

DENSO

Crafting the Core

バーチャルエンジニアリング実現に向けた HPCクラウドの活用 ～流体騒音解析の課題解決～

工学博士 甲村 圭司

デンソーテクノ株式会社
DX推進センター VE開発部 部長



アジェンダ

- 1.会社概要
- 2.流体騒音解析の課題
- 3.HPCクラウドのベンチマーク
- 4.自社での活用状況
- 5.クラウドを活用した感想
- 6.まとめ

1. 会社概要

デンソーテクノ

拠点：国内14拠点（大府市、刈谷市、安城市、福岡市他）
海外グループ会社：デンソーテクノフィリピン

社名	デンソーテクノ株式会社
設立	1984年4月3日
本社	愛知県大府市
資本金	1億8,000万円 (株式会社デンソー100%出資)
売上	562億円
従業員	2,906名
平均年齢	34.6歳

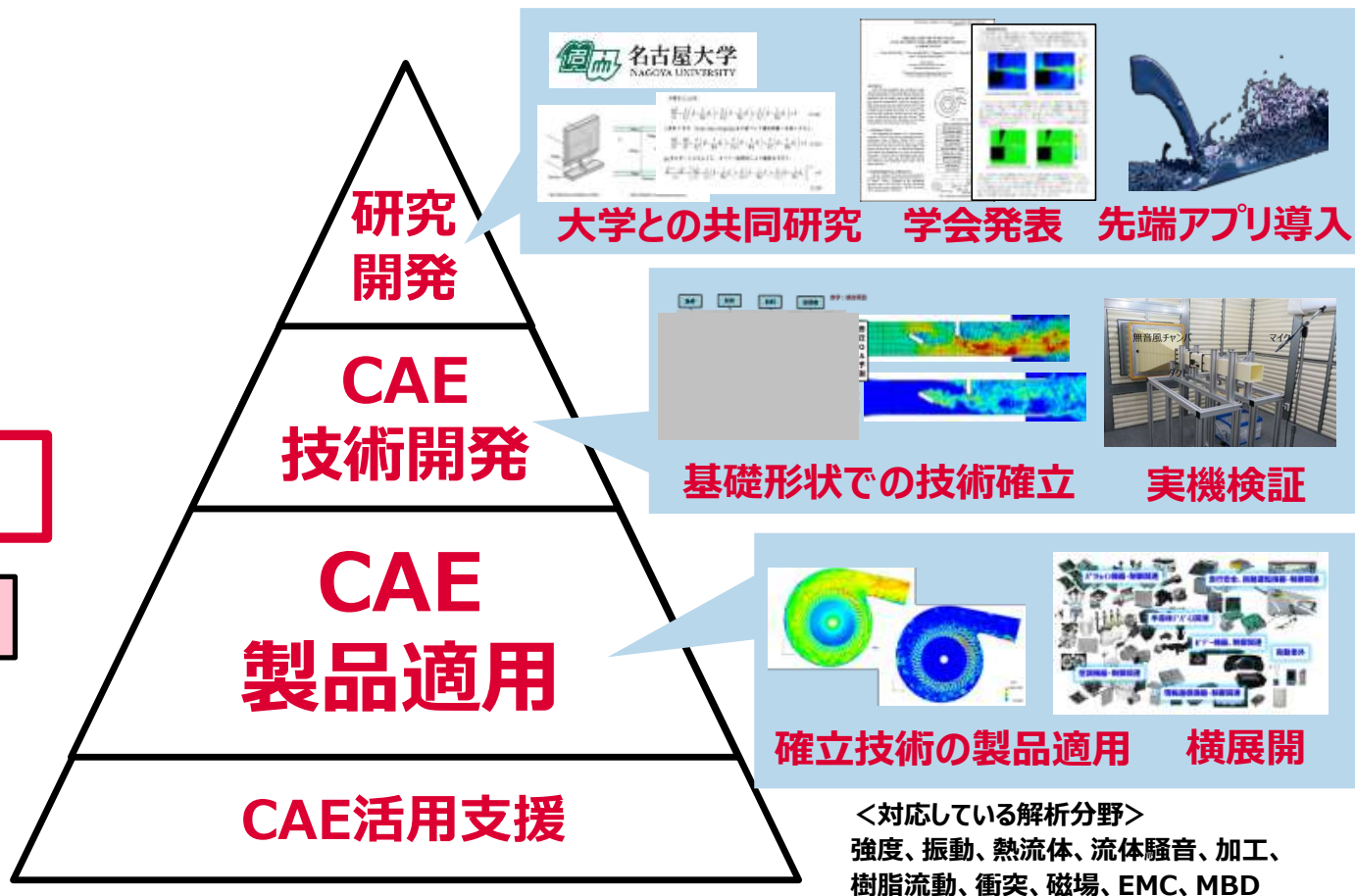
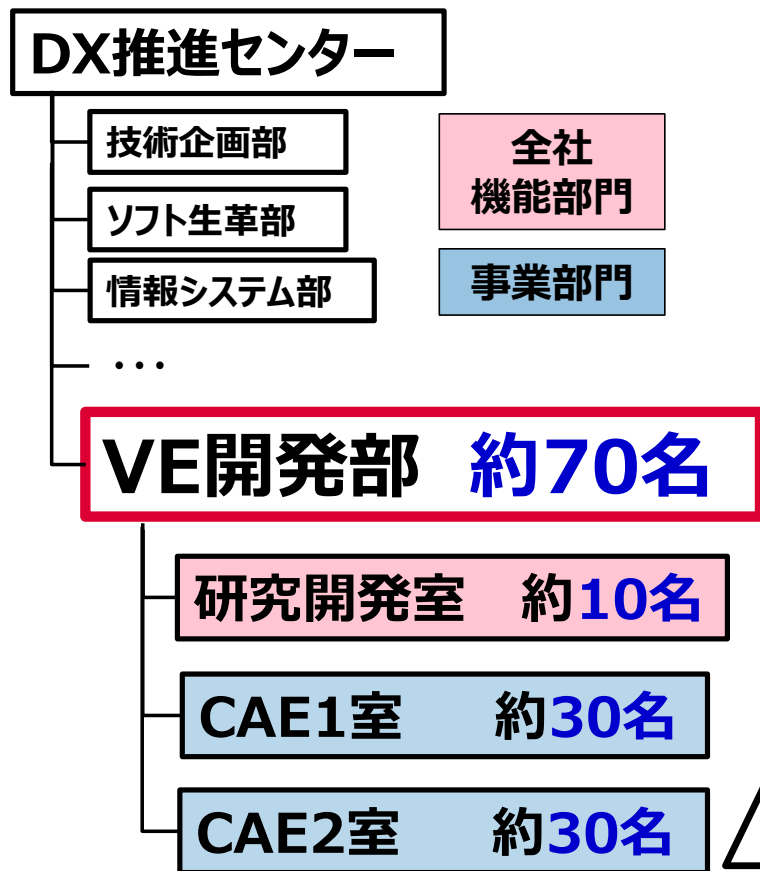


1. 会社概要



設計専門会社として、多種多様な自動車関連製品・分野を担う

1. 会社概要



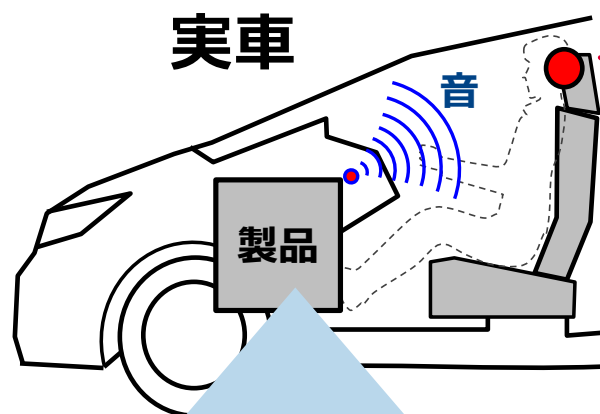
デンソーテクノVE開発部は、先端研究から適用・支援までデンソー全製品に貢献

1. 会社概要 バーチャルエンジニアリングに向けた取り組み



デンソー製品の先行開発から製造まで対応するため、研究開発機能を強化

2. 流体騒音解析の課題



(例)空調ファン

設計検討項目(例)

- ・翼形状
- ・翼枚数
- ・ファン径
- ・スクロール形状
- ・ノーズギャップ

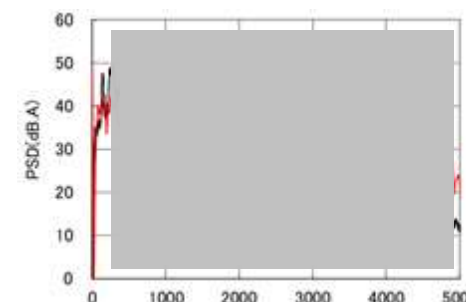
音圧レベルの周波数特性



流体騒音解析



現象の可視化



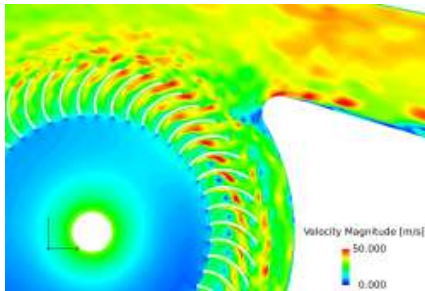
音圧レベルの予測

流体騒音解析を活用して,効率的に設計検討したい

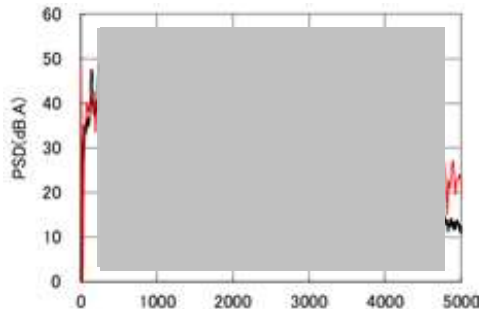
2. 流体騒音解析の課題 技術開発

解析で得られる結果

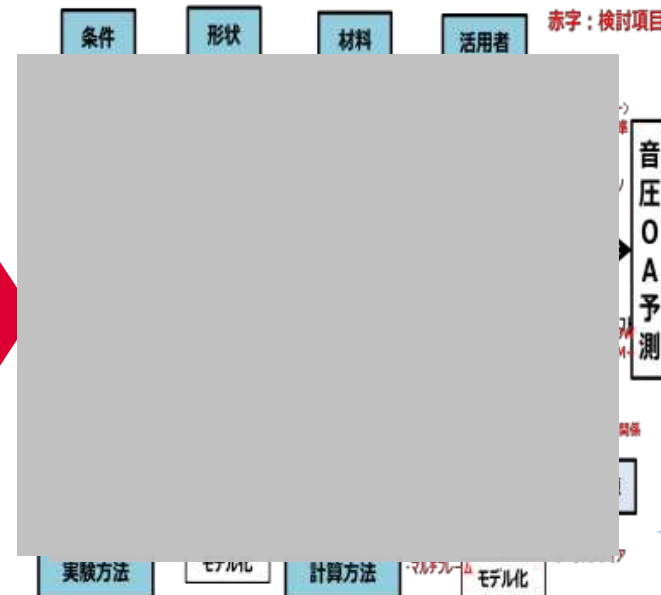
速度分布etc



音圧特性グラフ



解析するのに必要な検討項目



1 検討あたり, 3day以上の
計算時間が必要

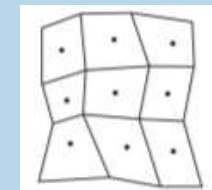
支配方程式: Navier-Stokes方程式

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial E}{\partial x} + \frac{\partial F}{\partial y} + \frac{\partial G}{\partial z} = \frac{1}{Re} \left(\frac{\partial E_v}{\partial x} + \frac{\partial F_v}{\partial y} + \frac{\partial G_v}{\partial z} \right)$$

時間項 移流項(速度) 粘性項(圧力,せん断)

圧縮性, 温度依存, 音速, 物性の影響は?

計算格子(メッシュ)

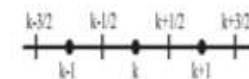


メッシュタイプ[°] (ヘキサ, テトラ, ホリ等),
メッシュサイズ[°] (空間, 壁面近傍),
レイヤサイズ[°] (総数, 厚み, Y+)の
影響は?

計算方法

差分式

$$q_i^{n+1} = q_i^n + \Delta t (F_{i-1/2}^n - F_{i+1/2}^n) + \Delta t (S_i^n)$$



差分スキーム(時間, 対流,
圧力, 温度)の次数, 時間
刻み, クーラン数, 収束判定
値, FFTのΔFの影響は?

流体騒音解析に必要なパラメータが多く, 十分な検討ができていない

3. HPCクラウドのベンチマーク 技術検討用の基礎ダクト

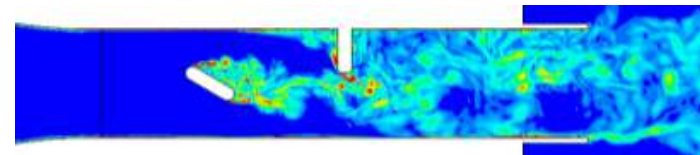
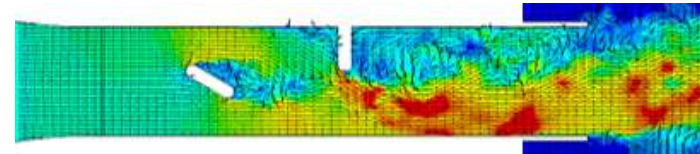


- ①松モデル：2,000万メッシュ
- ②竹モデル：1,000万メッシュ
- ③梅モデル：400万メッシュ

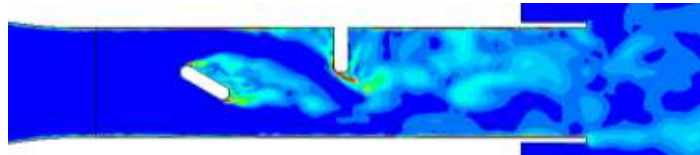
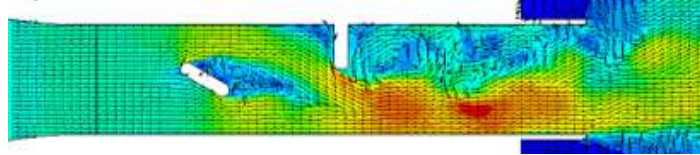
解析アプリ：

・STAR-CCM+ Ver13.04

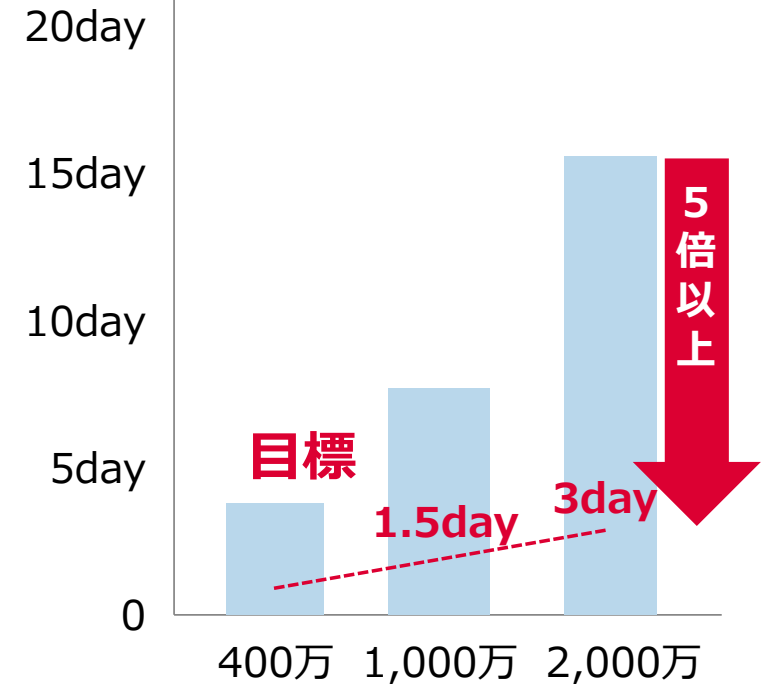
①2,000万メッシュの計算結果



③400万メッシュの計算結果

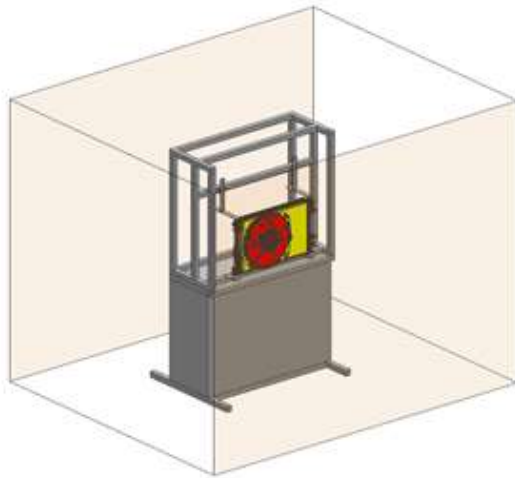


オンプレミス(56並列)での
計算時間



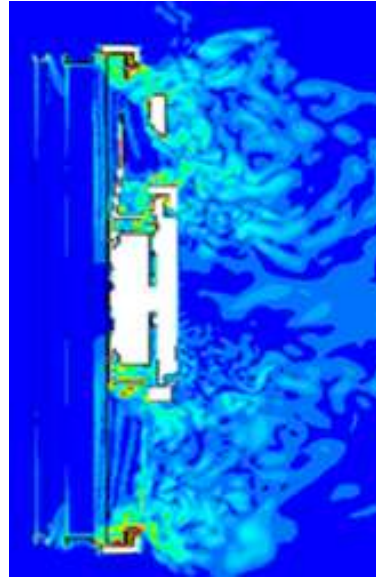
オンプレミスの5倍以上のスピードアップを期待

3. HPCクラウドのベンチマーク 冷却ファン実製品形状

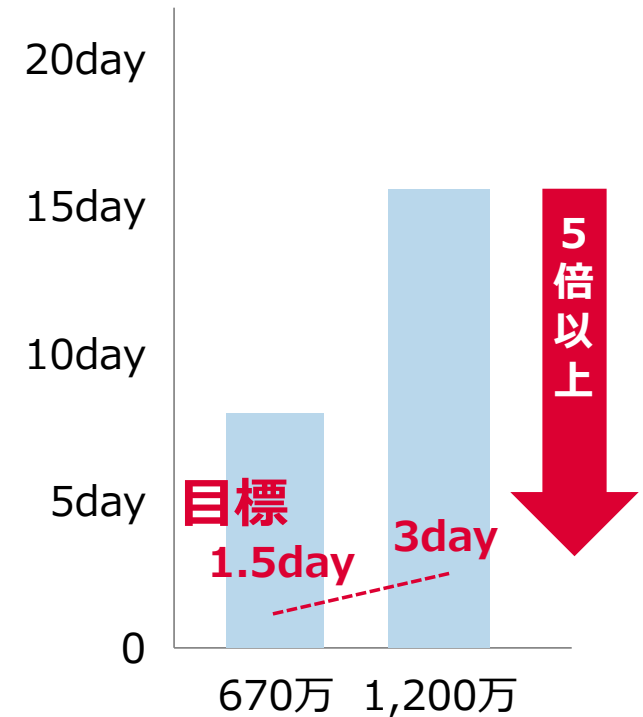


- ①竹モデル：1,200万メッシュ
 - ②梅モデル：670万メッシュ
- 解析アプリ：
・STAR-CCM+ Ver13.04

①1,200万メッシュの計算結果



オンプレミス(56並列)での
計算時間

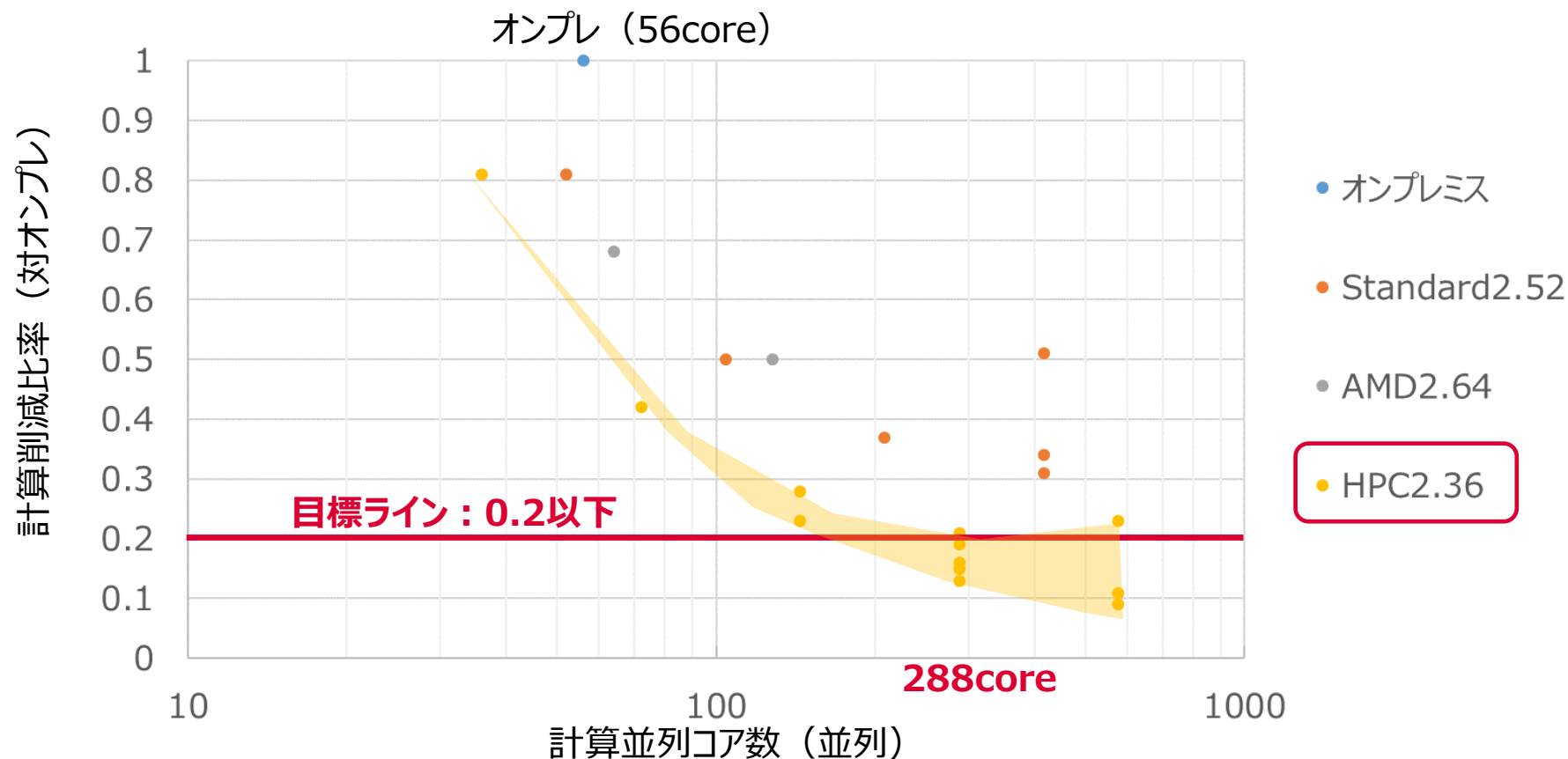


オンプレミスの5倍以上のスピードアップを期待

3. HPCクラウドのベンチマーク Compute インスタンス

Shape	CPU種類	コア数	Memory (GB)	Network Bandwidth	ノード数
オンプレミス	2.60GHz Intel Xeon E5-2690 v4	28	128	InfiniBand FDR	2
HPC BM.HPC2.36	3.0 GHz Gold 6154	36	384	1 x 25 Gbps 1 x 100 Gbps RDMA	18 (うち2はNFS用)
Standard BM.Standard2.52	2.0 GHz Intel Xeon Platinum 8167M	52	768	2 x 25 Gbps	8
AMD BM.Standard.E2.64	2.0 GHz AMD EPYC 7551	64	512	2 x 25 Gbps	2

3. HPCクラウドのベンチマーク 計算時間の削減率（対オンプレミス）

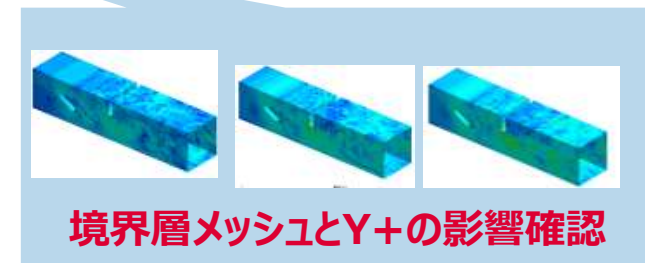
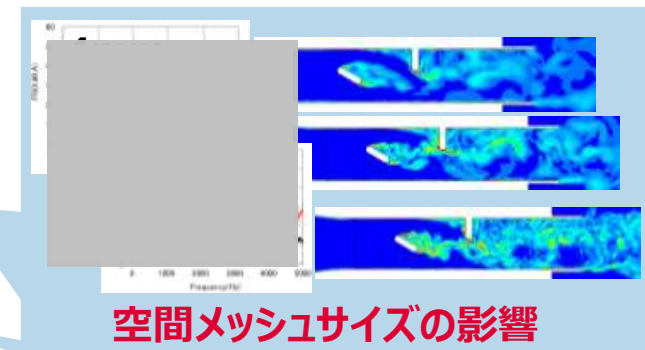
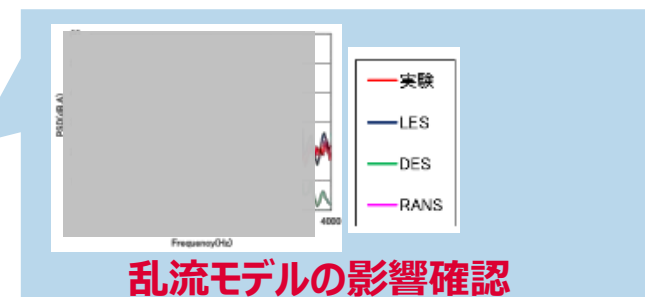
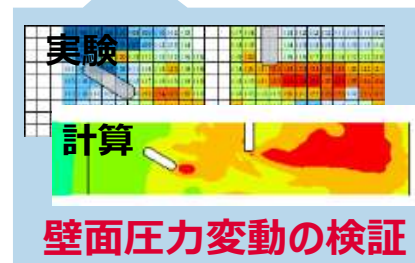
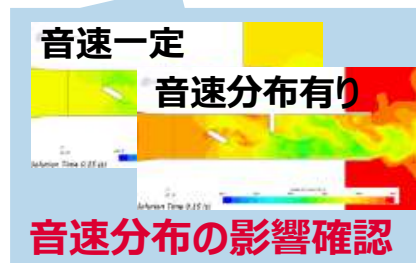
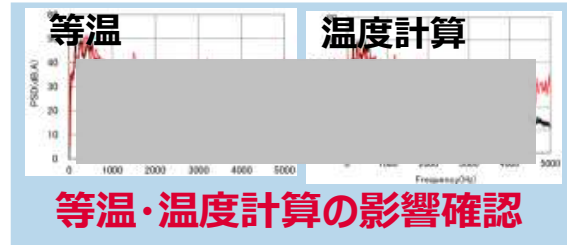
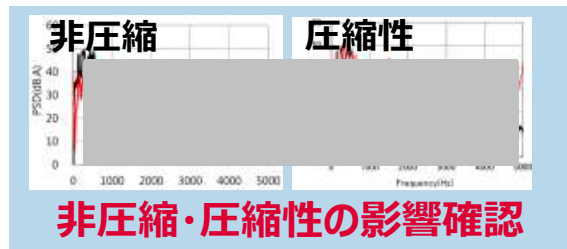
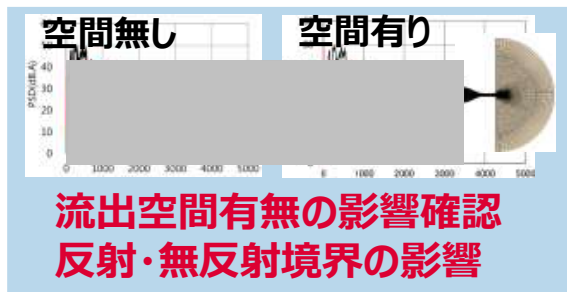


288coreのHPCインスタンス採用で,計算スピード5倍以上を確認

3. HPCクラウドのベンチマーク 結果まとめ

	オンプレ	Oracleクラウド	他社クラウド
CPU種類	2.6GHz Intel Xeon E5-2690 v4	3.0GHz Gold 6154	3.0GHz Intel Xeon Platinum P-8124
並列数	56core	288core	288core
計算時間比 (対オンプレ)	1	5.9倍	2.2倍
計算単価 (対オンプレ)	1	2.5倍	7.5倍
転送速度 (対オンプレ)	1(100MB/s)	ロンドン：0.05倍(5MB/s) 東京：0.4倍(40MB/s)	東京：0.1倍(10MB/s)
ベンチマーク期間(目安)	約3か月	約1.5か月	約2週間
申し込みから利用開始 までの期間(目安)		約3週間	約1週間

4. 活用状況



HPCクラウド活用で、多くの事前検討ができ、現象把握・解析手の内化が加速した

DENSO
Crafting the Core

© DENSO TECHNO CO., LTD. All rights reserved.

5. クラウドを活用した感想

- ・クラウドを活用する目的（ゴール）を明確にしていないと、ベンチマークするまでなかなか進まない

- ×：とりあえず試したい.早くなればいい（どれくらいかが不明確）

- オラクル社もどのようなクラウド構成がいいか提案しにくい

- ：流体騒音解析をオンプレより5倍以上にしたい.

- オンプレで計算した結果を準備しておく（計算を流すだけの状態）

- ・CAEの場合は、解析ライセンスの費用も考慮する必要がある

- S社：Core数関係なく、計算時間のみの従量課金制←クラウド向き

- A社：Core数に依存してライセンス費が高くなる形態←クラウド不向き

(余談)ネットワークの知識がほぼ無かったため,当初は計算環境が整っているR社のクラウド採用を検討していた.しかし,渡邊さんをはじめOracle社の強力な技術サポートにより,短い期間でクラウド環境が準備でき,満足なパフォーマンスが出た.

6. まとめと今後

- ・Oracleクラウドを活用して、流体騒音解析の計算スピード 5 倍を実現し、CAE技術開発の前さばきを十分に行うことで、現象把握・手の内化を加速することができた。
- ・今後は、流体騒音解析の製品形状での活用、他分野のクラウド活用をトライする。

DENSO

Crafting the Core