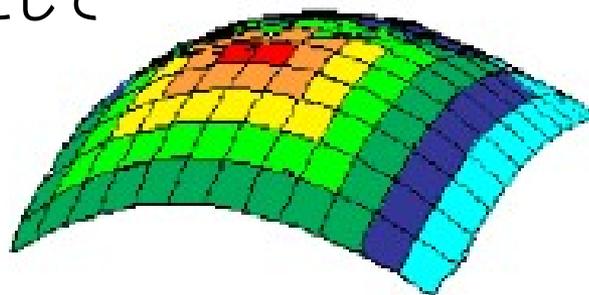


# オープンソースCAEによる 繊維・織物の構造解析への応用

太田幸一(岐阜市立女子短大)

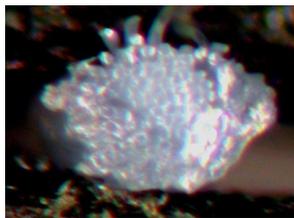
# 繊維材料のCAE解析

布帛などを  
膜構造・シェル要素として  
モデル化して解析



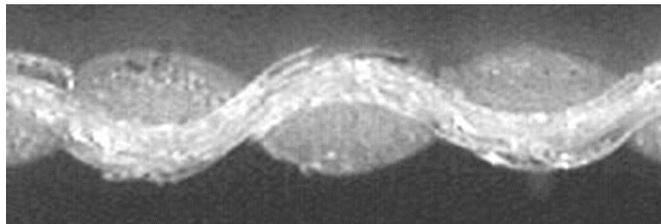
実際は

糸は繊維の集合体



布帛 = 繊維 + 空隙

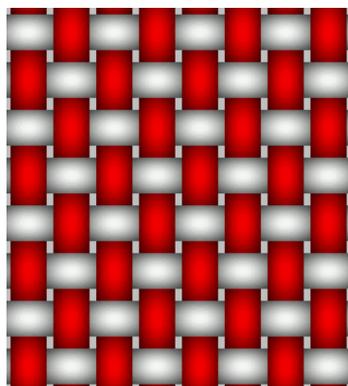
織物は糸の集合体



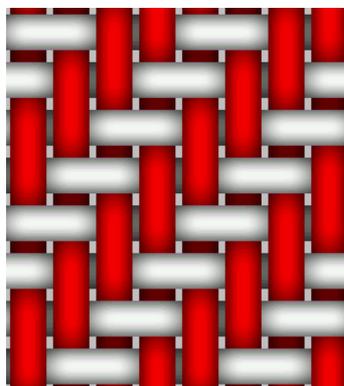
織物の構造を考慮したCAE解析用モデル

# 織物の設計では.....

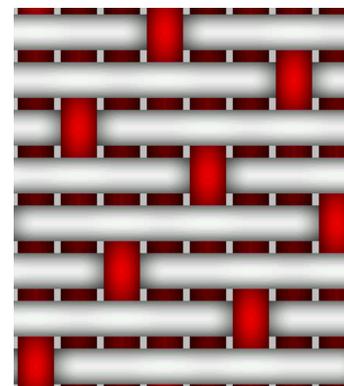
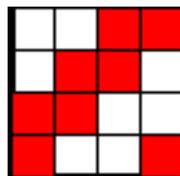
- 組織図を使用して織物の構造を表現



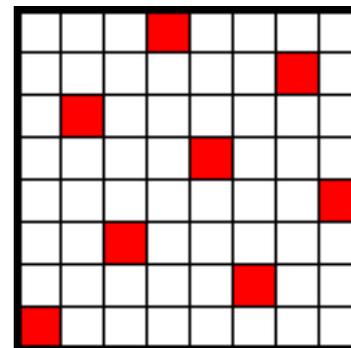
平織



斜文織(綾織)  
(2/2斜文)

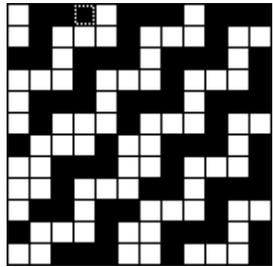


朱子織  
(8枚朱子)

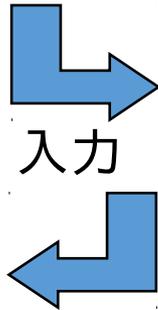


# 織物三次元モデル生成ソフトウェア

愛知県産業技術研究所 尾張繊維技術センター  
(現:あいち産業科学技術総合センター 尾張繊維技術センター)  
(2000)



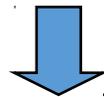
組織図



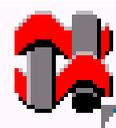
F3DSim  
(3次元データモデラ)



- 糸情報(番手・色)
  - 筈引き込み
- 筈密度・緯密度



モデリング



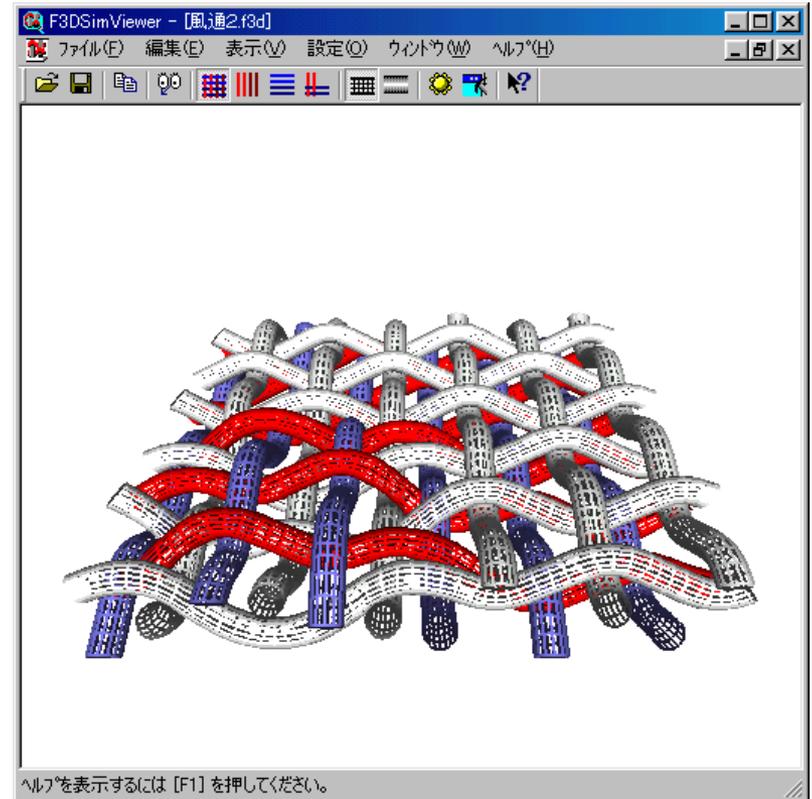
風通2.f3d



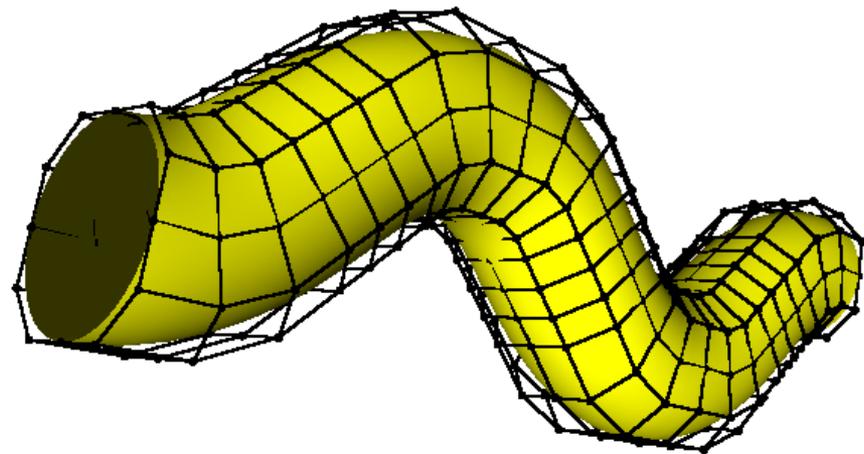
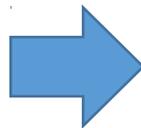
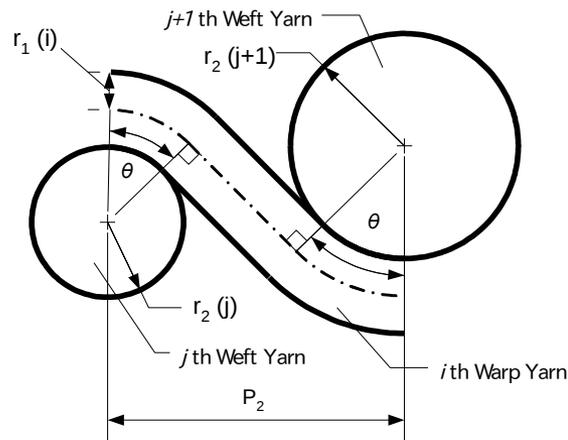
レンダリング

織物3次元  
モデルデータファイル

F3DSimViewer  
(3次元データビューワー)



# サーフェスモデルによる 織物の三次元モデル化

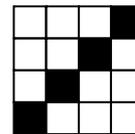


Peirceモデル

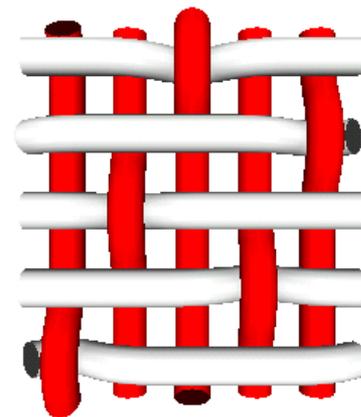
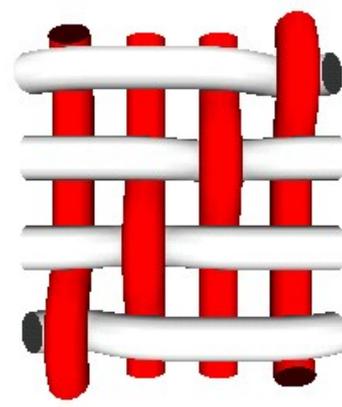
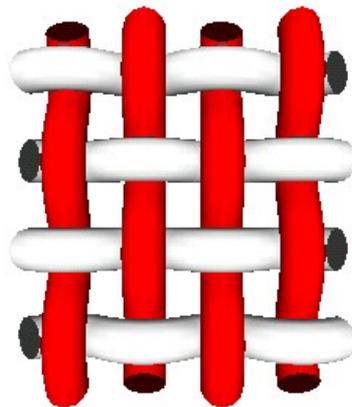
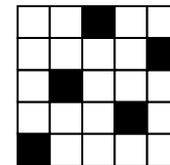
平織



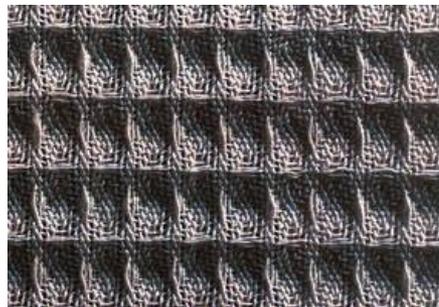
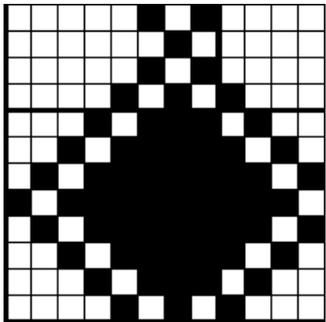
1/3綾



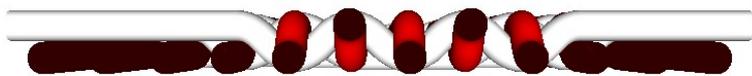
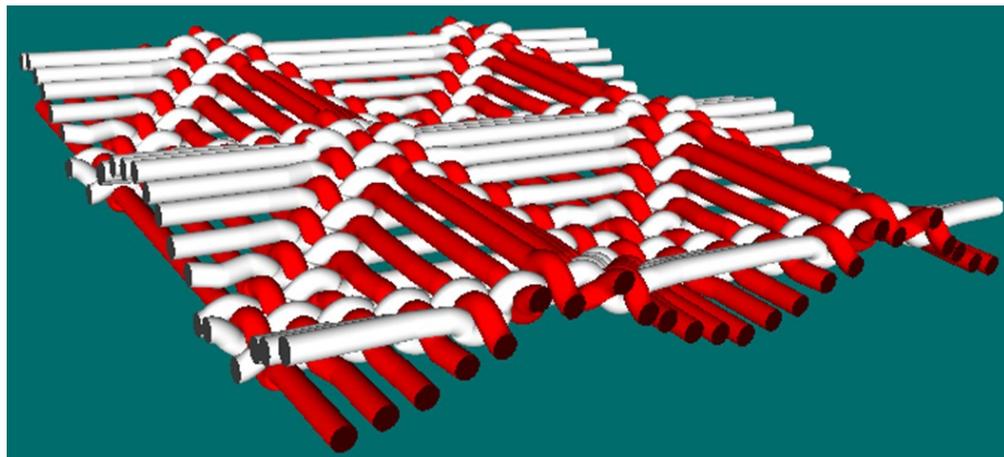
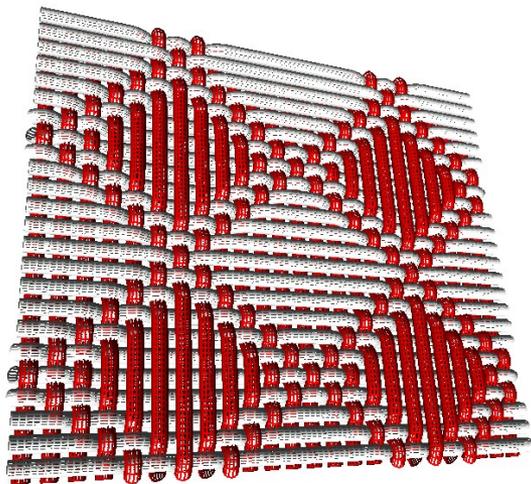
5枚朱子



# 実施例(蜂巢織)

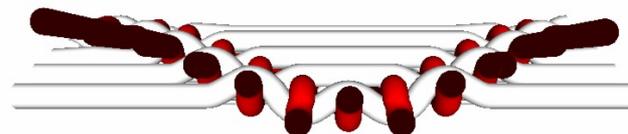


組織図情報から  
織物中の糸の高さを算出



従来方法

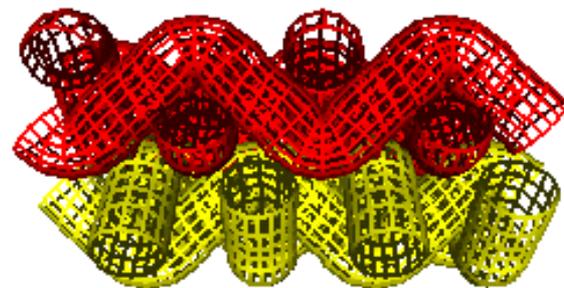
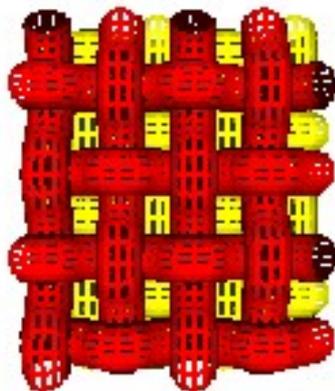
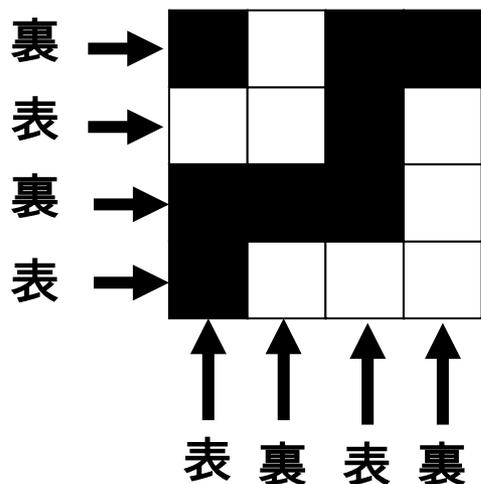
平面としかならない



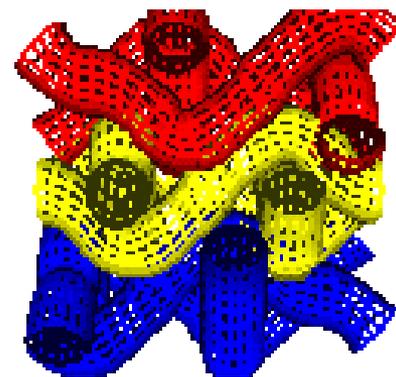
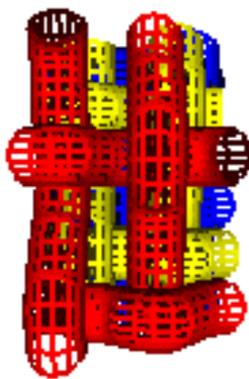
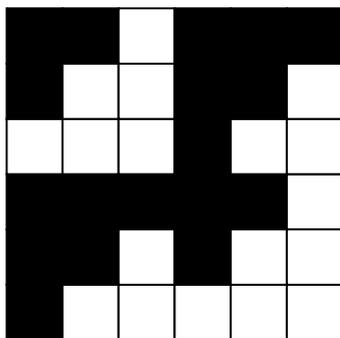
開発方法

# 實施例(多重組織)

## 平二重組織



## 平三重組織

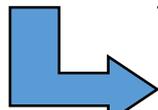


# 織物内部構造モデラーのCAEへの応用

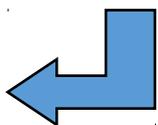
F3DSim  
(3次元データモデラ)



組織図



入力



- 糸情報(番手・色)
  - 筈引き込み
- 筈密度・緯密度

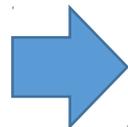


モデリング



平織2.f3d

オリジナル形式の  
バイナリデータで流用不可



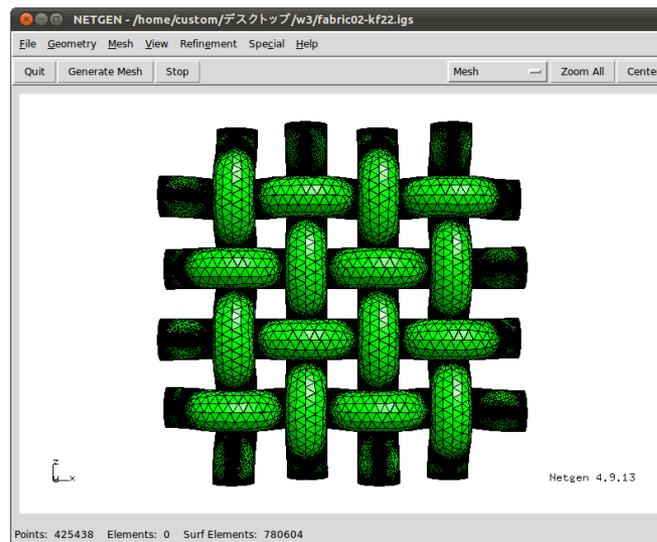
コンバート  
ツール



平織2.stl



CAEにインポート



# CAEへの応用について確認の解析

## 対象条件

引張強さ(織物、ニット、不織布)JIS L  
1096

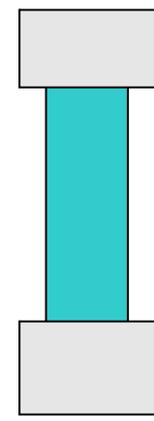
試験機に試験片を伸長せず、まっすぐに引張られる状態にセットし、一定速度で引張り、切断時の強さ(N)及び伸び率(%)を測定する

### ○方法

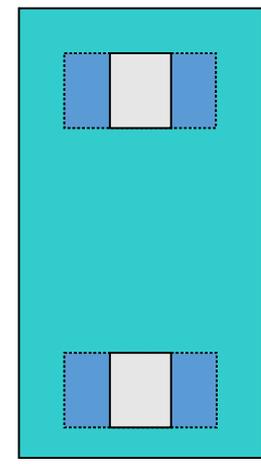
#### ストリップ法

- ・ラベルドストリップ法
- ・カットストリップ法

#### グラブ法



ストリップ法



グラブ法



引張試験機

# 解析条件

組織:平織 たて4本よこ4本

密度(糸間隔):100本/inch

糸:ポリエステル紡績糸 1/45

見かけ直径 0.135mm



- SolidWorks
- Salome-Meca

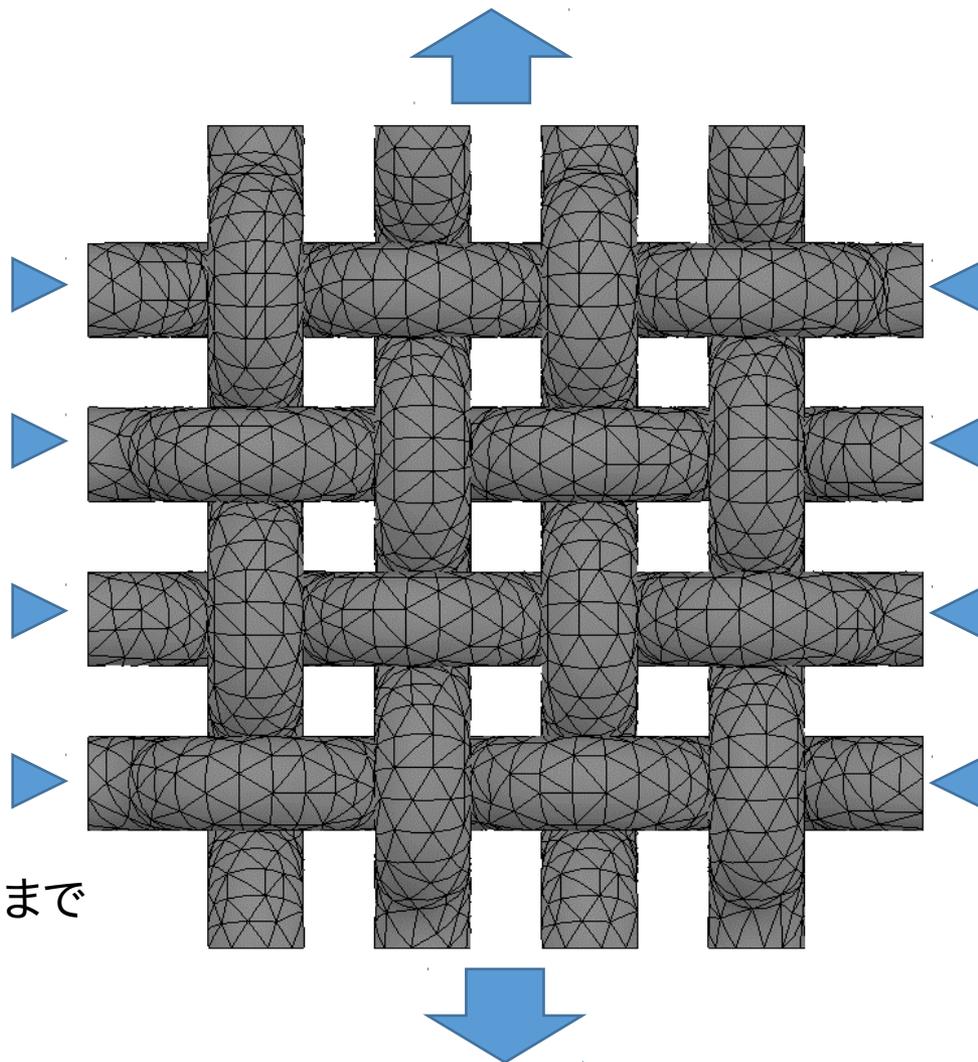
メッシュ

総節点数:約23000

総要素数:約13000

境界条件:

- 経糸方向に定速伸張 伸度3%まで
- 緯糸方向は拘束
- 非線形解析

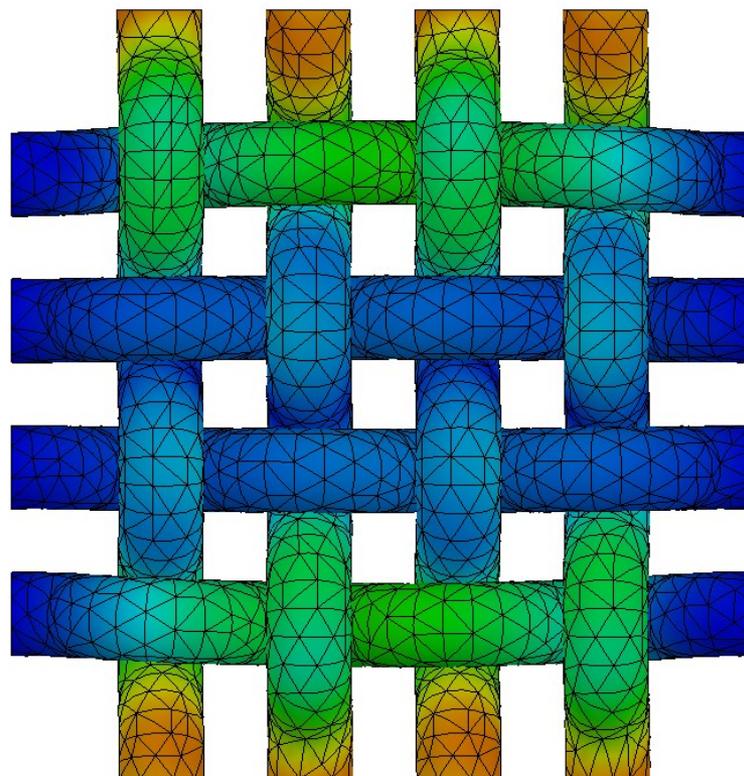
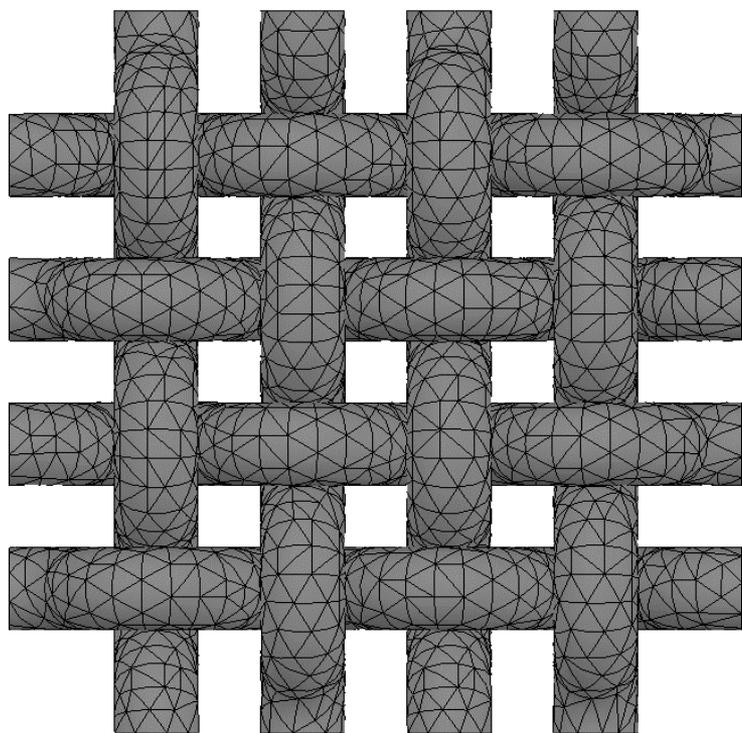


# 解析結果

SolidWorks、Salome-Mecaともにほぼ同じ結果

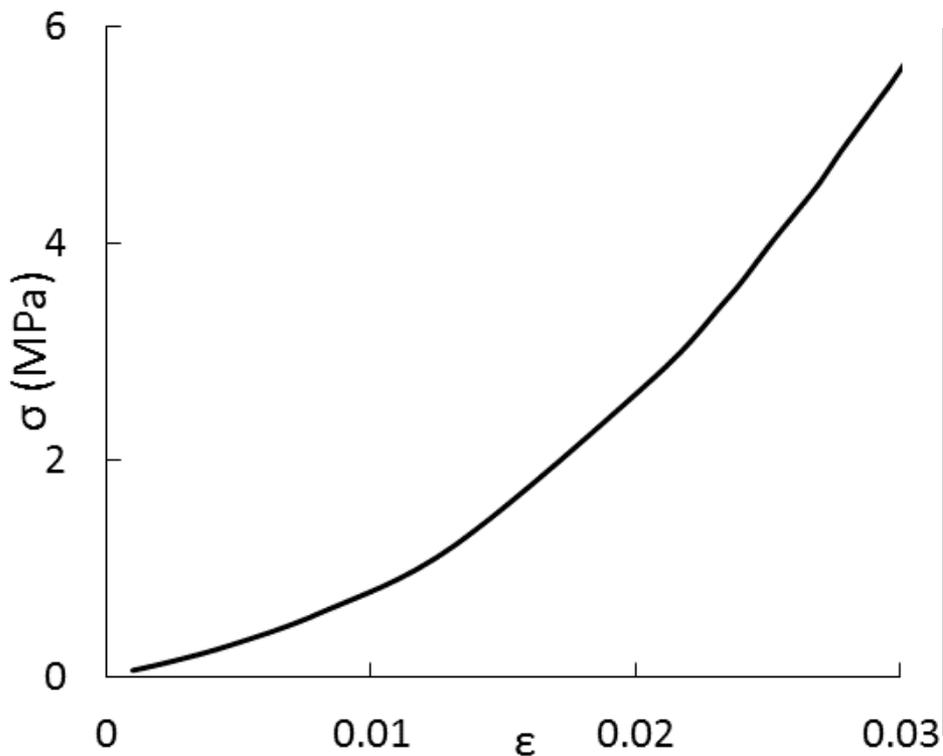
(個々の節点における解析値の比較は未実施)

○変形状態

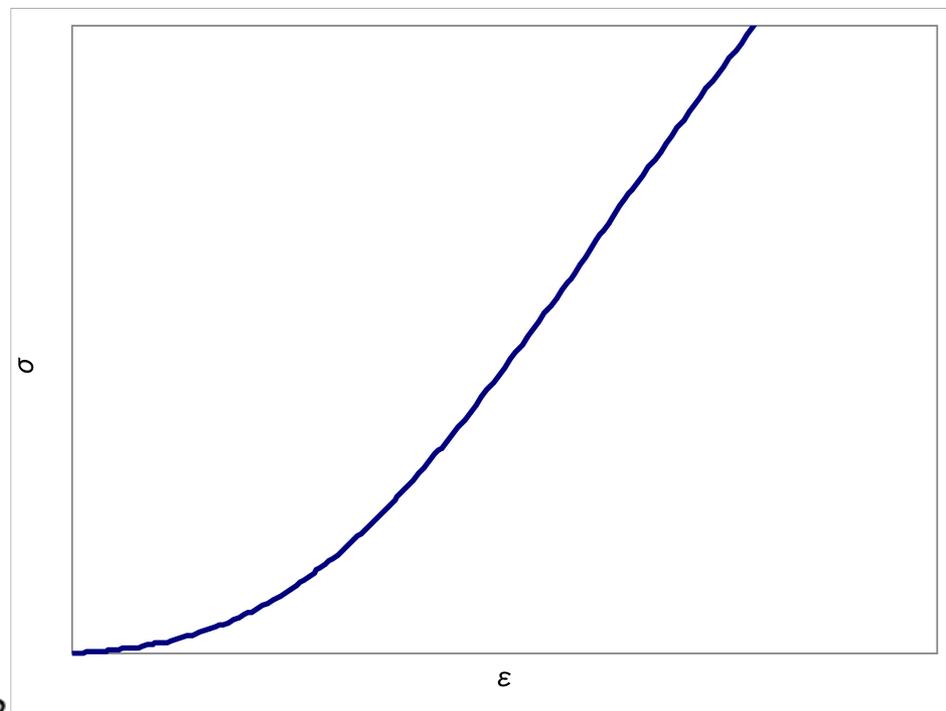


# 解析結果

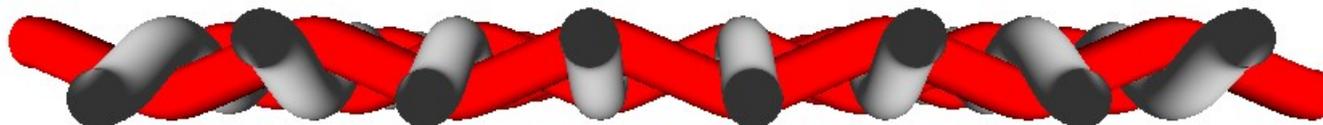
○経糸端部における応力-ひずみ曲線  
(SolidWorksのみ)



実際の織物の1軸引張時のS-S曲線

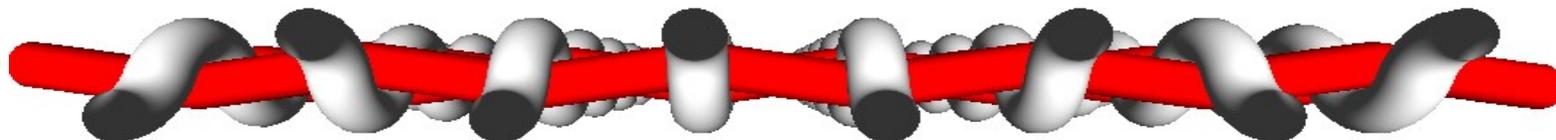


# 織物の引張変形挙動

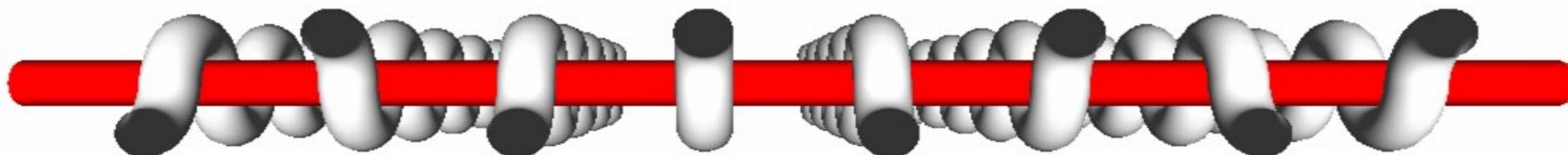


本研究の条件では  
この部分の解析を実施している

織物中のクリンプが伸張される



この間の遷移は大変形なので  
有限要素法は適用不可



クリンプが伸びきり繊維自体の物性で伸張する

# 市販CAEとオープンCAEとの比較

- 解析精度：現在検証中  
定性的にはほぼ同じ結果
- 以下、ユーザーとしての評価
  - 操作性：オープンCAEがやや不便  
→複数のアプリの組み合わせで解析実行  
ユーザーインターフェースが統一されていない  
操作のレスポンスは市販CAEの方が早い
  - チュートリアル等の情報  
→オンライン・書籍ともに市販CAEの方が入手しやすい

# まとめ

- 織物三次元モデル生成ソフトウェアが生成した織物三次元モデルについてSTLファイルへのコンバータを開発し、市販CAEとオープンCAEで織物構造モデルについての解析が実施できるようにした
- 織物の定速伸張引張試験をモデル化した条件で解析を行った。解析結果については市販CAEとオープンCAEとで定性的な差は見られなかった。
- 今後は精度の検証を行い、織物三次元モデルを用いた解析の応用を検討する。