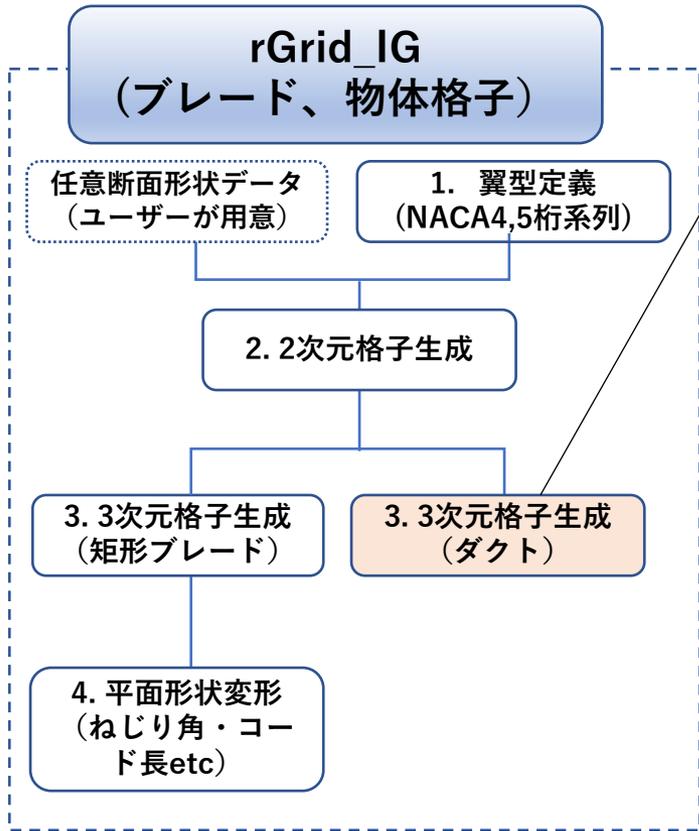
- ✓ 4種類の変形モード
  1. ねじり角 (スプライン・線形)
  2. コード長 (スプライン・線形)
  3. 前進角・後退角
  4. 上反角・下反角
  
- ✓ ブレード格子の合成機能 (ex. 根本はNACA0012で翼端はNACA23012なども作れる)



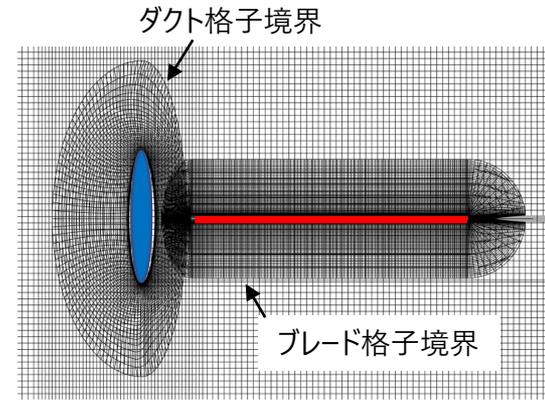
使用例のコード長・ねじり角分布

# rGrid\_IG : 平面形状変形

SOH3D\_Gridgen\_ducted.exe



ダクト格子外観



重合領域の調節

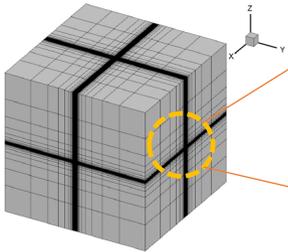
- ✓ 3次元格子作成の派生形。2次元格子を円周方向にスイープすることで任意断面形状をもつダクト格子を作成
- ✓ 重合領域の調整可 (CFD解析手法からくる要求)

# rGrid\_BK : 直方体背景格子

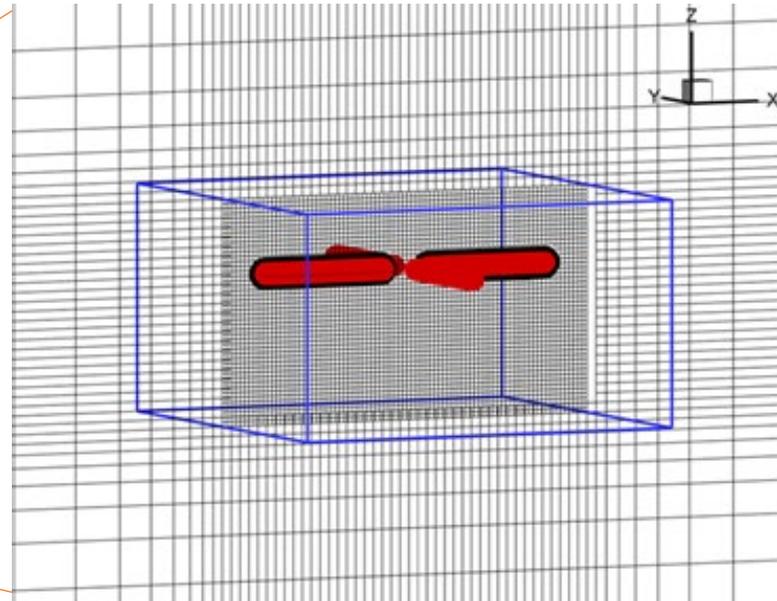
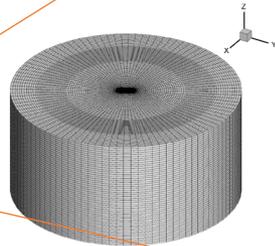
BK\_cubic\_Gridgen.exe

rGrid\_BK  
(背景格子)

1. 直方体背景格子生成



1. 円筒型背景格子生成



格子セット例 (OBK + IBK + ブレード)

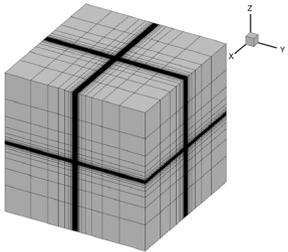
- ✓ 解析上の要求から、広範囲の領域を持ち、なおかつ局所的に解像度の高い領域を持つ背景格子が必要
- ✓ ブレード存在領域周辺に格子を寄せる幅寄せ機能付
- ✓ xyz方向それぞれの長さや点数、幅寄せ具合をパラメータとして自動生成

# rGrid\_BK : 円筒型背景格子

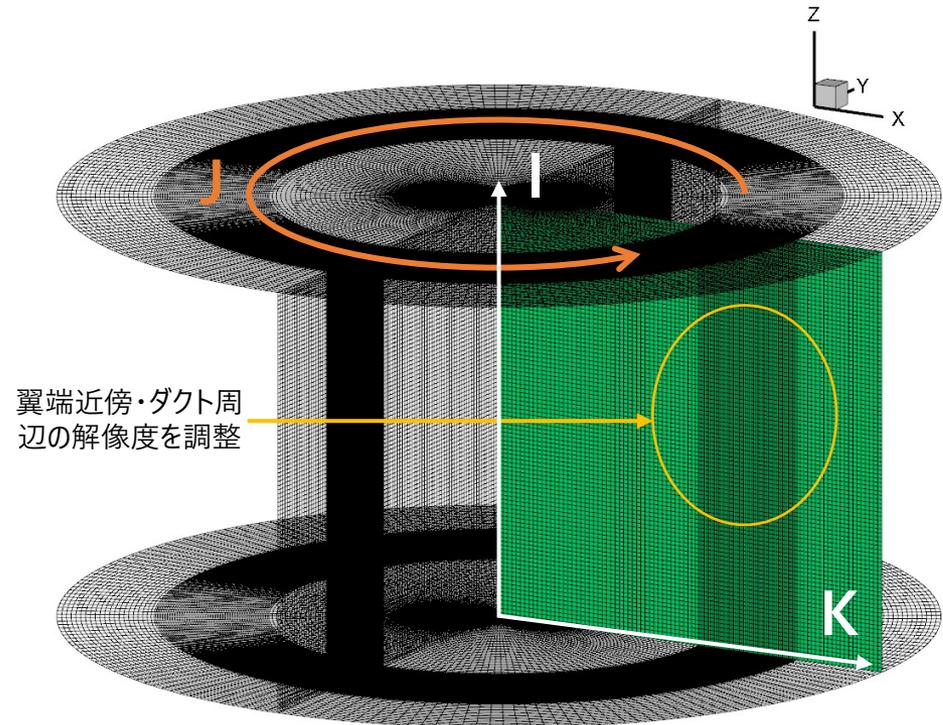
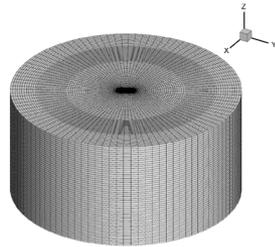
BK\_cylinder\_Gridgen.exe

rGrid\_BK  
(背景格子)

1. 直方体背景格子生成



1. 円筒型背景格子生成



翼端近傍・ダクト周  
辺の解像度を調整

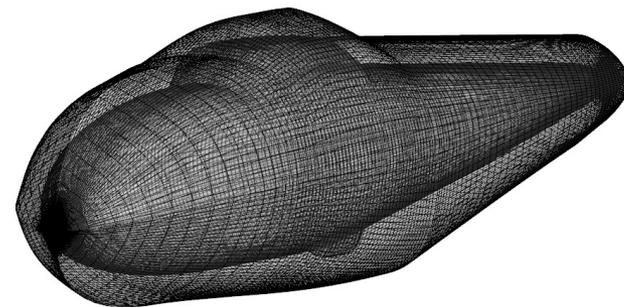
- ✓ ホバリング解析など円周方向に周期性のある条件に適する
- ✓ 半径方向の幅寄せ機能により、例えばダクト周辺の解像度だけを高めるなどの調整が可能

# まとめ

- ✓ rFlow3D用自動格子生成ツール“rGrid”を開発、機能拡張中
- ✓ rFlow3Dを利用する場合はもれなく付属
- ✓ ダクトドロータを含む幅広い条件の回転翼解析が自動生成で可能
- ✓ トライ&エラーを繰り返す（≒格子を作り直す）CFD解析において、多くの手間を削減可能（再現性・利便性UP）

## 今後の課題

- ✓ 胴体格子の自動生成（トポロジー上はブレード格子と同様に作成可能）



# ご清聴ありがとうございました

