

# FEM構造解析の理論

## (1) 支配方程式 *強形式、偏微分方程式と境界条件*

- ・つりあい方程式(運動量保存)
- ・ひずみ-変位関係式
- ・応力-ひずみ関係式(構成式)
- ・幾何学的境界条件
- ・力学的境界条件

## (2) 定式化 *弱形式、領域積分*

仮想仕事の原理(=重み付き残差法)

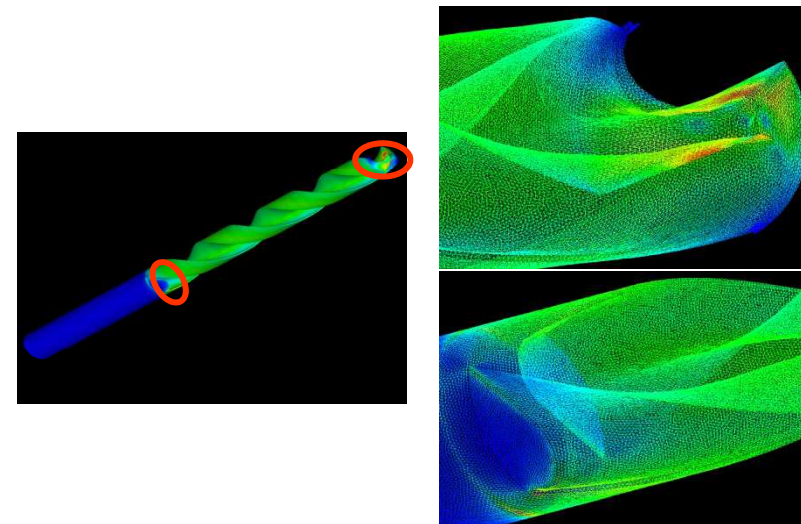
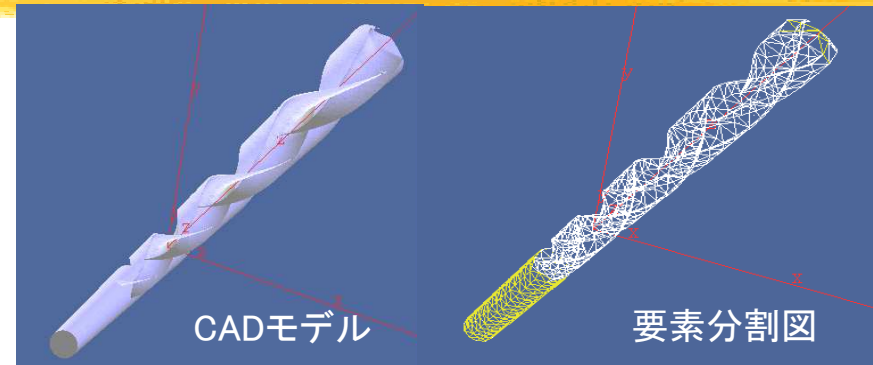
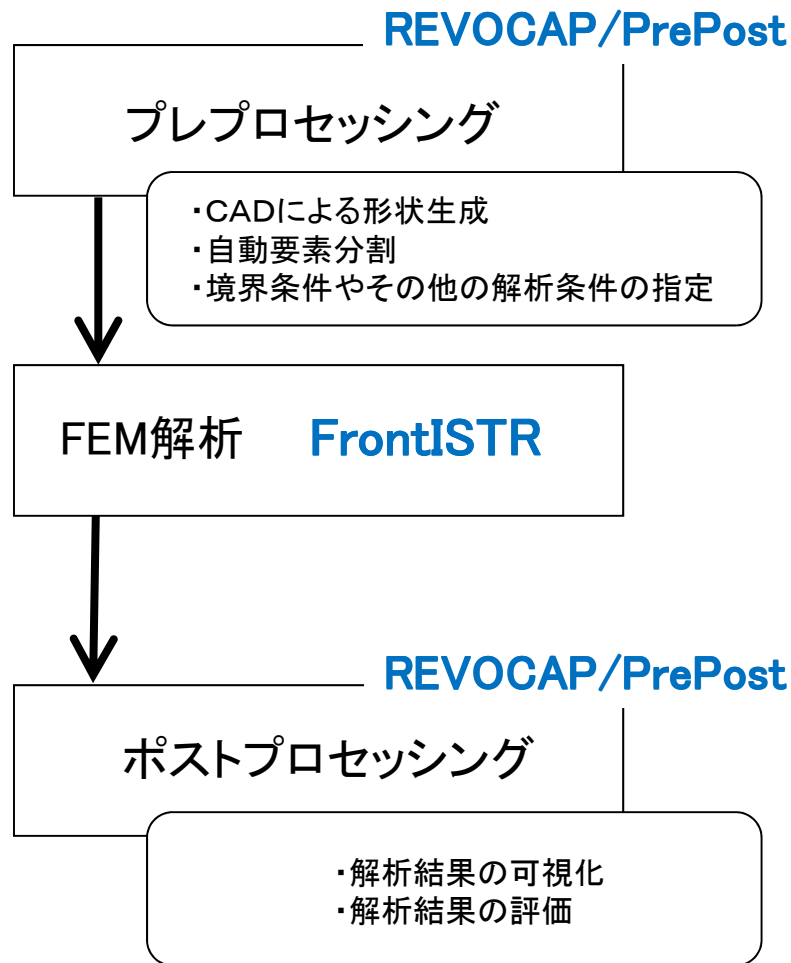
## (3) 離散化 ←FEM *領域積分を要素ごとの積分の和で表す*

節点変位を未知数とする剛性方程式  $[ K ] \{ u \} = \{ f \}$

## (4) 剛性方程式の求解

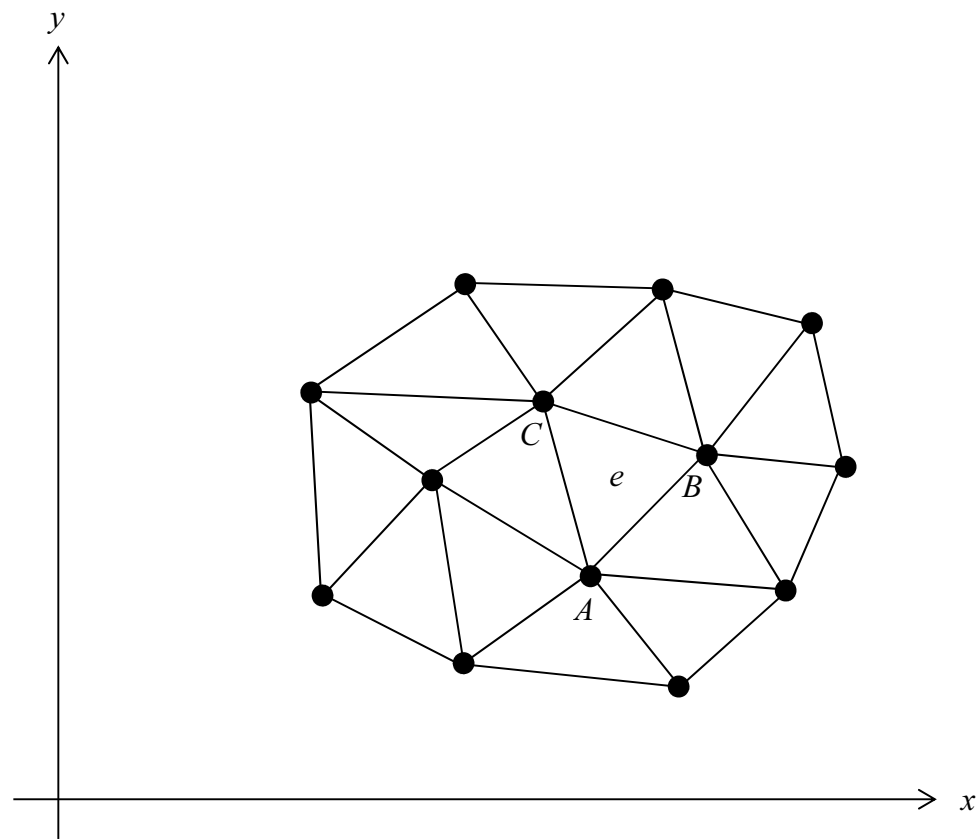
直接法ソルバー、反復法ソルバー

# CAE (Computer Aided Engineering) FEM構造解析システムの流れ

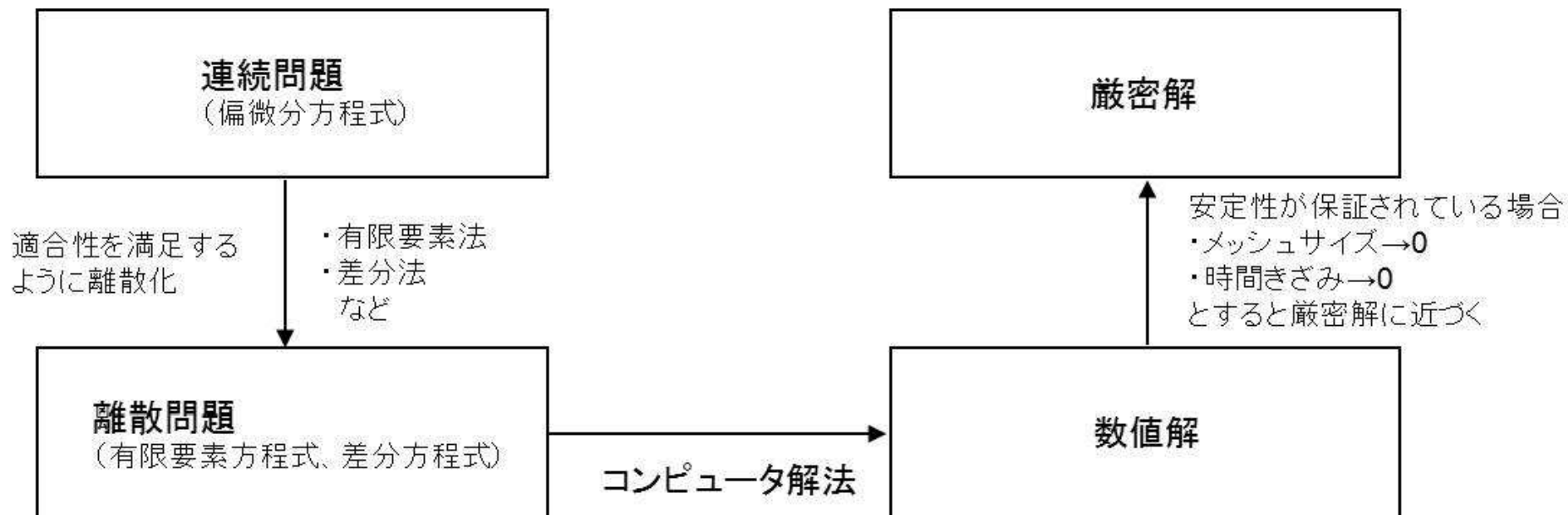


ミーゼス応力分布

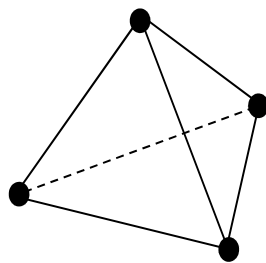
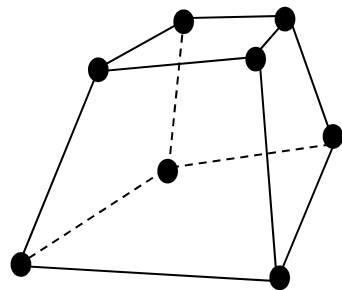
FrontISTRによるストレートシャフトモデルの応力解析



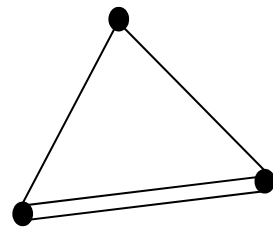
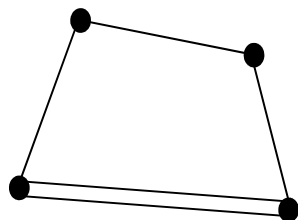
有限要素分割



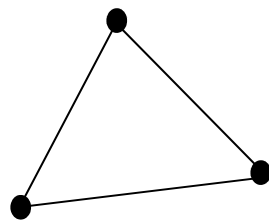
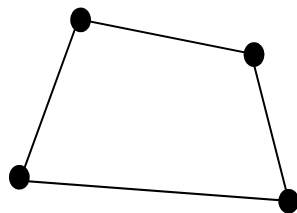
数値解(近似解)を求める手順



ソリッド要素



シェル要素



2次元要素

さまざまな要素タイプ

# FEM構造解析の入出力データ

解析プログラムや機能の違いによって、データの種類やフォーマットに差はあるが、概ね次のようなデータから構成される。

## <入力データ>

- ・節点数、要素数
- ・節点座標
- ・要素-節点コネクティビティ
- ・境界条件(拘束条件、荷重条件、など)
- ・材料定数(ヤング率, ポアソン比, など)

## <出力データ>

- ・節点変位
- ・ひずみ成分, 応力成分など(節点変位から計算される)



# FEM構造解析での留意事項 (1/2)

- メッシュ分割
  - 解析精度に大きく影響する
  - 計算時間や計算機性能の制約のもと、メッシュの分割様式をどのように設定するかが重要
- 境界条件
  - 拘束条件(変位指定を含む)、荷重条件、など
  - 形状の対称性や荷重条件を正しく反映した境界条件を設定する必要がある。誤った設定をすると、解が求まらない(計算が破綻する)こともある。

# FEM構造解析での留意事項 (2/2)

## ➤ 単位系

➤ 寸法、変位量(境界条件)、材料定数など、入力データは単位系をそろえる。

➤ SI単位系(推奨), 工学単位系の違いに注意

例) 応力の単位 Pa(N/m<sup>2</sup>) (工学単位系ではkgf/mm<sup>2</sup>)

kgf/mm<sup>2</sup> = 9.8MPa

炭素鋼のヤング率 206GPa (21,000kgf/mm<sup>2</sup>)

## ➤ 解析結果が明らかに変な場合の例

➤ 直観的に変形形状がおかしい

➤ 応力が降伏応力よりもはるかに大きい

➤ 線形解析なのにひずみが100%もある

など