

# 構造解析ソフトウェア Advance/FrontSTRの概要と 新機能

主任研究員 袁 熙

構造解析ソフトウェア Advance/FrontSTR 最新動向セミナー  
2015年11月26日 (木)  
アドバンスソフト株式会社

## Advance/FrontSTRの開発経緯

2005~2007:文部科学省次世代IT基盤構築のための研究開発:

革新的シミュレーションソフトウェアの研究開発

(<http://www.ciss.iis.u-tokyo.ac.jp/project/rss/software.html>)

<a href="#">ハイエンド計算モデル ウェア援用構造解析 システムによる汎用 連成シミュレーション</a>	<div style="border: 1px solid red; padding: 2px;">FrontSTR HEC-MW</div>	FrontSTR hecmw-PC-Cluster	<ul style="list-style-type: none"> <li>FEM解析、ソルバ、可視化等の並列解析用ライブラリ群</li> </ul>
-----------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------	------------------------------	------------------------------------------------------------------------------



- ・ 大規模超並列を着目した有限要素法ソフト
- ・ 静的解析・動的解析・固有値解析・熱伝導解析
- ・ 線形弾性解析のみ(熱伝導解析は温度依存性を考慮)

2009~2012:文部科学省次世代IT基盤構築のための研究開発:

イノベーション基盤シミュレーションソフトウェアの研究開発

(<http://www.ciss.iis.u-tokyo.ac.jp/riss/project/>)



- ・ 非線形(材質非線形、幾何非線形、接触非線形)
- ・ 周波数応答解析
- ・ アセンブリ機能、リファイナー機能(REVOCAPを使用)

# Advance/FrontSTRの開発経緯

## FrontISTRの強み: 超並列解析

( [http://www.multi.k.u-tokyo.ac.jp/FrontISTR/files/FrontISTR\\_leaflet.pdf](http://www.multi.k.u-tokyo.ac.jp/FrontISTR/files/FrontISTR_leaflet.pdf) )

表1 「京」における大規模ハイブリッド並列解析

Refine 回数	ノード数	コア数	並列方式	計算時間	Work ratio	対ピーク性能
0	128	1,024	FlatMPI	3.8 h	74.7 %	4.7 %
			Hybrid	4.5 h	57.6 %	3.3 %
1	1,024	8,192	FlatMPI	5.7 h	88.0 %	5.0 %
			Hybrid	8.6 h	60.3 %	3.3 %
2	8,192	65,536	FlatMPI	13.7 h	82.6 %	4.2 %
			Hybrid	21.7 h	50.3 %	—

(節点数2,513,793,437、線弾性解析)

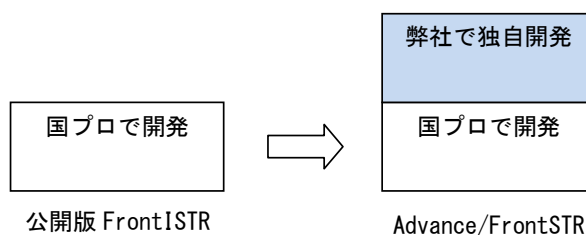
## FrontISTRの弱点: 線形弾性解析を考慮した基本設計

- ・ 静的通信管理: 接触など通信パターン変化問題に向かない
- ・ 静的なデータ構造: Adaptive mesh, 亀裂、接触問題などに向かない
- ・ BCRSマトリクス構造: 1,2,3,4,6自由度のみ対応、自由度混在処理困難

# Advance/FrontSTRの開発経緯

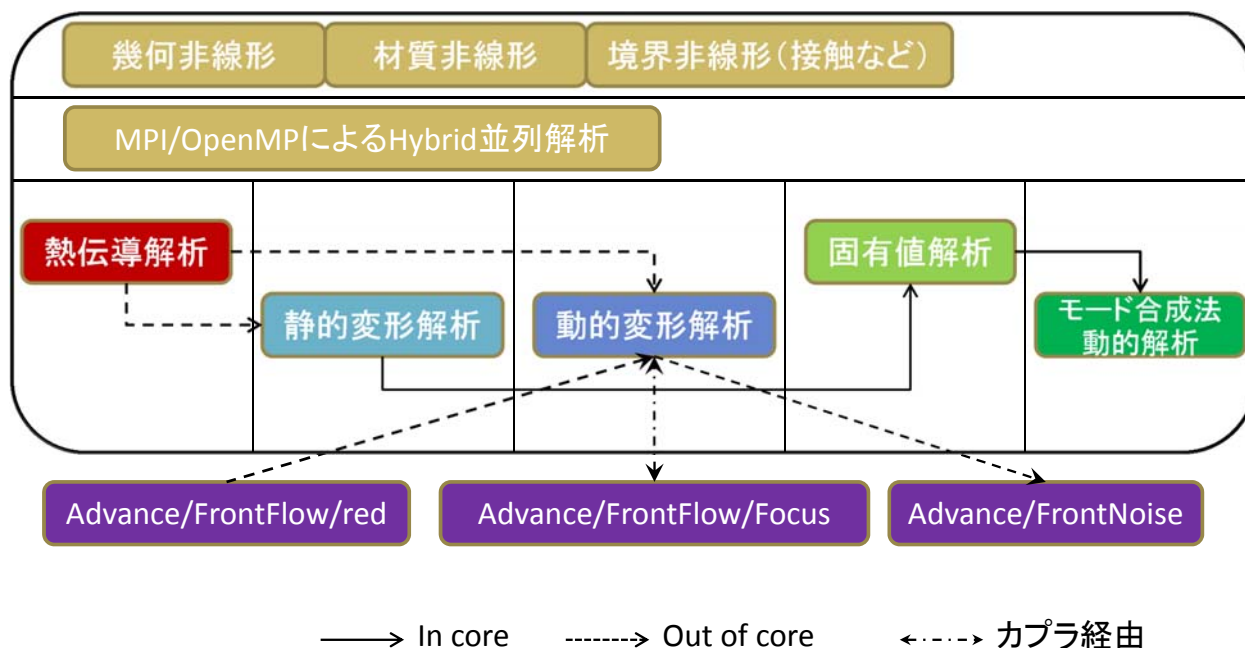
## FrontISTRの強み: 日本製

- ・ FrontISTR研究会(<http://www.multi.k.u-tokyo.ac.jp/FrontISTR/>)
- ・ 「京」や「地球シミュレーター」など対応



**Advance/FrontISTRはその長所と短所とも継承している**

# Advance/FrontSTRの概要



# Advance/FrontSTRの概要

## 熱伝導解析

- 定常/非定常
- 非線形解析機能: 材質の温度依存性、境界(輻射、対流)非線形
- 非線形解析方法: Newton-Raphson法
- 時間積分方法: 後退Euler法
- 要素タイプ: ソリッド、シェル、梁、トラス、ギャップ

# Advance/FrontSTRの概要

## 静的変形解析

- ・ 非線形解析機能:
  - 幾何非線形
  - 材質非線形(超弾性、弾塑性、粘弾性、粘塑性)
  - 境界非線形(接触、追従荷重)
- ・ 非線形解析方法: Nested Newton-Raphson法  
Newton-Raphson法 + Augmented Lagrange法(接触計算)  
+ 他の局所Newton-Raphsonループ(シェルや梁要素の場合)
- ・ 要素タイプ:
  - 六面体要素: CHEXA8, CHEXA8-I, CHEXA8-B, CHEXA20, CHEXA20-R
  - 四面体要素: CTETRA4, CTETRA10, CTETRA10-C, CTETRA10-R
  - プリズム要素: CPRIS6, CPRIS15, CPRIS15-R, CPRIS15-B
  - ピラミッド要素: CPYRA5, CPYRA13, CPYRA13-R, CPYRA13-B
  - シェル要素: SQUAD4-MITC, SQUAD8-MITC, STRIA3-MITC, STRIA6-MITC
  - 梁要素: B2, B3, B4, B2-BE, B2-T, B3-T
  - トラス要素: T2, T3, T4
  - その他: MASS, ROTARYI

# Advance/FrontSTRの概要

## 静的変形解析

その他: 増分幅自動調整機能(弧長法ではない)

## 動的変形解析

- ・ 直接時間積分方法  
中央差分法(陽的解法)、Newmark- $\beta$ 法、HHT法(陰的解法)
- ・ その他  
静的解析機能の全てを継承する

# Advance/FrontSTRの概要

固有値解析

モード合成法  
動的解析

固有値解析: Implicitly Restarted Arnoldi法

モード合成法:

- ・ 時刻歴応答解析
- ・ 周波数応答解析

非線形対応: 非線形変形後の状態での固有値解析可能である。

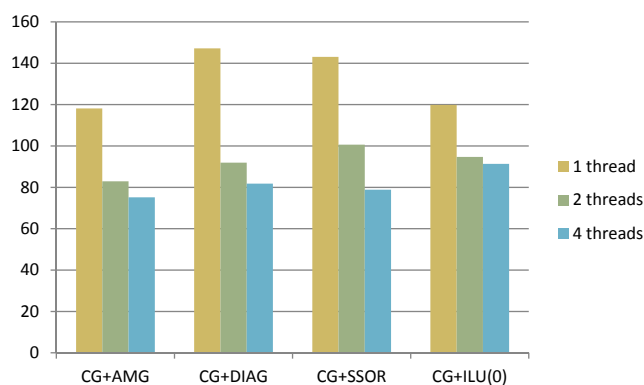
# Advance/FrontSTRの新機能

<b>マトリクスソルバー</b>	
	AMG, ILUプリー処理の導入
	OpenMPIによる並列化
<b>要素</b>	
	新しい梁要素
	シェル要素の機能追加(板厚方向の積分点数)
	新しいマス要素
	ジョイント要素を追加
<b>材質</b>	
	UNIAXIAL材質追加
<b>連成解析</b>	
	Advance/FrontFlow/Focusとの双方向連成解析
<b>その他</b>	
	OpenMPIによる並列化

# Advance/FrontSTRの新機能

AMG及びILUプリ処理の導入

OpenMPによる並列化



線弾性問題  
節点数: 84056  
Windows 7  
CPU: 3.20Hz  
メモリー: 8GB

OpenMPによる並列化効率

# Advance/FrontSTRの新機能

要素

追加した梁要素:

B2-BE: 2節点3次内挿Bernoulli-Euler梁

B2-T : 2節点線形内挿Timoshenko梁

B3-T : 3節点2次内挿Timoshenko梁

Advance/FrontSTRの梁要素:

	幾何非線形	材質非線形	接触非線形
B2, B3	○	○	Slave面のみ
B2-BE	○	一部のみ	Slave面のみ
B2-T, B3-T	○	一部のみ	Slave面のみ

# Advance/FrontSTRの新機能

## 要素

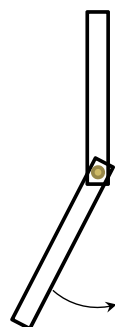
### 質量要素:

CMASS: 指定した方向しか質量しか存在しないマス要素

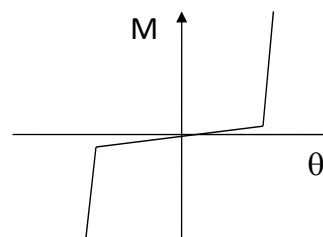
例: CMASS, 1,2, 10.0

### ジョイント要素:

JOINT: 指定した自由度のみ動く接続要素



```
!JOINT, EGRP=JOINTE, MATERIAL=MJOINTRAIL
5
!MATERIAL, NAME=MJOINTRAIL
!UNIAXIAL
-1000.0, -1.6
-100, -1.570796
100, 1.570796
1000.0, 1.6
```

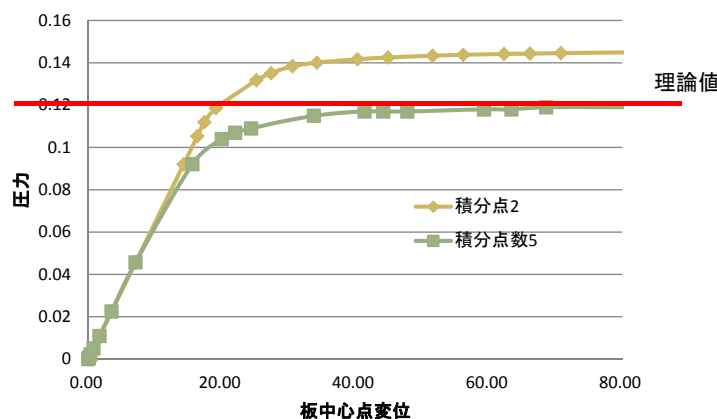
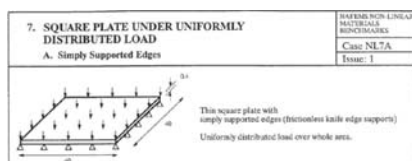


例: 回転変形だけできるJOINT

# Advance/FrontSTRの新機能

## 要素改良

### シェル要素: 板厚方向の積分点数指定可能

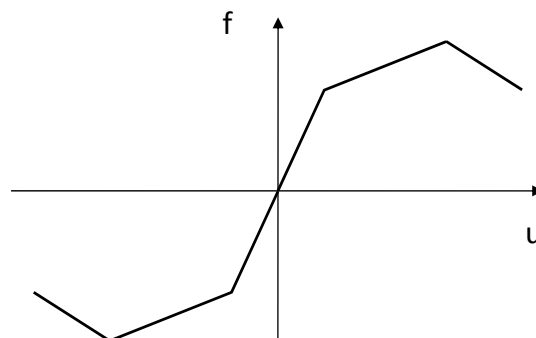


平板の塑性崩壊計算

# Advance/FrontSTRの新機能

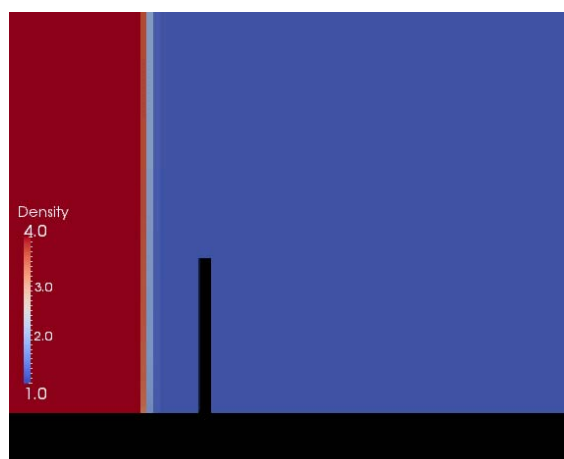
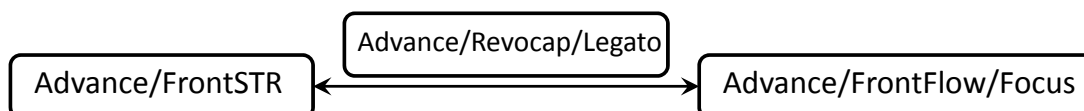
## 材質

UNIAXIAL材料: 任意曲線指定可能の弾性、弾塑性モデル。



# Advance/FrontSTRの新機能

## Advance/FrontFlow/Focusとの強連成解析機能



- 衝撃波を受ける壁(大変形を伴う連成解析)

# 本発表のまとめ

- Advance/FrontSTRの機能と特徴
- Ver.5.1で新規導入した機能

ご清聴ありがとうございました

