

スーパーコンピュータを利用した 大規模計算の取り組み

研究員 田中 洋一

流体解析ソフトウェアAdvance/FrontFlow/red最新動向セミナー
2015年12月15日（火）開催
アドバンスソフト株式会社

内容

- 大規模計算について
- アドバンス／スーパーコンピューティングサービス
- Advance/FrontFlow/redにおけるアドバンス／スーパーコンピューティングサービス
 - Advance/FrontFlow/red の改良
 - 検証計算
 - 並列処理性能評価

大規模計算の必要性

- ▶より複雑な or 微細な解析モデルでの計算
- ▶高精度の計算(シミュレーションから得られる最良の解)

流体解析に焦点を当てると、

- 乱流流れの高精度計算(DNS or LES)
- 大都市、地球規模(気象現象など)を対象とした流れ
- 微粒液体(噴霧等)の再現
- 乱流火炎の詳細計算

など

大規模計算とスーパーコンピュータの必要性

大規模モデル

- ▶より複雑な or 微細な解析モデル
- ▶高精度にするためのモデル

メッシュ数増
(数億規模)



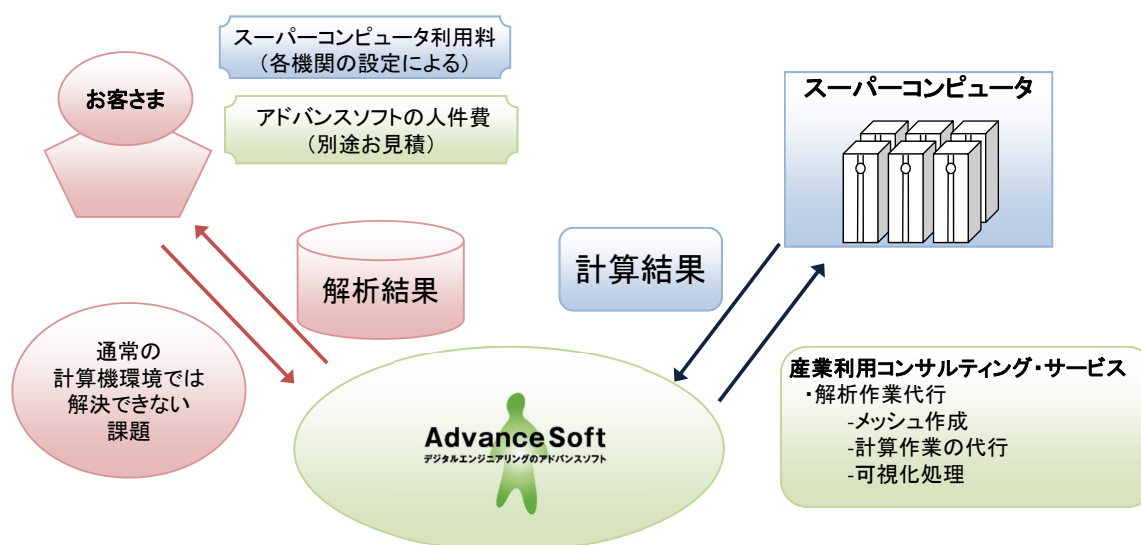
スーパーコンピュータを用いることで大規模なモデルも
高速に計算することが可能

アドバンス／スーパーコンピューティングサービス
(2015年10月より)

アドバンス／スーパーコンピューティング・サービス

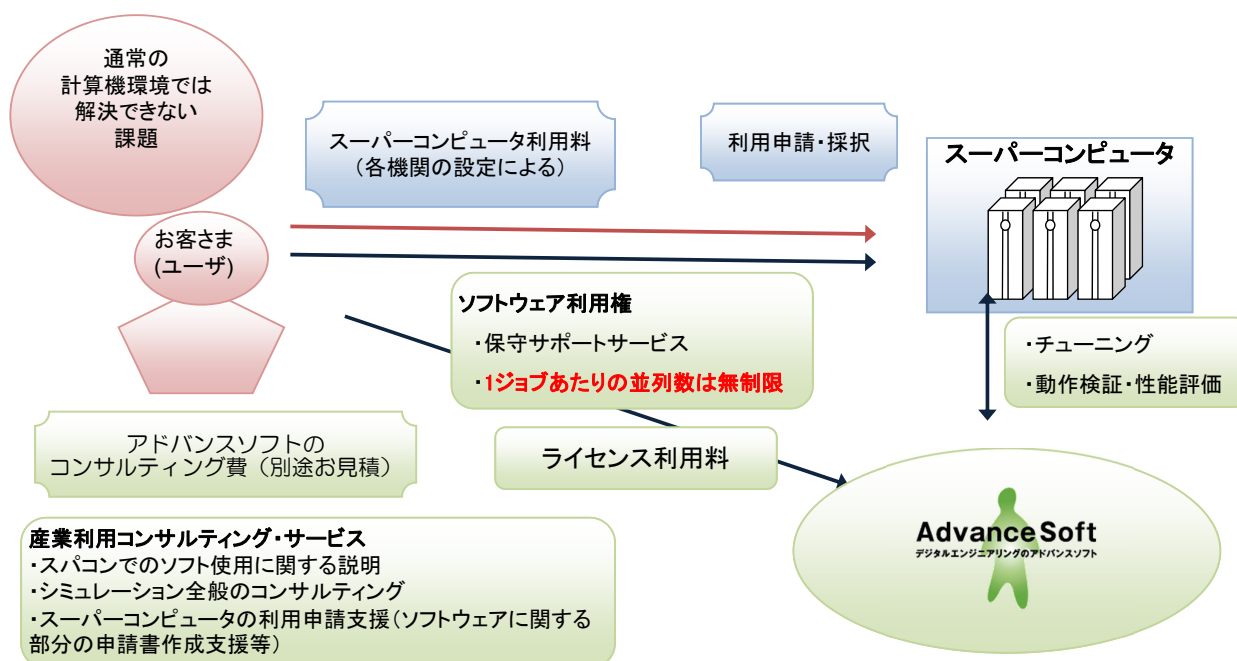
スーパーコンピュータでの利用形態(1)

○利用申請～解析までトータルでアドバンスソフトがサービスを提供する場合



スーパーコンピュータでの利用形態(2)

○お客さまご自身がスーパーコンピュータを利用される場合



スーパーコンピューティング・サービス

◆ 対象ソフトウェア

- 流体解析ソフトウェア Advance/FrontFlow/red
- 気液二相流解析ソフトウェア Advance/FrontFlow/MP * ①のみ
- 構造解析ソフトウェア Advance/FrontSTR
- 音響解析ソフトウェア Advance/FrontNoise
- 第一原理計算ソフトウェア Advance/PHASE
- 3次元デバイスシミュレータ Advance/DESSERT * ②のみ

◆ 稼働環境

①スーパーコンピュータ「京」

利用申請先: 一般財団法人高度情報科学技術研究機構様
ヘルプデスク E-mail: helpdesk@hpci-office.jp

②大規模共有メモリシステムUV2000

利用申請先: 国立研究開発法人海洋研究開発機構様
有償利用担当 E-mail: es_apply@jamstec.go.jp

その他のスーパーコンピュータ利用について

◆ 対象ソフトウェア

- 流体解析ソフトウェア Advance/FrontFlow/red
- 気液二相流解析ソフトウェア Advance/FrontFlow/MP
- 高速流解析ソフトウェア Advance/FrontFlow/FOCUS
- 構造解析ソフトウェア Advance/FrontSTR
- 音響解析ソフトウェア Advance/FrontNoise
- 第一原理計算ソフトウェア Advance/PHASE
- 3次元デバイスシミュレータ Advance/DESSERT

◆ 稼働環境

① FOCUSスパコン

利用申請先: 公益財団法人計算科学振興財団様
業務運用グループ E-mail: unyo@j-focus.or.jp

② TSUBAME

利用申請先: 国立大学法人 東京工業大学様
共同利用推進室 E-mail: kyoyo@gsic.titech.ac.jp

動作確認済みのスパコンシステム

- 地球シミュレータ 大規模共有メモリシステム (UV2000)
- スーパーコンピュータ「京」
 - 検証は互換性のある計算機 (FX10) で実施
- FOCUSスパコン (Dシステム)

SGI UV2000



- 運営： 国立研究開発法人海洋研究開発機構 様
- 地球シミュレータに付属する大規模共有メモリシステム
移植及び性能検証を地球シミュレータ産業戦略利用プログラムで実施

ハードウェア	SGI UV2000
CPU	Intel Xeon E5-4650 v2
ノード数	1
CPU数	256
コア数	10 cores/CPU
メモリ容量	32 TB
演算性能	49.152 TFLOPS



画像提供：国立研究開発法人海洋研究開発機構 様

スーパーコンピュータ「京」



- 開発・システム運用： 国立研究開発法人理化学研究所
計算科学研究機構 様

計算ノード	CPU	SPARC64™ VIIIfx 2GHz
	CPU性能	128 GF (16 GF x 8 cores)
	メモリ容量	16 GB
筐体の数	864	
ノードの数	82,944	
ネットワーク	Tofu インターコネク (6D Mesh/Torus)	
ピーク性能	10.62 PF	
メモリ容量	1.26 PB	
ファイルシステム	Fujitsu Exabyte File System (FEFS)	
ストレージ	30 PB	



- Top500** 2011年6月と11月に世界1位
- Graph500** 2014年6月と2015年7月に世界1位
- HPCG** 2014年11月と2015年7月に世界2位

FUJITSU PRIMEHPC FX10

- FX10(「京」と互換性をもつアーキテクチャ)への移植及び性能検証を一般財団法人高度情報科学技術研究機構様との共同研究で実施。

ハードウェア	FUJITSU PRIMEHPC FX10
CPU	SPARC64 IXfx
ノード数	48
CPU数	1 CPU/node
コア数	16 cores/CPU
メモリ容量	32 GB/node
演算性能	211.2 GFLOPS/node



FUJITSU PRIMEHPC FX10

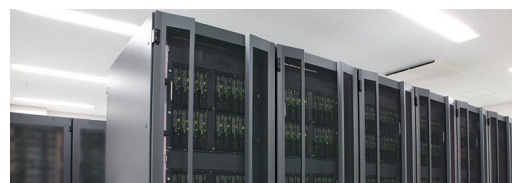
画像は <http://www.fujitsu.com/jp/products/computing/servers/supercomputer/primehpc-fx10/> より

FOCUSスパコン



- 運営：公益財団法人計算科学振興財団様
- 産業界専用の公的スーパーコンピュータ

ハードウェア	Cray H2312
CPU	Intel Xeon E5-2670 v2
ノード数	80
CPU数	2 CPU/node
コア数	10 cores/CPU
メモリ容量	64 GB/node
演算性能	400 GFLOPS/node



FOCUSスパコン

※ Dシステムの仕様

画像は <http://www.j-focus.or.jp/focus/> より

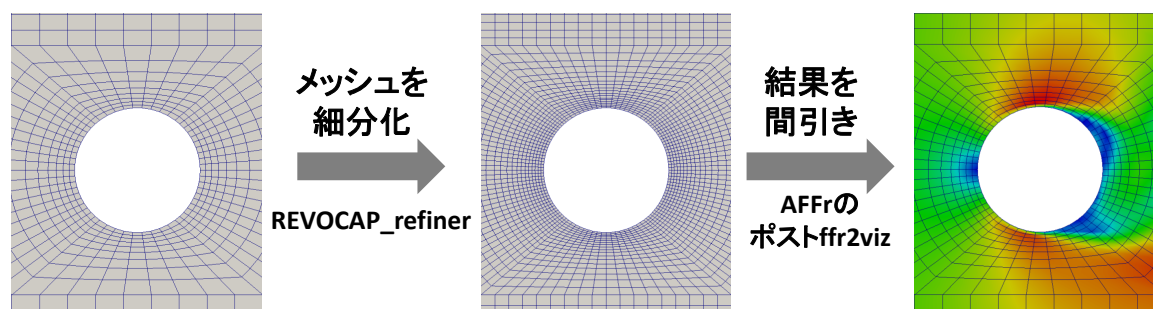
Advance/FrontFlow/redにおける アドバンス/スーパーコンピューティング・ サービス

Advance/FrontFlow/redの改良点

Ver5.2で追加された機能

- 格子数が数億規模のモデルでも解析可能なように改良
- 可視化ファイルの格子点を間引く機能を追加

メリット: 可視化ファイルのサイズ軽減



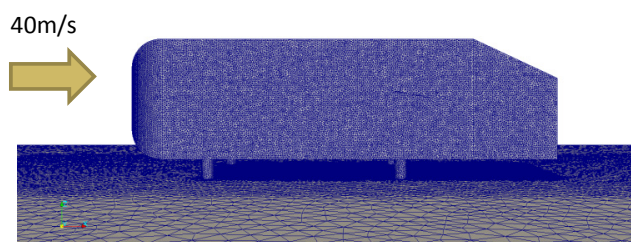
メッシュを密にして
高精度に計算

高精度かつ軽量の可視化
ファイルが得られる！

検証計算

検証モデル(1)

車体 (Ahmed body) 周りの空力解析



モデルの節点数、要素数

	要素数	節点数
なし	7,638,219	1,505,423
メッシュ細分化 (REVOCAP_Refiner)		
1回	75,448,584	11,771,974
2回	488,846,016	92,978,866

格子数約1億

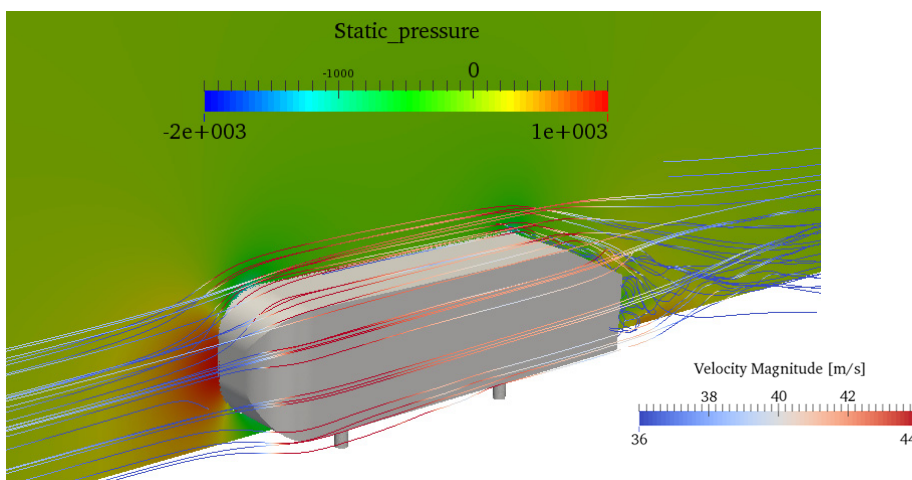
解析条件

乱流モデル : LES (標準Smagorinsky)
 差分スキーム : 2次中心差分
 時間積分 : Euler陰解法
 主流速度 : 40.0m/s
 流体 : 非圧縮流体

検証結果(1)

車体周りの静圧分布 & 流線
(リファイン2回、格子数約1億)

FX10で計算

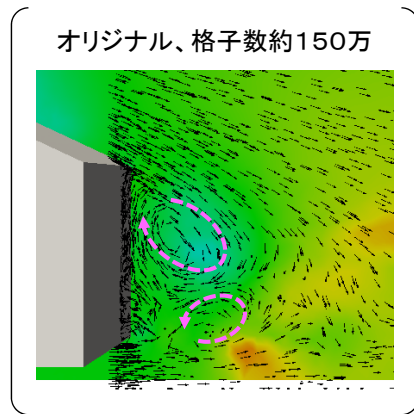
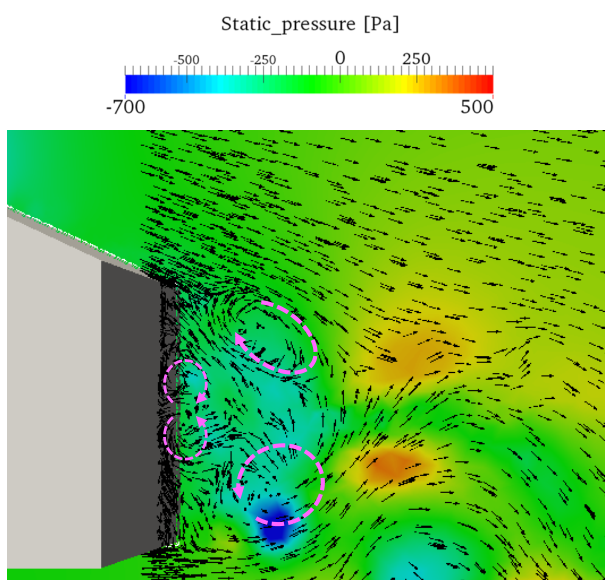


- 格子数約1億のモデルでも解析可能。
- UV2000でも同様の結果が得られている。

検証結果(1)

車体後方の静圧分布 & 速度ベクトル
(リファイン2回、格子数約1億)

FX10で計算

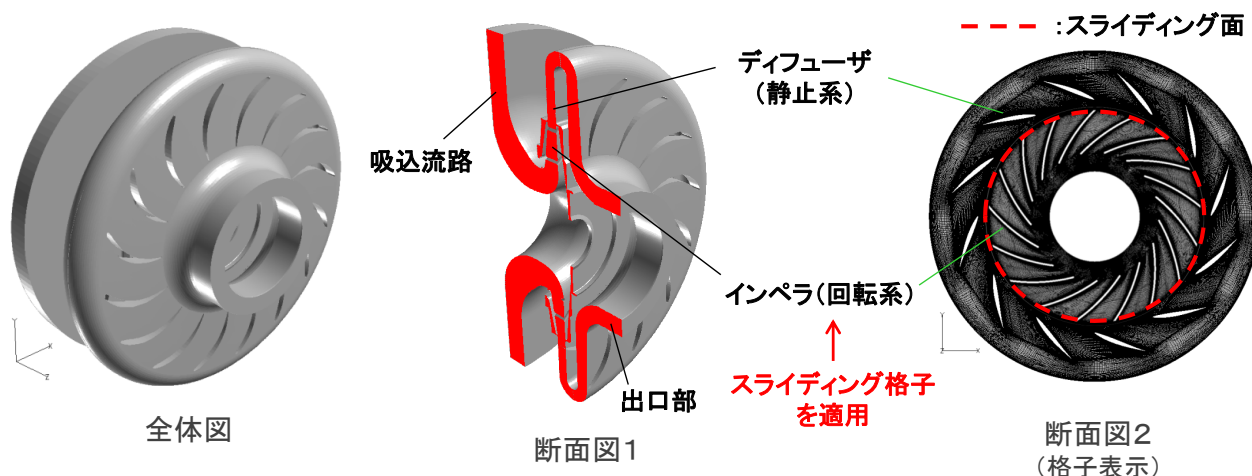


車体後方に発生する非定常渦もより明確にとらえることができる

検証モデル(2)

遠心圧縮機(回転系を含むモデル)

[検証モデル、検証内容] 国立研究開発法人海洋研究開発機構 地球シミュレータ産業戦略利用プログラム 利用成果 より



モデルの節点数、要素数

要素数	節点数
895,825	1,008,196

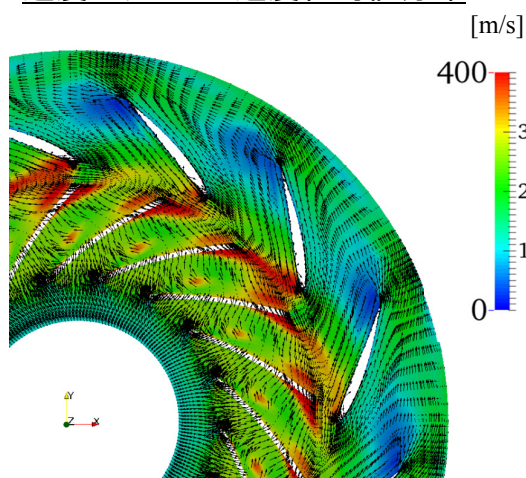
解析条件

乱流モデル : LES (標準Smagorinsky)
 差分スキーム : 3次風上差分
 時間積分 : Adams-Molten法
 回転数 : 30,000[rpm]
 流体 : 圧縮流体

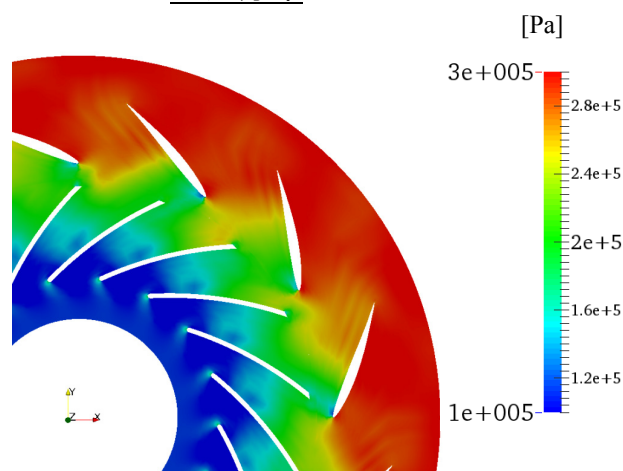
検証結果(2)

UV2000で計算

速度ベクトル&速度絶対値分布



圧力分布

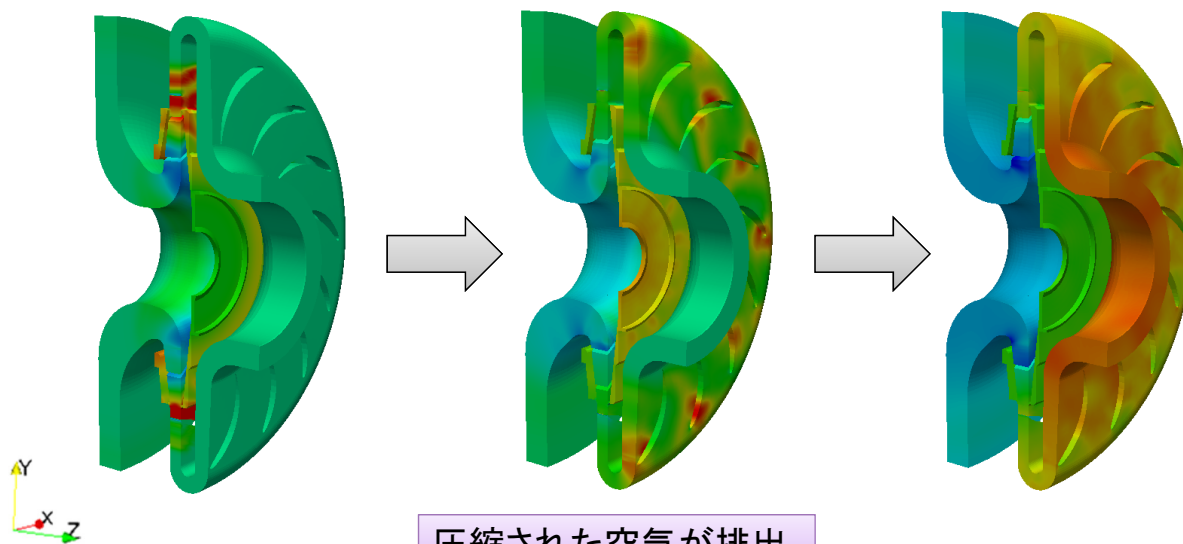
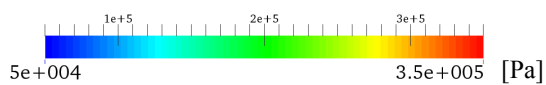


- 回転系(スライディング格子)を含んだモデルでも解析可能。
- FX10でも同様の結果が得られている。

検証結果(2)

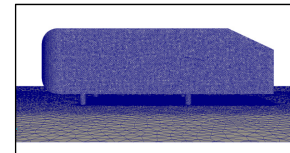
UV2000で計算

圧力分布

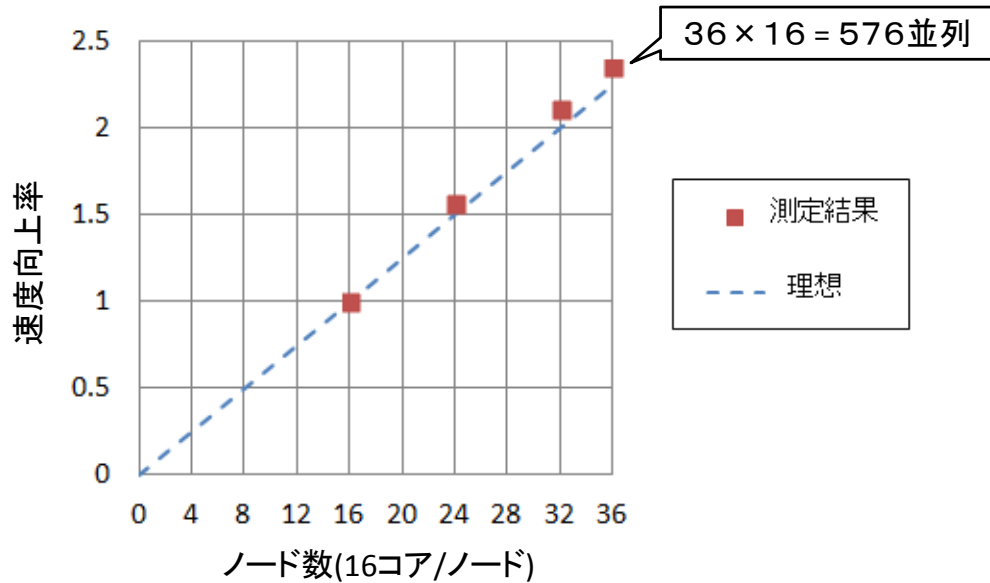


並列処理の性能評価

並列処理性能 (FX10)

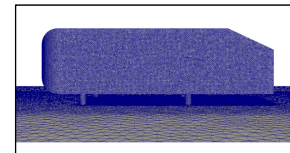


モデルAhmed body (リファイン2回、節点数約1億)

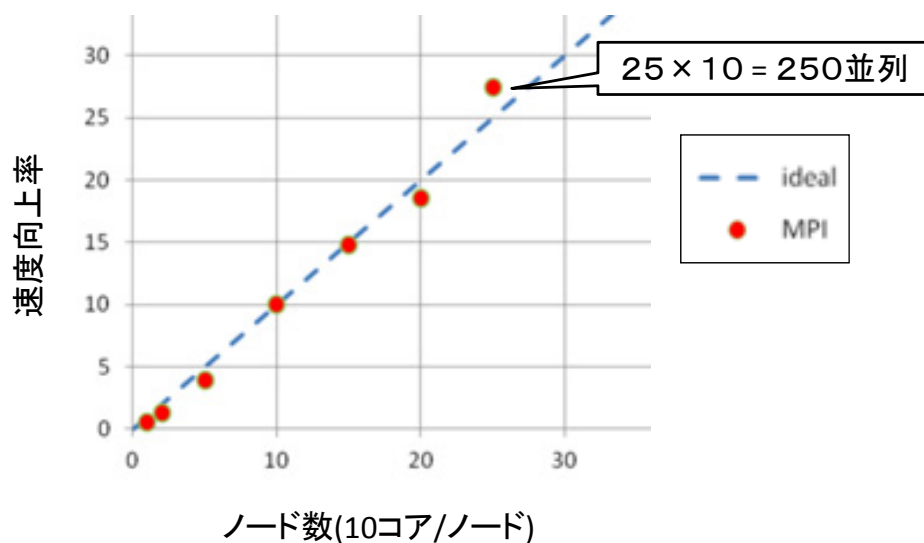


大規模モデルに対しても、並列性能を十分活用できることが期待できる

並列処理性能 (UV2000)



モデルAhmed body (リファイン1回、節点数約1千万)



大規模モデルに対しても、並列性能を十分活用できることが期待できる

まとめ

Advance/FrontFlow/red は

- 格子数が数億規模の大規模モデルでも解析可能。
- 並列処理における速度向上率は、FX10、UV2000ともにほぼ理想に近い値が得られている。
- 間引き機能により、大規模モデルでも従来通りの可視化が可能。