

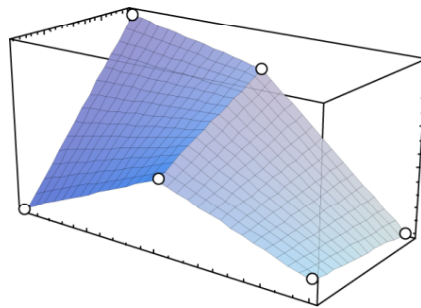
FEM 原理実習

サンプルテキストについて

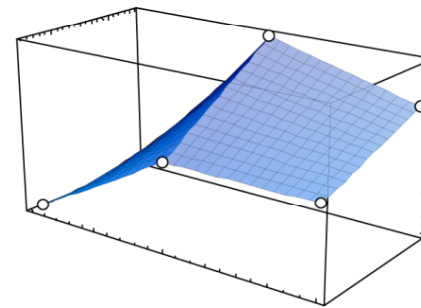
- 各講師が「講義の内容が伝わりやすいページ」を選びました。
- テキストのページは必ずしも連続していません。一部を抜粋しています。

節点値と要素値：連続性

変位：要素間で連続

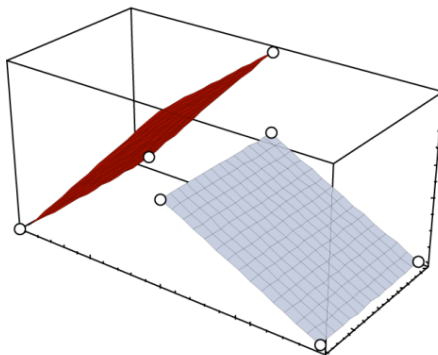


$u(x, y)$

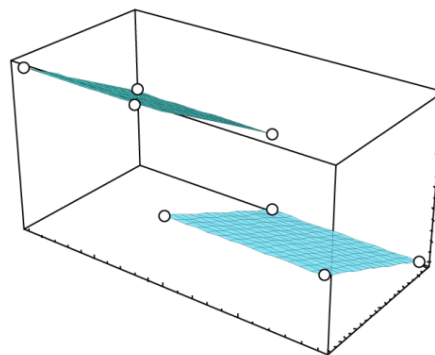


$v(x, y)$

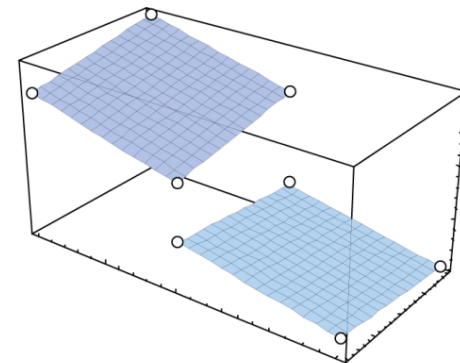
応力／ひずみ：要素間で“不”連続



$\sigma_x(x, y)$



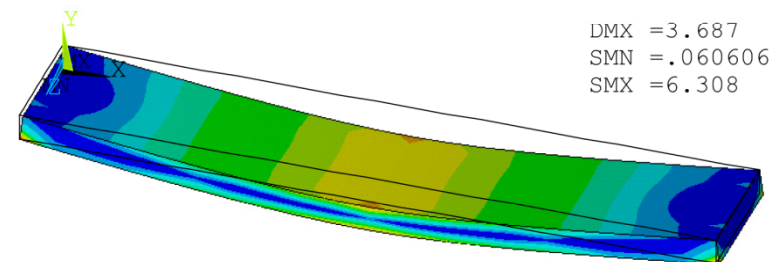
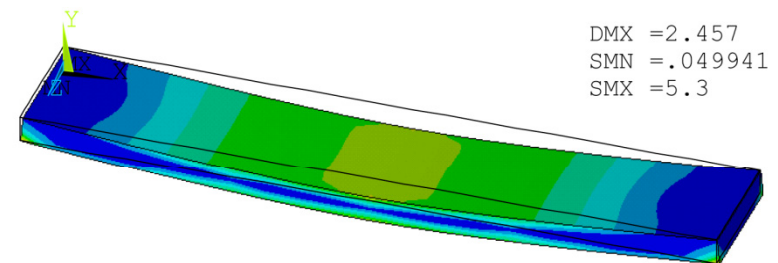
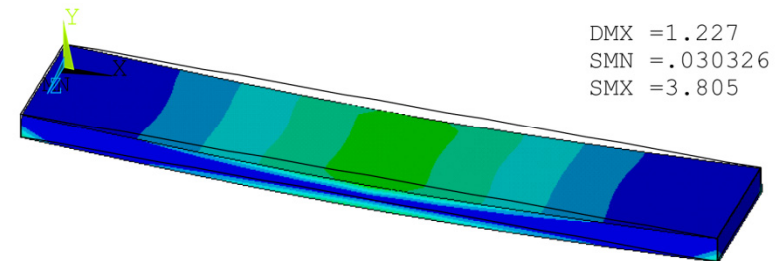
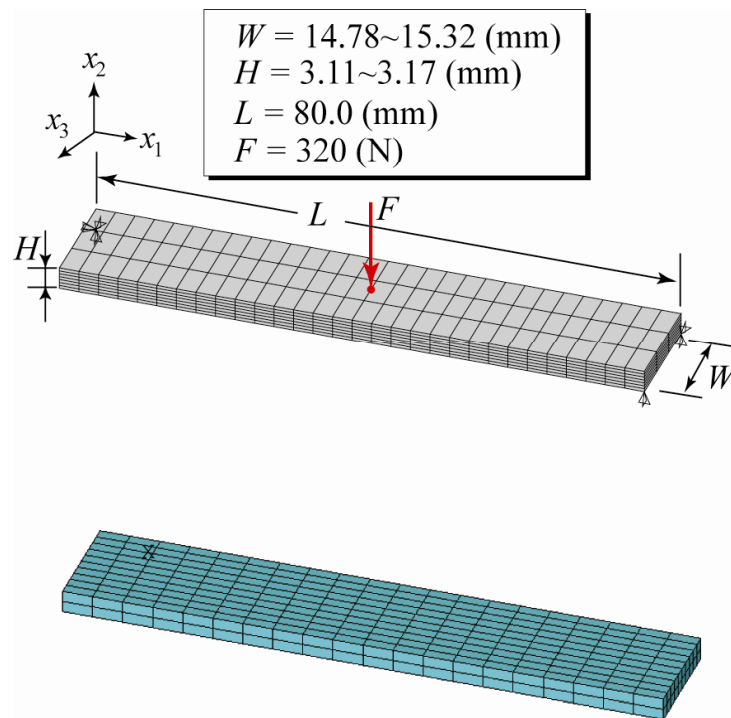
$\sigma_y(x, y)$



$\tau_{xy}(x, y)$

見本

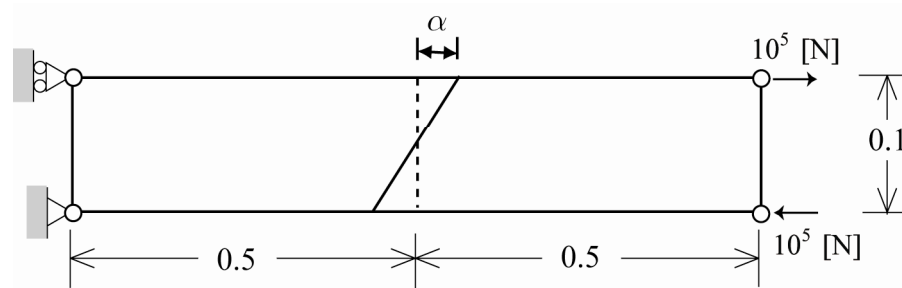
節点平均値の算出方法 の違いによる結果の違い



¥06_POST¥Bend_EP_Displacement_small.txt

見本

要素のゆがみと精度

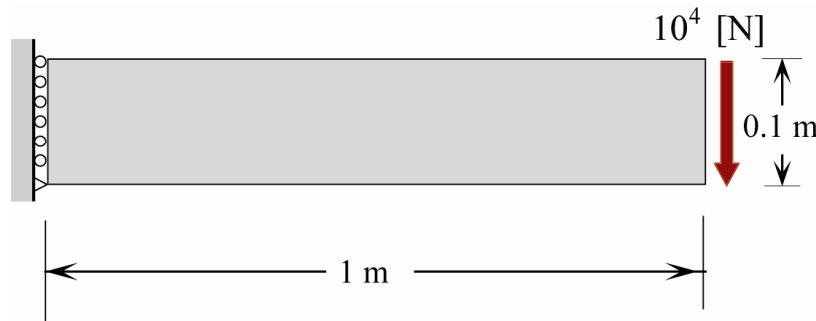


		$\alpha=0$	$\alpha=0.025$	$\alpha=0.5$	$\alpha=0.1$	$\alpha=0.15$	$\alpha=0.2$
PLANE42 KEYOPT(2)=0	非適合モードを含む	(A-1)	(A-2)	(A-3)	(A-3)	(A-4)	(A-4)
PLANE42 KEYOPT(2)=1	非適合モードを含まない	(B-1)	(B-2)	(B-3)	(B-3)	(B-4)	(B-4)
PLANE182 KEYOPT(1)=0	デフォルト設定	(C-1)	(C-2)	(C-3)	(C-3)	(C-4)	(C-4)
PLANE183	8節点2次 デフォルト設定	(D-1)	(D-2)	(D-3)	(D-3)	(D-4)	(D-4)

.¥02¥beam02-alpha.txt
.¥02¥beam02-alpha2.txt

見本

非圧縮材料と要素の性能



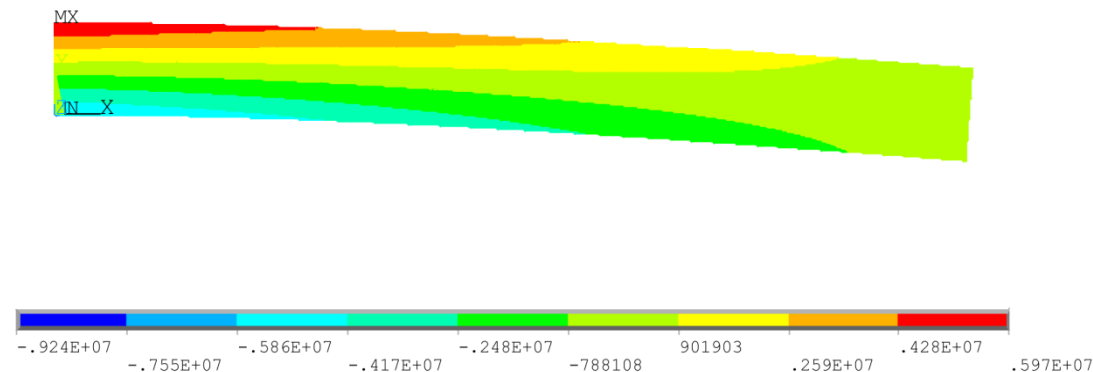
平面ひずみ
(単位厚さ)

$E = 150 \text{ GPa}$
 $\nu = 0.4999$

```
mp, ex, 1, 150e9  
mp, prxy, 1, 0.499
```

```
et, 1, 182      ! 4節点四辺形要素  
KEYOPT,1,1,2    ! 強化 (拡張) ひずみ (5パラメータ)  
KEYOPT,1,3,2    ! 平面ひずみ (z方向ひずみは0.0)
```

```
1  
NODAL SOLUTION  
STEP=1  
SUB =1  
TIME=1  
SX      (AVG)  
RSYS=0  
DMX =.203E-03  
SMN =-.924E+07  
SMX =.597E+07
```



PLANE182を16000要素用いて解析

参照解: $\nu_{\min} = -0.20291\text{E-}03$

見本

純曲げ問題のFEM解の改善



ET, 1, PLANE42	! 2次元4節点 構造ソリッド要素
KEYOPT, 2, 1, 0	! 要素座標系 = 0 : 要素座標系は全体座標系に平行
KEYOPT, 2, 2, 1	! 非適合モード= 1 : 非適合モードを含まない
KEYOPT, 2, 3, 3	! 要素挙動 = 3 : 板厚入力が必要とする平面応力
KEYOPT, 2, 5, 0	! 追加の応力出力 = 0 : 基本的な要素解
KEYOPT, 2, 6, 0	! 追加の表面出力 = 0 : 基本的な要素解



① 要素種別 : 2次 (8節点) 四辺形要素

.¥FEMDATA¥01¥beam02-PLANE183.txt

ET, 1, 183	! 2次元8節点 構造ソリッド要素
KEYOPT, 1, 3, 3	! 要素挙動 = 3 : 板厚入力が必要とする平面応力

② オプション指定 : 非適合モードを用いる

.¥FEMDATA¥01¥beam02-incompatible.txt

ET, 1, PLANE42	! 2次元4節点 構造ソリッド要素
KEYOPT, 2, 1, 0	! 要素座標系 = 0 : 要素座標系は全体座標系に平行
KEYOPT, 2, 2, 0	! 非適合モード= 0 : 非適合モードを含む
KEYOPT, 2, 3, 3	! 要素挙動 = 3 : 板厚入力が必要とする平面応力
KEYOPT, 2, 5, 0	! 追加の応力出力 = 0 : 基本的な要素解
KEYOPT, 2, 6, 0	! 追加の表面出力 = 0 : 基本的な要素解

② メッシュ細分化

③-A

.¥FEMDATA¥01¥beam02-yokonaga.txt

③-B

.¥FEMDATA¥01¥beam02-tatenaga.txt

③-C

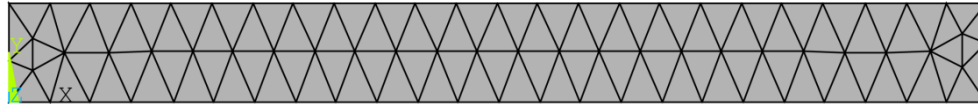
.¥FEMDATA¥01¥beam02-fine.txt

見本

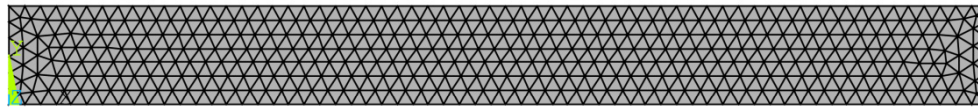
細分化による精度向上

Mesh W

PLANE42 (CST), smart size=5



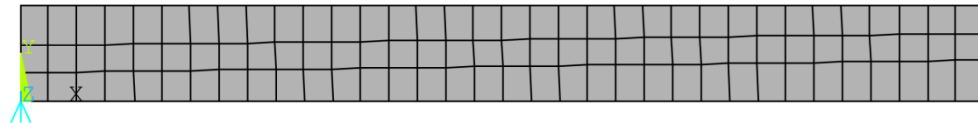
PLANE42 (CST), smart size=2



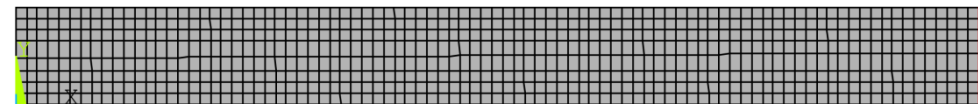
PLANE42 (定ひずみ三角形)

Mesh X

PLANE42, smart size=2



PLANE42, smart size=5



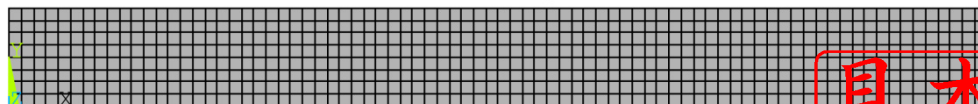
PLANE42 (非適合モード無し)
自動メッシュ機能 (スマートサイズ制御)

Mesh Y

PLANE42, height/3



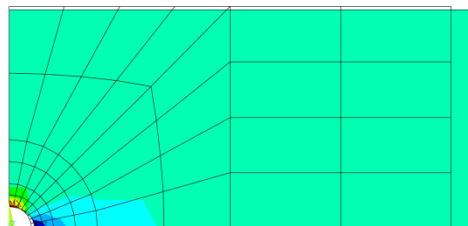
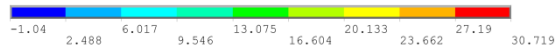
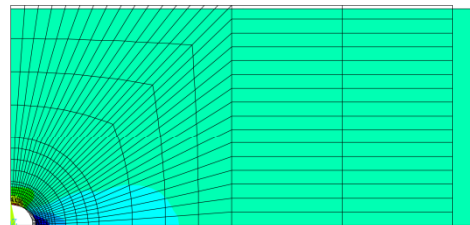
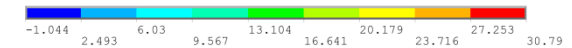
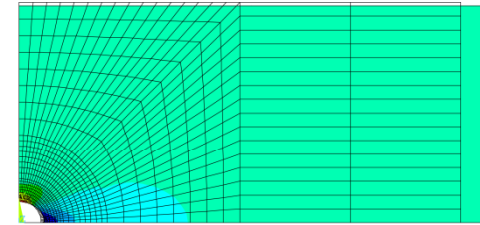
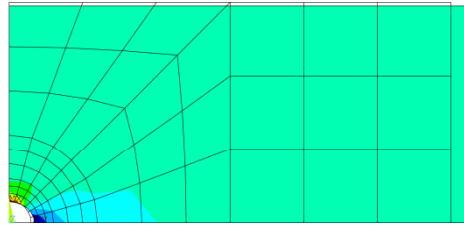
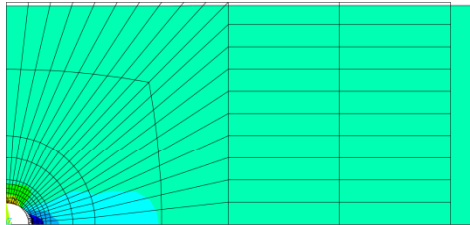
PLANE42, height/8



PLANE42 (非適合モード無し)
定型四辺形

見本

メッシュと応力集中



ndr1	ndr2	ndl3	ncrc	nhor	最大変位	最大応力
5	2	2	10	2		
3	3	3	3	3		
8	8	8	16	2		
8	4	4	16	2		
2	2	2	4	2		

.¥00¥plate-with-circular-hole-0.txt ¥plate-with-circular-hole-5.txt

見本