

サンプルテキスト Ver.1

# CAE実験室-構造力学編

---

サイバネットシステム株式会社

**CYBERNET**

**CAE**  
UNIVERSITY

## サンプルテキストについて

- 各講師が「講義の内容が伝わりやすいページ」を選びました。
- テキストのページは必ずしも連続していません。一部を抜粋しています。
- テキストの複写・複製・無断転載・転用は固く禁じます。

# はじめに：実験と解析（CAE）はあうのか？

## 実験=真実，解析=バーチャル？

### □ 実験

- 「いまそこにある」状況に対する「真実」： **実験結果**
  - 試験装置を含めた载荷（境界）条件
  - 測定装置の精度・信頼性
- 「すべて」が起きる
  - 複雑な相互作用や，まだ「気づいていない」現象も
  - 誰かが気づいたところから「物理モデル」に反映

### □ シミュレーション（FEM, CAE）

- 「普遍的な」状況に対する「法則」： **物理モデル**
  - 数多くの実験や経験に基づいて構築されたもの
  - 微分方程式で記述することが一般的 → 近似的に解く（CAE, FEM）
- 人間が変更できるものばかり
  - パラメータ（材料モデル，メッシュ分割） ← 疑いの余地？

# 解析結果に自信を持つためのチェックポイント

## I. 物理現象を正しく「うまく」モデル化していますか？

Validation (バリデーション, 使い道に関する確認)

- どのような仮定のもとで構築された物理モデルなのか？
- 「見たいもの(現象)」を表現するために十分か？

## II. ソフトウェアを正しく使用していますか？

Verification (ベリフィケーション, 使い方に関する確認)

- 解析オプションの設定など
- 解析結果の表示, 理解

## III. 解析メッシュは適切ですか？

Verification (ベリフィケーション, 使い方に関する確認)

- 「有限要素法のノウハウ」
- 適切な要素選択, メッシュ分割ですか？

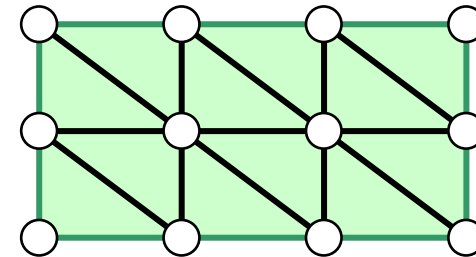
# 連続体，シエルの有限要素法

- 節点
  - 仮想的な変位評価点： どこに配置してもよい
  - 要素内変位を記述するための代表点
- 要素
  - 仮想的な小領域： どのように分割してもよい  
(形状，大きさ．．．)
  - 剛性方程式を評価する基本単位



- 剛性方程式の導出
  - 要素内の変位場を仮定
  - 仮想仕事の原理に基づく近似解

仮想的に置いた節点値に関する要素剛性方程式



「要素分割」には任意，感性のおもむくまま．．．  
(だから，近似解がメッシュに依存する)

# CAE実験室・構造解析編の目的

汎用FEMソフトが保証してくれないこと（Verification & Validation）という観点から

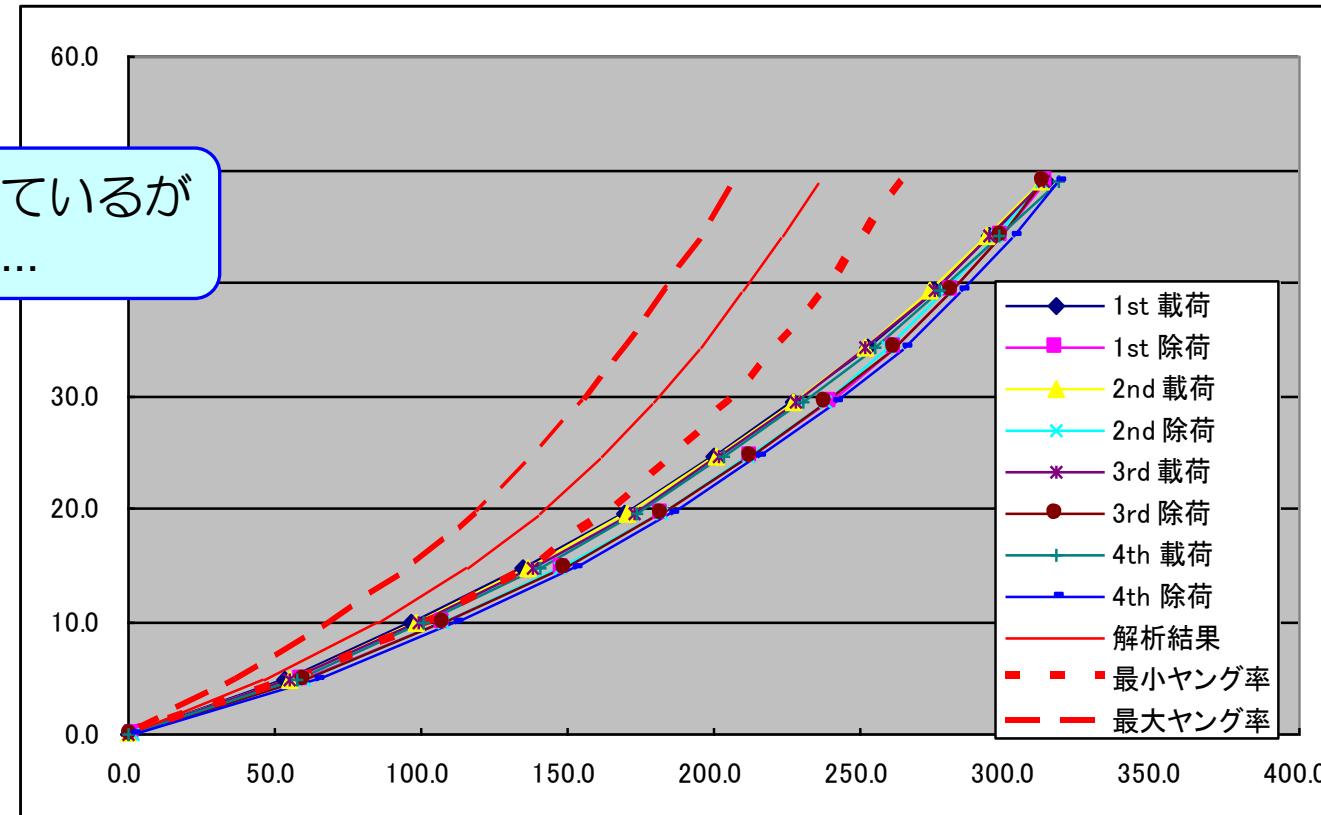
- 計算結果の妥当性を主張するためのチェックポイントを説明します
  - 「見たいもの（現象）」に対する解析ですか？ Validation
  - 汎用FEMソフトを「正しく」使用していますか？ Verification
  - 解析メッシュは適切ですか？ Verification
- V&Vの具体例 ～はりの曲げ実験を対象に～
  - V&Vの基本的な考え方
  - Verification
    - 解析モデル（メッシュ）の妥当性を主張できますか？
  - Validation
    - 線形？非線形解析？ 「大変形」という言葉に潜む落とし穴
    - 「その物理モデルでOKですか？」

# 大変形FEM解析結果 v.s. 実験結果 (SUS)

- 寸法公差の変動幅を反映させたヤング率  
(はり要素)

$E = 137.4 \sim 174.8 \text{ GPa} \sim 224.4$   
寸法: 図面データ

非線形挙動は評価しているが  
定量的にはまったく...



大変形解析による予測2