

音響解析ソフトウェア Advance/FrontNoise の解析事例

研究員 尾川 慎介

アドバンスソフト株式会社の
アドバンス/スーパーコンピューティング・サービス活用セミナー
2015年8月27日（木）開催
アドバンスソフト株式会社

本日の内容

- Advance/FrontNoise の紹介
- 大規模解析の事例紹介
 - ベンチマーク
 - 過去の計算実績

音響解析ソフトウェア

Advance/FrontNoise の紹介

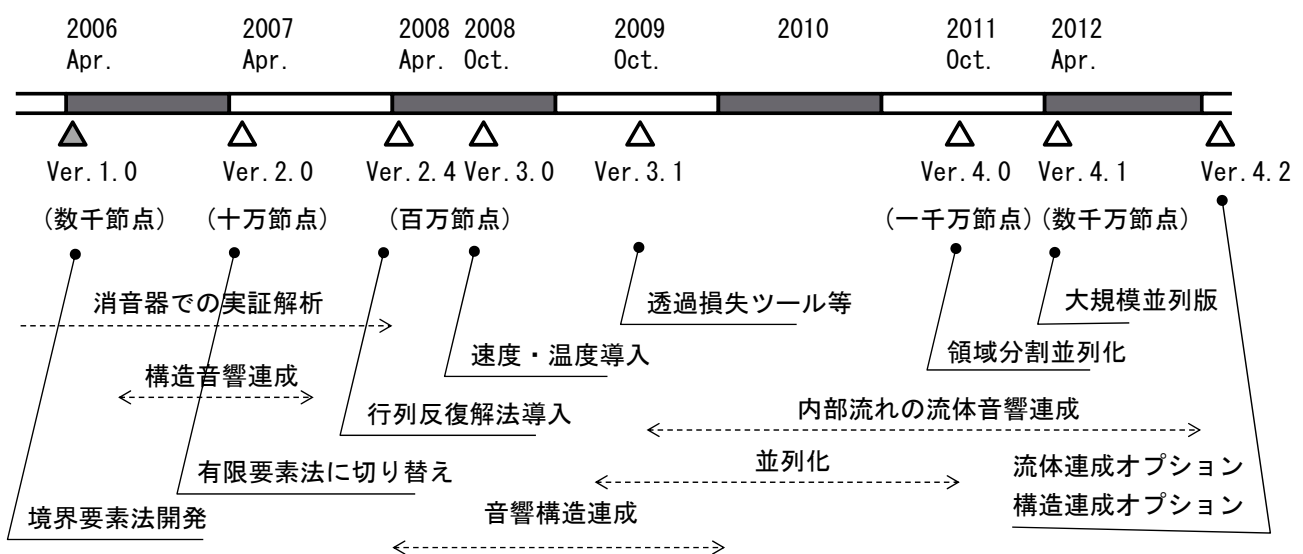
ソフトウェアの機能

項目	内容	
基礎方程式	(1) 音響速度ポテンシャルに関する波の方程式を周波数空間に変換した方程式 (2) 空間的に分布する場の流れおよび空間的に分布する温度を考慮可能 (3) 空間的に分布する多孔質音響伝播媒体を考慮可能 (4) 構造物の固有値解析結果を利用した構造音響連成透過音解析が可能	
解析領域	内部領域、および、外部領域(外部領域での外部境界は ρc 境界で与える)	
物性値等	速度	場の速度を指定可能(デフォルト:速度0)
	温度	場の温度(音の伝播媒体)を要素毎に指定することが可能(デフォルトは均一媒体)
	多孔質	多孔質を模擬した場の材質を指定することが可能
境界条件	面での音源	面(壁境界)に対して、周波数毎に音圧または粒子速度を設定可能
	点音源	節点に対して、単極子、双極子、または、四重極子のパラメータを設定可能
	音響インピーダンス	面(壁境界)に対して、周波数毎に音響インピーダンスを設定可能
	外部境界	面(外部境界)に対して、 ρc 境界を設定可能(音響インピーダンスを与える機能の一部)
数値解法	離散化手法	有限要素法
	利用可能な要素	四面体一次要素
	並列計算	自動領域分割によりMPIで並列化
	行列解法	GMRES系列の反復法をデフォルトとし、各種反復手法および前処理手法が利用可能
大規模計算実績	4億要素・8000万節点(四面体一次要素)	
解析結果	周波数毎の音響ポテンシャル、音圧、音圧レベルを、バイナリ形式でファイル出力	
プリポスト	Advance/REVOCAP for FrontNoise	

適用可能な問題

- 音の伝播する領域、解析対象とする周波数を定め、周波数領域での解析を行います。
- その領域に有限要素のメッシュを作成します。境界条件として、解析領域内の**音源の周波数と強さを与えます**。また、壁等には適切な境界条件を与えます。
- 指定された周波数に対して、解析領域内すべての点における音響速度ポテンシャル(音圧、粒子速度)を求めることができます。
- 解析の後処理として、空間の音圧レベルや対象機器の透過損失等を求めることなどができます。
- これらの処理を必要とする周波数の数だけ解析を行います。
- **一般的に音源が不明な場合(音源を与えることができない場合)には音響解析はできません。**

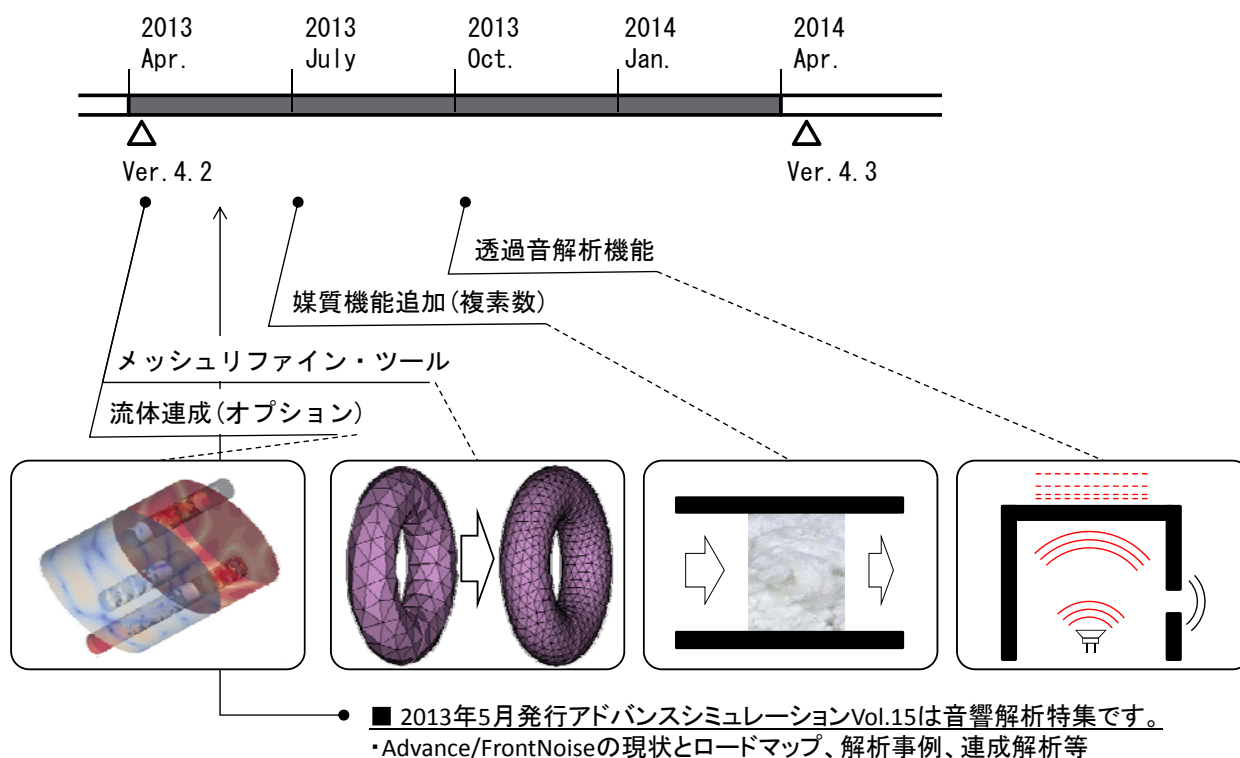
開発経緯 (1)



■ 技術雑誌: アドバンスシミュレーション

- [1] 桑原匠史, "Advance/FrontNoiseを用いた音響解析" Vol.2(2010.9)
- [2] 松原聖・桑原匠史, "Advance/FrontNoiseによる大規模解析" Vol.9(2011.10)
- [3] 松原聖, "Advance/FrontNoiseによる大規模解析一統報一" Vol.13(2012.10)
- [4] 松原聖・戸田則雄, "Advance/FrontNoiseによる構造音響および流体音響連成解析" Vol.14(2013.1)

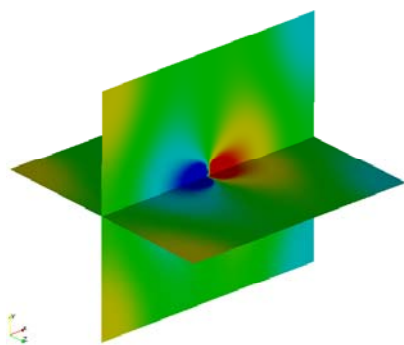
開発経緯 (2)



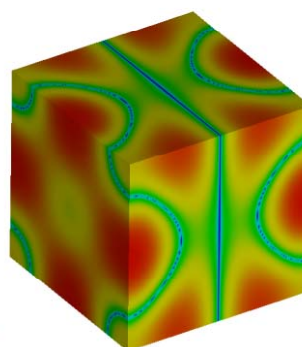
大規模解析 (ベンチマーク問題)

ベンチマーク問題

- 箱に閉じ込められた双極子音源の音場解析
(チュートリアル中のB1モデルを1回リファインしたもの)
- 節点数: 約812万、要素数: 4800万(すべて四面体)



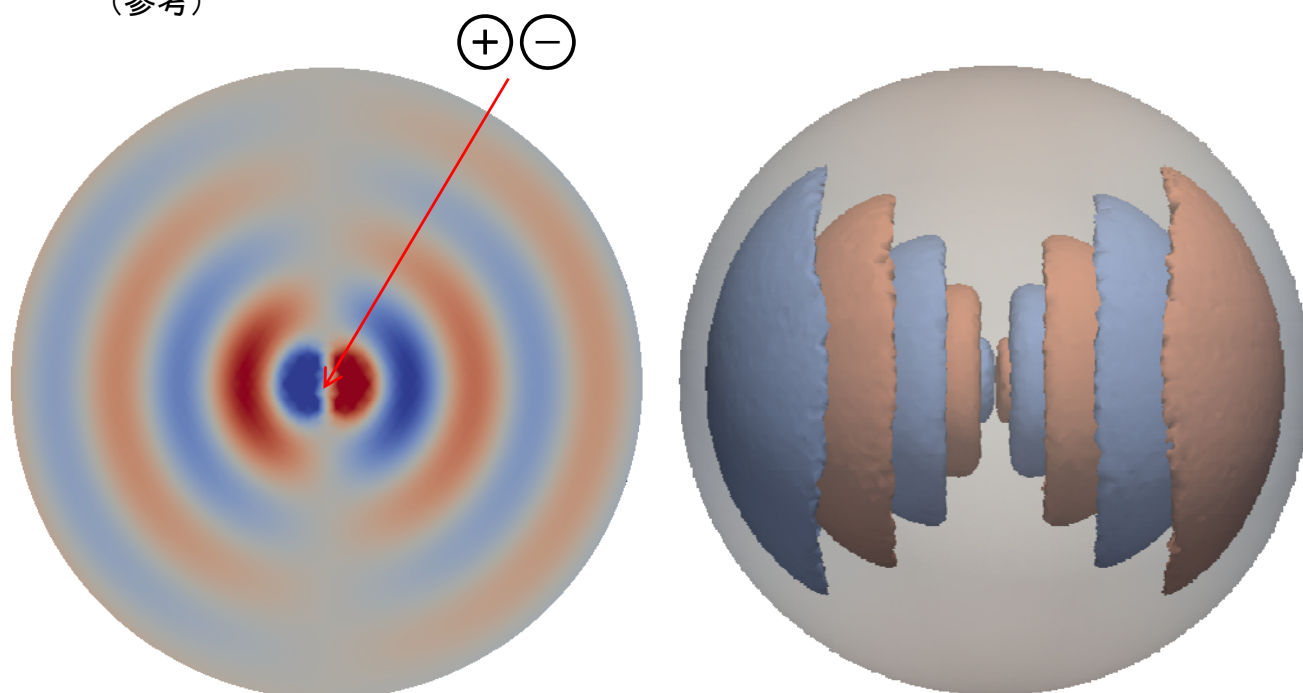
中央断面の音圧レベル



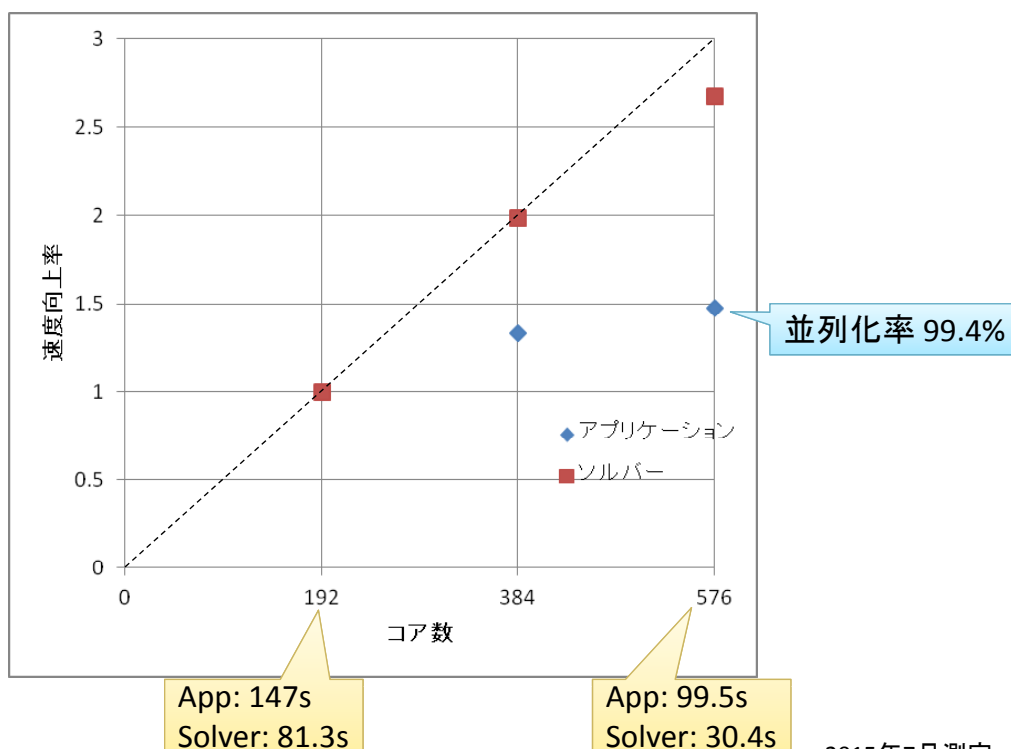
表面の速度ポテンシャル分布

無限に広い空間中のふたつの点音源

(参考)

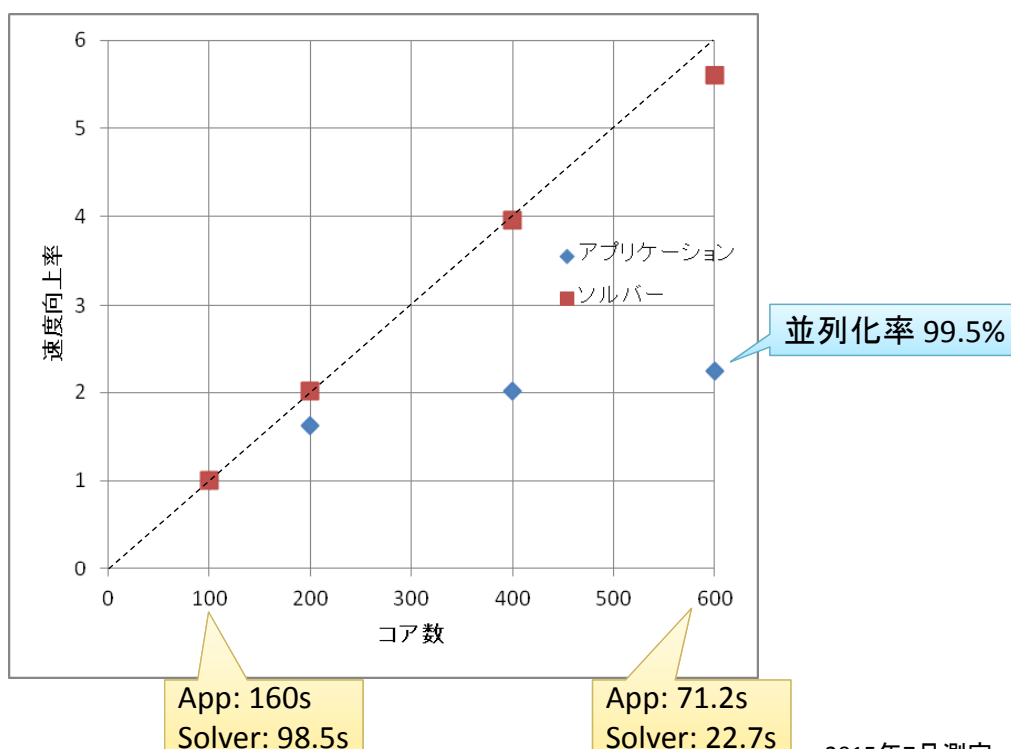


性能評価 (FX10)



2015年7月測定

性能評価 (UV2000)



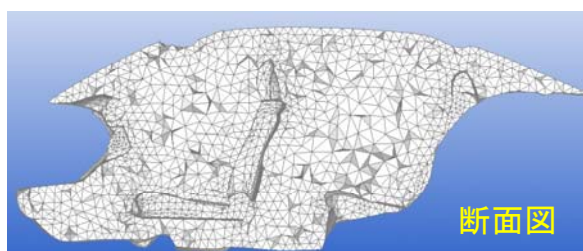
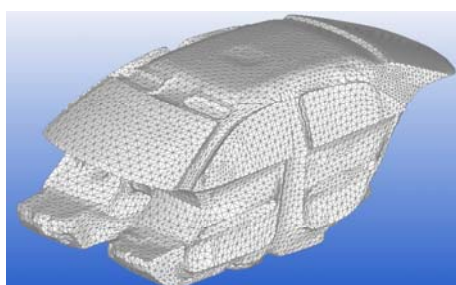
2015年7月測定

大規模解析(過去の計算実績)

車室内の音響シミュレーション (1)

資料提供: パイオニア株式会社 長谷川様
2015/7/30 開催『音響解析ソフトウェア Advance/FrontNoise 事例および基礎セミナー』資料より

- 解析モデル: 4面体1次要素



- 解析周波数ごとにメッシュ細分化ツールを利用してリファイン

細分化回数 (メッシュサイズ)	節点数	要素数	解析周波数[Hz]
ベース (50mm)	4万	20万	~1.25kHz
1回 (25mm)	30万	160万	~2.5kHz
2回 (12.5mm)	220万	1250万	~5kHz
3回 (6.25mm)	1720万	1億	~10kHz

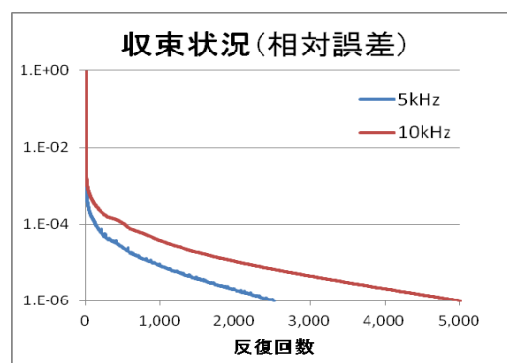
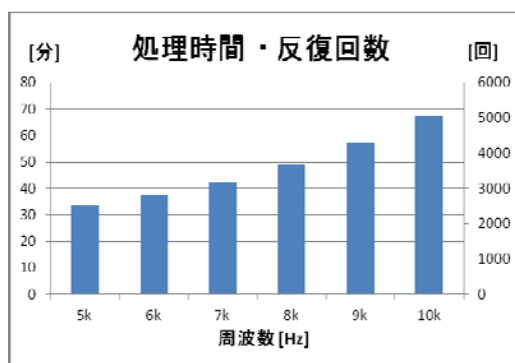
材質ごとに境界条件
(音響インピーダンス)を付与
音源は車室前方のスピーカー

車室内の音響シミュレーション (2)

資料提供: パイオニア株式会社 長谷川様
 2015/7/30 開催『音響解析ソフトウェア Advance/FrontNoise 事例および基礎セミナー』資料より

- 6.25mmモデルを使用して 5kHz – 10kHz (1kHz間隔) を解析

	処理時間	情報
Total Time	310分	6周波数計算 (FOCUSスパコンDシステム、6ノード120並列)
Input	3分	入力ファイルサイズ: 7GB
Solver	290分	性能: 0.80秒 / iter.
Output	17分	出力ファイルサイズ: 600MB/freq.



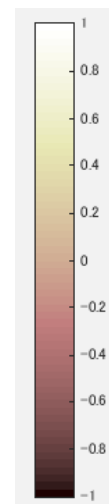
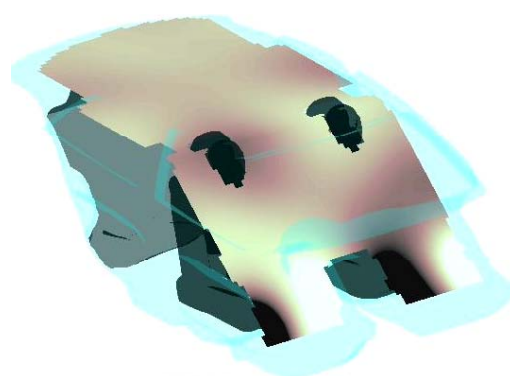
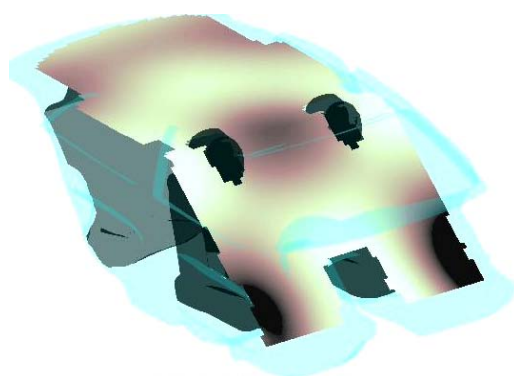
車室内の音響シミュレーション (3)

資料提供: パイオニア株式会社 長谷川様
 2015/7/30 開催『音響解析ソフトウェア Advance/FrontNoise 事例および基礎セミナー』資料より

- 音の伝播の様子を可視化
 - 車室内の状況にあった音空間を作るための検討に利用

左右のスピーカを同時に再生

運転席に同時に音が届くように再生



まとめ

- Advance/FrontNoise はスーパーコンピュータで利用できる
 - 約4億要素を解析した実績がある
 - リファイナーなど、大規模解析を支援するツールも使用可能
- 音響解析では大規模解析は必須
 - 解析周波数に合わせてモデルを作る必要があるため