

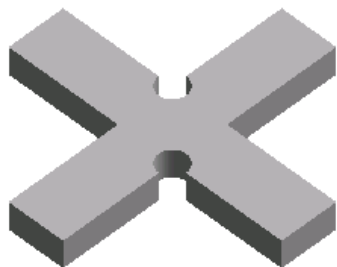
# Femtet 操作実習セミナー

～ Femtetの機能紹介～

- Femtetでのシミュレーションの一連の流れにあわせて、モデラ、メッシュャ、ソルバ、結果表示の各機能について理解していただく。
- Femtetに備わっている便利な解析機能について理解していただく。

Femtetに限らず、一般的なCAEソフトはこのような手順で解析をおこないます。

## 3次元モデルの形状定義



## 解析条件 / 材料定数

材料定数の編集 [000\_空気 From 材料データベース]

### 誘電率

透磁率  
導電率  
磁石  
説明

### 誘磁率

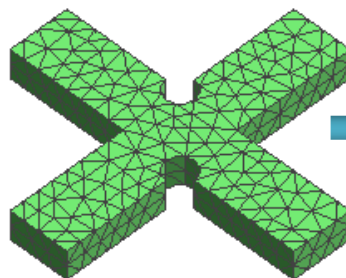
異方性  
 等方  
 異方

周波数依存  
 なし  
 あり

### 比誘電率

1.000517 X10

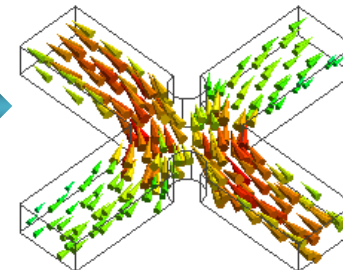
## メッシュ分割



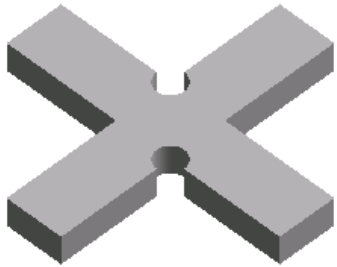
## 解析ソルバ

電磁波解析  
電場解析  
磁場解析  
応力解析  
熱伝導解析  
流体解析  
圧電解析  
音波解析

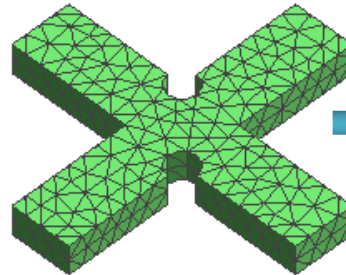
## 解析結果の表示



## 3次元モデルの形状定義



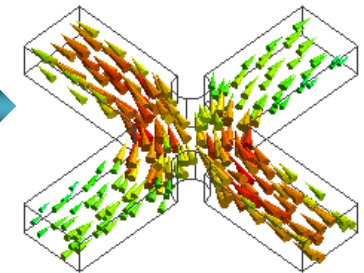
## メッシュ分割



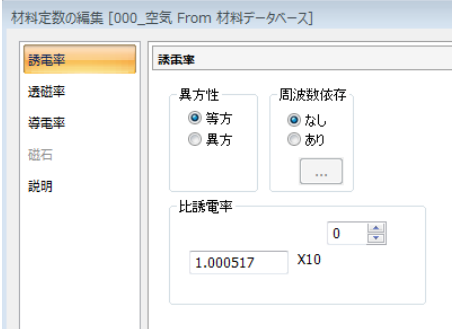
## 解析ソルバ

電磁波解析  
電場解析  
磁場解析  
応力解析  
熱伝導解析  
流体解析  
圧電解析  
音波解析

## 解析結果の表示

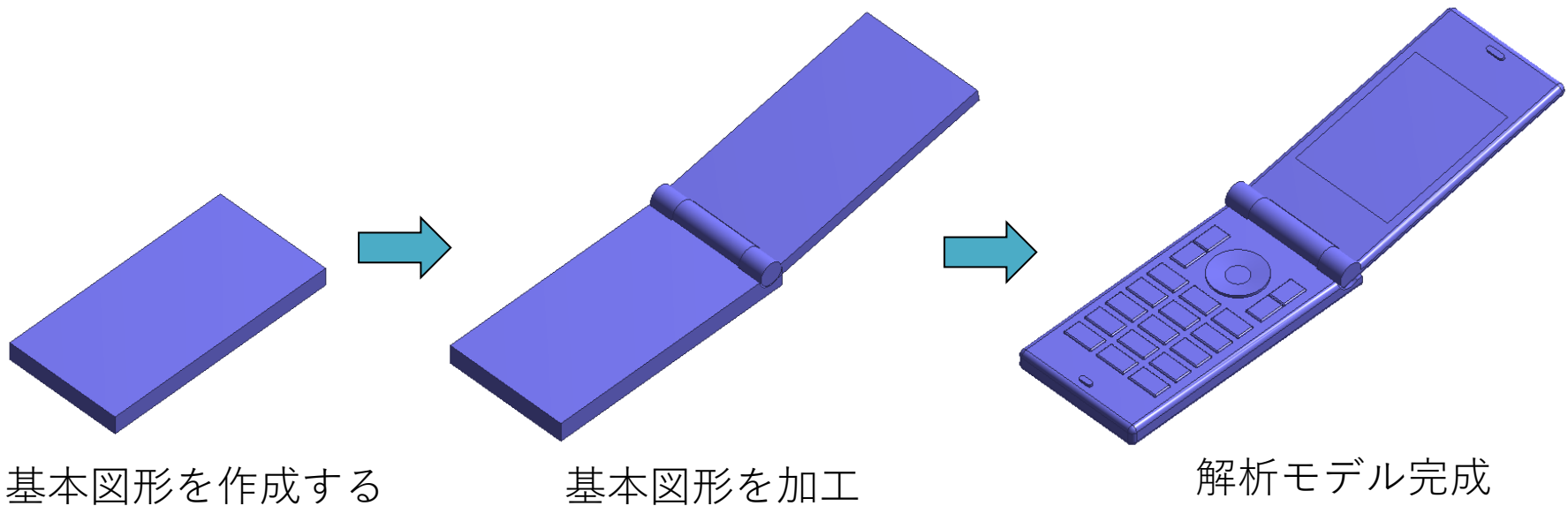


## 解析条件 / 材料定数



Femtetのモデラ機能を使用してモデルを作成する場合  
以下のような流れでモデルを作成します

1. 基本図形（ボディ）の配置
2. ボディの加工（形の足し算、引き算、変形など）

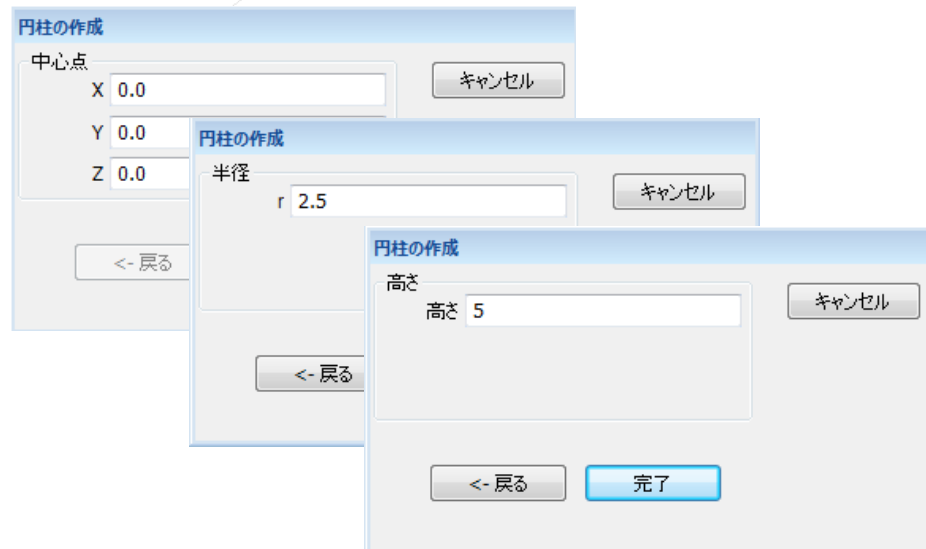
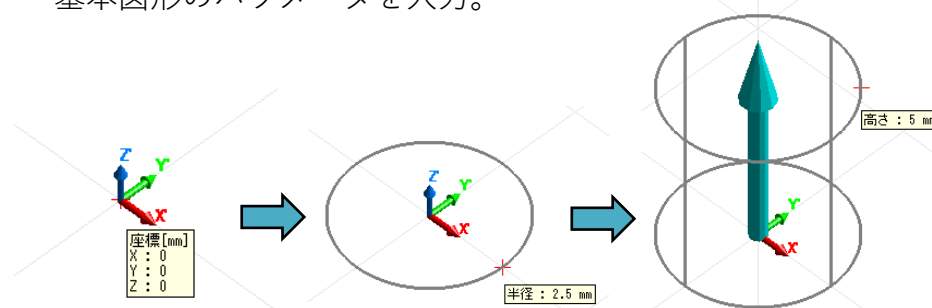
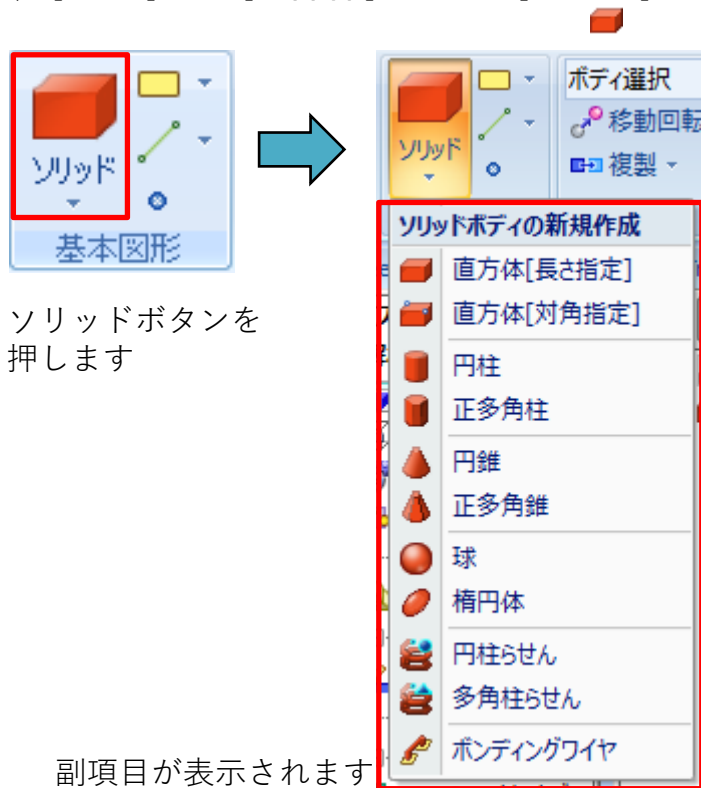


## 基本図形の配置

リボンメニューから作成したい基本図形のメニューを実行。  
リボンメニューのボタン下/右に▼が表示されている場合は、  
そのボタンを押すと副項目が表示される。

モデル画面上、またはパラメータ入力ウィンドウから  
基本図形のパラメータを入力。

例) [モデル]タブ-[基本図形]グループ-[ソリッド]の場合



さまざまな基本図形コマンドを使用して解析モデルのベースとなる図形を作成可能です。

## ソリッドボディ

- 直方体(長さ指定)
- 直方体(対角指定)
- 円柱
- 正多角柱
- 円錐
- 正多角錐
- 球
- 楕円体
- 円柱らせん
- 多角柱らせん
- ボンディングワイヤ

## ワイヤボディ

- 直線
- 直線(角度指定)
- 円共通接線
- 円弧(3点指定)
- 円弧(中心指定)
- 円弧(角度指定)
- 正円
- だ円
- 長円
- スプライン
- らせん
- 多角弧(3点指定)
- 多角弧(中心指定)
- 正多角形(辺)

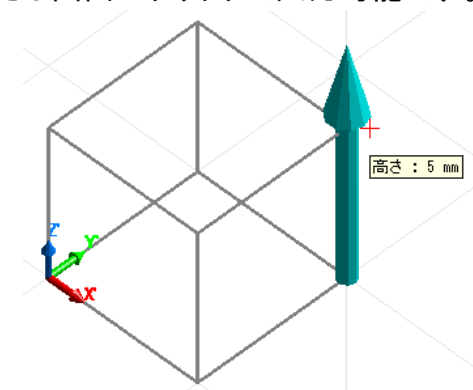
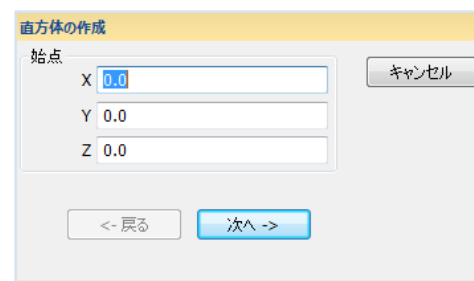
## シートボディ

- 長方形(長さ指定)
- 長方形(対角指定)
- 正円
- だ円
- 長円
- 正多角形
- 多角形

## 点ボディ

- 点

パラメータは入力ウィンドウから、または画面上クリックで入力可能です。



参照) ヘルプ - 「モデリング」 - 「作図」 - 「基本図形の作成方法」

※ 基本図形コマンドは今後も必要に応じて増える予定です。

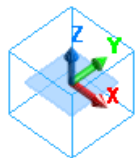
## 作図平面

作図平面とはモデル作成時に基準となる平面です。  
2次元図形(シートボディ)は作図平面上に作成されます。  
3次元図形(ソリッドボディ)は作図平面により作成方向が変化します。

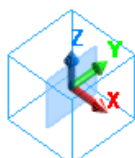
\* 2次元解析、軸対称解析の場合は**XZ平面**で作図して下さい。

## パラメータの向きが変わる

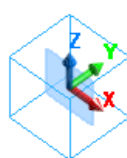
作図平面によって、基本図形コマンドのパラメータの向きが変わります。  
例えば円錐であれば、作図平面上に底面である円(2次元図形)を描画し、その法線方向となる向きが、円錐の高さ方向になります。



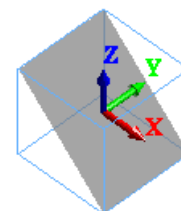
XY平面



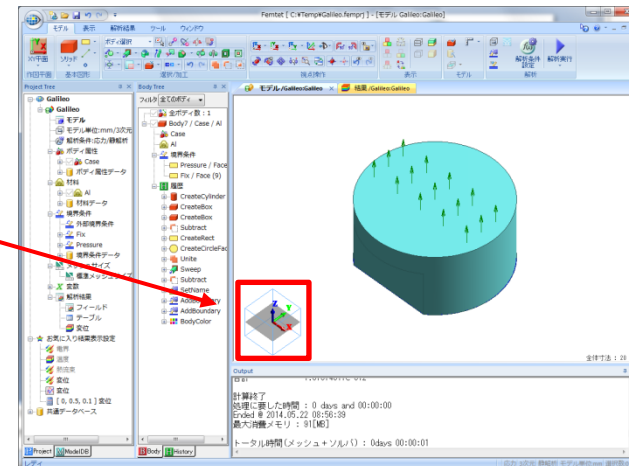
YZ平面



XZ平面



任意作図平面



作図平面

XY、YZ、XZ以外の作図平面も設定可能です。

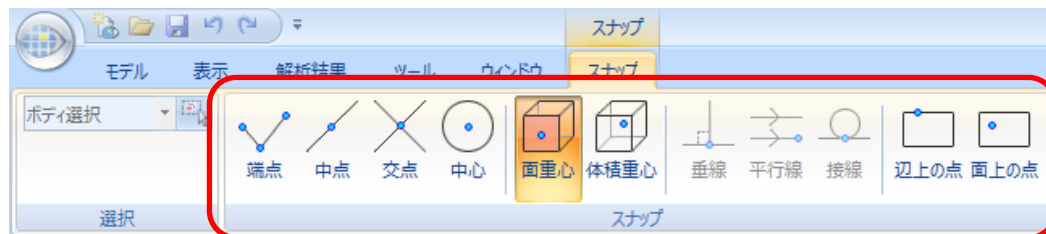
Ctrlキーを押しながら作図平面の法線方向の軸をクリックすることでも変更できます。

参照) ヘルプ - 「モデリング」 - 「作図」 - 「作図平面」

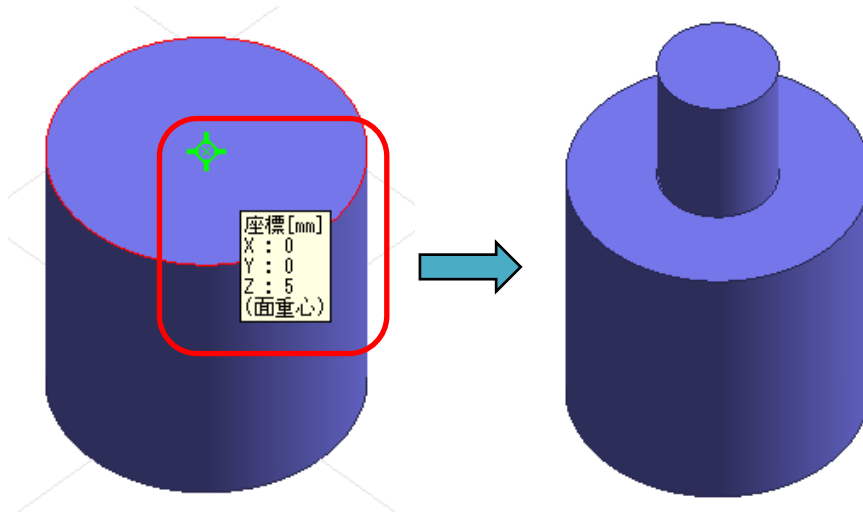


## スナップ機能

基本図形配置時のパラメータ入力段階で、  
リボンメニューの「スナップ」で拾いたい座標の種類を有効にする。



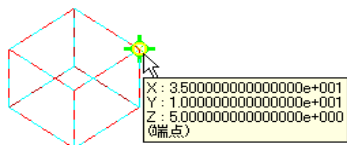
マウスマウスカーソルを「スナップ」タブで有効にした座標付近に持っていくと、  
有効にした座標を自動で拾ってパラメータとして入力できる。



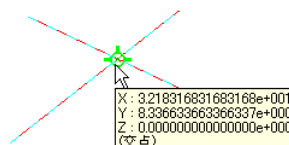
※複数のスナップを同時に有効にすることも可能。

スナップとは、交点や中点などモデル上の特定の座標をマウスで簡単に拾える機能です。

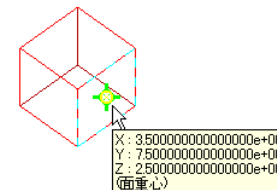
## 端点スナップ



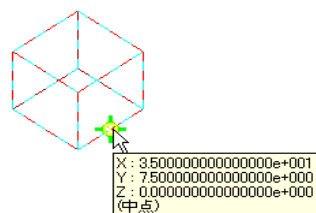
## 交点スナップ



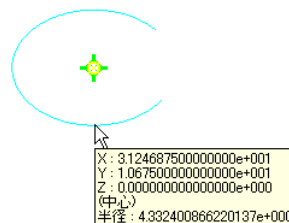
## 面重心スナップ



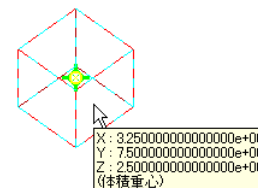
## 中点スナップ



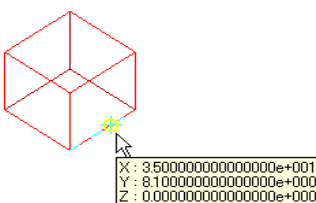
## 中心スナップ



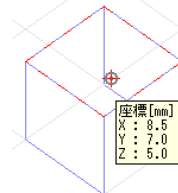
## 体積重心スナップ



## 辺上の点スナップ



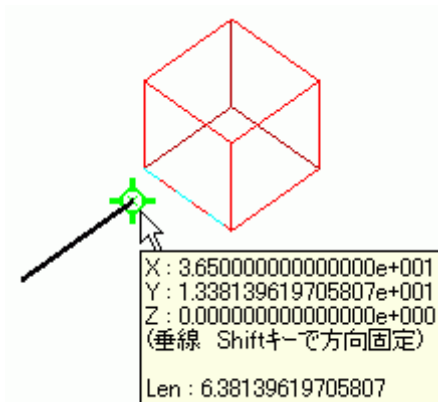
## 面上の点スナップ



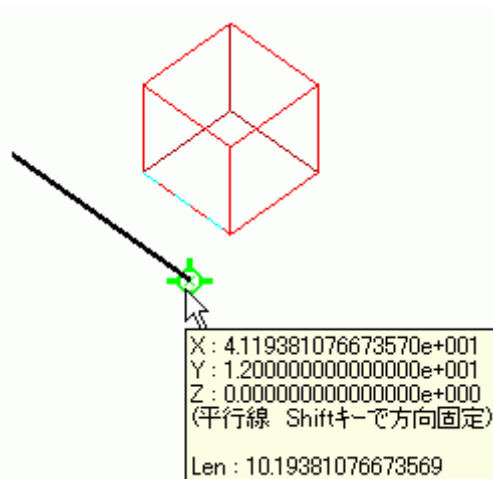
複数のスナップを同時にONにすることができます。  
その場合はマウскарソルに一番近い候補点がスナップされます。

参照) ヘルプ - 「モデリング」 - 「作図」 - 「スナップ」

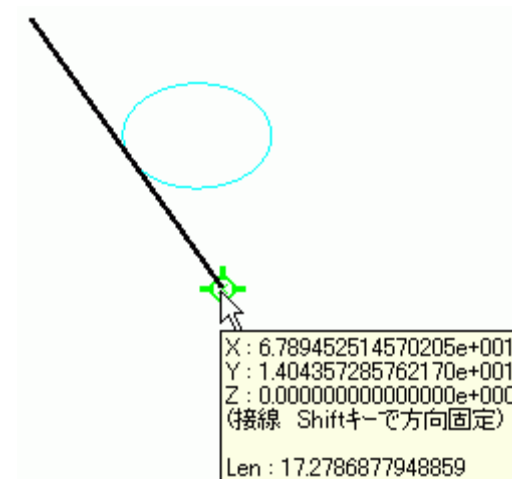
## 垂線スナップ



## 平行線スナップ



## 接線スナップ



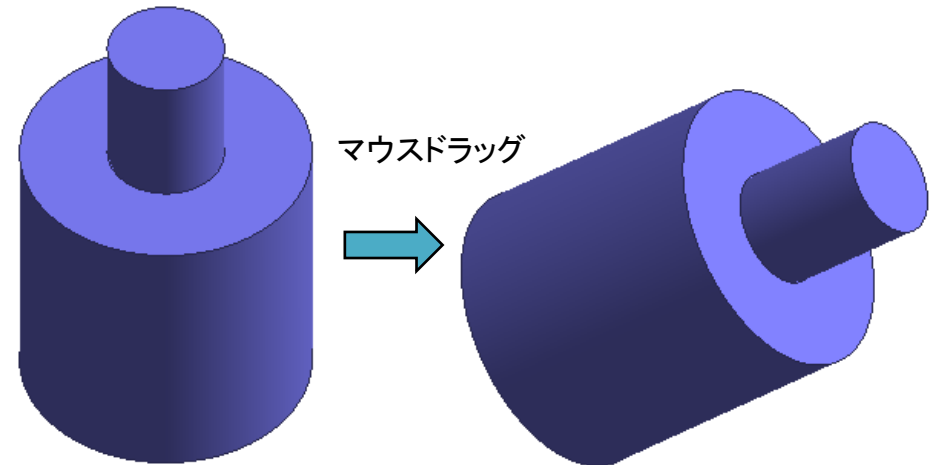
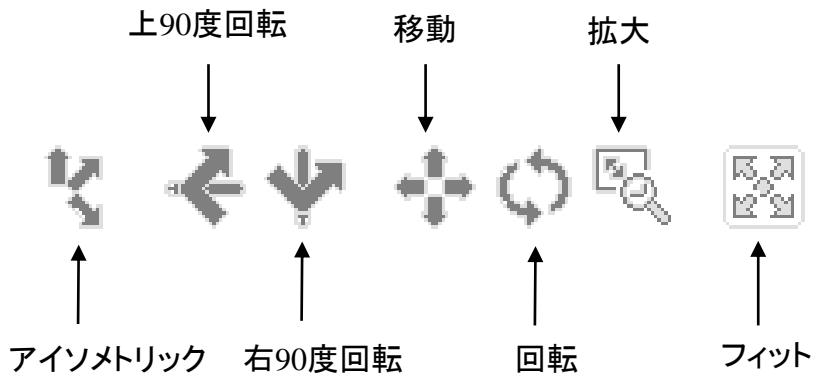
直線の作図時は垂線、平行線、接線のスナップを使用できます。  
スナップ時にShiftキーを押下しながら作図すると直線の方向を固定できます。

参照) ヘルプ - 「モデリング」 - 「作図」 - 「スナップ」

## 視点操作

モデル画面下に表示されているツールパネル、あるいはリボンメニューの「モデル」タブ⇒「視点操作」で、実行したい視点操作を有効にする。

マウスの左ボタンを押しながらドラッグする事で、所望の視点操作を実行可能。



「モデル」タブ⇒「視点操作」

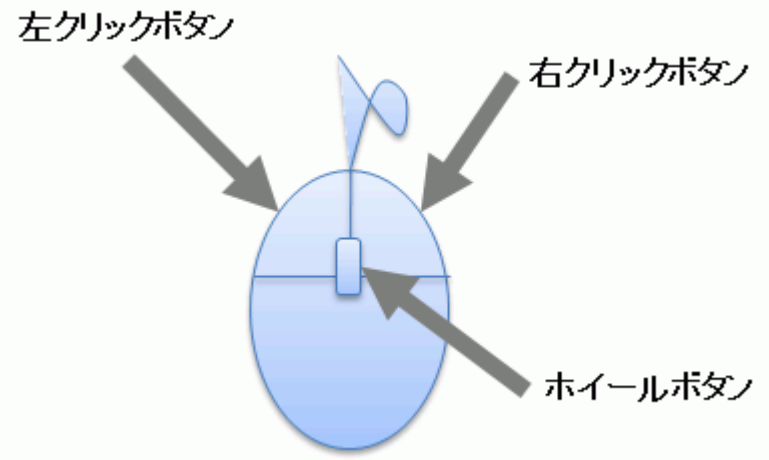


※一部の視点操作はメニューを実行しただけで自動で視点を変更される。(フィット、アイソメトリック視点など)

## キー操作/マウス操作による視点操作

視点操作メニューを使用せず、キーと併用してマウスを操作する事で直感的な視点操作が可能です。

操作	説明
回転	<ul style="list-style-type: none"><li>• &lt;Alt&gt;キー + 左クリックをしたままマウスを動かす</li><li>• ホイールボタンを押したままマウスを動かす</li></ul>
拡大縮小	<ul style="list-style-type: none"><li>• &lt;Alt&gt;キー + &lt;Shift&gt;キー + 左クリックをしたままマウスを動かす</li><li>• ホイール回転</li><li>• ホイールボタン + 左ボタンを押したままマウスを動かす</li><li>• &lt;Z&gt;キー(または&lt;Shift&gt;+&lt;Z&gt;キー)を押す</li></ul>
移動	<ul style="list-style-type: none"><li>• &lt;Shift&gt;キー + 左クリックをしたままマウスを動かす</li><li>• ホイールボタン + 右クリックをしたままマウスを動かす</li><li>• &lt;Ctrl&gt;キー + ホイールボタンを押したままマウスを動かす</li></ul>
全体フィット	<ul style="list-style-type: none"><li>• ホイールボタンをダブルクリックする</li></ul>
矩形ズーム	<ul style="list-style-type: none"><li>• 右クリックをしたままマウスを動かす</li></ul>

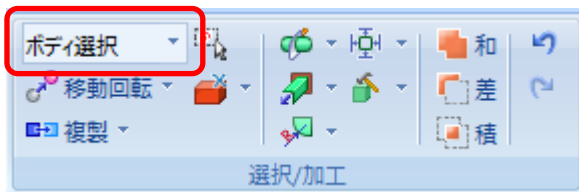
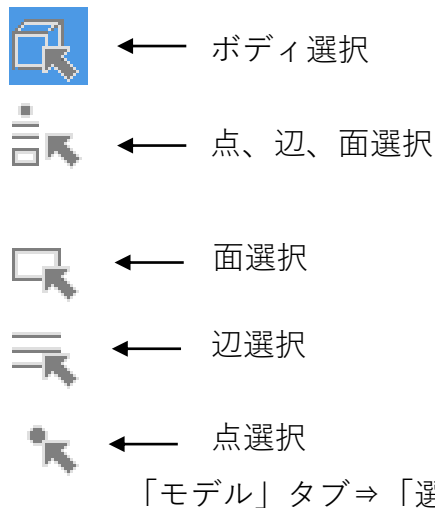


参照) ヘルプ - 「Femtetの画面構成」 - 「マウス操作一覧」

## 選択処理

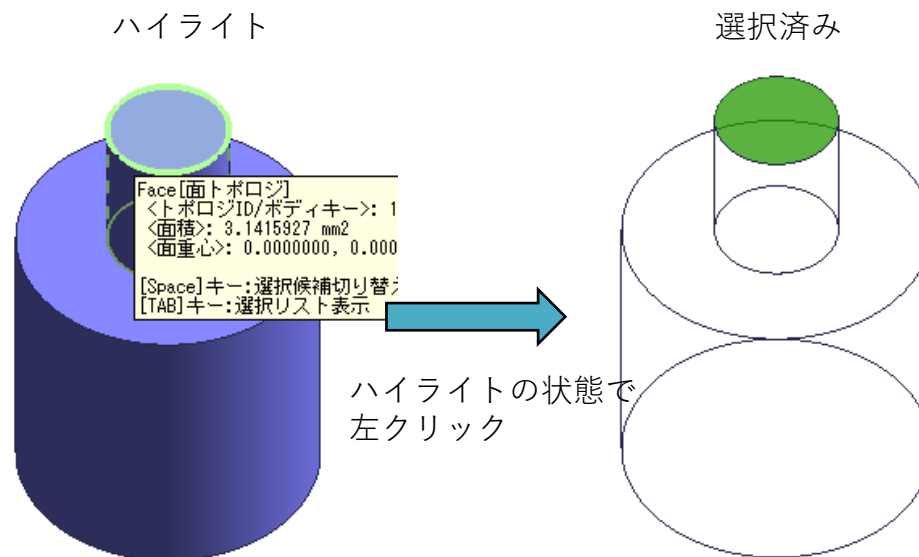
モデル画面左に表示されているツールパネル、あるいはリボンメニューの「モデル」タブ⇒「選択/加工」で、選択対象（ボディを選択するか、ボディの一部を選択するか）を指定する。

※ボディの一部（点、辺、面）をトポロジと呼ぶ。



マウスカーソルを選択したい箇所に移動させ、選択したい箇所がハイライト（強調表示）されたら、マウスの左ボタンをクリックする。

ハイライトの段階ではまだ選択が確定されていないので注意。

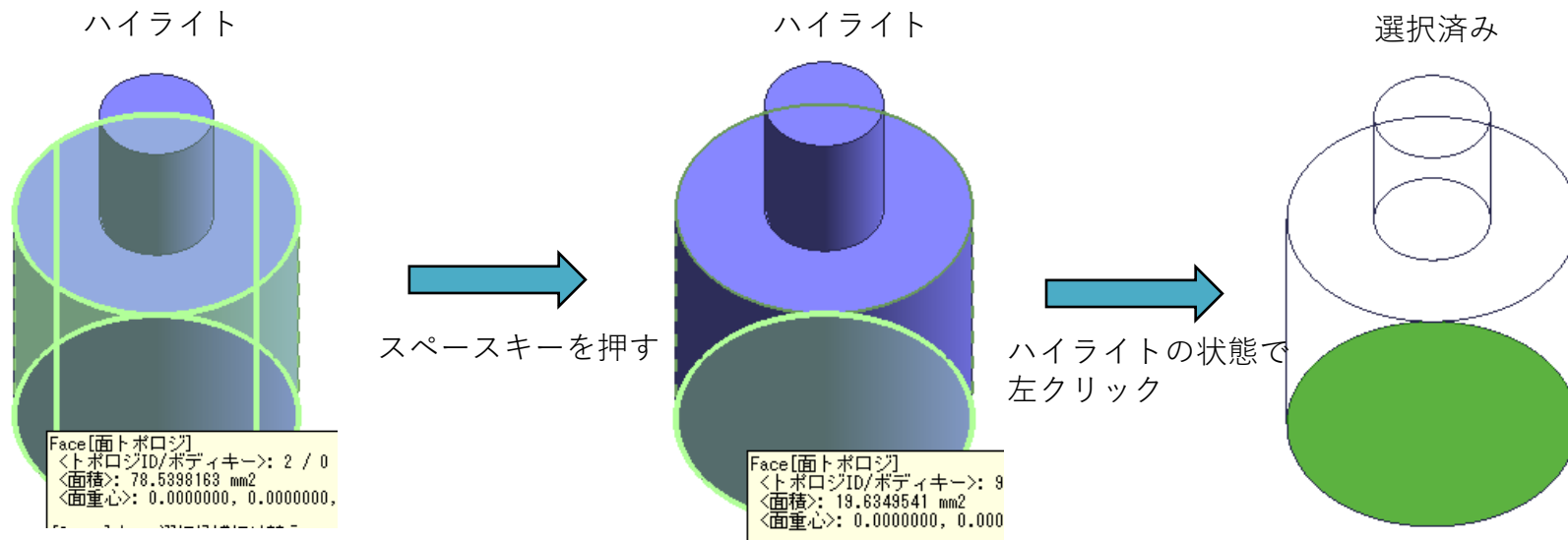


※複数選択する場合はCtrlキーを押しながら選択する。

## 選択処理（ハイライト対象の切り替え）

マウスカーソルを選択したい箇所へ移動させ、1秒程度停止させる。

キーボードのスペースキーを押す事で、ハイライト対象を切り替えられる。



ボディ同士が重なっている場所や、裏側の面を選択したい場合などに便利

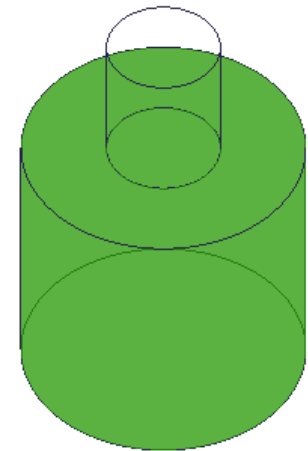
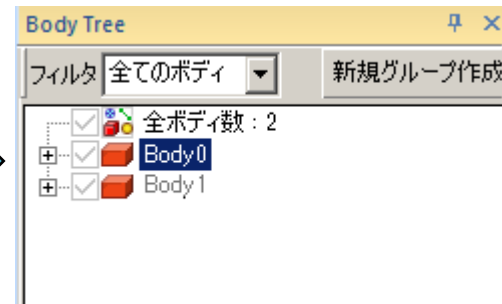
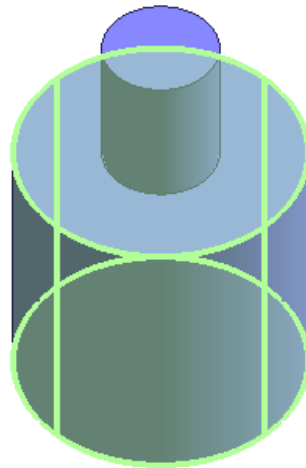
## 選択処理（ツリーからの選択）

マウスカーソルをボディツリーのアイテム上に持っていくと、ツリー上のアイテムに対応したボディがハイライトされる。

ツリー上のアイテムを左クリックで選択すると、対応したボディも選択された状態になる。

ハイライト

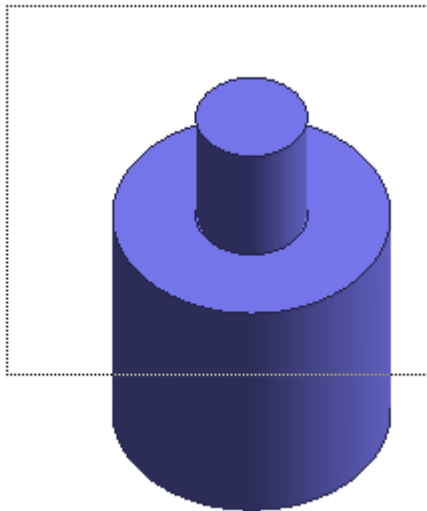
選択済み



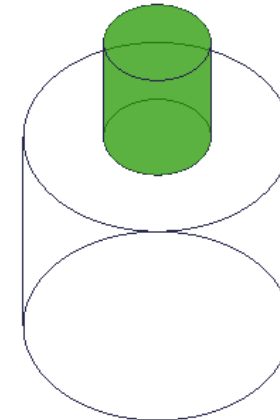
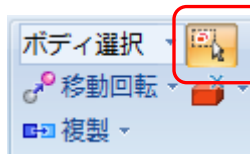


## 選択処理（矩形選択）

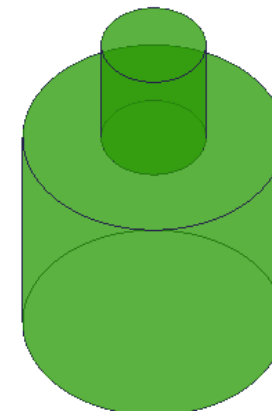
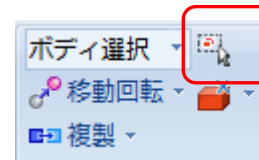
モデル画面上でマウスをドラッグすると破線の矩形が表示される。



矩形内選択がオンの場合、ドラッグを解除すると矩形に**完全に含まれているボディのみ**が選択される。



矩形内選択がオフの場合、ドラッグを解除すると矩形に**一部でも含まれているボディ**が選択される。

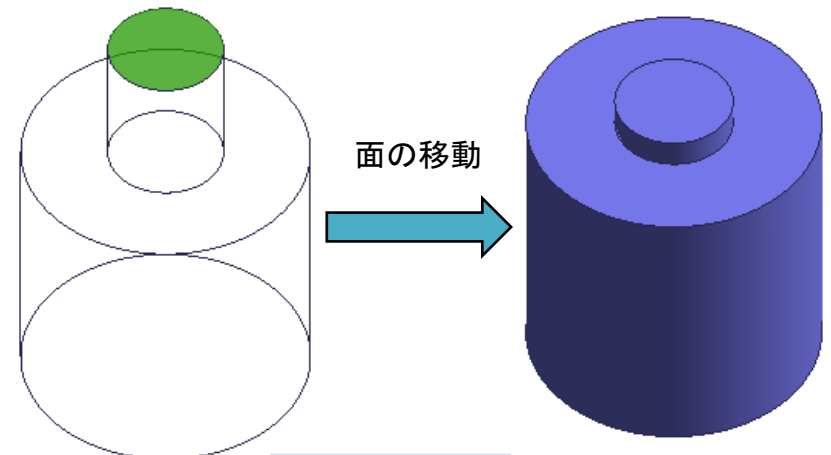


## モデル加工

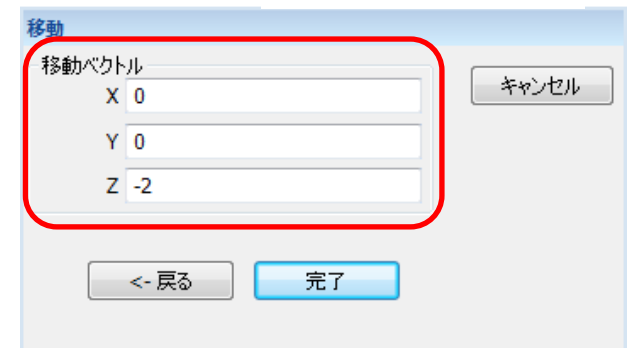
加工対象(ボディまたはボディの一部)を選択した状態で、マウスを右クリックし表示されるメニュー(右クリックメニュー)、またはリボンメニューの「モデル」タブ⇒「選択/加工」で、加工コマンドを実行する。

パラメータ入力ウィンドウへパラメータを入力し、完了ボタンを押す事で加工完了。

右クリックメニュー(面選択時)

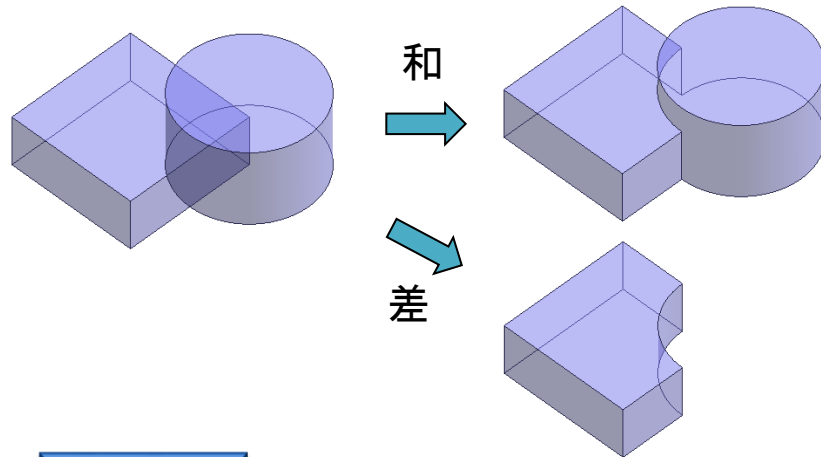


「モデル」タブ⇒「選択/加工」

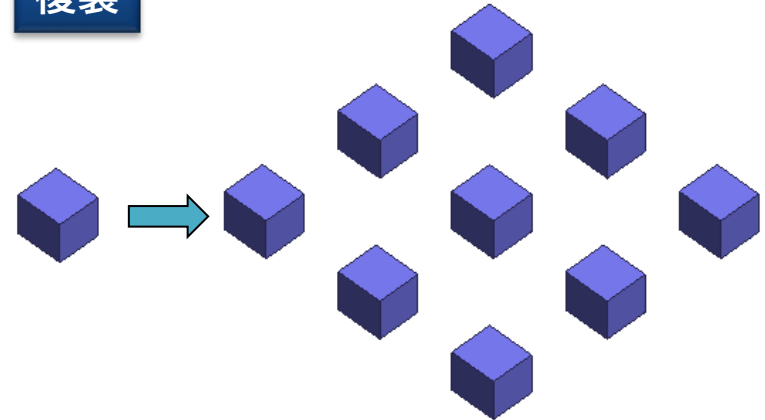


さまざまな加工コマンドを使用して解析モデルを作成することが可能です。

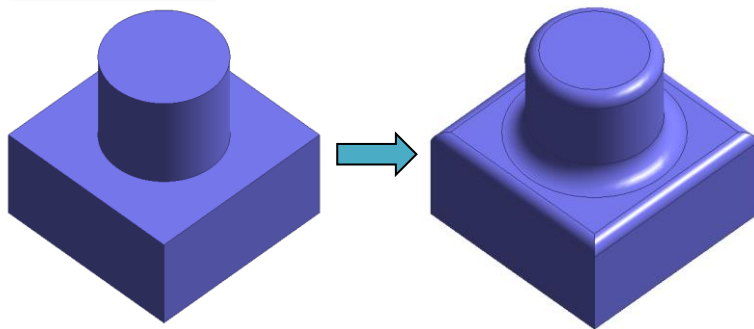
## ブーリアン



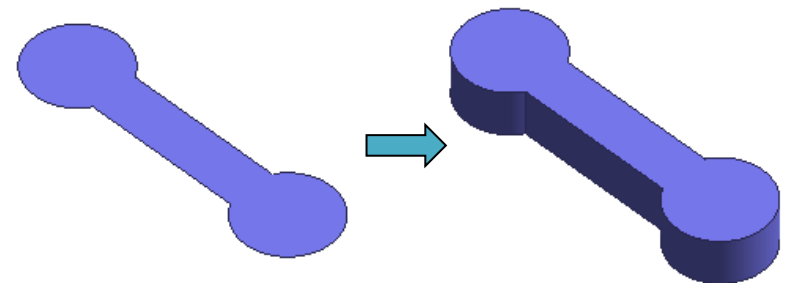
## 複製



## 丸み付け



## 引き伸ばし



参照) ヘルプ - 「モデリング」 - 「作図」 - 「ボディの加工方法」 - 「ボディの加工機能一覧」

※ 加工コマンドは今後も必要に応じて増える予定です。

ボディの加工機能		本機能が有効なボディ またはトポロジ	機能の説明
ブーリアン	<a href="#">和</a>	シートボディ同士	ボディとボディで和をとります。
	<a href="#">差</a>	ソリッドボディ同士	ボディとボディで差をとります。
	<a href="#">積</a>		ボディとボディで積をとります。
移動・回転	<a href="#">移動</a>	全タイプのボディ	ボディを移動します。
	<a href="#">回転</a>		ボディを回転します。
	<a href="#">鏡面移動</a>	全タイプのボディ	ボディを鏡面移動します。
	<a href="#">クルージング</a>	ソリッドボディ シートボディ	ボディを別のボディの表面または 作図平面上に沿わせて移動します。
	<a href="#">面トポロジの移動</a>	ソリッドボディ上の 面トポロジ	面トポロジを移動してボディ形状を変形し ます。
	<a href="#">面トポロジの回転</a>	ソリッドボディ上の 面トポロジ	面トポロジを回転してボディ形状を変形し ます。
変形	<a href="#">拡大/縮小</a>	全タイプのボディ	ボディ寸法の拡大/縮小を行います。 等方倍率、異方倍率の選択が可能です。
	<a href="#">引き伸ばし</a>	点ボディ ワイヤボディ シートボディ	ボディを引き伸ばします。
	<a href="#">相似引き伸ばし</a>	ワイヤボディ シートボディ	ボディを拡大縮小しつつ引き伸ばします。
	<a href="#">回転体</a>	点ボディ ワイヤボディ シートボディ	ボディを回転させた形状を作成します。
	<a href="#">パイプ</a>	ワイヤボディ シートボディ	指定したワイヤボディに沿って引きのばし ます。

ボディの加工機能		本機能が有効なボディ またはトポロジ	機能の説明
変形	<a href="#">丸み付け</a>	ワイヤボディ シートボディ ソリッドボディ	ボディの角形状部に丸みをもたせます。
	<a href="#">面取り</a>	ソリッドボディ	ボディの指定した辺に面取りを施します。
	<a href="#">切断</a>	シートボディ ソリッドボディ	ボディを指定した面で切断します。
	<a href="#">分断</a>	シートボディ ソリッドボディ	ボディを幅をもたせて分断します。
複製（コピー）	<a href="#">単一</a>		ボディを複製します。
	<a href="#">行列</a>	全タイプのボディ	格子状や環状にも複製が可能です。
	<a href="#">環状</a>	全タイプのトポロジ	トポロジを指定した場合は以下のように同形状のボディとして複製を作成します。 <ul style="list-style-type: none"> <li>•点トポロジ→点ボディ</li> <li>•辺トポロジ→ワイヤボディ</li> <li>•面トポロジ→シートボディ</li> </ul>
変換	<a href="#">ワイヤボディ変換</a>	ワイヤボディ	複数のワイヤボディを1つのワイヤボディへ変換します。
	<a href="#">シートボディ変換</a>	ワイヤボディ	複数のワイヤボディを1つのシートボディへ変換します。
	<a href="#">ソリッドボディ変換</a>	シートボディ	複数のシートボディを1つのソリッドボディへ変換します。
トポロジ分割	<a href="#">点トポロジを刻む</a>	面トポロジ	面トポロジ上に点トポロジを作成します。
	<a href="#">辺トポロジ分割</a>	ワイヤボディ シートボディ ソリッドボディ	辺トポロジを複数の辺トポロジに分割します。
	<a href="#">面トポロジ分割</a>	シートボディ ソリッドボディ	面トポロジを複数の面トポロジに分割します。

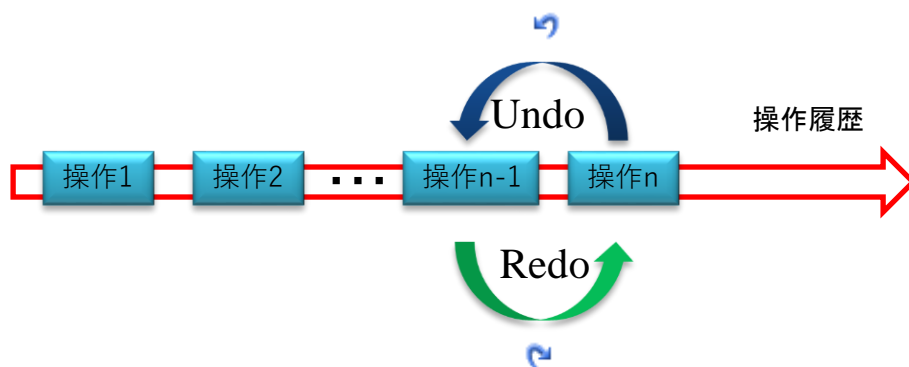
Undo/Redo機能とは直前に行ったモデリング処理を元に戻したり、やり直す機能です。パラメータの入カミスなどで前の状態に戻りたいときに便利です。

## Undo - [モデリング及び属性操作を元に戻す]

モデリング及び属性操作の直前の処理を元に戻します。ショートカットキーは**Ctrlキー+Zキー**です。

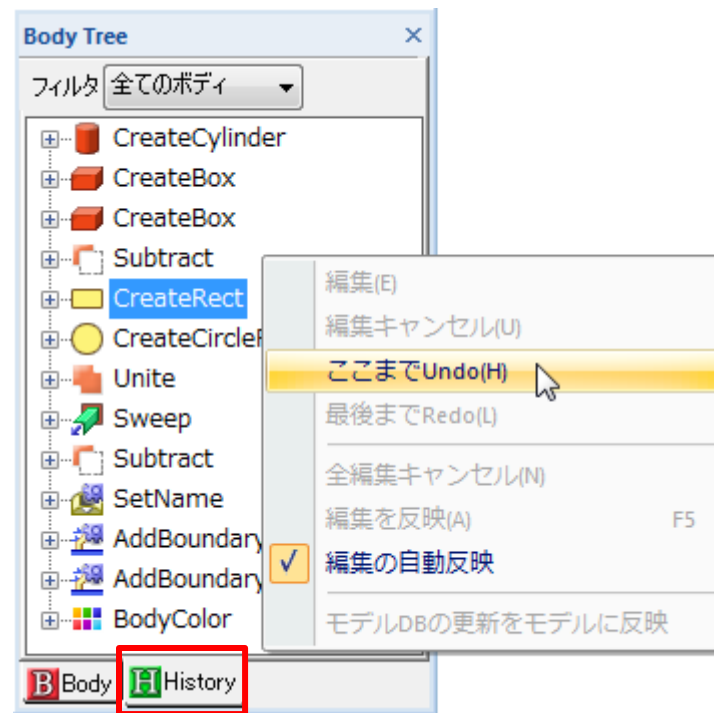
## Redo - [モデリング及び属性操作をやり直す]

Undoコマンドで元に戻した処理をやり直します。ショートカットキーは**Ctrlキー+Yキー**です。



## HistoryツリーでUndo

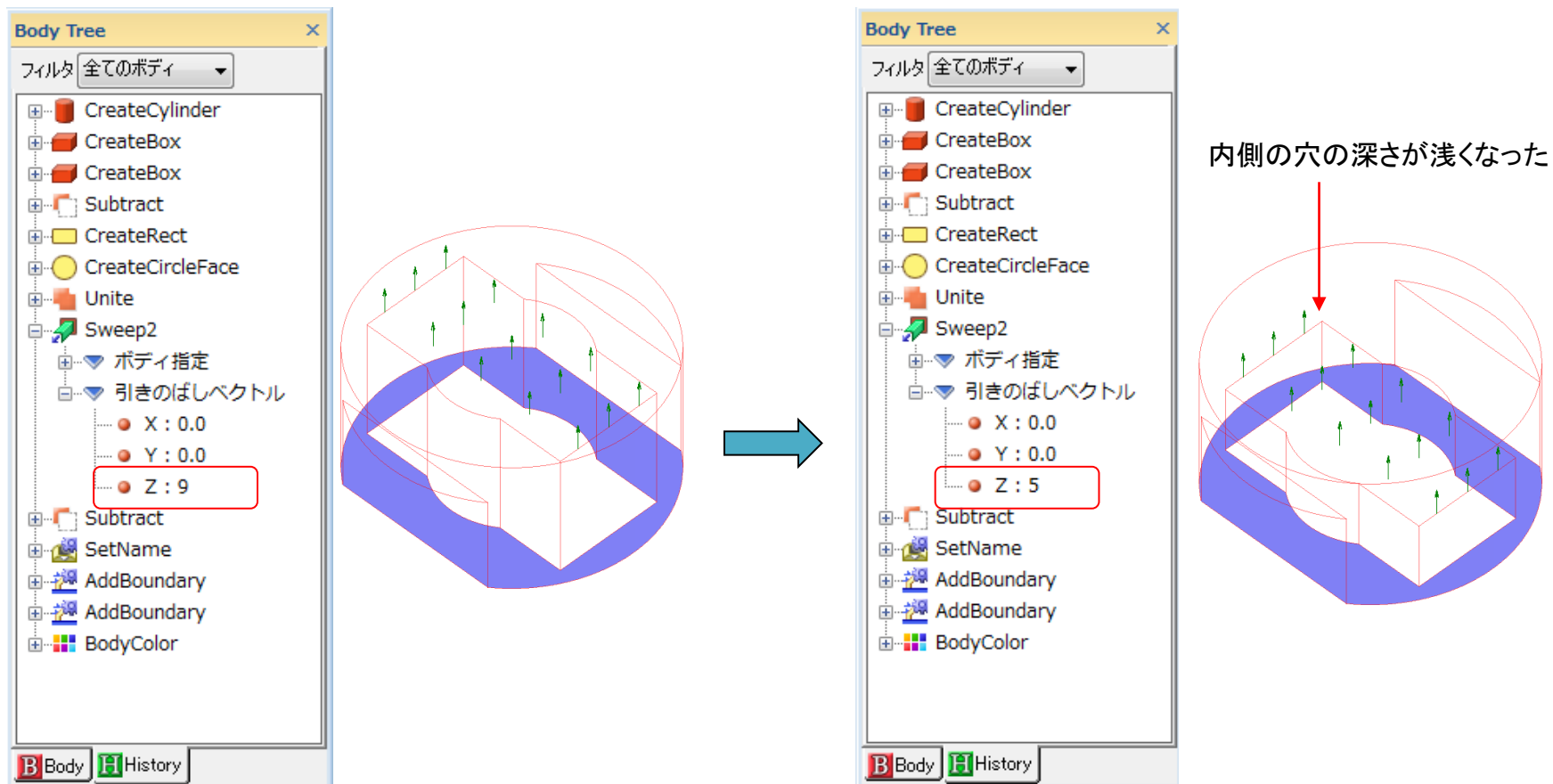
Historyツリーで任意の項目までUndoすることができます。項目を選択後、右クリックメニューから「ここまでUndo」を選択するとその項目まで一操作でUndoできます。



参照) ヘルプ - 「モデリング」 - 「作図」 - 「ボディの加工方法」 - 「ボディの加工機能」

# モデリングの補助機能（履歴編集）

モデルの作成履歴から、基本図形コマンド、加エコマンドの入力パラメータを直接編集し、モデルを修正することが可能です。



参照) ヘルプ - 「モデリング」 - 「作図」 - 「ボディの加工方法」 - 「ボディの加工機能」

## ゼロの入力を省

パラメータ入力欄に何も入力せずに「次へ」をクリック

直方体の作成

始点

X	<input type="text"/>	キャンセル
Y	<input type="text"/>	
Z	<input type="text"/>	

<- 戻る      次へ ->

自動的にゼロが入力される

直方体の作成

始点

X	<input type="text" value="0"/>	キャンセル
Y	<input type="text" value="0"/>	
Z	<input type="text" value="0"/>	

<- 戻る      次へ ->

## 入力欄の移動

キーボードの「Tab」キーを入力する度に、入力欄を切り替えられる。

直方体の作成

始点

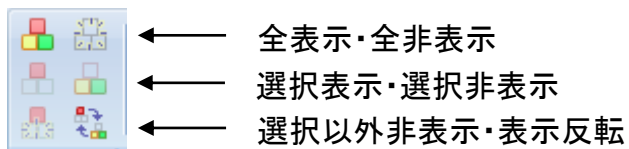
X	<input type="text" value="1"/>	キャンセル
Y	<input type="text" value="2"/>	
Z	<input type="text" value="3"/>	

<- 戻る      次へ ->



## 表示/非表示

リボンメニューのモデルタブ⇒表示グループ内のメニューからボディの表示・非表示が可能。

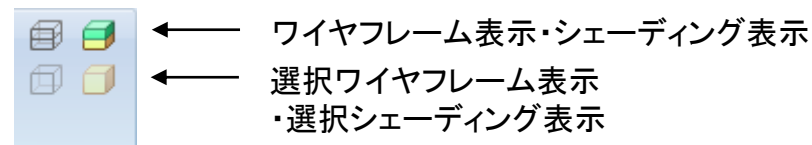


または、ボディツリー内の各アイテム横のチェックボックスでボディの表示・非表示の切り替えが可能。

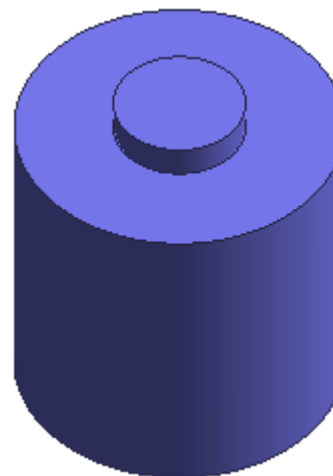


## シェーディング表示・ワイヤフレーム表示

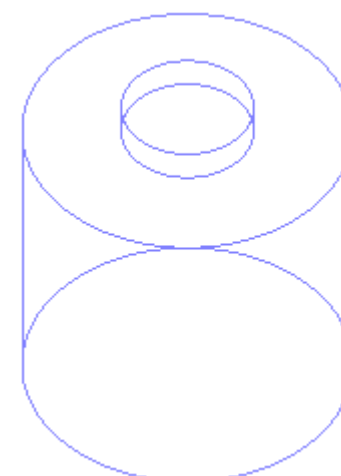
リボンメニューのモデルタブ⇒表示グループ内のメニューからシェーディング・ワイヤフレーム表示切替が可能



シェーディング



ワイヤフレーム



標準でサポートしているフォーマットは以下の2つ

Parasolid形式(拡張子: .x\_t .x\_b)

DXF形式(拡張子: .dxf)

※DXFは2次元のみ対応

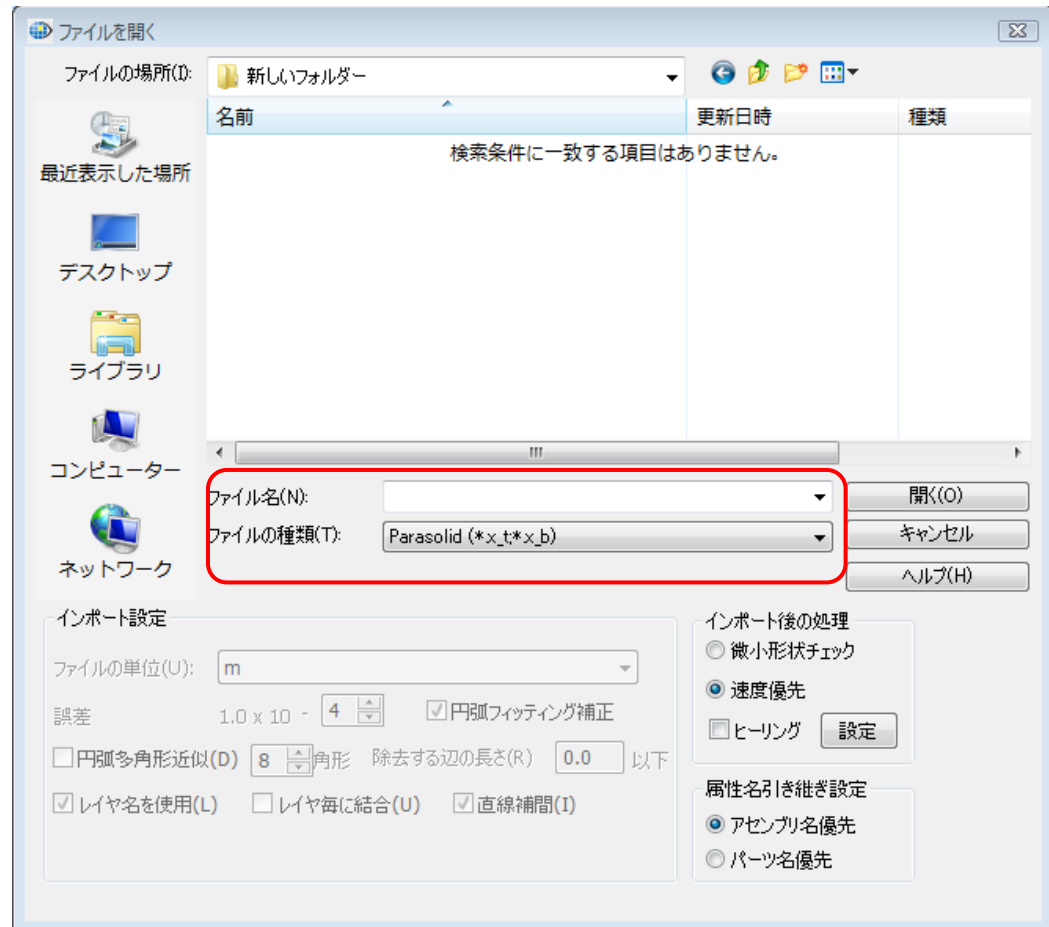
CADトランスレータオプションを導入することで、  
以下のフォーマットにも対応可能

CATIA V4-V6、Creo™、Pro/ENGINEER、I-deas  
JT、Unigraphics/NX、SolidWorks、Solid Edge、ACIS、  
Inventor、IGES、STEP、STL、PRC、IFC、VRML

アプリケーションボタン  
⇒CADデータインポートメニューを実行

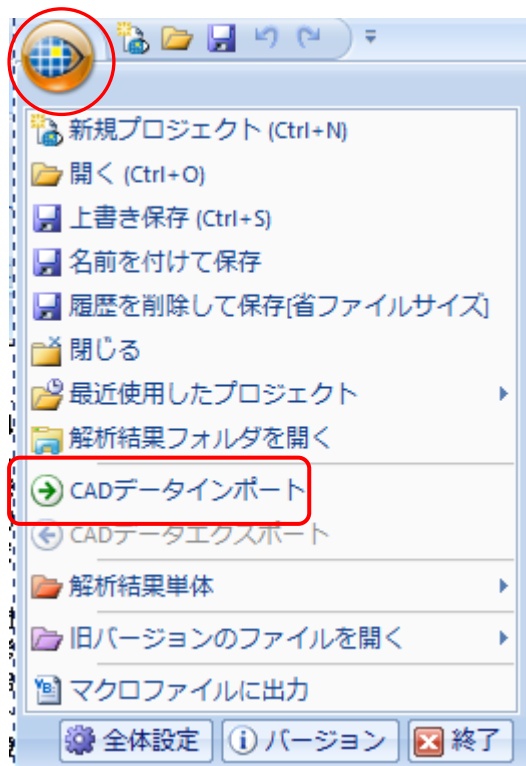


ファイル名、ファイルの種類を選択し開くボタンをクリック。

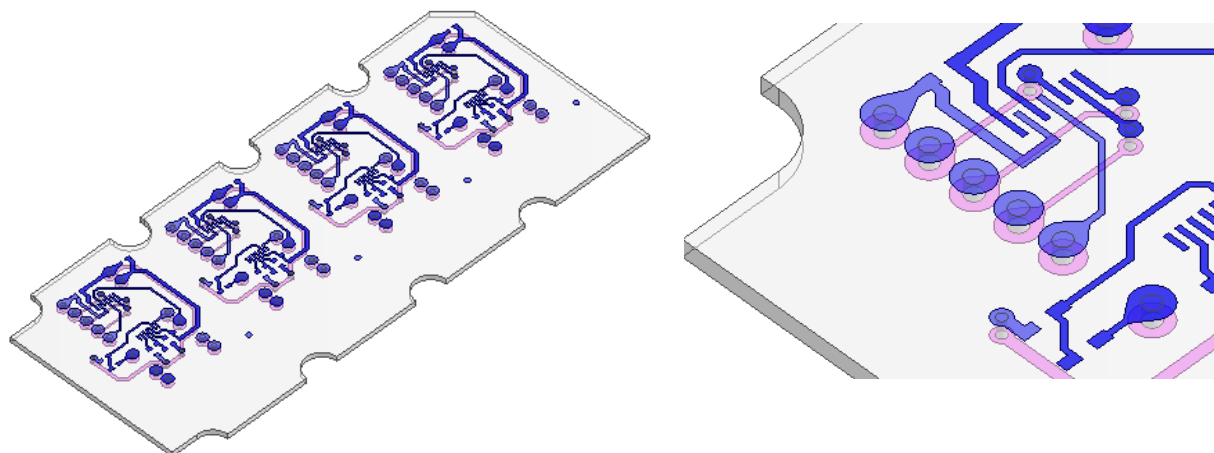
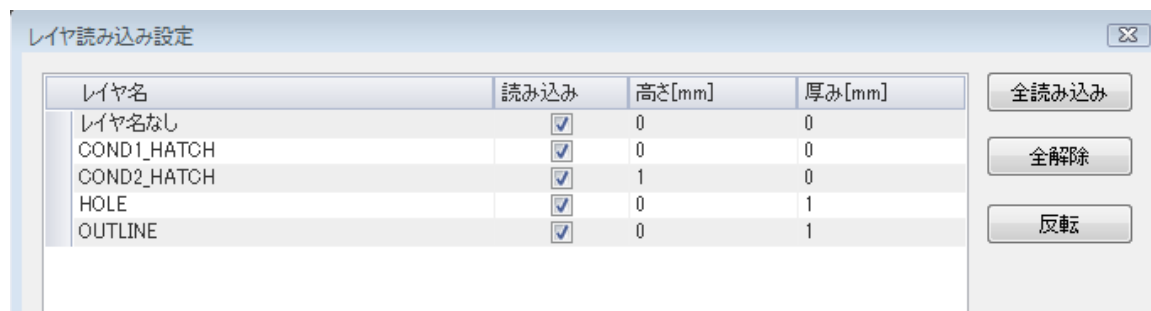


DXFデータは基本的に2次元のCADデータですが、FemtetでのDXFインポート時の設定で3次元モデル化することが可能です。

CADデータインポートメニューからインポートするDXFファイルを指定

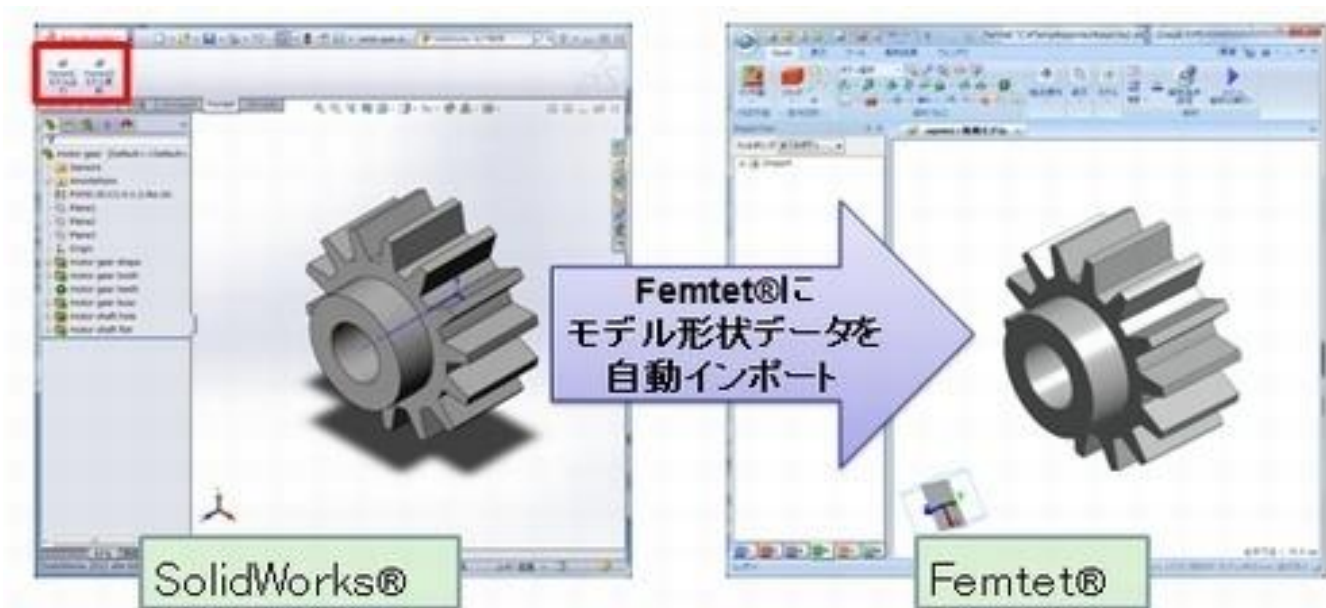


レイヤ毎に、読み込む・読み込まない、高さ(作図平面からみたインポート位置)、厚みを指定する事で自動的に3次元モデル化。

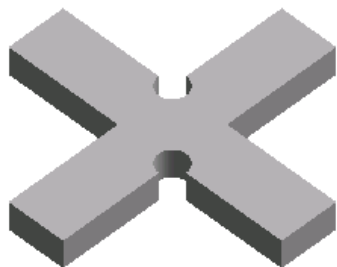


SolidWorks、SpaceClaim用のアドインツールを弊社Webサイトで無償公開しています。アドインをインストールしていただく事で、SolidWorks、SpaceClaimのメニューから直接Femtetへのモデル取り込みが可能になります。

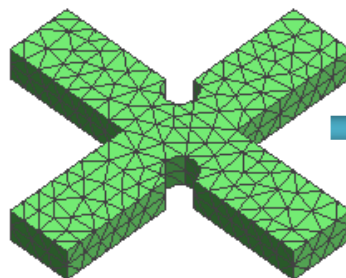
※SpaceClaimについては別途Parasolid変換オプションが必要です。



## 3次元モデルの形状定義



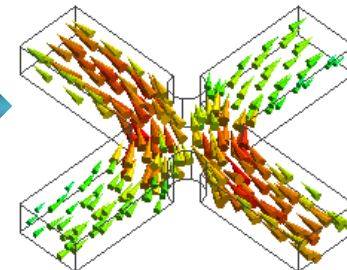
## メッシュ分割



## 解析ソルバ

電磁波解析  
電場解析  
磁場解析  
応力解析  
熱伝導解析  
流体解析  
圧電解析  
音波解析

## 解析結果の表示



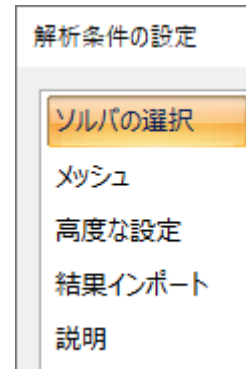
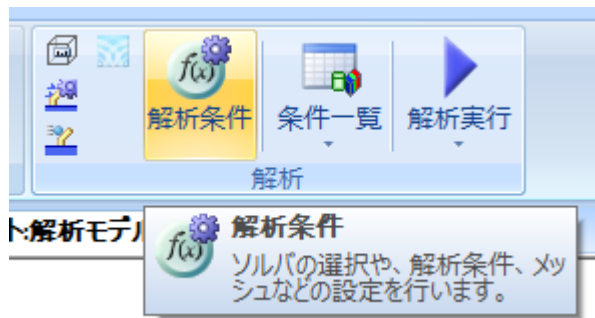
## 解析条件/材料定数

材料定数の編集 [000\_空気 From 材料データベース]

誘電率	誘磁率
透磁率	異方性
導電率	<input checked="" type="radio"/> 等方
磁石	<input type="radio"/> 異方
説明	周波数依存
	<input checked="" type="radio"/> なし
	<input type="radio"/> あり
	...
	比誘電率
	<input type="text" value="1.000517"/> X10 <input type="text" value="0"/>

## 解析条件の設定

「解析グループ」 - 「解析条件」



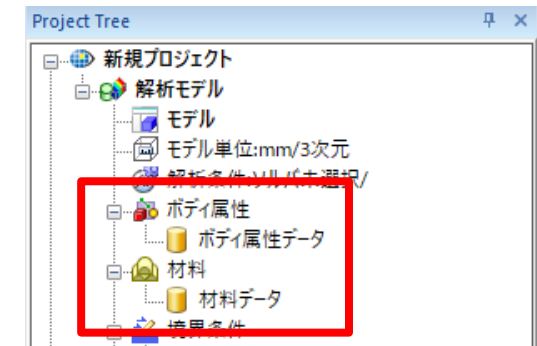
解析に必要な条件を設定するのに使います。

- ソルバ
- メッシュ
- その他

## ボディ属性/材料定数

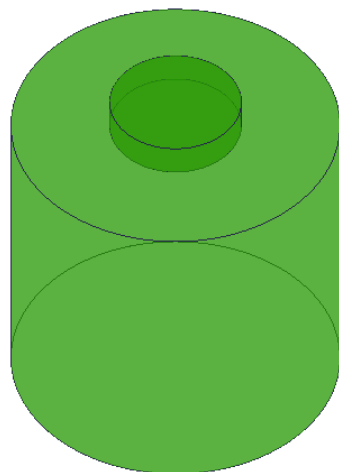
ボディ属性とは、ボディ毎に設定する属性で、2次元解析のときの厚み、線要素を使用するときの線要素の幅、異方性材料を使用するときの座標系などを設定します。

材料定数(物性)とは、ボディを構成している材料のことです。解析の内容により、設定を行う必要のある材料データが変わってきます。

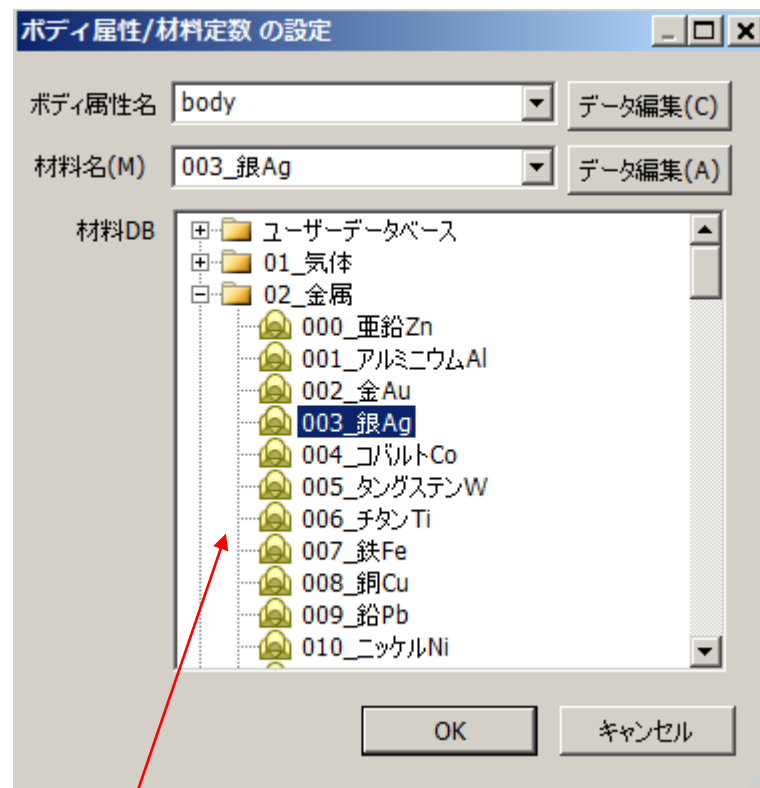


## ボディ属性・材料定数

ボディを選択して、右クリックメニュー⇒「ボディ属性/材料定数」を実行  
※ボディ属性/材料定数を指定できるのはボディのみ。



ボディ属性名、材料定数名を入力し、  
各データ編集ボタンで条件を入力していく



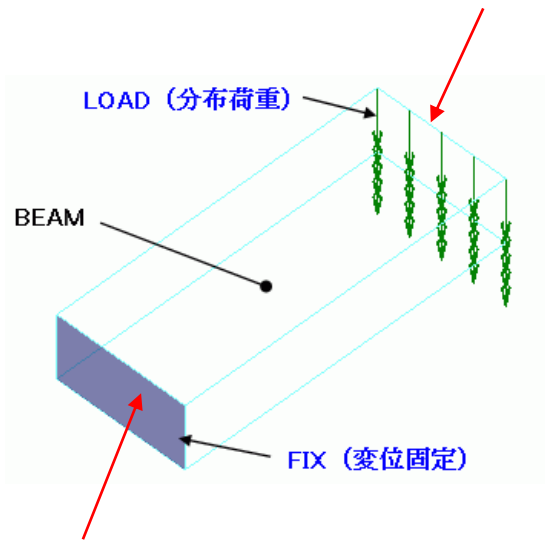
材料DBの欄から、あらかじめ用意されている材料定数を使用することもできる



## 境界条件とは

境界条件とは、ボディの一部に設定される有限要素法を行うときに必要な条件です。  
境界条件の内容も、解析内容により異なります。

この面に力を加える

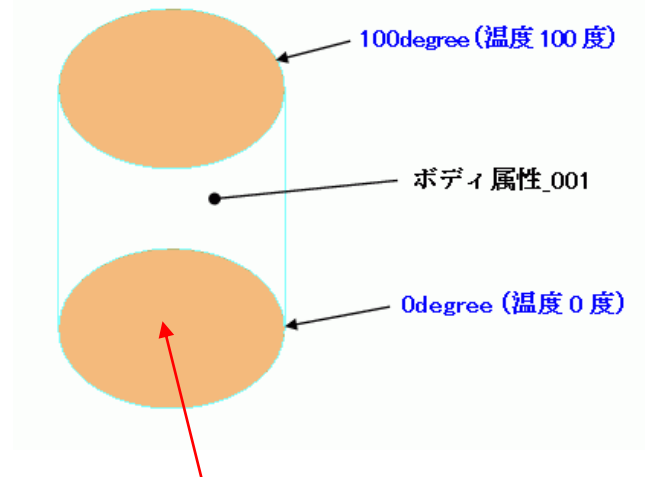


この面を固定する

100degree (温度 100 度)

ボディ属性\_001

0degree (温度 0 度)

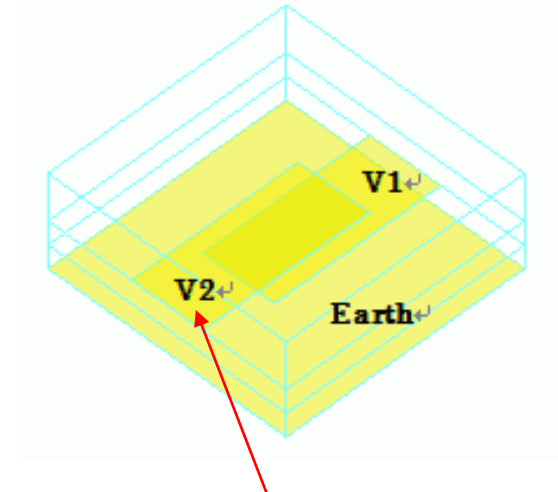


この面の温度は0度

V1

V2

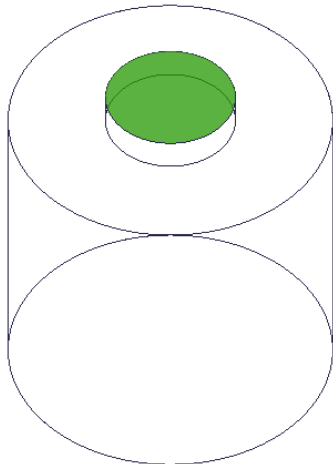
Earth



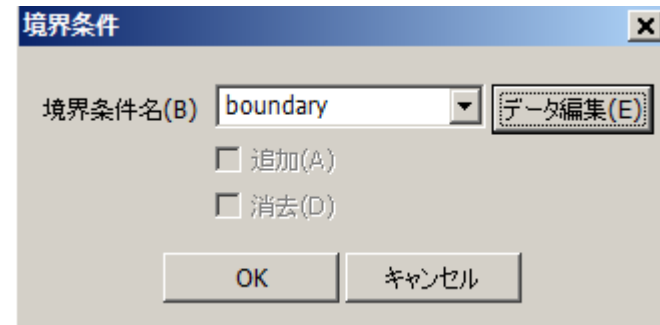
この面の電圧は1V

## 境界条件

ボディの一部を選択して、右クリックメニュー⇒「境界条件」を実行  
※境界条件を指定できるのはボディの一部(点、辺、面)のみ。



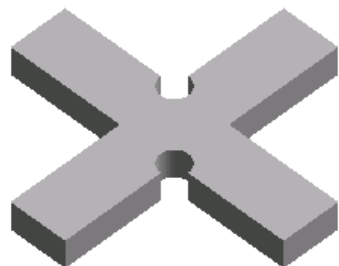
境界条件名を入力し、  
データ編集ボタンで条件を入力していく



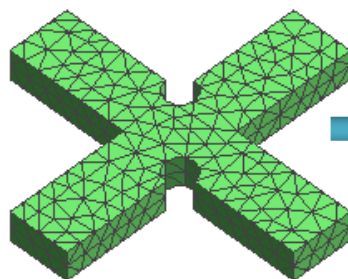
ここまでの手順で、  
解析モデルの作成が完了します。

## 3次元モデルの形状定義

モデルを網目状に細分化することをメッシングといいます。



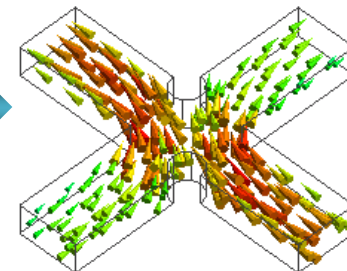
## メッシュ分割



## 解析ソルバ

電磁波解析  
電場解析  
磁場解析  
応力解析  
熱伝導解析  
流体解析  
圧電解析  
音波解析

## 解析結果の表示



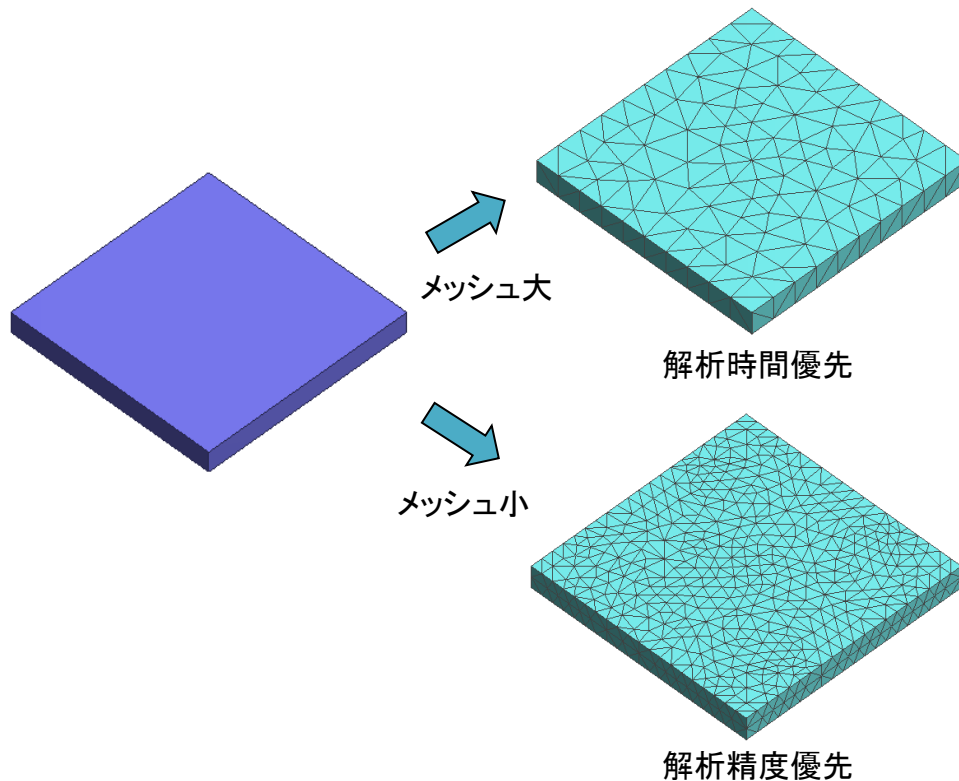
## 解析条件 / 材料定数



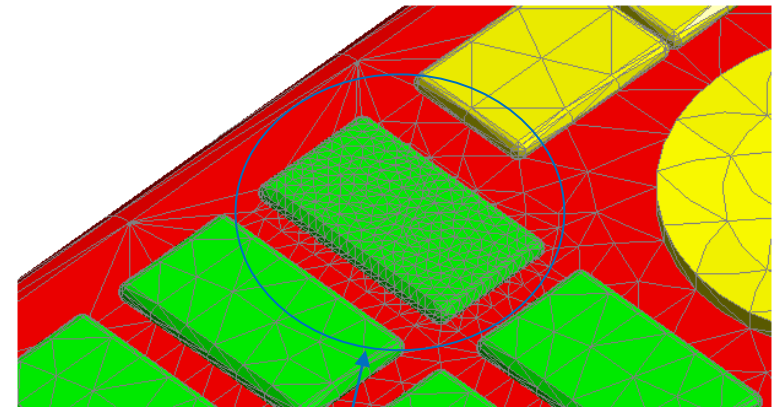
メッシュを細かくする（メッシュサイズを小さくする）と解析精度が向上しますが、解析コスト（解析に必要なメモリ、解析時間）が増加します。

メッシュ分割処理は完全に自動化されていて、解析モデルに応じて主に三角形または四面体メッシュを生成します。モデル全体や部分的にメッシュサイズを調整する事も可能です。

## オートメッシュ



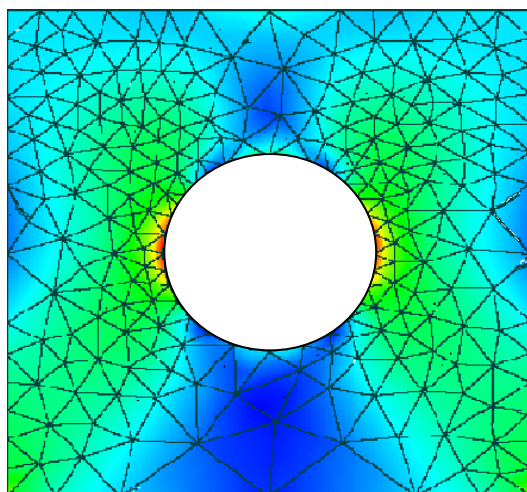
## 部分メッシュサイズ指定



部分的にメッシュを細かく指定

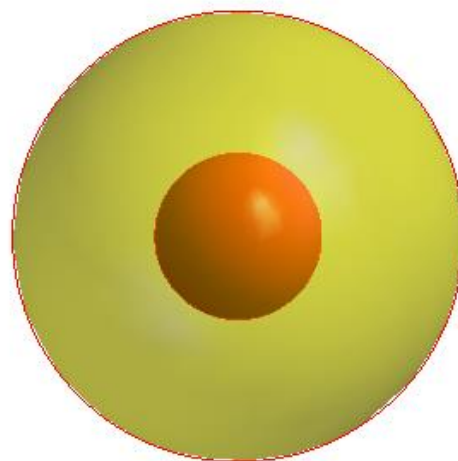
ユーザー側の負担を軽減するための、様々な機能が搭載されています。

## アダプティブメッシュ



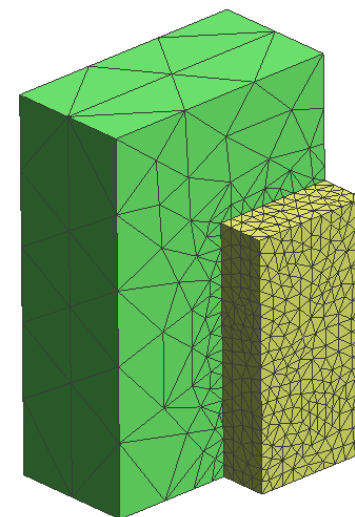
メッシュ分割と解析を繰り返し、適切なメッシュサイズを設定

## 自動ブーリアン



ボディの重なりを自動で取り除く

## 自動接合



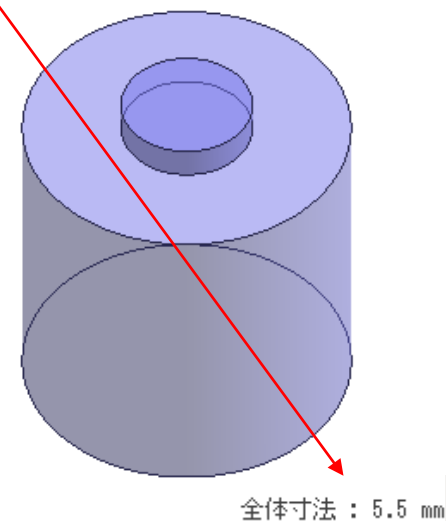
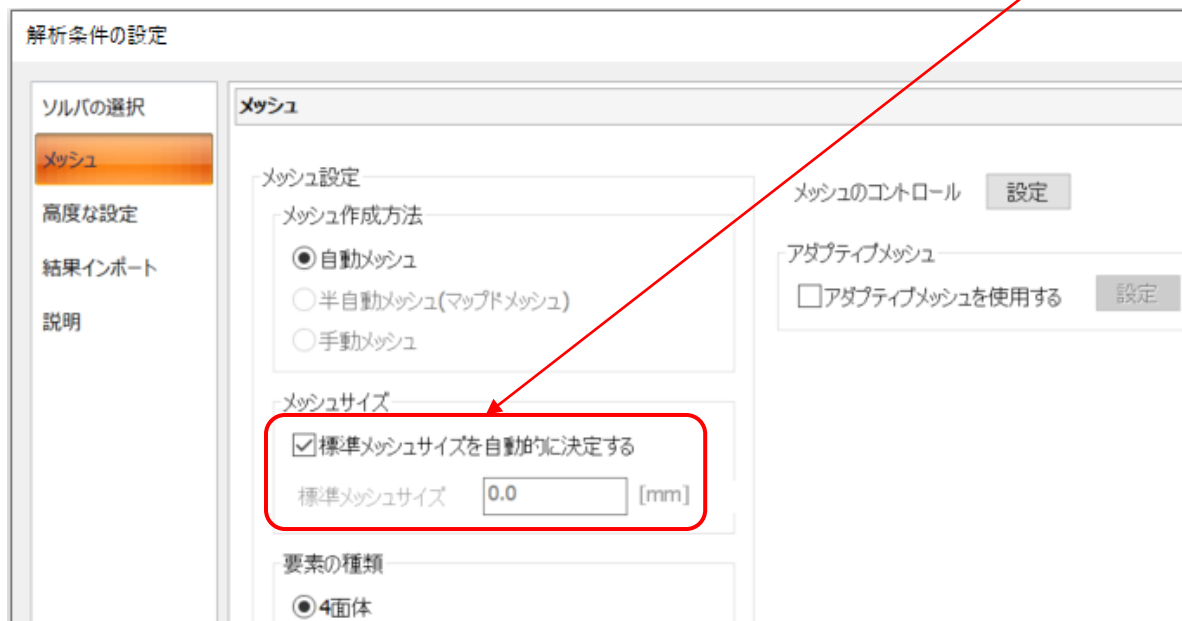
ボディの接触部分を検出し、メッシュ形状を自動で合わせる

## 標準メッシュサイズ

リボンメニューのモデルタブ⇒解析グループ内の「解析条件」メニュー実行。  
メッシュタブからメッシュの設定が可能。

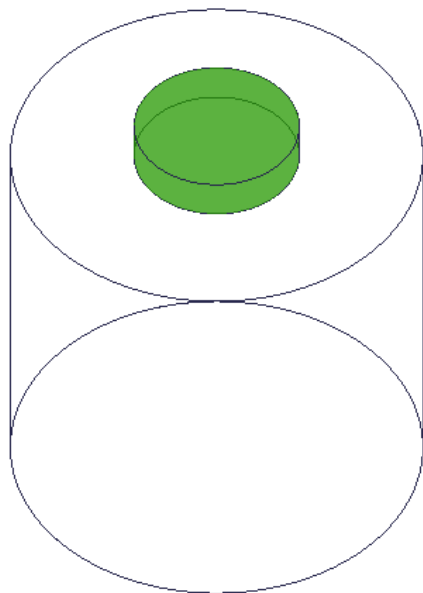


「標準メッシュサイズを自動的に決定する」が有効になっている場合、画面右下の全体寸法の10分の1のサイズでモデル全体がメッシュ分割される。直接設定したい場合は、チェックをはずして入力する。

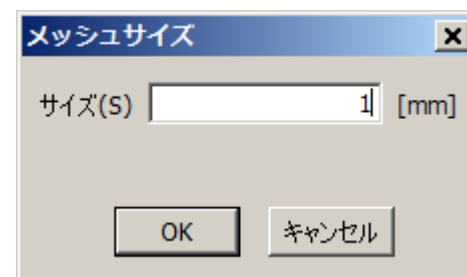


## 部分メッシュサイズ

個別にメッシュサイズを指定したい箇所を選択し、  
右クリックメニュー⇒メッシュサイズを実行。



メッシュサイズウィンドウに設定したいサイズを  
入力。



標準メッシュサイズよりも、  
部分メッシュサイズが優先されます。

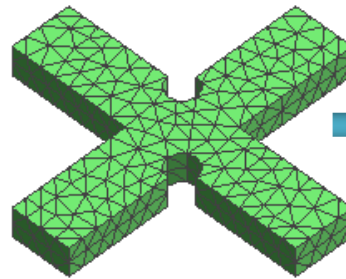
## 3次元モデルの形状定義



## 解析条件 / 材料定数



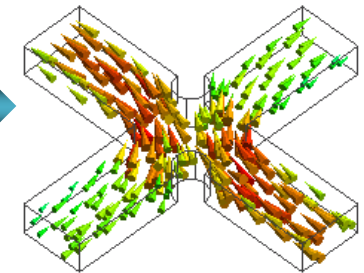
## メッシュ分割



## 解析ソルバ

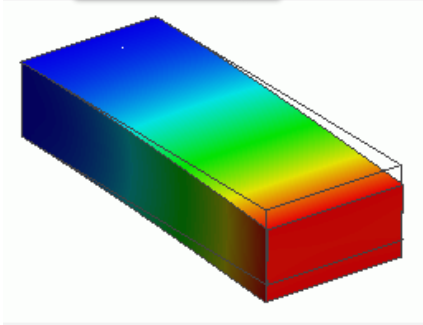
電磁波解析  
電場解析  
磁場解析  
応力解析  
熱伝導解析  
流体解析  
圧電解析  
音波解析

## 解析結果の表示



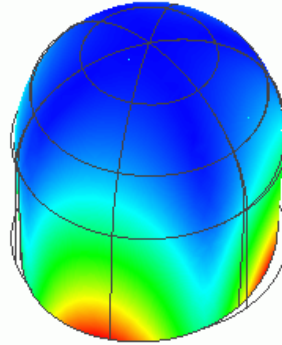


## 静解析



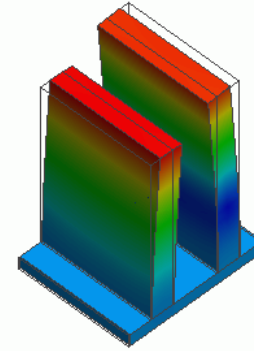
先端に荷重を受けた梁  
(応力解析例題1)

## 共振解析 (固有振動解析)



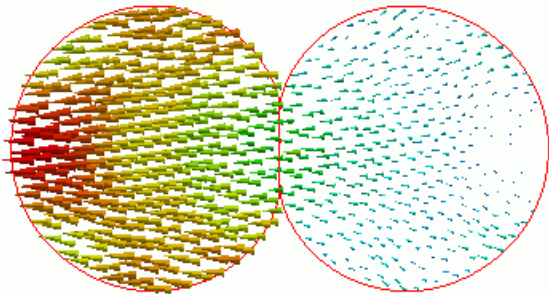
鐘の固有振動  
(応力解析例題11)

## 調和解析 (強制振動解析)



ツインタワーの強制振動解析  
(応力解析例題16)

## 過渡解析



ボールの衝突(応力解析例題32)

## 座屈解析

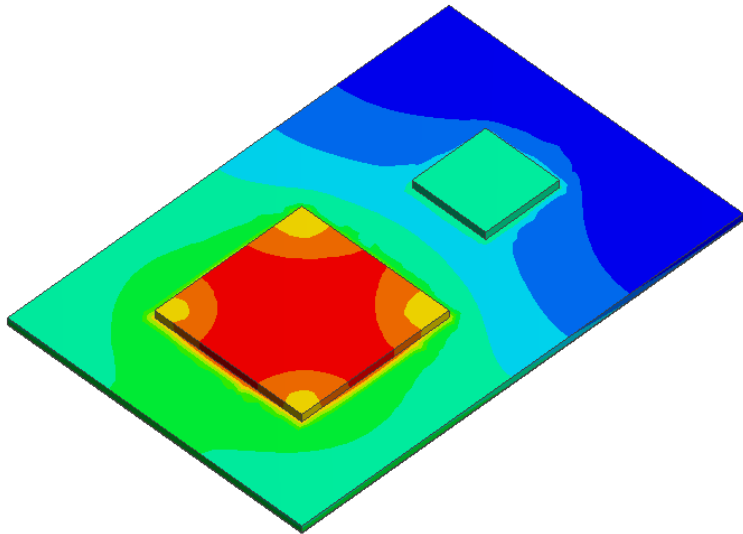


H形鋼の座屈(応力解析例題48)

荷重、加速度などによる変形と応力を解析します。  
荷重を受けた構造物の変位や応力分布、  
構造物の共振周波数などの解析が可能です。

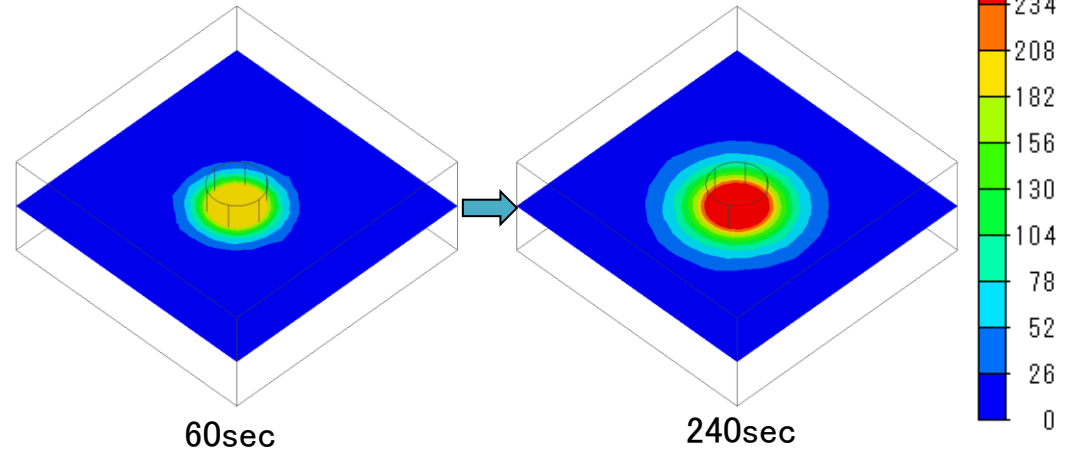
応力解析について詳しく知りたい方は  
応力・熱入門セミナーを受講ください。

## 定常解析



複数の発熱体が配置された基板  
(熱伝導解析例題10)

## 過渡解析

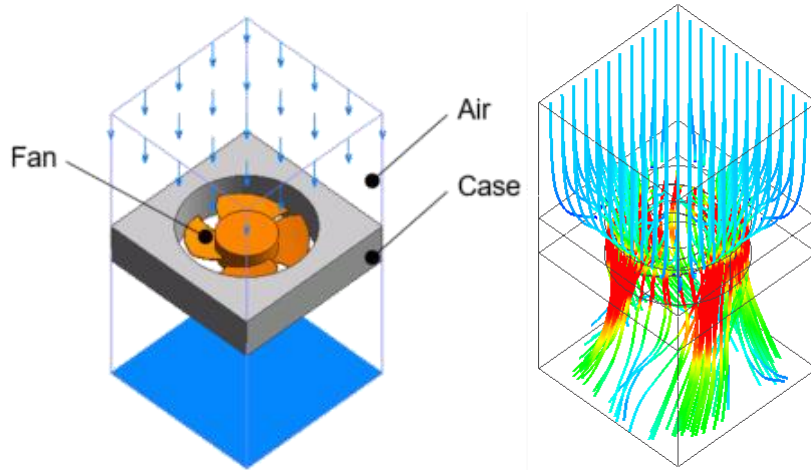


樹脂内部に埋め込まれた発熱体  
(熱伝導解析例題4)

発熱体が配置された基板の温度分布や熱流束、指定時間経過後の温度分布などを解析する事が可能です。

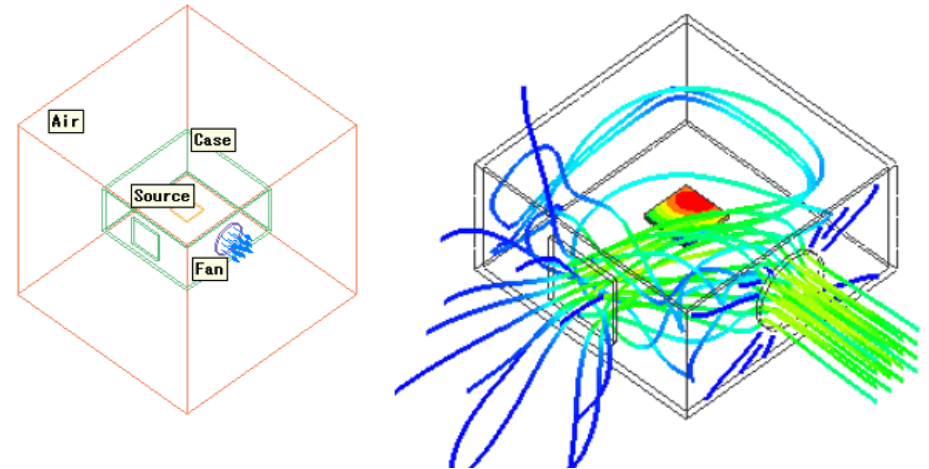
熱伝導解析について詳しく知りたい方は応力・熱入門セミナーを受講ください。

## 流体解析



静止している風車周りの流れの過渡解析  
(流体解析例題7)

## 熱流体解析

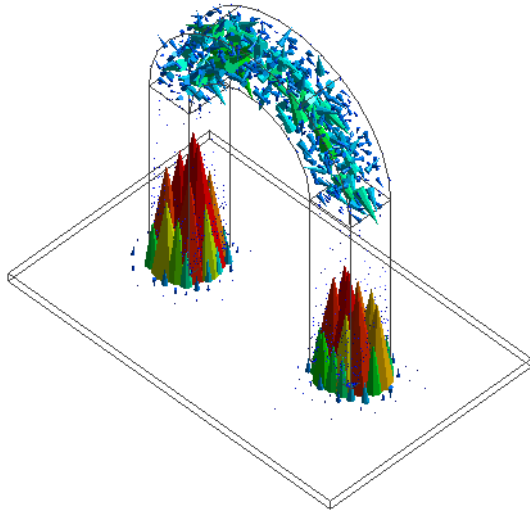


内部ファンによる放熱の解析  
(熱流体解析例題14) ※熱流体オプションが必要です。

流路中に障害物がある場合の流体の流れや、熱伝導解析と連成させることで流体解析で得られた強制対流(ファン)による基板の放熱などの解析が可能です。

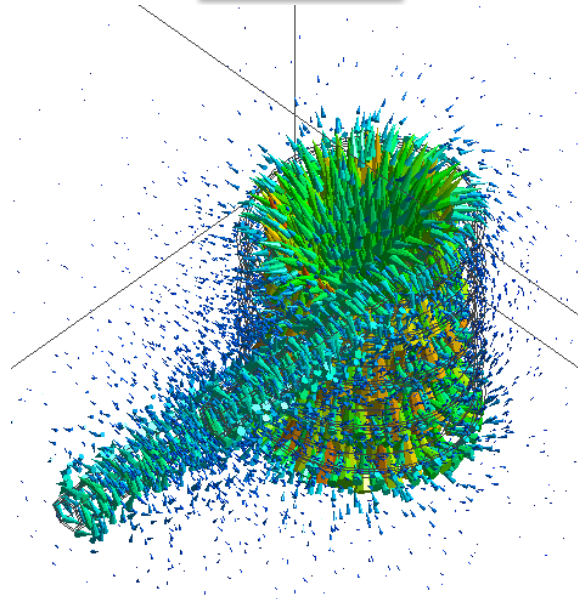
流体解析について詳しく知りたい方は流体解析入門セミナーを受講ください。

静解析



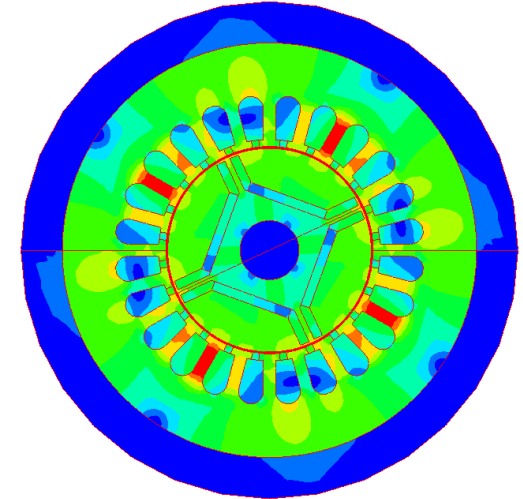
U字磁石に近づけた  
磁性体に働く力  
(磁場解析例題4)

調和解析



交流でのヘリカルコイルの  
作る磁場(磁場解析例題11)

過渡解析

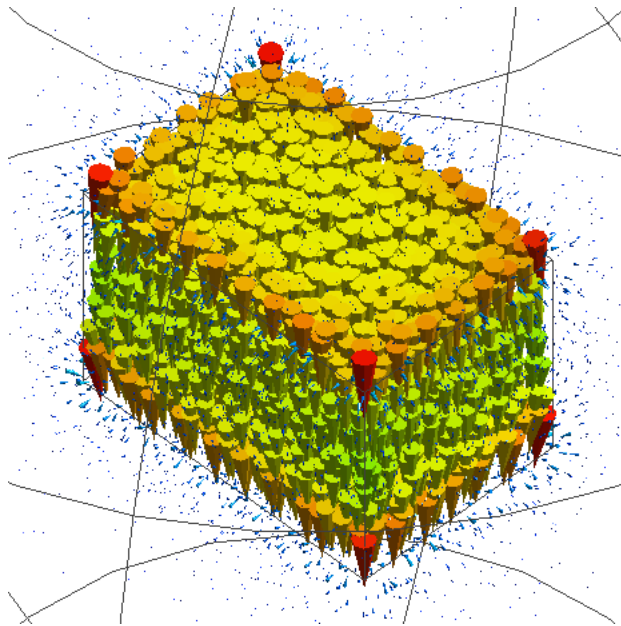


IPMモータのトルク解析  
(磁場解析例題1)

磁石や磁性体によって発生する磁界分布、コイルのインダクタンス、モータのトルクなどを解析する事が可能です。

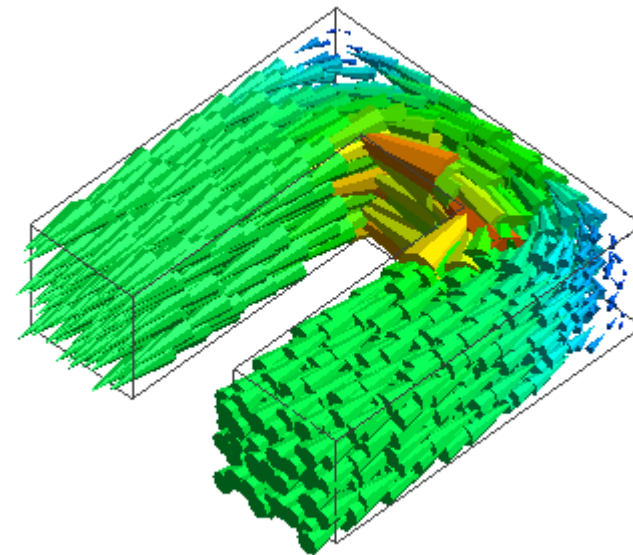
磁場解析について詳しく知りたい方は磁場入門セミナーを受講ください。

## 静解析



誘電体コンデンサの静電容量計算(例題2)

## 調和解析

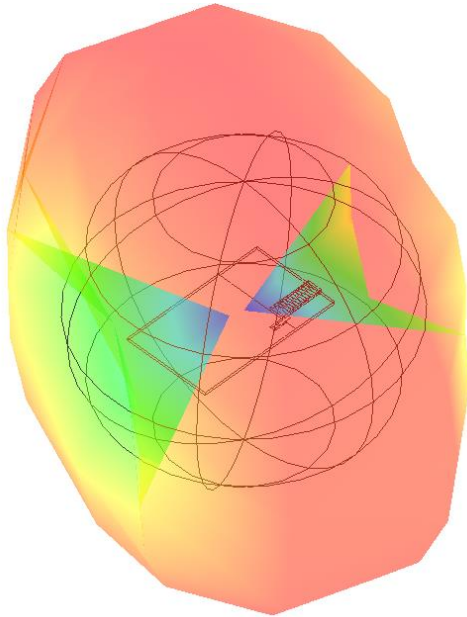


誘電体と導体の解析(例題14)

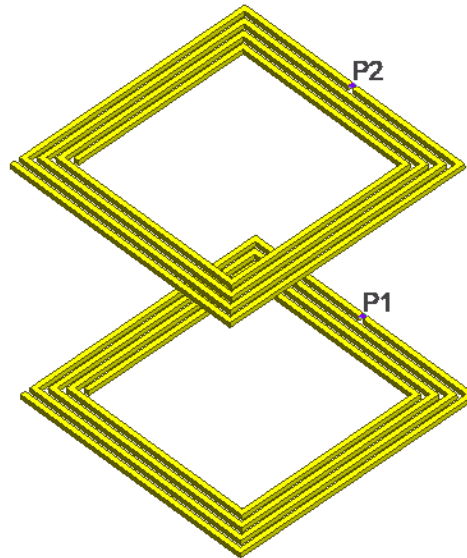
誘電体や導体に電圧を加えた時の電界分布を解析します。  
電極間の容量、導体の抵抗値、誘電体に働く静電力などを解析する事が可能です。

電場解析について詳しく知りたい方は磁場入門セミナーを受講ください。

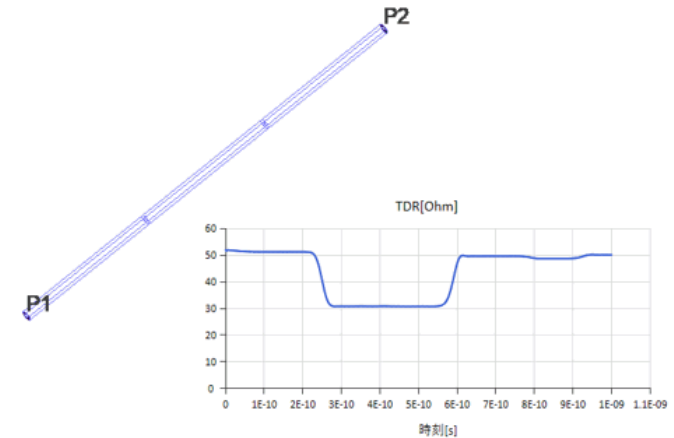
## アンテナ解析



らせんアンテナ  
(電磁波解析例題3)



電磁共鳴型の無線電力伝送  
(電磁波解析例題42)

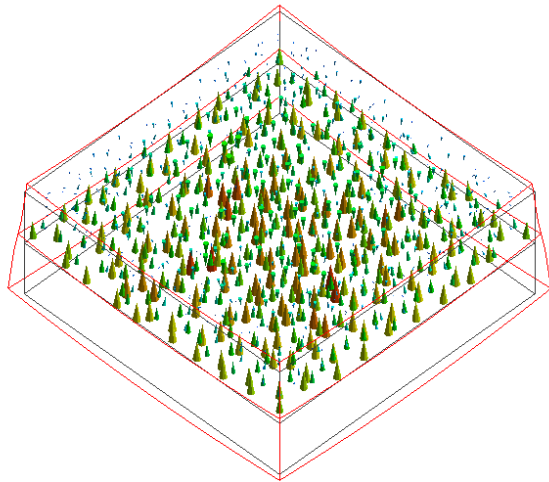


過渡解析によるTDR解析  
(電磁波解析例題38)

基板上に形成した回路のSパラメータ、差動線路の伝送特性、アンテナの放射特性、無線電力伝送、TDR・ESD等を解析する事が可能です。

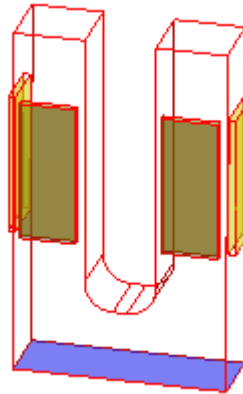
電磁波解析について詳しく知りたい方は電磁波入門セミナーを受講ください。

## 静解析



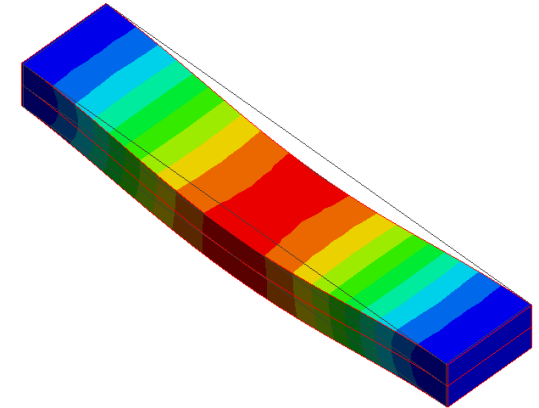
熱応力によるひずみにより、  
電圧を出力する温度センサー  
の解析(圧電解析例題7)

## 調和解析



コリオリ力による電位発生  
(圧電解析例題24)

## 共振解析

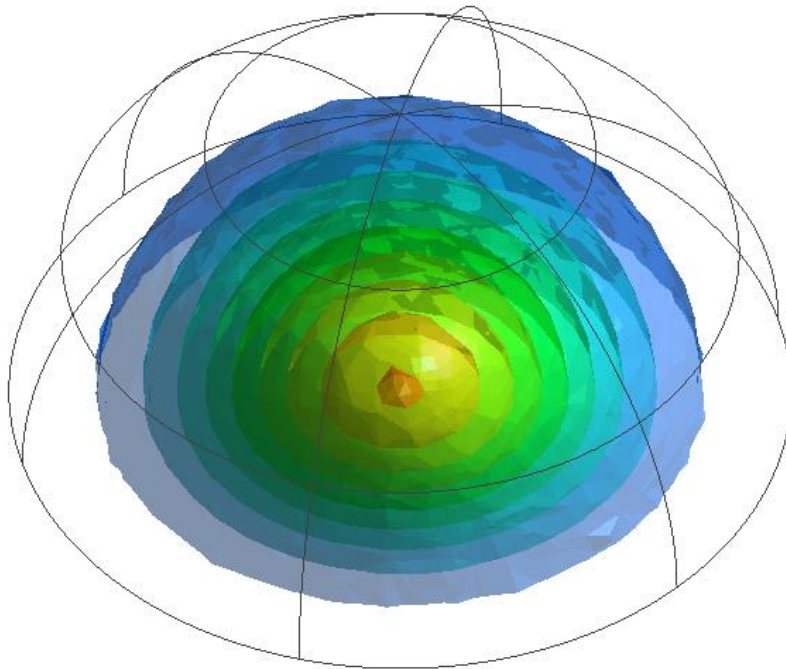


圧電素子に張力を印加したときの  
共振解析(圧電解析例題14)

水晶のような圧電単結晶や圧電セラミックスの圧電現象を解析します。  
荷重や圧力による発生する電位や、電圧印加による変形などを解析する事が可能です。

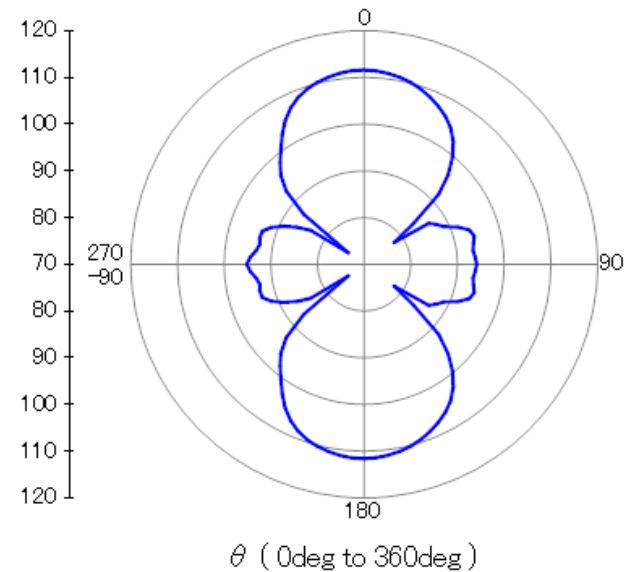
圧電解析について詳しく知りたい方は圧電音波入門セミナーを受講ください。

## 調和解析



振動する円盤によって発生する音波の解析  
(音波解析例題2)

## 指向性

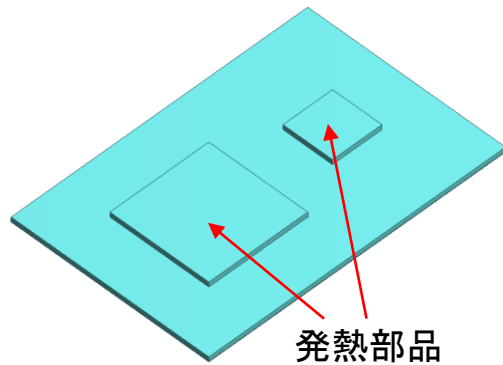


音圧、または速度による駆動源から発生する音波を解析します。  
音圧分布や指向性を解析結果として得る事が可能です。

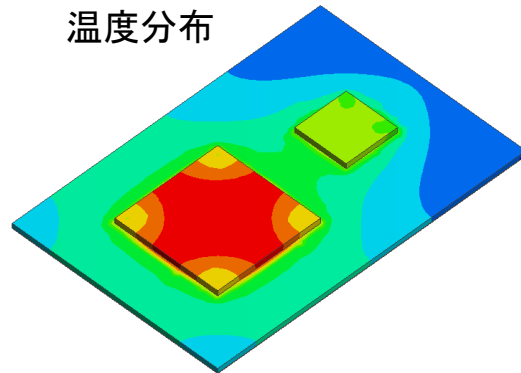
音波解析について詳しく知りたい方は圧電音波入門セミナーを受講ください。



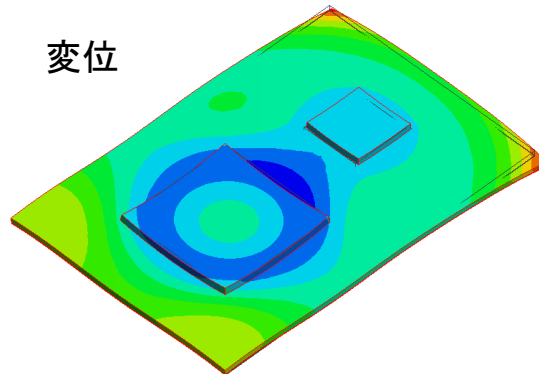
## 熱伝導解析と応力解析の連成解析例



温度分布

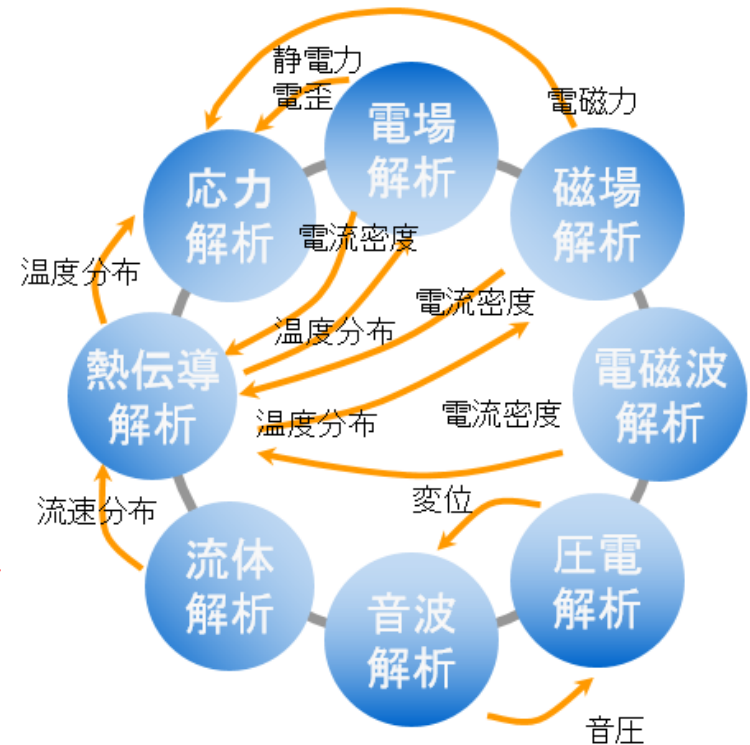


変位



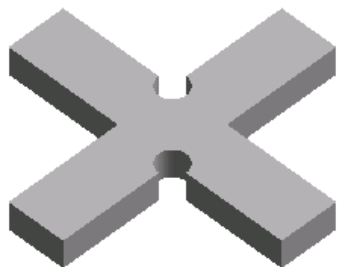
温度分布による変形(例題3)

## 連成可能な組み合わせ

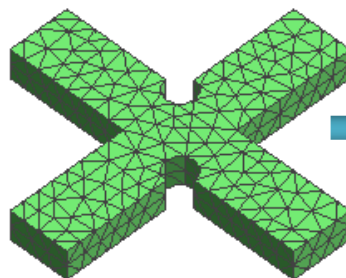


各解析機能を組み合わせてより複雑な解析を行います。  
発熱体により基板に熱が伝わり熱膨張によって変形する場合の温度分布や応力分布、  
コイルに電流を印加し発熱する場合の磁界分布や温度分布などを解析する事が可能です。

## 3次元モデルの形状定義



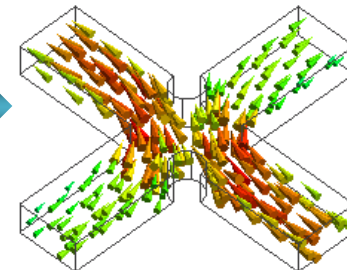
## メッシュ分割



## 解析ソルバ

電磁波解析  
電場解析  
磁場解析  
応力解析  
熱伝導解析  
流体解析  
圧電解析  
音波解析

## 解析結果の表示



## 解析条件 / 材料定数

材料定数の編集 [000\_空気 From 材料データベース]

誘電率

透磁率  
導電率  
磁石  
説明

誘電率

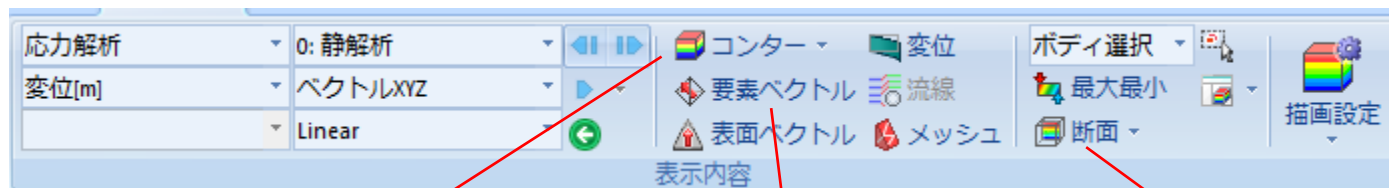
異方性  
 等方  
 異方

周波数依存  
 なし  
 あり

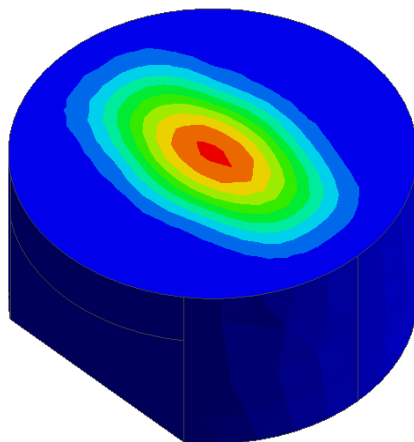
比誘電率

1.000517 X10

さまざまな表示方法で解析結果を確認する事が可能です。

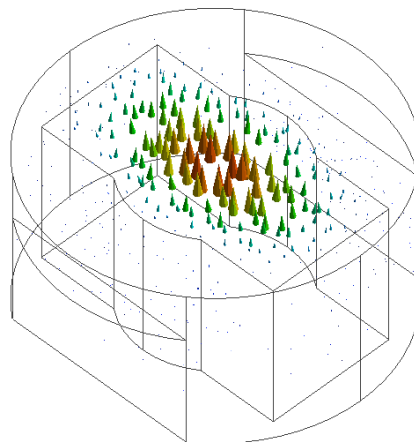


コンター図



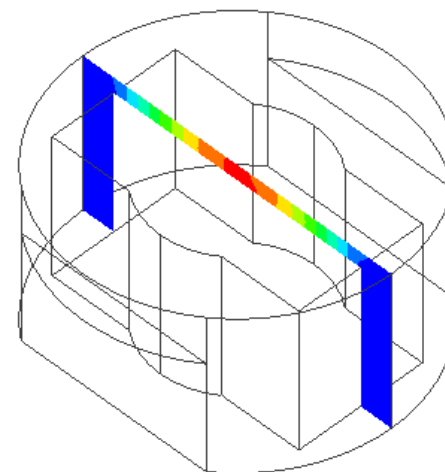
大きさの等しい箇所を塗りわけて表示

ベクトル図



向きを持つ結果を  
ベクトルの色と向きで表示

断面図



任意の断面上の結果を表示

さまざまな表示方法で解析結果を確認する事が可能です。

The screenshot shows the software's main interface with the following settings:

- 応力解析: 0: 静解析
- 変位[m]: ベクトルXYZ
- 表示内容: コンター, 変位, 要素ベクトル, 流れ線, 表面ベクトル, メッシュ
- ボディ選択: 最大最小
- 描画設定: 結果表示

Three visualization methods are highlighted with red arrows:

- 変位図**: A 3D model of a cylindrical part with a color-coded displacement map on its top surface.
- 最大値最小値**: A 3D model showing the maximum and minimum values. The maximum value is 377.423 μm at coordinates (0.0, 0.0, 9.5 mm). The minimum value is 0 m at coordinates (-1.58114, -4.74342, 0.00000 mm).
- グラフ**: A 2D line graph titled "変位-大きさ" showing displacement magnitude in μm versus distance from the start in mm. The curve is a smooth, bell-shaped curve peaking at approximately 375 μm at 10 mm distance.

解析結果の変位量を反映して表示

解析結果の最大値、最小値を表示

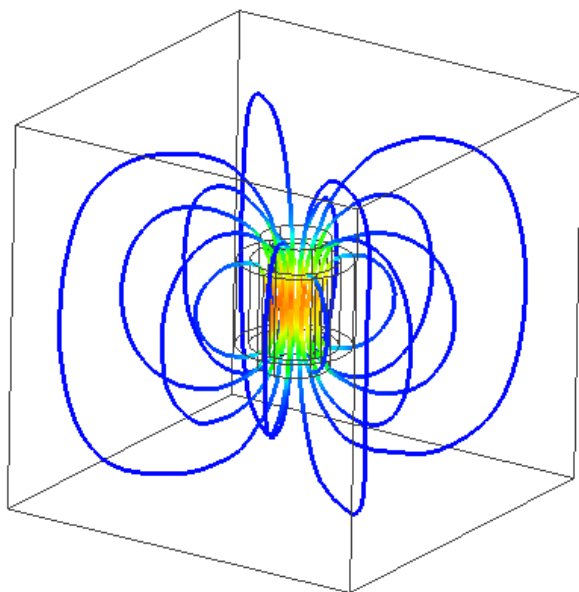
任意の箇所の結果をグラフで表示

さまざまな表示方法で解析結果を確認する事が可能です。

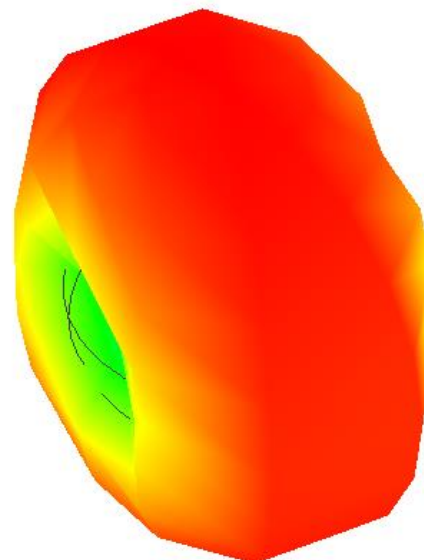


流線表示

指向性表示



流速、磁束密度などの流線を表示



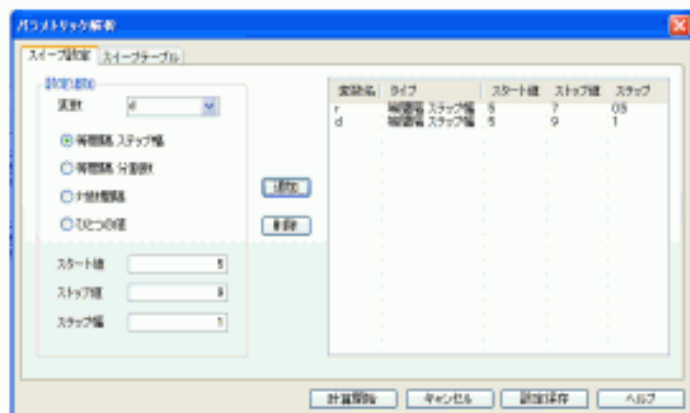
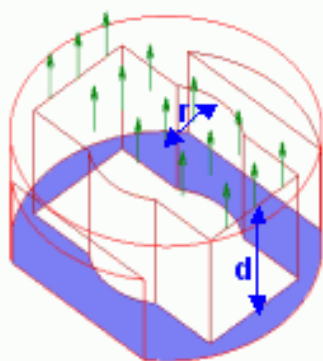
アンテナの放射電力などの指向性を3Dで表示

- パラメトリック解析
- バッチシミュレーション解析
- ユーザーデータベース機能
- マクロ機能

モデルの寸法や各条件のパラメータに変数を割り当て、  
変数を指定した範囲でスイープさせた解析をまとめて実行する機能です。

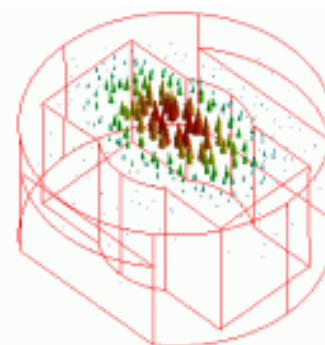
## パラメトリック解析例

例) 圧力ケースの穴形状を  
条件振りしたい  
(内径、高さ)



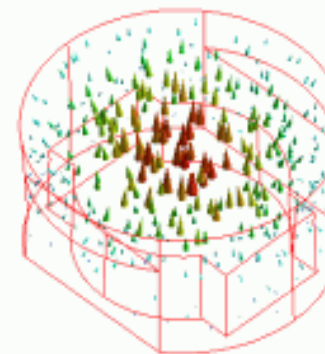
設定ダイアログでスイープ条件設定

パラメトリック  
解析実行



r = 5、d = 9の時  
変位量  $5.1 \times 10^{-11}$  [m]

⋮



r = 7、d = 5の時  
変位量  $3.7 \times 10^{-10}$  [m]

複数のプロジェクトをジョブとして登録しまとめて解析する機能です。

## バッチシミュレーション事例

ジョブリスト

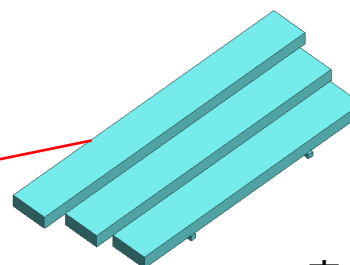
プロジェクトファイル	解析モデル	エラー	メッシュ数	メッシュ時間	ソルブ時間	合計時間	最大メモリ使用量
C:\Users\%i\%Desktop%\gal_ex12.femprj	Ex12						
C:\Users\%i\%Desktop%\her_ex03.femprj	ex3						
C:\Users\%i\%Desktop%\wat_ex10.femprj	Ex10_edit						

ジョブ追加    ジョブ削除    ジョブ順↑    ジョブ順↓    ジョブALLクリア    ジョブインポート(csv)    ジョブエクスポート(csv)

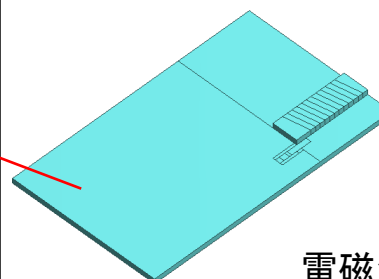
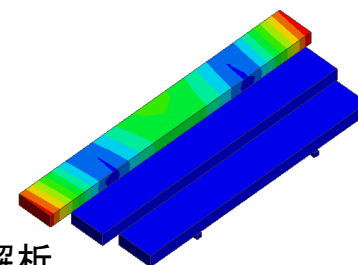
計算開始     パラメトリック解析を実行する(設定が存在する場合)  
 解析結果(フィールド、テーブル)を保存する(.pdt)  
計算中断     終了後PCをシャットダウン

使用したFemtetのバージョン    前回計算時ログ    ヘルプ    閉じる

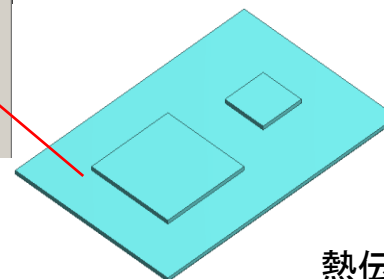
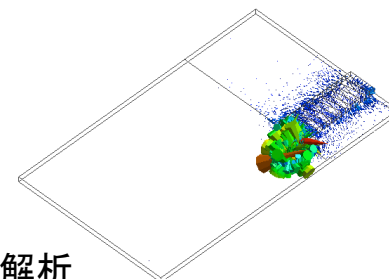
複数のプロジェクトを登録



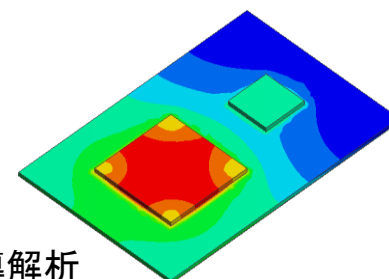
応力解析



電磁波解析



熱伝導解析

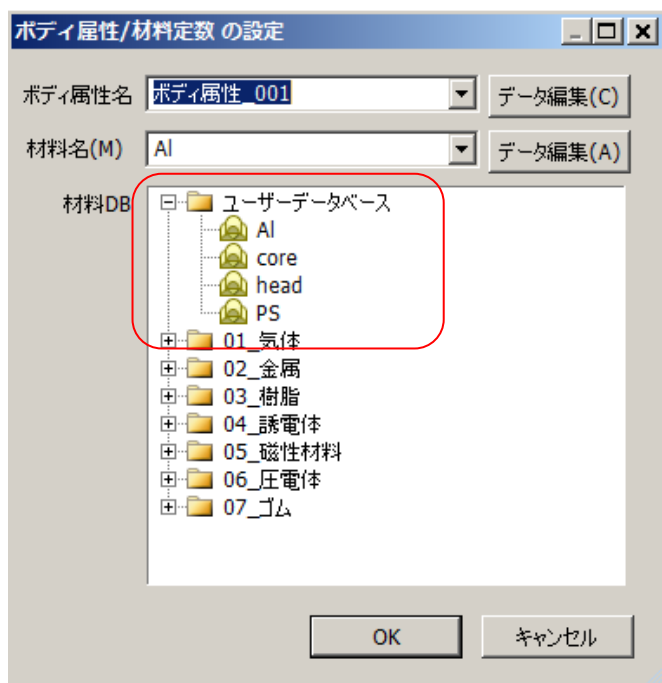




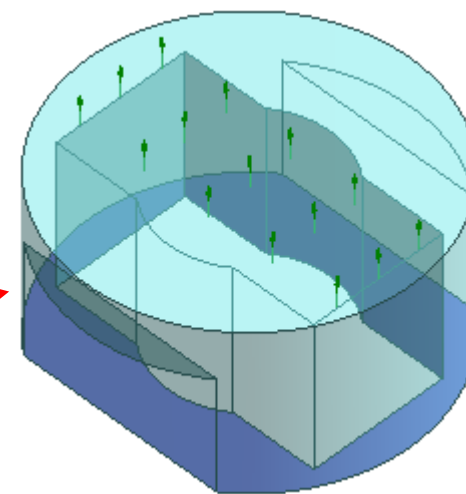
解析時に使用したボディ属性、材料定数、境界条件、モデル形状をオリジナルのデータベースとして登録し、再利用しやすくする機能です。

## 材料定数データベース

## モデルデータベース



自作した材料定数をデータベースに登録し、材料定数設定時に流用する。



モデルをデータベースに登録し、ドラッグ & ドロップで別プロジェクトで流用する。

Femtetの各機能をプログラミングにより自由にカスタマイズする機能です。  
例えば、複雑なモデルを自動生成する、解析結果から任意の結果を自動抽出する、  
解析結果に応じてモデルの寸法や条件を見直して再計算させるといった事ができます。

弊社のウェブサイト上にサンプルマクロを公開していますのでご参考ください。

<https://www.muratasoftware.com/support/macro/>

## VBでのマクロ実行

### 学べるテクニック

- ・VBで記述されたマクロで、指定したパスに電場解析プロジェクトを作成して、特定の面の電界の積分値を自動で求めます。
- ・VBでのマクロコードの記述方法、積分の実行方法を学べます。

### 例題イメージ



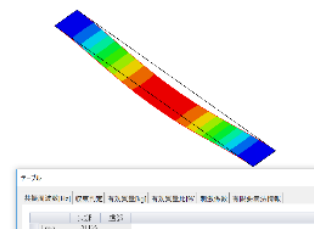
Download

## 初期応力を考慮した共振解析

### 学べるテクニック

- ・指定したcadデータをインポートし静解析を行い、得られた結果を初期応力として共振解析を自動実行するマクロです。
- ・cadデータのインポート、プロジェクトの複製、解析結果の抽出を自動でおこなうテクニックを学べます。

### 例題イメージ



Download

## マクロ機能によるカスタマイズ例

1. エクセル上に配置したパラメータ入力欄にパラメータを入力

2. 計算開始ボタンを押すと、1. で入力したパラメータをもとにモデルを自動生成し、解析を実行する。

3. 計算結果を保存し、Excelの別シートに抽出した結果をまとめる。

