

@IT MONOist セミナール

具体策を示す！設計者向けCAEの活用と教育  
～市場を勝ち抜くためのフロントローディング～

# 設計者向けCAEを 根付かせる 実践的方法





ボクはダレか？

連載記事「仕事にちゃんと役立つ材料力学」



**仕事にちゃんと役立つ材料力学(1)**  
**単位系の統一をキチンとしないから解析をミスる**  
フロントや資料を駆使して、単位系換算のミスを効率よくトリプルチェックしていく。これだけでも、構造解析のミスははかなり減る！

「メカ設計」フォーラム 2008/1/11



**仕事にちゃんと役立つ材料力学(2)**  
**911テロで考える、材料力学が役立つ理由**  
材料定数は環境によってドラマチックに変化し、製品生命を脅かす場合すらある。材料力学を学べば、その根拠も理解できるようになる

「メカ設計」フォーラム 2008/2/14



**仕事にちゃんと役立つ材料力学(3)**  
**アナタの想像力をフルに動かして応力計算**  
腰掛けた椅子だって、実は変形している。変形したということは、応力が発生している。目に見えない現象は、頭でしっかりイメージを作る

「メカ設計」フォーラム 2008/3/13



**仕事にちゃんと役立つ材料力学(4)**  
**設計で欠かせない「ミーゼス応力」を押さえよう**  
ミーゼス応力は設計にとって非常に大切な応力だ。材料の持つ固有の値と比較することでその材料を使った部品の強度を判定できる

「メカ設計」フォーラム 2008/4/11



**仕事にちゃんと役立つ材料力学(5)**  
**有限要素法は解析要素がバネだと考える**  
バネの伸びは加えられた力に比例する。伸びた分が「ひずみ」である。部品がバネであると考えればひずみと応力の関係も理解しやすい

「メカ設計」フォーラム 2008/5/14



**仕事にちゃんと役立つ材料力学(6)**  
**材料もあきらめの白旗を掲げる「降伏点」**  
降伏点とは「材料が降参する」点だ。降伏応力は設計しようとしている部品の強度を判定するうえで重要な基準の1つとなる

「メカ設計」フォーラム 2008/6/30



**仕事にちゃんと役立つ材料力学(7)**  
**硬さを表すヤング率は“材料のバネ定数”**  
バネにも、軟らかいバネと硬いバネがあるように、材料にも、軟らかい材料と硬い材料がある。その程度を表すのがヤング率だ

「メカ設計」フォーラム 2008/7/31



**仕事にちゃんと役立つ材料力学(8)**  
**部品の健全性を決定付ける3つの定数**  
ヤング率とポアソン比は応力を予測するために、降伏応力は予測した応力が部品が壊れるか壊れないか判定するために必要なものだ

「メカ設計」フォーラム 2008/9/30



**仕事にちゃんと役立つ材料力学(9)**  
**材料力学をより理解するための10のコツ**  
最終回では、実務で使える材料力学をちゃんと身に付けるために、強心掛けていきたいこと、改めて確認したいことなどをまとめてみた

「メカ設計」フォーラム 2008/11/19

連載記事「設計者CAEを始める前にシッカリ学ぶ有限要素法」



**設計者CAEを始める前にシッカリ学ぶ有限要素法(1)**  
**材力とFEMをシッカリ理解して、シッカリ解析！**  
小難しい有限要素法を数式を使わずに解説する。まずは有限要素法の歴史を振り返り、解析の基本的な考え方を確認

「メカ設計」フォーラム 2009/1/28



**設計者CAEを始める前にシッカリ学ぶ有限要素法(2)**  
**有限要素法は、ジャンパンの栓(せん)なのだ**  
メッシュ分割とは、有限要素を作ること。でも有限要素って何なの？ コルク栓に例えて分かりやすく解説してみた

「メカ設計」フォーラム 2009/4/16



**設計者CAEを始める前にシッカリ学ぶ有限要素法(3)**  
**ここからすべては始まる。三大有限要素はこれだ！**  
「バー要素」「シェル要素」「ソリッド要素」のそれぞれが持つ長所や欠点を詳しく楽しく解説する

「メカ設計」フォーラム 2009/6/12



■ 設計者CAEを始める前にシッカリ学ぶ有限要素法(4)

ピンポン球を使って6自由度について説明してみた

栗崎 彰 キャドラボ 2009/9/2

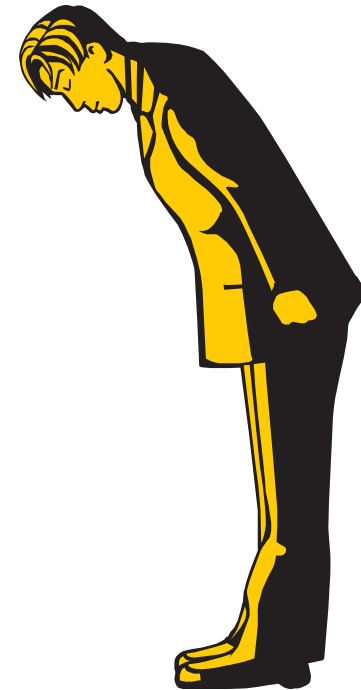
解析のエンジンとなる有限要素法だが、シッカリと理解しているだろうか。言葉からして難解な解析手法をなるべく数式を使わず、CAEのオペレーションも交えて解説する(編集部)

好評かどうかわからないけど、  
連載中!



# はじめに

- 本日の講演の内容は、すべての製品や設計プロセス、解析業務に当てはまるものではありません。皆さんの会社に当てはまるものでもありません。しかし  
...
- ほんのわずかでも、皆さまの設計プロセスにおけるCAE活用のヒントが提供できればと思っております。
- 50分間、一生懸命がんばりますので、よろしくお願い申し上げます。
- 資料は一部を除き、@IT MONOistのメカ設計フォーラムよりダウンロードいただけるようにいたします。
- あらかじめ皆様から質問や希望をいただきましたが、そのすべてをカバーしているわけではありません。セミナー終了後、1時間ほど残りますので、お話ししましょう。





# 第一章：設計者CAEの現状



これまで設計者CAEをサポートしてきた

状況は、確実に、**悪化**しています。

- **設計者の忙しさは指数関数的に増加。**
  - ▶ **3次元CADの導入によって、設計に時間がかかっていませんか？**
  - ▶ **だ～れも見ることのない、資料を作り続けていませんか？**
  - ▶ **情報の伝達に相当な時間を使っていませんか？**
  - ▶ **本当に、『創造的』な仕事をしていますか？**
- **リーダーが不在。**
  - ▶ **リーダーとしての存在の芽をつぶしてませんか？**
  - ▶ **リーダーは専任者じゃないとできないと思ってませんか？**
  - ▶ **会社として、リーダーを盛り立てることをしていますか？**

# 上から下まで危機的状況!?

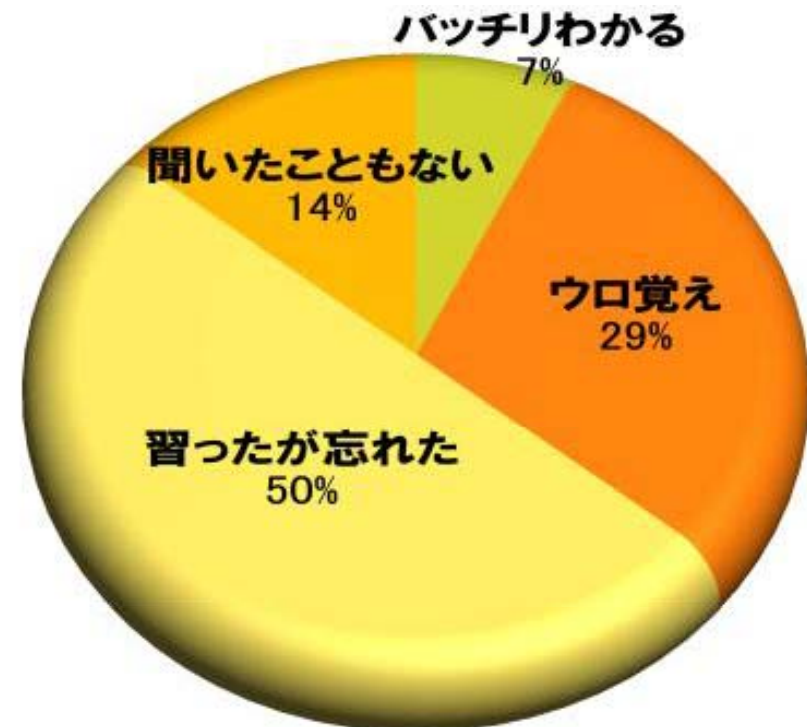
## ● 人間系

- ▶ 材料力学さえ知らない設計者。
- ▶ 解析結果を評価できない管理者。
- ▶ ツールだけ購入して、後は放ったらかしの経営層。

## ● 環境系

- ▶ ソフトの操作教育だけ。
- ▶ リーダーが不在。
- ▶ 解析が手段でなく目的になっている。
  - 精度追求のしすぎ

設計者の材料力学に関する知識

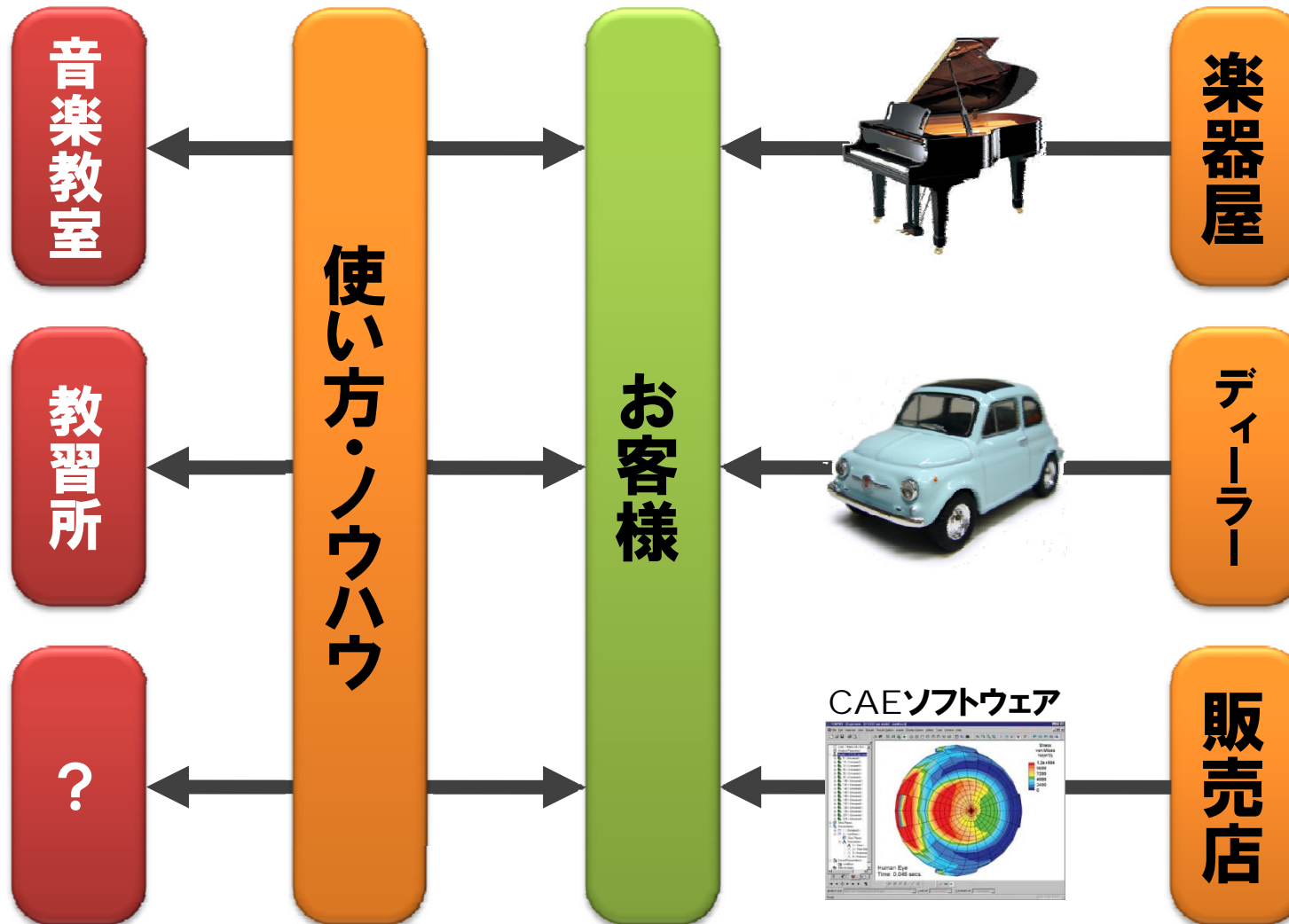






CAE FOR ALL

# ノウハウと商品は別物



**設計者向けCAEソフトは買っただけでは使えない。**

**使い方やノウハウを習得するための予算を確保すること。**



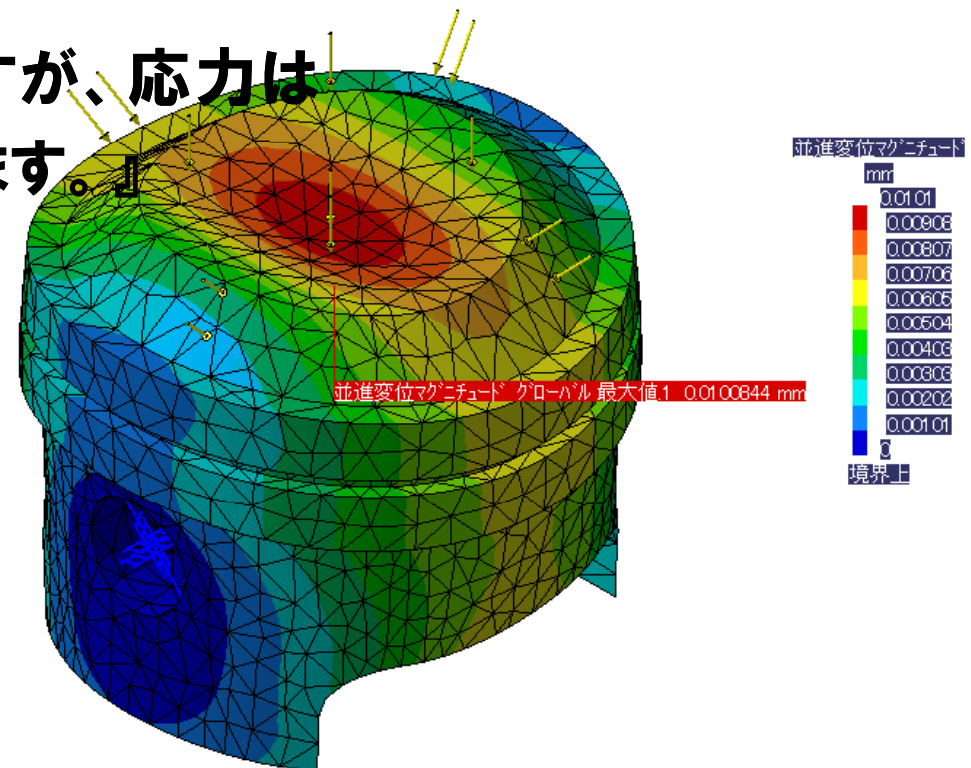
## 第二章：座学の必要性

本当にあった**コワい**話

# ある設計者の解析結果報告

『ピストンの解析結果ですが、直径を120  
ミリにした場合、頂点部が25ミリ、変形  
しますね。』

『それと、材質はアルミなんですが、応力は  
 $3.40 \times 10^9$  MPaでてます。』





# 線形と非線形



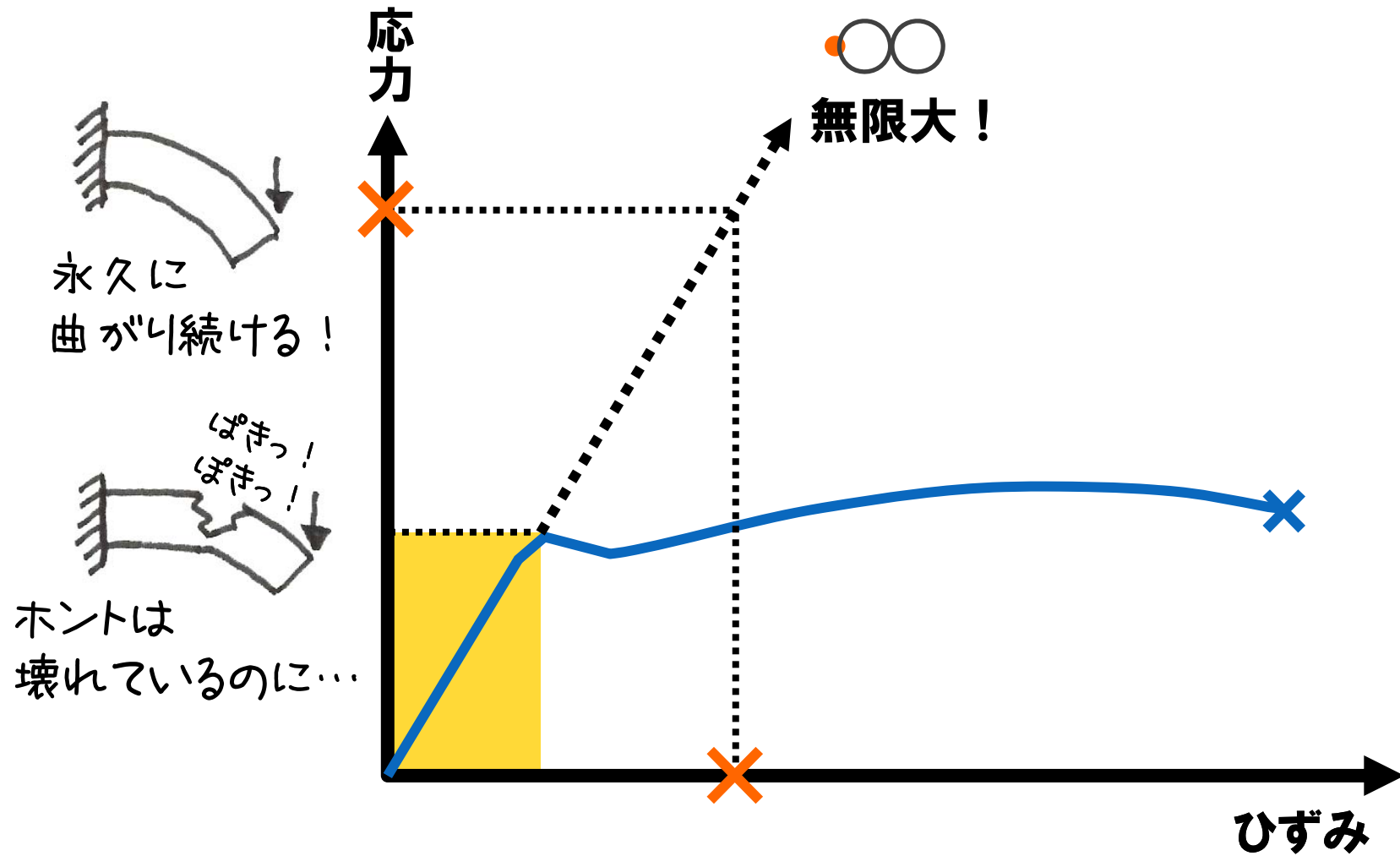
弾性



塑性



# 線形静解析の功罪





CAE FOR ALL

# 座学とは？

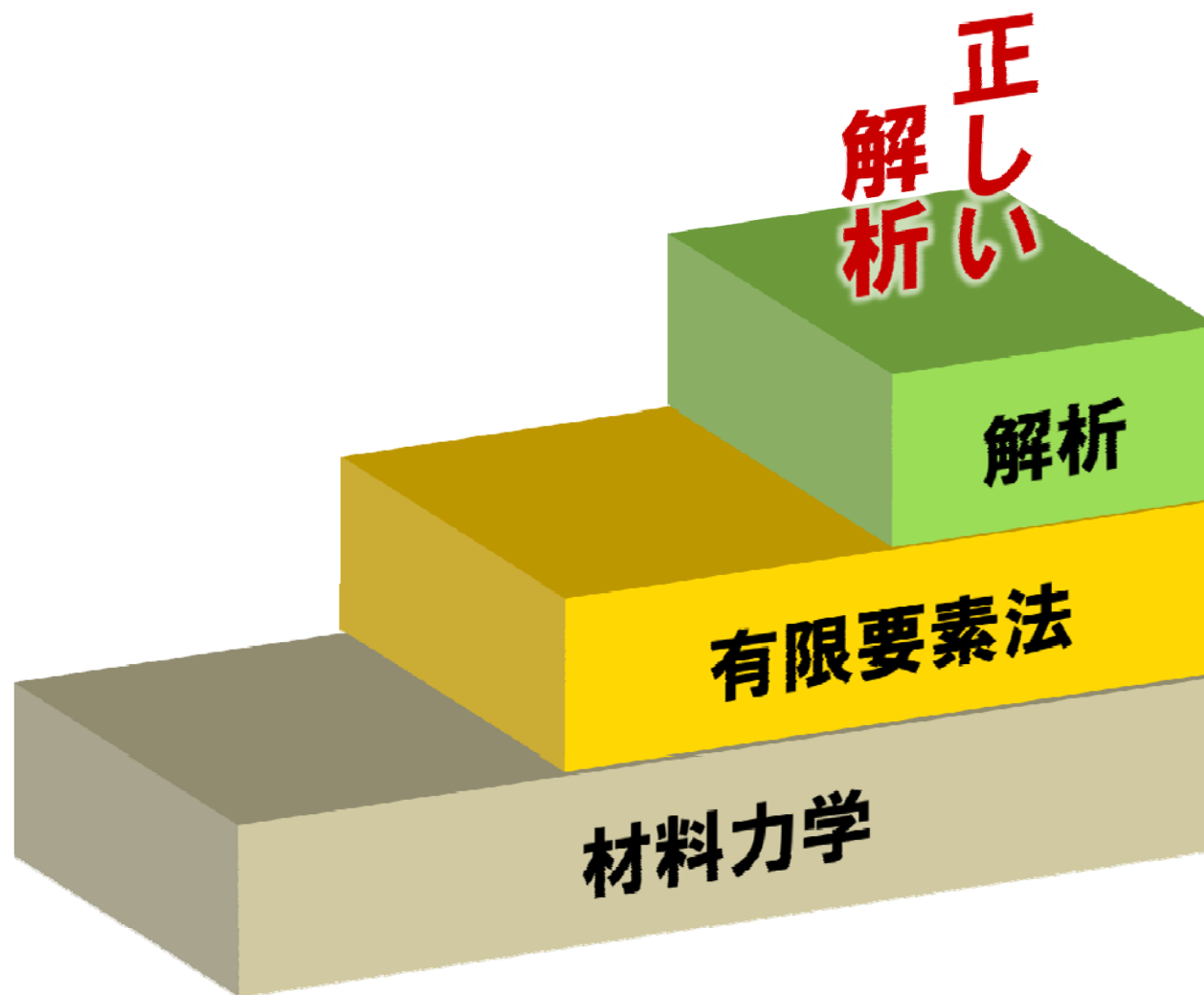


なぜ飛行機乗りは星座の勉強をするのか？

**【座学】(ざがく):**  
軍隊などで、実技に対して、教室での講義形式の授業。

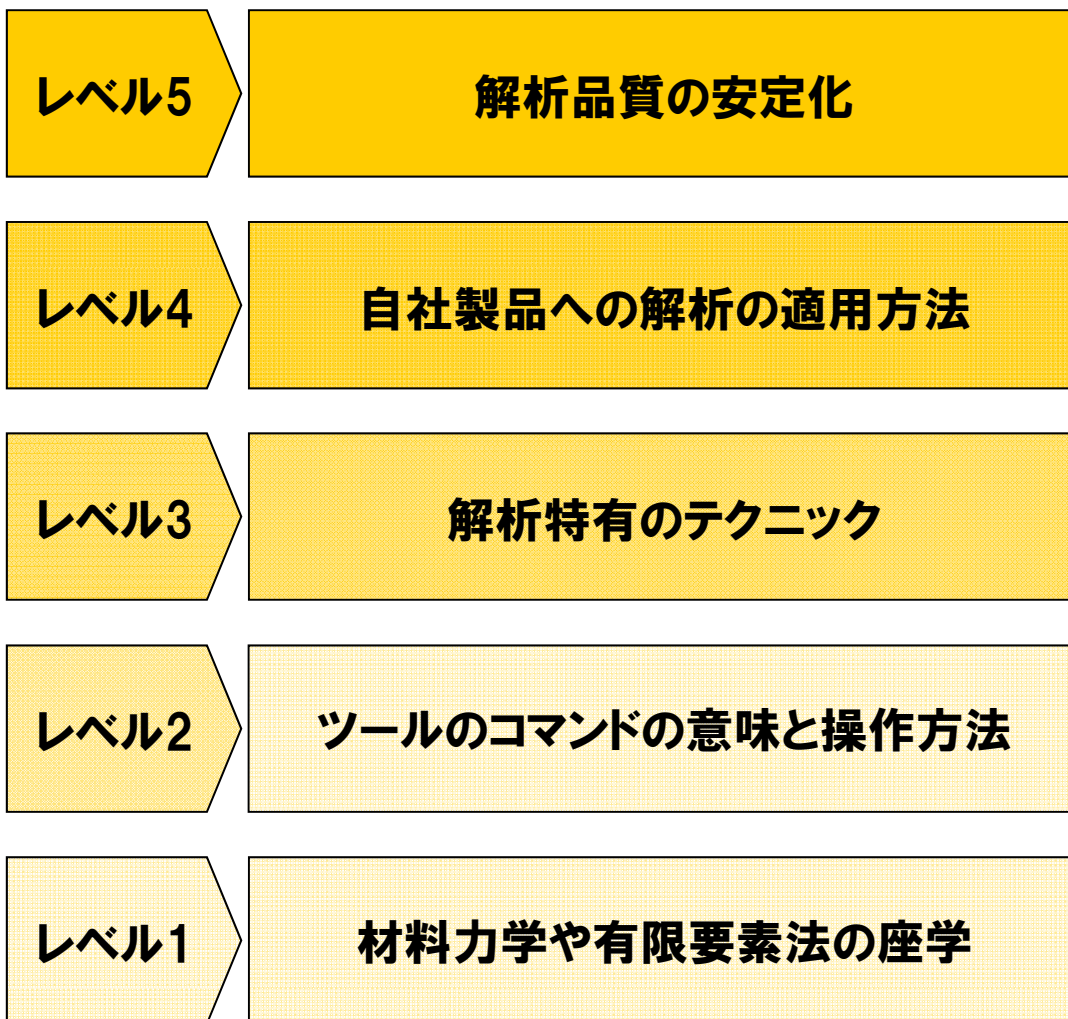


# 正しい解析のためには、それなりのステップが必要





# 設計者CAEの展開にはフェイズレベルがある！



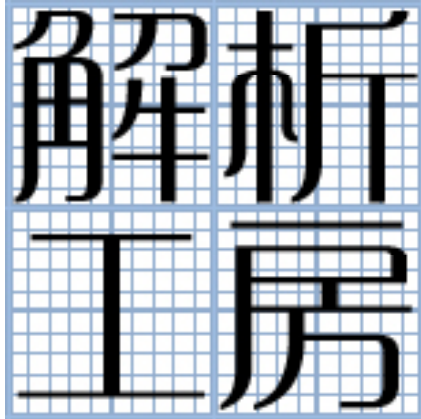
なぜか、いきなり、  
ここからやろうとするのか…。

こんなに大切な段階をすっ  
ばしていいの？



# つまらない座学をどう面白くするか？

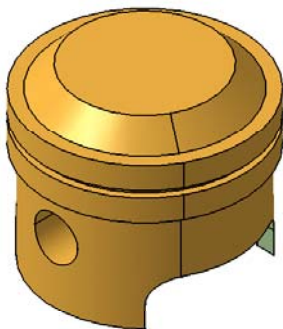
チャートが メインの 数式のない テキスト	ムービーの 多い テキスト	対話型 の 講義形式
記入式 の テキスト	座学に 対する 工夫	ハーフ タイム ショー
お客様の の モデル	講師 の スキル	理解度 チェック テスト



- **学問に王道なし！**
  - ▶ 材料力学、有限要素法の習得に、王道はない。
- **だったら、どう学ぶか？**
  - ▶ できるだけ、カンタンに！
  - ▶ できるだけ、わかりやすく！
  - ▶ できるだけ、楽しく！
- **そして、解析工房の開発へ...**
  - ▶ 予備校のカリスマ講師のような教え方
  - ▶ 内職を許さない怒濤の講義方式
  - ▶ 達成感を得られる講義内容

# 実践的な解析工房のデザイン

## 御社の製品



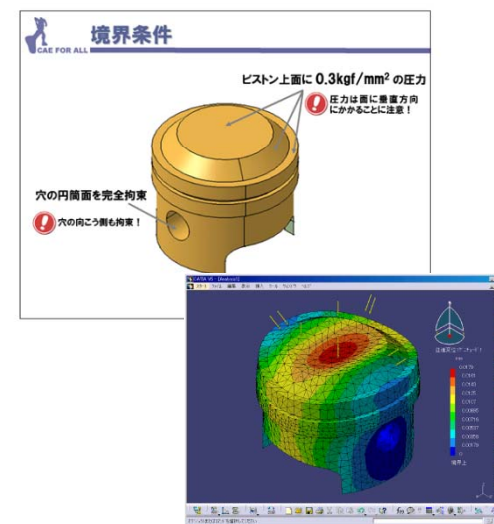
## 御社のCAEツール



## 御社の事情

- スケジュール
- 期間
- 場所
- 内容
- 受講者
- etc...

## カスタマイズ 解析工房





CAE FOR ALL

# 材料力学テキスト

### 原案から改良へ

同等の材料コストで 26%強度アップ

同等の強度で 25%材料削減

設計方向性	変位 ( $\times 10^{-2}m$ )
現行	2.26
強度アップ	1.67
材料削減	2.18

### 応力 -まとめ-

- 部材の内部の1点に発生している応力。
- マスの大きさは、非常に小さい (質量=0)もの。
- 面に垂直な応力

正応力 (Normal Stress)

σ<sub>x</sub>, σ<sub>y</sub>, σ<sub>z</sub>, τ<sub>xy</sub>, τ<sub>yx</sub>, τ<sub>xz</sub>, τ<sub>zx</sub>, τ<sub>yz</sub>, τ<sub>zy</sub>

11

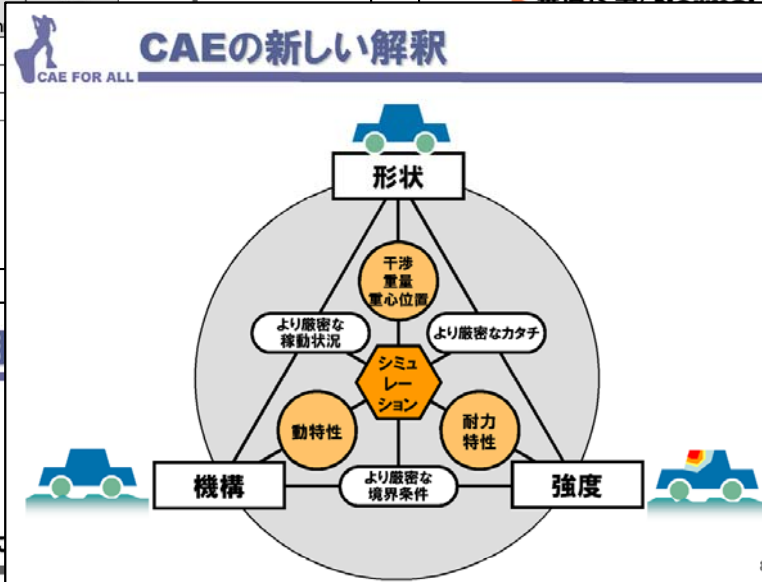
### 設計者CAE適用

設計スタート

ずーっとモデリング...、最後に

解析 → 解析 → 解析 → In Process CAE

要所、要所で解析



### 設計法

#### 比較

壊れる

許容応力

壊れない

応力

ひずみ

CAD → CAE

解析データとして与える

材料

実験から得られる

9



CAE FOR ALL

# 有限要素法テキスト

### 実物から有限要素モデルへ

厚さ2mm 90mm 30mm

実物

要素分割

節点番号と要素番号

### 有限要素の種類

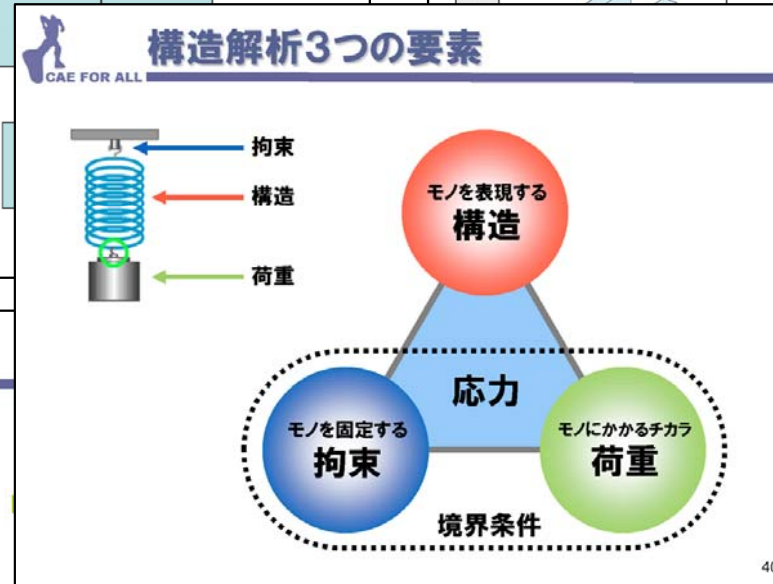
	棒状のもの	板状のもの	カタマリ状のもの
実際のモノ			

### 要素と連続体

要素分割

組み合わせ

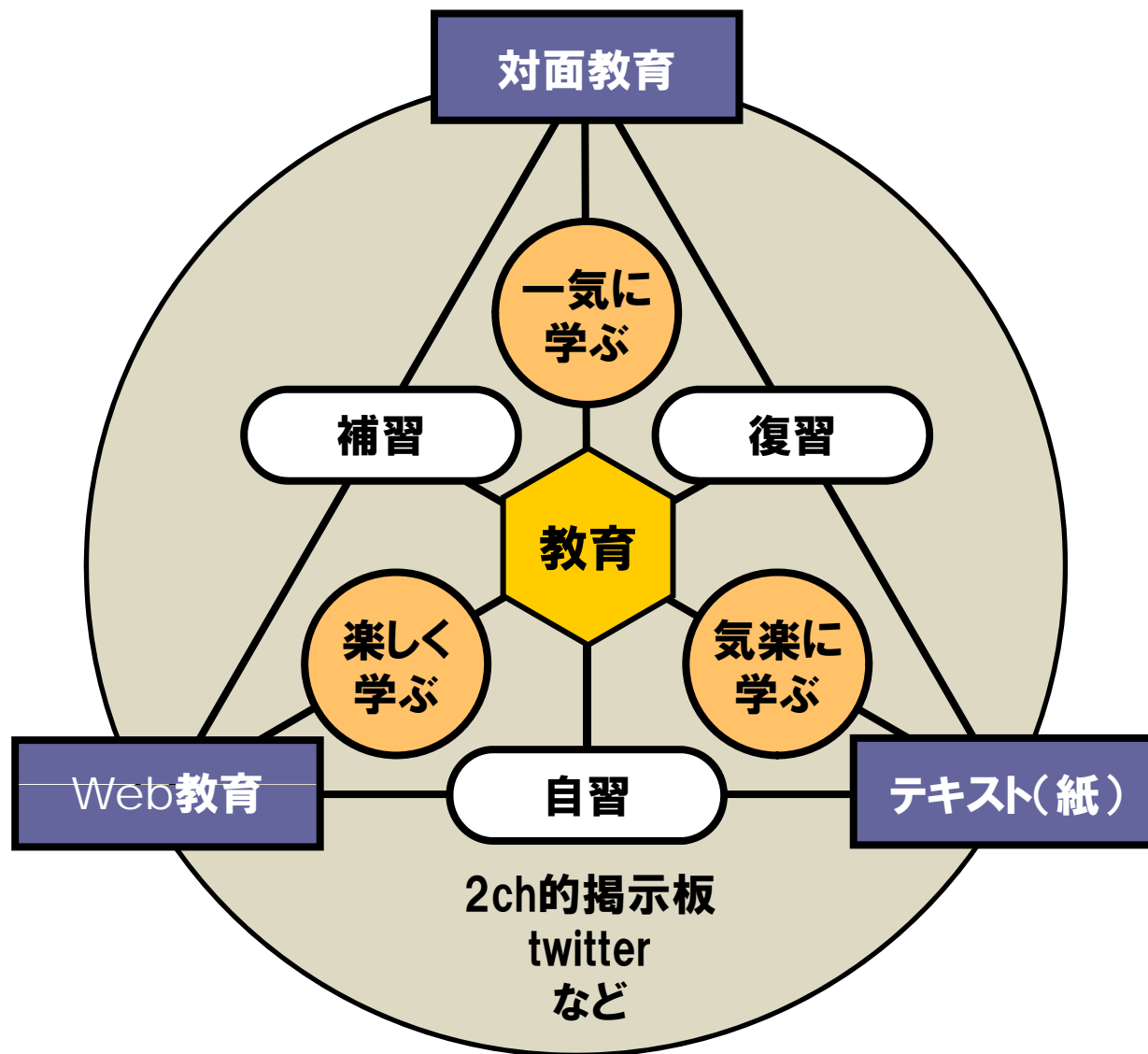
を表現する関係式を作成



### マトリクスで

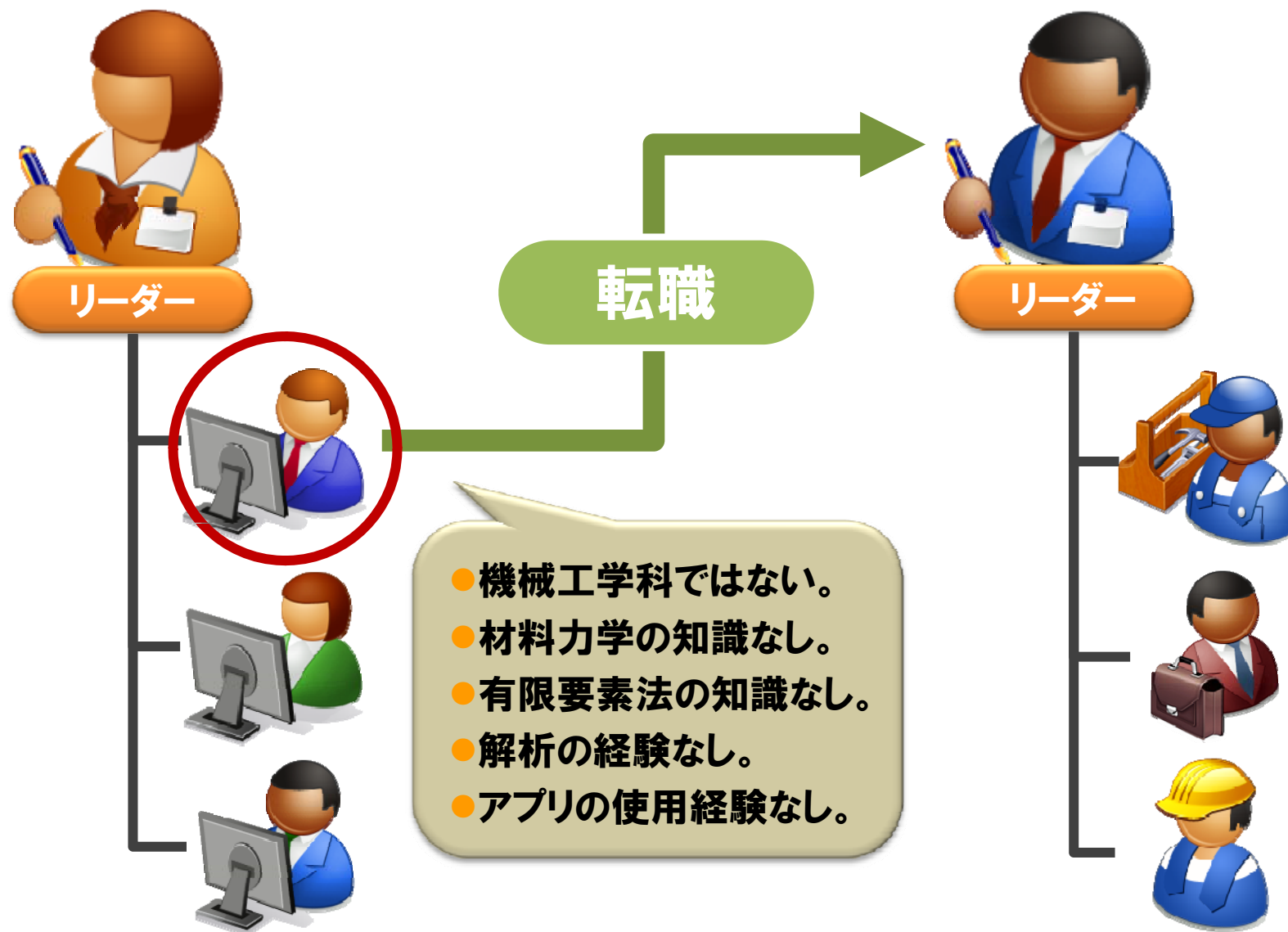
$$\begin{bmatrix} 10x & 10y & 10z & 2x & 2y & 2z & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \end{bmatrix} \mathbf{f} = \begin{bmatrix} 10x & 10y & 10z & 2x & 2y & 2z & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \end{bmatrix} \mathbf{K} \times \begin{bmatrix} 1x \\ 1y \\ 1z \\ 10x \\ 10y \\ 10z \\ 2x \\ 2y \\ 2z \\ \vdots \end{bmatrix} \mathbf{u}$$

# 教育もシステム化する





# 解析工房の成果の事例



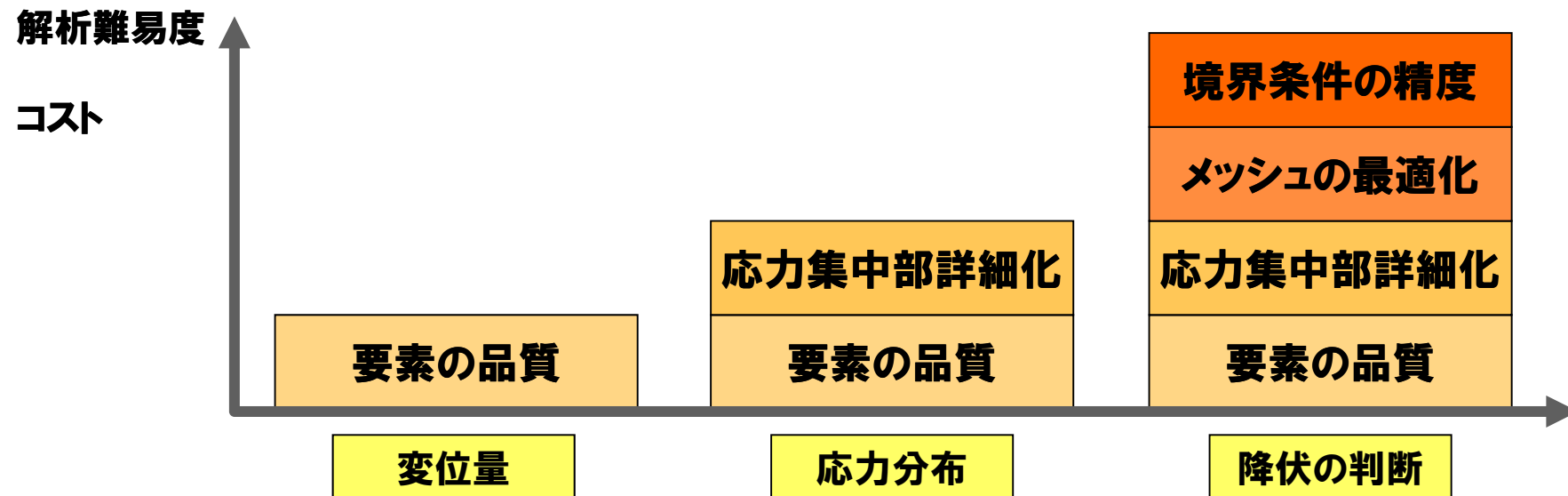
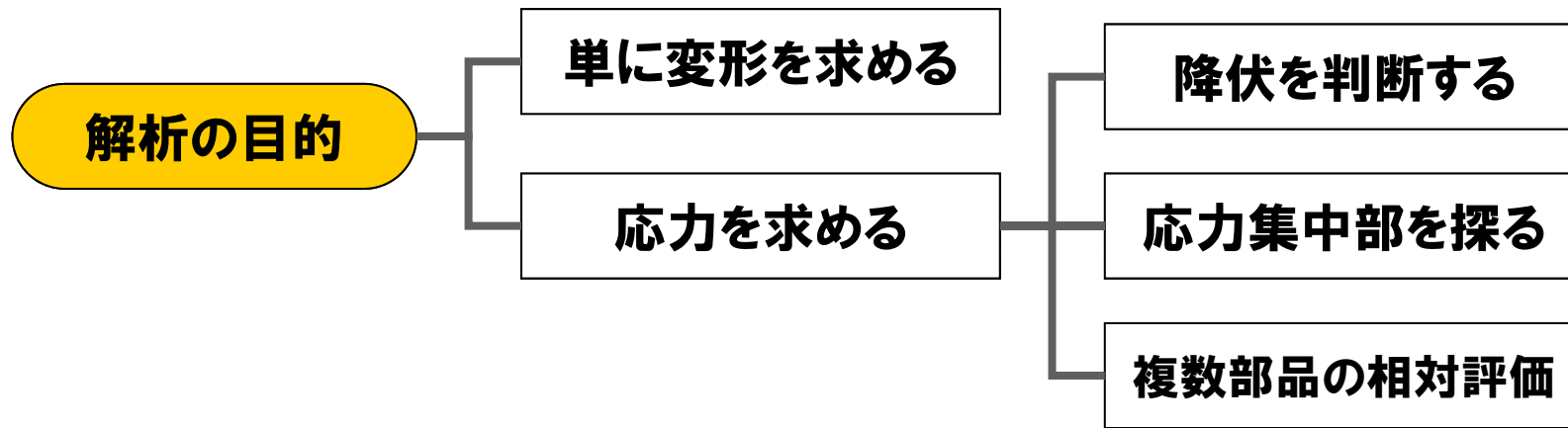
**自社に合った座学をデザインすること。**

**座学をデザインするための予算と担当者を確保すること。**

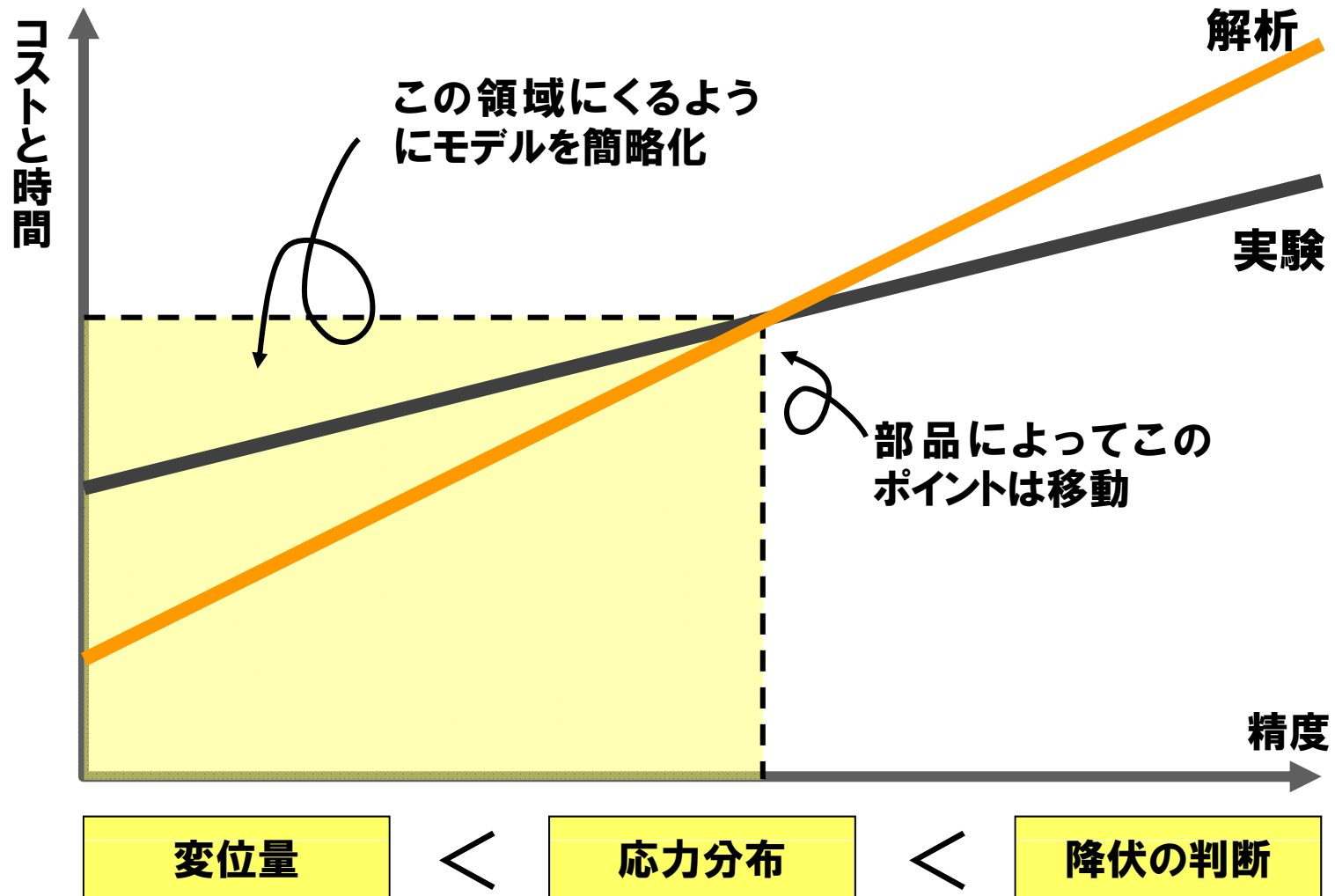


## 第三章：段階的なCAEの導入

# 解析の目的とコスト



# コストと効果

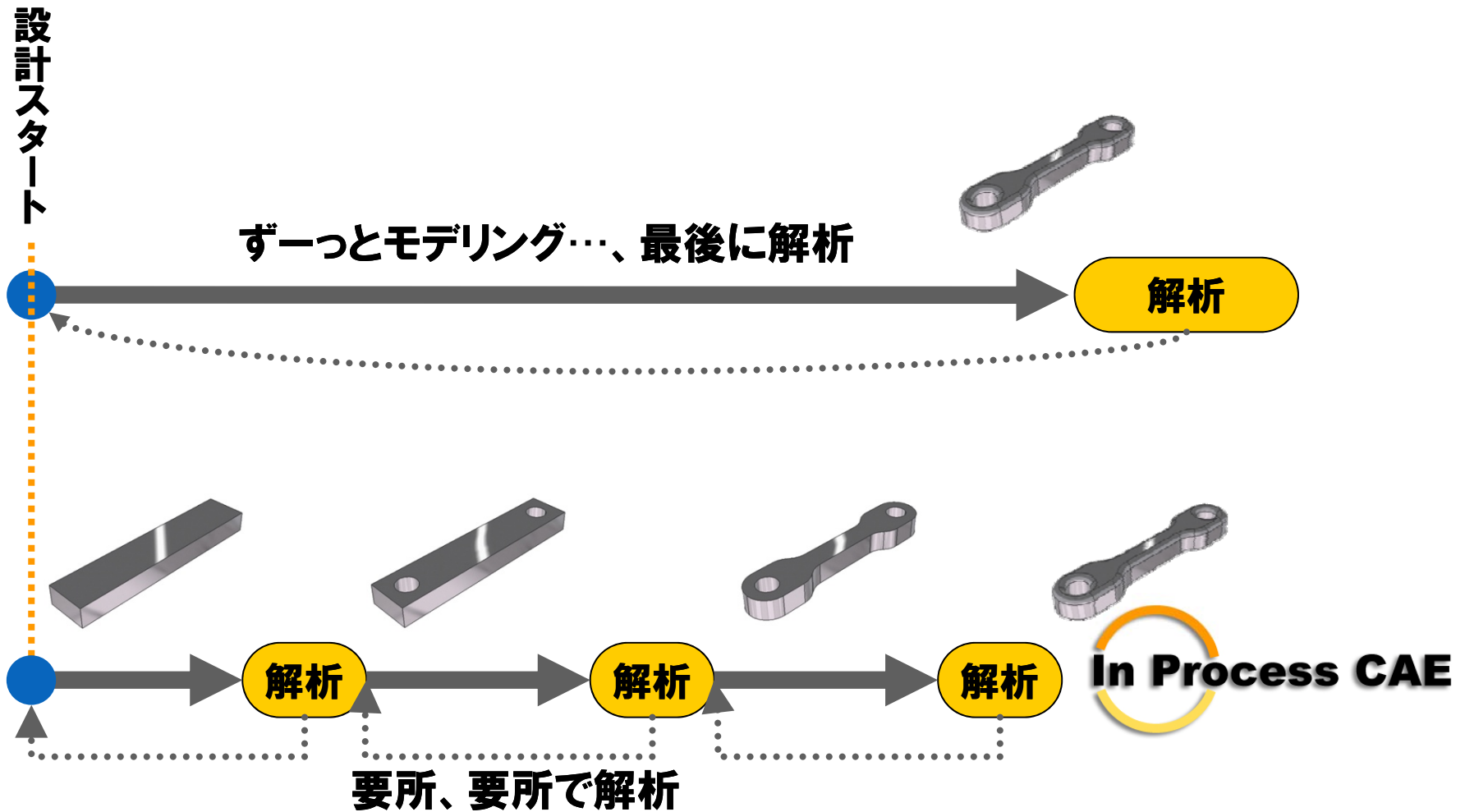




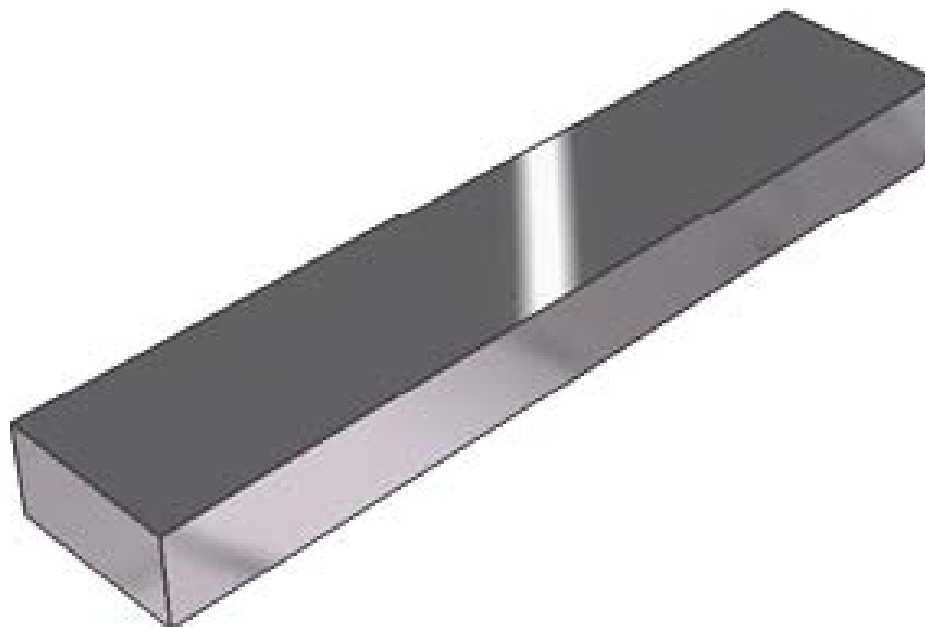
# 設計品質向上のための定性的設計者CAE

**In Process CAE**

# 設計者CAE適用イメージ

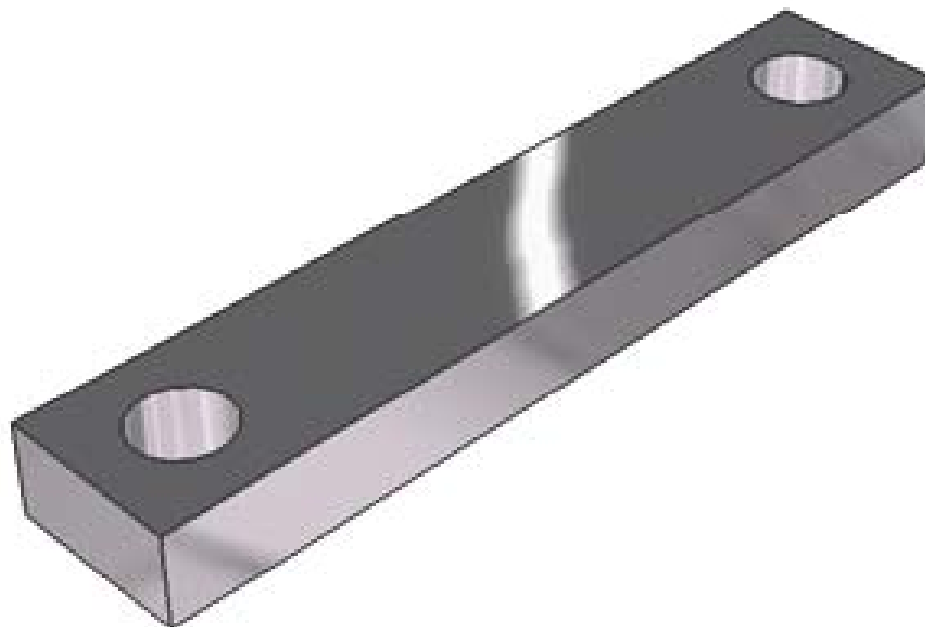


- STEP1
  - ▶ 材料と外形
- STEP2
  - ▶ 機能的形状の追加
- STEP3
  - ▶ 軽量化
- STEP4
  - ▶ 加工性
- STEP5
  - ▶ 仕上げ



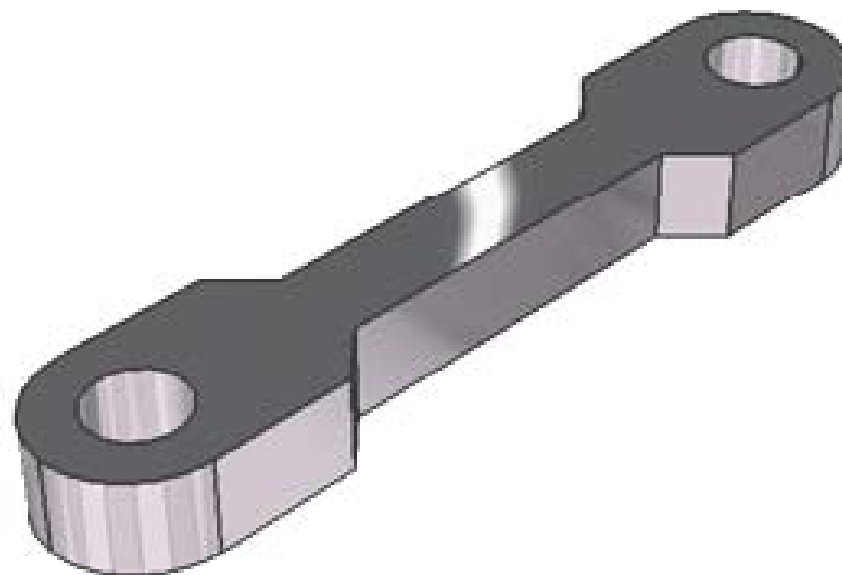


- STEP1
  - ▶ 材料と外形
- STEP2
  - ▶ 機能的形状の追加
- STEP3
  - ▶ 軽量化
- STEP4
  - ▶ 加工性
- STEP5
  - ▶ 仕上げ



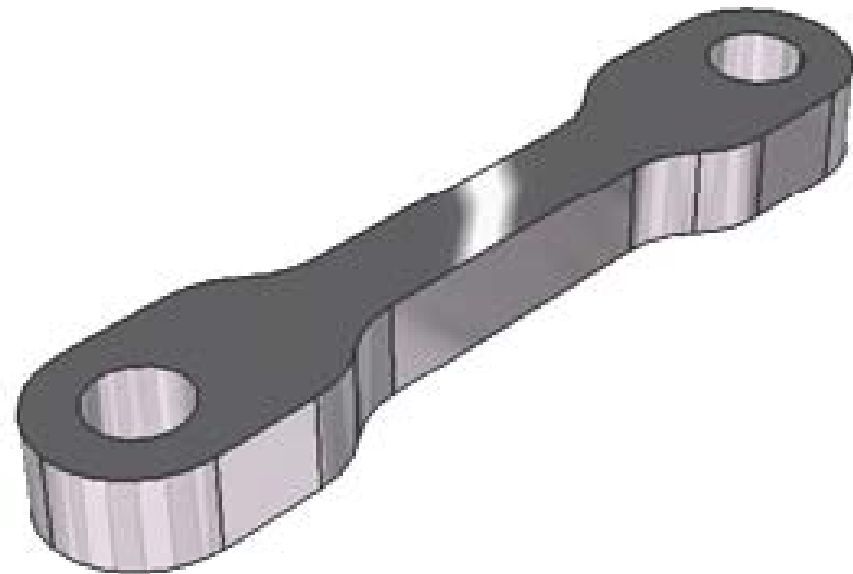
# 要所、要所

- STEP1
  - ▶ 材料と外形
- STEP2
  - ▶ 機能的形状の追加
- STEP3
  - ▶ 軽量化
- STEP4
  - ▶ 加工性
- STEP5
  - ▶ 仕上げ

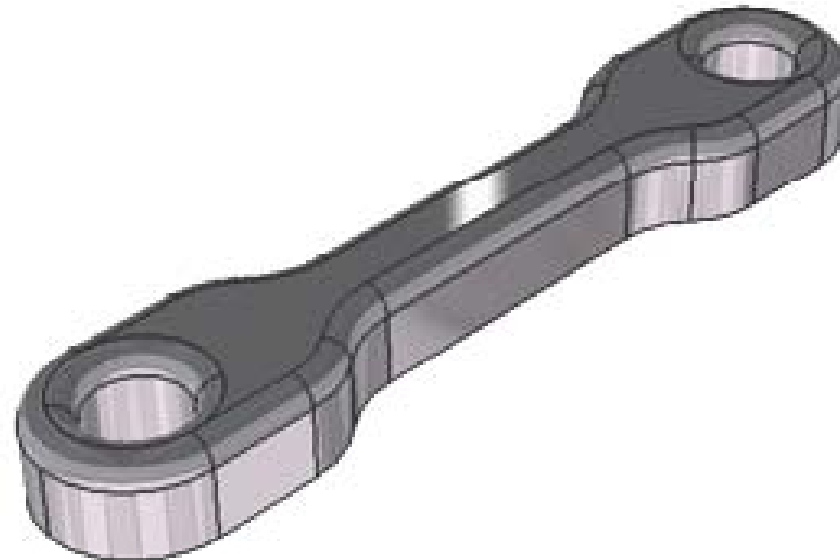


# 要所、要所

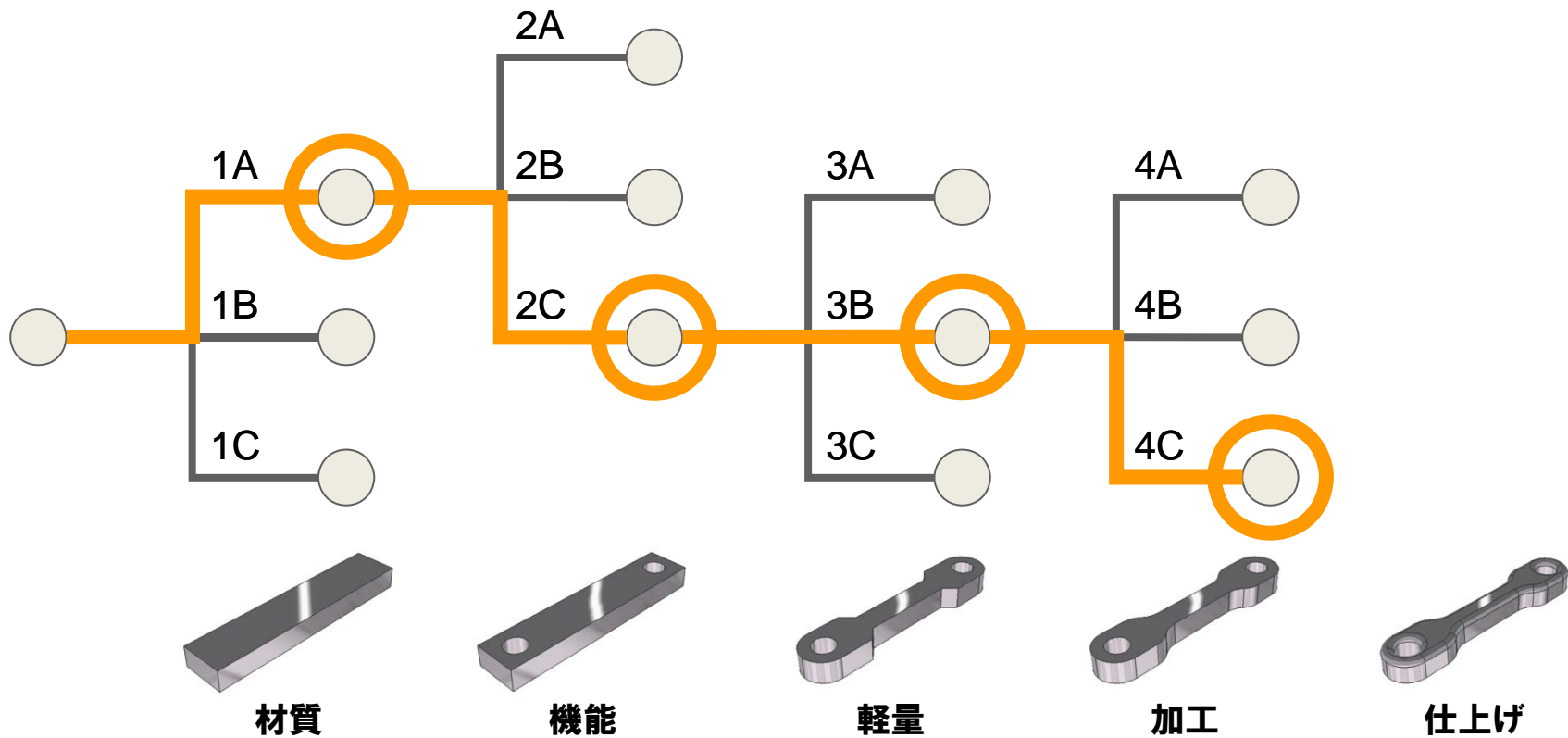
- STEP1
  - ▶ 材料と外形
- STEP2
  - ▶ 機能的形状の追加
- STEP3
  - ▶ 軽量化
- STEP4
  - ▶ 加工性
- STEP5
  - ▶ 仕上げ



- STEP1
  - ▶ 材料と外形
- STEP2
  - ▶ 機能的形状の追加
- STEP3
  - ▶ 軽量化
- STEP4
  - ▶ 加工性
- STEP5
  - ▶ 仕上げ



# 設計の方向性を決める



# 定性的CAEから定量的CAEへ

座学と経験



	<b>第1段階</b> <b>プライマー・レベル</b>
属性	定性的
評価尺度	相対評価
見所	応力分布
判定	設計の傾向の善し悪し
ポイント	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 応力の値そのものには注目せず、設計の及ぼす応力分布の傾向を視覚的にチェックする。</li> <li>■ 部品全体で力を分散しているか？ 応力集中があるか？</li> <li>■ 最大応力は何倍に、または何分の1になったか？</li> </ul>

**解析の精度とコストは比例することをリーダーも設計者も認識する。**

**定性的なCAEでも効果を出すことができる。**



## 第四章：設計者向けCAEのテクニック





解析の代わりににも、解析のチェックにも使える  
**簡易ツール**

# 板バネの強度計算ツール

Microsoft Excel - 03\_05.xls

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) 挿入(I) 書式(O) ツール(T) データ(D) ウィンドウ(W) ヘルプ(H) 質問を入力してください

MS Pゴシック 105 B I U

E12 fx 10

3-5. 板ばねの耐久限度 (2): 片持ち支持台形状ばね

ばねの荷重とたわみの関係を計算し  
その耐久限度を表示する。

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{Z}$$

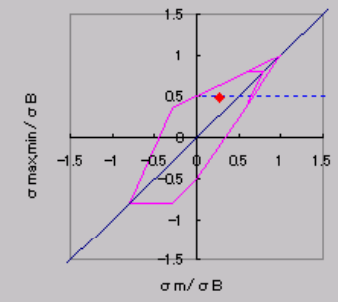
◆たわみと荷重の関係は "beam07" 参照のこと。 N = 1,000,000

材料の選択  
材料: 22-C5210R-1/2H  
ばね用リン青銅

$\sigma_B = 48$  kgf/mm<sup>2</sup>  
E = 1.12E+04

W: ばねに繰返し加わる荷重  
b: ばねの幅  
t: ばねの板厚  
I: 断面二次モーメント  
Z: 断面係数  
M: モーメント  
E: 縦弾性係数  
 $\sigma$ : 曲げ応力  
 $\delta$ : ばね右端の最大たわみ

耐久限度 (Goodman)



$\sigma_{max}/\sigma_B$  vs  $\sigma_m/\sigma_B$

$\alpha = \frac{1.254}{0.9}$   $\alpha$ : 係数  
 $\beta = 0.9$   $\beta$ : b1/b

M = 2.44 kgf·mm  
0.349

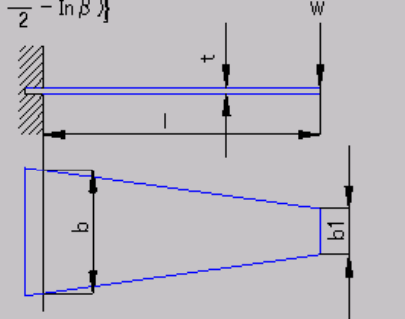
I = 1.30E-02 mm<sup>4</sup>  
Z = 1.04E-01 mm<sup>3</sup>

k = 0.3 kgf/mm  
f0 = 732 cpm k: ばね定数  
f0: 固有振動数

$\delta = \alpha \cdot \frac{W \cdot l}{3 \cdot E \cdot I} = \alpha \cdot \frac{2 \cdot \sigma \cdot l^2}{3 \cdot E \cdot t}$

$\alpha = \frac{3}{(1-\beta)^3} \left[ \frac{1}{2} - 2 \cdot \beta + \beta^2 \left( \frac{3}{2} - \ln \beta \right) \right]$

$\beta = \frac{b1}{b}$   $\beta = 1$ : 長方形  
 $\beta = 0$ : 三角形 (3/2)



たわみを入力 荷重を入力

たわみ  
 $\delta_1 = 0.700$  mm  
 $\delta_2 = 0.100$  mm

stress  
 $\sigma_{max} = 23.4$  kgf/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_{min} = 3.3$  kgf/mm<sup>2</sup>

荷重  
W max = 0.244 kgf  
W min = 0.035 kgf

たわみ  
 $\delta_{max} = 0.700$  mm  
 $\delta_{min} = 0.100$  mm

0305

図形の調整(R) オートシェイプ(U)

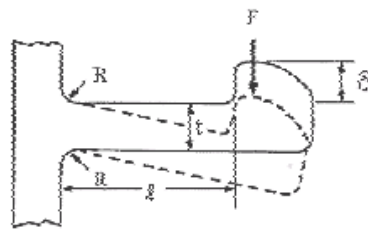
コマンド

# スナップ・フィットの設計計算

## ABS樹脂製品設計の手引き

### スナップフィット

スナップフィットは、部品組立方法として、最も簡単で経済的ですが、スナップフィット部の歪(ε)は一般グレードで6%以下、複合強化グレードは2~2.5%以下にして、組立て後に大きな歪が残らないように設計してください。



- σ : 応力 (MPa)
- δ : 変形量 (mm)
- ε : 歪 (%)
- F : 荷重 (N)
- E : 弾性率 (MPa)
- l : 荷重 F の作用点までの距離 (mm)
- t : スナップ厚 (mm)
- W : スナップ幅 (mm)
- I : 断面二次モーメント

$$I = \frac{(W \times t^3)}{12} \quad \sigma = \frac{F l t}{2 I} \quad \delta = \frac{F l^3}{3 E I} \quad \varepsilon = \frac{3 \delta t}{2 l^2} \times 10^2$$

Rの大きさについては応力集中の項を参照下さい。

### スナップ歪計算例

弾性率 E	: 2,300 MPa
スナップ長	: 15 mm
スナップ厚み t	: 2 mm
スナップ幅 W	: 6 mm
荷重 F	: 9.8 N (=1kgf)

自動計算表

$$\begin{aligned} \text{断面二次モーメント } I &= \frac{(W \times t^3)}{12} = \frac{1}{12} \times 6 \times 2^3 = 4 \text{ mm}^4 \\ \text{応力 } \sigma &= \frac{F l t}{2 I} = \frac{9.8 \times 15 \times 2}{2 \times 4} = 36.75 \text{ MPa} \\ \text{変位量 } \delta &= \frac{F l^3}{3 E I} = \frac{9.8 \times 15^3}{3 \times 2,300 \times 4} = 1.20 \text{ mm} \\ \text{歪み } \varepsilon &= \frac{3 \delta t}{2 l^2} \times 10^2 = \frac{3 \times 1.20 \times 2}{2 \times 15^2} \times 100 = 1.6 \% \end{aligned}$$

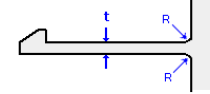
## スナップフィット設計の注意点

### = スナップフィット設計の注意点 =

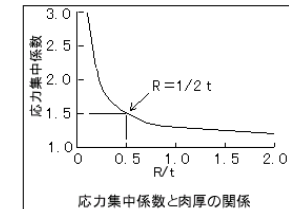
爪根本への応力集中 爪の耐疲労性

#### 爪根本への応力集中

爪の根本への応力集中を低下させるために、図のようにRを施す必要があります。Rの大きさと応力集中係数の関係を、グラフに示しました。少なくとも、ベースの肉厚の 1/2 以上のRを推奨します。



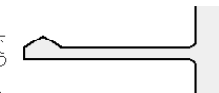
コーナーへのR付け



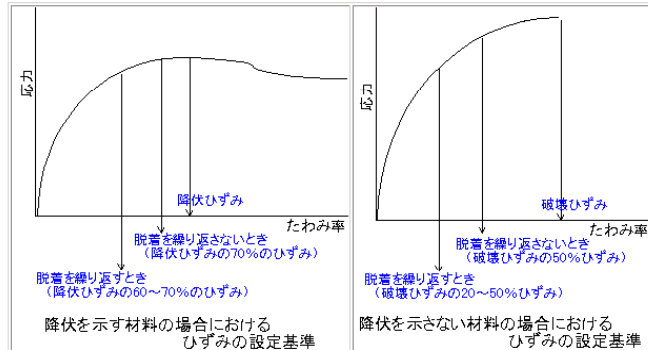
応力集中係数と肉厚の関係

#### 爪の装着を繰り返す場合の、耐疲労性

装着・脱着を繰り返す場合には、例えば図のような形状の爪のスナップフィットが考えられます。この場合、耐疲労性に注意して、ひずみをおある値以下に抑える必要があります。このときは、次のグラフのような設計基準を参考にして下さい。  
(ただし、爪根本のコーナーには十分なRが施されていること)



脱着可能なスナップフィット爪の一例



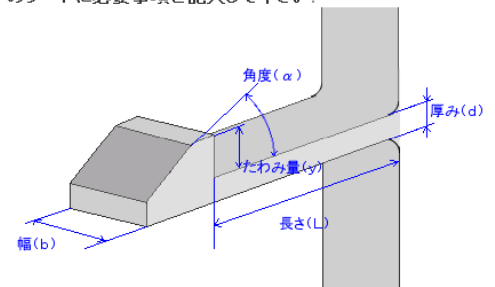
# スナップ・フィットの装着力計算(Webサイト)

スナップフィットの装着力計算

このページでは、当社材料を用いたスナップフィットの装着力の計算ができます。

---

以下のシートに必要事項を記入して下さい。



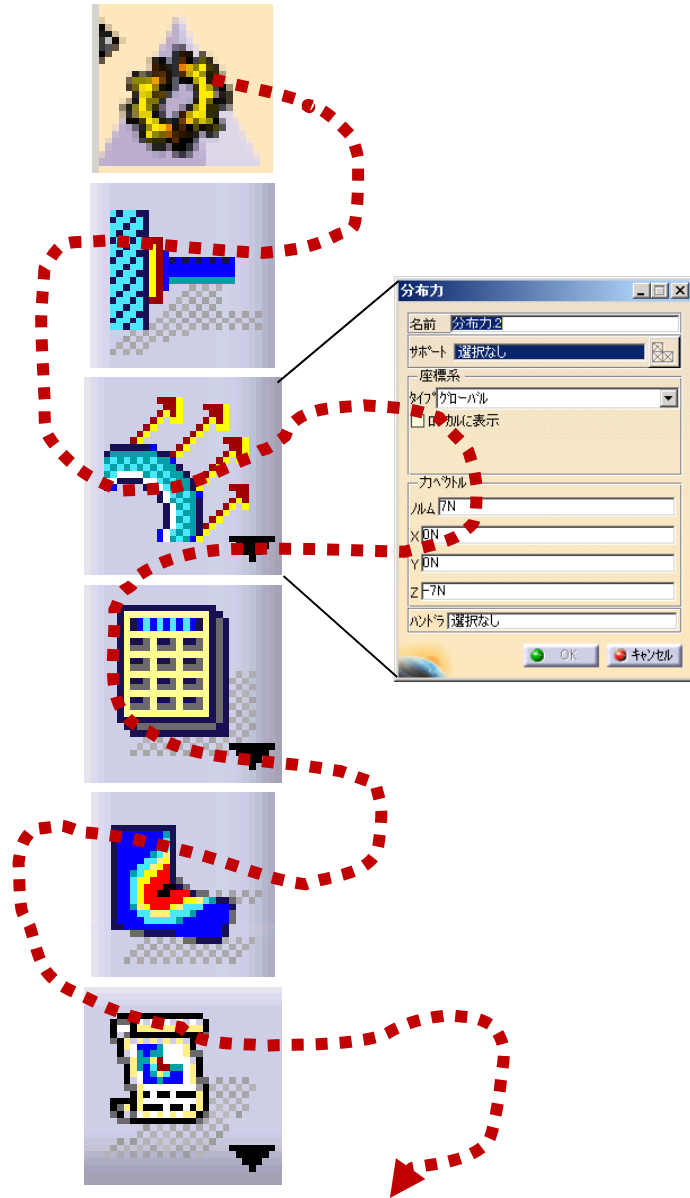
爪の幅 (b)	0.0 [mm]
爪の厚み (d)	0.0 [mm]
爪の長さ (L)	0.0 [mm]
爪の角度 (α)	0.0 [°]
たわみ量 (y)	0.0 [mm]
爪の材質	ジュラコン M90
(爪の材質で任意の材質を選んだ場合には、曲げ弾性率を入力して下さい)	0.0 [MPa]
<small>※ガラス繊維強化グレードの場合は、繊維配向の影響があるため、試験片による曲げ弾性率より低い値を用いた方が現実的です。 当社では、曲げ弾性率の0.7倍の値をよく使用しています。</small>	
爪と相手材との動摩擦係数	0.0
<small>動摩擦係数の例</small>	
ジュラコン v.s 樹脂材料	0.35 ~ 0.4
ジュラコン摺動グレード v.s 樹脂材料	0.2 ~ 0.3
ジュラコン v.s 金属	0.1 ~ 0.2
ジュラネックス v.s 樹脂材料	0.35 ~ 0.4
ジュラネックス v.s 金属	0.1 ~ 0.2

計算する

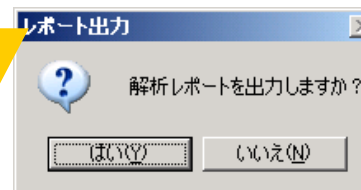
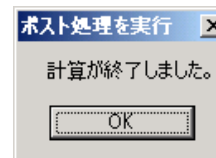
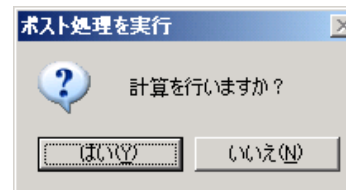
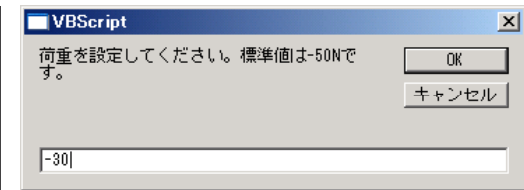
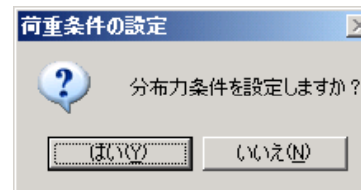
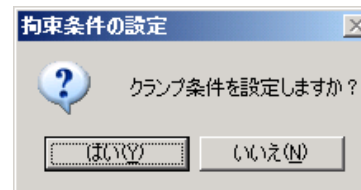
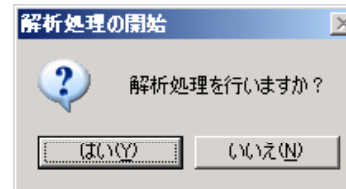


# 解析の省力化 解析ウィザード

# 解析ウィザード



解析ウィザード





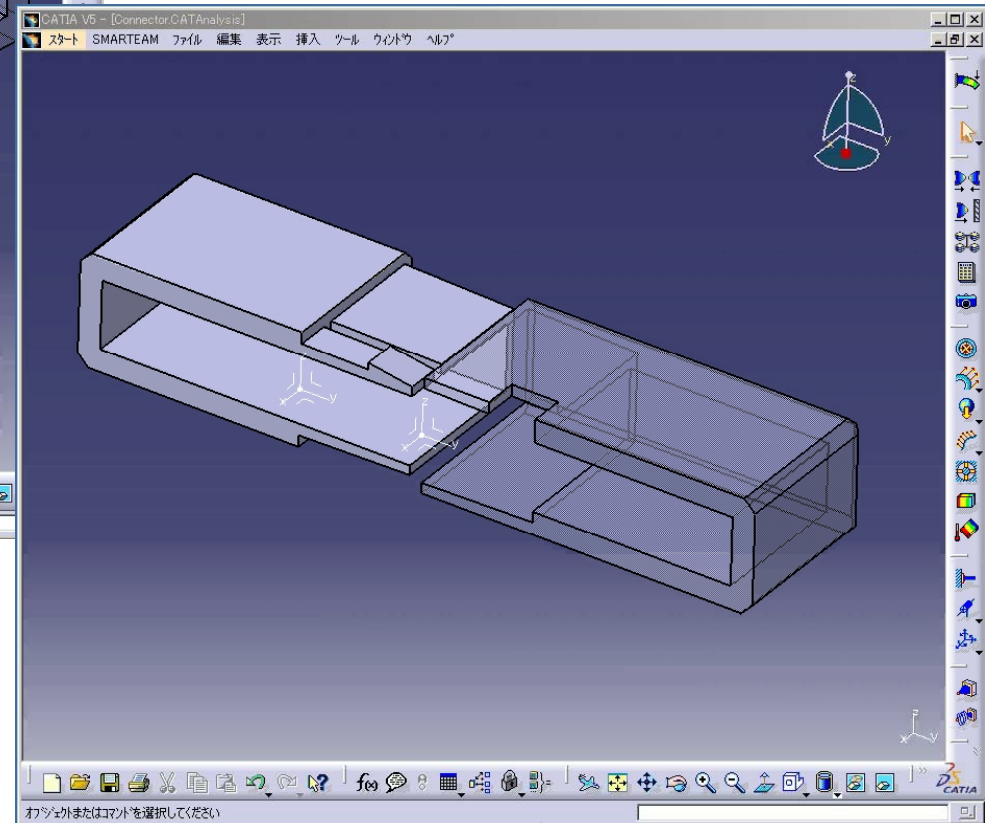
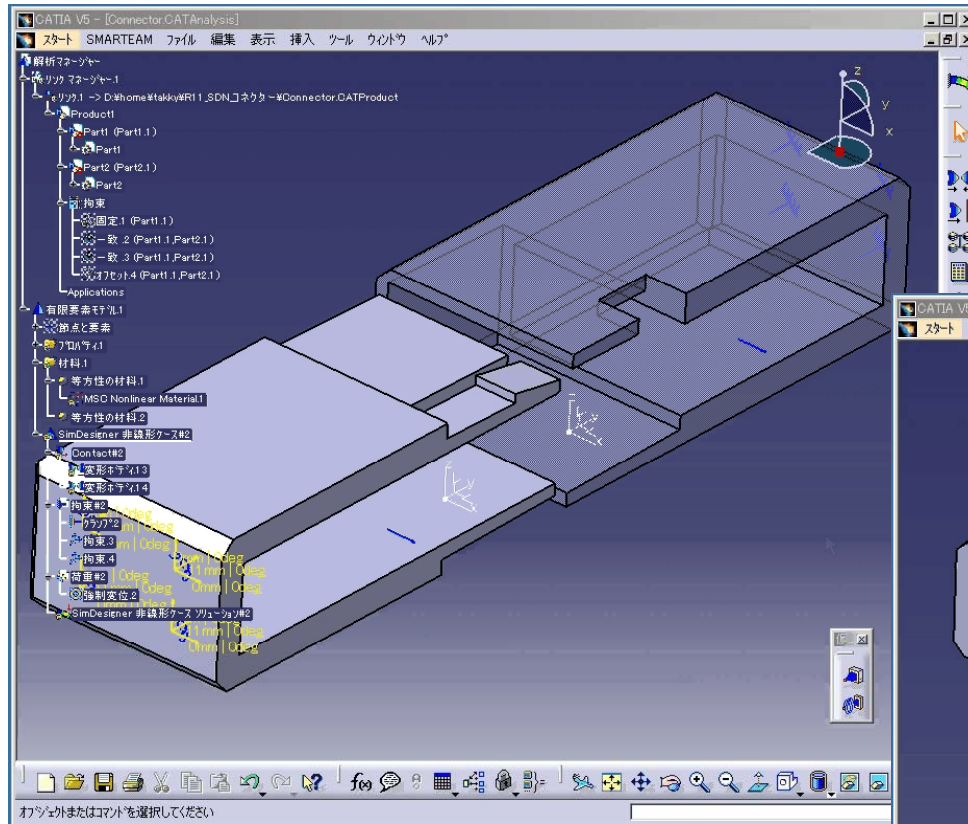
解析結果の信頼性を定量化する  
**解析結果信頼性フローチャート**



手間は半減、精度はアップ  
**単品部品への落とし込み**



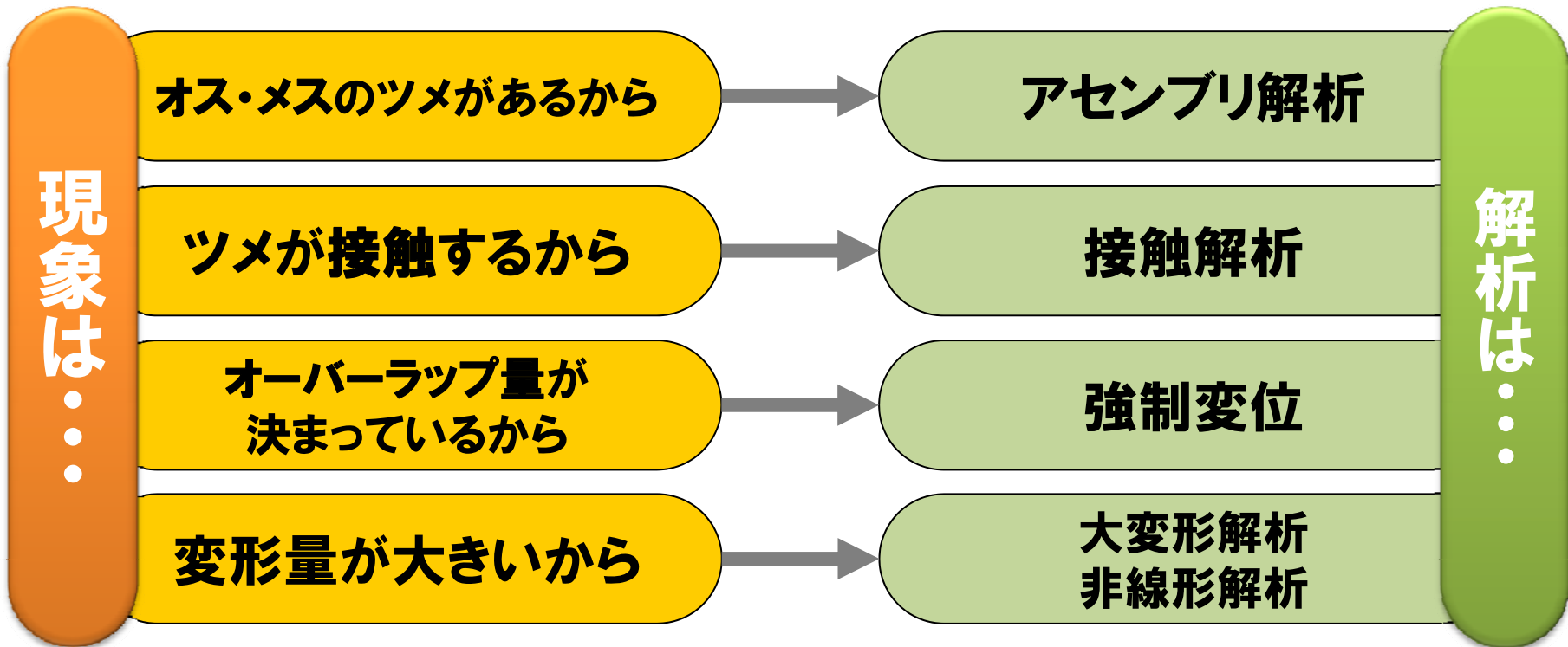
# 例えば、「スナップ・フィット」





CAE FOR ALL

# ぎゃつぶ、ギャツブ、GAP

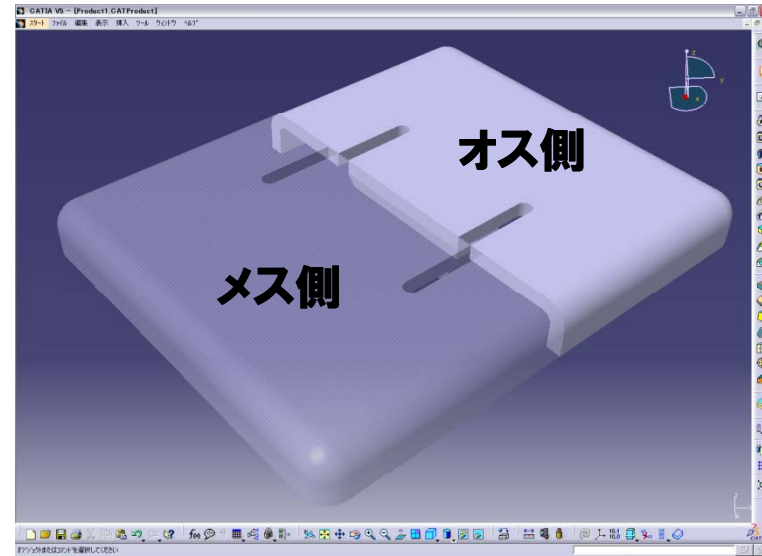
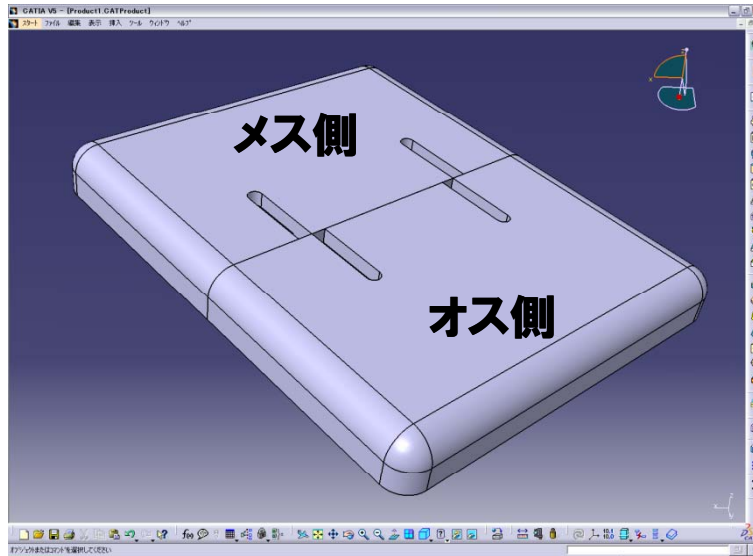


パチンって  
はまるだけな  
んだけどなあ  
...

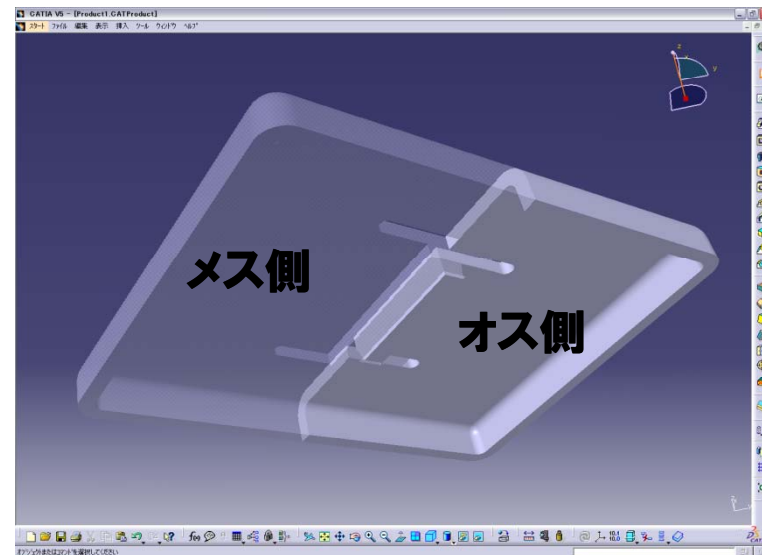


これはなかなか  
難しい解析  
になるなあ...

# 設計者のスナップ・フィット解析



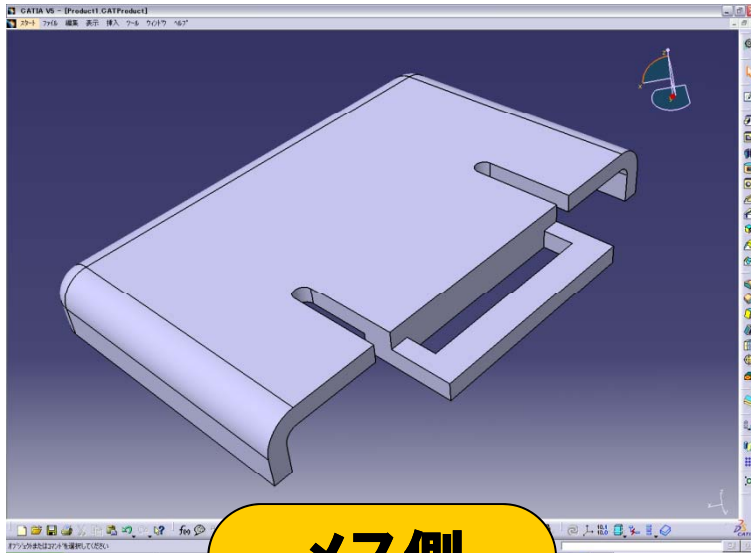
- オス側とメス側のオーバーラップ量は0.5mm。
- よって、組み立てる際、オス側とメス側の両方が変形し、2部品の変形量が0.5mmの状態となって組み立てられる。



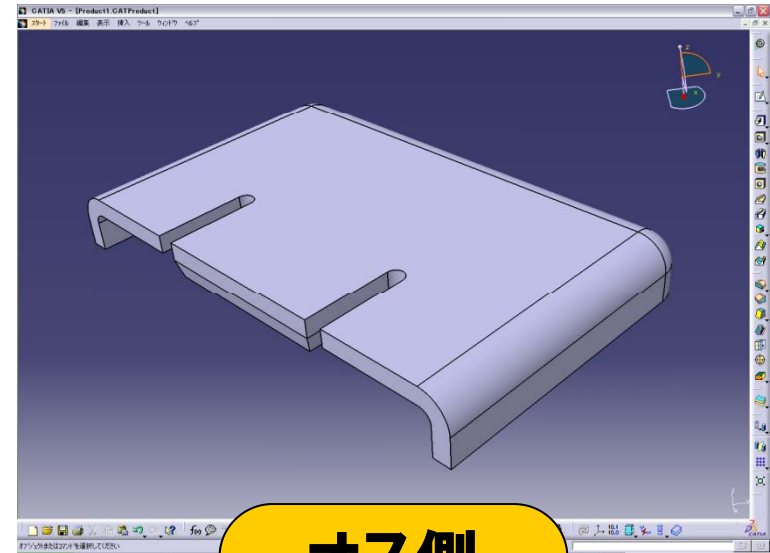


CAE FOR ALL

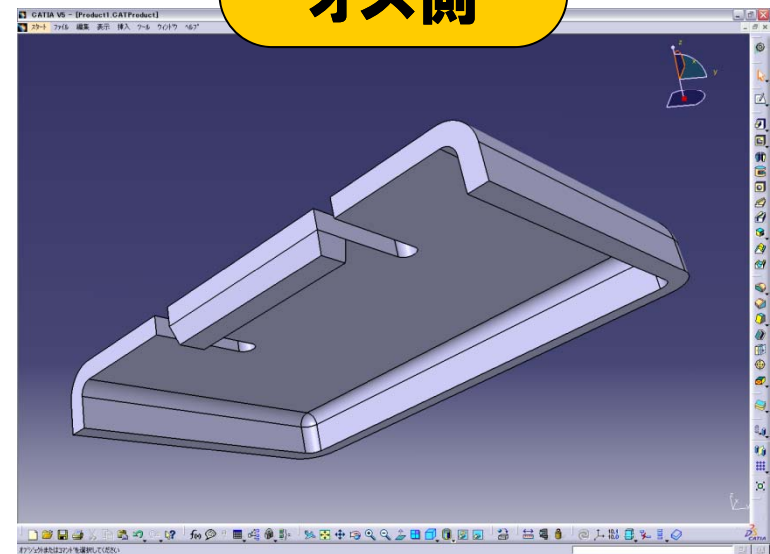
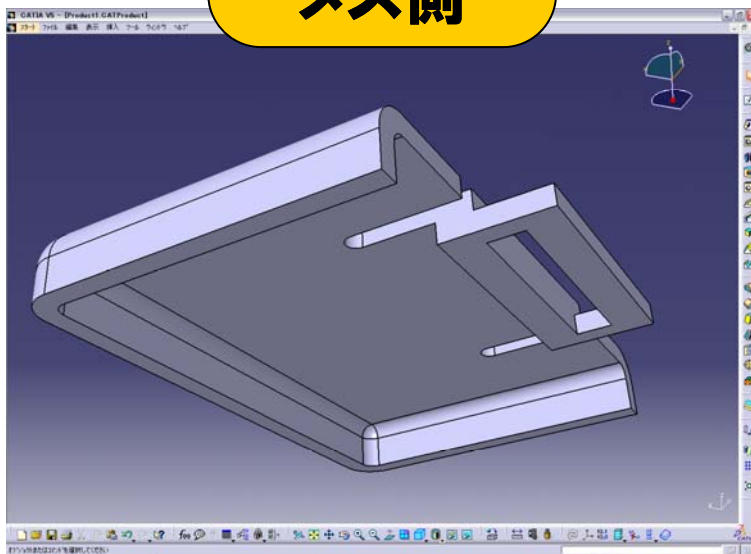
# スナップ・フィットの部品



メス側



オス側



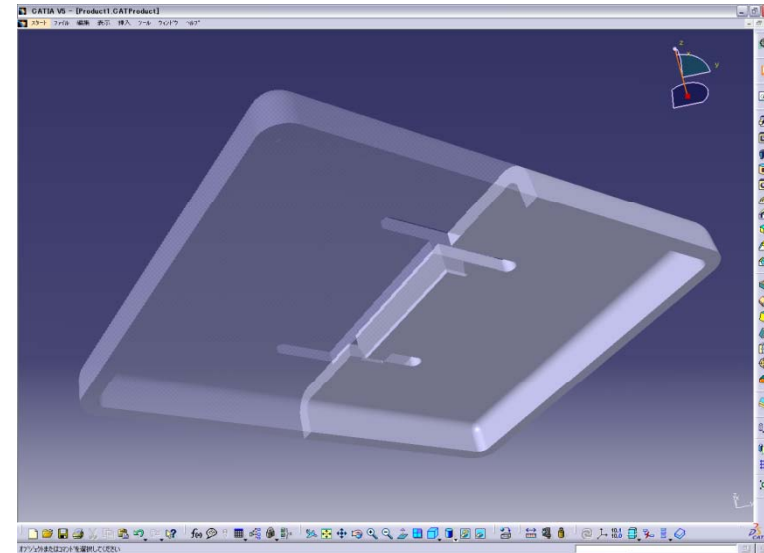
# 解析の目的と判断条件は...

## ● 解析の目的

- ▶ 組み立ての時に、メス側とオス側が壊れないか、解析を使って調査する。

## ● 判断条件

- ▶ 最大応力が、材料の降伏応力に対して安全率2.0以上であること。



**2部品のバネ定数を求めるためにCAE実施**

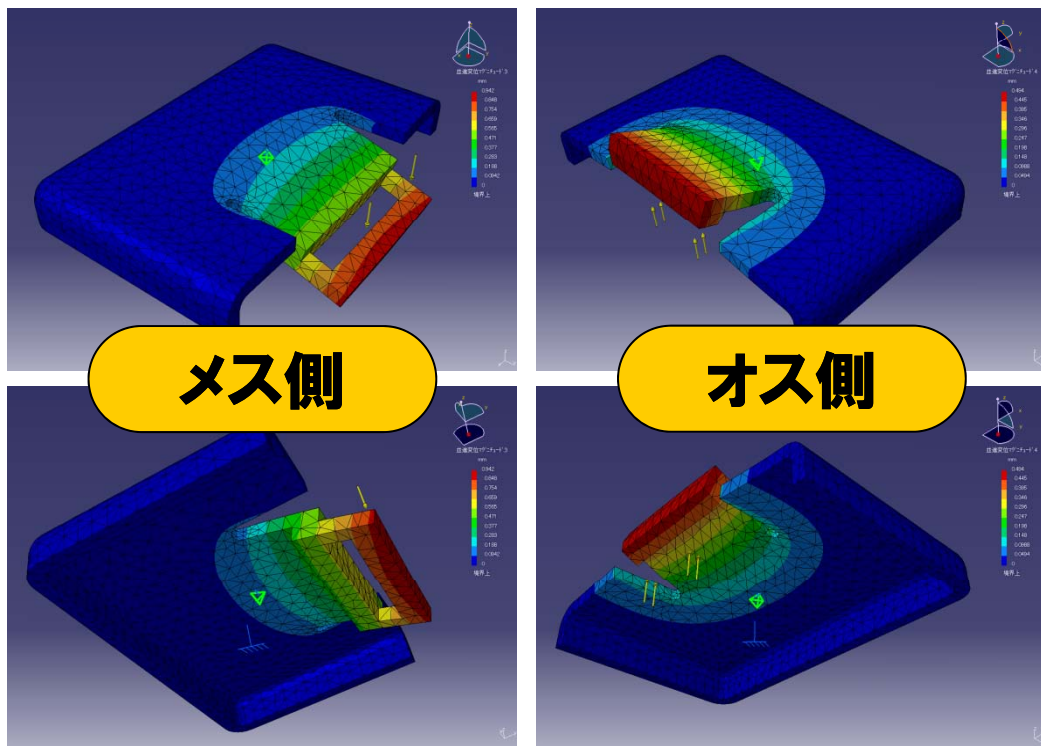


**2部品の合計が0.5mmとなる荷重を求める。**



**再度、強度解析を行い、応力値を求める。**

# 2部品のバネ定数を求めるためにCAE実施

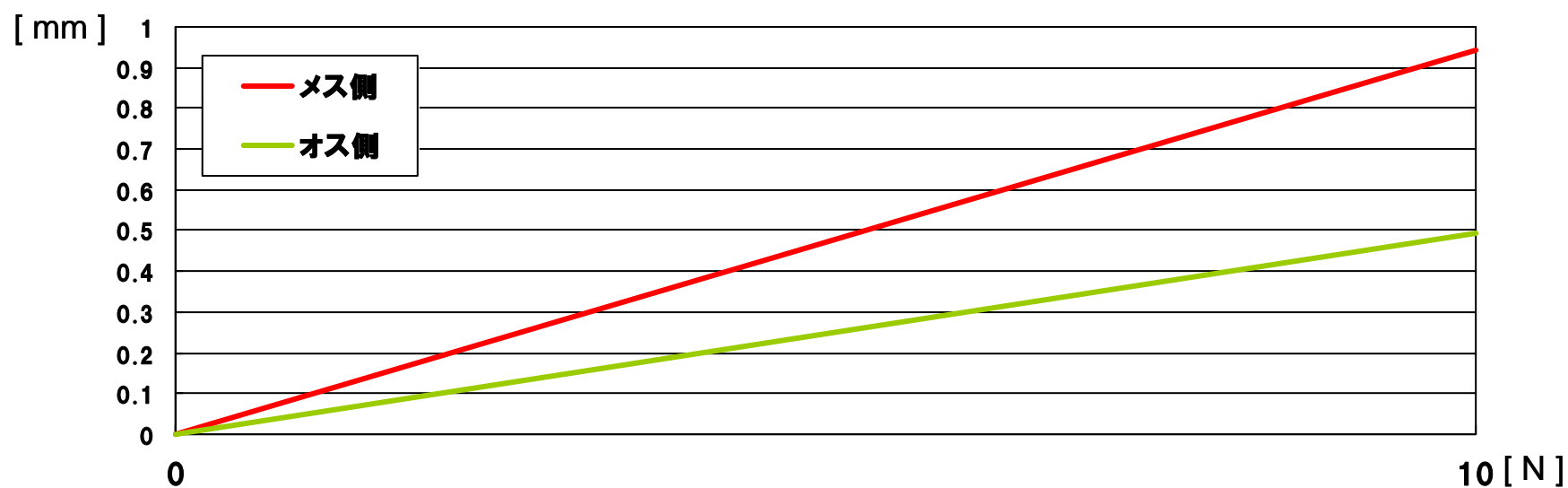


単位荷重を与えて、変形量を求める。

	荷重	変形量
メス側	10N	0.942mm
オス側	10N	0.494mm

# バネ定数を求める

	荷重	変形量	バネ常数
メス側	10N	0.942mm	0.0942 mm/N
オス側	10N	0.494mm	0.0494 mm/N





## 2部品の合計が0.5mmとなる荷重を求める

$$\begin{cases} y=0.0942x & (1) \\ 0.5-y=0.0494x & (2) \end{cases}$$

**この2式の連立方程式を考える。**

※荷重は作用反作用の関係で同じ数値になる(と仮定)。

**(1) 式を (2) 式に代入して**

$$0.5-0.0942x=0.0494x$$

$$0.5=0.0494x+0.0942x$$

$$0.1436x=0.5$$

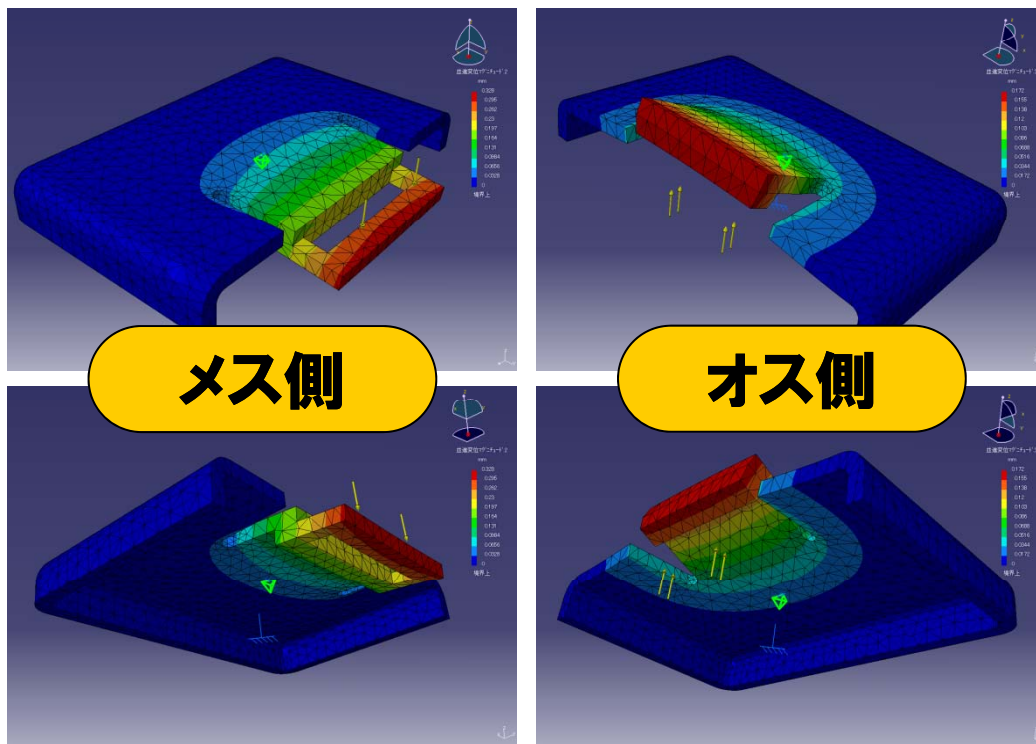
$$x=3.482$$

めんどろ  
くさがらないで...。  
中学校の  
数学だよ？



**よって、かける荷重は、3.482Nとなる。**

# 再度、強度解析を行い、応力値を求める

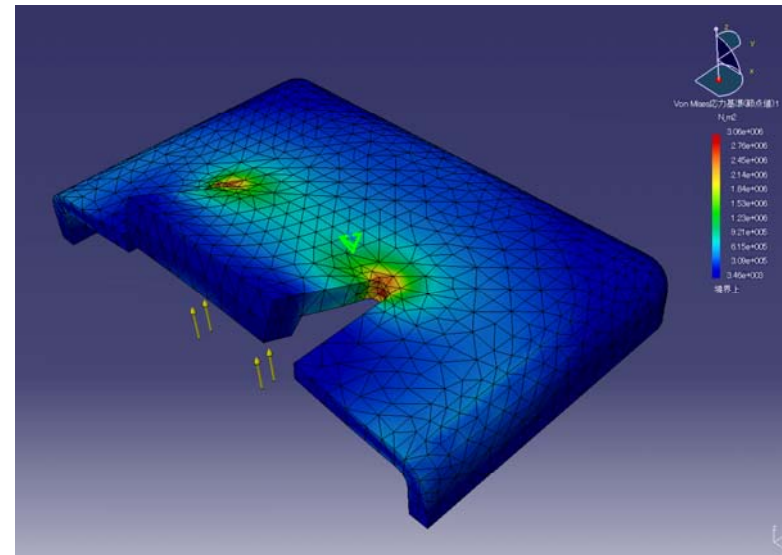
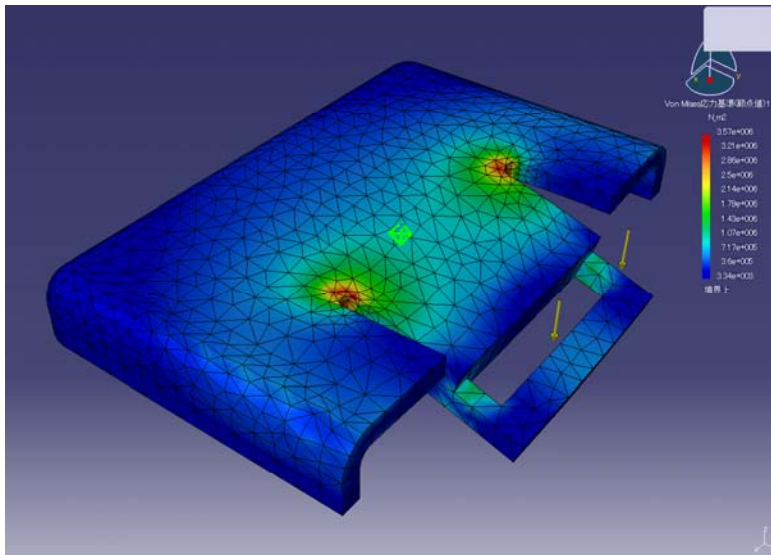


3.482Nを与えて、変形量を求める。変形の合計は0.5mmとなる。

	荷重	変形量
メス側	3.482N	0.328mm
オス側	3.482N	0.172mm

# 判定

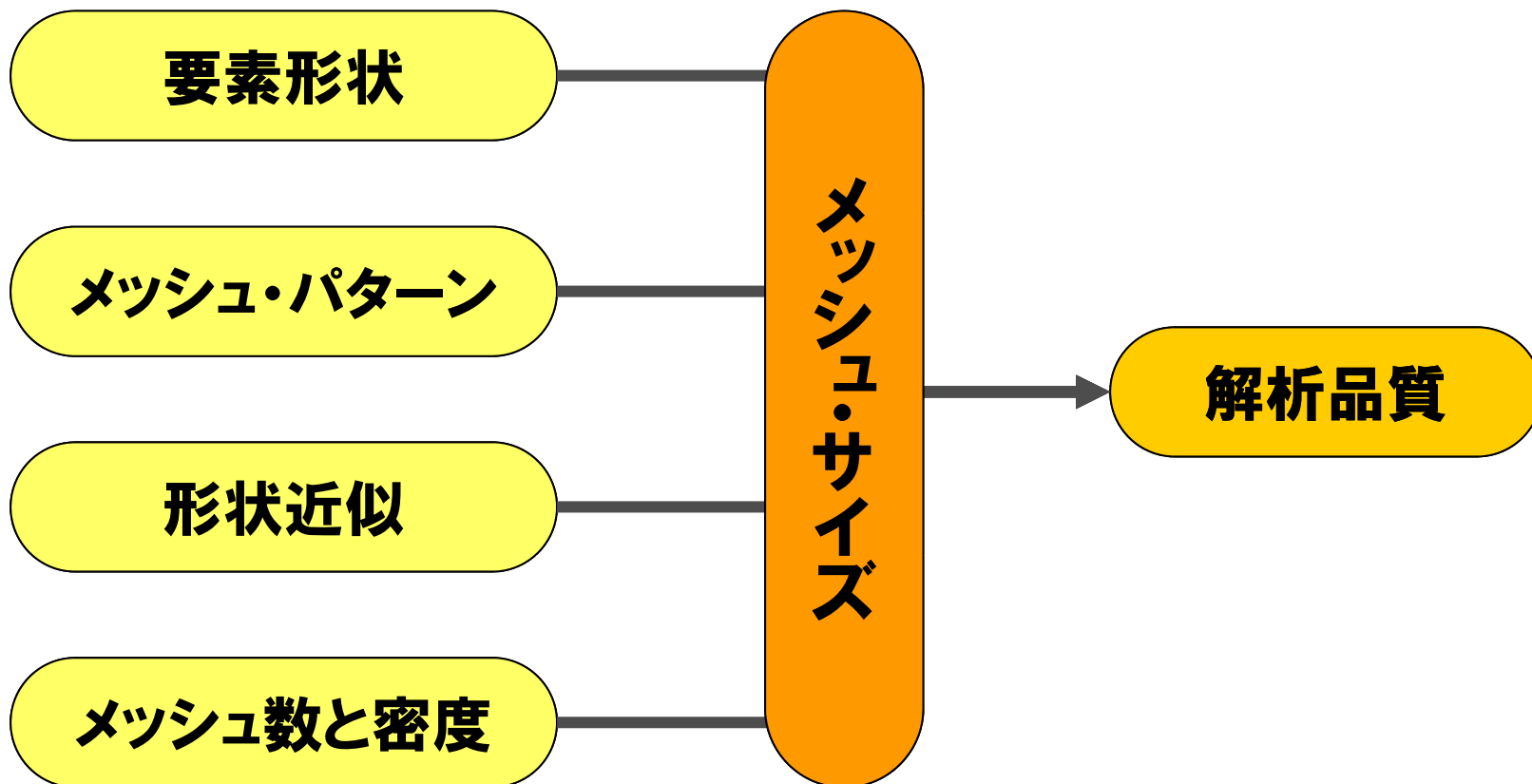
	メス側	オス側
発生する応力	35.7MPa	30.6MPa
曲げ応力	74MPa	
安全率	$74/35.7=2.07$	$74/30.6=2.42$
判定	安全率2.0以上で問題なし	





最適なメッシュ・サイズを見つける  
**OK法をちょっとだけ紹介**

# 解析品質を左右する4つの要因



**解析の品質はメッシュ・サイズによって決定されます。**

# 有限要素法

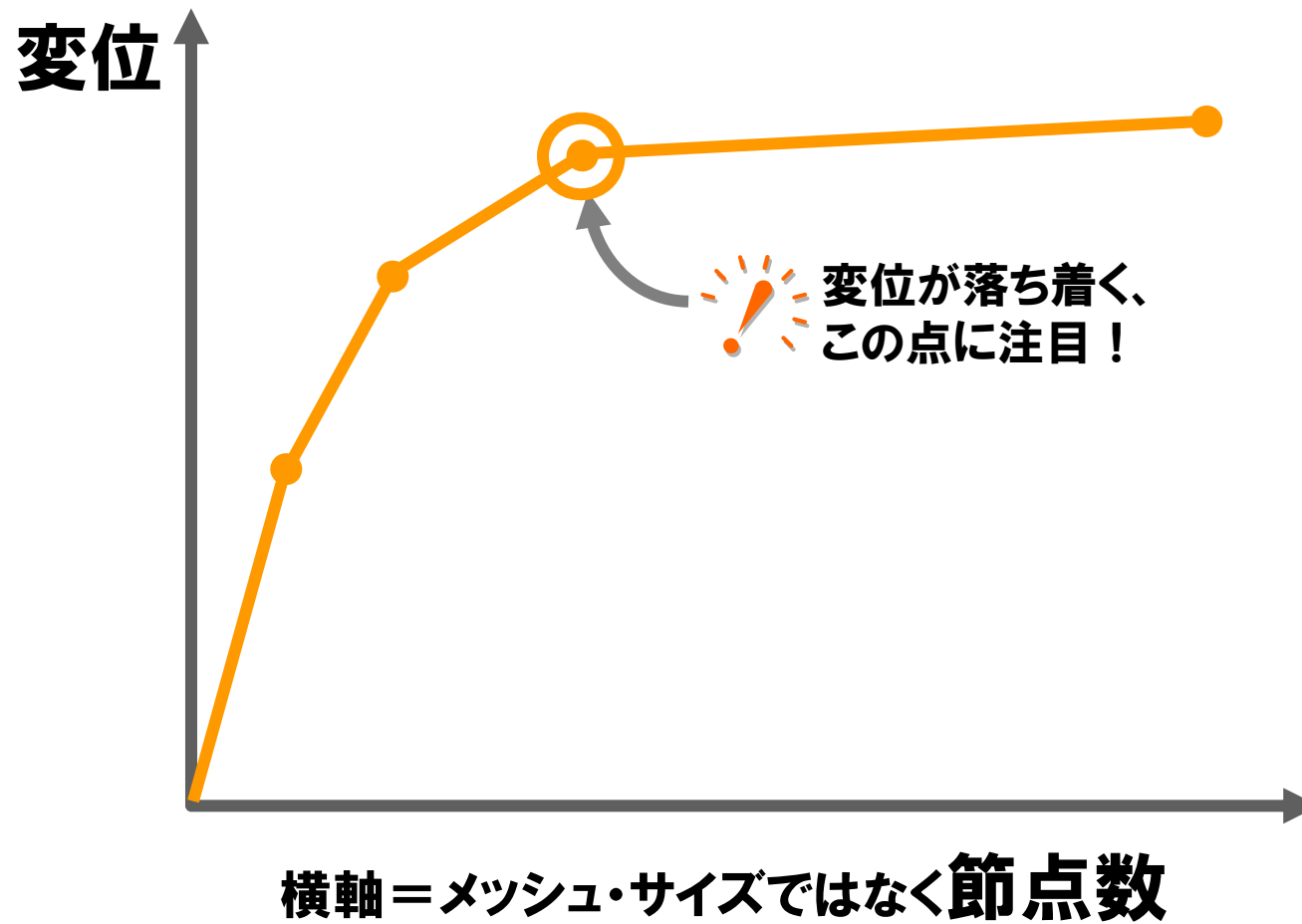
- 『要素』は解析の精度を決める最も重要な要因です。



## OK法をちょっとだけ紹介

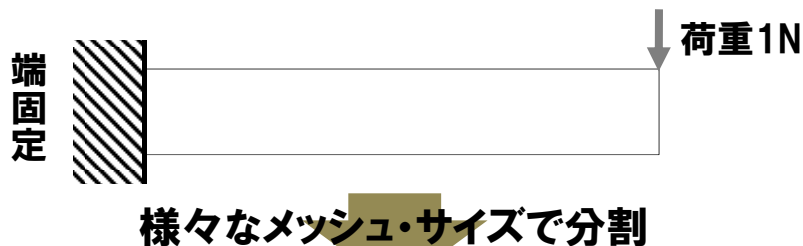
- **メッシュはなるべく均一に。つまりアダプティブ・メッシュなどの細工はしない。**
  - ▶ 節点数は多くなるが、現在のマシン・パワーに任せる。エレガントさより、パワー重視。
- **複数回の解析の実行を覚悟する。つまり一発で最適なメッシュ・サイズなど得られない。**
  - ▶ これも、現在のマシン・パワーに任せる。ムーアの法則の正確かつ順調な推移に期待。
- **グローバルなメッシュ・サイズのみを変更し、解析を行ない、得られた変位でグラフを描く手間を惜しまない。**
  - ▶ 縦軸は変位、横軸は“メッシュ・サイズではなく”あくまで節点数でグラフを描く。

# OK法をちょっとだけ紹介

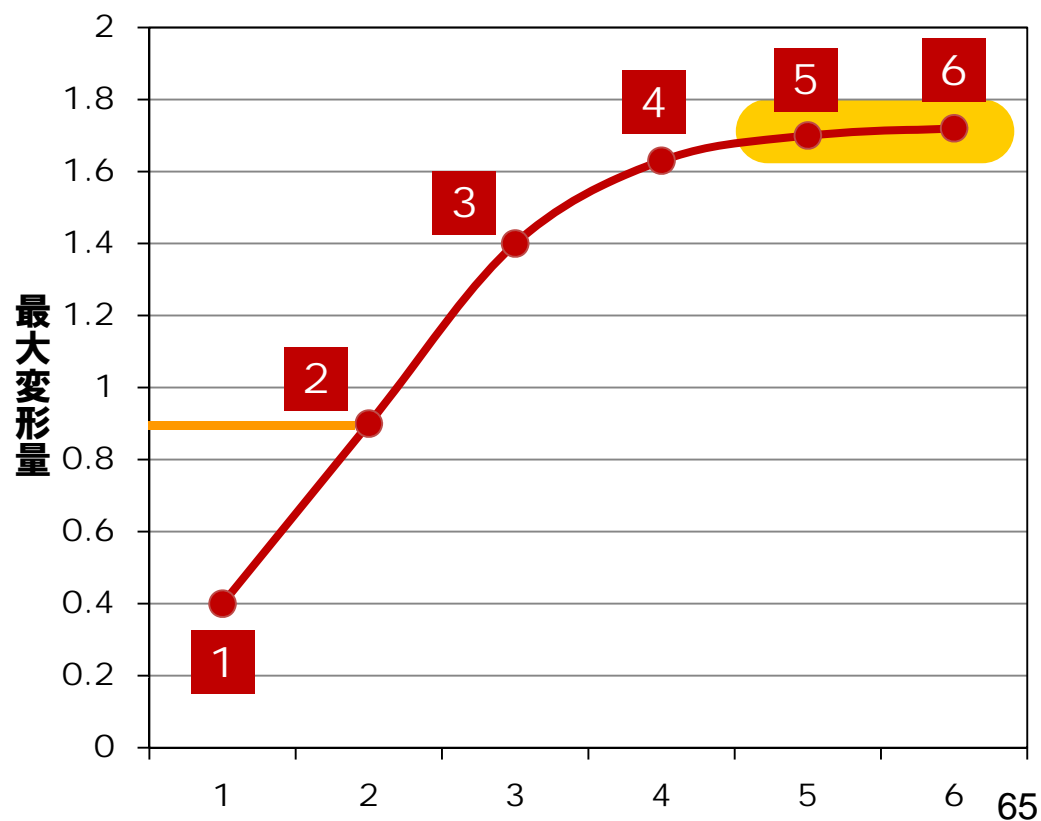
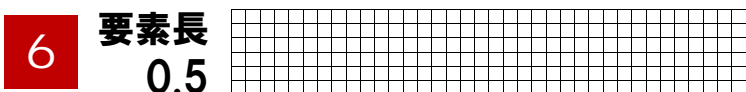
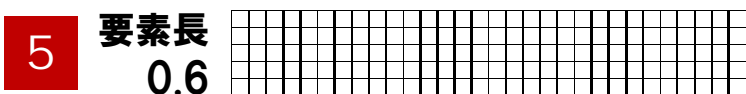
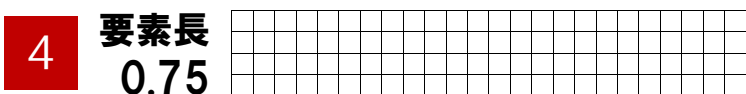
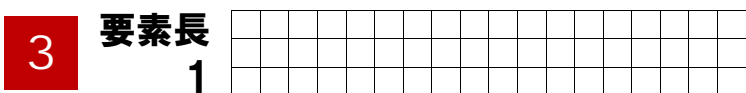
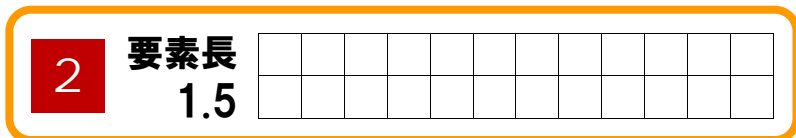
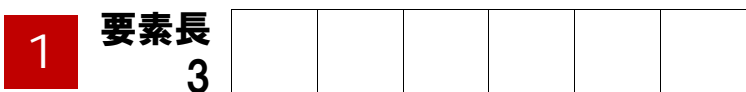




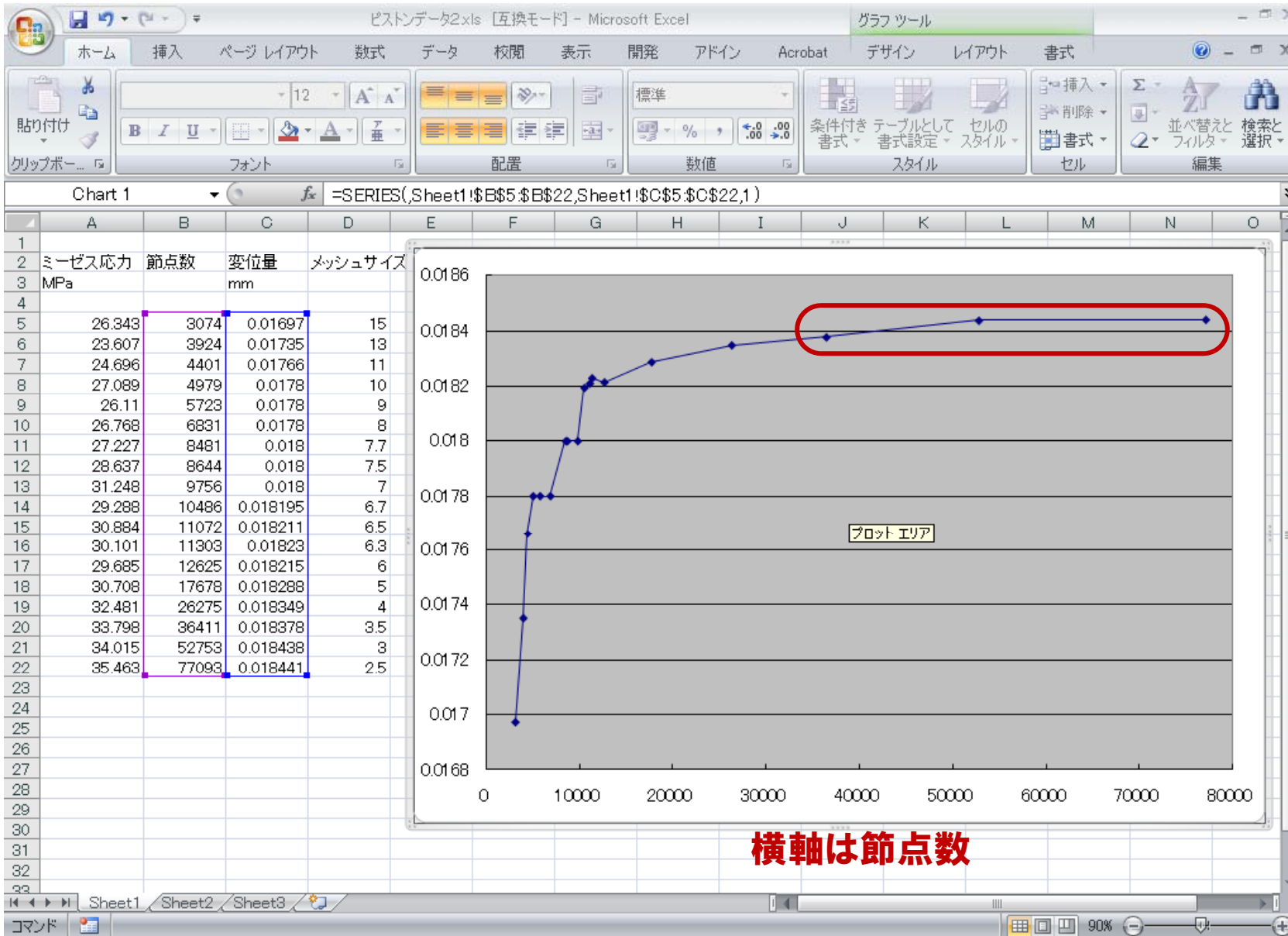
# 解析結果はメッシュ・サイズによって変わる



解析1回コツキリでは、それが正しいかどうかわからない!



# 実モデルへの適用





この質問に答えられないなら信じてはいけない  
**DR(設計検討会)突っ込みどころ**

ポイント

1

**解析の種類は何？ 線形静解析？**

ポイント

2

**要素の種類と次数は？**

ポイント

3

**何の応力？ ミーゼス応力？ 主応力？**

ポイント

4

**変形量はどれくらい？**

つづく

ポイント

5

**その材料の降伏応力はいくつ？**

ポイント

6

**解析は何回、やったの？**

ポイント

7

**どんな境界条件なの？**

ポイント

8

**応力の最大値は？ 特異点じゃないの？**



解析ノウハウの再利用と解析作業効率化

**Simulation Data Manager**

**という考え方**



CAE FOR ALL

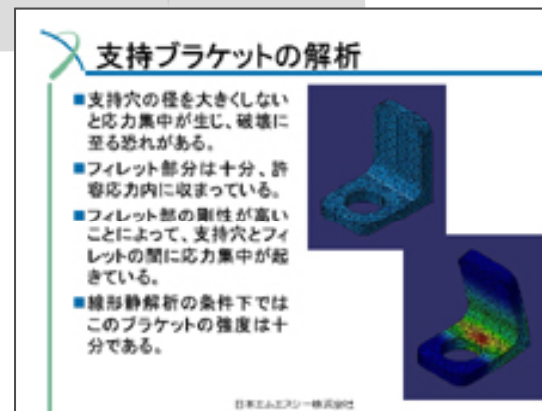
# 再解析の必要性

このメッシュもつと細かく...

この解析を違う条件で...

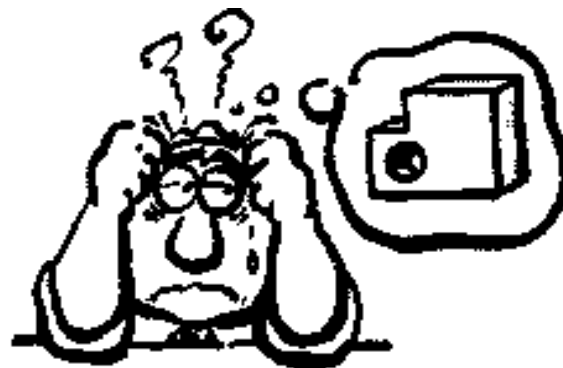
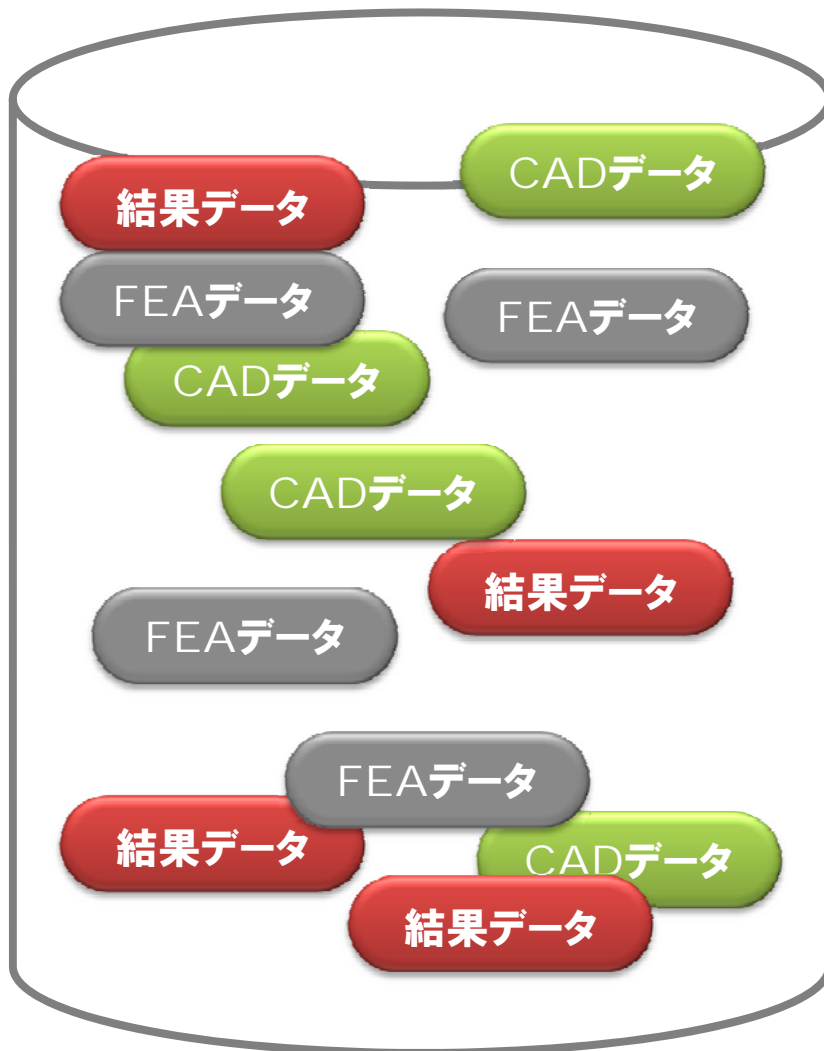


報告書



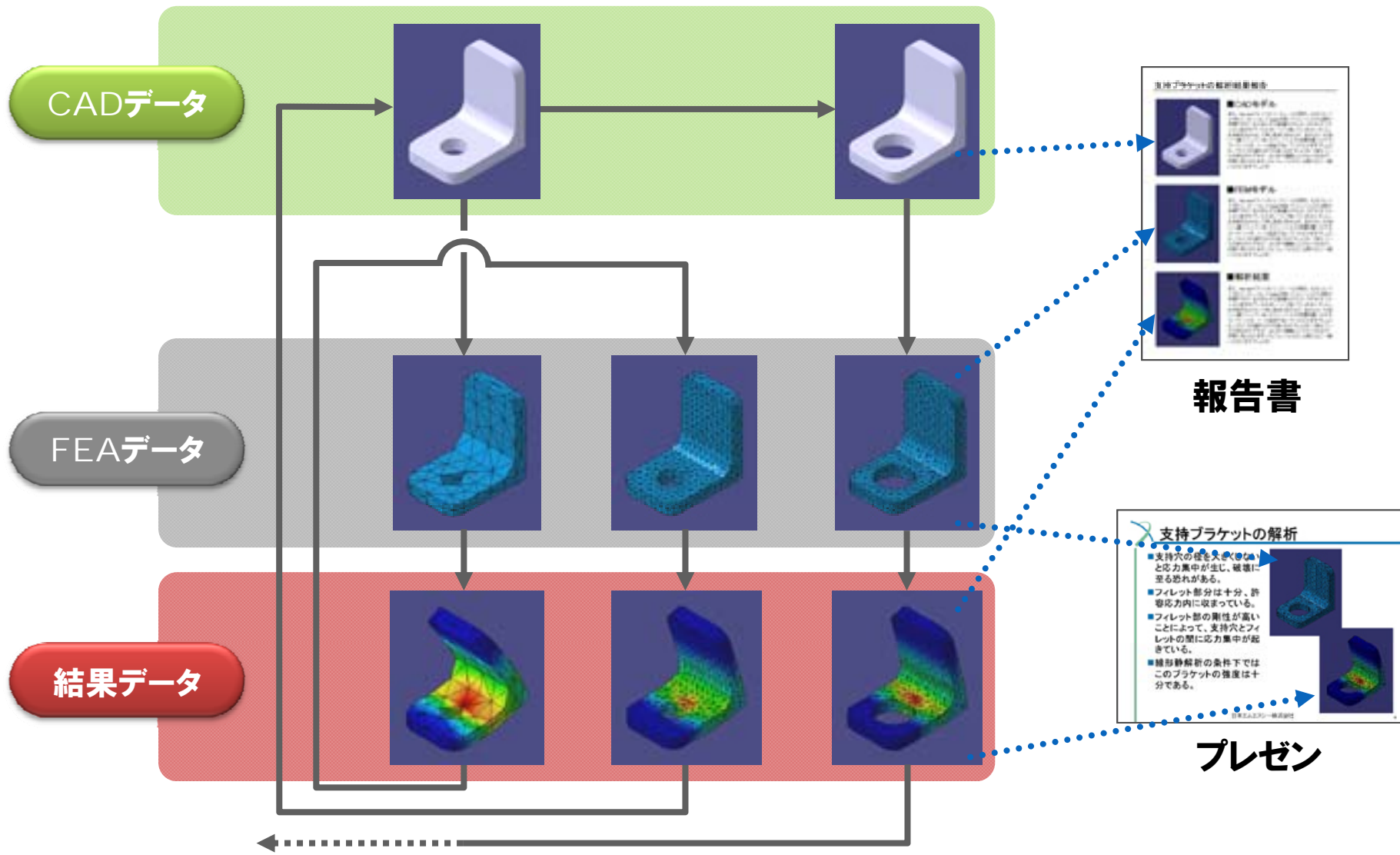
プレゼンテーション

# バラバラに存在するファイル

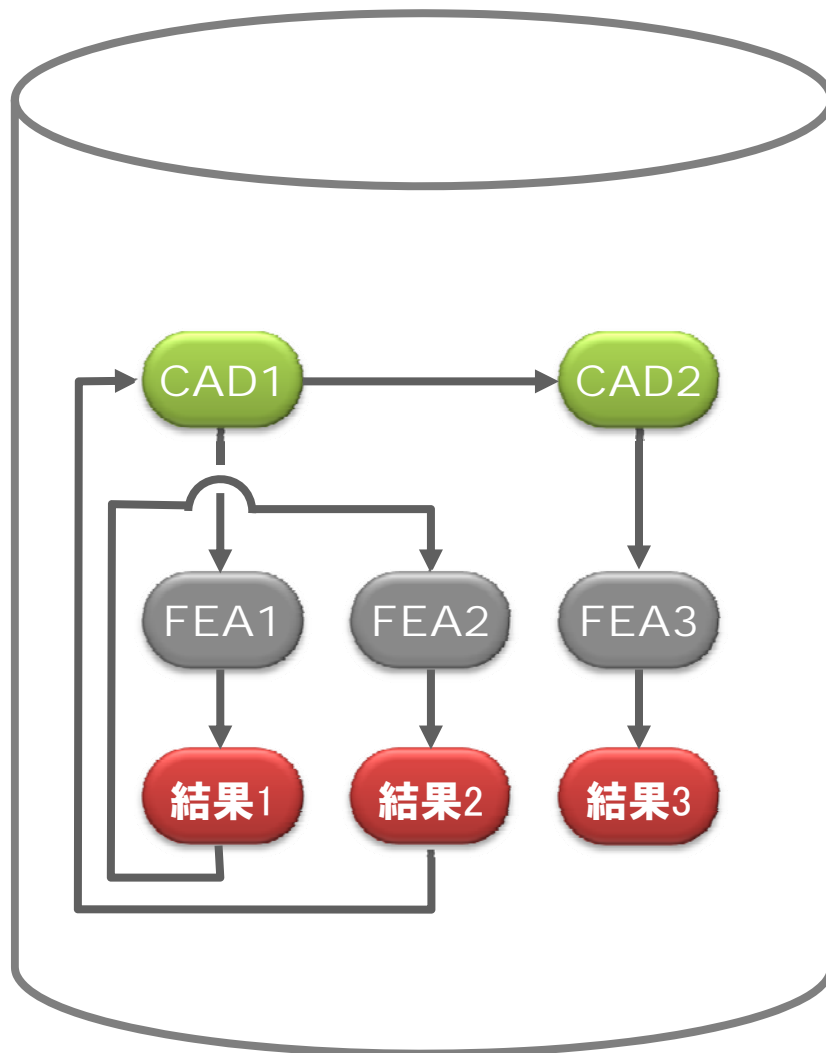


- どのデータが大切かわからない
- 計算結果の再現性が低い
- ストレージに不要データが死蔵される可能性大
- 無尽蔵で増えつつける



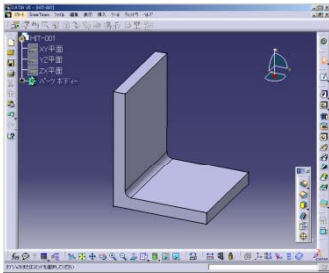
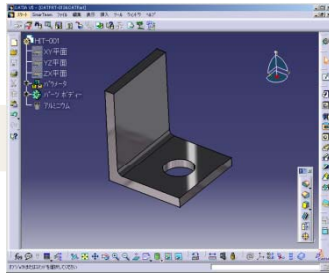
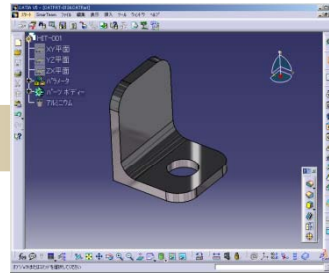
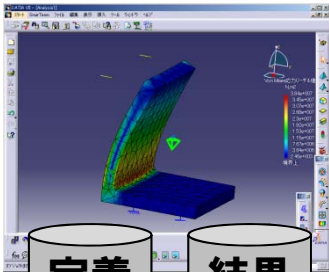
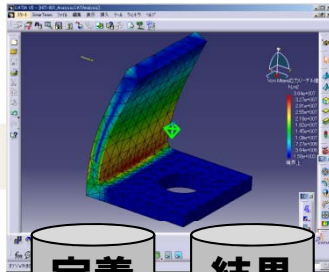
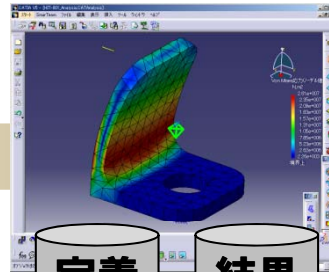
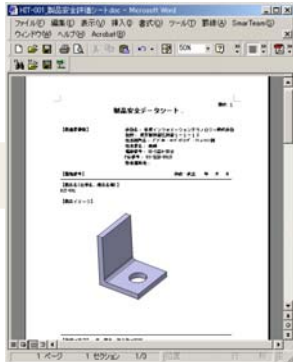



# SDMによる解析データ管理

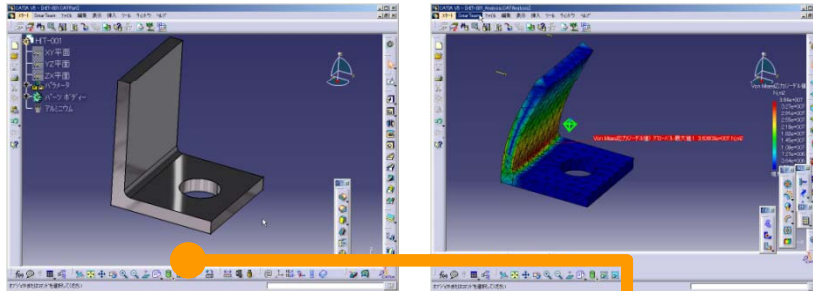


- データが連携されておりメンテナンスがラク
- 計算結果の再現性が高い
- ストレージに不要データが死蔵される可能性なし

# 設計解析フェイズとファイル

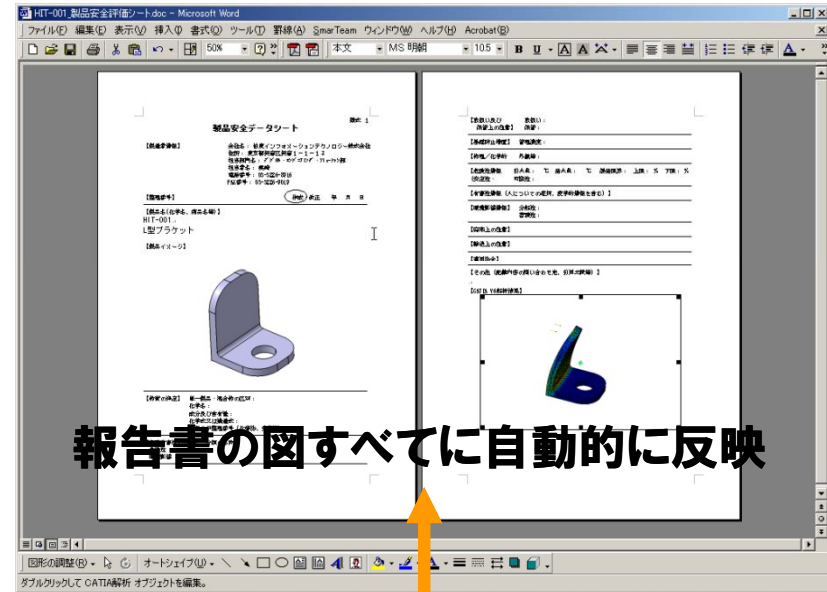
	初期モデル	1次設計変更	2次設計変更
CADモデル ファイル			
解析モデル ファイル	 <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; width: 40px; text-align: center;">定義</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; width: 40px; text-align: center;">結果</div> </div>	 <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; width: 40px; text-align: center;">定義</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; width: 40px; text-align: center;">結果</div> </div>	 <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; width: 40px; text-align: center;">定義</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; width: 40px; text-align: center;">結果</div> </div>
技術文書 ファイル			

# 報告書とモデルのリンク

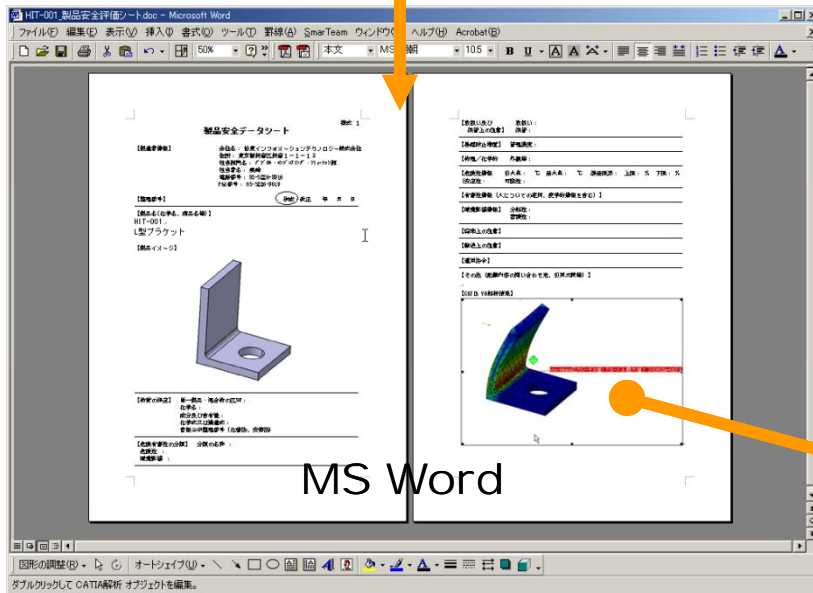


モデリング

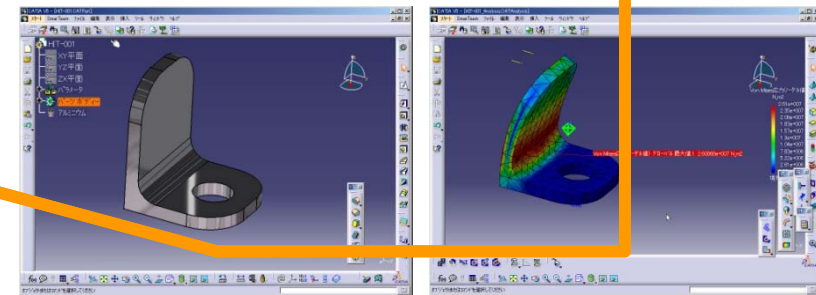
解析



報告書の図すべてに自動的に反映



MS Word



モデルと解析の修正

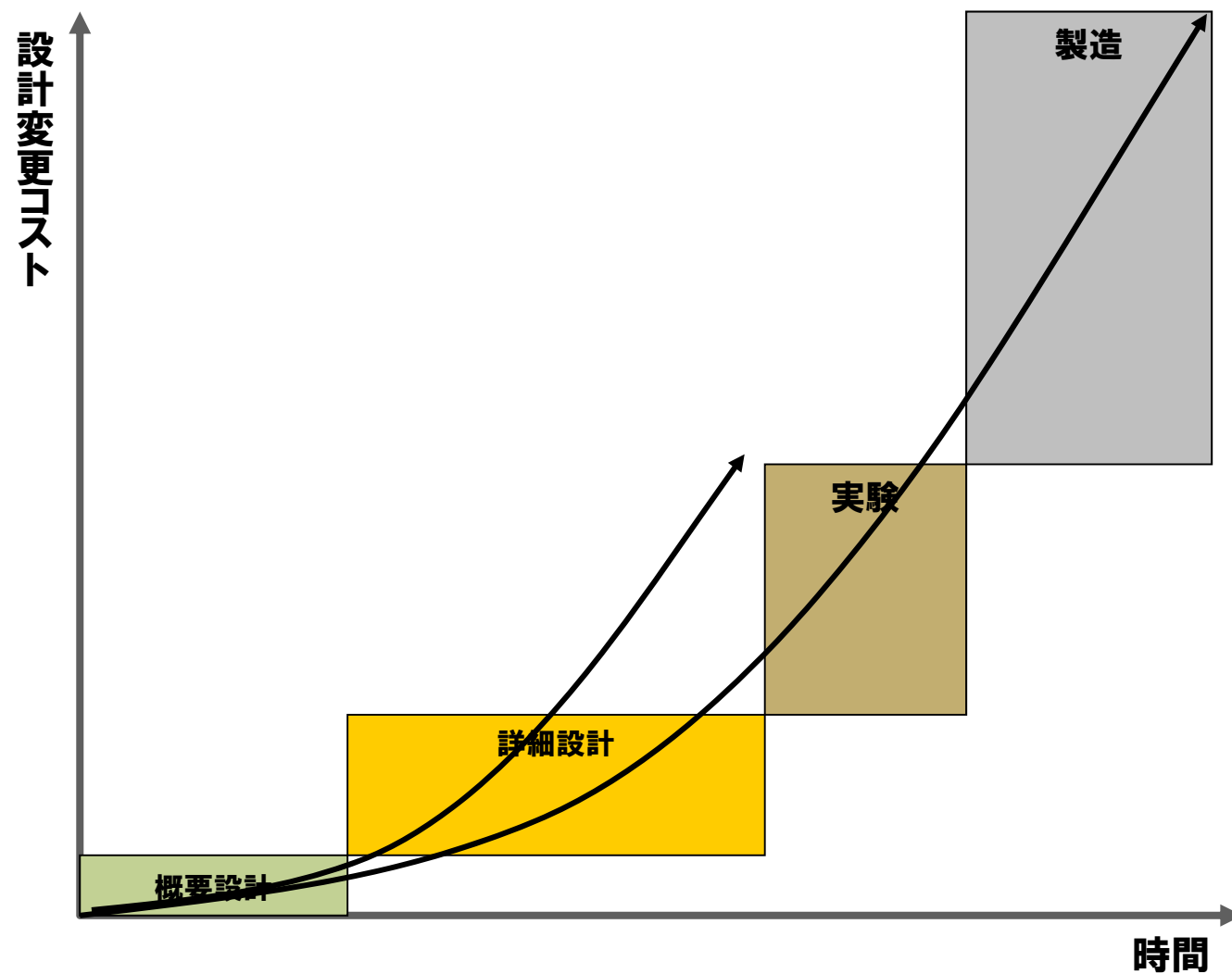
工夫ひとつで、解析の精度や作業性をアップ  
することができる。

- 簡易ツール
- 解析ウィザード
- 解析結果信頼性フローチャート
- 単品部品への落とし込み
- OK法
- DR突っ込みどころ
- SDMという考え方

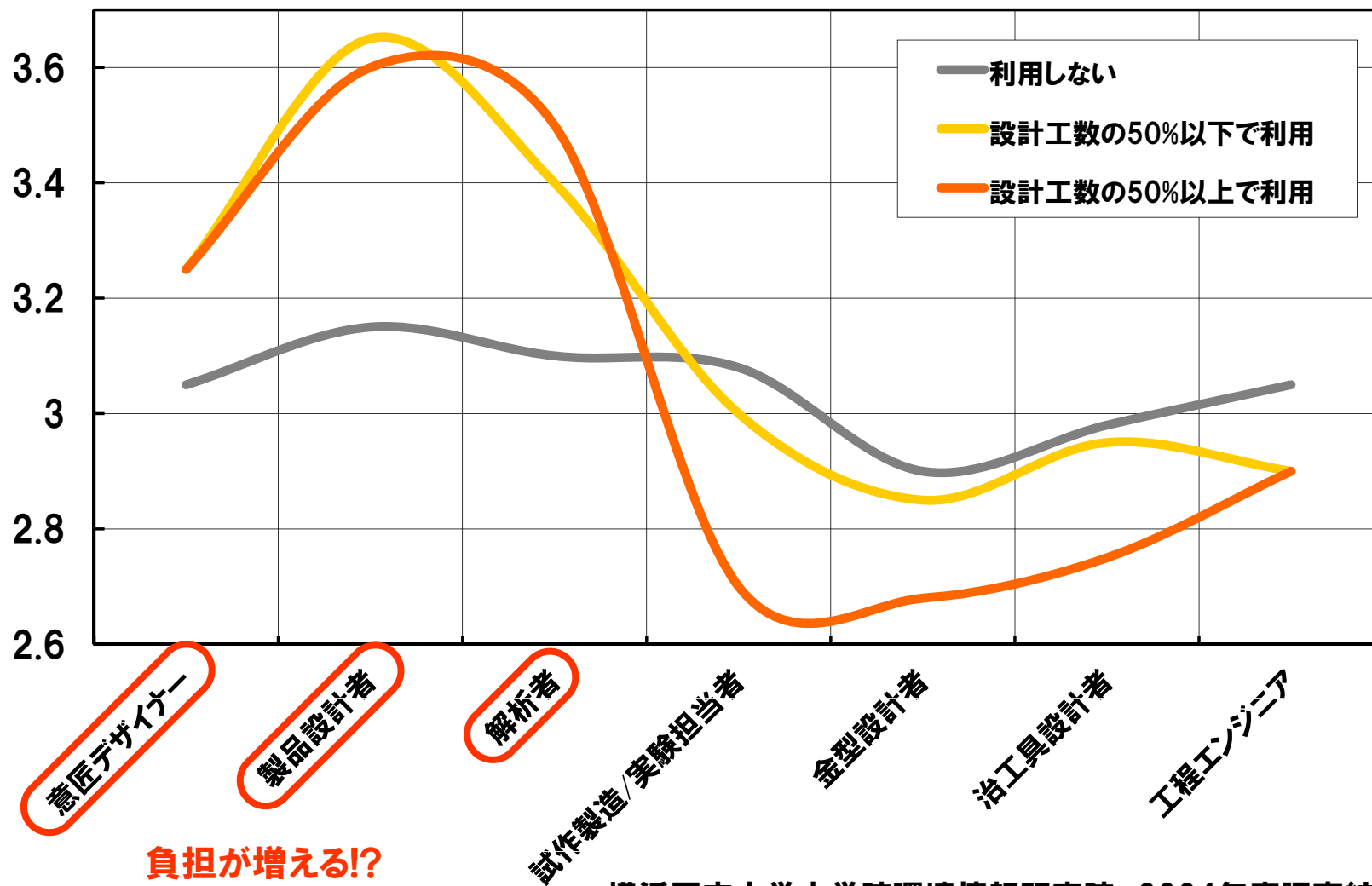


## 第五章:フロントローディングは本当に可能か?

# 設計初期段階での様々な検討



# 作業のフロントローディング



横浜国立大学大学院環境情報研究院 2004年度調査結果



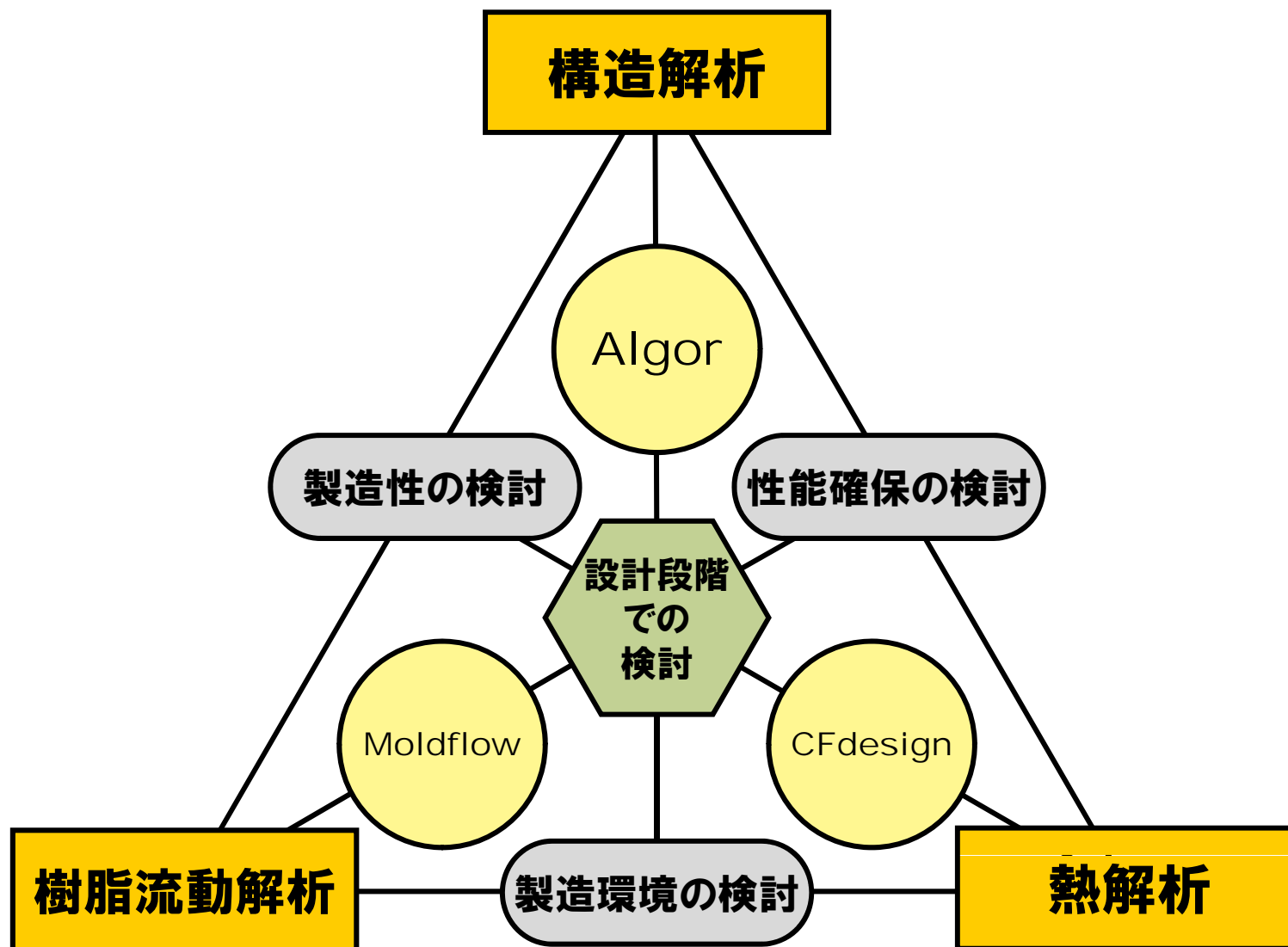
**設計者CAEの導入だけでは、真のフロントローディングは、ほぼ不可能。**

**真のフロントローディングは3次元設計と連動してはじめてホンモノとなる。**

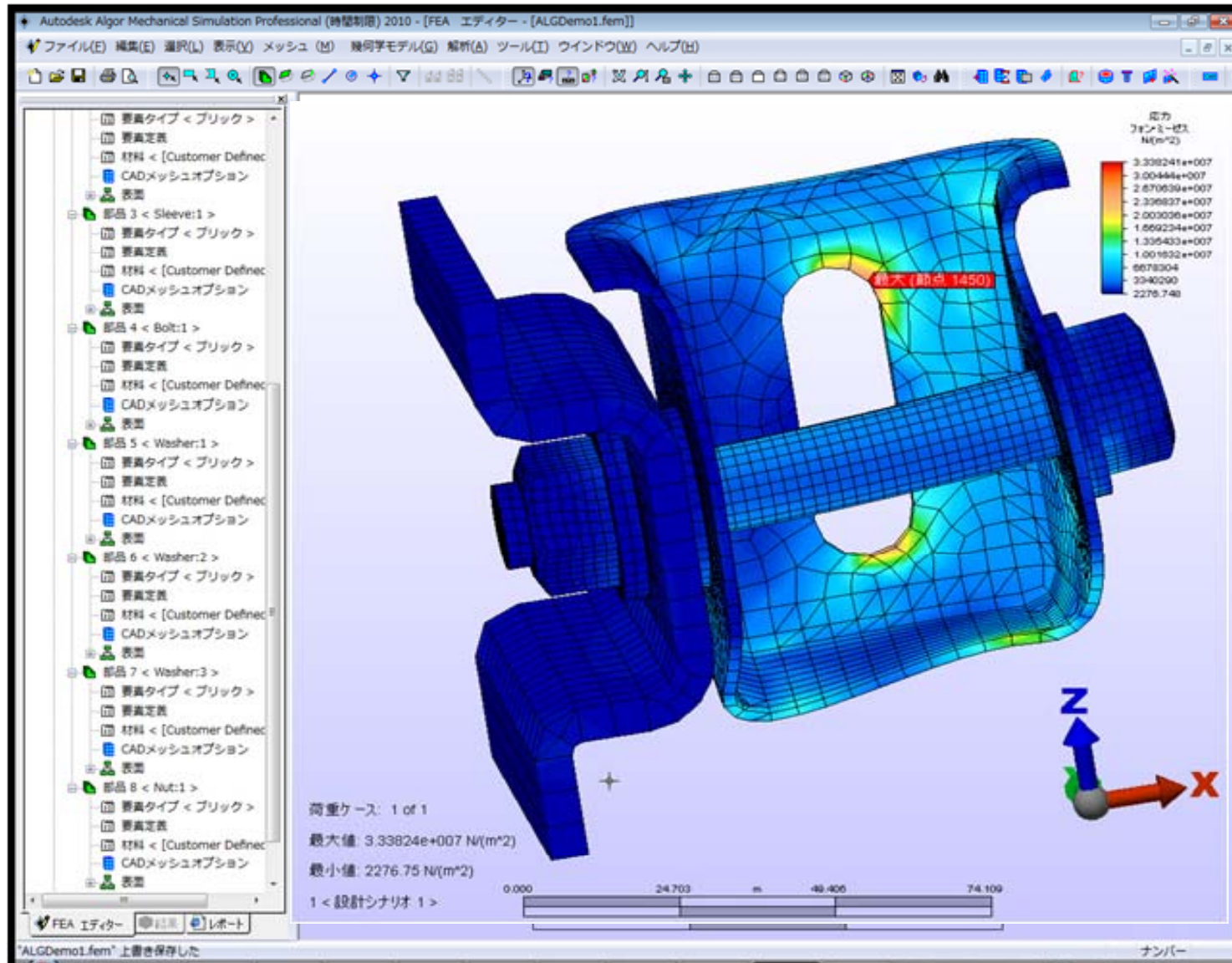


## 第六章:この後のセッションのポジショニング

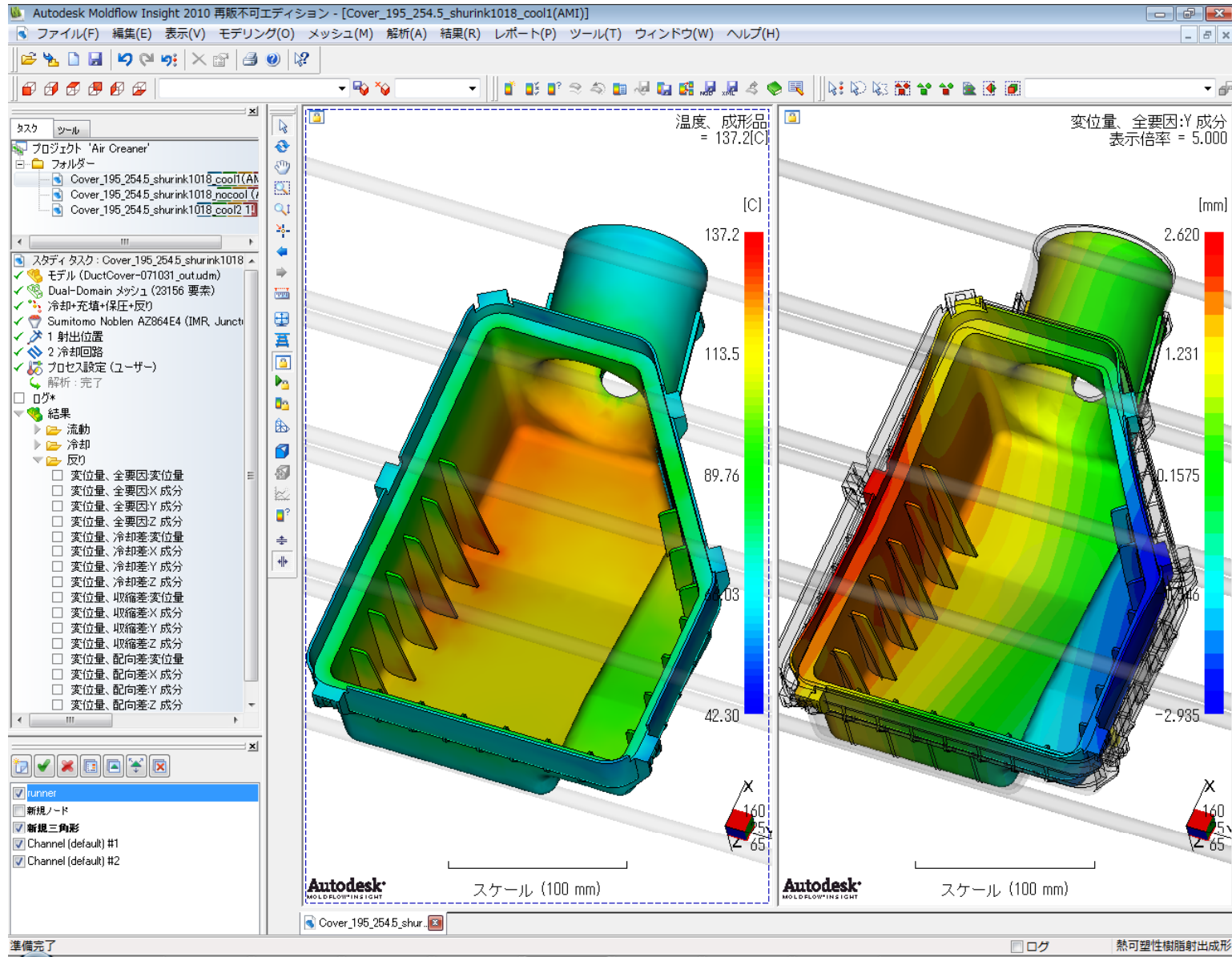
# 設計段階での検討をカバーする製品



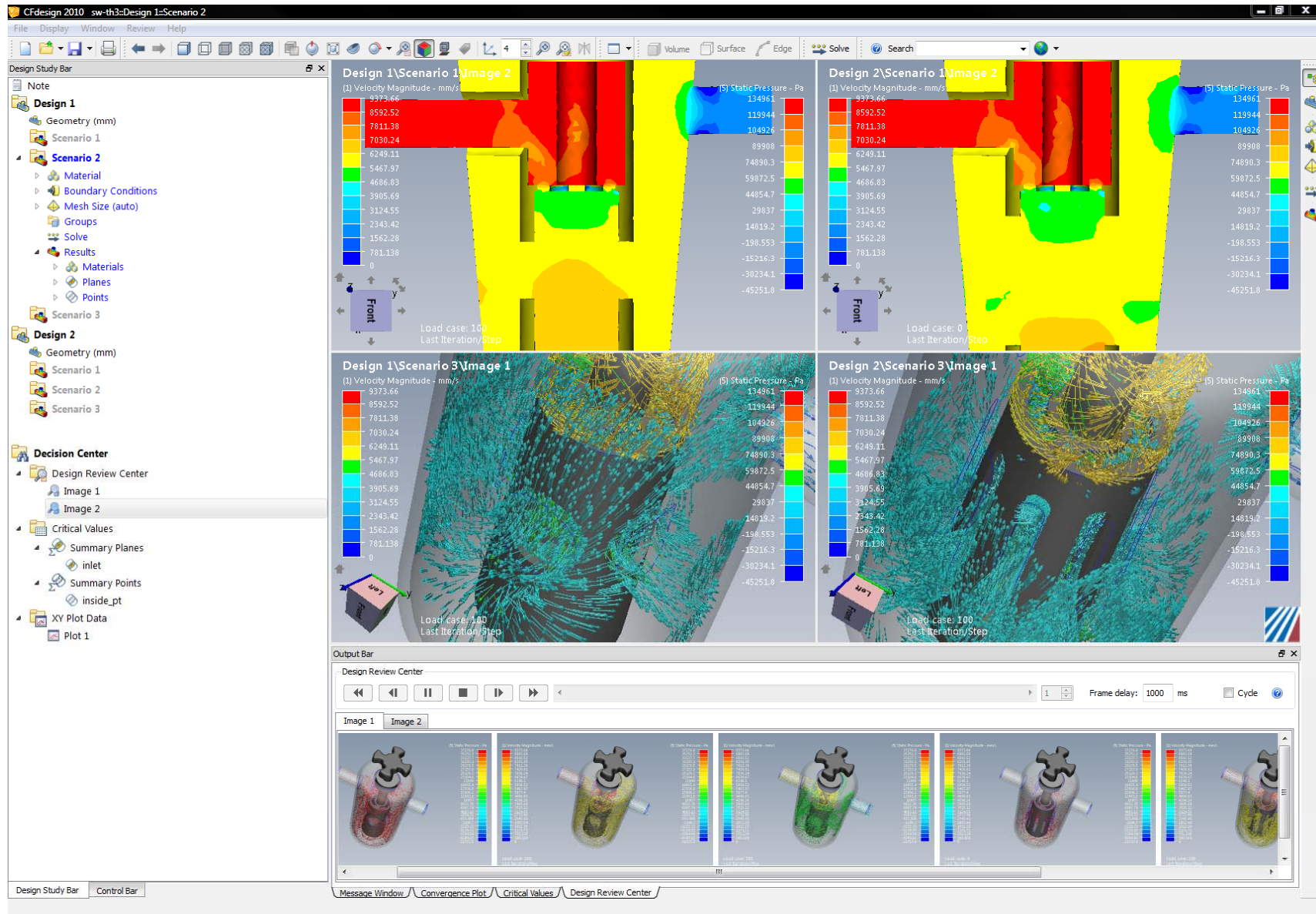
# 設計段階での検討をカバーする製品



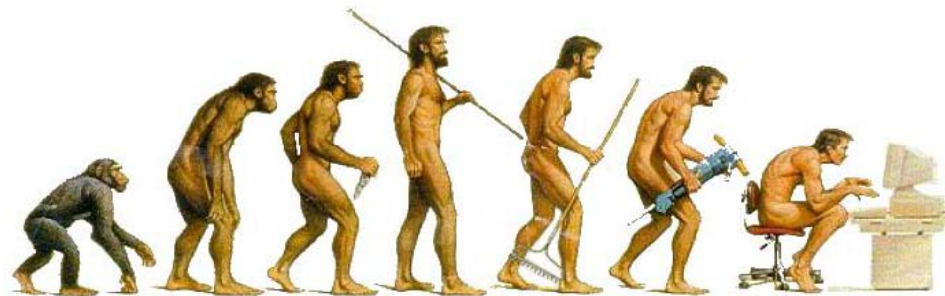
# 設計段階での検討をカバーする製品



# 設計段階での検討をカバーする製品



ありがとうございました。



CADは進化した。人はどうですか？

