

**FPMを使用したカーテンエアバッグの展開解析**

**－検証と軽量基布適用の可能性－**

**AsahiKASEI**

# 背景

- ・ナイロン66繊維を原料から生産できる世界の4メーカーの一つ
- ・ナイロン66タイヤコードでは国内トップシェア
- ・高強度繊維の製造技術
- ・製織技術



235dTex以下(軽量基布)、Siコート基布とノンコート基布を提供  
(現状は470dTexまたは350dTexが主流)  
3d以下(従来基布は6d)の単糸で繊維を製造



旭化成基布の有効性の明確化

Simulation

- ・235dTex以下の基布の特徴の明確化  
← 展開速度、乗員障害値・・・
- ・独自の基布材料モデルの適用
- ・材料の高速変形挙動解析の実績(化薬メーカーの一つ)



# 何故カーテンバッグか？

## カーテンバッグの特徴

位置的にOOP  
設置部分に制約  
展開方向

- 速い展開
- 収納性
- ガスと直交

## 弊社開発の軽量基布の有効性

速い展開  
収納性  
ガスと展開方向が直交

- 軽い
- 薄い
- FPM

**実験との検証を実施**

# 特徴

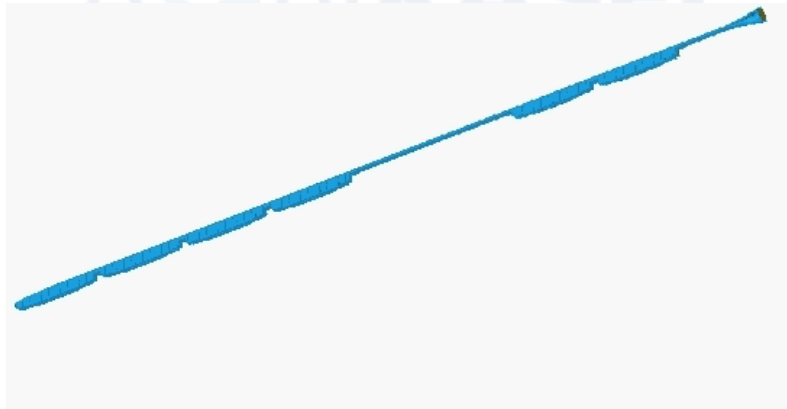
FPM (NEC様、ESI様と旭化成の共同手法開発: 昨年5月より)

- ・SPHの改良コード
- ・GasFlowを粒子でモデル化
- ・基布との連成は、基布上に粒子を事前に配置することでモデル化

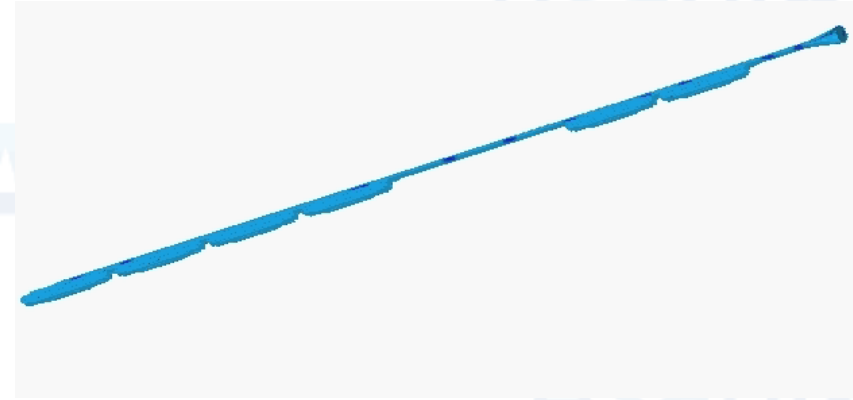


GasとFabricとの相互作用が自動的に考慮される  
バッグ展開に対しロバスト

## 従来法(一様圧力) VS FPM



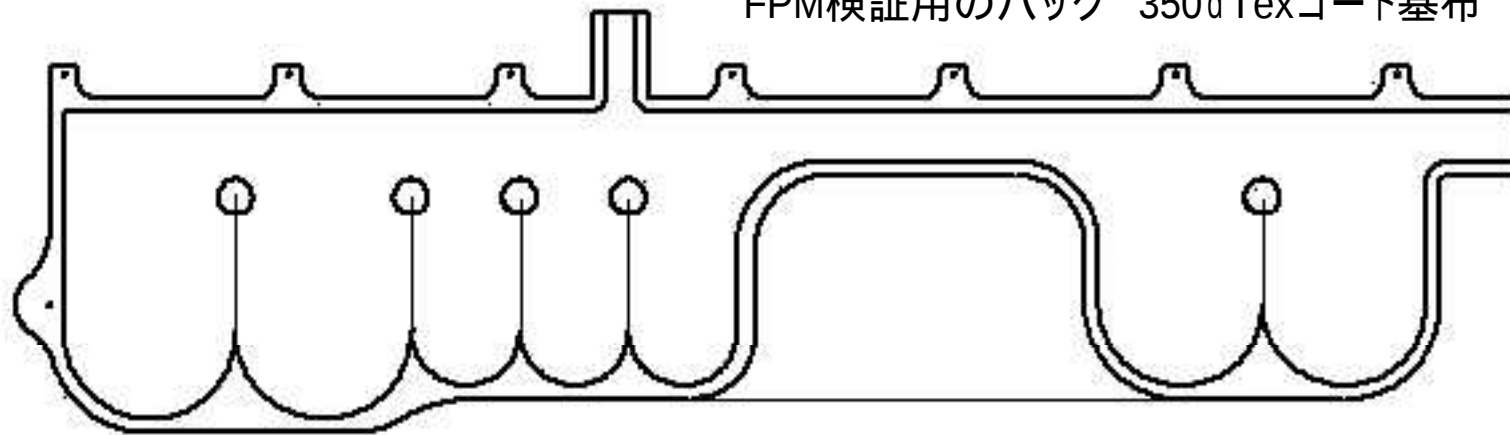
Uniform Pressure  
(Conventional Analysis tech)



FPM  
(New Analysis tech)

# カーテンバッグでの検証

FPM検証用のバッグ 350dTexコート基布

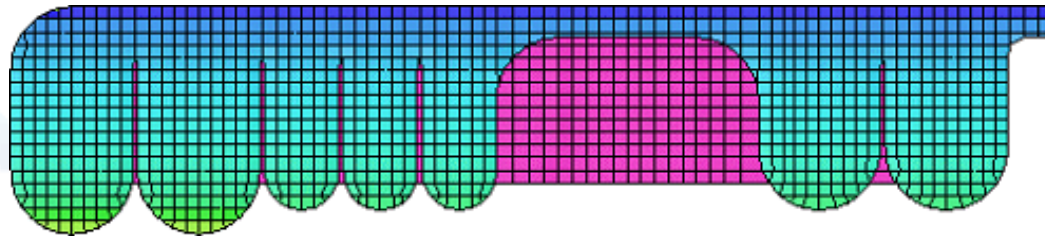


## 検証

- ・展開形状
- ・基布応力
- ・ローカル部分での内圧

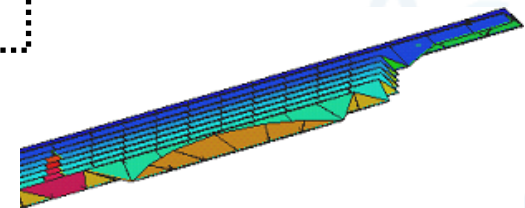
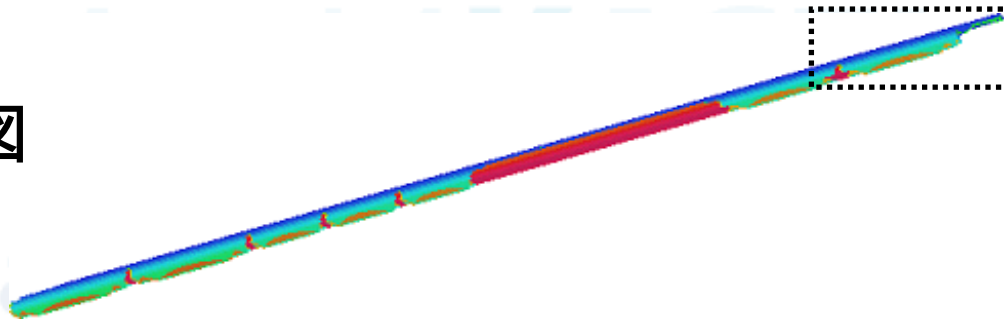
# FPM:FEメッシュ

Mesh図



折畳み幅25mm

折畳み図



蛇腹での折畳み

Contact type37

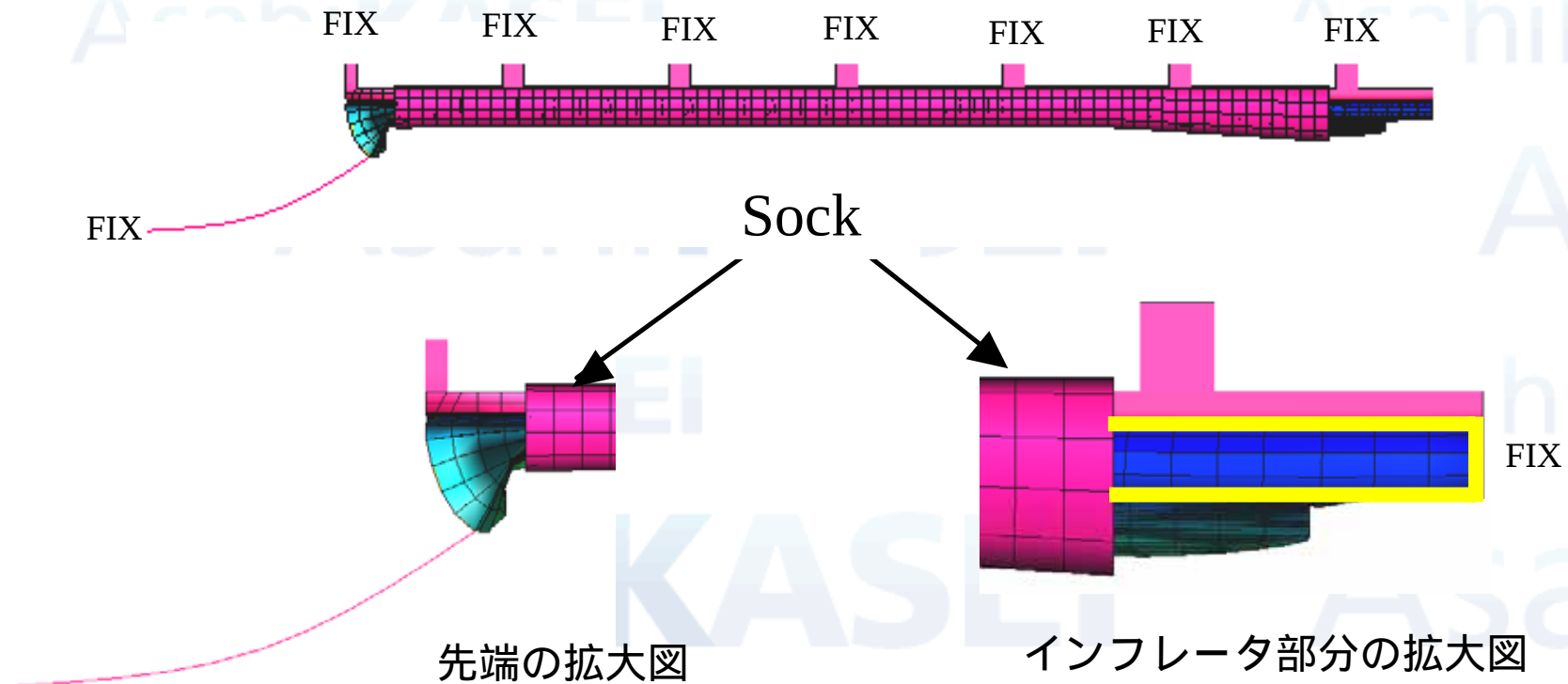
Inflator挿入図



挿入

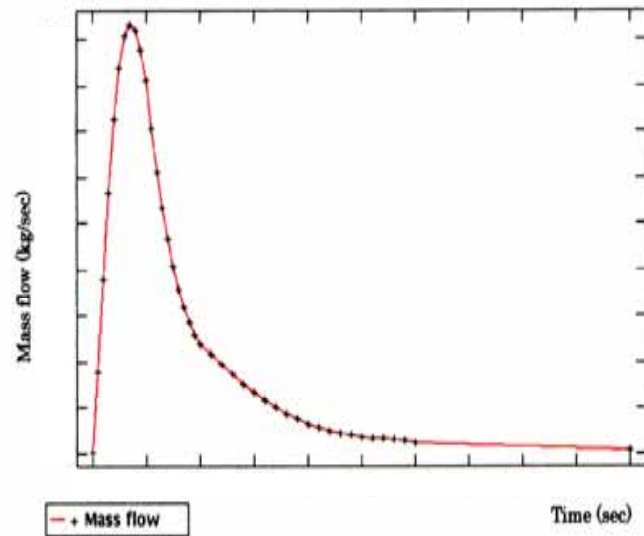
Mass flow rate 定義部位

# FPM:境界条件



# FPM:入力データ1

## 基布材料定数 (Type150)



Mass flow rate  
Cold gas inflator

|                         |               |
|-------------------------|---------------|
| 密度 (g/cm <sup>3</sup> ) | 0.96          |
| 厚み (mm)                 |               |
| 減衰係数                    |               |
| コーティング層                 | 縦弾性係数 (MPa)   |
|                         | ポアソン比 0.35    |
| 経方向繊維層                  | 縦弾性係数 (MPa)   |
|                         | せん断弾性係数 (MPa) |
|                         | 厚み (mm)       |
|                         | 配向 (°) 0      |
| 緯方向繊維層                  | 縦弾性係数 (MPa)   |
|                         | せん断弾性係数 (MPa) |
|                         | 厚み (mm)       |
|                         | 配向 (°) 90     |

# FPM:入力データ2

Inflator材料定数 (Typ100) : シェル

|                        |       |
|------------------------|-------|
| 質量密度 g/cm <sup>3</sup> | 2.68  |
| ヤング率 MPa               | 71000 |
| ポアソン比                  | 0.33  |
| 厚さ mm                  | 1.0   |

Strap材料定数 (Type201) : 弾性梁

|                        |      |
|------------------------|------|
| 質量密度 g/cm <sup>3</sup> | 0.96 |
| ヤング率 MPa               |      |

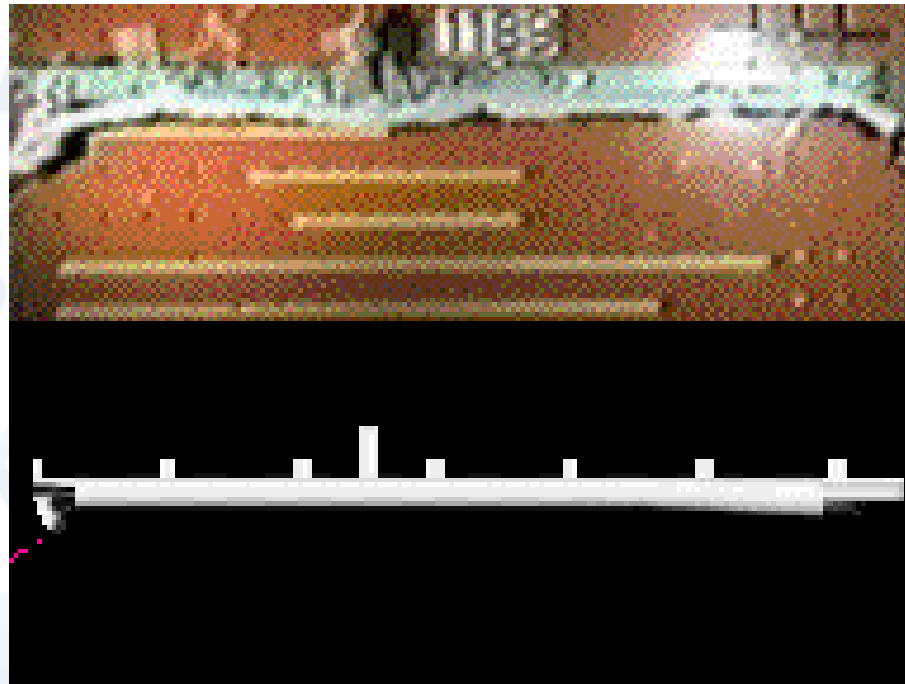
Sock材料定数 (Type102) : 弾塑性シェル

| 部位                     | 切り欠き以外<br>Element Elimination<br>なし | 切り欠き<br>Element Elimination<br>あり |
|------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| 質量密度 g/cm <sup>3</sup> |                                     |                                   |
| ヤング率 MPa               |                                     |                                   |
| ポアソン比                  | 0.1                                 |                                   |
| 板厚 mm                  | 9.8×10 <sup>-2</sup>                |                                   |
| 最大塑性歪み                 | -                                   |                                   |
| 降伏応力 MPa               |                                     |                                   |

# FPM:展開形状検証1

展開形状の比較

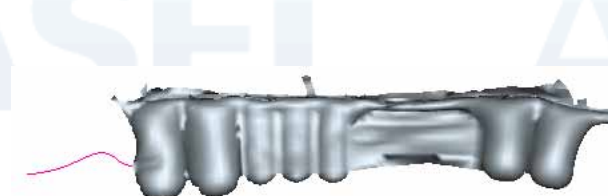
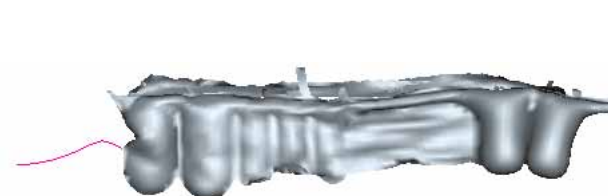
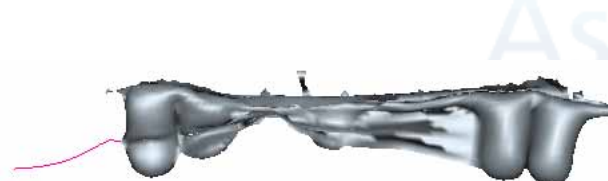
実験



FPM

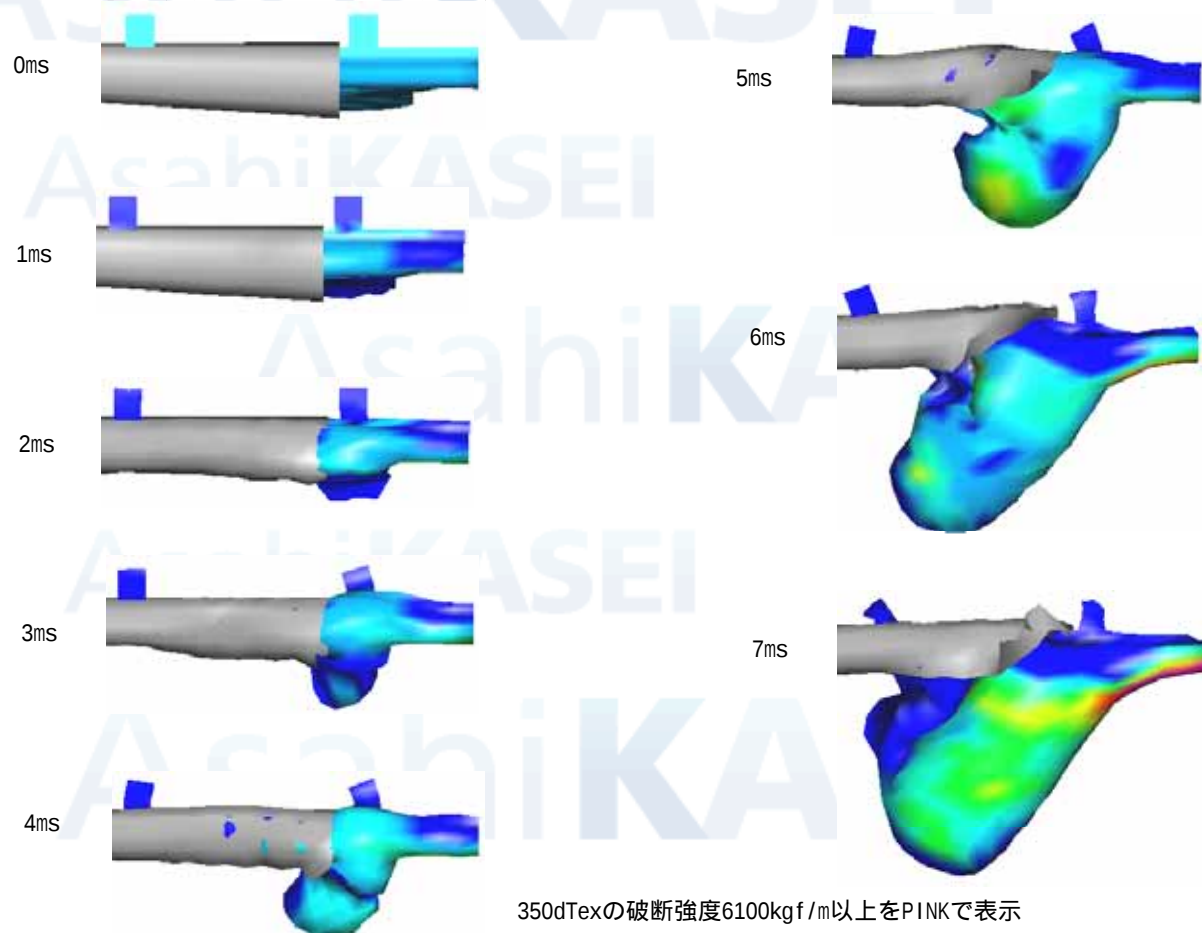
流速分布？

## FPM:展開形状検証2

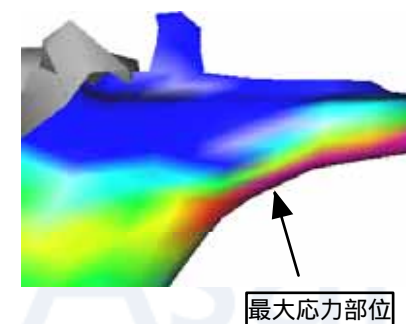


# FPM:基布最大応力検証

## 展開初期の最大応力部位

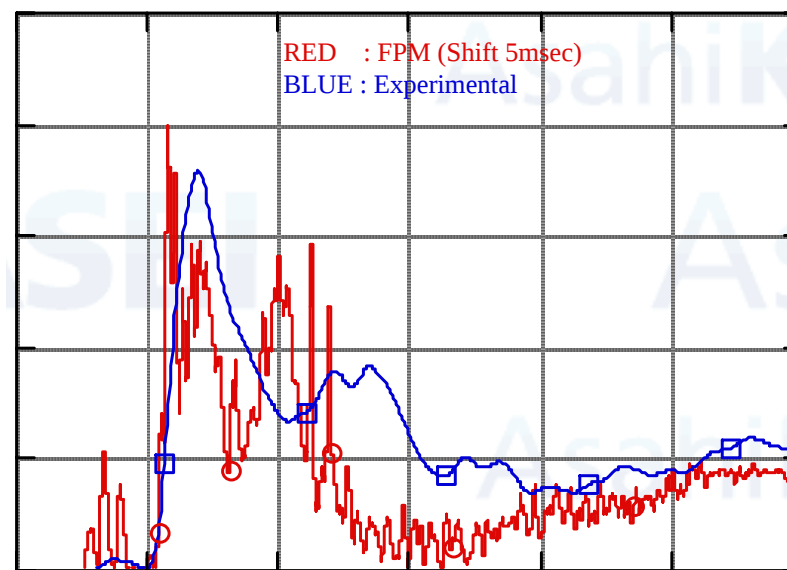
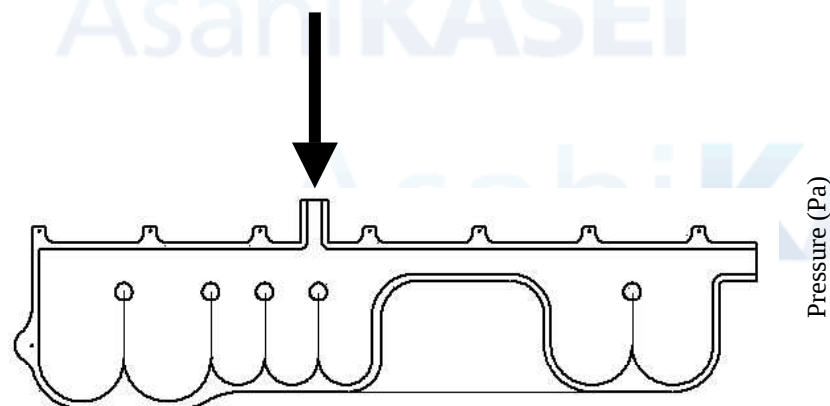


実験時の損傷部位



# FPM:内圧検証

内圧測定・計算位置



Time (sec)

# FPM:検証結果

## 実験結果との検証結果

- ・展開形状は実験結果とほぼ一致
- ・最大応力発生部位は観察結果と一致
- ・内圧はほぼ実験と一致

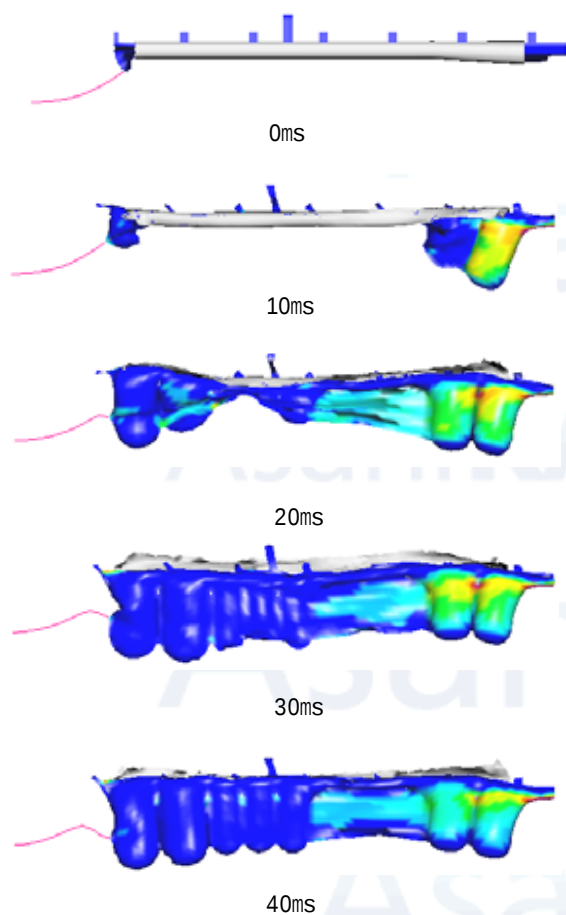


**実験代替として使用可能**

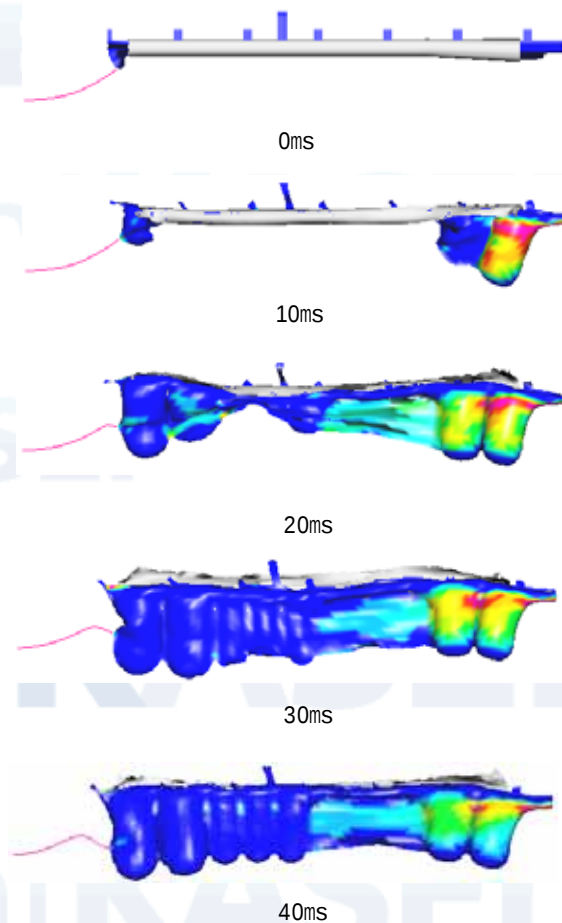
# FPM:軽量基布適用可能性

## 軽量基布の可能性

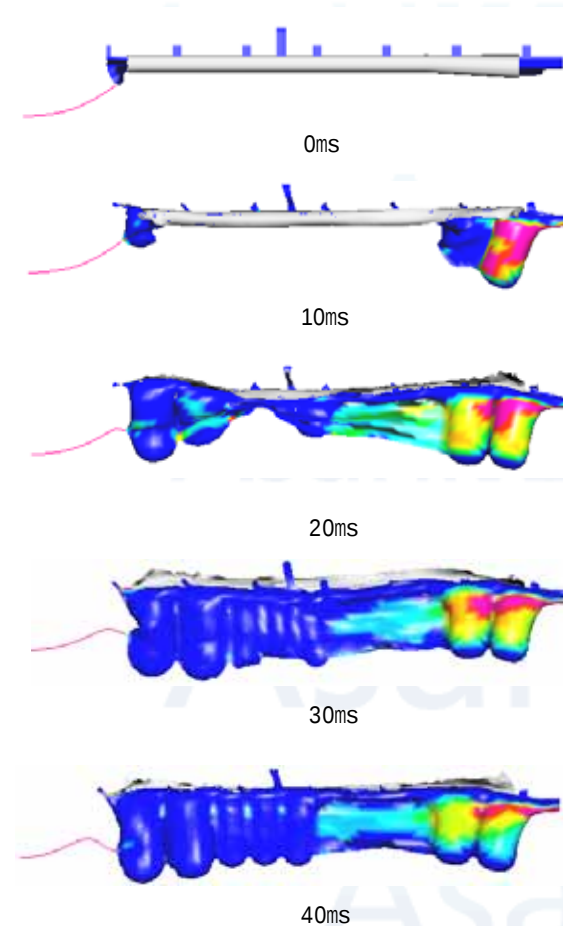
350dTexの破断強度6100kgf/m以上をPINKで表示



235dTexの破断強度5100kgf/m以上をPINKで表示



175dTexの破断強度4400kgf/m以上をPINKで表示



# FPM:まとめ

## 実験結果との検証

- ・展開形状は実験とほぼ一致
- ・最大応力発生部位は一致
- ・内圧はほぼ実験と一致



**実験代替として使用可能**

← **計算時間の問題!!**

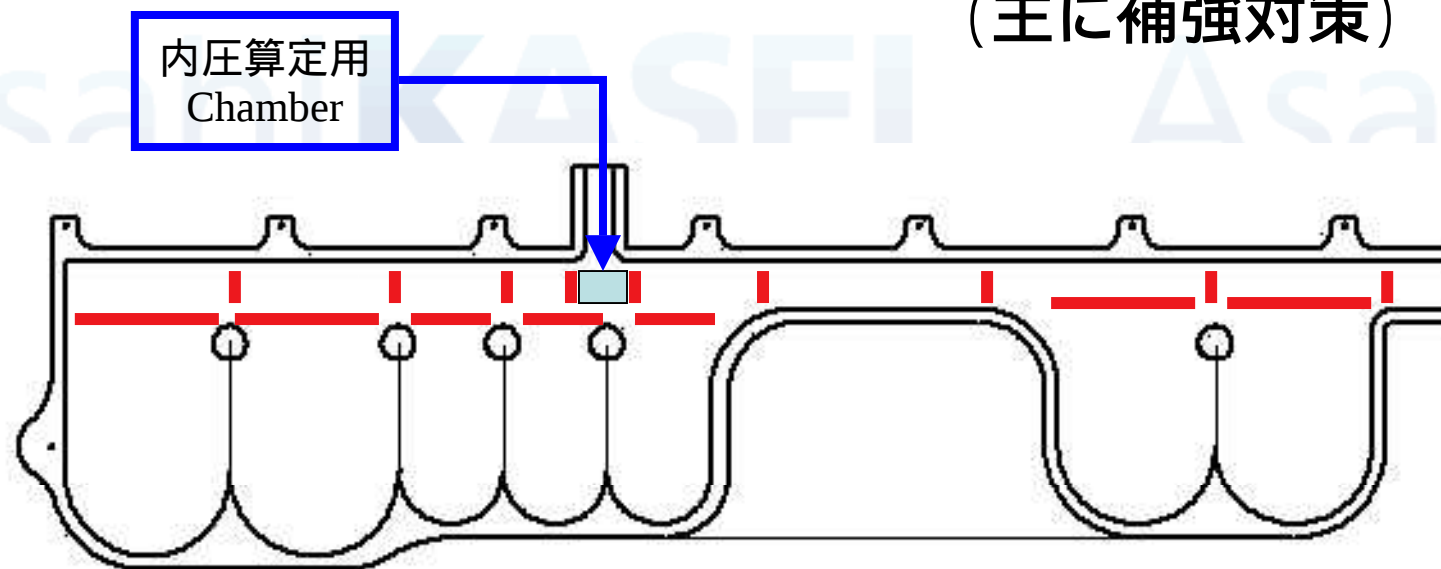
## 軽量基布の可能性(チューブ付きインフレーター)

350dTex(実験基布)と235dTex、175dTexはほぼ同様の応力分布

→ 235dTex以下でも適切な補強(FPMで予測される部位)  
を施せば使用可能と推察

# 現段階での実用的な使用法

(主に補強対策)



16個のChamberにDummy要素で分割



各Chamberの展開するタイミングを指定: Chambered Airbag  
(FPM より)



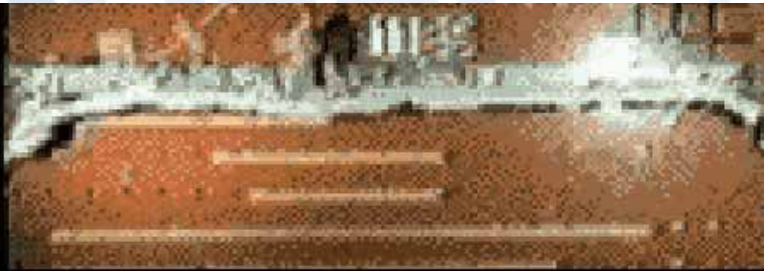
Uniform Pressureで解析



劇的な計算時間の短縮

# 現段階での実用的な使用法

Experiment



FPM



Chambered  
Airbag



Comparison of deployment shape

# 現段階での実用的な使用法



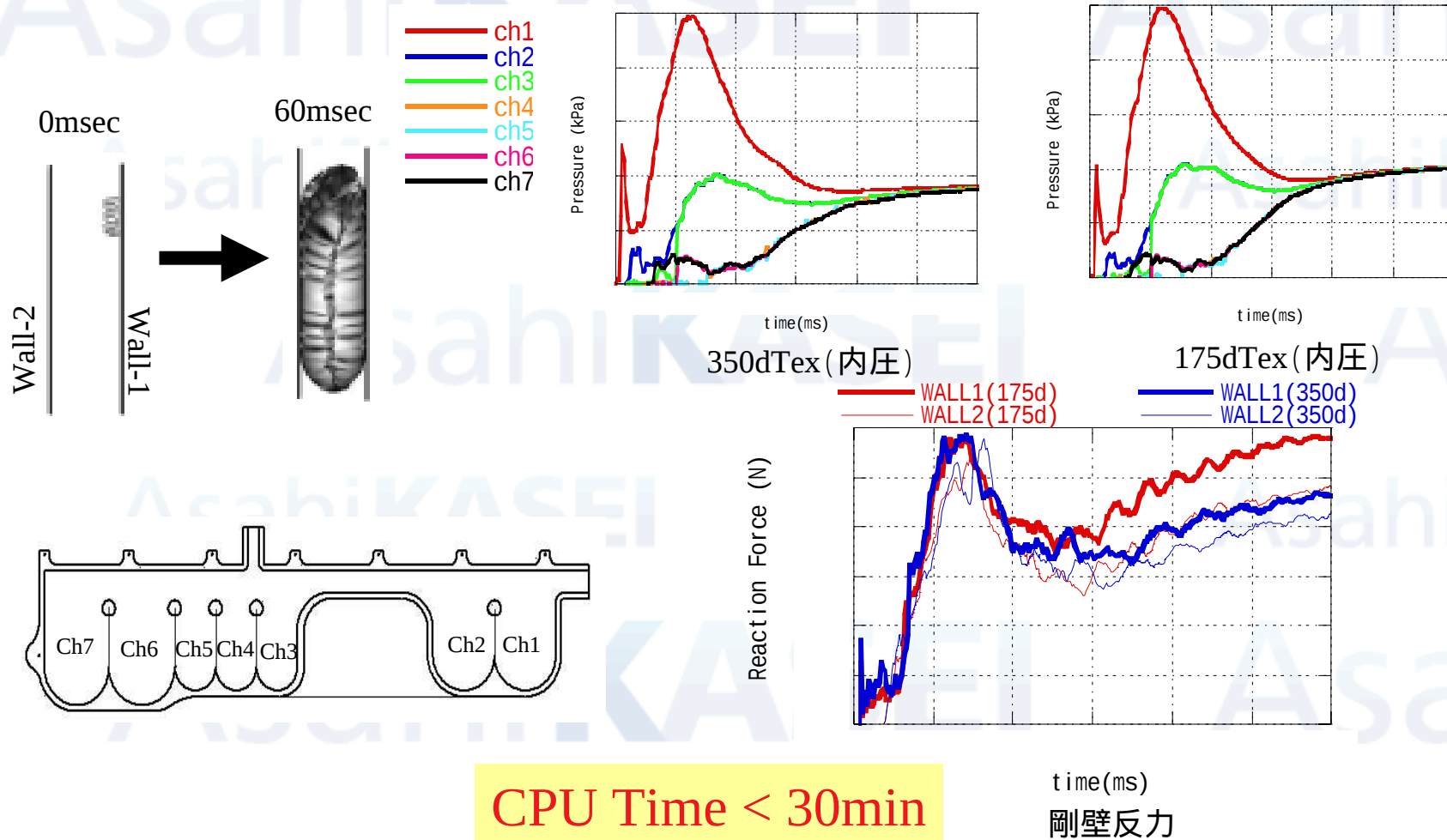
Experimental

FPM

Chambered Airbag

# 現段階での実用的な使用法(例)

Chambered Airbagでの近接展開の検討 (350dTex VS 175dTex)  
(隙間100mm近接展開:片側0mm、75mm 蛇腹幅25mm)



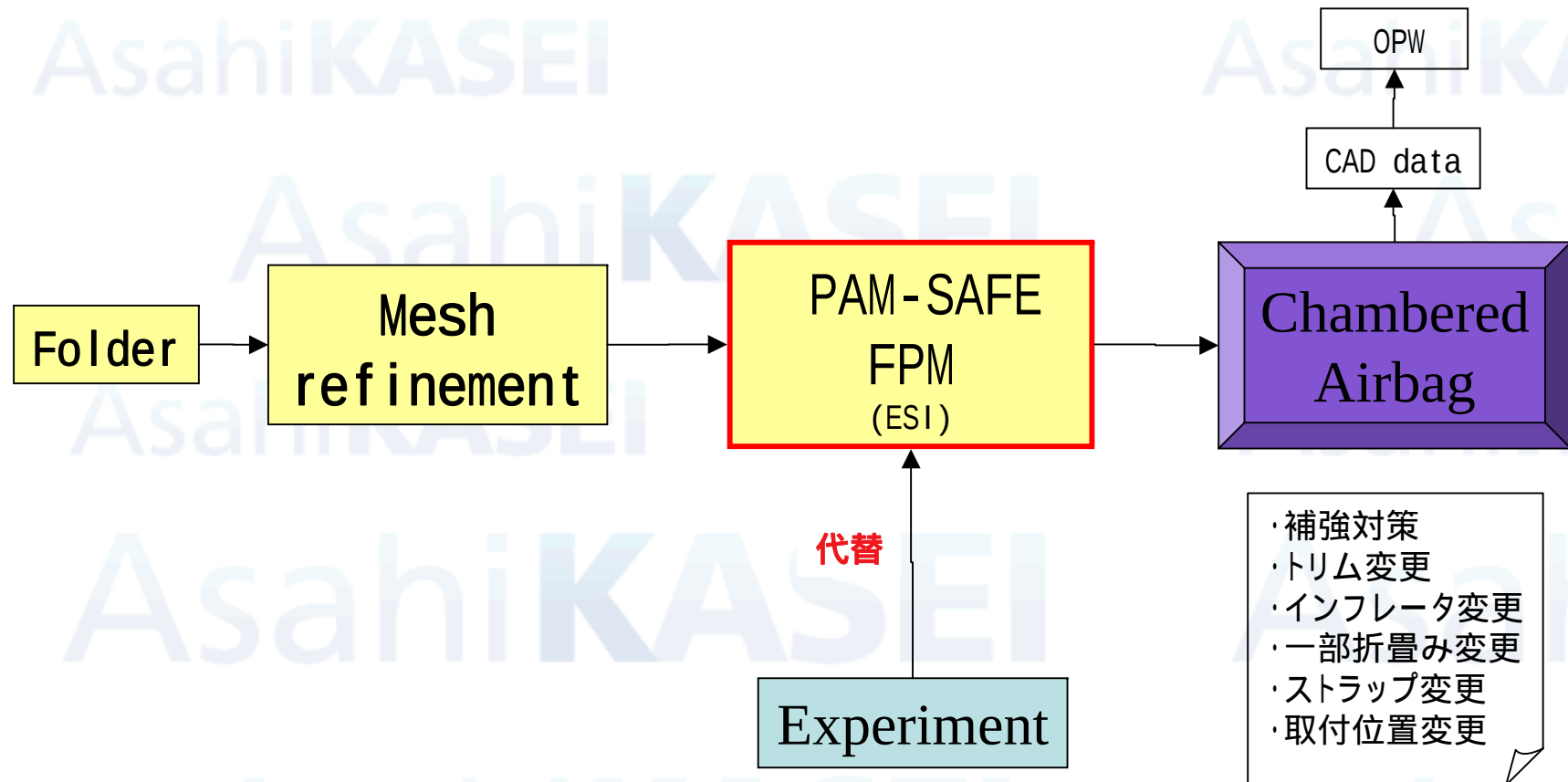
性能上差異はない → パッケージングで175dTexが有利

# カーテンエアバッグの設計手法：旭化成

Geometric Folder Improvement Mesh

GasFlow考慮解析  
< 10ms

Uniform Pressureでの解析  
> 10ms



# 今後の予定 (FPM適用)

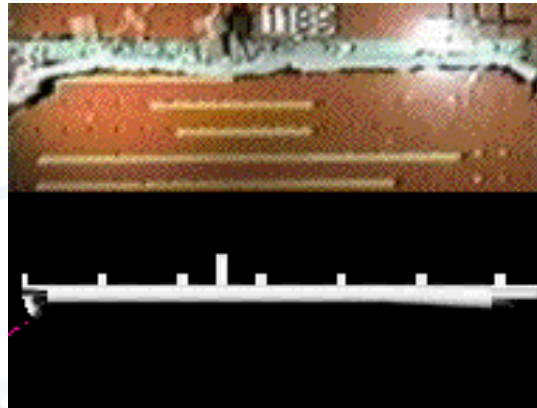
- ・実車搭載向けの軽量基布カーテンバッグのデザイン
- ・実車搭載向けの前席バッグのデザイン
- ・非線形材料モデルでの検討 (Type151)
- ・Impactorシミュレーション
- ・Multi Chamber & Multi Inflator機能の確認
- ・基布通気機能の確認
- ・Uniform Pressureへの切替機能確認

# FPMに対する今後の期待

- ・計算速度の向上!! (SMP対応・Vector化)
- ・Restart機能
- ・Point発生アルゴリズムの改良  
特に展開初期: Mesh依存の回避、AdaptiveなPoint発生
- ・収束アルゴリズムの改良  
エネルギー保存、質量保存
- ・Uniform Pressureへの自動切替機能  
任意の $\Delta P$ 設定で、FPMからUniform Pressureへの切替
- ・ひずみ速度依存材料モデルの組み込み

# ***Breakthrough Together***

## ***For Airbags Tomorrow !!***



# **AsahiKASEI**